

2020

기상연감



발간사

기억과 기록에 대한 차이는 동물과 인간에게서 극명하게 나타난다. 야생동물이 '기억'을 통해 과거 겪은 위협과 효능을 미래에 떠올림으로써 생존성을 확보한다면, 인간은 기억을 넘어 '기록'을 통해 다루는 정보량을 극대화함으로써 그 생존성을 확장한다. 그리고 이러한 기록의 기능이 가장 뚜렷하게 드러나는 분야가 바로 기상기후 분야이다.

과거 조선시대 세종이 도입한 측우기는 단순히 '빗물을 받는 솟통'을 넘어 전국에 내리는 강우량을 객관적으로 기록하고 이를 관리·활용할 수 있는 기반시설이었다. 현대의 전국 기상관측자료에 비견될 이 기록들은 가뭄과 홍수, 풍년과 흉년 등을 판단하여 조세에 반영하기 위한 객관적인 자료로 활용되었으며, 현대까지 그 기록이 남아 한반도 고기후를 연구하는 데에 중요한 자료로 활용되고 있다.

오늘날, 기록의 중요성은 더욱 커지고 있다. 특히 기후변화 문제에 있어 기록의 중요성은 더욱 극명하게 드러난다. 지난 백여 년간의 정교한 관측과 체계적인 기록 덕분에 지구의 평균기온이 상승하고 있음을 발견할 수 있었고, 그동안 기록한 정보들을 정교하게 분석함으로써 그 원인이 인류가 방출한 온실가스에 있음을 밝혀냈다.

다소 막연하게 느껴지던 기후변화의 영향이 최근 들어 더욱 가시적으로 나타나고 있다는 것 역시 다양한 기록으로 확인할 수 있다. 2020년에는 기후변화로 인한 강수 패턴의 변화로 중부지방 장마 일수가 역대 최장기간인 54일을 기록하였고, 일부 지역에서는 집중호우로 인해 침수피해가 기록되었다.

지난 1월에는 연일 봄과 겨울을 오가듯 기온이 크게 변동하면서 전국 일 평균기온의 변동 폭이 1973년 이후 최대치인 19.6℃를 기록하였다. 3월에는 최저기온 3.4℃, 최고기온 14.9℃, 평균기온은 8.9℃로 어느 측면에서나 역대 가장 더운 봄이 되면서 꽃이 평년보다 더 빨리 개화하였고, 1999년 이후 처음으로 5월에 대설특보가 발표되기도 하였다. 이러한 기상현상들이 '이례적'이라는 것을 확인할 수 있는 것은 모두 과거의 기록이 남아 있기 때문이다.



안타깝게도 기후변화는 점점 더 가속화될 것으로 전망된다. 이로 인해 지금껏 겪어보지 못한 수준의 폭염, 한파, 대설, 집중호우 등 위협적인 극한기상현상 역시 보다 자주, 그리고 더욱 강하게 발생할 수 있다. 이런 '기후위기 시대'에 국민의 안전과 행복을 위해 기상청은 위협적인 기상·기후 현상을 최전선에서 감시하고, 예측하며, 사회에 경종을 울리는 우리 역할을 더욱 무겁고 막중하게 받아들여야만 할 것이다.

이런 사명감과 책임감의 연장선에서, '대한민국'이라는 우리 공동체의 생존과 번영, 그리고 대한민국 국민의 안전과 행복을 지켜주는 데에 뜻깊게 쓰이길 바라는 마음으로 「2020 기상연감」을 발간하였다. 2020년은 특히 한국형수치예보모델이 현업화되고, '파리협정(Paris Agreement)'으로 대표되는 '신(新) 기후체제'가 가동되는 등 기상청 안팎에서 뜻깊게 기록될 것이다.

2020년을 살았던 우리들이 특별히 기록으로 새겨 남겨둔 이 기억들이 어느 훗날 이 연감을 다시 펼쳐보고 있을 여러분께 값진 정보로 재탄생될 수 있기를 진심으로 희망한다. 아울러 연감 발간에 힘써준 모든 직원 여러분께 깊이 감사하며, 기억이 기록이 되고 기록이 다시 우리에게 커다란 가치가 되기를 기대해본다.

2021년 6월

기상청장 박 광 석

Contents

제1부 | 주요정책 및 이슈 01

1. 2020년 주요정책 성과 2
2. 2020년 우리나라 기후특성 5
3. 2020년 전 지구 기후특성 8
4. 2020년 주요 기상뉴스 10

제2부 | 기상기술 동향 21

1. 기상기술·정책 전략 22
2. 기후 23
3. 해양 24
4. 환경기상 25
5. 위험기상/재해 26
6. 관측/장비 27
7. 응용기상 28
8. 수치예보모델 28
9. 기상정보화 31

제3부 | 분야별 기상정책 38

- 제1장 기상예보 38**
1. 예보업무의 제도 개선 38
 2. 방재기상 44
 3. 예보기술 향상과 예보해설 강화 47
 4. 태풍정보 52
 5. 영향예보 57
 6. 수치예보 60

제2장 기상관측 78

- 1. 지상·고층·해양기상 78
- 2. 기상관측표준화와 기상장비 도입 및 인증 91
- 3. 기상정보화(COMIS, 홈페이지 등) 99
- 4. 기상용 슈퍼컴퓨터 운영 109
- 5. 기상청 정보보호 113

제3장 기후 및 기후변화 115

- 1. 기후업무의 제도 개선 115
- 2. 장기예보 120
- 3. 기후변화 감시 및 전망 122
- 4. 수문기상·가뭄정보 제공 130
- 5. APEC기후센터 운영 133

제4장 기상서비스 135

- 1. 기상청 데이터 관리 및 서비스 135
- 2. 기상기후 빅데이터 융합서비스 139
- 3. 기상산업 육성 및 활성화 144
- 4. 기상박물관 및 기상과학관 운영 149
- 5. 한국기상산업기술원 운영 152

제5장 지진감시와 대응 154

- 1. 지진업무의 제도 개선 154
- 2. 지진·화산 발생현황 157
- 3. 지진관측망 및 정보전달 체계 개선 160
- 4. 지진·지진해일·화산 기술개발 165

제6장 기상위성 및 레이더 167

- 1. 기상위성 167
- 2. 기상레이더 173

제7장 국제협력 182

- 1. 국제기구와의 협력 182
- 2. 국가 간 기상기술 협력 187
- 3. 개발도상국 지원 국제개발 협력 189
- 4. 남북 기상 협력 191

제8장 기상행정 193

- 1. 조직관리 193
- 2. 기상연구관리 194
- 3. 기상인력 확보 199
- 4. 기상정책홍보 200
- 5. 기상교육 204
- 6. 시설환경 개선 210

제4부 | 소속기관 추진업무 213

제1장 지역별 추진업무 214

- 1. 수도권기상청 214
- 2. 부산지방기상청 220
- 3. 광주지방기상청 226
- 4. 강원지방기상청 231
- 5. 대전지방기상청 237
- 6. 대구지방기상청 244
- 7. 제주지방기상청 251
- 8. 전주기상지청 256
- 9. 청주기상지청 261

제2장 책임운영기관 추진업무 268

- 1. 국립기상과학원 268
- 2. 항공기상청 275

부록 281

- 1. 기상청 기구도 282
- 2. 예산 및 결산 283
- 3. 법령 및 행정규칙 정비 287
- 4. 기상관측장비 현황 295
- 5. 청사 현황 309
- 6. 각종 발간자료 현황 309
- 7. 정부포상 현황 318
- 8. 2020년도 주요업무 추진일지 321

Contents

표목차

[표 1-1] 문재인 정부 기상청 소관 국정과제	2
[표 1-2] 우리나라 월 평균기온, 편차(°C) 및 역대 순위(내림차순)	5
[표 1-3] 전국 월평균 누적 강수량(mm), 퍼센타일(%ile) 및 역대 순위	6
[표 1-4] 중부/남부/제주 장마철 시작일과 종료일 및 기간, 기간별 순위	10
[표 1-5] 기온 관련 기상요소별 순위(1973년 이후 전국평균)	12
[표 1-6] 2020년 7월 북반구 500hPa 고도 5일 예보오차 (출처: 기상청 수치모델 표준검증시스템)	13
[표 1-7] ‘날씨알리미’ 제공정보 및 수신대상자	18
[표 1-8] 무선팩스 방송과 해양기상 위성방송 비교	19
[표 2-1] 국내외 수치예보모델 운영 현황	29
[표 2-2] 국내외 수치예보기술 개발 현황	30
[표 3-1] 폭염특보 기준 개선	40
[표 3-2] 2020년도 예보기술발표회 수상내역	42
[표 3-3] 2020년도 전국 기상특보 발표현황	46
[표 3-4] 2020년 발생 태풍 및 평년 태풍 현황(개)	53
[표 3-5] 2020년 기관별 태풍 진로예보 오차(km)	53
[표 3-6] Best-track 분석 절차	54
[표 3-7] 모델별 2020년 북서태평양해역 태풍 발생과 한반도 영향 예측 결과	55
[표 3-8] 지역별 폭염, 한파 영향예보 통보문 발표 횟수	58
[표 3-9] 기상청의 수치예보시스템 운영 현황(2020년 12월 기준)	61
[표 3-10] 한국형모델 현업시스템 현황	64
[표 3-11] 최적화 이후 적설 깊이, 눈 덮임, 눈 알베도의 성능 개선 표: 평균 편차, 평균 제공근 오차, 결정계수	70
[표 3-12] 2020년 지상기상관측장비 신설 현황	79
[표 3-13] 2020년 지상기상관측장비 이전 현황	79
[표 3-14] 2020년 지상기상관측장비 교체 현황	80
[표 3-15] 2020년 자동적설관측장비 도입 현황	82
[표 3-16] 해양기상정보포털 맞춤형 서비스 개선사항	87
[표 3-17] 기상분야 국가표준(KS) 현황	92
[표 3-18] 기상기자재도입위원회 심의 목록	93
[표 3-19] 기상기자재관리협의회 취득 심의 목록	95
[표 3-20] 기상기자재관리협의회 처분 심의 목록	95
[표 3-21] 기상장비 제안서 기술평가위원회 개최 목록	96
[표 3-23] 연도별 민원검정업무 수행 결과	98

[표 3-24] COMIS-5 변화상	99
[표 3-25] COMIS-5 단계별 이행과제	100
[표 3-26] COMIS-5 주요 구축 내용	102
[표 3-27] 기상청 홈페이지 방문자 최다 기록(모바일 웹 포함)	105
[표 3-28] '날씨알리미' 서비스 제공정보 및 수신대상자	107
[표 3-29] 2020년 슈퍼컴퓨터 4호기 공동활용시스템 '우리' 활용	111
[표 3-30] 선제기후자료	118
[표 3-31] 한반도 기후변화감시 현황	124
[표 3-32] IPCC 제6차 평가보고서 대응을 위한 새로운 기후변화 시나리오 종류	128
[표 3-33] 2020년 기상기후데이터 제공 실적(건)	138
[표 3-34] 2020년 기상자료개방포털 자료 종류별 이용실적(건)	138
[표 3-35] 2020년 기상자료개방포털 분야별 자료 이용 실적비율(%)	138
[표 3-36] 2020년 청내 현안과제 추진 결과	140
[표 3-37] 2020년 지역기상융합서비스 개발현황	141
[표 3-38] 기상산업 실태조사 주요 통계(3개년 비교)	145
[표 3-39] 제15회 대한민국 기상산업대상 수상기관(자) 현황	146
[표 3-40] 2020년 기상기후산업 창업경연대회 수상팀 목록	147
[표 3-41] 기상과학관 연간 관람객 현황	151
[표 3-42] 검정제도 시행을 위한 행정규칙 제정 주요 내용	155
[표 3-43] 지진해일 특·정보 발표기준	155
[표 3-44] 1978~2020년 관측시기별 지진 발생 횟수	157
[표 3-45] 국외지진 발생 횟수(규모 5.0 이상)	158
[표 3-46] 국가 지진관측망 사업 추진 현황	161
[표 3-47] 지진해일, 지구자기, 공중음파 관측소 및 이동식 지진관측장비 현황	161
[표 3-48] 연도별 지진정보 직접연계 서비스 연계시스템 수	163
[표 3-49] 시범서비스 구축 현황	164
[표 3-50] 1단계 한반도 지하 단층·속도구조 통합모델 사업 연구과제 목록	165
[표 3-51] 천리안위성 2A호 기상자료처리 알고리즘 52종 현업화 추진 결과	169
[표 3-52] 천리안위성 2A호 활용기술 23종 현업화 추진 결과	170
[표 3-53] 2020년 특별관측 실적	170
[표 3-54] 농촌진흥청과 산림청으로 제공되는 기상산출물 18종	172
[표 3-55] 기상레이더 3단계 예방정비 체계	175
[표 3-56] 2020년도 범정부 기상레이더 운영기술 협업과제 추진일지	176
[표 3-57] 한-대만 레이더 바람장 교환 현황	180

[표 3-58] 최근 6년간 WMO 의무 분담금 및 신용기금 기여	184
[표 3-59] 2020년도 분야별 R&D 예산	195
[표 3-60] 2017~2019년 기상업무 연구개발사업 논문 및 특허 성과	197
[표 3-61] 과학기술정보통신부 주관 「2020년도 국가연구개발 우수성과 100선」 선정 결과	197
[표 3-62] 2020년도 국가연구개발사업 중간평가 결과	198
[표 3-63] 2020년도 국가연구개발사업 종료평가 결과	198
[표 3-64] 기상인력 채용 실적(2020.12.31. 기준)	199
[표 3-65] 기상인력 현황(2020.12.31. 기준/ 휴직·파견자 포함)	199
[표 3-66] 2020년 주요 언론보도 기사 현황	204
[표 3-67] '20년 예보관 과정 커리큘럼	205
[표 3-68] '20년 핵심분야 교육과정 운영 실적	205
[표 3-69] '20년 공통전문 교육 운영 실적	206
[표 3-70] 2020년 외국인 교육과정 운영 실적(총 22개국, 78명 수료)	207
[표 3-71] 20년 방재기상업무 전문교육 운영 실적	208
[표 3-72] 20년 기상업무 종사자 및 대국민 기상교육 운영 실적	208
[표 3-73] 20년 봄·가을학기 '학점은행제 대기과학 전공과정' 운영 실적	209
[표 3-74] 연도별 청·관사 신·증축 현황	210
[표 3-75] 각급 청사시설의 경과년수별 현황	210
[표 4-1] 2020년 신설 관측장비 현황	218
[표 4-2] 기상기술 아이디어 공모전 수상업체 후속지원 성과	224
[표 4-3] 2020년 발간 예보 가이드스(6종)	226
[표 4-4] 2020년 위험기상 대응 시나리오 발행 횟수	278
[표 4-5] 항공기상정보 사용자 납부기한 유예 일정	279
[표 5-1] 2020년도 신규사업 현황	284
[표 5-2] 2020년도 프로그램별 세출예산현황	284
[표 5-3] 2020년도 세입 수납 내역	285
[표 5-4] 2020년도 프로그램별 지출 현황	286
[표 5-5] 2020년 기상청 법령 제·개정 및 폐지현황	287
[표 5-6] 2020년 기상청 행정규칙 제·개정 및 폐지현황	288
[표 5-7] 자동기상관측장비 설치 현황	295
[표 5-8] 시정·현천계 도입 현황	301
[표 5-9] 고층기상관측장비 도입 현황	302
[표 5-10] 해양 관측망 설치 현황	304

그림목차

[그림 1-1] 우리나라 연평균기온 편차 시계열(좌), 연 평균기온과 연 평균기온 편차 분포도(°C)(우)	5
[그림 1-2] 연평균 누적 강수량(mm)(좌) 및 평년값 대비 연 강수량 퍼센타일 분포도(우) ..	6
[그림 1-3] 2020년 우리나라 주요 극값 현황	7
[그림 1-4] 2020년 전 지구 연평균기온 평년편차 분포도 (출처: 코페르니쿠스 기후변화서비스, C3S)	8
[그림 1-5] 2020년 전 지구 평년 대비 연강수량 비율(%) (출처: 미국 국립해양대기청 환경정보센터(NOAA NCEI))	9
[그림 1-6] 여름철(6~8월) 및 장마철(분홍) 전국 강수량의 월(녹색)/일(파랑) 변화 시계열(좌), 기압계 모식도(우)	11
[그림 1-7] 2020년 1월 전국 평균기온 일변화 시계열(좌), 기압계 모식도(우)	11
[그림 1-8] 6월 기압계 모식도	12
[그림 1-9] 6월 폭염 언론보도('20.6.22.)	12
[그림 1-10] 2020년 7월 9일 폭염 예측: 실황(좌), 한국형모델(KIM, 중), 영국모델(UM, 우). 노란색 계열은 30°C 이상의 폭염지역을 나타냄.	13
[그림 1-11] 대통령 주재 태풍점검 회의('20.9.7.)	14
[그림 1-12] 행정안전부 장관 국가태풍 센터 방문('20.9.3.)	14
[그림 1-13] 서울신문 기사('20.9.3.)	14
[그림 1-14] 서울특별시 특보구역 세분화	15
[그림 1-15] 온라인 개막 영상(측우기, 측우대)	16
[그림 1-16] 공주 충청감영 측우기(국보 제329호)	16
[그림 1-17] 대구 경상감영 측우대(국보 제330호)	16
[그림 1-18] 천리안위성 1호 영상	17
[그림 1-19] 지진 및 위험기상 발생 시 강제알림 화면(좌), 강한 강수 사전알림 화면(우) ..	18
[그림 1-20] 무선팩스와 해양기상 위성방송의 서비스 영역(좌) 및 콘텐츠(우) 비교	19
[그림 2-1] 국외 재난경보시스템(미국 전국통합 재난경보시스템(IPAWS)(좌), 일본 재난경보시스템(L-Alert)(우))	32
[그림 2-2] 재난 온라인 자막 송출 시스템	33
[그림 2-3] 지상파 UHD 방송망을 활용한 재난경보시스템 구성도	34
[그림 2-4] UHD 방송기반 재난경보시스템 프로토 타입	34
[그림 2-5] TV 시청방법에 따른 UHD 재난정보 전달 이슈	35
[그림 2-6] 오디오 워터마크를 통한 UHD 재난경보 전달 구성도	35
[그림 3-1] 서울 특보구역 세분화	39
[그림 3-2] 태풍 관련 언론보도 현황 및 재난방송 생중계	43

[그림 3-3] 《Why? How!》 여름 예보, 겨울 예보, 태풍 분석	47
[그림 3-4] 예보분석관이 직접 전하는 날씨 이슈 정책브리핑	48
[그림 3-5] 강수 모식도 제작	48
[그림 3-6] 날씨ON 개편	49
[그림 3-7] 항공특보 자료 뉴스피드 표출(좌) 및 초단기예보 시간간격 세분화-분포도(우) ..	50
[그림 3-8] 실황종합감시 포털 메뉴 그룹화(좌) 및 CCTV 실황감시(우)	51
[그림 3-9] 개선된 태풍 정보 서비스	52
[그림 3-10] 2019년 29개 태풍의 Best-track 진로도	54
[그림 3-11] 제52차 태풍위원회 총회(좌) 및 제15차 통합워크숍(우) 영상회의 모습 ..	56
[그림 3-12] 태풍위원회 회원국 기술이전을 위한 태풍현업시스템(TOS) 표출 예	56
[그림 3-13] 2020년 폭염 영향예보 통보문('20.8.17.)	57
[그림 3-14] 2020년 한파 영향예보 전달방안 개선	58
[그림 3-15] 자연재해 대응 영향예보 생산기술 개발 사업 추진 체계	59
[그림 3-16] 폭염/한파(좌)·호우(우) 영향예보 표출 플랫폼 초기분	60
[그림 3-17] 해수면온도 섭동 적용 후 변수별(U, V, T, Q) 동서평균 스프레드 변화량의 연직 분포. T와 Q의 하층 스프레드 개선*이 뚜렷함.	65
[그림 3-18] 2019년 7월 25일 00UTC (a) 현업과 (b) 천리안위성 1A호 자료를 제거하고 천리안위성 2A호를 추가했을 때 대기운동벡터 자료의 공간분포. (a)와 (b)에서 다른 자료는 모두 동일하고, 빨간 점으로 나타난 자료가 (a)천리안위성 1호, (b)천리안위성 2A호에 해당	66
[그림 3-19] 라디오존데를 이용한 기온 분석장 검증	67
[그림 3-20] 국지예보시스템 모델 영역(좌) 및 모델 구성(우)	67
[그림 3-21] 앙상블 예측시스템 구성도	68
[그림 3-22] 강수 및 지상변수에 대한 예측(12시간) 검증 결과: (K062: 규준실험 vs K067: 최신식생표 + gamma function 개선)	69
[그림 3-23] 수치모델에 모수화된 연직속도-입자직경 함수와 집중관측자료(관측 10%값 (10p), 관측 중앙값 (median), 관측 90%값(90p))와의 비교	70
[그림 3-24] 1시간 간격 예보가이던스 웹페이지	71
[그림 3-25] 한국형모델 현업 일기도	72
[그림 3-26] 한국형모델 기반의 복사모의영상(좌), 천리안위성-2A 관측영상(우)	73
[그림 3-27] 국지예보모델 기반의 복사모의영상(좌), 천리안위성 2A호 관측영상(우) ..	74
[그림 3-28] 지방청별 8개 상세 영역에 대한 고해상도 적외복사모의 영상 (예시, '20.5.11. 18UTC)	75
[그림 3-29] 국내 항사관측망	80

[그림 3-30] 황사발원지 관측망 현황	82
[그림 3-31] 스킨스쿠버 예측정보 제공(좌) 및 국제항로 해양기상정보제공(우) 화면	87
[그림 3-32] 해양기상정보포털 모바일 개선 화면	88
[그림 3-33] 골재채취항로 기상정보 제공(좌) 및 수협조업정보알리미 앱 정보제공(우) 화면	88
[그림 3-34] 해양기상방송 서비스영역 비교(좌) 및 해양기상 위성방송 표출화면(우)	89
[그림 3-35] 해양기후 분석·예측 학연관 워크숍('20.10.30.)	90
[그림 3-36] 가상데이터센터 네트워크 개념도	100
[그림 3-37] COMIS-5 설계 구성 요소	101
[그림 3-38] LTE 유·무선망 구성도	103
[그림 3-39] 유관기관 CCTV 표출현황	103
[그림 3-40] 기상청 홈페이지 연간 방문자수 통계(모바일 웹 포함)	105
[그림 3-41] 모바일 페이지 첫 화면(종합형), 고해상도 날씨지도(관측, 위성영상)	106
[그림 3-42] 지진 및 위험기상 발생 시 강제알림 화면(좌), 강한 강수 사전알림 화면(우)	107
[그림 3-43] GISC서울(http://gisc.kma.go.kr)	108
[그림 3-44] GISC Watch 모니터링 화면	108
[그림 3-45] 기상청 슈퍼컴퓨터와 수치예보 역사(2020년은 슈퍼컴퓨터 5호기 초기분)	109
[그림 3-46] 슈퍼컴퓨터 4호기(좌)와 5호기 초기분(우) 생산 자료	110
[그림 3-47] 전직원 정보보안 교육('20.9.8.)(좌), 찾아가는 정보보안 소통간담회 ('20.5.28.)(우)	114
[그림 3-48] 기후과학국 조직개편에 따른 주요 업무조정 사항	115
[그림 3-49] '기후과학국-국립기상과학원-APCC' 협업팀 구성 및 역할 체계	117
[그림 3-50] 언론 보도 기후변화와 태풍(JTBC, '20.9.8.)(좌), 시베리아 폭염 (KBS, '20.7.23.)(중), 겨울절기 역주행(NEWSIS, '20.11.11.)(우)	117
[그림 3-51] 운영결과 언론기고(한겨레, '20.11.4.)(좌), 언론인 기상강좌('20.11.16.)(중), 페이스북(SNS) 이벤트('20.11.25.~12.4./1200명 참여)(우)	119
[그림 3-52] 이상기후 대응 국가예측의 현재와 미래 국회 포럼('20.11.25.) 및 언론 보도 현황	119
[그림 3-53] FOCRAII(좌) 및 EASCOF 합동회의 영상회의 사진(우)	120
[그림 3-54] 2020년도 학·연·관 기후분석·예측기술 워크숍 개최('20.8.31.)	121
[그림 3-55] 3개월전망	122
[그림 3-56] 이상기후전망	122
[그림 3-57] 기상가뭄전망	122

[그림 3-58] 종합 기후변화감시정보 시스템 메인화면(좌), 기후변화감시 용어 해설집(우) ..	125
[그림 3-59] 국내·외 이산화탄소 농도변화 그래프	126
[그림 3-60] 기후변화 시나리오 생산 모식도	127
[그림 3-61] 과거(1970~2014) 및 미래(2015~2100)의 온실가스 배출 경로	128
[그림 3-62] 기후변화과학 캠페인 키비주얼(좌), 기후변화과학 통합 공모전 수상작 온라인 전시회(우)	129
[그림 3-63] 기후변화과학 가상현실(좌) 및 증강현실(우) 체험 사진	129
[그림 3-64] 유역(좌)과 가뭄(우)의 개념	130
[그림 3-65] 수문기상 가뭄정보 시스템 표출 화면(관측공백지역 유역강수량(좌), 초단기 수치모델 유역강수량(우))	131
[그림 3-66] 동아시아 지역 가뭄정보(좌), 지역별 가뭄정보지(예시)(우)	132
[그림 3-67] 2020년 기후예측워크숍('20.07.09., 백스코)	134
[그림 3-68] 도로위험기상정보 제공 노선	140
[그림 3-69] 도로위험기상정보 제공 화면(bd.kma.go.kr)	140
[그림 3-70] 2020 날씨 빅데이터 콘테스트 홍보 포스터	143
[그림 3-71] 2020 날씨 빅데이터 콘테스트 본선('20.7.23.)	143
[그림 3-72] 노인에 대한 체감온도 서비스 예시(기상청 날씨누리, 모바일웹)	143
[그림 3-73] 스마트시티 플랫폼 구성	144
[그림 3-74] 고해상도 기상관측·예측기반의 기상융합서비스	144
[그림 3-75] 제3차 기상산업진흥 기본계획 목표 및 전략	145
[그림 3-76] 기상기후산업 해외진출 민관협력 세미나('20.12.3.)	148
[그림 3-77] 라오스 온라인 고위급 영상회의('20.8.19)	148
[그림 3-78] 캄보디아 고위급 온라인 영상회의('20.9.23.)	148
[그림 3-79] 온라인 개막영상	149
[그림 3-80] 온라인 개막식 개막인사	149
[그림 3-81] 온라인 개막식 축사(문종양 서울대 교수)	149
[그림 3-82] 기자간담회(10.29)	149
[그림 3-83] 공주 충청감영 측우기(국보 제329호)	151
[그림 3-84] 대구 경상감영 측우대(국보 제330호)	151
[그림 3-85] 관상감청향력고준등록(觀象監淸鄉曆考準臚錄)	151
[그림 3-86] 수장고	151
[그림 3-87] 한국기상산업기술원 조직도	152
[그림 3-88] 2020년 지진홍보 콘텐츠	156
[그림 3-89] 1978~2020년 지진 발생 현황	157

[그림 3-90] 지진 진앙분포도('78~'20년(좌)/'20년(우))	158
[그림 3-91] 1978~2020년 세계지진 발생 현황	159
[그림 3-92] 국가 지진관측망도	162
[그림 3-93] 학교 연계 시범서비스 구성	164
[그림 3-94] 천리안위성 1호 개발에서 임무 종료까지	168
[그림 3-95] 2020년 태풍 특별관측 현황	171
[그림 3-96] 2020년 호주산불 관측영상	171
[그림 3-97] 기상·환경·해양위성센터 위성자료 융합·활용을 위한 업무협약 체결 ('20.10.30.)	172
[그림 3-98] 관측속도에 따른 반사도 차이	174
[그림 3-99] 강수/비강수 변환 처리도, Edge 시스템(좌), 제어프로그램(우)	174
[그림 3-100] 레이더 고압전원부 장애진단테스트킷 공군 제공 및 사용법 교육 ('20.7.30.)	174
[그림 3-101] 레이더기반 태풍중심 자동탐지 예시(2020년 제10호 태풍 "하이선")	176
[그림 3-102] 신규 강수실황예측 기술개발 결과 예시	177
[그림 3-103] 레이더 품질관리 및 강수량 추정기술 향상 : 지형에코 판별 및 거리접힘 에코 제거 개선 전·후(좌) 및 이중편파 강수량 추정 검증결과(우)	178
[그림 3-104] 낙뢰 사전 알람 서비스(모바일 앱): 낙뢰예측정보(좌), 사용자 알람 설정(중), 낙뢰 사전알람 예시(우)	179
[그림 3-105] 레이더기반 「한국형 통합 공항·공역 기상시스템」 시범서비스: 홈페이지(좌), 모바일 앱(우)	179
[그림 3-106] 범부처 기술공유 교육('20.6.22.)(좌), 한강홍수통제소 현장설치 ('20.6.23.)(중), 공군기상단 현장설치('20.6.24.)(우)	180
[그림 3-107] 범부처 레이더자료 활용기술향상 국제전문가 교육 워크숍('20.10.12)(좌), 범부처 레이더테스트베드 활용성과 워크숍('20.11.10)(중), 범부처 기상 레이더 장비 기술교류 워크숍('20.11.19~20)(우)	181
[그림 3-108] 제52차 IPCC 총회 개최식('20.2.24.) 및 총회 발언	186
[그림 3-109] 제5차 한-인도네시아 기상협력회의('20.2.25.~28.)	187
[그림 3-110] 제7차 한-미국 기상협력회의('20.12.2.)	188
[그림 3-111] 제9차 한-몽골 기상협력회의('20.12.30.)	189
[그림 3-112] 주요정책 및 기상서비스 홍보 콘텐츠	201
[그림 3-113] 위험기상 피해예방 캠페인 영상	202
[그림 3-114] 기상과학이해 동영상 제작	202
[그림 3-115] 대상 '쌍용오름(김택수 作)'	203

[그림 3-116] 금상 ‘안개도시(방춘성 作)’	203
[그림 3-117] 외국인 석사과정생 기상청 현장연수 운영('20.7.13.~7.31.)	207
[그림 4-1] 서울특별시 특보구역 세분화	214
[그림 4-2] 재난 지원을 위한 맞춤형 기상정보	215
[그림 4-3] 수도권 폭염 영향예보 음성서비스	216
[그림 4-4] 인천경기남부앞바다 해역 확장	217
[그림 4-5] 국립밀양기상과학관·밀양아리랑우주천문대 공동개관('20.5.21.)	225
[그림 4-6] 제4회 도시폭염 대응 포럼('20.6.17., 광주시청자미디어센터)	227
[그림 4-7] 남해서부 앞바다·면바다 경계해역 조정(안)	227
[그림 4-8] 기후과학 퀴즈대회(좌), 호남 기상기후 랜선투어(우)	230
[그림 4-9] 산불현장 통합지휘본부(강원청장)	231
[그림 4-10] 2020년 산불방자유공 국무총리 표창	231
[그림 4-11] 강원도 도로제설 정보	232
[그림 4-12] 파도넘침 정보 시범서비스 웹페이지	232
[그림 4-13] 실시간 영상 제공 누리집 화면	233
[그림 4-14] 오대산 단풍('20.10.23.)	233
[그림 4-15] 강원도 날씨관광 플래닝 서비스 화면	234
[그림 4-16] 2차 정보사용자협의회 개최('20.8.20.)	234
[그림 4-17] 2020 기후변화포럼('20.7.23.)	235
[그림 4-18] 도전! 기후변화 퀴즈 골든벨('20.10.28.)	235
[그림 4-19] 데이터 워크숍('20.6.30.)	236
[그림 4-20] 한국기상학회('20.10.28.)	236
[그림 4-21] 기상청-강원도 상호협력 MOU 체결('20.7.9.)	236
[그림 4-22] 강원지역 기상관측망 종합운영관리시스템	236
[그림 4-23] 2020년 여름철 기상재해 및 재난 공동대응	238
[그림 4-24] 충남북부앞바다 평수구역 분리 및 해양기상서비스	238
[그림 4-25] 차령캠페인 2020 및 영향예보 가이드스	239
[그림 4-26] 기상관측장비 확충 및 시설 개선	240
[그림 4-27] 1인칭 시점 비디오 모델링 동영상('20.6.)(좌), 과학기술정보통신부 장관상 ('20.11.)(좌)	241
[그림 4-28] 「국립서해안기후대기센터 전시·체험시설 제작·설치」 착수보고회 ('20.10.28.)	242
[그림 4-29] 국립서해안기후대기센터 전시·체험시설 1, 2층 완성예상도	243

[그림 4-30] 산불 현장통합 지휘본부 현장브리핑('20.4.25.)(좌), 산불 발생위치 및 산불현황(우)	244
[그림 4-31] 독도 접안 기상정보 확대 전(좌), 확대 후(우)	245
[그림 4-32] 경북지역 대표 과수 기상융합서비스 플랫폼 데이터 처리 흐름도	248
[그림 4-33] 국립대기상과학관 전시체험시설 환경개선 및 체험프로그램 운영	248
[그림 4-34] 모두를 위한 관광 가이드북(좌) 및 「모두를 위한 관광지」 13경 관련 기사(우)(대구일보/'20.10.27.)	249
[그림 4-35] 기후변화관련 공모전 수상작 전시회	250
[그림 4-36] 제주도 해양레저기상정보 서비스 페이지	254
[그림 4-37] 태풍고백 특별전	255
[그림 4-38] 폭염 영향예보 분야별 가이던스(보건·산업·축산업)	256
[그림 4-39] 한파 영향예보 분야별 가이던스(농업·축산업·수산업·교통)	256
[그림 4-40] 전북도청 상황대책회의('20.6.29.)	257
[그림 4-41] 전주KBS 생방송 재난방송 연결('20.7.29.)	257
[그림 4-42] 전북 축산농가 맞춤형 기상정보 시험서비스 제공	259
[그림 4-43] '전주 百年, 기후이야기' 발간	259
[그림 4-44] 전주시 기후변화 제2차 적응대책 반영	259
[그림 4-45] 기후변화과학 교육 전문가 특강('20.8.21.)	260
[그림 4-46] 유튜브, 교내 방송시설 활용 교육 운영('20.7.31.)	260
[그림 4-47] 부분일식 유튜브 실시간방송('20.6.21.)	260
[그림 4-48] 국립전북기상과학관 사이버과학관 시범운영	260
[그림 4-49] 충북자율방재단연합회-청주기상지청 간 업무협약 체결('20.8.) 및 감사패 수상('20.11.)	261
[그림 4-50] 충청북도 강우정보홈페이지 표출 화면	262
[그림 4-51] 충청북도 집중호우 보고서(좌) 충북예보통(通)(우), 「여름	264
[그림 4-52] 알기 쉬운 기후변화 e-핸드북(좌) 기후변화주간 캠페인(우)	265
[그림 4-53] 국립충주기상과학관 개관('20.7.)(좌) 충주 STEAM 과학축제 공동개최 ('20.10.)(우)	266
[그림 4-54] 날씨현상 소식지 '날씨 참 좋다', '기상기후사전'(좌) 기상과학 홈스쿨링 ('20.10.)(우)	266
[그림 4-55] 수도권 집중호우 관측 프로그램의 관측망 구성	269
[그림 4-56] 수도권 집중관측 분석 시스템(비교·분석 단열 선도)	270
[그림 4-57] '20.3.27. 강우량(원) 및 인공강우 수치모의(색) 결과	270
[그림 4-58] 한반도 온실가스(CO ₂) 시공간 특성분포	270

[그림 4-59] 중규모 대류계 동반 수도권 집중호우(8.11-8.20) 발생 관련 고도에 따른 온위, 상대습도 및 바람의 시계열	271
[그림 4-60] 교통분야 대설 위험수준별 임계값 산출(서울)	271
[그림 4-61] 현업 기후예측시스템 기후기간 연장에 따른 겨울철 지상기온 아노말리 상관값 차이	273
[그림 4-62] 지상과 서해 상공(항공) 관측결과: 지상에서는 미세입자만 관측되었으나, 서해 상공에서는 고도별로 고농도 미세입자 또는 고농도 조대입자(황사)가 관측됨.	273
[그림 4-63] 공항 낙뢰 실시간 알림 서비스 현황	276
[그림 4-64] 위험기상정보 앱 PUSH 알림	277
[그림 4-65] 항공정보와 태풍정보 중첩	277
[그림 4-66] 항공예보총괄팀 위험기상 대응 시나리오 예시	278
[그림 4-67] 자동기상탐지 센서(낙뢰)	279
[그림 4-68] 자동기상탐지 센서(어는비)	279
[그림 5-1] 고층기상관측망	302
[그림 5-2] 해양기상관측장비 현황	303



제1부 주요정책 및 이슈

1. 2020년 주요정책 성과
2. 2020년 우리나라 기후특성
3. 2020년 전 지구 기후특성
4. 2020년 주요 기상뉴스



2020년 주요정책 성과

기획조정관 | 기획재정담당관 | 기술서기관 | 김명규
기획조정관 | 기획재정담당관 | 기상사무관 | 김강하

1.1. 기상청 국정과제 추진

현 정부는 ‘국민의 나라 정의로운 대한민국’이라는 비전으로 국정운영 5개년 계획을 수립하였고, 기상청은 ‘내 삶을 책임지는 국가’라는 국정목표 아래 ‘국민안전과 생명을 지키는 안심사회’라는 전략 중 4개의 실천과제를 담당하고 있다.

‘지진으로부터 국민안전 확보’, ‘맞춤형 스마트 기상정보 제공’, ‘재난 예·경보시스템 구축’, ‘기후변화 적응능력 제고’의 실천과제 이행을 위해 기상청의 모든 역량을 집중하여 국민의 안전을 위해 국가의 책임성을 강화하고 국민 삶의 질이 높아지도록 적극 지원하고 있다.

[표 1-1] 문재인 정부 기상청 소관 국정과제

[목표3] 내 삶을 책임지는 국가

[전략3] 국민 안전과 생명을 지키는 안심사회

[55번] 안전사고 예방 및 재난 안전관리의 국가책임체제 구축

(55-4) 지진으로부터 국민안전 확보	(주관: 기상청, 행정안전부)
<ul style="list-style-type: none"> 지진 조기경보 발표시간 단축 및 대국민 지진정보 전달체계 다양화 지진 발생원인 규명 및 지진분석 정확도 향상 	
(55-6) 맞춤형 스마트 기상정보 제공	(주관: 기상청)
<ul style="list-style-type: none"> 맞춤형 위험기상 정보의 선제적 제공으로 유관기관 방재활동 지원 강화 생활기상서비스 강화 및 기상기후 빅데이터 활용 확산 기상예보·관측 인프라 확충 	

[56번] 통합적 재난관리체제 구축 및 현장 즉시대응 역량 강화

(56-4) 재난 예·경보 시스템 구축	(주관: 기상청, 행정안전부)
<ul style="list-style-type: none"> 지진해일 및 너울성 파랑관련 연구개발 지진해일 예측기술 개선 및 위험정보의 신속한 전달체계 구축 해역별 위험기상 예측기술 개발 및 예·경보 시스템 구축 선박 등을 대상으로 해양기상 정보 전달체계 강화 	

[61번] 新기후체제에 대한 견실한 이행체계 구축

(61-2) 기후변화 적응능력 제고	(주관: 기상청, 환경부)
<ul style="list-style-type: none"> 기후변화 적응을 위한 기후변화 감시·예측 서비스 강화 新기후체제 대비 기후변화 전망자료 생산 및 국내 전문가의 IPCC 참여 확대 	

1.2. 2020년 주요업무 성과

기후변화는 우리나라뿐만 아니라 전 세계적으로 관심을 가지고 고민하는 이슈로 그 영향은 점점 커지고 있다. 우리나라의 경우 2018년에는 가장 더운 여름이 나타나고, 2019년은 가장 많은 태풍이 우리나라에 영향을 미쳤으며, 2020년은 가장 긴 장마철을 기록하는 등 국민의 안전을 위협하는 이상기상현상의 빈도는 잦아지고 국민의 불편은 더욱 커지고 있다. 이에 위험기상으로부터 국민안전 확보하고 국민 일상적인 삶의 영역까지 날씨서비스를 확대하기 위해 2020년 정책목표를 ‘국민의 안전과 생활편의 증진을 위한 혁신적인 날씨서비스 개편’으로 정하고 주요정책을 추진하였다.

첫째, 위험기상 대응역량을 강화하기 위해 예·특보 체계를 개편하였다. 6시간 이내의 초단기예보에 대해 1시간 단위로 제공하던 것을 10분 단위로 세분화하여 날씨정보를 제공하였다. 그리고 6시간 이내의 짧은 초단기 기상 현상과 변동성이 큰 중기예보에 대해 이해하기 쉽도록 예보관이 직접 출연하여 기상 현상을 설명하는 날씨해설 영상을 신규 제공하여 상세한 예보를 효율적으로 전달하고 국민의 활용도를 높였다.

또한, 기존에 기온만 고려하여 발표하던 폭염특보를 기온과 습도를 고려하여 국민이 실제 체감하는 더위를 기준으로 폭염특보를 발표하였고, 서울시의 위험기상 발생특성 등을 고려하여 기존 1개 구역으로 운영하던 특보 구역을 4개 구역으로 세분화하여 운영하는 등 국민이 체감할 수 있는 특보체계로 전환하였다.

둘째, 맞춤형 위험기상정보 전달체계를 강화하였다. 사용자 위치를 중심으로 위험기상을 빠르고 정확하게 제공하기 위해 날씨알리미 앱 서비스를 시작하였다. 국민들이 기상재해 대응에 필수적으로 필요로 하는 기상특보, 지진정보, 위험기상에 따른 긴급예보변경 발표 등에 대해서는 사용자의 선택사항이 아닌 기본알림으로 제공하고, 사용자의 개인설정에 따라 선택한 날씨정보, 원하는 지역 및 설정한 시각에 맞춘 정보 제공은 선택알림으로 제공하였다. 지진정보도 날씨알리미앱과 연동하여 지진정보 수신 기준을 지진규모 또는 진도중 선택이 가능하게 하였고, 지진발생 시 행동요령, 사용자 위치의 진도 상세정보 등도 함께 제공하였다.

그리고 천리안위성 2A호 위성통신을 이용하여 먼바다에서 운항 중인 선박에도 다양한 고품질의 해양기상정보를 제공하는 해양기상 위성방송 서비스를 시작하였다. 그간 무선팩스를 이용한 정보 제공으로 콘텐츠 확장에 어려움이 있었고, 전파간섭에 의한 자료의 품질 저하, 수신 거리 제약 등으로 인해 동중국해 부근바다인 연근해까지만 제공하였다. 하지만 해양기상 위성방송을 이용하여 서태평양, 호주 부근바다인 원해까지 서비스 영역을 확대하고 총 15종의 360개 산출물을 스마트폰, 태블릿, 모니터 등 다양한 디지털기기에서 활용할 수 있도록 제공하였다.

셋째, 보다 정확한 기상정보를 제공하기 위해 기상예보 핵심기술 확보와 예측역량 향상을 위해 노력하였다. 지난 2011년부터 2019년까지 9년간의 개발 기간을 거쳐 국내 기술로 한국형수치예보모델을 개발 완료하였고, 2019년 준현업 운영 기간을 거쳐 2020년 4월부터 정식으로 현업에서 운영하고 있다. 또한, 천리안위성 2A호와 같은 신규 관측자료를 활용할 수 있도록 개선하는 등 예측성을 향상시키기 위해 꾸준히 노력하고 있다.

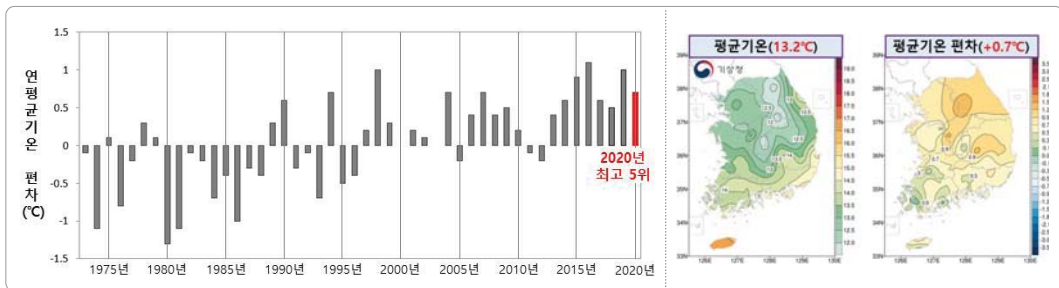
그리고 관측이 촘촘해지고 기술이 발전하면서 예보관이 활용할 수 있는 정보도 매우 방대해져 예보관의 업무 중 단순 반복적인 부분을 지원하고자 기계학습, 딥러닝 등의 기술을 활용한 인공지능 예보보좌관 초기버전 설계를 완료하였으며, 예보관 집중훈련과정을 확대 운영하고 예보사과정 및 핵심분야 실무과정을 이러닝으로 편성하는 등 예보관의 교육기회를 확대하고 예보역량 향상에 온전히 집중할 수 있도록 하였다.

넷째, 기상기후정보의 사회·경제적 가치를 확산하고 활용성을 강화하기 위해 노력하였다. 고온·저온에 대한 정보를 제공하는 이상기후전망과 기상가뭄예보를 1·3개월 장기전망과 통합·제공하여 정보의 활용성을 높였고, 정기적인 여름·겨울철 전망 발표 외에도 필요한 경우 최신자료를 반영하여 수정전망을 발표하는 등 폭염·한파에 대해 보다 철저히 대비할 수 있도록 지원하였다. 그리고 범정부 기후변화 대응 지원 강화를 위해 ‘한국 기후변화 평가보고서 2020’, 지난 10년 한반도의 대표적인 이상기후를 정리한 ‘2019 이상기후보고서’를 발간하는 등 기후변화 분석정보를 확대 제공하기 위해 노력하였으며, 평년과 달리 이례적인 기상현상 등에 대한 기후이슈를 선제적으로 분석하여 제공하는 등 국민·언론과 활발한 소통을 위해 노력하였다.

한편으로는 기상관측표준화 대상기관의 기상관측데이터를 전면 개방하여 기상기후데이터 이용 활성화와 기상자료가 가지는 가치를 확대하고자 하였으며, 민간기상기업이 보유하고 있는 강점기술과 신전략을 중심으로 창업 및 성장을 지원하여 국내 기상산업 매출액이 5,023억 원을 달성(2019년 기준 기상산업 실태조사 결과)하는 등 기상서비스 시장을 육성하였다. 그리고 기상과학 문화를 널리 알리고 보전·연구하기 위해 기상청 옛 청사이자 세계기상기구에서 ‘100년 기상관측소’로 선정한 서울기상관측소 건물을 리모델링하여 국립기상박물관을 개관하였고, 전통·근대·현대의 기상기술과 기상역사를 주제로 전시실을 구성하여 운영하고 있다.

기후과학국 | 기후변화감시과 | 기상사무관 | 임교순

2020년도는 연평균기온이 13.2°C(평년 12.5°C)로 1973년 이후 5번째(1위 2016년 13.6°C)로 높았고 전 세계적으로는 1850년 이후 2016년과 2019년에 이어 세 번째로 높았던 해였다(14.9°C, 산업화 이전인 1850~1900년 대비 +1.2°C(±0.1)). 월별로는 봄철과 여름철에 월별 기온 변동 폭이 매우 큰 특징을 보였다. 연 초반인 1~3월은 북극에 찬 공기가 갇힌 가운데 시베리아 지역의 기온이 평년보다 2~3°C 높게 유지되면서 찬 시베리아 고기압의 강도가 약해 전국적으로 높은 기온을 기록(상위 1~3위)하였다. 반면, 4월은 북서쪽에서 찬 공기가 자주 유입되면서 쌀쌀했던 날이 많아 기온이 하위 5위까지 떨어졌다. 여름철 시작인 6월은 이른 폭염이 한 달간 지속되면서 평균기온과 폭염일수가 상위 1위를 기록한 반면, 7월은 선선했던 날이 많아 6월(22.8°C) 평균기온이 7월(22.7°C)보다 높은 현상이 1973년 이후 처음으로 나타났다.



[그림 1-1] 우리나라 연평균기온 편차 시계열(좌), 연 평균기온과 연 평균기온 편차 분포도(°C)(우)

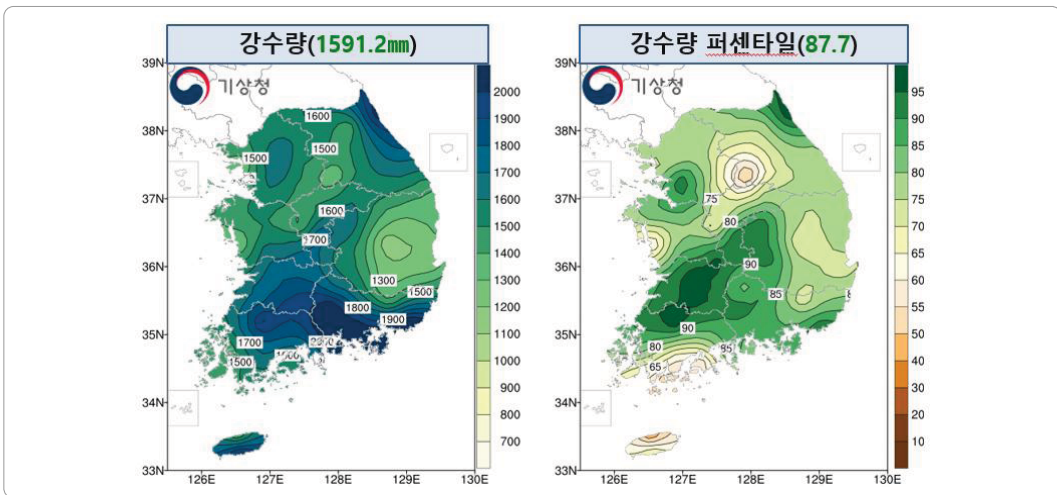
※ 평년: 1981~2010년

[표 1-2] 우리나라 월 평균기온, 편차(°C) 및 역대 순위(내림차순)

	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	2020년
평균(°C)	2.8	3.6	7.9	10.9	17.7	22.8	22.7	26.6	20.3	14.0	8.8	0.7	13.2
편차(°C)	+3.8	+2.5	+2.0	-1.3	+0.5	+1.6	-1.8	+1.5	-0.2	-0.3	+1.2	-0.8	+0.7
순위(상위)	1위	3위	2위	44위	14위	1위	44위	6위	29위	31위	10위	34위	5위

※ 편차: 전국 월평균 - 해당 월 평년값(1981~2010년) | 순위: 1973년~2020년 기간 동안 내림차순

2020년 한 해 동안 전국 강수량은 1591.2mm로 평년(1207.6~1446.0mm)보다 많아 1973년 이후로 상위 6위를 기록하였다. 지역적으로 중부 내륙과 전라 남해안, 제주 북부 등 일부를 제외하고는 전국적으로 강수량이 평년값보다 많았다. 월별로는 1~2월, 7~8월에 평년값보다 매우 많았던 반면, 봄철인 3~4월과 10월, 12월은 적었다. 특히, 장마철 기간은 중부와 제주에서 각 54일, 49일로 역대 가장 긴 장마였으며, 정체전선에 의한 남북으로 폭이 좁은 강한 강수대가 자주 형성되어 집중호우가 잦았다(1973년 이후, 장마철 전국 강수량 2위, 중부 1위, 전국 강수일수 1위, 중부와 제주 1위, 여름철 강수량 3위 기록).



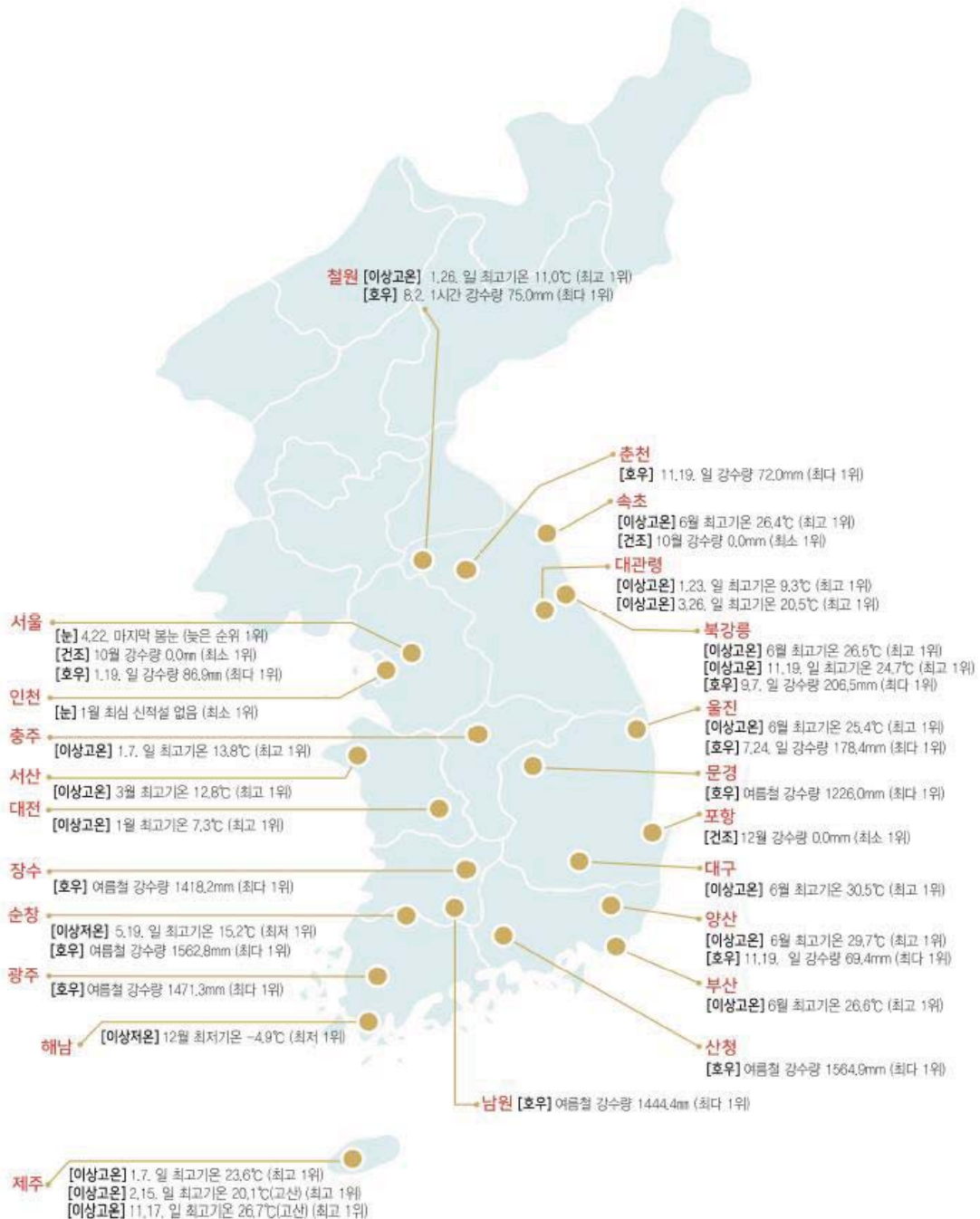
[그림 1-2] 연평균 누적 강수량(mm)(좌) 및 평년값 대비 연 강수량 퍼센타일 분포도(우)

※ 퍼센타일(백분위): 평년 동일 기간의 강수량을 크기가 작은 것부터 나열하여 가장 작은 값을 0, 가장 큰 값을 100으로 하는 수 (평년 비수 범위: 33.3~66.7)

[표 1-3] 전국 월평균 누적 강수량(mm), 퍼센타일(%ile) 및 역대 순위

	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	2020년
월강수량(mm)	83.4	58.3	28.1	40.3	104.4	182.1	420.7	401.6	210.0	10.5	38.9	7.9	1591.2
퍼센타일(%ile)	98.4	85.2	12.4	12.0	48.9	64.8	88.1	87.1	65.9	2.9	51.9	8.3	87.7
순위(상위)	2위	9위	41위	43위	23위	15위	6위	6위	13위	47위	24위	45위	6위

2020년 태풍은 총 23개가 발생하였으며, 이 중 4개의 태풍이 우리나라에 영향을 주었다(평년 25.6개 발생, 3.1개 영향). 우리나라에 영향을 준 태풍은 여름철에 3개(제5호 '장미', 제8호 '바비', 제9호 '마이삭'), 가을철은 1개(제10호 '하이선')였다. 이 중 제8~10호는 8월 하순 이후 연속 발생하여 우리나라에 영향을 주었고, 제5호 '장미'와 제9호 '마이삭', 제10호 '하이선'은 우리나라에 상륙하였다.

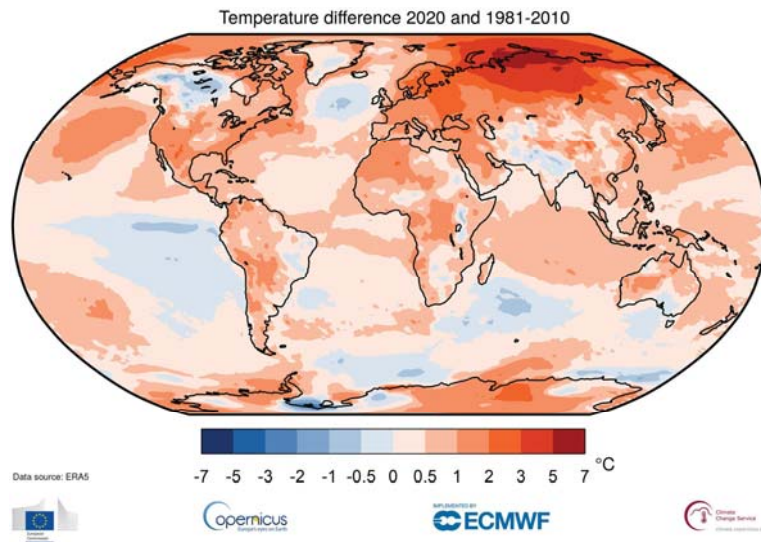


[그림 1-3] 2020년 우리나라 주요 극값 현황

3.1. 평균기온

세계기상기구(WMO) 발표에 의하면, 2020년 전 지구 평균기온은 14.9°C였으며, 산업화 이전(1850~1900년) 대비 약 1.2(±0.1)°C 높아, 1850년 이후 2016년과 2019년에 이어 역대 세 번째로 기온이 가장 높았던 해로 기록되었다. 특히, 2020년은 냉각 효과를 갖는 라니냐 현상이 있었음에도 전 지구가 이례적으로 따뜻하여 온난화 경향을 뚜렷이 보여줬다.

이로써 전 지구 평균기온이 높았던 상위 6순위가 모두 최근 6년(2015~2020년) 이내에 나타났으며, 최근 10년(2011~2020년)과 더불어 역대 가장 더운 6년과 10년이 되었다.



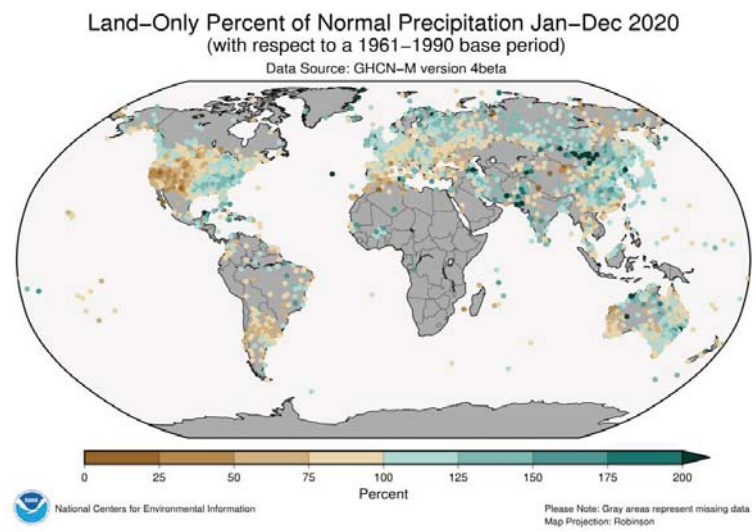
[그림 1-4] 2020년 전 지구 연평균기온 평년편차 분포도(출처: 코페르니쿠스 기후변화서비스, C3S)

이러한 기후변화 추세 속에서 지구촌 곳곳에서 폭염, 한파 등 이상기후 현상과 함께 많은 기상재해가 발생하였다. 2020년 초에는 노르웨이가 1월 최고기온(19°C)을 경신하는 등 북유럽과 러시아 서부를 중심으로 이상고온이 발생한 반면, 무더운 지역인 이집트에서는 1월에 이상저온과 함께 100년 만에 이례적으로 눈이 관측되었고, 이란, 파키스탄 등 중동 일부 지역에서는 폭설과 산사태로 수십 명의 인명피해가 발생하였다.

또한, 2020년 여름철에는 2019년에 이어 북극 대부분 지역의 기온이 이례적으로 높았다. 특히, 시베리아 베르호얀스크는 38℃(6월 20일)로 북극 최고기온을 경신할 정도로 북극의 여름철 기온은 평년보다 3~5℃ 이상 높게 나타나면서 1881년 이후 가장 높게 기록되었다. 이와 더불어 시베리아 북극 지역의 눈덮임과 토양수분이 6월 기준 역대 최저를 기록하면서, 북동부를 중심으로 많은 화재가 발생하였다. 미국도 데스밸리 사막의 최고기온이 54.4℃(8월 16일)로 1931년 이후 전 지구 관측 역사상 3번째로 높은 기온을 경신하였고, 캘리포니아를 포함한 서부지역은 고온 건조한 대기의 영향으로 광범위한 산불이 발생하면서 약 36명의 인명피해와 약 2만ha의 재산피해가 발생하였다.

3.2. 평균강수량

2020년 한해, 남미 대부분 지역은 극심한 가뭄을 겪었으며, 특히, 아르헨티나의 북동부는 1~8월 강수량이 매우 적어, 1995년 이후 가장 건조한 해였다. 유럽 중 스페인은 3~4월에 평년보다 많은 강수량이 내렸으며, 영국의 연강수량은 평년 대비 114%으로 관측이후 6번째로 많은 양을 기록하였다. 남아시아의 경우, 7월 네팔 중부와 서부에 홍수와 산사태가 발생하여 110명이 넘는 사망자가 발생하였고, 방글라데시는 일부 지역에 폭우가 내려 90명이 넘는 사망자가 발생하였다. 또한, 우리나라를 비롯한 중국과 일본 등 동북아시아에서는 여름철 동안 기록적인 긴 장마철과 집중호우, 최다강수량을 기록하면서 많은 인명과 재산피해가 발생하였다. 중국은 6~7월 지속된 강수로 1961년 이후 최장기간(62일)의 장마와 최다강수량(759.2mm) 기록을 경신하였고, 일본은 서부지역에서 1946년 이후 가장 많은 7월 강수량을 기록하며 약 86명이 사망하거나 실종되는 피해가 발생하였다.



[그림 1-5] 2020년 전 지구 평년 대비 연강수량 비율(%) (출처: 미국 국립해양대기청 환경정보센터(NOAA NCEI))

2020년 열대성 저기압(Tropical cyclone)은 북반구와 남반구 해역에서 11월 17일까지 총 96개가 발생하였으며, 북대서양에서는 30개의 열대성 저기압이 발생하면서 최다 발생 기록을 경신(2005년 28개 발생)하였다. 이중 가장 영향이 컸던 '로라(Laura)'는 4등급 강도로 발달하여 루이지애나주 서쪽에 상륙하면서 인접국 아이티와 도미니카공화국의 피해를 포함하여 약 140억 달러에 달하는 경제적 손실과 77명이 사망하는 등 많은 인명 피해를 입혔다.

4 2020년 주요 기상뉴스

4.1. 역대 가장 긴 장마철, 전국 강수량 2위

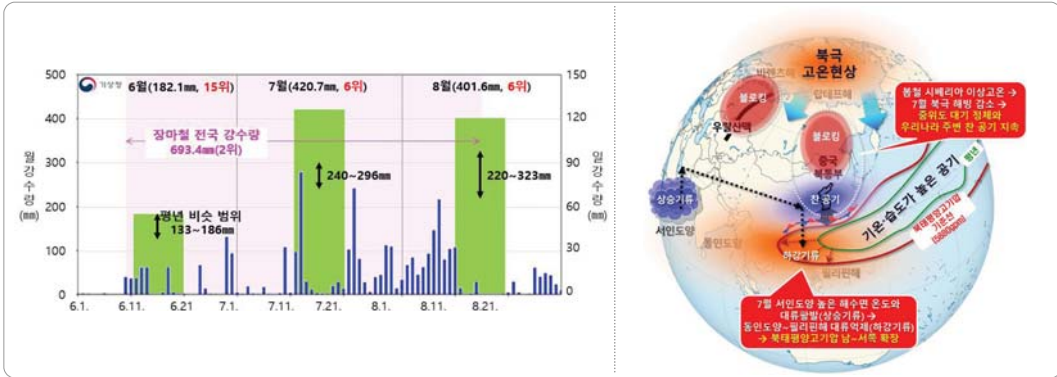
기후과학국 | 기후변화감시과 | 기상사무관 | 임교순

장마철 기간은 제주에서 6월 10일 시작하여 7월 28일 종료(49일)되었고, 중부는 6월 24일 시작하여 8월 16일에 종료(54일)되면서 1973년 이후 가장 긴 장마로 기록되었다. 1973년 이후, 장마철 전국 강수량은 693.4mm(평년 356.1mm)로 2위(1위 2006년 699.1mm), 중부는 851.7mm로 1위였으며, 전국 강수일수는 28.3일(평년 17.1일)로 1위, 중부와 제주도로도 각 34.7일(평년 17.2일), 29.5일(평년 18.3일)로 1위를 기록하였다.

이는, 대기 정체로 편서풍이 약해지고 북쪽으로부터 우리나라 주변에 찬 공기의 유입이 잦았으며, 특히, 서인도양에 해수면 온도가 높아 대류가 매우 활발(상승기류)해지면서 동인도양~필리핀해 부근에서 대류 역제가 강화(하강기류)됨에 따라, 북태평양고기압이 남~서쪽으로 크게 확장하고 북쪽으로는 확장이 지연되었기 때문이다.

[표 1-4] 중부/남부/제주 장마철 시작일과 종료일 및 기간, 기간별 순위

긴 순위	중부지방				남부지방				제주도			
	연도	시작일	종료일	기간	연도	시작일	종료일	기간	연도	시작일	종료일	기간
1위	2020년	6.24.	8.16.	54일	2013년	6.18.	8.2.	46일	2020년	6.10.	7.28.	49일
2위	2013년	6.17.	8.4.	49일	1974년	6.16.	7.31.	46일	1998년	6.12.	7.28.	47일
:	:				:				:			
10위	1990년	6.19.	7.27.	39일	2020년	6.24.	7.31.	38일	1975년	6.17.	7.28.	42일



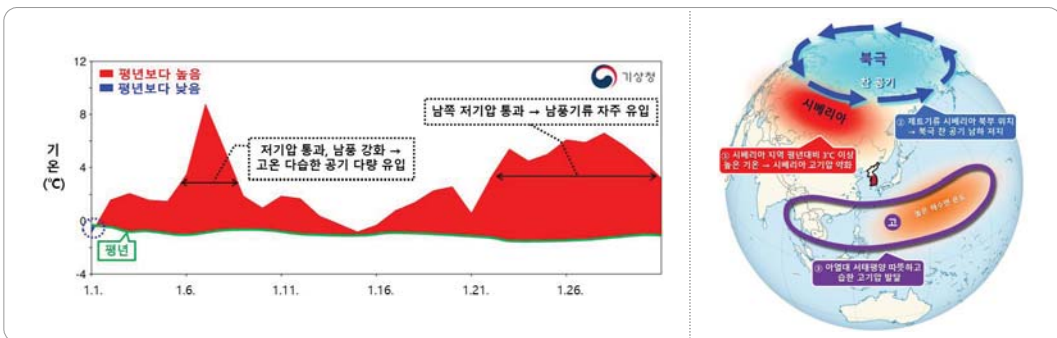
[그림 1-6] 여름철(6~8월) 및 장마철(분홍) 전국 강수량의 월(녹색)/일(파랑) 변화 시계열(좌), 기압계 모식도(우)

4.2. 1973년 이래 전국적으로 가장 따뜻했던 1월

기후과학국 | 기후변화감시과 | 기상사무관 | 임교순

1월 전국 평균기온이 2.8℃(평년비교 +3.8℃)로 새해 첫날을 제외하고 모두 평년보다 매우 높아 1973년 이후 1위를 기록하였고, 평균 최고기온(7.7℃, +3.4℃)과 평균 최저기온(-1.1℃, +4.5℃)도 동시에 이례적으로 가장 높았다.

원인은 시베리아 지역에 남서기류가 주로 유입되면서 고온현상(평년보다 3℃ 이상 높음)이 나타나, 차고 건조한 시베리아 고기압이 발달하지 못하였고, 우리나라로 부는 찬 북서풍도 약했기 때문이다. 또한, 겨울철에 발달하는 극 소용돌이(겨울철 북극 지역에 중심을 두고 발달하여 찬 북극 공기를 머금은 저기압 덩어리)가 평년에 비해 강하여 제트기류가 북상하면서 북극의 찬 공기를 가두는 역할을 하였다. 한편, 아열대 서태평양에서는 해수면 온도가 평년보다 1℃ 내외로 높아 우리나라 남쪽에 따뜻하고 습한 고기압이 세력을 유지하면서 우리나라로 따뜻한 남풍기류를 유입시켜 기온이 상승한 것으로 분석된다.



[그림 1-7] 2020년 1월 전국 평균기온 일변화 시계열(좌), 기압계 모식도(우)

[표 1-5] 기온 관련 기상요소별 순위(1973년 이후 전국평균)

구분	2020년 1월		2019년 12월~2020년 1월	
	값 (°C)	순위	값(°C)	순위
평균기온 (평년편차)	2.8 (+3.8)	상위 1위	2.8 (+2.5)	상위 1위
평균 최고기온 (평년편차)	7.7 (+3.4)	상위 1위	7.9 (+2.2)	상위 1위
평균 최저기온 (평년편차)	-1.1 (+4.5)	상위 1위	-1.4 (+3.0)	상위 1위
한파 일수 (평년편차)	0.0 (-2.7)	하위 1위	0.1 (-3.6)	하위 1위

4.3. 이른 6월 폭염, 7월보다 높은 6월 기온 처음

기후과학국 | 기후변화감시과 | 기상사무관 | 임교순

2020년 6월은 이른 폭염이 나타면서 평년보다 높은 기온이 지속되었으나, 7월은 장마로 인해 많은 비가 내리면서 기온이 오르지 않아 6월(22.8°C)보다 7월(22.7°C)의 평균기온이 낮은 현상이 1973년 이후 처음으로 나타났다.

6월의 전국 최고기온과 평균기온은 각 28.0°C(평년편차 +1.5°C), 22.8°C(평년편차 +1.6°C), 폭염일수도 2.0일(평년편차 +1.4일)로 1973년 이후 모두 상위 1위를 기록하였으며, 최저기온은 18.4°C(평년편차 +1.7°C)로 상위 2위를 기록하였다.

6월 초부터 상층과 하층에 더운 공기가 자리 잡은 가운데, 기온과 습도가 높은 공기(북태평양고기압)의 영향과 서쪽에서 접근한 저기압에 따뜻한 남서풍이 유입되었고, 강한 일사까지 더해지면서 가장 더운 6월로 기록되었다. 특히, 6월 초와 중반에는 남서풍의 따뜻한 공기가 태백산맥을 넘어 더욱 고온 건조해져 강원도 영동은 국지적으로 기온이 크게 상승하기도 했다.

반면, 7월은 6월 말부터 우리나라 주변의 대기 상·하층에 찬공기가 정체하면서 기온과 습도가 높은 공기(북태평양고기압)가 북상하지 못하고 일본 남쪽에 머물러, 흐리거나 비가 오는 날이 잦아 기온이 오르지 못하면서 7월의 전국 평균기온은 22.7°C(평년편차 -1.8°C)로 6월보다 낮은 기온을 보였다.



[그림 1-8] 6월 기압계 모식도

[그림 1-9] 6월 폭염 언론보도('20.6.22.)

4.4. 한국형수치예보모델의 현업운영 시작

수치모델링센터 | 수치자료응용과 | 기상연구관 | 최현주

기상청은 우리나라의 기상예보에 적합한 자체 수치모델 개발을 위해 2011년 한국형수치예보모델개발사업을 추진하여 2019년 성공적으로 사업을 마무리하였다. 2019년 4월부터 한국형수치예보모델(이하 KIM)이 준현업 운영을 시작하여 '예보 → 진단 → 개선'의 빠른 환류체계를 정착하고, 현업이관을 위한 점검 및 보완 등의 준비 과정을 거쳐 2020년 4월 28일부터 KIM의 현업 운영을 안정적으로 개시하였다. 이로써 우리나라는 세계에서 9번째로 자체 수치예보모델 보유국이 되어 능동적으로 모델을 개선하고 보완할 수 있게 되었다.

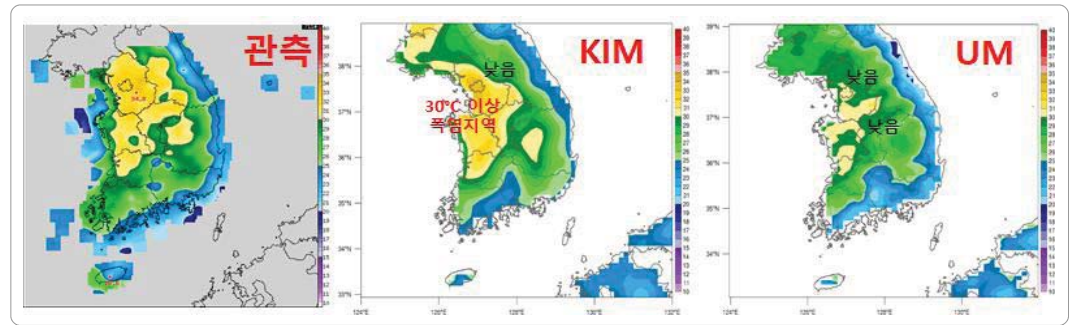
현업화 이후 기상청은 내부 역량을 집중하여 2020년 총 2회의 빠른 주기로(약 3개월) 모델 버전 갱신을 추진하였다. 1차 버전 갱신(2020.6.25.)에서는 강수물리과정 등을 개선하여 KIM의 강수예측성능 및 태풍모의 성능을 개선하였고, 2차 버전 갱신(2020.10.29.)에서는 신규 관측 자료 활용(라디오존데 하강관측, 천리안위성 2A호 등), 관측 자료의 품질 및 자료동화기법 개선 등으로 KIM의 초기장을 개선하였다.

KIM의 2020년 여름철(7월) 예측 성능은 미국, 독일, 캐나다 등과 대등한 수준의 정확도를 확보한 것으로 확인하였으며, 일본과 러시아보다 우수한 예측성능을 보였다. 또한, 한반도지역 폭염 예측 정확도는 기상청에서 병행 운영하고 있는 영국모델보다 우수함을 보였다.

향후 지속적인 KIM의 예측성능 향상 및 연구개발 환경 조성으로 정확한 기상예보 생산을 위한 예보지원 확대 및 위험기상 대응역량 강화 기반을 마련할 것이다.

[표 1-6] 2020년 7월 북반구 500hPa 고도 5일 예보오차(출처: 기상청 수치모델 표준검증시스템)

영국	한국(KIM)	독일	미국	캐나다	일본	러시아
31.26	34.29	35.37	35.49	35.67	37.64	37.17



[그림 1-10] 2020년 7월 9일 폭염 예측: 실황(좌), 한국형모델(KIM, 중), 영국모델(UM, 우). 노란색 계열은 30°C 이상의 폭염지역을 나타냄.

4.5. 우리나라에 영향을 준 태풍의 신뢰성 높은 예측

예보국 | 국가태풍센터 | 기상사무관 | 이경호

2020년 북서태평양(0~60°N, 100~180°E)에서는 총 23개의 태풍이 발생하였으며, 그 중 4개 [5호 장미(JANGMI), 8호 바비(BAVI), 9호 마이삭(MAYSACK), 10호 하이선(HAISHEN)]가 우리나라에 영향을 주었다. 특히 8호 ‘바비’(8.22~27), 9호 ‘마이삭’(8.28~9.3), 10호 ‘하이선’(9.1~7))이 연달아 발생하여 북상하면서 일부 인명피해가 발생하기도 하였다.

기상청에서는 우리나라에 영향을 줄 것으로 예상됨에 따라 태풍분석 및 예보역량을 집중하기 위해 태풍특별대응반을 편성하여 운영하였다. 또한, 선제적으로 태풍정보 및 실시간 상황을 언론과 방재 유관기관에 제공하는 등 관계기관 간 협업 및 태풍정보 전달에 만전을 기했다. 그 결과 기상 선진국인 미국, 일본보다 정확한 태풍진로를 예측하여 태풍에 의한 재해를 최소화할 수 있었고, 관계기관과 언론으로부터 격려와 칭찬을 받았다.

※ 태풍의 실제 중심위치와 예보 중심위치와의 차이가 제8호 ‘바비’는 111km, 제9호 ‘마이삭’은 53km, 제10호 ‘하이선’은 163km로 연속 3개의 태풍에 대한 정확한 예측

기상청은 앞으로도 정확한 태풍정보의 생산 및 서비스를 강화하는 등 국민들의 생명과 재산을 보호하기 위한 노력을 계속 이어나가겠다.



[그림 1-11] 대통령 주재 태풍점검 회의('20.9.7.)

[그림 1-12] 행정안전부 장관 국가태풍 센터 방문('20.9.3.)

[그림 1-13] 서울신문 기사('20.9.3.)

4.6. 서울 특보구역 4개 권역으로 세분화

예보국 | 예보정책과 | 기상사무관 | 한효진

최근 지구온난화 등 기후변화로 인해 호우나 폭염 등 이상기상 현상이 국지적으로 다양한 패턴으로 나타나고, 피해의 지역별 편차도 커지면서 기상특보의 발령구역을 행정단위보다 세밀하게 구분하여 운영할 필요성이 제시되었다.

특보구역을 세분화하기 위해서는 위험기상 발생 가능성의 세밀한 예측이 가능해야 한다. 동네예보의 정확도 개선, 초단기 강수 예측시스템 개발 등 끊임없는 예보기술 발전에 대한 노력으로 보다 상세한 지역 내의 위험성을 분석하고 예측해 내는 것이 가능해 지고 있다. 이러한 배경속에서 서울특별시의 특보 구역 세분화를 추진하게 되었다. 서울특별시는 단일 행정구역으로 인구 밀도가 가장 높고, 행정력이 집중되어 있는 사회·경제적 중심지이므로 국립기상과학원 주관으로 ‘서울지역 특보 구역 세분화 가능성’에 관한 연구를 통해 서울지역에 밀집된 기상관측망을 바탕으로 서울지역의 지역적·기후적 특성을 분석하였다. 특보 기준을 초과하는 위험기상 빈도를 활용하여 폭염, 한파, 호우로 구분하여 분석하였고, 세분화를 위한 군집분석을 실시하여 공간 세분화 방안을 제시하였다.

분석 결과 강수 패턴은 동서방향으로 구분되고, 폭염 패턴은 남북방향으로 구분되는 특징을 확인하였고, 이와 함께 사회·경제적 파급효과 및 생활권을 고려하여 아래 그림과 같이 서울을 4개 구역으로 세분하여 2020년 5월 시행하였다.

서울특별시를 대상으로 한 특보구역 세분화는 우리 청 입장에서도 방재기상측면에서 매우 도전적인 과제가 될 것이다. 서울은 우리나라의 수도로서 전체 인구의 20%가 거주하는 인구 밀집지역인 만큼 기상재해로부터의 피해인구 비율도 높다고 할 것이다. 지역적·기후적·사회·경제적 특성을 고려한 이 같은 특보구역 세분화가 적시적소에 기상특보가 발효되어 효율적 방재대응에 기여할 수 있기를 기대해본다.



[그림 1-14] 서울특별시 특보구역 세분화

4.7. 국내 최초의 기상역사 박물관 ‘국립기상박물관’ 개관

- ‘공주 충청감영 측우기’, ‘대구 경상감영 측우대’ 국보 승격

기상서비스진흥국 | 국가기후데이터센터 | 기상사무관 | 허철운

기상청이 2015년 박물관 설립 계획을 수립한 이래 6년이라는 긴 준비를 끝내고 국립기상박물관을 개관(10.30) 하였다. 기상학적 가치와 근대건축학적 의미를 지닌 서울기상관측소(등록문화재 제585호) 건물에 다양한 유물을 전시하여 그 역사성을 더하였다.

주요 유물로 보물에서 국보로 승격(2.27)된 『공주 충청감영 측우기(국보 제329호)』와 『대구 경상감영 측우대(국보 제330호)』가 국립기상박물관 상설전시실에 전시되어있다. 기상청 소장 두 유물은 세계 최초의 표준화된 기상관측체계가 전국적으로 구축되고 유지되었음을 나타내는 것으로, 세계적으로 독자성과 인류 과학사적·문화사적 가치와 의의를 인정받아 보물에서 국보로 승격된 것이다.

국립기상박물관의 개관식은 코로나19 상황을 고려하여 온라인으로 진행되었고, 개관 영상은 유튜브, SNS 등에 공개되었다.

국립기상박물관의 개관은 문화재 원형 복원과 전시에 대한 자문, 유물 기증 등 많은 분들의 도움과 관심으로 이루어졌다. 앞으로 기상과학문화의 위상을 높이고, 세계적인 기상박물관으로 성장할 수 있도록 최선을 다하고자 한다. 또한, 국민과 기상인이 함께할 수 있는 대표적인 문화 공간이 될 수 있도록 노력을 기울여 나갈 것이다.



[그림 1-15]
온라인 개막 영상(측우기, 측우대)

[그림 1-16]
공주 충청감영 측우기
(국보 제329호)

[그림 1-17]
대구 경상감영 측우대
(국보 제330호)

4.8. 천리안위성 1호, 9년간의 기상관측 임무 종료

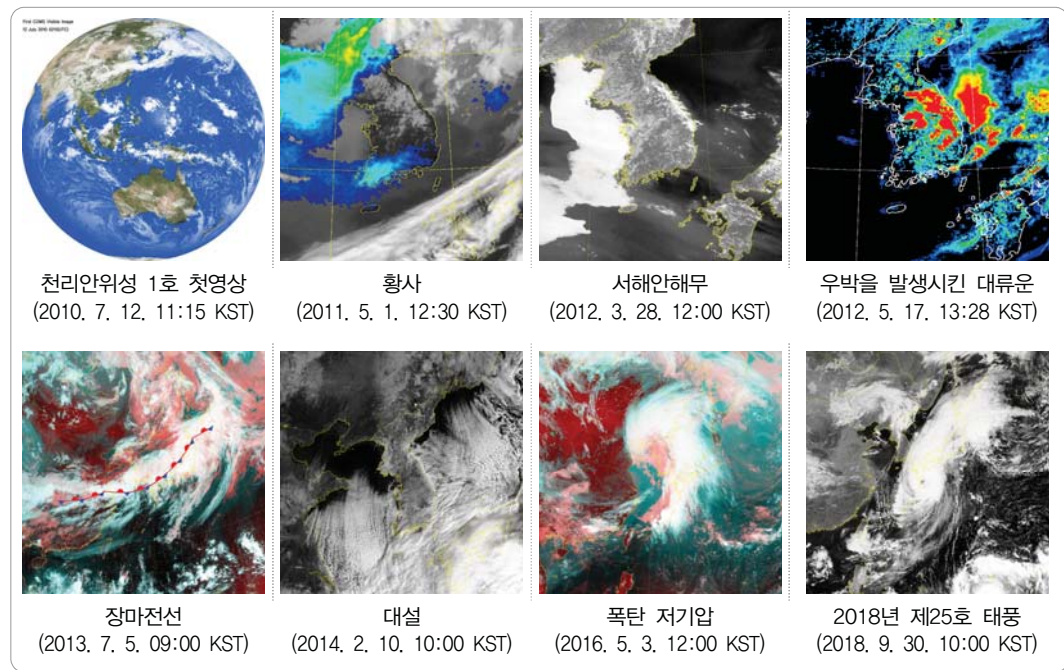
국가기상위성센터 | 위성운영과 | 기상사무관 | 신동기

기상청은 우리만의 독자적인 기상위성을 보유하기 위하여 많은 연구과 노력을 기울여 2003년부터 천리안위성 1호 개발을 시작하였다. 이후 천리안위성 1호를 2010년 6월 27일에 성공적으로 발사하였고, 2011년 4월 1일에는 정규서비스를 시작하여 외국의 위성자료를 받던 나라에서 아시아-태평양 지역 국가에 우리의 위성영상을 제공하는 나라가 되었다.

천리안위성 1호는 국내 첫 정지궤도기상위성임에도 불구하고 선진국 수준인 98.1%의 운영 성공률을 달성하였다. 하루 평균 785장의 영상을 생산하여 언론, 유관기관, 민간기상사업자 등에 실시간으로 제공하여, 총 3,064억원의 경제적 편익과 2,226명의 고용효과를 창출하였다.

특히 지난 9년 동안 태풍분석, 집중호우 등 위험기상의 전주기적 추적, 육상 및 해상의 안개탐지, 황사 발원지 감시 및 이동추적 등으로 위험기상 조기대응 및 예보정확도 향상에 기여하였다.

천리안위성 1호의 당초 설계수명은 7년이었으나, 효율적인 자세제어 연료 사용으로 2년 더 연장 운영하여 총 9년간의 기상관측 임무를 수행하고, 지난 2020년 4월 1일 8시 59분에 기상관측임무를 종료하였다.



[그림 1-18] 천리안위성 1호 관측영상

4.9. 사용자 위치기반의 ‘날씨알리미’ 앱 서비스 시작

관측기반국 | 정보통신기술가 | 기상사무관 | 김소형

최근 기후변화로 인해 국지성 집중호우, 태풍 발생 증가 등 날씨패턴의 변화로 기상재해 위험에 노출되는 빈도가 증가하고 있다. 이에 급변하는 위험기상현상을 국민 스스로 대비할 수 있도록 사용자 위치기반의 실시간 위험정보 전달 수단의 필요성이 요구되었다.

이에 기상청은 2019년부터 위험기상과 지진정보 등을 신속하게 전달할 수단으로 앱 개발을 준비하였으며, 2020년 1월 30일부터 시작한 “날씨알리미 앱” 서비스는 사용자가 위치한 곳의 위험 기상, 지진 등이 발생할 경우에 개인 스마트폰으로 직접 알려주는 위치기반 알리미 서비스이다.

날씨알리미 앱은 사용자의 위치를 파악하여 호우, 태풍, 지진 등 곧 다가올 위험정보를 선제적으로 알려주는 사전알리미 서비스로서 기상특보(호우, 대설, 태풍 등)와 강한 강수 알리미, 지진정보뿐만 아니라 긴급하게 예보변경 시에도 사용자의 수신설정 없이 즉시 PUSH알리미로 정보를 전달한다.

[표 1-7] ‘날씨알리미’ 제공정보 및 수신대상자

구분	제공정보	수신대상자
중요알리미	· 지진: 규모 4.0 이상(내륙), 4.5 이상(해양)	전국의 모든 사용자
	· 지진: 규모 3.0 이상(내륙), 3.5 이상(해양)	지진 발생지 50~80km 이내 사용자
	· 기상특보: 호우, 대설, 황사, 태풍, 지진해일	기상특보 발표 지역 내 사용자
	· 날씨알리미(수시), (매우)강한 강수알리미	발송 대상 지역 내 사용자
선택알리미	· 기상특보: 풍랑, 강풍, 건조, 한파, 폭염	(특보 지역 내) 수신 설정한 사용자
	· 육상예보, 바다예보	필요한 위치, 시간을 설정한 사용자

날씨알리미는 앱 마켓을 통해 최초 출시(구글플레이스토어 1.30.~, 앱스토어 2.27.~) 이후, 2020년 한 해 동안 약 34만건의 앱 다운로드 수를 기록하였다.



[그림 1-19] 지진 및 위험기상 발생 시 강제알리미 화면(좌), 강한 강수 사전알리미 화면(우)

4.10. 해양기상정보 위성방송으로 제공

기후과학국 | 해양기상과 | 기상사무관 | 이소영

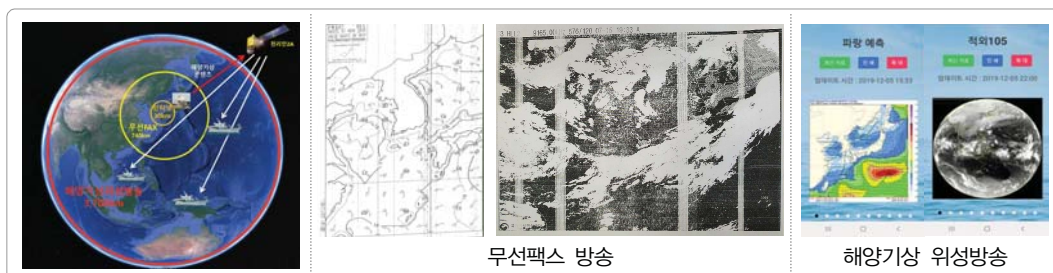
먼바다에서 운항 중인 선박에 천리안위성 2A호의 위성통신을 활용하여 고품질의 해양기상정보를 제공하는 '해양기상 위성방송' 서비스를 2020년 7월 23일부터 시작했다. 해양기상 위성방송은 기존의 무선팩스로 제공하던 자료를 디지털 해양기상정보로 제공하는 첨단 서비스다.

우리 청은 1966년부터 선박의 해상활동과 안전에 필요한 태풍 정보, 일기도 등의 자료를 무선팩스로 제공해 왔다. 그러나, 무선팩스는 종이 출력의 낮은 품질, 콘텐츠 확장의 어려움, 수신 거리의 제약, 전파간섭에 의한 품질저하 등의 한계로 인해 활용성이 감소하고 있다. 이에, 해양기상 위성방송을 통해 해양기상정보를 스마트폰, 태블릿, 모니터 등에서 활용할 수 있도록, 영상, 문자, 음성 등의 디지털 자료로 제공하고 국내에서 개발된 소규모 방송수신기(SDUS: Small-scale Data Utilization Station)를 설치해 해양기상 위성방송을 손쉽게 수신할 수 있다.

주요 콘텐츠인 해상바람 및 파고 예상도는 동아시아 지역에 대해 약 4일간(3시간 간격), 전 세계에 대해서는 12일간(6시간 간격)의 예측정보를 제공하여 연안과 원양에서 조업하는 선박까지 손쉽게 활용할 수 있도록 하였다.

[표 1-8] 무선팩스 방송과 해양기상 위성방송 비교

구분	무선팩스 방송	해양기상 위성방송
서비스 영역	740km 해상(동해, 동중국해)	3,700km 해상(동아시아, 서태평양 등)
서비스 품질	아날로그, 흑백 종이 출력	컬러 영상, 문자, 음성 등 디지털 자료
주요 콘텐츠	85개/일('20년 7월 현재)	360개/일('20년 7월 현재)
표출 매체	무선 팩스	스마트폰, 태블릿, 프린터, 대형모니터 등
아시아파랑예상도	12h 간격 +3일 예측(12개 이미지)	3h 간격 +3.6일 예측(60개 이미지)
전구파랑예상도	3일 예측(00/12UTC)(2개 이미지)	6h 간격 +12일 예측(98개 이미지)
위성안개영상	제공 불가	03~12시(3시간 간격) 제공



[그림 1-20] 무선팩스와 해양기상 위성방송의 서비스 영역(좌) 및 콘텐츠(우) 비교



제2부 기상기술 동향

1. 기상기술·정책 전략
2. 기후
3. 해양
4. 환경기상
5. 위험기상/재해
6. 관측/장비
7. 응용기상
8. 수치예보모델
9. 기상정보화

1 기상기술·정책 전략

국립기상과학원 | 연구기획재정과 | 기상연구관 | 임병환

세계기상기구(WMO, World Meteorological Organization)는 ‘코로나19 팬데믹으로 인한 이산화탄소 저감’이라는 긍정적 영향에 내포된 부정적 결과를 발표했다. 코로나19는 기상분야에서 ① 항공 관측 감소, ② 기존 관측인프라 부족 지역의 지상관측 실패, ③ 자동관측시스템의 유지·보수 지연으로 인한 자료신뢰성 저하 등과 같은 영향을 미쳤으며, 이러한 영향은 전 지구 기후감시 및 기상예보 수준을 저하시킬 가능성이 있을 것으로 우려했다.

일본기상청(JMA, Japan Meteorological Organization)은 기상자료의 활용 촉진을 통한 경제·산업 활동의 생산성 향상을 위해 일본 내 산업계에서의 기상자료 활용 관련 설문을 실시했다. 설문 대상 기업은 10,000개 업체였으며, 설문에 2,031개 업체가 참여했다. 설문 문항은 ‘기상이 사업에 영향을 미치는지’, ‘기상자료를 사업에 활용하고 있는지’, ‘사업에 활용하는 경우, 어떻게 활용하는지’ 등이 포함되었으며, 응답 기업의 32.5%가 기상자료를 활용한다고 응답했다. 기상자료를 활용하지 않는 이유로는 ‘기상자료를 활용할 수 있는 전문인력 부재’가 가장 많은 비중(44%)을 차지했다. 이에 일본기상청은 기상자료 활용을 위한 보급 확대에 노력함과 동시에 전문인력 부재에 대한 문제 해결을 위해 ‘기상자료 분석가 육성 프로그램’의 추진계획을 발표했다.

영국기상청(MO, Met Office)은 연구혁신전략을 발표했다. 보고서에는 영국기상청의 과학을 서비스로 이끌어 내고, 국가적 역량의 유지·개발과 변화하는 세계가 요구하는 새로운 서비스 제공 및 개척연구 수행을 위한 영국기상청의 전략과 비전, 3가지 핵심 활동, 9가지 연구혁신전략 세부 주제 등이 포함되었다. 영국기상청의 기후예측연구를 담당하는 Hadley Centre는 향후 수행할 연구로 ① 현재와 미래의 기상·기후위기 이해 및 관리, ② 온실가스 저감 및 지구시스템 변화 위험성 평가 전략 개발에 주목한 연구를 제시했으며, ① 국내외 파트너십 강화, ② 기상과학 로드맵에 기여, ③ 의사결정 지원과 같은 Hadley Centre의 미래 역할을 강조했다.

미국 해양대기청(NOAA, National Oceanic and Atmospheric Administration)은 라니냐가 카리브해와 열대 대서양 분지의 윈드시어를 약화시켜 대서양 허리케인 활동 증가를 야기시켰으며, 향후 몇 달 동안 지속될 가능성이 높다고 밝혔다. 또한, 2020년 겨울은 발달한 라니냐로 인해 미국 북부 지역은 평균보다 높은 강수량과 평균보다 낮은 기온이, 남부 전역은 평균 이하의 강수량과 평균 이상의 기온이 나타날 것으로 예측했다.

일본 환경연구소(NIES, National Institute for Environmental Studies)는 일본지역 1 km 규모 기후시나리오 자료를 홈페이지를 통해 제공한다고 밝혔다. 1900년부터 2100년까지의 7개 항목(최저·최고·평년기온, 강수량, 일사량, 풍속, 상대습도)에 대한 일 자료 이용이 가능하다.

미래 빙권 지역의 축소가 전지구 평균기온과 기후에 미치는 영향은 아직 종합적으로 평가되지 않았다. 이에 독일 포츠담 기후영향연구소(PIK, Potsdam Institute for Climate Impact Research) 연구진은 중간복잡도 지구시스템 모델(EMIC, Earth system Model of Intermediate Complexity)을 이용하여 빙하손실의 온난화 영향을 분석했다. CO₂ 농도 400 ppm에서 추가적으로 0.43℃의 기온이 상승하는 것으로 분석되었으며, 연구진은 장기적 빙하손실로 기존에 예측된 전지구 평균기온이 더 크게 상승할 수 있음을 우려했다.

일본 기상연구소(MRI, Meteorological Research Institute)는 21세기 말 일본 혼슈 중북부 산악지역의 강설량이 많은 해는 더 많아지고, 적은 해는 더욱 적어질 가능성이 있음을 밝혔다. 연구진은 고해상도 기후 시뮬레이션을 이용하여 중부 산악지역의 복잡한 지형을 재현할 수 있는 1 km 해상도 예측을 통해 기후변화로 인한 미래 강설 예측을 수행했다. 연구결과, 기후변화가 진행될수록 해당 지역의 강설량은 현재보다 극단적으로 증가 또는 감소할 것으로 나타났다.

3 해양

국립기상과학원 | 연구기획재정과 | 기상연구관 | 임병환

일본 해양연구개발기구(JAMSTEC, Japan Agency for Marine-earth Science and Technology)는 예측 시뮬레이션 SINTEX-F¹⁾와 슈퍼컴 Earth Simulator를 이용해 수개월 전부터 인도양 다이폴 모드 현상²⁾ 발생 예측에 성공한 바 있으며, 2020년 여름부터 가을에 걸친 인도양 다이폴모드 현상 발생을 2020년 5월 1일 시점에 예측했다. 예측결과 2020년 여름부터 가을에 걸쳐 마이너스 다이폴모드 현상이 발생할 확률이 매우 높은 것으로 나타났다. 각국의 다른 예측 시뮬레이션에서도 비슷한 양상을 보였는데, 마이너스 현상이 일본에 미치는 영향은 아직 밝혀진 바 없지만, 전문가들은 지구온난화의 영향으로 다이폴모드 현상의 극단화, 빈번화 가능성을 지적했다.

남극 대륙과 이어져 바다 위에 떠 있는 부유 빙하의 말단부가 해수면 온도 상승을 막을 수 있는 주요한 역할을 담당하는 것으로 나타났다. 스웨덴이 주도하는 국제연구그룹은 부유 빙하 근처 해류 흐름의 물리적 특성을 조사했으며, 빙하 주변 바다에 설치된 관측기기를 통해 수집한 자료를 분석한 결과, 따뜻한 해류의 흐름이 빙하 말단부에서 차단되는 것을 발견했다. 연구진은 바다와 이어진 빙하 말단부 영역에 대한 집중적 모니터링의 필요성을 강조하며, 빙하의 벽이 사라지면 해류를 통해 높은 수준의 열에너지가 남극 대륙에까지 전달되어 내륙 빙하의 융해 현상을 초래할 수 있다고 경고했다.

일본 극지연구소(NIPR, National Institute of Polar Research)는 남극해 인도양구역 식물 플랑크톤 군집 변화가 여름철 CO₂ 양에 미치는 영향을 분석했다. 남반구 여름철(12-2월) 동안 남극해 인도양구역 계절성 해빙지역에서 선박 관측을 실시했으며, 특정 군집(규조류³⁾)이 우위를 점한 해일수록 해양의 CO₂ 흡수량도 증가하는 것을 알아냈다. 연구진은 기후변화에 따라서 생길 수 있는 식물 플랑크톤 군집 변화가 해양의 탄소순환에 미치는 영향 규명에 공헌할 수 있을 것으로 기대했다.

1) SINTEX-F: JAMSTEC의 수치예측 시뮬레이션

2) 다이폴모드 현상: Dipole mode event, 열대인도양에서 발생하는 기후변동현상으로 5~6년에 한 번 여름에서 가을에 걸쳐 발생, 정(正)의 다이폴모드 현상이 발생하면 열대인도양 동부의 해수면온도가 평년보다 낮아지고, 서부에서 높아져 동인도양의 활발한 대류활동이 서쪽으로 이동해 아프리카 케냐 주변에 많은 비를 뿌리고, 반대로 인도네시아, 호주 등은 강수량이 적어짐(출처:JAMSTEC)

3) 규조류: Diatom, 미세조류 그룹의 식물성 플랑크톤 중 황갈색 단세포 조류로 크기는 대부분 20~100 μm이고, 색소체를 가지는 광합성 미생물로서 햇빛이 드는 모든 수성환경에서 서식하며, 해양의 주요한 1차 생산자임(출처: 지질학백과)

세계기상기구(WMO)의 온실가스 세계 자료센터(WDCGG, World Data Centre for Greenhouse Gases, 일본기상청 운영)는 주요 온실가스인 CO₂, CH₄, N₂O의 변화를 정리한 온실가스연보 16호를 발표했다. 연보에 따르면 대기 중 주요 온실가스 농도는 계속해서 증가하고 있으며, 2019년 세계 평균 농도는 관측 사상 최고치를 갱신한 것으로 나타났다. 2018년에서 2019년까지 농도 증가량은 CO₂는 과거 10년 평균보다 큰 2.6 ppm, CH₄는 과거 10년 평균보다 조금 높은 8 ppb로 분석되었다.

중국 Tsinghua 대학 연구진은 전 세계 31개국의 시간당 전력생산, 400개 이상 도시의 일일 교통량, 일별 글로벌 항공 운항 횟수 등의 자료를 분석하여 CO₂ 배출량 감소를 분석했다. 대부분의 주요국들에서 공공생활과 경제 일부를 폐쇄한 4월 CO₂ 배출량이 16.9% 감소한 것을 확인했다. 특히, 교통분야에서의 배출량 감소가 가장 컸는데, 자국 내 이동제한으로 운송 관련 CO₂ 배출량이 전 세계적으로 40% 감소했으며, 주택 부문에서도 3%가 감소했다. 연구진은 CO₂ 배출량이 일시적으로 낮아졌다고 하더라도, 대기 중의 장기 CO₂ 농도에 미치는 영향은 미미할 것이라고 전했다.

일본기상청은 일본 우주항공연구개발기구(JAXA, Japan Aerospace Exploration Agency), 큐슈대학교 공동으로 개발한 새로운 기법을 활용하여 2020년 1월 29일부터 홈페이지를 통해 과거·현재·미래 황사 분포를 연속적으로 표시한 「황사분석예측도」를 제공 개시했다. 「황사분석예측도」는 황사발생 1일 전부터 3일 후 예측까지를 연속적으로 표시하며, 고비사막, 타클라마칸 사막 등 주요 황사발원지를 포함한 범위로 확장하여 황사의 발생부터 날아오는 상태 등을 보다 빨리 파악할 수 있게 되었다.

국립기상과학원 | 연구기획재정과 | 기상연구관 | 임병환

일본 방재과학기술연구소(NIED, National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience)는 일본 전국 지진위험을 열람할 수 있는 시스템을 개발하여 홈페이지를 통해 공개했다. 일본 지진조사연구추진본부(HERP, The Headquarters for Earthquake Research Promotion)가 개발한 「전국 지진동 예측지도」의 지진위험 정보를 활용하여 미래 일본에서 발생할 위험이 있는 지진으로 인한 건물 및 인적 피해를 계산한 정보를 제공한다.

미국 Rice 대학 연구진은 현재 날씨정보를 사용하여 최대 5일 후까지의 위험기상현상을 예측하는 딥러닝 예측시스템을 개발했다. 예측시스템은 기온, 기압 정보가 표시된 수 일 간격의 일기도 수백 건을 학습하였으며, 극심한 폭염, 한파와 같은 기상현상이 포함됐다. 학습을 마친 예측시스템은 기존에 제시되지 않은 일기도를 통해 5일 후의 위험기상현상을 85%의 정확도로 예측했다.

일본 정보통신연구기구(NICT, National Institute of Information and Communications)와 공동연구 그룹은 지난 8월 25일부터 9월 5일까지 일본 수도권을 대상으로 30초 갱신단위, 30분 후까지의 초고속 강수예보에 대한 실시간 실증실험을 실시했다. 연구진은 돌발적인 게릴라성 호우 등 강수위험에 대해 컴퓨터상의 가상세계와 현실세계를 링크시켜 Society 5.0 초스마트사회⁴⁾에 공헌할 것으로 기대했다.

Carbon Brief⁵⁾는 독자들에게 위험기상에 관한 더 나은 이해를 제공하기 위해 논문으로 발표된 총 355건의 전세계 위험기상 사건들을 지도화하여 제공했다. 지도에 포함된 355건의 위험기상 사건들 중 69%는 인간에 의한 기후변화로 더 자주 발생하고 강도도 강해졌으며, 반대로 9%의 사건들은 기후변화로 인해 더 적고 약해졌다. 78%의 사건들이 인간의 영향을 받은 것으로 나타났다. 전 세계 폭염을 분석한 125건의 연구 중 93%가 폭염 추세의 심화 원인으로 기후변화를 지목했다.

4) Society 5.0 초스마트사회: 사이버공간(가상공간)과 피지컬공간(현실공간)을 고도로 융합한 시스템을 통해 경제발전과 사회적과제 해결을 양립하는 인간중심사회(Society)

5) Carbon Brief: 과학 및 정책대응 측면에서 기후변화에 대한 이해 향상을 목적으로 설립된 웹사이트

미국 해양대기청(NOAA)은 위성영상과 자료들을 예보업무에 활용하여 국민의 생명을 구하고 피해를 줄이기 위한 노력을 계속하고 있다. 미국 연방재난관리청(FEMA, Federal Emergency Management Agency)은 허리케인 발생시 미국 해양대기청(NOAA)으로부터 위성자료를 제공받아 허리케인 상륙으로 인한 영향을 평가하고, 미국 해양대기청(NOAA)과 George Mason 대학이 공동 개발한 홍수지도는 FEMA와 지역 재해관리자 등에게 홍수의 발생위치와 규모 정보를 제공하여 대피, 자원활용, 복구 허용 등 의사결정에 활용할 수 있도록 지원한다. 미국 해양대기청(NOAA)의 위성들은 상시 산불감시 수행중이며, 연기 감지시 특정 지역을 집중감시하고, 산불추적뿐만 아니라, 화재 흔적 감시, 산불 이후의 강우로 인한 돌발홍수 예측을 지원한다.

일본 방재과학기술연구소(NIES) 공동연구진은 일본 이화학연구소(RIKEN)에 설치된 슈퍼컴 Fugaku를 이용해 대규모 전지구 기상시뮬레이션과 자료동화의 복합계산을 실시했다. 세계 기상기관이 매일 수행하고 있는 기상예측을 위한 앙상블 자료동화계산과 비교하여 약 500배 큰 규모(3.5 km 격자, 1,024개 앙상블)의 계산을 실시했으며, 연구진은 대규모 기상예보시스템의 실현가능성과 미래 기상예보와 기후변화예측 정확도 향상이 기대된다고 밝혔다.

중국 기상청(CMA, China Meteorological Administration)은 2020년 태풍 신라쿠(Sinlaku)가 중국 하이난에 상륙했을 때 중국이 독자개발한 UAV를 이용하여 태풍의 구름시스템을 스캔하는데 성공했다. UAV에서 투하한 30개의 존데로부터 수집한 태풍 주변 구름의 온도, 습도, 기압, 풍향 등 실시간 연직 프로파일 자료를 지상으로 전송했는데, 이는 중국 최초의 UAV를 활용한 대규모 해양-태풍 통합관측실험이었다.

NIPR 연구팀은 남극 쇼와기지의 대형 레이더 등 관측자료를 이용하여 상공에서 발생하는 대기 난류 특성을 정확히 산출하기 위한 이론식 도출에 성공했다고 밝혔다. 대기난류는 중요한 관측대상이지만, 지금까지 대기난류와 관측자료의 관계식을 알 수 없었기 때문에 관측모델을 대폭 단순화한 근사값으로 난류속도의 분산을 추정해왔다. 연구진은 산출된 이론식을 통해 관측자료로부터 정확한 난류속도의 분산을 도출하는 알고리즘을 구축하여 수치 시뮬레이션 추정 정확도가 상당히 높아질 것으로 기대했다.

국립기상과학원 | 연구기획재정과 | 기상연구관 | 임병환

호주 Sydney 대학 연구진은 코로나19 확산으로 인한 전세계 사회경제적 손실과 환경적 이익을 정량적으로 분석한 결과를 발표했다. 산업 부문에서는 여행 부문이, 지역적으로는 아시아, 유럽, 미국이 가장 직접적인 타격을 받았음을 발견했다. 해당 연구는 시나리오 분석 및 예측에 기반했던 선행연구와 달리 3월~5월 22일까지의 실시간 자료를 활용했다.

미국 에너지부(DOE, Department of Energy)는 풍속과 태양복사자료의 해상도를 각각 50배, 25배 빠르게 향상시키는 새로운 기계학습 접근법을 개발했다. 신재생에너지 생산에 영향을 미치는 바람, 구름, 강우, 해류의 변화를 예측하려면 정확한 고해상도 기후예측이 중요하다. 개발된 접근법은 기후 시나리오의 광범위한 영역에 적용될 수 있을 것으로 기대됐다.

미국 뉴저지 환경보호부는 1895년 이후 뉴저지의 평균기온이 약 2°C 상승했으며, 2050년까지는 두 배로 상승할 가능성이 있다고 전했다. Duke 대학 연구진은 이미 연간 12,000명의 미국인들이 폭염으로 인해 사망하고 있으며, 기후변화로 인해 기온이 상승할 경우 사망자 수는 급격히 증가할 것이라고 언급하며, 특히 뉴저지의 경우 현재 연간 약 455명의 사망자가 발생하고 있으나, 기후변화를 막기 위한 노력을 하지 않을 경우 이번 세기 말에는 연간 3,560명의 사망자가 발생할 수 있다고 경고했다.

수치모델링센터 | 수치모델개발과 | 기상사무관 | 박소영

8.1. 국외 수치예보모델 운영 기관

기상선진국인 영국, 미국, 일본에서는 다양한 조직에서 수치예보기술을 폭넓게 개발·운영하고 있으며 국가별 특화된 자연재해 대응과 슈퍼컴퓨팅 관련하여 중점적으로 연구를 추진하고 있다. 영국은 기상청 내 기상과학, 기초과학, 모델링시스템 분야에서 수치예보기술 관련 연구개발과 현업운영 관리를 세분화하여 추진하고 있으며 통합모델(Unified Model : UM) 기술인프라 및 인프라

지원시스템 모델링 관련 IT를 기상과학에 포함하고 있다. 미국의 경우 해양대기관리청(National Oceanic and Atmospheric Administration : NOAA) 산하 해양대기연구소(Oceanic and Atmospheric Research : OAR), 기상청(National Weather Service : NWS), 환경위성자료정보청(National Environmental Satellite, Data, and Information Service : NESDIS)이 기관 간 협력을 통해 기상예보 정확도 향상을 위한 연구개발을 진행하고 있으며 토네이도 등 극한기후 분석력 향상 및 고성능 컴퓨팅 시스템 등의 분야를 중점적으로 추진 중이다. 일본에서는 예보연구 내 자연재해, 대기수치모델, 초고해상도 모델 외 위험기상 수치시뮬레이션을 별도로 구분하여 업무와 연구를 추진하고 있으며, 기상 및 글로벌 환경변화 예측을 위한 K-computer flagship 2020을 추진하고 있다. [표 2-1]은 국내외 수치예보모델 운영 현황이다.

[표 2-1] 국내외 수치예보모델 운영 현황

구분	현업수치예보모델 현황				예측기간
	전지구	지역(국지)	전지구 양상블	지역(국지) 양상블	
영국	10 km	1.5 km	20 km	2.2 km	최장 30일까지 이음새 없는 예보제공
미국	10 km	1.5 km 3 km 12 km	26 km	3 km	당일/장기/기후정보(최장3개월)로 기간별 구분
일본	20 km	2 km 5 km	40 km 60 km	5km	일일예보 : 3일까지 중장기예보 : 주간예보(내일-7일) 및 장기예보(수개월)
한국	10 km ⁶⁾ 12 km	1.5 km ⁷⁾ 5 km	32 km	2.2 km	초단기, 단기, 중기 예보정보 제공

8.2. 수치예보 기술개발 현황

해외 기상선진국에서는 통합형 모델과 슈퍼컴퓨팅 적용·활용기술을 중심으로 지속적인 연구개발을 추진 중이다. 약 10년 주기로 차세대 역학코어를 개발하여 현업에 적용하는 것을 목표로 추진하고 있으며 컴퓨팅 기술의 발전에 따라 모델의 해상도가 고도화되고 있다. 또한 예측기간을 연장하여 기상재해를 선제적으로 대응하기 위해 모델 간 접합된 통합형 모델개발을 추진하여 중기예보기술 향상에 기여하고 있다.

기상청은 기상기술 자립화 달성을 목표로 국내기술로 한국형수치예보모델개발사업을 2011년부터 2019년까지 완료하고, 2020년 4월 28일부터 한국형수치예보모델(Korean Integrated Model : KIM, 이하 “한국형모델”)의 현업 운영을 시작하였다. 한국형모델의 예측성능 조기 확보를 위해 관

6) 10km: 영국기상청 통합모델(UM) / 12km: 한국형전지구모델(KIM)

7) 1.5km: 영국기상청 통합모델 기반 국지모델 / 5km: 10분단위 빠른 갱신 주기 초단기모델

측자료 활용 확대, 미래기술 접목, 집중관측자료기반 물리과정 개선 등에 역량을 집중하고 있다. 또한, 既 개발된 한국형모델은 해상도 12km의 전지구 모델로, 집중호우 등 국지적인 위험기상 대응에는 한계가 있어 차세대수치예보모델개발사업단을 출범하고 후속사업을 추진 중에 있다. 사업기간은 2020년부터 2026년까지이며, 총 1,023억원의 예산으로 예보 기간·지역·현상에 관계없이 30일까지 하나의 모델로 예측하고, 능동적으로 분석하는 시·공간 통합형 수치예보시스템을 개발할 계획이다.

[표 2-2] 국내외 수치예보기술 개발 현황

구분	현업수치예보모델 현황				
	유럽중기예보센터	영국	미국	일본	한국
수치예보 모델개발 개선	'94년에 통합예보 시스템(IFS) 개발 후 현재까지 27년 이상 사용 중	'90년에 통합모델(UM) 개발 후 현재까지 30년 이상 사용 중	'03년에 전구모델인 GFS 개발 후 18년 이상 사용 중 2019년부터 육면체구 격자 기반의 차세대 전지구 모델(GFS-FV3)활용	GSM을 '88년에 개발 '06년 새로운 중규모 모델, '12년 지역예보 모델 운영, '15년 ASUCA의 국지적 모델 도입 등 새로운 모델 도입·운영	영국기상청의 통합 모델(UM)을 도입하여 현업 사용 중('10~) 한국형모델을 현업 운영('20.4.28) 하며 두 모델을 병행 운영
	매년 1회 이상 자료동화, 물리과정, 해상도 업데이트	해상도, 물리과정, 자료동화를 매년 2회 업데이트 새로운 역학코어인 GungHo를 개발 중이며 '23년 현업 운영 예정	매년 1회 이상 물리과정, 자료동화 및 해상도에 대한 업데이트	매년 1회 이상 모델개선, 해상도, 자료동화 등 업데이트	매년 1회 이상 모델개선, 해상도, 자료동화 등 업데이트
슈퍼컴퓨터 운영 환경 최적화	슈퍼컴퓨터의 활용과 병렬컴퓨팅을 적용할 수 있는 IFS구축을 위해 '13년부터 Scalability Programme 추진	'19년부터 새로운 역학코어와 슈퍼 컴퓨터를 효과적으로 사용하기 위한 LFRic프로젝트 추진	고성능컴퓨팅 적용 및 예보 정확도 개선을 위해 '14년부터 '19년까지 NGGPS 추진 자료동화, SW 구조개선 등을 통한 예보정확도 개선 및 위험기상 예보 확대	빅데이터를 활용한 기상 및 글로벌 환경변화 예측을 위한 K컴퓨터 개발 추진	고해상도 한국형수치예보 모델과 차세대 기후모델(Glores6) 운영 및 개발을 위한 슈퍼컴퓨터 5호기 구축 추진
중기 전략 주요 연구 개발 분야	〈ECMWF Strategy 2016-2025〉 • 앙상블 예측 • 지구시스템 모델링 • 슈퍼컴퓨팅 확장을 포함한 해상도 향상	〈Met Office Science Strategy 2016-2021〉 • 시간-수십년 단위 재해성 기상예보 • 정량강수예보 • 수개월-수십년 단위 기후변화 • 인간활동에 의한 지구시스템 민감도	〈2019-2021 UFS/NGGPS〉 • 앙상블 기반 시·공간 결합형 모델	〈JMA 기상기술 발전 전망〉 • 기후모델 고도화를 위한 차세대지구시스템 모델기술 • 특이 기상현상 감시 및 예측	기상재해 사전대비 중심의 시·공간 통합형수치예보기술 개발

9.1. 지상파 UHD 방송의 재난 경보 서비스 동향

9.1.1. 서론

규모가 큰 국가적 재난 외에 일반적인 자연재해와 사회재난의 경우에는 행정안전부를 중심으로 주로 소방청이 주무역할을 맡아 기상청 등 유관기관으로부터 각종 재난관련 정보를 받아 이를 이동통신사와 방송사, 지방자치단체 등에 전파하고, 재난문자 발송과 재난방송 실시 요청 등을 하게 된다.

최근 지진, 산불과 같은 잦은 재해 발생과 코로나19 등으로 인해 가장 빈번하게 이용되는 경보 시스템은 '재난문자시스템(Cell Broadcasting System: CBS)'으로 국민들에게 휴대폰 문자메시지로 재난관련 내용을 전달하고 있다. 또한, DMB(Digital Multimedia Broadcasting)를 이용하는 시청자들을 위해 DMB 수신기를 통해 재난관련 내용을 전달하고 있다.

그러나 이러한 다양한 시스템을 구축하고 있음에도 여전히 재난정보를 제때에 전달받지 못하는 계층들이 다수 존재한다. 학교에서 수업 등으로 인해 휴대폰을 바로 이용하기 어렵거나 TV를 접할 수 없는 상황, 또는 재난으로 주변지역의 통신시설이 불능상태에 빠질 경우 해당지역에서 실외에서 활동 중인 사람들에게는 재난 정보를 전달받을 루트가 차단되게 된다.

