ISSN 2950-8584

발 간 등 록 번 호
11-1360709-100013-10

OPEN 출처표시 상업용금지 변경금지
공공누리 공공저작물 자유이용허락

2024

수치예보시스템의 검증



수치모델링센터
Numerical Modeling Center

2024
수치예보시스템의 검증

박혜자[1] · 박소라[1] · 강채연[1]
박세영[1] · 양찬윤[2] · 하종철[1]
김지하[3] · 윤석준[3] · 오상명[4] · 박정현[3]
구본양[3] · 최승보[3] · 조익현[3]
김미경[5] · 조정훈[5] · 원덕진[5]

1) 수치모델링센터 수치모델개발과
2) 관측기반국 정보보호팀
3) 수치모델링센터 수치예보활용팀
4) 국립기상과학원 예보연구부
5) 국립기상과학원 지구대기감시연구과

수치모델링센터
Numerical Modeling Center

차례

1. 서론 ····· 1

2. 현업 수치예보시스템 변경사항 및 주요 특성 ····· 2

2.1 현황 ····· 2

2.2 2024년 주요 변경사항 ····· 5

2.3 현업 수치예보시스템 주요 특성 ····· 6

2.3.1 전지구예보시스템(GDAPS) ····· 6

2.3.2 지역예보시스템(RDAPS) ····· 8

2.3.3 국지예보시스템(LDAPS) ····· 9

2.3.4 초단기예측시스템(KLAPS) ····· 10

2.3.5 전지구앙상블예측시스템(EPSG) ····· 11

2.3.6 국지앙상블예측시스템(LENS) ····· 12

2.3.7 상세실황분석장(KAS) ····· 13

2.3.8 응용모델(파랑, 폭풍해일, 황사·연무) ····· 14

3. 표준 검증방법 ····· 16

3.1 전지구예보시스템 검증 ····· 16

3.1.1 분석검증 ····· 17

3.1.2 관측검증 ····· 18

3.1.3 강수검증 ····· 19

3.2 지역예보시스템 검증 ····· 21

3.2.1 분석검증 ····· 21

3.2.2 관측검증 ····· 21

3.2.3 강수검증 ····· 22

3.3 국지예보시스템 검증 ····· 23

3.3.1 분석검증 ····· 23

3.3.2 관측검증 ····· 23
3.3.3 강수검증 ····· 23
3.4 초단기예측시스템 검증 ····· 24
3.4.1 분석검증 ····· 24
3.4.2 관측검증 ····· 24
3.4.3 강수검증 ····· 25
3.5 전지구앙상블예측시스템 검증 ····· 26
3.5.1 분석검증 ····· 27
3.5.2 관측검증 ····· 27
3.6 파랑모델 검증 ····· 28
3.7 폭풍해일모델 검증 ····· 30
3.8 황사·연무통합예측모델 검증 ····· 31
3.9. 태풍 예측성능 검증 ····· 32
4. 전지구예보시스템(GDAPS) 성능 ····· 33
4.1 2024년도 예측성능 ····· 33
4.1.1 한국형모델 기반 전지구예보시스템(KIM-Global) ····· 33
4.1.2 통합모델 기반 전지구예보시스템(UM-Global) ····· 38
4.2. 연도별 예측성능 변화 추세 ····· 42
4.3. 국외 수치예보모델과의 비교 ····· 47
5. 지역예보모델(RDAPS) 성능 ····· 48
5.1 예측시간별 예측성능 ····· 48
5.2. 월별 예측성능 ····· 50
6. 국지예보시스템(LDAPS) 성능 ····· 51
6.1 예측시간별 예측성능 ····· 51
6.2 월별 예측성능 ····· 53

6.3 지역예보시스템과 국지예보시스템의 예측성능 비교 ····· 55
7. 초단기예측시스템(KLAPS) 성능 ····· 57
7.1 예측시간별 예측성능 ····· 57
7.2 월별 예측성능 ····· 59
8. 앙상블예측시스템(EPSG) 성능 ····· 61
8.1 2024년도 예측성능 ····· 61
8.2 연도별 예측성능 변화 추세 ····· 63
9. 파랑모델 및 폭풍해일모델 성능 ····· 64
9.1 파랑모델 ····· 64
9.1.1 파랑모델 예측성능 변화 추세 ····· 64
9.1.2 전지구 파랑모델(KIM-GWW3) 검증 ····· 66
9.1.3 지역/국지연안 파랑모델(KIM-RWW3/KIM-CWW3) 검증 ····· 68
9.1.4 지역앙상블 파랑모델(UM-EWW3) 검증 ····· 71
9.1.5 초단기 파랑모델(UM-KWW3) 검증 ····· 72
9.2 폭풍해일 모델 ····· 73
9.2.1 폭풍해일모델의 예측시간별 예측성능 ····· 73
9.2.2 지역/국지연안 폭풍해일모델(RTSM/CTSM) 조위 검증 ····· 73
10. 황사 및 연무통합예측모델 성능 ····· 77
10.1 황사·연무통합예측모델 현황 ····· 77
10.2 2024년 황사·연무통합예측모델 성능 ····· 77
11. 태풍 예측성능 ····· 78
11.1 태풍 진로 예측 ····· 78
11.1.1 연도별 태풍 진로 예측성능 변화 추세 ····· 78
11.1.2 2024년 태풍 진로 예측성능 ····· 79
11.2 태풍 강도 예측 ····· 84

11.2.1 연도별 태풍 강도 예측성능 변화 추세 ····· 84
11.2.2 2024년도 태풍 강도 예측성능 ····· 87
12. 2024년 여름철 강수사례의 수치모델별 예측 특성 ····· 89
12.1 개요 ····· 89
12.2 '24년 6월 강수사례 및 모델별 강수 예측 특성 ····· 90
12.3 '24년 7월 강수사례 및 모델별 강수 예측 특성 ····· 95
12.4 '24년 8월 강수사례 및 모델별 강수 예측 특성 ····· 106
부 록 ····· 109
부록 A. 수치예보시스템별 검증 변경사항 ····· 111
A.1 전지구예보시스템의 검증 및 모델 변경사항 ····· 111
A.2 앙상블예측시스템의 검증 및 모델 변경사항 ····· 112
A.3 검증용 기후자료 변경사항 ····· 113
부록 B. 검증방법 ····· 114
B.1 검증의 개요 ····· 114
B.2 표준 검증 지수 ····· 117
B.3 태풍 검증 방법 ····· 129
부록 C. 기상청 수치예보시스템 개발 연혁 ····· 131
부록 D. 전지구예보시스템 검증결과 ····· 159
D.1 북반구 분석검증 ····· 159
D.2 북반구 관측검증 ····· 169
D.3 남반구 분석검증 ····· 175
D.4 남반구 관측검증 ····· 185
D.5 적도 분석검증 ····· 191
D.6 적도 관측검증 ····· 201
D.7 아시아 영역 분석검증 ····· 207

D.8 아시아 영역 관측검증 ····· 213
D.9 한반도 영역 강수검증(12시간 누적) ····· 219
D.10 성능변화 추세 ····· 229
부록 E. 지역예보시스템 검증결과 ····· 232
E.1 분석검증 ····· 232
E.2 관측검증 ····· 233
E.3 강수검증(6시간 누적) ····· 237
부록 F. 국지예보시스템 검증결과 ····· 242
F.1 분석검증 ····· 242
F.2 관측검증 ····· 243
F.3 강수검증(6시간 누적) ····· 247
부록 G. 초단기예보시스템 검증결과 ····· 252
G.1 분석검증 ····· 252
G.2 관측검증 ····· 253
G.3 강수검증(3시간 누적) ····· 255
부록 H. 앙상블예측시스템 검증결과 ····· 260
H.1 분석검증 ····· 260
H.2 월별 +1 표준편차 예측성능 ····· 265
H.3 성능변화 추세 ····· 277
부록 I. 파랑모델 및 폭풍해일모델 검증결과 ····· 279
I.1 파랑모델 ····· 279
I.2 폭풍해일모델 ····· 290
부록 J. 황사·연무통합예측모델 검증결과 ····· 304
부록 K. 태풍예측 검증결과 ····· 305
K.1 KIM-Global 태풍 예측성능 ····· 305

K.2 UM-Global 태풍 예측성능 ····· 307
K.3 KIM-GENS 태풍 예측성능 ····· 309
2022년 및 2023년 관측검증 결과(정정) ····· 311
2022년 관측검증 결과: 전지구·지역·국지예보시스템 ····· 313
부록 D. 전지구예보시스템 검증결과 ····· 313
D.2 북반구 관측검증 ····· 313
D.4 남반구 관측검증 ····· 319
D.6 적도 관측검증 ····· 325
D.8 아시아 영역 관측검증 ····· 331
부록 E. 지역예보시스템 검증결과 ····· 337
E.2 관측검증 ····· 337
부록 F. 국지예보시스템 검증결과 ····· 341
F.2 관측검증 ····· 341
2023년 관측검증 결과: 전지구·지역·국지예보시스템 ····· 343
부록 D. 전지구예보시스템 검증결과 ····· 343
D.2 북반구 관측검증 ····· 343
D.4 남반구 관측검증 ····· 349
D.6 적도 관측검증 ····· 355
D.8 아시아 영역 관측검증 ····· 361
부록 E. 지역예보시스템 검증결과 ····· 367
E.2 관측검증 ····· 367
부록 F. 국지예보시스템 검증결과 ····· 371
F.2 관측검증 ····· 371

표 차례

표 2.1.1 기상청 수치예보시스템 운영 현황(2024년 12월 31일 기준) ····· 2
표 2.2.1 2024년 기상청 현업 수치예보시스템 주요 변경 사항(2024년 12월 31일 기준) ···· 5
표 2.3.1 전지구예보시스템(KIM) 주요 특성 ····· 7
표 2.3.2 전지구예보시스템(UM) 주요 특성 ····· 7
표 2.3.3 지역예보시스템 주요 특성 ····· 8
표 2.3.4 국지예보시스템 주요 특성 ····· 9
표 2.3.5 초단기예측시스템 주요 특성 ····· 10
표 2.3.6 전지구앙상블예측시스템(KIM-GENS) 주요 특성 ····· 11
표 2.3.7 전지구앙상블예측시스템(UM-GENS) 주요 특성 ····· 11
표 2.3.8 국지앙상블예측시스템(KIM-LENS) 주요 특성 ····· 12
표 2.3.9 국지앙상블예측시스템(UM-LENS) 주요 특성 ····· 12
표 2.3.10 상세실황분석장 주요 특성 ····· 13
표 2.3.11 KIM 기반 파랑모델 주요 특성 ····· 14
표 2.3.12 UM 기반 파랑모델 주요 특성 ····· 14
표 2.3.13 폭풍해일모델 주요 특성 ····· 15
표 2.3.14 황사·연무통합예측모델 주요 특성 ····· 15
표 3.1.1 전지구예보시스템의 검증영역 ····· 16
표 3.1.2 전지구예보시스템의 검증변수 ····· 17
표 3.1.3 영역별 고층 관측지점 개수 ····· 19
표 3.1.4 전지구 및 국지예보시스템의 강수검증 지점 리스트(ASOS 75개 지점) ····· 20
표 3.2.1 지역예보시스템의 검증변수 ····· 21
표 3.4.1 초단기예측시스템의 검증변수 ····· 24
표 3.5.1 앙상블예보시스템의 검증변수 및 검증영역 ····· 26

표 3.5.2 앙상블예보시스템 검증 구분에 따른 검증스코어 ····· 26
표 4.1.1 KIM-Global 영역별 500hPa 지위고도의 예측시간별 분석검증 ····· 36
표 4.1.2 KIM-Global 영역별 500hPa 지위고도의 예측시간별 관측검증 ····· 36
표 4.1.3 KIM-Global 12시간 누적 강수(0.1mm 이상)에 대한 24시간 예측정확도 ··· 37
표 4.1.4 KIM-Global 12시간 누적 강수(0.1mm 이상)에 대한 72시간 예측정확도 ··· 37
표 4.1.5 UM-Global 영역별 500hPa 지위고도의 예측시간별 분석검증 ····· 40
표 4.1.6 UM-Global 영역별 500hPa 지위고도의 예측시간별 관측검증 ····· 40
표 4.1.7 UM-Global 12시간 누적 강수(0.1mm 이상)에 대한 24시간 예측정확도 ···· 41
표 4.1.8 UM-Global 12시간 누적 강수(0.1mm 이상)에 대한 72시간 예측정확도 ···· 41
표 4.2.1 GDAPS 북반구 500hPa 지위고도의 5일 예측 forecast bust의 연별 및 월별 자료 ··· 44
표 4.2.2 GDAPS 북반구 500hPa 지위고도 7일 예측 AC의 구간별 누적 분포 자료 ···· 45
표 5.2.1 KIM-Regional 500hPa 지위고도, 850hPa 온도의 24시간 예측 분석검증 ··· 50
표 5.2.2 KIM-Regional 500hPa 지위고도, 850hPa 온도의 24시간 예측 관측검증 ··· 50
표 5.2.3 KIM-Regional 6시간 누적 강수(0.1mm 이상)에 대한 24시간 예측정확도 ····· 50
표 5.2.4 KIM-Regional 6시간 누적 강수(0.1mm 이상)에 대한 48시간 예측정확도 ····· 50
표 6.2.1 UM-Local 500hPa 지위고도, 850hPa 온도의 24시간 예측 분석검증 ····· 53
표 6.2.2 UM-Local 500hPa 지위고도, 850hPa 온도의 24시간 예측 관측검증 ····· 53
표 6.2.3 UM-Local 지상기온, 상대습도의 24시간 예측 관측검증 ····· 53
표 6.2.4 UM-Local 6시간 누적 강수(0.1mm 이상)에 대한 24시간 예측정확도 ····· 54
표 6.2.5 UM-Local 6시간 누적 강수(0.1mm 이상)에 대한 48시간 예측정확도 ····· 54
표 7.2.1 KIM-KLAPS 500hPa 지위고도, 850hPa 온도의 6시간 예측 분석검증 ····· 59
표 7.2.2 KIM-KLAPS 500hPa 지위고도, 850hPa 온도의 6시간 예측 관측검증 ····· 59
표 7.2.3 KIM-KLAPS 지상기온, 상대습도의 6시간 예측 관측검증 ····· 59
표 7.2.4 KIM-KLAPS 3시간 누적 강수(0.1mm 이상)에 대한 6시간 예측정확도 ····· 60
표 7.2.5 KIM-KLAPS 3시간 누적 강수(0.1mm 이상)에 대한 12시간 예측정확도 ····· 60

표 8.1.1 KIM-GENS 북반구 500hPa 지위고도의 120시간 예측 분석검증(AC, RMSE, SPREAD, CPRSS) ····· 62

표 9.1.1 전지구 부이에 대한 KIM-GWW3 24시간 예측 유의파고의 2023년 및 2024년 ME, RMSE, AC ····· 66

표 9.1.2 위성에 대한 KIM-GWW3 유의파고의 예측시간별 월평균 ME ····· 67

표 9.1.3 위성에 대한 KIM-GWW3 유의파고의 예측시간별 월평균 RMSE ····· 67

표 9.1.4 KIM-RWW3/KIM-CWW3 전체 부이지점 평균 24시간 예측 오차 ····· 69

표 9.1.5 KIM-RWW3/KIM-CWW3 해역별(서해) 24시간 예측 오차 ····· 69

표 9.1.6 KIM-RWW3/KIM-CWW3 해역별(남해) 24시간 예측 오차 ····· 69

표 9.1.7 KIM-RWW3/KIM-CWW3 해역별(동해) 24시간 예측 오차 ····· 69

표 9.1.8 UM-EWW3 유의파고의 예측시간별 월평균 ME ····· 71

표 9.1.9 UM-EWW3 유의파고의 예측시간별 월평균 RMSE ····· 71

표 9.1.10 UM-KWW3 유의파고의 예측시간별 월평균 ME ····· 72

표 9.1.11 UM-KWW3 유의파고의 예측시간별 월평균 RMSE ····· 72

표 9.2.1 KIM-RTSM/CTSM 부산청 관할해역 24시간 예측오차 ····· 74

표 9.2.2 KIM-RTSM/CTSM 대전청 관할해역 24시간 예측오차 ····· 74

표 9.2.3 KIM-RTSM/CTSM 강원청 관할해역 24시간 예측오차 ····· 74

표 9.2.4 KIM-RTSM/CTSM 광주청 관할해역 24시간 예측오차 ····· 74

표 9.2.5 KIM-RTSM/CTSM 제주청 관할해역 24시간 예측오차 ····· 75

표 10.2.1 2024년 황사 사례별 최초 및 최종 관측 시점과 지점 목록 ····· 77

표 11.1.1 북서태평양 전체영역에 대한 수치예보모델별 단순 거리오차 ····· 80

표 11.1.2 북서태평양 전체영역에 대한 수치예보모델별 ATE의 평균과 ATB의 중간값(median) ····· 80

표 11.1.3 북서태평양 전체영역에 대한 수치예보모델별 CTE의 평균과 CTB의 중간값(median) ····· 80

표 11.1.4 20˚N 북쪽, 140˚E 서쪽에 위치한 태풍에 대한 수치예보모델별 단순 거리오차 ····· 81

표 11.1.5 20˚N 북쪽, 140˚E 서쪽에 위치한 태풍에 대한 수치예보모델별 ATE의 평균과 ATB의 중간값(median) ····· 81

표 11.1.6 20˚N 북쪽, 140˚E 서쪽에 위치한 태풍에 대한 수치예보모델별 CTE의 평균과 CTB의 중간값(median) ····· 82

표 11.2.1 수치예보모델의 태풍 최대풍속 RMSE, ME, r ····· 87

표 11.2.2 수치예보모델의 태풍 강도별 최대풍속 RMSE ····· 88

표 12.1.1 ’24년 여름철 한반도 월별 대표 강수사례 메커니즘 및 일자 ····· 89

그림 차례

그림 2.1.1 현업 수치예보시스템 운영 현황(2024년 12월 기준) ····· 2

그림 2.3.1 한국형수치예보모델(KIM)의 격자체계를 설명하기 위한 모식도. ne=8, np=3인 육면체구 격자 ····· 6

그림 2.3.2 지역예보시스템 예측영역 ····· 8

그림 2.3.3 국지예보시스템 영역 및 격자체계 ····· 9

그림 2.3.4 초단기예측시스템 예측영역 ····· 10

그림 2.3.5 KIM(좌) 및 UM(우) 국지앙상블예측시스템 예측영역 ····· 12

그림 2.3.6 상세실황분석장(KAS) 분석영역 ····· 13

그림 3.1.1 분석검증을 위한 검증격자와 모델격자간의 내삽방법 ····· 17

그림 3.1.2 전세계에 분포되어 있는 고층 관측지점 위치(2024년 관측검증 적용 지점) ··· 18

그림 3.1.3 전지구 및 국지예보시스템의 강수검증 지점(ASOS 75개 지점) ····· 20

그림 3.2.1 지역예보시스템의 분석검증 및 관측검증영역 ····· 22

그림 3.2.2 지역예보시스템 관측검증영역1의 고층 관측지점 위치 ····· 22

그림 3.4.1 초단기예측시스템 관측검증의 고층 관측지점 위치 ····· 25

그림 3.6.1 전지구파랑모델(GWW3)의 검증을 위한 전지구 부이관측 지점 ····· 28

그림 3.6.2 지역, 국지연안 및 초단기 파랑모델(RWW3/CWW3/KWW3) 검증에 사용된 해양기상부이 관측지점(빨간색/검정색/파란색: 서해/남해/동해 검증 지점) ··· 29

그림 3.7.1 지역 및 국지연안 폭풍해일모델 검증에 사용된 검조소 위치 ····· 30

그림 3.8.1 황사 목측지점 및 황사·연무통합예측모델 검증영역 ····· 31

그림 3.9.1 태풍 예측성능 검증영역: 북서태평양 및 위도 20°N 북쪽, 경도 140°E 서쪽 영역(붉은색) ····· 32

그림 4.1.1 전지구예보시스템(KIM-Global)의 북반구 영역 예측시간에 따른 850hPa 기온(a, d), 500hPa 지위고도(b, e), 250hPa 풍속(c,f)의 연평균 예측시각별 분석검증(a~c)과 관측검증(d~f) 결과 비교. 꺾은선 그래프는 RMSE, 막대그래프는 Mean Error ····· 33

그림 4.1.2 전지구예보시스템(KIM-Global)의 아시아 영역 예측시간에 따른 850hPa 기온(a, d), 500hPa 지위고도(b, e), 250hPa 풍속(c, f)의 연평균 예측시각별 분석검증(a~c)과 관측검증(d~f) 결과 비교. 꺾은선 그래프는 RMSE, 막대그래프는 Mean Error ····· 34

그림 4.1.3 전지구예보시스템(KIM-Global)의 500hPa 지위고도 RMSE에 대한 북반구(a, d), 남반구(b, e), 아시아(c, f)의 예측시간별 분석검증(a~c)과 관측검증(d~f) 연평균 향상률 비교. 꺾은선 그래프는 RMSE(m), 막대그래프는 향상률(%) ··· 35

그림 4.1.4 전지구예보시스템(KIM-Global)의 12시간 누적 강수(0.1mm 이상)의 24시간, 72시간의 예측정확도. (a)는 Bias Score, (b)는 CSI ····· 37

그림 4.1.5 전지구예보시스템(UM-Global)의 북반구 영역 예측시간에 따른 850hPa 기온(a, d), 500hPa 지위고도(b, e), 250hPa 풍속(c, f)의 연평균 예측시각별 분석검증(a~c)과 관측검증(d~f) 결과 비교. 꺾은선 그래프는 RMSE, 막대그래프는 Mean Error ····· 38

그림 4.1.6 전지구예보시스템(UM-Global)의 아시아 영역 예측시간에 따른 850hPa 기온(a, d), 500hPa 지위고도(b, e), 250hPa 풍속(c, f)의 연평균 예측시각별 분석검증(a~c)과 관측검증(d~f) 결과 비교. 꺾은선 그래프는 RMSE, 막대그래프는 Mean Error ····· 39

그림 4.1.7 전지구예보시스템(UM-Global)의 12시간 누적 강수(0.1mm 이상)의 24시간, 72시간의 예측정확도. (a)는 Bias Score, (b)는 CSI ····· 41

그림 4.2.1 GDAPS 북반구 850hPa 기온의 예측시간별 AC 연변화(분석검증) ····· 42

그림 4.2.2 GDAPS 북반구 500hPa 지위고도의 예측시간별 RMSE 연변화(분석검증) ····· 43

그림 4.2.3 GDAPS 북반구 500hPa 지위고도의 5일 예측 forecast bust의 연별 및 월별 분포 ····· 44

그림 4.2.4 GDAPS 북반구 500hPa 지위고도 7일 예측 AC의 구간별 누적 분포 ···· 45

그림 4.2.5 GDAPS 북반구 500hPa 지위고도의 예측시간별 월평균 RMSE ····· 46

그림 4.2.6 GDAPS 북반구 850hPa 기온의 예측시간별 월평균 RMSE ····· 46

그림 4.2.7 GDAPS 북반구 250hPa 풍속의 예측시간별 월평균 RMSE ····· 46

그림 4.3.1 국내외 전지구예보모델의 북반구 500hPa 지위고도 120시간 예측 월별 RMSE 비교 ····· 47

그림 4.3.2 국내외 전지구예보모델의 북반구 500hPa 지위고도 120시간 예측 월별 AC 비교 ····· 47

그림 5.1.1 2024년 연평균 지역예보모델(KIM-Regional) RMSE 성능 (a) 850hPa 기온의 분석검증, (b) 850hPa 기온의 관측검증 (c) 500hPa 지위고도의 분석검증, (d) 500hPa 지위고도의 관측검증 ····· 48

그림 5.1.2 지역예보모델(KIM-Regional) 2024년 강수검증 (a) 강수량 0.1mm/6hr에 대한 CSI, (b) 강수량 0.1mm/6hr에 대한 Bias Score, (c) 강수량 25.0mm/6hr에 대한 CSI, (d) 강수량 25.0mm/6hr에 대한 Bias Score ··· 49

그림 6.1.1 2024년 연평균 국지예보시스템(UM-Local) RMSE 성능 (a) 850hPa 기온의 분석검증, (b) 850hPa 기온의 관측검증 (c) 500hPa 지위고도의 분석검증, (d) 500hPa 지위고도의 관측검증 ····· 51

그림 6.1.2 국지예보시스템(UM-Local)의 2024년 강수검증 (a) 강수량 0.1mm/6hr에 대한 CSI, (b) 강수량 0.1mm/6hr에 대한 Bias Score, (c) 강수량 25.0mm/6hr에 대한 CSI, (d) 강수량 25.0mm/6hr에 대한 Bias Score ··· 52

그림 6.3.1 지역예보시스템(KIM-Regional)과 국지예보시스템(UM-Local)의 여름철(7월), 겨울철(12월)에 대한 500hPa 지위고도의 관측검증 RMSE(a, b)와 ME(c, d) 비교 ····· 55

그림 6.3.2 지역예보시스템(KIM-Regional)과 국지예보시스템(UM-Local)의 여름철(7월), 겨울철(12월)에 대한 850hPa 온도의 관측검증 RMSE(a, b)와 ME(c, d) 비교 ····· 56

그림 7.1.1 2024년 연평균 초단기예측시스템(KIM-KLAPS) RMSE 성능 (a) 850hPa 기온의 분석검증, (b) 850hPa 기온의 관측검증 (c) 500hPa 지위고도의 분석검증, (d) 500hPa 지위고도의 관측검증 ····· 57

그림 7.1.2 초단기예측시스템(KIM-KLAPS)의 2023년 강수검증 (a) 강수량 0.1mm/3hr에 대한 CSI, (b) 강수량 0.1mm/3hr에 대한 Bias Score, (c) 강수량 12.5mm/3hr에 대한 CSI, (d) 강수량 12.5mm/3hr에 대한 Bias Score ··· 58

그림 8.1.1 KIM-GENS의 예측시간에 따른 2024년 예측성능 (a) 500hPa 지위고도의 RMSE와 Spread, (b) 500hPa 지위고도의 CRPSS, (c) 850hPa 기온의 RMSE와 Spread, (d) 850hPa 지위고도의 CRPSS ····· 61

그림 8.1.2 KIM-GENS의 2024년 1월 북반구 500hPa 지위고도 +1 표준편차에 대한 예측성능 ····· 62

그림 8.2.1 EPSG 북반구 500hPa 지위고도의 예측시간별 월평균 RMSE ····· 63

그림 8.2.2 EPSG 북반구 500hPa 지위고도의 예측시간별 월평균 AC ····· 63

그림 9.1.1 전지구 파랑모델(GWW3) 유의파고 부이 검증 RMSE ····· 64

그림 9.1.2 전지구 파랑모델(GWW3) 유의파고 위성 검증 RMSE ····· 65

그림 9.1.3 지역 파랑모델(RWW3) 유의파고 부이 검증 RMSE ····· 65

그림 9.1.4 전지구 부이에 대한 KIM-GWW3 유의파고의 예측시간 별 2023-2024년 성능 비교 ····· 67

그림 9.1.5 KIM-RWW3/KIM-CWW3의 예측시간별 유의파고의 ME(좌)와 RMSE(우) ··· 70

그림 9.1.6 UM-KWW3의 예측시간별 유의파고의 ME(좌)와 RMSE(우) ····· 72

그림 9.2.1 KIM-RTSM 및 KIM-CTSM 폭풍해일고의 예측시간별 ME(좌)와 RMSE(우) ····· 73

그림 9.2.2 인천, 목포, 여수, 부산 검조소에 대한 KIM-RTSM(검정색)과 KIM-CTSM(붉은색) 24시간 예측 폭풍해일고의 ME(좌)와 RMSE(우) ····· 75

그림 9.2.3 포항, 속초, 울릉도, 서귀포 검조소에 대한 KIM-RTSM(검정색)과 KIM-CTSM(붉은색) 24시간 예측 폭풍해일고의 ME(좌)와 RMSE(우) ····· 76

그림 11.1.1 GDAPS의 태풍 진로 모의성능 변화 ····· 78

그림 11.1.2 EPSG의 태풍진로 모의성능 변화 ····· 79

그림 11.1.3 북서태평양 전체영역에 위치한 태풍에 대한 수치예보모델별 태풍 모의 경향 (ATB와 CTB의 중간값) ····· 82

그림 11.1.4 20˚N 북쪽, 140˚E 서쪽에 위치한 태풍에 대한 수치예보모델별 태풍 모의 경향 (ATB와 CTB의 중간값) ····· 83

그림 11.2.1 GDAPS의 태풍 최대풍속 모의성능 변화 ····· 84

그림 11.2.2 EPSG의 태풍 최대풍속 모의성능 변화 ····· 84

그림 11.2.3 GDAPS의 태풍 강도별 최대풍속 모의성능 변화 ····· 85

그림 11.2.4 EPSG의 태풍 강도별 최대풍속 모의성능 변화 ····· 86

그림 12.1.1 '24년 여름철 강수 메커니즘별 발생 일수 비율 ····· 89

그림 12.2.1 AWS 일 강수량 및 강수 메커니즘(6월) ····· 90

그림 12.2.2 AWS 및 레이더 24시간 누적강수량과 모델별 2일(48시간) 전 누적강수 예측 비교(남쪽저기압과 북쪽기압골 사례, '24. 6. 8.) ····· 91

그림 12.2.3 AWS 및 레이더 24시간 누적강수량과 예측시간(1~5일 전)에 따른 전지구모델별(KIM, UM, ECMWF) 강수 예측 경향 비교(남쪽저기압과 북쪽기압골 사례, '24. 6. 8.) ····· 91

그림 12.2.4 AWS 및 레이더 24시간 누적강수량과 모델별 2일(48시간) 전 누적강수 예측 비교(정체전선과 저기압 사례, '24. 6. 22.) ····· 92

그림 12.2.5 AWS 및 레이더 24시간 누적강수량과 예측시간(1~5일 전)에 따른 전지구모델별(KIM, UM, ECMWF) 강수 예측 경향 비교(정체전선과 저기압 사례, '24. 6. 22.) ····· 92

그림 12.2.6 AWS 및 레이더 24시간 누적강수량과 모델별 2일(48시간) 전 누적강수 예측 비교(정체전선과 저기압 사례, '24. 6. 29.) ····· 93

그림 12.2.7 AWS 및 레이더 24시간 누적강수량과 예측시간(1~5일 전)에 따른 전지구모델별(KIM, UM, ECMWF) 강수 예측 경향 비교(정체전선과 저기압 사례, '24. 6. 29.) ····· 93

그림 12.2.8 AWS 및 레이더 24시간 누적강수량과 모델별 2일(48시간) 전 누적강수 예측 비교(정체전선과 저기압 사례, '24. 6. 30.) ····· 94

그림 12.2.9 AWS 및 레이더 24시간 누적강수량과 예측시간(1~5일 전)에 따른 전지구모델별(KIM, UM, ECMWF) 강수 예측 경향 비교(정체전선과 저기압 사례, '24. 6. 30.) ····· 94

그림 12.3.1 AWS 일 강수량 및 강수 메커니즘(7월) ····· 95

그림 12.3.2 AWS 및 레이더 24시간 누적강수량과 모델별 2일(48시간) 전 누적강수 예측 비교(정체전선과 저기압 사례, '24. 7. 2.) ····· 96

그림 12.3.3 AWS 및 레이더 24시간 누적강수량과 예측시간(1~5일 전)에 따른 전지구모델별(KIM, UM, ECMWF) 강수 예측 경향 비교(정체전선과 저기압 사례, '24. 7. 2.) ····· 96

그림 12.3.4 AWS 및 레이더 24시간 누적강수량과 모델별 2일(48시간) 전 누적강수 예측 비교(정체전선 사례, ’24. 7. 8.) ····· 97

그림 12.3.5 AWS 및 레이더 24시간 누적강수량과 예측시간(1~5일 전)에 따른 전지구모델별(KIM, UM, ECMWF) 강수 예측 경향 비교(정체전선 사례, ’24. 7. 8.) ····· 97

그림 12.3.6 AWS 및 레이더 24시간 누적강수량과 모델별 2일(48시간) 전 누적강수 예측 비교(정체전선과 저기압 사례, ’24. 7. 9.) ····· 98

그림 12.3.7 AWS 및 레이더 24시간 누적강수량과 예측시간(1~5일 전)에 따른 전지구모델별(KIM, UM, ECMWF) 강수 예측 경향 비교(정체전선과 저기압 사례, ’24. 7. 9.) ····· 98

그림 12.3.8 AWS 및 레이더 24시간 누적강수량과 모델별 2일(48시간) 전 누적강수 예측 비교(정체전선과 저기압 사례, ’24. 7. 10.) ····· 99

그림 12.3.9 AWS 및 레이더 24시간 누적강수량과 예측시간(1~5일 전)에 따른 전지구모델별(KIM, UM, ECMWF) 강수 예측 경향 비교(정체전선과 저기압 사례, ’24. 7. 10.) ····· 99

그림 12.3.10 AWS 및 레이더 24시간 누적강수량과 모델별 2일(48시간) 전 누적강수 예측 비교(정체전선과 저기압 사례, ’24. 7. 16.) ····· 100

그림 12.3.11 AWS 및 레이더 24시간 누적강수량과 예측시간(1~5일 전)에 따른 전지구모델별(KIM, UM, ECMWF) 강수 예측 경향 비교(정체전선과 저기압 사례, ’24. 7. 16.) ····· 100

그림 12.3.12 AWS 및 레이더 24시간 누적강수량과 모델별 2일(48시간) 전 누적강수 예측 비교(정체전선과 저기압 사례, ’24. 7. 18.) ····· 101

그림 12.3.13 AWS 및 레이더 24시간 누적강수량과 예측시간(1~5일 전)에 따른 전지구모델별(KIM, UM, ECMWF) 강수 예측 경향 비교(정체전선과 저기압 사례, ’24. 7. 18.) ····· 101

그림 12.3.14 AWS 및 레이더 24시간 누적강수량과 모델별 2일(48시간) 전 누적강수 예측 비교(정체전선 사례, ’24. 7. 19.) ····· 102

그림 12.3.15 AWS 및 레이더 24시간 누적강수량과 예측시간(1~5일 전)에 따른 전지구모델별(KIM, UM, ECMWF) 강수 예측 경향 비교(정체전선 사례, ’24. 7. 19.) ····· 102

그림 12.3.16 AWS 및 레이더 24시간 누적강수량과 모델별 2일(48시간) 전 누적강수 예측 비교(정체전선과 저기압 사례, '24. 7. 20.) ····· 103

그림 12.3.17 AWS 및 레이더 24시간 누적강수량과 예측시간(1~5일 전)에 따른 전지구모델별(KIM, UM, ECMWF) 강수 예측 경향 비교(정체전선과 저기압 사례, '24. 7. 20.) ····· 103

그림 12.3.18 AWS 및 레이더 24시간 누적강수량과 모델별 2일(48시간) 전 누적강수 예측 비교(정체전선 사례, '24. 7. 21.) ····· 104

그림 12.3.19 AWS 및 레이더 24시간 누적강수량과 예측시간(1~5일 전)에 따른 전지구모델별(KIM, UM, ECMWF) 강수 예측 경향 비교(정체전선 사례, '24. 7. 21.) ····· 104

그림 12.3.20 AWS 및 레이더 24시간 누적강수량과 모델별 2일(48시간) 전 누적강수 예측 비교(정체전선 사례, '24. 7. 23.) ····· 105

그림 12.3.21 AWS 및 레이더 24시간 누적강수량과 예측시간(1~5일 전)에 따른 전지구모델별(KIM, UM, ECMWF) 강수 예측 경향 비교(정체전선 사례, '24. 7. 23.) ····· 105

그림 12.4.1 AWS 일 강수량 및 강수 메커니즘(8월) ····· 106

그림 12.4.2 AWS 및 레이더 24시간 누적강수량과 모델별 2일(48시간) 전 누적강수 예측 비교(태풍 사례, '24. 8. 21.) ····· 107

그림 12.4.3 AWS 및 레이더 24시간 누적강수량과 예측시간(1~5일전)에 따른 전지구모델별(KIM, UM, ECMWF) 강수 예측 경향 비교(태풍 사례, '24. 8. 21.) · 107

그림 12.4.4 AWS 및 레이더 24시간 누적강수량과 모델별 2일(48시간) 전 누적강수 예측 비교(태풍 사례, '24. 8. 29.) ····· 108

그림 12.4.5 AWS 및 레이더 24시간 누적강수량과 예측시간(1~5일전)에 따른 전지구모델별(KIM, UM, ECMWF) 강수 예측 경향 비교(태풍 사례, '24. 8. 29.) ···· 108

1. 서론

기상예보의 정확도에 가장 큰 영향을 미치는 3요소로는 기상 관측자료의 품질, 수치예보모델의 성능, 그리고 예보관의 역량이 꼽힌다. 각 요소가 예보 정확도에 기여하는 기여도는 각각 32%, 40%, 28%로서[1], 수치예보모델의 성능이 가장 큰 부분을 차지하고 있으며, 최근 기후변화로 전례없는 이상기상 현상이 빈번해지고 예측의 불확실성이 커짐에 따라 예보관의 수치예보모델에의 의존도는 더욱 높아지는 추세이다.

기상청은 1989년 수치예보 업무를 처음으로 시작하였고, 1997년 2월 일본 기상청으로부터 도입한 전지구예보시스템의 현업운영을 시작한 이래, 현재까지 전지구 및 동아시아 지역예보모델을 비롯한 여러 종류의 수치예보모델을 운영하면서 기상예보 생산을 실시간으로 지원하고 있다.

기상예보 정확도의 향상을 위해서는 이를 뒷받침하는 수치예보모델의 예측정확도가 높아져야 하며, 이를 위하여 수치예보모델의 예측정확도 수준에 대한 객관적이고 과학적인 검증과 진단이 필수적이다.

기상청 수치모델링센터에서는 수치예보시스템[2]의 예측성능을 객관적으로 파악하고 이를 바탕으로 지속적으로 성능을 높여가기 위하여, 매년 수치예보시스템의 검증보고서를 발간하여 활용[3]하고 있다. 수치예보시스템의 검증은 그 결과의 객관성을 최대한 확보하고 국제적으로도 다른 기관 수치예보시스템과의 비교 분석이 가능하도록 세계기상기구(WMO, World Meteorological Organization)에서 제시한 검증방법 및 관련 규칙에 관한 지침[4]을 기본 검증방법으로 따랐다.

본 보고서는 ① 2024년 현업 수치예보시스템의 운영 현황 및 주요 특성, ② 검증보고서에 사용된 수치예보시스템(또는 모델)별 표준 검증방법, ③ 수치예보시스템(또는 수치예보모델)별 성능, ④ 부록으로 구성되며, 부록은 각 검증 기법별 산출 공식 및 수치예보시스템의 주요 변경 이력으로 구성되었다.

본 자료는 수치예보모델의 예측성을 향상시키기 위한 개발 과정에서 수치예보모델의 예측 특성과 문제점을 파악할 수 있는 정량적 기초정보로서 활용될 것이며, 더 나아가 장기적으로는 긴 기간에 걸친 정보의 축적을 통하여 기상청 수치예보의 변화와 발전을 보여줄 수 있는 자료가 될 수 있을 것이다.

---

1) 예보역량 진단을 통한 기술력평가에 관한 연구, 기상청, 2007

2) 수치예보시스템은 예보의 대상기간, 관심영역과 현상 등 목적에 따라 각각 운영되는 수치예보모델과 이와 연계된 전처리 및 후처리 과정을 모두 포함한 포괄적 의미를 갖음

3) 연도별 '수치예보시스템의 검증' 보고서는 기상청 홈페이지(https://www.kma.go.kr/kma/에서 파일형태로 확인이 가능하고, 국립중앙도서관(https://www.nl.go.kr)에서는 책자형태로 확인 가능함

4) Manual on the WMO Integrated Processing and Prediction System (WMO-No. 485)

2. 현업 수치예보시스템 변경사항 및 주요 특성

2.1 현황

기상청은 초단기(6시간 이내)~단기(4일 이내)~중기(10일 이내)까지의 예보 및 특보 업무를 지원하기 위해 대상 영역, 예측기간 등에 따라 20여 종의 수치예보시스템을 운영하고 있다(표 2.1.1). 그림 2.1.1은 기상청이 운영하는 주요 수치예보시스템 구성을 요약한 것으로, 한국형수치예보모델(KIM)과 통합모델(UM) 기반의 수치예보시스템을 병행 운영하여 예보관에게 다양한 수치예측자료를 제공함으로써 기상예보 의사결정을 지원하고 있다.

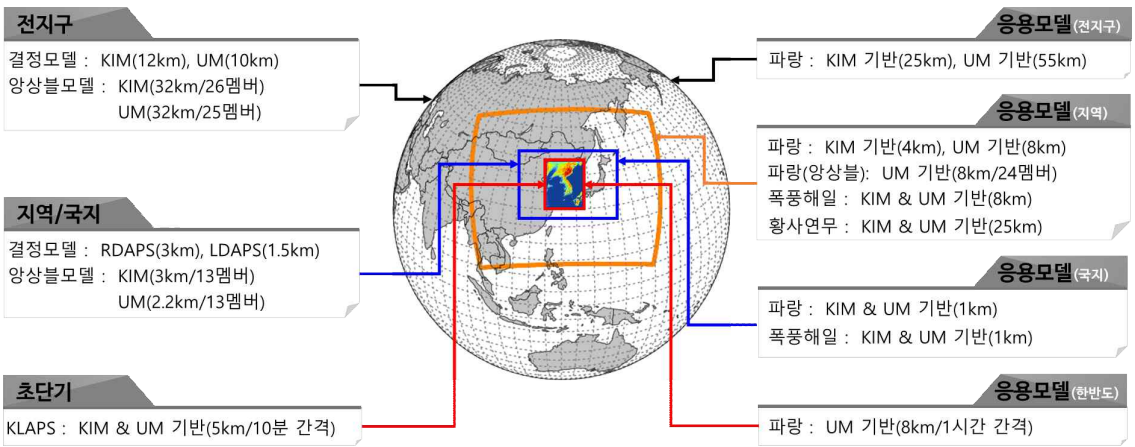


그림 2.1.1 현업 수치예보시스템 운영 현황(2024년 12월 기준)

표 2.1.1 기상청 수치예보시스템 운영 현황(2024년 12월 31일 기준)

구 분 / 시스템(모델)		수평해상도 (연직층수)	운영 횟수 /일	예측 기간	목 적
전지구 (GDAPS)	전지구예보시스템 (KIM-Global)	12km (91층)	4회	12일 (00,12UTC) /87시간 (06,18UTC)	대상: 전지구 영역 용도: 단기예보, 중기예보
	전지구예보시스템 (UM-Global)	10km (70층)			
지역 (RDAPS)	지역예보시스템 (KIM-Regional)	3km (40층)	4회	120시간 (00,12UTC) /72시간 (06,18UTC)	대상: 동아시아 영역 용도: 단기예보
국지 (LDAPS)	국지예보시스템 (UM-Local)	1.5km (70층)	4회	48시간	대상: 한반도 영역 용도: 단기예보

구 분 / 시스템(모델)			수평해상도 (연직층수)	운영 횟수 /일	예측 기간	목 적
초단기 (KLAPS)	초단기 예측 시스템	초단기 배경예측 (KIM-KLBG)	5km (40층)	4회	36시간	대상: 한반도 영역 용도: 초단기예측모델의 배경장 생성
		초단기 배경예측 (UM-KLBG)	5km (40층)	4회	36시간	
		초단기 분석 (KIM-KL05)	5km (22층)	48회	-	대상: 한반도 영역 용도: 3차원 분석/초단기 예측
		초단기 분석 (UM-KL05)	5km (22층)	144회		
		초단기 예측 (KIM-KLFS)	5km (40층)	48회	12시간	
		초단기 예측 (UM-KLFS)	5km (40층)	144회	12시간	
전지구 확률 (EPSG)	전지구앙상블예측시스템 (KIM-GENS)		32km (91층)	2회	12일 (00,12UTC)	대상: 전지구 영역 용도: 단기예보, 중기예보
	전지구앙상블예측시스템 (UM-GENS)		32km (70층)			
국지 확률 (LENS)	국지앙상블예측시스템 (KIM-LENS)		3km (40층)	2회	120시간	대상: 국지규모 확률예측 용도: 단기예보, 위험기상 예측
	국지앙상블예측시스템 (UM-LENS)		2.2km (70층)	2회	72시간	
실황 분석	상세실황분석장 (KAS)		3km (28층)	24회	-	대상: 동아시아 영역 용도: 3차원 실황분석
통계 모델	UM기반 전지구	모델출력 통계(MOS)	예보지점	2회	135시간 12일	용도: 단기예보(기온, 습도, 풍속), 중기예보(최고/최저기온)
	UM기반 전지구확률				12일	용도: 중기예보(최고/최저기온, 하늘상태)
	병합모델	단기	5km	4회	135시간	용도: 단·중기예보 기온 등 4개 요소
		중기	광역지점	2회	12일	
구름 모의 (RADM)	KIM기반 전지구 구름모의모델		10km	4회	144시간 87시간	용도: 구름모의영상 생산
	UM기반 전지구 구름모의모델					
	KIM기반 지역 구름모의모델		3km	4회 (2회)	72시간 (120시간)	
	UM기반 국지 구름모의모델		1.5km	4회	48시간	

구 분 / 시스템(모델)		수평해상도 (연직층수)	운영 횟수 /일	예측 기간	목 적
파랑	KIM기반 전지구 파랑모델 (KIM-GWW3)	1/4° (~25km)	2회	12일	대상: 전지구 해상파랑 용도: 단기·중기 해상예보
	UM기반 전지구 파랑모델 (UM-GWW3)	1/2° (~55km)			
	KIM기반 지역 파랑모델 (KIM-RWW3)	1/30° (~4km)	2회	120시간	대상: 동아시아 해상파랑 용도: 단기 해상예보
	UM기반 지역 파랑모델 (UM-RWW3)	1/12° (~8km)			
	KIM기반 국지연안 파랑모델 (KIM-CWW3)	약 1km	2회	120시간	대상: 국지연안 해상파랑 용도: 국지연안 해상예보
	UM기반 국지연안 파랑모델 (UM-CWW3)	약 1km (5개 지방청 관할 해역)	2회	120시간	대상: 대전청, 광주청, 부산청, 강원청, 제주청 용도: 국지연안 해상예보
	UM기반 지역앙상블 파랑모델 (UM-EWW3)	1/12° (~8km) 24개 멤버	2회	120시간	대상: 동아시아 해상파랑 용도: 해상 확률 예보
	UM기반 초단기 파랑모델 (UM-KWW3)	1/12° (~8km)	24회	12시간	대상: 한반도 영역 해상파랑 용도: 초단기 해상예보
폭풍 해일	KIM기반 지역 폭풍해일모델 (KIM-RTSM)	약 8km	2회	120시간	용도: 동아시아 해역 조석 및 폭풍해일 예보
	UM기반 지역 폭풍해일모델 (UM-RTSM)				
	KIM기반 국지연안 폭풍해일모델 (KIM-CTSM)	약 1km	2회	72시간	용도: 국지연안 폭풍해일 예보
	UM기반 국지연안 폭풍해일모델 (UM-CTSM)				
황사·연무	KIM기반 황사·연무통합예측모델 (KIM-ADAM3)	25km (49층)	4회	168시간 (00,12UTC) 72시간 (06,18UTC)	용도: 황사 · 연무 예측
	UM기반 황사·연무통합예측모델 (UM-ADAM3)				

2.2 2024년 주요 변경사항

현업 수치예보시스템의 2024년도 주요 변경 사항은 다음과 같다.

표 2.2.1 2024년 기상청 현업 수치예보시스템 주요 변경 사항(2024년 12월 31일 기준)

일자	주요 변경 사항	컴퓨팅 환경
2024.5. (5.13. 00UTC)	한국형국지앙상블예측시스템(KIM-LENS) 현업 운영 - 한반도 영역의 3km 수평해상도 - 120시간 예측(1시간 간격) - KIM-GENS 예측 및 해수면 자료 사용	슈퍼컴퓨터 5호기 시스템 (Lenovo SD-650)
2024.5. (5.14. 00UTC)	상세실황분석장(KAS, Korea Analysis System) 현업 운영 - 동아시아 영역 3km 수평해상도 - 15종 관측자료 및 KIM-Regional 배경장 활용 - 중규모 분석(LAPS)기법 사용, 매시 분석(일 24회)	
2024.5. (5.14. 00UTC)	한국형전지구예보시스템(KIM-Global) 개선버전(v3.9) 현업 운영 - 관측자료 활용 확대(위성 6종) 및 전자엄폐 관측오차 개선 - 자료동화 개선(IASI, CrIS, ATMS 위성 변분편차보정 기법 개선 및 앙상블자료동화에 MWHS2 추가 활용)	
2024.6. (6.27. 00UTC)	한국형지역예보시스템(KIM-Regional) 예측시간 연장 - 00, 12UTC 3일에서 5일로 연장 (06,18UTC 3일 유지)	

또한, 2024년 11월 14일부터 8km의 수평해상도를 가지는 한국형전지구예보시스템(KIM-Global) 추가 개선버전(v4.0)의 준현업 운영을 개시하였으나, 이 준현업 수치예보시스템의 검증 결과는 본 보고서에 수록하지 않았다.

2.3 현업 수치예보시스템 주요 특성

2.3.1 전지구예보시스템(GDAPS)

2.3.1.1 한국형수치예보모델(KIM)

전지구예보시스템(GDAPS, Global Data Assimilation and Prediction System)으로 현업 운영 중인 한국형수치예보모델(KIM, Korean Integrated Model)은 육면체구 격자 기반의 전지구모델로 분광요소법 기반 수치계의 비정역학 코어와 고해상도 모델에 적합한 물리과정으로 구성되어 있다. 육면체구 격자는 위경도 격자의 극 특이점 문제를 해결하고 격자 거리가 비교적 균일하도록 고안된 구면 격자이다(Sadourny, 1972). 육면체구 격자체계는 내접하는 정육면체의 각 면에서 직교좌표계를 형성한 다음 구 표면으로 투영시킨 형태의 격자로 6개의 패널을 가지는데, 각 패널에서 x축 또는 y축 한 방향으로의 요소 개수를 ne라고 하고, 각 요소에서 한 방향으로의 가우스 구적점 개수를 np라고 한다. 아래 그림 2.3.1은 한반도가 패널의 중심에 위치하도록 구성된 ne=8, np=3인 육면체구 격자로, 육면체구의 한 면을 차지하는 패널 안에는 8개의 요소를 가지고 각 요소는 패널 경계상의 점을 포함하여 3개의 점으로 구성되어 있음을 볼 수 있다. 현재 KIM의 해상도는 ne360np3으로, 하나의 패널에 360개의 요소와 각 요소에서는 3개의 점으로 구성되어 있으며, 이는 공간해상도 약 12km에 해당한다.

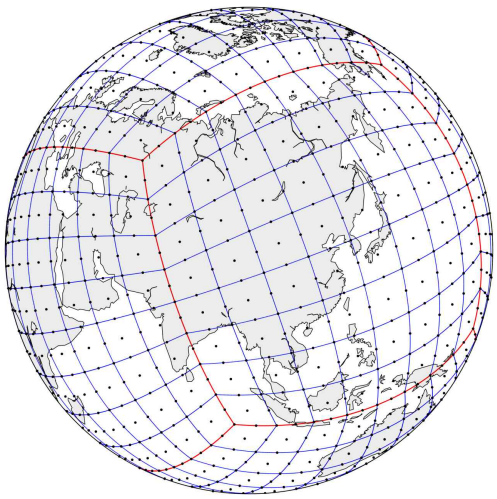


그림 2.3.1 한국형수치예보모델(KIM)의 격자체계를 설명하기 위한 모식도. ne=8, np=3인 육면체구 격자

표 2.3.1 전지구예보시스템(KIM) 주요 특성

시스템	GDAPS (KIM NE360 NP3)
기본모델	KIM (Korean Integrated Model) / KIM v3.9
영역	전지구
수평분해능	~12km(육면격자기반 격자 수: 3,110,402개), 0.125°(동서)×0.125°(남북)(등위경도 격자 수: 2,880(동서)×1,440(남북))
연직층수	91층(~80km, full level) ※ half level: 92층
시간적분간격	25초
예측기간	288시간 (2회/일, 00, 12UTC), 87시간 (2회/일, 06, 18UTC)
기본방정식	비정역학(Non-hydrostatic) 플럭스 형태 방정식
시간적분	3차 Runge-Kutta 시간분할적분
자료동화	Hybrid-4DEnVar
습윤 과정	Scale-aware mass-flux deep/shallow convection, WRF Single Moment 5-Class (WSM5) microphysics
복사	Revised RRTMG (RRTMK)
중력파 항력	Sub-grid orographic and Non-orographic (frontal and convective) GWD
경계층	Scale-aware non-Local PBL
지표면	Revised land-surface module based on Noah LSM
지표상태	KIM surface analysis(soil moisture, snow) + Climatology

2.3.1.2 영국 통합모델(UM, Unified Model)

표 2.3.2 전지구예보시스템(UM) 주요 특성

시스템	GDAPS (UM N1280 L70)
기본모델	UM (Unified Model) vn 10.8 / PS05-KMA (PS38-UK base)
영역	전지구
수평분해능	10km (2,560(동서)x1,920(남북)), 0.140625°(동서)×0.139534°(남북)
연직층수	70층 (~80km)
시간적분간격	240초
예측기간	288시간 (2회/일, 00, 12UTC), 87시간 (2회/일, 06, 18UTC)
기본방정식	Complete equation (Non-hydrostatic)
시간적분	Semi-Implicit semi-Lagrangian scheme
자료동화	하이브리드 4차원 변분법
습윤 과정	Mass flux convection with CAPE closure, Mixed phase precipitation
복사	Edward-Slingo general 2-stream scheme
중력파저항	Subgrid orographic and Non-orographic GWD
PBL	Non-Local PBL
지표면	JULES (Joint UK Land Environment Simulator) land-surface module
지표상태	Surface analysis + climatology

2.3.2 지역예보시스템(RDAPS)

지역예보시스템(RDAPS, Regional Data Assimilation and Prediction System)으로 현업 운영 중인 한국형 지역예보시스템(KIM-Regional)은 2022년 5월 12일부터 현업 운영을 시작하였다. 동아시아 영역에 대해 수평해상도는 3km이다. 예측기간은 00과 12UTC는 5일, 06과 18UTC는 3일이며 예측간격은 1시간이다.

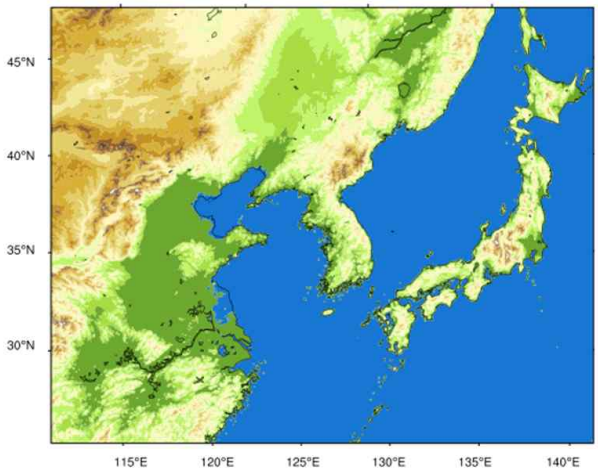


그림 2.3.2 지역예보시스템 예측영역

표 2.3.3 지역예보시스템 주요 특성

시스템		RDAPS (KIM 3km L40)
수평 해상도와 격자 개수		3km x 3km / 1,050(동서) x 840(남북)
연직층수/적분간격		40층(상단: 50 hPa) / 18초
영역중심		38°N, 126°E
지도투영법		Lambert 정형 원추도법(실측거리 대응 위도: 30°N, 60°N)
지형정보		입력 지형 해상도: 약 1 km (gmted2010_30 s)
		식생지수: 호수정보를 포함한 MODIS 식생지수(modis_15 s_lake)
격자체계	수평	Arakawa C-grid staggering
	연직	Hybrid sigma-pressure vertical coordinate
방정식계		압축성 오일러 비정역 방정식계
시간적분		3차 Runge-Kutta 시간분할적분
습윤과정		Scale-aware mass-flux deep/shallow convection
		WRF Double Moment 7-Class(WDM7) microphysics
복사		Revised RRTMG(RRTMK)
경계층		Scale-aware non-Local PBL
지표면		Thermal Diffusion Scheme

2.3.3 국지예보시스템(LDAPS)

국지예보시스템(LDAPS, Local Data Assimilation and Prediction System)은 2011년 5월 15일부터 현업 운영을 시작하였다. 한반도 영역에 대해 일 4회 2일(48시간) 예측을 수행하며, 수평해상도는 1.5km이며 예측간격은 1시간이다.

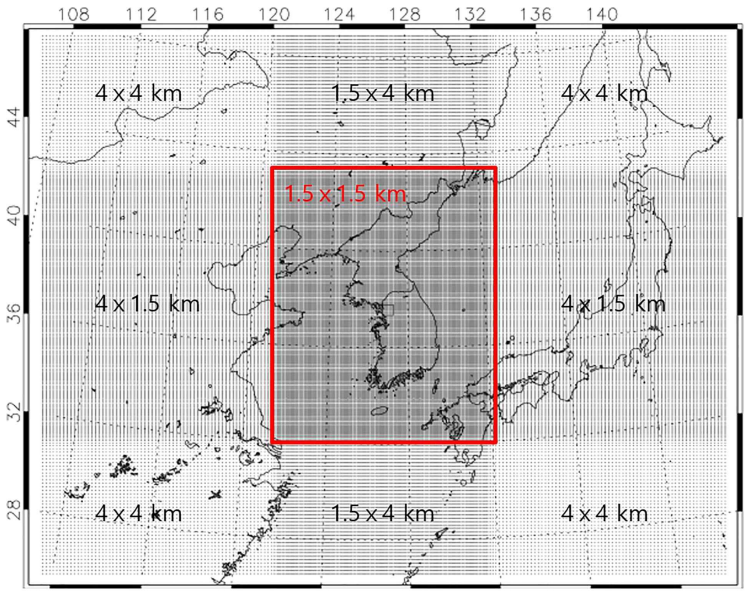


그림 2.3.3 국지예보시스템 영역 및 격자체계

표 2.3.4 국지예보시스템 주요 특성

시스템	LDAPS (UM 1.5km L70)
기본모델	UM (Unified Model) vn 10.1
수평해상도/ 격자개수	가변격자(전체): 1,188×1,148(동서×남북) 고정격자(내부): 622×810, 0.0135°(해상도)
연직층수/적분간격	70층(~40km) / 60초
시간적분	Semi-Implicit semi-Lagrangian scheme
자료동화	3차원 변분자료동화 (3DVAR)
초기화	분석 증분 갱신법 (IAU)/잠열넛징
습윤 과정	Mixed phase precipitation
복사	Edward-Slingo general 2-stream scheme
중력파저항	GWDO (G.W. drag due to orography)
PBL	Non-Local PBL
지표면	JULES (Joint UK Land Environment Simulator) land-surface module
지표상태	Surface analysis + climatology

2.3.4 초단기예측시스템(KLAPS)

초단기예측시스템(KLAPS, Korea Local Analysis and Prediction System)은 배경 및 초기장으로 활용되는 전지구예보시스템에 따라 UM-KLAPS('19년 7월 현업 운영)와 KIM-KLAPS('23년 2월 현업 운영) 두 개의 초단기모델이 운영 중이다. 초단기 분석 및 예측 시스템은 한반도 영역에 대해 5km 수평해상도로 매 10분마다 원격, 지점, 종관 등 다양한 기상관측자료를 수집·분석하고 이를 초기장으로 활용하여 12시간까지 초단기 강수 및 예측정보를 생산하고 있다(UM-KLAPS 기준).

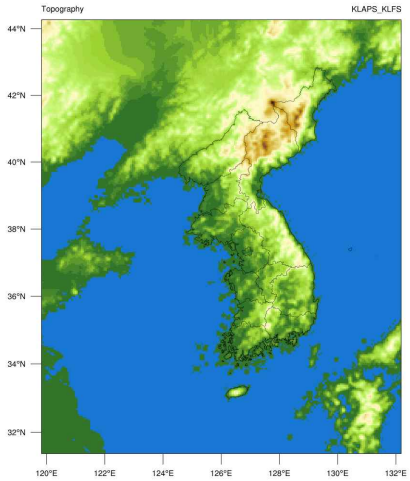


그림 2.3.4 초단기예측시스템 예측영역

표 2.3.5 초단기예측시스템 주요 특성

시스템		KLAPS (KIM/UM 5km L40)
수평해상도/격자개수		5km x 5km / 235(동서) x 283(남북)
연직층수/적분간격		40층(상단: 50 hPa) / 20초
예측시간/출력간격		12시간 / 1시간, 10분(강수)
초기·경계장		KIM(NE36)/UM(N128) 전구 자료
지면/해수면 자료		KIM/UM-전구 Soil data/GODAPS2 SST 및 해양혼합층 자료
자료동화		객관분석(Barnes), 구름분석
영역중심		38°N, 126°E
지도투영법		Lambert 정형 원추도법(실측거리 대응위도: 30°N, 60°N)
지형정보		gmted2010_30s + GEBCO 2014_30s (해면)
격자체계	수평	Arakawa C-grid staggering
	연직	Sigma-pressure vertical coordinate
습윤과정		(적운모수) KSAS(한국형수치예보모델 물리과정)
		(미세물리) WRF Double Moment 7-Class(WDM7) microphysics
복사		RRTMG
경계층		Shin-Hong
지면/지표		Noah LSM/Revised MM5 Monin-Obukhov Scheme

2.3.5 전지구앙상블예측시스템(EPSG)

한국형모델 기반의 전지구앙상블예측시스템(EPSG, Ensemble Prediction System Global)은 32km의 수평해상도와 91개의 연직층을 가지고 있으며, 총 26개의 앙상블 멤버를 활용하여 일 2회(00, 12UTC) 12일 예측을 생산한다. 또 일 4회(00, 06, 12, 18UTC) 50개의 앙상블멤버로부터 앙상블 에러 정보를 생산하는데, 이렇게 생산된 에러 정보는 4차원 앙상블 변분자료동화과정에서 전지구모델의 오차정보를 실시간 갱신하는데 활용된다.

통합모델 기반의 전지구앙상블예측시스템은 32km 수평해상도와 70개의 연직층을 가지고 있으며, 총 25개의 멤버를 활용해 일 2회 12일 예측을 생산한다.

표 2.3.6 전지구앙상블예측시스템(KIM-GENS) 주요 특성

시스템		EPSG (KIM NE360 NP3)
섭동장 생성		LETKF+SST
통계물리		SPPT, SPDT, SSST
수평해상도		NE144NP3(~32km)
연직해상도		L91
예측기간/ 멤버수/ 수행 횟수(UTC)	확률 예측용	12일 / 1(control)+25 / 2회(00,12)
	전지구 분석용	12시간 / 50 / 2회(06,18)

표 2.3.7 전지구앙상블예측시스템(UM-GENS) 주요 특성

시스템		EPSG (UM N400 L70)
섭동장 생성		ETKF + SST + 토양수분 + 지면온도
통계물리		SKEB2, RP2
수평해상도		N400(~32km)
연직해상도		L70
예측기간/ 멤버수/ 수행 횟수(UTC)	확률 예측용	12일 / 1(control)+24 / 2회(00,12)
	전지구 분석용	9시간 / 48 / 2회(06,18)
기타		time lag 적용 ('19.6.27~)

2.3.6 국지앙상블예측시스템(LENS)

국지앙상블예측시스템(LENS, Local ENsemble prediction System)은 KIM 및 UM 기반으로 각각 운영되고 있다. 두 모델 모두 13개의 앙상블 멤버를 활용하여 일 2회(00, 12UTC) 자료를 생산하며, KIM-LENS는 5일까지, UM-LENS는 3일까지 예측이 이루어진다. UM 국지앙상블예측시스템은 UM 기반의 국지예보시스템과 유사하게, 고정격자와 가변격자 영역으로 나뉘어서 구성되어 예측이 수행된다.

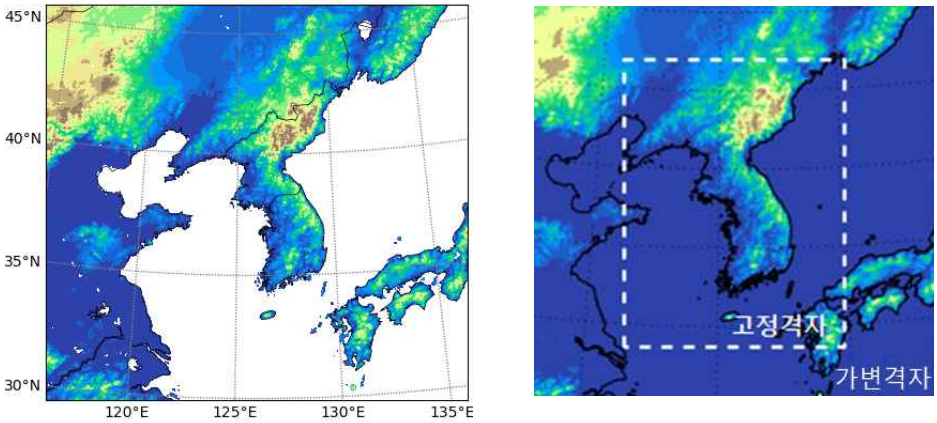


그림 2.3.5 KIM (좌) 및 UM (우) 국지앙상블예측시스템 예측영역

표 2.3.8 국지앙상블예측시스템(KIM-LENS) 주요 특성

시스템	LENS (KIM 3km L40))
섭동장 생성	전지구앙상블예측시스템(32km) 섭동장 규모축소 재구성
통계물리	-
수평해상도/격자개수	3km / 629x591
연직해상도	L40
예측기간	120시간
앙상블 멤버수	1+12
수행 횟수(UTC)	2회(00,12)

표 2.3.9 국지앙상블예측시스템(UM-LENS) 주요 특성

시스템	LENS (UM vn10.8)
섭동장 생성	전지구앙상블예측시스템(N400) 섭동장 규모축소 재구성
통계물리	RP2
수평해상도/격자개수	2.2km / 630x678
연직해상도	L70
예측기간	72시간
앙상블 멤버수	1+12
수행 횟수(UTC)	2회(00,12)

2.3.7 상세실황분석장(KAS)

상세실황분석체계(KAS, Korea Analysis System)는 2024년 5월 14일부터 현업 운영을 시작하였다. 분석영역은 동아시아 지역이며, 3km의 수평해상도와 상단 50hPa까지 총 28개의 연직층으로 구성되어 있다. 매시 15분까지 수집되는 고층, 지상, 위성, 레이더, 항공기 등 총 15종의 종관 및 비종관 관측자료와 현업 지역예보모델의 예측장을 중규모 자료동화 기법으로 결합하여 1시간 간격으로 3차원 분석장을 생산한다.

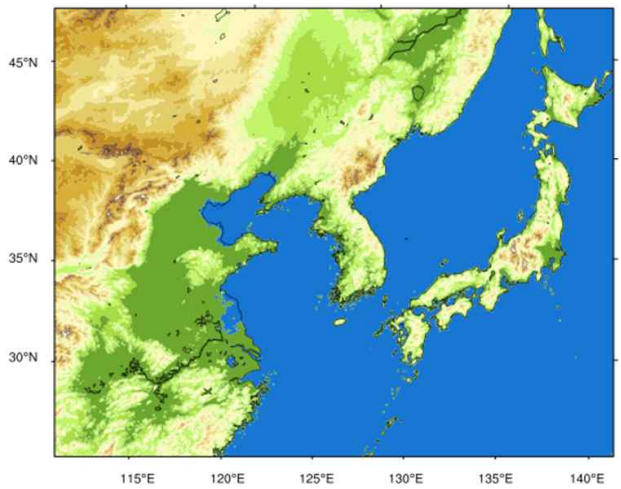


그림 2.3.6 상세실황분석장(KAS) 분석영역

표 2.3.10 상세실황분석장 주요 특성

시스템	KAS
수평해상도/ 격자개수	3km x 3km / 1,050(동서) x 840(남북)
연직층수	28층(등압면, 상단: 50 hPa)
영역중심	38°N, 126°E
지도투영법	Lambert 정형 원추도법(실측거리 대응 위도: 30°N, 60°N)
활용관측자료	자동기상관측(AWS), 일본기상관측(AMEDAS), 부이, 낙뢰, 운고계, 시정계, 지상 GNSS, GTS(SYNOP), 라디오존데(SND), 국내연직바람관측(KWPF), 일본연직바람관측(JWPF), 항공기상관측(METAR), 항공기관측자료(AMDAR), 국내 기상레이더(반사도, 시선속도), 국내 기상위성(GK2A: 5개 채널, 온습도프로파일),

2.3.8 응용모델(파랑, 폭풍해일, 황사·연무)

표 2.3.11 KIM 기반 파랑모델 주요 특성

시스템	KIM-GWW3	KIM-RWW3	KIM-CWW3
모 델	3세대 파랑모델 (WAVEWATCH-III ver. 6.07)		
격자체계	구면좌표계의 위, 경도 격자계		
스펙트럴 분해능	36 파향(10°), 25 파수		
수평해상도 (격자수)	1/4° × 1/4° (1440×561)	1/30° × 1/30° (1051×901)	1/120° × 1/120° (1201×1501)
모델영역	70°S-70°N, 0°E-358.75°E	20°N-50°N, 115°E-150°E	123°E-133°E, 31.0°N-43.5°N
시간적분간격	1200초	300초	60초
예측시간	288시간(00, 12UTC)	135시간(00, 12UTC)	120시간(00, 12UTC)
초기조건	24시간 자료동화를 통해 얻은 파랑 스펙트럼	직전 사이클 모델 수행에서 12시간 예측된 파랑 스펙트럼	
입력 바람장	KIM-Global 해상풍		

※ GWW3: Global WaveWatch-3, RWW3: Regional WaveWatch-3, CWW3: Coastal WaveWatch-3

표 2.3.12 UM 기반 파랑모델 주요 특성

시스템	UM-EWW3	UM-KWW3
모 델	3세대 파랑모델 (WAVEWATCH-III ver. 4.18)	
격자체계	구면좌표계의 위, 경도 격자계	
스펙트럴 분해능	36 파향(10°), 25 파수	
수평해상도 (격자수)	1/12° × 1/12° (421×361)	1/12° × 1/12° (145×145)
모델영역*	20°N-50°N, 115°E-150°E	32˚N~44˚N, 120˚E~132˚E
시간적분간격	300초	300초
예측시간	120시간(00, 12UTC)	12시간(1시간 간격)
멤버 수	24	-
초기조건	직전 사이클 모델 수행에서 12시간 예측된 파랑 스펙트럼	자료 동화된 파랑 스펙트럼
입력 바람장	UM-GENS 해상풍	UM-KLAPS 해상풍

※ EWW3: Ensemble WaveWatch-3, KWW3:Korea WaveWatch-3

표 2.3.13 폭풍해일모델 주요 특성

시스템	KIM/UM-RTSM	KIM/UM-CTSM
모 델	NEMO v3.6	
격자체계	구면좌표계의 위, 경도 격자계	
수평분해능 (격자수)	1/12° × 1/12° (421×385)	1/120° × 1/120° (1201×1501)
모델영역*	115°E-150°E, 20°N-52°N	123°E-133°E, 31°N-43.5°N
시간적분간격	180초	60초
예측시간	120시간 (00, 12UTC)	72시간 (00, 12UTC)
초기조건	직전 사이클 모델 수행에서 12시간 예측된 초기장	
입력장	KIM/UM-Global 해상풍, 해면기압	

표 2.3.14 황사·연무통합예측모델 주요 특성

시스템		KIM-ADAM3	UM-ADAM3
기본모델		CMAQ vn 4.7.1	
기상자료		KIM NE360 NP3	UM N1280L70
수평해상도/격자개수		25km x 25km / 340(동서) x 220(남북)	
연직층수/적분간격		49층(상단: 100 hPa) / 720초	
영역중심		126°E, 38°N	
지도투영법		Lambert 등각 좌표	
지형정보		KIM 지형정보 (25km)	UM 지형정보 (25km)
격자체계	수평	Arakawa B-grid staggering	
	연직	Sigma vertical coordinate	
방정식계		압축성 오일러 비정역 방정식계	
자료동화		3차원 변분자료동화 (3DVAR)	
인위적 배출량	국내	CAPSS 2013 (Clean Air Policy Support System 2013)	
	국외	MICS-Asia 2010 (Model Inter Comparison Study for Asia 2010)	
자연 배출량		MEGAN (Model of Emissions of Gases and Aerosols from Nature version 2.0.4)	
입자 표현 방법	황사	11 구간 (0.2 ~ 74㎛ 직경)	
	비황사(연무)	3개 분포함수	

3. 표준 검증방법

3.1 전지구예보시스템 검증

기상청은 전지구예보시스템에 대하여 WMO에서 권고하는 분석검증과 관측검증을 수행한다. 검증영역은 북반구, 남반구, 적도를 포함한 총 9개 영역으로 표 3.1.1과 같으며, 예보생산에 직접적 영향권에 있는 동아시아 및 한반도 영역에 대해 추가 검증을 수행하고 있다.

전지구예보시스템에 대한 검증은 하루에 2번씩(00, 12UTC) 전지구예보시스템에서 생산된 예측자료에 대해 수행된다(단, 본 보고서는 전지구예보시스템 12UTC 자료를 기준으로 작성). WMO 권고 기준은 24시간 간격으로 240시간 예측까지 필수적으로 검증해야 하고, 기관별로 가능할 경우 12시간 간격으로 검증하는 것을 권고하고 있다. 검증영역과 검증시간은 분석검증과 관측검증에 모두 동일하게 적용한다. 검증변수는 250hPa, 500hPa, 850hPa에서의 지위고도, 기온, 풍속 등이 있으며, 각 변수별 검증고도는 표 3.1.2와 같다.

표 3.1.1 전지구예보시스템의 검증영역

검증영역	위도	경도	비고
북반구	20°N - 90°N	0° - 360°	WMO 표준검증영역
남반구	20°S - 90°S	0° - 360°	
적도	20°S - 20°N	0° - 360°	
아시아	25°N - 65°N	60°E - 145°E	
북미	25°N - 60°N	50°W - 145°W	
유럽/북아프리카	25°N - 70°N	10°W - 28°E	
호주/뉴질랜드	10°S - 55°S	90°E - 180°E	
북극	90°N - 60°N	0° - 360°	
남극	90°S - 60°S	0° - 360°	
동아시아	20°N - 55°N	100° - 150°	기상청 추가 검증영역
한반도(강수만)	한반도 ASOS 관측지점(75개)		대상 지점 변경: 76→75개('19.7~)

표 3.1.2 전지구예보시스템의 검증변수

변수명	고도
해면기압	해면*
지위고도	850hPa, 500hPa**, 250hPa, 100hPa***
기온	850hPa, 500hPa**, 250hPa, 100hPa***
바람	925hPa**, 850hPa, 700hPa**, 500hPa**, 250hPa, 100hPa***
상대습도	850hPa***, 700hPa***

* 분석검증에서만 수행
** 적도지역에서는 제외
*** 권고 검증기상변수

3.1.1 분석검증

분석검증이란 현재의 대기상태에 가장 가깝게 모의된 수치모델에서 생성한 분석장과 예측장을 1.5°x1.5°의 검증격자로 변환하여 서로 비교하는 것을 말한다. 그림 3.1.1과 같이 1.5°x1.5°의 검증격자에 포함된 예측격자의 면적비율에 따라 가중 평균한 값을 산출하여 1.5°x1.5° 모델격자를 생성 후, 분석검증을 수행한다.

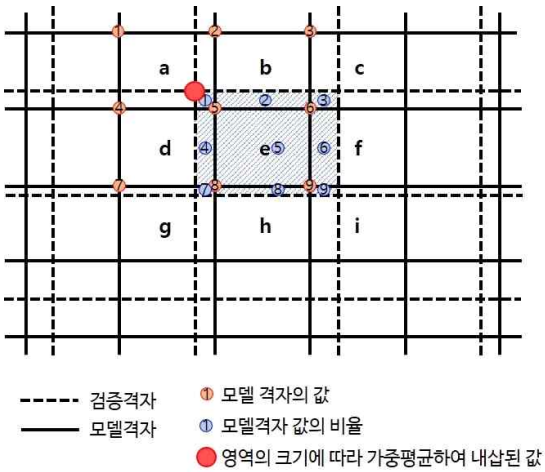


그림 3.1.1 분석검증을 위한 검증격자와 모델격자간의 내삽방법

검증은 표준 검증지수를 기반으로 관측과 예보의 차이를 측정하여 하나의 값으로 나타내는 방법을 이용한다. 바람을 제외한 변수(해면기압, 지위고도, 기온, 상대습도)에 대해서는 평균오차(ME, Mean Eerror), 평균제곱근오차(RMSE, Root Mean Square Error), 이상상관(AC, Anomaly Correlation)을 산출하며 바람은 평균오차와 평균제곱근오차를 통해 예보값의 오차[5]를 나타낸다.

5) 각 검증 방법별 산출 공식은 부록 B에 수록됨

3.1.2 관측검증

관측검증은 약 700여개의 고층관측자료를 이용하여 표준 등압면의 기상요소를 검증한다. 고층관측의 구성분포를 지역별로 볼 때, 그림 3.1.2와 같이 500여개 자료는 북반구에 있고, 약 120개는 적도에, 나머지 80여개는 남반구에 자리 잡고 있다. 고층관측지점 목록은 매년 WMO에서 업데이트(연 1회, 상반기)하여 회원국에 제공하고 있으며, 현업검증시스템에 적용된 2024년도(2024.5.1. 00UTC 검증부터) 라디오존데의 영역별 지점 수 및 2023년 대비 변경사항은 표3.1.3과 같다. 전지구영역에 대해, 2023년 대비 3개소의 고층 관측지점이 증가하였다. 세계 각 기관별로 모델특성을 고려하여 고층 관측자료를 품질검사 후 검증에 활용하는데, 한국은 북반구 검증 시에 약 500여 개의 고층 관측자료를 활용하고 있다.

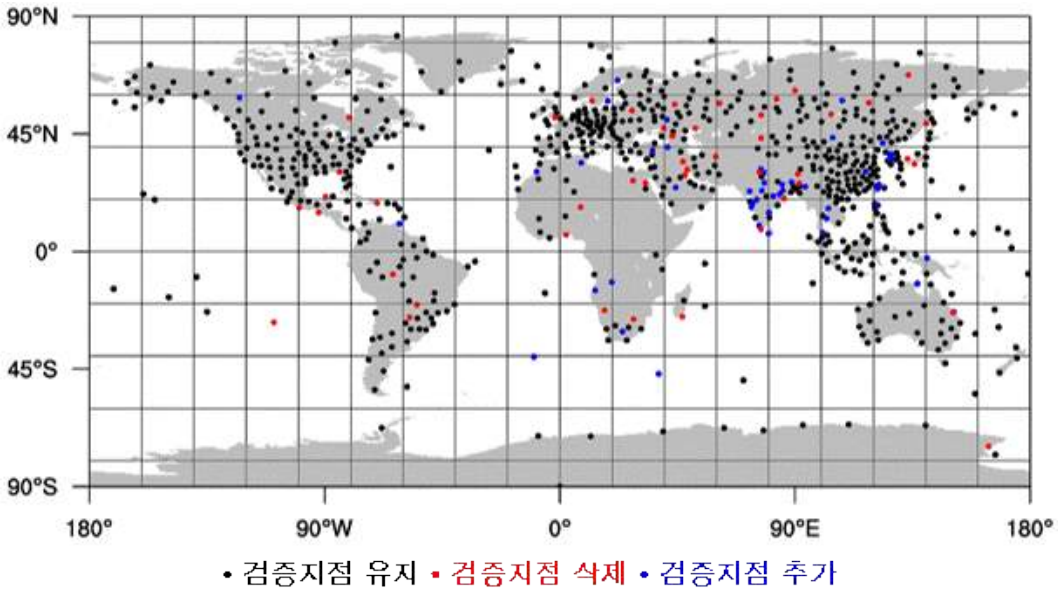


그림 3.1.2 전세계에 분포되어 있는 고층 관측지점 위치(2024년 관측검증 적용 지점)

표 3.1.3 영역별 고층 관측지점 개수

구분	지점수('23)	지점수(삭제)	지점수(추가)	지점수('24)	비고(증감)
전지구	**705**	**46**	**49**	**708**	**3**
북반구	502	31	30	501*	△1
남반구	78	8	4	74	△4
적도	126	7	15	134	8
아시아	154	13	14**	155	1
북미	94	2	1	93	△1
유럽/북아프리카	90	4	4	90	-
호주/뉴질랜드	37	1	2	38	1
북극	73	2	1	72	△1
남극	12	1	-	11	△1

* 59758 지점(20.0°N, 110.250°E)이 북반구와 적도 목록에 중복되어 있음
** 한반도 3개 지점 추가(47122:오산, 47158:광주, 47230:덕적북리)

고층 관측자료는 관측기기가 고도에 따라 바람에 의해 수평 방향으로 이동하지만, 관측검증을 할 때는 수평 방향으로의 이동 없이 연직으로 올라간다고 가정한다. 이를 바탕으로 관측소의 위치와 가장 가까운 예측장의 모델 격자를 선택한 뒤, 관측값과 비교하여 검증하며, 모든 관측검증 변수에 대해 평균오차(ME, Mean Error)와 평균제곱근오차(RMSE, Root Mean Square Error)를 산출한다.

3.1.3 강수검증

전지구예보시스템의 강수검증은 두 가지로 나누어 수행한다. ① 전지구에 대한 고해상도 격자 강수 관측자료인 GPM 위성자료를 활용한 전지구 영역 강수검증과 ② 한반도에 위치한 75개 지점(그림 3.1.3 및 표 3.1.4)의 ASOS 강수자료를 기반으로 한 한반도 영역 강수검증으로 구성되어 있다. 위성자료 기반 강수 검증은 전지구, 적도, 동아시아 및 한반도 영역에 대한 검증을 수행하며 12시간 간격으로 72시간 범위의 한 달 평균 검증 결과를 산출한다. ASOS 자료 기반 강수 검증은 한반도 영역에 대해서만 수행하며 각 임계시간(3, 6, 12시간)에 따라 예측시간 120시간까지의 검증지수를 산출한다. 강수 현상 검증 시, 실제 발생 여부와 모델의 강수모의 여부를 종합적으로 고려하여 양분예보 검증을 수행한다. 주요 양분예보 검증 방법으로는 정확도(Accuracy), 치우침(Bias Score), 성공임계지수(CSI, Critical Success Index), 공정임계지수(ETS, Equivalent Threat Score), 탐지확률(POD, Probability of Detection) 등이 있다.

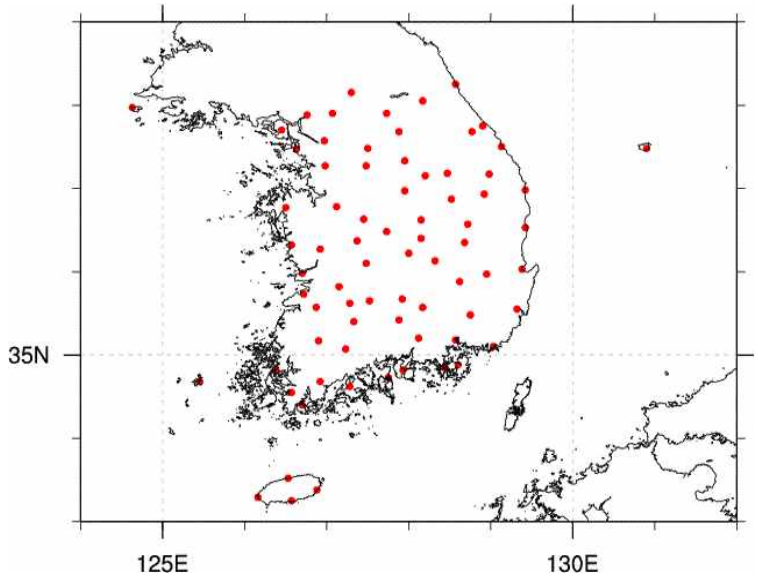


그림 3.1.3 전지구 및 국지예보시스템의 강수검증 지점
(ASOS 75개 지점)

표 3.1.4 전지구 및 국지예보시스템의 강수검증 지점 리스트(ASOS 75개 지점)

지점명(지점번호)				
속초(47090)	충주(47127)	부산(47159)	인제(47211)	해남(47261)
철원(47095)	서산(47129)	통영(47162)	홍천(47212)	고흥(47262)
동두천(47098)	울진(47130)	목포(47165)	태백(47216)	봉화(47271)
파주(47099)	청주(47131)	여수(47168)	제천(47221)	영주(47272)
대관령(47100)	대전(47133)	흑산도(47169)	보은(47226)	문경(47273)
춘천(47101)	추풍령(47135)	완도(47170)	천안(47232)	영덕(47277)
백령도(47102)	안동(47136)	순천(47174)	보령(47235)	의성(47278)
강릉(47105)	상주(47137)	제주(47184)	부여(47236)	구미(47279)
동해(47106)	포항(47138)	고산(47185)	금산(47238)	영천(47281)
서울(47108)	군산(47140)	성산(47188)	부안(47243)	거창(47284)
인천(47112)	대구(47143)	서귀포(47189)	임실(47244)	합천(47285)
원주(47114)	전주(47146)	진주(47192)	정읍(47245)	밀양(47288)
울릉도(47115)	울산(47152)	강화(47201)	남원(47247)	산청(47289)
수원(47119)	창원(47155)	양평(47202)	장수(47248)	거제(47294)
영월(47121)	광주(47156)	인천(47203)	장흥(47260)	남해(47295)

3.2 지역예보시스템 검증

지역예보시스템은 하루에 2번, 00UTC와 12UTC 예측자료에 대하여 6시간 간격으로 최대 72시간 예측까지 분석검증과 관측검증을 실시한다(단, 본 보고서는 지역예보시스템 12UTC 자료를 기준으로 작성). 검증변수는 해면기압, 지위고도, 기온, 바람, 상대습도로 변수별 검증 고도는 표 3.2.1과 같다. 분석검증은 표에 표기된 모든 변수에 대한 검증을 수행하지만, 관측검증은 해면기압과 상대습도를 제외한 변수에 대해서만 수행한다. 검증방법은 통계적 기법을 기반으로 평균오차(ME, Mean Error), 평균제곱근오차(RMSE, Root Mean Square Error), 평균절대오차(MAE, Mean Absolute Error)를 산출한다. 단, 바람에 대해서는 평균오차와 평균제곱근오차만 산출하며, 해면기압에 대해서는 S1 score를 추가로 산출한다. 검증영역은 수행하는 검증에 따라 달리한다. 분석검증은 지역예보시스템의 전체영역에 대해 수행하며, 관측검증은 비교 대상 모델에 맞춰 두 영역으로 구분한다. 영역에 대한 자세한 내용은 3.2.1장 및 3.2.2장에서 확인할 수 있다.

표 3.2.1 지역예보시스템의 검증변수

변수명	고도
해면기압	해면
지위고도*	850hPa, 500hPa, 250hPa, 100hPa
기온	850hPa, 500hPa, 250hPa, 100hPa
바람	850hPa, 500hPa, 250hPa, 100hPa
상대습도*	850hPa, 700hPa

* 관측검증에서 제외되는 변수

3.2.1 분석검증

지역예보시스템의 분석검증은 모델의 원래 해상도를 활용하여 검증 격자인 분석장과 모델 격자인 예측장의 격자점(격자 크기: 3km)끼리 1:1로 비교하여 검증하며, 지역예보모델 전체 영역(그림 3.2.1)에 대해 검증을 수행한다.

3.2.2 관측검증

지역예보시스템의 관측검증은 고층관측자료를 기반으로 수행한다. 이때, 상층검증의 영역을 ① 한반도 영역(영역1)과 ② 동아시아 영역(영역2)으로 구분(그림 3.2.1)한다. ① 한반도 영역은 국지예보시스템의 관측검증 결과와 비교하기 위한 영역으로 지역예보시스템 영역 내 국지예보시스템의 고정격자영역이 해당된다. 한반도 영

역 검증 시 14개 지점(한반도:9개, 중국:4개, 일본:1개)의 고층 관측자료를 활용한다. ② 동아시아 영역은 전지구예보시스템의 관측검증 결과와 비교하기 위한 영역으로 지역예보시스템의 전체 영역이 해당하며, 약 50여 개 지점(아시아 영역 기준 155개소)의 고층 관측자료를 활용하며, 관측자료 수집률에 따라 검증에 사용되는 고층관측자료의 지점수는 약 5개소 내의 차이가 있다.

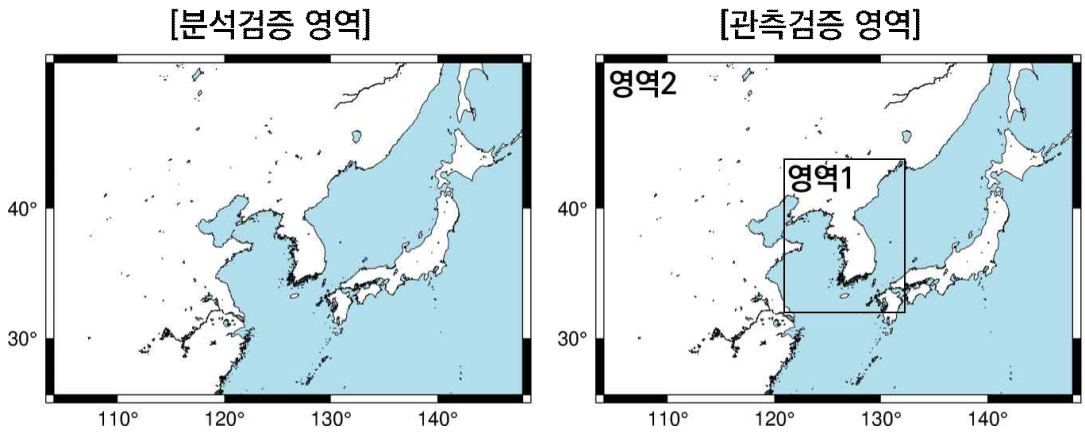


그림 3.2.1 지역예보시스템의 분석검증 및 관측검증영역

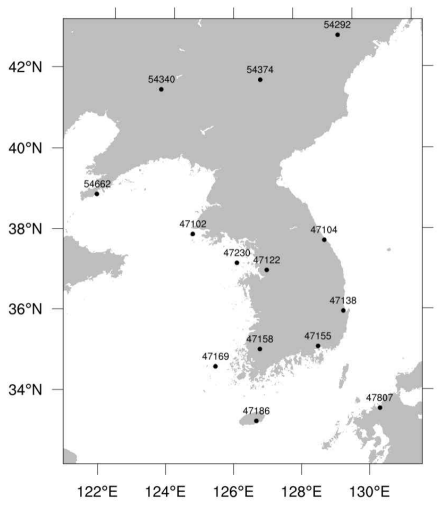


그림 3.2.2 지역예보시스템 관측검증영역1의 고층 관측지점 위치

3.2.3 강수검증

강수검증은 전지구예보시스템의 한반도 영역 강수검증과 동일하게 한반도에 위치한 75개 ASOS 관측지점의 자료를 활용하여 각 임계시간(3, 6, 12시간)에 따라 72시간 범위의 한 달 평균 검증을 수행한다. 산출되는 검증지수는 전지구예보시스템의 강수검증 지수와 동일하다.

3.3 국지예보시스템 검증

국지예보시스템 검증 시 평균오차(ME), 평균제곱근오차(RMSE), S1 score(해면기압 변수만 해당)를 산출한다. 풍속을 검증할 때는 250hPa이 아닌 300hPa 고도를 활용하며, 하루에 2번, 00UTC와 12UTC 예측자료에 대하여 6시간 간격으로 최대 48시간 예측까지 검증[6]한다(단, 본 보고서는 국지예보시스템 12UTC 자료를 기준으로 작성). 검증영역은 검증할 때 사용하는 자료와 관계없이 국지예보시스템의 영역 전체를 활용한다.

3.3.1 분석검증

국지예보시스템의 분석검증은 모델의 원래 해상도를 활용하여 검증격자인 분석장과 모델격자인 예측장의 격자점(1.5km)끼리 1:1로 비교하여 검증한다. 단, 국지예보시스템은 가변격자 영역을 제외한 고정격자 영역에 대해 검증을 수행한다(그림 3.2.1의 영역1).

3.3.2 관측검증

국지예보시스템의 관측검증은 지상 및 상층으로 구분하여 수행한다. 기온, 상대습도 등 지상 변수에 대한 검증은 한반도 영역의 AWS 관측자료(236개소 지점)를 이용하며, 고도별 상층검증은 고층 관측자료(존데)를 활용한다. 상층 관측검증을 위해 14개 지점(한반도:9개, 중국:4개, 일본:1개)의 고층 관측자료가 사용된다.

3.3.3 강수검증

강수검증은 전지구예보시스템의 한반도 영역 강수검증과 동일한 방법으로 수행하며 자세한 내용은 3.1.3장에서 확인할 수 있다.

6) 2019년 5월 28일 00UTC부터 예측시간이 36시간에서 48시간으로 확대됨.

3.4 초단기예측시스템 검증

초단기예측시스템은 하루에 8번(00, 03, 06, 09, 12, 15, 18, 21UTC), 1시간 간격으로 최대 12시간 예측까지 분석검증과 관측검증을 시행하며, 관측검증 시 라디오존데를 활용한 상층검증과 AWS 자료 기반의 지상검증을 함께 수행한다. 검증변수는 해면기압, 지위고도, 기온, 바람, 상대습도로 변수별 검증 고도는 표 3.4.1과 같다. 예측자료에 대하여 검증 시 평균오차(ME), 평균제곱근오차(RMSE, Root Mean Square Error), 평균절대오차(MAE, Mean Absolute Error)를 산출하며, 바람에 대해서는 평균오차와 평균제곱근오차만 산출한다. 또한 해면기압에 대해서는 S1 score를 추가로 산출한다. 검증영역은 검증에 사용하는 자료와 관계없이 모두 초단기예측시스템의 전체 영역(그림 2.3.4)을 대상으로 한다.

표 3.4.1 초단기예측시스템의 검증변수

변수명	고도
해면기압*	해면
지위고도	850hPa, 500hPa, 300hPa, 200hPa
기온	2m**, 850hPa, 500hPa, 300hPa, 200hPa
바람	10m**, 850hPa, 500hPa, 300hPa, 200hPa
상대습도	2m**, 850hPa, 700hPa

* 분석검증에서만 수행
** 지상 검증(관측) 변수

3.4.1 분석검증

초단기예측시스템의 분석검증은 모델의 원래 해상도를 활용하여 검증격자인 분석장과 모델격자인 예측장의 5km 격자점끼리 1:1로 비교하여 검증한다.

3.4.2 관측검증

초단기예측시스템의 관측검증은 지상 및 상층으로 구분하여 수행한다. 기온, 상대습도 등 지상 변수에 대한 검증은 한반도 영역의 AWS 관측자료(247개소 지점)를 이용하며, 고도별 상층 검증은 고층 관측자료(라디오존데)를 활용한다. 상층 관측검증을 위해 20개 지점[7]의 고층 관측자료가 사용된다.

7) 2024.5.1. 00UTC 이후 검증 기준이며, 매년 갱신되는 WMO 검증선도센터의 라디오존데 리스트에 따라 변동 여지 있음

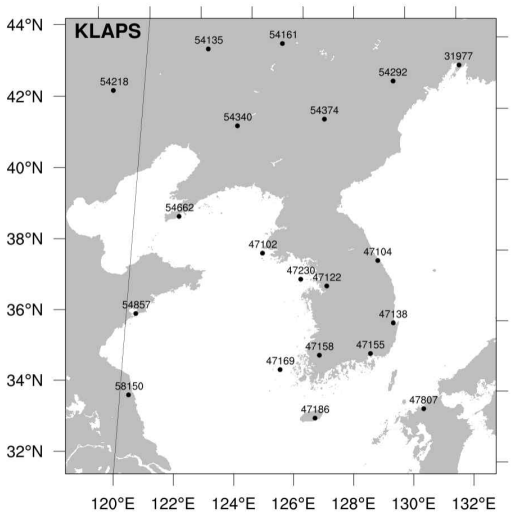


그림 3.4.1 초단기예측시스템 관측검증의 고층 관측지점 위치

3.4.3 강수검증

강수검증은 한반도에 위치한 247개 AWS 관측지점의 자료를 활용하여 임계시간(1, 3시간)에 따라 예측 12시간까지의 한 달 평균 검증을 수행한다. 산출되는 검증지수는 전지구예보시스템의 강수검증과 동일하게 양분예보 검증방법을 이용하며 정확도(Accuracy), 성공임계지수(CSI), 치우침(Bias) 등을 산출한다.

3.5 전지구앙상블예측시스템 검증

전지구앙상블예측시스템의 검증은 3개의 검증영역(북반구, 남반구, 적도)에 대해 수행한다. 분석검증과 관측검증 모두 지위고도(500hPa), 기온(850hPa), 동서(U) 및 남북(V) 풍속(250hPa 및 850hPa)에 대해 검증 값을 산출하며, 분석검증의 경우 해면기압을 추가로 검증한다(표 3.5.1). 검증은 1일 2회(00, 12UTC) 수행하고, 12시간 간격으로 각 기관에서 예측 가능한 마지막 시간까지 검증한다(단, 본 보고서는 앙상블예측시스템 12UTC 자료를 기준으로 작성되었음).

앙상블예측시스템의 검증은 목적에 따라 두 가지로 구분할 수 있다. 앙상블모델의 일반적인 예측오차 특성을 파악하기 위한 ① 일반 검증과 임의의 임계값에 대한 앙상블 예측 확률을 확인하기 위한 ② 확률 예측 검증이 있다. 이에 따른 검증방법은 표 3.5.2와 같으며 분석검증과 관측검증에 모두 동일하게 적용된다. 그 중, BSS는 산출식의 특성상 기후자료를 사용하는데, 기후자료는 모든 기관에서 동일한 기준으로 적용하기 위해 WMO에서 제공하는 자료를 이용하여 산출한다.

표 3.5.1 앙상블예보시스템의 검증변수 및 검증영역

변수명(고도)	검증영역
해면기압*	북반구, 남반구, 적도
지위고도(500hPa)	
기온(850hPa)	
동서 및 남북 풍속(250, 850hPa)	

* 분석검증에서만 수행

표 3.5.2 앙상블예보시스템 검증 구분에 따른 검증스코어

구분	검증스코어
일반 검증	· RMSE · Spread · Anomaly Correlation · Mean Absolute Error
확률 예측 검증	· RPS (Ranked Probability Score) · CRPS (Continuous ranked probability score) · BS (Brier score) · ROC (Relative Operating Characteristic) diagram · Reliability diagram

3.5.1 분석검증

분석검증 시, 수치모델에서 생성한 분석장을 이용하여 1.5°x1.5° 격자로 나누어 앙상블의 각 모델과 비교하여 검증 값을 산출한다. 격자로 나누는 방법은 앞서 설명한 전지구예보시스템의 방법과 동일하다.

3.5.2 관측검증

앙상블예측시스템의 관측검증은 전지구예보시스템과 마찬가지로 관측소와 가장 가까운 예측장의 모델격자를 선택하여 관측값과 비교하여 검증한다. 다만 전지구예보시스템과는 다르게 앙상블예측시스템은 관측자료를 각 앙상블 멤버의 평균장과 비교한다는 점에서 차이가 있다.

3.6 파랑모델 검증

파랑모델은 부이와 위성 관측자료를 이용하여 검증을 수행한다. 현업 파랑모델은 1일 2회(00, 12UTC) 예측을 수행하며(초단기는 24회(1시간 간격) 수행), 이때 생산된 예측자료들에 대해 선행시간별로 검증을 수행한다. 전지구파랑모델(Global WaveWatch-III; GWW3)의 부이 검증은 국제 파랑모델 비교프로젝트[8]에서 처리·제공하는 전세계 계류부이에서 관측된 유의파고 자료를 사용하며(그림 3.6.1), 위성 검증은 Jason-3 위성 관측자료를 활용한다. 부이 및 위성 검증을 위해서, 1일 2회 수행된 모델 예측자료에 대한 월별 검증을 수행하여 유의파고에 대한 월평균 편차(ME, Bias) 및 평균제곱근 오차(RMSE), 이상상관(Anomaly Correlation, AC), 산포도(Scatter Index, SI)를 산출한다. 2021년부터는 최근 설치된 부이 자료도 획득할 수 있게 되었으며, 유럽중기예보센터(European Centre for Medium-range Forecast, ECMWF)의 계류부이 전처리 과정 및 품질관리 과정이 변경되어 검증에 활용되는 관측자료의 형식 및 품질에 차이가 발생하였다. 본 검증보고서에서는 전지구 부이 검증의 연속성을 위해, 이전 검증에서 사용한 부이들을 적용하여 검증을 수행하였다.

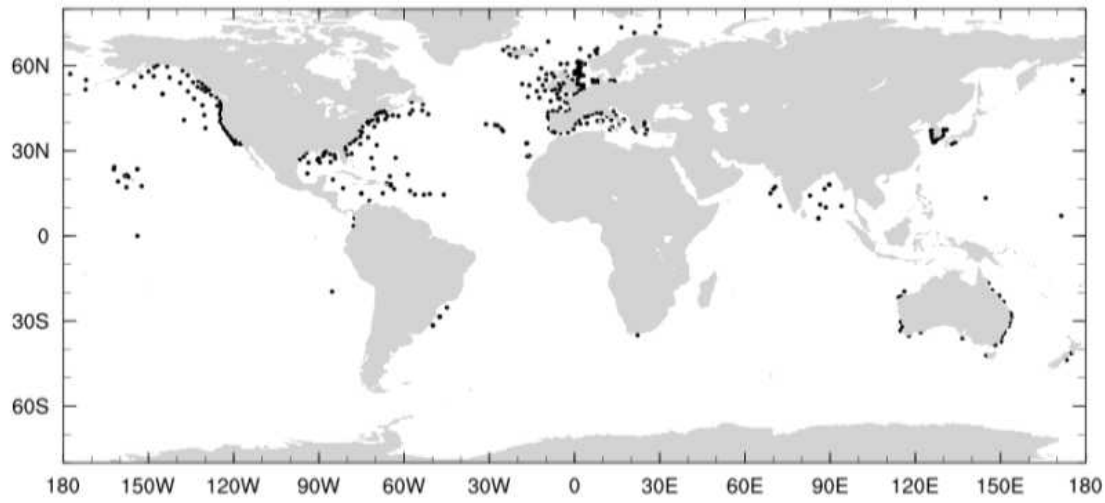


그림 3.6.1 전지구파랑모델(GWW3)의 검증을 위한 전지구 부이관측 지점

8) 전 세계 파랑모델을 운영하는 기관을 대상으로 한 파랑모델 비교프로젝트(LC-WFV: Lead Center for Wave Forecast Verification). ECMWF에서 관리 및 운영 중임.

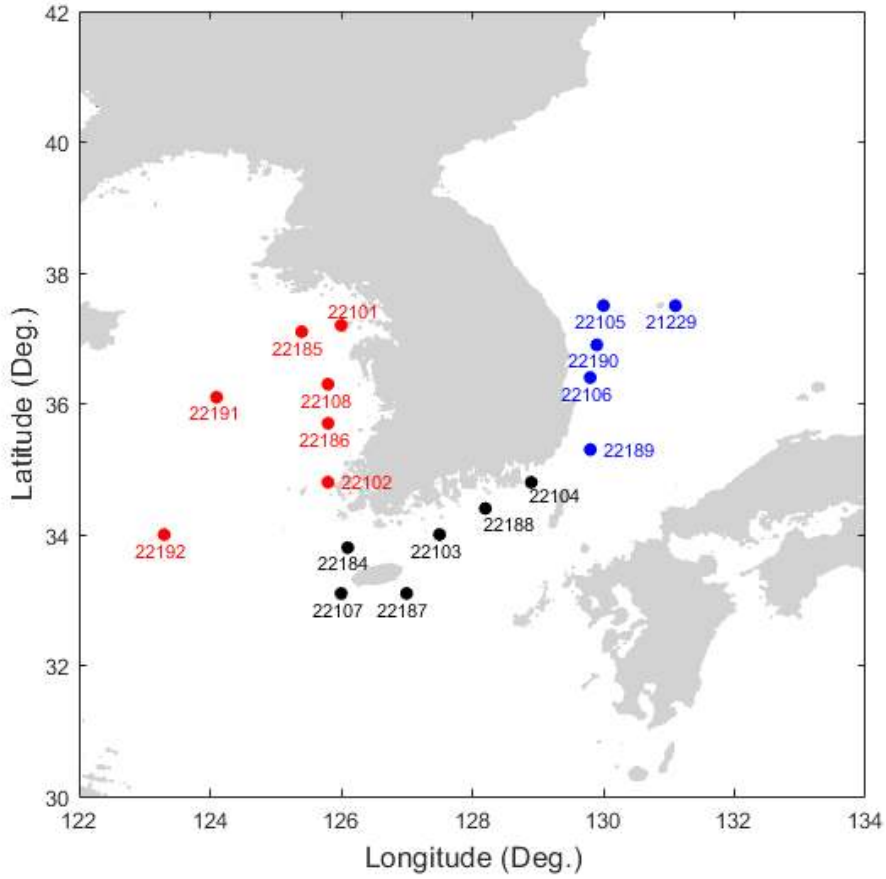


그림 3.6.2 지역, 국지연안 및 초단기 파랑모델(RWW3/CWW3/KWW3) 검증에 사용된 해양기상부이 관측지점(빨간색/검정색/파란색: 서해/남해/동해 검증 지점)

지역(Regional WaveWatch-III, RWW3), 지역앙상블(Ensemble Wavewatch-III, EWW3), 초단기(Korea WaveWatch-III, KWW3)와 국지연안 파랑모델(Coastal WaveWatch-III, CWW3)의 예측결과는 기상청에서 설치·운영 중인 해양기상부이에서 수집한 유의파고 관측 결과를 이용하여 검증한다(그림 3.6.2). 해역별 검증에서 서해 검증에 사용된 부이는 빨간색, 남해 검증에 사용된 부이는 검정색, 그리고 동해 검증에 사용된 부이는 파란색으로 표기하였다. 검증에 사용된 기상청 해양 기상 부이 자료는 품질관리 기준을 통과한 자료만을 사용하였으며, 월별로 10일 이상의 결측이 확인된 지점의 부이 자료는 해당 월의 검증에서 제외되었다. 또한, 서해 먼바다에 있는 22191, 22192 부이는 국지연안파랑모델의 검증에서 제외하였다.

3.7 폭풍해일모델 검증

지역폭풍해일모델(Regional Tide/Storm surge Model, RTSM)과 국지연안폭풍해일모델(Coastal Tide/Storm surge Model, CTSM)의 검증을 위해 국립해양조사원(www.khoa.go.kr)에서 제공하는 1시간 간격의 조위 관측자료를 사용한다. 검증에 사용한 주요 30개 검조소 지점의 위치를 그림 3.7.1에 나타내었다.

모델 검증 기간은 2024년 1월 1일 00UTC부터 2024년 12월 31일 12UTC이며, 검증을 위해서 12시간 간격(00UTC, 12UTC)으로 생산된 현업 예측시간별(00H, 24H, 48H, 72H, 96H, 120H) 자료를 해당 시각의 관측자료와 비교하여 해일고의 편차(ME, Bias)와 평균제곱근 오차(RMSE)를 계산한다.



그림 3.7.1 지역 및 국지연안 폭풍해일모델 검증에 사용된 검조소 위치

3.8 황사·연무통합예측모델 검증

황사·연무통합예측모델을 검증하기 위해 모델이 검증 대상 시간(초기시각으로부터 12시간부터 48시간까지 1시간 간격)에 예측한 국내 황사가 실제로 관측이 되었는지 유인관측소(23개 지점, 그림 3.8.1)의 황사 목측과 비교하였다. 모델의 검증영역(그림 3.8.1의 파란색 상자)에서 검증 대상 시간의 최하층 PM10 농도가 200 ㎍/㎥ 이상인 경우, 국내 황사를 예측한 것으로 정의하였다. 이때, 동일한 시간 구간의 황사 관측 여부에 따라 예측과 관측의 일치성을 판단한다. 검증 기간은 1월 1일 00UTC부터 12월 31일 12UTC까지이며, 양분예보 검증방법을 이용하여 정확도(Accuracy), 성공임계지수(CSI), 탐지확률(POD), 거짓경보율(FAR)을 산출한다.

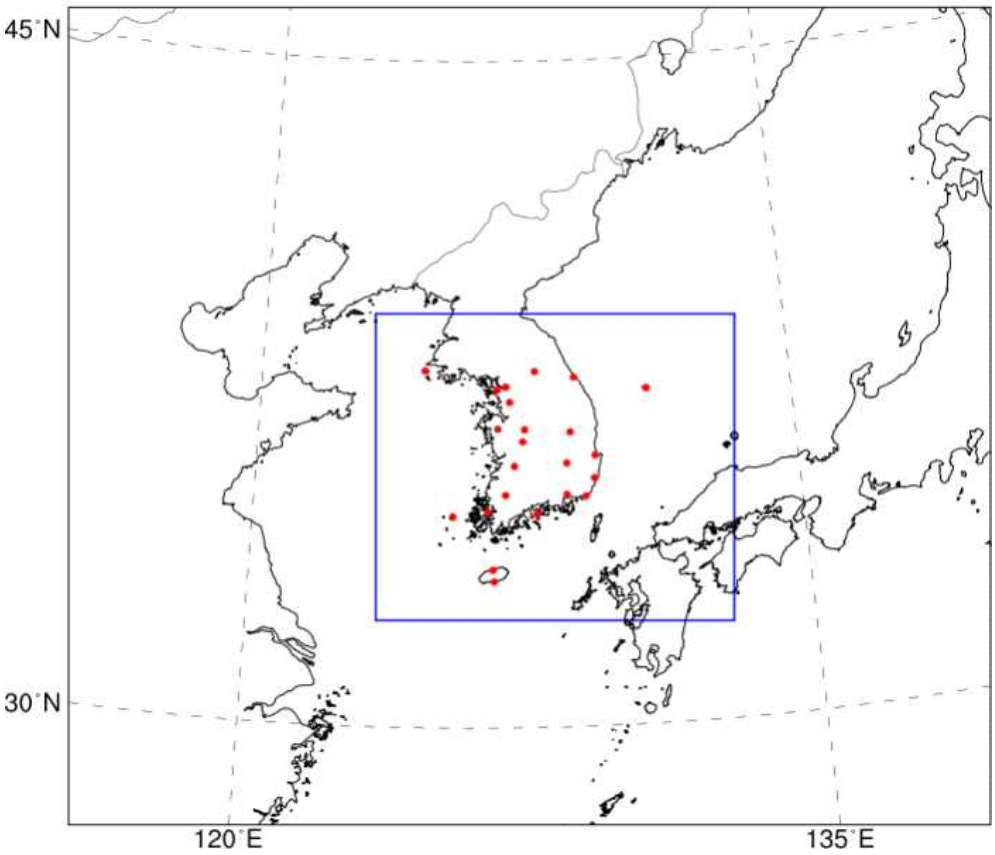


그림 3.8.1 황사 목측지점 및 황사·연무통합예측모델 검증영역

3.9. 태풍 예측성능 검증

태풍 예측성능 검증은 기상청 현업 전지구예보시스템과 전지구앙상블예측시스템에서 생산된 태풍 예측자료에 대해 태풍 발생 시 실시간으로 제공되는 기상청 국가태풍센터와 RSMC[9]의 분석경로를 이용하여 일 2회(00, 12 UTC) 실시된다. 태풍 예측성능 검증은 해당 연도에 발생한 태풍에 대한 예측 결과가 존재하고, 그림 3.9.1의 북서태평양 전체영역과 빨간 선으로 나타낸 위도 20°N 북쪽, 경도 140°E 서쪽 영역에 태풍이 위치하는 경우 수행된다. 또한 태풍 소멸 후 RSMC에서 재분석하여 제공하는 베스트트랙(Best-track)을 이용으로 사후 검증도 추가 실시한다.

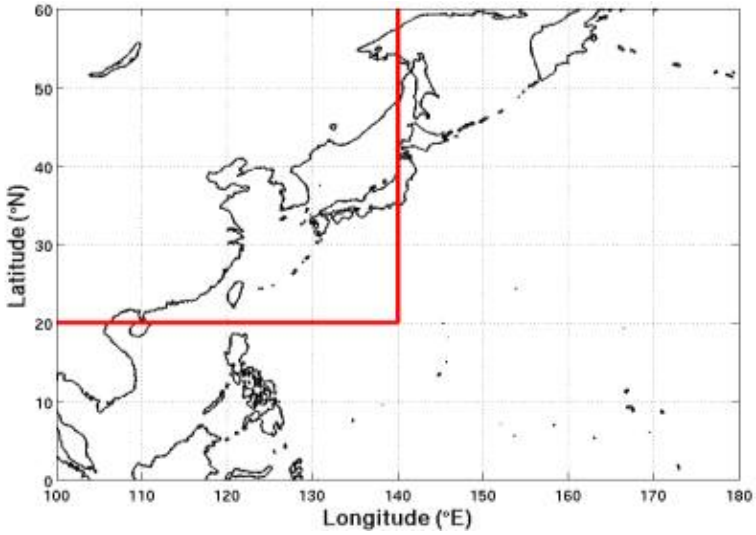


그림 3.9.1 태풍 예측성능 검증영역: 북서태평양 및 위도 20°N 북쪽, 경도 140°E 서쪽 영역(붉은색)

태풍 예측성능 검증을 위해 태풍 진로 및 강도를 분석한다. 태풍 진로 예측성능 검증방법은 기본적으로 단순거리오차(DPE, Direct Position Error)이며 이동속도와 방향을 고려하는 지표인 태풍 진행방향의 오차(ATE, Along-Track Error)와 편차(ATB, Along-Track Bias), 태풍 진행수직방향의 오차(CTE, Cross-Track Error)와 편차(CTB, Cross-Track Bias)를 추가적으로 검증에 활용한다. 이때 ATE, ATB, CTE, CTB는 검증시간 기준의 직전 시간(6시간) 분석 위치를 이용하여 검증을 수행한다. 태풍 강도 예측성능 검증방법은 북서태평양 전체영역에서 발생한 태풍에 대해 태풍 강도 등급[10] 별 및 전체 강도에 대한 피어슨 상관계수(r) 및 RMSE 등이 있다(부록 B.3 태풍 검증방법 참고).

9) 지역특별기상센터(Regional Specialized Meteorological Centre, RSMC): 지역별로 세계 기상 예보 등을 담당하는 전문기관으로 북서태평양지역은 일본 기상청이 담당하고 있음

10) 태풍의 강도는 WMO 기준에 의해 분류함. 열대저압부(Tropical Depression, TD): 17 m/s 미만, 열대폭풍(Tropical Storm, TS): 17 ~ 24 m/s, 강한 열대폭풍(Severe Tropical Strom, STS): 25 ~ 32 m/s, 태풍(Typhoon, TY): 33 m/s 이상

4. 전지구예보시스템(GDAPS) 성능

4.1 2024년도 예측성능

4.1.1 한국형모델 기반 전지구예보시스템(KIM-Global)

그림 4.1.1은 전지구예보시스템(KIM-Global)의 북반구 영역에서의 예측시각별 분석검증(a~c)과 관측검증(d~f) 결과를 변수별로 비교한 것이다. 비교 변수 모두 관측검증이 분석검증보다 예측오차가 크게 나타났으며, RMSE와 Mean Error 모두 예측시각이 증가할수록 지속적으로 커지는 모습을 보였다. 또한 모든 변수에서 Mean Error는 음의 값으로 나타나 기준(분석 및 관측) 보다 작게 모의한 것을 알 수 있다.

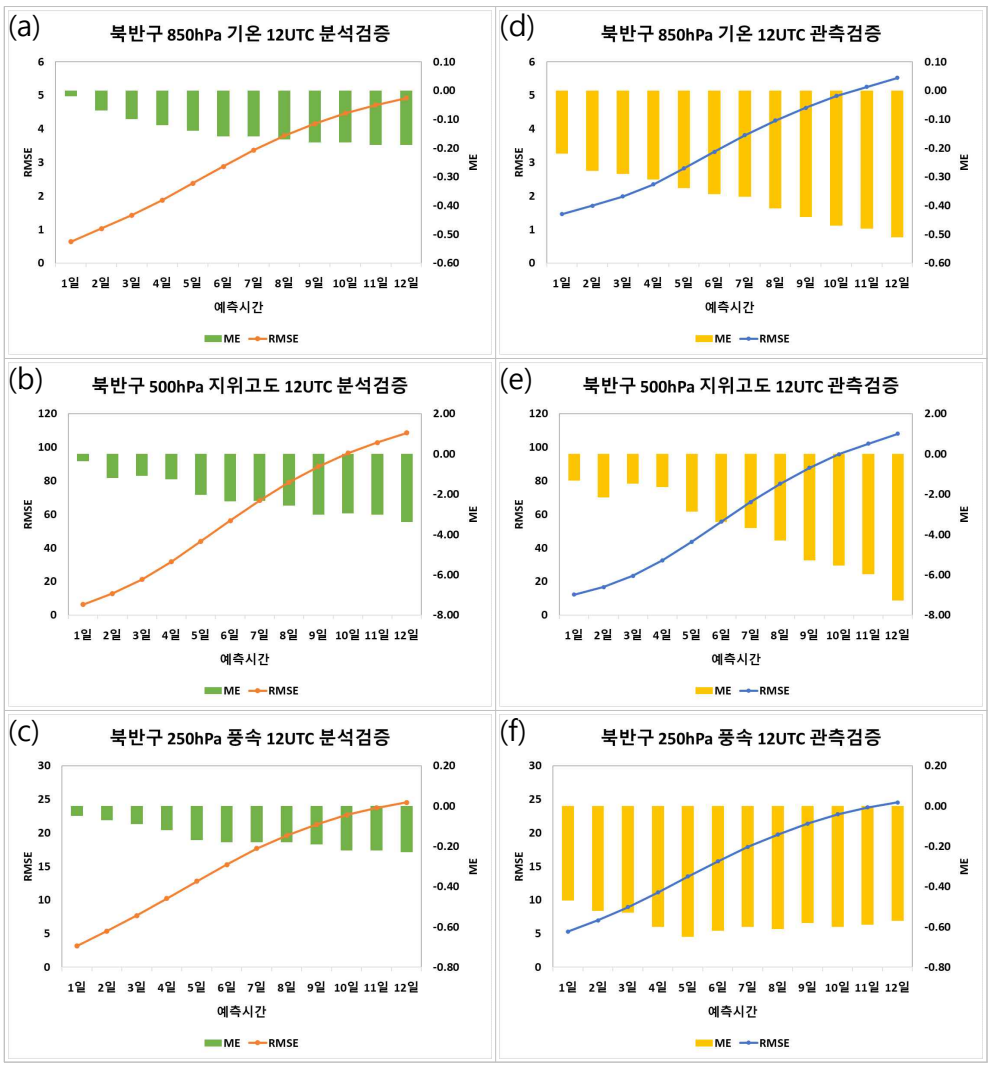


그림 4.1.1 전지구예보시스템(KIM-Global)의 북반구 영역 예측시간에 따른 850hPa 기온(a, d), 500hPa 지위고도(b, e), 250hPa 풍속(c,f)의 연평균 예측시각별 분석검증(a~c)과 관측검증(d~f) 결과 비교. 꺾은선 그래프는 RMSE, 막대그래프는 Mean Error. [단위: 기온 °C, 지위고도 m, 풍속 m/s]

그림 4.1.2는 전지구예보시스템(KIM-Global)의 아시아 영역에서의 예측시각별 분석검증(a~c)과 관측검증(d~f) 결과를 변수별로 비교한 것이다. 북반구 영역에서의 오차 특성과 유사하게 비교 변수에 대하여 관측검증이 분석검증보다 예측오차가 크게 나타나고 있으며, 다른 변수와 다르게 500hPa 지위고도 관측검증은 5일예측까지 양의 Mean Error가 나타났고, 분석검증도 이와 유사한 경향을 보였다.

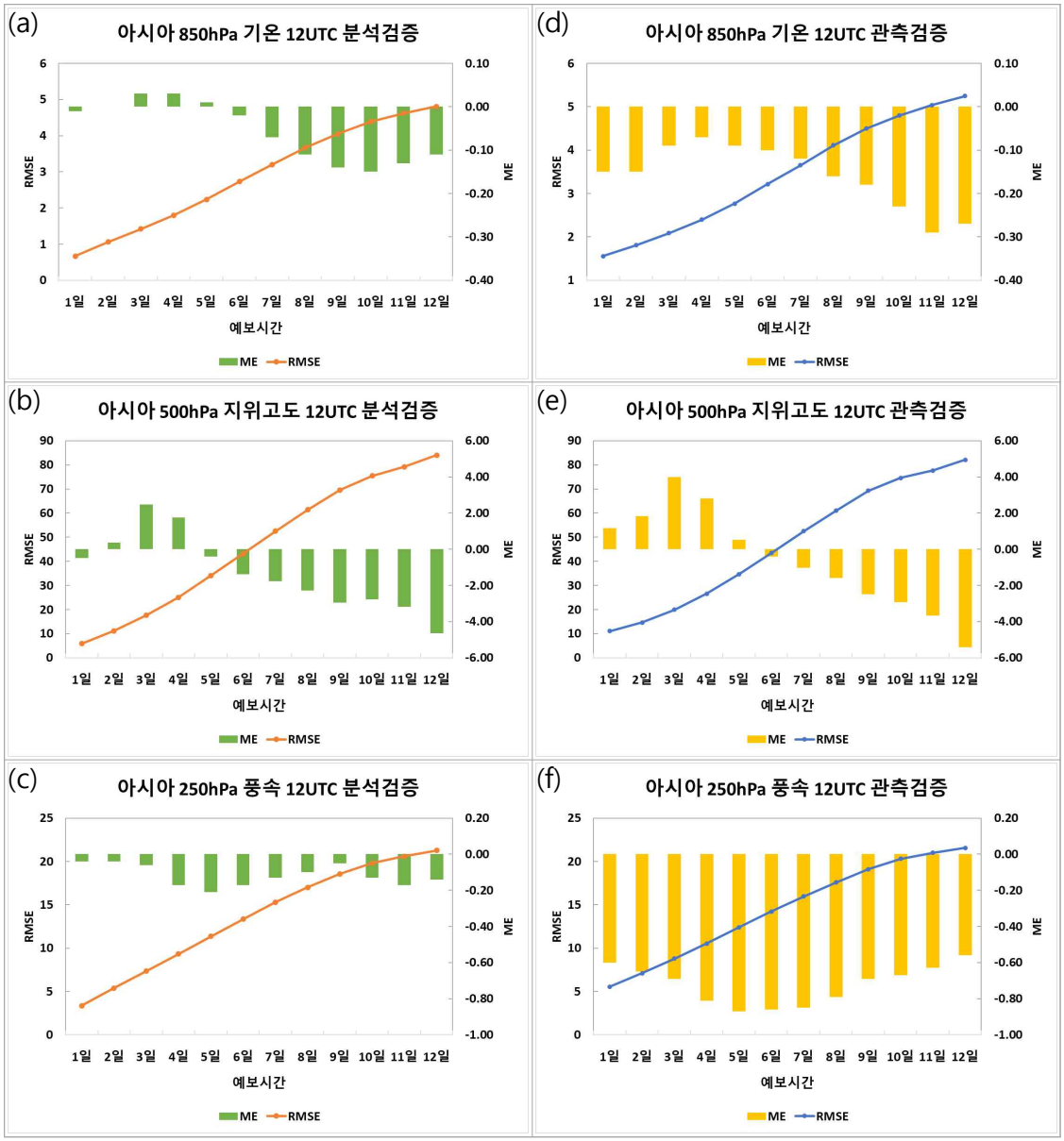


그림 4.1.2 전지구예보시스템(KIM-Global)의 아시아 영역 예측시간에 따른 850hPa 기온(a, d), 500hPa 지위고도(b, e), 250hPa 풍속(c, f)의 연평균 예측시각별 분석검증(a~c)과 관측검증(d~f) 결과 비교. 꺾은선 그래프는 RMSE, 막대그래프는 Mean Error. [단위: 기온 ℃, 지위고도 m, 풍속 m/s]

그림 4.1.3은 전지구예보시스템(KIM-Global)의 500hPa 지위고도에 대한 전년(2023년) 대비 향상률을 비교한 것이다. 남반구 분석검증과 아시아의 분석 및 관측검증은 전년보다 예측오차(RMSE)가 감소하여 전년 대비 예측성능이 향상되는 모습을 보였다. 그러나 북반구 분석 및 관측 검증은 모든 예측시간에서, 그리고 남반구 관측검증은 6일 예측부터 전년 대비 음의 향상률을 보였다.

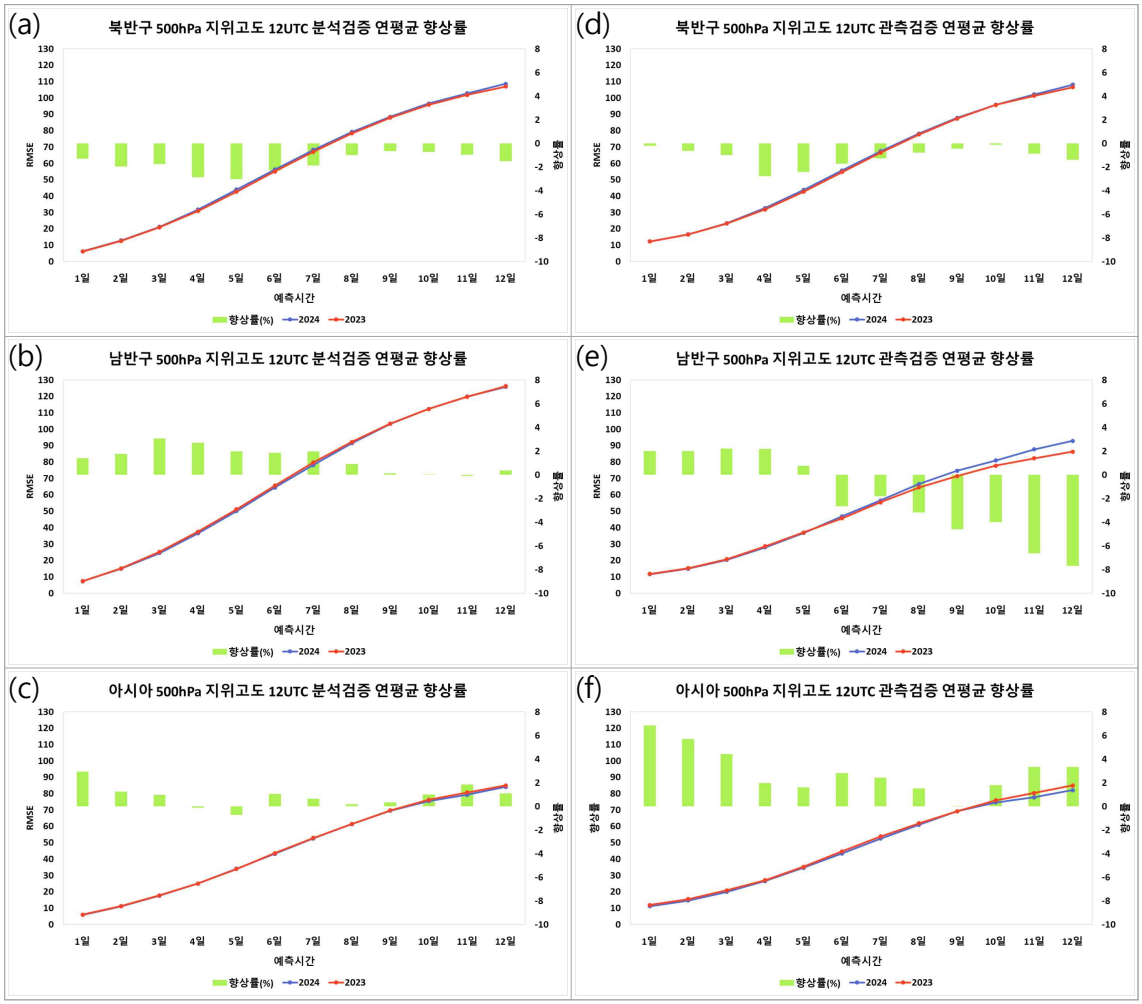


그림 4.1.3 전지구예보시스템(KIM-Global)의 500hPa 지위고도 RMSE에 대한 북반구 (a, d), 남반구 (b, e), 아시아(c, f)의 예측시간별 분석검증(a~c)과 관측검증(d~f) 연평균 향상률 비교. 꺾은선 그래프는 RMSE(m), 막대그래프는 향상률(%).

표 4.1.1 KIM-Global 영역별 500hPa 지위고도의 예측시간별 분석검증[단위: m]

영역	방법	예측시간	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
북반구	ME	1일	-0.85	-0.81	-0.29	0.17	0.38	0.09	0.17	-0.02	-0.23	-0.78	-0.72	-1.35	-0.35
		3일	-2.93	-3.09	-1.91	-0.88	0.99	0.81	0.69	0.31	-0.33	-1.39	-1.67	-3.71	-1.09
		5일	-3.80	-4.04	-3.19	-1.83	0.93	0.00	0.45	-0.55	-1.49	-2.97	-2.89	-4.96	-2.03
	RMSE	1일	7.39	7.20	6.71	6.53	5.99	5.57	5.23	5.37	5.39	5.83	6.46	7.18	6.24
		3일	25.26	23.75	22.70	23.38	21.44	18.77	16.68	17.41	18.13	19.95	22.76	24.30	21.21
		5일	50.00	49.98	46.70	49.10	43.80	39.81	33.44	35.70	37.68	43.22	50.09	47.97	43.96
남반구	ME	1일	0.84	0.56	0.18	-0.28	-0.34	-0.47	-0.82	-0.33	-0.40	0.44	0.72	0.79	0.07
		3일	0.97	0.67	-0.45	-1.48	-2.22	-3.40	-4.12	-2.60	-2.51	-0.49	0.40	0.87	-1.20
		5일	0.16	0.27	-1.28	-2.53	-2.54	-4.57	-6.16	-4.34	-3.82	-0.71	-0.10	0.63	-2.08
	RMSE	1일	6.27	6.75	7.38	7.55	7.82	7.84	8.29	8.00	7.60	7.38	6.64	6.27	7.32
		3일	19.69	21.94	24.59	25.85	26.69	26.98	28.20	27.91	25.60	24.27	21.52	20.35	24.47
		5일	42.04	43.97	49.62	55.95	53.80	54.70	56.72	57.83	52.41	50.65	42.96	40.67	50.11
적도	ME	1일	1.06	0.81	1.07	1.45	1.41	1.59	1.42	1.57	1.65	1.54	1.29	0.96	1.32
		3일	1.76	1.58	2.10	2.57	2.44	2.47	1.96	2.03	2.51	2.50	2.16	1.84	2.16
		5일	1.87	1.17	1.99	2.34	2.25	1.84	1.00	0.89	2.29	2.04	1.89	1.74	1.77
	RMSE	1일	3.00	3.07	3.23	3.35	3.44	3.64	3.62	3.50	3.50	3.35	2.95	2.68	3.28
		3일	5.03	5.11	5.22	4.92	5.15	5.49	5.43	5.25	5.66	5.26	5.11	4.75	5.20
		5일	7.00	7.08	6.61	6.34	6.73	6.70	6.76	6.69	7.27	6.94	6.54	6.68	6.78
아시아	ME	1일	0.52	0.03	0.16	0.69	-0.21	-1.46	-1.20	-0.79	-1.26	-0.90	-0.24	-1.03	-0.48
		3일	2.84	1.53	0.87	1.67	3.20	5.51	4.47	4.19	2.62	1.41	1.84	-0.56	2.47
		5일	-1.83	-0.35	-3.53	-0.75	1.45	4.17	2.89	-0.19	-2.25	-2.76	-0.03	-1.55	-0.40
	RMSE	1일	5.96	6.33	6.07	6.32	6.24	5.56	5.36	5.42	5.39	5.52	5.85	6.21	5.85
		3일	18.18	18.78	17.19	19.65	19.84	16.65	15.04	14.42	16.29	17.59	17.30	20.34	17.61
		5일	33.65	37.57	34.20	39.34	35.82	32.15	25.61	26.00	32.15	36.22	36.85	39.44	34.08

표 4.1.2 KIM-Global 영역별 500hPa 지위고도의 예측시간별 관측검증[단위: m]

영역	방법	예측시간	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
북반구	ME	1일	-1.25	-1.22	-0.63	-0.40	-0.65	-1.32	-1.95	-2.81	-2.04	-1.40	-0.52	-1.65	-1.32
		3일	-3.34	-3.22	-2.15	-1.58	-0.31	1.14	0.47	-1.05	-1.52	-1.62	-0.82	-3.78	-1.48
		5일	-5.96	-4.77	-2.79	-2.54	0.06	0.83	-0.03	-2.61	-2.57	-4.02	-4.26	-5.62	-2.86
	RMSE	1일	12.78	13.47	12.75	12.62	12.01	11.84	11.62	11.94	11.38	11.50	12.27	12.63	12.24
		3일	26.59	25.89	24.65	25.47	23.38	20.95	19.01	19.16	20.18	22.40	25.29	27.54	23.38
		5일	48.52	49.37	46.93	47.87	42.42	38.38	32.57	34.21	38.57	43.40	51.49	50.50	43.69
남반구	ME	1일	-3.41	-3.44	-3.33	-2.77	-2.17	-0.52	-1.45	-0.50	0.83	0.90	0.49	-0.76	-1.35
		3일	-2.39	-2.47	-2.06	-1.35	-2.60	-1.83	-3.31	-3.23	-0.81	0.23	0.73	-0.02	-1.59
		5일	-2.40	-6.43	-1.39	-4.75	-4.83	-7.29	-7.26	-5.53	-2.34	-1.61	-1.01	-2.56	-3.95
	RMSE	1일	10.70	12.02	11.27	11.12	12.36	10.67	11.64	12.16	12.13	11.93	11.53	10.93	11.54
		3일	17.79	18.50	18.69	19.21	20.42	22.02	23.29	22.37	22.73	21.26	19.24	18.55	20.34
		5일	31.95	30.30	33.83	36.88	38.48	35.82	45.90	41.88	41.88	38.06	33.61	32.12	36.73
적도	ME	1일	-6.04	-6.47	-5.23	-4.67	-5.40	-4.25	-5.32	-4.73	-1.82	-1.50	-1.24	-2.57	-4.10
		3일	-4.10	-4.15	-3.00	-2.79	-3.37	-1.79	-2.50	-2.33	0.59	0.52	0.62	-0.31	-1.88
		5일	-3.73	-4.12	-3.69	-3.01	-3.41	-2.62	-3.26	-3.55	0.27	-0.41	0.02	-0.99	-2.38
	RMSE	1일	11.85	12.43	11.58	11.35	11.10	10.54	11.46	10.75	10.38	10.63	12.36	12.12	11.38
		3일	11.68	12.22	11.30	11.03	10.69	10.26	10.96	10.67	11.72	11.61	13.54	12.86	11.54
		5일	11.92	12.94	11.98	11.51	11.45	11.40	11.96	11.68	12.70	12.32	14.42	13.41	12.31
아시아	ME	1일	1.82	3.03	2.93	3.63	1.52	-0.90	-1.34	-1.55	0.03	1.51	2.29	0.89	1.15
		3일	3.07	4.73	3.01	4.16	4.76	6.10	4.75	4.25	3.52	3.56	4.58	1.50	4.00
		5일	-2.09	1.99	-2.33	2.10	2.25	4.74	2.42	-1.16	-1.69	-1.32	1.14	0.00	0.51
	RMSE	1일	11.28	12.43	12.03	12.10	10.91	10.72	10.61	10.68	9.75	10.31	10.98	11.18	11.08
		3일	20.55	21.23	19.88	22.76	21.77	19.24	17.86	16.72	17.77	18.99	19.87	22.48	19.93
		5일	34.67	37.87	35.23	40.48	35.85	33.24	26.69	27.80	32.49	34.77	37.20	40.00	34.69

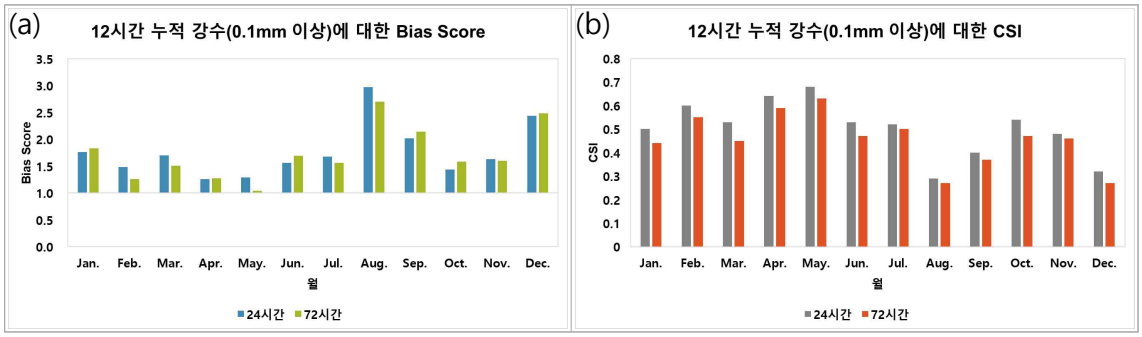


그림 4.1.4 전지구예보시스템(KIM-Global)의 12시간 누적 강수(0.1mm 이상)의 24시간, 72시간의 예측정확도. (a)는 Bias Score, (b)는 CSI.

그림 4.1.4는 전지구예보시스템(KIM-Global)의 한반도 영역에서의 12시간 누적강수(0.1mm 이상)에 대한 24시간 및 72시간 예측정확도를 나타낸다. 강수 치우침(Bias Score)의 경우, 모든 월에서 1 이상으로 나타나서 과대 모의하는 경향을 보였다. 특히 8월에 약 3.0으로 과대 모의가 가장 크게 나타났고, 반면에 2, 4, 5월에는 1.0~1.5 정도로 과대 모의가 상대적으로 작게 나타났다. 이와 유사하게 성공임계지수(CSI)는 2, 4, 5월에 0.55 이상으로 다른 월에 비해 상대적으로 높게 나타났고, 8월과 12월에 0.3 내외로 가장 낮게 나타났다.

표 4.1.3 KIM-Global 12시간 누적 강수(0.1mm 이상)에 대한 24시간 예측정확도

임계값 / 검증지수	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
정확도(Accuracy)	0.83	0.79	0.84	0.90	0.92	0.85	0.66	0.61	0.70	0.82	0.83	0.83
치우침(Bias Score)	1.76	1.48	1.70	1.26	1.29	1.56	1.68	2.97	2.02	1.44	1.63	2.44
성공임계지수(CSI)	0.50	0.60	0.53	0.64	0.68	0.53	0.52	0.29	0.40	0.54	0.48	0.32
공정임계지수(ETS)	0.40	0.41	0.43	0.56	0.61	0.43	0.23	0.14	0.23	0.41	0.38	0.26
적중률(POD)	0.92	0.93	0.94	0.88	0.92	0.88	0.92	0.89	0.86	0.86	0.85	0.84

표 4.1.4 KIM-Global 12시간 누적 강수(0.1mm 이상)에 대한 72시간 예측정확도

임계값 / 검증지수	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
정확도(Accuracy)	0.80	0.78	0.82	0.88	0.92	0.82	0.65	0.63	0.67	0.77	0.83	0.81
치우침(Bias Score)	1.83	1.26	1.51	1.27	1.04	1.69	1.56	2.70	2.14	1.58	1.60	2.48
성공임계지수(CSI)	0.44	0.55	0.45	0.59	0.63	0.47	0.50	0.27	0.37	0.47	0.46	0.27
공정임계지수(ETS)	0.32	0.36	0.34	0.50	0.56	0.36	0.21	0.13	0.20	0.32	0.35	0.20
적중률(POD)	0.86	0.80	0.78	0.84	0.79	0.86	0.85	0.79	0.85	0.82	0.82	0.73

4.1.2 통합모델 기반 전지구예보시스템(UM-Global)

그림 4.1.5는 전지구예보시스템(UM-Global)의 북반구 영역에서의 예측시각별 분석검증(a~c)과 관측검증(d~f) 결과를 변수별로 비교한 것이다. 850hPa 기온과 500hPa 지위고도는 분석검증이 관측보다 예측오차가 크고, 250hPa 풍속은 관측검증이 분석검증보다 오차가 크게 나타났다. 850hPa 기온 분석검증은 10일 이후, 그리고 850hPa 기온 관측검증과 500hPa 지위고도 분석·관측검증의 4일 이후 예측을 제외하고는 음의 편차(Mean Error)가 나타났다.

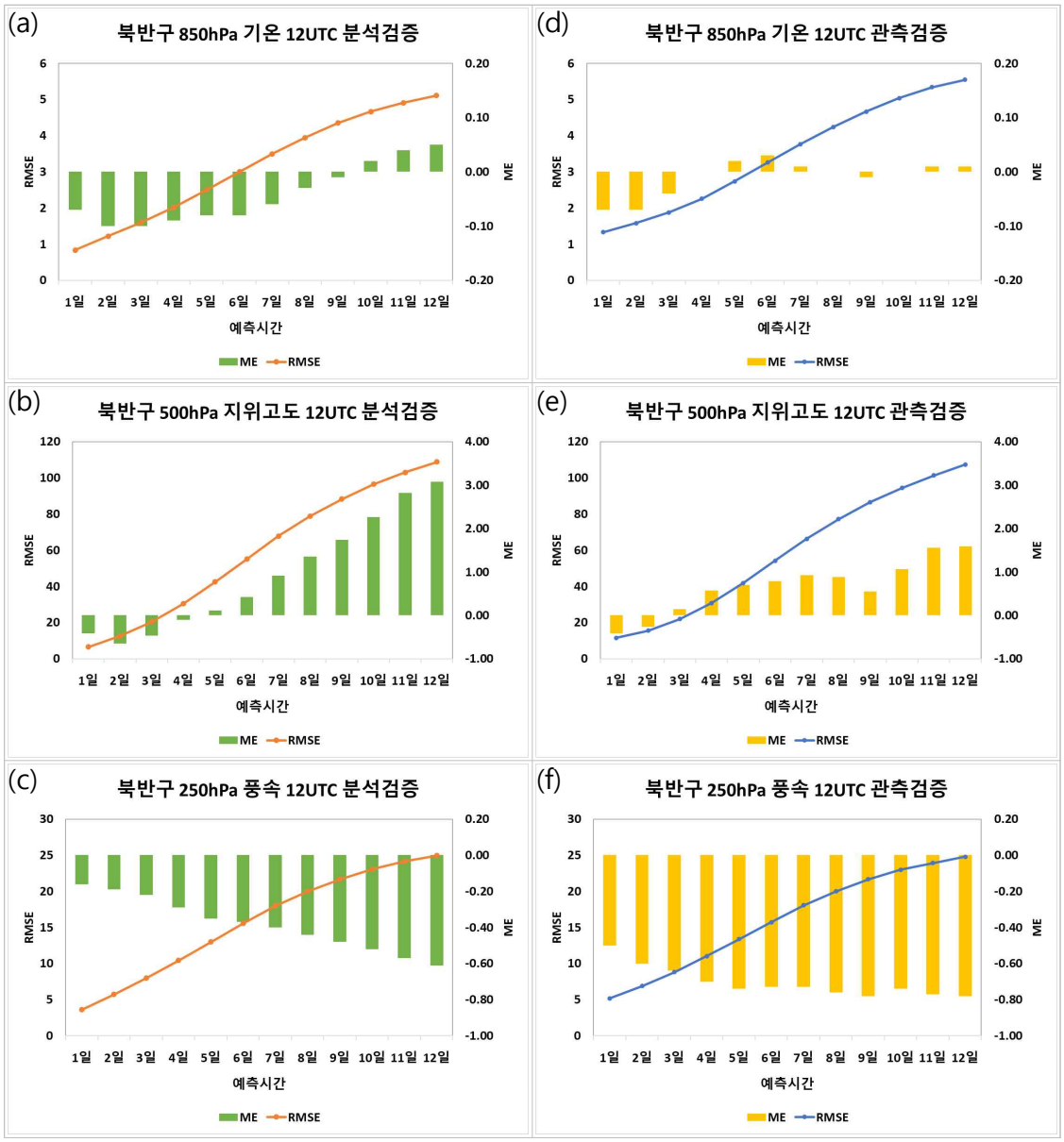


그림 4.1.5 전지구예보시스템(UM-Global)의 북반구 영역 예측시간에 따른 850hPa 기온(a, d), 500hPa 지위고도(b, e), 250hPa 풍속(c, f)의 연평균 예측시각별 분석검증(a~c)과 관측검증(d~f) 결과 비교. 꺾은선 그래프는 RMSE, 막대그래프는 Mean Error. [단위: 기온 ℃, 지위고도 m, 풍속 m/s]

그림 4.1.6은 전지구예보시스템(UM-Global)의 아시아 영역에서의 예측시각별 분석검증(a~c)과 관측검증(d~f) 결과를 변수별로 비교한 것이다. 풍속은 북반구 영역에서의 오차 특성과 유사하게 관측검증이 분석검증보다 예측오차가 크게 나타나나, 기온 및 지위고도는 관측검증의 ME가 다소 작게 나타났다. 기온의 경우, 예측 초기 음의 오차(ME)에서 점차 양의 오차로 전환되면서, 기준값(분석 및 관측)보다 다소 따뜻하게 모의하는 경향을 보였다.

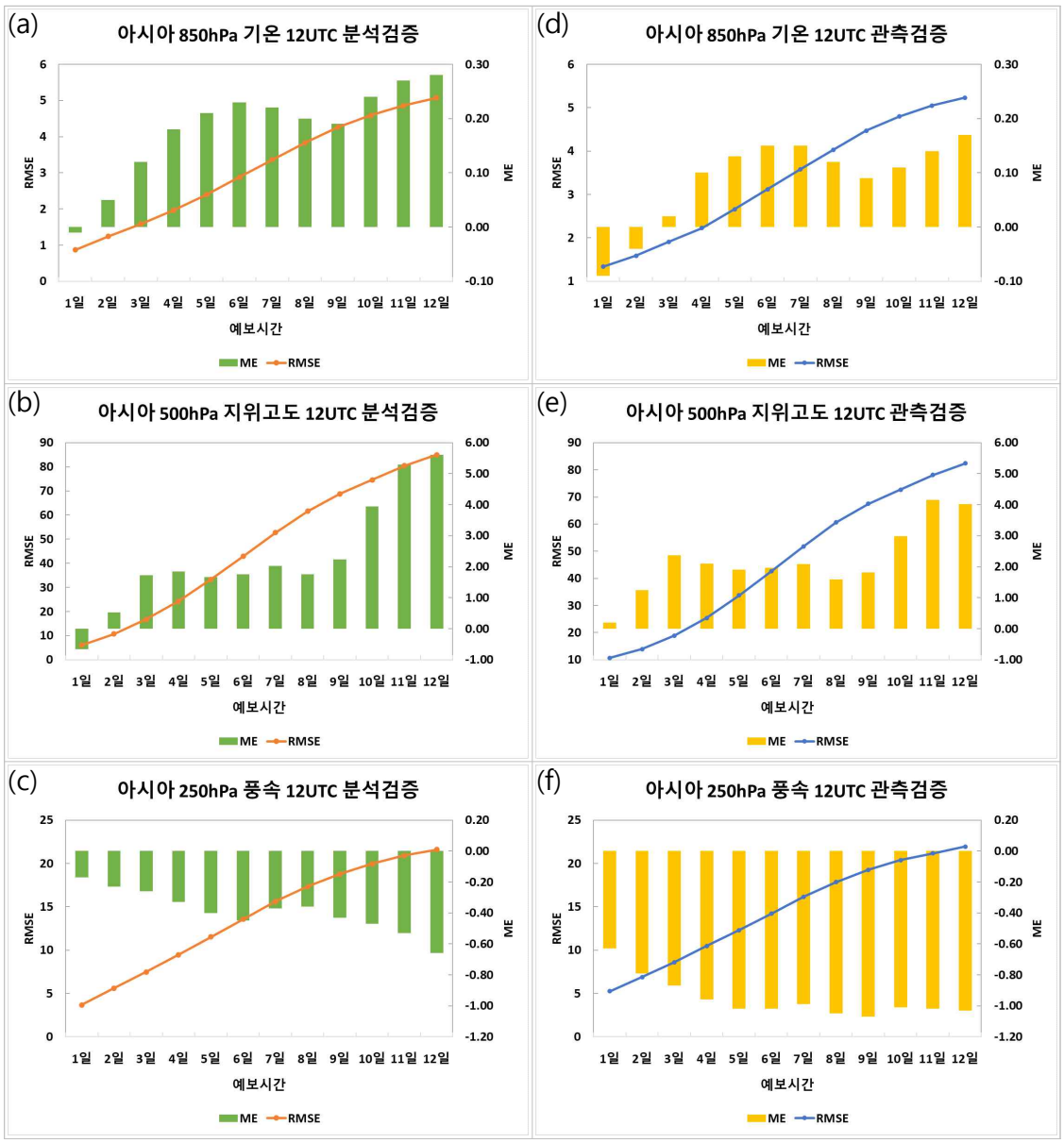


그림 4.1.6 전지구예보시스템(UM-Global)의 아시아 영역 예측시간에 따른 850hPa 기온(a, d), 500hPa 지위고도(b, e), 250hPa 풍속(c, f)의 연평균 예측시각별 분석검증(a~c)과 관측검증(d~f) 결과 비교. 꺾은선 그래프는 RMSE, 막대그래프는 Mean Error. [단위: 기온 °C, 지위고도 m, 풍속 m/s]

표 4.1.5 UM-Global 영역별 500hPa 지위고도의 예측시간별 분석검증[단위: m]

영역	방법	예측시간	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
북반구	ME	1일	-0.31	-0.31	-0.26	-0.05	0.42	0.14	-1.08	-0.94	-1.15	-0.51	-0.28	-0.58	-0.41
		3일	-1.11	-0.83	-0.17	0.67	1.94	0.58	-1.75	-1.55	-1.85	-0.84	0.28	-0.98	-0.47
		5일	-0.82	-0.20	0.17	1.98	4.86	2.11	-1.55	-1.90	-2.54	-0.98	0.89	-0.73	0.11
	RMSE	1일	7.63	7.37	6.96	6.85	6.44	6.22	5.89	5.72	5.50	5.92	6.75	7.56	6.57
		3일	23.78	22.90	21.75	21.52	20.22	20.13	16.54	16.67	17.14	19.01	22.39	23.30	20.45
		5일	50.56	48.72	45.51	46.48	42.34	40.81	33.46	33.56	35.64	40.76	46.63	45.38	42.49
남반구	ME	1일	-0.61	-0.76	-0.75	-0.76	-1.10	-1.90	-1.66	-0.86	-0.69	-0.52	-0.44	-0.59	-0.89
		3일	-0.71	-1.28	-1.58	-1.50	-1.74	-2.65	-2.76	-1.13	-1.12	-0.01	-0.16	-0.83	-1.29
		5일	-0.52	-1.39	-1.25	-1.82	-1.67	-2.25	-2.97	-0.78	-0.90	1.10	0.41	0.01	-1.00
	RMSE	1일	7.28	7.34	7.60	8.04	8.50	8.71	9.22	9.02	8.76	8.14	7.69	7.39	8.14
		3일	21.18	21.09	23.55	25.13	25.88	26.82	29.48	28.40	27.74	24.99	22.71	23.42	25.03
		5일	42.93	43.66	47.73	53.07	54.23	57.14	58.39	58.38	54.35	50.22	44.11	44.43	50.72
적도	ME	1일	-1.07	-1.12	-1.02	-0.90	-1.37	-1.49	-1.77	-1.30	-1.02	-0.85	-0.74	-1.03	-1.14
		3일	-2.67	-2.30	-1.99	-1.44	-2.31	-1.80	-3.07	-2.08	-1.45	-1.16	-1.48	-2.05	-1.98
		5일	-4.07	-3.82	-3.21	-2.08	-2.74	-2.08	-3.91	-2.90	-1.45	-1.27	-1.65	-3.03	-2.68
	RMSE	1일	3.33	3.49	3.28	3.14	3.24	3.45	3.60	3.44	3.19	3.20	3.35	3.40	3.34
		3일	6.41	5.98	5.35	4.56	5.38	5.10	6.10	5.68	5.34	5.33	5.38	5.65	5.52
		5일	8.38	8.51	7.61	6.87	7.64	6.91	7.82	7.27	7.32	7.49	7.09	7.68	7.55
아시아	ME	1일	-1.58	-0.23	0.07	1.02	-0.46	-0.13	-1.39	-1.13	-1.45	-0.27	-0.17	-2.20	-0.66
		3일	-1.98	3.13	0.71	4.47	2.43	4.40	1.56	0.38	0.87	2.23	3.76	-1.34	1.72
		5일	-2.03	4.13	2.19	7.44	4.80	6.34	-2.23	-3.14	-3.15	0.99	4.37	0.31	1.67
	RMSE	1일	6.63	6.38	5.90	6.36	6.22	5.94	5.90	5.72	5.36	5.51	6.17	6.80	6.07
		3일	18.40	19.07	15.99	17.72	18.06	16.10	14.91	12.74	14.58	16.19	18.79	18.60	16.76
		5일	37.37	39.21	33.40	38.20	32.67	32.66	25.45	24.12	28.25	35.65	36.68	36.35	33.33

표 4.1.6 UM-Global 영역별 500hPa 지위고도의 예측시간별 관측검증[단위: m]

영역	방법	예측시간	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
북반구	ME	1일	-0.03	0.04	-0.44	-0.21	-0.45	0.40	0.14	-0.16	-1.66	-0.79	-0.51	-1.26	-0.41
		3일	-2.13	-0.22	-0.40	1.04	1.70	3.01	0.97	0.31	-1.32	-0.20	0.57	-1.66	0.14
		5일	-1.79	0.54	0.85	3.54	4.63	5.34	0.86	-0.33	-2.44	-1.72	-0.32	-0.74	0.70
	RMSE	1일	12.30	12.33	11.65	11.57	11.35	11.46	11.35	11.27	10.58	10.55	11.63	12.39	11.53
		3일	24.67	24.84	22.74	22.64	21.35	21.46	18.83	18.22	18.94	20.56	24.28	25.26	21.98
		5일	49.78	46.96	44.80	45.77	40.19	40.25	32.23	32.11	35.21	41.07	47.86	46.90	41.93
남반구	ME	1일	-3.31	-2.19	-2.08	-2.21	-3.28	-3.75	-4.54	-4.01	-3.94	-2.91	-2.98	-2.97	-3.18
		3일	-3.76	-3.29	-4.55	-1.86	-4.10	-3.00	-5.93	-5.20	-4.48	-3.31	-3.35	-3.80	-3.89
		5일	-2.26	-6.77	-5.86	-3.85	-6.11	-4.23	-6.79	-8.26	-1.18	-2.69	-3.61	-4.04	-4.64
	RMSE	1일	9.89	10.15	10.55	9.81	11.17	10.75	12.45	11.99	12.59	11.17	11.37	10.87	11.06
		3일	17.09	18.08	18.57	20.27	20.86	20.57	23.08	23.82	22.18	21.05	19.59	18.76	20.33
		5일	30.75	29.98	32.48	34.03	39.74	37.31	44.29	45.09	43.19	37.53	32.11	34.13	36.72
적도	ME	1일	-1.07	-1.12	-1.02	-0.90	-1.37	-1.49	-1.77	-1.30	-1.02	-0.85	-0.74	-1.03	-1.14
		3일	-2.67	-2.30	-1.99	-1.44	-2.31	-1.80	-3.07	-2.08	-1.45	-1.16	-1.48	-2.05	-1.98
		5일	-4.07	-3.82	-3.21	-2.08	-2.74	-2.08	-3.91	-2.90	-1.45	-1.27	-1.65	-3.03	-2.68
	RMSE	1일	11.15	11.35	11.02	11.02	10.19	9.74	10.66	9.99	10.66	11.20	13.05	12.00	11.00
		3일	13.03	12.41	12.04	11.58	11.00	10.25	11.50	10.78	11.62	12.01	13.79	13.32	11.94
		5일	14.12	14.56	13.37	13.03	13.08	11.50	12.33	11.43	12.83	12.87	14.34	14.24	13.14
아시아	ME	1일	0.08	1.78	-0.06	1.08	-1.01	0.60	0.48	0.70	-0.57	0.41	0.11	-1.22	0.20
		3일	-1.16	5.66	0.25	4.74	2.08	4.70	2.94	1.60	1.59	2.90	3.89	-0.78	2.37
		5일	-0.19	6.17	0.94	7.21	4.63	4.07	-1.31	-2.30	-3.11	0.78	4.63	1.34	1.91
	RMSE	1일	11.70	11.84	11.17	11.11	10.37	10.42	10.08	10.12	9.44	9.69	10.47	11.37	10.65
		3일	20.82	21.48	18.40	19.91	19.28	18.11	17.80	15.82	16.10	17.65	20.66	20.81	18.90
		5일	37.63	39.78	33.96	38.91	33.03	32.29	26.48	25.48	28.06	34.81	37.20	36.73	33.70

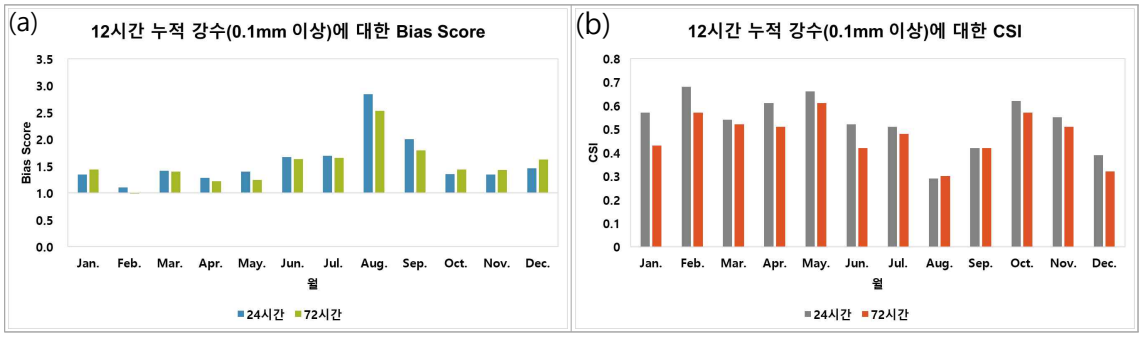


그림 4.1.7 전지구예보시스템(UM-Global)의 12시간 누적 강수(0.1mm 이상)의 24시간, 72시간의 예측정확도. (a)는 Bias Score, (b)는 CSI.

그림 4.1.7은 전지구예보시스템(UM-Global)의 한반도 영역에서의 12시간 누적강수(0.1mm 이상)에 대한 24시간 및 72시간 예측정확도를 나타낸다. 모든 월에서 강수 치우침 1 이상으로 나타나서 과대 모의하는 경향을 보이며, 8월에 약 2.5 이상으로 과대 모의가 가장 크게 나타난 반면, 2월에는 약 1.0 내외로 치우침이 가장 낮게 나타났다. 성공임계지수는 24시간 예측에서는 2, 4, 5, 10월에 0.6 이상으로, 그리고 72시간 예측에서는 2, 5, 10월에 0.55 이상으로 높게 나타났다.

표 4.1.7 UM-Global 12시간 누적 강수(0.1mm 이상)에 대한 24시간 예측정확도

임계값 / 검증지수	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
정확도(Accuracy)	0.88	0.87	0.86	0.89	0.91	0.85	0.64	0.63	0.72	0.87	0.88	0.90
치우침(Bias Score)	1.34	1.10	1.41	1.28	1.40	1.67	1.69	2.84	2.00	1.35	1.34	1.46
성공임계지수(CSI)	0.57	0.68	0.54	0.61	0.66	0.52	0.51	0.29	0.42	0.62	0.55	0.39
공정임계지수(ETS)	0.49	0.54	0.45	0.53	0.59	0.42	0.20	0.15	0.25	0.51	0.46	0.34
적중률(POD)	0.85	0.85	0.85	0.87	0.95	0.91	0.90	0.87	0.88	0.90	0.83	0.69

표 4.1.8 UM-Global 12시간 누적 강수(0.1mm 이상)에 대한 72시간 예측정확도

임계값 / 검증지수	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
정확도(Accuracy)	0.82	0.82	0.85	0.86	0.90	0.80	0.62	0.66	0.74	0.84	0.86	0.87
치우침(Bias Score)	1.44	0.99	1.40	1.22	1.24	1.63	1.65	2.53	1.79	1.44	1.43	1.62
성공임계지수(CSI)	0.43	0.57	0.52	0.51	0.61	0.42	0.48	0.30	0.42	0.57	0.51	0.32
공정임계지수(ETS)	0.33	0.42	0.42	0.41	0.54	0.31	0.17	0.16	0.26	0.44	0.42	0.27
적중률(POD)	0.74	0.72	0.82	0.74	0.85	0.78	0.86	0.80	0.82	0.88	0.82	0.64

4.2. 연도별 예측성능 변화 추세

한국형수치예보모델(KIM-Global)은 2020년 4월부터 현업운영을 시작하였으나, 세계기상기구 검증선도센터(WMO-LCDNV[11])에 검증자료를 제출하기 시작한 2022년 1월을 기준으로 기상청 공식 전지구예보모델으로 변경하여 연도별 예측성능을 비교하였다. 이에 따라 4.2절에 제시한 모든 그림에서 2022년 이후 검증값은 한국형수치예보모델(KIM-Global)에 대한 수치이다.

그림 4.2.1은 2002년 이후 기상청 전지구예보시스템의 북반구 850hPa 기온 예측에 대한 AC의 변화이다. 그림에서 850hPa 기온의 5일 예측 AC는 2005년 이후 지속적인 증가 추세를 보이다가, 2019년에 가장 높은 값을 나타낸 이후 소폭 감소하여 그 이전과 유사한 수치를 보였다. 한편 한국형전지구모델(KIM-Global)로 변경된 2022년 이후에는 4일 이내 예측에서는 성능이 유지되고 있는 반면, 5일 이상 예측에서는 약한 상승과 하락이 반복되고 있다.

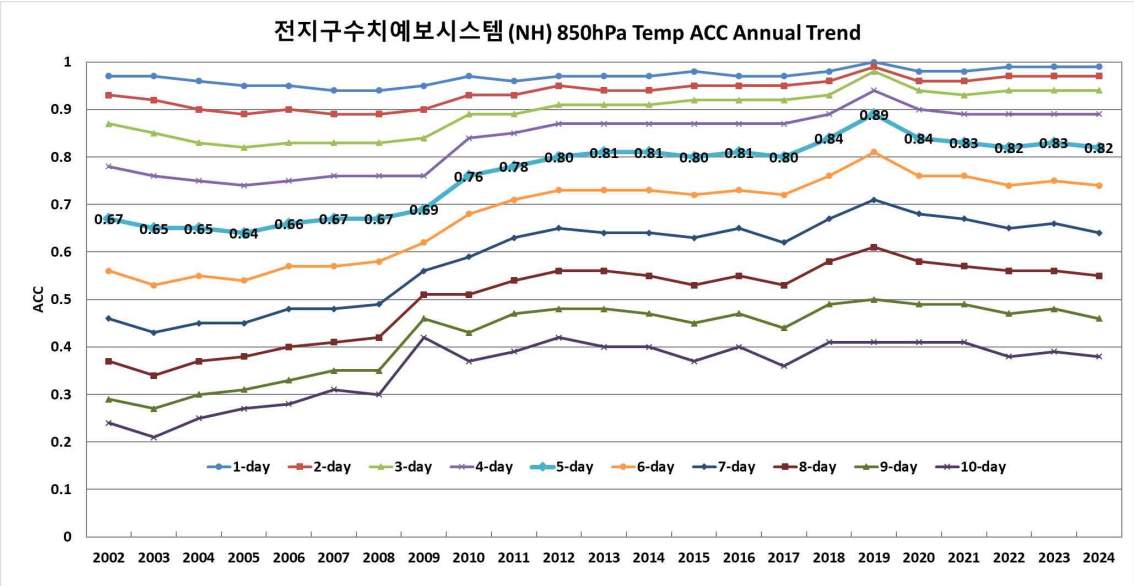


그림 4.2.1 GDAPS 북반구 850hPa 기온의 예측시간별 AC 연변화(분석검증)
(※ 2022년부터는 KIM-Global 자료임)

11) WMO-LCDNV: WMO Lead Centre for Deterministic Forecast Verification

그림 4.2.2는 2002년 이후 기상청 전지구예보시스템의 북반구 500hPa 지위고도에 대한 분석검증 RMSE의 연평균 변화이다. 제시된 모든 예측시간에서 예측오차가 지속적으로 감소하는 추세를 보였으며 통합모델이 현업운영을 시작한 2010년에 뚜렷한 성능 개선이 나타났다. 한국형전지구예보모델(KIM-Global)으로 변경된 2022년은 대부분의 예측시각에서 전년과 대비하여 예측오차가 소폭 증가하는 경향이 나타났으며, 2023년은 2022년과 유사하거나 다소 우수하였고, 2024년는 2022년과 유사한 성능을 보였다.

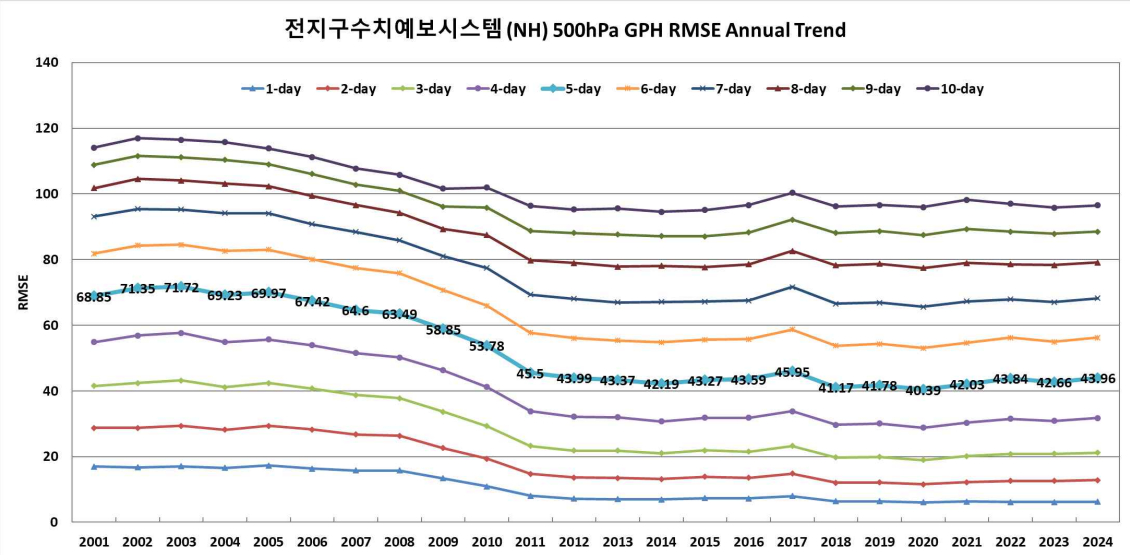


그림 4.2.2 GDAPS 북반구 500hPa 지위고도의 예측시간별 RMSE 연변화(분석검증)
(※ 2022년부터는 KIM-Global 자료임)

그림 4.2.3은 북반구 500hPa 지위고도 5일 예측에 대한 2011년 이후 월별 forecast bust 분포도이며, 이는 RMSE는 43m 초과하고 AC는 0.87 미만인 낮은 예측성능 조건을 만족하는 사례의 빈도를 나타낸다. 낮은 예측성능을 보인 횟수는 증가와 감소를 반복하였으나, 2011년 이후 지속적인 감소 경향을 보였다. 한편, 2022년은 185회로 2021년 110회에 비해 큰 폭으로 증가하였으나, 2023년에는 129회로 줄어들어 전년도보다는 bust 사례가 크게 줄어들었다. 2024년은 171회로 다시 증가하는 경향을 보였으며, 특히 봄철의 성능 하락이 다소 두드러졌다.

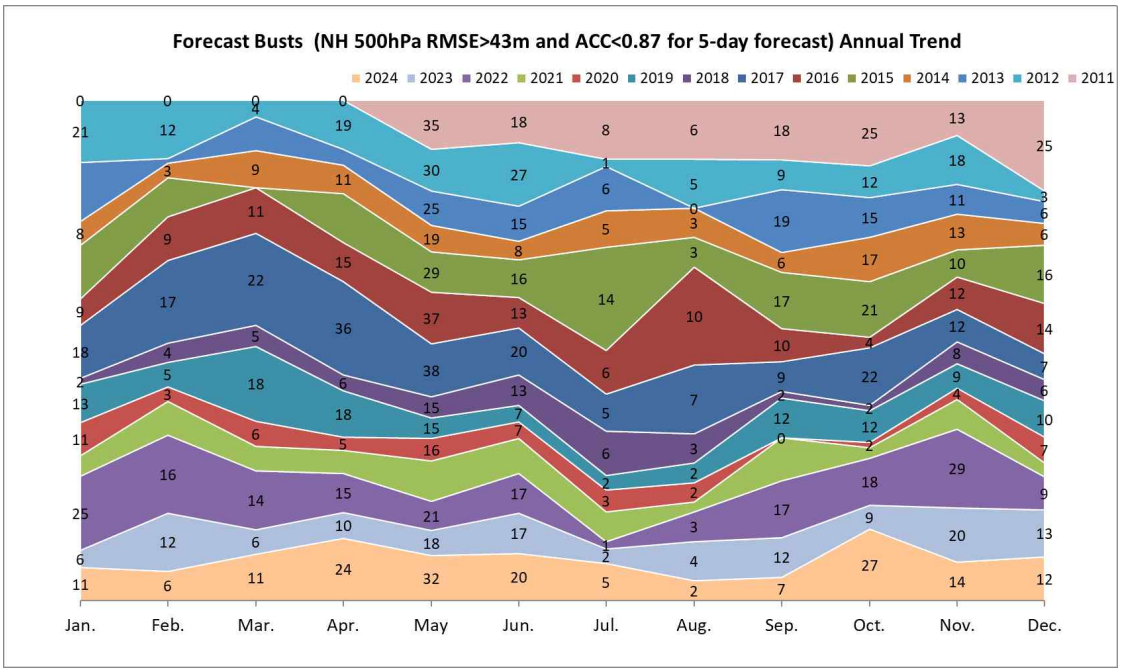


그림 4.2.3 GDAPS 북반구 500hPa 지위고도의 5일 예측 forecast bust의 연별 및 월별 분포
(※ 2011년 이후 분석검증, 2011년은 5~12월 기간임, 2022년 부터는 KIM-Global 자료임)

표 4.2.1 GDAPS 북반구 500hPa 지위고도의 5일 예측 forecast bust의 연별 및 월별 자료

연도	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Sum.
2011	-	-	-	-	35	18	8	6	18	25	13	25	148
2012	21	12	4	19	30	27	1	5	9	12	18	3	161
2013	20	1	8	6	25	15	6	0	19	15	11	6	132
2014	8	3	9	11	19	8	5	3	6	17	13	6	108
2015	18	8	0	19	29	16	14	3	17	21	10	16	171
2016	9	9	11	15	37	13	6	10	10	4	12	14	150
2017	18	17	22	36	38	20	5	7	9	22	12	7	213
2018	2	4	5	6	15	13	6	3	2	2	8	6	72
2019	13	5	18	18	15	7	2	2	12	12	9	10	123
2020	11	3	6	5	16	7	3	2	0	2	4	7	66
2021	7	7	6	9	29	15	4	1	13	4	11	4	110
2022	25	16	14	15	21	17	1	3	17	18	29	9	185
2023	6	12	6	10	18	17	2	4	12	9	20	13	129
2024	11	6	11	24	32	20	5	2	7	27	14	12	171

그림 4.2.4는 2011년부터 2024년까지의 북반구 500hPa 지위고도 7일 예측에 대한 AC의 구간별 누적분포이다. 2022년에 80% 이상 90% 미만과 70% 이상의 높은 AC 빈도가 각각 123과 409으로 전년도 대비 낮았으나, 2023년에는 153과 483으로 높아졌다. 그러나 2024년도에는 80~90% 비율은 유사하나 70~80%의 비율이 낮아지면서 70% 이상의 비율이 410으로 2022년 수준으로 나타났다(표 4.2.2).

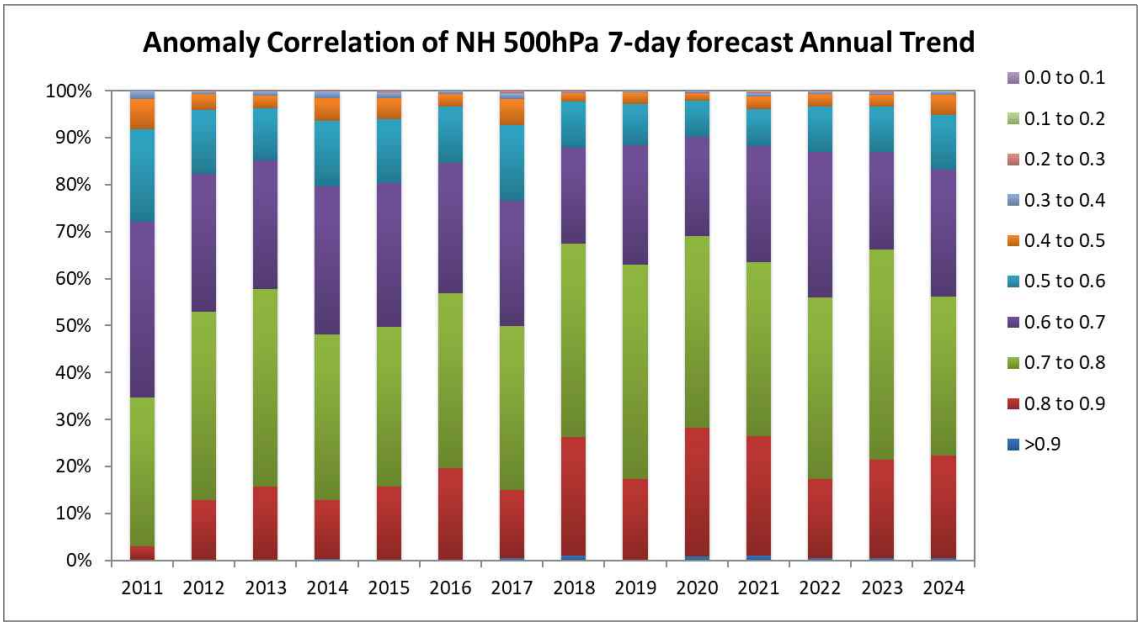


그림 4.2.4 GDAPS 북반구 500hPa 지위고도 7일 예측 AC의 구간별 누적 분포
(※ 2011년 이후 분석검증, 2011년은 5~12월 기간임, 2022년부터는 KIM-Global 자료임)

표 4.2.2 GDAPS 북반구 500hPa 지위고도 7일 예측 AC의 구간별 누적 분포 자료

누적 범위	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
0.0 to 0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.1 to 0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
0.2 to 0.3	0	1	1	1	2	0	4	2	0	0	2	1	2	0
0.3 to 0.4	9	4	7	11	10	5	9	1	2	3	6	4	4	5
0.4 to 0.5	31	25	19	35	32	19	40	14	19	13	19	19	18	32
0.5 to 0.6	97	99	81	102	100	88	118	72	64	56	58	71	71	84
0.6 to 0.7	183	215	200	230	223	203	195	148	185	155	181	226	152	198
0.7 to 0.8	155	294	308	258	248	273	254	301	334	298	270	283	327	247
0.8 to 0.9	14	94	114	92	115	144	107	184	126	201	186	123	153	160
>0.9	1	0	1	2	0	0	3	8	0	6	7	3	3	3

그림 4.2.5~4.2.7은 전지구예보시스템의 북반구 850hPa 기온, 500hPa 지위고도, 250hPa 풍속의 예측시간별 월평균 RMSE를 나타낸다(2022년부터는 KIM-Global 자료임). 2001년 이후 전체적인 오차는 감소하는 추세를 보인다(적도 및 남반구 성능 변화 추세는 부록 D.10 참고).

