

발간등록번호

11-1360000-000011-10



2023 기상 연감

2023 Yearbook

Korea Meteorological Administration



기상청

Korea Meteorological
Administration

발간사

기상재해로부터
국민의 생명과 안전을 지키는
기상청이 되도록
최선을 다하겠습니다.



매년 평범한 1년을 보낸 때는 없었지만, 지난 2023년은 기후위기 시대의 한 가운데에서 있다는 것이 더욱 실감나는 해였다. 제6호 태풍 카눈은 1951년 태풍 관측 이래 처음으로 한반도를 남에서 북으로 관통하는 이례적인 경로를 보였고, 남부지방의 극심한 가뭄이 끝나기 무섭게 엄청난 양의 비가 내려 홍수가 연이어 발생하며, 장마철 남부지방은 712.3mm라는 역대 1위 강수량을 기록하였다. 이처럼 새롭게 나타나는 위험기상을 예상하고 선제적으로 대응해야 하며, 가뭄과 홍수를 동시에 걱정하며 살아가는 것이 기후위기 시대 우리의 현주소라 할 수 있다.

기후변화로 전례없던 위험기상현상이 급증하고 이로 인해 기후변화가 우리 국민의 삶에 미치는 영향이 더욱 커짐에 따라, 예보의 난이도는 더욱 높아지고 정확한 예보에 대한 국민의 요구 또한 더욱 높아지고 있어, 기상청은 더욱 무거운 책임감을 느끼고 있다. 이러한 기후위기 시대의 최전선에서 2023년 기상청은 「위험기상과 기후위기로부터 안전한 국민, 든든한 국가」라는 정책 목표를 가지고, 국민의 생명을 구하는 일을 최우선으로 삼고 업무를 추진해왔다.

특히 여름철 집중호우로 직접적인 위험이 예상되는 지역 주민들에게는 호우 긴급재난문자를 보내 위험을 알려 즉각적인 안전조치를 유도하고, 폭염에 취약한 농촌지역 어르신들께는 직접 폭염정보를 전달하는 등 국민의 안전을 지키기 위해 다방면으로 노력했다. 또한 지난 11월 30일 발생한 규모 4.0의 경주지진은 최초 관측 후 5초 만에 지진속보를 발표하여, 지진으로 발생하는 국민 피해 최소화에 앞장섰다.

이와 함께 대내외 환경변화와 사회적 흐름에 맞춰, 국가기상체계를 정비하고 기상재해 대응 지원을 강화하기 위해 기상법을 전면 개정하였다. 또한 과학적 근거에 기반한 국가 기후위기 대응을 위한 「기후·기후변화 감시 및 예측 등에 관한 법률」을 제정하여, 기후변화 감시 및 예측 업무의 총괄·지원기관으로서 기상청 업무 수행 기반을 마련하였다.

기상청이 하루에 수집하고 생산하는 기상기후데이터의 용량은 수십 테라바이트에 달한다. 거기에 이 데이터가 가지는 사회경제적 영향까지 고려하면 그 가치는 천문학적인 액수가 된다. 이 자료들이 모여 과거부터 현재까지 기후의 변화를 분석할 수 있고, 또 미래를 내다볼 수 있는 기초자료가 된다. 지난 제19차 세계기상총회(2023. 5. 22. ~ 6. 2.)에서 제주지방기상청은 ‘WMO 100년 관측소’로 선정되었다. 이로써 우리나라는 부산, 서울과 함께 세 개의 100년 관측소를 보유하게 되었다. 이렇게 오랜기간 축적된 자료야말로 우리 기상청의 진정한 자산이라고 할 수 있다. 세 개의 100년 관측소 자료를 포함하여, 기상청이 가지고 있는 과거 100년의 데이터와 미래 100년의 예측정보가 어둠의 기후위기로부터 우리를 지켜줄 등불이 될 것이다.

우리가 수행하는 업무 하나 하나가 모여 기상청이 움직이고, 수년이 지나 뒤돌아보면 그것이 곧 역사가 된다. 기상청의 역사를 기록하고, 그 역사의 작가이자 주인공으로 함께하는 모든 기상청 동료·동지들에게 감사를 전한다.

2024년 5월

기상청장 유희동

CONTENTS

제1부

주요정책 및 이슈

- 01. 2023년 주요정책 성과 20
- 02. 2023년 우리나라 기후특성 23
- 03. 2023년 세계기후특성 27
- 04. 2023년 기상이슈(언론보도, SNS 등) 30

제2부

기상기술 동향

제1장 국내외 분야별 기상기술 동향

- 01. 기상기술·정책 전략 42
- 02. 기후 44
- 03. 해양 46
- 04. 환경기상 47
- 05. 위험기상/재해 48
- 06. 지진/지진해일/화산 50
- 07. 관측/장비 52
- 08. 융합기상 54
- 09. 기상정보화 56
- 10. 수치예보모델 59
- 11. 슈퍼컴퓨터 62

제3부

분야별 기상정책

제1장 기상예보

- 01. 예보업무의 제도 개선 66
- 02. 방재기상 73
- 03. 예보기술 향상과 예보해설 강화 76
- 04. 태풍정보 85
- 05. 영향예보 92
- 06. 수치예보 97

제2장 기상관측

01. 지상·고층·해양기상관측	109
02. 기상관측표준화 및 기상장비 도입·인증	120
03. 기상정보화	126
04. 기상슈퍼컴퓨터 운영	136
05. 정보보호 및 개인정보보호 강화	139

제3장 기후 및 기후변화

01. 기후업무의 제도개선	142
02. 기후예측	144
03. 해양기상서비스	149
04. 기후변화 감시 및 전망	153
05. 수문기상·가뭄정보 서비스	162
06. APEC기후센터 운영	166

제4장 기상서비스

01. 기상청 데이터 관리 및 서비스	169
02. 기상기후 빅데이터 융합서비스	175
03. 기상산업 육성 및 활성화	182
04. 국립기상박물관 및 국립기상과학관 운영	189
05. 한국기상산업기술원 운영	193

제5장 지진감시와 대응

01. 지진업무의 제도 개선 및 소통	196
02. 지진 발생 현황	200
03. 지진관측망 및 정보전달체계 개선	204
04. 지진·지진해일·화산 기술개발	212

CONTENTS

제6장 기상위성 및 레이더

01. 기상위성	217
02. 기상레이더	227

제7장 국제협력

01. 국제기구와의 협력	237
02. 국가 간 기상기술 협력	245
03. 국제개발협력	249
04. 남북기상협력	253

제8장 기상행정

01. 조직관리	254
02. 기상연구 관리	255
03. 기상인력 확보	260
04. 기상정책 홍보	262
05. 기상교육	269
06. 시설환경 개선	277

제4부

소속기관 추진업무

제1장 지역별 추진업무

01. 수도권기상청	280
02. 부산지방기상청	287
03. 광주지방기상청	294
04. 강원지방기상청	302
05. 대전지방기상청	309
06. 대구지방기상청	315
07. 제주지방기상청	321
08. 전주기상지청	328
09. 청주기상지청	334

제2장 책임기관 추진업무

01. 국립기상과학원	341
02. 항공기상청	349

제5부

부록

01. 기상청 기구도	356
02. 예산 및 결산	357
03. 법령 및 행정규칙 정비	361
04. 기상관측장비 현황	368
05. 청사 현황	388
06. 각종 발간자료 현황	391
07. 정부포상 현황	395
08. 2023년도 주요업무 추진일지	399

표차례

표 1-1	윤석열 정부 기상청 소관 국정과제	20
표 1-2	2023년 우리나라 월 평균기온, 편차(℃) 및 역대 순위	24
표 1-3	2023년 우리나라 월 강수량(mm), 평년비(%) 및 역대 순위	25
표 1-4	「기상·기후변화 감시 및 예측 등에 관한 법률」 제정 관련 주요 언론보도	31
표 1-5	2023년 주요 지진 언론보도	34
표 2-1	대규모 언어모델(LLM) 활용 분야	57
표 2-2	국내외 수치예보모델 운영 현황	60
표 2-3	국내외 수치예보기술 개발 현황	61
표 2-4	우리나라 슈퍼컴퓨터 순위(2023년 11월 기준)	64
표 3-1	폭염특보 발표기준 변경사항	68
표 3-2	폭풍해일 특보 발효기준값 개선사항	69
표 3-3	2023년도 기상청 호우 긴급재난문자(CBS) 발송이력	71
표 3-4	2023년 월별 태풍 발생 수	85
표 3-5	2023년 강도 등급별 태풍 발생 수	86
표 3-6	모델별 2023년 북서태평양 태풍 발생, 한반도 영향태풍 수 및 진로예측 결과	88
표 3-7	최근 10년간(2013~2022) 자연재해 원인별 총 피해액	92
표 3-8	2021~2022년 호우 관련 피해유형별 피해 건수	96
표 3-9	기상청의 수치예보시스템 운영 현황(2023년 12월 기준)	98
표 3-10	한국형모델 기반 전지구예보시스템 개요	100
표 3-11	수증기 및 구름분석 강화를 위한 관측자료 활용 기법 비교	104
표 3-12	2023년 지상기상관측장비 신설 현황	109
표 3-13	2023년 지상기상관측장비 이전 현황	110
표 3-14	2023년 지상기상관측장비 교체 현황	111
표 3-15	2023년 지상기상관측장비 도입 현황	113
표 3-16	2023년 강원도청 레이저식적설계 이관장비 운영 현황	114
표 3-17	2023년 도로기상관측장비 운영 현황(55개소)	116
표 3-18	기상분야 국가표준(KS) 현황	121
표 3-19	최근 10년간 연도별 민원검정업무 수행 결과(검정대행기관: 한국기상산업기술원)	125
표 3-20	2023년 종합기상정보시스템 기능 개선 개발 결과 목록	127
표 3-21	2023년 현재 역대 기상청 홈페이지 방문자 최다 기록(모바일 웹 포함)	132
표 3-22	3단계 정보보안 감사·이행 체계	140
표 3-23	이안류 예측정보 제공 개선	149
표 3-24	해양기상서비스 순회 홍보 대상	151
표 3-25	2023년 기후변화감시 자료 제공 현황 및 향후 계획	154
표 3-26	IPCC 제6차 평가보고서 기반의 새로운 기후변화 시나리오(SSP) 경로	156
표 3-27	SSP 국가 기후변화 표준 시나리오 기반의 기후요소(7종) 및 극한기후지수(27종)	156
표 3-28	SSP 국가 기후변화 표준 시나리오 기반의 응용지수 목록	157
표 3-29	2023년 기상기후데이터 제공 실적	171
표 3-30	2023년 기상자료개방포털 자료 종류별 이용실적	172

표 3-31	2023년 기상자료개방포털 분야별 자료 이용 실적비율	172
표 3-32	기상콜센터 운영방식(연혁)	173
표 3-33	2021년~2023년 기상콜센터 상담 운영 현황	173
표 3-34	2023년 지역기상융합서비스 개발현황	176
표 3-35	기상산업 실태조사 주요 통계(3개년 비교)	182
표 3-36	제18회 대한민국 기상산업대상 수상기업 현황	186
표 3-37	국립기상박물관 개관(2020. 10. 20.) 이후 연간 관람객 현황	190
표 3-38	국립기상과학관 연간 관람객 현황	191
표 3-39	한국기상산업기술원 조직도 (2023년 12월 기준)	194
표 3-40	재난의 경중에 따라 위급재난, 긴급재난, 안전안내 문자로 분류하여 지진 재난문자 발송	196
표 3-41	「지진 재난문자방송 운영규정(기상청 훈령)」 개정(2023. 12. 12.)	197
표 3-42	기상청 계기 관측 기간(1978~2023년) 지진 발생 현황(규모 2.0 이상)	200
표 3-43	2023년 지역/해역별 지진 발생 횟수(규모 2.0 이상)	201
표 3-44	2023년 주요 지진 발생 및 피해 현황	203
표 3-45	연도별 기상청 지진관측망 현황 및 사업 추진 현황	205
표 3-46	기상청 지진해일, 공중음파, 지구자기 및 화산관측소 현황	205
표 3-47	지진관측장비 검정대수 및 검정수수료 현황	205
표 3-48	기상청 지진정보 직접연계 현황	208
표 3-49	전국 17개 광역지자체 교육청과 지진정보 연계 현황	209
표 3-50	지진현장경보와 지진조기경보 비교	209
표 3-51	지진현장경보체계 제공방식 확대 현황(2023. 12. 기준)	210
표 3-52	매뉴얼 및 가이드스 발간	230
표 3-53	2023년도 레이더 실증관측소 활용 협업과제	230
표 3-54	2023년도 레이더 예방점검 순회 프로그램	230
표 3-55	2023년 연직바람관측장비 관측지점	231
표 3-56	연도별 범부처 S-밴드 이중편파레이더 분석 지점 및 지점수(검정색 기상청, 파란색 환경부)	233
표 3-57	2023년 WMO 주요 회의 참가 현황	239
표 3-58	최근 6년간 WMO 의무분담금 및 분담률	240
표 3-59	2023년도 분야별 R&D 예산	256
표 3-60	2020~2022년 기상업무 연구개발사업 논문 및 특허 성과	258
표 3-61	2023년도 국가연구개발사업 중간평가 결과	259
표 3-62	2023년도 국가연구개발사업 성과관리·활용계획 점검 결과	259
표 3-63	기상인력 채용 실적(2023. 12. 기준)	260
표 3-64	기상인력 현황(2023. 12. 31. 기준/휴직·파견자 포함)	261
표 3-65	2023년 주요 언론보도 기사 현황	267
표 3-66	2023년 예보관 과정 기본 방향	269
표 3-67	2023년 예보관 과정 커리큘럼	270
표 3-68	2023년 핵심분야 교육과정 운영실적	270
표 3-69	2023년 기본 및 공통전문 교육 운영 실적	271

표차례

표 3-70	2023년 외국인 교육과정 운영 실적(총 52명 수료)	273
표 3-71	2023년 방재기상업무 전문교육 운영 실적	274
표 3-72	2023년 대국민 기상교육 운영 실적	275
표 3-73	2023년 봄·가을학기 ‘학점은행제 대기과학 전공과정’ 운영 실적	275
표 3-74	연도별 청·관사 신·증축 현황	277
표 3-75	각급 청사시설의 경과년수별 현황	278
표 5-1	2023년도 신규사업 현황	358
표 5-2	2023년도 프로그램별 세출예산현황	359
표 5-3	2023년도 세입 수납 내역	360
표 5-4	2023년도 프로그램별 지출 현황	360
표 5-5	2023년 기상청 법령 제·개정 및 폐지현황	361
표 5-6	2023년 기상청 행정규칙 제·개정 및 폐지현황	362
표 5-7	지상기상관측장비 설치 현황	368
표 5-8	고층기상관측장비 도입 현황	377
표 5-9	해양 관측망 설치 현황	379
표 5-10	항공기상관측장비 현황	387
표 5-11	청사 현황	388

그림차례

그림 1-1	우리나라 연평균기온 편차 시계열(좌), 연 평균기온과 연 평균기온 편차 분포도(°C)(우)	23
그림 1-2	2023년 연강수량(mm)(좌) 및 평년값 대비 연강수량 평년비 분포도(우)	25
그림 1-3	2023년 우리나라 주요 극값 현황(월 극값 기준)	26
그림 1-4	2023년 연평균기온 평년편차 전 지구 분포도	28
그림 1-5	관측소별 평년 대비 2023년 연강수량 비율(%)	29
그림 1-6	신속정보(지진조기경보 및 지진속보) 발표시간 단축 경과	34
그림 1-7	도로위험 기상정보 내비게이션 표출 화면	35
그림 1-8	세계기상기구(WMO) 지구대기감시(GAV) 관측소 승인기념행사(2023. 10. 20.) 및 관련 서한 ..	37
그림 1-9	제주측후소(1920년대)	38
그림 1-10	제주지방기상청(현재)	38
그림 1-11	WMO 100년 관측소 인증서	38
그림 1-12	현판 제막	38
그림 1-13	2022년 지진희 홍보영상(좌), 2023년 여진구 홍보영상(우)	39
그림 3-1	폭풍해일 특보 구역 조위관측소(31개소) 현황	68
그림 3-2	호우재난문자 발송 시스템을 위한 의사 결정 및 재난문자 생성과정(좌), 기상청 재난문자 CAP 파일을 NDMS를 통해 이동통신 3사로 발송하는 흐름도(우)	70
그림 3-3	기상청 호우재난문자 발송 시스템 모니터링 화면 및 재난문자 자동 생성 화면	71
그림 3-4	《Why? How!》겨울예보 사례분석, 지역특화 예보, 태풍 분석, 겨울예보	77
그림 3-5	언론과의 적극적 예보 소통	77
그림 3-6	인터넷기상방송 날씨ON과 엠피TV 개편	78
그림 3-7	다양한 채널을 활용한 적극적 소통 전략	79
그림 3-8	3D 모식도 제작	79
그림 3-9	해양관심지역 설정(좌) 및 모바일 방재기상정보시스템(우)	80
그림 3-10	관측 중첩 요소 추가(3시간 강수량, 적설)(좌), 우박발생 가능성 분포도 및 임의 지점 단열선도 표출(우)	81
그림 3-11	925, 850, 700hPa 바람 및 온도이류	81
그림 3-12	연직(1000-300hPa) 구간 바람성분을 고려한 수증기수송 표출	82
그림 3-13	GTS 자료 조회 PLUS 기능 개선 화면	82
그림 3-14	선진예보시스템II 개념도	83
그림 3-15	선진예보시스템II로 달라지는 예보관 업무 환경	84
그림 3-16	지능화 예보 초안 생성, 모델별 예측성능 분석, 예보관 업무 포털(전광판, 통보문 피드, 기상 상황 판단) 등 프로토타입 예시	84
그림 3-17	최근접 정보 확대(165→173개)(좌), 예보 간격 확대(6→3시간)(중), 강풍반경 생산기술 개선(우)	87
그림 3-18	태풍현업시스템 감시모듈 메인화면(좌), 진로예측 플랫폼(우)	87
그림 3-19	제13차 한·중 태풍공동워크숍(2023. 3. 23.)	89
그림 3-20	태풍위원회 연수프로그램을 통한 예보관 훈련(2023. 6. 11.~24.)	90
그림 3-21	제55차 태풍위원회 총회(영상)(좌), 제18차 태풍위원회 통합워크숍(우)	91
그림 3-22	제6호 태풍 카눈 통보문(2023. 8. 8.)	93