이러한 사각지대를 보완하고, 국민들이 보다 안전한 재난안전망을 통해 촘촘히 보호 받을 수 있도록 정부에서는 UHD(Ultra High Definition) 방송망을 활용한 새로운 재난경보시스템을 구축 중에 있으며 현재 시범 서비스 단계에 있다.

9.1.2. 국외 재난경보시스템 구축 현황

미국은 2005년 8월 발생한 허리케인 '카트리나'로 인해 미국 남동부 지역에 큰 피해가 예상되었을 때, 당시 미 정부의 미흡한 대처로 주민 대피령과 비상조치, 피해 상황 전파와 복구 등이 지연되면서 많은 비난을 받았다.

이를 계기로, 미 정부는 연방재난관리청(Federal Emergency Management Agency: FEMA)의 권한을 강화하고, "전국통합 재난경보시스템(Integrated Public Alert & Warning System: IPAWS)"을 구축하였다.

연방정부, 주정부, 지자체 등으로부터 수집된 재난 정보를 CMAS(The Commercial Mobile Alert System)를 통해 가입여부와 관계없이 범위 내 모든 사람이 긴급재난문자를 전달받을 수 있도록 하였고, EAS(Emergency Alert System)를 통해 라디오와 텔레비전, 위성TV와 케이블방송으로도 비상 경보를 알리는 체계를 갖추어갔다(그림 2-1) 참조).



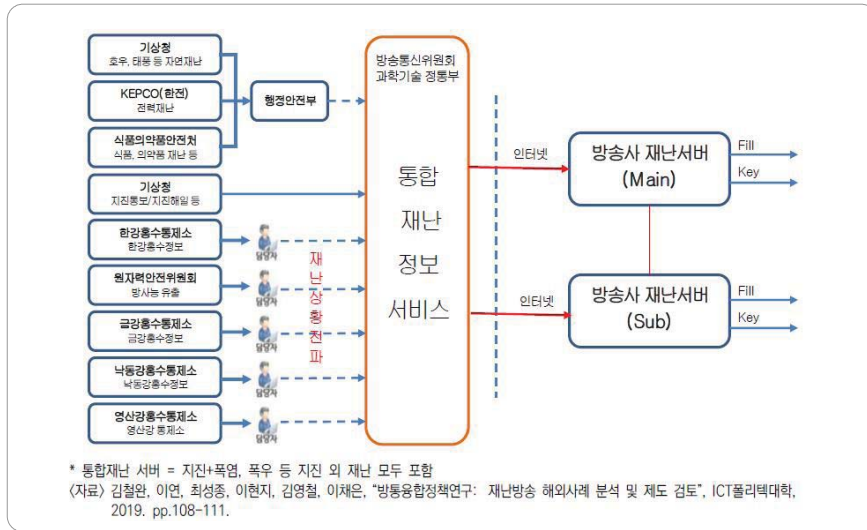
[그림 2-1] 국외 재난경보시스템(미국 전국통합 재난경보시스템(IPAWS)(좌), 일본 재난경보시스템(L-Alert)(우))

일본은 잦은 지진에 대비하여 일찍부터 재난 예/경보 시스템을 갖췄다. 전국 약 1,400여 곳의 지자체의 수신기를 정비하고, 지진이나 해일, 화산폭발 발생 신호가 감지되면, 이를 미리 즉시 알려 국민들이 안전하게 대피할 수 있도록 하는 'J-Alert'를 구축하였고, 이를 좀 더 중앙 집중화하고 국민들에게 더 알기 쉽고 빠르게 정보를 전달할 수 있도록 개선한 [그림 2-1]과 같은 'L-Alert' 조기 경보시스템을 마련하였다.

9.1.3. 국내 재난경보시스템 구축 현황-지상파 UHD 재난경보

일반적으로 방송사의 재난 시 역할은 뉴스특보 등을 통해 재난 정보를 널리 알리는 '재난방송' 뿐만 아니라, 신속하게 발생 정보를 전달하기 위한 "재난경보시스템"도 갖추고 있다. 이 시스템에는 현재 운용 중인 "재난 온라인 자막 송출 시스템"과 더불어 최근 과학기술정보통신부와 협력하여 구축한 "UHD 방송망을 활용한 재난경보시스템"도 현재 시범서비스 중에 있다.

먼저 "재난 방송 온라인 시스템"을 살펴보면, [그림 2-2]와 같이 방송통신위원회와 과학기술정보통신부가 행정안전부, 기상청 혹은 각 지역의 홍수통제소 등으로부터 각종 재난·재해 관련 정보를 취합하여 통합재난정보 서비스에 등록된 후 방송사로 송출하면, 방송사의 재난 서버가 이를 수신한 뒤 재난 메시지를 확인한 다음에 송출 중인 방송화면에 흐름 자막을 삽입하도록 구성되어 있다. 방송통신위원회 혹은 과학기술정보통신부로부터 "재난방송 요청 통보문"을 받게 되면, 방송사는 입수된 통보문에서 재난 안내 문구를 자동으로 인식하여 이를 추출하게 된다. 추출된 재난 정보가 담긴 자막 문구는 실시간으로 방송 중인 화면위에 지정된 규격으로 화면 하단에 자동으로 자막을 표출하도록 자동 자막 송출 시스템이 구성되어 있다.



[그림 2-2] 재난 온라인 자막 송출 시스템

이러한 시스템을 기반으로 정부의 재난 방송 규정에 의해 단계별로 재난 방송을 실시하게 된다. 원칙적으로 재난방송 단계는 자막과 스크롤을 넣는 1단계, 스크롤 방송과 뉴스특보를 실시하는 2단계, 정규방송을 중단하고 전면 재난 특보로 전환하는 3단계로 나뉘어 있다.

하지만, 현재의 이 시스템은 TV라는 한정된 수신매체를 대상으로 하고 있기 때문에, 실제 재난이 발생한 지역의 주민이 TV를 시청하지 않을 경우 정보를 전달할 수 없어 실효성이 떨어질 수 있으며, 이미 대피 중인 사람의 경우에는 이동 중에 전달받기가 어렵고, TV 근처에 있더라도 재난으로 정전이 발생할 경우 예비전원이 없으면 수신이 불가능하다는 단점이 존재한다.

반면, TV 시청 여부와 상관없이 이동통신사의 문자로 재난 발생 여부에 대해 국민 대다수에게 전달이 가능하지만, 피해 지역의 통신망이 두절되게 되면, 정작 도움이 필요한 지역 주민들에게 늦게 전달되거나 아예 정보 전달이 이루어지지 않았던 사례도 있다.

정부는 과학기술정보통신부 주도로 새로운 재난경보 서비스의 고도화를 추진 중에 있다. 방송과 통신이 가지고 있는 각각의 장점을 살려 촘촘한 안전망 역할을 수행할 수 있도록 “지상파 UHD 방송망 기반의 재난경보 시범서비스” 사업을 실시 중이다.

이는 통신망의 사각지대를 보완하기 위해 방송망으로 재난 경보 알리를 전달하는 방법으로 재난 발생 시 즉각적으로 방송의 편성이나 방송 영상과는 무관하게 재난 경보 신호를 담아 주기적으로 송출하는 방법이며 [그림 2-3]과 같이 구성된다. 이 경보 신호 안에는 재난 발생 위치와 시각, 재난의 내용, 재난 시 대피 방법 등 다양한 정보를 담을 수 있으며, 재난 정보를 받기 어려운 취약 계층과 야외 활동자들에게 옥외 전광판이나, 버스, 지하철 등에서 재난 경보를 볼 수 있도록 추진 중이다. 상세한 재난관련 정보가 국민들에게 전달되면, 기존 단순 문자로만 받아본 재난 정보 이외

에 구체적인 재난 상황과 대피 방법 등을 알 수 있어 생명을 지킬 수 있는 안전장치 역할을 제대로 할 수 있게 된다.

정부는 우선 빌딩 옥상 등에 위치한 전광판과 같이 “공공미디어 성격의 디스플레이”에 표출될 수 있도록 시범 서비스를 시작하여 점차 버스, 지하철 등 대중교통에 있는 디스플레이로 확대해 나갈 예정이고, 나중에는 스마트폰과 같이 개인 휴대용 단말까지 활용 분야를 넓힌다는 계획이다. 한편, 방송사는 일본의 경우처럼 지진과 같은 재난에 대비하여 지진 발생 시 진원지로부터 지진이 도달되기 전에 사전에 대피할 수 있도록 지진조기경보시스템에 대한 준비도 하고 있다.



[그림 2-3] 지상파 UHD 방송망을 활용한 재난경보시스템 구성도

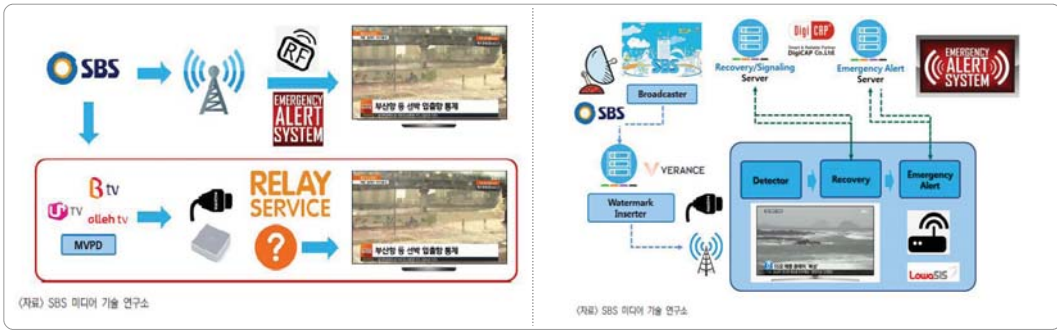
[그림 2-4] UHD 방송기반 재난경보시스템 프로토타입

이러한 정보가 이동망뿐만 아니라, 방송망으로도 국민들에게 사전에 전파되어야 하고, 특히 휴대폰에도 방송망과 이동망으로 동시에 전달될 수 있다면 건물의 붕괴 등으로 통신 망이 두절되더라도 대피를 해야 하는 국민들에게 도달될 확률을 높일 수 있을 것이다.

실제로 KBS에서는 일본의 지진조기경보알림과 같이 국내에서 지진이 발생할 경우 이를 신속히 우리 국민에게 알릴 수 있는 [그림 2-4]와 같은 스마트폰 기반의 모바일 재난 예·경보시스템을 개발 중에 있다.

9.1.4. 향후 추진 과제

2020년부터는 UHD 재난경보 서비스 고도화를 위한 연구가 진행 중이다. 옥외전광판, 버스, 지하철, 공공기관 등에 UHD 방송망을 통한 재난 경보의 안정적인 전달을 위한 방안을 모색할뿐만 아니라, 본질적으로 TV에서의 수신 한계를 넘어서는 방안에 대한 연구가 진행 중이다. UHD 재난경보가 TV에 잘 전달되기 위해서는 시청자가 반드시 UHD 방송을 직접 수신해야 하는 한계가 있다. 대다수의 시청자구가 유료방송 셋톱을 통해 시청하는 환경에서 자칫 UHD 재난경보는 정작 TV에서 제구실을 못할 우려가 있다([그림 2-5] 참조).



[그림 2-5] TV 시청방법에 따른 UHD 재난정보 전달 이슈 [그림 2-6] 오디오 워터마크를 통한 UHD 재난경보 전달 구성도

이 문제점을 극복하기 위해 UHD 방송이 재전송되는 환경을 가정하고, 가입한 유료방송의 종류와 상관없이 지상파 UHD 방송을 셋탑을 통해 시청하는 시청자에게까지 도달시키기 위한 방법 중 하나를 테스트 중에 있다. 일반적으로 유료방송으로의 재전송은 오디오와 비디오 신호만을 별도의 전송로를 통해 배급을 하고 있기 때문에 우선 오디오에 기반을 두는 워터마크 신호를 이용하는 방안에 대해 실험을 하였다.

오디오 워터마크는 HDMI(High Definition Multimedia Interface) 단자를 통해 영상이 TV에 입력되는 상황에서도 TV에 워터마크 검출 기능이 탑재되어 있으면, 손쉽게 워터마크에 담긴 정보를 획득할 수 있기 때문이다.

[그림 2-6]과 같이 방송사에서 오디오 신호에 재난 정보관련 워터마크 신호를 삽입하여 유료방송사에 전송하면, 수신단에서 유료방송 셋탑의 HDMI 단자에 연결된 TV에서 워터마크 신호를 검출하고, TV에 연결된 인터넷을 통해 방송사의 재난서버에서 해당 정보를 가져와 TV에 경보 메시지를 표출하게 된다. 방송사가 방송 중에 재난경보 메시지를 송출하면, TV 수신기에서 워터마크를 이용하여 메시지를 검출하고, 즉시 TV 실시간 화면 위에 경보 정보를 표출시킨다. 시청자가 표출된 경보메시지에서 리모컨을 이용하여 추가 정보를 선택하게 되면, 방송사 재난 서버에서 제공하는 멀티미디어 재난 정보도 볼 수 있게 된다. 추가 정보에는 실시간 방송 뉴스 외에도 재난 시 대비해야 할 요령과 관련한 긴급조치 방법에 대한 가이드라인도 선택해서 볼 수 있도록 제공할 예정이다.

9.1.5. 결론

UHD 방송망으로 버스나 지하철, 나아가 승용차에까지 재난경보를 전달하기 위해서는 이동수신이 가능한 방송신호를 송출해야 한다. 더불어 방송망으로 전달하는 재난경보가 스마트폰에서도 수신된다면 그 효과는 더욱 커질 것이다. 따라서 우선적으로 정부의 지상파 모바일 UHD 도입 계획이 마련되어야 하고, 이를 이어 가전사와 자동차 제조사들은 지상파 UHD 수신을 할 수 있도록 개발을 해야 한다. UHD 수신기능 장착으로 스마트폰 단가나 자동차 판매가가 높아질 우려도 있기

때문에 정부에서 세제혜택 등 다양한 방안을 마련하는 등 정책적 지원도 이루어진다면, 사업자들의 망설임도 줄일 수 있을 것이다. 불가항력의 천재지변이나 대형 화재와 같은 재난 시에 무력해질 수 밖에 없는 우리 모두를 지키기 위해서는 방송사의 힘만으로는 부족하다.

지상파 방송사는 앞으로도 정부와 가전사, 자동차 제조사와 긴밀히 협력하여 국민의 안전을 지킬 수 있는 UHD 재난경보서비스를 적극적으로 개발하여 UHD 방송의 확산과 더불어, 국민이 안심할 수 있는 사회를 만드는데 이바지해야 할 것이다.

(정보통신기획평가원 주간기술동향(2020.10.28.) "지상파 UHD 방송의 재난 경보 서비스 동향" 발췌)

9.2. 슈퍼컴퓨터 관련 최신 기술 동향

세계 각국은 4차 산업혁명을 선도하기 위해 초고성능컴퓨터를 국가 미래경쟁력을 좌우하는 핵심 요소로 간주하며 슈퍼컴퓨팅 경쟁력 향상을 위해 전략적으로 집중 투자하고 있다.

미국은 초고성능컴퓨팅 분야 세계 1위 유지를 위해 정책적으로 국가 초고성능컴퓨팅 전략(NSCI, 2015년)을 수립하는 등 전방위 투자를 하고 있다. 일본도 Top500 1위 시스템인 이화학연구소의 후가쿠를 구축하는 등 적극적인 투자를 이어가고 있고, 중국 역시 2017년까지 1위를 차지했던 선웨이 타이후즈광(Sunway TaihuLight)을 자체 개발하는 등 정부주도의 성장을 보이고 있다. 유럽은 범유럽 초고성능 컴퓨팅 역량 발전을 위한 HPC 인프라구축(PRACE), HPC 기술개발(ETP4HPC), 집단연구 활용(CoE) 등 'EU HORIZON 2020(2014~2020)' 프로그램을 3개 중점과제로 추진 중이다.

이렇게, 세계 각 나라의 슈퍼컴퓨팅 성능, 기술, 활용 등 슈퍼컴퓨팅 발전 동향을 살펴보기에 가장 좋은 기회는 1년에 2번씩 개최되는 국제 슈퍼컴퓨터 컨퍼런스(Supercomputer Conference, SC)이다. 슈퍼컴퓨터 컨퍼런스는 전 세계의 모든 슈퍼컴퓨터 관련 업체, 슈퍼컴퓨터 운영기관 및 관련 연구기관에서 수천 명이 참석하여 슈퍼컴퓨터와 관련된 모든 정보를 공유하고 발표하는 행사이며, 본 행사의 하나로 세계 모든 슈퍼컴퓨터의 성능을 분석하여 1위부터 500위까지의 순위를 6개월 주기로 발표하고 있다.

코로나19의 영향으로 인해 2020년 11월의 SC는 이례적으로 온라인으로 개최되었으며, 신규 슈퍼컴퓨터의 설치 또한 급감하여 역대 최소의 수치를 보였다. 2020년 11월 현재 세계 1위의 초고성능컴퓨터는 일본 이화학연구소의 후가쿠(Fugaku, 실제 성능 442PF, 이론 성능 537PF)이며 500위권 내 중국이 212대, 미국이 113대로 전세계 슈퍼컴퓨터의 2/3를 두 국가에서 보유하고 있고, 국가별 보유 성능 총합은 미국이 669PF로 1위를 나타냈다. 또한, 기상·기후 분야 최고 순위는 각각 30위와 34위에 위치한 프랑스 기상청의 슈퍼컴퓨터(실제성능 8.2PF, 7.7PF)이다. 우리나라의 슈퍼컴퓨터는 한국과학기술정보연구원의 누리온(실제성능 13.9PF)이 21위, 기상청 슈퍼컴퓨터 4호기 누리와 미리(실제성능 각 2.4PF)가 166위와 167위(기상·기후 분야 18위, 19위)로 총 3대의 시스템이 등재되었다.



제3부 분야별 기상정책

제1장 기상예보

제2장 기상관측

제3장 기후 및 기후변화

제4장 기상서비스

제5장 지진감시와 대응

제6장 기상위성 및 레이더

제7장 국제협력

제8장 기상행정

1

예보업무의 제도 개선

예보국 | 예보정책과 | 기상사무관 | 한효진
예보국 | 예보정책과 | 기상사무관 | 장유정

1.1. 예보업무 관련 규정 개정

1.1.1. 예보업무규정의 개정

예보업무 수행기록 관련 조항을 신설하고 특보구역 변경사항을 반영하는 등 현행 제도의 운영상 나타난 일부의 미비한 점을 개선하고 보완하기 위해 한 차례 개정하였다.

예보업무수행체계에 따라 조문 체계를 변경하고 예보 및 특보 관련업무의 세부지침 운영근거를 마련하였으며, 단기 및 중기예보의 발표주체를 명확화, 중기예보 육상 예보요소 중 예보신뢰도를 강수확률로 변경, 초단기 및 중기 날씨해설 신설, 서울특별시 육상특보 상세구역 설정 및 고성평지, 강원남부산지의 행정구역 명칭을 현행화하는 등을 포함하여 개정(2020.7.30., 기상청훈령 제987호)하였다.

1.1.2. 방재기상운영규정의 개정

방재기상업무의 효율적 수행을 위하여 방재기상조직 편성·운영에 따라 조문별 행위 주체를 변경하고, 적극적인 재난현장 지원을 위하여 지방본부에 재난현장지원반을 편성하여 운영할 수 있도록 하였으며, 방재기상조직과 지방본부장의 행동요령을 보완하는 한편, 방재 관계기관과의 협조체제 강화를 위하여 방재기상업무협의회의 내부위원을 추가하는 등 개정(2020.6.30., 기상청훈령 제982호)하였다.

1.2. 위험기상 대응을 위한 예·특보 서비스 개선 추진

1.2.1. 태풍 강도 등급 및 크기표현 개선

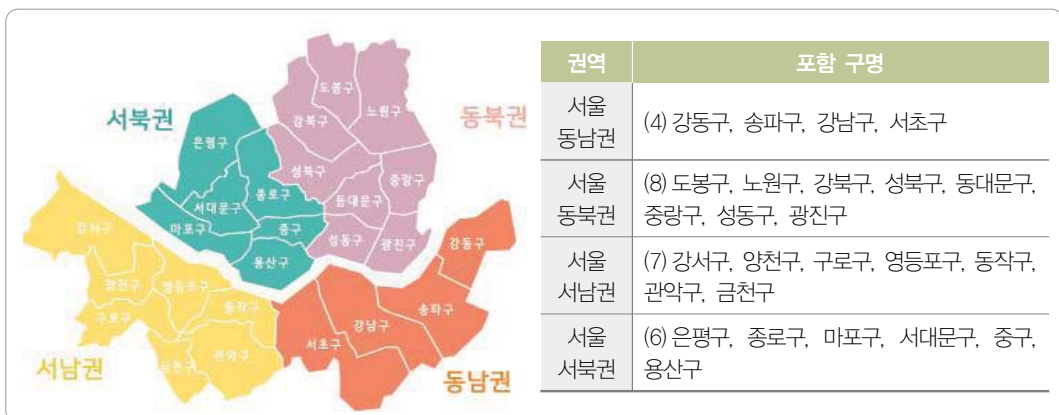
2019년, 한반도에 평년보다 많은 7개의 태풍이 영향을 주는 등 지구온난화로 인한 한반도 영향 및 태풍 강도 증가가 우려되면서 태풍 정보 개선의 필요성이 제기되어 태풍 강도 등급의 분류를 개선하고 크기 표현 방식을 개선(5월)하였다.

태풍 강도 등급은 '매우 강' 이상의 등급인 '초강력(super strong)'을 신설하고, 태풍 크기 분류 체계 대신 기존에 제공하던 강풍반경에 폭풍반경을 추가 제공하도록 개선하였다.

또한, 태풍의 선제적 방재대응 지원을 위해 24시간 이내 태풍으로 발달할 것으로 예상되는 열대저압부의 진로 예측기간을 1일에서 5일로 확장(5월) 하였는데 이는 일본보다 4개월 앞서 도입한 것으로 태풍 발달시점, 강도 및 진로 내용 등 태풍정보에 포함되는 내용도 함께 제공하도록 개선하였다.

1.2.2. 서울 특보구역 세분화

기후변화로 인해 호우나 폭염 등 이상기상 현상이 다양한 패턴을 보이며 국지적으로 나타나고 피해의 지역별 편차도 커지면서 기상특보 발표구역을 행정단위보다 세밀하게 운영할 필요성이 있어, 우리나라 인구의 약 20%가 거주하는 서울의 특보구역을 세분화하였다. 국립기상과학원의 '서울지역 특보구역 세분화 가능성에 관한 연구'를 통해 기온·강수 등 기후특성을 분석한 결과와 함께 사회·경제적 파급효과 및 생활권을 고려하여 동남권, 동북권, 서남권, 서북권 4개 권역으로 분리하였으며, 이로 인해 단일구역으로 서울 전역에 발표하던 기상특보를 권역별로 발표할 수 있게 되었다.



[그림 3-1] 서울 특보구역 세분화

1.2.3. 체감온도 기반 폭염특보 시범운영

최고기온만 반영하는 기존의 폭염특보는 실제 폭염 피해 영향을 경고하기에 부족하며, 기온 뿐만 아니라 습도 등을 고려한 폭염특보 운영 요구가 증가함에 따라 기온과 습도를 고려하는 더위체감지수를 활용한 체감온도를 도입하고 폭염특보 기준을 일최고기온에서 일최고체감온도로 변경하여 시범운영하였다. 체감온도는 열적 쾌적한 정도의 기준환경을 고려하여 50% 상대습도에서 더위체감지수와 기온이 동일한 값을 갖도록 더위체감지수 산정방식을 조정한 값이다. 새롭게 도입한 체감온도기반 폭염특보는 전반적으로 기온만 사용하는 것보다 위험감지율이 높고 특히 해안지역에서 탁월한 성능을 보이는 것으로 나타났으며, 5~6월 특보 발표는 감소하고 7~8월은 증가하는 등 한여름에 집중되어 발표되는 효과가 있는 것으로 분석되었다. 또한 더위체감지수, 폭염특보 등 다양하게 제공되던 더위 관련 정보를 일원화된 체감온도로 제공함으로써 국민 혼란 감소 및 활용도가 증대될 것으로 기대된다.

[표 3-1] 폭염특보 기준 개선

구분	기 존	개 선(시범운영)
폭염 주의보	일최고기온 33℃ 이상인 상태가 2일 이상 지속될 것으로 예상될 때	폭염으로 인하여 다음 중 어느 하나에 해당하는 경우 ① 일최고체감온도 33℃이상인 상태가 2일 이상 지속될 것으로 예상될 때 ② 급격한 체감온도 상승 또는 폭염 장기화 등으로 중대한 피해발생이 예상될 때
폭염 경보	일최고기온 35℃ 이상인 상태가 2일 이상 지속 될 것으로 예상될 때	폭염으로 인하여 다음 중 어느 하나에 해당하는 경우 ① 일최고체감온도 35℃이상인 상태가 2일 이상 지속될 것으로 예상될 때 ② 급격한 체감온도 상승 또는 폭염 장기화 등으로 광범위한 지역에서 중대한 피해발생이 예상될 때

1.2.4. 상세예보 제공을 위한 기반 마련 및 초단기 예보 상세 제공

국민이 체감할 수 있는 상세한 예보와 사회·경제적 피해 예방을 위한 위험기상정보에 대한 요구가 증가하고 한눈에 보기 쉬운 직관적인 예특보서비스에 대한 수요가 증가함에 따라 3년내 국민이 체감할 수 있는 상세예보 서비스 제공 계획을 수립하여 시·공간적으로 상세한 예보 제공을 위한 기반을 마련하였다. 날씨알리미(push 앱)를 통한 날씨알림 서비스를 제공하고, 단기에보 날씨해설 뿐만 아니라 초단기·중기 날씨해설을 신설하여 12시간까지의 가까운 미래에 예상되는 현상 및 변동성이 큰 중기에보에 대한 예보관의 상세한 분석을 제공하였다.

또한, 예보 편집업무에 투입되었던 인력을 줄이고 분석 및 대외 서비스 강화를 위하여 예보 생산 및 결정의 중앙집중화를 추진하였으며, 빠른 특보 결정을 위한 가이던스 제공을 강화하였다. 지방

청(지청) 예보과(관측예보과) 내에 '예특보 및 정보 생산팀', '방재기상 및 대외 소통 홍보팀', '지역 예보기술 연구개발팀' 총 3개팀을 신설하여 소통 및 연구개발을 강화하고 보다 빠르고 정확한 특보 및 예보생산이 이루어질 수 있도록 하였다.

신속한 의사소통을 통한 빠른 특보 발표와 효율적인 예보생산을 위하여 지방청(지청) 예보관(16인)이 본청에서 합동근무를 수행하였으며, 날씨흐름 파악과 주야간 전환 횟수 감소 등 예보분석 역량 향상을 위하여 교대근무 스케줄을 8일주기 근무에서 16일 주기 근무로 개편하였다.

예보체계 및 근무체계 개편에 더하여, 국민이 보다 상세한 예보를 원함에 따라 초단기예보 제공 기간을 최대 6시간으로 확장(2019.10) 한 바 있으며, 초단기예보를 1시간 단위 주기에서 10분 주기로 갱신하여 운영하였다((2019.10.) 강수, (2020.2.) 기온, 습도, 바람). 또한 국민 관심이 큰 강수량에 한하여 날씨누리에서 제공되는 비주얼맵의 이미지 형태 강수예측정보에 6시간 이내의 기간에 대하여 10분 단위의 강수량 정보(그래프)를 사용자 선택에 따라 추가적으로 표출할 수 있도록 하였다.

1.3. 예보기술발표회 개최 및 예보 우수기관, 우수예보관 선정

1.3.1. 예보기술발표회 개최

빛나간 예보사례의 심층 분석과 관할지역의 특성이 반영된 쉽고 활용도 높은 다양한 예보기술의 개발·공유를 위해 「2020년도 예보기술발표회」를 비대면으로 개최(2020.11.4)하였다. 발표 과제는 총 15개로, 지정과제(10개)와 자유과제(5개)로 2개의 세션으로 분리하여 진행하였다. 올 해의 지정과제 주제는 '2시간 이상 빠른 특보 발표 및 급격히 발달하는 위험기상의 대응역량 향상을 위한 초단기 예측기술 개발'로 선정하였다. 과제평가는 예보국장을 위원장으로 내부 3인, 외부 2인으로 심사위원회를 구성하여 선제적 특보 발표를 위한 착안점을 제시하고, 특보 발표에 있어 충분한 선행시간을 확보할 수 있는가에 초점을 두고, 평가하였다. 평가 결과, 최우수 과제로는 예보국 총괄예보관1과의 김정빈 주무관이 발표한 '정체전선 상에서 발달하는 호우 집중구역 예측을 위한 하층 대표고도 분석'이 선정되었으며, 우수상 2과제, 장려상 4과제가 선정되어 기상청장상과 부상을 수여하였다.

[표 3-2] 2020년도 예보기술발표회 수상내역

구분	과제명	참가자(발표자*)	
		소속	직급/성명
최우수상	정체전선 상에서 발달하는 호우 집중구역 예측을 위한 하층 대표고도 분석	총괄예보관1	기상서기보 김정빈* 기상전문관 이제광
우수상	AWS 자료를 이용한 대류불안정 강수 초단기 예측 기법 (II)	강원청 예보과	기상주사보 황상희* 기상서기 홍석봉
	우박 발생 및 대응 가이드نس	부산청 예보과	기상주사보 김주영* 기상주사보 전경욱
장려상	겨울철 Cp 확장 시 서해상 대기조건 정량화를 통한 선제적 대설특보 판단	전주지청	기상서기 이재호*
	저기압 이동경로에 따른 제주지역 선제적 호우특보 가이드نس 개발	제주청 예보과	기상주사보 강미영* 기상주사 이명훈
		부산청 예보과	기상주사보 전효주
	강우강도 객관적 예보를 위한 불안정 지수 활용 수치모델개발과	총괄예보관2	기상주사보 이지혜* 기상주사 박정민
		수치모델개발과	기상서기 박민선 기상서기보 박민
	AWS 관측자료를 활용한 초단기예보 정확도 향상	예보기술과	기상서기보 서민지* 기상주사 이호용
총괄예보관3		기상전문관 이창재	

1.3.2. 2020년도 우수예보기관 선정

예보기관의 사기진작을 통해 예보기술발전을 유도하고, 예보 품질(정확도) 향상과 대국민 기상예보 서비스의 만족도를 제고하고자 전국 예보관서를 대상으로 예보 및 특보 평가를 실시하여 2020년도 우수 예보기관을 선정하였다. 2020년 예보 및 특보평가는 평가의 객관성과 공정성을 확보하기 위해 평가지표를 정량화하여 새로운 평가 기준을 마련하였다. 기존 정성적 가점 지표(지방협력도)를 배제하고, 호우, 대설 특보와 폭염 기간의 낮 최고기온 등 정량적인 수치로 평가할 수 있도록 개선하였다.

평가 대상기관은 총괄예보관, 지방기상청 예보과, 기상지청 관측예보과이며, 협업부서(국가태풍센터, 정보통신기술과, 수치모델개발과, 위성분석과, 레이더분석과)의 경우 총괄예보관 각 조에 포함하여 평가하였다. 예보 및 특보평가 결과 4개 부서가 우수기관으로 선정되었다. 총괄예보관 2과가 최우수 예보기관으로, 총괄예보관 1과와 수도권기상청 예보과가 우수 예보기관으로 선정되었고, 도약기관으로 전주기상지청 관측예보과가 선정되었다.

1.3.3. 2020년도 우수예보관 선정

기상청은 조직혁신을 위해 예보분야 역량평가 기본계획을 수립하고, 예보관의 역량을 종합적으로 진단·평가하는 체계를 도입(2018년)하였다. 평가의 객관성 및 공정성을 강화하기 위해 2020년 4월 새로운 평가기준 및 절차를 마련하였고, 예보관 우대 및 자부심 고취 등 사기진작을 유도하기 위해 상위 10%에 해당하는 예보관에게 부여하는 인센티브는 기존 방식을 유지하였다.

평가의 객관성 강화를 위해 정량평가 비중을 확대(2019년 40점 → 2020년 70점)하고, 평가자의 판단이 개입될 수 있는 정성평가의 비중은 낮추었다. 정량평가 항목 중 최근 이상기후로 빈번하게 발생했던 폭염의 영향을 고려하여 낮최고기온(폭염주의보 기준 33℃이상)이 추가되었고, 기존의 선제적 특보운영 여부에 대한 평가요소는 동일하게 유지하였다. 정성평가 평가항목은 우수 예·특보 사례와 사후분석에 대한 보고서로 전년도와 동일하게 유지하였고, 평가의 공정성을 기하기 위해 내부 자체평가에서 국민이 참여하는 평가 방식으로 개선하였다.

정성평가의 평가방식은 예선심사(외부전문가)와 본선심사(국민참여단)로 순위를 결정하고, 최종 평가를 '예보분야 평가심의회'에서 의결(12월)하였다. 상위 10%로 선정된 우수예보관은 전주기상지청 노희종 예보관, 부산지방기상청 양호정 예보관, 수도권기상청 신현식 예보관, 전주기상지청 김은미 예보관, 광주지방기상청 황연남 예보관 총 5명이다.

1.4. 기상정보 소통체계 개선

1.4.1. 기상정보 소통과 가치를 더하는 영향예보

국민의 기상예보 이해도 향상을 위해 여름철 위험기상과 예보 변동성에 대한 상세해설 콘텐츠를 제공하였으며, 특히 예보관이 직접 출연하여 이해하기 쉽게 설명하는 날씨해설 영상 제공으로 '인터넷기상방송' 만족도 향상(2019년 84% → 2020년 92%)되는 성과가 있었다.

위험기상 상황을 신속하게 전달하기 위하여 집중호우, 태풍 등에 대한 설명자료를 배포하고 정책브리핑을 실시하였으며, 태풍과 같은 위험기상에 대해 예보관이 직접 재난방송에 출연하여 적극적인 위험기상정보를 전파하였다.



[그림 3-2] 태풍 관련 언론보도 현황 및 재난방송 생중계

또한, 폭염 영향예보의 보건분야를 일반인과 취약인으로 이원화하고, 폭염으로 인한 영향이 적은 교통, 화재, 정전분야를 통합하여 6개 분야(산업·축산업·농업·수산업 등)로 구분하였다. 분야별로 일최고체감온도, 최고기온 등의 기준에 따라 4단계(관심, 주의, 경고, 위험)의 위험수준을 제공하였다.

한파 영향예보는 2019년 시범운영 결과분석을 통해 2020년 11월부터 정규운영하였다. 수요자별 특성에 맞는 정보 제공을 위한 전달방안 개선, 대상별 차별화된 대응요령 제공 및 대응요령 제공 범위 확대, 관련 부처 정보 활용 효율성 증대를 위한 URL-API 제공 등 개선하여 정규운영을 실시하였다.

2 방재기상

예보국 | 예보정책과 | 기상사무관 | 박익태

2.1. 재난 위기대응 체계 정비

2.1.1. 재난관리 평가

「재난 및 안전관리 기본법」에 근거하여 실시되는 재난관리평가는 재난관리책임기관에서 추진하는 재난관리 업무를 점검하고 그 결과를 환류하여 재난대응 역량을 향상하는데 목적을 두고 있다. 2020년에는 재난유형별 위기징후 관리 실적, 실제 재난, 사고 대응 실적의 신규지표 10개, 재난관리 전담인력 확보, 지진방재종합대책 추진실적 등 개선지표 8개를 포함한 46개 지표에 대한 평가를 수행하였다. 우리청은 28개 중앙부처 중 보통등급으로 선정되었으며, 재난관리 역량을 제고하고 책임행정을 강화하기 위해 꾸준히 노력할 것이다.

2.1.2. 재난유형별 기상지원 체계 마련

방재 유관기관에서의 업무를 더욱 실효성 있게 지원하기 위하여 재난유형별(산불, 해양사고) 맞춤형 기상지원체계를 마련하였다. 대형산불 발생 시 산불의 확산여부 및 방향의 파악, 헬기 및 드론 운영 등 산불 진화작업에 필요한 의사결정에 기상정보는 매우 중요한 요소인 만큼, 산불현장 중심, 핵심사항 위주의 기상정보를 신속하게 제공하였다. 개선된 산불현장 기상지원 체계에는 산불기

상지원 기준과 단계에 맞는 정보, 위성 및 수치모델 자료를 활용한 상세정보 제공 가이드스 등이 포함되었다. 또한, 해양사고 대응 기상지원체계를 정비하여 선박사고, 수색작업 등 다양한 해양사고 상황에 따른 기상지원 절차를 명확히 하였다. 특히 해류, 수온, 풍랑 등의 해양기상정보뿐만 아니라, 헬기 등을 활용한 수색구조 및 사후대응을 위한 기상상황 및 시정 정보 등의 상세기상정보를 담아 사고현장 대응력을 높였다. 이와 더불어, 방재 유관기관과의 협업을 강화하여 개선된 기상정보가 재난현장에서 적극 활용될 수 있도록 하였다.

2.1.3. 방재기상 비상근무 실시

위험기상 예상 또는 발생 시 선제적 대응 강화를 위하여 지방 재난현장대응반 편성, 특별대응반 역할 강화 등 방재기상운영규정을 개정하고 이에 따른 호우·태풍·대설·황사·위험기상 비상근무를 경계·비상2급·비상1급 3단계로 구분하여 실시하였다. 2020년에는 본청 기준으로 대설 10회(1급 1회, 2급 5회, 경계 4회), 호우 36회(1급 6회, 2급 17회, 경계 13회), 태풍 11회(1급 4회, 2급 4회, 경계 3회), 산불, 폭염 등 위험기상(1급 1회, 2급 1회, 경계 82회)의 비상근무를 연인원 1,099명이 실시하였으며, 지방청 등 소속기관을 포함해 연 5,190명이 비상근무를 실시하였다.

2.2. 방기상업무협의회 개최

방재 유관기관과의 협력을 강화하기 위한 방재기상업무협의회를 5월과 12월 서면으로 개최하였다. 여름철과 겨울철 방재기간을 대비하여 개최된 본 협의회에서는 기상재해로 인한 피해를 최소화하기 위하여 기관별 주요 방재대책을 공유하고, 기관 간의 협조체계를 확인하였다. 여름철 방재기상업무협의회에서는 폭염특보 기준 개선과 시범운영, 서울특별시 특보구역 세분화, 날씨알리미 어플리케이션을 활용한 실시간 기상알림서비스 등을, 겨울철 방재기상업무협의회에서는 해상 예·특보 체계 개선사항, 한파 영향예보 정규서비스, 이상기후전망과 기상가뭄예보 통합 등의 추진사항을 소개하여 방재 유관기관에서 개선된 기상정보를 활용할 수 있도록 하였다. 특히, 선제적 태풍 및 호우 특보 운영, 황사·미세먼지 대응 지원 등 유관기관의 건의사항에 대해 적극 협조·지원하여 협업을 강화하였다.

2.3. 기상특보 발표현황

2020년에 전국적으로 발표한 기상특보는 전년 대비 257건(약 11.9%) 증가한 2,425건이었다. 특보 횟수는 호우 680건, 풍랑 618건, 강풍 445건, 대설 162건, 건조 150건, 태풍 149건, 폭염 148건, 한파 61건, 해일 12건 순으로 나타났다.

[표 3-3] 2020년도 전국 기상특보 발표현황

(단위 : 건)

분기	특보명	강풍		풍랑		호우		대설		건조		해일		황사		한파		태풍		폭염		계
		주의보	경보	주의보	경보	주의보	경보	주의보	경보	주의보	경보	주의보	경보	주의보	경보	주의보	경보	주의보	경보	주의보	경보	
1/4	서울·경기도	19	3	17	3	0	0	13	1	5	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	65
	부산·경상도	44	8	47	13	0	0	11	3	25	2	3	0	0	0	2	0	0	0	0	0	158
	광주·전라도	28	7	28	9	0	0	4	2	11	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	91
	대전·충청도	13	2	9	0	0	0	10	0	4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	39
	강릉·강원도	13	1	32	12	0	0	37	5	14	2	1	0	0	0	5	1	0	0	0	0	123
	제주도	11	1	27	7	8	1	9	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	68
	소 계	128	22	160	44	8	1	84	13	61	4	5	0	0	0	13	1	0	0	0	0	544
2/4	서울·경기도	13	0	11	0	6	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	40
	부산·경상도	27	2	23	7	18	7	0	0	9	5	0	0	0	0	0	0	0	0	8	1	107
	광주·전라도	25	1	23	2	28	6	0	0	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	97
	대전·충청도	5	0	8	0	8	1	0	0	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	31
	강릉·강원도	14	2	10	6	6	3	4	0	7	3	2	0	0	0	1	0	0	0	6	0	64
	제주도	13	2	22	2	19	8	1	1	6	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	77
	소 계	97	7	97	17	85	25	5	1	36	15	3	0	0	0	1	0	0	0	26	1	416
3/4	서울·경기도	19	2	16	2	83	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	8	11	4	181
	부산·경상도	23	5	36	7	92	25	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	19	14	19	15	257
	광주·전라도	22	5	31	8	96	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	20	13	12	271
	대전·충청도	8	0	11	1	55	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	5	9	9	144
	강릉·강원도	4	1	14	4	50	15	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	7	4	14	7	122
	제주도	10	1	23	8	29	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	12	6	2	112
	소 계	86	14	131	30	405	147	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	86	63	72	49	1,087
4/4	서울·경기도	16	1	14	2	4	0	5	0	5	0	0	0	0	0	8	3	0	0	0	0	58
	부산·경상도	20	2	23	6	0	0	3	2	12	2	0	0	0	0	8	5	0	0	0	0	83
	광주·전라도	32	3	31	4	2	0	23	7	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	105
	대전·충청도	4	0	9	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	8	3	0	0	0	0	31
	강릉·강원도	5	0	19	4	0	0	2	0	7	5	0	0	0	0	6	4	0	0	0	0	52
	제주도	8	0	21	6	3	0	7	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49
	소 계	85	6	117	22	9	0	47	12	27	7	0	0	0	0	31	15	0	0	0	0	378
전 국	396	49	505	113	507	173	136	26	124	26	12	0	0	0	45	16	86	63	98	50	2,425	
비율(%)	16.3	2.0	20.8	4.7	20.9	7.1	5.6	1.1	5.1	1.1	0.5	0.0	0.0	0.0	1.9	0.7	3.5	2.6	4.0	2.1	100.0	

3

예보기술 향상과 예보해설 강화

예보국 | 예보분석팀 | 기상사무관 | 이광연

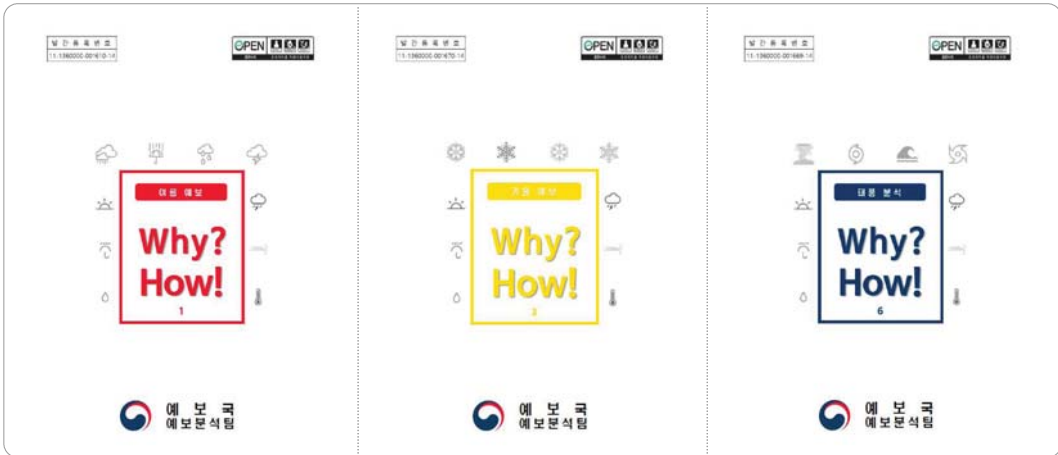
예보국 | 예보기술과 | 기상사무관 | 김기석

3.1. 예보기술 향상

3.1.1. 예보분석 역량 향상을 위한 예보분석 기법 공유

계절별, 세부 주제별 기상 현상에 대한 이해도 증진과 예보관 현장 가이드스 활용을 위해 총 6권의 《Why? How!》가이드스를 개선하여 발간하였다. 여름·겨울철 주요 메커니즘 분석과 판단 매뉴얼을 담은 ‘여름 예보’, ‘여름예보 사례분석’, ‘겨울 예보’, ‘겨울예보 사례분석’가이드스를 개정하였고, ‘태풍 분석’, ‘지역특화 예보’가이드스를 신규 발간하였다.

또한 위험기상에 대한 선제적 대응 역량 강화와 예보분석 기술력 향상을 위해 지식·경험·노하우 세미나를 운영하였다. 여름철·겨울철 위험기상 대비 집중 세미나 및 예보 소통에 대한 언론인 수시 세미나 등 총 22회를 운영하여 예보관의 분석능력 제고 및 역량 강화에 기여하였다.



[그림 3-3] 《Why? How!》 여름 예보, 겨울 예보, 태풍 분석

3.2. 예보해설 강화

3.2.2. 예보소통 체계 개선

위험기상에 대한 One-Voice 언론대응 체계를 구축하기 위해 총괄예보관, 지방청 예보과, 예보분석팀, 대변인실 등으로 구성된 '소통 전담반'을 운영하여 주요 이슈 사항, 위험기상 시나리오 등에 대하여 실시간 공유하였다. 또한, 사회적 영향도가 큰 예보(대설, 호우, 태풍)에 대한 상황별 '위험기상 대응 시나리오'를 공유하여 총괄예보관, 지방청 예보관이 실황 분석, 기상정보 발표, 언론대응 등을 신속하게 대응할 수 있도록 하였으며, 시나리오 발표기준과 판단가이드스 제작 방법 등을 보완하여 대응하였다. 장마철을 대비해 선제적이고 적극적인 언론 지원을 위해 각종 통계자료 및 장마철 단계별 업무 가이드라인을 추가한 '위험기상 언론대응 매뉴얼'을 개선하여 대응을 하였다.

태풍, 수능일 날씨 등 국민적 관심이 높은 이슈를 중심으로 예보분석관이 직접 생방송(유튜브)으로 정책브리핑(총 6회)을 실시함으로써 기상재해 예방과 기상정보의 신뢰성 강화에 기여하였다.



[그림 3-4] 예보분석관이 직접 전하는 날씨 이슈 정책브리핑

사전 날씨인터뷰는 내일 날씨의 핵심 위주로 사전 인터뷰 영상을 제공하여 언론에서 총 832건을 활용하였다. 위험기상 발생 시 기존에는 기압배치 위주의 평면적 기상모식도를 활용하여 원인·특징·변동성에 대한 해설정보(설명자료, 날씨해설영상 등)를 제공하였으나, 영상정보에 대한 수요를 반영하여 누구나 쉽게 이해할 수 있는 3D 모식도(지형성 강수, 온난전선성 강수)를 제작하여 기상현상에 대한 국민 이해도 제고에 기여하였다.



[그림 3-5] 강수 모식도 제작

3.2.3. 기상전문방송 역할 강화를 위한 ‘날씨ON’ 개편

기상청은 기상정보를 쉽고 신속·정확하게 전달하고 하고자 효율적인 소통채널인 ‘유튜브’를 활용하여 기상방송(날씨ON)을 운영하고 있다. 2020년에는 정형화된 기상방송의 틀에서 벗어나 전문화된 소통 방식으로 민간 방송과의 차별화를 지향하였다. 기상전문기자가 출연하여 설명하던 것을 예보를 생산하는 예보관이 직접 출연하여 기상현상의 원인과 과학적 분석 결과를 설명함으로써 국민의 궁금증이 효과적으로 해소되도록 하는 동시에 예보관과 국민 사이의 소통을 강화하였다. 또한 별도의 유튜브 채널(날씨ON)을 운영하였으나, 효율성 향상을 위해 기상청 채널로 통합하여 운영함으로써 접근성 강화에 기여하였다. 2020년은 역대 가장 긴 장마철과 집중호우, 연이어 발생한 태풍으로 위험기상이 많았으나, 전문적인 설명을 덧붙인 날씨 해설 방송을 한 결과 전년 대비 만족도가 8% 향상된 92%로 나타났다.



[그림 3-6] 날씨ON 개편

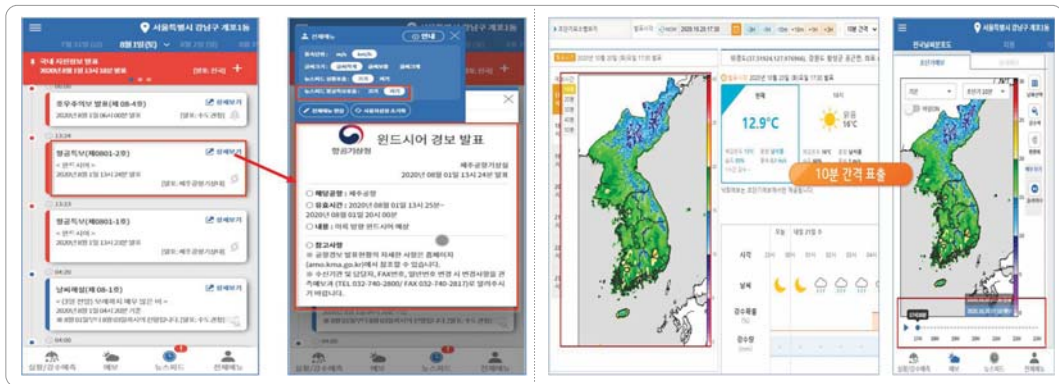
3.3. 선진예보시스템 구축·운영

기상청은 기상재해로부터 국민의 생명과 재산을 보호하기 위하여 기상현상 감시부터 통보까지 예보 업무의 전 과정을 아우르는 선진예보시스템을 구축하였으며 현재까지 지속적으로 추진하고 있다. 2010년 시범사업을 시작으로, 2020년은 범국가적 위험기상 공동대응 기반 강화와 예보역량 향상 체계 구축을 목표로 사업을 추진하였으며 유관기관 공유·활용시스템, 스마트예보시스템, 예보기술의 과학화, 수요자 중심 서비스의 4개 분야로 구분하여 수행하였다.

3.3.1. 유관기관 공유·활용시스템

기상청은 범부처 위험기상 대응능력 향상을 위해 클라우드 방식의 방재기상 정보시스템을 구축하여 2015년 5월 15일 정식 운영을 시작하였으며 2020년 12월 기준으로 연간 일 평균 접속건수가 190만 건에 이를 정도로 활용도가 매우 높은 시스템을 운영하고 있다. 또한 563개 기관의 16,936명이 가입하여 실시간 기상정보를 통해 위험기상에 대응하고 있으며 유관기관 사용자의 의견수렴을 통한 개선을 지속적으로 진행하고 있다. 2020년에는 유관기관 및 언론과의 소통체계를 강화하여 위험기상 공동대응능력을 강화하였다. 클라우드 방재시스템에 최소 10분 단위의 초단기예보를 제공하고 예보 변경사항 및 변동 가능성을 문자서비스로 즉시 전달하는 등 실시간 현장대응이 가능하도록 지원하였다. 또한 사용자의 편의성을 위하여 주요 날씨정보를 어디서든 손쉽게 확인할 수 있는 모바일 방재기상 시스템 메인화면(뉴스피드*)에 저시정 및 윈드시어 등 항공특보 자료를 추가하고 과거 통보문 자료를 제공하는 등 지속적 개선을 추진하였다.

* 뉴스피드 : 사용자 설정 관심지역의 자주 업데이트되는 콘텐츠를 시간 순으로 제공하는 포맷으로, SNS(예: 페이스북, 인스타그램 등)에서 주로 활용



[그림 3-7] 항공특보 자료 뉴스피드 표출(좌) 및 초단기예보 시간간격 세분화-분포도(우)

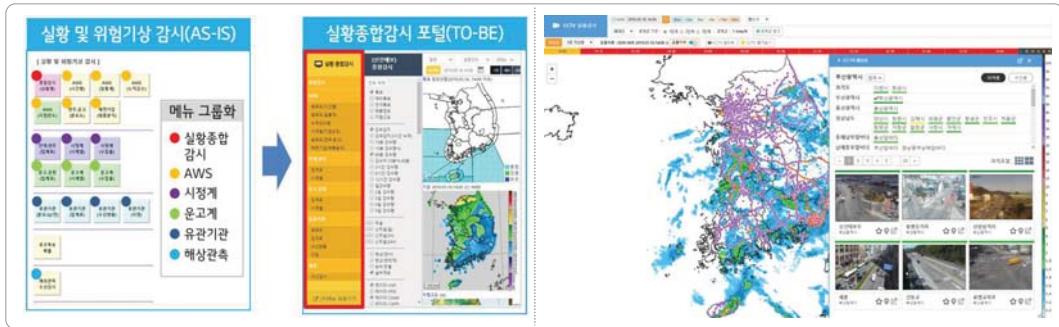
3.3.2. 스마트예보시스템

상세한 예보 서비스 제공을 위하여 동네예보 시간이 3시간에서 1시간으로 세분화 예정(21년)에 따라 단기예보 편집 자료 생성과 예보통보자로 생산 기능을 1시간 단위로 개선하였고 예보 지원을 위해 ECMWF 1시간 간격 예보장 및 연직 단열선도와 시계열 표출 기능을 구축하였다.

또한 신속한 실황감시를 통해 위험기상 상황변화를 빠르게 인지하고 초단기 예측부터 특보 생산까지 연계된 호우특보 입력 체계를 개발하였으며 GIS 주제도 기반 특보구역 편집 기능을 제공하였다. 예보관들의 기상실황 감시의 직관성을 높이기 위해 실황종합감시 포털의 기존 메뉴를 그룹화하여 선별 및 재구성을 통해 UI 표준화를 진행하였다.

현재 대기 상태에 대한 입체적인 분석을 강화하기 위하여 실황기반 통합기상분석시스템의 지상 및 고층자료를 한국형 수치모델(KIM) 기반으로 변경하였으며 여러 수치모델(KIM, UM, ECMWF) 간 예측 결과와 관측자료의 통합 비교분석 결과를 제공하여 활용성을 강화하였다. 또한 위성 위험기상 임계지수를 천리안위성 2A호(GK2A)에서 관측한 정보로 변경하였다.

특보 선행시간을 확보하기 위하여 Open GIS 기반 전국 CCTV 위치의 영상을 표출 체계를 구축하였고 사용자가 선택한 지점의 영상을 항시 감시할 수 있는 다중 지점 선택 기능을 개발함으로써 기상 실황감시 기능을 개선하였다.



[그림 3-8] 실황종합감시 포털 메뉴 그룹화(좌) 및 CCTV 실황감시(우)

3.3.3. 예보기술의 과학화

강수 현황 및 전망에 대한 신속한 기상정보를 제공하기 위해서 기상정보에 뇌우분석 및 예측자료를 연계하는 뇌우감시추적 시스템을 개선하였다. 또한 사용자의 편의성을 고려하여 예보가이드스 사용자 소속관서별 기본 표출 지역 설정 기능을 개발하였다.

수치모델 정보의 활용성을 확대하고자 여러 예보 가이드스 및 수치모델 예측 결과를 동시에 비교할 수 있는 시계열 그래프와 집계표를 제공하였고, 여러 가이드스에 대한 검증을 제공함으로써 예보 성능 향상에 기여하고자 하였다.

돌풍으로 인한 피해 상황 대응하기 위하여 통계 기법을 활용하여 5km 해상도 동네예보 격자형 강풍가이드스를 개발 및 구축하였다.

3.3.4. 수요자 중심 서비스

국민의 일상생활과 가장 밀접한 초단기 강수예측 서비스의 획기적 개선으로 시공간적으로 상세한 날씨 정보를 제공함으로써 국민의 체감만족도를 향상하였다. 또한 유관기관·언론과 날씨변화 및 위험기상 정보의 신속한 공유를 통하여 범 국가 차원의 위험기상 대응 능력 향상을 통해 피해를 최소화하고자 하였다.

4 태풍정보

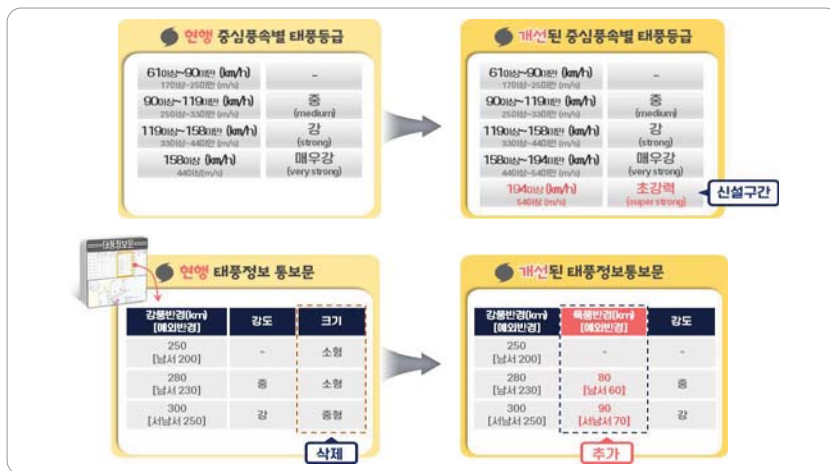
- 예보국 | 국가태풍센터 | 기상사무관 | 오임용
- 예보국 | 국가태풍센터 | 기상사무관 | 이경호
- 예보국 | 국가태풍센터 | 기상연구관 | 원성희

4.1. 태풍정보 업무 개선

4.1.1. 태풍 크기·강도 분류체계 개선

국민들이 보다 신속한 태풍 대응을 할 수 있도록 태풍으로 발달이 예상되는 열대저압부의 예보 기간을 확대하고, 태풍 강도의 최고등급을 신설하며, 태풍크기 정보를 개선하여 제공하였다.

주요 내용으로는 첫째, 고위도에서 발생 또는 빠른 북상으로 우리나라에 영향을 주는 태풍에 대한 사전 방재를 지원하기 위해 열대저압부 정보의 예보기간을 기존 1일에서 5일로 확대하였다. 둘째, 최근 들어 강한 태풍 발생비율이 증가함에 따라 태풍 강도 등급의 최고등급인 '초강력' 등급을 신설하였다. 등급의 기준은 최근 10년간 발생한 태풍의 상위 10%에 해당하는 중심 부근 최대풍속 54m/s(194km/h)이며, 태풍 강도 등급은 '중' - '강' - '매우강' - '초강력'으로 운영하였다. 마지막으로 그간 '소형' 태풍이라도 강한 태풍이 발생할 수 있어 태풍 크기 정보로 인해 태풍의 위험성을 오해할 수 있다는 지적이 있어 '소형' - '중형' - '대형' - '초대형'으로 태풍의 크기를 구분하던 것을 중단하고 개선하여 실제 피해와 연관성이 높은 강풍과 폭풍영역을 제공하였다. 강풍반경은 풍속이 15m/s(54km/h)이상의 영역으로 사람이 바람을 안고 걸을 수 없는 수준이며, 폭풍반경은 풍속이 25m/s(90km/h)이상의 영역으로 나무가 뽑히거나 가옥에 큰 피해가 발생할 수 있다.



[그림 3-9] 개선된 태풍 정보 서비스

4.2. 태풍예보 정확도 및 Best-track 산출

4.2.1. 2020년 태풍 진로예보 오차

2020년 북서태평양에서 활동한 태풍은 총 23개로 여름철(6~8월)에 8개, 가을철(9~11월)에 13개가 발생하였으며, 우리나라에 영향을 준 태풍은 4개를 기록하였다.

[표 3-4] 2020년 발생 태풍 및 평년 태풍 현황(개)

연도/월	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	합계
2020년					1	1		7(3)	4(1)	7	2	1	23(4)
30년평균 (1991-2020)	0.3	0.3	0.3	0.6	1.0	1.7 (0.3)	3.7 (1.0)	5.6 (1.2)	5.1 (0.8)	3.5 (0.1)	2.1	1.0	25.1 (3.4)

※ ()안의 숫자는 우리나라에 영향을 준 태풍의 수를 나타냄.

2020년에 발생한 23개 태풍에 대한 우리나라의 예보시간별 진로예보 오차를 보면 △ 24시간 82km △ 48시간 133km △ 72시간 173km △ 96시간 209km △ 120시간 266km이었다. 미국·일본의 진로예보 오차 평균과 비교해 보았을 때, 우리나라의 정확도는 72시간 이후 높았다.

[표 3-5] 2020년 기관별 태풍 진로예보 오차(km)

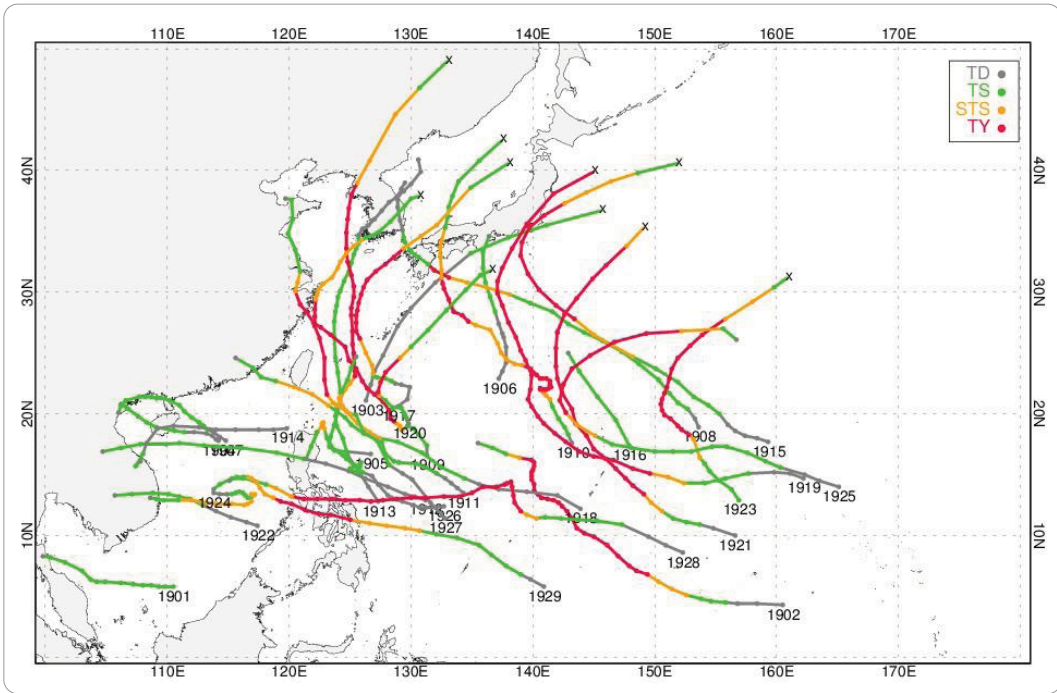
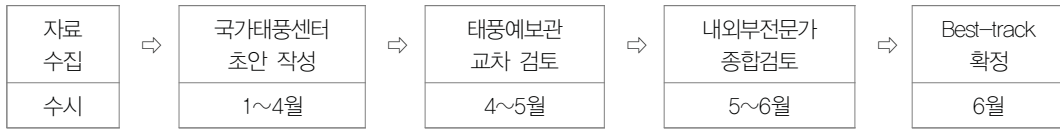
기관	24시간	48시간	72시간	96시간	120시간
한국기상청	82	133	173	209	266
일본기상청	74	119	176	214	267
미합동태풍경보센터	77	117	190	259	311
미국·일본 평균	76	118	183	237	389

4.2.2. 2019년 태풍 Best-track 산출

2019년도에 북서태평양에서 발생한 모든 태풍에 대해 『태풍 재분석 매뉴얼』(2013.4. 국가태풍센터 기술노트)과 『태풍재분석시스템』(2014. 12. 국가태풍센터 기술노트)을 기반으로, 태풍 예보 당시에 활용할 수 없었던 자료들을 최대한 확보하여 태풍의 진로, 강도와 크기에 대한 Best-track을 최초로 산출하였다. 29개 태풍의 중심위치와 강도 그리고 크기에 대한 세밀한 분석을 수행하고 태풍 예보관의 검토 후 태풍관련 내·외부전문가⁸⁾의 종합 검토과정을 거쳐 기상청 홈페이지에 공식 발표하고 2019년 태풍 분석보고서에도 수록하였다. 기상청에서 Best-track을 발표함으로써 태풍예보의 근본이 되는 태풍분석체계가 완성되었다고 할 수 있으며 국제 경쟁력 제고에도 기여하게 되었다.

⁸⁾ 전문가 검토회의에는 국가태풍센터, 총괄예보관, 국가기상위성센터, 기상레이더센터, 외부 전문가 참여

[표 3-6] Best-track 분석 절차



[그림 3-10] 2019년 29개 태풍의 Best-track 진로도

4.3. 2020년 태풍계절전망 발표

국가태풍센터는 여름철(6~8월, 5월 발표), 가을철(9~11월, 8월 발표)에 대한 태풍계절전망 자료 제공을 위해 통계모델⁹⁾, 역학모델¹⁰⁾, 통계-역학 모델¹¹⁾, 통계-역학 모델¹²⁾을 활용하여 북서태평양에서의 태풍 발생 수, 진로패턴 그리고 한반도에 영향을 준 태풍 수에 대한 자료를 생산하고 있다.

9) 15개 예측인자를 이용한 다중회귀모델 기반 앙상블(60개) 예측모델

10) 대기-해양모델로서, 6시간 간격의 3개월 예측장을 생산하는 기상청의 현업 장기예측시스템

11) NCEP(National Centers for Environmental Prediction)의 계절예측모델(CFS) 예측자료를 이용하여 진로유형을 분류하는 포아송회귀분석 기반 앙상블(시간지연방식 12개) 모델

12) 과거에 밝혀진 기후(전자구평균해수면온도, 남방진동지수)와 태풍강도 관계를 이용하여, 기상청 계절예측시스템의 42개 앙상블을 이용하여 북서태평양 태풍발생 개수의 예측 확률정보를 제공하는 모델

[표 3-7] 모델별 2020년 북서태평양해역 태풍 발생과 한반도 영향 예측 결과

	여름철(6~8월)		가을철(9~11월)	
	북서태평양	한반도영향	북서태평양	한반도영향
평년값 (1991~2020)	11.0	2.5	10.7	0.9
2020년 관측	8.0	3.0	13.0	1.0
통계모델	9.2	1.9	10.2	0.7
역학모델	14.8	3.0	14.8	1.8
통계-역학모델 I	9.2	2.0	13.2	2.0
통계-역학모델 II	7.1	-	6.9	-
진로 예측	대만 동쪽해역으로 진입할 가능성이 높을 것으로 예상됨		주로 일본쪽으로 이동하는 경우가 많을 것으로 예상됨	

2020년 여름철(6~8월)에는 평년값(11.0개)보다 적은 8개의 태풍이 발생하였으며, 이 중 3개의 태풍이 한반도에 영향을 주었다. 태풍 발생 수에 대한 통계·역학 앙상블 모델들의 예측값은 약 7~15개로 실제 발생한 태풍 수(8개)와 대체로 비슷한 수준을 보였다. 또한, 실제로 한반도에 영향을 준 태풍 수는 평년과 비슷한 3개를 기록하였고, 모델도 평년 수준인 3.0개로 예측하였다. 가을철(9~11월)에는 기후 값(10.7개)보다 많은 13개의 태풍이 발생하였고 이 중 1개의 태풍이 한반도에 영향을 주었다. 국가태풍센터에서는 유엔 아시아태평양 경제사회이사회(United National Economic and Social Commission for Asia and the Pacific, ESCAP/세계기상기구(WMO) 태풍위원회 기상분과 과제“태풍계절예측기술 개발”과 연계하여 여름철과 가을철 태풍계절예측 정보를 생산하고 회원국에 제공하고 있다.

4.4. 국제협력을 통한 국내·외 위상 강화

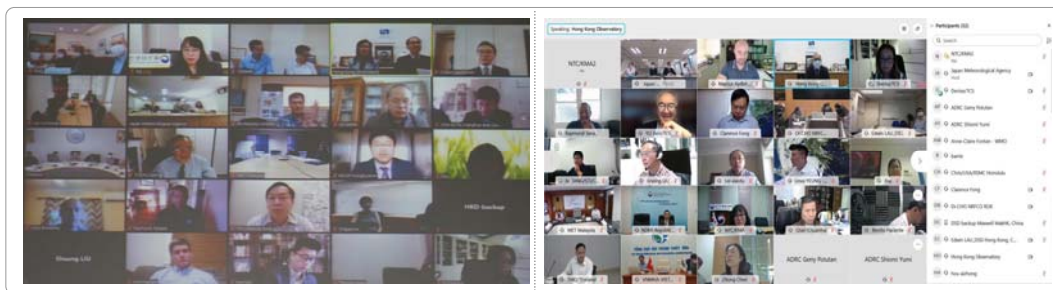
4.4.1. 태풍위원회 총회 및 통합워크숍 참가

태풍위원회(Typhoon Committee)는 유엔 경제사회이사회(UN ESCAP)와 세계기상기구(WMO)가 공동으로 설립한 정부 간 기구로서 북서태평양 지역에서 태풍의 영향을 받는 우리나라와 중국, 일본, 필리핀 등 14개 회원국으로 구성되어 있으며 태풍피해 경감을 위한 국제협력과 기술지원을 도모한다.

2020년 태풍위원회의 총회를 포함한 분과별 회의는 코로나19 확산 방지를 위해 영상회의로 진행되었으며, 제15차 태풍위원회 통합워크숍 영상회의를 통하여 회원국 간 협력 사항 및 연간추진 사업의 이행 점검과 향후 계획에 대한 정책 결정이 이루어졌다.

국가태풍센터에서는 2020년에 수행된 기상분과 추진사업(태풍 계절예측시스템 개발, 태풍현업

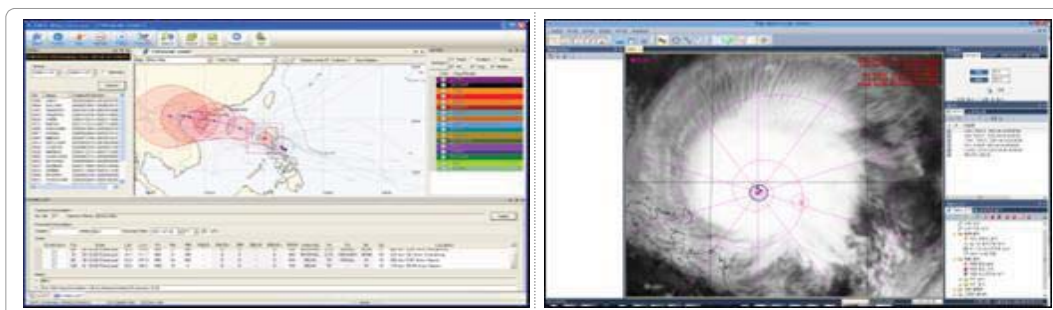
시스템 기술이전의 성과를 공유했다. 2020년에는 코로나19 상황으로 인하여 개도국 태풍예보관 연수프로그램 운영과 회원국 방문을 통한 태풍현업시스템의 기술이전 사업은 연기되었으며, 회원국을 대상으로 제공하는 태풍 계절전망 자료 생산은 일정대로 진행되었다. 이번 태풍위원회 총회를 통하여, 한국 기상청은 천리안위성 2A호 기반의 태풍분석 지원기술개발을 위한 신규사업을 제안하였고, 태풍위원회는 이를 승인하였다. 신규사업은 2021년에 시험적으로 수행 후, 다음 총회에서 연간추진사업으로의 승격이 결정될 예정이다.



[그림 3-11] 제52차 태풍위원회 총회(좌) 및 제15차 통합워크숍(우) 영상회의의 모습

4.4.2. 태풍위원회 회원국 대상 태풍분석 및 예보 기술 전수

기상청은 태풍위원회(Typhoon Committee) 회원국의 요청에 따라, 2014년부터 국가태풍센터의 태풍현업시스템(Typhoon Operation System : TOS)의 기술이전을 수행하고 있으며, 지난 7년간 5개국(베트남, 라오스, 필리핀, 태국, 마카오)의 기상청에 TOS 시스템 설치와 이를 이용한 태풍 예보 교육을 추진해왔다. 이러한 회원국 대상 기술이전은 태풍위원회 신용기금의 지원을 통해 수행되었다. 2020년에는 코로나19 상황에 따라 회원국에 방문교육은 진행되지 못했으며, 2019년에 기술이전이 추진된 바 있는 마카오 기상청에 Online을 통한 기술지원이 이루어졌다. 과거 기술이전을 완료한 회원국의 요청이 있는 경우, 후속 기술지원과 모니터링은 지속적으로 지원될 예정이다.



[그림 3-12] 태풍위원회 회원국 기술이전을 위한 태풍현업시스템(TOS) 표출 예

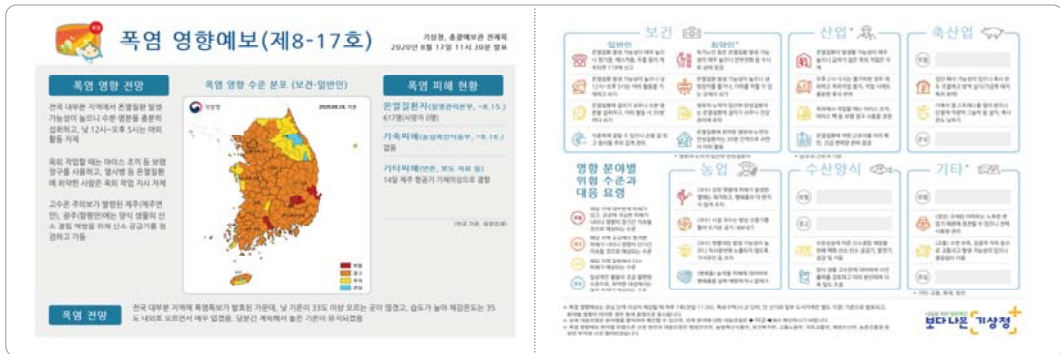
5.1. 영향예보 서비스 추진

기상청에서는 2016년부터 같은 날씨에서도 때와 장소에 따라 다르게 나타나는 기상현상으로 인한 위험수준을 대응요령과 함께 전달하는 영향예보를 추진하고 있다. 그동안 지방청·지청에서 호우, 폭염 등 지역별로 특화된 영향예보 시범사업을 실시하여 방재 유관기관에 제공하였으며, 2018년에는 처음으로 대국민 대상으로 전국적인 폭염 영향예보 시범운동을 하였다.

5.1.1. 폭염·한파 영향예보 정규운영

기후변화로 점차 빨라지는 여름에 대응하기 위해 5월부터 ‘폭염 영향예보’를 실시하였다. 폭염에 의한 피해가 많은 보건, 산업, 농업, 축산업, 수산양식, 기타(교통, 화재, 정전) 6개 분야에 대해 지역별 폭염 위험수준과 대응요령을 함께 제공하였고, 정량적 위험수준 판단 가이드를 마련하여 폭염 영향예보 생산을 효율화하였다. 또한 2019년 폭염 영향예보 운영에 대해 수요자의 개선 의견을 반영하여, 2020년에는 일반인과 취약인의 차별화된 위험수준 및 대응요령을 마련하였다.

한편, 방재 대응 실효성을 강화하기 위해 범정부 표준/실무 매뉴얼에 폭염 영향예보 기준을 반영하고, 행정안전부, 고용노동부, 지방자치단체 등 관련 기관의 폭염 대응가이드를 활용하여 재난대응체계와의 연계도 추진하였다. 그 결과, 지자체 방재담당자, 취약계층 관리자가 취약계층에 폭염 영향정보를 전달하는 비율이 전년도(2019)의 79%에서 91%로 증가하여 폭염 영향예보가 폭염대응 현장에서 실질적으로 활용되고 있음을 확인하였다.



[그림 3-13] 2020년 폭염 영향예보 통보문('20.8.17.)

2019년 폭염영향예보 정규운영에 이어 2020년 11월부터는 한파 영향예보 정규운영도 시작하였다. 한파 영향예보에서는 보건, 산업, 시설물, 농·축산업, 수산양식, 기타(교통, 전력) 6개 분야에 대해 한파로 인한 위험수준을 제공하였다. 특히, 보건 분야에서는 지역별 기후 특성을 고려해 전국을 3개 권역으로 구분하여 위험수준 기준을 차등화하였다. 이를 통해, 한파특보가 발표되지 않아도 어느 지역에 평소보다 추운 날씨가 지속되어 피해가 발생할 우려가 있는 경우, 한파 영향예보를 발표하여 지역 환경에 맞는 한파 정보를 제공할 수 있었다. 또한 기존에는 대상 구분없이 통보문 형식의 동일한 형식으로 정보를 제공하였지만, 2020년에는 수요자별 특성을 고려하여 국민과 방재기관으로 2개의 그룹을 분류하여 차별화된 정보를 제공하였다. 국민에게는 사용자가 지정한 관심 지역에 대한 영향정보를 제공하였고, 방재기관에는 관할 지역 내의 모든 분야에 대한 위험수준과 대응요령을 통보문 형식으로 제공하였다.



[그림 3-14] 2020년 한파 영향예보 전달방안 개선

[표 3-8] 지역별 폭염, 한파 영향예보 통보문 발표 횟수

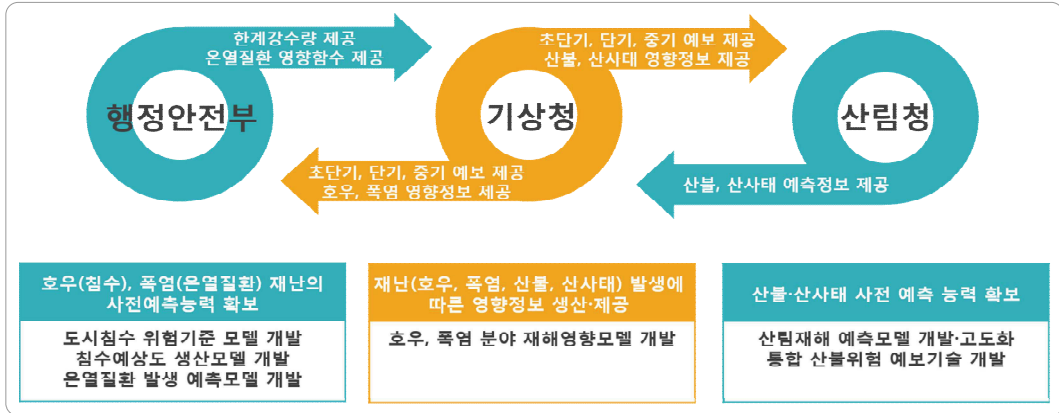
구분	수도권청	부산청	광주청	대전청	강원청	대구청	제주청	전주지청	청주지청
폭염	54	56	56	50	59	60	36	50	51
한파	44	32	31	40	49	43	10	33	41

5.2. 영향예보 관련 국내외 협력 강화 및 재해영향모델 개발

5.2.1. 다부처 협력 강화 및 재해영향모델 개발

영향예보는 기상재해가 다양한 분야에 미치는 영향을 고려하므로 각 부처가 개별적으로 개발하던 기술역량의 연계 및 공동개발이 필수이다. 이에 2018년 호우, 폭염, 한파 재해영향모델 개발을 위한 “자연재해 대응 영향예보 생산기술 개발” 다부처 공동 연구개발사업에 착수하여 영향예보 현

업 적용을 목표로 추진 중이다. 또한, 부처 간 지속적이고 일관된 협력을 위해 2018년 6월 영향예보 다부처 협의체를 구성(기상청(주관), 행정안전부, 산림청)하고 정례화(실무위원회, 운영위원회, 자문위원회)하였고, 2020년에 실무위원회 2회, 운영위원회 1회, 자문위원회 및 포럼 1회를 개최하여 각 부처 산출물 연계와 성과 활용 방안에 대한 협의를 추진하였다.



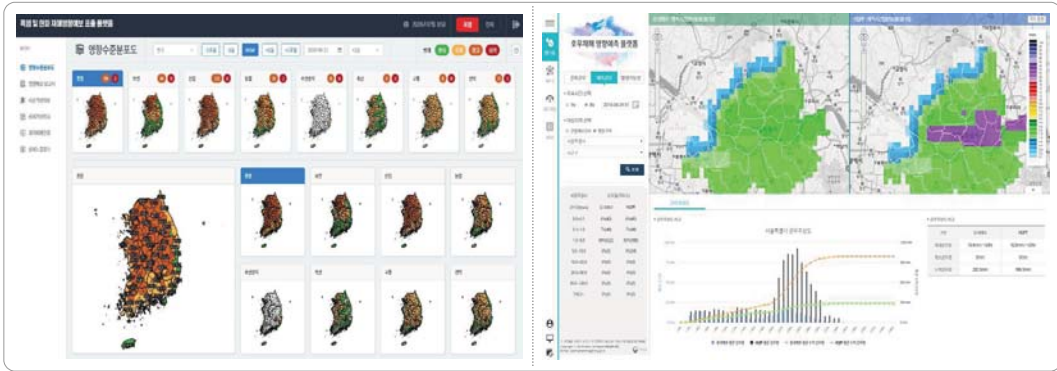
[그림 3-15] 자연재해 대응 영향예보 생산기술 개발 사업 추진 체계

	① 운영위원회	② 실무위원회
공동역할	○ 재해영향모델 협력 개발 및 성과 공동 활용	
주요내용	○ 다부처 협의체 운영 결과 공유 ○ 사업비 편성, 운영계획, 연구과제 선정 기준 마련 등 주요 사업계획을 심의·조정	○ 사업추진 현황 및 계획, 성과관리 등 실무협의 ○ 기술개발 결과물 및 부처연계방안 제시 ○ 유사·중복성 사전 검토·조정 등 실무적·기술적 업무 협의
참여대상	○ 기상청 예보국장(위원장) 및 부처 담당과장 * (간사) 기상청 영향예보추진팀장	○ 기상청 영향예보추진팀장(위원장), 부처 실무자 * (간사) 기상청 영향예보추진팀 담당사무관
운영	○ 1회/년 개최	

연구개발사업 “자연재해 대응 영향예보 생산기술 개발(기상청)”은 기상재해로 인한 지역별·분야별 영향정보의 정량적 생산과 효율적 전달방식 개발을 목적으로 부처 간 보유 기술을 연계해 호우·폭염·한파 분야 재해영향모델을 개발한다. 호우 분야 재해영향모델 개발 과제에서는 1차년도(2018)에 기반기술을 개발하여 서울, 강릉 등 시범지역에 적용하였으며, 2차년도(2019)에는 재해영향모델 적용지역을 경기·강원 지역까지 확대하고 생산프로세스를 개선하였다. 3차년도(2020)에는 적용 지역을 전국으로 확대하였으며, 호우분야 재해영향모형 초기분 구축을 완료하였다.

폭염 분야 재해영향모델 개발 과제에서는 1차년도(2018) 분야별 영향함수(폭염)를 개발하였고, 2차년도(2019)에는 데이터에 기반한 분야별 상세 영향분석 및 영향정보 전달방안(폭염, 한파)을 개발하였으며, 3차년도(2020)에는 폭염 및 한파 영향예측모형 초기분 구축을 완료하였으며, 결과물을 폭염 영향예보 현업에 활용하였다.

향후 재해영향모델의 산출물은 재해영향예측 플랫폼을 통해 영향예보 가이드선으로 활용될 예정으로, 2022년까지 모델 및 플랫폼의 지속적인 개선과 예측 성능 평가를 수행하여 시스템을 고도화할 예정이다.



[그림 3-16] 폭염/한파(좌)·호우(우) 영향예보 표출 플랫폼 초기분

6

수치예보

수치모델링센터 | 수치모델개발과 | 기상연구관 | 신현철
 수치모델링센터 | 수치자료응용과 | 기상연구관 | 이승우

6.1. 수치예보시스템 운영 현황

현재 기상청의 수치예보시스템은 전지구예보시스템(Global Data Assimilation and Prediction System : GDAPS), 전지구앙상블예측시스템(Ensemble Prediction System for Global : EPSG), 국지예보시스템(Local Data Assimilation and Prediction System : LDAPS), 국지확률예측시스템(Limited area ENsemble prediction System : LENS), 초단기 분석 및 예측 시스템(Korea Local Analysis and Prediction System : KLAPS, Very short range Data Assimilation and Prediction System : VDAPS)과 해양기상, 황사, 통계 등 각종 응용시스템으로 구성되어 있다.

응용시스템에는 구체적으로 파랑예보모델, 폭풍해일예보모델, 황사예보모델, 통계예보모델 등이 있다. 파랑예보모델(WaveWatch-III)은 전지구파랑모델(GWW3), 지역파랑모델(RWW3), 국지연안파랑모델(CWW3), 앙상블지역파랑모델(EWW3), 초단기파랑모델(KWW3)이 있으며, 폭풍해일예보모델

은 지역폭풍해일모델(RTSM)과 국지연안폭풍해일모델(CTSM)이 운영되고 있다. 황사예보모델에는 황사 발원 지역을 포함하는 동아시아 영역에 대하여 황사 수송 예측을 위한 황사단기예측모델(ADAM2)과 황사·연무통합예측모델(ADAM3)이 있으며, 통계예보모델에는 MOS가 있다. 이러한 모델들은 예측대상에 따라 일 2회에서 144회까지 운영되고 있으며, 생산된 예측 결과는 즉각적으로 예보관에게 제공되어 대국민 일기예보 서비스에 활용되고 있다.

[표 3-9] 기상청의 수치예보시스템 운영 현황(2020년 12월 기준)

모 델		구 분	수평분해능 (연직층수)	운영횟수 / 일	예측 기간	목 적
전자구 (GDAPS)	전자구예보시스템 (KIM NE360 NP3)		12 km (91층)	4회	12일, 87시간	전자구 날씨 예측 동네예보, 중기예보
	전자구예보시스템 (UM N1280 L70)		10 km (70층)	4회	12일, 87시간	
국지 (LDAPS)	국지예보시스템 (UM 1.5 km L70)		1.5 km (70층)	4회	48시간	한반도 날씨 예측
초단기 (KLAPS)	초단기 배경예측(UM KLBG)		5 km (40층)	4회	36시간	대상: 동아시아 영역 용도: 초단기예보모델의 배경장 생성
	초단기 분석(UM KL05)		5 km (22층)	144회	-	
	초단기 예측(UM KLFS)		5 km (40층)	144회	12시간	대상: 한반도 영역 용도: 3차원 분석/예측 생산
초단기 (VDAPS)	초단기 예측 (UM 1.5km L70)		1.5 km (70층)	24회	12시간	
양상불 (EPSG)	전자구 양상불예측시스템 (EPS UM N400 L70 M49/M25)		32 km (70층)	2회	12일	대상: 전자구 확률 예측 용도: 주간 예보
국지확률 (LENS)	국지 확률예측시스템 (UM 2.2 km L70 M13)		2.2 km (70층)	2회	72시간	대상: 국지규모 확률 예측 용도: 위험기상 예측
파랑	전자구 파랑모델(KIM GWW3)		약 55 km	2회	12일	대상: 전자구 해상파랑 용도: 동네·주간 해상예보
	전자구 파랑모델(UM GWW3)		약 55 km	2회	12일	
	지역 파랑모델(KIM RWW3)		약 8 km	2회	120시간	대상: 아시아 해상파랑 용도: 해상 동네예보
	지역 파랑모델(UM RWW3)		약 8 km	2회	120시간	
	국지연안 파랑모델 (KIM CWW3)		약 1 km (5개 지방청 관할 해역)	2회	72시간	대상: 대전청, 광주청, 부산청, 강원청, 제주청 용도: 국지연안 해상파랑
	국지연안 파랑모델 (UM CWW3)		약 1 km (5개 지방청 관할 해역)	2회	72시간	

모 델		구 분	수평분해능 (연직층수)	운영횟수 / 일	예측 기간	목 적
	양상블 지역파랑모델 (UM EWW3)		약 8 km	2회	120시간	대상: 아시아 해상파랑 용도: 해상확률예보
	초단기 파랑모델 (UM KWW3)		약 8 km	24회	12시간	대상: 한반도 영역 용도: 초단기 해상예보
폭풍해일	지역 폭풍해일모델(KIM RTSM)		약 8 km	2회	120시간	용도: 동아시아 해역 조석 및 폭풍해일 예보
	지역 폭풍해일모델(UM RTSM)		약 8 km	2회	120시간	
	국지연안 폭풍해일모델 (KIM CTSM)		약 1 km (5개 지방청 관할 해역)	2회	72시간	대상: 대전청, 광주청, 부산청, 강원청, 제주청 용도: 국지연안 폭풍해일
	국지연안 폭풍해일모델 (UM CTSM)		약 1 km (5개 지방청 관할 해역)	2회	72시간	
황사	황사모델(KIM ADM2)		25 km (47층)	4회	72시간	용도: 황사 수송 예측
	황사모델(UM ADM2)		25 km (47층)	4회	72시간	
황사·연무	황사·연무통합예측모델 (KIM ADM3-Haze)		25 km (49층)	4회	168시간, 72시간	용도: 황사·연무 확산예측
	황사·연무통합예측모델 (UM ADM3-Haze)		25 km (49층)	4회	168시간, 72시간	

6.2. 수치예보시스템 운영 개선

기상청은 예보정확도 및 신뢰도 향상과 독자적인 수치예보기술 확보를 목적으로 개발된 한국형 모델을 기반으로 한 전지구 수치예보시스템을 2020년 4월부터 현업 운영하여 기상청의 예보생산에 본격적으로 활용 중에 있다. 총 9년간(2011~2019년)의 사업을 통해 독자적인 기술로 개발한 육면체구 격자 기반 전지구 수치예보시스템은 고해상도 상세도의 활용에 용이한 병렬확장성 극대화, 단일 물리모수화 방안 마련, 육면체구상 하이브리드 자료동화 개발, 대규모 컴퓨팅 환경에 적합한 모델 체계 구축 등 타 현업 기관과의 차별성을 확보하였다. 이 후 '예보 → 진단 → 개선'의 환류 체계를 구축하여 빠른 주기로 한국형모델을 개선함으로써 위험기상 예측에 능동적으로 대처 가능한 기반을 구축하였다. 또한, 한국형모델 기반의 안정적인 현업 전환을 위해 기존에 사용하던 전지구예보시스템(UM N1280L70)을 한국형모델과 병행 운영하여 그 성능을 평가하고 두 모델의 수치 자료를 예보관에게 함께 제공함으로써 수치모델자료의 불확실성을 극복하기 위해 노력 중이다. 2020년에 추진되었던 주요 개선사항은 다음과 같다.

- (1) 전지구예보시스템 : 한국형모델 기반 전지구예보시스템 구축과 2회 모델 개선, 한국형모델/통합모델 병행 운영 체계 구축
- (2) 전지구자료동화 : 한국형모델 기반 하이브리드(융합형) 4차원 앙상블-변분자료 동화시스템 구축, 천리안위성 2A호 바람장 및 청천복사량 자료 활용
- (3) 전지구 앙상블모델 : 한국형 앙상블모델(2021년 현업운영 예정) 개발 및 실시간 준현업운영
- (4) 위성예측 모의영상 : 전지구모델 기반 위성예측 모의영상 가독성 개선
- (5) 국지자료동화 : 천리안 및 히마와리 위성자료 추가활용
- (6) 초단기모델(WRF 기반 KLAPS) : 예측시간 연장(6시간→12시간), 해양 부이관측 추가활용, 초기자료(식생 및 해수면) 및 역학과정(중력파 제거) 개선
- (7) 예보가이던스 : 한국형모델 기반 단중기 예보가이던스 생산, 단기 강수 병합 가이던스 개발, 단기 시간 상세화 가이던스 생산체계 구축, 기온 편차보정모델 개발
- (8) 일기도 : 한국형모델 및 한국형앙상블모델 일기도 추가 개발, WMO 위험기상 예보사업의 일환으로 남아시아 지역 일기도 개발 및 제공, 한국형지역예보 모델 수치일기도 생산 기반 구축

6.2.1. 전지구예보시스템

기상청은 2020년 4월부터 지난 9년간 노력으로 자체 개발된 한국형모델에 대한 현업 운영을 시작했으며, 그 결과를 예보 지원에 직접 활용하고 있다. 또한, 예보-모델 개발 환류, 위성 등 신규 관측자료 활용 등 한국형모델 개선을 위한 기상청 내부 역량을 집중하여 여름철/겨울철 방재기간 대비 총 2회 개선을 추진하였다.

1차 버전 갱신(20.6.25.)에서는 인공지능 기반 최적화 기술을 활용한 강수물리과정 개선으로 한국형모델의 약한 강수 과다모의 및 강한강수 과소모의를 개선하였다. 또한 기존의 기후자료로 사용 하던 해양혼합층 물리과정의 초기장을 기상청 해양자료동화시스템에서 생산하는 분석장과 실시간으로 연동하여 모델의 태풍 모의 등 대기-해양 상호작용 모의 성능을 개선하였다. 2차 버전 갱신(2020.10.29.)에서는 주로 자료동화 기법에 대한 개선과 위성 등 신규 관측자료 추가 활용을 통해 한국형모델의 초기자료 개선 및 예측성능 개선을 추진하였다.

[표 3-10] 한국형모델 현업시스템 현황

구분	현업시스템
수평해상도	약 12 km
격자수	수평 3,110,402개
연직해상도 최상층	91층/ 0.01hPa, 약 80 km
Time Step	25초
자료동화	Hybrid-4DEnVar
Cycle/DA window/cutoff	6시간 마다 cycle(late 관측 사용) 6시간(±3시간) DA window 2시간 40분 cutoff(00, 12 UTC early 관측 사용)
관측자료	지상(Synop, METAR, Ship, Buoy), 고층(TEMP, PILOT, Windprofiler, Drop-Sonde), 항공기(AMDAR, AIREP), 위성복사자료(ASI, CrIS, AMSU-A, MHS, ATMS, GK-2A CSR, MT-SAPHIR, AMSR2, MWHS), 위성바람자료(AMV, Scatwind), 저궤도위성 전파암페자료(GNSS-RO), TCBougs 등 총 16종 관측활용

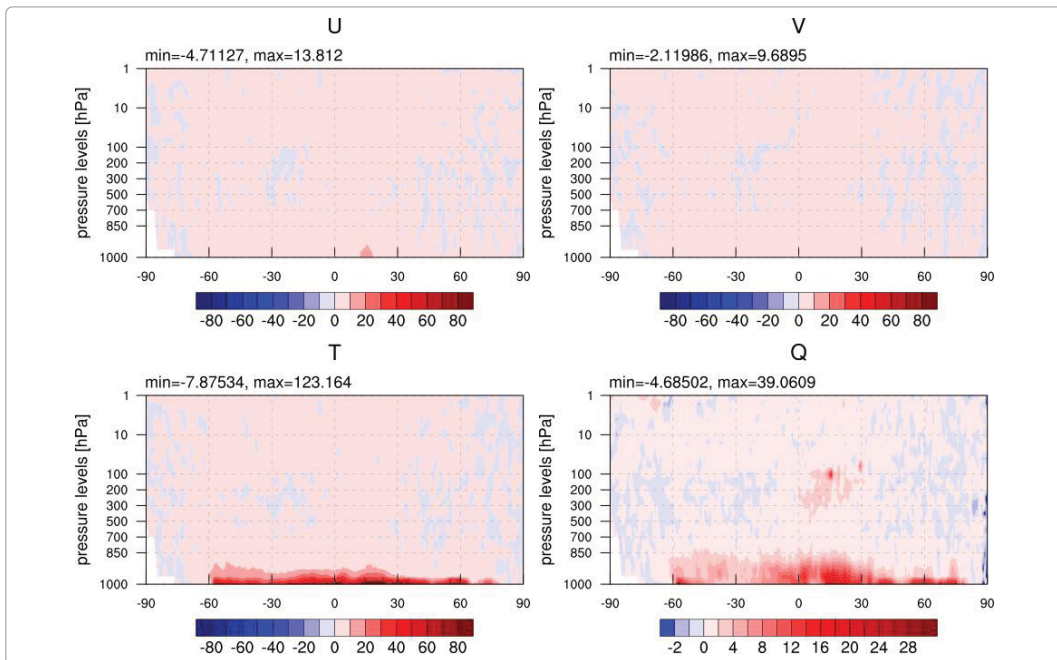
통합모델(UM)의 경우 당해연도에는 별도의 모델 개선은 수행하지 않았으나, 2020년 3월 천리안 위성 1호의 자료 서비스 종료에 따라 4월부터는 천리안위성 2A호를 활용한 자료동화체계를 구축하여 운영중에 있다.

6.2.2. 전지구 앙상블 예측시스템

영국기상청 통합모델을 기반으로 하는 기상청의 전지구 앙상블 예측시스템은 32km 수평해상도와 70층의 연직해상도(모델 Top 고도 80km)를 가지고 있으며, 총 25개의 앙상블 멤버를 활용하여 288시간 예측을 생산한다. 또한 일 4회(00, 06, 12, 18UTC) 48개의 앙상블 멤버로부터 앙상블 에러 정보를 생산하는데, 생산된 에러 정보는 전지구 하이브리드 자료동화시스템에서 전지구모델의 오차 정보를 실시간 갱신하는 데 활용된다. 앙상블모델의 버전은 전지구모델과 같은 UM 10.8을 활용하고 있다. 00, 12UTC에 집중되어 있는 전산자원을 효율적으로 활용하기 위해 00UTC 13개 멤버와 전일 18UTC 12개 멤버를 합쳐 00UTC의 25개 멤버를 구성하고, 12UTC 13개 멤버와 06UTC 12개 멤버들을 합쳐 12UTC의 25개 멤버를 구성하는 시간차 기법을 활용하고 있다.

2020년 4월 한국형전지구모델의 현업운영과 함께 한국형전지구앙상블모델도 개발되었다. 한국형앙상블모델은 32km의 수평해상도와 91개의 연직층을 가지고 있으며, 총 14개 멤버로부터 10일 예보를 생산한다. 또한 4차원 앙상블 변분자료동화과정을 통해 전지구모델에 모델오차정보를 제공하기 위해 9시간 예측만 수행하는 50개 멤버를 운영하고 있다. 2020년 한국형전지구앙상블모델의 성능개선을 위해 통계물리를 이용한 섭동과정과 해수면온도 초기섭동과정이 추가되었다. 새로운 섭동과정 도입을 통해 앙상블모델의 정확도가 향상되었고, 앙상블 스프레드(퍼짐)도 개선되

었다[그림 3-17]. 한국형전지구앙상블모델은 2020년 10월부터 실시간 준현업 운영을 시작했으며, 2021년 슈퍼컴퓨터 5호기에 탑재하여 현업운영할 예정이다.



[그림 3-17] 해수면온도 섭동 적용 후 변수별(U, V, T, Q) 동서평균 스프레드 변화량의 연직 분포. T와 Q의 하층 스프레드 개선*이 뚜렷함.

*기준 앙상블의 스프레드가 작았기 때문에 스프레드 증가가 개선을 의미

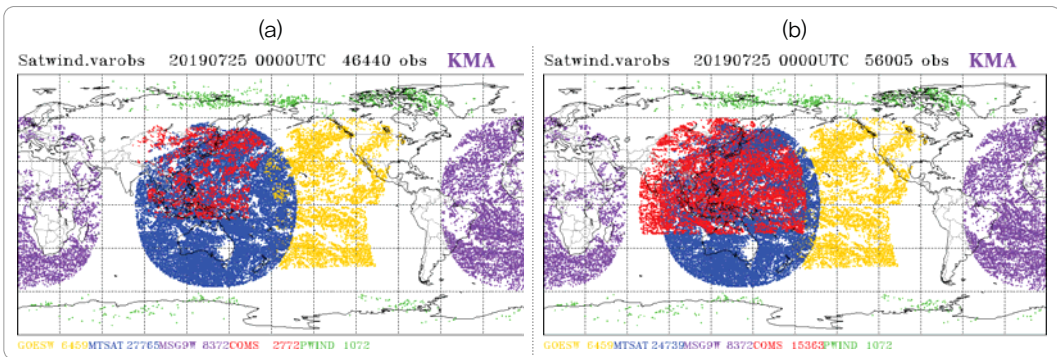
6.2.3. 전지구 자료동화시스템

한국형모델의 자료동화시스템은 하이브리드(융합형) 4차원 앙상블-변분자료동화시스템으로, 약 50km의 해상도로 일 4회(00, 06, 12, 18UTC) 분석장을 제공하고 있다. 현업 초기 버전(2020.4.28.)에서는 WIGOS 부이 및 FY-3C MMHS2 위성 등 신규 관측을 추가로 활용하였고, 윈드프로파일러 입력 개선, 위성 관측 오차 조절 등 관측자료 품질검사를 개선하였다. 모델 개선에 따른 새로운 기후학적 배경오차공분산을 적용하여 고정적으로 사용되는 배경오차공분산을 개선하였고, 앙상블 기반 배경오차공분산을 산출하는 앙상블 자료동화 해상도를 증가(50 → 32km)시켰다.

이 후 2020년 10월 29일 2차 개선 버전을 통해 자료동화와 관측자료 활용 부분을 강화하였다. 라디오존데 하강 관측, 천리안위성 2A호의 바람 및 청천복사량 등의 신규 관측 자료 활용 기술을 개발하여 한국형모델에 활용되는 관측 자료를 확대하였고, 항공기 및 위성의 관측자료 품질검사를

강화하여 관측 자료의 품질을 개선하였다. 물리과정 등 1차 버전 갱신에 따른 모델의 오차를 반영하기 위해 새로운 기후학적 배경오차공분산을 산출하여 활용 및 조정하였고, 앙상블 모델의 해수면 지표온도 섭동을 적용하여 앙상블 기반 배경오차공분산을 개선하였다.

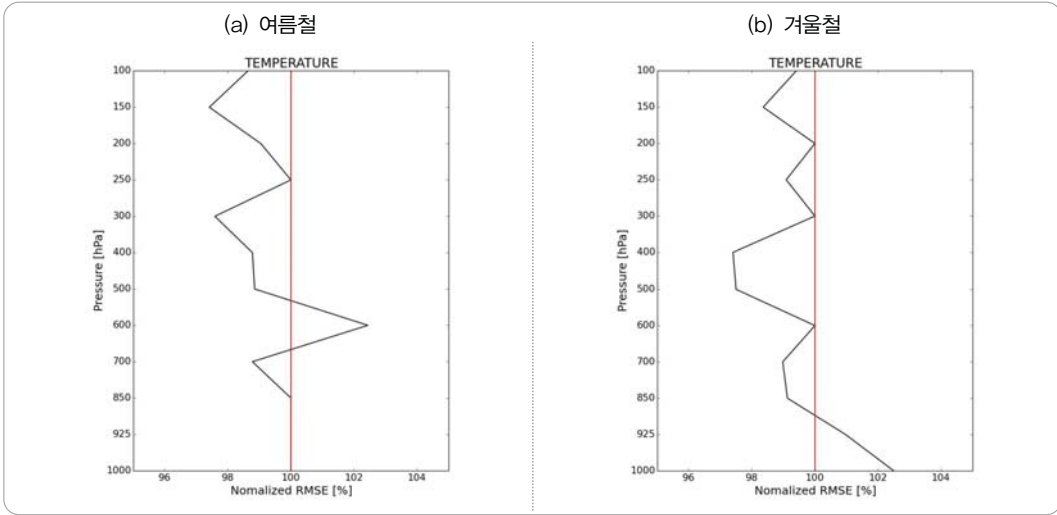
한국형모델과 병행 운영하는 통합모델(UM)에서는 2020년 3월 31일 천리안위성 1호의 자료 서비스 종료에 따라 4월부터 천리안위성 2A호의 바람장과 청천복사량 자료를 전지구모델에 추가 활용하였다. 천리안위성 2A호 자료 활용으로 전지구모델의 위성 바람자료가 약 20% 증가함에 따라 북반구와 아시아지역의 예측능력이 개선되었고, 청천복사량 자료의 수증기 채널 활용으로 강수와 태풍예측 성능이 개선되었다.



[그림 3-18] 2019년 7월 25일 00UTC (a) 현업과 (b) 천리안위성 1A호 자료를 제거하고 천리안위성 2A호를 추가했을 때 대기운동벡터 자료의 공간분포. (a)와 (b)에서 다른 자료는 모두 동일하고, 빨간 점으로 나타난 자료가 (a)천리안위성 1호, (b)천리안위성 2A호에 해당

6.2.4. 국지예보시스템

기상청은 위험기상 예측성 향상을 위하여 통합모델 기반의 고해상도(수평해상도 1.5km) 국지예보시스템(Local data assimilation and prediction system: LDAPS)을 2010년부터 현업 운영하고 있다. 2020년에는 국지예보시스템의 예측성능을 높이기 위해 국내 민간항공기 관측자료(Automatic Dependent Surveillance Broadcast and Mode S, ADS-B/Mode S) 활용체계를 개발하였다. 국내 민간항공기 관측 자료는 대기 상층의 기온과 바람 정보이며, 자료 적용에 대한 국지예보시스템 민감도 실험을 통해 중·상층 기온 분석장의 오차가 개선됨을 보였다. 개발된 민간항공기 관측자료 활용체계는 최적화 작업을 거쳐 향후 현업화 예정이다.



[그림 3-19] 라디오존데를 이용한 기온 분석장 검증

※ RMSE 개선율[%] = $RMSE(EXP)/RMSE(CTL) \times 100$ (개선 < 100%, 저하 > 100%)

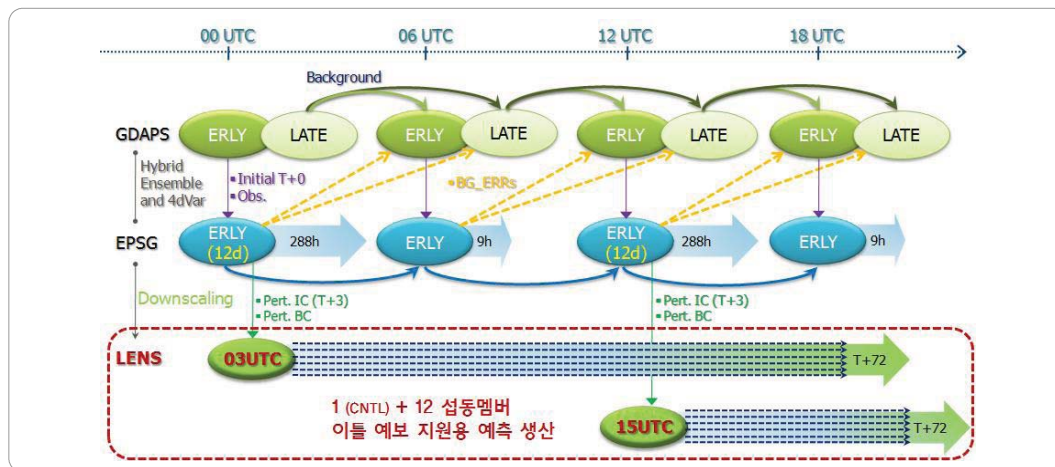


[그림 3-20] 국지예보시스템 모델 영역(좌) 및 모델 구성(우)

6.2.5. 국지양상블 예측시스템

2015년 10월부터 현업 운영된 국지 양상블 예측시스템(Limited ENsemble prediction System : LENS)은 영국기상청의 국지양상블 모델인 MOGREPS-UK(Met Office Global and Regional Ensemble Prediction System-United Kingdom)를 기반으로 구축되어 있다. 국지양상블 예측시스템은 수 킬로미터 단위의 작은 규모 위험기상현상을 확률적으로 예측하여 기상 예측에 도움을 주고 있다. 12개의 섭동 멤버와 1개의 기준 멤버를 포함하여 총 13개의 양상블 멤버를 가지고 있는 국지양상블 예측시스템은 일 2회(00UTC와 12UTC)에 3시간 간격으로 72시간 예측을 생산한다. 예보

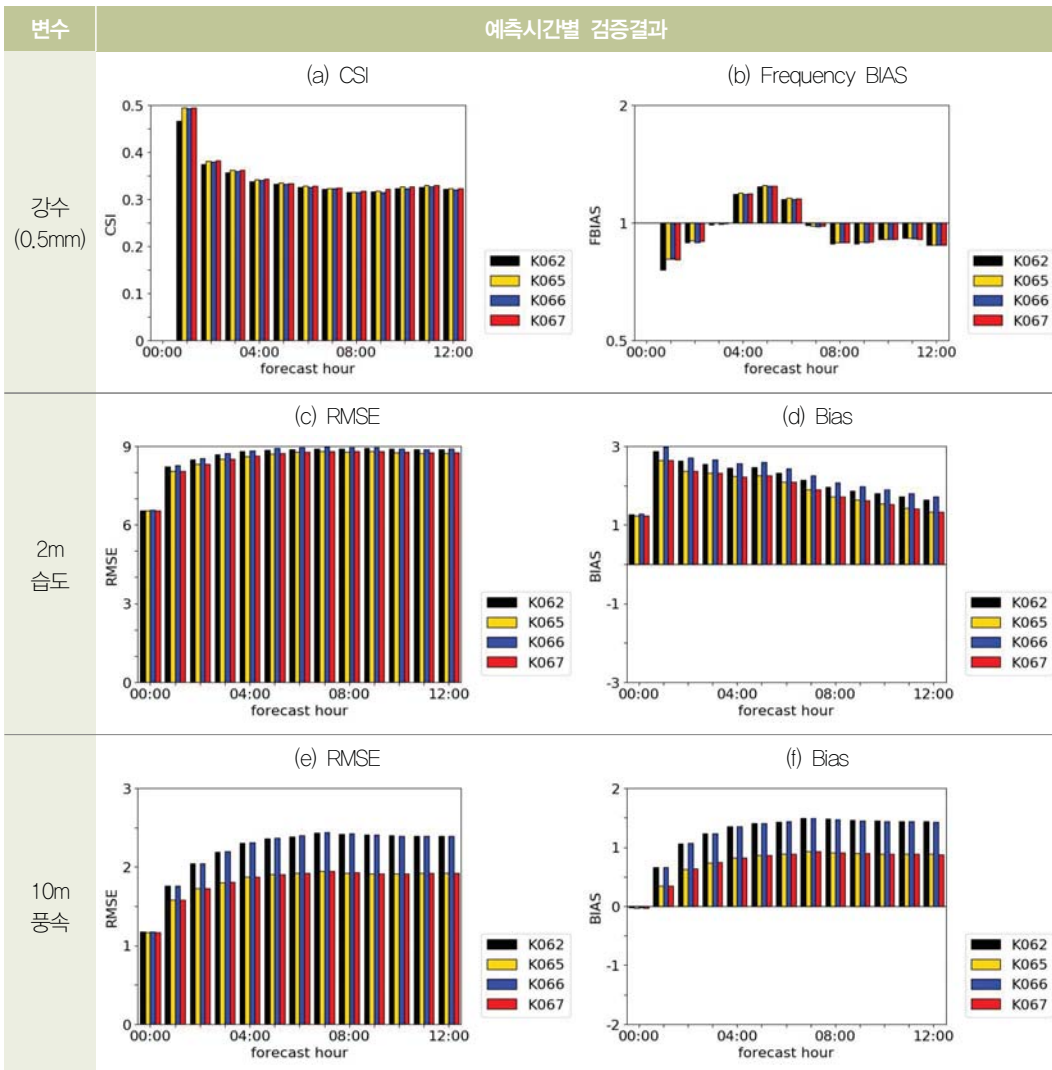
관에게 제공되는 산출물은 12시간 전의 12개의 섭동 멤버까지 포함하여 총 25개 멤버로 제공된다. 국지양상불 모델의 초기장, 경계장, 섭동장 등은 전지구 양상불모델(EPSG)로부터 주어진다[그림 3-21]. 국지모델과 마찬가지로 가변격자 체계를 가지며, 고정격자 영역의 수평해상도는 2.2km이다.



[그림 3-21] 양상불 예측시스템 구성도

6.2.6. 초단기예보시스템

초단기예보시스템은 빠르게 변화하는 대기의 상태를 최신 관측자료를 통해 분석하여 12시간 이내에 예측을 수행하는 예보시스템이다. 2009년부터 활용하였던 초단기 분석 및 예측시스템(Korea Local Analysis and Prediction System : KLAPS)를 기반으로 2019년에 신규 관측자료(천리안위성 2A호, 레이더시선속도, 국내 GNSS 수증기, 운고계, 시정계 등)를 추가하고, 10분 간격의 분석체계로 개선하여 현업 운영을 수행하고 있다. 2020년에는 해양 부이 관측자료를 활용하도록 개선하였으며, 모델의 초기 및 경계자료 개선을 위해 전지구해양자료동화시스템(GODAPS)에서 예측된 값(해양혼합층의 깊이, 평균해수면 온도)을 해수면 초기자료로 활용하였다. 또한 위성기반의 최신 지면 식생특성 참조표를 적용함으로써 지상바람의 예측성능이 크게 개선되었다[그림 3-22]. 미세물리과정 개선의 일환으로 빠른 강수생성을 위해 구름 유형에 따라 구름 내 강수지역의 하강기류 초기화 기법을 레이더 반사도 기반으로 적용하였으며 모델 내 수상체 크기분포 계산에 사용되는 Gamma function의 개선과 상층 경계로부터 반사되는 비물리적 파동 제거 등을 통해서 역학과정의 개선도 이루어졌다. 이를 통해 10분 단위의 강수예측정보를 기존 6시간에서 12시간까지 연장 생산하여 동네예보 및 초단기 예보를 지원하였다.



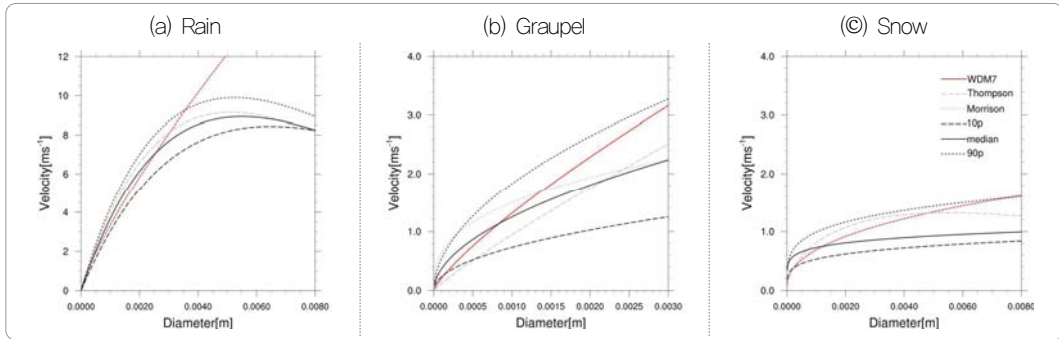
[그림 3-22] 강수 및 기상변수에 대한 예측(12시간) 검증 결과: (K062: 규준실험 vs K067: 최신식생표 + gamma function 개선)

6.2.7. 한반도 집중관측을 활용한 수치모델 물리과정 개선

집중관측자료를 이용하여 수치모델의 물리과정을 개선하고 예측성을 향상시키고자 하는 연구사업이 수행되었다. 1차년도인 2019년에는 수치모델의 예측성을 좌우하는 수치모델 물리과정 내부 요소에 대한 분석과 관측과 비교된 개선 가능한 요소를 도출해내었다면, 2020년에는 현업수치모델에 실제 활용되고 있는 물리과정을 개선하기 위해 물리과정 프로그램을 체계적으로 정리하고, 관측에 나타난 사실을 기반으로 개선하여 사례에 적용하고 평가하였다. 또한, 상대적으로 직접 관

측과 비교가 쉽지 않은 지면물리과정은 모델 상호간의 비교를 통해 관련된 모수를 최적화하여 개선하였다.

수치모델 강수 미세물리과정 개선 분야에서는 수치모델에 모수화된 함수(연직속도-입자직경, 질량-입자직경, 입자크기분포)를 평창국제공동연구의 집중관측자료와 비교하여 모수함수를 개선하였다. 개선된 모수함수를 통한 사례실험으로 1차 평가를 수행하였으며, 강수 예측성 개선을 위해서는 역학과정과 연계된 물리과정의 최적화 연구가 더욱더 필요한 것으로 평가되었다.



[그림 3-23] 수치모델에 모수화된 연직속도-입자직경 함수와 집중관측자료(관측 10%값(10p), 관측 중앙값(median), 관측 90%값(90p)와의 비교

또한, 지면물리과정에서는 수치모델에 모수화된 눈 덮임, 알베도, 적설깊이를 대상으로 수치모델에 이용되는 모수화 방법에 대한 분석이 수행되었으며, 유전 알고리즘을 이용하여 모수 최적화 작업을 수행하였다. 관측을 통한 검증을 기반으로 모수 최적화를 수행하기 위해 한반도내 대표지점 30개를 선정하였고, 지면 특성의 영향을 많이 받는 지면물리의 특성을 고려하여 한반도를 대표하는 토지피복 특성(낙엽침엽수림, 혼합림, 수목이 우거진 사바나, 농지, 도시지역)과 각 토지피복의 비율을 고려하여 선정지점을 목록별로 나누어 모수 추정 작업을 수행하였다. 추정된 모수를 이용한 최적화 결과 적설깊이, 눈 덮임, 눈 알베도 변수에 대해 성능이 개선됨을 확인하였다.