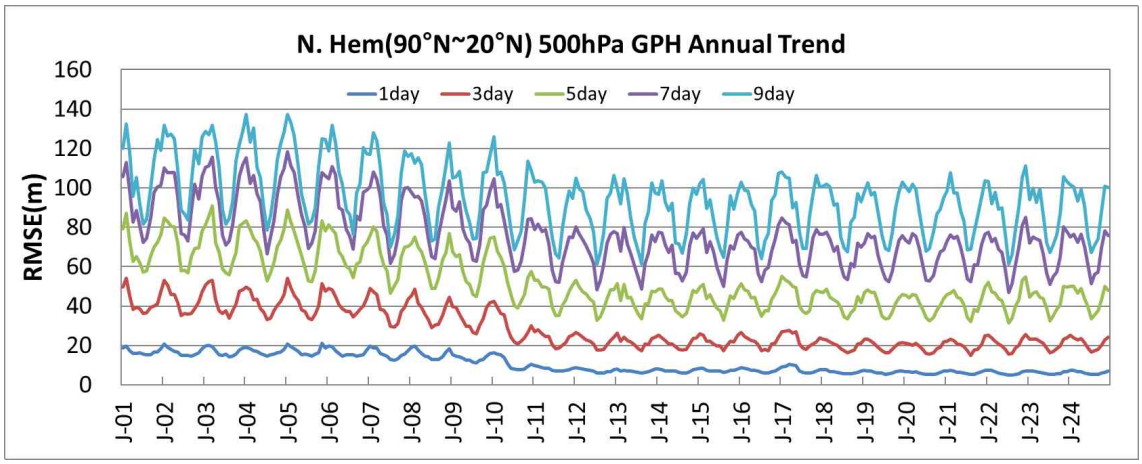


그림 4.2.5 GDAPS 북반구 500hPa 지위고도의 예측시간별 월평균 RMSE

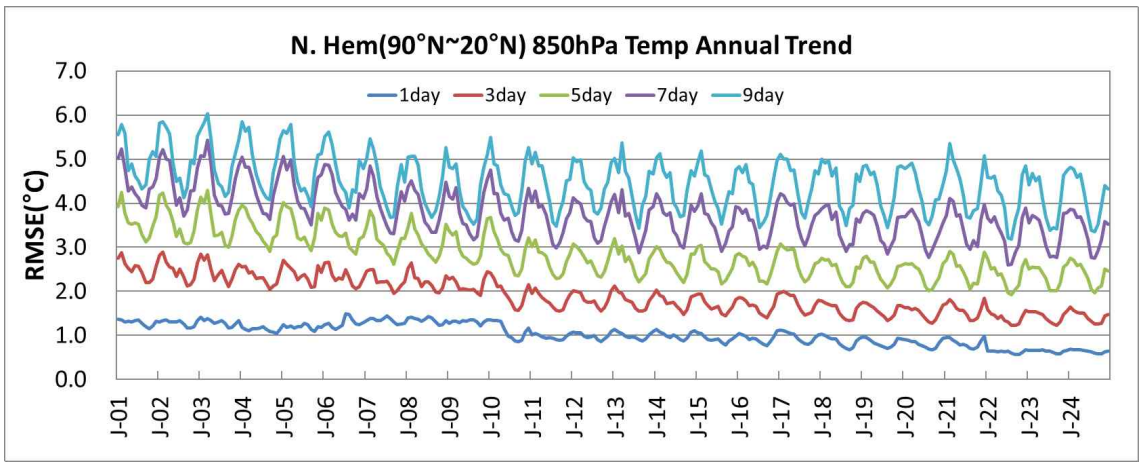


그림 4.2.6 GDAPS 북반구 850hPa 기온의 예측시간별 월평균 RMSE

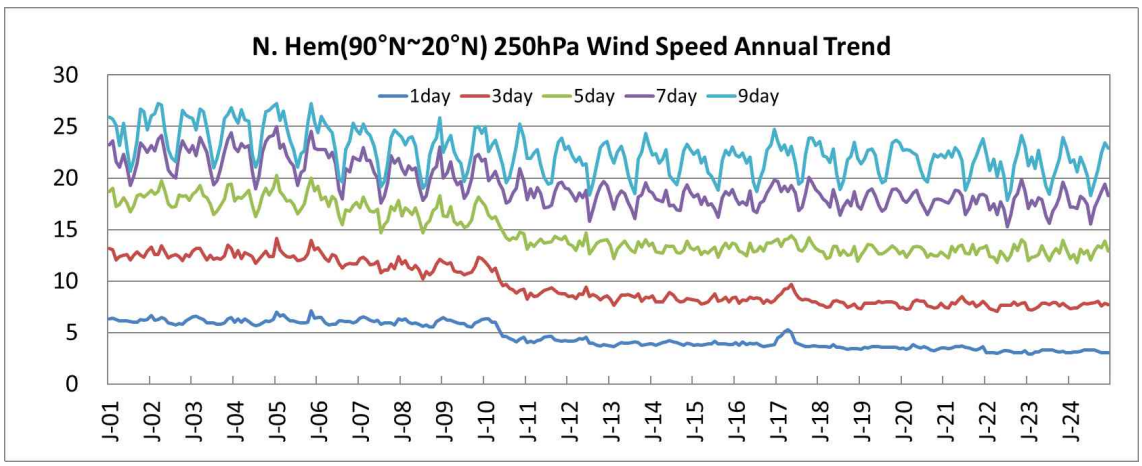


그림 4.2.7 GDAPS 북반구 250hPa 풍속의 예측시간별 월평균 RMSE

4.3. 국외 수치예보모델과의 비교

그림 4.3.1과 4.3.2는 국내외 전지구예보모델들의 북반구 500hPa 지위고도에 대한 월별 120시간 예측오차를 나타내고 있다. ECMWF의 전지구모델이 가장 우수하게 나타났으며, 영국기상청(UKMO) 모델이 그 뒤를 이었다. 전지구예보모델 KIM-Global은 1월과 6, 7월에는 UM-Global 보다 상대적으로 우수하였으나, 다른 기간에는 다소 성능이 낮게 나타났다. 특히 2024년도에는 러시아기상청(Russia)의 여름철 성능 향상이 두드러졌다.

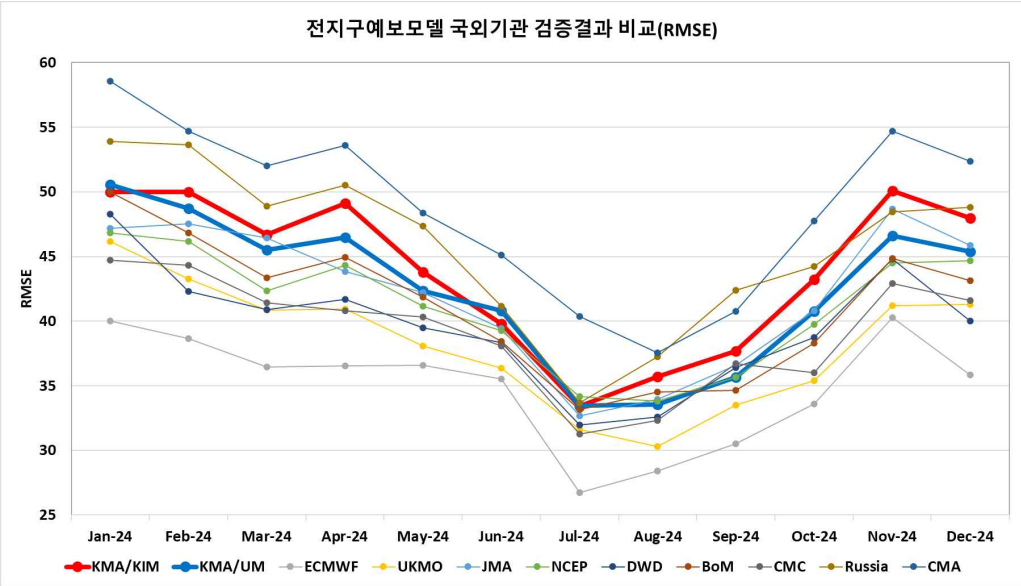


그림 4.3.1 국내외 전지구예보모델의 북반구 500hPa 지위고도 120시간 예측 월별 RMSE 비교[단위: m]

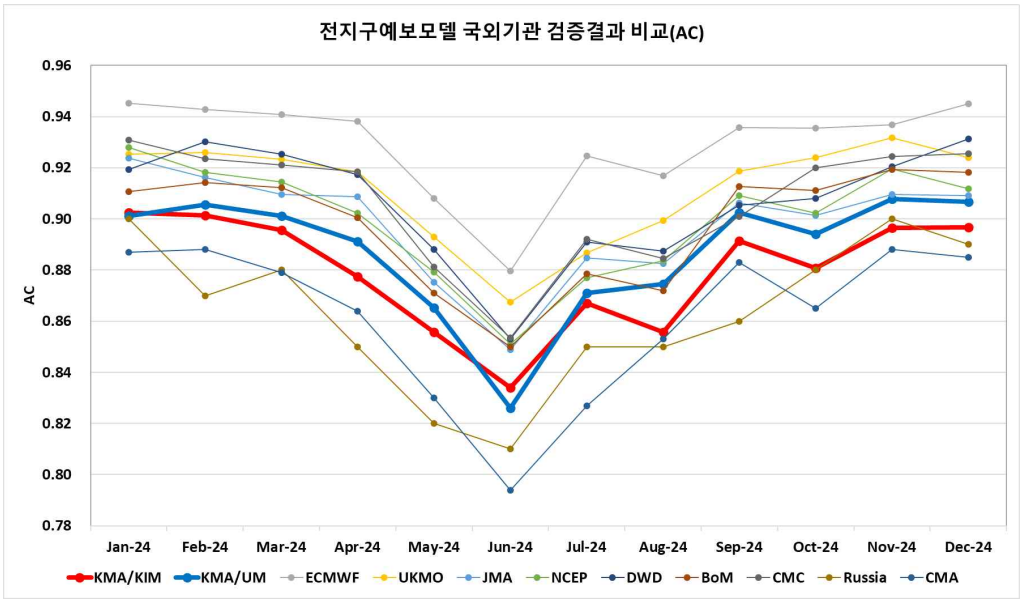


그림 4.3.2 국내외 전지구예보모델의 북반구 500hPa 지위고도 120시간 예측 월별 AC 비교[단위: m]

5. 지역예보모델(RDAPS) 성능

5.1 예측시간별 예측성능

그림 5.1.1은 지역예보모델(KIM-Regional)의 850hPa 기온(a, b)과 500hPa 지위고도(c, d)에 대한 분석검증과 관측검증에 대한 RMSE이다. 그림에서 나타나듯이 관측검증(b, d)이 분석검증(a, c)에 비해 RMSE가 다소 높게 나타나며, 특히 예측 초기에 그 차이가 크게 나타난다.

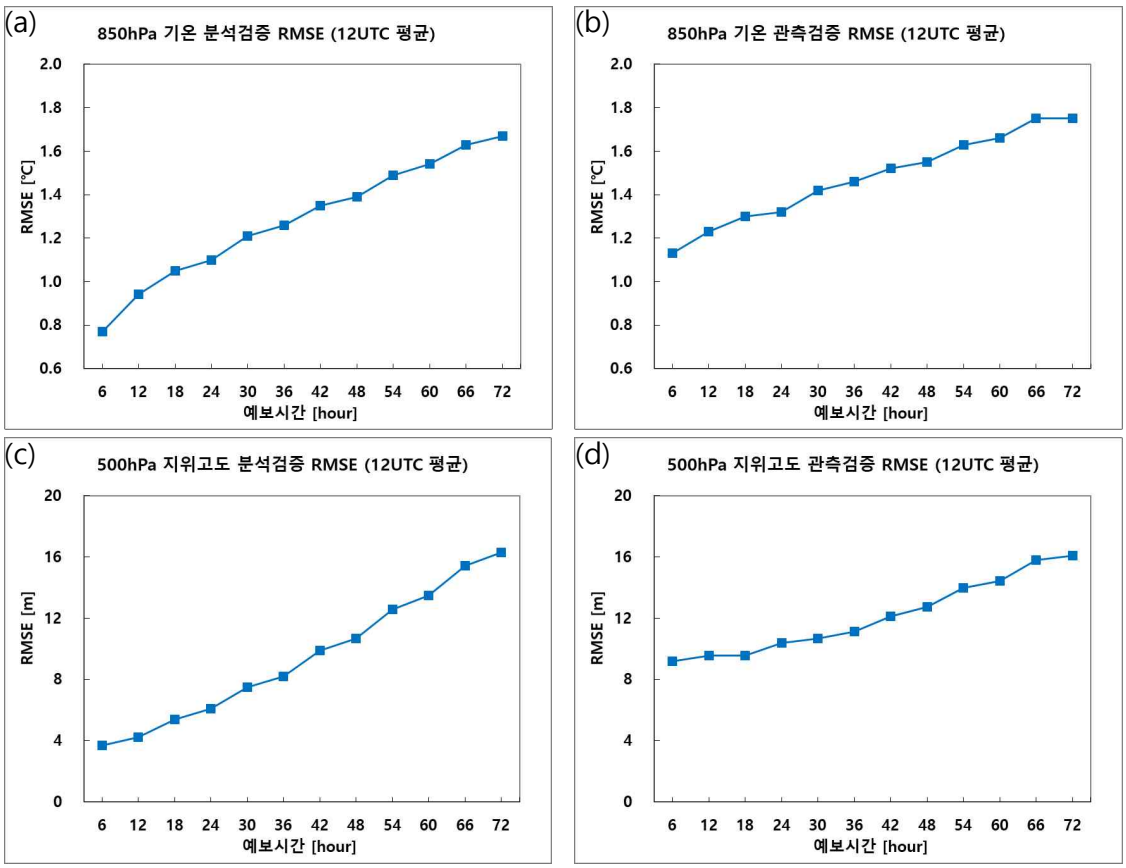


그림 5.1.1 2024년 연평균 지역예보모델(KIM-Regional) RMSE 성능
(a) 850hPa 기온의 분석검증, (b) 850hPa 기온의 관측검증
(c) 500hPa 지위고도의 분석검증, (d) 500hPa 지위고도의 관측검증

그림 5.1.2는 지역예보모델의 예측시각별 강수검증 결과이다. 약한 강수(0.1mm/6h)의 CSI는 예측시간에 따라 0.52부터 0.40으로 나타나고, 강수(25.0mm/6h)의 CSI는 0.24에서 0.15로 상대적으로 낮게 나타난다. Bias Score의 경우, 약한 강수는 첫 6시간 예측을 제외하고는 1.1 이상으로 나타나, 관측대비 다소 과대 모의하는 경향을 나타내는 반면, 강한 강수는 6시간 간격으로 과소 및 과대 모의가 번갈아 나타났다.

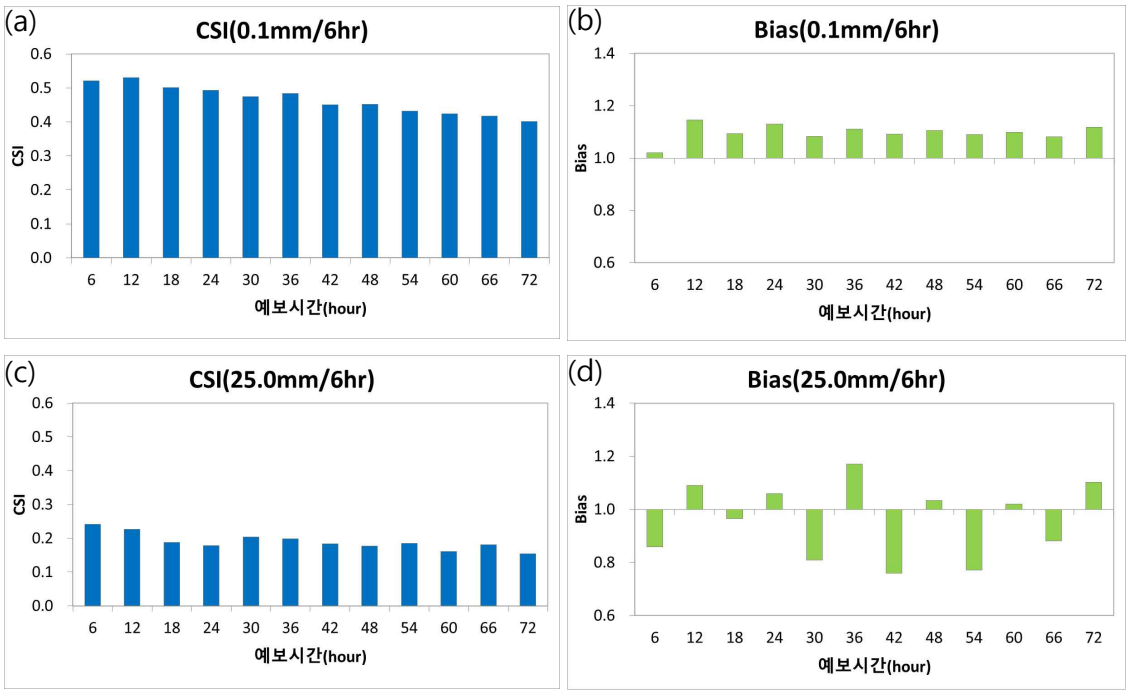


그림 5.1.2 지역예보모델(KIM-Regional) 2024년 강수검증
(a) 강수량 0.1mm/6hr에 대한 CSI, (b) 강수량 0.1mm/6hr에 대한 Bias Score,
(c) 강수량 25.0mm/6hr에 대한 CSI, (d) 강수량 25.0mm/6hr에 대한 Bias Score

5.2. 월별 예측성능

표 5.2.1과 5.2.2는 각각 500Pa 지위고도와 850hPa 온도의 24시간 예측에 대한 월별 분석 및 관측 검증 결과이다. 기온과 지위고도 모두 연 평균적으로 기준(분석 및 관측)보다 작게 모의하여 음의 ME를 나타내었고, 계절별로는 기온은 봄철에 크고 지위고도는 관측에 대해 여름에서 가을철의 오차가 상대적으로 크게 나타났다.

표 5.2.3과 5.2.4는 각각 6시간 0.1mm 이상의 약한 강수에 대한 24시간 및 48시간 월별 예측정확도이다. Bias score는 여름과 겨울철에 1이상으로 과대모의하는 경향을 보였고, CSI는 8월과 12월이 가장 낮게, 그리고 2월과 5월에 높게 나타났다.

표 5.2.1 KIM-Regional 500hPa 지위고도, 850hPa 온도의 24시간 예측 분석검증[단위: 기온 ℃, 지위고도 m]

영역	방법	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
850hPa 기온	ME	0.24	0.19	-0.18	-0.41	-0.25	-0.28	-0.10	0.15	0.07	-0.17	-0.03	0.14	-0.05
	RMSE	1.20	1.26	1.22	1.18	1.10	1.25	1.14	0.98	0.92	0.97	0.97	0.98	1.10
500hPa 지위고도	ME	1.48	1.24	0.67	1.27	-0.13	-1.50	-1.93	-1.63	-1.26	-1.01	-0.10	-0.44	-0.28
	RMSE	6.29	6.09	6.72	6.40	6.15	5.82	6.25	6.59	5.50	5.42	5.64	6.22	6.09

표 5.2.2 KIM-Regional 500hPa 지위고도, 850hPa 온도의 24시간 예측 관측검증[단위: 기온 ℃, 지위고도 m]

영역	방법	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
850hPa 기온	ME	-0.20	-0.03	-0.62	-0.56	-0.32	-0.33	-0.09	0.08	0.04	-0.25	-0.22	-0.20	-0.22
	RMSE	1.39	1.54	1.49	1.51	1.30	1.33	1.20	1.09	1.14	1.32	1.28	1.27	1.32
500hPa 지위고도	ME	-5.07	-1.99	-1.85	0.14	-3.75	-6.38	-7.59	-8.93	-6.70	-6.35	-4.72	-5.88	-4.92
	RMSE	9.90	10.18	10.06	8.81	9.67	10.24	11.01	12.46	10.31	10.43	9.99	11.23	10.36

표 5.2.3 KIM-Regional 6시간 누적 강수(0.1mm 이상)에 대한 24시간 예측정확도

검증지수 \ 임계값	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
정확도(Accuracy)	0.90	0.85	0.90	0.93	0.95	0.92	0.77	0.83	0.85	0.90	0.92	0.90
치우침(Bias Score)	1.25	0.99	1.36	0.81	0.85	0.90	1.27	1.61	1.10	0.83	1.13	2.16
성공임계지수(CSI)	0.51	0.57	0.52	0.58	0.67	0.55	0.49	0.30	0.42	0.54	0.54	0.29
공정임계지수(ETS)	0.45	0.45	0.45	0.53	0.63	0.50	0.32	0.23	0.33	0.47	0.48	0.25
적중률(POD)	0.76	0.72	0.81	0.66	0.74	0.68	0.75	0.61	0.62	0.64	0.74	0.71

표 5.2.4 KIM-Regional 6시간 누적 강수(0.1mm 이상)에 대한 48시간 예측정확도

검증지수 \ 임계값	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
정확도(Accuracy)	0.88	0.84	0.88	0.91	0.95	0.92	0.75	0.85	0.83	0.87	0.91	0.89
치우침(Bias Score)	1.17	0.97	1.25	0.70	0.83	1.03	1.25	1.47	1.19	0.79	1.22	2.15
성공임계지수(CSI)	0.43	0.54	0.45	0.48	0.65	0.53	0.46	0.33	0.39	0.44	0.50	0.26
공정임계지수(ETS)	0.36	0.42	0.38	0.42	0.61	0.47	0.29	0.25	0.29	0.36	0.44	0.22
적중률(POD)	0.65	0.69	0.70	0.55	0.72	0.70	0.71	0.61	0.61	0.54	0.74	0.65

6. 국지예보시스템(LDAPS) 성능

6.1 예측시간별 예측성능

그림 6.1.1은 국지예보시스템(UM-Local)의 850hPa 기온(a, b)과 500hPa 지위고도(c, d)에 대한 분석검증과 관측검증에 대한 예측시각별 연평균 RMSE이다. 관측검증(b, d)이 분석검증(a, c)에 비해 RMSE가 다소 높게 나타나며, 특히 분석검증은 예측시간 간의 차이가 큰 반면, 관측검증은 예측시간에 따른 차이가 상대적으로 크지 않다.

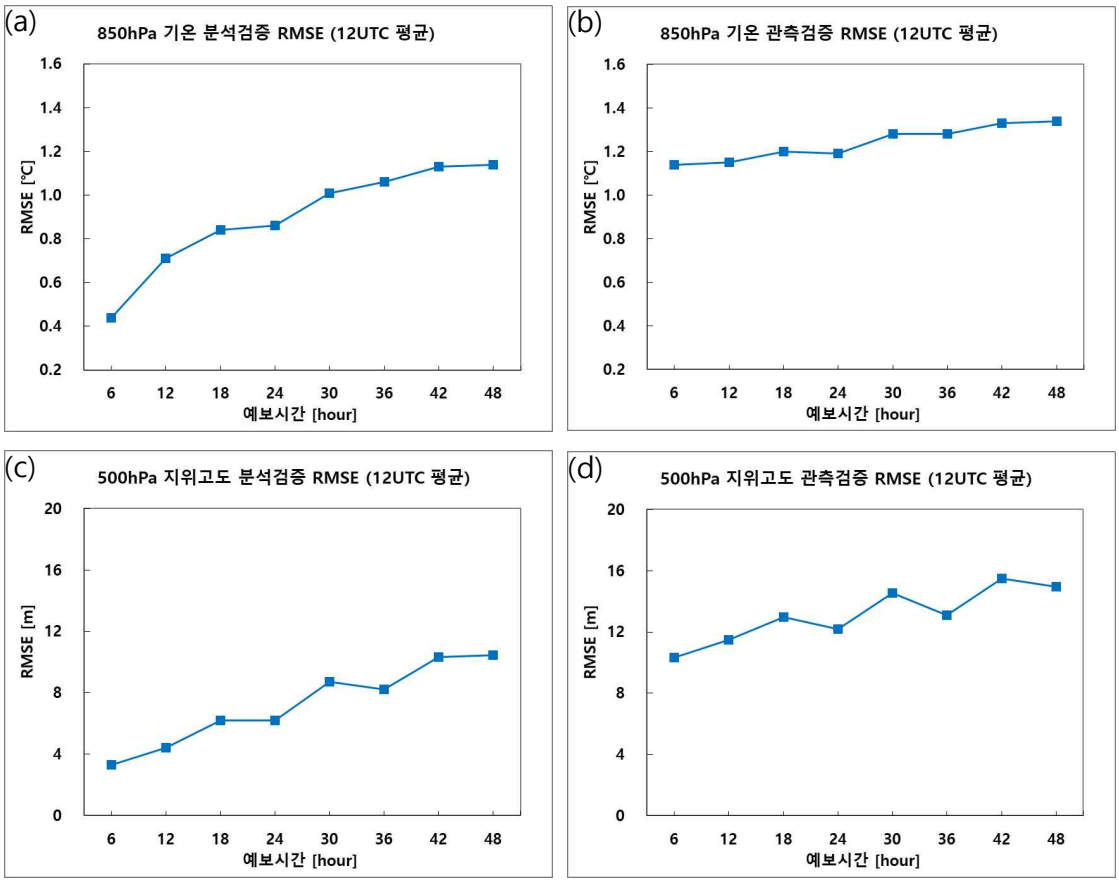


그림 6.1.1 2024년 연평균 국지예보시스템(UM-Local) RMSE 성능
(a) 850hPa 기온의 분석검증, (b) 850hPa 기온의 관측검증
(c) 500hPa 지위고도의 분석검증, (d) 500hPa 지위고도의 관측검증

그림 6.1.2는 약한 강수(0.1mm/6h)와 강한 강수(25.0mm/6h)에 대한 국지예보시스템의 예측시각별 연평균 CSI와 Bias Score이다. 약한 강수에 대한 CSI는 0.5 내외로 0.2 내외의 강한 강수보다 높게 나타났다. 약한 강수에 대해서는 모델이 과소 모의하고, 예측시각에 따른 변동은 뚜렷하진 않았으나, 강한 강수에 대해서는 과대모의하였다.

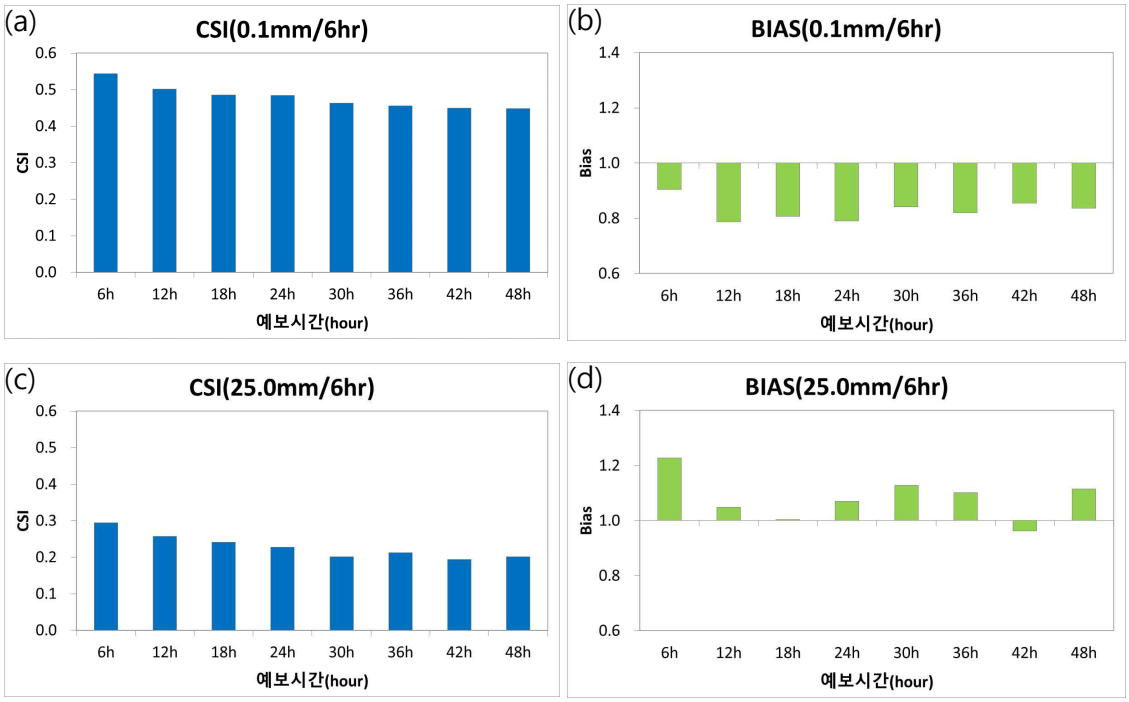


그림 6.1.2 국지예보시스템(UM-Local)의 2024년 강수검증
(a) 강수량 0.1mm/6hr에 대한 CSI, (b) 강수량 0.1mm/6hr에 대한 Bias Score,
(c) 강수량 25.0mm/6hr에 대한 CSI, (d) 강수량 25.0mm/6hr에 대한 Bias Score

6.2 월별 예측성능

표 6.2.1과 6.2.2는 각각 500Pa 지위고도와 850hPa 온도의 24시간 예측에 대한 분석장 및 관측 대비 월별 검증 결과이다. 기온과 지위고도 모두 월 평균적으로 기준(분석 및 관측)보다 작게 모의하여 음의 ME를 나타내었고, 계절별로는 기온은 봄철에 크고 지위고도는 분석과 관측 대비 봄과 겨울철의 오차가 상대적으로 크게 나타났다.

표 6.2.1 UM-Local 500hPa 지위고도, 850hPa 온도의 24시간 예측 분석검증[단위: 기온 ℃, 지위고도 m]

영역	방법	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
850hPa 기온	ME	-0.21	-0.20	-0.34	-0.39	-0.09	-0.11	0.07	0.03	-0.05	-0.06	-0.20	-0.20	-0.15
	RMSE	0.93	0.81	0.97	0.96	0.82	0.74	0.84	0.73	0.78	0.98	0.89	0.88	0.86
500hPa 지위고도	ME	-7.09	-1.10	-3.75	-0.41	-0.80	-1.15	-0.84	-0.51	-1.96	0.25	-3.32	-7.59	-2.35
	RMSE	8.81	5.58	7.46	5.74	6.20	5.44	5.74	4.70	4.06	5.22	6.14	9.46	6.21

표 6.2.2 UM-Local 500hPa 지위고도, 850hPa 온도의 24시간 예측 관측검증[단위: 기온 ℃, 지위고도 m]

영역	방법	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
850hPa 기온	ME	-0.02	-0.16	-0.48	-0.47	-0.14	-0.11	0.19	0.10	-0.17	-0.25	-0.16	-0.10	-0.15
	RMSE	1.33	1.01	1.29	1.42	1.15	1.10	1.16	0.93	0.98	1.35	1.29	1.29	1.19
500hPa 지위고도	ME	-15.07	-9.78	-11.88	-7.11	-6.77	-4.93	-3.72	-5.52	-10.83	-9.95	-13.09	-15.24	-9.49
	RMSE	16.65	12.21	14.53	9.69	10.81	7.98	8.83	8.61	12.58	12.06	15.15	17.04	12.18

표 6.2.3은 지상 기온 및 상대습도의 24시간 예측 관측검증 결과이다. 지상요소의 관측검증에 사용되는 자료는 자동기상장비(AWS) 자료이다. 지상기온은 3월부터 8월에는 관측보다 낮게, 그 이외에는 높게 모의하였고, 상대습도는 8~11월 중에 낮게 모의하는 경향을 보여주고 있다.

표 6.2.3 UM-Local 지상기온, 상대습도의 24시간 예측 관측검증[단위: 기온 ℃, 상대습도 %]

영역	방법	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
지상기온	ME	0.43	0.10	-0.34	-0.20	-0.41	-0.70	-0.59	-0.25	0.03	1.00	0.87	0.27	0.02
	RMSE	2.04	1.72	1.84	1.63	1.62	1.70	1.50	1.45	1.54	2.02	2.33	2.20	1.8
지상 상대습도	ME	0.65	0.84	1.86	3.00	1.59	1.11	0.76	-1.19	-3.13	-6.69	-2.33	0.43	-0.26
	RMSE	13.30	11.12	14.45	12.62	11.69	10.89	8.07	8.55	9.95	12.53	12.44	14.62	11.69

표 6.2.4과 6.2.5는 6시간 0.1mm 이상의 약한 강수에 대한 월별 예측정확도이다. 이 경우 CSI는 2월에서 6월이 높고, Accuracy는 여름철을 제외하고는 0.87 이상으로 높게 나타났다. Bias Score는 3월과 12월을 제외하고는 1보다 작은 값을 나타내어 과소 모의하였다.

표 6.2.4 UM-Local 6시간 누적 강수(0.1mm 이상)에 대한 24시간 예측정확도

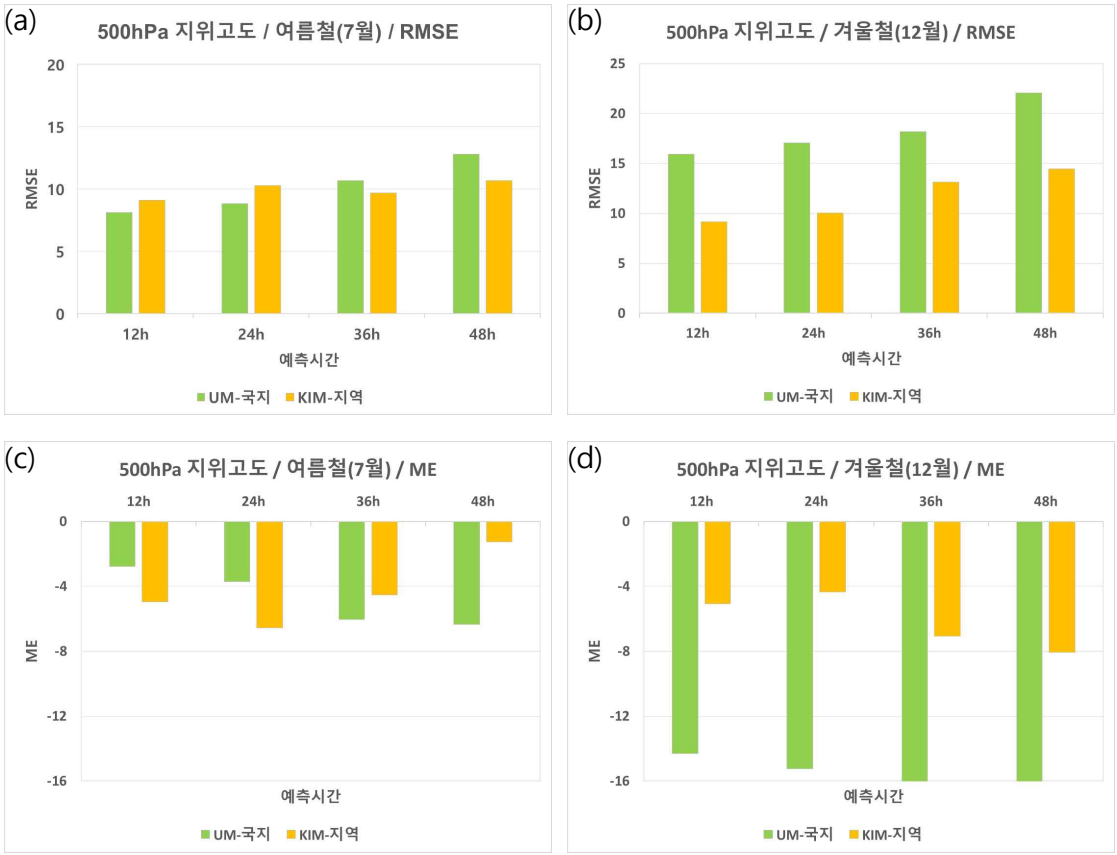
임계값 / 검증지수	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
정확도(Accuracy)	0.90	0.87	0.92	0.91	0.94	0.92	0.82	0.89	0.87	0.87	0.93	0.94
치우침(Bias Score)	0.87	0.79	1.01	0.75	0.89	0.91	0.81	0.61	0.58	0.53	0.91	1.09
성공임계지수(CSI)	0.45	0.59	0.58	0.50	0.61	0.55	0.51	0.27	0.38	0.39	0.54	0.33
공정임계지수(ETS)	0.39	0.49	0.52	0.45	0.57	0.50	0.38	0.22	0.31	0.32	0.50	0.30
적중률(POD)	0.58	0.66	0.74	0.58	0.72	0.68	0.61	0.34	0.43	0.43	0.67	0.52

표 6.2.5 UM-Local 6시간 누적 강수(0.1mm 이상)에 대한 48시간 예측정확도

임계값 / 검증지수	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
정확도(Accuracy)	0.88	0.85	0.91	0.90	0.93	0.92	0.80	0.87	0.87	0.88	0.92	0.92
치우침(Bias Score)	1.00	0.74	1.09	0.68	0.86	0.80	0.90	0.76	0.61	0.69	0.92	1.44
성공임계지수(CSI)	0.38	0.53	0.53	0.44	0.57	0.50	0.48	0.26	0.36	0.43	0.52	0.30
공정임계지수(ETS)	0.32	0.43	0.48	0.39	0.52	0.45	0.34	0.21	0.30	0.36	0.47	0.27
적중률(POD)	0.55	0.60	0.73	0.51	0.67	0.60	0.61	0.36	0.43	0.51	0.65	0.56

6.3 지역예보시스템과 국지예보시스템의 예측성능 비교

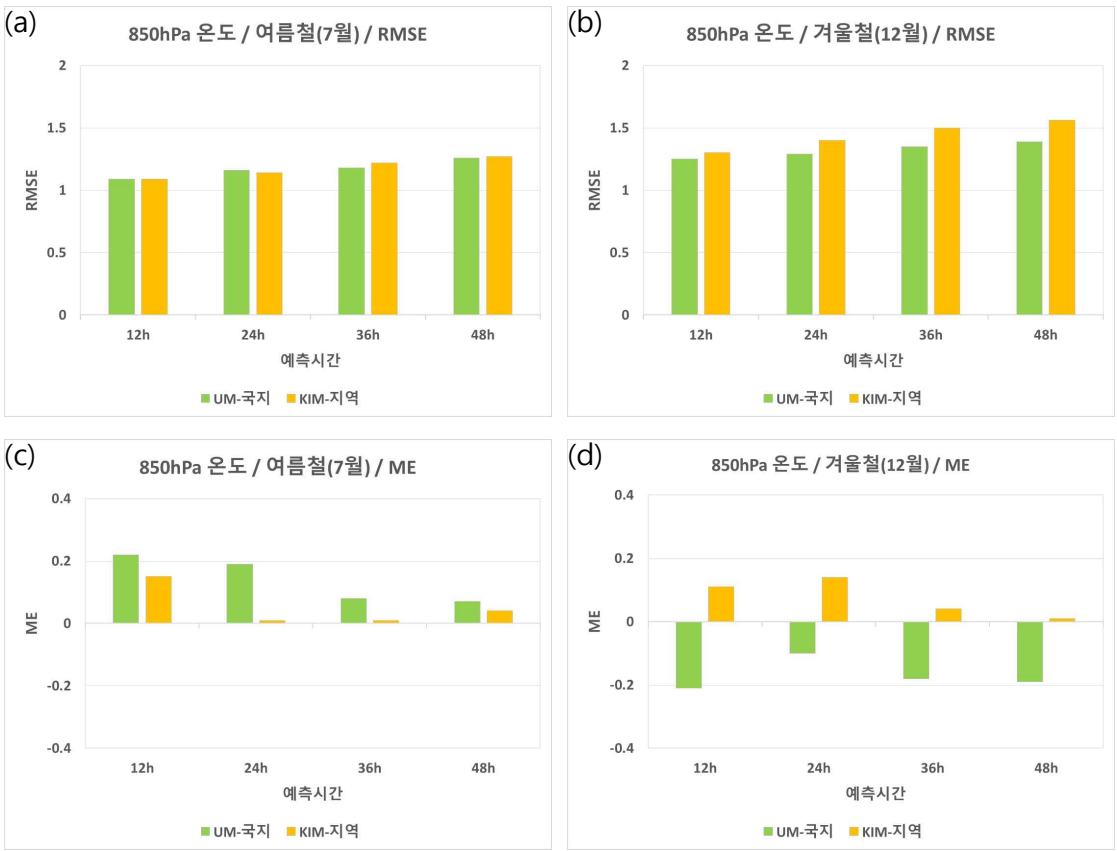
그림 6.3.1은 지역예보시스템(KIM-Regional)과 국지예보시스템(UM-Local)의 여름철(7월), 겨울철(12월)에 대한 500hPa 지위고도의 관측자료 대비 RMSE와 ME를 비교한 것으로, 여름철은 국지예보시스템의 예측오차(RMSE)가 지역예보시스템보다 작게 나타난 반면, 겨울철에는 지역예보시스템의 오차가 작게 나타났다. 두 모델 모두 여름철과 겨울철 ME가 음의 값을 보였으며, 겨울철의 지역예보시스템의 오차가 국지예보시스템 대비 두드러지게 작게 나타났다.



* 관측자료: 한반도 및 주변 라디오존데 12개 지점

그림 6.3.1 지역예보시스템(KIM-Regional)과 국지예보시스템(UM-Local)의 여름철(7월), 겨울철(12월)에 대한 500hPa 지위고도의 관측검증 RMSE(a, b)와 ME(c, d) 비교[단위: m]

그림 6.3.2는 지역예보시스템과 국지예보시스템의 여름철(7월)과 겨울철(12월)에 대한 850hPa 기온의 RMSE와 ME를 비교한 것이다. 지역예보시스템과 국지예보시스템의 기온에 대한 예측오차는 여름철에는 유사하였으나, 겨울철에는 지역예보시스템의 성능이 다소 낮게 나타났다. 국지예보시스템은 여름철에는 관측대비 따뜻하게, 겨울철에는 차갑게 모의하는 반면, 지역예보시스템은 겨울철에 반대 경향으로 나타냈으며, 그 크기는 지역예보시스템이 다소 작아 상대적으로 우수한 것으로 나타났다.



* 관측자료: 한반도 및 주변 라디오존데 12개 지점

그림 6.3.2 지역예보시스템(KIM-Regional)과 국지예보시스템(UM-Local)의 여름철(7월), 겨울철(12월)에 대한 850hPa 온도의 관측검증 RMSE(a, b)와 ME(c, d) 비교[단위: m]

7. 초단기예측시스템(KLAPS) 성능

7.1 예측시간별 예측성능

그림 7.1.1은 한국형모델 기반 초단기예측시스템(KIM-KLAPS)의 850hPa 기온(a, b)과 500hPa 지위고도(c, d)에 대한 예측시각별 분석 및 관측검증의 연평균 RMSE이다. 관측검증(b, d)이 분석검증(a, c)에 비해 RMSE가 약 1.2배 높게 나타나며, 850hPa 기온을 제외하고 3시간 예측이 6시간 예측보다 오차가 다소 큰 경향을 보였다.

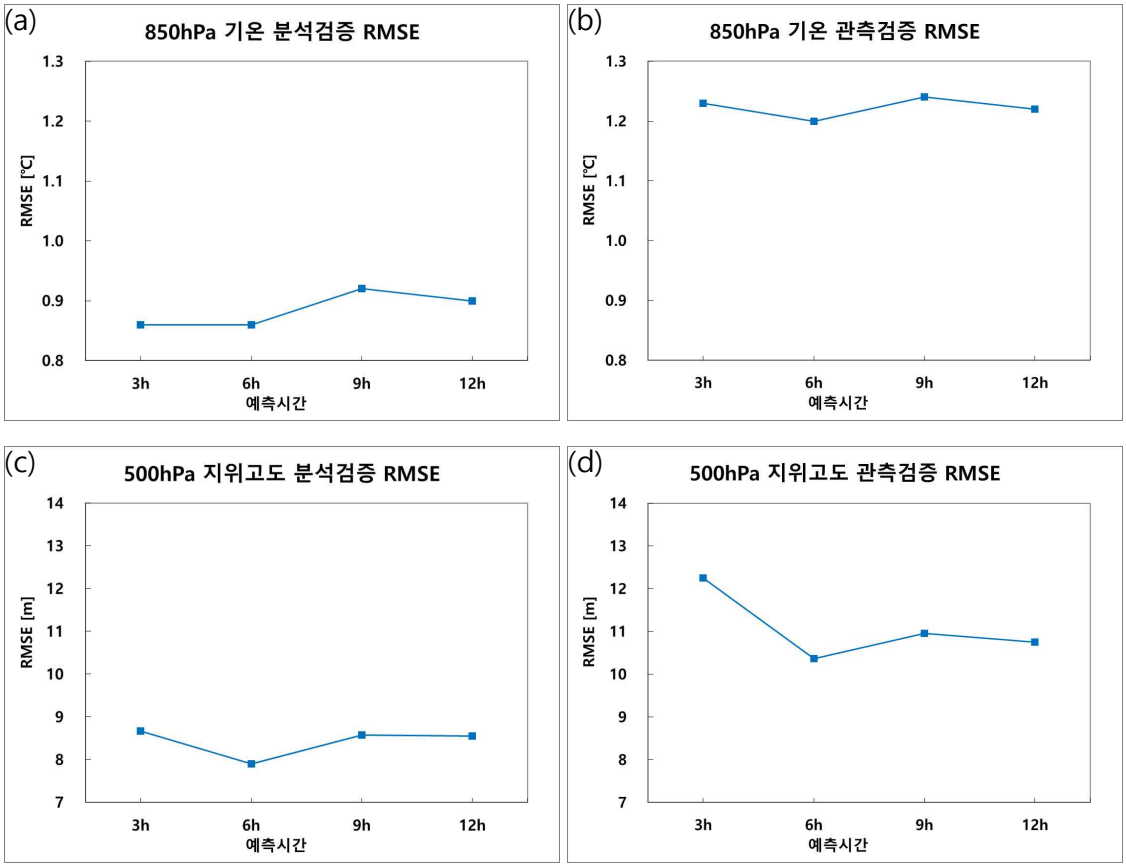


그림 7.1.1 2024년 연평균 초단기예측시스템(KIM-KLAPS) RMSE 성능
(a) 850hPa 기온의 분석검증, (b) 850hPa 기온의 관측검증
(c) 500hPa 지위고도의 분석검증, (d) 500hPa 지위고도의 관측검증

그림 7.1.2는 약한 강수(0.1mm/3h)와 강한 강수(12.5mm/3h)에 대한 초단기예측시스템(KIM-KLAPS)의 예측시각별 연평균 CSI와 Bias Score이다. 약한 강수의 CSI는 0.4 내외로 0.15 내외의 강한 강수보다 높게 나타났다. 약한 강수와 강한 강수 모두 예측시간에 대해 과대 모의하는 경향을 보였으며, 특히 6시간 예측에서 과대 모의 정도가 가장 컸다.

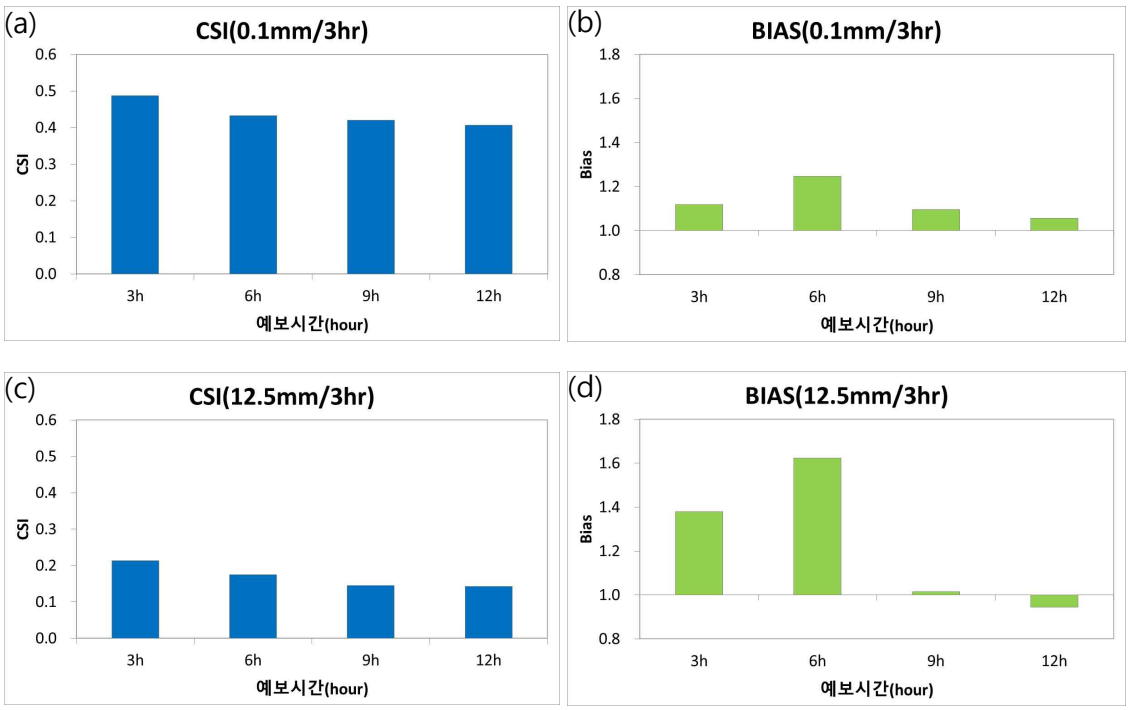


그림 7.1.2 초단기예측시스템(KIM-KLAPS)의 2023년 강수검증
(a) 강수량 0.1mm/3hr에 대한 CSI, (b) 강수량 0.1mm/3hr에 대한 Bias Score,
(c) 강수량 12.5mm/3hr에 대한 CSI, (d) 강수량 12.5mm/3hr에 대한 Bias Score

7.2 월별 예측성능

표 7.2.1과 7.2.2는 500Pa 지위고도와 850hPa 온도의 6시간 예측에 대한 분석장 및 관측 대비 월별 검증 결과이다. 기온의 분석검증은 관측검증 대비 월별로 오차가 크지 않아 평균 ME는 0.03으로 작게 나타났고, 관측검증에서는 겨울철을 제외한 모든 월에서 음의 값을 나타내어서 평균 -0.12가 나타났다. 지위고도의 분석검증은 8월과 10월에, 그리고 관측검증은 모든 계절에서 음의 ME가 나타났다. 기온은 대체적으로 여름철에 오차가 가장 작은 반면, 지위고도는 여름철에 크게 나타났다.

표 7.2.1 KIM-KLAPS 500hPa 지위고도, 850hPa 온도의 6시간 예측 분석검증[단위: 기온 ℃, 지위고도 m]

영역	방법	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
850hPa 기온	ME	0.10	0.03	-0.01	-0.14	0.05	0.07	0.13	0.06	-0.07	-0.06	0.07	0.15	0.03
	RMSE	0.90	0.87	0.86	0.95	0.90	0.84	0.94	0.72	0.70	0.86	0.89	0.93	0.86
500hPa 지위고도	ME	0.98	0.47	1.64	2.86	2.07	1.25	1.37	-0.83	0.01	-0.58	0.90	1.57	0.98
	RMSE	9.17	8.36	8.82	7.95	8.20	7.51	8.32	6.83	5.53	7.04	7.91	9.17	7.90

표 7.2.2 KIM-KLAPS 500hPa 지위고도, 850hPa 온도의 6시간 예측 관측검증[단위: 기온 ℃, 지위고도 m]

영역	방법	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
850hPa 기온	ME	0.06	-0.04	-0.34	-0.41	-0.21	-0.16	-0.04	-0.06	-0.1	-0.19	-0.05	0.13	-0.12
	RMSE	1.44	1.15	1.27	1.32	1.09	1.02	1.11	0.91	1.04	1.31	1.31	1.39	1.2
500hPa 지위고도	ME	-2.03	-1.72	-3.46	-2.37	-4.67	-6.77	-7.93	-11.03	-7.83	-5.09	-4.02	-1.94	-4.91
	RMSE	8.65	8.42	10.71	7.82	10.41	10.8	11.97	13.69	11.29	9.91	10.41	10.3	10.36

표 7.2.3은 지상 기온 및 상대습도 6시간 예측의 관측검증 결과이다. 지상기온의 ME는 모든 월에서 음의 값으로 낮게 모의하고, 특히 여름철의 음의 편차가 상대적으로 큰 경향을 보였다. 습도는 가을철을 제외하고 다소 습하게 모의하는 경향을 보였다.

표 7.2.3 KIM-KLAPS 지상기온, 상대습도의 6시간 예측 관측검증[단위: 기온 ℃, 상대습도 %]

영역	방법	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
지상기온	ME	-0.05	-0.27	-0.53	-0.57	-0.57	-0.74	-0.89	-0.57	-0.53	-0.08	0.11	-0.31	-0.41
	RMSE	2.21	2.00	2.11	1.86	1.95	1.81	1.63	1.53	1.66	1.79	2.21	2.43	1.93
지상 상대습도	ME	0.51	0.29	3.89	0.51	0.09	1.88	4.11	2.17	1.02	-2.97	-1.70	2.03	0.98
	RMSE	12.97	10.75	14.07	12.24	12.85	9.93	8.08	7.38	7.69	10.41	13.84	15.33	11.30

표 7.2.4과 7.2.5는 3시간 0.1mm 이상의 약한 강수에 대한 6시간 및 12시간 예측 월별 정확도이다. 6시간 예측에서 Bias Score는 봄과 가을 일부 기간에서 1 내외로 강수 치우침이 작았으나, 그 외 계절에서는 1 이상으로 과대 모의를 나타냈으며, 특히 겨울철에 크게 나타났다. 12시간 예측에서는 6시간 예측보다는 치우침이 다소 적어 봄과 가을에 과소 모의하는 경향을 보이기도 하였다.

표 7.2.4 KIM-KLAPS 3시간 누적 강수(0.1mm 이상)에 대한 6시간 예측정확도

임계값 / 검증지수	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
정확도(Accuracy)	0.91	0.85	0.91	0.93	0.95	0.93	0.82	0.88	0.90	0.91	0.93	0.92
치우침(Bias Score)	1.73	1.43	1.59	1.07	1.05	1.11	1.16	1.67	1.06	0.97	1.38	2.91
성공임계지수(CSI)	0.41	0.51	0.45	0.52	0.64	0.47	0.43	0.23	0.42	0.45	0.47	0.22
공정임계지수(ETS)	0.36	0.41	0.40	0.48	0.60	0.43	0.33	0.19	0.36	0.40	0.43	0.19
적중률(POD)	0.79	0.82	0.80	0.71	0.80	0.68	0.65	0.50	0.61	0.61	0.76	0.70

표 7.2.5 KIM-KLAPS 3시간 누적 강수(0.1mm 이상)에 대한 12시간 예측정확도

임계값 / 검증지수	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
정확도(Accuracy)	0.91	0.86	0.91	0.93	0.95	0.94	0.82	0.90	0.90	0.91	0.93	0.92
치우침(Bias Score)	1.46	1.23	1.42	0.92	0.88	0.91	1.02	1.09	0.75	0.86	1.29	2.88
성공임계지수(CSI)	0.39	0.48	0.42	0.49	0.60	0.50	0.39	0.21	0.36	0.43	0.45	0.21
공정임계지수(ETS)	0.35	0.39	0.37	0.45	0.57	0.46	0.29	0.17	0.31	0.38	0.41	0.18
적중률(POD)	0.69	0.73	0.72	0.63	0.71	0.63	0.57	0.36	0.46	0.56	0.71	0.66

8. 앙상블예측시스템(EPSG) 성능

8.1 2024년도 예측성능

그림 8.1.1은 한국형모델 기반 앙상블 예측시스템(KIM-GENS)에서 생산된 북반구 지역의 500hPa 지위고도(a, b) 및 850hPa 기온(c, d)에 대한 예측일별 성능(RMSE, Spread 및 CRPSS[12])을 나타낸 그래프이다. 두 변수 모두 예측이 진행될수록 RMSE와 스프레드의 격차가 커져 스프레드가 RMSE의 범위(uncertainty)를 아우르지 못하게 된다. 한편, 지위고도의 경우 3일 예측까지는 앙상블 스프레드가 RMSE 값보다 크게 나타나지만, 기온은 2일 예측부터 RMSE 대비 스프레드가 작게 나타나, 향후 예측 초기 스프레드 개선(증가)이 더 필요할 것으로 판단된다. 이러한 경향은 CRPSS 스코어에서도 나타나는데, 예측 초반 지위고도의 CRPSS는 0.9 이상의 값이 나타나, 0.9에 미치지 못하는 기온보다 우수한 예측성을 보이는 것으로 나타난다.

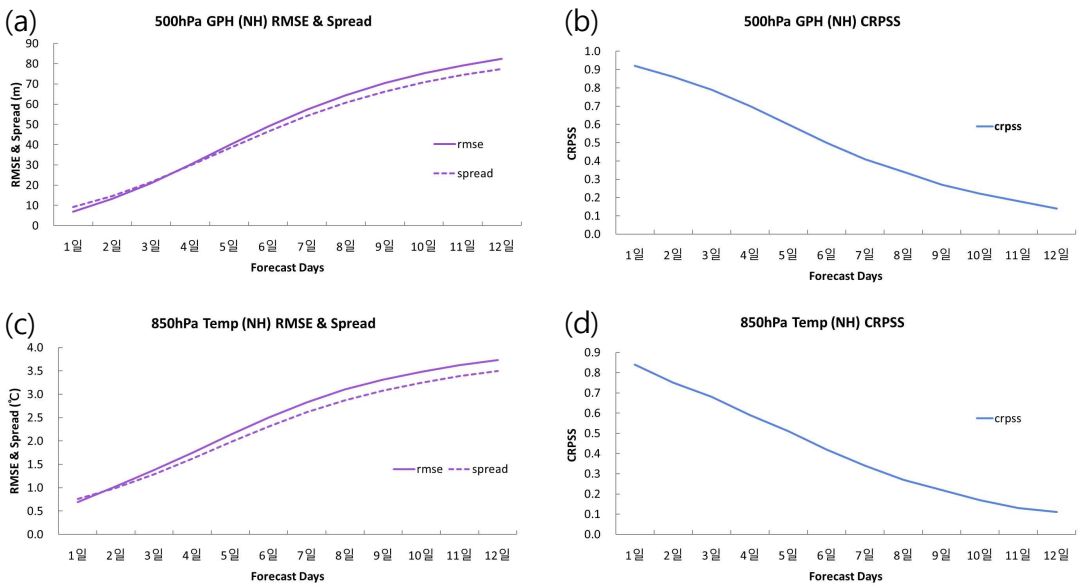


그림 8.1.1 KIM-GENS의 예측시간에 따른 2024년 예측성능
(a) 500hPa 지위고도의 RMSE와 Spread, (b) 500hPa 지위고도의 CRPSS,
(c) 850hPa 기온의 RMSE와 Spread, (d) 850hPa 지위고도의 CRPSS

한편, 북반구 500hPa 지위고도의 5일 예측장 기준으로 여름철은 작은 오차, 겨울철로 갈수록 오차가 커지는 경향은 전지구모델과 유사하게 나타났다. 여름철엔 오차도 작고 스프레드도 작지만 CRPSS 또한 상대적으로 작게 나타났다(표 8.1.1).

12) CRPSS (Continuous Ranked Probability Skill Score): 관측값이나 기후값에 견주어 수치예보모델이 유의미하게 개선된 것인지 측정하는 검증지수로 1에 가까울수록 성능이 우수함을 의미

표 8.1.1 KIM-GENS 북반구 500hPa 지위고도의 120시간 예측 분석검증(AC, RMSE, SPREAD, CPRSS)

방법	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
AC	0.92	0.93	0.92	0.91	0.89	0.90	0.92	0.90	0.93	0.91	0.91	0.92	0.91
RMSE	46.68	44.07	42.95	44.72	40.10	34.49	29.88	32.50	33.60	38.89	45.86	43.85	39.80
SPREAD	44.25	43.24	40.85	42.47	39.86	35.75	29.50	30.05	33.19	37.32	43.09	39.18	38.23
CRPSS	0.63	0.63	0.61	0.59	0.55	0.56	0.60	0.57	0.62	0.60	0.61	0.59	0.60

※ 요소별/월별/예측시간별 상세 검증결과는 부록 D.3.1 참고

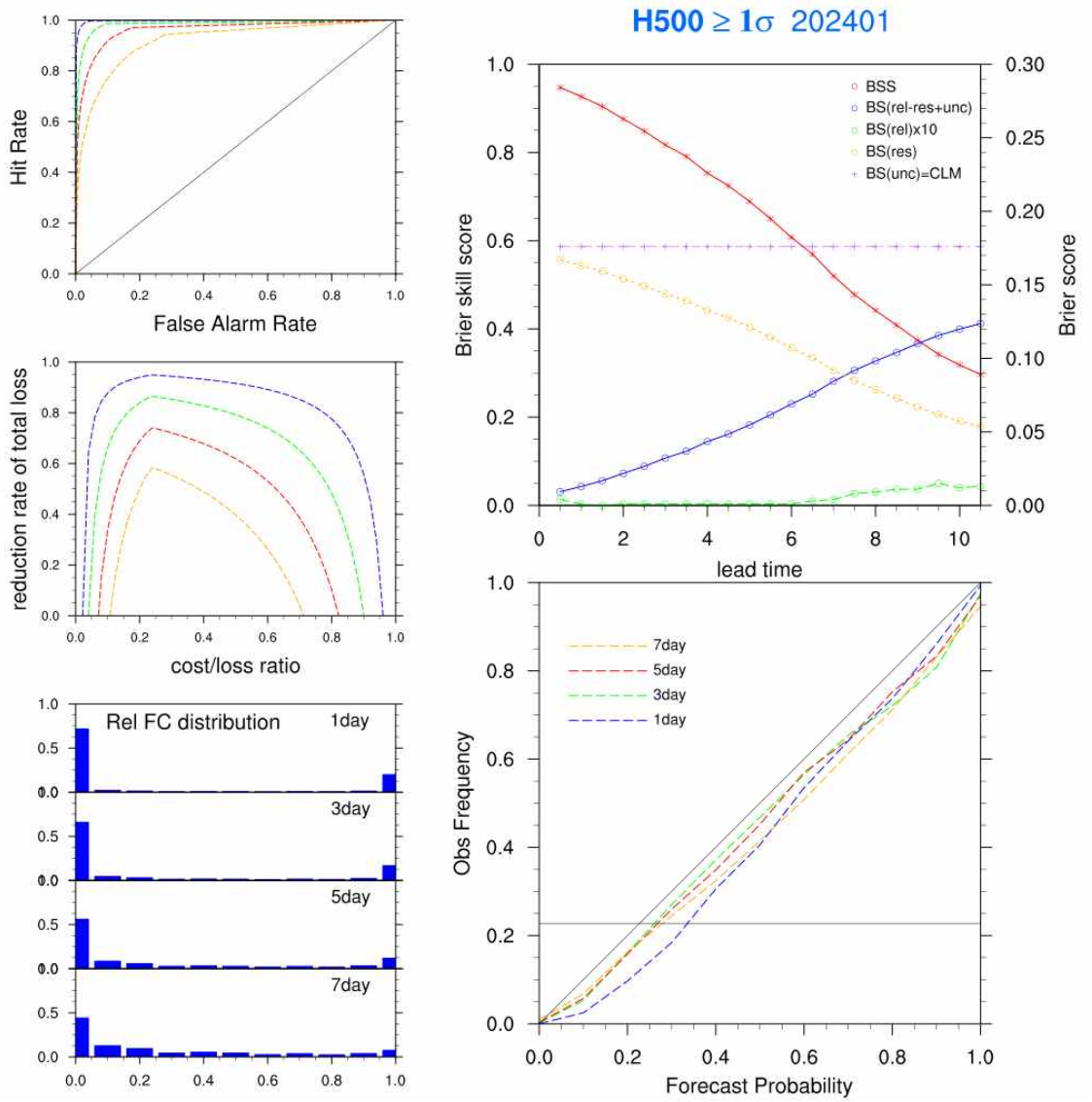


그림 8.1.2 KIM-GENS의 2024년 1월 북반구 500hPa 지위고도 +1 표준편차에 대한 예측성능
(왼쪽 상단부터 ROC curve, Economic Value, Rank histogram,
오른쪽 상단부터 Brier Score, Reliability Table)

※ 요소별/월별 +1 표준편차 검증결과는 부록 D.3.2 참고

8.2 연도별 예측성능 변화 추세

500hPa 지위고도의 RMSE는 2011년 이후 급격히 줄어든 이후, 2017년까지는 유지되는 경향을 보였으며, 2018년 이후 다소 정확도가 높아진 후 유지되는 경향을 보였다. AC 또한 RMSE와 유사한 특징을 보였는데, 특히 2011년부터 2021년도까지 3일 예측의 AC 계수가 0.97을 중심으로 안정적으로 유지되었다. 한국형수치예보모델(KIM) 기반 앙상블예측모델로 변경된 2022년에는 RMSE는 소폭 상승하고, AC는 소폭 하락하였으나, 2024년도에는 전년도 보다 다소 향상된 결과를 보여주었다.

※ 요소별/월별/예측시간별 검증결과는 부록 D.3.3 참고

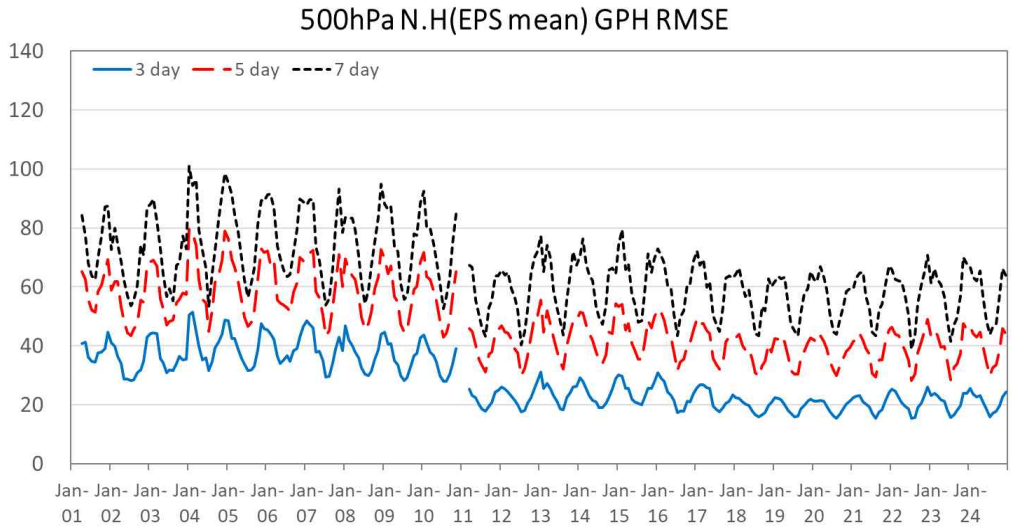


그림 8.2.1 EPSG 북반구 500hPa 지위고도의 예측시간별 월평균 RMSE[단위: m]
(※ 2022년부터는 KIM-GENS 자료임)

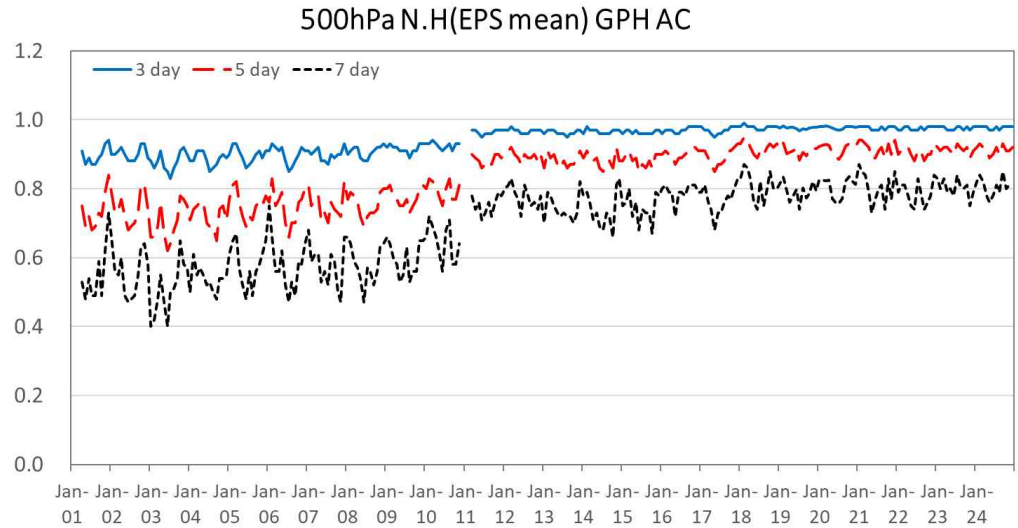


그림 8.2.2 EPSG 북반구 500hPa 지위고도의 예측시간별 월평균 AC
(※ 2022년부터는 KIM-GENS 자료임)

9. 파랑모델 및 폭풍해일모델 성능

9.1 파랑모델

9.1.1 파랑모델 예측성능 변화 추세

전지구 파랑모델(KIM-GWW3)의 검증은 외해역에 대해서는 위성 관측자료로부터 생산된 유의파고 자료를 활용하고, 연안역에 대해서는 전지구 계류부이에서 관측된 유의파고 자료를 활용하여 선행시간별로 예측성능 분석을 수행하였다. 지역(KIM-RWW3), 국지연안(KIM-CWW3), 지역앙상블(UM-EWW3), 초단기(UM-KWW3) 파랑모델은 한반도 근해에 계류 중인 기상청 해양 기상 부이에서 관측한 유의파고 자료를 활용하여 선행 예측시간별로 예측성능 분석을 수행하였다.

그림 9.1.1은 2008년 이후 현업 KIM-GWW3 유의파고의 전지구 계류부이의 유의파고 관측자료 대비 RMSE를 월별로 나타낸 것이다. 현업 KIM-GWW3는 2022년 이전은 UM 기반 모델을, 그 이후는 KIM 기반 모델에 대한 오차를 보였다. 연도별로 오차는 점차 감소하는 추세를 보이는데, 특히 2010년과 2016년에 감소의 폭이 크게 나타났다. 이는 파랑모델의 입력장으로 통합모델(UM) 사용과 기반 모델의 버전 업 그레이드를 통한 측면경계장 및 파랑모델 개선의 영향으로 볼 수 있다.

그림 9.1.2는 2001년 이후 위성 관측으로부터 생산된 유의파고와 KIM-GWW3의 유의파고를 비교한 RMSE를 월별로 나타냈다. 위성 자료 검증은 부이 관측자료가 부족한 대양에서의 검증을 목적으로 하고 있으며, 부이 검증 결과와 일관되게 2010년과 2016년에 예측오차가 감소하였고, 2017년 이후에는 전반적으로 유사한 경향성을 보인다. 특히 2010년 이후에는 5일 이내 예측에 대한 성능 향상이 두드러졌다.

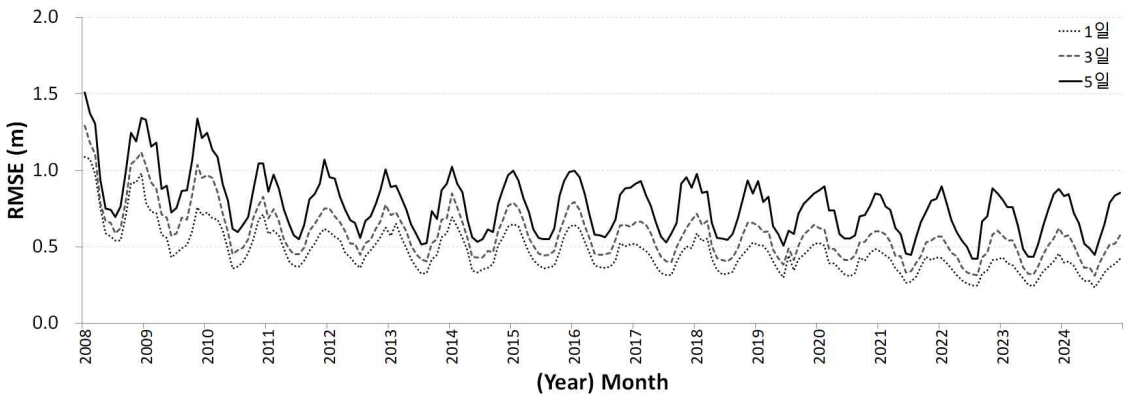


그림 9.1.1 전지구 파랑모델(GWW3) 유의파고 부이 검증 RMSE

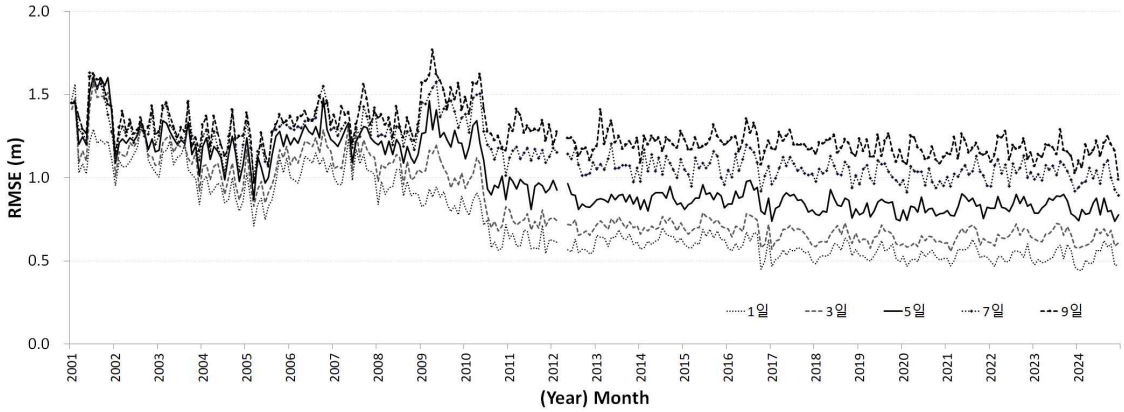


그림 9.1.2 전지구 파랑모델(GWW3) 유의파고 위성 검증 RMSE

그림 9.1.3은 KIM-RWW3의 예측성능 변화 추세를 살펴보기 위해 2005년 이후 모델에서 산출된 유의파고와 한반도 근해에 있는 기상청 해양 기상 부이의 유의파고에 대한 RMSE를 월별로 나타냈다. KIM-RWW3의 경향성 분석 역시 2022년부터는 KIM-RWW3 예측 결과를 적용하였다. 2024년도의 경우도 전년도 검증 결과와 비교하여 예측시간별 연평균 RMSE 오차는 비슷한 수준이었다. 태풍 등의 영향으로 기상 변동의 폭이 큰 시점을 제외하면 전반적인 예측오차는 큰 변동이 없어 모델 성능은 안정적으로 나타난 것으로 판단된다.

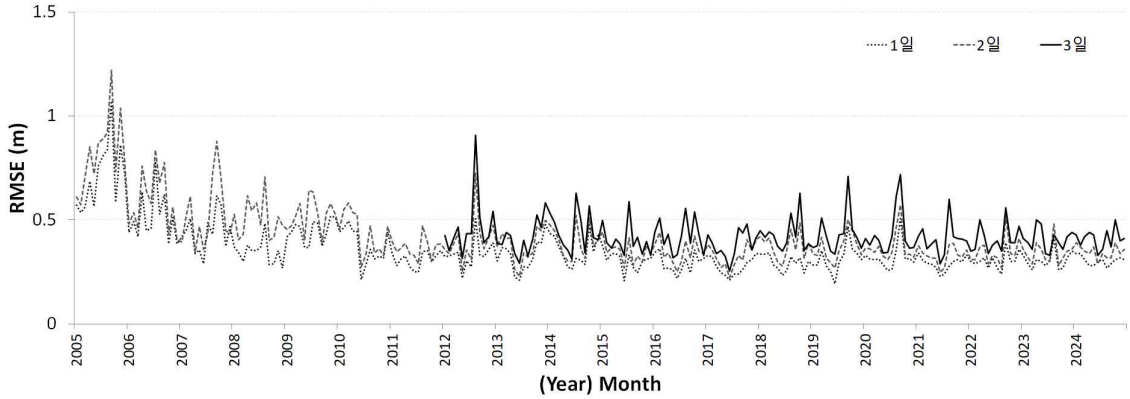


그림 9.1.3 지역 파랑모델(RWW3) 유의파고 부이 검증 RMSE

9.1.2 전지구 파랑모델(KIM-GWW3) 검증

KIM-전구 파랑모델(KIM-GWW3)의 예측성능을 검증하기 위해 전지구 부이 자료와 위성 자료를 이용하였으며, 부이 검증의 경우는 전년도 RMSE 검증 결과와 비교 분석하였다.

표 9.1.1은 KIM-GWW3의 ME, RMSE, AC, 검증에 사용된 데이터 개수(entries), 그리고 전년도와의 RMSE 차이를 24시간 예측장을 기준으로 나타낸 것이다(예측시간에 따른 KIM-GWW3의 성능검증은 부록 I.1.1.1 부이 검증 참고). 24시간 예측기준으로 2024년 2월, 6월을 제외한 나머지 기간에 전반적으로 2023년보다 예측성능이 향상되었으나 큰 차이가 나타나지는 않았다. ME의 경우, 2023년에는 모든 기간에 대해 음의 값을 보여 과소 모의하는 경향을 보였는데, 2024년에는 여전히 과소 모의 경향을 보이나, 가을철을 제외하고는 전년도 대비 다소 향상된 경향을 보였다. 또한, 예측시간별 성능을 분석하기 위해 월 평균한 ME와 RMSE를 분석한 결과(그림 9.1.4), 예측 초기에는 2023년 대비 ME, RMSE가 감소하거나 같은 것으로 나타났지만 예측 후반에는 2023년 대비 증가한 것으로 나타났다. 하지만 오차 범위가 0.1m 이내로 전년 대비 모델의 성능은 안정적인 것으로 판단된다.

표 9.1.1 전지구 부이에 대한 KIM-GWW3 24시간 예측 유의파고의 2023년 및 2024년 ME, RMSE, AC

month	2023년				2024년				2023-2024 (RMSE)
	ME (m)	RMSE (m)	AC	entries	ME (m)	RMSE (m)	AC	entries	
Jan.	-0.05	0.43	0.96	8294	-0.07	0.42	0.96	7879	0.01
Feb.	-0.11	0.39	0.97	7631	-0.06	0.41	0.96	6961	-0.02
Mar.	-0.09	0.38	0.95	8175	-0.06	0.38	0.96	7591	0.00
Apr.	-0.08	0.34	0.95	8444	-0.04	0.31	0.96	6860	0.03
May.	-0.06	0.30	0.95	8666	-0.05	0.28	0.94	8058	0.02
Jun.	-0.03	0.25	0.94	8435	0.01	0.28	0.95	7604	-0.03
Jul.	-0.01	0.24	0.94	8726	0.00	0.24	0.94	8340	0.00
Aug.	-0.02	0.29	0.94	8623	0.00	0.28	0.95	8408	0.01
Sep.	-0.04	0.34	0.96	8024	-0.10	0.33	0.95	7987	0.01
Oct.	-0.06	0.37	0.96	8031	-0.07	0.37	0.96	8097	0.00
Nov.	-0.08	0.41	0.96	8128	-0.10	0.39	0.96	7540	0.02
Dec.	-0.09	0.46	0.96	8018	-0.08	0.42	0.96	7775	0.04
Ave.	-0.06	0.35	0.95	8266	-0.05	0.34	0.95	7758	0.01

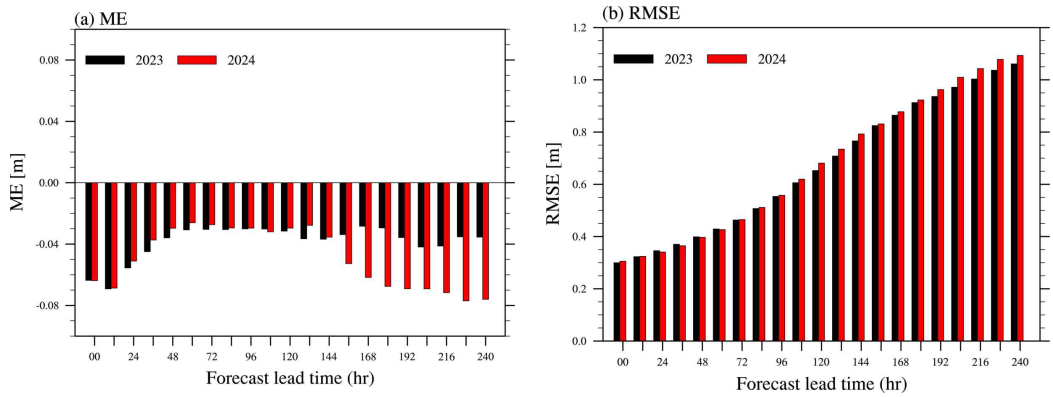


그림 9.1.4 전지구 부이에 대한 KIM-GWW3 유의파고의 예측시간 별 2023-2024년 성능 비교

표 9.1.2와 9.1.3은 JASON-3 위성 자료를 이용하여 KIM-GWW3 유의파고에 대해 검증한 월별 ME와 RMSE를 예측시간별로 나타낸 것으로, 전체적인 월별 RMSE 오차는 연평균 대비 0.01~0.16m 사이로 유사하게 나타났으나 상대적으로 여름철(6월에서 9월)의 RMSE 오차가 약간 큰 경향이 나타났다. KIM-GWW3의 전체 예측시간별 2024년 예측성능은 부록에 수록되어 있다(부록 I.1.1.1 참고).

표 9.1.2 위성에 대한 KIM-GWW3 유의파고의 예측시간별 월평균 ME[단위: m]

예측시간	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1일	0.07	0.04	0.05	0.06	0.08	0.06	0.07	0.04	0.04	0.04	0.03	0.02	0.05
3일	0.12	0.10	0.08	0.10	0.12	0.11	0.10	0.08	0.09	0.06	0.08	0.07	0.09
5일	0.12	0.10	0.11	0.08	0.12	0.13	0.09	0.08	0.09	0.03	0.06	0.05	0.09
7일	0.11	0.08	0.09	0.09	0.14	0.13	0.11	0.13	0.17	0.02	0.05	0.03	0.09
9일	0.11	0.04	0.08	0.09	0.13	0.16	0.08	0.17	0.22	0.08	0.08	0.04	0.11

표 9.1.3 위성에 대한 KIM-GWW3 유의파고의 예측시간별 월평균 RMSE[단위: m]

예측시간	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1일	0.45	0.44	0.51	0.49	0.49	0.57	0.56	0.62	0.59	0.60	0.48	0.48	0.52
3일	0.58	0.59	0.59	0.60	0.63	0.69	0.66	0.70	0.65	0.68	0.59	0.61	0.63
5일	0.74	0.81	0.78	0.79	0.85	0.88	0.78	0.88	0.80	0.80	0.74	0.78	0.80
7일	0.94	0.97	0.98	1.06	1.00	1.04	0.97	1.08	1.11	1.00	0.93	0.89	1.00
9일	1.10	1.06	1.20	1.14	1.16	1.22	1.13	1.21	1.25	1.20	1.16	0.99	1.15

9.1.3 지역/국지연안 파랑모델(KIM-RWW3/KIM-CWW3) 검증

표 9.1.4~9.1.7은 KIM-지역 파랑모델(KIM-RWW3)과 KIM-국지 파랑모델(KIM-CWW3)의 24시간 예측에 대한 전체 부이 지점 및 각 해역별로 평균한 월별 ME와 RMSE이다. 정확도 산출에 사용된 기상청 해양 기상 부이 관측 지점은 해역별로 서해 7개소(22101, 22102, 22108, 22185, 22186, 22191, 22192), 남해 6개소(22103, 22104, 22107, 22184, 22187, 22188), 동해 5개소(21229, 22105, 22106, 22189, 22190)이다(그림 3.6.2 참고). 각 부이 지점에서의 결측 자료와 불안정하게 관측된 것으로 의심되는 일부 기간의 관측자료는 ME와 RMSE 산출에 포함하지 않았다. KIM-CWW3 검증에서 서해 먼바다에 위치한 22191, 22192 부이는 검증에 포함하지 않았다. 또한 월별 관측 일수가 10일 이하인 관측지점(22190(울진, 2024년 2월에 9일 관측))의 해당 월 자료는 검증 대상에서 제외되었다.

24시간 예측에 대한 전체 부이 검증 결과를 보면, KIM-RWW3와 KIM-CWW3의 월별 RMSE는 미세하게 차이는 있으나 큰 차이가 없어 연평균 값은 동일하게 나타났다. 두 파랑모델 모두 전반적으로 겨울철보다 여름철 예측성능이 상대적으로 높게 나타나는 것을 확인할 수 있었다. 해역별 월평균 검증 결과에서는 대체로 서해에서의 예측오차가 남해와 동해에 비해 낮게 나타났고, KIM-RWW3와 KIM-CWW3의 예측성능 차이는 전반적으로 큰 차이가 나타나지 않았다(KIM-RWW3와 KIM-CWW3의 검증 결과는 부록 I.1.1.2 및 I.1.1.3 참고).

그림 9.1.5는 전체 부이 관측 지점과 해역별 관측 지점에 대한 KIM-RWW3와 KIM-CWW3의 예측시간별 성능을 비교한 결과이다. KIM-CWW3의 경우 72시간까지 예측을 수행하므로 120시간까지 예측을 수행하는 KIM-RWW3와 비교는 72시간까지만 수행되었다. 분석 결과 KIM-RWW3와 KIM-CWW3 모두 전반적으로 음의 ME가 나타났지만, 그 값은 0.1m 이내로 크지 않았다. RMSE는 모두 선행시간의 증가에 따라 증가하는 경향을 나타내고 있으며, KIM-RWW3와 KIM-CWW3 모두 유사한 예측성능을 나타내었다. 그러나 RMSE를 비교하였을 때, 서해를 제외하고는 KIM-RWW3의 오차가 KIM-CWW3와 비교하여 조금 더 작게 나타났다.

표 9.1.4 KIM-RWW3/KIM-CWW3 전체 부이지점 평균 24시간 예측 오차[단위: m]

FCST		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
KIM-RWW3	ME	-0.14	-0.09	-0.06	-0.06	-0.03	0.07	0.16	-0.02	-0.04	-0.08	-0.09	-0.14	-0.04
	RMSE	0.34	0.34	0.31	0.28	0.28	0.30	0.31	0.27	0.29	0.31	0.32	0.31	0.31
KIM-CWW3	ME	-0.14	-0.09	-0.07	-0.09	-0.05	0.06	0.15	-0.03	-0.06	-0.09	-0.09	-0.15	-0.05
	RMSE	0.34	0.35	0.32	0.29	0.28	0.32	0.31	0.28	0.30	0.32	0.32	0.32	0.31

표 9.1.5 KIM-RWW3/KIM-CWW3 해역별(서해) 24시간 예측 오차[단위: m]

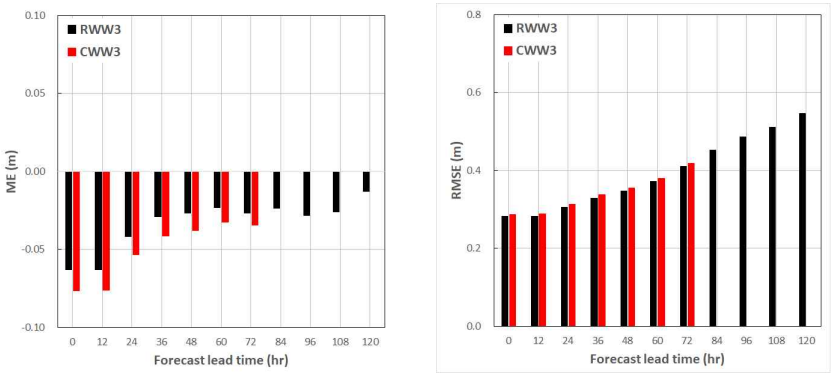
FCST		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
KIM-RWW3	ME	-0.12	-0.06	0.01	0.00	0.04	0.04	0.14	-0.02	-0.03	-0.09	-0.09	-0.10	-0.02
	RMSE	0.28	0.29	0.30	0.22	0.24	0.21	0.33	0.22	0.24	0.29	0.30	0.27	0.27
KIM-CWW3	ME	-0.14	-0.12	-0.02	-0.03	0.01	0.00	0.08	-0.05	-0.10	-0.15	-0.13	-0.14	-0.07
	RMSE	0.28	0.30	0.30	0.22	0.23	0.19	0.31	0.21	0.21	0.30	0.30	0.27	0.26

표 9.1.6 KIM-RWW3/KIM-CWW3 해역별(남해) 24시간 예측 오차[단위: m]

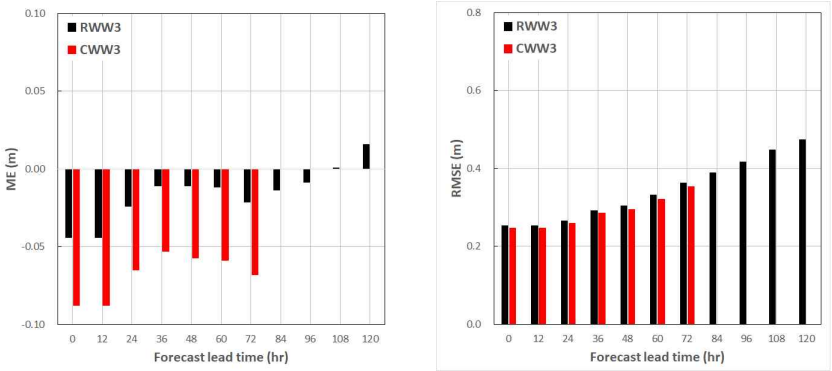
FCST		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
KIM-RWW3	ME	-0.26	-0.15	-0.16	-0.09	-0.07	0.17	0.21	-0.03	-0.01	-0.11	-0.09	-0.30	-0.07
	RMSE	0.39	0.39	0.32	0.32	0.28	0.39	0.32	0.33	0.35	0.31	0.33	0.37	0.34
KIM-CWW3	ME	-0.23	-0.11	-0.13	-0.09	-0.07	0.16	0.20	-0.01	0.02	-0.08	-0.05	-0.28	-0.06
	RMSE	0.39	0.40	0.32	0.32	0.28	0.40	0.32	0.35	0.37	0.31	0.34	0.36	0.35

표 9.1.7 KIM-RWW3/KIM-CWW3 해역별(동해) 24시간 예측 오차[단위: m]

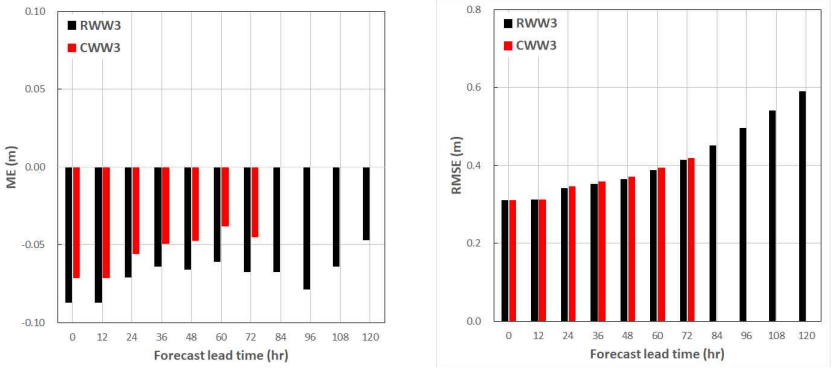
FCST		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
KIM-RWW3	ME	-0.03	-0.02	-0.03	-0.12	-0.08	0.02	0.14	-0.02	-0.09	-0.03	-0.10	0.01	-0.03
	RMSE	0.35	0.34	0.30	0.33	0.33	0.33	0.29	0.27	0.30	0.35	0.33	0.31	0.32
KIM-CWW3	ME	-0.02	-0.03	-0.04	-0.14	-0.10	0.00	0.14	-0.03	-0.10	-0.03	-0.10	0.01	-0.04
	RMSE	0.36	0.36	0.32	0.34	0.33	0.34	0.30	0.27	0.31	0.36	0.32	0.33	0.33



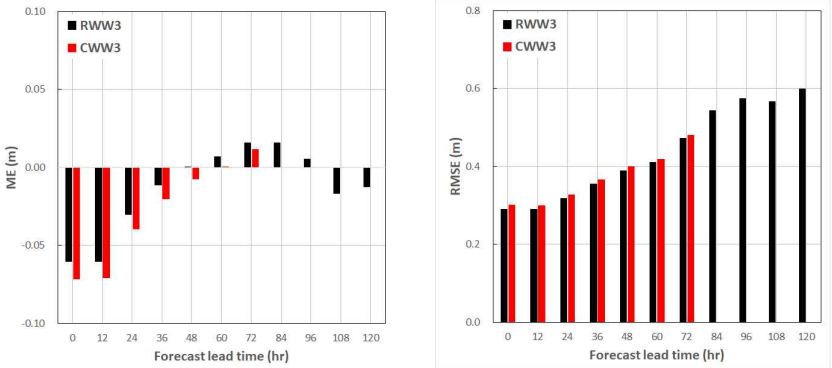
(a) 전체 부이 관측 지점 평균



(b) 해역별(서해) 부이 관측 지점 평균



(c) 해역별(남해) 부이 관측 지점 평균



(d) 해역별(동해) 부이 관측 지점 평균

그림 9.1.5 KIM-RWW3/KIM-CWW3의 예측시간별 유의파고의 ME(좌)와 RMSE(우)

9.1.4 지역앙상블 파랑모델(UM-EWW3) 검증

표 9.1.8~9.1.9는 UM-지역앙상블 파랑모델(UM-EWW3)의 월별 ME와 RMSE를 예측시간별로 나타낸 것이다. 전체 24개의 앙상블 멤버 예측장을 평균하여, 18개 지점(그림 3.6.2 참고)에 설치된 부이의 관측자료와 비교 분석하였다. 예측시간별 RMSE의 전체 평균 결과를 보면, 예측시간 증가에 따라 RMSE는 0.28~0.49m로 나타났으며, 단일모델인 KIM-RWW3 결과(그림 9.1.5 (a))와 비교하면 조금 더 나은 예측오차 수준을 나타냈다. 월별 ME와 RMSE를 비교하면 초기 예측시간에는 유사한 예측오차를 가지지만 예측시간의 증가에 따라 UM-EWW3의 예측오차는 KIM-RWW3의 결과와 비교하여 낮게 나타났다(해역별 예측시간에 따른 월별 예측성능은 부록 I.1.1.4 참고).

표 9.1.8 UM-EWW3 유의파고의 예측시간별 월평균 ME[단위: m]

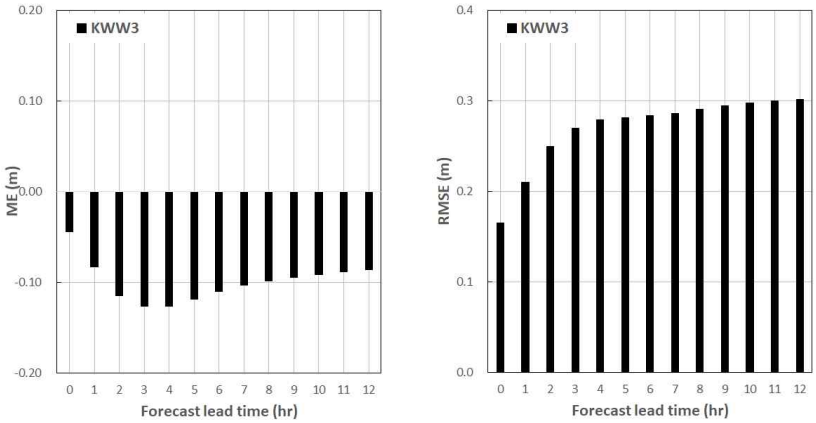
FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.18	-0.13	-0.09	-0.08	-0.04	0.00	0.10	-0.05	-0.06	-0.10	-0.15	-0.16	-0.08
24hr	-0.14	-0.15	-0.08	-0.07	-0.03	0.01	0.12	-0.04	-0.05	-0.08	-0.12	-0.13	-0.06
48hr	-0.13	-0.15	-0.09	-0.03	-0.04	0.01	0.14	-0.01	-0.03	-0.05	-0.15	-0.12	-0.05
72hr	-0.11	-0.15	-0.08	0.03	-0.08	0.02	0.11	0.02	-0.02	0.02	-0.17	-0.07	-0.04
96hr	-0.09	-0.17	-0.07	0.07	-0.11	0.09	0.16	0.03	0.00	0.00	-0.14	-0.06	-0.02
120hr	-0.14	-0.15	-0.03	0.08	-0.11	0.15	0.21	0.00	0.12	0.03	-0.14	-0.10	-0.01

표 9.1.9 UM-EWW3 유의파고의 예측시간별 월평균 RMSE[단위: m]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.35	0.32	0.29	0.25	0.27	0.20	0.27	0.22	0.29	0.29	0.34	0.32	0.28
24hr	0.37	0.33	0.31	0.26	0.30	0.22	0.30	0.25	0.31	0.29	0.36	0.32	0.30
48hr	0.42	0.40	0.33	0.29	0.34	0.24	0.33	0.29	0.30	0.32	0.36	0.36	0.33
72hr	0.46	0.44	0.37	0.33	0.42	0.28	0.35	0.35	0.31	0.45	0.41	0.36	0.38
96hr	0.51	0.49	0.46	0.34	0.50	0.37	0.40	0.46	0.39	0.44	0.44	0.42	0.44
120hr	0.59	0.54	0.50	0.36	0.54	0.46	0.48	0.49	0.47	0.48	0.52	0.46	0.49

9.1.5 초단기 파랑모델(UM-KWW3) 검증

UM-초단기 파랑모델(UM-KWW3)의 12시간 예측에 대한 검증 결과를 그림 9.1.6에 나타내었다. 전반적으로 모든 예측시간에 대해 음의 편차가 나타났고, RMSE는 초기 2시간 예측기간을 제외하면 대체로 약 0.3m 정도의 유사한 경향을 보였다. 표 9.1.10~9.1.11은 UM-KWW3의 월별 ME와 RMSE를 예측시간별로 나타낸 것이다. 계절별로 분석하면 여름철보다 겨울철에 ME와 RMSE가 크게 나타났다(해역별 예측시간에 따른 월별 예측성능은 부록 I.1.1.5 참고).



전체 부이 관측 지점 평균

그림 9.1.6 UM-KWW3의 예측시간별 유의파고의 ME(좌)와 RMSE(우)

표 9.1.10 UM-KWW3 유의파고의 예측시간별 월평균 ME[단위: m]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.06	-0.08	-0.06	-0.03	-0.03	-0.01	-0.02	-0.02	-0.02	-0.05	-0.08	-0.06	-0.04
3hr	-0.18	-0.21	-0.15	-0.11	-0.10	-0.04	-0.04	-0.06	-0.08	-0.15	-0.21	-0.18	-0.13
6hr	-0.16	-0.20	-0.14	-0.12	-0.09	-0.04	0.00	-0.05	-0.06	-0.13	-0.18	-0.14	-0.11
9hr	-0.16	-0.19	-0.14	-0.12	-0.08	-0.02	0.04	-0.04	-0.05	-0.10	-0.16	-0.13	-0.09
12hr	-0.17	-0.19	-0.13	-0.11	-0.07	0.00	0.08	-0.03	-0.05	-0.08	-0.15	-0.13	-0.09

표 9.1.11 UM-KWW3 유의파고의 예측시간별 월평균 RMSE[단위: m]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.20	0.21	0.19	0.13	0.14	0.11	0.19	0.11	0.14	0.17	0.22	0.18	0.17
3hr	0.33	0.35	0.31	0.22	0.25	0.16	0.25	0.18	0.23	0.30	0.35	0.30	0.27
6hr	0.33	0.36	0.32	0.25	0.28	0.18	0.28	0.20	0.26	0.30	0.35	0.31	0.28
9hr	0.34	0.36	0.33	0.26	0.29	0.19	0.30	0.21	0.27	0.31	0.35	0.33	0.29
12hr	0.35	0.36	0.33	0.26	0.29	0.20	0.31	0.23	0.28	0.32	0.35	0.34	0.30

9.2 폭풍해일 모델

9.2.1 폭풍해일모델의 예측시간별 예측성능

그림 9.2.1에 KIM-지역폭풍해일(KIM-RTSM) 및 KIM-국지폭풍해일(KIM-CTSM) 모델의 해일고 예측 결과에 대한 예측시간별 평균오차(ME)와 평균제곱근오차(RMSE)를 나타내었다. 두 모델 다 모든 예측시간에서 음의 ME이었으며, KIM-CTSM이 KIM-RTSM에 비해 상대적으로 큰 값을 보였다. RMSE는 두 모델 모두 평균 약 0.1 m로, ME와 마찬가지로 KIM-CTSM 대비 KIM-RTSM의 예측성능이 상대적으로 높게 나타났으나, 그 차이는 크지 않았다.

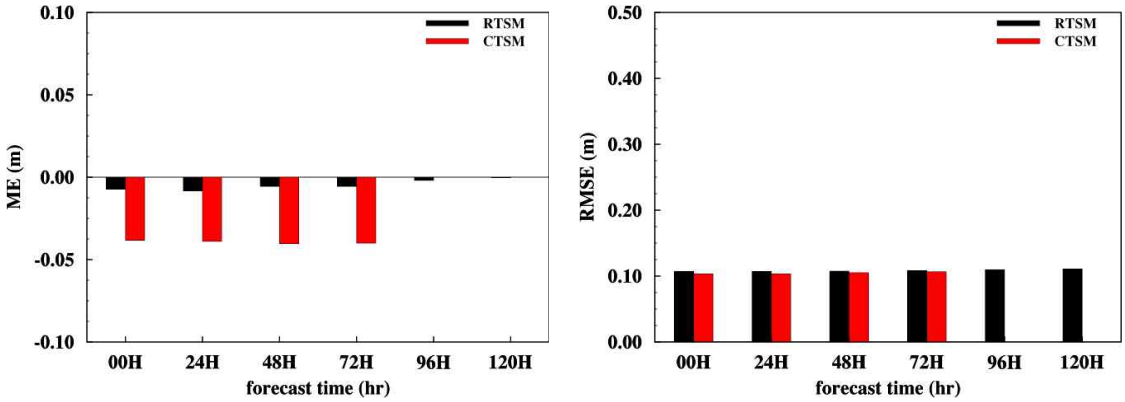


그림 9.2.1 KIM-RTSM 및 KIM-CTSM 폭풍해일고의 예측시간별 ME(좌)와 RMSE(우)

9.2.2 지역/국지연안 폭풍해일모델(RTSM/CTSM) 조위 검증

표 9.2.1~9.2.5는 KIM-RTSM 및 KIM-CTSM의 24시간 해일고 예측 결과에 대한 월별 ME와 RMSE를 지방청 관할해역별로 나타낸 결과이다. 관할해역은 부산청(거문도, 고흥, 여수, 통영, 마산, 부산, 울산, 포항), 대전청(인천, 평택, 대산, 안흥, 보령), 강원청(묵호, 속초, 울릉도, 후포), 광주청(장항, 군산, 위도, 영광, 목포, 흑산도, 완도, 진도), 제주청(추자도, 제주, 모슬포, 서귀포, 성산포)으로 구분하고, 각 관할해역 내의 검조소 지점에서의 ME와 RMSE를 평균하여 나타냈다. 대부분의 관할해역에서 가을/겨울철(1~2, 11~12월)에는 음의 ME를, 봄/여름철(3~9월)에는 양의 ME를 보였으며 겨울철 음의 경향이 여름철 양의 경향보다 더 컸고, RMSE 또한 대체로 겨울철 RMSE가 여름철보다 높았다. 두 모델 간의 비교에서 KIM-RTSM의 오차가 KIM-CTSM보다 더 낮게 나타났다. 관할해역별로 살펴보았을 때, 다섯 해역 중 강원청 관할해역의 오차가 상대적으로 가장 낮게 나타났고, 대전청 관할해역의 오차가 상대적으로 가장 크게 나타났다.

그림 9.2.2~9.2.3은 주요 검조소 지점별로 KIM-RTSM과 KIM-CTSM의 월별 24시간 예측오차를 비교한 것이다. 인천과 속초 검조소를 제외한 대부분의 검조소에서 KIM-RTSM보다 KIM-CTSM의 11~12월 오차가 높게 나타났는데, 특히 울릉도 검조소에서 11월 ME가 -0.27m이었고, RMSE가 0.27m로 가장 높았다. 속초 검조소는 11월을 제외하고 모든 달에서 KIM-RTSM의 오차가 KIM-CTSM보다 컸다. 오차의 범위는 서해안에서 동해안으로 갈수록 감소하였고, 겨울철은 KIM-RTSM의 예측성능이 상대적으로 높은 반면, 여름철은 KIM-CTSM의 예측성능이 더 높았다. 각 검조소 지점별 예측시간에 따른 ME와 RMSE의 월별 분석 결과는 부록에 첨부하였다(부록 I.2.1, I.2.2 참고).

표 9.2.1 KIM-RTSM/CTSM 부산청 관할해역 24시간 예측오차[단위: m]

FCST		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
KIM-RTSM	ME	-0.092	-0.095	-0.090	-0.007	0.036	0.037	0.089	0.052	0.051	0.005	-0.069	-0.034	-0.010
	RMSE	-0.109	-0.097	-0.091	-0.015	0.015	0.051	0.086	0.061	0.009	-0.065	-0.123	-0.102	-0.032
KIM-CTSM	ME	0.111	0.121	0.107	0.068	0.077	0.057	0.118	0.081	0.094	0.067	0.091	0.080	0.089
	RMSE	0.120	0.117	0.103	0.055	0.048	0.063	0.096	0.085	0.063	0.085	0.138	0.118	0.091

표 9.2.2 KIM-RTSM/CTSM 대전청 관할해역 24시간 예측오차[단위: m]

FCST		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
KIM-RTSM	ME	-0.088	-0.091	-0.065	0.013	0.056	0.041	-0.001	0.066	0.074	0.028	-0.050	-0.013	-0.002
	RMSE	-0.190	-0.151	-0.097	0.002	0.043	0.062	0.045	0.075	0.016	-0.063	-0.142	-0.147	-0.046
KIM-CTSM	ME	0.193	0.197	0.151	0.105	0.123	0.086	0.126	0.148	0.158	0.160	0.153	0.154	0.146
	RMSE	0.228	0.195	0.150	0.087	0.105	0.102	0.103	0.141	0.135	0.148	0.197	0.172	0.147

표 9.2.3 KIM-RTSM/CTSM 강원청 관할해역 24시간 예측오차[단위: m]

FCST		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
KIM-RTSM	ME	-0.064	-0.015	-0.055	0.040	0.038	0.007	0.030	0.045	0.063	0.031	-0.086	-0.068	-0.003
	RMSE	-0.062	-0.024	-0.048	0.020	0.019	-0.001	0.017	0.007	-0.013	-0.045	-0.115	-0.081	-0.027
KIM-CTSM	ME	0.087	0.072	0.083	0.069	0.080	0.057	0.079	0.073	0.097	0.085	0.108	0.096	0.082
	RMSE	0.070	0.047	0.061	0.047	0.043	0.034	0.039	0.044	0.058	0.084	0.126	0.099	0.063

표 9.2.4 KIM-RTSM/CTSM 광주청 관할해역 24시간 예측오차[단위: m]

FCST		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
KIM-RTSM	ME	-0.083	-0.121	-0.082	-0.019	0.045	0.050	0.049	0.067	0.060	-0.003	-0.073	-0.021	-0.011
	RMSE	-0.148	-0.152	-0.115	-0.046	0.007	0.039	0.039	0.050	0.006	-0.077	-0.142	-0.113	-0.054
KIM-CTSM	ME	0.151	0.188	0.143	0.089	0.098	0.080	0.118	0.112	0.147	0.134	0.132	0.124	0.126
	RMSE	0.176	0.186	0.148	0.090	0.075	0.071	0.094	0.097	0.115	0.132	0.169	0.143	0.125

표 9.2.5 KIM-RTSM/CTSM 제주청 관할해역 24시간 예측오차[단위: m]

FCST		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
KIM-RTSM	ME	-0.076	-0.106	-0.084	-0.006	0.044	0.026	0.035	0.014	0.056	0.008	-0.050	-0.002	-0.012
	RMSE	-0.099	-0.101	-0.085	-0.001	0.023	0.028	0.020	0.019	0.025	-0.034	-0.089	-0.056	-0.029
KIM-CTSM	ME	0.104	0.135	0.109	0.064	0.068	0.050	0.085	0.067	0.106	0.079	0.090	0.066	0.085
	RMSE	0.114	0.125	0.104	0.053	0.045	0.046	0.054	0.060	0.074	0.071	0.111	0.083	0.078

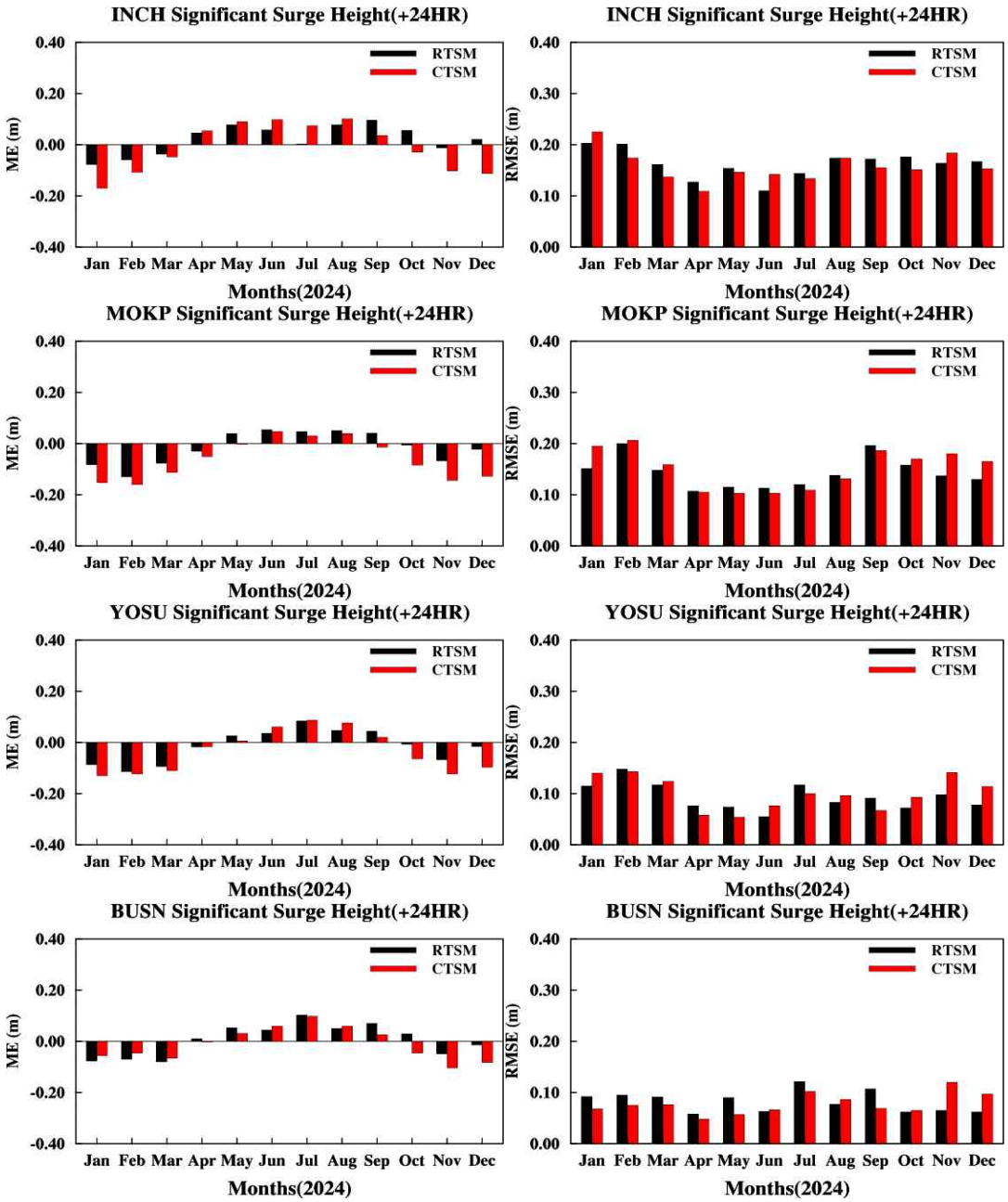


그림 9.2.2 인천, 목포, 여수, 부산 검조소에 대한 KIM-RTSM(검정색)과 KIM-CTSM(붉은색) 24시간 예측 폭풍해일고의 ME(좌)와 RMSE(우)

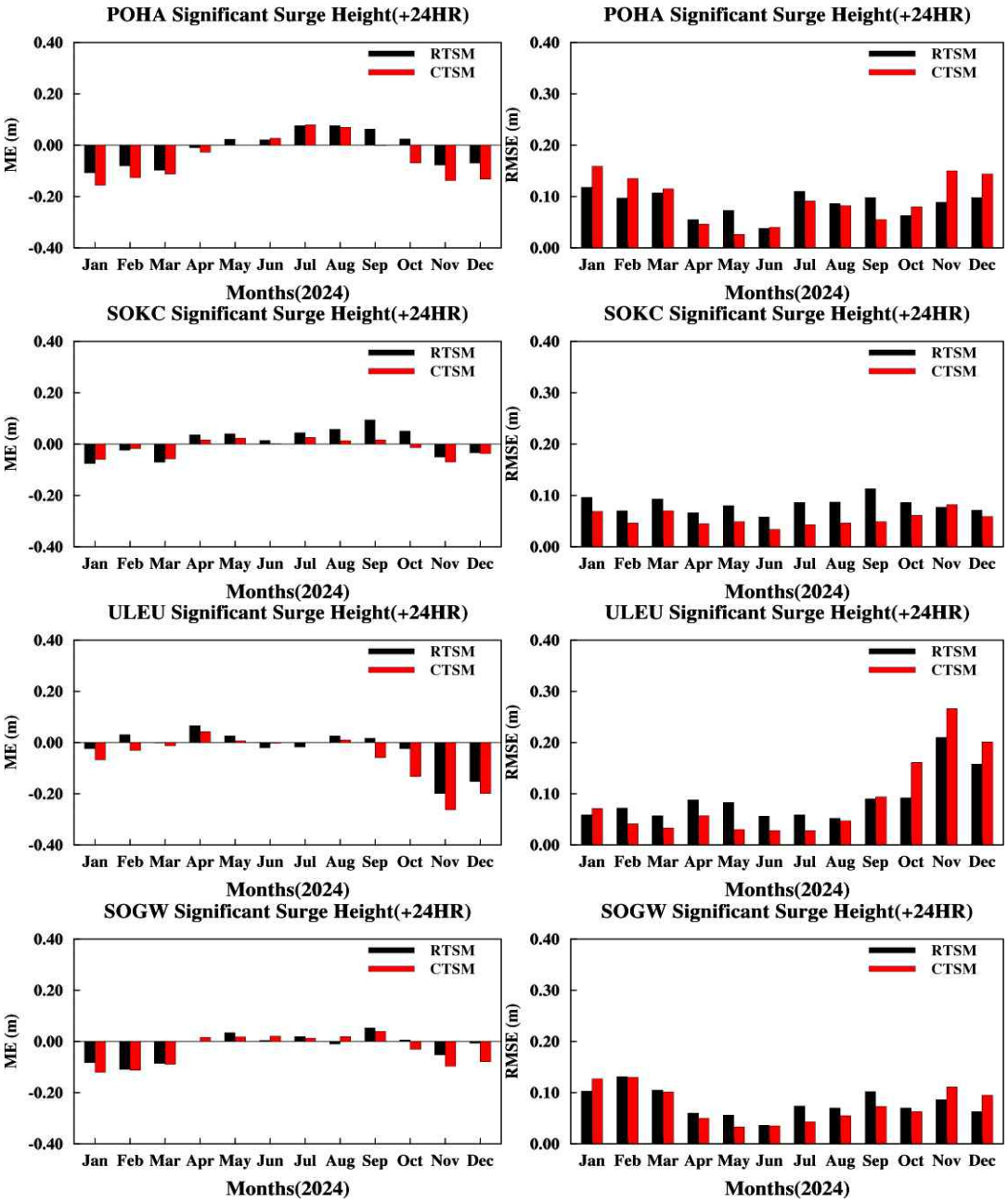


그림 9.2.3 포항, 속초, 울릉도, 서귀포 검조소에 대한 KIM-RTSM(검정색)과 KIM-CTSM(붉은색) 24시간 예측 폭풍해일고의 ME(좌)와 RMSE(우)

10. 황사 및 연무통합예측모델 성능

10.1 황사·연무통합예측모델 현황

한국형수치예보모델(KIM) 기반의 황사·연무통합예측모델(ADAM3)은 2020년 4월부터 운영 중이며, 통합모델(UM) 기반의 ADAM3는 2016년 12월부터 운영되고 있다. ADAM3는 1일 4회(00, 06, 12, 18UTC) 수행되며 국내 황사 출현에 대한 정량적 예보지원에 이용되고 있다.

10.2 2024년 황사·연무통합예측모델 성능

황사·연무통합예측모델의 성능 평가를 위해 기상청 유인관측소 23개 지점(그림 3.8.1)에서 목측된 황사 사례를 이용하여 모델의 국내 황사 예측 여부를 검증하였다. 양분예보 검증 방법을 이용하여 검증을 수행하며, 황사를 판단하기 위한 기준 PM_{10} 농도는 200㎍/㎥이다. 표 10.2.1에는 우리나라에서 관측된 황사의 최초 및 최종 관측 시점과 지점을 나타내었다. 2024년에는 총 7건의 황사가 관측되었으며, 3월에 3건, 4월에 2건, 5월에 1건, 6월에 1건 황사의 영향을 받았다. 2024년 KIM 기반 황사·연무통합예측모델의 정확도(ACC)는 0.96, 성공임계지수(CSI)는 0.39, 탐지확률(POD)은 0.40, 거짓경보율(FAR)은 0.05로 평가되었다. UM 기반 황사·연무통합예측모델의 정확도는 부록 J의 표 J.2를 참고하면 된다.

표 10.2.1 2024년 황사 사례별 최초 및 최종 관측 시점과 지점 목록

번호	관측일	최초 관측		최종 관측	
		시점	지점	시점	지점
1	3.17.~3.18.	06:50	백령도	03:35	창원
2	3.19.	14:10	흑산도	21:50	서귀포
3	3.28.~3.31.	17:50	백령도	05:10	안동
4	4.16.~4.20.	11:45	백령도	17:55	울릉도
5	4.25.~4.26.	09:05	북강릉	21:20	서울
6	5.11.~5.12.	21:35	백령도	21:25	울산
7	6.24.	19:20	북춘천	23:50	북춘천

11. 태풍 예측성능

11.1 태풍 진로 예측

11.1.1 연도별 태풍 진로 예측성능 변화 추세

그림 11.1.1은 북서태평양 전체영역에 대한 전지구예보시스템 연도별 진로 예측 오차이며 2006년부터 2009년까지는 T426L40, 2021년까지는 통합모델(2010년: UM N320L50, 2011~2015년: UM N512L70, 2016~2017년: UM N768L70, 2018년~2021년: UM N1280L70), 2022년부터는 한국형수치예보모델(KIM NE360 NP3)에 대한 검증결과이다. 수치예보모델의 태풍 진로는 예측시간이 짧을수록 오차가 적고, 연도별 태풍 발생 경향은 불확실성과 변동성이 크지만, 태풍에 대한 예측오차 비교 기간인 2006년부터 2021년까지 전반적으로 오차가 감소하는 추세를 보인다. 한국형수치예보모델로 변경된 2022년은 2021년에 비해 초기 예측시간부터 96시간 사이의 오차가 감소하였으나, 120시간에는 전년 대비 오차가 증가하였다. 또한 2024년에는 1일에서 5일까지 예측에 대해서 전년대비 전반적으로 오차가 증가하였다.

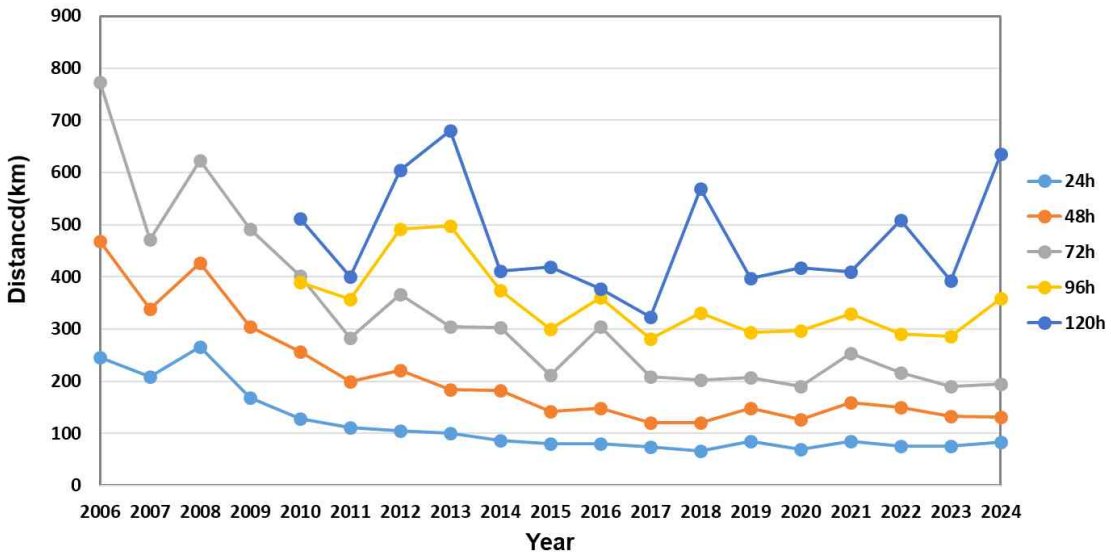


그림 11.1.1 GDAPS의 태풍 진로 모의성능 변화(※ 2022년부터는 KIM-Global 자료임)

그림 11.1.2는 북서태평양 전체영역에 대한 앙상블예측시스템의 연도별 진로 예측오차 경향을 보여주며, 2006년부터 2010년까지는 T213L40, 2011년부터는 통합모델(2011~2015년: UM N320L70, 2016년 이후: UM N400L70)에 대한 검증 결과이다.

앙상블예측시스템의 진로 오차는 시간에 따른 감소 경향이 뚜렷하진 않으나, 2018년 이후 96~120시간 예측시간에서의 오차는 감소하는 경향을 보이고 있다. 2022년은 전년도보다 모든 예측시간에서 오차가 감소하였고, 2023년도 이후에는 4일 이상 예측시간에서의 성능 하락이 다소 두드러졌다.

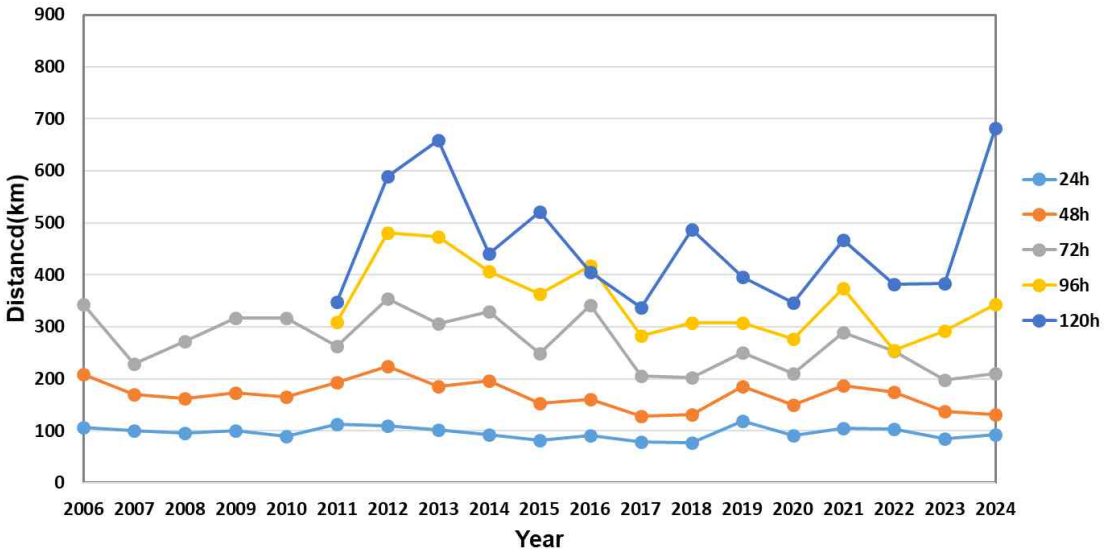


그림 11.1.2 EPSG의 태풍진로 모의성능 변화(※ 2023년부터는 KIM-GENS 자료임)

11.1.2 2024년 태풍 진로 예측성능

북서태평양 전체영역에 대한 한국형수치예보모델(KIM-Global)과 한국형모델 기반 앙상블예측시스템(KIM-GENS)의 태풍진로 오차를 표11.1.1~표11.1.3에 나타내었다. 표11.1.1은 단순 거리오차를, 표11.1.2와 표11.1.3은 각각 태풍 진행방향 오차(ATE, Along-Track Error) 및 편차(ATB, Along-Track Bias), 태풍 진행수직방향 오차(CTE, Cross-Track Error) 및 편차(CTB, Cross-Track Bias)를 나타낸다. 오차는 사례들의 평균값을, 그리고 편차는 사례들의 중앙값으로 산출하였다. 단순 거리오차는 1일 이내, 3일, 5일 예측에서 전지구예보시스템이 앙상블예측시스템보다 성능이 우수했고, 두 모델 모두 4~5일 예측에서는 사례수가 줄어들면서 성능도 눈에 띄게 하락하는 것을 보였다. 태풍 진행방향 및 수직방향 오차는 두 모델 간의 단순거리오차 경향과 유사한 성능을 보였고, 두 시스템 모두 1~2일 예측까지는 분석보다 이동속도가 빠르다가 이후 느려졌으며, 3일 예측까지는 왼쪽으로 예측하다 이후 오른쪽으로 예측하는 경향을 나타내었다.

표 11.1.1 북서태평양 전체영역에 대한 수치예보모델별 단순 거리오차[단위: km, ( ): 사례수]

FCST Time	KIM-Global		KIM-GENS	
	거리오차	사례수	거리오차	사례수
12hr	63.0	(194)	65.5	(194)
24hr	83.6	(171)	92.0	(173)
36hr	112.9	(152)	108.1	(150)
48hr	131.6	(133)	131.6	(133)
60hr	158.2	(117)	164.3	(118)
72hr	195.2	(100)	210.7	(101)
96hr	358.6	(70)	342.7	(67)
120hr	635.9	(34)	681.5	(33)

표 11.1.2 북서태평양 전체영역에 대한 수치예보모델별 ATE의 평균과 ATB의 중간값(median)[단위: km]

FCST Time	KIM-Global		KIM-GENS	
	ATE	ATB	ATE	ATB
12hr	42.3	1.4	42.8	2.8
24hr	53.0	0.0	56.6	0.0
36hr	70.6	-1.3	69.7	-4.0
48hr	89.3	1.6	88.6	-8.1
60hr	106.7	-10.8	111.0	-6.6
72hr	123.5	-4.1	136.4	-16.3
96hr	249.4	-13.2	236.3	-10.5
120hr	427.1	42.9	504.7	-82.9

표 11.1.3 북서태평양 전체영역에 대한 수치예보모델별 CTE의 평균과 CTB의 중간값(median)[단위: km]

FCST Time	KIM-Global		KIM-GENS	
	CTE	CTB	CTE	CTB
12hr	38.9	1.0	41.0	-2.9
24hr	54.0	-3.8	62.3	-12.3
36hr	75.4	-8.1	68.3	-11.4
48hr	80.0	-11.1	80.1	-21.7
60hr	91.1	-9.5	96.2	-14.6
72hr	121.3	-11.0	125.7	-11.1
96hr	201.6	43.4	200.7	36.6
120hr	398.9	77.9	391.1	189.0

예측한 태풍이 위도 20°N 북쪽, 경도 140°E 서쪽에 위치할 때의 진로오차(표 11.1.4~표11.1.6)의 전지구예보시스템과 앙상블예측시스템의 예측성능은 북서태평양 전체영역에 대한 예측성능과 유사한 경향을 나타내었다. 이 영역에서의 오차 및 편차는 북서태평양 전체영역 대비하여 36시간 예측 이후부터는 커지는 경향을 보였다. 두 시스템 모두 3~4일 예측을 제외하고 다소 빠르게 예측하였고, 3일까지는 왼쪽으로 예측하다가 4일 예측 이후는 오른쪽으로 예측하는 경향을 보였다.

표 11.1.4 20°N 북쪽, 140°E 서쪽에 위치한 태풍에 대한 수치예보모델별 단순 거리오차[단위: km, ( ): 사례수]

FCST Time	KIM-Global		KIM-GENS	
	거리오차	사례수	거리오차	사례수
12hr	50.9	(64)	52.3	(64)
24hr	75.2	(61)	84.7	(62)
36hr	121.3	(60)	106.6	(59)
48hr	142.8	(58)	137.2	(58)
60hr	175.9	(56)	176.1	(56)
72hr	224.6	(51)	236.2	(52)
96hr	453.6	(38)	430.5	(37)
120hr	785.9	(22)	855.3	(22)

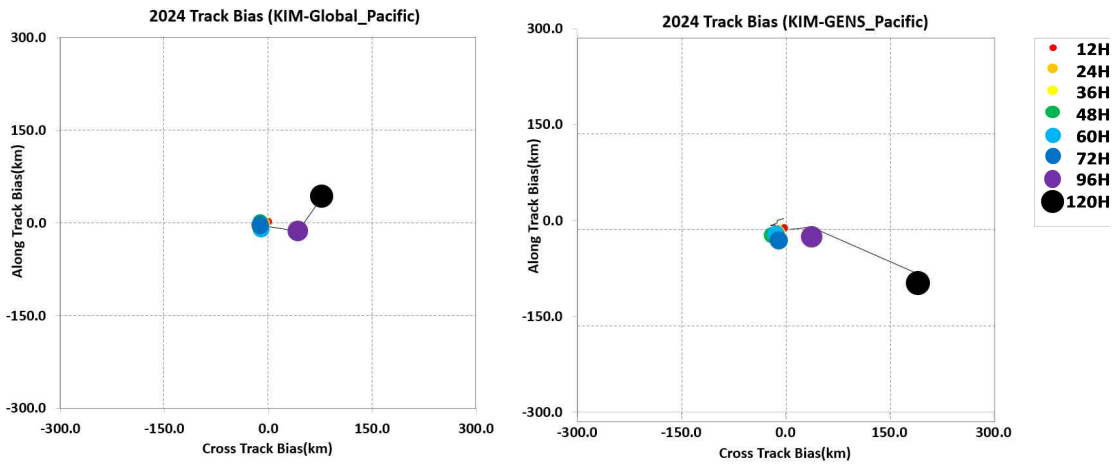
표 11.1.5 20°N 북쪽, 140°E 서쪽에 위치한 태풍에 대한 수치예보모델별 ATE의 평균과 ATB의 중간값(median)[단위: km]

FCST Time	KIM-Global		KIM-GENS	
	ATE	ATB	ATE	ATB
12hr	33.0	8.7	34.0	10.0
24hr	48.8	2.7	54.3	6.9
36hr	78.2	10.6	71.8	1.9
48hr	102.5	15.0	95.2	9.3
60hr	115.4	0.9	118.0	27.7
72hr	140.0	-8.0	150.4	6.6
96hr	328.6	-6.6	304.0	-19.7
120hr	531.4	79.4	627.1	118.6

표 11.1.6 20°N 북쪽, 140°E 서쪽에 위치한 태풍에 대한 수치예보모델별 CTE의 평균과 CTB의 중간값(median)[단위: km]

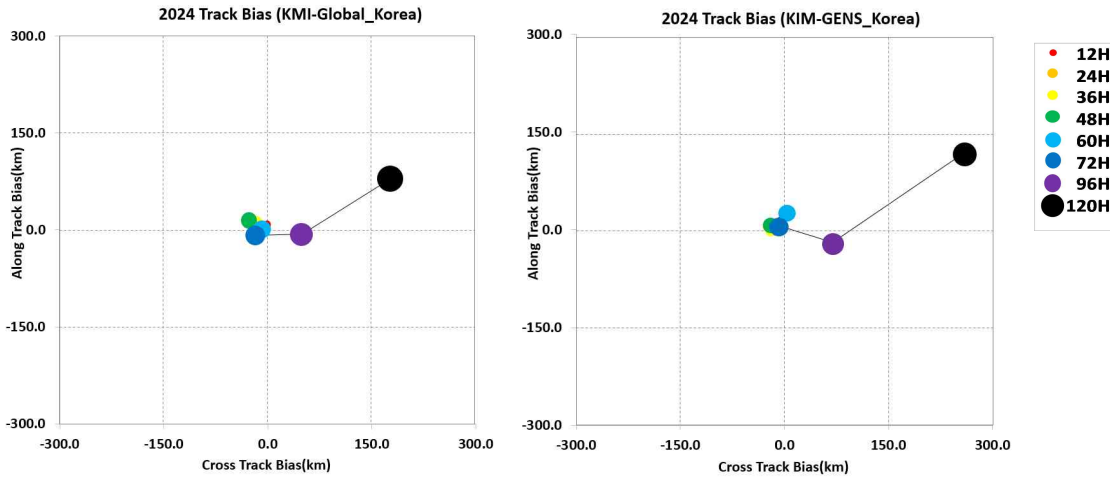
FCST Time	KIM-Global		KIM-GENS	
	CTE	CTB	CTE	CTB
12hr	32.4	-0.1	33.9	-8.8
24hr	47.3	-19.1	57.0	-23.1
36hr	80.3	-16.6	65.3	-19.1
48hr	80.3	-26.3	79.3	-20.2
60hr	103.6	-7.4	104.3	3.6
72hr	149.2	-17.4	149.1	-8.0
96hr	247.0	49.5	246.0	69.7
120hr	484.3	177.6	498.6	259.5

그림 11.1.3과 11.1.4는 모델 예측 진로 경향을 나타내는 그림으로, 북서태평양에서 두 시스템 모두 예측 2일까지는 오차가 크지 않았으나, 예측 4~5일에서 오차가 두드러지게 나타나기 시작했고, 특히 앙상블예측시스템은 5일 예측에서 전지구예보시스템 보다 약 120km 더 오른쪽(+)으로 치우쳐져서 느리게(-) 이동한 것이 두드러졌다. 위도 20°N 북쪽, 경도 140°E 서쪽에 위치할 때의 경우, 두 시스템 모두 3일 예측까지는 다소 빠르게(+) 이동하였고, 5일 예측에서 북서태평양 전체영역보다 더 우측(+)으로 치우쳐서 빠르게(+) 이동하였다.



(a) KIM-Global (b) KIM-GENS

그림 11.1.3 북서태평양 전체영역에 위치한 태풍에 대한 수치예보모델별 태풍 모의 경향 (ATB와 CTB의 중간값)



(a) KIM-Global (b) KIM-GENS

그림 11.1.4 20°N 북쪽, 140°E 서쪽에 위치한 태풍에 대한 수치예보모델별 태풍 모의 경향 (ATB와 CTB의 중간값)

11.2 태풍 강도 예측

11.2.1 연도별 태풍 강도 예측성능 변화 추세

그림 11.2.1은 전지구예보시스템의 최대풍속 기준 연도별 태풍 강도 예측오차를 나타내고 있다. 한국형전지구예보시스템이 적용된 2022년도에는 전년도와 유사하거나 다소 감소하는 경향을 보여준 반면, 2024년도에는 3일 이내 예측에서는 오차가 감소하였으나, 이후 시간 예측에는 오차가 증가하는 경향을 보여주었다.

앙상블예측시스템의 연도별 태풍 강도 오차는 2023년부터 한국형앙상블예측시스템으로 변경되어 산출되었으며(그림 11.2.2), 태풍 중심 최대풍속 추출 소스코드의 오류 개선으로 2023년의 오차가 이전보다 상대적으로 감소한 것으로 보여진다. 2024년도는 전지구예보시스템과 유사하게 3일 이내에서는 전년도 대비 오차 감소, 이후에서는 다소 증가하는 경향을 보여준다.

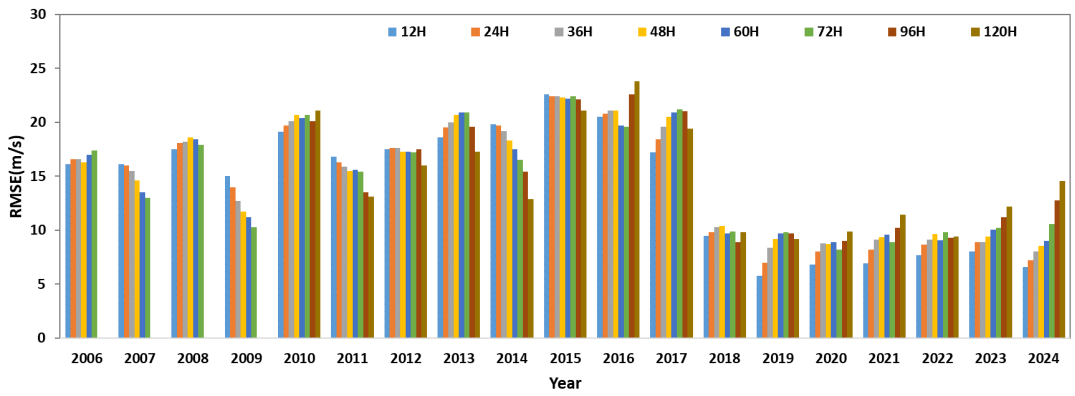


그림 11.2.1 GDAPS의 태풍 최대풍속 모의성능 변화(※ 2022년부터는 KIM-Global 자료임)

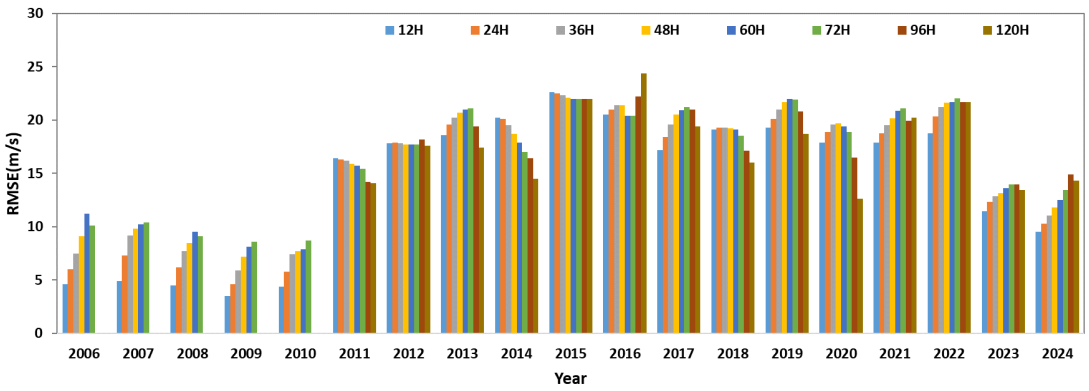


그림 11.2.2 EPSG의 태풍 최대풍속 모의성능 변화(※ 2023년부터는 KIM-GENS 자료임)

그림 11.2.3은 전지구예보시스템의 태풍 강도별 강도 예측의 RMSE의 연도별 경향을 나타낸 그림이다. 2024년의 TS 등급 강도 예측오차는 2023년 대비, 1일과 3일 예측을 제외하고 증가하였고, STS 등급에서는 2~3일 예측을 제외하고 전년보다 오차가 증가하였다. TY 등급에서는 3일 이후 예측에서 오차가 전년보다 증가하였다.

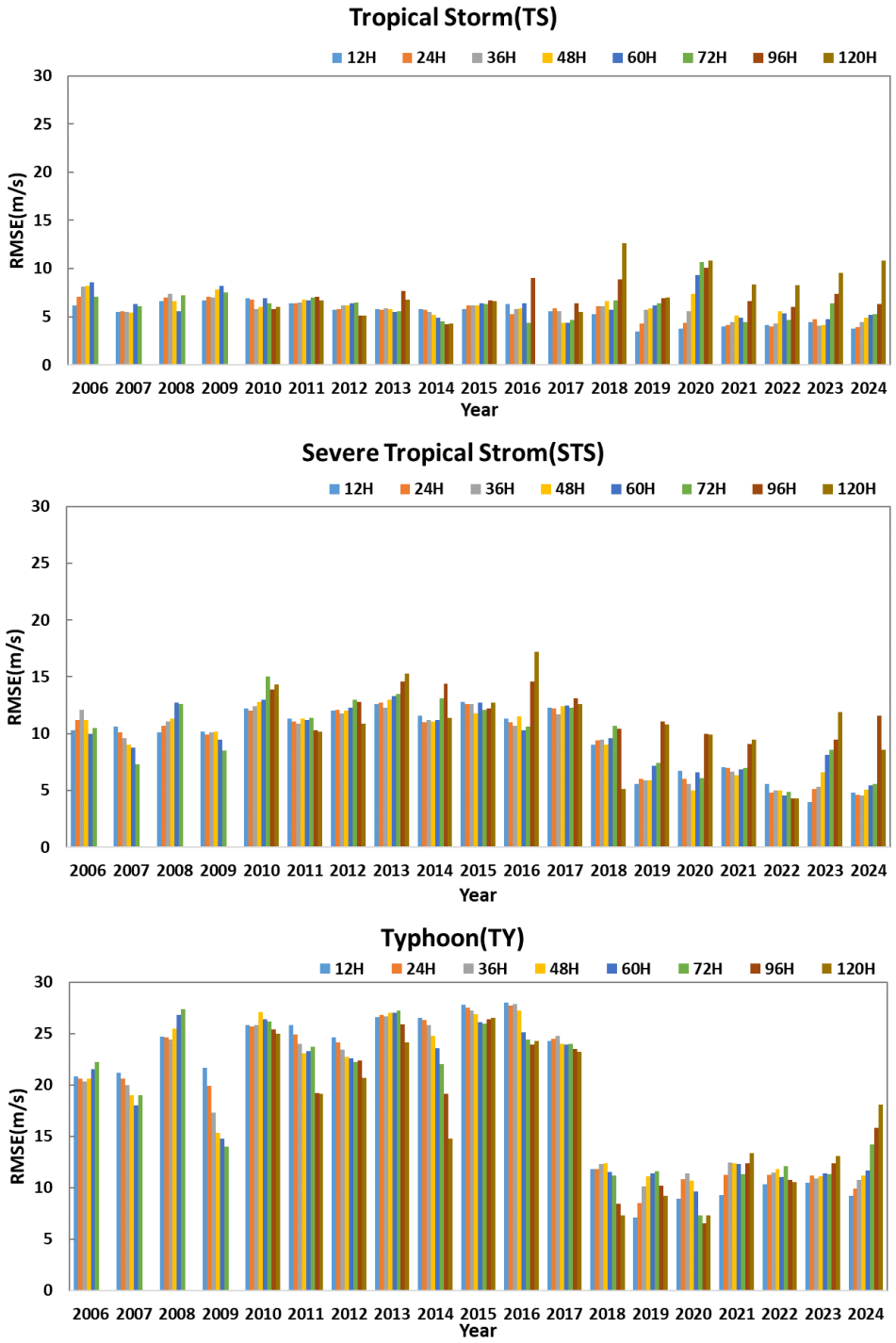


그림 11.2.3 GDAPS의 태풍 강도별 최대풍속 모의성능 변화
(※ 2022년부터는 KIM-Global 자료임)

그림 11.2.4는 앙상블예측시스템의 태풍 강도별 강도 예측오차이다. 2024년도는 TS와 STS 등급에서는 전년도 대비 성능이 다소 떨어졌으나, TY 등급에서는 3일 예측 이내에서는 전년도 대비 다소 우수하였다.

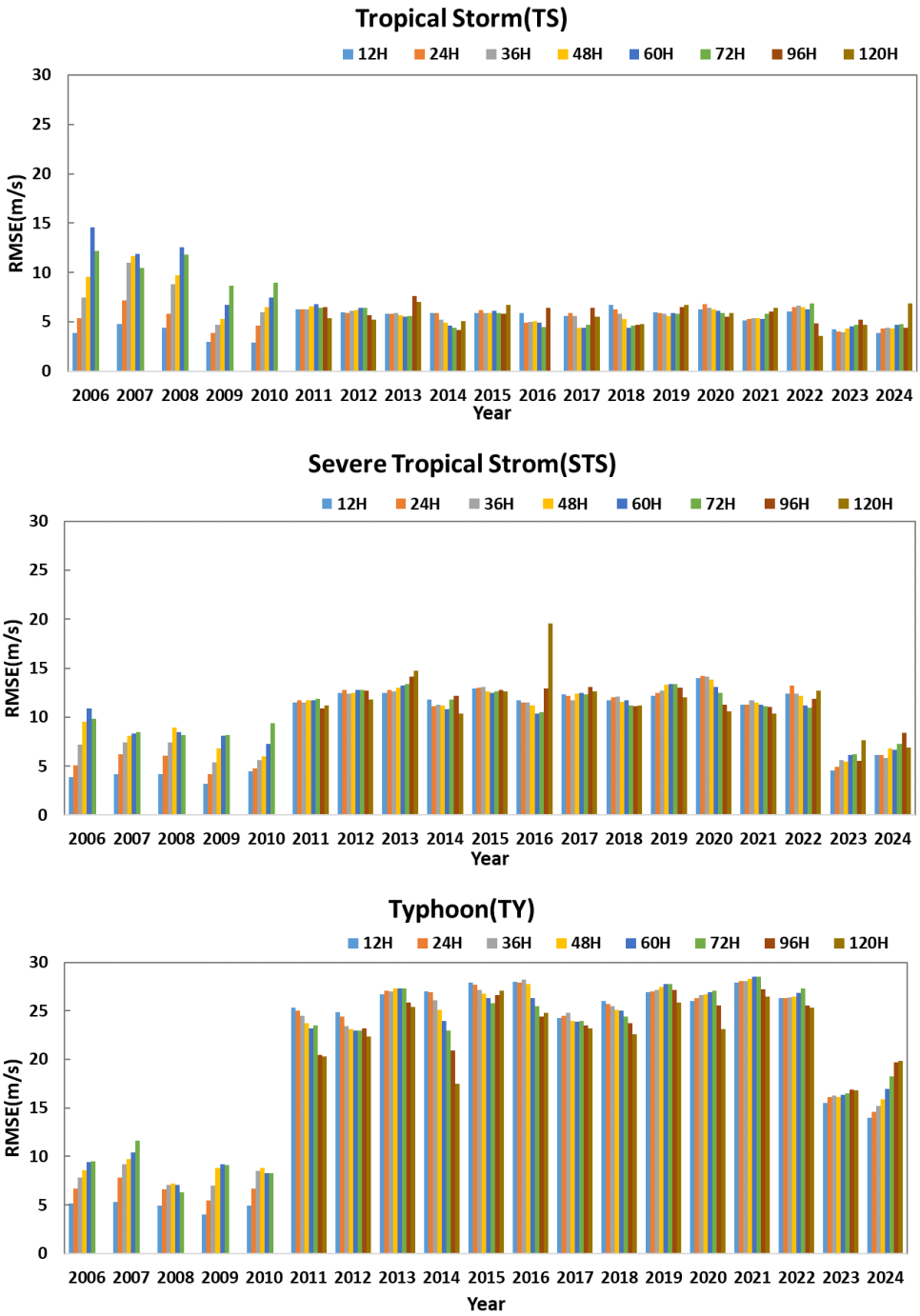


그림 11.2.4 EPSG의 태풍 강도별 최대풍속 모의성능 변화
(※ 2023년부터는 KIM-GENS 자료임)

11.2.2 2024년도 태풍 강도 예측성능

표 11.2.1은 수치모델의 평균 RMSE와 ME, r(상관계수)를 나타낸 표이다. 태풍 강도 예측성능 검증 결과, 전지구예보시스템은 96시간 예측까지는 앙상블예측시스템보다 평균제곱근 오차가 작았고, 120시간 예측은 컸다. 또한, 두 모델 모두 모든 예측시간에서 음의 편차를 보여, 모델이 태풍을 약하게 모의하고 있음을 알 수 있다. RSMC-Tokyo 베스트트랙과의 태풍 강도 상관성을 분석한 결과 전지구예보시스템은 12시간 예측에서 상관계수 0.82 로 가장 높게 나타났고, 앙상블예측시스템은 96시간 예측까지는 전지구예보시스템보다는 상관성이 낮았고, 120시간 예측은 높았다.

표 11.2.1 수치예보모델의 태풍 최대풍속 RMSE, ME, r[단위: m/s, ( ): 사례수]

검증 지수	FCST Time	KIM-Global		KIM-GENS	
		검증결과	사례수	검증결과	사례수
RMSE	12hr	6.6	(194)	9.5	(194)
	24hr	7.2	(171)	10.3	(173)
	36hr	8.0	(152)	11.0	(150)
	48hr	8.6	(133)	11.8	(133)
	60hr	9.0	(117)	12.5	(118)
	72hr	10.6	(100)	13.5	(101)
	96hr	12.7	(70)	14.9	(67)
	120hr	14.6	(34)	14.3	(33)
ME	12hr	-3.4	(194)	-7.2	(194)
	24hr	-4.1	(171)	-7.9	(173)
	36hr	-4.9	(152)	-8.5	(150)
	48hr	-5.3	(133)	-9.0	(133)
	60hr	-5.8	(117)	-9.5	(118)
	72hr	-6.0	(100)	-10.0	(101)
	96hr	-6.6	(70)	-10.3	(67)
	120hr	-6.4	(34)	-8.6	(33)
r	12hr	0.83	(194)	0.81	(194)
	24hr	0.81	(171)	0.78	(173)
	36hr	0.78	(152)	0.76	(150)
	48hr	0.76	(133)	0.69	(133)
	60hr	0.77	(117)	0.64	(118)
	72hr	0.62	(100)	0.55	(101)
	96hr	0.45	(70)	0.33	(67)
	120hr	0.15	(34)	0.25	(33)

표 11.2.2는 전지구예보시스템과 앙상블예측시스템의 태풍 강도별 평균 제곱근 오차를 나타낸다. 두 모델의 RMSE는 TS와 STS 등급에서는 두 모델 간에 큰 차이를 보이지 않지만, TY 등급에서는 앙상블예측시스템의 오차가 보다 커져 두 모델 간 차이가 크게 나타났다. 특히 TY 등급의 60시간 예측에서 전지구예보시스템은 11.6m/s, 앙상블예측시스템은 16.9m/s의 오차를 보여주며 5.3m/s의 차이를 보였다.

표 11.2.2 수치예보모델의 태풍 강도별 최대풍속 RMSE[단위: m/s]

Intensity Grade	FCST Time	KIM-Global		KIM-GENS	
		RMSE	사례수	RMSE	사례수
TS	12hr	3.8	(68)	3.9	(68)
	24hr	3.9	(52)	4.3	(54)
	36hr	4.5	(44)	4.4	(43)
	48hr	4.9	(35)	4.3	(34)
	60hr	5.2	(30)	4.7	(30)
	72hr	5.2	(26)	4.8	(25)
	96hr	6.3	(20)	4.4	(17)
	120hr	10.8	(9)	6.9	(10)
STS	12hr	4.8	(52)	6.1	(52)
	24hr	4.6	(46)	6.1	(46)
	36hr	4.6	(38)	5.8	(37)
	48hr	5.1	(34)	6.8	(35)
	60hr	5.4	(30)	6.7	(31)
	72hr	5.6	(26)	7.3	(27)
	96hr	11.6	(17)	8.4	(15)
	120hr	8.6	(8)	6.9	(8)
TY	12hr	9.2	(74)	14.0	(74)
	24hr	9.9	(73)	14.6	(73)
	36hr	10.8	(70)	15.2	(70)
	48hr	11.2	(64)	15.9	(64)
	60hr	11.7	(57)	16.9	(57)
	72hr	14.2	(48)	18.2	(49)
	96hr	15.8	(33)	19.7	(35)
	120hr	18.1	(17)	19.8	(15)

12. 2024년 여름철 강수사례의 수치모델별 예측 특성

12.1 개요

'24년 여름철(6~8월)에 대한 전지구 및 지역모델의 강수 예측 성능을 정성적으로 분석하기 위해 예측시간(24~120시간)에 따른 24시간 누적 강수량 및 분포를 AWS 및 레이더 누적강수량과 비교하였다. 대표 강수사례에 대해 KIM-Global, UM-Global, ECMWF-Global(IFS 모델), KIM-Regional, UM-Local 모델의 2일(48시간) 전 예측 결과를 관측과 비교하였고, 전지구모델(KIM, UM, ECMWF)은 1~5일 전의 강수예측 경향을 비교하여 분석하였다.

'24년 여름철 한반도 대표 강수는 정체전선, 저기압, 기압골, 태풍에 의한 것으로서 총 42일(소나기 제외)이며, 이 중 정체전선에 의한 강수일이 가장 많은 비중을 차지하였다(표 12.1.1).

표 12.1.1 '24년 여름철 한반도 월별 대표 강수사례 메커니즘 및 일자

6월(11일)	저기압(8~9일), 기압골(2, 15, 23~24일), 정체전선(20, 22, 27, 29~30일)
7월(19일)	저기압(2~3, 4~6, 17~18일), 정체전선(1, 7~10, 14, 16, 19~23일)
8월(12일)	기압골(2, 8, 22~23, 25~27일), 태풍(20~21, 28~30일)

* 소나기 제외

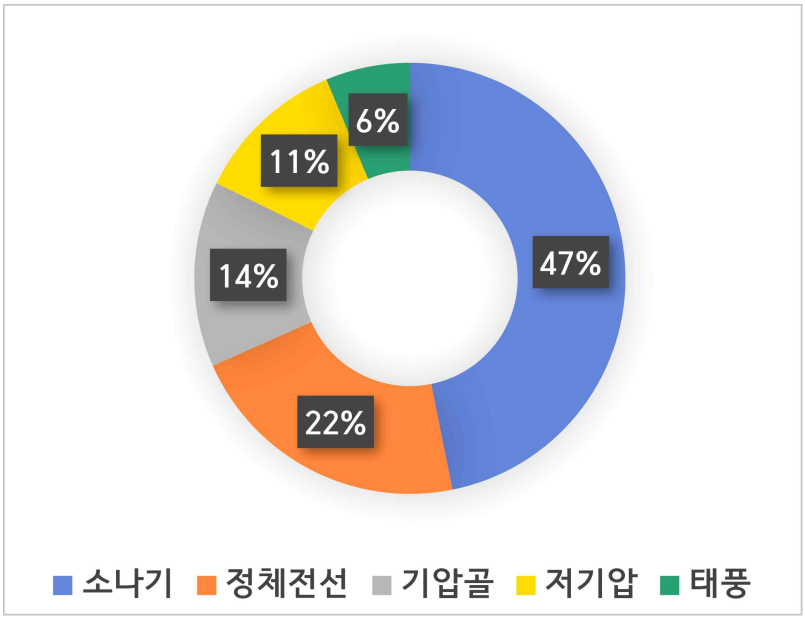


그림 12.1.1 '24년 여름철 강수 메커니즘별 발생 일수 비율

12.2 ‘24년 6월 강수사례 및 모델별 강수 예측 특성

6월은 한반도를 통과하는 저기압과 저기압을 동반한 정체전선에 의해 많은 강수가 기록되었다(그림 12.2.1).

전지구모델의 3일 예측장까지는 정체전선상의 저기압 발달 여부에 따른 강수영역의 남북변동성이 공통적으로 크게 나타났다. 2일 이내 예측장부터는 대체로 수렴하나 UM-Global은 셀형태의 강한 강수를 모의하는 경향이 지속해서 나타났다. KIM-Global은 저기압을 상대적으로 북쪽으로 모의하는 경향이 종종 나타났으나, 저기압의 위치가 수렴한 이후 예측장에서는 강수분포 및 강수량이 관측과 가장 유사하였다. 기압골에 의한 강수는 전지구모델이 대체로 약한 강수를 넓은 지역으로 과대모의하는 경향을 보였다. 4~5일 예측장에서는 기압골을 강하게 모의하여 강수량을 과대모의하다 예측시간이 짧아지면서 점차 약화되는 경향이었다.

6월의 대표사례는 저기압 및 정체전선 강수사례(6.8, 6.22, 6.29~30)로 그림 12.2.2~12.2.9에 제시하였다.

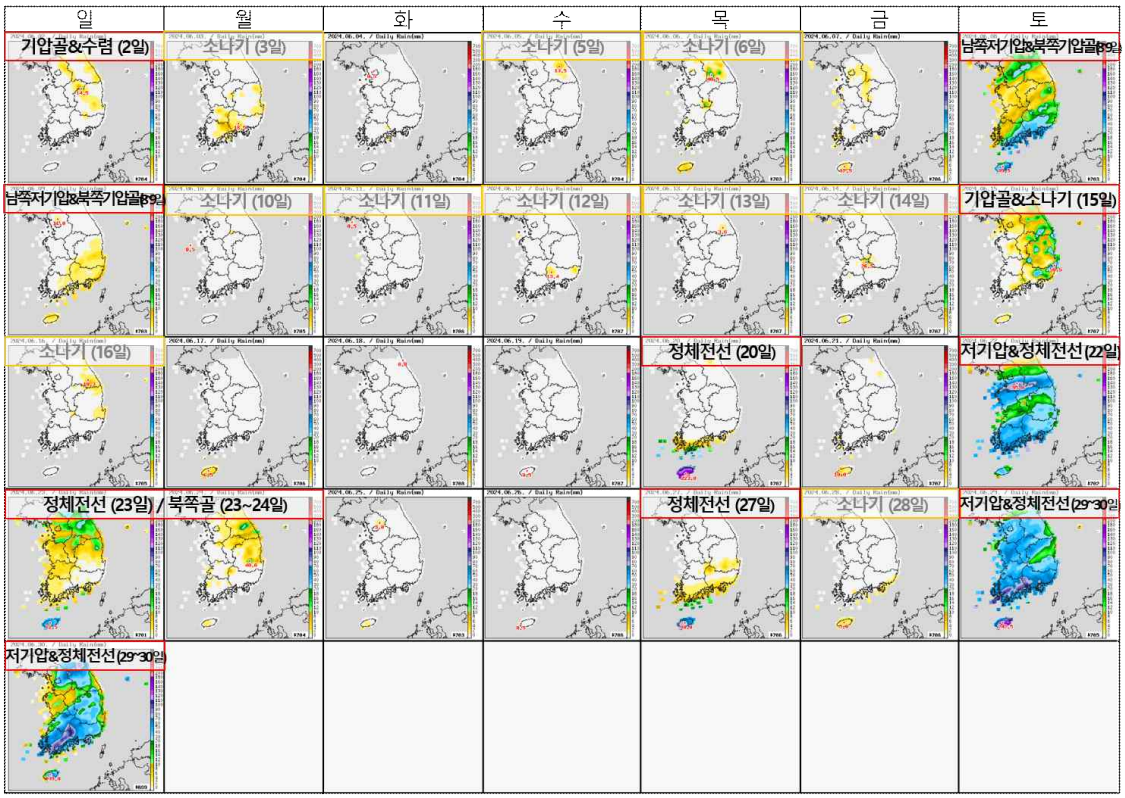


그림 12.2.1 AWS 일 강수량 및 강수 메커니즘(6월)

'24년 6월 8일은 남쪽에 저기압이 위치하고 북쪽으로는 기압골이 지나가는 사례로서 KIM/UM/ECMWF-Global, KIM-Regional, UM-Local 모델의 2일 전 강수 예측 결과와 전지구모델별 1~5일 전 강수 예측 경향을 제시하였다(그림 12.2.2~3.).

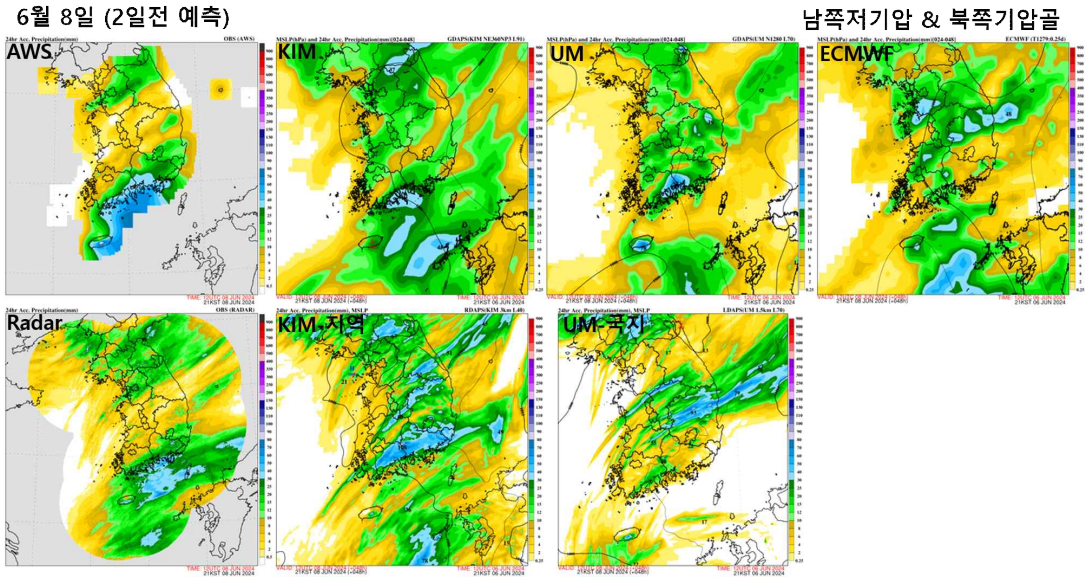


그림 12.2.2 AWS 및 레이더 24시간 누적강수량과 모델별 2일(48시간) 전 누적강수 예측 비교 (남쪽저기압과 북쪽기압골 사례, '24. 6. 8.)

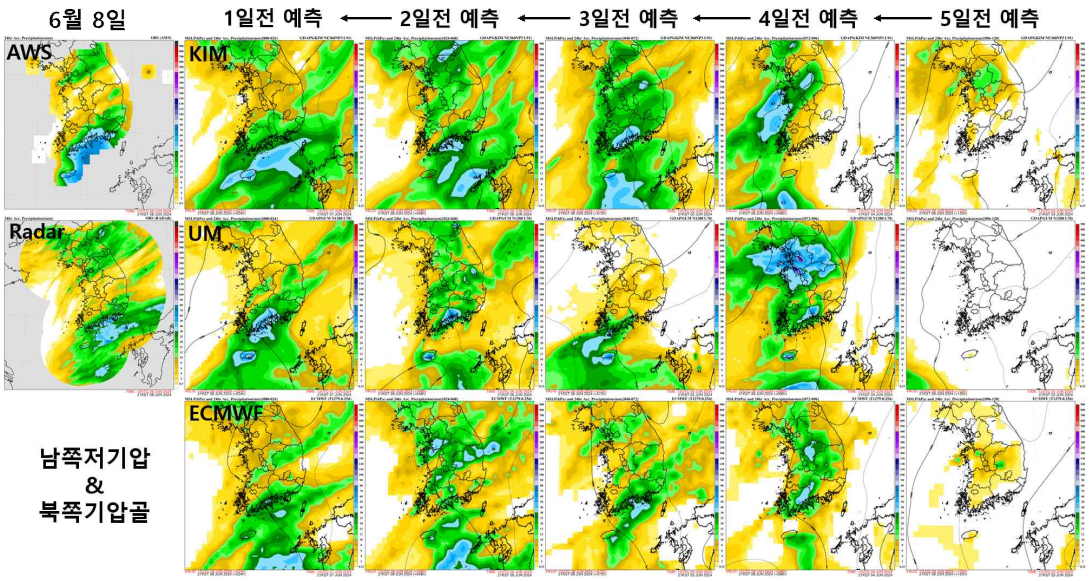


그림 12.2.3 AWS 및 레이더 24시간 누적강수량과 예측시간(1~5일 전)에 따른 전지구모델별 (KIM, UM, ECMWF) 강수 예측 경향 비교(남쪽저기압과 북쪽기압골 사례, '24. 6. 8.)

'24년 6월 22일은 정체전선과 저기압 사례로서 KIM/UM/ECMWF-Global, KIM-Regional, UM-Local 모델의 2일 전 강수 예측 결과와 전지구모델별 1~5일 전 강수 예측 경향을 제시하였다(그림 12.2.4~5.).

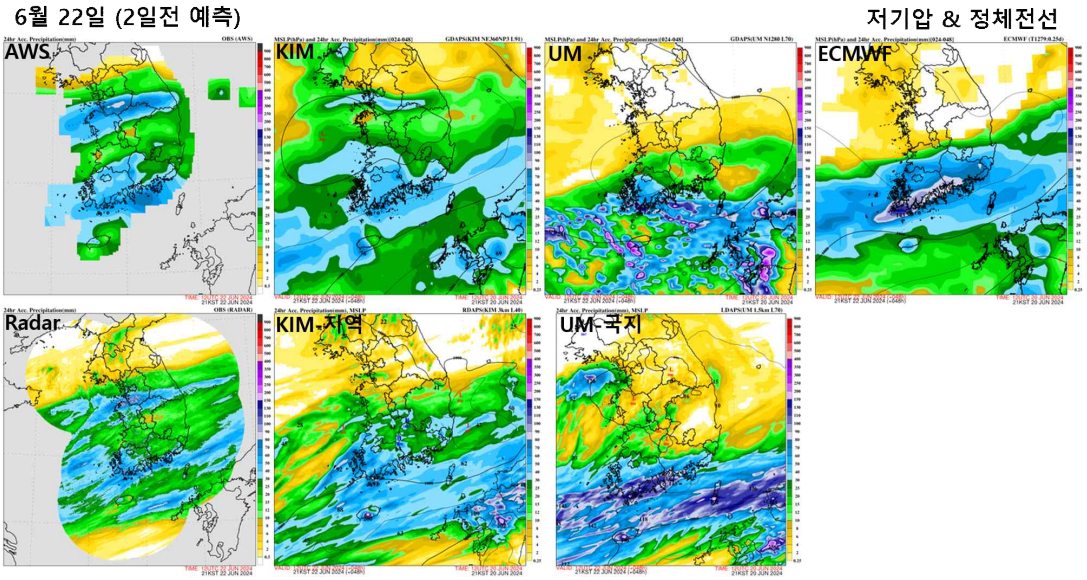


그림 12.2.4 AWS 및 레이더 24시간 누적강수량과 모델별 2일(48시간) 전 누적강수 예측 비교 (정체전선과 저기압 사례, '24. 6. 22.)

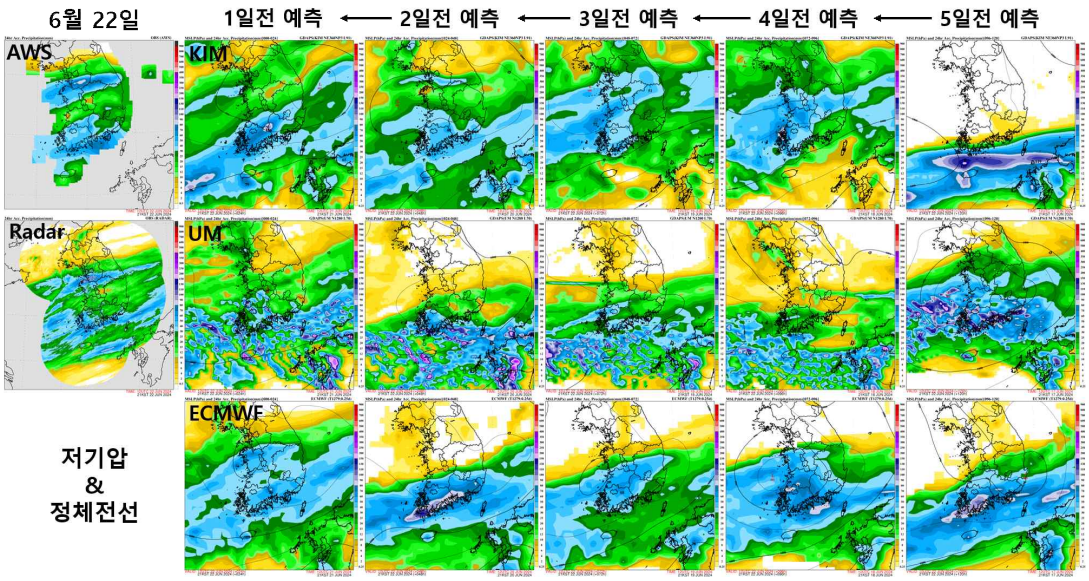


그림 12.2.5 AWS 및 레이더 24시간 누적강수량과 예측시간(1~5일 전)에 따른 전지구모델별 (KIM, UM, ECMWF) 강수 예측 경향 비교(정체전선과 저기압 사례, '24. 6. 22.)

'24년 6월 29일은 정체전선과 저기압 사례로서 KIM/UM/ECMWF-Global, KIM-Regional, UM-Local 모델의 2일 전 강수 예측과 전지구모델별 1~5일 전 강수 예측 경향을 제시하였다(그림 12.2.6~7.).

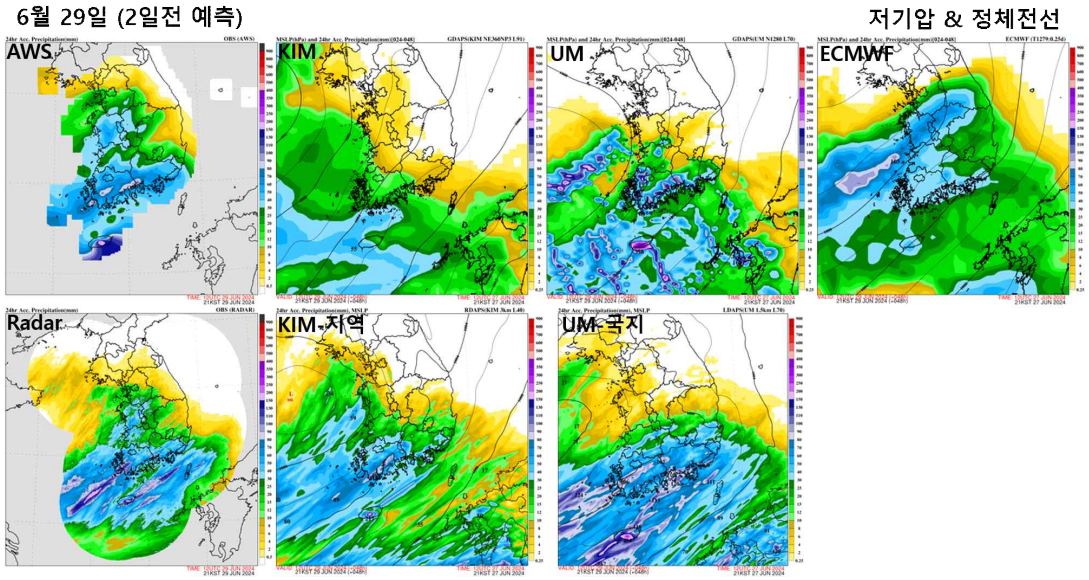


그림 12.2.6 AWS 및 레이더 24시간 누적강수량과 모델별 2일(48시간) 전 누적강수 예측 비교 (정체전선과 저기압 사례, '24. 6. 29.)

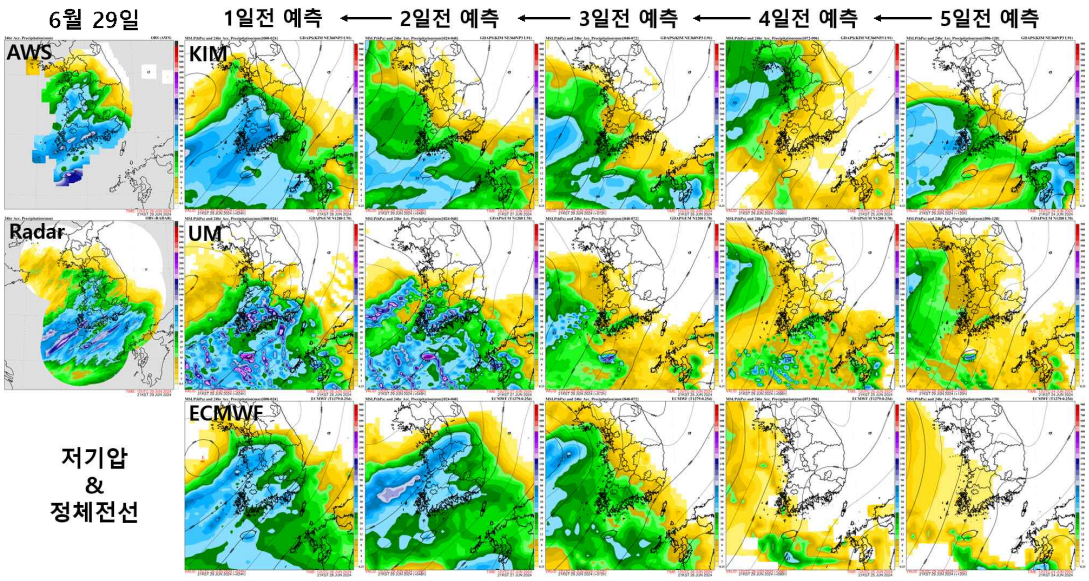


그림 12.2.7 AWS 및 레이더 24시간 누적강수량과 예측시간(1~5일 전)에 따른 전지구모델별 (KIM, UM, ECMWF) 강수 예측 경향 비교(정체전선과 저기압 사례, '24. 6. 29.)

'24년 6월 30일은 정체전선과 저기압 사례로서 KIM/UM/ECMWF-Global, KIM-Regional, UM-Local 모델의 2일 전 강수 예측 결과와 전지구모델별 1~5일 전 강수 예측 경향을 제시하였다(그림 12.2.8~9.).

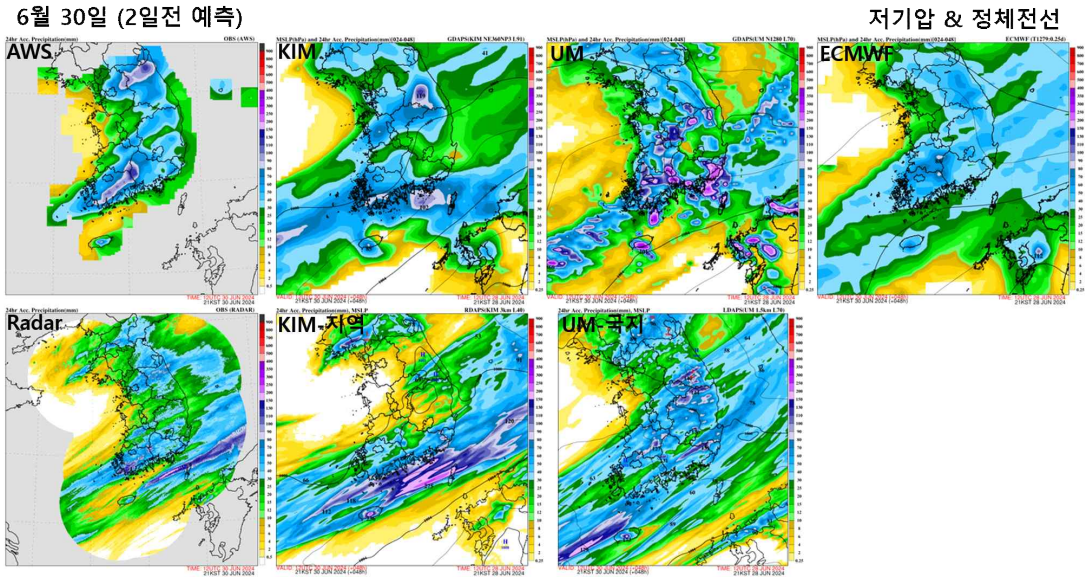


그림 12.2.8 AWS 및 레이더 24시간 누적강수량과 모델별 2일(48시간) 전 누적강수 예측 비교 (정체전선과 저기압 사례, '24. 6. 30.)