그림차례

그림 3-23	영향예보 전달 방법	93
그림 3-24	농촌 어르신 대상 폭염 영향예보 전달 강화 및 관련 언론기사	94
그림 3-25	영향예보 활용 우수사례/아이디어 경진대회(2023. 10. 31.)	95
그림 3-26	양상불 기반 예상 단열선도(예시). 빨간색, 초록색, 파란색 음영은 각각 양상불 멤버들의 기온, 노점온도, 습수의 연직분포 범위를 나타냄	102
그림 3-27	양상불 기반 태풍내습확률도(예시). 양상불 각 멤버들이 예측한 태풍진로의 범위를 음영을 통해 보여줌	102
그림 3-28	국지 양상불 기반 예보구역별 강수집계표(예시). 양상불 멤버들로부터 산출된 강수량의 범위가 예보구역별로 표시되어 있음	103
그림 3-29	한국형 국지 양상불 기반 계급별 강수 일기도(예시). 강수가 약한 멤버(Median)부터 강한 멤버(Max)까지 가능한 강수강도 범위를 보여줌	103
그림 3-30	주요 외국 공항 지점의 KIM 기반 신규 연직시계열도	106
그림 3-31	한국형수치예보모델(KIM) 예측 정보 제공 국가와 도시 수	106
그림 3-32	국내항사관측망	111
그림 3-33	항사발원지 관측망 현황	113
그림 3-34	도로기상관측망 및 도로기상관측장비	115
그림 3-35	고층기상관측 자동발사장치	116
그림 3-36	수집처리 모니터링 시스템 웹 인터페이스	126
그림 3-37	LTE 유·무선망 구성도	129
그림 3-38	유관기관 CCTV 표출현황	130
그림 3-39	해양감시 CCTV 표출현황	130
그림 3-40	산불기상지원 페이지	131
그림 3-41	지역별상세관측 페이지(API)	131
그림 3-42	기상청 홈페이지 연간 방문자수 통계(모바일은 반응형 웹 구성으로 2021년부터 제외)	131
그림 3-43	RMDCN망 내 한국기상청의 GTS 자료 흐름도(KMA, JMA, CMA)	134
그림 3-44	KAM WIS2 Node(https://wis2box.kma.go.kr)(좌) 및 KMA 모니터링 페이지(우)	135
그림 3-45	기상청 슈퍼컴퓨터와 수치예보 역사	136
그림 3-46	슈퍼컴퓨터 5호기 기반 한국형수치예보모델(좌) 및 통합모델(우) 생산 자료	137
그림 3-47	정보보안감사 및 찾아가는 정보보호 소통간담회 실시(국가태풍센터(좌), 국가기상슈퍼컴퓨터(중), 항공기상청(우))	141
그림 3-48	「기후·기후변화 감시 및 예측 등에 관한 법률」 제정 추진 경과	142
그림 3-49	FOCRA II (좌) 및 EASCOF(우) 합동회의	145
그림 3-50	국외 예측모델(DWD)(좌), 권역별 정보지 활용 콘텐츠(우)	146
그림 3-51	개선 전·후 3개월전망 해설서(좌), 계절별 모식도 예시(우)	147
그림 3-52	자료개방을 위한 누리집 로그인 기능 삭제(좌), 자료 무료내려받기 화면(우)	148
그림 3-53	임의항로 맞춤형 서비스(좌) 및 여행 맞춤형 서비스(우)	151
그림 3-54	인천 유도선 사업자(좌), 속초어선안전조업본부(중), 제주지방해양경찰청(우)	151
그림 3-55	세계기상기구(WMO) 지구대기감시(GAW) 관측소 승인기념행사(2023. 10. 20.) 및 감시소 전경	154

그림 3-56	국가 기후변화 표준 시나리오 생산 모식도	156
그림 3-57	SSP 행정구역별 국가 기후변화 표준 시나리오	156
그림 3-58	행정구역별 기후변화 상황판(상), 남한상세 기후변화(하좌), 전지구 기후변화(하우)	158
그림 3-59	브랜드 디자인(BI(Brand Identity_로고 및 네이밍 구성))	159
그림 3-60	제4회 달콤기후 공모전 수상작 오프라인 전시회(좌), 기초입문서(중), 달콤기후 버스킹(우)	160
그림 3-61	애니메이션 및 OST 제작 및 확산_브레드 이발소(좌·중), 문화예술프로그램_복서울꿈의숲(우)	160
그림 3-62	기후위기사계 제막식 및 기후위기 시계 전경_대전 한밭수목원	160
그림 3-63	기후변화과학 학교 교육	161
그림 3-64	물순환 과정	162
그림 3-65	수문기상 가뭄정보 시스템 홈페이지	162
그림 3-66	물관리 맞춤형 정보(확률기반 위험 수문기상 영향정보(좌), 한국형 지역모델 기반 수문기상 정보(우))	163
그림 3-67	기상가뭄 정보(기상가뭄 6개월 계절전망 예보문(좌), 급성가뭄 감시 정보 시험 생산(우))	164
그림 3-68	홍수기 합동 영상회의 모습(2023. 7. 12.)	165
그림 3-69	봄철 가뭄 총력 대응 방안 회의(2023. 3. 9.)	165
그림 3-70	제5차 APCC MME 모델제공기관 회의(2023. 8. 29.~31., APCC(좌), 2023년도 APCC 회원국 실무단 회의(2023. 10. 17., 대만기상청(우))	166
그림 3-71	APCC BSISO 영향장 영역 및 예측기간 확장 결과(좌), 말레이시아 지역 산불예측 결과(우)	167
그림 3-72	기후예측모델 테스트베드의 개념	168
그림 3-73	ENSO, MJO, EASM 진단 스코어카드	168
그림 3-74	기상청 API허브(좌), 고해상도 격자데이터 예시(기온, 우)	174
그림 3-75	2023년 빅데이터 융합서비스 개발 사례	176
그림 3-76	한국농림기상학회 특별세션 (2023. 6. 29.)	178
그림 3-77	2023 날씨 빅데이터 콘테스트 홍보 포스터(좌), 시상식(우)	179
그림 3-78	2023 기상기후데이터 융합분석 특성화대학원 협약식(2023. 6. 29.)	179
그림 3-79	생활기상정보 서비스 예시(자외선지수 실황 서비스, 일사량 정보)	180
그림 3-80	스마트시티 기상기후 융합기술 개발 성과(스마트시티 기상기후 디지털트윈 서비스(예)(좌), 도심 환경별 기온특성 관련 언론보도(KBS, 경향신문, 2023. 8. 17.(우))	181
그림 3-81	기상기후산업 국제전시회 참가 지원사업(2023. 10. 3.~10. 5.)	184
그림 3-82	몽골 ODA 착공식(2023. 5. 2.) 및 캄보디아 천리안시스템 공여식(2023. 10. 25.)	184
그림 3-83	기상기술 사업화 지원기업 방문 및 현장점검(2023. 7. 19.~7. 28.)	185
그림 3-84	UAM 운항 지원을 위한 기상관측 및 예측 기반기술 개발 개념도	188
그림 3-85	국립기상박물관 자체 개발한 교육용 교구	189
그림 3-86	지진계실 전시 내용	190
그림 3-87	보존처리 전후사진	190
그림 3-88	대학생 맞춤형 취업지원 소통 (2023. 5. 18)	195
그림 3-89	사회복지관 사회공헌 활동(지진안전교육) (2023. 9. 18.)	195
그림 3-90	2023년도 지진·지진해일·화산 홍보사업	199
그림 3-91	연도별 국내 지진 발생 추이(1978~2023년)	201

그림차례

그림 3-92	2023년 지진 발생 분포도: 규모 2.0 이상(좌), 규모 2.0 미만(우)	202
그림 3-93	2023년 세계 지진 발생 현황(규모 5.0 이상)	202
그림 3-94	기상청 지진관측망도	206
그림 3-95	기상청 지진정보 직접연계 서비스 흐름도	207
그림 3-96	학교 연계 시범서비스 구성	208
그림 3-97	지진발생 시간 경과에 따른 지진 통보 체계	209
그림 3-98	지진현장경보 제공방식(통보매체)	210
그림 3-99	기상청 주관 및 기관 주관(수요자 맞춤형) 지진현장경보체계 비교	211
그림 3-100	관측소별 전달함수를 적용한 진도산출 결과(좌: 현재, 우: 전달함수 적용(좌), MEMS 지진관측망을 활용한 진도 산출 결과(좌: 기상청 진도맵, 우: MEMS 진도맵)(우) ...	213
그림 3-101	관측소별 주요 지진 발생지역에 대한 상대진원 분석시스템 흐름도(좌), Antelope DB 기반의 3차원 속도구조 활용 진원 분석시스템 체계도(우)	213
그림 3-102	지진해일예측시스템을 이용한 수치모의 결과 예시, 동북아 영역(좌) 및 전지구 영역(우)	214
그림 3-103	UM 기상장(좌) 및 KIM 기상장(우)의 화산재 확산 예측 결과 비교	215
그림 3-104	규모 4.1 과산 지진에 적용된 진도분포도 표출 결과(좌), AI 기술을 접목한 다중관측소 자료 기반 지진정보 생성 모델 개발(우)	216
그림 3-105	강원권 미소지진을 포함한 지진 정밀분석 결과(좌), 강원권 초기 천부속도구조 산출(중), 중점 모니터링 지역인 밀양단층 정밀분석을 위한 지오폰 탐사 설계(우)	216
그림 3-106	2023년도 천리안위성 2A호 영상 적시 제공률(%)	218
그림 3-107	위성정보시스템 그리기 기호 기능	219
그림 3-108	위성정보시스템 산불감시, CCTV, 지상바람, 예보구역 중첩 기능	220
그림 3-109	선진예보시스템에 표출되고 있는 도로 가시거리 위험정보, CCTV, 시정계, 시정계객관분석 표출 예시(2023. 7. 29. 07:30 KST)	221
그림 3-110	지상 15개소 관측망(좌)과 위성기반 자외선지수(우) 서비스 현황	222
그림 3-111	주관적 드브락 태풍중심분석(SDT)과 베스트 트랙(녹색) 비교(2022년, 한남노)결과 거의 일치함(좌), 다양한 위성영상 및 관측(GTS바람)자료를 중첩한 개선된 위성분석시스템(우)	222
그림 3-112	2023년도 천리안위성 5호 개발 사업 예비타당성조사 대응 추진 경과	223
그림 3-113	제13차 아시아-오세아니아 기상위성 사용자 콘퍼런스 참석자 사진(2023. 11. 6.~9.)	224
그림 3-114	제5회 천리안위성 2호 융복합활용 콘퍼런스 참석자 사진(2023. 9. 21.~22.)	225
그림 3-115	캄보디아 천리안위성 2A호 활용역량강화 현지연수	226
그림 3-116	콘크리트 베이스 구축, 타워 조립, 타워 및 장비실(헬터) 구축현황	227
그림 3-117	기상레이더 부품 국산화(Dehydrator) 개발 현황	228
그림 3-118	테스트플랫폼 구축 및 신호처리 알고리즘 개발(테스트플랫폼 설치, 기상모멘트 추정(반사도), 품질변수(CPA) 추정)	229
그림 3-119	분전반 교체, 서지보호장치 개선, 피뢰돌침 인하도록 개선	229
그림 3-120	연직바람관측장비 신설 현황(울산(좌), 안마도(우))	231
그림 3-121	레이더 이상전파에코 분류·제거 알고리즘 흐름도 및 초단기 강수예측 개선 결과	232
그림 3-122	레이더 기반 SPOT 산출 알고리즘 개요 및 집중호우 위험구역 탐지 사례	233
그림 3-123	연도별(2019~2022) 누적 강수량 분포. 레이더(상), AWS(하)	234

그림 3-124	Torrential Loss를 적용한 2022년 8월 집중호우 사례의 초단기 강수예측 결과(Choi et al., 2023).	235
그림 3-125	2023년 국제 기상·강우레이더 콘퍼런스(2023. 10. 25.~26.)	236
그림 3-126	제19차 세계기상총회 참석(2023. 5. 22.~6. 2.)	239
그림 3-127	제58차 총회에서 대한민국 수석대표(기상청장) 발언 모습(좌), 보고서 승인 기념 현지 브리핑(중), 종합보고서 작성 기념 연회(우)	242
그림 3-128	IPCC 제59차 총회장 사진(좌), IPCC AR7 의장에 당선된 Jim Skea 교수(중), IPCC AR6 아웃리치 프로그램 사진(우)	242
그림 3-129	COP28 기상청 대표단 사진(좌), EIG* 그룹 사진(중), 연구 및 체계적 관측 회의 사진(우)	243
그림 3-130	제8차 한-미국 기상협력회의(2023. 3. 28.)	246
그림 3-131	제10차 한-몽 기상협력회의 및 ODA사업 착공식(2023. 5. 2.)	246
그림 3-132	제7차 한-베트남 협력회의(2023. 11. 8.)	247
그림 3-133	미국해양대기청 청장 초청 회의(2023. 5. 18.)(좌) 및 마다가스카르 교통부장관 면담(2023. 6. 13.)(우)	248
그림 3-134	주요정책 및 기상홍보 콘텐츠	263
그림 3-135	해피해피 캠페인 관련 메시지	264
그림 3-136	위험기상 피해 예방 캠페인 영상 및 나눔 행사	264
그림 3-137	대국민 기상과학 공감 소통 콘텐츠	266
그림 3-138	제41회 기상기후 사진·영상 공모전 수상작 (대상 '얼음 속 한라산(김정국 작)'(좌), 금상 '보밭재의 겨울(이상운 작)'(우))	267
그림 3-139	기상레이더 운영기술 향상과정(2023. 6. 12.~23.)(좌), 아시아지역 기상위성자료 활용능력 향상과정(2023. 10. 9.~20.)(우)	273
그림 3-140	WMO RTC-Seoul 재인증을 위한 현장실사(2023. 7. 18.~20.)	273
그림 3-141	조감도(좌), 투시도(우)	276
그림 4-1	취약계층 폭염 피해 저감을 위한 영향예보서비스 전달	282
그림 4-2	갯벌고립사고 발생 시간대(좌), 갯벌안개정보 카드뉴스(우)	283
그림 4-3	기상관측차량을 활용한 특별관측 지원	284
그림 4-4	수도권 맞춤형 기후자료집 및 계절기후정보지, 기상가뭄 정보	286
그림 4-5	스마트 드론 윈드길 및 도시 열정보 생산 기술	286
그림 4-6	농촌 어르신 대상 맞춤형 폭염 영향예보 서비스	287
그림 4-7	기상관측차량을 활용한 특별관측	290
그림 4-8	국립밀양기상과학관 주요 체험 프로그램	293
그림 4-9	날씨 알려주는 남자	295
그림 4-10	폭염 대응요령 전파	295
그림 4-11	기관장 간담회(2023. 4. 27.), 학·군·관·연 해양기상 워크숍(2023. 9. 14.), 해양기상 전문화 공동TF 발족식(2023. 10. 18.)	296
그림 4-12	기상관측차량 활용 기상관측지원(태풍 '카눈', 대형산불 기상지원) 및 지자체 관측자료 제공	298
그림 4-13	통합 실험감시 및 업무 자동화 프로그램, 모바일 길라잡이, 광주·전남 기상관측지점 3차원 영상정보	298

그림차례

그림 4-14	다양한 기후변화과학 이해확산 프로그램	299
그림 4-15	풍력발전 맞춤형 기상기후예측정보	300
그림 4-16	매일 기상융합서비스	300
그림 4-17	착공식(2023. 3. 30.) 및 과학관 전경(좌), 과학관 후면(우)	300
그림 4-18	관계기관 협업 강화 및 소통 사례	303
그림 4-19	최근 3년 기상특성 상세분석, 강원도 위험기상 대설 교육자료, 강원영동 대설예측 판별흐름도	303
그림 4-20	강원지방기상청 영향예보 활용 및 홍보	304
그림 4-21	「2024강원동계청소년올림픽」 기상정보 홈페이지	306
그림 4-22	강원지역 기상관측망 종합 운영·관리 시스템	306
그림 4-23	기상관측차량 특별관측 수행 (2023. 12. 13.)	306
그림 4-24	지역 수요자 중심의 지역특화 기상기후서비스 제공	307
그림 4-25	「시민이 앞장서는 NO 탄소생활; 시노탄」 프로그램(2023. 5.~9.)	308
그림 4-26	한발 어르신 재해 예방 협의회 간담회(좌) 및 농촌 어르신과 함께하는 폭염 피해 예방 캠페인(우)	310
그림 4-27	대전광역시 기상관측망 현황(좌), 서구 정림 자동기상관측장비(우)	311
그림 4-28	기상관측차량 고층특별관측(좌), 충남남부앞바다 특별관측(중), 홍성군 산물현장지원(우)	312
그림 4-29	국립서해안기후대기센터 전경(좌), 야외전시장 배치도(우)	312
그림 4-30	충남날씨관광 화면(좌), 2023년 지역기상융합서비스 최종보고회 및 정보사용자협의회(2023. 11. 16.)(우)	313
그림 4-31	대전·세종·충남 기후협의체 정책협의회 및 실무협의회	314
그림 4-32	우박크기 예측법 개선, 계절별 위험기상에 대한 선행학습 및 교류 세미나, 대구·경북 기상기술집	315
그림 4-33	야외근로자 SMS, 전광판 표출, QR코드 스티커, 리플릿 제작 및 배부	317
그림 4-34	기상관측차량을 활용한 기상관측지원	318
그림 4-35	취약계층 대상 기상·기후변화 관련 프로그램 운영 및 환경교육주간 교육자료 제공	319
그림 4-36	대구 폭염 대응 열영향정보 생산기술 개발 화면	320
그림 4-37	맞춤형 기후정보서비스 제공 화면	320
그림 4-38	제주도육상예보구역 개편 전(좌)과 후(우)	322
그림 4-39	제주지역 수치예보모델 검증시스템(좌)과 예보기술 Books(우)	322
그림 4-40	폭염 대응요령 모션그래픽(좌)과 웹 기반 폭염 영향예보 알림창(우)	323
그림 4-41	해양관측 관계기관회의(좌), 파고부이 이탈 건수 변화 및 비용절감 효과(중), 오인신고 건수 감소(우)	324
그림 4-42	기후정보달력(좌), 제주도 상세기후도(중), 기후자료집(우)	325
그림 4-43	기상기후변화과학 이해확산 프로그램 기후세미나(좌), 기상사진전(중), 교육기부기관 인증서(우)	326
그림 4-44	정보사용자협의회(좌), 악취발생지수(중), 제주도 악취관리시스템 서비스(우)	326
그림 4-45	기념사(기상청장, 좌), 유공자 포상(중), 대토론회 개회사(제주지방기상청장, 우)	327
그림 4-46	지자체 재난예경보시스템을 통한 폭염 영향예보 자동 전달체계	328
그림 4-47	세계연맹대표단회의(좌), 잼버리 영내 기상관측망 운영 현황(우)	329
그림 4-48	관계기관 기상관측표준화 표준화 워크숍(2023. 4. 7.)	330
그림 4-49	우박 발생 가능성 정보 서비스 토론회(2023. 10. 18.)	331

그림 4-50	'꽃가루의 모든 것.GIP' 웹툰(좌), 꽃가루 관측정보 서비스(우)	332
그림 4-51	과학2관 개관식(좌), 과학2관 전경(우)	333
그림 4-52	「기후변화가 우리 동네로 다가왔다」 공모전 당선작(좌), 기후변화과학교육 집중프로그램(우) ·	333
그림 4-53	위험기상 대면·영상브리핑 확대(좌), 중부지방 집중호우 복구지원(중), 방재업무 활용중심 기상정보 제공(우)	334
그림 4-54	관측환경 최적화로 품질 등급 향상(좌), 기상관측 탐구생활 제작 및 활동(우)	335
그림 4-55	주거취약계층 생수나눔 캠페인(좌), 음성군 노인복지관 교육(중), 충청북도청 전광판 홍보(우)	336
그림 4-56	2023 충북예보통(通) 여름편(좌), 2023 충북예보통(通) 겨울편(중), 안개 예측 시스템(우) ·	337
그림 4-57	날씨어때YOU의 메인화면(좌), 날씨어때YOU에서 제공되는 레저지수(우)	338
그림 4-58	탄소중립시범학교 기후변화교육(좌), 찾아가는 기후놀이터(중), 기상기후사진전(우)	339
그림 4-59	교통대 협업 '상상에 기상을 더해서'(좌), 예보관 체험교육(중), 그림그리기 대회(우)	339
그림 4-60	어울림의 날(좌), 쓰담달리기(중), 리버스 멘토링(우)	340
그림 4-61	한국형수치모델 48시간 예측장으로부터 산출된 진단인자 예시(2023. 7. 15. 03시 예측 결과) ·	341
그림 4-62	윈드라이다 표출 예시(고도-시간 풍속·풍향 연직단면도(좌), 고도-시간 상승 속도 연직단면도(우), 2023. 8. 23.)	342
그림 4-63	관측 기술지원 및 활용연구 주요 실적	343
그림 4-64	국내 최초 항공기 6회 연계 실험과 전용 드론 실험 결과	344
그림 4-65	유기탄소, 원소탄소 질량농도 및 유기탄소/원소탄소 비율	345
그림 4-66	지상 기온 여름철 및 겨울철 아노말리 상관계수의 지면 초기화 영향(녹색: 향상)	345
그림 4-67	현재 대비 온난화 수준별 극한 고온, 극한 강수 재현 빈도 변화	346
그림 4-68	한국형 도심항공교통 그랜드챌린지 및 제주공항 급변풍 기상지원을 위한 기술개발	347
그림 4-69	공백 지역 강수 격자 자료 생성 예시(2021. 7. 5. 13KST)	348
그림 4-70	항공기상 예·특보 체계 강화	350
그림 4-71	한반도 최적화 공항·항공로상 관측체계 구축	351
그림 4-72	카메라 기반 자동 관측기술 개발	351
그림 4-73	수요자 맞춤형 항공기상서비스	352
그림 4-74	항공항행 기상정보 서비스	353
그림 4-75	차세대 항공교통 지원 항공기상 기술개발	354
그림 5-1	해양기상관측장비 현황	378

제1부

주요정책 및 이슈



01. 2023년 주요정책 성과
02. 2023년 우리나라 기후특성
03. 2023년 세계기후특성
04. 2023년 기상이슈(언론보도, SNS 등)

01

2023년 주요정책 성과

» 기획조정관 | 기획재정담당관 | 기상사무관 | 박희영

1.1. 기상청 국정과제

윤석열 정부는 ‘다시 도약하는 대한민국, 함께 잘 사는 국민의 나라’라는 국정비전 하에 6대 국정목표를 설정하고, 23개의 국민께 드리는 약속, 120대 국정과제를 선정했으며, 실행력 제고를 위해 576개 실천과제로 구체화했다. 기상청은 국민께 드리는 약속 중 ‘약속 16번 탄소중립 실현으로 지속가능한 미래를 만들겠습니다.’ 아래에 ‘기후위기 감시·예측 역량 강화’, ‘위험한 날씨와 지진에 준비된 사회 구현’ 등 2개 실천과제를 추진하고 있다. 기상청은 실천과제를 통해 위험기상과 지진으로부터 국민의 생명과 재산을 지키고, 범국가적 기후위기 대응의 기본이 되는 과학적 근거를 마련하는데 최선을 다하고 있다.