[표 3-11] 최적화 이후 적설 깊이, 눈 덮임, 눈 알베도의 성능 개선 표: 평균 편차, 평균 제곱근 오차, 결정계수

적설 변수	평균 편차(Mean Bias)		평균 제곱근 오차(RMSE)		결정계수(R ²)	
적설 깊이 (cm)	과소 모의: -5.4 cm	2.3 cm ↑	10.6	14.7 % ↓	0.81	1.4 % ↓
눈 덮임	과소 모의: -0.11	0.04 ↓	0.27	2.4 % ↓	0.22	3.6 % ↑
눈 알베도	과대 모의: 0.05	0.02 ↓	0.16	7.7 % ↓	0.18	11.3 % ↑

한반도의 관측에 기반한 수치모델의 물리과정 개선 사업은 1차년도(2019)의 분석과 설계 단계, 2차년도(2020)의 초기 적용 및 평가 단계를 수행하였다. 그러나, 수치모델의 물리과정은 역학과정과 복잡한 상호작용을 통해 예측성에 영향을 주기 때문에 물리과정만의 개선으로 수치모델 전체 예측성 향상에는 한계가 있다. 따라서, 3차년도인 2021년에는 수치모델의 예측성에 영향을 주는 주요 요소 관점에서 물리과정과 상호작용하는 역학과정을 분석하고 개선하여, 물리과정 최적화와 연계하는 기반 연구를 수행하고 최종적인 목표인 수치모델 예측성 향상을 위해 나아갈 계획이다.

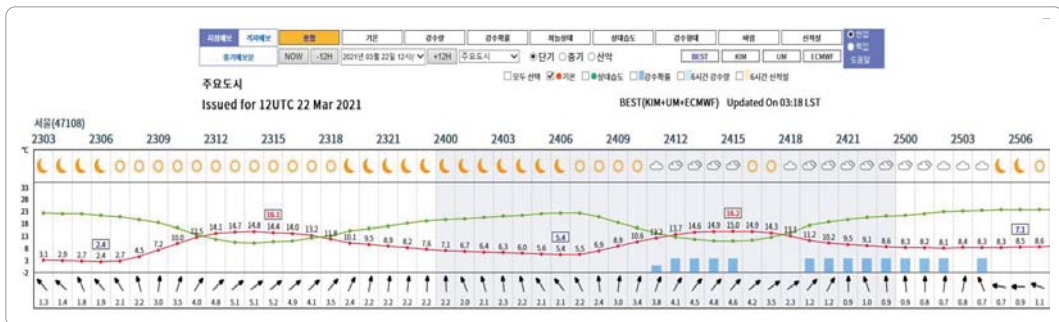
6.3. 수치예보자료 서비스 개선

6.3.1. 객관예보를 위한 예보가이던스 개선

2020년 4월에 한국형모델이 현업 운영됨에 따라 한국형모델 기반으로 예보가이던스를 생산하여 제공하는 체계를 구축하였다. 4월에 단기예보 지원을 위한 예보가이던스를 제공하였으며, 6월에는 중기예보 지원을 위한 예보가이던스를 제공하는 체계를 구축하였다. 또한 한국형모델 기반의 산악가이던스를 생산하였으며, 단·중기 병합가이던스에는 한국형모델을 반영하여 제공하는 체계를 구축하였다.

중기 해상예보 업무 자동화 및 효율성 향상을 위하여 13개 해상예보구역의 55개 대표지점에 대한 다중양상블 기반 예보가이던스를 추가로 제공하였으며, 단기 강수 예보 업무 경감을 지원하고자 다중모델 기반 강수유무 병합가이던스 제공에 이어 강수와 관련된 강수량, 하늘상태, 강수확률 요소도 병합가이던스를 제공하였다. 또한 초단기예보와 단기예보의 이음새 없는 강수예보를 위하여 12시간까지 초단기모델을 병합하여 강수예보 가이던스를 서비스하였다.

단기예보 상세화 계획에 따라 현행 1일 2회 87시간까지 3시간 간격으로 생산되는 모든 단기예보 가이던스를 1시간 간격으로 생산하여 제공하는 체계를 구축하였다. 이를 위해 유럽중기예보센터(ECMWF)의 고해상도 모델 자료를 입수하여 1시간 가이던스를 생산하는 체계를 구축하였다.



[그림 3-24] 1시간 간격 예보가이던스 웹페이지

1시간 간격 시간 고해상도 기온 가이드선의 정확도 향상을 위하여 통합모델 기반으로 기계학습 기술을 적용한 편차보정모델을 개발하였다. 이 편차보정모델은 기존 통합모델 대비 예측오차가 약 26% 개선되었으며 11월 1시간 간격 시간 상세화 가이드선 운영시 병합가이드선에 활용되어 서비스되었다.

그 외 예보가이드선 생산시스템이 노후화되어 클라우드 기반 시스템으로 이전 구축하여 운영 중이며, 공항예보 지원을 위한 기온 병합가이드선의 상세 지원 등 청 내외 예보서비스를 위한 맞춤형 예보지원을 수행하였다.

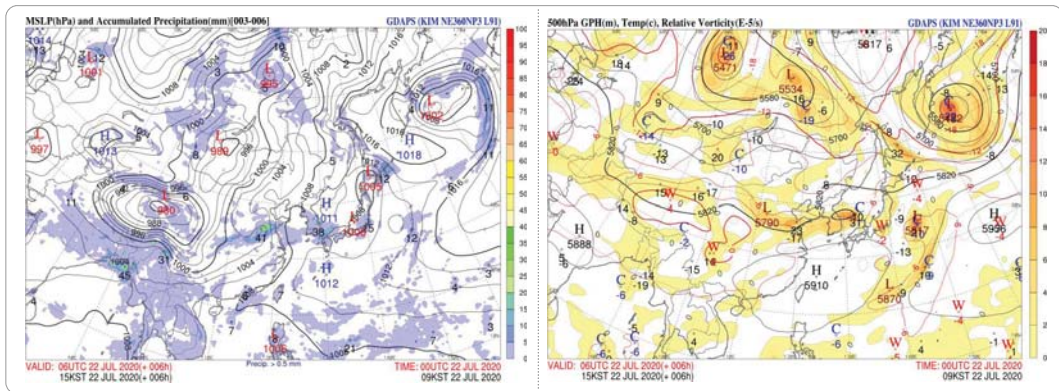
6.3.2. 수치예보자료의 효율적 가시화를 위한 수치일기도 개선

2020년 4월에 한국형모델이 기상청 현업모델로 운영됨에 따라, 기존 영국모델 기반으로 제공되던 수치일기도를 한국형모델 기반으로 개발하였다. 한국형모델의 예측성능 분석과 검증을 위하여 수평일기도 약 55종, 지점일기도 3종 및 태풍경로예측도 등을 제공하고 있으며, 이전에 출력되지 않았던 등온위면 파일의 생산 요청을 통하여 등온위면 분석 일기도를 추가 지원하였다. 또한, 한국형모델에 대하여 웹기반 가변형 수치일기도 생산 체계를 구축하고 시험운영을 통하여 수치일기도의 가독성을 높이고 사용자들의 편의를 증진하고자 하였다.

한국형모델의 현업운영과 더불어, 2019년 10월부터 준현업 운영중인 한국형모델 앙상블모델의 활용성 강화를 위하여 강수·강설확률, 예측경향, 태풍일기도를 추가 개발하였다.

6월에는 개발도상국을 대상으로 하는 WMO 위험기상예보사업(이하 SWFP)의 일환으로, 남아시아(SA) 지역의 일기도를 개발하여 기상청 영문 홈페이지를 통하여 서비스하고 있다.

그 외에도, 2021년 준현업 운영예정인 한국형지역예보모델(KIM-meso) 수치일기도 생산체계의 기반을 구축하였고, 기존 3시간 간격 한국형모델 연직시계열도에 1시간 간격 강수량 표출을 추가하는 등 예보지원을 지속해서 수행하고 있다.

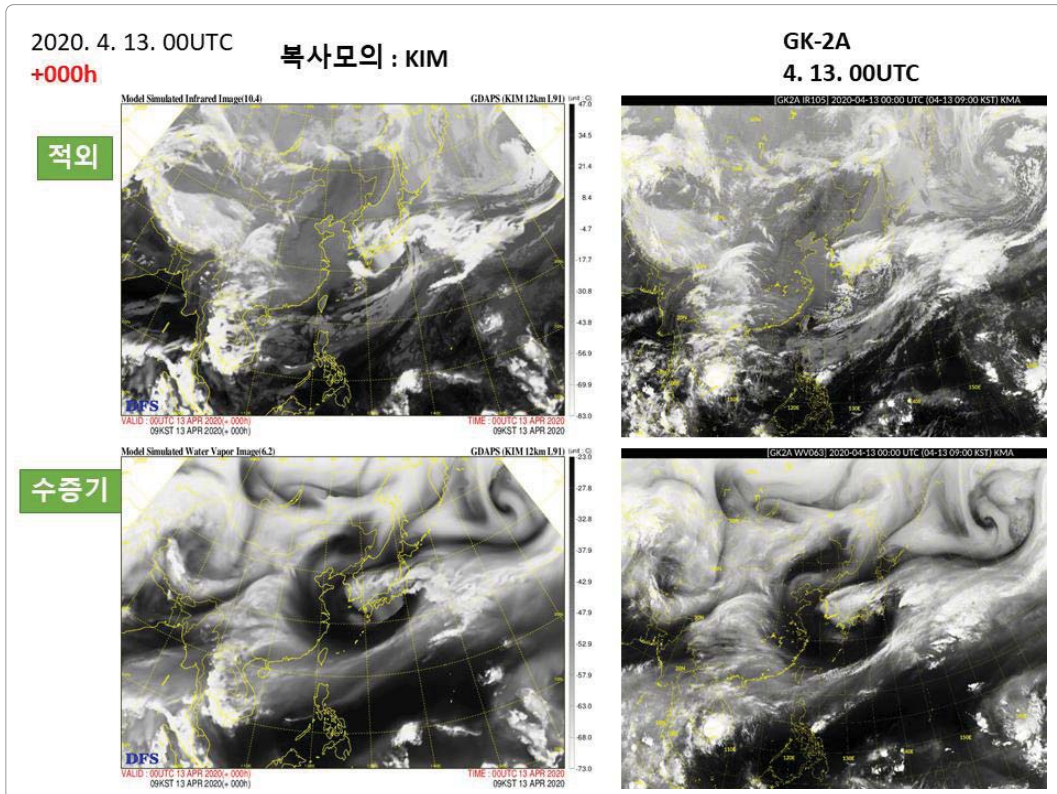


[그림 3-25] 한국형모델 현업 일기도

6.3.3. 위성예측 모의영상 개선

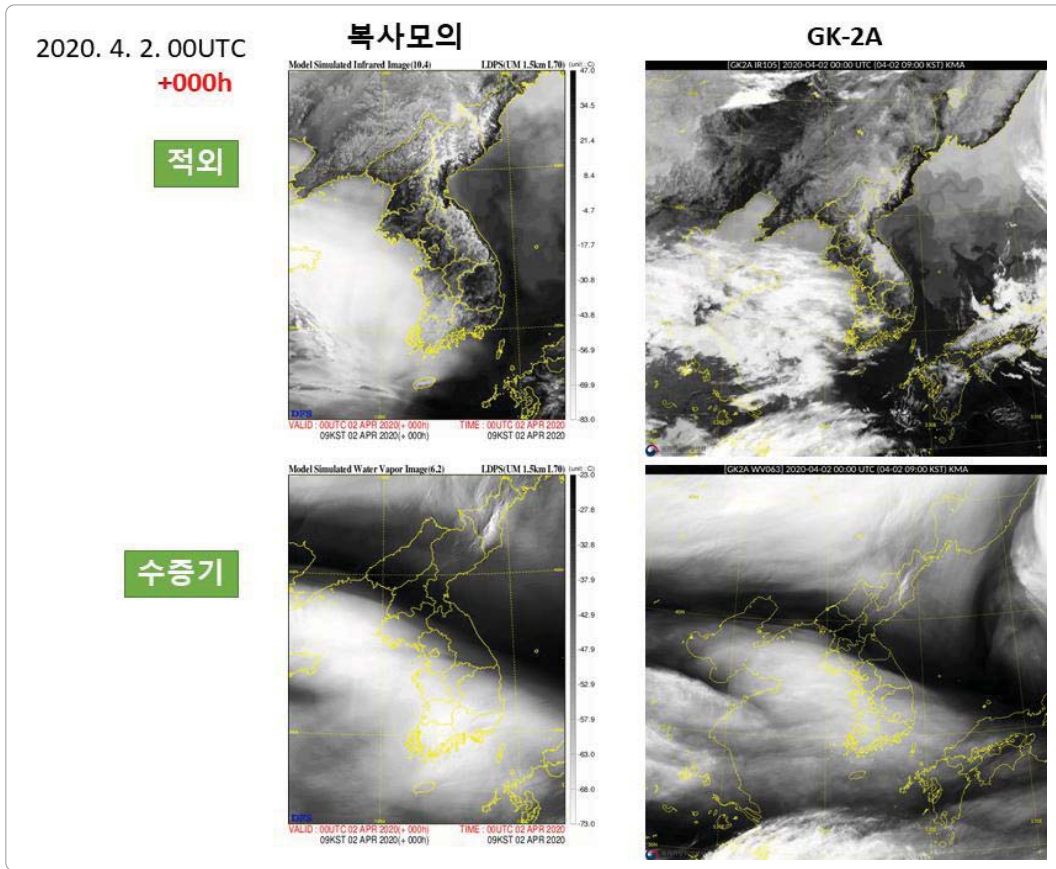
수치예보모델 결과를 위성영상으로 변환해 표출함으로써 미래시점의 위성영상을 보여주는 위성예측 모의영상에 대한 개선작업이 있었다. 개선된 내용은 크게 다음과 같다.

- (1) 한국형모델의 현업화에 따라 모델예측자료를 활용하여 모의영상을 산출하여 제공함으로써 예보지원과 한국형모델의 특성 진단에 활용하였다.



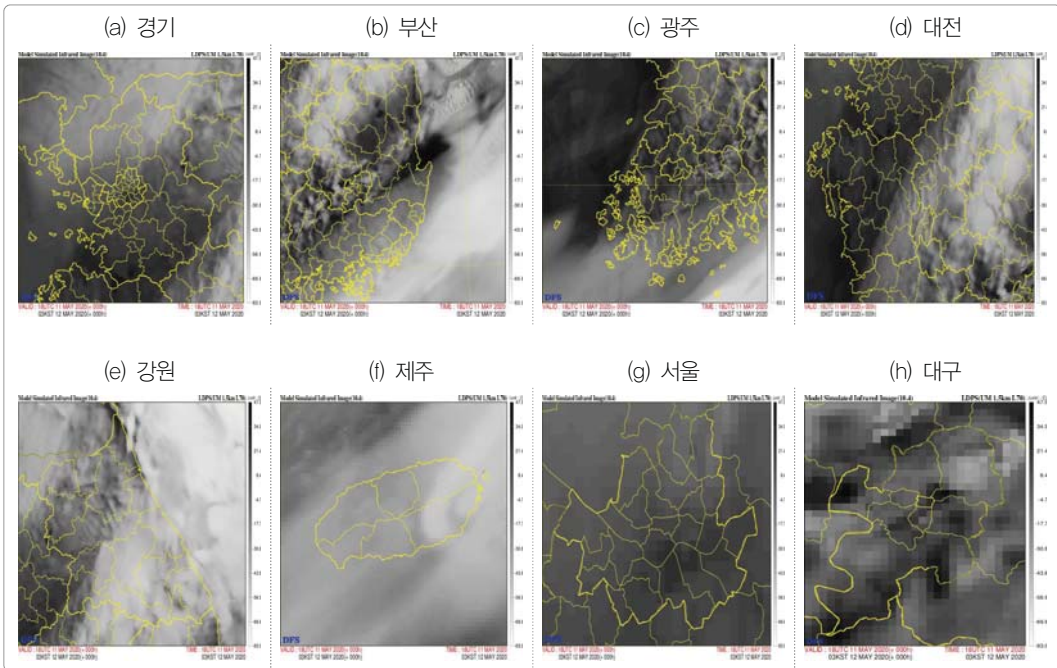
[그림 3-26] 한국형모델 기반의 복사모의영상(좌), 천리안위성 2A호 관측영상(우)

(2) 상세 구름 모의영상 제공을 위해 국지예보모델(LDAPS, 수평해상도 1.5km)의 예측자료를 활용하여 예측 48시간 까지 1시간 간격의 상세 복사모의 영상을 산출하여 지원하였다.



[그림 3-27] 국지예보모델 기반의 복사모의영상(좌), 천리안위성 2A호 관측영상(우)

(3) 또한 각 지방청별 8개 상세 영역(수도권, 부산, 광주, 대전, 강원, 제주, 서울, 대구)에 대하여 상세한 복사모의영상을 생산하여 추가로 지원하였다.



[그림 3-28] 지방청별 8개 상세 영역에 대한 고해상도 적외복사모의 영상(예시, '20.5.11, 18UTC)

고해상도 수치예보모델을 활용하는 예측 위성모의 영상은 미래시점에서의 구름의 발달, 소멸, 이동에 대한 정보를 실제 위성 관측 이미지의 형태로 보여주기 때문에 예보관들의 활용도가 높은 자료 중 하나이다. 상세 구름모의 영상을 지원함으로써 작은 규모의 지역적 기상 현상에 대한 정보를 제공할 뿐만 아니라 예측모의 영상과 실황을 비교함으로써 수치모델의 특성을 진단하고 검증하는데 활용하였다.

6.4. 수치예보모델 진단·검증

수치예보를 미래의 상태에 대한 예측이라고 한다면, 진단·검증은 그 예측에 대한 질을 평가하는 과정이라 할 수 있다. 수치예보의 질은 실제 관측자료 혹은 실제 상태에 가깝게 추정된 분석자료를 이용하여 평가가 이루어진다. 이러한 평가과정을 진단·검증이라고 하며, 진단·검증은 질적(예를 들어, 맞은 것인가?) 혹은 양적(얼마나 정확한가?)인 것으로 정의할 수 있으며, 이를 통해 수치예보 예측성능 정보를 파악하게 된다.

현업으로 운영하는 수치예보모델 예측정확도의 공식적인 검증은 세계기상기구(World Meteorological

Organization : WMO)의 권고안에 따라 대기 상층(250hPa), 중층(500hPa), 하층(850hPa)의 지위고도, 기온, 바람장의 예측시간별 편차, 평균제곱근오차, 이상상관계수를 북반구, 적도, 남반구 등으로 영역을 구분하여 일단위 및 월단위 자료를 산출한 후, 매월 WMO에 제출하는 방식으로 이루어진다.

기상청은 이전연도 현업 수치예보시스템에 대한 검증결과를 대상으로 매년 검증보고서를 발간하고 있다. 본 보고서에는 전지구 및 국지 수치예보시스템, 앙상블수치예측시스템, 파랑모델, 폭풍해일모델, 황사·연무예측모델, 전지구예보시스템 및 앙상블예측시스템의 태풍예측 등 기상청에서 현업 운영 중인 수치예보시스템에 대한 예측성능을 종합적으로 기술하고 있다.

또한, 수치예보모델의 검증결과를 실시간으로 파악하기 위한 표준검증시스템을 운영하고 있으며, 이는 국외기관 수치예보 성능 비교·분석 및 차기 현업운영모델의 예측성능 비교·분석을 통한 모델 성능 개선 등에 활용되고 있다. 한국형모델이 2020년 4월 현업운영됨에 따라 검증시스템의 전지구 예보시스템 데이터베이스 구조를 재편하는 등 기능 강화를 통한 유연성을 확보하였다.

6.5. 수치예보모델 이력관리 체계

수치예보모델은 수십~수백만 라인의 소스코드로 구성된 컴퓨터프로그램으로 여러 개발자가 동시에 함께 개발을 수행하고 있어 효율적으로 개발 이력을 통합 관리할 수 있는 체계가 필요하다. 이를 위해 기상청은 공개소프트웨어인 서브버전(subversion : SVN)으로 소스코드 버전관리를, 트랙(trac)으로 프로젝트관리를 할 수 있는 이력관리체계를 구축하여 운영하고 있다.

특히, 2020년 4월 한국형모델이 기상청 전지구예보시스템의 현업으로 운영되면서 한국형모델의 이력관리에 대한 관심이 증가하였으며, 현재 기상청은 한국형모델의 이력관리를 현업버전과 개발버전으로 분리하여 관리하고 있다. 현업버전은 기상청 수치예보모델 현업운영팀이 관리하고 있으며, 개발버전은 수치예보모델의 구성요소(관측자료 처리, 자료동화, 모델 등)별로 각 개발 담당자가 관리하고 있다.

또한, 기상청은 최근 IT 분야 뿐만 아니라 기상 분야에서도 사용이 확대되고 있는 분산버전관리 시스템(git)과 분산버전서버시스템(GitLab)을 구축하여 개발자 스스로 개발 이력을 관리할 수 있는 시스템도 제공하고 있다.

6.6. 시·공간 통합형수치예보기술 개발사업 착수

시·공간 통합형수치예보기술 개발사업(이하 '통합형수치예보기술 개발사업')은 선행사업(한국형 수치예보모델개발사업(2011~2019))에 대한 감사원의 "국민제안감사" 종료(2020.3.~7.) 후 2021년 정부예산에 대한 수시배정을 해소(2020.8.)하여 2020년 하반기부터 본격적으로 시작하였다.

통합형수치예보기술 개발사업은 2년이 넘는 준비기간과 예비타당성조사를 통해 2019년 6월 사

업기간 7년의 총 소요예산 1,023억 규모의 사업추진을 위한 타당성을 인정받았으며, 조직구성의 효율성, 전문인력 확보 및 목표 달성가능성 등 다양한 요인들을 검토하여 비영리법인 형태의 “연구 전담형 사업단”으로 추진체계를 설계하였다. 사업의 본격 착수를 위해 2020년 9월 민법 제32조(비영리법인의 설립과 허가)에 근거하여 (재)차세대수치예보모델개발사업단(이하 ‘차세대사업단’)을 설립하고 2020년 12월 연구개발 인력 32명을 포함한 총 44명 규모로 공식 출범하였다.

차세대사업단은 시·공간 통합형 수치예보모델을 개발함으로써 기상재해 및 기후변화로부터 국민의 생명과 재산 보호 및 공공복리 증진에 기여함을 목적으로 설립되어 1센터 5실 10팀 운영정원 113명(연구개발인력 98명)의 규모로 구성되었다.

통합형수치예보기술 개발사업은 초단기(6시간 이내)부터 연장 중기(30일 이내)까지 예보 범위에 발생하는 위험기상을 하나의 모델로 통합하여 예측하는 기술 개발을 목적으로 총 7년간 2단계(3년+4년)로 구분되어 추진된다. 사업목표의 성공적 달성을 위하여 선행사업을 통해 확보된 한국형모델의 기반 위에 다각적인 최신 기술을 접목하여 과학 기술적 진보를 추진하고, 이를 바탕으로 사업의 최종목표인 시공간 통합형수치예보시스템을 구현하는 것을 사업의 중점추진 방향으로 설정하였다.

이로써 기상분야의 완전한 기술자립을 위한 기반을 마련하고 기상예측 정확도를 향상시킴으로써 기상재해 사전대비 역량을 강화하여 국가 차원의 국민 생명과 재산을 보호하며 삶의 질 향상에 기여하고자 한다.

1

지상·고층·해양기상

관측기반국 | 관측정책과 | 기상사무관 | 김형국

관측기반국 | 관측정책과 | 방송통신사무관 | 강인수

기후과학국 | 해양기상과 | 기상사무관 | 김종광

1.1. 지상

1.1.1. 지상기상관측업무의 동향

2011년 1월부터 시행된 지방기상청 기능 효율화에 따라 지상기상관측망이 변경되면서 일부 기상관서의 목측요소에 대한 관측자동화 요구가 증대되었다. 이에 따라, 2013년 7월에 ‘기상관측 자동화 계획’을 수립하여 기상관측의 자동화를 위한 방향을 제시함으로써, 기상예측능력 향상과 위험 기상 감시 강화, 미래 기상관측 수요에 대비한 첨단 기상관측센서 도입을 연차적으로 추진하기 시작하였다. 2016년 8월에는 국가 수요에 부합하는 목적 지향적 기상관측 시스템 구축 운영을 위해 2017~2021년(5개년)에 추진할 관측업무발전 기본계획을 수립하였다. 또한, 2016년에는 기상청에서 관리·운영하는 기상관측장비의 장애관리 및 이력관리를 위하여 기상관측 종합관리시스템을 구축하였고, 2017년 3월부터 시스템 현업운영으로 장애관리 및 유지보수 업무를 수행하고 있다.

1.1.2. 지상기상관측장비 운영

기상청의 지상기상관측장비는 기상관서에서 운영하는 종관기상관측장비(ASOS)와 위험기상 예측을 위해 무인으로 운영하는 방재용 자동기상관측장비(AWS)로 구분된다. AWS는 기온, 풍향, 풍속, 강수량, 강수유무를 기본 관측요소로 하며 예·특보 지원 필요지점에 따라 기압, 습도, 시정, 적설을 추가로 관측하고 있다. ASOS는 AWS 관측요소에 일조, 일사, 초상온도, 지면온도, 지중온도 등의 관측이 추가되며, 향후 관측 자동화의 확대를 위해 시정, 적설, 운고·운량계, 무게식강수량계를 설치하여 운영하고 있다. 2020년 현재 ASOS는 유인 기상관서 23개소, 자동기상관측소 73개소로 총 96대를 운영하고 있으며 AWS는 508대를 운영하고 있다.

[표 3-12] 2020년 지상기상관측장비 신설 현황

지점번호	지점명	관측개시일	신설 사유
965	한라산남벽	2020.7.31.	지역 기상관측 공백 해소
309	판문점	2020.12.4.	
964	북부산	2020.12.4.	
350	조침령	2021.1.1.	

[표 3-13] 2020년 지상기상관측장비 이전 현황

순번	기존		변경		이전 날짜	변경내용	
	지점번호	지점명	지점번호	지점명			
1	602	진천	602	진천	4.20.	관측장소 이전(지상 → 지상)	
2	425	남현	425	남현	5.22.	관측장소 이전(옥상 → 지상)	
3	533	신둔	533	백사	7.11.	관측장소 이전(지상 → 지상)	
4	832	안계	832	단북	8.05.		
5	701	무주	701	무주	8.14.		
6	641	대청	641	가덕	9.18.		
7	847	소보	847	소보	10.08.		
8	881	새만금	881	새만금	10.23.		
9	904	사상	904	사상	10.23.		
10	835	봉화읍	835	봉화읍	10.30.		
11	738	줄포	738	줄포	11.02.		
12	283	경주시	283	경주시	11.04.		
13	416	은평	416	은평	11.12.		
14	879	스키점프	677	달방댐	11.18.		
15	890	신례	890	제주가시리	11.27.		
16	410	기상청	410	기상청	12.12.		지상 → 옥상녹화
17	611	세종연서	611	세종연서	12.15.		관측장소 이전(지상 → 지상)

우리나라의 지상기상관측장비는 한반도 지형적 특성에 맞게 국지적으로 발생하는 위험기상을 감시하고자 미국, 유럽, 일본 등 기상선진국 수준의 관측 조밀도를 확보하였으며, 운영환경 개선 및 관측 자료의 품질향상을 위해 측정방식 개선을 지속적으로 추진하고 있다. 이에 2010년 3월, 고품질 관측자료 생산을 위한 지상기상관측장비 측정방식 첨단화와 목적요소 자동화를 주요내용으로 하는 「자동기상관측장비 첨단화 기본계획」을 수립하였다. 이 계획에 따라, 2010년에는 2대의 ASOS를 포함해 총 100대의 지상기상관측장비를 교체하였고, 2011년 49대, 2012년 57대, 2013년 58대, 2015년 2대, 2016년 1대, 2017년 25대, 2018년 53대, 2019년에는 59대, 2020년에는 ASOS를 포함해 총 62대의 노후화된 자동기상관측장비를 교체하여 관측자료의 품질향상을 이루었다.

기상청은 1964년부터 농업기상관측을 시작하여 2020년 현재 11개 지점을 운영하고 있으며 전체적인 활용도를 높이고자 동일한 위치의 농업기상관측장비와 종관 및 방재용 자동기상관측장비들을 필요한 관측요소 중심으로 통합하여 운영 중이다.

[표 3-14] 2020년 지상기상관측장비 교체 현황

장비명	지점수	지점명	도입년도
종관기상 관측장비 (ASOS)	7개소	의령군, 함양군, 정선군, 경주시, 청송군, 제주, 고창	'11년
방재용 자동기상 관측장비 (AWS)	55개소	서대문, 중면, 양도, 용인이동, 덕적도, 포천이동, 적성, 대신, 백암, 판문점, 진북, 송백, 개천, 청덕, 신포, 부산진, 금정구, 북구, 북부산, 대병, 명사, 미량, 조선대, 성전, 여수산단, 학산, 전남도청, 관산, 유치, 과기원, 시중, 북일, 삼당령, 미시령, 양양영덕, 평화, 원동, 임남, 설악산, 세종전의, 정안, 춘장대, 죽장, 기계, 산내, 대구북구, 봉화읍, 소보, 지보, 중문, 줄포, 심원, 엄정, 옥천청산, 덕산	'07~'08년

1.1.3. 국내 황사관측망 운영 현황

2002년 황사특보제 도입 이전 기상청은 정성적인 황사예보 업무만 수행하였으나, 이후 황사 예·특보 업무의 효율적인 수행을 위해서 정량적 황사관측자료가 필요하게 되었다. 이에, 기상청은 황사관측망 구축을 위해 2003년부터 부유분진측정기(PM10) 27대를 도입해 현재까지 운영하고 있으며, 2017년부터는 연구용 광학입자계수기(OPC) 7대도 황사 관측 지원을 위해 현업운영을 시작해 2019년 제주 고산에 추가로 OPC 1대를 도입하여 총 8대를 현업운영하고 있다. 이 중 부유분진측정기 관측자료는 기상청 홈페이지에 1시간 평균값과 관측그래프를 실시간으로 제공하고 있다.

국내 황사관측장비의 원활한 운영을 위하여 정기적으로 관측장비를 점검하고, 소모품 등을 교체하고 있으며, 관측자료의 품질관리를 위해 매년 기상청에서 운영하고 있는 부유분진측정기에 대한 정도검사와 등가성평가를 실시하여, 정확한 황사 관측자료를 제공하기 위해 힘쓰고 있다.



[그림 3-29] 국내 황사관측망

1.1.4. 황사발원지 관측망 운영

(1) 한-중 황사공동관측망

기상청은 지난 2003년부터 2008년까지(6년간) 한국국제협력단(KOICA)의 재정지원과 중국 기상국(CMA)과의 긴밀한 협조를 통해 2차례에 걸쳐 각 5개소씩 중국 내에 황사 관측장비를 설치함으로써 「한·중 황사공동관측망」을 구축하였다. 1차 사업(2003~ 2005년)에서는 주리허, 통랴오, 유스, 후이민, 다렌 등 5개소(PM10, 부유분진측정기)에, 2차 사업(2006~2008년)에서는 얼렌하오터, 스피핑, 초핑, 단둥, 칭다오 등 5개소(OPC, 광산관측정법)에 황사관측장비를 설치하였다. 2018년도에 「한·중 황사공동관측망(10개소)」의 황사관측장비는 한국국제협력단(KOICA) 예산이 투입되어 '베타선 흡수법'이 적용된 부유분진측정기(PM10)로 교체되었다. 2019년에는 「한-중 황사협력회의」에서 양국이 합의한 내용에 따라 「한-중 황사협력세미나」 및 「한-중 황사공동관측망 운영자 워크숍」에 참석하여(12.3.~12.5., 중국), 「한-중 황사공동관측망」 활동 내용과 황사 관측 기술을 교류하였다.

한-중 기상협력을 위한 양국간 합의에 따라 중국 기상국이 운영하는 5개소(하미, 둔황, 우라터 중치, 동성, 연안)와 한국 기상청이 운영하는 5개소(백령도, 관악산, 광주, 구덕산, 울릉도)의 황사 농도 관측자료를 상호 공유하고 있으며, 한국 기상청은 중국 내 총 15개소에서 관측되는 PM10 농도 자료를 실시간으로 수신하여 황사 예보현업 및 정량적 황사예보의 정확도 향상을 위해 활용 중이다.

(2) 황사감시 기상탑

기상청에서는 몽골의 에르덴(Erdene)과 놌곤(Nomgon)에 연구용 황사감시기상탑을 설치하여 위성통신 시스템을 통해 황사 발원을 준실시간으로 감시할 뿐만 아니라, 황사가 발생하는 기상조건을 연구하여 황사예측 모델 개선에 적용하고 있다. 몽골의 에르덴 관측소는 고비 지역에 위치하고 있으며, 2007년 11월에 설치되어 운영되고 있다. 놌곤 관측소는 몽골 남부 고비에 위치하며 2010년 10월부터 운영되기 시작하였다. 관측자료의 품질 유지를 위해 자료의 실시간 점검 뿐만 아니라 매년 두 차례에 현지 점검을 실시하고 있다.



[그림 3-30] 황시발원지 관측망 현황

1.1.5. 적설관측업무 현황

기상청은 전국 23개 기상관서(6개 지방기상청, 3개 기상지청, 전국 14개 기상대 및 관측소)에서 사람이 직접 적설적으로 적설판에 쌓인 눈의 깊이를 측정하는 목측을 수행하고 있다. 또한, 적설관측공백 해소 및 관측 자동화를 위해 2005년부터 자동적설관측장비인 초음파식적설계를 도입하여 운영하였다가 현재는 내용연수가 도래하여 관측을 중단하였고, 2014년부터는 우리나라 적설환경에 적합한 레이저식적설계 도입하여 현재 293개소를 운영하고 있다.

기상전문을 통해 WMO 회원국과 자료를 교환하는 목측과 자동기상관측장비인 레이저식적설계는 0.1cm 단위로 적설을 관측한다. 적설감시CCTV는 적설판에 쌓인 눈을 0.5cm 단위로 관측하여 방재기상업무에 활용하고 있다.

[표 3-15] 2020년 자동적설관측장비 도입 현황

장비명	도입연도	설치장소	수량
레이저식 적설계	2020	백령도, 인천, 수원, 서대문, 중면, 양도, 덕적도, 포천이동, 적성, 대신, 백암, 판문점, 울산, 창원, 부산, 하동, 송백, 금정구, 삼가, 시천, 부산(레), 대병, 광주, 목포, 여수, 흑산도, 석곡, 화순, 학산, 상무대, 유치, 과기원, 시중, 산이, 북춘천, 북강릉, 미시령, 평화, 하장, 외촌, 대전, 홍성, 세종전의, 정안, 춘장대, 울릉도, 포항, 대구, 안동, 죽장, 산내, 대덕, 소보, 지보, 제주, 서귀포, 함라, 심원, 청주, 엄정, 옥천청산, 덕산	62

1.1.6. 시정관측업무 현황

시정관측은 대기를 통해 어느 정도의 전망이 가능한가를 측정하는 것으로 일기분석 외에 교통, 항만, 항공 등의 기관에서 시정장애 또는 대기오염관리 등의 자료로 이용되고 있다. 기상청은 현재와 같은 기준으로 1972년 1월부터 거리를 km 또는 m 단위로, 안개 등 시정 장애 현상을 관측·기록하기 시작하였다.

또한, 2009년부터 국지적으로 발생하는 안개, 해무 등의 저시정 감시와 시정관측 공백지역 해소, 관측업무의 효율화를 위하여 시정과 현천을 자동으로 관측하는 시정·현천계를 도입하여 운영하고 있다.

시정·현천계는 적외선을 발사하여 대기 중에 포함된 입자 및 에어로졸에 의해 방사되는 빛의 산란 혹은 흡수되는 광원의 양을 측정하여 시정을 산출하는 센서이다. 또한, 센서에서 측정된 광원의 양과 센서 내부의 알고리즘을 통하여 현재의 기상상태를 WMO 기상전문 양식으로 산출한다. 이와 같이 시정·현천계에서 생산된 매분 시정·현천 관측자료는 국지적으로 발생하는 안개, 해무 등의 위험기상 감시 및 예측 자료로 활용하고 있다.

시정·현천계는 2009년 종관기상관측장비(ASOS) 운영지점부터 우선적으로 설치하였으며 안개 및 저시정 현상 감시를 위하여 방재용 자동기상관측장비(AWS), 고속도로 등에 설치하여 운영하고 있다. 2020년 현재 총 290대의 시정·현천계가 설치되어 매분 실시간 시정·현천 관측자료를 생산하고 있다.

1.2. 고층

기상청은 1964년 4월 1일 포항기상대에서 최초로 라디오존데를 이용한 고층기상관측을 시작하였으며, 2007년 5월부터 GPS 통신방식의 레윈존데 관측을 시작하여 지금까지 6개 지점에서 고층 관측자료를 생산하고 있다. 현재 창원은 바이살라 RS41-SG 제품으로 관측을 수행 중이며, 흑산도, 북강릉, 국가태풍센터, 백령도, 포항은 2020년 5~6월까지 BIRM CF-06-A 제품을 사용하다가 바이살라 RS41-SG 제품으로 교체하여 관측을 수행하고 있다.

기존에 GPS 라디오존데는 상승하며 고층 대기의 기온과 습도를 센서로 관측하고, GPS 방식에 의해 바람과 기압을 산출하였는데 이를 하강시에도 고층 대기의 관측자료를 수집할 수 있도록 개선하였다. 2017년 5월에 시험운동을 시작으로 2018년 4월에는 정식운동을 시작하였으며, 2019년 5월부터는 하강시에도 관측되는 자료를 이용하여 단연설도를 재생산함으로써 수치모델 예측성능 향상에 기여하였다.

또한, 한반도 상층의 바람관측 시간 및 공간분해능 향상을 위하여 연직바람관측장비(Wind Profiler)를 2003년부터 파주, 군산, 강릉, 창원, 원주, 추풍령, 철원, 울진, 북격렬비도, 국가태풍센터

(제주) 등 10개소에 연차적으로 설치하여 운영 중이다. 연직바람관측장비의 노후화에 따라 2015년부터 2019년까지 강릉, 파주, 군산, 창원, 북격렬비도의 장비를 교체하였으며, 2020년 11월, 수도권 및 중부지방의 위험기상 조기 감시 및 실태 대응을 위해 국가태풍센터(제주)의 연직바람관측장비를 백령도로 이전하여 운영하고 있다. 2009년에는 상층의 기온과 습도 관측을 위해 연직바람관측장비 설치 지점과 동일한 장소(국가태풍센터 제외)에 라디오미터를 총 9대 설치하여 2020년 1월 까지 운영하였으며, 1월 이후, 관측자료의 활용성 강화와 운영 기술력 향상에 필요한 기반기술 개발을 목적으로 국립기상과학원으로 관리 전환하여 연구용으로 이용하고 있다.

한편, 지난 2012년부터 국립기상과학원에서 창원기상대 내에 설치하여 연구용으로 운영하던 오토존데(Vaisala)를 고층기상관측망 자동화 계획에 의거 2016년 9월부터 창원기상대에서 정식으로 현업 운영하였다. 이에 따라 존데 관측횟수도 여름철과 겨울철 자연재난 대책기간 동안 기존 일2회(09시, 21시)에서 4회(03시, 09시, 15시, 21시)로 확대하였고, WMO 고층관측지점 등록 및 BUFR 자료 GTS 전송을 개시하였다. 2017년 5월부터는 초단기수치모델 지원을 위해 존데 관측자료 제공 횟수를 2회에서 3회로 늘렸고, 2020년에는 잦은 태풍내습에 따른 특별고층관측을 실시하여 태풍 감시와 분석에 활용하였다.

1.3. 해양

기상청은 해양의 위험기상으로부터 국민의 생명을 보호하고 안전한 해상활동 지원을 위해 해양에서 발달하는 위험기상 현상을 조기에 감시할 수 있는 해양기상관측망을 지속적으로 확충하고 있다. 해양기상관측망은 1996년부터 해양기상부이 2대를 도입·설치하기 시작하여 2020년에는 해양기상부이 23개소, 등표기상관측장비 9개소, 파랑계 1개소, 파고부이 61개소, 연안기상관측장비 18개소, 서해종합기상관측기지 1개소, 기상관측선 1척, 선박기상관측장비 20개소, 해양안개관측장비 50개소의 관측망(총 9종 184개소)을 운영하고 있다. 또한 해양기상관측망 공백 해소를 위해 해양수산부, 국민안전처, 국립해양조사원, 해군, 한국해양과학기술원, 서울대학교, 울릉군과 해양관측자료의 공동 활용 협력체계를 구축하였다. 실시간 해양관측자료를 공유함으로써 부처 간 관측장비의 중복투자를 방지하고 관측자료를 최대한 활용하고 있다.

1.3.1. 원해 해양기상 관측망

해양기상부이(Ocean Data Buoy)는 먼 바다의 해수면에서 해양기상현상을 각종 기기로 측정하고 그 값을 위성통신으로 자동 전송하는 관측 장비로, 기상청에서는 10m 대형 부이와 6m 선박형 부이, 3m 원반형 부이를 운영하고 있다. 해양기상부이에서 관측하는 요소는 풍향·풍속, 기압, 기온, 상대습도, 수온, 파고, 파주기, 파향 등이며, 30분마다 기상전용통신망(Global Telecommunication

System, GTS)을 통해 국제간 자료를 교환하고 수치예보모델에 입력되어 해상기상 예보와 해양기상 연구 등에 활용한다. 현재 총 23개소를 운영하고 있으며, 2019년에는 10m 대형부이 2대(서해 170, 서해206)을 새롭게 도입했고, 2020년에는 이어서 10m 대형부이 2대(서해190, 서해239)를 더 도입하였다.

선박기상관측장비는 선박에 탑재된 자동기상관측장비(AWS)이며, 풍향·풍속, 기온, 기압, 습도를 5분 간격으로 관측하여 수치예보모델 및 해상 예·특보에 활용하고 있다. 경비함정, 국제여객선 등 총 20대의 선박기상관측망을 운영·관리하고 있다.

1.3.2. 연안 해양기상 관측망

연안바다의 특성을 반영한 예·특보 및 기상정보를 생산하기 위해 기상청은 등표기상관측장비, 파고부이, 파랑계를 운영하고 있으며, 해안지역의 기상해일 등 장주기파에 의한 각종사고의 예방과 분석을 위해 연안기상관측장비를 운영하고 있다.

등표기상관측장비는 해양수산부의 항로표지 시설인 무인 등표 또는 관측탑을 활용하여 해양용 자동기상관측장비와 해상영상촬영장비를 설치한 것으로 총 9개소(서수도, 가대암, 십이동파도, 갈매여, 해수서, 지귀도, 간여암, 이덕서, 오륙도)를 운영하고 있다.

파고부이는 해양기상부이 설치가 용이하지 않거나 지형적으로 복잡한 연안바다에서 국지적으로 서로 달리 나타나는 해상 상태를 관측하는데 적합한 장비로 파고, 파주기, 수온을 관측하며 무선통신 방식으로 1시간 또는 30분 간격으로 자료를 수집한다. 2020년에는 서해 24개소, 제주·남해 25개소, 동해 8개소, 울릉도·독도연안 4개소 이상 총 61개소의 파고부이를 운영하고 있다.

파랑계는 마이크로웨이브로 해수면을 스캔(scan)하여 반사된 파(wave)의 스펙트럼을 실시간으로 분석하여 5분 간격으로 파고, 파주기, 파향, 파속, 파장을 산출하는 장비로 해양기상부이나 파고부이, 등표기상관측장비 등을 설치하기 힘든 지역의 육상에 설치하며, 현재 북극렬비도 1개소를 운영하고 있다.

연안기상관측장비는 서해안 및 동해안의 기상해일 등 장주기파로 인한 인명 및 재산피해를 최소화하기 위해 설치한 것으로 수위변화를 지속적으로 감시·분석하고 있다. 수위자료 외 풍향·풍속, 기압 자료를 1분 간격으로 수집하고 있으며, 서해연안 8개소, 제주·남해연안 6개소, 동해연안 4개소로 총 18개소에 설치·운영되고 있다.

1.3.3. 해양안개관측장비 확충

2019년부터 도서주민 생활 편익과 해상 안전을 위해 해양수산부와 협력으로 전남권, 인천·경기권 해상 항로에 위치한 등대 및 등표 지점에 해양안개관측장비 50대를 설치하여 운영하고 있다.

해양안개관측장비는 실제 볼 수 있는 거리를 알려주는 '시정계'와 해상상황을 영상으로 파악할 수 있는 'CCTV'로 구성되어 있다.

1.3.4. 해상영상관측망 확충

2016년, 해양기상부이 2대에 영상장비를 탑재하여 해상영상관측 시험운영을 시작하였으며, 2020년 신안(2m) 부이를 제외한 22대의 해양기상부이에 영상장비를 설치하여 운영하고 있다. 또한 등표기상관측장비, 연안기상관측장비, 해양안개관측장비에도 영상장비를 탑재한 해상영상관측망을 추가 설치하여 2020년 현재 총 98대의 해상영상관측자료를 확보하였다.

1.3.5. 웨이브글라이더 운영

2017년부터 무인 이동형 해양관측장비인 웨이브글라이더를 활용하여 다양하고 상세한 해양관측을 수행하였다. 2020년에는 거문도 주변 해역 관측을 통해 섬효과에 따른 파랑특성을 조사하였다.

1.3.6. 해양기상관측기지

우리나라는 편서풍대에 위치하여 한반도 서쪽의 대기운동을 감시하는 것이 중요하나 3면이 바다로 둘러싸여 관측자료 생산·확보에 어려움이 있다. 이에 기상청은 서해 도서지역에 해양기지를 구축하여 서쪽에서 한반도로 다가오는 집중호우, 대설, 태풍 등의 위험기상을 사전에 탐지하여 예·특보 정확도를 향상에 기여하고자 한다.

2005년부터 우리나라 최서단 무인도인 북격렬비도(태안군 안흥항 서쪽 57km)에 파랑계, 자동기상관측장비, 연직바람관측장비(Wind profiler), 부유분진측정기(PM10) 등을 설치하여 위험기상 조기 감시를 위한 서해종합기상관측기지(제1 해양기지)를 운영하고 있다.

또한, 수도권 지역의 기상재해 경감을 위해 제2 해양기상기지를 착공(2020.9.)하였으며, 서해상 고품질 관측자료 생산을 위한 지상·고층·황사관측 장비를 도입(2021년)하여 2022년 정식 운영 예정이다.

1.3.7. 기상관측선 「기상1호」

기상1호는 우리나라 근해 해역에서 집중호우, 태풍 등 위험기상의 선도관측을 수행하고 있으며, 고층대기, 해상 및 해양 관측 등 종합적인 기상관측을 통해 예보 정확도 향상에 크게 기여하고 있다. 2011년 5월 30일 취항하여 매년 약 10,000시간(25,000km) 이상 해양 및 대기환경 관측을 수행하고 있으며, 2020년에는 13회 운항을 통하여 201일 27,387km를 이동하며 관측하였다.

1.3.8. 해양기상정보포털 운영 및 개선

기상청은 국민의 해상활동 지원을 목적으로 해양기상정보 전달을 위해 해양기상정보포털 (marine.kma.go.kr)을 운영하여, 주요 6대 분야(항만, 항로, 레저, 어업, 안전, 안보)를 대상으로 맞춤형 서비스를 제공하고 있다. 2020년에는 연안의 조업활동 지원을 위해 수온예측정보 제공을 강화하였고, 해양활동 지원을 위해 스킨스쿠버, 국제항로의 기상정보제공 등의 신규서비스를 추가하였다.

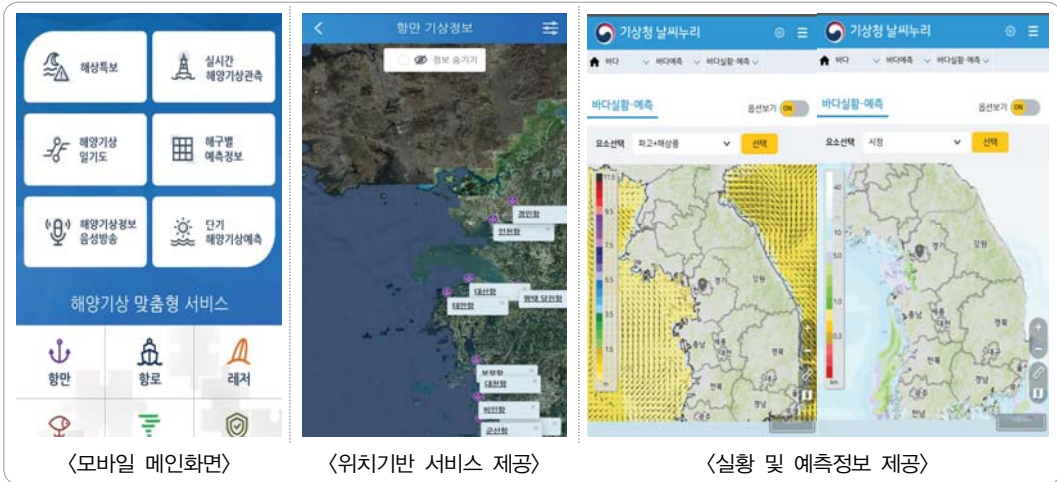
[표 3-16] 해양기상정보포털 맞춤형 서비스 개선사항

맞춤형서비스	추가지점	개선사항
항만	-	파고·바람 실황+예측, 시정 예측 시계열 정보 제공
항로	국제항로 (47개)	한·중·일 국제여객선 항로별 유의파고, 풍향·풍속 제공
레저	스킨스쿠버 (34개)	기상실황, 단기스킨스쿠버예보(동네예보), 해양예측정보(파향, 파주기, 수온), 시정예측 등 해양기상정보 제공
어업	파고부이 (63개)	수온 3일 관측과 5일 예측정보 제공
	국립수산과학원 관측지점 (51개)	수온 실황관측 정보 제공
안전	해양시정관측지점 (25개)	시정계 관측실황(1시간 간격) 제공
안보	-	해상상태 황천등급(8단계) 예측정보 제공



[그림 3-31] 스킨스쿠버 예측정보 제공(좌) 및 국제항로 해양기상정보제공(우) 화면

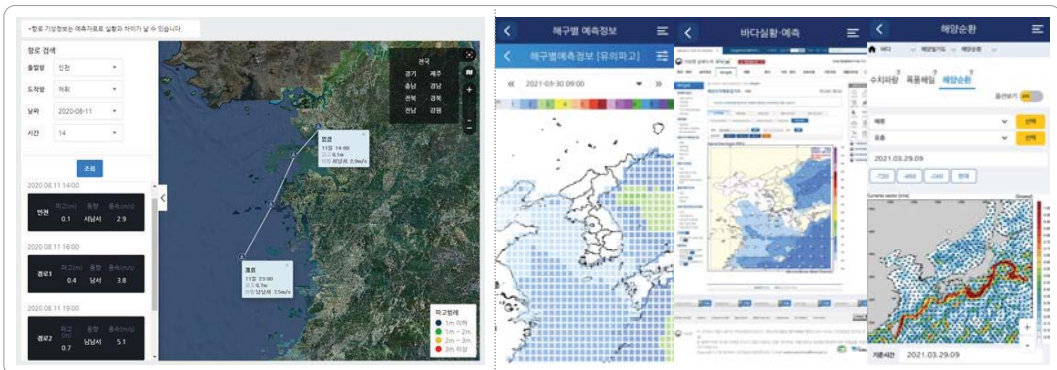
해양기상정보포털 모바일 웹에서는 사용자 정보 접근성 개선을 위해 8개 권역(경기, 충남, 전북, 전남, 제주, 경남, 경북, 강원)별 사용자 위치기반 서비스를 시작하였다. 또한, 파고·바람의 실황+예측정보(24시간), 해양시정 예측정보(48시간)를 제공하였다.



[그림 3-32] 해양기상정보포털 모바일 개선 화면

기상청은 유관기관과 협력을 통해 다양한 분야에서 정보의 접근성을 개선하여, 해양기상정보의 활용을 확대하였다. 골재채취해역의 해양안전 강화를 위하여 출·도착항(10개소)과 골재채취지점(173해구) 간 항로에 대한 해양기상정보를 해양환경공단에 제공하여 기상변화로 인한 해양사고 예방에 크게 기여하였다. 또한, 어민들에게 유용하고 편리한 정보를 제공하기 위해 수협중앙회의 수협조업정보알리미 앱을 통해 해구별 상세 예측정보와 파랑실황도, 해류·수온·염분 예측정보인 해양순환 등의 다양한 해양기상정보를 연계 제공하였다.

한편, 해상통신망의 확대, 수요자 요구사항의 다양화 등 해양환경 변화를 반영한 해양기상정보 전달체계 개선을 위해 정보화전략계획(SP)을 수립하여, 해양기상정보 통합관리체계를 통한 대내외 종합서비스시스템 구축 기반을 마련하였다.

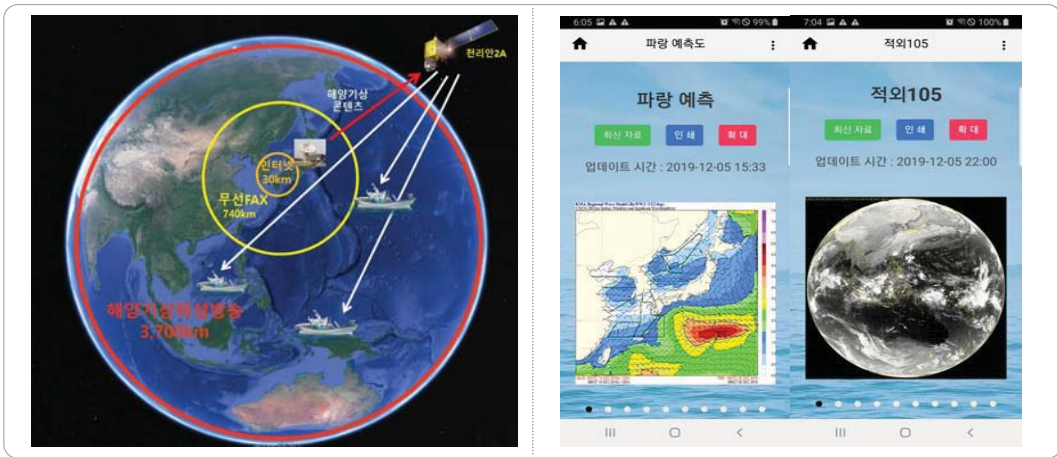


[그림 3-33] 골재채취항로 기상정보 제공(좌) 및 수협조업정보알리미 앱 정보제공(우) 화면

1.3.9. 해양기상 위성방송 정식운영

기상청은 1966년부터 세계기상기구(WMO)의 권고에 따라 우리나라 연근해 및 원해 지역을 운항하는 선박의 해상활동과 안전에 필요한 태풍정보, 일기도 자료 등을 해양기상방송(무선FAX)으로 제공하고 있다. 그러나 무선FAX의 수신거리 제약, 전파간섭에 의한 품질저하 등의 활용에 어려움이 있으며, 이러한 단점을 해소하기 위해 2020년 7월 23일부터 천리안위성 2A호의 위성통신을 활용하여 해양기상정보를 제공하는 신개념 서비스인 해양기상 위성방송 정식서비스를 시작하였다.

해양기상 위성방송은 3,700km의 영역(동아시아, 서태평양 등)에 지상일기도, 파랑실황도, 해상바람 및 파고 예상도, 위성영상 등 총 15종 360개의 디지털 해양기상정보를 천리안위성 2A호의 위성통신을 통해 제공한다.



[그림 3-34] 해양기상방송 서비스영역 비교(좌) 및 해양기상 위성방송 표출화면(우)

1.3.10. 해양 위험기상 서비스 확대

봄철에는 우리나라 서쪽 해상으로부터 접근하는 강한 기압변동에 의한 기상해일 발생으로 서해, 남해 등 연안지역 피해를 유발하며, 이로 인한 피해를 예방하기 위해 기상해일 감시대응반을 운영하였다. 기상해일 정보는 날씨누리과 긴급방송 등을 통해 국민에게 제공하고 있으며, 또한 해양 유관기관에 문자, FAX로 전달해 연안 재해를 예방하고 있다.

여름철에는 해양레저 활동 및 피서객이 증가하고 있으나, 이안류가 매년 빈번히 발생하여 해수욕장 이용객이 안전사고의 위험에 노출되어 있다. 이에 따라 해수욕장의 이안류로 인한 피해를 최소화하고 유관기관의 구조업무를 지원하기 위해 8개(해운대, 중문, 낙산, 대천, 경포, 강문, 안목, 신지명사십리) 해수욕장의 이안류 발생을 4단계로 구분, 3시간 간격 3일 예측정보를 기상청 날씨누리 등을 통해 대국민에게 제공하고 있다.

또한, 안전한 선박 운항과 해양활동 지원을 위하여 파고와 해상풍의 실황과 예측(1시간 간격 12시간 예측) 정보와 해양시정(해무) 예측(1시간 간격 48시간 예측) 정보를 2월 27일부터 기상청 날씨누리리에 대국민 서비스하였으며, 해상 예·특보 구역의 상세화를 포함한 체계 개선을 위하여 해양 기상 특성과 해상특보 사례를 분석한 보고서를 발간하였다. 해양 위험기상 발생 시 예보관의 예·특보 업무 지원과 효과적인 방재업무를 위하여 위성, 선박을 포함한 해상의 관측자료를 확대하여 해양기상 관측실황도를 개선하였으며, 인공지능을 활용한 관측지점별 파고예측 가이드를 생산하고 해상영상 기반 해무 분석정보를 산출하여 해양기상모니터링시스템을 통해 제공하고 있다.

1.3.11. 해양 유관기관 협업

기상청은 이상기후에 관한 해양기후 관점에서의 영향 분석과 예측 관련 최근 연구결과를 공유하고 향후 개발 방향에 대해 토의하고자 학계와 연구소 등 전문가를 초청하여 해양기후 분석·예측 학연관 워크숍을 2020년 10월 30일에 개최하였다. 해양기후 관측 및 모델 분석, 태풍 변화 및 대기-해양 결합 모델 분석, 해양기후 분석 및 상관관계, 해양기후 시나리오 및 미래전망 등 4세션, 총 11개 주제발표가 있었으며, 기상청 관련 부서와 해양 관련 학계, 연구원 등 총 42명이 참석하였다.



[그림 3-35] 해양기후 분석·예측 학연관 워크숍('20.10.30.)

관측기반국 | 계측표준협력과 | 방송통신사무관 | 김용업

관측기반국 | 계측표준협력과 | 기상사무관 | 나현중

2.1. 기상관측표준화

기상청은 2007년부터 관측자료 정확도 확보 및 공동활용 증진을 위한 기상관측표준화사업을 추진해오고 있다. 기상관측표준화에 참여하고 있는 국가기관·지자체·공공기관 등 26개 관측기관을 대상으로 담당자 교육, 워크숍, 기술지원 등을 실시하고 있으며, 관측시설 등급 및 관측자료 품질등급 제도를 통해 관측기관의 기상관측표준화 수준을 진단하여 법령을 준수하도록 지원하고 있다.

기상청은 공동활용 관측자료의 신뢰도 확보와 활용 확대를 위해 관측시설의 관측환경, 위치 정보, 센서 정보 등 관측 메타정보 조사를 추진하고 있다. 2017년 이후 기상청 및 유관기관 관측시설 총 1,463개소를 조사하였다. 메타정보 조사가 완료된 시설에 대해서는 WMO/ISO 국제표준(ISO 19289) 및 「기상관측시설 등급 기준(기상청고시)」에 따라 등급을 평가하여 다양한 목적에서 관측자료가 유용하게 활용될 수 있도록 하였다.

기상관측표준화 시책 추진을 위하여 2020년에는 기상관측표준화위원회(2회) 및 기상관측표준화 실무위원회(2회)를 개최하였다. 제26회 기상관측표준화위원회(6.8.~12.)에서는 ‘유관기관(강원도) 기상관측시설 관리 일원화 추진현황’ 및 ‘기상·지진장비 형식승인 체계 구축 기본계획’을 보고하였으며, 제27회 기상관측표준화위원회(12.21.~28.)에서는 기상측기 형식승인 제도 시행을 위한 ‘기상관측표준화법 하위법령’ 일부개정 추진일정 등을 보고하였다.

기상관측표준화 참여기관의 업무지원을 위한 ‘기상관측표준화 Help Desk(본청 및 지방청·기상지청 총 25명)’를 구성하여 총 399건에 대한 기술지원을 수행하였다. 주요 내용으로는 유관기관 관측장비 설치 환경 적합성 검토, 유관기관 관측장비 검정이력 관리방법 개선, 유관기관 강수량계 관측주기 단축 등을 지원하였다. 이를 통해 관측자료 정상자료율을 2019년 96.9%에서 2020년 97.5%로 향상시켰다.

또한, 유관기관 표준화 업무담당자를 대상으로 ‘기상관측표준화 워크숍’을 지역별로 17회 개최하였다. 9개 지방기상청 및 기상지청에서 영상회의, 찾아가는 간담회, 업무협약 등 다양한 방법으로 진행하였으며, 기상관측표준화 주요 업무 소개, 관측자료 수집체계, 각종 공동활용시스템 소개와 활용방법, 공동활용 활성화와 품질향상 방안 등의 공유를 통해 기상관측표준화 업무 담당자의 역량 강화에 기여하였다. 또한 ‘기상관측표준화교육과정’을 비대면 실시간 영상회의 방식으로 개설(7.16.~17.)하여 담당자 전문지식 부족 해소를 위한 교육기회를 제공하였다.

2.2. 기상분야 국가·국제표준화(KS·ISO)

기상청은 국가·국제표준과 기술기준의 중복으로 인한 산업계의 혼란과 행정의 비효율을 개선하고, 기상분야의 국제표준을 선도하고자 2017년 1월, 「산업표준화법 시행령」 개정에 따라 ‘범부처 참여형 국가표준 운영체계’에 참여하였고, 2017년 3월, 기상관련분야의 국가표준(KS : Korean Standards) 업무와 국제표준화기구(ISO : International Organization for Standardization)의 기술위원회(TC/SC : Technical Committee/Subcommittee) 업무를 산업통상자원부 장관으로부터 위탁받았다. 이로써 기상청은 국가표준 제·개정 등 운영업무와 국제표준화 업무를 수행하며 기상분야 표준의 주도권을 확보하게 되었다.

2020년 12월, 기상분야 국제표준(ISO) 1종을 국가표준(KS)으로 도입해 ‘기상관측소에 대한 관측장소 분류’를 제정하였고, ‘음파 풍속계/온도계 - 평균바람측정의 승인된 시험법’ KS 1종의 번역 오류를 수정하고 기상용어를 적용하여 개정하였다.

[표 3-17] 기상분야 국가표준(KS) 현황

번호	표준번호	표준명	비고
1	KS I ISO 16622	기상학 - 음파 풍속계/온도계 - 평균바람측정의 승인된 시험법	'20.12.28. 개정
2	KS I ISO 17713-1	기상학 - 풍속측정 - 제1부: 회전풍속계 성능에 대한 풍동 시험방법	'20.2.11. 개정
3	KS I ISO 17714	기상학 - 기온 측정 - 온도계 차폐장치 성능 비교 및 중요 특성 정의를 위한 시험방법	'20.2.11. 개정
4	KS I ISO 19289	공기질 - 기상학 - 기상관측소에 대한 관측장소 분류	'20.12.28. 제정
5	KS I ISO 19926-1	기상학 - 기상레이더 - 제1부: 시스템 성능과 운용	'20.2.11. 제정
6	KS B ISO 9059	태양 에너지 - 기준 직달 일사계와 비교를 통한 현장 직달 일사계의 교정	'18.11.23. 개정
7	KS B ISO 9060	태양 에너지 - 전천일사 및 직달일사 측정을 위한 기기의 사양과 분류	'20.2.11. 개정
8	KS B ISO 9845-1	태양 에너지 - 상이한 흡수 조건하에서 지표면의 기준 태양 스펙트럼 일사 - 제1부: 공기 질량이 1.5일 때 법선면 직달 일사와 반구 전 태양 일사	'18.11.23. 개정
9	KS B ISO 9846	태양 에너지 - 직달 일사계를 이용한 수평면 일사계의 교정	'18.11.23. 개정
10	KS B ISO 9847	태양 에너지 - 기준 수평면 일사계와 비교에 의한 현장 수평면 일사계의 교정	'18.11.23. 개정

2.3. 기상장비 도입 관리

2.3.1. 기상기자재도입위원회 운영

기상청은 기상기자재도입위원회 운영을 통해 다음 연도 기상기자재의 도입 타당성을 심의·의결하고 있으며, 심의 대상은 계속 사업을 포함한 소요예산 총액 5천만 원 이상, 소모성인 경우에는 총액 1억 원 이상의 기상기자재로 수요부서가 도입 타당성을 사전에 확보하여 적정 소요예산을 확보할 수 있도록 지원하고 있다.

본 위원회는 사업부서에서 구매하려는 기상기자재의 도입 필요성, 목적, 추진근거, 수량과 설치장소, 소요예산과 산출 근거, 주요기술규격, 운영방법과 공동활용 가능성, 추진과정의 예상 위험요인과 대처방안을 종합적으로 검토하여 도입 타당성을 심의·의결한다.

2020년 11월 12일 기상기자재도입위원회를 개최하였으며, 2022년도 도입 추진 기상관측장비와 2021년도 예산에 추가로 반영된 기상관측장비 총 39건(약 389억 원)에 대한 도입 타당성을 심의·의결하였다.

[표 3-18] 기상기자재도입위원회 심의 목록

(금액단위 : 백만 원)

기자재명	수량	금액	수요부서
* 레원존데(자동/해양기지/소모품)	신규 1,460	482	관측정책과
* 레원존데(자동/고층현업/소모품)	신규 7,680	2,534	관측정책과
* 레원존데(자동/기상1호/소모품)	신규 360	119	관측정책과
* 레원존데(수동/기상관측차량/소모품)	신규 148	34	관측정책과
* 연직바람관측장비	교체 2	1,600	관측정책과
* 지진관측장비	교체 16, 신규 79	6,480	지진정보기술팀
* 공중음파관측장비	교체 1	692	지진정보기술팀
* 현장검정용 지진계 검정장비	신규 7	1,000	지진정보기술팀
* 지진해일관측장비	교체 1	200	지진정보기술팀
* 전지구위성 항법시스템(GNSS)	교체 12	214	위성운영과
* 전파 및 광학시험장비(5종)	신규 1	1,200	현업운영개발부
* 드롭존데(소모품)	신규 300	588	융합기술연구부
* 인공강우 실험용 연소탄(소모품)	신규 750	300	융합기술연구부
* 저층원드시어경고장비(LLWAS)	교체 1	1,500	정보기술과
* 종관기상관측장비(ASOS)	교체 8	416	관측정책과
* 방재기상관측장비(AWS)	교체 80	2,320	관측정책과
* 적설관측장비	신규 88	1,408	관측정책과
* 시정계	교체 80	880	관측정책과
* 운고계	교체 28	840	관측정책과
* 기상관측차량	신규 2	340	관측정책과

기자재명	수량	금액	수요부서
* 해양기상부이(3m, 6m)	교체(3m)3, (6m)4	3,450	관측정책과
* 해양기상부이(10m)	신규 5	6,000	관측정책과
* 파고부이	교체 5	150	관측정책과
* 선박AWS	교체 2	80	관측정책과
* 연안AWS	교체 1	65	관측정책과
* 해양안개관측장비	신규 25	875	관측정책과
* 현장검정용 장비	교체 3	300	계측표준협력과
** 제2 해양기지 고고도 연직바람관측장비	신규 1	800	관측정책과
** 제2 해양기지 고층관측용 자동발사장치	신규 1	800	관측정책과
** 제2 해양기지 지상기상관측장비	신규 1	200	관측정책과
** 형식승인 기준장비(4종)	신규 1	292	계측표준협력과
** 현장검정용 지진계 검정장비	신규 1	172	지진정보기술팀
** 전지구위성 항법시스템(GNSS)	교체 5	89	위성운영과
** ARGO 플로트 (ARGO float)	신규 6	150	현업운영개발부
** 환경시험장비(3종)	신규 1	1,770	현업운영개발부
** 기상조절실험 검증차량	신규 1	165	융합기술연구부
** 우량계	신규 20	200	융합기술연구부
** 통합기상센서	신규 7	70	융합기술연구부
** 일조검정장비	교체 1	150	계측표준협력과

* 2022년도 도입예정 기상관측장비, ** 2021년도 도입예정 기상관측장비

2.3.2. 기상기자재관리협의회 운영

기상청과 그 소속기관의 당해 연도 기상기자재 취득·처분과 전시장비 관리 등의 적정성 및 이에 관련되는 기술규격 및 주요사항에 대하여 심의·조정·평가하기 위하여 기상기자재관리협의회를 운영하고 있다.

기상기자재관리협의회에서는 도입 타당성이 확보된 소요예산 5천만 원 이상의 기상기자재에 대하여 취득심의를 하며, 취득 심의과정에서는 구매 필요성과 추진근거, 계약방법, 구매수량, 운영방법, 구매 중요사항·필수조건의 선정 근거에 대해 집중적인 심의를 하고, 성능규격의 경쟁성을 확보하며, 기술평가기준, 계약이행조건, 검사·검수 방법 등 세부적인 사항을 심의한다.

처분은 내용연수가 경과된 기상기자재로서 대장가격이 1억 원 이상 또는 내용연수가 경과되지 아니한 기상기자재로서 대장가격이 5천만 원 이상인 기자재를 대상으로 처분의 타당성과 처분품의 재활용 가능성을 판단하여 처분절차를 결정하게 된다. 처분의 결정에 따라 전시장비의 지정과 운용 및 보관방법의 적정성을 심의한다.

2020년에는 지진관측장비, 공항기상레이더 등 취득 16건(약 282억 원)과 메인프레임 컴퓨터, 하드디스크어레이 등 처분 23건(약 449억 원)에 대해 심의하여 의결하였다.

[표 3-19] 기상기자재관리협의회 취득 심의 목록

(금액단위 : 백만 원)

기자재명	수량	금액	내자/외자	낙찰자 결정방법	수요부서
지진관측장비	10	1,500	외자	협상에 의한 계약	지진정보기술팀
공중음파관측장비	1	650	외자	협상에 의한 계약	지진정보기술팀
공항기상관측장비(AMOS)	1	1,200	내자	협상에 의한 계약	정보기술과
응결핵계수기	1	75	내자	규격가격동시입찰	미래기반연구부/ 기후정책과
아산화질소 측정기	1	130	내자	규격가격동시입찰	미래기반연구부/ 기후정책과
온실가스제습기	1	60	내자	규격가격동시입찰	미래기반연구부/ 기후정책과
미세먼지 시료채취기	1	93	외자	규격가격동시입찰	미래기반연구부/ 기후정책과
공항기상레이더(TDWR)	1	8,906	외자	협상에 의한 계약	레이더운영과
기상관측차량	2	340	내자	협상에 의한 계약	관측정책과
연구용 기상관측차량	1	98	내자	협상에 의한 계약	재해기상연구부
연직바람관측장비	1	400	외자	협상에 의한 계약	관측정책과
고층기상관측용 자동발사장치	5	4,000	외자	협상에 의한 계약	관측정책과
공항기상레이더(TDWR)	1	8,838	외자	협상에 의한 계약	레이더운영과
안개 및 구름입자 측정기	1	350	내자	규격가격동시입찰	융합기술연구부
기상관측차량	2	340	내자	협상에 의한 계약	관측정책과
공항기상관측장비	1	1,250	내자	협상에 의한 계약	정보기술과

[표 3-20] 기상기자재관리협의회 처분 심의 목록

(금액단위 : 백만 원)

기자재명	수량	금액	처분방법	수요부서
하드디스크어레이	1	654	폐기	국가기상슈퍼컴퓨터센터
컴퓨터서버	1	4,791	관리전환	국가기상슈퍼컴퓨터센터
테이프 드라이브 라이브러리	1	2,154	폐기	국가기상슈퍼컴퓨터센터
메인프레임 컴퓨터	33	30,938	일부해지	국가기상슈퍼컴퓨터센터
지진계	1	237	폐기	지진정보기술팀
지진계	1	291	폐기	지진정보기술팀
컴퓨터서버	1	103	폐기	지진정보기술팀
기상수직분포측정장치	1	468	폐기	수도권기상청 관측과
영상모니터(영상회의시스템)	1	199	폐기	관주지방기상청 관측과
네트워크스위치	1	181	폐기	대전지방기상청 관측과
영상회의시스템	1	199	조달청 재활용 양여	대전지방기상청 관측과
하드디스크어레이	1	189	폐기	레이더분석과
구름자동관측시스템	1	153	전시	융합기술연구부
대용량 기후자료저장장치	1	117	폐기	미래기반연구부
대용량 기후자료저장장치용디스크	1	459	폐기	미래기반연구부

기자재명	수량	금액	처분방법	수요부서
대용량 기후자료저장장치	1	522	폐기	미래기반연구부
대용량 기후자료저장장치	1	602	폐기	미래기반연구부
터미널서버	1	220	폐기	현업운영개발부
LLWAS	1	1,036	해체	정보기술과
영상정보 디스플레이 장치	1	301	폐기	정보기술과
종관기상관측장비(ASOS)	1	108	폐기	대구기상청 관측과
해일파고계	1	145	폐기	대구기상청 관측과
기상관측부이(6m NOMAD)	1	830	전시	대구기상청 관측과

2.3.3. 기상장비 제안서 기술평가위원회 운영

기상장비 제안서는 원칙적으로 외부전문기관(조달청) 평가로 위임하고 있으나, 부득이 외부전문기관 평가가 불가하다는 근거를 제시할 경우 또는 수요기관이 직접 기술평가로 심의된 안건일 경우에는 기상청 자체 기술평가위원회를 운영하고 있다.

제안서 기술평가 대상은 기상기자재관리협의회에서 취득·심의된 안건 중 사업금액이 1억 원 이상인 사업으로 평가위원은 감사담당부서가 기상기자재 외부전문가 풀에서 난수생성 프로그램으로 선정·교섭하여 운영함으로써 공정성·전문성·객관성을 확보하고 있다. 그리고 사업금액이 15억 원 이상인 사업의 경우 평가참관인을 두는 평가참관인 제도를 통해 평가과정이 객관적이고 공정하게 진행되도록 하고 있다.

2020년에는 인천국제공항 제3활주로 공항기상관측장비 교체, 지진관측장비 구매·설치 등 총 10건의 사업에 대해 외부전문가로 구성된 기술평가위원회에서 평가하였다.

[표 3-21] 기상장비 제안서 기술평가위원회 개최 목록

(금액단위 : 백만 원)

사업명	금액	수요부서
인천국제공항 제3활주로 공항기상관측장비(AMOS) 교체	1,200	정보기술과
국가기상슈퍼컴퓨터센터 무정전원장치 제작·설치	3,246	국가기상슈퍼컴퓨터센터
2020년도 지진관측장비 구매·설치	1,500	지진정보기술팀
2020년도 공중음파관측장비 구매·설치	650	지진정보기술팀
2020년도 기상관측차량 도입	340	관측정책과
2020년 연직바람관측장비 구매	400	관측정책과
2020년 레원존데 관측장비 구매	648	관측정책과
인천 공항기상레이더(TDWR) 구매	8,906	레이더운영과
인개 및 구름입자측정기	350	융합기술연구부
2020년도 자동발사장치용 라디오존데 구매	279	관측정책과

2.4. 기상측기 인증 및 검정

2.4.1. 형식승인제도 시행 준비

기상청은 「기상관측표준화법」 개정에 따라 2021년 4월 시행되는 ‘기상측기 형식승인제도’ 시행을 위해 ‘기상·지진장비 형식승인 체계 구축을 위한 기본계획’을 수립(4.21.)하였고, 기존의 검정 대상 측기를 기반으로 형식승인 대상이 될 기상측기를 선정하였다. 형식승인제도는 기존 ‘검정’ 제도에서 검사하는 기상측기의 관측 범위, 정확도, 기본적인 외관 및 구조검사에 관측장비의 기계적, 열적, 전기적 내구성을 테스트할 시험 항목이 추가될 예정이다.

이를 위해 형식승인 시험기준 및 시험절차서 마련을 위하여 국립기상과학원, 한국기상산업기술원, 한국표준과학연구원 등 관련 분야 전문가 회의(3.11., 4.14.)를 개최하였다. 또한, 타분야 측정기기 인증 관련 현황을 조사하고 형식승인제도 시행 초기의 미비점 등을 보완하고자 형식승인제도를 운영하고 있는 타부처 전문가를 모시고 자문회의(8.12.)를 실시하였으며, 형식승인 수수료 책정을 위한 연구용역(3.24.~9.23.)을 통해 10종 24형식의 기상측기에 대한 형식승인수수료(안)을 마련하였다.

형식승인 신청 절차 및 수수료(안)을 소개하는 ‘형식승인제도 설명회’를 개최(9.18.)하여 관련 산업계와 이해관계자들의 의견을 수렴하였다.

기상·지진장비 인증센터 구축사업(2023년 건립 예정)은 조달청과 맞춤형서비스 약정을 체결(9.15.)하여 구축 로드맵에 따라 추진하고 있으며, 2020년 12월 설계공모 계약이 체결되었다.

2.4.2. 기상측기 검정

기상관측은 수치예보모델만큼이나 예보정확도에 많은 영향을 미친다. 정확한 기상관측은 개개인의 생활에 유용한 정보가 될 뿐만 아니라, 국민의 생명과 재산을 보호하는 방재업무에 기본이 된다.

기상청은 정확한 국가기상관측을 위해 「기상관측표준화법」 제14조의 규정에 따라 기상장비 검정업무를 전문적으로 수행하기 위하여 한국기상산업기술원을 기상측기 검정대행기관으로 지정하여 2007년부터 기상측기 검정업무를 수행하고 있다.

2020년 기상청 내 관서용, 농관용, 공동협력관측소, 방재용, 항공용 등 총 523대의 기상관측장비를 검정하였으며, 민원검정은 자동기상관측장비 1,460대, 온도계 357대, 습도계 662대, 풍향풍속계 138대, 기압계 92대, 일사계 26대, 일조계 2대, 강수량계 1,039대, 적설계 204대 등 총 3,980대를 검정하여 708,631,672원의 검정수수료를 국고로 세입 처리하였다.

[표 3-23] 연도별 민원검정업무 수행 결과

연도	검정 대수	검정 대행 기관
2011	1,713 대	한국기상산업기술원
2012	1,718 대	한국기상산업기술원
2013	1,679 대	한국기상산업기술원
2014	1,640 대	한국기상산업기술원
2015	2,569 대	한국기상산업기술원
2016	2,144 대	한국기상산업기술원
2016	2,144 대	한국기상산업기술원
2017	1,709 대	한국기상산업기술원
2018	2,858 대	한국기상산업기술원
2019	3,275 대	한국기상산업기술원
2020	3,980 대	한국기상산업기술원

2.5. 기상장비 기술개발

최근 소재·부품·장비 등에 대한 국산화의 중요성이 커지면서 기상관측장비의 국산 기술확보에 대한 관심이 높아지고 있다. 기상청은 기상관측장비 인증제도 도입을 통해 국산화를 지원하고, 국산 기술개발을 위해 연구개발 예산을 투입하고 있다.

연직바람관측장비의 국산 원천기술 확보를 위해 ‘연직바람관측장비 융합기술개발’ 민·군 부처연계 협력기술개발사업을 2017년부터 추진해오고 있다. 2020년 4차년도 사업에서는 위상배열안테나부 성능개선 및 근접전계 시험, 옥외장치 개발완료 및 시스템 연동 및 통합시험, 기상변수 산출 기술 고도화 등을 수행하였고 논문 5편 게재, 학술회의 발표 6건, 특허등록 및 출원 3건, 프로그램 등록 3건 등의 성과를 창출하였다. 이를 통해 연직바람관측장비의 원천기술을 확보함으로써 국가 예산을 절감하고, 기상관측 경쟁력을 강화할 것으로 기대하고 있다.

3

기상정보화(COMIS, 홈페이지 등)

- 관측기반국 | 정보통신기술과 | 기술서기관 | 김진석
- 관측기반국 | 정보통신기술과 | 방송통신사무관 | 이세중
- 관측기반국 | 정보통신기술과 | 기상사무관 | 김소형

3.1. 차기 종합기상정보시스템(COMIS-5) 구축

3.1.1. 차기 종합기상정보시스템(COMIS-5) 구축

종합기상정보시스템(COmbind Meteorological Information System)은 기상업무 전 영역에 걸쳐 근간이 되는 시스템으로, 국내외 기상자료의 수집, 처리, 교환을 담당하고 있다. 2017년 차기 종합기상정보시스템(COMIS-5) 구축을 위한 ISP 사업을 통하여 현업 시스템의 현황에 따른 문제점 도출, 사용자 요구사항, 미래 기상업무 환경 변화 등 차세대 시스템 구축이 가져올 변화상을 [표 3-24], 단계별 이행과제를 [표 3-25]와 같이 수립하였다.

[표 3-24] COMIS-5 변화상

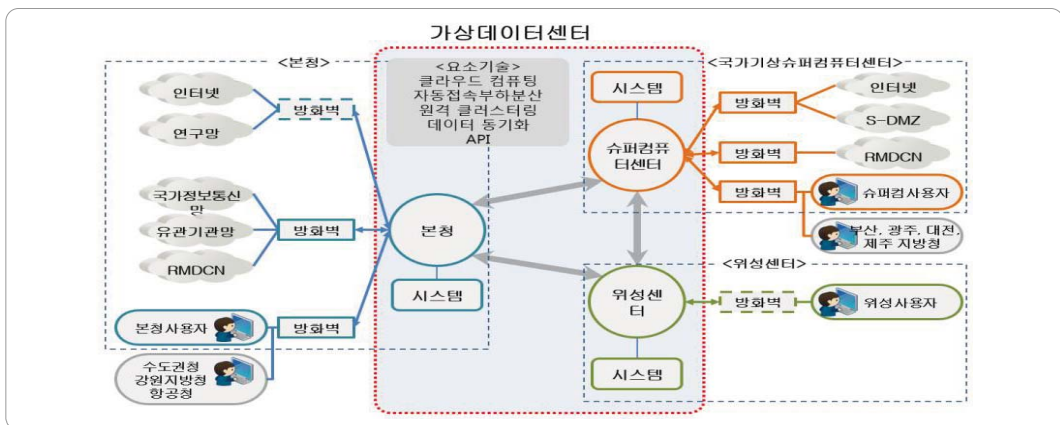
분야	항목	내용
내부 서비스	기상자료수집처리 (MBRO)	☞ 실시간 고성능 종합 기상 자료 교환 체계 구축 * 초당 2만건 이상 메시지 교환 엔진 개발
	기상자료분석 (K-DASH)	☞ 원하는 데이터, 소프트웨어, 전산자원을 원스톱 제공 * 알고리즘 개발·데이터 분석 등 지능형 업무 수행 지원
	기상자료표출 (WEB)	☞ 개인형·경량형 실험감시와 종합기상정보 조회 * 실험감시 개인화, 접속 패턴 분석·추천 전문시스템 연계
	기상자료활용 (챗봇메신저)	☞ 인공지능 기반 단순 반복적 기상업무 효율화 * 각종 용어·지식, 기상자료, 행정자료의 대화형 검색
IT 서비스	가상데이터센터	☞ 본청-위성-슈퍼컴센터를 하나로 묶는 데이터센터 * 고성능 광대역회선, 성능병목 해소, 센터간 부하분산
	KMA-클라우드	☞ 필요한 곳에 필요한 전산자원을 빠르게 제공 * 전산자원 수량 축소, 사용을 제고, 자동 할당관리
	원격지 부하분산	☞ 대규모 장애에도 기상업무 서비스 중단 Zero化 * 본청-슈퍼컴센터 무중단 이중화 시스템·네트워크 구성
	기상데이터 브로커	☞ 대량·전문 자료의 손쉬운 활용을 위한 중개 서비스 * 데이터검색서비스, API서비스 확대, 자료표준관리시스템

[표 3-25] COMIS-5 단계별 이행과제

[1차년도] 2018년 (분석·설계)	[2차년도] 2019년 (개발·도입)	[3차년도] 2020년 (확충·병행운영)	[4차년도] 2021년 (전환완료)
<ul style="list-style-type: none"> • 응용시스템 상세 분석·설계 <ul style="list-style-type: none"> * 맞춤형웹포털 고성능 수집 처리 등 • 인프라 상세 분석·설계 <ul style="list-style-type: none"> * 네트워크, 시스템, 데이터 베이스 등 • 신기술 도입 타당성 검증 <ul style="list-style-type: none"> * 클라우드컴퓨팅, 빅데이터 기술 등 • KMA-Cloud 설계·시범 구축 <ul style="list-style-type: none"> * 신속한 전산자원 제공 	<ul style="list-style-type: none"> • 공통 핵심응용시스템 개발 <ul style="list-style-type: none"> * 맞춤형웹포털, API, 메타 데이터 등 • 가상데이터센터 네트워크 기반 및 핵심기술 검증 <ul style="list-style-type: none"> * 클라우드 서버, 백본 네트워크 장비 등 * 원격지 클러스터링, 선더별 부하분산 등 • K-DASH 시범서비스 <ul style="list-style-type: none"> * KMA-Data & Software Hub (기상자료 통합 분석·활용 자원 제공) 	<ul style="list-style-type: none"> • 세부기능 개발 <ul style="list-style-type: none"> * 수집처리, 파일/DB 등 • 클라우드 전산환경 확충 및 DB구축 <ul style="list-style-type: none"> * 공개SW기반, 분청/슈퍼컴 센터 분산배치 • 클라우드 원격지 부하 분산 체계 구축 <ul style="list-style-type: none"> * 무중단 Active-Active 구성 및 전산설비 확보 • COMIS-5 통합테스트/병행운영 <ul style="list-style-type: none"> * 기능·성능 검증 및 데이터 마이그레이션 	<ul style="list-style-type: none"> • COMIS-5 현업화 및 안정화 <ul style="list-style-type: none"> * 21년 상반기 목표 • 클라우드 자원 확충 및 보안 강화 • IT 운영관리 및 원격지 부하 분산 관리 체계 정립 <ul style="list-style-type: none"> * 가상데이터센터 운영환경 반영 • 경량형 COMIS 패키지 개발

3.1.2. COMIS-5 시스템 설계 목표

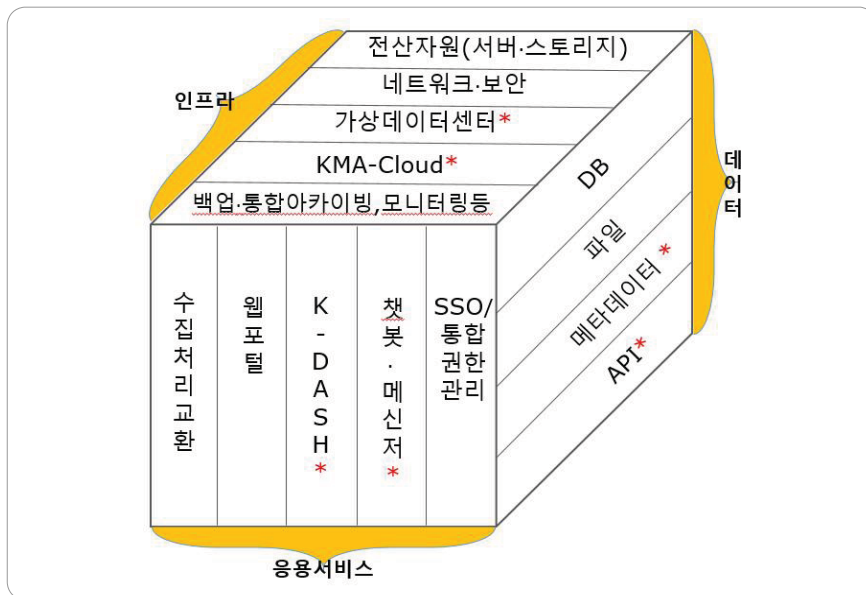
COMIS-5 시스템 설계의 핵심 목표는 비용을 절감하고 운영·관리효율성을 높이면서도 축적된 데이터를 누구나 빠르고 손쉽게 활용하고, 어떤 위험기상 상황에서도 안정적으로 기상정보를 서비스할 수 있는 시스템 가용성 확보에 두었다. 이를 위해, 365일 무중단 데이터센터로서 기상청 분청(서울)과 원거리에 위치한 국가기상슈퍼컴퓨터센터(충북 오창), 국가기상위성센터(충북 진천)의 내부망을 논리적으로 연결하는 가상데이터센터를 만들어, 개별 기상정보시스템(위성, 레이더, 선진예보, 국가기후자료 등)과 기상자료(위성, 레이더, 수치모델, 지상관측 등) 활용의 위치적 한계를 극복하고 사용자에게 자유로운 서비스를 제공하고자 하였다. 이를 이용하면, 사용자는 근거리 데이터센터의 정보시스템과 기상데이터를 쉽게 활용할 수 있어서 정보자원에 대한 접근성이 크게 향상될 것으로 기대된다.



[그림 3-36] 가상데이터센터 네트워크 개념도

3.1.3. COMIS-5 시스템 주요 구축 내용

COMIS-5 시스템은 3개 분야(응용, 데이터, 인프라), 14개 단위시스템으로 나눠 상세 설계를 진행하였다. 첫째, 응용분야는 △국내외 지진·기상데이터의 실시간 유통을 담당하는 수집처리교환, △사용자 편의성과 접속부하에 따라 유연하게 확장과 축소가 가능한 경량형 웹포털, △단순 반복적인 응대업무 경감과 시간제약없이 정보검색과 취득이 간편한 챗봇메신저, △축적된 기상데이터를 자유롭게 활용할 수 있도록 하는 R&D클라우드, △이를 관리하기 위한 통합권한관리가 유기적으로 포함되었다. 둘째, 데이터 분야는 △관계형데이터베이스 및 파일데이터의 표준화, △물리적으로 분산되어 있는 대용량의 기상정보를 논리적으로 연계하여 사용하도록 메타데이터, API 기반으로 활용할 수 있도록 설계되었다. 마지막으로 인프라 분야는 자원 활용성과 운영 효율성을 높인다는 전제 하에, 태풍, 폭설, 지진, 호우 등 위험기상 상황, 배치 작업 등 대규모 시스템 부하 변동 시에도 자동으로 자원의 확장과 축소가 유연하게 이루어지는 클라우드 컴퓨팅 기반 시스템으로 설계하였다. 또한, 상용서비스와 개방형 기술을 업무중요도에 따라 단위 시스템에 적절히 배치하여, 향후 기술과 경험 축적을 통해 운영과 확장 비용을 절감하고 특정 벤더의 기술 종속성에서 탈피할 수 있도록 하였다.



[그림 3-37] COMIS-5 설계 구성 요소

[표 3-26] COMIS-5 주요 구축 내용

분 야	주 요 내 용
응용/ 서비스	① 고성능 기상자료 수집처리 엔진 독자 개발 * 기상·지진 자료 처리 및 ICT 원천기술 활용으로 기술 종속성 탈피
	② 사용 편의성 높은 지능형·경량형 종합기상정보 포털 개발 * 성능 저하 없는 시각화, 전문시스템 연계 강화, 챗봇 도입
	③ 데이터 통합 활용 플랫폼 제공 및 이용 확산 * K-DASH(KMA Data & Software Hub) 서비스 개발
데이터	④ 중단없는 고성능 자료(DB/파일) 저장 체계 마련 * 물리적 분산 클러스터 환경 및 실시간 데이터 동기화 구현
	⑤ 위치에 상관없이 자유로운 데이터 활용 체계 보장 * API 기반 자료 유통 확대 및 메타데이터 개발
인프라	⑥ 분산된 센터를 하나로 묶는 가상데이터센터 기반 조성 * 센터간 부하분산 기술, 연결접점 및 병목구간 해소
	⑦ 수요부서에 빠르고 유연한 전산자원 서비스 제공 * 신규 및 노후 교체 전산자원을 통합하는 KMA-Cloud 확산
	⑧ 고성능 전산자원 확보 및 네트워크 인프라 확충 * 급증하는 빅데이터 기상업무 환경 지원
관리 체계	⑨ 변화되는 시스템 환경을 뒷받침하는 정보화 체계 마련 * 가상데이터센터 환경에 맞는 인적·조직적 운영 체계 정비
	⑩ IT 공동 기술 표준화 선도 및 청내 확산 * 웹 개발·UI, 데이터베이스 저장·연계 등

3.2. 기상정보통신망

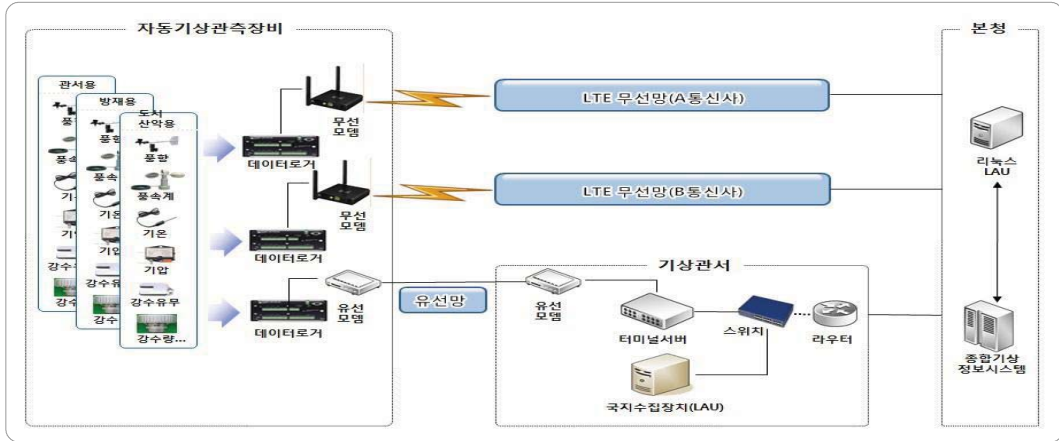
3.2.1. 초고속 기상정보통신망 운영

기상청은 기상자료의 급증과 가상데이터센터 기반의 분산된 자료의 접근·활용 요구 증가에 대응하고자 기상청 본청과 주요센터(국가기상수퍼컴퓨터센터, 국가기상위성센터)를 링 구조의 네트워크로 묶어 장애 시 자동 우회 접근이 가능하도록 구성하고 자료전송 지연을 최소화할 수 있는 고속 데이터 통신 기반을 구축 운영하고 있다. 또한 지상, 지진, 해양, 고층, 위성, 레이더, 항공기상 자료와 IP기반의 영상 및 음성 자료를 신속하고 안정적으로 수집·분배·처리하기 위해 본청을 포함한 전국 기상관서를 유·무선 및 위성통신으로 실시간 연결하는 기상정보통신망을 구축 운영중이다.

기상정보통신망은 본청 10Gbps 백본 네트워크를 기반으로 본청과 슈퍼컴퓨터센터 간은 40Gbps, 슈퍼컴센터를 포함하는 가상데이터센터와 지방청급 기관간은 1Gbps, 지방청과 기상지청 및 기상대급 지방기상관서 간에는 10M~300Mbps 대역폭으로 2019년 7월부터 운영중에 있다.

특히, 기상청은 관측분야에 가장 비중이 높은 지상기상관측장비의 안정적인 자료 수집을 위해

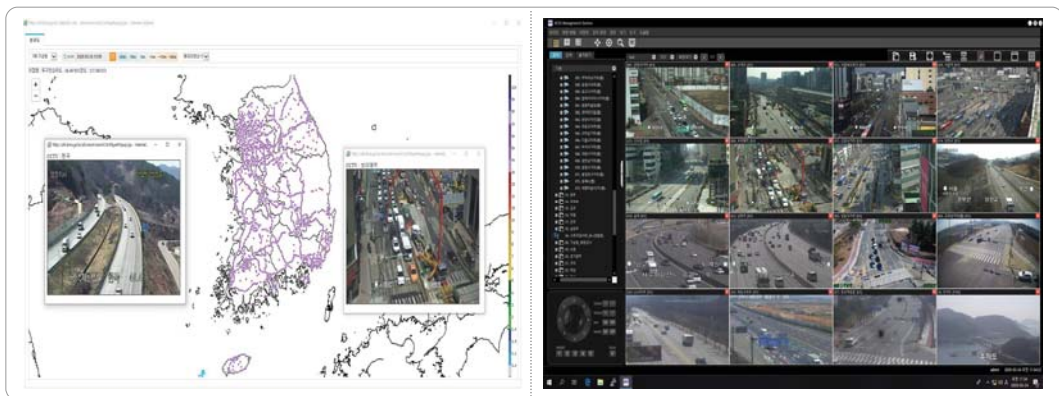
유·무선 혼합 네트워크 기반 수집망을 구축 운영하고 있으며, 안전성을 고려하여 1개의 유선망과 2개의 무선망으로 분리 구성하여 운영중이다. 무선망의 경우 2020년 기준 419개 지점에서 99.4% 이상의 수신율로 안정적인 운영상태를 보여주고 있다.



[그림 3-38] LTE 유·무선망 구성도

3.2.2. 유관기관 CCTV 연계 전용회선 구성 및 영상 제공

기상청은 지상관측 시각지대를 해소하고자 국토부, 경찰청, 한국도로공사에서 운영중인 시내, 고속도로, 국도 감시용 CCTV 영상에 대한 사용 협의를 통해, 전국 약 6,800 여개 지점의 실시간 영상자료를 수집·활용중이다. 수집된 CCTV영상은 선진예보시스템의 'CCTV 실황감시'를 통해 실시간 서비스되며, 기상실황 감시와 예·특보 정보 생산에 활용되고 있다.



[그림 3-39] 유관기관 CCTV 표출현황

3.3. 기상정보 인터넷 서비스

3.3.1. 기상청 대표 홈페이지 운영

기상청은 1996년부터 대표 홈페이지를 구축하여 대국민 인터넷 기상정보서비스를 제공하고 있으며, 2017년 12월부터 기상행정 정보와 분리된 날씨전용 누리집인 날씨누리(www.weather.go.kr)를 통해 더욱 빠르고 편리하게 날씨정보를 확인할 수 있도록 하였다. 또한 쉽고 직관적인 기상정보를 전달, 국민안전에 실질적인 도움이 되는 정보제공, 기상과학에 대한 국민의 이해도 향상을 목표로 2019년 12월 '날씨누리 전면 개편'을 추진하였다.

기존 PC, 모바일 버전 웹 페이지에서 PC, 태블릿, 스마트폰 등 어디에서 접속하더라도 일관성 있게 표현되도록 하나의 반응형 웹 화면으로 변경되었으며, 메뉴 간소화 및 기상플러스 구성을 통해 사용자들이 빠르게 원하는 정보에 접근할 수 있도록 하였다.

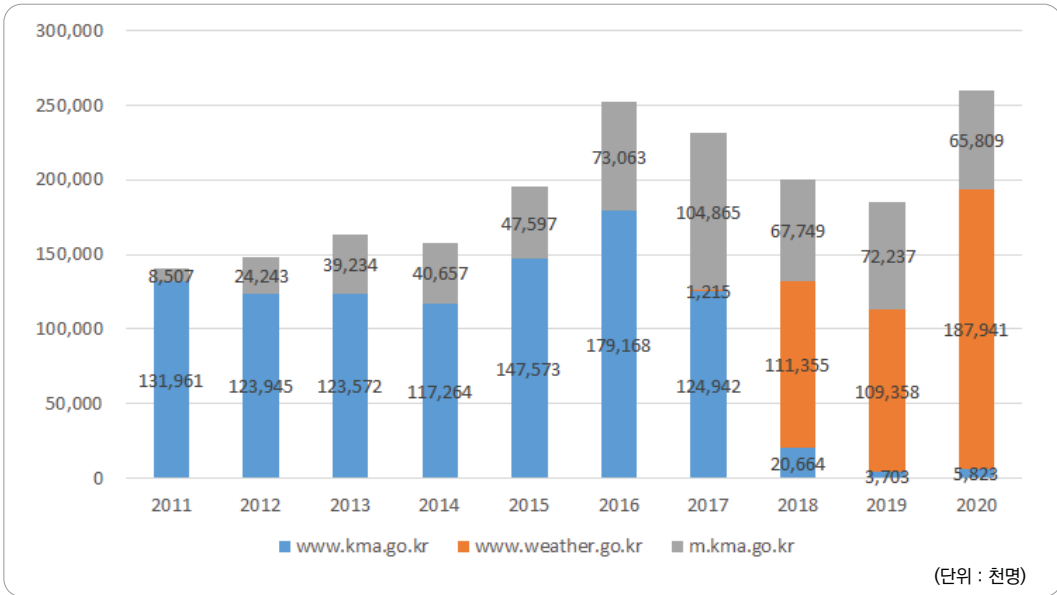
2020년 한반도와 내 주변 날씨 상황을 쉽게 파악할 수 있는 '고해상도 날씨지도' 구축하였으며, 이를 통해 지리정보가 포함된 고해상도 지도 위에 예보, 특보, 관측 분야, 레이더, 위성영상 등 총 38개 기상요소를 표출하고 있으며, 날씨누리과 날씨알리미를 통해 제공하고 있다.

기상청 홈페이지는 해마다 방문자 수가 증가하여 2009년부터는 연간 1억 명 이상의 방문자 수를 기록하였고, 2020년까지 총 누적 약 25억 3천만 명이 방문하였다.

2020년 연간 방문자 수는 2억 5,957만 명으로 전년 대비 약 7,427만명(40%)이 증가하였고, 일 평균 접속자 수는 약 71만 명으로 전년 대비 약 20만 명이 증가하였으며, 이중 약 69%가 모바일 기기를 이용하여 접속한 것으로 조사되었다.

2020년 방문자 분석결과, 전반적으로 전년 대비 월별 방문 편차가 크게 나타났는데, 특히 8월 방문자 수가 약 5,182만 명으로 역대 가장 많았다. 이는 제5호 태풍 '장미', 제8호 태풍 '바비'의 직접 영향, 긴 장마와 많은 강수량으로 인한 기상정보 수요 폭증 때문으로 분석된다.

8월 26일 제8호 태풍 '바비'의 목포 서남서쪽 해안 통과 시점인 18~19시대에 시간 당 23만 4천 명이 접속하였고, 일 방문자수는 344만 명을 기록하여 역대 시간당 및 일 최다 방문자 수를 기록하였으며, 2020년 8월 일평균 방문자 수(167만 명) 대비 약 2.1배 많았던 것으로 나타났다.



[그림 3-40] 기상청 홈페이지 연간 방문자수 통계(모바일 웹 포함)

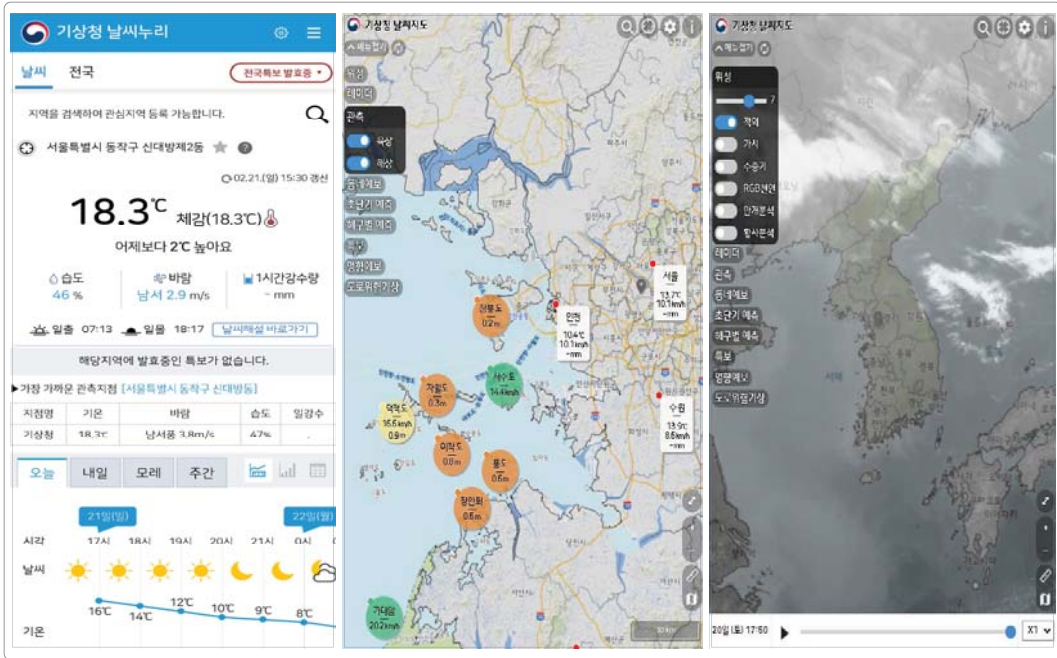
[표 3-27] 기상청 홈페이지 방문자 최다 기록(모바일 웹 포함)

(단위: 명)

구분	1시간 최다	일일 최다	월 최다
1위	233,982 (2020.08.26. 18시) 태풍 바비 영향	3,440,827 (2020.08.26.) 태풍 바비 영향	51,819,363 (2020.8.) 태풍 장미, 바비 상륙
2위	225,793 (2020.09.07. 10시) 태풍 하이선 영향	3,219,443 (2020.08.10.) 태풍 장미 영향	37,418,411 (2020.7.) 장마로 인한 많은 강수량
3위	210,712 (2016.08.31 11시) 전국적 많은 비, 강한 바람	3,020,283 (2019.09.07.) 태풍 링링 내습, 강한 바람	35,643,130 (2017. 07) 장마전선, 태풍 찬홈

3.3.2. 기상청 모바일 웹 서비스

기상청 모바일 웹 페이지(m.kma.go.kr)는 2010년에 최초로 서비스를 개시하였으며, 스마트폰 등 모바일 디바이스의 웹 브라우저를 통해 접속할 수 있게 되었다. 모바일 시대에 맞게 2019년 12월 날씨누리 홈페이지 전면 개편을 통해 반응형 웹으로 구성되어 PC와 모바일에서 같은 메뉴 및 콘텐츠를 제공하게 되었다. 또한 2020년 고해상도 날씨지도도 반응형 웹으로 구축함에 따라 모바일 기기에서도 지도 기반의 날씨정보를 확인할 수 있다.



[그림 3-41] 모바일 페이지 첫 화면(종합형), 고해상도 날씨지도(관측, 위성영상)

2020년 모바일 기기 방문자는 총 1억7천9백만명으로 전체 방문자의 69%를 차지하였으며 전년(1억2천6백만명)에 비해 약 5천2백만 명(41.6%) 증가하였다.

한편, 우리나라를 방문하거나 국내 거주하는 외국인을 대상으로 다국어(영어, 일본어, 중국어) 기상정보 서비스를 실시함으로써, 외국인 대상 기상정보 서비스에 대한 접근성 및 활용성 향상에 노력하고 있다.

3.3.3. 날씨알리미 앱 서비스, 사용자 위치기반 위험기상 알림

최근 기후변화로 인해 국지성 집중호우, 태풍 발생 증가 등 날씨패턴의 변화로 기상재해 위험에 노출되는 빈도가 증가하고 있다. 이에 급변하는 위험기상현상을 국민 스스로 대비할 수 있도록 사용자 위치기반의 실시간 위험정보 전달 수단의 필요성이 요구되었다.

이에 기상청은 2019년부터 위험기상과 지진정보 등을 신속하게 전달할 수단으로 앱 개발을 준비하였다. 개발 사전 단계로 공공앱의 민간영역 침범 우려 해소를 위하여 ‘실시간 기상 알리미서비스 방향 설정 국회포럼’(2019.4.8.)과 ‘기상사업자 간담회’(2019.4.26.)를 통해 위험기상 대응 중심의 공공앱 서비스를 운영하여 민관상생 모델을 만들었다.

2020년 1월 30일부터 시작한 “날씨알리미 앱” 서비스는 사용자가 위치한 곳의 위험기상, 지진 등이 발생할 경우에 개인 스마트폰으로 직접 알려주는 위치기반 알림 서비스이다. 날씨알리미 앱은 사용자의 위치를 파악하여 호우, 태풍, 지진 등 곧 다가올 위험정보를 선제적으로 알려주는 사전알림 서비스로서 기상특보(호우, 대설, 태풍 등)와 강한 강수 알림, 지진정보뿐만 아니라 긴급하게 예보변경 시에도 사용자의 수신설정 없이 즉시 PUSH알림으로 정보를 전달한다.

[표 3-28] ‘날씨알리미’ 서비스 제공정보 및 수신대상자

구분	제공정보	수신대상자
중요 알림	· 지진: 규모 4.0 이상(내륙), 4.5 이상(해양)	전국의 모든 사용자
	· 지진: 규모 3.0 이상(내륙), 3.5 이상(해양)	지진 발생지 50~80km 이내 사용자
	· 기상특보: 호우, 대설, 황사, 태풍, 지진해일	기상특보 발표 지역 내 사용자
	· 날씨알림(수시), (매우)강한 강수알림	발송 대상 지역 내 사용자
선택 알림	· 기상특보: 풍랑, 강풍, 건조, 한파, 폭염	(특보지역 내) 수신 설정한 사용자
	· 육상예보, 바다예보	필요한 위치, 시간을 설정한 사용자

날씨알리미는 첫 화면에서 현재 날씨상황과 예보, 미세먼지 등을 종합적으로 간편하게 볼 수 있도록 구성하였으며, 국민이 참여하는 날씨제보 기능도 함께 제공되어 특이 기상 또는 현지의 날씨상황을 공유하고 예보관도 참고자료로 활용할 수 있게 하였다.

날씨알리미는 앱 마켓을 통해 최초 출시(구글플레이스토어 1.30.~, 앱스토어 2.27.~) 이후 2020년 한 해 동안 약 34만건의 앱 다운로드 수를 기록하였다. 아울러 사용자의 이용 후기와 제안·건의 등을 통해 접수된 내용으로 실행속도 단축, 배터리 소모 개선, 설정 기능 보완 등 여러 차례의 버전 업데이트를 통해 지속적인 앱 개선과 관리를 하고 있으며, 향후, 국민 생활안전에 필요한 영항예보와 생활기상정보(자외선지수 등) 알림서비스 확대 및 날씨위젯도 추가로 개발하여 보다 간편하게 앱을 이용할 수 있게 할 계획이다.



[그림 3-42] 지진 및 위험기상 발생 시 강제알림 화면(좌), 강한 강수 사전알림 화면(우)

3.4. WMO 세계기상정보센터 운영

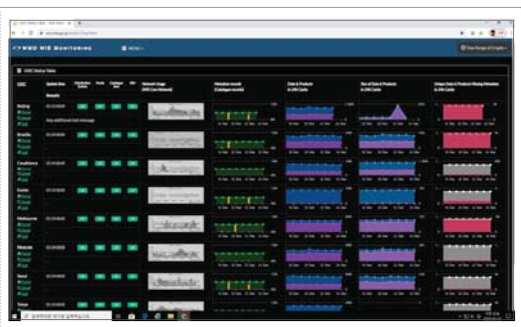
세계기상통신망(Global Telecommunication System : GTS)은 1960년대부터 WMO 회원국 간의 세계기상자료 교환을 위하여 구축된 통신체계이다. 하지만 세계기상자료의 접근성 개선과 대용량 기상자료를 교환하기 위해 세계기상기구(World Meteorological Organization : WMO)는 GTS를 보완할 새로운 세계기상정보시스템(WMO Information System : WIS)으로 전환하여 운영 중이다. 한국기상청은 2012년 6월에 GISC서울은 WMO의 15개 GISC 중 하나로 승인을 받아, 2013년 3월부터 정규운영 중이다.

GISC서울(<http://gisc.kma.go.kr>)의 책임영역센터로 3개의 DCPC(DCPC WAMIS, DCPC LC-LRFMME, DCPC NMSC)와 1개의 NC를 운영 중이다. GISC서울은 WIS 매뉴얼에 근거하여 책임영역센터의 메타데이터를 관리하고 있다.

2020년에는 개인정보 변경 시 재인증 절차와 구간 암호화 전송 기능(SSL)을 추가하여 GISC서울 포털의 웹 취약점과 개인정보보호 분야를 개선하였다. 또한, 세계기상기구는 WIS의 안정적인 운영을 위한 감시 체계를 도입하여 15개의 GISC가 순번으로 GISC Watch 임무를 수행하고 있다. GISC서울은 2020년 GISC Watch 임무를 수행하여 GISC의 자료교환 및 메타데이터 동기화 등을 감시하고, GISC 이슈 티켓시스템을 활용하여 보고하였다(6.16.~6.30.).



[그림 3-43] GISC서울(<http://gisc.kma.go.kr>)



[그림 3-44] GISC Watch 모니터링 화면

특히 15개 GISC의 메타데이터 불일치 해소를 위해 GISC서울과 GISC오픈바흐가 WIS 메타데이터 제공 기준센터로 2019년 8월에 지정되어, GISC서울이 7개의 GISC에서 WIS 메타데이터를 제공하는 기준센터 역할을 수행 중이다.

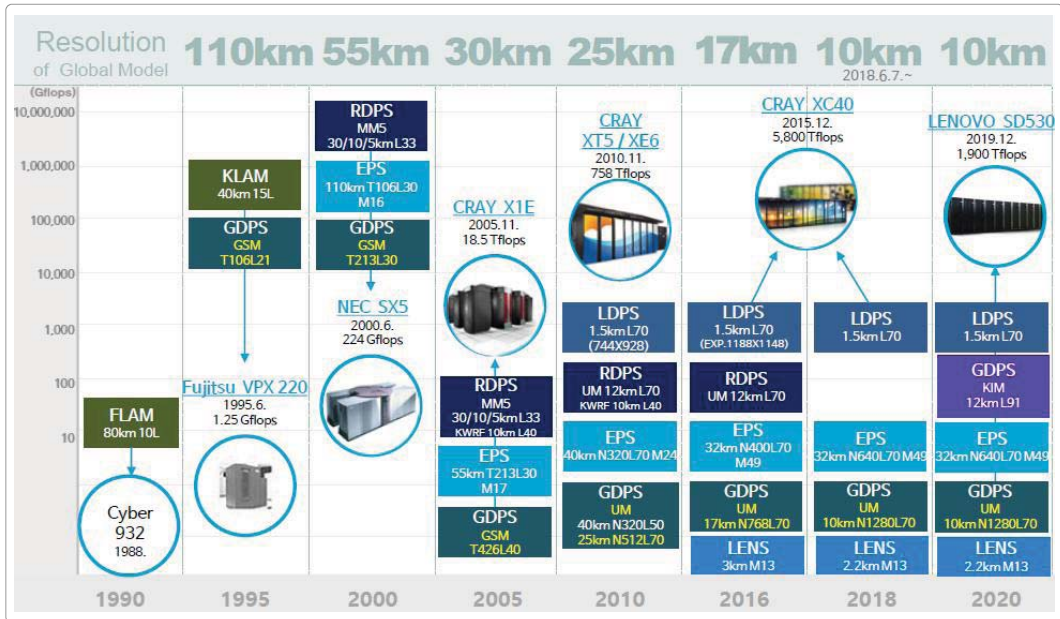
이러한 GISC 서울의 안정적인 운영과 WIS 내의 메타데이터 기준센터 수행 활동은 WMO에서의 대한민국 위상을 높이고, 또한 이를 통해 수집하는 세계기상자료는 향후 수치예보 정확도 향상에 기여할 것으로 기대한다.

4

기상용 슈퍼컴퓨터 운영

관측기반국 | 국가기상슈퍼컴퓨터센터 | 기상사무관 | 오하영

기상청은 2000년에 기상용 슈퍼컴퓨터 1호기(NEC, SX-5/28A) 도입을 시작으로 본격적인 수치예보 현업운영을 시작하여, 2005년 슈퍼컴퓨터 2호기(Cray X1E)를 운영하며 5km 격자의 동네예보 서비스를 실시할 수 있었다. 2010년에는 슈퍼컴퓨터 3호기(Cray XE6)의 도입으로 슈퍼컴퓨터 2호기에서는 운영할 수 없었던 고해상도 통합모델(UM N512L70) 현업 운영이 가능하게 되었고, 슈퍼컴퓨터 2호기에서 현업 운영하던 전지구모델(T426 L40)보다 예측성능(500hPa 고도 RMSE)이 20% 이상 개선된 결과를 보여 예보 정확도 향상에 크게 기여하였다.



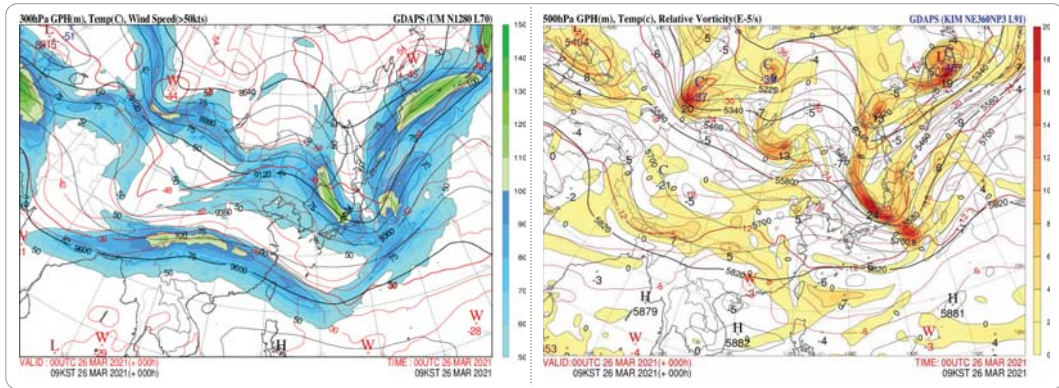
[그림 3-45] 기상청 슈퍼컴퓨터와 수치예보 역사(2020년은 슈퍼컴퓨터 5호기 초기분)

현재 운영 중인 슈퍼컴퓨터 4호기는 2015년 12월 구축 완료한 HPE사의 Cray XC40 시스템이다. 슈퍼컴퓨터 4호기(이론성능 5,800TF)는 3호기(이론성능 758TF)보다 계산 성능이 7.5배 이상 높아 기상청 대국민 일기예보 서비스에 필요한 주요 일기도 생성시간을 크게 단축시켰다. 또한, 2018년 평창 동계올림픽 기상지원, 우리나라 독자기술 기반의 한국형 수치예보모델 개발지원, 국가 기후변화 대응지원 등과 영향예보 전환을 통한 기상재해 위험을 낮추는데 크게 활용되고 있다.