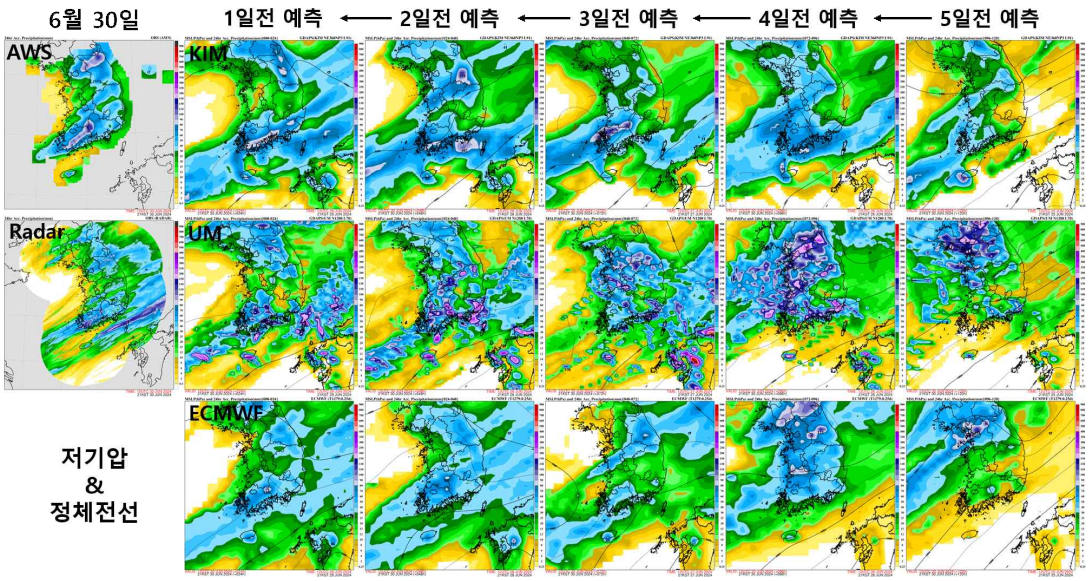


그림 12.2.9 AWS 및 레이더 24시간 누적강수량과 예측시간(1~5일 전)에 따른 전지구모델별 (KIM, UM, ECMWF) 강수 예측 경향 비교(정체전선과 저기압 사례, '24. 6. 30.)

12.3 ‘24년 7월 강수사례 및 모델별 강수 예측 특성

7월은 대부분 정체전선의 영향으로 한반도에 많은 강수가 기록되었다(그림 12.3.1). 정체전선 강수는 4~5일 예측에서 저기압 발달 등의 변동성이 다소 크게 나타났고 3일 예측부터는 강수 집중구역 및 강수량이 관측과 대체로 유사해졌다. 저기압을 동반한 정체전선 강수는 저기압을 동반하지 않은 사례 대비 1일 정도 모델이 늦게 수렴하였고, 정체전선에 동반된 저기압은 예측시간이 짧아질수록 북편하면서 중부지방 강수를 줄이는 경우가 많이 나타났다. 반면 7월 9일 저기압을 동반한 정체전선 강수는 예측시간이 짧아지면서 강수 집중구역을 남하시키는 경향이었으나 1일 전 예측에서 다소 북편하면서 강수집중구역을 중부지방으로 모의하였다. 그러나 실황에서는 저기압이 발달해서 북쪽으로 이동하지 않고 그대로 서쪽으로 이동하면서 충정으로 많은 강수를 기록하였다. 이때 KIM-Regional은 전지구 대비 강수집중구역을 남쪽으로 모의하면서 관측과 상대적으로 더 유사한 결과를 보였다.

대표사례는 정체전선 강수사례(7.2, 7.8, 7.9~10, 7.16, 7.18, 7.19, 7.20~21)로 그림 12.3.2~12.3.21에 제시하였다.

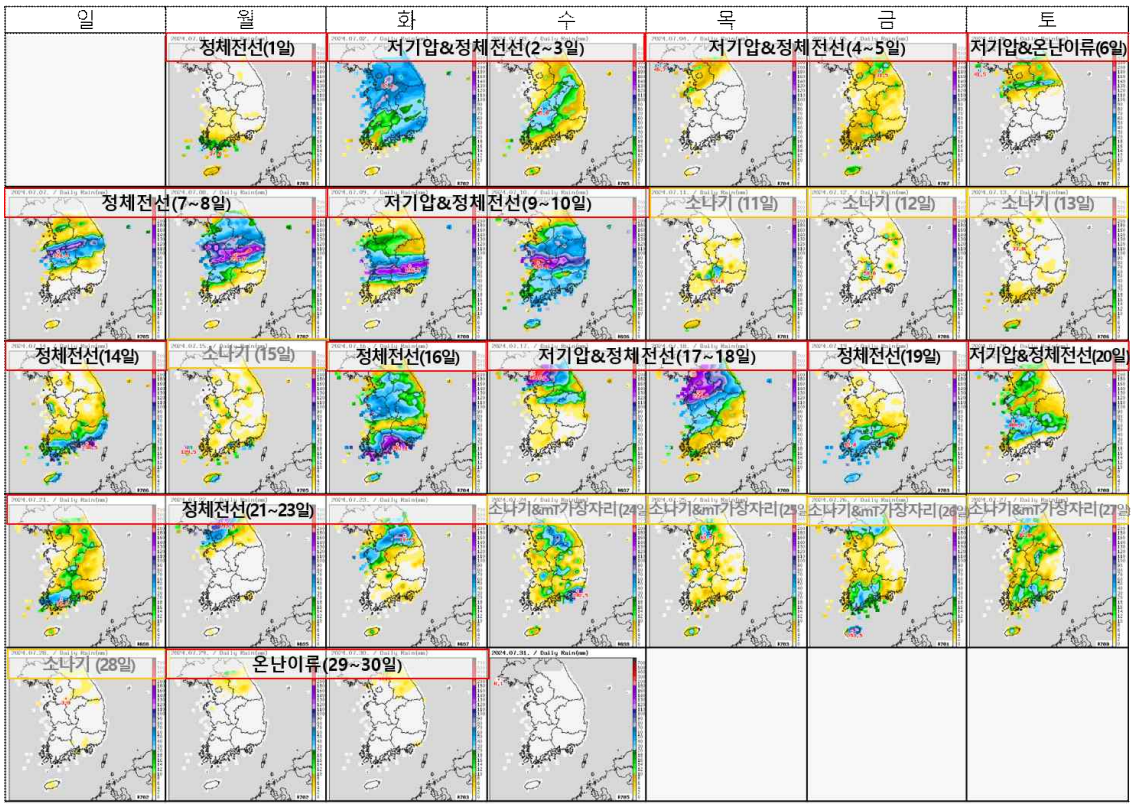


그림 12.3.1 AWS 일 강수량 및 강수 메커니즘(7월)

'24년 7월 2일은 정체전선과 저기압 사례로서 KIM/UM/ECMWF-Global, KIM-Regional, UM-Local 모델의 2일 전 강수 예측 결과와 전지구모델별 1~5일 전 강수 예측 경향을 제시하였다(그림 12.3.2~3.).

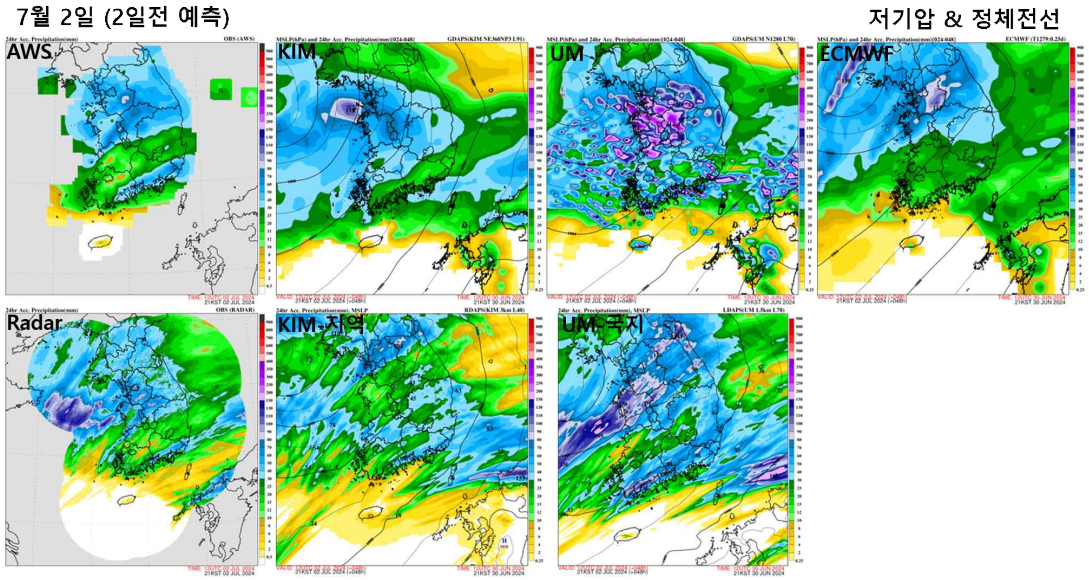


그림 12.3.2 AWS 및 레이더 24시간 누적강수량과 모델별 2일(48시간) 전 누적강수 예측 비교 (정체전선과 저기압 사례, '24. 7. 2.)

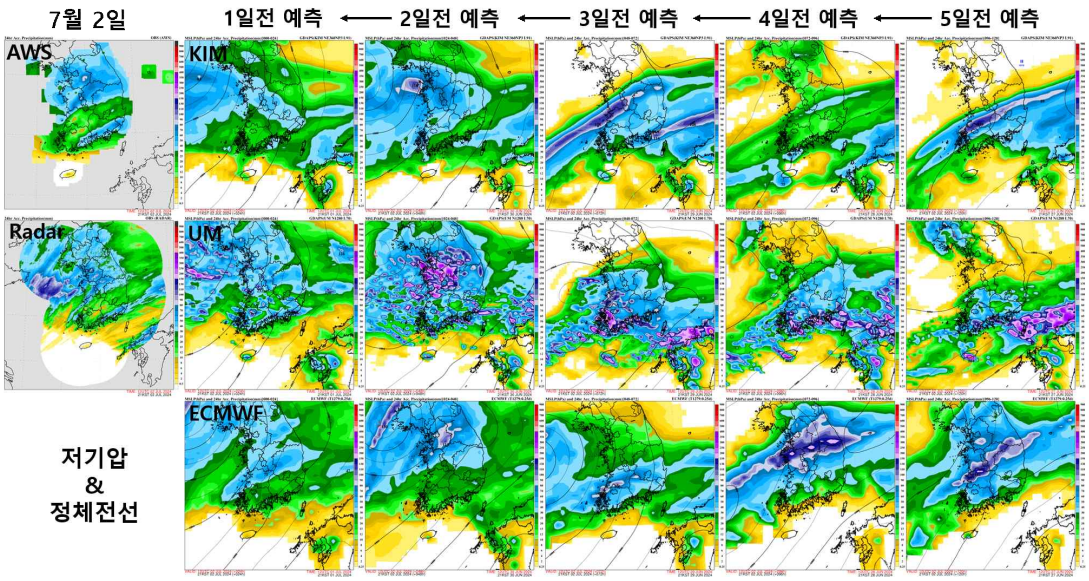


그림 12.3.3 AWS 및 레이더 24시간 누적강수량과 예측시간(1~5일 전)에 따른 전지구모델별 (KIM, UM, ECMWF) 강수 예측 경향 비교(정체전선과 저기압 사례, '24. 7. 2.)

'24년 7월 8일은 정체전선 사례로서 KIM/UM/ECMWF-Global, KIM-Regional, UM-Local 모델의 2일 전 강수 예측 결과와 전지구모델별 1~5일 전 강수 예측 경향을 제시하였다(그림 12.3.4~5.).

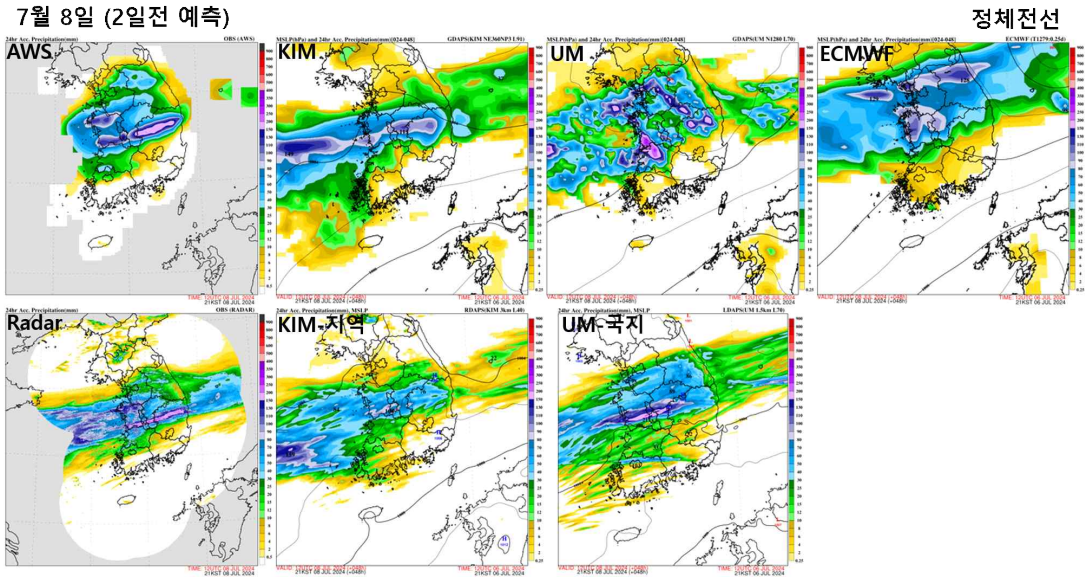


그림 12.3.4 AWS 및 레이더 24시간 누적강수량과 모델별 2일(48시간) 전 누적강수 예측 비교 (정체전선 사례, '24. 7. 8.)

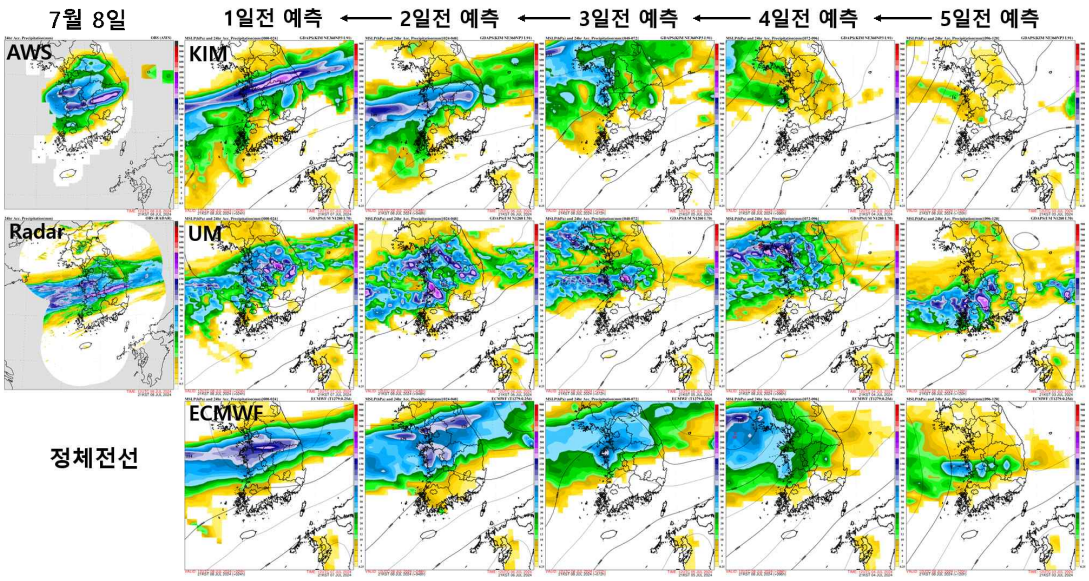


그림 12.3.5 AWS 및 레이더 24시간 누적강수량과 예측시간(1~5일 전)에 따른 전지구모델별 (KIM, UM, ECMWF) 강수 예측 경향 비교(정체전선 사례, '24. 7. 8.)

'24년 7월 9일은 정체전선과 저기압 사례로서 KIM/UM/ECMWF-Global, KIM-Regional, UM-Local 모델의 2일 전 강수 예측 결과와 전지구모델별 1~5일 전 강수 예측 경향을 제시하였다(그림 12.3.6~7.).

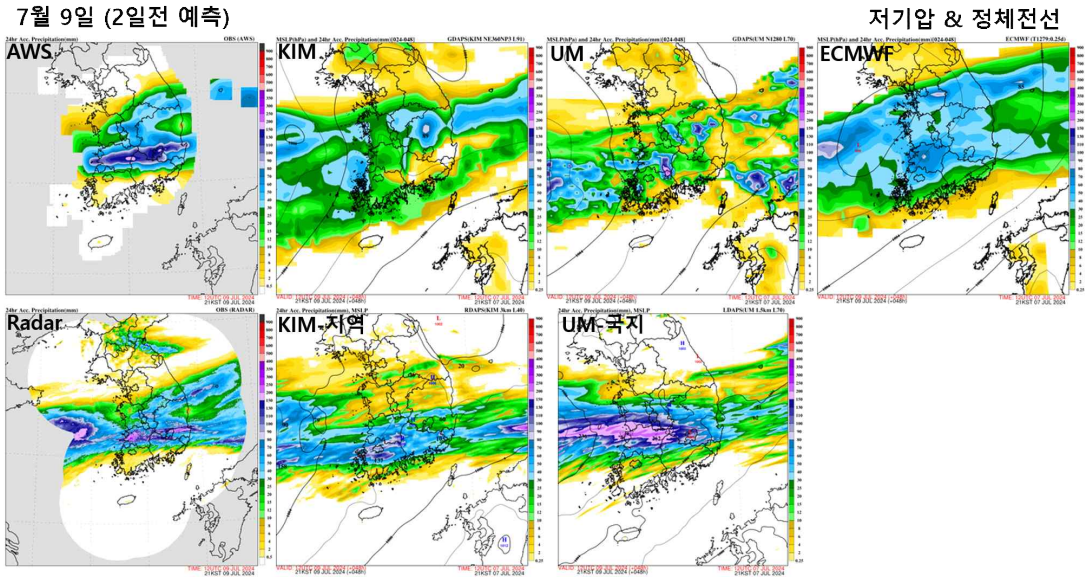


그림 12.3.6 AWS 및 레이더 24시간 누적강수량과 모델별 2일(48시간) 전 누적강수 예측 비교 (정체전선과 저기압 사례, '24. 7. 9.)

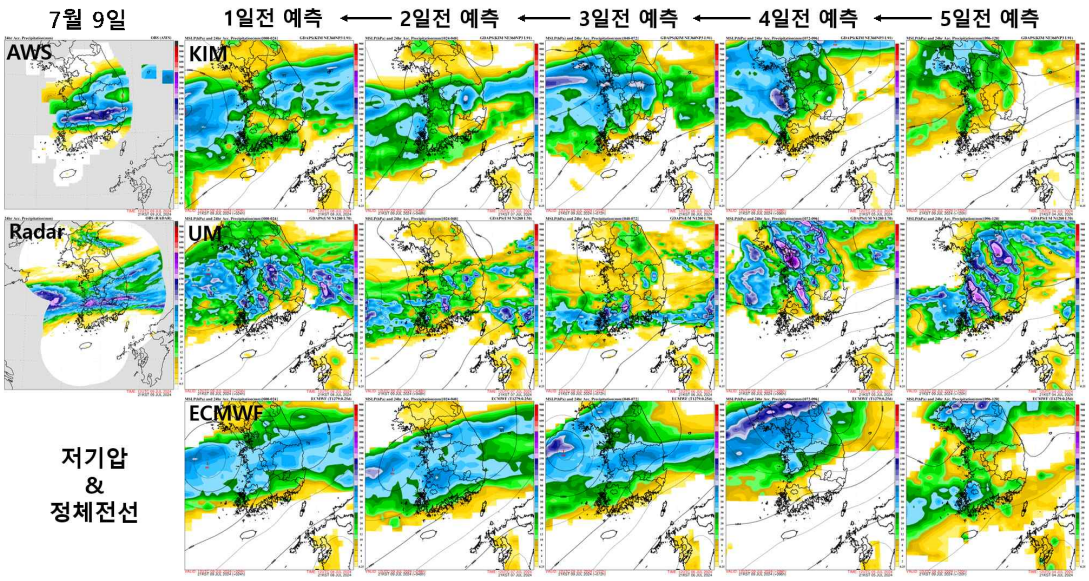


그림 12.3.7 AWS 및 레이더 24시간 누적강수량과 예측시간(1~5일 전)에 따른 전지구모델별 (KIM, UM, ECMWF) 강수 예측 경향 비교(정체전선과 저기압 사례, '24. 7. 9.)

'24년 7월 10일은 정체전선과 저기압 사례로서 KIM/UM/ECMWF-Global, KIM-Regional, UM-Local 모델의 2일 전 강수 예측 결과와 전지구모델별 1~5일 전 강수 예측 경향을 제시하였다(그림 12.3.8~9.).

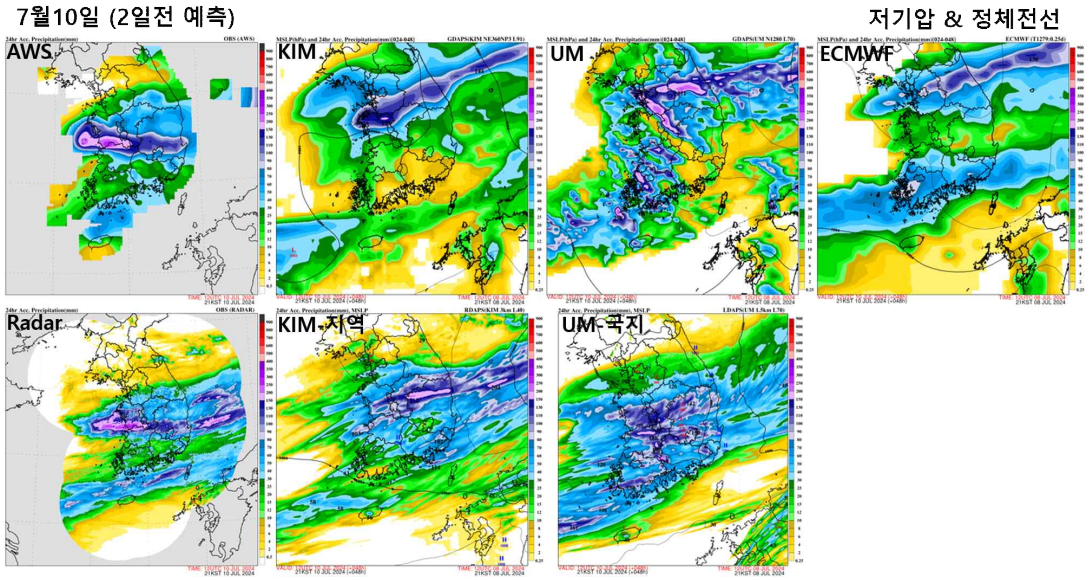


그림 12.3.8 AWS 및 레이더 24시간 누적강수량과 모델별 2일(48시간) 전 누적강수 예측 비교 (정체전선과 저기압 사례, '24. 7. 10.)

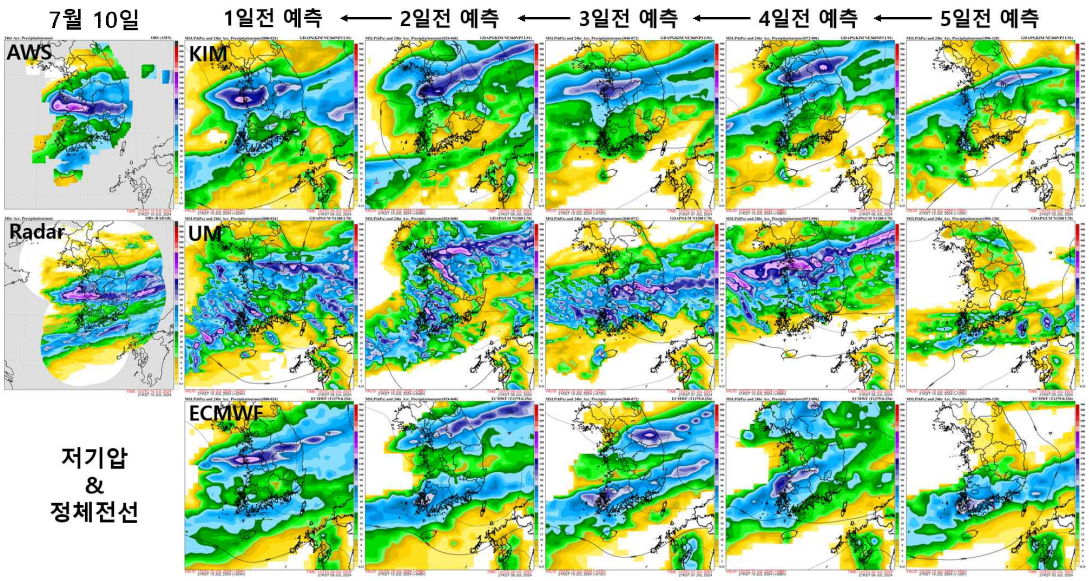


그림 12.3.9 AWS 및 레이더 24시간 누적강수량과 예측시간(1~5일 전)에 따른 전지구모델별 (KIM, UM, ECMWF) 강수 예측 경향 비교(정체전선과 저기압 사례, '24. 7. 10.)

'24년 7월 16일은 정체전선 사례로서 KIM/UM/ECMWF-Global, KIM-Regional, UM-Local모델의 2일 전 강수 예측 결과와 전지구모델별 1~5일 전 강수 예측 경향을 제시하였다(그림 12.3.10~11.).

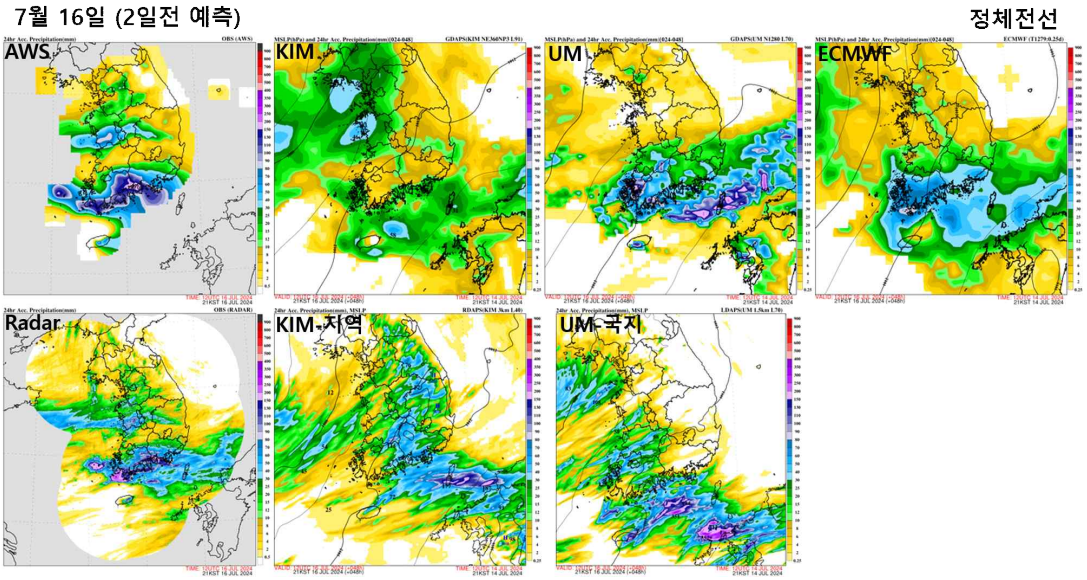


그림 12.3.10 AWS 및 레이더 24시간 누적강수량과 모델별 2일(48시간) 전 누적강수 예측 비교 (정체전선과 저기압 사례, '24. 7. 16.)

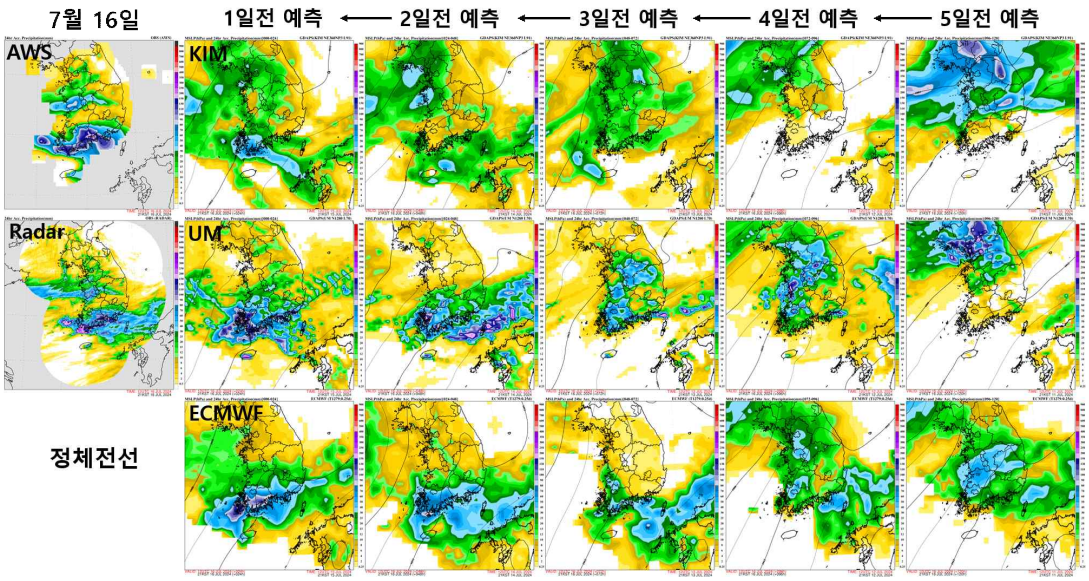


그림 12.3.11 AWS 및 레이더 24시간 누적강수량과 예측시간(1~5일 전)에 따른 전지구모델별 (KIM, UM, ECMWF) 강수 예측 경향 비교(정체전선과 저기압 사례, '24. 7. 16.)

'24년 7월 18일은 정체전선과 저기압 사례로서 KIM/UM/ECMWF-Global, KIM-Regional, UM-Local 모델의 2일 전 강수 예측 결과와 전지구모델별 1~5일 전 강수 예측 경향을 제시하였다(그림 12.3.12~13.).

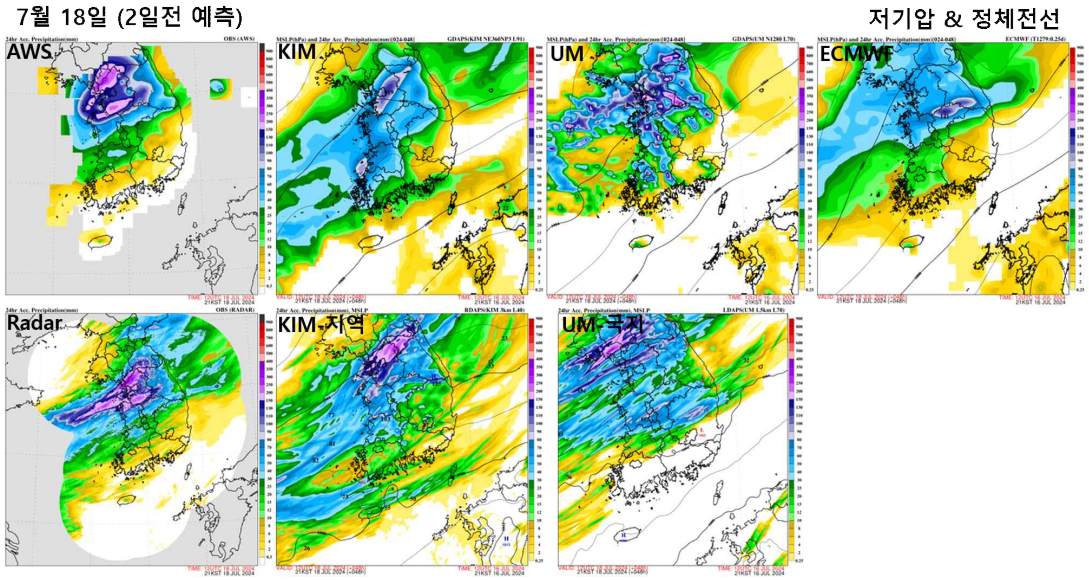


그림 12.3.12 AWS 및 레이더 24시간 누적강수량과 모델별 2일(48시간) 전 누적강수 예측 비교 (정체전선과 저기압 사례, '24. 7. 18.)

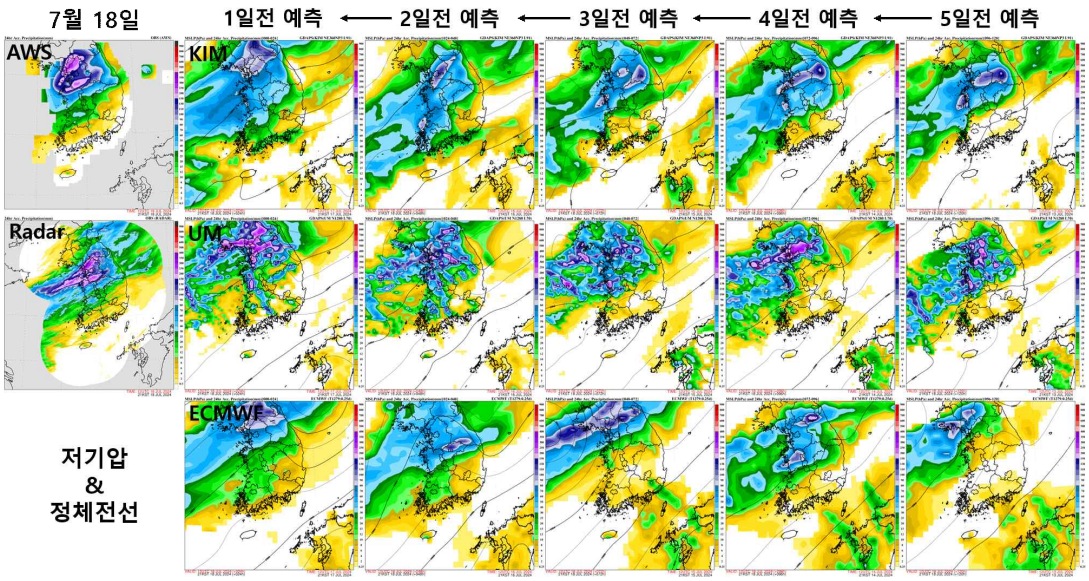


그림 12.3.13 AWS 및 레이더 24시간 누적강수량과 예측시간(1~5일 전)에 따른 전지구모델별 (KIM, UM, ECMWF) 강수 예측 경향 비교(정체전선과 저기압 사례, '24. 7. 18.)

‘24년 7월 19일은 정체전선 사례로서 KIM/UM/ECMWF-Global, KIM-Regional, UM-Local 모델의 2일 전 강수 예측 결과와 전지구모델별 1~5일 전 강수 예측 경향을 제시하였다(그림 12.3.14~15.).

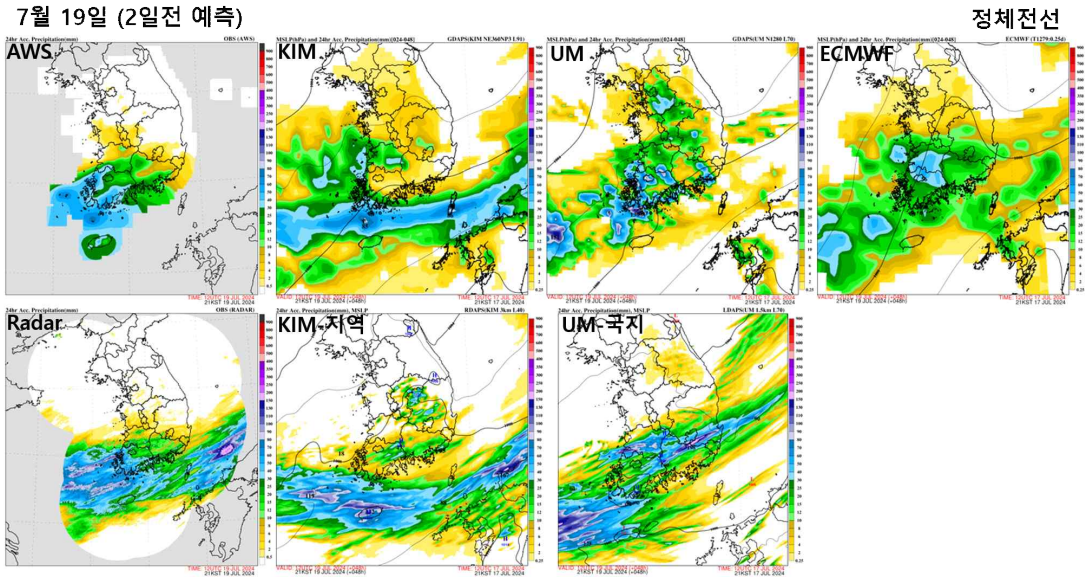


그림 12.3.14 AWS 및 레이더 24시간 누적강수량과 모델별 2일(48시간) 전 누적강수 예측 비교 (정체전선 사례, ‘24. 7. 19.)

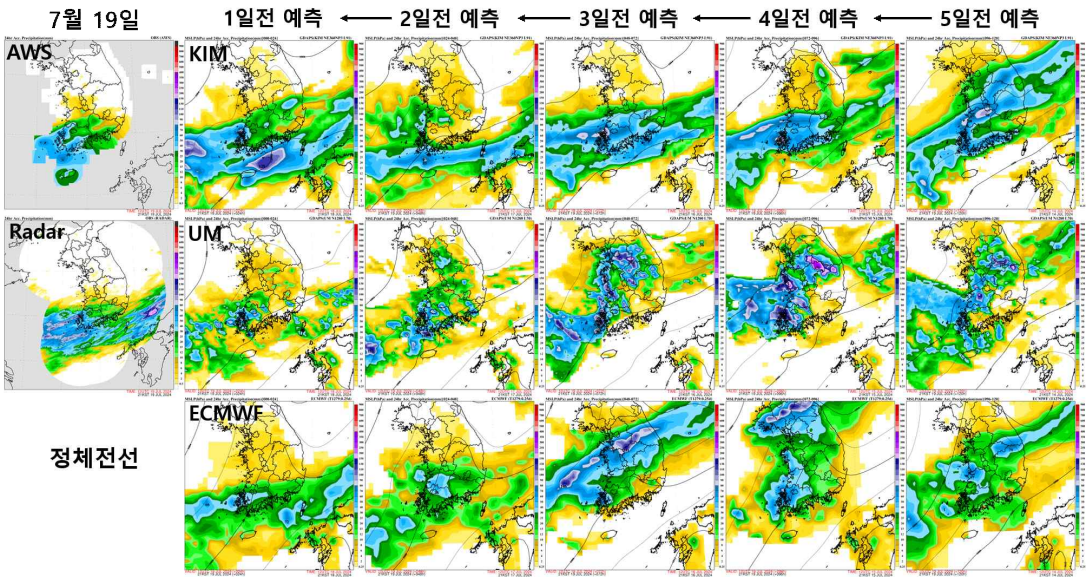


그림 12.3.15 AWS 및 레이더 24시간 누적강수량과 예측시간(1~5일 전)에 따른 전지구모델별 (KIM, UM, ECMWF) 강수 예측 경향 비교(정체전선 사례, ‘24. 7. 19.)

'24년 7월 20일은 정체전선과 저기압 사례로서 KIM/UM/ECMWF-Global, KIM-Regional, UM-Local 모델의 2일 전 강수 예측 결과와 전지구모델별 1~5일 전 강수 예측 경향을 제시하였다(그림 12.3.16~17.).

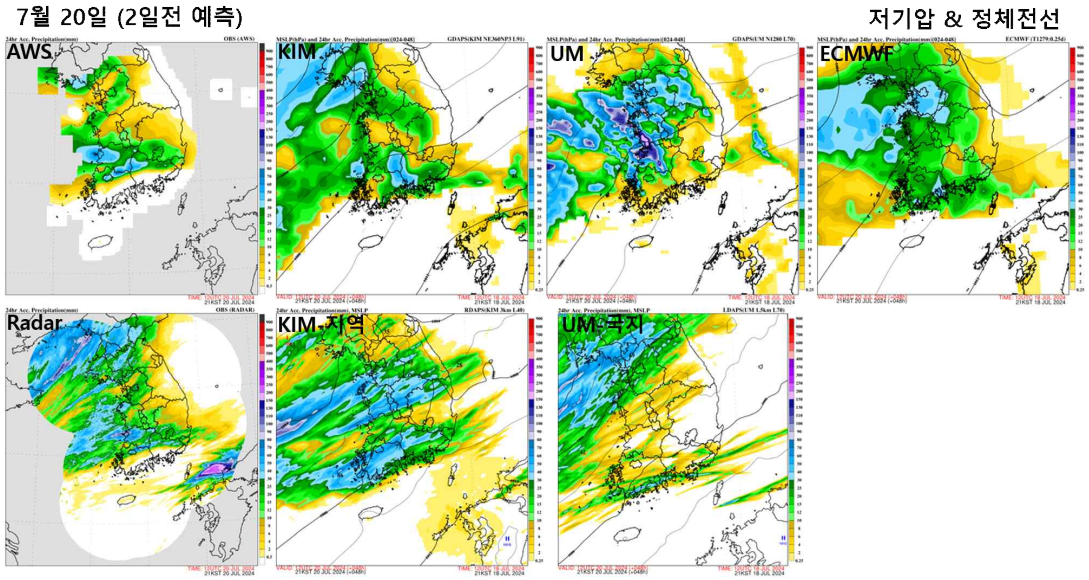


그림 12.3.16 AWS 및 레이더 24시간 누적강수량과 모델별 2일(48시간) 전 누적강수 예측 비교 (정체전선과 저기압 사례, '24. 7. 20.)

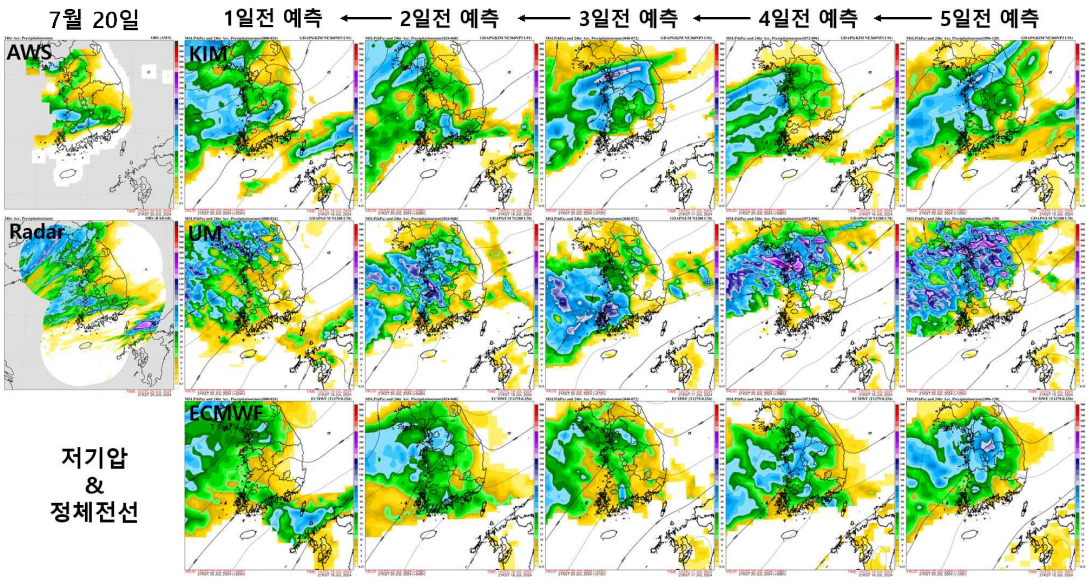


그림 12.3.17 AWS 및 레이더 24시간 누적강수량과 예측시간(1~5일 전)에 따른 전지구모델별 (KIM, UM, ECMWF) 강수 예측 경향 비교(정체전선과 저기압 사례, '24. 7. 20.)

'24년 7월 21일은 정체전선 사례로서 KIM/UM/ECMWF-Global, KIM-Regional, UM-Local 모델의 2일 전 강수 예측 결과와 전지구모델별 1~5일 전 강수 예측 경향을 제시하였다(그림 12.3.18~19.).

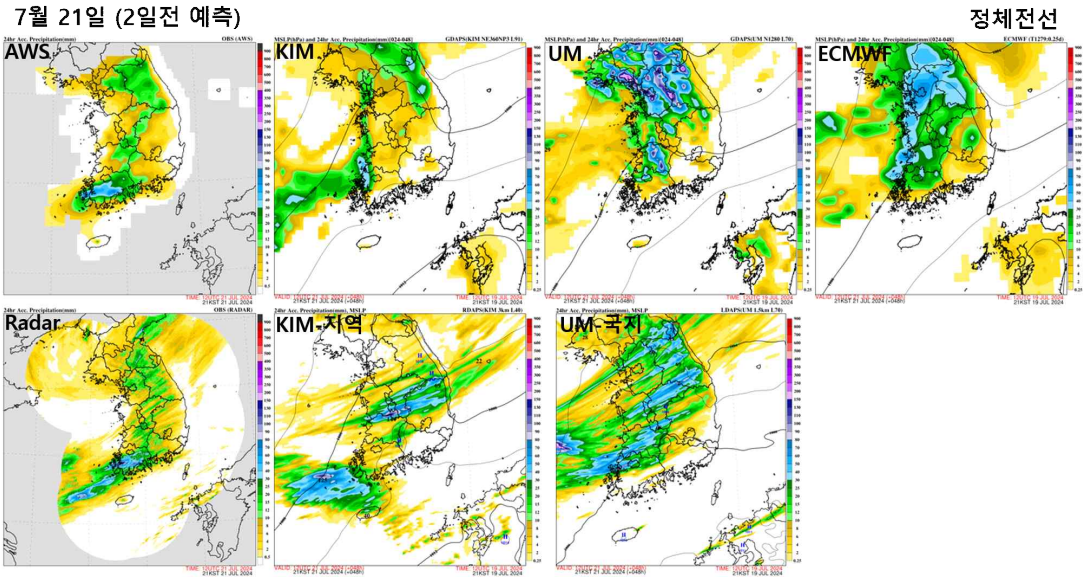


그림 12.3.18 AWS 및 레이더 24시간 누적강수량과 모델별 2일(48시간) 전 누적강수 예측 비교 (정체전선 사례, '24. 7. 21.)

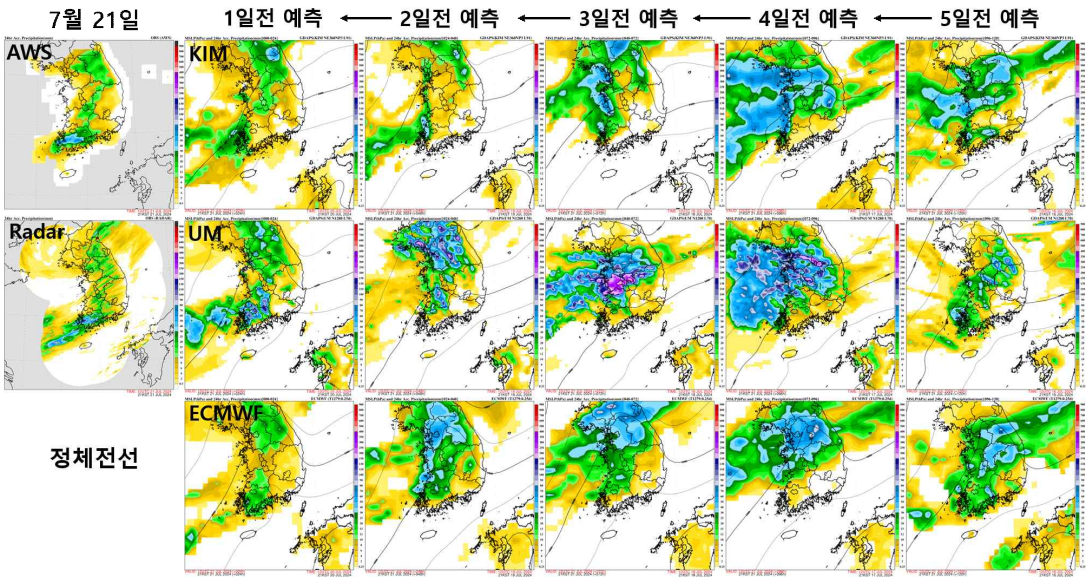


그림 12.3.19 AWS 및 레이더 24시간 누적강수량과 예측시간(1~5일 전)에 따른 전지구모델별 (KIM, UM, ECMWF) 강수 예측 경향 비교(정체전선 사례, '24. 7. 21.)

'24년 7월 23일은 정체전선 사례로서 KIM/UM/ECMWF-Global, KIM-Regional, UM-Local 모델의 2일 전 강수 예측 결과와 전지구모델별 1~5일 전 강수 예측 경향을 제시하였다(그림 12.3.20~21.).

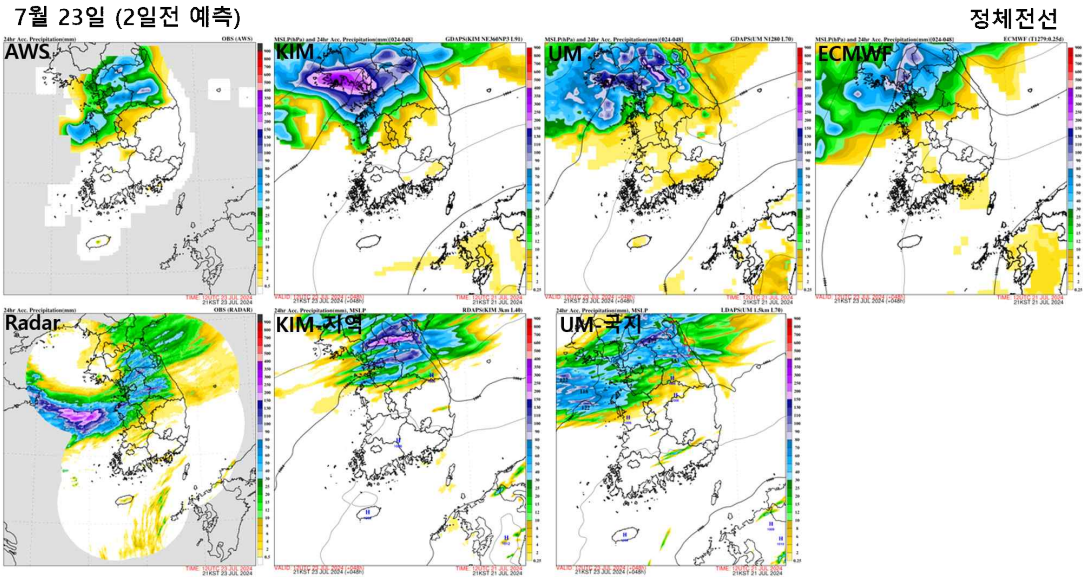


그림 12.3.20 AWS 및 레이더 24시간 누적강수량과 모델별 2일(48시간) 전 누적강수 예측 비교 (정체전선 사례, '24. 7. 23.)

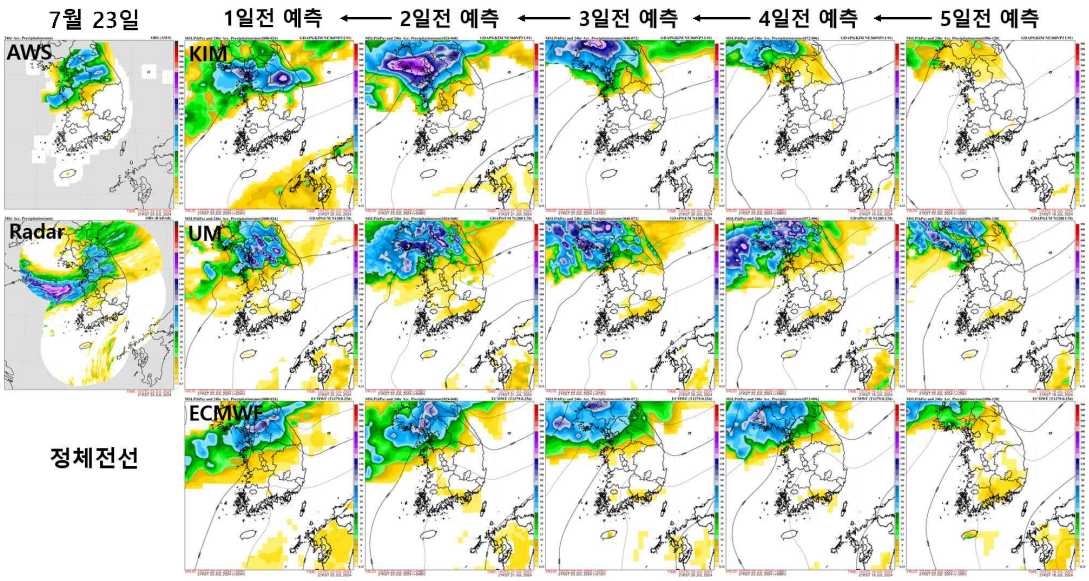


그림 12.3.21 AWS 및 레이더 24시간 누적강수량과 예측시간(1~5일 전)에 따른 전지구모델별 (KIM, UM, ECMWF) 강수 예측 경향 비교(정체전선 사례, '24. 7. 23.)

12.4 ‘24년 8월 강수사례 및 모델별 강수 예측 특성

8월은 소나기에 의한 강수가 가장 많은 비중을 차지하여(18일, 약 60%) 여름철(6~8월) 중 강수 예측 성능이 가장 낮게 나타났다. 8월에는 2개의 태풍(제9호 종다리, 제10호 산산)이 우리나라에 직접적인 영향을 주며 강수를 기록하였는데, 제9호 태풍 종다리는 약하고(최성기 중심기압 996hPa) 수명이 짧은(42시간) 태풍이었으나 우리나라 중부지방에 많은 양의 강수를 기록하였다(그림 12.4.1).

KIM-Global은 태풍 이동경로의 동서방향 변동성은 작으나 이동속도를 빠르게 예측하는 경향이 있으며, UM-Global은 예측시간에 따른 태풍 이동경로의 변동성이 동서·남북방향으로 가장 크게 나타났다. ECMWF-Global은 태풍 이동경로의 예측 변동성과 전체거리오차는 가장 작으나 강수량은 가장 과소모의하는 경향이 있었다. 태풍의 위치 오차에 따라 강한 강수 밴드의 위치는 다소 차이가 있으나 2일 이내 예측장에서 강수영역 및 강수량의 예측성은 KIM-Global모델이 가장 우수하게 나타났다.

8월의 대표사례는 2개의 태풍 강수사례(8.21, 8.29)로 그림 12.4.2~12.4.5에 제시하였다.

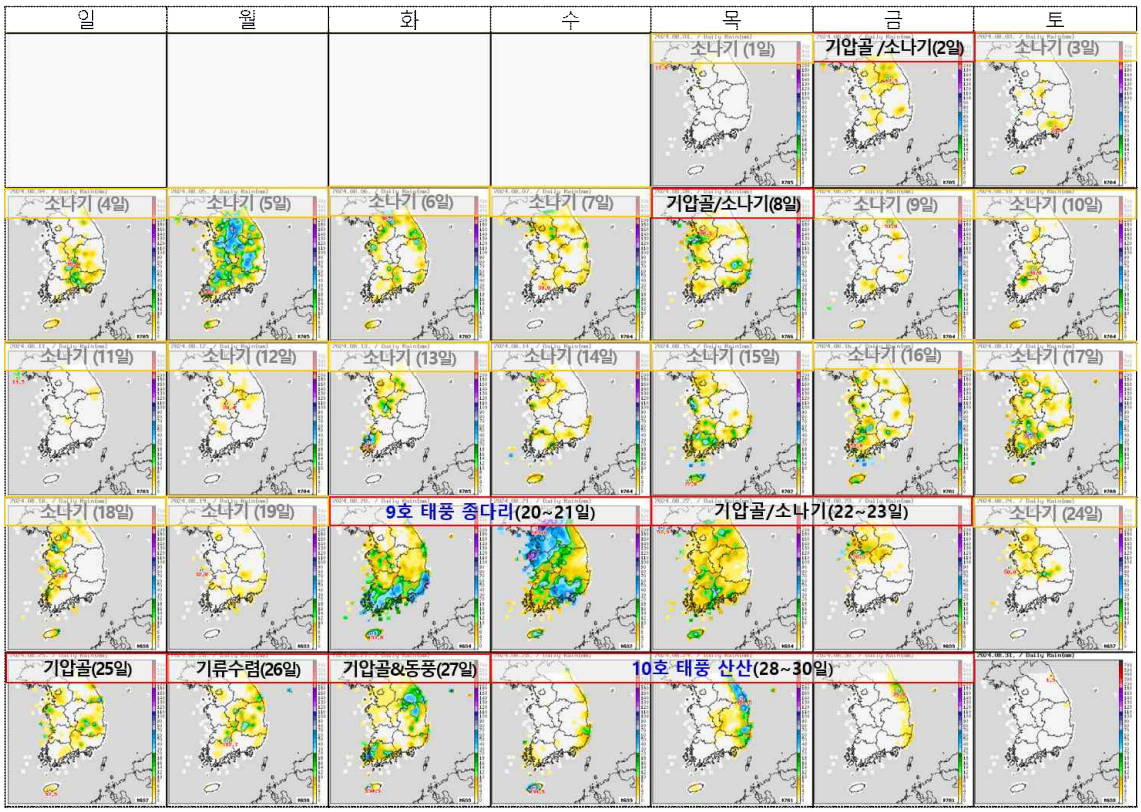


그림 12.4.1 AWS 일 강수량 및 강수 메커니즘(8월)

‘24년 8월 21일은 제9호 태풍(종다리) 사례로서 KIM/UM/ECMWF-Global, KIM-Regional, UM-Local 모델의 2일 전 강수 예측 결과와 전지구모델별 1~5일 전 강수 예측 경향을 제시하였다(그림 12.4.2~3.).

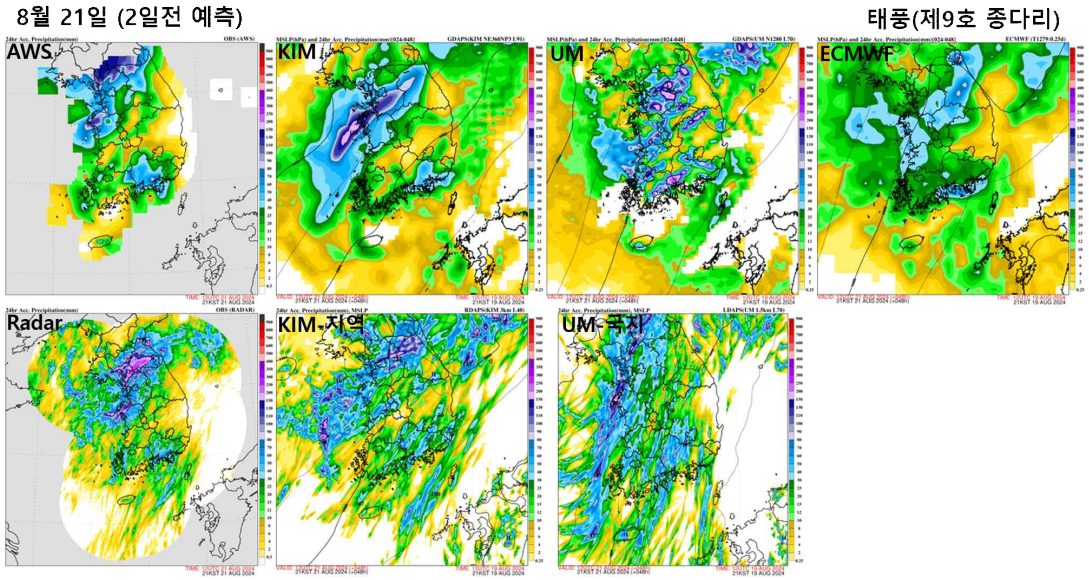


그림 12.4.2 AWS 및 레이더 24시간 누적강수량과 모델별 2일(48시간) 전 누적강수 예측 비교 (태풍 사례, ’24. 8. 21.)

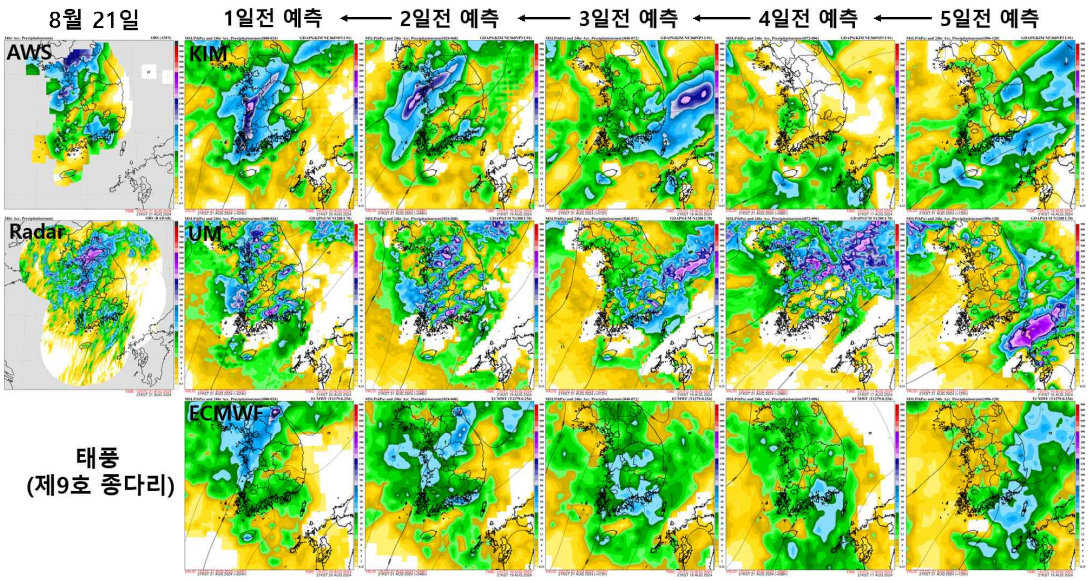


그림 12.4.3 AWS 및 레이더 24시간 누적강수량과 예측시간(1~5일전)에 따른 전지구모델별 (KIM, UM, ECMWF) 강수 예측 경향 비교(태풍 사례, ’24. 8. 21.)

‘24년 8월 29일은 제10호 태풍(산산) 사례로서 KIM/UM/ECMWF-Global, KIM-Regional, UM-Local 모델의 2일 전 강수 예측 결과와 전지구모델별 1~5일 전 강수 예측 경향을 제시하였다(그림 12.4.4~5.).

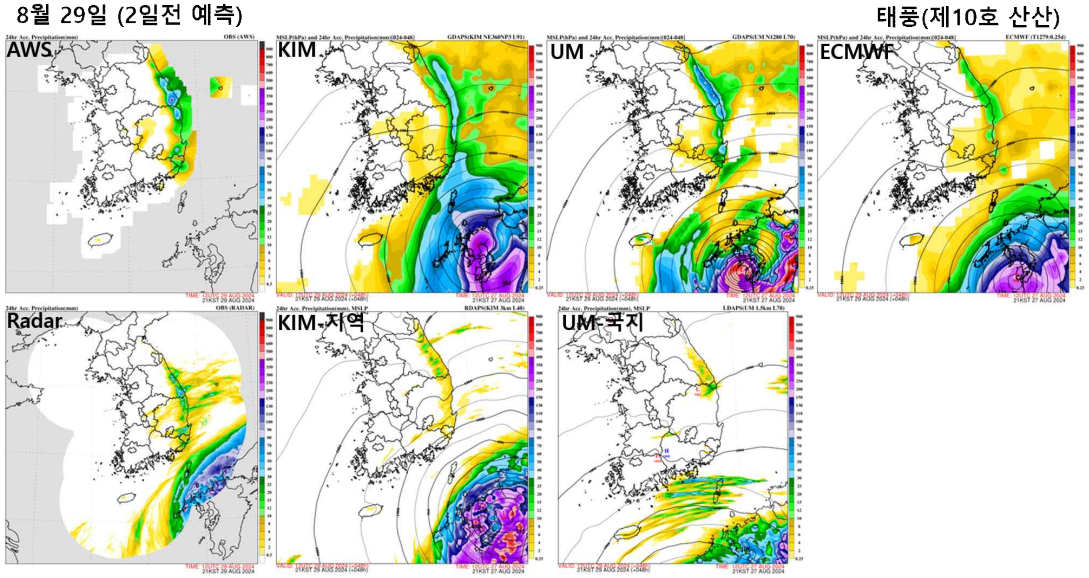


그림 12.4.4 AWS 및 레이더 24시간 누적강수량과 모델별 2일(48시간) 전 누적강수 예측 비교 (태풍 사례, ’24. 8. 29.)

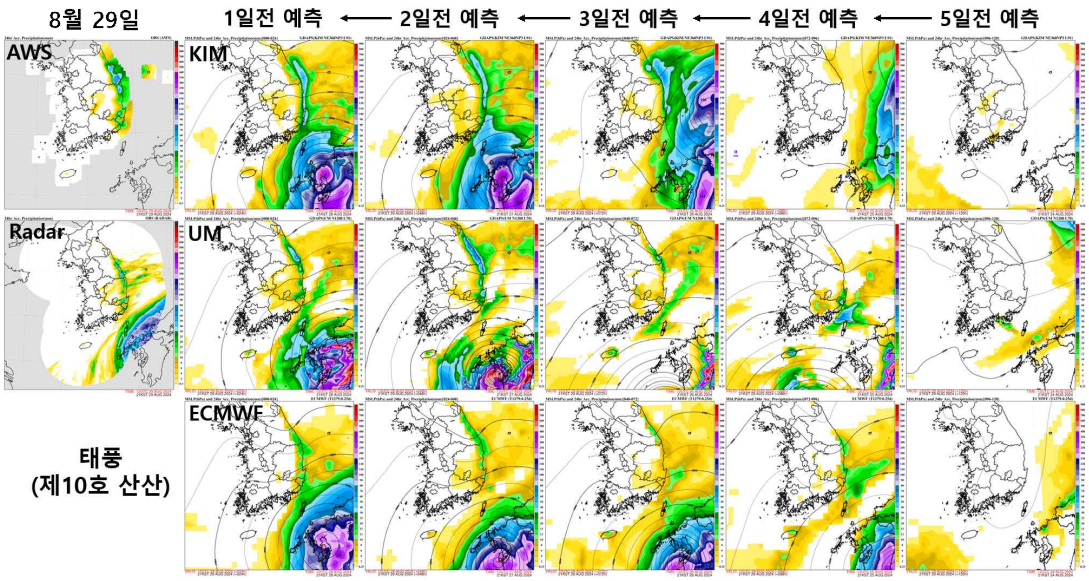


그림 12.4.5 AWS 및 레이더 24시간 누적강수량과 예측시간(1~5일전)에 따른 전지구모델별 (KIM, UM, ECMWF) 강수 예측 경향 비교(태풍 사례, ’24. 8. 29.)

부 록

부록 A. 수치예보시스템별 검증 변경사항

A.1 전지구예보시스템의 검증 및 모델 변경사항

A.1.1 검증 변경사항

검증 방법	이른 분석	2001년 1월 ~ 2005년 11월
	늦은 분석	2005년 12월 ~ 2006년 4월
	이른 분석	2006년 5월 ~ 현재
검증 격자 (분해능 및 내삽방안)	1.125° x 1.125°, bi-linear	2001년 1월 ~ 2005년 11월
	0.5625° x 0.5625°, bi-linear	2005년 12월 ~ 2006년 7월
	2.5° x 2.5°, bi-linear	2006년 8월 ~ 2014년12월
	1.5° x 1.5°, area weight	2015년 1월 ~ 현재

A.1.2 모델 변경사항

GSM[13] 기반	T106L21 (~110km)	1997년 2월 ~ 2001년 2월
	T213L30 (~60km)	2001년 3월 ~ 2005년 11월
	T426L40 (~40km)	2005년 12월 ~ 2010년 5월 14일
통합모델 기반	N320L50 (UM vn,6.6) (~40km)	2010년 5월 15일 ~ 2011년 5월 22일
	N512L70 (UM vn.7.7) (~25km)	2011년 5월 23일 ~ 2012년 5월
	N512L70 (UM vn.7.9) (~25km)	2012년 6월 ~ 2016년 6월 28일
	N768L70 (UM vn8.5) (~17km)	2016년 6월 29일 ~ 2018년 6월 6일
	N1280L70 (UM vn10.,8) (~10km)	2018년 6월 7일 ~ 현재
한국형모델 기반	NE360NP3 (KIM v3.5) (~12km)	2020년 4월 28일 ~ 2020년 6월 24일
	NE360NP3 (KIM v3.5a) (~12km)	2020년 6월 25일 ~ 2020년 10월 28일
	NE360NP3 (KIM v3.6) (~12km)	2020년 10월 29일 ~ 2021년 4월 19일
	NE360NP3 (KIM v3.6a) (~12km)	2021년 4월 20일 ~ 2021년 12월 28일
	NE360NP3 (KIM v3.7) (~12km)	2021년 12월 29일 ~ 2023년 2월 22일
	NE360NP3 (KIM v3.8) (~12km)	2023년 2월 23일 ~ 2024년 5월 13일
	NE360NP3 (KIM v3.9) (~12km)	2024년 5월 14일 ~ 현재

13) GSM: Global Spectral Model(일본 기상청의 전지구수치예보모델)

A.2 앙상블예측시스템의 검증 및 모델 변경사항

A.2.1 검증 변경사항

검증	이른 분석	2001년 1월 ~ 2005년 11월
	늦은 분석	2005년 12월 ~ 2006년 4월
	이른 분석	2006년 5월 ~ 현재
검증영역	20°N-70°N	2001년 4월 ~ 2003년 12월
	20°N-90°N	2004년 1월 ~ 현재
검증지수	Reliability diagram, ROC[14] Curve, Economic Value,	2002년 ~ 현재
	RMSE, AC, Brier Skill Score	2003년 ~ 현재
	RPS[15], RPSS[16], CRPS[17], CRPSS[18]	2007년 1월 ~ 현재

A.2.2 변수별 확률검증 변경사항

요소	기후값 변경 전 (2006년 12월 이전)	기후값 변경 후 (2007년 1월 이후)	비고
500hPa 지위고도	±1.0sd, ±1.5sd, ±2.0sd	±1.0sd, ±1.5sd, ±2.0sd	
850hPa 기온	±2℃, ±4℃, ±8℃	±1.0sd, ±1.5sd, ±2.0sd	
850hPa 풍속	±10m/s, ±15m/s, ±25m/s	±1.0sd, ±1.5sd, ±2.0sd	
지상 10m 풍속	±10m/s, ±15m/s, ±25m/s	±1.0sd, ±1.5sd, ±2.0sd	
해면기압	-	±1.0sd, ±1.5sd, ±2.0sd	2007년 검증요소 추가

14) ROC: Relative Operating Characteristics

15) RPS: Ranked Probability Score

16) RPSS: Ranked Probability Skill Score

17) CRPS: Continuous Ranked Probability Score

18) CRPSS: Continuous Ranked Probability Skill Score

A.2.3 모델 변경사항

GSM 기반	GBEPS[19] 현업 운영(T106L21, 16멤버)	2001년 3월
	GBEPS 연직층 증가 (T106L21 → T106L30, 16멤버)	2003년 11월
	GBEPS 초기장 변경	2004년 3월
	GBEPS 섭동장 개선(요인 회전 도입)	2005년 4월
	GBEPS 수평 및 연직 해상도 개선(T106L30 → T213L40) 및 초기장 변경	2005년 12월
	GBEPS (T213L40, 32멤버,1일 2회, 10일예보)	2006년 05월
	GBEPS 편차 보정 적용	2008년 7월
	GBEPS T213L40 자체 자료동화 시스템 운영	2008년 8월
통합모델 기반	N320L50 M24 앙상블예측시스템	2011년 3월
	N320L70 M24 앙상블예측시스템 (vn7.6(ps26-UK, ps01-KMA))	2011년 5월 ~ 2012년 5월
	N320L70 M24 앙상블예측시스템 (vn7.9(ps28-UK, ps02-KMA)) - 지상섭동(SST perturbation) 추가	2012년 6월 ~ 2016년 6월 28일
	N400L70 M49 앙상블예측시스템 (vn8.5(ps34-UK, ps03-KMA))	2016년 6월 29일 ~ 2017년 10월 30일
	N400L70 M49 앙상블예측시스템 (vn10.2(ps37-UK, ps03-KMA)) - 토양수분, 지중온도 섭동 추가	2017년 10월 31일 ~ 현재
한국형모델 기반	NE144NP3 M26 앙상블예측시스템	2021년 12월 19일 ~ 현재

A.3 검증용 기후자료 변경사항

일별 NCEP 재분석 평균값	2007년 12월 까지
일별 NCEP 40년 재분석 평균 및 표준편차 자료(1959~1998년)	2008년 1월 ~ 2011년 8월
일별 ECMWF ERA-Interim의 10년(1989~2008년) 재분석 평균값	2011년 9월 ~ 현재

19) GBEPS: Global Breeding Ensemble Prediction System

부록 B. 검증방법

B.1 검증의 개요

1) 검증이란?

예보를 미래의 상태에 대한 예측이라고 하면, 예보검증은 예보의 질을 평가하는 과정이라 할 수 있다. 예보는 실제 관측자료 혹은 실제 상태에 가깝게 추정된 분석자료를 이용하여 평가한다. 이러한 평가과정을 검증이라고 하며, 검증은 질적인(예를 들어, 맞은 것인가?) 혹은 양적인(얼마나 정확한가?) 것으로 정의할 수 있다. 검증과정을 통해 예보 오차에 대한 상태 정보를 제공하게 된다.

예보를 검증하는 3가지 주된 이유는 아래와 같다.

① 예보의 질을 감시
② 예보의 질을 향상시키기 위하여 잘못된 요소를 찾아내어 해결
③ 서로 다른 예보시스템의 예보 질을 상호 비교함으로써 각각의 장・단점을 파악하여 적절한 예보시스템을 판단

즉 검증은 예보 생산자에게 각 예보시스템의 장점과 단점을 판단할 수 있는 객관적인 정보를 제공하고, 모델 개발자들에게는 예보 모델을 향상시키기 위하여 개선해야 할 부분을 제시해 준다. 이는 검증・평가 없이 발표된 예보는 예보의 질과 예보값이 신뢰할 수 없음을 간접적으로 드러낸 것이다.

다양한 예보형태에 따라 검증방법 또한 다양하다. 표 1은 David Stephenson에 의해 분류된 예보의 3가지 형태와 각 예보 형태의 예시를 나타낸다. 각각의 예보 형태는 자료의 재배열, 분류, 자료의 임계치 등으로 분류될 수 있다.

좋은 예보란 어떤 것인가? Allen Murphy(1993)는 그의 저서에서 좋은 예보를 만드는 세 가지 요소로 일관성(Consistency), 품질(Quality), 가치(Value)를 제시하였다. 일관성은 예보관이 그들의 지식기반에 근거하여 주어진 상황에 대해 최상의 판단을 내렸을 때 예보관의 판단과 예보가 일치하는 정도, 품질은 실제로 일어난 사건과 예보가 일치하는 정도, 가치는 예보를 활용하여 예보관이 경제적 혹은 다른 종류의 이익을 인식하도록 도울 수 있는 정도를 의미한다. 그렇다고 하여 예보의 품질이 예보의 가치와 동일한 것은 아니다. 객관적 혹은 주관적 기준을 통해 관측된 조건이 적절히 예측되었다면 예보의 품질은 높은 것인 반면, 예보가 사용자로 하여금 보다 나은 결정을 내릴 수 있도록 도움을 주었다면 그것은 가치 있는 예보로 간주할 수 있다. 예를 들어, 고분해능 수치예보모델이 특정지점에서 독립적인 뇌우의 발달을 예보하였다고 할 때, 뇌우 자체는 그 지역(넓은 지역)에서 실제로 관측되었지

만 모델에서 추정한 특정 지점에서는 관측되지 않을 수 있다. 이러한 경우, 대부분의 표준 검증에 따르면 예보의 품질이 낮은 것으로 평가되지만, 예보관의 입장에서는 매우 가치 있는 예보가 되는 것이다.

표 1. David Stephenson에 의해 분류된 예보의 3가지 형태와 예시

예보 상태:	**예시**
단일예보(deterministic (non-probabilistic))	정량적 강수 예보
앙상블예측(probabilistic)	강수 확률, 앙상블 예보
질적예보(qualitative (worded))	5일 전망
시공간 영역:	**예시**
시계열(time series)	지점의 일 최고기온
공간분포(spatial distribution)	지위고도, 강수 분포도
합동 공간과 시간(pooled space and time)	월평균 전지구 이상기온
예보의 특수성:	**예시**
양분예보(dichotomous (yes/no))	안개 발생 여부
다중범주(multi-category)	추움, 정상(normal), 더움 조건들
연속적(continuous)	최고기온
객체 혹은 사건 지향(object- or event-oriented)	열대저기압 이동 및 강도

2) 관측자료

일반적으로 예보를 검증하기 위해 사용하는 참값은 관측 자료다. 우량계 관측, 기온 관측, 위성자료로부터 유도된 운량, 지위고도 분석 등이 관측 자료로 이용된다. 그러나 관측 자체에도 오차가 내포되어있으므로 정확한 참값으로 보기에는 어려운 점이 있다. 관측 자체에 내재된 무작위 오차(Random error)와 편차(mean error), 표본 오차와 대푯값 자체의 오차, 그리고 관측 자료를 분석할 때 혹은 예보 규모에 일치시키기 위해 관측 자료를 변환할 때 발생하는 분석 오차 등이 불확실성(Uncertainty)의 원인이 된다. 오랫동안 우리는 참값 속에 내재된 이러한 관측 오차를 무시하여 왔다. 만일 관측 오차가 예보에서 예측된 오차보다 훨씬 작다면(높은 신호대의 잡음비를 가진다면) 이러한 오차는 무시될 수 있다. 그러나 치우침이 심한 관측 오차를 가지거나, 적은 수의 표본을 가지더라도 다양한 예측 방법으로 예측된 결과를 상호 비교할 때는 유용한 정보를 제공할 수 있다.

검증결과는 검증자료의 양과 품질이 높을 때 자연적으로 신뢰도가 높아진다. 따라서 검증결과 자체에 오차 한계를 넣어주는 것이 좋다. 이는 특히 검증 표본이 작은(Rare event), 검증 자료가 가변적일 때, 통계적 관점에서 두 예측 자료를 비교하고자 할 때 유용하다. 검증 스코어에서 신뢰구간을 주는 여러 가지 방법들이 있다.

신뢰할만한 검증 통계를 얻기 위하여 시공간적으로 상당한 양의 예보와 관측 표본이 필요하다. 표본이 많을수록 검증결과의 신뢰도 또한 높아진다. 그러나 표본을 추출할 때 주의해야 할 점은 자료가 균질하지 않을 때 예보 성능에 많은 차이가 날 수 있다는 점이다. 일반적으로 표본이 많은 구간(예를 들면 관측지점이 밀집한 지역이나 악기상이 나타나지 않은 일)으로 편향될 수 있다. 이러한 비균질 표본은 예보 성능을 과대평가할 수 있는 여지를 제공한다. 표본들을 비슷한 균질 집합으로 나누는 것은(계절별, 지역별, 관측의 강도별 등) 특정 구간의 예보의 양상을 추출하는 데 도움을 준다. 신뢰도 높은 검증결과를 제공하기 위해서는 충분한 양의 표본들을 포함하도록 하여야 한다.

B.2 표준 검증 지수

가장 오래되고 가장 뛰어난 검증 방법의 하나는 눈으로 직접 비교하는 방법으로 예보와 관측을 나란히 놓고 비교하여 사람의 판단력으로 예보 오차를 가려내는 방법이다. 일반적으로 사용되는 방법으로는 시계열이 있다. 눈으로 직접 비교하는 방법은 예보의 수가 적고, 시간은 많고, 정량적인 검증 통계가 필요 없을 때 유용하다. 그러나 이 방법은 정량적이지 않고 해석하는 과정에서 개인이나 주관적인 편차가 있을 수 있으므로 공식적인 예보 검증 시 주의가 요구된다. 아래에 양분(Dichotomous) 예보, 연속 변수형 예보, 확률 예측에 관한 검증 지수를 간략히 설명하였다.

1) 양분 예보(예/아니요)에 대한 검증방법

양분(Dichotomous) 예보는 "사건이 일어날 것인가?"에 대해 "예 혹은 아니요"라 말하는 것과 같다. 강우와 안개가 일반적인 양분 예보의 예이다. 바람이 10m/s 이상이냐 아니냐를 분류하는 것도 양분 예보의 예시가 될 수 있다. 이런 형태의 예보를 검증하기 위해서는 예보와 발생여부 각각에 대한 "예" 와 "아니요"의 빈도수를 보여주는 분할표(Contingency Table)가 필요하다. 분할표는 조건 분포(Joint distribution)라 부르기도 하며, 예보와 관측에 대한 "예"와 "아니요" 로 구성된 4개의 조합으로 구성된다.

- 맞힘(Hit): 사건이 발생할 것으로 예측, 실제로 발생
- 놓침(Miss): 사건이 발생하지 않을 것으로 예측, 실제로 발생
- 거짓 알림(False alarm): 사건이 발생할 것으로 예측, 실제로 발생하지 않음
- 부의 정확(Correct negative): 사건이 발생하지 않을 것으로 예측, 실제로 발생하지 않음

분할표는 오차의 분류가 어떻게 만들어지는 지를 볼 수 있는 가장 효과적인 방법이다. 완벽한 예보 체계는 맞힘(Hit, 이하 H)과 부의 정확(Correct negative, 이하 C)만이 존재하고 놓침(Miss, 이하 M)과 거짓 알림(False alarm, 이하 F)이 없는 결과를 산출한다. 예보 성능의 특정 상태를 설명하기 위해 분할표의 요소들을 이용하여 다양한 형태의 범주형 통계를 계산한다.

표 1. 분할표(Contingency Table)

		Forecast		
		Yes	No	Total
Observed	Yes	H	M	H+M
	No	F	C	F+C
	Total	H+F	M+C	H+M+F+C

(1) 정확도(Accuracy)

개개의 예보와 관측간의 평균적인 일치 정도를 나타내는 것으로 정확히 예보한 것에 대한 백분율로 나타낸다. 값의 범위는 0에서 1이며, 완벽한 예보는 1의 값을 갖는다. 문제는 가장 일상적인 범주, 즉 거의 발생하지 않는 현상에 대해 발생하지 않는다고 예보한 것에 의해 심각히 영향을 받을 수 있다는 점이다.

$$accuracy = \frac{H + C}{H + M + F + C}$$

(2) 치우침(Bias Score)

평균적인 예보와 평균적인 관측간의 일치 정도를 나타내는 것으로 전체적인 치우침(Overall 평균오차), 체계적 치우침(Systematic 평균오차), 혹은 무조건적 치우침(Unconditional 평균오차)으로 알려져 있다. 범주형 예보에 대한 평균오차의 척도는 사건 예보 총수를 관측된 사건의 총수로 나눈 것이다. 값의 범위는 0에서 무한대까지이며, 완벽한 예보는 1의 값을 갖는다. 1 보다 작은 값은 예보 시스템이 과소예보 경향, 1 보다 큰 경우에는 예보 시스템이 과대 예보 경향을 보인다고 말한다. 따라서 예보가 얼마나 정확히 관측에 대응하는 지를 측정하는 것이 아니라 단지 상대적 빈도를 측정한다.

$$Bias\ \ score = \frac{H + F}{H + M}$$

(3) 성공임계지수(CSI, Critical Success Index)

성공임계지수 혹은 Gilbert Score로도 불리며 정확히 예측하였던 사건 수를 예보든 관측이든 간에 사건 발생과 관련된 총수를 합하여 나눈 것이다. 값은 0에서 1의 값을 가지며, 1은 완벽한 예보를 의미한다. CSI는 사건이 발생하지 않는다고 예보하였고 실제 발생하지 않은 경우의 수(C)에 의해 영향을 받지 않는다. 따라서 사건의 빈도수에 따라 좌우되는 경향이 있다. 특히, 집중성 강수가 많아 상대적으로 강수일수가 적은 지역에 대해서는 잘못된 통계치를 유발할 가능성이 크다. 또한, CSI는 무강수에 대한 예측(C)값을 고려하지 않기 때문에 강수일수가 적은 경우 정확도(Accuracy, ACC)와 같다.

단점은 예보오차의 원인을 구별할 수 없다는 것이다. 어떤 경우에 맞힌 것(H) 자체가 우연한 기회에 의한 것일 수 있기 때문에 사건의 기후학적 발생빈도에 의존하는 경향을 가지고 있다.

$$TS = CSI = \frac{H}{H+M+F}$$

(4) 공정임계지수(ETS, Equivalent Threat Score)

Gilbert Skill Score로도 불리며 성공임계지수의 분모, 분자에 각각 무작위 맞힘(Random hit, a_r) 만큼을 뺀 것으로 성공임계지수에서 우연에 의한 맞힘을 고려한 지수이다. 값은 -1/3에서 1의 값을 가지며, 1은 완벽한 예보를, 0은 예측 능력이 없음을 의미한다. ETS는 강수검증에 주로 사용되며 이는 ETS가 가지는 공정성이 다양한 상황에서 공정하게 비교될 수 있기 때문이다. ETS는 맞힘(H)에 민감하다. 또한 놓침(M)과 거짓 알람(F)에는 분리하기 때문에 예측 오차의 원인을 구별하지는 않는다.

$$ETS = GSS = \frac{H-a_r}{H+M+F-a_r} \quad , \quad \text{where } a_r = \frac{(H+M)(H+F)}{H+M+F+C}$$

(5) 탐지확률(POD, Probability of Detection)

탐지확률은 현상이 일어났던 표본 수 중에서 정확한 예보가 이루어진 표본의 수로 정의되며, 적중률(Hit Rate)로도 불린다. 관측으로 나타난 강수 현상에 대하여 실

제로 예보를 하였는지 검증하는 지수이다. 값의 범위는 0에서 1 사이의 값을 가지며, 1에 가까울수록 수치예보모델의 성능이 좋음을 의미한다. 이 지수는 비적중률(POFD, False Alarm Rate(F) = F/(F+C))을 고려하지 않으므로 예보가 남발되었을 때도 값이 낮아지지 않는 특성을 가진다.

$$POD(Hit\,Rate) = \frac{H}{H+M} \;\leftrightarrow\; POFD(False\,Alarm\,Rate) = \frac{F}{F+C}$$

(6) 오보율(FAR, False Alarm Ratio)

오보율은 현상의 발생을 예보한 표본 수에 대한 적중하지 못한 예보 표본의 수로 정의된다. 0에서 1 사이의 값을 가지며, 이 지수는 0에 가까울수록 수치예보모델이 성능이 좋음을 의미한다.

$$FAR = \frac{F}{H+F}$$

모델이 실제 발생한 현상을 예보하지 못한 경우인 M(Miss)에 대한 분포가 이 지수에 영향을 미치지 않으므로, 현상의 발생 예보를 놓치는 경우가 많아도 지수에 영향을 주지 않는다. 성공률(SR, Success Ratio)을 다음과 같이 정의할 수 있다.

$$SR = 1 - FAR = \frac{H}{H+F}$$

2) 연속 변수형 예보에 대한 검증방법

연속 변수의 예보에 대한 검증은 관측과 예보의 차이를 측정하는 것이다.

(1) 편차 또는 평균오차(Bias or Mean Error)

예보값과 관측값의 차이를 평균한 값이다. 음의 무한대에서 양의 무한대까지의 값을 가지며, 평균오차가 양수이면 관측값보다 크게 예보가 되고 있음을 나타낸다. 완벽한 경우는 0의 값을 가진다. 간단한 척도로 오차의 크기를 측정하지 않으며 예보와 오차 사이의 일치성도 측정하지 않는다.

$$Mean\;\;Error = \;\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(F_i - O_i)$$

(2) 평균제곱근오차(RMSE, Root Mean Square Error)

예보값과 관측값의 차이를 제곱근하여 평균을 취한 값이다. 0에서 무한대까지 값을 가지며, 완벽한 경우는 0의 값을 가진다. 평균제곱근오차는 편차(Deviation)에 대한 방향성을 지시하지 않는다.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(F_i - O_i)^2}$$

(3) 상관계수(Correlation Coefficient)

예보와 관측 차이의 일치와 위상을 측정하며 -1에서 1 사이의 값을 갖는다. 만점은 1이다. 일치성을 측정하는 좋은 도구이며 예보의 편차(Bias)에 민감하지 않다.

$$r = \frac{\sum(F - \overline{F})(O - \overline{O})}{\sqrt{\sum(F - \overline{F})^2}\sqrt{\sum(O - \overline{O})^2}}$$

(4) 이상상관(AC, Anomaly Correlation)

표본 평균 값 대신에 기후 평균값, C를 사용하여 예보와 관측 차이의 일치와 위상 차이를 측정한다. 이상상관은 수치예보모델의 결과를 검증하는 데 자주 사용된다. 값은 -1에서 1 사이이며 만점은 1이다. 상관 계수와 같이 예보 평균오차에 덜 민감하며 일치성의 척도로서 좋은 도구의 하나이다.

$$AC = \frac{\sum(F - C)(O - C)}{\sqrt{\sum(F - C)^2}\sqrt{\sum(O - C)^2}}$$

(5) S1 score

예보 공간 기울기의 정확도를 측정한다. 보통은 지위고도 혹은 해면기압장에 적용한다. 0에서 무한대의 값을 가지며, 완벽한 예보는 0이다. 수치예보 기록에서 긴 역사를 가지고 있으며 다년간의 모델 성능이 향상되는 것을 보여주기에 좋은 도구이다. 또한 예보의 공간 분해능에도 좌우된다.

$$S1 = \frac{\sum_{adjacent\ pairs} |\triangle F - \triangle O|}{\sum_{adjacent\ pairs} \max(|\triangle F|, |\triangle O|)} \times 100$$

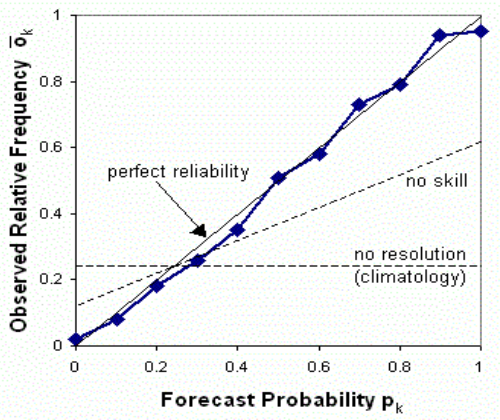
3) 확률 예측에 대한 검증방법

앙상블예측은 어떠한 사건이 발생할 확률을 0과 1 사이의 값(혹은 0에서 100%)으로 나타낸다. 일반적으로 단일 확률 예보를 검증하기는 어렵다. 대신 일련의 확률 예보 p_i를 관측, 즉 사건의 발생($o_i=1$) 혹은 발생하지 않음($o_i=0$)을 이용하여 검증하고 있다. 확률 예측에 기반한 앙상블예측시스템에서는 다음의 특성을 분석해 낼 수 있다.

- 신뢰도(Reliability): 예측 확률과 평균 관측 빈도 사이의 일치성
- 예리함(Sharpness): 극값을 예보하는 경향
- 분해능(Resolution): 표본 사건들을 특징적으로 상이한 빈도수를 가지는 부분집합으로 분해할 수 있는 능력

(1) 신뢰도 그림(Reliability diagram)

앙상블예측의 신뢰성을 평가하는 검증방법으로 특정 현상(예 : 일강수량이 10㎜ 이상일 경우)에 대한 확률 예보값과 실제 발생 빈도의 관계를 나타내는 Reliability Diagram(Atger, 1999)이 있다. Reliability diagram은 예보 확률에 대한 관측빈도를 표시한 것으로 예보 확률의 범위는 K 개의 구간으로 나누고, 각 구간의 표본 빈도를 히스토그램이나 데이터 포인트 사이의 값으로 나타낸 것이다. 신뢰도는 구간별 표본 빈도를 이은 선과 대각선이 근접한 정도를 나타낸다. 대각선으로부터의 편차(Deviation)는 조건부 편차(Conditional bias)이다. 표본 빈도를 이은 선이 대각선 아래에 위치하면 과대모의(확률이 높음), 대각선 위에 위치하면 과소모의(확률이 낮음)임을 의미한다. Reliability Diagram에서 표본 빈도를 이은 선이 편편한 경우 분해능(Resolution)이 낮음을 의미한다. No skill 선과 대각선 사이의 빈도 분포는 BSS(Brier Skill Score)에 긍정적으로 기여하며, 각각의 확률 구간의 빈도는 예보의 예리함(Sharpness)을 나타낸다.



앙상블예측과 실황에 따른 Reliability 표는 다음과 같이 두 가지 방법으로 나타낼 수 있다. 첫째는 실제로 어떠한 현상이 나타난 경우를 O라 하고 나타나지 않은 경우는 NO라 하자. 그 현상을 예상했을 때를 F로, 예상하지 못했을 때를 NF로 표시할 때, 표 2.에 N개의 앙상블 멤버를 구간으로 나누어 그 해당구간의 빈도(HN 또는 FN 등)를 표시하는 방법이다. 다른 한 가지 방법은 표 3.과 같이 어떤 현상의 예상 확률을 100%에서 0%까지로 구분하고 실황에서 그 현상을 보인 경우와 보이지 않은 경우를 나누어서 그 해당 확률 구간의 빈도(H100 또는 F0 등)를 표시하는 방법이다.

표 2. 앙상블 멤버 N개로 구간을 나누어 만든 Reliability 표

	F=N NF=0	F≥N-1 NF≤1	F≥N-2 NF≤2	…	F≥1 NF≤N-1	F≥0 NF≤N
O	H_N	H_{N-1}	H_{N-2}	…	H_1	H_0
NO	F_N	F_{N-1}	F_{N-2}	…	F_1	F_0

표 3. 10% 간격의 확률 구간으로 나누어 만든 Reliability 표

	P=100%	P≥90%	P≥80%	.....	P≥10%	P≥0%
O	H_{100}	H_{90}	H_{80}	.....	H_{10}	H_0
NO	F_{100}	F_{90}	F_{80}	.....	F_{10}	F_0

(2) Brier Score (BS)

확률 오차를 제곱하여 평균한 수치로 다음과 같은 3가지 항: (1) 신뢰도, (2) 분해능, (3) 불확실성으로 나눈다. 값의 범위는 0에서 1이며, 완벽한 예보는 0의 값을 갖는다. 일반적으로 사건의 기후학적 빈도에 민감하다

$$BS = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(p_i - o_i)^2$$
$$= \frac{1}{N}\sum_{k=1}^{K} n_k (p_k - o_k)^2 - \frac{1}{N}\sum_{k=1}^{K} n_k (\overline{o_k} - \overline{o})^2 + \overline{o}\,(1-\overline{o})$$

(3) Brier skill score (BSS)

기준 예보에 대한 앙상블예측의 향상 정도를 측정하는 요소로 기준 예보로는 보통 장기간 혹은 기후 표본을 사용한다. 값의 범위는 음의 무한대로부터 1까지이며,

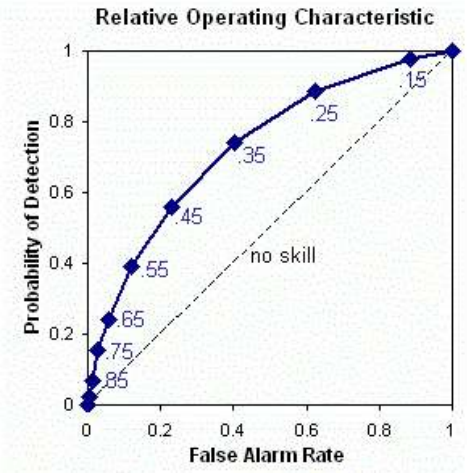
0은 기준 예보에 비해 skill이 없음을 완벽한 예보는 1의 값을 갖는다. 기후학적 발생 빈도수를 고려한다. 소량의 자료에 적용할 때는 불안정해지며 사건이 적을수록 더 많은 표본 수를 필요로 한다.

$$BSS = \frac{BS - BS_{reference}}{0 - BS_{reference}} = 1 - \frac{BS}{BS_{reference}}$$

(4) Relative Operating Characteristics (ROC)

양분 예보를 위해 일련의 누적 확률 임계(Threshold) 값들을(예를 들어, 0.05, 0.15, 0.25 등) 사용하여 Hit Rate 대 false alarm rate를 기입한 것이다. 두개의 선택적 결과를 구분하기 위해 예보의 능력을 측정한다. 0에서 1 사이의 값을 가지며, 0.5는 Skill 이 없음을 1은 완벽한 예보를 의미한다. 신뢰도에 대해서는 아무것도 말할 수 없다.

ROC 곡선은 어떤 현상을 앙상블예측에서 얼마나 잘 감지할 수 있는지를 판단하는 "Signal detection theory"를 기초로 하고 있다(SwETS, 1973). 이 ROC 곡선은 앙상블예측의 성능을 평가하는 방법으로 ECMWF를 비롯하여 미국 기상청(NCEP)과 일본 기상청(JMA)에서도 채택하여 사용하고 있다. ROC 곡선은 적중률을 표현하는 Hit Rate(HR)와 비적중률을 나타내는 False Alarm Rate(FAR) 사이의 분포도를 각 확률 구간별로 구해서 한 그래프에 곡선으로 나타낸 것이다. 적중률과 비적중률 계산은 표 4.로부터 다음과 같이 구해진다. 그리고 ROC 곡선에서 HR=1이고 FAR=0 일 때가 완벽한 예보이므로 좌측상단으로 가까이 갈수록 앙상블예측의 감지 성능이 뛰어나다고 볼 수 있다. 일반적으로 예보시간이 길어질수록 좌측하단으로 치우치는 경향을 보인다.



여기서 y=x의 직선은 " HR = FAR " 이므로 이 대각선 하단으로 곡선이 존재할 경우 예보의 가치가 없음을 의미한다. 이에 따라 스코어 중의 하나로 ROC 곡선과 y=x의 대각선이 이루는 ROC 면적(ROC Area)을 구해서 예보기술의 척도로 사용하고 있다. 예보가 완전하다면 ROC 면적은 1이고, ROC 면적이 0.5일 때 예보의 기술이 없다(No-skill)고 판단하게 된다.

표 4. 실황에 따른 예보 분할표 (Contingency table)

		실황	
		Yes	No
예보	Yes	Hit(H)	False(F)
	No	Missing(M)	correct Rejection(R)

o 적중률: $Hit\,Rate(HR) = \frac{H}{H+M}$

o 비적중률: $False\,Alarm\,Rate(FAR) = \frac{F}{F+R}$

(5) RPS (Ranked Probability Score), CRPS (Continuous RPS)

RPS는 앙상블예측에서 확률 범주에 관측이 적절히 대응했는지를 나타낸다. 아래 RPS 식에서 M은 확률 예보의 범주를, p_k는 예보 범주 k에서의 예측 확률, o_k는 범주 k에서 관측유무에 대한 지시자(0="아니요", 1="예")이다. RPS는 다중 범주 확률 예보에서 확률 공간에서 제곱 차의 누적 합이다. 범주가 2일 경우 RPS는 BS와 동일하며, 범주가 연속적일 경우 CRPS가 된다.

$$RPS = \frac{1}{M-1}\sum_{i=1}^{M}\left[\left(\sum_{k=1}^{i} p_k\right) - \left(\sum_{k=1}^{i} o_k\right)\right]^2$$

$$CRPS = \int_{-\infty}^{\infty} \left(P_f(x) - P_o(X)\right)^2 dx$$

(6) RPSS (Ranked Probability Skill Score), CRPSS (Continuous RPSS)

기준 예보에 대한 앙상블예측의 향상 정도를 측정하는 요소로 기준 예보로는 보통 장기간 혹은 기후 표본을 사용한다. 값의 범위는 음의 무한대로부터 1까지이며, 0은 기준 예보에 비해 Skill이 없음을 완벽한 예보는 1의 값을 갖는다. 기후학적 발생

빈도수를 고려한다. 소량의 자료에 적용할 때는 불안정해진다. 사건이 적을수록 더 많은 표본 수를 필요로 한다.

$$RPSS = \frac{RPS - RPS_{reference}}{0 - RPS_{reference}} = 1 - \frac{RPS}{RPS_{reference}}$$

$$CRPSS = \frac{CRPS - CRPS_{reference}}{0 - CRPS_{reference}} = 1 - \frac{CRPS}{CRPS_{reference}}$$

(7) Economic Value : 사용자 측면에서의 평가 방법

예보의 경제 가치에 대한 자세한 논의는 "Economic Value of Weather and Climate ForecaSTS (Kats & Murphy, 1997)"를 참고하면 된다. 여기서 설명하는 경제 가치(EV)는 1998년 이후부터 앙상블 예보의 성능 평가 기준으로 사용되고 있다 (Richardson 2000, Zhu et al. 2001). 예보의 경제 가치는 예보의 정확도에도 의존하지만 어떤 기상 현상이 발생했을 경우 대책을 세우는 데 필요한 비용(Cost)과 대책이 없었을 때 생기는 손실(Loss)에도 관계가 있는데 이 값들은 사용자에 따라 각기 다르다.

표 5.는 실황에 따른 예보의 분할표와 비용(C)과 손실(L)의 비용 매트릭스 (Expense matrix)를 함께 나타낸 것이다. 이들 관계로부터 해당 예보를 이용했을 때의 지출 비용이 기후정보를 이용했을 때에 비해 절감되는 경제적인 비용에 대한 값으로 EV를 정의하면 다음과 같이 구할 수 있다.먼저 해당 예보를 항상 이용하여 대책을 세울 때의 지출 비용(EF)은 표 5.에서 얻어지는 모든 경우에 대한 지출비용의 합계로 구할 수 있다. 여기서 지출이 발생되는 경우는 모두 세 경우이다.

표 5. 실황에 따른 예보의 분할표와 비용 매트릭스

		실황	
		Yes	No
예보와 대책	Yes	Hit(H) Cost(C)	False(F) Cost(C)
	No	Missing(M) Loss(L)	Rejection(R) No cost(=0)

① 실제로 그 현상이 발생했을 때 예보가 이를 맞추었고 대책을 세웠으므로 이 때 지출은 맞춘 예보 빈도(H)×대책비용(C)이 된다.

② 둘째, 그 현상이 발생했는데 예보가 빗나간 경우 대책을 세우지 않았으므로 이 때 지출은 놓친 예보빈도(M)×손실비용(L)이 된다.

③ 셋째, 실제로 어떤 현상이 발생하지 않았고 예보가 틀린 경우에도 대책을 세워야 하므로 지출은 틀린 예보 빈도(F)×대책비용(C)이 된다.

여기서, 현상이 발생하지 않았고 예보가 이를 맞추었을 때의 빈도를 R이라고 할 경우 대책 비용이나 손실 비용이 없으므로 0이다. 따라서 지출 비용(EF)은 세 경우에 발생하는 지출의 합이 되므로 지출 비용은 아래와 같이 나타낼 수 있다.

$$E_F = HC + FC + ML \tag{1}$$

다음으로 예보가 완벽하게 적중할 경우 지출비용(EP)을 구하면 F(예보가 빗나간 경우)나 M(현상을 놓친 경우)이 없으므로 위 식(1)에서 FC=0, ML=0이다. 그러므로 지출 비용 E=HC인데, 예보가 적중한 빈도가 그 현상이 일어난 빈도($\bar{o}$)와 같으므로 아래와 같은 비용이 지출된다.

$$E_P = \bar{o}C \tag{2}$$

또한, 기후 정보를 이용할 때의 지출 비용(EC)은 대책을 마련할 때 드는 비용(C)이 예상되는 손실액($\bar{o}$L)보다 적을 때만 대비를 할 것이므로 아래와 같은 식으로 나타낼 수 있다.

$$E_C = Min(C, \bar{o}L) \tag{3}$$

경제 가치(EV)는 특정 예보를 이용했을 때의 경제적인 비용 절감으로 정의되며 식(4)로 구할 수 있다.

$$EV = \frac{E_C - E_F}{E_C - E_P} = saving \tag{4}$$

식(4)에 식(1), 식(2), 식(3)을 대입하면 식(5)이 얻어진다.

$$EV = \frac{\min[\bar{o}L, C] - (H+F)C - ML}{\min[\bar{o}L, C] - \bar{o}C} \tag{5}$$

여기서 모든 항을 L로 나누고 비용/손실의 비를 C/L=r로 정의하면 식(6)이 유도된다.

$$EV = \frac{\min[\bar{o}, r] - (H + F)r - M}{\min[\bar{o}, r] - \bar{o}r} \tag{6}$$

이 식은 비용/손실의 비가 현상 발생 빈도($\bar{o}$)보다 클 때와 작을 때로 나누어 구해야 되므로 식(7)이 최종적으로 EV값이 된다.

$$\begin{aligned} EV &= (1 - FAR) - \left(\frac{1 - C/L}{C/L}\right)\left(\frac{\bar{o}}{1 - \bar{o}}\right)(1 - HR) \quad \text{if} \quad C/L < \bar{o} \\ EV &= HR - \left(\frac{C/L}{1 - C/L}\right)\left(\frac{1 - \bar{o}}{\bar{o}}\right)FAR \qquad\qquad \text{if} \quad C/L > \bar{o} \end{aligned} \tag{7}$$

B.3 태풍 검증 방법

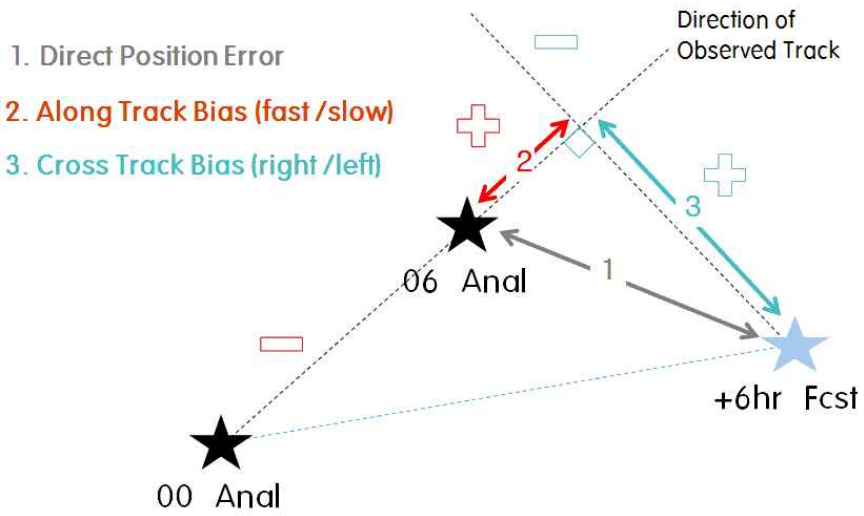
1) 태풍 진로 예측 검증

태풍 진로 예측성능 검증에 사용되는 단순거리오차(DPE, Direct Position Error)는 예보 위치와 분석 위치 사이의 거리를 대권거리로 정의한다. 대권거리를 구하는 방법으로는 간단하면서도 정확한 하버사인 식(Haversine Formula)을 사용하였다. DPE는 이동속도와 방향의 개념을 포함하는 두 가지 지표 Along-Track Bias (ATB)와 Cross-Track Bias (CTB)로 나누어 생각할 수 있다. Along-Track Error (ATE)는 $ATE = |ATB|$ 로, Cross-Track Error (CTE)는 $CTE = |CTB|$ 로 정의된다.

이동속도개념이 포함된 ATB는 태풍의 진행 방향을 따르는 위치 오차로, 이는 분석된 태풍이 예측된 태풍과 다른 속도로 움직였을 때 발생하는 편차이다. 양의 값은 예측된 태풍의 이동속도가 더 빨랐다는 의미이고, 음의 값은 예측된 태풍의 이동속도가 더 느렸다는 의미이다.

방향 개념이 포함된 지표 CTB는 태풍의 진행 방향에 수직인 축을 따르는 위치 오차로 이는 분석된 태풍이 예측된 태풍과 다른 방향으로 움직였을 때 발생하는 편차이며, 예측 위치가 태풍의 진행 방향 양옆으로 얼마나 벗어나 있는지 알 수 있다. 양의 값은(북반구 기준) 예측된 태풍의 위치가 분석된 태풍의 진로에 대해 오른쪽으로 치우쳐 있다는 의미이고, 음의 값은 예측된 태풍의 위치가 분석된 태풍의 진로에 대해 왼쪽으로 치우쳐 있다는 의미이다.

ATB와 CTB의 개념도(영국 기상청)는 아래의 그림과 같으며, 그림의 00 Anal과 06 Anal을 OB1, OB2(태풍의 실제 진로)로 두고, +6hr Fcst를 FC(6시간 후의 태풍 예상 위치)로 두었을 때 ATB와 CTB를 구하는 공식(Aemisegger 2009)은 식(1), (2)와 같다.



$$ATB = \frac{(\overrightarrow{OB1\ OB2} \cdot \overrightarrow{OB1\ FC})}{\| \overrightarrow{OB1\ OB2} \|} - \| \overrightarrow{OB1\ OB2} \|, \quad ATE = |ATB| \tag{1}$$

$$CTB = \sqrt{\| \overrightarrow{OB1\ FC} \|^2 - \frac{(\overrightarrow{OB1\ OB2} \cdot \overrightarrow{OB1\ FC})^2}{\| \overrightarrow{OB1\ OB2} \|^2}}, \quad CTE = |CTB| \tag{2}$$

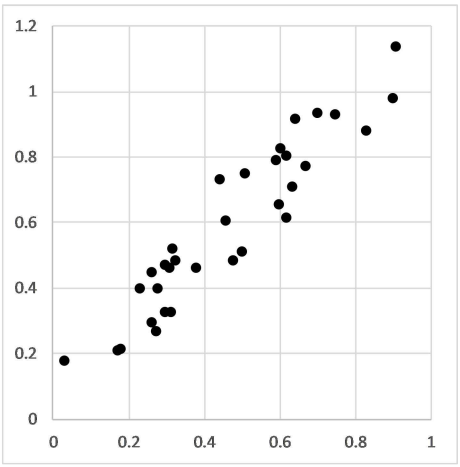
(※ ‖ ‖는 벡터의 크기를 의미함)

2) 태풍 강도 예측 검증

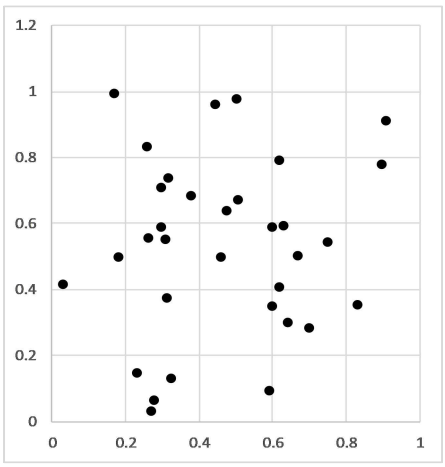
태풍 강도 예측성능 검증에 사용되는 r값은 피어슨 상관계수로 태풍의 최대풍속의 예측값과 관측값의 얼마나 관련성이 있는지를 표현한다. 피어슨 상관계수는 식(3)으로 산출된다.

$$r = \frac{\sum(F-\overline{F})(O-\overline{O})}{\sqrt{\sum(F-\overline{F})^2}\sqrt{\sum(O-\overline{O})^2}} \tag{3}$$

r값이 1에 가까울수록 예측과 관측의 상관성이 높아서 예측성능이 우수하고, 0에 가까울수록 예측과 관측의 상관성이 낮아지고 예측성능이 낮다. 다음 그림에서 r값에 따른 상관성을 보여주고 있다.



r=0.8, 상관성이 높은 경우



r=0, 상관성이 없는 경우

부록 C. 기상청 수치예보시스템 개발 연혁

연월	주요 변경 사항			
	운영	모델	분석	컴퓨터 환경
1989.05	수치예보반 신설			Cray2s (KIST[20])
1990.12	수치예보과[21] 신설			
1991.02	수치예보과	A-LAM[22], F-LAM[23], OFM[24] 공식 현업 운영		
1991.02		F-LAM(46X61, 80km/L10)	객관분석(Barnse 방법, 관측 + JMA GSM +12 예측장)	Cray2s (KIST) Cyber932 (KMA,백업)
1992.04		F-LAM(46X61, 80km/L15) 연직층 증가 해상풍 모델(Cardone Model, 19X15, 2.5°) 및 제1세대 파랑모델(DAS-5) 운영		
1993.03		PPM (Perfect Prog Method)[25]을 이용한 최저·최고 기온 현업 제공		
1993.07		K-LAM[26](59x59, 40km/L15)		CrayC90 (KIST) Cyber932 (KMA,백업)
1994.06		태풍 모델 운영 (KTM, Korea Typhoon Model, 109x109, 50km, 연직 8층)		
1994.10		PPM(Perfect Prog Method)을 이용한 강수확률 예보 현업 지원		

20) Korea Institute of Science & Technology

21) 수치예보과는 1990년 12월에 신설되어 수치예보반에서 운영하던 3가지의 수치예보모델(아시아 수치예보모델 A-LAM, 극동아시아 수치예보모델 F-LAM, 해양 수치예보모델 OFM)을 인수하여 1991년 2월부터 수치예보자료의 현업 제공을 위하여 현업 근무를 정식적으로 시작하였다.

22) A-LAM(Asia Limited Area Model) : 아시아 수치예보모델(아일랜드에서 도입한 dry model)

23) F-LAM : 극동아시아 수치예보모델. Far East Limited Area Model. F-LAM은 미국 대기과학연구소(NCAR)와 펜실베이니아 주립대학(PSU)이 공동으로 개발한 NCAR/PSU 중규모모델(MM4: Mesoscale Model)을 기반으로 하여 기상청의 용역과제로 서울대학교 대기과학과 수치예보연구실이 개발하여 기상청과 협동으로 현업화한 수치모델이다. 전처리와 후처리과정은 기상청이 자체 개발하였다.

24) OFM(Ocean Forecast Model) : 파랑 수치예보모델로 서울대 해양학과와의 용역을 통해 공동으로 개발된 모델이다. ECMWF에서 개발된 파랑모델 WAM(WAve Model)을 기반코드로 사용하고 있다.

연월	주요 변경 사항			
	운영	모델	분석	컴퓨터 환경
1995.03	수치 예보과	F-LAM(77x63, 60km/L15) 수평 해상도 증가		Fujitsu VPX220(KMA) CrayC90 (KISTI,백업)
1997.02		전지구(GDAPS) 및 지역(RDAPS) 수치예보시스템 현업 운영[27]		
		GDAPS(T106L21, 110km, 모델 top 10hPa) 현업 운영 RDAPS(105x121, 40km/L22, MM4)[28] 현업 운영 BA성공임계지수(Barotropic Typhoon forecast System) 현업 운영 천해(40km) 및 심해(80km) 파랑 모델 운영	G-2DOI(최적 내삽법) R-전구 분석장 사용	
1998.04		KF(Kalman Filter)를 이용한 최저·최고 기온 현업 제공		
1999.03		KF(Kalman Filter)를 이용한 3시간 기온 현업 제공		
1999.05			G-1dVar(TOVS 동화)	
1999.06		RDAPS 수평 및 연직 해상도 개선(171x191, 30km/L33, MM4) GoWAM(2.0°)/ReWAM(1/4°)[29]	R-전구 분석장 사용	1호기 도입 NEC SX-5/16 (128Gflops)

※ G: 전지구 자료동화 시스템, R: 지역 자료동화 시스템

25) PPM 모델은 1990년 UNDP 자금으로 일본기상청 MOS 연수를 통하여, 일본기상청 ASM(80km) 분석 자료를 활용하여 개발하였다. 1992년 1990~1991년 분석 자료를 일본 기상청 방문하여 추가 입수하고 기존 입수한 자료(1987~1989)를 활용하여 개발하였는데, 이 당시 수치예보자료의 계속적인 개선 때문에 MOS 개발대신 PPM 개발을 추진하였다. 또한 ECMWF와 미국 기상청의 분석 자료가 160km 정도이었기 때문에 일본의 ASM 분석 자료를 활용하였다.

26) K-LAM(Korea Limited Area Model) : 국지 예보모델. F-LAM과 동일하게 MM4에 기반하고 Barnes 분석체계를 적용한 국지 지상예보용 모델로 개발하여 시험운영만 하였다.

27) 전지구예보시스템은 1993년 일본 기상청 연수를 통하여 일본 기상청의 GSM89를 도입하였으며, 1994년 KISTI Cray90에 모델부분 시험 가동을 시작으로 하여 1995년 3월 Fujitsu VPX220(기상청)에 이식하였으며, 1997년 2월부터 6시간 간격의 자료동화 체계를 가지는 전지구 자료동화 및 예보시스템(GDAPS, Global Data Assimilation ad Prediction System)을 공식 운영하였다.

28) 1997년 2월부터 F-LAM을 개선한 지역예보시스템(RDAPS, Regional Data Assimilation and Prediction System) 현업 운영을 시작하였다. 자료동화 부분을 6시간으로 시도 하였으나, 동쪽 경계부분에서 단파가 지속적으로 형성되어 3일 경과 시 blow-up 되어 GDAPS GPV를 활용한 12시간 간격으로 cold start로 모델을 운영하였다.

29) 독일 DKRZ 연구소에서 개발된 3세대 파랑 모델 WAM을 기반으로 수평해상도 2.0o(약 220km) 와 1/4o(약30km)의 전구(GeWAM, Global Wave Model) 및 지역(ReWAM, Regional Wave Mode) 파랑 예측시스템을 구성하여 운영하였다. 특히, 지역예보시스템(RDAPS, MM5, 30km)의 영역 및 분해능 개선에 따라 기존 예보 영역을 확대하고 분해능을 증가시켜 운영을 시작하였다. 수치예보과 기술보고서 2000-2 참조.

연월	주요 변경 사항			
	운영	모델	분석	컴퓨터 환경
2000.06	수치예보과	RDAPS 정역학 → 비정역학 역학체계 개선(MM4 → MM5) 및 고해상도(10km, 5km) 지역예보모델 운영[30]	R-전구 분석장 사용	NEC SX-5/28M2 (224Gflops)
2001.03		전지구 예보시스템 개선(T213L30) 운영		
		GDAPS 수평 및 연직 해상도 개선(T106L21 →T213L30, 모델 top 10hPa) 및 NNMI 초기화 도입 GBEPS 현업 운영 (T106L21, 16멤버) RDAPS 전처리 개선 전지구 파랑 예보시스템 수평 해상도 개선 (GoWAM, 2.0° → 1.25°)	G-3DOI(3차원 최적내삽법)	
2001.11			R-3DOI(3차원 최적내삽법)	
2001.12		DLM (Dynamic Linear Model)을 이용한 중기 최저·최고 기온 현업 제공		
2002.02		DLM (Dynamic Linear Model)을 이용한 3시간 기온 현업 제공		
2002.04			SATEM, SATOB 자료 동화	
2002.11		NCEP daily SST 자료 적용		
2003.11		GBEPS 연직층 증가 (T106L21 → T106L30, 16멤버)[31]	R-3dVar(10 km) AWS 동화 포함	
2003.12		RDAPS 적운모수화 방안 교체[32]	G-3dVar(inner loop: T63)[33]	

30) 미국 대기과학연구소(NCAR)와 펜실베이니아 주립대학(PSU)이 공동 개발한 NCAR/PSU 중규모모델(MM5)에 기초한 비정수계 역학체계로의 변경 및 2개의 둥지격자 체계(10km, 5km)를 가지는 고해상도 지역예보모델 운영. 수치예보과 기술보고서 2002-3 참조.

31) 중기 확률 예보를 위한 앙상블 모델은 2001년 3월부터 T106L21 저해상도 전지구예보시스템을 바탕으로 구축되어 운영하여왔다. 이에 따라 연직 분해능을 기존 21층에서 전지구예보시스템과 동일한 30층으로 증가시켰으며, 전구 영역에 적용하였던 Bread vector를 북반구로 한정시켜 섭동장을 생산하도록 개선하였다.

32) 기존 KF(Kain-Fri성공임계지수ch) 적운모수화 방안의 계통적 오차를 수정한 KF 적운모수화 방안(MM5V3.5 공개 버전)을 RDAPS에 적용시켜 기존 강수 예측 오차를 상당부분 개선시키는 효과를 보였다. 수치예보과 기술보고서 2003-3 참조.

연월	주요 변경 사항			
	운영	모델	분석	컴퓨터 환경
2004.03	수치 예보과	GBEPS 초기장 변경[34]		NEC SX-5/28M2 (224Gflops)
2004.08			G-direct 3dVar R-3dVar(10 km) 레이더 자료동화 현업운영	
2004.09				2호기 도입 Cray X1 (2.45Tflops)
2005.04		GBEPS 섭동장 개선 (요인 회전 도입)		Cray X1 (2.45Tflops)
2005.05			G-QuikSCAT(해상풍 자료) 동화	
2005.06		MOS (Model Output Statics)를 이용한 3시간 기온 현업 제공		
2005.08		MOS (Model Output Statics)를 이용한 최저·최고 기온 및 강수 확률 현업 제공		
2005.12		전지구예보시스템 개선(T426L40) 운영[35]		Cray X1E (18.5Tflops)
		GDAPS 수평 및 연직 해상도 개선 (T213L30→T426L40, 모델 top 10hPa→0.4hPa) GBEPS 수평 및 연직 해상도 개선(T106L30 →T213L40) 및 초기장 변경[36]	G-3dVar(inner loop: T106) G-ECMWF ERA40 기후값에 대한 비용함수 제어조건 적용	

※ GBEPS: Global Breeding Ensemble Prediction System

33) 다양한 관측 자료를 제한 없이 동시 동화 할 수 있는 3차원 변분법 체계로 진일보한 개선이다. 수치예보과 기술보고서 2004-2 참조.

34) 중기 확률 예보를 위한 앙상블 모델의 초기장은 자체 동화 없이 전지구예보시스템의 초기장을 그대로 사용하였다. 2001년 3월부터 전지구예보시스템의 분석 체계가 3차원 최적내삽(3DOI)에서 3차원 변분법(3dVar)로 변경됨에 따라서 전지구예보시스템의 초기장을 사용하도록 변경하였다.

35) 2005년 2월 시험운영을 시작하여 2005년 8월 1단계 물리과정 튜닝 후 2005년 12월 현업 운영되었다. 고해상도 전지구예보시스템은 기존 10hPa의 대기 상한을 0.4hPa까지 확대함에 따라 지면으로부터 약 55km까지의 대기 운동을 포함하게 되었으며, 기존 30층의 연직층이 40층으로 증가하였다. 또한 수평 해상도는 기존 55km에서 30km로 개선되었다. 1차 물리과정 튜닝을 통하여 적용된 물리과정 개선 사항은 수치예보과 기술 노트 2005-08 참조. 또한 3차원 변분법을 위한 분석 분해능이 T63에서 T106으로 개선되었으며, 적도 대류권 상부의 동서 바람의 비정상적인 성장을 제어하기 위하여 유럽중기예보센터(ECMWF) 재분석자료인 ERA40 기후값을 비용함수로 제한하는 처방을 적용하였다.

36) 2005년 12월부터 기존 T213L30 전지구예보시스템의 운영이 중단됨에 따라서 앙상블 모델의 초기장은 고해상도 전지구예보시스템(T426L40)의 초기장을 내삽 하여 사용하였다.

연월	주요 변경 사항			
	운영	모델	분석	컴퓨터 환경
2006.01	수치 예보과	전구 및 지역 파랑예측 시스템 모델 코드 대체 (WAM→WAVEWATCH-Ⅲ)		Cray X1E (18.5Tflops)
2006.05		GBEPS (T213L40, 32멤버,1일 2회, 10일예보)		
2006.07		광역 폭풍해일 모델(RTSM, Regional Tide/ Storm surge Model) 현업화[37]	3차원 분석시스템(KLAPS, Korea Local Analysis and Prediction System) 현업 운영	
2006.11		MOS (Model Output Statics)를 이용한 강수 형태 현업 제공	Burf 형식 자료 해독 S/W 개선	
2006.12			G-FGAT(배경장 적시 활용법) 적용	
2007.03	수치 예보 센터 설립	황사농도 단기예보시스템(ADAM) 현업 운영[38]		
2007.05	수치 예보 센터	KWRF(10km) 현업 운영	G-MODIS 극지역 바람자료 동화	
2007.07		GBEPS 편차 보정 적용[39]		
2007.08		GDAPS 레일리마찰(Rayleigh Friction) 적용		
2007.09			KWRF-레이더 자료동화	
2007.11			G-BUFR M성공임계지수AT-1R AMV 자료 추가 KWRF-QuikSCAT	
2008.01		GDAPS 상층 오차 교정을 위한 배경장 수정	G-ECMWF ERA40 기후값에 대한 비용함수 제어조건 제거 KWRF-태풍보거싱 적용	
2008.02			KWRF-M성공임계지수AT 위성자료 적용	

37) 2004년 8월 8km 광역 폭풍해일 모델(RTSM, Regional Tide/Storm surge Model) 구축을 시작하여, 슈퍼컴퓨터 2호기 도입과 더불어 2005년 6월부터 시험운영 하였으며, 수평 해상도 및 모델 수행 영역은 지역 파랑 예측 시스템 모델(ReWW3, 2007년 12월 현업 버전)과 동일하다.

38) 황사농도 단기예보시스템(ADAM, Asian Dust Aerosol Model)은 미국 환경보호청(ERA)의 대기질 확산 모델인 CMAQ(Community Multiscale Air Quality)를 기본으로 2003년 3월부터 기상연구소 응용기상연구실에서 시험운영을 시작하였으며, 이후 최적화 및 병렬화 작업을 거쳐 2007년 3월부터 현업 운영을 시작하였다.

39) TN2008-2 앙상블예측시스템 편차 보정(발간등록번호 11-1360000-000364-01) 참고

연월	주요 변경 사항			
	운영	모델	분석	컴퓨터 환경
2008.03	수치예보센터 → 수치모델관리관실	지역 파랑예측시스템(ReWW3) 해상도 개선(1/4°→1/12°) 및 국지연안파랑예측시스템(CoWW3, 1/120°) 6개 영역 현업 운영[40]	국내 수직측풍 장비(windprofiler) 7개 지점 추가	Cray X1E (18.5Tflops)
2008.04	수치모델관리관실		G-1dVar(NOAA18호 ATOVS 동화)	
2008.05			G-ECMWF 분석장을 이용한 보거싱 적용 (제한적 적용: 5-10월)	
2008.06		KWRF 연직 해상도 개선(31층→40층) 및 예보시간 증가(60시간→66시간)[41]	KWRF-늦은 분석 cycle 운영 및 계절별 배경오차 적용	
2008.08		GBEPS T213L40 자체 자료동화 시스템 운영		
2009.01		전지구예측시스템의 개선된 구름양 진단과정 현업 적용[42]		Cray X1E (18.5Tflops)
2009.05		전지구 고해상도 파랑예측 시스템 현업 운영[43]		
2009.06		KWRF 현업 개선 -적운물리방안, 초기화 과정 개선 -자료동화(ATOVS 추가) 개선 -버전 업그레이드(V2.3→V3.0)		
2009.08		초단기 분석 및 예측 시스템(KLAPS) 현업 운영 -현업 성능 개선(관측자료 추가) -초기화 과정, 물리과정 개선		
2009.09		GDAPS 현업 개선 -전지구예보시스템 편차 보정 -편차보정방법: Decaying average method		

40) 기상연구소 해양기상연구실에서는 2006년 1월 전구 및 지역 파랑 예측 시스템 모델 소스를 기존 WAM에서 WAVEWATCH-Ⅲ로의 교체 작업을 수행하였으며, 2006년 12월부터 고해상도 지역 파랑예측 시스템(ReWW3) 및 국지연안 파랑예측 시스템(CoWW3) 6개 영역에 대한 시험운영 시작. 이후, 2007년 12월부터 현업 운영을 위한 안정도 테스트 후 2008년 3월부터 현업 운영.

41) 개선 사항: 모델(KWRF) 및 분석 시스템(U3VR) 버전 업그레이드(WRF V2.1 → V2.3), 복사 계산 정확도 증가를 위한 NCEP SST(수평해상도 0.083o)로 변경, 분석시스템(U3VR)의 수행 시간 단축을 위한 계산환경 변경(Cray X1E → New Prepost)

42) 전지구예측시스템의 구름양이 관측보다 적게 예측하는 현상을 개선하기 위하여 상대습도를 이용한 확률함수 형태의 진단식으로 교체

43) 개선 사항: 수치예보 모델의 대체(WAM cycle4→WAVEWATCH-Ⅲ V2.22), 수치예보 모델의 공간해상도와 스펙트럴 해상도 개선, 입력 자료의 주기를 12시간에서 6시간으로 단축

연월	주요 변경 사항			
	운영	모델	분석	컴퓨터 환경
2009.11	수치모델 관리관실	황사예측모델(ADAM) 현업 개선 (과대 모의를 일으키는 소스코드 수정)		3호기 인터림 시스템 Cray XT5 (14.17TF)
2010.01			통합모델 관측자료 전처리 과정 개선[44]	
2010.03		KWRF 경계장을 UM으로 변경		
2010.05		통합모델(전구, 지역) 현업 운영 -전구(N320L50), -지역(12kmL38)	전구: 4DVAR, 지역: No DA GPSRO 자료동화 현업적용	3호기 초기분 시스템 Cray XT5 (27.65TF) N320L50 현업운영 (2010.5.14~)
2010.06		개선된 초단기 분석 및 예보시스템 (KLAPS) 현업운영[45]		
2010.07		통합모델 기반 황사농도단기예보시스템 (ADAM) 현업운영[46] KWRF 모델 늦은분석 체계로 현업 적용	SSMIS 위성자료동화 현업적용	
2010.08		통합모델 출력변수 조정에 관한 현업 변경 -84시간까지 모델면 자료 출력간격 조정		
2010.09		슈퍼컴퓨터 3호기 기반 수치예보 현업 개선[47]		3호기 최종분 시스템 Cray XE6 (758TF)
2010.10		사계절 황사농도예보시스템 (UM-ADAM2) 현업운영		
2010.11		수치예보 현업 개선[48]	지상자료 결측자료 오류 개선	
2010.12			Satwind 관측오차 개선을 위한 신뢰도 지수(QI) 배열 조정	

44) 개선 사항: Satwind 극 상층 바람 개선(ODB), GOES wind QI(품질신뢰도) 값 조정, 관측종별 station list 및 위성계수, 편차값 갱신, ATOVS, AIRS 자료처리 개선

45) 변경 사항: 버전 업그레이드(V2.2→V3.0), 1시간 간격 5km 예보, 분석시스템과 예보시스템을 통합하여 운영

46) 변경 사항: ADAM의 입력 기상장을 RDAPS에서 통합모델(UM 40km L50)로 전환, 모델 예측시간을 48시간에서 72시간으로 변경

47) 현업 개선 내용: 초단기예보시스템 하늘상태 실황/예측 자료 개선, 파랑실황도 현업화, 지역통합모델 레이더자료 처리과정 추가

48) 개선 사항: 초단기예보시스템 강수유형 판별 알고리즘 개선 적용, 강설 및 눈 혼합비 자료 생산 추가, 북반구 분석일기도 및 북반구 예상일기도 확대 생산

연월	주요 변경 사항			
	운영	모델	분석	컴퓨터 환경
2011.03	수치모델 관리관실	통합모델 기반 앙상블 예측시스템 현업운영 (UM N320 L50 M24)	윈드프로파일러 결측자료 오류 개선	3호기 최종분 시스템 Cray XE6 (758TF) N512L70 현업운영 (2011.5.23~)
2011.04		수치예보 현업 개선[49]		
2011.05		고해상도 통합모델(전구, 지역) 현업 운영 -전구(N512L70) -지역(12kmL70)	전구, 지역: 4DVAR 태풍보거싱기법 개선 (지상기압추가) 직수신 MetOp ATOVS 자료 현업적용	
		연직축 확장 앙상블 예측시스템 현업운영 (UM N320 L70 M24)		
		지역자료동화체계(4DVAR) 운영		
2011.06		수치예보 현업 개선[50]		
		후처리 구름모의 운영 시작(RADM)	RTTOV 9.3 기반의 구름복사모의와 표출	
2011.08			기상1호 자료 현업 적용	
2011.12		천리안 대기운동벡터 활용 시작	고도별 에러분석, 가변적 QI 활용 기술 적용 드롭고층관측자료입력 모듈 현업적용 고해상도 고층관측자료 모니터링 파일 출력	
2012.01		앙상블 TrimObstore 관측자료 전처리 개선 -missing된 관측자료에서 발생하던 오류 처리		
2012.05		1.5km 재해기상예보시스템 현업운영[51] 앙상블예측기반 악기상예측지수(EFI) 현업 제공	3DVAR(재해기상예보모델)	
2012.06		전지구 및 지역예보모델 물리과정 개선[52]	전지구 분석해상도 개선(N144→N216)	

49) 개선 사항: KLAPS 분석장과 모델 초기장 일치성 개선, 지역해양모델 해역별 파고시계열 그래픽 추가

50) 개선 사항: 고해상도 통합모델기반의 모의 위성영상 생산, 고해상도 통합모델기반의 황사추적도 현업운영

51) 국지적으로 단시간에 발생하여 인명 및 재산 피해를 초래하는 위험/재해기상(이하 위험기상) 현상의 예측능력 향상을 위하여 지형, 토지이용도, 식생 등 지표자료 고도화('11.2), 잠열너징 기법 최적화('11.3), 레이더 시선속도 활용 체계를 최적화('11.4)하고 대규모 강수 생산 방안이 강수 예측에 미치는 영향을 평가 및 적용('11.5)하였음. 이를 기반으로 3시간 간격의 분석-예측 순환 시스템을 정규적으로 운영('11.7.1 부터)하여 예보관에게 제공

52) 전지구/지역예보모델의 대규모 강수과정, 대류물리과정, 복사물리과정 개선 적용, 전지구예보시스템 구름량 예단 적용

연월	주요 변경 사항			
	운영	모델	분석	컴퓨터 환경
2013.06	수치모델 관리관실	전지구, 지역, 국지예보모델 예측기간[53] 연장 전지구, 지역, 국지예보모델 물리과정 개선[54] PS01 현업 운영(전지구, 지역 및 국지 개선)	하이브리드 4차원 변분자료 동화 적용	PS01[55] (N512L70) 현업운영 (2013.6.20~)
2013.10		모델 출력물 중 qrain 추가		
2014.06		지역예보모델 입력용 기초자료(Ancillary) 갱신(CAP7.7→8.1)	지점특화가이던스 산출시스템 지원을 위한 출력자료 변경	PS02(지역/국지) 현업운영 (2014.6.20~)
		국지예보모델 입력용 기초자료(Ancillary) 갱신(CAP7.7→8.1)	대규모 강수과정 및 경계층 물리과정 개선	
		지역/국지예보모델 버전 갱신[56]		
2015.06	국립기상과학원 수치모델연구부	지역자료동화 및 모델 (RODB, R4VR - OPS, SURF, RDAPS) 개선 - SURF 활용 주기 강화(일 1회→4회) - 전지구예보시스템에 활용 중인 8종의 에어러졸 기후값 처방의 지역예보시스템 적용 - 전지구예보시스템에 적용된 개선된 태풍보거싱 적용 - 위성자료 솎아내기(thinning) 조정 : 전지구와 동기화	전지구 자료동화 시스템 (G4VR - OPS, SURF) 개선 - 태풍보거싱 알고리즘개선 ・태풍의 강도가 약할 경우, 모조태풍 알고리즘 미적용 ・모조태풍 자료가 모두 사용될 수 있도록 QC 변수 조정 - SURF 개선 ・위성자료를 이용한 토양수분 정보 보정 작업 시 기존 MetOpA에 부가하여 MetOpB 정보 추가	슈퍼컴 4호기 초기분 시스템 Cray XC-40

53) 전지구예보시스템 252→288시간, 지역예보모델 72 → 87시간, 국지예보모델 24→36시간

54) 전지구예보시스템 VN7.7PS26→VN7.9PS28, 지역예보모델 VN7.9PS26→VN7.9PS28, 국지예보모델 VN7.9PS27→VN7.9PS28

55) Parallel Suite

56) 지역예보모델 VN7.9PS28→VN8.2PS30, 국지예보모델 VN7.9PS28→VN8.2PS31

연월	주요 변경 사항			
	운영	모델	분석	컴퓨터 환경
2016.06	국립 기상 과학원 수치 모델 연구부	전지구예보시스템 (GDAPS) - 모델 역학과정 ・UM 버전 업그레이드 : vn7.9 → vn8.5 ・해상도 변경 : N512(25km)→N768(17km) ・역학체계 변경 : New Dynamics → ENDGame ・역학 과정(Dynamics/ Solver/Diffusion) : 이류 운동방정식의 연직 내삽 방법 개선 ・중력파 항력(Gravity Wave Drag) : 지형에 의한 중력파 항력 및 유연성 개선 - 모델 물리과정 ・대규모 강수과정(large scale precipitation) : 보슬비 입자크기 분포 개선 (Abel & Boutle, 2011) ・대류물리과정 (convection) : 대류 상승/하강 비율 및 QCL, QCF 하강 과정 개선 ・미세물리과정(large scale cloud) : 구름침식과정 개선 ・경계층 및 지면 물리과정 (PBL & Land-Surface process) : 대류 진단방식 (convective diagnosis) 중 해안 타일의 지면 알베도 개선	관측자료 전처리 및 자료동화 (OPS, ODB, VAR) 개선 - 관측자료 전처리 ・OPS버전 업그레이드 (vn32.0) ・ODB포맷의 관측 입력자료 생산과정 추가 ・정지위성 복사량(GOES E/W, MVIRI, SEVIRI), 극궤도위성자료(CrIS, ATMS)및 GroundGPS 활용 추가 전지구예보시스템(GDAPS) - 자료동화 개선 ・VAR 버전 업그레이드 (vn32.0) : 극지방의 PF모델 안정성 향상 ・자료동화 해상도 증가 : 기존 60km (N216) → 변경 40km (N320) ・하이브리드 4DVAR : 49개 멤버의 앙상블 섭동장 사용 ・이른분석에 지면자료동화 (SURF vn30.0.1) 적용 추가	슈퍼컴 4호기 시스템 Cray XC-40 PS03 현업운영 (전지구/지역/ 국지/앙상블/ 국지앙상블)

연월	주요 변경 사항			
	운영	모델	분석	컴퓨터 환경
2016.06	국립 기상 과학원 수치 모델 연구부	국지예보시스템 (LDAPS) - 모델 역학과정 ・UM 버전 업그레이드 : vn8.2 → vn10.1 ・역학체계 변경 : New Dynamics → ENDGame ・모델 가변격자 영역 확장 : 744 x 928 → 1188 x 1148 전지구앙상블예측시스템 (EPSG) - 모델 역학과정 ・UM 버전 업그레이드 : vn7.9 ⇒ vn8.5 ・해상도 변경 : N320(40km) → N400(32km) ・역학체계 변경 : New Dynamics → ENDGame	국지예보시스템(LDAPS) - 자료동화 ・관측자료 전처리 : OPS vn27.2 → vn32.0 ・자료동화 : VAR vn29.2 → vn32.0 ・자료동화 영역 확장 : 고정격자 영역에서 가변격자 영역으로 확장	슈퍼컴 4호기 시스템 Cray XC-40 PS03 현업운영 (전지구/지역/국지/앙상블/국지앙상블)
2016.06		국지앙상블예측시스템(LENS) ・UM 버전 업그레이드 : vn8.2 → vn10.1 ・역학체계 변경 : New Dynamics → ENDGame		
2016.10		전지구, 지역, 국지 파랑모델 (GWW3, RWW3, CWW3) (10.31 현업적용) - 모델버전 업그레이드 : WAVEWATCH-III vn2.22 → vn3.14 - 전지구 파랑모델 해상풍 입력주기 변경: 6시간 → 3시간 - 지역 파랑모델 : 전지구 파랑모델로부터 제공된 측면경계자료 사용 - 유의파고 예측장의 풍파성분과 너울성분 분리 표출		
2016.12		황사, 연무예측시스템 (ADAM2, ADAM3) (12.29 현업적용) - 자료동화 모듈 적용 : 황사, 연무 관측자료(중국 및 한국관측 PM10 자료) 자료동화(최적내삽법)		

연월	주요 변경 사항			
	운영	모델	분석	컴퓨터 환경
2017.06 (6.21. 00utc)	수치 모델링 센터	초단기예보시스템(VDAPS[57]) - 모델 역학과정 ・UM 버전: vn10.1 ・수평해상도: 1.5km (고정:744(동서)x928(남북), 가변:804(동서)x1000(남북)) ・연직해상도: 70층(39km) ・예측시간: 12시간 ・적분간격: 50초	초단기예보시스템 (VDAPS) - 관측자료 전처리(OPS) ・버전: vn32.0 ・시정 및 레이더 시선속도/강우강도 활용 - 자료동화(VAR, SURF) ・버전: vn32.0 ・3DVAR(잠열넛징) ・분석주기: 1시간	슈퍼컴 4호기 시스템 Cray XC-40
2017.10 (10.31. 00utc)		전지구예보시스템(GDAPS) - 모델 역학과정 ・UM 버전 업그레이드 : vn8.5 → vn10.2	전지구예보시스템 (GDAPS) - 관측자료 활용 확대 (ATOVS 26, 27채널, SEVIRIClear활용,. Himawari-8 추가) - 전지구 위성자료 변분 편차 보정 기법 (VarBC[58]) 적용 - 버전 업그레이드 : ・관측자료 전처리 (OPS) vn32.0 → vn2016.09.0 ・자료동화 (VAR) vn32.0 → vn2016.09.0 ・지면자료동화 (SURF) vn30.0.1 → vn32.0.0 전지구앙상블예측시스템(EPSG) - 토양 수분, 지중온도 섭동 추가	슈퍼컴 4호기 시스템 Cray XC-40 PS04 현업운영 (전지구/지역/ 국지/앙상블/ 국지앙상블)

57) Very-short-range Data Assimilation and Prediction System

58) Variational 평균오차 Correction

연월	주요 변경 사항			
	운영	모델	분석	컴퓨터 환경
2018.1 (1.18. 00UTC)	수치 모델링 센터	국지예보시스템(LDAPS) - 강수물리과정 모수화 개선 - 고해상도 역학과정 최적화 - 200m 지형고도자료 적용 - 고정/가변격자를 포함한 표출체계 추가 제공	국지예보시스템(LDAPS) - GNSS, AMSUB 위성자료 활용 - 레이더 입력자료 변경: RAR → CAPPI ZR 계수 변경 - 태풍보거싱 추가	슈퍼컴 4호기 시스템 Cray XC-40
2018.2 (2.7. 07UTC)		초단기예보시스템(VDAPS) - 강수물리과정 모수화 개선 - 대기경계층 모수화 개선 - 200m 지형고도자료 적용 - 적분간격: 50초→60초 - 상세바람장일기도 추가	초단기예보시스템(VDAPS) - 고층관측(Sonde) 북강릉 추가 - 레이더시선속도 솎아내기 개선 - 레이더 입력자료 변경: RAR → CAPPI ZR 계수 변경 - 잠열넛징 조절계수 변경 - Maple 예측강우강도 활용시간 범위 조정: 0~60분→0~30분	
2018.3 (3.27. 00UTC)		지역파랑모델(RWW3) - 파랑실황도 산출 부이관측 지점 추가 (기존) 8개 지점: 덕적도, 외연도, 칠발도, 마라도, 거문도, 거제도, 포항, 동해 (개선) 8개 지점 추가: 인천, 부안, 추자도, 서귀포, 통영, 울산, 울진, 울릉도		
2018.6 (6.7. 00UTC)		전지구예보시스템(GDAPS) - 수평해상도 개선: 17km(N768)→10km(N1280) - 적분간격 7.5분→4분 - 모델(UM)버전 업그레이드: vn10.2→vn10.8 (대기/지면과정 GA6.1/GL6.1 유지) - 액상구름특성 진단시 오류수정, 시정 진단 위한 에어로졸 적용 - murk 기반 구름입자수 계산방식 개선 - OpenMP 코드 개선, 적설분석 stash 변경	전지구예보시스템(GDAPS) - 버전 업그레이드 : ・관측자료 전처리(OPS) vn2016.09.0→vn2017.07.2 ・자료동화 (VAR) vn2016.09.0→vn2017.07.0 ・지면자료동화 (SURF) vn32.0.0→vn2017.07.0 - 배경오차공분산 최적화 및 오차규모 국지화 적용	
2018.8 (8.7. 00UTC)			전지구예보시스템(GDAPS) - 구름모의영상(적외, 수증기) ・지역예보시스템(12km)에서 지구예보시스템(10km) 기반으로 전환	

연월	주요 변경 사항			
	운영	모델	분석	컴퓨터 환경
2018.08 (8.30. 00UTC)	수치 모델링 센터	전지구파랑모델(GWW3) - 파랑 평균파주기 산출 - 파랑변수 Grib2 포맷 자료 산출		슈퍼컴 4호기 시스템 Cray XC-40
2018.10 (10.8. 00UTC)		전지구예보시스템(GDAPS) - 모델 재수행을 위한 dump 파일 추가 생성: (기존) 2회: 003H, 120H 예측장 (개선) 4회: 003H, 72H, 120H, 204H 예측장	전지구예보시스템(GDAPS) - M성공임계지수APHIR 및 COMS 청천복사량 변분편차보정기법(VarBC) 적용	
2018.10 (10.31. 00UTC)		지역파랑앙상블예측시스템(EWW3) 운영 시작 - 지역파랑모델 (RWW 3) 기반으로 전지구앙상블예측시스템(EPSG) 24-멤버의 해상풍을 입력자료로 사용하여 24-멤버 앙상블 지역파랑모델 운영 시작		
2018.11 (11.15. 00UTC)			전지구예보시스템(GDAPS) - 한반도일기도 표출해상도 변경: 40km→20km - 상세바람기온 및 대류불안정 일기도 표출시간 연장: 84H→288H - 상세바람기온 일기도 표출고도 추가: 1000hPa, 300hPa	
2018.11 (11.29. 00UTC)		국지앙상블예측시스템(LENS) - 수평해상도 개선: 3→2.2km - 통합모델버전 업그레이드: vn10.1→vn10.6 - 물리과정 개선: ・중위도지역 최적옵션 적용: vn2016.09.0→vn2017.07.2 ・Total 에어로졸 물리과정 적용		
2018.12 (12.27. 00UTC)			전지구예보시스템(GDAPS) - 일기도 연직층 추가 ・단열선도: 13층→22층 ・연직시계열도: 15층→19층	

연월	주요 변경 사항			
	운영	모델	분석	컴퓨터 환경
2019.1 (1.16. 00UTC)	수치 모델링 센터	황사·연무통합예측모델 (ADM3) 개선 - 모델 입력 기상자료의 10m 풍속보정기법 적용 - NDVI를 이용한 황사발원량 저감지수 계산과정 병렬화 - 천리안 에어로졸 광학두께 자료동화 체계 적용		슈퍼컴 4호기 시스템 Cray XC-40
2019.2 (2.21. 06UTC)		통합모델 기반 현업 초단기예보시스템(VDPS) 개선 - 항공기 및 국내 지상 GNSS 수증기 자료 등 정시 10분 이내 관측 자료 활용확대 - 토양수분 초기화 과정 추가개선 - 기초입력자료 상세화를 통한 지표 물리과정 개선		
2019.3 (3.19. 00UTC)		지역예보모델 종료에 따른 현업 지역파랑(RWW3), 국지파랑(CWW3), 지역 폭풍해일(RTSM), 국지 폭풍해일(CTSM) 대기입력장 변경 - 지역예보모델→전구예보모델		
2019.4 (4.1. 00UTC)		지역예보시스템(RDAPS, 12km 해상도) 운영 종료 - 10km 전지구예측모델 기반의 수치예보시스템 현업운영)	- 예상일기도 : 2019.2.1. 00UTC부터 전구 예상일기도로 대체 생산/ 제공 중 - 이진자료(GRIB2) : 전구모델을 이용한 지역 영역 GRIB2 자료만 제공	
2019.4 (4.22. 00UTC)		국지예보시스템의 정지궤도 위성자료 추가 현업적용 - 청천복사량, 대기 운동 벡터 위성자료 추가		
2019.5 (5.14. 00UTC)		전지구모델 기반의 위성 구름모의 영상 산출체계 개선 - 복사전달모델(RTTOV) 버전 향상 - 복사모의영상 예측시간 확대		
2019.5 (5.28. 00UTC)		예측시간 연장 국지예보시스템 현업운영 - 예측시간 연장(36→48h)		

연월	주요 변경 사항			
	운영	모델	분석	컴퓨터 환경
2019.5 (5.30. 00UTC)	수치 모델링 센터	지역 폭풍해일예측시스템 기반모델 변경 및 예측시간 연장(87시간->120시간) - POM -> NEMO		슈퍼컴 4호기 시스템 Cray XC-40
2019.6 (6.27. 00UTC)		시간차 기법을 적용한 전지구 앙상블 예측시스템 협업 운영 - KIM 도입 등으로 피크 타임(00, 12UTC)에 과도하게 집중되는 슈퍼컴 사용량의 분산을 위한 현업 변경 - 대기경계층 모수화 개선 - 200m 지형고도자료 적용 - 적분간격: 50초→60초 - 상세바람장일기도 추가	- 12일 예측 멤버 분산 (기존) 00/12 UTC 25개 → (변경) 00/12 UTC 13개, 06/18 UTC 12개 - 00/12 UTC 13개 멤버와 6시간 전 18/06 UTC 12개 멤버로 00/12UTC의 25개 멤버 구성 - 자원 및 운영 시간 분산 780 node/200분 → 390 node/400분	
2019.7 (7.16. 00UTC)		10분 단위 빠른 갱신 주기 초단기 기상분석 및 예보시스템 현업운영 - 수치모델 기반 강수 실황분석 및 초단기 예보지원 - 가용 관측자료 활용을 통한 관측자료 분석 및 모델 개선을 통한 초단기 기상분석 및 예보시스템 개선	6분 이내 가용 관측자료 활용 강화, 초기화 기법 - 초단기 분석활용 관측자료 기존 6종 → 12종으로 확대 한국형수치모델 기반 한반도 적합한 고해상도 물리과정 적용 - 미세물리과정(WDM7) : 대기수상체 6종 → 7종 확대 - 한국형수치예보모델 적운 모수화(KSAS): 해상도를 고려 규모인지 계수 최적화 - 지면물리: 분석장(ERA5) 기반 기후 값으로 지중 변수 초기장 생산 및 적용 - 해면물리: 수심이 고려된 해면 거칠기 길이 반영	
2019.7 (7.18. 00UTC)		지역파랑예측시스템 예측시간 연장 (87시간→120시간) 및 파랑실황도 생산주기 변경 (3시간→30분)		

연월	주요 변경 사항			
	운영	모델	분석	컴퓨터 환경
2019.8 (8.1. 00KST)	수치 모델링 센터		한반도 ASOS 지점 수 변경 (76→75개) - ASOS 진도(47175) 지점이 AWS 진도(175)로 변경	슈퍼컴 4호기 시스템 Cray XC-40
2019.10 (10.24. 00UTC)		초단기 파랑예측시스템 현업 운영 시작 - WaveWatchⅢv4.18을 기반으로, 120-132°E, 32-44°N 영역에 대하여 1시간 간격으로 12시간 예보 수행		
2019.10 (10.24. 00UTC)		앙상블 지역파랑예측시스템(EWW3) 예측시간 연장 - 87시간 -> 120시간		
2019.11 (11.11. 08UTC)			초단기 분석 및 예보시스템의 천리안2A호 위성관측자료 활용체계 현업적용 - 5개 채널(가시광선, 근적외, 수증기, 적외 1, 2) 복사량 관측자료 활용	
2020.1 (1.20. 00UTC)		전지구모델(GDPS) 3시간 간격 7일 예측자료 생산 - 기존: 0~84시간(3h 간격) 84~288시간(6h 간격) - 변경: 0~168시간(3h 간격) 168~288시간(6h 간격)		
2020.2 (2.5. 06UTC)		초단기 분석·예보시스템(KLAPS) 요소 추가 및 예측시간 연장 - 1시간 단위 초단기 동네예보 ・예측시간 연장(6→12시간) ・기온, 상대습도, 동서바람, 남북 바람 요소 추가 - 10분 단위 초단기 강수예측 ・매 10분 단위(7→12시간) ・최하층 레이더 반사도 변수 추가		
2020.3 (3.24. 00UTC)			천리안 2A호 구름모의모델 예측자료 산출체계 현업운영 - 적외/수증기 채널 관측 영상을 활용한 구름모의모델	

연월	주요 변경 사항			
	운영	모델	분석	컴퓨터 환경
2020.4 (4.1. 00UTC)	수치 모델링 센터	천리안 위성 2A호 자료 활용을 위한 현업 변경 - 천리안 위성 2A호 바람(AMV) 관측자료(4.1.) 및 청천복사량(CSR) 관측자료(4.29.) 활용	천리안 위성 1호 기상위성 자료서비스 종료 - 천리안 위성 운영 종료로 바람(AMV), 청천복사량(CSR) 자료 활용 중단(4.1.)	슈퍼컴 5호기 초기분 시스템 Lenovo SD-530
2020.4 (4.28. 00UTC)		한국형수치예보모델(KIM, Korean Integrated Model) 기반 수치예보시스템 현업운영	- 한국형수치예보모델 기반 전지구예보시스템 - 한국형수치예보모델 기반 황사·연무통합예측모델 - 한국형수치예보모델 기반 해양(파랑, 폭풍해일)모델	슈퍼컴 4호기 시스템 Cray XC-40
2020.5 (5.27. 00UTC)		UM 기반 예측시간 연장 황사·연무통합 예측모델(ADM3) 현업운영 : 기존 3일 → 변경 7일		
2020.5 (5.27. 00UTC)			국지예보모델 상세영역 구름모의영상 생산체계 현업운영 - 천리안 2A호 위성 정보를 활용한 구름모의영상 자료 (적외, 수증기)	
2020.6 (6.25. 00UTC)		한국형수치예보모델(KIM) 기반 전지구예보시스템 개선 버전(v3.5a) 현업운영 : 전지구 해양자료동화시스템 분석장을 KIM과 연동하여 해양혼합층 물리과정 개선	- 해양혼합층 물리과정 해양 자료동화시스템 분석장 연동 · 혼합층 깊이 초기장 개선 · 평균 해양 수온 자료 도입 - 적운물리과정 모수 최적화 · 대류발생 조건 임계값 최적화 · 상승기류 유입률 최적화 · 격자규모 구름물로의 전환 비율 최적화 - 복사물리과정 반사도 계산과정 오류 수정	슈퍼컴 5호기 초기분 시스템 Lenovo SD-530
2020.6 (6.30. 06UTC)		UM 기반 황사발원과정 개선 버전 황사·연무통합예측모델 (ADM3) 현업운영 : 선행시간 3~6시간 이전 강수영향 반영		슈퍼컴 4호기 시스템 Cray XC-40
2020.9 (9.10. 00UTC)		KIM 기반 예측시간 연장 황사·연무통합 예측모델(ADM3) 현업운영 : 기존 3일 → 변경 7일		슈퍼컴 5호기 초기분 시스템 Lenovo SD-530

연월	주요 변경 사항			
	운영	모델	분석	컴퓨터 환경
2020.9 (9.23. 09UTC)	수치 모델링 센터		관측자료 확대 적용을 위한 파랑실황도 현업 변경 - 파랑실황도 자료동화 관측자료 추가 (우리나라 주변 부이 관측지점 추가, 신규 부이 14개소 반영)	슈퍼컴 4호기 시스템 Cray XC-40
2020.10 (10.15. 00UTC)			상세예보 지원을 위해 지역파랑예측시스템(UM, KIM 기반) 1시간 간격 유의파고 및 파향자료 추가 생산	슈퍼컴 4호기 시스템 Cray XC-40, 슈퍼컴 5호기 초기분 시스템 Lenovo SD-530
2020.10 (10.29. 00UTC)		한국형수치예보모델(KIM) 기반 전지구예보시스템 개선 버전(v3.6) 현업운영 : 관측자료 활용확대 및 자료동화 개선	- 관측자료 추가 활용 (존데 하강관측, GK2A AMV 및 CSR, 신규 GNSS-RO) - 항공기 관측자료 연직 솎아내기 및 블랙리스트 개선 - 위성바람자료 개별벡터 관측오차 산출 및 품질검사 개선 - 마이크로파 위성편차보정기법 개선 - GNSS-RO 위성자료 품질검사 개선 - AMSR2, AMV, GPS-RO 위성 관측오차 증가 - KIM3.5a 기후학적 배경오차 공분산 적용, 공분산 팽창계수 조절 - 위성변분편차보정 적용 확대(ATMS, IASI, CrIS) - 토양수분 경계값 수정 및 토양수분 지면자료동화 구축 - 내륙호수 등 물지역 지면과정 개선 및 해빙역 오류수정 - 앙상블 모델에 SST 섭동 적용	슈퍼컴 5호기 초기분 시스템 Lenovo SD-530

연월	주요 변경 사항			
	운영	모델	분석	컴퓨터 환경
2020.11 (11.5. 00UTC)	수치 모델링 센터	UM 기반 황사·연무통합예측모델 (ADM3) 자료동화체계 변경 현업운영 : 한국, 중국, 일본 관측 PM10 농도 자료동화		슈퍼컴 4호기 시스템 Cray XC-40
		KIM 기반 황사·연무통합예측모델 (ADM3) 자료동화체계 변경 현업운영 : 한국, 중국, 일본 관측 PM10 농도 자료동화		슈퍼컴 5호기 초기분 시스템 Lenovo SD-530
2021.1 (1.21. 00UTC)		UM 기반 황사·연무통합예측모델(ADM3) 개선 현업운영 : 앙상블 기반 3차원 변분 자료동화체계 적용		슈퍼컴 4호기 시스템 Cray XC-40
2021.3 (2.26. 00UTC)		국지연안 폭풍해일예측시스템(CTSM) 전·후처리과정 변경 현업운영 : UM 기반 CTSM 대기입력장 추출과정 변경 : KIM 및 UM 기반 CTSM 대구청 해일고 공간장 그래픽 변경		슈퍼컴 4호기 시스템 Cray XC-40, 슈퍼컴 5호기 초기분 시스템 Lenovo SD-530
2021.3 (3.30. 06UTC)		관측자료 확대 파랑실황도 현업 적용 : KIM 및 UM 기반 현업 파랑실황도		

연월	주요 변경 사항			
	운영	모델	분석	컴퓨터 환경
2021.4 (4.20. 00UTC)	수치 모델링 센터	한국형수치예보모델 기반 전지구예보시스템 개선 버전(v3.6a) 현업 운영 : KIM의 계통 오차 개선 및 예측성능 향상을 위해 물리 과정, 자료동화 및 관측활용 개선	- 관측자료 전처리 : (위성) AMV 적도 오차 개선, 마이크로파 정적 편차 보정 개선 - 자료동화: KIM3.5 배경오차 공분산 활용 및 20% 감소 - 지면동화: 눈덮임 위성관측 자료를 활용한 적설 초기화 개선 - 예측모델 : 마이크로 유전알고리즘을 활용하여 물리과정 간 균형을 고려한 지면, 해양혼합층, 경계층, 얕은 대류 모수 최적화 : (복사) 눈 유효 규모, 단파 스펙트럴 밴드 오류 수정 : (지면) 육지 최하층 바람식 오류 및 해양/해빙역 방출율, 거칠기 길이 초기화 오류 개선 : (경계층) 비/눈/오존/구름비 난류 수송 제거, 벌크 리처드슨 수 계산식 수정, 해양 안정경계층 임계 리처드슨 수 수정, 모듈 내 분모가 0으로 나누어지는 계산식 개선 : (미세물리) 감마함수 오류 개선, ICE-POP 집중 관측자료 기반 빗방울 낙하속도-크기 관계식 수정 : (깊은대류) 응결물의 대류강수 전환 조절 모수 수정 및 구름하한 질량속 강도 감소	슈퍼컴 5호기 초기분 시스템 Lenovo SD-530
2021.6 (6.17. 00UTC 이른분석)		수도권 집중관측 및 유관기관 해양관측 조사선박 관측자료 현업 활용 : 관측자료 수집 스크립트 및 고층관측자료(Sonde) 전처리 소프트웨어 변경		슈퍼컴 4호기 시스템 Cray XC-40, 슈퍼컴 5호기 초기분 시스템 Lenovo SD-530

연월	주요 변경 사항			
	운영	모델	분석	컴퓨터 환경
2021.7 (7.29. 00UTC)	수치 모델링 센터	해상 예특보 체계 개선에 따른 해양기상모델 표출구역 상세화 현업적용	- 수치모델 공간예측장에 조정된 앞바다 및 세분화된 먼바다 경계 반영 - 변경된 앞바다 및 먼바다 해역에서의 해역별 시계열 생성 - 수치모델 그래픽 관련 예보관 요청사항 반영 (예보국, 지방청)	슈퍼컴 4호기 시스템 Cray XC-40, 슈퍼컴 5호기 초기분 시스템 Lenovo SD-530
2021.10 (10.27. 00UTC)		태양광 및 풍력 에너지분야 지원을 위한 현업 국지예보모델(LDAPS) 및 현업 초단기모델(KLAPS) 예측정보 추가 산출	- LDAPS(변수 4종 추가) ・지표면 일사량: 직달일사량, 산란일사 ・80m 고도 바람장: 동서바람성분, 남북바람성분 - KLAPS(변수 5종 추가) ・지표면 일사량: 직달일사, 산란일사, 선면직달일사 ・80m 고도 바람장: 동서바람성분, 남북바람성분	슈퍼컴 4호기 시스템 Cray XC-40
2021.10 (10.28. 00UTC)		슈퍼컴퓨터 5호기 최종분 기반 한국형수치예보시스템 현업 운영 : KIM 기반 전지구예보시스템(v3.6a) : KIM 기반 전지구앙상블예측시스템 (v3.6a) - 해상도 32km 91층 - 멤버수 26개		슈퍼컴 5호기 시스템 Lenovo SD-650

연월	주요 변경 사항			
	운영	모델	분석	컴퓨터 환경
2021.10 (10.28 00UTC)	수치 모델링 센터	KIM 기반 고해상도 전지구 및 지역 파랑예측모델 현업운영 - 기반모델 변경: v4.18 → v6.07 - 해상도 변경: (전지구) 50km → 25km (지역) 8km → 4km 전지구 파랑자료동화시스템 현업운영 KIM 기반 통합국지연안 (123-133°E, 31-43.5°N) 파랑예측모델 현업운영 KIM 기반 통합형 국지연안 폭풍해일예측시스템(CTSM) 현업 운영 : NEMO v3.6을 기반으로, 123-133°E, 31-43.5°N 영역에 대하여 72시간 예보 수행		슈퍼컴 5호기 시스템 Lenovo SD-650
		KIM 기반 황사·연무통합예측모델(ADM3) 슈퍼컴퓨5호기 기반 현업운영		
2021.11 (11.15. 00UTC 이른분석)		한국형수치예보모델 토양수분 관측자료 운영 종료에 따른 현업 변경 : Metop-A 위성자료의 관측 공백 해소를 위해 Metop-C 위성으로 교체		

연월	주요 변경 사항			
	운영	모델	분석	컴퓨터 환경
2021.12 (12.29. 00UTC)	수치 모델링 센터	한국형수치예보모델 기반 전지구예보시스템 개선 버전(v3.7) 현업 운영 : 관측자료 활용 및 자료동화, 물리과정 개선 한국형수치예보모델 기반 전지구앙상블예측시스템(v3.7) 현업 운영 - 해상도 32km 91층 - 멤버수 26개	- 관측자료 전처리 : 신규 마이크로파 3종 및 청천복사량 3종 추가 활용 : 신규 COSMIC-2 GNSS-RO 추가 활용 : Aladin 위성 바람자료 추가 활용 : ATMS 수증기 채널 활용 확대 : 복사전달모델(RTTOV) 버전 개선(10.2→12.3) : GK-2A AMV 전처리과정 개선(솎아내기, 블랙리스트) - 자료동화 : 자료동화 해상도 증가(50→32km) : 계절별 배경오차공분산 산출 및 최적화 : 위성 변분편차보정기법 개선 - 지면동화: 앙상블 적설 초기장 개선(전구 적설 초기장 일괄 적용) - 예측모델 : 점진적 분석증분 기법 개선 (triangle → modified dolph) : 얼음상 관련 구름미세물리과정 개선 : 구름밑면 상향 질량속 원복 : 지면자료동화 관련 remap 등 수정 : 신재생 에너지 관련 80m 풍속 자료 출력 추가 - 앙상블 자료동화 : AMSR2 위성자료 활용 확대 : 상층 댐핑 제거를 통한 앙상블 초기장 개선	슈퍼컴 5호기 시스템 Lenovo SD-650
		슈퍼컴퓨터 5호기 최종분 기반 UM 병행운영체계 현업 운영		
		현업운영 종료 : 황사농도예측모델(ADAM2) : 초단기예보시스템(VDAPS)		슈퍼컴 4호기 시스템 Cray XC-40

연월	주요 변경 사항			
	운영	모델	분석	컴퓨터 환경
2022.5 (5.12. 00UTC)	수치 모델링 센터	한국형지역모델(RDAPS-KIM) 현업 운영 - 동아시아 영역의 3km 수평 해상도 - 3일 예보(1시간 간격) - KIM 물리과정 도입	- 전구 분석장 사용	슈퍼컴 5호기 시스템 Lenovo SD-650
2022.5 (5.26. 00UTC)		지역 구름모의모델(KIM-RADM) 현업 운영 - 적외, 수증기 영상 산출		
2022.6 (6.1. 00UTC)			한국형모델(KIM) 지면과정 개선사항 현업 적용 - 식생 변화를 고려한 지면 초기화 과정 개선(v3.7 패치)	
2022.12 (12.8. 00UTC)		한국형모델 기반 황사연무통합예측모델 (KIM-ADAM3) 개선 - 강수저감팩터 적용을 통한 황사 발원 알고리즘 개선	- 3차원변분자료동화체계 적용	
		국지연안 파랑예측모델(KIM-CWW3, UM-CWW3) 개선 - 예측시간 연장 (72hr → 120hr)		
2023.2 (2.23. 00UTC)		한국형수치예보모델 기반 전지구예보시스템 개선 버전(v3.8) 현업 운영 : 관측자료 활용 확대 및 자료동화, 물리과정 개선	- 관측자료 전처리 : 해상바람((ASCAT/Metop-C) 추가 활용 : 전지구위성항법시스템 (GRACE-C) 전자차폐자료 추가 활용 : 적외초분광 복사관측 (IASI/Metop-C, CrIS/NOAA-20) 추가 활용 : 지상 기반 전지구위성항법시스템 총지연량(GNSS ZTD) 동화 [사업단] : 마이크로파 육지 상층민감 채널 활용 : AWS 지상 관측자료 활용체계 구축 및 활용 ('22년 8월 현업 적용) : GNSS ZTD 편향보정 최적화	

연월	주요 변경 사항			
	운영	모델	분석	컴퓨터 환경
2023.2 (2.23. 00UTC)	수치 모델링 센터	한국형수치예보모델 기반 전지구예보시스템 개선 버전(v3.8) 현업 운영 : 관측자료 활용 확대 및 자료동화, 물리과정 개선(계속)	- 관측자료 전처리(계속) : 관측연산자(RTTOV) 버전 선택 가능한 프레임으로 개선 [사업단] : RTTOV 연직 내삽 옵션 변경 (1→ 5) - 자료동화 : 해상도 증가에 따른 정적오차 파수 증가 (170→200) : RTTOV 연직 내삽 옵션 변경 (1→ 5) : 자료동화 최적화에 따른 계산시간 단축 [사업단] : 자료동화체계 개선 [hybda(intel)→kvar(fcm)] [사업단] : 모조태풍 자료동화 최소화 과정 수정 [사업단] - 초기화 : IAU 계산 시 습도 최소값 설정 : 4D-IAU 개발 및 적용 [사업단] - 예측모델 : 해빙역 구름응결핵 농도 변경 : 해빙역 기준 변경 : 구름양 예단과정에서 비단열포화수증기 변화율 계산과정 수정 - 앙상블 자료동화 : RTTOV 연직 내삽 옵션 변경에 따른 위성자료 연직국지화 규모 변경	슈퍼컴 5호기 시스템 Lenovo SD-650
2023.2 (2.23. 00UTC)		한국형초단기모델(KIM-초단기(KIM-KLAPS)) 현업 운영 - 한반도 영역의 5km 수평 해상도 - 12시간(30분 간격) - KIM-전구 예측 및 지면자료 사용	- 객관분석 + 3차원 구름 분석	
2023.5 (5.8. 00UTC)		국지연안 파랑모델(KIM-CWW3) - 대기입력장 시간해상도 개선(3hr→1hr) 국지연안 파랑모델 (KIM-CWW3, UM-CWW3) - 예측결과 시간해상도 개선 (3hr→1hr)		

연월	주요 변경 사항			
	운영	모델	분석	컴퓨터 환경
2023.11 (11.7. 00UTC)	수치 모델링 센터		- 한국형지역모델 초기장에 구름 수상체 정보(혼합비 4종) 추가 : (기존) 혼합비 1종(수증기) → 혼합비 5종(수증기, 구름물, 구름얼음, 강수물, 눈)	슈퍼컴 5호기 시스템 Lenovo SD-650
2023.12 (12.28. 00UTC)		초단기 파랑모델 (UM-KWW3) 개선 - 파랑자료동화 체계 구축 (2차원 최적 내삽법 적용)		
		국지연안 폭풍해일예측모델 (UM-CTSM) 개선 - 기반 모델 변경(POM → NEMO) - 모델 구성 변경(5개 권역별 → 통합형 모델)		
		한국형수치예보모델 기반 황사연무통합예측모델 (KIM-ADAM3) 개선 - 토양수분 효과 적용을 통한 황사 발원 알고리즘 개선		
2024.5. (5.13. 00UTC)		한국형국지앙상블 모델(KIM-국지앙상블(KIM-LENS)) 현업 운영 - 한반도 영역의 3km 수평 해상도 - 120시간(1시간 간격) - KIM-전구앙상블 예측 및 해수면자료 사용		
2024.5. (5.14. 00UTC)			상세실황분석장(KAS, Korea Analysis System) 현업운영 - 동아시아영역 3km 수평해상도 - 매 시 분석장 생산	

연월	주요 변경 사항			
	운영	모델	분석	컴퓨터 환경
2024.5. (5.14. 00UTC)		한국형수치예보모델 기반 전지구예보시스템 개선 버전(v3.9) 현업 운영 : 관측자료 활용 확대 및 자료동화 개선	- 관측자료 전처리 : (존데)상층자료 활용 확대 : 극바람(AVHRR/Metop-C, VIIRS/NOAA-20) 추가 활용 : 전지구위성항법시스템(SPIRE, Sentinel-6A, GRACE-D) 전파엄폐 추가 활용 : 마이크로파(MWHS-2/FY-3D) 추가 활용 : ATMS 마이크로파 육상 상층채널 활용 확대[사업단] : 전지구위성항법시스템 전파엄폐 관측오차 개선 - 자료동화 : IASI, CrIS, ATMS 위성 변분편차보정 기법 개선(코드 버그 개선) - 앙상블 자료동화 : 마이크로파(MWHS-2/FY-3D) 추가 활용 : 지면기압변수 배열 계산 오류 수정	슈퍼컴 5호기 시스템 Lenovo SD-650
2024.6. (6.27. 00UTC)		한국형지역예보시스템(KIM-지역) 예측시간연장 - 00, 12UTC 3일에서 5일로 연장 (06,18UTC 3일 유지)		

※ 응용모델(파랑, 폭풍해일, 황사·연무): 국립기상과학원 개발 및 수치모델링센터 현업운영

부록 D. 전지구예보시스템 검증결과

D.1 북반구 분석검증

D.1.1 KIM-Global

표 D.1.1 KIM-Global 북반구 해면기압 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.09	-0.10	-0.09	-0.12	-0.12	-0.06	-0.03	-0.06	-0.03	-0.03	-0.03	-0.05	-0.07
24hr	-0.01	-0.02	-0.01	-0.08	-0.17	-0.20	-0.20	-0.23	-0.14	-0.08	-0.01	0.00	-0.10
36hr	0.00	-0.01	-0.03	-0.09	-0.17	-0.16	-0.17	-0.22	-0.14	-0.06	0.02	-0.01	-0.09
48hr	-0.09	-0.13	-0.14	-0.21	-0.29	-0.24	-0.26	-0.33	-0.18	-0.12	-0.02	-0.10	-0.18
60hr	0.05	0.02	-0.01	-0.14	-0.22	-0.21	-0.26	-0.35	-0.19	-0.09	0.04	-0.01	-0.11
72hr	0.00	-0.06	-0.07	-0.20	-0.30	-0.24	-0.26	-0.36	-0.18	-0.09	0.03	-0.06	-0.15
96hr	0.04	0.05	0.00	-0.15	-0.32	-0.27	-0.28	-0.41	-0.21	-0.14	0.03	-0.05	-0.14
120hr	0.01	0.00	-0.05	-0.21	-0.40	-0.33	-0.26	-0.42	-0.26	-0.27	-0.07	-0.11	-0.20
144hr	0.01	0.00	-0.06	-0.22	-0.40	-0.34	-0.16	-0.34	-0.26	-0.34	-0.12	-0.18	-0.20
168hr	0.10	0.05	0.04	-0.19	-0.33	-0.32	-0.08	-0.25	-0.27	-0.41	-0.10	-0.20	-0.16
192hr	0.13	0.09	0.15	-0.17	-0.33	-0.34	0.00	-0.19	-0.28	-0.42	-0.15	-0.33	-0.15
216hr	0.11	0.02	0.15	-0.19	-0.33	-0.33	0.10	-0.14	-0.25	-0.40	-0.29	-0.51	-0.17
240hr	0.20	0.06	0.21	-0.12	-0.16	-0.28	0.19	-0.07	-0.24	-0.38	-0.46	-0.58	-0.14
264hr	0.20	0.06	0.24	-0.16	0.07	-0.20	0.26	0.03	-0.28	-0.43	-0.61	-0.50	-0.11
288hr	0.05	-0.08	0.27	-0.22	0.11	-0.07	0.33	0.05	-0.26	-0.55	-0.76	-0.50	-0.14
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.51	0.50	0.49	0.48	0.47	0.44	0.40	0.40	0.39	0.41	0.45	0.50	0.45
24hr	0.90	0.88	0.84	0.81	0.78	0.73	0.69	0.70	0.67	0.71	0.79	0.88	0.78
36hr	1.27	1.26	1.16	1.11	1.07	0.92	0.87	0.90	0.91	1.00	1.13	1.23	1.07
48hr	1.69	1.62	1.51	1.46	1.37	1.18	1.12	1.19	1.17	1.31	1.49	1.61	1.39
60hr	2.13	2.04	1.89	1.82	1.71	1.44	1.31	1.46	1.50	1.67	1.90	2.05	1.74
72hr	2.64	2.48	2.28	2.23	2.07	1.72	1.57	1.75	1.84	2.06	2.37	2.48	2.12
96hr	3.71	3.64	3.28	3.22	2.98	2.44	2.20	2.51	2.74	3.04	3.38	3.49	3.05
120hr	4.93	4.97	4.49	4.41	3.96	3.31	2.86	3.39	3.67	4.18	4.67	4.75	4.13
144hr	6.08	6.25	5.62	5.65	4.95	4.18	3.52	4.25	4.58	5.37	5.92	5.91	5.19
168hr	7.39	7.61	6.74	6.63	5.96	4.89	4.16	5.02	5.37	6.55	7.04	7.35	6.23
192hr	8.61	8.81	7.64	7.58	6.84	5.47	4.73	5.66	6.05	7.59	8.30	8.59	7.16
216hr	9.67	9.62	8.59	8.32	7.45	5.94	5.27	6.22	6.76	8.20	9.27	9.35	7.89
240hr	10.53	10.48	9.26	8.80	8.04	6.30	5.62	6.63	7.43	8.88	10.08	10.11	8.51
264hr	11.13	11.25	9.60	9.33	8.16	6.83	5.79	6.90	7.88	9.42	10.62	10.69	8.97
288hr	11.73	11.98	10.02	9.51	8.32	7.05	6.00	7.15	8.32	10.03	11.20	11.34	9.39