표 1-1 윤석열 정부 기상청 소관 국정과제

[목표4] 자율과 창의로 만드는 담대한 미래

[약속16] 탄소중립 실현으로 지속가능한 미래를 만들겠습니다.

[87번] 기후위기에 강한 물 환경과 자연 생태계 조성

» (87-5) 기후위기 감시·예측역량 강화

주관: 환경부, 협조: 기상청

» (87-6) 위험한 날씨와 지진에 준비된 사회 구현

주관: 기상청

1.2. 2023년 주요업무 성과

전 세계적인 이상기후 속에서 우리나라도 예외가 아니었다. 지난 2022년 여름, 중부지방에 시간당 100mm가 넘는 엄청난 양의 폭우가 짧은 시간 동안 집중적으로 쏟아졌다. 우리나라에 영향을 준 태풍은 평년(3.4개)보다 많은 5개였으며, 이 중 제11호 태풍 ‘힌남노’는 많은 양의 비로 우리나라에 많은 피해를 주었다. 한편, 남부지방은 12월까지 기상가뭄이 지속되어 1974년 이후 가장 많은 227.3일의 기상가뭄일수를 기록하였다.

기상청은 국민안전을 지원하고 국민이 더욱 체감할 수 있는 실용적인 예보 전달과 소통을 위해 2023년 정책목표를 ‘위험기상과 기후위기로부터 안전한 국민, 든든한 국가’로 정하고 주요정책을 추진하였다.

첫째, 국민의 안전을 지키기 위해 위험기상과 지진정보를 더욱 빠르게 전달하였다. 수도권 지역(서울, 경기, 인천)을 대상으로 매우 강한 호우 발생 시, 기상청에서 위험지역에 위치한 주민에게 직접 읍·면·동 단위로 긴급재난문자를 발송하였다. 이를 통해 위험성을 즉각적으로 인지하고 신속하게 안전한 곳으로 대피할 수 있도록 하여 인명피해 및 사고 예방에 기여하였다. 또한 눈으로 인한 시설물 피해 예방과 경감을 위해 기존에 눈의 유무와 양에 대한 예보만을 제공하던 것에 더하여 눈의 무게까지 고려한 상세 강설 정보를 광주·전남지역을 우선으로 시범서비스를 시작하였고, 기온과 습도를 모두 고려한 체감온도를 기반으로 폭염특보를 개선하여 실질적인 국민 폭염피해 최소화에 기여하였다.

그리고, 도로 위 운전자의 교통안전 지원을 위해 서해안고속도로에 도로기상관측망 31개소를 추가로 설치하고, 민간과 협력하여 내비게이션과 전광판 기반의 도로위험기상 정보(도로살얼음, 가시거리)를 중부내륙·서해안고속도로에 시험서비스하였다.

신속한 지진탐지를 위해 고밀도 국가지진관측망과 3차원 속도구조모델을 활용한 분석 등 지속적인 기술개발을 추진하고 있다. 이를 통해 지진 최초 관측 후 동해 해역지진(2023년 5월, 규모 4.5) 6초, 경주 지진(2023년 11월, 규모 4.0) 5초 만에 신속정보를 발표하여 지진 통보시간을 획기적으로 단축하였다.

둘째, 과학적인 기후변화 정보를 제공하였다.

「탄소중립기본법」의 기후위기 감시 및 예측 총괄·지원 체계화 및 현행 기후·기후변화

감시 및 예측 업무를 강화하기 위해 「기후·기후변화 감시 및 예측 등에 관한 법률」을 제정(2024. 10. 25. 시행)하였다. 이를 통해 기후변화의 과학적 정보의 생산·제공·공동활용과 기후위기 관련 대책 지원, 기후변화과학교육사 양성 등에 대한 법적 근거를 마련하게 되었다.

기상청 울릉도 기후변화감시소는 전지구 기후변화를 감시하기 위한 세계기상기구 지구 대기감시프로그램 지역급 관측소로 승인받았다. 이는 동해의 대표적인 기후변화 감시 지점으로 한반도 동쪽 감시 관측자료의 가치와 품질을 전 세계로부터 인정받은 결과로, 세계자료센터를 통해 전 세계적으로 활용될 예정이다.

기후위기와 관련하여 국민체감형 기후변화정보(열스트레스, 체감추위지수 등)와 및 부문별 영향정보 등 기후변화 영향 및 미래전망정보를 제공하였다. 또한 해양사고 예방과 대응을 위해 이안류 예측정보 제공기간을 확대(6~8월→연중)하고 예측시간을 상세화(3시간→1시간)하였으며, 기후위기로 인해 심각해지는 가뭄에 선제적으로 대응하기 위해 기상가뭄의 최대 전망기간을 3개월에서 6개월로 확대하였다.

셋째, 미래를 준비하는 기상기후기술을 확보하였다.

여름철 한반도 위험기상에 절대적으로 영향을 미치는 북태평양고기압의 구조 파악을 위한 국제공동 연구와 태양광, 풍력 등 친환경에너지 융합기상정보 지원을 위한 실증연구를 본격적으로 시작하였다. 기상기후데이터 허브 구축으로 데이터 제공 창구를 일원화하고, 사회 다분야와 자동·실시간 연결되는 API 제공을 확대(54종→158종)으로 확대하였다. 또한 한국형 도심항공교통(K-UAM) 그랜드 챌린지 실증사업 특화 기상정보 지원 및 K-UAM 안전운용체계 핵심기술개발사업 예산 확보 등 UAM 상용화를 위한 기상서비스의 기반을 마련하였다.

넷째, 지속 성장을 위한 기상기후 생태계를 조성하였다.

태풍, 집중호우 등 기후위기에 취약한 개발도상국을 대상으로, 기상위성·기상관측장비·수치모델 등 수요국 기상환경에 적합한 원 패키지-원 솔루션(One package-One solution) 수출지원 체계를 구축해 기상산업 수출 지원과 규모 확장에 앞장섰다.

또한, IPCC 의장국으로서 제6차 IPCC 종합보고서 승인 및 승인 포럼 개최, 국문본 발간 등 메시지 확산과 홍보의 주도적 역할로 국내 정책과의 연계를 강화하였고, 세계기상기구(WMO) 집행이사 직에 최초로 아시아지역 합의를 통해 무투표로 당선되며 세계 기후위기 대응에 있어 대한민국 기상청의 국제적 영향력이 더욱 확대되었다.

02

2023년 우리나라 기후특성

» 기후과학국 | 기후변화감시과 | 기상사무관 | 박영주

제1부
주요정책 및 이슈

제2부
기상기술 동향

제3부
분야별 기상정책

제4부
소속기관 추진현황

제5부
부록

2023년 연평균기온이 13.7℃(평년대비 +1.2℃)로 1973년 이래도 역대 가장 높은 기온을 기록하였으며, 종전 1위(2016년 13.4℃) 기록보다 0.3℃ 높았다. 연중 기온이 평년과 비슷하거나 높은 경향을 보였으며, 북태평양을 비롯하여 전반적으로 우리나라 동쪽에서 고기압성 흐름이 발달한 가운데 평년대비 남풍계열의 따뜻한 바람이 자주 불어 기온을 상승시켰다.

주요 시기별 특징을 보면, 봄철(3~5월)은 이동성고기압의 영향을 주로 받은 가운데, 맑은 날이 많고 따뜻한 남풍이 자주 불어 봄철 전국 평균기온이 13.5℃(평년대비 +1.6℃)로 역대 가장 높았다. 특히 3월 기온이 9.4℃(평년대비 +3.3℃)로 매우 높아 봄철 고온에 크게 영향을 주었다. 여름철(6~8월)에는 전국 평균기온이 24.7℃(평년대비 +1.0℃)였으며 여름철 석 달 모두 평년보다 높은 기온을 보였다. 6월 하순~7월 상순에는 북태평양고기압 가장자리를 따라 고온다습한 바람이 불어 기온을 높였으며, 8월 상순에는 태풍 ‘카눈’이 북상할 때 태풍에서 상승한 기류가 우리나라 부근으로 하강하면서 기온을 크게 높였다. 가을철은 9월 평균기온이 22.6℃(평년대비 +2.1℃)로 역대 1위를 기록하여 가을철 기온을 높이는데 큰 영향을 주었다. 11월은 일평균기온이 가장 높았던 날(11월 5일, 18.6℃)과 가장 낮았던 날(11월 30일, -1.2℃)의 기온차가 19.8℃로 나타났고, 12월 또한 일평균기온이 가장 높았던 날(12월 9일, 12.4℃)과 가장 낮았던 날(12월 22일, -8.2℃)의 기온차가 20.6℃로 11월, 12월 모두 월 내 기온차가 역대 가장 컸다.

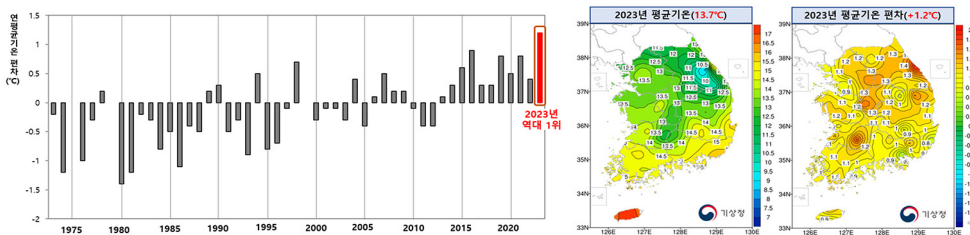


그림 1-1 우리나라 연평균기온 편차 시계열(좌), 연 평균기온과 연 평균기온 편차 분포도(℃)(우)

표 1-2 2023년 우리나라 월 평균기온, 편차(°C) 및 역대 순위

	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	2023년
기온(°C)	-0.6	2.5	9.4	13.1	17.9	22.3	25.5	26.4	22.6	14.7	7.9	2.4	13.7
평년편차(°C)	+0.3	+1.3	+3.3	+1.0	+0.6	+0.9	+0.9	+1.3	+2.1	+0.4	+0.3	+1.3	+1.2
순위(상위)	18	10	1	9	10	4	12	6	1	16	21	10	1

※ 편차: 전국 월평균 - 해당 월 평년값(1991~2020년) | 순위: 1973년부터 2023년까지 51개 중의 순위임

※ 빨간색: 평년보다 높음, 파란색: 평년보다 낮음

2023년 연강수량은 1,746.0mm로 평년(1,193.2mm~1,444.0mm)대비 131.8%를 기록하여 역대 3번째로 많았다. 2023년은 강수량이 많은 달과 적은 달 간의 차이가 컸으며, 장마철을 포함한 5~7월 강수가 집중되었고 12월에도 많은 비가 내렸다.

주요 시기별 특징을 보면, 1월 전국 강수량은 40.5mm로 평년(17.4~26.8mm)보다 많았고, 특히 1월 13일 이동성고기압과 중부지방을 지나는 저기압 사이로 수증기가 빠른 속도로 유입되어 일강수량 극값을 기록한 지점이 많았다. 또한 지형적인 영향으로 경남 거제에서는 겨울철에 100mm가 넘는 기록적인 비가 내려 호우경보가 발효되었다. 4월은 주로 이동성고기압의 영향을 받아 강수량이 적었고, 5월은 중국 남부지방에서 발달한 저기압과 기압골의 영향으로 전국적으로 많은 비가 내려 전국 강수량이 191.3mm로 역대 3위를 기록하였다. 여름에는 장마철에 660.2mm의 강수가 내려 역대 세 번째를 기록하였으며, 특히 7월 중순 발달한 정체전선이 우리나라 남부지역을 중심으로 느리게 오르내리면서 남부지방 장마철 강수량은 712.3mm로 역대 1위를 기록하였다. 장마 이후 8월 9~10일에는 태풍 ‘카눈’이 우리나라에 영향을 주어 강한 바람과 함께 많은 비가 내렸으며, 태풍 상륙 당일인 8월 10일 속초에서는 하루 동안 368.7mm의 많은 비가 내려 관측 이래 일강수량 극값 1위를 기록하였다. 또한 겨울철에는 12월 전국 강수량이 102.8mm로 역대 1위를 기록하였다. 특히 12월 11일과 15일 중국 남부지방에서 많은 수증기를 머금은 저기압이 우리나라로 접근하며 남서풍이 유입되고, 일본 동쪽에 위치한 고기압 가장자리를 따라 남동풍이 유입되면서 두 바람의 수렴으로 비구름이 발달하여 각각 31.5mm와 30.9mm의 강수가 내려 이틀 모두 일강수량이 평년 12월 월강수량(28.0mm)보다 많았다.

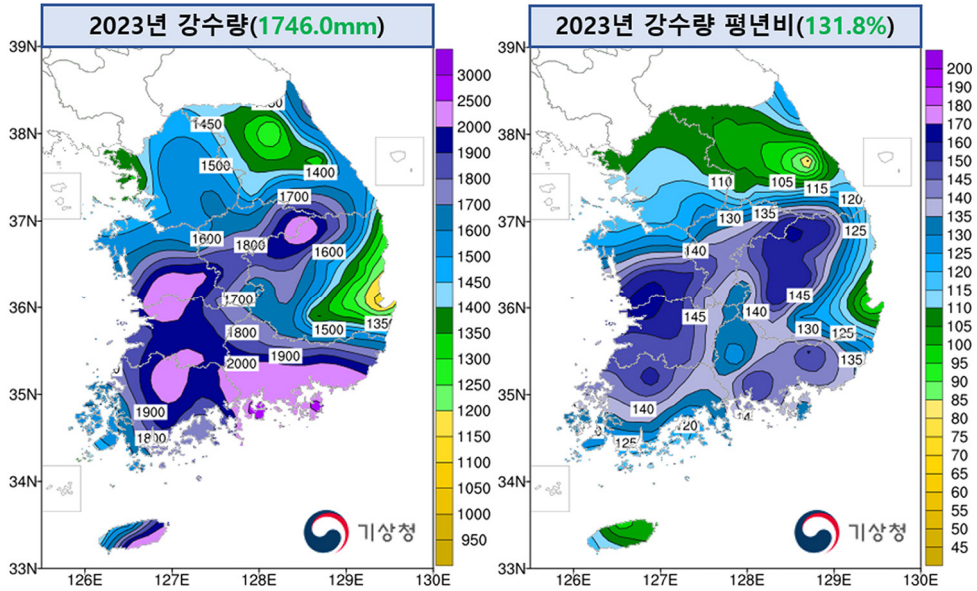


그림 1-2 2023년 연강수량(mm)(좌) 및 평년값 대비 연강수량 평년비 분포도(우)

표 1-3 2023년 우리나라 월 강수량(mm), 평년비(%) 및 역대 순위

	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	2023년
월강수량 (mm)	40.5	15.4	28.7	66.3	191.3	208.9	506.4	299.6	198.7	17.0	63.4	102.8	1746.0
평년비 (%)	88.2	15.9	16.9	30.2	98.6	84.0	96.7	50.9	61.9	11.5	80.8	100	95.5
순위 (상위)	9	41	44	34	3	11	2	21	20	44	13	1	3

※ 평년비: 2023년값/평년값(1991~2020년) | * 초록색: 평년보다 많음, 갈색: 평년보다 적음

※ 순위: 1973년부터 2023년까지 51개 중의 순위임

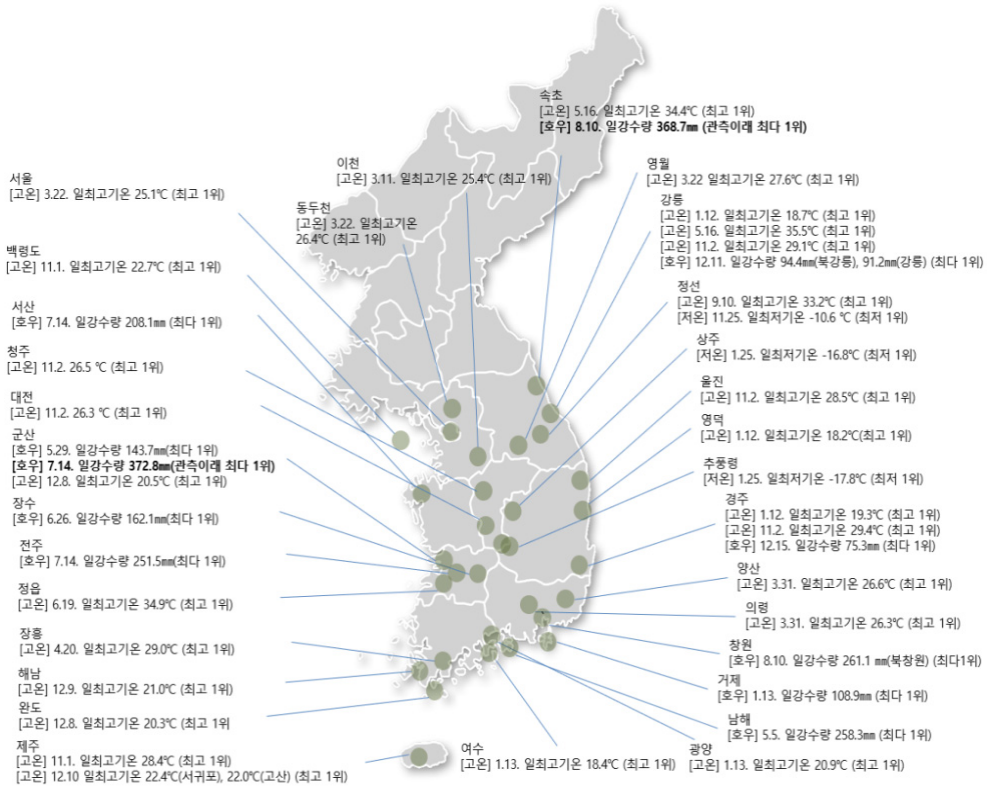


그림 1-3 2023년 우리나라 주요 극값 현황(월 극값 기준)

3.1. 평균기온

세계기상기구(WMO¹⁾) 발표에 의하면, 2023년 전 지구 평균기온은 산업화 이전(1850~1900년) 수준보다 약 1.45(1.33~1.57)℃ 높아, 역대 가장 따뜻한 해로 기록되었다. 특히 6월부터 12월 사이에 매월 월 극값을 경신하였으며, 7월과 8월은 역사상 가장 높은 기온을 기록하였다. 2023년 중반 이후 이러한 기온 상승에는 엘니뇨의 영향이 작용한 것으로 보인다.