슈퍼컴퓨터 4호기는 현재 10km의 수평해상도를 가지는 전지구모델을 비롯하여 한반도영역을 대상으로 하는 1.5km 고해상도 국지모델, 해상파고 예측을 위한 파랑예측모델, 폭풍해일예측모델, 황사예측모델 등 17종의 통합모델(Unified Model) 기반 수치예보 현업 모델을 매일 200회 이상 수행하여 약 24TB의 데이터와 19만장 이상의 예상일기도 생산하고 있다.

2018년 7월 도입 계획을 수립하여 사업이 진행 중인 슈퍼컴퓨터 5호기는 2019년 7월 레노버사와 계약하여 2019년 12월에 5호기 초기분(1.9PF)을 구축, 2020년 4월부터 전지구 영역을 12km 수평해상도로 구성한 한국형전지구수치예보모델(KIM) 등 8종의 현업 모델을 매일 20회 이상 수행하며 약 38TB의 데이터와 5만장 이상의 예상일기도를 비롯하여 한국 지형과 기후에 최적화된 고해상도·고품질의 수치예보 자료를 생산하고 있다.

향후 구축될 슈퍼컴퓨터 5호기 최종분은 인텔사의 최신 프로세서가 탑재된 레노버사의 수냉식 전용 시스템인 SD650(51PF)으로 2021년 6월 경 도입을 완료하여 2021년 하반기부터 본격적으로 운영될 예정이다.



[그림 3-46] 슈퍼컴퓨터 4호기(좌)와 5호기 초기분(우) 생산 자료

기상용 슈퍼컴퓨터에서 생산된 수치예보 자료는 기상청의 예보관뿐만 아니라 유관기관과 기상사업자에게 실시간으로 제공되어 기상산업을 활성화하고 기상산업의 부가가치 창출에 활용되고 있다. 또한 아시아 및 아프리카 지역 30여개 개발도상국 370여개 도시에도 수치예보 자료를 지원함으로써 우리나라 국력 향상에 기여하고 있다.

한편, 국가기상슈퍼컴퓨터센터는 기상, 기후 등 대기과학 분야에서의 슈퍼컴퓨터 활용능력 향상과 관련분야 전문 인력 양성을 지원하기 위해 슈퍼컴퓨터 4호기 우리시스템(이론성능 447TF)을 외부 사용자에게 개방하여, 2020년 12월 기준 산하기관과 유관기관, 학계 등 15개 기관 80여명에게 슈퍼컴퓨터 자원과 기술지원 서비스를 제공하고 있다. 슈퍼컴퓨터 4호기 우리시스템을 활용하여 2020년 연간 SCI급 논문 12건, SCIE급 논문 3건 등 총 118건의 연구성과가 창출되었으며, 공군기상단의 수치예보 현업 백업을 비롯하여 아시아 태평양 기후정보서비스 및 연구개발, 대기오염

연구 등의 대기과학 관련 학계, 유관기관의 연구를 수행하고 있다.

또한 국가기상슈퍼컴퓨터센터에서는 기상수치모델자료 대용량화 및 네트워크 성능 등의 문제로 인한 자료교환 성능을 제고하고자 2017년 APEC기후센터, 2018년 부산대학교와 부경대학교, 2019년 공주대학교, 2020년 포항공과대학교에 고속 자료 전송 기술인 SDMZ(Science DMZ) 데이터 전송망을 구축하여 운영 중이다. SDMZ는 한국과학기술정보연구원에서 제공하는 대용량 고속 자료 전송 통신 기술을 말한다. 기존 1초에 10MB 밖에 전송하지 못하던 데이터를 SDMZ를 활용하여 1초에 50MB 이상 전송할 수 있게 되었다.

[표 3-29] 2020년 슈퍼컴퓨터 4호기 공동활용시스템 '우리' 활용

기관명	연구 내용	비고
APEC기후센터	아시아 태평양 기후정보서비스 및 연구개발	산하기관
공군기상단	군작전기상지원을 위한 공군 수치예보 협업체계 구축	유관기관
한국수자원공사	기상청 & K-water 수문기상 업무 협력	
서울대학교	도시기상 예측과 관측망 활용기술 개발	학계
부산대학교	매든-줄리안 진동 발달 이론 개발: 선형 모델링 접근	학계
	중위도 기후에 영향을 미치는 원격 예측인자 규명 및 통계예측 모델 개발	
	RCP 및 SSP 시나리오에 근거한 WRF를 이용한 CORDEX 동아시아에서의 상세 기후변화 정보 산출	
	남동권 미세먼지 통합대응 기술개발	
	난류 상사이론에서의 야간 대기안정도 함수 보완 및 개발 연구	
	동아시아 에어로졸(미세먼지)이 깊은 대류운의 지배를 받는 중규모 대류계와 강수에 미치는 영향	
지구온난화에 의한 극한 기후의 임계값 연구		
부경대학교	AlphaMet을 활용한 고해상도 가뭄 상황 감시 시스템에 관한 연구	학계
전북대학교	선진 해양-생지화학 시스템 결합 모델 개발	학계
	기후 예측성 향상을 위한 해양 클로로필 등 생지화학 과정 접합	
전남대학교	대서양 변동성에 기인한 한반도 기후예측 기술개발	학계
공주대학교	SSP 시나리오를 이용한 통계적 상세화 기반 한반도 상세 전망 자료 산출	학계
	RegCM 지역기후모델을 이용한 SSP 시나리오 기반 동아시아 상세 기후변화 정보 산출	
	관측-모형 융합기술 기반 도심 건물 숲 규모 3차원 기상정보 산출 기법 개발	
	국가 기후변화대응정책 지원을 위한 지역기후 상세화 기법 고도화 및 상세 기후 변화정보 산출	
울산과학기술원	에어로솔 3차원 변분법 자료동화 시스템을 이용한 동아시아 대기환경 변동 메카니즘 연구	학계
	기후예측시스템 초기화 개선과 기후인자 분석연구	

기관명	연구 내용	비고
연세대학교	라그랑지안 구름모델을 활용한 개선된 구름미세물리 모수화의 수치예보모델의 적용 및 에어로솔이 강수에 미치는 영향분석	학계
	GK-2A 기후 환경 분야 활용기술 개발	
	북서태평양 해양열파 및 태풍 등의 이상기후 계절내 잠재 예측성 및 이의 표준평년 변경에 대한 민감도 진단	
	비가역적 기후변화 연구 센터	
	해양극지기초원천기술개발사업	
	하이브리드 앙상블-변분 자료동화 방법을 이용한 기후변화-기상재해 분석 및 예측의 불확실성	
	Top-down 모델링 체계 기반의 동아시아 지표면 탄소플럭스 진단 연구	
지구시스템모델 개발을 위한 선진 기후과정 성분모델 진단 및 결합기술		
이화여자대학교	집중관측 자료를 활용한 물리과정 모수화 기반 기술 개발	학계
포항공과대학교	인도양-태평양 상호작용 및 동아시아 기후와 관련성 연구	학계
	CCLM 지역기후모델을 이용한 RCP 및 SSP 시나리오 기반의 동아시아 상세 기후 변화정보 산출	
한양대학교	장주기 규모에서 열대 대양간 상호 작용이해를 통한 한반도 기후예측 기술 개발	학계
	해빙모델을 응용한 북극 해빙면적의 경년 및 장주기 변동 예측 향상	
스페이스위어	천리안위성 2A호 위성자료 품질관리 기술 개발	R&D

기상청은 악성코드 감염, 웹해킹, 비인가 접근 등 각종 보안 위협으로부터 기상청 및 소속·산하 기관의 정보자산을 보호하기 위해 2010년부터 기상사이버안전센터를 구축하여 운영하고 있다. 기상사이버안전센터는 24시간 365일 실시간 보안관제를 수행하고 있으며 사이버침해 위협의 탐지, 사이버침해 초기 대응 및 분석, 피해복구, 재발 방지 대책 마련 등을 통하여 대국민에 기상정보서비스를 안정적으로 제공할 수 있도록 하고 있다.

또한 기상청은 꾸준히 증가하는 사이버침해에 대해 전문성과 책임성을 높이고 코로나19 팬데믹과 함께 급격히 변화하는 보안환경에 적극적으로 대응하고 있다. 그 예로, 정부원격근무서비스(GVPN)를 통해 접속가능한 내부시스템을 확대(종합기상정보시스템, 선진예보시스템 등 총 7개 시스템)하여 재택근무자가 빈틈없는 기상업무 수행을 할 수 있도록 원격근무 환경을 개선하였다. 또한 원격지 개발을 제한적으로 허용하는 보안대책을 마련하여 기상업무 연속성을 확보하도록 하였다.

정보시스템에 대한 보안 취약점을 점검하고 개선하여 보안사고의 위험을 경감시키고자 노력하고 있다. 그 일환으로 정기 보안감사(본청 6국 3과, 소속기관 8소, 산하기관 2소)를 수행하고 외부 용역사업을 수행하는 인력에 대한 주기적 교육, 실태 점검 및 불시 보안점검을 실시하여 인적·물리적 보안 취약요소를 개선하도록 하였다. 그 외에도 주요 정보시스템의 취약점 점검(147건), 정보화사업에 대한 보안성 검토(98건)를 실시하고 주요정보통신기반시설인 종합기상정보시스템과 연관시스템(서버, DB, 네트워크, 보안장비 등 총 260식)에 대한 취약점 분석 평가 용역을 수행(3~7월)하여 보안사고를 예방하고 보안 위협에 대한 취약점을 개선하고자 하였다.

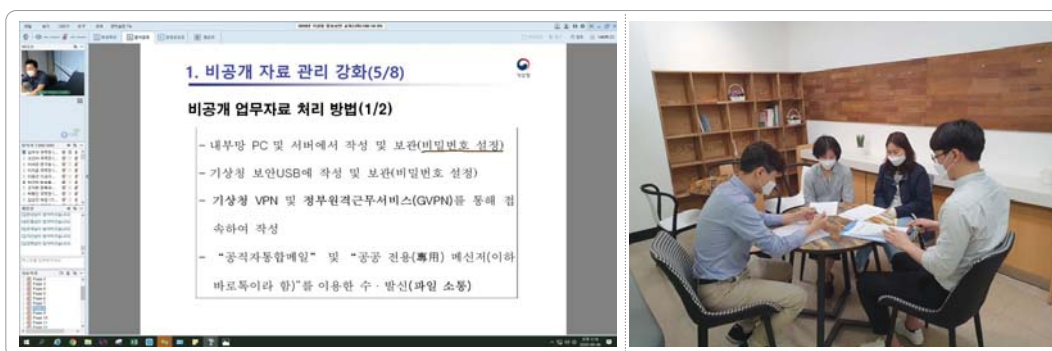
기상청은 사이버위기 예방활동을 강화하고 대응역량을 향상하기 위하여 매년 모의훈련을 실시하고 있다. 2020년에는 자체 전산망 침투 대응 훈련(2월), 모의 해킹메일 대응훈련(8월), DDoS 대응 모의훈련(7월)을 실시했으며, 국정원에서 주관하는 공공분야 사이버공격 대응훈련에 참가하여 최상위 등급인 “A등급”을 취득하였다.

그 뿐 아니라 기상청의 중요자료가 외부로 유출되는 것을 방지할 수 있는 시스템을 구축(자료저장방지 솔루션, 데이터 영구삭제 프로그램 교체)하였다. 그리고 노후화되어 시스템의 안정성이 저하된 정보보호시스템(FW, IPS, DDoS대응장비)을 교체하고, 무선네트워크 침입차단시스템 센서를 추가 설치하여 고도화되는 사이버위협에 선제적으로 대응하기 위한 예방 체계를 구축하였다.

최근 개인정보의 유·노출 및 탈취와 관련하여 사이버 공격이 꾸준히 증가하고 있으며 코로나19로 인해 개인정보의 요구가 늘어남에 따라 개인정보 보호에 대한 중요성이 더욱 강조되고 있다. 이

에 기상청은 개인정보 및 가명정보를 안전하게 관리하고자 「기상청 개인정보 내부 관리계획」을 수립하여 운영하고 있다. 또한, 기상업무 수행 및 기상정보 서비스를 위해 수집·이용하고 있는 개인정보의 관리실태를 주기적으로 점검하여 개인정보 관리 및 침해사고 대응 체계를 사전에 확인하고 미흡한 부분을 개선하고 있다. 그 뿐 아니라 업무용 PC에 있는 개인정보 파일을 검출하고 암호화하는 솔루션을 추가 도입(8월)하여 개인정보 유·노출을 방지하고 개인정보 관리체계를 강화하였다.

고도화, 지능화되고 있는 사이버침해의 증가와 인적 보안 사고에 대비하고 전 직원의 정보보안 의식을 향상시키고자 대상별(전직원, 정보화 용역사업 담당자 등) 정보보안 교육을 실시하였다. 또한 “찾아가는 정보보안 소통간담회(소속 및 산하기관 12소)”를 실시하여 소속 및 산하기관의 정보보안에 대한 의견을 청취하고 문제해결을 지원하였다.



[그림 3-47] 전직원 정보보안 교육('20.9.8.)(좌), 찾아가는 정보보안 소통간담회('20.5.28.)(우)

앞으로도 기상청은 기상정보의 수집, 가공, 저장, 송·수신 중에 정보의 훼손, 변조, 유출 등을 방지하기 위한 관리적, 기술적 수단을 꾸준히 개선하여 안전하고 효율적인 국가기상업무를 수행할 계획이다.

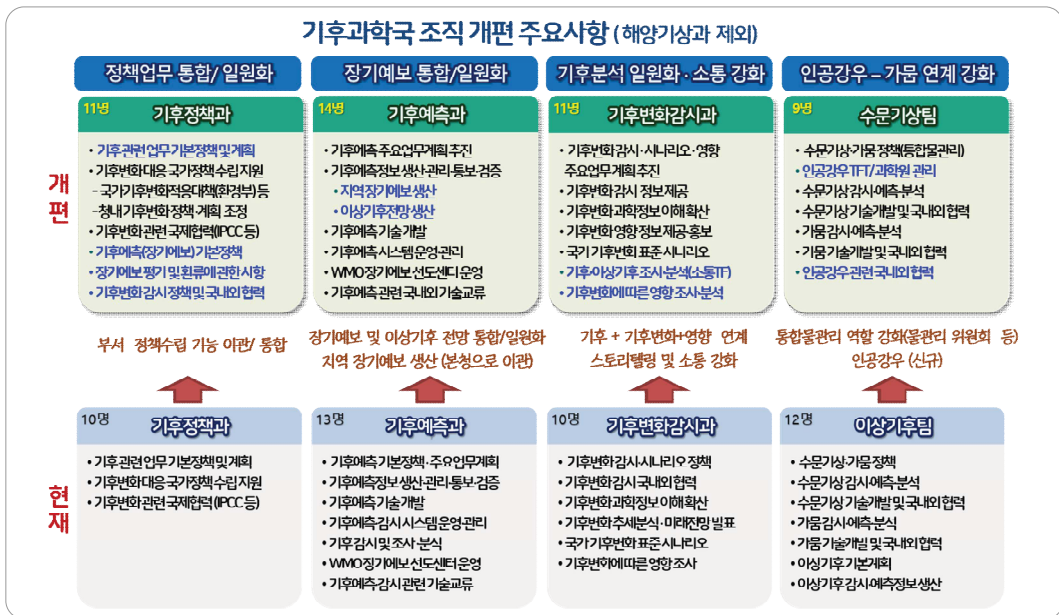
1 기후업무의 제도 개선

1.1. 기후과학국 조직 개편

기후과학국 | 기후정책과 | 기상사무관 | 조구희

기상청의 장기예보 정확도 향상 및 기후 관련 업무의 일관된 정책 추진 등을 위하여, 기후과학국 내 분장 사무 일부를 조정하는 직제(2020.5.4.)를 시행하였다.

주요 개편 내용으로 △기후 정책업무 강화 △장기예보 강화 △기후분석 일원화 및 소통 강화 △인공강우-기름 연계 등의 방향으로 추진하였으며, 조직운영의 효율성과 유연성 확보를 위한 기후과학국 내 인력의 재배치, 업무 강화 및 체계 개편을 위해 사무분장 조정 등이 함께 추진되었다. 특히, 총액인건비제를 활용하여 운영 중인 이상기후팀을 폐지, 유역별 수문기상 분석 등의 업무 강화를 위하여 수문기상팀을 신설하였다.



[그림 3-48] 기후과학국 조직개편에 따른 주요 업무조정 사항

1.2. 기후업무 연구개발 중장기 로드맵 수립

기후과학국 | 기후정책과 | 기상사무관 | 김지원

국민 생활과 밀접한 폭염, 한파 등 기후 이슈 대응과 기후변화 대응정책에 도움이 될 수 있는 실질적인 기후기술 연구를 강화하기 위해 기후과학국에서는 '기후업무 R&D 중장기 로드맵(2019~2028년)'을 수립하였다. 본 로드맵은 기후 감시-과학적 예측-정보의 원스톱 서비스를 구현하고, 계절내에서 가까운 미래까지 기후변화 규모의 기후·해양기상 예측 기술을 확보하는 등 미래를 준비하는 핵심 기후기술 개발로 기후정보 신뢰성을 확보하는 데 비전을 두고 있다.

미래 핵심 기후기술 개발을 위해서는 선진국 수준의 기후예측 역량을 확보하여 실효성 있는 연구개발을 추진하고, 기후변화 원인물질의 관측자료 축적, 고해상 기후예측 시스템 확보 및 기반 기술 확립 등 미래를 준비하는 연구를 중점 추진하고자 한다.

또한, 국립기상과학원, APEC기후센터, 학계 등 연구개발 사업 기관별 특화된 업무 범위와 역할 재정립으로 협력체계를 명확히 하여 기상정책과 연계된 R&D 성과 창출을 극대화하여 기후 예측 발전에 기여하고자 한다.

기상청은 위 로드맵을 중심으로 단기(2020~2022년/3년) 및 중·장기적(2023~2028년) 목표를 단계적으로 이행하여 미래 이슈를 반영한 기관별·분야별 특화된 기후 관련 기술 개발과 확보로 국민이 필요로 하는 기후과학 정보의 신뢰도 향상과 현업 활용 등 서비스 극대화 기반을 강화하고자 한다.

1.3. 기후소통TF 운영

기후과학국 | 기후변화감시과 | 기상사무관 | 임교순

1.3.1. 기후소통TF 구성

'기후위기 시대'에 부합하고 시의적절한 메시지를 전달함으로써 기후변화 및 이상기후에 대한 인지를 제고하기 위해 기후과학국-국립기상과학원-APEC기후센터(APEC Climate Center : APCC)로 구성된 '기후소통TF'를 2020년 1월 1일부터 운영하였다. '기후 소통 강화로 대응 능력 제고'라는 목표로, 언론-대국민-내부 소통을 강화하기 위한 기후이슈 발굴 및 대응, 콘텐츠와 전달방식 다양화, 기후정보 공유 및 역량강화 등의 주요임무를 수행하였다.

분야	기후정책	기후변화	기후분석	기후예측	해양·수문
기후과학국	기후정책과	기후변화감시과	기후변화감시과	기후예측과	해양기상과, 수문기상팀
역할	기후분야별 국내 기후이슈 모니터링 및 이슈 작성				
	↑ ↓	↑ ↓	↑ ↓	↑ ↓	↑ ↓
과학원 APCC	연구기획재정과 APCC대외협력과	미래기반연구부	미래기반연구부 APCC기후분석과	현업운영개발부 APCC기후분석과	현업운영개발부
역할	기후분야별 해외 기후이슈 모니터링 및 이슈 원인 작성				

[그림 3-49] '기후과학국-국립기상과학원-APCC' 협업팀 구성 및 역할 체계

1.3.2. 전세계 기후이슈로 소통 강화

국내·외 유관기관 및 언론 등 기후이슈 발생시 현황부터 원인, 영향까지 통합한 선제기후자료를 언론에 제공하였다. 호주에 기록적인 대형 산불 발생시 천리안 2A호에서 촬영한 위성영상, 2019년 9~12월(호주 봄철) 기후 특성 및 원인을 포함한 내용으로 선제기후자료를 작성하여 언론에 제공하였다. 그외 해수욕장 이안류, 기후변화에 따른 태풍 강도, 전세계 이상기후, 겨울철 한파 경향 등 다양한 주제로 접근하여 국민에게 기후 관심을 유도하고 현황과 발생 원인 등 궁금증을 해소하는데 노력하였다.



[그림 3-50] 언론 보도 기후변화와 태풍(JTBC, '20.9.8.)(좌), 시베리아 폭염(KBS, '20.7.23.)(중), 겨울철기 역주행(NEWSIS, '20.11.11.)(우)

[표 3-30] 선제기후자료

구분	목록
1분기	1. 호주 산불 분석(1.29.) 2. 한반도 해역 겨울철 수온 변화(3.3.)
2분기	1. 이산화탄소는 왜 계절변화를 할까?(4.2.) 2. 전세계 곳곳 가뭄, 우리나라 강수와 기상가뭄(5.20.) 3. 여름철 해수욕장 이안류 주의하세요(6.17.)
3분기	1. 2020년 7월 선선한 날씨, 그 현황과 원인(7.22.) 2. 우리나라와 전세계 이상기후 현황 및 전망(8.12.) 3. 기후변화에 따른 태풍 강도 분석(9.4.) 4. 봄별 vs 가을별, 과학의 눈으로 살펴보면(9.25.) 5. 2020년 여름철 우리나라 주변 해양수온(9.28.)
4분기	1. 9월 평균기온 평년 수준이나 1~9월은 2위로 높아(10.7.) 2. 우리나라 9월 평균기온 평년수준이나 1~9월은 2위(10.21.) 3. 입동 맞이하여 겨울철 절기들의 기온변화(11.6.) 4. 주기적인 변동성과 두 번째로 적었던 10월 강수량(11.9.) 5. 2020년은 역대 가장 따뜻한 3년 중 하나로 기록될 듯(12.6.) 6. 과거 겨울철 한파 경향 분석(12.13.) 7. 겨울에 눈 뿐만 아니라 너울도 조심해야 합니다.(12.20.)

1.4. 2020년 기후서비스 포럼 운영

기후과학국 | 기후정책과 | 기상사무관 | 조구희

기후변화에 따른 사회적 이슈 대응 및 국민 소통 강화를 위해 관계부처, 공공기관, 학계, 민간 등 다양한 분야의 전문가와 국민이 참여한 기후서비스포럼을 2019년에 이어 운영하였다. 2020년 기후서비스포럼은 2019년 포럼 운영을 통해 발굴된 기후·기후변화 이해확산 주제에 대한 '단기 집중 조사·분석'과 기상청 업무 개선을 위한 '정책 제언 상세화'를 중점으로 추진하였다.

△기후변화에 의한 이상기후 현상 △기후변화에 의한 대기정체 영향 △차세대 기후예측시스템 구축 정책제안 △해양기상 △수문기상 등 총 5개의 분과위원회(34명)를 구성·운영 하였고, 특히 "기후변화와 이상기후 영향 분과"는 기후변화와 이상기후 현상의 관련성을 국회 세미나 등의 공론화를 통해 기후위기 인식과 대응의 필요성을 부각하였다.

또한 카드뉴스, 언론 기고, 교육자료 배포, SNS이벤트 등 국민 눈높이에 맞는 국민 참여 방식의 소통을 적극 추진하여, 궁극적으로 기후변화 대응 행동 촉진에 기여할 수 있도록 노력하였다.



[그림 3-51] 운영결과 언론기고(한겨레, '20.11.4.)(좌), 언론인 기상강좌('20.11.16.)(중), 페이스북(SNS) 이벤트('20.11.25.~12.4./1200명 참여)(우)



[그림 3-52] 이상기후 대응 국가예측의 현재와 미래 국회 포럼('20.11.25.) 및 언론 보도 현황

2 장기예보

기후과학국 | 기후예측과 | 기상사무관 | 임주연

기후과학국 | 기후예측과 | 기상사무관 | 이예숙

기후과학국 | 기후변화감시과 | 기상사무관 | 임교순

2.1. 동아시아 계절몬순 전망 합동 생산

기상청은 동아시아 지역의 계절(여름, 겨울) 전망 생산 및 몬순 예측에 대한 각국의 기후예측 기술을 공유하는 「한·중·일 장기예보전문가 합동회의」를 운영하고 있다.

아시아 지역의 여름철 전망 생산을 위해서는 2005년부터 중국 북경기후센터(Beijing Climate Centre, BCC) 주관으로 매년 봄마다 개최되는 WMO RAII 지역기후포럼(RCOF¹³)인 기후감시·평가·예측에 관한 포럼(FOCRAII¹⁴)에 참석하고 있다. 겨울철 전망을 위해서는 2013년부터 한·중·일과 몽골이 참여하는 동아시아 계절전망 포럼(EASCOF¹⁵)에 참여하고 있으며, 한국, 일본, 몽골 3개 국가가 매년 순환 방식으로 회의를 개최하고 있다.

2020년 FOCRAII는 코로나19로 인해 비대면으로 추진되었으며, 아시아 지역 기관뿐만 아니라 미국(NCEP), 영국(UKMO), 유럽(ECMWF) 등 12개국 장기예보 전문가가 참석하여 여름철 장기전망에 대한 다양한 논의가 진행되었다.

일본 주관으로 비대면회의가 진행된 EASCOF에서는 각 국의 2020/21년 겨울철 전망 및 엘니뇨/라니냐 전망, 동아시아 겨울 몬순에 영향을 주는 기후분석 결과 등에 대해 논의가 이루어졌으며, 내년에는 한국 주관으로 겨울철 전망 생산 합동회의를 진행할 예정이다.

앞으로도 여름철·겨울철 장기전망의 생산 및 정확도 향상을 위하여 국제 네트워크와 협력 체계를 통한 지속적인 기술 교류를 이어나갈 계획이다.



[그림 3-53] FOCRA II(좌) 및 EASCOF 합동회의 영상회의 사진(우)

13) Regional Climate Outlook Forum

14) Forum on Regional Climate Monitoring Assessment and Prediction for regional Association II (Asia)

15) East Asia Seasonal Climate Outlook Forum

2.2. 국내 학·연·관 기후분석·예측기술 교류

기상청의 장기예보와 기후분석 역량 강화를 통한 서비스 향상과 기후분석·예측기술 활용방안을 모색하고자 국내 학계 및 연구기관 등에서 기후분석·예측전문가들을 초청하여 「2020년 학·연·관 기후분석·예측기술 워크숍」을 서울 포포인츠 바이 쉐라톤에서 8월 31일에 개최하였다. 기상청, 학계·연구소 간에 이상기후 및 예측분야 관련 최근 연구결과 공유와 과학적 협력을 강화하기 위해 마련된 이번 워크숍에는 예년과 달리 코로나19 정부 시책에 의해 소규모로 진행됨에 따라 기후 R&D 연구자, 기후분석·예측 전문가, 관련부서 담당자 등 28명이 참석하였다.

이번 워크숍에서는 지난 여름철 유례없이 길었던 장마에 대한 우리나라와 동아시아 몬순 특성에 대한 원인 및 분석 결과를 공유하였으며, 장기예보 역량 강화를 위해 지정과제로 추진되고 있는 각 R&D 과제에 대한 연구실적 공유와 현업 적용 및 예측기술 향상 방안에 대한 활발한 토의가 이루어졌다. 향후에도 기후분석·예측기술 개발 결과 공유를 위해 다양한 채널을 마련하여 활용 및 현업 서비스 연계방안 마련을 위해 지속적으로 소통과 협력을 강화해 나갈 계획이다.



[그림 3-54] 2020년도 학·연·관 기후분석·예측기술 워크숍 개최('20.8.31.)

2.3. 1·3개월전망과 이상기후전망·가뭄전망 통합 시행

이상기후 현상 발생이 잦아지고 피해가 커지면서 사전에 이를 대비하기 위한 장기전망 정보 요구가 증대함에 따라 주·월별 평균기온 전망을 전달하는 1·3개월전망에 이상기후 및 가뭄에 대한 전망을 추가하여 2020년부터 제공하였다. 일반 국민 대상의 장기전망 개선 설문조사(3.19~3.28) 결과를 반영하여, 유관기관을 대상으로 제공하던 분야별 이상기후전망을 1·3개월전망에 추가하여, 5월 22일부터 3개월전망과 월간 이상기후정보를, 11월 26일부터 1개월전망과 주간 이상기후정보를 통합하여 대국민 제공을 시작하였다.

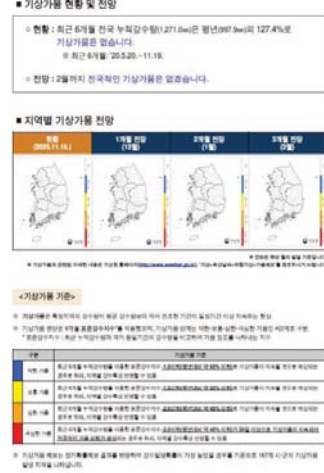
또한, 사용자의 정보 활용성을 증진하기 위해, 11월 23일부터 기상가뭄전망도 1·3개월전망에 추가하여 대국민에게 제공하고 있다.



[그림 3-55] 3개월전망



[그림 3-56] 이상기후전망



[그림 3-57] 기상가뭄전망

3 기후변화 감시 및 전망

3.1. 기후변화감시 현황 및 종합 기후변화정보 서비스

- 기후과학국 | 기후정책과 | 기상사무관 | 김지원
- 기후과학국 | 기후변화감시과 | 기상사무관 | 노경숙

3.1.1. 지구대기감시 프로그램

WMO 과학기술 프로그램 중의 하나인 지구대기감시(Global Atmosphere Watch: GAW) 프로그램은 지구 온난화, 오존층 파괴, 산성비 등과 같은 환경 문제에 대처하기 위해 1989년에 전지구오존관측망(Global Ozone Observing System: GO3OS)과 배경대기오염감시망(Background Air Pollution Monitoring Network: BAPMoN)을 통합하여 시작되었다. 이 프로그램은 첫째, 지구대기의 화학조성에 대한 과학적이고 신뢰할 수 있는 관측자료를 제공하고, 둘째, 지구대기의 자연적·인위적인 조성변화 정보를 제공하며, 셋째, 대기·해양·생물 간의 상호작용 과정에 대한 이해를 높이는 것을 목적으로 한다.

지구대기감시 프로그램에서 관측된 자료는 WMO 지구대기감시 세계자료센터 등을 통해 관련 국제기관, 각국 정부기관 및 연구자에게 제공되어 지구환경 변화에 대처하기 위한 여러 가지 정책 수립에 활용되고 있다.

우리나라의 지구대기감시는 기후변화감시의 일환으로 1987년 소백산기상관측소에서 출발하였으며, 1996년에 태안군 안면도에 지구대기감시 지역급 관측소인 안면도 기후변화감시소로 이전하였다. 기후변화로 지구 온난화가 사회·경제적인 이슈가 되면서 한반도에서 기후변화 유발물질의 유출입 감시를 위한 지구대기감시망의 확대가 추진되었다.

한반도에서 기후변화 원인물질의 유입지역에 해당하는 중부 서해안에는 안면도 기후변화감시소가 위치하고 있고, 남부인 제주도에는 고산 기후변화감시소가 2008년 신설되었다. 또한 2011년부터 기후변화 원인물질의 유출 지역에 해당하는 최동단인 독도에서 온실가스를 관측하기 시작하였고 2014년에는 울릉도의 울릉도독도 기후변화감시소가 정식 운영되었다. 아울러 포항에서는 성층권 오존을 1994년부터, 자외선은 1999년부터 관측하고 있다. 이로써 기후변화감시소 4개소에서 한반도를 아우를 수 있는 기후변화감시망이 구축되었다.

또한, 기후변화감시 관측기술과 전문인력을 보유하고 있는 대학과 연구기관을 위탁관측소로 운영하고 있으며, 현재 7개소가 지정되어 있다.

WMO 지구대기감시 프로그램에서 권고하는 기후변화감시 6대 분야(온실가스, 반응가스, 에어로졸, 성층권 오존/자외선, 대기복사, 총 대기침적)에 대해 36종을 관측하고 있으며, 동북아시아 지역을 대표하는 수준 높은 관측자료 제공과 연구 활동을 통해 국제 네트워크와 프로그램에 활발히 참여하고 있다.

2020년에는 국립기상과학원 본원 관측실험동 완공에 따라 관측실험동 내 온실가스 중앙실험실을 구축하고 온실가스 생산 및 인증업무를 안정적으로 수행하고 있다. 안면도 공동감쇠분광기, 고산 가스크로마토그래프 관련 표준 시스템을 본원 중앙실험실로 이전, 통합하고 온실가스(7개 요소)의 표준가스 최신 분석설비를 구축하였다. 기후변화감시소 관측자료 활용과 협력방안 모색을 위하여 기상청과 국립기상과학원, 위탁관측기관(극지연구소 등 6개) 책임자 및 관련자는 「2020년 기후변화감시 학·연·관 워크숍」을 개최하였다. 또한 염화불화탄소, 강수화학 국제비교실험에 참여하는 등 국외업무 협력을 수행하였다.

한편, 한반도 기후변화에 대한 국민들의 이해를 높이고, 온실가스 감축 등 미래 기후변화에 대비한 국가정책 수립과 사회, 경제적 대응을 위해 2001년부터 매년 한반도 지구대기감시 관측·분석 결과를 지구대기감시 보고서로 발간하고 있다.

[표 3-31] 한반도 기후변화감시 현황

감시소	안면도	고산	울릉도독도		포항		
			울릉도	독도			
전경							
고도	47.0 m	71.0 m	220.9 m	24.0 m	2.5 m		
관측 시작연도	온실가스(1999) 반응가스(1998) 에어로졸(1999) 총대기침적(1997) 성층권오존(1994) 자외선(1999) 대기복사(1999)	온실가스(2009) 반응가스(2012) 에어로졸(2009) 총대기침적(1998) 성층권오존(2009) 자외선(1999) 대기복사(2008)	온실가스(2012) 반응가스(2015) 에어로졸(2012) 총대기침적(1997) 자외선(2012)	온실가스(2011)	성층권 오존(1994) 자외선(1999)		
위탁 관측소	연세대학교*	광주과학기술원	서울대학교 (광릉 수목원)	남극 세종 과학기지* (극지연구소)	제주 대학교	숙명 여자대학교	남극장보고 과학기지* (극지연구소)
관측 요소	성층권 오존, 자외선	에어로졸 연직분포	산림의 이산화탄소 플럭스	이산화탄소	라돈	중층대기 수증기·오존	이산화탄소 성층권 오존
위탁 지정일	'14. 11. 6	'07. 1. 1	'08. 11. 5	'10. 10. 26	'12. 4. 1	'15. 4. 1	'17. 10. 1

* WMO 지구대기감시 지역급 관측소: 안면도, 고산, 포항(대구지방기상청), 연세대학교, 남극세종과학기지

3.1.2. 육불화황 세계표준센터 운영

WMO 지구대기감시 프로그램은 육불화황을 체계적으로 감시해야 하는 필요성을 인식하고 1990년대 후반부터 육불화황을 관측하기 시작하였고 안면도 기후변화감시소는 2007년부터 육불화황을 관측해 왔다. 2011년에는 WMO로부터 「세계기상기구 육불화황 세계표준센터」 유치를 승인받아 2012년 10월 WMO와 협력합의서를 체결하고, 2017년 업무협약을 갱신하였다. 2019년까지 전 세계 20개국 53개 관측소에서 육불화황 관측을 수행 중이다.

육불화황 세계표준센터는 다음과 같은 업무를 수행한다. 첫째, GAW 관측소의 측정값이 GAW 기준 척도를 따를 수 있도록 지원한다. 둘째, 실험실용·이송용 표준가스를 중앙교정실험실의 1차 표준가스 수준으로 유지하며, 셋째, 관측 자료의 품질을 지원 및 보증하기 위한 자료품질 관리 절차를 개발한다. 넷째, GAW 관측소 대상으로 정기적인 교정과 상호 비교활동을 수행하며, 기술원조와 교육훈련과정을 제공한다.

2020년에는 육불화황 관측기법관련 국제 논문 출간(Lee et al., 2020), 육불화황 세계표준센터 업무 결과에 대한 초청발표(Joint GAW Meeting of Expert team-Atmospheric Composition Measurement

Quality (ET-ACMQ) and QA-Central Facilities(QA-CFs)) 등 학술적 성과가 있었으며, 육불화황 분석시스템 안정화와 표준화를 위해 육불화황 중앙교정실험실(미국해양대기청, NOAA)과 비교실험 진행 및 육불화황 세계표준센터 최적 시스템 구축을 진행하였다.

3.1.3. 종합 기후변화감시정보 서비스

세계기상기구(WMO)는 기후변화감시에 대한 새로운 지구대기감시 이행계획(2016~2023)을 수립하면서 기후변화 원인물질에 대한 통합 정보시스템 구축을 추진 중이다. 국내에서는 기후변화에 대한 국가적 이해를 위해 한반도와 전지구 규모에 대한 종합적인 기후변화감시 업무에 대한 필요성이 제기되었다.

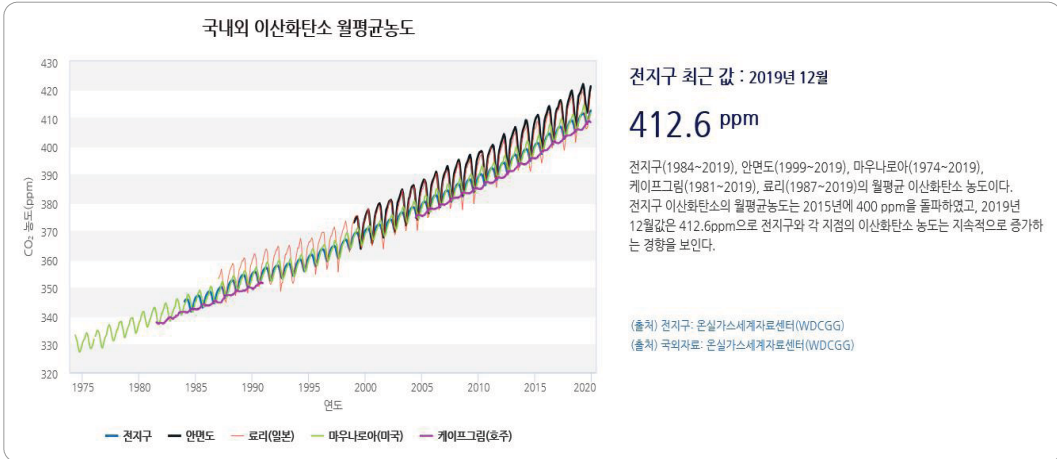
기상청은 '종합 기후변화감시정보 서비스 실행계획(2017~2021)'에 따라 2021년까지 핵심기후변수(ECVs¹⁶⁾) 35개 요소에 대해 매년 단계적으로 서비스하는 것을 목표로 한다.

2020년에는 대기조성(지표오존), 해양(해양산성도, 염분, 해양열용량, 수온), 육상(지면알베도, 지면온도), 대기(국내 온실가스 복사강제력) 분야의 총 8개 감시 요소를 추가하여 2017년부터 누적 30개 요소를 기후정보포털(<http://climate.go.kr>)을 통해 제공하고 있으며, 요소별로 기후학적 의의와 전지구와 한반도의 장기적인 경향 및 연관자료 분석 등을 표출하고 있다. 또한, 기후변화감시 종합분석 보고서를 발간하고, 사용자 활용 가이드스 및 기후변화감시 용어 해설집을 포털 내 서비스 메뉴에 제공하여 활용성을 높였다.



[그림 3-58] 종합 기후변화감시정보 시스템 메인화면(좌), 기후변화감시 용어 해설집(우)

16) ECVs: Essential Climate Variables. 기후변화 감시·분석을 위한 고품질 기후변수로 지구의 기후를 특징짓는 주요 요소임



[그림 3-59] 국내·외 이산화탄소 농도변화 그래프

3.2. 기후변화 시나리오 서비스

기후과학국 | 기후변화감시과 | 기상사무관 | 이진아

3.2.1. 기후변화 대응을 위한 新 기후변화 시나리오 산출 및 제공

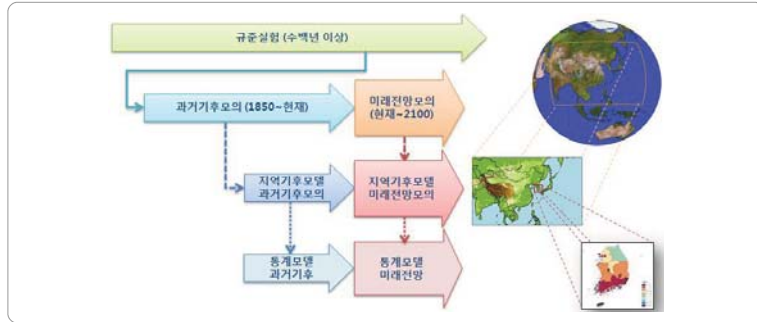
기상청은 기후변화에 관한 정부 간 협의체(Intergovernmental Panel on Climate Change : IPCC) 제5차 평가보고서(2013년)를 위해 대표농도경로(Representative Concentration Pathways : RCP P17) 기반의 기후변화 시나리오를 생산하였으며, RCP 4종(2.6/4.5/6.0/8.5)의 전지구(해상도 135 km) 및 한반도(해상도 12.5km) 기후변화 시나리오의 생산을 완료하였다(2012년). 기후변화 영향, 취약성 평가 및 적응대책 수립을 위해서는 상세한 전망자료가 필요하여, 기후변화 적응정책 지원을 위해 우리나라의 상세 지형효과와 기후특성을 고려한 남한상세(해상도 1km) 기후변화 시나리오를 산출하였으며(2012년), 지자체, 공공기관 등에서 손쉽게 활용할 수 있도록 행정구역별로 가공하여 제공하였다. 또한 부문별 기후변화 영향 및 취약성 평가에 활용 할 수 있도록 농업(유효적산온도, 생육도일 등 12종), 보건(열지수, 불쾌지수 등 8종), 방재(표준강우지수 등 2종), 수자원(잠재증발산량, 유역별 강수량 등 4종), 산림(최한월 최저기온지수 등 3종), 생태(기후변화 심각도 지수 등 3종) 분야의 기후변화 응용지수 32종을 기후정보포털을 통해 제공하고 있다.

IPCC의 제6차 평가보고서 발간을 위한 사회경제 요소까지 포함한 새로운 국제기준(SSP¹⁸)을 기반으로 2019년에는 전지구(해상도 135km), 2020년에는 동아시아·한반도(해상도 25km) 시나리오를

17) RCP: Representative Concentration Pathways, IPCC에서 제5차 평가보고서를 위해 발표한 미래 온실가스 대표농도 경로

18) SSP: Shared Socioeconomic Pathways, IPCC에서 제6차 평가보고서를 위해 발표한 공동사회 경제경로

생산하고 이를 토대로 ‘한반도 기후변화 전망분석서 2020’을 발간하였다. 사회발전과 온실가스감축 노력 정도에 따라 4가지의 대표 시나리오(SSP1-2.6, SSP2-4.5, SSP3-7.0, SSP5-8.5)를 적용하였고 시나리오 기반의 전망정보를 기후정보포털을 통해 제공하였다.



[그림 3-60] 기후변화 시나리오 생산 모식도

기후위기 대응을 위해 지역별 극한기후현상(고온, 저온 등 5종)의 발생 빈도·강도 정보를 산출하였고 국민 이슈 사항인 과거와 미래의 계절 길이 및 시작일 정보를 산출하여 기후정보포털을 통해 제공하였다. 또한 기후변화 시나리오 이해와 활용 강화를 위해 ‘기후변화 시나리오 Q&A’를 제공하고 특정 지점에 대한 전망정보 활용성을 높이기 위해 위경도 기반의 전망정보 분석기능을 개발하여 제공하였다. 그리고 「지구온난화 1.5℃ 특별보고서」 해설서 발간을 통해 기후변화 과학과 1.5℃ 중요성을 알리기 위해 노력하였다.

3.2.2. 기후변화 시나리오의 활용을 위한 소통 강화

기상청은 기후변화 시나리오 활용 확대를 위한 소통 강화에 주력하고 있으며, 11개 부처 대상 기후변화 시나리오 사용자 협의체를 개최(2020.7.)하였다. 기후변화 시나리오 사용자 협의체는 2011년 2월에 구성되었으며 환경부 등 11개 부처 및 관련 전문가가 기후변화 시나리오 활용에 대한 다양한 협력방안을 마련하고 있다. 2020년에는 IPCC 제6차 평가보고서 기반의 새로운 시나리오 생산에 따라 그 일정을 공유하고, 기관별 시나리오 활용현황 및 영향정보 공동활용 방안 등에 대해 논의하였다.

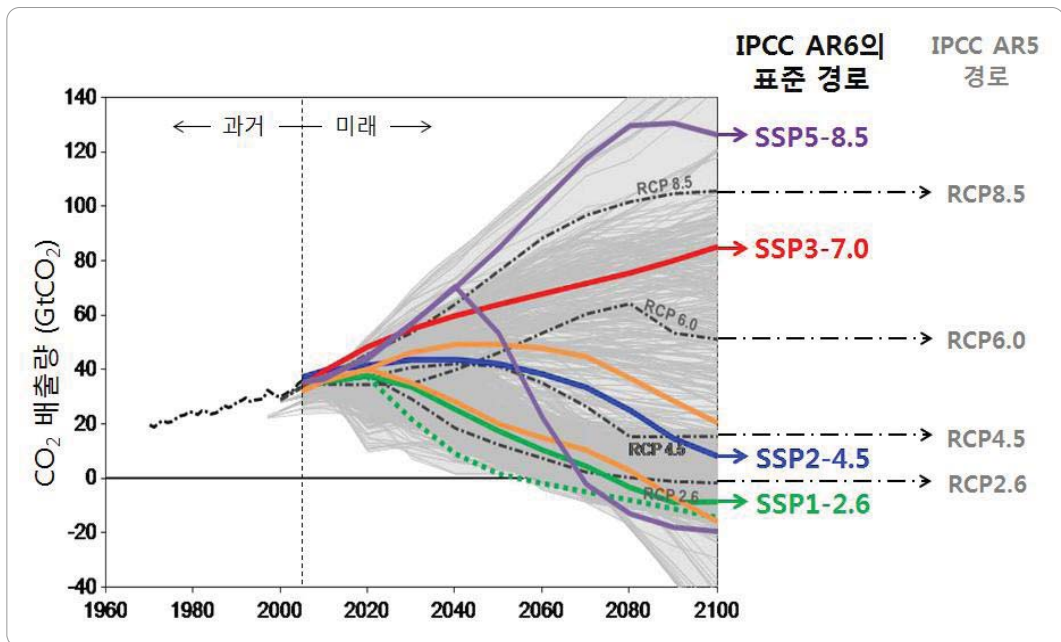
3.2.3. 국가 기후변화 표준 시나리오 인증

기상청은 부처 및 지방자치단체의 기후변화 적응정책 수립 시 기후변화 영향 및 취약성 평가의 일관성을 유지하기 위하여 ‘국가 기후변화 표준 시나리오 인증제도’를 운영하고 있다(기상법 개정,

2013.7.), 국가 기후변화 표준 시나리오란 국제기구(IPCC) 기준에 근거하여 우리나라 미래 기후변화 정보 생산방법에 대해 관계 중앙행정기관의 장과 협의하여 결정된 객관적인 인증기준을 만족하는 하나 또는 그 이상의 기후변화 시나리오를 말한다. 인증대상은 국가 정책 등의 활용을 위한 기후변화 시나리오를 생산하는 대학, 연구기관, 민간기업 등이다. 2020년에는 전지구 시나리오 2종을 인증하여 2015년 첫 인증 이래 전지구 시나리오 7종, 지역 시나리오 20종으로 총 27종을 인증하였다.

[표 3-32] IPCC 제6차 평가보고서 대응을 위한 새로운 기후변화 시나리오 종류

종류	의미
SSP1-2.6	재생에너지 기술 발달로 화석연료 사용이 최소화되고 친환경적으로 지속가능한 경제성장을 이룰 것으로 가정하는 경우
SSP2-4.5	기후변화 완화 및 사회경제 발전 정도가 중간 단계를 가정하는 경우
SSP3-7.0	기후변화 완화 정책에 소극적이며 기술개발이 늦어 기후변화에 취약한 사회구조를 가정하는 경우
SSP5-8.5	산업기술의 빠른 발전에 중심을 두어 화석연료 사용이 높고 도시 위주의 무분별한 개발이 확대될 것으로 가정하는 경우



※ IPCC 6차평가보고서의 표준 경로는 오른쪽에 표기된 SSP1-2.6(녹색 실선), SSP2-4.5(청색 실선), SSP3-7.0(적색 실선), SSP5-8.5(보라색 실선)의 4종임. 그 외에 표기되지 않은 선들은 표준 외에 가능한 배출 경로들을 나타내며 가능한 배출 경로들의 전체 범위를 회색 음영으로 표기. 과거 IPCC 5차평가보고서는 회색 파선의 4개 RCP 시나리오(RCP2.6/4.5/6.0/8.5)를 사용함

[그림 3-61] 과거(1970~2014) 및 미래(2015~2100)의 온실가스 배출 경로

3.2.4. 기후변화과학 이해확산

기후변화의 심각성에 대한 관심은 증가하는 반면 체감도는 낮게 나타나 기후변화 이해 증진을 위한 다양한 확산활동이 필요하며, 기상청은 2020년 ‘1.5°C가 만드는 운명교향곡, 기후변화’ 캠페인을 추진하였다. 캠페인의 일환으로 4개의 지구캐릭터와 캠페인송, 스티커 등을 제작하여 기후변화과학 대국민 프로그램에 활용하였다. 캠페인 프로그램으로 본청과 9개 지방(지)청이 공동으로 추진하는 ‘2020년 기후변화과학 통합 공모전’이 개최되어 13개의 수상작을 선정하고, 온라인 전시회 및 지역별 순회 전시회를 통해 약 2만명 이상이 관람하였다.

또한 기후변화 강사 대상으로 ‘기후변화과학 강사 육성’ 교육을 추진(3차, 수료자 200명 이상)하여 좋은 반응(설문조사 결과 ‘매우 만족’ 및 추가 교육 요청 등)을 이끌었고, 초등·중등·일반용 기후변화과학 표준 강의자료를 제작하여 배포하였다. 어려운 기후변화과학을 쉽고 재미있게 체험할 수 있도록 가상현실과 증강현실 콘텐츠를 제작하여 국립기상과학관에서 활용하도록 하였으며, 다양한 분야별 기후변화 영향을 주제로 기후변화과학 카드뉴스 시리즈(17~24편)는 기후변화과학 포스트, 기상청 페이스북 등에 연재하면서 많은 조회수를 기록했다.

한편, 국민들이 직접 참여하는 ‘기후변화과학 국민디자인단’을 통해 ‘대상을 선정하고, 대상의 감정을 움직이는 콘텐츠를 제작하여 대상이 스스로 기후변화과학 정보를 찾고 주변에 홍보’하는 이해 확산 방안을 마련하여 2021년부터 실행할 예정이다.



[그림 3-62] 기후변화과학 캠페인 키비주얼(좌), 기후변화과학 통합 공모전 수상작 온라인 전시회(우)



[그림 3-63] 기후변화과학 가상현실(좌) 및 증강현실(우) 체험 사진

4

수문기상·가뭄정보 제공

기후과학국 | 수문기상팀 | 기상사무관 | 오태석

4.1. 수문기상과 가뭄의 정의

공기 중에 수증기는 대기 상태에 따라 비가 되어 내린다. 땅 위에 떨어진 비의 일부는 지표면을 타고 흘러 강이나 하천을 통해 바다로 흘러가게 되며, 일부는 땅속으로 들어가 지하수가 되거나 다시 증발하여 공기 중으로 돌아가게 된다. 이렇듯, 물은 끊임 없이 이동하면서 지구를 순환하여 우리가 살아가는 데 꼭 필요한 자원으로 활용되고 있다.

우리가 살면서 이용하는 물은 대부분 하늘에서 떨어지는 강수의 형태로 공급되기 때문에 물관리와 기상은 밀접한 관련이 있다. 예를 들어, 2020년은 8월 7일부터 8일까지 섬진강댐 유역에 334.4mm의 비가 내려 홍수피해가 발생하였으며, 2015년은 여름철 강수량이 평년의 절반 수준에 그치면서 보령댐 유역을 중심으로 제한급수가 시행되는 등 전국 대부분 지역에서 가뭄 피해가 발생하였다. 따라서 수문기상은 대기와 지면 사이의 물의 순환에 관련된 강수, 증발산, 토양수분 등과 같이 물관리에 영향을 주는 기상현상으로 정의할 수 있으며, 물관리를 위해서 기상관측과 예측자료의 활용이 필수적이다. 또한 장기간에 걸쳐 강수량이 적고, 햇볕이 계속 내려뺏어 수문학적으로 물의 균형이 깨뜨려져서 물부족 현상을 일으켜 국민들에 피해를 유발하는 가뭄에 대한 감시·전망정보 제공도 매우 중요하다 할 수 있다.

이렇게 기상·기후 정보들을 물관리에 활용할 수 있도록 유역 기반으로 재생산하여 제공하는 것을 수문기상정보라 하며, 홍수·가뭄 대응을 위해 활용할 수 있다. 유역은 물을 관리하는 데 있어서 시·군·구와 같은 행정구역과 비슷한 개념으로 하늘에서 떨어진 빗물이 모이는 지점을 기준으로 전국을 일정 면적으로 나누어 구분하고 있다.

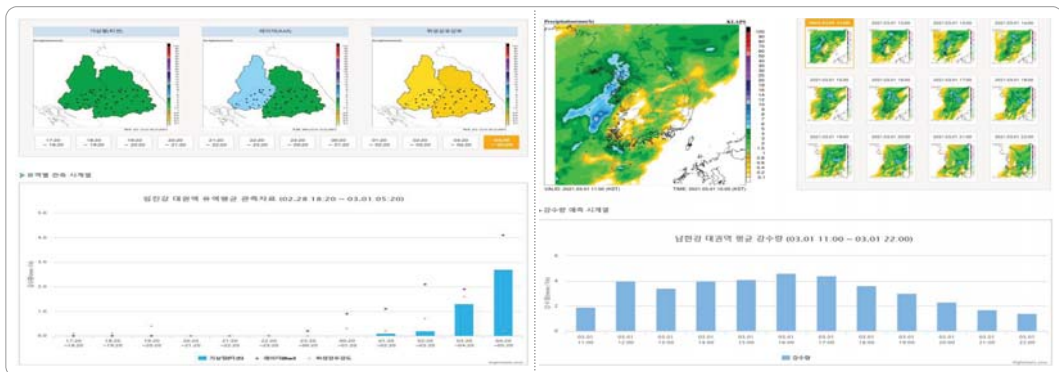


[그림 3-64] 유역(좌)과 가뭄(우)의 개념

4.2. 수문기상·기상가뭄 정보의 개선

수문기상과 가뭄정보를 일반 국민과 물관리 기관 담당자에서 효율적으로 전달하기 위해서 ‘수문기상 가뭄정보 시스템(hydro.kma.go.kr)’을 운영하고 있다. 수문기상정보는 물관리에 필요한 위성·레이더·지상관측 자료 등 다양한 기상·기후 정보를 활용하여 일정 기간의 강수량, 땅속의 물의 양을 알 수 있는 토양수분, 대기 중으로 돌아가는 물의 양을 알 수 있는 증발산량을 분포도나 표, 그래프의 형태로 제공하고 있다. 또한, 167개 시·군별 기상가뭄 발생 현황과 1·3개월 기상가뭄 전망을 기상가뭄예보를 통하여 제공 중이다.

2020년은 호우로 인한 홍수·침수 등 수문기상 재해에 대비할 수 있도록 관측자료와 수치예측모델 기반의 유역강수량 서비스를 개선하였다. 첫 번째로 레이더·위성·지상 관측강수량을 연계하여 관측 공백 지역인 임진강·북한강 상류 지역의 유역강수량을 추정해 실시간으로 제공할 수 있는 체계를 마련하였다. 두 번째로 실시간으로 변화하는 강수 상황에 따라 침수를 예측하고 대응할 수 있도록 초단기 수치모델을 활용하여 유역강수량을 계산해 행정안전부에 실시간으로 연계하였다. 마지막으로 유역강수량을 계산하고 제공하는 기준을 마련하고 1973년 이후 연·계절 등 강수통계 DB를 개선하였다.

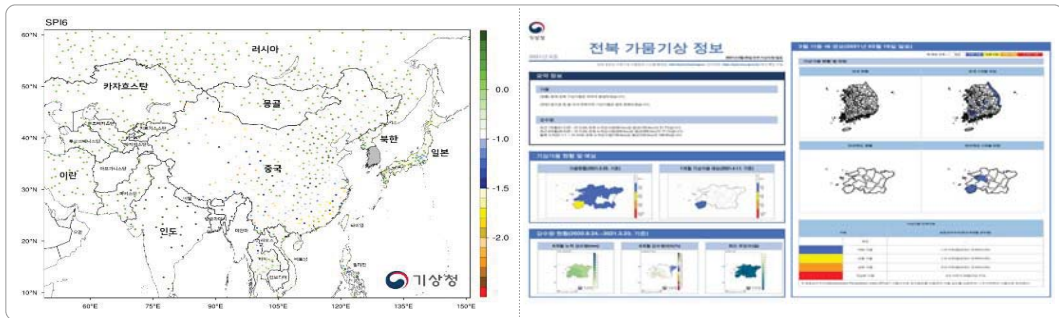


[그림 3-65] 수문기상 가뭄정보 시스템 표출 화면(관측공백지역 유역강수량(좌), 초단기 수치모델 유역강수량(우))

기상가뭄정보는 예보와 더불어, 다양한 가뭄 분석정보를 제공하고 있다. 강수량을 이용하여 가뭄을 정량적으로 평가할 수 있는 척도가 되는 가뭄지수를 167개 시·군별로 산정하여 제공하고 있으며, 향후 10일 동안 비가 내리지 않을 경우의 기상가뭄 상황을 판단할 수 있도록 무강수 시 가뭄 시나리오 정보와 지역별 강수·증발량 통계정보를 제공 중이다.

좀 더 상세하고 다양한 가뭄정보 서비스의 개선을 위하여 우리나라의 가뭄 지수뿐만 아니라 중국, 일본 등 동아시아 지역의 강수 관측자료를 활용하여 가뭄지수를 산정하여 지도형태로 제공을 시작하였다. 또한, 지역별 가뭄 대응과 효율적 수자원 관리를 위하여 지방기상청·지청과 연계하여

지역 맞춤형 가뭄정보지 자동생산체계를 구축하였다. 마지막으로 기후전망정보를 제공하는 장기에 보에 가뭄전망정보를 통합하여 제공함으로써 정보이용자의 편의성을 개선하였다.



[그림 3-66] 동아시아 지역 가뭄정보(좌), 지역별 가뭄정보지(예시)(우)

또한, 가뭄 대응 등을 위한 인공강우 실험 기술력 확보를 위해 인공강우 기본계획을 수립하고, 국립기상과학원, 한국환경공단과 협업체계를 마련하였다.

내년에는 물관리 기관의 수문기상정보 활용성 증진을 위하여 댐유역과 농촌용수 구역에 따른 유역강수량 자료를 산출하고, 지역별 가뭄대응강화를 위해 167개 시·군별 강수·가뭄통계정보를 제공할 계획이다.

4.3. 수문기상-물관리 협업 강화

2020년 여름철은 전국적인 기상관측이 시작된 1973년 이후로 장마 기간(중부 54일, 제주 49일)이 가장 길었으며 강수량은 강수량(687mm) 역대 2위를 기록하였다. 장마 이후에는 연이어 태풍이 내습하여 지난 10년 동안과 비교하여 인명피해는 3배, 재산피해는 4배가 발생하였다. 이에 따라 기상청은 댐·하천의 수자원을 담당하고 있는 환경부-홍수통제소-수자원공사와 협업을 통해 홍수 대응 강화방안을 마련하였다. 기상과 물관리의 전문적인 인적·기술교류를 위한 지속적 업무협의를 통하여 ①물관리 맞춤형 강수예측자료 제공, ②기상교육·긴급연락망 신설 등 교류·소통 강화, ③관측자료 공동활용 과제를 마련하여 이행함으로써 2021년 홍수기(6~9월)를 대비하고자 한다. 또한, 기후변화에 따라 발생빈도가 증가하는 가뭄에 선제적으로 대응하기 위하여 가뭄 관계부처인 행정안전부, 환경부, 농림축산식품부와 가뭄 대책 TF를 공동 운영하여 2020년 가뭄종합대책과 2019년 국가 가뭄정보 통계집을 마련하였다.

홍수·가뭄과 같은 수문기상재해는 예고하고 찾아오지 않기 때문에 물관리 관계 정부 부처 및 기관과 지속적인 협업 체계를 운영하여 국민 피해를 최소화할 수 있도록 노력할 계획이다.

5 APEC기후센터 운영

국립기상과학원 | 연구기획재정과 | 기상연구관 | 박기준

APEC기후센터(이하 APCC)는 아시아·태평양(이하 아태) 지역 이상기후로 인한 자연재해 경감 및 기후정보의 사회경제적 가치 창출을 통하여 아태 지역 내 번영에 기여하고자 21개 APEC 회원국 간 합의에 의해 2005년 11월 부산에서 개소되었으며, 2015년 1월에 기타공공기관으로 지정되어 운영 중이다.

5.1. 주요기능

APCC는 기후예측과 그 관련 연구를 통해 기후변화 및 변동의 영향에 효과적으로 대응할 수 있는 혁신적인 기술을 개발하고 아시아태평양경제협력체(APEC) 회원국과 협력하는 기후센터로서 우리나라를 포함한 아태지역의 이상기후 감시 및 최적의 기후예측정보를 생산·제공하여 기후로 인한 각종 재해로부터 인적·물적 손실을 예방하고 줄일 수 있게 함으로써 우리나라와 아태지역의 번영 실현에 이바지하고 있다.

5.2. 주요성과

APCC는 2006년부터 기상청 R&D 출연금으로 「아태 기후정보서비스 및 연구개발(R&D)」 사업을 수행하고 있다. 2020년도 「아태 기후정보서비스 및 연구개발(R&D)」 사업은 총 66.21억 원의 예산으로 수행되었으며, ‘아태지역 실시간 고품질 기후예측시스템 운영 및 기술개발’, ‘부가가치 창출을 위한 아태지역 기후정보서비스’ 2개의 내역사업을 추진하였다.

APCC는 2020년 한 해 동안 핵심업무인 기후예측 핵심기술 개발을 통해 국내외 기후예측의 발전을 선도하였다. 기후예측시스템의 효율적 운영을 통해 APCC의 계절예측 정확도를 향상시켰으며, 최근 평년값 변경 등 기후이슈 및 기후변동을 고려한 기존 장기예보 예측인자들의 개선방안을 제시함으로써 현업 장기예보의 정확도 향상에 이바지 하였다. 또한, 기상청 현업 기후예측 시스템에 대한 지속적·객관적·상대적·종합적인 평가 기반을 마련하고 현업예보 성능 및 역학적 오차 정보의 제공을 통해 예보관 및 개발자의 업무를 지원하는 통합프레임과 한반도에 대한 최적화된 고품질 기후 예측의 수요가 높아짐에 따라 전문가-인공지능 협업 기반의 계절 예측 시스템을 개발하였다. 그리고 기후영향 모식도, 계절전망 자연어 자동 생산 등을 통해 장기예보의 활용성을 높이고자 하였으며, 혹서기 이상기후 대응을 위해서 인공지능을 활용한 이상기후 확률전망 생산기법도 개

발하였다. 이러한 연구개발을 통해 나온 논문 14건(SCI/SCIE급 논문 12건)을 국내외 학술지에 게재하고 12건의 국내외 학술발표에 참가하여 연구·사업성과를 공유·확산하여 기후과학 및 기술의 발전에 기여하였다.

한편, APCC는 2020년 7월 9일(목) “기후예측 기술개발 현황 및 향후 발전 방향”을 주제로 부산 해운대 벅스코에서 ‘2020년도 기후예측 워크숍’을 개최하여, 불확실성을 줄이고 신뢰성을 높인 기후예측 정보를 생산·제공할 목적으로 기후예측 분야의 주요 이슈에 관한 최신 연구 성과 및 전문지식에 대해 국내 기후예측 분야의 전문가들과 함께 공유하고, 기후예측 기술의 발전 방향에 대해 심층 논의하는 장을 마련하였다. 또한, APCC는 2020년 10월 6일과 7일 양일간 부산 해운대 APEC기후센터 내 국제회의장에서 ‘2020년도 APEC기후센터 기후예측정보 활용을 위한 교육 워크숍’을 개최하였는데, 국내의 기후예측·정보서비스 이용 활성화를 도모하고 활용 역량을 효과적으로 높이기 위해 국내 유관기관과 대학의 기후정보 생산·활용 분야 대학(원)생 및 연구자 18명이 참석했다.



[그림 3-67] 2020년 기후예측워크숍(‘20.07.09., 벅스코)

1

기상청 데이터 관리 및 서비스

- 기상서비스진흥국 | 국가기후데이터센터 | 기상사무관 | 이한아
- 기상서비스진흥국 | 국가기후데이터센터 | 기상사무관 | 서영경
- 기상서비스진흥국 | 국가기후데이터센터 | 기상사무관 | 허철운

1.1. 국가기후자료시스템 운영

국가기후데이터센터는 기후자료의 수집, 품질관리, 통계처리, 대국민 서비스를 위해 2011년부터 국가기후자료시스템을 운영하고 있다. 국가기후자료시스템은 크게 기후자료를 외부에서 수집하여 처리하는 수집시스템, 기후자료 중 오류자료를 필터링하는 품질관리시스템, 품질관리가 완료된 기후자료를 대상으로 월·연단위 통계자료를 생산하는 통계분석시스템, 기상현상 증명 발급을 위한 전자민원시스템, 기상청 기상자료를 대국민 서비스하는 기상자료개방포털로 구성되어 있다. 시스템 운영을 위한 전산자원은 서버 28대, NAS 스토리지 3식, SAN스토리지 1식 및 DB 백업을 위한 백업장비(VTL¹⁹⁾) 1대가 있다.

국가기후자료시스템의 운영 및 장애 대비 상시 모니터링을 실시하고 있으며 SLA(Service Level Agreement)²⁰⁾ 기반의 유지관리를 통해 시스템 중단을 최소화하고 있다. 또한, 국가기후 DB 데이터 손실에 대비하고 안정적 운영을 위하여 DB 데이터 전체 분에 대하여 VTL 장비를 이용한 1차 백업을 주 1회 실시하며 LTO²¹⁾를 이용하여 2차 백업을 월 1회 수행하고 있다. 2020년에는 1차 백업본(VTL)을 활용하여 '장애 대비 국가기후DB 복구 모의 훈련'을 진행하였으며, 백업솔루션을 통한 정확한 데이터 복구 및 전체 데이터 복구시간(약 1.2일 소요)을 확인하였다.

한편, 2020년 11월에는 국가기후자료시스템에 대한 이해도를 높이고 향후 시스템 기능 유지 및 개선에 활용하기 위해 「국가기후자료시스템 수집/QC/통계 운영매뉴얼」을 발간하였다.

19) VTL(Virtual Tape Library: 가상 테이프 라이브러리): 백업 받는 데이터를 디스크 스토리지를 사용하면서 기존 테이프 장치처럼 저장하는 매체

20) SLA(Service Level Agreement): 서비스 제공자가 다른 상대방, 즉 서비스 가입자에게 합의를 통해 사전에 정의된 수준의 서비스를 제공하기로 협약을 맺는 것을 말함

21) LTO(Linear Tape Open): 고속 데이터 처리 및 대용량을 지원하는 개방 테이프 백업 시스템

1.2. 기상청 데이터 품질관리

기상관측자료의 정확성과 신뢰도 향상을 위해 기존 관측장비(방재, 종관)와 운영기관(기상청, 27개 공공기관)별로 다르게 운영되던 준실시간 품질검사 기준값을 일원화하였다. 변경대상은 기상청과 27개 공공기관에서 운영하는 지상기상관측자료에 적용되는 준실시간 품질검사의 물리한계검사, 단계검사, 지속성검사, 기후범위 검사 알고리즘 4종의 기준값이며, WMO 규정, 최근 10년 간의 기후통계 자료, 기상관측장비의 센서 표준규격 등을 근거로 하여 객관적인 기준값을 설정하고 8월부터 품질관리시스템에 적용하였다.

또한, 2019년에 수립한 기상청 DB 데이터 표준 정의에서 현재날씨 표출 용어 개선, 동네예보 요소 개선 시행 등 변경사항을 반영하여 표준단어, 2건, 용어 3건, 코드 69건 재정의하였으며, 향후 시스템 구축 시 표준을 쉽게 적용할 수 있도록 기상통계분석시스템에 기상청 DB 데이터 표준정의 조회 서비스를 추가하였다.

1.3. 기후통계분석

세계기상기구(WMO) 권고에 따라 새로운 평년기간(1991~2020년)에 대한 기후평년값을 산출하기 위해 4월 '新 기후평년값 산출계획'을 수립하고, 산출지점과 통계기준을 정립하여 평년값 산출 체계를 구축하였다. 산출지점은 기존 종관관측지점 73개소에서 방재관측지점을 포함하여 219개 지점으로 확대하였으며, 통계기준은 최신 WMO 규정과 목측 및 관측환경 변화를 반영하여 정립하였다. 산출된 평년값은 2021년 3월 25일부터 기상자료개방포털을 통해 제공된다.

또한, 통계자료의 신뢰도 제고를 위하여 국가기후자료시스템의 ASOS 및 AWS 기상관측자료 통계 산출 프로세스를 기후통계지침 기준으로 정비하고 개선하였다. 개선된 통계 산출 모듈은 테스트 서버에 적용하여 기존 프로세스와 병행 운영하도록 구성하였다. ASOS-AWS 통합 순위값 산출을 위하여 극값 및 순위에 영향을 주는 AWS 기온, 강수량, 바람 관측자료의 오류 데이터를 정비하였다.

한편, 다양한 기후통계분석 정보를 제공하고 편의성을 개선하고자 기상통계분석시스템(MCSAS)과 기상자료개방포털의 기후통계분석 서비스를 확대 및 개선하였다. 내부 사용자를 위하여 시범운영한 체감온도 기준의 폭염특보와 폭염일수를 비교·분석할 수 있도록 국가기후 DB에 여름철 체감온도 데이터를 산출 및 저장하고, 기상통계분석시스템 기온분석 메뉴에 일최고체감온도 기준의 폭염일수 조회 기능을 개발하였다. 장마 관련 강수량 통계자료의 수요가 늘어남에 따라 장마기간 동안 강수량 및 장마 전·후 기간의 강수량 분석 기능도 개발하였다. 기상자료개방포털의 기상현상일수는 기존 4종(강수, 황사, 폭염, 열대야)에서 7종(눈, 안개, 서리, 결빙, 우박, 폭풍, 뇌전)을 추가하여 총 11종을 제공하고, 조건별 통계분석은 대상요소를 추가하여 기존의 기온, 강수량, 바람 외에도 일교차, 습도, 일사·일조를 분석할 수 있도록 개선하였다.

1.4. 기상기후데이터 이용활성화

1.4.1. 기상기후데이터 정책

국내외 정책 환경 변화에 대응하고 신뢰도 높은 서비스 제공 및 데이터 산업 지원 강화를 위해 데이터 통합관리 체계 구축, 인공지능을 활용한 품질관리 등을 포함하는 '국가 기상기후데이터 서비스 중장기 발전 계획(2020~2025)'을 수립하였다. 또한, 국가 주요 기록물인 기상기후데이터의 체계적인 보존 관리를 위해 청 차원의 '기상청 데이터 보존 관리 방안'을 마련하여 데이터 분류별 보존기한(영구, 30년, 10년 등)과 그에 따른 관리절차를 정립하였다.

기상기후데이터 활용 확산을 위해 기상자료개방포털(kma.data.go.kr)을 통해 천리안위성 2A호 기상산출물, 국내에서 발생한 규모 2.0 미만의 미소지진, 세계기상전문(GTS) 기후전문 등 6종의 신규 데이터를 추가 개방하였으며, 국민 관심이 많은 기상현상인 '폭염', '황사'와 연관된 다양한 데이터를 한 번에 받을 수 있는 묶음 서비스를 제공하여 사용자 편의성을 향상시켰다. 기상청에서 제공하는 데이터의 목록 및 설명, 이용 방법 등을 수록한 '2020년 기상기후데이터 안내서(카탈로그) 개정판'도 발간하여 기상자료개방포털에 게시하였다.

국가기후데이터센터는 2018년부터 기상자료개방포털을 통해 기상청 외 환경부, 농촌진흥청, 부산광역시 등 「기상관측표준화법」에 따라 기상관측업무를 수행하는 공공기관의 기상관측자료 개방을 추진해왔으며, 2020년 27개 전 기관에 대해 개방을 완료하였다. 기상청에 수집되는 공공기관의 기상관측데이터는 기상청에서 품질관리 후에 통합하여 대국민 서비스하고 있다.

1.4.2. 기상기후데이터의 제공

2015년 8월 개설된 기상자료개방포털을 운영하여 기상기후데이터의 대국민 서비스 창구이다. 2020년에는 6종을 추가하여 총 130종의 데이터를 기상자료개방포털을 통해 개방하였다. 특히 12시간 간격으로 제공되던 지상 수치분석일기도를 6시간 간격 자료로 제공하고, 지상관측데이터의 품질정보 또한 기존 4종(강수량, 기온, 풍향, 풍속)에 강수유무, 상대습도, 일사 등 6종을 추가 개방하고 사용자평가 기능을 구현하여 개선의견을 상시 수렴·반영하고 있다. 기상자료개방포털의 누적 회원수는 포털을 오픈한 2015년 1,481명을 시작으로 빠르게 증가하여 2020년은 전년(31,643명) 대비 42.7% 증가한 45,147명을 기록하였다. 2020년도 전체 기상기후자료 이용 건수는 총 8,065,431건으로 전년(5,272,662건) 대비 53.0% 증가하였으며, 이 중 지상관측(종관, 방재) 2,457,756건, 유관기관 관측망 2,372,255건, 동네예보 1,724,542건 등이 주로 활용되었다. 분야별 이용현황을 살펴보면, 학술/연구(58.6%), 농업(18.6%), 교육/행정(5.8%) 등의 순으로, 기상기후자료가 연구목적으로 많이 활용되고 있으나 타 분야의 활용도 점차 증가하는 것으로 나타났다.

2020년 1월부터는 부서별로 제공하던 오픈API를 국가기후데이터센터에서 통합 관리하고 서비

스 창구를 공공데이터포털로 일원화하였다. 대용량 데이터를 경량화한 오픈API 등 17종이 추가되어 총 39종의 오픈API를 제공하였다. 호출건수는 전년(약 37억) 대비 6.3% 증가한 39억건에 이르며, 이 중 동네예보 호출건수가 전체의 80%를 차지했다. 활용 목적은 서비스(59.6%), 학술/연구(36.8%), 기타(3.6%) 순으로 나타났다.

그 외에도 여러 경로를 통해 데이터를 제공하고 있으며, 대용량 데이터 제공 및 실시간 연계 등 공문 요청 231건, 공공데이터포털을 통한 요청 134건 등 직접제공도 659건에 이르렀다.

[표 3-33] 2020년 기상기후데이터 제공 실적(건)

공공데이터포털		기상자료개방포털	공문 요청	국회	언론	청내
API 호출	직접 제공					
3,918,662,231	134	8,065,431	231	69	67	158

[표 3-34] 2020년 기상자료개방포털 자료 종류별 이용실적(건)

일반										
종관기상	방재기상	유관기관	북한기상	해양부이	황사	파고부이	공항기상	농업기상	레원존데	기타
1,043,750	1,414,006	2,372,255	2,761	62,498	15,512	29,662	9,127	6,062	10,477	74,258
대용량				기후통계분석						
수치모델	동네예보	위성	레이더	순위값	강수량분석	적산온도	장마	실효습도	조건별통계	기타
623,675	1,724,542	43,007	198,938	5,077	69,908	1,373	3,336	2,028	77,768	275,411

[표 3-35] 2020년 기상자료개방포털 분야별 자료 이용 실적비율(%)

구분	학술/연구	농업	교육/행정	토목/건축	전기/통신	환경/정화	서비스/영업	축산업	임업	어업	제조업	보건/의료	법률/보험	스포츠/레저	운송업	인쇄/출판	광업	계
%	58.6	18.6	5.8	4.8	3.5	2.8	2.4	1.2	0.8	0.6	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	100

1.5. 기상현상 증명 및 자료제공

2020년 민원처리 건수는 총 100,156건으로 전년(61,018건)에 비해 64% 증가하였으며, 특히 태풍, 장마 등 기상의 영향을 많이 받는 7~9월(3분기) 민원발급 건수가 크게 증가(전체의 42%)하였다. 이는 1973년 이후 가장 길었던 장마와 많은 강수일수, 태풍(3개) 등이 원인으로 추정된다. 민원 신청창구로는 민원인의 99.7%가 전자민원을 이용하였으며, 방문하거나 우편 접수한 민원은 0.3% 수준에 불과하였다. 특히 기상현상 증명의 전자민원 이용건수는 68,874건으로 전년(39,613건) 대비 74%나 증가하였다.

분야별 이용현황을 살펴보면 1위 토목/건축(52%), 2위 법률/보험(22%), 3위 농업(5%) 순이었다. 토목/건축 분야는 전년에 이어 1순위를 차지하였으며, 이용 비율도 증가(48% → 52%)하였다. 전년 대비 법률/보험(23% → 22%), 교육/행정(6% → 4%), 환경/정화(5% → 4%), 학술/연구(4% → 3%) 분야의 이용 비율은 소폭 감소하였다.

세로형 민원서식 적용 등에 따라 2020년에는 민원편람을 개정(6.24.)하고, 전자민원시스템에서 주소기반으로 지점 찾기 기능을 추가하는 등 사용자 편의성을 강화하였다.

2

기상기후 빅데이터 융합서비스

기상서비스진흥국 | 기상융합서비스과 | 기상사무관 | 임소영

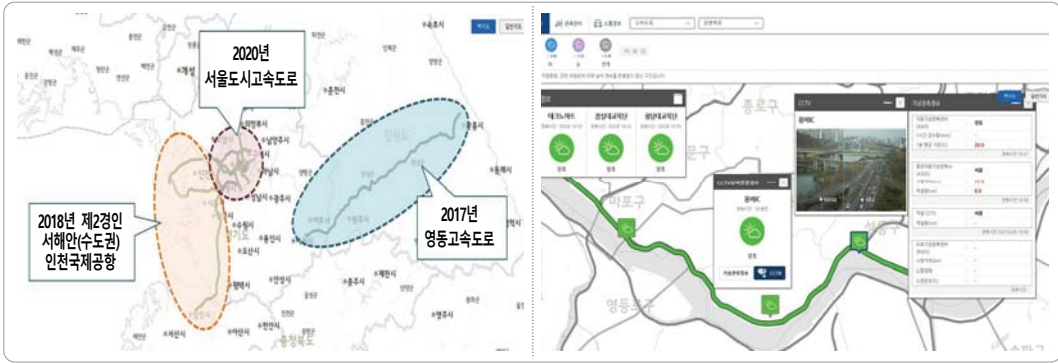
기상서비스진흥국 | 기상융합서비스과 | 기상사무관 | 김경하

기상서비스진흥국 | 기상융합서비스과 | 기상사무관 | 정선애

2.1. 기상기후 빅데이터 융합서비스 개발과 확산

기상청은 빅데이터를 활용한 시의성 높은 의사결정 지원 서비스 요구 증가에 따라, 기상데이터와 타 분야 데이터를 융합한 새로운 기상융합서비스 개발을 추진하고 사회 전반으로 활용을 확산하고 있다. 이를 위해 2014년부터 대·내외 빅데이터 전문가들과 함께 '기상기후 빅데이터 포럼'을 운영하고 있으며, 매년 공공분야 기상융합서비스 발굴과 활성화를 위한 사례 공유를 위한 기상기후 빅데이터 포럼을 개최하고 있다.

2014년부터 농업, 보건, 교통, 방재 등 다양한 분야의 13개 융합서비스가 개발되었으며, 2020년에는 기상산업 활성화 지원을 위한 수치모델 Web API 서비스 기술이 개발되어 2021년 민간 이전을 추진하였다. 또한, 2018년부터 고속도로 CCTV 영상을 이용하여 날씨를 눈, 비, 안개로 구별하고 그 강도를 3단계(강, 중, 약)로 도로위험기상정보를 생산·제공하던 것을 2020년에는 서울시설공단의 수요에 따라 서울시고속도로 9개 노선에 대해 추가 구축하여 제공하였다.



[그림 3-68] 도로위험기상정보 제공 노선

[그림 3-69] 도로위험기상정보 제공 화면(bd.kma.go.kr)

2021년에는 서해안고속도로 전 지역으로 도로위험기상정보를 확대 개발할 예정이며, 이후로도 교통 관계기관, 지자체 등과 협력을 통해 전국 주요 고속도로로 단계적으로 확대·추진하여 전국 도로기상감시망 체계를 구축해 나갈 계획이다.

그 밖에 청 내 현안해결을 위해 AI 등 지능정보기술 기반의 기상원시자료 품질향상 기술을 개발하고, 소셜데이터를 통해 국민들이 알고 싶어하는 기후정보를 분석하였다.

[표 3-36] 2020년 청내 현안과제 추진 결과

구분	주요 내용
데이터 품질 관리	<p>AI 등 지능정보기술 기반의 원시자료 품질향상 기술</p> <ul style="list-style-type: none"> - 분석자료: 지상기상관측자료(기온, 풍향, 풍속, 강수, 일사), 관측자료 품질검사(MQC) 내역, 관측지점 메타 정보 - 순환신경망(Recurrent Neural Network, RNN)을 이용한 반지도학습을 통해 관측자료 오류 추정구간 판별
기후 정보	<p>소셜데이터 기반 국민이 알고 싶어 하는 기후정보 분석</p> <ul style="list-style-type: none"> - 분석 소셜자료: 기상민원, 콜센터 통화내역, 트위터, 블로그 등 - 국민이 날씨에 관심이 높아지는 시점과 그 기간 주요 활동, 날씨에 영향을 많이 받는 생활정보 및 관심도 등 분석

지역 수요 기반의 다양한 맞춤형 기상융합서비스는 지자체와 공공기관과 협업을 통해 9개를 개발하여 지역경제 활성화와 기상기후 서비스 확산에 기여하였다. 또한, 농업 분야 기상융합서비스의 활용 확산을 위해 고창군 농가(수박·수박) 대상으로 시범서비스를 실시하였고, 활용 농가의 생산량 증가를 도출하는 효과성 검증을 추진하였다.

한편, 지역기상융합서비스 성과 확산 촉진을 위해 차년도 사업부터 특화사업과 기본사업으로 분류하여 추진하는 개선안을 마련하였다. 특화사업은 개발부터 활용까지 안정적 사업추진을 위해 사업기간을 확대(1년 → 2~3년)하고, 기본사업은 기존 서비스 개선 및 현안을 지원하는 사업으로 추진하게 된다. 또한, 사용자 중심의 서비스 개발을 위하여 차년도 특화사업 선정 평가 시 전문가 및 국민 참여 평가(대국민 온라인 평가)를 도입하였다. 게다가 지역기상융합서비스 활용·확산을 위해서 개발된 서비스의 지속적 기술이전(2019년 20건 → 2020년 21건)을 통해 민간사업 활성화를 지원하였다. 특히, 전북 농업인 영농기상서비스(들에서 콜)와 보은 대추기상 서비스는 정읍시와 보은군에서 활용하면서 각각 75백만원과 11.4백만원의 민간기상사업자 수익 창출에 기여하였다. 2021년에는 지자체와 협업한 공공특화사업 중심의 서비스 개발과 고부가가치를 견인하는 기상융합서비스 중·장기 발전방안을 마련할 계획이다. 이를 통해 미래수요에 부응하고 신기술 활용 기반을 마련하는 등 기상융합서비스 활용 확산과 발전에 기여할 수 있도록 추진할 계획이다.

[표 3-37] 2020년 지역기상융합서비스 개발현황

	수행기관	사업명
1	수도권청	수도권 모기 예측기술 사업화 모델 개발
2	부산지방기상청	부울경 해양 빅데이터 활용 통합정보 서비스 기반 연구
3	대구지방기상청	상주·의성 대표 과수 기상융합서비스 개발
4	광주지방기상청	도시환경변화에 따른 기후영향정보 생산 기법 개발
5	전주기상지청	전북지역 축산농가 맞춤 기상정보서비스 제공 방안 연구
6	강원지방기상청	강원도 날씨 관광 플래닝 서비스 개발
7	대전지방기상청	대전·세종·충남 도로교통 안전지원 융합서비스 개발
8	청주기상지청	충북지역 과수 브랜드 육성 영농기상서비스 개발
9	제주지방기상청	제주 해양레저 기상융합서비스 개발

또한, 농림기상분야 기후변화 공동대응을 위한 3청(기상청-산림청-농촌진흥청) 업무협약체결(2018.12.) 후속 조치로 농진청·산림청(산하기간 포함)에서 기상측정 장비 구매 시 기상사업자 제도를 활용·준수하도록 안내하여 기상관측자료의 품질 개선과 기상자료 공동 활용의 효율성 향상을 도모하였다. 또한, 청 내 관련 부서와 협의하여 기상관측 표준화 교육과정 대상자를 농림기상 유관 기관의 농림기상관측장비 담당자로 확대하고 기상사업자 등록제도 교육 등을 추가하여 업무 역량

강화를 지원하였으며, (사)한국스마트팜산업협회 회원사에 기상사업 등록제도 안내 등을 홍보하여 기상산업 활성화에 기여하는 기반을 마련하였다. 한편, 농림기상기술 연구개발 활용 지원을 위하여 산림청과 국가농림기상센터에 천리안위성 2A호 산출물 및 초고해상도 예측모델(KMAPP, 100m) 분석장 실시간 제공을 지원하였다.

2.2. 기상기후 빅데이터 분석 플랫폼 활용 확산

기상청은 컴퓨팅 자원부터 데이터에 이르기까지 원스톱으로 활용 가능한 클라우드 방식의 '기상기후 빅데이터 분석플랫폼'을 전면 개방하여 누구나 손쉽게 이용할 수 있도록 하였다.

기상기후 빅데이터 분석플랫폼의 편의성을 높이기 위해 메인화면을 비롯하여 응답속도 개선, 가독성 향상, 반응형 모바일 구현 등 웹페이지를 개편하였으며, 기상기후 빅데이터 분석플랫폼 사용자들과 상호 소통을 위한 자유게시판을 개설하였다.

또한, 사용자들의 기상기후 빅데이터와 분석 툴 사용을 지원하기 위해 초·중급자를 위한 R, 파이썬 실습교육 자료와 파이썬 온라인 강의 동영상상을 추가 제공하였다.

기상기후 빅데이터 이해와 활용 증진을 위해 기상사업자, 일반국민, 대학을 대상으로 한 교육 프로그램 운영과 2021 날씨 빅데이터 콘테스트를 개최하였다. 특히 대학과 연계한 기상기후 빅데이터 활용 교육은 빅데이터 분석 이론과 실습으로 구성되어 있으며, 19년도에 2개 대학(부산대, 부경대)에서 20년에 3개 대학(부산대, 이화여대, 가톨릭 관동대) 6학과로 확대 운영되었다.

또한, 「2020 날씨 빅데이터 콘테스트」는 기상-공공 빅데이터 접목에서 나아가 기상-민간 빅데이터 이종 간 융합을 촉진하는 대회로 추진되었다. 2개 민간기업(㈜현대제철과 ㈜KT)과 업무제휴협약을 맺고 기업이 보유한 데이터를 제공하여 서비스개발 분야(㈜KT)와 데이터분석(㈜현대제철) 분야로 나누어 진행되었다. 총 424개 팀이 참가신청을 하였고, 심사위원단의 평가를 거쳐 20팀이 최종 수상작으로 선정되었다. 이 중 서비스 개발 분야에서는 서울시 따릉이 데이터, 기상 및 상권 데이터를 활용한 국문학어셈블 팀이 우수상을, 데이터분석 분야는 이슬 맞춤 발생 위험에 대한 예측 모델을 제시한 KKS팀이 최우수상 수상의 영광을 안았다.

서비스개발 분야에서 우수상을 받은 팀이 행정안전부가 주최하는 제8회 공공데이터 활용 창업경진대회에 참가하여 장려상을 수상하는 성과를 거두었다. 콘테스트 수상자 중에서 (주)스컬드랩스 정규직 1인, (주)LG전자 인턴십 1인이 채용되었다. 또한, (주)현대제철에서는 입사 지원과 연구장학생 선발 시 가산점을 부여하는 등 수상자에 대한 후속 지원을 마련하여 단순 공모전 행사에 그치지 않고 빅데이터 분야 우수인재 발굴과 일자리 창출에 기여하였다.



[그림 3-70] 2020 날씨 빅데이터 콘테스트 홍보 포스터



[그림 3-71] 2020 날씨 빅데이터 콘테스트 본선 ('20.7.23.)

2.3. 생활기상정보 서비스 강화

기상청은 국민의 생활편의와 건강보호를 위해 생활기상정보 서비스를 제공하고 있다. 2020년에 기온과 습도를 고려한 폭염특보 기준이 개선됨에 따라 기존 대상별(노인, 어린이)·환경별(농촌, 비닐 하우스, 취약거주환경, 도로, 건설현장, 조선소) 더위체감지수에서 체감온도로 개선하여 제공하였다.

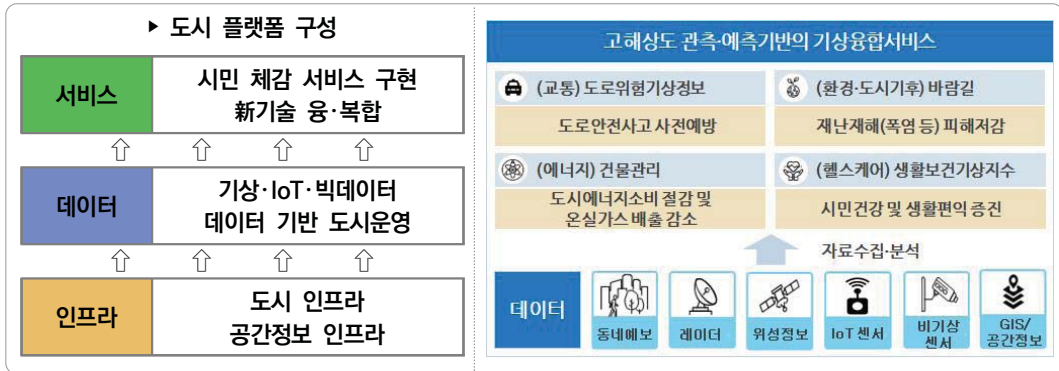


[그림 3-72] 노인에 대한 체감온도 서비스 예시(기상청 날씨누리, 모바일웹)

정보활용 취약계층의 복지 사각지대 해소를 위해 생활기상정보 문자서비스(자외선지수, 동파가능지수)를 운영하고 있다. 2020년에는 농어촌이장단, 독거노인, 생활관리사, 장애인시설관리자 등 약 5만4천여 명에게 자외선지수와 동파가능정보가 전달되었다.

2.4. 스마트시티 기상기후 융합기술 개발(R&D)

기상청은 범정부적으로 추진하는 스마트시티 국가 시범도시 사업의 일환으로 도시민의 안전과 생활편의 증진을 위한 기상기후 융합기술 구현·확산 및 고해상도 기상정보의 실시간 생산·유통을 목표로 5개년 연구개발사업(2020~2024)을 추진하고 있다. 2020년은 도시규모 3차원 기상분석장·예측장 생산 및 기상기후 융합기술(도로위험기상정보, 생활보건기상정보)의 프로토타입을 개발하고, 고해상도 기상관측체계 및 기상기후 플랫폼 기본설계 등을 추진하였다.



[그림 3-73] 스마트시티 플랫폼 구성

[그림 3-74] 고해상도 기상관측·예측기반의 기상융합서비스

3 기상산업 육성 및 활성화

기상서비스진흥국 | 기상서비스정책과 | 기상사무관 | 임병철
기상서비스진흥국 | 기상서비스정책과 | 행정사무관 | 박성균

3.1. 기상산업 실태조사 및 기상산업 정책수립

3.1.1. 국내 기상산업 현황

기상청은 기상산업 분석 및 기상산업 진흥 기본·시행 계획 등 관련 정책수립을 위한 기초자료로 활용하기 위해 매년 기상산업 실태조사를 실시하고 있다. 2020년 기상산업 실태조사(2019년 기준) 결과, 국내 기상산업 사업체는 702개(2019년 12월 기준)이며, 기상산업 부문 매출액은 5,023억 원으로 전년 대비 208억 원(4.3%) 증가한 것으로 조사되었다. 기상산업 상시근로자 수는 총 2,822명으로 전년 대비 66명 증가했고, 기상산업 부문 수출액은 122억 원으로 전년 대비 12억 원(10.9%) 증가했다.

[표 3-38] 기상산업 실태조사 주요 통계(3개년 비교)

구분	모집단수(개)			매출액(백만원)			종사자수(명)			수출액(백만원)		
	2017	2018	2019	2017	2018	2019	2017	2018	2019	2017	2018	2019
합계	630	655	702	407,739	481,444	502,253	2,583	2,756	2,822	10,890	10,954	12,151

3.1.2. 제3차 기상산업진흥 기본계획 수립

기상청은 「기상산업진흥법」 제4조에 따라 5년마다 수립하는 기상산업 분야 국가법정계획인 「제3차 기상산업진흥 기본계획(2021~2025)」을 수립하였다. 이는 향후 5년간 우리나라 기상산업 정책의 비전, 목표, 추진방향 등을 제시하는 중장기 발전전략으로, 기상산업계, 공공부분 등 정책 수요자 및 관계 중앙부처·지자체 등의 의견수렴을 거쳐 수립하였다.

이번 계획은 빅데이터 플랫폼 구현, 융합형 솔루션 개발 등 제4차 산업혁명 환경에서 기상산업의 경쟁력을 확보하고, 혁신기술 기반 미래형 기상산업으로 대전환의 토대를 마련하고자 ‘혁신과 융합을 통한 세계 속의 K-기상산업 모델 운영’을 비전으로 삼고, ‘혁신기술 기반 미래형 기상산업으로 대전환’을 목표로 설정하였다. 이를 효과적으로 달성하기 위한 3대 추진전략으로 ① 산업기상 빅데이터 플랫폼 구현, ② 기상기업 혁신성장 지원, ③ K-기상산업 인프라 구축으로 설정하여 9개 중점과제 및 26개 세부과제를 수립하였으며, 2025년까지 단계적으로 추진될 것이다.

비전(안)	혁신과 융합을 통한 세계 속의 K-기상산업* 모델 운영		
	* K-기상산업(K-Meteo): 4차 산업과 한국 기상기술을 활용한 관측 다변화를 통해 기상관측·표준화·분석·예측·노하우 전반에 이르는 국가 기상기후 데이터와 융합정보를 국내외 고객맞춤형 Total Solution으로 제공하는 산업		
목표	혁신기술 기반 미래형 기상산업으로 대전환		
	K-기상산업 매출액 증가 1조 원	K-기상산업 일자리 창출 10,000명	
추진전략	(전략1) 산업기상 빅데이터 플랫폼 구현	(전략2) 기상기업 혁신성장 지원	(전략3) K-기상산업 인프라 구축
중점과제	(1-1) 데이터 품질관리 및 표준화	(2-1) 스마트 날씨경영 추진	(3-1) 혁신기상관측 기술 개발
	(1-2) 빅데이터 플랫폼 구축·운영	(2-2) 산업 맞춤형 기상서비스 확산	(3-2) 장비 국산화 지원 강화 및 법제도 정비
	(1-3) 데이터 순환 생태계 조성	(2-3) 통합 솔루션 전략적 해외 진출	(3-3) 미래형 전문인력 육성 및 일자리 창출

[그림 3-75] 제3차 기상산업진흥 기본계획 목표 및 전략

3.2. 기상정보의 인식 확산

3.2.1. 날씨경영우수기업 선정제도 및 제15회 대한민국 기상산업대상 운영

기상청과 한국기상산업기술원은 기상정보의 고부가가치 창출과 대국민 인식을 제고하기 위해 날씨경영우수기업 선정제도 및 대한민국 기상산업대상을 운영하면서 기상산업의 저변을 확대하고 활성화화를 도모하고 있다. 2020년에는 30개사가 날씨경영우수기업으로 선정되었으며, 제15회 대한민국 기상산업대상에서는 '(주)솔탑'이 국무총리상(대상)을 수상하였다.

[표 3-39] 제15회 대한민국 기상산업대상 수상기관(자) 현황

훈격	수상기관(자)	부문
대상(국무총리상)	(주)솔탑	-
금상(환경부장관상)	동해시시설관리공단	기상정보활용
은상(기상청장상)	수산업협동조합중앙회, (주)인코어드 테크놀로지스	기상정보활용
동상(기상청장상)	세종특별자치시시설관리공단, 영남에너지서비스(주)	기상정보활용
금상(환경부장관상)	(주)씨텍	기상산업진흥
은상(기상청장상)	구자용(주)환경과학기술, 읍저버 주식회사	기상산업진흥
동상(한국기상산업기술원장상)	홍성욱(세종대학교), 이상욱(주)오토로닉스	기상산업진흥
최우수상(기상청장상)	이주희	아이디어제안
우수상(기상청장상)	최인영·고현철(공동)	아이디어제안
장려상(한국기상산업기술원장상)	김도원, 윤인호	아이디어제안

3.2.2. 산업계 날씨경영 확산을 위한 기상서비스 비즈니스모델(BM) 개발, 날씨경영 활성화 지원

기상청과 한국기상산업기술원은 기상요인과 경영정보를 융합하여 의류업의 기상정보 활용 비즈니스모델을 개발하였다. 이 연구는 (주)플레이즈(2016년 날씨경영우수기업)를 대상으로 진행했으며, 기상데이터에 기반한 시즌별, 월별 생산 예측 모델과 시즌 타이밍(판매 시작점, 최고점 등) 확보 서비스 개발을 통해 경영 효율성 향상에 기여할 것으로 기대된다.

또한, 기업의 날씨경영 도입·활용을 지원하는 '날씨경영 마스터플랜 수립 지원사업'으로 총 20개사에 대해 기초진단과 날씨경영 활용 부문 및 날씨경영 실행전략을 제시하였고, 총 4개사를 대상으로 '날씨경영 정보화시스템 구축지원 사업'을 통해 기업의 실질적이고 지속적인 날씨경영을 위한 맞춤형 기상서비스 활용 환경을 지원하였다.

3.3. 기상산업분야 전주기 창업·경영지원체계 마련

기상기업성장지원센터는 유망 기상기업 및 기상기후 창업기업(예비창업자)에 대한 창업·경영 인프라를 제공하고, ‘기획-개발-생산-판로-마케팅’ 등 전주기 성장을 지원하는 인큐베이터 센터로 2020년 기준 산업재산권 등록 37건 등 우수한 성과를 도출하였다. 센터는 중소 기상기업 및 예비창업자의 스타트업 보육을 중점적으로 지원하고 있으며, 입주기업 간 유망 기상기술(제품) 중점 개발·사업화 확대를 위해 기업 간 기술교류·융합 컨소시엄을 지원함으로써 2020년 센터 입주기업은 전년 대비 116.1% 매출 신장을 보였다. 또한 분기별 입주기업 네트워킹데이 개최를 통해 입주기업 실무자 중심 자유로운 소통의 장을 마련하여 기업별 중점 개발기술 공유 및 협업 방안 모색 등 상호 협력 관계를 강화하고, 한국특허전략개발원과 협업을 통한 우수특허 창출 지원 프로그램 운영을 확대(연 1회 → 2회)하였다.

또한 ‘기상기후산업 청년창업 지원사업’을 통해 미래 핵심인재의 아이템 발굴과 창업을 지원하였다. 청년들의 기상분야 창업 역량을 강화하기 위해 전문가 초청 창업 역량 강화 교육을 실시하였으며 시장 수요에 부합하는 맞춤형 창업전략 설계, 초기 창업자금 투자 유치를 위한 사업모델 개발 방향 설정 등 예비 청년창업가를 위한 창업캠프를 개최하였다. 아울러 기상기후산업 청년창업 경연대회 시상식을 통해 우수 창업활동팀 5개팀을 선정·시상하였다.

[표 3-40] 2020년 기상기후산업 창업경연대회 수상팀 목록

구분	주제	수상팀
최우수상 (환경부장관상)	WoT(Weather of Things)를 이용한 민간일기예보시스템 및 산악기상 특화모델 구축	온더빗
우수상 (기상청장상)	날씨에 맞는 옷차림을 알려주는 날씨요정 커뮤니티 서비스	호키포키
	Weather U Go 사용자 일정에 따른 방문지역 날씨 안내앱	네모세모
장려상 (한국기상산업 기술원장상)	날씨 데이터를 이용한 증강현실 메이크업 솔루션 제공 서비스	망고
	도시농업 가이드 어플리케이션	씨티파머

3.4. 기상기후산업 해외 진출 및 수출지원체계 구축

기상청은 기상기후산업 해외시장 진출 기반을 강화하기 위해 수출 유망 중소기업을 대상으로 수출마케팅, 기술 현지화, 국제전시회 참가 등 지원사업을 추진하였다. 이를 통해 지원기업 수출액은 4.1백만 불을 달성하였으며 수출실적은 전년(3.75백만 불) 대비 약 9.33% 증가하였다. 또한, 코로나19 확산으로 ‘2020 세계기상기술엑스포(Meteorological Technology World Expo 2020)’가 취소됨에 따라 국내 기상기업의 해외 마케팅 지원사업으로 대체하였으며, 수출지원 전문기관(KOTRA,

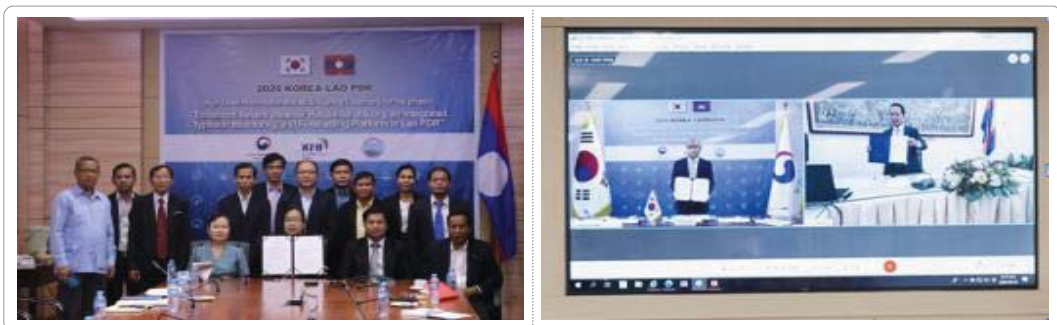
POSCO International)과의 협업으로 일대일 수출 지원과 해외진출을 위한 민·관 혁신 네트워크를 구축하였다.

또한, ‘캄보디아 자동기상관측시스템 구축 사업’, ‘방글라데시 천리안위성 2A호 수신·분석 시스템 구축 사업’, ‘캄보디아 천리안위성 2A호 수신·분석 시스템 구축 사업’, ‘라오스 태풍 감시·예측 통합플랫폼 구축 사업’ 등 개발도상국 국제협력사업(ODA)을 통해 국내 기상기술을 널리 알리고, 해당국의 기상재해 감시 능력을 함양하여 범지구적 기후변화 대응 제고에 크게 기여하였다.

한편, 국내의 2020 기상기후산업 박람회는 코로나-19로 행사를 취소하고, 박람회 홈페이지 개선 및 비즈니스 프로그램으로 대체되었다. 홈페이지를 개선을 통해 온라인 상담매칭 시스템을 신설하였고, 오프라인으로 개최된 ‘비즈니스 프로그램’에서는 기상청 관측장비 구매계획 및 형식승인제도 설명회를 비롯하여 공공구매처와 참가기업 간 1:1 상담을 주선하였다.



[그림 3-76] 기상기후산업 해외진출 민관협력 세미나(‘20.12.3.)



[그림 3-77] 라오스 온라인 고위급 영상회의(‘20.8.19) [그림 3-78] 캄보디아 고위급 온라인 영상회의(‘20.9.23.)

기상서비스진흥국 | 국가기후데이터센터 | 기상사무관 | 허철운
 기상서비스진흥국 | 기상서비스정책과 | 환경사무관 | 김소정

4.1. 국립기상박물관 운영

4.1.1. 국립기상박물관 개관

국립기상박물관(서울 종로구 송월동 소재)이 3년간의 공사를 마무리하며 마침내 2020년 10월 30일 개관하였다. 국립기상박물관은 삼국시대부터 현대까지 우리나라 기상과학문화를 상징하는 다양한 유물을 기상학적 가치와 근대건축학적 의미를 지닌 등록문화재 제585호인 서울기상관측소 건물에 전시하여 그 역사성을 더하였다.

전시실 면적은 전체 732.3㎡(지상 2층)로 총 7개 실로 구성되어 있으며, 선조들의 측후활동, 근현대 기상관측장비, 기상업무 발전상 등을 엿볼 수 있는 상설 전시물 79점과 특별전시 등 100여 점의 다양한 전시품을 선보이고 있다. 특히, 세계적으로 현존하는 가장 오래된 강우량 측정기구인 『공주 충청감영 측우기(국보 제329호)』를 비롯하여 『대구 경상감영 측우대(국보 제330호)』, 『관상감 측우대(보물 제843호)』 진품이 전시되어있다.

코로나19 상황을 고려하여 박물관 개관식은 온라인으로 진행되었고, 개관영상은 홈페이지, 유튜브, SNS 등에 공개되었다. 개관 후 협소한 공간과 코로나19 상황으로 인하여 사전예약제로 운영하다가 12월 5일부로 휴관하게 되었으나, 휴관 전까지 총 610명의 관람객이 다녀갔다.

아울러, 국립기상박물관의 전시 및 소장품, 교육프로그램 소개와 함께 예약관리, 공지사항 안내 등을 할 수 있도록 국립기상박물관·과학관 통합홈페이지를 구축하여 운영하고 있다.



[그림 3-79]
 온라인 개막영상
 (측우기, 측우대)

[그림 3-80]
 온라인 개막식 개막인사
 (김종석 기상청장)

[그림 3-81]
 온라인 개막식 축사
 (문종양 서울대 교수)

[그림 3-82]
 기자간담회(10.29)

4.1.2. 1종 전문박물관 등록

국립기상박물관이 '박물관 및 미술관 진흥법'에 의한 등록기준을 충족하여 1종 전문박물관으로 등록(11.30., 국립 12-2020-01호)되었다.

1종 전문박물관은 해당 분야 주요 유물 100건 이상과 학예사 1인 그리고 전시실, 수장고, 연구실, 강당, 화재도난방지시설, 온습도 조절장치 등을 갖추어야 한다. 그 조건에 충족하기 위해 2016년부터 소장자료 수집(이관, 기증, 구입)을 시작하여 기상과학의 역사성과 전통성을 대표할 수 있는 자료를 확보(12,000여 건)하고, 박물관 업무에 전문성을 갖춘 학예연구사 1인을 채용하였다. 또한, 서울기상관측소(등록문화재 제585호)의 문화재 원형을 복원하여 박물관으로 준공 완료하여 전문박물관으로서의 기준을 충족하였다.

4.1.3. 기상유물의 관리

기상청 소장 『공주 충청감영 측우기(국보 제329호)』와 『대구 경상감영 측우대(국보 제330호)』가 2017년 이후 오랜 노력 끝에 문화재청 최종심의를 통과하여 2월 27일 보물에서 국보로 승격되었다. 2점의 국보는 국립기상박물관 상설전시실에 전시되어 우리나라 기상과학의 우수성을 알리는 데 큰 역할을 하고 있다.

또 다른 기상청 소장품 『관상감청향력고준등록(觀象監淸鄉曆考準騰錄)』은 국가기록원의 맞춤형 복원·복제 서비스 지원사업에 선정되어 낱장의 문서 형태로 복원·복제되었다. 이 문서는 관상감의 주 업무 중 하나인 역서 편찬과 관련해서 내부에서 작성한 관상감계목(觀象監啓目)들을 차례대로 옮겨 놓은(등서騰書) 기록(등록騰錄)이다. 조선 후기의 천문학과 관상감의 활동상을 살피는데 매우 가치가 높은 기록물로 평가된다.

국립기상박물관 전시와 전문박물관 등록을 위해 기상청 기후자료보관실에 보관되어 있던 수집자료 일부를 국립기상박물관 수장고로 이관하였다. 수장고 면적은 48.97㎡로 유물을 격납할 수 있는 모빌랙과 일반 수장대 등을 설치하였다. 소장품을 재질별로 구분하여 보관하고 있으며 항온항습기로 온·습도를 유지하고 있다.

한편, 유물의 생물학적 피해방지와 수장고 및 전시실의 쾌적한 보존환경 조성을 위하여 훈증소독을 시행하였다.



[그림 3-83]
공주 충청감영 측우기
(국보 제329호)

[그림 3-84]
대구 경상감영 측우대
(국보 제330호)

[그림 3-85]
관상감청향력고준등록
(觀象監淸鄉曆考準謄錄)

[그림 3-86]
수장고

4.2. 국립기상과학관 운영

기상청은 2014년 11월 국립대구기상과학관 개관을 시작으로 2017년 1월 국립전북기상과학관, 2020년 5월 국립밀양기상과학관, 7월에 국립충주기상과학관을 개관하여 운영하고 있으며 2020년 코로나19로 인해 관람객은 대구 11,058명, 전북 3,331명, 밀양 28,825명, 충주 4,038명으로 전년 도보다 연간 관람객이 감소한 47,252명으로 집계되었다.

특히 2020년 국립대구기상과학관에서는 제2전시관에 최신기술(VR)을 접목하여 기상과학문화를 배울 수 있는 놀이형 콘텐츠로 개선하였고, 지자체의 신규 기상과학관 설립 요구와 기후변화 영향으로 해양기상의 중요성이 증대됨에 따라 서해안기후대기센터와 여수해양기상과학관에 대한 신규 건립을 추진하고 있다. 서해안기후대기센터는 2023년 개관을 목표로 2019년 4월 기본설계, 9월 착공을 시작하여 2020년 10월 전시·체험시설 제작·설치 사업을 착수하였다. 여수해양기상과학관은 2020년 8월 건립공사 설계용역 사업을 착수하여 2023년 개관을 목표로 과학관 건립을 추진하고 있다.

[표 3-41] 기상과학관 연간 관람객 현황

구분	15년	16년	17년	18년	19년	20년	합계
대구관	113,837	71,103	144,819	107,887	77,217	11,058	525,921
전북관	-	-	22,535	32,656	32,123	3,331	90,645
밀양관	-	-	-	-	-	28,825	28,825
충주관	-	-	-	-	-	4,038	4,038
총계	113,837	71,103	167,354	140,543	109,340	47,252	649,429

기상서비스진흥국 | 기상서비스정책과 | 행정사무관 | 박성균

한국기상산업기술원은 기상산업의 진흥·발전과 기상정보의 활용 촉진 및 유통을 효율적으로 지원함으로써 국가산업의 혁신성장과 경제 발전에 기여하기 위해 2009년 12월 법정법인으로 설립되었으며, 2013년 1월 공공기관(위탁집행형 준정부기관)으로 지정되었다. 2017년 6월에는 「기상산업 진흥법」 개정에 따라 ‘한국기상산업진흥원’에서 ‘한국기상산업기술원’으로 새롭게 출범하였다. 기술원은 기상산업 발전을 위한 기반 조성과 경쟁력 강화라는 기상산업진흥법 본연의 목적을 달성하기 위해 기상산업 성장 지원, 기상·지진기술 개발, 기상·지진장비 관리 등 다양한 기상산업 활성화 업무를 추진하고 있다.

5.1. 주요기능 및 조직

한국기상산업기술원의 조직구조는 3본부 1단 1센터 9실 5팀이며, 정원은 148명이다. 주요기능으로는 기상산업 시장의 조사·분석 및 수집정보의 이용, 기상산업·기상업무·지진·지진해일·화산 등을 위한 연구개발사업의 기획·평가·관리 및 활용, 기상사업의 창업 및 경영 지원, 기상측기 검정 업무, 국가나 지방자치단체 등으로부터 위탁받은 사업이나 다른 법령에 따라 기술원의 업무로 정한 사업들을 수행하고 있다.



[그림 3-87] 한국기상산업기술원 조직도

5.2. 주요 성과

한국기상산업기술원은 공공기관으로서 사회적가치 실현 체계를 강화하고 수요자 중심 사업 운영을 위해 경영전략 목표를 ‘기상산업 혁신성장 선도’, ‘기상기술·정보 사회적가치 확산’, ‘국민체감 사회적 책임 실현’으로 재정립하였다. 이와 더불어 사회경제적 현안(코로나19 위기 대응, 한국판 뉴딜 등)을 반영한 9대 전략과제를 도출함으로써 경영목표 달성을 위한 실행동력을 확보하였다.

기상산업의 효율적인 육성·지원을 통해 발전 기반을 조성하고 국가경쟁력을 강화하고자 기상산업 육성·시장 확대 사업을 추진하여 기상산업 매출액 규모가 전년 대비 4.3% 증가한 5,023억 원으로 조사되었고, 기상산업 종사자 수도 전년 대비 2.4% 증가한 2,822명으로 집계되었다. 체계적인 기상관측장비 관리를 통해 국가기상관측자료 품질정확도도 전년 대비 0.6% 개선된 97.5%를 달성하였다.

또한, 기관 설립목적인 ‘기상정보 활용·촉진·유통을 효율적으로 지원’하기 위해 기상기후빅데이터센터를 신설하고, 고성능 컴퓨팅 자원을 통한 기상산업 활용 서비스 제공 등 기상기후 데이터 활용 인프라를 구축하였다. 더불어 기상기술 전문기관으로서 기상분야 국가·국제표준 선도를 위한 신규 예산 및 추가인력 2명을 확보하였다.

5.3. 공공기관의 사회적 가치 실현 및 사회현안 해결 노력

코로나19 바이러스 확산으로 타격을 입은 민생 경제 활성화 및 피해 극복을 위한 직원 성금 모금을 실시하였으며, 공모전 상금을 활용한 지역사회 취약계층 코로나19 대응 물품 지원 등 공공기관으로서 사회적 책임을 다하고 상생협력을 몸소 실천하였다. 또한, 혈액 대란을 해소하기 위해 기관 차원의 헌혈을 추진하였고, 기업제로페이 도입을 위한 업무협약을 체결하여 소상공인 결제수수료 경감에 기여하였다. 아울러 지역 전통시장인 ‘영천시장’과 업무협약을 통한 방역물품 및 농산물 구매 지원 등 지역상권 활성화, 농촌 일손 부족 해소를 위한 봉사활동, 한국백혈병어린이재단 헌혈증 기부, 비대면 기증캠페인 등 사회취약계층을 대상으로 한 나눔 활동으로 코로나19 위기 극복을 위해 노력하였다.

청년 실업률 증가, 일자리 부족 등 사회 현안을 해결하기 위해 기상기업 통합 일자리 정보 제공, 기상산업 분야 우수인재 대상 비대면 취업 지원 프로그램 운영 등 다양한 취업 지원 서비스 및 프로그램을 제공하였다. 양질의 공공부문 일자리 창출을 위해 사회취약계층을 북한이탈주민, 다문화 가정까지 확대하여 사회적 다양성을 반영한 취업 지원 기반을 마련하였으며 청년 채용, 체험형 청년인턴 고용 등 청년 일자리 창출에 기여하였다.

또한, 공공부문 직무 중심 보수체계 개편 추진을 위해 노사가 적극적으로 협력하였으며 직무 중심 보수체계로의 전환을 위한 직무분석, 직무가치평가 실시 등 견고한 직무급 도입 기반을 구축하였다.

1

지진업무의 제도 개선

지진화산국 | 지진화산정책과 | 기상사무관 | 김복희

지진화산국 | 지진화산정책과 | 기상연구관 | 이희춘

1.1. 검정제도 시행을 위한 지진관측법 시행령 및 시행규칙 개정

경주(2016) 및 포항(2017)지진 이후, 기상청을 포함한 정부기관·공공기관·지자체 등에서는 지진 재난 대비 목적으로 지진관측망을 확대·운영하고 있다. 이에 대해 지진·지진해일·화산 관측 장비의 전문적인 검정과 관리를 통한 정확도 향상을 위해 「지진·지진해일·화산의 관측 및 경보에 관한 법률」(이하 지진관측법)을 개정(법률 제16612호, 2019.11.26. 공포, 2020.11.27. 시행)하였다. 관측 장비에 대한 전문적인 검정과 관리를 위해 지진·지진해일·화산의 관측 장비를 제작·수입 또는 설치하는 자가 그 관측장비를 관측 용도로 제공하려면 기상청장의 검정(檢定)을 받도록 하고, 기상청장은 검정업무를 전문적으로 수행하기 위하여 검정대행기관을 지정할 수 있도록 하는 등의 내용을 지진관측법에 반영하였다. 지진관측법 개정에 따라 가속도지진센서, 속도지진센서 및 지진기록계를 검정대상 관측장비로 정하고, 검정대행기관으로 지정을 받으려는 자는 지진 관련 분야의 박사학위 취득자 등 3명 이상의 인력 및 기본검정장비·기준기 등의 설비를 갖추어 기상청장에게 신청하도록 검정대행기관의 인력 및 설비에 관한 요건을 정하는 내용으로 지진관측법 시행령을 개정하였다. 또한, 지진·지진해일·화산의 관측 장비의 검정 기준 및 검정수수료를 정하고, 검정대행기관 지정의 기준 및 방법을 정하는 내용으로 지진관측법 시행규칙을 2020년 11월 27일 개정하였다.