AC	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
24hr	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
36hr	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
48hr	0.99	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	0.98
60hr	0.98	0.98	0.97	0.97	0.96	0.97	0.98	0.97	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
72hr	0.97	0.97	0.96	0.96	0.95	0.96	0.96	0.96	0.97	0.97	0.97	0.97	0.96
96hr	0.93	0.94	0.92	0.92	0.89	0.91	0.93	0.91	0.93	0.93	0.93	0.93	0.92
120hr	0.88	0.88	0.85	0.84	0.81	0.83	0.88	0.83	0.87	0.86	0.87	0.87	0.86
144hr	0.82	0.81	0.77	0.74	0.71	0.73	0.81	0.73	0.79	0.77	0.80	0.80	0.77
168hr	0.73	0.72	0.68	0.63	0.57	0.62	0.73	0.62	0.72	0.66	0.71	0.70	0.67
192hr	0.64	0.62	0.58	0.51	0.44	0.53	0.65	0.51	0.64	0.55	0.60	0.59	0.57
216hr	0.54	0.55	0.48	0.42	0.34	0.46	0.57	0.42	0.53	0.48	0.52	0.52	0.48
240hr	0.46	0.46	0.40	0.35	0.24	0.39	0.51	0.34	0.43	0.36	0.44	0.42	0.40
264hr	0.40	0.38	0.36	0.27	0.21	0.30	0.47	0.28	0.36	0.28	0.35	0.36	0.33
288hr	0.33	0.31	0.31	0.24	0.18	0.26	0.43	0.25	0.30	0.21	0.27	0.29	0.28
S1	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	9.00	9.21	9.72	10.00	10.93	11.63	11.45	11.00	9.74	8.96	9.03	8.96	9.97
24hr	14.69	15.10	15.80	16.18	17.45	18.14	17.96	17.33	15.64	14.61	14.71	14.86	16.04
36hr	19.27	19.82	20.48	20.90	22.55	22.82	22.43	22.17	20.33	19.09	19.39	19.31	20.71
48hr	23.53	23.89	24.74	25.22	26.98	27.23	26.68	26.64	24.36	23.22	23.51	23.59	24.97
60hr	27.63	28.11	29.34	29.62	31.63	31.57	30.31	31.00	29.17	27.54	27.89	27.87	29.31
72hr	32.10	32.18	33.28	34.24	36.42	35.70	34.43	35.40	33.52	32.00	32.21	31.78	33.60
96hr	40.52	41.53	42.31	44.11	46.20	44.78	42.53	44.53	43.47	41.45	41.76	40.20	42.78
120hr	49.19	50.43	51.89	54.37	55.61	53.68	49.94	53.48	52.31	51.23	51.46	49.33	51.91
144hr	56.92	57.84	59.69	63.51	63.90	61.36	56.09	60.94	59.82	60.21	59.33	56.28	59.66
168hr	63.91	64.95	66.96	70.81	70.98	68.12	61.64	67.12	65.89	68.14	66.62	63.32	66.54
192hr	70.02	70.87	72.55	77.14	77.12	72.40	66.47	71.62	70.74	74.41	72.46	69.53	72.11
216hr	74.73	74.62	76.95	81.55	80.51	75.17	70.30	75.82	75.84	78.15	76.38	73.67	76.14
240hr	78.48	78.16	79.79	83.73	84.35	78.02	72.95	78.84	80.11	82.14	79.63	76.94	79.43
264hr	80.67	80.82	81.16	85.96	85.68	81.33	74.65	80.51	82.63	84.30	82.45	78.93	81.59
288hr	83.73	83.62	83.48	87.02	86.32	81.24	76.37	81.42	84.69	86.18	85.27	81.16	83.37

표 D.1.2 KIM-Global 북반구 850hPa 기온 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.05	-0.04	-0.05	0.00	0.02	0.02	0.04	0.04	0.03	-0.01	-0.04	-0.06	-0.01
24hr	-0.10	-0.10	-0.07	-0.01	0.05	0.04	0.06	0.07	0.02	-0.04	-0.07	-0.13	-0.02
36hr	-0.17	-0.16	-0.13	-0.04	0.05	0.02	0.04	0.06	0.00	-0.07	-0.12	-0.19	-0.06
48hr	-0.21	-0.21	-0.15	-0.04	0.08	0.03	0.05	0.09	0.00	-0.08	-0.15	-0.24	-0.07
60hr	-0.26	-0.24	-0.19	-0.07	0.07	0.01	0.04	0.08	-0.02	-0.10	-0.18	-0.27	-0.09
72hr	-0.28	-0.28	-0.19	-0.07	0.10	0.02	0.06	0.10	-0.03	-0.10	-0.19	-0.29	-0.10
96hr	-0.32	-0.32	-0.23	-0.10	0.12	0.02	0.04	0.08	-0.05	-0.11	-0.21	-0.32	-0.12
120hr	-0.35	-0.35	-0.27	-0.12	0.15	0.01	0.02	0.06	-0.06	-0.13	-0.23	-0.34	-0.14
144hr	-0.38	-0.40	-0.29	-0.15	0.17	-0.01	-0.01	0.03	-0.09	-0.15	-0.24	-0.35	-0.16
168hr	-0.38	-0.43	-0.31	-0.18	0.20	-0.02	-0.02	0.01	-0.11	-0.16	-0.25	-0.32	-0.16
192hr	-0.37	-0.45	-0.33	-0.20	0.22	-0.04	-0.05	0.02	-0.11	-0.15	-0.24	-0.31	-0.17
216hr	-0.36	-0.46	-0.37	-0.26	0.24	-0.06	-0.08	0.02	-0.11	-0.17	-0.26	-0.27	-0.18
240hr	-0.37	-0.48	-0.39	-0.30	0.22	-0.08	-0.10	0.02	-0.09	-0.16	-0.24	-0.22	-0.18
264hr	-0.37	-0.47	-0.40	-0.34	0.17	-0.11	-0.14	0.00	-0.10	-0.13	-0.17	-0.20	-0.19
288hr	-0.33	-0.46	-0.41	-0.38	0.13	-0.14	-0.18	-0.04	-0.08	-0.08	-0.15	-0.19	-0.19
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.41	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.39	0.37	0.37	0.35	0.37	0.38	0.39
24hr	0.69	0.68	0.67	0.67	0.66	0.65	0.63	0.60	0.59	0.58	0.63	0.65	0.64
36hr	0.93	0.91	0.88	0.88	0.89	0.84	0.81	0.77	0.78	0.75	0.84	0.86	0.84
48hr	1.15	1.13	1.09	1.09	1.08	1.02	0.99	0.94	0.93	0.91	1.02	1.07	1.03
60hr	1.38	1.34	1.29	1.30	1.30	1.20	1.14	1.09	1.10	1.08	1.23	1.28	1.23
72hr	1.65	1.57	1.52	1.50	1.50	1.39	1.32	1.26	1.26	1.27	1.44	1.48	1.43
96hr	2.20	2.08	2.01	2.02	1.95	1.81	1.68	1.60	1.66	1.65	1.93	1.93	1.88
120hr	2.76	2.70	2.58	2.61	2.47	2.29	2.04	1.97	2.08	2.12	2.50	2.46	2.38
144hr	3.30	3.28	3.15	3.19	2.98	2.76	2.41	2.36	2.53	2.67	3.03	2.95	2.88
168hr	3.86	3.85	3.68	3.70	3.50	3.19	2.77	2.75	2.92	3.17	3.58	3.53	3.37
192hr	4.33	4.37	4.14	4.22	3.97	3.48	3.09	3.07	3.25	3.63	4.03	4.03	3.80
216hr	4.82	4.77	4.58	4.66	4.28	3.76	3.38	3.35	3.53	3.96	4.40	4.33	4.15
240hr	5.24	5.21	4.88	4.96	4.57	4.03	3.67	3.60	3.81	4.24	4.73	4.71	4.47
264hr	5.54	5.49	5.13	5.22	4.75	4.27	3.85	3.76	4.04	4.48	5.01	4.99	4.71
288hr	5.87	5.72	5.37	5.43	4.91	4.40	3.95	3.90	4.25	4.67	5.28	5.25	4.92
AC	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00
24hr	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
36hr	0.98	0.98	0.98	0.98	0.97	0.97	0.97	0.97	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
48hr	0.97	0.98	0.97	0.97	0.96	0.96	0.95	0.95	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97
60hr	0.96	0.97	0.96	0.96	0.94	0.94	0.93	0.94	0.95	0.96	0.96	0.96	0.95
72hr	0.94	0.95	0.95	0.94	0.92	0.92	0.91	0.92	0.94	0.94	0.95	0.95	0.94
96hr	0.90	0.92	0.90	0.90	0.87	0.86	0.85	0.86	0.89	0.90	0.90	0.91	0.89
120hr	0.84	0.86	0.84	0.83	0.79	0.77	0.78	0.79	0.83	0.83	0.84	0.85	0.82
144hr	0.78	0.79	0.76	0.74	0.70	0.67	0.70	0.70	0.74	0.74	0.76	0.78	0.74
168hr	0.70	0.71	0.67	0.65	0.58	0.56	0.60	0.59	0.66	0.64	0.67	0.69	0.64
192hr	0.62	0.62	0.59	0.54	0.46	0.48	0.50	0.49	0.57	0.53	0.58	0.59	0.55
216hr	0.53	0.56	0.50	0.44	0.37	0.40	0.40	0.40	0.49	0.44	0.50	0.53	0.46
240hr	0.45	0.47	0.42	0.37	0.28	0.32	0.30	0.31	0.40	0.36	0.41	0.43	0.38
264hr	0.38	0.41	0.36	0.31	0.22	0.24	0.24	0.25	0.31	0.29	0.35	0.36	0.31
288hr	0.30	0.36	0.30	0.26	0.17	0.20	0.21	0.19	0.24	0.23	0.27	0.31	0.25

표 D.1.3 KIM-Global 북반구 500hPa 지위고도 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-1.09	-1.10	-1.00	-0.59	-0.23	0.35	0.74	0.36	0.31	-0.32	-0.66	-1.18	-0.37
24hr	-0.85	-0.81	-0.29	0.17	0.38	0.09	0.17	-0.02	-0.23	-0.78	-0.72	-1.35	-0.35
36hr	-1.52	-1.49	-1.01	-0.04	0.77	0.61	0.68	0.31	-0.07	-0.86	-1.00	-2.09	-0.48
48hr	-2.75	-2.88	-1.94	-0.93	0.33	0.37	0.37	-0.03	-0.37	-1.48	-1.62	-3.30	-1.19
60hr	-2.18	-2.21	-1.42	-0.50	1.04	0.62	0.36	-0.11	-0.48	-1.29	-1.36	-3.07	-0.88
72hr	-2.93	-3.09	-1.91	-0.88	0.99	0.81	0.69	0.31	-0.33	-1.39	-1.67	-3.71	-1.09
96hr	-3.07	-2.93	-1.95	-0.73	1.40	0.57	0.49	-0.13	-0.74	-1.84	-1.94	-4.12	-1.25
120hr	-3.80	-4.04	-3.19	-1.83	0.93	0.00	0.45	-0.55	-1.49	-2.97	-2.89	-4.96	-2.03
144hr	-4.06	-4.93	-4.02	-2.70	1.07	-0.22	0.93	-0.31	-1.95	-3.47	-3.10	-5.59	-2.36
168hr	-3.52	-5.19	-4.00	-3.10	1.77	-0.36	1.35	-0.10	-2.27	-3.95	-2.85	-5.73	-2.33
192hr	-3.32	-5.46	-4.08	-3.96	1.81	-1.16	1.34	-0.08	-2.37	-4.37	-2.85	-6.40	-2.57
216hr	-3.49	-6.20	-4.93	-5.53	1.73	-1.80	1.45	-0.12	-2.40	-4.42	-3.60	-6.89	-3.02
240hr	-2.95	-6.13	-5.07	-6.28	2.43	-1.97	1.34	0.32	-2.64	-3.70	-4.21	-6.52	-2.95
264hr	-2.53	-6.14	-5.04	-7.76	3.05	-1.96	1.03	0.70	-3.54	-3.54	-4.49	-5.95	-3.02
288hr	-2.77	-7.33	-5.00	-9.40	2.33	-1.74	0.96	0.45	-3.78	-3.83	-4.89	-5.73	-3.39
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	4.03	3.94	3.82	3.53	3.24	3.06	3.00	3.00	3.06	3.24	3.61	3.94	3.46
24hr	7.39	7.20	6.71	6.53	5.99	5.57	5.23	5.37	5.39	5.83	6.46	7.18	6.24
36hr	10.92	10.86	10.08	9.89	9.24	8.11	7.36	7.68	7.99	8.85	9.68	10.87	9.30
48hr	15.36	14.83	14.02	13.86	12.66	11.20	10.18	10.61	10.75	12.01	13.44	15.08	12.83
60hr	19.61	18.93	17.96	18.38	17.03	15.00	12.87	13.77	14.41	15.83	17.75	19.76	16.78
72hr	25.26	23.75	22.70	23.38	21.44	18.77	16.68	17.41	18.13	19.95	22.76	24.30	21.21
96hr	36.92	35.87	33.61	35.36	31.70	28.33	24.76	25.90	27.58	30.51	34.95	35.34	31.74
120hr	50.00	49.98	46.70	49.10	43.80	39.81	33.44	35.70	37.68	43.22	50.09	47.97	43.96
144hr	62.01	63.26	59.63	63.47	56.88	51.17	42.71	46.27	47.90	56.41	64.71	60.27	56.22
168hr	75.09	76.56	72.29	76.60	70.27	60.86	51.24	56.11	57.21	69.43	78.04	75.63	68.28
192hr	87.89	89.24	82.63	88.97	82.10	68.61	59.43	64.00	65.71	80.88	90.32	89.67	79.12
216hr	101.46	100.56	93.40	99.10	90.79	75.45	67.11	70.87	74.01	87.83	100.99	100.29	88.49
240hr	112.05	111.41	101.54	106.69	98.47	81.00	73.23	77.08	81.84	96.13	109.33	109.78	96.54
264hr	119.66	120.64	107.73	113.64	102.40	86.62	75.39	80.97	89.39	103.52	116.60	117.60	102.85
288hr	128.50	128.85	115.17	118.36	106.11	88.58	78.05	84.09	95.76	109.57	125.07	124.47	108.55
AC	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
24hr	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
36hr	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00	0.99	0.99
48hr	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
60hr	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.99	0.98	0.98
72hr	0.98	0.98	0.98	0.97	0.97	0.96	0.97	0.97	0.98	0.98	0.98	0.97	0.97
96hr	0.95	0.95	0.95	0.94	0.92	0.92	0.93	0.92	0.94	0.94	0.95	0.94	0.94
120hr	0.90	0.90	0.90	0.88	0.86	0.83	0.87	0.86	0.89	0.88	0.90	0.90	0.88
144hr	0.85	0.84	0.83	0.79	0.76	0.73	0.78	0.76	0.82	0.79	0.83	0.84	0.80
168hr	0.78	0.77	0.75	0.70	0.63	0.61	0.68	0.64	0.75	0.69	0.75	0.75	0.71
192hr	0.70	0.69	0.67	0.59	0.50	0.51	0.57	0.54	0.68	0.58	0.67	0.65	0.61
216hr	0.61	0.60	0.59	0.48	0.39	0.42	0.45	0.43	0.58	0.51	0.58	0.56	0.52
240hr	0.53	0.52	0.51	0.39	0.28	0.33	0.35	0.32	0.48	0.41	0.51	0.46	0.42
264hr	0.47	0.45	0.44	0.31	0.22	0.24	0.30	0.26	0.37	0.32	0.43	0.38	0.35
288hr	0.39	0.38	0.37	0.25	0.17	0.20	0.25	0.21	0.30	0.25	0.33	0.31	0.28

표 D.1.4 KIM-Global 북반구 250hPa 풍속 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.06	-0.08	-0.08	-0.09	-0.05	0.01	0.01	-0.02	-0.01	-0.06	-0.05	-0.04	-0.04
24hr	-0.08	-0.12	-0.06	-0.07	-0.05	0.02	-0.01	-0.06	-0.03	-0.06	-0.06	-0.06	-0.05
36hr	-0.05	-0.10	0.00	0.00	0.00	0.05	-0.02	-0.09	-0.07	-0.08	-0.07	-0.06	-0.04
48hr	-0.06	-0.11	-0.04	-0.04	-0.06	0.00	-0.06	-0.11	-0.11	-0.15	-0.07	-0.07	-0.07
60hr	-0.05	-0.08	-0.02	0.00	-0.05	0.00	-0.08	-0.12	-0.15	-0.18	-0.06	-0.05	-0.07
72hr	-0.09	-0.12	-0.04	-0.03	-0.07	0.00	-0.10	-0.15	-0.16	-0.20	-0.08	-0.08	-0.09
96hr	-0.07	-0.18	-0.06	-0.05	-0.12	-0.02	-0.18	-0.15	-0.22	-0.22	-0.11	-0.10	-0.12
120hr	-0.05	-0.21	-0.14	-0.15	-0.15	-0.05	-0.33	-0.15	-0.28	-0.26	-0.12	-0.17	-0.17
144hr	0.06	-0.18	-0.19	-0.25	-0.17	-0.10	-0.37	-0.24	-0.23	-0.27	-0.06	-0.13	-0.18
168hr	0.15	-0.19	-0.19	-0.40	-0.17	-0.03	-0.43	-0.29	-0.17	-0.30	-0.09	-0.01	-0.18
192hr	0.29	-0.13	-0.13	-0.49	-0.20	-0.01	-0.50	-0.31	-0.29	-0.35	-0.10	0.04	-0.18
216hr	0.33	-0.19	-0.05	-0.51	-0.29	0.05	-0.52	-0.31	-0.45	-0.43	-0.04	0.07	-0.19
240hr	0.33	-0.22	-0.04	-0.53	-0.35	0.08	-0.55	-0.38	-0.45	-0.51	-0.09	0.05	-0.22
264hr	0.38	-0.25	0.08	-0.47	-0.42	0.19	-0.63	-0.40	-0.45	-0.45	-0.14	-0.09	-0.22
288hr	0.32	-0.22	0.13	-0.34	-0.43	0.17	-0.67	-0.48	-0.42	-0.44	-0.26	-0.09	-0.23
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	1.81	1.81	1.82	1.82	1.89	1.93	1.91	1.88	1.78	1.76	1.75	1.77	1.83
24hr	3.06	3.10	3.12	3.18	3.31	3.32	3.32	3.29	3.15	3.05	3.04	3.05	3.17
36hr	4.14	4.13	4.17	4.24	4.43	4.41	4.40	4.43	4.29	4.11	4.12	4.20	4.26
48hr	5.17	5.14	5.23	5.32	5.53	5.52	5.55	5.62	5.51	5.22	5.26	5.37	5.37
60hr	6.25	6.19	6.24	6.36	6.59	6.67	6.61	6.73	6.61	6.40	6.48	6.60	6.48
72hr	7.32	7.40	7.35	7.64	7.82	7.79	7.83	7.93	8.02	7.60	7.81	7.73	7.69
96hr	9.61	9.90	9.46	10.29	10.17	10.29	10.08	10.49	10.85	10.38	10.84	10.25	10.22
120hr	12.15	12.54	11.77	13.10	12.61	12.95	12.06	12.95	13.43	13.24	13.91	12.91	12.80
144hr	14.63	14.79	14.40	15.83	15.42	15.25	14.02	15.23	15.77	16.09	16.61	15.39	15.28
168hr	17.15	17.16	17.02	18.23	17.96	17.46	15.53	17.16	17.93	18.70	19.42	18.31	17.67
192hr	19.24	19.64	19.10	20.33	19.86	19.06	17.01	18.42	19.50	20.84	21.57	20.75	19.61
216hr	21.54	21.78	20.57	22.03	21.27	20.25	18.32	19.66	20.86	22.42	23.42	22.88	21.25
240hr	23.27	23.80	21.89	23.39	22.68	21.19	19.65	20.53	22.15	24.06	24.68	24.54	22.65
264hr	24.82	25.34	23.12	24.32	23.43	22.21	20.21	21.31	23.17	25.35	25.85	25.43	23.71
288hr	26.09	26.31	24.31	25.22	24.17	22.71	20.54	21.67	23.79	25.85	27.11	26.58	24.53

D.1.2 UM-Global

표 D.1.5 UM-Global 북반구 해면기압 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.02	0.03	0.08	0.03	0.01	-0.05	-0.09	-0.08	-0.03	0.00	0.00	0.00	-0.01
24hr	-0.03	0.01	0.06	0.03	0.00	-0.04	-0.12	-0.10	-0.07	-0.03	-0.03	-0.04	-0.03
36hr	-0.03	0.03	0.10	0.04	-0.03	-0.13	-0.23	-0.21	-0.12	-0.07	-0.01	-0.03	-0.06
48hr	-0.08	0.00	0.05	-0.01	-0.08	-0.18	-0.26	-0.22	-0.16	-0.09	-0.04	-0.06	-0.09
60hr	-0.06	0.03	0.10	0.03	-0.07	-0.23	-0.33	-0.31	-0.22	-0.15	-0.06	-0.05	-0.11
72hr	-0.07	0.01	0.11	0.04	-0.08	-0.24	-0.31	-0.28	-0.21	-0.17	-0.06	-0.10	-0.11
96hr	-0.06	0.08	0.17	0.13	-0.03	-0.25	-0.34	-0.33	-0.28	-0.26	-0.09	-0.11	-0.11
120hr	-0.06	0.11	0.20	0.18	0.02	-0.29	-0.37	-0.42	-0.35	-0.35	-0.14	-0.11	-0.13
144hr	-0.03	0.12	0.26	0.18	0.08	-0.32	-0.38	-0.45	-0.36	-0.44	-0.20	-0.10	-0.13
168hr	0.03	0.09	0.36	0.20	0.14	-0.35	-0.36	-0.41	-0.32	-0.51	-0.29	0.01	-0.12
192hr	0.03	0.04	0.42	0.28	0.18	-0.39	-0.29	-0.41	-0.32	-0.54	-0.34	-0.05	-0.12
216hr	0.05	0.04	0.40	0.34	0.20	-0.44	-0.22	-0.38	-0.32	-0.61	-0.36	-0.21	-0.12
240hr	0.18	0.04	0.44	0.35	0.27	-0.41	-0.15	-0.33	-0.32	-0.59	-0.35	-0.39	-0.11
264hr	0.34	0.01	0.58	0.35	0.41	-0.31	-0.08	-0.27	-0.35	-0.61	-0.41	-0.53	-0.07
288hr	0.36	0.01	0.69	0.31	0.53	-0.25	0.01	-0.21	-0.48	-0.68	-0.50	-0.50	-0.06
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.66	0.62	0.59	0.59	0.57	0.60	0.57	0.55	0.49	0.50	0.55	0.62	0.58
24hr	0.99	0.94	0.87	0.85	0.79	0.78	0.74	0.71	0.68	0.75	0.84	0.95	0.82
36hr	1.29	1.23	1.14	1.11	1.05	1.04	0.98	0.96	0.92	0.99	1.12	1.25	1.09
48hr	1.64	1.52	1.44	1.38	1.27	1.27	1.16	1.17	1.15	1.28	1.43	1.60	1.36
60hr	1.97	1.87	1.77	1.68	1.58	1.54	1.37	1.40	1.42	1.54	1.80	1.93	1.66
72hr	2.50	2.32	2.16	2.08	1.88	1.86	1.59	1.67	1.73	1.97	2.25	2.35	2.03
96hr	3.56	3.37	3.12	3.02	2.69	2.58	2.23	2.34	2.56	2.84	3.36	3.28	2.91
120hr	4.88	4.74	4.27	4.16	3.64	3.44	2.91	3.17	3.46	3.98	4.46	4.44	3.96
144hr	6.24	6.14	5.46	5.26	4.71	4.16	3.68	3.91	4.42	5.17	5.85	5.75	5.06
168hr	7.75	7.60	6.56	6.40	5.67	4.95	4.45	4.69	5.19	6.36	7.20	7.22	6.17
192hr	9.19	8.58	7.41	7.17	6.46	5.69	5.08	5.45	5.97	7.45	8.26	8.26	7.08
216hr	10.34	9.28	8.11	7.86	7.16	6.24	5.53	6.02	6.78	8.45	9.07	9.03	7.82
240hr	11.30	10.17	8.73	8.43	7.67	6.63	5.91	6.37	7.53	9.10	9.90	9.79	8.46
264hr	11.89	10.88	9.39	8.93	8.07	6.99	6.16	6.60	8.05	9.72	10.58	10.09	8.95
288hr	12.33	11.62	10.00	9.34	8.31	7.30	6.22	6.87	8.52	10.30	10.98	10.60	9.37

AC	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
24hr	1.00	1.00	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00	0.99	0.99
36hr	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
48hr	0.99	0.99	0.98	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	0.98
60hr	0.98	0.98	0.98	0.98	0.97	0.97	0.97	0.97	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
72hr	0.97	0.97	0.97	0.97	0.96	0.95	0.96	0.96	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97
96hr	0.94	0.94	0.93	0.93	0.91	0.90	0.93	0.92	0.94	0.94	0.93	0.94	0.93
120hr	0.88	0.88	0.86	0.86	0.84	0.83	0.88	0.86	0.88	0.88	0.88	0.89	0.87
144hr	0.81	0.81	0.78	0.78	0.74	0.74	0.80	0.78	0.81	0.79	0.80	0.81	0.79
168hr	0.70	0.70	0.68	0.67	0.62	0.64	0.71	0.68	0.73	0.68	0.69	0.71	0.69
192hr	0.58	0.62	0.61	0.58	0.51	0.53	0.62	0.56	0.64	0.57	0.61	0.62	0.59
216hr	0.46	0.55	0.53	0.50	0.40	0.46	0.54	0.47	0.54	0.44	0.52	0.55	0.50
240hr	0.37	0.45	0.45	0.42	0.32	0.38	0.48	0.42	0.43	0.34	0.44	0.48	0.42
264hr	0.31	0.38	0.37	0.34	0.24	0.31	0.44	0.37	0.34	0.26	0.38	0.44	0.35
288hr	0.24	0.31	0.30	0.29	0.20	0.26	0.43	0.32	0.26	0.18	0.33	0.38	0.29
S1	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	13.84	13.55	14.15	14.51	15.40	16.12	15.56	14.97	13.45	12.57	13.07	13.40	14.22
24hr	18.50	18.43	19.06	19.43	20.36	21.35	20.69	19.78	17.87	17.15	17.65	18.15	19.04
36hr	22.17	22.10	22.93	23.18	24.66	25.60	24.58	23.85	21.77	20.71	21.44	21.93	22.91
48hr	25.68	25.39	26.64	26.83	28.23	29.67	28.29	27.73	25.40	24.48	24.96	25.72	26.59
60hr	28.94	28.75	30.44	30.41	32.53	33.75	31.73	31.32	29.06	27.71	28.80	28.93	30.20
72hr	33.13	32.87	34.17	34.64	36.30	38.05	35.33	35.22	33.22	32.11	32.76	32.78	34.22
96hr	41.18	41.13	42.88	43.77	45.42	46.73	43.20	43.25	42.19	40.24	41.81	40.23	42.67
120hr	50.12	50.28	51.63	53.47	54.51	54.99	50.52	51.67	50.98	49.82	49.86	48.47	51.36
144hr	58.27	58.65	59.88	61.96	63.60	61.68	57.40	58.43	59.41	58.82	58.72	56.32	59.43
168hr	66.09	66.08	67.10	69.76	70.92	68.26	63.62	65.04	65.59	66.94	66.51	63.76	66.64
192hr	72.50	70.85	71.74	75.28	76.36	73.58	68.56	70.42	70.91	73.04	72.30	69.16	72.06
216hr	77.89	73.66	75.50	79.88	80.36	76.98	72.21	74.18	76.04	78.47	77.38	72.73	76.27
240hr	82.25	77.34	78.51	82.79	82.87	79.23	75.20	76.80	80.61	82.26	80.24	75.51	79.47
264hr	83.89	80.12	81.58	85.82	85.41	81.68	76.68	78.27	82.84	85.15	82.34	76.94	81.73
288hr	85.43	83.08	83.88	87.36	87.17	82.22	76.86	80.25	85.45	87.18	84.42	78.67	83.50

표 D.1.6 UM-Global 북반구 850hPa 기온 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.09	-0.09	-0.09	-0.06	0.00	0.03	0.03	0.00	-0.06	-0.08	-0.08	-0.10	-0.05
24hr	-0.12	-0.12	-0.13	-0.09	-0.01	0.01	0.02	-0.02	-0.12	-0.11	-0.09	-0.11	-0.07
36hr	-0.15	-0.16	-0.17	-0.11	0.00	0.04	0.03	-0.02	-0.15	-0.15	-0.11	-0.15	-0.09
48hr	-0.15	-0.18	-0.19	-0.12	0.00	0.03	0.02	-0.01	-0.18	-0.15	-0.10	-0.14	-0.10
60hr	-0.17	-0.21	-0.21	-0.13	0.03	0.06	0.04	-0.01	-0.19	-0.16	-0.10	-0.15	-0.10
72hr	-0.19	-0.22	-0.22	-0.14	0.03	0.06	0.03	0.00	-0.21	-0.15	-0.08	-0.14	-0.10
96hr	-0.21	-0.22	-0.23	-0.16	0.08	0.10	0.04	0.02	-0.21	-0.14	-0.06	-0.14	-0.09
120hr	-0.22	-0.22	-0.25	-0.19	0.14	0.13	0.04	0.04	-0.19	-0.11	-0.03	-0.14	-0.08
144hr	-0.23	-0.24	-0.26	-0.19	0.20	0.16	0.04	0.04	-0.17	-0.11	-0.02	-0.12	-0.08
168hr	-0.22	-0.25	-0.26	-0.18	0.25	0.20	0.07	0.06	-0.17	-0.07	0.00	-0.09	-0.06
192hr	-0.18	-0.24	-0.27	-0.17	0.27	0.26	0.07	0.08	-0.16	-0.03	0.02	-0.08	-0.03
216hr	-0.12	-0.24	-0.27	-0.17	0.29	0.28	0.08	0.12	-0.12	0.01	0.05	-0.05	-0.01
240hr	-0.06	-0.22	-0.25	-0.19	0.31	0.30	0.10	0.16	-0.07	0.09	0.07	-0.01	0.02
264hr	-0.05	-0.20	-0.24	-0.20	0.32	0.31	0.10	0.15	-0.02	0.11	0.13	0.04	0.04
288hr	-0.02	-0.20	-0.24	-0.23	0.32	0.32	0.09	0.16	-0.01	0.15	0.20	0.07	0.05
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.70	0.68	0.65	0.63	0.61	0.60	0.56	0.55	0.55	0.55	0.60	0.66	0.61
24hr	0.98	0.94	0.90	0.87	0.83	0.79	0.76	0.73	0.73	0.75	0.86	0.91	0.84
36hr	1.21	1.16	1.11	1.09	1.06	1.02	0.96	0.91	0.93	0.93	1.06	1.12	1.05
48hr	1.40	1.36	1.31	1.27	1.23	1.18	1.12	1.06	1.07	1.09	1.25	1.31	1.22
60hr	1.58	1.55	1.49	1.47	1.44	1.40	1.29	1.22	1.23	1.24	1.42	1.47	1.40
72hr	1.82	1.78	1.70	1.67	1.62	1.58	1.46	1.38	1.38	1.43	1.63	1.69	1.60
96hr	2.34	2.28	2.14	2.15	2.06	2.01	1.81	1.71	1.76	1.77	2.07	2.11	2.02
120hr	2.93	2.84	2.65	2.73	2.54	2.48	2.18	2.08	2.14	2.24	2.54	2.59	2.50
144hr	3.53	3.46	3.24	3.30	3.05	2.89	2.58	2.45	2.61	2.74	3.14	3.03	3.00
168hr	4.21	4.03	3.79	3.86	3.53	3.31	3.00	2.82	3.00	3.21	3.62	3.59	3.50
192hr	4.77	4.53	4.27	4.32	4.00	3.71	3.39	3.14	3.37	3.67	4.12	4.08	3.95
216hr	5.31	4.90	4.76	4.76	4.41	4.01	3.72	3.44	3.67	4.08	4.64	4.48	4.35
240hr	5.80	5.30	5.07	5.08	4.70	4.23	3.96	3.68	3.98	4.40	4.98	4.84	4.67
264hr	6.13	5.65	5.23	5.42	4.89	4.46	4.15	3.85	4.23	4.63	5.23	5.04	4.91
288hr	6.32	5.89	5.52	5.66	5.07	4.64	4.26	4.05	4.44	4.85	5.42	5.22	5.11
AC	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
24hr	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
36hr	0.97	0.98	0.97	0.97	0.97	0.96	0.96	0.96	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97
48hr	0.96	0.97	0.96	0.96	0.95	0.95	0.95	0.95	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96
60hr	0.95	0.95	0.95	0.95	0.94	0.93	0.93	0.94	0.95	0.95	0.95	0.95	0.94
72hr	0.93	0.94	0.94	0.94	0.92	0.91	0.91	0.92	0.94	0.93	0.93	0.93	0.93
96hr	0.89	0.90	0.90	0.89	0.87	0.85	0.86	0.88	0.90	0.90	0.89	0.89	0.88
120hr	0.83	0.85	0.84	0.83	0.80	0.77	0.80	0.82	0.84	0.83	0.84	0.83	0.82
144hr	0.75	0.77	0.76	0.74	0.72	0.69	0.73	0.74	0.77	0.75	0.75	0.77	0.75
168hr	0.65	0.68	0.68	0.65	0.62	0.60	0.64	0.66	0.69	0.66	0.67	0.68	0.66
192hr	0.55	0.60	0.59	0.56	0.52	0.50	0.55	0.58	0.61	0.55	0.57	0.58	0.56
216hr	0.44	0.54	0.49	0.47	0.41	0.43	0.46	0.50	0.53	0.44	0.46	0.50	0.47
240hr	0.34	0.46	0.42	0.39	0.34	0.37	0.39	0.44	0.45	0.35	0.38	0.42	0.40
264hr	0.26	0.40	0.39	0.32	0.28	0.30	0.34	0.39	0.38	0.28	0.33	0.36	0.34
288hr	0.20	0.34	0.32	0.26	0.23	0.25	0.30	0.33	0.32	0.22	0.28	0.32	0.28

표 D.1.7 UM-Global 북반구 500hPa 지위고도 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.05	-0.09	-0.23	-0.07	0.32	0.07	-0.60	-0.82	-0.63	-0.39	-0.30	-0.53	-0.27
24hr	-0.31	-0.31	-0.26	-0.05	0.42	0.14	-1.08	-0.94	-1.15	-0.51	-0.28	-0.58	-0.41
36hr	-0.29	-0.34	-0.34	0.23	0.89	0.29	-1.49	-1.63	-1.46	-0.70	-0.05	-0.70	-0.47
48hr	-0.78	-0.74	-0.49	-0.04	0.74	0.02	-1.79	-1.60	-1.74	-0.68	0.01	-0.73	-0.65
60hr	-0.81	-0.60	-0.45	0.54	1.69	0.43	-2.02	-2.06	-1.99	-0.97	-0.08	-0.78	-0.59
72hr	-1.11	-0.83	-0.17	0.67	1.94	0.58	-1.75	-1.55	-1.85	-0.84	0.28	-0.98	-0.47
96hr	-1.12	-0.40	0.22	1.66	3.46	1.53	-1.65	-1.48	-2.20	-0.90	0.59	-0.94	-0.10
120hr	-0.82	-0.20	0.17	1.98	4.86	2.11	-1.55	-1.90	-2.54	-0.98	0.89	-0.73	0.11
144hr	-0.15	-0.31	0.45	1.82	6.20	2.55	-1.25	-2.12	-2.38	-1.11	1.46	-0.12	0.42
168hr	1.03	-0.72	1.11	1.83	7.46	2.94	-0.78	-1.74	-1.71	-0.83	1.36	1.00	0.91
192hr	1.96	-0.99	1.44	2.46	8.26	3.37	-0.17	-1.57	-1.27	-0.02	1.59	1.18	1.35
216hr	3.17	-0.70	1.14	2.51	8.82	3.68	0.42	-1.10	-0.91	0.35	2.46	1.03	1.74
240hr	5.15	-0.66	1.38	2.10	9.60	4.41	1.07	-0.60	-0.45	1.29	3.35	0.53	2.26
264hr	6.57	-0.96	2.18	1.78	10.86	5.73	1.67	0.02	-0.27	1.93	3.86	0.50	2.82
288hr	7.16	-1.39	2.52	1.36	11.54	6.30	2.16	0.78	-1.44	2.47	3.87	1.61	3.08
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	4.76	4.50	4.40	4.20	4.11	3.94	3.94	4.02	3.75	3.74	4.17	4.75	4.19
24hr	7.63	7.37	6.96	6.85	6.44	6.22	5.89	5.72	5.50	5.92	6.75	7.56	6.57
36hr	10.87	10.56	9.89	9.85	9.30	8.82	8.04	8.05	7.93	8.42	9.51	10.82	9.34
48hr	14.60	14.22	13.49	13.14	12.27	12.34	10.59	10.58	10.48	11.53	13.16	14.57	12.58
60hr	18.67	17.88	17.19	17.26	16.21	15.89	13.17	13.30	13.81	14.47	17.02	18.60	16.12
72hr	23.78	22.90	21.75	21.52	20.22	20.13	16.54	16.67	17.14	19.01	22.39	23.30	20.45
96hr	35.78	34.57	32.70	32.58	30.72	29.92	24.41	24.15	25.66	28.27	33.90	33.14	30.48
120hr	50.56	48.72	45.51	46.48	42.34	40.81	33.46	33.56	35.64	40.76	46.63	45.38	42.49
144hr	65.67	62.79	59.49	59.38	54.95	50.70	43.94	43.29	46.49	53.22	62.42	58.56	55.07
168hr	82.33	78.44	71.86	73.69	67.09	60.54	53.69	52.43	56.26	65.91	76.99	74.11	67.78
192hr	98.39	90.59	81.21	85.42	78.07	69.42	62.97	60.95	66.38	77.51	89.28	86.49	78.89
216hr	111.56	99.28	90.15	94.27	86.38	76.70	69.97	68.57	75.58	89.18	100.47	97.58	88.31
240hr	124.33	109.80	98.44	102.06	93.68	82.15	75.71	72.90	85.35	97.76	108.72	106.48	96.45
264hr	132.48	119.52	105.58	110.04	99.22	87.37	79.70	77.42	92.67	105.58	114.52	112.17	103.02
288hr	140.56	127.70	114.05	116.18	103.10	90.76	81.65	81.61	96.67	112.78	121.62	119.78	108.87
AC	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
24hr	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
36hr	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00	0.99	0.99
48hr	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
60hr	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98
72hr	0.98	0.98	0.98	0.98	0.97	0.96	0.97	0.97	0.98	0.98	0.98	0.98	0.97
96hr	0.95	0.95	0.95	0.95	0.93	0.91	0.93	0.94	0.95	0.95	0.95	0.95	0.94
120hr	0.90	0.91	0.90	0.89	0.87	0.83	0.87	0.87	0.90	0.89	0.91	0.91	0.89
144hr	0.83	0.84	0.83	0.82	0.77	0.73	0.78	0.79	0.83	0.82	0.83	0.85	0.81
168hr	0.74	0.76	0.75	0.72	0.66	0.62	0.66	0.69	0.75	0.72	0.76	0.76	0.72
192hr	0.64	0.67	0.68	0.63	0.55	0.50	0.53	0.59	0.66	0.61	0.67	0.67	0.62
216hr	0.54	0.61	0.61	0.55	0.45	0.40	0.42	0.48	0.56	0.49	0.58	0.58	0.52
240hr	0.44	0.53	0.54	0.47	0.35	0.31	0.33	0.41	0.43	0.38	0.51	0.50	0.43
264hr	0.37	0.45	0.48	0.37	0.27	0.23	0.26	0.33	0.34	0.28	0.46	0.44	0.36
288hr	0.27	0.37	0.40	0.31	0.22	0.17	0.23	0.26	0.28	0.20	0.39	0.37	0.29

표 D.1.8 UM-Global 북반구 250hPa 풍속 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.11	-0.08	-0.09	-0.13	-0.15	-0.12	-0.06	-0.06	-0.04	-0.05	-0.06	-0.09	-0.09
24hr	-0.20	-0.17	-0.18	-0.19	-0.19	-0.15	-0.11	-0.14	-0.11	-0.13	-0.13	-0.16	-0.16
36hr	-0.22	-0.21	-0.18	-0.21	-0.21	-0.17	-0.07	-0.15	-0.11	-0.15	-0.14	-0.21	-0.17
48hr	-0.28	-0.22	-0.22	-0.21	-0.20	-0.15	-0.10	-0.18	-0.13	-0.18	-0.12	-0.25	-0.19
60hr	-0.32	-0.26	-0.24	-0.24	-0.27	-0.14	-0.07	-0.16	-0.16	-0.21	-0.15	-0.26	-0.21
72hr	-0.35	-0.28	-0.28	-0.28	-0.29	-0.12	-0.11	-0.17	-0.16	-0.23	-0.15	-0.25	-0.22
96hr	-0.45	-0.42	-0.44	-0.36	-0.31	-0.17	-0.13	-0.20	-0.19	-0.25	-0.24	-0.34	-0.29
120hr	-0.47	-0.54	-0.57	-0.40	-0.39	-0.20	-0.21	-0.20	-0.24	-0.27	-0.31	-0.35	-0.35
144hr	-0.39	-0.57	-0.70	-0.49	-0.42	-0.23	-0.25	-0.24	-0.22	-0.30	-0.31	-0.36	-0.37
168hr	-0.21	-0.69	-0.87	-0.52	-0.46	-0.21	-0.23	-0.25	-0.21	-0.40	-0.30	-0.44	-0.40
192hr	-0.20	-0.80	-0.91	-0.58	-0.48	-0.19	-0.25	-0.26	-0.20	-0.56	-0.27	-0.53	-0.44
216hr	-0.24	-0.82	-0.81	-0.64	-0.57	-0.17	-0.25	-0.26	-0.23	-0.68	-0.33	-0.69	-0.48
240hr	-0.24	-0.90	-0.92	-0.61	-0.65	-0.24	-0.21	-0.31	-0.24	-0.74	-0.48	-0.70	-0.52
264hr	-0.32	-0.99	-0.88	-0.67	-0.75	-0.24	-0.25	-0.42	-0.29	-0.72	-0.61	-0.74	-0.57
288hr	-0.53	-1.03	-0.89	-0.72	-0.88	-0.21	-0.31	-0.52	-0.24	-0.75	-0.57	-0.70	-0.61
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	2.44	2.37	2.42	2.44	2.46	2.36	2.29	2.26	2.23	2.22	2.31	2.42	2.35
24hr	3.71	3.62	3.67	3.72	3.84	3.73	3.57	3.57	3.46	3.42	3.47	3.68	3.62
36hr	4.71	4.61	4.69	4.75	4.95	4.84	4.67	4.67	4.55	4.45	4.45	4.77	4.68
48hr	5.72	5.56	5.65	5.71	6.03	6.08	5.82	5.76	5.67	5.54	5.61	5.76	5.74
60hr	6.66	6.52	6.63	6.81	7.06	7.15	6.84	6.83	6.87	6.50	6.77	6.86	6.79
72hr	7.80	7.61	7.65	7.87	8.26	8.46	8.05	8.01	8.06	7.77	8.10	8.04	7.97
96hr	10.31	10.01	9.95	10.33	10.61	10.99	10.33	10.40	10.67	10.37	10.80	10.20	10.41
120hr	13.03	12.67	12.35	13.13	13.16	13.55	12.53	12.77	13.26	13.31	13.44	12.76	13.00
144hr	15.72	15.24	14.91	15.76	15.85	15.75	14.63	14.97	15.76	16.20	16.50	15.54	15.57
168hr	18.61	18.07	17.14	18.47	18.15	17.95	16.35	16.79	17.91	18.92	19.17	18.35	17.99
192hr	20.90	20.38	18.82	20.68	20.09	19.79	18.06	18.20	19.84	20.85	21.74	20.47	19.99
216hr	23.20	21.77	20.60	22.24	21.47	21.31	19.22	19.67	21.50	22.92	23.87	22.11	21.66
240hr	25.08	23.31	22.04	23.50	22.74	22.12	20.29	20.40	23.04	24.64	25.52	23.88	23.05
264hr	26.53	25.15	23.32	24.66	23.66	22.81	21.07	21.05	24.09	25.90	26.22	25.06	24.13
288hr	27.67	26.40	24.58	25.41	24.42	23.19	21.42	21.55	24.55	26.74	27.30	26.28	24.96

D.2 북반구 관측검증

D.2.1 KIM-Global

표 D.2.1 KIM-Global 북반구 850hPa 기온 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.20	-0.15	-0.20	-0.19	-0.16	-0.14	-0.17	-0.23	-0.21	-0.18	-0.14	-0.21	-0.18
24hr	-0.28	-0.21	-0.25	-0.24	-0.17	-0.14	-0.15	-0.20	-0.23	-0.24	-0.20	-0.30	-0.22
36hr	-0.36	-0.28	-0.32	-0.27	-0.18	-0.16	-0.18	-0.22	-0.25	-0.28	-0.27	-0.39	-0.26
48hr	-0.44	-0.34	-0.36	-0.30	-0.15	-0.14	-0.15	-0.19	-0.26	-0.31	-0.31	-0.46	-0.28
60hr	-0.49	-0.37	-0.39	-0.31	-0.14	-0.13	-0.15	-0.20	-0.27	-0.33	-0.34	-0.49	-0.30
72hr	-0.52	-0.38	-0.38	-0.32	-0.10	-0.09	-0.10	-0.16	-0.27	-0.34	-0.33	-0.52	-0.29
96hr	-0.59	-0.37	-0.37	-0.39	-0.07	-0.06	-0.10	-0.18	-0.31	-0.35	-0.40	-0.57	-0.31
120hr	-0.61	-0.43	-0.41	-0.41	-0.01	-0.06	-0.13	-0.23	-0.32	-0.39	-0.50	-0.59	-0.34
144hr	-0.57	-0.60	-0.44	-0.47	0.06	-0.07	-0.15	-0.25	-0.30	-0.44	-0.52	-0.61	-0.36
168hr	-0.49	-0.68	-0.44	-0.48	0.09	-0.09	-0.14	-0.23	-0.33	-0.47	-0.59	-0.61	-0.37
192hr	-0.49	-0.77	-0.60	-0.54	0.14	-0.13	-0.17	-0.21	-0.33	-0.50	-0.69	-0.68	-0.41
216hr	-0.41	-0.89	-0.63	-0.58	0.10	-0.16	-0.21	-0.23	-0.30	-0.53	-0.75	-0.64	-0.44
240hr	-0.36	-1.05	-0.67	-0.60	0.08	-0.18	-0.25	-0.30	-0.35	-0.58	-0.72	-0.64	-0.47
264hr	-0.31	-1.11	-0.82	-0.58	0.02	-0.17	-0.27	-0.35	-0.45	-0.57	-0.52	-0.67	-0.48
288hr	-0.36	-1.18	-0.86	-0.71	0.06	-0.23	-0.33	-0.41	-0.45	-0.52	-0.43	-0.74	-0.51
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	1.47	1.49	1.41	1.36	1.30	1.29	1.25	1.22	1.19	1.23	1.34	1.44	1.33
24hr	1.59	1.62	1.56	1.52	1.43	1.43	1.37	1.33	1.31	1.35	1.46	1.58	1.46
36hr	1.74	1.77	1.68	1.64	1.58	1.53	1.47	1.42	1.44	1.44	1.58	1.71	1.58
48hr	1.89	1.89	1.79	1.80	1.69	1.66	1.60	1.54	1.52	1.55	1.71	1.84	1.71
60hr	2.06	2.04	1.93	1.94	1.86	1.78	1.70	1.64	1.64	1.64	1.86	2.00	1.84
72hr	2.27	2.20	2.10	2.10	2.03	1.93	1.83	1.77	1.73	1.79	2.02	2.13	1.99
96hr	2.71	2.61	2.47	2.56	2.39	2.26	2.10	2.02	2.04	2.09	2.46	2.54	2.35
120hr	3.20	3.15	2.99	3.12	2.85	2.66	2.42	2.37	2.46	2.57	3.01	3.03	2.82
144hr	3.83	3.77	3.52	3.67	3.36	3.11	2.76	2.75	2.90	3.17	3.46	3.50	3.32
168hr	4.32	4.37	4.00	4.17	3.87	3.56	3.11	3.12	3.29	3.73	4.11	4.12	3.81
192hr	4.77	4.91	4.47	4.64	4.37	3.87	3.45	3.45	3.61	4.19	4.69	4.59	4.25
216hr	5.30	5.37	4.89	5.14	4.77	4.16	3.75	3.71	3.92	4.62	4.99	4.89	4.63
240hr	5.75	5.87	5.17	5.42	5.16	4.45	4.01	3.94	4.25	4.90	5.48	5.35	4.98
264hr	6.00	6.18	5.54	5.72	5.35	4.70	4.25	4.19	4.58	5.19	5.71	5.64	5.25
288hr	6.42	6.46	5.80	6.08	5.58	4.86	4.38	4.30	4.93	5.43	6.03	5.98	5.52

표 D.2.2 KIM-Global 북반구 500hPa 지위고도 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-1.52	-1.60	-1.37	-1.41	-1.17	-0.91	-1.18	-2.46	-1.28	-0.88	-0.67	-1.50	-1.33
24hr	-1.25	-1.22	-0.63	-0.40	-0.65	-1.32	-1.95	-2.81	-2.04	-1.40	-0.52	-1.65	-1.32
36hr	-1.75	-1.54	-1.22	-0.33	0.00	-0.41	-1.11	-2.17	-1.86	-1.29	-0.58	-2.51	-1.23
48hr	-3.24	-3.40	-2.70	-1.72	-0.96	-0.48	-1.18	-2.56	-2.41	-2.20	-1.35	-3.87	-2.17
60hr	-2.49	-2.64	-2.17	-1.40	-0.09	0.31	-0.61	-2.16	-2.23	-1.95	-1.13	-3.60	-1.68
72hr	-3.34	-3.22	-2.15	-1.58	-0.31	1.14	0.47	-1.05	-1.52	-1.62	-0.82	-3.78	-1.48
96hr	-4.14	-2.76	-1.44	-1.63	0.77	1.44	0.34	-1.57	-1.81	-1.99	-2.23	-4.72	-1.65
120hr	-5.96	-4.77	-2.79	-2.54	0.06	0.83	-0.03	-2.61	-2.57	-4.02	-4.26	-5.62	-2.86
144hr	-6.54	-7.43	-3.55	-3.64	0.01	1.23	0.01	-3.20	-2.84	-5.15	-4.55	-5.01	-3.39
168hr	-6.02	-9.10	-3.39	-4.03	-0.36	0.58	0.32	-3.87	-3.73	-5.36	-4.60	-4.43	-3.67
192hr	-5.64	-11.13	-4.31	-4.40	0.19	-1.39	-0.01	-5.28	-4.63	-5.30	-4.12	-5.62	-4.30
216hr	-4.48	-13.81	-5.58	-5.76	-0.89	-1.56	-1.16	-6.26	-5.37	-6.72	-3.36	-8.42	-5.28
240hr	-2.12	-13.95	-4.86	-6.55	-0.81	-1.31	-1.47	-7.32	-5.09	-8.04	-4.50	-10.50	-5.54
264hr	-1.99	-13.45	-5.33	-6.82	0.16	-2.71	-2.27	-7.54	-6.36	-8.46	-5.30	-11.54	-5.97
288hr	-4.62	-16.14	-5.09	-12.04	-0.16	-3.87	-3.44	-7.32	-6.41	-8.84	-6.58	-12.83	-7.28
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	11.37	11.82	11.23	11.25	10.81	10.57	10.43	10.90	10.27	10.31	11.01	11.01	10.92
24hr	12.78	13.47	12.75	12.62	12.01	11.84	11.62	11.94	11.38	11.50	12.27	12.63	12.24
36hr	14.92	15.92	14.81	14.86	13.94	13.34	12.70	13.07	13.02	13.44	14.20	15.35	14.13
48hr	18.32	18.89	17.66	17.75	16.08	15.26	14.60	14.64	14.80	15.76	17.08	18.78	16.63
60hr	21.47	21.93	20.86	21.53	19.19	18.05	16.36	16.67	17.52	18.85	20.42	23.15	19.67
72hr	26.59	25.89	24.65	25.47	23.38	20.95	19.01	19.16	20.18	22.40	25.29	27.54	23.38
96hr	36.90	36.77	34.42	36.25	32.04	28.77	25.41	25.88	28.63	30.77	37.19	39.07	32.67
120hr	48.52	49.37	46.93	47.87	42.42	38.38	32.57	34.21	38.57	43.40	51.49	50.50	43.69
144hr	61.28	63.25	58.47	60.76	54.49	48.51	40.79	43.96	48.03	57.63	65.70	64.44	55.61
168hr	73.46	76.24	69.84	73.03	66.60	57.40	49.04	53.49	56.30	71.14	81.24	80.75	67.38
192hr	86.12	89.15	80.88	84.99	78.00	65.57	57.67	60.57	65.08	82.83	94.57	93.12	78.21
216hr	99.71	100.21	90.71	95.19	88.49	72.97	64.81	67.61	72.92	90.37	104.99	105.78	87.81
240hr	109.48	107.19	98.45	103.09	97.69	78.79	69.65	74.90	82.02	98.69	114.27	115.89	95.84
264hr	117.16	114.12	105.70	110.27	101.74	83.73	72.23	78.41	90.60	105.80	119.41	126.23	102.12
288hr	125.76	123.07	111.59	118.04	104.73	85.55	74.81	80.79	99.68	111.40	128.93	131.86	108.02

표 D.2.3 KIM-Global 북반구 250hPa 풍속 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.60	-0.51	-0.47	-0.49	-0.58	-0.42	-0.34	-0.32	-0.28	-0.32	-0.38	-0.43	-0.43
24hr	-0.69	-0.61	-0.55	-0.54	-0.60	-0.41	-0.32	-0.36	-0.25	-0.39	-0.44	-0.51	-0.47
36hr	-0.70	-0.58	-0.46	-0.50	-0.61	-0.33	-0.38	-0.41	-0.31	-0.43	-0.44	-0.48	-0.47
48hr	-0.73	-0.68	-0.54	-0.51	-0.66	-0.37	-0.45	-0.45	-0.29	-0.52	-0.46	-0.53	-0.52
60hr	-0.72	-0.59	-0.54	-0.53	-0.71	-0.45	-0.40	-0.46	-0.32	-0.56	-0.46	-0.50	-0.52
72hr	-0.70	-0.68	-0.56	-0.58	-0.67	-0.37	-0.49	-0.50	-0.33	-0.54	-0.43	-0.53	-0.53
96hr	-0.78	-0.76	-0.66	-0.66	-0.72	-0.55	-0.54	-0.43	-0.54	-0.60	-0.44	-0.54	-0.60
120hr	-0.76	-0.74	-0.86	-0.74	-0.66	-0.69	-0.91	-0.36	-0.63	-0.52	-0.45	-0.48	-0.65
144hr	-0.50	-0.79	-1.07	-0.79	-0.58	-0.62	-0.84	-0.48	-0.51	-0.53	-0.40	-0.33	-0.62
168hr	-0.27	-0.75	-1.08	-0.99	-0.61	-0.57	-1.02	-0.58	-0.32	-0.36	-0.49	-0.15	-0.60
192hr	-0.23	-0.67	-1.05	-1.04	-0.65	-0.59	-1.14	-0.24	-0.36	-0.55	-0.48	-0.28	-0.61
216hr	-0.05	-1.01	-1.07	-1.03	-0.63	-0.51	-1.02	-0.21	-0.54	-0.44	-0.32	-0.17	-0.58
240hr	0.18	-1.04	-1.13	-1.40	-0.57	-0.60	-0.92	-0.11	-0.60	-0.46	-0.71	0.11	-0.60
264hr	-0.07	-0.90	-1.13	-1.25	-0.65	-0.52	-0.88	-0.08	-0.45	-0.45	-0.87	0.18	-0.59
288hr	-0.13	-1.05	-1.07	-1.18	-0.61	-0.51	-0.94	-0.17	-0.36	-0.35	-0.81	0.36	-0.57
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	4.27	4.57	4.63	4.86	4.82	5.01	4.97	4.63	4.24	4.17	4.18	4.26	4.55
24hr	4.92	5.28	5.28	5.70	5.79	5.87	5.94	5.42	5.10	4.80	4.81	4.88	5.32
36hr	5.55	5.95	5.94	6.38	6.58	6.75	6.71	6.27	5.91	5.68	5.49	5.63	6.07
48hr	6.41	6.73	6.76	7.21	7.51	7.60	7.68	7.27	6.89	6.55	6.33	6.71	6.97
60hr	7.29	7.60	7.59	8.10	8.31	8.47	8.54	8.18	7.70	7.66	7.31	7.91	7.89
72hr	8.15	8.61	8.58	9.19	9.50	9.36	9.65	9.23	8.96	8.68	8.42	8.95	8.94
96hr	10.08	10.79	10.69	11.38	11.43	11.69	11.33	11.40	11.32	10.97	11.21	11.28	11.13
120hr	12.58	13.34	12.96	13.80	13.71	13.65	13.13	13.55	13.84	13.75	14.05	13.60	13.50
144hr	15.14	15.72	15.24	16.05	16.02	15.55	14.86	15.56	15.88	16.56	16.63	15.92	15.76
168hr	17.33	17.92	17.42	17.98	18.26	17.53	16.38	17.20	17.78	19.29	19.48	18.50	17.92
192hr	19.26	20.20	19.43	20.19	19.82	19.11	17.83	18.84	19.01	21.07	21.49	20.53	19.73
216hr	21.55	22.12	21.02	21.65	21.76	20.40	19.13	20.41	20.56	22.75	23.34	22.01	21.39
240hr	23.37	23.52	22.38	22.81	23.39	21.12	20.43	21.42	21.76	24.09	24.61	24.20	22.76
264hr	24.84	24.51	23.24	23.61	24.41	21.86	20.94	22.24	23.29	25.54	25.22	25.63	23.78
288hr	25.62	25.28	24.11	24.88	24.90	22.62	21.34	22.28	24.06	26.20	26.78	26.45	24.54

D.2.2 UM-Global

표 D.2.4 UM-Global 북반구 850hPa 기온 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.04	-0.09	-0.17	-0.16	-0.17	-0.06	0.00	-0.07	-0.16	-0.12	-0.05	-0.05	-0.10
24hr	0.00	-0.04	-0.15	-0.19	-0.17	-0.03	0.08	-0.02	-0.19	-0.12	0.01	-0.01	-0.07
36hr	-0.01	-0.07	-0.20	-0.20	-0.18	-0.01	0.09	-0.02	-0.23	-0.19	-0.01	-0.03	-0.09
48hr	0.02	-0.05	-0.18	-0.22	-0.19	0.03	0.13	0.01	-0.24	-0.18	0.03	-0.01	-0.07
60hr	0.01	-0.05	-0.20	-0.18	-0.14	0.08	0.15	0.02	-0.26	-0.20	0.03	-0.02	-0.06
72hr	0.00	-0.01	-0.17	-0.21	-0.13	0.11	0.20	0.07	-0.28	-0.19	0.07	0.01	-0.04
96hr	0.04	0.04	-0.13	-0.18	-0.05	0.18	0.29	0.13	-0.27	-0.17	0.06	0.02	0.00
120hr	0.05	0.02	-0.17	-0.21	0.05	0.27	0.32	0.18	-0.22	-0.14	0.09	0.02	0.02
144hr	0.04	-0.01	-0.23	-0.26	0.12	0.29	0.34	0.24	-0.16	-0.14	0.05	0.05	0.03
168hr	0.00	-0.20	-0.29	-0.34	0.19	0.37	0.39	0.25	-0.16	-0.07	0.04	-0.01	0.01
192hr	0.01	-0.27	-0.37	-0.36	0.26	0.41	0.42	0.31	-0.18	-0.06	0.02	-0.18	0.00
216hr	0.04	-0.32	-0.45	-0.34	0.29	0.36	0.41	0.34	-0.09	-0.13	-0.04	-0.23	-0.01
240hr	0.21	-0.45	-0.47	-0.42	0.28	0.43	0.36	0.37	-0.13	-0.08	0.02	-0.08	0.00
264hr	0.19	-0.67	-0.55	-0.30	0.36	0.52	0.39	0.32	-0.18	-0.07	0.09	0.00	0.01
288hr	0.15	-0.75	-0.67	-0.34	0.40	0.61	0.48	0.38	-0.24	-0.10	0.08	0.16	0.01
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	1.33	1.28	1.26	1.23	1.21	1.21	1.15	1.14	1.11	1.20	1.23	1.31	1.22
24hr	1.45	1.41	1.37	1.37	1.33	1.31	1.25	1.23	1.18	1.28	1.35	1.43	1.33
36hr	1.57	1.54	1.51	1.52	1.50	1.46	1.37	1.36	1.31	1.38	1.46	1.52	1.46
48hr	1.69	1.70	1.63	1.66	1.61	1.57	1.48	1.46	1.40	1.49	1.56	1.64	1.58
60hr	1.81	1.85	1.78	1.80	1.79	1.73	1.65	1.60	1.54	1.60	1.70	1.76	1.72
72hr	2.01	2.07	1.95	1.99	1.93	1.90	1.77	1.73	1.66	1.74	1.88	1.98	1.88
96hr	2.51	2.51	2.34	2.44	2.30	2.27	2.09	2.00	1.95	2.05	2.33	2.32	2.26
120hr	3.15	3.01	2.84	3.04	2.77	2.76	2.42	2.37	2.29	2.54	2.83	2.83	2.74
144hr	3.80	3.67	3.42	3.65	3.32	3.13	2.84	2.70	2.80	3.05	3.40	3.31	3.26
168hr	4.46	4.29	3.94	4.22	3.75	3.58	3.28	3.11	3.22	3.50	3.96	3.93	3.77
192hr	5.09	4.80	4.41	4.60	4.19	4.03	3.69	3.47	3.62	3.99	4.48	4.47	4.24
216hr	5.58	5.21	4.91	5.11	4.75	4.31	4.02	3.71	3.99	4.50	5.15	4.83	4.67
240hr	6.08	5.68	5.32	5.41	5.13	4.64	4.29	4.01	4.33	4.88	5.46	5.27	5.04
264hr	6.59	6.05	5.60	5.78	5.37	4.87	4.57	4.25	4.64	5.14	5.66	5.49	5.34
288hr	6.80	6.31	5.79	6.09	5.55	5.10	4.67	4.43	4.92	5.46	5.79	5.65	5.55

표 D.2.5 UM-Global 북반구 500hPa 지위고도 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.19	-0.54	-0.93	-0.83	-1.02	-0.48	-0.24	-0.69	-1.59	-0.90	-0.91	-1.19	-0.79
24hr	-0.03	0.04	-0.44	-0.21	-0.45	0.40	0.14	-0.16	-1.66	-0.79	-0.51	-1.26	-0.41
36hr	-0.15	0.31	-0.20	0.80	0.33	1.04	-0.27	-0.72	-2.01	-0.89	-0.09	-1.26	-0.26
48hr	-1.05	0.07	-0.63	0.29	0.09	1.63	0.07	-0.18	-1.69	-0.50	0.26	-1.57	-0.27
60hr	-1.48	0.08	-0.83	1.22	1.45	2.54	0.15	-0.51	-1.49	-0.69	0.31	-1.51	-0.06
72hr	-2.13	-0.22	-0.40	1.04	1.70	3.01	0.97	0.31	-1.32	-0.20	0.57	-1.66	0.14
96hr	-2.03	0.61	0.99	2.89	3.27	4.08	1.30	0.15	-1.96	-0.78	0.32	-2.03	0.57
120hr	-1.79	0.54	0.85	3.54	4.63	5.34	0.86	-0.33	-2.44	-1.72	-0.32	-0.74	0.70
144hr	-2.13	-0.48	0.67	2.71	6.30	6.89	0.75	-0.75	-2.34	-2.24	-0.57	0.56	0.78
168hr	-1.74	-4.23	2.51	1.03	8.12	8.47	0.62	-0.79	-1.41	-2.41	-0.89	1.71	0.92
192hr	-2.27	-6.59	4.18	2.12	8.61	7.58	0.12	-2.34	-0.89	-0.96	-0.02	1.02	0.88
216hr	-2.49	-8.27	3.79	2.87	9.50	6.77	0.61	-3.14	-1.13	-1.78	2.34	-2.52	0.55
240hr	-0.47	-9.60	1.95	3.64	11.79	8.61	1.43	-3.31	-1.02	-2.27	3.67	-1.67	1.06
264hr	-0.20	-11.06	2.80	3.56	13.37	11.13	2.21	-2.01	-1.61	0.80	1.66	-1.89	1.56
288hr	1.63	-10.70	2.61	0.91	13.06	10.11	4.40	0.57	-4.33	2.96	-1.10	-1.00	1.59
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	10.60	10.71	10.42	10.47	10.32	10.34	10.15	10.43	9.89	9.66	10.22	10.58	10.32
24hr	12.30	12.33	11.65	11.57	11.35	11.46	11.35	11.27	10.58	10.55	11.63	12.39	11.53
36hr	14.43	14.39	13.38	13.72	13.14	13.18	12.86	12.74	12.19	12.29	13.35	14.47	13.35
48hr	17.03	17.11	15.96	15.78	15.05	15.36	14.41	14.08	13.88	14.45	16.21	17.25	15.55
60hr	20.53	20.10	19.00	18.97	18.00	18.27	16.34	16.14	16.47	16.80	19.48	20.78	18.41
72hr	24.67	24.84	22.74	22.64	21.35	21.46	18.83	18.22	18.94	20.56	24.28	25.26	21.98
96hr	35.52	35.37	32.16	33.15	29.64	29.95	24.75	23.82	26.00	28.79	35.42	34.83	30.78
120hr	49.78	46.96	44.80	45.77	40.19	40.25	32.23	32.11	35.21	41.07	47.86	46.90	41.93
144hr	65.20	60.88	59.10	57.77	52.22	49.56	42.14	41.54	46.42	53.86	63.34	58.03	54.17
168hr	80.94	75.75	70.50	69.24	64.12	57.84	50.82	50.92	57.21	65.83	78.72	74.21	66.34
192hr	96.12	86.22	80.22	80.54	73.32	67.11	60.62	57.99	67.26	77.86	91.64	88.04	77.25
216hr	106.35	97.12	89.43	89.60	82.61	72.59	66.98	64.23	77.41	89.54	104.12	99.07	86.59
240hr	116.42	106.75	96.74	95.68	90.72	78.66	72.07	70.96	87.77	98.49	111.26	108.10	94.47
264hr	127.68	117.48	103.85	104.80	96.34	83.43	76.31	74.88	94.97	104.86	118.39	114.22	101.44
288hr	135.88	123.96	111.02	115.19	100.00	88.64	77.44	77.02	100.11	113.13	127.80	119.22	107.45

표 D.2.6 UM-Global 북반구 250hPa 풍속 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.57	-0.43	-0.45	-0.46	-0.47	-0.44	-0.38	-0.35	-0.28	-0.32	-0.37	-0.45	-0.41
24hr	-0.73	-0.53	-0.58	-0.51	-0.48	-0.50	-0.43	-0.46	-0.32	-0.34	-0.50	-0.59	-0.50
36hr	-0.77	-0.57	-0.52	-0.63	-0.57	-0.57	-0.38	-0.45	-0.35	-0.41	-0.53	-0.66	-0.53
48hr	-0.85	-0.67	-0.60	-0.65	-0.66	-0.65	-0.48	-0.47	-0.38	-0.49	-0.56	-0.70	-0.60
60hr	-0.90	-0.75	-0.70	-0.72	-0.68	-0.51	-0.53	-0.46	-0.44	-0.53	-0.60	-0.71	-0.63
72hr	-0.88	-0.74	-0.72	-0.72	-0.75	-0.63	-0.65	-0.38	-0.45	-0.53	-0.55	-0.70	-0.64
96hr	-0.96	-0.94	-0.83	-0.81	-0.72	-0.64	-0.76	-0.35	-0.50	-0.50	-0.63	-0.82	-0.70
120hr	-0.90	-1.07	-0.94	-0.88	-0.79	-0.74	-0.76	-0.25	-0.57	-0.56	-0.65	-0.82	-0.74
144hr	-0.69	-1.07	-1.11	-1.01	-0.73	-0.71	-0.86	-0.40	-0.45	-0.49	-0.58	-0.68	-0.73
168hr	-0.48	-1.01	-1.29	-0.89	-0.78	-0.83	-0.88	-0.26	-0.47	-0.67	-0.59	-0.60	-0.73
192hr	-0.41	-1.04	-1.28	-1.10	-0.97	-0.94	-0.98	-0.14	-0.18	-0.72	-0.77	-0.63	-0.76
216hr	-0.68	-1.22	-1.34	-1.10	-0.84	-0.72	-1.21	-0.08	-0.29	-0.42	-0.84	-0.56	-0.78
240hr	-0.44	-1.22	-1.49	-0.88	-0.76	-0.88	-0.93	-0.07	-0.08	-0.60	-0.85	-0.70	-0.74
264hr	-0.30	-1.23	-1.65	-1.01	-0.77	-0.95	-0.96	-0.24	-0.02	-0.52	-0.93	-0.63	-0.77
288hr	-0.43	-1.54	-1.52	-1.06	-0.90	-0.91	-1.02	-0.27	0.05	-0.50	-0.90	-0.34	-0.78
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	4.34	4.41	4.53	4.74	4.69	4.68	4.72	4.35	4.14	4.12	4.14	4.30	4.43
24hr	4.91	5.10	5.24	5.51	5.60	5.65	5.65	5.22	4.88	4.69	4.72	4.87	5.17
36hr	5.60	5.84	5.93	6.35	6.60	6.55	6.64	6.20	5.76	5.41	5.36	5.71	6.00
48hr	6.41	6.63	6.66	7.11	7.60	7.60	7.54	7.11	6.83	6.30	6.28	6.60	6.89
60hr	7.33	7.46	7.52	7.98	8.63	8.45	8.47	8.11	7.84	7.17	7.30	7.75	7.83
72hr	8.27	8.52	8.34	8.91	9.57	9.48	9.53	9.03	8.91	8.25	8.45	8.70	8.83
96hr	10.65	10.62	10.38	11.25	11.71	11.82	11.52	11.25	10.99	10.73	10.97	10.60	11.04
120hr	13.30	13.11	12.73	13.75	13.86	14.21	13.36	13.32	13.19	13.68	13.33	12.84	13.39
144hr	15.70	15.59	15.00	15.94	16.23	16.20	15.12	15.20	15.54	16.53	16.46	15.19	15.72
168hr	18.15	18.44	17.54	18.42	18.70	18.03	16.83	16.97	17.65	18.86	19.39	17.74	18.06
192hr	20.32	20.32	19.33	20.16	20.67	19.64	18.60	18.58	19.35	21.07	21.85	20.15	20.00
216hr	21.72	22.15	21.17	21.82	21.95	21.11	19.73	19.90	21.23	23.27	24.34	21.49	21.66
240hr	23.77	23.09	22.30	23.16	23.27	22.03	20.82	20.98	22.91	24.85	25.55	23.15	22.99
264hr	25.16	24.51	22.99	24.15	24.39	22.42	21.42	21.53	23.98	25.81	26.31	24.42	23.92
288hr	26.37	25.35	24.04	24.92	25.33	23.31	21.92	22.15	24.56	26.84	27.41	25.30	24.79

D.3 남반구 분석검증

D.3.1 KIM-Global

표 D.3.1 KIM-Global 남반구 해면기압 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.05	0.06	0.07	0.07	0.06	0.00	-0.05	-0.01	-0.02	-0.02	-0.01	0.02	0.02
24hr	-0.02	0.01	0.02	0.06	0.12	0.14	0.11	0.15	0.09	0.07	0.02	-0.02	0.06
36hr	-0.02	-0.02	0.00	0.03	0.05	0.08	0.08	0.13	0.07	0.03	-0.03	-0.05	0.03
48hr	0.05	0.09	0.13	0.16	0.20	0.18	0.14	0.22	0.10	0.10	0.03	0.02	0.12
60hr	-0.05	-0.05	0.00	0.07	0.14	0.14	0.18	0.24	0.12	0.06	-0.02	-0.07	0.06
72hr	-0.03	0.01	0.07	0.13	0.21	0.17	0.17	0.26	0.11	0.09	0.01	-0.04	0.10
96hr	-0.07	-0.08	0.03	0.08	0.23	0.24	0.22	0.34	0.14	0.15	0.02	-0.07	0.10
120hr	-0.05	-0.01	0.10	0.13	0.34	0.30	0.26	0.40	0.18	0.24	0.09	-0.01	0.17
144hr	-0.06	0.03	0.14	0.15	0.39	0.33	0.21	0.39	0.19	0.24	0.12	0.06	0.18
168hr	-0.14	-0.02	0.11	0.13	0.28	0.32	0.15	0.34	0.19	0.27	0.11	0.06	0.15
192hr	-0.16	0.01	0.13	0.10	0.22	0.35	0.10	0.24	0.21	0.37	0.12	0.09	0.15
216hr	-0.14	0.11	0.17	0.09	0.23	0.34	-0.06	0.16	0.17	0.44	0.20	0.14	0.16
240hr	-0.13	0.13	0.15	-0.02	0.06	0.29	-0.18	0.03	0.09	0.42	0.28	0.18	0.11
264hr	-0.17	0.07	0.12	-0.07	-0.12	0.12	-0.22	-0.13	0.12	0.44	0.30	0.17	0.05
288hr	-0.14	0.11	0.08	-0.15	-0.11	-0.02	-0.25	-0.08	0.02	0.49	0.35	0.15	0.04
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.42	0.44	0.45	0.47	0.50	0.48	0.51	0.49	0.48	0.48	0.46	0.43	0.47
24hr	0.67	0.71	0.77	0.83	0.89	0.88	0.92	0.91	0.84	0.83	0.74	0.70	0.81
36hr	0.96	1.02	1.11	1.18	1.30	1.30	1.36	1.35	1.26	1.18	1.08	1.01	1.18
48hr	1.24	1.34	1.50	1.59	1.76	1.74	1.83	1.80	1.65	1.57	1.41	1.32	1.56
60hr	1.62	1.73	1.94	2.08	2.30	2.26	2.35	2.40	2.17	2.00	1.82	1.70	2.03
72hr	1.98	2.14	2.40	2.56	2.85	2.74	2.93	2.93	2.65	2.47	2.26	2.08	2.50
96hr	2.89	3.10	3.51	3.73	4.10	4.02	4.25	4.44	3.92	3.66	3.27	3.03	3.66
120hr	3.91	4.12	4.69	5.19	5.43	5.41	5.74	5.99	5.24	5.01	4.34	3.94	4.92
144hr	4.96	5.35	5.81	6.63	6.84	6.81	7.13	7.60	6.54	6.22	5.39	4.93	6.18
168hr	6.10	6.39	6.90	7.66	7.92	8.30	8.37	9.13	7.69	7.45	6.39	5.97	7.36
192hr	7.03	7.40	8.00	8.57	9.26	9.74	9.62	10.56	8.95	8.33	7.28	6.96	8.47
216hr	7.68	8.34	8.77	9.36	10.19	10.87	10.89	11.49	9.92	9.42	8.10	7.84	9.41
240hr	8.13	8.88	9.39	9.90	10.86	11.79	11.91	12.08	10.65	10.15	8.79	8.62	10.10
264hr	8.65	9.32	10.12	10.22	11.57	12.26	12.68	12.66	11.51	10.65	9.51	9.15	10.69
288hr	9.24	9.66	10.36	10.47	12.12	12.76	13.32	13.28	12.00	11.26	9.84	9.56	11.16

AC	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
24hr	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
36hr	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
48hr	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98	0.99	0.99
60hr	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.97	0.97	0.98	0.98
72hr	0.97	0.96	0.96	0.97	0.97	0.97	0.96	0.97	0.96	0.96	0.96	0.97	0.96
96hr	0.93	0.92	0.92	0.93	0.93	0.93	0.92	0.92	0.92	0.91	0.92	0.93	0.92
120hr	0.88	0.86	0.86	0.86	0.87	0.86	0.86	0.86	0.86	0.84	0.85	0.89	0.86
144hr	0.80	0.77	0.78	0.77	0.80	0.78	0.78	0.78	0.79	0.75	0.77	0.82	0.78
168hr	0.71	0.66	0.69	0.69	0.73	0.68	0.71	0.68	0.70	0.65	0.67	0.74	0.69
192hr	0.61	0.55	0.58	0.60	0.62	0.57	0.61	0.56	0.61	0.57	0.59	0.65	0.59
216hr	0.53	0.45	0.49	0.51	0.53	0.48	0.50	0.48	0.52	0.45	0.50	0.54	0.50
240hr	0.46	0.37	0.41	0.46	0.47	0.40	0.41	0.42	0.44	0.37	0.41	0.43	0.42
264hr	0.40	0.32	0.32	0.43	0.39	0.34	0.34	0.38	0.36	0.32	0.31	0.36	0.35
288hr	0.32	0.28	0.28	0.41	0.33	0.29	0.27	0.32	0.31	0.24	0.26	0.30	0.30
S1	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	8.56	8.54	8.39	8.19	8.56	8.38	8.60	8.43	8.18	8.07	8.28	8.44	8.38
24hr	13.29	13.52	13.73	13.58	14.23	13.81	14.19	14.00	13.58	13.35	13.10	13.47	13.65
36hr	17.74	17.94	18.33	18.17	19.43	18.93	19.53	19.30	18.59	17.78	17.83	17.98	18.46
48hr	21.50	21.78	22.75	22.51	23.97	23.45	24.24	24.03	22.90	21.95	21.63	22.01	22.73
60hr	25.78	26.03	26.93	27.07	29.08	28.40	29.15	29.43	27.88	26.12	25.93	26.18	27.33
72hr	29.72	30.29	31.05	31.44	33.45	32.55	33.88	33.58	32.03	30.38	29.94	30.11	31.54
96hr	38.29	38.47	40.03	40.65	42.50	41.98	43.30	43.52	41.06	39.23	38.35	38.46	40.49
120hr	46.57	46.26	48.63	49.66	51.33	51.03	51.87	52.22	49.22	47.84	46.21	45.74	48.88
144hr	53.55	53.70	56.07	57.85	58.60	59.07	59.00	59.63	56.36	55.02	53.10	52.61	56.21
168hr	60.21	60.06	62.36	63.61	64.11	65.90	64.94	66.44	62.16	61.80	59.11	59.77	62.54
192hr	65.52	65.48	68.02	68.72	69.66	71.74	70.16	72.39	67.45	66.33	63.95	65.07	67.87
216hr	69.04	69.92	71.40	72.02	73.56	76.76	74.77	75.66	71.20	70.65	68.00	69.16	71.84
240hr	71.20	72.82	74.33	74.07	75.59	79.55	78.18	78.08	73.95	73.48	71.29	72.86	74.62
264hr	73.71	75.31	77.04	75.28	77.67	81.36	80.86	79.85	76.87	75.77	73.51	75.52	76.89
288hr	76.04	77.39	77.68	76.88	79.96	82.63	82.51	81.32	78.68	78.44	74.87	76.90	78.61

표 D.3.2 KIM-Global 남반구 850hPa 기온 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.02	0.00	0.00	-0.01	-0.02	-0.01	-0.02	-0.02	0.01	0.03	0.05	0.05	0.01
24hr	0.01	-0.03	-0.04	-0.06	-0.09	-0.08	-0.08	-0.06	-0.03	0.03	0.05	0.06	-0.03
36hr	0.00	-0.05	-0.07	-0.09	-0.12	-0.11	-0.12	-0.10	-0.05	0.03	0.07	0.08	-0.05
48hr	-0.01	-0.07	-0.09	-0.13	-0.17	-0.18	-0.17	-0.13	-0.10	0.03	0.06	0.09	-0.07
60hr	-0.03	-0.08	-0.12	-0.14	-0.18	-0.19	-0.19	-0.17	-0.13	0.02	0.06	0.10	-0.09
72hr	-0.03	-0.08	-0.15	-0.16	-0.23	-0.25	-0.24	-0.21	-0.17	0.00	0.05	0.10	-0.11
96hr	-0.07	-0.09	-0.19	-0.18	-0.26	-0.31	-0.32	-0.27	-0.22	-0.04	0.03	0.11	-0.15
120hr	-0.10	-0.12	-0.20	-0.18	-0.28	-0.31	-0.37	-0.32	-0.26	-0.05	0.00	0.09	-0.17
144hr	-0.12	-0.14	-0.21	-0.18	-0.27	-0.33	-0.39	-0.36	-0.31	-0.08	-0.01	0.07	-0.19
168hr	-0.15	-0.14	-0.24	-0.17	-0.29	-0.35	-0.39	-0.40	-0.36	-0.12	-0.04	0.04	-0.22
192hr	-0.17	-0.14	-0.27	-0.19	-0.31	-0.34	-0.40	-0.43	-0.39	-0.17	-0.09	0.00	-0.24
216hr	-0.20	-0.14	-0.29	-0.22	-0.31	-0.29	-0.38	-0.43	-0.43	-0.21	-0.15	-0.03	-0.26
240hr	-0.22	-0.17	-0.31	-0.19	-0.26	-0.25	-0.36	-0.43	-0.42	-0.24	-0.20	-0.09	-0.26
264hr	-0.25	-0.21	-0.32	-0.21	-0.18	-0.20	-0.34	-0.41	-0.40	-0.28	-0.19	-0.18	-0.26
288hr	-0.27	-0.24	-0.31	-0.19	-0.12	-0.11	-0.33	-0.38	-0.40	-0.26	-0.16	-0.22	-0.25
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.37	0.39	0.41	0.42	0.42	0.41	0.41	0.41	0.40	0.40	0.39	0.37	0.40
24hr	0.59	0.63	0.67	0.70	0.70	0.68	0.69	0.69	0.67	0.65	0.61	0.59	0.66
36hr	0.77	0.82	0.89	0.94	0.96	0.93	0.93	0.92	0.90	0.85	0.82	0.79	0.88
48hr	0.91	0.99	1.09	1.17	1.19	1.15	1.16	1.15	1.11	1.05	0.98	0.95	1.07
60hr	1.10	1.17	1.29	1.38	1.43	1.41	1.39	1.40	1.36	1.24	1.15	1.12	1.29
72hr	1.23	1.36	1.48	1.61	1.65	1.62	1.65	1.63	1.56	1.44	1.32	1.27	1.48
96hr	1.60	1.74	1.95	2.08	2.13	2.12	2.19	2.17	2.04	1.91	1.71	1.63	1.94
120hr	2.01	2.15	2.37	2.60	2.63	2.59	2.74	2.70	2.54	2.43	2.13	2.00	2.41
144hr	2.43	2.59	2.78	3.11	3.11	3.13	3.29	3.27	3.07	2.92	2.53	2.35	2.88
168hr	2.87	3.09	3.19	3.55	3.52	3.67	3.78	3.82	3.55	3.36	2.91	2.71	3.33
192hr	3.23	3.54	3.56	3.94	3.96	4.05	4.18	4.29	3.98	3.72	3.29	3.03	3.73
216hr	3.51	3.89	3.87	4.31	4.37	4.44	4.57	4.72	4.37	4.08	3.63	3.36	4.09
240hr	3.74	4.18	4.13	4.45	4.63	4.73	4.90	5.00	4.65	4.43	3.89	3.67	4.37
264hr	3.94	4.35	4.42	4.57	4.82	4.85	5.15	5.17	4.88	4.76	4.13	3.87	4.58
288hr	4.16	4.50	4.63	4.74	5.03	4.94	5.31	5.32	4.98	5.04	4.28	4.03	4.75
AC	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	0.99	0.99	0.99
24hr	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98	0.99
36hr	0.97	0.98	0.97	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.97	0.97	0.98
48hr	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.97	0.97	0.97	0.96	0.96	0.96	0.96
60hr	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.94	0.95	0.95	0.95	0.95	0.94	0.95	0.95
72hr	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.94	0.93	0.93	0.93	0.93
96hr	0.89	0.89	0.88	0.88	0.88	0.87	0.87	0.88	0.89	0.88	0.88	0.88	0.88
120hr	0.82	0.83	0.81	0.81	0.81	0.81	0.80	0.81	0.83	0.80	0.80	0.82	0.81
144hr	0.74	0.75	0.74	0.73	0.73	0.72	0.71	0.72	0.75	0.72	0.72	0.76	0.73
168hr	0.64	0.64	0.66	0.64	0.65	0.62	0.62	0.62	0.67	0.62	0.63	0.68	0.64
192hr	0.54	0.53	0.57	0.57	0.56	0.54	0.54	0.52	0.58	0.54	0.54	0.59	0.55
216hr	0.47	0.43	0.50	0.49	0.47	0.45	0.45	0.42	0.49	0.45	0.45	0.50	0.46
240hr	0.39	0.34	0.43	0.45	0.40	0.38	0.36	0.35	0.42	0.36	0.37	0.42	0.39
264hr	0.33	0.28	0.35	0.42	0.34	0.34	0.30	0.30	0.36	0.27	0.29	0.35	0.33
288hr	0.25	0.22	0.30	0.37	0.28	0.31	0.25	0.26	0.33	0.20	0.24	0.30	0.28

표 D.3.3 KIM-Global 남반구 500hPa 지위고도 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	1.02	0.96	0.84	0.47	0.24	-0.27	-0.94	-0.61	-0.46	0.00	0.48	0.89	0.22
24hr	0.84	0.56	0.18	-0.28	-0.34	-0.47	-0.82	-0.33	-0.40	0.44	0.72	0.79	0.07
36hr	0.97	0.57	0.00	-0.89	-1.29	-1.47	-1.97	-1.13	-0.98	0.19	0.64	0.94	-0.37
48hr	1.67	1.30	0.59	-0.46	-1.15	-1.82	-2.52	-1.36	-1.45	0.29	0.90	1.38	-0.22
60hr	0.80	0.27	-0.57	-1.48	-1.92	-2.52	-2.95	-1.69	-1.70	-0.18	0.53	0.75	-0.89
72hr	0.97	0.67	-0.45	-1.48	-2.22	-3.40	-4.12	-2.60	-2.51	-0.49	0.40	0.87	-1.20
96hr	0.33	-0.08	-1.42	-2.53	-2.79	-4.22	-5.23	-3.51	-3.18	-0.77	0.05	0.43	-1.91
120hr	0.16	0.27	-1.28	-2.53	-2.54	-4.57	-6.16	-4.34	-3.82	-0.71	-0.10	0.63	-2.08
144hr	-0.19	0.35	-1.52	-2.73	-2.96	-5.08	-7.45	-5.18	-4.53	-1.35	-0.71	0.70	-2.55
168hr	-1.35	-0.33	-2.55	-3.54	-4.55	-5.86	-8.37	-6.42	-5.49	-2.18	-1.82	0.14	-3.53
192hr	-2.20	-0.62	-3.03	-4.55	-5.53	-5.99	-9.06	-7.67	-5.89	-2.68	-2.57	-0.42	-4.18
216hr	-2.48	-0.40	-3.34	-5.20	-5.77	-6.25	-9.79	-8.54	-6.41	-2.97	-2.50	-0.87	-4.54
240hr	-3.01	-1.16	-4.00	-6.70	-6.62	-6.22	-10.50	-9.53	-6.86	-3.76	-2.57	-1.49	-5.20
264hr	-3.91	-2.15	-4.64	-7.89	-6.88	-6.33	-10.74	-10.45	-6.87	-4.55	-2.41	-2.63	-5.79
288hr	-4.23	-2.30	-4.97	-8.48	-6.28	-6.12	-10.59	-9.68	-8.10	-4.89	-2.10	-3.33	-5.92
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	3.97	4.08	4.19	4.36	4.37	4.19	4.56	4.44	4.26	4.12	3.86	3.83	4.18
24hr	6.27	6.75	7.38	7.55	7.82	7.84	8.29	8.00	7.60	7.38	6.64	6.27	7.32
36hr	9.34	9.90	10.87	11.38	11.91	11.86	12.69	12.45	11.74	11.01	9.70	9.44	11.02
48hr	12.28	13.34	15.00	15.59	16.06	16.39	17.23	16.76	15.62	14.95	13.06	12.68	14.91
60hr	16.25	17.18	19.54	20.71	21.35	21.70	22.35	22.43	20.72	19.46	17.10	16.56	19.61
72hr	19.69	21.94	24.59	25.85	26.69	26.98	28.20	27.91	25.60	24.27	21.52	20.35	24.47
96hr	30.10	32.25	36.45	39.26	39.33	39.96	41.43	41.93	38.56	36.96	31.94	30.04	36.52
120hr	42.04	43.97	49.62	55.95	53.80	54.70	56.72	57.83	52.41	50.65	42.96	40.67	50.11
144hr	54.50	58.45	61.83	73.90	68.75	70.38	72.70	75.40	66.10	63.58	55.40	51.97	64.41
168hr	67.92	72.27	74.43	88.40	81.74	85.88	87.49	92.33	78.61	77.97	67.81	63.44	78.19
192hr	79.12	83.82	87.78	100.82	97.73	101.15	102.69	107.33	91.70	90.34	79.55	74.90	91.41
216hr	88.08	96.28	97.55	110.50	111.11	115.63	118.27	118.51	103.19	103.75	89.45	85.98	103.19
240hr	94.98	104.58	106.20	117.22	120.84	127.27	130.46	127.09	111.98	113.58	98.35	95.05	112.30
264hr	102.01	110.21	114.67	121.37	129.51	134.24	139.65	134.39	121.51	121.78	107.06	101.40	119.82
288hr	111.42	114.99	118.89	123.90	137.18	137.86	147.37	140.26	128.01	129.62	112.08	107.15	125.73
AC	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
24hr	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
36hr	1.00	0.99	0.99	1.00	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
48hr	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
60hr	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
72hr	0.98	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.98	0.97	0.97	0.97	0.97	0.98	0.97
96hr	0.95	0.94	0.93	0.94	0.94	0.93	0.95	0.94	0.94	0.93	0.94	0.95	0.94
120hr	0.90	0.88	0.88	0.88	0.89	0.87	0.90	0.89	0.89	0.88	0.89	0.91	0.89
144hr	0.83	0.78	0.80	0.78	0.81	0.79	0.83	0.81	0.82	0.81	0.82	0.85	0.81
168hr	0.74	0.66	0.72	0.68	0.74	0.70	0.76	0.72	0.75	0.71	0.72	0.77	0.72
192hr	0.64	0.55	0.60	0.58	0.63	0.58	0.67	0.62	0.66	0.61	0.62	0.68	0.62
216hr	0.55	0.43	0.51	0.49	0.52	0.47	0.55	0.53	0.58	0.50	0.53	0.58	0.52
240hr	0.47	0.32	0.42	0.43	0.44	0.37	0.46	0.45	0.50	0.41	0.43	0.48	0.43
264hr	0.39	0.25	0.32	0.40	0.35	0.30	0.38	0.40	0.40	0.34	0.33	0.40	0.36
288hr	0.28	0.20	0.27	0.38	0.28	0.27	0.31	0.35	0.35	0.26	0.28	0.34	0.30

표 D.3.4 KIM-Global 남반구 250hPa 풍속 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.01	-0.02	-0.03	-0.03	-0.04	-0.06	-0.06	-0.05	-0.05	-0.05	-0.06	-0.05	-0.04
24hr	-0.03	-0.03	-0.04	-0.07	-0.08	-0.07	-0.06	-0.09	-0.05	-0.04	-0.06	-0.03	-0.05
36hr	-0.01	-0.03	-0.04	-0.04	-0.02	-0.05	-0.08	-0.10	-0.01	-0.03	-0.03	0.00	-0.04
48hr	-0.04	-0.05	-0.09	-0.08	-0.01	-0.07	-0.04	-0.08	-0.01	-0.03	-0.05	-0.02	-0.05
60hr	-0.04	-0.07	-0.10	-0.10	-0.03	-0.04	-0.07	-0.10	-0.02	-0.03	-0.07	-0.01	-0.06
72hr	-0.06	-0.08	-0.14	-0.11	-0.02	-0.10	-0.08	-0.12	-0.04	-0.04	-0.09	-0.02	-0.08
96hr	-0.11	-0.12	-0.28	-0.16	-0.04	-0.16	-0.09	-0.12	0.00	-0.05	-0.16	-0.08	-0.11
120hr	-0.07	-0.15	-0.41	-0.27	-0.06	-0.22	-0.07	-0.07	0.02	-0.06	-0.18	-0.11	-0.14
144hr	-0.08	-0.20	-0.49	-0.46	-0.18	-0.30	-0.06	-0.09	-0.05	-0.06	-0.19	-0.17	-0.19
168hr	-0.06	-0.24	-0.54	-0.58	-0.16	-0.32	-0.03	-0.09	-0.08	-0.07	-0.18	-0.26	-0.22
192hr	-0.12	-0.22	-0.57	-0.52	-0.08	-0.18	0.04	-0.01	0.05	-0.11	-0.22	-0.30	-0.19
216hr	-0.10	-0.22	-0.54	-0.45	0.11	-0.05	0.14	-0.07	0.17	-0.12	-0.22	-0.27	-0.13
240hr	-0.07	-0.29	-0.43	-0.51	0.29	0.11	0.21	-0.02	0.21	-0.17	-0.24	-0.24	-0.10
264hr	0.01	-0.23	-0.37	-0.48	0.15	0.13	0.21	0.12	0.18	-0.08	-0.22	-0.14	-0.06
288hr	0.09	-0.25	-0.24	-0.40	-0.01	-0.01	0.26	0.15	0.28	0.10	-0.25	0.03	-0.02
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	1.90	1.93	1.96	1.95	1.98	1.94	1.87	1.81	1.77	1.82	1.87	1.82	1.89
24hr	3.19	3.20	3.37	3.38	3.38	3.31	3.26	3.05	2.99	3.16	3.19	3.06	3.21
36hr	4.26	4.29	4.53	4.58	4.66	4.47	4.44	4.24	4.10	4.19	4.22	4.14	4.34
48hr	5.25	5.38	5.69	5.72	5.75	5.64	5.57	5.35	5.18	5.31	5.32	5.13	5.44
60hr	6.38	6.47	6.85	7.00	6.96	6.81	6.69	6.58	6.31	6.28	6.37	6.21	6.58
72hr	7.40	7.78	8.08	8.37	8.21	8.01	7.95	7.78	7.50	7.51	7.49	7.34	7.78
96hr	10.01	10.53	10.85	11.28	10.83	10.60	10.49	10.46	10.04	10.09	10.08	9.74	10.42
120hr	12.71	13.13	13.62	14.56	13.64	13.28	13.12	13.41	12.68	12.74	12.67	12.17	13.14
144hr	15.24	15.69	16.18	17.64	16.37	16.28	15.70	16.43	15.21	15.24	15.26	14.65	15.82
168hr	17.97	18.36	18.51	20.19	19.01	19.04	18.37	19.49	17.43	17.95	17.43	16.78	18.38
192hr	20.10	20.60	21.04	22.57	21.78	21.74	20.89	22.15	19.66	20.14	19.46	18.80	20.74
216hr	21.75	22.52	22.67	24.66	23.76	24.35	23.03	24.59	21.82	22.30	21.05	20.53	22.75
240hr	22.83	23.97	24.08	25.72	25.30	26.46	25.07	26.18	23.68	23.92	22.45	22.02	24.31
264hr	24.02	25.35	25.57	26.78	26.45	27.82	26.92	27.59	25.27	25.49	23.93	23.07	25.69
288hr	25.14	26.29	26.06	27.42	27.51	28.57	28.46	28.68	26.46	27.10	24.92	24.13	26.73

D.3.2 UM-Global

표 D.3.5 UM-Global 남반구 해면기압 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.02	0.02	0.02	0.08	0.07	0.10	0.10	0.12	0.10	0.04	0.04	0.01	0.06
24hr	-0.01	-0.01	0.02	0.05	0.05	0.07	0.13	0.13	0.14	0.08	0.05	-0.01	0.06
36hr	-0.03	-0.04	-0.01	0.07	0.09	0.11	0.16	0.18	0.18	0.09	0.03	-0.05	0.06
48hr	-0.02	-0.02	0.02	0.08	0.11	0.14	0.22	0.21	0.23	0.14	0.05	-0.04	0.09
60hr	-0.03	-0.06	-0.03	0.03	0.09	0.13	0.21	0.20	0.21	0.15	0.07	-0.07	0.08
72hr	-0.02	-0.05	-0.04	0.02	0.10	0.13	0.22	0.21	0.22	0.19	0.07	-0.04	0.08
96hr	-0.02	-0.08	-0.07	-0.06	0.06	0.11	0.21	0.19	0.20	0.25	0.09	-0.04	0.07
120hr	0.00	-0.09	-0.06	-0.09	0.02	0.17	0.21	0.26	0.21	0.31	0.11	-0.02	0.09
144hr	0.00	-0.11	-0.08	-0.11	-0.04	0.18	0.20	0.28	0.15	0.35	0.14	0.00	0.08
168hr	-0.04	-0.12	-0.10	-0.14	-0.15	0.21	0.17	0.25	0.07	0.40	0.25	0.00	0.07
192hr	-0.05	-0.06	-0.06	-0.18	-0.23	0.25	0.12	0.26	0.03	0.46	0.37	0.04	0.08
216hr	-0.03	0.03	0.01	-0.23	-0.26	0.37	0.05	0.24	-0.02	0.50	0.47	0.12	0.10
240hr	-0.06	0.11	-0.04	-0.24	-0.40	0.30	-0.02	0.24	-0.09	0.56	0.45	0.23	0.09
264hr	-0.08	0.29	-0.11	-0.24	-0.51	0.11	-0.11	0.24	-0.16	0.58	0.52	0.35	0.07
288hr	0.00	0.41	-0.15	-0.29	-0.51	-0.01	-0.20	0.14	-0.18	0.54	0.61	0.37	0.06
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.53	0.54	0.54	0.61	0.61	0.62	0.66	0.65	0.66	0.60	0.57	0.52	0.59
24hr	0.81	0.82	0.85	0.93	0.97	0.99	1.06	1.04	1.02	0.91	0.85	0.80	0.92
36hr	1.12	1.11	1.15	1.26	1.32	1.35	1.47	1.45	1.44	1.28	1.21	1.13	1.27
48hr	1.39	1.38	1.51	1.59	1.71	1.76	1.94	1.87	1.80	1.64	1.50	1.45	1.63
60hr	1.71	1.72	1.92	2.04	2.18	2.21	2.45	2.46	2.35	2.10	1.90	1.86	2.07
72hr	2.07	2.08	2.31	2.43	2.73	2.81	3.07	3.03	2.86	2.55	2.28	2.27	2.54
96hr	2.91	3.00	3.38	3.61	3.99	4.10	4.42	4.45	4.09	3.66	3.24	3.29	3.68
120hr	3.92	4.05	4.58	4.98	5.39	5.68	5.85	6.03	5.44	5.00	4.36	4.25	4.96
144hr	4.96	5.25	5.74	6.41	6.83	7.25	7.33	7.40	6.90	6.28	5.56	5.39	6.27
168hr	5.99	6.51	7.01	7.70	8.28	8.73	8.73	8.70	8.19	7.49	6.75	6.53	7.55
192hr	6.97	7.68	8.24	8.76	9.50	10.14	9.84	9.78	9.35	8.44	7.58	7.45	8.64
216hr	7.97	8.55	9.16	9.90	10.53	11.28	10.88	10.83	10.30	9.27	8.50	8.34	9.63
240hr	8.67	9.09	9.96	10.64	11.59	12.18	11.93	11.90	11.09	10.25	9.25	9.03	10.47
264hr	9.17	9.73	10.59	10.99	12.50	12.69	12.99	12.84	11.59	10.89	9.99	9.46	11.12
288hr	9.45	10.11	11.14	11.49	12.89	13.21	13.43	13.55	12.00	11.43	10.64	9.87	11.60

AC	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
24hr	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	0.99	1.00	1.00
36hr	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
48hr	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.98	0.99	0.98	0.98	0.98	0.99	0.99
60hr	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.97	0.97	0.97	0.98	0.98
72hr	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96
96hr	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.92	0.92	0.93	0.92	0.92	0.92	0.92	0.93
120hr	0.88	0.87	0.87	0.87	0.87	0.85	0.86	0.86	0.86	0.85	0.86	0.87	0.86
144hr	0.81	0.78	0.79	0.79	0.80	0.76	0.78	0.80	0.77	0.76	0.77	0.80	0.78
168hr	0.72	0.67	0.69	0.70	0.71	0.65	0.69	0.71	0.68	0.67	0.66	0.70	0.69
192hr	0.61	0.55	0.57	0.61	0.61	0.53	0.61	0.64	0.58	0.57	0.58	0.60	0.59
216hr	0.50	0.44	0.48	0.50	0.52	0.42	0.52	0.56	0.49	0.48	0.48	0.50	0.49
240hr	0.42	0.37	0.40	0.43	0.43	0.35	0.41	0.47	0.41	0.38	0.39	0.41	0.41
264hr	0.36	0.30	0.34	0.38	0.33	0.30	0.31	0.38	0.36	0.30	0.30	0.33	0.33
288hr	0.31	0.24	0.26	0.32	0.27	0.24	0.25	0.31	0.31	0.25	0.21	0.27	0.27

S1	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	10.63	10.70	10.58	10.58	10.77	10.47	10.61	10.54	10.75	10.36	10.45	10.74	10.60
24hr	15.45	15.39	15.41	15.63	15.97	15.97	16.32	16.01	15.98	15.17	15.09	15.67	15.67
36hr	19.50	19.50	19.53	19.73	20.25	20.58	21.18	20.93	20.63	19.46	19.56	20.14	20.08
48hr	22.98	22.76	23.49	23.31	24.36	24.60	25.88	25.38	24.71	23.42	23.09	24.02	24.00
60hr	26.79	26.52	27.42	27.44	28.79	28.91	30.52	30.30	29.33	27.57	27.12	28.43	28.26
72hr	30.33	30.12	31.27	30.85	33.04	33.54	35.11	34.83	33.80	31.38	30.87	32.49	32.30
96hr	37.57	37.83	39.61	39.21	41.99	42.60	44.06	44.00	42.75	39.46	39.02	40.99	40.76
120hr	45.62	45.44	47.55	48.17	50.19	51.92	52.24	52.29	50.93	47.68	46.86	48.43	48.94
144hr	52.54	53.01	54.77	55.85	57.87	59.38	59.76	58.88	58.53	55.25	54.39	55.31	56.29
168hr	58.99	60.75	61.89	62.11	64.56	66.10	65.44	64.79	64.91	61.13	60.85	61.89	62.78
192hr	64.24	66.91	67.98	67.71	69.65	72.29	70.34	70.04	69.29	66.06	65.28	66.64	68.04
216hr	69.26	71.29	72.28	72.48	74.26	77.16	73.71	74.23	72.95	69.62	69.00	70.81	72.26
240hr	72.15	73.56	75.56	74.71	78.09	80.01	77.15	77.23	75.57	73.20	72.24	73.76	75.27
264hr	73.53	75.85	77.86	75.73	80.85	81.49	80.06	80.18	76.58	75.68	74.57	75.99	77.36
288hr	74.66	77.14	79.17	77.98	81.45	83.45	81.67	82.21	77.88	77.45	76.33	77.00	78.87

표 D.3.6 UM-Global 남반구 850hPa 기온 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.03	-0.01	-0.05	-0.12	-0.16	-0.22	-0.22	-0.20	-0.13	-0.05	0.00	0.00	-0.09
24hr	-0.03	-0.09	-0.12	-0.18	-0.26	-0.38	-0.39	-0.34	-0.28	-0.15	-0.06	-0.05	-0.19
36hr	-0.02	-0.09	-0.14	-0.22	-0.33	-0.47	-0.47	-0.42	-0.33	-0.19	-0.06	-0.05	-0.23
48hr	-0.05	-0.14	-0.17	-0.25	-0.38	-0.54	-0.56	-0.49	-0.42	-0.25	-0.10	-0.08	-0.29
60hr	-0.05	-0.13	-0.17	-0.26	-0.39	-0.58	-0.58	-0.53	-0.45	-0.26	-0.11	-0.10	-0.30
72hr	-0.07	-0.16	-0.20	-0.27	-0.42	-0.62	-0.63	-0.57	-0.51	-0.29	-0.14	-0.13	-0.33
96hr	-0.09	-0.18	-0.20	-0.27	-0.42	-0.65	-0.66	-0.60	-0.54	-0.32	-0.17	-0.15	-0.35
120hr	-0.11	-0.20	-0.19	-0.26	-0.40	-0.62	-0.66	-0.62	-0.53	-0.33	-0.20	-0.17	-0.36
144hr	-0.13	-0.21	-0.20	-0.24	-0.34	-0.59	-0.65	-0.63	-0.53	-0.35	-0.22	-0.19	-0.36
168hr	-0.18	-0.19	-0.21	-0.19	-0.30	-0.55	-0.65	-0.62	-0.54	-0.35	-0.22	-0.22	-0.35
192hr	-0.23	-0.16	-0.22	-0.15	-0.26	-0.47	-0.60	-0.60	-0.53	-0.37	-0.23	-0.21	-0.34
216hr	-0.25	-0.09	-0.24	-0.09	-0.19	-0.45	-0.62	-0.56	-0.50	-0.40	-0.26	-0.20	-0.32
240hr	-0.29	-0.07	-0.23	-0.03	-0.11	-0.40	-0.63	-0.56	-0.49	-0.43	-0.25	-0.22	-0.31
264hr	-0.28	-0.06	-0.21	0.00	-0.05	-0.36	-0.61	-0.58	-0.47	-0.47	-0.23	-0.24	-0.30
288hr	-0.29	-0.09	-0.17	0.01	0.01	-0.32	-0.57	-0.57	-0.46	-0.49	-0.22	-0.26	-0.28
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.51	0.52	0.57	0.62	0.63	0.63	0.62	0.61	0.60	0.55	0.52	0.52	0.58
24hr	0.75	0.77	0.85	0.91	0.96	0.99	0.99	0.95	0.94	0.84	0.77	0.75	0.87
36hr	0.96	0.99	1.07	1.13	1.21	1.28	1.26	1.24	1.21	1.06	0.99	0.99	1.12
48hr	1.14	1.16	1.26	1.32	1.43	1.51	1.52	1.48	1.45	1.28	1.18	1.16	1.32
60hr	1.31	1.33	1.45	1.53	1.64	1.70	1.74	1.74	1.71	1.49	1.36	1.37	1.53
72hr	1.47	1.48	1.64	1.72	1.84	1.94	1.98	1.96	1.95	1.69	1.54	1.54	1.73
96hr	1.84	1.88	2.07	2.20	2.31	2.44	2.51	2.45	2.46	2.16	1.94	1.91	2.18
120hr	2.24	2.31	2.46	2.70	2.79	3.01	3.01	2.98	2.93	2.63	2.35	2.33	2.64
144hr	2.68	2.81	2.93	3.19	3.25	3.48	3.50	3.49	3.44	3.14	2.79	2.72	3.12
168hr	3.09	3.33	3.42	3.66	3.73	3.87	4.04	3.95	3.94	3.63	3.31	3.16	3.59
192hr	3.51	3.81	3.89	4.10	4.11	4.35	4.40	4.36	4.34	4.05	3.76	3.52	4.02
216hr	3.88	4.22	4.32	4.47	4.46	4.72	4.69	4.73	4.69	4.40	4.07	3.79	4.37
240hr	4.14	4.52	4.64	4.76	4.83	4.97	4.99	5.07	4.98	4.74	4.25	4.04	4.66
264hr	4.25	4.70	4.85	4.91	5.11	5.18	5.34	5.47	5.21	4.93	4.51	4.30	4.90
288hr	4.45	4.86	5.11	5.11	5.35	5.31	5.48	5.65	5.34	5.12	4.78	4.49	5.09
AC	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
24hr	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.97	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
36hr	0.96	0.97	0.96	0.96	0.96	0.96	0.97	0.97	0.96	0.97	0.96	0.96	0.96
48hr	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.94	0.95	0.96	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
60hr	0.93	0.94	0.93	0.93	0.93	0.92	0.93	0.94	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93
72hr	0.92	0.92	0.91	0.91	0.91	0.90	0.91	0.92	0.90	0.91	0.91	0.91	0.91
96hr	0.87	0.88	0.86	0.86	0.86	0.83	0.85	0.87	0.84	0.86	0.86	0.86	0.86
120hr	0.80	0.82	0.80	0.78	0.79	0.73	0.79	0.81	0.77	0.78	0.79	0.80	0.79
144hr	0.72	0.73	0.71	0.69	0.71	0.63	0.70	0.74	0.68	0.69	0.70	0.72	0.70
168hr	0.63	0.61	0.61	0.59	0.62	0.54	0.60	0.66	0.59	0.59	0.59	0.63	0.60
192hr	0.53	0.50	0.50	0.49	0.55	0.43	0.52	0.57	0.51	0.50	0.48	0.53	0.51
216hr	0.44	0.39	0.39	0.40	0.46	0.34	0.46	0.50	0.42	0.42	0.39	0.46	0.42
240hr	0.36	0.30	0.30	0.32	0.36	0.28	0.38	0.41	0.35	0.33	0.33	0.40	0.34
264hr	0.32	0.24	0.25	0.29	0.28	0.22	0.29	0.31	0.29	0.28	0.26	0.33	0.28
288hr	0.26	0.18	0.17	0.23	0.22	0.17	0.25	0.25	0.25	0.24	0.19	0.28	0.22

표 D.3.7 UM-Global 남반구 500hPa 지위고도 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.05	-0.16	-0.12	-0.05	-0.04	-0.41	-0.55	0.08	0.23	0.01	-0.02	-0.09	-0.10
24hr	-0.61	-0.76	-0.75	-0.76	-1.10	-1.90	-1.66	-0.86	-0.69	-0.52	-0.44	-0.59	-0.89
36hr	-0.80	-1.03	-0.95	-0.84	-0.95	-1.93	-1.86	-0.58	-0.42	-0.31	-0.66	-0.81	-0.93
48hr	-0.69	-1.02	-1.01	-0.94	-1.37	-2.36	-2.11	-0.85	-0.82	-0.44	-0.55	-0.87	-1.09
60hr	-0.76	-1.24	-1.24	-1.22	-1.44	-2.41	-2.30	-0.78	-0.61	-0.10	-0.31	-1.06	-1.12
72hr	-0.71	-1.28	-1.58	-1.50	-1.74	-2.65	-2.76	-1.13	-1.12	-0.01	-0.16	-0.83	-1.29
96hr	-0.72	-1.42	-1.66	-1.94	-1.90	-2.93	-3.04	-1.26	-1.25	0.64	0.22	-0.44	-1.31
120hr	-0.52	-1.39	-1.25	-1.82	-1.67	-2.25	-2.97	-0.78	-0.90	1.10	0.41	0.01	-1.00
144hr	-0.65	-1.39	-1.22	-1.66	-1.60	-1.61	-2.77	-0.60	-1.01	1.32	0.66	0.27	-0.85
168hr	-1.08	-0.76	-1.45	-1.58	-2.06	-0.91	-2.23	-0.66	-1.16	1.69	1.37	0.50	-0.69
192hr	-1.16	0.40	-1.28	-1.33	-1.85	-0.09	-1.47	-0.15	-1.08	1.89	2.24	1.17	-0.23
216hr	-1.18	1.82	-0.78	-0.96	-1.57	1.41	-1.14	0.31	-0.49	1.78	2.96	1.87	0.34
240hr	-1.27	2.60	-0.65	-0.81	-1.95	1.76	-1.15	0.30	-0.43	1.53	3.20	2.34	0.45
264hr	-1.42	3.84	-0.23	-0.83	-1.91	1.03	-1.17	-0.03	-0.31	0.99	4.07	2.45	0.54
288hr	-0.91	3.89	0.66	-0.93	-1.06	0.80	-1.31	-0.59	-0.12	0.70	4.98	2.01	0.68
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	4.64	4.53	4.57	4.74	4.93	4.94	5.49	5.38	5.36	4.96	4.81	4.52	4.91
24hr	7.28	7.34	7.60	8.04	8.50	8.71	9.22	9.02	8.76	8.14	7.69	7.39	8.14
36hr	10.53	10.60	11.01	11.74	12.02	12.33	13.46	13.39	13.06	11.97	11.44	10.90	11.87
48hr	13.57	13.29	14.65	15.52	16.06	16.76	18.34	17.40	17.06	15.72	14.55	14.45	15.62
60hr	17.19	17.11	19.36	20.49	20.68	21.04	23.17	23.09	22.55	20.49	18.67	18.74	20.21
72hr	21.18	21.09	23.55	25.13	25.88	26.82	29.48	28.40	27.74	24.99	22.71	23.42	25.03
96hr	31.07	31.61	34.88	37.85	38.93	40.10	43.49	42.63	40.30	36.38	32.81	33.72	36.98
120hr	42.93	43.66	47.73	53.07	54.23	57.14	58.39	58.38	54.35	50.22	44.11	44.43	50.72
144hr	55.29	57.77	60.93	69.77	70.46	75.13	73.84	73.78	69.68	64.19	57.57	56.44	65.40
168hr	67.63	72.52	75.10	85.64	88.07	90.90	90.36	87.92	82.90	79.33	72.64	69.93	80.24
192hr	79.26	86.06	90.10	99.33	103.12	106.57	103.96	100.56	96.04	91.48	84.24	82.20	93.58
216hr	90.68	97.73	103.18	114.47	115.80	120.67	115.71	112.91	107.85	101.64	94.71	91.75	105.59
240hr	99.82	106.46	113.79	124.16	128.56	131.24	128.44	125.83	117.80	113.48	103.11	99.70	116.03
264hr	107.18	115.20	121.32	129.29	140.22	138.30	142.00	137.92	125.19	121.35	114.40	105.18	124.80
288hr	112.75	120.02	130.20	134.98	146.23	142.71	148.22	146.56	131.70	126.60	124.39	110.31	131.22
AC	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
24hr	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
36hr	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
48hr	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
60hr	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
72hr	0.98	0.97	0.97	0.98	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97
96hr	0.95	0.94	0.94	0.95	0.94	0.93	0.94	0.94	0.93	0.94	0.94	0.94	0.94
120hr	0.90	0.89	0.89	0.89	0.88	0.86	0.89	0.89	0.88	0.88	0.89	0.89	0.89
144hr	0.83	0.80	0.82	0.81	0.81	0.77	0.83	0.83	0.81	0.81	0.82	0.82	0.81
168hr	0.74	0.69	0.73	0.72	0.71	0.67	0.74	0.75	0.73	0.71	0.71	0.73	0.72
192hr	0.64	0.57	0.61	0.62	0.60	0.54	0.66	0.67	0.64	0.62	0.62	0.63	0.62
216hr	0.54	0.45	0.50	0.51	0.50	0.42	0.58	0.58	0.54	0.52	0.52	0.54	0.52
240hr	0.45	0.35	0.40	0.43	0.39	0.33	0.47	0.49	0.45	0.42	0.44	0.45	0.42
264hr	0.36	0.25	0.33	0.37	0.28	0.27	0.35	0.38	0.38	0.34	0.33	0.38	0.33
288hr	0.29	0.19	0.23	0.31	0.21	0.22	0.29	0.30	0.31	0.29	0.22	0.32	0.27

표 D.3.8 UM-Global 남반구 250hPa 풍속 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.06	-0.08	-0.09	-0.04	-0.04	-0.01	-0.01	-0.02	-0.02	-0.03	-0.01	-0.03	-0.04
24hr	-0.07	-0.12	-0.11	-0.10	-0.09	-0.05	-0.03	-0.04	-0.01	-0.03	-0.05	-0.09	-0.06
36hr	-0.07	-0.14	-0.13	-0.13	-0.11	-0.07	-0.06	-0.09	-0.03	-0.05	-0.07	-0.07	-0.08
48hr	-0.09	-0.14	-0.14	-0.14	-0.12	-0.07	-0.07	-0.06	0.00	0.02	-0.04	-0.11	-0.08
60hr	-0.11	-0.14	-0.18	-0.16	-0.11	-0.11	-0.09	-0.05	0.00	0.01	-0.07	-0.08	-0.09
72hr	-0.09	-0.17	-0.18	-0.16	-0.13	-0.11	-0.07	-0.07	0.06	0.04	-0.03	-0.05	-0.08
96hr	-0.09	-0.18	-0.26	-0.15	-0.08	-0.21	-0.12	-0.08	0.10	-0.02	-0.02	0.00	-0.09
120hr	-0.11	-0.16	-0.31	-0.18	-0.09	-0.30	-0.14	-0.07	0.16	-0.04	-0.01	0.03	-0.10
144hr	-0.14	-0.14	-0.36	-0.32	-0.09	-0.36	-0.15	-0.04	0.16	-0.13	-0.04	0.04	-0.13
168hr	-0.10	-0.12	-0.40	-0.33	-0.10	-0.42	-0.11	-0.05	0.24	-0.15	-0.13	0.02	-0.14
192hr	-0.02	-0.17	-0.31	-0.34	-0.13	-0.45	-0.13	-0.23	0.30	-0.22	-0.10	0.03	-0.15
216hr	0.08	-0.39	-0.13	-0.31	-0.09	-0.52	0.04	-0.31	0.37	-0.18	-0.04	-0.09	-0.13
240hr	0.07	-0.50	-0.10	-0.40	-0.14	-0.44	0.00	-0.37	0.46	-0.13	-0.02	-0.10	-0.14
264hr	-0.01	-0.58	-0.13	-0.45	-0.20	-0.47	-0.18	-0.55	0.37	-0.11	-0.03	0.00	-0.20
288hr	-0.08	-0.58	-0.13	-0.52	-0.13	-0.55	-0.24	-0.53	0.35	0.05	0.06	-0.05	-0.20
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	2.21	2.22	2.20	2.25	2.30	2.17	2.18	2.08	2.07	2.15	2.13	2.12	2.17
24hr	3.58	3.54	3.56	3.73	3.81	3.67	3.62	3.48	3.39	3.55	3.50	3.48	3.57
36hr	4.74	4.76	4.81	4.96	5.05	4.84	4.84	4.71	4.57	4.72	4.71	4.68	4.78
48hr	5.79	5.83	5.89	6.08	6.29	5.97	6.05	5.84	5.71	5.84	5.81	5.82	5.91
60hr	6.95	7.07	7.19	7.31	7.49	7.07	7.23	7.05	6.97	7.03	6.90	6.98	7.10
72hr	8.08	8.20	8.32	8.53	8.68	8.32	8.53	8.26	8.20	8.17	8.08	8.18	8.30
96hr	10.57	10.89	10.98	11.26	11.40	11.07	11.29	10.97	10.90	10.42	10.71	10.69	10.93
120hr	13.11	13.61	13.88	14.52	14.35	14.13	14.12	13.71	13.67	13.03	13.19	13.19	13.71
144hr	15.80	16.53	16.64	17.54	17.35	17.16	16.66	16.38	16.49	15.90	15.96	15.84	16.52
168hr	18.40	19.48	19.27	20.41	20.58	20.05	19.26	19.34	19.02	18.85	18.79	18.42	19.32
192hr	20.63	22.01	22.08	23.29	23.00	22.89	22.00	22.04	21.51	21.06	20.85	20.42	21.82
216hr	22.59	24.23	24.50	25.48	25.33	25.46	24.35	24.15	23.60	22.95	22.66	22.19	23.96
240hr	23.94	25.45	26.27	26.93	26.99	27.33	26.27	25.83	25.47	24.91	23.86	23.71	25.58
264hr	24.51	26.43	27.58	27.82	28.50	28.40	27.91	27.56	26.62	26.06	25.28	24.69	26.78
288hr	25.20	27.30	28.67	28.83	29.71	29.16	28.90	29.18	27.60	27.19	26.67	25.18	27.80

D.4 남반구 관측검증

D.4.1 KIM-Global

표 D.4.1 KIM-Global 남반구 850hPa 기온 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.31	-0.38	-0.40	-0.47	-0.46	-0.36	-0.44	-0.40	-0.22	-0.16	-0.09	-0.12	-0.32
24hr	-0.34	-0.47	-0.45	-0.51	-0.52	-0.40	-0.49	-0.43	-0.21	-0.20	-0.13	-0.15	-0.36
36hr	-0.33	-0.50	-0.48	-0.60	-0.59	-0.48	-0.58	-0.51	-0.25	-0.14	-0.09	-0.12	-0.39
48hr	-0.34	-0.49	-0.46	-0.61	-0.60	-0.51	-0.61	-0.53	-0.23	-0.14	-0.12	-0.10	-0.39
60hr	-0.36	-0.52	-0.50	-0.64	-0.65	-0.56	-0.65	-0.63	-0.27	-0.07	-0.11	-0.07	-0.42
72hr	-0.35	-0.53	-0.52	-0.63	-0.67	-0.60	-0.75	-0.65	-0.37	-0.15	-0.17	-0.09	-0.46
96hr	-0.35	-0.56	-0.63	-0.64	-0.74	-0.64	-0.75	-0.72	-0.45	-0.20	-0.21	-0.05	-0.49
120hr	-0.43	-0.75	-0.58	-0.74	-0.76	-0.72	-0.88	-0.94	-0.58	-0.21	-0.34	-0.09	-0.58
144hr	-0.43	-0.76	-0.50	-0.64	-0.74	-0.76	-0.82	-1.11	-0.57	-0.14	-0.42	-0.21	-0.59
168hr	-0.36	-0.77	-0.58	-0.80	-0.70	-0.73	-0.87	-1.14	-0.42	-0.25	-0.38	-0.09	-0.59
192hr	-0.42	-0.73	-0.66	-0.69	-0.65	-0.80	-0.74	-1.24	-0.57	-0.40	-0.34	0.01	-0.60
216hr	-0.62	-0.87	-0.70	-0.67	-0.44	-0.87	-0.64	-1.42	-0.62	-0.40	-0.38	0.10	-0.63
240hr	-0.66	-0.75	-0.72	-0.54	-0.45	-0.85	-0.36	-1.32	-0.58	-0.67	-0.36	-0.04	-0.61
264hr	-0.77	-0.74	-0.78	-0.52	-0.50	-0.92	-0.37	-1.05	-0.51	-0.72	-0.45	-0.20	-0.63
288hr	-0.72	-0.67	-0.74	-0.33	-0.48	-0.96	-0.39	-1.16	-0.36	-0.69	-0.29	-0.08	-0.57
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	1.27	1.24	1.26	1.39	1.39	1.38	1.42	1.37	1.41	1.30	1.23	1.20	1.32
24hr	1.32	1.26	1.38	1.50	1.50	1.41	1.53	1.46	1.48	1.42	1.28	1.29	1.40
36hr	1.42	1.37	1.42	1.61	1.60	1.55	1.68	1.56	1.57	1.50	1.38	1.37	1.50
48hr	1.50	1.42	1.53	1.66	1.70	1.67	1.75	1.64	1.71	1.59	1.49	1.42	1.59
60hr	1.56	1.57	1.70	1.75	1.80	1.72	1.92	1.77	1.84	1.67	1.58	1.54	1.70
72hr	1.61	1.69	1.77	1.88	1.87	1.88	2.02	1.92	1.96	1.82	1.69	1.66	1.81
96hr	1.78	1.94	2.05	2.20	2.20	2.15	2.38	2.27	2.25	2.18	2.06	1.83	2.11
120hr	2.14	2.25	2.33	2.46	2.55	2.40	2.91	2.69	2.78	2.61	2.47	2.26	2.49
144hr	2.45	2.42	2.73	2.86	2.90	2.93	3.32	3.22	3.39	3.02	2.76	2.72	2.89
168hr	2.76	3.05	2.97	3.35	3.42	3.35	4.01	3.73	3.73	3.53	3.24	3.00	3.35
192hr	3.10	3.57	3.38	3.67	3.70	4.06	4.47	4.44	4.18	4.05	3.70	3.29	3.80
216hr	3.57	3.89	3.60	4.18	4.39	4.44	4.82	5.10	4.81	4.51	4.12	3.65	4.26
240hr	3.58	4.17	3.88	4.41	4.72	4.76	5.16	5.23	5.31	5.00	4.11	4.25	4.55
264hr	3.75	4.23	4.40	4.56	4.75	4.93	5.59	5.53	5.75	5.17	4.33	4.18	4.76
288hr	4.08	4.20	4.70	4.80	4.86	5.09	5.74	5.97	5.68	5.57	4.44	4.41	4.96

표 D.4.2 KIM-Global 남반구 500hPa 지위고도 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-3.89	-3.70	-3.54	-3.03	-2.61	-1.51	-2.61	-1.68	-0.47	-0.19	-0.57	-1.29	-2.09
24hr	-3.41	-3.44	-3.33	-2.77	-2.17	-0.52	-1.45	-0.50	0.83	0.90	0.49	-0.76	-1.35
36hr	-2.70	-2.65	-3.14	-3.15	-2.71	-1.15	-2.43	-1.06	0.45	0.66	1.07	-0.45	-1.44
48hr	-2.11	-1.82	-1.99	-2.14	-1.90	-0.51	-1.53	-0.25	0.77	0.78	1.36	0.03	-0.78
60hr	-2.79	-2.51	-2.64	-2.14	-3.12	-1.42	-2.09	-2.05	0.38	0.78	1.48	0.12	-1.33
72hr	-2.39	-2.47	-2.06	-1.35	-2.60	-1.83	-3.31	-3.23	-0.81	0.23	0.73	-0.02	-1.59
96hr	-2.57	-3.96	-3.25	-4.17	-4.24	-3.66	-5.40	-5.31	-2.34	-1.91	-0.13	-1.17	-3.18
120hr	-2.40	-6.43	-1.39	-4.75	-4.83	-7.29	-7.26	-5.53	-2.34	-1.61	-1.01	-2.56	-3.95
144hr	-3.32	-8.48	-2.04	-4.75	-1.60	-9.56	-8.45	-5.43	-0.73	-0.24	-1.69	-1.93	-4.02
168hr	-2.34	-7.96	-3.68	-3.26	-0.93	-10.90	-10.39	-6.50	-1.94	-3.68	-1.85	0.24	-4.43
192hr	-4.13	-7.44	-5.97	-2.69	-0.17	-12.35	-8.79	-8.37	-4.58	-8.21	-1.95	2.34	-5.19
216hr	-4.92	-7.11	-4.99	-2.28	-1.11	-11.86	-8.62	-11.59	-1.69	-8.38	-1.02	0.94	-5.22
240hr	-5.66	-7.84	-8.96	-3.52	-0.09	-8.18	-9.41	-15.21	0.99	-12.96	-2.20	-2.28	-6.28
264hr	-5.67	-9.43	-10.43	-6.33	-2.32	-7.94	-12.23	-17.17	0.57	-16.89	-1.97	-2.14	-7.66
288hr	-5.68	-9.04	-9.78	-3.26	1.66	-1.14	-11.56	-17.31	2.76	-20.92	-1.04	-2.08	-6.45
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	10.71	11.57	10.65	10.71	11.14	9.35	10.69	11.34	11.24	10.98	11.21	10.22	10.82
24hr	10.70	12.02	11.27	11.12	12.36	10.67	11.64	12.16	12.13	11.93	11.53	10.93	11.54
36hr	12.05	13.57	12.59	13.04	13.73	12.54	13.75	14.49	13.66	13.46	13.23	12.77	13.24
48hr	13.32	15.04	13.68	14.56	15.16	15.16	16.66	16.46	15.63	15.21	13.92	14.45	14.94
60hr	15.18	16.37	15.72	16.47	17.25	18.28	19.66	19.04	18.83	18.16	15.87	16.27	17.26
72hr	17.79	18.50	18.69	19.21	20.42	22.02	23.29	22.37	22.73	21.26	19.24	18.55	20.34
96hr	24.01	24.24	24.21	27.54	28.37	27.85	34.55	30.80	32.40	30.53	25.90	25.11	27.96
120hr	31.95	30.30	33.83	36.88	38.48	35.82	45.90	41.88	41.88	38.06	33.61	32.12	36.73
144hr	38.55	40.51	42.69	49.92	45.14	47.66	61.15	56.43	50.87	47.30	41.68	40.49	46.87
168hr	47.47	50.85	50.71	60.02	55.00	61.03	73.01	70.06	58.49	56.25	47.66	47.23	56.48
192hr	54.43	60.00	59.37	66.97	70.22	72.31	83.04	79.37	69.55	69.26	60.93	53.72	66.60
216hr	61.16	66.26	63.06	74.91	85.39	79.68	95.12	84.96	80.56	80.78	62.45	62.15	74.71
240hr	63.01	72.77	70.64	79.34	86.83	83.07	100.98	96.06	86.11	88.19	69.51	74.50	80.92
264hr	69.11	74.18	77.41	88.55	92.74	92.10	112.79	104.12	92.05	95.79	76.73	76.31	87.66
288hr	74.66	77.49	81.35	89.09	100.08	99.59	116.58	107.63	98.11	104.69	82.66	82.64	92.88

표 D.4.3 KIM-Global 남반구 250hPa 풍속 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.49	-0.19	-0.37	-0.23	-0.53	-0.43	-0.69	-0.14	-0.23	-0.48	-0.44	-0.54	-0.40
24hr	-0.62	-0.03	-0.37	-0.25	-0.65	-0.45	-0.72	-0.27	-0.19	-0.44	-0.40	-0.53	-0.41
36hr	-0.50	-0.12	-0.37	-0.27	-0.81	-0.43	-0.75	-0.46	-0.14	-0.36	-0.40	-0.57	-0.43
48hr	-0.54	0.01	-0.32	-0.23	-0.91	-0.49	-0.68	-0.54	-0.14	-0.29	-0.62	-0.60	-0.44
60hr	-0.49	-0.19	-0.42	-0.21	-1.07	-0.75	-0.68	-0.49	-0.11	-0.40	-0.46	-0.65	-0.49
72hr	-0.55	0.02	-0.32	-0.25	-1.22	-1.05	-0.75	-0.37	-0.01	-0.54	-0.41	-1.05	-0.54
96hr	-0.41	0.17	-0.60	-0.54	-1.30	-1.40	-0.78	-0.31	0.36	-0.78	-0.53	-0.80	-0.58
120hr	-0.62	0.33	-0.65	-0.62	-1.35	-1.69	-0.66	0.03	0.55	-1.12	-0.45	-0.46	-0.56
144hr	-0.87	0.25	-0.96	-0.23	-0.85	-2.05	-1.18	0.02	0.38	-0.67	-0.27	-0.13	-0.55
168hr	-0.73	0.61	-0.65	-0.87	-0.38	-1.90	-0.82	-0.28	0.04	-0.04	-0.35	-0.16	-0.46
192hr	-0.05	0.81	-1.21	-1.20	0.51	-2.10	-0.99	-0.45	-0.06	0.03	-0.31	-0.73	-0.48
216hr	-0.40	0.78	-1.43	-0.87	0.44	-1.44	-1.23	0.64	0.77	0.24	-0.22	-0.18	-0.24
240hr	-0.64	1.42	-1.12	-1.12	0.92	-1.56	-1.45	0.93	0.68	0.44	-0.41	-0.23	-0.18
264hr	0.10	0.88	-1.03	-0.06	0.41	-1.82	-2.32	1.86	-0.06	0.48	-0.27	0.10	-0.15
288hr	-0.30	0.38	-1.01	-0.41	0.23	-1.85	-1.66	1.23	-0.94	1.15	-0.38	-0.24	-0.32
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	4.70	4.65	4.66	5.28	4.68	5.02	4.72	4.81	4.98	5.00	5.00	4.88	4.86
24hr	4.91	5.27	5.04	6.02	5.21	5.65	5.39	5.37	5.50	5.67	5.44	5.45	5.41
36hr	5.53	5.87	5.41	6.66	5.82	6.21	6.12	6.16	6.01	6.16	6.06	6.07	6.01
48hr	5.83	6.69	6.08	7.51	6.43	6.87	6.86	6.84	6.95	7.02	6.71	6.66	6.71
60hr	6.51	7.49	6.70	7.78	7.38	7.71	7.57	7.26	7.45	7.59	7.36	7.51	7.36
72hr	6.93	8.44	7.52	8.86	7.96	8.64	8.61	8.28	8.58	8.39	8.24	8.23	8.22
96hr	8.75	10.00	8.56	10.50	10.26	10.93	10.60	10.15	10.96	10.40	9.98	9.85	10.08
120hr	10.55	12.29	10.35	12.10	12.44	13.28	12.66	12.77	12.54	12.47	11.79	12.02	12.11
144hr	12.43	13.65	12.94	14.11	15.48	16.14	15.21	15.79	14.82	14.84	13.58	14.52	14.46
168hr	14.10	17.18	14.96	16.61	18.29	18.45	18.31	18.72	17.88	17.44	15.55	16.06	16.96
192hr	16.46	18.81	16.23	20.19	20.20	21.00	21.87	21.79	19.48	19.69	17.92	17.69	19.28
216hr	17.67	19.74	17.80	22.77	21.53	24.15	24.33	26.00	22.69	22.16	18.41	18.78	21.34
240hr	18.56	22.09	19.06	24.69	23.70	25.09	24.57	28.25	25.01	23.81	19.85	21.15	22.99
264hr	19.99	22.50	21.05	25.61	24.54	27.00	27.18	30.26	25.96	24.75	21.05	22.00	24.33
288hr	20.70	22.74	22.87	26.65	24.81	27.88	29.21	29.05	26.56	25.24	22.57	24.19	25.20

D.4.2 UM-Global

표 D.4.4 UM-Global 남반구 850hPa 기온 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.13	0.05	-0.09	-0.14	-0.15	-0.11	-0.15	-0.15	-0.18	0.00	0.04	0.07	-0.06
24hr	0.09	0.01	-0.13	-0.25	-0.27	-0.24	-0.32	-0.28	-0.32	-0.08	-0.01	0.04	-0.15
36hr	0.13	0.03	-0.07	-0.25	-0.27	-0.34	-0.35	-0.32	-0.26	-0.03	0.02	0.07	-0.14
48hr	0.18	-0.01	-0.10	-0.27	-0.32	-0.34	-0.49	-0.39	-0.36	-0.07	0.02	0.03	-0.18
60hr	0.19	0.05	-0.11	-0.25	-0.32	-0.31	-0.45	-0.41	-0.28	-0.07	-0.04	0.01	-0.17
72hr	0.20	0.06	-0.12	-0.25	-0.32	-0.34	-0.54	-0.43	-0.31	-0.07	-0.11	0.03	-0.18
96hr	0.15	0.04	-0.11	-0.23	-0.28	-0.42	-0.55	-0.53	-0.35	-0.16	-0.14	-0.04	-0.22
120hr	0.20	-0.02	-0.09	-0.27	-0.22	-0.27	-0.58	-0.61	-0.23	-0.13	-0.20	-0.05	-0.21
144hr	0.11	0.01	-0.09	-0.18	-0.02	-0.09	-0.43	-0.73	-0.16	-0.11	-0.17	0.02	-0.16
168hr	-0.01	0.09	-0.12	-0.03	0.04	-0.01	-0.47	-0.66	0.13	-0.06	-0.16	0.04	-0.10
192hr	-0.16	0.23	-0.11	-0.09	0.03	0.09	-0.54	-0.68	0.17	-0.02	-0.07	0.11	-0.09
216hr	-0.27	0.11	-0.24	-0.12	0.19	0.09	-0.57	-0.66	0.12	-0.20	-0.32	0.10	-0.15
240hr	-0.33	0.05	-0.24	-0.11	0.29	-0.19	-0.19	-0.92	0.14	-0.41	-0.37	0.06	-0.18
264hr	-0.45	0.03	-0.42	-0.21	0.41	-0.27	-0.21	-1.12	0.00	-0.51	-0.35	0.03	-0.26
288hr	-0.50	-0.02	-0.43	-0.28	0.42	-0.04	-0.09	-0.75	-0.09	-0.63	-0.20	0.20	-0.20
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	1.25	1.16	1.24	1.26	1.27	1.25	1.29	1.27	1.38	1.28	1.24	1.26	1.26
24hr	1.32	1.27	1.36	1.40	1.35	1.32	1.37	1.43	1.50	1.39	1.30	1.35	1.36
36hr	1.37	1.32	1.45	1.48	1.48	1.44	1.53	1.49	1.62	1.49	1.42	1.40	1.46
48hr	1.48	1.38	1.51	1.56	1.59	1.53	1.66	1.62	1.74	1.59	1.52	1.47	1.55
60hr	1.56	1.52	1.63	1.69	1.70	1.68	1.78	1.76	1.84	1.77	1.60	1.63	1.68
72hr	1.67	1.63	1.71	1.77	1.78	1.81	1.98	1.88	1.97	1.94	1.72	1.78	1.80
96hr	1.91	1.98	2.09	1.97	2.17	2.20	2.55	2.19	2.47	2.35	2.12	2.05	2.17
120hr	2.20	2.41	2.48	2.45	2.48	2.49	2.99	2.59	2.93	2.65	2.48	2.40	2.55
144hr	2.53	2.80	2.76	2.71	2.94	2.85	3.24	3.19	3.53	3.21	2.74	2.77	2.94
168hr	2.97	3.08	2.96	3.32	3.56	3.36	3.96	3.63	4.09	3.67	3.23	3.34	3.43
192hr	3.26	3.65	3.57	3.86	4.03	3.96	4.57	4.10	4.68	4.15	3.68	3.55	3.92
216hr	3.50	4.13	3.97	4.12	4.32	4.41	5.02	4.67	5.13	4.76	4.16	3.96	4.35
240hr	3.76	4.38	4.37	4.29	4.57	4.70	5.32	5.25	5.57	5.02	4.35	4.20	4.65
264hr	4.13	4.46	4.72	4.64	4.86	4.91	5.51	5.50	5.73	5.12	4.56	4.57	4.89
288hr	4.33	4.56	4.82	4.97	5.22	4.98	5.63	6.08	5.77	5.41	4.78	4.71	5.11

표 D.4.5 UM-Global 남반구 500hPa 지위고도 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-3.62	-2.72	-2.14	-2.05	-2.90	-3.32	-3.69	-3.68	-3.46	-2.80	-3.16	-3.27	-3.07
24hr	-3.31	-2.19	-2.08	-2.21	-3.28	-3.75	-4.54	-4.01	-3.94	-2.91	-2.98	-2.97	-3.18
36hr	-4.05	-2.50	-2.57	-2.17	-3.04	-3.48	-4.64	-3.76	-4.04	-3.05	-3.16	-4.05	-3.38
48hr	-3.79	-2.42	-3.01	-2.23	-3.09	-2.19	-4.99	-3.76	-4.55	-3.39	-2.65	-3.76	-3.32
60hr	-3.66	-3.11	-3.37	-2.61	-3.79	-3.65	-5.73	-4.19	-4.70	-2.81	-3.30	-4.44	-3.78
72hr	-3.76	-3.29	-4.55	-1.86	-4.10	-3.00	-5.93	-5.20	-4.48	-3.31	-3.35	-3.80	-3.89
96hr	-4.28	-6.06	-6.66	-2.64	-6.05	-4.36	-8.34	-7.41	-3.37	-3.25	-4.21	-3.72	-5.03
120hr	-2.26	-6.77	-5.86	-3.85	-6.11	-4.23	-6.79	-8.26	-1.18	-2.69	-3.61	-4.04	-4.64
144hr	-2.99	-7.74	-7.40	-3.25	-6.11	-5.31	-10.87	-7.37	1.11	-3.85	-3.18	-4.21	-5.10
168hr	-5.65	-7.93	-8.97	-0.90	-8.41	-5.94	-14.95	-7.28	2.43	-3.80	-3.14	-2.07	-5.55
192hr	-7.48	-8.26	-9.72	-2.22	-8.41	-10.31	-16.04	-6.54	5.15	-6.33	-3.40	-2.49	-6.34
216hr	-8.45	-7.92	-11.96	-3.79	-3.04	-12.79	-16.13	-6.62	1.76	-9.25	-5.21	-1.39	-7.07
240hr	-8.98	-9.20	-10.33	-4.05	-1.82	-11.64	-15.91	-7.84	3.81	-12.33	-3.50	-3.19	-7.08
264hr	-13.15	-8.61	-9.65	-6.17	-0.75	-9.01	-14.07	-7.90	6.98	-13.86	-2.19	-5.82	-7.02
288hr	-12.17	-9.39	-12.39	-2.49	-1.63	-4.99	-12.17	-5.55	5.26	-19.21	1.95	-4.04	-6.40
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	9.40	9.16	9.09	8.69	9.60	9.10	10.60	10.43	10.77	9.82	10.02	9.79	9.71
24hr	9.89	10.15	10.55	9.81	11.17	10.75	12.45	11.99	12.59	11.17	11.37	10.87	11.06
36hr	11.81	11.57	11.79	11.44	12.63	12.83	14.67	14.32	14.51	13.07	13.17	12.71	12.88
48hr	13.10	13.61	13.26	13.71	15.10	14.26	17.28	16.73	16.66	14.84	15.00	14.49	14.84
60hr	14.84	15.25	15.78	16.25	17.99	16.63	19.52	19.50	18.79	17.87	16.99	16.47	17.16
72hr	17.09	18.08	18.57	20.27	20.86	20.57	23.08	23.82	22.18	21.05	19.59	18.76	20.33
96hr	23.71	23.98	24.01	24.88	28.32	28.05	33.62	31.52	32.17	28.77	25.42	26.88	27.61
120hr	30.75	29.98	32.48	34.03	39.74	37.31	44.29	45.09	43.19	37.53	32.11	34.13	36.72
144hr	37.92	41.30	42.72	47.25	50.86	49.04	59.43	60.41	57.20	47.87	39.62	40.81	47.87
168hr	46.24	50.31	49.44	58.12	62.43	61.02	76.36	67.80	63.94	57.60	48.21	53.42	57.91
192hr	53.16	60.53	56.78	67.77	76.99	73.78	84.94	78.55	71.44	71.85	60.46	59.42	67.97
216hr	61.40	68.37	66.85	73.55	83.82	81.11	96.48	91.38	81.87	80.86	69.39	68.61	76.97
240hr	67.74	70.51	74.61	80.40	90.32	88.22	104.06	101.81	88.87	87.75	73.84	74.65	83.56
264hr	74.73	78.04	78.49	87.66	95.72	93.23	108.72	106.88	96.06	93.64	81.37	78.17	89.39
288hr	79.26	80.99	81.77	91.02	101.29	96.30	114.81	111.65	98.65	96.35	88.29	80.19	93.38

표 D.4.6 UM-Global 남반구 250hPa 풍속 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.34	-0.24	-0.55	-0.37	-0.50	-0.40	-0.64	-0.16	-0.48	-0.48	-0.29	-0.27	-0.39
24hr	-0.27	-0.18	-0.54	-0.54	-0.81	-0.46	-0.58	-0.35	-0.50	-0.69	-0.55	-0.66	-0.51
36hr	-0.38	-0.11	-0.72	-0.52	-0.98	-0.49	-0.68	-0.45	-0.65	-0.81	-0.41	-0.81	-0.58
48hr	-0.31	-0.16	-0.80	-0.48	-1.34	-0.83	-0.85	-0.67	-0.53	-0.64	-0.59	-0.95	-0.68
60hr	-0.43	-0.08	-0.83	-0.58	-1.45	-0.86	-0.78	-0.49	-0.61	-0.69	-0.50	-0.64	-0.66
72hr	-0.50	-0.07	-0.93	-0.51	-1.66	-0.84	-0.73	-0.57	-0.34	-0.98	-0.38	-0.69	-0.68
96hr	-0.44	0.18	-0.67	-0.79	-0.98	-1.76	-0.81	-0.40	-0.11	-1.00	-0.24	-0.65	-0.64
120hr	-0.23	0.41	-0.33	-0.55	-0.98	-1.72	-1.10	-0.28	0.47	-1.04	-0.43	-0.06	-0.49
144hr	-0.37	0.80	-0.11	-0.62	-0.57	-1.73	-1.01	-0.72	0.18	-0.76	-0.68	-0.17	-0.48
168hr	-0.25	0.55	0.26	-0.79	0.23	-1.70	-0.74	-0.63	-0.30	-0.40	-0.59	-0.75	-0.43
192hr	0.56	1.67	0.20	-0.45	0.81	-1.66	-1.05	-1.76	-0.92	-0.34	-0.06	-0.34	-0.28
216hr	0.47	1.07	-0.02	-0.82	0.70	-2.09	-0.57	-2.55	-1.18	-0.76	-0.19	-0.23	-0.51
240hr	0.51	0.77	0.43	-0.71	0.52	-1.75	-1.63	-2.84	-0.95	0.26	-0.06	-0.74	-0.52
264hr	-0.03	0.74	0.17	-0.53	1.46	-2.91	-2.63	-2.32	-1.49	0.50	0.85	-0.50	-0.56
288hr	0.21	0.81	0.34	-0.82	2.33	-2.04	-2.32	-2.12	-2.28	-0.27	0.39	-1.28	-0.59
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	4.66	4.73	4.61	5.06	4.51	5.22	4.96	5.00	5.29	5.06	5.24	5.14	4.96
24hr	5.30	5.57	5.33	5.84	5.03	5.68	5.49	5.63	5.79	5.65	5.68	5.73	5.56
36hr	5.82	6.40	5.75	6.41	5.74	6.22	6.18	6.36	6.19	6.31	6.32	6.24	6.16
48hr	6.55	7.12	6.35	7.01	6.71	6.93	6.93	7.22	7.07	7.15	7.12	6.90	6.92
60hr	7.23	8.38	6.93	7.83	7.59	7.74	7.76	7.82	7.76	7.78	7.75	7.62	7.68
72hr	7.63	9.01	7.99	8.50	8.25	8.72	8.72	8.75	8.97	8.44	8.35	8.37	8.48
96hr	9.36	10.68	8.94	10.30	10.53	10.63	11.41	10.32	11.63	10.18	11.11	10.50	10.46
120hr	10.64	12.64	11.28	12.31	13.27	12.99	14.90	12.26	14.19	12.44	12.31	12.38	12.63
144hr	13.14	15.37	13.42	14.06	17.12	16.06	17.40	15.69	16.20	14.79	14.33	15.08	15.22
168hr	14.65	16.95	15.42	17.53	20.19	18.34	20.03	18.18	18.09	17.85	17.05	17.09	17.61
192hr	15.72	20.67	17.13	19.10	23.01	21.72	23.16	20.86	20.48	19.42	19.59	18.37	19.94
216hr	16.66	22.02	19.96	21.35	22.69	24.88	25.71	22.88	23.45	22.02	20.35	20.40	21.86
240hr	18.70	22.54	21.78	22.49	24.15	26.61	27.15	25.48	25.20	24.66	21.70	22.01	23.54
264hr	19.37	21.81	22.45	24.42	24.91	26.72	28.16	28.17	26.50	25.02	22.92	22.73	24.43
288hr	20.14	22.53	24.88	25.41	28.04	26.98	30.09	29.50	27.27	26.23	24.71	23.47	25.77

D.5 적도 분석검증

D.5.1 KIM-Global

표 D.5.1 KIM-Global 적도 해면기압 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.05	-0.06	-0.07	-0.05	-0.03	-0.02	0.01	0.01	-0.03	-0.05	-0.06	-0.04	-0.04
24hr	-0.09	-0.11	-0.11	-0.09	-0.06	-0.06	-0.04	-0.04	-0.06	-0.10	-0.11	-0.08	-0.08
36hr	-0.12	-0.13	-0.12	-0.10	-0.06	-0.09	-0.06	-0.07	-0.10	-0.15	-0.16	-0.09	-0.10
48hr	-0.12	-0.13	-0.14	-0.11	-0.08	-0.12	-0.06	-0.08	-0.10	-0.16	-0.17	-0.08	-0.11
60hr	-0.18	-0.18	-0.17	-0.14	-0.13	-0.15	-0.11	-0.11	-0.13	-0.19	-0.21	-0.11	-0.15
72hr	-0.15	-0.18	-0.16	-0.12	-0.13	-0.15	-0.10	-0.14	-0.14	-0.21	-0.22	-0.10	-0.15
96hr	-0.17	-0.21	-0.19	-0.14	-0.19	-0.19	-0.14	-0.18	-0.15	-0.26	-0.25	-0.09	-0.18
120hr	-0.18	-0.26	-0.21	-0.16	-0.24	-0.22	-0.19	-0.24	-0.16	-0.26	-0.26	-0.10	-0.21
144hr	-0.19	-0.30	-0.23	-0.17	-0.29	-0.25	-0.23	-0.32	-0.18	-0.24	-0.26	-0.11	-0.23
168hr	-0.23	-0.31	-0.28	-0.18	-0.25	-0.26	-0.25	-0.37	-0.17	-0.23	-0.26	-0.10	-0.24
192hr	-0.25	-0.37	-0.38	-0.16	-0.19	-0.28	-0.26	-0.35	-0.21	-0.29	-0.24	-0.03	-0.25
216hr	-0.25	-0.43	-0.43	-0.12	-0.18	-0.31	-0.23	-0.35	-0.22	-0.35	-0.22	0.05	-0.25
240hr	-0.31	-0.49	-0.44	-0.08	-0.19	-0.32	-0.23	-0.31	-0.17	-0.35	-0.17	0.06	-0.25
264hr	-0.29	-0.46	-0.46	-0.03	-0.23	-0.29	-0.26	-0.27	-0.15	-0.33	-0.08	0.02	-0.24
288hr	-0.20	-0.39	-0.46	0.06	-0.26	-0.29	-0.28	-0.33	-0.08	-0.30	-0.01	0.03	-0.21
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.33	0.33	0.33	0.32	0.32	0.29	0.28	0.29	0.30	0.31	0.33	0.32	0.31
24hr	0.45	0.46	0.48	0.46	0.49	0.46	0.44	0.42	0.43	0.45	0.45	0.43	0.45
36hr	0.52	0.53	0.52	0.51	0.51	0.53	0.50	0.50	0.51	0.54	0.52	0.46	0.51
48hr	0.62	0.62	0.59	0.57	0.59	0.59	0.57	0.56	0.55	0.60	0.59	0.53	0.58
60hr	0.70	0.70	0.64	0.60	0.63	0.65	0.62	0.63	0.58	0.65	0.63	0.59	0.64
72hr	0.75	0.76	0.69	0.65	0.66	0.69	0.69	0.71	0.66	0.73	0.68	0.61	0.69
96hr	0.87	0.90	0.78	0.74	0.76	0.77	0.80	0.81	0.75	0.87	0.76	0.68	0.79
120hr	0.97	1.04	0.85	0.83	0.84	0.85	0.89	0.93	0.85	0.99	0.87	0.79	0.89
144hr	1.06	1.19	0.92	0.88	0.96	0.94	0.99	1.02	0.96	1.14	0.95	0.92	1.00
168hr	1.18	1.38	1.05	1.02	1.09	1.06	1.11	1.15	1.11	1.31	1.06	1.06	1.13
192hr	1.22	1.57	1.18	1.13	1.24	1.17	1.25	1.23	1.26	1.43	1.12	1.17	1.25
216hr	1.34	1.72	1.34	1.19	1.38	1.31	1.38	1.34	1.35	1.56	1.22	1.27	1.37
240hr	1.47	1.82	1.50	1.28	1.49	1.46	1.50	1.45	1.42	1.63	1.35	1.39	1.48
264hr	1.58	1.95	1.69	1.33	1.62	1.55	1.61	1.58	1.48	1.70	1.43	1.51	1.58
288hr	1.62	2.01	1.81	1.46	1.64	1.66	1.72	1.67	1.57	1.72	1.48	1.65	1.67

AC	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.98	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.99	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
24hr	0.96	0.97	0.97	0.96	0.95	0.96	0.97	0.97	0.97	0.96	0.97	0.97	0.97
36hr	0.95	0.96	0.96	0.95	0.95	0.95	0.96	0.96	0.96	0.95	0.96	0.96	0.96
48hr	0.93	0.95	0.95	0.94	0.93	0.94	0.95	0.95	0.95	0.94	0.95	0.95	0.94
60hr	0.92	0.94	0.94	0.93	0.93	0.93	0.94	0.93	0.94	0.93	0.94	0.94	0.93
72hr	0.91	0.93	0.93	0.92	0.92	0.92	0.93	0.92	0.93	0.91	0.93	0.94	0.92
96hr	0.88	0.90	0.91	0.89	0.90	0.90	0.90	0.89	0.90	0.88	0.91	0.92	0.90
120hr	0.86	0.87	0.89	0.87	0.88	0.88	0.88	0.87	0.87	0.84	0.88	0.89	0.87
144hr	0.83	0.84	0.87	0.86	0.84	0.86	0.85	0.84	0.84	0.80	0.85	0.85	0.84
168hr	0.80	0.79	0.84	0.81	0.79	0.82	0.81	0.80	0.80	0.74	0.81	0.80	0.80
192hr	0.78	0.73	0.80	0.76	0.74	0.79	0.76	0.77	0.74	0.69	0.79	0.76	0.76
216hr	0.74	0.68	0.75	0.73	0.68	0.74	0.71	0.72	0.69	0.63	0.76	0.71	0.71
240hr	0.68	0.65	0.69	0.70	0.65	0.68	0.67	0.67	0.64	0.60	0.72	0.65	0.67
264hr	0.64	0.59	0.63	0.69	0.61	0.63	0.62	0.61	0.62	0.57	0.67	0.60	0.62
288hr	0.61	0.56	0.60	0.65	0.59	0.58	0.56	0.57	0.59	0.56	0.64	0.55	0.59
S1	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	18.14	18.85	19.79	19.05	17.78	16.21	15.53	16.59	17.43	18.94	18.67	17.73	17.89
24hr	24.46	25.42	26.88	25.69	24.25	22.31	21.27	22.80	23.77	26.33	25.66	24.27	24.43
36hr	27.95	29.12	30.55	29.33	27.76	25.81	24.79	26.60	27.63	30.51	29.36	27.62	28.09
48hr	30.40	31.53	33.02	31.40	29.73	27.89	27.14	29.10	29.95	33.21	31.98	29.98	30.44
60hr	32.25	33.33	34.96	33.07	31.52	29.51	28.80	31.06	32.07	35.34	34.12	31.55	32.30
72hr	33.86	34.88	36.39	34.35	32.91	30.74	30.13	32.57	33.65	37.46	35.77	33.11	33.82
96hr	36.57	37.58	39.30	36.77	35.17	32.98	32.29	35.22	36.46	41.11	38.67	35.92	36.50
120hr	39.05	40.27	41.80	38.78	37.14	35.01	34.84	37.49	39.11	44.04	41.36	38.64	38.96
144hr	41.35	42.89	43.80	40.92	39.14	36.92	37.06	39.59	41.53	47.01	43.92	41.12	41.27
168hr	43.39	45.75	46.06	42.73	41.36	38.83	39.24	41.93	43.72	49.75	46.35	43.69	43.57
192hr	45.37	48.37	48.19	44.80	43.78	40.72	41.21	43.86	45.75	52.18	48.34	45.72	45.69
216hr	47.20	50.99	50.51	46.63	45.82	42.63	43.00	45.76	47.81	54.57	50.05	47.64	47.72
240hr	48.70	52.74	52.50	48.42	47.74	44.74	44.45	47.45	49.39	55.83	51.66	49.66	49.44
264hr	50.58	54.14	53.85	49.87	49.21	46.50	45.86	48.79	50.67	57.31	53.02	51.44	50.94
288hr	51.97	55.74	55.32	51.44	50.48	48.41	47.36	50.25	51.76	58.44	54.74	53.05	52.41

표 D.5.2 KIM-Global 적도 850hPa 기온 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.02	0.02	0.02	0.05	0.05	0.06	0.05	0.06	0.06	0.06	0.04	0.03	0.04
24hr	0.03	0.01	0.03	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.05	0.07	0.06	0.02	0.05
36hr	0.02	0.00	0.04	0.08	0.09	0.10	0.08	0.08	0.08	0.11	0.08	0.02	0.07
48hr	0.03	-0.01	0.05	0.08	0.10	0.09	0.07	0.08	0.08	0.11	0.09	0.02	0.07
60hr	0.02	-0.01	0.06	0.09	0.12	0.12	0.08	0.07	0.09	0.13	0.10	0.02	0.07
72hr	0.04	-0.02	0.07	0.09	0.13	0.11	0.08	0.06	0.08	0.14	0.12	0.04	0.08
96hr	0.05	-0.01	0.09	0.11	0.16	0.14	0.10	0.06	0.10	0.19	0.18	0.06	0.10
120hr	0.05	-0.02	0.09	0.11	0.17	0.16	0.12	0.08	0.11	0.20	0.23	0.06	0.11
144hr	0.05	-0.02	0.09	0.11	0.16	0.17	0.13	0.08	0.11	0.21	0.26	0.06	0.12
168hr	0.04	-0.04	0.09	0.10	0.16	0.18	0.11	0.07	0.09	0.21	0.25	0.05	0.11
192hr	0.04	-0.07	0.07	0.10	0.16	0.18	0.10	0.07	0.06	0.21	0.25	0.03	0.10
216hr	0.02	-0.09	0.08	0.09	0.15	0.20	0.09	0.08	0.07	0.20	0.25	0.00	0.10
240hr	0.00	-0.09	0.06	0.07	0.14	0.19	0.09	0.09	0.10	0.19	0.24	-0.02	0.09
264hr	-0.01	-0.10	0.04	0.07	0.12	0.20	0.09	0.09	0.09	0.18	0.23	-0.02	0.08
288hr	-0.05	-0.11	0.03	0.05	0.12	0.22	0.09	0.08	0.07	0.14	0.22	-0.01	0.07
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.33	0.33	0.32	0.31	0.32	0.33	0.34	0.34	0.33	0.32	0.32	0.32	0.33
24hr	0.51	0.52	0.51	0.48	0.50	0.53	0.53	0.54	0.52	0.52	0.49	0.49	0.51
36hr	0.63	0.63	0.63	0.60	0.63	0.66	0.66	0.67	0.64	0.64	0.62	0.60	0.63
48hr	0.71	0.73	0.72	0.67	0.70	0.74	0.74	0.76	0.73	0.72	0.70	0.68	0.72
60hr	0.79	0.81	0.81	0.74	0.77	0.82	0.81	0.84	0.79	0.80	0.77	0.75	0.79
72hr	0.86	0.89	0.86	0.79	0.82	0.87	0.87	0.89	0.84	0.86	0.83	0.81	0.85
96hr	0.96	0.99	0.96	0.89	0.93	0.96	0.97	0.98	0.95	0.96	0.95	0.92	0.95
120hr	1.07	1.10	1.05	0.97	1.02	1.05	1.07	1.09	1.05	1.04	1.06	1.03	1.05
144hr	1.20	1.22	1.14	1.07	1.10	1.15	1.18	1.20	1.16	1.14	1.16	1.15	1.15
168hr	1.29	1.35	1.22	1.16	1.19	1.23	1.27	1.30	1.25	1.25	1.25	1.26	1.25
192hr	1.38	1.45	1.32	1.27	1.27	1.32	1.40	1.40	1.35	1.34	1.33	1.37	1.35
216hr	1.48	1.54	1.42	1.38	1.37	1.42	1.50	1.50	1.44	1.44	1.43	1.45	1.45
240hr	1.57	1.63	1.50	1.49	1.48	1.50	1.56	1.59	1.49	1.55	1.50	1.56	1.54
264hr	1.66	1.73	1.59	1.60	1.54	1.63	1.65	1.67	1.56	1.64	1.57	1.68	1.63
288hr	1.75	1.83	1.67	1.67	1.58	1.72	1.72	1.75	1.61	1.68	1.64	1.78	1.70
AC	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
24hr	0.95	0.95	0.95	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.95	0.94
36hr	0.92	0.93	0.92	0.91	0.91	0.91	0.91	0.92	0.92	0.91	0.91	0.92	0.92
48hr	0.90	0.91	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.88	0.88	0.90	0.89
60hr	0.88	0.89	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.87	0.86	0.86	0.88	0.87
72hr	0.86	0.87	0.85	0.85	0.84	0.84	0.84	0.85	0.85	0.84	0.83	0.86	0.85
96hr	0.82	0.83	0.81	0.81	0.81	0.81	0.80	0.81	0.81	0.80	0.79	0.82	0.81
120hr	0.78	0.80	0.77	0.77	0.77	0.77	0.76	0.77	0.77	0.76	0.74	0.78	0.77
144hr	0.72	0.76	0.73	0.72	0.73	0.73	0.71	0.72	0.72	0.72	0.69	0.73	0.72
168hr	0.69	0.71	0.69	0.68	0.69	0.68	0.67	0.67	0.67	0.66	0.64	0.68	0.68
192hr	0.65	0.66	0.64	0.61	0.64	0.63	0.60	0.61	0.61	0.61	0.59	0.62	0.62
216hr	0.59	0.62	0.58	0.54	0.58	0.57	0.53	0.56	0.56	0.54	0.53	0.58	0.57
240hr	0.55	0.57	0.53	0.47	0.51	0.51	0.49	0.50	0.53	0.48	0.49	0.52	0.51
264hr	0.51	0.51	0.48	0.41	0.47	0.44	0.42	0.45	0.48	0.42	0.43	0.44	0.45
288hr	0.45	0.45	0.43	0.36	0.43	0.38	0.38	0.40	0.44	0.38	0.38	0.37	0.41

표 D.5.3 KIM-Global 적도 500hPa 지위고도 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.66	0.71	0.78	1.05	1.26	1.33	1.32	1.42	1.29	1.24	1.03	0.78	1.07
24hr	1.06	0.81	1.07	1.45	1.41	1.59	1.42	1.57	1.65	1.54	1.29	0.96	1.32
36hr	1.34	1.16	1.61	1.94	2.15	2.22	1.83	2.01	2.20	2.11	1.80	1.41	1.82
48hr	1.68	1.49	1.86	2.33	2.34	2.44	2.11	2.26	2.46	2.33	2.03	1.67	2.08
60hr	1.53	1.44	1.89	2.31	2.24	2.55	2.04	2.34	2.66	2.48	2.15	1.78	2.12
72hr	1.76	1.58	2.10	2.57	2.44	2.47	1.96	2.03	2.51	2.50	2.16	1.84	2.16
96hr	1.82	1.52	2.09	2.61	2.45	2.14	1.59	1.58	2.44	2.25	1.97	1.95	2.04
120hr	1.87	1.17	1.99	2.34	2.25	1.84	1.00	0.89	2.29	2.04	1.89	1.74	1.77
144hr	1.71	0.67	1.61	1.95	1.85	1.53	0.42	0.14	1.88	1.70	1.71	1.39	1.38
168hr	1.00	0.13	0.87	1.37	1.82	1.30	-0.15	-0.51	1.37	1.12	1.31	1.04	0.89
192hr	0.40	-0.73	-0.34	0.93	2.01	0.96	-0.58	-0.67	0.42	-0.09	1.02	0.93	0.36
216hr	-0.20	-1.68	-1.16	0.62	1.80	0.61	-0.66	-1.01	0.04	-1.25	0.65	0.88	-0.11
240hr	-1.13	-2.56	-1.85	0.39	1.32	0.46	-1.14	-1.09	0.38	-1.74	0.34	0.33	-0.52
264hr	-1.45	-2.79	-2.36	0.00	0.70	0.89	-1.91	-1.05	0.18	-2.03	0.44	-0.42	-0.82
288hr	-1.37	-2.43	-2.58	-0.04	0.18	0.99	-2.63	-1.47	0.27	-2.47	0.45	-0.71	-0.98
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	2.40	2.46	2.35	2.57	2.48	2.40	2.37	2.45	2.49	2.45	2.38	2.33	2.43
24hr	3.00	3.07	3.23	3.35	3.44	3.64	3.62	3.50	3.50	3.35	2.95	2.68	3.28
36hr	3.55	3.55	3.70	3.80	3.86	4.19	4.01	4.09	4.33	3.92	3.61	3.27	3.82
48hr	4.24	4.37	4.34	4.33	4.41	4.69	4.60	4.54	4.82	4.41	4.21	3.87	4.40
60hr	4.43	4.58	4.60	4.50	4.68	5.03	4.80	4.82	5.12	4.77	4.50	4.23	4.67
72hr	5.03	5.11	5.22	4.92	5.15	5.49	5.43	5.25	5.66	5.26	5.11	4.75	5.20
96hr	6.09	6.06	5.91	5.62	5.93	6.04	6.02	5.90	6.33	6.02	5.76	5.79	5.96
120hr	7.00	7.08	6.61	6.34	6.73	6.70	6.76	6.69	7.27	6.94	6.54	6.68	6.78
144hr	7.93	8.24	7.34	6.79	7.72	7.62	7.64	7.53	8.16	8.05	7.29	7.63	7.66
168hr	9.00	10.04	8.20	7.92	9.14	9.06	8.80	8.53	9.30	9.20	8.21	9.02	8.87
192hr	9.75	11.79	9.18	9.12	10.54	9.94	10.19	9.39	10.16	10.08	9.02	10.51	9.97
216hr	11.01	13.30	10.52	9.83	11.66	10.92	11.70	10.67	11.15	11.26	10.33	11.51	11.16
240hr	12.36	14.62	12.08	10.71	12.75	12.06	13.13	11.90	11.95	12.26	11.28	12.61	12.31
264hr	13.65	16.26	13.80	11.49	13.32	12.99	14.34	13.30	12.94	13.42	11.65	13.22	13.37
288hr	14.13	17.30	14.96	12.30	13.81	13.81	15.57	14.22	13.86	14.20	12.35	13.86	14.20
AC	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.98	0.99	0.99	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98	0.98	0.99	0.98
24hr	0.98	0.98	0.97	0.97	0.97	0.96	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.98	0.97
36hr	0.97	0.97	0.97	0.96	0.97	0.96	0.96	0.96	0.95	0.96	0.96	0.97	0.96
48hr	0.95	0.96	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.94	0.95	0.95	0.96	0.95
60hr	0.95	0.96	0.95	0.95	0.94	0.94	0.95	0.94	0.93	0.94	0.94	0.96	0.94
72hr	0.93	0.95	0.93	0.94	0.93	0.92	0.93	0.92	0.91	0.93	0.92	0.94	0.93
96hr	0.90	0.92	0.91	0.91	0.90	0.89	0.91	0.89	0.88	0.90	0.88	0.91	0.90
120hr	0.87	0.89	0.88	0.88	0.87	0.86	0.88	0.85	0.84	0.86	0.84	0.88	0.87
144hr	0.84	0.85	0.85	0.85	0.82	0.82	0.84	0.80	0.79	0.80	0.80	0.84	0.83
168hr	0.79	0.79	0.81	0.80	0.76	0.74	0.79	0.75	0.72	0.74	0.74	0.77	0.77
192hr	0.75	0.71	0.75	0.72	0.69	0.67	0.72	0.70	0.66	0.67	0.70	0.69	0.70
216hr	0.67	0.64	0.69	0.66	0.62	0.60	0.64	0.62	0.59	0.61	0.63	0.63	0.63
240hr	0.60	0.57	0.60	0.61	0.55	0.51	0.56	0.53	0.51	0.54	0.58	0.56	0.56
264hr	0.55	0.48	0.52	0.55	0.50	0.45	0.49	0.44	0.46	0.45	0.53	0.51	0.49
288hr	0.51	0.41	0.47	0.49	0.45	0.39	0.40	0.37	0.42	0.36	0.47	0.46	0.43

표 D.5.4 KIM-Global 적도 250hPa 풍속 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.04	-0.07	-0.06	-0.01	0.01	-0.02	-0.02	-0.03	-0.01	0.00	-0.03	-0.05	-0.03
24hr	0.00	-0.12	-0.15	-0.06	0.01	0.03	-0.02	-0.02	0.00	-0.01	0.01	-0.02	-0.03
36hr	0.07	-0.09	-0.14	-0.04	0.07	0.04	0.00	-0.02	0.07	-0.01	-0.01	0.01	0.00
48hr	0.11	-0.12	-0.23	-0.07	0.04	0.12	0.10	0.07	0.17	-0.01	0.01	0.04	0.02
60hr	0.18	-0.05	-0.22	0.02	0.09	0.18	0.15	0.14	0.27	0.05	0.05	0.11	0.08
72hr	0.20	-0.01	-0.29	0.00	0.08	0.21	0.14	0.21	0.31	0.06	0.09	0.13	0.10
96hr	0.35	0.10	-0.27	0.06	0.13	0.24	0.21	0.33	0.36	0.07	0.13	0.26	0.16
120hr	0.42	0.13	-0.20	0.13	0.20	0.27	0.21	0.30	0.40	0.09	0.15	0.32	0.20
144hr	0.49	0.17	-0.16	0.14	0.24	0.28	0.23	0.28	0.41	0.14	0.19	0.38	0.23
168hr	0.55	0.24	-0.12	0.14	0.23	0.28	0.25	0.24	0.43	0.13	0.25	0.46	0.26
192hr	0.65	0.39	-0.17	0.16	0.18	0.28	0.24	0.16	0.44	0.22	0.31	0.54	0.28
216hr	0.74	0.56	-0.26	0.13	0.16	0.24	0.20	0.11	0.37	0.22	0.34	0.51	0.28
240hr	0.78	0.69	-0.41	0.14	0.08	0.16	0.19	0.05	0.30	0.18	0.39	0.44	0.25
264hr	0.78	0.72	-0.50	0.18	0.05	0.18	0.21	0.01	0.25	0.10	0.41	0.47	0.24
288hr	0.76	0.69	-0.46	0.08	0.03	0.23	0.19	0.04	0.20	-0.03	0.44	0.50	0.22
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	1.80	1.86	1.87	1.73	1.77	1.75	1.81	1.82	1.77	1.72	1.71	1.79	1.78
24hr	2.97	3.05	3.10	2.83	2.93	2.94	2.96	2.97	2.93	2.87	2.86	3.01	2.95
36hr	3.72	3.87	3.91	3.52	3.65	3.67	3.71	3.74	3.73	3.59	3.60	3.86	3.71
48hr	4.32	4.50	4.53	4.10	4.26	4.34	4.35	4.36	4.39	4.26	4.22	4.56	4.35
60hr	4.83	5.04	5.03	4.56	4.75	4.80	4.86	4.90	4.98	4.78	4.79	5.20	4.88
72hr	5.25	5.50	5.52	4.99	5.24	5.30	5.37	5.40	5.51	5.32	5.33	5.77	5.38
96hr	6.11	6.31	6.30	5.79	6.05	6.17	6.22	6.23	6.41	6.22	6.29	6.75	6.24
120hr	6.86	7.23	6.88	6.47	6.86	6.85	6.92	6.92	7.27	7.07	7.16	7.60	7.01
144hr	7.59	8.10	7.44	7.06	7.61	7.48	7.57	7.57	8.04	7.92	7.98	8.35	7.73
168hr	8.45	9.07	8.00	7.73	8.39	8.25	8.15	8.17	8.65	8.82	8.71	9.18	8.46
192hr	9.39	9.98	8.52	8.40	9.26	9.07	8.68	8.87	9.30	9.56	9.35	10.08	9.20
216hr	10.33	10.75	9.11	9.17	10.16	9.90	9.19	9.42	9.95	10.37	9.89	10.78	9.92
240hr	11.11	11.65	9.77	9.98	10.93	10.50	9.76	9.97	10.47	10.97	10.42	11.46	10.58
264hr	11.69	12.48	10.31	10.70	11.49	11.14	10.47	10.55	10.85	11.49	10.91	12.03	11.17
288hr	12.15	13.02	11.01	11.26	11.98	11.81	10.93	11.13	11.34	11.85	11.32	12.53	11.69

D.5.2 UM-Global

표 D.5.5 UM-Global 적도 해면기압 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.02	-0.04	-0.05	-0.07	-0.05	-0.06	-0.07	-0.06	-0.09	-0.06	-0.03	0.00	-0.05
24hr	0.00	-0.04	-0.07	-0.08	-0.06	-0.04	-0.04	-0.05	-0.08	-0.08	-0.05	0.01	-0.05
36hr	0.03	-0.01	-0.05	-0.08	-0.05	-0.03	-0.02	-0.02	-0.09	-0.07	-0.04	0.05	-0.03
48hr	0.00	-0.04	-0.09	-0.10	-0.07	-0.01	-0.03	-0.05	-0.09	-0.11	-0.07	0.03	-0.05
60hr	0.02	-0.03	-0.05	-0.09	-0.05	0.01	0.00	0.02	-0.07	-0.08	-0.06	0.06	-0.03
72hr	-0.03	-0.06	-0.10	-0.13	-0.10	0.01	0.00	-0.02	-0.07	-0.12	-0.10	0.04	-0.06
96hr	-0.05	-0.10	-0.13	-0.15	-0.14	0.03	0.04	0.02	0.00	-0.13	-0.12	0.03	-0.06
120hr	-0.09	-0.13	-0.18	-0.20	-0.17	-0.01	0.05	0.02	0.04	-0.13	-0.11	-0.01	-0.08
144hr	-0.13	-0.13	-0.24	-0.21	-0.20	-0.03	0.05	0.02	0.09	-0.10	-0.12	-0.05	-0.09
168hr	-0.19	-0.14	-0.32	-0.22	-0.19	-0.05	0.04	0.01	0.10	-0.09	-0.14	-0.16	-0.11
192hr	-0.22	-0.19	-0.41	-0.28	-0.17	-0.08	0.01	-0.02	0.13	-0.13	-0.21	-0.17	-0.15
216hr	-0.28	-0.29	-0.47	-0.29	-0.17	-0.18	-0.01	-0.04	0.14	-0.14	-0.29	-0.15	-0.18
240hr	-0.40	-0.39	-0.47	-0.32	-0.13	-0.18	-0.02	-0.11	0.19	-0.22	-0.28	-0.11	-0.20
264hr	-0.53	-0.54	-0.55	-0.31	-0.14	-0.13	-0.02	-0.14	0.26	-0.21	-0.30	-0.12	-0.23
288hr	-0.61	-0.64	-0.61	-0.25	-0.22	-0.08	-0.02	-0.10	0.39	-0.13	-0.30	-0.18	-0.23
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.39	0.39	0.38	0.41	0.37	0.41	0.42	0.43	0.43	0.40	0.39	0.36	0.40
24hr	0.51	0.51	0.49	0.52	0.46	0.48	0.52	0.53	0.53	0.52	0.50	0.48	0.50
36hr	0.67	0.64	0.63	0.64	0.55	0.59	0.66	0.67	0.70	0.70	0.65	0.60	0.64
48hr	0.82	0.74	0.74	0.74	0.61	0.63	0.75	0.73	0.79	0.79	0.73	0.70	0.73
60hr	0.82	0.75	0.76	0.75	0.64	0.66	0.78	0.77	0.89	0.86	0.77	0.72	0.77
72hr	0.89	0.81	0.82	0.80	0.72	0.72	0.83	0.83	0.94	0.93	0.85	0.79	0.83
96hr	0.96	0.90	0.91	0.91	0.86	0.78	0.88	0.92	1.09	1.10	0.95	0.87	0.93
120hr	1.01	0.97	0.97	0.95	0.97	0.87	0.97	1.00	1.17	1.25	1.03	0.99	1.01
144hr	1.13	1.11	1.09	1.05	1.14	0.99	1.08	1.09	1.27	1.40	1.15	1.09	1.13
168hr	1.25	1.25	1.23	1.14	1.26	1.12	1.19	1.19	1.39	1.53	1.25	1.22	1.25
192hr	1.37	1.42	1.39	1.25	1.41	1.30	1.33	1.33	1.51	1.67	1.39	1.34	1.39
216hr	1.49	1.55	1.53	1.34	1.56	1.44	1.43	1.49	1.61	1.71	1.50	1.48	1.51
240hr	1.61	1.70	1.66	1.48	1.66	1.54	1.55	1.60	1.71	1.76	1.57	1.61	1.62
264hr	1.74	1.86	1.79	1.61	1.75	1.58	1.65	1.66	1.82	1.82	1.66	1.65	1.72
288hr	1.85	1.97	1.94	1.64	1.82	1.69	1.73	1.75	1.88	1.93	1.73	1.67	1.80