이러한 온난화 추세 속에서 지구촌 곳곳에서는 폭염, 한파 등 이상기후 현상과 함께 많은 기상재해가 발생하였다. 2월에는 미국 뉴햄프셔주 워싱턴 산에서는 체감온도 -77℃, 실제 기온 -43℃로 북미대륙 역대 가장 낮은 체감온도를 기록하였으며, 캐나다 역시 체감온도 -29℃의 극심한 한파가 나타났다. 한편 6월 하순 중국 베이징에서 41.8℃를 기록하면서 역대 중국 최고기온 기록을 경신하였고, 8월 일본 홋카이도 삿포로에서 36.3℃를 기록하면서 8월 일최고기온 최고기록을 경신하는 등 동아시아에서 이상고온이 나타났다. 또한 미국 애리조나주 피닉스에서는 7월에 31일 동안 연속으로 43℃ 이상의 기온이 나타나면서 폭염이 최장시간 지속되었으며, 남미에서도 칠레, 아르헨티나 등에서 8월 초에 최고기온 기록을 경신하였다. 스페인, 이탈리아 등 유럽 곳곳에서 7월과 8월 일최고기온 1위를 기록하였으며, 특히 노르웨이에서 7월에 28.8℃를 기록하면서 1964년 이후 북극권에서 가장 높은 최고기온이 나타났다.

1) WMO(World Meteorological Organization, 세계기상기구)

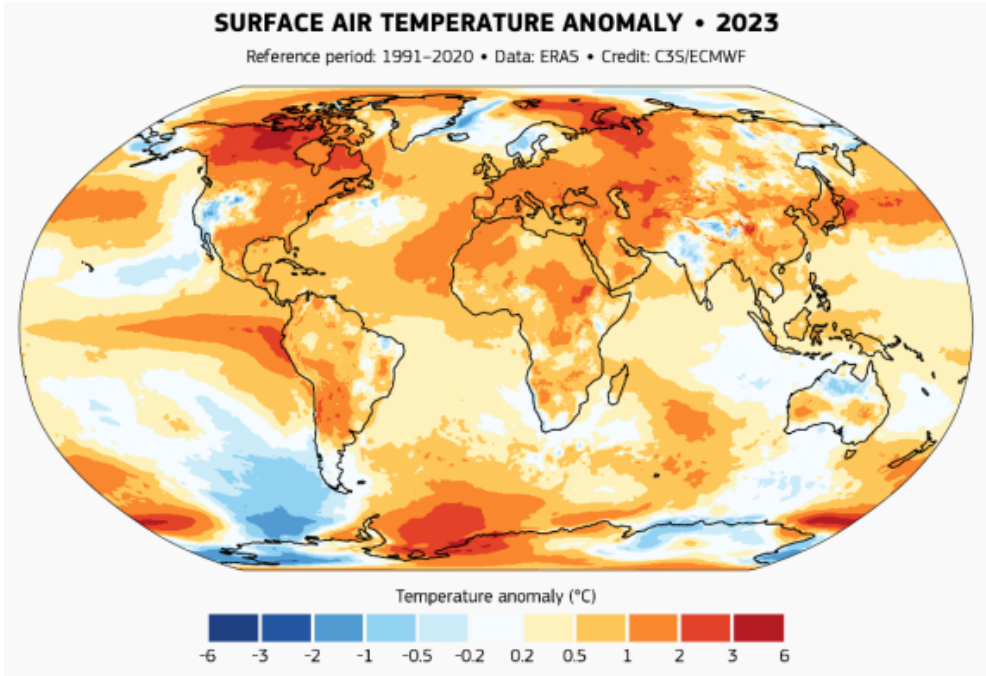


그림 1-4 2023년 연평균기온 평년편차 전 지구 분포도
출처: 코페르니쿠스 기후변화서비스(Copernicus Climate Change Service, C3S)

3.2. 강수량

2023년 전지구 연강수량은 지역에 따라 매우 다양한 양상을 띠었다. 미국 북서부와 동부, 남유럽, 서시베리아에서는 연강수량이 매우 적었고, 미국 남서부, 서유럽, 동유럽, 러시아, 우리나라, 일본 남부 등에서는 연강수량이 매우 많았다.

1월 일본에서는 12시간 동안 오카야마현에서 74cm, 나가노현에서 46cm 등 폭설이 내렸다. 2월 상순 페루 남부 카마나주에서는 폭우로 인한 산사태로 40명이 사망하였고, 2월 중순 브라질 상파울루주에서는 24시간 동안 600mm에 달하는 폭우가 내려 50명 이상이 사망하는 등 다수의 인명피해가 발생하였다. 또한 2월말부터 3월말까지 아프리카에는 열대성 폭풍 ‘프레디’가 한 달간 영향을 주면서 600명 이상이 사망하였다. 또한 7월 한국은 폭우로 인한 홍수와 산사태로 많은 인명피해가 있었으며, 일본 후쿠오카현에서도 24시간 동안 400mm 이상의 폭우로 7명이 사망하고 2명이 실종되었다. 인도는 7월에 폭우로 사망사고가 있었으며, 파키스탄은 몬순 우기가 시작되고 2주간 55명이 사망하였다. 12월 독일 바이에른주 뮌헨에서는 44cm의 폭설로 약 760편의 항공편이 취소되고 미국

북동부에서는 130mm 이상의 폭우가 내리고, 캘리포니아 남부에서 한 달 평균 강수량에 해당하는 65mm의 비가 1시간 만에 내리는 등 전지구 곳곳에서 폭우와 폭설로 인한 많은 인명피해가 발생하였다.

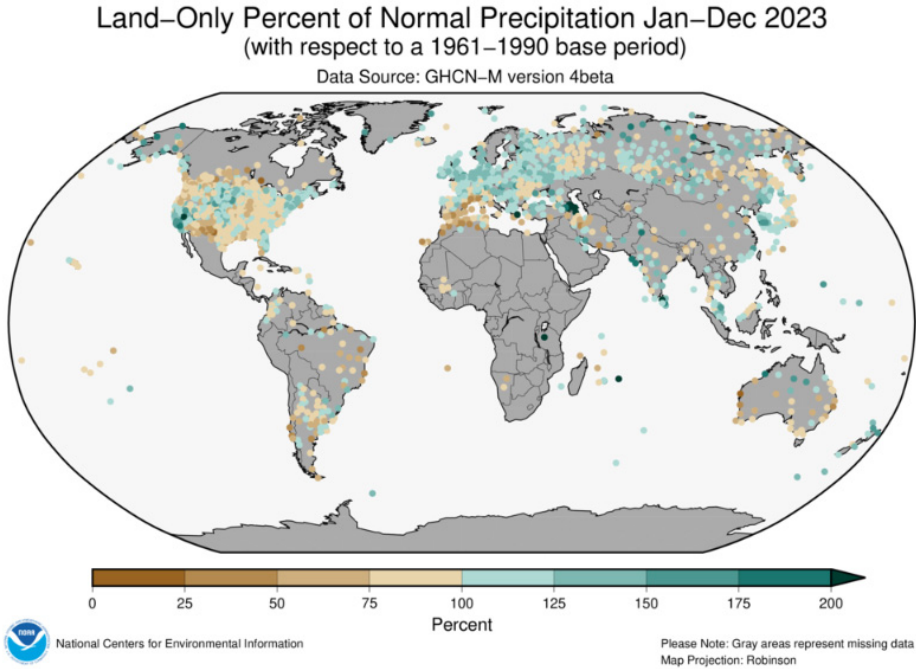


그림 1-5 관측소별 평년 대비 2023년 연강수량 비율(%)

출처: 미국 국립해양대기청 환경정보센터(National Centers for Environmental Information, NCEI)

2023년에는 전 세계적으로 총 78개의 열대성 저기압(Tropical Cyclone)이 발생하여 평년(1991~2020년) 87.5개에 비해 적었으나, 매우 강한 강도의 열대저기압은 30개로 평년(1991~2020년) 25.6개에 비해 많아 1981년 이래로 역대 6번째를 기록하였다. 전 세계적으로 축적된 열대성 저기압의 에너지는 1981년 이후 11번째로 높았다. 가장 높은 등급인 5등급에 도달한 열대성 저기압은 총 7개로 인도양에서 2개, 대서양에서 1개, 태평양에서 4개가 발생하였다.

4.1. 「기후·기후변화 감시 및 예측 등에 관한 법률」 제정

» 기후과학국 | 기후정책과 | 기상사무관 | 노경숙

기후위기가 새로운 일상인 시대에, 기후변화를 과학적으로 감시·예측하여 기후위기에 적극적으로 대응하기 위한 「기후·기후변화 감시 및 예측 등에 관한 법률*」이 2023년 10월 24일 제정되었다. * 약칭: 「기후변화감시예측법」

법률 제정을 통해 「탄소중립기본법」에서 부여받은 기후위기 감시예측 총괄기관인 기상청의 컨트롤타워 역할 이행을 비롯해, 범정부 합동 기본계획 수립, 기후·기후변화 감시 예측정보 생산과 공동활용, 기후위기 대책 지원, 기후변화과학교육사 운영 등에 대한 법적 근거를 마련하게 되었다.

먼저, 기후변화 관측망을 구축하여 기후변화 감시정보를 생산하고, 지구시스템 기후모형을 이용한 기후·기후변화 예측정보를 생산·발표하도록 규정하였다. 특히, 기후변화 시나리오를 국제기준에 부합하게 생산하였는지 적합성 여부를 심사하여 승인하고, 이를 이용하여 범국가 차원의 단일 국가 기후변화 표준 시나리오를 생산하는 체계도 정립하였다.

또한, 국민 누구나 감시·예측 정보를 알기 쉽게 제공하는 시책을 마련하고, 관계부처 간 정보를 공동 활용하며, 기후위기 대책 지원을 위한 조사·연구 결과를 「탄소중립기본법」, 「자연재해대책법」 등에 따른 주요 정책에 제공하도록 명시하고 있다. 급증하는 기후변화 과학 교육 수요에 대응하기 위한 대국민 지식보급과 학교 교육 지원을 위한 기후변화과학 교육사 양성 제도 도입의 근거 등도 마련하였다.

「기후변화감시예측법」은 2024년 10월 25일 시행될 예정으로, 기후·기후변화 감시와

예측이 기후변화 대응과 국가 탄소중립 정책의 핵심 역할을 수행할 것으로 기대하며, 이 법률이 실효적으로 작동될 수 있도록 하위법령 마련 등 제반여건 준비에 만전을 기할 것이다.

표 1-4 「기상·기후변화 감시 및 예측 등에 관한 법률」 제정 관련 주요 언론보도

보도 제목	언론사명	게재일	비고
“극한 호우 등 ‘2주전 파악’... ‘기후예측법’ 7부 능선 넘었다	머니투데이	2023. 8. 22	
물순환 촉진·기후변화 예측 ‘수해복구법’ 환노위 전체회의 통과	KBS	2023. 8. 25.	
국회 법사위, 기후·기후변화감시·예측법, 물순환 촉진·지원법 ‘수정 통과’	데일리한국	2023. 9. 1.	
‘기후변화 관측·물순환 촉진’ 기후대응·호우대책법 국회 통과	연합뉴스	2023. 10. 6.	
국내 첫 ‘기후변화법’ 제정...5년 마다 ‘한국형 기후변화 시나리오’ 나온다	조선일보	2023. 10. 8.	

4.2. 호우 재난문자(CBS) 발송

» 예보국 | 예보정책과 | 과학기술서기관 | 김강하

기상청(청장 유희동)은 지난 6월 15일(목)부터 10월 15일(일)까지 수도권 지역(서울, 경기, 인천)을 대상으로 “기상청 호우 긴급재난문자(CBS)” 직접발송 제도를 시범운영 하였다.

기상청 호우 긴급재난문자(CBS)는 1시간 누적 강수량이 50mm이면서 동시에 3시간 누적 강수량이 90mm에 이르는 매우 많은 비가 관측되거나, 1시간 누적 강수량이 72mm에 이르는 매우 강한 비가 관측되었을 때 기상청에서 국민들에게 직접 발송하는 재난문자이다. 24시간 365일 중단없이 하늘을 감시하는 기상청이 위험기상 발생 즉시 재난문자를 보냄으로써 현장에서의 즉각적인 안전조치를 유도하기 위해 신설된 제도이다.

특히 기상청이 직접 발송하는 호우 긴급재난문자는 여타 재난문자와 달리 읍·면·동 단위로 세분화하여 재난문자가 발송됨으로써, 정확히 위험상황이 발생한 해당 지역의 국민들에게만 경고를 한다는 점에서 차별화되는 강점이 있다. 또한 40dB 이상의 경고음과 진동을 동반하는 ‘긴급재난문자’로서, 현장에서 그 위험성을 즉각적으로 인지할 수 있도록 하고 있다.

기상청은 올해 수도권 지역을 대상으로 시범운영하면서, 7월 11일 16시경 발송된 첫 문자부터 9월 16일 20시 30분경 발송된 마지막 문자까지, 총 6번의 긴급재난문자를 발송 하였다.

실제 기상청 호우 긴급재난문자 발송 당시 지역 119안전센터에 접수된 피해신고접수 내역을 살펴보면, 첫 긴급재난문자가 발송되었던 7월 11일에는 구로구, 영등포구, 동작구 일대에서 도로·하수도 역류·침수 신고 19건, 반지하 침수 신고 11건, 지하실·주차장 침수 신고 3건으로 총 33건의 피해신고가 접수되었다. 영등포구 일대에 긴급재난문자가 발송되었던 7월 30일에도 총 22건의 피해신고가 접수되는 등 실제 국민의 생명과 안전에 큰 위협이 있었던 것으로 나타났다.

기상청 호우 긴급재난문자(CBS) 직접발송 제도는, 수도권 지역은 내년부터 정규운영으로 전환되고, 그 외 지역은 시범운영을 통해 단계적으로 확대될 예정이다.

» 기획조정관 | 혁신행정담당관 | 기상사무관 | 백아람

기상청은 기후위기 시대에 기상재해 방지와 대응을 강화하기 위하여 「기상법」을 전면 개정(2023. 2. 14. 일부개정, 2024. 2. 15. 시행)했다. 개정된 기상법은 재해 대응을 위한 기상청의 역할과 권한을 강화하고 기상관측과 예·특보, 기후 등 기상 분야 전반에 대한 법적 기반을 명확히 하였다.

먼저, 기상업무에 관한 기본계획의 명칭을 국가기상 기본계획으로 변경하면서 국가 차원의 전략 수립 체계를 마련하고, 계획 수립과 시행 주체를 기상청장으로 일원화하였다. 또한 기상청이 특보 발령 시 중앙행정기관과 지방자치단체 등 관계 기관에 국민 안전 확보에 필요한 조치를 하고, 관계 기관이 재해 방지 대책 수립을 위한 지원을 요청하는 경우 기상청이 직접 지원할 수 있는 법적 근거를 마련하는 등 기상재해 대비·대응에서의 실질적인 역할을 강화하게 되었다.

예보 분야에서는 국민의 안전과 생활에 밀접한 예보와 특보·예비특보를 체계적으로 구분하고, 태풍예보 및 수치예보시스템의 개발·운영 근거와 예보관들이 근무하는 국가 기상센터의 설치·운영 근거를 마련하였다. 또한 예보 생산의 최일선에서 근무하고 있는 예보관의 자격 기준과 예보관 육성을 위한 전문교육 이수 근거를 만들어 전문성 높은 예보 생산에 이바지할 예정이다.

기후 분야에서는 효율적인 기상재해 대응 지원을 위해 수문기상의 정의 규정을 신설하였고, 기후변화 관련 업무를 담당하는 공무원 등에게 기상청장이 실시하는 기후변화 관련 전문 교육을 받도록 했다. 기후 영향관계 조사를 위해 필요한 경우 관계 중앙행정기관, 지방자치단체 또는 공공기관에서 수집한 영향 관계 자료의 제출을 요청할 수 있는 근거도 마련했다.

이 외, 기상관측망을 지상·고층·기상위성·기상레이더 관측망 등으로 세분화하고, 기상청장이 재난관리책임기관의 관측시설 자료를 요청할 수 있는 근거와 지방자치단체의 기상 과학관 설립 시, 기상청장과 사전에 협의해야 하는 사항 등도 포함하였다.

이번 기상법 개정을 통해 정부의 기상재해 대응에 있어 기상청의 실질적 역할이 커질 것으로 전망된다. 기상청은 국민 안전과 재난 예방, 나아가 기후위기 대응에 기여할 수 있도록 앞으로도 지속적인 법령 정비에 노력할 예정이다.

4.4. 지진조기경보(신속정보) 발표, 10초 벽 깨졌다

» 지진화산국 | 지진화산기술팀 | 기상사무관 | 장은해

기상청은 지진 발생 시 신속한 정보 전파를 위해 지진조기경보 서비스를 제공하고 있다. 지진조기경보는 속도가 빠른 P파를 분석하여 피해를 일으킬 수 있는 S파가 도달하기 전 경보를 발령하는 체계로, 경보 발표시간이 단축될수록 재난상황에 대한 효과적인 대처가 가능하다. 2015년 50초 수준이었던 지진조기경보 발표시간은 지진관측망 확충, 분석 및 통보체계 개선 등을 통해 5~10초 수준으로 단축되었으며, 2022년 4월부터는 규모 4.0 이상의 지진속보 역시 지진조기경보와 같은 5~10초 수준으로 발표하고 있다.