1.2. 검정제도 시행을 위한 행정규칙 제정

지진관측장비 검정제도의 정상운영을 위해 추진한 법제화 절차의 후속조치로 지진관측장비 검정 기준에 대한 검사방법 및 공차(고시, 2020.12.10.)와 지진관측장비 검정대행기관 지정 및 검정업무 규정(훈령, 2020.12.7.)을 제정하였다. 이와 관련하여 주요 내용으로는 아래 표와 같다.

[표 3-42] 검정제도 시행을 위한 행정규칙 제정 주요 내용

행정규칙명	주요 내용
지진 관측 장비 검정기준에 대한 검사방법 및 공채(고시)	- 관측 장비별 검정유형 및 검정항목에 대한 검사방법, 오차범위 ※ 1) 관측장비 : 가속도지진센서, 속도지진센서, 지진기록계 2) 검정유형 : 실내검정, 현장검정 3) 검정항목 : 감도, 주파수응답, 선형성, 압출력반응, 시각오차, 전압안정도 등
지진 관측 장비 검정대행기관 지정 및 검정업무 규정	- 검정대행기관 지정 평가위원회 구성·운영 - 검정대행기관 관리를 위한 자료 제출 요구 및 점검 - 검정신청에서 검정성적서 발급까지의 행정절차

1.3. 지진해일정보 신설

기상청은 특보 기준에는 미치지 못하는 지진해일 상황과 지진해일 특보 이후 지진해일 변화 상황에 관한 정보를 공유하기 위해 ‘지진해일정보’를 신설하였다. 지진해일 특·정보의 발표 기준은 아래와 같다.

[표 3-43] 지진해일 특·정보 발표기준

구분	발표기준
지진해일정보	1. 지진해일 특보 기준에는 미치지 못하나 우리나라에 영향이 예상될 경우 2. 지진해일 특보 발표 이후, 주요지점의 지진해일 예측정보 또는 관측자료 등 추가 정보를 알릴 필요가 있을 경우
지진해일주의보	규모 6.0 이상의 해저지진이 발생하여 우리나라 해안가에 해일파고 0.5~1.0m 미만의 지진해일 내습이 예상될 때
지진해일경보	규모 6.0 이상의 해저지진이 발생하여 우리나라 해안가에 해일파고 1.0m 이상의 지진해일 내습이 예상될 때

1.4. 지진과학의 이해 및 정책 홍보

2020년에는 국가 지진정책인 지진정보서비스와 지진과학 전반에 대한 이해도 증진을 위해 주목도 높은 홍보콘텐츠 개발 및 확산에 중점을 두었다. 특히, 코로나19 상황에 대응하여 온라인 홍보를 강화하였다.

그 일환으로 지진안전주간(9.7.~9.13.)이 포함된 9월 한 달간 마이크로페이지(임시 사이트)를 개설하여 온라인으로 지진안전 캠페인을 운영하였다. 지진과학, 지진정책 등 국민들이 알아야 할 지진정보를 영상(26편), 카드뉴스(16편), 트렌디콘텐츠(7편), 인포그래픽(1편), 책 자료(3종) 등 다양한 콘텐츠로 제공함으로써 그동안 여러 곳에 산재해 있던 지진 관련 자료를 한곳에서 쉽고 재미있게 확인할 수 있도록 하였다. 이번 캠페인은 그간 서울역에서 개최하였던 오프라인 행사를 온라인 홍보로

전환하여 진행함으로써, 코로나19 시대에 발 빠르게 대응하여 국민들로부터 큰 호응을 얻었다.

또한, 강진 발생지역을 대표하여 2020년에 개관한 밀양기상과학관에 지진기획전시관 전시지원 을 통해 지진에 대한 지역 주민들의 불안감을 해소시키고자 노력하였다. 지진조기경보 원리, 지진 상식, 지진발생 시 대피방법을 담은 체험 전시물을 제작하여 전시하였으며, 지진 종류, 규모와 진 도, 지진조기경보서비스, 지진해일, 행동요령 등이 담긴 홍보 패널을 전시함으로써 지진과학 및 지 진업무를 보다 쉽게 이해할 수 있도록 하였다.

휴대폰이 대중화된 요즘 모바일 기반의 홍보콘텐츠를 제공하기 위해 유튜브, 페이스북 등 온라 인 홍보채널을 운영하였다. 과학 크리에이터를 활용한 영상 2편(① 동물이 이상행동을 하면 지진이 발생할까? ② 지진대비 가능할까? 기상청에 물어봤습니다.)과 지진과학, 지진정보서비스 등을 이해 하기 쉬운 형태(카드뉴스 9건, 트렌디콘텐츠 5건, 인포그래픽 1건 등)로 제작하여 유튜브와 페이스 북을 통해 제공하였다. 뿐만 아니라, 사용자 위치 기반으로 실시간 지진정보를 확인할 수 있는 날 씨알리미 앱을 적극적으로 홍보하여 활용하도록 하였다.

새롭게 개편된 지진재난문자 발송범위에 대한 정보 전달을 위해 브랜드 홍보영상을 제작하여 아 파트 미디어보드, 훔플러스 무빙워크, 카카오톡 비즈보드 등 생활접점 매체를 통해 반복 송출함으 로써 홍보 효과를 극대화 하였다.



[그림 3-88] 2020년 지진홍보 콘텐츠

2 지진·화산 발생현황

지진화산국 | 지진화산감시과 | 기상사무관 | 우남철

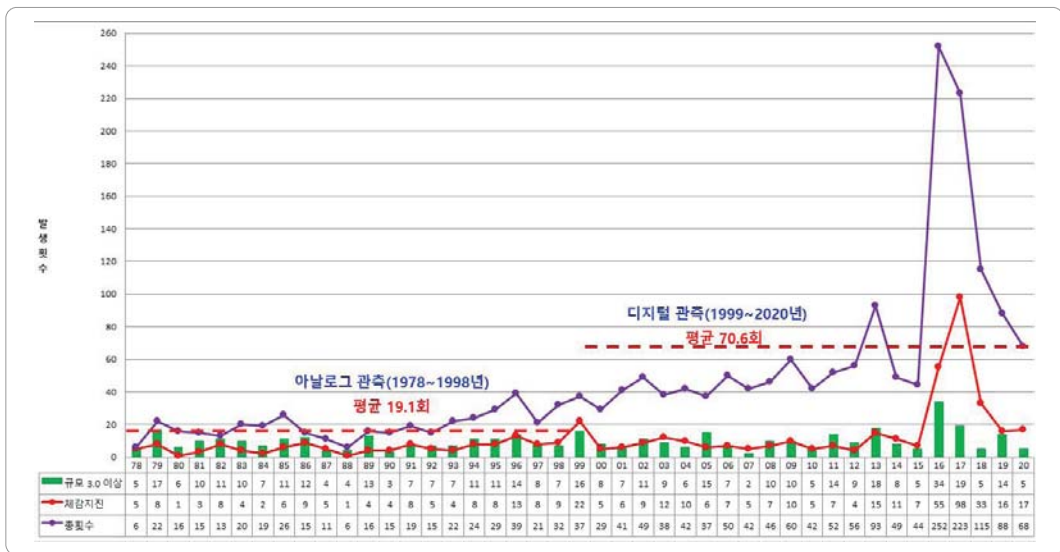
2.1. 국내지진 발생 현황

2020년 한반도 및 주변해역에서 발생한 지진은 총 860회로 규모 2.0 이상의 지진은 68회, 미소 지진은 792회 발생하였다. 규모 2.0 이상 지진의 경우 2019년(88회)보다 발생횟수가 적었으며, 디지털 관측 기간(1999~2019년) 연평균 70.7회보다 적게 발생하였다.

[표 3-44] 1978~2020년 관측시기별 지진 발생 횟수

구 분	평균 지진 발생 횟수			2020년 발생횟수
	'78~'19년	'78~'98년 (아날로그 관측)	'99~'19년 (디지털 관측)	
규모 2.0 이상	44.9	19.1	70.7	68

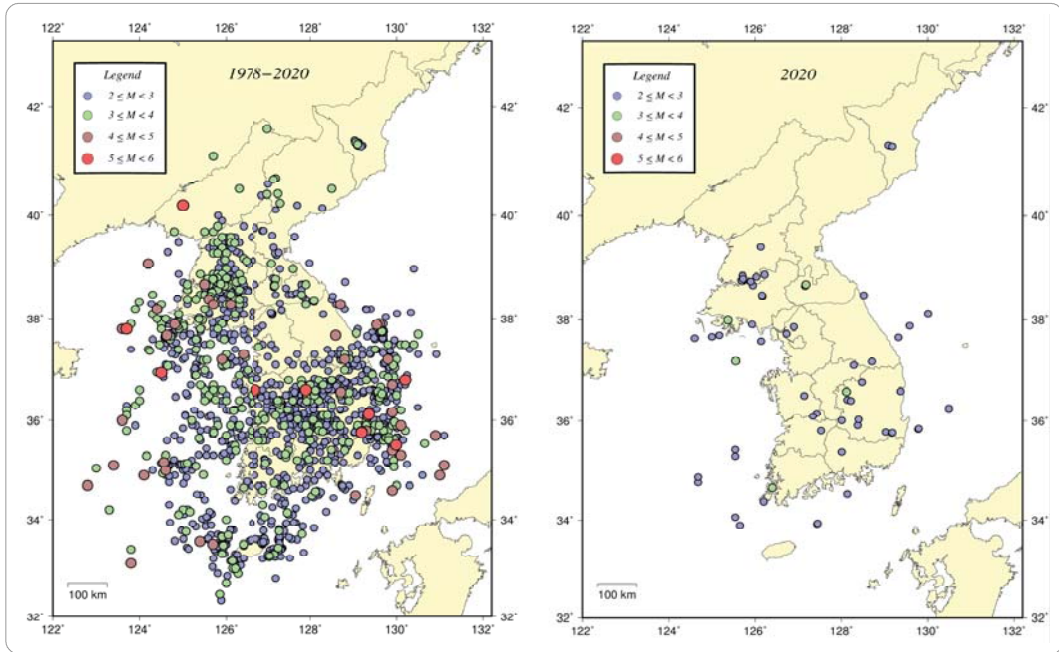
특히, 2020년 4월 26일부터 6월 11일까지 전남 해남군 지역에서 지진이 잇달아 76회 발생하여 지역주민들의 관심과 걱정이 컸으나, 발생 위치가 반경 500m 안에 집중되어 지진을 유발한 단층이 크지 않은 것으로 분석되었다.



[그림 3-89] 1978~2020년 지진 발생 현황

규모 3.0 이상의 지진은 디지털 관측 연평균(11회)보다 적은 5회 발생하였으나 사람이 진동을 느낀 체감지진은 17회 발생하였다.

지역·해역별 규모 2.0 이상 지진 발생 현황은 지역에서 47회, 해역에서는 21회 지진이 발생하였다. 그중 북한 지역이 20회, 대구·경북 지역에서 12회 발생하였다. 해역은 서해 11회, 동해 7회, 남해에서 3회 발생하였다.



[그림 3-90] 지진 진앙분포도('78~'20년(좌)/'20년(우))

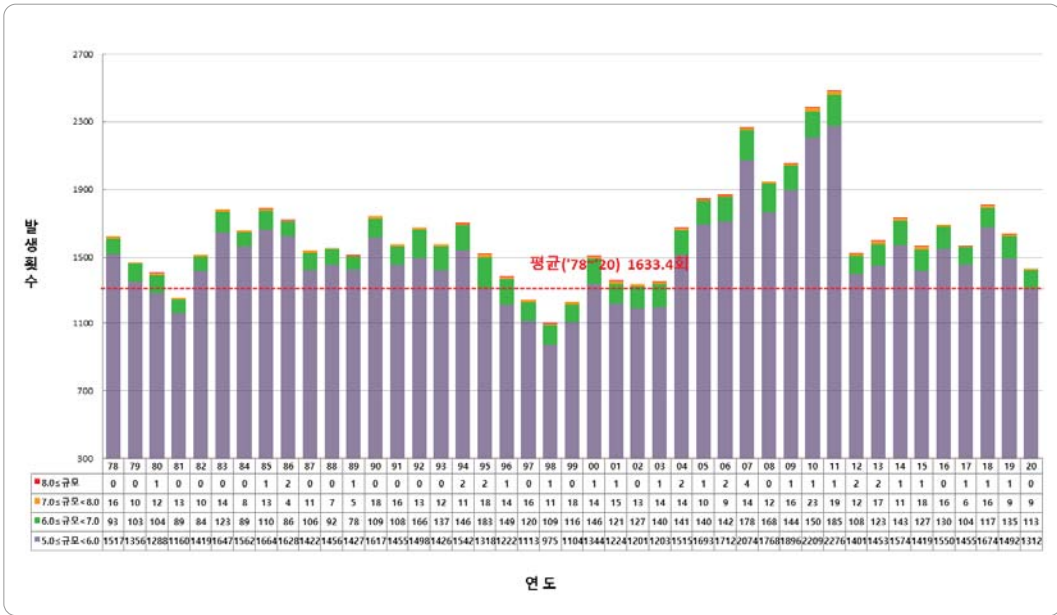
2.2. 세계지진 발생 현황

2020년 국외에서 발생한 규모 5.0 이상의 지진은 총 1,434회로 연평균(1978년~2019년) 지진 발생횟수 1,638회보다 적었다. (출처: 미국지질조사소)

가장 큰 규모의 국외지진은 1월 29일 자메이카 해역에서 발생한 규모 7.7의 지진이다.

[표 3-45] 국외지진 발생 횟수(규모 5.0 이상)

규모	5.0≤ML<6.0	6.0≤ML<7.0	7.0≤ML<8.0	8.0≤ML	합계
2020년	1,312	113	9	0	1,434
연평균('78~'19년)	1,498.8	125.5	13.0	0.8	1,638.1



[그림 3-91] 1978~2020년 세계지진 발생 현황

2.3 화산 발생 현황

2020년 한 해 동안 기상청에서 발표한 화산정보는 10건이었다. 분연주 높이가 가장 높았던 화산은 인도네시아 스메루 화산으로, 2020년 12월 1일 분연주 높이가 약 15,200m였다. 한편, 일본 니시노시마 화산의 분연주 높이는 5,500m였으나 화산재 및 화산가스의 일부가 북태평양 고기압 기류를 따라 한반도 방향으로 확산되어 화산정보를 발표하였다.

지진화산국 | 지진정보기술팀 | 방송통신사무관 | 심원보

지진화산국 | 지진정보기술팀 | 기상사무관 | 박지영

3.1. 지진관측망 확대

3.1.1. 국가 지진관측망 구축 및 운영

기상청은 2020년을 기준으로, 고성특별지진관측소 1개소를 포함하여 전국에 총 265개소의 국가 지진관측망을 구축·운영하고 있다.

2020년에는 노후 지진관측장비 및 공중음파관측장비 교체, 지진관측장비 검정, 그 밖의 제도 일부 개선과 지진다발지역 및 지진관측망의 상대적 부족지역에 이동식 지진관측장비 설치 사업을 다음과 같이 수행하였다.

첫째, 노후 지진관측장비 10개소 교체사업은 불가피하게 설치환경 조성공사만을 준공한 채로 제조업체 사정으로 인해 지진관측장비를 구매 설치하지 못하고 예산을 이월하였다. 이를 해결하고자 전문가회의 등을 거쳐 지진관측장비 도입 기술규격을 완성함은 물론 기상청고시 「지진관측장비의 성능규격」 일부 개정도 동시에 추진한 바, 고질적인 단일 응찰 문제 등의 해소를 기대할 수 있게 되었다.

둘째, 노후 양구 공중음파 관측장비 교체사업은 현 관측소를 폐지하고, 북동 방향으로 약 12km에 위치한 인제지역에 부지를 확보하고 유엔 포괄적핵실험금지조약기구(CTBTO²²) 국제핵실험관측망(IMS²³) 설계를 적용한 최첨단 장비를 도입 이전 설치하여 관측환경을 통한 운영상 어려움을 해결하였으며, 명칭도 인제공중음파관측소로 변경하였다.

셋째, 지진관측장비 검정 사업은 국내 최초로 시행하게 되었다. 이를 위하여 지진관측장비 검정 인력 20인을 확보하고, 2020년 12월 10일부로 한국기상산업기술원을 검정대행기관으로 지정 운영하고 있다. 또한 지진계의 성능확인에 매우 중요한 동적범위와 자체잡음 테스트 등을 위해 기초 과학연구원과 협력하여 강원도 정선지역 지하심부 약 600m 깊이에 2층 경량철골구조의 다목적 암반실험실을 구축하였으며 우선 이곳에 특별지진관측소를 설치하여 실시간 지진관측자료를 획득할 예정이다.

²²) Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organization, CTBTO

²³) International Monitoring System

넷째, 지진관측소의 관측환경 개선 사업은 청주, 한림 지진관측소 2곳을 관측환경이 양호한 장소로 이전 설치하였으며, 지진관측기관별 관측망 설치 계획을 제출받아 검토 후 총 31개소를 조정함으로써 예산 절감 효과와 관측자료의 공동 활용에 기여할 것으로 기대된다.

이밖에도 기상청 고시 「지진해일관측장비의 성능규격」도 일부 개정하였고, 해남 지진다발지역 4개소 및 상대적으로 관측망이 부족한 일부 내륙, 해안, 도서지역에 이동식 지진관측소 12개소를 설치 운영 중에 있다.

한편, 기상청은 전국 265개소에 설치된 지진관측소, 지진해일관측소 2개소, 공중음파관측소 5개 지역 32개소, 지구자기관측소 1개소의 자료수집과 분석·통보시스템에 대해 1년 365일 24시간 무중단 운영을 위해 안정적인 관측망 운영 관리에 힘쓰고 있다.

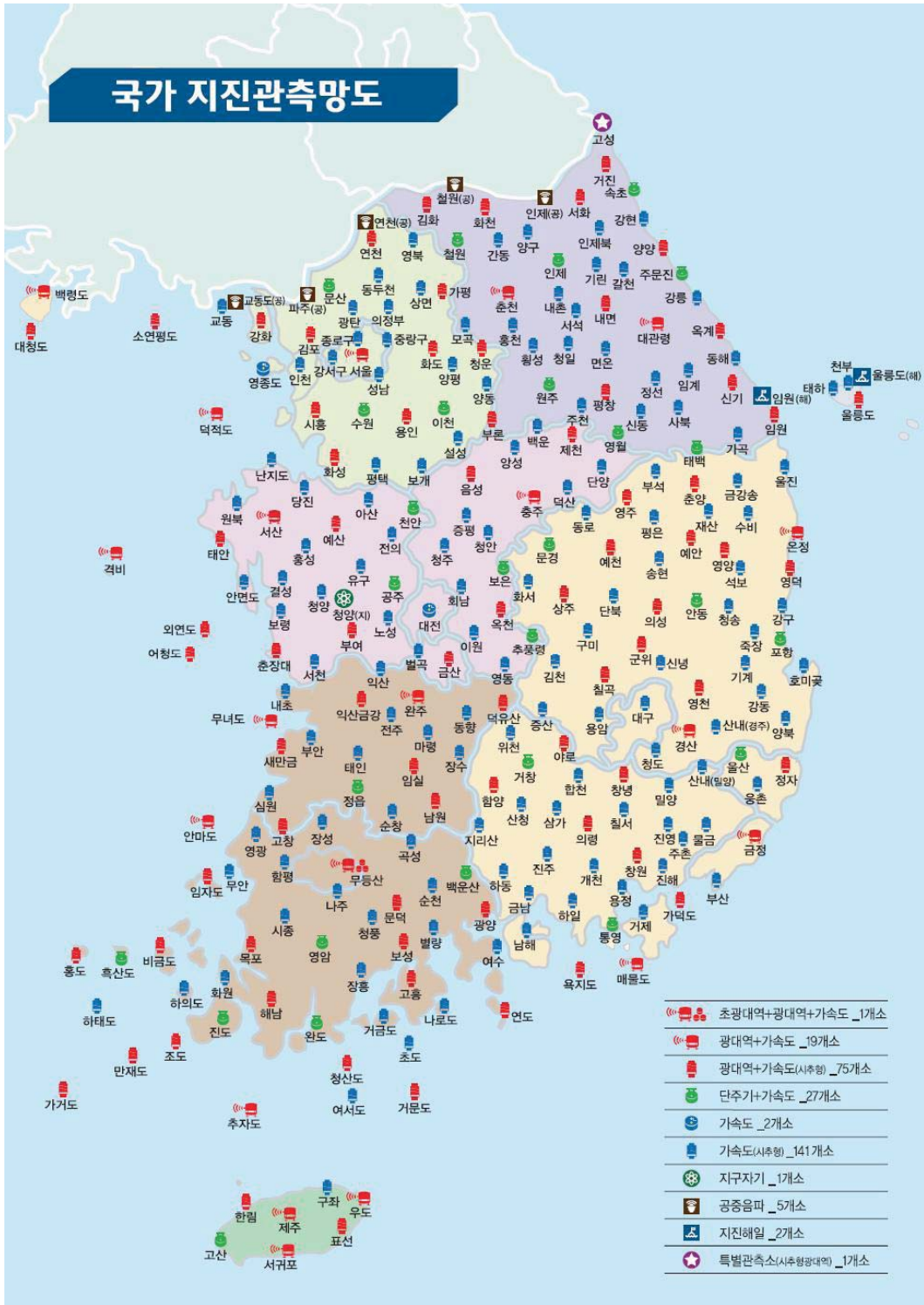
[표 3-46] 국가 지진관측망 사업 추진 현황

관측소 구분		2018년 관측망 수(개소)	2019년 관측망 수(개소)	2020년 사업 내역	2020년 사업 완료 후 관측망 수 (개소)	비고
지표형	초광대역	1	1	-	1	
	광대역	19	19	-	19	
	단주기	27	27	-	27	
	가속도	2	2	-	2	
시추형	광대역	76	76	이전(1) : 한림	76	관측환경 개선
	가속도	140	140	이전(1) : 청주	140	관측환경 개선
합 계		265	265	-	265	

[표 3-47] 지진해일, 지구자기, 공중음파 관측소 및 이동식 지진관측장비 현황

구분	관측망 또는 장비 수	관측소명
지진해일관측소	2개소	울릉도(섬목), 임원(비화항)
지구자기관측소	1개소	청양
공중음파관측소	5개 지역 32개소	인제*(6), 철원(5), 파주(6), 연천(7), 교동도(8) * 양구 → 인제로 이전 설치
이동식 지진관측장비	17조	광대역속도(3), 단주기속도(14)

국가 지진관측망도



[그림 3-92] 국가 지진관측망도

3.2. 정보전달 체계 개선

3.2.1. 지진정보 직접연계 서비스 확대

기상청은 지진이 발생하면 국민들의 생명과 재산을 보호하기 위해 긴급재난문자(CBS), TV 자막 방송, SNS, 홈페이지 등 다양한 매체를 활용하여 신속하게 지진정보를 전달하고 있다. 이러한 여건임에도 만일에 존재하는 지진정보 전달의 사각지대를 최소화 하고 보다 빠른 정보 전달을 위해서 2015년부터 지진정보 직접연계 서비스를 시행해오고 있다.

직접연계 서비스는 기상청 지진조기경보시스템과 각 유관기관 시스템을 직접연계하여 지진정보가 실시간으로 전달되어 신속한 지진대응이 가능하도록 한 방식이다.

직접연계의 대표적 사례로 2017년 11월 포항지역 규모 5.4 지진 발생 시 19초 만에 경기도 '지진정보전파시스템'을 통해 경기도 재난안전본부와 17개 소방서 등에 지진정보가 신속하게 전파된 사례를 들 수 있다.

2019년부터는 지자체와 교육청과의 연계를 추진하여 2020년 12월말 기준 46개 기관(중앙행정기관, 재난관리책임기관, 지자체 등) 56개 시스템과 실시간 연계 중이다.

[표 3-48] 연도별 지진정보 직접연계 서비스 연계시스템 수

구분(연계기관수)	2015	2016	2017	2018	2019	2020	합 계
중앙행정기관(5)	2	1	-	2	1	2	8
재난관리책임기관(15)	-	1	3	4	4	7	19
지방자치단체(15)	-	-	6	4	3	4	17
시·도 교육청(8)	-	-	-	-	2	6	8
기타(3)	-	-	2	2	-	-	4
합계(46)	2	2	11	12	10	19	56

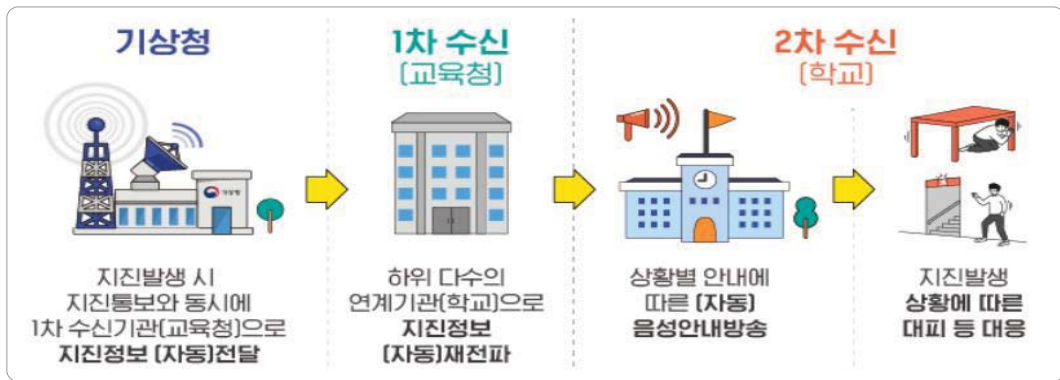
3.2.2. 학교 대상 지진정보 연계 시범서비스

지진이 발생하면 지진재난문자를 비롯해서 TV자막, 인터넷 포털사이트, 기상청 홈페이지, 각종 SNS 등 다양한 방식으로 지진정보를 제공하고 있으나, 학교의 경우 수업 중 휴대폰을 활용할 수 없는 정보수신 사각지대에 놓이게 됨에 따라 대응방안 마련이 필요한 상황이었다.

이러한 문제를 해결하기 위해 2017년부터 일부 학교를 대상으로 지진통보 시 기상청으로부터 지진정보를 수신하여 자동으로 학교 내 음성방송으로 지진발생 상황과 행동요령에 대한 안내가 이루어지는 시범서비스를 추진하고 있다.

시범서비스는 기상청-교육청-학교 간 연계를 통해 지진통보 즉시 학교 방송시스템으로 자동음

성안내방송이 가능한 서비스로, 평상시에는 화재·지진 등 대피훈련 시 사용하거나 추가 설비 없이 민방위경보를 전달하는 수단으로도 활용가능하다.



[그림 3-93] 학교 연계 시범서비스 구성

2017년부터 2020년까지 총 8개 교육청, 5개 교육지원청 및 90개 학교에 적용되었으며, 향후 지원 대상을 점차 확대할 예정이다.

[표 3-49] 시범서비스 구축 현황

구분	교육청 (교육지원청)	연계기관					합계	연계연도
		유치원	초등학교	중학교	고등학교	특수 학교		
1	서울특별시교육청	-	3	3	3	1	10	2020년
2	경기도교육청	-	4	-	4	1	9	
3	강원도교육청	-	6	-	4	-	10	
4	충청남도교육청 (금산, 홍성, 태안)	1	3	2	3	-	9	
5	경상남도교육청	-	2	2	7	-	11	
6	경상북도교육청 (경주, 포항)	1	13	4	1	-	19	2019년
7	제주도교육청		5	1		1	7	
8	울산시교육청		12	3			15	
합계		2	48	15	22	3	90	-

4

지진·지진해일·화산 기술개발

지진화산국 | 지진화산연구과 | 기상사무관 | 이전희

계기 지진관측 이래 국내 최대 규모인 2016년 경주지진과 2017년 포항지진은 한반도에서도 대규모 지진 발생 가능성이 있음을 확인시켜준 대표적인 사례이다. 2020년에는 국민들의 안전을 위협하는 큰 규모의 지진은 없었지만, 4월에서 6월 사이 한반도 남서부 해남지역에서 규모 0.9에서 3.1 사이의 지진이 연이어 76회 발생한 바, 지진발생에 대한 국민들의 불안감은 여전하였다. 이에 기상청은 한반도 및 주변 국가에서 발생하는 지진, 지진해일, 화산분화 등에 대한 신속하고 정확한 정보를 제공하기 위하여 지속적으로 지진·지진해일·화산 현상에 대한 연구개발을 추진하고 있다.

지진화산연구과에서는 「지진·화산업무 지원 및 활용 연구」 자체 연구 사업을 통하여 한반도 지진학적 특성에 맞는 한국형 지반운동예측모델 개발, 진동영향 정보 산출 적용을 통한 진도 정보의 정확도 개선, 슈퍼컴퓨터를 활용한 지진해일 수치모의 수행 체계 개선, 백두산 화산활동 변화 추이 분석 및 화산재 확산 예측모델 분출식 보정을 통한 성능 개선 등에 지속적인 성과를 나타내고 있다.

또한, 2018년부터 시작된 「한반도 지하 단층·속도구조 통합모델 개발」 1단계 사업은 지진활동을 이용한 지하 단층구조 모델 개발과 지역·깊이별 지진파 속도모델의 통합모델 개발을 주요 내용으로 하고 있다. 3차 년도인 2020년에는 영남권·수도권 지하 단층구조와 지질구조의 연계성 정밀분석 및 한반도 지하 단층·속도구조 초기 통합모델 개발을 위한 표준 데이터베이스를 설계하였다.

[표 3-50] 1단계 한반도 지하 단층·속도구조 통합모델 사업 연구과제 목록

구분	연구과제명	사업기간	연구기관
1	영남권 지하 단층구조 모델 개발	2018~2021	부산대학교
2	수도권 지진활동·지하단층 분석 및 지하구조 연구	2018~2021	연세대학교
3	3차원 속도구조 통합모델 개발	2019~2021	서울대학교

아울러, 기상·지진 See-At 기술개발사업의 일환으로 지진·지진해일·화산 현상에 대한 목적형 기초·원천 기술 개발인 「지진화산기술」 출연공모 사업을 통하여 연구역량 강화와 전문 인력 양성에 힘쓰고 있다. 2020년에는 45억원의 예산으로 공모에 의해 선정된 계속과제 18개 과제(지정 4, 품목 4, 자유 10)를 수행하여 인공지능, 현장경보 기술, 지표영향 연구 등 신기술을 이용한 향후 미래대비 지진화산 연구개발 업무 발전 기반 조성의 기틀을 마련하였다. 이러한 연구과제 수행을 통해 2020년 한 해 동안 SCI급 논문 30건, 비SCI급 논문 28건, 특허 출원 8건, 특허 등록 4건, SW

등록 16건 등의 연구 성과가 있었으며, 최근 3년(2018~2020)간 총 189억원의 연구비를 투자하여 국내외 논문 146편(SCI급 77편, 비SCI급 69편), 특허 39건(출원 29건, 등록 10건) 등의 정량적인 연구 성과를 거두었다. 이 사업 가운데 「한-중 백두산 공동 관측 장기 연구(화산특화연구센터)」를 제외한 나머지 과제는 3년간의 연구 수행이 종료되었으며, 2021년부터는 응용목적의 「지진·지진 해일·화산 감시 응용기술 개발」사업이 신규로 추진·운영되어 신속하고 정확한 지진화산 정보제공을 위한 핵심기술 개발을 지원할 예정이다.

1.1. 천리안위성 1호 기상관측 임무 종료

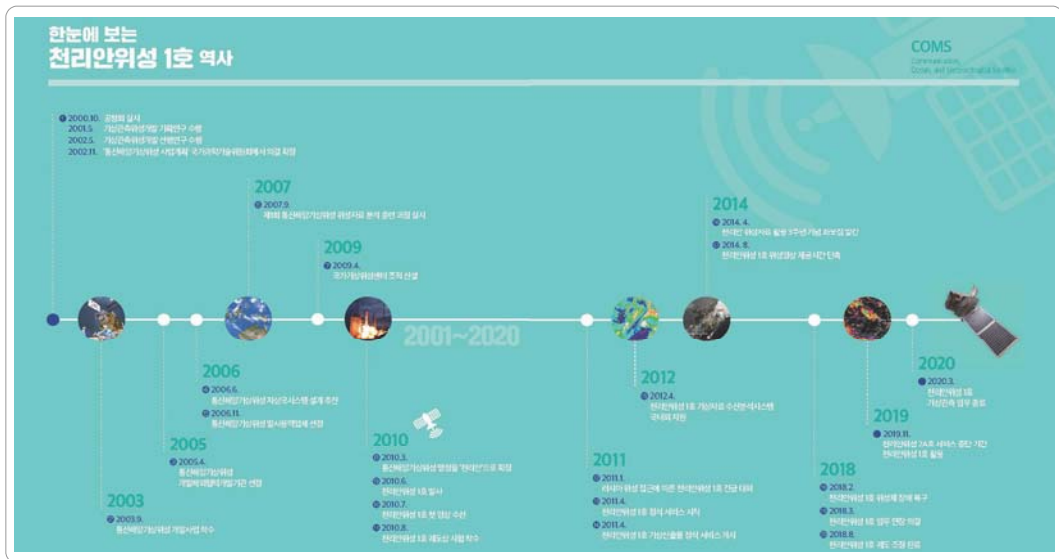
‘하늘(天)에서 이로운(利)과 안전함(安)을 가져다준다’라는 의미를 지닌 천리안위성은 1990년대 시간당 100mm가 넘는 국지적인 호우 발생 등으로 인하여 일기예보의 정확도가 높아지고, 관측자료가 더욱 세밀해지기를 바라면서 기상위성 개발의 필요성이 대두되었다. 이후 2000년 공청회를 시작으로 2003년 9월 ‘통신해양기상위성 개발사업’을 착수하여 마침내 2010년 6월 27일 오전 6시 41분(이하 한국 시간) 남미의 프랑스령 기아나 쿠루에 위치한 기아나우주센터(CSG: Centre Spatial Guyanais)에서 천리안위성 1호를 발사하였다. 이는 세계 일곱 번째이자 국내에서는 처음으로 독자 기상위성을 보유하게 되는 역사적 의미가 부여되는 날이었다.

천리안위성 1호는 7월 6일 정상궤도에 진입했으며, 7월 10일부터 한국에서 관제를 시작한 이후 7월 12일 오전 11시 15분에 첫 번째 영상을 성공적으로 수신하였다. 천리안에서 관측된 첫 가지 영상에는 한반도 주변의 장마전선과 필리핀 부근에 위치한 태풍 ‘곶선’이 선명하게 관측되었다. 센서 검보정 및 알고리즘 최적화 작업 등 6개월간의 궤도상 시험과 3개월간의 시험운동을 거친 천리안위성 1호는 2011년 4월 1일 오전 9시부터 본격적인 정규운영과 위성자료 송출 서비스를 시작하였다. 이로써 우리나라는 타국 위성자료를 받던 나라에서 아시아-태평양 지역 국가에 우리 위성영상을 제공하는 나라가 되었다.

2011년 4월 1일부터 위성영상과 더불어 6종(황사, 안개, 구름 탐지, 대기운동벡터, 구름 분석, 운정온도/고도)을 1차적으로 서비스하였고, 6월부터 4종(강우강도, 해수면온도, 가강수량, 상층 수증기량)을 서비스하였다. 마지막으로 같은 해 11월부터는 6종(표면도달일사량, 해빙/적설, 지구방출복사량, 지표면 온도, 에어로솔 광학두께, 청천복사회도)등 더해 총 16종의 기본산출물을 서비스하였다. 인터넷 등 지상 통신망을 통한 군, 방송국, 재난 안전 등 22개 유관기관에 실시간으로 위성자료를 제공하였으며, 위성자료를 이용한 황사, 태풍, 호우, 항공기상 등 위험기상의 조기 탐지는 물론

이고 기상예보 및 수치예보 지원을 강화하였다. 또한, 천리안 위성자료를 기후·수문·환경·해양·방재 분야 등에 융합적으로 활용하고 맞춤형 산출물을 서비스하였다.

2018년 3월 기상청, 과학기술정보통신부, 해양수산부로 구성된 ‘천리안위성운영위원회’의 심의를 거쳐 2020년 3월까지 2년간 기상관측 임무 연장을 결정하였다. 천리안위성 1호는 당초 설계수명(7년)보다 2년간 연장운동을 거쳐 2020년 4월 1일 08시 59분에 9년간의 기상관측 임무를 종료했다. 천리안위성 1호는 우리나라 첫 정지궤도기상위성임에도 불구하고 선진국 수준인 98.1%의 운영 성공률을 달성하였다. 하루 평균 785장의 영상을 생산하여 언론, 유관기관, 민간기상사업자 등에 실시간으로 제공하여, 총 3,064억원의 경제적 편익과 2,226명의 고용효과를 창출하였다.



[그림 3-94] 천리안위성 1호 개발에서 임무 종료까지

2.1. 천리안위성 2A호 75종 산출물 개발 완료

국가기상위성센터는 천리안위성 1호의 후속위성인 천리안위성 2A호 16개 채널 위성영상 자료를 활용하여 52개의 기상요소 산출 기술과 다분야 활용기술 고도화를 위한 23개의 활용기술을 개발하였다. 2014년 천리안위성 2A호 지상국 시스템 개발사업의 일환으로 국가기상위성센터, 한국 전자통신연구원, 대학 등 국내 기술진이 참여하여 2019년 초기 개발을 완료하였으며, 2019년 7월 25일 천리안위성 2A호 정규 운영과 함께 시범서비스를 시작하였다. 2019년 10월부터 과학적으로 성능을 평가하여 목표한 정확도를 확보한 산출물에 대해 현업화를 추진하여, 2020년 11월 30일 75종 산출물을 정식서비스하였다.

2.1.1. 기상산출물 52종 개발 완료

천리안위성 1호 기상산출물보다 천리안위성 2A호의 기상산출물은 장면분석·표면, 구름·강수, 복사·에어로졸, 대기·항공 4가지 그룹별로 체계화하여 개발에 성공하였다. 2019년, 기상산출물 알고리즘 궤도상 시험을 두 단계로 나누어 알고리즘의 최적화, 정확도 검증, 사용자 활용성 개선 작업을 추진하였다. 같은 해 10월부터 총 6차에 걸쳐 정확도 및 활용도를 평가하여 2020년 9월 25일까지 52종 기상산출물 개발을 마쳤다.

[표 3-51] 천리안위성 2A호 기상자료처리 알고리즘 52종 현업화 추진 결과

구분	정식서비스	대상산출물
1차(7종)	'19. 10. 31.	구름탐지, 복사량/정천복사량, 대기운동벡터, 가강수량, 연직 온도프로파일, 연직 습도프로파일, 대기안정도지수
2차(16종)	'20. 3. 31.	해수면온도, 지표면온도, 적설, 해빙, 안개, 산불탐지, 오존전량, 운상, 운량, 운형, 강우강도, 하향단파복사(지표면), 상향장파복사(대기상한), 구름입자유효반경, 구름수액경로, 구름층/고도
3차(1종)	'20. 6. 8.	대류운발생탐지
4차(3종)	'20. 6. 23.	황사광학두께, 에어로졸광학두께, 에어로졸입자크기
5차(10종)	'20. 9. 1.	착빙, 대류권계면 접힘 난류탐지, 성층권침투 대류운탐지, 상향단파복사(대기상한), 흡수단파복사(지표면), 하향장파복사(지표면), 상향장파복사(지표면), 적설깊이, 인공지능기반 CAPE, 고해상도 대기운동벡터
6차(15종)	'20. 9. 25.	강우확률, 잠재강수량, 해류, 식생지수, 식생율, 지표면방출율, 지표면반사도, 이산화황탐지, 황사탐지, 에어로졸탐지, 화산재탐지, 화산재고도, 화산재양, 구름광학두께, 구름빙정경로

2.1.2. 활용기술 산출물 23종 개발 완료

천리안위성 2A호 자료의 활용 분야를 확대하기 위해 초단기, 태풍·해양, 융합, 기후·환경감시 4개 분야로 구분하여, 저궤도 위성 및 타 위성자료, 지상관측, 레이더, 수치예보모델 자료 등 다양한 자료를 융합하여 산출물을 개발하였다. 2019년 1단계 궤도상 시험을 통해 천리안위성 알고리즘을 최적화하고, 이를 기상자료처리시스템 및 분석시스템에 탑재하여 운영 및 초기 성능을 평가하였다. 같은 해 2단계 궤도상 시험을 통해 누적된 자료를 바탕으로 정확도를 개선하고, 알고리즘 및 분석기술의 성숙도 등을 통해 현업화를 추진하였다. 각종 영상 표출 및 활용 부서 지원 등 기술적 체계화를 통해 2019년 12월부터 총 6차에 걸쳐 산출물의 활용성을 평가하여 2020년 11월 30일까지 총 23종의 활용기술 산출물 개발을 완료하였다.

[표 3-52] 천리안위성 2A호 활용기술 23종 현업화 추진 결과

구분	정식서비스	대상산출물
1차(6종)	'19. 12. 30.	객관적 구름분석, 태풍중심 위치 및 강도(K-ADT), 위성예측영상(기본채널), 홍수, 산불위험도, 산불피해면적(Sentinel)
2차(1종)	'20. 3. 31.	운량예측
3차(4종)	'20. 6. 8.	운형예측, 태풍 발달 및 악화, 태풍위험요소(강수 및 바람), 저수온 및 수온변동
4차(7종)	'20. 9. 1.	연안 용승, 대류운 일생감시, 에어로졸 광학두께 합성장, 고도별 수평바람장, 해양전선, 해양에디, 선박착빙
5차(4종)	'20. 11. 5.	강우강도 합성, 위성기름지수, 토양수분, 산불방사열
6차(1종)	'20. 11. 30.	지상황사농도

3.1. 위험기상 조기 탐지를 위한 천리안위성 2A호 특별관측

3.1.1. 특별관측

2019년 7월 천리안위성 2A호 위성자료를 정식서비스하면서 태풍, 화산재, 산불탐지 등 위험기상의 선제적 감시를 위하여 한국항공우주연구원과의 업무협의를 거쳐 특별관측을 수행하고 있다. 특별관측이란 기존 정지궤도 기상위성 관측스케줄을 조정하여 2분 간격으로 특정 지역을 목표로 추적·관측하는 것을 말하며, 국가기상위성센터의 특별관측 웹페이지를 통하여 국내외 유관기관에서 관측을 요청하면 기상탑재체의 검보정, 위험기상 및 국내외 재난대응을 위하여 필요하다고 판단될 경우 실시하고 있다.

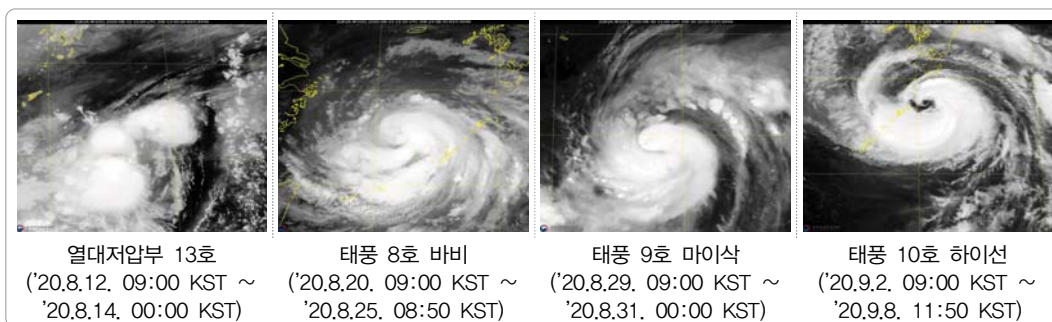
특히 2020년에는 국내외 특별관측 요청자의 편의를 위하여 '특별관측 요청 웹페이지'를 구축하였으며 총 11건(56일)의 특별관측을 진행하였다. 태풍특별관측 9건, 호주산불관측 1건 및 기상탑재체 검보정을 위한 특별관측을 수행하였다.

[표 3-53] 2020년 특별관측 실적

구분	관측일	관측내용
국내	08.12.~08.13.	일본 남동쪽 해상 열대저압부 감시
	08.13.~08.14.	제13호 열대저압부 감시
	08.20.~08.22.	필리핀 동쪽 해상 열대요란 감시
	08.22.~08.23.	제17호 열대저압부 감시
	08.23.~08.25.	제8호 태풍(바비) 감시
	08.29.~08.30.	제18호 열대저압부 감시
	08.30.~09.01.	제9호 태풍(마이삭) 감시
	09.02.~09.03.	제19호 열대저압부 감시
	09.03.~09.08.	제10호 태풍(하이선) 감시
국외	01.18.~02.25.	호주산불 관측
기타	06.11.~06.12.	특별관측 시험 운영

3.1.1. 태풍 특별관측

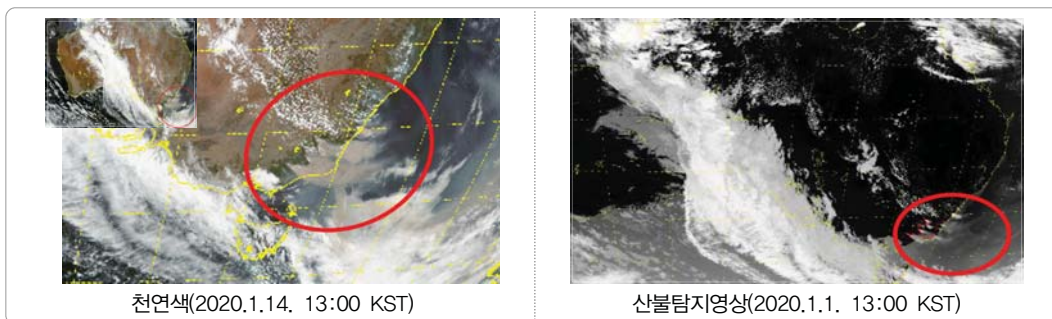
2019년 우리나라는 매우 이례적으로 7개 태풍의 직접적인 영향을 받았고, 2020년에도 4개 태풍이 우리나라로 접근하여 그 중 '장미'(5호), '마이삭'(9호), '하이선'(10호) 등 3개 태풍은 한반도에 상륙하였다. 태풍 '마이삭'은 전국적으로 1,037mm의 강우를 동반하였고, 태풍 '바비(8호)'는 서해를 통과하는 동안 최대풍속 66m/s를 기록하였다. 천리안위성 2A호는 2020년 8~9월 동안 4개 태풍과 열대저압부에 대한 특별관측을 수행하였다. 이를 통해 태풍의 발달과 쇠퇴 및 이동 경로를 정확하고 빈틈없이 추적함으로써 태풍예보 정확도 향상에 많은 도움을 주었다.



[그림 3-95] 2020년 태풍 특별관측 현황

3.1.2. 호주산불 특별관측

기상청은 2020년 1월 호주 정부로부터 천리안위성 2A호 특별관측 영상과 산불 분석 산출물을 산불 진화 시점까지 제공해줄 것을 외교부를 통해 긴급 요청을 받았다. 국가기상위성센터는 1월 18일부터 2월 25일까지 호주지역에 대한 2분 간격 천리안위성 2A호 특별관측을 수행하고 영문 홈페이지를 통해 산불 분석영상 3종(산불탐지, 산불위험도, 산불방사열), 합성영상 3종(천연색, 화산재, 황사), 기본영상 3종(가시, 적외, 수증기영상)을 제공하였다. 전지구적 재해에 대응하고자 호주지역의 산불 재난대응에 적극적으로 지원하였으며, 국가기상위성센터는 호주기상청장에게 감사 서한을 받았다.



[그림 3-96] 2020년 호주산불 관측영상

4.1. 유관기관과의 천리안위성 2A호 활용을 위한 협업

4.1.1. 농촌진흥청·산림청과의 위성분야 업무협약

2018년 12월 기상·농업·산림분야의 3청은 업무협약을 체결하고 위성분야 신설에 따라 실무 협의회를 구성 운영해 위성정보 융합·분석 및 전지구적 재해재난 모니터링·예측을 위한 다부처 공동 연구를 추진하고 있다. 또한 기상청의 위성개발 및 운영 노하우를 농촌진흥청·산림청에 공유·전수하고 있다. 특히 2020년에는 천리안위성 2A호 정식서비스 1주년을 맞이하여 안정적인 위성운영 방법 및 농촌진흥청·산림청에서 주로 활용될 18종 산출물의 활용방안에 대한 논의가 이루어졌으며, 농촌진흥청의 농림위성 개발·활용에 있어 기상청의 협조를 요청하였다.

[표 3-54] 농촌진흥청과 산림청으로 제공되는 기상산출물 18종

구분	대상	산출물명
기상산출물	14종	산불탐지, 지표면온도, 하향단파복사(지표면), 강우강도, 청천복사량, 가강수량, 상향장파복사(대기상한), 상향단파복사(대기상한), 흡수단파복사(지표면), 하향장파복사(지표면), 상향장파복사(지표면), 식생지수, 식생율, 잠재강수량
활용산출물	4종	산불위험도, 산불방사열, 토양수분, 가뭄

4.1.2. 기상·환경·해양위성센터 업무협약 체결

우리나라는 2018년 12월에 천리안위성 2A호 발사를 완료하였고, 2020년 3월에 천리안위성 2B호 발사를 완료하여 세계 최초로 동일 정지궤도상에 3개의 지구관측 센서를 동시에 운영하는 국가가 되었다. 이에 기상·환경·해양위성센터는 기상·환경·해양 위성자료의 융합연구 교류 및 협력체계 구축 및 천리안위성 2호의 활용 극대화를 위한 업무협약을 체결하였다. 특히 천리안위성 2호의 우수한 성능으로 인하여 사용자들의 다양한 요구자료가 증가하면서 3개 센터의 관측자료 공유·복합 산출물 개발과 위성자료 품질관리 등에 관하여 적극적으로 협력하기로 하였다.



[그림 3-97] 기상·환경·해양위성센터 위성자료 융합·활용을 위한 업무협약 체결('20.10.30.)

2 기상레이더

기상레이더센터 | 레이더운영과 | 기상사무관 | 김지현
기상레이더센터 | 레이더분석과 | 기상연구관 | 석미경
기상레이더센터 | 레이더기획팀 | 기상사무관 | 류수호

2.1. 기상레이더 관측체계 개선 및 관측 인프라 확충

2.1.1. 첨단성능의 기상레이더 관측망 구축 및 운영

기상레이더센터는 위험기상 탐지능력 향상 및 기상레이더의 효율적인 운영을 위해 첨단성능의 단일기종 이중편파기상레이더 관측망 구축사업을 추진하였다. 2014년 백령도 기상레이더 교체 및 용인 레이더테스트베드 신설을 시작으로 2019년 강릉기상레이더 교체를 마지막으로 전국 총 11개 소의 현업용 이중편파기상레이더 관측망을 구축하게 되었다.

한편, 기상레이더센터는 2019년부터 공항기상레이더 관측망 구축을 추진하고 있다. 2001년부터 운영되고 있는 인천 공항기상레이더 교체를 위해 2020년에는 주요기술 규격을 확정하고 독일 레오나르도社 레이더장비를 약 89억에 계약을 완료하였다. 또한, 2023년 제주국제공항에 신규 공항 기상레이더 신설을 목표로 2020년에는 전파환경조사 등을 완료하였다. 향후 인천과 제주에 도입되는 공항기상레이더는 공항 및 그 주변의 레이더 관측자료와 급변풍 정보를 유관기관에 제공하고 항공기 안전운항에 기여할 것으로 기대된다.

2.1.2. 기상레이더 운영기술 고도화를 위한 최적 관측전략 기술개발

강설은 전자기적 특성으로 인해 관측 감도가 강우와 비교하여 상대적으로 낮아 이를 개선하기 위해, 겨울동안(2019.12.~2020.2.) 진도·오성산·광덕산기상레이더의 최저고도각과 관측속도를 변경하여 관측감도 성능 실험관측을 실시하였다. 그 결과 지형에코 제거 및 이중편파 변수의 질감 변화 등 관측자료의 품질 개선 효과로 관측전략에 반영하였다. 또한, 강수-비강수 사례별 관측전략 자동전환 기능을 개발하여 2020년 10월 용인 레이더테스트베드에서 운영하였으며, 이를 통해 기상레이더 체원을 효율적으로 활용할 수 있는 기반을 조성하였다.



[그림 3-98] 관측속도에 따른 반사도 [그림 3-99] 강수/비강수 변환 처리도, Edge 시스템(좌), 제어프로그램(우) 차이

2.1.3. 기상레이더 핵심기술 자립을 위한 국산화 기술개발

기상레이더 핵심기술의 해외 의존도를 낮추기 위해 국산화 기술개발을 추진하고 있다. 2015년부터 개발·대체품 총 16개 부품의 국산화 기술개발을 완료했으며, 2020년에는 장애빈도가 높고 고가인 레이더 송신부 핵심부품 국산화 개발을 완료하고 2021년 시험운행을 할 예정이다. 2020년 개발된 송신부 부품 국산화를 통해 10개월 이상 소요될 수 있는 공급기간은 1개월 이내로 상시 수급이 가능해져 유지관리 효율성이 크게 향상되었으며, 연간 약 1,430백만원의 예산절감 효과가 있을 것으로 기대된다. 또한, 레이더 국산품 개발 성과의 범부처 확산을 위해 2020년 7월 국방부(공군)에 레이더 고압전원부 장애진단 테스트킷(2019년 개발)을 제공하고 기술이전 하였으며, 레이더를 운영하는 유관기관에 국산화 기술개발 및 레이더 운영기술을 지속적으로 공유하고 활용할 수 있도록 기술지원을 확산하고 있다.

한편, 기상레이더 자료의 원천적 품질과 관련된 핵심기술인 신호처리기술 개발을 위한 신규 R&D 예산을 확보하고 사업의 완성도 제고를 위하여 국내·외 선진기술협력 및 자문 등 다분야 협력을 추진하였다. 국내 한국전자통신연구원과 국방과학연구소와 레이더 개발 경험 활용 및 기술자문 회의를 추진하고, 국외 미국 레이더운영센터(ROC)와 전문가 기술 협력을 추진하였다. 이를 바탕으로 2021년부터 본격적으로 기술개발에 착수하여 2025년까지 선진국과의 기술격차를 10년에서 2년 이내로 줄일 예정이다.



[그림 3-100] 레이더 고압전원부 장애진단테스트킷 공군 제공 및 사용법 교육('20.7.30.)

2.1.4. 기상레이더 내용연수 확대에 따른 운영·관리 체계 개선

기상레이더센터는 기상레이더 운영기술 노하우 축적 및 레이더 핵심부품 국산화 기술개발을 통하여 법정 사용기간인 내용연수를 9년에서 15년으로 연장(20년 1월)하였다. 기상레이더 사용기간이 6년 연장됨에 따라 국가 예산 절감에 크게 기여하였다. 기상레이더 사용기간 연장에 따라 지속적으로 운영기술 역량을 강화하고 최적의 성능유지를 위해 주요 예비품의 선제적 교체 및 3단계 정비체계 운영을 시행하였으며, 체계적인 예비품 이력정보 DB화 등 예방정비 중심의 유지관리체계를 정립하여 운영하였다. 또한, 이중편파기상레이더의 정밀점검 표준절차서를 발간하여 지속적으로 기상레이더 운영·점검·유지보수 기술력 향상에 노력하고 있다.

[표 3-55] 기상레이더 3단계 예방정비 체계

단계		내용	비고
1단계	일일 정비 (일일, 주간)	기상레이더 상태정보 및 관측자료 생산 상황을 매일 실시간으로 감시	<ul style="list-style-type: none"> · 운영과 담당자 · 레이더 운용자 · 사이트 상주근무자
2단계	예방 정비 (월간, 분기)	기상레이더 주요 부품 점검, 미세 청소, 예비품 선제적 교체를 매월 단위로 수행	<ul style="list-style-type: none"> · 용인 진도 담당자 · 유지관리 업체
3단계	보수 정비 (장애조치 및 부품수리)	기상레이더 장애 복구, 고장 부품 수리, 수리 부품의 성능 검증 등 수행	<ul style="list-style-type: none"> · 레이더테스트베드(검증) · 유지관리 업체(수리)

2.1.5. 범정부 레이더테스트베드 활용 운영기술 협업 및 교류

기상레이더센터는 국방부, 환경부 등 레이더 운영기관과 협업을 통하여 기상레이더 운영기술의 교류 및 표준화를 주도하였다. 범정부적 레이더 공동활용 활성화를 위하여 2020년 2월 레이더테스트베드 운영협의위원회를 개최하였으며, 국방부, 환경부, 한국항공우주연구원과 협업과제(4개)를 발굴하여 수행하였다. 또한, 2020년 9월 국방부, 환경부와 기상-강우레이더 합동정비 및 고장사례를 공유하였으며, 한국항공우주연구원 등 유관기관 레이더 현장을 방문하여 운영기술 교류(2회)를 추진하였다. 아울러, 2020년 11월 「2020 범부처 레이더테스트베드 사용자 워크숍」을 개최하여 협업 성과와 기상레이더 국산화 관련 최신기술을 공유하였다.

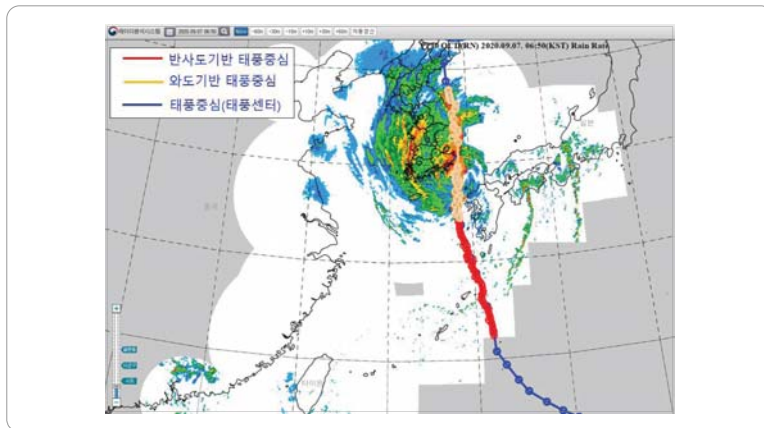
[표 3-56] 2020년도 범정부 기상레이더 운영기술 협업과제 추진일지

분기	월 일	주요 일지
1분기	2.14.	제6차 레이더테스트베드 운영협의위원회 개최
2분기	6.25.~26.	기상청-항우연 레이더 운영기술 교류
3분기	7.30.~31.	공군에 국산화 개발품 및 개발기술 이전
	9.20.~21.	기상-강우레이더 합동정비
4분기	11.10.	2020 범부처 레이더테스트베드 사용자 워크숍 개최
	11.19.~20.	범부처 기상레이더 장비 기술교류 워크숍
	12.11.	기상레이더 신호처리기술 개발 전문가 자문회의 개최
	12.14.	기상레이더 부품국산화 및 성능개선 기술개발 시험 II 완료 ※ 레이더 핵심부품(Modulator Switch Assy) 국산화 개발

2.2. 레이더자료를 활용한 위험기상 예측기술 개발 및 서비스 개선

2.2.1. 레이더 분석 기술 개선으로 위험기상 대응역량 향상

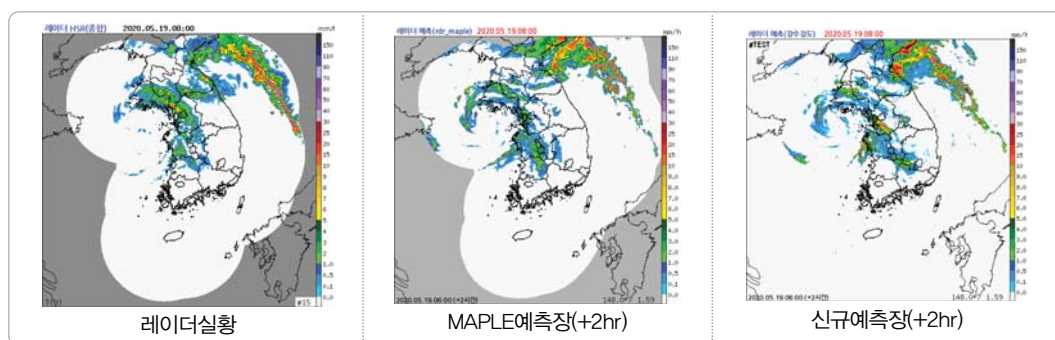
태풍이 해안에 접근시 두 대의 도플러레이더 분석을 통한 태풍 중심 분석을 수행하고, 내륙 상륙 이후는 지상관측 기압 및 바람 정보를 활용하여 태풍의 중심을 분석하며 매 1시간 마다 관련 정보를 제공한다. 또한 태풍특별대응반을 구성하고 운영하면서 특별히 매시간 마다 국외 및 국내 레이더 합성정보를 이용하여 레이더 태풍중심 분석정보를 예보관에게 실시간 제공하였다(2020년 태풍 제5호 장미, 제8호 바비, 제9호 마이삭, 제10호 하이선). 또한, 신속하고 객관적인 태풍중심 탐지를 위해 기하학적 태풍중심 자동탐지 기술을 개발하였다(Chang et al., 2009; 정우미 외., 2020) (2020.6). 동아시아 영역, 한반도 영역에 대해 레이더 반사도와 와도를 이용하여 태풍중심을 10분 간격으로 자동으로 탐지할 수 있다.



[그림 3-101] 레이더기반 태풍중심 자동탐지 예시(2020년 제10호 태풍 “하이선”)

낙뢰, 호우 등과 같은 위험기상의 감시능력 강화 및 대응 선행시간 확보를 위해 낙뢰 가능 영역(2020.4)과 낙뢰에너지밀도예측(2020.2) 정보를 예보관에게 실시간 제공하였다. 낙뢰 가능 영역은 고해상도 3차원 레이더 합성장과 온도장을 활용하여 낙뢰 발생 가능성이 높은 영역을 매 5분마다 실시간 제공함으로써 예보관이 낙뢰 발생지점을 사전에 예측(낙뢰 발생 선행시간: +5분 ~ +50분) 가능하여 선제적 위험기상에 대응할 수 있는 체계를 마련하였다. 또한, 뇌우에 따라 발생 및 변화하는 낙뢰 현상에 대해 정량화된 물리량 정보를 제공하기 위해 낙뢰에너지밀도 분포를 이용한 낙뢰실태예측모델을 개발하였다. 예측모델은 레이더 변분예코추적기법(Variational Echo Tracking : VET)으로 산출된 이동벡터를 이용하여 낙뢰에너지밀도를 예측하는 기술로 낙뢰예측정보를 10분 간격으로 +3시간까지 제공하고 있다.

현재 초단기 예·경보 현업 지원을 위하여 MAPLE²⁴⁾을 이용하여 초단기 강수예측 정보를 제공하고 있다. 단, MAPLE을 비롯한 기존의 레이더 기반 강수예측 기술은 강수의 성장·소멸과 강수의 비선형적인 이동 패턴을 반영하는 것이 어렵다. 기상레이더센터는 초단기 강수예측 분야의 원천 기술 확보를 통한 기술 선도 및 초단기 강수예측 성능 향상을 위해 2020년 6월에 레이더 기반 신규 강수실태 예측기술을 독자적으로 개발하였다. 신규 강수실태 예측기술은 다중 이동벡터 산출 기술과 강수량 증감 경향 산출 기술을 도입하여 강수 이동속도의 품질을 향상시켰고, 강수 성장·소멸 효과를 반영하여 현실적인 강수 예측장을 모의할 수 있었다.



[그림 3-102] 신규 강수실태예측 기술개발 결과 예시

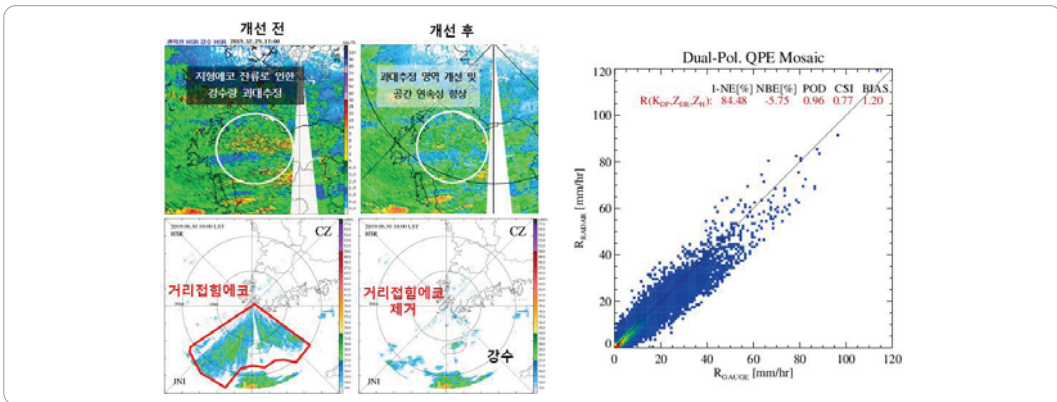
2.2.2. 강수예보 지원을 위한 이중편파 강수량 추정 정확도 향상

기상레이더의 산출물인 대기수상체, 강수량 추정 등의 정확도 향상을 위해서는 이중편파레이더 관측변수(반사도, 차등반사도) 등의 보정오차 정보가 활용될 수 있다. 기존 레이더 관측변수 보정오차 산출방법은 강수가 존재할 때만 가능하다는 한계가 존재했으나, 이러한 한계를 극복하기 위하여

²⁴⁾ McGill algorithm for precipitation nowcasting by lagrangian extrapolation : 기상레이더센터 현업 강수실태 예측기술

맑은 날 지형을 이용한 레이더 관측변수 보정오차 산출방법을 개발하고(2020.5) 실시간 레이더 보정오차(반사도, 차등반사도) 감시체계를 구축하여 제공하였다(2020.8). 실시간 레이더 보정오차 산출기술 개발을 통해 레이더 관측변수의 품질을 향상시켰으며 1년 365일 레이더 보정오차 감시가 가능하게 되었다.

호우 예·특보 지원을 위해 범부처 이중편파레이더 구축망을 활용하여 레이더 정량 강수 산출기술을 개선하고자 노력하고 있다. 먼저, 레이더 자료의 품질향상을 위해 이중편파레이더 기반의 레이더 3세대 품질관리 기술(CLutter Elimination Algorithm for Non-precipitation Echo of Radar data : CLEANER)에서 강수 시 일부 잔류하는 지형에코 판별(2020.3) 및 거리접힘에코 제거율을 개선하여 제공하였다(2020.6). 또한, 기존 국외 강수량 추정식($Z=200R^{1.6}$ (Marshall and Palmer, 1948))을 한국형 강우특성(Kim et al., 2016)을 반영한 강수량 추정식($Z=148R^{1.59}$)으로 적용(2020.5)하여 기존대비 강수 정확도를 약 15% 높였으며, 레이더 반사도(Z), 차등반사도(Zdr), 비차등위상차(Kdp)를 이용하여 강수입자의 유형(비, 우박, 습설 등)별 이중편파 다중복합 강수식($R(Z, Zdr, Kdp)$)을 개발(2020.8)하여, 레이더 추정 강수 정확도를 43%(2014)에서 84.5%(2020)까지 향상하였다.

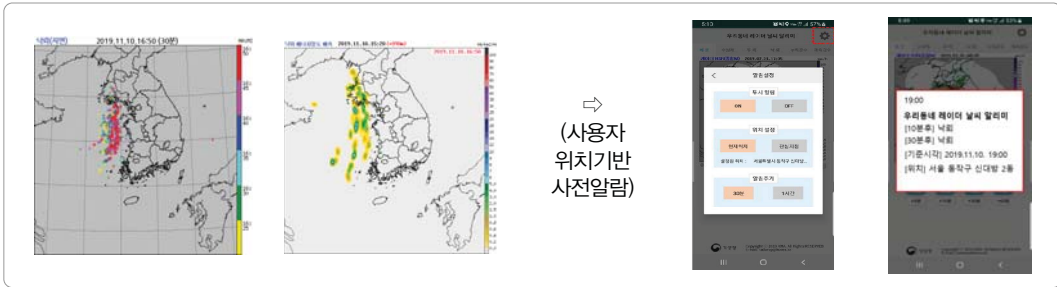


[그림 3-103] 레이더 품질관리 및 강수량 추정기술 향상 : 지형에코 판별 및 거리접힘에코 제거 개선 전·후(좌) 및 이중편파 강수량 추정 검증결과(우)

2.2.3. 일반인 및 유관기관 대상 레이더·낙뢰 기상정보 서비스 개선

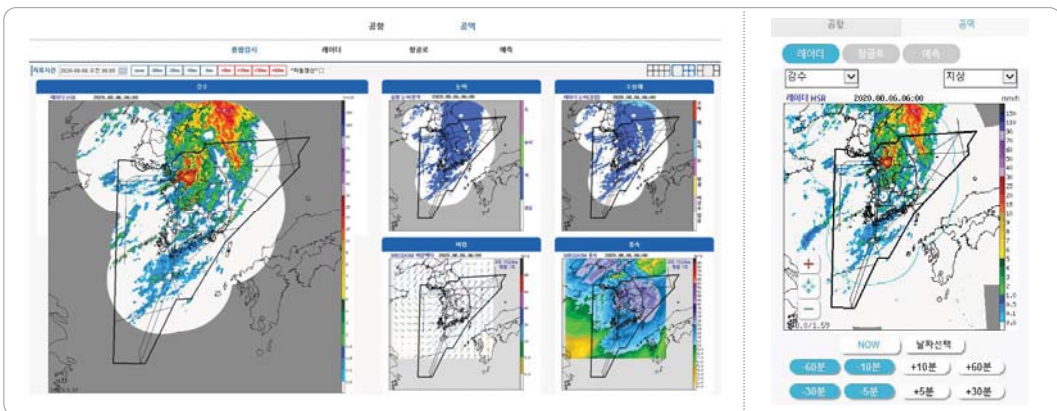
방재 유관기관 사용자 위험기상 감시 강화를 위해 클라우드 방재기상정보시스템의 레이더정보를 기존 강수정보 4종(HSR, PPI0, CMAX, CAPP)에서 13종을 추가하여 강수, 우박, 눈비, 낙뢰 등 17종(HSR, PPI0, CMAX, CAPP, 강수영역, 수상체, 우박, 눈비, 눈비(종합), 1H누적, 3H누적, 바람, 빙결고도, 1H예측, 2H예측, 3H예측 등)으로 확대하여 제공하였다(2020.2). 레이더자료를 활용한 다양한 정보를 실시간 제공하여 방재유관기관의 위험기상 대응 역량을 향상시키고, 재해 예방을 위한 의사결정에도 다양하게 활용할 수 있게 되었다.

또한 낙뢰예측정보를 이용하여 낙뢰 사전알람 서비스를 모바일 앱 ‘우리동네 레이더날씨 알리미’를 통해 제공하였다. 서비스는 사용자 위치기반으로 현재 위치 또는 관심지역(최대 3곳) 등록을 통해 향후 2시간 이내에 낙뢰가 예상되는 경우 알람주기를 30분 혹은 1시간으로 하여 실시간 알람 메시지를 제공한다(2020.5).



[그림 3-104] 낙뢰 사전 알람 서비스(모바일 앱): 낙뢰예측정보(좌), 사용자 알람 설정(중), 낙뢰 사전알람 예시(우)

항공교통업무의 안전, 효율, 신속 처리 지원을 위해 웹 및 앱 제공체계를 이용하여 레이더기반 「한국형 통합 공항·공역 기상시스템」을 구축(2020.11)하였으며, 항공기상청의 “항공운항지원 기상 서비스 홈페이지(<http://global.amo.go.kr/>)”를 통해 시범서비스를 제공하였다(2020.12). 레이더기반의 강수량, 수상체, 우박, 상세 3차원 바람장, 낙뢰관측, 레이더 강수량 예측, 낙뢰예측, 항공관측자료(LLWAS), 위성 등의 콘텐츠를 사용자 맞춤형으로 산출하여 공항, 공역, 항공로, 활주로 등의 영역에 대하여 서비스하고 있다.



[그림 3-105] 레이더기반 「한국형 통합 공항·공역 기상시스템」 시범서비스: 홈페이지(좌), 모바일 앱(우)

2.3. 대내외 레이더 협업 및 대국민 소통 강화

2.3.1. 범부처 레이더 운영 노하우 및 자료처리 기술 공유

범정부적 레이더자료 및 기술 공동활용을 통한 협업 행정 강화를 위해 기상청 소관으로 개발한 레이더 활용기술을 2013년부터 매년 국방부와 환경부에 공유하고 있다. 2019년까지 총 48건의 레이더 자료 활용기술을 공유했으며, 2020년에는 레이더 자료형식 변환기술(3건)과 공군 이중편파레이더 품질관리 기술(3건) 등 총 6건의 기술을 공유하고, 사용자 교육과 현장설치 등을 통해 기술을 지원하였다.



[그림 3-106] 범부처 기술공유 교육('20.6.22.)(좌), 한강홍수통제소 현장설치('20.6.23.)(중), 공군기상단 현장설치('20.6.24.)(우)

2.3.2. 기상레이더 활용기반 확대를 위한 국제협력과 기술교류 추진

태풍, 장마 등 위험기상에 대한 분석능력을 강화하기 위해 기상레이더를 활용한 바람장 정보 교환을 제4차 한-대만 협력회의(2019.9.20.)를 통해 대만기상청에 제안하였고 양자 간 상호교환을 합의하였다. 기상레이더센터와 대만기상청은 2020년 4월부터 양자 간 레이더 3차원 바람장 정보를 교환하고 있다. 2020년 여름철 방재기간 동안 대만기상청에서 제공받은 3차원 바람장 정보를 「레이더분석시스템」을 이용하여 현업에 실시간으로 제공하였다.

[표 3-57] 한-대만 레이더 바람장 교환 현황

	한국 → 대만	대만 → 한국
교환자료	바람벡터정보(동서, 남북성분)	바람벡터정보(동서, 남북성분)
영역(km)	481 × 481 × 10(한반도)	441 × 561 × 10(대만)
좌표계(투영법)	직교좌표계(람베르트 원추도법)	경·위도 좌표계
수평해상도	2km	0.0125°
연직해상도	1km(10개층)	1km(10개층)

범부처 이중편파레이더 기술 향상 및 국내·외 레이더 신기술 동향 파악 등을 위해 「2020년 범부처 융합 레이더 국제워크숍」을 추진하였다. 본 워크숍은 3회의 세부 워크숍으로 진행되었다. ‘범부처 레이더자료 활용기술 향상 국제전문가 교육 워크숍’은 국내·외 전문가 9명을 초청하여 기상청, 환경부, 국방부 등을 대상(총 77명: 현장 27명, 온라인 50명)으로 추진하였다(2020.10). 또한 「범부처 레이더테스트베드 활용성과 워크숍」에서는 레이더테스트베드 협업과제 참여기관(기상레이더센터, 한강홍수통제소, 공군기상단, 항공우주연구원)의 협업과제를 통해 달성한 성과를 공유하고 레이더테스트베드 발전전략에 대해 협의하였다(2020.11). 「범부처 기상레이더 장비 기술교류 워크숍」을 통해 레이더 장비의 국산화 사례와 레이더 기술을 소개하였고, 각 레이더 운영기관에서 쌓아온 레이더 운영기술에 대한 비법 공유 및 운영기술 향상과 레이더 행정 개선을 위한 토론을 진행하였다(2020.11).



[그림 3-107] 범부처 레이더자료 활용기술향상 국제전문가 교육 워크숍('20.10.12)(좌), 범부처 레이더테스트베드 활용성과 워크숍('20.11.10)(중), 범부처 기상레이더 장비 기술교류 워크숍('20.11.19~20)(우)

1

국제기구와의 협력

기후조정관 | 국제협력담당관 | 기상사무관 | 김병철
기후과학국 | 기후정책과 | 기상사무관 | 이준희

1.1. 개요

기상청은 세계기상기구(World Meteorological Organization, WMO)를 중심으로 관련 국제기구와 다자협력 업무를 수행한다. WMO는 지구 대기의 흐름, 대기와 해양의 상호작용, 기후와 수문 관련 사안에 대해 권위 있는 목소리를 내는 UN의 기상 분야 특화 기구로 1950년에 설립되어 현재 193개 국가(Territory 포함)가 회원국으로 가입한 정부 간 기구이다. 우리나라는 1956년에 68번째 회원국으로 가입하였다.

2020년 11월, 박광석 기상청장 취임으로 WMO 아시아지역 집행이사 보궐선거가 진행되었고 2021년 1월 회원국 만장일치로 집행이사직에 당선되어 그간 국제사회에서 대한민국 기상청의 기여와 위상을 재확인하고 집행이사로서의 입지를 강화한 해였다.

그 밖에 WMO 조직개편 후 처음으로 WMO 기술위원회(인프라) 총회가 개최되어 앞으로의 기술 위원회와 그 하부조직, 지역협의회 등 다른 조직들과의 긴밀한 협력 관계를 위한 계획과 기술위원회에서 진행될 프로그램과 관련 규정 등에 대해 논의하였고 제72차 집행이사회 등에 적극적으로 참여하여 국제기상정책을 선도하였다.

국제 기상전문인력 양성과정을 통해 젊고 역량 있는 학생들을 선발하여 다양한 국제기구에 인턴으로 파견하고 있다. 2020년에는 기상·기후 관련 국제기구에서 우리나라의 젊은 인재들이 국제적인 기상 실무 능력을 배양할 기회를 제공했다. 이는 향후 기상 분야 국제기구 진출의 등용문 역할을 할 것으로 기대된다.

2020년은 코로나19의 확산 이후 모든 국제회의가 온라인 화상회의로 진행되었다. 다음으로 언급할 모든 국제회의는 온라인 화상회의로 진행된 것이며 처음으로 비대면으로 참여하는 국제회의였기에 시행착오를 겪으면서 장점을 찾아 현재 적응 중이다.

1.2. WMO 과학기술 프로그램 및 활동 참여

1.2.1. 제72차 WMO 집행이사회 참가

제72차 WMO 집행이사회는 9월 28일부터 10월 2일까지 총 5일간 화상회의로 진행되었다. 이번 집행이사회에서 WMO가 특히 집중한 점은 데이터 정책 개발 및 수문 분야 실천계획, 집행이사회가 지역 단위에 제공한 지침이다. 특히, 이번 집행이사회에서는 지난 제18차 총회(2019년)에서 조직개편을 승인한 이후 새로운 조직으로의 전환을 위한 조직 구조상의 중요 사항들을 다루었고 앞으로 있을 특별총회나 기술위원회, 지역협의회 등에서 마저 논의하고 결정해야 할 일들이 아직 많이 남아있다.

이번 집행이사회에서는 기상 분야 최고의 권위 있는 상이라고 할 수 있는 국제기상기구 상(IMO Prize) 시상식이 진행되었다. 회의 중 하루 수상자 선정을 위한 투표가 진행되었으며 올해는 우리나라 서울대 강인식 명예교수가 최종 후보로 올라와 있었기에 특히 기대가 많았다. 아쉽게도 전 WMO 의장인 David Grimes가 최종 수상자로 선정되었지만, 강인식 명예교수는 결선 투표에서 2위를 기록하여 선전하였고 본 시상식에 역대 우리나라 후보자가 최종 후보로 오른 것은 처음이었기에 국제사회에서 우리나라 기상연구로 인한 기여의 가치를 확인받은 자리였다고 볼 수 있다.

올해 초만 하더라도 집행이사회 일정은 6월로 예정되어있었으나 코로나19의 예상하지 못한 장기화로 9월로 회의가 연기되고 기술위원회는 집행이사회 이후에 개최하는 것으로 계획이 변경되면서 기술위원회를 통해 집행이사회에 상정될 안건에 차질이 생겨 회의 시 논의할 사항이 일부 변경되었다.

이번 제72차 집행이사회에서 주목한 점은, △제18차 총회 조직개편승인 이후 새로운 구조에 적응하고 산하조직별 관계를 정립하기 위해 실행한 조치들과 프로그램 간소화와 효율적 조직 운영 측면에서 이행과정과 조직구성 현황 검토 △한국인이 후보로 있는 국제기상기구상(IMO Prize) 수상자 선정 △전문가 그룹 구성 현황 등이다.

이 외에도 과학기술 프로그램 운영 관련하여 WMO의 우선과제인 다중위험조기경보서비스, 전지구기후서비스체제(GFCS) 이행, 전지구기본관측망(GBON), 전지구 자료처리 및 예측시스템(GDPFS), 역량배양 등에 대해 논의되었다.

1.2.2. WMO 아시아지역(RA II) 집행이사(관리그룹) 회의 참가

WMO는 총 6개의 지역협의회로 구성되어 있으며 우리나라는 그 중 아시아지역(RA II)에 소속되어 있다. 해당 지역의 집행이사 및 의장단이 모여 지역을 위한 정책을 수립하고 집행하기 위해 매년 관리그룹 회의가 진행된다.

2020년 아시아지역 집행이사(관리그룹) 회의는 4월과 7월, 총 두 차례에 걸쳐서 개최되었으며

기술위원회 하부조직 멤버십 현황에 대해 보고하고 지역협의회 회의 및 업무구조 개편에 대한 안건을 다루었다. 특히, 이 회의에서는 지역 기후보고서 발간과 기술위원회, 지역협의회 간 협업 강화를 위해 집중 논의하였다.

또한, WMO 아시아태평양지역사무소 박정규 국장의 정년 퇴임을 앞둔 시기였기에 WMO 사무국과 지역대표들이 박정규 국장의 그간의 노고에 감사를 표하는 것으로 회의는 마무리되었다.

1.2.3. 제1차 WMO 기술위원회(인프라) 총회 참가

세계기상기구(WMO) 조직개편(2019.6)에 따라 기존 8개의 WMO 기술위원회가 2개의 기술위원회, 인프라위원회(INFCOM)와 서비스위원회(SERCOM)로 개편 후 인프라위원회의 제1차 총회가 2020년 11월 9일부터 13일까지 5일간 개최되었다. 인프라위원회는 지구관측자료 수집·처리·전달 및 분배를 위해 조정된 시스템 및 관련 기준을 개발하기 위해 신설되었고 주요기능으로는 WMO 기술규정에 정의된 통합관측, 자료 전송 및 분배시스템과 관련한 업무의 개발 관리, WMO 시스템 기능 강화를 위한 사용자 요구사항 등 조건의 지속적 검토, 관측 및 기타 데이터 품질 보장을 위한 방법론 개발, 시스템 기능 강화 및 효과적인 절차 이행 및 준수를 위한 회원국 지원 등이다.

기상청 내 다수의 전문가가 인프라위원회 산하 해양, 우주, 고층관측, 지구시스템 모니터링, 전지구기본관측망, 정보관리, 기후예측모델, 라디오주파수, 항공기반 관측, 기상예보시스템의 분야에서 활동 중이고 앞으로 국내 정책 반영 등 국제사회에서 한국의 영향력을 강화하기 위해 전문가를 확대할 계획이다.

이번 회의에서는 기상청 관측기반국장을 수석으로 총 23인의 정부대표단을 구성하였고 관측·기상측기 등 기반시설 관련 프로그램 매뉴얼 및 전략·이행 계획 개정, 기술위원회 하부구조 조정사항 등에 대해 논의하였다.

1.2.4. WMO 의무분담금 및 신용기금 기여

우리나라의 2020년 WMO 의무 분담률은 2.22%로, 전체 193개 회원국 중 11위에 해당한다. 최근 6년간 우리나라의 분담률 추세는 [표 3-58]과 같다.

[표 3-58] 최근 6년간 WMO 의무 분담금 및 신용기금 기여

(단위: 스위스 프랑)

연도	2015	2016	2017	2018	2019	2020
분담금	1,278,900	1,338,262	1,372,402	1,303,109	1,303,109	1,507,071
분담률(%)	(1.96)	(1.96)	(2.01)	(2.01)	(2.01)	(2.22)

이 외에도 우리나라는 2020년에 WMO 자발적 협력프로그램(\$30,000), ESCAP/ WMO 태풍위원회 (\$12,000), WMO 항공기관측데이터중계(AMDAR) 프로그램(\$4,000), 기후변화에 관한 정부 간 협의체 (IPCC)(CHF 127,895), IPCC 제6차 평가주기 종합보고서 작성을 위한 기술지원단 기여금(\$436,604), WMO 전지구 기후서비스 역량개발(CHF 120,725) 활동 등을 위한 신탁기금을 기여하였다.

1.3. 기후·기후변화 국제기구 활동 참여

1.3.1. 기후변화에 관한 정부 간 협의체(IPCC)

기상청은 기후변화에 관한 정부 간 협의체(Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC) 담당부처 및 국가 포컬포인트(focal point)로 총회 참가, 보고서 검토, 한국인 의장(이회성 고려대 교수) 활동 지원, 관련 국내외 협력 등 IPCC 업무를 총괄하고 있다. 2020년 4월, 기상청은 IPCC에 대한 범정부 차원의 효과적 대응 및 IPCC 보고서 등 기후변화과학 정보와 국내 정책 간 연계 강화를 위해 기후업무규정 일부를 개정하여 'IPCC 국내 대응 협의회'를 신설하였다. 여기에는 기상청을 비롯해 기재부, 외교부, 산업부, 환경부 등 14개 부처를 포함했으며, 평가보고서 실무그룹 3곳에 각각 대응하기 위한 전문위원회도 포함하였다. 이후 8월에 첫 협의회를 개최하여 국립기상과학원에서 마련한 최신 미래 기후변화 전망을 공유하고, 협의회 향후 운영과 기후변화 영향정보 관련 다부처 협력에 대해 논의하였다.

한편, 심각한 코로나19 위기에서도 2020년 중 총 2번의 IPCC 총회를 개최했다. 제52차 총회(2월, 프랑스 파리)에서는 제6차 평가보고서 종합보고서의 개요를 최종 승인했다. 승인한 개요는 △현황과 추세(Current Status and Trends), △장기 기후와 발전 미래(Long term Climate and Development Futures), △변화하는 기후에서의 단기 대응(Near Term Responses in a Changing Climate)으로 크게 3가지 절로 구분할 수 있고, △정책결정자를 위한 요약본(Summary for Policy Makers, SPM)을 포함하고 있다. 우리나라는 개요 초안에 대한 국가 의견을 제시하여 이를 반영시키는 등 승인 과정에 적극 참여하였다.

제53차 총회(12월, 화상회의)는 IPCC 지출 현황 및 2020~2023년 예산 논의 등을 위해 5차례 재정태스크팀 회의를 화상으로 개최했으며, 이를 통해 2020~2021년 수정 예산을 승인했다. 우리나라는 총회에서 IPCC 신탁기금 및 제6차 평가주기 종합보고서 기술지원단 지원 등 대한민국의 지속적인 기여 의지를 밝혔다.

또한, 최신 IPCC 동향에 대한 국내 전파, 기후변화 전문가들 간 정보 공유를 위해 "IPCC 대응을 위한 국내 전문가 포럼"을 운영하였다.

두 번의 포럼에서 올해 승인된 제6차 평가주기 IPCC 종합보고서 개요와 주요 특징, 탄소중립을 중심으로 지구온난화 1.5℃ 특별보고서 등을 공유하였다. 특히 12월의 포럼에서는 전문가, 언론 등 100여 명이 화상회의로 참석하는 등 지대한 관심이 나타났다.

이 외에도 기상청은 2006년부터 지속적으로 IPCC 신탁기금(Trust Fund)을 공여하고 있으며, 2020년에도 전년과 같은 수준인 1억 4,700만원의 신탁기금을 공여하였다.



[그림 3-108] 제52차 IPCC 총회 개회식('20.2.24.) 및 총회 발언

1.3.2. 유엔기후변화협약(UNFCCC)

리우 유엔환경개발회의에서 유엔기후변화협약(United Nations Framework Convention on Climate Change: UNFCCC)이 채택(1992년)된 이후, 우리나라를 포함한 전 세계 197개국이 기후변화에 대처하기 위해 본 협약에 참여하고 있다.

금년은 코로나19 위기로 인해 당초 예정되었던 SBSTA52(6월), SBSTA53 및 COP26(11월)은 2021년으로 잠정 연기되었다. 대신 비공식 회의로서, 총 151개국 1,300여 명의 정부대표단이 참여한 가운데 기후대화(Climate Dialogue)가 11월 23일부터 12월 4일까지 화상회의로 개최되었다. 이 회의를 통해 각국은 기후변화협약 당사국들이 금년에 달성한 성과 및 2021년에 시도하려는 내용을 공유하였고, 일부 실체적 현안에 대해 각국 정부가 숙고할 수 있는 기회를 가졌다. 기상청은 기후대화 중 개최한 제12회 연구대화에 참여하여 최근 우리나라에서도 이슈가 되고 있는 탄소중립(net-zero)을 다양한 부문에서 어떻게 달성할 것인지에 대한 전 세계 관련 연구를 파악하였고, 지구 정보의 날 행사에도 참여하여 전 지구 기후시스템 및 체계적 관측 현황에 대한 정보를 교환하였다.

1.3.3. WMO 전지구 기후서비스 역량개발

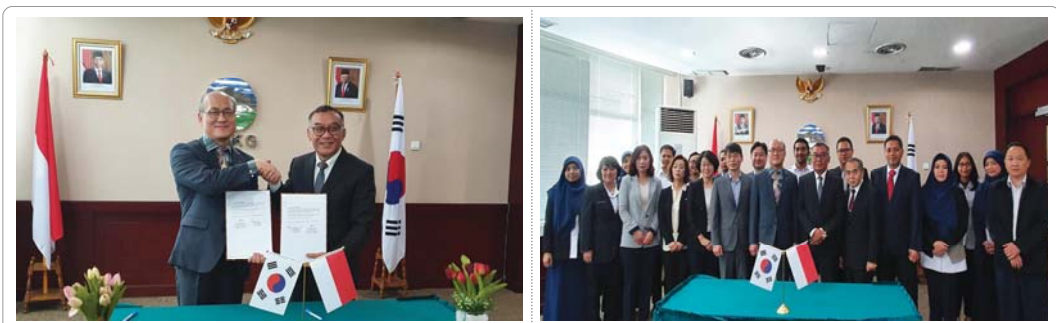
기상청은 WMO의 교육훈련국(Education and TRaining; ETR) 및 기후서비스 부서와 함께 기후변화에 취약한 국가들을 대상으로 효과적인 기후서비스 제공을 위한 국가 역량개발에 대한 교육·훈련 패키지를 개발하기로 협의하였다. 온라인 교육과정 개발과 기후자료 관리, 기후감시, 예측, 서비스 전달 및 소통에 대한 훈련 워크숍, 기상청의 지역훈련센터(Regional Training Center; RTC)와 연계한 온라인 세미나 개최 등의 프로그램을 현재 개발 진행 중이다.

2.1. 개요

기상청은 올해 코로나19의 영향으로 양자 기상협력에도 많은 변화가 있었다. 대면 회의를 위해 회의 일정을 다음 해로 연기한 국가도 있었지만, 처음으로 영상회의 시스템을 이용하여 양국 간 기상협력회의를 추진하였다. 인도네시아, 미국, 몽골과의 기상협력회의를 통해 국가별 발전한 또는 필요로 하는 기상기술 및 정보를 교류하여 국내 역량 강화 및 성과 창출에 기여하였다.

2.2. 인도네시아(BMKG, The Agency for Meteorology, Climatology and Geophysics of the republic of Indonesia)

최흥진 차장(수석), 국제협력담당관실 서기관 등 6명의 대표단이 2월 25일부터 28일까지 인도네시아 자카르타에서 열린 제5차 한-인도네시아 기상협력회의에 참석하였다. 인도네시아측은 Dwi Budi Sutrisno 부청장(수석), Maman Sudarisman 교육훈련센터장 등 19명이 참석하였다. 양측은 역량개발 및 지역훈련센터(RTC, Regional Training Centre) 운영, 기후 및 대기질, 수치예보 연구 개발, 측기비교검증, 공공기상서비스, 레이더/위성기상서비스, 항공기상, 기후변화, 해양기상서비스 협력 등 9개 분야에 대한 협력사항에 합의하였다. 한국대표단은 인도네시아 기상청의 예보실, 지진감시실, 기후감시실, 기상대학 방문을 통해 인도네시아 기상청의 예보현황, 지진해일 조기경보시스템, 기후감시 관측체계 등에 대한 이해를 높였다.



[그림 3-109] 제5차 한-인도네시아 기상협력회의('20.2.25.~28.)

2.3. 미국(NOAA, National Oceanic and Atmospheric Administration)

박광석 청장(수석), 기획조정관, 위성운영과장 등 21명의 한국대표단과 Louis Uccellini NOAA 부청장/NWS²⁵⁾ 청장, Stephen Volz NOAA 부청장/NESDIS²⁶⁾ 센터장, Craig Mclean NOAA 부청장/OAR²⁷⁾ 소장 등 25명의 미국대표단이 12월 2일 온라인으로 만나 제7차 한-미 기상협력회의를 진행하였다. 지난 회의 이후 이행실적 등은 사전에 확인 완료하고, 주어진 시간에는 협력 의제에 집중할 수 있도록 하여, 기후예측, 위성자료검보정기술, 위성자료 활용기술, 기상레이더, 기후자료 관리, 기상항공기 운영, 기후변화감시 활동, 기상예보, 인공지능(AI), 항공기상예측/검증 기술 협력 등 14개 분야에 대한 협력사항에 합의하였다. 한국은 태풍 및 대기조성물질 관측에 대한 공동 항공관측을 제안하였고 양국은 이를 추후 구체적으로 논의하기로 하였다. 또한, 미국측이 인공지능예보 공동연구 분야 장기간 인력교류를 제안하여 한국은 장기국외훈련과제를 통해 긍정적으로 검토 중에 있음을 밝혔다. 양국은 화상회의지만 많은 성과를 이루었음에 동의하였고 신뢰를 바탕으로 한 지속적인 협력이 유지되기를 희망하였다.



[그림 3-110] 제7차 한-미국 기상협력회의('20.12.2.)

2.4. 몽골(NAMEM, National Agency for Meteorology and Environmental Monitoring of Mongolia)

제9차 한-몽골 기상협력회의가 12월 30일 온라인으로 개최되었다. 박광석 청장(수석), 기획조정관, 수치자료응용과장 등 13명의 한국대표단과 Enkhtuvshin Sevjid 청장(수석), Erdenemunkh Byambaa 국제협력과장 등 13명의 몽골대표단이 참석하였다. 양측은 황사 공동감시 및 모델링 기술, 수치예보시스템 개선, 기후예측, ODA사업, 실시간 자료교환 등 5개 분야에 대한 협력사항에 합

25) NWS: National Weather Service, 미국기상청

26) NESDIS : National Environmental Satellite, Data&Information Service, 국가환경위성데이터정보서비스

27) OAR : Oceanic&Atmospheric Research, 해양대기연구소

의하였다. 한국은 한국-몽골 양국의 수교 30주년이 되는 의미 있는 해임을 언급하였고, 몽골은 한국측의 레이더 부품 지원으로 레이더 작동이 안정화됨에 따른 감사의 인사를 전했다. 또한, 몽골측에서는 ODA 사업이 지속적으로 잘 추진되기를 희망하였으며, 한국측은 몽골에서 생산하는 관측자료가 한국기상청의 전지구 수치모델 진단과 성능 개선에 중요한 역할을 하며, 장기적 관점에서 몽골 지역수치예보 향상의 선순환 역할을 하게 됨을 강조하였다.



[그림 3-111] 제9차 한-몽골 기상협력회의('20.12.30.)

3

개발도상국 지원 국제개발 협력

기획조정관 | 국제협력담당관 | 기상사무관 | 손성화

3.1. 방글라데시 천리안위성 2A호 수신·분석시스템 구축(2019~2021년)

기상청은 2018년 12월 천리안위성 2A호를 성공적으로 발사하여 시험운영을 거쳐 2019년 7월부터 정식 현업운영을 실시하고 있다. 이러한 독자위성 기상기술력을 바탕으로 ‘방글라데시 천리안위성 2A호 수신·분석시스템 구축 사업’(2019~2021년)을 추진하고 있다. 이번 사업의 주요 내용은 천리안위성 2A호 수신·분석시스템 구축, 시스템 운영 및 위성자료 활용을 위한 전문인력 역량 강화, 전문가 파견 기술지원 등이며, 동 사업의 성공적 수행을 통해 방글라데시 기상청에서 태풍, 소나기, 구름 발달 및 이동 등 분석에 활용함으로써 예보정확도 향상 및 자연재해 피해 경감에 기여할 것으로 기대하고 있다.

3.2. 캄보디아 자동기상관측시스템 구축(2019~2022년)

기상청은 정부의 신남방정책에 부합하는 캄보디아 기상재해 경감과 기상업무 현대화 지원을 위해 '캄보디아 자동기상관측시스템 구축 사업'(2019~2022년)을 추진하고 있다. 2020년은 동 사업의 2차연도로서 캄보디아 11개 주에 자동기상관측장비(27개소)를 설치 완료할 예정이었으나, 코로나19로 인하여 캄보디아 현지 입국 및 통관 지연 등 사업일정이 지연되는 상황이 발생하였다. 이에, 2021년에는 자동기상관측장비 구축을 완료하고 캄보디아기상청 본부에 관측자로 모니터링 시스템을 구축할 예정이다.

동 사업을 통해 현재 수동관측에서 자동관측으로 변환되면 관측자료 수집시간 단축과 함께 보다 높은 품질의 자료를 이용한 다양한 기상정보를 생산함으로써 캄보디아 예보역량 강화에 기여할 것으로 보고 있다.

3.3. 라오스 태풍 감시 및 예측 통합플랫폼 구축(2020~2023년)

기상청은 태풍피해가 심각한 라오스를 대상으로 태풍분석 및 예보역량 강화를 지원하기 위해 '라오스 태풍 감시 및 예측 통합플랫폼 구축 사업'(2020~2023)에 착수하였다. 동 사업은 정부의 신남방정책에 부합하고, 한국기상청이 보유한 수준 높은 태풍분석 및 예측기술력을 아세안 국가로 전수하는 계기가 될 것이다. 이번 사업의 주요 내용인 태풍현업시스템(TOS, Typhoon Operation System)은 실시간 관측자료 분석 및 태풍 진로 정보 생산, 통계 및 훈련모듈 제공을 통해 종합적 태풍감시 서비스를 제공하는 기술이다. 특히, 2020년 8월 19일 한-라오스 기상청장 간 ODA 사업 양해각서를 체결하면서 본격적인 사업추진의 기반을 마련하였다. 라오스기상청에 태풍현업시스템을 구축하고 활용을 지원함으로써 라오스의 태풍위험 대응역량을 강화하고 태풍피해 저감에 기여할 것으로 기대하고 있다.

3.4. 캄보디아 천리안위성 2A호 수신·분석시스템 구축(2020~2023년)

기상청은 2018년 12월 천리안위성 2A호를 성공적으로 발사하여 시험운동을 거쳐 2019년 7월부터 정식 현업운동을 실시하고 있다. 이러한 독자위성 기상기술력을 바탕으로 '캄보디아 천리안위성 2A호 수신·분석시스템 구축 사업'(2020~2023년)에 착수하였다. 이번 사업의 주요 내용은 천리안위성 2A호 수신·분석시스템 구축, 시스템 운영 및 위성자료 활용을 위한 전문인력 역량 강화, 전문가 파견 기술지원 등이다. 특히, 2020년 9월 23일 한-캄보디아 고위급 간 ODA 사업 양해각서를 체결하면서 본격적인 사업추진의 기반을 마련하였다. 동 사업의 성공적 수행을 통해 캄보디아 기상청에서 태풍, 소나기, 구름 발달 및 이동 등 분석에 활용함으로써 예보정확도 향상 및 자연재해 피해 경감에 기여할 것으로 기대하고 있다.

3.5. 우즈베키스탄 기후자료 복원(WMO 협력, 2019~2022년)

우즈베키스탄은 1868년부터 관측한 기상자료를 유실 우려가 큰 종이로 보관하고 있어 기후자료 복원이 필요한 상황이며 한국기상청에 관련 지원을 요청함으로써 동 사업을 추진하게 되었다. 기상청은 WMO와 협력하여 우즈베키스탄 기후자료복원 1단계 사업(2013~2018년)을 통해 종이기후자료 700만장을 이미지파일로 변환하여 기후자료 관리시스템을 구축하였다. 이후, 기상청은 WMO와 협력하여 우즈베키스탄 기후자료복원 2단계 사업(2019~2021년)에 착수하여 현지조사를 통해 사업개요서를 작성하여 본격적인 사업을 진행하고 있다. 주요 사업 내용은 이미지파일을 문·숫자 정보로 전환, 기후자료의 효과적 관리 및 활용을 위한 관리 및 검색 시스템 구축, 자료 관리 및 품질 관리 교육훈련 지원 등이다.

4

남북 기상 협력

||||| 기획조정관 | 국제협력담당관 | 기상사무관 | 박승균

4.1. 남북 기상 협력 활성화 대비 기반 구축

기상청은 체계적이고 전략적인 남북 기상 협력 추진을 위해 청내 관련부서로 구성된 「남북 기상 협력 추진단」과 외부 전문가들로 구성된 「남북 기상 협력 자문위원회」를 운영하고 있으며, 남북 기상 협력 과제 준비 및 향후 추진방향 논의 등을 위해 2020년 6월과 11월에 회의를 개최하였다. 6~11월까지 6개월간 「민간을 활용한 남북 환경·기상 교류협력 활성화 방안 연구」를 진행하여 남북 간 환경·기상분야 기술 현황 및 협력 수요 조사 등 현황을 분석하고 국제기구, 민간 등을 통한 협력방안 및 세부 추진과제 등을 도출하였다.

대외적으로는 남북 기상 협력 추진을 대비하여 관련 정부부처 및 국제기구와의 공조체계를 강화하였다. 남북협력기금 활용을 위한 통일부와 업무 협의(1월), 남북 기상협력 방안 논의 및 향후 추진방안 논의를 위한 WMO와 업무 협의(2월), 남북법제 정비협의회 참석(6월), 남북 재난대응 관계 기관 업무 협의(1월, 11월) 등을 통해 국내외 정세 및 동향을 파악하고 향후 협력 추진 방향을 공유 및 논의하였다.

4.2. 북한지역 기상·기후·지진 정보 수집 및 활용

기상청은 WMO의 세계기상통신망(GTS)를 통해 북한의 기상관측정보를 수집하고 자료 활용을 위해 품질관리 및 기후 통계 생산하고 있으며, 2020년 6월에 북한 27개 관측지점에 대하여 「2019년도 북한기상연보」를 발간하였다. 북한 주요 지점에 대해 단기예보(동네예보), 중기예보, 1·3개월 전망, 북한지역 기온·강수량에 대한 월 기상특성을 생산하여 날씨누리 등을 통해 제공하고 있으며, 남북 접경지역 유역별 강수량 관측 및 예측자료를 수문기상 가뭄정보 시스템을 통해 공개하고 있다. 지진화산 정보로는, 위성영상을 이용하여 백두산 화산활동 추이 원격 분석 및 모니터링을 수행하고 있으며, 지진 재난문자방송 송출기준에서 국내지진을 남한·북한 영역으로 구분하여 구체화함으로써 북한지역으로 지진속보 영역을 확대하였다.

1 조직관리

기획조정관 | 혁신행정담당관 | 기상사무관 | 조진호

1.1. 기상·기후 현안대응을 위한 조직·인력 증원 및 기구개편

2020년 4월 실용적이고 융·복합적인 기상·기후관련 연구기능을 강화하기 위해, 국립기상과학원을 6과 2팀에서 2과 4부 1팀제의 유연한 연구조직으로 개편하였다.

2020년 소요정원으로 기상박물관 설립·운영 인력 1명(연구사1명), 한국형 수치예보모델 운영에 필요한 한시정원 4명(8급2명, 9급2명), 인공강우 실용화 연구인력 2명(연구사2명)을 보강하였다.

이와는 별개로 총액인건비제를 활용하여 운영하던 이상기후팀을 일몰시키고, 정부 통합물관리 정책총괄 및 인공강우 기능 강화를 위해 수문기상팀을 신설하였다.

1.2. 인력재배치를 통한 인력운영 효율성 증진

2020년 5월에 장기예보 정확도 향상과 일관성 있는 기후정책 추진을 위해 정책업무를 기후정책과로 통합·일원화하는 등 기후과학국 내 사무분장을 조정하며 인력 4명을 재배치하였다. 6월에는 군공항 기상업무 수행체계 개선과 대구 항공교통기상 분석관의 업무를 보강하며 김해공항기상대에서 항공기상청 관측예보과로 인력 6명을 재배치하였다.

2.1. 개요

2020년은 코로나19 팬데믹 사태 속에서도 기후변화는 멈추지 않았고 이에 따른 기록적인 기상 현상들이 나타난 한 해였다. 이를 증명하듯이 한반도에서는 역대 가장 따듯한 1월, 역대 가장 긴 장마철(중부 54일, 제주 49일), 7월보다 더운 6월 폭염이라는 다양한 기상·기후학적 현상이 발생하였다.

기상청에서는 이러한 기후변화에 적극적으로 대응하기 위하여 현안대응형 연구역량 강화, 독자 기술 확보와 성장동력 기반 확충을 목표로 연구개발을 추진하였다.

우선, 국민의 안전과 사회적 이슈 해결을 위해 한반도 주변에서 급격히 변하는 중규모 기상현상과 위험기상에 대응하기 위한 기술 개발, 기후예측 및 기후변화 감시, 한반도 관측공백 해소 그리고 현업화에 성공한 한국형 수치예보모델의 지속적인 개발과 통합 모델의 핵심기술 개발 등 현안 대응형 연구과제를 발굴하였다.

이와 함께 미래를 대비하기 위하여 ICT 융합 등 D.N.A(Data, Network, AI)분야의 혁신 성장을 위하여 2020년도에는 인공지능 연구에 6.2억 원, 스마트시티 사업에 22억 원을 투자하고 2021년도에는 AI 35억 원, 스마트시티 29.6억 원으로 점점 투자를 확대할 예정이다.

이러한 노력으로 2020년도 국가연구개발 우수성과 100선(과기정통부)에 3개의 과제가 선정되었다. 특히, ‘인공지능 딥러닝 기법을 활용한 기후예측 시스템 개발 및 대양간 상호작용 규명(전남대 함유근 교수)’ 과제는 순수기초·인프라 분야의 최우수 과제로 선정되었다. 아울러, ‘기상항공기 활용기술 개발(국립기상과학원)’은 재난안전 R&D 우수성과(행안부)로, ‘기상관측 차량을 이용한 기상 지원 및 집중호우·태풍 사전 관측자료 제공(국립기상과학원)’은 재난안전 R&D 협업 유공(행안부)에 선정되는 성과를 도출하였다.

2.2. 기상업무 연구개발사업 투자 현황

2020년도 기상업무 연구개발사업 투자예산은 737억 원으로, 기상청 총 예산(3,909억 원)의 18.9%를 차지하고 있다. 분야별로는 예보 204억 원, 관측 195억 원, 지진 126억 원, 기후 121억 원, 융합기상 81억 원을 투자하였다.

2020년도에는 기상재해를 포함한 위험기상 대응 기술개발과 기상정보의 사회·경제 활용확산 촉

진을 위한 기술개발 투자를 강화하여 4개 신규 연구개발 사업을 착수하였다. 수치예보 분야의 기술 자립을 통한 기상재해 사전대비를 위해 '기상재해 사전대비 중심의 시·공간 통합형 수치예보기술 개발' 신규사업을 35억 원 규모로 착수하였고, 2021년에는 127억 원 규모의 사업으로 확대할 계획이다. 또한, 위험기상 조기 탐지와 기후 예측력 강화를 위해 '기상위성 예보지원 및 융합서비스 기술 개발', '기후 및 기후변화 감시·예측정보 응용 기술개발' 신규사업을 43억 원, 25억 원 예산으로 착수하였으며, 스마트시티 맞춤형 기상기후 융합기술 구현을 위한 '스마트시티 기상기후 융합기술 개발사업'을 22억 원 규모로 착수하였다.

[표 3-59] 2020년도 분야별 R&D 예산

(단위 : 백만 원)

대분류	세부사업명	내역사업	예산	
			'20	소계
예보	• 기상업무지원기술개발연구	• 예보기술 지원 및 활용연구	2,876	20,439
		• 황사·연무기술 지원 및 활용연구	1,676	
	• 기상·지진 See-At 기술개발	• 기상예보기술	3,682	
	• 자연재해 대응 영향예보 생산기술 개발	• 기상영향연구 및 영향예보 생산기술 개발	2,654	
	• 수치예보·지진업무 지원 및 활용연구	• 수치예보 지원 및 활용기술 개발	5,520	
	• 한국형수치예보모델 개발	• 한국형수치예보모델개발	584	
• 기상재해 사전대비 중심의 시·공간 통합형 수치예보기술 개발 ('20년 신규)	• 4차원 고품질 기상분석을 위한 최신 자료 동화기술 개발	1,227		
	• 가변격자체계 기반 통합형수치예보 모델 개발	1,497		
	• 거대 수치예측자료의 효율적 처리와 수요 맞춤 활용기술 개발	723		
관측	• 기상업무지원기술개발연구	• 관측기술 지원 및 활용연구	6,025	19,457
		• 기상·지진 See-At 기술개발	• 기상관측기술	
	• 기상관측장비 연구 및 실험시설 구축·운영	• 기상관측장비 연구 및 실험시설 신축	2,679	
	• 범부처 융합 이중편파레이더 활용기술 개발	• 이중편파레이더 자료처리기술 개발	1,639	
		• 연구용레이더 신기술 선행연구 및 현업 활용기술 개발	1,048	
	• 연직바람 관측장비 융합기술개발	• 연직바람 관측장비 융합기술개발	1,300	
	• 기상위성 예보지원 및 융합서비스 기술 개발('20년 신규)	• 위험기상 예보지원 기술개발	1,615	
• 기상위성 활용 서비스 기술개발		2,639		
지진	• 수치예보·지진업무 지원 및 활용	• 지진화산 업무 지원 및 활용연구	1,715	12,598
		• 기상·지진 See-At 기술개발	• 지진화산기술	
	• 한반도 지하 단층·속도구조 통합모델 개발	• 영남권 지하 단층 구조 모델 개발	1,970	
		• 수도권 지진활동·지하 단층 분석 및 지하 구조 연구	3,110	
		• 3차원 속도구조 통합 모델 개발	1,225	

대분류	세부사업명	내역사업	예산	
			'20	소계
기후	• 기상업무지원기술개발연구	• 기후변화 예측기술 지원 및 활용연구	2,719	12,106
		• 해양기상기술 지원 및 활용연구	2,402	
	• 기상·지진 See-At 기술개발	4,585		
	• 기후 및 기후변화 감시·예측정보 응용 기술개발('20년 신규)	• 기후예측 및 위험 대응 강화 연구	1,600	
		• 기후변화 대응 및 정보 생산·활용 연구	800	
융합 기상	• 기상업무지원기술개발연구	• 응용기상기술 지원 및 활용연구	3,048	8,052
	• 미래유망 민간기상서비스 성장기술개발	• 산업융합 민간기상서비스 기술개발 지원	1,500	
		• 생활중심 민간기상서비스 기술개발 지원	1,350	
	• 스마트시티 기상기후 융합기술개발 ('20년 신규)	• 스마트시티 기상기후 솔루션 기술개발	950	
		• 스마트시티 기상기후 솔루션 서비스 구현	1,204	
기획평가관리비			1,076	
주요 연구개발사업(자체+출연)			73,728	

2.3. 기상업무 연구개발사업 성과

기상청은 연구개발사업을 통해 2017년~2019년 동안 SCI(E) 논문 688건, 특허 출원 262건, 특허 등록 147건 등의 성과를 달성하였다. 과학기술정보통신부에서는 매년 국가연구개발사업의 우수 성과 100선을 선정하는데, 2020년도에 기상청은 최우수 1편을 포함하여 총 3편의 우수성과가 선정되었다.

최우수성과로는 순수기초·인프라 분야에 「인공지능 심화학습 기법을 활용한 기후예측시스템 개발 및 대양 간 상호작용 규명」이 선정되었다. 이 연구는 세계 최초로 인공지능 기반의 엘니뇨 증장기 예측시스템을 개발한 성과이며, 신기술의 도입과 획기적인 예측성능 향상을 인정받아 <네이처지(Nature)>에도 게재되었다. 개발된 성과는 10년 이상의 장주기 예측, 계절 내 진동 예측 등 다양한 기상 및 기후 현상의 예측에 활용 가능할 것으로 기대된다.

우수성과로는 에너지·환경 분야에서 기상청의 기상항공기 관측정보를 활용하여 집중호우, 태풍 등 위험기상 예측 정확도 개선에 기여한 「국가 재난방지 및 사회적 이슈대응을 위한 기상항공기 활용기술 개발」이 선정되었다. 이 성과는 행정안전부 주관 「제2회 재난안전 연구개발 우수성과」에도 선정되어 장려상을 받았다.

또한, 순수기초·인프라 분야에서는 세계 최고 수준의 천리안위성 2A호 지상국을 성공적으로 개발한 성과를 인정받아 「똑똑한 기상 지킴이, 기상위성 지상국」이 선정되었다. 천리안위성 2A호 지상국은 기존 천리안위성 1호 대비 약 1,000배의 대용량과 고해상도 자료를 수신·처리·분석할 수

있는 신속성과 신뢰성을 갖추었다. 이를 통해 우리나라의 기상예보 정확도 향상뿐만 아니라 세계 12개국에 관측정보를 제공하는 등 국가 위상 제고에도 이바지하고 있다.

[표 3-60] 2017~2019년 기상업무 연구개발사업 논문 및 특허 성과

구분		2017년	2018년	2019년	합계
SCI(E)		262	234	192	688
특허	출원	86	94	82	262
	등록	63	52	32	147

※ 2020년 성과는 2021년 하반기에 확정

[표 3-61] 과학기술정보통신부 주관 「2020년도 국가연구개발 우수성과 100선」 선정 결과

성과 분야	성과명	소속기관	연구자명	해당사업
순수기초 ·인프라	(최우수) 인공지능 딥러닝 기법을 활용한 기후 예측 시스템 개발 및 대양간 상호작용 규명	전남대학교	함유근	기상·지진 See-At 기술개발연구
에너지 ·환경	국가 재난방지 및 사회적 이슈 대응을 위한 기상항공기 활용 기술 개발	국립기상과학원	차주완	기상업무지원기술 개발연구
순수기초 ·인프라	똑똑한 기상 지키미, 기상위성 지상국	한국전자통신연구원	안도섭	정지궤도 기상위성 지상국개발

2.4. 기상업무 연구개발사업 성과평가

기상청은 과학기술정보통신부의 「국가연구개발사업 등의 성과평가 및 성과관리에 관한 법률」에 따라 2020년도에는 4개 사업에 대하여 중간평가 및 종료평가를 실시하였다.

2020년에는 민간과 군이 공동으로 활용할 수 있는 연직바람 관측장비 기술 및 검증체계 개발을 수행한 ‘연직바람 관측장비 융합기술 개발’ 사업에 대해 중간평가가 실시되었다. 평가 결과, 기존 국내외 연직바람 관측장비에는 수동 방식의 배열안테나 기술이 적용되었으나 동 사업을 통해 능동 위상배열안테나를 국내 최초로 적용하여 장비의 활용성·효용성 극대화하여 해외 경쟁력을 확보한 것으로 인정받았다.

종료평가는 2019년에 종료된 3개 사업에 대해 실시되었다. ‘정지궤도 기상위성 지상국 개발’ 사업은 천리안위성 2A호의 기상 및 우주기상 관측자료를 실시간 관제·수신·처리·분석·서비스하기 위한 지상국 기술개발 및 시스템 구축을 목적으로 수행되었다. 이 사업을 통해 기상/우주 알고리즘의 100% 국산화를 이루었으며, 지상국 구축을 통해 영상 적시 제공률이 97.1%로 우수한 성과를 거두었다.

‘한국형수치예보모델개발’ 사업은 세계적 수준의 한국형수치예보모델 개발로 2020년까지 세계 5위권의 수치예보 분야 기술경쟁력 확보를 목적으로 수행되었다. 동 사업은 우수 인력 양성 및 국

내 자생적 연구기반 마련에 기여한 부분을 인정받았으며, 우리나라 독자적인 기술력 확보를 통한 자체 모델을 개발하였다는데 상당한 의의가 있다고 평가받았다.

‘기상위성자료현업지원기술개발’ 사업은 기상위성 산출물 알고리즘 및 분석기술 개발을 통한 예보 현업지원 및 수치모델 분야 활용 강화, 기후·환경 수문 다분야 융복합 기술개발 등을 목적으로 추진된 사업이다. 성과로는 위성영상 및 분석정보를 제공하여 기상재해 재난에 대한 대응력을 강화하고 기상위성 산출물 개발을 통해 기상·환경·수문·농림 등 다양한 분야로 위성 자료의 융복합 활용을 확대하였다.