AC	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.97	0.98	0.98	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97
24hr	0.95	0.97	0.96	0.95	0.96	0.96	0.96	0.95	0.95	0.95	0.96	0.96	0.96
36hr	0.92	0.95	0.94	0.93	0.94	0.94	0.94	0.93	0.92	0.92	0.94	0.94	0.93
48hr	0.89	0.93	0.93	0.91	0.93	0.93	0.92	0.91	0.90	0.90	0.92	0.93	0.92
60hr	0.88	0.93	0.92	0.90	0.92	0.92	0.91	0.90	0.88	0.89	0.91	0.92	0.91
72hr	0.87	0.92	0.91	0.89	0.91	0.91	0.90	0.89	0.87	0.87	0.90	0.90	0.89
96hr	0.84	0.90	0.89	0.86	0.87	0.90	0.88	0.86	0.82	0.82	0.87	0.88	0.87
120hr	0.83	0.88	0.87	0.84	0.84	0.87	0.86	0.83	0.79	0.77	0.85	0.86	0.84
144hr	0.79	0.85	0.85	0.81	0.80	0.84	0.82	0.79	0.76	0.72	0.82	0.83	0.81
168hr	0.76	0.82	0.82	0.79	0.76	0.79	0.78	0.75	0.71	0.66	0.79	0.77	0.77
192hr	0.71	0.78	0.78	0.76	0.70	0.74	0.73	0.70	0.65	0.60	0.75	0.73	0.72
216hr	0.67	0.74	0.74	0.73	0.64	0.70	0.70	0.63	0.60	0.57	0.72	0.70	0.68
240hr	0.62	0.69	0.68	0.68	0.59	0.68	0.65	0.57	0.55	0.54	0.69	0.65	0.63
264hr	0.57	0.63	0.65	0.64	0.56	0.65	0.59	0.54	0.50	0.50	0.67	0.60	0.59
288hr	0.53	0.58	0.61	0.61	0.54	0.59	0.53	0.49	0.49	0.45	0.64	0.56	0.55
S1	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	22.01	21.94	23.16	23.21	21.52	19.83	19.34	20.06	21.12	22.65	22.22	21.17	21.52
24hr	27.27	27.56	28.91	28.70	26.82	24.59	24.30	25.49	26.56	28.86	27.99	26.51	26.96
36hr	31.24	31.47	32.96	32.33	30.27	27.80	27.62	29.11	30.36	33.12	32.09	30.20	30.71
48hr	33.87	34.18	35.89	34.93	32.54	29.91	29.81	31.54	33.06	36.23	34.77	32.77	33.29
60hr	35.77	36.14	37.94	36.51	34.32	31.81	31.48	33.50	35.28	38.73	37.06	34.79	35.28
72hr	37.21	37.92	39.52	37.90	35.61	33.11	32.77	34.97	37.02	40.80	38.90	36.33	36.84
96hr	39.38	40.55	42.06	39.88	38.08	34.91	34.76	37.42	40.19	44.21	41.82	38.78	39.34
120hr	41.29	42.92	43.90	41.46	39.73	36.62	36.76	39.36	42.19	47.25	44.26	41.16	41.41
144hr	43.50	45.32	46.01	43.25	41.75	38.23	38.39	41.22	44.22	49.68	46.42	43.19	43.43
168hr	45.46	47.58	48.11	44.98	43.53	40.14	40.18	42.85	46.18	51.88	48.40	45.69	45.42
192hr	47.41	49.48	49.96	46.88	45.05	42.08	41.96	44.64	48.18	54.07	50.28	47.60	47.30
216hr	49.36	51.59	51.59	48.67	46.97	43.83	43.32	46.58	50.13	55.50	52.21	49.52	49.11
240hr	51.09	53.43	53.49	50.44	48.91	45.45	44.69	48.39	51.65	56.75	53.57	51.28	50.76
264hr	52.25	54.87	55.35	51.89	50.12	46.74	46.03	50.01	52.74	58.07	55.00	52.35	52.12
288hr	53.50	56.45	56.29	52.99	51.11	47.61	47.48	51.30	53.71	59.00	55.74	53.92	53.26

표 D.5.6 UM-Global 적도 850hPa 기온 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.04	0.05	0.07	0.08	0.06	0.03	0.03	0.06	0.09	0.07	0.05	0.02	0.05
24hr	0.02	0.04	0.06	0.07	0.03	-0.02	-0.03	0.03	0.06	0.05	0.03	0.01	0.03
36hr	0.00	0.03	0.07	0.10	0.06	-0.01	-0.03	0.03	0.10	0.09	0.02	-0.02	0.04
48hr	-0.02	0.00	0.06	0.10	0.04	-0.05	-0.08	0.00	0.07	0.07	0.00	-0.04	0.01
60hr	-0.05	-0.02	0.05	0.10	0.06	-0.05	-0.08	-0.01	0.08	0.09	0.00	-0.06	0.01
72hr	-0.07	-0.05	0.04	0.09	0.05	-0.09	-0.11	-0.03	0.06	0.07	-0.02	-0.08	-0.01
96hr	-0.10	-0.08	0.02	0.09	0.06	-0.10	-0.14	-0.07	0.03	0.07	-0.03	-0.10	-0.03
120hr	-0.12	-0.11	0.01	0.09	0.07	-0.08	-0.15	-0.10	0.00	0.06	-0.03	-0.11	-0.04
144hr	-0.14	-0.13	-0.01	0.09	0.08	-0.07	-0.17	-0.13	-0.03	0.06	-0.03	-0.13	-0.05
168hr	-0.16	-0.16	-0.02	0.07	0.10	-0.05	-0.19	-0.15	-0.08	0.06	-0.02	-0.15	-0.06
192hr	-0.18	-0.20	-0.02	0.05	0.10	-0.04	-0.19	-0.17	-0.12	0.07	-0.03	-0.16	-0.07
216hr	-0.22	-0.24	-0.05	0.03	0.11	-0.03	-0.19	-0.17	-0.16	0.05	-0.04	-0.15	-0.09
240hr	-0.24	-0.27	-0.07	0.02	0.12	-0.04	-0.21	-0.17	-0.18	0.02	-0.05	-0.15	-0.10
264hr	-0.25	-0.27	-0.08	-0.01	0.15	-0.04	-0.21	-0.17	-0.17	-0.02	-0.05	-0.18	-0.11
288hr	-0.28	-0.28	-0.08	-0.02	0.18	-0.01	-0.22	-0.17	-0.16	-0.07	-0.07	-0.20	-0.11
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.41	0.40	0.40	0.39	0.39	0.42	0.42	0.41	0.43	0.42	0.41	0.38	0.41
24hr	0.60	0.57	0.56	0.54	0.54	0.58	0.60	0.60	0.62	0.60	0.59	0.55	0.58
36hr	0.73	0.71	0.69	0.66	0.67	0.72	0.76	0.75	0.78	0.75	0.73	0.68	0.72
48hr	0.84	0.82	0.78	0.74	0.75	0.80	0.86	0.86	0.90	0.86	0.82	0.78	0.82
60hr	0.92	0.91	0.86	0.81	0.83	0.89	0.94	0.95	1.01	0.96	0.91	0.86	0.90
72hr	1.00	1.00	0.91	0.87	0.89	0.96	0.99	1.02	1.08	1.02	0.98	0.93	0.97
96hr	1.11	1.12	1.01	0.96	1.01	1.05	1.12	1.14	1.22	1.13	1.10	1.04	1.08
120hr	1.23	1.24	1.11	1.05	1.11	1.13	1.23	1.25	1.33	1.24	1.21	1.16	1.19
144hr	1.34	1.35	1.22	1.15	1.23	1.21	1.34	1.36	1.45	1.35	1.32	1.25	1.30
168hr	1.45	1.46	1.33	1.24	1.33	1.31	1.47	1.45	1.56	1.49	1.42	1.38	1.41
192hr	1.55	1.56	1.45	1.31	1.44	1.41	1.59	1.55	1.67	1.59	1.52	1.49	1.51
216hr	1.64	1.64	1.54	1.41	1.55	1.52	1.67	1.64	1.79	1.68	1.62	1.60	1.61
240hr	1.73	1.74	1.62	1.52	1.67	1.62	1.75	1.75	1.89	1.75	1.71	1.69	1.71
264hr	1.81	1.80	1.69	1.61	1.72	1.70	1.84	1.86	1.93	1.81	1.74	1.77	1.77
288hr	1.89	1.87	1.78	1.68	1.78	1.77	1.92	1.92	1.94	1.86	1.77	1.82	1.83
AC	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.97	0.97	0.97	0.96	0.97	0.96	0.96	0.97	0.96	0.96	0.96	0.97	0.97
24hr	0.93	0.95	0.94	0.93	0.94	0.93	0.93	0.93	0.92	0.92	0.92	0.94	0.93
36hr	0.91	0.92	0.91	0.90	0.90	0.90	0.89	0.90	0.89	0.88	0.89	0.91	0.90
48hr	0.88	0.90	0.89	0.88	0.88	0.87	0.85	0.86	0.85	0.84	0.86	0.88	0.87
60hr	0.86	0.87	0.87	0.86	0.85	0.85	0.83	0.83	0.82	0.81	0.83	0.86	0.84
72hr	0.83	0.85	0.85	0.84	0.83	0.82	0.81	0.81	0.79	0.79	0.80	0.84	0.82
96hr	0.79	0.81	0.82	0.80	0.78	0.79	0.76	0.76	0.74	0.74	0.76	0.80	0.78
120hr	0.75	0.77	0.78	0.77	0.74	0.75	0.71	0.72	0.69	0.69	0.71	0.76	0.74
144hr	0.71	0.73	0.73	0.72	0.69	0.71	0.65	0.67	0.63	0.63	0.66	0.72	0.69
168hr	0.66	0.70	0.69	0.69	0.64	0.66	0.58	0.61	0.58	0.56	0.61	0.67	0.64
192hr	0.62	0.65	0.63	0.65	0.59	0.61	0.52	0.56	0.53	0.50	0.55	0.62	0.58
216hr	0.57	0.60	0.58	0.60	0.53	0.54	0.47	0.51	0.47	0.45	0.50	0.56	0.53
240hr	0.52	0.55	0.54	0.53	0.46	0.49	0.40	0.45	0.42	0.41	0.45	0.51	0.48
264hr	0.47	0.51	0.49	0.47	0.42	0.45	0.35	0.38	0.39	0.38	0.42	0.46	0.43
288hr	0.43	0.47	0.44	0.42	0.39	0.40	0.29	0.34	0.37	0.34	0.40	0.42	0.39

표 D.5.7 UM-Global 적도 500hPa 지위고도 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.39	-0.49	-0.31	-0.29	-0.48	-0.58	-0.76	-0.32	-0.22	-0.18	-0.08	-0.42	-0.38
24hr	-1.07	-1.12	-1.02	-0.90	-1.37	-1.49	-1.77	-1.30	-1.02	-0.85	-0.74	-1.03	-1.14
36hr	-1.24	-1.31	-1.06	-0.90	-1.39	-1.40	-1.78	-1.08	-0.88	-0.84	-0.84	-1.26	-1.16
48hr	-1.89	-1.75	-1.54	-1.16	-1.93	-1.78	-2.62	-1.91	-1.39	-1.16	-1.27	-1.69	-1.67
60hr	-2.11	-1.97	-1.57	-1.21	-1.79	-1.43	-2.45	-1.47	-1.09	-0.99	-1.23	-1.84	-1.60
72hr	-2.67	-2.30	-1.99	-1.44	-2.31	-1.80	-3.07	-2.08	-1.45	-1.16	-1.48	-2.05	-1.98
96hr	-3.37	-3.00	-2.58	-1.64	-2.52	-1.83	-3.50	-2.37	-1.42	-1.19	-1.62	-2.41	-2.29
120hr	-4.07	-3.82	-3.21	-2.08	-2.74	-2.08	-3.91	-2.90	-1.45	-1.27	-1.65	-3.03	-2.68
144hr	-4.83	-4.51	-4.12	-2.45	-2.90	-2.16	-4.31	-3.40	-1.53	-1.41	-1.83	-3.82	-3.11
168hr	-5.85	-5.49	-5.31	-3.07	-2.99	-2.32	-4.85	-3.92	-1.98	-1.81	-2.38	-5.06	-3.75
192hr	-6.85	-6.76	-6.62	-4.22	-3.07	-2.55	-5.45	-4.50	-2.43	-2.75	-3.32	-5.74	-4.52
216hr	-8.17	-8.49	-7.72	-5.09	-2.97	-3.33	-5.96	-4.99	-2.85	-3.42	-4.39	-6.06	-5.29
240hr	-9.62	-10.12	-8.42	-5.93	-2.57	-3.46	-6.41	-5.65	-2.69	-4.93	-4.78	-6.41	-5.91
264hr	-11.19	-11.77	-9.60	-6.47	-2.69	-3.03	-6.86	-6.28	-2.29	-5.59	-5.34	-6.91	-6.50
288hr	-12.23	-13.26	-10.45	-6.48	-3.38	-2.51	-7.40	-6.18	-1.59	-5.62	-5.87	-7.64	-6.88
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	2.40	2.29	2.14	2.26	2.13	2.33	2.49	2.47	2.22	2.06	2.29	2.25	2.28
24hr	3.33	3.49	3.28	3.14	3.24	3.45	3.60	3.44	3.19	3.20	3.35	3.40	3.34
36hr	4.50	4.40	3.87	3.73	3.82	4.09	4.51	4.57	4.29	4.25	4.35	4.28	4.22
48hr	5.62	5.18	4.64	4.14	4.58	4.45	5.37	5.14	4.73	4.73	4.74	4.91	4.85
60hr	5.69	5.42	4.92	4.25	4.80	4.51	5.30	5.03	4.98	4.99	4.95	5.08	4.99
72hr	6.41	5.98	5.35	4.56	5.38	5.10	6.10	5.68	5.34	5.33	5.38	5.65	5.52
96hr	7.38	7.18	6.64	5.85	6.55	5.81	6.71	6.45	6.36	6.40	6.16	6.42	6.49
120hr	8.38	8.51	7.61	6.87	7.64	6.91	7.82	7.27	7.32	7.49	7.09	7.68	7.55
144hr	9.80	10.19	8.76	7.73	8.77	8.08	9.15	8.31	8.52	8.57	8.12	9.22	8.77
168hr	11.32	12.05	10.03	8.63	9.75	9.39	10.65	9.60	9.82	9.81	9.22	11.12	10.12
192hr	12.67	14.12	11.60	9.93	11.14	10.72	12.09	11.03	11.37	11.26	10.30	12.52	11.56
216hr	14.43	15.91	13.08	11.25	12.30	12.25	13.64	12.45	12.54	12.06	11.73	14.02	12.97
240hr	16.20	17.51	14.67	12.61	13.10	13.31	15.06	13.67	13.11	13.07	12.85	15.17	14.19
264hr	18.07	19.42	16.47	13.59	14.28	13.70	16.67	14.89	13.73	14.15	13.82	15.91	15.39
288hr	19.43	21.09	18.08	14.23	15.06	14.00	17.91	16.21	14.53	15.05	14.39	16.86	16.40
AC	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.98	0.99	0.99	0.98	0.99	0.98	0.99	0.98	0.98	0.99	0.98	0.99	0.98
24hr	0.97	0.98	0.97	0.97	0.97	0.97	0.98	0.97	0.97	0.97	0.96	0.97	0.97
36hr	0.95	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.94	0.95	0.95	0.94	0.96	0.95
48hr	0.93	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.93	0.94	0.94	0.93	0.94	0.94
60hr	0.93	0.95	0.94	0.95	0.94	0.94	0.94	0.93	0.93	0.94	0.92	0.94	0.94
72hr	0.91	0.94	0.93	0.94	0.93	0.93	0.93	0.92	0.92	0.93	0.91	0.93	0.93
96hr	0.89	0.92	0.90	0.90	0.89	0.90	0.91	0.88	0.88	0.89	0.88	0.91	0.90
120hr	0.86	0.89	0.87	0.86	0.84	0.86	0.88	0.86	0.84	0.84	0.84	0.87	0.86
144hr	0.82	0.84	0.84	0.82	0.80	0.81	0.84	0.82	0.79	0.80	0.79	0.82	0.81
168hr	0.77	0.79	0.81	0.79	0.74	0.73	0.78	0.76	0.72	0.74	0.74	0.75	0.76
192hr	0.72	0.72	0.77	0.74	0.67	0.65	0.72	0.69	0.64	0.67	0.70	0.70	0.70
216hr	0.67	0.67	0.71	0.69	0.58	0.55	0.63	0.62	0.57	0.61	0.62	0.63	0.63
240hr	0.60	0.62	0.62	0.61	0.51	0.50	0.54	0.54	0.50	0.56	0.55	0.57	0.56
264hr	0.54	0.54	0.56	0.55	0.45	0.45	0.43	0.45	0.45	0.49	0.47	0.53	0.49
288hr	0.46	0.47	0.50	0.48	0.40	0.39	0.33	0.35	0.40	0.40	0.42	0.47	0.42

표 D.5.8 UM-Global 적도 250hPa 풍속 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.03	-0.02	-0.03	-0.04	0.00	-0.04	-0.02	-0.03	-0.03	-0.04	-0.04	-0.05	-0.03
24hr	0.00	-0.07	-0.16	-0.15	-0.04	-0.09	-0.09	-0.10	-0.09	-0.13	-0.08	-0.11	-0.09
36hr	0.07	-0.01	-0.19	-0.13	-0.03	-0.07	-0.08	-0.08	-0.11	-0.19	-0.10	-0.11	-0.09
48hr	0.09	0.00	-0.28	-0.14	-0.02	-0.07	-0.15	-0.12	-0.19	-0.24	-0.09	-0.11	-0.11
60hr	0.09	0.03	-0.30	-0.06	0.00	-0.01	-0.12	-0.05	-0.10	-0.22	-0.10	-0.13	-0.08
72hr	0.11	0.06	-0.31	-0.05	0.05	0.04	-0.16	-0.05	-0.10	-0.19	-0.05	-0.07	-0.06
96hr	0.23	0.22	-0.25	0.05	0.16	0.18	-0.16	0.00	-0.04	-0.15	0.00	0.02	0.02
120hr	0.35	0.37	-0.14	0.15	0.26	0.25	-0.16	0.00	0.03	-0.14	0.00	0.10	0.09
144hr	0.45	0.48	0.03	0.23	0.32	0.23	-0.13	0.10	0.10	-0.13	0.04	0.15	0.16
168hr	0.58	0.61	0.17	0.30	0.41	0.27	-0.05	0.15	0.14	-0.19	0.06	0.17	0.22
192hr	0.75	0.67	0.28	0.34	0.42	0.36	0.03	0.20	0.15	-0.21	0.06	0.17	0.27
216hr	0.88	0.68	0.38	0.28	0.47	0.54	0.21	0.13	0.27	-0.30	0.14	0.21	0.33
240hr	0.99	0.72	0.41	0.20	0.48	0.69	0.24	0.08	0.29	-0.39	0.15	0.32	0.35
264hr	1.00	0.80	0.35	0.25	0.45	0.78	0.23	0.05	0.23	-0.53	0.14	0.43	0.35
288hr	1.06	0.88	0.33	0.25	0.38	0.79	0.29	0.18	0.14	-0.64	0.21	0.44	0.36
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	2.21	2.27	2.26	2.12	2.15	1.99	2.07	2.06	2.11	2.02	1.99	2.24	2.12
24hr	3.39	3.52	3.45	3.23	3.30	3.14	3.24	3.27	3.29	3.21	3.14	3.45	3.30
36hr	4.20	4.44	4.33	3.97	4.14	3.97	4.08	4.10	4.22	4.09	4.04	4.39	4.17
48hr	4.92	5.23	5.06	4.65	4.87	4.73	4.83	4.85	4.99	4.86	4.80	5.14	4.91
60hr	5.43	5.90	5.69	5.17	5.49	5.31	5.42	5.38	5.62	5.54	5.49	5.82	5.52
72hr	5.99	6.46	6.21	5.70	6.05	5.89	5.94	5.94	6.15	6.09	6.13	6.41	6.08
96hr	6.89	7.43	7.00	6.66	7.11	6.86	6.86	6.83	7.05	7.03	7.14	7.50	7.03
120hr	7.62	8.41	7.67	7.48	8.11	7.65	7.64	7.59	7.86	7.89	8.03	8.45	7.87
144hr	8.37	9.30	8.24	8.17	9.00	8.37	8.40	8.29	8.65	8.78	8.84	9.33	8.64
168hr	9.20	10.05	8.77	8.86	9.83	9.24	9.03	8.97	9.57	9.57	9.51	10.28	9.40
192hr	10.22	10.75	9.37	9.56	10.52	10.11	9.64	9.52	10.28	10.32	10.12	11.01	10.12
216hr	11.09	11.68	10.03	10.22	11.25	11.15	10.27	10.04	11.02	10.89	10.70	11.72	10.84
240hr	12.02	12.40	10.86	10.81	11.72	11.85	10.85	10.59	11.45	11.52	11.22	12.31	11.47
264hr	12.59	13.15	11.57	11.36	12.24	12.34	11.30	10.90	11.82	12.02	11.78	12.82	11.99
288hr	13.35	13.80	12.03	11.95	13.12	12.74	11.76	11.53	12.06	12.36	12.25	13.43	12.53

D.6 적도 관측검증

D.6.1 KIM-Global

표 D.6.1 KIM-Global 적도 850hPa 기온 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.35	-0.30	-0.28	-0.30	-0.36	-0.24	-0.22	-0.28	-0.20	-0.17	-0.10	-0.11	-0.24
24hr	-0.36	-0.32	-0.28	-0.32	-0.39	-0.25	-0.24	-0.30	-0.17	-0.13	-0.05	-0.10	-0.24
36hr	-0.36	-0.35	-0.29	-0.31	-0.37	-0.23	-0.23	-0.27	-0.16	-0.13	-0.06	-0.08	-0.24
48hr	-0.36	-0.37	-0.31	-0.34	-0.39	-0.26	-0.26	-0.30	-0.17	-0.13	-0.05	-0.10	-0.25
60hr	-0.37	-0.37	-0.30	-0.34	-0.38	-0.26	-0.25	-0.32	-0.14	-0.10	-0.04	-0.09	-0.25
72hr	-0.38	-0.38	-0.29	-0.36	-0.37	-0.27	-0.28	-0.30	-0.14	-0.09	-0.04	-0.11	-0.25
96hr	-0.39	-0.36	-0.31	-0.38	-0.35	-0.26	-0.27	-0.33	-0.11	-0.06	0.01	-0.10	-0.24
120hr	-0.36	-0.40	-0.31	-0.39	-0.39	-0.27	-0.28	-0.35	-0.14	-0.07	0.02	-0.09	-0.25
144hr	-0.39	-0.40	-0.37	-0.38	-0.42	-0.28	-0.25	-0.33	-0.14	-0.06	0.04	-0.08	-0.26
168hr	-0.36	-0.41	-0.37	-0.42	-0.47	-0.30	-0.25	-0.34	-0.15	-0.07	0.04	-0.09	-0.27
192hr	-0.37	-0.47	-0.36	-0.47	-0.49	-0.32	-0.24	-0.35	-0.16	-0.06	0.04	-0.17	-0.28
216hr	-0.36	-0.53	-0.37	-0.50	-0.51	-0.30	-0.23	-0.35	-0.13	-0.05	0.00	-0.21	-0.30
240hr	-0.36	-0.56	-0.40	-0.56	-0.53	-0.33	-0.21	-0.35	-0.13	0.00	-0.02	-0.20	-0.30
264hr	-0.36	-0.60	-0.45	-0.63	-0.54	-0.36	-0.21	-0.32	-0.15	-0.05	-0.03	-0.20	-0.33
288hr	-0.43	-0.63	-0.45	-0.70	-0.54	-0.35	-0.19	-0.36	-0.18	-0.08	-0.06	-0.21	-0.35
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	1.05	1.07	1.04	1.05	1.03	1.03	0.99	1.00	0.97	0.93	0.96	0.92	1.00
24hr	1.10	1.15	1.10	1.11	1.10	1.10	1.04	1.04	1.03	0.98	1.01	0.97	1.06
36hr	1.14	1.20	1.14	1.13	1.13	1.14	1.07	1.08	1.04	1.02	1.04	1.01	1.10
48hr	1.17	1.22	1.15	1.15	1.16	1.18	1.12	1.13	1.09	1.05	1.09	1.03	1.13
60hr	1.18	1.24	1.18	1.15	1.19	1.21	1.12	1.15	1.12	1.07	1.10	1.08	1.15
72hr	1.20	1.27	1.20	1.18	1.19	1.22	1.15	1.17	1.14	1.09	1.12	1.09	1.17
96hr	1.27	1.31	1.23	1.22	1.22	1.25	1.19	1.18	1.17	1.12	1.16	1.11	1.20
120hr	1.30	1.41	1.27	1.27	1.26	1.25	1.24	1.20	1.19	1.18	1.20	1.17	1.25
144hr	1.35	1.43	1.33	1.30	1.30	1.28	1.29	1.23	1.26	1.25	1.26	1.24	1.29
168hr	1.41	1.51	1.38	1.32	1.35	1.34	1.33	1.27	1.27	1.31	1.32	1.28	1.34
192hr	1.39	1.57	1.45	1.36	1.45	1.39	1.39	1.32	1.31	1.40	1.42	1.31	1.40
216hr	1.47	1.69	1.55	1.42	1.52	1.44	1.40	1.35	1.37	1.42	1.50	1.37	1.46
240hr	1.51	1.77	1.65	1.53	1.58	1.52	1.47	1.41	1.41	1.47	1.53	1.43	1.52
264hr	1.51	1.86	1.71	1.61	1.64	1.57	1.52	1.44	1.41	1.50	1.55	1.53	1.57
288hr	1.60	1.97	1.78	1.68	1.63	1.61	1.48	1.43	1.49	1.57	1.60	1.54	1.62

표 D.6.2 KIM-Global 적도 500hPa 지위고도 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-6.61	-6.69	-5.76	-5.55	-5.56	-4.78	-5.57	-5.45	-2.67	-2.26	-2.10	-2.74	-4.64
24hr	-6.04	-6.47	-5.23	-4.67	-5.40	-4.25	-5.32	-4.73	-1.82	-1.50	-1.24	-2.57	-4.10
36hr	-4.88	-5.30	-3.83	-3.28	-3.63	-2.63	-4.01	-3.35	-0.81	-0.57	-0.58	-1.18	-2.84
48hr	-4.75	-5.11	-3.98	-3.60	-3.81	-2.52	-3.43	-3.17	-0.39	-0.52	-0.42	-1.18	-2.74
60hr	-4.75	-4.96	-3.89	-3.55	-3.83	-2.23	-3.40	-2.79	0.18	-0.01	0.26	-0.72	-2.47
72hr	-4.10	-4.15	-3.00	-2.79	-3.37	-1.79	-2.50	-2.33	0.59	0.52	0.62	-0.31	-1.88
96hr	-4.03	-4.04	-3.54	-2.73	-3.16	-2.22	-2.84	-2.97	0.35	-0.14	-0.04	-0.27	-2.14
120hr	-3.73	-4.12	-3.69	-3.01	-3.41	-2.62	-3.26	-3.55	0.27	-0.41	0.02	-0.99	-2.38
144hr	-4.41	-4.78	-4.64	-3.72	-3.84	-3.25	-4.31	-4.80	-0.49	-0.86	-0.21	-1.75	-3.09
168hr	-4.51	-4.93	-4.89	-3.59	-3.55	-3.20	-4.46	-5.33	-0.47	-0.91	-0.05	-2.08	-3.16
192hr	-5.52	-6.38	-6.36	-4.47	-3.27	-3.80	-5.64	-5.95	-2.14	-2.87	-0.05	-2.50	-4.08
216hr	-6.52	-6.50	-6.46	-5.30	-3.25	-3.81	-5.33	-6.34	-1.68	-4.15	-0.25	-1.88	-4.29
240hr	-7.50	-7.08	-7.57	-6.13	-3.91	-4.06	-5.39	-6.68	-1.55	-4.85	-1.23	-1.77	-4.81
264hr	-7.42	-7.56	-7.74	-6.60	-3.99	-3.33	-5.26	-6.57	-1.80	-5.35	-1.48	-2.21	-4.94
288hr	-7.95	-8.08	-8.16	-6.60	-5.18	-3.07	-6.33	-6.83	-1.90	-6.58	-1.08	-2.97	-5.39
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	12.14	12.36	11.78	11.64	10.88	10.30	11.13	10.86	10.44	10.91	12.49	12.32	11.44
24hr	11.85	12.43	11.58	11.35	11.10	10.54	11.46	10.75	10.38	10.63	12.36	12.12	11.38
36hr	11.61	11.98	11.13	11.04	10.46	9.92	10.90	10.46	10.76	11.20	13.23	12.44	11.26
48hr	11.70	12.19	11.40	11.16	10.66	10.03	10.87	10.55	10.94	11.21	13.20	12.56	11.37
60hr	11.63	12.39	11.36	11.04	10.84	10.21	11.03	10.58	11.15	11.17	12.94	12.44	11.40
72hr	11.68	12.22	11.30	11.03	10.69	10.26	10.96	10.67	11.72	11.61	13.54	12.86	11.54
96hr	11.86	12.43	11.66	11.13	11.08	10.81	11.42	11.12	11.97	11.77	13.65	13.25	11.85
120hr	11.92	12.94	11.98	11.51	11.45	11.40	11.96	11.68	12.70	12.32	14.42	13.41	12.31
144hr	12.69	13.90	12.74	12.12	12.20	11.92	12.58	12.33	13.48	13.02	15.19	13.97	13.01
168hr	13.48	15.46	13.62	12.60	12.82	12.75	13.30	13.05	14.00	13.83	15.69	14.92	13.79
192hr	14.52	16.92	14.78	13.76	13.77	13.51	14.86	13.37	14.79	14.75	16.39	15.85	14.77
216hr	15.36	17.92	16.11	14.41	14.44	14.06	15.20	14.08	14.53	15.66	17.56	16.24	15.46
240hr	16.51	19.23	17.46	15.27	15.09	14.73	16.51	14.82	15.06	16.52	17.88	16.77	16.32
264hr	17.65	21.15	18.35	16.15	15.49	14.74	16.59	15.56	15.90	17.54	17.86	17.03	17.00
288hr	18.50	22.25	19.11	17.04	16.04	15.24	17.67	16.20	16.60	18.56	18.69	17.56	17.79

표 D.6.3 KIM-Global 적도 250hPa 풍속 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.58	-0.59	-0.56	-0.43	-0.52	-0.33	-0.47	-0.17	-0.33	-0.41	-0.34	-0.43	-0.43
24hr	-0.51	-0.71	-0.66	-0.48	-0.44	-0.24	-0.41	-0.08	-0.28	-0.44	-0.21	-0.26	-0.39
36hr	-0.47	-0.67	-0.56	-0.45	-0.36	-0.24	-0.32	0.09	-0.21	-0.47	-0.25	-0.20	-0.34
48hr	-0.42	-0.64	-0.58	-0.42	-0.32	-0.31	-0.22	0.29	-0.07	-0.52	-0.24	-0.07	-0.29
60hr	-0.34	-0.70	-0.56	-0.28	-0.13	-0.23	-0.08	0.44	0.10	-0.42	-0.27	-0.04	-0.21
72hr	-0.30	-0.75	-0.62	-0.29	-0.06	-0.25	-0.09	0.78	0.18	-0.41	-0.26	0.06	-0.17
96hr	-0.17	-0.76	-0.65	-0.16	0.12	-0.31	-0.13	1.01	0.35	-0.40	-0.26	0.14	-0.10
120hr	-0.09	-0.72	-0.72	-0.17	0.20	-0.27	-0.25	1.13	0.45	-0.19	-0.11	0.33	-0.03
144hr	0.05	-0.60	-0.88	-0.23	0.17	-0.16	-0.12	1.18	0.57	0.00	-0.21	0.23	0.00
168hr	0.10	-0.56	-0.77	-0.20	0.13	-0.07	-0.09	1.35	0.47	0.22	-0.02	0.23	0.06
192hr	0.19	-0.45	-0.81	-0.03	0.07	0.29	-0.29	1.51	0.39	0.46	-0.02	0.23	0.13
216hr	0.34	-0.43	-0.75	0.12	-0.04	0.73	-0.46	1.57	0.48	0.60	0.09	0.14	0.20
240hr	0.22	-0.27	-0.94	0.46	-0.08	1.12	-0.38	1.42	0.13	0.55	0.02	0.03	0.19
264hr	0.20	-0.42	-0.94	0.64	-0.04	1.53	-0.27	1.39	0.12	0.55	0.18	-0.05	0.24
288hr	0.30	-0.73	-0.80	0.40	0.13	1.73	-0.28	1.40	-0.01	0.44	0.23	-0.10	0.23

RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	4.38	4.52	4.63	4.17	4.41	4.35	4.45	4.35	4.60	4.20	4.41	4.57	4.42
24hr	5.00	5.15	5.21	4.64	4.90	5.02	5.10	4.84	5.24	4.90	4.89	5.34	5.02
36hr	5.38	5.60	5.75	5.05	5.17	5.40	5.52	5.27	5.64	5.28	5.22	5.79	5.42
48hr	5.82	5.91	6.04	5.25	5.51	5.80	5.99	5.70	6.12	5.70	5.69	6.34	5.82
60hr	6.16	6.16	6.45	5.47	5.87	6.17	6.45	6.11	6.62	6.03	6.02	6.81	6.19
72hr	6.57	6.63	6.78	5.59	6.15	6.46	6.75	6.55	7.19	6.36	6.45	7.19	6.56
96hr	7.07	6.95	7.38	6.06	6.65	7.22	7.30	7.28	7.66	6.94	6.95	7.73	7.10
120hr	7.49	7.57	7.80	6.58	7.16	7.54	7.87	7.93	8.32	7.49	7.55	8.13	7.62
144hr	8.03	8.14	8.24	6.91	7.71	8.10	8.08	8.43	9.08	7.97	7.97	8.74	8.12
168hr	8.67	8.82	8.76	7.27	8.31	8.66	8.55	8.66	9.55	8.73	8.71	9.45	8.68
192hr	9.49	9.60	9.03	7.85	8.55	9.44	9.05	8.95	9.71	9.15	9.08	10.07	9.16
216hr	10.60	10.58	9.24	8.49	9.20	10.26	9.28	9.34	10.40	9.92	9.73	10.53	9.80
240hr	11.34	11.38	9.95	9.34	9.56	10.69	9.82	9.66	10.67	10.33	9.97	11.07	10.32
264hr	11.89	12.00	10.39	10.16	10.32	11.18	10.05	10.06	11.26	10.58	10.52	11.36	10.81
288hr	12.25	12.39	10.99	10.65	10.67	11.95	10.09	10.37	11.47	10.66	11.00	11.85	11.19

D.6.2 UM-Global

표 D.6.4 UM-Global 적도 850hPa 기온 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.06	0.04	0.03	0.05	0.08	0.21	0.24	0.23	0.32	0.25	0.32	0.19	0.17
24hr	0.11	0.08	0.08	0.08	0.11	0.25	0.29	0.29	0.41	0.35	0.38	0.25	0.22
36hr	0.11	0.08	0.11	0.13	0.19	0.31	0.34	0.37	0.54	0.47	0.46	0.29	0.28
48hr	0.10	0.06	0.11	0.12	0.20	0.33	0.32	0.38	0.58	0.50	0.48	0.29	0.29
60hr	0.10	0.03	0.10	0.13	0.23	0.37	0.36	0.43	0.65	0.54	0.50	0.29	0.31
72hr	0.11	0.02	0.13	0.12	0.23	0.35	0.36	0.44	0.63	0.53	0.52	0.30	0.31
96hr	0.09	0.00	0.08	0.11	0.26	0.38	0.34	0.43	0.64	0.58	0.55	0.32	0.32
120hr	0.07	0.01	0.11	0.12	0.27	0.38	0.33	0.41	0.65	0.64	0.59	0.35	0.33
144hr	0.11	-0.01	0.07	0.11	0.24	0.38	0.37	0.40	0.69	0.69	0.62	0.40	0.34
168hr	0.12	-0.02	0.07	0.10	0.22	0.38	0.36	0.39	0.68	0.71	0.64	0.41	0.34
192hr	0.15	-0.05	0.08	0.05	0.17	0.38	0.39	0.41	0.69	0.72	0.64	0.37	0.33
216hr	0.12	-0.07	0.01	-0.01	0.12	0.40	0.41	0.39	0.68	0.76	0.69	0.31	0.32
240hr	0.14	-0.11	-0.04	-0.07	0.12	0.42	0.43	0.35	0.66	0.78	0.68	0.31	0.31
264hr	0.17	-0.14	-0.09	-0.12	0.09	0.47	0.42	0.36	0.64	0.75	0.65	0.29	0.29
288hr	0.17	-0.13	-0.10	-0.18	0.12	0.44	0.44	0.37	0.64	0.69	0.63	0.33	0.28
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.92	0.97	0.95	0.95	0.96	0.99	1.00	0.98	1.00	0.99	1.06	0.91	0.97
24hr	1.00	1.02	1.00	1.00	1.00	1.02	1.07	1.05	1.12	1.11	1.12	0.99	1.04
36hr	1.03	1.09	1.04	1.03	1.06	1.10	1.13	1.14	1.29	1.26	1.24	1.05	1.12
48hr	1.07	1.13	1.09	1.05	1.08	1.15	1.15	1.17	1.34	1.32	1.27	1.07	1.16
60hr	1.09	1.19	1.13	1.07	1.11	1.19	1.19	1.25	1.46	1.41	1.34	1.12	1.21
72hr	1.12	1.22	1.15	1.10	1.15	1.20	1.21	1.26	1.48	1.44	1.38	1.16	1.24
96hr	1.19	1.30	1.18	1.13	1.22	1.20	1.27	1.30	1.57	1.54	1.46	1.23	1.30
120hr	1.27	1.38	1.26	1.20	1.23	1.23	1.32	1.35	1.62	1.63	1.58	1.31	1.36
144hr	1.38	1.47	1.32	1.27	1.26	1.30	1.36	1.40	1.70	1.74	1.67	1.38	1.44
168hr	1.43	1.50	1.37	1.30	1.31	1.34	1.39	1.46	1.80	1.80	1.77	1.48	1.50
192hr	1.52	1.58	1.50	1.32	1.38	1.40	1.44	1.51	1.87	1.87	1.77	1.53	1.56
216hr	1.55	1.68	1.50	1.46	1.53	1.45	1.51	1.54	1.92	1.93	1.88	1.63	1.63
240hr	1.65	1.81	1.58	1.54	1.59	1.51	1.64	1.61	1.94	1.98	2.00	1.62	1.71
264hr	1.75	1.78	1.70	1.51	1.64	1.58	1.64	1.68	1.97	2.00	1.99	1.69	1.74
288hr	1.80	1.84	1.81	1.54	1.67	1.60	1.74	1.68	1.98	2.01	1.96	1.76	1.78

표 D.6.5 UM-Global 적도 500hPa 지위고도 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-3.90	-2.68	-2.41	-3.27	-3.02	-2.44	-2.54	-1.13	-1.32	-1.23	-1.67	-1.84	-2.29
24hr	-3.53	-2.32	-2.45	-3.22	-3.16	-2.60	-2.38	-0.87	-1.04	-1.11	-1.25	-1.33	-2.10
36hr	-3.67	-1.80	-1.74	-2.37	-2.30	-1.33	-1.23	0.60	0.22	-0.32	-0.57	-1.02	-1.29
48hr	-5.43	-3.04	-3.07	-3.24	-2.69	-1.69	-2.61	-0.76	-0.29	-0.62	-1.09	-2.22	-2.23
60hr	-6.14	-3.81	-3.94	-3.65	-2.88	-1.76	-2.59	-0.81	-0.44	-0.84	-1.74	-2.72	-2.61
72hr	-6.29	-3.95	-4.45	-4.60	-3.85	-2.23	-3.18	-1.46	-1.25	-1.59	-2.39	-2.84	-3.17
96hr	-8.05	-5.99	-6.35	-5.72	-5.02	-3.33	-4.50	-2.56	-2.20	-2.67	-3.70	-4.53	-4.55
120hr	-7.76	-6.79	-7.11	-6.82	-6.28	-4.30	-4.63	-3.39	-2.80	-3.42	-3.73	-4.87	-5.16
144hr	-8.52	-7.50	-7.88	-6.96	-6.38	-4.69	-4.75	-3.99	-2.90	-3.38	-4.21	-5.94	-5.59
168hr	-8.47	-7.59	-7.97	-6.97	-6.22	-4.76	-4.45	-3.75	-2.78	-3.36	-4.36	-6.11	-5.57
192hr	-9.98	-8.99	-9.55	-7.91	-6.47	-4.91	-4.83	-4.08	-2.37	-3.96	-5.43	-6.82	-6.28
216hr	-11.03	-10.49	-10.86	-8.40	-5.65	-5.07	-5.01	-4.21	-2.25	-5.11	-5.99	-7.23	-6.78
240hr	-12.91	-12.25	-11.63	-9.40	-4.81	-4.81	-4.90	-5.39	-2.69	-6.88	-6.51	-7.76	-7.49
264hr	-13.79	-13.95	-12.53	-10.13	-5.32	-4.09	-4.81	-6.06	-2.32	-7.27	-7.28	-7.81	-7.95
288hr	-14.72	-15.10	-13.97	-10.73	-6.39	-4.50	-5.30	-6.00	-1.94	-8.10	-8.05	-7.99	-8.57
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	10.92	10.91	10.64	10.74	9.97	9.39	10.27	9.66	10.42	10.97	12.43	11.89	10.69
24hr	11.15	11.35	11.02	11.02	10.19	9.74	10.66	9.99	10.66	11.20	13.05	12.00	11.00
36hr	11.95	11.73	11.30	11.05	10.23	9.78	10.92	10.65	11.41	11.96	13.50	12.64	11.43
48hr	12.80	12.29	11.74	11.28	10.45	10.06	11.27	10.57	11.61	12.24	13.84	12.99	11.76
60hr	12.75	12.32	11.82	11.38	10.72	10.19	11.19	10.67	11.70	12.13	13.91	13.00	11.82
72hr	13.03	12.41	12.04	11.58	11.00	10.25	11.50	10.78	11.62	12.01	13.79	13.32	11.94
96hr	14.19	13.56	12.97	12.32	11.88	10.73	12.12	11.07	12.26	12.41	14.15	13.87	12.63
120hr	14.12	14.56	13.37	13.03	13.08	11.50	12.33	11.43	12.83	12.87	14.34	14.24	13.14
144hr	15.08	15.39	14.04	13.52	13.26	12.21	12.88	12.10	13.21	13.78	15.21	15.21	13.83
168hr	15.86	16.86	14.69	14.25	13.53	13.00	13.81	12.48	14.26	14.65	16.21	16.33	14.66
192hr	18.04	18.62	16.30	15.11	14.14	13.77	14.47	13.09	14.92	15.19	17.74	17.41	15.73
216hr	18.52	20.41	17.52	16.04	14.62	14.66	15.41	14.21	15.30	16.23	18.93	18.59	16.70
240hr	20.05	21.67	18.95	17.20	14.78	15.53	16.34	15.28	16.02	17.02	20.23	18.89	17.66
264hr	21.62	23.16	20.49	18.36	16.28	15.86	17.01	15.32	16.62	17.79	20.74	19.63	18.57
288hr	22.84	24.48	22.31	19.17	16.69	15.87	17.88	16.08	17.16	18.99	20.73	20.21	19.37

표 D.6.6 UM-Global 적도 250hPa 풍속 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.57	-0.43	-0.41	-0.37	-0.50	-0.31	-0.45	-0.17	-0.33	-0.48	-0.18	-0.41	-0.38
24hr	-0.56	-0.56	-0.63	-0.65	-0.51	-0.29	-0.61	-0.25	-0.32	-0.55	-0.24	-0.57	-0.48
36hr	-0.40	-0.56	-0.65	-0.68	-0.47	-0.25	-0.61	-0.07	-0.25	-0.43	-0.25	-0.56	-0.43
48hr	-0.50	-0.64	-0.76	-0.80	-0.52	-0.23	-0.73	0.00	-0.28	-0.52	-0.16	-0.50	-0.47
60hr	-0.43	-0.64	-0.90	-0.78	-0.47	-0.35	-0.82	0.01	-0.14	-0.44	-0.10	-0.51	-0.46
72hr	-0.43	-0.64	-1.03	-0.86	-0.45	-0.30	-0.90	-0.05	-0.10	-0.41	-0.04	-0.46	-0.47
96hr	-0.31	-0.67	-1.00	-0.80	-0.26	-0.32	-0.92	-0.07	-0.05	-0.19	-0.23	-0.36	-0.43
120hr	-0.17	-0.47	-1.06	-0.66	-0.30	-0.31	-0.97	-0.01	0.02	-0.12	-0.27	-0.34	-0.39
144hr	0.10	-0.45	-0.96	-0.52	-0.32	-0.12	-1.04	0.02	-0.05	0.04	0.04	-0.49	-0.31
168hr	0.21	-0.19	-0.75	-0.49	-0.31	0.05	-1.14	-0.05	-0.18	0.21	0.13	-0.56	-0.26
192hr	0.30	-0.36	-0.73	-0.40	-0.29	0.34	-1.20	-0.16	-0.29	0.13	0.32	-0.60	-0.24
216hr	0.58	-0.38	-0.46	-0.29	-0.42	0.73	-1.30	-0.33	-0.12	0.09	0.42	-0.65	-0.18
240hr	0.53	-0.60	-0.28	-0.45	-0.34	1.06	-1.41	-0.53	0.06	-0.01	0.66	-0.68	-0.17
264hr	0.31	-0.74	-0.28	-0.67	-0.30	1.27	-1.29	-0.66	-0.07	-0.13	0.57	-0.50	-0.21
288hr	0.00	-0.69	-0.06	-0.59	-0.19	1.33	-1.05	-0.64	-0.30	-0.01	0.54	-0.43	-0.17
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	4.37	4.44	4.46	4.03	4.23	4.26	4.40	4.30	4.52	4.14	4.21	4.63	4.33
24hr	5.14	5.12	5.11	4.53	4.79	4.84	5.03	4.89	5.16	4.78	4.84	5.32	4.96
36hr	5.50	5.68	5.57	4.98	5.21	5.27	5.43	5.43	5.67	5.39	5.45	6.00	5.47
48hr	5.95	6.18	6.15	5.28	5.63	5.68	5.84	5.92	6.13	5.83	6.11	6.40	5.92
60hr	6.29	6.63	6.49	5.67	5.97	5.95	6.31	6.35	6.71	6.42	6.64	6.75	6.35
72hr	6.70	7.01	7.01	5.95	6.34	6.37	6.79	6.71	7.04	6.74	7.11	7.22	6.75
96hr	7.23	7.72	7.68	6.50	6.86	7.12	7.49	7.34	7.64	7.61	7.75	7.98	7.41
120hr	8.02	8.38	8.29	6.97	7.50	7.74	8.02	7.88	8.20	8.31	8.14	8.46	7.99
144hr	8.64	8.93	8.86	7.60	8.16	8.25	8.57	8.45	8.75	8.66	8.75	9.04	8.56
168hr	9.21	9.49	9.24	7.99	8.62	9.27	9.25	8.96	9.37	9.19	9.49	9.63	9.14
192hr	9.98	9.93	9.50	8.68	9.02	9.99	9.74	9.35	9.98	9.83	9.91	10.22	9.68
216hr	10.73	10.78	9.99	9.26	9.47	10.51	10.30	9.82	10.72	10.27	10.54	10.69	10.26
240hr	11.33	11.33	10.71	9.71	9.95	10.93	10.65	10.30	10.87	10.80	11.10	11.20	10.74
264hr	11.80	11.86	11.36	10.08	10.15	11.40	10.87	10.13	11.22	10.99	11.41	11.28	11.05
288hr	12.12	12.43	11.63	10.47	10.77	11.46	11.38	10.24	11.34	11.11	11.54	11.80	11.36

D.7 아시아 영역 분석검증

D.7.1 KIM-Global

표 D.7.1 KIM-Global 아시아 850hPa 기온 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.02	-0.03	-0.09	-0.02	0.06	0.03	0.04	0.03	0.01	-0.04	-0.08	-0.10	-0.02
24hr	-0.04	-0.04	-0.11	-0.08	0.08	0.08	0.09	0.11	0.05	-0.02	-0.08	-0.11	-0.01
36hr	-0.08	-0.06	-0.19	-0.09	0.16	0.11	0.12	0.15	0.08	-0.03	-0.12	-0.16	-0.01
48hr	-0.09	-0.06	-0.20	-0.11	0.20	0.15	0.14	0.20	0.10	-0.01	-0.12	-0.18	0.00
60hr	-0.12	-0.07	-0.26	-0.13	0.26	0.18	0.18	0.23	0.11	0.00	-0.17	-0.20	0.00
72hr	-0.08	-0.02	-0.22	-0.13	0.27	0.24	0.22	0.28	0.13	0.02	-0.16	-0.21	0.03
96hr	-0.09	-0.02	-0.20	-0.20	0.33	0.31	0.25	0.28	0.10	0.05	-0.19	-0.24	0.03
120hr	-0.09	-0.05	-0.23	-0.24	0.47	0.31	0.22	0.27	0.05	0.02	-0.26	-0.29	0.01
144hr	-0.13	-0.13	-0.29	-0.27	0.48	0.30	0.17	0.26	0.03	-0.09	-0.28	-0.34	-0.02
168hr	-0.22	-0.11	-0.40	-0.28	0.44	0.31	0.19	0.24	-0.04	-0.27	-0.32	-0.34	-0.07
192hr	-0.28	-0.07	-0.52	-0.34	0.45	0.31	0.15	0.20	-0.04	-0.43	-0.32	-0.42	-0.11
216hr	-0.36	-0.07	-0.59	-0.37	0.43	0.28	0.10	0.15	-0.03	-0.47	-0.44	-0.36	-0.14
240hr	-0.44	-0.20	-0.59	-0.37	0.53	0.32	0.07	0.07	-0.05	-0.50	-0.51	-0.19	-0.15
264hr	-0.31	-0.11	-0.65	-0.40	0.54	0.40	0.01	0.05	-0.08	-0.43	-0.33	-0.20	-0.13
288hr	-0.24	0.12	-0.76	-0.56	0.61	0.52	-0.13	0.03	-0.02	-0.43	-0.33	-0.13	-0.11
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.38	0.41	0.42	0.45	0.49	0.49	0.49	0.43	0.40	0.37	0.36	0.37	0.42
24hr	0.64	0.66	0.65	0.71	0.75	0.75	0.76	0.68	0.62	0.58	0.60	0.61	0.67
36hr	0.84	0.88	0.87	0.95	1.03	0.97	0.99	0.87	0.85	0.76	0.82	0.80	0.89
48hr	1.01	1.04	1.03	1.14	1.22	1.17	1.21	1.05	0.97	0.89	0.97	0.97	1.06
60hr	1.20	1.24	1.21	1.36	1.47	1.37	1.34	1.19	1.18	1.07	1.15	1.14	1.24
72hr	1.40	1.43	1.37	1.52	1.70	1.56	1.55	1.38	1.34	1.21	1.29	1.30	1.42
96hr	1.80	1.89	1.75	2.04	2.10	1.97	1.86	1.65	1.69	1.59	1.68	1.64	1.80
120hr	2.26	2.42	2.21	2.59	2.69	2.40	2.11	1.90	2.10	2.07	2.13	2.05	2.24
144hr	2.82	2.96	2.75	3.18	3.12	2.87	2.45	2.15	2.48	2.69	2.70	2.59	2.73
168hr	3.65	3.51	3.21	3.61	3.51	3.22	2.76	2.39	2.80	3.08	3.49	3.21	3.20
192hr	4.33	4.09	3.60	4.00	3.99	3.54	3.12	2.70	3.07	3.51	4.20	3.85	3.67
216hr	4.92	4.69	4.08	4.41	4.40	3.74	3.37	2.98	3.50	3.83	4.52	4.10	4.05
240hr	5.23	5.24	4.42	4.65	4.83	4.02	3.53	3.13	3.90	4.25	4.92	4.51	4.39
264hr	5.41	5.52	4.66	4.80	5.10	4.29	3.57	3.29	4.10	4.46	5.33	4.88	4.62
288hr	5.69	5.70	4.86	5.17	5.29	4.34	3.65	3.51	4.34	4.57	5.41	5.19	4.81

표 D.7.2 KIM-Global 아시아 500hPa 지위고도 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-1.21	-1.21	-1.48	-0.93	-0.27	-0.42	0.34	-0.55	-0.69	-1.16	-1.66	-2.07	-0.94
24hr	0.52	0.03	0.16	0.69	-0.21	-1.46	-1.20	-0.79	-1.26	-0.90	-0.24	-1.03	-0.48
36hr	1.36	0.61	-0.18	1.87	1.64	1.21	1.10	1.44	0.44	0.03	0.49	-1.31	0.73
48hr	0.99	-0.11	-1.16	0.50	0.56	1.73	1.48	1.57	0.53	-0.04	0.57	-2.14	0.37
60hr	2.26	1.14	-0.30	1.17	2.53	3.75	2.73	2.48	1.46	0.70	0.85	-1.22	1.46
72hr	2.84	1.53	0.87	1.67	3.20	5.51	4.47	4.19	2.62	1.41	1.84	-0.56	2.47
96hr	1.57	1.98	0.37	1.18	3.91	5.82	3.62	2.08	0.62	-0.46	1.29	-0.91	1.76
120hr	-1.83	-0.35	-3.53	-0.75	1.45	4.17	2.89	-0.19	-2.25	-2.76	-0.03	-1.55	-0.40
144hr	-4.39	-2.54	-6.40	-1.25	-0.82	3.42	3.10	-1.98	-2.10	-3.19	1.85	-2.29	-1.38
168hr	-5.81	-3.74	-5.48	-1.20	-4.24	3.80	4.02	-2.83	-2.63	-1.86	3.96	-5.37	-1.78
192hr	-7.56	-4.63	-3.77	-1.73	-6.14	1.60	4.67	-3.76	-4.07	0.43	4.67	-6.89	-2.27
216hr	-10.35	-3.99	-4.74	-2.00	-6.53	2.72	4.86	-4.15	-6.25	0.73	-0.28	-5.38	-2.95
240hr	-9.70	-4.98	-3.30	-4.43	-2.19	3.16	5.43	-3.66	-7.53	-2.17	-3.55	-0.38	-2.78
264hr	-8.46	-4.97	-6.21	-9.51	1.17	-0.03	5.31	-1.72	-8.62	-1.19	-3.52	-0.30	-3.17
288hr	-11.65	-6.74	-8.80	-17.76	0.63	0.86	2.03	0.38	-9.19	-1.57	-1.01	-2.99	-4.65
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	3.49	3.57	3.75	3.53	3.59	3.33	3.16	3.19	3.34	3.34	3.68	4.00	3.50
24hr	5.96	6.33	6.07	6.32	6.24	5.56	5.36	5.42	5.39	5.52	5.85	6.21	5.85
36hr	8.33	8.96	9.08	9.55	9.35	7.61	7.14	7.18	7.98	8.22	8.63	9.19	8.43
48hr	11.35	11.75	11.55	12.42	12.29	10.19	9.68	9.23	10.12	10.89	11.37	12.88	11.14
60hr	14.05	15.17	14.46	16.40	16.35	13.34	11.81	11.36	13.53	14.48	14.59	16.56	14.34
72hr	18.18	18.78	17.19	19.65	19.84	16.65	15.04	14.42	16.29	17.59	17.30	20.34	17.61
96hr	25.95	27.89	24.66	28.77	27.10	23.58	20.05	20.08	23.38	25.87	24.47	28.66	25.04
120hr	33.65	37.57	34.20	39.34	35.82	32.15	25.61	26.00	32.15	36.22	36.85	39.44	34.08
144hr	43.17	47.32	45.17	49.88	44.24	38.45	32.48	30.18	38.17	46.55	51.18	51.32	43.18
168hr	57.54	57.57	52.28	59.13	52.89	45.46	38.81	34.47	45.86	54.24	66.23	66.23	52.56
192hr	70.00	70.66	61.92	65.99	61.33	51.95	43.47	39.68	51.83	63.51	78.05	77.69	61.34
216hr	84.36	85.14	70.54	74.78	69.17	56.53	48.28	45.68	60.27	72.17	82.69	85.24	69.57
240hr	89.77	89.75	75.52	78.18	75.81	61.62	52.75	50.97	67.28	80.96	90.66	92.49	75.48
264hr	91.98	92.43	81.55	80.28	78.77	66.58	54.53	54.84	73.65	82.37	93.06	100.79	79.24
288hr	99.74	98.66	86.20	90.02	82.82	66.07	56.17	59.87	79.98	86.70	95.03	107.26	84.04

표 D.7.3 KIM-Global 아시아 250hPa 풍속 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.11	-0.16	-0.15	-0.15	-0.12	0.04	0.11	0.04	0.04	-0.04	-0.07	-0.06	-0.05
24hr	-0.12	-0.21	-0.17	-0.05	-0.05	0.09	0.08	0.06	0.08	-0.03	-0.14	-0.07	-0.04
36hr	-0.03	-0.15	-0.03	0.07	-0.01	0.14	0.17	0.07	0.07	-0.04	-0.13	-0.05	0.01
48hr	-0.06	-0.28	-0.08	0.08	-0.04	0.11	0.06	0.06	0.11	-0.10	-0.23	-0.14	-0.04
60hr	0.01	-0.15	0.03	0.08	-0.09	0.07	0.05	0.04	0.09	-0.15	-0.25	-0.11	-0.03
72hr	-0.06	-0.26	-0.05	0.05	-0.03	0.05	0.03	0.04	0.13	-0.18	-0.28	-0.16	-0.06
96hr	-0.10	-0.48	-0.20	-0.08	-0.19	-0.11	-0.13	0.07	0.02	-0.18	-0.33	-0.28	-0.17
120hr	-0.23	-0.61	-0.41	-0.06	-0.17	-0.03	-0.21	0.13	0.07	-0.07	-0.39	-0.47	-0.21
144hr	-0.11	-0.48	-0.53	-0.09	-0.06	0.01	-0.09	0.18	0.01	0.03	-0.47	-0.48	-0.17
168hr	0.08	-0.27	-0.52	-0.10	-0.06	0.07	-0.27	0.22	0.16	0.11	-0.66	-0.33	-0.13
192hr	0.29	0.08	-0.46	-0.10	-0.15	0.17	-0.31	0.33	0.03	-0.14	-0.73	-0.17	-0.10
216hr	0.46	0.13	-0.45	-0.02	-0.34	0.24	-0.31	0.55	0.16	-0.35	-0.54	-0.13	-0.05
240hr	0.62	-0.05	-0.74	-0.09	-0.50	0.29	-0.27	0.61	0.10	-0.60	-0.68	-0.25	-0.13
264hr	0.63	-0.20	-0.51	0.03	-0.86	0.37	-0.06	0.50	-0.11	-0.68	-0.84	-0.27	-0.17
288hr	1.04	-0.29	-0.11	0.17	-1.06	0.28	0.01	0.42	-0.24	-0.79	-0.83	-0.25	-0.14
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	1.53	1.80	1.93	2.25	2.28	2.49	2.51	2.30	1.83	1.80	1.66	1.42	1.98
24hr	2.53	3.18	3.33	3.94	3.93	4.06	4.15	3.87	3.10	3.03	2.88	2.34	3.36
36hr	3.25	4.06	4.26	5.11	5.11	5.28	5.32	4.99	4.19	4.12	3.73	3.15	4.38
48hr	4.01	4.87	5.13	6.11	6.30	6.37	6.55	6.11	5.34	5.10	4.63	4.10	5.39
60hr	4.77	5.79	5.95	7.13	7.28	7.55	7.54	7.04	6.21	6.35	5.59	4.97	6.35
72hr	5.63	6.65	6.90	8.08	8.41	8.52	8.74	8.19	7.33	7.40	6.45	5.88	7.35
96hr	7.29	8.71	8.75	10.03	10.23	10.74	10.61	10.21	9.48	9.68	8.56	7.72	9.33
120hr	8.86	10.80	10.46	12.33	12.26	13.03	11.89	12.09	11.63	12.26	11.04	9.60	11.35
144hr	11.09	12.79	12.65	14.46	14.28	14.79	13.42	13.37	13.42	14.55	13.49	11.91	13.35
168hr	13.93	14.96	14.46	16.28	16.07	16.25	14.47	14.56	14.92	16.49	16.33	14.75	15.29
192hr	16.23	17.40	16.48	17.74	17.79	17.76	15.62	15.93	15.90	18.31	18.20	16.83	17.02
216hr	18.31	19.56	17.92	19.13	19.62	18.60	16.72	17.29	18.19	19.75	19.38	18.34	18.57
240hr	19.29	20.78	19.27	19.91	21.59	19.15	18.18	18.46	19.01	21.09	20.59	20.29	19.80
264hr	19.67	21.26	20.49	20.01	22.71	19.93	18.71	19.22	20.09	22.04	21.04	21.85	20.59
288hr	21.06	21.41	21.40	21.65	23.33	20.00	18.69	19.72	20.73	22.61	21.72	22.86	21.26

D.7.2 UM-Global

표 D.7.4 UM-Global 아시아 850hPa 기온 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.19	-0.24	-0.32	-0.17	-0.07	0.10	0.11	-0.05	-0.16	-0.17	-0.12	-0.16	-0.12
24hr	0.00	-0.05	-0.21	-0.11	-0.06	0.16	0.19	0.06	-0.10	-0.08	0.03	0.03	-0.01
36hr	-0.06	-0.13	-0.32	-0.14	-0.05	0.24	0.28	0.06	-0.16	-0.13	0.02	0.00	-0.03
48hr	0.05	0.00	-0.24	-0.11	-0.01	0.28	0.35	0.14	-0.10	-0.06	0.13	0.14	0.05
60hr	0.02	-0.02	-0.29	-0.07	0.06	0.38	0.42	0.18	-0.11	-0.05	0.12	0.12	0.06
72hr	0.11	0.11	-0.24	-0.08	0.10	0.42	0.49	0.24	-0.06	-0.01	0.20	0.20	0.12
96hr	0.16	0.16	-0.20	-0.06	0.18	0.52	0.53	0.33	-0.01	0.06	0.24	0.19	0.18
120hr	0.20	0.17	-0.22	-0.06	0.28	0.61	0.50	0.40	0.02	0.10	0.26	0.20	0.21
144hr	0.23	0.14	-0.27	-0.02	0.39	0.67	0.52	0.46	0.02	0.13	0.24	0.23	0.23
168hr	0.09	0.10	-0.30	0.02	0.49	0.69	0.57	0.47	-0.02	0.11	0.25	0.23	0.22
192hr	-0.09	0.15	-0.41	0.08	0.51	0.73	0.61	0.47	-0.04	0.00	0.23	0.15	0.20
216hr	-0.22	0.20	-0.43	0.11	0.54	0.79	0.66	0.48	0.01	-0.06	0.15	0.11	0.19
240hr	-0.21	0.19	-0.33	0.13	0.64	0.86	0.67	0.56	0.06	-0.05	0.07	0.26	0.24
264hr	-0.28	0.17	-0.23	0.12	0.69	0.82	0.74	0.57	0.10	0.04	0.06	0.40	0.27
288hr	-0.28	0.15	-0.23	0.01	0.61	0.90	0.70	0.53	0.14	0.06	0.12	0.59	0.28
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.71	0.77	0.81	0.79	0.82	0.81	0.78	0.70	0.70	0.69	0.63	0.67	0.74
24hr	0.92	0.91	0.89	0.92	0.95	0.94	0.93	0.80	0.77	0.79	0.81	0.84	0.87
36hr	1.10	1.15	1.16	1.20	1.27	1.25	1.23	1.03	1.04	1.00	0.99	1.00	1.12
48hr	1.25	1.28	1.23	1.32	1.39	1.36	1.38	1.15	1.12	1.09	1.13	1.15	1.24
60hr	1.42	1.50	1.43	1.53	1.65	1.68	1.60	1.34	1.31	1.25	1.27	1.26	1.44
72hr	1.56	1.71	1.54	1.69	1.81	1.82	1.79	1.47	1.43	1.39	1.48	1.45	1.59
96hr	1.94	2.16	1.83	2.08	2.22	2.25	2.15	1.78	1.81	1.75	1.87	1.78	1.97
120hr	2.45	2.67	2.29	2.66	2.67	2.73	2.37	2.06	2.14	2.25	2.31	2.23	2.40
144hr	3.03	3.26	2.88	3.21	3.17	3.17	2.70	2.30	2.56	2.77	2.84	2.65	2.88
168hr	3.85	3.81	3.41	3.74	3.65	3.63	3.10	2.56	2.87	3.20	3.32	3.17	3.36
192hr	4.66	4.14	3.97	4.30	4.13	4.07	3.45	2.91	3.13	3.64	4.00	3.60	3.83
216hr	5.25	4.54	4.41	4.73	4.61	4.35	3.75	3.22	3.44	4.03	4.63	4.12	4.26
240hr	5.77	4.96	4.85	4.99	4.94	4.53	3.94	3.43	3.83	4.24	4.98	4.65	4.59
264hr	6.06	5.34	5.15	5.30	5.25	4.62	4.07	3.62	4.29	4.44	5.21	4.95	4.86
288hr	6.17	5.58	5.38	5.65	5.48	4.68	4.13	3.86	4.58	4.71	5.55	5.04	5.07

표 D.7.5 UM-Global 아시아 500hPa 지위고도 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-1.81	-0.79	-0.49	0.51	-0.19	-1.15	-2.01	-2.45	-1.72	-0.69	-1.38	-2.61	-1.23
24hr	-1.58	-0.23	0.07	1.02	-0.46	-0.13	-1.39	-1.13	-1.45	-0.27	-0.17	-2.20	-0.66
36hr	-1.92	0.90	0.78	3.48	0.95	1.28	-1.14	-1.54	-1.14	0.67	0.99	-2.20	0.09
48hr	-2.13	1.33	0.27	2.86	0.39	2.13	0.03	-0.06	-0.28	1.41	2.09	-1.74	0.53
60hr	-3.21	1.96	0.36	4.74	2.33	3.49	0.08	-0.78	0.49	1.84	2.82	-1.55	1.05
72hr	-1.98	3.13	0.71	4.47	2.43	4.40	1.56	0.38	0.87	2.23	3.76	-1.34	1.72
96hr	-1.59	4.64	1.59	6.48	3.88	5.34	-0.13	-1.49	-1.36	1.44	4.60	-1.24	1.85
120hr	-2.03	4.13	2.19	7.44	4.80	6.34	-2.23	-3.14	-3.15	0.99	4.37	0.31	1.67
144hr	-3.31	2.73	2.83	6.99	6.30	6.17	-2.76	-4.79	-3.24	2.30	4.83	3.08	1.76
168hr	-6.21	0.74	5.54	7.09	6.17	5.23	-3.39	-5.39	-1.85	3.83	6.02	6.46	2.02
192hr	-12.50	-0.81	5.73	10.39	5.95	3.17	-1.40	-6.65	-1.52	6.87	6.96	4.88	1.76
216hr	-16.44	-1.24	4.85	12.62	7.49	2.83	2.87	-5.75	-0.93	7.55	11.30	1.68	2.24
240hr	-14.25	-0.25	4.85	14.14	10.70	3.43	5.28	-2.66	0.11	9.62	12.07	4.18	3.94
264hr	-11.38	-0.77	7.17	14.08	11.58	4.51	6.79	-1.69	0.69	15.47	8.38	8.69	5.29
288hr	-6.73	-1.27	8.49	8.07	8.69	3.41	5.60	-1.15	-0.02	19.01	9.10	14.13	5.61
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	4.69	4.31	4.18	4.44	4.47	4.42	4.81	4.83	4.24	3.77	4.20	4.88	4.44
24hr	6.63	6.38	5.90	6.36	6.22	5.94	5.90	5.72	5.36	5.51	6.17	6.80	6.07
36hr	9.24	9.15	8.36	9.58	8.73	8.46	7.61	7.57	7.51	7.54	8.28	8.85	8.41
48hr	12.22	11.81	10.52	11.46	11.29	10.27	9.62	8.83	9.33	9.95	11.51	11.50	10.69
60hr	15.58	15.04	13.24	15.15	14.38	14.09	11.95	11.26	11.92	12.91	14.38	14.55	13.70
72hr	18.40	19.07	15.99	17.72	18.06	16.10	14.91	12.74	14.58	16.19	18.79	18.60	16.76
96hr	26.48	28.85	23.22	26.71	25.07	23.32	20.50	18.00	21.32	25.03	26.97	25.54	24.25
120hr	37.37	39.21	33.40	38.20	32.67	32.66	25.45	24.12	28.25	35.65	36.68	36.35	33.33
144hr	50.09	51.97	45.79	46.57	40.81	40.02	32.37	29.27	36.28	44.43	50.23	46.98	42.90
168hr	66.75	63.64	55.85	56.99	50.27	46.47	39.00	33.73	43.08	54.60	64.13	57.83	52.69
192hr	80.95	68.86	63.90	69.63	57.62	53.80	44.02	39.83	50.76	62.60	77.01	69.42	61.53
216hr	92.16	75.66	72.15	75.42	63.63	58.61	49.14	45.23	56.60	67.96	85.83	83.01	68.78
240hr	100.19	83.51	79.11	76.76	70.48	61.66	52.82	48.13	63.40	74.87	90.95	93.44	74.61
264hr	104.91	93.47	84.81	84.27	77.18	62.64	54.32	53.03	72.32	83.57	95.75	99.11	80.45
288hr	108.92	99.94	92.55	90.27	80.33	64.71	56.67	57.57	75.36	91.00	99.01	103.43	84.98

표 D.7.6 UM-Global 아시아 250hPa 풍속 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.20	-0.13	-0.16	-0.23	-0.31	-0.22	-0.12	-0.06	0.03	0.05	-0.03	-0.17	-0.13
24hr	-0.35	-0.28	-0.22	-0.16	-0.26	-0.20	-0.14	-0.04	0.02	0.00	-0.13	-0.25	-0.17
36hr	-0.33	-0.24	-0.13	-0.28	-0.35	-0.23	-0.15	0.00	0.03	-0.02	-0.20	-0.31	-0.18
48hr	-0.47	-0.38	-0.21	-0.24	-0.32	-0.24	-0.24	-0.02	0.03	-0.03	-0.20	-0.40	-0.23
60hr	-0.45	-0.44	-0.13	-0.37	-0.50	-0.18	-0.32	-0.01	0.09	-0.09	-0.23	-0.41	-0.25
72hr	-0.47	-0.52	-0.18	-0.38	-0.46	-0.16	-0.39	0.02	0.11	-0.07	-0.22	-0.37	-0.26
96hr	-0.65	-0.67	-0.37	-0.52	-0.47	-0.25	-0.39	0.12	0.10	-0.04	-0.31	-0.57	-0.33
120hr	-0.72	-0.77	-0.57	-0.53	-0.64	-0.24	-0.43	0.25	0.13	-0.13	-0.41	-0.71	-0.40
144hr	-0.53	-0.81	-0.81	-0.51	-0.78	-0.24	-0.46	0.30	0.17	-0.26	-0.71	-0.72	-0.45
168hr	-0.09	-0.72	-0.83	-0.41	-0.86	-0.22	-0.28	0.36	0.33	-0.23	-0.83	-0.69	-0.37
192hr	0.36	-0.64	-0.76	-0.26	-1.06	-0.29	-0.32	0.45	0.30	-0.38	-1.00	-0.77	-0.36
216hr	0.40	-0.67	-0.85	-0.32	-1.22	-0.13	-0.49	0.36	0.22	-0.41	-1.23	-0.86	-0.43
240hr	0.18	-0.56	-1.09	-0.16	-1.28	0.03	-0.28	0.39	0.11	-0.68	-1.27	-1.01	-0.47
264hr	0.03	-0.59	-1.29	0.04	-1.46	0.14	-0.23	0.34	0.08	-0.93	-1.52	-0.92	-0.53
288hr	-0.50	-1.14	-1.24	0.04	-1.61	0.15	-0.16	0.16	0.07	-1.23	-1.49	-1.04	-0.66
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	2.21	2.43	2.61	2.95	2.77	2.77	2.70	2.57	2.31	2.25	2.23	2.04	2.49
24hr	3.10	3.59	3.75	4.35	4.22	4.19	4.18	3.94	3.38	3.36	3.21	2.93	3.68
36hr	3.86	4.39	4.58	5.46	5.44	5.53	5.51	5.21	4.48	4.28	3.94	3.63	4.69
48hr	4.51	5.26	5.44	6.37	6.44	6.66	6.60	6.18	5.40	5.17	4.93	4.32	5.61
60hr	5.26	6.01	6.21	7.46	7.54	7.90	7.82	7.24	6.34	5.99	5.75	5.07	6.55
72hr	6.11	6.94	7.10	8.35	8.61	8.75	8.89	8.12	7.28	7.17	6.77	5.79	7.49
96hr	7.91	9.12	8.73	10.37	10.57	10.69	10.83	10.18	9.03	9.73	9.02	7.36	9.46
120hr	10.00	11.27	10.82	12.72	12.54	13.05	12.27	12.11	10.82	12.23	10.74	9.51	11.51
144hr	12.04	13.46	13.06	14.76	14.37	15.06	13.93	13.36	12.81	14.70	13.67	11.64	13.57
168hr	14.49	15.88	15.27	17.09	16.64	16.45	15.17	14.15	14.74	17.25	16.34	13.99	15.62
192hr	16.64	17.06	16.91	19.12	18.47	17.96	16.49	15.88	16.22	18.85	18.22	16.11	17.33
216hr	18.83	18.27	18.68	20.10	20.23	19.31	17.23	17.37	17.62	20.22	19.47	18.06	18.78
240hr	20.22	20.18	19.63	21.00	21.79	19.86	18.18	17.75	19.44	20.82	20.79	19.73	19.95
264hr	20.99	21.03	20.43	21.75	23.45	19.92	18.77	18.89	21.07	21.87	21.55	21.19	20.91
288hr	21.68	21.41	22.00	22.19	23.91	20.56	19.03	19.66	21.22	22.62	22.74	21.93	21.58

D.8 아시아 영역 관측검증

D.8.1 KIM-Global

표 D.8.1 KIM-Global 아시아 850hPa 기온 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.17	0.02	-0.25	-0.26	-0.11	-0.06	-0.04	-0.15	-0.18	-0.12	-0.14	-0.14	-0.13
24hr	-0.22	-0.01	-0.31	-0.36	-0.14	-0.04	0.01	-0.08	-0.17	-0.13	-0.19	-0.19	-0.15
36hr	-0.28	-0.02	-0.44	-0.35	-0.07	0.03	0.04	-0.06	-0.11	-0.15	-0.23	-0.27	-0.16
48hr	-0.32	-0.01	-0.44	-0.42	-0.04	0.08	0.07	0.01	-0.09	-0.14	-0.24	-0.29	-0.15
60hr	-0.35	0.02	-0.51	-0.42	0.03	0.14	0.11	0.03	-0.05	-0.11	-0.26	-0.29	-0.14
72hr	-0.31	0.09	-0.43	-0.43	0.09	0.19	0.18	0.12	-0.04	-0.12	-0.22	-0.25	-0.09
96hr	-0.32	0.18	-0.37	-0.52	0.12	0.31	0.23	0.13	-0.06	-0.05	-0.28	-0.25	-0.07
120hr	-0.29	0.16	-0.46	-0.57	0.24	0.31	0.25	0.11	-0.09	-0.02	-0.44	-0.22	-0.09
144hr	-0.29	0.02	-0.45	-0.61	0.32	0.27	0.22	0.13	-0.15	-0.02	-0.41	-0.29	-0.10
168hr	-0.37	0.00	-0.43	-0.62	0.32	0.31	0.23	0.20	-0.21	-0.12	-0.44	-0.29	-0.12
192hr	-0.33	0.06	-0.67	-0.76	0.45	0.31	0.21	0.16	-0.22	-0.25	-0.44	-0.43	-0.16
216hr	-0.28	-0.04	-0.80	-0.69	0.48	0.30	0.17	0.12	-0.17	-0.33	-0.49	-0.39	-0.18
240hr	-0.34	-0.50	-0.77	-0.61	0.51	0.31	0.14	0.01	-0.28	-0.49	-0.50	-0.29	-0.23
264hr	-0.34	-0.70	-1.03	-0.69	0.50	0.38	0.05	-0.09	-0.48	-0.52	-0.16	-0.35	-0.29
288hr	-0.21	-0.44	-0.98	-0.93	0.62	0.37	-0.10	-0.10	-0.48	-0.61	-0.15	-0.25	-0.27
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	1.59	1.75	1.56	1.44	1.39	1.47	1.42	1.34	1.30	1.25	1.29	1.51	1.44
24hr	1.69	1.85	1.67	1.61	1.53	1.59	1.57	1.45	1.42	1.36	1.42	1.63	1.56
36hr	1.83	2.00	1.82	1.78	1.69	1.69	1.71	1.55	1.63	1.47	1.56	1.75	1.71
48hr	1.92	2.07	1.90	1.90	1.79	1.84	1.90	1.71	1.67	1.55	1.67	1.84	1.81
60hr	2.09	2.24	2.03	2.04	2.00	2.02	1.99	1.79	1.84	1.67	1.80	1.95	1.95
72hr	2.23	2.36	2.12	2.18	2.24	2.22	2.17	1.98	1.93	1.77	1.88	2.02	2.09
96hr	2.49	2.74	2.37	2.65	2.63	2.57	2.41	2.18	2.22	2.08	2.20	2.31	2.40
120hr	2.80	3.10	2.78	3.16	3.14	2.92	2.62	2.43	2.60	2.43	2.64	2.62	2.77
144hr	3.33	3.59	3.23	3.80	3.64	3.34	2.90	2.69	2.99	2.99	3.04	3.10	3.22
168hr	4.02	4.06	3.66	4.15	3.95	3.71	3.13	2.88	3.24	3.44	3.96	3.64	3.65
192hr	4.72	4.62	4.10	4.51	4.45	4.02	3.45	3.06	3.59	3.78	4.73	4.28	4.11
216hr	5.41	5.32	4.51	5.01	4.81	4.22	3.72	3.35	3.96	4.14	5.02	4.52	4.50
240hr	5.82	5.97	4.83	5.19	5.14	4.44	3.88	3.42	4.36	4.45	5.40	4.76	4.80
264hr	5.91	6.25	5.12	5.26	5.35	4.69	3.96	3.63	4.60	4.73	5.78	5.14	5.04
288hr	6.22	6.43	5.32	5.60	5.69	4.78	3.98	3.77	4.76	4.83	5.96	5.65	5.25

표 D.8.2 KIM-Global 아시아 500hPa 지위고도 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.22	1.15	0.87	1.63	1.04	-0.33	-0.17	-1.77	0.51	1.28	1.02	-0.19	0.40
24hr	1.82	3.03	2.93	3.63	1.52	-0.90	-1.34	-1.55	0.03	1.51	2.29	0.89	1.15
36hr	2.37	3.60	2.29	4.64	3.33	1.90	1.24	0.85	1.96	2.58	2.89	0.27	2.33
48hr	1.81	2.99	1.52	3.03	2.08	2.23	1.69	0.77	1.59	2.06	2.73	-0.48	1.83
60hr	2.77	4.09	1.64	3.39	3.68	4.10	2.77	2.17	2.53	2.80	3.20	0.32	2.79
72hr	3.07	4.73	3.01	4.16	4.76	6.10	4.75	4.25	3.52	3.56	4.58	1.50	4.00
96hr	1.18	4.59	1.87	3.51	5.39	5.89	2.91	1.66	1.26	1.23	3.22	0.93	2.80
120hr	-2.09	1.99	-2.33	2.10	2.25	4.74	2.42	-1.16	-1.69	-1.32	1.14	0.00	0.51
144hr	-4.58	-1.27	-4.03	1.88	-0.50	4.30	3.28	-2.93	-1.84	-0.84	3.28	-1.60	-0.40
168hr	-5.69	-3.57	-3.33	1.04	-4.16	4.57	4.29	-3.95	-2.29	1.24	5.22	-5.65	-1.02
192hr	-6.32	-5.87	-2.05	0.15	-4.87	2.80	4.72	-5.39	-3.99	2.75	6.21	-7.11	-1.58
216hr	-9.02	-7.41	-2.97	1.38	-5.48	3.78	4.69	-6.33	-5.94	1.20	2.73	-6.55	-2.49
240hr	-9.61	-10.22	-1.73	-0.34	-2.68	3.61	5.01	-6.37	-6.43	-3.07	-0.45	-2.70	-2.92
264hr	-8.53	-11.90	-4.18	-5.86	-0.09	-0.19	3.75	-4.00	-9.46	-2.57	1.36	-2.20	-3.66
288hr	-11.63	-13.18	-5.72	-15.86	-2.18	-1.11	-0.31	-1.71	-10.46	-2.66	4.55	-4.85	-5.43
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	10.72	11.08	10.83	10.52	9.90	9.92	9.67	9.99	9.06	9.33	9.88	10.05	10.08
24hr	11.28	12.43	12.03	12.10	10.91	10.72	10.61	10.68	9.75	10.31	10.98	11.18	11.08
36hr	12.75	14.09	13.79	14.21	13.01	12.07	11.52	11.45	11.56	11.99	12.73	13.49	12.72
48hr	14.93	15.96	15.25	16.23	14.87	13.67	13.54	12.72	12.95	13.95	14.77	16.29	14.59
60hr	17.13	18.39	17.40	19.41	18.32	16.25	15.34	14.17	15.85	16.62	17.25	19.24	17.11
72hr	20.55	21.23	19.88	22.76	21.77	19.24	17.86	16.72	17.77	18.99	19.87	22.48	19.93
96hr	27.56	29.47	26.58	30.96	28.91	25.39	21.86	21.57	23.75	26.13	26.55	30.50	26.60
120hr	34.67	37.87	35.23	40.48	35.85	33.24	26.69	27.80	32.49	34.77	37.20	40.00	34.69
144hr	43.55	48.67	44.94	49.60	43.86	40.18	33.14	31.40	38.07	45.56	50.81	51.59	43.45
168hr	56.65	58.99	52.09	58.80	51.04	46.71	38.82	35.13	45.00	53.06	66.56	66.81	52.47
192hr	69.71	72.29	62.61	65.41	58.13	52.11	42.96	40.36	51.49	60.69	78.43	77.21	60.95
216hr	86.79	88.13	69.63	74.71	67.64	55.05	47.59	45.35	59.96	69.16	82.57	84.37	69.25
240hr	93.02	91.39	74.88	78.54	73.58	59.48	51.54	49.91	64.60	77.65	88.83	91.20	74.55
264hr	93.98	92.81	80.44	78.40	76.12	63.92	53.54	52.90	70.63	79.01	91.89	98.75	77.70
288hr	99.96	99.09	84.31	87.35	79.64	63.88	54.65	57.69	77.16	82.95	94.22	104.50	82.12

표 D.8.3 KIM-Global 아시아 250hPa 풍속 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.81	-0.71	-0.72	-0.57	-0.78	-0.65	-0.40	-0.31	-0.30	-0.41	-0.48	-0.69	-0.57
24hr	-0.90	-0.89	-0.92	-0.55	-0.68	-0.62	-0.35	-0.27	-0.17	-0.48	-0.65	-0.79	-0.60
36hr	-0.83	-0.81	-0.73	-0.51	-0.72	-0.49	-0.29	-0.33	-0.28	-0.54	-0.69	-0.78	-0.58
48hr	-0.94	-0.92	-0.87	-0.51	-0.68	-0.57	-0.49	-0.37	-0.17	-0.65	-0.78	-0.91	-0.65
60hr	-0.92	-0.70	-0.77	-0.54	-0.76	-0.73	-0.35	-0.48	-0.26	-0.70	-0.77	-0.92	-0.66
72hr	-1.05	-0.83	-0.89	-0.57	-0.67	-0.53	-0.49	-0.54	-0.14	-0.69	-0.81	-1.02	-0.69
96hr	-1.29	-1.08	-0.97	-0.63	-0.69	-0.87	-0.59	-0.37	-0.36	-0.80	-0.78	-1.24	-0.81
120hr	-1.49	-1.24	-1.12	-0.71	-0.57	-1.01	-0.89	-0.27	-0.28	-0.66	-0.83	-1.41	-0.87
144hr	-1.31	-1.18	-1.31	-0.49	-0.45	-1.08	-0.86	-0.31	-0.38	-0.58	-0.92	-1.42	-0.86
168hr	-1.21	-1.03	-1.23	-0.53	-0.44	-1.13	-1.13	-0.35	-0.18	-0.62	-1.20	-1.12	-0.85
192hr	-1.21	-0.44	-1.08	-0.54	-0.65	-1.03	-1.29	0.04	-0.12	-0.86	-1.04	-1.20	-0.79
216hr	-0.84	-0.22	-0.99	-0.62	-0.94	-0.95	-1.22	0.30	0.10	-1.07	-0.86	-0.95	-0.69
240hr	-0.38	-0.23	-1.29	-0.90	-0.74	-0.89	-0.92	0.50	-0.02	-1.02	-1.19	-0.93	-0.67
264hr	-0.46	-0.20	-1.29	-0.32	-1.05	-0.63	-0.75	0.28	0.04	-0.92	-1.42	-0.91	-0.63
288hr	-0.24	-0.49	-1.19	0.08	-0.95	-0.61	-0.65	0.31	-0.07	-0.48	-1.27	-1.13	-0.56
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	3.86	4.47	4.63	5.36	5.10	5.73	5.58	5.05	4.20	4.43	4.04	4.13	4.72
24hr	4.33	5.25	5.39	6.44	6.21	6.67	6.68	5.92	5.12	5.13	4.76	4.54	5.54
36hr	4.66	5.75	5.96	7.19	7.08	7.70	7.58	6.74	5.88	6.01	5.27	4.96	6.23
48hr	5.32	6.35	6.63	8.11	8.29	8.65	8.62	7.81	6.87	6.87	5.97	5.67	7.10
60hr	5.86	7.00	7.29	8.98	9.11	9.54	9.53	8.57	7.52	7.88	6.68	6.31	7.85
72hr	6.71	7.72	8.15	9.77	10.51	10.43	10.75	9.62	8.55	8.68	7.43	7.06	8.78
96hr	8.15	9.57	9.76	11.53	12.19	12.45	12.17	11.51	10.35	10.81	9.31	8.70	10.54
120hr	9.52	11.16	11.35	13.60	14.25	14.49	13.23	13.50	12.56	13.25	11.76	10.27	12.41
144hr	11.08	13.28	13.57	15.69	15.83	16.12	14.61	14.86	14.15	15.48	13.93	12.01	14.22
168hr	13.58	15.17	14.97	17.21	17.14	17.59	15.60	15.70	15.59	17.34	16.74	14.86	15.96
192hr	15.79	17.51	16.84	18.65	18.71	19.20	16.68	17.28	16.30	18.52	18.31	16.97	17.57
216hr	18.24	20.00	18.41	19.48	20.71	19.90	17.67	18.54	18.72	19.73	19.40	18.43	19.10
240hr	19.20	21.00	19.78	20.06	22.99	20.44	19.52	19.67	19.37	21.16	20.42	20.09	20.31
264hr	19.33	21.11	20.79	19.98	24.19	21.10	19.74	20.09	20.84	22.17	20.84	21.65	20.99
288hr	20.37	20.95	21.63	21.79	24.21	21.45	19.48	20.46	21.36	23.08	21.63	22.46	21.57

D.8.2 UM-Global

표 D.8.4 UM-Global 아시아 850hPa 기온 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.20	-0.21	-0.43	-0.37	-0.40	-0.08	0.06	-0.17	-0.39	-0.30	-0.16	-0.14	-0.23
24hr	0.02	0.03	-0.31	-0.29	-0.38	0.02	0.23	-0.02	-0.29	-0.18	0.02	0.07	-0.09
36hr	-0.03	-0.04	-0.46	-0.37	-0.44	0.03	0.28	-0.04	-0.40	-0.33	-0.02	0.03	-0.15
48hr	0.12	0.18	-0.36	-0.32	-0.40	0.09	0.35	0.03	-0.33	-0.23	0.14	0.20	-0.04
60hr	0.07	0.17	-0.41	-0.28	-0.36	0.11	0.40	0.05	-0.36	-0.26	0.11	0.17	-0.05
72hr	0.16	0.35	-0.34	-0.28	-0.32	0.15	0.46	0.13	-0.33	-0.22	0.24	0.29	0.02
96hr	0.29	0.45	-0.24	-0.21	-0.25	0.21	0.59	0.22	-0.28	-0.18	0.28	0.36	0.10
120hr	0.38	0.46	-0.39	-0.28	-0.12	0.25	0.67	0.32	-0.25	-0.13	0.25	0.42	0.13
144hr	0.40	0.37	-0.48	-0.32	0.00	0.19	0.76	0.40	-0.13	-0.07	0.17	0.52	0.15
168hr	0.24	0.22	-0.55	-0.32	0.13	0.23	0.86	0.48	-0.13	-0.01	0.27	0.42	0.15
192hr	0.12	0.29	-0.71	-0.21	0.21	0.33	0.88	0.56	-0.27	-0.15	0.34	0.05	0.12
216hr	-0.01	0.19	-0.70	-0.14	0.25	0.41	0.84	0.59	-0.21	-0.34	0.28	-0.08	0.09
240hr	0.17	-0.02	-0.65	-0.27	0.25	0.48	0.74	0.66	-0.30	-0.34	0.34	0.23	0.11
264hr	0.03	-0.06	-0.55	-0.22	0.46	0.45	0.85	0.64	-0.40	-0.31	0.38	0.46	0.14
288hr	0.15	-0.05	-0.64	-0.27	0.45	0.54	0.85	0.61	-0.47	-0.32	0.44	0.74	0.17
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	1.36	1.37	1.35	1.30	1.31	1.29	1.23	1.19	1.19	1.22	1.17	1.26	1.27
24hr	1.43	1.44	1.37	1.38	1.40	1.37	1.35	1.25	1.18	1.23	1.26	1.37	1.34
36hr	1.54	1.63	1.56	1.58	1.62	1.57	1.53	1.41	1.40	1.38	1.37	1.43	1.50
48hr	1.66	1.72	1.61	1.69	1.69	1.66	1.65	1.49	1.43	1.45	1.48	1.56	1.59
60hr	1.78	1.95	1.80	1.86	1.91	1.89	1.90	1.66	1.62	1.59	1.60	1.62	1.76
72hr	1.90	2.13	1.90	2.02	2.05	2.07	2.02	1.78	1.73	1.72	1.76	1.81	1.91
96hr	2.24	2.60	2.11	2.35	2.45	2.40	2.37	2.03	2.00	1.98	2.15	2.10	2.23
120hr	2.80	3.03	2.57	3.02	2.84	2.86	2.64	2.34	2.30	2.48	2.59	2.49	2.66
144hr	3.35	3.64	3.13	3.54	3.40	3.23	2.96	2.55	2.75	2.97	3.07	2.91	3.12
168hr	4.12	4.09	3.72	4.08	3.78	3.75	3.31	2.78	3.05	3.39	3.57	3.39	3.58
192hr	5.00	4.39	4.19	4.57	4.21	4.22	3.63	3.06	3.30	3.81	4.18	3.83	4.03
216hr	5.68	4.92	4.66	4.91	4.74	4.46	3.91	3.28	3.60	4.19	4.87	4.38	4.47
240hr	6.25	5.36	5.24	5.22	5.05	4.62	4.13	3.57	3.90	4.42	4.99	4.83	4.80
264hr	6.53	5.67	5.56	5.61	5.39	4.67	4.20	3.66	4.39	4.59	5.23	5.10	5.05
288hr	6.72	5.96	5.59	5.91	5.61	4.81	4.24	3.87	4.75	4.87	5.48	5.01	5.23

표 D.8.5 UM-Global 아시아 500hPa 지위고도 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.75	0.11	-1.01	-0.04	-0.84	-0.54	-0.04	-0.43	-0.88	-0.13	-1.36	-1.93	-0.65
24hr	0.08	1.78	-0.06	1.08	-1.01	0.60	0.48	0.70	-0.57	0.41	0.11	-1.22	0.20
36hr	-0.46	2.91	0.76	3.78	0.64	2.05	0.61	0.44	-0.06	1.41	1.12	-1.84	0.95
48hr	-1.28	3.67	-0.03	3.06	0.00	3.14	1.68	1.47	0.67	2.09	2.20	-1.69	1.25
60hr	-1.94	4.44	-0.20	4.86	1.75	3.91	1.74	0.93	1.43	2.42	3.06	-1.76	1.72
72hr	-1.16	5.66	0.25	4.74	2.08	4.70	2.94	1.60	1.59	2.90	3.89	-0.78	2.37
96hr	-0.67	7.02	1.21	6.38	3.55	3.83	0.61	-0.48	-1.18	1.34	4.55	-0.90	2.10
120hr	-0.19	6.17	0.94	7.21	4.63	4.07	-1.31	-2.30	-3.11	0.78	4.63	1.34	1.91
144hr	-1.36	4.21	1.52	6.94	5.57	4.50	-0.11	-4.18	-3.94	1.65	5.30	3.55	1.97
168hr	-3.89	1.57	3.93	6.48	4.83	4.80	-0.18	-4.03	-2.41	2.27	6.49	5.10	2.08
192hr	-9.99	-0.76	3.99	10.12	4.29	3.24	1.62	-5.81	-1.88	5.15	7.56	1.52	1.59
216hr	-13.27	-3.80	3.60	12.68	5.51	2.67	4.89	-5.75	-1.33	5.77	13.67	-2.87	1.81
240hr	-10.81	-4.58	2.46	13.19	6.53	3.64	6.11	-3.45	-1.21	6.86	15.08	1.99	2.98
264hr	-8.04	-5.03	4.04	12.41	7.03	4.50	7.21	-3.24	-0.93	12.40	12.28	7.31	4.16
288hr	-2.10	-6.64	5.74	5.85	3.85	2.11	6.03	-2.58	-3.26	15.75	12.24	11.29	4.02
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	10.43	10.32	10.28	10.16	9.62	9.64	9.23	9.46	9.03	8.95	9.54	9.97	9.72
24hr	11.70	11.84	11.17	11.11	10.37	10.42	10.08	10.12	9.44	9.69	10.47	11.37	10.65
36hr	13.34	13.26	12.28	13.41	12.20	11.99	11.45	11.23	10.78	11.22	11.76	12.87	12.15
48hr	15.71	15.32	14.10	14.69	13.84	13.44	13.03	12.18	12.19	13.07	14.34	15.26	13.93
60hr	18.51	17.86	15.99	17.55	16.13	16.31	15.10	14.23	14.04	15.11	16.33	17.39	16.21
72hr	20.82	21.48	18.40	19.91	19.28	18.11	17.80	15.82	16.10	17.65	20.66	20.81	18.90
96hr	27.86	29.80	24.43	28.48	25.83	24.36	22.60	19.68	21.56	25.03	28.40	26.90	25.41
120hr	37.63	39.78	33.96	38.91	33.03	32.29	26.48	25.48	28.06	34.81	37.20	36.73	33.70
144hr	50.24	51.49	45.81	46.63	40.27	39.41	32.81	31.15	35.41	43.53	49.04	45.59	42.62
168hr	66.01	63.97	54.91	55.63	47.32	45.21	38.89	34.19	42.78	52.91	62.81	56.59	51.77
192hr	81.65	67.88	64.01	67.76	55.36	52.01	43.56	39.45	49.76	61.17	75.81	68.88	60.61
216hr	91.37	75.95	72.11	74.58	60.57	57.36	48.52	43.88	53.82	64.63	84.93	82.31	67.50
240hr	98.62	83.41	79.48	75.89	67.61	59.98	51.06	46.61	59.69	69.78	87.60	92.61	72.70
264hr	103.99	91.92	84.08	84.44	74.26	59.77	52.23	50.55	66.81	78.77	92.38	97.56	78.06
288hr	108.99	98.12	90.73	89.39	78.09	63.24	54.90	53.83	70.20	85.79	95.17	100.01	82.37

표 D.8.6 UM-Global 아시아 250hPa 풍속 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.80	-0.66	-0.77	-0.60	-0.61	-0.61	-0.46	-0.45	-0.34	-0.47	-0.48	-0.80	-0.59
24hr	-1.01	-0.85	-0.91	-0.55	-0.52	-0.51	-0.43	-0.42	-0.36	-0.46	-0.65	-0.96	-0.63
36hr	-1.00	-0.83	-0.85	-0.87	-0.67	-0.60	-0.41	-0.39	-0.34	-0.48	-0.84	-1.09	-0.70
48hr	-1.21	-1.06	-0.93	-0.87	-0.80	-0.69	-0.58	-0.28	-0.34	-0.64	-0.91	-1.21	-0.79
60hr	-1.29	-1.19	-0.93	-1.05	-0.93	-0.48	-0.64	-0.32	-0.29	-0.66	-0.92	-1.23	-0.83
72hr	-1.38	-1.25	-1.07	-1.02	-0.94	-0.62	-0.93	-0.12	-0.36	-0.61	-0.90	-1.20	-0.87
96hr	-1.77	-1.54	-1.03	-1.31	-0.93	-0.72	-0.96	0.03	-0.34	-0.65	-0.86	-1.43	-0.96
120hr	-1.74	-1.61	-1.06	-1.46	-1.03	-0.71	-0.99	0.00	-0.44	-0.71	-0.88	-1.59	-1.02
144hr	-1.50	-1.56	-1.08	-1.24	-1.10	-0.81	-1.26	-0.06	-0.31	-0.77	-1.24	-1.33	-1.02
168hr	-1.25	-1.46	-1.18	-1.01	-1.12	-0.94	-1.08	0.16	-0.25	-0.93	-1.45	-1.31	-0.99
192hr	-0.91	-1.26	-1.11	-1.05	-1.31	-1.31	-1.30	0.22	-0.03	-1.25	-1.81	-1.42	-1.05
216hr	-0.97	-0.91	-1.12	-0.98	-1.26	-0.88	-1.73	-0.04	-0.19	-0.96	-2.06	-1.80	-1.07
240hr	-0.76	-0.98	-1.32	-0.59	-1.04	-0.79	-1.20	-0.02	0.16	-1.23	-2.14	-2.22	-1.01
264hr	-0.44	-0.63	-1.77	-0.54	-1.53	-0.67	-1.17	-0.08	0.35	-1.24	-2.38	-2.17	-1.02
288hr	-0.62	-1.27	-1.77	-0.30	-1.50	-0.73	-1.11	-0.06	0.31	-1.35	-2.17	-1.84	-1.03
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	3.96	4.39	4.62	5.20	4.86	5.16	5.15	4.61	4.14	4.22	4.03	4.12	4.54
24hr	4.36	5.06	5.29	6.06	5.74	6.13	6.13	5.50	4.77	4.80	4.60	4.52	5.25
36hr	4.92	5.67	5.89	7.03	6.99	7.32	7.33	6.67	5.63	5.61	5.11	5.01	6.10
48hr	5.39	6.42	6.57	7.84	8.01	8.34	8.20	7.48	6.63	6.43	5.95	5.57	6.90
60hr	6.06	7.01	7.16	8.68	9.29	9.20	9.51	8.57	7.38	7.20	6.79	6.17	7.75
72hr	6.81	7.99	8.02	9.45	10.20	10.05	10.58	9.38	8.23	8.12	7.74	6.73	8.61
96hr	8.49	9.80	9.37	11.40	12.25	11.91	12.56	11.59	9.76	10.64	9.79	8.04	10.47
120hr	10.32	11.50	11.35	13.56	14.20	14.06	13.60	13.43	11.33	13.11	11.33	9.73	12.29
144hr	12.00	13.61	13.38	15.43	15.68	16.25	14.99	14.76	13.17	15.42	14.11	11.64	14.20
168hr	14.37	16.21	15.53	18.00	17.77	17.67	16.21	15.49	15.03	17.46	16.73	13.50	16.16
192hr	16.44	17.28	17.32	19.62	19.65	19.10	17.53	16.97	16.74	19.20	18.49	15.85	17.85
216hr	18.57	18.62	19.33	20.24	21.67	20.60	18.28	18.21	17.78	20.71	19.36	17.79	19.26
240hr	20.16	20.16	20.17	21.37	23.09	21.00	19.40	18.72	19.75	21.06	20.43	19.36	20.39
264hr	20.70	20.99	20.82	21.86	24.42	21.09	19.49	19.56	21.64	21.95	21.07	20.44	21.17
288hr	21.11	21.06	22.45	22.01	25.49	21.86	20.08	20.61	21.95	23.10	22.29	21.38	21.95

D.9 한반도 영역 강수검증(12시간 누적)

D.9.1 KIM-Global

표 D.9.1 KIM-Global 한반도 강수 정확도(ACC)

Threshold = 0.1 mm						
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.	0.83	0.83	0.82	0.82	0.81	0.80
Feb.	0.79	0.79	0.80	0.80	0.79	0.78
Mar.	0.84	0.84	0.84	0.83	0.83	0.82
Apr.	0.90	0.90	0.89	0.89	0.89	0.88
May.	0.93	0.92	0.91	0.92	0.93	0.92
Jun.	0.87	0.85	0.84	0.84	0.84	0.82
Jul.	0.67	0.66	0.66	0.67	0.67	0.65
Aug.	0.62	0.61	0.62	0.63	0.63	0.63
Sep.	0.72	0.70	0.69	0.67	0.65	0.67
Oct.	0.83	0.82	0.81	0.81	0.80	0.77
Nov.	0.86	0.83	0.82	0.83	0.81	0.83
Dec.	0.84	0.83	0.84	0.83	0.82	0.81

Threshold = 5 mm						
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.	0.97	0.97	0.97	0.96	0.96	0.95
Feb.	0.94	0.94	0.94	0.92	0.94	0.92
Mar.	0.97	0.97	0.96	0.96	0.95	0.94
Apr.	0.97	0.96	0.95	0.95	0.93	0.93
May.	0.97	0.96	0.96	0.96	0.96	0.95
Jun.	0.95	0.95	0.94	0.93	0.92	0.90
Jul.	0.82	0.81	0.79	0.80	0.80	0.76
Aug.	0.89	0.87	0.88	0.88	0.88	0.88
Sep.	0.91	0.91	0.91	0.90	0.89	0.88
Oct.	0.94	0.94	0.93	0.91	0.90	0.88
Nov.	0.97	0.97	0.97	0.97	0.96	0.96
Dec.	1.00	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99

Threshold = 15 mm						
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Feb.	0.98	0.98	0.98	0.97	0.98	0.98
Mar.	0.99	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98
Apr.	0.97	0.97	0.97	0.96	0.95	0.95
May.	0.98	0.97	0.97	0.97	0.97	0.96
Jun.	0.97	0.97	0.97	0.96	0.96	0.94
Jul.	0.88	0.88	0.86	0.87	0.86	0.85
Aug.	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.95
Sep.	0.96	0.96	0.96	0.96	0.93	0.94
Oct.	0.97	0.96	0.96	0.96	0.95	0.94
Nov.	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
Dec.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Threshold = 25 mm						
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Feb.	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Mar.	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Apr.	0.99	0.98	0.98	0.98	0.97	0.97
May.	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
Jun.	0.98	0.98	0.98	0.96	0.97	0.95
Jul.	0.93	0.91	0.91	0.90	0.91	0.90
Aug.	0.98	0.98	0.98	0.98	0.97	0.98
Sep.	0.97	0.97	0.96	0.96	0.95	0.96
Oct.	0.98	0.98	0.98	0.98	0.97	0.96
Nov.	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Dec.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Threshold = 50 mm						
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Feb.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Mar.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Apr.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99
May.	0.99	0.99	1.00	0.99	1.00	0.99
Jun.	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Jul.	0.97	0.97	0.97	0.96	0.97	0.96
Aug.	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00
Sep.	0.98	0.98	0.97	0.98	0.97	0.98
Oct.	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Nov.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Dec.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

표 D.9.2 KIM-Global 한반도 강수 치우침(Bias)

Threshold = 0.1 mm						
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.	1.84	1.76	1.79	1.72	1.70	1.83
Feb.	1.55	1.48	1.39	1.33	1.29	1.26
Mar.	1.68	1.70	1.69	1.67	1.59	1.51
Apr.	1.29	1.26	1.26	1.24	1.28	1.27
May.	1.28	1.29	1.25	1.19	1.12	1.04
Jun.	1.49	1.56	1.60	1.65	1.67	1.69
Jul.	1.64	1.68	1.65	1.60	1.54	1.56
Aug.	2.86	2.97	2.88	2.81	2.80	2.70
Sep.	2.00	2.02	2.09	2.15	2.24	2.14
Oct.	1.48	1.44	1.44	1.35	1.40	1.58
Nov.	1.53	1.63	1.58	1.64	1.73	1.60
Dec.	2.42	2.44	2.36	2.32	2.45	2.48

Threshold = 5 mm						
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.	1.26	1.20	0.94	0.93	1.34	1.54
Feb.	1.09	0.92	0.92	0.95	0.78	0.83
Mar.	1.22	1.18	1.38	1.27	1.20	0.98
Apr.	1.08	1.24	1.20	1.03	1.36	1.51
May.	1.09	1.00	0.98	0.88	0.90	0.79
Jun.	1.13	1.17	1.06	1.19	1.30	1.61
Jul.	1.29	1.30	1.24	1.25	1.20	1.14
Aug.	2.00	2.15	1.85	1.93	1.69	1.57
Sep.	1.27	1.20	1.14	1.10	1.33	1.42
Oct.	1.13	1.17	1.05	1.09	1.38	1.54
Nov.	0.92	0.99	0.91	1.04	1.05	1.09
Dec.	1.29	1.41	1.71	1.59	1.94	2.00

Threshold = 15 mm						
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.	1.00	0.43	0.23	0.46	0.94	1.20
Feb.	0.94	0.89	0.87	1.12	0.77	1.06
Mar.	0.99	1.02	1.01	0.76	0.44	0.15
Apr.	1.04	1.25	1.04	0.98	1.60	2.06
May.	1.04	1.14	0.92	0.88	1.04	0.85
Jun.	0.95	1.01	0.87	0.87	0.98	1.42
Jul.	1.05	1.03	0.98	1.05	1.01	0.92
Aug.	0.66	0.81	0.57	0.66	0.72	0.79
Sep.	0.70	0.77	0.87	0.73	0.80	0.94
Oct.	0.94	1.04	0.73	0.91	1.32	1.62
Nov.	1.25	1.12	1.06	1.19	1.02	0.99
Dec.	0.17	0.17	0.50	0.17	0.67	0.83

Threshold = 25 mm						
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.	0.57	0.29	0.14	0.57	0.00	0.86
Feb.	0.83	1.00	0.94	0.94	0.88	1.19
Mar.	1.29	1.17	1.11	0.43	0.46	0.09
Apr.	0.63	0.75	0.91	0.74	1.63	2.68
May.	0.87	0.86	0.73	0.81	0.85	0.65
Jun.	0.86	0.90	0.82	0.79	0.87	1.07
Jul.	0.80	0.84	0.73	0.88	0.77	0.72
Aug.	0.74	0.85	0.54	0.51	0.78	0.38
Sep.	0.60	0.80	0.92	0.67	0.72	0.80
Oct.	0.64	0.71	0.50	0.54	1.15	1.60
Nov.	1.18	1.18	0.86	1.14	1.12	0.71
Dec.						

Threshold = 50 mm						
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.						
Feb.	0.86	1.00	1.00	0.29	0.57	0.57
Mar.	0.33	0.00	0.17	0.00	0.17	0.00
Apr.	0.33	0.00	0.44	0.00	0.44	1.67
May.	0.95	0.60	0.35	0.50	0.20	0.20
Jun.	0.76	0.73	0.39	0.43	0.14	0.27
Jul.	0.72	0.62	0.48	0.64	0.22	0.41
Aug.	1.06	0.94	0.50	0.67	0.72	0.11
Sep.	0.65	0.57	0.96	0.64	0.46	0.73
Oct.	0.21	0.30	0.12	0.24	0.67	1.00
Nov.	1.50	1.12	3.12	1.12	0.88	1.38
Dec.						

표 D.9.3 KIM-Global 한반도 강수 성공임계지수(CSI)

Threshold = 0.1 mm						
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.	0.51	0.50	0.48	0.46	0.45	0.44
Feb.	0.60	0.60	0.61	0.60	0.58	0.55
Mar.	0.53	0.53	0.53	0.51	0.50	0.45
Apr.	0.65	0.64	0.62	0.60	0.60	0.59
May.	0.72	0.68	0.64	0.67	0.68	0.63
Jun.	0.56	0.53	0.51	0.50	0.50	0.47
Jul.	0.53	0.52	0.51	0.53	0.51	0.50
Aug.	0.29	0.29	0.28	0.29	0.28	0.27
Sep.	0.42	0.40	0.39	0.37	0.36	0.37
Oct.	0.56	0.54	0.52	0.50	0.50	0.47
Nov.	0.53	0.48	0.44	0.46	0.43	0.46
Dec.	0.34	0.32	0.32	0.31	0.30	0.27

Threshold = 5 mm						
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.	0.49	0.48	0.36	0.30	0.29	0.30
Feb.	0.60	0.55	0.55	0.45	0.51	0.42
Mar.	0.63	0.58	0.58	0.51	0.41	0.31
Apr.	0.68	0.60	0.55	0.46	0.43	0.47
May.	0.71	0.67	0.63	0.63	0.61	0.50
Jun.	0.61	0.57	0.51	0.47	0.43	0.38
Jul.	0.45	0.43	0.39	0.41	0.39	0.31
Aug.	0.26	0.23	0.22	0.22	0.19	0.14
Sep.	0.45	0.46	0.45	0.41	0.38	0.37
Oct.	0.52	0.51	0.43	0.35	0.35	0.30
Nov.	0.59	0.54	0.52	0.52	0.51	0.50
Dec.	0.26	0.21	0.18	0.22	0.25	0.24

Threshold = 15 mm						
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.	0.37	0.25	0.07	0.24	0.11	0.28
Feb.	0.48	0.41	0.45	0.36	0.44	0.42
Mar.	0.67	0.57	0.51	0.44	0.36	0.07
Apr.	0.41	0.31	0.30	0.24	0.21	0.26
May.	0.57	0.51	0.49	0.39	0.41	0.31
Jun.	0.58	0.56	0.51	0.43	0.47	0.32
Jul.	0.33	0.31	0.22	0.28	0.24	0.17
Aug.	0.13	0.14	0.10	0.10	0.06	0.05
Sep.	0.48	0.53	0.52	0.47	0.31	0.38
Oct.	0.37	0.33	0.27	0.30	0.23	0.20
Nov.	0.61	0.46	0.51	0.52	0.47	0.50
Dec.	0.17	0.00	0.00	0.17	0.11	0.10

Threshold = 25 mm						
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.	0.22	0.12	0.00	0.10	0.00	0.18
Feb.	0.44	0.53	0.55	0.55	0.56	0.30
Mar.	0.40	0.33	0.32	0.16	0.34	0.09
Apr.	0.35	0.16	0.20	0.04	0.09	0.16
May.	0.53	0.39	0.34	0.27	0.30	0.27
Jun.	0.46	0.50	0.48	0.25	0.33	0.21
Jul.	0.30	0.23	0.19	0.18	0.20	0.11
Aug.	0.12	0.06	0.05	0.05	0.02	0.03
Sep.	0.43	0.45	0.42	0.36	0.26	0.34
Oct.	0.26	0.23	0.20	0.15	0.21	0.12
Nov.	0.37	0.45	0.30	0.36	0.39	0.33
Dec.	0.00					

Threshold = 50 mm						
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.						
Feb.	0.30	0.17	0.08	0.12	0.10	0.10
Mar.	0.14	0.00	0.17	0.00	0.17	0.00
Apr.	0.09	0.00	0.08	0.00	0.08	0.00
May.	0.18	0.14	0.12	0.07	0.04	0.00
Jun.	0.18	0.19	0.09	0.06	0.05	0.14
Jul.	0.18	0.12	0.12	0.06	0.03	0.03
Aug.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sep.	0.29	0.20	0.22	0.19	0.09	0.24
Oct.	0.14	0.16	0.12	0.08	0.06	0.14
Nov.	0.54	0.55	0.22	0.55	0.50	0.46
Dec.						

표 D.9.4 KIM-Global 한반도 강수 공정임계지수(ETS)

Threshold = 0.1 mm						
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.	0.41	0.40	0.37	0.35	0.33	0.32
Feb.	0.41	0.41	0.43	0.42	0.40	0.36
Mar.	0.43	0.43	0.43	0.40	0.39	0.34
Apr.	0.57	0.56	0.54	0.52	0.51	0.50
May.	0.66	0.61	0.57	0.60	0.61	0.56
Jun.	0.47	0.43	0.41	0.40	0.40	0.36
Jul.	0.24	0.23	0.22	0.24	0.22	0.21
Aug.	0.14	0.14	0.14	0.15	0.14	0.13
Sep.	0.25	0.23	0.22	0.20	0.19	0.20
Oct.	0.43	0.41	0.39	0.37	0.36	0.32
Nov.	0.44	0.38	0.34	0.36	0.32	0.35
Dec.	0.28	0.26	0.26	0.25	0.23	0.20

Threshold = 5 mm						
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.	0.48	0.46	0.34	0.28	0.27	0.28
Feb.	0.56	0.51	0.51	0.41	0.47	0.38
Mar.	0.61	0.56	0.56	0.49	0.38	0.29
Apr.	0.65	0.57	0.52	0.43	0.39	0.43
May.	0.69	0.64	0.60	0.60	0.58	0.47
Jun.	0.58	0.54	0.47	0.43	0.39	0.33
Jul.	0.34	0.32	0.27	0.29	0.27	0.19
Aug.	0.22	0.18	0.18	0.18	0.15	0.10
Sep.	0.39	0.40	0.40	0.36	0.32	0.31
Oct.	0.49	0.48	0.39	0.31	0.30	0.25
Nov.	0.57	0.52	0.50	0.50	0.49	0.48
Dec.	0.26	0.20	0.18	0.22	0.25	0.24

Threshold = 15 mm						
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.	0.37	0.25	0.07	0.24	0.11	0.28
Feb.	0.47	0.40	0.44	0.35	0.43	0.41
Mar.	0.67	0.56	0.50	0.43	0.35	0.07
Apr.	0.39	0.29	0.28	0.23	0.19	0.24
May.	0.56	0.49	0.47	0.37	0.39	0.29
Jun.	0.57	0.54	0.49	0.41	0.45	0.29
Jul.	0.27	0.26	0.17	0.22	0.18	0.11
Aug.	0.12	0.12	0.09	0.08	0.05	0.04
Sep.	0.46	0.51	0.49	0.45	0.28	0.35
Oct.	0.35	0.31	0.26	0.28	0.21	0.18
Nov.	0.60	0.45	0.50	0.51	0.46	0.49
Dec.	0.17	0.00	0.00	0.17	0.11	0.10

Threshold = 25 mm						
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.	0.22	0.12	0.00	0.10	0.00	0.18
Feb.	0.43	0.53	0.55	0.55	0.55	0.29
Mar.	0.40	0.33	0.32	0.16	0.34	0.09
Apr.	0.34	0.16	0.19	0.04	0.09	0.15
May.	0.53	0.38	0.33	0.26	0.29	0.26
Jun.	0.45	0.49	0.46	0.24	0.31	0.20
Jul.	0.27	0.19	0.16	0.15	0.16	0.08
Aug.	0.12	0.05	0.04	0.05	0.01	0.03
Sep.	0.42	0.44	0.40	0.34	0.24	0.32
Oct.	0.25	0.22	0.19	0.14	0.20	0.11
Nov.	0.37	0.44	0.30	0.36	0.38	0.33
Dec.	0.00					

Threshold = 50 mm						
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.						
Feb.	0.30	0.17	0.08	0.12	0.10	0.10
Mar.	0.14	0.00	0.17	0.00	0.17	0.00
Apr.	0.09	0.00	0.08	0.00	0.08	0.00
May.	0.18	0.14	0.12	0.07	0.04	0.00
Jun.	0.18	0.18	0.09	0.05	0.05	0.14
Jul.	0.17	0.11	0.11	0.05	0.03	0.02
Aug.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sep.	0.28	0.19	0.21	0.18	0.09	0.24
Oct.	0.14	0.16	0.12	0.08	0.05	0.13
Nov.	0.54	0.54	0.22	0.54	0.50	0.46
Dec.						

표 D.9.5 KIM-Global 한반도 강수 적중률(POD)

Threshold = 0.1 mm						
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.	0.96	0.92	0.91	0.86	0.83	0.86
Feb.	0.96	0.93	0.90	0.87	0.84	0.80
Mar.	0.93	0.94	0.94	0.90	0.86	0.78
Apr.	0.90	0.88	0.86	0.85	0.85	0.84
May.	0.95	0.92	0.88	0.88	0.86	0.79
Jun.	0.90	0.88	0.88	0.88	0.89	0.86
Jul.	0.91	0.92	0.90	0.90	0.86	0.85
Aug.	0.86	0.89	0.86	0.86	0.84	0.79
Sep.	0.88	0.86	0.87	0.85	0.87	0.85
Oct.	0.89	0.86	0.84	0.78	0.80	0.82
Nov.	0.88	0.85	0.79	0.84	0.82	0.82
Dec.	0.87	0.84	0.82	0.79	0.80	0.73

Threshold = 5 mm						
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.	0.74	0.71	0.51	0.44	0.53	0.58
Feb.	0.79	0.69	0.68	0.61	0.60	0.54
Mar.	0.86	0.80	0.87	0.77	0.64	0.47
Apr.	0.84	0.84	0.78	0.64	0.71	0.80
May.	0.87	0.80	0.76	0.72	0.72	0.60
Jun.	0.81	0.79	0.69	0.70	0.70	0.72
Jul.	0.72	0.70	0.63	0.65	0.61	0.50
Aug.	0.62	0.58	0.52	0.53	0.43	0.31
Sep.	0.70	0.69	0.66	0.62	0.64	0.66
Oct.	0.73	0.74	0.62	0.54	0.61	0.59
Nov.	0.71	0.70	0.65	0.70	0.70	0.70
Dec.	0.47	0.41	0.41	0.47	0.59	0.59

Threshold = 15 mm						
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.	0.54	0.29	0.09	0.29	0.20	0.49
Feb.	0.63	0.55	0.58	0.56	0.54	0.61
Mar.	0.80	0.73	0.68	0.53	0.38	0.08
Apr.	0.59	0.53	0.47	0.38	0.45	0.63
May.	0.74	0.72	0.63	0.52	0.60	0.44
Jun.	0.72	0.72	0.63	0.56	0.64	0.58
Jul.	0.51	0.48	0.36	0.45	0.39	0.27
Aug.	0.19	0.22	0.15	0.15	0.10	0.09
Sep.	0.55	0.61	0.64	0.56	0.43	0.54
Oct.	0.52	0.50	0.37	0.44	0.43	0.44
Nov.	0.85	0.67	0.69	0.75	0.65	0.67
Dec.	0.17	0.00	0.00	0.17	0.17	0.17

Threshold = 25 mm						
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.	0.29	0.14	0.00	0.14	0.00	0.29
Feb.	0.56	0.69	0.69	0.69	0.67	0.50
Mar.	0.66	0.54	0.51	0.20	0.37	0.09
Apr.	0.42	0.25	0.32	0.07	0.23	0.51
May.	0.65	0.52	0.43	0.39	0.42	0.35
Jun.	0.59	0.63	0.59	0.36	0.46	0.36
Jul.	0.42	0.34	0.28	0.29	0.29	0.17
Aug.	0.19	0.10	0.07	0.07	0.03	0.04
Sep.	0.49	0.56	0.57	0.44	0.35	0.45
Oct.	0.34	0.32	0.25	0.20	0.37	0.28
Nov.	0.59	0.67	0.43	0.57	0.59	0.43
Dec.						

Threshold = 50 mm						
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.						
Feb.	0.43	0.29	0.14	0.14	0.14	0.14
Mar.	0.17	0.00	0.17	0.00	0.17	0.00
Apr.	0.11	0.00	0.11	0.00	0.11	0.00
May.	0.30	0.20	0.15	0.10	0.05	0.00
Jun.	0.27	0.27	0.12	0.08	0.06	0.16
Jul.	0.26	0.17	0.16	0.09	0.04	0.04
Aug.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sep.	0.37	0.26	0.35	0.26	0.12	0.34
Oct.	0.15	0.18	0.12	0.09	0.09	0.24
Nov.	0.88	0.75	0.75	0.75	0.62	0.75
Dec.						

D.9.2 UM-Global

표 D.9.6 UM-Global 한반도 강수 정확도(ACC)

Threshold = 0.1 mm						
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.	0.90	0.88	0.86	0.86	0.84	0.82
Feb.	0.89	0.87	0.84	0.84	0.85	0.82
Mar.	0.88	0.86	0.86	0.86	0.86	0.85
Apr.	0.91	0.89	0.89	0.88	0.87	0.86
May.	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.90
Jun.	0.87	0.85	0.84	0.82	0.81	0.80
Jul.	0.68	0.64	0.64	0.65	0.63	0.62
Aug.	0.67	0.63	0.65	0.64	0.66	0.66
Sep.	0.76	0.72	0.71	0.71	0.72	0.74
Oct.	0.88	0.87	0.86	0.86	0.86	0.84
Nov.	0.89	0.88	0.86	0.87	0.87	0.86
Dec.	0.91	0.90	0.89	0.88	0.88	0.87

Threshold = 5 mm						
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.	0.98	0.97	0.97	0.96	0.96	0.95
Feb.	0.95	0.95	0.93	0.92	0.92	0.90
Mar.	0.97	0.98	0.97	0.97	0.96	0.95
Apr.	0.97	0.97	0.96	0.96	0.95	0.95
May.	0.97	0.96	0.96	0.96	0.96	0.94
Jun.	0.96	0.95	0.94	0.94	0.93	0.92
Jul.	0.83	0.81	0.80	0.79	0.78	0.77
Aug.	0.90	0.89	0.90	0.90	0.89	0.89
Sep.	0.91	0.91	0.90	0.91	0.90	0.90
Oct.	0.95	0.94	0.94	0.94	0.93	0.92
Nov.	0.97	0.97	0.97	0.97	0.96	0.96
Dec.	1.00	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99

Threshold = 15 mm						
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.	1.00	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Feb.	0.98	0.99	0.98	0.98	0.97	0.97
Mar.	0.99	0.99	0.98	0.98	0.97	0.97
Apr.	0.98	0.97	0.97	0.98	0.97	0.97
May.	0.98	0.98	0.97	0.97	0.97	0.96
Jun.	0.97	0.97	0.97	0.97	0.96	0.95
Jul.	0.90	0.87	0.87	0.86	0.86	0.85
Aug.	0.96	0.96	0.96	0.96	0.95	0.95
Sep.	0.95	0.95	0.96	0.95	0.94	0.94
Oct.	0.97	0.97	0.97	0.96	0.96	0.96
Nov.	0.99	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98
Dec.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Threshold = 25 mm						
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Feb.	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Mar.	1.00	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Apr.	0.99	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98
May.	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
Jun.	0.97	0.98	0.97	0.97	0.97	0.97
Jul.	0.93	0.91	0.90	0.90	0.89	0.90
Aug.	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
Sep.	0.96	0.97	0.97	0.96	0.96	0.96
Oct.	0.98	0.98	0.98	0.98	0.97	0.97
Nov.	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Dec.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Threshold = 50 mm						
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Feb.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Mar.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Apr.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
May.	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Jun.	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98	0.98
Jul.	0.96	0.95	0.95	0.95	0.94	0.95
Aug.	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Sep.	0.98	0.98	0.98	0.98	0.97	0.97
Oct.	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Nov.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Dec.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

표 D.9.7 UM-Global 한반도 강수 치우침(Bias)

Threshold = 0.1 mm						
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.	1.31	1.34	1.34	1.35	1.39	1.44
Feb.	1.22	1.10	0.99	0.95	0.95	0.99
Mar.	1.44	1.41	1.44	1.37	1.42	1.40
Apr.	1.30	1.28	1.22	1.13	1.14	1.22
May.	1.41	1.40	1.34	1.32	1.28	1.24
Jun.	1.57	1.67	1.62	1.68	1.61	1.63
Jul.	1.66	1.69	1.68	1.65	1.66	1.65
Aug.	2.58	2.84	2.74	2.73	2.54	2.53
Sep.	1.86	2.00	1.99	2.00	1.90	1.79
Oct.	1.33	1.35	1.31	1.29	1.33	1.44
Nov.	1.32	1.34	1.35	1.38	1.33	1.43
Dec.	1.23	1.46	1.48	1.56	1.63	1.62

Threshold = 5 mm						
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.	0.96	1.01	0.80	0.97	1.29	1.39
Feb.	0.94	0.75	0.59	0.66	0.85	0.74
Mar.	1.21	0.99	1.08	1.15	1.12	1.27
Apr.	1.08	1.04	0.99	0.70	0.70	1.01
May.	1.17	1.16	1.01	0.99	0.93	0.87
Jun.	1.03	0.96	0.98	0.80	0.70	0.81
Jul.	1.18	1.27	1.28	1.20	1.16	1.12
Aug.	1.52	1.76	1.73	1.47	1.56	1.63
Sep.	1.07	1.11	1.12	1.09	1.12	1.02
Oct.	1.09	1.03	1.13	1.11	1.17	1.35
Nov.	0.73	0.84	0.88	0.95	0.99	1.02
Dec.	1.18	1.29	1.41	2.00	1.76	1.71

Threshold = 15 mm						
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.	0.80	0.40	0.37	0.71	0.89	1.29
Feb.	1.03	0.75	0.59	0.73	0.86	0.96
Mar.	1.08	0.70	0.52	0.49	0.34	0.63
Apr.	0.89	1.04	0.77	0.56	0.69	0.95
May.	1.10	1.11	0.88	0.98	0.96	0.85
Jun.	0.81	0.80	0.81	0.67	0.65	0.70
Jul.	1.00	1.19	1.17	1.14	1.11	1.03
Aug.	0.60	0.78	0.93	0.71	0.83	0.89
Sep.	0.69	0.76	0.72	0.72	0.72	0.78
Oct.	1.12	1.20	1.16	1.31	1.40	1.30
Nov.	0.76	0.84	1.06	1.03	0.90	0.82
Dec.	0.50	0.50	0.33	0.33	0.00	0.83

Threshold = 25 mm						
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.	0.86	0.29	0.14	0.71	0.71	1.29
Feb.	0.94	0.98	0.69	0.90	1.02	1.19
Mar.	1.14	0.46	0.40	0.26	0.37	0.26
Apr.	0.74	1.07	0.72	0.35	0.84	0.77
May.	1.02	0.91	0.71	0.75	0.83	0.80
Jun.	0.80	0.74	0.77	0.65	0.65	0.69
Jul.	0.79	1.05	1.15	1.13	1.16	1.01
Aug.	0.46	0.53	0.84	0.56	0.66	0.87
Sep.	0.58	0.80	0.67	0.71	0.65	0.77
Oct.	0.97	1.16	1.17	1.10	1.13	1.04
Nov.	0.63	0.63	1.00	1.29	1.00	0.71
Dec.						

Threshold = 50 mm						
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.						
Feb.	0.86	1.71	2.29	1.57	1.29	1.43
Mar.	0.33	0.00	0.00	0.00	0.17	0.00
Apr.	0.56	0.56	0.44	0.33	1.00	0.78
May.	1.80	0.95	0.95	1.05	0.95	0.60
Jun.	0.73	0.96	1.02	0.88	0.92	0.80
Jul.	0.89	1.31	1.48	1.50	1.63	1.15
Aug.	0.61	1.00	1.61	0.94	1.33	1.50
Sep.	0.58	0.95	0.85	0.76	0.56	0.80
Oct.	1.03	1.15	0.70	0.55	0.45	0.42
Nov.	0.88	1.12	1.00	1.25	1.00	0.50
Dec.						

표 D.9.8 UM-Global 한반도 강수 성공임계지수(CSI)

Threshold = 0.1 mm						
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.	0.62	0.57	0.52	0.50	0.46	0.43
Feb.	0.73	0.68	0.61	0.61	0.62	0.57
Mar.	0.59	0.54	0.53	0.54	0.53	0.52
Apr.	0.66	0.61	0.59	0.55	0.53	0.51
May.	0.67	0.66	0.66	0.66	0.66	0.61
Jun.	0.57	0.52	0.51	0.47	0.44	0.42
Jul.	0.54	0.51	0.50	0.50	0.48	0.48
Aug.	0.32	0.29	0.30	0.29	0.30	0.30
Sep.	0.46	0.42	0.41	0.40	0.40	0.42
Oct.	0.64	0.62	0.61	0.61	0.60	0.57
Nov.	0.60	0.55	0.50	0.52	0.52	0.51
Dec.	0.40	0.39	0.35	0.34	0.34	0.32

Threshold = 5 mm						
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.	0.60	0.41	0.36	0.28	0.28	0.27
Feb.	0.63	0.57	0.40	0.40	0.42	0.32
Mar.	0.65	0.68	0.59	0.57	0.45	0.46
Apr.	0.66	0.63	0.57	0.50	0.40	0.46
May.	0.71	0.69	0.60	0.60	0.60	0.50
Jun.	0.61	0.57	0.52	0.45	0.37	0.32
Jul.	0.46	0.43	0.41	0.37	0.34	0.31
Aug.	0.25	0.24	0.25	0.21	0.20	0.20
Sep.	0.44	0.43	0.42	0.42	0.39	0.40
Oct.	0.55	0.53	0.49	0.49	0.44	0.43
Nov.	0.55	0.55	0.52	0.50	0.45	0.42
Dec.	0.37	0.22	0.17	0.16	0.17	0.07

Threshold = 15 mm						
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.	0.47	0.23	0.17	0.13	0.14	0.14
Feb.	0.56	0.53	0.45	0.41	0.33	0.34
Mar.	0.65	0.53	0.34	0.23	0.12	0.23
Apr.	0.45	0.41	0.32	0.31	0.31	0.31
May.	0.62	0.55	0.48	0.43	0.47	0.33
Jun.	0.52	0.50	0.48	0.43	0.40	0.32
Jul.	0.37	0.32	0.30	0.28	0.24	0.22
Aug.	0.13	0.13	0.15	0.10	0.09	0.09
Sep.	0.42	0.46	0.45	0.44	0.35	0.37
Oct.	0.48	0.51	0.40	0.35	0.37	0.29
Nov.	0.54	0.55	0.58	0.56	0.40	0.42
Dec.	0.12	0.29	0.14	0.14	0.00	0.10

Threshold = 25 mm						
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.	0.30	0.12	0.00	0.00	0.09	0.14
Feb.	0.60	0.61	0.49	0.39	0.35	0.41
Mar.	0.53	0.34	0.29	0.19	0.04	0.16
Apr.	0.43	0.28	0.20	0.18	0.19	0.19
May.	0.57	0.47	0.44	0.42	0.39	0.26
Jun.	0.37	0.42	0.40	0.36	0.34	0.26
Jul.	0.31	0.25	0.24	0.25	0.20	0.19
Aug.	0.10	0.05	0.09	0.07	0.09	0.05
Sep.	0.34	0.43	0.39	0.37	0.27	0.31
Oct.	0.41	0.40	0.29	0.25	0.25	0.19
Nov.	0.33	0.31	0.36	0.38	0.20	0.20
Dec.				0.00		

Threshold = 50 mm						
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.					0.00	
Feb.	0.30	0.58	0.44	0.12	0.00	0.06
Mar.	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Apr.	0.17	0.08	0.18	0.09	0.06	0.14
May.	0.24	0.15	0.11	0.17	0.11	0.10
Jun.	0.28	0.22	0.27	0.14	0.14	0.15
Jul.	0.17	0.14	0.11	0.18	0.11	0.10
Aug.	0.04	0.06	0.00	0.03	0.05	0.00
Sep.	0.22	0.30	0.33	0.26	0.14	0.21
Oct.	0.26	0.16	0.10	0.04	0.04	0.04
Nov.	0.67	0.55	0.60	0.50	0.23	0.33
Dec.						

표 D.9.9 UM-Global 한반도 강수 공정임계지수(ETS)

Threshold = 0.1 mm						
	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.	0.54	0.49	0.42	0.40	0.36	0.33
Feb.	0.61	0.54	0.47	0.47	0.49	0.42
Mar.	0.50	0.45	0.44	0.45	0.43	0.42
Apr.	0.58	0.53	0.51	0.46	0.44	0.41
May.	0.60	0.59	0.59	0.59	0.59	0.54
Jun.	0.47	0.42	0.41	0.36	0.33	0.31
Jul.	0.25	0.20	0.19	0.20	0.18	0.17
Aug.	0.18	0.15	0.16	0.15	0.16	0.16
Sep.	0.31	0.25	0.25	0.24	0.24	0.26
Oct.	0.53	0.51	0.49	0.50	0.48	0.44
Nov.	0.52	0.46	0.40	0.43	0.43	0.42
Dec.	0.35	0.34	0.30	0.29	0.28	0.27

Threshold = 5 mm						
	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.	0.59	0.40	0.34	0.26	0.26	0.25
Feb.	0.60	0.53	0.37	0.36	0.38	0.28
Mar.	0.63	0.66	0.57	0.55	0.43	0.43
Apr.	0.64	0.61	0.54	0.48	0.37	0.43
May.	0.68	0.66	0.57	0.57	0.57	0.47
Jun.	0.58	0.54	0.48	0.41	0.34	0.28
Jul.	0.36	0.31	0.30	0.26	0.22	0.20
Aug.	0.21	0.20	0.21	0.17	0.17	0.16
Sep.	0.39	0.38	0.37	0.37	0.34	0.34
Oct.	0.51	0.49	0.45	0.45	0.40	0.39
Nov.	0.54	0.54	0.50	0.48	0.43	0.40
Dec.	0.37	0.22	0.17	0.16	0.17	0.07

Threshold = 15 mm						
	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.	0.46	0.22	0.17	0.13	0.13	0.14
Feb.	0.55	0.52	0.44	0.40	0.31	0.33
Mar.	0.64	0.52	0.34	0.22	0.12	0.22
Apr.	0.44	0.39	0.31	0.30	0.29	0.29
May.	0.60	0.54	0.46	0.41	0.45	0.31
Jun.	0.50	0.49	0.47	0.41	0.38	0.30
Jul.	0.32	0.26	0.23	0.22	0.18	0.16
Aug.	0.12	0.12	0.13	0.09	0.07	0.08
Sep.	0.40	0.43	0.43	0.41	0.32	0.35
Oct.	0.46	0.50	0.38	0.33	0.35	0.27
Nov.	0.54	0.55	0.57	0.56	0.39	0.41
Dec.	0.12	0.29	0.14	0.14	0.00	0.10

Threshold = 25 mm						
	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.	0.30	0.12	0.00	0.00	0.09	0.14
Feb.	0.60	0.61	0.49	0.39	0.34	0.40
Mar.	0.53	0.34	0.29	0.19	0.04	0.16
Apr.	0.43	0.28	0.19	0.18	0.19	0.18
May.	0.57	0.47	0.43	0.41	0.38	0.25
Jun.	0.36	0.41	0.39	0.35	0.33	0.25
Jul.	0.27	0.21	0.20	0.21	0.16	0.16
Aug.	0.10	0.05	0.08	0.07	0.08	0.04
Sep.	0.32	0.41	0.37	0.35	0.25	0.29
Oct.	0.41	0.39	0.28	0.24	0.24	0.18
Nov.	0.33	0.31	0.36	0.38	0.19	0.20
Dec.				0.00		

Threshold = 50 mm						
	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.					0.00	
Feb.	0.30	0.58	0.44	0.12	0.00	0.06
Mar.	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Apr.	0.17	0.08	0.18	0.09	0.06	0.14
May.	0.24	0.15	0.11	0.17	0.11	0.10
Jun.	0.27	0.21	0.27	0.14	0.13	0.15
Jul.	0.16	0.12	0.09	0.16	0.09	0.08
Aug.	0.03	0.06	0.00	0.03	0.05	0.00
Sep.	0.22	0.29	0.32	0.25	0.13	0.20
Oct.	0.26	0.16	0.10	0.04	0.04	0.04
Nov.	0.67	0.54	0.60	0.50	0.23	0.33
Dec.						

표 D.9.10 UM-Global 한반도 강수 적중률(POD)

Threshold = 0.1 mm						
	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.	0.88	0.85	0.80	0.78	0.75	0.74
Feb.	0.94	0.85	0.75	0.74	0.75	0.72
Mar.	0.90	0.85	0.85	0.83	0.83	0.82
Apr.	0.91	0.87	0.83	0.75	0.74	0.74
May.	0.97	0.95	0.93	0.92	0.90	0.85
Jun.	0.93	0.91	0.89	0.85	0.80	0.78
Jul.	0.94	0.90	0.89	0.88	0.87	0.86
Aug.	0.87	0.87	0.87	0.85	0.82	0.80
Sep.	0.90	0.88	0.87	0.86	0.84	0.82
Oct.	0.91	0.90	0.87	0.87	0.87	0.88
Nov.	0.87	0.83	0.78	0.82	0.80	0.82
Dec.	0.64	0.69	0.64	0.65	0.67	0.64

Threshold = 5 mm						
	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.	0.73	0.59	0.47	0.43	0.49	0.51
Feb.	0.75	0.63	0.46	0.47	0.55	0.43
Mar.	0.87	0.80	0.77	0.78	0.66	0.72
Apr.	0.83	0.79	0.72	0.57	0.48	0.64
May.	0.90	0.88	0.75	0.75	0.73	0.62
Jun.	0.77	0.71	0.68	0.56	0.46	0.44
Jul.	0.69	0.68	0.67	0.60	0.54	0.50
Aug.	0.51	0.53	0.55	0.43	0.43	0.44
Sep.	0.63	0.64	0.62	0.61	0.60	0.57
Oct.	0.74	0.70	0.70	0.69	0.67	0.71
Nov.	0.62	0.65	0.64	0.65	0.62	0.60
Dec.	0.59	0.41	0.35	0.41	0.41	0.18

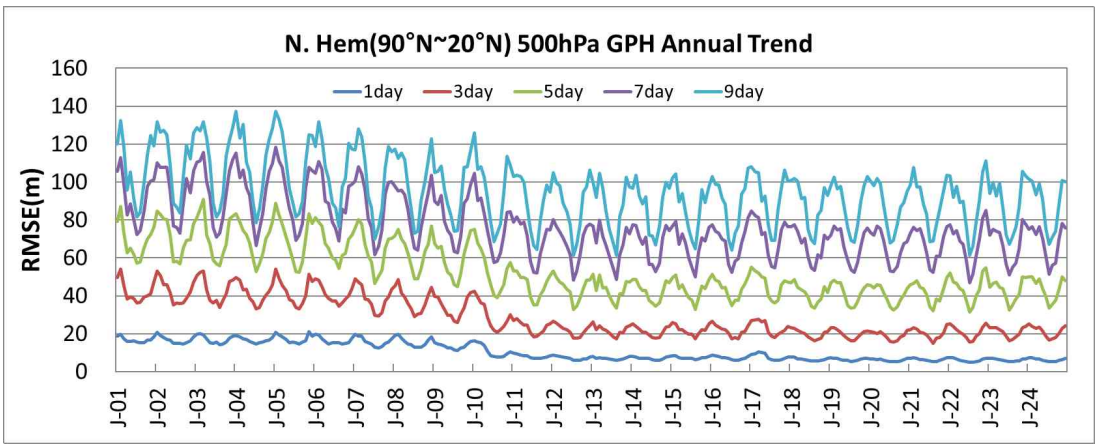
Threshold = 15 mm						
	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.	0.57	0.26	0.20	0.20	0.23	0.29
Feb.	0.73	0.60	0.49	0.50	0.46	0.50
Mar.	0.82	0.59	0.39	0.28	0.15	0.30
Apr.	0.59	0.59	0.43	0.37	0.40	0.46
May.	0.80	0.75	0.61	0.60	0.62	0.46
Jun.	0.62	0.60	0.59	0.50	0.47	0.41
Jul.	0.54	0.53	0.50	0.47	0.42	0.36
Aug.	0.18	0.20	0.25	0.16	0.15	0.16
Sep.	0.50	0.55	0.54	0.52	0.44	0.48
Oct.	0.68	0.75	0.62	0.59	0.65	0.52
Nov.	0.62	0.66	0.76	0.73	0.55	0.54
Dec.	0.17	0.33	0.17	0.17	0.00	0.17

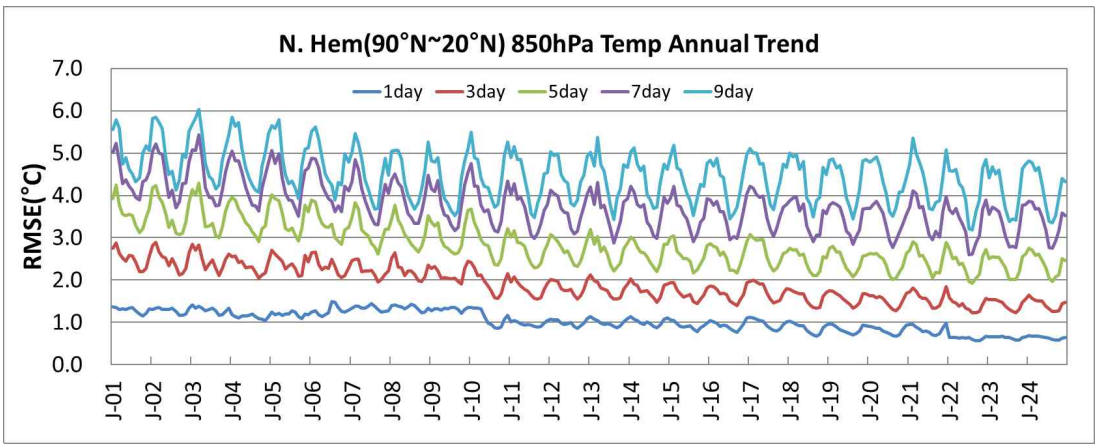
Threshold = 25 mm						
	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.	0.43	0.14	0.00	0.00	0.14	0.29
Feb.	0.73	0.75	0.56	0.54	0.52	0.63
Mar.	0.74	0.37	0.31	0.20	0.06	0.17
Apr.	0.53	0.46	0.28	0.21	0.30	0.28
May.	0.74	0.61	0.52	0.52	0.51	0.37
Jun.	0.49	0.52	0.51	0.44	0.42	0.35
Jul.	0.42	0.41	0.42	0.42	0.36	0.33
Aug.	0.13	0.07	0.15	0.10	0.13	0.09
Sep.	0.40	0.54	0.47	0.46	0.35	0.42
Oct.	0.58	0.62	0.49	0.42	0.42	0.33
Nov.	0.41	0.39	0.53	0.63	0.33	0.29
Dec.						

Threshold = 50 mm						
	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.						
Feb.	0.43	1.00	1.00	0.29	0.00	0.14
Mar.	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Apr.	0.22	0.11	0.22	0.11	0.11	0.22
May.	0.55	0.25	0.20	0.30	0.20	0.15
Jun.	0.37	0.35	0.43	0.24	0.24	0.24
Jul.	0.27	0.28	0.25	0.38	0.26	0.19
Aug.	0.06	0.11	0.00	0.06	0.11	0.00
Sep.	0.29	0.45	0.45	0.36	0.19	0.31
Oct.	0.42	0.30	0.15	0.06	0.06	0.06
Nov.	0.75	0.75	0.75	0.75	0.38	0.38
Dec.						

D.10 성능변화 추세

※ 2022년 부터는 KIM-Global 자료임





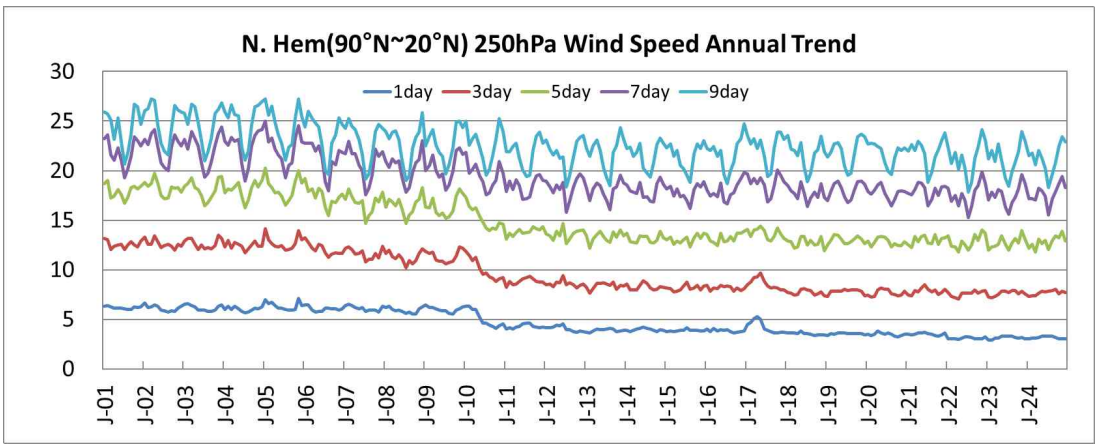
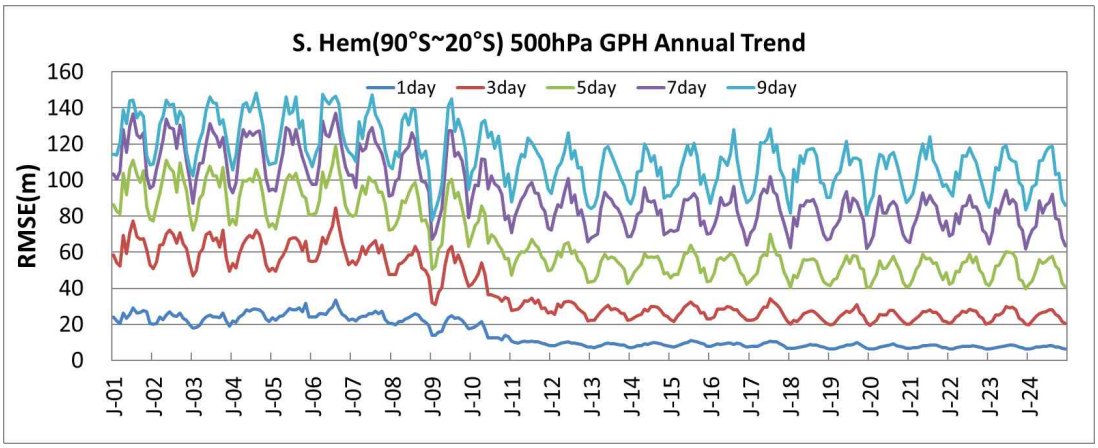
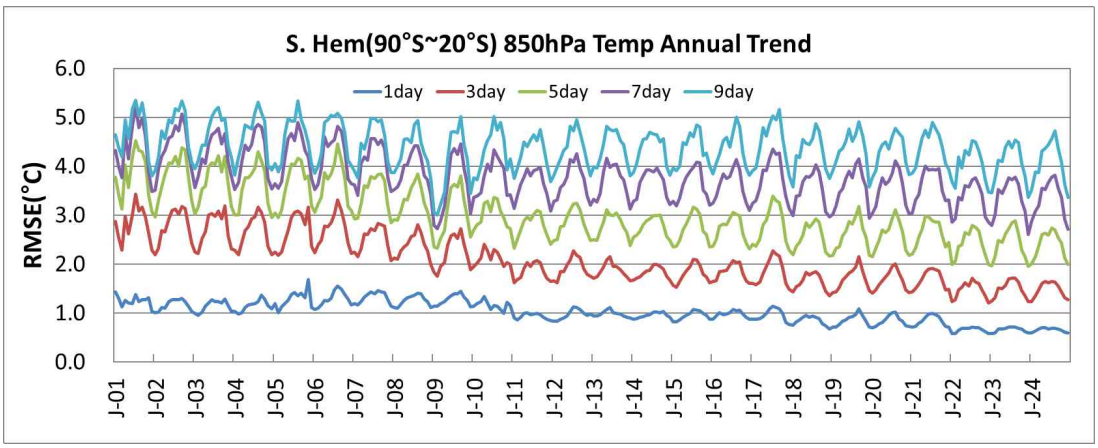


그림 D.10.1 GDAPS 북반구 요소별 예측시간별 월평균 RMSE





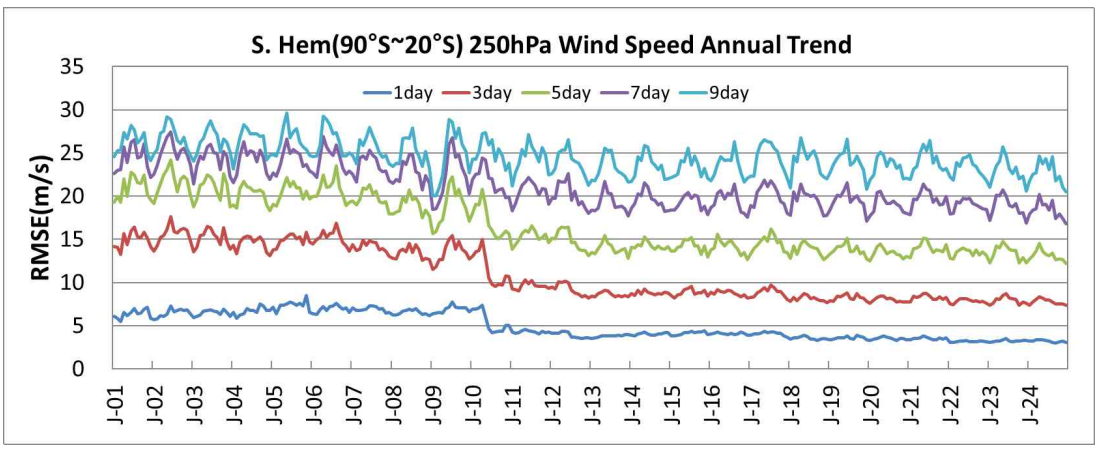
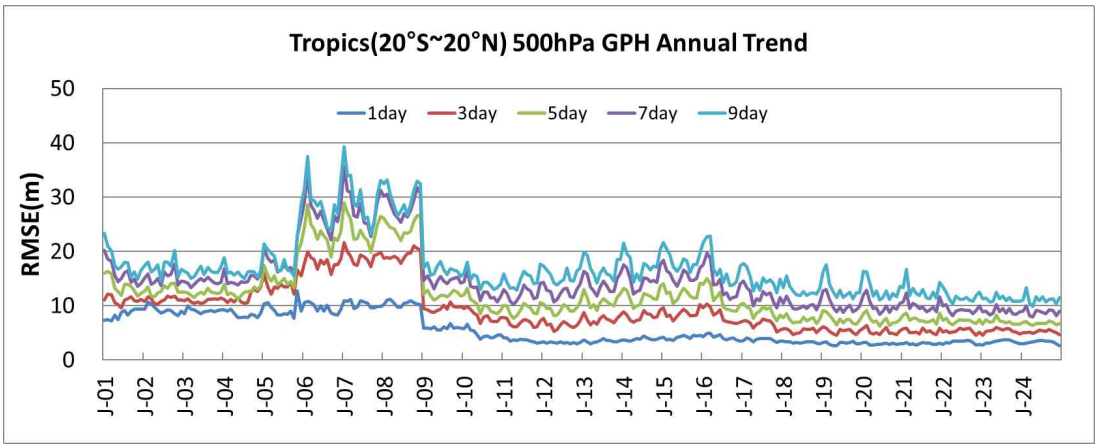
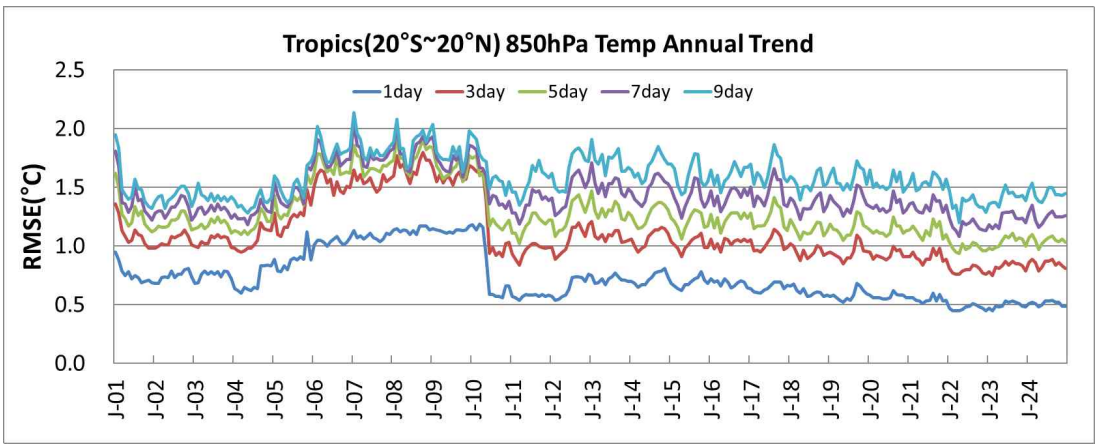


그림 D.10.2 GDAPS 남반구 요소별 예측시간별 월평균 RMSE





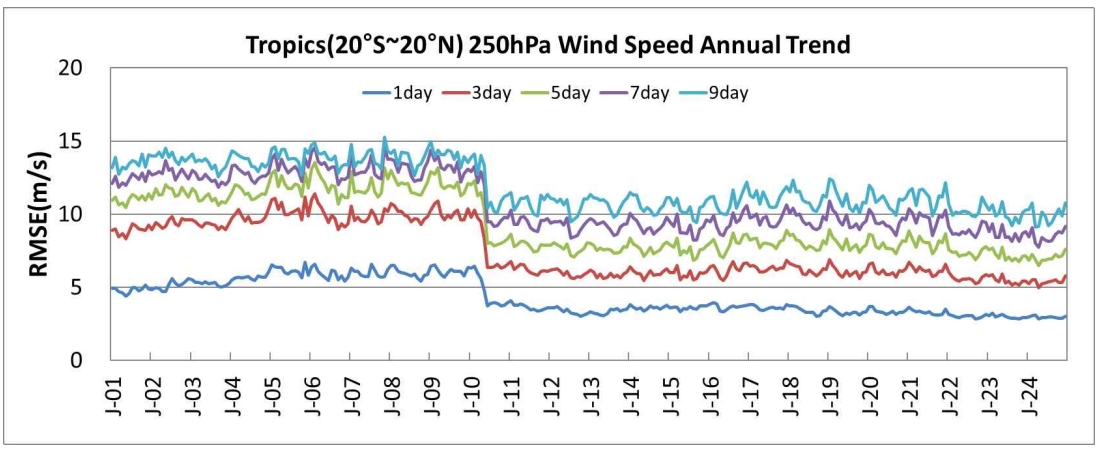


그림 D.10.3 GDAPS 적도 요소별 예측시간별 월평균 RMSE

부록 E. 지역예보시스템 검증결과

E.1 분석검증

표 E.1.1 KIM-Regional 분석검증

t850hPa ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec	Ave.
6hr	0.18	0.15	0.00	-0.14	-0.12	-0.20	-0.11	-0.02	0.01	-0.07	0.05	0.12	-0.01
12hr	0.11	0.11	-0.13	-0.33	-0.24	-0.25	-0.04	0.14	0.05	-0.18	-0.09	0.03	-0.07
18hr	0.15	0.15	-0.22	-0.46	-0.34	-0.33	-0.14	0.07	-0.01	-0.22	-0.09	0.09	-0.11
24hr	0.24	0.19	-0.18	-0.41	-0.25	-0.28	-0.10	0.15	0.07	-0.17	-0.03	0.14	-0.05
36hr	0.25	0.24	-0.29	-0.54	-0.30	-0.29	-0.03	0.27	0.18	-0.20	-0.07	0.13	-0.05
48hr	0.32	0.28	-0.32	-0.62	-0.27	-0.23	-0.01	0.28	0.25	-0.13	0.00	0.19	-0.02
60hr	0.29	0.32	-0.37	-0.72	-0.29	-0.27	0.04	0.35	0.33	-0.08	-0.03	0.20	-0.02
72hr	0.39	0.42	-0.28	-0.79	-0.20	-0.19	0.11	0.40	0.41	0.01	0.04	0.29	0.05
t850hPa RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec	Ave.
6hr	0.87	0.90	0.76	0.76	0.74	0.95	0.90	0.75	0.62	0.66	0.65	0.73	0.77
12hr	0.98	1.04	1.03	1.02	0.98	1.11	1.04	0.88	0.78	0.82	0.80	0.82	0.94
18hr	1.12	1.19	1.15	1.16	1.08	1.21	1.13	0.93	0.86	0.92	0.91	0.92	1.05
24hr	1.20	1.26	1.22	1.18	1.10	1.25	1.14	0.98	0.92	0.97	0.97	0.98	1.10
36hr	1.39	1.50	1.42	1.39	1.28	1.38	1.25	1.09	1.07	1.13	1.16	1.12	1.26
48hr	1.53	1.64	1.56	1.58	1.41	1.49	1.40	1.21	1.20	1.21	1.25	1.25	1.39
60hr	1.66	1.78	1.66	1.79	1.58	1.64	1.51	1.35	1.32	1.36	1.38	1.39	1.54
72hr	1.81	1.90	1.72	1.92	1.84	1.81	1.63	1.51	1.52	1.44	1.45	1.50	1.67
z500hPa ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec	Ave.
6hr	-0.26	0.01	0.53	0.15	-0.39	-1.41	-2.06	-1.43	-0.93	-0.99	-0.31	-0.09	-0.60
12hr	-0.57	-0.33	-0.47	-0.29	-0.12	-0.96	-0.63	-1.15	-0.76	-1.21	-1.36	-1.13	-0.75
18hr	1.89	2.07	1.52	1.45	0.83	-0.19	-1.10	-1.01	-1.18	-0.38	0.25	1.29	0.45
24hr	1.48	1.24	0.67	1.27	-0.13	-1.50	-1.93	-1.63	-1.26	-1.01	-0.10	-0.44	-0.28
36hr	1.10	0.82	-0.84	1.48	0.24	0.73	0.22	0.57	1.07	0.54	0.47	-1.46	0.41
48hr	1.13	0.89	-1.21	0.71	-0.22	1.99	1.24	0.53	0.84	0.55	1.08	-1.62	0.49
60hr	1.57	1.34	-1.25	0.33	1.07	2.66	0.97	1.17	1.77	1.20	1.89	-0.59	1.01
72hr	3.34	2.53	0.87	1.16	3.21	5.29	3.13	3.53	1.88	2.81	3.23	2.50	2.79
z500hPa RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec	Ave.
6hr	3.25	3.31	3.46	3.38	3.76	4.14	4.63	4.39	3.77	3.52	3.13	3.34	3.67
12hr	4.06	3.79	4.16	4.05	4.22	4.34	4.67	4.92	4.09	3.89	4.09	4.30	4.22
18hr	5.77	5.87	5.83	5.54	5.37	4.94	5.33	5.78	4.99	4.71	4.95	5.59	5.39
24hr	6.29	6.09	6.72	6.40	6.15	5.82	6.25	6.59	5.50	5.42	5.64	6.22	6.09
36hr	8.19	8.68	9.26	9.11	8.53	7.23	7.80	8.09	6.83	7.41	8.21	8.64	8.17
48hr	10.75	10.49	11.59	12.45	11.46	9.69	10.28	10.06	8.61	10.56	10.45	11.75	10.68
60hr	13.74	13.01	13.99	15.86	14.18	11.85	12.62	12.83	11.08	13.98	13.39	15.03	13.46
72hr	17.38	15.46	15.64	19.13	18.16	15.20	14.94	15.67	13.59	16.47	15.62	17.93	16.27

w250hPa ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec	Ave.
6hr	-0.43	-0.41	-0.41	-0.29	-0.34	-0.05	0.05	-0.03	-0.03	-0.18	-0.32	-0.31	-0.23
12hr	-0.43	-0.37	-0.40	-0.25	-0.38	-0.14	0.05	-0.07	-0.08	-0.23	-0.37	-0.35	-0.25
18hr	-0.45	-0.50	-0.42	-0.09	-0.39	-0.12	-0.03	-0.09	-0.14	-0.46	-0.52	-0.52	-0.31
24hr	-0.55	-0.63	-0.58	-0.06	-0.48	-0.08	0.01	-0.11	-0.15	-0.37	-0.50	-0.47	-0.33
36hr	-0.50	-0.62	-0.44	-0.09	-0.54	-0.03	0.12	-0.17	-0.34	-0.48	-0.59	-0.57	-0.35
48hr	-0.76	-0.82	-0.67	-0.07	-0.40	-0.18	-0.05	-0.22	-0.27	-0.72	-0.66	-0.82	-0.47
60hr	-0.73	-0.64	-0.53	-0.15	-0.47	-0.31	-0.01	-0.14	-0.34	-0.73	-0.68	-0.89	-0.47
72hr	-1.05	-0.75	-0.64	-0.19	-0.49	-0.40	-0.09	-0.26	-0.20	-0.88	-0.75	-1.04	-0.56
w250hPa RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec	Ave.
6hr	1.58	1.85	1.99	2.72	2.49	3.23	3.22	2.78	2.02	1.99	1.74	1.54	2.26
12hr	2.05	2.43	2.48	3.66	3.28	3.98	3.99	3.53	2.73	2.67	2.30	1.99	2.93
18hr	2.57	3.33	3.23	4.68	4.07	4.70	4.79	4.17	3.37	3.38	2.96	2.46	3.64
24hr	2.88	3.78	3.79	5.21	4.62	5.34	5.28	4.64	3.81	3.81	3.27	2.70	4.09
36hr	3.37	4.73	4.68	6.38	6.01	6.54	6.24	5.60	4.64	4.91	3.93	3.40	5.04
48hr	4.14	5.43	5.43	7.46	7.46	7.66	7.50	6.67	5.71	6.15	4.84	4.33	6.07
60hr	4.75	6.17	6.27	8.72	8.65	8.76	8.78	7.73	6.50	7.19	5.67	4.97	7.01
72hr	5.52	6.67	6.94	9.73	9.99	9.91	9.99	8.77	7.31	8.15	6.45	5.78	7.93

E.2 관측검증

표 E.2.1 KIM-Regional 관측검증(UM-Local 영역)

t850hPa ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec	Ave.
6hr	-0.05	-0.06	-0.42	-0.43	-0.19	0.00	0.05	-0.14	-0.19	-0.25	0.00	0.22	-0.12
12hr	-0.16	-0.15	-0.57	-0.77	-0.31	-0.03	0.15	0.15	-0.10	-0.34	-0.14	0.11	-0.18
18hr	-0.17	-0.17	-0.69	-0.94	-0.38	-0.12	-0.01	0.07	-0.22	-0.41	-0.11	0.14	-0.25
24hr	-0.13	-0.15	-0.73	-0.90	-0.30	-0.16	0.01	0.13	-0.19	-0.40	-0.07	0.14	-0.23
36hr	-0.20	-0.24	-1.10	-1.14	-0.32	-0.30	0.01	0.18	-0.09	-0.42	-0.24	0.04	-0.32
48hr	-0.19	-0.23	-1.20	-1.30	-0.32	-0.28	0.04	0.12	-0.10	-0.46	-0.12	0.01	-0.34
60hr	-0.26	-0.16	-1.14	-1.44	-0.35	-0.41	0.10	0.09	0.00	-0.41	-0.10	-0.05	-0.35
72hr	0.03	-0.03	-0.83	-1.52	-0.24	-0.25	0.11	-0.01	0.15	-0.34	0.01	0.12	-0.23
t850hPa RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec	Ave.
6hr	1.19	1.01	1.16	1.16	0.96	0.81	0.96	0.74	0.77	1.21	1.08	1.22	1.02
12hr	1.30	1.04	1.28	1.47	1.07	0.87	1.09	0.85	0.86	1.33	1.17	1.30	1.14
18hr	1.37	1.09	1.41	1.61	1.11	0.90	1.15	0.85	0.89	1.38	1.27	1.31	1.20
24hr	1.38	1.14	1.47	1.61	1.15	1.02	1.14	0.89	0.93	1.41	1.32	1.40	1.24
36hr	1.49	1.21	1.72	1.86	1.22	1.01	1.22	0.92	1.00	1.53	1.44	1.50	1.34
48hr	1.55	1.31	1.89	2.02	1.26	1.12	1.27	0.93	1.07	1.62	1.46	1.56	1.42
60hr	1.62	1.46	1.79	2.21	1.40	1.29	1.30	1.02	1.15	1.79	1.56	1.53	1.51
72hr	1.67	1.54	1.83	2.27	1.46	1.30	1.36	1.11	1.22	1.78	1.56	1.69	1.57

z500hPa ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec	Ave.
6hr	-6.64	-4.65	-2.80	-2.21	-5.74	-5.76	-6.78	-8.79	-8.28	-7.46	-5.50	-4.40	-5.75
12hr	-7.33	-5.33	-4.76	-3.58	-5.87	-5.22	-4.96	-8.93	-8.21	-7.45	-6.55	-5.09	-6.11
18hr	-4.87	-2.92	-3.30	-2.21	-5.23	-4.22	-6.22	-9.89	-9.71	-6.92	-4.43	-1.90	-5.15
24hr	-6.17	-4.02	-5.54	-2.68	-6.23	-5.33	-6.57	-10.87	-10.23	-7.68	-5.32	-4.34	-6.25
36hr	-6.74	-5.22	-8.60	-2.33	-6.30	-3.49	-4.53	-8.96	-8.19	-5.67	-5.40	-7.08	-6.04
48hr	-5.63	-5.96	-6.81	-3.08	-5.75	-2.69	-1.28	-9.60	-9.10	-6.18	-5.45	-8.09	-5.80
60hr	-5.94	-3.47	-5.68	-5.72	-4.84	-0.97	-1.29	-10.87	-7.47	-6.07	-2.19	-8.42	-5.24
72hr	-2.18	-1.47	-2.37	-5.19	-2.16	2.59	1.07	-10.63	-7.36	-5.32	-0.95	-4.38	-3.20
z500hPa RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec	Ave.
6hr	9.28	8.32	7.98	6.28	9.90	8.34	9.95	10.55	10.23	9.74	9.10	8.46	9.01
12hr	10.06	8.62	9.21	6.85	10.22	8.36	9.11	10.87	10.25	9.78	9.92	9.17	9.37
18hr	9.06	7.99	9.57	6.51	10.30	7.90	9.89	11.94	11.55	9.49	9.00	8.26	9.29
24hr	10.09	8.61	11.13	6.98	11.30	8.52	10.29	12.77	12.05	10.48	9.40	10.03	10.14
36hr	11.39	10.38	14.04	8.48	12.46	8.45	9.69	11.57	10.82	10.79	10.68	13.12	10.99
48hr	12.41	13.64	14.01	10.62	14.51	9.99	10.66	12.85	11.99	12.62	11.30	14.48	12.42
60hr	15.42	15.33	15.77	13.50	15.71	10.85	12.67	14.56	11.98	14.33	13.08	15.70	14.08
72hr	16.50	16.05	17.76	15.34	19.07	12.16	13.53	15.34	12.66	15.52	14.30	16.63	15.40
w250hPa ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec	Ave.
6hr	-1.84	-2.02	-1.22	-0.79	-1.09	-1.08	-0.55	-0.48	-0.56	-1.53	-0.80	-1.68	-1.14
12hr	-1.94	-1.75	-1.28	-0.84	-1.28	-1.31	-0.72	-0.68	-0.72	-1.32	-0.88	-1.71	-1.20
18hr	-1.98	-2.04	-1.22	-0.46	-1.02	-1.36	-0.63	-0.75	-0.60	-1.36	-1.02	-1.47	-1.16
24hr	-2.30	-2.23	-1.47	-0.51	-1.27	-1.41	-0.41	-0.83	-0.58	-1.45	-1.09	-1.68	-1.27
36hr	-2.16	-2.37	-1.53	-0.73	-1.39	-1.84	-0.15	-0.85	-0.81	-1.64	-1.17	-2.02	-1.39
48hr	-2.59	-2.41	-1.58	-0.67	-1.32	-2.43	-0.28	-0.92	-0.75	-1.95	-1.05	-2.68	-1.55
60hr	-2.51	-2.20	-1.23	-0.66	-1.37	-2.60	0.09	-1.26	-1.11	-1.88	-1.13	-2.84	-1.56
72hr	-3.19	-1.82	-0.80	-1.26	-1.62	-2.31	-0.03	-0.99	-0.94	-2.27	-1.27	-3.20	-1.64
w250hPa RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec	Ave.
6hr	5.21	5.52	5.51	5.16	4.77	6.03	5.19	4.62	3.51	5.31	5.31	6.21	5.19
12hr	5.43	5.74	5.56	5.71	5.12	6.64	5.56	4.89	3.85	5.59	5.47	6.36	5.49
18hr	5.55	6.17	5.98	6.34	5.60	6.97	6.26	4.98	4.18	5.92	5.89	6.27	5.84
24hr	5.75	6.51	6.31	6.88	5.95	7.53	6.91	5.57	4.59	6.35	5.99	6.58	6.24
36hr	5.80	7.60	7.07	8.53	7.45	8.81	7.48	6.55	5.47	7.52	6.42	7.00	7.14
48hr	6.49	8.13	7.57	9.37	8.33	10.36	8.38	7.43	6.32	8.88	7.26	7.76	8.02
60hr	6.68	8.14	8.14	10.59	9.05	10.98	9.62	8.44	6.69	9.71	7.78	8.04	8.66
72hr	7.51	8.52	8.61	11.69	10.79	11.48	10.74	8.90	7.15	10.73	8.05	8.94	9.43

표 E.2.2 KIM-Regional 관측검증(KIM-Regional 영역)

t850hPa ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec	Ave.
6hr	-0.17	0.03	-0.30	-0.25	-0.18	-0.20	-0.13	-0.16	-0.04	-0.12	-0.07	-0.10	-0.14
12hr	-0.30	-0.06	-0.51	-0.45	-0.28	-0.26	0.01	0.09	0.05	-0.23	-0.24	-0.25	-0.20
18hr	-0.28	-0.04	-0.62	-0.62	-0.42	-0.35	-0.12	0.02	-0.03	-0.29	-0.27	-0.21	-0.27
24hr	-0.20	-0.03	-0.62	-0.56	-0.32	-0.33	-0.09	0.08	0.04	-0.25	-0.22	-0.20	-0.22
36hr	-0.22	0.02	-0.85	-0.70	-0.36	-0.37	0.01	0.21	0.15	-0.32	-0.33	-0.26	-0.25
48hr	-0.16	0.05	-0.87	-0.79	-0.32	-0.30	0.00	0.19	0.22	-0.28	-0.27	-0.21	-0.23
60hr	-0.18	0.16	-0.87	-0.90	-0.36	-0.37	0.10	0.25	0.29	-0.26	-0.27	-0.21	-0.22
72hr	-0.04	0.29	-0.70	-0.98	-0.25	-0.26	0.15	0.27	0.35	-0.19	-0.16	-0.09	-0.13
t850hPa RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec	Ave.
6hr	1.20	1.34	1.11	1.20	1.09	1.14	1.11	1.05	1.02	1.15	1.07	1.09	1.13
12hr	1.28	1.40	1.30	1.39	1.22	1.26	1.21	1.05	1.08	1.23	1.17	1.19	1.23
18hr	1.35	1.49	1.43	1.51	1.33	1.29	1.23	1.08	1.11	1.29	1.26	1.23	1.30
24hr	1.39	1.54	1.49	1.51	1.30	1.33	1.20	1.09	1.14	1.32	1.28	1.27	1.32
36hr	1.51	1.71	1.70	1.70	1.46	1.43	1.32	1.17	1.28	1.44	1.40	1.35	1.46
48hr	1.59	1.83	1.84	1.87	1.49	1.49	1.48	1.27	1.35	1.50	1.46	1.42	1.55
60hr	1.74	1.99	1.91	2.03	1.60	1.66	1.51	1.41	1.44	1.61	1.55	1.48	1.66
72hr	1.82	2.07	1.93	2.10	1.80	1.79	1.64	1.52	1.57	1.65	1.57	1.60	1.75
z500hPa ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec	Ave.
6hr	-6.75	-3.65	-1.82	-1.16	-3.57	-5.79	-7.78	-8.17	-5.94	-5.74	-4.44	-4.97	-4.98
12hr	-7.15	-4.04	-3.14	-1.76	-3.75	-5.68	-6.15	-7.94	-5.79	-6.19	-5.89	-6.16	-5.30
18hr	-4.39	-1.04	-0.69	0.38	-2.68	-4.72	-6.86	-8.22	-6.45	-5.42	-3.99	-3.75	-3.98
24hr	-5.07	-1.99	-1.85	0.14	-3.75	-6.38	-7.59	-8.93	-6.70	-6.35	-4.72	-5.88	-4.92
36hr	-5.54	-2.31	-3.28	0.52	-3.09	-3.97	-4.45	-6.46	-4.43	-5.00	-4.41	-7.47	-4.16
48hr	-5.37	-2.61	-3.06	-0.11	-3.20	-3.21	-2.78	-6.85	-4.85	-5.50	-4.44	-7.89	-4.16
60hr	-5.15	-1.76	-3.37	-0.45	-2.24	-2.50	-2.45	-5.63	-3.78	-5.48	-3.13	-7.47	-3.62
72hr	-4.12	-0.23	-1.56	0.43	-0.26	0.46	-0.55	-3.56	-3.62	-4.46	-1.28	-4.71	-1.95
z500hPa RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec	Ave.
6hr	9.71	8.93	7.81	7.39	8.55	9.43	10.59	11.24	9.36	9.17	8.87	9.27	9.19
12hr	10.26	9.37	8.80	7.75	8.69	9.47	9.68	11.20	9.36	9.51	10.06	10.40	9.55
18hr	9.26	9.67	9.03	8.35	8.92	9.03	10.29	11.81	10.01	9.35	9.33	9.70	9.56
24hr	9.90	10.18	10.06	8.81	9.67	10.24	11.01	12.46	10.31	10.43	9.99	11.23	10.36
36hr	10.95	12.17	12.01	10.21	11.12	9.58	10.41	12.11	9.84	10.71	10.94	13.42	11.12
48hr	12.41	13.76	13.04	12.75	13.02	10.93	11.79	13.30	11.04	13.01	12.31	15.40	12.73
60hr	14.54	15.51	14.99	15.59	14.61	12.13	13.58	14.22	11.84	15.35	13.91	16.92	14.43
72hr	17.04	16.44	16.58	18.07	17.46	14.22	14.86	15.23	13.22	16.37	15.28	18.27	16.09

w250hPa ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec	Ave.
6hr	-1.50	-1.55	-1.31	-0.90	-1.19	-0.86	-0.63	-0.46	-0.66	-0.92	-0.84	-1.15	-1.00
12hr	-1.51	-1.45	-1.29	-0.77	-1.20	-1.05	-0.71	-0.67	-0.71	-0.91	-0.88	-1.19	-1.03
18hr	-1.50	-1.49	-1.21	-0.58	-1.24	-1.02	-0.74	-0.69	-0.74	-1.09	-1.03	-1.37	-1.06
24hr	-1.70	-1.74	-1.52	-0.68	-1.29	-0.99	-0.65	-0.68	-0.71	-1.05	-1.05	-1.35	-1.12
36hr	-1.59	-1.68	-1.26	-0.70	-1.44	-0.98	-0.41	-0.75	-0.92	-1.19	-1.12	-1.38	-1.12
48hr	-1.97	-1.89	-1.48	-0.68	-1.28	-1.16	-0.73	-0.79	-0.89	-1.51	-1.22	-1.71	-1.27
60hr	-1.96	-1.71	-1.31	-0.80	-1.32	-1.32	-0.66	-1.03	-1.11	-1.45	-1.20	-1.81	-1.31
72hr	-2.51	-1.91	-1.44	-0.78	-1.27	-1.37	-0.88	-1.10	-1.01	-1.58	-1.14	-2.02	-1.42
w250hPa RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec	Ave.
6hr	7.00	7.34	7.43	6.60	5.95	6.34	5.64	5.04	4.64	5.65	6.47	7.46	6.30
12hr	7.18	7.48	7.41	7.05	6.17	6.63	6.07	5.34	5.02	5.81	6.54	7.61	6.53
18hr	7.16	7.77	7.77	7.74	6.64	7.30	6.64	5.74	5.38	6.32	6.84	7.57	6.91
24hr	7.45	8.22	8.29	8.13	7.13	7.67	7.07	6.07	5.70	6.59	7.02	7.77	7.26
36hr	7.57	8.81	8.74	9.16	8.01	8.66	7.87	6.66	6.38	7.43	7.30	8.27	7.90
48hr	8.00	9.30	9.24	9.75	9.11	9.58	8.80	7.45	7.31	8.48	7.86	8.94	8.65
60hr	8.24	9.58	9.43	10.83	10.21	10.19	9.81	8.41	7.71	8.93	8.12	9.22	9.22
72hr	8.68	9.89	9.90	11.58	11.27	10.85	10.70	9.18	8.19	9.79	8.62	9.76	9.87

E.3 강수검증(6시간 누적)

표 E.3.1 KIM-Regional 한반도 강수 정확도(ACC)

Threshold = 0.1 mm								
MON.	06H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H
Jan.	0.88	0.90	0.90	0.90	0.89	0.89	0.88	0.88
Feb.	0.86	0.86	0.87	0.85	0.87	0.85	0.86	0.84
Mar.	0.92	0.90	0.92	0.90	0.91	0.89	0.90	0.88
Apr.	0.94	0.93	0.94	0.93	0.94	0.93	0.93	0.91
May.	0.96	0.96	0.95	0.95	0.94	0.95	0.94	0.95
Jun.	0.93	0.93	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Jul.	0.83	0.80	0.78	0.77	0.78	0.77	0.75	0.75
Aug.	0.88	0.85	0.85	0.83	0.85	0.85	0.86	0.85
Sep.	0.89	0.87	0.87	0.85	0.87	0.83	0.85	0.83
Oct.	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.89	0.87	0.87
Nov.	0.92	0.92	0.91	0.92	0.90	0.91	0.90	0.91
Dec.	0.92	0.91	0.91	0.90	0.90	0.90	0.90	0.89

Threshold = 5 mm								
MON.	06H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H
Jan.	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
Feb.	0.96	0.96	0.96	0.95	0.96	0.95	0.96	0.95
Mar.	0.98	0.98	0.98	0.97	0.98	0.97	0.98	0.96
Apr.	0.97	0.98	0.97	0.97	0.97	0.96	0.98	0.96
May.	0.98	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97
Jun.	0.97	0.96	0.96	0.96	0.95	0.95	0.96	0.95
Jul.	0.90	0.87	0.88	0.86	0.87	0.86	0.86	0.85
Aug.	0.96	0.95	0.95	0.93	0.95	0.94	0.95	0.94
Sep.	0.95	0.94	0.94	0.94	0.94	0.93	0.94	0.92
Oct.	0.96	0.96	0.96	0.96	0.95	0.95	0.94	0.94
Nov.	0.98	0.98	0.98	0.97	0.97	0.97	0.98	0.97
Dec.	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	1.00	0.99	0.99

Threshold = 15 mm								
MON.	06H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H
Jan.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Feb.	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Mar.	0.99	0.99	1.00	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Apr.	0.98	0.99	0.98	0.99	0.98	0.99	0.99	0.99
May.	0.98	0.99	0.99	0.99	0.98	0.99	0.98	0.98
Jun.	0.97	0.98	0.98	0.97	0.97	0.98	0.98	0.97
Jul.	0.94	0.92	0.93	0.91	0.92	0.91	0.92	0.91
Aug.	0.98	0.97	0.97	0.96	0.98	0.97	0.98	0.97
Sep.	0.97	0.96	0.97	0.96	0.96	0.95	0.96	0.95
Oct.	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
Nov.	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Dec.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Threshold = 25 mm								
MON.	06H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H
Jan.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Feb.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	0.99	1.00
Mar.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Apr.	0.99	0.99	0.99	1.00	0.99	0.99	0.99	1.00
May.	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Jun.	0.98	0.99	0.98	0.99	0.98	0.98	0.99	0.98
Jul.	0.96	0.95	0.95	0.94	0.95	0.94	0.95	0.94
Aug.	0.99	0.98	0.98	0.98	0.99	0.98	0.99	0.98
Sep.	0.97	0.97	0.97	0.97	0.98	0.96	0.98	0.97
Oct.	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.98
Nov.	1.00	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99
Dec.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Threshold = 50 mm								
MON.	06H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H
Jan.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Feb.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Mar.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Apr.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
May.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Jun.	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Jul.	0.98	0.98	0.98	0.98	0.99	0.98	0.99	0.98
Aug.	1.00	0.99	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00
Sep.	0.99	0.98	0.99	0.99	0.99	0.98	0.99	0.98
Oct.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Nov.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Dec.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

표 E.3.2 KIM-Regional 한반도 강수 치우침(Bias)

Threshold = 0.1 mm								
MON.	06H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H
Jan.	1.65	1.42	1.30	1.25	1.28	1.26	1.31	1.17
Feb.	1.29	1.15	0.99	0.99	1.00	0.92	0.96	0.97
Mar.	1.22	1.35	1.20	1.36	1.22	1.38	1.18	1.25
Apr.	0.73	0.89	0.83	0.81	0.79	0.75	0.77	0.70
May.	0.88	0.92	0.90	0.85	0.79	0.80	0.78	0.83
Jun.	0.76	0.92	0.87	0.90	0.94	0.94	0.94	1.03
Jul.	0.91	1.15	1.19	1.27	1.21	1.26	1.27	1.25
Aug.	0.84	1.43	1.51	1.61	1.44	1.50	1.34	1.47
Sep.	0.82	1.10	1.16	1.10	1.09	1.17	1.17	1.19
Oct.	0.78	0.86	0.77	0.83	0.79	0.79	0.84	0.79
Nov.	0.96	1.11	1.14	1.13	1.10	1.16	1.15	1.22
Dec.	1.85	2.21	1.73	2.16	1.79	2.12	1.78	2.15

Threshold = 5 mm								
MON.	06H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H
Jan.	1.22	1.08	1.01	0.88	1.01	0.78	1.12	0.84
Feb.	1.16	0.96	0.86	0.88	0.88	0.97	0.83	0.84
Mar.	1.27	1.14	1.12	1.14	1.29	1.28	1.13	0.95
Apr.	1.11	1.06	1.23	1.16	1.16	1.09	0.95	0.92
May.	0.87	1.10	0.80	1.04	0.64	0.86	0.70	0.94
Jun.	0.86	0.99	0.93	0.89	0.81	0.89	0.91	0.90
Jul.	0.67	1.12	0.85	1.21	0.89	1.27	0.96	1.20
Aug.	0.53	1.30	1.33	1.75	1.03	1.53	0.93	1.35
Sep.	0.68	0.89	0.95	0.83	0.89	0.98	0.81	0.93
Oct.	0.87	0.89	0.87	0.80	0.78	1.05	0.85	0.94
Nov.	1.13	0.94	1.12	1.05	1.01	0.95	1.18	1.11
Dec.	2.12	1.56	2.25	1.67	3.38	1.67	2.88	2.89

Threshold = 15 mm								
MON.	06H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H
Jan.	1.80	0.75	1.40	1.00	1.00	1.00	0.60	0.50
Feb.	0.88	0.94	0.82	1.00	0.79	1.25	0.88	0.92
Mar.	1.81	1.13	1.38	0.90	1.92	0.97	0.85	0.60
Apr.	1.38	1.02	1.28	1.00	1.38	1.05	1.09	1.02
May.	1.19	1.22	1.04	1.14	0.63	0.90	0.72	0.95
Jun.	1.02	1.08	1.03	0.88	0.76	0.90	0.89	0.80
Jul.	0.66	1.28	0.80	1.35	0.78	1.37	0.85	1.36
Aug.	0.73	1.18	1.52	1.79	1.05	1.44	1.14	1.37
Sep.	0.79	0.91	1.02	0.87	0.86	1.11	0.76	0.76
Oct.	0.83	0.93	1.00	0.86	0.79	1.26	0.68	1.00
Nov.	1.27	1.39	1.23	1.73	0.80	1.09	1.07	1.73
Dec.		0.50		2.50		3.00		2.00

Threshold = 25 mm								
MON.	06H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H
Jan.	0.00		0.00		0.00		0.00	
Feb.	0.89	1.50	0.82	1.00	0.86	1.70	0.86	0.80
Mar.	1.12	0.50	0.75	0.33	1.12	0.67	0.75	0.17
Apr.	0.89	0.80	0.44	0.87	0.96	1.07	0.74	1.00
May.	1.09	1.02	1.06	0.90	0.41	0.86	0.34	0.71
Jun.	1.10	1.03	0.97	0.89	0.79	0.83	0.77	0.61
Jul.	0.71	1.31	0.72	1.25	0.70	1.39	0.75	1.39
Aug.	0.96	1.22	1.85	2.05	1.15	1.59	1.15	1.46
Sep.	0.85	1.04	1.09	0.89	0.81	1.20	0.62	0.83
Oct.	0.90	0.56	1.30	0.54	0.97	1.02	0.57	0.74
Nov.	0.63	2.00	1.58	2.00	0.84	1.56	0.79	3.33
Dec.								