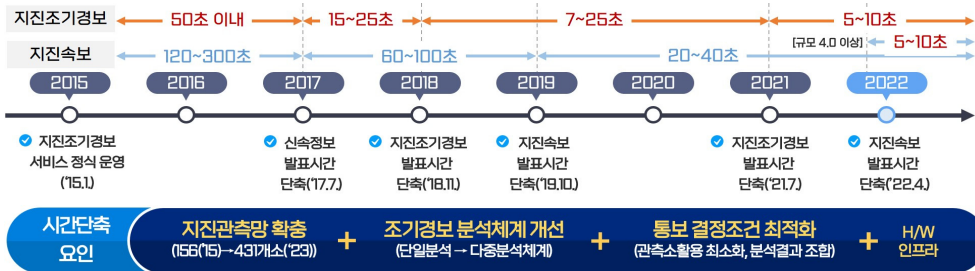


그림 1-6 신속정보(지진조기경보 및 지진속보) 발표시간 단축 경과

이와 같은 노력으로 기상청은 2023년 1월 규모 3.7의 강화도 지진을 최초관측 이후 9초 만에 발표하여 최초로 '10초의 벽'을 허문데 이어, 5월 동해 지진은 최초 관측 후 6초, 11월 경주 지진은 최초관측 후 5초 만에 발표하여 경보 시간을 더욱 단축함으로써 지진 피해 최소화에 기여하였다.

기상청은 향후 신속한 지진탐지를 위해 관계 기관과 협력하여 국가지진관측망을 확대할 예정이며, 지진현장경보 등 기술 개발을 통해 경보 시간을 더욱 단축할 수 있도록 노력할 것이다.

표 1-5 2023년 주요 지진 언론보도

보도 제목	언론사명	게재일	비고
'10초 벽' 깨졌다... 강화도 규모 3.7, 관측 9초만에 재난문자	조선일보	2023. 1. 9.	
동해 지진 6초 만에 재난문...역대 가장 빨랐다	조선일보	2023. 5. 15.	
경주 지진 발생 8초 만에 전국에 재난문자...“역대 가장 빨랐다”	중앙일보	2023. 11. 30.	

4.5.

도로위험 기상정보, 내비게이션을 통해 운전자에게 실시간 제공

» 관측기반국 | 관측정책과 | 과학기술서기관 | 국봉재

기상청은 국민 교통안전 확보와 효율적 도로관리 지원을 위해 정부 부처와 공공기관, 민간 협업을 기반으로 내비게이션과 도로 전광판(Variable Message Signs: VMS)을 통해 운전자에게 실시간으로 도로위험 기상정보(‘도로살얼음 발생 가능 정보’, ‘도로 가시거리 위험정보’)를 제공하고 있다.

‘도로살얼음 발생 가능 정보’는 레이더 자료를 이용한 어는 비 정보, 도로기상관측망의 관측자료, 전국 자동기상관측장비의 강수 정보 등을 융합하여 만든 정보로 노면 상태와 지상 기온에 따라 관심, 주의, 위험 3단계로 산출된다. ‘도로 가시거리 위험정보’는 기상 위성을 통한 안개 원격탐측, 시정계를 이용한 가시거리 측정, CCTV 영상에 적용한 인공지능 등 다양한 기술이 적용된 융합 정보로, 가시거리에 따라 관심(가시거리 1000m 미만~500m 이상), 주의(500m 미만~200m 이상), 위험(200m 미만)의 3단계로 산출된다.

도로위험 기상정보 서비스는 도로기상관측망이 구축된 노선을 대상으로 제공된다. 2022년 구축이 완료된 중부내륙고속도로에 도로살얼음 발생 가능 정보가 2023년 2월 10일부터 시작되어 겨울철 제설 대책 기간에 제공되고 있으며, 도로 가시거리 위험정보는 7월 27일부터 연중 제공되고 있고, 서해안고속도로의 도로위험 기상정보는 12월 22일부터 새롭게 추가 제공 중이다.

기상청은 전국 31개 재정 고속도로를 대상으로 도로기상관측망 구축과 서비스를 단계적으로 확대 추진하여 국민의 안전한 교통생활에 믿음직한 서비스를 제공하기 위해 계속 노력할 것이다.



그림 1-7 도로위험 기상정보 내비게이션 표출 화면

제1부
주요정책 및 이슈

제2부
기술기술 동향

제3부
분야별 기상정책

제4부
소속기관 추진현황

제5부
부록

4.6. 유희동 기상청장, 세계기상기구 집행이사 당선

» 기획조정관 | 국제협력담당관 | 기상사무관 | 박익태

유희동 기상청장이 2023년 6월 1일 세계기상기구(WMO) 제19차 세계기상총회에서 집행이사에 당선되었다. 우리나라는 2007년 세계기상기구 집행이사국 임무를 시작한 이후 5번 연속 그 직위를 유지하게 되었다.

세계기상기구 집행이사회는 동 기구의 각종 과학기술 프로그램 운영과 예산 등을 총괄, 조정하는 기구로 193개 회원국 중 37개국 위원으로 구성되며, 지역별로 배정된 의석수에 따라 각국 기상청장이 위원을 맡는다.

이번 집행이사 선거는 아랍에미리트와 인도가 각각 집행이사 당연직인 WMO 의장 및 제3부의를장으로 당선되어, 아시아지역 의석수가 지역협의회 의장을 포함한 총 6석에서 3석으로 줄어든 역대 가장 어려운 선거 상황에서 5선 집행이사직 당선이라는 쾌거를 이루었다. 특히, 이번 당선은 최초로 아시아지역 합의를 통해 무투표로 이루어졌다는 점에서 더 큰 의미가 있다.

이번 무투표 당선은 과거 수혜국이었던 우리나라가 기상선진국으로 도약하여 기술전수, 교육훈련 등 개도국 지원 프로그램을 추진하고, 기후위기 시대에 UN 핵심 과제인 재해 기상 조기경보 체계 구축 등 주요 정책 결정 과정에 적극 참여하여 국제사회에서 우리나라의 위상이 높아진 결과로 평가된다.

앞으로도 기상청은 세계기상기구 집행이사국이자 국제사회 주도국으로 우리만의 문제가 아닌 전 세계 기후위기 대응을 위해 국제 협력에 앞장설 것이다.

4.7.

울릉도 기후변화감시소, 세계기상기구(WMO) 지구 대기감시(GAW) 지역급 관측소 승인·등록

>> 기후과학국 | 기후정책과 | 기상사무관 | 김지원
 >> 국립기상과학원 | 기후연구부 | 기상연구관 | 김수민

기상청 울릉도 기후변화감시소는 전지구 기후변화를 감시하기 위한 세계기상기구(World Meteorological Organization: WMO) 지구대기감시프로그램(Global Atmosphere Watch: GAW) 지역급 관측소(Regional Station)*로 승인(2023. 9. 19.)받았다.

* 관측소 등록정보 : (지점명)ULD (위치) 37.48°N 130.90°E, 220.9m

세계기상기구 지구대기감시프로그램(WMO/GAW)에서는 전 세계적으로 약 30여개의 지구급* 관측소와 약 400여개의 지역급** 관측소를 운영 중에 있으며, 우리나라는 2023년 울릉도 관측소가 승인·등록됨에 따라 총 6개소***의 지역급 관측소를 운영하게 되었다.

- * (지구급 관측소) 국지적 오염원의 영향을 영구적으로 크게 받지 않고 지구 규모의 기후변화 등 관측·감시
- ** (지역급 관측소) 국지적 오염 영향이 거의 없고 지역 대표성이 있는 곳으로 기후변화 등을 관측·감시
- *** 기상청(안면도, 고산, 포항, 울릉도), 극지연구소(남극 세종기지), 서울대·연세대(서울)

세계기상기구 지구대기감시프로그램(WMO/GAW)에 등록된 관측소 자료는 세계자료 센터를 통해 전 세계적으로 활용될 뿐만 아니라, 2024년부터는 매년(10월) WMO에서 발표하는 전지구 온실가스(CO₂, CH₄, N₂O, SF₆) 평균자료에 울릉도 관측소에서 측정하는 온실가스 자료도 포함될 예정이다.

기상청 울릉도 기후변화감시소의 세계기상기구 지구대기감시프로그램(WMO/GAW) 지역급 관측소 등록은 동해의 대표적인 기후변화 감시 지점으로 한반도 동쪽 감시 관측자료의 가치와 품질을 전 세계로부터 인정받은 결과로, 기상청은 앞으로도 기후변화감시자료의 활용성을 높이기 위해 고품질의 관측자료가 생산·제공될 수 있도록 최선의 노력을 다할 예정이다.



그림 1-8 세계기상기구(WMO) 지구대기감시(GAW) 관측소 승인기념행사(2023. 10. 20.) 및 관련 서한

제1부
 주요정책 및 이슈
 제2부
 기상기술 동향
 제3부
 분야별 기상정책
 제4부
 소속기관 추진현황
 제5부
 부록

4.8. 제주기상 100년의 역사, WMO 100년 기상관측소 선정

» 제주지방기상청 | 기획운영과 | 기상주사 | 강동훈

제주지방기상청은 제19차 세계기상총회(2023. 5. 22.~6. 2.)에서 WMO 100년 기상관측소로 선정되었다.

제주지방기상청은 1923년 5월 1일 현재의 위치(건입동)에서 100년 동안 기상관측을 수행해왔으며, 부산(1904년)과 서울(1908년)에 이어 우리나라에서 3번째 “WMO 100년 기상관측소”로 선정되어 제주의 기상관측이 세계적 수준임을 인정받았다. 기상청사와 관측소가 함께 100년간 같은 위치를 유지한 곳은 제주지방기상청이 유일하다.

제주지방기상청은 제주측후소로 시작하여 제주기상대, 지금의 제주지방기상청으로 발전하기까지 제주도민의 삶 한가운데에서 다양한 기상업무를 수행해 왔다. 더욱이 100년의 기상관측 자료는 광복 전후 근현대사 소용돌이 속에서도 같은 곳에서 관측이 연속적으로 이루어졌다는 점에서 큰 의미가 있으며, 지금은 농어업이나 관광업뿐만 아니라 각종 산업과 도민 생활 전반에 필요한 다양한 기상정보와 기후변화 대응을 위한 연구자료까지 제주도민의 삶에 필요한 날씨정보를 제공할 수 있는 큰 전환점이 되었다.

앞으로 제주지방기상청은 100년의 제주기상 역사와 관측자료 품질의 우수성을 대국민에게 홍보하고 새롭게 다가올 100년, 그리고 그 이후의 더 큰 미래를 준비해 나가고자 한다.



그림 1-9 제주측후소(1920년대)



그림 1-10 제주지방기상청(현재)

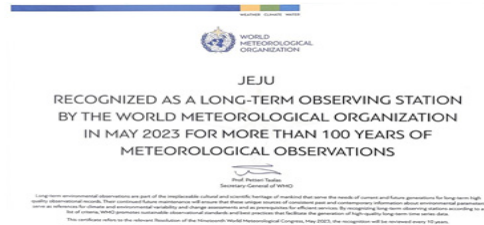


그림 1-11 WMO 100년 관측소 인증서



그림 1-12 현판 제막

4.9. 기상청 홍보 콘텐츠 최다 조회수 기록(약 350만회)

» 지진화산국 | 지진화산정책과 | 기상사무관 | 조구희

기상청은 ‘지진’과 연관된 이름을 가진 유명인을 모델로 활용하여 스토리가 있는 재미있는 연출을 통해 국민들이 어려워하는 지진정보서비스를 쉽게 이해하고 활용할 수 있도록 하였다.

2022년에는 지진과 유사한 이름으로 인터넷상에서 화제가 되어왔던 배우 지진희씨가 기상청의 지진정보서비스를 소개하는 영상(약칭: 지진희 영상)을 제작했고, 2023년에는 지진희 영상의 후속편으로 ‘지진(희) 다음에 오는 여진(구)’ 홍보영상(약칭: 여진구 영상)을 제작하였다. 다양한 연령층으로부터 인지도가 있고, 신뢰감을 주는 목소리를 가진 배우 여진구씨가 출연하여 여진의 위험성과 지진조기경보서비스, 날씨알리미앱 지진알림 등을 소개함으로써 바이럴* 확산 등 큰 홍보 효과가 나타났다. ‘지진희 영상’은 유튜브 조회수 약 270만회, ‘여진구 영상’은 약 350만회를 기록하며 기상청 홍보 콘텐츠 최다 조회수를 기록했다.

* 국민들이 자발적으로 콘텐츠를 확산시키는 현상



@kboom 12건
이 영상에 제 회계 영상입니다!
지진 발생 시에 대해 이 영상에 지진 대피 절차를 알려주세요!
지진포기가 케스 돌린것도 신인한유고 영악하네요 후조로 후조로 지진 대피요령이나 지진조기경보 서비스에 대해 알려주세요 진짜 너무 유익합니다!

@sunwookshin 12건
기상청 님이 알려 주신 거 보고 엄청安心 입니다. 지진때가 올때마다 너무 걱정됩니다!!

@dankbebe 12건
삼백만 뷰로 인기 내서 정말 대단!
장르도 다양하고 너무 재미있어서 보았습니다!



닉 @tekang1004 3개월 전
우와! 여진구님이 여진에 대해 또 상세하게 알려주니까 딱 웃음 더 잘 이해하게 되네요!!
기상청 정말 센스가 만만합니다!!
지진과 여진까지 자세히 알게 되었습니다!! 감사합니다!!-!!-!!

미경 @user-xf5hm2x4l 2개월 전(필자)
지진조기경보에 대해서 잘 안내 해 주셔서 앞으로는 조금 더 지진에 대해서 신경 쓰고 대비할려
구요. 앞으로 더 많은 사람들의 관심과 격려로 더 많이 소통해서 더 다양한 활약과 변화된 모습
보여 주길 응원하며 기대할게요.

정우 @heri302 2개월 전
한국도 더이상 지진으로 부터 안전한 나라가 아니기에 지진의 기초 상식은 꼭 알고 있어야 할거
같아관!
지진만큼 여진도 위험한데 날씨알리미앱에 지진알림도 있더니 꼭 설치해야겠어요.
지진에 대한 알림으로 부터 많은분들이 피해없으셨으면 좋겠어요~

그림 1-13 2022년 지진희 홍보영상(좌), 2023년 여진구 홍보영상(우)

제1부
주요정책 및 이슈

제2부
기술기술통합

제3부
분야별 기상정책

제4부
소속기관 추진업무

제5부
부록

4.10. 재난관리평가 결과 우수기관 2년 연속 선정

» 예보국 | 예보정책과 | 과학기술서기관 | 김강하

재난관리책임기관 338곳(중앙부처 29, 공공기관 66, 지자체 243)의 책임성과 재난관리 역량 제고를 위하여 재난안전관리 실태를 평가하는 2023년 재난관리평가에서 기상청이 2022년에 이어 2년 연속 재난관리 우수기관으로 선정되었다.

재난관리평가는 「재난 및 안전관리 기본법」 제33조의2 및 동법 시행령 제42조에 따라 재난관리단계(예방·대비·대응·복구)별 주요 역량에 대한 45개 지표(안전관리계획 수립, 조직·인력 운영, 기관장 인터뷰, 재난대응 실무반 편성 및 업무 숙지도, 전문교육, 행동요령 홍보 등)에 대한 관리실태를 평가한다.

기상청장은 특수시책으로 급변하는 날씨상황을 적시적소에 맞춤형 전달·소통을 강화하였으며, 변화하는 기상상황과 사회환경을 반영한 다양한 제도 및 정책 개선을 추진하였다. 특히, 주요재난 현장대응 우수사례 및 재발방지대책으로 기상청의 호우긴급재난문자(CBS) 직접발송 시범운영을 추진하였다.

특히, 선제적 기상정보 전달을 위한 정례·수시 예보브리핑 실시, 특보구역 세분화, 지진 통보시간 단축, 도로위험기상정보 제공, 지자체 방재기상지원관을 통한 의사결정 지원 등 다방면에서의 추진된 정책들이 타 기관에 모범사례로 인정받았다.

앞으로도 기상청은 예보정확도 향상을 위한 예보 및 관측인력 확대 지속 추진, 우수 인재 확보를 위한 인센티브 실시, 예보 전문성 강화를 위한 다양한 제도 개선, 관계기관과의 재난안전분야 상호협력, 예산확보, 교육·행사·훈련 등 조직 차원의 활성화 방안을 마련하여 재난관리책임기관으로서의 역할과 임무에 최선을 다할 것이다.

제2부

기상기술 동향



제1장 국내외 분야별 기상기술 동향

01

제장 국내외 분야별 기상기술 동향

기상기술·정책 전략

- » 국립기상과학원 | 연구지원과 | 기상사무관 | **우남철**
- » 국립기상과학원 | 연구기획과 | 기상연구관 | **박혜숙**

미국 바이든 행정부는 기상예보 개선을 위해 2024년부터 3년간 최대 7억 달러를 투자하겠다는 계획을 밝혔다. 상무부와 국립해양대기청(National Oceanic and Atmospheric Administration: NOAA)은 배정된 예산을 활용해 '다대학 자료 동화 컨소시엄(Multi-university Data Assimilation Consortium)'을 구성할 계획이다. 이를 통해 예측 모델을 강화하고, 자료 동화 전문성을 개발하며, 기상학의 다른 분야와의 장기적인 파트너십을 강화할 것으로 기대하고 있다.

NOAA는 2024년 예산안을 2023년보다 4억 5천만 달러 증가해 총 68억 달러로 제출했다. 인상액은 주로 관측 인프라(위성) 건설에 3억 6천만 달러, 해상 풍력 에너지/국가 해산물 전략/해양 연안해도 작성 및 확장, 쓰나미, 날씨 및 우주 관측 인프라를 위한 중요 정보 시스템 개발에 80억 달러를 지원하게 된다. 또한 초당적 인프라법(Bipartisan Infrastructure Law: BIL) 및 인플레이션 감소법(Inflation Reduction Act: IRA)에 대한 투자를 기반으로 하는 행정 명령 「EQ 14008」의 시행을 위해 8천만 달러가 포함되었다.

일본 기상청(Japan Meteorological Agency: JMA)은 재난 정보 제공을 개선하고 홍수 예측 및 경보 서비스와 민간 예측 서비스를 강화하기 위해 기상 사업법 및 수문 재해 관리법 개정안을 제정했다. 주요 내용으로는 '국가/지방 예보 고도화'를 위한 '지방 지정 홍수예보 하천의 홍수예보고도화'와 '화산으로 인한 해일 예·경보 실시'가 포함되었으며, '민간사업자 예보 고도화'를 위한 '최신 기술을 이용한 예보업무 허가기준 최적화', '방재 관련 예보의 적절한 제공 확보', '예보업무에 이용될 수 있는 기상측기 확충'이 포함되었다.

탄소중립을 달성하는 데는 전 세계 GDP의 약 3%가 소요되는 것으로 알려져 있다. 일본 국립환경연구소(National Institute for Environmental Studies: NIES)는 이러한 경제적 부담을 완화할 수 있는지, 그리고 어떻게 달성할 수 있는지 알아보기 위해 연구를 수행했다. 연구 결과, 에너지 수요 혁신, 에너지 공급 혁신, 식량 혁신, 투자 혁신(탈탄소 투자의 선순환)이 동시에 수행되는 경우 경제적 부담을 거의 0에 가깝게 줄일 수 있는 것으로 나타났다.

중국 기상청(China Meteorological Administration: CMA)이 극지 기후변화에 관한

보고서를 발표했다. 보고서는 1979년 이후 남극과 북극의 기후변화 상황을 담고 있으며, 기후시스템 모니터링 해빙 변화, 주요 온실가스 및 2022년 총오존량, 극한 현상과 영향에 대한 종합적인 분석을 제공한다. 보고서에 따르면 남극 서부 지역은 평균(1991~2020년)에 비해 상당한 온난화를 보였고, 남극과 북극 모두 극한 현상의 빈도와 강도가 증가하고 있다. 또한 1984년부터 2021년까지 남극과 북극의 대기 중 온실가스 농도는 꾸준히 증가하는 추세를 보였다.