[표 3-62] 2020년도 국가연구개발사업 중간평가 결과

사업명	예산(백만 원)			담당부서	평가 결과
	2017	2018	2019		
연직바람 관측장비 융합기술 개발	900	557	1,195	계측표준협력과	보통

[표 3-63] 2020년도 국가연구개발사업 종료평가 결과

사업명	총사업비 (억 원)	사업 기간	담당부서	평가 결과
정지궤도 기상위성 지상국개발	92,100	'14~'19	위성운영과	우수
한국형수치예보모델 개발	77,654	'11~'19	수치모델개발과	보통
기상위성자료현업지원기술개발	39,322	'09~'19	위성기획과	보통

3 기상인력 확보

기상청 | 운영지원과 | 행정사무관 | 이용자

제3부
분야별 기상정책

3.1. 기상 전문 인력의 확보

전 세계가 직면하고 있는 기후변화에 따른 기상재해의 최소화와 국민의 삶의 질 향상을 위해 고품질의 기상정보 수요가 증대됨에 따라 국민의 기대에 부응하기 위하여 기상청은 국내·외 우수 인력 자원을 지속적으로 총원하고 있다. 공개경쟁채용으로 5급 2명, 9급 17명을 채용하였고, 경력경쟁 채용으로 각 분야별 전문인력 7명을 채용하였는데 학력별로 석사 5명, 지역인재 2명이다. 2020년 말 기준으로 박사 125명, 석사 355명 등 석·박사급 인력이 총 480명으로 전체 인력의 33%를 차지하고 있다.

[표 3-64] 기상인력 채용 실적(2020.12.31. 기준)

(단위 : 명)

구분	학위별	연 도 별										
		계	2020	2019	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011
경채	박사	44		5	8	9	5	5	3	4	4	1
	석사	71	5	4	15	10	3	7	7	6	9	5
	학사	39		10	4	7	6	1	5		4	2
	전문학사 이하	4	2	1	1							
	소계	158	7	20	28	26	14	13	15	10	17	8
공 채		336	19	21	14	21	45	54	39	38	46	39
합 계		494	26	41	42	47	59	67	54	48	63	47

[표 3-65] 기상인력 현황(2020.12.31. 기준/ 휴직·파견자 포함)

(단위 : 명)

직 급 별	박 사	석 사	학 사	전문대 이하	계
청장·고위공무원	6	7	0	0	13
3~4급	35	29	22	3	89
5급(연구관)	57	101	91	13	262
6~9급(연구사)	27	217	695	118	1,057
관리운영직	0	1	4	18	23
계	125	355	812	152	1,444

4 기상정책홍보

기상청 | 대변인 | 기상사무관 | 노성운
기상청 | 대변인 | 기상사무관 | 박이형
기상청 | 대변인 | 행정사무관 | 오철규

4.1. 언론 홍보

기상정책 및 기상업무에 대한 정확한 정보 전달을 위해 대국민 접점에 있는 언론인을 대상으로 '언론인 기상강좌'를 개최하였으며, '찾아가는 언론인 기상강좌'를 통해 지역 언론인들의 기상정책 이해를 제고시켰다. 계절 전망 및 태풍 현황 등 기상 관련 주요 관심 사항에 대해서는 선제적으로 정책 브리핑을 실시하는 등 기관장 주도의 소통을 통한 의견 수렴 및 정확한 정보 전달을 위해 노력하였다. 또한 언론사 오피니언 리더와의 간담회 등을 통해 기상청 주요업무 현황 및 계획에 대한 의견을 교환하여 주요정책의 이해를 도모하였다. 마지막으로 날씨 인터뷰 녹화 영상을 자체 제작하여 선제적으로 제공함으로써 정확한 기상정보 전달을 위해 노력하였다.

4.2. 정책홍보

'국민의 안전과 생활편의 증진을 위한 혁신적인 날씨서비스 개편'이라는 정책목표 아래, 국민 체감 중심의 정책소통에 역점을 두어 업무를 추진하였다. 특히 '보다 빠르고 제대로 알려 국가기상업무 가치 확산'이라는 정책홍보 슬로건을 바탕으로 ▲기상과학·업무 이해 확산 ▲대국민 안전의식 확산 ▲SNS를 활용한 쌍방향 소통 강화 등 세부 전략을 수립하여 전략적 홍보를 진행하였다.

4.2.1. 기획홍보를 통한 기상과학·업무 이해 확산

대학생들 대상의 날씨알리미 앱 개선방안 제안대회인 '앱깔고 앱까기'와 현직 교사, 기상전문가가 날씨관련 상황을 과학적으로 해설하는 토크쇼 'TM(Thanks Much Information) 날씨'를 통해 국민의 눈높이에 맞는 기상서비스를 발굴하고, 기상과학에 대한 이해를 높이기 위해 노력하였다. 특히 날씨알리미 앱 개선방안 제안대회는 기상청의 기상정보 전달에 대한 국민의 생각과 기대를 확인할 수 있는 좋은 기회였으며, 우수한 아이디어는 앱 개선에 적극적으로 반영하고자 하였다. 'TM 날씨'는 웹 예능(드라마타이즈 포함) 형태를 접목하여 강수확률, 폭염, 지진, 슈퍼컴퓨터 등 기상청의 다양한 업무와 서비스, 기상과학을 전문성 있게 소개하였다.

아울러, 기상업무의 과거와 현재 비교를 통해 발전상을 소개하는 '그땐 그랬지', '날씨알리미 앱

있고 없고' 등의 콘텐츠와 더위체감지수, 폭염특보기준 변경, 서울특보 세분화 등 기상정책과 서비스를 알기 쉽게 소개하는 카드뉴스를 제작해 친숙하고 정감있는 기상청 이미지 구축을 위해 노력하였다.



[그림 3-112] 주요정책 및 기상서비스 홍보 콘텐츠

4.2.2. 위험기상 피해예방 캠페인 추진을 통한 대국민 안전의식 확산

기후변화로 인한 위험기상 피해 유형(산불, 집중호우, 태풍, 폭염 등)이 다양해 지고 있는 만큼 연중 발생하는 위험기상에 대한 국민들의 인식 제고가 필요해 연속성 있는 캠페인을 진행하였다.

2020년 캠페인은 위험기상으로 인한 피해에 선제적으로 대비하기 위해 관련 정보를 보다 쉽고 정확하게 전달하는 데 초점을 맞추어 진행하였으며, 일방적 전달이 아니라 국민과 소통할 수 있는 참여형 콘텐츠를 제작하여 전 국민 확산에 노력하였다.

봄철에는 기상청·소방청·산림청 캐릭터와 함께 산불 피해예방 및 대응요령 등을 알리는 온라인 캠페인을 실시하였으며, 여름철에는 '폭염에 좋은 물, 휴식, 그늘'이라는 주제로 '해피해피 캠페인'을 집중적으로 추진하였다. 특히 올해는 코로나19 상황에 따라 온라인을 중심으로 민간기업과 사회복지단체와의 협업, 일반 국민 참여기반의 기부를 결합한 퍼네이션(funation)을 도입하여 위험기상 취약계층까지 아우르는 확산성 있는 캠페인을 실시하였다.

겨울철에는 한파 취약계층 및 봉사활동 참여자들을 대상으로 한파 예방물품(손난로) 및 대응요령을 전달하는 캠페인을 진행하였다. 이와 함께 QR코드를 활용한 위험기상 캠페인용 예방물품(마스크)을 제작·배포하여 마스크를 생활화를 통한 한파 대비 및 코로나19 예방 메시지를 전달하고자 하였다.

또한, 위험기상별 특보 발효 시 주의해야 하는 위험 상황과 올바른 행동수칙 등을 실사 이미지와 일러스트를 접목한 위험기상 영상(태풍·집중호우·폭염·대설·한파·비바람)으로 제작하였다. 이 콘텐츠는 지상파, 종편, 보도 전문채널 등 언론은 물론, 유튜브, 페이스북 등 정부·민간과의 협업을 통해 생활 속에서 쉽게 접할 수 있는 홍보매체를 활용하여 메시지 확산을 극대화하였다. 이러한 위험기상 피해 예방을 위한 국민 접점 홍보는 기상청에 대한 국민들의 긍정적인 인식을 제고하는

데 기여하였으며, '2020년 대한민국 커뮤니케이션 대상'에서 기상청의 노력이 인정되어 광고 및 공익분야 대상을 수상하였다.



[그림 3-113] 위험기상 피해예방 캠페인 영상

4.2.3. SNS를 활용한 쌍방향 소통 강화

기상청은 SNS를 활용한 쌍방향 소통 강화로, 신속하고 신뢰도 높은 기상정보를 정확하고 알기 쉽게 전달하여 날씨로 인한 피해를 최소화하고, 기상정보의 과학성과 기관의 전문성을 토대로 기상 과학에 대한 이해와 관심을 높이고자 하였다.

먼저 유튜브와 페이스북을 통해 365일 매일의 날씨와 기상특보·이슈 발생 시 수시로 위험기상 정보를 전달하는 '정보 제공형' 콘텐츠를 게시하여 일상생활 속 예보 활용과 국민안전 증진에 기여 하였다. 특히, 유튜브를 통해 생활밀착형 상황을 바탕으로 기상정보와 날씨알리미 앱의 다양한 활용 꿀팁을 제공하는 '날씨추에이션(9편)', 날씨와 관련된 직업을 가진 현장의 목소리를 들어보는 'KNOCK돌이(11편)', 속담을 활용해 기상과학을 이야기하는 '속닥속담(5편)' 등 다양한 기획 시리즈로 기상정보의 실생활 적용을 유도하였다.

또한, 날씨현상(우박, 용오름, 단풍 등) 사진 등 현재 날씨의 상황을 활용한 이용자 공감 및 호감을 유도할 수 있는 콘텐츠는 물론, 기상청 캐릭터를 활용한 재미있고 시의성 있는 콘텐츠, 참여형 이벤트를 실시하여 기상과학 및 다양한 기상업무의 이해를 넘어 친근한 기상청 이미지를 확산시킨 공로를 인정받아 '올해의 SNS(유튜브) 공공부문 최우수상'을 수상하였다.

한편, 제12기 국민참여기자단(30명, 수료 23명)을 운영하여 기상정책과 생활기상정보 등을 자연스럽게 확산시켰고, 정책현장을 직접 방문하고 취재함으로써 기상과학과 기상상식에 대한 이해를 높였다.



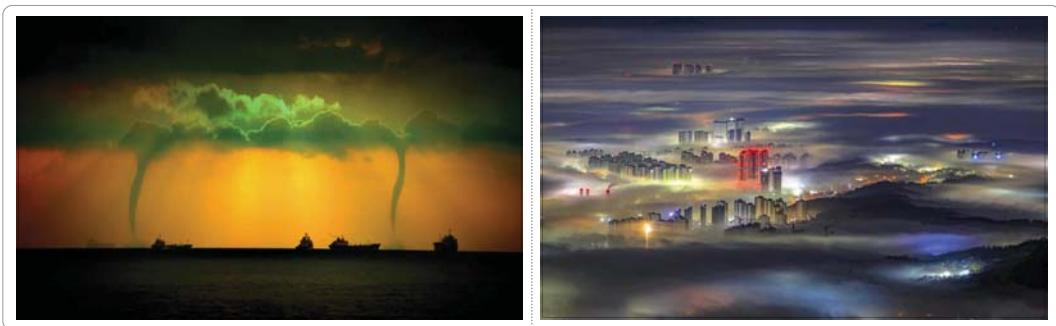
[그림 3-114] 기상과학이해 동영상 제작

4.3. 제37회 기상기후사진 공모전 개최

기상에 대한 국민의 관심을 높이고 기상재해 및 기후변화에 대한 경각심을 고취시키고자 매년 세계 기상의 날(3월 23일) 즈음, 기상사진전을 개최하고 있다. 제37회 기상기후사진 공모전에는 총 3,160점의 작품(일반사진 3,096건, 타임랩스 64건 등)이 출품되었다.

제37회 기상기후사진 공모전의 작품들은 신비하고 아름다운 우리 주변의 날씨를 잘 담아낸 작품들이 주를 이루었으며, 대상(환경부장관상, 상금 500만 원)에는 진귀한 기상현상인 용오름을 잘 담아낸 '쌍용오름(김택수 作)', 금상(기상청장상, 상금 200만 원)에는 한 편의 그림과 같은 안개 속 도시를 찍은 '안개도시(방춘성 作)', 은상(기상청장상, 상금 100만 원)에는 독도가 구름으로 연결된 신비한 모습을 포착한 '구름모자 쓴 독도(우태하 作)'가 선정되었다. 이 밖에 동상 2점과 입선 30점이 선정되었으며, 타임랩스 부문에는 매화나무 가지에 내려앉는 눈의 모습을 담아낸 '설중매(최영아 作)'가 특별상(기상청장상, 상금 100만 원)으로 선정되었다.

서울역(4월 20일~26일)과 수서역(5월 11일~17일)에서 개최한 전시회에서는 공모전을 통해 선정된 사진과 타임랩스 영상을 전시하여, 우리가 생활하는 삶 속에 투영되는 날씨를 국민들이 공감할 수 있도록 하였다. 특히 '제12회 기후변화 주간(4월 13일~4월 28일)'에 맞춰 전시 공간 내에 '빗방울, 폭풍, 바람' 등을 영상과 음향으로 표현해, 보는 재미와 함께 관람객이 기상기후를 입체적으로 느낄 수 있도록 연출하여 코로나19로 지친 관람객들의 마음을 위로하고 작은 심포 같은 자리가 되었다.



[그림 3-115] 대상 '쌍용오름(김택수 作)'

[그림 3-116] 금상 '안개도시(방춘성 作)'

4.4. 언론 보도 경향

2020년 언론 보도는 기상정보와 기상서비스 관련 내용이 가장 많았고, 재해와 질병, 기후변화 관련 내용이 대폭 늘어났다. 1~2월에는 고온현상과 강추위, 6~8월에는 장마, 9월~10월에는 기후변화 관련 기사가 많았다.

[표 3-66] 2020년 주요 언론보도 기사 현황

시기	주요 언론보도 제목
1월	"눈이 사라졌다" 포근한 겨울... 적설량 0cm
2월	눈 내린 후 지각 한파, 봄 대신 찾아온 한파
3월	"가로수 부러지는 강도"... 내일 태풍급 강풍 분다
4월	서울 4월 하순에 눈... 113년 만에 처음
5월	전남 해남서 규모 3.1 지진, 같은 지점 8일 만에 39번째
6월	제주 장마 시작... 관측 이래 가장 일러
7월	양동이로 물 퍼붓는 수준, 장맛비... 강릉 109년 만 6월 호우
8월	남부는 폭염, 중부는 폭우... 유독 길어진 장마
9월	태풍 3연속 한반도 강타, 원인은 '해수면 온도 상승'
12월	연말연시 영하 20도 북극 한파...서해안 30cm 폭설

5 기상교육

- 기상기후인재개발원 | 교육기획과 | 기상사무관 | 공종웅
- 기상기후인재개발원 | 교육기획과 | 행정사무관 | 장경숙
- 기상기후인재개발원 | 인재개발과 | 기상사무관 | 송정미
- 기상기후인재개발원 | 인재개발과 | 행정사무관 | 김재욱

5.1. 전문교육과정 운영

5.1.1. 핵심전문 교육과정

2020년 기상기후인재개발원은 인사혁신처와 협의하여 예보관 과정을 1년으로 확대운영하면서 기존 6개월 과정보다 폭넓고 깊이 있는 교육과정을 운영할 수 있었다. 특히 예보와 밀접한 핵심분야 전문과정(수치예보, 기상위성, 해양기상, 항공기상)을 예보관 과정과 연계하여 통합운영함으로써 예보 전 분야에 걸친 통합적 사고력과 문제해결 능력을 배양하고, 예보 이론과 실습을 접목한 교육 등을 통해 실무 위주의 교육을 강화하였다.

[표 3-67] '20년 예보관 과정 커리큘럼

현상 파악 (종관·중규모 분석)		원인 분석 (역학·물리적 근거)		현상 이해		개념 모델화		반복훈련 및 체득화				
구분	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	1월	2월
교육 과정 분류	Knowledge Acquisition(지식획득)				Knowledge Deepening(지식심화)				Knowledge Creation(지식 창조)			
	Remembering (기억하기)		Understanding (이해하기)		Applying (응용하기)		Analysing (분석하기)		Evaluating (평가하기)		Creating (창조하기)	
교과목	기상 기본 이론	일기도 분석법 자료 처리	레이더 위성 태풍 복현상	수치 현상이 론	현상분 석실습 (호우)	현상분 석실습 (폭염)	현상 이론 분석	현상 이론 분석	예보가 이던스 검증	예보가 이던스 보완	예보가 이던스 개발	종합 실습

또한, 예보사 과정(6개월)과 태풍 등 9개 핵심분야 실무과정을 이러닝 교육으로 전환하여 코로나 19 상황에서도 시공간 제약 없는 교육기회를 제공하였다.

[표 3-68] '20년 핵심분야 교육과정 운영 실적

구분	과정명	운영 횟수	수료 인원	구분	과정명	운영 횟수	수료 인원
예보	예보관 과정	1	15	해양	해양기상 전문과정	1	4
	예보사과정(이러닝) 1기	1	18	위성	기상위성 전문과정	1	5
	예보사과정(이러닝) 2기	1	63	레이더	기상레이더 전문과정	1	10
	예보역량 향상과정	1	8	기후	기후 전문과정	1	10
항공	항공기상 전문과정	1	7	지진	지진실무과정	1	11
태풍	태풍 전문과정	1	10	장기예보	장기예보 전문과정	1	13
수치	수치예보 전문과정	1	5	이러닝	(태풍 등 9대) 실무과정	9	677
총계						22	856

5.1.2. 기본 및 공통전문 교육과정

각종 현안에 대한 대·내외 보고 및 문제 핵심을 분석해 내는 기획 역량 배양을 위한 직급별 리더십과정인 코칭리더 역량강화과정(4급), 조직리더 역량강화과정(5급)을 운영하였다. 또한, 4차 산업혁명, 미래 기술 등 정부혁신 추진방향과 동반한 교육과정을 운영하였고, 미래 성장을 견인하고 첨단과학 교육 강화를 위해 변화와 혁신을 선도하는 공직역량 강화 교육과정을 운영하였다.

[표 3-69] '20년 공통전문 교육 운영 실적

구분	과정명	운영 횟수	수료 인원	구분	과정명	운영 횟수	수료 인원
행정 역량	행정역량 향상과정	1	20	국정 시책	메가트렌드 이해과정	1	21
	찾아가는 기획역량 향상과정	14	440		문제해결 실전과정	1	16
	소통역량 향상과정	1	18	공직 입문	9급 신규자과정	1	17
정보화	프로그래밍 이해 및 활용과정(R)	1	33		7급 승진자과정	1	6
	정보보호 실무과정	1	16	인문 소양	선진 기상인력 역량 강화과정	1	7
	정보보호역량 향상과정	1	12		균형잡힌 삶을 위한 자기계발과정	1	19
리더십	조직리더 역량강화과정	5	163		프레젠테이션 활용 향상과정	1	9
	코칭리더 역량강화과정	2	36	민원담당자 힐링 과정	1	18	
총계						34	851

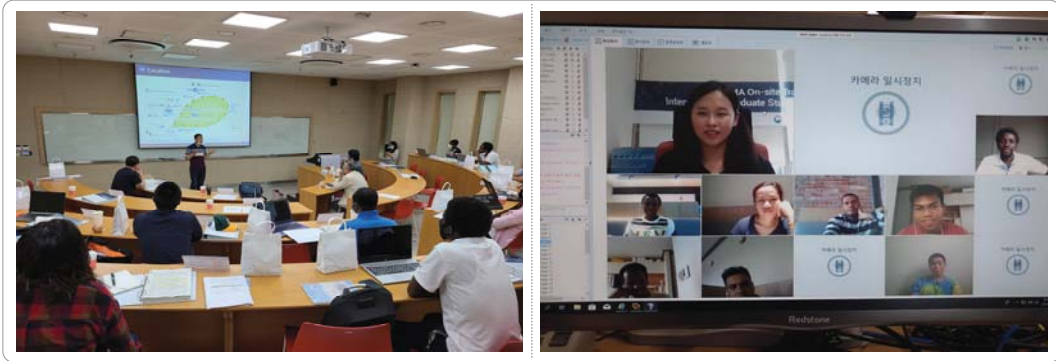
5.1.3. 이러닝 교육과정

‘기상청 나라배움터(<http://kma.nhi.go.kr>)’는 기상·기후 전문인력을 양성하고 기상과학을 대중화 하는 교육과정이다. 2020년에 5개 과정의 이러닝 콘텐츠를 개발하였으며, 학습자는 PC 및 모바일 기기 등을 통해 언제 어디서나 원하는 시간에 기상청 나라배움터에 편리하게 접근하여 기상·기후 전문과정 및 인문소양 등의 교과목을 학습할 수 있다. 공동활용 콘텐츠를 포함한 총 209개의 과정을 개설(전문교육 89개, 기본교육 45개, 열린강좌 75개)하여 총 17,373명이 수료하였고, 이 중 기상·기후 전문과정은 6,819명이 수료하였다.

5.1.4. 글로벌 기상기후 인재 양성

기상청은 WMO 지역훈련센터(RTC-Korea)로서 WMO 회원국, 특히 개도국에 선진기상기술을 전수하여 위험기상 조기감시 대응역량을 향상하고 글로벌 기상기후 인재 양성을 위해, 자체 공적개발 원조(ODA) 예산으로 국제교육과정을 운영해 오고 있다. 2020년에는 ‘외국인 기상예보관과정’과 ‘외국인 기상레이더 자료 활용능력 향상과정’ 두 개 과정을 ‘코로나19’ 상황에 따라 원격 실시간으로 진행하였으며 교육생들은 자국에서 참석하였다.

기상청과 한림대 간 업무협약에 따라 기후변화정책 외국인 석사과정생의 기상청 현장학습 과정으로서 3학점으로 인정받는 ‘외국인 석사과정 기상청 현장연수’ 과정도 2월 겨울방학 기간 집합과정으로 운영 예정이었으나, ‘코로나19’ 상황으로 ‘온-나라 PC 영상회의시스템’을 통해 원격수업으로 전환하여 운영하였다.



[그림 3-117] 외국인 석사과정생 기상청 현장연수 운영('20.7.13.~7.31.)

한편, 2020년도 KOICA 글로벌 연수사업으로 예정된 2개 과정은 정부의 코로나19 감염증 대응 정책 추진(경제활성화를 위한 제2차 추가경정예산 편성 및 코로나19 대응 프로그램 수립 등) 자원 확보를 위해 불가피하게 취소가 되었다.

2020년도에는 외국인 초청에 차질이 발생함에 따라, 집합교육을 온라인(원격)학습으로 전환하여 운영하고, 초청 교육의 질적 성장과 그간 운영해 온 국제교육에 대한 사후 사업 성과 점검을 위하여 '국제교육훈련 운영 및 효과성 평가'를 실시하여 개선방안 등 효율적 국제교육 수행방안 등을 모색하였다.

[표 3-70] 2020년 외국인 교육과정 운영 실적(총 22개국, 78명 수료)

구분	과정명	기간	참여국가	수료인원
ODA	기상예보관 과정	10.26.~11.6.	5	28
	기상레이더 자료활용능력 향상과정	11.16.~11.27.	4	36
KOICA	재해방지 조기경보 및 대응시스템 관리 활용능력 향상과정		취소	
	ICT 기상업무 향상과정		취소	
	한림대 기후분야 외국인 석사과정 현장연수 실시	7.13.~7.31.	13	14

5.2. 기상지식 보급 및 기상과학 문화 확산

5.2.1. 방재기상업무 전문교육(법정교육)

기상청은 기상재해 예방 및 대응 업무를 담당하는 관계기관 방재업무 종사자를 대상으로 국가 차원의 현장 대응역량 강화를 위해 방재기상업무 전문교육을 17회(집합 7, 온라인 10) 운영하였고, 교육 인원은 총 491명 수료하였다. 교육과정은 일반과정(자연재해) 14회, 특화과정(해양·산림) 3회 등 교육 대상자의 업무 특성에 맞는 전문교육을 실시하였다.

코로나19로 인한 사회적 거리두기 장기화로 하반기에는 전면 온라인 교육으로 전환하였으며, 코로나19로 인한 어려운 환경에서도 지속적인 홍보 및 교육 독려로 중앙행정기관 14소, 광역자치체 17소, 공공기관 10소 등 확대하였다. 또한, 2018~2019년 교육실적이 없었던 광주·전남지역 담당자들도 94명이 이수하였다.

[표 3-71] 20년 방재기상업무 전문교육 운영 실적

구분	분야	횟수(회)	인원(명)	비고
일반과정	자연재해	14	416	
특화과정	해양	1	19	
	산림	1	32	
	해양	1	24	
합계		17	491	

5.2.2. 대국민 교육

기상청은 매년 초·중·고등학생과 일반인을 대상으로 올바른 기상지식 보급으로 기상재해 이해 제고 및 대응능력 향상을 위해 교육을 운영하고 있다. 지방 중소도시에 거주하는 초등학교 학생을 대상으로 기상과 자연의 상관관계를 통해 기상 과학의 흥미를 유발할 수 있는 ‘찾아가는 날씨체험 캠프’ 교육을 149회 운영하여 3,212명이 참여하였다. 또한, 청소년 대상의 기상진로체험 과정은 56회 1,639명, 축전 및 행사 체험교육은 29회 운영하여 2,340명이 참여하였다.

최근 들어 지진 규모 5.8(2016년), 규모 5.4(2017년) 등 자주 발생하고 있는 지진과 지진에 의한 재난에 대응하고 그 피해를 최소화하기 위해 초·중·고 학생은 물론 일반인과 재난 관련 업무 종사자와 전문가를 대상으로 지진·지진해일·화산에 대한 교육을 운영하여 3,317명이 교육을 이수하였다. 또한, 중고등학생을 대상으로 한 교육동아리 ‘땅울림’에는 1차 결성식에 총 30팀 139명이 참석하였고, 2차 활동발표회에서는 20팀 106명이 참석하여 지진 관련 영상 제작 등의 동아리 목적에 맞는 활동으로 지진에 대한 교육과 인식 제고에 기여하였다.

[표 3-72] 20년 기상업무 종사자 및 대국민 기상교육 운영 실적

구분	과정명	횟수(회)	인원(명)	비고
기상정보 활용과정	기상정보 활용과정	47	935	
대국민 기상교육	기상 진로체험	56	1,639	
	찾아가는 날씨체험캠프	149	3,212	
	기상과학 축전 및 행사	29	2,340	
대국민 지진·지진해일·화산 교육	안전교육과정	41	696	
	이해과정	108	2,593	
	강사단 양성과정	2	28	
	땅울림 동아리	2	245	
합계		434	11,688	

5.2.3. 학점은행제 대기과학 전공과정

학점은행제 대기과학 전공과정은 청 내 직원은 물론 일반인이 해당 학점 이수 시 대기과학전공의 이학사 학위를 취득할 수 있는 교육 프로그램으로 2007년 9월 교육부로부터 '원격수업기반 학습과정 평가인정'을 받아 운영 중에 있다. 2020년 봄학기는 레이더기상학 및 실습, 대기분석 및 실습, 대기역학, 중규모기상학 과정에서 171명이 수료하였고, 가을학기는 기후역학, 대기복사, 대기관측 및 실습, 대기오염 과정에서 185명이 수료하였다. 2020년 대기과학 전공과정 이학사(학위) 취득자는 6명이며, 2008년부터 2020년까지 총 122명이 학위를 취득하였다.

[표 3-73] 20년 봄·가을학기 '학점은행제 대기과학 전공과정' 운영 실적

교육 기간	구분	교과목	수료 인원	교육 기간	구분	교과목	수료 인원
봄학기 (2020. 3.~6.)	전공선택	레이더기상학 및 실습	171	가을학기 (2020. 9.~12.)	전공필수	기후역학	185
	전공선택	대기분석 및 실습			전공필수	대기복사	
	전공필수	대기역학			전공선택	대기관측 및 실습	
	전공필수	중규모기상학			전공선택	대기오염	
총계							356

5.3. 기상교육 인프라 확충

2018년 12월에 기상기후인재개발원 신축사업이 확정되고, 2019년 4월에 사업 기본계획이 수립되었다. 이에 따라, 2019년부터 2023년까지 5개년 사업으로 기상기후인재개발원 신축을 추진하고 있다. 2020년 3월에는 진천군으로부터 매입한 부지의 소유권을 이전하였으며, 4월에는 공공건축심의위원회를 개최하여 설계용역 발주, 공사비 등 적정성 심의를 통과하였다. 6월부터는 설계공모가 진행되어, 8월에 심사를 거쳐 선정된 업체와 9월에 설계용역을 계약하였다. 10월부터 12월까지 2달간 사업예정부지에 대하여 문화재 지표조사를 진행하였으며, 12월에 기타용역 3건(전략 및 소규모 환경영향평가, 도시계획시설(변경)결정, 재해영향평가)을 계약 체결하였다.

6 시설환경 개선

기상청 | 운영지원과 | 행정사무관 | 이주영

본청 및 소속기관에서 사용하고 있는 국유재산은 토지 1,401,769㎡, 건물 140,112㎡이다. 우리청은 1990년부터 직원 복지 및 근무환경 개선을 위하여 청·관사 시설개선 사업을 지속적으로 추진해 오고 있으며, 2020년도는 국립기상박물관 구축 및 광주·강원지방기상청 증축사업을 완료하였다.

또한, 진행 중인 사업으로 2021년 완공 예정인 부산지방기상청 청사신축 등이 있다.

[표 3-74] 연도별 청·관사 신·증축 현황

연도	기관명	합계(개소)
2013	기상과학원 청사, 대구(청) 청·관사, 전주(지청) 청·관사, 인천기상대 청사, 제주(청) 관사 기상통신소, 울릉도기후변화감시소, 레이더테스트베드	10
2014	제주(청)청사, 국립대구기상과학관, 정읍기상대(국립전북기상과학관) 청·관사, 천안(센터) 청사, 춘천기상대 관사, 철원(센터) 관사, 울산기상대 관사	8
2015	청주(지청)청·관사, 울산기상대 청사, 철원(관)청사, 대전(청)관사, 국가기상슈퍼컴퓨터센터 증축	6
2016	춘천기상대 청사, 인천기상대 관사	2
2017	홍성기상대 청사	1
2018	백령도(관), 목포 통합비상대기소	2
2019	수도권(청) 청사, 밀양국립기상과학관, 부산청 비상대기소, 국립충주기상과학관, 기상관측 장비 연구 및 실험시설	5
2020	광주(청) 청사증축, 강원(청) 청사증축	2

[표 3-75] 각급 청사시설의 경과년수별 현황

구분	지방청 및 지청 이상	기상대 등 소속 기상관서	계
10년 이하	국가기상슈퍼컴퓨터센터 강원지방기상청 국가기상위성센터 국립기상과학원 제주지방기상청 청주지청 대구지방기상청 전주지청 수도권기상청	백령도관측소, 홍성기상대, 춘천기상대, 울산기상대, (구)철원기상대, 국립전북기상과학원, (구)천안기상대(천안지진계시험실), 기상통신소 (김천), 인천기상대, 레이더테스트베드(용인), 울릉도기후변화감시소, (구)순천기상대, (구)보령기상대, (구)남원기상대, 보성 글로벌 표준 기상관측소, 안동기상대, (구)고창기상대, 울릉도관측소, (구)울진 기상대, 강릉 기상레이더관측소, (구)추풍령기상대, 부산청비상 대기소, 국립충주기상과학관	33

구분	지방청 및 지청 이상	기상대 등 소속 기상관서	계
11~20년		고산기후변화감시소, (구)대관령기상대, 백령도 기상레이더관측소, 오성산 기상레이더관측소, 성산 기상레이더관측소, (구)진주기상대, 구덕산 기상레이더관측소, (구)군산기상대, 창원기상대, 면봉산 기상레이더관측소, (구)파주기상대, 광덕산 기상레이더관측소, (구)상주기상대, 진도 기상레이더관측소, 관악산 기상레이더관측소, 국가태풍센터, (구)거창기상대	17
21~30년	본청 광주지방기상청 대전지방기상청	(구)동두천기상대, 목포기상대, (구)서귀포기상대, (구)완도기상대, 안면도기후변화감시소, (구)이천기상대, (구)*구미기상대('11년 증개축), 여수관측소, 흑산도관측소, (구)영월기상대, (구)*통영기상대('11년 증축), 포항관측소, (구)충주기상대, (구)*동해기상대('14년 증축리모델링), 속초관측소	17
31년 이상		(구)원주기상대, *고산 기상레이더('06년 증축), *부산 대청동별관('08년 보수), 국립기상박물관(송월동 별관)	5
계	15	57	72



제4부 **소속기관 추진업무**

제1장 지역별 추진업무

제2장 책임운영기관 추진업무

1 수도권기상청

수도권기상청 | 기획운영과 | 행정사무관 | 김재호

1.1. 새로운 기상서비스와 위험기상 대응능력 향상으로 국민 생활 지원

1.1.1. 세분화된 특보 운영을 통한 효율적인 방재기상 지원

수도권기상청은 5월 15일부터 서울특별시 특보 구역을 강수와 기온에 대한 기후 차이와 지형특성에 따라 4개 권역(동남권, 동북권, 서남권, 서북권)으로 세분화하여 특보운영 및 위험기상 정보를 제공하였다. 특보 발표 구역을 기존 서울특별시 단일 구역에서 권역별로 세분화함에 따라 지자체의 위험기상 대응 체계를 권역별 대응으로 차별화하여 기존의 시민 불편과 행정력 낭비를 최소화하고 생활 편익을 증진하였으며, 공공기관과 지자체 등이 효율적인 방재 인력을 운영할 수 있게 되었다.

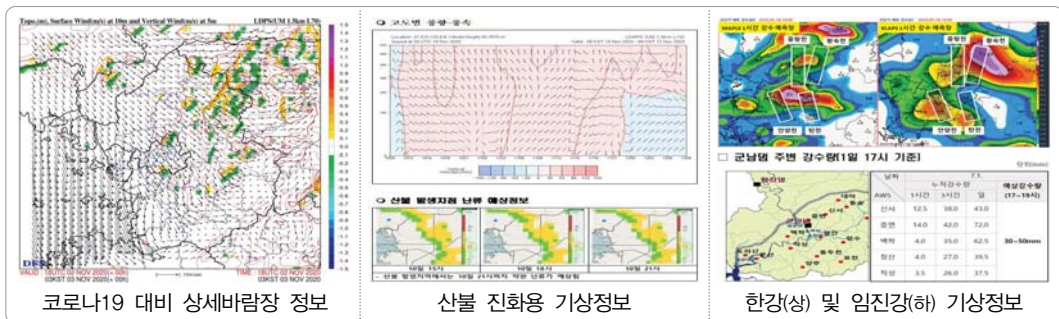


[그림 4-1] 서울특별시 특보구역 세분화

1.1.2. 방재기상서비스 강화와 소통으로 수도권 국민의 안전 확보

수도권기상청은 관계기관과 긴밀한 협조체계를 구축하기 위해 서울시청·경기도청과의 소통 간담회(2회), 개별 시·군·지자체 등과의 방재기상업무협의회(2회)를 개최하였다. 변경된 예보정책 공유, 예특보 운영에 대한 의견수렴 및 호우, 대설 등 위험기상 대응에 대한 적극적인 소통으로 국민 안전 확보를 위한 체계를 강화하였다. 여름·겨울철 방재기간에는 서울시와 인천시에 방재기상지원관을 파견하여 방재 의사결정을 적극 지원하였다. 수도권 국민 대상 '수도권기상청 날씨알리미' 밴드(2,800여 명)와 방재 담당자 대상 '수도권 방재지킴이' 밴드(500여 명)를 운영하여 위험기상정보를 신속하게 전달하였다.

코로나19와 같은 사회적 재난대응을 지원하기 위해 동별 선별진료소의 기온, 바람 예보 등 기상 지원을 일 1회 실시하였으며, 산불·홍수와 같은 자연적 재난에 대한 기상 지원을 더욱 강화하였다. 산불 발생 시 관계기관에 해당 지점에 대한 풍향·풍속 등 현장 맞춤형 기상정보를 제공하고, 여름철 집중호우로 인한 하천 수위 상승과 홍수 방지를 위한 수문 관리 업무 지원을 위해 한강과 임진강 유역 강수예측정보를 관계기관에 선제적으로 제공하여 수도권 국민의 안전과 삶의 질 향상을 위해 노력하였다.



[그림 4-2] 재난 지원을 위한 맞춤형 기상정보

1.1.3. 「폭염 영향예보 음성서비스」 최초 도입과 지자체와 협업

폭염으로부터 국민의 안전과 방재업무의 실효적 지원을 위해 2019년부터 운영해 온 폭염 영향예보의 서비스 내용과 과정을 검토한 결과, 국민의 폭염 영향예보 서비스 접근성에 대한 개선이 요구되었다. 이에 영향예보 서비스 사용자의 의견을 분석하여 폭염 영향예보 전달체계 개선을 추진하였고, 경기도 지방자치단체(동두천·양주)와 협업하여 「폭염 영향예보 음성서비스」를 시범 운영하였다(2020.6.~8.). 지자체 방범용 CCTV 음성송출시스템을 활용하여 폭염 영향예보 발표 시 위험단계(관심, 주의, 경고, 위험)별 대응요령을 음성으로 안내하였다. 이를 통해 다양한 방법과 내용으로 영향예보를 전달함으로써 정보 사각지대를 해소하고, 기상서비스 만족도를 높였다.



[그림 4-3] 수도권 폭염 영향예보 음성서비스

1.1.4. 수도권 맞춤형 예보기술 개발로 위험기상 예측력 제고

수도권 지역의 예보정확도 향상과 선제적 위험기상정보 제공을 위해 특화된 맞춤형 예보기술을 개발하고, 위험기상 사전 예측역량을 강화하였다. 수도권 지역의 과거 통계자료를 바탕으로 호우 발생 가능성 진단을 위한 정량적 호우 특보 판단기준을 개선하고, 서울특별시 특보구역 세분화에 맞춰 단일지점을 대상으로 개발된 기존 폭염특보 판단기준을 개선·보완하였다. 겨울철에는 서북 서~북서 기류 예상 시 적설 발생 여부에 대한 판단기준과 서해중부해상 풍랑특보 발생 가능성 진단을 위한 판단기준을 작성하여 특보 생산에 활용하였다. 봄과 가을에는 기상재해의 주요 원인이 되는 우박과 서리의 발생 징후를 사전 예측·제공하여 수도권 지역의 시설물과 농작물 피해가 최소화될 수 있도록 하였다.

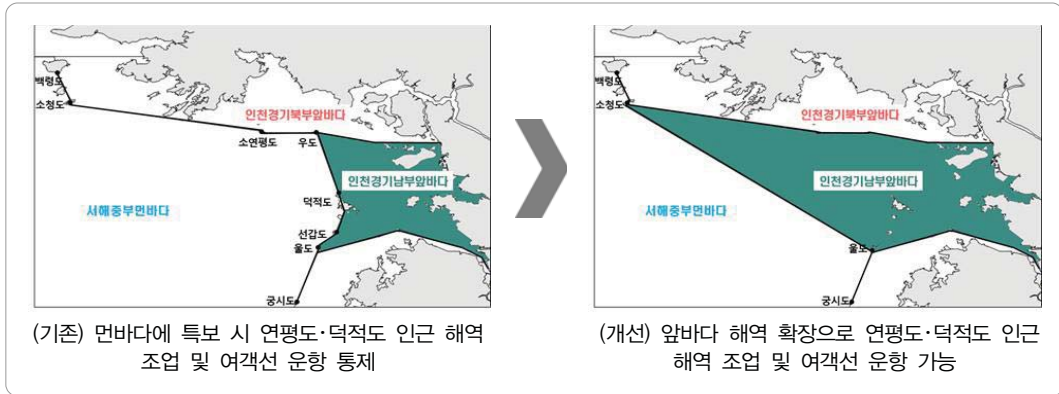
초단기 예측기술의 향상을 위해 호우, 대설 등의 위험기상을 상세 분석하여 예보관과 소통·공유 하였고, 유사사례 비교·분석을 통해 위험기상 시나리오를 생산 및 적용하여 정확한 예보 생산을 위해 노력하였다. 또한, 과거 수도권에서 발생한 위험기상 분석을 통한 예보 분야의 전문성 강화와 위험기상 감시 활용을 위해 「2020년 수도권 위험기상 사례분석집」과 최근 10년(2010~2019)간의 기상사례를 담은 「수도권 위험기상 사례검색서 e-날씨도감」을 발간하여 예보관들에게 배포하였다.

1.1.5. 수도권 해상경제 편익 증진을 위한 해양기상 서비스 개선

수도권 지역의 어업 활성화와 해상교통 분야 지원을 위해 해상특보구역을 조정하였다. 기존 서해중부먼바다에 속했던 덕적도와 연평도 인근 해역은 시베리아고기압 확장으로 인한 풍랑특보 발효 시 옹진반도의 지형적 영향으로 풍속과 파고가 낮게 나타남에도 불구하고 조업과 여객선 운항에 제한이 있었다. 이에 해양관계기관 의견을 수렴하고, 어장·항로 등 해상 경제활동을 고려하여 연평도와 덕적도 인근 해역을 서해중부먼바다에서 인천경기남부앞바다로 편입·조정하는 개선안을 마련해 7월 27일부터 해상특보를 운영하였다. 12월에 해상업무 종사자를 대상으로 한 만족도 조사에

서 인천경기남부앞바다 해역 확장에 대해 73%가 긍정적인 반응을 보였다.

안전한 해상활동 지원을 위해 사회관계망서비스(밴드)를 통한 수요자 맞춤형 정보를 제공하였다. 관계기관 담당자에게는 해상특보, 해무 등 위험기상 정보를 제공하였으며, 국민에게는 해상교통 및 어로활동 지원을 위해 12시간 단위로 제공되는 해상예보를 3시간 단위로 세분화하여 제공하였다.



[그림 4-4] 인천경기남부앞바다 해역 확장

1.2. 최적의 기상관측망 구성 및 관측품질 향상

1.2.1. 수도권 접적지역 관측망 확충을 통한 관측인프라 강화 및 현안해결

수도권은 서울, 인천 및 경기도를 포함한 지역으로 북쪽으로는 북한을 접하고 있어 북-북서쪽에서 유입되는 위험기상 감시가 필요하다. 북한 접적지역인 비무장지대(DMZ)는 관측공백지역으로 환경 특성상 기상관측장비 설치에 한계가 있었다. 이에 JSA경비대대와의 지속적인 협력(4차)을 통해 판문점 부근에 자동기상관측장비(AWS) 1개소를 신설하여 북쪽의 위험기상 감시를 수행하게 되었다.

관측공백해역인 인천경기북부앞바다에 파고부이(연평도) 1개소를 신설하여 해상기상 감시가 가능해졌고 해양 장비 미설치 해역에 대한 국회 지적사항을 해결하였다. 또한 인천경기남부앞바다 중 남부앞평수구역 예·특보의 효율적 운영 지원을 위해 풍도 파고부이를 재배치하여 최적의 관측망 구성 및 예산 절감에 이바지했다. 해상의 안개사고 대응을 위해 인천·경기 해상의 여객항로 주변 및 안개다발해역에 해양안개관측장비를 설치하고 관측을 개시(2020.12.8.)하여 해상안개 감시를 강화하였다.

2020년 수도권에는 판문점 AWS(1개소), 해양안개관측장비(24개소), 파고부이(1개소), 고층 연직 바람관측장비(1개소), 레이저식 적설계(12개소) 총 39개소 관측망이 신설되었다.

[표 4-1] 2020년 신설 관측장비 현황

(단위: 개소)

구분	신규설치(지점)	2019년	2020년	증가
자동기상관측장비	판문점	96	97	1
레이저식적설계	서대문, 대신, 백암, 중면, 양도, 덕적도 등	44	56	12
파고부이	연평도	4	5	1
해양안개관측장비	행남곡, 진두항, 제부도항, 평택당진항, 어유정항 등	-	24	24
연직바람관측장비	백령도	1	2	1

1.2.2. 관측환경 개선 및 장비 장애 분석을 통한 관측품질 향상 도모

수도권은 인구 과밀지역 및 대도시 밀접지역 등으로 인해 관측표준환경 구축이 어려운 특성이 있다. 이에 수도권기상청은 기상관측표준화를 위한 관측환경 개선 업무를 지속적으로 추진하고 있다. 2019년에는 옥상에 설치된 자동기상관측장비(AWS) 4개소의 온도센서를 지상으로 분리하는 작업을 진행한 바 있다.

2020년에는 온도센서를 지상으로 분리한 기온 관측자료의 변화와 장비장애 원인을 분석하여 향후 업무추진에 참고하고자 하였다. 분석결과, 분리 설치 지점의 여름철 최고기온은 분리 설치하기 전보다 하강하여 여름철 최고기온이 더 높게 측정되는 문제가 완화되었다. 장비장애 원인은 무선구간의 통신 및 전원부분에서 접점 불량, 전원부 출력오류, 무선구간 리셋 및 교체시 오류 등으로 분석되었다.

관측환경이 열악한 일부 관측장소는 장비를 이전하여 기상관측표준화 달성에 기여하였다. 남현AWS(5월), 백사AWS(7월), 은평AWS(11월), 기상청AWS(12월)는 관측장소를 이전하였으며, 지자체 안성시 고삼AWS(11월)는 옥상에서 지상으로 이전하였다. 연평도, 불음도 AWS는 이전을 추진하여 대체 부지를 확보했다. 이러한 성과를 바탕으로 인천기상대는 2020년 최우수 관측기관에 선정되었다.

1.2.3. 직무역량 강화를 통한 관측 대응 능력 제고

관측업무 역량 향상을 위해 기상관측보조원의 공무원 전환 채용자(2020.1.) 및 9급 신규자(2020.3.), 관측현업근무자를 대상으로 직무 교육을 실시하였다. 계절별 특이기상·위험기상 관측방법(3회), 장비별 관측 특성에 대한 교육(1회), 유인관서 대상 장비 장애 시 초동조치 대응 교육(2회), 신규관측보조원 자체교육(2회)을 수행하였다. 또한 관측현업 근무자의 사기진작 및 관측품질 향상을 위해 우수관측자를 선정하여 포상하였으며, 2020년도 관측업무개선 발표회에서 QR코드를 활용한 관측 홍보 관련 아이디어로 장려상을 수상하였다.

1.3. 지역기상서비스 고도화 및 지역사회와의 협업 강화

1.3.1. 수도권 모기예측 보건기상융합서비스 제공

2020년은 코로나19로 인해 감염병 보건 분야에 대한 국민들의 관심이 그 어느 때보다 뜨거웠던 한해이다. 기후변화로 모기 서식지가 확장되고 모기매개 감염병 위험성도 높아짐에 따라, 선제적 대응과 효율적인 방역을 위한 기상·환경·보건 분야의 과학적인 정보에 근거한 모기 예측지수가 필요했다. 이에, 질병관리본부·서울특별시·인천광역시·고양시·용인시 등 관계기관 협업을 통한 '수도권 모기 예측기술 개발' 사업을 수행하여 인천광역시, 용인시 등에서 활용할 수 있도록 하였다. 2019년도에는 예측지역이 서울, 인천, 용인에 한정했지만 2020년도에는 예측범위를 확장 개발하여 수도권 전역에 대한 500m 해상도의 모기활동 예측지수를 생산했다. 예측기술을 활용하여 용인시는 웹페이지를 통한 대국민 우리동네 모기예측 서비스를 제공하였으며(8.19.~10.31.), 인천광역시는 내부 시스템에 탑재하여 방역담당자들이 모기 방제에 활용하는 등 가시적인 성과를 남겼다.

1.3.2. 관계기관 협업을 통한 지역 기후변화 이해 확산

효율적인 기후변화 정책 확산 및 유관기관과의 소통을 활성화하기 위하여 제2차 기후변화정책 세부시행계획 수립 지자체(34개소)를 대상으로 상·하반기 간담회를 개최하였다. 다양한 분야에 기후변화 대응능력의 향상을 위해 최신 기후변화 분석정보와 기후변화 시나리오 현황 등을 공유하였다. 특히 상반기에는 서울특별시·인천광역시·경기도 성남시 등 14개 기관에 찾아가는 간담회를 통해 지역에 특화된 완성도 높은 기후변화 적응대책을 수립하는데 기여하였다.

또한, 대국민 대상 기후변화 이해 확산 및 관심도 제고를 위하여 수원시 기후변화체험관과 인천시 부평굴포누리 기후변화체험관 등 4개 기관과 협업하여 시민이 직접 이상기후를 체험할 수 있는 '우리동네 열지도그리기' 프로그램을 운영하였다. 시민 총 250여 명이 참가하였으며, 거주 동네의 기온을 직접 관측함으로써 기후변화에 대한 관심과 실천을 확산하는 기회를 제공하였다.

2.1. 지역민의 안전을 위한 위험기상 예측과 대응능력 강화

2.1.1. 지역 예보기술 연구 활성화로 위험기상 예측능력 향상

부산지방기상청은 위험기상 예측역량 향상을 위해 위험기상이 예상 될 경우 기상상황 판단회의를 개최(6회)하고, 계절별 위험기상 사전학습을 위한 세미나(2회), 위험기상 사례분석 토론회(2회), 특이·위험기상사례분석 경진대회(1회)를 운영하였으며, 태풍 강도와 진로에 따른 강수량·풍속 등의 정보를 분석하여 예보업무에 활용하였다. 또한 지역 예보 정확도 향상을 위해 '부산지역 복합강수 연직 예보기술 개발 연구과제'를 추진하였다. 이에 선제적 특보 운영과 예보기술력 향상으로 호우 특보 선행시간 138.7분으로 2020년 목표치 130분을 초과 달성하였다. 또한 부산지방기상청에서 운영하는 연구모임인 '날씨급변현상연구회'가 2020년 우수연구모임에 선정되면서 2014년부터 7년 연속 우수 연구모임으로 선정되는 성과를 거두었다.

2.1.2. 지자체 등 관계기관 협력과 신속한 기상정보 제공

부산지방기상청은 '날씨톡(카카오톡 활용)'을 통해 위험기상정보를 지자체 및 관계기관, 언론 등 287명에 제공하였고, 지역 방재기상업무협의회(연 2회)와 방재기상정보시스템 활용법 교육(연 3회), 관계기관 방재담당자 기상교육(연 3회)을 통해 지자체와 지속적으로 소통하였다. 부산시청에는 기상지식과 실무경험을 갖춘 방재기상지원관을 파견(1.1.~12.31.)하여 기상청과 지자체 간 소통을 강화하고 위험기상 대응과 효율적인 방재업무 수행을 위한 지원을 강화하였다.

해양기상전문관을 운영하며 '해양위험기상 발생가능성 정보'를 제공(31회)하고, 해양 유관기관 담당자로 구성된 '부울경 바다날씨 알리미 밴드' 운영을 통하여 해상 위험기상정보제공으로 사전에 해양 재난에 대응할 수 있도록 하였다. 또한 해양기상정보 활용간담회를 개최(서면/2회)하여 해양 기상정보 개선내용과 다양한 활용법을 소개함으로써 해양기상정보 수요자들의 이해 증진과 활용 확대를 도모하였다. 또한, 태풍 북상 시 사전에 부산항 선박대피협의회에서 기상브리핑을 실시(4회)하여, 해양위험기상에 대한 안전한 선박 관리를 위한 의사결정을 지원하였다.

2.1.3. 방송·언론사와 적극적인 소통으로 국민 소통 능력 향상

부산지방기상청은 언론 전담자를 지정하여 기상정보 전달의 효율성을 증대시키고 전문성을 확보하였다. 방송·언론사의 기상정보 활용을 지원하기 위하여 모바일 및 PC 방재기상정보시스템 활용 매뉴얼을 자체적으로 제작하여 제공(3.18.) 하였다. 또한, 위험기상 시 카카오톡(페이스톡)을 활용하여 재난 주관방송사(KBS)에 부울경 지역의 기상정보를 현장감 있게 전달하였다(7.27./8.3.), 2020년 1년 동안 더위, 강풍, 폭염, 추위 등 313건이 넘는 인터뷰와 기상상담을 통해 부울경 지역민에게 자세하고 이해하기 쉬운 기상정보를 제공하는데 기여하였다.

2.2. 체감만족도 향상 및 의사결정 지원을 위한 방재기상서비스

2.2.1. 맞춤형 방재기상서비스 제공

기상정보 취약계층(약 8,000명)을 대상으로 SMS를 통한 폭염·한파 정보와 설날·추석 연휴 및 대학수학능력시험일 등 국민들이 날씨에 큰 관심을 가지는 기간의 기상정보를 제공하여, 국민의 안전과 편익증진에 기여하였다. 또한, 부산국제영화제의 성공적인 개최를 지원하기 위해 맞춤형 정보를 제공하였고, 적조관리기관에 시기적절한 맞춤형 정보와 관측자료 추출방법 가이드를 제공하여 수질관리 강화 및 피해 최소화에 기여하였다.

아울러 부산시의 대형 교량 및 초고층 빌딩에 대한 강풍 관련 사고 예방과 시민 안전 확보를 위해 관계기관에 선제적인 맞춤형 강풍 정보를 제공하였다.

2.2.2. 지역 기상재해 경감을 위한 영향예보 시행

2019년부터 정규 시행된 폭염 영향예보는 기온만을 기준으로 제공하였으나, 2020년에는 체감 온도 기준으로 개선·제공(2020.6.1.~9.30.)하였고, 겨울철에는 한파 영향예보 정규서비스(2020.11.16.~2021.3.31.)를 실시하는 등 지역민의 폭염 및 한파 피해 예방에 기여하였다. 또한 지역의 폭염·한파일수 및 온열·한랭 질환자 수를 분석하고 분야별 피해 등을 수집하는 등 부·울·경 폭염·한파 맞춤형 서비스 연구의 고도화를 진행하였다. 그리고 유럽지구물리학회에 '부산·울산·경남의 폭염과 한파 특성 및 취약지역 영향에 관한 연구'를 주제로 온라인으로 참여(2020.5.4.~5.8.)하여 지역의 폭염·한파 가이드선 등 연구결과를 공유하고 선진 예보기술을 습득하는 등 지역특성을 반영한 영향예보 기반 구축에 기여하였다.

2.3. 기상관측업무의 강화

2.3.1. 관측 공백 최소화를 위한 관측업무 영역 확대

도심 방재업무의 일환으로 신중 도시 위험기상으로 부각되고 있는 빌딩풍을 관측하기 위해 해운대지역 3개소에 빌딩풍 연구용 관측장비를 설치(7.28.)하였다. 또한 지역 현안 '매물도AWS 이전 요구' 민원 해결을 위해 소매물도 등대섬 입구에 연구용 바람관측장비를 설치(10.21.) 운영하고, 매물도AWS와 연구용 바람관측장비의 비교 관측을 위해 소매물도 바람관측장비 모니터링 시스템을 구축(12.17.)하였다.

관측망 운영 안정화를 위한 관측기반 환경 최적화 작업으로 기상관측장비 신규 설치 및 노후 장비의 교체사업을 진행하였다. 부산(청) 신청사 이전을 위해 신청사 부지 내 북부산 AWS를 신설(11.6.)하고, 기상정보 및 특보 생산을 지원하기 위해 오륙도 등표설치(11.2.), 해상예보구역 관측 공백 해소를 위해 파고부이 4소(기장, 당사, 이수도, 지심도)를 신설(12월)하였다. 레이저 적설계 10소를 추가 설치하고, 노후 ASOS 2소, AWS 10소의 장비교체, AWS 1소 이전 사업 진행 등 관측망 확충에 힘썼다. 또한 위험기상으로부터 관측환경을 보호하고, 안전한 장비 운영을 위하여 관측시설물 및 환경 점검을 ASOS 월 1회, AWS 및 해양기상관측지점 연1회, 위험기상대비 특별점검을 여름철 및 겨울철 각 1회 실시하고 있다.

관측전문역량 향상을 위해 2017년부터 운영해오던 부산(청) 자체 기상관측자료 품질감시시스템의 기압·습도 임계값을 조정하여 관측자료 품질 향상에 기여하였고, 기상실황 감시시스템을 개선(6.24.)하여 위험기상을 효과적으로 선행 감시하게 되었다. 또한 유관기관 통합 기상실황 감시시스템을 개발(8.25.)하여 관측자료 활용도 향상과 기상실황 감시 강화에 기여하였다.

재해기상연구센터에서 운영하던 기상관측차량 1대(MOVE4)가 2019년부터 부산지방기상청에 배치되어, 2020년에 산불 기상지원(1회), 폭염(4회) 및 태풍관측(3회), 겨울철 도로 노면관측(7회), 대교 바람관측(1회) 등 현장 기상지원과 다양한 관측분야에 효과적으로 활용하였다.

2.3.2. 기상관측자료 품질 향상을 위한 관계기관과의 소통·협력 강화

한국기상산업기술원·관측장비 유지관리업체와 함께 기상관측장비 유지관리 협력회의(2.18.)를 개최하여 관측장비 유지관리 강화와 자료 수집을 향상을 위한 장에서 신속한 복구에 합의하고, 지방청과 기술원 및 유지관리업체 간 소통·협력 필요성을 강조하였다. 아울러 기상관측표준화 실무협의회(6.4.) 개최하여 관측자료 품질관리, 관측자료 유지관리 방법 및 클라우드 방재기상정보시스템 활용방법 안내 등 기상관측표준화와 기상정보 전달체계에 대한 정보를 공유하였다. 자발적 관측 선박(VOS) 해운선사 간담회(8.20.)를 개최하여 선박종사자의 기상에 대한 이해도 향상 및 관측전문수집을 향상, 수집시스템 개선에 기여하였다. 또한 경상남도 폭염관측 세미나를 개최(9.22.)를 통해

기상관측차량을 이용한 경상남도 주요지점의 폭염 관측 및 분석 결과를 지자체와 소통·공유하고 유관기관과 협업을 통한 폭염 공동대응 기반을 조성하였다.

기상청-부산시-부산대학교 간 빌딩풍 대응기술 개발을 위한 업무협약을 체결(11.13.)하여, 빌딩풍에 대한 공동 대응 방안을 모색하고 유관기관 간 협력·소통 활성화로 기상 관측 및 재해대응에 기여하였다. 부산시 CCTV 32개소(2.3), 지자체AWS 37개소(2.13.), 산림청AWS 38개소(8.25.) 자료의 공동활용으로 관측망 보강 및 실황감시 강화에 기여하였다. 또한 부산시설공단과의 협업으로 광안대교 강풍 취약 구간 분석 등 시설물별 재난 취약구간 관리지도를 작성(12.30.)하였다.

부산(청) 관측과-기상대 간 관측현안 협력회의를 반기별로 개최(대면 1회, 영상 1회)하여 업무성과 공유 및 문제점 해결을 도모하여, 관측자료 품질향상을 위한 내부 협력을 강화하였다.

2.4. 지역 특화 맞춤형 기상·기후 서비스 제공

2.4.1. 지역 맞춤형 해양기상서비스 개발을 위한 기반 연구

부울경 지역의 해양기상 통합정보 서비스 개발을 위한 기반 연구를 수행하였다. 지역의 해상활동 현황 및 해역별 기상특성을 분석하고, 해양 유관기관에 산재해 있는 해양기상관측 및 서비스 현황을 조사하였으며, 부울경 지역의 산업 활동별 기상서비스 수요자를 대상으로 해양기상서비스 요구사항 등을 설문조사를 통해 파악하였다. 이를 바탕으로 부울경 지역의 해양기상정보 통합 활용방안을 마련하고, 맞춤형 해양기상서비스를 제안하였다.

특히, 국지적으로 발생하는 연안 해무 관측을 위해, 지자체 해안감시 CCTV를 공동 활용한 영상 기반 해무 연구를 수행하였다. 이를 기반으로 해무정보 알림서비스를 개발하고 통영시와 협업으로 알림서비스 시험운영을 실시하였다. 이 사례로 2020년 기상청 범정부 협업우수사례 경진대회 우수상을 수상하였으며 앞으로도 유관기관과의 지속적인 협업을 통해 기술 개선과 서비스 고도화를 통한 맞춤형 해양기상서비스 개발을 계속해 나갈 것이다.

2.4.2. 지역 기상산업진흥을 위한 지원 프로그램 강화

부산지방기상청은 부산창조경제혁신센터, 한국해양과학기술원, 부산지식재산센터, 한국기상산업기술원 등 유관기관(총 8개소)과 협업을 통하여 「제3회 기상기술 아이디어 공모전」(4.20.~8.10.)을 개최하였으며, 공모전 결과 사업화기술 분야 3팀, 창업아이템 분야 2팀이 수상의 영광을 안았다. 최우수팀은 기상청장상을 그 외 우수 4팀은 부산지방기상청장상(2), 부산창조경제혁신센터장상(1), 한국해양과학기술원장상(1)을 각각 수상하였다.

또한, 공모전 후에도 지속적인 전주기 사후관리를 통해 기상기업성장지원센터 입주 및 매출 발생 등 지역 기상산업 활성화에 기여하였다[표4-2].

[표 4-2] 기상기술 아이디어 공모전 수상업체 후속지원 성과

구분	내용
기상사업자 등록	2개 업체 : 해동테크('20.1.2), 블루코코넛('20.11.24)
기상기업성장지원센터 입주	2개 업체 : 밴더스터('20.6.1), 블루코코넛('20.10.9)

2.4.3. 지역 특화 기후정보 및 서비스 제공으로 지역민 기후변화과학 이해확산 강화

기후변화에 대한 과학적 근거를 홍보하고 교육하기 위해 다양한 지역 특화 프로그램을 추진하였다. 상시 운영하는 기상홍보관에서 ‘학교 밖 기상기후 연구소’를 운영(19회/177명)하였으며, 코로나 19 장기화로 인해 비대면 기상기후변화 교육 강좌를 개설하고, 취약계층인 다문화가족을 대상으로 온라인 교육(4회/67명)을 실시하여 지역민들이 쉽게 기상과 기후변화과학에 대해 이해할 수 있도록 힘써 교육부 주관 2020 교육기부 명예의 전당 헌액과 2020 저탄소 생활 경연대회 교육·홍보 부문에서 장려상을 수상하였다. 뿐만 아니라 지역 다문화가족을 대상으로 다국어 생활기상정보서비스를 지원하여, 자연재난안전 정보 격차 해소와 생활날씨서비스 활용에 힘썼다. TBN 지역 교통방송을 통해 기상이슈와 기후변화정보를 적극 홍보하여 기후변화과학과 함께 기상청의 소식을 알리고 국민들과 소통하였다.

또한 기후정보에 대한 국민들의 관심이 점점 높아짐에 따라 빅데이터 분석(국내 주요 소셜 미디어 200억 건의 문서)과 지자체, 언론 등 자문을 통해 국민 관심형 기후정보 콘텐츠를 발굴하였다. ‘부울경 이슈 기후정보 100선’은 기후 이슈별로 쉽게 이해할 수 있도록 기후요소, 위험기상, 이상기후 및 기후변화, 시기별 날씨 4개 분야로 나누어 100개의 콘텐츠로 구성하였고 이를 통해 기후변화의 과학적 이해를 돕는 데 힘썼다.

2.4.4. 국립밀양기상과학관 개관

부산지방기상청은 밀양시청과의 협약으로 밀양대공원 부지 내에 국립밀양기상과학관을 건립하고 밀양아리랑 우주천문대와 공동으로 개관(5.21.)하였다. 국립밀양기상과학관은 기상과학에 대한 이해확산을 위해 기상현상을 보고 체험할 수 있는 기상현상관, 국내 최초 기상예보관 직업체험 교육이 가능한 기상예보관, 기후변화의 원인과 역사에 대해 알아볼 수 있는 기후변화관을 상설 전시관으로 구성하고 별도로 기획전시관, 특수영상실을 구성하여 전시콘텐츠의 다변화를 추구하였다. 주요 전시 시설은 기상예보관 및 기상캐스터 직업체험을 할 수 있는 국가기상센터, 대형 토네이도 발생기, 지구자전 효과를 체험할 수 있는 코리올리 포스, 기후변화에 대한 인식확대를 위한 게임형 체험물 ‘지구를 지켜라’ 등이 있다. 국립밀양기상과학관은 기상이라는 특화된 주제로 다양한 체험 및 교육을 제공하여 지역민과 함께 하는 소통형 기상과학 문화공간으로 발전해나갈 것이다.



[그림 4-5] 국립밀양기상과학관·밀양아리랑우주천문대 공동개관(20.5.21.)

2.5. 내부공감과 소통을 통한 유연한 직장분위기 조성

부서 간 벽 없는 내부공감 및 소통을 기반으로 긍정적인 조직문화 정착을 위해 소통 세미나를 운영하였다. 업무 관련 소통을 위해 부서 간 공유가 필요한 주제로 월 2회 운영해오던 '기상천외 세미나'를 '슬기로운 공직생활 세미나'로 명칭을 변경하고, 업무관련 노하우 뿐만 아니라 직원의 취미생활과 관심분야 지식공유로 주제를 확대 운영하였다. 코로나19 거리두기 상황을 고려하여 대면 참석 인원을 최소화하여 영상회의를 활용한 비대면 세미나로 총 7회 운영하였으며 업무를 탈피하여 직원 개개인의 관심사를 공유하고 흥미로운 주제를 통한 소통으로 직원 간 유대감 형성과 유연한 직장분위기 조성에 기여하였다.

3 광주지방기상청

광주지방기상청 | 기획운영과 | 행정사무관 | 최원주

3.1. 지역민 안전과 편익을 위한 지속적 연구 및 소통·협력 강화

3.1.1. 지역 맞춤형 예보기술 연구로 예보역량 강화

광주지방기상청은 단시간에 발달하고 국지적으로 집중되는 위험기상의 대응역량을 강화하기 위하여 우리 지역 특성에 맞춘 호우, 소나기, 뇌전 등 위험기상 예보 가이드스를 개발하였고, 지역특화 초단기 예측기술 개발 연구를 진행하여 광주(청) 예보기술발표회를 통해 연구 성과를 공유하고 선제적 예·특보와 관할지역 방재업무를 지원하였다.

또한, 한파 영향예보 정규서비스를 시작하여 보건 및 수도관 동파, 농작물 냉해 등 6개 산업 분야에 영향 및 대응요령을 제공하였다. 정규운영 2년차인 폭염 영향예보는 건강에 영향을 미치는 습도가 반영된 일최고체감 기온을 적용하여 온열질환자 예방 등 국민건강 피해 예방에 긍정적인 기여를 하였다.

[표 4-3] 2020년 발간 예보 가이드스(6종)

구분	종류	내용
육상예보	소나기	광주·전남 열적불안정에 의한 소나기 발생 임계값 및 점검표
	호우	광주·전남 호우 포텐셜 점검표(저기압, 기압골, 정체전선)
	뇌전	광주·전남 뇌전 예보 가이드스
해상예보	풍랑	서해남부·남해서부 해상 예·특보 안내서
영향예보	폭염	광주·전남 맞춤형 폭염 영향예보 생산 가이드스
	한파	광주·전남 맞춤형 한파 영향예보 생산 가이드스

3.1.2. 시민 소통 및 관계기관 협업으로 위험기상 대응체계 강화

기후변화로 인해 해마다 심화되고 있는 도시폭염에 대한 대응정책을 마련하고자 「제4회 도시폭염 대응 포럼」을 개최하였다. 포럼은 코로나19 환경에 맞춰 광주시청차미디아센터에서 유튜브 생중계를 통한 온택트(Ontact : 온라인(On-line)을 통한 비대면(Untact) 소통) 행사로 진행하였고, 온라인 사전 설문조사와 유튜브 실시간 시청자 의견에 대한 전문가 패널의 답변과 토론을 통해 광주광역시 폭염 대응 방향을 논의하였다.

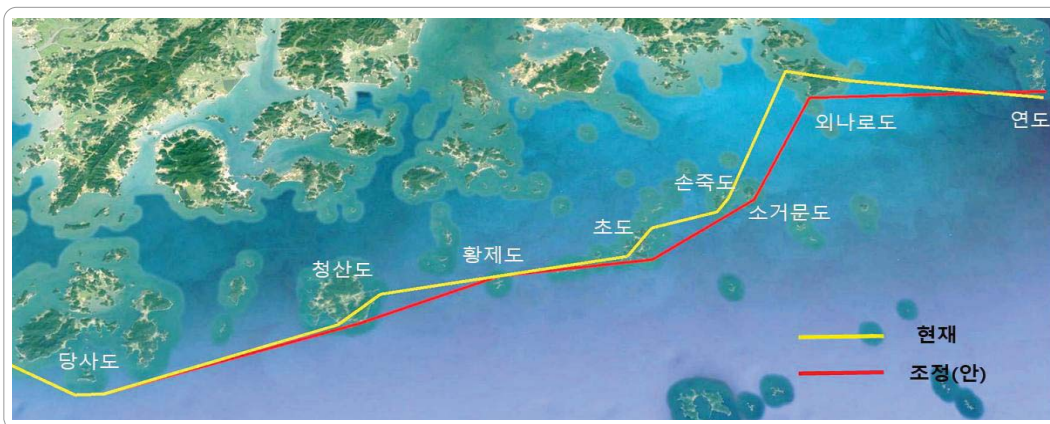


[그림 4-6] 제4회 도시폭염 대응 포럼(20.6.17., 광주시청자미디어센터)

여름철·겨울철 위험기상 발생에 따른 관계기관과의 협력체계를 강화하고 기상재해를 최소화하기 위해 방재기상업무협의회(2회)를 서면으로 개최하였다. 또한, 기상재해에 대한 지역민의 이해와 방재의식 함양을 위하여 기상재해 예방 캠페인 방송과 ‘우리 지역 위험기상 포커스’카드뉴스를 제작하여 기상재해에 대한 경각심을 높였다.

3.1.3. 국민편의 향상을 위한 해상 예·특보 구역 조정 및 특보 운영

남해서부앞바다·먼바다 경계해역에 속한 섬들이 앞바다·먼바다를 동시 포함하고 있어, 경계해역 명확화의 필요성이 제기됨에 따라, 경계조정 타당성 분석을 실시하였다. 도서민과 어업인 350여명의 의견수렴 결과, 섬남단으로 경계해역 조정 필요성(80%)이 높은 것으로 조사되었다. 이에 관계기관과의 협업을 통해 합리적인 경계조정안을 마련하였고, 2021년 7월부터 남해서부 앞바다·먼바다의 경계해역을 변경하여 운영할 예정이다.



[그림 4-7] 남해서부 앞바다·먼바다 경계해역 조정(안)

또한 겨울철 북서풍에 의한 풍랑 발생 시 전남북부서해안바다와 전남중부서해안바다 해역이 주변 해역 및 서해남부먼바다보다 파고가 높게 나타나, 이를 분석하여 특보 판단에 적용할 수 있도록 가이드라인을 마련하였다. 이를 통해 합리적인 풍랑특보 운영과 안전한 해상교통 활동을 지원할 수 있게 되었다.

3.2. 기상관측망 운영 효율화로 위험기상 대응역량 향상

3.2.1. 관측망 최적화 및 관측업무 개선을 통한 관측자료 품질 향상

광주지방기상청은 기상관측망 최적화와 관측 공백 해소를 위해 연구용 외나로도 AWS 1개소를 신설하였으며, 노후장비 교체사업을 통하여 전남도청 등 11개소(전남도청, 마량, 성전, 여수산단, 유치, 북일, 과기원, 시종, 조선대, 학산, 관산)의 관측환경을 개선하였다. 또한, 레이저 적설계 12개소(광주, 목포, 여수, 흑산도, 석곡, 화순, 학산, 상무대, 유치, 과기원, 시종, 산이)를 추가로 설치하여 겨울철 위험기상 대응역량 강화에 노력하였다.

기상관측차량(MOVE2)을 국지적인 위험기상에 대한 조기탐지와 재난현장 지원 등 다양한 관측 분야에 활용하였다. 특히 태풍 북상 시 기상관측차량을 활용해 인접 지역에서 특별기상관측(2회)을 실시하여 예보업무에 활용하였으며, 폭염 관련 도심기온 포인트 관측 및 분석으로 폭염 예·특보 운영의 기초자료를 마련하였다. 또한, 기상관측차량의 레원존데 소모품 확보와 고층관측 모의훈련을 통해 고층관측 역량을 강화시켰으며, 추가로 흑산도에서는 정시고층관측 외에 특별고층관측을 57회 실시하였고, 이 자료를 위험기상 감시와 분석에 활용하였다.

서쪽에서 접근하는 위험기상 사전 조기탐지 및 안전한 해상활동 지원을 위해 서해남부북쪽먼바다에 10m 대형부이를 설치(11월)하였으며, 이를 통해 위험기상 초입에 위치한 서해상 관측을 강화하여 해상활동의 정확한 기상지원을 기대할 수 있게 되었다.

3.2.2. 관계기관 협력 강화를 통한 재난대응 능력 강화

광주지방기상청은 관할 구역 내 관계기관(광주광역시, 전라남도 등) 8개소에 기상관측표준화 순회설명회를 실시하였다. 이를 통해 관계기관 담당자들에게 기상관측표준화 기상기술을 지원하였고, 현재 운영 중인 기상관측장비 원(One) 페이지 사용설명서를 제작 및 배포하여 기상장비에 대한 이해를 높임으로써 기상관측자료 수집률 향상에 노력하였다. 또한, 전라남도와 협력하여 10분 주기로 전송되던 22개 시·군의 기상관측자료를 1분 주기로 단축하여 기상관측자료 활용의 효율성과 적시성을 높였으며, 실시간 감시와 시계열 표출 향상 등 고품질의 기상자료를 예·특보 지원에 활용할 수 있었다.

해남지역에 연속된 지진 발생으로 지역민의 불안감을 해소하고자 관계기관과 현장대응체계를 구

축하고 임시관측소를 설치하였으며, 지진교육 및 모의훈련과 지진 원인 규명을 위한 분석결과를 공유하는 등 위기대응 능력 강화에 노력하였다.

3.3. 지역민 생활 안전에 필요한 응용기상기후서비스 확대

3.3.1. 쾌적한 도시생활지원을 위한 기상융합서비스 개발

광주지방기상청은 광주광역시와 협업하여 '쾌적한 도시 생활 지원을 위한 도시기후 영향정보서비스' 사업을 2020년부터 3차 년에 걸쳐 추진하고 있다. 이를 통해 광주광역시의 도시계획 및 환경정책 수립 등 정책 의사결정을 지원하고, 지역민을 위하여 폭염과 미세먼지의 위험정도를 종합적으로 파악할 수 있는 안전지원정보를 개발하여 제공할 예정이다. 이를 위해 2020년에는 국·내외의 도시기후 분석모델 현황을 조사하여 모델을 선정하고, 광주광역시의 최신 토지피복정보 및 건물정보를 구축하였다. 또한, 광주광역시의 300m 해상도 상세기상장과 도시의 열환경 분석에 필요한 평균복사온도, 바람 정체구간 및 찬공기 생성량 등의 바람 영향정보를 5m 규모로 생산할 수 있는 기술을 개발하였다.

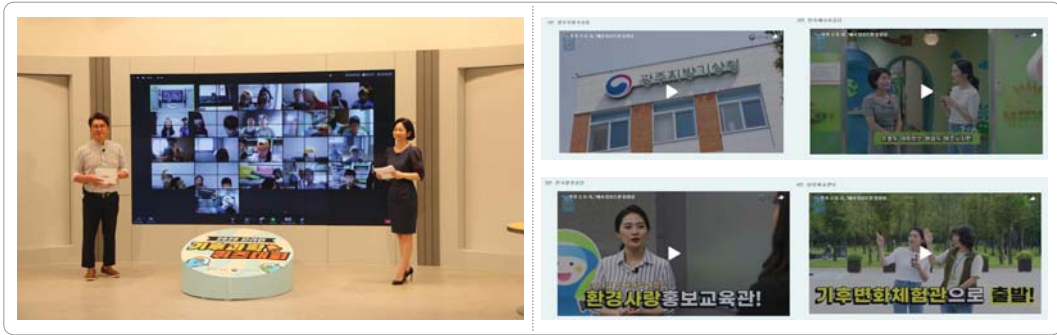
3.3.2. 지역사회 안전과 정책 의사결정지원 특화 기상기후정보 제공

지역 탐방객의 산행 안전을 지원하기 위하여 무등산 국립공원 주요 탐방로를 대상으로 날씨, 강수뿐만 아니라 겨울철 체감온도와 결빙고도 정보를 2019년부터 제공하고 있다. 올해는 무등산 탐방로의 지점을 확대하고 여름철 체감온도를 추가로 제공하였으며, 월출산 국립공원에 대해 서비스(11.2)를 확대하였다. 또한, 한눈에 보는 시·군·구별 기상기후정보를 매주 제공하고, 시기별 기후분석·예측정보 등을 적시에 제공함으로써 지역의 방재, 산업 등 기상·기후변화 위기대응 강화를 위하여 노력하였다.

3.4. 따뜻한 소통으로 기후변화과학의 이해와 공감 강화

3.4.1. 지역민 체감형 기후변화과학 공감 프로그램 운영

광주·전남 지역민에게 기후변화 관심을 유도하고 기후변화과학에 대한 이해를 돕고자 현장 체감형 참여 프로그램을 운영하였다. 그동안 각 지방청에서 실시했던 공모전을 본청과의 협업을 통해 '2020년 기후변화과학 통합 공모전'을 개최하였으며, 기후과학 퀴즈대회(GOMIN)는 감염병 예방과 지역민 편의를 위해 비대면 방식으로 광주시청자미디어센터에서 개최(8.8.)하였다. 또한, 관계기관의 체험시설과 연계한 '호남 기상기후 랜선투어' 운영(7.91.~8.31.)으로 시간, 장소에 구애받지 않는 새로운 소통·전달체계를 마련하였다.



[그림 4-8] 기후과학 퀴즈대회(좌), 호남 기상기후 랜선투어(우)

3.4.2. 기상기후과학 교육 및 국립여수해양기상과학관 건립 추진

코로나19 상황 속에서 ‘날씨꿈나무 체험교실’을 비대면 온라인 방식으로 운영하여 기후변화에 대한 생활 속 실천 약속을 이끌어내고, 카드뉴스를 통해 다소 어렵게 느껴질 수 있는 기상기후정보에 대한 지역민의 이해를 돕고자 노력하였다. 이외에도 관계기관과 함께 온·오프라인 기상기후사 진전을 운영하였다.

광주지방기상청은 태풍, 해일, 풍랑 등 해양기상을 국민들이 쉽게 공감하고 체험할 수 있는 교육 문화 공간으로서 여수세계박람회장 시설지구 내에 국립여수해양기상과학관 건립을 본격적으로 추진하였다.

기상청과 여수시 간 과학관 건립부지의 사용과 원활한 운영관리를 위한 업무협약(MOU) (3.12)을 체결하고, 2020년 4월 14일부터 30년간 지상권 설정계약을 추진하였다.

3.4.3. 청사 증축을 통한 시민 열린 공간 마련

광주지방기상청은 전남지역 5개 기상대를 광주로 통합하면서 1992년 청사 신축 당시 40여명이었던 직원 수가 70여명으로 늘어 공간 부족 문제를 겪어왔다. 2016년 광주지방기상청은 교육부 체험교육 기부기관으로 인증을 받았지만, 방문객 프로그램을 외부 공간을 빌려 운영할 수밖에 없는 상황이었다.

이 문제를 개선하기 위해 2018년부터 적극적인 예산 추가 확보 노력을 하였으며 이를 통해 지난해 4월에 착공하여 올해 청사 증축 공사를 완료(1.28.)하고, 견학이나 방문객을 위한 시설도 개선하였다. 신청사 1층에 홍보관, 3층에 공연식 강당, 4층에 기상체험실을 만들면서 광주지방기상청은 시민을 위한 열린 공간으로 발돋움하고 보다 우수한 기상서비스를 제공하게 되었다.

4 강원지방기상청

강원지방기상청 | 기획운영과 | 행정사무관 | 최돈영

4.1. 위험기상 대응력 향상으로 맞춤형서비스 선제적 지원

4.1.1. 신속 정확한 기상정보 제공과 현장 중심의 기상서비스

강원도는 봄철 대형산불로 인한 국민의 생명과 재산에 막대한 피해가 발생하고 있으며, 지난 20년간(2000~2019년) 강원도에 발생한 대형산불 24건 중 21건이 강원영동에서 발생되었고, 피해면적으로는 전국의 대형 산불 중 약 82%가 강원영동에 피해가 집중되었다(「강원도 산불방지 종합대책 보고서」에 따름). 강원지방기상청은 건조·강풍 특보의 동시 발표 가능성이 예상되는 경우 강원도 소방본부와 강원도동해안산불방지센터, 한국전력공사 강원본부에 2일 전 대형산불의 위험 가능성을 알리기 위해 사전 브리핑을 실시하고 있다. 본 정보는 도내의 소방장비와 인력을 강원영동으로 전진배치 할 수 있도록 의사결정 지원을 하고, 산불 관계기관의 담당자와 핫라인을 구축하여 실시간으로 소통하고 있다. 또한, 산불이 발생되면 기상전문가를 산불현장 통합지휘본부에 파견하여 현장에서 실시간브리핑을 통해 기상상황을 전달하며, 산불 진화용 기상정보를 제공함으로써 산불이 조기에 진화될 수 있도록 지원하고 있다. 그리고 국립기상과학원의 지원을 받아 기상관측차량을 산불 발생지역에 투입하여 풍향, 풍속, 습도 등 현지 기상실황도 제공하고 있다. 5월 1일 고성산불 발생 시 신속하고 정확한 기상정보 지원으로 산불진화에 크게 기여하여 국무총리로부터 격려금(6.5)과 산불방자유공 국무총리 표창(11.11.)을 받았다.



[그림 4-9] 산불현장 통합지휘본부(강원청장)



[그림 4-10] 2020년 산불방자유공 국무총리 표창

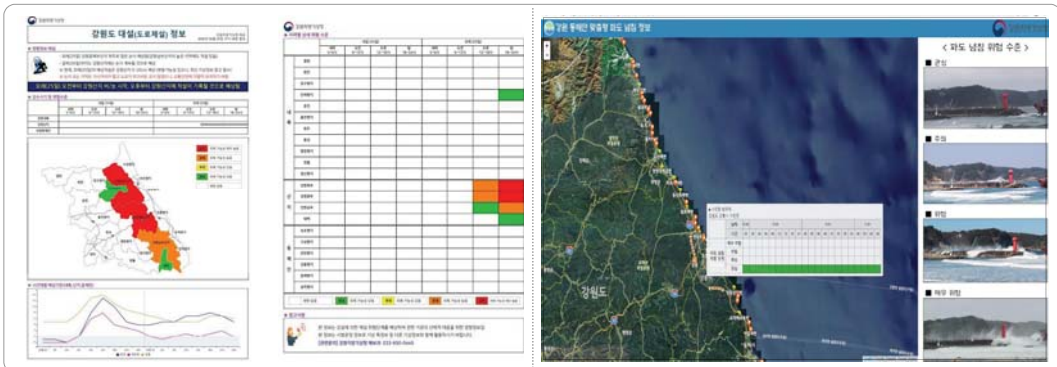
4.1.2. 위험기상 대응력 향상으로 국민 안전 지원

강원지방기상청은 호우특보 선행시간을 목표대비 30% 초과 달성하여 호우특보선행시간 최우수 부서로 선정되었으며, 기상정보에 그래픽 콘텐츠(레이더, 수치예보일기도 등)를 삽입·제공하여 수요자의 가독성과 소통을 제고하였다. 또한, 지역특성을 반영한 「강원예보기술편람」과 「강원 AWS 국지기상 가이드스(동해안편)」을 발간하여 예보업무 능력을 배양하였으며, 강원도에 영향을 준 태풍을 시·군별로 정리한 「강원도 태풍백서(Ⅲ)」를 발간하여 예보에 활용할 수 있도록 하였다.

중기 변동성과 주말 날씨 이슈를 지자체 방재담당자에게 매주 선제적으로 제공하는 ‘강원날씨 Plan’을 개선·운영하여 높은 만족도를(91%) 이끌었으며, 지역 기후와 산업분야의 취약성을 고려한 맞춤형 영향예보 연구를 진행하여 지역별 폭염·한파 영향예보를 개선하였고 이를 근간으로 「강원도 폭염·한파 영향예보 가이드스」를 발간하였다.

강원도 재해피해 최소화를 위해 ‘강원권 도로안전 KSP²⁸⁾’와 ‘여름·겨울철 방재기상 업무협의회’에 참여하여 대외협력을 강화하였다. 특히, ‘강원도 도로제설 정보’를 통해 예상 적설에 따른 특보 구역별 위험단계를 관계기관에 선제적으로 제공하여 겨울철 대설로 인한 재해 예방에 크게 이바지 하였다.

강원 동해안에 위험기상이 예상될 경우 ‘발생가능성 정보’를 관계기관 담당자에게 SNS로 전달하였으며, 선박 안전운항 지원을 위해 ‘실시간 해양영상정보’를 웹에 서비스 하였다. 특히, 강원 동해안의 파도넘침 취약지점(37개소)을 선정하여 지점별 위험단계(4단계: 관심, 주의, 위험, 매우 위험)를 제공하는 서비스를 시범 운영하였으며, 2021년에 향상된 서비스를 관계기관에 제공할 계획이다.



[그림 4-11] 강원도 도로제설 정보

[그림 4-12] 파도넘침 정보 시범서비스 웹페이지

28) 강원권 도로안전 KSP(Knowledge Sharing Program): 도로 관련 재난·재해 최소화를 위해 관계기관으로 구성된 협의체

4.2. 지역특화 기상서비스 강화

4.2.1. 지역 수요자 중심의 기상기후서비스 제공

강원지방기상청은 국민 삶의 질 향상과 수요자 중심의 서비스 지원 강화를 위해 랜선 관광 ‘강원도 단풍실황서비스’를 운영하였다. 국립공원공단, 동부지방산림청, 국립공원사무소 4개소(설악·오대·치악·태백산) 및 국립공원연구원 등 총 18개 기관과 협업을 통해 40일간(9.21.~10.30.) 주요 탐방로 10개소에 대한 주변의 관측자료, 예보 등 실시간 기상정보와 단계별 단풍현황(단풍 전, 단풍, 단풍종료)을 제공하였다.

특히 올해는 코로나 확산방지를 위해 CCTV를 활용한 실시간 영상(설악산(2개), 오대산(1개), 태백산(1개))과 대관령, 구룡령, 가덕산, 박월산 등 강원도 주요 산 사진을 추가해 집에서 즐길 수 있는 비대면 실시간 단풍 정보를 제공하였다. 또한, 드론을 활용한 설악·오대·치악산의 첫 단풍 동영상도 강원도 단풍실황서비스 누리집(<http://knps.grma.kr>)에 게재하였으며, 강원도청과 9개 지자체 등의 홍보(배너, 팝업창 등)를 통해 온라인 강원도 단풍에 대한 관심도를 높였다.

그 결과 누리집 이용자 수가 15,364명으로 나타나 작년 대비 52% 증가하였으며, 주요 언론에서 40회 이상 보도되는 성과를 이루었다.



[그림 4-13] 실시간 영상 제공 누리집 화면



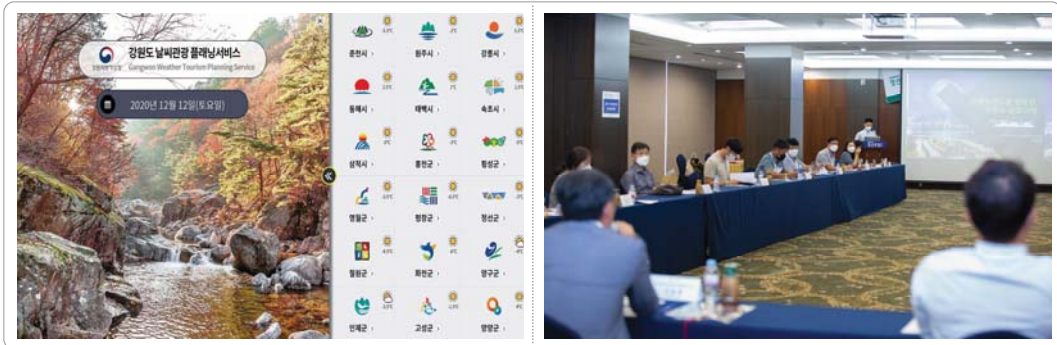
[그림 4-14] 오대산 단풍('20.10.23.)

4.2.2. 지역특화산업 기후정보 활용가치 확산

강원지방기상청은 기상과 타 분야 정보를 융합하여 강원도 산업의 경쟁력 강화와 지역경제 활성화를 위한 연구개발을 추진하였다. 웨더테인먼트(weather+entertainment)라는 개념을 도입, 빅데이터 분석을 통해 날씨에 최적화된 맞춤형 관광지를 자동 추천해 주는 ‘날씨관광 플래닝’ 기상서비스를 개발하였고, 특히 2차 정보사용자협의회에서는 ‘정선 지구인류 국제포럼 2020’과 연계 추진하

여 관광 트렌드, 산림관광 등 다양한 분야의 의견을 반영한 결과 6개 지자체(원주·강릉·동해시, 영월·평창·인제군)에 기술이전 하여 현재 각 기관 누리집에 대국민 서비스 중이다.

또한, 강원창조경제혁신센터와 공동으로 「빅데이터 Start-Up 콘테스트」를 개최하여 기상기후 빅데이터와 타 분야 아이디어를 결합한 관광명소 큐레이터, 당노관리코칭시스템 등 5개의 사업을 발굴·지원하였다. 한편 강원 ODP(Open Data Partners)를 통해 강원도보건환경연구원, 강원임베디드 소프트웨어연구센터, 한국국토정보공사 등 기관이 보유한 빅데이터 활용 지식과 노하우에 대한 멘토링을 실시하여 강원도 내 기상사업 확대와 청년 일자리 창출에 기여하였다.



[그림 4-15] 강원도 날씨관광 플래닝 서비스 화면



[그림 4-16] 2차 정보사용자협의회 개최('20.8.20.)

4.2.3. 기후변화 업무선도 및 이해확산 내실화

강원지방기상청은 기후변화 대응·적응 문화 조성을 위해 지역·대상별 기후변화 과학정보의 다양한 프로그램을 운영하였다. 이를 위해 강원지방기상청, 기후변화대응 교육연구센터, 한국기후변화연구원, 한국에너지공단 강원본부, 한국환경공단 강원본부 5개 기관의 「강원도 기후변화 교육·홍보 협의체」를 구성하고 기관 상호 간 예산 절감, 주제의 다양성 확보, 교육품질 향상으로 강원도민의 만족도를 높였으며, 맞춤형 교육을 위한 프로그램도 운영하였다.

강원지방기상청과 강원도가 공동 주최, 한국기후변화연구원이 「2020 기후변화 재난방재 포럼」을 강원도민과 자연재난 담당 공무원을 대상으로 개최하여 점차 심각해지는 폭염에 대한 대응 방안을 논의하였으며, 각 분야에 대한 기상청의 정책과 다양한 서비스 소개로 기상업무에 대한 중요성을 인식·확산시켰다.

특히, 청소년 대상 장기참여 프로그램인 '우리도 기후변화 전문가'를 관·학·민 협력으로 4월에서 10월까지 운영해 기후변화 인식확산은 물론 지역 기후 인재 양성에 기여하였다. 또한 지역민과 공감할 수 있는 기관장 대담 프로그램 TBN '매거진 초대석'과 라디오 퀴즈 이벤트 '기후변화 토크(talk talk)'를 운영하였으며, '사회적 거리두기, 날씨의 기억과 가까워지기'라는 주제로 원주에서 기상기후사진 전시회를 개최하여 생활 속에서 기후변화의 의미를 되새길 수 있었다.



[그림 4-17] 2020 기후변화포럼('20.7.23.)



[그림 4-18] 도전! 기후변화 퀴즈 골든벨('20.10.28.)

4.3. 기상관측망 최적 운영감시로 위험기상 대응력 강화

4.3.1. 학·연·관·군 공동관측으로 강원영동 위험기상 예측 정확도 제고

강원지방기상청은 2019년부터 학·연·관·군이 협업한 공동 입체기상관측을 실시하고 있다. 강원 영동지역은 동서 폭이 좁고 면적의 대부분이 가파른 산지와 바다를 접하는 해안으로 형성되어 특이·위험기상이 빈번히 발생하지만 복잡지형의 특성상 기상관측 자료가 부족하여 현상의 이해와 정확한 예보에 어려움을 겪고 있다. 이러한 문제점을 극복하고자 2020년은 강원지방기상청과 국립기상과학원이 주관하여 강릉원주대, 공군제18전투비행단 등 14개 기관이 참여하고 78종 720여대의 관측장비를 사용하여 동풍과 양강지풍을 집중관측하였다. 동풍에 의한 강원영동 대설관측은 2회(2.1.~2.29.), 양강지풍 특별관측은 6회(3.1.~4.30.) 실시하였다. 관측 기간 내 특별·정규관측 모든 자료(데이터양: 동풍 1.1TB, 양강지풍 1.6TB)는 강원국지수치예보모델용 서버에 일자별·사례별로 수집·저장하여 공유하였다. 관측자료는 모델과 실황의 차이를 파악하는 실황대응, 국지강풍 발생 시 신속한 예·특보 시간 조정 등에 활용되었으며 데이터워크숍, 학·연·관·군 워크숍, 한국기상학회 가을학술대회 특별세션 등을 통하여 분석·공유되었다. 강원지방기상청은 앞으로 공동관측을 정례화하여 확보한 상세 기상관측자료로 강원영동의 대기흐름과 복잡지형의 영향 그리고 다양한 국지순환 발달 매커니즘 등을 해석하고 나아가 위험기상의 감시와 예측능력을 높여 대설, 호우, 산불 등 기상재해 저감과 지역 발전에 이바지될 수 있도록 업무에 최선을 다할 것이다.



[그림 4-19] 데이터 워크숍('20.6.30.)



[그림 4-20] 한국기상학회('20.10.28.)

4.3.2. 관측망 최적 운영으로 신속하고 상세한 실황 감시

관측자료는 위험기상 감시 및 수치예보모델 정확도를 높이는 핵심정보이며 다양한 산업의 기초 자료로 활용되므로 국가차원의 기상자원으로 관리가 필요하다. 강원도와 18개 시·군은 기상재해로부터 국민의 생명과 재산을 보호하고, 안전한 사회를 만들기 위해 자체적으로 기상관측장비(총 192대)를 설치·운영 중이다. 기상청과 강원도는 관측자료의 품질을 높여 예보정확도 향상과 기상재해를 저감하기 위해 강원도에서 운영 중인 기상관측장비의 기상청 통합관리를 추진하고 있다. 2020년 7월 9일 기상청과 강원도는 기상관측자료의 품질향상과 공동활용, 위험기상 및 재난현장 공동대응을 통한 재난피해 경감을 위해 업무협약을 체결하였으며 이의 효율적 추진을 위한 실무협의회를 구성·개최(총 3회)하였고, 강릉 흥제 자동기상관측장비를 공동관리 시범관측소로 선정하여 9~12월 운영하였다. 흥제 자동기상관측장비는 수신체계 개선과 실시간 자료 품질관리로 수집률이 50.2%에서 100%로 향상되었으며, 장비이관 시 발생할 수 있는 문제점을 발굴하고 개선하여 추진 사례로 제시하고자 한다. 강원지방기상청은 강원도 장비이관을 계기로 보다 효율화 운영·관리 시스템의 필요성을 느껴 한눈에 파악할 수 있는 강원지역 기상관측망 종합운영관리시스템도 개발 중에 있다.



[그림 4-21] 기상청-강원도 상호협력 MOU 체결('20.7.9.)



[그림 4-22] 강원지역 기상관측망 종합운영관리 시스템

4.4. 소통을 통한 행복한 직장문화 조성

강원지방기상청은 부서 간 협력과 직원 소통 강화, 청렴한 조직문화 조성을 위해 ‘학이시습(學而時習) 문화체험’ 프로그램을 운영하였다. 직원들이 자율적으로 팀을 구성하여 청렴 유적지 답사, 혁신기관 탐방 등 문화체험을 함께하는 시간을 가졌다. ‘학이시습(學而時習) 문화체험’ 프로그램을 통해 새로운 경험과 직원 간 소통, 업무이해와 청렴의식 함양 등으로 활기찬 직장문화 조성에 기여하였다.

또한, 부서별·직급별 간담회 ‘간담상조(肝膽相照)’, 강원(청) 미래발전지원팀 프로그램 운영을 통하여 조직문화, 근무환경 개선에 대한 다양한 의견을 청취하는 등 직원 간 이해와 소통, 청렴조직 문화 조성을 위해 노력하였다.

5 대전지방기상청

대전지방기상청 | 기획운영과 | 행정사무관 | 김병관

5.1. 지역 발전과 안전에 기여하는 방재기상서비스 강화

5.1.1. 지역 기상재해 피해저감을 위한 재난 공동대응 체계 구축

2020년은 어느 해보다 집중호우와 태풍으로 피해가 많은 해였다. 7월 30일 대전시 문화동에 시간당 102.9mm의 집중호우가 기록되었으며, 9월 7일 제10호 태풍 ‘하이선’의 영향으로 대전·충남 여러 곳에서 정전이 되고 나무가 쓰러지는 등의 피해를 입었다.

이에 앞서 재난 공동대응을 위해 대전광역시와 협력회의를 가졌으며(2회/2.4., 6.11.) 한국건설기술연구원과 연계하여 하천 홍수 대응방안에 협의하기도 하였다.(5.20.) 또한, 갑작스런 집중호우에 대응하기 위해 대전광역시 재난 감시망인 지능형재난예경보시스템(재난방송설비, 수위측정계, 영상 감시 CCTV 등)을 공동 활용하여 기상 감시에 적극 노력하였으며, 예보관의 단시간 집중호우 예측 강화를 위해 예보관 대상 지역특성 전문교육을 실시하고, 선제적으로 특보를 운영하여 2019년 대비 호우특보 선행시간이 44.5분에서 90.6분으로 늘어나는 성과를 거두었다.



[그림 4-23] 2020년 여름철 기상재해 및 재난 공동대응

5.1.2. 국민의 안전한 해상활동 지원을 위한 해양기상서비스

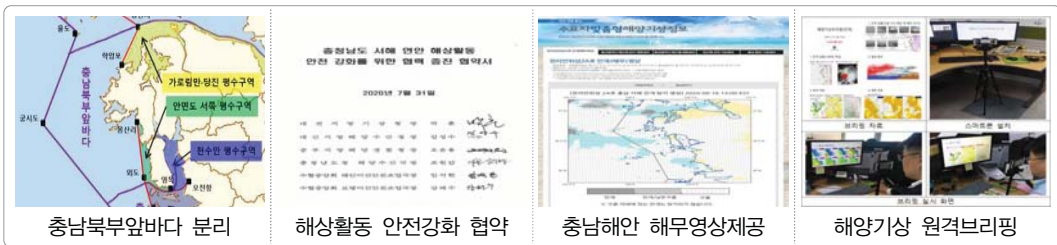
해양 위험기상으로 국민의 생명을 보호하고 재산피해와 불편함을 최소화하기 위해 지역민과의 소통과 관계기관과의 협업을 통해 해상 특보구역 분리 운영, 맞춤형 기상정보 제공 등 다양한 해양 기상정책을 추진하였다.

충남북부앞바다 중 평수구역은 서로 떨어져 있는 해역이 하나의 특정관리해역으로 지정되어 풍랑특보 시 해역별 실태 차이에 따른 지역민의 민원이 빈번하게 제기되었다. 이에 해역별 특성분석을 통해 풍향에 따른 풍속과 파고의 변화 경향 차이를 근거로 가로림만·당진 평수구역, 안면도 서쪽 평수구역으로 분리하여 운영함으로써 빈번한 민원을 해결하였다.

특히, 천수만 평수구역은 지형 특성상 파고가 발달할 수 없음에도 발표되는 풍랑특보로 해상활동이 통제되는 것에 대한 지역민의 불편, 불만 민원이 있었다. 이에 천수만 지형특성 분석을 통한 맞춤형 풍랑특보 운영 절차를 마련하였고, 지역민과 소통 강화를 통해 기상업무 불만 민원인을 이 해시키고 적극 협력자로 변화시키면서 2020년 1, 2분기 적극행정 우수사례로 선정되기도 하였다.

또한, 해양 관계기관에도 필요한 특화된 해양기상서비스 제공을 위해 대산지방해양수산청, 중부지방해양경찰청, 충청남도청 해양수산국, 수협중앙회 태안·보령 어선안전조업국 등 5개 기관과 ‘충청남도 서해 연안 해상활동 안전강화를 위한 협력증진 업무협약(MOU)’을 체결하였다.

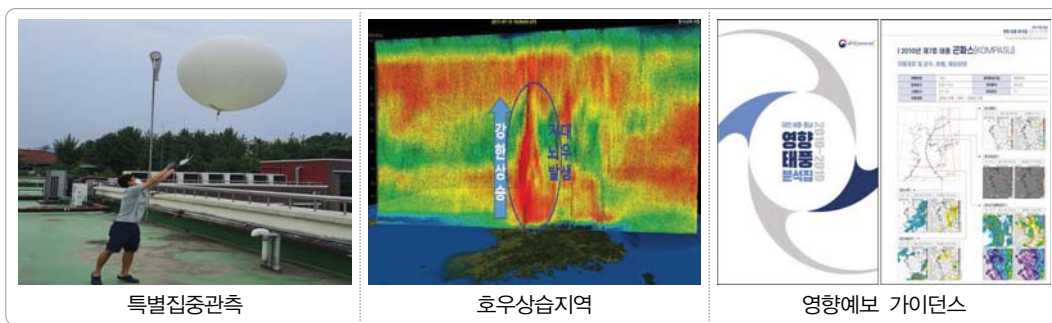
아울러 홈페이지를 통한 천리안위성 2A호 안개(해무) 영상 제공, 해양 위험기상에 대한 관계기관 담당자들의 이해도 향상을 위해 밴드(충남 바다날씨유~)를 통한 원격 해양기상브리핑을 실시하여 해상안전에 기여하였다.



[그림 4-24] 충남북부앞바다 평수구역 분리 및 해양기상서비스

5.1.3. 충남 기상재해 최소화를 위한 예보기술 개발

차령산맥 주변으로 발생하는 상습적인 호우 피해를 예방하고자 ‘차령캠페인 2020’을 진행하였다. 공주대학교, 재해기상연구센터와 협업하여 산악 및 지형효과 관측을 위한 위험기상 특별관측을 실시하였다.(20회) 이를 바탕으로 국지위험기상 발달 메커니즘을 연구하여 충남중부지역(공주)의 지형에 의한 강제상승 효과와 1시간 최다강수량 20mm이상 조건(850hPa상당온위 333K, 하층제트 20kt이상)을 도출하였으며, 충남 호우 상습지역(정안, 전의, 천안)의 포인트 특보기술을 개발하여 지역특보 대응 기반을 마련하였다. 또한, 지역 특성이 반영된 폭염(8.12.)·한파(12.16.) 영향예보 가이드언스를 제작하여 예보관의 의사결정을 지원하였고, 고품질의 영향예보를 생산·전달함으로써 충남 지역 기상재해 최소화에 기여하였다.



[그림 4-25] 차령캠페인 2020 및 영향예보 가이드언스

5.1.4. 체계적인 예보인력 육성 프로그램 마련으로 전문성 강화

국지적인 위험기상이 빈번하게 발생함에 따라 그에 대응하고 충남지역 중심의 전문적인 예보인력을 육성하기 위해 ‘지방예보 역량향상 프로그램’을 마련하였다. 충남지역에 특화된 지역 표준교재를 제작하고 교재별 전문강사를 지정하여 자체 교육훈련 과정의 기틀을 마련하였고, G드라이브와 네이버 카페를 활용해 온라인 학습환경을 조성(4.10.)하고 표준교재별 동영상교재와 지식나눔교육(13회) 동영상상을 업로드하여 자기주도 학습을 위한 e-러닝 프로그램을 구축하였다. 이전에 진행하던 세미나와 특보 에센스 등을 ‘지방예보 역량향상 프로그램’으로 정리하고 체계적으로 분류하여 접근의 용이성을 높이고 이를 바탕으로 전입자 대상 교육프로그램을 마련하여 2020년에 상·하반기 2번의 교육으로 총 7명의 신규예보관을 육성하였다.

5.2. 지역민 안전을 위한 관측망 확대·관리 강화

5.2.1. 위험기상 감시 강화 및 기상관측망 최적화

지방자치단체에서 추진하는 기상재해 예방, 기후변화 대응, 도시발전계획 등 정책 의사결정 지원과 지역민의 생활·산업활동 등에서 기상관측정보의 활용 증대를 위해 관측인프라를 강화하였다. 세종특별자치시는 출범(2012.7.) 이래 주요정부기관·주택·인구·교통량 등이 급증함에 따라, 이에 지역민의 안전과 재해 최소화를 위하여 세종 종관기상관측소를 4월부터 정식 운영하였다. 또한, 적설관측 공백지역에 레이저식 적설계 5소(대전, 홍성, 세종전의, 정안, 춘장대)를 신설하고, 관측환경 개선(세종연서, 세종금남, 안도) 및 시설 개선(금산, 서산, 옹도, 외연도), 노후장비 교체(AWS 3소, 연안기상관측장비 2소) 등 최적의 기상관측망을 조성하기 위하여 노력하였다.



[그림 4-26] 기상관측장비 확충 및 시설 개선

5.2.2. 서해종합기상관측기지 및 해양기상관측망의 안정적 운영

유관기관과 서해종합기상관측기지의 공동활용으로 대국민 서비스를 확대하고자 환경부와 협업하여 초미세먼지 측정기(PM2.5) 설치를 지원하여 국가배경농도 측정망을 정식 운영(6월)함으로써 해외 유입 초미세먼지를 조기에 감시할 수 있게 되었다. 또한, 신재생 풍력발전기를 신규 설치하여 자가발전을 위한 전력시스템 보강과 시설 개선으로 원격지에서의 안정적 운영을 위한 기반을 구축하였다.

안전한 해상활동 지원을 위한 해양기상관측장비의 데이터 품질 및 장비 관리를 위하여 기상1호를 활용하여 서해만바다에 위치한 연직바람관측장비, 서해170부이와 비교관측 및 현장 점검을 실시하여 관측데이터의 신뢰도를 확보하였다. 또한, 해양관계기관과 유기적 소통 및 협업, 해양기상관측장비의 사고 예방 홍보에 만전을 기한 결과 유실되었던 파고부이를 회수하여 예비장비로 활용함으로써 예산 절감에 기여하였다.

5.2.3. 기상관측 관계기관 협업 강화 및 전문성 제고

기상관측표준화워크숍을 5월에 실시하여 지자체 및 유관기관에 기상관측표준화 업무를 협력·지원하였다. 세종특별자치시의 적설관측지점(10소)을 기상정보시스템과 연계하여 대설 감시 효율성을 제고하였으며, 주기적인 현장맞춤형 관리로 관측자료 공동활용을 강화하였다. 또한, 지역 지진 방재업무담당자 대상 지진협력간담회 개최와 지진 비상대응 절차를 체계화하여 지역주민의 안전과 대내·외 방재업무 및 지진분야 전문성 강화에 기여하였다.

5.3. 지역 특화 기상기후서비스 강화

5.3.1. 수요자 중심의 교육프로그램으로 과학기술정보통신부장관상 수상

대덕연구개발특구의 다양한 첨단 과학 인프라 체험을 위하여 '주니어닥터'와 연계한 여름방학 기상기후 체험교실을 온라인으로 진행하였다. 우리 지역의 기후변화 동영상과 1인칭 시점 비디오 모델링을 활용한 과학KIT(북극곰과 빙하) 만들기 동영상을 제작하여 배포하였다.

온라인 진행으로 작년 참가 인원(191명)보다 약 3배 많은 656명이 교육을 이수하여 코로나 시대에 맞추어 시공간의 제약을 줄였다. 특히 학습자 눈높이에 맞춘 과학KIT 만들기 동영상과 및 과학기술 교육프로그램의 우수한 효과를 인정받아 2020년 과학기술정보통신부 장관상(단체)을 수상하는 성과를 거두었다.



[그림 4-27] 1인칭 시점 비디오 모델링 동영상('20.6.)(좌), 과학기술정보통신부 장관상('20.11.)(우)

5.3.2. 국민의 교통안전을 위한 맞춤형 지역기상융합서비스 개발

안전한 도로교통 환경 조성하고 국민의 편익 증진을 도모하기 위해 '대전·세종·충남 도로교통 안전지원 융합서비스 개발' 사업을 추진하고, 도로교통공단 대전·세종·충남지부와 업무협약과 협업을 통해 기술개발 관련 유기적 협력체계 구축을 강화하였다.

이 사업은 도로교통공단의 사고분석관이 교통사고 조사 분석에 필요한 기상자료를 교통사고 자료와 하나의 시스템에서 조회할 수 있게 하여 교통사고 분석을 지원하고, 안개 상습 발생지역에 대한 자료를 통해 안전 개선사업 분야에 참고 자료로 활용되는 등 교통안전 분야에 많은 도움이 될 것으로 기대된다. 2020년 수요기관으로 기술이전 및 프로그램 이식을 통해 사용이 가능하였고, 2021년에는 대전·세종·충남 지역이 아닌 전국 지역의 자료를 활용할 수 있는 고도화 사업으로 추진할 예정이다.

5.3.3. 「국립서해안기후대기센터 전시·체험시설 제작·설치」사업 계약체결 및 착수 보고회 개최

충청남도 홍성군 내포신도시에 국립서해안기후대기센터 건립을 추진 중에 있으며, 이를 위해 2020.10.15.부터 2021.3.31.까지 「국립서해안기후대기센터의 전시·체험시설 제작·설치」1차년도 사업을 진행 중이다. 이번 사업에서는 전시체험콘텐츠의 실시설계를 하며, 전문가들에게도 자문을 구해 전시물 제작·설치 시 완성도 높은 전시체험콘텐츠를 구현하고자 하였다.

2021년 4월부터는 2차년도 사업을 진행하여 국립서해안기후대기센터는 2022년 9월 완공되고, 2022.10.~12.까지 시범운영을 거쳐 2023.1. 정식 개관한다. 국립서해안기후대기센터는 최신기술과 융합된 기상과학 특화 체험학습의 장으로 유아부터 성인까지 모든 연령대가 즐기고 배울 수 있는 놀이형 기상과학관으로 구축되어 대전·세종·충남 지역의 국민들에게 기상과학과 기후변화과학 지식을 효과적으로 제공할 수 있을 것으로 기대된다.



[그림 4-28] 「국립서해안기후대기센터 전시·체험시설 제작·설치」 착수보고회('20.10.28.)



[그림 4-29] 국립서해안기후대기센터 전시·체험시설 1, 2층 완성예상도

5.4. 코로나19 확산 방지 및 조직 역량 강화

5.4.1. 언택트 시대에 걸맞는 건강하고 행복한 근무환경 조성

코로나19 확산 방지를 위해 유증상자 및 의심 직원에 대해 신속한 보고체계를 유지하고 대응지침을 철저히 준수하였다. 현관 비대면 체온측정기 설치를 통한 엄격한 출입자 관리 및 마스크 착용 등 안내문 부착, 공용공간의 주기적 소독으로 확진자 발생 없이 원활한 업무 수행에 기여하였다.

코로나19 상황 속에서도 조직역량 강화 및 행복한 조직문화 실현을 위해 노력하였다. 직원들의 다양한 소양 함양을 위해 직원 기부 도서 및 청 내 도서를 정비하여 도서 대여 프로그램을 운영하였다. 또한 매월 아동복지시설 정기후원 및 어린이날, 명절맞이 비대면 기부물품 전달, 사랑의 연탄 나누기 비대면 운영 등 언택트 시대에 걸맞는 나눔 문화 확산에 기여하였다.

아울러 주차장 및 옥상공간을 활용한 태양광 설치공사로 연간 약 5백만원의 전기요금을 절감하고(58,139kwh×88원/kwh) 사무공간 재배치 및 확장, 주차장 확장 등 업무 효율화 및 직원 편의 증진을 위해 노력하였다.

6 대구지방기상청

대구지방기상청 | 기획운영과 | 행정사무관 | 안양근

6.1. 지역 주민들의 안전과 생활 편의를 위한 방재기상정보 제공

6.1.1. 현장 브리핑 등 실시간 기상정보 지원을 통한 대형재난 피해 최소화

2020년 4월 24일 오후 경북 안동시 풍천면에서 원인 미상의 산불이 발생하였다. 다음날 25일 정오 즈음에 주불이 진화되었으나, 오후에 강풍으로 재발화하여 다음날 26일 오후에 완전히 진화되었다. 산불로 인명피해는 없었으나, 약 800ha 면적의 피해가 있었다. 대구지방기상청에서는 대형 산불로 확산될 가능성이 높을 것으로 판단해 즉시 대응반을 편성하여 산불 기상정보와 날씨해설을 실시간으로 제공하였다. 신속한 대응과 진화를 위해 현장 파견근무 실시, 산불 현장통합 지휘본부 현장브리핑, 산불기상지원 홈페이지 운영 등을 통한 실시간 기상정보를 제공하여 국민의 안전과 재산을 지켜내고자 노력하였다.



[그림 4-30] 산불 현장통합 지휘본부 현장브리핑('20.4.25.)(좌), 산불 발생위치 및 산불현황(우)

6.1.2. 맞춤형 해양기상서비스로 대국민 만족도 향상

우리나라 국토 최동단에 위치한 독도에는 행정선, 해경정, 여객선 등 다양한 선박이 접도하고 있고, 또한 국민의 관심 증가로 매년 20만명 이상의 관광객이 방문하고 있다. 증가하고 있는 해상활동과 여객선 이용의 안전 및 편의를 위해 대구지방기상청에서는 2018년 11월부터 당일의 독도 접안 기상정보를 제공하였다. 하지만 예측정보 기간(1일)이 짧아 관광객과 근해 해양 안전의 의사결정에 한계가 있고, 접안시설이 미비해 기상상황에 따라 선박 접안이 실패하는 등 경제적 손실이 발생하는 사례가 있었다. 이런 불편을 해소하기 위해 접안 예측정보 서비스 기간을 '1일에서 3일'로 확대하여 2020년 4월 23일부터 제공하고 있다. 그 결과 독도 관련 기상서비스 품질향상과 조업어민 등의 해상안전을 강화하였고 더불어 지역 관광산업 활성화에 기여하였다.



[그림 4-31] 독도 접안 기상정보 확대 전(좌), 확대 후(우)

6.1.3. 예·특보 관할관서 변경 운영을 통한 업무 효율화

동해남부먼바다는 넓은 해역임에도 단일 예·특보구역으로 운영하기에는 많은 제약이 있어 2019년 4월 30일부터 동해남부먼바다를 동해남부남쪽먼바다와 동해남부북쪽먼바다로 세분화하여 예·특보가 운영되고 있었다. 하지만 예·특보업무 관할 기관과 행정구역의 불일치로 인해 해상안전관리 당국, 관할 지자체 등 관계기관의 업무 혼선과 개선을 위한 민원이 발생하였다. 대구지방기상청에서는 이런 요구사항을 반영하여 관할관서간의 적극 행정과 소통으로 2020년 12월 동해남부남쪽먼바다 예·특보업무를 대구지방기상청에서 부산지방기상청으로 이관하였다. 관할관서의 조정으로 관계기관의 해양 방재업무에 효율을 향상시키고 해양유관기관의 민원을 해소하는데 기여하였다.

6.1.4. 지역 위험기상 사례분석으로 예보정확도 및 방재기상업무 능력 향상

최근 위험기상으로 인한 사회·경제적 피해 규모가 점점 커지고 있다. 특히 호우, 태풍, 대설과 함께 폭염 및 한파의 피해 양상이 복잡해짐에 따라 기상정보의 중요성이 커지고 높은 정확성이 요구되고 있다. 이에 대구지방기상청에서는 기상정보의 정확도 향상을 위해 기상학적 이론과 연구된 결과를 접목한 「2020년 대구·경북 위험기상 사례분석집」을 발간하였다. 이를 통해 지역적인 특성이 반영된 위험기상 분석 결과 등을 체계적으로 관리하고 공유할 수 있었다. 또한, 대구·경북 위험기상에 따른 적절한 정보제공으로 방재기상업무 능력 향상에 기여하였다.

6.2. 방재대응 의사결정 지원체계 강화로 기상재해 최소화

6.2.1. 위험기상감시를 위한 기상관측망 최적 운영 및 관측업무 역량강화

대구지방기상청은 대구·경북 기상관측망을 최적으로 운영하기 위해 2020년에 봉화읍 등 지상기상관측장비 4개소 및 해양기상관측장비 3개소를 이전하였고 노후화된 기상관측장비 11개를 교체하였다. 또한, 안정적인 기상·지진관측을 유지하기 위하여 봉화 및 영주의 스틸하우스 보강, 대구 기상관측장소 인근 열원 제거, 대구·포항 백엽상 도색 및 환경정비, 동로·문경·산내 지진관측소 전 기선로 개선, (구)청송 지진관측소 시설물 철거 등을 추진하였다. 한편, 위험기상감시의 사각지대를 해소하기 위하여, 해안가 지자체 CCTV의 공동활용(4개소→6개소)을 확대하였고 대구·경북의 위험·특이 기상 공동감시 네트워크(35명→39명)를 보강하였다. 또한, 우리나라 최동단 울릉도 및 독도의 위험기상감시를 위하여 울릉군·독도항로표지관리소·독도경비대·울릉도독도해양연구기지와 협의체를 운영하여 해양기상관측장비 활용성을 높였다.

관측자료 신뢰도 및 활용성 증대를 위하여 대내·외적으로 노력하였다. 2020년 3월 1일부터 9월 30일까지 기온비교실험을 통해 다양한 차광통이 기온에 미치는 영향을 분석하였고, 이 실험결과를 발표하여 2020년도 관측업무개선발표대회에서 최우수상을 수상하기도 하였다. 또한, 대구·경북 76개의 지상기상관측지점에 대한 이력, 관측장비 배치도, 이전경로 등 환경정보를 수록한 「대구·경북 기상관측장소 환경편람」을 발간·배포하였다.