Threshold = 50 mm								
MON.	06H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H
Jan.								
Feb.	1.25		0.25		0.25		0.00	
Mar.	0.00		0.00		0.00		0.00	
Apr.		0.00		0.00		1.00		0.50
May.	0.20	2.00	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00
Jun.	1.07	2.12	0.79	1.25	0.43	1.12	0.14	1.38
Jul.	0.65	1.15	0.63	0.89	0.31	1.49	0.35	1.45
Aug.	2.80	2.00	1.00	2.12	1.00	1.75	1.20	2.12
Sep.	0.94	1.14	1.03	0.83	0.77	1.45	0.68	0.90
Oct.	0.80	0.33	0.80	0.42	1.20	1.17	0.60	0.58
Nov.	1.00	2.00	1.00	1.50	1.00	2.00	1.00	3.50
Dec.								

표 E.3.3 KIM-Regional 한반도 강수 성공임계지수(CSI)

Threshold = 0.1 mm								
MON.	06H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H
Jan.	0.48	0.54	0.49	0.51	0.44	0.47	0.40	0.43
Feb.	0.60	0.62	0.59	0.57	0.58	0.56	0.56	0.54
Mar.	0.57	0.54	0.56	0.52	0.53	0.51	0.50	0.45
Apr.	0.61	0.61	0.62	0.58	0.61	0.58	0.55	0.48
May.	0.69	0.71	0.67	0.67	0.57	0.64	0.57	0.65
Jun.	0.56	0.57	0.53	0.55	0.53	0.54	0.52	0.53
Jul.	0.52	0.52	0.49	0.49	0.48	0.49	0.45	0.46
Aug.	0.25	0.33	0.29	0.30	0.26	0.33	0.30	0.33
Sep.	0.44	0.50	0.43	0.42	0.41	0.40	0.38	0.39
Oct.	0.53	0.54	0.52	0.54	0.50	0.51	0.43	0.44
Nov.	0.55	0.55	0.52	0.54	0.49	0.52	0.49	0.50
Dec.	0.39	0.34	0.35	0.29	0.27	0.29	0.27	0.26

Threshold = 5 mm								
MON.	06H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H
Jan.	0.50	0.31	0.34	0.29	0.29	0.31	0.26	0.34
Feb.	0.43	0.45	0.42	0.40	0.41	0.42	0.38	0.36
Mar.	0.55	0.60	0.56	0.53	0.50	0.47	0.50	0.35
Apr.	0.58	0.55	0.55	0.45	0.53	0.38	0.60	0.35
May.	0.62	0.57	0.56	0.53	0.49	0.46	0.46	0.48
Jun.	0.56	0.49	0.50	0.44	0.38	0.41	0.45	0.38
Jul.	0.37	0.33	0.33	0.30	0.31	0.31	0.29	0.28
Aug.	0.15	0.20	0.17	0.12	0.14	0.16	0.12	0.12
Sep.	0.40	0.41	0.40	0.38	0.37	0.35	0.34	0.27
Oct.	0.42	0.40	0.37	0.38	0.30	0.38	0.22	0.24
Nov.	0.59	0.56	0.46	0.46	0.39	0.46	0.47	0.42
Dec.	0.19	0.10	0.13	0.20	0.13	0.20	0.11	0.13

Threshold = 15 mm								
MON.	06H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H
Jan.	0.40	0.00	0.33	0.00	0.25	0.00	0.14	0.00
Feb.	0.64	0.27	0.55	0.18	0.59	0.19	0.54	0.25
Mar.	0.43	0.23	0.48	0.21	0.38	0.20	0.26	0.14
Apr.	0.30	0.34	0.21	0.26	0.23	0.21	0.34	0.30
May.	0.47	0.52	0.48	0.54	0.26	0.48	0.30	0.38
Jun.	0.37	0.42	0.38	0.31	0.29	0.33	0.38	0.27
Jul.	0.27	0.23	0.22	0.21	0.20	0.21	0.18	0.20
Aug.	0.11	0.11	0.07	0.07	0.06	0.10	0.09	0.09
Sep.	0.35	0.31	0.37	0.32	0.31	0.27	0.25	0.19
Oct.	0.28	0.28	0.22	0.32	0.21	0.32	0.11	0.17
Nov.	0.38	0.41	0.33	0.34	0.47	0.25	0.30	0.17
Dec.	0.00	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00

Threshold = 25 mm								
MON.	06H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H
Jan.	0.00		0.00		0.00		0.00	0.00
Feb.	0.43	0.25	0.42	0.05	0.44	0.04	0.41	0.20
Mar.	0.31	0.29	0.56	0.00	0.55	0.43	0.17	0.00
Apr.	0.31	0.04	0.03	0.22	0.18	0.11	0.21	0.43
May.	0.26	0.39	0.18	0.24	0.12	0.30	0.02	0.18
Jun.	0.24	0.41	0.26	0.30	0.20	0.23	0.24	0.19
Jul.	0.22	0.16	0.15	0.09	0.13	0.16	0.12	0.17
Aug.	0.08	0.05	0.01	0.02	0.02	0.02	0.07	0.05
Sep.	0.22	0.24	0.20	0.26	0.24	0.17	0.19	0.15
Oct.	0.24	0.24	0.10	0.24	0.18	0.35	0.02	0.10
Nov.	0.41	0.29	0.32	0.23	0.46	0.35	0.42	0.15
Dec.			0.00			0.00	0.00	0.00

Threshold = 50 mm								
MON.	06H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H
Jan.								
Feb.	0.12		0.00		0.00		0.00	0.00
Mar.	0.00		0.00		0.00		0.00	
Apr.		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.20
May.	0.00	0.20	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00
Jun.	0.12	0.09	0.14	0.12	0.05	0.13	0.07	0.12
Jul.	0.07	0.09	0.05	0.05	0.08	0.11	0.04	0.05
Aug.	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04
Sep.	0.15	0.12	0.12	0.22	0.20	0.07	0.06	0.07
Oct.	0.00	0.07	0.12	0.06	0.10	0.24	0.00	0.00
Nov.	0.60	0.50	1.00	0.67	0.33	0.20	0.33	0.29
Dec.								

표 E.3.4 KIM-Regional 한반도 강수 공정임계지수(ETS)

Threshold = 0.1 mm								
MON.	06H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H
Jan.	0.41	0.48	0.43	0.45	0.38	0.40	0.33	0.36
Feb.	0.49	0.50	0.49	0.45	0.48	0.45	0.46	0.42
Mar.	0.51	0.47	0.50	0.45	0.47	0.45	0.44	0.38
Apr.	0.57	0.57	0.57	0.53	0.57	0.54	0.50	0.42
May.	0.65	0.68	0.63	0.63	0.52	0.60	0.52	0.61
Jun.	0.51	0.52	0.48	0.50	0.48	0.49	0.46	0.47
Jul.	0.39	0.37	0.33	0.32	0.32	0.32	0.28	0.29
Aug.	0.20	0.26	0.23	0.23	0.20	0.26	0.24	0.25
Sep.	0.38	0.42	0.35	0.33	0.34	0.30	0.30	0.29
Oct.	0.47	0.47	0.46	0.47	0.43	0.44	0.36	0.36
Nov.	0.50	0.49	0.46	0.48	0.43	0.47	0.43	0.44
Dec.	0.35	0.30	0.31	0.25	0.23	0.25	0.22	0.22

Threshold = 5 mm								
MON.	06H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H
Jan.	0.49	0.30	0.33	0.28	0.28	0.31	0.25	0.34
Feb.	0.41	0.43	0.40	0.37	0.39	0.40	0.36	0.34
Mar.	0.54	0.59	0.54	0.52	0.48	0.46	0.49	0.33
Apr.	0.56	0.53	0.53	0.43	0.51	0.36	0.59	0.33
May.	0.60	0.56	0.54	0.52	0.47	0.44	0.44	0.47
Jun.	0.54	0.47	0.48	0.42	0.36	0.38	0.42	0.36
Jul.	0.33	0.27	0.27	0.23	0.25	0.24	0.23	0.22
Aug.	0.13	0.18	0.15	0.10	0.12	0.14	0.10	0.10
Sep.	0.38	0.38	0.37	0.35	0.35	0.31	0.32	0.24
Oct.	0.40	0.37	0.35	0.35	0.28	0.35	0.20	0.22
Nov.	0.57	0.55	0.44	0.44	0.38	0.45	0.45	0.40
Dec.	0.19	0.09	0.13	0.20	0.13	0.20	0.11	0.13

Threshold = 15 mm								
MON.	06H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H
Jan.	0.40	0.00	0.33	0.00	0.25	0.00	0.14	0.00
Feb.	0.64	0.27	0.54	0.18	0.58	0.19	0.54	0.25
Mar.	0.43	0.23	0.47	0.21	0.38	0.20	0.26	0.14
Apr.	0.30	0.33	0.20	0.26	0.23	0.20	0.34	0.29
May.	0.46	0.51	0.47	0.53	0.25	0.47	0.29	0.37
Jun.	0.36	0.41	0.37	0.30	0.28	0.32	0.37	0.26
Jul.	0.24	0.20	0.19	0.18	0.17	0.18	0.15	0.16
Aug.	0.11	0.10	0.06	0.06	0.06	0.09	0.08	0.09
Sep.	0.33	0.29	0.35	0.30	0.30	0.25	0.24	0.18
Oct.	0.27	0.27	0.21	0.32	0.20	0.31	0.10	0.16
Nov.	0.37	0.41	0.32	0.34	0.47	0.25	0.29	0.16
Dec.	0.00	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00

Threshold = 25 mm								
MON.	06H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H
Jan.	0.00		0.00		0.00		0.00	0.00
Feb.	0.43	0.25	0.41	0.05	0.44	0.04	0.40	0.20
Mar.	0.31	0.29	0.56	0.00	0.54	0.43	0.17	0.00
Apr.	0.31	0.04	0.02	0.22	0.17	0.11	0.20	0.43
May.	0.26	0.39	0.18	0.24	0.12	0.30	0.02	0.18
Jun.	0.24	0.40	0.26	0.30	0.19	0.23	0.24	0.19
Jul.	0.20	0.14	0.14	0.08	0.11	0.14	0.10	0.15
Aug.	0.08	0.05	0.01	0.01	0.01	0.02	0.07	0.04
Sep.	0.21	0.23	0.19	0.25	0.23	0.16	0.18	0.13
Oct.	0.24	0.23	0.09	0.24	0.18	0.34	0.02	0.10
Nov.	0.41	0.28	0.32	0.23	0.46	0.35	0.42	0.15
Dec.			0.00			0.00	0.00	0.00

Threshold = 50 mm								
MON.	06H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H
Jan.								
Feb.	0.12		0.00		0.00		0.00	0.00
Mar.	0.00		0.00		0.00		0.00	
Apr.		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.20
May.	0.00	0.20	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00
Jun.	0.11	0.09	0.14	0.12	0.05	0.13	0.07	0.12
Jul.	0.07	0.08	0.04	0.04	0.07	0.11	0.04	0.04
Aug.	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04
Sep.	0.15	0.12	0.12	0.22	0.19	0.07	0.06	0.06
Oct.	0.00	0.07	0.12	0.06	0.10	0.24	0.00	0.00
Nov.	0.60	0.50	1.00	0.67	0.33	0.20	0.33	0.29
Dec.								

표 E.3.5 KIM-Regional 한반도 강수 적중률(POD)

Threshold = 0.1 mm								
MON.	06H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H
Jan.	0.86	0.85	0.75	0.76	0.70	0.72	0.66	0.65
Feb.	0.86	0.82	0.74	0.72	0.74	0.69	0.70	0.69
Mar.	0.81	0.82	0.79	0.81	0.77	0.81	0.73	0.70
Apr.	0.66	0.72	0.70	0.66	0.68	0.64	0.62	0.55
May.	0.76	0.80	0.76	0.74	0.65	0.70	0.64	0.72
Jun.	0.63	0.70	0.65	0.68	0.67	0.68	0.66	0.70
Jul.	0.65	0.74	0.72	0.75	0.72	0.74	0.70	0.71
Aug.	0.37	0.60	0.57	0.61	0.50	0.63	0.54	0.61
Sep.	0.56	0.70	0.65	0.62	0.61	0.62	0.60	0.61
Oct.	0.62	0.65	0.61	0.64	0.59	0.61	0.55	0.54
Nov.	0.70	0.74	0.73	0.74	0.69	0.74	0.71	0.74
Dec.	0.79	0.81	0.70	0.71	0.60	0.70	0.58	0.65

Threshold = 5 mm								
MON.	06H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H
Jan.	0.74	0.49	0.51	0.42	0.45	0.42	0.43	0.47
Feb.	0.65	0.61	0.55	0.53	0.55	0.58	0.51	0.49
Mar.	0.81	0.80	0.76	0.74	0.76	0.73	0.71	0.51
Apr.	0.77	0.73	0.79	0.67	0.75	0.57	0.73	0.50
May.	0.71	0.77	0.65	0.71	0.54	0.59	0.54	0.63
Jun.	0.67	0.65	0.65	0.57	0.50	0.55	0.59	0.52
Jul.	0.46	0.53	0.45	0.51	0.44	0.54	0.44	0.48
Aug.	0.19	0.38	0.34	0.30	0.25	0.34	0.20	0.25
Sep.	0.48	0.55	0.56	0.51	0.52	0.51	0.46	0.41
Oct.	0.56	0.54	0.50	0.49	0.41	0.56	0.34	0.38
Nov.	0.79	0.70	0.66	0.64	0.56	0.62	0.69	0.62
Dec.	0.50	0.22	0.38	0.44	0.50	0.44	0.38	0.44

Threshold = 15 mm								
MON.	06H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H
Jan.	0.80	0.00	0.60	0.00	0.40	0.00	0.20	0.00
Feb.	0.73	0.42	0.64	0.31	0.66	0.36	0.66	0.39
Mar.	0.85	0.40	0.77	0.33	0.81	0.33	0.38	0.20
Apr.	0.55	0.51	0.40	0.42	0.45	0.35	0.53	0.47
May.	0.70	0.76	0.66	0.75	0.34	0.61	0.39	0.53
Jun.	0.55	0.61	0.56	0.45	0.39	0.47	0.52	0.39
Jul.	0.35	0.43	0.33	0.41	0.29	0.41	0.28	0.39
Aug.	0.18	0.22	0.16	0.19	0.12	0.22	0.18	0.21
Sep.	0.46	0.45	0.54	0.45	0.44	0.45	0.35	0.28
Oct.	0.40	0.42	0.36	0.46	0.31	0.54	0.17	0.28
Nov.	0.62	0.70	0.55	0.70	0.57	0.42	0.47	0.39
Dec.		0.00		0.50		0.00		0.00

Threshold = 25 mm								
MON.	06H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H
Jan.	0.00		0.00		0.00		0.00	
Feb.	0.57	0.50	0.54	0.10	0.57	0.10	0.54	0.30
Mar.	0.50	0.33	0.62	0.00	0.75	0.50	0.25	0.00
Apr.	0.44	0.07	0.04	0.33	0.30	0.20	0.30	0.60
May.	0.44	0.57	0.31	0.37	0.16	0.43	0.03	0.27
Jun.	0.41	0.59	0.41	0.44	0.30	0.35	0.34	0.26
Jul.	0.30	0.31	0.23	0.19	0.20	0.33	0.18	0.34
Aug.	0.15	0.11	0.04	0.05	0.04	0.05	0.15	0.11
Sep.	0.33	0.40	0.35	0.39	0.35	0.32	0.25	0.23
Oct.	0.37	0.30	0.20	0.30	0.30	0.52	0.03	0.16
Nov.	0.47	0.67	0.63	0.56	0.58	0.67	0.53	0.56
Dec.								

Threshold = 50 mm								
MON.	06H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H
Jan.								
Feb.	0.25		0.00		0.00		0.00	
Mar.	0.00		0.00		0.00		0.00	
Apr.		0.00		0.00		0.00		0.25
May.	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00
Jun.	0.21	0.25	0.21	0.25	0.07	0.25	0.07	0.25
Jul.	0.11	0.17	0.07	0.09	0.09	0.26	0.06	0.11
Aug.	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12
Sep.	0.26	0.24	0.23	0.33	0.29	0.17	0.10	0.12
Oct.	0.00	0.08	0.20	0.08	0.20	0.42	0.00	0.00
Nov.	0.75	1.00	1.00	1.00	0.50	0.50	0.50	1.00
Dec.								

부록 F. 국지예보시스템 검증결과

F.1 분석검증

표 F.1.1 UM-Local 분석검증

t850hPa ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	0.03	-0.06	-0.03	-0.05	0.05	0.05	0.04	-0.03	-0.11	-0.11	-0.11	-0.03	-0.03
12hr	-0.30	-0.29	-0.25	-0.38	-0.16	-0.13	0.09	-0.06	-0.19	-0.22	-0.27	-0.24	-0.20
18hr	-0.23	-0.29	-0.33	-0.48	-0.21	-0.20	0.07	0.01	-0.07	-0.08	-0.24	-0.18	-0.19
24hr	-0.21	-0.20	-0.34	-0.39	-0.09	-0.11	0.07	0.03	-0.05	-0.06	-0.20	-0.20	-0.15
30hr	-0.41	-0.31	-0.59	-0.50	-0.13	-0.14	0.03	-0.16	-0.23	-0.22	-0.32	-0.22	-0.27
36hr	-0.40	-0.23	-0.61	-0.60	-0.20	-0.26	-0.03	-0.11	-0.21	-0.20	-0.29	-0.31	-0.29
42hr	-0.43	-0.17	-0.61	-0.71	-0.27	-0.34	-0.09	-0.06	-0.17	-0.26	-0.27	-0.21	-0.30
48hr	-0.34	-0.05	-0.65	-0.62	-0.15	-0.25	-0.04	-0.07	-0.14	-0.14	-0.15	-0.30	-0.24
t850hPa RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	0.47	0.41	0.44	0.39	0.39	0.35	0.46	0.44	0.43	0.51	0.47	0.46	0.44
12hr	0.78	0.72	0.72	0.78	0.66	0.61	0.67	0.61	0.64	0.83	0.76	0.74	0.71
18hr	0.86	0.80	0.86	0.96	0.83	0.76	0.79	0.73	0.77	0.95	0.88	0.84	0.84
24hr	0.93	0.81	0.97	0.96	0.82	0.74	0.84	0.73	0.78	0.98	0.89	0.88	0.86
30hr	1.11	0.94	1.19	1.10	0.97	0.88	0.92	0.90	0.93	1.16	1.06	0.97	1.01
36hr	1.18	0.99	1.21	1.22	1.05	0.97	0.97	0.87	0.96	1.20	1.08	1.01	1.06
42hr	1.26	1.08	1.27	1.36	1.16	1.06	1.05	0.88	1.00	1.26	1.13	1.08	1.13
48hr	1.27	1.07	1.30	1.36	1.15	1.07	1.06	0.90	1.02	1.26	1.15	1.11	1.14
z500hPa ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	-2.68	-0.72	0.60	2.77	1.81	1.43	0.69	0.00	-0.71	-0.73	-1.13	-3.11	-0.15
12hr	-5.61	-2.37	-1.12	-0.23	-0.63	-1.21	0.17	-0.69	-1.09	-0.83	-3.56	-6.04	-1.94
18hr	-7.66	-2.80	-3.63	-1.42	-1.46	-1.64	-1.20	-1.89	-2.54	-1.43	-5.78	-8.47	-3.33
24hr	-7.09	-1.10	-3.75	-0.41	-0.80	-1.15	-0.84	-0.51	-1.96	0.25	-3.32	-7.59	-2.35
30hr	-12.34	-2.70	-6.50	-0.49	-0.97	-2.43	-2.60	-2.47	-3.35	-0.73	-5.50	-12.59	-4.39
36hr	-8.13	1.93	-2.57	0.86	-1.13	-3.63	-3.13	-3.70	-3.01	1.02	-2.33	-8.28	-2.67
42hr	-10.58	1.23	-6.04	-2.31	-1.03	-4.58	-3.34	-5.13	-3.55	-1.50	-5.19	-11.00	-4.42
48hr	-9.02	3.47	-5.69	0.83	-0.75	-3.52	-2.87	-4.08	-3.47	0.39	-1.42	-11.35	-3.12
z500hPa RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	3.96	2.67	3.48	3.97	3.69	3.01	3.36	2.66	2.52	2.37	3.43	4.70	3.32
12hr	6.51	4.08	4.46	3.74	4.08	3.92	4.33	3.31	2.99	3.42	5.00	7.37	4.43
18hr	9.03	5.46	6.46	5.52	6.01	5.24	5.47	4.88	4.29	4.99	7.33	9.63	6.19
24hr	8.81	5.58	7.46	5.74	6.20	5.44	5.74	4.70	4.06	5.22	6.14	9.46	6.21
30hr	14.67	8.76	10.38	6.84	8.87	6.95	7.32	6.68	5.26	6.40	8.59	14.10	8.73
36hr	11.84	7.89	8.50	7.42	9.06	7.97	7.98	7.22	5.52	6.69	7.77	10.62	8.21
42hr	15.08	10.19	12.12	9.90	9.88	9.44	9.47	9.05	6.04	8.55	10.37	13.70	10.32
48hr	14.46	10.68	11.69	9.45	10.95	9.51	10.07	8.81	7.07	8.80	9.71	14.47	10.47

w300hPa ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	-0.30	-0.14	-0.25	0.00	-0.08	0.01	-0.25	-0.04	-0.11	-0.08	-0.24	-0.37	-0.15
12hr	-0.48	-0.34	-0.45	-0.24	-0.20	0.08	-0.44	-0.17	-0.24	-0.12	-0.29	-0.43	-0.28
18hr	-0.84	-0.66	-0.35	-0.17	-0.22	0.31	-0.54	-0.43	-0.24	-0.15	-0.55	-0.75	-0.38
24hr	-0.89	-0.21	0.00	-0.15	-0.03	0.39	-0.70	-0.45	-0.19	-0.03	-0.43	-0.39	-0.26
30hr	-0.59	0.15	-0.30	-0.36	-0.36	0.05	-0.76	-0.78	-0.09	-0.04	-0.28	-0.64	-0.33
36hr	-0.51	0.10	-0.35	0.08	-0.47	-0.16	-0.57	-0.77	-0.24	-0.16	-0.28	-0.64	-0.33
42hr	-0.49	0.21	-0.24	0.30	-0.44	-0.31	-0.59	-0.62	-0.04	-0.21	0.29	-0.66	-0.23
48hr	-0.55	-0.02	-0.25	0.40	-0.36	-0.09	-0.84	-0.84	-0.34	-0.61	-0.34	-0.75	-0.38
w300hPa RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	1.26	1.17	1.43	1.48	1.48	1.68	2.31	1.76	1.49	1.45	1.50	1.46	1.54
12hr	1.93	1.94	2.12	2.26	2.48	2.80	3.52	3.00	2.28	2.18	2.09	1.94	2.38
18hr	2.89	3.46	3.18	3.63	3.75	3.89	4.54	3.76	3.12	3.35	3.14	2.97	3.47
24hr	3.20	3.98	3.44	4.28	3.99	4.16	4.80	4.01	3.38	3.71	3.46	2.93	3.78
30hr	4.23	4.88	4.82	5.40	5.26	5.52	5.41	4.60	3.98	5.04	4.65	3.93	4.81
36hr	4.18	5.07	4.95	5.56	5.34	5.59	5.65	4.99	4.14	5.25	4.55	3.86	4.93
42hr	4.83	5.87	5.94	6.29	6.22	6.52	6.66	5.83	4.62	6.45	5.18	4.70	5.76
48hr	4.90	6.07	6.05	6.46	6.90	6.63	6.97	6.01	5.28	6.69	5.38	5.03	6.03

F.2 관측검증

표 F.2.1 UM-Local 관측검증

t850hPa ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	0.18	-0.08	-0.23	-0.14	0.00	0.01	0.14	-0.04	-0.34	-0.42	-0.16	-0.01	-0.09
12hr	-0.13	-0.26	-0.44	-0.45	-0.20	-0.16	0.22	0.01	-0.30	-0.42	-0.25	-0.21	-0.22
18hr	-0.09	-0.26	-0.51	-0.58	-0.28	-0.20	0.19	0.12	-0.10	-0.27	-0.20	-0.09	-0.19
24hr	-0.02	-0.16	-0.48	-0.47	-0.14	-0.11	0.19	0.10	-0.17	-0.25	-0.16	-0.10	-0.15
30hr	-0.21	-0.28	-0.72	-0.60	-0.19	-0.13	0.16	-0.18	-0.37	-0.40	-0.28	-0.15	-0.28
36hr	-0.20	-0.20	-0.75	-0.69	-0.26	-0.25	0.08	-0.13	-0.31	-0.37	-0.23	-0.18	-0.29
42hr	-0.20	-0.17	-0.75	-0.78	-0.36	-0.32	0.03	0.01	-0.24	-0.42	-0.16	-0.17	-0.29
48hr	-0.14	-0.04	-0.79	-0.73	-0.24	-0.26	0.07	-0.05	-0.26	-0.33	-0.02	-0.19	-0.25
t850hPa RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	1.37	1.03	1.09	1.15	1.06	0.98	1.12	0.87	0.95	1.37	1.40	1.29	1.14
12hr	1.33	1.03	1.19	1.28	1.09	1.00	1.09	0.87	0.94	1.49	1.28	1.25	1.15
18hr	1.36	1.05	1.26	1.40	1.16	1.12	1.11	0.93	0.97	1.46	1.25	1.31	1.20
24hr	1.33	1.01	1.29	1.42	1.15	1.10	1.16	0.93	0.98	1.35	1.29	1.29	1.19
30hr	1.40	1.08	1.45	1.53	1.30	1.09	1.19	0.99	1.07	1.53	1.42	1.38	1.28
36hr	1.37	1.10	1.50	1.55	1.33	1.15	1.18	0.95	0.99	1.51	1.41	1.35	1.28
42hr	1.42	1.18	1.54	1.65	1.45	1.20	1.23	0.97	1.02	1.50	1.40	1.45	1.33
48hr	1.48	1.11	1.55	1.68	1.44	1.21	1.26	1.00	1.08	1.55	1.39	1.39	1.34

z500hPa ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	-10.49	-9.61	-7.90	-4.10	-4.21	-2.80	-2.66	-5.42	-9.88	-11.31	-11.47	-10.91	-7.56
12hr	-13.51	-11.07	-9.61	-6.87	-6.78	-5.18	-2.78	-5.86	-9.95	-11.14	-13.68	-14.30	-9.23
18hr	-15.79	-11.70	-11.90	-8.16	-7.46	-5.50	-4.19	-6.98	-11.23	-11.46	-15.72	-16.31	-10.53
24hr	-15.07	-9.78	-11.88	-7.11	-6.77	-4.93	-3.72	-5.52	-10.83	-9.95	-13.09	-15.24	-9.49
30hr	-20.13	-11.24	-14.52	-7.59	-6.91	-6.27	-5.56	-7.73	-12.39	-10.77	-15.52	-20.45	-11.59
36hr	-15.60	-6.44	-10.93	-6.09	-7.25	-7.45	-6.04	-8.92	-11.95	-9.07	-12.15	-16.17	-9.84
42hr	-18.57	-7.34	-14.85	-9.62	-7.20	-8.49	-6.47	-10.23	-12.66	-11.56	-15.12	-19.08	-11.77
48hr	-17.10	-4.84	-14.44	-6.20	-6.79	-7.37	-6.34	-9.21	-12.72	-9.95	-11.36	-19.50	-10.48
z500hPa RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	12.23	11.66	10.38	7.20	8.20	6.71	8.46	7.83	11.62	12.71	13.63	13.04	10.31
12hr	14.81	12.74	11.89	8.82	9.75	7.95	8.12	8.18	11.60	12.57	15.50	15.92	11.49
18hr	17.29	13.62	14.09	10.27	11.26	8.52	9.41	9.43	13.02	13.19	17.51	17.93	12.96
24hr	16.65	12.21	14.53	9.69	10.81	7.98	8.83	8.61	12.58	12.06	15.15	17.04	12.18
30hr	22.11	14.16	17.41	10.02	12.92	9.64	10.18	10.60	14.07	13.83	17.45	22.01	14.53
36hr	17.86	10.77	14.10	9.27	12.76	10.41	10.66	11.48	13.72	12.97	14.90	18.19	13.09
42hr	21.17	12.89	18.41	13.09	13.44	11.78	12.44	13.46	14.36	16.02	17.61	21.22	15.49
48hr	19.97	11.78	18.40	11.04	14.56	11.26	12.80	13.05	14.75	15.42	14.44	22.08	14.96
w300hPa ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	-0.85	-0.80	-0.73	-0.26	-0.50	0.10	-0.59	-0.24	-0.50	-0.53	-0.89	-1.19	-0.58
12hr	-0.98	-0.86	-0.77	-0.55	-0.60	0.20	-0.79	-0.38	-0.62	-0.50	-0.80	-1.06	-0.64
18hr	-1.43	-1.41	-0.67	-0.59	-0.73	0.50	-1.04	-0.68	-0.52	-0.53	-1.26	-1.46	-0.82
24hr	-1.60	-0.91	-0.26	-0.69	-0.50	0.55	-1.07	-0.61	-0.61	-0.50	-1.22	-1.18	-0.72
30hr	-1.26	-0.58	-0.43	-1.04	-0.81	0.01	-1.02	-0.93	-0.36	-0.49	-0.93	-1.39	-0.77
36hr	-1.18	-0.75	-0.48	-0.33	-1.15	-0.25	-0.76	-0.94	-0.69	-0.51	-1.10	-1.34	-0.79
42hr	-1.23	-0.62	-0.28	-0.01	-0.95	-0.42	-1.02	-0.81	-0.50	-0.71	-0.40	-1.29	-0.69
48hr	-1.24	-1.11	-0.61	-0.01	-0.78	-0.49	-1.13	-1.19	-0.92	-0.80	-1.30	-1.58	-0.93
w300hPa RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	4.46	4.64	4.80	4.70	4.65	5.23	5.49	4.25	3.89	4.69	5.18	5.20	4.76
12hr	4.45	4.74	4.83	4.79	4.94	5.51	5.50	4.74	4.08	4.80	5.16	4.95	4.87
18hr	4.86	5.84	5.18	5.66	5.75	5.95	6.10	5.08	4.34	5.60	5.49	5.45	5.44
24hr	5.12	5.97	5.13	5.84	6.04	5.75	6.27	5.21	4.54	5.56	5.67	5.47	5.55
30hr	5.58	6.29	5.91	6.62	6.35	7.13	6.28	5.43	4.91	6.61	6.17	6.22	6.12
36hr	5.45	6.54	5.95	6.55	6.40	6.81	6.47	5.71	5.02	6.64	5.99	6.08	6.13
42hr	5.93	7.30	6.66	7.30	7.06	7.43	7.15	6.47	5.41	8.00	6.24	6.46	6.78
48hr	5.96	7.54	7.01	7.47	7.86	7.49	7.30	6.75	5.68	8.14	6.42	6.76	7.03

표 F.2.2 UM-Local 지상자료 관측검증

지상기온 ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	-0.32	-0.42	-0.34	-0.21	-0.19	-0.43	-0.50	-0.45	-0.55	-0.29	-0.31	-0.40	-0.37
12hr	0.37	0.06	-0.25	0.01	-0.23	-0.48	-0.50	-0.23	-0.07	0.67	0.63	0.23	0.02
18hr	-0.02	-0.27	-0.15	-0.27	-0.32	-0.41	-0.41	-0.24	-0.18	0.21	0.08	-0.14	-0.18
24hr	0.43	0.10	-0.34	-0.20	-0.41	-0.70	-0.59	-0.25	0.03	1.00	0.87	0.27	0.02
30hr	-0.06	-0.19	-0.25	-0.41	-0.44	-0.49	-0.58	-0.33	-0.23	0.42	0.20	-0.15	-0.21
36hr	0.39	0.13	-0.50	-0.25	-0.47	-0.77	-0.67	-0.28	0.02	1.15	0.98	0.25	0.00
42hr	-0.06	-0.18	-0.24	-0.30	-0.45	-0.42	-0.51	-0.26	-0.16	0.65	0.41	-0.03	-0.13
48hr	0.34	0.18	-0.65	-0.31	-0.56	-0.84	-0.81	-0.38	-0.03	1.27	1.00	0.31	-0.04
지상기온 RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	2.09	1.90	1.87	2.13	2.06	1.97	1.59	1.78	1.78	1.88	2.10	2.01	1.93
12hr	1.99	1.71	1.72	1.61	1.55	1.51	1.48	1.37	1.41	1.83	2.08	2.06	1.69
18hr	2.07	1.83	2.44	2.16	2.08	2.12	1.79	2.05	1.91	1.96	2.42	2.40	2.10
24hr	2.04	1.72	1.84	1.63	1.62	1.70	1.50	1.45	1.54	2.02	2.33	2.20	1.80
30hr	2.26	1.90	2.49	2.33	2.19	2.29	1.92	2.20	2.11	2.05	2.61	2.57	2.24
36hr	2.14	1.79	1.97	1.68	1.68	1.84	1.55	1.50	1.69	2.13	2.48	2.28	1.89
42hr	2.37	1.93	2.98	2.60	2.15	2.34	2.09	2.29	2.11	2.39	2.89	2.84	2.42
48hr	2.13	1.80	2.11	1.73	1.73	1.99	1.67	1.58	1.89	2.22	2.50	2.28	1.97
상대습도 ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	3.21	2.45	1.94	0.66	-0.51	-0.96	0.02	-0.64	-0.49	-1.10	1.92	3.80	0.86
12hr	0.67	1.25	1.73	1.60	0.78	0.15	-0.04	-1.53	-2.51	-5.98	-2.12	0.68	-0.44
18hr	2.16	2.22	1.09	1.88	0.80	-0.91	-0.27	-1.51	-1.93	-2.58	0.91	2.09	0.33
24hr	0.65	0.84	1.86	3.00	1.59	1.11	0.76	-1.19	-3.13	-6.69	-2.33	0.43	-0.26
30hr	2.38	1.21	1.14	2.41	1.07	-0.45	0.75	-0.94	-2.06	-2.73	0.82	2.85	0.54
36hr	0.75	-0.17	1.93	3.01	1.62	1.44	1.08	-1.25	-3.86	-6.72	-2.56	0.90	-0.32
42hr	2.36	1.27	0.52	1.65	0.78	-0.72	0.36	-1.29	-3.16	-3.16	0.24	2.57	0.12
48hr	1.03	0.00	1.90	2.83	1.60	1.18	1.59	-0.89	-4.21	-7.08	-2.38	1.31	-0.26
상대습도 RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	12.32	10.16	12.01	11.87	12.23	11.31	8.26	8.74	8.75	9.90	11.84	12.88	10.86
12hr	13.19	11.14	13.45	12.72	11.59	10.78	7.99	8.41	9.14	11.98	12.24	14.31	11.41
18hr	12.47	10.12	14.11	12.09	11.87	11.82	8.78	9.98	10.12	10.39	12.21	12.95	11.41
24hr	13.30	11.12	14.45	12.62	11.69	10.89	8.07	8.55	9.95	12.53	12.44	14.62	11.69
30hr	13.38	10.78	14.73	12.67	12.46	12.15	9.26	10.69	11.12	11.00	12.52	13.79	12.05
36hr	13.77	11.73	15.27	12.88	12.01	11.38	8.16	8.79	11.09	12.93	12.87	15.03	12.16
42hr	13.96	10.87	15.57	13.90	12.41	12.30	9.80	11.06	13.53	12.03	12.98	14.96	12.78
48hr	13.96	12.05	15.49	12.87	12.07	11.97	8.68	9.03	11.52	13.00	13.36	15.25	12.44

지상풍속 ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	1.16	1.17	1.34	0.97	1.26	0.97	1.38	0.99	1.05	1.21	1.32	1.30	1.18
12hr	1.34	1.28	1.24	0.96	1.22	0.81	1.45	0.98	1.09	1.31	1.42	1.35	1.20
18hr	1.36	1.22	1.43	1.01	1.31	0.99	1.55	1.06	1.05	1.24	1.43	1.52	1.26
24hr	1.48	1.36	1.36	0.97	1.27	0.88	1.51	0.96	1.08	1.34	1.53	1.49	1.27
30hr	1.49	1.26	1.55	1.03	1.33	1.11	1.64	1.07	1.11	1.32	1.49	1.57	1.33
36hr	1.51	1.36	1.40	0.95	1.30	0.99	1.49	0.95	1.14	1.42	1.53	1.45	1.29
42hr	1.47	1.28	1.55	1.09	1.39	1.16	1.58	1.09	1.17	1.40	1.50	1.54	1.35
48hr	1.51	1.41	1.35	0.95	1.31	1.00	1.38	0.99	1.15	1.48	1.52	1.45	1.29
지상풍속 RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	2.11	2.07	2.23	1.81	2.08	1.72	2.19	1.68	1.80	1.99	2.21	2.24	2.01
12hr	2.14	2.06	2.07	1.76	2.06	1.63	2.23	1.69	1.81	2.03	2.19	2.17	1.99
18hr	2.24	2.10	2.31	1.83	2.09	1.74	2.31	1.75	1.81	1.99	2.29	2.38	2.07
24hr	2.30	2.14	2.19	1.79	2.11	1.70	2.28	1.68	1.82	2.04	2.32	2.32	2.06
30hr	2.36	2.14	2.39	1.85	2.12	1.91	2.40	1.76	1.88	2.06	2.36	2.45	2.14
36hr	2.34	2.16	2.25	1.80	2.12	1.82	2.27	1.68	1.90	2.16	2.32	2.28	2.09
42hr	2.36	2.18	2.40	1.91	2.20	2.01	2.37	1.81	1.96	2.18	2.37	2.44	2.18
48hr	2.37	2.24	2.25	1.82	2.17	1.89	2.18	1.77	1.94	2.22	2.32	2.31	2.12

F.3 강수검증(6시간 누적)

표 F.3.1 UM-Local 한반도 강수 정확도(ACC)

Threshold = 0.1 mm								
MON.	06H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H
Jan.	0.91	0.92	0.91	0.90	0.90	0.89	0.89	0.88
Feb.	0.89	0.88	0.89	0.87	0.88	0.86	0.88	0.85
Mar.	0.92	0.93	0.91	0.92	0.91	0.91	0.91	0.91
Apr.	0.94	0.92	0.93	0.91	0.92	0.90	0.92	0.90
May.	0.96	0.94	0.95	0.94	0.95	0.93	0.94	0.93
Jun.	0.93	0.93	0.92	0.92	0.92	0.93	0.91	0.92
Jul.	0.84	0.82	0.82	0.82	0.80	0.81	0.80	0.80
Aug.	0.89	0.89	0.87	0.89	0.87	0.88	0.87	0.87
Sep.	0.90	0.88	0.89	0.87	0.88	0.86	0.87	0.87
Oct.	0.90	0.88	0.89	0.87	0.88	0.88	0.89	0.88
Nov.	0.93	0.93	0.92	0.93	0.92	0.92	0.91	0.92
Dec.	0.94	0.94	0.94	0.94	0.93	0.93	0.93	0.92

Threshold = 5 mm								
MON.	06H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H
Jan.	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
Feb.	0.96	0.95	0.96	0.95	0.96	0.95	0.96	0.95
Mar.	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.97	0.97	0.96
Apr.	0.98	0.97	0.98	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97
May.	0.98	0.97	0.97	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96
Jun.	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.95	0.95
Jul.	0.90	0.89	0.89	0.88	0.87	0.87	0.88	0.86
Aug.	0.95	0.96	0.95	0.95	0.94	0.95	0.93	0.94
Sep.	0.96	0.95	0.95	0.93	0.95	0.93	0.94	0.94
Oct.	0.97	0.96	0.96	0.96	0.96	0.95	0.95	0.94
Nov.	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
Dec.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Threshold = 15 mm								
MON.	06H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H
Jan.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Feb.	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.98
Mar.	1.00	0.99	1.00	0.99	1.00	0.99	0.99	0.99
Apr.	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
May.	0.99	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
Jun.	0.97	0.97	0.97	0.98	0.97	0.98	0.97	0.97
Jul.	0.93	0.93	0.93	0.93	0.91	0.92	0.93	0.92
Aug.	0.98	0.98	0.98	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97
Sep.	0.97	0.97	0.97	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96
Oct.	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.97	0.98
Nov.	1.00	0.99	1.00	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Dec.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Threshold = 25 mm								
MON.	06H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H
Jan.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Feb.	1.00	1.00	0.99	1.00	0.99	1.00	0.99	0.99
Mar.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Apr.	0.99	1.00	1.00	1.00	0.99	1.00	0.99	1.00
May.	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Jun.	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.99	0.98	0.98
Jul.	0.95	0.95	0.95	0.95	0.94	0.95	0.95	0.94
Aug.	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
Sep.	0.97	0.98	0.98	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97
Oct.	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98	0.99
Nov.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	1.00	0.99
Dec.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Threshold = 50 mm								
MON.	06H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H
Jan.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Feb.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Mar.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Apr.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
May.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Jun.	0.99	0.99	0.99	1.00	0.99	1.00	0.99	1.00
Jul.	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
Aug.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Sep.	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Oct.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	1.00	1.00
Nov.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Dec.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

표 F.3.2 UM-Local 한반도 강수 치우침(Bias)

Threshold = 0.1 mm								
MON.	06H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H
Jan.	0.99	0.86	0.86	0.87	0.92	0.90	1.00	1.00
Feb.	1.02	0.88	0.92	0.79	0.83	0.74	0.84	0.74
Mar.	0.99	0.90	0.88	1.01	1.02	1.14	1.04	1.09
Apr.	0.86	0.74	0.76	0.75	0.73	0.69	0.69	0.68
May.	0.90	0.90	0.89	0.89	0.85	0.81	0.83	0.86
Jun.	0.91	0.88	0.85	0.91	0.85	0.90	0.81	0.80
Jul.	0.90	0.75	0.77	0.81	0.88	0.86	0.86	0.90
Aug.	0.91	0.57	0.85	0.61	0.87	0.66	0.92	0.76
Sep.	0.85	0.64	0.60	0.58	0.69	0.62	0.70	0.61
Oct.	0.67	0.58	0.59	0.53	0.68	0.71	0.75	0.69
Nov.	0.89	0.84	0.86	0.91	0.86	0.90	0.90	0.92
Dec.	1.06	1.17	1.00	1.09	1.09	1.23	1.11	1.44

Threshold = 5 mm								
MON.	06H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H
Jan.	0.79	0.55	0.46	0.35	0.74	0.46	0.75	0.66
Feb.	1.08	0.53	0.78	0.52	0.66	0.48	0.74	0.59
Mar.	0.96	0.97	0.86	0.99	0.94	1.16	1.31	1.12
Apr.	1.07	0.71	0.86	0.60	0.97	0.54	0.69	0.45
May.	0.79	0.86	0.74	0.82	0.66	0.72	0.65	0.70
Jun.	0.96	0.81	0.81	0.89	0.93	0.85	0.82	0.65
Jul.	1.20	0.95	0.89	1.07	1.03	1.15	0.94	1.14
Aug.	1.30	0.84	1.16	0.87	1.34	0.99	1.46	1.20
Sep.	1.05	0.70	0.72	0.70	0.83	0.72	0.72	0.70
Oct.	0.83	0.75	0.76	0.76	0.96	0.93	1.20	1.02
Nov.	0.84	0.75	0.66	0.88	0.85	0.92	0.76	0.91
Dec.	2.12	0.89	1.88	1.33	1.88	1.33	2.12	1.44

Threshold = 15 mm								
MON.	06H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H
Jan.	0.40	1.00	0.20	0.75	0.80	0.25	0.40	1.25
Feb.	1.00	0.69	0.96	0.89	1.07	0.89	0.66	1.47
Mar.	0.73	1.07	0.77	0.97	0.77	1.23	1.12	1.10
Apr.	1.05	0.63	0.93	0.51	0.98	0.58	0.48	0.40
May.	0.79	0.74	0.79	0.72	0.73	0.71	0.60	0.60
Jun.	0.99	0.93	0.91	1.03	1.18	1.01	0.96	0.79
Jul.	1.38	1.13	0.97	1.21	1.18	1.29	0.99	1.40
Aug.	1.54	0.79	1.54	0.89	1.64	0.99	1.95	1.14
Sep.	1.10	0.77	0.74	0.69	0.92	0.78	0.76	0.75
Oct.	1.04	1.16	1.22	1.30	1.38	1.23	1.40	1.09
Nov.	0.80	1.24	0.68	1.94	0.62	2.21	0.80	2.24
Dec.		0.00		0.00		1.50		1.00

Threshold = 25 mm								
MON.	06H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H
Jan.	0.00		0.00		0.00		0.00	
Feb.	0.75	1.00	0.86	1.10	0.79	1.60	0.25	2.90
Mar.	0.50	0.83	0.38	1.83	0.50	0.83	0.75	1.00
Apr.	0.67	0.33	0.70	0.53	0.78	0.40	0.15	0.53
May.	0.56	0.59	0.72	0.55	0.59	0.53	0.56	0.61
Jun.	1.11	1.14	1.07	1.11	1.52	1.08	1.25	0.85
Jul.	1.61	1.35	1.09	1.31	1.19	1.40	0.91	1.56
Aug.	1.74	1.05	1.67	1.14	2.00	1.05	2.33	1.11
Sep.	1.24	0.90	0.83	0.70	1.09	0.87	0.81	0.81
Oct.	0.97	0.92	1.57	1.44	1.40	1.24	2.00	0.90
Nov.	0.74	2.00	0.53	2.78	0.42	3.33	0.63	3.67
Dec.								

Threshold = 50 mm								
MON.	06H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H
Jan.								
Feb.	0.00		0.25		0.25		0.50	
Mar.	0.00		0.00		0.00		0.00	
Apr.		0.25		0.50		0.00		0.00
May.	1.00	0.50	0.00	1.00	0.00	1.00	0.20	1.50
Jun.	1.00	2.62	1.86	2.50	1.71	2.50	2.00	1.75
Jul.	1.81	1.47	1.35	1.38	0.98	1.45	0.91	1.47
Aug.	3.80	0.75	2.20	0.88	3.40	1.50	2.40	1.62
Sep.	1.45	1.05	0.74	0.69	1.35	0.88	0.87	0.83
Oct.	0.40	0.42	2.20	1.08	1.40	1.58	2.80	0.92
Nov.	1.25	3.50	0.75	1.00	0.25	0.50	0.00	0.50
Dec.								

표 F.3.3 UM-Local 한반도 강수 성공임계지수(CSI)

Threshold = 0.1 mm								
MON.	06H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H
Jan.	0.48	0.49	0.44	0.45	0.40	0.39	0.40	0.38
Feb.	0.64	0.62	0.63	0.59	0.58	0.53	0.58	0.53
Mar.	0.55	0.58	0.48	0.58	0.51	0.54	0.50	0.53
Apr.	0.64	0.55	0.58	0.50	0.53	0.44	0.48	0.44
May.	0.73	0.64	0.68	0.61	0.64	0.55	0.61	0.57
Jun.	0.59	0.56	0.53	0.55	0.52	0.56	0.48	0.50
Jul.	0.54	0.50	0.47	0.51	0.46	0.50	0.45	0.48
Aug.	0.30	0.26	0.23	0.27	0.23	0.23	0.23	0.26
Sep.	0.50	0.42	0.37	0.38	0.37	0.35	0.33	0.36
Oct.	0.50	0.43	0.45	0.39	0.43	0.44	0.46	0.43
Nov.	0.56	0.53	0.54	0.54	0.50	0.52	0.47	0.52
Dec.	0.40	0.34	0.36	0.33	0.33	0.32	0.31	0.30

Threshold = 5 mm								
MON.	06H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H
Jan.	0.35	0.29	0.17	0.14	0.18	0.15	0.08	0.15
Feb.	0.44	0.30	0.42	0.30	0.37	0.25	0.34	0.27
Mar.	0.60	0.61	0.54	0.59	0.45	0.52	0.46	0.42
Apr.	0.71	0.40	0.56	0.31	0.55	0.29	0.43	0.24
May.	0.61	0.49	0.52	0.40	0.42	0.38	0.40	0.36
Jun.	0.48	0.45	0.44	0.49	0.47	0.41	0.40	0.33
Jul.	0.47	0.34	0.35	0.36	0.34	0.34	0.35	0.30
Aug.	0.22	0.17	0.14	0.15	0.11	0.12	0.09	0.10
Sep.	0.51	0.41	0.40	0.32	0.39	0.31	0.30	0.34
Oct.	0.45	0.41	0.40	0.39	0.39	0.36	0.35	0.28
Nov.	0.52	0.59	0.38	0.54	0.44	0.58	0.35	0.53
Dec.	0.25	0.21	0.15	0.24	0.15	0.24	0.09	0.29

Threshold = 15 mm								
MON.	06H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H
Jan.	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Feb.	0.62	0.30	0.64	0.24	0.55	0.17	0.29	0.10
Mar.	0.32	0.44	0.48	0.40	0.44	0.34	0.28	0.29
Apr.	0.38	0.23	0.38	0.18	0.28	0.15	0.21	0.18
May.	0.41	0.49	0.33	0.40	0.27	0.30	0.20	0.31
Jun.	0.35	0.32	0.35	0.38	0.31	0.40	0.29	0.29
Jul.	0.38	0.28	0.27	0.26	0.23	0.23	0.26	0.25
Aug.	0.16	0.12	0.11	0.05	0.03	0.06	0.07	0.06
Sep.	0.43	0.38	0.41	0.29	0.34	0.27	0.27	0.30
Oct.	0.41	0.38	0.30	0.42	0.25	0.29	0.15	0.22
Nov.	0.64	0.45	0.52	0.33	0.38	0.31	0.36	0.26
Dec.	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.33

Threshold = 25 mm								
MON.	06H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H
Jan.	0.00		0.00		0.00		0.00	
Feb.	0.40	0.18	0.41	0.17	0.28	0.13	0.03	0.00
Mar.	0.50	0.38	0.22	0.42	0.33	0.22	0.17	0.50
Apr.	0.29	0.18	0.35	0.15	0.12	0.17	0.03	0.28
May.	0.25	0.24	0.22	0.15	0.21	0.19	0.19	0.18
Jun.	0.29	0.28	0.22	0.29	0.18	0.34	0.27	0.23
Jul.	0.30	0.19	0.23	0.17	0.18	0.19	0.20	0.18
Aug.	0.16	0.15	0.07	0.03	0.03	0.04	0.07	0.03
Sep.	0.30	0.33	0.30	0.25	0.22	0.21	0.19	0.22
Oct.	0.26	0.39	0.12	0.44	0.22	0.22	0.05	0.17
Nov.	0.50	0.42	0.45	0.31	0.42	0.11	0.48	0.24
Dec.	0.00							

Threshold = 50 mm								
MON.	06H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H
Jan.								
Feb.	0.00	0.00	0.25	0.00	0.25	0.00	0.00	
Mar.	0.00		0.00		0.00	0.00	0.00	
Apr.		0.25		0.20	0.00	0.00		0.00
May.	0.43	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.25
Jun.	0.04	0.04	0.05	0.12	0.03	0.12	0.14	0.22
Jul.	0.16	0.08	0.05	0.13	0.07	0.14	0.10	0.07
Aug.	0.09	0.08	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00
Sep.	0.13	0.15	0.10	0.11	0.12	0.20	0.09	0.13
Oct.	0.00	0.13	0.07	0.25	0.09	0.07	0.00	0.00
Nov.	0.80	0.29	0.75	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00
Dec.								

표 F.3.4 UM-Local 한반도 강수 공정임계지수(ETS)

Threshold = 0.1 mm								
MON.	06H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H
Jan.	0.43	0.44	0.39	0.39	0.35	0.33	0.34	0.32
Feb.	0.55	0.52	0.54	0.49	0.49	0.43	0.49	0.43
Mar.	0.50	0.53	0.43	0.52	0.45	0.48	0.45	0.48
Apr.	0.59	0.50	0.54	0.45	0.48	0.38	0.43	0.39
May.	0.70	0.59	0.65	0.57	0.60	0.50	0.57	0.52
Jun.	0.54	0.51	0.48	0.50	0.47	0.51	0.43	0.45
Jul.	0.42	0.38	0.35	0.38	0.33	0.37	0.32	0.34
Aug.	0.25	0.21	0.18	0.22	0.18	0.18	0.18	0.21
Sep.	0.44	0.36	0.32	0.31	0.31	0.28	0.27	0.30
Oct.	0.44	0.36	0.39	0.32	0.36	0.37	0.40	0.36
Nov.	0.52	0.48	0.49	0.50	0.45	0.47	0.42	0.47
Dec.	0.37	0.32	0.33	0.30	0.30	0.29	0.28	0.27

Threshold = 5 mm								
MON.	06H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H
Jan.	0.34	0.29	0.16	0.13	0.17	0.14	0.07	0.14
Feb.	0.42	0.28	0.40	0.29	0.36	0.23	0.32	0.25
Mar.	0.59	0.60	0.53	0.58	0.44	0.50	0.45	0.40
Apr.	0.70	0.38	0.54	0.30	0.54	0.28	0.42	0.23
May.	0.60	0.47	0.50	0.38	0.41	0.36	0.38	0.35
Jun.	0.46	0.42	0.42	0.47	0.45	0.38	0.37	0.31
Jul.	0.42	0.29	0.30	0.30	0.28	0.28	0.30	0.23
Aug.	0.20	0.16	0.12	0.14	0.09	0.11	0.07	0.09
Sep.	0.49	0.38	0.37	0.29	0.37	0.28	0.28	0.31
Oct.	0.43	0.39	0.38	0.37	0.37	0.33	0.32	0.26
Nov.	0.51	0.57	0.37	0.53	0.43	0.57	0.33	0.52
Dec.	0.25	0.21	0.15	0.23	0.15	0.23	0.09	0.29

Threshold = 15 mm								
MON.	06H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H
Jan.	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Feb.	0.62	0.29	0.64	0.23	0.54	0.17	0.29	0.09
Mar.	0.32	0.44	0.48	0.40	0.44	0.34	0.28	0.28
Apr.	0.38	0.22	0.38	0.18	0.27	0.15	0.21	0.17
May.	0.40	0.48	0.32	0.39	0.27	0.29	0.20	0.30
Jun.	0.34	0.31	0.34	0.37	0.30	0.39	0.28	0.28
Jul.	0.35	0.25	0.24	0.23	0.20	0.20	0.23	0.21
Aug.	0.16	0.11	0.10	0.04	0.03	0.05	0.06	0.05
Sep.	0.41	0.37	0.40	0.28	0.32	0.25	0.25	0.28
Oct.	0.40	0.37	0.29	0.41	0.24	0.28	0.14	0.22
Nov.	0.63	0.45	0.52	0.32	0.38	0.30	0.36	0.25
Dec.	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.33

Threshold = 25 mm								
MON.	06H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H
Jan.	0.00		0.00		0.00		0.00	
Feb.	0.40	0.18	0.40	0.17	0.28	0.13	0.03	0.00
Mar.	0.50	0.37	0.22	0.42	0.33	0.22	0.17	0.50
Apr.	0.28	0.18	0.35	0.15	0.11	0.17	0.03	0.28
May.	0.25	0.23	0.22	0.15	0.21	0.19	0.19	0.18
Jun.	0.28	0.27	0.22	0.28	0.18	0.34	0.26	0.23
Jul.	0.28	0.17	0.21	0.15	0.16	0.17	0.19	0.16
Aug.	0.15	0.15	0.07	0.02	0.02	0.04	0.07	0.02
Sep.	0.29	0.32	0.29	0.24	0.21	0.20	0.18	0.21
Oct.	0.25	0.39	0.11	0.43	0.22	0.21	0.04	0.17
Nov.	0.50	0.42	0.45	0.31	0.42	0.11	0.47	0.23
Dec.	0.00							

Threshold = 50 mm								
MON.	06H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H
Jan.								
Feb.	0.00	0.00	0.25	0.00	0.25	0.00	0.00	
Mar.	0.00		0.00		0.00	0.00	0.00	
Apr.		0.25		0.20	0.00	0.00		0.00
May.	0.43	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.25
Jun.	0.04	0.03	0.05	0.12	0.03	0.12	0.13	0.22
Jul.	0.15	0.08	0.04	0.13	0.06	0.13	0.09	0.07
Aug.	0.09	0.08	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00
Sep.	0.13	0.14	0.10	0.11	0.12	0.19	0.09	0.13
Oct.	0.00	0.13	0.07	0.25	0.09	0.07	0.00	0.00
Nov.	0.80	0.29	0.75	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00
Dec.								

표 F.3.5 UM-Local 한반도 강수 적중률(POD)

Threshold = 0.1 mm								
MON.	06H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H
Jan.	0.65	0.61	0.56	0.58	0.55	0.53	0.57	0.55
Feb.	0.79	0.72	0.74	0.66	0.67	0.60	0.68	0.60
Mar.	0.71	0.69	0.61	0.74	0.68	0.75	0.68	0.73
Apr.	0.72	0.62	0.65	0.58	0.60	0.52	0.55	0.51
May.	0.80	0.74	0.77	0.72	0.72	0.64	0.69	0.67
Jun.	0.71	0.67	0.64	0.68	0.63	0.68	0.58	0.60
Jul.	0.67	0.58	0.56	0.61	0.59	0.62	0.58	0.61
Aug.	0.45	0.32	0.34	0.34	0.36	0.31	0.36	0.36
Sep.	0.62	0.49	0.43	0.43	0.45	0.42	0.43	0.43
Oct.	0.56	0.47	0.49	0.43	0.50	0.52	0.55	0.51
Nov.	0.68	0.64	0.65	0.67	0.62	0.65	0.61	0.65
Dec.	0.59	0.56	0.53	0.52	0.52	0.54	0.50	0.56

Threshold = 5 mm								
MON.	06H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H
Jan.	0.46	0.35	0.21	0.16	0.26	0.19	0.13	0.21
Feb.	0.64	0.35	0.53	0.35	0.45	0.29	0.44	0.34
Mar.	0.73	0.75	0.65	0.74	0.60	0.74	0.73	0.62
Apr.	0.86	0.49	0.67	0.38	0.70	0.35	0.51	0.28
May.	0.68	0.61	0.59	0.52	0.49	0.48	0.47	0.45
Jun.	0.64	0.56	0.56	0.62	0.62	0.54	0.52	0.41
Jul.	0.71	0.50	0.49	0.55	0.52	0.55	0.51	0.49
Aug.	0.42	0.27	0.26	0.25	0.23	0.22	0.20	0.21
Sep.	0.70	0.49	0.49	0.42	0.52	0.41	0.40	0.43
Oct.	0.57	0.51	0.50	0.50	0.56	0.51	0.57	0.44
Nov.	0.63	0.65	0.46	0.66	0.56	0.70	0.45	0.66
Dec.	0.62	0.33	0.38	0.44	0.38	0.44	0.25	0.56

Threshold = 15 mm								
MON.	06H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H
Jan.	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Feb.	0.77	0.39	0.77	0.36	0.73	0.28	0.38	0.22
Mar.	0.42	0.63	0.58	0.57	0.54	0.57	0.46	0.47
Apr.	0.57	0.30	0.53	0.23	0.43	0.21	0.26	0.21
May.	0.52	0.57	0.44	0.49	0.37	0.40	0.27	0.38
Jun.	0.52	0.47	0.49	0.56	0.52	0.58	0.44	0.41
Jul.	0.66	0.46	0.42	0.45	0.41	0.43	0.42	0.47
Aug.	0.36	0.19	0.25	0.08	0.09	0.11	0.20	0.12
Sep.	0.63	0.49	0.51	0.38	0.49	0.38	0.37	0.40
Oct.	0.59	0.59	0.51	0.68	0.47	0.51	0.32	0.38
Nov.	0.70	0.70	0.57	0.73	0.45	0.76	0.47	0.67
Dec.		0.00		0.00		0.00		0.50

Threshold = 25 mm								
MON.	06H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H
Jan.	0.00		0.00		0.00		0.00	
Feb.	0.50	0.30	0.54	0.30	0.39	0.30	0.04	0.00
Mar.	0.50	0.50	0.25	0.83	0.38	0.33	0.25	0.67
Apr.	0.37	0.20	0.44	0.20	0.19	0.20	0.04	0.33
May.	0.31	0.31	0.31	0.20	0.28	0.24	0.25	0.24
Jun.	0.48	0.47	0.38	0.47	0.39	0.53	0.48	0.35
Jul.	0.60	0.37	0.39	0.34	0.34	0.39	0.32	0.39
Aug.	0.37	0.27	0.19	0.05	0.07	0.08	0.22	0.05
Sep.	0.52	0.47	0.42	0.34	0.38	0.32	0.29	0.33
Oct.	0.40	0.54	0.27	0.74	0.43	0.40	0.13	0.28
Nov.	0.58	0.89	0.47	0.89	0.42	0.44	0.53	0.89
Dec.								

Threshold = 50 mm								
MON.	06H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H
Jan.								
Feb.	0.00		0.25		0.25		0.00	
Mar.	0.00		0.00		0.00		0.00	
Apr.		0.25		0.25		0.00		0.00
May.	0.60	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.50
Jun.	0.07	0.12	0.14	0.38	0.07	0.38	0.36	0.50
Jul.	0.39	0.19	0.11	0.28	0.13	0.30	0.17	0.17
Aug.	0.40	0.12	0.00	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00
Sep.	0.29	0.26	0.16	0.17	0.26	0.31	0.16	0.21
Oct.	0.00	0.17	0.20	0.42	0.20	0.17	0.00	0.00
Nov.	1.00	1.00	0.75	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00
Dec.								

부록 G. 초단기예보시스템 검증결과

G.1 분석검증

표 G.1.1 KIM-KLAPS 분석검증

t850hPa ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
3hr	0.06	-0.05	-0.03	-0.21	0.02	0.03	0.09	0.01	-0.11	-0.09	0.01	0.02	-0.02
6hr	0.10	0.03	-0.01	-0.14	0.05	0.07	0.13	0.06	-0.07	-0.06	0.07	0.15	0.03
9hr	-0.07	-0.05	-0.20	-0.21	-0.02	-0.04	0.05	-0.09	-0.11	-0.16	-0.05	0.03	-0.08
12hr	-0.12	-0.06	-0.18	-0.20	-0.03	0.00	0.06	-0.06	-0.15	-0.17	-0.07	-0.10	-0.09
t850hPa RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
3hr	0.89	0.88	0.86	0.93	0.89	0.84	0.93	0.71	0.69	0.88	0.88	0.93	0.86
6hr	0.90	0.87	0.86	0.95	0.90	0.84	0.94	0.72	0.70	0.86	0.89	0.93	0.86
9hr	0.93	0.88	0.98	0.98	0.96	0.93	0.99	0.77	0.77	0.91	0.94	1.00	0.92
12hr	0.93	0.86	0.92	0.97	0.92	0.89	0.98	0.75	0.75	0.93	0.92	0.93	0.90
z500hPa ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
3hr	-2.03	-1.89	-1.29	0.19	-0.67	-0.89	-1.03	-4.61	-3.62	-3.07	-2.14	-1.91	-1.91
6hr	0.98	0.47	1.64	2.86	2.07	1.25	1.37	-0.83	0.01	-0.58	0.90	1.57	0.98
9hr	2.73	2.96	2.89	3.73	1.93	1.08	0.05	-2.69	-2.27	-1.48	1.13	3.74	1.15
12hr	3.43	3.57	3.25	3.80	2.02	1.48	0.39	-2.10	-1.59	-1.08	1.48	3.89	1.54
z500hPa RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
3hr	9.59	9.18	9.11	7.58	8.32	7.62	9.63	8.83	6.81	8.06	8.88	10.46	8.67
6hr	9.17	8.36	8.82	7.95	8.20	7.51	8.32	6.83	5.53	7.04	7.91	9.17	7.90
9hr	10.16	9.69	9.16	8.47	8.49	7.94	8.74	7.94	6.41	7.46	8.44	9.95	8.57
12hr	10.28	9.79	9.17	8.56	8.39	7.85	8.61	7.62	6.15	7.34	8.57	10.23	8.55
w300hPa ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
3hr	-1.45	-1.36	-1.26	-0.60	-0.80	-0.75	-0.50	-0.48	-0.50	-0.95	-1.10	-0.96	-0.89
6hr	-1.29	-1.08	-0.99	-0.31	-0.51	-0.41	-0.53	-0.67	-0.47	-0.73	-0.96	-0.75	-0.73
9hr	-1.21	-1.13	-0.89	-0.11	-0.39	-0.42	-0.47	-0.75	-0.39	-0.55	-0.92	-0.64	-0.66
12hr	-1.16	-1.11	-0.87	-0.13	-0.48	-0.45	-0.39	-0.54	-0.39	-0.57	-0.90	-0.58	-0.63
w300hPa RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
3hr	3.61	4.05	3.97	4.03	4.35	5.06	5.24	4.73	3.80	4.33	3.69	3.57	4.20
6hr	3.69	4.10	4.25	4.17	4.50	5.09	5.34	4.77	3.94	4.35	3.66	3.51	4.28
9hr	4.01	4.56	4.63	4.57	4.90	5.31	5.69	5.05	4.16	4.59	3.92	3.79	4.60
12hr	3.99	4.50	4.60	4.52	4.83	5.23	5.56	4.82	3.93	4.55	3.86	3.77	4.51

G.2 관측검증

표 G.2.1 KIM-KLAPS 관측검증

t850hPa ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
3hr	-0.07	-0.14	-0.44	-0.52	-0.27	-0.24	-0.09	-0.18	-0.11	-0.26	-0.19	-0.14	-0.22
6hr	0.06	-0.04	-0.34	-0.41	-0.21	-0.16	-0.04	-0.06	-0.1	-0.19	-0.05	0.13	-0.12
9hr	-0.11	-0.17	-0.52	-0.6	-0.3	-0.31	-0.11	-0.27	-0.12	-0.32	-0.2	-0.02	-0.25
12hr	-0.25	-0.21	-0.52	-0.52	-0.3	-0.24	-0.12	-0.2	-0.13	-0.33	-0.21	-0.19	-0.27
t850hPa RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
3hr	1.43	1.27	1.29	1.39	1.13	1.07	1.21	0.93	1.06	1.33	1.3	1.38	1.23
6hr	1.44	1.15	1.27	1.32	1.09	1.02	1.11	0.91	1.04	1.31	1.31	1.39	1.2
9hr	1.37	1.14	1.43	1.37	1.16	1.13	1.14	0.99	1.04	1.34	1.28	1.45	1.24
12hr	1.39	1.13	1.37	1.38	1.1	1.08	1.17	0.94	1.07	1.32	1.27	1.4	1.22
z500hPa ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
3hr	-5.38	-3.79	-6.68	-4.87	-7.29	-9.0	-10.51	-15.26	-11.5	-7.04	-6.53	-4.91	-7.73
6hr	-2.03	-1.72	-3.46	-2.37	-4.67	-6.77	-7.93	-11.03	-7.83	-5.09	-4.02	-1.94	-4.91
9hr	-0.27	0.68	-2.09	-1.66	-4.82	-6.96	-9.18	-13.32	-10.2	-5.86	-3.7	0.63	-4.73
12hr	0.42	1.31	-1.75	-1.56	-4.85	-6.71	-8.87	-12.57	-9.38	-5.39	-3.29	0.57	-4.34
z500hPa RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
3hr	9.89	9.96	12.37	8.58	11.93	12.51	14.47	17.48	14.26	11.65	11.82	12.12	12.25
6hr	8.65	8.42	10.71	7.82	10.41	10.8	11.97	13.69	11.29	9.91	10.41	10.3	10.36
9hr	8.92	9.18	10.28	7.95	10.88	11.21	12.91	15.95	13.15	10.16	10.52	10.45	10.96
12hr	8.88	9.18	10.12	7.78	10.59	11.05	12.67	15.1	12.54	10.09	10.44	10.51	10.75
w300hPa ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
3hr	-1.64	-1.95	-1.22	-0.67	-1.27	-0.87	-0.94	-0.91	-0.84	-1.11	-1.08	-1.35	-1.15
6hr	-1.47	-1.55	-0.9	-0.27	-0.85	-0.49	-0.94	-1.06	-0.79	-0.95	-0.89	-1.04	-0.93
9hr	-1.34	-1.62	-0.78	-0.24	-0.8	-0.53	-0.86	-1.27	-0.82	-0.67	-0.96	-1.07	-0.91
12hr	-1.28	-1.55	-0.8	-0.22	-0.95	-0.64	-0.74	-0.91	-0.71	-0.64	-0.95	-0.97	-0.86
w300hPa RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
3hr	5.21	5.8	5.52	5.39	5.61	5.75	5.87	5.23	4.82	5.46	5.78	5.58	5.5
6hr	5.17	5.85	5.83	5.44	5.34	5.9	6.09	5.35	4.77	5.55	5.75	5.56	5.55
9hr	5.37	6.15	6.18	5.68	5.78	5.74	6.1	5.39	5	5.74	5.94	5.71	5.73
12hr	5.43	6.08	6.16	5.75	5.79	5.84	6.01	5.3	4.82	5.77	5.95	5.68	5.72

표 G.2.2 KIM-KLAPS 지상자료 관측검증

지상기온 ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
3hr	-0.30	-0.75	-1.08	-0.83	-1.03	-1.20	-1.06	-0.83	-0.78	-0.32	-0.32	-0.73	-0.77
6hr	-0.05	-0.27	-0.53	-0.57	-0.57	-0.74	-0.89	-0.57	-0.53	-0.08	0.11	-0.31	-0.41
9hr	0.01	0.07	0.00	-0.20	0.68	0.82	-0.44	-0.31	-0.26	0.15	0.48	-0.07	0.08
12hr	1.31	1.05	0.83	0.60	0.37	0.10	-0.49	0.19	0.63	1.93	2.19	1.39	0.84
지상기온 RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
3hr	1.99	1.91	2.12	1.80	1.98	2.01	1.72	1.67	1.72	1.74	2.05	2.33	1.92
6hr	2.21	2.00	2.11	1.86	1.95	1.81	1.63	1.53	1.66	1.79	2.21	2.43	1.93
9hr	2.42	2.10	2.15	1.95	2.13	2.00	1.38	1.46	1.60	1.97	2.41	2.67	2.02
12hr	2.78	2.51	2.32	2.14	2.01	1.73	1.70	1.42	1.64	2.90	3.28	2.94	2.28
상대습도 ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
3hr	2.36	2.89	6.68	2.92	2.92	4.47	4.68	3.25	2.56	-0.99	0.86	4.76	3.11
6hr	0.51	0.29	3.89	0.51	0.09	1.88	4.11	2.17	1.02	-2.97	-1.70	2.03	0.98
9hr	-1.07	-0.86	0.68	-1.25	-1.40	-1.30	3.27	1.21	-0.01	-3.93	-3.90	-0.67	-0.77
12hr	-7.57	-4.40	-4.35	-3.33	-1.55	0.13	2.90	-0.51	-2.05	-8.98	-10.29	-8.41	-4.03
상대습도 RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
3hr	11.58	10.44	13.89	11.45	11.90	10.63	8.36	8.09	8.08	9.90	12.66	14.03	10.92
6hr	12.97	10.75	14.07	12.24	12.85	9.93	8.08	7.38	7.69	10.41	13.84	15.33	11.30
9hr	14.10	11.08	15.54	13.46	13.18	9.83	7.58	6.79	7.69	11.74	14.45	16.80	11.85
12hr	16.77	13.49	17.75	14.66	14.36	11.37	8.97	8.60	9.42	15.67	18.19	19.37	14.05
지상풍속 ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
3hr	1.23	1.19	1.21	1.02	1.08	0.99	0.96	0.96	0.97	1.22	1.36	1.17	1.11
6hr	1.36	1.42	1.35	1.12	1.22	1.05	1.08	1.06	1.16	1.45	1.52	1.29	1.26
9hr	1.30	1.42	1.42	1.16	1.15	0.93	1.17	1.05	1.16	1.34	1.50	1.25	1.24
12hr	1.40	1.47	1.31	0.84	0.90	0.56	1.11	0.80	0.85	1.07	1.40	1.38	1.09
지상풍속 RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
3hr	1.94	1.83	1.90	1.60	1.71	1.50	1.66	1.41	1.50	1.74	1.99	1.95	1.73
6hr	2.07	2.05	2.01	1.72	1.84	1.56	1.78	1.48	1.65	1.94	2.13	2.07	1.86
9hr	2.02	2.06	2.01	1.75	1.77	1.45	1.84	1.51	1.66	1.88	2.13	2.02	1.84
12hr	2.07	2.11	1.98	1.55	1.58	1.25	1.81	1.37	1.50	1.74	2.03	2.10	1.76

G.3 강수검증(3시간 누적)

표 G.3.1 KIM-KLAPS 한반도 강수 정확도(ACC)

Threshold = 0.1 mm					Threshold = 0.5 mm				
MON.	03H	06H	09H	12H	MON.	03H	06H	09H	12H
Jan.	0.91	0.91	0.91	0.91	Jan.	0.94	0.94	0.94	0.94
Feb.	0.87	0.85	0.86	0.86	Feb.	0.90	0.89	0.88	0.88
Mar.	0.92	0.91	0.91	0.91	Mar.	0.94	0.93	0.93	0.93
Apr.	0.94	0.93	0.94	0.93	Apr.	0.95	0.94	0.95	0.94
May.	0.96	0.95	0.96	0.95	May.	0.96	0.96	0.96	0.95
Jun.	0.94	0.93	0.93	0.94	Jun.	0.95	0.93	0.94	0.94
Jul.	0.86	0.82	0.82	0.82	Jul.	0.87	0.84	0.83	0.83
Aug.	0.91	0.88	0.90	0.90	Aug.	0.92	0.90	0.92	0.92
Sep.	0.92	0.90	0.90	0.90	Sep.	0.93	0.91	0.91	0.91
Oct.	0.92	0.91	0.91	0.91	Oct.	0.93	0.92	0.92	0.92
Nov.	0.94	0.93	0.93	0.93	Nov.	0.95	0.94	0.94	0.94
Dec.	0.94	0.92	0.92	0.92	Dec.	0.97	0.96	0.96	0.96
Threshold =1mm					Threshold = 5mm				
MON.	03H	06H	09H	12H	MON.	03H	06H	09H	12H
Jan.	0.96	0.96	0.96	0.96	Jan.	0.99	0.99	0.99	0.99
Feb.	0.93	0.91	0.91	0.90	Feb.	0.98	0.97	0.97	0.98
Mar.	0.96	0.95	0.95	0.95	Mar.	0.98	0.98	0.98	0.98
Apr.	0.96	0.96	0.95	0.95	Apr.	0.98	0.97	0.98	0.98
May.	0.97	0.96	0.96	0.96	May.	0.98	0.97	0.97	0.97
Jun.	0.95	0.94	0.95	0.95	Jun.	0.97	0.97	0.97	0.97
Jul.	0.89	0.85	0.85	0.85	Jul.	0.92	0.89	0.90	0.90
Aug.	0.93	0.91	0.93	0.93	Aug.	0.95	0.94	0.96	0.96
Sep.	0.94	0.92	0.93	0.92	Sep.	0.95	0.95	0.95	0.95
Oct.	0.94	0.93	0.93	0.93	Oct.	0.97	0.97	0.97	0.97
Nov.	0.96	0.96	0.96	0.96	Nov.	0.99	0.98	0.98	0.98
Dec.	0.98	0.98	0.98	0.97	Dec.	1.00	1.00	1.00	1.00
Threshold = 12.5 mm					Threshold = 15 mm				
MON.	03H	06H	09H	12H	MON.	03H	06H	09H	12H
Jan.	1.00	1.00	1.00	1.00	Jan.	1.00	1.00	1.00	1.00
Feb.	1.00	0.99	0.99	0.99	Feb.	1.00	1.00	1.00	1.00
Mar.	1.00	1.00	1.00	1.00	Mar.	1.00	1.00	1.00	1.00
Apr.	0.99	0.99	0.99	0.99	Apr.	1.00	0.99	0.99	1.00
May.	0.99	0.99	0.99	0.99	May.	0.99	0.99	0.99	0.99
Jun.	0.98	0.98	0.98	0.98	Jun.	0.98	0.99	0.99	0.99
Jul.	0.94	0.92	0.94	0.94	Jul.	0.95	0.93	0.95	0.95
Aug.	0.97	0.97	0.98	0.98	Aug.	0.98	0.97	0.98	0.98
Sep.	0.97	0.97	0.97	0.97	Sep.	0.97	0.97	0.98	0.98
Oct.	0.99	0.99	0.99	0.99	Oct.	0.99	0.99	0.99	0.99
Nov.	1.00	0.99	0.99	0.99	Nov.	1.00	1.00	1.00	0.99
Dec.	1.00	1.00	1.00	1.00	Dec.	1.00	1.00	1.00	1.00

표 G.3.2 KIM-KLAPS 한반도 강수 치우침(Bias)

Threshold = 0.1 mm					Threshold = 0.5 mm				
MON.	03H	06H	09H	12H	MON.	03H	06H	09H	12H
Jan.	1.74	1.73	1.52	1.46	Jan.	1.37	1.33	1.07	1.09
Feb.	1.39	1.43	1.32	1.23	Feb.	1.07	1.16	1.06	0.95
Mar.	1.48	1.59	1.45	1.42	Mar.	1.18	1.31	1.16	1.13
Apr.	0.94	1.07	1.02	0.92	Apr.	0.84	0.93	0.89	0.82
May.	0.96	1.05	0.99	0.88	May.	0.87	0.95	0.89	0.77
Jun.	0.92	1.11	0.98	0.91	Jun.	0.83	0.99	0.88	0.81
Jul.	1.04	1.16	1.04	1.02	Jul.	0.96	1.07	0.93	0.90
Aug.	1.45	1.67	1.21	1.09	Aug.	1.23	1.42	0.96	0.87
Sep.	0.95	1.06	0.78	0.75	Sep.	0.83	0.92	0.64	0.62
Oct.	0.92	0.97	0.85	0.86	Oct.	0.78	0.82	0.71	0.74
Nov.	1.28	1.38	1.29	1.29	Nov.	1.04	1.13	1.06	1.03
Dec.	2.53	2.91	2.78	2.88	Dec.	1.76	2.05	1.89	1.93
Threshold =1mm					Threshold = 5mm				
MON.	03H	06H	09H	12H	MON.	03H	06H	09H	12H
Jan.	1.47	1.50	1.13	1.12	Jan.	1.15	1.72	1.06	0.75
Feb.	1.09	1.23	1.10	0.95	Feb.	0.99	1.34	1.05	0.90
Mar.	1.22	1.42	1.22	1.16	Mar.	1.14	1.51	1.25	0.95
Apr.	0.94	1.03	0.99	0.90	Apr.	1.27	1.40	1.03	0.90
May.	0.93	1.02	0.93	0.81	May.	1.00	1.14	0.88	0.74
Jun.	0.92	1.07	0.96	0.87	Jun.	1.10	1.20	0.98	0.90
Jul.	1.09	1.22	1.04	1.01	Jul.	1.43	1.64	1.22	1.14
Aug.	1.44	1.67	1.09	1.00	Aug.	2.10	2.48	1.41	1.41
Sep.	0.91	0.99	0.68	0.65	Sep.	1.02	1.11	0.67	0.62
Oct.	0.85	0.91	0.79	0.83	Oct.	0.92	1.12	1.04	0.98
Nov.	1.08	1.19	1.09	1.08	Nov.	1.30	1.24	1.19	1.28
Dec.	2.11	2.39	2.04	2.29	Dec.	2.48	3.15	4.07	6.67
Threshold = 12.5 mm					Threshold = 15 mm				
MON.	03H	06H	09H	12H	MON.	03H	06H	09H	12H
Jan.	0.50	0.58	0.33	0.42	Jan.	0.50	0.50	0.00	0.00
Feb.	0.56	0.80	0.50	0.94	Feb.	0.46	0.70	0.47	0.91
Mar.	0.63	0.61	0.90	0.57	Mar.	0.42	0.33	0.66	0.58
Apr.	1.06	1.35	0.85	0.65	Apr.	0.79	1.20	0.81	0.56
May.	0.84	1.20	0.64	0.52	May.	0.75	1.05	0.49	0.45
Jun.	1.06	1.16	0.72	0.74	Jun.	1.01	1.10	0.63	0.69
Jul.	1.71	1.96	1.20	1.07	Jul.	1.74	1.99	1.18	1.01
Aug.	2.99	3.46	1.79	1.88	Aug.	3.36	3.87	1.89	2.08
Sep.	1.12	1.24	0.67	0.62	Sep.	1.13	1.31	0.66	0.60
Oct.	0.69	1.11	1.02	0.86	Oct.	0.59	0.99	0.91	0.81
Nov.	1.52	1.85	2.11	2.40	Nov.	1.17	1.91	2.08	2.28
Dec.	8.00	6.00	14.00	26.00	Dec.	3.00	2.00	12.00	12.00

표 G.3.3 KIM-KLAPS 한반도 강수 성공임계지수(CSI)

Threshold = 0.1 mm					Threshold = 0.5 mm				
MON.	03H	06H	09H	12H	MON.	03H	06H	09H	12H
Jan.	0.44	0.41	0.40	0.39	Jan.	0.46	0.43	0.40	0.40
Feb.	0.55	0.51	0.50	0.48	Feb.	0.55	0.51	0.48	0.45
Mar.	0.49	0.45	0.45	0.42	Mar.	0.52	0.47	0.46	0.43
Apr.	0.55	0.52	0.52	0.49	Apr.	0.54	0.51	0.51	0.46
May.	0.66	0.64	0.64	0.60	May.	0.63	0.62	0.61	0.57
Jun.	0.51	0.47	0.49	0.50	Jun.	0.50	0.46	0.47	0.47
Jul.	0.50	0.43	0.40	0.39	Jul.	0.48	0.41	0.37	0.36
Aug.	0.31	0.23	0.22	0.21	Aug.	0.28	0.21	0.19	0.18
Sep.	0.49	0.42	0.38	0.36	Sep.	0.47	0.40	0.35	0.32
Oct.	0.52	0.45	0.43	0.43	Oct.	0.46	0.41	0.39	0.39
Nov.	0.51	0.47	0.45	0.45	Nov.	0.51	0.47	0.46	0.45
Dec.	0.28	0.22	0.22	0.21	Dec.	0.27	0.22	0.20	0.18
Threshold =1mm					Threshold = 5mm				
MON.	03H	06H	09H	12H	MON.	03H	06H	09H	12H
Jan.	0.42	0.42	0.38	0.36	Jan.	0.25	0.20	0.15	0.11
Feb.	0.52	0.48	0.43	0.39	Feb.	0.30	0.27	0.24	0.29
Mar.	0.52	0.45	0.44	0.43	Mar.	0.41	0.38	0.34	0.35
Apr.	0.54	0.50	0.49	0.45	Apr.	0.35	0.28	0.28	0.24
May.	0.63	0.61	0.59	0.56	May.	0.51	0.47	0.42	0.39
Jun.	0.50	0.44	0.46	0.45	Jun.	0.42	0.37	0.33	0.32
Jul.	0.46	0.38	0.34	0.33	Jul.	0.35	0.26	0.22	0.23
Aug.	0.24	0.18	0.16	0.16	Aug.	0.14	0.09	0.09	0.08
Sep.	0.46	0.39	0.34	0.32	Sep.	0.35	0.31	0.28	0.27
Oct.	0.44	0.39	0.36	0.36	Oct.	0.32	0.27	0.24	0.22
Nov.	0.50	0.45	0.44	0.43	Nov.	0.45	0.40	0.39	0.40
Dec.	0.20	0.15	0.13	0.12	Dec.	0.07	0.09	0.06	0.04
Threshold = 12.5 mm					Threshold = 15 mm				
MON.	03H	06H	09H	12H	MON.	03H	06H	09H	12H
Jan.	0.00	0.06	0.00	0.06	Jan.	0.00	0.00	0.00	0.00
Feb.	0.26	0.18	0.16	0.20	Feb.	0.20	0.13	0.16	0.15
Mar.	0.15	0.05	0.03	0.05	Mar.	0.11	0.00	0.00	0.03
Apr.	0.20	0.10	0.10	0.13	Apr.	0.15	0.06	0.06	0.11
May.	0.25	0.26	0.22	0.18	May.	0.23	0.22	0.18	0.15
Jun.	0.25	0.28	0.17	0.21	Jun.	0.22	0.25	0.14	0.17
Jul.	0.23	0.15	0.13	0.12	Jul.	0.20	0.13	0.11	0.09
Aug.	0.08	0.04	0.04	0.04	Aug.	0.07	0.04	0.04	0.02
Sep.	0.23	0.23	0.21	0.20	Sep.	0.20	0.21	0.20	0.18
Oct.	0.25	0.22	0.16	0.16	Oct.	0.22	0.21	0.15	0.14
Nov.	0.27	0.25	0.20	0.17	Nov.	0.30	0.23	0.22	0.14
Dec.	0.00	0.17	0.07	0.00	Dec.	0.00	0.50	0.08	0.00

표 G.3.4 KIM-KLAPS 한반도 강수 공정임계지수(ETS)

Threshold = 0.1 mm					Threshold = 0.5 mm				
MON.	03H	06H	09H	12H	MON.	03H	06H	09H	12H
Jan.	0.39	0.36	0.35	0.35	Jan.	0.43	0.40	0.37	0.37
Feb.	0.46	0.41	0.41	0.39	Feb.	0.49	0.44	0.41	0.37
Mar.	0.44	0.40	0.40	0.37	Mar.	0.48	0.43	0.42	0.39
Apr.	0.51	0.48	0.48	0.45	Apr.	0.51	0.48	0.48	0.43
May.	0.63	0.60	0.61	0.57	May.	0.60	0.59	0.58	0.54
Jun.	0.48	0.43	0.45	0.46	Jun.	0.47	0.42	0.44	0.44
Jul.	0.41	0.33	0.30	0.29	Jul.	0.40	0.32	0.28	0.27
Aug.	0.27	0.19	0.18	0.17	Aug.	0.24	0.17	0.16	0.15
Sep.	0.44	0.36	0.33	0.31	Sep.	0.43	0.35	0.31	0.28
Oct.	0.47	0.40	0.38	0.38	Oct.	0.42	0.37	0.35	0.35
Nov.	0.47	0.43	0.41	0.41	Nov.	0.48	0.44	0.42	0.42
Dec.	0.26	0.19	0.19	0.18	Dec.	0.25	0.21	0.18	0.17
Threshold =1mm					Threshold = 5mm				
MON.	03H	06H	09H	12H	MON.	03H	06H	09H	12H
Jan.	0.40	0.40	0.37	0.34	Jan.	0.25	0.19	0.15	0.11
Feb.	0.48	0.42	0.38	0.34	Feb.	0.29	0.25	0.23	0.28
Mar.	0.49	0.42	0.42	0.40	Mar.	0.41	0.37	0.34	0.34
Apr.	0.51	0.47	0.46	0.42	Apr.	0.34	0.26	0.28	0.23
May.	0.61	0.58	0.56	0.54	May.	0.50	0.46	0.40	0.38
Jun.	0.48	0.41	0.43	0.42	Jun.	0.40	0.35	0.31	0.31
Jul.	0.39	0.31	0.26	0.26	Jul.	0.31	0.22	0.18	0.19
Aug.	0.22	0.15	0.14	0.13	Aug.	0.12	0.07	0.08	0.07
Sep.	0.42	0.35	0.31	0.28	Sep.	0.33	0.28	0.26	0.25
Oct.	0.41	0.35	0.33	0.32	Oct.	0.31	0.26	0.22	0.21
Nov.	0.48	0.42	0.41	0.41	Nov.	0.44	0.39	0.38	0.40
Dec.	0.19	0.14	0.12	0.11	Dec.	0.07	0.09	0.06	0.04
Threshold = 12.5 mm					Threshold = 15 mm				
MON.	03H	06H	09H	12H	MON.	03H	06H	09H	12H
Jan.	0.00	0.06	0.00	0.06	Jan.	0.00	0.00	0.00	0.00
Feb.	0.26	0.17	0.16	0.20	Feb.	0.19	0.13	0.16	0.15
Mar.	0.14	0.05	0.03	0.05	Mar.	0.11	0.00	0.00	0.03
Apr.	0.20	0.10	0.10	0.13	Apr.	0.15	0.06	0.06	0.11
May.	0.24	0.25	0.21	0.18	May.	0.23	0.21	0.18	0.15
Jun.	0.25	0.28	0.17	0.20	Jun.	0.21	0.24	0.14	0.17
Jul.	0.21	0.13	0.11	0.10	Jul.	0.18	0.11	0.10	0.08
Aug.	0.08	0.04	0.04	0.03	Aug.	0.06	0.03	0.03	0.02
Sep.	0.21	0.22	0.20	0.20	Sep.	0.19	0.20	0.19	0.18
Oct.	0.24	0.22	0.16	0.15	Oct.	0.22	0.20	0.14	0.13
Nov.	0.27	0.25	0.19	0.17	Nov.	0.30	0.23	0.21	0.14
Dec.	0.00	0.17	0.07	0.00	Dec.	0.00	0.50	0.08	0.00

표 G.3.5 KIM-KLAPS 한반도 강수 적중률(POD)

Threshold = 0.1 mm					Threshold = 0.5 mm				
MON.	03H	06H	09H	12H	MON.	03H	06H	09H	12H
Jan.	0.84	0.79	0.72	0.69	Jan.	0.74	0.71	0.59	0.60
Feb.	0.84	0.82	0.77	0.73	Feb.	0.74	0.73	0.67	0.60
Mar.	0.81	0.80	0.76	0.72	Mar.	0.74	0.74	0.68	0.64
Apr.	0.69	0.71	0.69	0.63	Apr.	0.64	0.65	0.64	0.57
May.	0.78	0.80	0.78	0.71	May.	0.72	0.74	0.72	0.64
Jun.	0.65	0.68	0.65	0.63	Jun.	0.61	0.63	0.60	0.58
Jul.	0.68	0.65	0.58	0.57	Jul.	0.63	0.60	0.52	0.51
Aug.	0.58	0.50	0.40	0.36	Aug.	0.49	0.41	0.31	0.28
Sep.	0.64	0.61	0.49	0.46	Sep.	0.59	0.55	0.42	0.40
Oct.	0.65	0.61	0.56	0.56	Oct.	0.56	0.53	0.48	0.49
Nov.	0.77	0.76	0.71	0.71	Nov.	0.68	0.68	0.64	0.63
Dec.	0.77	0.70	0.67	0.66	Dec.	0.58	0.55	0.47	0.45
Threshold =1mm					Threshold = 5mm				
MON.	03H	06H	09H	12H	MON.	03H	06H	09H	12H
Jan.	0.73	0.74	0.59	0.56	Jan.	0.43	0.45	0.27	0.18
Feb.	0.72	0.72	0.63	0.55	Feb.	0.46	0.49	0.40	0.42
Mar.	0.75	0.75	0.68	0.65	Mar.	0.63	0.70	0.58	0.50
Apr.	0.68	0.68	0.65	0.59	Apr.	0.59	0.52	0.45	0.37
May.	0.75	0.77	0.71	0.65	May.	0.67	0.69	0.55	0.49
Jun.	0.64	0.63	0.61	0.58	Jun.	0.62	0.59	0.49	0.46
Jul.	0.66	0.62	0.51	0.50	Jul.	0.62	0.55	0.40	0.40
Aug.	0.48	0.40	0.29	0.27	Aug.	0.37	0.28	0.19	0.19
Sep.	0.60	0.56	0.43	0.40	Sep.	0.53	0.50	0.37	0.34
Oct.	0.57	0.53	0.47	0.48	Oct.	0.47	0.45	0.39	0.36
Nov.	0.69	0.68	0.64	0.63	Nov.	0.72	0.64	0.61	0.66
Dec.	0.51	0.43	0.35	0.35	Dec.	0.22	0.33	0.30	0.30
Threshold = 12.5 mm					Threshold = 15 mm				
MON.	03H	06H	09H	12H	MON.	03H	06H	09H	12H
Jan.	0.00	0.08	0.00	0.08	Jan.	0.00	0.00	0.00	0.00
Feb.	0.32	0.27	0.21	0.32	Feb.	0.24	0.20	0.20	0.25
Mar.	0.21	0.08	0.06	0.08	Mar.	0.14	0.00	0.00	0.04
Apr.	0.34	0.21	0.17	0.19	Apr.	0.23	0.12	0.10	0.16
May.	0.36	0.45	0.29	0.23	May.	0.33	0.36	0.23	0.19
Jun.	0.42	0.48	0.25	0.30	Jun.	0.36	0.42	0.20	0.25
Jul.	0.51	0.39	0.25	0.22	Jul.	0.45	0.33	0.22	0.17
Aug.	0.31	0.19	0.12	0.11	Aug.	0.28	0.18	0.11	0.07
Sep.	0.39	0.42	0.29	0.27	Sep.	0.36	0.40	0.28	0.25
Oct.	0.33	0.39	0.28	0.25	Oct.	0.29	0.34	0.24	0.22
Nov.	0.54	0.57	0.51	0.49	Nov.	0.50	0.54	0.54	0.40
Dec.	0.00	1.00	1.00	0.00	Dec.	0.00	1.00	1.00	0.00

부록 H. 앙상블예측시스템 검증결과

H.1 분석검증

표 H.1.1 KIM-GENS 북반구 850hPa 기온 분석검증

AC	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24hr	0.99	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
48hr	0.97	0.97	0.97	0.97	0.96	0.96	0.96	0.96	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97
72hr	0.95	0.95	0.95	0.95	0.93	0.94	0.93	0.94	0.95	0.95	0.95	0.94	0.94
96hr	0.91	0.93	0.92	0.92	0.89	0.90	0.90	0.90	0.92	0.92	0.92	0.91	0.91
120hr	0.87	0.89	0.87	0.87	0.84	0.86	0.86	0.86	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87
144hr	0.81	0.84	0.82	0.82	0.78	0.80	0.81	0.80	0.82	0.81	0.81	0.81	0.81
168hr	0.75	0.79	0.76	0.75	0.70	0.74	0.74	0.74	0.77	0.75	0.74	0.75	0.75
192hr	0.70	0.74	0.70	0.69	0.63	0.69	0.68	0.69	0.72	0.68	0.67	0.68	0.69
216hr	0.65	0.69	0.63	0.63	0.57	0.64	0.62	0.64	0.68	0.62	0.60	0.62	0.63
240hr	0.60	0.63	0.57	0.57	0.53	0.58	0.57	0.59	0.63	0.58	0.56	0.57	0.58
264hr	0.56	0.58	0.53	0.52	0.47	0.53	0.53	0.55	0.57	0.53	0.51	0.51	0.53
288hr	0.52	0.53	0.48	0.48	0.42	0.50	0.50	0.52	0.52	0.49	0.47	0.47	0.49
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24hr	0.79	0.75	0.72	0.71	0.69	0.66	0.64	0.61	0.61	0.61	0.69	0.74	0.69
48hr	1.20	1.16	1.11	1.09	1.07	0.98	0.95	0.90	0.91	0.90	1.04	1.09	1.03
72hr	1.62	1.54	1.49	1.48	1.46	1.30	1.24	1.18	1.22	1.21	1.39	1.45	1.38
96hr	2.08	1.96	1.89	1.92	1.85	1.64	1.52	1.46	1.54	1.54	1.81	1.82	1.75
120hr	2.52	2.42	2.30	2.35	2.24	1.98	1.79	1.75	1.86	1.91	2.25	2.21	2.13
144hr	2.95	2.83	2.71	2.77	2.61	2.29	2.07	2.03	2.19	2.28	2.67	2.60	2.50
168hr	3.33	3.21	3.07	3.15	2.93	2.56	2.36	2.28	2.46	2.61	3.06	2.96	2.83
192hr	3.63	3.52	3.39	3.46	3.19	2.77	2.58	2.49	2.66	2.88	3.37	3.26	3.10
216hr	3.87	3.79	3.67	3.71	3.37	2.95	2.76	2.65	2.82	3.08	3.63	3.48	3.31
240hr	4.07	4.05	3.87	3.94	3.49	3.09	2.88	2.77	2.99	3.21	3.78	3.66	3.48
264hr	4.23	4.27	4.02	4.10	3.62	3.21	2.95	2.85	3.14	3.33	3.92	3.83	3.62
288hr	4.36	4.42	4.13	4.19	3.73	3.29	3.02	2.92	3.28	3.43	4.05	3.95	3.73

SPREAD	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24hr	0.81	0.80	0.82	0.81	0.76	0.76	0.72	0.70	0.71	0.70	0.75	0.75	0.76
48hr	1.09	1.06	1.08	1.07	1.00	0.98	0.91	0.88	0.91	0.90	0.99	0.98	0.99
72hr	1.47	1.42	1.41	1.41	1.31	1.27	1.15	1.10	1.17	1.16	1.30	1.27	1.29
96hr	1.89	1.82	1.78	1.79	1.65	1.60	1.42	1.35	1.45	1.47	1.66	1.60	1.62
120hr	2.32	2.24	2.16	2.17	2.02	1.93	1.71	1.61	1.73	1.80	2.05	1.96	1.97
144hr	2.74	2.63	2.52	2.54	2.36	2.23	1.98	1.86	2.00	2.14	2.42	2.33	2.31
168hr	3.12	2.97	2.84	2.86	2.65	2.49	2.22	2.09	2.25	2.48	2.77	2.67	2.62
192hr	3.44	3.25	3.13	3.11	2.88	2.69	2.42	2.29	2.47	2.76	3.09	2.97	2.87
216hr	3.70	3.46	3.36	3.34	3.06	2.85	2.57	2.45	2.65	3.00	3.33	3.22	3.08
240hr	3.92	3.66	3.55	3.53	3.18	2.98	2.69	2.58	2.80	3.18	3.52	3.41	3.25
264hr	4.12	3.84	3.72	3.70	3.28	3.08	2.77	2.68	2.90	3.33	3.67	3.58	3.39
288hr	4.28	4.00	3.86	3.84	3.35	3.17	2.84	2.76	2.99	3.45	3.77	3.73	3.50
CRPSS	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24hr	0.85	0.85	0.84	0.85	0.83	0.82	0.81	0.81	0.83	0.84	0.85	0.84	0.84
48hr	0.77	0.78	0.76	0.77	0.74	0.74	0.71	0.72	0.76	0.77	0.78	0.76	0.75
72hr	0.69	0.71	0.68	0.69	0.64	0.65	0.63	0.64	0.68	0.70	0.70	0.68	0.68
96hr	0.60	0.63	0.60	0.61	0.55	0.57	0.55	0.56	0.60	0.62	0.62	0.60	0.59
120hr	0.52	0.55	0.52	0.52	0.45	0.48	0.47	0.48	0.52	0.53	0.53	0.52	0.51
144hr	0.43	0.47	0.43	0.43	0.36	0.40	0.39	0.39	0.44	0.44	0.43	0.43	0.42
168hr	0.35	0.40	0.36	0.34	0.28	0.32	0.31	0.31	0.36	0.35	0.34	0.35	0.34
192hr	0.29	0.33	0.28	0.27	0.20	0.26	0.23	0.25	0.31	0.28	0.27	0.28	0.27
216hr	0.24	0.28	0.21	0.21	0.15	0.20	0.18	0.20	0.26	0.23	0.20	0.22	0.22
240hr	0.20	0.22	0.17	0.15	0.11	0.16	0.14	0.16	0.21	0.19	0.17	0.17	0.17
264hr	0.17	0.18	0.13	0.11	0.08	0.12	0.11	0.13	0.17	0.15	0.13	0.13	0.13
288hr	0.14	0.15	0.10	0.08	0.04	0.09	0.09	0.11	0.13	0.13	0.10	0.10	0.11

표 H.1.2 KIM-GENS 북반구 500hPa 지위고도 분석검증

AC	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24hr	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
48hr	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
72hr	0.98	0.98	0.98	0.98	0.97	0.97	0.98	0.97	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
96hr	0.95	0.96	0.95	0.95	0.94	0.94	0.95	0.94	0.96	0.95	0.95	0.95	0.95
120hr	0.92	0.93	0.92	0.91	0.89	0.90	0.92	0.90	0.93	0.91	0.91	0.92	0.91
144hr	0.87	0.89	0.87	0.85	0.83	0.84	0.87	0.85	0.89	0.86	0.86	0.87	0.86
168hr	0.82	0.84	0.82	0.78	0.76	0.78	0.81	0.79	0.85	0.80	0.81	0.81	0.81
192hr	0.78	0.79	0.76	0.72	0.70	0.71	0.76	0.73	0.81	0.73	0.75	0.74	0.75
216hr	0.73	0.73	0.71	0.67	0.64	0.65	0.70	0.68	0.76	0.68	0.69	0.68	0.69
240hr	0.69	0.66	0.66	0.60	0.58	0.59	0.65	0.64	0.71	0.63	0.64	0.61	0.64
264hr	0.64	0.59	0.61	0.55	0.53	0.53	0.61	0.60	0.67	0.58	0.57	0.55	0.59
288hr	0.59	0.53	0.56	0.52	0.49	0.49	0.58	0.57	0.63	0.54	0.52	0.50	0.54
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24hr	8.45	8.24	7.57	7.32	6.54	5.92	5.48	5.63	5.91	6.39	7.23	8.09	6.90
48hr	16.17	15.56	14.52	14.30	12.93	11.51	10.13	10.74	11.22	12.29	13.80	15.56	13.23
72hr	25.69	23.71	22.73	23.19	20.99	18.64	15.87	17.20	17.95	19.85	22.65	24.32	21.07
96hr	36.15	33.74	32.29	33.58	30.38	26.39	22.79	24.61	25.57	28.80	33.61	33.74	30.14
120hr	46.68	44.07	42.95	44.72	40.10	34.49	29.88	32.50	33.60	38.89	45.86	43.85	39.80
144hr	57.20	53.69	53.27	56.11	49.27	41.82	37.25	40.08	41.09	48.92	56.79	53.79	49.11
168hr	66.57	63.26	62.10	65.48	57.07	48.49	43.85	46.41	47.62	57.59	66.12	63.68	57.35
192hr	74.57	71.87	69.69	72.93	63.01	54.07	49.67	51.56	53.73	64.36	74.47	72.59	64.38
216hr	81.48	80.42	75.92	79.16	67.60	58.72	54.36	55.57	59.29	70.12	82.15	79.87	70.39
240hr	87.15	88.20	81.22	84.82	71.24	62.30	57.91	58.15	63.96	74.87	87.80	86.05	75.30
264hr	92.59	94.64	84.81	88.32	74.23	64.96	60.03	60.33	67.92	78.43	93.57	90.76	79.22
288hr	97.13	99.43	88.29	90.80	76.84	66.65	61.83	61.68	71.36	81.07	98.25	94.73	82.34

SPREAD	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24hr	10.31	10.31	10.39	10.51	9.52	8.57	7.82	7.78	8.16	8.80	9.55	9.77	9.29
48hr	16.57	16.30	16.33	16.79	15.29	13.60	11.91	11.99	12.92	13.89	15.47	15.39	14.70
72hr	24.85	24.15	23.79	24.61	22.63	20.21	17.04	17.32	19.06	20.53	23.53	22.34	21.67
96hr	34.24	33.17	32.16	33.45	30.96	27.93	23.07	23.40	25.90	28.54	32.84	30.31	29.66
120hr	44.25	43.24	40.85	42.47	39.86	35.75	29.50	30.05	33.19	37.32	43.09	39.18	38.23
144hr	54.07	52.79	49.47	51.06	47.96	42.87	35.65	36.39	40.21	46.19	53.07	48.94	46.56
168hr	63.50	61.62	57.43	58.60	54.84	48.78	41.09	41.80	46.68	54.71	62.44	58.48	54.16
192hr	72.04	69.42	64.93	64.98	60.51	53.30	45.58	46.20	52.59	62.08	70.58	66.81	60.75
216hr	79.45	75.69	71.40	70.58	64.75	56.99	49.04	49.99	57.36	68.40	77.50	73.68	66.24
240hr	86.13	81.02	76.56	75.21	67.89	59.88	51.87	53.03	61.16	73.59	83.15	79.66	70.76
264hr	91.78	85.86	81.22	79.09	70.46	61.92	53.78	55.52	64.10	77.75	87.86	84.73	74.51
288hr	96.44	90.08	85.09	82.23	72.19	63.66	55.35	57.14	66.52	80.91	91.19	88.89	77.47
CRPSS	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24hr	0.93	0.93	0.92	0.92	0.92	0.91	0.92	0.92	0.93	0.93	0.93	0.92	0.92
48hr	0.87	0.87	0.86	0.86	0.85	0.85	0.85	0.85	0.87	0.87	0.88	0.86	0.86
72hr	0.79	0.80	0.79	0.79	0.76	0.76	0.78	0.77	0.80	0.80	0.81	0.78	0.79
96hr	0.71	0.72	0.70	0.69	0.66	0.67	0.70	0.67	0.71	0.71	0.71	0.69	0.70
120hr	0.63	0.63	0.61	0.59	0.55	0.56	0.60	0.57	0.62	0.60	0.61	0.59	0.60
144hr	0.54	0.54	0.52	0.48	0.44	0.47	0.51	0.47	0.54	0.49	0.50	0.50	0.50
168hr	0.45	0.46	0.43	0.39	0.35	0.38	0.42	0.39	0.47	0.40	0.42	0.40	0.41
192hr	0.38	0.38	0.35	0.31	0.28	0.30	0.34	0.32	0.40	0.32	0.34	0.32	0.34
216hr	0.32	0.30	0.28	0.24	0.22	0.24	0.28	0.26	0.34	0.26	0.27	0.24	0.27
240hr	0.28	0.23	0.23	0.18	0.17	0.19	0.22	0.22	0.29	0.21	0.22	0.18	0.22
264hr	0.23	0.17	0.19	0.15	0.13	0.15	0.19	0.19	0.24	0.17	0.17	0.14	0.18
288hr	0.20	0.12	0.15	0.12	0.10	0.13	0.17	0.17	0.21	0.14	0.13	0.10	0.14

표 H.1.3 KIM-GENS 북반구 +1 표준편차 이상 BSS 분석검증

t850hPa	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24hr	0.85	0.86	0.84	0.84	0.82	0.80	0.77	0.79	0.83	0.84	0.84	0.82	0.83
48hr	0.77	0.79	0.76	0.77	0.74	0.71	0.67	0.70	0.75	0.77	0.76	0.72	0.74
72hr	0.69	0.72	0.69	0.69	0.66	0.63	0.59	0.62	0.68	0.70	0.69	0.64	0.67
96hr	0.61	0.65	0.61	0.61	0.57	0.55	0.52	0.54	0.61	0.62	0.61	0.56	0.59
120hr	0.53	0.57	0.52	0.53	0.47	0.46	0.45	0.46	0.54	0.55	0.53	0.49	0.51
144hr	0.44	0.49	0.44	0.44	0.38	0.38	0.38	0.37	0.46	0.45	0.45	0.40	0.42
168hr	0.37	0.42	0.37	0.35	0.31	0.31	0.29	0.30	0.39	0.37	0.36	0.32	0.35
192hr	0.32	0.35	0.30	0.28	0.24	0.25	0.22	0.25	0.34	0.30	0.29	0.25	0.28
216hr	0.28	0.28	0.24	0.23	0.19	0.19	0.16	0.20	0.29	0.24	0.22	0.20	0.23
240hr	0.24	0.23	0.19	0.18	0.14	0.15	0.11	0.15	0.24	0.20	0.17	0.15	0.18
264hr	0.20	0.19	0.15	0.13	0.09	0.11	0.09	0.12	0.20	0.16	0.14	0.11	0.14
288hr	0.16	0.16	0.12	0.10	0.05	0.08	0.06	0.09	0.17	0.13	0.11	0.09	0.11
z500hPa	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov	Dec	Ave.
24hr	0.93	0.93	0.91	0.92	0.91	0.90	0.90	0.89	0.91	0.92	0.93	0.92	0.92
48hr	0.88	0.89	0.87	0.87	0.86	0.84	0.84	0.84	0.86	0.88	0.88	0.87	0.86
72hr	0.82	0.82	0.81	0.80	0.80	0.77	0.78	0.77	0.79	0.81	0.82	0.79	0.80
96hr	0.75	0.75	0.74	0.72	0.72	0.70	0.71	0.70	0.71	0.74	0.74	0.71	0.72
120hr	0.69	0.68	0.67	0.65	0.63	0.61	0.63	0.61	0.62	0.65	0.65	0.63	0.64
144hr	0.61	0.60	0.58	0.55	0.53	0.51	0.54	0.52	0.53	0.55	0.56	0.53	0.55
168hr	0.52	0.52	0.50	0.45	0.45	0.44	0.46	0.44	0.46	0.45	0.48	0.43	0.47
192hr	0.44	0.44	0.43	0.36	0.37	0.37	0.39	0.37	0.40	0.36	0.39	0.34	0.39
216hr	0.37	0.36	0.36	0.30	0.31	0.31	0.32	0.32	0.34	0.29	0.32	0.27	0.32
240hr	0.32	0.28	0.29	0.23	0.26	0.26	0.26	0.28	0.29	0.24	0.27	0.19	0.26
264hr	0.28	0.21	0.24	0.19	0.22	0.21	0.23	0.24	0.25	0.19	0.23	0.14	0.22
288hr	0.24	0.15	0.19	0.16	0.18	0.18	0.19	0.21	0.22	0.15	0.20	0.10	0.18

H.2 월별 +1 표준편차 예측성능

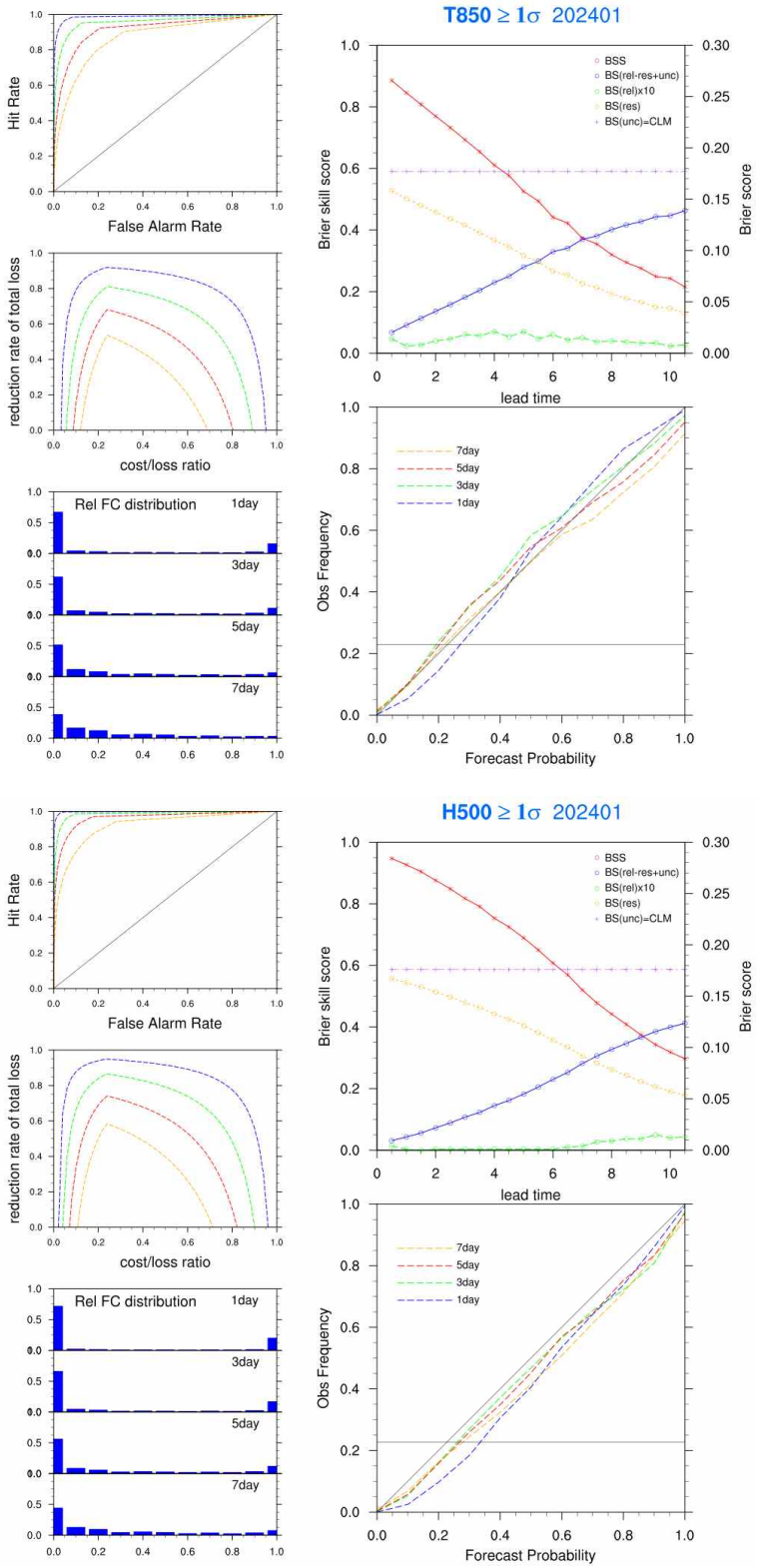


그림 H.2.1 KIM-GENS 북반구 850hPa 기온 및 500hPa 지위고도의 예측성능(2024년 1월)

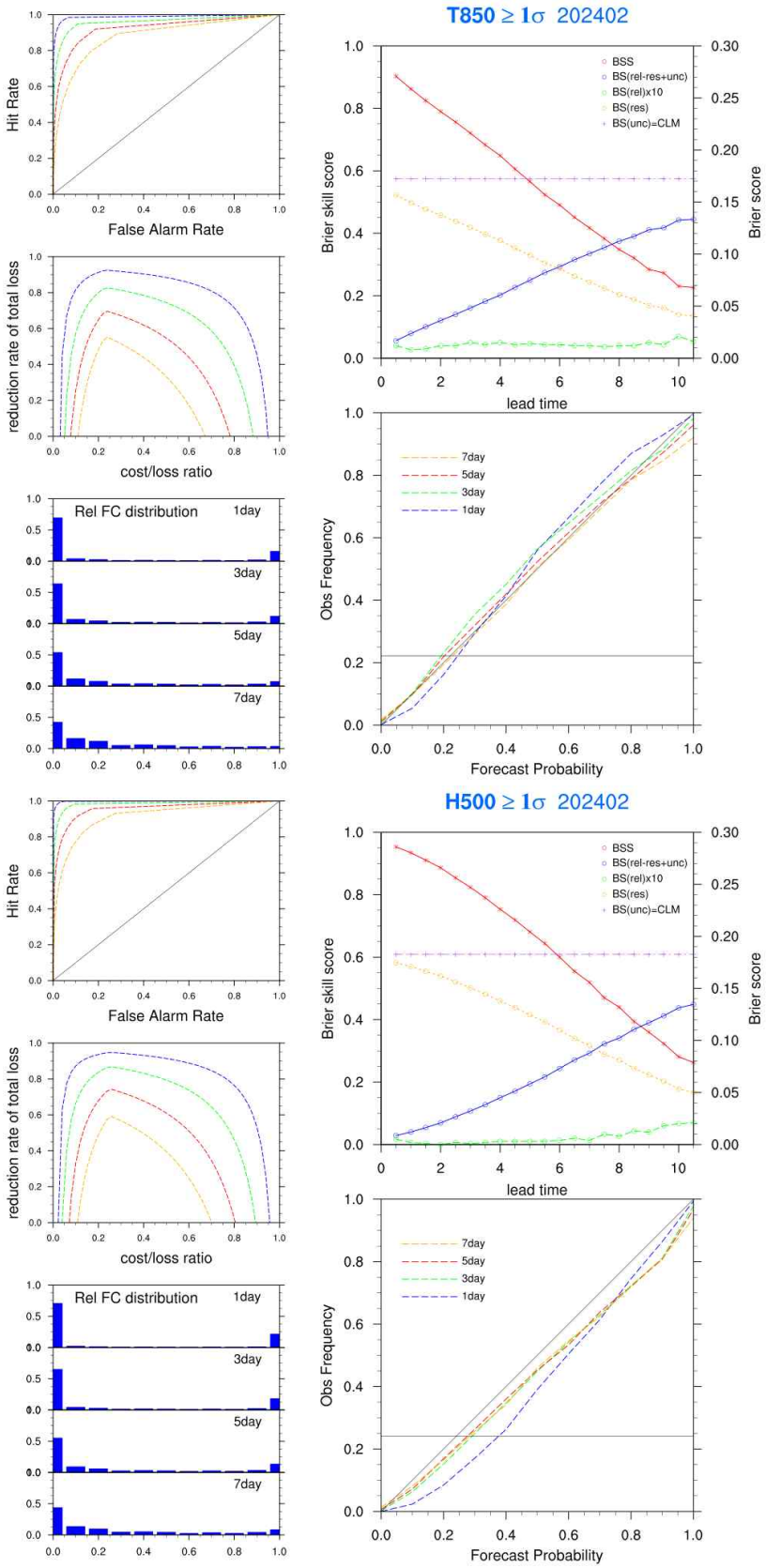


그림 H.2.2 KIM-GENS 북반구 850hPa 기온 및 500hPa 지위고도의 예측성능(2024년 2월)

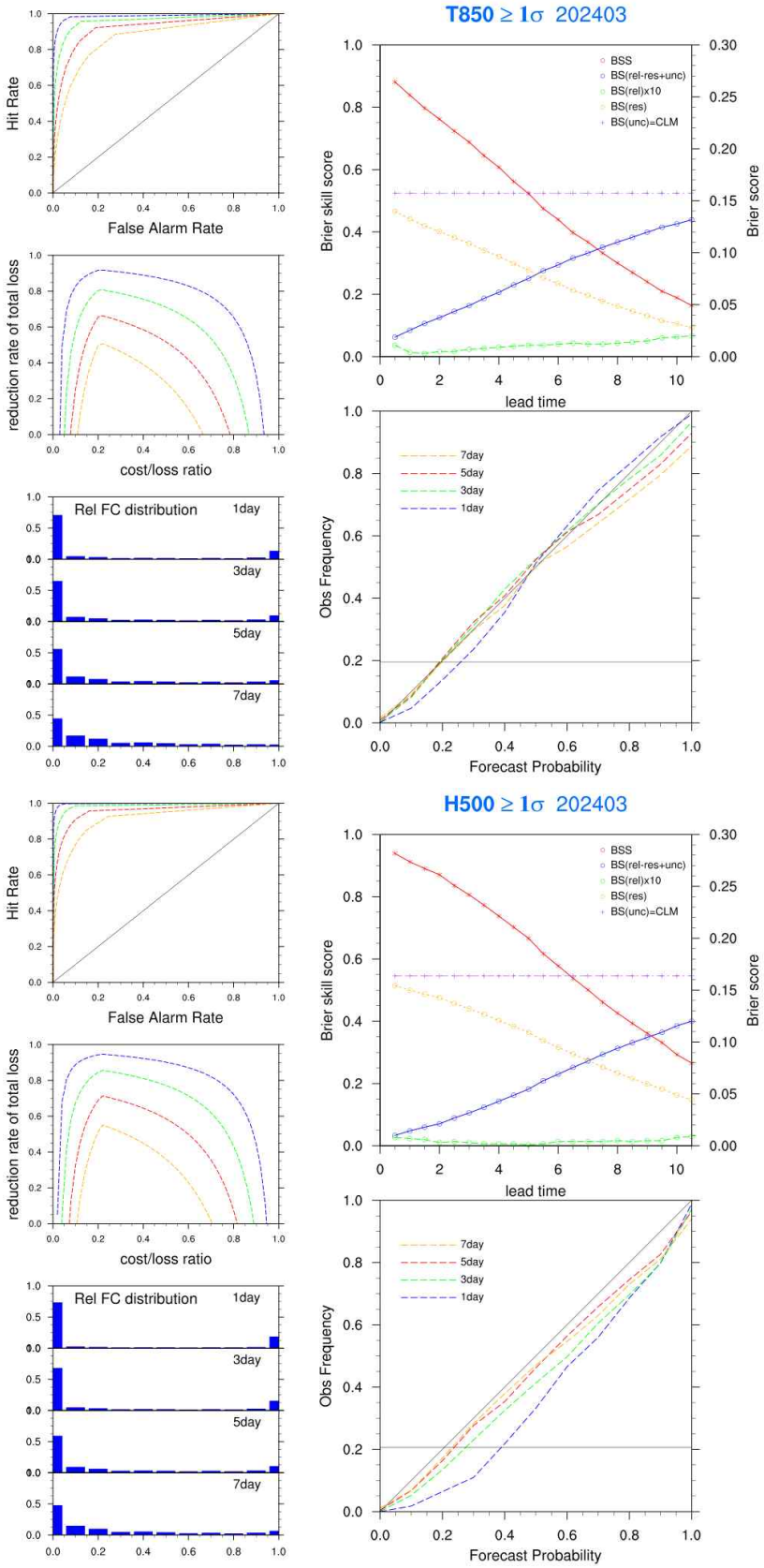


그림 H.2.3 KIM-GENS 북반구 850hPa 기온 및 500hPa 지위고도의 예측성능(2024년 3월)

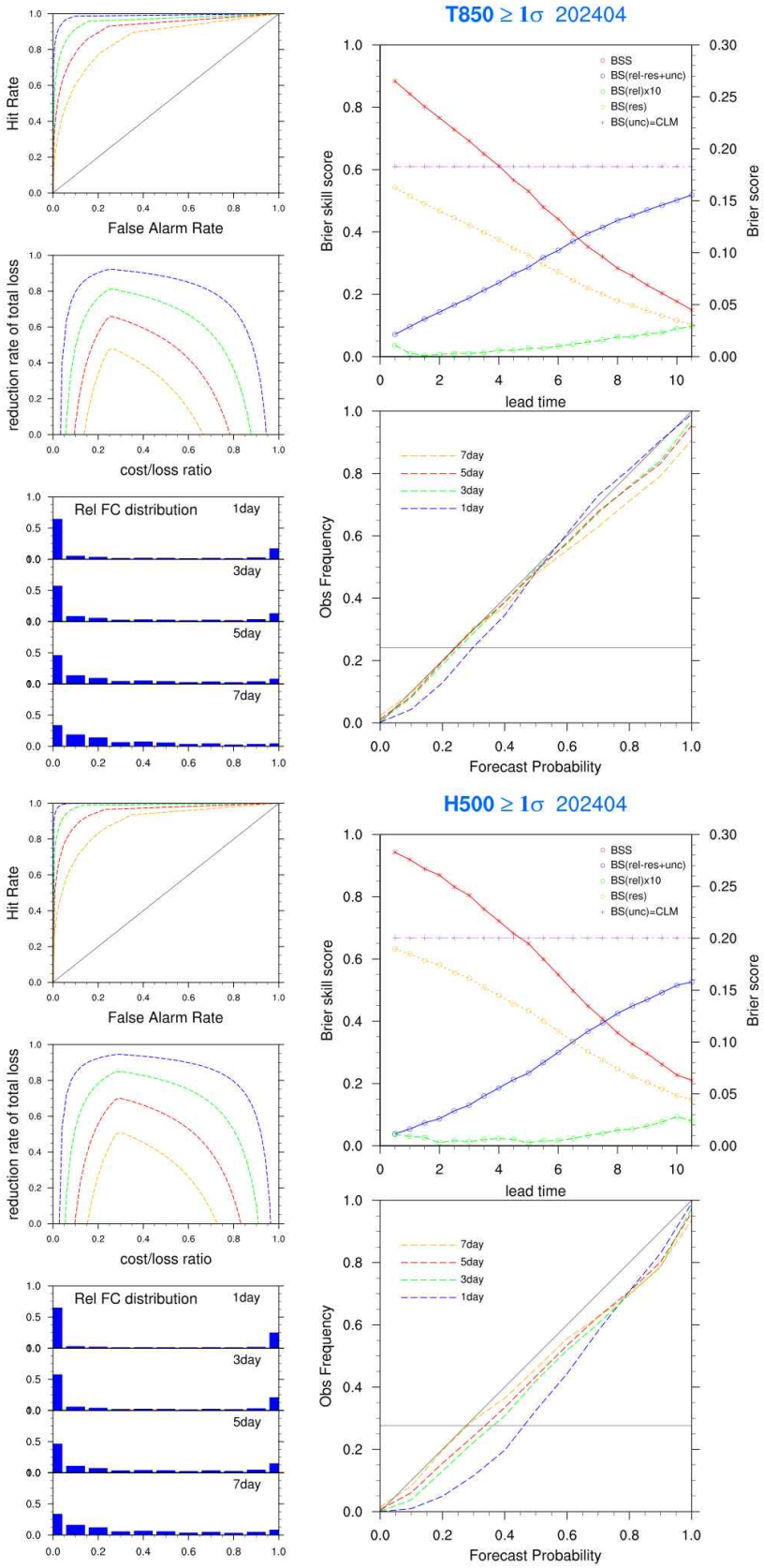


그림 H.2.4 KIM-GENS 북반구 850hPa 기온 및 500hPa 지위고도의 예측성능(2024년 4월)

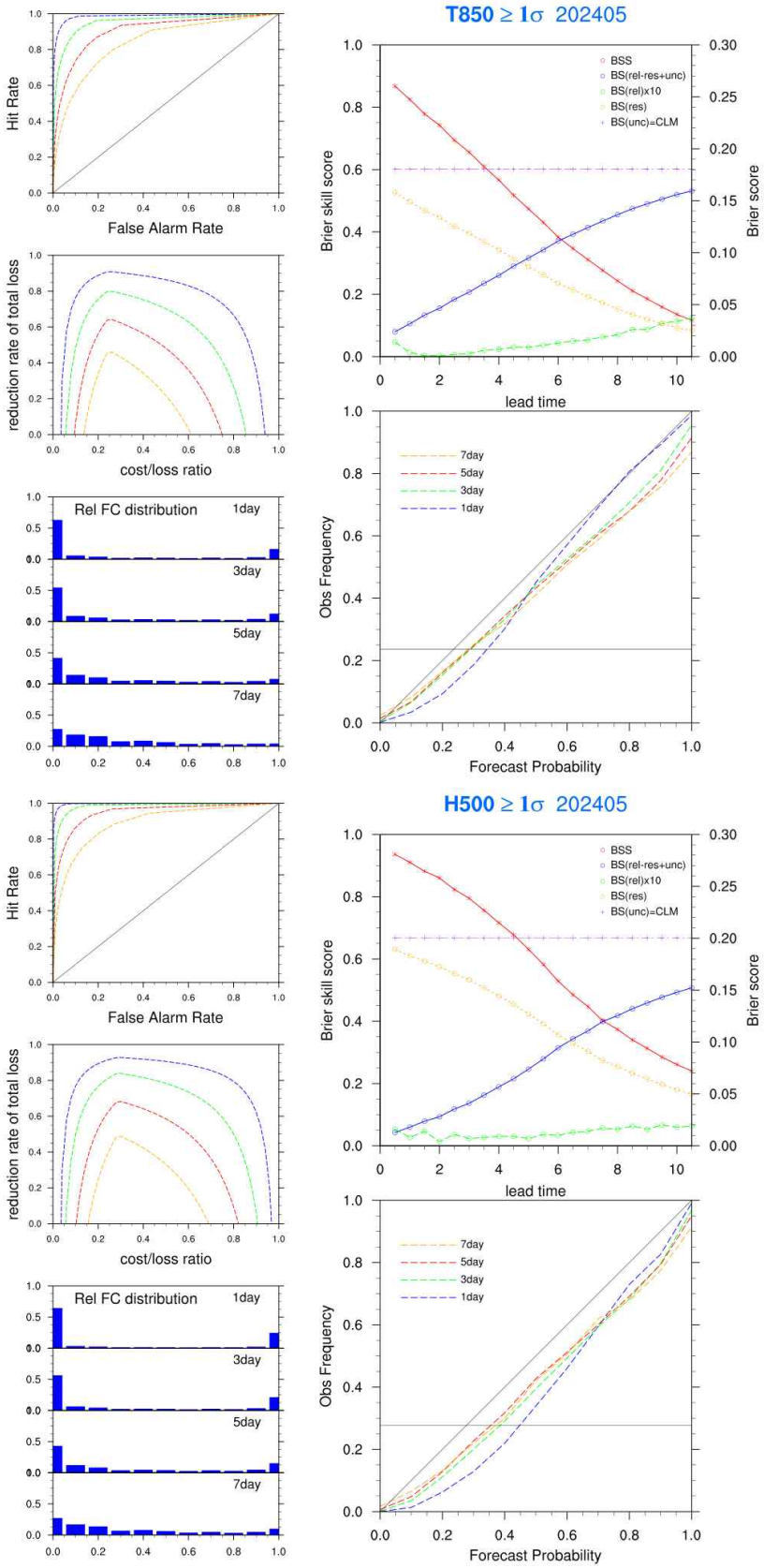


그림 H.2.5 KIM-GENS 북반구 850hPa 기온 및 500hPa 지위고도의 예측성능(2024년 5월)

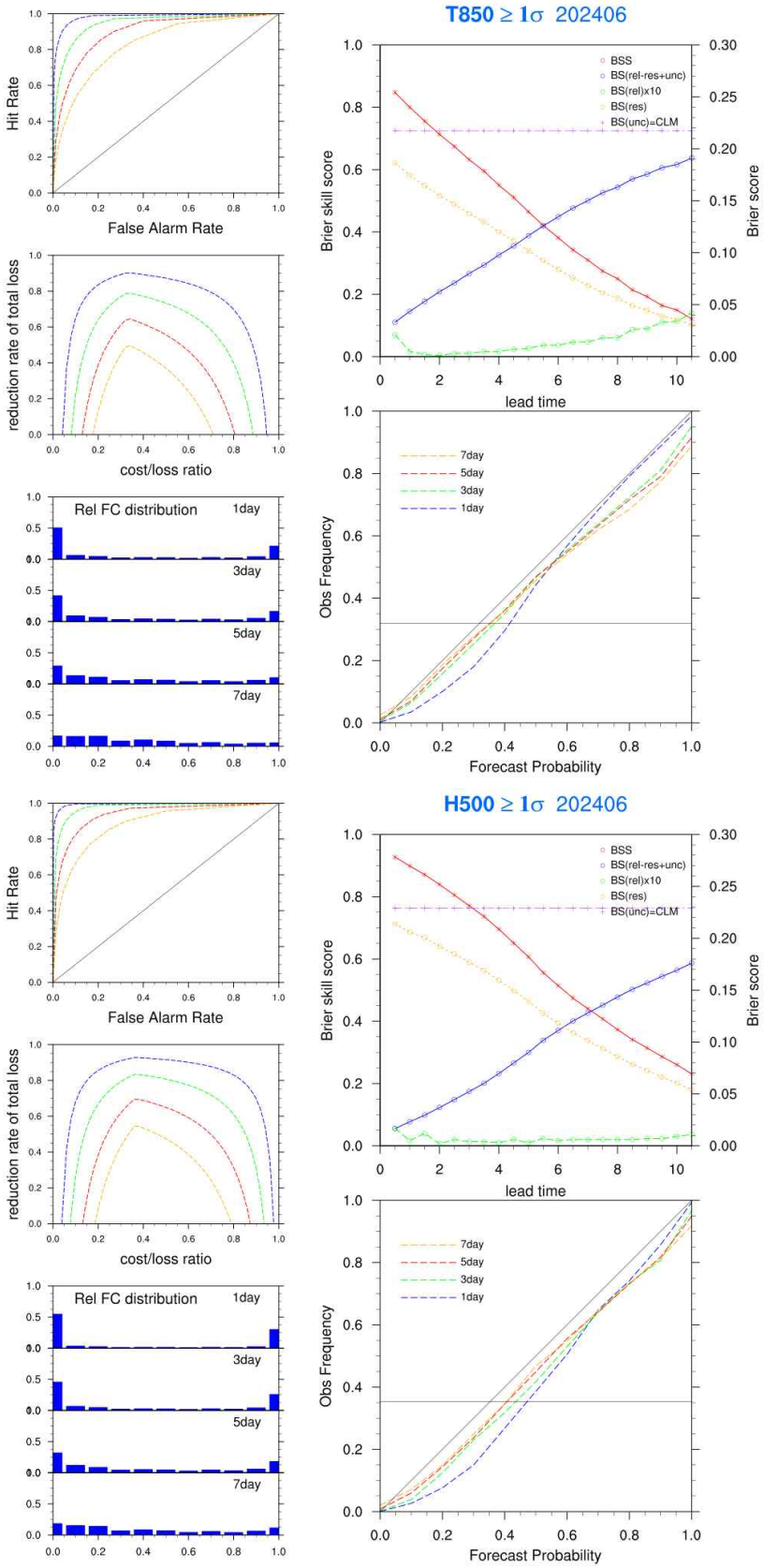


그림 H.2.6 KIM-GENS 북반구 850hPa 기온 및 500hPa 지위고도의 예측성능(2024년 6월)

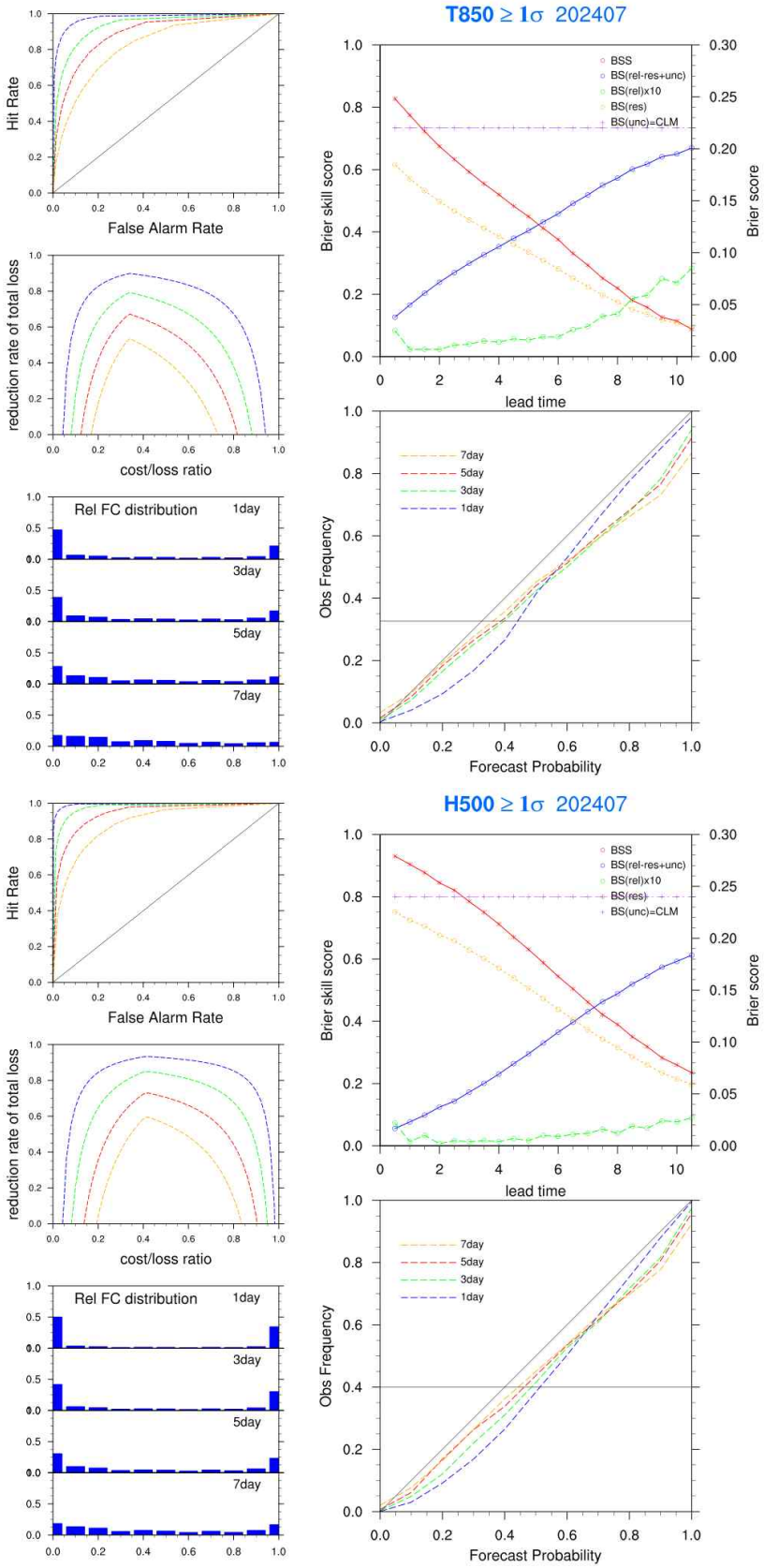


그림 H.2.7 KIM-GENS 북반구 850hPa 기온 및 500hPa 지위고도의 예측성능(2024년 7월)

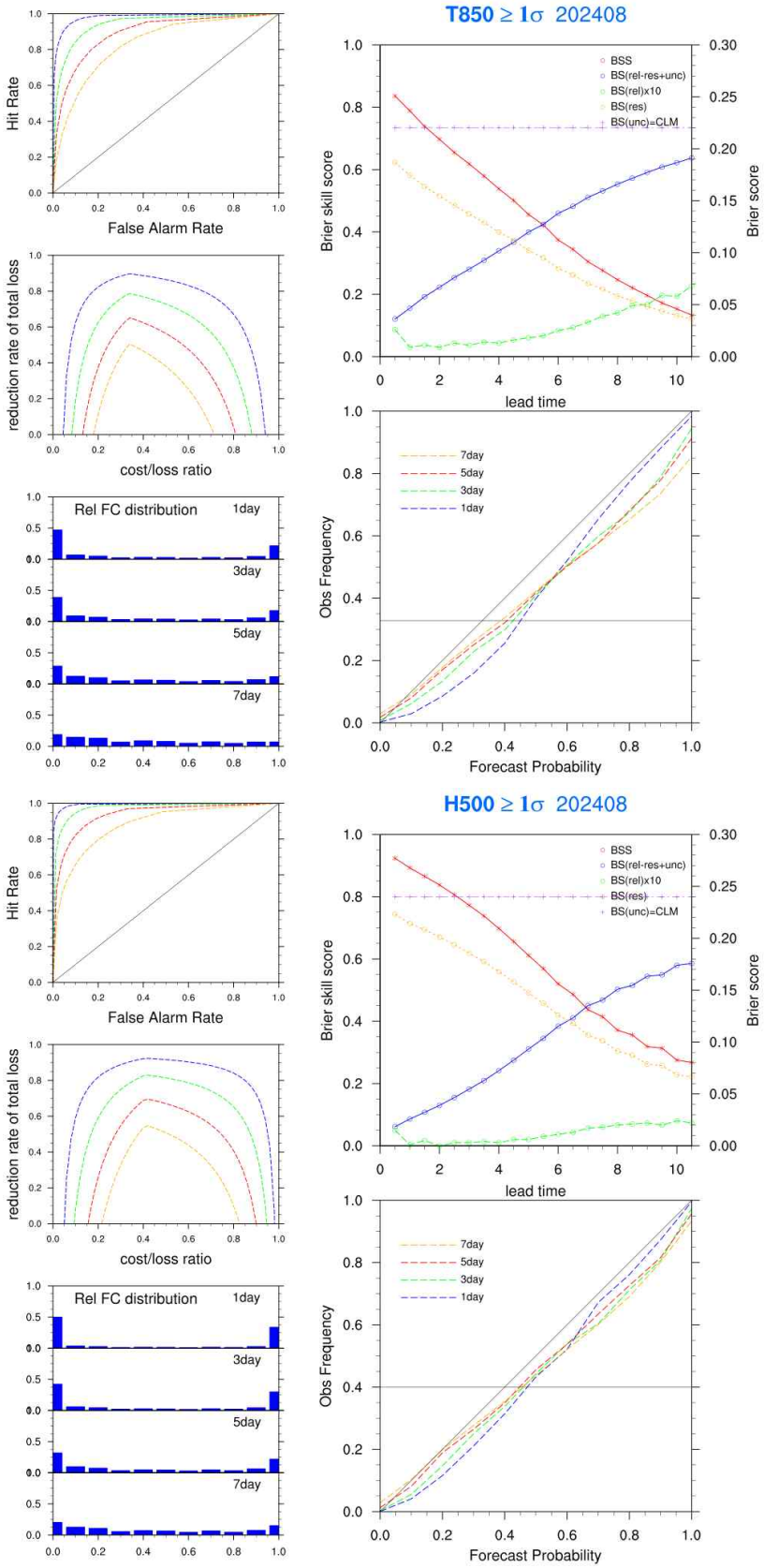


그림 H.2.8 KIM-GENS 북반구 850hPa 기온 및 500hPa 지위고도의 예측성능(2024년 8월)

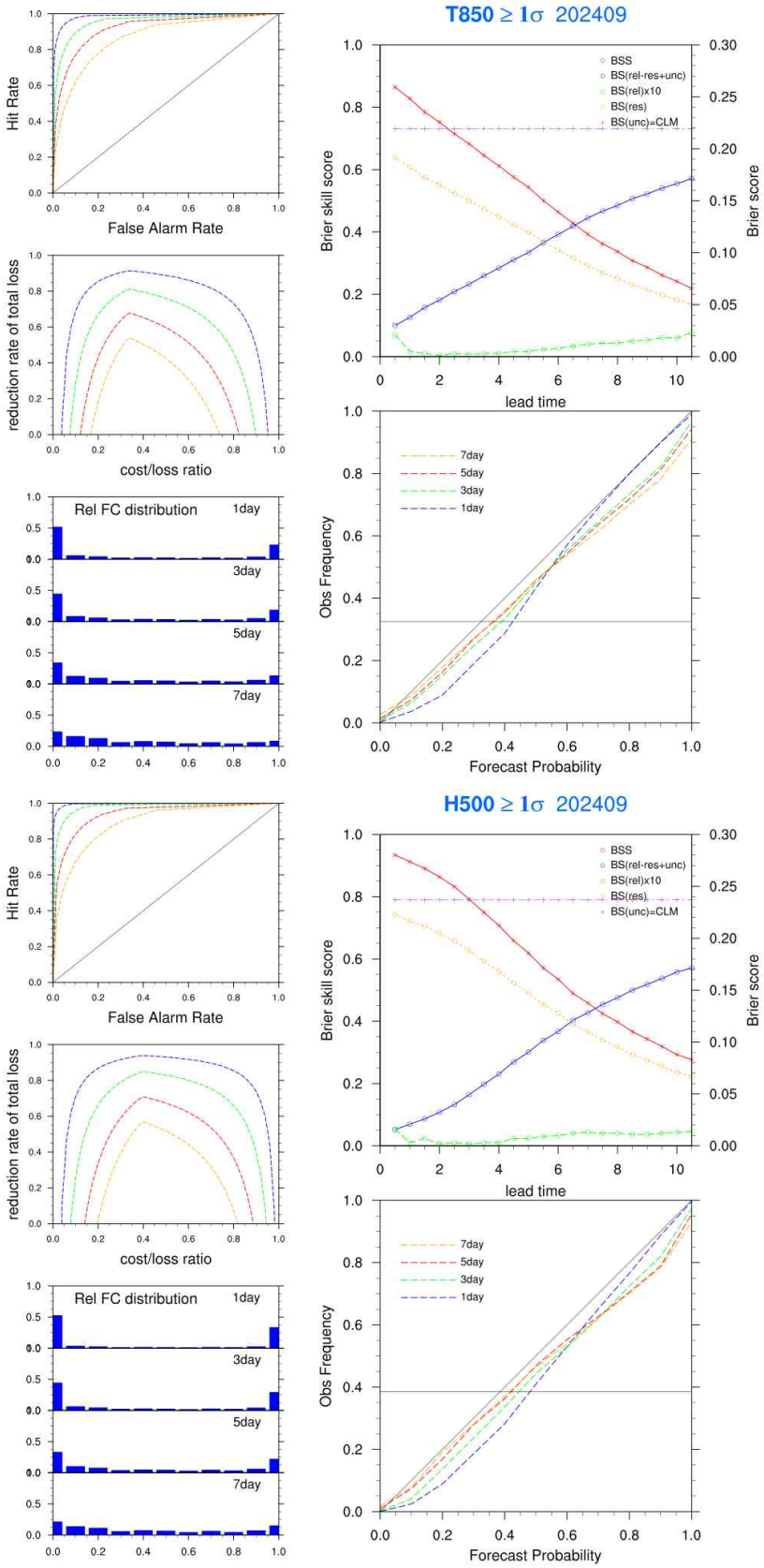


그림 H.2.9 KIM-GENS 북반구 850hPa 기온 및 500hPa 지위고도의 예측성능(2024년 9월)

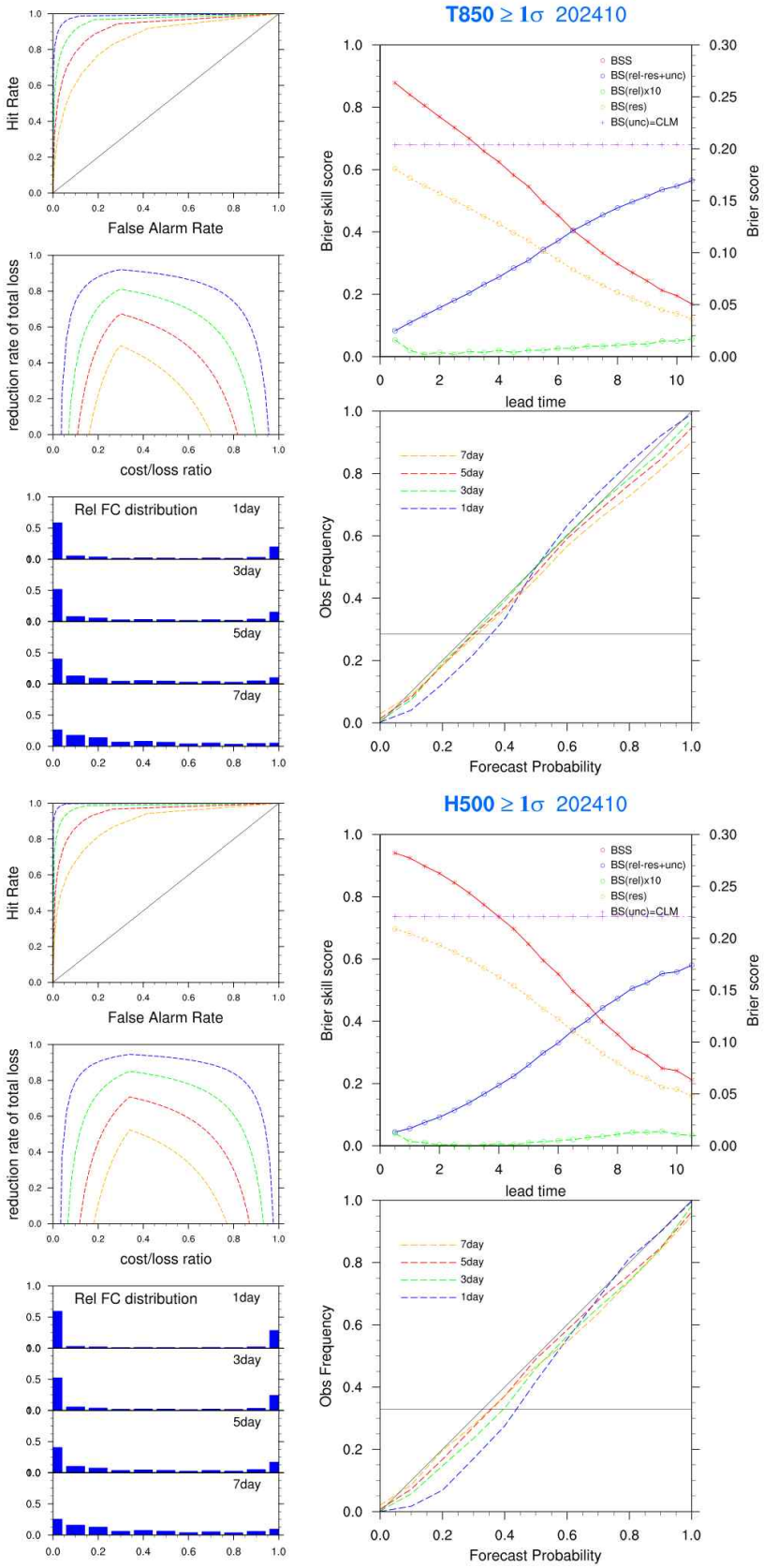


그림 H.2.10 KIM-GENS 북반구 850hPa 기온 및 500hPa 지위고도의 예측성능(2024년 10월)

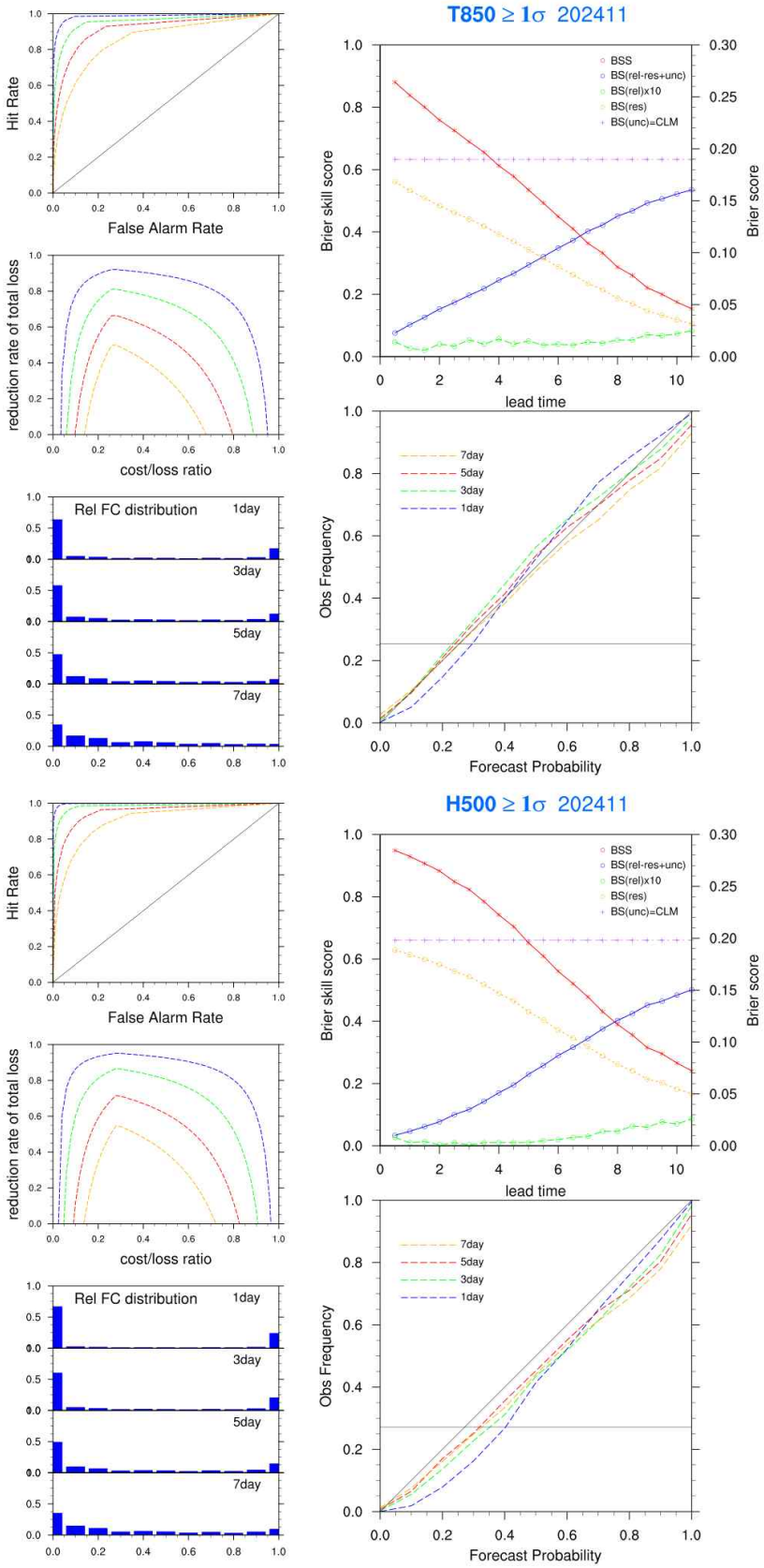


그림 H.2.11 KIM-GENS 북반구 850hPa 기온 및 500hPa 지위고도의 예측성능(2024년 11월)

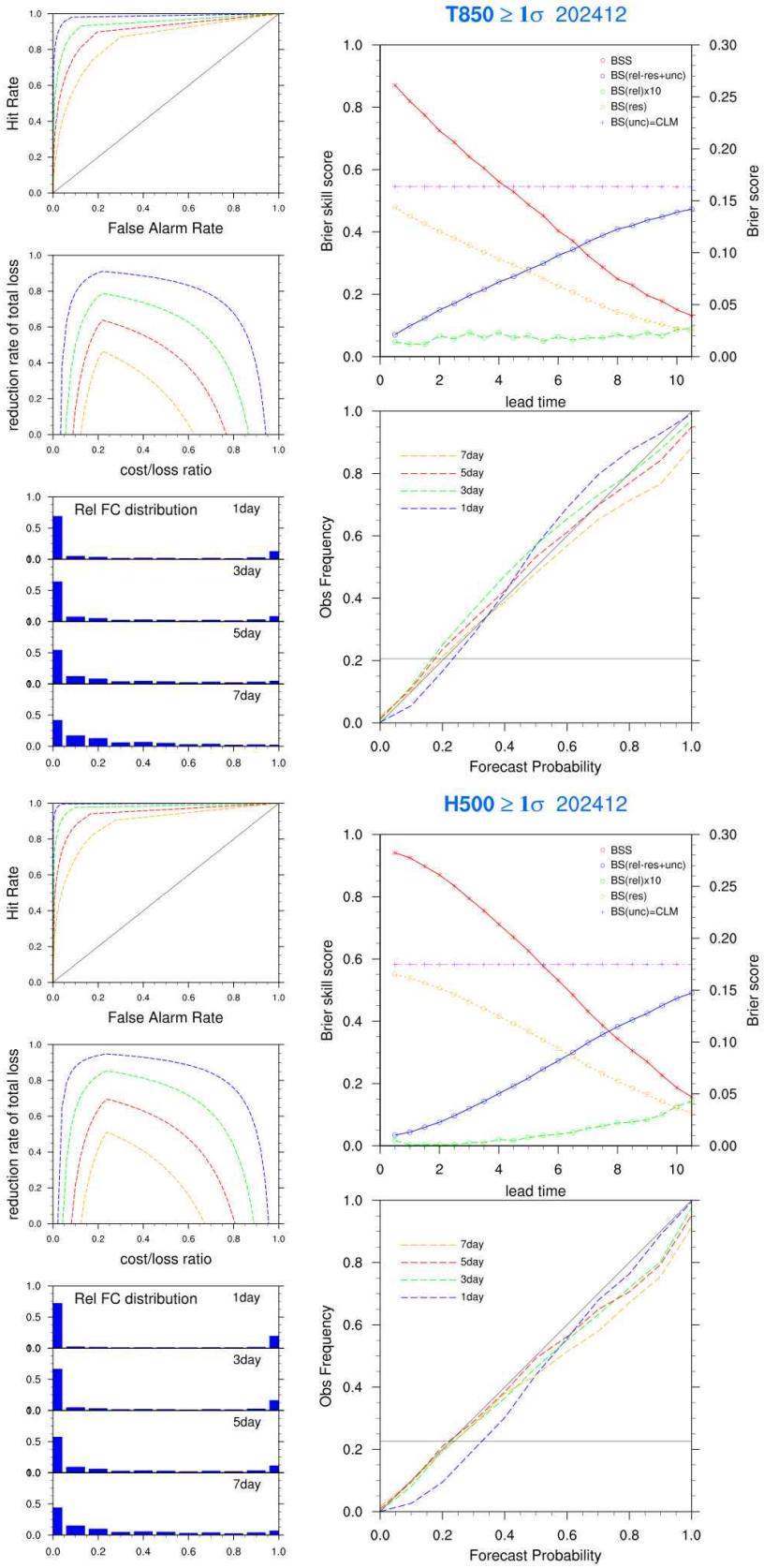


그림 H.2.12 KIM-GENS 북반구 850hPa 기온 및 500hPa 지위고도의 예측성능(2024년 12월)

H.3 성능변화 추세

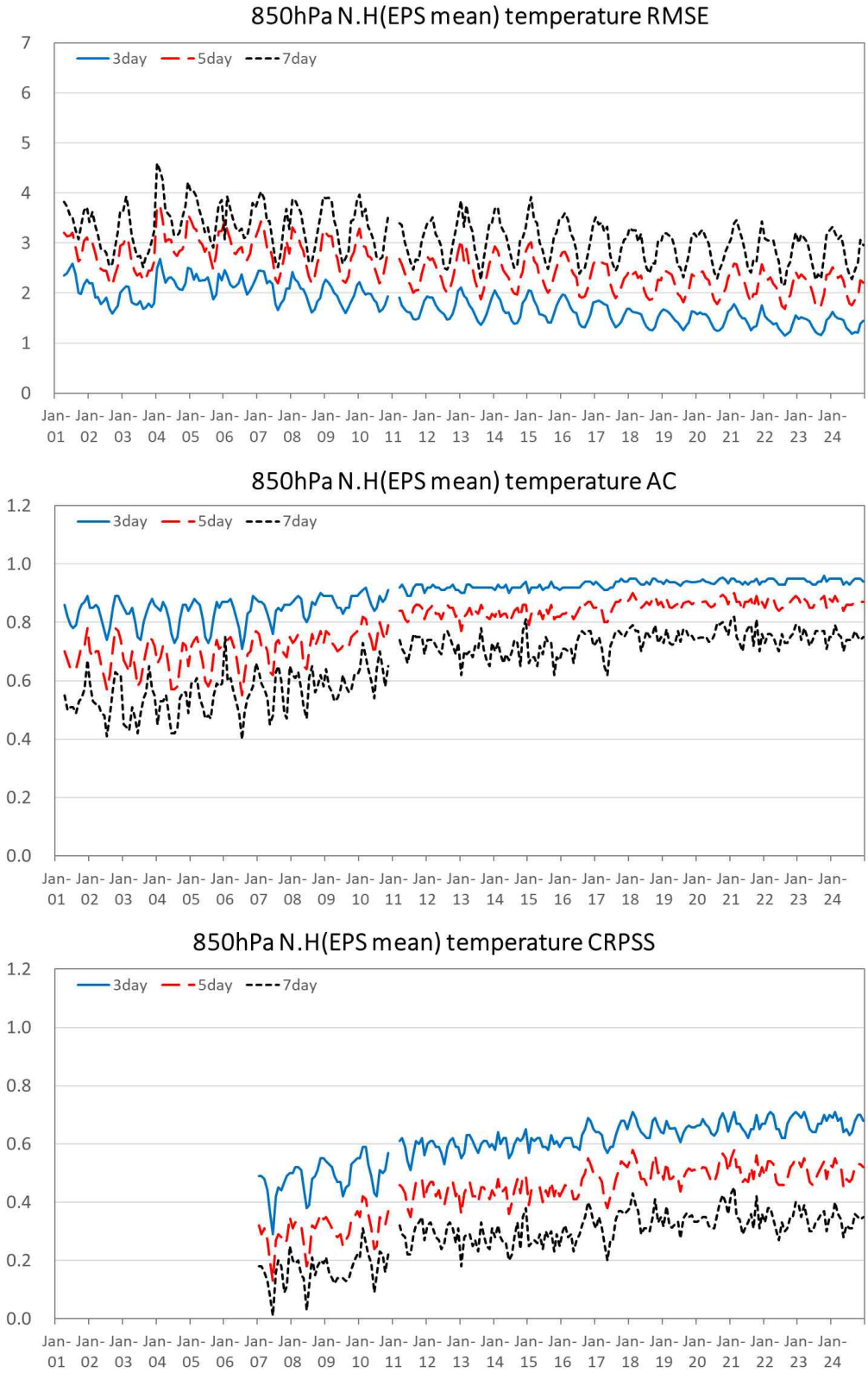


그림 H.3.1 KIM-GENS 북반구 850hPa 기온의 예측시간별 월평균 검증

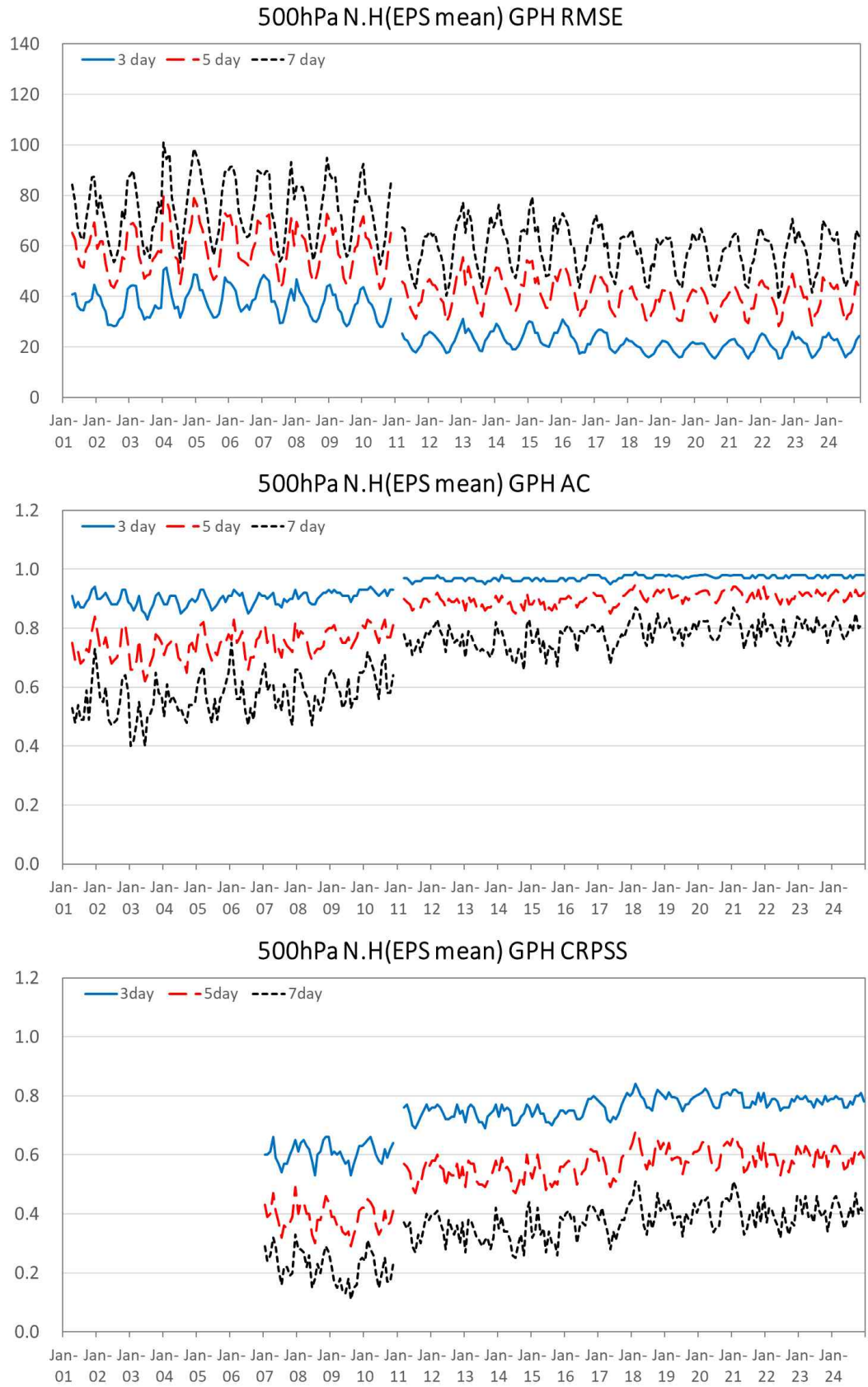


그림 H.3.2 KIM-GENS 북반구 500hPa 지위고도의 예측시간별 월평균 검증

부록 I. 파랑모델 및 폭풍해일모델 검증결과

I.1 파랑모델

I.1.1 부이 검증

I.1.1.1 KIM-GWW3 부이 검증

표 I.1.1 2024년 KIM-GWW3 ME, RMSE, 상관계수 +00H 비교

month	2023년				2024년				2023-2024 (RMSE)
	ME (m)	RMSE (m)	AC	entries	ME (m)	RMSE (m)	AC	entries	
Jan.	-0.05	0.37	0.97	8292	-0.07	0.36	0.97	7876	0.01
Feb.	-0.11	0.36	0.97	7627	-0.08	0.36	0.97	6959	0.00
Mar.	-0.08	0.32	0.97	8176	-0.06	0.32	0.97	7592	0.00
Apr.	-0.08	0.30	0.96	8447	-0.06	0.29	0.97	6856	0.01
May.	-0.07	0.26	0.96	8662	-0.06	0.26	0.95	8056	0.00
Jun.	-0.05	0.22	0.95	8429	-0.03	0.25	0.96	7604	-0.03
Jul.	-0.03	0.21	0.95	8723	-0.02	0.22	0.94	8341	-0.01
Aug.	-0.03	0.24	0.96	8622	-0.03	0.27	0.95	8381	-0.03
Sep.	-0.05	0.30	0.97	8021	-0.11	0.31	0.95	7990	-0.01
Oct.	-0.07	0.33	0.97	8036	-0.08	0.34	0.97	8092	-0.01
Nov.	-0.08	0.35	0.97	8131	-0.10	0.33	0.97	7544	0.02
Dec.	-0.09	0.38	0.97	8019	-0.08	0.36	0.97	7775	0.02
AvH.	-0.07	0.30	0.96	8265	-0.06	0.31	0.96	7756	0.00