미국 버지니아대학교 연구팀은 자연 호수 감소의 56%가 지구온난화와 인간의 물 사용에 의해 발생하며, 그중 지구온난화가 상당 부분을 차지한다고 주장했다. 연구팀은 위성 이미지를 사용하여 30년 동안 전 세계 2,000개 담수호에서 약 22Gt의 물이 누적 감소했다고 보고했다. 기후변화로 인해 건조하고 습한 지역이 더욱 건조하고 습해지는 것으로 생각되어 왔지만, 이 연구에서는 습한 지역에서도 상당한 물 손실이 발생하는 것으로 추정했다. 또한 연구원들은 전 세계적으로 약 20억 명의 사람들이 물 부족으로 영향을 받고 있다고 경고했다.

미국 국립환경정보센터(National Centers for Environmental Information: NCEI)는 개선된 지구 기후 데이터 제공을 발표했다. 자료는 전 세계 육상 기상관측소의 관측치와 선박, 부표 및 기타 무인 자동화 시스템을 통해 수집된 해양 자료로 구성된다. 업데이트된 버전에는 극지방 온도를 계산하는 향상된 방법과 북극 주변의 더 많은 부이 자료가 포함되어 있다.

독일 포츠담 기후영향연구소(Potsdam Institute for Climate Impact Research: PIK)의 연구원들은 지구 시스템의 틱 요소가 장거리, 심지어 전 세계에 걸쳐 상호 연결되어 있음을 확인하고 이러한 원격 상관을 명확하게 식별하고 정량화하는 방법을 개발했다. 연구팀은 지난 40년간의 데이터를 사용하여 65,000개가 넘는 소지역의 표면 근처 온도 변화를 분석하고 한 위치의 변화가 다른 위치의 변화에 어떻게 영향을 미치는지 조사했다. 이번 연구는 남미에서 남부 아프리카를 거쳐 중동과 티베트고원에 이르는 20,000km가 넘는 대기 및 해양 순환 패턴의 뚜렷한 경로를 성공적으로 발견했다. 결과에 따르면 아마존과 티베트 기온은 양의 상관관계가 있는 반면 강수량은 음의 상관관계가 있는 것으로 나타났다.

중국 지난 대학(Jinan University)의 연구원들은 티베트고원과 미국의 라디오존데에서 수집한 자료를 사용하여 화산폭발과 산불의 냉각 효과를 모델링했다. 모델링 결과는 장기 평균에 비해 최근 몇 년간 상당한 냉각이 이루어졌음을 보여주었다. 연구자들은 에어로졸이 저위도 지역에서는 상층부 바람에 의해 전 세계적으로 빠르게 이동하는 반면, 고위도 지역에서는 대기 중에 더 오래 머무른다는 점을 지적하여 이를 설명했다.

남부 티베트고원에서는 1979년부터 1996년까지 강수량이 증가한 후, 1996년부터 2022년

까지 강수량이 감소하는 추세를 겪었는데, 그 원인은 아직 명확하게 밝혀지지 않았다. 중국 과학원(Chinese Academy of Sciences: CAS) 등 공동연구팀은 관측자료와 수치 실험을 통해 성층권 오존이 여름 강수량의 장기 추세에 큰 영향을 미친다는 사실을 발견했다. 성층권 오존의 감소는 성층권 상부와 하부 사이의 정적 안정성을 약화시켜 대류와 강수를 촉진한다. 이 결과는 향후 오존의 증가가 21세기 초 티베트고원 남쪽 경사면의 여름 강수량 감소로 이어질 수 있음을 나타낸다.

영국 기상청(Met Office: MO)에 따르면 2023년 4월과 5월의 전 세계 해수면 온도는 1850년 이후 가장 높았다. 또한 엘니뇨로 인해 동부 열대 태평양이 계속 온난화되면서 올해 해수면 온도는 더 높아질 것으로 예상된다. 2023년 5월까지 북대서양 해수면 온도 상승은 1961년부터 1990년까지 평균보다 약 1.25°C 높은 기록적인 수준에 도달했다. 해수면 온도 상승은 태풍 발생에 영향을 미치며, 이에 따라 MO는 모델을 통해 열대성 폭풍 발달 여부에 집중하고 있다.

영국 해양기후변화영향파트너십(Marine Climate Change Impacts Partnership: MCCIP)은 기후변화가 영국과 아일랜드의 폭풍, 파도에 미치는 영향, 해수 온도, 해수면 상승 및 해양 순환을 포함한 다양한 해양 및 해안에 대해 ‘물리적 환경’, ‘생태계 변화’, ‘사회적 영향’ 3가지 주제로 나눈 보고서를 발표했다. 보고서는 대서양 폭풍 경로 이동으로 인해 영국에서 파도가 더 잔잔해지고 심각한 폭풍과 관련된 파도가 강해지고 있음을 나타낸다. 영국 주변의 해수면 온도는 지속적으로 상승하고 있으며, 새로운 기후 순환 결과에 따르면 높은 온실가스 배출 시나리오에서 금세기 말까지 평균 해수면 온도가 최대 3°C 상승할 것으로 나타났다.

NOAA 전문가들은 미국 해안을 따라 해양 열파 상태를 모니터링하고 감지하고 있다. 2023년 4월부터 해수온이 꾸준히 상승해 전례 없는 해양 열파가 이어지고 있다. 해양 열파는 이전 관측치 중 상위 90%에 속하는 온도로 정의되며, 이는 몇 주, 몇 달 또는 몇 년 동안 지속될 수 있다. 2023년 7월 멕시코만과 카리브해 수온은 평균보다 1~3°C 정도 높았고, 플로리다 주변 지역은 1981년 이후 최고기온을 기록했다. 전문가들은 이 현상이 허리케인을 더욱 심화시킬 수 있다고 우려하고 있다. 산호초를 포함한 해양 생태계에 부정적인 영향을 미칠 수 있다.

일본 기상청(JMA)은 2023년 6월 9일부터 월간 해수면 온도 데이터를 개선한다고 발표했다. 위성 정보를 활용한 강화된 자료는 공간 분해능을 향상시켜 엘니뇨와 같은 현상을 보다 정확하게 모니터링할 수 있게 해준다. 더욱이, 과거 엘니뇨 현상을 검토한 결과 1993년 봄부터 가을까지 엘니뇨가 발생했다는 사실이 확인되었다.

04

환경기상

2019년부터 런던은 대기를 오염시키는 차량에 벌금을 부과하는 초저배출지역(Ultra Low Emission Zone: ULEZ)을 시행했다. 이러한 노력은 코로나19 팬데믹의 영향과 함께 2021년 이산화질소 배출량을 2017년 대비 70% 감소시키는 결과를 가져왔다. 그러나 영국 국립대기과학센터(National Centre for Atmospheric Science: NCAS) 연구진은 이것만으로는 충분하지 않다는 연구 결과를 발표했다. BT 그룹이 소유한 190m 높이의 BT 타워를 사용하여 런던 중심부의 이산화질소 오염의 두 가지 주요 원인(교통, 난방 및 발전)의 영향을 분석한 결과, 코로나19로 인해 이동성이 감소한 기간에 난방 및 발전으로 인한 배출이 이산화질소 배출의 주요 원인으로 작용하였으며, 이는 교통 대책만으로는 충분하지 않음을 보여준다.

메탄 배출의 급증은 지구온난화를 1.5°C 미만으로 유지하는 데 심각한 위협이 된다. 영국의 대표적인 일간지 Guardian은 2022년 전 세계의 주요 메탄 배출 사건에 관해 연구하였다. 이러한 사건이 발생한 주요 국가는 투르크메니스탄, 인도, 미국, 러시아, 파키스탄, 알제리, 중국이었고, 투르크메니스탄의 메탄 배출 사건은 석유 및 가스와 관련된 반면 인도에서는 폐기물이 메탄 배출 사건의 주요 원인이었다.

일본 국립환경연구소(NIES)는 'IBUKI' 온실가스 관측 위성의 관측을 바탕으로 온실가스 농도에 대한 서비스를 제공한다. NIES 연구팀은 오차 요인이었던 에어로졸 변수 등의 동시 추정을 통해 에어로졸 변수를 포함한 오차 원인을 해결해 온실가스 농도 정보의 정확도를 높였다. 연구팀은 구름의 영향을 고려한 방법을 접목하고, 온실가스에 의한 햇빛 흡수 강도와 이론적 태양 스펙트럼을 기반으로 자료를 업데이트해 정확도를 높였다.

제1부
주요정책 및 이슈

제2부
기상기술 동향

제3부
분야별 기상정책

제4부
소속기관 추진현황

제5부
부록

세계기상기구(World Meteorological Organization: WMO)에 따르면 1970년부터 2021년까지 날씨, 기후, 물과 관련된 재해가 11,778건 발생해 200만 명 이상이 사망하고 4조 3천억 달러의 경제적 손실이 발생했다. 미국에서만 이러한 피해가 1조 7천억 달러에 달해 이 기간 동안 전 세계 경제적 손실의 39%를 차지했지만, 사망자의 90% 이상은 개발도상국에서 발생했다. 2020년과 2021년에 기록된 사망자 수는 총 22,608명으로 지난 10년 평균에 비해 감소했지만 경제적 손실은 증가했다. WMO는 조기 경보 시스템과 재난관리의 개선으로 지난 50년 동안 인명피해가 감소했음을 강조하고, 2027년 말까지 지구상의 모든 사람에게 조기 경보 서비스 혜택을 확대해야 할 필요성을 강조했다.

영국 플리머스대학교(University of Plymouth) 연구진은 2018년 남극 해저 수백피트 아래 퇴적물 코어를 분석한 결과 300만 년 전과 1500만 년 전 남미와 뉴질랜드, 동남아시아 해안을 향해 발생한 거대 쓰나미를 발견했다. 연구진은 이러한 사건이 기후변화로 인한 빙하 용해, 빙하 퇴각으로 이어지는 빙하기의 끝, 지각판의 무게 감소로 인한 지각의 반동에 의해 영향을 받았다고 추측했다. 당시 남극 주변 해수 온도는 오늘날보다 3°C 높았는데, 이는 풍부한 조류가 죽은 후에 생긴 약한 퇴적층이 수중 산사태 위험을 증가시켰을 수 있음을 시사한다. 연구진은 기후변화로 인한 해양 온난화가 과거와 비슷한 대규모 해일을 촉발할 수 있다고 주장했다.

미국항공우주국(National Aeronautics and Space Administration: NASA)은 강력한 엘니뇨로 인해 올겨울 미국 서부 전역의 도시에 10년에 한 번꼴로 일어날 정도의 대규모 홍수가 발생할 수 있다고 경고했다. 미국 기후예측센터(Climatic Prediction Center: CPC)는 2023년 11월부터 2024년 1월까지 강한 엘니뇨가 발생할 확률을 55%, 매우 강한 엘니뇨가 발생할 확률을 35%로 추정하였다. 시애틀, 샌디에이고와 같은 도시에서는 최대 5번의 대규모 홍수를 경험할 수 있다. 전문가들은 이번 엘니뇨로 인한 가장 큰 영향이 2024년 1월부터 3월 사이에 발생할 가능성이 높다고 경고하였다.

기후변화에 관한 정부간 협의체(Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC) 보고서에 따르면 동아시아 지역에서 강한 태풍의 수가 증가하고 있으며, 영국 국립대기과학센터(NCAS)의 연구에 따르면 지난 40년 동안 태풍 발생 위치가 북쪽으로

약 300km(10년에 78km) 이동한 것으로 나타났다. NCAS 팀은 기후변화로 인한 이러한 태풍 활동의 변화는 한국, 중국, 일본의 태풍 위험이 증가한다는 것을 의미한다고 지적했다.

일본 국립지구과학방재연구소(National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience: NIED)는 SHARP, 츠쿠바 시와 협약을 맺고 SHARP의 IoT 해당 기기를 사용중인 츠쿠바 시민 중 신청자를 대상으로 하여 IoT 가전을 이용한 방재 정보 전달 효과 실증 실험을 실시했다. NIED와 SHARP는 1년 넘게 IoT 기기를 기상 경보, 하천 범람, 산사태 재해 등 재난 정보전달 매체로 활용하는 공동 연구를 진행해왔다. 이번 시연을 바탕으로 실제 적용을 고려하고 더 폭넓은 제품 사용을 위해 계속 협력할 계획이다.

일본기상청(JMA)은 장주기 지진동 등급을 추가하고, 관측정보 발표 신속화 및 추계 진도 분포도의 해상도와 정확도를 향상시켜 지진 조기 경보 시스템을 강화했다. 장주기 지진동은 지진 발생 시 흔들림의 왕복 주기가 긴 진동이며, 일반적으로 대규모 지진으로 인해 발생한다. 건물에는 건물마다 흔들리기 쉬운 고유 주기가 있는데, 지진과 주기와 건물의 고유 주기가 일치하게 되면 공진이 발생하여 건물이 크게 흔들리게 된다. 특히 고층빌딩의 고유 주기는 낮은 건물의 주기보다 길기 때문에 장주기파와 공진할 가능성이 높다. JMA는 2월 1일부터 장주기 지진동 4등급이 예상되는 경우 특별경보를 발령한다.

NIED는 가시마건설(Kashima Construction Company)과 도쿄해상니치도(Tokyo Marine Nichido)의 지원을 받아 강진 관측망 K-NET 관측시설을 도쿄 도심에 설치하여 9월 1일부터 도쿄 시내에서 지진 관측을 시작했다. 두 업체로부터는 관측시설 토지 사용과 시설 설치 후 운용에 관한 각종 협력을 지원받는다. 이 협력을 통해 NIED는 도쿄 도시 지역의 지진 데이터 격차를 메우고 지진재해에 대한 도시의 복원력을 강화할 수 있다.

국립해양학센터(National Oceanography Centre: NOC)는 2022년 통가 화산폭발이 폭발적인 해수 흐름을 야기한 것에 관한 연구 결과를 발표했다. 당시 화산폭발로 인한 해저의 급속한 해수 흐름이 통가와 연결된 국제 해저 케이블을 끊어버려, 그 기간에 전 세계와의 연결이 끊기는 사태를 발생시킨 바 있다. 또한, 분출된 화산 물질들이 해저에서도 주요한 영향을 미쳤음을 밝혔다. 거대한 양의 화산암, 화산재, 가스가 바다로 투하되면서 해저를 따라 최대 122km/h의 속도로 이동하는 흐름이 발생했으며, 이로 인해 해저 케이블에 광범위한 피해가 발생했다. 연구에 따르면, 해저화산의 폭발로 인한 분출물은 해저의 바닥을 100km 이상 횡단할 수 있는 것으로 나타났다. 연구진은 많은 화산이 해저에 위치하지만 그중 일부만 모니터링되고 있음을 지적하며 해저화산의 모니터링 필요성을 강조했다.

미국 지질조사국(U.S. Geological Survey: USGS)과 연방재난관리청(Federal Emergency Management Agency: FEMA)은 지진으로 인한 건물 손상 및 관련 손실이 연간 약 147억 달러에 달하는 것으로 추산했다. 이번 추정에는 건물 가치 상승, 인구밀도, 현대적 위험 요소 통합 등의 요인을 고려해 종전 연간 추정치의 2배에 달하는 수치가 나왔다. 2001년, 2008년, 2017년 추정치를 비교해 보면 미국 서부 지역의 연간 지진 손실률이 지속적으로

감소해 건물 취약성을 줄이기 위한 노력이 성공적으로 이루어졌음을 나타낸다. 그러나 연구진은 지진 위험이 이를 완화하려는 노력을 앞지르고 있다고 지적하며, 새롭고 안전한 건물을 건설하는 것 외에도 기존의 취약한 구조물을 식별하고 효율적으로 개조하는 데 중점을 두는 것이 중요하다고 강조했다.

국립해양대기청(NOAA)은 공동극지위성시스템(Joint Polar Satellite System: JPSS) 프로그램의 일환으로 개발된 NOAA-21의 현업 운영 시작을 발표했다. 2022년 11월 10일에 발사된 NOAA-21은 2023년 3월 30일부터 운용되었다. 하루에 14번 지구 궤도를 돌며 대기, 육지 및 물에 대한 정밀한 관측을 수행하여 NOAA의 3~7일 예측의 정확성을 높이고 위험 기상과 기후변화를 모니터링한다.

미국 상무부와 NOAA는 기상 및 기후 운영 슈퍼컴퓨팅 시스템(Weather and Climate Operational Supercomputing System: WCOSS)의 성능을 20% 향상시키는 프로젝트를 완료했다. 이번 업그레이드로 버지니아와 애리조나에 있는 두 대의 슈퍼컴퓨터는 각각 14.5페타플롭스의 계산 용량을 확보하게 되었다. 또한, 전지구 예보시스템의 수평해상도가 13km에서 9km로 향상되며, 예측 시스템 적용 확대를 통해 더 나은 의사결정이 가능해졌다.

일본 기상청(JMA)은 3월1일부터 기존보다 계산 용량이 약 2배 향상된 슈퍼컴퓨터를 사용하여 선상강수대 예측시스템 운영을 개시했다. 선상강수대로 인한 폭우 가능성 판단은 중규모 모델의 계산 결과가 주로 사용되었다. 선상강수대를 구성하는 각 적란운을 정확하게 표현하고 예측정확도를 높이기 위해 더 미세한 해상도 계산이 가능한 슈퍼컴퓨터가 도입되었다. 2023년부터는 2km 해상도의 국지 모델을 이용해 선상강수대로 인한 폭우 가능성을 만나질 전에 판단할 수 있게 되었으며, 2025년까지 해상도 1km를 목표로 수치모델 개발을 추진할 계획이다.

국립해양학센터(NOC)는 왕립 연구선 제임스 쿡(James Cook)호의 운항 중 탄소배출을 줄이기 위해 수소 처리된 식물성 기름(Hydrotreated Vegetable Oil: HVO) 사용을 시험하고 있다. 2022~2023년 동안 해양 기반 시설은 국가환경연구협의회(National Environment Research Council: NERC) 탄소 배출량의 약 70%를 차지했다. NOC는 해양 연구 활동에서 탄소배출을 줄이기 위한 장기 전략을 개발하는 동시에 단기적인 방법으로 연구 선박 운영에 HVO를 사용할 가능성을 평가하고 있다.

일본 국립극지연구소(National Institute of Polar Research: NIPR)는 헬리콥터를 이용해 남극에서 대규모 해양관측을 실시했다. 연구팀은 쇄빙선이 접근할 수 없는 지역에서

헬리콥터를 이용해 해양관측을 진행해, 빠르게 녹고 있는 남극 동부 토튼 빙하에 따뜻한 바닷물이 유입되는 경로를 파악했다. 토튼 빙하의 얼음이 완전히 녹을 경우 해수면은 약 4m 상승할 것으로 알려져 있기 때문에 전 세계의 관심이 집중되고 있다. 그러나 토튼 빙하 인근 지역은 두꺼운 해빙과 표면을 막고 있는 큰 빙산으로 인해 접근이 어려워 지금까지 해양관측이 불가능했다. 연구팀은 관측선의 헬리콥터를 이용해 관측지점에 도달하고 해양 관측장비를 투하하여 얻은 데이터를 통해 토튼 빙하 앞 67개 지점의 해수온과 염분 자료를 수집할 수 있었다. 획득된 데이터의 분석을 통해 토튼 빙하로의 따뜻한 물의 전체 유입을 성공적으로 포착했다.