한편 관측보조원의 공무원(2020년 1월~) 전환으로 보다 체계적인 관측업무 기반을 마련하였다. 관측현업을 위한 실험감시프로그램 개발, 실무가이던스 발간, 「내고장 관측인사」 프로그램 운영을 통한 분기별 현장·원격교육, 관측자 대상 역량평가 등을 추진하여 기상관측업무의 질적 향상을 도모하였다.

6.2.2. 기상관측 및 지진 대응역량 향상을 위한 유관기관과 공동협력 강화

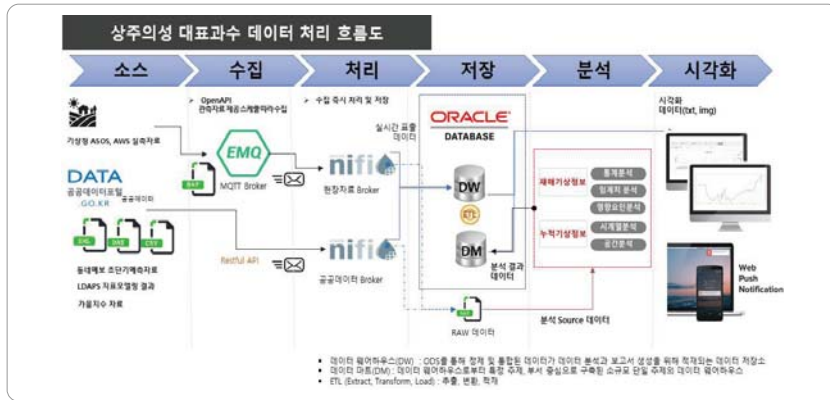
대구지방기상청은 대구·경북지역 관측관계기관과 협력하여 관계기관의 관측자료 수집률 제고 및 품질 향상에 이바지하였다. 특히, 현장지원반(Help Desk) 운영과 관측표준화워크숍(비대면), 현장설명회 등을 통해 관측관계기관의 기상관측시설 담당자가 관측표준화 업무에 협력할 수 있도록 유도하였고, 기상관측자료 공동 활용 향상에 기여하였다.

또한 대구·경북지역에는 45개 국가지진관측소를 운영하고 있으나, 경북지역에 잇따른 지진 발생으로 지진에 대한 우려에 따라 지진 조기 탐지를 위해 대구지방기상청은 2020년에 13개 신규 지진관측장소 부지를 확보하여 2021년~2022년 지진관측장비를 설치할 예정이다. 대구·경북 유관기관과 지진·지진해일 발생에 공동대응하고자, 2020년 6월 11일에 대구지방경찰청 등 11개 유관기관과 함께 합동 지진·지진해일 모의훈련을 실시하였고, 2020년 8월 27일에 포항시 등 7개 유관기관과 지진업무간담회를 추진하였다. 또한, 위기상황에서 매뉴얼화된 행동을 유도해내기 위한 「지진 바로 KIT」를 제작·활용하였고, 지진해일 대피요령 홍보판넬을 제작하여 울진군·울릉군 등 동해안 지자체 5개소에 배포하였다

6.3. 협업을 통한 기상기후정보 가치 창출 및 이해확산

6.3.1. 지역 대표과수 맞춤형 기상정보 제공으로 기후변화 대응력 강화

전국 1위의 과수 재배·생산지역인 경상북도의 대표과수 6종(감, 자두, 복숭아, 사과, 포도, 배)에 대한 맞춤형 기상정보 생산 기술을 개발하였다. 실효성 있는 기상융합서비스 개발을 위해 경상북도 농업기술원 등 6개 협업기관의 전문가와 사용자 12명으로 구성된 협업체계를 구성하여 상주시와 의성군 2개 지역을 대상으로 과육별 생육과 기상요소별 상관관계를 분석하였다. 특히, 봄철 저온 피해에 민감한 과수농가를 위해 서리·냉해 등 기상재해별 3등급 알림 서비스를 위한 표준플랫폼을 구축하고 경북농업기술원 홈페이지 서버에 해당 프로그램을 탑재하여, 182개 농가를 대상으로 서비스 검증 및 보안을 위한 시험서비스(웹/모바일)를 실시 중이며, 범정부 협업 활성화 관련 ‘기상청 협업우수사례’에서 장려상을 수상하기도 하였다. 정보의 실사용자 확대를 위한 보도자료와 홍보포스터를 제작·배포하였으며, 2021년에 안동시와 영천시를 추가하여 해당 서비스 확대를 위한 체계 마련과 기반을 구축하고, 2022년에는 경상북도의 23개 시·군 전체에 대한 서비스 확대를 목표로 하고 있다. 이와 같은 농가 맞춤형 농업-기상 융합서비스 개발로 농업분야의 기상재해 경감과 지역 경제 활성화에 크게 기여할 것이다.



[그림 4-32] 경북지역 대표 과수 기상융합서비스 플랫폼 데이터 처리 흐름도

6.3.2. 지역 물관리와 지역기후 정책 지원을 위한 맞춤형 기후정보서비스 제공

물관리 지원을 위한 「수문기상기상정보」와 지역기후 정책 지원을 위한 「미리 알아보는 기상기후 정보」를 매월 67개 기관에 이메일로 제공하고 있으며, 이를 카드뉴스 형식으로 대구지방기상청 누리집과 공식 SNS를 통해 대국민 서비스하고 있다. 정기적인 사용자 만족도 조사 결과를 반영하여 정보 항목 및 가독성 개선에 노력하였고, 대구지방기상청 누리집 개선으로 사용자 접근성과 편의성을 높이기 위해 노력하였다. 이를 통해 관계기관 활용만족도 조사에서 전년도 대비 1.9점이 상승한 86.4점의 만족도를 보였다.

6.3.3. 기상과학문화 대중화를 위한 국립대구기상과학관 협업·프로그램 운영

과학관 주요 고객을 위해 AR(증강현실)과 4D(4차원 영상)를 활용한 놀이·체험형 기상현상 관련 전시체험물을 설치하여 운영하고 있으며, 14개의 콘텐츠 보강과 관람객 휴식과 대기 공간을 위한 북카페 조성, 기상과학동산 환경 개선 등 기상과학문화 대중화를 위해 지속적으로 노력하였다. 특히, 국립대구기상과학관 누리집을 통해 「랜선 날씨여행」을 제공하고, Google Meet 화상회의를 활용한 「기후변화 관련 교구만들기」온라인 과정을 개설하여 운영함으로써 코로나19로 제한적인 운영체제에서도 국민들과 끊임없이 소통하려는 노력을 이어가고 있다.



[그림 4-33] 국립대구기상과학관 전시체험시설 환경개선 및 체험프로그램 운영

또한 지자체와 협업을 통해 기상업무를 홍보하고 위상을 제고하였다. 구 대구기상대 부지에 조성된 동부 청소년 문화의 집에 기상대 전시실을 조성하여 대구지방기상청 역사와 기상기후관련 정보를 전시하였다. 임란호국영남총의단 보존회와 광복회 대구광역시지부와 연계한 관람코스를 안내하고, 대구광역시 주요 관광지 70여 곳과 연계한 관광 스탬프트레일 투어코스에 적극 참여하였다. 이와 같이 최적의 관람환경 개선을 위한 노력과 관계기관과의 협업을 통해 대구시 추천 「모두를 위한 관광지」 13경에 선정되는 쾌거를 이루었다.



[그림 4-34] 모두를 위한 관광 가이드북(좌) 및 「모두를 위한 관광지」 13경 관련 기사(우)(대구일보/’20.10.27.)

6.3.4. 유기적 협업을 통한 효율적인 기후변화과학 이해 확산 및 대응 강화

대구·경북 지자체 기후변화 적응대책 담당자 네트워크를 구성하여 담당자들의 기후변화 시나리오 활용 및 적응대책 수립을 지원하고, 온라인 워크숍 개최를 통해 지속적인 소통 및 협력 체계를 강화하였다. 또한 기후변화 적응대책 수립 시 한반도 상세 기후변화시나리오 정보 제공과 기술자문을 하였다.

대구광역시립동부도서관 등 외부 기관과의 기후변화과학 콘텐츠 협업을 통해 4번의 순회전시회와 5번의 콘텐츠 제공을 하였고, 지역 내 청소년의 기상과학교육 지원 및 기상직업 진로탐색 부여를 위하여 창의적 체험활동 프로그램(3회) 및 청소년 진로체험 교육과정(2회)을 운영하였다.

2020년 기후변화주간 기념 기후변화과학 온라인 퀴즈 이벤트를 인포그래픽 온라인 전시회와 연계하여 기후변화과학에 대한 국민들의 관심제고와 이해증진에 기여하였다.



[그림 4-35] 기후변화관련 공모전 수상작 전시회

6.4. 코로나19 감염 방지를 위한 비상대응 체계 강화

2020년 2월 대구지역은 코로나19 감염자가 급격히 늘어나며 큰 위기에 직면하였다. 이에 중단 없는 기상업무 수행을 위해 대구지방기상청은 청내 코로나19 확진자 발생 대비 비상계획을 수립하고 감염병 예방 및 확산방지를 위한 자체 대응지침을 운영하여 코로나19 단계별로 신속히 대처할 수 있는 기반을 마련하였다. 비상근무체계를 유지하면서 코로나19 확산방지를 위해 대응지침을 숙지하고 철저히 준수함으로써, 청내 확진자 발생없이 기상업무를 원활하게 수행하는데 기여하였다. 또한, 코로나19 예방 캠페인을 지속적으로 실시하고 심리치유를 위한 구내방송을 추진하여 장기화된 코로나19 대응에 긴장의 끈을 놓치지 않도록 하는 한편, 코로나 블루를 극복하고 활기찬 조직 문화를 유지할 수 있도록 노력하였다.

7 제주지방기상청

제주지방기상청 | 기획운영과 | 과장 | 지명진

7.1. 위험기상 대응 강화로 안전 제주 실현

7.1.1. 안전한 해상활동 지원을 통한 해양 공공기상서비스 강화

제주지방기상청은 지역 내 안전한 해상활동 지원을 위해 지역 특성을 반영한 다양한 해양기상정보를 제공하였다. 위험기상 예상 시에는 해양 관계기관·수산단체 등을 대상으로 해양위험기상 발생 가능성 정보를 SNS(BAND: 제주 바다날씨 알리미)를 통해 제공하였다. 또한, 해양 관련 위험 상황에 대비해 대조기 상습침수 지역 조사(6월), 이안류 특별관측(7월)을 하였고, 여름철 해수욕장 이안류 발생에 대해 예측정보를 제공(중문, 6월~8월)하였다. 한편, 제주도 인근해역으로 중국발 저염분수 유입이 예상됨에 따라 제주특별자치도(제주해양수산연구원), 국립기상과학원(현업운영개발부·연구운영지원과)과 협업하여 해양예측정보 제공·현장 승선관측·관측자료 분석결과 공유로 사전 위기상황 대응을 위한 특별기상지원(8월)을 실시하였으며, 실무자 간담회를 통해 내년부터는 더 체계적으로 지원하기 위한 정례화 계획도 수립하였다. 그 밖에도 해양기상정보 활용과 이해를 높이기 위해 해양경찰, 어선주협회, 수협, 어촌계 등을 대상으로 사용자 교육과 홍보(7~8월/12소)를 하였다.

7.1.2. 지역 위험기상대응을 위한 현장 중심 방재기상서비스 제공

지역 안전과 피해 예방을 위해 방재 네트워크 강화와 위험기상대응 노력을 하였다. 방재기관과는 방재기상업무협의회(5월·11월), 방재 기상정보시스템 사용자 교육(6월), 방재 실무자 간담회(10월)·관계기관 현장소통(7월·11월)으로 유기적인 관계를 구축하여 지속적인 현장지원을 하였다. 언론과는 개선된 기상정책 홍보(1월·5월), 기상캐스터 기상강좌(6월), 위험기상 피해 예방 캠페인(여름·겨울)을 통해 올바른 기상정보 전달을 위해 노력하였다. 위험기상 예상 시에는 지자체 긴급대책 회의에 참석하여 기상전망 현장브리핑 실시(9회), 계절별 위험기상에 대해 폭염 특별대응반 운영(20.6.10.~9.25.), 폭염 영향예보(연중), 한파 영향예보 서비스(2020.11.16.~/연중)를 실시하여 방재기관 의사결정의 선제적 지원과 피해 예방을 위해 노력하였다. 겨울철 대설기간에는 제주지역 대설정보 위험기상정보를 기존 단기전망(D+2일)에 5일 전망까지 추가하고, 지자체와 자치경찰단에서 행정시, 소방, 교통방송 등 8개 기관으로 확대하여 '겨울철 대설 위험기상정보' 서비스를 SNS(카카오톡)를 통해 신속히 현장지원 하였으며, 기관 간 정보공유를 통한 협업으로 9차례 대설에도 인명 및 재산 피해가 크게 발생하지 않았다.

7.1.3. 위험기상 예측과 분석역량 강화

지형적 특성으로 인해 수시로 발생하는 국지성 호우로 인한 피해가 커짐에 따라 최근 호우 사례와 변화하는 기상환경 등을 반영한 '국지호우 가이드스'를 재정립(12월)하였다. 해상 위험기상에 대한 정확도 향상과 의사결정 지원을 위해 해상위험기상 발생 가능 시 Check List를 통해 분석하여 공유(1~12월)하였고, 예보관의 영향예보 생산 의사결정을 위해 폭염(6월)·한파(12월) 영향예보 분야별 가이드스를 발간하였다. 이외에도 내부 직원들의 분석역량 강화를 위해 전문가 초청세미나(2회), 선행학습 등 예보기술 공유 세미나(6회)를 개최하였다. 또한, 국립기상과학원(인공지능예보연구팀)의 인공지능 기반 기상예보기술 개발사업의 일환으로 위험기상 예측 강화를 위해 시강수유무예측 표출시스템은 현업에 적용하기 위해 테스트(7월~)를 진행하고 있으며, 국립기상과학원과의 지속적인 협업을 통해 신속 정확한 기상정보 분석과 예보관의 신속한 의사결정 지원을 위한 기술개발에도 적극 참여하고 있다.

7.2. 기상관측망 최적화로 자연재난 피해 최소화

7.2.1. 유관기관 협업과 소통으로 기상관측장비 확충과 자료 품질 향상

제주지방기상청은 기상관측망의 최적화를 위해 기상청 최초로 국립생태원과 협업을 통해 한라산 남벽 기상관측장비를 제주지방기상청으로 이관하여 한라산 지형효과에 따른 위험기상의 사전탐지를 위해 2020년 8월부터 정규기상관측망으로 편입하여 운영하고 있으며, 제주특별자치도에서 운영 중인 산불감시용 CCTV 7소를 공동활용하여 관측공백지역 해소와 위험기상감시를 강화하였다.

또한, 태양열 집열판 확대로 기상관측환경이 악화된 신례 자동기상관측소를 폐쇄하고, 관측환경이 양호한 제주가시리로 이전하여 제주도 남동부 관측공백을 해소하였으며, 제주청과 중문지점의 노후화된 자동기상관측장비 2소를 교체하였다. 한라산 백록담 자동기상관측장비의 잦은 고장과 검정 미실시로 자료 신뢰성이 하락함에 따라 센서 교체와 통신방식 개선사업을 수행하여 정상화(6월)하였고, 서귀포·고산(관)·성산(관)의 종관기상관측장비 시정현천계 수집시스템을 통합(2월)하여 효율적으로 관리 운영하고 있다. 더불어 한라생태숲 방재기상관측장비의 축전지 용량 증설과 함체를 추가 설치하였고, 선흘 방재기상관측장비는 전기공급 구조를 개선, 기상관측자료 품질을 향상시켰다. 나아가 겨울철 위험기상 감시 강화를 위해 총 2소(제주, 서귀포)에 레이저식 적설계를 추가 설치하여 적설피해 최소화에 노력하였다.

제주지방기상청은 지상기상관측장비의 신속한 장애복구를 위해 위탁관리자(17명)에 대해 현장교육을 실시하는 한편, 해양기상관측 공백지역 해소를 위해 10m 해양기상부이 1소(남해239), 파고부이 4소(구엄, 위미, 신창, 하도)를 신규설치 운영하고 있으며, 노후화된 해양기상부이 1소(추자도), 파고부이 2소(우도, 추자도), 연안방재시스템 2소(판포, 서귀포) 교체를 완료하여 정확한 해양 기상 예보서비스가 제공될 수 있도록 지원하였다.

7.2.2. 기상관측 가치 제고를 위한 대내외 소통 강화

제주지방기상청과 국립생태원은 「한라산남벽AWS 이관 및 공동활용 협의서약식(7월)」을 통해 정확한 방재기상지원과 한라산 생태변화 연구 기반을 마련하였고, 합동워크숍(11월)을 통해 한라산 기상자료 분석·기후변화 연구과제를 공유하며, 기후변화 대응과 대국민서비스 방안을 모색하였다. 한편, 해양기상관측장비의 안정적인 운영을 위해 유관기관, 어촌계 등을 방문하여 관측장비 운영 설명과 장비보호 등 홍보활동(3회)을 하였고, 코로나19 대응 비대면 활동을 위해 한라산 단풍절정 관측 영상(드론 활용)을 랜선으로 감상하는 계절관측 정보(SNS, 홈페이지) 제공(11월)을 통해 지역민 중심의 기상서비스를 제공하였다.

제주지역 기상관측표준화기관 담당자의 이해도를 확산시키고 기상관측자료의 품질 향상을 도모하고자 상반기에는 ‘찾아가는 기상관측시설 관리자 간담회’, 하반기에는 제주지역 기상관측표준화 워크숍을 개최하였고, 제주특별자치도가 설치하는 대기오염측정장비 관측장소 주변 설치환경에 대한 평가와 강우량계 이전 후보지 현장실사를 통한 기술지원 등 HelpDesk 활동을 적극 실시하였다.

더불어 제주지방기상청은 오름·올레·둘레길의 날씨정보를 확대 표출하고 통합 오픈 API를 모바일 기상서비스와 원클릭으로 바다날씨에 연동하는 「QR코드를 활용한 모바일 기상서비스」를 개선하여 제주도민과 관광객의 편익을 도모하였다.

7.3. 지역 맞춤형 서비스 강화로 기상기후정보 가치 확산

7.3.1. 국민과 함께 만드는 지역기상융합서비스

최근 수요가 증가하고 형태가 다양화되고 있는 제주도 해양레저 분야의 서비스 개발 요구를 반영하고, 지역별로 다른 날씨 패턴을 보이는 제주지역의 차별화된 서비스 제공을 위해 ‘제주 해양레저 기상융합서비스 개발’ 사업을 추진하였다. 다양한 해양레저 활동 중 바다낚시, 보팅, 서핑, 스낵스쿠버다이빙의 4가지 분야를 선정하여 분야별 맞춤형 기상지수를 개발하고 상세 해양기상정보를 제공하였다. 개발과정에서 수요자인 해양레저고객과 관련 전문가 의견을 적극 반영하기 위한 ‘정보사용자협의회’를 구성하여 운영하였으며, 수요자 눈높이에 맞는 서비스 개발을 위해 국민생각함을 통한 온라인 설문조사와 현장 설문조사를 통해 일반국민 총 204명 의견을 분석하여 서비스 개발에 반영(‘나만의 맞춤형 지수 만들기’, 해양레저기상정보의 그래픽 접근성 개선 등)하였다. 현재 시험 운영 중인 ‘제주 해양레저 기상융합서비스’는 해양레저 이용객들에게 안전한 해상활동을 제공하고 해양기상정보에 대한 신뢰도를 높이는 계기가 될 것으로 기대하고 있다.



[그림 4-36] 제주도 해양레저기상정보 서비스 페이지

7.3.2. 기상기후빅데이터 활용 기반 조성

제주지방기상청은 제주특별자치도, 제주국제자유도시개발센터, 제주창조경제혁신센터와의 기관 간 협력을 통해 ‘2020년 제주 공공데이터 활용 창업경진대회’를 공동으로 개최하였으며, 6개의 수상작 중에 기상기후데이터 활용 팀이 2개가 선정되는 등 지역 내 기상기후 빅데이터 활용 확산 기반을 조성하였다.

또한, ‘날씨 빅데이터 활용과 기상기후분야 창업지원 안내’ 리플릿 제작 및 배포를 통해 날씨 빅데이터와 타 산업의 융합을 통한 기상기후분야의 가치를 창출하고 기상기후분야 예비창업자들이 관련 정보를 쉽게 취득할 수 있는 계기를 마련하였다.

7.3.3. 기후변화 이해확산을 위한 국민체감 소통 프로그램 운영

제주지방기상청은 기후변화과학에 대한 제주지역의 인식 확산을 위해 다양한 국민참여 지향형 프로그램을 운영하였다. 먼저, 제주지역 기상과학 인재 양성을 위해 고등~대학생을 대상으로 ‘제주 지방기상청 온라인 기후변화 홍보단을 운영하였으며, 도내 취약계층 청소년을 대상으로 ‘흔디모영 청소년 방과후 기후변화 아카데미’를 운영하였다. 프로그램 참여 학생 대상 설문조사 결과 전체 만족도는 94%, 기후변화 이해도 향상은 88%로 높은 만족도를 보였다.

또한, 2020년 교육부 주관 교육기부 진로체험 인증기관으로 선정되어 제주지역 청소년들의 기상과학 진로탐색을 위해 ‘꿈 그릴 락(樂) 진로탐색 교실’을 운영하였으며, 노후화되고 전시패널 위주의 제주기상과학홍보관을 디지털 패널·AR체험 시설 도입 등을 통해 제주기상과학홍보관 콘텐츠를 개선함으로써 관람객의 만족도 향상과 지역 기후변화과학 이해확산에 기여하였다.

그 외에도 TBN 제주교통방송과 협업하여 기후변화주간에 ‘라디오 기상기후 퀴즈 이벤트’를 운영하여 청취자들의 많은 참여와 큰 호응을 얻었으며, 제주특별자치도청, 제주항공우주박물관, 제주민속자연사박물관에서 ‘날씨의 기억, 국민의 기록’이라는 주제로 기상기후사진전을 개최하여 10,302

명이라는 많은 관람객이 방문하였다. 또한, 이해하기 어려운 기후이슈, 특이기상, 날씨속담, 기상기후정보 등을 알기 쉽도록 웹툰으로 표현한 ‘클럽툰(CLimate rePort TOON)’을 매월 온라인으로 발간하여 기상 및 기후변화과학에 대한 인식 확산에 기여하였다.

7.3.4. 우리나라 최초, ‘태풍고백’ 특별전 개최

일반인들이 쉽고 재미있게 이해할 수 있는 기상전시 서비스를 발굴하기 위해 국립제주박물관과 협업하여 우리나라 최초로 태풍을 인문·자연과학적으로 바라본 특별전 ‘태풍고백’을 개최(5.12.~7.5.)하였다.

기상전문가에게 듣는 전시 큐레이터 프로그램 운영과 코로나19 상황에 대응하여 유튜브 전시해설 영상, VR 전시관람 서비스 등 SNS를 활용한 온라인·오프라인 실시로 7천명 이상의 관람객이 방문하였다.

태풍을 인문·자연과학적으로 조명한 <태풍고백> 전시도록을 국립제주박물관과 공동 발간하여 전시출품 자료와 전시에서 담아내지 못한 태풍에 대한 다양한 자료를 수록하였고, ‘사라보다 강했던 조선시대의 태풍’, ‘태풍의 길 삼다도에서 바라본 제주 기상관측의 발전사’, ‘바람을 담은 동서양의 미술’ 등의 칼럼 게재 등 역사, 예술의 인문학과 과학을 융합하여 다양하게 바라볼 수 있도록 기획하여 전국 언론·방송·문화·예술·공공기관 등 1,000소에 배포하였다.

또한 ‘태풍고백’ 특별전 결과를 제15차 ESCAP/WMO 태풍위원회 통합 워크숍 국가보고서에 수록하여 국외 홍보에도 기여하였다.



[그림 4-37] 태풍고백 특별전

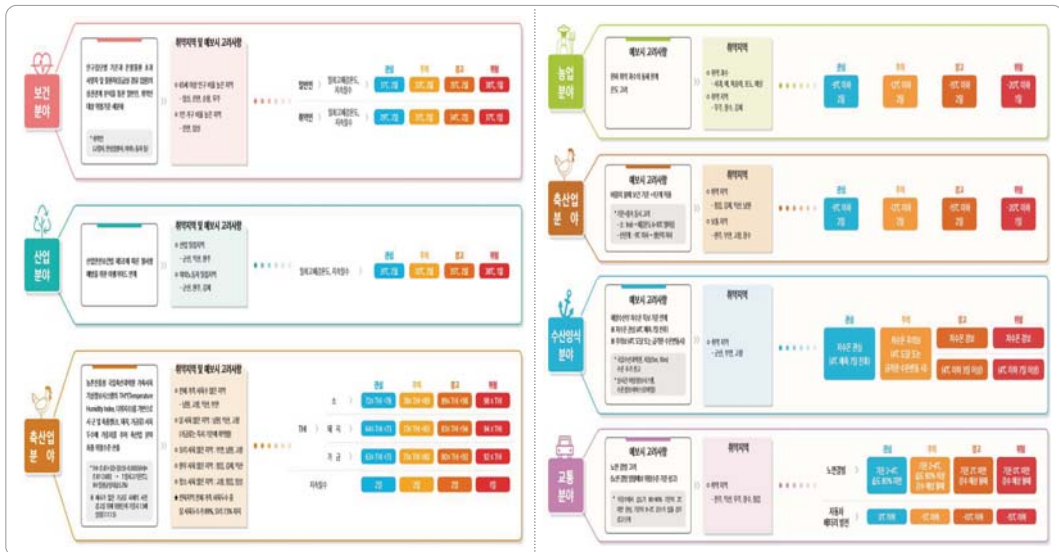
8 전주기상지청

전주기상지청 | 관측예보과 | 행정사무관 | 이경철

8.1. 위험기상 예측향상 및 현장 맞춤형 기상서비스 강화

8.1.1. 지역 맞춤형 영향예보 서비스 실시

전주기상지청은 위험기상에 선제적으로 대응하기 위해 폭염, 한파에 대한 영향예보 서비스를 제공하고 있다. 2020년에는 맞춤형 폭염 영향예보 서비스 제공을 위해 폭염 발표 기준을 일 최고 체감온도로 변경하여 제공하였으며 폭염 영향예보 분야별 가이드언스를 발간하여 관계기관 정책 결정에 활용될 수 있도록 서비스하였다. 또한, 폭염이 한창이었던 8월에는 폭염 피해예방 캠페인 '생수 나눔'을 통하여 전라북도 폭염 피해 최소화에 노력하여 2019년 89명이었던 전라북도 온열질환자는 2020년 64명으로 28% 감소하였다. 그리고 한파 영향예보 위험수준 판단기준과 취약지역을 수록한 한파 영향예보 분야별 가이드언스를 발간하여 활용함으로써 보다 적극적인 한파 영향예보 서비스를 수행하였다.(2019년 7회 → 2020년 33회) 아울러, 최근 10년간 전라북도 지역에 영향을 미친 태풍 통계 분석을 통해 태풍의 이동경로 및 피해액 등을 분석하여 2021년 태풍 영향예보 서비스 기반을 마련하였다.



[그림 4-38] 폭염 영향예보 분야별 가이드언스 (보건·산업·축산업)

[그림 4-39] 한파 영향예보 분야별 가이드언스 (농업·축산업·수산업·교통)

8.1.2. 신속한 기상상황 전파 및 지역방재 공동대응 협력체계 강화

방재기상지원관을 전북도청에 파견(1.1.~12.31.)하고, 전북도청 상황판단대책회의에 참석(13회)하여 방재 관계기관의 신속한 의사결정을 지원하였다. 전북지역 방재 관계기관 SNS 소통 채널 「방재한울타리」의 운영을 확대(2019년 594회 → 2020년 907회)/ 대상자(2019년 144명 → 2020년 200명)하여 대설, 태풍, 집중호우 등 위험기상에 대한 지역방재 공동대응 협력체계를 강화하였다. 또한 봄·가을철 산불 피해 최소화를 위해 산불현장에 예보관을 파견하여 현장브리핑을 실시하였고, 「산불기상정보」 밴드(SNS)를 통해 기상정보(17회/서부지방산림청 등 58명)를 제공함으로써 산불 예방을 위한 기상지원에 노력하였다. 그리고 해양관계기관과 SNS 소통채널인 「전북 바다날씨 알리미」밴드를 운영하여 서해안에 풍랑, 너울 등의 위험기상이 예상될 때 해양 위험기상 발생 가능성 정보를 제공하여 해양관계기관과의 소통을 강화하였다.

한편, 위험기상의 신속한 전달을 통해 기상재해 피해를 최소화하고자 전주KBS와 협업을 추진하여 재난방송 송출시각을 확보(1일 3회)하고 생방송으로 위험기상에 대한 최신기상정보를 제공하였다.



[그림 4-40] 전북도청 상황대책회의('20.6.29.)

[그림 4-41] 전주KBS 생방송 재난방송 연결('20.7.29.)

8.1.3. 전북지역 예보기술 연구 및 예보관 전문성 강화

기상재해 피해 저감을 위해 신속하고 정확한 기상 예·특보 생산을 위해 노력하였다. 예보분석팀을 신설하여 위험기상 및 특이 기상 사례를 분석·공유하고, 지역적 특성을 반영한 국지호우 예측 가이던스를 개발하여 전라북도 호우 판단 기준을 재정립하였다. 또한, 지역 예보관 전문성 강화를 위해 예보팀별 1연구과제 수행 및 예보관 양성 프로그램을 운영하였다. 그 결과 단기예보 강수유무 임계성공지수(CS)가 전년대비 6.6% 향상되었고, 호우특보 선행시간은 전년대비 135% 향상되어 기상청 예·특보 도약기관으로 선정되었다.

8.2. 기상장비의 안정적 운영 및 기상관측자료 공동 활용 강화

8.2.1. 기상관측자료 공유 및 협업을 통한 재난대응체계 강화

전주기상지청은 신속한 대설특보 대응체계 마련을 위해 레이저식 적설계2개소(심원, 함라)를 신설하였으며, 안정적인 기상관측자료 수집과 고품질 관측자료 확보를 위해 노후화된 ASOS 1개소(고창군), AWS 2개소(심원, 줄포)를 교체하였고 관측환경 개선을 위해 AWS 2개소(무주, 풍산)를 이전 설치하였다. 또한, 군산시와 협업을 통해 연도에 AWS를 설치하여 관측공백지역 해소를 위하여 노력하였다. 그리고 레이저식 적설관측장비를 신규 설치한 진안군과 무주군을 대상으로 기상관측 표준화 Help Desk를 운영하여 관계기관과 기상관측자료 공동 활용체계를 강화하였다. 또한, 전북 지역에서 생산되는 기상관측자료에 대한 신뢰도 향상을 위해 2020년 1월부터 「기상측기검정알림 서비스」를 시행하였으며, 관계기관 담당자들을 대상으로 「기상관측자료 공동활용 및 품질향상을 위한 찾아가는 관측업무」를 운영하고, 기상관측표준화 1:1 맞춤형 기술지원을 실시하여 전북지역 국가기상관측자료 품질정확도를 향상시켰다.

8.2.2. 해상관측장비 설치로 해상관측공백 해소 및 도서주민 편익증진

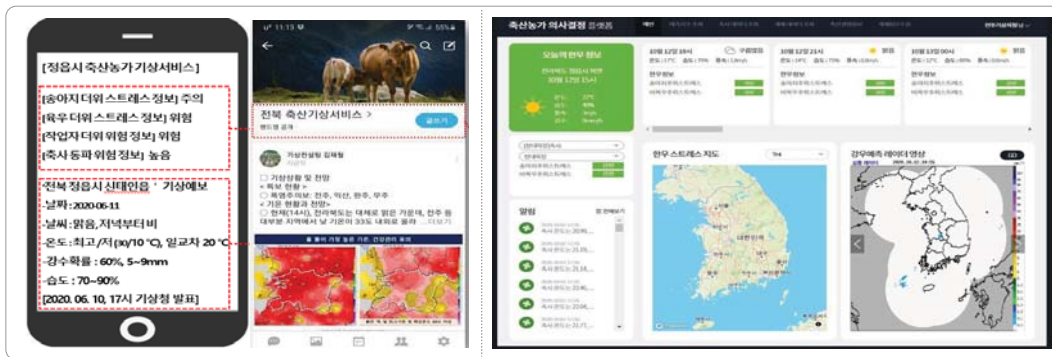
격포-위도 여객선의 결항으로 주민 불편을 해소하고자 부안군, 군산해양수산청 운항관리실과 협업하여 2020년 5월 격포-위도 항로에 해상 파고부이를 신규설치하였으며, 도서주민과 어민들이 파고부이 자료를 쉽게 활용할 수 있도록 기상청 날씨누리과 방재시스템에 파고부이 관측자료를 표출하였다. 또한, 도서주민 생활편익 증진을 위해 격포-위도 항로 예측정보를 추가 제공함으로써 기상특보를 제외한 격포-위도 여객선 결항률이 전년대비 12%감소 하였다.

8.3. 전북도민과 함께하는 기상기후서비스 강화

8.3.1. 농업인 맞춤형 기상기후서비스 확대 운영

전북 농업인의 안정적인 영농활동 지원을 강화하기 위해 '들에서 콜' 서비스를 고도화하여 시군별 체감온도, 서리예측정보, 24절기 기후통계정보를 추가하고 기존 전북 3개 시군에서 11개 시군으로 서비스를 확대 운영하였다.

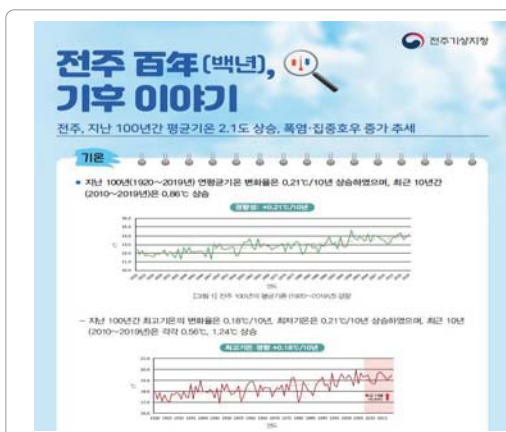
기상기후서비스 분야를 확대하여 농업에서 축산까지 맞춤형 서비스 제공을 위해 2020년 전북지역 축산농가 맞춤형 기상정보 서비스 제공방안 연구를 수행하였다. 축종별 사육규모, 형태에 따라 맞춤형 서비스 방안을 연구하고 정읍시 축산 20농가를 대상으로 날씨기반 송아지 한우 스트레스 정보, 축산 영농기상정보서비스 등을 제공하여 시범서비스를 운영하였다.



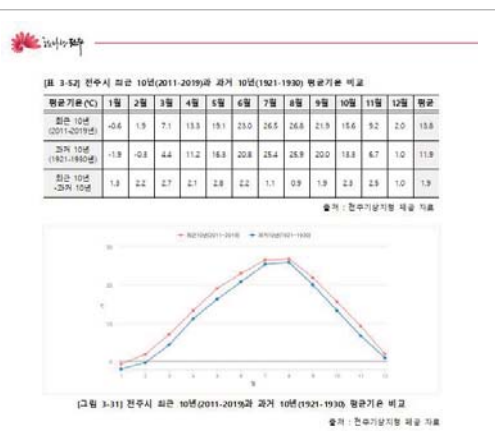
[그림 4-42] 전북 축산농가 맞춤형 기상정보 시험서비스 제공

8.3.2. 지역 기후변화 대응 지원 및 이슈기상기후정보 제공

전주기상지청은 전라북도 지역의 기후변화 대응을 위해 전북도청, 전주시 등 7개 기관과 협업하여 도내 30개소에 설치된 도민영상정보알리미, 전주 시내버스(408대), 지역 미술관, 철도역을 활용하여 기후변화과학 이해 확산 캠페인과 기상기후사진전을 운영하였으며, 제2차 기후변화 적응대책 수립 지원을 위해 전주시, 남원시 등 전라북도 10개 지자체와 긴밀한 협업체계를 구축하여 다각적인 분석을 통해 기온, 강수량, 극한기후지수 등 20여 종의 기후요소를 제공하였다. 또한, 전주의 기후변화를 한눈에 볼 수 있는 「전주 百年, 기후이야기」와 지자체 방재대책 수립 지원을 위해 전북 14개 시군 방재업무 담당부서에 폭염, 한파 등 위험기상에 대한 지역 맞춤형 기후정보를 선제적으로 제공하였다.



[그림 4-43] '전주 百年, 기후이야기' 발간



[그림 4-44] 전주시 기후변화 제2차 적응대책 반영

8.4. 모두가 즐거운 기상과학문화 활성화

8.4.1. 기상·기후변화·우주과학 지식 보급 및 체험 콘텐츠 강화

전주기상지청은 전북교육청, 지역 기후환경단체와 협업하여 기후변화에 대한 관심을 유도하고 기후위기의식 확산 및 기상청 진로체험을 위해 '전라북도 기후변화과학 이해교실 프로그램'을 학생, 학부모, 기후변화강사단을 대상으로 확대 운영하고 국제기후환경센터 센터장, 기상캐스터 등 전문가 초청 특강을 개최하였다. 또한, 국립전북기상과학관은 코로나19 장기화에 따라 온라인 콘텐츠 강화와 비대면 서비스 제공을 위해 온라인 체험콘텐츠를 개발·운영하였다.

기상과학문화 간접체험을 위해 전시실별 파노라마 뷰, 인포그래픽 등을 제공하는 사이버과학관을 구축하였으며, 부분일식 천문현상을 유튜브로 실시간 방송(6.21.)하여 10만 뷰 이상의 관람객이 참여하는 높은 view를 기록하였다.



[그림 4-45] 기후변화과학 교육 전문가 특강 ('20.8.21.)



[그림 4-46] 유튜브, 교내 방송시설 활용 교육 운영 ('20.7.31.)



[그림 4-47] 부분일식 유튜브 실시간방송('20.6.21.)



[그림 4-48] 국립전북기상과학관 사이버과학관 시범운영

9 청주기상지청

청주기상지청 | 관측예보과 | 행정사무관 | 황정철

9.1. 위험기상 감시 및 예측능력 향상과 방재기상서비스 강화로 기상재해 최소화

9.1.1. 민관 위험기상 소통체계 ‘충북 날씨방재단’ 운영

청주기상지청은 충청북도의 공백없는 위험기상 감시와 선제적인 방재 대응을 위해 시·군에서 활동하고 있는 자율방재단과 협업을 추진하였다. 자율방재단은 충북 11개 시·군 4,229명(2020년 기준)으로 구성되어 활동 중이며, 재해에 대한 사전 예찰활동과 재난 발생 시 복구 등 방재업무를 보조하고 있는 민간단체이다. 2020년 1월, 충북 위험기상 대응 민관 협업 프로젝트 운영 계획을 수립하고 민관 위기상황 즉각대응 소통체계(충북 날씨방재단/SNS밴드)를 마련하였다. 2020년 8월, 충청북도 날씨제보 자료의 활용성 강화와 재난현장 기상지원을 위해 청주기상지청-충북자율방재단연합회 간 업무협약(MOU)을 체결하고 협력체계를 강화하였다. 청주기상지청은 ‘충북 날씨방재단(SNS밴드)’을 통해 집중호우, 태풍, 폭염 등 실시간 위험기상 정보를 제공하였고, 이 정보는 자율방재단의 호우·태풍·폭염 대비 취약지역 사전점검 및 피해 복구 활동은 물론 코로나19 방역 활동에도 활용되었다. 이처럼 ‘충북 날씨방재단(SNS밴드)’으로 제공되는 기상정보는 자율방재단 활동의 중요한 정보로 자리매김 하였으며, 특히 자연재난 취약지역 예찰활동 및 신속한 현장대응을 위한 정보 제공에 대한 공로를 인정받아 충북자율방재단연합회로부터 감사패를 수상(2020년 11월)하였다.



[그림 4-49] 충북자율방재단연합회-청주기상지청 간 업무협약 체결('20.8.) 및 감사패 수상('20.11.)

9.1.2. 유관기관 관측자료 공동활용 확대로 고해상도 관측자료 확보

충북지역은 남북으로 길고 산악지형이 많아 지역별 강수편차가 크게 발생하는 지역적 특성을 가지고 있기 때문에, 효과적 기상감시 및 상세한 지역기상정보 제공을 위해서는 고해상도 관측자료 확보가 필수적이다. 그러나 충북지역은 내륙에 위치하여 충북을 둘러싸고 있는 주변 지역으로부터 선제적인 위험기상 감시가 충분히 가능하다는 인식이 있어, 타 지역에 비해 관측망의 격자간격(전국: 13km/충북: 15km)이 넓고 상대적으로 조밀하지 않다. 동네예보 수준의 해상도(관측조밀도: 5 km) 확보를 위해 청주기상지청에서 운영하는 기상관측장비(AWS 32개소) 외에 유관기관(지방자치단체)에서 운영하는 관측장비(AWS 1개소, 강우량계 106개소)의 활용을 확대하였으나, 유관기관 관측자료가 30~40분 지연전송되어 신속한 방재업무 활용에 제한적인 문제를 충북도와의 협업을 통해, 충북도청 내부에서 운영중인 강우정보홈페이지를 충북기상센터 예보관 PC를 이용하여 직접 강우정보홈페이지에 접속 및 활용 가능한 체계를 구성하였고, 금번 여름철 방재기간에 실시간 유관기관 관측자료 활용이 가능하도록 문제를 해결하였다. 향후(2021년) 충북도와의 협업 확대를 통해 지연전송되는 유관기관 관측자료 처리프로세스를 개선하여, 실시간 관측자료 수집 및 전송이 가능하도록 추진할 예정이다. 또한 기상관측표준화(Help Desk) 지원(54건: 전화, E메일, 방문 등)으로, 관측자료 수집률(2019: 94.3% → 2020: 98.2%) 및 기상관측장비 검정준수비율(2019: 88% → 2020: 99%)이 향상되었다.



[그림 4-50] 충청북도 강우정보홈페이지 표출 화면

9.1.3. 충청예보기술모아(more)연구회 활성화로 지역 예보역량 강화

충청북도는 지리적으로 한반도 중앙에 위치하여 위험기상 유발 시스템의 이동 시 변동성의 여부에 따라 예측 결과가 매우 다르게 나타나고, 남북으로 긴 지리적 특성으로 충북 남부권과 북부권에 영향을 주는 위험 기상인자 등도 서로 다른 특성을 보인다. 그래서 다양한 형태로 발생하는 위험기상 발생 매커니즘에 대한 다각적인 연구로 충청북도만의 특화된 예·특보 전문 기술력 향상이 필요하여 충북예보의 질적 향상 도모를 위해 「충청예보기술모아(more)연구회」를 운영하였다. 연구회에서는 연구 자문 및 전문성 강화를 위해 전문가 초청 세미나 개최, 위험기상 및 특이기상 분석 자료 등을 공유하였으며, 활발한 연구회 운영으로 기상청 주관 상반기 '우수 연구모임에 선정'되기도 하였다. 앞으로 연구회를 통해 국지적으로 발생하는 위험기상에 대한 체계적이고 지속적인 연구활동으로 충북예보 예측기술력이 향상될 것으로 보인다.

9.1.4. 지역 특성을 반영한 위험기상 예측기술 연구로 예보정확도 향상

최근의 재난 환경은 기후변화, 도시화, 인구 고령화 등으로 큰 변화가 진행 중이며, 기상재해의 취약성이 증가하는 추세에 있다. 2017년 7월 16일 충북지역은 시간당 90mm가 넘는 유례없는 집중호우로 인해 큰 피해가 발생하였다. 집중호우는 짧은 시간에 많은 양의 비가 좁은 지역에 쏟아지는 돌발적인 기상현상으로, 예측이 어려운 만큼 엄청난 재해로 이어지기가 쉽다. 이에 청주기상지청에서는 충청북도 지역의 과거 호우 사례를 유형별로 분석하여 호우에 대한 이해를 돕고, 호우 가능성을 정량적으로 제공함으로써 예보관의 신속하고 정확한 판단을 지원할 수 있도록 「충북예보통(通), 여름」을 발간하였다. 이 자료집이 충북지역의 여름철 호우를 이해하고, 예보역량을 발전시키는데 밑거름이 되어 호우를 대비하는 유익한 기초자료로 활용될 것으로 보인다. 또한, 2017년 7월 충청북도의 대표적인 집중호우 피해 사례 이후 불과 3년 만인 2020년 8월, 충청북도는 이례적인 집중호우로 많은 인명피해와 시설피해가 발생하여 집중호우에 대한 대비를 적극적으로 추진해야 하기에 「충청북도 집중호우 보고서」를 발간하였다. 최근 충청북도는 집중호우의 발생빈도가 증가하고 있으며, 스콜성 폭우와 같은 예전과 다른 양상의 집중호우가 나타나고 있어 이전 집중호우 사례 보고서 발간을 통하여 충청북도의 자연재난을 되돌아보고 지역 방재 유관기관과의 소통과 협업을 통하여 위험기상을 극복하는 유익한 기초자료로 활용될 것으로 보인다.



[그림 4-51] 충청북도 집중호우 보고서(좌) 충북예보통(通)(우), 「여름」

9.2. 지역 맞춤 기상융합서비스와 기상과학 공감문화 확산으로 기상기후정보 활용 확산

9.2.1. 지역기상융합서비스 개발(2020 복숭아, 2019 대추) 및 기술이전

충북지역 과수 브랜드 육성과 경쟁력 강화를 위해 복숭아에 대해 기상재해를 최소화할 수 있도록 영농기상서비스를 개발하여 제공하는 사업을 추진하였다. 평균기온 상승과 위험기상 증가로 복숭아 재배농가의 품질 및 생산성 피해를 최소화하기 위한 농가 맞춤형 기상서비스로 데이터베이스 구축과 영농기상 알고리즘 개발, 방재 대응요령을 포함한 실용성 있는 데이터로 구성했다. 2019년 개발된 보은대추 고품질화를 위한 영농지원 기상서비스도 보은군에 기술이전(2020년 1월)되어 실용화 되었다. 또한, 2020년 개발된 복숭아 영농기상서비스는 일반기상서비스(동네예보, 중기예보, 1~3개월 전망), 응용기상서비스(착과불량, 열과위험, 낙화위험 등), 방재기상서비스(집중호우, 바람, 가뭄 등), 누적기상서비스(냉해, 동해, 고온해 등 누적피해정보)로 구성되어 있고, 충청북도 농업기술원 홈페이지에 기술이전되었고, 충청북도 농산물 통합 브랜드 '아리향' 홈페이지에 홍보하였다.

9.2.2. 지역 주력산업과 연계한 맞춤형 기상기후서비스

충북도내 주요 산업인 농업의 소득증대를 지원하고자 도내 11개 시·군의 수요조사를 통해 정보사용자의 의견을 수렴하고, 이를 반영한 지역 맞춤형 기상기후 정보를 제공하였다. 특히, 도내 농업현안인 과수화상병의 발생을 4단계(관심-주의-경계-심각)로 예측한 '충청북도 과수화상병 피해방지 기상기후정보'를 3~5월 주 1회(총 11회) 충북농업기술원에 제공하여 농민의 예방약제 살포시기 등 방제 최적시기 의사결정을 지원하였다. 이를 통해 충북농업기술원과 과수화상병 방역 공동대응 체계를 마련하였으며, 2020년 기상청 적극행정 우수사례에 선정되기도 하였다. 또한 기존에 제

공해오던 서리에측 생산모형을 개선하여 서리에측 정보의 정확도를 높이고 병해충에 대한 정보를 개선한 '충청북도 농작물 피해방지 기상기후정보'를 3~11월 주 1회(총 36회) 선제적으로 제공하여 봄철 이상저온과 여름철 고온다습으로 현상으로 인한 병해충 피해를 최소화하는데 기여하였다.

9.2.3. 함께 참여하는 기상과학 공감문화 확산

기후변화과학 공감문화 확산을 위해 관련기관과 협업하여 코로나19 상황에도 참여할 수 있는 비대면 체험프로그램을 운영하였다. 체험꾸러미를 가지고 기후변화 교육 영상을 보며 집에서 학습하는 '기후놀이터(252가정)'를 청주시와 운영하고, '집에서 함께하는 기후탐험대(50가정)'를 청주시 건강가정다문화가족지원센터와 함께 운영하였다. 기후변화 워크북과 친환경 화분만들기 등 다양한 구성으로 참여자 만족도가 92.5%를 보였으며, 기후변화를 이해하는데 도움이 되었다는 답변이 85.4%로 나타났다. 기후변화 이해확산을 위해 '알기 쉬운 기후변화 e-핸드북-기후변화 어디까지 알고 있니?(4회)'를 발간했으며, 청주국제에코콤플렉스와 충청북도자연과학교육원 누리집에도 게재되어 많은 국민들이 볼 수 있도록 창구를 다양화했고, 기후변화 강사들의 교육자료로 활용될 수 있도록 한국기후 환경네트워크 누리집에도 게재 되었다. 시기별로 기후변화과학 정보를 카드뉴스로 제공하고 기후변화주간 동안에는 청주 시내버스정보안내기 565대와 청주시외버스터미널 전광판, 청주시 누리집 등에 기후변화 캠페인 영상을 게재하여 시민들의 기후변화 공감대 형성에 기여하였다.



[그림 4-52] 알기 쉬운 기후변화 e-핸드북(좌) 기후변화주간 캠페인(우)

9.2.4. 지역민과 함께하는 기상과학문화 대중화-국립충주기상과학관 개관

충청북도 충주시에 위치한 국립충주기상과학관은 중부권 대국민 기상지식의 보급이라는 사명을 가지고 2020년 7월 1일 개관하였다. 개관 전, 특수영상관인 「4D 영상관」을 완공하여 시범운영 기간(2019.12.16.~2020.2.21.)동안 관람객의 체험 효과를 극대화하였다. 코로나19 확산 방지를 위한

사회적 거리두기 상황에서 정상운영에 차질이 빚어졌지만, 충주시교육지원청과 협업하여 과학탐험 '초중등 과학캠프'를 운영(3회/56명)하고, 충주 STEAM 과학축제 공동개최(10월), 기상과학 홈스쿨링 운영(11월) 등 다양한 특별프로그램 개발을 통하여 능동적으로 대응 운영하였다. 또한, 날씨현상 소식지 '날씨 참 좋다' 발간(매월)과 '기상기후사전', '영상으로 즐기는 충주기상과학관'을 SNS로 제공하는 등 비대면 온라인 콘텐츠를 제공하여 기상과학문화 확산을 위해 노력하였다. 12월에는 교육부 주관 진로체험기관 인증을 획득하여 과학관 안팎에서 진로 고민에 빠진 학생들에게 도움을 줄 수 있는 「찾아가는 기상청 24시」 프로그램을 추진하였다. 이와 같은 다양한 참여 프로그램 운영으로 국립충주기상과학관 운영 만족도는 93.7%로 나타났다.



[그림 4-53] 국립충주기상과학관 개관('20.7.)(좌) 충주 STEAM 과학축제 공동개최('20.10.)(우)



[그림 4-54] 날씨현상 소식지 '날씨 참 좋다', '기상기후사전'(좌) 기상과학 홈스쿨링('20.10.)(우)

9.3. 행복한 조직문화 조성

소통·공감·배려를 기반으로 긍정적인 조직문화를 마련하고, 일과 삶의 조화를 통한 행복한 직장 분위기 조성을 위한 조직문화 활성화 프로그램을 운영하였다. 지칭 내 소통과 공감 문화를 활성화

하고 기관장과 조직원 간의 신뢰 기반 강화를 도모하기 위하여 '기관장과 소통 DATE'를 추진하였다. 자유로운 대화를 바탕으로 조직문화 발전방안을 토론하고 수용도 높은 직장문화 개선방안을 마련하였다. 다분야 전문가 강연과 자문으로 업무 추진 시 필요한 전문 정보 습득과 새로운 아이디어 발굴을 위하여 전문가 특강 '거인의 어깨를 빌려라'를 운영하였다. 업무역량 향상을 겸한 문학적 소양 함양과 바람직한 독서 문화 정착을 위해서 희망도서 및 업무 관련 전문서적을 구입하여 활용하였다.

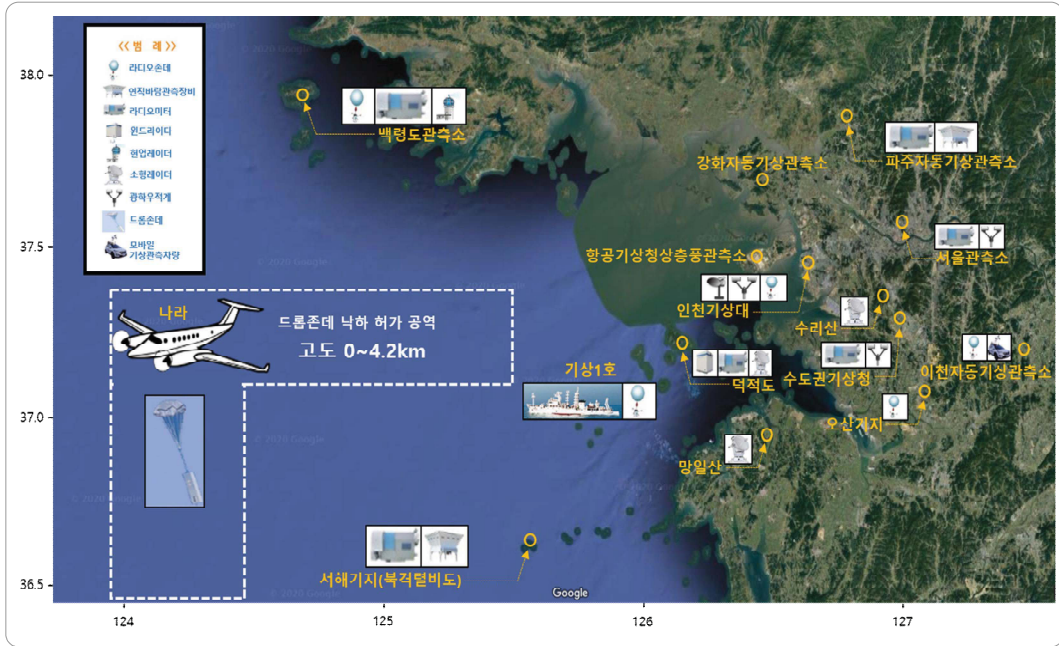
1

국립기상과학원

국립기상과학원 | 연구기획재정과 | 기상연구관 | 임병환

1.1. 위험기상에 대한 분석·예보의 융합기술 고도화

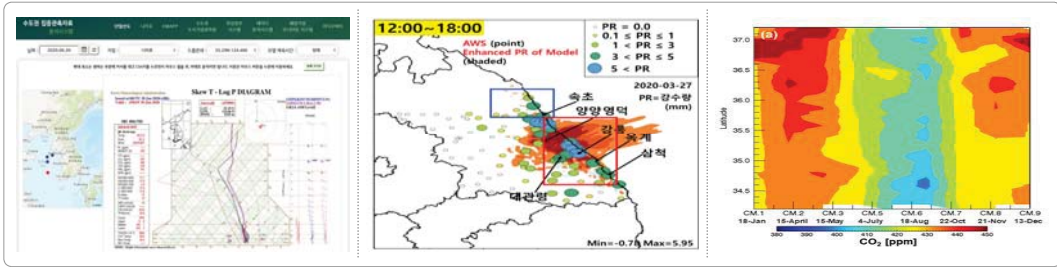
위험기상에 대한 분석·예보의 융합기술 고도화를 위해 수도권 집중호우 관측 프로그램 시범 수행 및 예보지원, 현업관측장비 운영방안 개선 연구, 장마철 집중호우에 대한 심층분석 및 예측성 향상 연구, 드론을 활용한 기상분석 기술개발 등의 업무를 수행하였다. 여름철 수도권 집중호우 예보지원을 위해 경기만 일대 기상항공기, 기상 1호, 기상관측차량, 존데, 수도권 기상관측망을 비롯한 가용 관측장비를 최대 활용하여 집중관측 체계를 구성하고 합동관측을 실시하였으며, 결과를 수치모델에 반영함으로써 아시아 지역 강한 강수모의에서 개선을 확인하는 성과를 얻었다. 현업 관측장비 운영 및 원천기술 확보 추진으로 현천관측 자동화, 초소형 라디오미터 시제품 제작, 라디오존데 신호 수신 알고리즘 개발, 라디오존데 하강관측자료 수치모델 활용체계를 구축하였다. 장마철 집중호우 예측성 향상을 위해 예보인자로 대기천(대규모 수증기 수송 지역, atmospheric river)과 전선 위치를 판별할 수 있는 환경변수, 대류불안정 상태를 알 수 있는 공기궤적 역추적 대류가용잠재에너지 등을 개발하고, 관련 기상정보 표출시스템 원형을 구축하였다. 해양기상정보서비스 강화를 위해 기상드론을 활용하여 대기 하층 기상현상을 관측함으로써 강원영동 동풍 유입 및 강풍과 국지풍(해륙풍)의 연직구조를 파악할 수 있었고 대기 최하층 관측 공백 해소 및 고해상도 관측자료 수집이 가능하게 되었다.



[그림 4-55] 수도권 집중호우 관측 프로그램의 관측망 구성

1.2. 기상항공기 활용기술 개발 연구

기상항공기 ‘나라호’를 활용하여 ‘수도권 위험기상 집중관측’, ‘서해상 대기질 입체관측 (YES-AQ)’, ‘국제공동 구름측정 및 기상조절 실험’ 등 국내외 유관기관과의 공동관측 및 실험을 수행하였다. 기상항공기 드롭존데 관측자료의 현업 수치예보모델(KIM, UM) 입력자료 활용 현업화와 항공관측자료 예보지원 시스템을 개발하여 현업 예보관에게 제공하였다. 가뭄저감, 산불예방, 미세먼지·안개저감 가능성 분석 등 목적별 인공강우 항공·지상 실험을 35회 이상 수행하였고, 한국형 구름물리실험챔버 제작에 착수하였다. 에어로졸의 물리·광학 특성 관측을 통해 고농도 에어로졸 사례 시 대류권 상·하층 간 측정된 미세입자 특성 차이를 확인하였고, 이는 고도별로 다른 기원의 에어로졸이 유입되었음을 의미한다. 또한, 반응가스 관측의 정확성 제고를 위하여 정압제어 체계를 구축하고, 최적 항공관측 기법을 개발하였다. 아울러 계절에 따른 연직 이산화탄소(CO₂)와 메탄(CH₄)의 시공간 특성을 정량적으로 분석하여 여름철에 CO₂와 CH₄가 배경농도 대비 각각 약 2.5% 감소와 6% 증가를 확인하였다.



[그림 4-56] 수도권 집중관측 분석 시스템(비교·분석 단열선도)

[그림 4-57] '20.3.27. 강우량(원) 및 인공강우 수치모의(색) 결과

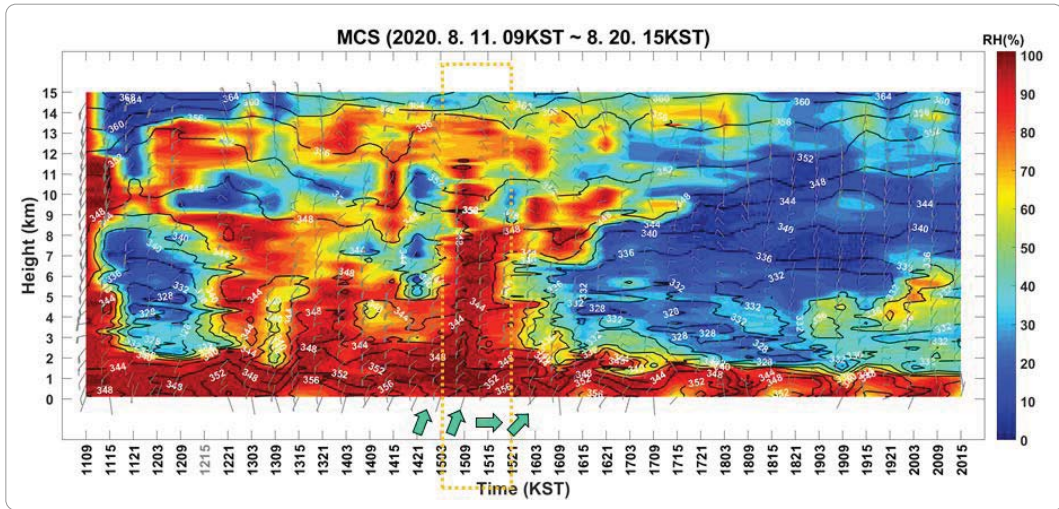
[그림 4-58] 한반도 온실가스(CO₂) 시공간 특성분포

1.3. 표준기상관측 및 활용연구

지상기상관측 요소 중 기온과 습도 관측자료의 품질 및 장비 운영기술 개선을 위하여, 태양복사를 차단하는 역할을 하는 차광통에 대한 표준 규격을 마련하고자 하였다. 차광통에 대한 표준 규격 개발을 위하여, 보성 표준기상관측소에 차광통 비교실험 테스트베드를 구축하고 2020년 9월 1일부터 관측을 시작하였다. 차광통 비교실험 테스트베드에는 대형백엽상 1조, 소형백엽상 2조, 국내 및 해외 차광통 제품 9종이 설치되었으며, 향후 1년간 비교관측을 수행할 계획이다. 본 연구에서는 기온관측 시 권선형(PT100) 방식 외 박막형 방식(예, HMP155 온습도센서) 사용 가능 여부 평가, 백엽상 크기(대형, 소형)에 따른 온습도 측정에 관한 영향 조사 및 소형 백엽상 내 그늘막 효과 검증 등의 연구 수행에 활용 가능한 관측자료를 확보하였으며, 차광통 통풍방식(자연, 강제) 및 재질에 따른 영향 조사를 통하여 최적 기준을 제시하고자 한다.

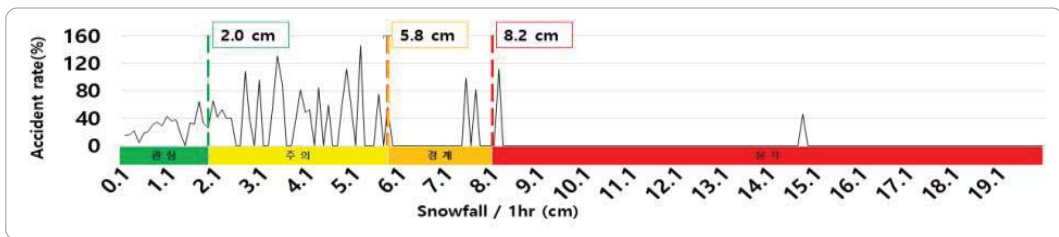
1.4. 재해기상 감시·분석·예측기술 지원 및 활용연구

재해기상현상의 발생·발달 메커니즘 규명 및 예측성 향상을 위해 기상관측차량 기반 추적·목표 관측 및 활용과 선제적 대응이 요구된다. 기상관측차량을 통한 태풍, 대설, 강풍, 집중호우 등 재해 기상현상 집중관측을 총 111일 실시하였으며 5월 1일 강원도 고성산불의 현장기상도 지원하였다. 집중관측 자료를 활용하여 강원영동지역에서 발생한 2018년 8월 6일(강릉: 93mm/hr) 집중호우와 2020년 6월에서 9월까지 중규모 대류계를 동반한 수도권에서 발생한 강한 강수의 발생 메커니즘을 파악하고[그림 4-59], 서울 광화문 일대 도심 도로를 대상으로 노면온도 및 기온의 열적 환경 및 일변화 특성을 분석하였다.



[그림 4-59] 중규모 대류계 동반 수도권 집중호우(8.11~8.20) 발생 관련 고도에 따른 온위, 상대습도 및 바람의 시계열

대설영향(교통분야)의 위험수준 및 임계값 추정을 위하여 기상청의 강설 자료(2010~2019), 한국도로교통공단의 교통사고 자료, 언론 기사를 기반으로 문헌조사, 웹크롤링, 변동점 분석을 활용하였다. 교통분야 대설 위험수준 4단계는 관심(0.1 cm), 주의(2.0 cm), 경계(5.0 cm~8.0 cm), 심각(8.0 cm~16.6 cm)로 구분하였으며 단계별 임계값을 추정하였다[그림 4-60].



[그림 4-60] 교통분야 대설 위험수준별 임계값 산출(서울)

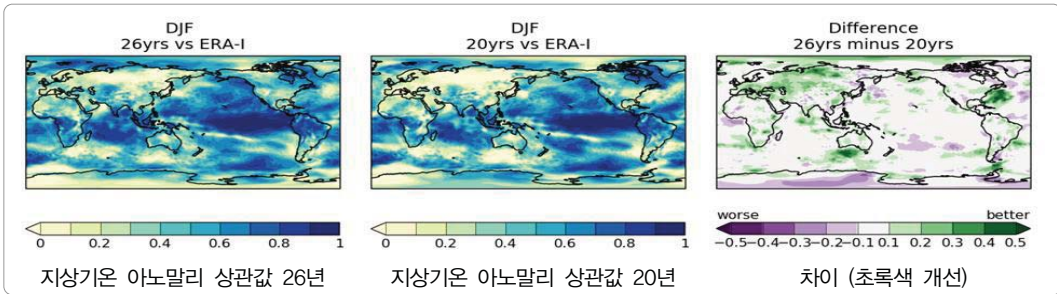
1.5. 기후변화 예측 지원기술 개발 및 활용연구

IPCC 6차 평가보고서의 신규 온실가스 경로(SSP)를 반영한 전지구 기후변화 시나리오 산출에 이어 2020년엔 지역기후모델(HadGEM3-RA)을 사용한 동아시아 지역 시나리오를 산출하였다. HadGEM3-RA 모델에 의한 SSP1-2.6과 SSP5-8.5 온실가스 시나리오에서의 미래 전망은 21세기 후반(2081-2100년)에 현재기후(1995-2014) 대비 기온은 2.5K/6.7K 상승하였으며, 강수량은 7%/13% 증가한 것으로 전망되었다. 한편, 지역기후 시나리오의 불확실성 산정을 위한 방안으로서

학계와의 공동 연구를 통해 다중 지역모델 앙상블의 산출과 분석을 추진하였으며 이의 분석 결과를 “한반도 기후변화 전망보고서 2020”에 수록하였다. 다중 앙상블에 의한 한반도의 미래전망은 SSP1-2.6와 SSP5-8.5에서 현재기후 대비 21세기 후반에 2.6K/7.0K의 기온 상승과 3%/14%의 강수량 증가의 결과를 보여 모델 간의 일치성이 비교적 높은 것으로 나타났다. 본 보고서와 다중모델의 앙상블 자료는 기상청 기후정보포털을 통해 제공되고 있으며, 개별 모델 자료는 국립기상과학원에서 운영하고 있는 CORDEX-EA 자료센터를 통해 추후 제공될 예정이다.

1.6. 해양기상 감시 및 차세대 해양예측시스템 개발

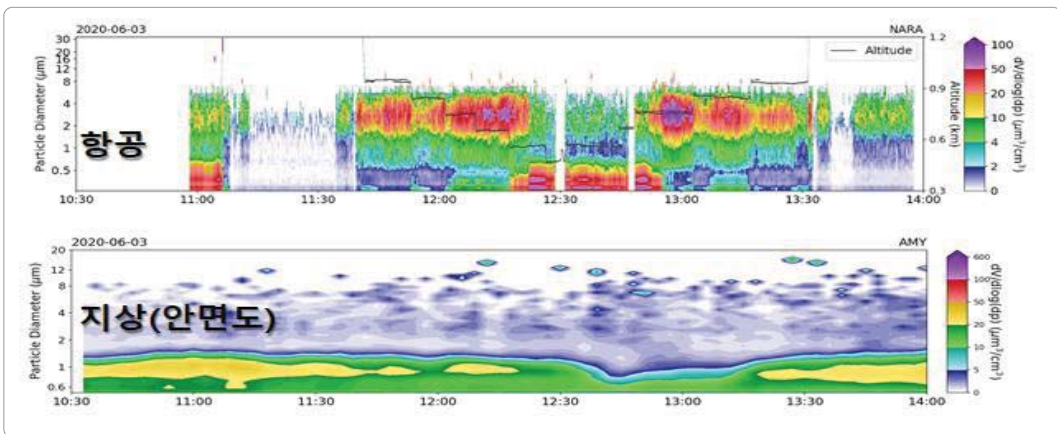
우리나라 주변해역의 해양감시 강화를 위해서 서해와 동해에 무인해양관측장비인 ARGO 플로트 6기를 투하하였으며, 수집된 관측자료의 품질개선을 위해서 최신 국제기준에 부합하는 품질관리 프로그램을 개발하였다. 기상1호를 이용하여 매 홀수달에 서해와 제주도 근해를 관측하여 우리나라 주변해역의 해황변동을 모니터링 하였으며, 기상청 해양기상 관측망의 안정적인 운영과 실효성 향상을 위해 동해와 서귀포 해양기상부이 지점에서 표류부이와의 비교관측을 수행하여 장비별 관측 특성을 분석하였다. 현업 해양기상 예측시스템의 지속적인 개선을 통해 기상청 해상 예/특보를 지원하고 있는데, 2020년도에는 한국형수치예보모델(KIM)의 현업운영에 따라 KIM과 연동하는 파랑과 폭풍해일 예측모델을 개발하고 현업화 하였다. 상세 해상예보 지원을 위한 고해상도 전지구와 지역 파랑예측모델의 기반을 구축하여 평가하였다. 파랑초기장의 품질향상을 위해 위성관측 자료 기반의 전지구 파랑자료동화시스템을 시험운영 하였으며, 우리나라 연근해 파랑 실태정보 개선을 위해서 기상청 신규 해양기상부이와 국립해양조사원 대형부이 14개소 지점의 관측자료를 추가로 활용하여 외해역의 관측공백을 완화하였다. 기후예측시스템 현업운영을 통해 장기예보 및 해양순환정보 서비스를 지원하고 있다. 장기예보의 최근 극한경향 반영을 위해 기후기간을 연장(20 → 26년)하였다. 예측 신뢰도 제고를 위한 앙상블 멤버 확대, 정확도 향상을 위한 초기화 과정 개선 등 지속적으로 현업 시스템의 운영체계를 개선하고 자동평가체계, 해양모델 진단 매트릭스를 활용하여 시스템의 개선효과를 확인하였다. 또한, 차기 기후예측시스템에 대비하여 개선버전 도입을 위한 원형체계를 구축하고 초기분의 예측특성을 분석하였다. R&D 사업·기관 간 연계 및 협업 체계 완성을 통한 연구개발 현업화(R20) 강화 계획을 수립하고, 연구개발 협업 클라우드 설치 및 공동 기술 개발 플랫폼을 시험운영 하였으며, 저해상도 결합모델 표준수행 플랫폼을 구축하였다.



[그림 4-61] 현업 기후예측시스템 기후기간 연장에 따른 겨울철 지상기온 아노말리 상관값 차이

1.7. 황사·연무 감시 및 예보기술 개발

기상청 국립기상과학원은 황사 발생에 대한 조기경보 및 정확한 황사 예측을 통해 황사 피해를 사전 예방할 수 있도록 핵심 역할을 수행하고 있다. 장거리 이동 에어로졸(황사, 연무) 특성 연구를 위하여 서해상을 중심으로 대기질 입체관측을 수행하였으며, 국립기상과학원을 포함한 8개 기관이 지상, 항공기 및 선박 관측에 참여하였다. 몽골 3개 관측소의 지상 PM10 농도자료를 확보하여 황사 발원지 감시 역량을 강화하였으며, 기상청 부유분진측정기 등가성 평가를 지원하여 국내 황사관측망 정확도 향상에 기여하였다. 대기조성물질 관측자료와 역궤적 모델, 통계모델 등을 이용한 발생기원을 분석할 수 있는 다양한 기법을 개발하였다. 기상청 황사예보에 활용되고 있는 황사·연무 통합예측모델을 개선하고자, 황사 발원 알고리즘의 강수량 적용 과정을 개선하였고, 3차원변분자료 동화 기법을 현업화 하였다. 아울러, 국제협력을 바탕으로 몽골지역에서 관측하는 7개 지점의 PM10 농도자료를 자료동화 과정에 추가로 적용하였다. 위의 연구개발을 통해 황사 발원지에서의 예측정확도를 개선하여 국내 황사예보 향상에 기여하였다.



[그림 4-62] 지상과 서해 상공(항공) 관측결과: 지상에서는 미세입자만 관측되었으나, 서해 상공에서는 고도별로 고농도 미세입자 또는 고농도 조대입자(황사)가 관측됨.

1.8. 생명기상 및 도시기상지원 기술개발

기상청 현업모델 및 관측자료를 기반으로 생명기상 정보 특히 폭염·한파, 꽃가루 알레르기, 농업 기상 분야 정보 산출 및 활용 기술을 개발하였다. 폭염의 건강 영향을 체감온도(WBGT+3.5°C)를 이용하여 분석한 결과는 2020년 폭염특보 및 폭염영향예보 개선에 활용되었다. 한파의 건강영향 분석 중 제주도 지역 결과는 시범서비스 중인 기상청 한파영향예보에 사용되었다. 꽃가루 알레르기에 대응한 준실시간 일별 꽃가루 관측정보를 서울과 서귀포 지역을 대상으로 제공하였고, 전국 대표 지점들의 실시간 관측정보를 제공하기 위하여 도입 가능한 자동관측 기술을 검토하였다. 기상청 현업 모델 자료의 농업기상 지원을 위하여 작물·지형정보를 추가 고려한 3m 고도 바람장을 예측하였다. 추가적으로 위성자료를 이용한 전국 이슬지속시간 분석과 서리예측 경험모델 등이 개발되었다.

서울과 수도권 지역 14곳 도시 에너지 관측망의 에너지 플렉스 관측자료를 이용하여 도시지역, 수변지역, 교외지역, 해안도시 등의 지표유형 또는 토지피복에 따른 도시지역 에너지 수지(현열 플렉스, 잠열 플렉스, 잔류열 플렉스 등)의 계절 및 시간적 특성을 분석하였다. 지표 특성(강, 식생, 불투수성지표)에 따라 보웬비, 저장 열인 잔류열의 계절별, 주야간별 특성을 확인하였다. 수도권 지역 285개 지점의 자료를 사용하여 수도권 상세바람지도를 생산하고 지역별·계절별·시간별 상세 분석을 수행하였다. 강풍이 나타나는 지역 등의 정보는 도시 계획 및 의사 결정 지원에 필요한 기초자료로 활용 가능하다.

1.9. 기상자원, 항공기상 지원 기술개발

국립기상과학원에서 개발한 고해상도 규모상세화 수치자료 산출체계(Korea Meteorological Administration Post-Processing, KMAPP)와 MOS, LDAPS와의 풍속, 기온의 상호 비교를 통해 성능을 비교하였으며 KMAPP과 같이 고해상도 상세 수치자료 기반의 모델에 대한 연구가 지속적으로 수행되어야 할 필요성을 확인하였다. KMAPP의 기온특화(KMAPP-T) 자료 생산과 특성분석을 통해 기온특화자료에 적용된 기온보정기법의 적합도를 판정하였다. KMAPP의 하향단파복사 산출물인 KMAPP_Solar에 대하여 100m 해상도의 상세지형 자료를 적용한 고해상도 태양광기상자원 지도를 생산하였다.

제주국제공항 저층 수평 급변풍 경보 예측시스템을 저층급변풍 경보시스템(LLWAS)의 관측자료를 통해 검증하였고, 저층 연직 급변풍 예측시스템은 국내 항공기 기상관측 보고자료(Aircraft Meteorological Data Relay, AMDAR)와 비교를 통해 검증하였다. 앞서 구축된 저층 연직 급변풍 예측시스템의 알고리즘을 활용하여 인천국제공항 저층 연직 급변풍 예측시스템을 구축하였다. 한반도 영역 저고도 항공난류 진단을 위해 KMAPP 분석장을 이용하여 난류진단지수를 산출하고, AMDAR 자료와 비교하여 진단하였다.

2.1. 항행의사결정 지원을 위한 항공기상서비스 개선

2.1.1. 급변풍 탐지시스템 개발을 통한 군공항 급변풍 경보 확대 발표

항공기상청은 급변풍(윈드시어) 탐지시스템을 개발하여 군공항에 취항하는 민간 항공기에 대한 급변풍 경보를 9월 30일부터 운영하였다. 활주로 급변풍은 항공기의 이·착륙에서 매우 위험한 기상요소이다. 김해공항의 경우 윈드프로파일러를 이용하여 급변풍 경보를 발표하였으나, 2019년 4월 내용연수 초과로 인해 장비를 철거하였으며, 그 외 민간 항공기가 취항하고 있는 군공항에도 급변풍 탐지장비가 없어 급변풍 경보를 발표할 수 없었다.

항공기상청은 활주로 양 끝단에 설치되어 있는 공항기상관측장비의 풍향·풍속자료를 실시간 분석하여 급변풍을 판별할 수 있는 시스템을 개발하였다. 급변풍 판별 기준은 국제민간항공기구(International Civil Aviation Organization : ICAO) 기술매뉴얼에 따른 급변풍 기준을 따랐다. 급변풍 탐지시스템을 개발하여 7개 민간공항(인천, 김포, 제주, 무안, 울산, 여수, 양양)뿐 만 아니라, 6개의 군 공항(김해, 대구, 청주, 광주, 사천, 포항)에 대한 급변풍 경보를 발표할 수 있게 되었으며 항공기 안전 확보에 크게 기여할 것으로 기대된다.

2.1.2. 공항 내 지상조업자 안전을 위한 실시간 낙뢰 문자서비스 시행

항공기상청은 9월부터 공항에서 일하는 야외 작업자의 안전을 위해 실시간으로 낙뢰 위험을 알려주는 문자서비스를 시작하였다. 그동안 야외에서 일하는 항공기 정비사, 지상조업자 등이 낙뢰 위험에 노출되어 있지만, 언제 대피해야 하는지 정보를 알 수 없었다. '공항 낙뢰알림 서비스'는 낙뢰감지 거리에 따라 주의, 경계, 심각 3단계로 구분하여 각 단계마다 자동으로 문자로 알려주는 서비스이다. 예를 들어, 공항 반경 5km 내 낙뢰가 감지되면 '심각 단계 알림' 문자가 서비스 등록자에게 자동 발송되며, 항공사 등은 알림정보를 활용하여 야외작업 중지 여부를 결정하고 작업자들을 대피시켜 낙뢰사고를 예방할 수 있게 되었다.



[그림 4-63] 공항 낙뢰 실시간 알림 서비스 현황

2.1.3. 저고도 항공기상서비스 개선방안 수립

항공기상청은 저고도 소형항공기에 대한 항공기상지원 수요 증대에 따른 앱·누리집 개선방안과 상세하고 세분화된 저고도 맞춤형 항공기상지원 강화를 위해 저고도 항공기상서비스 계획을 수립(9월)하였다.

저고도 운항 항공기는 경로가 자유롭고 대부분 시계비행으로 운항하여, 대형항공기와는 다르게 사용자 위치기반의 상세한 초단기 예보(3시간 이내)가 필요하다. 따라서 수요자 밀착형 항공기상지원을 위해 '저고도 전담 상담관' 제도를 운영할 예정이며, GIS 기반의 항공기상정보 종합표출체계를 구축할 예정이다. 또한, 저고도를 운항 중인 항공기가 직면한 기상조건을 쉽고 빠르게 타 항공기들과 공유할 수 있도록 저고도 날씨정보 공유 플랫폼을 마련할 예정이다. 마지막으로 저고도 소형항공기를 위한 항공기상서비스의 종합적인 기술개발 및 대외서비스 품질관리를 위한 예산확보도 추진할 예정이다.

항공기상청은 저고도 항공서비스 개선방안을 마련하여 저고도 소형항공기 이용자(경비행기, 소방·의료·산림·경찰분야 헬리콥터 조종사)의 안전한 항행을 지원함으로써 긴급 상황에서의 공공안전에 기여할 것으로 기대한다. 그리고 저고도 항공운항에 최적화된 기상정보 제공을 통해 수요자 만족도 향상 및 기관 이미지 제고에 큰 역할을 하게 될 것이다.

2.2. 수요자 중심의 항공기상서비스 플랫폼 구축

2.2.1. 사용자의 편의성을 고려한 항공기상서비스 플랫폼 개선

항공기상청은 위험기상 시 항공업무 종사자의 안전을 위한 모바일 앱 PUSH 알림을 통한 9종의 공항경보 실시간 알림기능(3월) 및 낙뢰 관측정보 문자 서비스(9월)를 개시하였다. 모바일 앱에서 기상정보가 한눈에 들어오도록 가시성과 직관성을 높인 앱 화면 디자인 개선과 국내 관심공항 설정기능을 개발하였다.

항공로, 비행정보구역(Flight Information Region : FIR)과 같은 항공정보와 태풍정보를 중첩하는 기능을 개발하여 항로상의 위험기상정보를 받을 수 있게 하였다.

그 결과 코로나로 인해 국내외 여행객이 감소했음에도 불구하고 항공기상정보 이용건수는 증가하여 플랫폼 서비스 활용도는 전년 대비 11% 증가하였다(2019년 384만 명 → 2020년 426만 명).



[그림 4-64] 위험기상정보 앱 PUSH 알림

[그림 4-65] 항공정보와 태풍정보 중첩

2.2.2. 항공기상 콘텐츠 디자인 개선방안 수립

항공기상청은 내외부 수요자를 대상으로 다양한 항공기상 콘텐츠들을 제공하고 있다. 이들 콘텐츠를 수요자가 원하는 형태와 내용으로 개선하고 효율적으로 전달하기 위하여 항공기상정보시스템 디자인의 전반적인 종합개편방안을 마련하였다.

예보관 현업 시스템인 항공기상통합정보시스템과 선진 항공예보시스템은 각각 자료조회 시스템과 현업운영 시스템으로 분리하기 위해 메뉴를 재편성하였다. 일반국민이 이용하는 대표홈페이지는 항공여행객 대상으로 세계 공항의 통합형 항공기상정보를 제공하도록 디자인을 제안하였다. 그리고 모바일 앱과 관련해서 저고도 운항자 맞춤형 서비스를 강화하고 날씨공유 플랫폼을 구축할 것을 제안하였다. 그리고 내외부 시스템의 안정적인 운영을 위한 사후관리 제도도 수립하였다.

항공기상 콘텐츠가 개선되어야 할 방향을 제시하였으며, 단기 추진과제와 중기 추진과제로 분류하여 지속적으로 콘텐츠를 개선함으로써 수요자가 만족하는 항공기상정보를 제공하도록 노력할 것이다.

2.3. 항공예보총괄팀 신설을 통한 협력적 예보생산체계 강화

항공기상청은 항공기상 예·특보의 종합적 분석 및 이중 모니터링 체계 구축과 강화를 위하여 9월부터 항공예보총괄팀을 신설하였다. 항공예보총괄팀은 국토부 항공교통통제센터(Air Traffic Command Center : ATCC)에 파견된 항공기상분석관과 함께 항공기상의 심층 분석을 지원하고 전국 공항의 예·특보를 조정하며 공역예보를 지원하고 있으며 각종 항공운항에 영향을 미치는 기상 상황 문의에도 대응하고 있다.

또한, 24시간 공항별 예보 시나리오 작성을 위하여 항공기상 통합 예보토의를 매일 15시에 실시하여 전국 공항의 예보 정확도 향상에 기여하였다. 특히 항공운항에 영향이 큰 기상현상이 예상될 경우 위험기상 대응 시나리오를 작성하고 유관기관에 공유하여 사전대응을 강화하였다. 2020년에 발행된 위험기상 대응 시나리오는 총 42회로 8월, 9월에 있었던 태풍과 12월의 강설 사례가 주를 이루었다.

그리고 위험기상 대응 시나리오를 기반으로 항공사, 국토교통부, 지상 조업사, 공항공사 등 항공 유관기관을 수요자로 하는 위험기상 대응 설명회 및 협력적 의사결정회의(CDM)를 수시 개최하였다. 개편된 예보체계를 통해 항공 위험기상의 선제적 대응과 신속·정확한 기상정보를 제공하여 기상정보의 활용도 증대와 위험기상 피해 예방에 기여하였다. 이 사례는 국제민간항공기구(ICAO)의 '아태지역 항공교통업무 지원을 위한 맞춤형 기상정보 제공 가이드선스'에 대한민국의 기상정보 지원 사례로 등재되었다.



[그림 4-66] 항공예보총괄팀 위험기상 대응 시나리오 예시

[표 4-4] 2020년 위험기상 대응 시나리오 발행 횟수

	태풍	강풍	호우	저시정	강설	합계
2020.08.	6		1			7
2020.09.	17					17
2020.12.		3		3	12	18

2.4. 위험기상 탐지를 위한 공항기상관측장비 운영강화

항공기상청은 인천공항 제4활주로 건설(2018.9~2021.4)기간에 맞추어 공항기상관측장비(Automatic Meteorological Observing System : AMOS)를 신규 설치(3월)하고, 내용연수가 도래된 제3활주로의 공항기상관측장비를 교체 및 보강(12월)하였다. 또한, 신속한 위험기상 탐지를 위해

인천공항에 자동기상탐지 요소(적설·낙뢰·어는비)를 확대하여 안전운항에 위협이 되는 위험기상에 대한 감시를 강화하였다.

항공기상관측장비 장애 발생 시 신속한 대응을 위해 도입한 지 5년 이상 경과된 노후 항공기상 관측장비에 대한 특별점검을 강화하고, 항공기상관측장비 전원장애 발생 시 신속한 복구를 위한 알림 시스템을 구축하였다. 이러한 관측망 운영 최적화의 노력으로 관측장비 장애시간은 전년대비 58시간 감소(2019년 200시간 → 2020년 142시간)하였다.



[그림 4-67] 자동기상탐지 센서(낙뢰)

[그림 4-68] 자동기상탐지 센서(어는비)

2.5. 항공업계 경제적 지원을 위한 항공기상정보사용료 납부유예

항공기상청은 코로나19로 인해 경영위기를 겪고 있는 항공업계의 경제적 지원을 위하여 항공기상정보사용료 납부유예를 시행하였다.

항공기상청은 대한민국 공항에 착륙하는 항공기와 인천 비행정보구역을 통과하는 항공기에 대해 항공기상정보사용료를 징수하고 있다. 그 중 2020년 3월부터 11월까지의 착륙 항공기에 대한 항공기상정보사용료는 항공사별 월간 사용료 납부기한을 각각 3개월씩 유예하였다. 이 때 유예하는 사용료에 대한 이자는 부과하지 않았다.

항공기상정보사용료는 대한민국 국적항공사와 외국항공사가 동일하게 요금이 부과되고 있다. 항공기상정보사용료 납부유예는 전세계 모든 항공업계의 경제적 위기 극복에 기여할 수 있는 글로벌 정책이었으며 세계기상기구(World Meteorological Organization : WMO)에 그 결과를 홍보하였다. 지난 3월부터 11월까지 전세계의 63개 항공사를 대상으로 총 3.7억원을 납부유예하였다.

[표 4-5] 항공기상정보 사용료 납부기한 유예 일정

납부대상(착륙)	3월	4월	5월	...	10월	11월
당초 납부기한	4월 말	5월 말	6월 말	...	11월 말	12월 말
납부 유예기한	7월 말	8월 말	9월 말	...	2021년 2월 말	2021년 3월 말



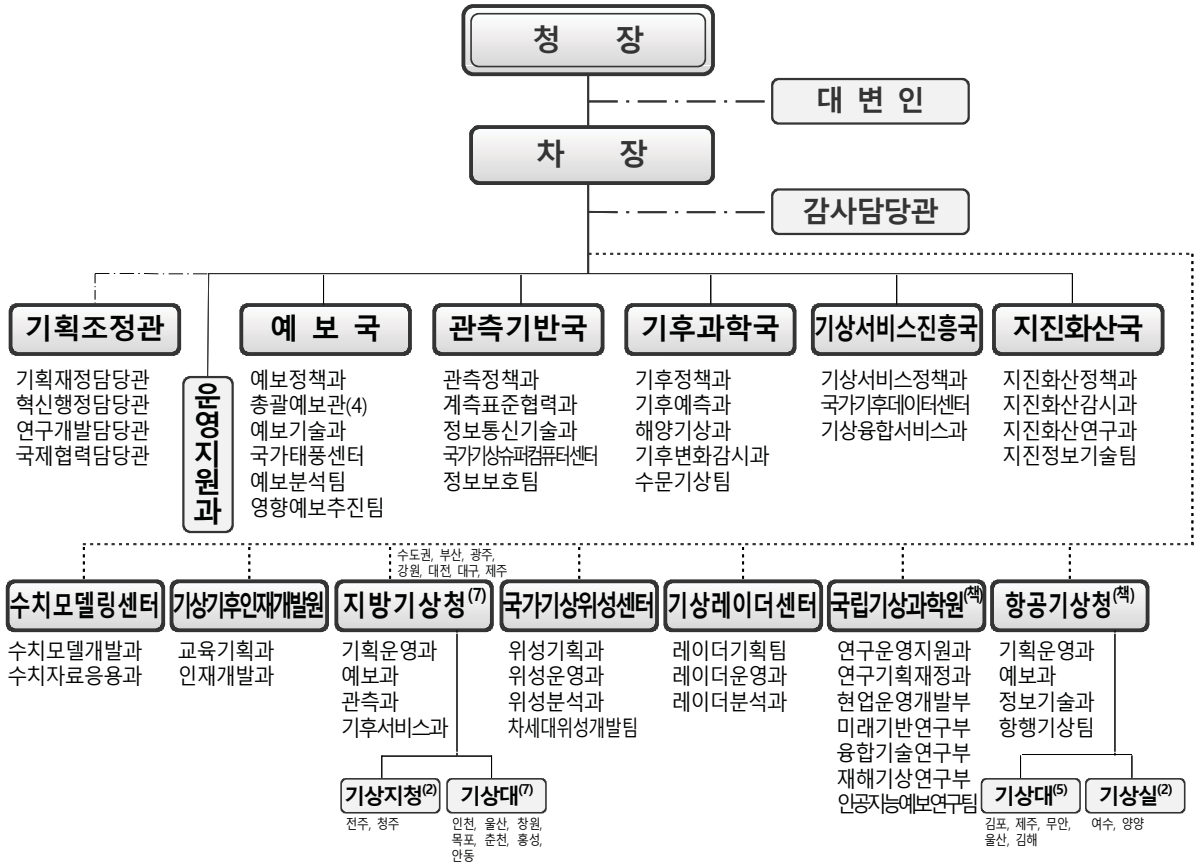
부록

1. 기상청 기구도
2. 예산 및 결산
3. 법령 및 행정규칙 정비
4. 기상관측장비 현황
5. 청사 현황
6. 각종 발간자료 현황
7. 정부포상 현황
8. 2020년도 주요업무 추진일지

1 기상청 기구도

기상청 | 혁신행정담당관 | 기상사무관 | 조진호

1.1. 조직



1.2. 정·현원

(2020.12.31. 현재)

	본청	지방기상청				수치모델링 센터	기상기후 인재개발원	국가기상 위성센터	기상레이더 센터	국립기상 과학원	항공기상청			계
		본부	지청 (2)	기상대 (7)	기상대 (5)						기상실 (2)			
정원	411	403	84	36	56	18	51	44	118	65	42	8	1,336	
현원	414	388	82	35	55	18	48	43	113	62	42	8	1,308	

2.1. 예산 개요

기상청의 2020년도 예산은 전체 일반회계로 편성하였다. 세입예산은 2019년도 보다 86백만 원(0.4%) 증액된 22,122백만 원을 편성하였고, 세출예산은 2019년도보다 389백만 원(0.1%) 증액된 390,920백만 원을 본예산으로 편성하였으나, 코로나19 대응을 위한 국가재정확보를 위해 실시한 4회 추경 중 2회(제2, 3회)의 추경에서 14,731백만 원을 감액한 376,189백만 원을 편성하였다.

세출예산(본예산 기준)을 경비별로 구분하면 인건비 103,983백만 원(전년대비 5,764백만 원 증액, 5.9% 증), 기본경비 19,259백만 원(전년대비 450백만 원 증액, 2.4%증), 주요사업비 267,678백만 원(전년대비 3,485백만 원 감액, 1.3%감)을 편성하여 인건비 26.6%, 기본경비 4.9%, 주요사업비 68.5%로 구성되어 있다.

주요사업비 중 일반사업은 105,281백만 원(39.3%), R&D는 97,900백만 원(36.6%), 정보화사업은 58,542백만 원(21.9%), ODA 사업은 5,955백만 원(2.2%)을 편성하였다.

한편, 2012년부터 일반회계에서 기획재정부 소관 국유재산관리기금으로 이관된 청·관사시설 예산은 기상기후인재개발원과 국가기상통합운영센터 신축, 강원지방기상청 청사 증축 등 15,383백만 원을 편성하였다.

2.2. 세입 세출 예산 내역

2020년도 세입예산은 재산수입 486백만 원, 경상이전수입 17,899백만 원, 재화 및 용역 판매수입 3,696백만 원, 관유물 매각대 41백만 원으로 편성하였다. 2020년도 세출예산의 경우 프로그램별로 살펴보면 기상예보 7,478백만 원, 기상관측 92,219백만 원, 기후변화 과학 30,418백만 원, 기상서비스 진흥 16,153백만 원, 기상연구 61,425백만 원, 책임행정기관 운영 47,428백만 원, 국제협력교육홍보 9,994백만 원, 기상행정 지원 125,805백만 원으로 편성하였다.

2020년 신규사업은 기상·지진장비 인증센터 구축 및 운영, 기상재해 사전대비 중심의 시·공간 통합형 수치예보기술 개발(R&D) 등 5개 사업으로 13,548백만 원이 순증되었고, 종료사업은 범부처 융합 이증편파레이더 활용 기술개발(R&D) 등 3개 사업으로 5,950백만 원이 순감하였다.

[표 5-1] 2020년도 신규사업 현황

사업명	2020예산	사업내용
기상·지진장비 인증센터 구축 및 운영	1,093	- 기상장비 형식승인제도 운영을 위한 기상·지진장비 인증센터 신축 기본조사설계 및 실시설계
스마트시티 기상기후 융합기술 개발(R&D)	2,221	- 스마트시티(부산, 세종) 기상기후솔루션 및 도로 위험기상 정보 기술개발
기상재해 사전대비 중심의 시·공간 통합형 수치예보기술 개발(R&D)	3,500	- 4차원 고품질 기상분석을 위한 최신 자료동화기술 개발 - 가변격자체계 기반 통합형 수치예보모델 개발 - 거대 수치예측 자료의 효율적 처리와 수요맞춤 활용기술 개발
기상위성 예보지원 및 융합서비스 기술개발(R&D)	4,254	- 천리안 2A호 위성을 이용한 위험기상 예보지원 기술개발
기후 및 기후변화 감시·예측정보 응용 기술 개발(R&D)	2,480	- 기후예측 및 위험대응, 기후변화 대응 및 정보 생산·활용 연구 강화

일반사업 중 지상·고층 기상관측망 확충 및 운영사업은 고층비양장비 자동화 전환 및 모바일 관측차량 도입 등을 반영하여 3,647백만 원이 증액된 16,396백만 원을 편성하였고, 해양기상기지 구축 및 운영 사업은 제 2해양기지 구축을 위해 1,161백만 원이 증액된 2,043백만 원을 증액 편성하였다. 기상산업 활성화 사업은 한국기상산업기술원의 지방 이전비 등 2,142백만 원 감액된 11,235백만 원을 편성하였다.

R&D 사업 중 한반도 지하 단층·속도구조 통합모델 개발 사업은 영남권 및 수도권 지하단층구조 연구 등을 위해 2,095백만 원 증액된 6,500백만 원을 편성하였고, 구름물리실험 챔버 구축을 위해 기상업무지원기술개발연구(R&D)사업에 1,069백만 원이 증액된 18,746백만 원을 편성하였다. 기상·지진 See-At 기술개발연구(R&D)사업은 일몰과제 등으로 2,688백만 원이 감액된 15,879백만 원을 편성하였다.

정보화사업 중 기상정보통신시스템 운영사업은 본청-지방청간 전용회선요금 등 회선사용료가 1,320백만 원 감소함에 따라, 1,041백만 원 감액된 19,463백만 원을 편성하였다.

[표 5-2] 2020년도 프로그램별 세출예산현황

(단위: 백만 원, %)

구분	2019예산 (A)	2020예산		증감 (B-A)	증감율 (B-A/A*100)
		본예산(B)	추경		
합계	390,531	390,920	376,189	389	0.1
1. 기상예보 프로그램	7,312	7,478	7,478	166	2.3
2. 기상관측 프로그램	89,877	92,219	80,707	2,342	2.6
3. 기후변화 과학 프로그램	28,209	30,418	30,371	2,209	7.8

구분	2019예산 (A)	2020예산		증감 (B-A)	증감율 (B-A/A*100)
		본예산(B)	추경		
4. 기상서비스 진흥 프로그램	18,253	16,153	16,110	△2,100	△11.5
5. 기상연구 프로그램	72,315	61,425	61,372	△10,890	△15.1
6. 책임행정기관 운영 프로그램	46,303	47,428	47,236	2,925	6.6
7. 국제협력교육홍보 프로그램	9,998	9,994	9,780	△4	0.0
8. 기상행정 지원 프로그램	118,264	125,805	123,135	7,541	6.4

2.3. 세입 세출 결산 내역

세입 수납액은 6,361백만 원으로, 2018년도 수납액 8,325백만 원 대비 1,964백만 원(23.6%) 감소하였다. 주요 세입 수납내역은 항공기상 및 기상정보사용료 등 면허수수료 2,126백만 원, 대항역 무사업 및 연구개발사업 집행잔액 등 기타경상이전수입 3,048백만 원, 대항역무사업 및 연구개발사업 이차발생액 등 기타재산수입 256백만 원, 위약금, 토지 및 건물대여료 등 931백만 원이다.

2020년 말 세입 미수납액은 14,333백만 원으로, 그 주요내역은 다목적 기상항공기 납품지연에 따른 일부 지체상금 등이다.

[표 5-3] 2020년도 세입 수납 내역

(단위: 백만원)

수입과목	세입예산액	징수결정액	수납액	미수납액	불납결손액
총계	22,122	20,695	6,361	14,333	-
재산수입	486	308	306	2	-
경상이전수입	17,899	18,030	3,698	14,332	-
재화 및 용역판매수입	3,696	2,246	2,246	-	-
관유물매각대	41	111	111	-	-

추경을 반영한 세출예산액 376,189백만 원으로, 차기종합정보시스템 2차년도 구축 사업의 지연으로 3,665백만원, 본부 승강기교체사업 등 건축분야 1,486백만원 등 2019년도 이월액 8,419백만 원을 포함한 예산현액은 384,608백만 원이다.

예산현액 384,608백만 원에서, 예산현액 대비 93.1%인 357,938백만 원을 지출하였으며, 4.2%인 16,059백만 원을 2021년도로 이월하였고, 2.8%인 10,611백만 원을 불용 처리하였다.

[표 5-4] 2020년도 프로그램별 지출 현황

(단위: 백만 원, %)

구분	예산액 (추경)	예산현액 (A)	지출액 (B)	이월액 (C)	불응액 (D)	집행율 (B/A)
합계	376,189	384,608	357,938	16,059	10,611	93.1
1. 기상예보 프로그램	7,478	7,518	7,167	-	351	95.3
2. 기상관측 프로그램	80,707	85,287	75,369	8,227	1,692	88.4
3. 기후변화 과학 프로그램	30,371	30,702	29,609	846	247	96.4
4. 기상서비스 진흥 프로그램	16,110	16,110	15,975	-	135	99.2
5. 기상연구 프로그램	61,372	61,332	59,621	285	1,426	97.2
6. 책임행정기관 운영 프로그램	47,236	49,167	45,785	2,568	814	93.1
7. 국제협력교육홍보 프로그램	9,780	9,780	8,959	-	821	91.6
8. 기상행정 지원 프로그램	123,135	124,712	115,453	4,134	5,125	92.6

[표 5-5] 2020년 기상청 법령 제·개정 및 폐지현황

법령명	발령번호 및 공포·시행일자	발의자	형식	주요내용
기상법	법률 제17424호 (2020.6.9. 공포, 2021.6.10. 시행)	정부	일부 개정	기상 예보 및 특보의 정확성을 높이고 기상현상에 관한 위험을 탐지하기 위하여 기상레이더 관측망의 구축·운영과 관측된 정보의 수집·활용에 대한 법률상 근거를 마련하는 등 현행 제도의 운영상 나타난 일부 미비점을 개선·보완
기상법 시행규칙	환경부령 제872호 (2020.6.19. 공포, 2020.6.19. 시행)	정부	일부 개정	기상현상에 관한 증명 또는 자료제공을 전자적 방법으로도 신청할 수 있도록 하고, 기상현상증명서 서식에서 기상현상 증명 신청인의 전화번호, 주소 등 개인정보 관련 항목을 삭제하는 등 기상현상에 관한 증명 또는 자료제공 관련 서식을 개선·보완
기상산업 진흥법 시행령	대통령령 제30686호 (2020.5.19. 공포, 2020.5.27. 시행)	정부	일부 개정	기상산업에 대한 실태조사의 범위 및 절차 등을 대통령령으로 정하도록 하는 내용으로 「기상산업진흥법」이 개정(법률 제16603호, 2019. 11. 26. 공포, 2020. 5. 27. 시행)됨에 따라 기상산업에 대한 실태조사의 범위를 기상산업체의 일반 현황, 매출 실적 및 수출입 현황, 기상산업의 인력 현황 등으로 정하고, 기상청장은 실태조사를 기상산업에 관한 전문성과 인력을 갖춘 기관에 의뢰하여 실시할 수 있도록 하는 등 법률에서 위임된 사항과 그 시행에 필요한 사항을 정함
지진·지진해일·화산의 관측 및 경보에 관한 법률 시행령	대통령령 제31187호 (2020.11.24. 공포, 2020.11.27. 시행)	정부	일부 개정	지진·지진해일·화산의 관측 장비에 대한 전문적인 검정과 관리를 통해 관측의 정확도를 향상시키기 위하여 지진·지진해일·화산의 관측 장비를 제작·수입 또는 설치하는 자가 그 관측 장비를 관측 용도로 제공하려면 기상청장의 검정(檢定)을 받도록 하고, 기상청장은 검정업무를 전문적으로 수행하기 위하여 검정대행기관을 지정할 수 있도록 하는 등의 내용으로 「지진·지진해일·화산의 관측 및 경보에 관한 법률」이 개정(법률 제16612호, 2019. 11. 26. 공포, 2020. 11. 27. 시행)됨에 따라 가속도지진센서, 속도지진센서 및 지진기록계를 검정 대상 관측 장비로 정하고, 검정대행기관으로 지정을 받으려는 자는 지진 관련 분야의 박사학위 취득자 등 3명 이상의 인력 및 기본검정장비·기준기 등의 설비를 갖추어 기상청장에게 신청하도록 검정대행기관의 인력 및 설비에 관한 요건을 정하는 등 법률에서 위임된 사항과 그 시행에 필요한 사항을 정함

법령명	발령번호 및 공포·시행일자	발의자	형식	주요내용
지진·지진해일·화산의 관측 및 경보에 관한 법률 시행규칙	환경부령 제889호 (2020.11.26. 공포, 2020.11.27. 시행)	정부	일부 개정	지진·지진해일·화산의 관측 장비에 대한 전문적인 검정과 관리를 통해 관측의 정확도를 향상시키기 위하여 지진·지진해일·화산의 관측 장비를 제작·수입 또는 설치하는 자가 그 관측 장비를 관측 용도로 제공하려면 기상청장의 검정(檢定)을 받도록 하고, 기상청장은 검정업무를 전문적으로 수행하기 위하여 검정대행기관을 지정할 수 있도록 하는 등의 내용으로 「지진·지진해일·화산의 관측 및 경보에 관한 법률」이 개정(법률 제16612호, 2019. 11. 26. 공포, 2020. 11. 27. 시행)됨에 따라 지진·지진해일·화산의 관측 장비의 검정 기준과 검정수수료를 정하고, 검정대행기관의 지정의 기준 및 방법을 정하는 등 법률에서 위임된 사항과 그 시행에 필요한 사항을 정함

[표 5-6] 2020년 기상청 행정규칙 제·개정 및 폐지현황

행정규칙명	발령번호 및 시행일자	형식	주요내용
기상청 공무원 등 근로자 인사관리규정	훈령 제964호 (2020.1.8.)	일부 개정	개정 근로기준법의 직장 내 괴롭힘 금지 제도 시행에 따른 관련 조항을 신설하고 기상청과 그 소속기관 직제 및 직제 시행규칙 개정에 따른 조직개편사항을 반영하는 한편, 그 밖에 현행 제도의 운영상 미비점을 개선·보완
기상기술 민간이전에 관한 규정	훈령 제965호 (2020.3.4.)	전부 개정	기상서비스 시장의 확장 등 최근 정책 상황을 반영하여 기상 기술 민간이전 업무 절차와 규정 체계를 개선하고, 규정명을 명확히 하는 등 현행 제도의 운영상 나타난 미비점을 개선·보완하여 업무 수행의 효율성을 높이기 위해 관련 규정을 전부개정
기상측기검정규정	훈령 제966호 (2020.3.4.)	일부 개정	법제처 사후심사 결과 권고사항 이행의 일환으로 「기상관측 표준화법」 제4조제2항의 단서에 따라 기상측기 구비조건은 별도의 고시로 반영하여 제정하였고, 검정신청서 등의 보존에 관한 사항은 「공공기록물 관리에 관한 법률」을 적용하여 보존하고 있어 이 훈령에서는 삭제
기상청 소속기관 사무분장 규정	훈령 제967호 (2020.3.4.)	폐지	우리 청 사무분장의 효율적인 관리·운영을 위하여 「기상청 사무분장 규정」과 「기상청 소속기관 사무분장 규정」을 「기상청 사무분장 규정」으로 통합하는바 더 이상 존속 사유가 없어 이를 폐지
기상청 사무분장 규정	훈령 제968호 (2020.3.4.)	전부 개정	본청과 소속기관과의 사무분장에 대해 별도로 운영됨에 따라, 관리의 어려움을 해소하고자 통합하여 운영하기 위해 전부 개정을 추진
기후업무규정	훈령 제969호 (2020.4.8.)	일부 개정	기후변화에 관한 정부 간 협의체 대응·참여의 중요성이 국내 외적으로 높아짐에 따라, 이를 위한 협의회를 신설하고 그 운영에 관한 사항을 규정

행정규칙명	발령번호 및 시행일자	형식	주요내용
기상청 업무협약 관리 규정	훈령 제970호 (2020.4.14.)	일부 개정	기상청 업무협약 원칙을 보다 명확히 하고, 업무협약 체결 권자를 업무협약 중요도 및 상황 등에 따라 협의를 통해 상황 조정할 수 있도록 하며, 재검토기한을 연장하는 등 현행 제도의 운영상 미비점을 개선·보완
지진 재난문자방송 운영규정	훈령 제971호 (2020.4.29.)	일부 개정	지진정보 생산 및 전파의 효율적 운영을 위하여 지진 재난 문자 분류체계에 안전안내를 신설하고 이에 따른 휴대폰 재난 문자방송 표준문안을 마련하는 등 현행 운영상의 미비점을 개선·보완
국립기상과학원 기본운영규정 개정에 따른 「기상청 인사관리규정」등 일괄개정	훈령 제972호 (2020.4.29.)	일괄 개정	「국립기상과학원 기본운영규정」(국립기상과학원훈령 제80호, 2020.4.1. 시행)의 개정 및 시행에 따라 우리청 훈령 중 부서 명칭 변경과 조직개편 사항을 반영하고자 일괄개정을 추진 (대상훈령: 기상청 인사관리규정, 회계관계공무원 관직지정 및 재정보증에 관한 규정, 기상청 사무인계인수규정, 표준 기상관측소 관리규정, 국가기상센터 운영규정, 기상조절의 승인에 관한 규정, 지진화산 업무규정)
기상청 국제기상협력업무 규정	훈령 제973호 (2020.5.8.)	전부 개정	「기상청 공무국외출장업무 처리에 관한 규정」에서 규정하고 있던 공무국외출장 관련 조항을 국제협력 관련 기본 업무를 규정한 훈령인 「기상청 국제기상협력업무규정」으로 통합 규정하기 위해 전부개정을 추진
기상청 공무국외출장업무 처리에 관한 규정	훈령 제974호 (2020.5.8.)	폐지	「기상청 공무국외출장업무 처리에 관한 규정」을 「기상청 국제기상협력업무규정」으로 통합하여 단일 훈령으로 보다 효율적으로 관리하기 위하여 「기상청 공무국외출장업무 처리에 관한 규정」을 폐지
기상청 공무원 행동강령	훈령 제975호 (2020.6.11.)	일부 개정	공직자 등이 외부강의 등을 할 경우 사례금 수수 여부와 무관하게 신고하도록 하는 현행 방식에서 사례금을 받는 외부강의 등만 신고하도록 하고 신고의 시기도 현재의 사전 신고 방식에서 외부강의 등을 마친 날부터 10일 이내에 사후 신고 하는 것도 가능하도록 「공무원 행동강령」이 개정(대통령령 제30607호, 2020.5.27. 시행)됨에 따라 그 내용을 반영하고, 산하기관 (재)한국형수치예보모델개발사업단의 법인해산(2019.12.31.)에 따라 기관 명칭을 삭제하며, 「국립기상과학원 기본운영규정」의 개정(국립기상과학원훈령 제80호, 2020.4.1. 시행)에 따라 부서 명칭 변경사항을 반영하는 한편, 「기상청 정보보안 기본지침」의 제명이 「기상청 정보보안 업무 규정」으로 변경(2019.9.10.)됨에 따라 이를 반영
기상청 협업포인트 운영규정	훈령 제976호 (2020.6.16.)	일부 개정	훈령의 재검토기한이 도래하여 「훈령·예규 등의 발령 및 관리에 관한 규정」에 따라 재검토기한을 연장
기상기재재관리업무 처리운영규정	훈령 제977호 (2020.6.22.)	일부 개정	법제처 행정규칙 사후심사 결과에 따라 '기상기재재관리 협의회 취득 심의위원 위촉동의와 서약서' 서식에 부패행위 신고 및 공익신고 등의 경우 비밀준수 의무를 위반하지 않은 것으로 본다는 점을 명시하고, 서약자의 부패행위 신고 및 공익신고 등을 위촉시키는 내용을 삭제하는 등 현행 제도의 운영 상 일부 미비점을 개선·보완

행정규칙명	발령번호 및 시행일자	형식	주요내용
기상박물관 소장품 수집 및 관리에 관한 규정	훈령 제978호 (2020.6.26.)	일부 개정	훈령의 재검토기한이 도래하여 「훈령·예규 등의 발령 및 관리에 관한 규정」에 따라 재검토기한을 연장하고자 함
기상청 사무분장 규정	훈령 제979호 (2020.6.29.)	일부 개정	기상청의 장기예보 정확도 향상 및 일관된 정책추진 등을 위하여 기후과학국 내 분장사무 일부를 조정하고, 총책임인비제를 활용하여 운영 중인 기후과학국 내 이상기후팀을 폐지하며, 유역별 수문기상 분석 등을 효율적으로 수행하기 위하여 기후과학국 내 수문기상팀을 신설하는 등의 내용으로 「기상청과 그 소속기관 직제 시행규칙」이 개정(환경부령 제862호, 2020.5.4. 공포 및 시행)됨에 따라 그 분장사무를 반영하고 현행 제도의 운영상 나타난 일부 미비점을 개선·보완
기상청 위임·전결 규정	훈령 제980호 (2020.6.29.)	일부 개정	기상청의 장기예보 정확도 향상 및 일관된 정책추진 등을 위하여 기후과학국 내 분장사무 일부를 조정하고, 총책임인비제를 활용하여 운영 중인 기후과학국 내 이상기후팀을 폐지하며, 유역별 수문기상 분석 등을 효율적으로 수행하기 위하여 기후과학국 내 수문기상팀을 신설하는 등의 내용으로 「기상청과 그 소속기관 직제 시행규칙」이 개정(환경부령 제862호, 2020.5.4. 공포 및 시행)됨에 따라 분장사무 변경에 따른 위임·전결에 관한 사항을 반영
기상청 정보보안업무 규정	훈령 제981호 (2020.6.29.)	일부 개정	날로 증가되는 침해위험에 대한 직원들의 경각심 고취와 보안 사고의 합리적·효율적 처리를 위해 정보보안 위규자 처리 기준을 강화하고, 현행 제도의 운영상 나타난 미비점을 개선·보완
방재기상운영규정	훈령 제982호 (2020.6.30.)	일부 개정	방재기상조직 편성·운영에 따라 조문별 행위 주체를 변경하고 재난현장에 대한 적극적 지원을 위하여 특별대응반이 지원해야 하는 사회적 재난유형(해양사고) 추가 및 방재기상조직과 지방본부장의 행동요령을 보완하는 한편, 방재 관계기관과의 협조체제 강화를 위하여 방재기상업무협의회의 내부위원을 추가하는 등 방재기상업무의 효율적 수행을 위하여 현행 제도의 운영상 나타난 일부 미비점을 개선·보완
기상청 전일근무관서 교대근무에 관한 규정	훈령 제983호 (2020.7.2.)	일부 개정	「예보업무 및 근무체계 개선 계획」에 따른 교대근무자 근무체계 개선사항을 반영하고, 교대근무시간 변경 운영 가능 기간을 구체화하며, 교대근무 명령 변경을 업무대행 승인원으로 갈음할 수 있는 요건을 현실에 맞게 수정하는 등 현행 제도의 운영상 미비점을 개선·보완
대행역무사업 운영에 관한 규정	훈령 제984호 (2020.7.7.)	일부 개정	대행역무사업의 정산 절차를 명확히 하고, 대행역무 표준 계약서를 관련 법령 및 규정에 따라 개선하는 등 현행 제도의 운영상 나타난 일부 미비점을 개선·보완
기상업무 연구개발사업 처리규정	훈령 제985호 (2020.7.27.)	일부개정	「국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정」 개정에 따라 기상업무 연구개발사업 처리규정을 개정하고, 연구기관 중심의 연구개발 수행을 위한 제도 개선 및 출연 연구개발사업의 관리체계 마련 등 현행 제도의 운영상 나타난 미비점을 개선·보완하고 업무수행의 효율성을 높이기 위한 관련 규정을 일부 개정 추진

행정규칙명	발령번호 및 시행일자	형식	주요내용
기상사업제도 운영에 관한 사무처리 규정	훈령 제986호 (2020.7.29.)	일부 개정	기상사업등록대장 및 기상사업자관리대장을 전자방식의 파일로 기록하고 관리할 수 있도록 하여 행정효율성을 높이는 등 현행 제도의 운영상 나타난 일부 미비점을 개선·보완
예보업무규정	훈령 제987호 (2020.7.30.)	일부 개정	예보업무 수행기록 관련 조항을 신설하고 특보구역 변경 사항을 반영하는 등 현행 제도의 운영상 나타난 미비점 개선·보완 및 업무 수행의 효율성을 높이기 위해 관련 규정을 일부 개정 추진
관측업무규정	훈령 제988호 (2020.8.5.)	전부 개정	관측의 요소·시각·분류를 조정하고 관측자료의 안정적인 수집과 관측환경 유지를 위한 업무를 규정하며, 기상위성 관측 및 기상레이더관측 업무를 현행화하는 등 현행 제도의 운영상 나타난 미비점을 개선·보완하기 위해 전부개정 추진
항공기상업무 규정	훈령 제989호 (2020.8.18.)	일부 개정	항공기에 대한 화산재경보 또는 지진해일특보에 대한 법적 근거를 명확히 하고, 항공기상관측, 항공예보 및 특보에 대한 세부지침 마련·시행을 규정하여 항공기상업무 기준을 재정비 하고자 함. 또한 항공기 사고보고와 특보의 통보기관을 추가 하여 긴급·위험상황 발생 시 업무절차를 명확화하는 등 규정의 재검토기한 도래와 함께 현행 규정을 개선·보완
기상청 법무업무운영규정	훈령 제990호 (2020.8.28.)	전부 개정	상위 법령인 「법제업무 운영규정」 개정에 따라 소관 법제업무 처리절차 및 운영에 관한 사항을 재정비 및 구체화하는 등 현행 운영상 미비점을 개선
기상청 공무원제안제도 운영규정	훈령 제991호 (2020.9.3.)	일부 개정	우수제안자의 인사특전 부여 방식을 보다 공정하고 효율적으로 운영하고자, 기상청 적극행정위원회를 통해 '제안실시에 따른 공공서비스 개선성과'를 객관적으로 검증하고, 적극행정 우수공무원에 대한 인사 특전 수준과의 형평성을 제고하기 위한 개정
기상청 교육훈련 규정	훈령 제992호 (2020.9.21.)	일부 개정	경력단계별 필수교육 외에 선택교육을 의무적으로 이수하도록 하고 인사와 평가에 반영되도록 함으로써 분야별 직무 역량을 강화하고, 사내강사 선발 운영상 나타난 일부 미비점을 개선·보완
지진화산 업무규정	훈령 제993호 (2020.10.15.)	일부 개정	화산재 특보 발표 시 부서 간 역할 및 지진 방재비상근무 단계별 기준을 명확하게 하는 등 현행 제도의 운영상 나타난 일부 미비점을 개선·보완
지진 재난문자방송 운영규정	훈령 제994호 (2020.10.15.)	일부 개정	지진정보를 효율적으로 생산·전파하기 위하여 국내지진의 구분을 명확하게 하는 등 재난문자방송 송출기준을 구체화 함으로써 지진 재난문자 분류체계를 개선 운영
지진분석평가위원회 운영규정	훈령 제995호 (2020.10.15.)	일부 개정	「훈령·예규 등의 발령 및 관리에 관한 규정」에 따른 재검토 기한 만료에 따라 재검토기한 기준일을 재설정