표 I.1.2 2024년 KIM-GWW3 ME, RMSE, 상관계수 +24H 비교

month	2023년				2024년				2023-2024 (RMSE)
	ME (m)	RMSE (m)	AC	entries	ME (m)	RMSE (m)	AC	entries	
Jan.	-0.05	0.43	0.96	8294	-0.07	0.42	0.96	7879	0.01
Feb.	-0.11	0.39	0.97	7631	-0.06	0.41	0.96	6961	-0.02
Mar.	-0.09	0.38	0.95	8175	-0.06	0.38	0.96	7591	0.00
Apr.	-0.08	0.34	0.95	8444	-0.04	0.31	0.96	6860	0.03
May.	-0.06	0.30	0.95	8666	-0.05	0.28	0.94	8058	0.02
Jun.	-0.03	0.25	0.94	8435	0.01	0.28	0.95	7604	-0.03
Jul.	-0.01	0.24	0.94	8726	0.00	0.24	0.94	8340	0.00
Aug.	-0.02	0.29	0.94	8623	0.00	0.28	0.95	8408	0.01
Sep.	-0.04	0.34	0.96	8024	-0.10	0.33	0.95	7987	0.01
Oct.	-0.06	0.37	0.96	8031	-0.07	0.37	0.96	8097	0.00
Nov.	-0.08	0.41	0.96	8128	-0.10	0.39	0.96	7540	0.02
Dec.	-0.09	0.46	0.96	8018	-0.08	0.42	0.96	7775	0.04
AvH.	-0.06	0.35	0.95	8266	-0.05	0.34	0.95	7758	0.01

표 I.1.3 2024년 KIM-GWW3 ME, RMSE, 상관계수 +48H 비교

month	2023년				2024년				2023-2024 (RMSE)
	ME (m)	RMSE (m)	AC	entries	ME (m)	RMSE (m)	AC	entries	
Jan.	-0.03	0.50	0.95	8294	-0.05	0.49	0.95	7879	0.01
Feb.	-0.08	0.45	0.95	7628	-0.05	0.49	0.95	6960	-0.04
Mar.	-0.06	0.44	0.94	8175	-0.03	0.43	0.94	7596	0.01
Apr.	-0.06	0.39	0.93	8445	-0.03	0.36	0.95	6859	0.03
May.	-0.04	0.33	0.93	8665	-0.03	0.32	0.92	8060	0.01
Jun.	-0.02	0.29	0.92	8444	0.02	0.31	0.94	7604	-0.02
Jul.	0.01	0.27	0.92	8727	0.01	0.27	0.92	8339	0.00
Aug.	0.00	0.33	0.92	8622	0.02	0.34	0.93	8418	-0.01
Sep.	-0.01	0.38	0.95	8035	-0.08	0.37	0.93	7992	0.01
Oct.	-0.06	0.44	0.94	8022	-0.04	0.43	0.94	8097	0.01
Nov.	-0.06	0.47	0.95	8130	-0.06	0.45	0.95	7544	0.02
Dec.	-0.06	0.55	0.94	8020	-0.04	0.51	0.95	7777	0.04
AvH.	-0.04	0.40	0.94	8267	-0.03	0.40	0.94	7760	0.01

표 I.1.4 2024년 KIM-GWW3 ME, RMSE, 상관계수 +72H 비교

month	2023년				2024년				2023-2024 (RMSE)
	ME (m)	RMSE (m)	AC	entries	ME (m)	RMSE (m)	AC	entries	
Jan.	-0.02	0.57	0.93	8298	-0.05	0.57	0.93	7873	0.00
Feb.	-0.07	0.54	0.93	7636	-0.05	0.58	0.93	6962	-0.04
Mar.	-0.06	0.54	0.91	8177	-0.04	0.51	0.92	7596	0.03
Apr.	-0.06	0.46	0.90	8438	-0.02	0.43	0.92	6867	0.03
May.	-0.02	0.37	0.92	8676	-0.02	0.36	0.90	8064	0.01
Jun.	-0.02	0.32	0.90	8449	0.02	0.37	0.91	7607	-0.05
Jul.	0.01	0.32	0.89	8721	0.01	0.31	0.89	8340	0.01
Aug.	0.01	0.37	0.90	8635	0.02	0.39	0.90	8431	-0.02
Sep.	0.00	0.45	0.92	8043	-0.07	0.45	0.89	7996	0.00
Oct.	-0.07	0.51	0.92	8039	-0.03	0.52	0.92	8099	-0.01
Nov.	-0.05	0.55	0.93	8128	-0.05	0.52	0.93	7541	0.03
Dec.	-0.04	0.62	0.93	8017	-0.03	0.58	0.93	7776	0.04
AvH.	-0.03	0.47	0.92	8271	-0.03	0.47	0.91	7763	0.00

표 I.1.5 2024년 KIM-GWW3 ME, RMSE, 상관계수 +96H 비교

month	2023년				2024년				2023-2024 (RMSE)
	ME (m)	RMSE (m)	AC	entries	ME (m)	RMSE (m)	AC	entries	
Jan.	-0.02	0.67	0.90	8294	-0.05	0.67	0.90	7875	0.00
Feb.	-0.07	0.65	0.90	7632	-0.05	0.70	0.89	6960	-0.05
Mar.	-0.05	0.64	0.87	8184	-0.06	0.60	0.89	7598	0.04
Apr.	-0.06	0.55	0.86	8440	-0.01	0.55	0.88	6863	0.00
May.	-0.03	0.41	0.89	8673	-0.02	0.43	0.86	8056	-0.02
Jun.	-0.02	0.37	0.87	8456	0.00	0.43	0.87	7600	-0.06
Jul.	0.01	0.39	0.84	8712	0.00	0.38	0.84	8340	0.01
Aug.	0.00	0.44	0.85	8642	0.01	0.45	0.87	8419	-0.01
Sep.	-0.02	0.54	0.89	8041	-0.09	0.55	0.83	8001	-0.01
Oct.	-0.09	0.63	0.88	8038	-0.03	0.61	0.88	8100	0.02
Nov.	-0.04	0.69	0.89	8130	-0.05	0.65	0.90	7543	0.04
Dec.	-0.01	0.75	0.89	8029	-0.03	0.69	0.90	7776	0.06
AvH.	-0.03	0.56	0.88	8273	-0.03	0.56	0.88	7761	0.00

표 I.1.6 2024년 KIM-GWW3 ME, RMSE, 상관계수 +120H 비교

month	2023년				2024년				2023-2024 (RMSE)
	ME (m)	RMSE (m)	AC	entries	ME (m)	RMSE (m)	AC	entries	
Jan.	0.00	0.81	0.86	8293	-0.09	0.83	0.85	7877	-0.02
Feb.	-0.06	0.76	0.87	7633	-0.06	0.85	0.84	6962	-0.09
Mar.	-0.04	0.76	0.81	8188	-0.06	0.72	0.83	7604	0.04
Apr.	-0.06	0.64	0.81	8434	-0.01	0.65	0.83	6865	-0.01
May.	-0.04	0.49	0.85	8689	-0.02	0.52	0.79	8063	-0.03
Jun.	-0.02	0.44	0.82	8464	-0.01	0.49	0.83	7594	-0.05
Jul.	-0.01	0.43	0.79	8714	0.01	0.45	0.79	8325	-0.02
Aug.	0.01	0.52	0.79	8641	0.00	0.55	0.81	8413	-0.03
Sep.	-0.04	0.64	0.84	8039	-0.08	0.65	0.77	7997	-0.01
Oct.	-0.11	0.75	0.84	8050	0.01	0.79	0.81	8091	-0.04
Nov.	-0.04	0.84	0.84	8133	-0.04	0.83	0.83	7540	0.01
Dec.	0.02	0.88	0.86	8046	-0.01	0.85	0.85	7778	0.03
AvH.	-0.03	0.66	0.83	8277	-0.03	0.68	0.82	7759	-0.02

I.1.1.2 KIM-RWW3 부이 검증

표 I.1.7 KIM-RWW3 전체 부이 지점 ME 및 RMSE

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	-0.17	-0.11	-0.10	-0.07	-0.05	0.04	0.15	-0.04	-0.06	-0.09	-0.12	-0.15	-0.06
24hr	-0.14	-0.09	-0.06	-0.06	-0.03	0.07	0.16	-0.02	-0.04	-0.08	-0.09	-0.14	-0.04
48hr	-0.10	-0.08	-0.03	-0.02	-0.03	0.07	0.15	-0.03	-0.03	-0.04	-0.06	-0.13	-0.03
72hr	-0.08	-0.12	-0.12	0.09	-0.05	0.07	0.11	-0.03	-0.03	0.07	-0.12	-0.12	-0.03
96hr	-0.08	-0.16	-0.12	0.05	-0.06	0.15	0.11	-0.07	-0.05	0.08	-0.14	-0.09	-0.03
120hr	-0.12	-0.16	-0.04	0.03	-0.01	0.10	0.19	-0.14	0.07	0.00	-0.05	-0.04	-0.01
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	0.32	0.30	0.29	0.25	0.26	0.25	0.30	0.25	0.28	0.28	0.31	0.30	0.28
24hr	0.34	0.34	0.31	0.28	0.28	0.30	0.31	0.27	0.29	0.31	0.32	0.31	0.31
48hr	0.39	0.37	0.35	0.34	0.37	0.29	0.34	0.32	0.32	0.39	0.34	0.36	0.35
72hr	0.43	0.38	0.42	0.44	0.43	0.33	0.36	0.45	0.37	0.50	0.40	0.41	0.41
96hr	0.52	0.51	0.44	0.44	0.61	0.45	0.42	0.51	0.45	0.55	0.46	0.47	0.49
120hr	0.56	0.53	0.51	0.47	0.62	0.44	0.59	0.52	0.70	0.55	0.50	0.58	0.55

표 I.1.8 KIM-RWW3 해역별(서해) 부이 지점 ME 및 RMSE

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	-0.14	-0.11	-0.05	0.00	0.02	0.02	0.13	-0.03	-0.04	-0.11	-0.11	-0.12	-0.05
24hr	-0.12	-0.06	0.01	0.00	0.04	0.04	0.14	-0.02	-0.03	-0.09	-0.09	-0.10	-0.02
48hr	-0.05	-0.08	-0.02	0.03	0.05	0.06	0.13	-0.03	-0.03	-0.04	-0.07	-0.08	-0.01
72hr	-0.03	-0.12	-0.11	0.08	0.07	0.07	0.11	-0.08	-0.05	0.02	-0.15	-0.06	-0.02
96hr	-0.01	-0.14	-0.09	0.08	0.10	0.09	0.17	-0.13	-0.04	0.05	-0.17	-0.02	-0.01
120hr	-0.05	-0.07	-0.01	0.07	0.15	0.09	0.20	-0.16	0.03	-0.02	-0.10	0.06	0.02
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	0.26	0.28	0.28	0.19	0.21	0.19	0.32	0.23	0.24	0.27	0.29	0.26	0.25
24hr	0.28	0.29	0.30	0.22	0.24	0.21	0.33	0.22	0.24	0.29	0.30	0.27	0.27
48hr	0.31	0.35	0.32	0.28	0.31	0.23	0.33	0.24	0.28	0.33	0.35	0.33	0.31
72hr	0.35	0.37	0.41	0.34	0.34	0.26	0.38	0.26	0.31	0.47	0.44	0.41	0.36
96hr	0.41	0.47	0.38	0.28	0.48	0.35	0.46	0.32	0.33	0.50	0.47	0.54	0.42
120hr	0.47	0.50	0.43	0.33	0.45	0.40	0.52	0.39	0.54	0.48	0.48	0.68	0.47

표 I.1.9 KIM-RWW3 해역별(남해) 부이 지점 ME 및 RMSE

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	-0.29	-0.16	-0.18	-0.10	-0.09	0.10	0.20	-0.04	-0.01	-0.11	-0.13	-0.28	-0.09
24hr	-0.26	-0.15	-0.16	-0.09	-0.07	0.17	0.21	-0.03	-0.01	-0.11	-0.09	-0.30	-0.07
48hr	-0.25	-0.14	-0.09	-0.02	-0.09	0.13	0.17	-0.08	-0.03	-0.07	-0.04	-0.31	-0.07
72hr	-0.24	-0.17	-0.18	0.12	-0.12	0.15	0.11	-0.15	-0.01	0.11	-0.09	-0.32	-0.07
96hr	-0.27	-0.23	-0.16	0.06	-0.14	0.19	0.08	-0.20	-0.04	0.10	-0.14	-0.26	-0.08
120hr	-0.31	-0.27	-0.10	0.10	-0.11	0.13	0.18	-0.24	0.22	-0.02	-0.01	-0.22	-0.05
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	0.39	0.34	0.30	0.28	0.27	0.29	0.31	0.28	0.32	0.29	0.31	0.35	0.31
24hr	0.39	0.39	0.32	0.32	0.28	0.39	0.32	0.33	0.35	0.31	0.33	0.37	0.34
48hr	0.43	0.41	0.35	0.35	0.31	0.35	0.33	0.37	0.33	0.41	0.32	0.42	0.37
72hr	0.44	0.42	0.38	0.43	0.36	0.38	0.35	0.47	0.43	0.49	0.36	0.43	0.41
96hr	0.54	0.49	0.47	0.50	0.54	0.44	0.40	0.64	0.53	0.49	0.43	0.47	0.50
120hr	0.62	0.53	0.51	0.50	0.57	0.44	0.73	0.65	0.92	0.55	0.54	0.52	0.59

표 I.1.10 KIM-RWW3 해역별(동해) 부이 지점 ME 및 RMSE

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	-0.08	-0.04	-0.08	-0.13	-0.10	-0.02	0.12	-0.05	-0.13	-0.06	-0.12	-0.04	-0.06
24hr	-0.03	-0.02	-0.03	-0.12	-0.08	0.02	0.14	-0.02	-0.09	-0.03	-0.10	0.01	-0.03
48hr	0.01	0.01	0.05	-0.11	-0.06	0.01	0.15	0.01	-0.01	-0.01	-0.05	0.02	0.00
72hr	0.05	-0.03	-0.07	0.05	-0.11	-0.01	0.12	0.18	-0.03	0.09	-0.09	0.05	0.02
96hr	0.05	-0.06	-0.11	0.00	-0.18	0.17	0.06	0.17	-0.06	0.12	-0.10	0.02	0.01
120hr	0.01	-0.14	-0.03	-0.11	-0.13	0.08	0.18	0.01	-0.05	0.05	-0.02	0.02	-0.01
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	0.33	0.29	0.29	0.30	0.30	0.29	0.27	0.23	0.27	0.29	0.34	0.28	0.29
24hr	0.35	0.34	0.30	0.33	0.33	0.33	0.29	0.27	0.30	0.35	0.33	0.31	0.32
48hr	0.44	0.36	0.39	0.40	0.53	0.31	0.36	0.37	0.37	0.45	0.35	0.33	0.39
72hr	0.53	0.37	0.47	0.60	0.63	0.35	0.35	0.67	0.37	0.57	0.38	0.38	0.47
96hr	0.64	0.62	0.49	0.60	0.89	0.61	0.40	0.60	0.53	0.70	0.46	0.36	0.58
120hr	0.60	0.57	0.64	0.64	0.92	0.48	0.53	0.54	0.67	0.64	0.48	0.49	0.60

I.1.1.3 KIM-CWW3 부이 검증

표 I.1.11 KIM-CWW3 전체 부이 지점 ME 및 RMSE

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	-0.18	-0.11	-0.11	-0.10	-0.08	0.02	0.13	-0.04	-0.07	-0.10	-0.12	-0.16	-0.08
24hr	-0.14	-0.09	-0.07	-0.09	-0.05	0.06	0.15	-0.03	-0.06	-0.09	-0.09	-0.15	-0.05
48hr	-0.10	-0.08	-0.03	-0.05	-0.05	0.05	0.13	-0.04	-0.04	-0.05	-0.06	-0.14	-0.04
72hr	-0.08	-0.11	-0.13	0.08	-0.07	0.06	0.09	-0.03	-0.04	0.06	-0.12	-0.12	-0.03
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	0.33	0.32	0.29	0.26	0.26	0.26	0.30	0.26	0.28	0.29	0.31	0.30	0.29
24hr	0.34	0.35	0.32	0.29	0.28	0.32	0.31	0.28	0.30	0.32	0.32	0.32	0.31
48hr	0.40	0.39	0.36	0.35	0.38	0.29	0.34	0.34	0.32	0.40	0.34	0.37	0.36
72hr	0.44	0.39	0.43	0.47	0.44	0.33	0.36	0.47	0.38	0.51	0.39	0.42	0.42

표 I.1.12 KIM-CWW3 해역별(서해) 부이 지점 ME 및 RMSE

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	-0.17	-0.15	-0.07	-0.03	-0.03	-0.03	0.07	-0.06	-0.11	-0.17	-0.15	-0.16	-0.09
24hr	-0.14	-0.12	-0.02	-0.03	0.01	0.00	0.08	-0.05	-0.10	-0.15	-0.13	-0.14	-0.07
48hr	-0.08	-0.14	-0.06	-0.01	0.03	0.02	0.08	-0.06	-0.10	-0.11	-0.13	-0.12	-0.06
72hr	-0.07	-0.17	-0.16	0.05	0.04	0.04	0.05	-0.10	-0.12	-0.07	-0.22	-0.10	-0.07
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	0.27	0.29	0.28	0.19	0.19	0.18	0.29	0.24	0.20	0.27	0.29	0.27	0.25
24hr	0.28	0.30	0.30	0.22	0.23	0.19	0.31	0.21	0.21	0.30	0.30	0.27	0.26
48hr	0.31	0.35	0.32	0.27	0.31	0.18	0.31	0.24	0.25	0.32	0.34	0.34	0.30
72hr	0.35	0.37	0.43	0.34	0.32	0.23	0.36	0.25	0.29	0.45	0.43	0.43	0.35

표 I.1.13 KIM-CWW3 해역별(남해) 부이 지점 ME 및 RMSE

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	-0.26	-0.11	-0.15	-0.10	-0.09	0.10	0.20	-0.02	0.01	-0.07	-0.09	-0.26	-0.07
24hr	-0.23	-0.11	-0.13	-0.09	-0.07	0.16	0.20	-0.01	0.02	-0.08	-0.05	-0.28	-0.06
48hr	-0.22	-0.09	-0.07	-0.02	-0.09	0.12	0.17	-0.06	0.00	-0.03	-0.01	-0.29	-0.05
72hr	-0.21	-0.12	-0.15	0.13	-0.12	0.14	0.11	-0.13	0.02	0.16	-0.06	-0.30	-0.04
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	0.38	0.34	0.29	0.29	0.27	0.29	0.32	0.29	0.33	0.29	0.30	0.34	0.31
24hr	0.39	0.40	0.32	0.32	0.28	0.40	0.32	0.35	0.37	0.31	0.34	0.36	0.35
48hr	0.42	0.42	0.37	0.36	0.31	0.35	0.34	0.38	0.34	0.41	0.33	0.40	0.37
72hr	0.44	0.42	0.39	0.45	0.36	0.38	0.37	0.47	0.45	0.51	0.36	0.42	0.42

표 I.1.14 KIM-CWW3 해역별(동해) 부이 지점 ME 및 RMSE

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	-0.08	-0.04	-0.09	-0.15	-0.12	-0.03	0.12	-0.06	-0.14	-0.07	-0.12	-0.03	-0.07
24hr	-0.02	-0.03	-0.04	-0.14	-0.10	0.00	0.14	-0.03	-0.10	-0.03	-0.10	0.01	-0.04
48hr	0.02	0.01	0.04	-0.13	-0.08	-0.01	0.15	0.00	-0.02	-0.02	-0.06	0.03	-0.01
72hr	0.06	-0.03	-0.08	0.04	-0.12	-0.03	0.12	0.17	-0.03	0.08	-0.10	0.06	0.01
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	0.33	0.31	0.31	0.31	0.31	0.30	0.28	0.24	0.28	0.30	0.33	0.29	0.30
24hr	0.36	0.36	0.32	0.34	0.33	0.34	0.30	0.27	0.31	0.36	0.32	0.33	0.33
48hr	0.45	0.38	0.41	0.41	0.54	0.32	0.38	0.38	0.39	0.46	0.35	0.34	0.40
72hr	0.54	0.38	0.48	0.62	0.64	0.36	0.36	0.69	0.38	0.58	0.38	0.39	0.48

I.1.1.4 UM-EWW3 부이 검증

표 I.1.15 UM-EWW3 해역별(서해) 부이 지점 ME 및 RMSE

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	-0.03	-0.08	0.04	0.01	0.07	0.03	0.17	-0.04	-0.04	-0.08	-0.05	0.03	0.00
24hr	0.01	-0.08	0.05	0.02	0.08	0.03	0.16	-0.04	-0.02	-0.05	-0.01	0.07	0.02
48hr	0.04	-0.07	0.03	0.04	0.09	0.04	0.17	-0.04	-0.03	-0.04	-0.04	0.10	0.02
72hr	0.07	-0.08	0.05	0.06	0.09	0.04	0.16	-0.04	-0.05	0.00	-0.06	0.16	0.03
96hr	0.09	-0.09	0.06	0.08	0.08	0.11	0.22	-0.04	-0.03	0.00	-0.03	0.16	0.05
120hr	0.05	-0.04	0.13	0.08	0.06	0.15	0.28	-0.05	0.05	-0.02	-0.04	0.12	0.06
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	0.24	0.25	0.26	0.18	0.23	0.18	0.33	0.20	0.24	0.27	0.27	0.24	0.24
24hr	0.27	0.27	0.28	0.19	0.25	0.19	0.34	0.21	0.24	0.27	0.29	0.27	0.26
48hr	0.34	0.36	0.30	0.24	0.28	0.23	0.36	0.25	0.24	0.28	0.29	0.32	0.29
72hr	0.38	0.39	0.37	0.24	0.30	0.25	0.39	0.26	0.27	0.38	0.34	0.37	0.33
96hr	0.41	0.44	0.45	0.25	0.33	0.37	0.45	0.32	0.28	0.42	0.41	0.44	0.38
120hr	0.51	0.48	0.47	0.28	0.34	0.43	0.53	0.35	0.32	0.44	0.48	0.45	0.42

표 I.1.16 UM-EWW3 해역별(남해) 부이 지점 ME 및 RMSE

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	-0.26	-0.22	-0.19	-0.13	-0.10	0.01	0.05	-0.09	-0.04	-0.12	-0.18	-0.26	-0.13
24hr	-0.22	-0.21	-0.18	-0.09	-0.08	0.05	0.06	-0.06	-0.04	-0.09	-0.15	-0.23	-0.10
48hr	-0.21	-0.23	-0.16	-0.02	-0.11	0.04	0.07	-0.01	-0.01	-0.05	-0.16	-0.19	-0.09
72hr	-0.20	-0.18	-0.15	0.10	-0.19	0.05	0.04	0.03	0.01	0.03	-0.18	-0.15	-0.07
96hr	-0.19	-0.22	-0.16	0.17	-0.22	0.13	0.08	-0.02	0.06	0.01	-0.16	-0.13	-0.05
120hr	-0.25	-0.23	-0.13	0.19	-0.18	0.19	0.13	-0.11	0.22	0.08	-0.15	-0.17	-0.03
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	0.38	0.38	0.32	0.26	0.24	0.21	0.24	0.26	0.31	0.30	0.34	0.33	0.30
24hr	0.38	0.38	0.33	0.26	0.25	0.23	0.26	0.30	0.31	0.30	0.39	0.32	0.31
48hr	0.40	0.44	0.32	0.28	0.28	0.24	0.27	0.35	0.35	0.38	0.38	0.34	0.34
72hr	0.43	0.47	0.35	0.34	0.37	0.31	0.30	0.42	0.34	0.55	0.42	0.31	0.38
96hr	0.48	0.52	0.45	0.36	0.48	0.37	0.32	0.58	0.44	0.46	0.44	0.33	0.44
120hr	0.54	0.54	0.47	0.39	0.50	0.48	0.45	0.64	0.56	0.50	0.49	0.39	0.50

표 I.1.17 UM-EWW3 해역별(동해) 부이 지점 ME 및 RMSE

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	-0.30	-0.10	-0.15	-0.17	-0.13	-0.05	0.07	-0.02	-0.12	-0.09	-0.27	-0.31	-0.14
24hr	-0.27	-0.15	-0.14	-0.16	-0.14	-0.05	0.14	0.00	-0.09	-0.08	-0.25	-0.30	-0.12
48hr	-0.27	-0.20	-0.17	-0.13	-0.15	-0.07	0.17	0.03	-0.04	-0.06	-0.27	-0.34	-0.13
72hr	-0.24	-0.22	-0.17	-0.09	-0.20	-0.04	0.13	0.10	0.00	0.01	-0.31	-0.29	-0.11
96hr	-0.20	-0.22	-0.17	-0.06	-0.26	0.03	0.16	0.21	-0.02	0.00	-0.27	-0.27	-0.09
120hr	-0.26	-0.19	-0.14	-0.06	-0.25	0.11	0.20	0.19	0.10	0.07	-0.27	-0.32	-0.07
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	0.47	0.33	0.31	0.34	0.37	0.23	0.23	0.20	0.33	0.29	0.42	0.41	0.33
24hr	0.49	0.34	0.31	0.35	0.44	0.23	0.28	0.23	0.40	0.31	0.43	0.41	0.35
48hr	0.55	0.43	0.37	0.38	0.51	0.26	0.35	0.27	0.30	0.31	0.42	0.46	0.38
72hr	0.62	0.48	0.40	0.45	0.62	0.30	0.36	0.37	0.34	0.41	0.48	0.42	0.44
96hr	0.68	0.54	0.49	0.45	0.78	0.37	0.43	0.54	0.48	0.45	0.49	0.48	0.52
120hr	0.76	0.63	0.59	0.45	0.85	0.48	0.45	0.49	0.57	0.49	0.61	0.57	0.58

I.1.1.5 UM-KWW3 부이 검증

표 I.1.18 UM-KWW3 해역별(서해) 부이 지점 ME 및 RMSE

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	-0.04	-0.02	-0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	-0.03	-0.08	-0.07	-0.02
3hr	-0.13	-0.10	-0.07	-0.02	-0.03	-0.02	-0.01	-0.02	-0.03	-0.11	-0.18	-0.19	-0.08
6hr	-0.10	-0.10	-0.06	-0.02	-0.02	-0.02	0.02	-0.02	-0.03	-0.09	-0.14	-0.15	-0.06
9hr	-0.11	-0.10	-0.04	-0.02	0.00	-0.02	0.05	-0.03	-0.03	-0.08	-0.14	-0.14	-0.06
12hr	-0.12	-0.11	-0.03	-0.03	0.01	-0.02	0.09	-0.02	-0.04	-0.08	-0.14	-0.14	-0.05
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	0.19	0.18	0.19	0.08	0.10	0.09	0.28	0.12	0.11	0.16	0.25	0.21	0.16
3hr	0.29	0.27	0.25	0.12	0.14	0.12	0.32	0.16	0.18	0.25	0.36	0.32	0.23
6hr	0.28	0.28	0.26	0.14	0.17	0.14	0.35	0.17	0.20	0.25	0.33	0.32	0.24
9hr	0.28	0.29	0.28	0.15	0.19	0.15	0.37	0.18	0.22	0.27	0.34	0.33	0.25
12hr	0.29	0.29	0.28	0.15	0.20	0.16	0.40	0.20	0.22	0.29	0.35	0.33	0.26

표 I.1.19 UM-KWW3 해역별(남해) 부이 지점 ME 및 RMSE

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	-0.10	-0.14	-0.09	-0.06	-0.06	-0.03	-0.05	-0.05	-0.04	-0.06	-0.09	-0.08	-0.07
3hr	-0.25	-0.34	-0.22	-0.16	-0.15	-0.07	-0.08	-0.12	-0.10	-0.21	-0.24	-0.22	-0.18
6hr	-0.24	-0.35	-0.22	-0.19	-0.15	-0.06	-0.03	-0.11	-0.06	-0.19	-0.20	-0.21	-0.17
9hr	-0.26	-0.33	-0.23	-0.19	-0.14	-0.02	0.03	-0.10	-0.04	-0.14	-0.17	-0.23	-0.15
12hr	-0.27	-0.32	-0.23	-0.18	-0.13	0.00	0.07	-0.09	-0.04	-0.11	-0.15	-0.24	-0.14
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	0.18	0.23	0.19	0.14	0.14	0.11	0.15	0.12	0.17	0.19	0.19	0.15	0.16
3hr	0.35	0.45	0.35	0.27	0.26	0.17	0.22	0.20	0.29	0.33	0.35	0.29	0.29
6hr	0.35	0.47	0.36	0.31	0.28	0.19	0.23	0.22	0.31	0.34	0.34	0.29	0.31
9hr	0.38	0.47	0.37	0.32	0.29	0.20	0.24	0.24	0.32	0.34	0.33	0.31	0.32
12hr	0.39	0.46	0.37	0.32	0.28	0.22	0.26	0.26	0.32	0.33	0.34	0.33	0.32

표 I.1.20 UM-KWW3 해역별(동해) 부이 지점 ME 및 RMSE

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	-0.05	-0.08	-0.07	-0.05	-0.05	-0.01	-0.03	-0.02	-0.02	-0.05	-0.08	-0.04	-0.05
3hr	-0.15	-0.20	-0.17	-0.15	-0.13	-0.04	-0.04	-0.05	-0.10	-0.14	-0.21	-0.14	-0.13
6hr	-0.13	-0.15	-0.15	-0.15	-0.11	-0.03	0.01	-0.02	-0.10	-0.12	-0.19	-0.07	-0.10
9hr	-0.12	-0.13	-0.14	-0.14	-0.08	-0.01	0.05	0.01	-0.08	-0.07	-0.17	-0.03	-0.08
12hr	-0.12	-0.14	-0.13	-0.13	-0.08	0.00	0.08	0.03	-0.07	-0.06	-0.14	-0.01	-0.06
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	0.22	0.20	0.19	0.15	0.19	0.12	0.13	0.10	0.13	0.17	0.20	0.18	0.17
3hr	0.35	0.34	0.32	0.29	0.35	0.19	0.21	0.17	0.23	0.31	0.35	0.29	0.28
6hr	0.35	0.32	0.34	0.30	0.38	0.21	0.25	0.19	0.26	0.32	0.38	0.31	0.30
9hr	0.35	0.33	0.34	0.31	0.38	0.22	0.27	0.22	0.28	0.32	0.38	0.34	0.31
12hr	0.36	0.33	0.33	0.31	0.39	0.22	0.28	0.23	0.29	0.33	0.37	0.37	0.32

I.1.2 위성 검증

I.1.2.1 KIM-GWW3 위성 검증

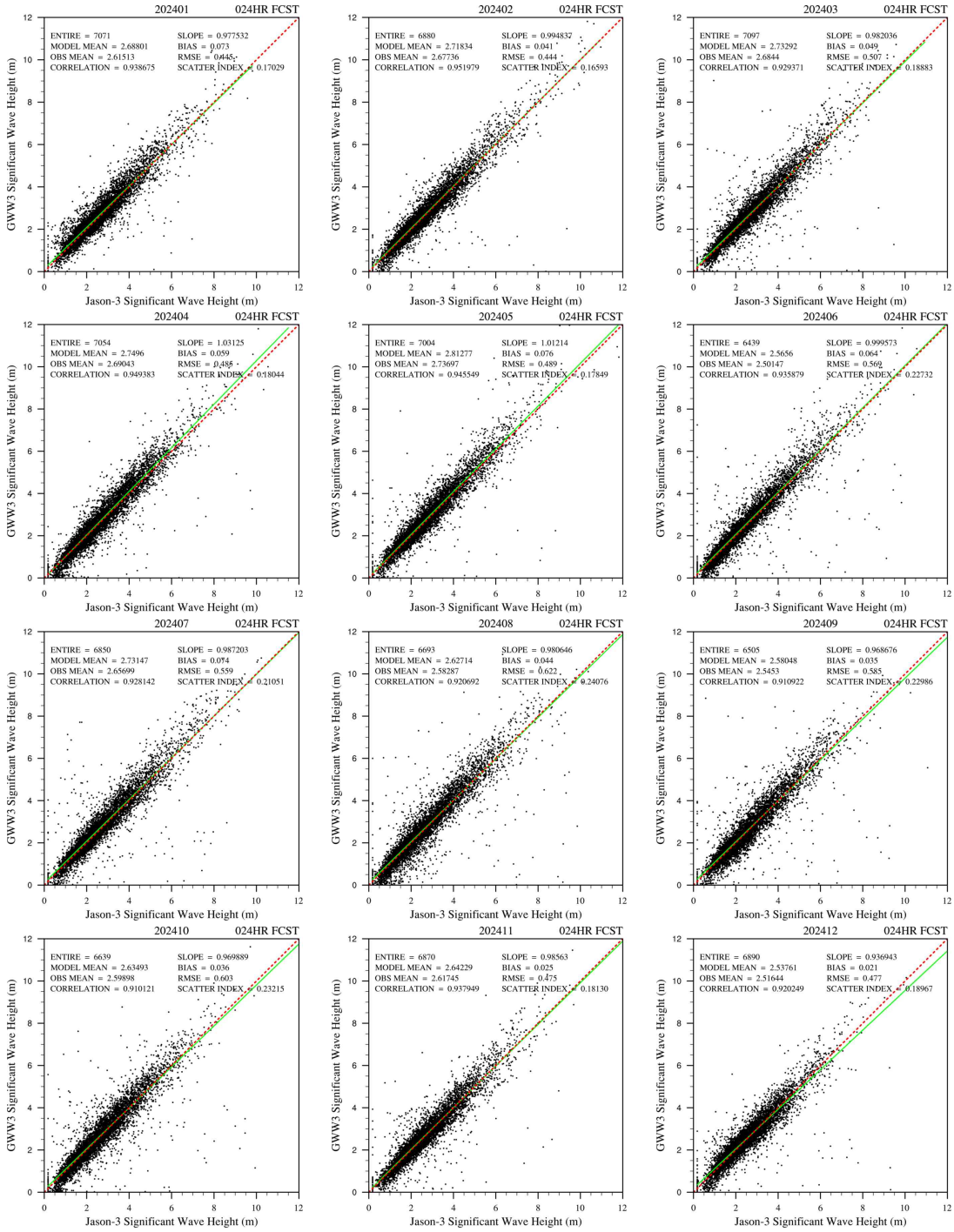


그림 I.1.1 Jason-3 위성에 대한 KIM-GWW3의 +24H 예측 유의파고의 월별 산포도

I.2 폭풍해일모델

I.2.1 KIM-RTSM 검조소 지점별 조위 검증

표 I.2.1 KIM-RTSM 전체 지점 ME 및 RMSE

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	-0.082	-0.097	-0.073	0.003	0.041	0.039	0.045	0.054	0.057	0.018	-0.068	-0.024	-0.007
24hr	-0.083	-0.092	-0.078	-0.001	0.043	0.035	0.047	0.051	0.060	0.010	-0.066	-0.026	-0.008
48hr	-0.083	-0.087	-0.077	0.010	0.047	0.029	0.056	0.052	0.064	0.007	-0.060	-0.026	-0.006
72hr	-0.089	-0.087	-0.079	0.018	0.045	0.027	0.057	0.052	0.070	0.003	-0.056	-0.029	-0.006
96hr	-0.090	-0.082	-0.075	0.024	0.046	0.032	0.063	0.056	0.081	0.002	-0.052	-0.028	-0.002
120hr	-0.093	-0.080	-0.070	0.022	0.050	0.034	0.067	0.061	0.079	0.003	-0.047	-0.032	-0.000
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	0.130	0.147	0.121	0.079	0.090	0.069	0.108	0.098	0.119	0.106	0.118	0.103	0.107
24hr	0.131	0.147	0.121	0.079	0.089	0.067	0.108	0.097	0.121	0.105	0.114	0.104	0.107
48hr	0.132	0.143	0.120	0.080	0.091	0.070	0.110	0.099	0.123	0.109	0.111	0.103	0.108
72hr	0.137	0.143	0.123	0.083	0.088	0.069	0.110	0.099	0.127	0.109	0.109	0.102	0.108
96hr	0.140	0.138	0.121	0.083	0.089	0.073	0.112	0.103	0.137	0.110	0.108	0.103	0.110
120hr	0.144	0.135	0.116	0.082	0.090	0.075	0.114	0.110	0.135	0.118	0.106	0.106	0.111

표 I.2.2 KIM-RTSM 여수 지점 ME 및 RMSE

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	-0.083	-0.121	-0.089	-0.016	0.022	0.038	0.081	0.052	0.041	-0.003	-0.070	-0.014	-0.014
24hr	-0.087	-0.115	-0.094	-0.018	0.026	0.035	0.084	0.047	0.044	-0.007	-0.068	-0.016	-0.014
48hr	-0.092	-0.107	-0.092	-0.010	0.029	0.033	0.091	0.046	0.047	-0.005	-0.061	-0.018	-0.012
72hr	-0.099	-0.105	-0.096	-0.002	0.028	0.033	0.090	0.043	0.053	-0.005	-0.059	-0.021	-0.012
96hr	-0.102	-0.101	-0.092	0.004	0.029	0.039	0.096	0.047	0.064	-0.005	-0.057	-0.018	-0.008
120hr	-0.112	-0.095	-0.083	0.001	0.034	0.042	0.100	0.051	0.062	-0.005	-0.047	-0.023	-0.006
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	0.108	0.153	0.114	0.075	0.077	0.056	0.116	0.087	0.089	0.075	0.099	0.077	0.094
24hr	0.115	0.148	0.117	0.076	0.074	0.055	0.117	0.083	0.091	0.072	0.098	0.078	0.094
48hr	0.121	0.140	0.117	0.072	0.076	0.054	0.122	0.083	0.092	0.075	0.097	0.076	0.094
72hr	0.128	0.138	0.121	0.069	0.074	0.055	0.122	0.082	0.098	0.074	0.097	0.077	0.095
96hr	0.134	0.133	0.117	0.068	0.076	0.059	0.125	0.085	0.108	0.075	0.097	0.077	0.096
120hr	0.148	0.123	0.108	0.068	0.076	0.062	0.127	0.091	0.105	0.088	0.095	0.077	0.097

표 I.2.3 KIM-RTSM 마산 지점 ME 및 RMSE

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	-0.116	-0.122	-0.121	-0.038	-0.003	0.010	0.049	0.022	0.027	-0.019	-0.099	-0.060	-0.039
24hr	-0.121	-0.118	-0.124	-0.039	0.000	0.008	0.050	0.018	0.029	-0.021	-0.099	-0.063	-0.040
48hr	-0.123	-0.113	-0.124	-0.028	0.002	0.006	0.057	0.016	0.033	-0.019	-0.094	-0.065	-0.038
72hr	-0.128	-0.113	-0.127	-0.020	0.000	0.005	0.057	0.015	0.039	-0.019	-0.094	-0.069	-0.038
96hr	-0.130	-0.110	-0.123	-0.016	0.002	0.011	0.063	0.020	0.049	-0.020	-0.088	-0.068	-0.034
120hr	-0.136	-0.104	-0.117	-0.017	0.006	0.014	0.067	0.024	0.046	-0.020	-0.079	-0.072	-0.032
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	0.127	0.145	0.131	0.085	0.071	0.044	0.090	0.069	0.087	0.065	0.113	0.092	0.093
24hr	0.134	0.140	0.134	0.085	0.068	0.044	0.090	0.068	0.087	0.064	0.112	0.094	0.093
48hr	0.136	0.135	0.135	0.079	0.068	0.043	0.094	0.068	0.088	0.065	0.111	0.094	0.093
72hr	0.141	0.135	0.138	0.075	0.066	0.043	0.095	0.068	0.094	0.065	0.111	0.095	0.094
96hr	0.144	0.132	0.134	0.073	0.067	0.046	0.098	0.070	0.101	0.070	0.107	0.095	0.095
120hr	0.153	0.123	0.130	0.073	0.066	0.048	0.100	0.078	0.100	0.088	0.102	0.097	0.097

표 I.2.4 KIM-RTSM 부산 지점 ME 및 RMSE

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	-0.072	-0.072	-0.079	0.010	0.051	0.047	0.100	0.055	0.067	0.032	-0.049	-0.012	0.007
24hr	-0.077	-0.070	-0.080	0.010	0.053	0.044	0.102	0.050	0.070	0.029	-0.049	-0.015	0.006
48hr	-0.078	-0.066	-0.079	0.020	0.055	0.043	0.107	0.050	0.073	0.031	-0.044	-0.017	0.008
72hr	-0.081	-0.067	-0.081	0.027	0.055	0.041	0.107	0.048	0.077	0.032	-0.043	-0.020	0.008
96hr	-0.082	-0.065	-0.077	0.032	0.056	0.048	0.112	0.052	0.087	0.031	-0.037	-0.020	0.011
120hr	-0.087	-0.061	-0.071	0.032	0.059	0.049	0.116	0.058	0.084	0.029	-0.028	-0.022	0.013
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	0.085	0.099	0.089	0.058	0.090	0.064	0.120	0.081	0.106	0.066	0.066	0.060	0.082
24hr	0.092	0.095	0.091	0.058	0.090	0.063	0.121	0.077	0.107	0.062	0.065	0.062	0.082
48hr	0.092	0.092	0.090	0.063	0.091	0.060	0.127	0.077	0.109	0.065	0.065	0.061	0.083
72hr	0.095	0.094	0.092	0.066	0.090	0.059	0.126	0.076	0.115	0.066	0.065	0.063	0.084
96hr	0.097	0.092	0.088	0.069	0.090	0.065	0.131	0.079	0.125	0.072	0.064	0.062	0.086
120hr	0.103	0.086	0.087	0.067	0.092	0.066	0.133	0.091	0.123	0.090	0.060	0.065	0.089

표 I.2.5 KIM-RTSM 울산 지점 ME 및 RMSE

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	-0.084	-0.070	-0.089	0.000	0.037	0.041	0.086	0.057	0.045	0.016	-0.075	-0.049	-0.007
24hr	-0.089	-0.068	-0.091	0.000	0.038	0.037	0.088	0.052	0.047	0.014	-0.075	-0.052	-0.008
48hr	-0.089	-0.065	-0.091	0.011	0.040	0.035	0.093	0.052	0.050	0.016	-0.072	-0.052	-0.006
72hr	-0.091	-0.068	-0.092	0.017	0.040	0.032	0.094	0.051	0.055	0.016	-0.071	-0.054	-0.006
96hr	-0.092	-0.066	-0.089	0.022	0.042	0.037	0.101	0.055	0.065	0.015	-0.065	-0.054	-0.002
120hr	-0.094	-0.062	-0.085	0.022	0.045	0.036	0.107	0.059	0.064	0.013	-0.058	-0.054	-0.001
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	0.093	0.089	0.097	0.055	0.078	0.059	0.114	0.074	0.091	0.057	0.086	0.075	0.081
24hr	0.099	0.085	0.099	0.055	0.077	0.058	0.114	0.071	0.090	0.056	0.086	0.077	0.081
48hr	0.098	0.083	0.099	0.058	0.078	0.056	0.119	0.071	0.091	0.059	0.085	0.077	0.081
72hr	0.100	0.086	0.101	0.060	0.078	0.054	0.119	0.070	0.097	0.060	0.085	0.078	0.082
96hr	0.101	0.085	0.098	0.060	0.079	0.058	0.124	0.073	0.107	0.067	0.084	0.076	0.084
120hr	0.104	0.080	0.097	0.059	0.080	0.057	0.128	0.080	0.106	0.085	0.078	0.078	0.086

표 I.2.6 KIM-RTSM 포항 지점 ME 및 RMSE

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	-0.106	-0.082	-0.096	-0.010	0.023	0.025	0.072	0.080	0.061	0.026	-0.078	-0.067	-0.013
24hr	-0.108	-0.081	-0.098	-0.010	0.023	0.021	0.076	0.076	0.062	0.024	-0.078	-0.070	-0.014
48hr	-0.106	-0.077	-0.098	0.000	0.025	0.018	0.082	0.076	0.066	0.024	-0.073	-0.071	-0.011
72hr	-0.107	-0.081	-0.099	0.006	0.025	0.014	0.083	0.076	0.072	0.022	-0.071	-0.074	-0.011
96hr	-0.107	-0.078	-0.097	0.010	0.027	0.019	0.091	0.081	0.081	0.019	-0.062	-0.075	-0.008
120hr	-0.109	-0.074	-0.094	0.010	0.030	0.018	0.099	0.087	0.079	0.018	-0.056	-0.076	-0.006
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	0.115	0.100	0.105	0.054	0.075	0.036	0.110	0.089	0.099	0.063	0.089	0.095	0.086
24hr	0.118	0.097	0.107	0.055	0.073	0.038	0.110	0.086	0.098	0.063	0.089	0.098	0.086
48hr	0.115	0.094	0.107	0.055	0.073	0.036	0.114	0.087	0.100	0.068	0.085	0.097	0.086
72hr	0.116	0.098	0.108	0.053	0.073	0.035	0.114	0.087	0.106	0.070	0.085	0.099	0.087
96hr	0.117	0.096	0.106	0.049	0.074	0.039	0.119	0.094	0.116	0.075	0.083	0.096	0.089
120hr	0.120	0.091	0.105	0.049	0.074	0.039	0.123	0.103	0.114	0.091	0.078	0.098	0.090

표 I.2.7 KIM-RTSM 인천 지점 ME 및 RMSE

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	-0.086	-0.065	-0.026	0.047	0.073	0.067	-0.001	0.078	0.093	0.067	-0.013	0.020	0.021
24hr	-0.078	-0.059	-0.037	0.045	0.078	0.058	0.003	0.078	0.095	0.056	-0.012	0.021	0.021
48hr	-0.075	-0.057	-0.033	0.056	0.081	0.047	0.021	0.080	0.100	0.048	-0.009	0.024	0.024
72hr	-0.084	-0.054	-0.032	0.063	0.077	0.040	0.028	0.078	0.105	0.042	-0.002	0.020	0.023
96hr	-0.082	-0.045	-0.029	0.069	0.077	0.044	0.038	0.080	0.119	0.043	0.000	0.014	0.027
120hr	-0.081	-0.043	-0.023	0.068	0.081	0.049	0.042	0.082	0.121	0.051	0.000	0.002	0.029
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	0.209	0.193	0.167	0.125	0.154	0.114	0.145	0.173	0.169	0.179	0.167	0.167	0.164
24hr	0.203	0.201	0.161	0.127	0.154	0.110	0.144	0.174	0.172	0.176	0.164	0.167	0.163
48hr	0.201	0.202	0.155	0.129	0.154	0.119	0.145	0.176	0.174	0.172	0.165	0.167	0.163
72hr	0.206	0.200	0.156	0.137	0.149	0.116	0.150	0.173	0.175	0.170	0.165	0.164	0.163
96hr	0.204	0.194	0.156	0.139	0.150	0.123	0.153	0.172	0.190	0.169	0.165	0.168	0.165
120hr	0.205	0.194	0.151	0.141	0.149	0.128	0.152	0.171	0.190	0.172	0.163	0.180	0.166

표 I.2.8 KIM-RTSM 평택 지점 ME 및 RMSE

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	-0.108	-0.077	-0.038	0.039	0.055	0.046	-0.004	0.079	0.086	0.050	-0.036	-0.022	0.006
24hr	-0.101	-0.071	-0.047	0.036	0.059	0.039	0.001	0.079	0.085	0.041	-0.035	-0.021	0.005
48hr	-0.099	-0.067	-0.045	0.046	0.062	0.028	0.021	0.082	0.088	0.033	-0.033	-0.016	0.008
72hr	-0.108	-0.063	-0.045	0.052	0.058	0.022	0.029	0.079	0.092	0.028	-0.026	-0.023	0.008
96hr	-0.106	-0.054	-0.043	0.058	0.058	0.028	0.038	0.081	0.105	0.028	-0.024	-0.028	0.012
120hr	-0.105	-0.052	-0.036	0.058	0.062	0.033	0.041	0.083	0.106	0.034	-0.024	-0.036	0.014
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	0.207	0.197	0.152	0.118	0.131	0.104	0.143	0.177	0.172	0.161	0.153	0.153	0.156
24hr	0.201	0.203	0.147	0.121	0.129	0.102	0.142	0.178	0.171	0.160	0.150	0.153	0.155
48hr	0.200	0.201	0.145	0.123	0.128	0.115	0.143	0.180	0.170	0.159	0.149	0.152	0.155
72hr	0.205	0.198	0.146	0.127	0.123	0.114	0.149	0.178	0.170	0.157	0.149	0.150	0.156
96hr	0.204	0.191	0.146	0.128	0.125	0.120	0.151	0.176	0.183	0.156	0.149	0.154	0.157
120hr	0.205	0.190	0.139	0.129	0.126	0.125	0.150	0.176	0.183	0.158	0.147	0.164	0.158

표 I.2.9 KIM-RTSM 대산 지점 ME 및 RMSE

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	-0.110	-0.107	-0.073	0.007	0.042	0.044	-0.001	0.050	0.055	0.015	-0.081	-0.036	-0.016
24hr	-0.103	-0.102	-0.082	0.005	0.047	0.037	0.001	0.050	0.057	0.004	-0.080	-0.037	-0.017
48hr	-0.102	-0.099	-0.079	0.017	0.050	0.025	0.017	0.053	0.061	-0.005	-0.076	-0.032	-0.014
72hr	-0.110	-0.097	-0.077	0.023	0.045	0.020	0.023	0.051	0.066	-0.012	-0.069	-0.035	-0.014
96hr	-0.108	-0.090	-0.075	0.029	0.045	0.026	0.030	0.053	0.080	-0.012	-0.067	-0.035	-0.010
120hr	-0.108	-0.088	-0.072	0.029	0.049	0.030	0.033	0.056	0.080	-0.008	-0.064	-0.044	-0.009
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	0.191	0.183	0.144	0.094	0.116	0.083	0.121	0.130	0.138	0.152	0.154	0.144	0.138
24hr	0.186	0.188	0.142	0.096	0.117	0.077	0.120	0.131	0.142	0.151	0.151	0.146	0.137
48hr	0.185	0.188	0.137	0.097	0.117	0.092	0.115	0.133	0.142	0.154	0.148	0.143	0.138
72hr	0.189	0.187	0.137	0.106	0.111	0.090	0.118	0.131	0.142	0.155	0.144	0.143	0.138
96hr	0.188	0.181	0.136	0.107	0.113	0.096	0.118	0.131	0.156	0.154	0.143	0.145	0.139
120hr	0.190	0.178	0.132	0.109	0.113	0.100	0.118	0.132	0.155	0.155	0.141	0.158	0.140

표 I.2.10 KIM-RTSM 속초 지점 ME 및 RMSE

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	-0.073	-0.022	-0.069	0.034	0.043	0.018	0.043	0.060	0.094	0.053	-0.051	-0.033	0.008
24hr	-0.076	-0.024	-0.071	0.036	0.040	0.014	0.044	0.058	0.094	0.051	-0.051	-0.035	0.007
48hr	-0.073	-0.024	-0.068	0.045	0.042	0.011	0.049	0.060	0.100	0.054	-0.051	-0.033	0.009
72hr	-0.074	-0.030	-0.066	0.049	0.041	0.006	0.050	0.062	0.106	0.050	-0.051	-0.035	0.009
96hr	-0.070	-0.029	-0.062	0.051	0.044	0.008	0.058	0.068	0.117	0.045	-0.044	-0.035	0.013
120hr	-0.065	-0.029	-0.060	0.049	0.047	0.006	0.065	0.073	0.118	0.044	-0.039	-0.034	0.015
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	0.094	0.072	0.091	0.064	0.082	0.056	0.085	0.089	0.114	0.086	0.076	0.070	0.082
24hr	0.096	0.070	0.093	0.066	0.080	0.058	0.086	0.087	0.113	0.086	0.077	0.071	0.082
48hr	0.094	0.072	0.090	0.074	0.079	0.055	0.091	0.089	0.116	0.090	0.078	0.070	0.083
72hr	0.096	0.076	0.089	0.078	0.078	0.053	0.090	0.091	0.123	0.088	0.079	0.070	0.084
96hr	0.094	0.077	0.087	0.079	0.079	0.055	0.093	0.097	0.134	0.090	0.075	0.070	0.086
120hr	0.093	0.076	0.089	0.078	0.081	0.053	0.098	0.102	0.137	0.104	0.071	0.072	0.088

표 I.2.11 KIM-RTSM 울릉도 지점 ME 및 RMSE

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	-0.023	0.035	-0.001	0.066	0.029	-0.019	-0.019	0.029	0.012	-0.018	-0.199	-0.152	-0.022
24hr	-0.025	0.031	-0.001	0.066	0.026	-0.021	-0.018	0.025	0.017	-0.025	-0.199	-0.152	-0.023
48hr	-0.020	0.031	0.001	0.074	0.025	-0.022	-0.015	0.023	0.027	-0.029	-0.199	-0.148	-0.021
72hr	-0.018	0.024	0.003	0.075	0.024	-0.026	-0.015	0.022	0.040	-0.038	-0.200	-0.146	-0.021
96hr	-0.014	0.024	0.008	0.074	0.026	-0.023	-0.008	0.025	0.055	-0.046	-0.194	-0.140	-0.018
120hr	-0.010	0.025	0.011	0.069	0.029	-0.026	0.000	0.025	0.060	-0.050	-0.190	-0.136	-0.016
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	0.058	0.075	0.057	0.087	0.085	0.054	0.058	0.053	0.090	0.087	0.210	0.159	0.089
24hr	0.059	0.072	0.057	0.088	0.083	0.056	0.059	0.052	0.090	0.092	0.210	0.158	0.090
48hr	0.060	0.072	0.057	0.096	0.080	0.054	0.061	0.056	0.090	0.096	0.211	0.154	0.091
72hr	0.060	0.073	0.054	0.098	0.079	0.055	0.060	0.055	0.095	0.096	0.213	0.151	0.091
96hr	0.061	0.075	0.057	0.096	0.078	0.055	0.061	0.055	0.102	0.102	0.207	0.147	0.091
120hr	0.062	0.073	0.065	0.091	0.080	0.055	0.062	0.053	0.105	0.111	0.203	0.143	0.092

표 I.2.12 KIM-RTSM 군산 지점 ME 및 RMSE

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	-0.074	-0.097	-0.057	0.007	0.057	0.066	0.023	0.077	0.084	0.023	-0.071	-0.013	0.002
24hr	-0.068	-0.090	-0.065	0.005	0.061	0.060	0.024	0.074	0.086	0.014	-0.070	-0.013	0.002
48hr	-0.067	-0.085	-0.065	0.014	0.065	0.049	0.039	0.078	0.092	0.002	-0.064	-0.010	0.004
72hr	-0.074	-0.084	-0.066	0.022	0.057	0.048	0.040	0.078	0.096	-0.005	-0.057	-0.013	0.004
96hr	-0.073	-0.079	-0.063	0.027	0.057	0.055	0.047	0.082	0.106	-0.006	-0.053	-0.011	0.007
120hr	-0.074	-0.077	-0.061	0.027	0.063	0.057	0.050	0.087	0.104	-0.003	-0.049	-0.016	0.009
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	0.160	0.174	0.137	0.089	0.105	0.090	0.112	0.118	0.154	0.145	0.141	0.140	0.130
24hr	0.153	0.181	0.133	0.087	0.108	0.086	0.113	0.116	0.160	0.142	0.139	0.142	0.130
48hr	0.154	0.178	0.132	0.088	0.109	0.101	0.105	0.122	0.162	0.149	0.128	0.142	0.131
72hr	0.156	0.178	0.133	0.098	0.102	0.099	0.106	0.122	0.163	0.151	0.123	0.141	0.131
96hr	0.156	0.173	0.132	0.098	0.105	0.105	0.107	0.124	0.175	0.153	0.122	0.142	0.133
120hr	0.158	0.172	0.130	0.099	0.105	0.107	0.109	0.127	0.172	0.156	0.120	0.147	0.134

표 I.2.13 KIM-RTSM 목포 지점 ME 및 RMSE

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	-0.082	-0.137	-0.071	-0.024	0.035	0.056	0.046	0.058	0.037	0.003	-0.074	-0.021	-0.015
24hr	-0.082	-0.130	-0.077	-0.030	0.039	0.054	0.047	0.051	0.041	-0.006	-0.068	-0.022	-0.015
48hr	-0.085	-0.121	-0.077	-0.026	0.049	0.048	0.054	0.052	0.046	-0.009	-0.060	-0.023	-0.013
72hr	-0.091	-0.116	-0.086	-0.014	0.050	0.043	0.049	0.056	0.051	-0.014	-0.057	-0.026	-0.013
96hr	-0.093	-0.109	-0.084	-0.003	0.048	0.048	0.055	0.065	0.063	-0.018	-0.054	-0.026	-0.009
120hr	-0.099	-0.105	-0.075	-0.001	0.048	0.047	0.064	0.073	0.060	-0.023	-0.046	-0.029	-0.007
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	0.151	0.197	0.150	0.105	0.117	0.114	0.121	0.140	0.196	0.155	0.143	0.128	0.143
24hr	0.151	0.200	0.148	0.107	0.115	0.113	0.120	0.138	0.196	0.158	0.137	0.130	0.143
48hr	0.155	0.193	0.148	0.106	0.118	0.110	0.122	0.139	0.196	0.160	0.135	0.127	0.142
72hr	0.160	0.191	0.156	0.099	0.120	0.107	0.121	0.142	0.199	0.159	0.133	0.126	0.143
96hr	0.165	0.183	0.156	0.104	0.115	0.111	0.125	0.149	0.209	0.152	0.133	0.128	0.144
120hr	0.173	0.179	0.147	0.104	0.117	0.113	0.128	0.160	0.202	0.150	0.129	0.132	0.145

표 I.2.14 KIM-RTSM 진도 지점 ME 및 RMSE

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	-0.098	-0.151	-0.088	-0.034	0.029	0.040	0.065	0.051	0.010	-0.044	-0.090	-0.028	-0.028
24hr	-0.100	-0.144	-0.094	-0.038	0.035	0.036	0.068	0.048	0.012	-0.053	-0.085	-0.032	-0.029
48hr	-0.103	-0.137	-0.092	-0.031	0.041	0.030	0.076	0.050	0.014	-0.055	-0.075	-0.034	-0.026
72hr	-0.111	-0.133	-0.098	-0.023	0.041	0.029	0.075	0.049	0.019	-0.056	-0.071	-0.039	-0.027
96hr	-0.115	-0.127	-0.094	-0.017	0.043	0.035	0.079	0.053	0.030	-0.056	-0.069	-0.038	-0.023
120hr	-0.123	-0.122	-0.086	-0.018	0.047	0.037	0.083	0.058	0.028	-0.055	-0.062	-0.041	-0.021
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	0.138	0.184	0.133	0.082	0.075	0.060	0.106	0.078	0.101	0.110	0.135	0.094	0.108
24hr	0.140	0.184	0.134	0.086	0.071	0.059	0.106	0.076	0.104	0.113	0.127	0.097	0.108
48hr	0.144	0.177	0.134	0.083	0.074	0.058	0.110	0.078	0.102	0.117	0.121	0.096	0.108
72hr	0.151	0.174	0.140	0.076	0.074	0.058	0.109	0.079	0.105	0.117	0.119	0.096	0.108
96hr	0.156	0.166	0.139	0.072	0.075	0.061	0.110	0.084	0.114	0.115	0.119	0.097	0.109
120hr	0.168	0.161	0.128	0.071	0.076	0.063	0.112	0.091	0.109	0.119	0.117	0.098	0.109

표 I.2.15 KIM-RTSM 제주 지점 ME 및 RMSE

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	-0.082	-0.124	-0.094	-0.014	0.034	0.018	-0.011	-0.007	0.048	0.020	-0.054	0.004	-0.022
24hr	-0.086	-0.119	-0.098	-0.016	0.037	0.013	-0.010	-0.007	0.052	0.013	-0.050	0.001	-0.023
48hr	-0.088	-0.111	-0.099	-0.007	0.043	0.007	-0.003	-0.004	0.057	0.009	-0.041	0.000	-0.020
72hr	-0.096	-0.109	-0.101	0.000	0.042	0.003	-0.003	-0.003	0.063	0.005	-0.036	-0.003	-0.020
96hr	-0.100	-0.105	-0.095	0.005	0.043	0.008	0.001	0.006	0.071	0.006	-0.033	-0.001	-0.016
120hr	-0.102	-0.105	-0.087	0.004	0.047	0.009	0.003	0.015	0.069	0.007	-0.028	-0.003	-0.014
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	0.108	0.150	0.120	0.068	0.066	0.046	0.074	0.055	0.092	0.077	0.093	0.069	0.085
24hr	0.113	0.148	0.122	0.069	0.064	0.046	0.073	0.057	0.098	0.074	0.089	0.069	0.085
48hr	0.118	0.140	0.123	0.064	0.067	0.048	0.073	0.060	0.101	0.080	0.083	0.069	0.086
72hr	0.128	0.136	0.126	0.060	0.066	0.048	0.072	0.066	0.106	0.080	0.081	0.067	0.086
96hr	0.134	0.131	0.121	0.058	0.067	0.049	0.069	0.075	0.116	0.080	0.081	0.069	0.088
120hr	0.137	0.134	0.110	0.058	0.069	0.051	0.067	0.088	0.113	0.088	0.081	0.069	0.089

표 I.2.16 KIM-RTSM 서귀포 지점 ME 및 RMSE

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	-0.078	-0.112	-0.084	0.002	0.032	0.007	0.020	-0.010	0.050	0.013	-0.058	-0.004	-0.019
24hr	-0.083	-0.109	-0.086	0.000	0.034	0.004	0.019	-0.010	0.053	0.005	-0.052	-0.007	-0.019
48hr	-0.084	-0.101	-0.086	0.007	0.039	0.000	0.026	-0.006	0.056	0.002	-0.042	-0.009	-0.017
72hr	-0.092	-0.100	-0.088	0.013	0.037	-0.001	0.025	-0.005	0.059	0.001	-0.038	-0.012	-0.017
96hr	-0.096	-0.095	-0.084	0.018	0.037	0.005	0.030	0.002	0.068	0.003	-0.037	-0.009	-0.013
120hr	-0.100	-0.095	-0.076	0.017	0.040	0.008	0.032	0.010	0.066	0.003	-0.031	-0.011	-0.011
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	0.097	0.132	0.103	0.058	0.057	0.036	0.075	0.069	0.099	0.072	0.090	0.064	0.079
24hr	0.103	0.131	0.105	0.060	0.056	0.036	0.074	0.070	0.102	0.070	0.086	0.063	0.080
48hr	0.106	0.124	0.107	0.056	0.058	0.038	0.077	0.074	0.102	0.078	0.078	0.063	0.080
72hr	0.115	0.121	0.109	0.053	0.056	0.038	0.076	0.078	0.106	0.078	0.076	0.062	0.081
96hr	0.122	0.113	0.104	0.051	0.058	0.039	0.075	0.085	0.114	0.078	0.076	0.062	0.081
120hr	0.126	0.116	0.093	0.051	0.059	0.042	0.074	0.098	0.111	0.085	0.076	0.063	0.083

I.2.2 KIM-CTSM 검조소 지점별 조위 검증

표 I.2.17 KIM-CTSM 전체 지점 ME 및 RMSE

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	-0.125	-0.116	-0.091	-0.010	0.018	0.042	0.046	0.050	0.011	-0.054	-0.130	-0.100	-0.038
24hr	0.145	0.141	0.117	0.068	0.064	0.065	0.082	0.088	0.090	0.106	0.150	0.125	0.103
48hr	0.152	0.138	0.120	0.068	0.064	0.065	0.085	0.088	0.090	0.112	0.150	0.132	0.105
72hr	0.157	0.138	0.119	0.072	0.064	0.068	0.087	0.089	0.088	0.115	0.149	0.134	0.107
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	0.144	0.142	0.116	0.066	0.066	0.065	0.081	0.090	0.090	0.103	0.153	0.123	0.103
24hr	0.145	0.141	0.117	0.068	0.064	0.065	0.082	0.088	0.090	0.106	0.150	0.125	0.103
48hr	0.152	0.138	0.120	0.068	0.064	0.065	0.085	0.088	0.090	0.112	0.150	0.132	0.105
72hr	0.157	0.138	0.119	0.072	0.064	0.068	0.087	0.089	0.088	0.115	0.149	0.134	0.107

표 I.2.18 KIM-CTSM 여수 지점 ME 및 RMSE

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	-0.126	-0.128	-0.111	-0.012	0.008	0.064	0.086	0.075	0.019	-0.062	-0.133	-0.096	-0.035
24hr	-0.130	-0.123	-0.110	-0.017	0.006	0.061	0.087	0.075	0.020	-0.064	-0.123	-0.097	-0.035
48hr	-0.134	-0.121	-0.111	-0.001	0.009	0.056	0.086	0.070	0.014	-0.050	-0.120	-0.100	-0.034
72hr	-0.139	-0.115	-0.096	0.011	0.009	0.054	0.087	0.068	0.013	-0.045	-0.122	-0.102	-0.031
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	0.136	0.145	0.124	0.055	0.058	0.079	0.097	0.099	0.070	0.090	0.148	0.116	0.101
24hr	0.140	0.143	0.124	0.058	0.054	0.076	0.100	0.096	0.067	0.093	0.141	0.114	0.101
48hr	0.145	0.141	0.126	0.057	0.055	0.070	0.102	0.093	0.059	0.091	0.140	0.116	0.100
72hr	0.153	0.129	0.114	0.058	0.060	0.071	0.104	0.092	0.054	0.098	0.141	0.118	0.099

표 I.2.19 KIM-CTSM 마산 지점 ME 및 RMSE

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	-0.101	-0.101	-0.110	-0.051	-0.023	0.034	0.052	0.031	-0.018	-0.095	-0.162	-0.129	-0.056
24hr	-0.106	-0.098	-0.112	-0.052	-0.018	0.028	0.052	0.030	-0.017	-0.101	-0.159	-0.140	-0.058
48hr	-0.111	-0.098	-0.115	-0.044	-0.022	0.028	0.052	0.026	-0.021	-0.092	-0.160	-0.147	-0.059
72hr	-0.113	-0.099	-0.114	-0.034	-0.018	0.024	0.053	0.027	-0.022	-0.087	-0.161	-0.149	-0.058
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	0.110	0.123	0.119	0.084	0.061	0.057	0.067	0.076	0.067	0.109	0.174	0.146	0.099
24hr	0.115	0.118	0.122	0.084	0.057	0.051	0.071	0.073	0.061	0.113	0.172	0.153	0.099
48hr	0.121	0.117	0.125	0.077	0.058	0.055	0.074	0.072	0.063	0.111	0.172	0.157	0.100
72hr	0.124	0.115	0.125	0.070	0.057	0.053	0.075	0.068	0.061	0.113	0.174	0.158	0.099

표 I.2.20 KIM-CTSM 부산 지점 ME 및 RMSE

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	-0.051	-0.049	-0.064	-0.004	0.030	0.063	0.099	0.061	0.024	-0.042	-0.109	-0.073	-0.010
24hr	-0.056	-0.046	-0.066	-0.003	0.031	0.059	0.098	0.059	0.025	-0.046	-0.104	-0.082	-0.011
48hr	-0.059	-0.048	-0.066	0.003	0.030	0.059	0.095	0.058	0.021	-0.041	-0.105	-0.087	-0.012
72hr	-0.060	-0.050	-0.067	0.010	0.032	0.057	0.095	0.060	0.018	-0.038	-0.105	-0.093	-0.012
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	0.062	0.078	0.074	0.049	0.060	0.070	0.103	0.089	0.072	0.066	0.122	0.092	0.078
24hr	0.068	0.075	0.076	0.048	0.057	0.066	0.102	0.086	0.069	0.065	0.120	0.097	0.077
48hr	0.072	0.075	0.078	0.048	0.057	0.066	0.100	0.084	0.065	0.065	0.120	0.101	0.078
72hr	0.073	0.074	0.078	0.049	0.058	0.067	0.101	0.082	0.062	0.073	0.121	0.107	0.079

표 I.2.21 KIM-CTSM 울산 지점 ME 및 RMSE

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	-0.126	-0.110	-0.100	-0.015	0.013	0.055	0.085	0.053	-0.011	-0.068	-0.135	-0.106	-0.039
24hr	-0.133	-0.109	-0.102	-0.012	0.013	0.050	0.083	0.049	-0.010	-0.069	-0.132	-0.115	-0.041
48hr	-0.137	-0.110	-0.104	-0.010	0.014	0.049	0.082	0.047	-0.013	-0.069	-0.133	-0.118	-0.042
72hr	-0.138	-0.115	-0.106	-0.006	0.016	0.048	0.082	0.050	-0.016	-0.066	-0.134	-0.121	-0.042
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	0.130	0.118	0.104	0.036	0.036	0.062	0.091	0.074	0.066	0.082	0.139	0.116	0.088
24hr	0.137	0.116	0.106	0.036	0.035	0.057	0.090	0.071	0.062	0.084	0.138	0.123	0.088
48hr	0.141	0.116	0.107	0.037	0.037	0.056	0.090	0.068	0.059	0.085	0.138	0.126	0.088
72hr	0.143	0.119	0.110	0.040	0.039	0.057	0.089	0.068	0.060	0.090	0.140	0.129	0.090

표 I.2.22 KIM-CTSM 포항 지점 ME 및 RMSE

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	-0.156	-0.132	-0.112	-0.029	0.000	0.030	0.078	0.073	0.001	-0.065	-0.141	-0.123	-0.048
24hr	-0.156	-0.127	-0.112	-0.028	0.000	0.027	0.079	0.069	-0.001	-0.069	-0.138	-0.132	-0.049
48hr	-0.160	-0.133	-0.110	-0.027	-0.002	0.026	0.079	0.067	-0.001	-0.070	-0.140	-0.135	-0.051
72hr	-0.162	-0.134	-0.119	-0.022	0.000	0.027	0.079	0.072	-0.006	-0.074	-0.142	-0.140	-0.052
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	0.161	0.140	0.116	0.044	0.031	0.044	0.090	0.085	0.057	0.078	0.152	0.136	0.095
24hr	0.159	0.135	0.115	0.046	0.026	0.040	0.091	0.082	0.055	0.080	0.150	0.144	0.094
48hr	0.163	0.139	0.115	0.042	0.029	0.039	0.090	0.081	0.054	0.084	0.152	0.147	0.095
72hr	0.166	0.139	0.124	0.044	0.034	0.043	0.090	0.083	0.056	0.093	0.153	0.149	0.098

표 I.2.23 KIM-CTSM 인천 지점 ME 및 RMSE

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	-0.174	-0.115	-0.042	0.053	0.085	0.103	0.072	0.108	0.045	-0.018	-0.110	-0.112	-0.009
24hr	-0.170	-0.108	-0.048	0.054	0.090	0.098	0.074	0.101	0.035	-0.029	-0.102	-0.113	-0.010
48hr	-0.189	-0.107	-0.056	0.058	0.083	0.092	0.082	0.092	0.029	-0.054	-0.100	-0.129	-0.017
72hr	-0.202	-0.101	-0.046	0.057	0.087	0.089	0.083	0.085	0.031	-0.048	-0.098	-0.130	-0.016
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	0.226	0.172	0.134	0.112	0.143	0.139	0.127	0.176	0.154	0.146	0.177	0.154	0.155
24hr	0.225	0.174	0.137	0.109	0.146	0.142	0.134	0.174	0.155	0.151	0.184	0.153	0.157
48hr	0.241	0.178	0.135	0.116	0.137	0.143	0.151	0.172	0.157	0.168	0.193	0.173	0.164
72hr	0.253	0.188	0.137	0.135	0.139	0.143	0.156	0.172	0.147	0.163	0.178	0.174	0.165

표 I.2.24 KIM-CTSM 평택 지점 ME 및 RMSE

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	-0.170	-0.115	-0.050	0.041	0.064	0.074	0.052	0.099	0.033	-0.032	-0.117	-0.138	-0.022
24hr	-0.166	-0.106	-0.056	0.042	0.065	0.071	0.055	0.095	0.023	-0.044	-0.110	-0.136	-0.022
48hr	-0.184	-0.105	-0.067	0.046	0.056	0.065	0.063	0.086	0.017	-0.069	-0.118	-0.150	-0.030
72hr	-0.199	-0.101	-0.057	0.043	0.059	0.061	0.067	0.079	0.016	-0.059	-0.115	-0.154	-0.030
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	0.227	0.178	0.142	0.103	0.124	0.126	0.119	0.182	0.163	0.140	0.190	0.176	0.156
24hr	0.228	0.180	0.146	0.101	0.123	0.133	0.125	0.182	0.162	0.146	0.198	0.171	0.158
48hr	0.244	0.184	0.144	0.106	0.119	0.135	0.146	0.177	0.163	0.167	0.191	0.190	0.164
72hr	0.256	0.193	0.144	0.127	0.117	0.130	0.152	0.176	0.150	0.161	0.183	0.190	0.165

표 I.2.25 KIM-CTSM 대산 지점 ME 및 RMSE

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	-0.209	-0.166	-0.108	-0.008	0.028	0.062	0.041	0.065	0.008	-0.070	-0.168	-0.158	-0.057
24hr	-0.205	-0.162	-0.114	-0.006	0.031	0.058	0.040	0.060	-0.001	-0.082	-0.163	-0.159	-0.059
48hr	-0.222	-0.160	-0.123	-0.003	0.028	0.057	0.051	0.053	-0.007	-0.103	-0.165	-0.172	-0.064
72hr	-0.231	-0.156	-0.111	0.000	0.026	0.052	0.050	0.046	-0.009	-0.098	-0.162	-0.171	-0.064
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	0.231	0.191	0.138	0.071	0.098	0.092	0.089	0.122	0.127	0.149	0.202	0.176	0.141
24hr	0.229	0.192	0.144	0.069	0.099	0.092	0.091	0.122	0.126	0.156	0.201	0.179	0.142
48hr	0.245	0.192	0.150	0.074	0.101	0.096	0.106	0.124	0.129	0.174	0.199	0.196	0.149
72hr	0.256	0.195	0.149	0.089	0.092	0.106	0.115	0.128	0.120	0.173	0.197	0.196	0.151

표 I.2.26 KIM-CTSM 속초 지점 ME 및 RMSE

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	-0.059	-0.018	-0.058	0.014	0.024	0.004	0.023	0.014	0.017	-0.012	-0.070	-0.033	-0.013
24hr	-0.060	-0.018	-0.058	0.016	0.023	0.001	0.025	0.013	0.016	-0.015	-0.070	-0.037	-0.014
48hr	-0.062	-0.022	-0.059	0.019	0.021	0.000	0.026	0.011	0.014	-0.017	-0.072	-0.039	-0.015
72hr	-0.061	-0.025	-0.059	0.023	0.020	0.000	0.025	0.013	0.012	-0.022	-0.073	-0.040	-0.016
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	0.068	0.047	0.069	0.046	0.051	0.034	0.043	0.047	0.050	0.059	0.082	0.055	0.054
24hr	0.069	0.046	0.070	0.045	0.049	0.034	0.043	0.046	0.049	0.061	0.082	0.059	0.054
48hr	0.071	0.048	0.070	0.047	0.045	0.033	0.043	0.046	0.049	0.063	0.084	0.061	0.055
72hr	0.071	0.052	0.070	0.050	0.041	0.035	0.043	0.048	0.050	0.064	0.085	0.061	0.056

표 I.2.27 KIM-CTSM 울릉도 지점 ME 및 RMSE

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	-0.067	-0.029	-0.014	0.041	0.010	-0.001	0.001	0.016	-0.063	-0.122	-0.262	-0.195	-0.057
24hr	-0.068	-0.031	-0.013	0.042	0.007	-0.003	0.000	0.010	-0.059	-0.133	-0.263	-0.199	-0.059
48hr	-0.073	-0.036	-0.018	0.040	0.005	-0.002	-0.001	0.006	-0.056	-0.142	-0.266	-0.199	-0.062
72hr	-0.073	-0.039	-0.019	0.040	0.006	-0.001	-0.004	0.008	-0.055	-0.155	-0.270	-0.198	-0.063
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	0.070	0.040	0.034	0.055	0.033	0.028	0.028	0.044	0.095	0.152	0.265	0.197	0.087
24hr	0.071	0.041	0.033	0.057	0.030	0.028	0.028	0.047	0.094	0.161	0.266	0.201	0.088
48hr	0.076	0.046	0.036	0.054	0.029	0.027	0.031	0.048	0.096	0.170	0.270	0.202	0.090
72hr	0.078	0.048	0.037	0.055	0.030	0.035	0.031	0.044	0.099	0.179	0.273	0.201	0.093

표 I.2.28 KIM-CTSM 군산 지점 ME 및 RMSE

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	-0.164	-0.158	-0.107	-0.028	0.019	0.052	0.030	0.061	0.027	-0.072	-0.155	-0.128	-0.052
24hr	-0.158	-0.152	-0.111	-0.028	0.022	0.051	0.028	0.055	0.023	-0.078	-0.150	-0.126	-0.052
48hr	-0.168	-0.142	-0.117	-0.026	0.020	0.049	0.034	0.050	0.016	-0.096	-0.156	-0.139	-0.056
72hr	-0.173	-0.141	-0.108	-0.019	0.014	0.045	0.030	0.045	0.009	-0.088	-0.152	-0.143	-0.057
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	0.185	0.184	0.133	0.074	0.070	0.077	0.085	0.099	0.119	0.127	0.177	0.147	0.123
24hr	0.184	0.187	0.138	0.071	0.070	0.081	0.086	0.096	0.119	0.132	0.175	0.150	0.124
48hr	0.195	0.178	0.143	0.072	0.071	0.077	0.090	0.095	0.122	0.147	0.175	0.166	0.128
72hr	0.203	0.180	0.146	0.081	0.070	0.087	0.095	0.097	0.121	0.147	0.172	0.173	0.131

표 I.2.29 KIM-CTSM 목포 지점 ME 및 RMSE

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	-0.153	-0.164	-0.113	-0.048	-0.007	0.045	0.033	0.049	-0.012	-0.078	-0.150	-0.126	-0.060
24hr	-0.153	-0.160	-0.113	-0.051	-0.003	0.047	0.030	0.039	-0.015	-0.084	-0.145	-0.128	-0.061
48hr	-0.161	-0.155	-0.118	-0.050	0.000	0.049	0.029	0.037	-0.021	-0.087	-0.146	-0.135	-0.063
72hr	-0.164	-0.151	-0.117	-0.042	0.003	0.042	0.021	0.038	-0.026	-0.081	-0.146	-0.139	-0.064
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	0.192	0.207	0.160	0.105	0.108	0.102	0.110	0.133	0.188	0.166	0.185	0.164	0.152
24hr	0.195	0.206	0.159	0.105	0.103	0.103	0.109	0.131	0.186	0.170	0.180	0.165	0.151
48hr	0.205	0.203	0.165	0.105	0.100	0.102	0.108	0.131	0.188	0.174	0.185	0.171	0.153
72hr	0.209	0.201	0.166	0.103	0.108	0.099	0.108	0.132	0.185	0.171	0.185	0.173	0.153

표 I.2.30 KIM-CTSM 진도 지점 ME 및 RMSE

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	-0.167	-0.164	-0.129	-0.036	0.003	0.050	0.069	0.067	-0.011	-0.105	-0.175	-0.138	-0.061
24hr	-0.170	-0.157	-0.124	-0.032	0.001	0.050	0.071	0.065	-0.012	-0.108	-0.161	-0.137	-0.060
48hr	-0.175	-0.159	-0.128	-0.024	0.009	0.048	0.066	0.064	-0.013	-0.098	-0.156	-0.141	-0.059
72hr	-0.174	-0.152	-0.115	-0.023	0.011	0.045	0.069	0.065	-0.019	-0.085	-0.156	-0.143	-0.056
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	0.176	0.177	0.139	0.060	0.052	0.064	0.084	0.087	0.070	0.128	0.187	0.152	0.115
24hr	0.178	0.171	0.135	0.064	0.049	0.066	0.087	0.081	0.070	0.126	0.175	0.150	0.113
48hr	0.184	0.174	0.139	0.064	0.052	0.065	0.083	0.082	0.076	0.126	0.172	0.153	0.114
72hr	0.185	0.170	0.131	0.070	0.055	0.067	0.088	0.087	0.071	0.130	0.173	0.156	0.115

표 I.2.31 KIM-CTSM 제주 지점 ME 및 RMSE

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	-0.090	-0.111	-0.096	-0.018	0.015	0.008	-0.034	-0.024	0.007	-0.028	-0.087	-0.036	-0.041
24hr	-0.092	-0.106	-0.095	-0.017	0.015	0.005	-0.032	-0.023	0.008	-0.032	-0.080	-0.035	-0.040
48hr	-0.094	-0.102	-0.098	-0.009	0.019	0.000	-0.033	-0.022	0.009	-0.033	-0.076	-0.038	-0.040
72hr	-0.100	-0.097	-0.093	-0.004	0.018	-0.003	-0.031	-0.020	0.007	-0.029	-0.074	-0.040	-0.039
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	0.105	0.132	0.113	0.054	0.045	0.030	0.051	0.054	0.060	0.067	0.106	0.064	0.073
24hr	0.109	0.130	0.113	0.055	0.042	0.033	0.050	0.054	0.064	0.066	0.101	0.065	0.074
48hr	0.114	0.125	0.116	0.052	0.044	0.037	0.051	0.056	0.065	0.068	0.099	0.067	0.075
72hr	0.120	0.120	0.114	0.053	0.045	0.042	0.050	0.062	0.065	0.075	0.099	0.068	0.076

표 I.2.32 KIM-CTSM 서귀포 지점 ME 및 RMSE

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	-0.120	-0.113	-0.093	0.014	0.023	0.022	0.014	0.019	0.039	-0.025	-0.106	-0.081	-0.034
24hr	-0.121	-0.112	-0.089	0.016	0.018	0.021	0.013	0.019	0.039	-0.031	-0.097	-0.079	-0.034
48hr	-0.120	-0.107	-0.087	0.028	0.022	0.018	0.012	0.022	0.040	-0.025	-0.094	-0.082	-0.031
72hr	-0.125	-0.105	-0.083	0.030	0.022	0.014	0.013	0.023	0.036	-0.017	-0.095	-0.086	-0.031
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
0hr	0.126	0.127	0.104	0.048	0.037	0.034	0.041	0.055	0.070	0.064	0.117	0.099	0.077
24hr	0.127	0.130	0.101	0.050	0.033	0.035	0.043	0.055	0.073	0.063	0.111	0.095	0.076
48hr	0.128	0.124	0.100	0.055	0.037	0.033	0.044	0.062	0.071	0.063	0.111	0.097	0.077
72hr	0.133	0.121	0.095	0.061	0.038	0.033	0.048	0.070	0.069	0.079	0.113	0.102	0.080

부록 J. 황사·연무통합예측모델 검증결과

표 J.1 2024년 KIM 기반의 황사·연무통합예측모델(KIM-ADAM3) 검증 결과

	KIM-ADAM3
정확도(Accuracy)	0.96
성공임계지수(CSI)	0.39
탐지확률(POD)	0.40
거짓경보율(FAR)	0.05

표 J.2 2024년 UM 기반의 황사·연무통합예측모델(UM-ADAM3) 검증 결과

	UM-ADAM3
정확도(Accuracy)	0.96
성공임계지수(CSI)	0.40
탐지확률(POD)	0.42
거짓경보율(FAR)	0.10

부록 K. 태풍예측 검증결과

K.1 KIM-Global 태풍 예측성능

표 K.1.1 KIM-Global 영역별 태풍 진로예측 단순거리오차 [단위: km, ( ): 사례수]

FCST Time	북서태평양 전체 영역		20°N 북쪽, 140°E 서쪽	
12hr	63.0	(194)	50.9	(64)
24hr	83.6	(171)	75.2	(61)
36hr	112.9	(152)	121.3	(60)
48hr	131.6	(133)	142.8	(58)
60hr	158.2	(117)	175.9	(56)
72hr	195.2	(100)	224.6	(51)
96hr	358.6	(70)	453.6	(38)
120hr	635.9	(34)	785.9	(22)

표 K.1.2 KIM-Global 영역별 ATE의 평균과 ATB의 중간값(median) [단위: km]

FCST Time	북서태평양 전체 영역		20°N 북쪽, 140°E 서쪽	
	ATE	ATB	ATE	ATB
12hr	42.3	1.4	33.0	8.7
24hr	53.0	0.0	48.8	2.7
36hr	70.6	-1.3	78.2	10.6
48hr	89.3	1.6	102.5	15.0
60hr	106.7	-10.8	115.4	0.9
72hr	123.5	-4.1	140.0	-8.0
96hr	249.4	-13.2	328.6	-6.6
120hr	427.1	42.9	531.4	79.4

표 K.1.3 KIM-Global 영역별 CTE의 평균과 CTB의 중간값(median) [단위: km]

FCST Time	북서태평양 전체 영역		20°N 북쪽, 140°E 서쪽	
	CTE	CTB	CTE	CTB
12hr	38.9	1.0	32.4	-0.1
24hr	54.0	-3.8	47.3	-19.1
36hr	75.4	-8.1	80.3	-16.6
48hr	80.0	-11.1	80.3	-26.3
60hr	91.1	-9.5	103.6	-7.4
72hr	121.3	-11.0	149.2	-17.4
96hr	201.6	43.4	247.0	49.5
120hr	398.9	77.9	484.3	177.6

표 K.1.4 KIM-Global 강도별 태풍 강도 예측성능 RMSE, ME, r [단위: m/s, ( ): 사례수]

검증 지수	FCST Time	TS		STS		TY	
RMSE	12hr	3.8	(68)	4.8	(52)	9.2	(74)
	24hr	3.9	(52)	4.6	(46)	9.9	(73)
	36hr	4.5	(44)	4.6	(38)	10.8	(70)
	48hr	4.9	(35)	5.1	(34)	11.2	(64)
	60hr	5.2	(30)	5.4	(30)	11.7	(57)
	72hr	5.2	(26)	5.6	(26)	14.2	(48)
	96hr	6.3	(20)	11.6	(17)	15.8	(33)
	120hr	10.8	(9)	8.6	(8)	18.1	(17)
ME	12hr	-0.4	(68)	-2.0	(52)	-7.3	(74)
	24hr	-0.7	(52)	-1.5	(46)	-8.1	(73)
	36hr	-2.0	(44)	-1.7	(38)	-8.4	(70)
	48hr	-2.2	(35)	-1.6	(34)	-8.9	(64)
	60hr	-2.1	(30)	-2.0	(30)	-9.8	(57)
	72hr	-1.7	(26)	-1.5	(26)	-10.9	(48)
	96hr	-0.9	(20)	-2.3	(17)	-12.3	(33)
	120hr	5.7	(9)	0.9	(8)	-16.2	(17)
r	12hr	0.40	(68)	0.58	(52)	0.63	(74)
	24hr	0.49	(52)	0.43	(46)	0.60	(73)
	36hr	0.55	(44)	0.39	(38)	0.49	(70)
	48hr	0.54	(35)	0.39	(34)	0.50	(64)
	60hr	0.62	(30)	0.19	(30)	0.61	(57)
	72hr	0.69	(26)	0.09	(26)	0.22	(48)
	96hr	0.48	(20)	0.11	(17)	0.12	(33)
	120hr	0.31	(9)	0.66	(8)	0.37	(17)

K.2 UM-Global 태풍 예측성능

표 K.2.1 UM-Global 영역별 태풍 진로예측 단순거리오차 [단위: km, ( ): 사례수]

FCST Time	북서태평양 전체 영역		20°N 북쪽, 140°E 서쪽	
12hr	62.0	(192)	56.5	(65)
24hr	81.1	(170)	68.0	(61)
36hr	107.5	(151)	104.7	(60)
48hr	128.3	(132)	124.0	(58)
60hr	152.7	(116)	158.6	(56)
72hr	192.6	(100)	195.2	(52)
96hr	338.7	(69)	353.5	(38)
120hr	569.3	(39)	642.3	(23)

표 K.2.2 UM-Global 영역별 ATE의 평균과 ATB의 중간값(median) [단위: km]

FCST Time	북서태평양 전체 영역		20°N 북쪽, 140°E 서쪽	
	ATE	ATB	ATE	ATB
12hr	38.4	2.7	40.3	10.8
24hr	47.1	1.1	42.4	10.2
36hr	69.0	-6.3	72.5	2.6
48hr	83.9	-6.1	86.7	17.6
60hr	105.7	-21.0	107.5	25.4
72hr	133.6	-27.4	128.1	-3.5
96hr	247.0	-81.6	263.3	-8.3
120hr	424.4	-7.0	512.5	71.7

표 K.2.3 UM-Global 영역별 CTE의 평균과 CTB의 중간값(median) [단위: km]

FCST Time	북서태평양 전체 영역		20°N 북쪽, 140°E 서쪽	
	CTE	CTB	CTE	CTB
12hr	40.4	0.0	32.1	-9.5
24hr	56.0	-7.2	44.2	-19.2
36hr	67.6	-11.1	61.0	-30.7
48hr	81.5	-29.3	73.6	-43.4
60hr	90.0	-20.4	97.7	-26.8
72hr	110.8	-23.9	121.5	-47.9
96hr	177.2	-3.1	179.9	41.9
120hr	313.0	115.4	309.8	244.6

표 K.2.4 UM-Global 강도별 태풍 강도 예측성능 RMSE, ME, r [단위: m/s, ( ): 사례수]

검증 지수	FCST Time	TS		STS		TY	
RMSE	12hr	4.3	(66)	7.0	(52)	7.9	(74)
	24hr	4.7	(51)	6.0	(46)	9.4	(73)
	36hr	5.2	(43)	5.4	(38)	10.1	(70)
	48hr	6.5	(34)	6.4	(34)	10.2	(64)
	60hr	5.5	(29)	7.4	(30)	11.1	(57)
	72hr	7.6	(26)	6.4	(26)	11.9	(48)
	96hr	10.0	(20)	8.5	(16)	11.7	(33)
	120hr	12.8	(12)	10.3	(9)	11.8	(18)
ME	12hr	-1.6	(66)	-4.7	(52)	-4.6	(74)
	24hr	-0.9	(51)	-2.8	(46)	-5.9	(73)
	36hr	-0.8	(43)	-1.7	(38)	-6.7	(70)
	48hr	1.1	(34)	-2.6	(34)	-7.2	(64)
	60hr	0.7	(29)	-1.7	(30)	-8.4	(57)
	72hr	0.7	(26)	-1.2	(26)	-8.9	(48)
	96hr	0.6	(20)	0.0	(16)	-7.8	(33)
	120hr	4.6	(12)	0.4	(9)	-9.2	(18)
r	12hr	0.51	(66)	0.45	(52)	0.72	(74)
	24hr	0.53	(51)	0.16	(46)	0.59	(73)
	36hr	0.43	(43)	0.29	(38)	0.42	(70)
	48hr	0.40	(34)	0.35	(34)	0.37	(64)
	60hr	0.57	(29)	0.11	(30)	0.37	(57)
	72hr	0.48	(26)	0.26	(26)	0.36	(48)
	96hr	0.40	(20)	0.24	(16)	0.25	(33)
	120hr	0.33	(12)	0.43	(9)	0.38	(18)

K.3 KIM-GENS 태풍 예측성능

표 K.3.1 KIM-GENS 영역별 태풍 진로예측 단순거리오차 [단위: km, ( ): 사례수]

FCST Time	북서태평양 전체 영역		20°N 북쪽, 140°E 서쪽	
12hr	65.5	(194)	52.3	(64)
24hr	92.0	(173)	84.7	(62)
36hr	108.1	(150)	106.6	(59)
48hr	131.6	(133)	137.2	(58)
60hr	164.3	(118)	176.1	(56)
72hr	210.7	(101)	236.2	(52)
96hr	342.7	(67)	430.5	(37)
120hr	681.5	(33)	855.3	(22)

표 K.3.2 KIM-GENS 영역별 ATE의 평균과 ATB의 중간값(median) [단위: km]

FCST Time	북서태평양 전체 영역		20°N 북쪽, 140°E 서쪽	
	ATE	ATB	ATE	ATB
12hr	42.8	2.8	34.0	10.0
24hr	56.6	0.0	54.3	6.9
36hr	69.7	-4.0	71.8	1.9
48hr	88.6	-8.1	95.2	9.3
60hr	111.0	-6.6	118.0	27.7
72hr	136.4	-16.3	150.4	6.6
96hr	236.3	-10.5	304.0	-19.7
120hr	504.7	-82.9	627.1	118.6

표 K.3.3 KIM-GENS 영역별 CTE의 평균과 CTB의 중간값(median) [단위: km]

FCST Time	북서태평양 전체 영역		20°N 북쪽, 140°E 서쪽	
	CTE	CTB	CTE	CTB
12hr	41.0	-2.9	33.9	-8.8
24hr	62.3	-12.3	57.0	-23.1
36hr	68.3	-11.4	65.3	-19.1
48hr	80.1	-21.7	79.3	-20.2
60hr	96.2	-14.6	104.3	3.6
72hr	125.7	-11.1	149.1	-8.0
96hr	200.7	36.6	246.0	69.7
120hr	391.1	189.0	498.6	259.5

표 K.3.4 KIM-GENS 강도별 태풍 강도 예측성능 RMSE, ME, r [단위: m/s, ( ): 사례수]

검증 지수	FCST Time	TS		STS		TY	
RMSE	12hr	3.9	(68)	6.1	(52)	14.0	(74)
	24hr	4.3	(54)	6.1	(46)	14.6	(73)
	36hr	4.4	(43)	5.8	(37)	15.2	(70)
	48hr	4.3	(34)	6.8	(35)	15.9	(64)
	60hr	4.7	(30)	6.7	(31)	16.9	(57)
	72hr	4.8	(25)	7.3	(27)	18.2	(49)
	96hr	4.4	(17)	8.4	(15)	19.7	(35)
	120hr	6.9	(10)	6.9	(8)	19.8	(15)
ME	12hr	-2.4	(68)	-5.3	(52)	-12.9	(74)
	24hr	-2.6	(54)	-5.0	(46)	-13.5	(73)
	36hr	-2.9	(43)	-4.4	(37)	-14.1	(70)
	48hr	-2.8	(34)	-4.6	(35)	-14.7	(64)
	60hr	-3.0	(30)	-4.3	(31)	-15.7	(57)
	72hr	-2.9	(25)	-4.4	(27)	-16.7	(49)
	96hr	-0.8	(17)	-4.3	(15)	-17.4	(35)
	120hr	1.5	(10)	-1.7	(8)	-19.1	(15)
r	12hr	0.42	(68)	0.48	(52)	0.60	(74)
	24hr	0.44	(54)	0.33	(46)	0.61	(73)
	36hr	0.55	(43)	0.21	(37)	0.57	(70)
	48hr	0.63	(34)	0.18	(35)	0.49	(64)
	60hr	0.63	(30)	0.13	(31)	0.45	(57)
	72hr	0.65	(25)	0.09	(27)	0.32	(49)
	96hr	0.61	(17)	0.11	(15)	0.06	(35)
	120hr	0.29	(10)	0.47	(8)	0.58	(15)

2022년 및 2023년
관측검증 결과(정정[59])

59) 관측검증에 사용되는 라디오존데 일부 지점의 자료 이상에 의한 재산출(2022년 9월~2023년 12월)

부록 D. 전지구예보시스템 검증결과

D.2 북반구 관측검증

D.2.1 KIM-Global

표 D.2.1 KIM-Global 북반구 850hPa 기온 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.15	-0.14	-0.20	-0.14	-0.02	-0.08	-0.13	-0.17	-0.23	-0.22	-0.17	-0.15	-0.15
24hr	-0.20	-0.19	-0.24	-0.13	0.03	-0.02	-0.08	-0.13	-0.20	-0.25	-0.20	-0.18	-0.15
36hr	-0.27	-0.28	-0.30	-0.16	0.09	0.00	-0.05	-0.12	-0.23	-0.30	-0.25	-0.25	-0.18
48hr	-0.31	-0.32	-0.34	-0.18	0.13	0.06	-0.02	-0.08	-0.20	-0.31	-0.30	-0.27	-0.18
60hr	-0.36	-0.35	-0.38	-0.20	0.15	0.06	-0.01	-0.06	-0.20	-0.34	-0.33	-0.31	-0.19
72hr	-0.38	-0.35	-0.41	-0.20	0.21	0.10	0.03	-0.04	-0.16	-0.35	-0.34	-0.32	-0.18
96hr	-0.44	-0.39	-0.46	-0.27	0.25	0.15	0.07	-0.02	-0.13	-0.38	-0.36	-0.34	-0.19
120hr	-0.44	-0.43	-0.51	-0.24	0.21	0.19	0.09	-0.03	-0.08	-0.37	-0.39	-0.33	-0.19
144hr	-0.38	-0.54	-0.55	-0.19	0.20	0.17	0.11	-0.04	-0.03	-0.37	-0.35	-0.35	-0.19
168hr	-0.34	-0.53	-0.58	-0.18	0.21	0.12	0.17	-0.07	-0.01	-0.36	-0.36	-0.37	-0.19
192hr	-0.24	-0.46	-0.55	-0.15	0.19	0.11	0.20	-0.05	0.00	-0.39	-0.29	-0.47	-0.18
216hr	-0.24	-0.50	-0.46	0.01	0.18	0.04	0.20	-0.04	-0.04	-0.45	-0.22	-0.50	-0.17
240hr	-0.35	-0.54	-0.47	0.08	0.25	0.01	0.19	-0.09	0.01	-0.40	-0.11	-0.63	-0.17
264hr	-0.49	-0.45	-0.39	0.15	0.27	0.03	0.22	-0.10	0.00	-0.35	-0.13	-0.69	-0.16
288hr	-0.62	-0.55	-0.39	0.10	0.21	0.01	0.21	-0.06	0.13	-0.33	-0.18	-0.46	-0.16
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	1.46	1.49	1.37	1.29	1.26	1.23	1.24	1.21	1.20	1.19	1.34	1.45	1.31
24hr	1.60	1.64	1.49	1.40	1.38	1.34	1.35	1.31	1.29	1.30	1.45	1.60	1.43
36hr	1.72	1.76	1.64	1.56	1.51	1.46	1.45	1.42	1.41	1.41	1.55	1.74	1.55
48hr	1.86	1.91	1.79	1.67	1.62	1.57	1.56	1.52	1.48	1.50	1.67	1.88	1.67
60hr	2.01	2.03	1.93	1.82	1.78	1.70	1.65	1.62	1.61	1.61	1.79	2.02	1.80
72hr	2.23	2.19	2.10	1.99	1.98	1.83	1.79	1.73	1.73	1.76	1.93	2.21	1.96
96hr	2.68	2.55	2.53	2.34	2.39	2.17	2.04	1.98	2.06	2.11	2.38	2.62	2.32
120hr	3.19	3.02	3.10	2.81	2.87	2.58	2.34	2.29	2.44	2.53	3.02	3.13	2.78
144hr	3.61	3.61	3.66	3.35	3.40	3.13	2.56	2.57	2.86	3.00	3.63	3.65	3.25
168hr	4.10	4.17	4.23	4.05	3.84	3.53	2.82	2.86	3.34	3.47	4.06	4.30	3.73
192hr	4.66	4.71	4.82	4.57	4.29	3.83	3.19	3.20	3.79	4.04	4.56	4.80	4.20
216hr	5.16	5.19	5.29	4.81	4.85	4.13	3.53	3.48	4.16	4.51	5.04	5.41	4.63
240hr	5.60	5.64	5.93	5.17	5.14	4.47	3.80	3.69	4.46	4.82	5.38	5.81	4.99
264hr	6.02	5.86	6.16	5.63	5.48	4.61	3.96	3.84	4.72	5.18	5.78	6.20	5.29
288hr	6.62	6.14	6.35	6.13	5.72	4.79	4.05	4.01	4.96	5.50	5.82	6.47	5.55

표 D.2.2 KIM-Global 북반구 500hPa 지위고도 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.16	-0.52	-0.55	-0.62	-0.23	-1.18	-1.25	-0.75	-1.24	-0.75	-0.39	-0.36	-0.64
24hr	1.03	0.11	0.76	0.51	0.72	-0.31	-1.38	-0.95	-1.30	-0.55	-0.08	-0.13	-0.13
36hr	-0.09	-0.84	-0.18	0.63	1.73	0.42	-0.47	-0.56	-0.86	-0.29	0.03	-0.65	-0.09
48hr	-1.01	-2.43	-1.19	-0.84	1.03	0.10	-1.03	-1.05	-1.54	-1.16	-0.97	-1.85	-1.00
60hr	-0.88	-1.67	-1.21	-0.29	1.70	0.60	-0.40	-0.49	-1.28	-1.20	-0.70	-1.45	-0.61
72hr	-1.20	-2.06	-1.76	-1.00	1.82	1.88	0.76	0.68	-0.38	-0.88	-0.55	-1.89	-0.38
96hr	-0.89	-2.29	-2.37	-1.15	2.44	1.45	0.72	1.07	-0.27	-2.13	-0.99	-2.10	-0.54
120hr	-1.45	-3.86	-4.13	-2.36	1.24	1.55	-0.42	0.79	-0.97	-3.92	-2.18	-2.84	-1.55
144hr	-2.19	-5.57	-5.95	-3.41	0.19	0.55	-1.28	0.40	-1.81	-4.80	-0.52	-3.69	-2.34
168hr	-3.78	-5.32	-5.02	-3.88	0.31	-0.78	-0.08	-0.38	0.12	-5.96	0.66	-4.03	-2.34
192hr	-5.64	-6.55	-5.51	-6.43	-0.39	-1.68	0.34	-0.98	0.76	-7.31	-1.64	-5.23	-3.35
216hr	-6.93	-7.67	-3.91	-6.83	-1.22	-1.31	-0.19	-1.09	0.85	-9.68	-1.23	-8.93	-4.01
240hr	-8.44	-9.35	-4.12	-7.01	0.45	-0.80	0.95	-1.58	0.19	-11.81	2.79	-11.81	-4.21
264hr	-11.14	-10.99	-5.13	-7.71	2.74	0.15	0.87	0.09	1.69	-12.20	4.63	-12.26	-4.11
288hr	-15.11	-13.89	-8.35	-7.49	3.30	-2.35	0.29	1.27	2.84	-13.76	4.17	-11.66	-5.06
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	11.85	11.83	11.69	11.66	11.53	11.35	11.33	11.60	11.04	10.76	11.11	11.12	11.41
24hr	13.62	13.73	13.19	12.91	12.55	12.20	12.19	12.42	12.09	11.70	12.56	12.63	12.65
36hr	15.85	15.73	14.81	14.62	14.24	13.62	13.33	13.58	13.66	13.06	14.71	14.93	14.35
48hr	19.15	19.13	17.80	17.10	16.23	15.55	15.13	15.24	15.69	15.39	17.30	18.01	16.81
60hr	23.39	21.84	20.44	19.45	19.20	17.94	16.80	17.14	18.37	17.95	20.34	21.88	19.56
72hr	28.19	26.37	24.25	23.43	23.07	21.38	19.64	19.53	21.52	21.76	24.64	26.37	23.35
96hr	39.54	35.08	34.19	32.34	32.41	29.20	26.31	26.44	29.36	31.42	37.14	37.66	32.59
120hr	52.88	48.67	47.95	43.43	43.47	38.71	33.03	34.78	38.64	42.39	54.45	51.82	44.19
144hr	65.94	61.95	62.14	55.30	55.27	49.01	39.81	43.13	49.19	55.08	69.04	67.27	56.09
168hr	79.59	72.52	74.56	68.45	66.59	57.80	45.68	51.30	58.60	66.51	81.27	82.68	67.13
192hr	89.60	80.79	88.95	79.64	79.07	65.35	53.76	59.16	68.70	79.23	92.83	95.27	77.70
216hr	102.04	89.75	100.24	87.09	88.77	73.90	62.02	65.41	77.26	88.70	102.54	108.43	87.18
240hr	114.03	99.14	111.44	95.91	96.30	80.25	67.36	71.78	85.02	97.07	109.55	116.97	95.40
264hr	123.98	106.74	119.94	101.68	105.92	84.16	71.47	76.40	92.71	105.02	119.06	127.11	102.85
288hr	134.82	116.29	126.39	108.93	110.98	87.15	75.54	79.93	95.75	113.57	121.84	134.72	108.82

표 D.2.3 KIM-Global 북반구 250hPa 풍속 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.60	-0.59	-0.58	-0.48	-0.51	-0.47	-0.42	-0.27	-0.43	-0.40	-0.46	-0.42	-0.47
24hr	-0.68	-0.67	-0.57	-0.49	-0.47	-0.45	-0.37	-0.30	-0.42	-0.43	-0.52	-0.48	-0.49
36hr	-0.68	-0.77	-0.52	-0.45	-0.51	-0.46	-0.42	-0.31	-0.47	-0.40	-0.50	-0.46	-0.49
48hr	-0.73	-0.81	-0.54	-0.45	-0.53	-0.44	-0.43	-0.28	-0.50	-0.43	-0.54	-0.52	-0.52
60hr	-0.74	-0.85	-0.54	-0.40	-0.59	-0.44	-0.48	-0.28	-0.57	-0.47	-0.54	-0.47	-0.53
72hr	-0.75	-1.02	-0.54	-0.33	-0.65	-0.47	-0.55	-0.32	-0.61	-0.47	-0.59	-0.57	-0.57
96hr	-0.79	-1.22	-0.67	-0.37	-0.62	-0.49	-0.63	-0.41	-0.77	-0.54	-0.73	-0.56	-0.65
120hr	-0.87	-1.25	-0.80	-0.38	-0.51	-0.50	-0.77	-0.47	-0.88	-0.68	-0.77	-0.67	-0.71
144hr	-1.14	-1.37	-0.68	-0.41	-0.24	-0.73	-0.76	-0.58	-0.89	-0.65	-0.72	-0.72	-0.74
168hr	-1.04	-1.45	-0.55	-0.30	-0.19	-0.70	-0.72	-0.41	-0.73	-0.91	-0.81	-0.75	-0.71
192hr	-0.79	-1.49	-0.55	-0.59	-0.20	-0.79	-0.80	-0.39	-0.88	-0.87	-0.78	-0.72	-0.74
216hr	-0.60	-1.56	-0.51	-0.42	-0.31	-0.68	-0.70	-0.38	-0.90	-0.97	-0.54	-0.84	-0.70
240hr	-0.56	-1.39	-0.77	-0.58	-0.67	-0.78	-0.87	-0.44	-0.74	-1.09	-0.48	-0.82	-0.77
264hr	-0.63	-1.16	-0.92	-0.33	-0.62	-0.72	-0.83	-0.34	-0.73	-1.08	-0.13	-0.76	-0.69
288hr	-0.49	-1.23	-0.36	-0.26	-0.45	-0.67	-1.08	-0.48	-0.54	-0.89	-0.14	-0.79	-0.61
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	4.27	4.31	4.37	4.51	4.54	4.81	4.69	4.37	4.24	3.93	4.06	4.09	4.35
24hr	4.93	4.87	4.98	5.24	5.40	5.72	5.66	5.28	4.96	4.61	4.63	4.71	5.08
36hr	5.54	5.43	5.67	5.89	6.19	6.51	6.43	6.08	5.79	5.39	5.23	5.43	5.80
48hr	6.55	6.29	6.49	6.73	7.15	7.39	7.31	6.98	6.73	6.24	6.14	6.25	6.69
60hr	7.54	6.99	7.30	7.54	8.16	8.44	8.28	7.85	7.78	7.03	6.98	7.14	7.58
72hr	8.62	8.15	8.21	8.55	9.34	9.37	9.11	8.72	8.63	8.07	8.20	8.11	8.59
96hr	11.17	10.30	10.31	10.59	11.73	11.48	11.14	10.73	10.94	10.50	10.97	10.52	10.87
120hr	13.81	12.63	12.81	12.76	14.18	13.73	12.91	12.70	13.30	12.94	14.69	13.50	13.33
144hr	16.46	15.13	15.49	14.72	16.61	15.91	14.33	14.54	15.94	15.46	17.68	15.96	15.68
168hr	18.83	17.01	17.69	17.50	18.74	18.00	15.73	16.16	17.91	17.53	19.63	18.39	17.76
192hr	20.50	19.30	20.04	19.03	20.67	19.46	17.16	17.63	19.71	19.96	21.71	20.20	19.61
216hr	22.46	20.47	22.13	20.40	22.30	20.69	18.68	18.74	21.37	21.96	23.43	22.16	21.23
240hr	23.96	22.29	23.63	21.34	23.31	21.70	19.83	19.69	22.84	23.07	24.05	23.39	22.42
264hr	25.45	23.86	24.92	22.75	24.43	22.49	20.19	20.42	23.88	24.23	25.55	24.94	23.59
288hr	27.14	25.35	26.09	24.28	25.27	22.70	21.08	20.98	24.32	25.10	26.31	26.17	24.57

D.2.2 UM-Global

표 D.2.4 UM-Global 북반구 850hPa 기온 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.00	-0.10	-0.21	-0.21	-0.15	-0.06	0.03	-0.07	-0.14	-0.14	-0.04	-0.01	-0.09
24hr	0.04	-0.03	-0.21	-0.22	-0.15	0.00	0.10	-0.01	-0.12	-0.15	0.02	0.05	-0.06
36hr	0.03	-0.10	-0.24	-0.28	-0.16	0.03	0.13	0.00	-0.16	-0.20	0.02	0.06	-0.07
48hr	0.09	-0.06	-0.25	-0.28	-0.16	0.06	0.18	0.03	-0.14	-0.19	0.07	0.12	-0.04
60hr	0.08	-0.10	-0.23	-0.27	-0.13	0.10	0.22	0.07	-0.13	-0.20	0.08	0.15	-0.03
72hr	0.08	-0.09	-0.24	-0.26	-0.12	0.11	0.26	0.10	-0.10	-0.20	0.11	0.18	-0.01
96hr	0.08	-0.02	-0.29	-0.25	-0.06	0.21	0.33	0.20	-0.03	-0.19	0.11	0.20	0.02
120hr	0.07	0.00	-0.33	-0.28	-0.08	0.31	0.43	0.28	0.01	-0.22	0.04	0.21	0.04
144hr	0.02	0.01	-0.39	-0.19	-0.06	0.33	0.47	0.32	0.09	-0.18	0.05	0.25	0.06
168hr	0.15	-0.04	-0.37	-0.15	-0.01	0.30	0.53	0.35	0.20	-0.12	0.18	0.31	0.11
192hr	0.27	0.01	-0.35	-0.08	0.04	0.21	0.64	0.37	0.22	0.00	0.18	0.30	0.15
216hr	0.26	-0.13	-0.44	0.17	0.08	0.26	0.69	0.37	0.23	0.07	0.19	0.26	0.17
240hr	0.20	-0.05	-0.35	0.23	0.08	0.29	0.75	0.28	0.25	0.10	0.44	0.17	0.20
264hr	0.13	-0.16	-0.25	0.26	0.09	0.24	0.86	0.33	0.29	0.13	0.53	0.09	0.21
288hr	0.04	-0.10	-0.41	0.19	-0.03	0.21	0.96	0.41	0.31	0.26	0.41	0.10	0.20
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	1.33	1.30	1.26	1.23	1.17	1.14	1.12	1.10	1.15	1.13	1.25	1.30	1.21
24hr	1.44	1.42	1.37	1.32	1.26	1.25	1.25	1.22	1.21	1.19	1.35	1.42	1.31
36hr	1.57	1.50	1.51	1.48	1.42	1.42	1.38	1.32	1.34	1.31	1.45	1.53	1.44
48hr	1.70	1.63	1.64	1.58	1.54	1.53	1.49	1.44	1.40	1.39	1.56	1.67	1.55
60hr	1.82	1.80	1.79	1.74	1.72	1.69	1.62	1.55	1.56	1.52	1.69	1.84	1.69
72hr	1.99	1.91	1.95	1.89	1.85	1.83	1.76	1.67	1.67	1.67	1.87	2.03	1.84
96hr	2.45	2.28	2.43	2.31	2.27	2.18	2.05	1.92	2.01	2.06	2.28	2.49	2.23
120hr	2.92	2.70	2.85	2.77	2.75	2.56	2.39	2.19	2.46	2.46	2.78	3.11	2.66
144hr	3.63	3.26	3.48	3.24	3.26	3.12	2.72	2.57	2.92	2.97	3.41	3.67	3.19
168hr	4.24	3.81	4.15	3.81	3.78	3.66	3.04	2.95	3.42	3.38	4.09	4.17	3.71
192hr	4.76	4.41	4.52	4.48	4.17	3.97	3.34	3.21	3.82	3.93	4.72	4.74	4.17
216hr	5.08	4.72	4.95	5.08	4.66	4.30	3.69	3.61	4.22	4.50	5.23	5.29	4.61
240hr	5.60	5.23	5.43	5.50	5.05	4.75	3.98	3.82	4.60	4.89	5.50	5.70	5.00
264hr	5.95	5.55	5.99	5.82	5.42	4.92	4.22	4.14	4.87	5.29	5.60	6.13	5.32
288hr	6.12	5.94	6.36	6.22	5.69	5.05	4.48	4.32	5.16	5.49	5.77	6.44	5.59

표 D.2.5 UM-Global 북반구 500hPa 지위고도 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.97	0.79	-0.74	-0.85	-0.50	-0.22	0.41	-0.20	-0.75	-0.63	0.06	0.68	-0.08
24hr	1.56	1.39	0.02	-0.39	0.49	0.73	0.73	0.08	-0.68	-0.40	0.45	0.86	0.40
36hr	1.44	1.38	0.13	0.11	1.46	1.04	0.62	-0.07	-0.62	-0.10	1.20	1.15	0.65
48hr	1.88	1.40	-0.14	-0.14	1.20	1.04	0.48	-0.27	-0.87	-0.07	1.46	1.08	0.59
60hr	1.71	1.16	0.05	0.53	2.19	1.62	0.73	0.06	-0.42	0.43	2.28	1.72	1.01
72hr	1.96	0.30	-0.62	0.01	2.06	1.99	1.39	0.25	-0.24	0.75	2.66	1.54	1.00
96hr	2.11	0.55	-0.85	-0.39	2.85	2.89	2.45	0.72	0.64	-0.18	2.93	2.38	1.34
120hr	0.91	1.72	-1.29	-0.45	3.45	3.58	2.46	0.72	1.57	-1.67	1.54	2.54	1.26
144hr	0.23	-1.66	-3.29	-0.81	4.19	3.87	2.22	0.65	1.97	-3.20	3.18	3.79	0.93
168hr	2.50	-0.78	-4.44	-2.72	4.80	2.92	2.58	1.17	2.21	-3.39	6.23	4.97	1.34
192hr	2.22	-3.20	-3.98	-3.45	6.43	2.24	3.38	1.32	3.71	-3.02	8.03	3.59	1.44
216hr	-0.49	-8.19	-2.82	0.38	7.65	1.76	2.97	1.43	4.83	-2.60	6.90	3.12	1.25
240hr	-1.43	-9.89	-1.25	3.58	7.02	1.07	3.89	1.81	5.63	-3.75	9.76	0.08	1.38
264hr	-6.66	-15.64	0.62	4.48	8.20	0.89	4.61	2.60	6.60	-5.23	11.55	-3.09	0.74
288hr	-9.86	-12.80	-1.64	5.08	7.93	-0.26	4.47	3.70	6.08	-5.89	11.08	-5.81	0.17
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	11.54	11.18	10.82	11.09	11.19	10.89	11.15	11.32	10.60	10.23	10.31	10.64	10.91
24hr	13.07	12.63	12.00	12.08	12.16	11.77	11.77	12.09	11.29	10.82	11.55	12.08	11.94
36hr	14.89	14.61	14.02	13.91	14.05	13.31	13.37	13.46	12.81	12.14	13.55	14.15	13.69
48hr	17.59	17.46	16.47	16.02	15.72	15.12	14.88	14.99	14.49	13.87	16.10	16.86	15.80
60hr	20.76	20.14	19.60	18.94	18.62	17.83	16.70	16.97	17.19	16.22	19.43	20.22	18.55
72hr	25.26	23.69	22.90	22.29	21.60	20.58	19.26	18.68	20.11	19.64	23.81	24.43	21.85
96hr	35.35	31.38	31.51	31.14	30.34	27.80	25.58	24.35	27.53	28.72	34.20	36.21	30.34
120hr	47.98	44.05	44.39	40.92	41.83	36.03	32.83	31.72	37.31	39.63	48.24	50.64	41.30
144hr	62.99	56.67	59.69	51.48	55.16	48.46	40.27	39.69	48.31	50.35	62.90	65.56	53.46
168hr	76.58	67.08	72.04	64.11	67.35	60.16	46.57	49.09	58.76	62.50	78.64	80.13	65.25
192hr	88.37	74.01	81.55	80.01	78.05	68.41	53.57	58.60	67.26	75.05	95.16	93.49	76.13
216hr	96.89	84.75	89.94	89.27	88.24	76.16	61.25	66.14	75.67	84.79	103.62	107.35	85.34
240hr	110.12	98.48	101.28	98.5	96.26	84.55	68.43	71.48	84.85	94.56	111.16	117.12	94.73
264hr	123.22	113.8	108.27	105.87	104.12	88.91	73.13	76.57	90.28	103.44	118.34	125.77	102.64
288hr	129.21	117.63	114.57	111.63	111.24	89.61	78.42	79.81	93.17	109.81	122.11	133.44	107.55

표 D.2.6 UM-Global 북반구 250hPa 풍속 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.52	-0.28	-0.50	-0.47	-0.50	-0.45	-0.44	-0.37	-0.34	-0.44	-0.49	-0.44	-0.44
24hr	-0.67	-0.40	-0.56	-0.46	-0.47	-0.50	-0.47	-0.38	-0.35	-0.48	-0.56	-0.59	-0.49
36hr	-0.73	-0.91	-0.60	-0.52	-0.58	-0.50	-0.47	-0.40	-0.40	-0.54	-0.66	-0.62	-0.58
48hr	-0.80	-0.34	-0.63	-0.61	-0.55	-0.60	-0.54	-0.42	-0.43	-0.53	-0.73	-0.70	-0.57
60hr	-0.88	-1.36	-0.66	-0.61	-0.62	-0.52	-0.58	-0.39	-0.43	-0.57	-0.73	-0.70	-0.67
72hr	-0.93	-0.95	-0.71	-0.56	-0.54	-0.62	-0.69	-0.47	-0.39	-0.55	-0.75	-0.73	-0.66
96hr	-1.01	-1.59	-0.82	-0.63	-0.73	-0.71	-0.72	-0.59	-0.61	-0.60	-0.82	-0.71	-0.80
120hr	-1.00	-1.32	-0.80	-0.62	-0.56	-0.67	-0.79	-0.69	-0.73	-0.62	-0.78	-0.77	-0.78
144hr	-1.14	-1.25	-0.74	-0.63	-0.55	-0.70	-0.81	-0.74	-0.85	-0.64	-0.93	-0.76	-0.81
168hr	-1.35	-1.48	-0.70	-0.39	-0.50	-0.64	-0.78	-0.59	-0.77	-0.51	-1.05	-0.87	-0.80
192hr	-1.39	-0.98	-0.66	-0.38	-0.52	-0.57	-0.73	-0.51	-0.94	-0.58	-0.88	-1.00	-0.76
216hr	-1.25	-1.04	-0.79	-0.80	-0.42	-0.63	-0.73	-0.45	-0.94	-0.79	-0.92	-1.10	-0.82
240hr	-1.07	-0.78	-1.00	-0.64	-0.32	-0.58	-0.98	-0.41	-0.88	-0.73	-0.92	-1.16	-0.79
264hr	-1.21	-0.04	-1.00	-0.70	-0.36	-0.37	-0.94	-0.45	-0.97	-0.68	-0.74	-1.05	-0.71
288hr	-0.86	-0.16	-1.12	-0.38	-0.57	-0.28	-0.79	-0.67	-0.98	-0.80	-0.75	-1.07	-0.70
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	4.20	4.22	4.30	4.41	4.36	4.55	4.44	4.21	4.15	3.90	4.04	4.07	4.24
24hr	4.80	4.64	4.85	5.10	5.22	5.39	5.31	5.04	4.86	4.44	4.58	4.65	4.91
36hr	5.48	5.41	5.47	5.70	6.16	6.36	6.19	5.97	5.65	5.08	5.23	5.34	5.67
48hr	6.39	7.09	6.35	6.52	7.04	7.32	6.96	6.81	6.38	5.77	6.03	6.17	6.57
60hr	7.28	7.10	7.18	7.41	8.12	8.24	8.03	7.83	7.64	6.66	6.97	7.15	7.47
72hr	8.38	7.97	8.04	8.23	9.04	9.22	8.88	8.50	8.51	7.48	8.01	8.14	8.37
96hr	10.66	9.79	10.10	10.19	11.33	11.10	11.13	10.55	10.73	9.94	10.45	10.56	10.54
120hr	13.14	12.31	12.53	12.42	13.86	13.14	12.96	12.23	13.11	12.63	13.62	13.01	12.91
144hr	16.05	14.15	15.21	14.76	16.51	15.58	14.77	14.06	15.66	14.88	16.60	15.68	15.32
168hr	18.13	16.63	17.56	16.90	18.69	17.93	16.28	15.91	17.67	17.30	19.05	18.40	17.54
192hr	19.89	18.52	19.42	19.63	20.45	19.73	17.48	17.24	19.51	19.82	21.79	20.52	19.50
216hr	21.04	19.94	21.36	21.06	22.26	20.74	18.62	18.70	21.02	21.97	23.63	22.29	21.05
240hr	23.45	23.32	23.27	22.80	23.93	22.10	19.88	19.71	22.57	23.53	24.93	23.46	22.74
264hr	24.79	24.21	24.29	24.05	25.12	23.03	20.75	20.73	23.58	25.09	25.85	25.44	23.91
288hr	25.20	25.90	25.74	25.16	26.07	23.21	21.79	21.31	24.13	25.55	26.46	26.30	24.74

D.4 남반구 관측검증

D.4.1 KIM-Global

표 D.4.1 KIM-Global 남반구 850hPa 기온 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.21	-0.24	-0.23	-0.24	-0.32	-0.32	-0.35	-0.27	-0.04	-0.05	0.06	-0.12	-0.19
24hr	-0.23	-0.28	-0.27	-0.30	-0.35	-0.32	-0.39	-0.27	-0.02	-0.03	0.04	-0.16	-0.21
36hr	-0.26	-0.26	-0.32	-0.32	-0.42	-0.42	-0.44	-0.34	-0.03	-0.07	0.08	-0.15	-0.25
48hr	-0.27	-0.27	-0.31	-0.32	-0.47	-0.47	-0.47	-0.39	-0.02	-0.06	0.10	-0.12	-0.26
60hr	-0.27	-0.27	-0.34	-0.36	-0.53	-0.57	-0.54	-0.42	-0.01	-0.05	0.11	-0.11	-0.28
72hr	-0.32	-0.32	-0.40	-0.35	-0.56	-0.58	-0.60	-0.48	-0.02	-0.05	0.13	-0.07	-0.30
96hr	-0.38	-0.34	-0.37	-0.38	-0.64	-0.71	-0.70	-0.46	0.00	-0.15	0.11	-0.11	-0.34
120hr	-0.39	-0.39	-0.36	-0.33	-0.59	-0.76	-0.82	-0.50	0.05	-0.12	0.20	-0.16	-0.35
144hr	-0.37	-0.34	-0.34	-0.33	-0.61	-0.72	-0.85	-0.44	0.14	-0.09	0.16	-0.11	-0.33
168hr	-0.35	-0.26	-0.30	-0.41	-0.57	-0.81	-0.85	-0.54	0.13	-0.28	0.28	-0.16	-0.34
192hr	-0.45	-0.28	-0.22	-0.37	-0.72	-0.96	-1.06	-0.50	-0.01	-0.46	0.26	-0.09	-0.41
216hr	-0.58	-0.33	-0.16	-0.27	-0.75	-1.11	-1.05	-0.64	0.00	-0.61	0.06	-0.03	-0.46
240hr	-0.65	-0.24	-0.19	-0.32	-0.65	-1.13	-1.05	-0.74	0.15	-0.41	-0.05	-0.01	-0.44
264hr	-0.58	-0.43	-0.17	-0.45	-0.64	-1.03	-1.21	-0.67	0.02	-0.58	0.01	-0.27	-0.50
288hr	-0.85	-0.28	-0.28	-0.49	-0.69	-1.00	-1.29	-0.55	0.12	-0.53	0.26	-0.27	-0.49
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	1.27	1.14	1.28	1.26	1.28	1.32	1.33	1.32	1.37	1.27	1.31	1.18	1.28
24hr	1.43	1.22	1.30	1.35	1.39	1.36	1.45	1.41	1.46	1.35	1.42	1.27	1.37
36hr	1.46	1.30	1.41	1.43	1.52	1.53	1.52	1.54	1.54	1.47	1.51	1.37	1.47
48hr	1.57	1.40	1.50	1.50	1.61	1.58	1.63	1.64	1.64	1.55	1.61	1.43	1.55
60hr	1.63	1.46	1.60	1.63	1.75	1.72	1.76	1.74	1.72	1.71	1.70	1.52	1.66
72hr	1.79	1.54	1.74	1.73	1.90	1.83	1.87	1.89	1.82	1.90	1.75	1.66	1.78
96hr	1.99	1.75	1.96	1.95	2.22	2.11	2.30	2.24	2.16	2.08	2.04	1.83	2.05
120hr	2.29	2.04	2.31	2.16	2.51	2.49	2.75	2.65	2.66	2.45	2.39	2.00	2.39
144hr	2.68	2.38	2.53	2.62	2.82	2.84	2.98	2.91	3.26	2.89	2.74	2.38	2.75
168hr	3.07	2.74	2.81	3.13	3.13	3.22	3.38	3.56	3.84	3.35	3.02	2.89	3.18
192hr	3.66	2.97	3.23	3.36	3.84	3.66	4.01	3.97	3.98	3.84	3.40	3.03	3.58
216hr	3.94	3.36	3.60	3.50	4.03	3.98	4.41	4.26	4.18	4.18	3.70	3.48	3.89
240hr	4.06	3.71	3.67	3.80	4.34	4.17	4.60	4.82	4.74	4.54	3.92	3.85	4.18
264hr	4.27	3.95	4.14	4.01	4.36	4.37	5.03	4.79	4.84	4.50	4.15	3.92	4.36
288hr	4.34	4.09	4.31	4.19	4.54	4.64	5.23	4.85	4.86	4.70	4.32	3.83	4.49

표 D.4.2 KIM-Global 남반구 500hPa 지위고도 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.55	-1.12	-0.48	0.31	-0.36	-0.22	-0.76	0.11	0.86	0.48	0.75	-1.91	-0.24
24hr	-0.76	-1.32	-0.87	0.33	-0.67	-0.05	-0.41	0.72	1.54	1.33	0.97	-1.72	-0.08
36hr	-0.19	-0.47	-0.35	0.22	-1.31	-0.86	-1.06	-0.07	1.23	0.93	0.94	-1.28	-0.19
48hr	0.73	0.08	-0.11	0.76	-0.97	-0.66	-1.40	-0.08	1.85	1.83	1.74	-0.41	0.28
60hr	0.15	-1.07	-0.86	-0.18	-1.85	-2.80	-2.89	-1.22	1.11	2.01	1.84	-1.20	-0.58
72hr	1.17	-0.31	-0.30	0.77	-1.81	-3.64	-4.83	-1.52	0.32	1.16	1.85	-1.15	-0.69
96hr	1.19	-0.97	-0.45	0.25	-2.95	-7.22	-7.57	-1.58	-0.65	1.07	2.35	-2.23	-1.56
120hr	1.29	-0.10	-0.84	0.08	-3.21	-8.84	-7.83	-2.07	-1.70	0.59	4.27	-1.42	-1.65
144hr	0.00	0.58	0.88	-1.20	-2.76	-8.13	-8.32	-3.65	-2.07	0.05	4.28	-0.56	-1.74
168hr	-2.16	1.55	0.39	-3.26	-2.91	-9.71	-7.80	-6.13	-1.94	-0.04	3.89	-0.60	-2.39
192hr	-3.09	0.16	1.86	-2.51	-7.06	-15.61	-8.29	-5.31	-3.22	-5.24	4.66	1.73	-3.49
216hr	-1.63	-1.64	1.38	-1.57	-6.14	-16.64	-8.73	-7.58	0.66	-5.78	4.71	2.85	-3.34
240hr	-1.27	-3.33	1.29	-0.11	-5.18	-18.18	-8.52	-10.78	1.10	-5.49	5.42	2.58	-3.54
264hr	-3.51	-3.03	0.08	-2.05	-4.79	-15.53	-5.85	-9.22	-1.83	-6.96	9.18	0.08	-3.62
288hr	-7.63	0.27	0.01	-3.83	-7.96	-14.61	-9.23	-8.05	4.12	-7.61	13.82	2.84	-3.15
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	10.33	9.49	9.44	9.40	9.28	11.38	10.47	10.53	10.36	10.72	10.82	10.22	10.20
24hr	11.17	10.06	10.20	10.51	10.33	12.68	11.65	11.83	12.00	11.81	11.81	10.70	11.23
36hr	12.71	11.28	11.67	13.01	12.87	14.81	13.62	14.24	13.78	13.86	13.19	12.35	13.12
48hr	14.39	12.60	14.28	14.61	15.34	16.59	16.10	16.57	16.25	16.06	15.24	13.93	15.16
60hr	15.78	14.73	17.25	17.28	18.48	19.82	20.07	19.82	18.70	18.88	17.86	15.99	17.89
72hr	18.24	17.43	20.71	20.98	22.23	21.96	25.26	24.24	22.33	21.89	20.78	18.59	21.22
96hr	24.95	22.88	29.45	27.95	29.41	31.74	34.58	31.50	30.40	29.29	28.84	24.48	28.79
120hr	34.58	29.63	38.17	37.18	39.95	43.14	44.94	40.64	42.38	36.41	37.18	30.97	37.93
144hr	43.40	40.59	45.15	47.33	50.43	53.28	54.14	49.74	50.06	48.45	47.91	40.45	47.58
168hr	53.56	50.96	58.41	54.89	61.68	61.19	64.91	57.90	60.51	61.07	57.87	48.00	57.58
192hr	62.81	59.19	64.48	62.55	74.06	73.09	77.06	69.84	68.94	71.28	69.13	56.51	67.41
216hr	72.10	69.97	67.68	65.02	84.86	86.27	84.82	82.92	79.55	74.38	77.90	67.55	76.09
240hr	75.60	76.54	75.71	73.55	89.77	91.18	90.80	92.56	87.42	84.59	84.70	67.62	82.50
264hr	80.10	79.58	82.80	79.76	93.92	93.50	94.46	98.57	90.10	92.81	86.76	73.07	87.12
288hr	84.21	79.69	86.79	80.21	96.74	100.18	102.49	97.17	93.20	98.83	94.56	76.28	90.86

표 D.4.3 KIM-Global 남반구 250hPa 풍속 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.65	-0.24	-0.46	-0.39	-0.42	-0.41	-0.20	-0.42	-0.33	-0.58	-0.41	-0.71	-0.43
24hr	-0.66	-0.30	-0.52	-0.37	-0.60	-0.48	-0.19	-0.30	-0.40	-0.77	-0.51	-0.64	-0.48
36hr	-0.59	-0.46	-0.50	-0.32	-0.45	-0.46	-0.25	-0.35	-0.39	-0.68	-0.54	-0.58	-0.46
48hr	-0.75	-0.40	-0.50	-0.34	-0.43	-0.53	-0.19	-0.13	-0.25	-0.75	-0.49	-0.50	-0.44
60hr	-0.68	-0.32	-0.36	-0.35	-0.43	-0.56	-0.03	0.12	-0.46	-0.62	-0.47	-0.63	-0.40
72hr	-0.74	-0.36	-0.19	0.03	-0.47	-0.70	0.09	0.07	-0.49	-0.71	-0.54	-0.84	-0.40
96hr	-0.62	-0.61	0.05	0.32	-0.36	-0.78	0.26	0.17	-0.59	-0.74	-0.54	-1.17	-0.38
120hr	-0.72	-0.76	0.16	0.53	-0.24	-1.62	0.36	0.91	-0.59	-0.62	-1.10	-1.25	-0.41
144hr	-0.91	-0.41	-0.41	0.22	-0.29	-1.21	0.34	0.37	-0.20	-0.65	-1.09	-1.76	-0.50
168hr	-1.01	0.08	-0.44	0.96	-0.54	-0.84	0.58	0.59	0.59	-1.14	-0.13	-1.96	-0.27
192hr	-0.39	0.44	-1.17	0.80	-0.17	0.05	0.49	0.92	0.25	-0.53	-1.27	-2.27	-0.24
216hr	0.55	-0.70	-0.39	0.78	0.53	0.35	0.25	1.33	0.33	-0.85	-1.11	-2.66	-0.13
240hr	0.59	-1.77	-0.03	0.37	0.38	0.48	0.73	0.38	-0.06	-1.21	-0.69	-3.18	-0.33
264hr	0.63	-1.52	-0.05	1.35	0.24	1.29	0.38	0.86	0.30	-0.44	-0.64	-2.04	0.03
288hr	1.24	-1.35	-0.58	1.52	0.53	0.97	0.58	0.31	1.14	-0.05	-0.18	-2.78	0.11
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	4.62	4.29	4.94	4.86	4.76	5.10	4.65	4.60	4.83	5.28	5.37	5.05	4.86
24hr	5.28	5.08	5.49	5.23	5.17	5.47	5.31	5.26	5.40	6.02	5.95	5.77	5.45
36hr	5.87	5.57	6.16	5.83	6.13	6.05	5.65	5.64	5.81	6.54	6.59	6.53	6.03
48hr	6.90	6.19	6.72	6.41	6.87	6.47	6.30	6.29	6.43	7.09	7.06	6.98	6.64
60hr	7.41	6.97	7.97	7.28	7.26	7.28	7.31	7.19	7.10	7.77	7.83	7.81	7.43
72hr	8.04	7.69	8.59	8.25	8.24	8.02	8.39	8.08	7.87	8.92	8.94	8.76	8.32
96hr	10.20	9.49	10.95	10.46	10.50	10.08	10.21	9.69	9.78	10.50	10.80	10.49	10.26
120hr	12.13	11.55	13.24	12.10	12.87	13.10	12.44	11.73	12.16	13.02	12.47	12.29	12.42
144hr	14.35	13.47	16.07	13.89	15.67	16.27	14.69	13.93	14.79	15.16	14.45	14.39	14.76
168hr	16.65	15.59	17.71	16.40	17.58	18.33	17.04	15.96	17.60	17.56	16.34	15.76	16.88
192hr	19.49	18.56	19.53	17.69	20.29	21.17	20.57	19.67	19.66	20.36	18.39	16.78	19.35
216hr	20.15	19.73	20.21	18.89	22.50	24.27	23.40	22.27	21.49	20.58	18.71	19.00	20.93
240hr	21.56	21.60	21.51	20.01	23.21	24.32	25.08	22.42	24.29	21.17	19.68	19.29	22.01
264hr	22.84	22.71	23.47	22.00	24.16	26.06	25.14	24.19	25.56	22.92	21.13	20.74	23.41
288hr	23.76	22.85	22.72	22.31	25.56	26.02	25.80	25.52	26.02	23.73	21.20	21.32	23.90

D.4.2 UM-Global

표 D.4.4 UM-Global 남반구 850hPa 기온 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.11	0.06	0.02	-0.04	-0.16	-0.09	-0.04	-0.09	0.06	0.10	0.13	0.05	0.01
24hr	0.10	0.06	-0.01	-0.11	-0.23	-0.15	-0.11	-0.24	0.02	0.04	0.08	0.09	-0.04
36hr	0.12	0.10	0.04	-0.07	-0.25	-0.24	-0.15	-0.30	-0.05	-0.01	0.09	0.05	-0.06
48hr	0.15	0.08	0.03	-0.08	-0.26	-0.27	-0.19	-0.39	-0.05	-0.03	0.09	0.09	-0.07
60hr	0.14	0.16	0.05	-0.06	-0.28	-0.28	-0.19	-0.33	-0.05	-0.01	0.08	0.09	-0.06
72hr	0.13	0.08	-0.01	-0.02	-0.31	-0.27	-0.19	-0.44	-0.06	-0.04	0.07	0.14	-0.08
96hr	0.20	0.13	0.01	-0.02	-0.36	-0.41	-0.20	-0.46	-0.01	0.02	0.04	0.08	-0.08
120hr	0.27	0.08	0.10	0.07	-0.29	-0.38	-0.28	-0.48	0.02	-0.11	0.15	0.19	-0.05
144hr	0.19	0.16	0.17	0.18	-0.19	-0.41	-0.32	-0.48	0.05	-0.06	0.25	0.14	-0.03
168hr	0.18	0.09	0.07	0.18	-0.19	-0.48	-0.44	-0.20	0.16	-0.16	0.30	0.19	-0.02
192hr	0.17	-0.01	0.06	0.23	-0.34	-0.61	-0.25	-0.26	0.31	-0.28	0.40	0.08	-0.04
216hr	0.13	0.02	0.04	0.27	-0.46	-0.82	-0.51	-0.37	0.33	-0.20	0.35	0.25	-0.08
240hr	0.23	0.04	0.20	0.25	-0.34	-0.72	-0.43	-0.28	0.26	-0.20	0.37	0.20	-0.04
264hr	-0.02	0.13	0.25	0.26	-0.21	-0.60	-0.36	-0.41	0.40	-0.26	0.41	0.21	-0.02
288hr	-0.28	0.40	0.29	0.35	-0.10	-0.58	-0.37	-0.30	0.43	-0.22	0.42	0.26	0.03
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	1.20	1.12	1.20	1.23	1.24	1.19	1.19	1.20	1.39	1.29	1.22	1.15	1.22
24hr	1.28	1.23	1.27	1.30	1.30	1.23	1.30	1.33	1.48	1.36	1.38	1.25	1.31
36hr	1.41	1.30	1.35	1.40	1.40	1.33	1.48	1.42	1.57	1.52	1.52	1.40	1.43
48hr	1.57	1.38	1.48	1.50	1.52	1.45	1.55	1.58	1.66	1.65	1.54	1.48	1.53
60hr	1.64	1.52	1.55	1.64	1.68	1.55	1.63	1.62	1.80	1.74	1.67	1.55	1.63
72hr	1.78	1.68	1.74	1.80	1.79	1.69	1.85	1.83	1.89	1.93	1.82	1.66	1.79
96hr	2.01	1.92	1.96	2.13	2.09	2.07	2.12	2.22	2.25	2.17	2.17	1.91	2.09
120hr	2.35	2.31	2.34	2.42	2.52	2.39	2.54	2.73	2.81	2.48	2.47	2.29	2.47
144hr	2.90	2.68	2.60	2.77	2.98	2.90	2.85	3.19	3.17	3.06	2.73	2.67	2.87
168hr	3.25	2.94	3.15	3.15	3.38	3.31	3.57	3.57	3.61	3.27	3.11	2.99	3.28
192hr	3.58	3.43	3.37	3.59	3.71	3.76	3.85	4.00	4.05	3.75	3.45	3.31	3.65
216hr	4.01	3.69	3.93	3.96	4.16	4.11	4.21	4.31	4.45	4.24	3.80	3.50	4.03
240hr	4.19	3.85	4.26	4.07	4.61	4.19	4.62	4.85	4.75	4.78	4.05	3.80	4.33
264hr	4.71	3.95	4.48	4.38	4.78	4.34	4.90	5.10	5.28	4.81	4.14	3.99	4.57
288hr	4.63	4.14	4.42	4.60	5.02	4.55	5.16	5.32	5.23	5.09	4.38	4.52	4.75

표 D.4.5 UM-Global 남반구 500hPa 지위고도 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.50	-0.31	-0.05	-0.37	-2.13	-2.50	-3.11	-2.68	-1.63	-1.05	-1.82	-2.76	-1.58
24hr	0.02	0.09	0.45	-0.16	-2.64	-3.07	-3.46	-2.83	-1.42	-0.46	-1.19	-2.14	-1.40
36hr	-0.80	-0.07	-0.09	-0.48	-2.59	-3.68	-3.56	-3.33	-1.92	-1.01	-1.34	-2.68	-1.80
48hr	-0.58	0.13	-0.18	-0.71	-2.58	-3.62	-3.19	-3.76	-1.63	-0.08	-0.53	-2.29	-1.59
60hr	-1.46	-0.73	-0.91	-0.90	-2.96	-4.94	-4.14	-4.40	-1.94	-0.48	-0.10	-2.40	-2.11
72hr	-0.96	-0.95	-0.97	-1.31	-3.34	-6.32	-5.12	-4.57	-1.96	0.30	-0.15	-2.31	-2.31
96hr	-1.27	-1.67	-3.14	-1.89	-3.87	-8.16	-8.19	-4.78	-1.40	1.55	1.41	-2.61	-2.83
120hr	-1.05	-1.95	-2.11	0.48	-3.04	-7.12	-10.77	-5.80	-0.64	0.71	2.81	-2.49	-2.58
144hr	-2.08	-4.17	-3.66	-3.30	-2.50	-9.37	-11.70	-7.25	-3.79	0.23	4.04	-2.53	-3.84
168hr	-2.47	-5.81	-3.11	-2.84	-2.94	-12.30	-9.77	-5.80	-2.90	0.23	3.72	-1.76	-3.81
192hr	-3.66	-6.01	-3.79	-2.41	-3.60	-16.41	-7.35	-6.82	-3.14	-2.68	4.17	-0.99	-4.39
216hr	-0.91	-7.09	-4.54	-0.76	-3.77	-17.96	-10.12	-6.55	-0.39	-2.31	4.93	-1.20	-4.22
240hr	-0.64	-6.50	-5.61	-0.82	-2.34	-18.78	-12.39	-5.84	-0.47	-2.25	8.34	-0.52	-3.99
264hr	-4.24	-1.45	-1.48	1.00	-5.92	-19.80	-14.91	-12.17	2.18	-2.40	9.47	0.07	-4.14
288hr	-8.25	0.30	-0.74	0.53	-6.42	-20.02	-15.03	-10.70	2.58	-1.20	10.07	-0.86	-4.14
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	8.94	8.27	8.75	8.36	8.66	10.66	10.36	10.29	10.10	9.99	9.76	9.46	9.47
24hr	10.10	9.42	10.09	9.84	10.15	11.68	11.57	12.18	11.71	11.53	11.28	10.34	10.82
36hr	11.90	10.64	11.12	11.83	12.50	13.63	13.90	14.49	14.21	13.54	13.53	12.12	12.78
48hr	13.88	12.45	13.13	14.48	15.30	15.91	16.62	16.99	16.64	16.10	15.39	13.88	15.06
60hr	15.80	14.45	15.49	17.25	18.93	18.48	20.04	20.05	18.59	18.75	18.54	15.74	17.68
72hr	18.57	17.54	19.72	22.83	22.22	23.11	23.00	24.04	20.93	21.78	22.11	19.18	21.25
96hr	24.63	24.03	27.87	30.54	29.53	32.51	33.22	30.86	28.81	30.64	27.66	25.57	28.82
120hr	32.75	32.21	36.96	39.02	40.13	40.90	44.17	42.66	38.07	40.92	37.02	31.65	38.04
144hr	40.05	42.38	45.94	45.57	54.65	52.50	53.06	53.96	47.78	52.48	49.03	41.64	48.25
168hr	49.30	53.49	61.68	53.57	65.81	67.14	64.77	62.05	55.06	61.64	58.51	48.09	58.43
192hr	58.74	59.58	69.12	65.19	70.28	79.26	72.59	73.41	64.84	72.53	68.05	58.35	67.66
216hr	71.40	64.55	74.82	76.18	79.18	84.41	76.31	80.69	77.48	80.80	76.84	62.25	75.41
240hr	76.55	74.61	75.36	78.71	90.76	88.51	87.39	87.83	86.01	91.26	80.62	68.22	82.15
264hr	83.66	77.25	78.89	82.44	96.12	97.95	97.82	95.54	90.16	93.36	87.86	73.18	87.85
288hr	90.99	83.38	80.48	87.58	104.76	102.83	107.39	101.31	92.96	100.75	93.71	79.56	93.81

표 D.4.6 UM-Global 남반구 250hPa 풍속 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.32	-0.24	-0.41	-0.41	-0.37	-0.27	-0.30	-0.27	-0.35	-0.64	-0.17	-0.43	-0.35
24hr	-0.55	-0.21	-0.35	-0.86	-0.66	-0.45	-0.37	-0.41	-0.66	-0.92	-0.60	-0.50	-0.55
36hr	-0.55	-0.05	-0.45	-0.78	-0.58	-0.61	-0.36	-0.47	-0.59	-1.23	-0.59	-0.57	-0.57
48hr	-0.53	-0.15	-0.39	-0.66	-0.69	-0.74	-0.51	-0.39	-0.72	-1.11	-0.73	-0.60	-0.60
60hr	-0.40	-0.23	-0.40	-0.80	-0.87	-0.80	-0.48	0.07	-0.78	-1.03	-0.71	-0.57	-0.58
72hr	-0.39	-0.13	-0.20	-0.69	-1.10	-0.86	-0.40	0.32	-0.98	-1.33	-0.75	-0.77	-0.61
96hr	-0.22	0.10	-0.42	-0.61	-1.52	-1.11	-0.47	0.40	-1.28	-1.13	-0.57	-0.88	-0.64
120hr	0.40	0.42	0.12	-0.85	-1.50	-1.44	-0.45	0.58	-1.08	-1.10	-1.19	-0.67	-0.56
144hr	0.16	0.09	0.18	-0.41	-1.21	-1.55	-0.33	0.53	-0.88	-1.88	-1.21	-0.86	-0.61
168hr	0.05	-0.42	0.31	0.07	-1.38	-1.65	-0.50	0.01	-0.70	-0.90	-1.17	-1.59	-0.66
192hr	0.06	-0.21	0.13	0.00	-1.21	0.28	-0.93	0.41	-0.04	-1.19	-0.86	-1.55	-0.43
216hr	0.48	-0.30	0.78	-0.65	-0.77	0.39	0.15	0.65	-0.10	-1.17	-1.17	-1.86	-0.30
240hr	0.79	-0.62	0.56	-0.63	-1.78	0.05	-0.10	0.09	-0.67	-2.20	-0.73	-2.28	-0.63
264hr	1.10	-0.60	-0.51	-0.18	-1.77	-0.04	-0.85	-1.02	-1.26	-2.80	-0.92	-2.40	-0.94
288hr	1.12	-1.12	-0.27	0.23	-0.86	-0.36	-0.73	-1.92	-1.48	-1.79	-1.35	-2.36	-0.91
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	4.59	4.34	5.06	4.87	5.09	5.10	4.92	4.92	5.18	5.59	5.36	5.23	5.02
24hr	4.86	5.23	5.76	5.65	5.61	5.57	5.38	5.29	5.48	6.56	6.15	5.82	5.61
36hr	5.87	6.15	6.53	6.02	6.21	6.24	5.97	5.87	6.10	7.29	7.03	6.80	6.34
48hr	6.75	6.55	7.06	6.78	7.05	6.73	6.48	6.44	6.74	7.85	7.61	7.51	6.96
60hr	7.49	7.18	8.14	7.63	8.03	7.29	6.97	7.34	7.46	8.35	8.44	7.92	7.69
72hr	8.38	7.90	9.30	8.44	9.05	8.47	8.21	8.16	8.07	9.17	9.34	8.94	8.62
96hr	10.25	9.87	11.25	10.22	11.29	11.06	10.47	10.09	9.71	10.89	11.10	10.49	10.56
120hr	12.30	12.18	13.74	12.55	13.31	13.29	12.32	12.41	12.28	13.02	13.09	12.09	12.71
144hr	14.26	13.55	15.52	14.41	16.03	16.02	14.81	15.16	14.99	15.21	14.56	14.17	14.89
168hr	16.25	15.53	18.45	16.66	18.46	19.71	18.20	17.73	17.21	17.65	16.40	16.53	17.40
192hr	18.07	17.90	18.91	18.37	20.54	22.36	19.22	20.19	19.68	19.44	18.85	18.22	19.31
216hr	19.33	19.00	21.02	19.37	23.38	23.60	23.18	23.11	21.18	21.71	19.84	19.00	21.14
240hr	20.55	21.02	21.93	20.37	24.33	24.80	24.04	24.04	23.30	22.65	21.71	20.72	22.46
264hr	22.27	21.83	23.42	22.83	27.45	27.63	25.75	25.31	23.89	23.98	22.26	20.77	23.95
288hr	22.79	22.46	24.16	23.70	26.42	28.09	27.18	25.08	25.48	24.28	23.25	21.84	24.56

D.6 적도 관측검증

D.6.1 KIM-Global

표 D.6.1 KIM-Global 적도 850hPa 기온 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.21	-0.12	-0.13	-0.19	-0.20	-0.20	-0.20	-0.11	-0.10	-0.07	-0.05	-0.12	-0.14
24hr	-0.19	-0.10	-0.09	-0.18	-0.20	-0.18	-0.18	-0.08	-0.05	-0.07	-0.05	-0.11	-0.12
36hr	-0.22	-0.09	-0.11	-0.17	-0.15	-0.18	-0.16	-0.05	-0.02	-0.05	-0.05	-0.11	-0.11
48hr	-0.21	-0.12	-0.11	-0.17	-0.17	-0.18	-0.17	-0.05	0.00	-0.03	-0.07	-0.12	-0.12
60hr	-0.21	-0.09	-0.13	-0.16	-0.15	-0.17	-0.15	-0.04	0.00	0.00	-0.05	-0.09	-0.10
72hr	-0.21	-0.09	-0.12	-0.17	-0.14	-0.16	-0.14	-0.04	0.01	0.00	-0.07	-0.11	-0.10
96hr	-0.22	-0.07	-0.12	-0.15	-0.10	-0.13	-0.12	-0.03	0.02	-0.01	-0.09	-0.08	-0.09
120hr	-0.20	-0.07	-0.13	-0.16	-0.09	-0.09	-0.12	-0.04	0.02	0.00	-0.08	-0.06	-0.09
144hr	-0.17	-0.06	-0.11	-0.18	-0.05	-0.08	-0.14	-0.04	0.02	0.01	-0.14	-0.04	-0.08
168hr	-0.17	-0.09	-0.12	-0.18	-0.07	-0.07	-0.14	-0.05	0.02	0.05	-0.14	-0.06	-0.08
192hr	-0.14	-0.08	-0.14	-0.20	-0.08	-0.11	-0.17	-0.02	0.03	0.04	-0.17	-0.07	-0.09
216hr	-0.17	-0.10	-0.17	-0.23	-0.07	-0.09	-0.14	-0.01	0.05	0.08	-0.18	-0.03	-0.09
240hr	-0.18	-0.07	-0.24	-0.19	-0.07	-0.09	-0.15	-0.02	0.02	0.06	-0.19	-0.02	-0.09
264hr	-0.19	-0.05	-0.23	-0.17	0.01	-0.12	-0.17	0.01	0.03	0.08	-0.15	0.00	-0.08
288hr	-0.27	-0.05	-0.26	-0.16	0.04	-0.17	-0.18	-0.02	0.05	0.07	-0.16	0.02	-0.09
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.91	0.88	0.83	0.86	0.91	0.88	0.93	0.94	0.93	0.85	0.85	0.91	0.89
24hr	0.95	0.92	0.85	0.91	0.95	0.95	1.01	1.00	0.97	0.91	0.91	0.95	0.94
36hr	1.01	0.97	0.88	0.93	1.03	0.97	1.04	1.04	1.00	0.96	0.92	0.99	0.98
48hr	1.04	1.03	0.89	0.95	1.06	1.01	1.07	1.05	1.05	0.99	0.93	1.02	1.01
60hr	1.06	1.06	0.93	0.97	1.07	1.04	1.09	1.08	1.06	1.00	0.96	1.05	1.03
72hr	1.07	1.07	0.95	0.97	1.10	1.06	1.14	1.07	1.08	1.03	0.99	1.07	1.05
96hr	1.09	1.12	0.96	1.04	1.16	1.10	1.18	1.12	1.11	1.04	1.04	1.08	1.09
120hr	1.16	1.21	1.03	1.08	1.18	1.16	1.22	1.22	1.17	1.11	1.08	1.15	1.15
144hr	1.17	1.24	1.08	1.13	1.25	1.17	1.24	1.25	1.18	1.14	1.15	1.16	1.18
168hr	1.21	1.31	1.17	1.16	1.26	1.22	1.30	1.28	1.20	1.22	1.21	1.23	1.23
192hr	1.24	1.37	1.20	1.25	1.37	1.25	1.34	1.43	1.25	1.22	1.28	1.29	1.29
216hr	1.31	1.34	1.29	1.29	1.46	1.30	1.39	1.44	1.34	1.31	1.25	1.34	1.34
240hr	1.36	1.44	1.37	1.39	1.51	1.32	1.48	1.51	1.40	1.37	1.31	1.44	1.41
264hr	1.48	1.52	1.39	1.42	1.53	1.44	1.53	1.58	1.49	1.38	1.31	1.54	1.47
288hr	1.52	1.53	1.39	1.49	1.61	1.50	1.59	1.56	1.51	1.47	1.43	1.56	1.51

표 D.6.2 KIM-Global 적도 500hPa 지위고도 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-5.15	-5.19	-4.41	-4.33	-3.02	-4.52	-4.44	-3.37	-3.08	-2.68	-3.63	-4.55	-4.03
24hr	-4.72	-4.78	-3.95	-3.43	-2.59	-3.36	-3.61	-2.20	-1.81	-1.80	-2.82	-4.31	-3.28
36hr	-3.52	-3.66	-3.05	-2.24	-1.18	-2.14	-2.46	-0.81	-0.66	-0.72	-1.70	-3.01	-2.09
48hr	-3.45	-3.61	-2.99	-2.47	-1.09	-2.07	-2.13	-0.37	-0.37	-0.80	-1.87	-3.14	-2.03
60hr	-3.49	-3.63	-2.84	-2.25	-0.95	-1.48	-1.68	0.21	0.37	-0.17	-1.38	-2.91	-1.68
72hr	-3.33	-3.27	-2.40	-1.88	-0.63	-1.02	-0.96	0.71	1.29	0.61	-0.85	-2.20	-1.16
96hr	-3.21	-3.13	-2.54	-2.16	-0.92	-1.08	-1.25	0.30	1.16	0.21	-1.30	-1.98	-1.33
120hr	-3.73	-3.01	-2.57	-2.19	-1.45	-0.77	-0.85	0.45	1.08	0.31	-1.64	-2.16	-1.38
144hr	-4.70	-3.82	-3.37	-2.84	-2.06	-1.32	-1.44	-0.10	0.50	-0.70	-2.14	-3.04	-2.09
168hr	-5.09	-4.08	-3.30	-2.28	-1.62	-1.34	-1.13	-0.26	0.41	-0.76	-1.87	-3.28	-2.05
192hr	-5.91	-5.14	-4.03	-2.85	-1.85	-2.24	-1.81	-1.17	0.06	-1.95	-2.98	-4.79	-2.89
216hr	-6.22	-5.20	-3.99	-2.75	-2.56	-2.07	-2.06	-1.05	0.19	-2.50	-3.33	-5.43	-3.08
240hr	-7.24	-5.92	-5.27	-2.72	-3.43	-2.51	-1.83	-1.57	0.15	-2.79	-4.46	-5.44	-3.59
264hr	-8.35	-5.85	-5.82	-2.19	-3.06	-1.94	-1.34	-1.94	-0.25	-2.71	-5.03	-5.76	-3.69
288hr	-9.06	-6.01	-6.25	-2.30	-3.89	-1.76	-1.91	-1.87	-1.08	-4.08	-6.30	-6.71	-4.27
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	10.20	10.92	10.18	10.20	9.14	9.90	9.85	9.42	9.62	10.04	11.54	11.88	10.24
24hr	9.99	10.74	9.97	9.87	8.96	9.56	9.75	9.28	9.36	9.88	11.28	11.69	10.03
36hr	9.78	10.49	9.88	9.75	8.95	9.35	9.51	9.20	9.56	10.16	11.40	11.54	9.96
48hr	9.97	10.61	10.11	9.94	9.12	9.53	9.74	9.37	9.64	10.09	11.41	11.59	10.09
60hr	10.02	10.67	10.22	9.73	9.07	9.45	9.71	9.40	9.72	10.27	11.35	11.53	10.10
72hr	10.34	10.87	10.22	9.98	9.18	9.50	9.87	9.68	10.05	10.62	11.52	11.73	10.30
96hr	10.71	11.04	10.42	10.29	9.59	9.73	10.59	10.06	10.38	11.26	11.46	12.18	10.64
120hr	11.17	11.52	10.66	10.31	10.06	10.22	10.42	10.54	10.59	11.52	11.92	12.51	10.96
144hr	11.94	12.53	11.31	10.99	10.60	10.91	10.98	11.14	11.22	11.78	12.70	13.48	11.63
168hr	12.75	13.41	12.10	11.30	11.32	11.24	11.60	11.83	11.88	12.41	13.96	14.57	12.36
192hr	13.87	14.53	13.12	11.96	12.21	11.68	11.96	12.64	12.71	13.20	14.86	15.50	13.19
216hr	15.31	15.25	14.27	12.64	13.36	12.54	12.66	13.54	13.19	14.00	16.18	16.55	14.12
240hr	16.99	16.26	15.41	13.04	14.36	13.49	13.52	13.93	13.64	15.10	18.53	17.62	15.16
264hr	18.51	16.74	16.32	13.67	14.89	13.77	13.58	14.29	14.63	16.18	18.91	19.36	15.90
288hr	19.29	17.34	17.05	14.44	15.90	14.41	13.86	14.65	14.33	16.71	19.00	20.76	16.48

표 D.6.3 KIM-Global 적도 250hPa 풍속 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.62	-0.30	-0.48	-0.53	-0.39	-0.13	-0.21	-0.36	-0.26	-0.42	-0.46	-0.60	-0.40
24hr	-0.54	-0.18	-0.39	-0.48	-0.26	0.06	-0.17	-0.32	-0.25	-0.33	-0.41	-0.40	-0.30
36hr	-0.49	-0.09	-0.26	-0.42	-0.25	0.21	0.01	-0.30	-0.20	-0.36	-0.43	-0.31	-0.24
48hr	-0.46	0.05	-0.07	-0.35	-0.24	0.18	0.02	-0.25	-0.10	-0.23	-0.38	-0.26	-0.17
60hr	-0.49	0.11	-0.06	-0.34	-0.24	0.30	0.15	-0.15	0.07	-0.17	-0.28	-0.20	-0.11
72hr	-0.49	0.04	0.00	-0.32	-0.06	0.36	0.20	-0.13	0.16	-0.07	-0.40	-0.09	-0.07
96hr	-0.43	0.18	0.14	-0.16	-0.02	0.56	0.25	-0.21	0.46	-0.11	-0.34	0.10	0.04
120hr	-0.39	0.19	0.11	-0.01	0.21	0.60	0.31	-0.40	0.52	0.13	-0.23	0.30	0.11
144hr	-0.40	0.22	0.19	0.22	0.33	0.82	0.39	-0.51	0.70	0.29	-0.12	0.54	0.22
168hr	-0.47	0.23	0.26	0.18	0.48	1.07	0.45	-0.66	0.97	0.32	0.02	0.54	0.28
192hr	-0.51	0.30	0.19	0.43	0.54	1.40	0.50	-0.90	1.12	0.47	0.06	0.47	0.34
216hr	-0.58	0.17	0.22	0.51	0.26	1.16	0.23	-1.16	1.06	0.68	0.09	0.30	0.25
240hr	-0.48	0.41	0.35	0.59	0.20	1.12	0.14	-1.09	1.03	0.92	0.42	0.16	0.32
264hr	-0.52	0.34	0.42	0.68	0.43	1.22	-0.01	-1.17	0.91	0.82	0.58	-0.03	0.31
288hr	-0.38	0.30	0.36	0.79	0.27	1.34	-0.05	-1.13	0.75	0.60	0.86	0.05	0.31

RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	4.64	4.51	4.38	4.28	4.43	4.13	4.36	4.47	4.28	4.26	4.26	4.58	4.38
24hr	5.30	5.20	5.03	4.89	5.12	4.85	4.96	5.15	4.93	4.96	4.87	5.22	5.04
36hr	5.74	5.68	5.43	5.21	5.62	5.28	5.48	5.56	5.41	5.21	5.21	5.65	5.46
48hr	6.18	6.02	5.77	5.58	5.97	5.62	5.86	6.04	5.72	5.60	5.61	6.02	5.83
60hr	6.53	6.42	6.19	5.80	6.22	5.98	6.35	6.26	6.15	5.85	5.88	6.32	6.16
72hr	6.88	6.58	6.43	6.06	6.52	6.26	6.58	6.70	6.43	6.19	6.11	6.55	6.44
96hr	7.43	7.18	7.00	6.47	7.06	6.75	7.07	7.35	7.07	6.74	6.81	7.11	7.00
120hr	7.92	7.53	7.49	6.88	7.62	7.29	7.68	7.72	7.72	7.09	7.47	7.89	7.52
144hr	8.63	7.92	7.92	7.37	8.14	8.12	8.14	8.30	8.31	7.81	7.96	8.48	8.09
168hr	9.22	8.11	8.38	7.78	8.84	8.65	8.68	8.67	8.77	8.52	8.64	8.94	8.60
192hr	9.63	8.55	9.20	8.31	9.27	9.56	9.08	9.20	9.44	9.22	9.26	9.33	9.17
216hr	10.15	9.10	9.74	8.95	9.82	9.86	9.46	9.47	9.90	9.77	9.92	9.88	9.67
240hr	10.76	9.62	10.56	9.39	10.63	10.36	9.90	9.92	10.61	10.08	10.48	10.37	10.22
264hr	11.13	10.28	10.97	9.87	11.53	10.45	10.39	10.23	10.71	10.53	10.86	10.73	10.64
288hr	11.66	10.72	11.20	10.24	11.52	10.86	10.58	10.40	10.59	10.62	11.13	11.20	10.89

D.6.2 UM-Global

표 D.6.4 UM-Global 적도 850hPa 기온 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.02	0.18	0.16	0.07	0.14	0.16	0.19	0.19	0.24	0.18	0.20	0.12	0.16
24hr	0.08	0.28	0.21	0.11	0.20	0.20	0.25	0.25	0.34	0.28	0.27	0.16	0.22
36hr	0.11	0.34	0.28	0.16	0.25	0.26	0.28	0.32	0.42	0.36	0.30	0.19	0.27
48hr	0.13	0.36	0.28	0.18	0.29	0.27	0.31	0.33	0.45	0.39	0.32	0.21	0.29
60hr	0.13	0.37	0.30	0.19	0.32	0.31	0.33	0.36	0.50	0.41	0.34	0.23	0.31
72hr	0.14	0.39	0.32	0.19	0.33	0.31	0.30	0.35	0.48	0.41	0.33	0.24	0.32
96hr	0.13	0.41	0.31	0.21	0.35	0.31	0.32	0.37	0.47	0.43	0.30	0.26	0.32
120hr	0.14	0.43	0.32	0.23	0.38	0.30	0.32	0.35	0.45	0.47	0.27	0.26	0.33
144hr	0.13	0.43	0.32	0.24	0.40	0.31	0.32	0.33	0.48	0.45	0.26	0.25	0.33
168hr	0.15	0.44	0.30	0.25	0.40	0.31	0.31	0.32	0.49	0.44	0.24	0.27	0.33
192hr	0.16	0.40	0.24	0.22	0.36	0.29	0.31	0.35	0.45	0.45	0.22	0.28	0.31
216hr	0.14	0.36	0.25	0.21	0.35	0.26	0.29	0.34	0.45	0.47	0.22	0.28	0.30
240hr	0.15	0.37	0.21	0.23	0.37	0.22	0.26	0.37	0.46	0.48	0.25	0.31	0.31
264hr	0.13	0.35	0.17	0.20	0.32	0.24	0.26	0.30	0.49	0.47	0.26	0.28	0.29
288hr	0.09	0.31	0.12	0.19	0.39	0.24	0.26	0.31	0.45	0.50	0.27	0.30	0.28
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.85	0.91	0.81	0.78	0.86	0.85	0.90	0.93	0.90	0.87	0.86	0.86	0.86
24hr	0.90	1.02	0.89	0.82	0.91	0.90	0.96	1.01	0.98	0.94	0.89	0.91	0.93
36hr	0.94	1.08	0.94	0.87	0.96	0.94	1.01	1.04	1.06	1.02	0.94	0.97	0.98
48hr	1.02	1.11	0.98	0.92	1.00	0.96	1.07	1.10	1.11	1.06	0.97	1.01	1.02
60hr	1.05	1.11	1.01	0.95	1.03	1.01	1.13	1.16	1.18	1.09	1.01	1.04	1.06
72hr	1.08	1.16	1.04	0.97	1.05	1.03	1.13	1.19	1.18	1.14	1.04	1.07	1.09
96hr	1.13	1.20	1.05	1.03	1.09	1.07	1.17	1.22	1.25	1.17	1.10	1.09	1.13
120hr	1.15	1.28	1.12	1.08	1.16	1.10	1.22	1.27	1.31	1.24	1.16	1.15	1.19
144hr	1.22	1.30	1.12	1.12	1.25	1.12	1.25	1.29	1.39	1.30	1.25	1.20	1.23
168hr	1.32	1.41	1.18	1.25	1.30	1.19	1.26	1.38	1.43	1.33	1.28	1.29	1.30
192hr	1.34	1.47	1.22	1.28	1.36	1.25	1.28	1.47	1.51	1.37	1.28	1.29	1.35
216hr	1.46	1.57	1.30	1.34	1.43	1.20	1.35	1.54	1.54	1.39	1.29	1.38	1.40
240hr	1.55	1.54	1.36	1.39	1.53	1.33	1.36	1.56	1.55	1.51	1.40	1.43	1.46
264hr	1.56	1.60	1.44	1.56	1.66	1.39	1.44	1.63	1.63	1.58	1.48	1.49	1.54
288hr	1.65	1.62	1.49	1.51	1.76	1.38	1.48	1.71	1.69	1.60	1.51	1.58	1.58

표 D.6.5 UM-Global 적도 500hPa 지위고도 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-1.61	-1.13	-1.13	-2.18	-1.22	-1.42	-1.04	-0.82	-1.00	-1.07	-2.79	-2.24	-1.47
24hr	-1.13	-0.79	-0.72	-2.00	-1.06	-0.68	-1.07	-0.56	-0.58	-0.84	-2.50	-2.08	-1.17
36hr	-0.42	0.32	0.24	-1.08	-0.17	0.21	-0.03	0.91	0.85	0.10	-1.65	-1.43	-0.18
48hr	-1.71	-0.88	-0.71	-1.56	-0.48	0.13	-0.75	0.38	0.51	-0.21	-1.96	-2.41	-0.80
60hr	-2.18	-1.35	-1.23	-1.92	-0.70	0.06	-0.52	0.72	0.39	-0.43	-1.94	-2.90	-1.00
72hr	-2.35	-2.02	-1.82	-2.75	-1.60	-0.58	-1.46	0.10	0.03	-1.31	-2.49	-3.44	-1.64
96hr	-4.09	-4.19	-3.58	-3.81	-2.54	-1.92	-2.64	-0.59	-0.70	-1.94	-3.37	-4.62	-2.83
120hr	-4.50	-4.88	-4.15	-4.09	-3.53	-2.52	-3.60	-1.24	-1.20	-2.35	-4.30	-5.10	-3.46
144hr	-5.83	-6.50	-4.76	-3.89	-3.43	-2.62	-4.49	-1.32	-1.37	-2.87	-4.36	-6.25	-3.97
168hr	-6.15	-7.14	-4.46	-3.05	-2.47	-2.61	-4.23	-1.47	-1.49	-2.84	-4.22	-6.55	-3.89
192hr	-7.72	-9.54	-5.41	-2.70	-2.05	-2.76	-3.60	-2.05	-1.60	-2.99	-5.17	-7.63	-4.44
216hr	-8.23	-9.54	-5.47	-3.01	-1.96	-1.92	-3.64	-2.32	-1.16	-3.71	-6.35	-8.11	-4.62
240hr	-9.53	-10.80	-6.55	-3.43	-2.43	-2.72	-3.97	-2.33	-1.38	-4.59	-7.21	-8.94	-5.32
264hr	-10.66	-12.49	-7.52	-3.27	-2.15	-3.22	-3.05	-2.57	-2.01	-6.02	-7.79	-8.96	-5.81
288hr	-11.58	-13.49	-8.66	-4.02	-2.93	-3.23	-3.59	-3.47	-2.13	-7.41	-9.19	-10.28	-6.66
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	9.24	9.58	9.49	9.61	8.96	9.05	9.42	9.36	9.62	9.90	11.17	11.24	9.72
24hr	9.33	9.83	9.59	9.64	9.02	9.21	9.49	9.40	9.68	9.96	11.33	11.21	9.81
36hr	9.69	10.35	10.18	9.89	9.17	9.51	9.97	10.04	10.23	10.36	11.52	11.49	10.20
48hr	10.18	10.65	10.47	10.15	9.30	9.64	10.12	9.93	10.29	10.52	11.75	11.83	10.40
60hr	10.03	10.70	10.75	10.18	9.45	9.98	10.31	10.05	10.40	10.78	11.97	11.89	10.54
72hr	10.51	10.95	10.70	10.37	9.52	9.96	10.44	10.10	10.56	10.99	12.03	12.13	10.69
96hr	11.50	11.62	11.09	10.97	10.30	10.38	10.84	10.39	10.83	11.55	12.52	12.89	11.24
120hr	12.19	12.24	11.48	11.25	11.32	10.60	11.33	10.89	11.08	12.10	13.06	13.27	11.73
144hr	13.44	13.65	12.18	11.84	11.91	11.40	12.05	11.82	11.72	12.88	13.34	14.42	12.55
168hr	14.72	14.80	12.86	12.23	12.41	11.91	12.68	12.47	12.80	13.14	14.01	15.42	13.29
192hr	16.06	16.39	13.70	12.84	13.54	12.65	13.44	12.95	13.27	14.29	15.19	16.82	14.26
216hr	16.79	16.81	14.62	13.53	14.54	13.68	13.86	13.83	14.28	14.48	16.21	18.09	15.06
240hr	18.12	18.68	16.02	14.46	16.28	14.80	13.83	14.65	15.29	15.37	17.27	19.64	16.20
264hr	20.25	20.29	17.59	15.02	16.90	15.93	14.18	15.11	15.42	16.93	18.89	20.07	17.22
288hr	21.77	21.43	18.83	15.82	17.54	16.31	14.73	15.25	15.98	18.64	20.75	21.63	18.22

표 D.6.6 UM-Global 적도 250hPa 풍속 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.48	-0.25	-0.42	-0.50	-0.33	-0.19	-0.20	-0.18	-0.16	-0.39	-0.34	-0.39	-0.32
24hr	-0.55	-0.42	-0.51	-0.47	-0.25	-0.24	-0.20	-0.20	-0.20	-0.46	-0.44	-0.40	-0.36
36hr	-0.68	-0.32	-0.37	-0.53	-0.16	-0.11	-0.09	-0.13	-0.12	-0.30	-0.37	-0.29	-0.29
48hr	-0.72	-0.34	-0.43	-0.64	-0.16	-0.14	-0.22	-0.11	-0.18	-0.25	-0.31	-0.22	-0.31
60hr	-0.64	-0.44	-0.54	-0.71	-0.11	-0.14	-0.27	-0.16	-0.05	-0.19	-0.35	-0.16	-0.31
72hr	-0.61	-0.47	-0.53	-0.65	-0.03	-0.05	-0.33	-0.27	-0.12	-0.18	-0.28	-0.08	-0.30
96hr	-0.65	-0.42	-0.50	-0.58	0.10	0.17	-0.44	-0.59	0.12	-0.09	-0.25	-0.19	-0.28
120hr	-0.76	-0.42	-0.55	-0.48	0.14	0.25	-0.65	-0.69	0.12	-0.04	-0.13	-0.03	-0.27
144hr	-0.86	-0.34	-0.63	-0.47	0.12	0.42	-0.65	-0.80	-0.06	0.05	-0.24	0.06	-0.28
168hr	-0.81	-0.35	-0.64	-0.47	0.22	0.65	-0.61	-1.01	-0.12	-0.03	-0.36	-0.14	-0.31
192hr	-0.76	-0.61	-0.52	-0.29	0.04	0.95	-0.73	-1.16	0.00	0.10	-0.32	-0.05	-0.28
216hr	-0.81	-0.72	-0.51	-0.20	0.00	0.98	-0.79	-1.28	0.20	-0.10	-0.34	-0.20	-0.32
240hr	-0.81	-0.63	-0.19	-0.22	0.15	0.98	-1.11	-1.25	0.04	-0.02	-0.24	-0.28	-0.30
264hr	-0.75	-0.62	0.03	-0.05	0.11	1.05	-1.21	-1.61	-0.24	0.17	-0.26	-0.26	-0.30
288hr	-0.46	-0.48	-0.07	-0.08	0.00	1.07	-1.36	-1.47	-0.18	0.11	-0.05	-0.45	-0.28
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	4.58	4.54	4.35	4.15	4.15	3.88	4.27	4.31	4.11	4.22	4.19	4.36	4.26
24hr	5.33	5.12	4.95	4.81	4.83	4.49	4.85	4.93	4.72	4.81	4.88	5.11	4.90
36hr	5.92	5.75	5.41	5.25	5.23	4.98	5.34	5.49	5.27	5.22	5.23	5.82	5.41
48hr	6.46	6.08	5.83	5.60	5.68	5.48	5.84	5.95	5.61	5.67	5.62	6.33	5.85
60hr	6.89	6.48	6.27	6.05	6.15	5.86	6.32	6.28	6.22	6.12	6.11	6.70	6.29
72hr	7.18	6.89	6.51	6.26	6.61	6.38	6.61	6.77	6.53	6.42	6.50	7.22	6.66
96hr	7.57	7.40	7.05	6.88	7.24	7.17	7.42	7.43	7.18	6.91	7.20	7.89	7.28
120hr	8.18	7.72	7.65	7.41	7.77	7.92	8.10	8.04	7.71	7.26	7.89	8.41	7.84
144hr	8.88	8.09	8.25	7.83	8.39	8.51	8.61	8.66	8.42	7.89	8.32	9.06	8.41
168hr	9.47	8.80	8.84	8.49	9.19	9.11	9.28	9.16	8.76	8.37	8.89	9.61	9.00
192hr	10.03	9.30	9.70	8.85	9.71	9.89	9.40	9.61	9.27	8.99	9.37	10.29	9.53
216hr	10.22	9.90	10.10	9.53	10.57	10.16	9.76	9.92	10.05	9.33	10.06	10.65	10.02
240hr	10.99	10.08	11.04	10.13	11.43	10.42	10.17	10.46	10.45	9.85	10.28	10.88	10.51
264hr	11.58	10.52	11.65	10.58	11.93	11.04	10.59	10.48	10.52	10.37	10.65	11.49	10.95
288hr	12.38	11.20	12.06	11.02	12.57	11.54	11.07	10.64	10.81	10.72	11.16	12.04	11.43