미국 남부 네바다 수도국(Southern Nevada Water Authority: SNWA)은 콜로라도강의 주요 저수지 수위가 역사적으로 낮은 수준을 기록함에 따라 수자원의 안정적인 공급을 보장하기 위해 240만 달러의 자금을 요청하기로 결정했다. 이 자금은 지상 발사대를 수동에서 자동으로 업그레이드하고 항공기를 사용하여 콜로라도강 상류 지역의 주요 지역에서 인공강우에 사용될 것이다. 콜로라도, 유타, 와이오밍은 인공강우에 각각 연간 약 100만~150만 달러를 투자하고 있으며, 유타는 내년 주 예산에서 이 프로그램에 1,400만 달러 이상을 할당했다.

마이크로소프트는 기상예보를 지원하는 딥러닝 기반 오픈 소스 모델 'ClimaX'를 출시했다. 소스 코드는 GitHub에서 이용 가능하며, 사전 학습된 모델의 변수값을 저장한 체크포인트 파일은 ClimaX 사이트에서 다운로드 할 수 있다.

컬럼비아 대학교 연구원들은 GSRS(Global Storm-Resolving Simulation)와 기계학습을 활용하여 기후 모델 내에서 계산 가능한 구름과 미시 규모의 계산 불가능한 구름을 개별적으로 처리할 수 있는 알고리즘을 개발했다. 이 새로운 접근법은 전통적인 기후 모델 매개 변수화에서 누락된 정보를 보완하여 강수량 강도와 변동성을 예측하는 보다 정확한 방법을 제공한다. 팀은 이 기술이 극한 강수 현상에 대한 예측을 크게 향상시켜 온난화 기후에서 물 순환과 극한 기상 패턴의 미래 변화를 예측하는 데 도움이 될 것이라고 믿고 있다.

딥마인드(DeepMind)는 자사의 AI 일기예보 모델인 '그래프캐스트(GraphCast)'가 1분 안에 10일간의 일기예보를 제공할 수 있다고 발표했다. Science 저널에 발표된 연구에 따르면 GraphCast는 유럽 중기예보센터(European Centre for Medium-Range Weather Forecasts: ECMWF)의 고해상도 예보(High Resolution Forecast: HRES) 보다 기상 조건을 더 정확하고 빠르게 예측하는 것으로 나타났다. GraphCast는 위험한 기상현상에 대한 조기 경보도 제공한다. 이 모델은 사이클론 경로, 홍수 위험 지역을 식별하고 극한 기온의 시작을 예측할 수 있다. GraphCast의 소스 코드는 오픈소스로 ECMWF를 비롯한 기상 기관에서 이미 사용 중이며 성능은 해당 웹사이트에서 실시간으로 테스트되고 있다.

2018년 뉴욕타임스가 실시한 조사에 따르면 20~45세 미국인 중 33%가 '기후변화에 대한 우려'가 자녀 출산을 방해하는 주요 요인이라고 생각하는 것으로 나타났다.

University College London(UCL)의 연구원들은 2012년부터 2022년까지 총 10,788명의 참가자가 참여한 13개 연구를 검토했다. 분석 결과, 기후변화에 대한 우려와 자녀를 갖는 경향이 낮아지거나, 자녀 수를 적게 선호하거나, 자녀를 갖지 않으려는 경향 사이의 일반적인 연관성이 밝혀졌다. 이러한 감정의 주된 이유는 기후변화의 영향을 받는 세계에서 자녀 양육에 대한 개인적인 우려, 이미 부족한 세계 자원에 따른 인구과잉 및 과소비에 대한 환경적 우려, 저개발국의 시급한 가축 생존 문제, 정치적 고려 때문이었다.

미국 지질조사국(USGS)과 로렌스버클리국립연구소(Lawrence Berkeley National Laboratory: LBNL)는 미국의 모든 대규모 태양광 발전 시설을 포괄하는 데이터베이스와 대화형 지도를 공개했다. 대규모 태양광 발전 데이터베이스(Large-Scale Solar Photovoltaic Database: USPVDB)는 이전에 다양한 데이터 세트에 분산되어 있거나 게시되지 않은 데이터를 편집한다. USPVDB에는 전국 약 3,700개의 태양광 발전 시설에 대한 정보가 포함되어 있으며 위치, 장비, 패널 면적, 기술 유형, 설치 연도 및 정격 전력 용량에 대한 세부 정보가 포함되어 있다.

9.1. 대규모 언어모델(LLM) 기반의 인공지능 기술

9.1.1. 서론

‘오늘 날씨는 어때? 무슨 옷을 입고 외출하면 좋을까?’ 이제 혼자 고민하지 않아도 된다. 대규모 언어모델(Large Language Model: LLM)을 기반으로 하는 인공지능(AI)이 답을 해 줄 것이기 때문이다. 대규모 언어모델(LLM)은 대용량의 인간 언어를 이해하고 생성할 수 있도록 훈련된 인공지능(AI) 모델이다. 수백억 개 이상의 파라미터와 딥러닝 기술을 기반으로 구축된 대규모 언어모델(LLM)은 방대한 양의 텍스트 데이터를 학습하여 인간 수준의 언어 처리 능력을 갖춘 인공지능 모델로 AI분야의 핵심기술로 자리잡아 다양한 분야에서 활용되고 있다. 대규모 언어모델 기반(LLM)의 대표적인 AI 서비스인 챗GPT의 활용범위가 넓어지면서 행안부에서는 ‘챗GPT활용방법과 주의사항 안내’를, 국가정보원에서는 보안 가이드라인을 2023년에 배포한 바 있다.

현재, 대규모 언어모델(LLM)은 개인정보 보호 강화, 모델 편향 해결, 모델 해석 가능성 향상, 모델 안정성 확보, 기술 개발 및 활용 지원을 주요 정책으로 추진하고 있으며, 수십억 개 이상의 대규모 모델 개발 및 상용화, 특정 분야에 특화된 전문 모델 개발, 텍스트 뿐 아니라 이미지, 음성 등의 다중 데이터 처리, Explainable AI(XAI) 기술 개발 등의 기술발전을 이루고 있다.

국가별 대규모 언어모델(LLM) 수준은 미국이 선두 국가로 Google AI, OpenAI, Microsoft 등 최고 수준의 연구소를 보유하고 있으며, 정부 차원의 적극적인 투자 및 지원으로 GPT-3, LaMDA, Megatron-Turing NLG 등 대표적인 LLM을 개발하였다. 유럽은 BigScience, AI4EU 등 유럽 공동 연구 프로젝트 진행과 DeepMind, Hugging Face 등 유럽 내 주요 연구소 및 기업에서 활발히 연구가 이루어지는 가운데 개인정보 보호 및 윤리적 문제에도 관심을 기울이고 있다. 그밖에 중국, 일본, 인도, 캐나다, 호주 등에서도 자체 LLM 개발과 국제협력 및 공동 연구 활성화를 위해서 박차를 가하고 있는 실정이다.

9.1.2. 대규모 언어모델(LLM) 활용 분야

대규모 언어모델(LLM)은 자연어 처리 분야에서 혁신적인 기술로 자동화와 효율화에 기여하고 있으며 다양한 분야에서 활용되고 있다. 대중적으로 챗봇, 가상비서, 콘텐츠 제작, 번역, 검색 및 정보추출, Netflix·Disney+·Spotify와 같은 엔터테인먼트 분야에서 두각을 나타내고 있으며 그 밖에 의료, 교육, 금융·경제, 법률, 과학 등의 다양한 분야에서 데이터 분석 및 해석, 정보제공 및 교육, 서비스 및 관리, 연구 및 개발을 통해 각 분야 기술 발전에 기여하고 있다.

표 2-1 대규모 언어모델(LLM) 활용 분야

분야	LLM 활용	세부사항
의료	데이터분석 및 해석	<ul style="list-style-type: none"> 전자건강기록(EHR) 데이터에서 주요정보 추출·분석 후 진단·치료·예방 의료문헌 분석하여 최신 연구결과 파악 및 의로지식 증진 의료 이미지 분석하여 질병 진단 및 치료 계획 수립
	정보제공 및 교육	<ul style="list-style-type: none"> 질병 및 치료과정에 대한 정보 제공 및 개인 맞춤화 의료 전문가에서 최신 의료 지식 및 기술 제공 환자와 의료 전문가가 필요한 의료정보 제공
	서비스 및 관리	<ul style="list-style-type: none"> 환자 질문에 대한 즉시 답변, 예약, 진료 상담 등 지원 원격 진료 상담 시 효율성 증대(환자와 의사간의 소통) 효율적인 의료데이터 관리 및 분석
	연구 및 개발	<ul style="list-style-type: none"> 신약 개발 시 후보물질 선정, 임상 시험 설계 지원 질병진단 및 예방연구 활용을 통한 질병관리 및 치료효과 향상
교육	맞춤형 학습 및 피드백	<ul style="list-style-type: none"> 학습자 개개인 수준, 강점, 약점 등을 파악한 학습 계획 수립 및 지원 실시간 피드백 제공 및 교사의 업무시간 절감(객관성·정확성 향상)
	학습자료 제작	<ul style="list-style-type: none"> 교사의 업무시간 절감 및 효율성 향상, 고품질의 학습자료 제작 다양한 학습 스타일 지원을 통한 학습자의 적극적인 참여 유도
금융·경제	데이터분석 및 해석	<ul style="list-style-type: none"> 금융시장 데이터 분석 후 시장동향, 투자기회, 위험 요소 파악 기업재무 데이터 분석으로 재무상태, 경영전략, 투자 가치 파악 경제 정책 수립 및 의사 결정 지원
	정보제공 및 교육	<ul style="list-style-type: none"> 투자목표, 위험성향, 투자 경험을 고려한 맞춤형 투자 상담 제공 효율적인 금융 지식 및 기술 교육 제공
	서비스 및 관리	<ul style="list-style-type: none"> 금융 상품 추천, 거래 처리 지원으로 금융 서비스 접근성 향상 고객 니즈 분석을 통한 신규 금융 상품 개발 및 마케팅 전략 수립
법률	데이터분석 및 해석	<ul style="list-style-type: none"> 방대한 판례 데이터 분석을 통한 판결 이유 및 법률 적용 등을 파악 계약서 주요 조항, 법적 위험 요소 파악으로 계약 검토 및 작성 지원 법률 논리의 정확성 및 일관성을 분석하고 법률 논증 강화
	정보제공 및 서비스	<ul style="list-style-type: none"> 최신 법률 지식 및 기술 제공을 지원하여 법률 서비스 접근성 향상 계약서, 소송 서류 등 법률 문서 작성 지원으로 업무 효율성 향상
과학	데이터분석 및 해석	<ul style="list-style-type: none"> 학술 논문데이터 분석 후 연구동향, 주요연결과, 논쟁사항 등 파악 과학 실험 데이터, 관측 데이터 분석으로 새로운 과학적 발견 가능
	연구·개발 및 서비스	<ul style="list-style-type: none"> 가설 검증 과정에서 데이터 분석, 모델링 지원 과학 정보의 시각화를 통해 일반 대중 접근성 향상

9.1.3. 대규모 언어모델(LLM) 기상분야 기술동향

대규모 언어모델(LLM)은 기상 업무분야(관측, 예보, 응용, 연구 등)에 기상 데이터 분석 및 해석, 기상예측 모델 개선, 기상정보 전달 및 교육, 기상 관련 연구 등의 다양한 방식으로 접목되어 활용되고 있다.

미국은 Google AI에서 LaMDA 기반 기상예측 모델 개발 및 운영, LaMDA-Weather 프로젝트를 통한 기상데이터 분석 및 예측 정확도 향상 연구를 진행하고 있으며, OpenAI 사에서는 GPT-3 기반 극단 폭우 예측시스템 개발, GPT-Climate 프로젝트를 통해 기후변화 데이터 분석 및 예측 모델을 개발하고 있다. 그리고 DeepMind는 Gato기반으로 한 재난 대비 시스템 개발과 Gato-Weather 프로젝트를 통해 기상 위험 요소 분석 및 재난 대비 전략 연구를 실시하고 있으며 뒤이어 IBM, Microsoft 등 기업들도 LLM 기반 기상기술 개발에 활발히 참여하고 있다.

유럽은 중기 기상예보센터(ECMWF) ECMWF-IFS 모델에 LLM 기술을 적용하여 기상 예측 정확도 향상 연구를 진행하고 있으며, 옥스퍼드대학교(University of Oxford)는 LLM 기반 기후 변화 예측 모델 개발 연구, 리딩대학교(University of Reading)에서는 LLM 기반 극단 기상 현상 예측 시스템 개발 연구를 실시하고 있다.

중국기상청(National Meteorological Center of China)에서는 LLM 기반 기상 예측 모델 개발 및 운영과 CMA-LLM 프로젝트를 통해 기상데이터 분석 및 예측 정확도 향상 연구를 진행하고 있으며, 중국과학원(Chinese Academy of Sciences)은 LLM 기반 기후 변화 예측 모델 개발 연구를, 베이징 인공지능 아카데미(Beijing Academy of Artificial Intelligence)는 LLM 기반 극단 기상 현상 예측 시스템 개발 연구를 진행하고 있다.

9.1.4. 결론(전망과 우려, 시사점)

대규모 언어모델(LLM) 기술은 인간 사회에 큰 변화를 가져올 수 있는 잠재력을 지니고 있다. 창의적인 작업 자동화에 따른 시간과 비용 절감, 맞춤형 서비스 제공과 새로운 지식 발견을 통해 과학기술 발전에 기여할 수 있는 장점을 지니고 있지만, 데이터에 내재된 편향을 반영하여 불공정하거나 차별적인 결과를 도출할 수도 있으며, 진실이 아닌 논리로 악용되어 사회에 그릇된 영향을 미치거나, 일자리 감소, 책임소재가 불분명한 법적 분쟁으로 이어질 수 있는 부정적인 우려 또한 존재 한다.

대규모 언어모델(LLM) 활용을 극대화하기 위한 다양한 출처의 데이터 사용, 데이터 전처리 기술을 적용하여 편향성 제거, 목적에 적합한 LLM 선택, 모델결과 검증 등의 고려사항이 존재 하지만 긍정적인 사회적 영향, 인간의 존엄성 존중, 개인정보 보호 등과 같은 윤리적인 필수 사항이 동반될 때 대규모 언어모델(LLM)의 진정한 르네상스 시대가 열릴 수 있을 것이다.

10

수치예보모델

» 수치모델링센터 | 수치모델개발과 | 기상사무관 | 이소영

10.1. 국외 수치예보모델 운영 현황

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 수치예보 기술 관련 연구개발과 현업운영 관리를 세분화하여 추진하고 있으며 통합모델(Unified Model: UM) 기술인프라 및 인프라지원시스템 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 고성능컴퓨팅 시스템 등의 분야를 중점적으로 추진 중이다. 일본에서는 예보연구 내 자연재해, 대기수치모델, 초고해상도 모델 외 위험기상 수치시물레이션을 별도로 구분하여 업무와 연구를 추진하고 있으며, 국민의 안전을 보장하고 활기찬 사회를 실현하기 위한 NWP Strategic Plan Toward 2030을 추진하고 있다. [표 2-2]는 국내외 현업 수치예보모델 운영 현황이다.

제1부
주요정책 및 이슈

제2부
기상기술 동향

제3부
분야별 기상정책

제4부
소속기관 추진업무

제5부
부록

표 2-2 국내외 수치예보모델 운영 현황

구분	현업 수치예보모델 현황				
	전지구	지역(국지)	전지구 양상률	지역(국지) 양상률	예측기간
영국	10km	1.5km	20km	2.2km	최장 30일까지 예보 제공
미국	13km	1.5km 3km	26km	3km	당일, 장기, 기후정보(최장3개월) 제공
일본	20km	2km 5km	40km 60km	5km	일일(3일), 주간예보(내일-7일), 장기예보(수개월) 제공
한국	10km ²⁾ 12km	1.5km ³⁾ 3km	32km	2.2km	초단기, 단기, 중기예보 제공

10.2. 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 하고 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 관측자료 활용 확대, 집중관측자료 기반 물리과정 개선 등에 역량을 꾸준히 집중하고 있으며, 한국형모델의 운영 경험을 바탕으로 3km 간격으로 촘촘한 날씨 예측정보를 제공하는 한국형지역수치예보모델을 개발하여 2022년 5월 12일부터 정식 운영하였다. 또한, 既 개발된 한국형모델은 해상도 12km의 전지구 모델로, 집중호우 등 국지적인 위험기상 대응에 한계가 있어 2020년에 차세대수치예보모델개발사업단을 출범하고 후속사업을 추진하고 있다. 사업단에서는 2026년까지 다양한 기상현상에 하나의 수치예측방법론을 적용하여, 초단기(6시간 이내)부터 연장중기(30일)까지 분석하고 예측

2) 10km: 영국기상청 통합모델(UM) / 12km: 한국형전지구모델(KIM)

3) 1.5km: 영국기상청 통합모델 기반 국지모델 / 3km: 한국형모델 기반 지역모델

하는 ‘차세대 수치예보시스템’을 개발 중이다. 특히 2023년에는 2단계 사업에 착수하여, 대기-해양 결합⁴⁾ 자료동화 체계의 초기버전을 구축하였으며, 지난해 구현된 가변/균일격자 기반 역학코어를 개선하고 물리과정의 초기버전을 개발하였다. 또한 차세대수치예보모델 개발사업단의 안정적 운영을 위한 정책적·제도적 조직구성 방안을 마련하였다.

표 2-3 국내외 수치예보기술 개발 현황

구분	현업수치예보모델 현황				
	유럽중기예보센터	영국	미국	일본	한국
수치예보 모델개발 개선	'94년에 통합예보 시스템(IFS) 개발 후 현재까지 사용 중	'90년에 통합모델(UM) 개발 후 현재까지 사용 중	'03년에 전구모델인 GFS 개발 후 현재까지 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 통합모델(UM, '10~)과 한국형모델(KIM, '20.4.28.-)을 병행 운영
	매년 1회 이상 자료동화, 물리과정, 해상도 업데이트	매년 2회 자료동화, 물리과정, 해상도 업데이트, 새로운 역학코어인 GungHo를 개발 중이며 '26년 현업 운영 예정	매년 1회 이상 자료동화, 물리과정, 해상도 업데이트	매년 1회 이상 자료동화, 모델개선, 해상도 업데이트	매년 1회 이상 자료동화, 모델개선, 해상도 업데이트
슈퍼컴퓨터 운영 환경 최적화	슈퍼컴퓨터의 활용과 병렬컴퓨팅을 적용할 수 있는 IFS 구축을 위해 '13년부터 Scalability Programme 추진	'19년부터 새로운 역학코어와 슈퍼컴퓨터를 효과적으로 사용하기 위한 LFRic프로젝트 추진	고성능컴퓨팅 적용 및 예보 정확도 개선을 위해 '14년부터 NGGPS ⁵⁾ 추진을 통해 자료동화, SW 구조개선 등 추진	빅데이터를 활용한 기상 및 글로벌 환경변화 예측을 위한 K컴퓨터 개발 추진	고해상도 한국형모델과 차세대 기후모델(Glosea6) 운영 및 개발을 위한 슈퍼컴퓨터 5호기 운영
중기 전략 주요 연구 개발 분야	〈ECMWF Strategy 2021-2030〉 • 지구관측시스템 개발·개선 • 대기/육지/해양/해빙 결합모델 • 최첨단 이기종 HPC 및 인공지능 기술 활용	〈Met Office Science Strategy 2019-2026〉 • 차세대 초고해상도 전지구 및 지역 환경예측시스템 개발 • 앙상블 시스템 개발·활용 • 인공지능, 머신러닝 등 데이터 과학 방법 사용	〈UFS Strategic Plan: 2021-2025〉 • 앙상블 기반 시·공간 결합형 모델 • 심층대기역학을 이용한 FV3 기반 대기모델 개발	〈JMA's NWP Strategic Plan Toward 2030〉 • 고해상도 국지예보모델 및 지역기후모델 개발 • 지구시스템모델 고도화	기상재해 사전대비 중심의 시·공간 통합형수치예보기술 개발('20~'26)

4) 자료동화 과정에서 결합모델 사이에 직접적으로 영향을 줄 수 없는 결합체계

5) Next Generation Global Prediction System

» 관측기반국 | 국가기상슈퍼컴퓨터센터 | 기상사무관 | 장민수

슈퍼컴퓨터는 인공지능·데이터 융합, 경제·사회 전반의 대변혁을 견인하는 4차 산업 및 과학기술에 핵심적인 역할을 하는 신사회 간접자본이다. 따라서 세계 각국은 슈퍼컴퓨터를 국가 미래 경쟁력의 핵심 요소로 인식하고, 과학·연구뿐만 아니라 경제·산업, 의료, 안보 등 국가 차원의 활용전략 분야를 선정하고 인프라 구축·기술개발·활용을 연계하여 집중적으로 투자하고 있다.