행정규칙명	발령번호 및 시행일자	형식	주요내용
기상청 공무원직 등 근로자 인사관리규정	훈령 제996호 (2019.10.26.)	일부 개정	근로기준법 일부개정에 따라 연차유급휴가 관련 조항을 개정하고, 기상청 및 그 소속기관의 공무원직 정원 변경사항을 반영하며, 공무원 정원조정 절차를 신설하는 등 현행 제도의 운영상 미비점을 개선·보완
지진 관측 장비 검정대행기관 지정 및 검정업무 규정	훈령 제997호 (2020.12.7.)	제정	지진·지진해일·화산 관측 장비 제작·수입·설치업자 및 관측소 운영기관에 검정의무를 부여하고, 인력 및 설비 요건을 갖춘 자를 검정대행기관으로 지정하는 등의 내용으로 「지진·지진해일·화산의 관측 및 경보에 관한 법률」이 개정(법률 제16612호, 2019.11.26. 공포, 2020.11.27. 시행)됨에 따라 지진 관측 장비 검정대행기관의 지정 및 관리에 필요한 사항과 검정업무 수행에 필요한 사항을 정함
기상청 적극행정위원회 운영규정	훈령 제998호 (2020.12.9.)	일부 개정	상위규정인 「적극행정 운영규정」 개정(대통령령 제30968호, 2020. 8. 25. 일부개정 및 시행)에 따라 기상청 적극행정 지원위원회의 명칭을 기상청 적극행정위원회로 변경하고, 기상청 공무원이 적극행정을 추진한 결과에 대해 감사원의 감사를 받는 경우에는 기상청 적극행정위원회가 면책을 건의할 수 있도록 하며, 기상청 적극행정위원회의 위원을 9명 이상 45명 이하로 확대하는 등 현행 제도의 운영상 나타난 일부 미비점을 개선·보완
국가기상센터 운영규정	훈령 제999호 (2020.12.15.)	일부 개정	「훈령·예규 등의 발령 및 관리에 관한 규정」에 따른 재검토 기한 만료에 따라 재검토키한 기준일을 재설정
기상청 인사관리규정	훈령 제1000호 (2020.12.24.)	일부 개정	기상청 소속 공무원의 임용·보직관리 등 인사관리의 효율성을 높이기 위하여 인사운영 상 나타난 미비점을 개선·보완
육야휴직 결원보충 활성화를 위한 기상청과 그 소속기관에 두는 별도정원 운영규정	훈령 제1001호 (2020.12.24.)	일부 개정	「행정기관의 조직과 정원에 관한 통칙」제24조의3에 따라 2021년의 기상청과 그 소속기관에 두는 육야휴직 결원보충 활성화를 위한 별도정원 운용규모를 정함
고층기상관측장비 표준규격	고시 제2020-1호 (2020.1.14.)	일부 개정	고층기상관측장비 표준규격에 WMO No.8(CIMO GUIDE, 2018)을 반영하고, 고층기상관측의 최신기술 동향 및 하강 관측자료 활용을 위해 존재 성능의 개정을 반영
기상분야 한국산업표준(KS)	고시 제2020-2호 (2020.2.11.)	제정	「산업표준화법」 제5조(산업표준의 제정 등에 의하여 산업표준 심의회의 심의를 거쳐 기상분야 한국산업표준(KS I ISO 19926-1)을 제정하고, 같은 법 제11조(산업표준의 고시) 및 같은 법 시행령 제23조(산업표준의 고시)에 따라 고시
기상분야 한국산업표준(KS)	고시 제2020-3호 (2020.2.11.)	일부 개정	「산업표준화법」 제5조(산업표준의 제정 등에 의하여 산업표준 심의회의 심의를 거쳐 기상분야 한국산업표준(KS B ISO 9060 등)을 개정하고, 같은 법 제11조(산업표준의 고시) 및 같은 법 시행령 제23조(산업표준의 고시)에 따라 고시
기후자료 통계의 종류 및 방법	고시 제2020-4호 (2020.6.30.)	일부 개정	고시의 재검토키한이 만료되어 「훈령·예규 등의 발령 및 관리에 관한 규정」에 따라 재검토키한을 연장

행정규칙명	발령번호 및 시행일자	형식	주요내용
지진·지진해일 및 화산활동 관측기관협의회 운영지침	고시 제2020-5호 (2020.7.1.)	일부 개정	고시의 재검토키한이 도래하여 「훈령·예규 등의 발령 및 관리에 관한 규정」에 따라 재검토키한을 연장
기상현상에 관한 증명·자료제공과 기상정보 제공에 관한 수수료	고시 제2020-6호 (2020.7.3.)	제정	고시의 재검토키한이 만료되어 「훈령·예규 등의 발령 및 관리에 관한 규정」에 따라 재검토키한을 연장하고, '기상정보의 제공 수수료'의 현행화 및 구체화를 통해 공공데이터의 이용 활성화를 도모
기상감정업의 업무절차에 관한 고시	고시 제2020-7호 (2020.7.13.)	전부 개정	정책 환경의 변화에 따라 민간 부문의 자율성을 제고하고 기상감정업 활성화를 도모하기 위해 관련 고시의 전부개정 추진
기상측기 검정대행기관 지정	고시 제2020-8호 (2020.7.21.)	일부 개정	고시의 재검토키한이 도래하여 「훈령·예규 등의 발령 및 관리에 관한 규정」에 따라 재검토키한을 연장
기상업무에 관한 연구개발사업 위탁 고시	고시 제2020-9호 (2020.7.30.)	일부 개정	기상업무 연구개발사업의 신규 추진으로 위탁사업이 변경됨에 따라 이를 반영
기상관측업무 위탁에 관한 고시	고시 제2020-10호 (2020.8.3.)	일부 개정	고시의 재검토키한이 도래함에 따라 「훈령·예규 등의 발령 및 관리에 관한 규정」 제7조에 따라 재검토키한을 연장
지진 관측 장비 검정수수료	고시 제2020-11호 (2020.11.27.)	제정	지진·지진해일·화산 관측 장비 제작·수입·설치업자 및 관측소 운영기관에 검정의무를 부여하고, 인력 및 설비 요건을 갖춘 자를 검정대행기관으로 지정하는 등의 내용으로 「지진·지진해일·화산의 관측 및 경보에 관한 법률」이 개정(법률 제16612호, 2019.11.26. 공포, 2020.11.27. 시행)됨에 따라 지진 관측 장비의 검정수수료에 필요한 사항을 정함
기상관측시설 등급 기준	고시 제2020-12호 (2020.8.27.)	일부 개정	기상관측시설 등급 부여 대상 관측시설 범위를 명시하는 한편, 특수한 환경에 위치한 관측시설의 등급을 구분할 수 있도록 표기하고, 지표면 인공열원(수원) 면적 비율을 온도계 습도계 등급 기준에 추가하는 등 국제표준(ISO/WMO 19289)을 추가 반영하여 현행 시설등급 기준을 개선·보완
기상항공기 운용 위탁에 관한 고시	고시 제2020-14호 (2020.9.16.)	일부 개정	기상항공기 운용 위탁 사업자를 신규 지정함에 따라 관련 내용 반영
지진해일 관측장비의 성능·규격	고시 제2020-15호 (2020.9.1.)	일부 개정	과학기술정보통신부의 「신고하지 아니하고 개설할 수 있는 무선국용 무선기기」 고시 내용을 반영하고 다양한 지진해일 관측 방식을 도입
지진 관측 장비 검정기준에 대한 검사방법 및 공차	고시 제2020-16호 (2020.12.10.)	제정	지진·지진해일·화산 관측 장비 제작·수입·설치업자 및 관측소 운영기관에 검정의무를 부여하고, 인력 및 설비 요건을 갖춘 자를 검정대행기관으로 지정하는 등의 내용으로 「지진·지진해일·화산의 관측 및 경보에 관한 법률」이 개정(법률 제 16612호, 2019.11.26. 공포, 2020.11.27. 시행)됨에 따라 지진 관측 장비의 검정기준에 대한 검사방법 및 공차에 필요한 사항을 정함

행정규칙명	발령번호 및 시행일자	형식	주요내용
기상분야 국가표준(KS)	고시 제2020-17호 (2021.1.4.)	제정	기상분야 국가표준(KS) 운영의 내실화를 위해 국가표준(KS I ISO 19289)을 제정하고, 「산업표준화법」제11조(산업표준의 고시) 및 같은 법 시행령 제23조(산업표준의 고시)에 따라 고시
기상분야 국가표준(KS)	고시 제2020-18호 (2021.1.4.)	일부 개정	기상분야 국가표준(KS) 운영의 내실화를 위해 번역 및 기상 용어의 사용에 오류가 있는 국가표준(KS I ISO 16622) 중 기상분야 전문위원회를 통해 검토하여 개정하고, 「산업표준화법」 제11조(산업표준의 고시) 및 같은 법 시행령 제23조(산업표준의 고시)에 따라 고시

4

기상관측장비 현황

4.1. 지상기상관측장비

[표 5-7] 자동기상관측장비 설치 현황

순번	지점번호	지점명	구분	주소	순번	지점번호	지점명	구분	주소
1	90	속초	ASOS	강원도 고성군 토성면 봉포5길 9 속초고층관측소	41	170	완도	ASOS	전라남도 완도군 군외면 청해진로 795-3
2	93	북춘천	ASOS	강원도 춘천시 신북읍 정본1길 12 춘천기상대	42	172	고창	ASOS	전라북도 고창군 대신면 칠거리로 70
3	95	철원	ASOS	강원도 철원군 갈말읍 명성로179번길 26	43	174	순천	ASOS	전라남도 순천시 승주읍 평지길 87 순천자동기상관측소
4	96	도곡	ASOS	경상북도 울릉읍 울릉읍 도곡이사부길 63	44	175	진도(레)	AWS	전라남도 진도군 의신면 운림산방로 527-209
5	98	동두천	ASOS	경기도 동두천시 방죽로 16-47	45	177	홍성	ASOS	충청남도 홍성군 홍북읍 홍예로 350 홍성기상대
6	99	파주	ASOS	경기도 파주시 문산읍 마정로 46-29	46	184	제주	ASOS	제주특별자치도 제주시 동문로9길 13-1 제주지방기상청
7	100	대관령	ASOS	강원도 평창군 대관령면 경강로 5372	47	185	고산	ASOS	제주특별자치도 제주시 한경면 노을해안로 1013-70
8	101	춘천	ASOS	강원도 춘천시 충일로91번길 12 춘천자동기후관측소	48	188	성산	ASOS	제주특별자치도 서귀포시 성산읍 신산리 1979-2
9	102	백령도	ASOS	인천광역시 울진군 백령면 진촌리 1031	49	189	서귀포	ASOS	제주특별자치도 서귀포시 태평로439번길 17
10	104	북강릉	ASOS	강원도 강릉시 사천면 과학단지 130 강원지방기상청	50	192	진주	ASOS	경상남도 진주시 남강로 43 진주지역서비스센터
11	105	강릉	ASOS	강원도 강릉시 임영로131번길 19 강릉자동기후관측소	51	201	강화	ASOS	인천광역시 강화군 불은면 중앙로 628
12	106	동해	ASOS	강원도 동해시 중앙로 31 동해자동기상관측소	52	202	양평	ASOS	경기도 양평군 양평읍 시민로20번길 14-1
13	108	서울	ASOS	서울특별시 종로구 송월길 52 서울기후관측소	53	203	이천	ASOS	경기도 이천시 부발읍 대신로546번길 8
14	112	인천	ASOS	인천광역시 중구 자유공원서로 61 인천기상대	54	211	인제	ASOS	강원도 인제군 인제읍 비봉로44번길 93
15	114	원주	ASOS	강원도 원주시 단구로 159 원주자동기상관측소	55	212	홍천	ASOS	강원도 홍천군 홍천읍 연봉동로 27 홍천자동기상관측소
16	115	울릉도	ASOS	경상북도 울릉읍 울릉읍 무릉길 227-75 울릉도관측소	56	216	태백	ASOS	강원도 태백시 문예1길 45 태백자동기상관측소
17	116	관악(레)	AWS	경기도 과천시 자하동길 64 관악산기상레이더관측소	57	217	정선군	ASOS	강원도 정선군 정선읍 복실리 773-7
18	119	수원	ASOS	경기도 수원시 권선구 서호로 149 수도권기상청	58	221	제천	ASOS	충청북도 제천시 대학로 123 제천자동기상관측소
19	121	영월	ASOS	강원도 영월읍 영월읍 영월로 1894-25	59	226	보은	ASOS	충청북도 보은군 보은읍 성주길 57 보은자동기상관측소
20	127	충주	ASOS	충청북도 충주시 안림로 55 충주자동기상관측소	60	229	북격렬비도	AWS	충청남도 태안군 근흥면 가의도리 북격렬비도 산 27
21	129	서산	ASOS	충청남도 서산시 수석1길 124-1 홍성기상대	61	232	천안	ASOS	충청남도 천안시 동남구 병천면 병천1로 36
22	130	울진	ASOS	경상북도 울진군 울진읍 현내항길 157	62	235	보령	ASOS	충청남도 보령시 대대로 450 보령자동기상관측소
23	131	청주	ASOS	충청북도 청주시 흥덕구 공단로 76 청주기상지청	63	236	부여	ASOS	충청남도 부여군 부여읍 금성로 63 부여자동기상관측소
24	133	대전	ASOS	대전광역시 유성구 대학로 383 대전지방기상청	64	238	금산	ASOS	충청남도 금산군 금산읍 비단로 410-8
25	135	추풍령	ASOS	충청북도 영동군 추풍령면 관리길 25-15	65	239	세종	ASOS	세종특별자치시 새롬동 산 61
26	136	안동	ASOS	경상북도 안동시 열루재1길 16 안동기상대	66	243	부안	ASOS	전라북도 부안군 행안면 변산로 42 부안자동기상관측소
27	137	상주	ASOS	경상북도 상주시 남산2길 322 상주자동기상관측소	67	244	임실	ASOS	전라북도 임실군 임실읍 운수로 58 임실자동기상관측소
28	138	포항	ASOS	경상북도 포항시 남구 송도로 70 포항고층기후관측소	68	245	정읍	ASOS	전라북도 정읍시 서부산업도로 168-43
29	140	군산	ASOS	전라북도 군산시 거척길 3-60 군산자동기상관측소	69	247	남원	ASOS	전라북도 남원시 도동동 춘향로 74-32
30	143	대구	ASOS	대구광역시 동구 효동로2길 10 대구기상지청	70	248	장수	ASOS	전라북도 장수군 장수읍 장천로 277
31	146	전주	ASOS	전라북도 전주시 덕진구 상가마을길 25 전주기상지청	71	251	고창군	ASOS	전라북도 고창군 고창읍 중거리당산로 74-12
32	152	울산	ASOS	울산광역시 중구 달빛로 65-26 울산기상대	72	252	영광군	ASOS	전라남도 영광군 복호로 7 영광군자동기상관측소
33	155	창원	ASOS	경상남도 창원시 마산합포구 가포순환로 172	73	253	김해시	ASOS	경상남도 김해시 부원동 123-4 김해시자동기상관측소
34	156	광주	ASOS	광주광역시 북구 서암대로 71 광주지방기상청	74	254	순창군	ASOS	전라북도 순창군 순창읍 교성리 258 순
35	159	부산	ASOS	부산광역시 중구 북병산길32번길 5-11 부산기상관측소	75	255	북창원	ASOS	경상남도 창원시 성산구 내동 산 27-10
36	160	부산(레)	AWS	부산광역시 서구 구덕산길 96 구덕산기상레이더관측소	76	257	양산시	ASOS	경상남도 양산시 동면 강변로 54 양산시자동기상관측소
37	162	통영	ASOS	경상남도 통영시 망일길 67 통영자동기상관측소	77	258	보성군	ASOS	전라남도 보성군 득량면 예당리 3046-2
38	165	목포	ASOS	전라남도 목포시 교해대로 815 목포기상대	78	259	강진군	ASOS	전라남도 강진군 강진읍 남포리 12-1
39	168	여수	ASOS	전라남도 여수시 고소5길 42 여수기후관측소	79	260	장흥	ASOS	전라남도 장흥군 장흥읍 흥성로 226
40	169	흑산도	ASOS	전라남도 신안군 흑산면 예리3길 21-90	80	261	해남	ASOS	전라남도 해남군 해남읍 남각길 337

순번	지점번호	지점명	구분	주소	순번	지점번호	지점명	구분	주소
81	262	고흥	ASOS	전라남도 고흥읍 두원로 130	136	404	강서	AWS	서울특별시 강서구 양천로 201 서남 물재생센터
82	263	의령군	ASOS	경상남도 의령군 의합대로 44-54 의령군자동차기상관측소	137	405	양천	AWS	서울특별시 양천구 목동동로 298 목동주차장
83	264	함양군	ASOS	경상남도 함양군 함양읍 용평리 915-202	138	406	도봉	AWS	서울특별시 도봉구 시루봉로 173 신방학초등학교
84	266	광양시	ASOS	전라남도 광양시 중동 산 109-3 광양시자동차기상관측소	139	407	노원	AWS	서울특별시 노원구 화랑로 564
85	268	진도군	ASOS	전라남도 진도읍 남동리 291	140	408	동대문	AWS	서울특별시 동대문구 서울시립대로 163
86	271	봉화	ASOS	경상북도 봉화군 춘양면 서동길 59 봉화자동차기상관측소	141	409	중랑	AWS	서울특별시 중랑구 면목로57길 32 면동초등학교
87	272	영주	ASOS	경상북도 영주시 풍기읍 남원로 178	142	410	기상청	AWS	서울특별시 동작구 여의대방로16길 61 기상청
88	273	문경	ASOS	경상북도 문경시 유곡불정로 223 문경자동차기상관측소	143	411	마포	AWS	서울특별시 마포구 창전동 산1-75 위우산 제1025부대
89	276	청송군	ASOS	경상북도 청송군 청송읍 길안청송로 1591-9	144	412	서대문	AWS	서울특별시 서대문구 연세로 50 연세대학교
90	277	영덕	ASOS	경상북도 영덕군 영해면 318만세길 90-19	145	413	광진	AWS	서울특별시 광진구 자양2동 680-67 제5858부대
91	278	의성	ASOS	경상북도 의성읍 홍술로 89-14	146	414	성북	AWS	서울특별시 성북구 정릉로 77 국민대학교 과학관
92	279	구미	ASOS	경상북도 구미시 원남로2길16 구미자동차기상관측소	147	415	용산	AWS	서울특별시 용산구 이촌로 255 신원산초등학교
93	281	영천	ASOS	경상북도 영천시 망정3길 35 영천자동차기상관측소	148	416	은평	AWS	서울특별시 은평구 연서로 608-5 방패교육대
94	283	경주시	ASOS	경상북도 경주시 서라벌대로 336-20	149	417	금천	AWS	서울특별시 금천구 시흥대로104길 31 독산초등학교
95	284	거창	ASOS	경상남도 거창군 거창읍 수남로 2109	150	418	한강	AWS	서울특별시 영등포구 여의동로 280 여의도 세모유류센터
96	285	합천	ASOS	경상남도 합천읍 합천읍 동서로 164번	151	419	중구	AWS	서울특별시 중구 소파로 83 남산케이불가
97	288	밀양	ASOS	경상남도 밀양시 잠필재로 5 밀양자동차기상관측소	152	421	성동	AWS	서울특별시 성동구 서울숲길 18 성수중학교
98	289	산청	ASOS	경상남도 산청군 산청읍 꽃봉산로 133번길 3	153	423	구로	AWS	서울특별시 구로구 부일로 893 온수초등학교
99	294	거제	ASOS	경상남도 거제시 장평2로 2길 47 거제자동차기상관측소	154	424	강북	AWS	서울특별시 강북구 도봉로89길 13 강북구청
100	295	남해	ASOS	경상남도 남해군 이등면 남해대로 2423	155	425	남현	AWS	서울특별시 관악구 남현동 수도방위사령부
101	296	북부산	AWS	부산광역시 강서구 대저동 1426	156	426	백령(레)	AWS	인천광역시 옹진군 백령면 두무전로 362-91
102	300	말도	AWS	전라북도 군산시 옥도면 말도리 말도 산 1	157	427	김포장기	AWS	경기도 김포시 장기동
103	301	임자도	AWS	전라남도 신안군 임자면 진리길 32-58 파크골프장	158	428	하남덕동	AWS	경기도 하남시 덕동동 726-11
104	302	장산도	AWS	전라남도 신안군 장산면 오음리 25-5	159	493	송악	AWS	충청남도 아산시 송악면 송악로 714번길 37
105	303	가거도	AWS	전라남도 신안군 흑산면 가거도리 산 95	160	494	세종고운	AWS	세종특별자치시 고운동 산 25
106	304	신지도	AWS	전라남도 완도군 신지도 월양리 855	161	495	공도	AWS	경기도 안성시 공도읍 불당길 40-68
107	305	여서도	AWS	전라남도 완도군 청산면 여서리 580	162	496	세종금남	AWS	세종특별자치시 금남면 성덕리 77-3
108	306	소리도	AWS	전라남도 여수시 남면 연도리 1619-19	163	497	삼당령	AWS	강원도 강릉시 왕산면 송현리 산 242
109	308	옥도	AWS	전라남도 신안군 옥도면 옥도리 105-2	164	498	구룡령	AWS	강원도 홍천군 내면 구룡령로 7846
110	309	편문점	AWS	경기도 파주시 군내면 조산리 44	165	499	중면	AWS	경기도 연천군 중면 삼곶리 260 육군 제28사단 81연대
111	310	공촌	AWS	강원도 삼척시 근덕면 공촌리 369-2	166	500	양도	AWS	인천광역시 강화군 양도면 길정리 296-2
112	311	가야산	AWS	경상남도 합천군 가야면 치인1길 13-45	167	501	대연평	AWS	인천광역시 옹진군 연평면 연평리 493-12
113	312	주왕산	AWS	경상북도 청송군 부동면 공원길 169-7	168	502	교동	AWS	인천광역시 강화군 교동면 고구리 480-1
114	313	양지암	AWS	경상남도 거제시 능포동 산 1 육군 132-1 레이더기지	169	503	도라산	AWS	경기도 파주시 장단면 도라산리 산 18
115	314	덕유봉	AWS	전라북도 무주군 설천면 만선로 185	170	504	포천	AWS	경기도 포천시 자작동 264-1 육군15항공단
116	315	성삼재	AWS	전라남도 구례군 삼동면 노고단로 1068 성삼재휴게소	171	505	가평조종	AWS	경기도 가평군 하면 현리 209 가평하면정수장
117	316	무등산	AWS	광주광역시 동구 용연동 산 354-4	172	506	금촌	AWS	경기도 파주시 금촌2동 1017
118	317	모악산	AWS	전라북도 완주군 구이면 원기리 716-6	173	507	창수	AWS	경기도 포천시 창수면 고소성리 123 육군 제3985부대
119	318	용평	AWS	강원도 평창군 대관령면 올림픽로 715 용평스키장	174	508	왕산	AWS	인천광역시 중구 율왕동 산 104-1 육군 제1312부대
120	319	천부	AWS	경상북도 울릉군 북면 천부길 95-3	175	509	관악	AWS	서울특별시 관악구 관악로 1 서울대학교
121	320	향로봉	AWS	강원도 고성군 간성읍 향로봉정상 유곡대대	176	510	영등포	AWS	서울특별시 영등포구 국회대로53길 20
122	321	원동	AWS	강원도 인제군 북면 원동리 1862부대 12사단 을지부대	177	511	공촌동	AWS	인천광역시 서구 공촌동 산 98 7873부대 2대대
123	322	상서	AWS	강원도 화천군 상서면 산양1리 104-20호 본부포대	178	512	인천연수	AWS	인천광역시 연수구 동촌동 산 62-35 6617부대 2대대
124	323	마현	AWS	강원도 철원군 근남면 마현1리 15사단 수색대대	179	513	덕적도	AWS	인천광역시 옹진군 덕적면 덕적북로 130
125	324	승계	AWS	충청북도 제천시 한수면 탄지리 527-6	180	514	대부도	AWS	경기도 안산시 단원구 대부남동 299-3
126	325	백운	AWS	충청북도 제천시 백운면 구학산로2길 54-19	181	515	운평	AWS	경기도 화성시 우정읍 운평리 601-6
127	326	용문산	AWS	경기도 양평군 용문면 중원리 464	182	516	안성	AWS	경기도 안성시 옥산동 365 알미산공원
128	327	우암산	AWS	충청북도 청주시 상당구 명암로 143 국립청주박물관	183	517	간성	AWS	강원도 고성군 간성읍 간성북로 87 고성군농업기술센터
129	328	중문	AWS	제주특별자치도 서귀포시 중문관광로 72번길 60	184	518	해안	AWS	강원도 양구군 해안면 오우리 134
130	329	산천단	AWS	제주특별자치도 제주시 복지로1길 8 KBS 제주방송총국	185	519	사내	AWS	강원도 화천군 사내면 사창리 7853부대
131	330	대흘	AWS	제주특별자치도 제주시 조천읍 대흘리 2778-30	186	520	설악동	AWS	강원도 속초시 설악산로 833 설악산관리사무소
132	400	강남	AWS	서울특별시 강남구 개포로 625 탄천 물재생센터	187	521	강현	AWS	강원도 양양군 강현면 장산리 육군 제1799부대
133	401	서초	AWS	서울특별시 서초구 서초동 1416번지 서초 IC	188	522	화촌	AWS	강원도 홍천군 화촌면 주음치리 구목길 52 제6790부대
134	402	강동	AWS	서울특별시 강동구 고덕로 183 서울종합직업전문학교	189	523	주문진	AWS	강원도 강릉시 주문진을 주문진 961
135	403	송파	AWS	서울특별시 송파구 올림픽로 240 롯데월드	190	524	강문	AWS	강원도 강릉시 해안로 217 하수중계펌프장

순번	지점번호	지점명	구분	주소
191	525	봉평	AWS	강원도 평창군 봉평면 창동리 421-1
192	526	평창	AWS	강원도 평창군 평창읍 여미리 261-14
193	527	신동	AWS	강원도 정선군 신동읍 예미리 774-1
194	529	원덕	AWS	강원도 삼척시 원덕읍 산양서원길 981-4
195	530	태하	AWS	경상북도 울릉군 서면 태하리 212
196	531	가평북면	AWS	경기도 가평군 북면 소법리 천 627-39
197	532	의정부	AWS	경기도 의정부시 용현동 399-24 용현배수지
198	533	신둔	AWS	경기도 이천시 신둔면 석동로 167
199	534	장호원	AWS	경기도 이천시 장호원읍 서동대로8759번길 97-103
200	535	서석	AWS	강원도 홍천군 서석면 풍암리 526-2
201	536	황성	AWS	강원도 황성군 황성을 문예로 133
202	537	임계	AWS	강원도 정선군 임계면 봉산리 302-2 정선양묘사업소
203	538	신서	AWS	경기도 연천군 신서면 도신4리 164-1 소득자원연구소
204	539	포천이동	AWS	경기도 포천시 이동면 장암리 264-1 이동비행장
205	540	고양	AWS	경기도 고양시 덕양구 용두동 산 17-23 권율부대
206	541	남양주	AWS	경기도 남양주시 진건읍 배암리 922-3 진건 푸른물센터
207	542	청평	AWS	경기도 가평군 청평면 대성리 393-12
208	543	영종도	AWS	인천광역시 중구 하늘빛로 133 영종초등학교
209	544	전곡항	AWS	경기도 화성시 서신면 전곡리 1075
210	545	안산	AWS	경기도 안산시 상록구 해안로 870 농어촌연구원
211	546	경기광주	AWS	경기도 광주시 회안대로 1061-59
212	547	양동	AWS	경기도 양평군 양동면 쌍학리 865-4 양수장 내
213	548	여주	AWS	경기도 여주군 여주읍 교리 46-8 여주군
214	549	용인	AWS	경기도 용인시 처인구 포곡면 둔전리 육군55사단
215	550	오산	AWS	경기도 오산시 외삼미동 산 56-1 2819부대 3세대
216	551	평택	AWS	경기도 평택시 합정동 산 28 평택시 공설운동장
217	552	김화	AWS	강원도 철원군 김화읍 학사리 3사단 수색대대
218	553	대진	AWS	강원도 고성군 현내면 초도리 산2-2
219	554	미시령	AWS	강원도 고성군 토성면 미시령옛길 383
220	555	화천	AWS	강원도 화천군 하남면 춘화로 3331번길 45
221	556	양구	AWS	강원도 양구군 양구읍 정림리 160-10
222	557	기린	AWS	강원도 인제군 기린면 현2리 제2307부대 테니스장 옆
223	558	팔봉	AWS	강원도 홍천군 서면 팔봉리 천 1302-63
224	559	내면	AWS	강원도 홍천군 내면 창촌리 1513-2
225	560	진부	AWS	강원도 평창군 진부면 진부중앙로 203-5 한국도로공사
226	561	청일	AWS	강원도 황성군 청일면 유동로 13
227	562	영월주천	AWS	강원도 영월군 주천면 주천리 1376-19
228	563	북평	AWS	강원도 정선군 북평면 장열안길 100
229	565	시흥	AWS	경기도 시흥시 동서로 287 시흥시갯골생태공원
230	566	연곡	AWS	강원도 강릉시 연곡면 송림리 21-3 연곡양묘장
231	567	적성	AWS	경기도 파주시 적성면 구음리 제8567부대 301세대
232	568	일동	AWS	경기도 포천시 일동면 기산리 106-1
233	569	구리	AWS	경기도 구리시 서울외곽순환고속도로 26 토펅C
234	570	금곡	AWS	인천광역시 서구 금곡동 산 14-1 해병대 제2사단
235	571	화성	AWS	경기도 화성시 남양동 산 34 2819부대 2세대
236	572	성남	AWS	경기도 성남시 중원구 성남대로 997 성남시청
237	573	청운	AWS	경기도 양평군 청운면 용두리 595
238	574	대신	AWS	경기도 여주군 대신면 초현리 520-3
239	575	용인이동	AWS	경기도 용인시 처인구 이동면 어진로 737-10
240	576	백암	AWS	경기도 용인시 처인구 백암면 용천리 산 27
241	577	장봉도	AWS	인천광역시 옹진군 북도면 장봉로 553 장봉분교
242	578	호도	AWS	충청남도 보령시 오천면 녹도리 338-5
243	579	하장	AWS	강원도 삼척시 하장면 장천리 266-9
244	580	옥계	AWS	강원도 강릉시 옥계면 현내교동길 99-37 옥계정수장
245	581	상동	AWS	강원도 영월군 상동읍 내덕2리 248-4

순번	지점번호	지점명	구분	주소
246	582	신림	AWS	강원도 원주시 신림면 치악로 28-9
247	583	안흥	AWS	강원도 횡성군 안흥면 덕송로 23
248	585	신남	AWS	강원도 인제군 남면 신평리 사서함 85-16 신남연대
249	586	복산	AWS	강원도 춘천시 북산면 중추곡길 51
250	587	방산	AWS	강원도 양양군 방산면 송현리 제5993부대 65연대
251	588	남산	AWS	강원도 춘천시 남산면 방곡리 천 629-41
252	589	능곡	AWS	경기도 고양시 일산동구 성석동 산 69-2 제5895부대
253	590	과천	AWS	경기도 과천시 상하벌로 110 국립과천과학관
254	591	치악산	AWS	강원도 원주시 소초면 학곡리 900
255	592	부른	AWS	강원도 원주시 부른면 호호리 936
256	593	양양영덕	AWS	강원도 양양군 서면 영덕리 164-12
257	594	서화	AWS	강원도 인제군 서화면 서화리 1127-2
258	595	진부령	AWS	강원도 고성군 간성읍 흘리길 190 흘리보건소 옆
259	596	오색	AWS	강원도 양양군 서면 오색리 199-1
260	597	대화	AWS	강원도 평창군 대화면 신리 1106-21
261	598	양주	AWS	경기도 양주시 광적면 석우리 산 6 제8030부대
262	599	광릉	AWS	경기도 포천시 소흘읍 광릉수목원로 415
263	600	금왕	AWS	충청북도 음성군 금왕읍 용계리 245-4
264	601	단양	AWS	충청북도 단양군 단양읍 중앙1로 20
265	602	진천	AWS	충청북도 진천군 진천읍 문진로 1433
266	603	괴산	AWS	충청북도 괴산군 괴산읍 임격정로 169
267	604	옥천	AWS	충청북도 옥천군 옥천읍 옥천동이로 234
268	605	영동	AWS	충청북도 영동군 영동읍 학산영동로 1065
269	606	대산	AWS	충청남도 서산시 대산읍 대죽리 산 95-1 5304부대
270	607	근흥	AWS	충청남도 태안군 근흥면 신진부두길 36 안흥어업수산국
271	608	홍북	AWS	충청남도 홍성군 홍북면 상하리 산 91 32사단
272	609	삼시도	AWS	충청남도 보령시 오천면 삼시도리 138-10
273	610	홍성죽도	AWS	충청남도 홍성군 서부면 죽도리 33-1
274	611	세종연서	AWS	세종특별자치시 연서면 당산로 383
275	612	공주	AWS	충청남도 공주시 공흥동 산 20 공주예비군훈련장
276	614	서천	AWS	충청남도 서천군 마서면 장서로 689
277	615	논산	AWS	충청남도 논산시 덕지동 43-29
278	616	당진	AWS	충청남도 당진군 당진읍 채운리 산 5-5
279	617	성거	AWS	충청남도 천안시 서북구 성거읍 봉주로 75
280	618	청양	AWS	충청남도 청양군 청양읍 구불로 1026-84
281	619	음성	AWS	충청북도 음성군 음성읍 평곡리 520-1
282	620	엄정	AWS	충청북도 충주시 엄정면 울능리 1334
283	621	수산	AWS	충청북도 제천시 수산면 옥순봉로 933
284	622	수안보	AWS	충청북도 충주시 수안보면 안보리 419-1
285	623	증평	AWS	충청북도 증평군 증평읍 연탄리 제37보병사단
286	624	상당	AWS	충청북도 청주시 상당구 미원면 미원리 463-4
287	625	속리산	AWS	충청북도 보은군 속리산면 범주사로 84 속리산국립공원
288	626	옥천청산	AWS	충청북도 옥천군 청산면 청산관리로 507 황도진교육원
289	627	태안	AWS	충청남도 태안군 태안읍 백화로 49 태안초등학교
290	628	예산	AWS	충청남도 예산군 신암면 오신로 852
291	629	세종전의	AWS	세종특별자치시 전의면 읍내하늘길 63
292	630	노은	AWS	충청북도 충주시 노은면 수릉로 501
293	631	송도	AWS	인천광역시 연수구 인천신항대로892번길 40
294	632	유구	AWS	충청남도 공주시 유구읍 만천리 500
295	633	정안	AWS	충청남도 공주시 정안면 평정리 284-5
296	634	아산	AWS	충청남도 아산시 인주면 대음리 200
297	635	양화	AWS	충청남도 부여군 양화면 충절로 267-6 양화중학교
298	636	계룡	AWS	충청남도 계룡시 남성면 부남리 제73기상전대
299	637	신명	AWS	충청남도 당진시 신명면 샛터로 172 한정초등학교
300	638	영춘	AWS	충청북도 단양군 영춘면 온달평강로 111

순번	지점번호	지점명	구분	주소	순번	지점번호	지점명	구분	주소
301	639	덕산	AWS	충청북도 제천시 덕산면 도전리 1350-2	356	701	무주	AWS	전라북도 무주군 무주읍 한풍루로 416
302	640	청천	AWS	충청북도 괴산군 송면2길 13	357	702	익산	AWS	전라북도 익산시 서동로 413 전북농업기술원
303	641	대청	AWS	충청북도 청원군 회남문의로 1935	358	703	진안	AWS	전라북도 진안군 진안읍 진무로 702-30
304	642	문화	AWS	대전광역시 중구 문화동 435-42	359	704	변산	AWS	전라북도 부안군 변산면 격포리 270-34
305	643	세천	AWS	대전광역시 동구 세천동 63-1	360	706	담양	AWS	전라남도 담양군 담양읍 천변리 396-16
306	644	연무	AWS	충청남도 논산시 연무읍 연무로 54	361	707	지도	AWS	전라남도 신안군 지도읍 읍내리 산 25-6 헬기장
307	645	서부	AWS	충청남도 홍성군 서부면 서부로 505 서부초등학교	362	708	광산	AWS	광주광역시 광산구 평동로 639-2 광주농업기술센터
308	646	춘장대	AWS	충청남도 서천군 서면 부사리 289 부사교관리사 내	363	709	구례	AWS	전라남도 구례군 구례읍 동산1길 32
309	647	가곡	AWS	충청북도 영동군 양산면 원당리 704 제방	364	710	나주	AWS	전라남도 나주시 금천면 벽류길 121 나주배시협장
310	648	장동	AWS	대전광역시 대덕구 장동 360-2	365	711	이양	AWS	전라남도 화순군 이양면 강성리 848-9
311	649	부평	AWS	인천광역시 부평구 구산동 사서함 317-4	366	712	순천시	AWS	전라남도 순천시 덕암동 184-3
312	650	양지	AWS	강원도 철원군 동송읍 양지리 6사단 수색대대	367	713	광양읍	AWS	전라남도 광양시 광양읍 칠성리 419-2
313	651	외촌	AWS	강원도 철원군 철원읍 외촌리 6사단 2연대 수색대대	368	714	자은도	AWS	전라남도 신안군 자은면 구영리 1164-24
314	652	연천청산	AWS	경기도 연천군 청산면 초성리 376-1 제28사단 75여단	369	716	하의도	AWS	전라남도 신안군 하의면 후광길 288
315	654	자월도	AWS	인천광역시 옹진군 자월면 자월서로 164 자월면사무소	370	717	익신	AWS	전라남도 진도군 익신면 연주리 888-1
316	655	소청도	AWS	인천광역시 옹진군 대청면 소청리 소청서로 279	371	718	상조도	AWS	전라남도 진도군 조도면 맹성리 633
317	656	불음도	AWS	인천광역시 강화군 서도면 불음도리 산 44	372	719	선유도	AWS	전라북도 군산시 옥도면 장차도리 71
318	657	대천항	AWS	충청남도 보령시 신항동 대천항2길 39-4	373	720	보길도	AWS	전라남도 완도군 보길면 부항리 산 60-5
319	658	만리포	AWS	충청남도 태안군 소원면 모항리 산 93 국직 5188부대	374	721	금일	AWS	전라남도 완도군 금일읍 신구리 산 264-1
320	659	계룡산	AWS	충청남도 계룡시 남산면 부남리 경비연대 방공중대	375	722	조선대	AWS	광주광역시 동구 필문대로 309
321	660	면운	AWS	강원도 평창군 봉평면 면운리 65-1	376	723	거문도	AWS	전라남도 여수시 삼산면 거문길 103 해양파출소
322	661	현내	AWS	강원도 고성군 현내면 명파4길 11-15	377	724	추자도	AWS	제주특별자치도 제주시 추자면 영흥리 31-14
323	662	승봉도	AWS	인천광역시 옹진군 자월면 승봉로67번길 43-18	378	725	우도	AWS	제주특별자치도 제주시 우도면 연평리 772
324	663	목덕도	AWS	인천광역시 옹진군 덕적면 백아리 목덕도	379	726	마라도	AWS	제주특별자치도 서귀포시 대정읍 가파리 584
325	664	영흥도	AWS	인천광역시 옹진군 영흥면 외리 248-5 수산자원연구소	380	727	유수암	AWS	제주특별자치도 제주시 애월읍 평화로 2144
326	665	무의도	AWS	인천광역시 중구 대우로 302-17 무의초등학교	381	730	장성	AWS	전라남도 장성군 황룡면 강변로 377
327	666	안도	AWS	충청남도 태안군 원북면 방갈리 산 240	382	731	영암	AWS	전라남도 영암군 영암읍 배날리길 50
328	667	옹도	AWS	충청남도 태안군 근흥면 가의도리 산 29	383	732	보성	AWS	전라남도 보성군 보성읍 옥평리 571-11
329	669	외연도	AWS	충청남도 보령시 오천면 외연도1길 325	384	733	할라	AWS	전라북도 익산시 할라면 할라2길 162
330	670	양양	AWS	강원도 양양군 양양읍 송암리 160	385	734	완주	AWS	전라북도 완주군 고산면 소항리 699-1
331	671	청호	AWS	강원도 속초시 조양동 1034 제1중계펌프장	386	735	덕유산	AWS	전라북도 무주군 설천면 삼공리 483-1
332	672	상하	AWS	전라북도 고창군 상하면 장산리 780-2	387	736	진봉	AWS	전라북도 김제시 진봉면 진봉로 302 진봉초등학교
333	673	진영	AWS	경상남도 김해시 진영읍 하계로 138번길 30	388	737	김제	AWS	전라북도 김제시 서암길 94 김제시 배수지
334	674	사북	AWS	강원도 정선군 사북읍 하이원길 57-33 강원랜드	389	738	출포	AWS	전라북도 부안군 출포면 주을로 228-18
335	675	남이섬	AWS	강원도 춘천시 남산면 방하리 산 159	390	739	삼원	AWS	전라북도 고창군 삼원면 도천리 822
336	676	위성센터	AWS	충청북도 진천군 광혜원면 구암길 64-18	391	741	화순	AWS	전라남도 화순군 화순읍 삼천리 590
337	678	강릉성산	AWS	강원도 강릉시 성산면 어흘리 산1-25	392	742	운남	AWS	전라남도 무안군 운남면 성내리 580-7
338	679	강릉왕산	AWS	강원도 강릉시 왕산면 대گیری 1147 강원도 감사원중앙	393	743	비금	AWS	전라남도 신안군 비금면 비금북부길 573-1
339	680	평화	AWS	강원도 화천군 화천읍 동촌리 2921-3	394	744	산이	AWS	전라남도 해남군 산이면 덕송리 1077
340	681	원동	AWS	강원도 철원군 원동면 7사단 안동포대	395	745	성전	AWS	전라남도 강진군 성전면 송월리 달맞이길 31
341	682	임남	AWS	강원도 철원군 임남면 21사단 북한강중대	396	746	망골	AWS	전라남도 해남군 송치면 미아리 854
342	687	석곡	AWS	전라남도 곡성군 석곡면 유정리 403 돌실공원	397	747	청산도	AWS	전라남도 완도군 청산면 도청리 976
343	688	봉산	AWS	전라남도 담양군 봉산면 삼지리 437-9	398	748	벌교	AWS	전라남도 보성군 벌교읍 장호길 56-386
344	689	광주남구	AWS	광주광역시 남구 덕남길 7	399	749	도양	AWS	전라남도 고흥군 도양읍 봉암리 2346
345	690	풍산	AWS	전라북도 순창군 풍산면 금포로 1006-1 풍산면사무소	400	750	백야	AWS	전라남도 여수시 화양면 세모당마리길 22
346	691	정산	AWS	충청남도 청양군 정산면 큰박길 117-25	401	751	선홍	AWS	제주특별자치도 제주시 조천읍 선교로 117
347	692	백학	AWS	경기도 연천군 백학면 두물리 66 제25사단 수색대대	402	752	서광	AWS	제주특별자치도 서귀포시 안덕면 신화역사로188번길 62
348	693	오창	AWS	충청북도 청원군 오창읍 송대리 320-1	403	753	어리목	AWS	제주특별자치도 제주시 1100로 2070-61
349	694	원효봉	AWS	충청남도 예산군 덕산면 대치리 5 KT원효봉중계소	404	754	함평	AWS	전라남도 함평군 함평읍 기각리 189-7
350	695	광덕산	AWS	강원도 화천군 사내면 천문대길40번길 3	405	755	화순북	AWS	전라남도 화순군 북면 옥리 487
351	696	신기	AWS	강원도 삼척시 신기면 신기리 78	406	756	위도	AWS	전라북도 부안군 위도면 진리 501-5
352	697	서거차도	AWS	전라남도 진도군 조도면 서거차도1길 42	407	757	진안추천	AWS	전라북도 진안군 추천면 신양리 487-4
353	698	해제	AWS	전라남도 무안군 해제면 발산길 28-18	408	758	동향	AWS	전라북도 진안군 동향면 대량리 185-19
354	699	무안	AWS	전라남도 무안군 무안읍 교촌로 785-1	409	759	땀사골	AWS	전라북도 남원시 산내면 와운길 10
355	700	어청도	AWS	전라북도 군산시 옥도면 어청도리 산 12	410	760	복흥	AWS	전라북도 순창군 복흥면 정산로 24-31

순번	지점번호	지점명	구분	주소
411	761	태인	AWS	전라북도 정읍시 태인면 태창리 409-3
412	762	강진면	AWS	전라북도 임실군 강진면 용수리 130-1
413	763	여산	AWS	전라북도 익산시 여산면 재남리 육군 부사관학교
414	764	신덕	AWS	전라북도 임실군 신덕면 삼길리 1255-7
415	765	복내	AWS	전라남도 보성군 복내면 복내리 536-13
416	766	여수수단	AWS	전라남도 여수시 월내동 1056 GS칼텍스여천공장
417	767	포두	AWS	전라남도 고흥군 포두면 송산리 1640
418	768	곡성	AWS	전라남도 곡성군 곡성읍 삼인동길 97 31사단 95연대
419	769	염산	AWS	전라남도 영광군 염산면 향화로4길 64-18
420	770	다도	AWS	전라남도 나주시 다도면 다도로 759
421	771	인좌	AWS	전라남도 신안군 인좌면 향목리 398-3
422	772	수유	AWS	전라남도 진도군 군내면 덕병리 1512-1
423	773	학산	AWS	전라남도 영광군 학산면 상월리 산 86
424	774	전남도청	AWS	전라남도 무안군 삼향읍 오룡길 1
425	775	월야	AWS	전라남도 함평군 월야면 월야리 344-13
426	776	현산	AWS	전라남도 해남군 현산면 현산북평로 82 현산면사무소
427	777	관산	AWS	전라남도 장흥군 대덕읍 대대로 931 대덕읍사무소
428	778	유치	AWS	전라남도 장흥군 유치면 관동리 62
429	779	한림	AWS	제주특별자치도 제주시 한림읍 명월리 1969
430	780	제주남원	AWS	제주특별자치도 서귀포시 남원읍 태위로 551-27
431	781	구좌	AWS	제주특별자치도 제주시 구좌읍 하도로 2233-1
432	782	성판악	AWS	제주특별자치도 제주시 조천읍 516로 1865
433	783	과기원	AWS	광주광역시 북구 첨단과기로 123 광주과학기술원
434	784	시종	AWS	전라남도 영암군 시종면 만수리 680
435	785	북일	AWS	전라남도 해남군 북일면 신월리 174-4
436	786	돌산	AWS	전라남도 여수시 돌산읍 신복리 1174-7 마을회관 옥상
437	787	도화	AWS	전남 고흥군 도화면 당오리 1147-15
438	788	풍암	AWS	광주광역시 서구 풍암동 20
439	789	압해도	AWS	전라남도 신안군 압해도 신원로 602-5 나무병원
440	790	나로도	AWS	전라남도 고흥군 통일면 덕흥리 산 299-3
441	791	피아골	AWS	전라남도 구례군 토지면 직전길 32
442	792	표선	AWS	제주특별자치도 서귀포시 표선면 한마을초등로 399
443	793	대정	AWS	제주특별자치도 서귀포시 대정읍 일과리 1396-2
444	794	황전	AWS	전라남도 순천시 황전면 괴목리 60-1
445	795	옥과	AWS	전라남도 곡성군 옥과면 리문리 161
446	796	초도	AWS	전라남도 여수시 삼산면 초도리 1 산 2858 초도발전소
447	797	하태도	AWS	전라남도 신안군 흑산면 장굴길 17-11 내연발전소 뒤
448	798	홍도	AWS	전라남도 신안군 흑산면 홍도1길 53 홍도분교
449	799	낙월도	AWS	전라남도 영광군 낙월면 상낙월리 355 낙월면사무소
450	800	평해	AWS	경상북도 울진군 평해읍 평해리 510
451	801	영양	AWS	경상북도 영양군 영양읍 감천리 646-2
452	802	온정	AWS	경상북도 울진군 온정면 외선미리 63
453	803	옥산	AWS	경상북도 의성군 옥산면 금봉로 27 옥산중학교
454	804	청하	AWS	경상북도 포항시 북구 청하면 미남리 629-3
455	805	죽장	AWS	경상북도 포항시 북구 죽장면 방흥리 276
456	806	선산	AWS	경상북도 구미시 선산읍 김선로 963
457	807	의흥	AWS	경상북도 경주군 의흥면 수서리 581-1
458	808	호미곶	AWS	경상북도 포항시 남구 호미곶면 대보리 287-1
459	809	대덕	AWS	경상북도 김천시 대덕면 중산리 429-3
460	810	성주	AWS	경상북도 성주군 성주읍 삼산리 405-1
461	811	황성	AWS	경상북도 경주시 황성동 957 황성공원 내
462	812	고령	AWS	경상북도 고령군 고령읍 일량본길 137
463	813	청도	AWS	경상북도 청도군 화양읍 송북리 278
464	814	부석	AWS	경상북도 영주시 부석면 소백로 3790 아람전편선
465	815	예천	AWS	경상북도 예천군 예천읍 등본리 179-2

순번	지점번호	지점명	구분	주소
466	816	구룡포	AWS	경상북도 포항시 남구 구룡포읍 병포길52번길 41
467	817	수비	AWS	경상북도 영양군 수비면 수하리 산 107-18
468	818	마성	AWS	경상북도 문경시 마성면 문경GC길 240 문경레저타운
469	819	예안	AWS	경상북도 안동시 예안면 임예로 1896 예안119지역대
470	820	하회	AWS	경상북도 안동시 풍천면 전서로 216
471	821	공성	AWS	경상북도 상주시 공성면 용산로 1094
472	822	김천	AWS	경상북도 김천시 구성면 남김천대로 3296-22
473	823	군위	AWS	경상북도 군위군 군위를 내량1길 11
474	824	가산	AWS	경상북도 칠곡군 가산면 학상리 256-1
475	825	칠곡	AWS	경상북도 칠곡군 약목면 동덕로 146
476	826	신녕	AWS	경상북도 영천시 신녕면 큰골길 9 신녕초등학교
477	827	경산	AWS	경상북도 경산시 남매로 158 경산보건소
478	828	달성	AWS	대구광역시 달성군 현풍면 현풍서로 147
479	829	외동	AWS	경상북도 경주시 외동읍 순금2길 8-15 (구)외동정수장
480	830	기계	AWS	경상북도 포항시 북구 기계면 새마을발전지길 116
481	831	석포	AWS	경상북도 봉화군 석포면 대현리 산 13-103
482	832	안계	AWS	경상북도 영덕군 안계면 용기9길 9 안계고등학교
483	833	은척	AWS	경상북도 상주시 은척면 성주봉로 795
484	834	화서	AWS	경상북도 상주시 화서면 중화로 2191
485	835	봉화읍	AWS	경상북도 봉화군 봉화읍 거촌리 385
486	836	현서	AWS	경상북도 청송군 현서면 구산리 61-1
487	837	이산	AWS	경상북도 영주시 이산면 원리 228 제3260부대 3세대
488	838	동로	AWS	경상북도 문경시 동로면 여우목로 2319-45
489	839	길안	AWS	경상북도 안동시 길안면 천지안길 71-3 길안중학교
490	840	하양	AWS	경상북도 경산시 하양읍 금락리 산 121
491	841	화북	AWS	경상북도 영천시 화북면 오산리 1493 화북소공원
492	842	산내	AWS	경상북도 경주시 산내면 외칠리 981-2
493	843	금강송	AWS	경상북도 울진군 서면 불영계곡로 1720
494	844	영덕읍	AWS	경상북도 영덕군 영덕읍 영곡로 구미리 62 영덕군농업기술센터
495	845	대구북구	AWS	대구광역시 북구 조야로22길 209 신천 하수종말처리장
496	846	서구	AWS	대구광역시 서구 종리동 942-1 상리배수지
497	847	소보	AWS	경상북도 군위군 소보면 소보안계로 107
498	848	청도금천	AWS	경상북도 청도군 금천면 섬마리1길 27 금천초등학교
499	849	지보	AWS	경상북도 예천군 지보면 소화1길 20-5
500	850	감포	AWS	경상북도 경주시 감포읍 감포읍 나정리 630 나정해수욕장
501	851	소곡	AWS	경상북도 울진군 북면 박곡소야로 448
502	852	죽변	AWS	경상북도 울진군 죽변면 등대길 131 죽변레이더기지
503	853	팔공산	AWS	경상북도 칠곡군 동명면 한티로 1034
504	854	삼동	AWS	울산광역시 울주군 삼동면 금곡리 산 183-6
505	855	가파도	AWS	제주특별자치도 서귀포시 대정읍 가파리 373-1
506	856	광양백운산	AWS	전라남도 광양시 옥룡면 동곡리 1105
507	857	완도읍	AWS	전라남도 완도군 완도읍 청해진서로398번길 19-1
508	858	지산	AWS	전라남도 진도군 지산면 인지리 77-1
509	859	토함산	AWS	경상북도 경주시 양북면 불곡로 1208-45
510	860	신암	AWS	대구광역시 동구 야당로9길 36
511	861	월정	AWS	제주특별자치도 제주시 구좌읍 월정리 1400-103
512	862	송당	AWS	제주특별자치도 제주시 구좌읍 송당리 1266-1
513	863	외도	AWS	제주특별자치도 제주시 외도1동 1019
514	864	완산	AWS	전라북도 전주시 완산구 관선3길 21-15
515	865	오동	AWS	제주특별자치도 제주시 오동동 1809
516	866	한라생태숲	AWS	제주특별자치도 제주시 용강동 산 14-1
517	867	삼각봉	AWS	제주특별자치도 제주시 오라2동
518	868	사제비	AWS	제주특별자치도 제주시 애월읍 광령리 산 138-1
519	869	영실	AWS	제주특별자치도 서귀포시 하원동 산 1-1
520	870	진달래밭	AWS	제주특별자치도 서귀포시 남원읍 영실로 492

순번	지점번호	지점명	구분	주소
521	871	윗세오름	AWS	제주특별자치도 제주시 애월읍 1100로 2070-510
522	872	지리산	AWS	경상남도 산청군 시천면 지리산대로 1 경남환경교육원
523	873	원주백운산	AWS	강원도 원주시 판부면 서곡리 산166 제11통산단
524	874	동송	AWS	강원도 철원군 철원읍 화지리 8587부대 101대대
525	875	설악산	AWS	강원도 양양군 서면 대청봉길 1 중청대피소
526	876	삼척	AWS	강원도 삼척시 언장1길 27
527	877	문막	AWS	강원도 원주시 문막읍 취병리 569-13
528	878	도계	AWS	강원도 삼척시 황조길 346-0
529	879	스키점프	AWS	강원도 평창군 대관령면 용산리 438-125
530	880	금악	AWS	제주특별자치도 제주시 한림읍 금악리 산 56-3
531	881	새만금	AWS	전라북도 군산시 옥도면 새만금로 1499
532	882	상무대	AWS	전라남도 장성군 삼서면 학성리 사서함 75
533	883	새별오름	AWS	제주특별자치도 제주시 애월읍 봉성리 산59-12
534	884	기상(과)	AWS	제주특별자치도 서귀포시 서호북로 33 국립기상과학원
535	885	태풍센터	AWS	제주특별자치도 서귀포시 남원읍 서성로 810번길 2
536	886	군산산단	AWS	전라북도 군산시 내초동 231 내초공원
537	888	청남대	AWS	충청북도 청원군 무의면 청남대길 646
538	889	현충원	AWS	서울특별시 동작구 현충로 210 국립서울현충원
539	890	신례	AWS	제주특별자치도 서귀포시 남원읍 신례리 2162-43
540	892	성산수산	AWS	제주특별자치도 서귀포시 성산읍 수산리 3039-1
541	893	애월	AWS	제주특별자치도 제주시 애월읍 애월리 397-2
542	900	두서	AWS	울산광역시 울주군 두서면 구량리 500-7
543	901	울기	AWS	울산광역시 동구 일산동 산 907 방어진중대
544	902	시천	AWS	경상남도 산청군 시천면 내공리 640-1
545	903	도천	AWS	경상남도 창원군 도천면 답십리로75길 0 영산천배수장
546	904	사상	AWS	부산광역시 사상구 낙동대로 943길157
547	905	양산상북	AWS	경상남도 양산시 상북면 좌삼리 산 1 7508부대 1대대
548	906	화개	AWS	경상남도 하동군 화개면 화개로 541-6
549	907	삼천포	AWS	경상남도 사천시 대방동 136-3
550	908	진해	AWS	경상남도 창원시 진해구 웅천로 218
551	909	서이말	AWS	경상남도 거제시 일운면 서이말길 478
552	910	영도	AWS	부산광역시 영도구 본산로 54 53사단 125연대 1대대
553	911	매물도	AWS	경상남도 통영시 한산면 매죽리 39-9
554	912	백천	AWS	경상남도 함양군 함양읍 백천리 409-2
555	913	상주면	AWS	경상남도 남해군 상주면 상주리 1723
556	914	서하	AWS	경상남도 함양군 서하면 육십령로 2327-6
557	915	삼가	AWS	경상남도 함천군 삼가면 두모리 192-3
558	916	단성	AWS	경상남도 산청군 단성면 강누리 38-3
559	917	사천	AWS	경상남도 사천시 용현면 진삼로 902
560	918	고성	AWS	경상남도 고성군 고성을 죽계리 435-230
561	919	창녕	AWS	경상남도 창녕군 대지면 효정리 600
562	920	함안	AWS	경상남도 함안군 가야읍 산서리 928
563	921	가덕도	AWS	부산광역시 강서구 가덕해안로 1237
564	922	단장	AWS	경상남도 밀양시 단장면 고례리 1710
565	923	기장	AWS	부산광역시 기장군 일광면 이천리 산 1-5
566	924	간절곶	AWS	울산광역시 울주군 서생면 간절곶1길 39-2
567	925	생림	AWS	경상남도 김해시 생림면 마사리 666-9
568	926	진북	AWS	경상남도 창원시 마산합포구 진북면 덕곡덕기길 276
569	927	송백	AWS	경상남도 밀양시 신내면 송백리 1532-1
570	929	개천	AWS	경상남도 고성군 개천면 청광리 418-8
571	930	사랑도	AWS	경상남도 통영시 사랑면 양지리 187-15
572	931	옥지도	AWS	경상남도 통영시 옥지면 동항리 376-3
573	932	하동	AWS	경상남도 하동군 하동읍 신기리 441-5
574	933	금남	AWS	경상남도 하동군 금남면 덕전리 842-4 덕천가압장
575	934	수곡	AWS	경상남도 진주시 수곡면 사곡리 96-9

순번	지점번호	지점명	구분	주소
576	935	청덕	AWS	경상남도 합천군 청덕면 가현리 5204
577	936	신포	AWS	경상남도 의령군 칠곡면 신포리 326
578	937	해운대	AWS	부산광역시 해운대구 우동3로 94 53사단 사령부
579	938	부산진	AWS	부산광역시 부산진구 백양대로320번길 99
580	939	금정구	AWS	부산광역시 금정구 두구동 1363
581	940	동래	AWS	부산광역시 동래구 동래역사관길 18
582	941	북구	AWS	부산광역시 북구 덕천2동 763
583	942	부산남구	AWS	부산광역시 남구 감만동 산44-1
584	943	매곡	AWS	울산광역시 북구 매곡동 838-31 공명선거공원 내
585	944	길곡	AWS	경상남도 창원군 길곡읍 골곡리 901-1 답
586	945	대병	AWS	경상남도 합천군 대병면 하금리 575
587	946	복상	AWS	경상남도 거창군 복상면 갈계리 송계로 731-18
588	947	명사	AWS	경상남도 거제시 남부면 자구리 423-3
589	948	삼장	AWS	경상남도 산청군 삼장면 덕교리 618-3
590	949	정자	AWS	울산광역시 북구 동해안로 1740-1 7765부대
591	950	사하	AWS	부산광역시 사하구 다대로 83번길 110 125연대 3대대
592	951	내장산	AWS	전라북도 정읍시 내장호반로 273-17
593	953	장목	AWS	경상남도 거제시 장목면 장목리 360-12
594	954	온산	AWS	울산광역시 울주군 온산읍 이천리 산 64
595	964	마량	AWS	전라남도 강진군 마량면 마량리 1132-11
596	970	철원장흥	AWS	강원도 철원군 동송읍 장흥리 761
597	965	한라산남벽	AWS	제주특별자치도 서귀포시 토평동 산 15-1
598	972	안동옥동	AWS	경상북도 안동시 하이마로 385
599	973	화순능주	AWS	전라남도 화순군 능주면 만수리 794-4
600	974	대곡	AWS	경상남도 진주시 대곡면 소실길 12-116
601	977	오창가곡	AWS	충청북도 청주시 청원구 오창읍 괴정리 383
602	978	춘천신북	AWS	강원도 춘천시 충열로 83 강원농업기술원
603	980	강정	AWS	제주특별자치도 서귀포시 중산간서로 212
604	350	조침령	AWS	강원도 인제군 가리면 진동리 3-11

[표 5-8] 시정·현천계 도입 현황

도입연도	설치지점	수량
2009	대관령, 춘천, 서울, 원주, 수원, 영월, 충주, 제천, 금산, 안동, 의성, 군산, 목포, 순천, 진주, 양평, 이천, 보령, 부여, 임실, 장수, 구미, 합천, 안성C*, 오창C*	25
2010	속초, 철원, 동두천, 인천, 강화, 울릉도, 서산, 청주, 대전, 보은, 문경, 영천, 밀양, 창원, 여수, 장흥, 해남, 부안, 제주, 성산, 서귀포, 산청, 천안, 남원, 거창, 북강릉, 동해, 태백, 울진, 봉화, 영덕, 추풍령, 영주, 포항, 대구, 전주, 울산, 광주, 부산, 통영, 거제, 남해, 흑산도, 고흥, 완도, 고산, 정읍, 기후변화, 진도, 백령도, 기상청, 간성, 화천, 가평, 청평, 의정부, 기린, 연곡, 삼척, 남양주, 횡성, 문막, 안성, 용인, 음성, 당진, 옥천, 영동, 예천, 청하, 울기, 장성, 무안, 영암, 보성, 고창, 변산, 장호원, 여주, 황성	80
2011	양양, 사내, 김화, 양구, 파주, 고양, 평창, 내면, 인제, 홍천, 강릉, 주문진, 원덕, 청일, 신동, 주천, 단양, 홍성, 진천, 세종연서, 논산, 청송군, 상주, 무주, 영광군, 담양, 김해, 광주, 순창군, 성주	30
2012	청호, 봉평, 남산, 옥계, 하장, 강남, 천부, 평택, 영양, 안계, 감포, 김제, 고령, 청도, 진안, 양산시, 의령군, 강진군, 광양시, 순천시, 유수암, 한림, 남원, 백천, 정선군	25
2013	포천, 청산, 양주, 부산, 성남, 과천, 안흥, 화성, 문화, 현서, 화서, 익산, 함라, 달성, 이양, 영산, 기장, 동래, 선흥, 서광, 성거, 청양	22
2014	고창군, 북창원, 보성군, 함양군, 경주시, 중문, 백령면, 태하, 북평, 시흥, 상동, 괴산, 대산, 공주, 서천, 증평, 청원, 태안, 예산, 노은, 아산, 양화, 계룡, 만리포, 현내, 구례, 나주, 완주, 진봉, 줄포, 화순, 벌교, 함평, 주천, 강진면, 포두, 곡성, 율야, 압해도, 후포, 김천, 군위, 칠곡, 경산, 영덕읍, 두서, 삼천포, 진해, 서이만, 삼가, 사천, 고성, 창녕, 함안, 하동, 북상	56
2015	구리, 한강, 영종도, 영흥도, 대연평도, 세종연기, 삼시도, 상조도, 가거도, 도양, 안좌, 매물도, 가덕도, 미시령, 성판악, 구좌, 횡계C*, 강릉JCT*, 춘천C*, 진천C*, 금산C*, 석곡C*, 현풍C*	23
2016	홍성(예), 임자도, 세종고운, 삼당령, 덕적도, 운평, 해안, 화촌, 서석, 임계, 안산, 오산, 금곡, 능곡, 양양영덕, 대청, 연무, 외연도, 대곡, 광산, 선유도, 거문도, 추자도, 어리목, 위도, 복내, 학산, 수비, 김녕, 간절곶	30

* 국가기상위성센터 자체설치

4.2. 고층기상관측장비

[표 5-9] 고층기상관측장비 도입 현황

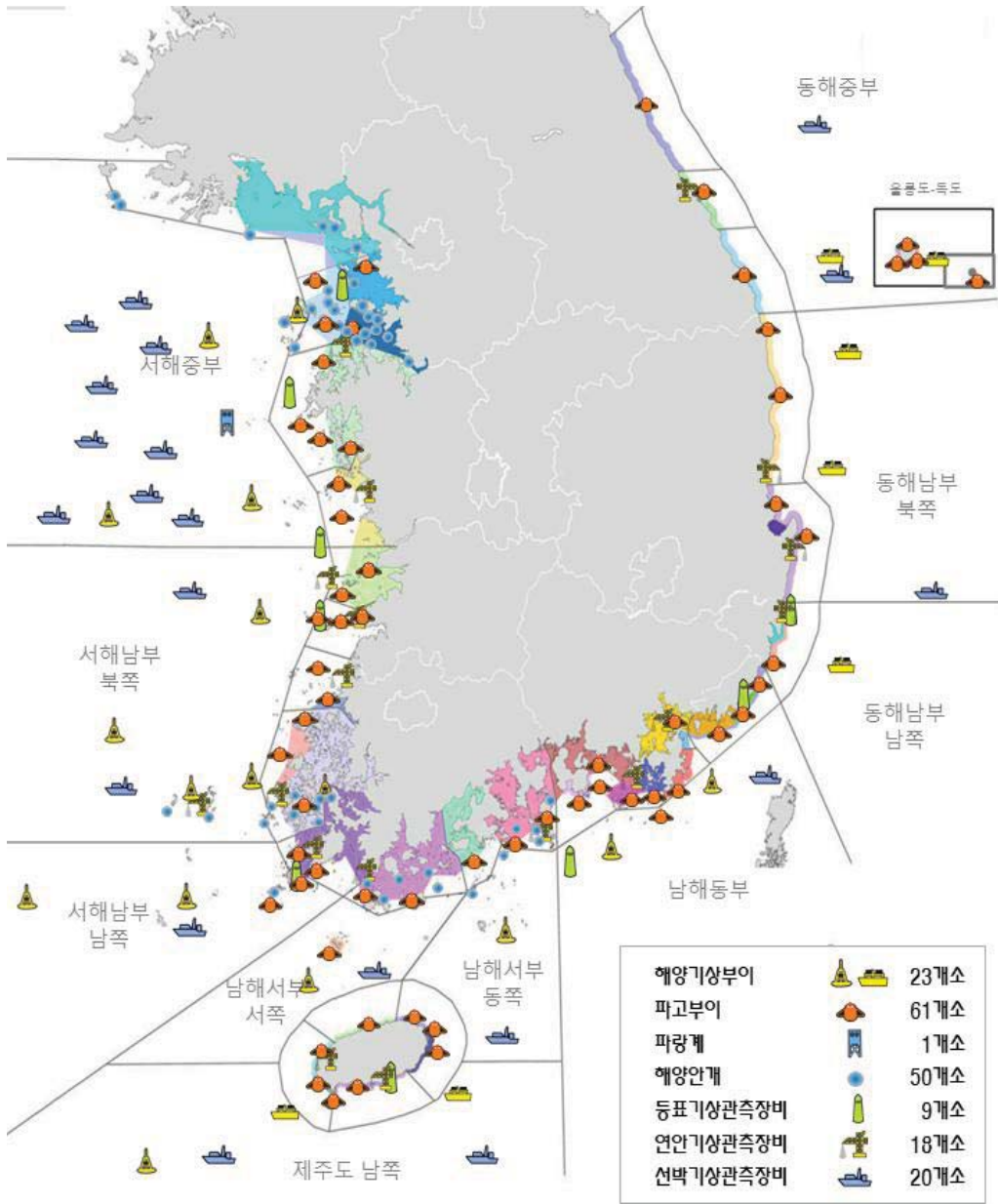
장비명	도입연도	지점명	수량
연직바람관측장비	2007	추풍령, 울진, 원주, 철원	4
	2017	북강릉, 파주, 국가태풍센터	3
	2018	군산	1
	2019	창원, 북격렬비도	2
고층기상관측장비 (라디오존데)	1964	포항	
	2000	백령도	
	2001(도입) 2015(이전)	속초(도입) → 북강릉(이전)	
	2003	흑산도	
	2016	국가태풍센터	
자동고층기상 관측장비 (라디오존데)	2002	창원	1



- ▶ 고층기상관측망
- 레원존데관측망 8개소(공군 2개소 포함)
 - 고층기상관측 고도 및 요소
 - 레원존데관측장비 : 지상 ~ 약 35km (풍향, 풍속, 기압, 기온, 상대습도)
 - 연직바람관측장비 : 지상 ~ 약 5km (풍향, 풍속, 대기의 연직운동)

[그림 5-1] 고층기상관측망

4.3. 해양기상관측장비



[그림 5-2] 해양기상관측장비 현황

[표 5-10] 해양 관측망 설치 현황

장비명	해역	지점번호	지점명	위·경도		관측시작일
				북위(N)	동경(E)	
해양기상부이 (23)	서해	22101	덕적도	37°14'	126°01'	1996.07.01.
		22102	칠발도	34°47'	125°46'	1996.07.01.
		22108	외연도	36°14'	125°45'	2009.10.21.
		22183	신안	34°44'	126°14'	2013.06.21.
		22185	인천	37°05'	125°25'	2015.12.22.
		22186	부안	35°39'	125°48'	2015.12.22.
		22191	서해170	36°08'	124°03'	2019.11.28.
		22192	서해206	34°00'	123°15'	2019.11.28.
		22193	가거도	34°01'	125°12'	2019.12.23.
		22194	홍도	34°44'	125°14'	2019.12.23.
	22299	서해190	35°00'	124°08'	2020.11.25.	
	남해	22103	거문도	34°00'	127°30'	1997.05.01.
		22104	거제도	34°46'	128°54'	1998.05.01.
		22188	통영	34°23'	128°13'	2015.12.22.
	제주도	22107	마라도	33°05'	126°02'	2008.11.15.
		22184	추자도	33°47'	126°08'	2014.01.14.
		22187	서귀포	33°07'	127°01'	2015.12.22.
		22300	남해239	32°50'	126°44'	2020.11.25.
	동해	22105	동해	37°28'	129°57'	2001.04.01.
		22106	포항	36°21'	129°47'	2008.11.15.
		21229	울릉도	37°27'	131°06'	2011.12.28.
		22189	울산	35°20'	129°50'	2015.12.22.
			22190	울진	36°54'	129°52'
등표기상관측장비 (9)	서해	955	서수도	37°19'	126°23'	2001.12.01.
		956	가대암	36°46'	125°58'	2001.12.01.
		957	십이동파	35°59'	126°13'	2003.10.01.
		958	갈매여	35°36'	126°14'	2003.10.01.
		959	해수서	34°15'	126°01'	2003.10.01.
	남해	961	간여암	34°17'	127°51'	2005.12.12.
		984	오륙도	35°05'	126°08'	2020.11.03.
	제주도	960	지귀도	33°13'	126°39'	2004.12.10.
동해	963	이덕서	35°34'	129°28'	2009.07.18.	
파랑계(1)	서해	229	북격렬비도	36°37'	125°33'	2005.02.20.
파고부이 (61)	서해	22444	신진도	36°36'	126°07'	2010.12.28.
		22445	삼시도	36°22'	126°20'	2010.12.26.
		22461	이작도	37°09'	126°12'	2012.11.30.
		22470	풍도	37°16'	126°41'	2012.12.17.
		22492	비안도	35°44'	126°35'	2016.01.15.
		22447	옥도	34°41'	126°03'	2010.12.29.
		22493	자은	34°55'	125°52'	2016.06.09.
		22449	진도	34°26'	126°03'	2010.12.24.
		22494	낙월	35°12'	126°12'	2016.06.09.
		22472	자월도	37°18'	126°09'	2013.09.13.
		22473	서천	36°10'	126°19'	2013.09.13.
		22474	군산	35°53'	126°25'	2013.09.13.
		22510	위도동부	35°39'	126°22'	2020.06.23.

장비명	해역	지점번호	지점명	위·경도		관측시작일
				북위(N)	동경(E)	
파고부이 (61)	남해	22456	청산도	34°08'	126°44'	2011.12.30.
		22466	금오도	34°34'	127°46'	2012.11.30.
		22450	두미도	34°42'	128°09'	2010.12.29.
		22454	장안	35°17'	129°17'	2011.12.30.
		22455	해금강	34°44'	128°41'	2011.12.30.
		22459	오륙도	35°05'	129°07'	2011.12.30.
		22460	다대포	35°01'	128°57'	2011.12.30.
		22467	한산도	34°42'	128°29'	2012.11.30.
		22477	노화도	34°14'	126°29'	2013.10.07.
		22478	고흥	34°22'	127°10'	2013.09.13.
		22484	잠도	35°03'	128°40'	2015.01.01.
		22485	소매물도	34°37'	128°32'	2015.01.01.
		22498	남해	34°41'	127°59'	2016.12.05.
		22499	연화도	34°40'	128°23'	2016.12.05.
		22501	사랑도	34°51'	128°08'	2017.12.28.
	22502	나로도	34°25'	127°35'	2017.12.28.	
	제주도	22457	제주항	33°31'	126°29'	2011.12.30.
		22458	중문	33°13'	126°23'	2011.12.30.
		22468	추자도	33°58'	126°16'	2012.11.30.
		22469	우도	33°31'	126°58'	2012.11.30.
		22476	가파도	33°09'	126°15'	2013.08.14.
		22486	협재	33°24'	126°12'	2015.01.01.
		22491	김녕	33°34'	126°45'	2015.10.13.
		22495	신산	33°22'	126°54'	2016.06.17.
	동해	22441	독도	37°14'	131°52'	2010.08.29.
		22442	혈암	37°32'	130°51'	2010.12.27.
		22443	구암	37°28'	130°48'	2010.12.27.
		22451	연곡	37°52'	128°53'	2011.12.30.
		22464	울릉읍	37°28'	130°54'	2012.11.30.
		22471	토성	38°16'	128°34'	2013.04.19.
22452		죽변	37°06'	129°23'	2011.12.30.	
22463		구룡포	35°59'	129°35'	2011.12.30.	
22465		후포	36°43'	129°29'	2012.11.30.	
22479		삼척	37°24'	129°13'	2013.08.13.	
22483		간절곶	35°22'	129°22'	2015.01.01.	
22490		월포	36°13'	129°24'	2015.10.13.	
연안기상관측장비 (18)	서해	33001	대산	37°01'	126°21'	2011.01.01.
		33002	죽도	36°16'	126°32'	2011.01.01.
		33003	말도	35°51'	126°19'	2011.01.01.
		33004	격포	35°37'	126°27'	2011.01.01.
		33018	법성포	35°21'	126°23'	2014.09.03.
		33010	흑산도	34°39'	125°23'	2011.01.01.
		33006	지산	34°26'	126°07'	2011.01.01.
		33017	신안	34°43'	125°54'	2013.10.18.
	남해	33013	해남	34°18'	126°30'	2012.01.01.
		33014	여수	34°31'	127°43'	2012.01.01.

장비명	해역	지점번호	지점명	위·경도		관측시작일
				북위(N)	동경(E)	
연안기상관측장비 (18)	남해	33009	통영	34°45'	128°24'	2011.01.01.
		33019	실리도	35°03'	128°38'	2015.01.07.
	제주도	33011	판포	33°22'	126°12'	2011.01.01.
		33015	서귀포	33°15'	126°38'	2012.01.01.
	동해	33020	남항진	37°50'	128°52'	2020.12.21.
		33008	영덕	36°20'	129°23'	2011.01.01.
		33021	구룡포	35°95'	129°55'	2020.12.21.
		33016	울산	35°34'	129°27'	2013.10.18.
해양시정관측장비 (25)	서해	44001	불무기도	34°45'	126°13'	2019.12.30.
		44002	대항도	34°39'	125°28'	2019.12.30.
		44003	삼도	34°46'	126°03'	2019.12.30.
		44004	홍도항	34°40'	125°11'	2019.12.30.
		44005	우이도항	34°37'	125°51'	2019.12.30.
		44006	목포구	34°45'	126°17'	2019.12.30.
		44007	증산도	34°42'	126°11'	2019.12.30.
		44008	장도	34°37'	126°13'	2019.12.30.
		44009	송도	34°42'	125°54'	2019.12.30.
		44010	장병도	34°40'	126°02'	2019.12.30.
		44023	가사도	34°27'	126°02'	2019.12.30.
		44024	하조도	34°18'	126°05'	2019.12.30.
		44025	서거차도	34°15'	125°55'	2019.12.30.
		44026	소연평도	37°36'	125°43'	2020.12.8.
		44027	선진포항	37°49'	124°42'	2020.12.8.
		44028	담동항	37°46'	124°44'	2020.12.8.
		44029	주문도	37°39'	126°14'	2020.12.8.
		44030	어유정항	37°38'	126°20'	2020.12.8.
		44031	신도	37°32'	126°28'	2020.12.8.
		44032	광명항	37°22'	126°26'	2020.12.8.
		44033	소초지도	37°18'	126°16'	2020.12.8.
		44034	목통도	37°16'	126°16'	2020.12.8.
		44035	덕적도항	37°15'	126°7'	2020.12.8.
		44036	굴업도	37°10'	125°59'	2020.12.8.
		44037	울도항	37°01'	126°00'	2020.12.8.
		44038	월암두	37°14'	126°19'	2020.12.8.
		44039	광여등표	37°10'	126°17'	2020.12.8.
		44040	부도	37°08'	126°20'	2020.12.8.
		44041	진두항	37°15'	126°29'	2020.12.8.
		44042	행남곡	37°11'	126°33'	2020.12.8.
		44043	제부도항	37°10'	126°37'	2020.12.8.
		44044	궁평항	37°06'	126°41'	2020.12.8.
44045	도리도	37°07'	126°36'	2020.12.8.		
44046	입파도	37°06'	126°32'	2020.12.8.		
44047	국화도항	37°03'	126°33'	2020.12.8.		
44048	풍도	37°06'	126°23'	2020.12.8.		
44049	평택당진항	36°58'	126°49'	2020.12.8.		
44050	대난지도항	37°03'	126°27'	2020.12.8.		

장비명	해역	지점번호	지점명	위·경도		관측시작일
				북위(N)	동경(E)	
	남해	44011	호리도	34°35'	127°40'	2019.12.30.
		44012	초도항	34°14'	127°14'	2019.12.30.
		44013	함구미	34°32'	127°41'	2019.12.30.
		44014	남도항	34°35'	127°31'	2019.12.30.
		44015	나로도	34°27'	127°27'	2019.12.30.
		44016	여수신항	34°45'	127°45'	2019.12.30.
		44017	청산도항	34°10'	126°51'	2019.12.30.
		44018	각씨여	34°12'	126°38'	2019.12.30.
		44019	소덕우도	34°16'	127°00'	2019.12.30.
		44020	완도항	34°19'	126°45'	2019.12.30.
		44021	공고자산	34°22'	126°56'	2019.12.30.
		44022	갈두항	34°17'	126°31'	2019.12.30.
		선박기상관측장비 (20)	서해 (11)	비공개	비공개 (경비합정)	-
1718410	비룡호			-	-	2017.12.28.
1718411	뉴골든브릿지Ⅴ			-	-	2017.12.28.
1718412	뉴골든브릿지Ⅵ			-	-	2019.03.26.
1718413	동방명주Ⅵ			-	-	2019.03.26.
1718414	화동팔Ⅲ			-	-	2019.03.26.
1718415	하머니원강			-	-	2019.09.04.
남해 (6)	비공개		비공개 (경비합정)	-	-	-
동해 (3)	비공개		비공개 (경비합정)	-	-	-
	1718416		이스턴드림	-	-	2019.09.04.



4.4. 항공기상관측장비

장비명	설치공항 (지점명)	지점 번호	활수로 수량	도입 년도	설치 수량	비고
공항기상관측장비 (AMOS)	인천공항	113	4분	2010	1조	제1·2활주로
				2020	1조	제3활주로
				2020	1조	제4활주로
	김포공항	110	2분	2019	1조	
	제주공항	182	2분	2011	1조	
	무안공항	163	1분	2013	1조	
	울산공항	151	1분	2016	1조	
	여수공항	167	1분	2016	1조	
예비 공항기상관측장비 (예비 AMOS)	인천공항	-	-	2010	1조	
	김포공항	-	-	2012	1조	
	제주공항	-	-	2012	1조	
	무안공항	-	-	2016	1조	
	울산공항	-	-	2012	1조	
	여수공항	-	-	2012	1조	
저층윈드시어경고장비 (LLWAS)	인천공항	-	-	2019	1조	원격사이트: 12개소
	제주공항	-	-	2015	1조	원격사이트: 11개소
	양양공항	-	-	2016	1조	원격사이트: 8개소
공항기상레이더(TDWR)	인천공항	-	-	2001	1조	

5

청사 현황

(단위 : m²)

구분	기관(시설)명	대지면적	건물 연면적	임대기관
청사	기상청 국가기상수퍼컴퓨터센터 국가태풍센터	18,198 23,092 65,855	18,419 8,466 1,883	
	수도권기상청 인천기상대	18,113 7,839	2,520 979	
	부산지방기상청 울산기상대 창원기상대	1,826 10,000 13,000	2,514 1,013 739	기획재정부
	광주지방기상청 목포기상대	15,263 10,997	3,298 448	
	전주기상지청	25,367	2,029	
	대전지방기상청 홍성기상대	52,219 10,983	2,154 1,832	
	청주기상지청	5,620	1,799	
	강원지방기상청 춘천기상대	14,167 8,350	3,084 2,036	
	대구지방기상청 안동기상대	36,491 3,728	2,214 979	
	제주지방기상청	6,636	3,556	
	국가기상위성센터	33,796	7,425	
	국립기상과학원	16,953	7,997	
	항공기상청 김포공항기상대 제주공항기상대 무안공항기상대 울산공항기상대 김해공항기상실 여수공항기상실 양양공항기상실	- - - - - - -	(1,945) (484) (231) (170) (140) (200) (135) (123)	인천국제공항공사 한국공항공사 한국공항공사 한국공항공사 한국공항공사 한국공항공사 한국공항공사 한국공항공사
	기상과학관 (박물관)	국립기상박물관	4,156	1,275
국립대구기상과학관		-	2,592	
국립밀양기상과학관		20,000	2,800	
국립전북기상과학관		14,705	1,299	
국립충주기상과학관		15,000	2,872	충주시(토지)
관측시설	기상통신소	8,048	895	
	천안지진계시험실	8,239	716	

구분	기관(시설)명	대지면적	건물 연면적	임대기관
관측시설	백령도관측소	8,573	634	
	동두천자동기상관측소	2,866	446	
	이천자동기상관측소	1,576	180	
	파주자동기상관측소	9,217	509	
	대청동별관	9,145	645	
	진주자동기상관측소	5,290	668	
	거창자동기상관측소	10,394	759	
	통영자동기상관측소	2,327	522	
	여수관측소	3,205	374	
	흑산도관측소	1,300	475	
	순천자동기상관측소	10,763	673	
	완도자동기상관측소	4,305	400	
	군산자동기상관측소	35,895	685	
	보령자동기상관측소	4,995	723	
	서해해양관측기지	-	186	
	충주자동기상관측소	1,054	482	
	추풍령자동기상관측소	15,345	940	
	속초자동기상관측소	2,293	367	
	원주자동기상관측소	2,421	295	
	동해자동기상관측소	3,111	546	
	철원자동기상관측소	3,591	602	
	영월자동기상관측소	20,397	287	
	포항관측소	26,756	500	
	울릉도관측소	2,199	650	
	구미자동기상관측소	4,525	300	
	상주자동기상관측소	7,804	508	
	울진자동기상관측소	9,499	618	
	서귀포자동기상관측소	3,967	523	
	관악산 기상레이더관측소	-	248	서울대학교
	구덕산 기상레이더관측소	1,802	433	
	오성산 기상레이더관측소	883	626	
	광덕산 기상레이더관측소	3,000	548	
면봉산 기상레이더관측소	7,317	594		
강릉 기상레이더관측소	14,401	960		
고산 기상레이더관측소	5,385	1,018		
성산 기상레이더관측소	2,183	835		
진도 기상레이더관측소	11,682	616		
레이더테스트베드	1,417	562		
남원통합운영센터	7,740	689		
백령도 기상레이더관측소	2,743	728		
기상관측장비 연구 및 실험시설	19,497	2,064		
대관령구름물리선도센터	6,984	738		
안면도기후변화감시센터	4,862	1,384		
고산기후변화감시소	6,708	930		
울릉도기후변화감시소	1,843	749		
무안기상연구동	2,464	308		
보성글로벌표준기상관측소	6,364	1,160		
고창표준기상관측소	23,207	673		

발간부서 (기관)	책명	주요내용	발행일	발행 주기
기획조정관	제3차 기상업무발전 기본계획('17~'21) 2019년도 추진실적 보고서	제3차 기상업무발전을 위한 5개년 중장기 전략 및 과제에 대한 '19년 추진실적	4월	단행본
	제3차 기상업무발전 기본계획('17~'21) 2020년도 시행계획	제3차 기상업무발전을 위한 5개년 중장기 전략 및 과제에 대한 '20년 시행계획	4월	단행본
	2019 기상연감	2019년 10대 주요 기상뉴스, 분야별 주요 정책 추진실적 및 기술동향 등	6월	정기
	2021회계연도 세입세출예산서	2021회계연도 기상청 세입세출예산 총괄표	12월	정기
	2019회계연도 결산보고서	2019회계연도 결산개요, 세입세출 결산, 재무제표 등	2월	정기
	2020년도 자체평가계획	2020년도 성과관리시행계획 추진을 위한 기상청 자체평가위원회 구성, 평가방법 등	4월	단행본
	2020년도 성과관리시행계획	2020년도 전략목표 및 성과목표 달성을 위한 세부추진계획 등	4월	단행본
	세계기상기구(WMO) 진출 가이드북	기상분야 국제기구에 정규직원으로 진출 하기를 희망하는 직원을 대상으로 진출 경로 및 방법에 대한 설명하기 위한 가이드북	9월	단행본
제72차 WMO 집행이사회 참가 백서	제72차 WMO 집행이사회 참가 전까지 회의 준비과정과 회의 최종 결과를 정리	12월	단행본	
예보국	《Why? How》 여름 예보	호우, 폭염 등 여름철 주요 유형별 메커니즘 분석 및 예보 판단 가이드뉴스 제공	12월	단행본
	《Why? How》 여름예보 사례분석	'18~'20년 여름철 주요 강수 사례분석	12월	단행본
	《Why? How》 겨울 예보	온난이류형 강수, 동해안형 강수 등 유형별 주요 겨울철 강수 메커니즘 분석 및 예보 판단 가이드뉴스 제공	12월	단행본
	《Why? How》 겨울예보 사례분석	'17~'20년 주요 메커니즘별 강수 사례분석	12월	단행본
	《Why? How》 태풍 분석	태풍 발달 단계별 분석·예측법 및 '19~'20년 주요 영향 태풍 분석	12월	단행본
	《Why? How》 지역특화 예보	충북, 제주 등 지역별 강수 메커니즘 분석 및 예보 판단 가이드뉴스 제공	12월	단행본
	2019년도 한반도 영향태풍 분석 보고서	한반도 영향태풍에 대한 감시, 분석, 예보, 언론보도 등 주요사항에 대한 종합 분석	3월	정기
	2019년 태풍 분석보고서	2018년 북서태평양 발생 태풍에 대한 주요 통계사항, 진로 강도변화 중심위치 등의 분석과 Best track 재분석	6월	정기
	태풍분석 및 예측기술 개발	2020년 국가태풍센터 연구결과(태풍 단기, 장기예측기술 개선, 태풍 분석기술 개발) 수록	12월	정기

발간부서 (기관)	책명	주요내용	발행일	발행 주기
관측기반국	2020 기상관측표준화매뉴얼	기상관측표준화 개요(정의 대상 등), 각 기관별 역할, 관측환경 기준, 측기검정, 품질관리, 공동활용시스템, 유지관리 방법 등	6.16.	연1회
기후과학국	2019년 이상기후보고서	2019년 이상기후의 발생현황과 원인, 분야별 사회·경제적 영향과 대응, 향후계획을 수록한 관계부처 합동보고서	2월	정기(연)
	한국 기후변화평가보고서2020	IPCC평가보고서 등을 바탕으로 한반도와 관련된 기후변화 연구결과를 집대성한 부처 합동보고서(환경부·기상청)	7월	정기(5년)
	2019 유역별 강수통계연보	과거 46년(1973~2018) 강수량과 2019년 강수량을 유역별로 비교·분석한 통계정보	7월	정기 (연)
	2019년 연 기후특성 보고서	전지구-우리나라 기후 이슈 및 이상기후 발생을 아끼하는 기후적 요인 분석	3월	정기 (연)
	2020년 여름철 이상기후 보고서	2020년 기후연구회와 연계하여 올해 나타난 이상기후(최장 장마기간, 강수량, 폭염 등) 현황 수록	10월	단행본
	기후변화과학 용어 해설집 확대 발간	기존 기후변화감시 용어 외 사나리온, 기후예측, 기후변화 관련 용어 해설 및 약어 풀이	11월	단행본
	기후변화감시 종합 분석 보고서	국내·외 기후변화 원인물질의 추세 및 대기·해양·극지에서 나타난 기후변화 경향과 특성에 대한 종합 분석	12월	단행본
	'지구온난화 1.5℃ 특별보고서' 해설서	지구온난화 1.5℃ 특별보고서에 담긴 전문적인 내용을 대중이 이해하기 쉽게 상세 해설 내용 수록	12월	단행본
기상서비스 진흥국	기상월보	월 기상개황 및 기후통계자료	매월	정기
	방재기상관측월보	지점별, 일별 방재기상관측자료	매월	정기
	고층기상월보	지점별 고층기상관측자료	매월	정기
	해양기상월보	지점별 해양기상관측자료	매월	정기
	기상연보	2019년 기후통계자료	6월	정기
	방재기상관측연보	2019년 방재기상관측통계자료	6월	정기
	고층기상연보	2019년 고층기상관측통계자료	6월	정기
	북한기상연보	2019년 북한 기후통계자료	6월	정기
	2019년 국가기후데이터 품질분석 연례보고서	국가기후데이터 품질진단 결과에 대한 종합 분석 및 품질유류 사례 수록	3.31.	정기
	기상청 DB 데이터 표준정역서	기상청 DB 데이터 표준정역서 개정판	10.28.	비정기
	2020년 기상기후데이터 안내서(카탈로그)	기상자료개방포털 개방 데이터 목록	6.26.	비정기
지진화산국	2019 지진연보	2019년 지진 발생현황	2월	1년
	2019년 지진관측자료 품질분석 보고서	'지진 관측자료 품질관리 계획'의 관리대상 지표별 품질분석('19.1.1~12.31)	5월	단행본
	'20~'24년 지진·지진해일 및 화산활동 관측망 종합계획	지진·지진해일 및 화산활동 관측망 종합 계획의 기본방향과 발전목표 수립	7월	단행본

발간부서 (기관)	책명	주요내용	발행일	발행 주기
수치모델링센터	수치예보시스템의 검증(2019년)	2019년 현업 수치예보시스템 검증 종합 보고서로 수치예보시스템의 주요변경 사항, 검증기법 소개 및 산출 결과 등을 기술	6월	정기
	천리안위성 2A호 청천복사량 동화 연구	우리나라 2번째 위성인 천리안위성 2A호의 청천복사량을 전구모델에 동화하기 위해 관측 자료의 품질을 분석하고, 최적해상도를 선정 하여 통합모델에 동화	10월	단행본
	KIM 저해상도 실험체계 구축 및 수행 -cylc 기반-	모델과 자료동화 개선 시, 민감도 실험수행을 위한 저해상도 실험체계 구축, KIM 소스 코드 컴파일 방법, 모듈 설정 및 스크립트에 대한 설명과 cylc 기반 사이클 수행에 대한 자세한 방법, 과정보정 입출력 자료, 오류 사항 및 해결 방법에 대해 기술	10월	단행본
	관측 실황을 반영한 SST자료 산출 기법 연구	전지구모델에 사용되고 있는 해수면온도 분석 자료인 OSTIA 자료에 부이자료를 동화하여 해수면온도 정확도 개선	11월	단행본
	관측자료 전처리 및 자료동화 감시 시스템 구축 및 운영	종관 및 위성 관측자료 전처리과정 감시를 위한 후처리 과정 및 방법 신규 관측자료 추가 활용에 따른 감시 시스템을 갱신할 수 있도록 관측자료 전처리 및 자료동화 감시 시스템의 자료 처리 및 구축 과정에 관해 기술	11월	단행본
	마이크로 유전알고리즘을 이 용한 한국형수치예보모델 적 운물리과정 모수 최적화	인공지능 기반 최적화 기술인 마이크로 유전 알고리즘 기법 소개 및 한국형모델 적운물리 과정에 포함된 주요한 경험모수 최적화로 모델 강수예측성능 및 지위고도, 기온 등 대기 예측장 개선	11월	단행본
	전지구수치예측시스템 (GDAPS-KIM) 토양수분 자료동화 현업체계 (KIM3.6) 구축	한국형모델 KIM3.6을 위한 토양수분 자료 동화 현업체계 구축 및 성능향상을 위한 개선 연구로 지상 기온 등 예측성능 개선	11월	단행본
	심층신경망기반 복사물리과정 에뮬레이터개발	초단기, 단기모델에 활용하여 모델의 연산 속도를 개선하고자 최신 심층신경망 기술 (사이렌 등)을 활용하여 한국형모델의 복사 물리과정 에뮬레이터 개발, 최적화 및 성능 평가	11월	단행본
	전지구예보모델 예측자료를 이용한 순환신경망 기반 3시 간 기온예보가이드스 개발	인공신경망(순환신경망) 중 장단기기억신경망 (LSTM)을 이용하여 통합모델 기반 3시간 기온예보가이드스 개발 및 운영체계	12월	단행본
	분광기법을 활용한 산악 기온 보정모델 개발(I)	분광기법을 이용하여 산악 기온의 주기적 특성을 분석하고, 이를 기반으로 실시간 보정 기법을 개발	12월	단행본
항공기 관측자료 품질검사기 법 개선 연구	항공기 관측자료의 품질검사 기법 개선을 위한 한국형 모델과 영국 모델의 전처리 과정 비교 및 한국형 모델 기반 온도 편차 보정 적용과 연직정보 활용 확대에 대한 연구	12월	단행본	

발간부서 (기관)	책명	주요내용	발행일	발행 주기
	GNSS-RO 위성자료의 한국 형모델 활용체계 개선	신규 GNSS-RO 관측자료의 추가 활용을 위해 한국형 모델과 영국모델의 관측자료 처리 과정을 비교, 자료의 품질분석을 바탕 으로 위성별 자료의 활용 고도 및 품질검사 최적 임계치 선정, 신규 관측자료가 자료동화 및 모델에 미치는 영향에 대한 분석	12월	단행본
	수치예보모델 편차보정기법 (VarBC) 비교분석	한국형모델과 영국모델의 편차보정기법 비교· 분석을 통해 한국형모델 내 편차보정기법의 개선 가능성 확인	12월	단행본
	심층신경망을 이용한 천리안 위성 2A호 강수 유형 분류 기 법 개발	정지궤도 기상위성 자료와 지상 레이더 강수 자료 사이에 존재하는 상관관계의 심층 신경망 학습을 통한 강수 형태 분류 및 강수 유형 예측에 관한 연구	12월	단행본
	지역모델 검증시스템 구축 및 운영 매뉴얼	지역기준모델 3km 관측 검증시스템 구축 내용과 운영 매뉴얼	12월	단행본
	10분 단위 빠른 갱신주기 초 단기 기상분석 및 예측시스템 운영 매뉴얼	초단기 기상분석 및 예측시스템에 대한 설명서	12월	단행본
	초단기모델 총적운 분류 및 상승속도 초기화 기법	초단기모델의 레이더자료를 이용한 총적운 형태 분류와 이를 이용한 상승속도 초기화 기법	12월	단행본
기상기후 인재개발원	2020년도 교육훈련계획	기상기후인재개발원 교육과정 및 내용	2월	매년
수도권기상청	2019년 수도권 도서 및 서해연안지역 기후자료집	2019년 수도권 도서(18개 지점) 및 서해연안 지역(2개 지점) 기후특성(기온, 강수, 바람, 파고 등)	3월	단행본
	2019년 수도권 기후자료집	2019년 수도권 기후특성(기온, 강수량) 및 기후이슈(5월 고온현상, 장마 등)	5월	연 1회
	서울·인천·경기 폭염 영향예보 가이던스	수도권 지역 폭염 특성 및 분야별 노출도· 취약성 분석 수록	6월	단행본
	수도권 위험기상 날씨 검색서 e-날씨도감	수도권 지역 기상관서(9개소)별 기상요소 극값 경신 및 계절관측 사례에 대한 종관 기압계, 특이사항 수록	11월	단행본
	수도권 위험기상 사례분석집	2020년 수도권의 사회적 이슈가 된 기상 현상, 극값 경신 사례 등에 대한 상세 기상 분석과 언론 보도내용 수록	12월	단행본
	2020년 수도권 예·특보 가이던스 모음집	위험기상(호우, 적설, 폭염, 풍랑) 및 특이 기상(우박, 서리)의 흐름도, 판단표 수록	12월	단행본
	서울·인천·경기 한파 영향예보 가이던스	수도권 한파 발생 특성 분석 및 한파 영향 예보 분야별(보건, 산업, 시설 등) 가이던스 수록	12월	단행본

발간부서 (기관)	책명	주요내용	발행일	발행 주기
부산지방 기상청	부울경 지역의 태풍 영향 분석집	1990~2019년까지 부울경 지역에 영향을 준 태풍의 계절(여름, 가을)별 이동경로 및 강수·강풍 및 피해 현황	5월	단행본
	2020년 부산지방기상청 맞춤형 영향예보 연구	부울경 폭염·한파 영향예보 고도화 연구 및 태풍 위험 상세정보 제공을 위한 사전 조사 분석, 부울경 지역 강수가이던스 및 기압계별 대설 개념모델 개발	12월	단행본
	제23집 영남기상기술집	부울경 지역 호우, 대설, 강풍, 풍랑, 우박 등 특성 연구 및 사례분석	12월	격년
	부산지역 복합강수 연직 예보기술 개발	기상재해 경감과 시민 불편해소를 위해 지형 특성을 반영한 부산지역 복합강수 연직예보 기술 개발 연구 수행	12월	단행본
	부울경 이슈 기후정보 100선	빅데이터 분석을 통해 국민 관심 기후정보를 반영하여 지역의 기후요소, 위험기상, 이상 기후 및 기후변화, 시기별 날씨(4개 분야)에 대해 100개의 기후정보 분석을 엮음	12월	단행본
광주지방 기상청	2020 광주전남 위험기상 예측 가이던스	호우, 태풍, 대설 등 위험기상 가이던스 6종 및 해상 예·특보 안내서	5월	단행본
	2020년 맞춤형 폭염 영향예보 생산 가이던스	광주·전남 폭염 현황 및 분야별 폭염 영향 예보 위험수준	6월	단행본
	2020년 예보분석 통합보고서	테마별 연구 및 학습, 위험기상 및 특이 기상 사례 분석	12월	정기
	2020년 맞춤형 한파 영향예보 생산 가이던스	광주·전남 한파 유형 및 분야별 한파 영향 예보 위험수준	12월	단행본
강원지방 기상청	강원예보기술편람	과거 연구된 지역 예보기술과 예보관이 익혀야 할 기초 내용을 종합	11월	단행본
	강원 AWS 국지기상 가이던스(동해안편)	지형과 지리적 위치가 AWS 관측에 미치는 영향(기상·기후적) 분석	12월	단행본
	강원도 태풍백서(Ⅲ)	강원도 재해 우려 지역 현황 조사를 통한 지역별 여름철 풍수해 취약성 분석	6월	단행본
	강원도 폭염 영향예보 분야별 가이던스	지역별 폭염 특성 분석, 보건·농업·축산업 등 6개 분야별 취약성과 노출도를 고려한 가이던스	5월	단행본
	강원도 한파 영향예보 분야별 가이던스	지역별 한파 특성 분석, 보건·산업·시설물 등 6개 분야별 취약성과 노출도를 고려한 가이던스	11월	단행본
대전지방 기상청	2019년 대전·세종·충남 기상기후보고서	지역 기후특성 및 이상기후 관련 종합적 분석	3월	정기
	폭염 영향예보 가이던스 Ⅱ	지역별, 분야별 폭염 영향 관련 피해사례 분석, 보건·산업·축산업 등 6개 분야별 취약성과 노출도를 고려한 가이던스	8월	단행본

발간부서 (기관)	책명	주요내용	발행일	발행 주기
대전지방 기상청	대전지방기상청 뉴스레터	대전, 세종, 충남의 기후특성 및 이상기후, 예보	9월	단행본
	대전·세종·충남 영향 태풍 분석집	태풍 이동경로별 대전·세종·충남지역 기상 상태 및 피해내역	10월	단행본
	대전·세종·충남 도로교통 안전지원 융합서비스 개발	교통사고 기상 영향분석 기술 및 기상자료 수집 분석 기술 개발 및 교통사고지점 기상 자료 수집 분석 시스템, 시 기반 안개 상세 지도 개발	11월	단행본
	한파 영향예보 가이드스 II	지역별, 분야별 한파 영향 관련 피해사례 분석, 보건·산업·농업 등 6개 분야별 취약성과 노출도를 고려한 가이드스	12월	단행본
	2020년 대전지방기상청 맞춤형 영향예보 연구개발 과제 최종보고서	폭염·한파 영향예보 서비스 개선 및 고도화, 태풍 영향예보 관련 분석 연구, 지역 현안 국지기상 연구	12월	단행본
대구지방 기상청	대구·경북 한파 영향예보 분야별 가이드스	분야별 위험수준 판단기준, 분야별 대응 요령 등	11.24.	단행본
	2020년 대구·경북 위험기상 사례분석집	2020년 지역 기상이슈 집중 분석 자료 등	12.23.	정기
	대구·경북 기상관측장소 환경편람	대구·경북 기상관측장소의 연혁, 관측환경 등	11.3	단행본
제주지방 기상청	2019년 제주도 기후자료집	2019년의 제주도 기후특성 및 이상기후 현상에 대한 자료	2월	연간
	기후이슈 웹툰 '클립툰'	지난 2년(2019~2020년)간 온라인 게재한 제주지역 기후이슈 '웹툰'을 책자로 발간	12월	단행본
전주기상지청	2020년 전주지청 맞춤형 영향예보 연구	전북지역 폭염과 한파 분야별 가이드스 개발, 호우 발생가능성 진단표 제시 및 우박 판단 가이드스 연구	12월	단행본
	전북지역 축산농가 맞춤형 기상정보서비스 제공 방안 연구	전북 축산농가 축사별 맞춤형 영농의사결정 지원을 위한 서비스 도출, 법정가축전염병 통계분석 및 날씨정보 기반 방역의사결정 서비스 도출 등 수록	12월	단행본
청주기상지청	충북 폭염 영향예보 가이드스	충북 폭염 취약·피해지역을 고려한 영향 예보 생산을 위한 분야별 가이드스	5월	단행본
	충북예보통(通), 여름 편 발간	충북 여름철 국지위험기상(강수) 분석 및 사례	6월	단행본
	충청북도 「태풍백서」	충북 영향을 준 태풍에 대한 진로별 기상 현황과 시·군별 피해내역	7월	단행본
	충북 한파 영향예보 가이드스	충북 한파 취약·피해지역을 고려한 영향 예보 생산을 위한 분야별 가이드스	12월	단행본

발간부서 (기관)	책명	주요내용	발행일	발행 주기
국가기상 위성센터	2019년 천리안위성 1호 복사·위치보정 품질보고서	2019년 천리안위성 1호 복사·위치보정 품질 결과	3월	정기
	2019년 천리안위성 2A호 복사·위치보정 품질보고서	2019년 천리안위성 2A호 복사·위치보정 품질결과	3월	정기
	2019년 연차보고서	2019년 국가기상위성센터 주요 이슈사항 작성	3월	정기
	2010-2020 천리안위성1호 운영백서	천리안위성 1호 개발·운영·성과 등	11월	-
기상레이더센터	2019년 낙뢰연보	낙뢰 관측 통계 분석 및 사례 분석	5월	정기
	초단기예보 지원을 위한 레이 더 강수 및 낙뢰 실험예측모 델 현업운영	초단기 레이더 강수 및 낙뢰 실험예측모델의 구성, 자료 생산과정 및 운영방법	6월	단행본
	범부처 융합 이중편파레이더 활용기술개발 보고서	범부처 융합 이중편파레이더 활용기술개발 R&D 사업의 연구 성과 공유	12월	단행본
국립기상 과학원	2019 지구대기감시 보고서	2019년 한반도 기후변화감시 관측 및 분석 결과	6월	정기(연)
	세계인공증우 활동에 대한 전문가 평가 보고서	기상조절을 실험 연구, 기상관측 시스템 개발, 수치모델 연구 필요성 등	3월	단행본
	2019년 기상항공기 나라호 운영성과보고서	기상항공기 위험기상 선행관측 운항 결과 등	4월	정기(연)
	표준기상관측소 관측자료 연간 운영 보고서(2019년)	표준기상관측소(보성, 추풍령, 고창) 기상관측 장비 현황 및 관측자료 일변화 특성 분석	5월	정기
	IPCC 6차평가보고서 대응 전지구 기후변화 전망보고서 개정판	IPCC 6차 평가보고서(AR6)의 신규 온실가스 경로인 SSP1-2.6/2-4.5/3-7.0/5-8.5 4종에 대한 전지구 미래전망 추가 분석	7월	단행본
	나라호 관측자료 설명서	기상항공기 나라호 200종 관측자료 처리 과정 및 품질관리, 활용방법	10월	단행본
	2019년도 황사보고서	2019년에 발생한 황사사태에 대한 기상 및 에어로졸 특성 분석	10월	정기(연)
항공기상청	전지구 항공난류 예측시스템 기술노트	전지구 항공난류 예측시스템의 주요기술과 성능, 구조 및 단계별 프로그램 등	10월	단행본
	2020 항공기상 현업연구 보고서	해무, 급변풍, 강풍 등에 대한 현업연구 과제	12월	매년
	2019년 공항기후자료	공항별 주요 기상요소의 평균값, 극값, 발생 빈도 등의 기후정보	12월	매년

7 정부포상 현황

훈격	수여권자	인원	수상자 및 공적내용
홍조 근정훈장	대통령	3	우수공무원(전준모) 국가사회발전 유공(김세원, 주상원)
녹조 근정훈장	대통령	15	국가사회발전 유공(김승권, 서만수, 성인철, 임갑곤, 정관영, 최인호, 박정훈, 김재영, 박창수, 김철훈, 박문포, 정덕환, 황성철, 김미옥, 윤왕선)
옥조 근정훈장	대통령	6	국가사회발전 유공(전형일, 박육배, 김상근, 홍성훈, 권중모, 김창열)
근정포장	대통령	6	우수공무원(이정환) 국가사회발전 유공(장태곤, 이양동, 인희진, 이현규, 권수현)
표창	대통령	9	우수공무원(한윤덕) 세계기상의 날 유공(김원기, 최재훈, 박록진, 강현석) 사회발전 유공(서동일) 국가사회발전 유공(조남산, 장재동, 이승복)
	국무총리	22	우수공무원(한상은, 이해진) 세계기상의 날 유공(조진호, 조양기, 신동기, 문일주) 모범공무원(조형운, 김효정, 한경석, 서은진, 윤미덕, 박영주, 김정희, 우진규, 김희원, 정진이, 강혜영, 임병희, 마재준, 김명수) 국가사회발전 유공(김형국, 안광득)
	감사원장	1	자체감사업무 감사인 모범(김용하)
	부총리 겸 교육부장관	2	대학입학 전형의 안정적 추진(김홍수, 박상미)
	행정안전부 장관	3	국가재난관리업무추진 유공(박민아, 양진호) 국가핵심기반 재난관리(기상청)
	환경부장관	61	세계기상의 날 유공(김인선, 김정길, 박정균, 노정순, 장은해, 김은미, 박정자, 민성기, 박형순, 임정옥, 김재욱, 홍종남, 유서윤, 유재은, 강동희, 김은미, 조재근, 정병우, 박금옥, 강동훈, 김형환, 우진규, 박중배, 이조한, 김영록, 김수복, 이상보, 여민혜, 이윤영) 국립밀양기상과학관 신축 유공(손웅기, 김병주) 지진조기경보 및 지진업무 유공(조창수, 이근일) 강원지방기상청 청사 증축 유공(김진열, 고원일) 기상업무발전 유공(김경옥, 이재희, 정혜리, 손지현, 김태경, 박경배, 한국남, 충청북도지율방재단연합회, 오연숙, 심재관) 부패방지 및 청렴문화 유공(이해영, 윤신) 기상관측 표준화(김인혜, 최은진, 계홍우) 종합기상정보시스템 운영 유공(정성철, 김호진)

훈격	수여권자	인원	수상자 및 공적내용
			국가기상슈퍼컴퓨터 구축운영 및 활용 유공(박찬열, 이봉주) 지진조기경보 체계 개선 및 지진업무 발전 유공(윤원영) 천리안위성 2A 산출물 활용 기상업무 발전 유공(이윤곤, 심규욱, 이상진) 국가 레이더 업무 협업 유공(조요한, 이찬우) 환경보전 유공(김성우)
	기상청장	150	세계기상의 날 유공(안수환, 한원진, 오태석, 김윤숙, 최미경, 손현민, 김혜현, 홍미란, 김은정, 황인경, 송환웅, 신정훈, 박동선, 이기백, 구본진, 임영목, 강준식, 서가영, 박재인, 김선희, 김명근, 박형준, 강치호, 형철용, 박유민, 박민기, 김영훈, 박태성, 정진우, 정다운) 이달의 기상인(조용중, 조성일, 김창현, 기상레이더센터 레이더운영과, 김정일, 손웅기) 대외협력 활성화 유공(김효인, 천권필, 유용하, 김조현, 정서영, 박승찬) 기후변화 감시 유공(홍승학) 국립밀양기상과학관 유공(진영규, 박근홍) 국민신문고 민원대응 우수(경혜미, 이다정) 해양기상업무 발전(노상철, 정한구) 지진·지진해일·화산업무 발전 유공(이재규, 신용화, 위대원, 김준용) 한국형수치예보모델 개발사업 추진업무 유공(유민경) 기상위성 업무 협업 유공(구인회) 위성 융합 및 협력 업무 유공(이순주, 이희용) 기상측기 기상기술 향상 유공(최주영) 기상연구 및 개발 유공(이은영) 보안감사 유공(김진영, 이상룡) 기상산업진흥 유공(박이슬, 정명률, 신명섭) 기상민원업무 발전 유공(나정아, 김희선) 강원지방기상청 청사 증축(임종우, 류재덕) 코로나19 선제적 대응과 내실있는 청사관리 기상업무 지원 유공(운영지원과) 부패방지 및 청렴문화 조성 유공(손정욱, 유지영, 신기종) 감사 모범사례부서(국립기상과학원 현업운영개발부, 대전지방기상청 관측과, 강원지방기상청 기후서비스과) 우수연구원(김미자, 박기홍) 국제협력 활성화 유공(박재윤) 비상대비태세훈련 유공(송승환, 방갑수) 기상청 청사 증축 유공(유시원) 방재기상 강화 유공(박지혜, 신종훈, 이윤선, 윤현진) 재난관리 유공(이효균, 홍광표) 태풍예보 강화 유공(서화정, 최민주, 임다솔) 기상관측표준화 유공(박상용, 이상영, 이종현, 이가영, 이재학, 김대근, 장수호) 웹서비스 향상 유공(이상민) 국가기상슈퍼컴퓨터 구축·운영 및 활용 유공(김주범) 정보보호 강화 유공(홍윤기, 정희성, 하민정) 기후업무 활성화 유공(한권, 윤소정) 장기에보 발전 유공(김민채) 해양기상업무 발전 유공(김록주, 김수강, 김정훈, 전화숙, 정호영) 기후변화감시 업무발전 유공(허현정, 진선화) 수문기상·가뭄 및 이상기후 업무발전 유공(이승용)



훈격	수여권자	인원	수상자 및 공적내용
			기상과학관 업무발전 유공(박정호) 기상기후 빅데이터 활성화 유공(김성욱, 강화룡) 지역기상융합서비스 강화 유공(홍영균, 김기윤) 내부직원 우수강의 유공(유승협) 지역기상 협업 활성화 유공(이윤정, 윤현식, 이명진, 오태경, 임은채, 이종현, 윤항민, 주경돈, 이진화, 오정주, 이상호, 조정호, 손세환, 김영수, 정상호, 박동인, 김시훈, 서유미) 울진기상대 법면 보수공사 유공(김현봉, 진호성) 기상위성 협업 활성화 유공(김병학) 위성자료분석을 통한 기상재해 예방 유공(허모량, 이수봉) 국가레이더 협업 활성화 유공(김주희, 정찬기) 과학원 협업 활성화 유공(배은주, 최지현) 항공 기상 협업 활성화 유공(임정아, 최창호) 항공기상청 청사 이전 유공(이복규, 이승주)

8

2020년도 주요업무 추진일지

월 일	주 요 일 지
1. 6.	모바일 방재기상시스템 웹 서비스 전면 개편
1. 30.	사용자 맞춤형 지진정보서비스 기상청 날씨알리미(Push App) 연동
1. 30.	날씨알리미 앱 서비스 개시
2. 26.	기상관측표준화 대상 공공기관 관측데이터 전면 개방
2. 23. ~ 3. 1	제52차 IPCC 총회 참가
2. 20.	이상기후보고서 보고서 발간 및 10주년 기념 워크숍
3. 11.	제3차 기상업무발전 기본계획('17~'21) 2020년도 시행계획 확정
4. 1.	지진해일정보 신설 운영
4. 1.	천리안위성 1호 임무 종료
4. 28.	한국형수치예보모델 현업운영
5. 15.	체감온도 기반 폭염특보 시범운영 서울시 특보구역 세분화 태풍정보 서비스 개선 시행 - 강도 최고등급 '초강력' 신설, 크기 분류 대신 '강풍반경·폭풍반경' 제공 - 열대저압부 5일 예측정보 제공
5. 22.	3개월 전망과 월간 이상기후전망 통합 제공
6. 15.	규모 3.5 이상 지진 발생 시 「지진 분석서」 서비스 시행
6. 18.	2020년 기상기후산업 청년창업캠프
6. 30.	10분 간격의 상세 초단기예보 생산체계 구축 및 서비스
6. 30.	(재)한국형수치예보모델개발사업단 청산
7. 22.	CCTV를 활용한 기상실황 감시시스템 개선
7. 23.	2020 날씨 빅데이터 콘테스트 개최
7. 27.	한국 기후변화 평가보고서2020 발간 및 워크숍 개최(환경부 공동)
7. 28.	통합기상분석 API를 활용한 쌍방향 수치일기도 조회 시스템 구축
9. 1.	(재)차세대수치예보모델개발사업단 설립
9. 18.	집중호우 알림(강한비 사전 알림) 서비스 개시

월 일	주 요 일 지
9. 29.	표류부이, 동표AWS 등 해양관측장비 관측주기 개선
10. 28.	제15회 대한민국 기상산업대상 시상식
9월	항공기 운항 급변풍 발생 예측을 위한 1시간 간격 고도별 고해상도(2.2km) 예측 정보 생산
10월	인공지능 기반 수치예보모델 복사과정 신경망 에뮬레이터 원형 개발
10. 12.	제382회 국회(정기회) 환경노동위원회 국정감사 수감
10. 28.	2020 기상기후 빅데이터 포럼 개최
10. 30.	국립기상박물관 개관
11. 3.	기상청 DB 데이터 표준정의 조회 서비스 개시
11. 5	2020 기상산업 실태조사 공표(2019년도 기준)
11. 16.	한파 영향예보 정규 서비스
11. 26	1개월전망과 주간 이상기후전망·기상가뭄전망 통합 제공
11. 26.	1개월 기상가뭄예보를 장기전망과 통합하여 제공
11. 26.	진도기반 사용자 맞춤형 지진정보서비스 제공
11. 27.	지진관측장비 검정제도 정식 시행
11. 30.	천리안위성 2A호 75종 산출물 개발 완료
11. 30.	대형기상부이, AWS 등 먼바다, 도서지역 위주의 관측망 확충
11. 30.	1종 전문박물관 등록
11. 30.	종합 기후변화 감시정보(8종) 서비스 확대
11. 30.	지역별 기후변화과학 표준교재 제작
11. 30.	강원지방기상청 청사 증축 완료
12. 28.	기상분야 KS 1종 제정 및 1종 개정
12. 28.	기상관측차량 신규 도입(2대)
12. 30.	AR6 동아시아 시나리오 및 기후변화 상세 분석정보 웹기반 서비스
12. 31.	제3차 기상산업진흥 기본계획(2021~2025) 수립

2020 기상연감

2021년 6월 인쇄

2021년 6월 발행

발행처 기상청

편집부서 기획재정담당관실

- 기상연감의 내용 중 의문이 있거나 착오가 발견되면 기획재정담당관실로 연락주시기 바랍니다.
[Tel. 02-2181-0309]
- 기상연감은 기상청 행정홈페이지(www.kma.go.kr) 자료실-기상간행물에 상시 게재하고 있습니다.