D.8 아시아 영역 관측검증

D.8.1 KIM-Global

표 D.8.1 KIM-Global 아시아 850hPa 기온 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.13	-0.14	-0.35	-0.23	0.11	0.12	0.00	-0.14	-0.25	-0.27	-0.22	-0.13	-0.14
24hr	-0.12	-0.11	-0.37	-0.23	0.15	0.16	0.06	-0.08	-0.19	-0.25	-0.23	-0.14	-0.11
36hr	-0.19	-0.18	-0.45	-0.30	0.30	0.26	0.15	-0.02	-0.21	-0.32	-0.28	-0.20	-0.12
48hr	-0.14	-0.16	-0.47	-0.35	0.36	0.29	0.22	0.03	-0.15	-0.31	-0.29	-0.20	-0.10
60hr	-0.17	-0.17	-0.51	-0.41	0.43	0.34	0.29	0.09	-0.16	-0.34	-0.31	-0.24	-0.10
72hr	-0.13	-0.09	-0.51	-0.40	0.48	0.38	0.35	0.12	-0.07	-0.31	-0.28	-0.22	-0.06
96hr	-0.16	-0.04	-0.52	-0.46	0.59	0.41	0.43	0.15	0.01	-0.33	-0.24	-0.22	-0.03
120hr	-0.10	0.03	-0.55	-0.41	0.59	0.43	0.53	0.10	-0.03	-0.32	-0.21	-0.21	-0.01
144hr	-0.05	0.03	-0.61	-0.24	0.68	0.48	0.55	0.10	-0.01	-0.34	-0.11	-0.20	0.02
168hr	0.10	0.12	-0.54	-0.25	0.77	0.54	0.68	0.07	0.02	-0.29	-0.18	-0.26	0.06
192hr	0.28	0.03	-0.36	0.04	0.87	0.70	0.76	0.09	-0.04	-0.14	-0.20	-0.14	0.16
216hr	0.40	-0.01	-0.30	0.38	0.96	0.67	0.80	0.07	-0.15	-0.10	-0.11	0.15	0.23
240hr	0.08	0.17	-0.38	0.43	1.11	0.64	0.87	0.02	-0.18	-0.11	-0.24	0.08	0.21
264hr	-0.03	0.08	-0.17	0.45	1.14	0.70	0.87	0.09	-0.19	-0.11	-0.35	-0.01	0.21
288hr	-0.14	-0.32	-0.04	0.16	1.02	0.77	0.93	0.11	-0.16	-0.21	-0.57	0.28	0.15
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	1.54	1.68	1.57	1.39	1.38	1.42	1.41	1.46	1.32	1.29	1.39	1.55	1.45
24hr	1.63	1.77	1.63	1.48	1.47	1.54	1.50	1.54	1.41	1.37	1.48	1.71	1.54
36hr	1.73	1.87	1.81	1.69	1.66	1.67	1.62	1.68	1.54	1.50	1.59	1.84	1.68
48hr	1.82	1.94	1.93	1.80	1.77	1.82	1.76	1.79	1.58	1.57	1.72	1.98	1.79
60hr	1.93	2.04	2.10	2.01	2.00	1.96	1.88	1.92	1.76	1.66	1.85	2.11	1.93
72hr	2.08	2.10	2.22	2.15	2.18	2.12	2.02	2.02	1.87	1.75	1.95	2.29	2.06
96hr	2.35	2.29	2.49	2.62	2.63	2.49	2.32	2.24	2.21	2.00	2.34	2.65	2.39
120hr	2.62	2.53	2.97	2.99	3.08	2.83	2.63	2.42	2.57	2.31	2.96	2.96	2.74
144hr	2.98	2.83	3.39	3.55	3.54	3.14	2.82	2.59	2.88	2.73	3.45	3.28	3.10
168hr	3.41	3.04	3.82	4.37	3.93	3.51	2.97	2.81	3.35	3.19	3.93	3.92	3.52
192hr	3.91	3.49	4.33	4.77	4.38	3.79	3.23	2.98	3.81	3.75	4.52	4.49	3.95
216hr	4.30	3.88	4.90	4.89	4.92	3.86	3.49	3.23	4.16	4.19	4.94	5.03	4.32
240hr	4.56	4.33	5.43	5.27	5.32	4.09	3.66	3.61	4.48	4.21	5.25	5.53	4.64
264hr	4.86	4.70	5.68	5.76	5.72	4.19	3.64	3.71	4.85	4.64	5.83	5.72	4.94
288hr	5.32	4.88	5.86	6.44	5.87	4.47	3.71	3.89	5.07	5.12	5.68	6.00	5.20

표 D.8.2 KIM-Global 아시아 500hPa 지위고도 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	1.87	1.39	2.10	1.69	0.24	-1.01	-0.81	0.17	-1.17	0.90	1.59	0.42	0.62
24hr	4.71	4.45	4.43	3.38	1.23	0.01	-1.47	-0.65	-0.94	1.56	3.19	1.48	1.78
36hr	4.12	3.76	2.57	3.58	3.16	2.07	0.90	0.92	0.45	1.87	3.26	0.67	2.28
48hr	4.68	4.13	2.52	2.06	2.56	2.06	0.58	0.10	-0.21	0.74	2.83	-0.10	1.83
60hr	5.12	5.52	1.50	2.33	3.68	2.20	1.24	0.77	0.43	0.62	1.89	-0.44	2.07
72hr	7.13	6.99	2.21	2.04	4.95	4.23	3.92	3.19	2.42	1.73	2.61	0.09	3.46
96hr	7.90	8.15	0.67	1.00	5.87	2.30	2.67	2.80	2.80	-0.84	1.01	-1.05	2.77
120hr	5.76	8.83	-0.89	0.15	5.44	2.60	0.58	3.04	2.82	-4.11	-0.95	-2.65	1.72
144hr	3.40	7.51	-1.91	-1.84	4.21	3.04	-0.20	2.90	3.35	-3.94	2.50	-2.69	1.36
168hr	4.85	7.39	-0.99	-3.59	3.69	4.58	2.93	1.47	5.28	-1.81	3.89	-3.30	2.03
192hr	4.96	4.37	2.46	-7.72	3.17	4.95	4.96	1.13	5.61	-0.86	2.71	-4.58	1.77
216hr	2.04	3.44	6.96	-6.02	0.47	8.01	5.47	0.68	4.42	-1.52	5.98	-4.47	2.12
240hr	-3.66	-0.67	8.30	-4.88	2.81	10.01	6.92	0.01	1.79	-2.77	8.13	-4.06	1.83
264hr	-5.91	-7.80	13.59	-2.97	5.96	9.21	7.26	3.94	1.95	-3.99	8.39	-4.18	2.12
288hr	-8.36	-12.78	16.97	-3.13	6.66	5.82	6.09	8.19	0.27	-8.80	4.01	-3.22	0.98
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	11.18	11.05	11.59	11.65	11.81	11.87	11.86	12.10	10.94	10.60	10.93	11.07	11.39
24hr	12.77	12.43	13.18	12.82	12.77	12.84	12.64	12.79	11.72	11.44	12.22	12.70	12.53
36hr	14.33	13.29	14.20	14.43	14.57	14.38	13.61	13.73	13.33	12.44	14.52	14.59	13.95
48hr	16.52	15.30	15.99	16.03	16.16	15.90	15.50	15.06	15.13	13.89	15.91	17.72	15.76
60hr	19.45	17.36	18.56	18.32	18.90	17.84	16.80	16.92	17.71	15.54	18.73	20.80	18.08
72hr	22.47	19.98	21.32	21.75	22.15	21.32	19.57	19.18	20.30	17.79	20.62	25.42	20.99
96hr	29.63	25.24	27.53	29.95	28.36	26.70	24.42	24.72	26.20	23.36	29.19	32.73	27.34
120hr	37.00	31.89	37.52	38.35	35.66	33.14	29.20	30.42	32.73	30.27	41.87	42.04	35.01
144hr	46.60	38.89	47.92	47.64	45.57	39.45	33.02	37.11	41.80	39.87	51.74	53.76	43.62
168hr	57.16	46.72	56.77	58.15	54.11	44.87	36.03	42.69	48.64	47.41	59.71	67.36	51.63
192hr	69.16	55.18	70.39	64.83	63.40	49.64	42.20	47.31	55.27	55.29	65.99	81.02	59.97
216hr	77.96	64.02	81.96	69.95	71.13	54.86	48.68	51.33	60.91	59.74	73.77	92.65	67.25
240hr	83.78	71.24	87.61	77.49	77.59	58.25	52.92	58.25	67.91	62.14	82.57	98.11	73.16
264hr	87.12	78.26	93.40	85.35	84.55	61.02	54.08	63.81	72.72	70.78	91.06	105.02	78.93
288hr	93.54	84.70	101.97	93.44	89.93	63.97	55.16	67.66	77.97	79.62	91.49	114.11	84.46

표 D.8.3 KIM-Global 아시아 250hPa 풍속 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.91	-0.87	-0.84	-0.62	-0.71	-0.66	-0.53	-0.29	-0.47	-0.46	-0.54	-0.60	-0.63
24hr	-1.03	-1.03	-0.74	-0.66	-0.56	-0.61	-0.42	-0.27	-0.46	-0.49	-0.60	-0.71	-0.63
36hr	-0.96	-1.09	-0.66	-0.57	-0.55	-0.62	-0.38	-0.18	-0.51	-0.46	-0.56	-0.61	-0.60
48hr	-1.00	-1.12	-0.72	-0.57	-0.51	-0.57	-0.42	-0.12	-0.63	-0.45	-0.68	-0.73	-0.63
60hr	-0.93	-1.07	-0.71	-0.46	-0.50	-0.60	-0.50	0.01	-0.61	-0.42	-0.63	-0.68	-0.59
72hr	-0.93	-1.25	-0.68	-0.43	-0.51	-0.56	-0.55	-0.07	-0.62	-0.43	-0.71	-0.73	-0.62
96hr	-0.98	-1.51	-0.82	-0.16	-0.41	-0.52	-0.67	-0.22	-0.82	-0.44	-0.84	-0.77	-0.68
120hr	-1.03	-1.63	-0.92	-0.28	0.03	-0.45	-0.79	-0.24	-0.98	-0.66	-0.85	-0.89	-0.72
144hr	-1.23	-1.72	-0.77	-0.12	0.41	-0.60	-0.82	-0.36	-1.11	-0.50	-0.89	-1.07	-0.73
168hr	-1.39	-1.74	-0.77	-0.03	0.53	-0.71	-0.83	-0.28	-0.97	-0.76	-0.70	-1.08	-0.73
192hr	-1.10	-1.97	-0.80	-0.54	0.40	-1.10	-0.93	-0.41	-1.09	-0.75	-0.78	-1.06	-0.85
216hr	-0.81	-2.17	-1.13	-0.94	0.09	-0.97	-0.78	-0.39	-0.79	-0.70	-0.74	-1.08	-0.87
240hr	-0.84	-2.43	-2.00	-0.99	-0.57	-0.97	-0.79	-0.30	-0.46	-0.73	-0.41	-0.71	-0.93
264hr	-0.97	-2.30	-2.35	-1.10	-0.85	-0.89	-0.85	-0.62	-0.47	-0.58	0.00	-0.80	-0.98
288hr	-1.03	-2.48	-2.18	-0.95	-0.59	-0.92	-1.50	-1.04	-0.03	-0.48	0.10	-1.16	-1.02
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	4.07	4.15	4.82	4.99	4.96	5.61	5.24	4.60	4.27	3.73	3.99	3.96	4.53
24hr	4.62	4.64	5.50	5.81	5.94	6.59	6.45	5.52	5.06	4.43	4.52	4.45	5.29
36hr	4.98	4.93	6.19	6.62	6.83	7.38	7.23	6.27	5.92	5.00	5.03	4.88	5.94
48hr	5.66	5.53	6.94	7.41	7.76	8.46	8.16	7.19	6.72	5.66	5.71	5.50	6.72
60hr	6.29	5.93	7.71	8.25	8.74	9.50	9.19	8.01	7.62	6.33	6.19	6.14	7.49
72hr	6.85	6.53	8.48	9.29	9.62	10.49	10.09	8.67	8.28	6.96	6.93	6.95	8.26
96hr	8.37	7.84	10.09	11.46	11.74	12.47	12.02	10.45	9.97	8.50	9.00	8.56	10.04
120hr	9.80	9.38	11.72	13.26	13.97	14.25	13.31	11.76	11.84	10.40	11.42	10.88	11.83
144hr	11.52	10.82	13.80	15.15	16.44	15.71	14.58	13.50	13.96	12.31	13.09	13.02	13.66
168hr	13.50	12.62	15.61	17.72	18.33	17.19	15.22	14.75	15.93	13.76	14.63	15.21	15.37
192hr	15.79	14.58	18.26	18.81	20.07	18.59	16.61	15.64	17.14	15.56	15.79	16.87	16.98
216hr	17.56	16.21	20.14	19.85	21.87	19.24	17.95	16.79	18.60	17.00	17.22	18.17	18.38
240hr	18.76	18.72	21.35	20.30	22.76	20.09	19.39	18.88	19.96	17.98	19.08	19.03	19.69
264hr	19.57	19.74	22.56	21.52	23.47	21.29	19.93	19.84	20.80	19.52	20.47	20.52	20.77
288hr	20.55	20.42	24.21	23.63	24.75	21.13	20.18	20.63	21.90	20.68	21.39	22.24	21.81

D.8.2 UM-Global

표 D.8.4 UM-Global 아시아 850hPa 기온 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.10	-0.30	-0.49	-0.48	-0.35	-0.06	-0.01	-0.19	-0.36	-0.33	-0.21	-0.11	-0.25
24hr	0.10	-0.09	-0.31	-0.39	-0.27	0.06	0.14	-0.01	-0.22	-0.22	0.00	0.07	-0.09
36hr	0.05	-0.25	-0.47	-0.58	-0.32	0.10	0.21	-0.03	-0.37	-0.35	-0.02	0.05	-0.16
48hr	0.22	-0.08	-0.36	-0.54	-0.30	0.13	0.33	0.08	-0.26	-0.24	0.13	0.18	-0.06
60hr	0.21	-0.14	-0.40	-0.60	-0.24	0.14	0.39	0.13	-0.32	-0.33	0.14	0.21	-0.07
72hr	0.31	-0.04	-0.32	-0.54	-0.26	0.12	0.48	0.22	-0.22	-0.24	0.27	0.33	0.01
96hr	0.37	0.07	-0.40	-0.55	-0.19	0.19	0.57	0.33	-0.15	-0.22	0.32	0.38	0.06
120hr	0.48	0.20	-0.50	-0.51	-0.18	0.25	0.70	0.44	-0.17	-0.27	0.30	0.31	0.09
144hr	0.43	0.30	-0.65	-0.48	-0.07	0.19	0.78	0.45	-0.04	-0.28	0.33	0.32	0.11
168hr	0.46	0.19	-0.68	-0.37	0.04	0.16	0.83	0.45	0.06	-0.07	0.48	0.45	0.17
192hr	0.42	0.19	-0.42	-0.01	0.14	0.15	0.93	0.46	0.05	0.03	0.21	0.69	0.24
216hr	0.57	0.14	-0.50	0.47	0.25	0.19	1.00	0.52	0.09	0.10	-0.08	0.85	0.30
240hr	0.51	0.22	-0.23	0.45	0.36	0.27	1.08	0.32	0.09	0.07	0.19	0.63	0.33
264hr	0.41	0.27	-0.22	0.49	0.50	0.26	1.17	0.32	-0.04	0.08	0.37	0.46	0.34
288hr	0.55	0.25	-0.66	0.21	0.46	0.19	1.30	0.41	-0.03	0.36	0.17	0.47	0.31
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	1.22	1.26	1.40	1.31	1.27	1.25	1.23	1.24	1.30	1.21	1.31	1.31	1.27
24hr	1.31	1.32	1.40	1.33	1.31	1.33	1.33	1.34	1.29	1.21	1.36	1.41	1.33
36hr	1.40	1.50	1.62	1.60	1.57	1.53	1.50	1.49	1.50	1.38	1.47	1.53	1.51
48hr	1.53	1.55	1.66	1.65	1.64	1.62	1.60	1.55	1.51	1.39	1.56	1.65	1.58
60hr	1.59	1.68	1.86	1.83	1.89	1.81	1.76	1.70	1.74	1.57	1.68	1.78	1.74
72hr	1.73	1.71	1.89	1.95	1.99	1.94	1.91	1.83	1.82	1.67	1.82	1.91	1.85
96hr	2.06	1.95	2.21	2.35	2.39	2.27	2.21	2.11	2.17	1.98	2.18	2.20	2.17
120hr	2.42	2.29	2.53	2.76	2.87	2.67	2.53	2.26	2.60	2.31	2.66	2.75	2.55
144hr	2.85	2.72	3.07	3.22	3.29	3.13	2.83	2.51	3.03	2.63	3.15	3.19	2.97
168hr	3.47	2.93	3.59	4.00	3.88	3.55	3.07	2.87	3.43	3.02	3.79	3.77	3.45
192hr	3.94	3.30	4.06	4.59	4.29	3.84	3.33	3.04	3.69	3.62	4.20	4.27	3.85
216hr	3.95	3.73	4.61	5.17	4.70	3.92	3.59	3.35	4.11	4.20	4.62	4.77	4.23
240hr	4.39	3.92	5.19	5.32	5.06	4.12	3.74	3.64	4.69	4.68	4.94	5.18	4.57
264hr	4.72	4.13	5.61	5.79	5.50	4.20	3.95	3.98	4.96	4.96	5.21	5.62	4.89
288hr	4.71	4.62	5.90	6.34	5.51	4.31	4.23	4.17	5.25	5.09	5.34	5.76	5.10

표 D.8.5 UM-Global 아시아 500hPa 지위고도 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	1.79	0.22	-0.12	-0.75	-1.04	-0.42	0.55	-0.21	-1.65	-1.06	-0.40	0.45	-0.22
24hr	2.97	1.39	1.28	-0.30	-0.04	0.56	1.10	0.54	-1.61	-0.72	0.83	1.04	0.59
36hr	2.51	1.26	1.56	1.01	1.69	1.44	1.63	0.97	-1.49	0.28	2.21	1.22	1.19
48hr	3.48	1.41	1.33	0.48	1.13	1.59	2.18	1.07	-1.45	0.44	2.86	0.70	1.27
60hr	2.75	0.84	0.48	1.34	2.19	1.01	2.11	1.14	-1.18	1.67	4.25	1.12	1.48
72hr	4.87	1.47	1.23	1.18	2.14	1.22	3.16	1.66	-0.14	2.36	4.97	1.38	2.12
96hr	4.33	2.37	0.36	1.40	2.62	-0.13	2.79	1.33	1.43	2.46	4.90	1.91	2.15
120hr	3.39	4.43	-0.39	1.15	2.01	0.13	1.65	1.70	3.27	1.63	1.01	-0.01	1.66
144hr	-0.01	3.73	-3.48	0.01	0.95	0.65	0.50	2.44	5.23	-1.36	1.53	-2.01	0.68
168hr	1.35	-0.58	-1.51	-3.04	1.07	1.02	0.37	2.93	5.69	-0.53	7.08	-0.28	1.13
192hr	3.61	-5.37	0.98	-6.36	5.66	2.77	1.92	4.01	7.34	-0.49	5.29	-0.45	1.58
216hr	4.12	-8.15	4.46	-2.67	9.14	4.86	3.47	2.78	8.17	0.09	0.14	3.35	2.48
240hr	1.01	-7.74	8.43	4.51	7.72	8.40	3.62	3.11	5.68	-3.74	3.98	1.63	3.05
264hr	-1.24	-5.77	10.89	7.97	9.53	8.18	6.17	3.26	2.42	-5.92	9.41	-0.24	3.72
288hr	0.91	-3.62	10.04	6.86	10.79	3.72	8.88	4.13	5.04	-5.92	9.99	-1.52	4.11
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	10.58	10.59	10.90	11.10	11.40	11.23	11.65	11.80	10.69	10.23	10.21	10.38	10.90
24hr	11.92	11.40	11.88	11.88	12.12	12.03	12.15	12.68	11.51	10.68	11.35	11.75	11.78
36hr	12.83	12.36	13.59	13.23	13.59	13.49	13.47	13.88	12.81	11.56	12.87	13.22	13.07
48hr	15.32	13.88	15.18	15.09	14.75	14.85	14.63	15.13	14.16	12.86	14.34	15.69	14.66
60hr	16.62	15.86	17.42	16.86	17.28	17.07	16.33	16.39	16.84	14.61	17.01	17.57	16.66
72hr	19.81	17.97	19.25	19.58	19.89	19.22	18.21	18.17	19.09	16.82	20.13	21.48	19.13
96hr	26.55	23.46	25.34	26.48	26.64	25.15	22.84	22.38	24.92	21.96	27.74	29.90	25.28
120hr	35.65	31.78	34.88	34.53	35.37	30.85	28.54	26.98	32.70	27.70	37.01	40.36	33.03
144hr	44.73	40.61	45.81	44.74	43.89	38.33	32.95	33.34	40.50	35.62	45.82	52.93	41.61
168hr	54.67	47.23	55.79	56.55	54.45	46.33	36.66	41.13	47.59	45.23	55.57	63.25	50.37
192hr	63.65	52.41	67.71	67.89	62.53	51.41	41.06	46.06	53.33	55.98	66.52	75.16	58.64
216hr	70.17	59.86	76.03	73.06	69.34	57.16	45.63	51.42	61.51	65.05	73.63	88.11	65.91
240hr	77.48	69.37	87.13	76.70	76.96	61.48	51.89	59.38	69.62	72.76	81.26	98.06	73.51
264hr	83.29	76.83	88.48	89.55	82.46	63.03	56.89	65.20	74.48	76.27	83.93	104.51	78.74
288hr	83.74	82.81	88.57	101.22	84.47	62.77	62.95	68.95	78.40	77.69	84.75	108.88	82.10

표 D.8.6 UM-Global 아시아 250hPa 풍속 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.80	-0.72	-0.72	-0.54	-0.65	-0.61	-0.45	-0.33	-0.36	-0.49	-0.63	-0.71	-0.58
24hr	-1.02	-0.86	-0.74	-0.56	-0.53	-0.62	-0.43	-0.32	-0.30	-0.56	-0.74	-0.90	-0.63
36hr	-1.05	-0.97	-0.77	-0.63	-0.70	-0.62	-0.47	-0.22	-0.21	-0.60	-0.82	-0.90	-0.66
48hr	-1.12	-1.22	-0.92	-0.80	-0.63	-0.79	-0.61	-0.18	-0.41	-0.67	-1.01	-1.11	-0.79
60hr	-1.10	-1.29	-0.88	-0.81	-0.69	-0.59	-0.60	-0.10	-0.38	-0.64	-0.90	-1.18	-0.76
72hr	-1.18	-1.48	-1.00	-0.73	-0.47	-0.68	-0.75	-0.23	-0.46	-0.64	-0.96	-1.18	-0.81
96hr	-1.34	-1.75	-1.02	-0.72	-0.62	-0.83	-0.71	-0.44	-0.78	-0.70	-1.08	-1.04	-0.92
120hr	-1.25	-1.82	-0.94	-0.86	-0.40	-0.85	-0.79	-0.45	-0.80	-0.67	-1.22	-0.78	-0.90
144hr	-1.26	-1.87	-1.07	-0.86	-0.12	-0.90	-0.81	-0.55	-0.80	-0.60	-1.51	-0.97	-0.94
168hr	-1.36	-2.01	-1.29	-0.60	0.00	-0.69	-0.60	-0.55	-0.82	-0.37	-1.31	-1.18	-0.90
192hr	-1.55	-1.93	-1.32	-1.05	-0.30	-0.77	-0.56	-0.54	-1.04	-0.58	-0.96	-1.51	-1.01
216hr	-1.45	-1.79	-1.55	-1.75	-0.18	-0.78	-0.68	-0.25	-1.22	-0.50	-1.00	-1.36	-1.04
240hr	-1.27	-2.45	-1.87	-1.55	-0.07	-0.71	-0.96	-0.21	-0.87	-0.42	-1.16	-0.51	-1.00
264hr	-1.37	-2.59	-2.32	-1.54	-0.43	-0.53	-1.15	-0.32	-0.84	-0.66	-0.97	-0.32	-1.09
288hr	-1.19	-2.59	-2.76	-0.97	-0.95	-0.49	-1.26	-0.73	-0.64	-0.67	-0.83	-0.72	-1.15
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	3.89	4.01	4.71	4.71	4.64	5.04	4.89	4.34	4.20	3.65	3.97	3.86	4.33
24hr	4.38	4.51	5.27	5.52	5.52	5.96	5.77	5.02	5.03	4.16	4.47	4.28	4.99
36hr	4.86	4.88	5.82	6.15	6.42	7.06	6.83	5.97	5.77	4.74	4.95	4.75	5.68
48hr	5.58	5.42	6.64	6.98	7.35	8.13	7.63	6.77	6.38	5.32	5.65	5.34	6.43
60hr	6.18	6.01	7.38	7.87	8.41	9.10	8.98	7.64	7.48	6.00	6.13	6.04	7.27
72hr	6.82	6.67	8.11	8.74	9.15	10.09	9.60	8.38	8.29	6.42	6.84	6.73	7.99
96hr	8.18	8.04	9.72	10.55	11.27	11.85	11.66	10.18	10.22	8.14	8.60	8.70	9.76
120hr	9.64	9.48	11.74	12.50	13.38	13.65	13.11	11.19	12.14	10.01	10.84	10.38	11.50
144hr	11.55	11.14	13.82	14.78	16.23	15.61	14.48	12.64	14.31	11.89	12.84	12.78	13.50
168hr	13.21	13.15	15.57	17.02	18.04	17.28	15.95	14.30	15.89	13.79	14.51	14.85	15.30
192hr	14.88	14.97	17.82	19.05	19.57	18.70	16.80	15.47	16.77	16.06	16.34	16.43	16.91
216hr	15.33	16.67	19.74	19.96	20.88	19.41	17.85	16.86	18.43	18.31	18.01	18.32	18.32
240hr	16.63	18.19	22.24	20.66	22.53	20.07	19.07	18.66	20.37	19.89	19.55	19.11	19.75
264hr	17.70	18.40	23.13	22.30	24.18	20.24	19.56	19.73	21.61	20.75	20.13	21.27	20.75
288hr	18.32	20.14	23.51	23.88	24.73	20.42	20.89	20.33	22.27	21.19	21.22	21.38	21.52

부록 E. 지역예보시스템 검증결과

E.2 관측검증

표 E.2.1 KIM-Regional 관측검증(UM-Local 영역)

t850hPa ME	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec	Ave.
6hr	0.04	0.14	-0.07	-0.10	-0.15	-0.23	-0.07	0.02	-0.05
12hr	-0.12	0.06	0.05	0.01	-0.14	-0.41	-0.17	0.01	-0.09
18hr	-0.16	-0.08	-0.03	-0.11	-0.23	-0.52	-0.21	0.03	-0.16
24hr	-0.11	-0.07	0.01	-0.02	-0.13	-0.43	-0.16	0.17	-0.09
30hr	-0.17	-0.15	0.11	0.01	-0.19	-0.48	-0.23	0.18	-0.12
36hr	-0.24	-0.20	0.06	-0.01	-0.19	-0.61	-0.35	0.05	-0.19
42hr	-0.41	-0.31	0.02	-0.09	-0.29	-0.69	-0.49	0.02	-0.28
48hr	-0.30	-0.17	0.05	0.08	-0.21	-0.60	-0.42	0.10	-0.18
t850hPa RMSE	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec	Ave.
6hr	1.01	0.97	0.84	0.91	1.09	1.05	0.99	1.21	1.01
12hr	1.03	0.99	0.91	0.99	1.08	1.16	1.04	1.30	1.06
18hr	1.09	1.09	0.92	1.00	1.22	1.27	1.14	1.36	1.14
24hr	1.21	1.17	0.93	1.00	1.19	1.26	1.14	1.44	1.17
30hr	1.22	1.29	0.99	1.09	1.19	1.35	1.23	1.49	1.23
36hr	1.27	1.28	0.98	1.16	1.30	1.43	1.30	1.58	1.29
42hr	1.31	1.36	0.98	1.19	1.35	1.49	1.41	1.59	1.34
48hr	1.31	1.39	0.98	1.22	1.43	1.50	1.39	1.64	1.36
z500hPa ME	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec	Ave.
6hr	-1.98	-4.40	-7.46	-4.96	-7.89	-4.98	-3.14	-4.76	-4.95
12hr	-1.63	-3.41	-6.51	-4.69	-7.82	-4.68	-2.30	-4.06	-4.39
18hr	-0.82	-2.44	-8.51	-6.05	-8.66	-4.19	-0.77	-1.81	-4.16
24hr	-1.54	-4.07	-10.61	-8.59	-9.45	-4.93	-2.31	-2.47	-5.50
30hr	-1.40	-5.46	-10.92	-8.57	-9.82	-4.42	-4.63	-3.38	-6.08
36hr	-1.46	-4.47	-9.34	-7.56	-8.11	-5.23	-6.63	-6.53	-6.17
42hr	-2.21	-4.71	-9.42	-6.67	-9.84	-5.16	-5.63	-4.65	-6.04
48hr	-3.40	-3.32	-9.25	-7.39	-9.70	-6.44	-6.21	-6.66	-6.55
z500hPa RMSE	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec	Ave.
6hr	7.09	8.83	10.05	10.13	10.13	7.91	7.79	9.98	8.99
12hr	7.09	8.79	9.23	9.70	10.52	8.16	7.63	10.27	8.92
18hr	7.07	8.94	11.10	10.89	11.66	8.46	7.84	10.27	9.53
24hr	7.53	9.68	12.80	12.83	12.80	9.29	9.24	11.65	10.73
30hr	8.08	11.20	13.05	13.35	13.79	9.45	10.85	13.76	11.69
36hr	8.90	11.25	12.37	12.74	12.68	10.76	12.42	15.22	12.04
42hr	10.36	12.19	12.95	13.05	14.34	12.01	12.17	15.62	12.84
48hr	11.37	12.05	12.94	14.02	16.33	13.03	12.85	17.56	13.77

w250hPa ME	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec	Ave.
6hr	-1.10	-0.89	-1.04	0.03	-1.01	-1.15	-1.83	-1.49	-1.06
12hr	-1.36	-1.13	-0.89	-0.15	-0.98	-1.25	-2.06	-1.58	-1.18
18hr	-1.24	-1.06	-0.42	-0.37	-1.05	-1.62	-2.11	-1.55	-1.18
24hr	-1.43	-0.95	-0.21	-0.27	-1.06	-1.48	-2.16	-1.82	-1.17
30hr	-1.22	-0.94	-0.62	0.06	-1.18	-1.55	-2.43	-1.69	-1.20
36hr	-1.33	-0.91	-0.63	0.32	-1.31	-1.71	-2.49	-1.86	-1.24
42hr	-1.33	-1.06	-0.53	0.28	-1.29	-1.58	-2.27	-1.51	-1.16
48hr	-1.65	-0.82	-0.74	0.22	-1.58	-2.16	-2.78	-1.76	-1.41
w250hPa RMSE	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec	Ave.
6hr	5.13	5.80	4.65	4.69	4.72	4.43	5.34	5.64	5.05
12hr	5.32	6.30	5.37	5.15	4.93	4.63	5.54	5.90	5.39
18hr	5.55	6.77	6.07	5.57	5.68	5.15	5.74	6.16	5.84
24hr	6.37	7.03	6.34	5.76	5.74	5.51	6.07	6.51	6.17
30hr	7.01	8.00	6.65	5.82	6.43	5.94	6.74	6.69	6.66
36hr	7.55	8.17	6.77	6.04	6.85	6.16	7.08	6.83	6.93
42hr	8.26	9.11	6.74	6.63	7.57	6.46	7.42	6.81	7.38
48hr	8.55	9.39	6.99	7.17	7.86	7.25	7.72	7.12	7.76

표 E.2.2 KIM-Regional 관측검증(KIM-지역 영역)

t850hPa ME	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec	Ave.
6hr	0.00	-0.05	0.00	-0.07	-0.14	-0.18	-0.20	-0.10	-0.09
12hr	-0.16	-0.13	0.11	0.01	-0.21	-0.39	-0.40	-0.22	-0.17
18hr	-0.27	-0.27	0.03	-0.09	-0.32	-0.46	-0.43	-0.21	-0.25
24hr	-0.17	-0.26	0.10	0.00	-0.22	-0.35	-0.36	-0.09	-0.17
30hr	-0.11	-0.27	0.13	0.04	-0.23	-0.38	-0.40	-0.07	-0.16
36hr	-0.13	-0.24	0.19	0.05	-0.25	-0.47	-0.49	-0.10	-0.18
42hr	-0.24	-0.34	0.15	-0.01	-0.31	-0.54	-0.59	-0.11	-0.25
48hr	-0.11	-0.24	0.20	0.11	-0.18	-0.40	-0.50	-0.02	-0.14
t850hPa RMSE	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec	Ave.
6hr	1.03	1.08	1.07	1.08	1.03	1.11	1.08	1.16	1.08
12hr	1.12	1.14	1.14	1.12	1.09	1.27	1.20	1.27	1.17
18hr	1.18	1.26	1.17	1.15	1.19	1.34	1.27	1.34	1.24
24hr	1.21	1.27	1.18	1.19	1.18	1.34	1.26	1.39	1.25
30hr	1.31	1.40	1.29	1.29	1.21	1.41	1.32	1.45	1.34
36hr	1.33	1.40	1.29	1.30	1.26	1.51	1.41	1.51	1.38
42hr	1.38	1.47	1.27	1.33	1.31	1.58	1.48	1.57	1.42
48hr	1.39	1.47	1.33	1.42	1.35	1.57	1.45	1.63	1.45
z500hPa ME	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec	Ave.
6hr	-3.35	-4.92	-5.72	-4.32	-6.44	-4.66	-3.18	-4.64	-4.65
12hr	-3.51	-4.89	-5.34	-4.24	-6.44	-4.85	-3.07	-4.59	-4.62
18hr	-2.21	-3.38	-6.11	-4.85	-6.48	-4.13	-1.28	-2.98	-3.93
24hr	-3.24	-4.86	-8.04	-6.72	-7.02	-5.00	-2.19	-3.24	-5.04
30hr	-2.64	-4.65	-7.56	-6.03	-6.86	-4.52	-2.95	-3.66	-4.86
36hr	-1.93	-3.80	-6.36	-5.26	-5.72	-5.03	-3.86	-5.29	-4.66
42hr	-2.36	-3.57	-6.30	-4.98	-6.27	-4.99	-2.60	-4.07	-4.39
48hr	-2.87	-3.44	-6.48	-5.65	-6.04	-6.24	-3.74	-5.68	-5.02
z500hPa RMSE	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec	Ave.
6hr	8.56	8.99	9.69	8.90	9.56	8.93	8.53	9.96	9.14
12hr	8.89	9.28	9.26	8.88	9.75	9.44	9.13	10.69	9.42
18hr	8.74	8.83	10.15	9.50	10.24	9.48	9.10	10.91	9.62
24hr	9.36	9.86	11.50	10.84	11.09	10.07	10.14	12.04	10.61
30hr	9.76	10.42	11.58	11.02	11.71	10.36	11.50	13.75	11.26
36hr	10.23	10.47	11.24	10.79	11.37	11.11	12.45	14.54	11.53
42hr	11.53	11.14	12.08	11.37	12.45	12.13	12.46	15.40	12.32
48hr	12.33	11.74	12.46	12.30	13.56	13.19	13.29	17.04	13.24

w250hPa ME	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec	Ave.
6hr	-1.15	-0.93	-0.74	-0.23	-0.82	-0.89	-1.16	-1.22	-0.89
12hr	-1.18	-1.12	-0.81	-0.27	-0.91	-0.93	-1.34	-1.31	-0.98
18hr	-1.06	-1.08	-0.70	-0.39	-1.00	-1.16	-1.62	-1.55	-1.07
24hr	-1.02	-1.03	-0.81	-0.38	-0.94	-1.04	-1.55	-1.57	-1.04
30hr	-1.02	-1.11	-0.75	-0.30	-1.00	-1.08	-1.53	-1.43	-1.03
36hr	-1.00	-1.09	-0.79	-0.23	-1.08	-1.04	-1.49	-1.35	-1.01
42hr	-1.04	-1.07	-0.78	-0.22	-1.12	-1.07	-1.49	-1.36	-1.02
48hr	-1.10	-1.00	-0.90	-0.33	-1.07	-1.14	-1.62	-1.56	-1.09
w250hPa RMSE	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec	Ave.
6hr	6.28	6.22	5.42	5.08	5.04	5.78	6.73	7.65	6.03
12hr	6.48	6.55	5.91	5.39	5.29	5.95	6.93	7.78	6.29
18hr	6.95	6.93	6.42	5.88	5.78	6.47	7.14	7.85	6.68
24hr	7.42	7.26	6.77	6.03	5.96	6.77	7.43	8.17	6.98
30hr	7.90	7.97	7.09	6.34	6.45	6.84	7.73	8.20	7.32
36hr	8.25	8.02	7.35	6.61	6.71	7.18	8.03	8.56	7.59
42hr	8.92	8.79	7.63	6.98	7.24	7.50	8.23	8.53	7.98
48hr	9.31	9.01	7.83	7.46	7.54	7.99	8.55	8.97	8.33

부록 F. 국지예보시스템 검증결과

F.2 관측검증

표 F.2.1 UM-Local 관측검증

t850hPa ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	0.33	0.15	-0.09	-0.03	0.39	0.79	0.25	-0.01	-0.01	-0.26	0.15	0.26	0.16
12hr	-0.05	-0.09	-0.28	-0.37	0.15	0.67	0.16	-0.03	-0.21	-0.46	-0.22	-0.15	-0.07
18hr	0.00	-0.09	-0.28	-0.43	0.02	0.53	0.10	-0.08	-0.36	-0.59	-0.31	-0.10	-0.13
24hr	0.02	-0.12	-0.17	-0.43	-0.04	0.26	0.19	0.03	-0.15	-0.44	-0.05	-0.07	-0.08
30hr	-0.03	-0.17	-0.36	-0.61	-0.14	0.22	0.12	0.07	-0.13	-0.42	-0.15	-0.21	-0.15
36hr	-0.16	-0.27	-0.26	-0.61	-0.18	0.02	0.07	0.11	-0.30	-0.48	-0.14	-0.25	-0.20
42hr	-0.21	-0.20	-0.33	-0.59	-0.32	-0.07	-0.04	-0.03	-0.34	-0.58	-0.27	-0.28	-0.27
48hr	-0.11	-0.11	-0.24	-0.61	-0.24	-0.14	0.03	0.05	-0.17	-0.46	-0.08	-0.24	-0.19
t850hPa RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	1.22	1.13	1.21	1.17	1.28	1.50	1.04	0.99	1.15	1.07	1.10	1.50	1.20
12hr	1.16	1.07	1.33	1.33	1.22	1.54	0.97	0.96	1.26	1.25	1.16	1.43	1.22
18hr	1.21	1.13	1.47	1.32	1.25	1.50	1.04	1.04	1.37	1.36	1.22	1.50	1.28
24hr	1.14	1.18	1.46	1.33	1.23	1.30	1.01	1.03	1.32	1.26	1.14	1.46	1.24
30hr	1.23	1.35	1.54	1.41	1.32	1.36	1.05	1.06	1.41	1.32	1.21	1.55	1.32
36hr	1.29	1.39	1.54	1.48	1.29	1.39	1.08	1.13	1.43	1.40	1.20	1.52	1.35
42hr	1.37	1.42	1.77	1.63	1.40	1.47	1.08	1.22	1.56	1.49	1.22	1.49	1.43
48hr	1.36	1.43	1.76	1.59	1.40	1.48	1.12	1.18	1.52	1.50	1.18	1.52	1.42
z500hPa ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	-7.98	-6.81	-4.01	-0.86	1.38	2.34	-0.57	-2.40	-4.27	-7.45	-6.09	-7.17	-3.66
12hr	-12.34	-11.02	-6.22	-4.15	-2.59	-0.82	-2.62	-3.98	-7.17	-10.38	-9.69	-11.22	-6.85
18hr	-14.47	-11.70	-6.74	-4.96	-2.99	0.39	-3.64	-5.09	-11.45	-13.15	-12.84	-12.62	-8.27
24hr	-12.95	-11.01	-5.02	-4.68	-2.23	-1.59	-3.63	-4.29	-8.71	-10.88	-10.08	-11.20	-7.19
30hr	-16.13	-12.64	-8.42	-5.11	-2.24	-3.09	-3.18	-3.70	-8.50	-10.36	-13.04	-16.92	-8.61
36hr	-13.89	-11.30	-4.48	-3.33	-2.04	-4.23	-5.09	-5.97	-9.90	-9.15	-9.28	-11.88	-7.55
42hr	-17.82	-12.15	-6.15	-3.73	-4.20	-5.95	-5.08	-6.15	-10.94	-10.77	-10.51	-16.31	-9.15
48hr	-15.12	-11.99	-6.26	-2.24	-3.01	-4.88	-5.11	-6.26	-9.08	-9.60	-8.62	-14.43	-8.05
z500hPa RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	14.31	10.45	9.39	6.70	6.74	7.98	7.37	11.96	7.50	9.83	9.24	11.63	9.42
12hr	17.96	13.81	10.57	8.20	7.11	8.23	7.88	12.64	9.58	12.20	11.85	14.06	11.18
18hr	19.91	14.61	11.37	9.02	8.18	9.75	9.29	13.79	14.10	14.99	14.64	15.97	12.97
24hr	18.70	14.07	10.92	8.88	7.90	9.30	9.00	13.65	12.09	13.08	12.25	14.65	12.04
30hr	22.01	15.82	13.70	9.67	8.89	10.57	9.49	14.14	12.05	13.27	15.30	20.12	13.75
36hr	20.16	14.76	12.74	9.00	9.13	10.90	10.29	14.94	13.44	11.95	12.42	15.96	12.98
42hr	24.84	16.59	14.41	11.08	11.52	12.09	10.81	15.76	15.17	15.05	13.97	20.28	15.13
48hr	22.33	16.57	14.72	11.14	10.51	11.37	10.77	15.38	14.58	13.54	12.14	18.59	14.30

w300hPa ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	-1.47	-1.19	-0.94	-0.29	-0.92	-0.67	-0.47	-0.55	-0.45	-0.96	-1.20	-1.32	-0.87
12hr	-1.72	-1.66	-1.07	-0.42	-0.92	-0.78	-0.78	-0.59	-0.57	-1.11	-1.61	-1.30	-1.04
18hr	-1.71	-1.75	-1.22	-0.46	-0.84	-0.79	-0.86	-0.95	-0.77	-1.53	-1.82	-1.77	-1.21
24hr	-1.74	-1.57	-0.79	-0.47	-0.79	-0.77	-0.92	-0.77	-0.75	-1.69	-1.78	-1.74	-1.15
30hr	-1.79	-1.72	-1.25	-0.58	-0.93	-0.77	-0.94	-0.92	-0.86	-1.68	-1.86	-1.94	-1.27
36hr	-1.78	-1.68	-1.45	-0.70	-1.05	-0.87	-1.24	-0.64	-0.92	-1.83	-1.96	-1.84	-1.33
42hr	-1.82	-1.55	-1.13	-0.48	-0.90	-0.69	-1.07	-0.66	-0.63	-1.74	-1.48	-1.60	-1.15
48hr	-1.88	-1.77	-1.17	-0.88	-0.54	-0.69	-1.30	-0.39	-0.80	-2.04	-2.26	-1.71	-1.28
w300hPa RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	4.95	5.25	5.03	4.63	5.23	5.79	4.98	4.52	4.58	4.36	4.99	5.14	4.95
12hr	4.95	5.39	5.19	4.69	5.36	5.90	5.21	4.85	4.94	4.34	5.08	5.11	5.08
18hr	5.09	5.67	5.79	5.15	6.06	6.42	5.77	5.30	5.18	4.81	5.69	5.58	5.54
24hr	5.22	5.84	5.76	5.44	6.20	6.56	6.06	5.28	5.43	4.86	5.79	5.76	5.68
30hr	5.62	6.20	6.59	6.02	6.98	7.47	6.49	5.75	6.41	5.93	6.36	6.26	6.34
36hr	5.57	6.28	7.12	6.25	7.24	7.36	6.43	5.89	6.61	5.85	5.95	6.53	6.42
42hr	6.27	6.79	7.56	6.91	8.22	8.41	6.94	6.23	7.79	6.31	6.30	6.45	7.02
48hr	6.32	6.71	7.80	6.94	8.06	8.26	7.09	6.51	7.49	6.34	6.74	6.75	7.08

부록 D. 전지구예보시스템 검증결과

D.2 북반구 관측검증

D.2.1 KIM-Global

표 D.2.1 KIM-Global 북반구 850hPa 기온 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.17	-0.17	-0.26	-0.22	-0.21	-0.17	-0.17	-0.20	-0.23	-0.22	-0.18	-0.12	-0.19
24hr	-0.20	-0.21	-0.32	-0.26	-0.22	-0.16	-0.13	-0.17	-0.22	-0.25	-0.24	-0.18	-0.21
36hr	-0.29	-0.28	-0.40	-0.32	-0.24	-0.16	-0.13	-0.20	-0.24	-0.29	-0.29	-0.23	-0.26
48hr	-0.33	-0.33	-0.47	-0.33	-0.24	-0.16	-0.09	-0.17	-0.22	-0.29	-0.33	-0.28	-0.27
60hr	-0.37	-0.37	-0.51	-0.36	-0.23	-0.15	-0.09	-0.19	-0.23	-0.31	-0.37	-0.30	-0.29
72hr	-0.40	-0.36	-0.55	-0.36	-0.23	-0.13	-0.06	-0.16	-0.21	-0.30	-0.37	-0.34	-0.29
96hr	-0.44	-0.40	-0.61	-0.37	-0.24	-0.11	-0.06	-0.16	-0.22	-0.29	-0.40	-0.36	-0.31
120hr	-0.54	-0.47	-0.67	-0.36	-0.23	-0.08	-0.07	-0.14	-0.24	-0.35	-0.41	-0.36	-0.33
144hr	-0.64	-0.49	-0.71	-0.42	-0.21	-0.04	-0.12	-0.19	-0.26	-0.42	-0.54	-0.32	-0.36
168hr	-0.73	-0.55	-0.71	-0.37	-0.21	-0.01	-0.20	-0.23	-0.30	-0.49	-0.55	-0.33	-0.39
192hr	-0.86	-0.69	-0.71	-0.33	-0.23	-0.01	-0.26	-0.28	-0.31	-0.42	-0.55	-0.45	-0.42
216hr	-1.02	-0.85	-0.78	-0.25	-0.26	0.01	-0.32	-0.41	-0.35	-0.36	-0.37	-0.50	-0.46
240hr	-1.07	-0.88	-0.83	-0.21	-0.21	0.03	-0.31	-0.49	-0.46	-0.35	-0.13	-0.54	-0.45
264hr	-1.09	-0.86	-0.96	-0.23	-0.17	0.03	-0.32	-0.50	-0.55	-0.33	-0.01	-0.61	-0.47
288hr	-1.06	-0.73	-1.10	-0.23	-0.17	0.00	-0.36	-0.48	-0.56	-0.26	0.12	-0.64	-0.46
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	1.49	1.41	1.39	1.34	1.30	1.25	1.27	1.18	1.15	1.20	1.34	1.49	1.32
24hr	1.62	1.54	1.53	1.48	1.42	1.36	1.38	1.29	1.26	1.32	1.48	1.62	1.44
36hr	1.74	1.69	1.69	1.62	1.55	1.47	1.48	1.40	1.35	1.43	1.60	1.75	1.57
48hr	1.87	1.80	1.81	1.76	1.69	1.59	1.57	1.51	1.45	1.53	1.74	1.87	1.68
60hr	2.01	1.94	1.95	1.94	1.85	1.72	1.69	1.62	1.56	1.64	1.87	2.00	1.82
72hr	2.17	2.10	2.12	2.11	2.01	1.86	1.77	1.74	1.69	1.77	2.03	2.17	1.96
96hr	2.55	2.50	2.48	2.54	2.38	2.21	2.07	2.01	2.00	2.14	2.48	2.61	2.33
120hr	2.96	2.96	3.07	3.05	2.79	2.65	2.39	2.40	2.36	2.63	3.06	3.12	2.79
144hr	3.50	3.50	3.66	3.50	3.26	3.02	2.76	2.81	2.72	3.22	3.66	3.70	3.28
168hr	3.97	4.04	4.30	4.02	3.72	3.28	3.10	3.18	3.12	3.84	4.29	4.25	3.76
192hr	4.45	4.56	4.85	4.59	4.11	3.65	3.46	3.54	3.40	4.29	4.77	4.88	4.21
216hr	4.81	5.06	5.32	5.10	4.55	3.91	3.76	3.86	3.76	4.58	5.26	5.45	4.62
240hr	5.29	5.52	5.66	5.58	4.89	4.23	4.10	4.05	4.20	5.03	5.55	5.93	5.00
264hr	5.70	5.70	6.10	5.95	5.13	4.43	4.23	4.24	4.44	5.33	5.82	6.32	5.28
288hr	6.02	5.78	6.47	6.36	5.30	4.61	4.34	4.35	4.74	5.54	6.04	6.47	5.50

표 D.2.2 KIM-Global 북반구 500hPa 지위고도 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-1.04	-1.02	-1.85	-1.08	-1.13	-1.72	-2.17	-2.08	-1.89	-0.99	-1.31	-1.31	-1.47
24hr	-0.53	0.00	-1.14	0.13	0.08	-1.16	-1.99	-2.17	-2.09	-1.05	-1.25	-1.41	-1.05
36hr	-1.44	-0.76	-1.70	-0.36	0.39	-0.49	-1.06	-1.56	-1.51	-0.88	-1.15	-1.82	-1.03
48hr	-2.87	-2.31	-3.21	-1.50	-0.54	-0.90	-1.43	-2.23	-2.24	-1.51	-2.55	-3.26	-2.05
60hr	-2.49	-1.77	-2.45	-1.15	-0.09	0.09	-0.42	-1.35	-1.19	-1.02	-2.10	-2.89	-1.40
72hr	-2.77	-2.92	-3.10	-1.58	-0.27	0.88	0.10	-0.60	-0.55	-0.59	-2.07	-3.81	-1.44
96hr	-2.92	-3.52	-3.66	-1.46	0.12	1.00	0.27	-0.13	-0.76	0.22	-2.52	-3.47	-1.40
120hr	-4.53	-4.84	-5.58	-1.97	-1.01	0.18	-0.53	-1.35	-1.84	-0.54	-3.91	-4.04	-2.50
144hr	-6.38	-5.61	-6.25	-2.57	-2.67	1.45	-1.09	-1.95	-2.10	-1.09	-4.86	-3.39	-3.04
168hr	-8.07	-6.63	-6.78	-1.14	-4.72	2.53	-1.85	-1.89	-3.35	-0.66	-5.12	-2.99	-3.39
192hr	-9.04	-7.26	-8.41	-1.76	-7.11	2.43	-2.48	-4.04	-4.46	0.99	-4.94	-3.93	-4.17
216hr	-10.72	-8.29	-10.62	-1.71	-9.35	2.50	-2.55	-5.28	-6.30	1.73	-3.54	-4.46	-4.88
240hr	-10.15	-10.17	-10.92	-2.42	-10.87	2.18	-1.44	-5.62	-6.28	2.21	-1.61	-6.45	-5.13
264hr	-7.63	-9.17	-11.37	-2.77	-8.68	2.06	-1.32	-6.37	-6.93	1.83	-1.62	-9.53	-5.13
288hr	-3.12	-10.07	-13.63	-4.32	-8.57	0.56	-1.45	-6.10	-7.89	1.50	-1.02	-11.14	-5.44
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	11.15	10.92	10.95	11.31	10.70	10.58	11.03	10.61	10.48	10.51	11.17	11.35	10.90
24hr	12.90	12.54	12.64	12.90	11.77	11.50	11.95	11.69	11.48	11.63	12.53	12.99	12.21
36hr	14.81	14.64	14.87	15.07	13.65	13.04	13.11	13.07	12.84	13.36	14.72	15.15	14.03
48hr	18.09	17.47	18.05	17.83	16.32	14.96	14.89	14.78	14.65	15.72	17.65	17.94	16.53
60hr	20.92	20.81	21.14	21.26	19.42	17.51	17.01	16.74	16.95	18.18	20.84	21.01	19.32
72hr	25.72	25.78	25.20	25.18	23.62	20.32	19.88	19.38	19.96	22.14	25.06	25.47	23.14
96hr	34.26	35.84	34.75	34.17	32.45	27.97	25.64	26.04	27.57	30.24	36.20	36.29	31.79
120hr	44.51	46.96	48.12	45.13	42.92	37.43	32.82	35.25	37.20	40.29	50.48	50.67	42.65
144hr	57.46	62.09	61.09	57.52	53.94	46.65	40.85	45.25	47.15	53.21	65.96	64.85	54.67
168hr	71.29	77.03	74.90	72.40	64.23	53.60	48.55	54.02	56.66	66.33	80.38	79.01	66.53
192hr	84.24	89.31	85.36	88.49	75.11	61.79	56.42	62.95	65.38	76.79	93.40	91.98	77.60
216hr	93.43	101.89	94.80	100.26	84.26	68.50	63.81	69.27	75.35	87.44	105.27	104.67	87.41
240hr	103.80	108.09	105.59	110.77	91.36	73.91	69.25	74.09	84.04	96.49	114.05	117.25	95.72
264hr	113.99	111.40	113.58	115.05	97.82	78.83	70.74	77.58	89.01	103.02	119.60	124.19	101.23
288hr	121.56	120.76	118.84	119.75	102.01	82.65	74.04	80.04	95.54	108.42	123.48	131.25	106.53

표 D.2.3 KIM-Global 북반구 250hPa 풍속 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.52	-0.58	-0.45	-0.39	-0.49	-0.32	-0.40	-0.41	-0.31	-0.34	-0.40	-0.42	-0.42
24hr	-0.53	-0.64	-0.47	-0.37	-0.44	-0.32	-0.39	-0.42	-0.33	-0.38	-0.47	-0.48	-0.44
36hr	-0.51	-0.60	-0.52	-0.38	-0.47	-0.29	-0.45	-0.47	-0.34	-0.42	-0.47	-0.44	-0.45
48hr	-0.52	-0.63	-0.54	-0.38	-0.49	-0.31	-0.50	-0.52	-0.42	-0.47	-0.56	-0.52	-0.49
60hr	-0.54	-0.56	-0.56	-0.39	-0.54	-0.32	-0.52	-0.53	-0.55	-0.51	-0.56	-0.50	-0.51
72hr	-0.58	-0.55	-0.49	-0.38	-0.49	-0.32	-0.47	-0.60	-0.54	-0.53	-0.62	-0.52	-0.51
96hr	-0.61	-0.54	-0.51	-0.46	-0.55	-0.32	-0.52	-0.59	-0.69	-0.66	-0.58	-0.41	-0.54
120hr	-0.77	-0.54	-0.43	-0.48	-0.63	-0.32	-0.62	-0.55	-0.82	-0.74	-0.47	-0.38	-0.56
144hr	-0.85	-0.63	-0.39	-0.34	-0.56	-0.44	-0.66	-0.49	-0.68	-0.85	-0.48	-0.47	-0.57
168hr	-0.74	-0.51	-0.24	-0.32	-0.46	-0.77	-0.66	-0.53	-0.46	-0.94	-0.51	-0.54	-0.56
192hr	-0.72	-0.40	-0.36	-0.40	-0.39	-0.74	-0.68	-0.72	-0.43	-1.19	-0.36	-0.51	-0.58
216hr	-0.73	-0.45	-0.29	-0.45	-0.39	-0.56	-0.88	-0.72	-0.55	-1.27	-0.39	-0.48	-0.60
240hr	-0.52	-0.37	-0.29	-0.72	-0.43	-0.57	-0.99	-0.80	-0.60	-1.50	-0.57	-0.24	-0.63
264hr	-0.64	-0.41	-0.40	-0.61	-0.56	-0.37	-1.11	-0.93	-0.39	-1.32	-0.67	-0.10	-0.63
288hr	-0.94	-0.50	-0.46	-0.59	-0.60	-0.32	-1.38	-0.97	-0.44	-1.23	-0.53	-0.15	-0.68
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	4.30	4.28	4.39	4.54	4.63	4.88	4.99	4.58	4.31	4.06	4.25	4.28	4.46
24hr	4.89	4.96	5.12	5.29	5.51	5.79	5.83	5.48	5.22	4.83	4.95	4.89	5.23
36hr	5.50	5.47	5.82	6.01	6.39	6.69	6.76	6.32	5.96	5.65	5.67	5.47	5.98
48hr	6.39	6.25	6.74	6.87	7.36	7.54	7.59	7.34	6.89	6.51	6.57	6.31	6.86
60hr	7.30	7.05	7.56	7.66	8.42	8.63	8.42	8.11	7.90	7.38	7.50	7.12	7.75
72hr	8.37	8.16	8.60	8.74	9.42	9.54	9.33	9.14	8.84	8.37	8.52	8.19	8.77
96hr	10.37	10.45	10.75	10.90	11.76	11.60	11.32	11.24	11.06	10.42	11.16	10.54	10.97
120hr	12.64	12.58	13.32	13.12	14.04	13.87	13.26	13.41	13.64	12.86	14.38	13.32	13.37
144hr	15.10	15.41	15.77	15.69	16.04	15.56	15.07	15.77	15.56	15.73	17.48	16.23	15.78
168hr	17.10	17.99	17.96	18.04	17.92	16.78	16.46	17.65	17.62	18.70	19.60	18.98	17.90
192hr	19.35	19.78	19.70	20.77	19.89	18.34	17.91	19.20	18.96	20.77	21.78	21.61	19.84
216hr	20.81	21.51	21.31	22.90	21.02	19.57	18.97	20.66	20.82	22.19	24.23	23.74	21.48
240hr	22.69	23.05	22.82	24.47	22.19	20.44	20.02	21.75	22.06	23.77	25.50	25.93	22.89
264hr	24.38	23.86	24.15	25.27	23.33	21.06	21.08	21.88	23.08	25.04	26.33	26.63	23.84
288hr	24.96	24.68	25.26	26.46	24.02	21.93	21.95	22.33	24.09	25.37	26.99	27.14	24.60

D.2.2 UM-Global

표 D.2.4 UM-Global 북반구 850hPa 기온 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.08	-0.12	-0.20	-0.23	-0.17	-0.11	-0.01	-0.05	-0.14	-0.16	-0.05	0.00	-0.11
24hr	-0.04	-0.07	-0.20	-0.24	-0.20	-0.08	0.06	0.02	-0.13	-0.16	-0.03	0.05	-0.08
36hr	-0.06	-0.14	-0.24	-0.28	-0.22	-0.10	0.11	0.01	-0.19	-0.23	-0.03	0.05	-0.11
48hr	-0.03	-0.09	-0.23	-0.29	-0.22	-0.08	0.14	0.07	-0.17	-0.22	0.01	0.09	-0.09
60hr	-0.06	-0.13	-0.25	-0.29	-0.21	-0.08	0.19	0.07	-0.20	-0.24	0.03	0.13	-0.09
72hr	-0.04	-0.09	-0.24	-0.29	-0.21	-0.06	0.20	0.12	-0.18	-0.24	0.07	0.14	-0.07
96hr	-0.12	-0.11	-0.25	-0.29	-0.22	-0.01	0.28	0.18	-0.19	-0.22	0.12	0.14	-0.06
120hr	-0.16	-0.15	-0.28	-0.32	-0.13	0.06	0.32	0.24	-0.16	-0.20	0.14	0.15	-0.04
144hr	-0.19	-0.19	-0.36	-0.23	-0.13	0.13	0.37	0.29	-0.19	-0.24	0.10	0.17	-0.04
168hr	-0.31	-0.14	-0.45	-0.24	-0.07	0.18	0.40	0.29	-0.14	-0.22	0.16	0.14	-0.03
192hr	-0.36	-0.07	-0.48	-0.22	-0.05	0.20	0.43	0.31	-0.10	-0.24	0.21	0.11	-0.02
216hr	-0.25	-0.13	-0.61	-0.24	-0.07	0.27	0.43	0.32	-0.10	-0.11	0.32	0.06	-0.01
240hr	-0.23	-0.36	-0.54	-0.40	0.02	0.29	0.44	0.36	-0.08	-0.01	0.33	0.16	0.00
264hr	-0.11	-0.43	-0.43	-0.40	0.12	0.34	0.49	0.32	-0.08	0.09	0.42	0.14	0.04
288hr	-0.22	-0.26	-0.51	-0.25	0.18	0.41	0.50	0.29	-0.18	0.19	0.69	0.00	0.07
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	1.33	1.28	1.23	1.21	1.18	1.13	1.15	1.10	1.10	1.16	1.22	1.33	1.20
24hr	1.44	1.39	1.33	1.35	1.30	1.22	1.27	1.19	1.16	1.22	1.32	1.43	1.30
36hr	1.56	1.55	1.48	1.51	1.47	1.39	1.40	1.33	1.30	1.36	1.42	1.55	1.44
48hr	1.69	1.64	1.61	1.65	1.60	1.52	1.51	1.42	1.38	1.45	1.55	1.69	1.56
60hr	1.82	1.79	1.80	1.82	1.80	1.72	1.66	1.57	1.53	1.60	1.69	1.83	1.72
72hr	2.01	1.89	1.91	1.98	1.94	1.86	1.80	1.69	1.64	1.74	1.84	2.01	1.86
96hr	2.41	2.29	2.34	2.42	2.36	2.21	2.12	2.03	1.97	2.10	2.25	2.46	2.25
120hr	2.90	3.00	2.92	2.98	2.82	2.60	2.49	2.43	2.33	2.55	2.79	3.05	2.74
144hr	3.44	3.48	3.50	3.53	3.28	3.04	2.91	2.88	2.72	3.20	3.42	3.65	3.26
168hr	3.96	3.98	4.09	4.11	3.66	3.46	3.33	3.22	3.17	3.86	3.92	4.27	3.75
192hr	4.52	4.70	4.57	4.62	4.07	3.84	3.65	3.56	3.59	4.44	4.45	4.94	4.25
216hr	4.99	5.19	5.15	5.02	4.44	4.27	3.96	3.91	4.05	4.83	4.97	5.46	4.69
240hr	5.34	5.59	5.61	5.43	4.77	4.58	4.23	4.23	4.38	5.18	5.49	5.91	5.06
264hr	5.78	5.84	6.01	5.94	5.05	4.72	4.44	4.48	4.64	5.54	5.95	6.31	5.39
288hr	6.26	5.96	6.52	6.18	5.29	4.89	4.51	4.60	4.85	5.78	6.17	6.59	5.63

표 D.2.5 UM-Global 북반구 500hPa 지위고도 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.70	-0.61	-1.41	-1.04	-0.71	-0.88	0.09	-0.50	-0.96	-1.29	-0.37	-0.06	-0.70
24hr	-0.69	-0.34	-0.89	-0.38	0.06	-0.22	0.78	-0.16	-0.81	-0.95	-0.46	0.08	-0.33
36hr	-0.51	-0.43	-0.66	0.11	0.85	-0.10	1.00	-0.30	-0.76	-0.73	-0.12	0.27	-0.12
48hr	-1.15	-0.76	-0.67	-0.20	0.81	-0.19	1.16	-0.25	-0.86	-0.68	0.11	-0.01	-0.23
60hr	-0.96	-0.99	-0.56	0.35	2.03	0.40	1.53	-0.05	-0.33	-0.14	0.37	-0.15	0.13
72hr	-1.47	-1.28	-0.04	0.02	1.54	0.90	2.31	0.47	0.02	-0.26	0.27	-0.36	0.18
96hr	-1.01	-1.89	0.41	0.42	2.54	2.13	2.90	1.03	0.60	0.39	0.48	-0.75	0.61
120hr	-0.64	-1.51	-0.60	0.38	3.47	2.85	3.11	1.02	0.71	0.88	-0.13	-1.31	0.69
144hr	-1.02	-0.77	-3.83	0.95	2.81	3.19	3.59	0.45	-0.12	2.42	-1.30	-2.03	0.36
168hr	-1.98	0.62	-4.80	0.75	2.73	4.54	4.99	-0.12	-1.30	4.24	-0.76	-0.96	0.66
192hr	-1.50	1.16	-5.15	3.33	1.50	5.12	6.08	-0.97	-0.94	5.64	-0.09	-1.57	1.05
216hr	0.28	-0.41	-5.89	5.16	-0.33	5.35	5.36	-1.22	-1.77	7.21	2.71	-2.71	1.15
240hr	1.61	-2.71	-4.67	4.47	-1.41	3.83	5.10	-1.31	-3.07	9.74	4.54	0.13	1.35
264hr	1.92	-1.00	-6.47	4.33	-3.55	3.36	4.22	-2.02	-4.69	11.28	8.79	0.90	1.42
288hr	0.47	2.06	-7.19	3.71	-4.56	2.76	3.05	-0.88	-5.62	12.13	13.48	-3.54	1.32
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	10.47	10.20	10.19	10.52	10.20	10.15	10.68	10.26	9.91	10.04	10.25	10.53	10.28
24hr	11.94	11.55	11.39	11.72	11.39	11.18	11.84	11.04	10.56	10.77	11.52	12.10	11.42
36hr	14.06	13.52	13.46	13.71	13.28	12.94	13.46	12.31	12.05	12.21	13.19	14.07	13.19
48hr	16.86	15.85	15.88	15.96	15.36	14.80	15.40	13.91	13.72	14.15	15.66	16.73	15.36
60hr	19.69	18.79	19.30	19.38	18.64	17.14	17.52	15.65	16.32	16.90	19.11	19.73	18.18
72hr	24.45	22.05	22.69	23.01	22.42	20.16	20.37	18.92	18.79	19.93	22.31	23.92	21.59
96hr	33.91	32.44	33.19	31.72	32.55	27.70	26.27	26.01	26.26	28.26	32.04	35.19	30.46
120hr	44.00	48.54	44.98	44.25	42.17	37.02	34.23	35.18	36.21	38.57	45.90	49.60	41.72
144hr	58.09	61.96	58.35	57.18	53.38	46.72	42.50	45.08	46.54	51.77	58.15	64.73	53.70
168hr	75.38	77.81	72.02	70.97	63.21	57.44	50.28	52.67	58.42	66.49	71.60	79.29	66.30
192hr	87.38	93.92	84.83	84.00	73.12	64.96	58.09	61.91	69.09	81.33	86.08	94.91	78.30
216hr	95.30	103.14	96.30	95.15	81.29	71.88	63.67	69.50	79.39	93.31	99.30	107.97	88.02
240hr	104.15	108.69	105.23	105.27	89.06	77.51	68.80	74.78	86.56	104.47	110.53	118.34	96.11
264hr	113.13	114.29	112.54	114.90	96.20	81.29	72.66	79.16	92.83	113.16	121.81	123.92	102.99
288hr	121.31	119.22	121.60	118.85	101.20	84.12	74.78	84.72	97.43	117.44	131.84	132.22	108.73

표 D.2.6 UM-Global 북반구 250hPa 풍속 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.55	-0.51	-0.36	-0.40	-0.52	-0.43	-0.42	-0.36	-0.27	-0.34	-0.35	-0.41	-0.41
24hr	-0.62	-0.66	-0.45	-0.47	-0.53	-0.34	-0.43	-0.46	-0.33	-0.40	-0.47	-0.49	-0.47
36hr	-0.62	-0.65	-0.53	-0.54	-0.59	-0.43	-0.42	-0.44	-0.34	-0.47	-0.51	-0.51	-0.50
48hr	-0.75	-0.70	-0.50	-0.45	-0.63	-0.48	-0.52	-0.50	-0.43	-0.47	-0.57	-0.51	-0.54
60hr	-0.77	-0.74	-0.59	-0.49	-0.72	-0.41	-0.54	-0.41	-0.45	-0.49	-0.61	-0.55	-0.56
72hr	-0.76	-0.82	-0.60	-0.47	-0.73	-0.47	-0.55	-0.50	-0.51	-0.58	-0.66	-0.44	-0.59
96hr	-0.90	-0.91	-0.54	-0.57	-0.77	-0.54	-0.74	-0.54	-0.55	-0.75	-0.70	-0.49	-0.67
120hr	-0.88	-0.80	-0.46	-0.34	-0.71	-0.41	-0.74	-0.74	-0.62	-0.82	-0.82	-0.51	-0.65
144hr	-0.80	-0.87	-0.21	-0.31	-0.73	-0.43	-0.97	-0.67	-0.39	-0.94	-0.75	-0.78	-0.65
168hr	-0.78	-0.76	-0.29	-0.46	-0.83	-0.56	-0.97	-0.68	-0.54	-1.03	-0.54	-0.72	-0.68
192hr	-0.96	-0.82	-0.48	-0.43	-0.82	-0.54	-1.03	-0.80	-0.35	-1.08	-0.60	-0.38	-0.69
216hr	-1.18	-0.67	-0.32	-0.70	-0.61	-0.64	-1.11	-0.89	-0.25	-1.26	-0.87	-0.28	-0.73
240hr	-1.33	-0.48	-0.08	-0.62	-0.55	-0.44	-1.05	-0.99	-0.33	-1.24	-0.46	-0.31	-0.66
264hr	-1.57	-0.48	-0.14	-0.61	-0.37	-0.54	-1.12	-0.86	-0.21	-1.57	-0.66	-0.50	-0.72
288hr	-1.73	-1.22	-0.35	-0.72	-0.25	-0.58	-1.22	-0.56	-0.19	-1.61	-1.13	-0.29	-0.82
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	4.30	4.19	4.42	4.38	4.53	4.66	4.67	4.45	4.17	4.07	4.23	4.34	4.37
24hr	4.84	4.76	5.11	5.19	5.48	5.57	5.64	5.26	5.00	4.71	4.86	4.87	5.11
36hr	5.50	5.30	5.79	5.87	6.45	6.44	6.57	6.22	5.82	5.46	5.58	5.54	5.88
48hr	6.31	6.06	6.72	6.79	7.32	7.44	7.55	7.18	6.68	6.27	6.34	6.34	6.75
60hr	7.11	6.94	7.68	7.71	8.44	8.41	8.45	7.96	7.82	7.18	7.34	7.18	7.68
72hr	8.12	7.80	8.48	8.77	9.34	9.60	9.61	9.10	8.73	8.30	8.37	8.36	8.72
96hr	10.43	9.83	10.72	10.96	11.80	11.79	11.63	11.23	10.88	10.59	10.88	10.88	10.97
120hr	12.64	12.71	13.08	13.61	14.41	13.97	13.49	13.69	13.40	13.03	13.63	13.23	13.41
144hr	15.23	15.06	15.64	16.21	16.58	16.10	15.29	15.94	15.55	16.14	16.57	16.14	15.87
168hr	17.85	17.87	17.74	18.47	18.82	17.82	17.04	17.74	17.71	19.03	18.93	19.10	18.18
192hr	20.13	20.14	19.45	20.64	20.24	19.54	18.27	19.38	19.79	21.64	21.39	22.37	20.25
216hr	21.49	21.92	21.54	22.62	21.32	20.75	19.41	20.61	21.44	23.46	23.60	23.55	21.81
240hr	22.69	23.69	23.00	24.32	22.42	21.51	20.34	21.33	22.55	25.31	25.64	25.31	23.17
264hr	23.89	24.72	24.20	25.51	23.59	22.16	21.07	22.53	23.27	26.15	27.69	26.48	24.27
288hr	24.57	24.63	26.03	26.08	24.35	22.69	21.58	23.52	24.07	26.93	28.73	27.25	25.03

D.4 남반구 관측검증

D.4.1 KIM-Global

표 D.4.1 KIM-Global 남반구 850hPa 기온 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.09	-0.18	-0.36	-0.33	-0.42	-0.45	-0.45	-0.37	-0.34	-0.24	-0.25	-0.24	-0.31
24hr	-0.09	-0.21	-0.42	-0.37	-0.47	-0.48	-0.52	-0.41	-0.34	-0.24	-0.18	-0.23	-0.33
36hr	-0.12	-0.26	-0.43	-0.35	-0.57	-0.58	-0.64	-0.44	-0.41	-0.21	-0.22	-0.23	-0.37
48hr	-0.08	-0.26	-0.46	-0.37	-0.63	-0.57	-0.64	-0.44	-0.41	-0.23	-0.22	-0.19	-0.38
60hr	-0.07	-0.29	-0.44	-0.36	-0.67	-0.63	-0.72	-0.41	-0.43	-0.19	-0.24	-0.22	-0.39
72hr	-0.07	-0.22	-0.43	-0.41	-0.69	-0.67	-0.75	-0.47	-0.41	-0.26	-0.20	-0.22	-0.40
96hr	-0.07	-0.18	-0.55	-0.40	-0.72	-0.69	-0.82	-0.64	-0.45	-0.24	-0.28	-0.20	-0.44
120hr	-0.19	-0.08	-0.54	-0.42	-0.77	-0.93	-0.85	-0.63	-0.62	-0.24	-0.24	-0.25	-0.48
144hr	-0.22	-0.07	-0.49	-0.45	-0.81	-0.89	-0.72	-0.53	-0.64	-0.28	-0.27	-0.20	-0.46
168hr	-0.34	0.08	-0.40	-0.56	-1.00	-0.85	-0.62	-0.36	-0.63	-0.28	-0.39	-0.10	-0.45
192hr	-0.36	-0.11	-0.43	-0.58	-0.99	-0.84	-0.56	-0.39	-0.47	-0.18	-0.50	-0.06	-0.46
216hr	-0.46	-0.19	-0.56	-0.46	-1.04	-1.03	-0.63	-0.26	-0.74	0.05	-0.31	-0.02	-0.47
240hr	-0.34	-0.27	-0.47	-0.34	-0.99	-1.11	-0.51	-0.23	-0.99	0.14	-0.07	-0.13	-0.44
264hr	-0.32	-0.25	-0.38	-0.41	-0.90	-1.14	-0.77	-0.47	-1.02	0.18	-0.36	-0.18	-0.50
288hr	-0.33	-0.17	-0.39	-0.52	-0.99	-1.17	-0.40	-0.40	-0.61	0.05	-0.57	-0.10	-0.47
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	1.11	1.21	1.28	1.25	1.30	1.46	1.44	1.49	1.48	1.40	1.36	1.28	1.34
24hr	1.22	1.32	1.37	1.31	1.37	1.56	1.54	1.59	1.55	1.53	1.39	1.40	1.43
36hr	1.29	1.38	1.43	1.38	1.47	1.60	1.66	1.65	1.66	1.59	1.46	1.47	1.50
48hr	1.39	1.45	1.52	1.49	1.60	1.70	1.72	1.79	1.73	1.71	1.54	1.53	1.60
60hr	1.44	1.61	1.62	1.55	1.67	1.84	1.86	1.96	1.90	1.80	1.65	1.59	1.71
72hr	1.55	1.67	1.71	1.69	1.81	1.95	1.99	2.13	2.05	1.89	1.73	1.73	1.83
96hr	1.72	1.98	2.00	2.02	2.26	2.31	2.30	2.59	2.28	2.16	2.11	1.98	2.14
120hr	1.95	2.29	2.34	2.28	2.59	2.69	2.60	2.99	2.74	2.43	2.43	2.37	2.48
144hr	2.38	2.59	2.64	2.71	2.94	3.08	2.86	3.47	3.40	2.92	2.81	2.61	2.87
168hr	2.73	2.90	2.97	3.08	3.44	3.37	3.22	3.64	3.73	3.35	3.31	2.79	3.21
192hr	3.18	3.14	3.45	3.49	3.90	4.07	3.70	4.07	4.37	3.91	3.71	3.29	3.69
216hr	3.32	3.35	3.68	3.78	4.12	4.59	4.19	4.34	4.98	4.31	4.05	3.78	4.04
240hr	3.45	3.73	3.95	4.02	4.48	4.62	4.44	4.76	5.01	4.68	4.43	3.87	4.29
264hr	3.62	3.87	4.07	4.16	4.72	4.87	4.74	5.27	5.30	5.00	4.82	4.08	4.54
288hr	3.89	4.03	4.38	4.39	4.91	5.11	4.89	5.37	5.45	5.02	4.91	4.37	4.73

표 D.4.2 KIM-Global 남반구 500hPa 지위고도 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-1.93	-2.39	-3.51	-3.42	-3.98	-2.14	-2.13	-0.79	-0.78	-0.80	-2.15	-2.56	-2.22
24hr	-2.02	-2.51	-3.36	-3.02	-4.05	-1.64	-1.84	-0.01	0.46	0.17	-1.30	-2.39	-1.79
36hr	-1.55	-2.14	-2.94	-3.10	-4.80	-2.23	-2.51	-0.64	-0.56	-0.19	-1.04	-1.37	-1.92
48hr	-0.93	-1.85	-2.59	-2.20	-4.18	-1.58	-1.99	-0.11	0.44	-0.02	-0.28	-0.82	-1.34
60hr	-1.52	-2.82	-2.94	-2.86	-5.14	-2.74	-3.42	-0.91	-0.65	-0.60	-0.83	-0.83	-2.10
72hr	-0.78	-1.91	-1.79	-2.44	-4.78	-3.76	-4.04	-2.28	-1.14	-1.48	-0.72	-0.63	-2.14
96hr	-3.55	-3.68	-3.76	-3.10	-6.88	-5.87	-5.36	-3.84	-3.47	-2.75	-1.85	-1.63	-3.81
120hr	-3.76	-2.71	-3.27	-2.84	-7.79	-7.24	-6.19	-2.25	-4.07	-1.70	-0.75	-1.46	-3.67
144hr	-3.60	-2.71	-2.19	-3.07	-9.04	-5.58	-6.27	-3.61	-2.83	-4.36	-3.43	-0.75	-3.95
168hr	-4.72	-1.05	-1.38	-4.60	-10.42	-6.71	-5.36	-1.82	-4.64	-4.46	-4.58	-1.38	-4.26
192hr	-3.55	-3.70	-0.60	-6.47	-11.02	-9.37	-5.08	-5.20	-4.04	-2.76	-2.11	-1.32	-4.60
216hr	-2.23	-5.53	0.12	-4.31	-13.24	-10.27	-2.64	-4.31	-4.09	-1.42	-1.30	0.81	-4.03
240hr	-3.10	-4.75	0.09	-6.14	-10.22	-13.58	-2.59	-5.45	-8.17	-2.81	-4.05	-0.01	-5.07
264hr	-3.43	-1.45	-3.16	-10.15	-7.59	-11.56	-3.30	-2.24	-5.65	-6.09	-5.34	-0.82	-5.07
288hr	-5.57	3.43	-1.33	-10.57	-7.93	-9.92	-5.49	-1.66	-6.16	-4.58	-5.21	0.48	-4.54
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	9.72	11.85	11.71	11.81	11.98	11.42	11.13	11.06	10.29	11.35	10.99	10.60	11.16
24hr	10.46	12.22	11.94	11.83	12.76	12.28	12.12	12.00	11.26	11.86	11.45	11.11	11.77
36hr	11.70	14.02	13.39	13.21	14.50	14.16	14.26	13.90	13.19	13.19	13.10	12.49	13.43
48hr	13.39	15.44	15.06	14.42	16.36	16.34	16.43	16.58	15.41	14.98	14.64	13.90	15.24
60hr	15.11	17.61	17.05	16.44	18.54	19.32	20.49	20.17	18.53	17.69	17.19	16.02	17.85
72hr	18.13	19.87	19.38	18.03	22.87	23.42	23.38	24.29	22.71	20.29	19.15	18.05	20.80
96hr	24.95	26.88	28.79	27.47	31.90	31.92	34.27	32.94	29.15	25.87	25.06	23.76	28.58
120hr	29.99	34.03	38.41	37.00	41.07	39.32	44.17	42.72	41.59	34.27	31.53	30.00	37.01
144hr	36.91	40.88	47.66	47.47	50.95	49.22	52.78	52.63	49.64	42.21	41.56	35.87	45.65
168hr	46.67	48.74	56.61	56.67	61.12	63.27	58.88	61.33	63.93	54.06	50.57	43.80	55.47
192hr	51.62	56.20	70.40	64.28	70.70	72.04	70.30	67.90	72.47	66.50	58.74	53.36	64.54
216hr	58.69	62.77	75.89	76.13	77.34	80.51	78.33	72.78	79.13	69.92	63.62	61.90	71.42
240hr	64.87	69.73	81.33	78.10	84.03	87.26	88.25	81.40	82.55	76.43	73.64	65.98	77.80
264hr	67.53	73.03	81.91	88.20	87.69	93.13	91.92	89.33	86.00	81.83	76.84	69.05	82.20
288hr	70.80	77.35	82.29	92.58	88.15	96.23	99.06	94.46	92.11	83.52	85.81	72.50	86.24

표 D.4.3 KIM-Global 남반구 250hPa 풍속 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.47	-0.52	-0.52	-0.74	-0.19	-0.47	-0.29	-0.29	-0.65	-0.29	-0.37	-0.55	-0.45
24hr	-0.58	-0.34	-0.45	-0.83	-0.31	-0.57	-0.28	-0.33	-0.67	-0.32	-0.20	-0.49	-0.45
36hr	-0.59	-0.35	-0.41	-0.78	-0.38	-0.52	-0.09	-0.35	-0.80	-0.08	-0.17	-0.39	-0.41
48hr	-0.72	-0.22	-0.59	-0.68	-0.48	-0.33	-0.08	-0.18	-0.89	-0.21	-0.25	-0.29	-0.41
60hr	-0.77	-0.45	-0.48	-0.84	-0.58	-0.19	-0.06	0.01	-1.04	-0.01	-0.28	-0.27	-0.41
72hr	-0.69	-0.49	-0.62	-0.82	-1.14	-0.21	0.07	-0.01	-0.91	0.05	-0.29	-0.58	-0.47
96hr	-0.66	-0.55	-0.43	-0.74	-0.90	-0.17	-0.29	-0.06	-0.86	0.47	-0.09	-0.58	-0.41
120hr	-0.54	-0.84	-0.20	-0.48	-0.92	0.50	-0.36	-0.88	-0.07	0.31	-0.68	-0.27	-0.37
144hr	-0.71	-1.11	-0.27	0.24	-1.53	0.20	-0.13	-0.52	-0.33	0.70	-0.65	-0.41	-0.38
168hr	-0.68	-1.58	-0.70	0.04	-1.73	0.51	-0.19	-0.34	-0.82	0.88	-0.36	-0.48	-0.45
192hr	-1.33	-1.67	-0.62	-0.17	-0.84	0.45	-0.52	0.91	-0.84	0.42	-0.48	-1.25	-0.50
216hr	-0.95	-0.92	-0.44	-0.56	-0.53	1.04	0.48	1.05	-1.08	0.56	0.45	-1.99	-0.24
240hr	-0.42	-0.88	-1.26	0.16	-1.33	0.77	0.52	0.24	-1.86	0.95	0.77	-1.24	-0.30
264hr	-0.17	-0.93	-0.92	0.94	-2.38	1.06	-0.16	-0.03	-1.48	-0.32	0.55	-1.41	-0.44
288hr	0.37	-1.42	-0.40	1.74	-0.35	1.08	0.20	-0.34	-2.20	-0.50	0.69	-1.98	-0.26
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	4.69	4.75	5.25	4.72	4.81	5.05	4.91	5.07	5.36	5.20	5.26	5.27	5.03
24hr	5.13	5.30	5.72	5.51	5.45	5.65	5.40	5.64	5.96	5.63	5.71	5.93	5.58
36hr	5.69	6.04	6.33	6.13	6.21	6.60	6.16	6.20	6.88	5.83	6.54	6.66	6.27
48hr	6.21	6.52	6.83	6.96	7.17	7.40	6.78	6.98	7.75	6.54	6.90	6.84	6.91
60hr	6.93	7.23	7.83	7.52	7.57	8.20	7.76	7.81	8.14	7.29	7.63	7.50	7.62
72hr	7.65	8.29	8.46	8.39	9.23	9.06	8.61	8.61	9.02	7.92	8.60	8.48	8.53
96hr	9.36	9.94	10.58	10.41	11.92	10.97	10.79	10.74	10.72	9.94	10.36	10.48	10.52
120hr	10.85	12.31	12.31	12.86	14.78	13.15	13.06	12.48	12.96	12.06	12.11	11.81	12.56
144hr	12.93	14.21	14.72	15.35	16.80	14.31	15.26	14.54	15.54	14.56	13.61	13.27	14.59
168hr	14.96	15.89	16.08	17.45	19.14	17.19	17.43	16.20	17.60	16.56	15.71	15.33	16.63
192hr	16.73	17.06	18.75	19.12	21.85	20.82	19.35	18.28	19.60	18.49	17.92	16.12	18.67
216hr	18.40	17.82	19.58	21.29	22.94	23.16	22.53	20.17	21.69	20.15	20.16	18.19	20.51
240hr	18.77	19.07	19.83	23.25	24.71	25.04	24.86	22.43	23.37	21.73	20.92	18.47	21.87
264hr	19.23	20.45	21.37	24.38	26.13	25.91	25.24	24.67	24.88	22.25	22.93	19.50	23.08
288hr	20.01	20.54	22.32	26.19	26.86	27.26	27.08	25.47	26.00	22.38	23.83	20.48	24.03

D.4.2 UM-Global

표 D.4.4 UM-Global 남반구 850hPa 기온 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.15	0.14	0.02	-0.05	-0.14	-0.24	-0.17	-0.15	-0.10	0.05	0.05	0.09	-0.03
24hr	0.17	0.16	-0.02	-0.11	-0.23	-0.35	-0.34	-0.28	-0.23	-0.01	0.08	0.10	-0.09
36hr	0.21	0.20	-0.01	-0.12	-0.26	-0.41	-0.39	-0.24	-0.21	0.04	0.09	0.13	-0.08
48hr	0.19	0.21	-0.01	-0.14	-0.31	-0.47	-0.37	-0.28	-0.19	0.03	0.13	0.16	-0.09
60hr	0.19	0.19	-0.03	-0.14	-0.31	-0.49	-0.38	-0.20	-0.17	0.05	0.19	0.15	-0.08
72hr	0.20	0.20	0.00	-0.15	-0.36	-0.52	-0.40	-0.19	-0.20	0.06	0.11	0.23	-0.08
96hr	0.17	0.19	-0.01	-0.11	-0.30	-0.44	-0.32	-0.11	-0.21	0.17	0.04	0.17	-0.06
120hr	0.14	0.25	0.04	-0.23	-0.30	-0.44	-0.42	-0.15	-0.24	0.24	0.09	0.18	-0.07
144hr	0.23	0.16	0.12	-0.28	-0.31	-0.62	-0.48	-0.17	0.00	0.22	0.14	0.12	-0.07
168hr	0.01	0.20	0.25	-0.11	-0.40	-0.56	-0.49	-0.23	-0.19	0.27	0.10	0.16	-0.08
192hr	-0.04	0.17	0.18	-0.12	-0.56	-0.34	-0.42	-0.13	-0.33	0.49	-0.06	0.18	-0.08
216hr	-0.01	0.25	0.12	-0.02	-0.42	-0.50	-0.50	0.02	-0.41	0.48	0.15	0.28	-0.05
240hr	-0.04	0.16	0.18	0.12	-0.58	-0.62	-0.42	0.04	-0.43	0.64	0.03	0.51	-0.04
264hr	-0.21	0.24	0.13	0.13	-0.33	-0.87	-0.28	-0.31	-0.45	0.60	-0.04	0.42	-0.08
288hr	-0.14	0.15	0.47	0.08	-0.15	-1.06	-0.03	-0.15	-0.06	0.65	0.05	0.41	0.02
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	1.13	1.15	1.20	1.17	1.21	1.26	1.26	1.36	1.37	1.34	1.39	1.27	1.26
24hr	1.19	1.27	1.27	1.21	1.28	1.37	1.39	1.47	1.47	1.47	1.44	1.34	1.35
36hr	1.32	1.34	1.36	1.28	1.35	1.52	1.53	1.62	1.56	1.56	1.53	1.52	1.46
48hr	1.39	1.46	1.45	1.40	1.44	1.68	1.59	1.78	1.73	1.72	1.67	1.68	1.58
60hr	1.53	1.56	1.55	1.48	1.58	1.84	1.81	1.94	1.83	1.85	1.82	1.78	1.71
72hr	1.67	1.74	1.69	1.65	1.67	1.94	1.95	2.14	2.03	1.99	1.96	1.84	1.86
96hr	1.85	1.99	1.97	2.01	2.14	2.32	2.31	2.68	2.42	2.40	2.17	2.10	2.20
120hr	2.25	2.22	2.42	2.37	2.50	2.74	2.57	3.13	2.75	2.71	2.60	2.35	2.55
144hr	2.60	2.64	2.77	2.75	3.18	3.20	3.03	3.47	3.43	3.31	3.11	2.76	3.02
168hr	2.81	2.98	3.13	3.06	3.64	3.65	3.51	3.94	3.98	3.74	3.70	3.08	3.44
192hr	3.29	3.24	3.64	3.52	4.17	4.17	3.92	4.28	4.39	4.35	3.94	3.45	3.86
216hr	3.50	3.62	3.91	3.75	4.30	4.57	4.31	4.92	4.85	5.01	4.44	3.88	4.25
240hr	3.68	3.86	4.19	4.25	4.54	4.48	4.64	5.44	5.02	5.23	4.65	4.18	4.51
264hr	4.07	3.84	4.10	4.72	4.59	5.01	4.88	5.69	5.61	5.47	4.62	4.47	4.76
288hr	4.12	4.14	4.44	4.49	4.96	5.32	4.87	5.97	5.88	5.55	5.05	4.78	4.96

표 D.4.5 UM-Global 남반구 500hPa 지위고도 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-2.50	-1.90	-2.71	-2.80	-3.96	-4.16	-3.81	-3.10	-2.80	-2.56	-2.65	-3.19	-3.01
24hr	-2.14	-0.82	-2.22	-2.43	-4.12	-4.68	-4.55	-3.39	-2.67	-2.28	-1.91	-2.63	-2.82
36hr	-3.08	-1.75	-2.49	-3.04	-4.61	-5.36	-5.04	-3.26	-2.99	-2.91	-2.16	-3.45	-3.34
48hr	-3.26	-2.21	-2.58	-3.41	-4.70	-5.24	-4.89	-2.59	-2.73	-2.89	-1.92	-3.87	-3.36
60hr	-3.96	-2.83	-3.09	-3.80	-5.50	-5.99	-5.90	-2.64	-2.52	-3.90	-2.00	-3.99	-3.84
72hr	-4.64	-2.41	-3.74	-3.67	-5.88	-6.31	-6.49	-2.15	-2.58	-4.07	-2.27	-4.07	-4.02
96hr	-4.93	-4.54	-4.59	-4.52	-6.53	-6.86	-7.08	-3.50	-2.29	-4.01	-1.89	-3.74	-4.54
120hr	-5.77	-3.72	-5.03	-5.59	-6.06	-6.87	-8.07	-2.85	-1.81	-1.16	-2.40	-2.23	-4.30
144hr	-6.93	-4.29	-4.93	-2.67	-6.63	-5.91	-9.38	-2.54	-4.49	1.40	-2.76	-2.11	-4.27
168hr	-8.77	-4.41	-2.82	-2.83	-7.76	-6.39	-11.58	-2.18	-6.42	0.22	-2.25	-4.76	-5.00
192hr	-8.15	-5.51	-0.98	-6.94	-9.94	-7.90	-11.93	-2.27	-6.57	2.16	-1.03	-4.22	-5.27
216hr	-5.29	-3.12	-1.67	-9.57	-13.06	-12.56	-11.01	-1.53	-8.05	2.55	0.55	-0.54	-5.28
240hr	-5.07	-2.75	-2.55	-7.85	-15.71	-11.88	-8.49	-2.95	-6.83	2.14	-4.47	-1.12	-5.63
264hr	-5.81	0.13	0.73	-6.54	-12.04	-12.90	-8.18	-1.23	-10.51	1.67	-2.18	-3.42	-5.02
288hr	-3.00	1.20	1.37	-8.95	-11.02	-11.80	-8.16	2.45	-9.23	2.73	-0.21	-2.07	-3.89
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	8.81	10.85	10.94	10.44	10.70	10.85	10.83	10.17	9.73	10.65	9.43	9.32	10.23
24hr	10.00	12.33	12.10	10.89	11.88	11.98	11.99	12.01	10.89	11.78	11.01	10.31	11.43
36hr	11.64	14.11	13.67	12.42	13.56	13.69	14.26	14.45	12.80	13.65	12.91	12.53	13.31
48hr	13.38	16.03	15.31	13.81	15.19	16.18	16.94	16.56	16.18	15.66	14.72	14.22	15.35
60hr	15.39	17.65	17.06	15.54	17.49	18.35	19.07	19.16	18.33	18.05	16.63	16.64	17.45
72hr	17.95	19.63	19.99	19.38	20.90	21.86	24.12	23.64	23.95	20.20	19.53	18.45	20.80
96hr	23.59	26.63	26.37	26.77	29.29	31.38	33.70	34.50	31.68	29.46	25.16	24.99	28.63
120hr	29.64	33.77	36.45	36.21	39.63	42.27	42.44	43.37	37.65	39.81	35.08	30.96	37.27
144hr	37.16	43.59	48.27	47.40	50.63	52.39	50.96	54.55	49.36	49.39	44.92	38.17	47.23
168hr	47.96	53.83	59.49	59.12	65.45	66.49	64.76	68.03	62.25	54.59	53.35	48.74	58.67
192hr	53.04	60.89	69.31	68.95	73.86	74.90	75.62	75.73	71.66	64.06	58.80	54.73	66.80
216hr	56.76	67.50	76.64	76.41	79.69	83.39	79.91	81.46	76.20	80.14	65.74	60.84	73.72
240hr	61.31	70.06	81.12	84.82	84.30	85.69	89.24	87.62	79.45	83.64	73.94	66.96	79.01
264hr	66.00	72.95	85.07	87.24	91.42	94.04	91.80	94.45	89.15	84.72	79.46	70.26	83.88
288hr	69.76	76.45	89.21	84.91	95.81	99.38	93.03	101.83	93.06	86.95	88.69	78.05	88.10

표 D.4.6 UM-Global 남반구 250hPa 풍속 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.24	-0.36	-0.30	-0.81	-0.41	-0.54	-0.32	-0.31	-0.73	-0.54	-0.35	-0.33	-0.44
24hr	-0.46	-0.39	-0.26	-1.17	-0.60	-0.61	-0.42	-0.33	-1.07	-0.72	-0.57	-0.55	-0.59
36hr	-0.46	-0.33	-0.40	-1.22	-0.64	-0.67	-0.42	-0.53	-1.13	-0.82	-0.75	-0.65	-0.67
48hr	-0.65	-0.33	-0.46	-1.15	-0.78	-0.71	-0.49	-0.69	-1.31	-0.72	-0.74	-0.55	-0.72
60hr	-0.64	-0.54	-0.39	-1.19	-0.96	-0.64	-0.47	-0.51	-1.48	-0.58	-0.62	-0.57	-0.72
72hr	-0.56	-0.41	-0.52	-1.23	-1.29	-0.52	-0.41	-0.72	-1.53	-0.44	-0.76	-0.32	-0.73
96hr	-0.83	-0.56	-0.23	-0.93	-1.05	-0.56	-0.47	-0.57	-1.45	-0.16	-0.71	-0.59	-0.68
120hr	-0.86	-0.35	0.08	-0.37	-1.00	-0.62	-1.01	-0.84	-1.37	-0.45	-0.83	-0.62	-0.69
144hr	-0.91	-1.08	0.48	0.04	-0.93	-0.64	-1.18	-0.91	-1.67	-0.26	-0.83	-0.09	-0.67
168hr	-1.39	-1.13	0.28	0.08	-1.16	-0.22	-1.67	-0.29	-1.18	-0.84	-1.12	-0.76	-0.78
192hr	-1.51	-1.01	0.37	0.33	-1.05	-0.07	-1.54	-0.52	-1.66	-1.43	-0.42	-0.70	-0.77
216hr	-1.47	-1.42	0.15	1.56	-1.71	0.40	-1.27	-1.98	-1.47	-0.17	-0.36	-0.73	-0.71
240hr	-1.71	-1.12	-0.26	1.18	0.09	0.35	-1.21	-2.30	-1.29	-0.67	-0.68	-1.31	-0.74
264hr	-1.41	-1.35	-0.44	0.86	-0.57	0.31	-0.40	-2.52	-0.52	-1.49	-0.58	-1.80	-0.83
288hr	-1.47	-1.18	-0.41	0.09	-1.02	1.69	-1.60	-2.54	-1.65	-1.11	-0.45	-1.52	-0.93
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	4.67	5.02	5.42	4.78	5.01	5.08	4.98	5.19	5.31	5.53	5.26	5.33	5.13
24hr	5.43	5.67	6.27	5.54	5.84	5.76	5.47	5.86	5.88	6.01	5.80	5.94	5.79
36hr	6.24	6.39	7.03	6.44	6.92	6.78	6.29	6.68	6.54	6.38	6.43	6.96	6.59
48hr	7.09	7.30	7.80	7.21	7.43	7.59	6.96	7.72	7.25	7.03	7.15	7.57	7.34
60hr	7.48	8.06	8.18	7.95	8.46	8.73	7.75	8.45	8.33	7.70	7.72	8.62	8.12
72hr	8.50	9.27	9.18	8.87	9.23	9.60	8.72	9.24	9.14	8.31	8.48	9.58	9.01
96hr	10.11	11.44	11.35	11.35	11.86	11.34	10.61	11.43	10.90	9.83	10.17	10.81	10.93
120hr	11.75	13.33	13.06	13.23	14.23	13.53	12.53	13.78	12.47	12.64	12.26	12.47	12.94
144hr	13.55	15.45	15.03	16.16	17.28	15.36	15.03	15.19	14.86	15.54	15.02	14.50	15.25
168hr	14.96	17.51	17.07	17.72	20.09	18.02	18.82	17.37	17.86	16.92	16.63	16.07	17.42
192hr	17.66	18.75	19.89	19.22	21.84	20.74	21.16	20.74	20.22	19.75	18.29	16.94	19.60
216hr	18.33	19.12	20.90	21.71	22.25	22.34	23.63	22.87	21.31	22.11	19.77	19.66	21.17
240hr	20.31	19.84	20.89	23.68	25.14	23.85	24.49	23.14	22.69	22.97	22.04	19.50	22.38
264hr	20.43	22.26	21.67	26.13	27.19	25.31	25.54	25.26	24.58	23.63	24.06	19.74	23.82
288hr	21.62	22.69	22.49	26.03	28.54	27.18	25.84	27.40	25.22	24.63	23.34	21.67	24.72

D.6 적도 관측검증

D.6.1 KIM-Global

표 D.6.1 KIM-Global 적도 850hPa 기온 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.07	-0.10	-0.20	-0.26	-0.28	-0.26	-0.25	-0.28	-0.29	-0.34	-0.33	-0.30	-0.24
24hr	-0.05	-0.09	-0.19	-0.25	-0.27	-0.27	-0.22	-0.28	-0.29	-0.34	-0.32	-0.30	-0.24
36hr	-0.07	-0.07	-0.21	-0.25	-0.27	-0.26	-0.21	-0.27	-0.26	-0.31	-0.32	-0.30	-0.23
48hr	-0.09	-0.07	-0.24	-0.24	-0.25	-0.27	-0.21	-0.28	-0.30	-0.31	-0.32	-0.29	-0.24
60hr	-0.11	-0.07	-0.24	-0.25	-0.25	-0.24	-0.20	-0.28	-0.28	-0.28	-0.30	-0.31	-0.23
72hr	-0.09	-0.07	-0.23	-0.25	-0.25	-0.22	-0.19	-0.29	-0.30	-0.28	-0.30	-0.27	-0.23
96hr	-0.07	-0.08	-0.25	-0.26	-0.24	-0.19	-0.16	-0.29	-0.29	-0.28	-0.29	-0.22	-0.22
120hr	-0.09	-0.05	-0.27	-0.28	-0.24	-0.18	-0.20	-0.32	-0.26	-0.25	-0.27	-0.23	-0.22
144hr	-0.08	-0.04	-0.29	-0.29	-0.24	-0.16	-0.20	-0.32	-0.27	-0.25	-0.26	-0.20	-0.22
168hr	-0.11	-0.05	-0.28	-0.30	-0.28	-0.15	-0.23	-0.30	-0.30	-0.21	-0.25	-0.20	-0.22
192hr	-0.11	-0.09	-0.27	-0.35	-0.31	-0.13	-0.23	-0.28	-0.32	-0.22	-0.18	-0.23	-0.23
216hr	-0.21	-0.14	-0.31	-0.38	-0.36	-0.12	-0.24	-0.30	-0.31	-0.19	-0.22	-0.25	-0.25
240hr	-0.20	-0.23	-0.28	-0.40	-0.37	-0.14	-0.26	-0.24	-0.34	-0.23	-0.20	-0.29	-0.27
264hr	-0.16	-0.18	-0.25	-0.38	-0.38	-0.16	-0.25	-0.28	-0.35	-0.21	-0.23	-0.28	-0.26
288hr	-0.18	-0.19	-0.25	-0.44	-0.38	-0.18	-0.27	-0.31	-0.32	-0.22	-0.22	-0.30	-0.27
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.85	0.90	0.96	0.88	0.95	0.98	1.01	1.04	1.05	1.00	0.98	0.95	0.96
24hr	0.90	0.93	1.01	0.94	1.00	1.03	1.04	1.11	1.13	1.05	1.03	1.02	1.02
36hr	0.95	0.98	1.01	0.97	1.05	1.07	1.07	1.15	1.17	1.11	1.05	1.05	1.05
48hr	0.97	0.98	1.05	1.00	1.08	1.09	1.09	1.20	1.20	1.13	1.07	1.08	1.08
60hr	0.98	1.02	1.09	1.01	1.12	1.13	1.12	1.22	1.23	1.14	1.08	1.09	1.10
72hr	1.01	1.02	1.12	1.04	1.12	1.14	1.15	1.25	1.24	1.17	1.11	1.12	1.12
96hr	1.04	1.07	1.15	1.10	1.16	1.17	1.19	1.31	1.22	1.17	1.13	1.14	1.15
120hr	1.04	1.15	1.22	1.13	1.21	1.22	1.23	1.34	1.28	1.18	1.19	1.16	1.20
144hr	1.09	1.19	1.30	1.16	1.28	1.26	1.30	1.43	1.34	1.21	1.23	1.21	1.25
168hr	1.18	1.25	1.39	1.17	1.33	1.33	1.36	1.41	1.39	1.22	1.27	1.27	1.30
192hr	1.28	1.32	1.51	1.26	1.37	1.38	1.46	1.48	1.39	1.30	1.32	1.35	1.37
216hr	1.36	1.37	1.55	1.36	1.40	1.43	1.49	1.48	1.49	1.34	1.37	1.37	1.42
240hr	1.42	1.44	1.62	1.44	1.49	1.54	1.51	1.51	1.58	1.38	1.42	1.54	1.49
264hr	1.53	1.47	1.68	1.53	1.54	1.55	1.54	1.51	1.59	1.43	1.49	1.58	1.54
288hr	1.57	1.52	1.82	1.59	1.58	1.59	1.60	1.59	1.59	1.49	1.52	1.66	1.59

표 D.6.2 KIM-Global 적도 500hPa 지위고도 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-3.52	-4.46	-3.98	-4.49	-5.32	-6.03	-5.49	-4.98	-5.46	-4.16	-4.77	-6.25	-4.91
24hr	-3.31	-3.90	-3.02	-3.57	-4.41	-5.16	-4.65	-3.79	-4.35	-3.13	-4.07	-5.65	-4.08
36hr	-2.74	-3.10	-1.50	-1.89	-3.17	-3.36	-3.31	-2.46	-3.09	-1.63	-2.62	-4.47	-2.78
48hr	-2.78	-2.77	-1.19	-1.64	-3.04	-3.19	-2.76	-1.98	-2.80	-1.63	-2.82	-4.42	-2.59
60hr	-2.54	-2.66	-1.46	-1.71	-3.04	-2.84	-2.83	-1.68	-2.34	-1.21	-2.57	-4.21	-2.42
72hr	-2.01	-1.66	-0.76	-0.95	-2.50	-2.39	-2.23	-1.11	-1.62	-0.45	-1.90	-3.58	-1.76
96hr	-2.21	-1.14	-0.72	-0.92	-2.45	-2.00	-2.62	-1.69	-2.05	-1.40	-2.56	-3.33	-1.92
120hr	-2.00	-1.38	-1.47	-1.59	-2.79	-2.38	-2.89	-2.18	-2.47	-1.55	-2.82	-2.93	-2.20
144hr	-3.33	-3.11	-2.41	-2.44	-3.70	-2.89	-3.90	-3.13	-3.05	-2.34	-3.32	-3.62	-3.10
168hr	-3.83	-3.74	-2.25	-2.33	-4.28	-2.89	-4.57	-3.81	-3.00	-2.29	-3.54	-3.65	-3.35
192hr	-5.04	-5.07	-2.91	-2.69	-4.18	-3.70	-5.21	-5.15	-4.02	-3.14	-4.06	-4.30	-4.12
216hr	-6.14	-6.22	-3.82	-3.13	-4.53	-3.73	-5.07	-5.37	-4.20	-3.04	-3.79	-4.29	-4.44
240hr	-7.67	-7.25	-5.21	-3.56	-4.63	-3.35	-5.06	-6.16	-4.09	-3.32	-4.89	-4.36	-4.96
264hr	-7.60	-7.73	-6.09	-3.96	-4.53	-2.78	-5.13	-6.51	-3.60	-3.83	-4.90	-3.79	-5.04
288hr	-7.84	-8.31	-6.32	-4.43	-5.17	-3.06	-5.23	-6.04	-3.83	-4.52	-5.64	-4.08	-5.37
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	11.51	11.33	11.09	10.72	10.46	11.49	11.26	10.89	11.43	10.22	10.96	12.13	11.12
24hr	11.53	11.15	10.92	10.43	9.95	11.04	10.89	10.50	11.14	9.94	10.65	11.79	10.83
36hr	11.52	11.05	10.97	10.32	9.83	10.68	10.77	10.38	11.04	10.05	10.62	11.47	10.72
48hr	11.59	11.13	11.10	10.36	9.96	10.73	10.85	10.42	11.14	10.17	10.85	11.59	10.82
60hr	11.62	10.96	11.19	10.28	9.83	10.57	10.94	10.46	11.12	10.03	10.63	11.47	10.76
72hr	11.75	11.04	11.16	10.36	9.92	10.61	11.24	10.66	11.21	10.33	10.79	11.37	10.87
96hr	12.12	11.30	11.51	10.63	10.27	11.08	11.71	10.92	11.39	10.64	11.10	11.81	11.21
120hr	12.43	11.96	11.87	10.93	10.83	11.42	12.22	11.32	12.01	10.91	11.32	11.97	11.60
144hr	13.06	12.39	12.54	11.60	11.51	12.13	12.93	12.03	13.26	11.72	11.81	12.67	12.30
168hr	13.74	12.93	12.92	11.92	13.14	12.58	13.87	12.90	14.19	12.47	12.29	13.44	13.03
192hr	14.55	14.30	13.33	12.34	13.72	13.32	14.42	14.00	14.48	12.98	12.99	14.42	13.74
216hr	15.38	15.53	14.46	13.28	14.22	14.54	15.12	15.04	14.78	13.92	13.82	15.28	14.61
240hr	16.48	17.10	15.53	14.91	14.87	14.56	16.09	15.89	15.56	14.95	16.20	16.29	15.70
264hr	17.43	18.23	16.75	16.52	15.22	15.17	16.21	16.72	16.06	15.53	16.73	17.13	16.47
288hr	18.49	19.18	16.80	17.56	16.21	16.13	16.49	16.85	16.20	15.92	17.75	17.81	17.12

표 D.6.3 KIM-Global 적도 250hPa 풍속 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.48	-0.73	-0.44	-0.65	-0.84	-0.55	-0.42	-0.51	-0.58	-0.64	-0.58	-0.47	-0.57
24hr	-0.46	-0.60	-0.24	-0.66	-0.84	-0.40	-0.39	-0.40	-0.52	-0.70	-0.52	-0.37	-0.51
36hr	-0.28	-0.57	-0.19	-0.61	-0.77	-0.29	-0.21	-0.24	-0.50	-0.62	-0.43	-0.31	-0.42
48hr	-0.21	-0.67	-0.17	-0.69	-0.70	-0.10	-0.06	-0.09	-0.49	-0.56	-0.37	-0.22	-0.36
60hr	-0.15	-0.63	-0.19	-0.63	-0.64	-0.01	0.05	-0.03	-0.39	-0.53	-0.20	-0.12	-0.29
72hr	0.05	-0.71	-0.15	-0.69	-0.63	0.16	0.10	0.00	-0.31	-0.45	-0.10	-0.06	-0.23
96hr	0.27	-0.68	-0.16	-0.65	-0.51	0.42	0.24	-0.03	-0.27	-0.42	0.14	0.03	-0.14
120hr	0.16	-0.55	-0.18	-0.60	-0.28	0.58	0.19	-0.08	-0.10	-0.51	0.18	0.05	-0.10
144hr	0.15	-0.30	0.01	-0.43	-0.26	0.57	0.27	-0.08	0.11	-0.56	0.24	0.03	-0.02
168hr	-0.05	-0.38	0.02	-0.42	-0.21	0.66	0.33	0.11	0.07	-0.62	0.30	0.11	-0.01
192hr	0.19	-0.33	0.09	-0.14	-0.07	0.77	0.56	0.19	-0.04	-0.63	0.30	-0.01	0.07
216hr	0.50	-0.47	-0.06	0.23	-0.05	0.91	0.55	0.19	-0.31	-0.65	0.13	-0.17	0.07
240hr	0.50	-0.13	0.02	0.50	0.08	1.29	0.62	0.00	-0.37	-0.38	0.27	-0.35	0.17
264hr	0.56	-0.20	0.05	0.61	-0.13	1.51	0.42	-0.05	-0.50	-0.34	0.53	-0.46	0.17
288hr	0.41	-0.14	-0.04	0.77	-0.14	1.63	0.11	0.00	-0.51	-0.39	0.67	-0.43	0.16
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	4.65	4.61	4.36	4.42	4.72	4.43	4.49	4.44	4.33	4.34	4.32	4.15	4.44
24hr	5.35	5.39	4.88	5.08	5.36	5.13	5.21	4.91	4.90	4.89	4.79	4.73	5.05
36hr	5.80	5.88	5.38	5.37	5.94	5.56	5.64	5.35	5.29	5.34	5.26	5.21	5.50
48hr	6.22	6.20	5.79	5.72	6.26	5.94	6.06	5.84	5.77	5.76	5.56	5.59	5.89
60hr	6.55	6.61	6.09	5.87	6.45	6.35	6.50	6.23	6.14	6.13	5.88	5.98	6.23
72hr	6.93	6.90	6.34	6.12	6.79	6.54	6.96	6.64	6.29	6.50	6.24	6.29	6.54
96hr	7.55	7.58	6.97	6.57	7.39	7.29	7.51	7.35	7.11	6.87	6.88	6.81	7.16
120hr	8.02	8.32	7.38	7.02	7.90	7.87	7.95	8.19	7.71	7.51	7.61	7.38	7.74
144hr	8.39	8.74	7.60	7.54	8.32	8.32	8.38	8.64	8.57	7.97	8.16	8.16	8.23
168hr	8.79	9.33	7.99	7.97	8.84	8.88	8.72	8.85	9.01	8.59	8.64	8.83	8.70
192hr	9.27	9.64	8.49	8.64	9.49	9.55	9.46	9.40	9.59	9.09	9.16	9.60	9.28
216hr	9.70	9.78	9.00	9.36	10.11	9.94	9.96	9.81	9.85	9.46	9.65	10.36	9.75
240hr	10.02	10.33	9.78	9.91	10.78	10.56	10.58	10.09	10.04	9.93	10.54	10.67	10.27
264hr	10.58	10.55	10.02	10.30	11.04	11.14	10.89	10.67	10.03	10.16	11.07	11.03	10.62
288hr	11.00	10.79	10.63	10.36	11.17	11.58	11.11	11.12	10.35	10.45	11.48	11.19	10.93

D.6.2 UM-Global

표 D.6.4 UM-Global 적도 850hPa 기온 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.11	0.13	0.11	0.06	0.13	0.22	0.27	0.24	0.24	0.16	0.13	0.08	0.16
24hr	0.15	0.16	0.13	0.09	0.15	0.25	0.33	0.31	0.32	0.28	0.21	0.11	0.21
36hr	0.17	0.19	0.14	0.12	0.20	0.32	0.41	0.39	0.40	0.39	0.26	0.15	0.26
48hr	0.17	0.19	0.12	0.13	0.20	0.34	0.43	0.40	0.41	0.43	0.28	0.15	0.27
60hr	0.17	0.19	0.13	0.14	0.24	0.37	0.45	0.41	0.45	0.49	0.31	0.16	0.29
72hr	0.16	0.19	0.12	0.13	0.24	0.37	0.44	0.39	0.42	0.50	0.29	0.17	0.29
96hr	0.17	0.17	0.11	0.11	0.26	0.43	0.44	0.34	0.42	0.53	0.33	0.16	0.29
120hr	0.16	0.16	0.12	0.12	0.30	0.46	0.43	0.33	0.43	0.60	0.37	0.16	0.30
144hr	0.14	0.15	0.12	0.14	0.30	0.50	0.44	0.35	0.47	0.63	0.40	0.16	0.32
168hr	0.12	0.16	0.11	0.12	0.29	0.51	0.45	0.38	0.47	0.69	0.42	0.21	0.33
192hr	0.08	0.15	0.13	0.09	0.29	0.54	0.40	0.36	0.50	0.74	0.43	0.23	0.33
216hr	0.06	0.17	0.08	0.08	0.29	0.57	0.42	0.37	0.48	0.76	0.48	0.24	0.33
240hr	0.05	0.14	0.04	0.03	0.25	0.57	0.40	0.35	0.53	0.78	0.51	0.27	0.33
264hr	0.08	0.12	-0.02	0.01	0.24	0.56	0.39	0.34	0.55	0.80	0.53	0.29	0.32
288hr	0.09	0.13	0.01	-0.08	0.23	0.53	0.36	0.30	0.53	0.76	0.58	0.29	0.31
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.86	0.87	0.90	0.82	0.88	0.93	0.98	1.01	1.01	0.98	0.92	0.88	0.92
24hr	0.91	0.92	0.95	0.85	0.93	0.98	1.03	1.09	1.12	1.10	1.02	0.95	0.99
36hr	0.96	0.97	0.99	0.89	0.98	1.04	1.12	1.16	1.22	1.22	1.12	0.99	1.06
48hr	0.99	0.99	1.03	0.92	1.01	1.04	1.15	1.21	1.28	1.29	1.21	1.02	1.10
60hr	1.03	1.03	1.05	0.95	1.04	1.07	1.18	1.26	1.35	1.37	1.26	1.06	1.14
72hr	1.05	1.05	1.09	0.95	1.04	1.09	1.21	1.28	1.38	1.41	1.30	1.08	1.16
96hr	1.06	1.08	1.15	1.00	1.08	1.15	1.23	1.30	1.43	1.51	1.40	1.14	1.21
120hr	1.11	1.16	1.17	1.07	1.13	1.20	1.29	1.39	1.46	1.64	1.49	1.22	1.28
144hr	1.17	1.17	1.23	1.12	1.20	1.27	1.33	1.42	1.57	1.73	1.58	1.28	1.34
168hr	1.24	1.21	1.30	1.19	1.24	1.33	1.39	1.43	1.60	1.82	1.65	1.36	1.40
192hr	1.27	1.30	1.36	1.22	1.30	1.37	1.38	1.47	1.67	1.88	1.80	1.45	1.46
216hr	1.42	1.35	1.45	1.33	1.35	1.44	1.48	1.56	1.77	1.95	1.87	1.56	1.54
240hr	1.50	1.50	1.46	1.36	1.42	1.46	1.50	1.56	1.80	2.01	1.92	1.65	1.59
264hr	1.55	1.53	1.61	1.44	1.54	1.54	1.51	1.62	1.80	2.07	1.99	1.70	1.66
288hr	1.68	1.64	1.70	1.52	1.57	1.60	1.60	1.70	1.84	2.08	2.01	1.73	1.72

표 D.6.5 UM-Global 적도 500hPa 지위고도 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-1.62	-1.99	-2.00	-2.44	-3.37	-2.95	-2.33	-2.13	-3.13	-2.68	-2.37	-4.03	-2.59
24hr	-1.08	-1.51	-1.96	-2.38	-3.19	-3.06	-2.52	-1.83	-3.14	-2.36	-2.15	-3.32	-2.38
36hr	-0.68	-1.12	-0.95	-1.71	-2.97	-2.07	-1.75	-0.78	-2.22	-1.70	-1.75	-3.17	-1.74
48hr	-2.41	-2.76	-1.92	-2.43	-3.26	-2.62	-2.76	-1.64	-2.90	-2.15	-2.34	-4.30	-2.63
60hr	-3.02	-3.46	-2.56	-2.88	-3.50	-2.41	-2.73	-1.61	-2.99	-2.33	-2.97	-4.93	-2.95
72hr	-3.49	-3.37	-3.28	-3.57	-4.34	-2.97	-3.02	-1.94	-3.40	-2.96	-3.60	-5.10	-3.42
96hr	-5.71	-5.16	-4.55	-4.79	-5.11	-3.73	-4.25	-3.35	-4.08	-3.83	-4.92	-6.17	-4.64
120hr	-6.22	-4.69	-5.20	-5.15	-5.91	-4.68	-5.05	-4.34	-4.42	-4.38	-5.47	-5.72	-5.10
144hr	-7.65	-5.40	-5.84	-5.08	-6.41	-4.88	-5.57	-4.99	-4.81	-4.10	-5.92	-6.71	-5.61
168hr	-7.93	-5.64	-5.61	-5.45	-6.58	-4.98	-5.37	-4.59	-4.64	-3.70	-6.36	-6.33	-5.60
192hr	-9.42	-7.53	-6.18	-6.33	-6.57	-5.18	-5.66	-4.88	-4.47	-3.42	-6.76	-6.73	-6.09
216hr	-10.29	-8.59	-6.55	-7.14	-6.65	-4.87	-4.66	-5.41	-4.54	-2.88	-6.34	-6.74	-6.22
240hr	-11.69	-9.76	-8.33	-7.71	-7.55	-4.60	-3.82	-5.92	-4.62	-3.10	-6.34	-7.76	-6.77
264hr	-11.92	-11.07	-9.02	-7.92	-7.61	-4.43	-3.64	-6.06	-4.05	-3.67	-6.92	-8.76	-7.09
288hr	-11.95	-12.34	-9.80	-7.77	-7.75	-4.19	-4.28	-6.15	-3.97	-4.15	-7.58	-9.31	-7.44
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	11.29	10.83	10.66	9.96	9.79	10.52	10.52	10.18	10.55	9.65	10.17	11.23	10.45
24hr	11.47	11.13	10.93	10.11	9.81	10.66	10.62	10.31	10.75	9.95	10.37	11.26	10.61
36hr	11.79	11.57	11.10	10.32	10.32	10.89	11.03	10.75	11.03	10.18	10.61	11.81	10.95
48hr	12.19	11.86	11.26	10.48	10.67	11.13	11.55	10.84	11.36	10.72	11.16	12.43	11.30
60hr	12.19	11.94	11.45	10.71	10.76	11.17	11.25	10.90	11.36	10.69	11.33	12.45	11.35
72hr	12.36	11.97	11.74	10.98	11.26	11.32	11.57	10.96	11.45	11.13	11.49	12.57	11.57
96hr	13.32	12.65	12.61	11.82	12.06	12.03	12.40	11.42	11.99	11.57	12.25	13.24	12.28
120hr	13.89	12.95	13.14	11.94	12.31	12.84	12.87	11.83	12.45	12.43	12.51	13.31	12.71
144hr	14.68	13.73	14.26	12.53	13.19	13.36	14.32	12.77	13.24	12.52	13.22	14.44	13.52
168hr	15.22	14.54	14.39	13.21	14.30	14.18	15.52	13.65	13.74	12.92	13.91	15.56	14.26
192hr	16.62	16.03	15.19	14.67	15.71	14.78	17.46	14.01	14.74	13.75	15.22	16.49	15.39
216hr	17.52	18.15	15.88	15.52	15.84	15.78	16.85	15.07	15.14	14.48	15.81	17.46	16.12
240hr	18.97	19.18	17.35	17.17	16.75	16.65	17.55	16.37	15.84	15.11	16.44	18.55	17.16
264hr	19.81	20.39	18.51	18.07	17.44	17.51	18.56	17.13	16.10	15.96	17.50	19.06	18.00
288hr	20.52	21.78	19.15	18.46	17.65	17.85	18.82	17.33	16.87	16.54	18.31	19.59	18.57

표 D.6.6 UM-Global 적도 250hPa 풍속 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.41	-0.58	-0.36	-0.62	-0.79	-0.46	-0.47	-0.43	-0.46	-0.50	-0.43	-0.48	-0.50
24hr	-0.31	-0.66	-0.40	-0.77	-0.90	-0.41	-0.40	-0.41	-0.45	-0.40	-0.41	-0.52	-0.50
36hr	-0.37	-0.70	-0.31	-0.74	-0.94	-0.35	-0.37	-0.37	-0.37	-0.40	-0.30	-0.46	-0.47
48hr	-0.41	-0.77	-0.32	-0.81	-0.86	-0.23	-0.46	-0.22	-0.42	-0.35	-0.23	-0.34	-0.45
60hr	-0.44	-0.87	-0.23	-0.82	-0.91	-0.18	-0.66	-0.43	-0.42	-0.35	-0.25	-0.32	-0.49
72hr	-0.30	-0.89	-0.16	-0.86	-0.79	-0.14	-0.50	-0.45	-0.30	-0.25	-0.13	-0.20	-0.41
96hr	-0.17	-0.80	-0.07	-0.73	-0.67	-0.04	-0.64	-0.59	-0.31	-0.22	-0.01	-0.15	-0.37
120hr	-0.37	-0.77	-0.05	-0.61	-0.63	0.06	-0.63	-0.61	-0.09	-0.10	0.09	-0.17	-0.32
144hr	-0.41	-0.79	-0.07	-0.55	-0.57	0.36	-0.35	-0.54	0.16	-0.02	0.19	-0.25	-0.24
168hr	-0.44	-0.61	0.05	-0.50	-0.45	0.27	-0.13	-0.56	0.02	0.11	0.25	-0.33	-0.19
192hr	-0.39	-0.78	-0.01	-0.44	-0.21	0.51	-0.12	-0.78	0.09	0.44	0.22	-0.44	-0.16
216hr	-0.24	-0.29	-0.06	-0.29	-0.24	0.72	-0.04	-0.66	0.04	0.61	0.29	-0.40	-0.05
240hr	-0.05	0.08	-0.11	-0.24	-0.13	1.01	-0.16	-0.63	-0.02	0.71	0.48	-0.57	0.03
264hr	-0.18	-0.01	-0.19	-0.21	-0.23	1.03	-0.30	-0.63	0.03	0.83	0.61	-0.62	0.01
288hr	-0.28	-0.01	-0.10	0.07	-0.14	0.90	-0.57	-0.58	0.27	1.06	0.53	-0.75	0.03
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	4.66	4.68	4.22	4.25	4.55	4.20	4.45	4.38	4.21	4.21	4.18	4.16	4.35
24hr	5.51	5.34	4.79	4.86	5.30	4.80	5.13	4.92	4.87	4.85	4.76	4.81	5.00
36hr	6.08	5.89	5.29	5.30	5.82	5.44	5.65	5.54	5.33	5.42	5.32	5.36	5.54
48hr	6.52	6.38	5.77	5.74	6.20	5.96	6.27	5.97	5.79	5.95	5.74	5.87	6.01
60hr	6.97	6.92	6.08	6.03	6.64	6.35	6.50	6.44	6.32	6.38	6.13	6.35	6.43
72hr	7.28	7.18	6.53	6.45	6.93	6.75	6.94	6.81	6.74	6.81	6.45	6.74	6.80
96hr	7.74	7.69	7.22	7.13	7.59	7.52	7.61	7.57	7.45	7.41	7.15	7.31	7.45
120hr	8.32	8.25	7.74	7.62	8.22	8.09	8.21	8.27	8.18	8.03	7.91	8.05	8.07
144hr	8.67	8.82	7.98	8.26	8.80	8.69	8.87	9.10	8.65	8.84	8.53	8.74	8.66
168hr	9.35	9.57	8.57	8.76	9.36	9.31	9.51	9.83	9.10	9.54	9.06	9.39	9.28
192hr	9.86	9.79	9.17	9.36	10.08	10.23	10.18	10.28	9.95	10.16	9.56	10.11	9.89
216hr	10.43	10.34	9.74	9.87	10.38	10.74	10.68	10.85	10.41	10.67	10.20	10.79	10.42
240hr	10.62	10.88	10.32	10.04	11.23	11.46	11.34	11.11	10.63	11.02	10.63	11.68	10.91
264hr	10.84	11.19	10.84	10.50	11.55	11.84	11.45	11.46	10.96	11.51	11.16	12.01	11.27
288hr	11.30	11.93	11.57	10.88	11.87	11.90	11.92	12.01	11.55	12.27	11.45	12.24	11.74

D.8 아시아 영역 관측검증

D.8.1 KIM-Global

표 D.8.1 KIM-Global 아시아 850hPa 기온 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.19	-0.18	-0.43	-0.31	-0.21	-0.03	-0.05	-0.09	-0.20	-0.31	-0.22	-0.09	-0.19
24hr	-0.21	-0.19	-0.52	-0.35	-0.23	-0.01	0.01	-0.05	-0.15	-0.31	-0.28	-0.11	-0.20
36hr	-0.32	-0.27	-0.66	-0.38	-0.20	0.03	0.07	-0.02	-0.15	-0.35	-0.34	-0.15	-0.23
48hr	-0.32	-0.26	-0.71	-0.40	-0.15	0.05	0.13	0.04	-0.10	-0.30	-0.36	-0.16	-0.21
60hr	-0.36	-0.29	-0.78	-0.41	-0.12	0.13	0.17	0.06	-0.10	-0.31	-0.40	-0.15	-0.21
72hr	-0.34	-0.20	-0.75	-0.45	-0.07	0.18	0.18	0.10	-0.04	-0.24	-0.37	-0.16	-0.18
96hr	-0.35	-0.19	-0.77	-0.47	-0.07	0.25	0.23	0.11	-0.06	-0.21	-0.42	-0.10	-0.17
120hr	-0.50	-0.25	-0.68	-0.44	-0.05	0.35	0.23	0.13	-0.13	-0.24	-0.41	-0.07	-0.17
144hr	-0.57	-0.27	-0.66	-0.52	0.00	0.43	0.23	0.12	-0.15	-0.32	-0.59	-0.09	-0.20
168hr	-0.66	-0.38	-0.70	-0.43	0.00	0.53	0.20	0.11	-0.19	-0.35	-0.56	-0.15	-0.22
192hr	-0.94	-0.61	-0.85	-0.48	-0.08	0.59	0.17	0.12	-0.32	-0.33	-0.60	-0.26	-0.30
216hr	-1.15	-0.74	-0.93	-0.40	-0.21	0.57	0.09	0.15	-0.39	-0.33	-0.39	-0.41	-0.34
240hr	-1.32	-0.65	-0.92	-0.37	-0.15	0.54	0.11	0.18	-0.50	-0.40	-0.25	-0.37	-0.34
264hr	-1.52	-0.48	-0.95	-0.31	-0.03	0.53	0.07	0.25	-0.51	-0.45	0.09	-0.20	-0.29
288hr	-1.54	-0.49	-0.92	-0.31	-0.09	0.54	0.02	0.29	-0.46	-0.48	0.39	0.25	-0.23
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	1.65	1.53	1.63	1.57	1.45	1.42	1.44	1.26	1.22	1.18	1.45	1.70	1.46
24hr	1.75	1.62	1.77	1.70	1.57	1.52	1.53	1.35	1.32	1.26	1.56	1.83	1.56
36hr	1.87	1.78	1.94	1.89	1.72	1.67	1.68	1.49	1.44	1.39	1.71	1.97	1.71
48hr	1.97	1.84	2.06	2.05	1.86	1.78	1.76	1.66	1.53	1.43	1.83	2.07	1.82
60hr	2.08	1.96	2.20	2.25	2.06	1.95	1.90	1.74	1.66	1.53	2.00	2.17	1.96
72hr	2.22	2.02	2.32	2.42	2.21	2.11	1.99	1.85	1.82	1.63	2.15	2.32	2.09
96hr	2.52	2.32	2.65	2.92	2.58	2.48	2.28	2.05	2.13	1.95	2.57	2.66	2.43
120hr	2.83	2.62	3.04	3.47	3.04	3.04	2.53	2.41	2.45	2.33	3.10	3.06	2.82
144hr	3.37	3.06	3.60	3.82	3.61	3.39	2.85	2.72	2.81	2.83	3.62	3.65	3.28
168hr	3.80	3.45	4.31	4.30	4.10	3.59	3.13	3.00	3.27	3.43	4.35	4.37	3.76
192hr	4.36	3.92	4.82	4.87	4.50	3.95	3.42	3.28	3.55	3.82	4.92	5.13	4.21
216hr	4.87	4.36	5.28	5.31	4.91	4.14	3.64	3.50	3.70	4.17	5.51	5.89	4.61
240hr	5.57	4.50	5.70	5.78	5.38	4.49	3.90	3.71	4.01	4.36	5.97	6.50	4.99
264hr	6.07	4.55	6.11	6.15	5.64	4.65	4.12	3.84	4.15	4.59	6.32	6.81	5.25
288hr	6.37	4.80	6.60	6.57	5.72	4.82	4.19	3.84	4.33	5.01	6.64	6.85	5.48

표 D.8.2 KIM-Global 아시아 500hPa 지위고도 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.88	1.42	-0.03	1.38	-0.26	-2.15	-2.91	-1.76	-1.32	-0.35	-0.42	-0.18	-0.47
24hr	2.70	4.29	2.19	3.22	1.60	-1.92	-2.36	-1.57	-1.17	0.47	0.42	1.11	0.75
36hr	1.65	4.29	1.78	2.89	2.90	0.70	0.37	0.96	0.96	1.26	0.78	0.59	1.60
48hr	1.10	3.90	1.12	1.07	2.12	0.52	0.41	0.47	1.24	1.20	-0.26	-0.32	1.05
60hr	1.61	4.28	1.24	0.91	3.10	2.99	1.84	2.61	3.11	2.17	0.00	-0.62	1.94
72hr	2.85	4.64	1.36	-0.37	4.40	4.79	3.10	4.51	5.38	3.67	0.63	-1.47	2.79
96hr	3.50	3.87	1.77	-2.11	4.54	3.83	1.81	3.95	3.00	3.80	-1.95	-3.08	1.91
120hr	1.03	2.07	-0.71	-4.64	3.00	1.33	-0.24	2.23	0.40	3.01	-5.68	-6.83	-0.42
144hr	-1.41	0.29	-1.76	-6.21	0.99	3.40	-1.09	1.79	1.07	2.66	-8.30	-7.93	-1.37
168hr	-2.68	-0.98	-2.46	-5.50	-1.45	7.94	-1.07	2.17	1.19	2.33	-11.20	-6.45	-1.51
192hr	-3.59	-2.57	-6.03	-5.99	-4.79	8.78	-1.18	1.18	-0.19	2.26	-12.27	-3.94	-2.36
216hr	-6.27	-1.94	-7.37	-2.86	-11.56	8.00	-2.60	-0.09	-0.47	0.24	-10.36	-3.37	-3.22
240hr	-5.94	-0.60	-9.94	-0.78	-15.06	6.80	-2.60	-1.11	0.85	2.02	-10.16	-0.92	-3.12
264hr	-1.83	0.45	-11.60	1.33	-10.85	4.70	-3.34	-1.02	0.99	0.13	-9.79	-0.87	-2.64
288hr	1.24	-3.67	-15.16	1.93	-9.75	1.84	-3.68	-1.40	0.63	-1.43	-10.06	-0.21	-3.31
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	10.96	10.82	10.86	11.98	10.91	10.83	11.01	10.33	9.71	9.86	10.57	11.02	10.74
24hr	12.55	12.32	12.48	13.73	11.90	11.75	11.85	11.35	10.67	10.81	11.47	11.89	11.90
36hr	14.20	13.59	14.38	15.93	13.85	13.03	12.58	12.35	12.02	12.19	13.51	13.58	13.43
48hr	16.29	15.08	16.89	18.10	16.25	14.63	14.30	14.44	13.69	14.05	16.19	15.79	15.48
60hr	18.41	17.42	19.56	21.11	18.98	17.27	16.36	15.69	16.03	15.73	18.98	17.92	17.79
72hr	21.84	20.11	22.60	23.87	22.52	20.10	18.72	18.71	18.99	18.64	23.02	21.03	20.85
96hr	28.50	27.20	28.95	31.48	28.32	26.21	23.36	23.50	24.30	24.74	30.90	28.21	27.14
120hr	34.51	35.06	39.37	39.89	37.39	32.90	28.98	29.55	32.13	33.65	41.42	38.20	35.25
144hr	44.02	43.36	51.09	50.64	47.57	40.97	35.22	36.08	40.24	43.40	53.23	50.75	44.71
168hr	50.84	53.96	59.88	61.52	56.80	47.30	40.26	42.23	48.09	54.09	66.19	64.20	53.78
192hr	62.87	64.67	68.05	70.31	65.45	50.92	45.26	47.39	53.25	60.91	77.60	75.89	61.88
216hr	71.39	68.00	75.73	78.96	74.84	56.44	49.56	51.59	58.12	67.85	89.71	88.86	69.25
240hr	81.35	71.42	85.67	86.30	81.58	62.43	54.59	53.80	64.78	74.96	96.89	97.02	75.90
264hr	91.09	72.89	93.23	92.65	86.05	65.45	57.66	56.43	67.92	81.93	95.24	103.96	80.38
288hr	95.67	79.63	101.24	99.94	90.20	68.10	61.70	57.22	70.87	86.24	99.26	109.23	84.94

표 D.8.3 KIM-Global 아시아 250hPa 풍속 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.60	-0.89	-0.60	-0.56	-0.52	-0.46	-0.52	-0.43	-0.39	-0.39	-0.50	-0.55	-0.54
24hr	-0.59	-0.99	-0.63	-0.47	-0.46	-0.42	-0.45	-0.40	-0.43	-0.48	-0.59	-0.62	-0.54
36hr	-0.55	-0.85	-0.68	-0.46	-0.36	-0.30	-0.45	-0.38	-0.42	-0.49	-0.53	-0.51	-0.50
48hr	-0.62	-0.94	-0.70	-0.32	-0.40	-0.41	-0.57	-0.46	-0.56	-0.52	-0.68	-0.64	-0.57
60hr	-0.59	-0.79	-0.69	-0.26	-0.25	-0.39	-0.48	-0.57	-0.66	-0.51	-0.57	-0.64	-0.53
72hr	-0.73	-0.93	-0.73	-0.22	-0.25	-0.47	-0.46	-0.56	-0.73	-0.59	-0.73	-0.64	-0.59
96hr	-0.64	-1.14	-0.77	-0.24	-0.12	-0.61	-0.55	-0.50	-0.78	-0.71	-0.48	-0.55	-0.59
120hr	-0.94	-1.21	-0.82	-0.24	-0.22	-0.60	-0.42	-0.48	-0.67	-0.60	-0.36	-0.29	-0.57
144hr	-1.15	-1.08	-0.73	-0.42	-0.03	-0.77	-0.40	-0.55	-0.55	-0.76	-0.29	-0.16	-0.57
168hr	-1.06	-1.18	-0.42	-0.72	0.33	-1.44	-0.50	-0.51	-0.39	-0.73	-0.26	-0.03	-0.58
192hr	-0.54	-1.37	-0.32	-0.82	0.45	-1.40	-0.61	-0.59	-0.21	-1.07	-0.02	0.12	-0.53
216hr	-0.71	-1.58	-0.28	-0.61	0.49	-1.18	-0.59	-0.57	-0.29	-1.12	-0.27	0.51	-0.52
240hr	-0.93	-1.53	-0.36	-1.18	0.36	-1.19	-0.38	-0.68	-0.48	-1.14	-0.63	0.46	-0.64
264hr	-0.93	-1.28	-0.61	-1.01	0.23	-0.64	-0.38	-0.65	-0.60	-0.83	-0.82	0.30	-0.60
288hr	-0.91	-1.51	-0.30	-1.00	0.38	-0.53	-0.47	-0.68	-0.39	-0.74	-0.65	0.18	-0.55
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	4.16	4.34	4.55	4.96	4.91	5.47	5.54	4.83	4.54	4.01	4.00	4.05	4.61
24hr	4.52	5.10	5.45	5.74	5.87	6.43	6.50	5.94	5.58	4.85	4.59	4.49	5.42
36hr	4.89	5.40	6.00	6.51	6.88	7.37	7.54	6.65	6.34	5.48	5.12	4.86	6.09
48hr	5.59	6.01	7.01	7.39	7.89	8.23	8.52	7.83	7.26	6.25	5.85	5.55	6.95
60hr	6.23	6.47	7.67	7.97	8.91	9.36	9.49	8.36	8.32	6.87	6.60	5.99	7.69
72hr	7.00	7.27	8.44	8.89	9.78	10.12	10.18	9.45	9.03	7.48	7.54	6.74	8.49
96hr	8.38	8.85	10.29	10.59	11.75	12.11	12.07	11.17	10.79	9.35	9.62	8.46	10.29
120hr	9.73	10.46	12.46	12.20	14.01	14.18	13.74	12.87	13.18	11.58	12.01	10.80	12.27
144hr	11.53	12.53	14.53	14.51	15.71	15.87	15.13	14.62	14.82	13.84	14.59	13.46	14.26
168hr	12.81	14.58	16.11	16.45	17.71	16.89	16.24	16.49	16.48	16.26	16.63	15.79	16.04
192hr	14.62	16.10	17.50	18.54	19.96	17.97	17.29	17.78	17.84	17.64	18.60	18.38	17.69
216hr	16.22	16.90	19.32	20.94	21.02	19.23	18.15	18.63	18.96	18.74	20.97	20.58	19.14
240hr	17.64	17.90	20.84	22.26	21.97	20.02	19.14	19.18	20.11	20.23	21.34	22.34	20.25
264hr	19.15	19.02	21.57	23.24	22.59	21.03	20.41	19.47	21.00	21.31	22.32	22.55	21.14
288hr	20.15	19.12	23.13	24.47	23.64	21.77	21.67	20.13	21.65	22.26	22.99	22.86	21.99

D.8.2 UM-Global

표 D.8.4 UM-Global 아시아 850hPa 기온 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.25	-0.30	-0.49	-0.45	-0.38	-0.13	-0.01	-0.14	-0.34	-0.45	-0.16	-0.12	-0.27
24hr	-0.09	-0.12	-0.36	-0.32	-0.34	-0.07	0.12	0.01	-0.21	-0.31	0.01	0.11	-0.13
36hr	-0.18	-0.27	-0.51	-0.43	-0.43	-0.06	0.16	-0.03	-0.37	-0.53	-0.01	0.12	-0.21
48hr	-0.05	-0.12	-0.44	-0.36	-0.39	-0.01	0.21	0.10	-0.27	-0.41	0.13	0.30	-0.11
60hr	-0.10	-0.22	-0.47	-0.38	-0.39	0.04	0.28	0.09	-0.34	-0.50	0.15	0.34	-0.12
72hr	-0.03	-0.09	-0.44	-0.34	-0.35	0.06	0.29	0.15	-0.26	-0.42	0.25	0.47	-0.06
96hr	-0.09	-0.04	-0.39	-0.32	-0.32	0.16	0.38	0.24	-0.24	-0.40	0.25	0.54	-0.02
120hr	-0.08	-0.06	-0.35	-0.44	-0.23	0.23	0.40	0.21	-0.20	-0.39	0.27	0.55	-0.01
144hr	-0.13	-0.12	-0.29	-0.43	-0.26	0.36	0.48	0.31	-0.23	-0.48	0.27	0.60	0.01
168hr	-0.29	-0.18	-0.33	-0.47	-0.24	0.35	0.47	0.39	-0.26	-0.62	0.45	0.66	-0.01
192hr	-0.21	-0.31	-0.30	-0.40	-0.22	0.38	0.45	0.54	-0.33	-0.61	0.54	0.76	0.02
216hr	-0.20	-0.41	-0.38	-0.30	-0.21	0.42	0.52	0.58	-0.30	-0.58	0.84	0.69	0.05
240hr	-0.25	-0.40	-0.30	-0.40	-0.06	0.45	0.58	0.73	-0.35	-0.66	0.76	0.82	0.08
264hr	-0.24	-0.08	0.00	-0.40	0.06	0.53	0.64	0.76	-0.35	-0.45	0.92	0.78	0.18
288hr	-0.41	0.07	0.12	-0.16	0.10	0.68	0.67	0.82	-0.43	-0.28	1.04	0.61	0.24
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	1.37	1.29	1.38	1.41	1.30	1.23	1.22	1.14	1.19	1.21	1.29	1.41	1.29
24hr	1.45	1.33	1.40	1.49	1.37	1.26	1.31	1.18	1.18	1.20	1.40	1.51	1.34
36hr	1.56	1.54	1.60	1.72	1.61	1.46	1.49	1.37	1.38	1.42	1.49	1.63	1.52
48hr	1.65	1.55	1.66	1.83	1.70	1.58	1.61	1.46	1.41	1.41	1.60	1.78	1.60
60hr	1.81	1.75	1.88	2.00	1.94	1.81	1.79	1.65	1.60	1.59	1.71	1.88	1.78
72hr	1.94	1.79	1.93	2.16	2.04	1.96	1.97	1.74	1.67	1.64	1.85	2.03	1.89
96hr	2.33	2.03	2.28	2.58	2.38	2.41	2.29	2.10	2.00	1.89	2.30	2.41	2.25
120hr	2.86	2.53	2.77	3.12	2.83	2.84	2.57	2.37	2.37	2.23	2.83	2.92	2.69
144hr	3.29	2.93	3.24	3.67	3.32	3.21	2.99	2.67	2.80	2.71	3.40	3.45	3.14
168hr	3.83	3.38	3.68	4.24	3.66	3.55	3.31	2.85	3.22	3.20	4.00	4.05	3.58
192hr	4.35	3.83	4.18	4.58	4.04	3.88	3.60	3.04	3.51	3.72	4.75	4.73	4.02
216hr	4.90	4.34	5.05	4.86	4.41	4.26	3.90	3.27	3.81	4.09	5.37	5.44	4.47
240hr	5.52	4.60	5.80	5.28	4.81	4.65	4.18	3.53	3.95	4.44	5.88	6.27	4.91
264hr	6.19	4.66	6.18	5.99	5.23	4.83	4.43	3.80	4.17	4.74	6.30	6.79	5.28
288hr	6.94	5.11	6.44	6.22	5.39	5.02	4.51	3.90	4.28	4.99	6.65	7.22	5.56

표 D.8.5 UM-Global 아시아 500hPa 지위고도 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.11	-0.32	-1.33	-0.46	-0.89	-1.86	-0.66	-0.91	-1.56	-2.02	-1.33	-0.88	-1.03
24hr	0.26	0.53	-0.67	0.11	0.07	-1.51	0.39	-0.52	-1.23	-0.97	-0.95	-0.01	-0.37
36hr	0.12	0.81	1.21	1.85	2.21	-0.67	0.86	-0.37	-0.18	0.16	-0.17	-0.29	0.46
48hr	-0.86	0.66	0.70	0.46	2.07	-1.08	1.75	-0.24	-0.03	0.59	0.36	-0.50	0.32
60hr	-0.92	0.32	1.64	1.79	3.81	0.14	1.20	0.04	0.94	2.26	1.55	-0.71	1.01
72hr	-0.72	0.55	1.64	1.08	3.72	0.70	2.80	1.39	2.51	2.48	2.32	-0.92	1.46
96hr	-0.50	0.65	3.08	1.32	4.75	1.56	1.41	0.51	3.06	3.34	1.01	-0.97	1.60
120hr	-0.59	2.30	2.87	0.34	5.28	1.18	0.35	-0.92	2.53	3.50	-2.05	-1.70	1.09
144hr	-1.47	1.44	2.67	-1.40	3.91	1.99	-0.36	-1.25	1.53	4.63	-5.45	-3.81	0.20
168hr	-3.60	1.95	2.39	-2.34	5.39	3.08	-0.03	-0.77	1.16	6.07	-6.11	-1.39	0.48
192hr	-3.04	-0.22	4.46	3.26	4.15	4.17	1.27	-2.40	2.78	4.36	-4.64	1.15	1.28
216hr	-0.15	1.73	2.85	12.47	0.84	5.82	1.59	-2.73	2.73	1.42	1.06	2.71	2.53
240hr	4.73	5.12	0.69	14.34	-2.74	3.66	1.65	-1.19	-0.53	-0.21	-2.47	7.80	2.57
264hr	7.83	11.59	-0.26	11.82	-7.29	3.36	-0.76	1.49	-3.19	1.86	-4.97	10.65	2.68
288hr	6.33	15.64	-4.50	9.73	-8.49	3.10	-3.38	4.43	-2.69	5.13	0.35	5.62	2.61
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	10.28	10.01	10.34	11.05	10.44	10.31	10.33	10.12	9.30	9.60	10.03	10.40	10.18
24hr	11.37	10.95	11.20	12.18	11.37	11.09	11.19	10.77	9.90	10.04	11.06	11.68	11.07
36hr	13.31	12.20	12.63	13.88	13.22	12.50	12.67	11.65	11.07	11.19	12.22	13.18	12.48
48hr	15.39	13.90	14.60	15.79	14.62	13.92	14.21	13.24	12.20	12.36	14.04	15.29	14.13
60hr	17.92	16.25	17.59	18.62	17.81	16.43	16.28	14.54	14.87	14.48	17.05	17.27	16.59
72hr	22.14	17.70	19.95	21.58	20.47	19.28	18.32	17.66	17.17	16.39	19.10	20.19	19.16
96hr	29.47	23.81	26.88	27.87	28.14	25.70	22.62	24.22	22.71	21.72	27.68	26.68	25.63
120hr	36.51	33.73	36.79	38.51	34.70	33.63	29.25	29.79	30.50	29.80	38.08	35.73	33.92
144hr	46.43	41.93	45.44	47.41	43.28	42.36	35.75	35.20	38.21	39.96	48.79	46.32	42.59
168hr	57.79	51.96	56.02	56.80	52.49	49.67	42.64	40.08	46.14	50.40	62.77	58.23	52.08
192hr	68.36	65.10	65.09	63.21	59.71	53.00	49.71	44.95	52.49	59.47	74.19	69.05	60.36
216hr	76.33	72.94	76.79	72.65	68.73	57.81	52.92	47.69	57.86	65.47	85.10	83.67	68.16
240hr	84.50	75.63	84.30	84.77	74.06	63.26	56.27	50.94	63.36	75.81	93.16	100.64	75.56
264hr	94.00	80.17	90.91	96.40	81.87	67.01	60.29	56.25	67.43	83.32	97.53	110.03	82.10
288hr	108.17	88.66	97.22	102.22	90.28	68.68	61.60	62.58	72.09	87.63	105.89	118.34	88.61

표 D.8.6 UM-Global 아시아 250hPa 풍속 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.79	-0.66	-0.48	-0.57	-0.63	-0.55	-0.46	-0.28	-0.30	-0.46	-0.59	-0.71	-0.54
24hr	-0.85	-0.86	-0.51	-0.61	-0.49	-0.32	-0.42	-0.33	-0.34	-0.50	-0.75	-0.80	-0.56
36hr	-0.80	-0.80	-0.62	-0.74	-0.71	-0.44	-0.38	-0.29	-0.33	-0.64	-0.75	-0.79	-0.61
48hr	-0.99	-0.92	-0.59	-0.65	-0.83	-0.57	-0.58	-0.32	-0.45	-0.69	-0.94	-0.86	-0.70
60hr	-1.00	-0.92	-0.72	-0.79	-1.08	-0.55	-0.63	-0.27	-0.46	-0.75	-0.88	-0.82	-0.74
72hr	-1.00	-1.07	-0.72	-0.66	-1.11	-0.58	-0.70	-0.38	-0.61	-0.74	-0.91	-0.88	-0.78
96hr	-1.11	-1.33	-0.67	-0.86	-1.26	-0.81	-0.95	-0.36	-0.73	-0.75	-0.73	-0.91	-0.87
120hr	-1.03	-1.10	-0.80	-0.63	-1.15	-0.86	-0.77	-0.33	-0.58	-0.60	-0.83	-0.95	-0.80
144hr	-1.05	-0.95	-0.73	-0.70	-1.17	-1.08	-0.74	-0.54	-0.03	-0.71	-0.70	-1.03	-0.79
168hr	-1.22	-0.94	-0.50	-1.20	-1.02	-1.40	-0.84	-0.78	-0.31	-0.60	-0.45	-1.19	-0.87
192hr	-1.70	-1.16	-0.34	-1.55	-0.93	-1.44	-1.01	-0.87	-0.41	-0.57	-0.55	-0.70	-0.94
216hr	-1.68	-1.50	-0.08	-1.79	-0.45	-1.55	-1.16	-1.01	-0.29	-0.89	-0.47	-0.81	-0.97
240hr	-1.78	-1.58	0.20	-1.20	-0.12	-1.07	-0.83	-1.09	-0.20	-0.63	-0.22	-0.74	-0.77
264hr	-1.78	-1.75	0.31	-1.10	0.20	-1.43	-0.64	-0.91	-0.09	-0.98	-0.57	-0.72	-0.79
288hr	-2.12	-2.47	0.02	-1.24	0.09	-1.61	-0.70	-0.42	0.04	-1.12	-0.90	-0.21	-0.89
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	4.20	4.12	4.54	4.67	4.77	5.09	5.06	4.53	4.32	4.01	4.06	4.11	4.46
24hr	4.46	4.75	5.30	5.53	5.65	5.92	6.08	5.45	5.16	4.64	4.52	4.57	5.17
36hr	4.98	5.20	5.93	6.22	6.77	6.85	7.09	6.47	5.96	5.32	5.11	5.00	5.91
48hr	5.55	5.90	6.83	7.07	7.53	7.94	8.23	7.49	6.76	6.02	5.76	5.60	6.72
60hr	6.26	6.63	7.71	7.95	8.77	8.83	9.25	8.29	7.94	6.69	6.54	6.18	7.59
72hr	6.84	7.31	8.42	8.59	9.46	10.07	10.36	9.31	8.72	7.57	7.30	6.96	8.41
96hr	8.43	8.57	10.27	10.09	11.60	12.32	12.20	11.16	10.38	9.39	9.48	8.51	10.20
120hr	9.91	10.15	11.76	12.34	14.00	14.20	13.69	12.64	12.57	11.57	12.07	10.17	12.09
144hr	11.36	12.12	13.87	14.53	16.20	15.90	14.97	14.32	14.57	14.22	14.87	12.43	14.11
168hr	13.32	14.05	15.26	16.48	18.63	17.60	16.67	15.92	16.64	16.38	17.01	14.54	16.04
192hr	15.11	15.63	17.36	18.09	19.79	18.55	17.74	17.42	17.99	18.51	18.77	17.04	17.67
216hr	16.44	17.70	19.32	20.41	20.49	19.40	18.52	18.16	19.23	19.89	20.55	19.23	19.11
240hr	17.75	19.33	20.93	22.81	21.37	20.83	19.69	18.53	20.03	21.66	22.48	21.69	20.59
264hr	18.95	20.49	22.05	24.01	22.96	21.69	20.84	19.86	20.56	22.16	23.49	23.24	21.69
288hr	20.10	20.62	23.67	24.64	23.69	21.83	21.65	21.14	21.21	22.49	24.65	24.18	22.49

부록 E. 지역예보시스템 검증결과

E.2 관측검증

표 E.2.1 KIM-Regional 관측검증(UM-Local 영역)

t850hPa ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec	Ave.
6hr	-0.05	-0.42	-0.50	-0.21	-0.25	-0.06	0.04	-0.04	-0.18	-0.25	0.08	0.12	-0.14
12hr	-0.16	-0.51	-0.85	-0.65	-0.40	-0.08	0.12	0.10	-0.09	-0.48	-0.05	0.12	-0.24
18hr	-0.07	-0.62	-0.94	-0.72	-0.48	-0.19	0.03	0.00	-0.09	-0.52	-0.05	0.18	-0.29
24hr	0.00	-0.62	-0.92	-0.68	-0.42	-0.10	0.03	0.04	0.01	-0.44	-0.08	0.22	-0.25
30hr	-0.02	-0.65	-1.05	-0.79	-0.44	-0.09	-0.01	0.16	-0.01	-0.45	-0.07	0.16	-0.27
36hr	-0.19	-0.79	-1.39	-0.89	-0.48	-0.15	0.05	0.09	0.04	-0.66	-0.21	0.13	-0.37
42hr	-0.19	-0.85	-1.47	-1.06	-0.55	-0.20	0.00	0.06	0.00	-0.70	-0.27	0.25	-0.42
48hr	-0.18	-0.78	-1.36	-1.03	-0.51	-0.12	0.06	0.12	0.12	-0.53	-0.12	0.30	-0.33
t850hPa RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec	Ave.
6hr	1.14	1.17	1.20	1.24	1.04	0.90	0.90	0.86	0.86	0.92	1.30	1.27	1.07
12hr	1.22	1.28	1.42	1.52	1.19	0.97	1.04	0.90	0.90	1.09	1.38	1.36	1.19
18hr	1.31	1.38	1.49	1.58	1.24	1.06	1.03	0.92	0.89	1.12	1.46	1.41	1.24
24hr	1.37	1.45	1.49	1.61	1.25	1.07	1.05	0.92	0.89	1.08	1.55	1.45	1.26
30hr	1.41	1.47	1.61	1.74	1.33	1.12	1.13	0.98	0.96	1.19	1.65	1.50	1.34
36hr	1.49	1.54	1.86	1.74	1.30	1.16	1.07	1.03	0.91	1.34	1.73	1.57	1.39
42hr	1.57	1.62	2.00	1.89	1.33	1.30	1.08	1.03	1.00	1.39	1.91	1.67	1.48
48hr	1.58	1.61	1.92	1.89	1.39	1.35	1.17	1.05	1.10	1.30	1.94	1.65	1.50
z500hPa ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec	Ave.
6hr	-4.96	-4.27	-3.57	-1.08	-2.43	-5.81	-7.54	-9.00	-7.58	-4.92	-4.08	-3.70	-4.91
12hr	-6.26	-4.68	-4.18	-2.46	-2.71	-5.36	-6.27	-8.42	-6.54	-4.89	-4.88	-4.11	-5.06
18hr	-4.10	-1.45	-1.47	-1.86	-1.90	-5.61	-7.04	-9.32	-6.73	-3.61	-3.12	-1.76	-4.00
24hr	-6.22	-2.61	-1.90	-2.96	-2.45	-6.86	-7.85	-9.48	-6.93	-3.95	-6.04	-3.42	-5.06
30hr	-7.98	-2.40	-3.37	-3.66	-2.53	-5.65	-7.20	-9.15	-4.89	-1.91	-5.17	-4.11	-4.84
36hr	-11.03	-3.01	-3.28	-3.49	-1.17	-4.79	-4.86	-7.75	-3.94	-3.15	-6.09	-6.27	-4.90
42hr	-10.84	-1.24	-3.93	-5.78	-1.07	-5.60	-5.15	-8.69	-3.04	-2.72	-4.47	-5.05	-4.80
48hr	-12.23	-2.76	-3.77	-7.47	-2.14	-4.56	-3.40	-7.75	-2.84	-1.62	-4.06	-6.05	-4.89
z500hPa RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec	Ave.
6hr	10.67	9.47	8.49	8.54	6.53	9.12	10.25	11.06	10.34	8.19	9.04	8.85	9.21
12hr	11.86	9.81	8.81	9.10	6.73	9.08	9.70	10.67	9.35	8.50	10.01	9.53	9.43
18hr	11.14	9.52	8.64	9.26	7.21	9.58	10.44	11.68	10.01	7.84	9.91	9.32	9.55
24hr	12.59	10.04	9.05	10.31	8.18	10.97	11.22	12.26	10.32	8.28	11.07	9.97	10.36
30hr	14.22	11.31	10.89	11.39	9.23	11.45	11.01	12.29	9.34	8.28	11.12	10.97	10.96
36hr	16.08	11.14	11.14	11.78	9.13	10.96	9.53	11.71	9.23	9.15	12.08	12.27	11.19
42hr	16.91	11.84	12.77	13.92	10.25	13.01	10.74	12.65	9.69	9.96	12.38	12.79	12.24
48hr	18.09	12.48	13.31	16.78	11.46	13.40	10.33	12.40	9.61	10.70	12.87	13.23	12.89

w250hPa ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec	Ave.
6hr	-1.69	-2.74	-0.82	-0.82	-0.41	-1.05	-0.31	-0.73	-0.85	-0.88	-0.98	-1.27	-1.05
12hr	-1.86	-2.98	-1.13	-1.07	-0.70	-1.29	-0.38	-0.97	-1.25	-1.08	-1.26	-1.25	-1.27
18hr	-1.95	-3.15	-0.75	-0.60	-0.53	-0.86	-0.47	-0.88	-1.35	-1.37	-1.52	-1.43	-1.24
24hr	-2.14	-3.64	-0.80	-0.93	-0.51	-0.98	-0.52	-1.28	-1.44	-1.61	-1.30	-1.57	-1.39
30hr	-2.27	-3.36	-0.66	-0.77	-0.44	-1.07	-0.94	-1.39	-1.90	-1.41	-1.36	-1.63	-1.43
36hr	-2.29	-3.22	-0.86	-0.75	-0.44	-1.15	-0.91	-1.37	-1.83	-1.55	-1.30	-1.92	-1.47
42hr	-2.27	-2.97	-0.40	-0.16	-0.37	-1.39	-0.57	-1.03	-1.95	-1.24	-1.65	-2.07	-1.34
48hr	-2.57	-3.36	-0.72	-0.38	-0.66	-1.15	-0.77	-1.22	-1.53	-1.44	-1.76	-2.36	-1.49
w250hPa RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec	Ave.
6hr	5.63	6.55	4.67	5.36	4.79	5.66	5.46	4.36	4.43	4.24	4.87	4.77	5.07
12hr	5.86	6.90	4.85	5.63	5.25	6.03	6.24	4.74	4.91	4.63	5.31	4.88	5.44
18hr	5.88	7.35	5.42	6.05	5.82	6.30	6.77	4.96	5.83	5.18	5.55	5.17	5.86
24hr	6.09	7.90	5.69	6.51	6.12	6.50	6.96	5.11	6.24	5.56	5.74	5.37	6.15
30hr	6.35	7.70	5.96	7.08	7.25	7.46	7.30	5.74	6.74	5.93	6.34	5.48	6.61
36hr	6.58	7.84	6.05	7.44	7.30	8.05	7.49	6.07	6.67	6.20	6.30	5.75	6.81
42hr	6.73	8.15	7.20	7.93	7.95	9.20	8.13	6.96	7.14	6.68	6.92	6.02	7.42
48hr	7.01	8.39	7.83	8.37	8.00	9.57	7.56	7.32	7.72	7.18	7.24	6.33	7.71

표 E.2.2 KIM-Regional 관측검증(KIM-지역 영역)

t850hPa ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec	Ave.
6hr	-0.17	-0.14	-0.37	-0.08	-0.04	-0.16	-0.11	-0.07	-0.12	-0.20	-0.10	-0.05	-0.13
12hr	-0.33	-0.29	-0.78	-0.35	-0.14	-0.23	0.02	0.12	-0.04	-0.46	-0.29	-0.17	-0.24
18hr	-0.29	-0.31	-0.91	-0.51	-0.27	-0.35	-0.10	-0.02	-0.11	-0.48	-0.30	-0.11	-0.31
24hr	-0.23	-0.28	-0.90	-0.48	-0.16	-0.27	-0.02	0.06	-0.02	-0.37	-0.27	-0.03	-0.25
30hr	-0.21	-0.24	-1.00	-0.55	-0.18	-0.27	-0.02	0.14	0.00	-0.38	-0.28	0.00	-0.25
36hr	-0.30	-0.34	-1.22	-0.62	-0.22	-0.30	0.03	0.15	0.04	-0.54	-0.32	-0.03	-0.31
42hr	-0.28	-0.39	-1.33	-0.78	-0.28	-0.34	-0.02	0.06	-0.05	-0.60	-0.34	0.00	-0.36
48hr	-0.21	-0.35	-1.25	-0.68	-0.15	-0.26	0.04	0.16	0.06	-0.43	-0.23	0.08	-0.27
t850hPa RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec	Ave.
6hr	1.08	1.16	1.18	1.28	1.18	1.08	1.13	1.03	0.97	0.89	1.22	1.27	1.12
12hr	1.22	1.27	1.49	1.49	1.29	1.22	1.17	1.10	1.03	1.12	1.40	1.38	1.26
18hr	1.30	1.36	1.63	1.63	1.38	1.30	1.19	1.13	1.08	1.17	1.51	1.44	1.34
24hr	1.33	1.41	1.64	1.64	1.38	1.29	1.20	1.15	1.08	1.14	1.58	1.50	1.36
30hr	1.40	1.44	1.76	1.79	1.50	1.37	1.30	1.19	1.15	1.25	1.72	1.64	1.46
36hr	1.47	1.51	1.92	1.81	1.49	1.40	1.33	1.23	1.11	1.37	1.80	1.71	1.51
42hr	1.55	1.56	2.06	1.96	1.58	1.50	1.35	1.29	1.17	1.42	1.90	1.83	1.60
48hr	1.54	1.55	2.01	1.99	1.62	1.53	1.42	1.32	1.23	1.34	1.89	1.85	1.61
z500hPa ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec	Ave.
6hr	-4.11	-3.07	-2.59	-0.06	-2.08	-6.23	-8.47	-7.72	-6.09	-4.85	-5.13	-5.47	-4.66
12hr	-5.39	-3.68	-3.48	-1.25	-2.56	-6.48	-7.79	-7.53	-5.81	-5.35	-6.23	-5.81	-5.11
18hr	-3.26	-0.10	-0.75	0.55	-1.21	-5.76	-7.75	-7.66	-5.58	-3.84	-3.70	-3.73	-3.57
24hr	-4.53	-0.78	-0.99	-0.53	-1.72	-6.86	-8.31	-8.13	-5.92	-4.13	-6.00	-4.97	-4.40
30hr	-5.09	-0.35	-1.65	-0.60	-1.46	-5.06	-6.50	-6.79	-4.00	-2.63	-5.38	-5.00	-3.71
36hr	-7.14	-0.93	-1.37	-0.78	-0.34	-4.21	-5.15	-5.56	-3.36	-3.03	-5.71	-6.38	-3.66
42hr	-6.34	0.71	-1.22	-1.67	-0.25	-4.30	-5.12	-5.99	-2.51	-2.40	-4.45	-5.94	-3.29
48hr	-7.59	-0.80	-1.16	-3.23	-0.37	-4.51	-4.48	-6.17	-2.49	-2.24	-4.86	-6.76	-3.72
z500hPa RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec	Ave.
6hr	9.93	8.91	8.22	8.65	8.18	10.01	11.20	10.47	9.16	8.13	9.38	9.95	9.35
12hr	11.12	9.49	8.97	9.03	8.43	10.13	10.90	10.42	8.90	8.83	10.69	10.67	9.80
18hr	11.00	9.38	9.08	9.95	8.80	10.03	11.16	10.87	9.32	8.14	9.91	10.31	9.83
24hr	11.92	9.73	9.41	10.58	9.23	11.02	11.73	11.57	9.62	8.52	11.12	11.10	10.46
30hr	13.15	10.61	11.12	12.24	10.24	10.62	10.89	11.24	9.10	8.48	11.67	12.04	10.95
36hr	14.13	10.89	11.24	12.44	10.63	10.54	10.29	10.96	9.19	9.10	12.41	13.07	11.24
42hr	14.82	11.77	12.96	13.88	11.70	11.69	11.17	11.91	9.51	9.65	13.24	14.24	12.21
48hr	15.56	12.11	13.88	15.20	12.83	12.40	11.04	12.94	9.86	10.56	13.90	14.88	12.93

w250hPa ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec	Ave.
6hr	-1.13	-1.72	-1.22	-0.98	-0.93	-0.68	-0.61	-0.69	-0.68	-0.80	-0.93	-1.21	-0.96
12hr	-1.21	-1.80	-1.33	-0.98	-0.98	-0.79	-0.68	-0.79	-0.77	-0.85	-1.02	-1.13	-1.03
18hr	-1.35	-1.90	-1.23	-0.78	-0.86	-0.54	-0.69	-0.84	-0.92	-0.98	-1.17	-1.25	-1.04
24hr	-1.37	-2.09	-1.37	-0.71	-0.86	-0.58	-0.64	-0.93	-0.88	-1.07	-1.05	-1.27	-1.07
30hr	-1.39	-1.97	-1.35	-0.61	-0.91	-0.60	-0.81	-0.98	-1.12	-0.96	-0.84	-1.15	-1.06
36hr	-1.19	-1.75	-1.48	-0.78	-0.94	-0.46	-0.79	-0.93	-1.15	-0.95	-0.86	-1.30	-1.05
42hr	-1.24	-1.63	-1.40	-0.61	-0.85	-0.45	-0.55	-0.91	-1.36	-0.91	-1.11	-1.27	-1.02
48hr	-1.33	-1.87	-1.56	-0.64	-1.09	-0.58	-0.72	-0.94	-1.28	-1.00	-1.23	-1.39	-1.14
w250hPa RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec	Ave.
6hr	7.74	7.52	6.43	6.70	6.21	6.21	6.07	5.05	5.51	5.34	6.69	7.02	6.37
12hr	7.89	7.74	6.65	7.05	6.61	6.44	6.60	5.30	5.81	5.62	6.84	7.15	6.64
18hr	7.92	8.06	7.13	7.38	7.18	6.82	7.08	5.79	6.41	6.18	7.07	7.39	7.03
24hr	8.21	8.56	7.58	7.83	7.54	7.12	7.09	6.01	6.79	6.47	7.25	7.56	7.33
30hr	8.25	8.23	7.68	8.23	8.19	7.76	7.52	6.58	7.10	6.58	7.43	7.60	7.60
36hr	8.59	8.42	7.89	8.48	8.40	8.13	7.61	6.76	7.33	6.89	7.51	7.98	7.83
42hr	8.68	8.53	8.65	8.96	9.00	8.74	8.42	7.66	7.80	7.32	7.75	7.98	8.29
48hr	9.02	8.75	9.37	9.31	9.40	9.24	8.33	7.90	8.47	7.61	8.03	8.15	8.63

부록 F. 국지예보시스템 검증결과

F.2 관측검증

표 F.2.1 UM-Local 관측검증

t850hPa ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	0.36	-0.26	-0.24	-0.16	-0.18	-0.01	0.19	0.16	-0.13	-0.30	0.18	0.25	-0.01
12hr	-0.06	-0.53	-0.52	-0.35	-0.35	-0.10	0.21	0.05	-0.38	-0.60	-0.11	-0.04	-0.23
18hr	-0.11	-0.50	-0.41	-0.37	-0.46	-0.18	0.09	-0.03	-0.50	-0.56	-0.13	0.07	-0.26
24hr	-0.06	-0.42	-0.33	-0.29	-0.28	-0.02	0.23	0.12	-0.28	-0.44	0.01	0.19	-0.13
30hr	-0.35	-0.68	-0.40	-0.42	-0.37	-0.04	0.22	0.13	-0.19	-0.52	-0.09	0.10	-0.22
36hr	-0.36	-0.59	-0.41	-0.44	-0.49	-0.08	0.20	0.06	-0.30	-0.56	-0.01	0.08	-0.24
42hr	-0.29	-0.72	-0.31	-0.52	-0.56	-0.22	0.09	0.02	-0.40	-0.66	-0.05	0.13	-0.29
48hr	-0.35	-0.65	-0.31	-0.33	-0.44	-0.02	0.15	0.15	-0.24	-0.54	0.14	0.16	-0.19
t850hPa RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	1.36	1.20	1.07	1.29	1.10	0.96	0.97	0.90	0.97	1.06	1.57	1.40	1.15
12hr	1.28	1.33	1.23	1.40	1.25	0.97	1.02	0.99	1.02	1.15	1.54	1.42	1.22
18hr	1.38	1.33	1.32	1.46	1.37	0.98	1.05	0.99	1.11	1.22	1.58	1.48	1.27
24hr	1.35	1.32	1.29	1.47	1.31	0.99	1.08	1.03	1.00	1.07	1.50	1.45	1.24
30hr	1.48	1.44	1.37	1.51	1.35	1.11	1.12	1.01	1.04	1.22	1.63	1.59	1.32
36hr	1.47	1.40	1.42	1.58	1.39	1.12	1.11	1.08	1.01	1.28	1.58	1.56	1.33
42hr	1.56	1.52	1.51	1.74	1.49	1.15	1.12	1.08	1.15	1.35	1.73	1.64	1.42
48hr	1.57	1.55	1.53	1.64	1.42	1.08	1.13	1.10	1.13	1.32	1.71	1.61	1.40
z500hPa ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	-8.81	-10.03	-6.79	-3.80	-3.69	-3.64	-2.43	-3.94	-6.69	-7.55	-8.00	-9.23	-6.22
12hr	-12.68	-12.23	-9.59	-5.97	-5.83	-6.64	-3.05	-5.75	-8.67	-10.20	-10.77	-10.98	-8.53
18hr	-15.91	-13.89	-9.94	-7.12	-6.27	-8.13	-4.43	-8.74	-11.59	-11.76	-13.65	-13.08	-10.38
24hr	-14.60	-12.48	-9.33	-6.62	-4.31	-7.49	-2.97	-7.15	-9.61	-9.76	-12.14	-10.94	-8.95
30hr	-21.23	-15.99	-10.32	-7.26	-3.95	-8.33	-2.94	-7.16	-8.50	-10.36	-14.98	-15.53	-10.55
36hr	-16.33	-11.08	-6.87	-4.80	-3.91	-9.20	-3.72	-9.18	-8.11	-8.79	-10.30	-11.43	-8.64
42hr	-18.14	-13.06	-7.77	-7.18	-5.24	-10.83	-5.02	-10.73	-9.23	-9.85	-11.90	-14.58	-10.29
48hr	-19.65	-14.01	-8.82	-5.99	-2.54	-10.27	-4.14	-10.57	-8.79	-8.59	-8.90	-13.82	-9.67
z500hPa RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	12.76	12.93	10.21	8.34	6.75	7.72	6.79	7.42	9.31	10.10	11.39	11.86	9.63
12hr	15.58	14.73	12.11	9.26	8.08	9.31	7.43	8.64	10.89	12.20	13.35	12.96	11.21
18hr	18.60	16.34	12.71	10.30	8.80	10.81	8.54	11.43	13.41	13.79	16.11	15.02	12.99
24hr	17.36	15.14	12.42	10.27	7.69	10.41	8.08	10.50	11.83	12.10	14.73	13.48	12.00
30hr	23.70	18.68	13.96	11.37	8.80	11.87	8.44	11.30	11.34	13.39	17.58	17.86	14.02
36hr	19.14	14.70	11.95	10.36	8.53	12.58	9.01	12.31	11.17	11.88	14.40	14.85	12.57
42hr	21.01	16.86	13.94	13.28	10.99	14.92	10.11	14.80	12.37	13.62	15.57	18.39	14.65
48hr	22.37	17.91	14.47	13.72	9.75	14.08	10.06	15.05	12.14	12.92	14.06	17.87	14.53

w300hPa ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	-1.54	-1.27	-0.58	-0.47	-0.46	-0.55	-0.13	-0.58	-0.66	-0.38	-0.93	-1.13	-0.72
12hr	-1.77	-1.39	-0.70	-0.65	-0.80	-0.75	-0.54	-0.68	-0.64	-0.33	-1.02	-1.16	-0.87
18hr	-2.06	-1.48	-0.91	-0.58	-0.42	-0.49	-0.40	-0.87	-0.75	-0.53	-1.68	-1.86	-1.00
24hr	-1.88	-1.46	-0.60	-0.48	-0.72	-0.64	-0.70	-1.21	-0.78	-0.47	-1.44	-1.82	-1.02
30hr	-1.41	-1.13	-0.41	-0.62	-0.70	-0.88	-1.25	-1.51	-0.86	-0.68	-1.47	-1.71	-1.05
36hr	-1.66	-1.24	-0.71	-0.62	-0.28	-0.95	-1.10	-1.35	-1.16	-0.71	-1.35	-1.55	-1.06
42hr	-1.83	-1.25	0.01	-0.46	-0.24	-0.62	-0.88	-1.28	-0.84	-0.84	-1.52	-1.93	-0.97
48hr	-2.34	-1.66	0.03	-0.74	-0.61	-0.65	-1.05	-1.49	-0.93	-0.56	-1.61	-2.08	-1.14
w300hPa RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	5.32	5.39	4.49	4.76	4.50	5.36	4.83	4.65	4.54	3.73	4.67	4.55	4.73
12hr	5.30	5.55	4.57	4.83	4.57	5.52	4.95	4.94	4.61	3.66	4.82	4.54	4.82
18hr	5.77	5.93	4.96	5.51	5.18	6.00	5.60	5.37	5.08	4.02	5.28	5.47	5.35
24hr	5.49	5.99	4.96	5.68	5.25	6.34	5.87	5.61	5.62	4.18	5.44	5.63	5.50
30hr	5.72	6.23	5.72	6.37	6.01	6.83	6.27	6.05	6.49	5.09	6.13	6.07	6.08
36hr	5.79	6.30	5.71	6.66	6.01	7.12	6.37	5.93	6.23	5.29	5.98	6.26	6.14
42hr	6.21	7.31	6.70	7.71	6.99	8.20	6.78	6.55	6.80	5.92	6.36	6.71	6.85
48hr	6.93	7.92	6.98	7.34	6.81	8.12	7.14	6.89	7.23	5.89	6.31	6.88	7.04

발 행 일 2025년 3월 31일

발 행 처 기상청 수치모델링센터 수치모델개발과

주　　소 35208 대전광역시 서구 청사로 189, 정부대전청사 1동 11층

전　　화 042-481-7521

팩　　스 042-476-0365

본 보고서의 저작권은 수치모델링센터에 있습니다.



Korea Meteorological Administration

Numerical Modeling Center