미국·일본·유럽(EU)에서는 초고성능컴퓨팅을 과학기술 혁신뿐만 아니라 경제 발전을 위해 반드시 필요한 도구 및 국가경쟁력의 척도로 인식하고 정부 주도하에 정책역량을 집중하고 있다. 미국은 전방위 투자로 2022년도에 엑사(10^{18})스케일 슈퍼컴퓨터 최초로 구축하는 등 초고성능컴퓨팅 분야 세계 최고 기술·산업 패권 강화를 위해 노력하고 있다. 또한 미국은 2022년도에 인공지능(AI) 및 슈퍼컴퓨터에 사용되는 반도체칩에 대한 수출 제한 조치를 발동했다. 이에 따라서 18nm(나노미터·10억분의 1m) 이하 D램, 128단 이상 낸드 플래시, 14nm 이하 로직칩을 중국 내에서 생산하는 기업에 판매하려는 미국 기업들은 수출 허가를 받아야 한다.

세계 각국에서는 슈퍼컴퓨터를 자국의 기술로 생산하려는 시도도 계속 되고 있다. 일본은 자국 내 슈퍼컴퓨터 전문기업(NEC, Fujitsu)을 적극적으로 지원하는 정책을 바탕으로 국산화를 추진하고 있다. 또한, 유럽(EU)도 특정 국가 기업 기반의 슈퍼컴퓨터 관련 기술 종속 등을 우려하여, Eviden(구 Atos)사를 중심으로 주요 핵심 기술 및 하드웨어 개발을 자체 개발로 전환하는 노력을 계속하고 있고, 유럽 최초의 엑사스케일 슈퍼컴퓨터인 Jupiter 시스템을 독일에 울리히 슈퍼컴퓨팅센터에 구축 중이다.

세계 각국의 슈퍼컴퓨팅 성능, 기술, 활용 등 슈퍼컴퓨팅 발전 동향을 살펴보기에 가장 좋은 기회는 1년에 2회 개최되는 국제 슈퍼컴퓨터 컨퍼런스(Supercomputer Conference: SC)이다. 슈퍼컴퓨터 컨퍼런스는 전 세계의 모든 슈퍼컴퓨터 관련 업체, 연구 및 운영기관

에서 수천 명이 참석하여 슈퍼컴퓨터와 관련된 모든 정보를 공유하고 발표하는 행사이며, 본 행사의 세션 중 하나로 세계 모든 슈퍼컴퓨터의 성능을 분석하여 1위부터 500위까지의 순위를 6개월 주기로 발표하고 있다.

2023년 11월 현재 세계 1위의 슈퍼컴퓨터는 미국 오크리지연구소에서 2022년 설치한 프론티어(Frontier) 시스템으로 실제 성능은 1.1EF(엑사플롭스)이다. 엑사플롭스는 1초 동안 백경(10^{18})번의 부동소수점 연산을 수행할 수 있는 성능을 의미한다. 프론티어(Frontier) 시스템은 2022년 6월 세계 최초로 엑사플롭스의 성능에 도달한 슈퍼컴퓨터이며, AMD사의 3세대 EPYC 64C 2GHz 프로세서와 AMD사의 GPU(MI250X)가 탑재되어 있다. 미국의 슈퍼컴퓨터 보유대수는 161대이며, 규모가 큰 시스템을 다수 보유하여 보유대수와 보유 성능이 세계 1위이며, TOP500에서 1~3위의 슈퍼컴퓨터를 보유하고 있다. Microsoft Azure의 Eagle은 클라우드 시스템 중 최고 순위인 3위를 기록하였다.

중국에서 보유하고 있는 슈퍼컴퓨터는 총 104대로 보유 대수 순위는 미국(161대) 이어 2위이며, 보유 성능 비율은 일본에 밀려 3위(5.8%)이다. 일본에서 보유하고 있는 슈퍼컴퓨터는 32대로 보유수량은 4위를 기록하고 있으나, 대규모 시스템인 Fugaku시스템으로 인해 보유성능 부분에서는 세계 2위를 기록하고 있다.

TOP500에 등재된 우리나라의 슈퍼컴퓨터 총 12대이다. 기상청 슈퍼컴퓨터 5호기 마루, 그루가 각각 47, 48위를 기록하고 있으며, 이는 기상기후분야에서 1위에 해당되는 성능이다. 우리나라에 도입된 슈퍼컴퓨터는 네이버의 '세종'(22위), 삼성전자의 SSC-21(28위), SKT의 Titan(59위), KISTI의 누리온(61위) 등이 있다. 우리나라에서 최고성능의 슈퍼컴퓨터는 네이버사에 소유한 세종으로 실제성능은 33PF이며, 최근 대두되고 있는 LLM(Large Language Model, 대규모 언어모델) 등의 AI관련 연구 및 서비스를 위한 시스템이다.

표 2-4 우리나라 슈퍼컴퓨터 순위(2023년 11월 기준)

순위 (Top500)	슈퍼컴 보유 기관	시스템명	실제성능(Tflops)	이론성능(Tflops)	제조사
22	네이버	Sejong	32,970	40,772	Nvidia
28	삼성전자	SSC-21	25,177	31,751	HPE
47	기상청	Maru	18,003	25,495	LENOVO
48	기상청	Guru	18,003	25,495	LENOVO
59	SKT	Titan	14,240	16,394	HPE
61	한국과학기술정보연구원	Nurion	13,929	25,706	HPE/CRAY
72	KT	KT DGX SuperPOD	10,380	14,416	Nvidia
126	-	DAIDC	6,183	7,413	HPE
156	CUBOX	-	4,957	8,136	HPE
244	광주과학기술원	Dream-AI	3,179	6,418	Inspur
429	삼성전자	Scalable Module	2,274	2,598	HPE
496	Science Institute	Olaf	2,028	3,249	LENOVO

제3부

분야별 기상정책



제1장 기상예보

제2장 기상관측

제3장 기후 및 기후변화

제4장 기상서비스

제5장 지진감시와 대응

제6장 기상위성 및 레이더

제7장 국제협력

제8장 기상행정

01

제장 기상예보

예보업무의 제도 개선

»	예보국	예보정책과	과학기술서기관	김강하
»	예보국	예보정책과	기상사무관	한효진
»	예보국	예보정책과	기상사무관	윤영승
»	예보국	예보기술과	기상사무관	서영경

1.1. 예보업무 관련 규정 개정

1.1.1. 예보업무규정의 개정

예보 및 특보에 관한 업무와 그 시행에 필요한 사항에 대해 「예보업무규정」에서 규정하고 있으며, 예보 및 특보 제도의 개선과 현행 제도운영 상의 미비점을 보완하기 위해 두 차례 일부개정 하였다.

폭염특보 발표기준을 일 최고기온에서 일 최고체감온도로 변경하고, 미세먼지 경보 권역 변경에 따라 황사 특보구역에 반영하기 위해 1차적으로 일부개정(2023. 5. 15., 기상청 훈령 제1078호)을 추진하였다.

그리고 조위관측값 통계 및 고조정보 단계기준 변동 추세를 고려하여 폭풍해일 특보 기준을 개선하고 조위 관측시설에 따라 폭풍해일 특보구역도 확대하였으며, 2022년 세분화한 제주특별자치도 육상 특보구역과 동일하게 육상 예보구역도 6개 구역에서 8개 구역으로 개편하였다. 또한, 강원도 행정구역 명칭변경 사항 반영과 경상북도 군위군이 대구광역시로 편입됨에 따라 대구광역시의 예·특보 구역을 조정하기 위한 일부개정(2023. 11. 30., 기상청 훈령 제1093호)을 추진하였다.

1.1.2. 방재기상운영규정의 개정

위험기상 발생 시 신속한 재난방송 송출을 위한 긴급방송 요청 절차를 정비하고, 소속 기관의 방재기상업무지침에 대한 관리를 강화하는 한편, 「기상청과 그 소속기관 직제 시행규칙」(환경부령 제1026호, 2023. 3. 28. 시행)에 따라 조직개편 사항을 반영하는 등 현행 제도의 운영상 미비점을 개선·보완하여 규정을 개정(2023. 8. 18., 기상청 훈령 제1087호)하였다.

제1부
주요정책 및 이슈

1.2. 위험기상 대응을 위한 예·특보 개선 및 전달체계 강화

제2부
기상기술 동향

1.2.1. 상세 강설정보 제공

많고 무거운 눈으로 인한 시설물 피해 예방 및 경감을 위해, 기존의 눈의 유무와 양에 대한 예보를 제공하던 것에 대해 눈의 무게까지 고려한 상세 강설 정보를 광주·전남지역을 대상으로 12월 19일부터 시범서비스를 시작하였다.

습하고 무거운 눈에 대해 미리 경고하여 피해를 최소화하기 위해 예상강수량, 기온 등을 고려하여 눈의 특성을 판별하는 기술을 개발했다. 이를 활용하여 예상되는 눈이 평균보다 가벼운 눈, 보통 눈, 무거운 눈의 3단계로 분류하고, 무거운 눈이 예상되면 “이번 눈은 습하고 무거운 눈”으로 기상정보문 및 날씨해설 발표 시 제공하였다.

눈 무게를 고려한 상세 강설 정보를 광주·전남지역을 시작으로 2024년 1월에는 강원·경북북부동해안, 2024년 11월에는 충청 지역 등으로 단계적 확대할 예정이다.

제3부
분야별 기상정책

1.2.2. 체감온도 기반 폭염특보 개선

제4부
소속기관 추진업무

폭염 피해 발생 경향과 기후변화 추세 등을 반영하기 위해 폭염특보를 기온과 습도를 고려한 체감온도를 기반으로 개선하여 2023년 5월 15일부터 시행하였다. 이를 위해 지난 2020년부터 3년 동안 체감온도 기반 폭염특보를 시범 운영하여 행정안전부, 지방자치단체 등 관계기관과 소통하면서 더욱 실효성 있는 제도를 마련하기 위해 긴밀히 협의하였다. 특히 방재기관과의 협력을 통해 세부적인 산출 방법을 개선하였고, 2021년 발표된 신(新)

제5부
부록

기후평년값을 추가로 고려함으로써 기후변화에 따른 환경 변화도 반영하였다. 아울러, 행정안전부 「폭염 재난 위기대응 표준매뉴얼」상 위기경보 기준도 체감온도 기반으로 개정 중으로 범정부적 폭염 재난 대응체계를 일원화하였다. 체감온도 기반 폭염특보 운영으로 습도가 높은 지역과 한여름(7~8월)을 중심으로 온열질환자 위험감지율이 향상되고 실질적인 국민 폭염피해 최소화에 기여할 것이다.

표 3-1 폭염특보 발표기준 변경사항

구분	기존	개선
폭염주의보	일 최고기온 33℃ 이상인 상태가 2일 이상 지속될 것으로 예상될 때	폭염으로 인하여 다음 중 어느 하나에 해당하는 경우 ① 일 최고 체감온도 33℃ 이상인 상태가 2일 이상 예상될 때 ② 급격한 체감온도 상승 또는 폭염 장기화 등으로 중대한 피해 발생이 예상될 때
폭염경보	일 최고기온 35℃ 이상인 상태가 2일 이상 지속 될 것으로 예상될 때	폭염으로 인하여 다음 중 어느 하나에 해당하는 경우 ① 일 최고 체감온도 35℃ 이상인 상태가 2일 이상 예상될 때 ② 급격한 체감온도 상승 또는 폭염 장기화 등으로 광범위한 지역에서 중대한 피해 발생이 예상될 때

1.2.3. 폭풍해일 특보 발표기준 개선

기후변화에 의한 평균 해수면 증가, 해안 간척사업, 연안시설 증축 등 연안지역 환경변화에 따라 폭풍해일 특보 발표기준을 개선하여 2023년 11월 30일부터 시행하였다. 해안지대 침수 피해 예방을 위해 천문조, 폭풍, 저기압 등의 복합적인 영향으로 해수면이 상승하여 기준값 이상이 예상될 때 폭풍해일 특보가 발표되며, 지점(조위관측소)별로 발효기준값이 다르게 지정되어 있다. 최근 기후 및 환경변화 등에 따른 지역별 조위관측값 통계와 고조정보 단계기준 변동 추세를 고려하여 지점별 폭풍해일 특보 발효기준값을 조정하였다. 또한, 조위관측소 2개소(거문도, 추자도)가 추가 설치됨에 따라 추자도 특보구역은 신설하고, 거문도는 기존 조위관측소를 변경함으로써 특보구역은 기존 59개 구역에서 60개 구역으로, 조위관측소는 29개소에서 31개소로 확대되었다.

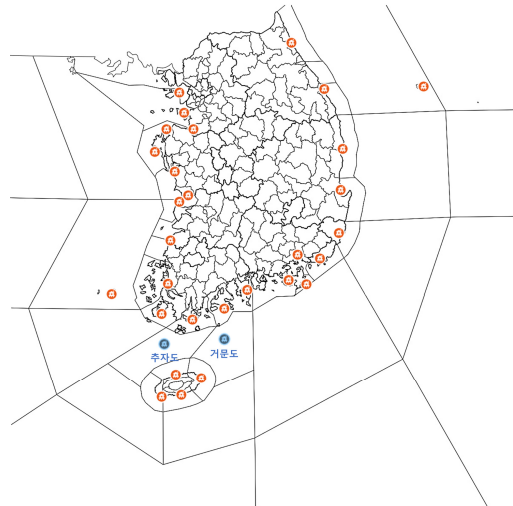


그림 3-1 폭풍해일 특보 구역 조위관측소(31개소) 현황

표 3-2 폭풍해일 특보 발효기준값 개선사항

조위관측소 (국립해양조사원)	[기존] 기준값(cm)		[개선] 기준값(cm)		
	주의보	경보	주의보	경보	
서해안	인천	994	1,010	966	1,004
	안산	940	960	940	960
	평택	1010	1,030	1010	1030
	대산	921	941	921	941
	안흥	769	789	769	789
	보령	844	864	844	864
	장항	808	828	792	832
	군산	790	810	776	810
	영광	770	790	770	790
	목포	520	540	522	544
	흑산도	430	450	430	450
남해안	진도	447	467	425	467
	완도	460	480	460	480
	고흥발포	421	441	422	448
	여수	420	440	420	440
	거문도	-	-	389	419
	통영	320	370	322	370
	거제도	231	281	249	281
제주	마산	240	290	240	290
	부산	160	210	183	214
	제주	318	328	329	359
	추자도	-	-	363	377
	서귀포	346	356	347	375
동해안	성산포	296	306	296	320
	모슬포	324	334	324	334
	울산	120	170	120	170
	포항	100	150	109	150
	후포	80	130	80	130
	목호	80	130	89	130
동해안	속초	80	130	89	130
	울릉도	80	130	102	140

※ 추자도, 거문도 관측소 추가(2023년 11월), 거문도 구역은 기존 고흥발포 관측소에서 거문도 관측소로 분리

제1부
주요정책 및 이슈제2부
기상기술 동향제3부
분야별 기상정책제4부
소속기관 추진업무제5부
부록

1.2.4. 기상청 호우 긴급재난문자(CBS) 직접발송 시범운영

기상청은 2022년 8월 수도권 집중호우 및 9월 포항 태풍피해 사례와 같이 기존 상식과 경험을 뛰어넘는 위험기상에 효과적으로 대응하기 위해 2023년 6월 15일(목)부터 10월 15일(일)까지 수도권 지역(서울, 경기, 인천)을 대상으로 “기상청 호우 긴급재난문자(CBS)” 직접발송 제도를 시범운영하였다.

기상청 호우 긴급재난문자(CBS)는 1시간 누적 강수량이 50mm이면서 동시에 3시간 누적 강수량이 90mm에 이르는 매우 많은 비가 관측되거나, 1시간 누적 강수량이 72mm에 이르는 매우 강한 비가 관측되었을 때 기상청에서 직접 40dB 이상의 경고음과 진동을 동반하는 ‘긴급재난문자’로서, 현장에서 그 위험성을 즉각적으로 인지할 수 있도록 하고 있다.

이러한 서비스를 위해서 대국민 대상으로 직접 문자를 발송할 수 있도록 호우 재난문자(CBS) 발송 시스템을 구축하였다. 이 시스템은 개별적으로 문자를 전달하는 SMS와는 달리, 휴대폰에 방송형태로 문자 정보를 전달하는 방식으로, 해당 선택 지역의 모든 휴대폰에 동시에 정보를 전달하는 방식이다.

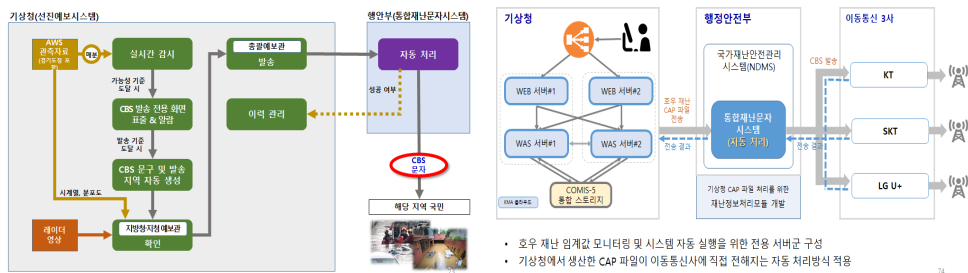


그림 3-2 호우재난문자 발송 시스템을 위한 의사 결정 및 재난문자 생성과정(좌), 기상청 재난문자 CAP 파일을 NDMS를 통해 이동통신 3사로 발송하는 흐름도(우)

선진예보시스템의 호우 재난문자 발송 시스템은 AWS 자료를 실시간 자동 감시하고, 기준(강수량 50mm/h & 90mm/3h 또는 임계시우량 72mm/h 및 예보관 결정) 도달 시, CBS 발송 전용 화면을 통해 표출 및 위험 알림을 제공하고, CBS 문구 및 발송 지역을 자동 생성한다.

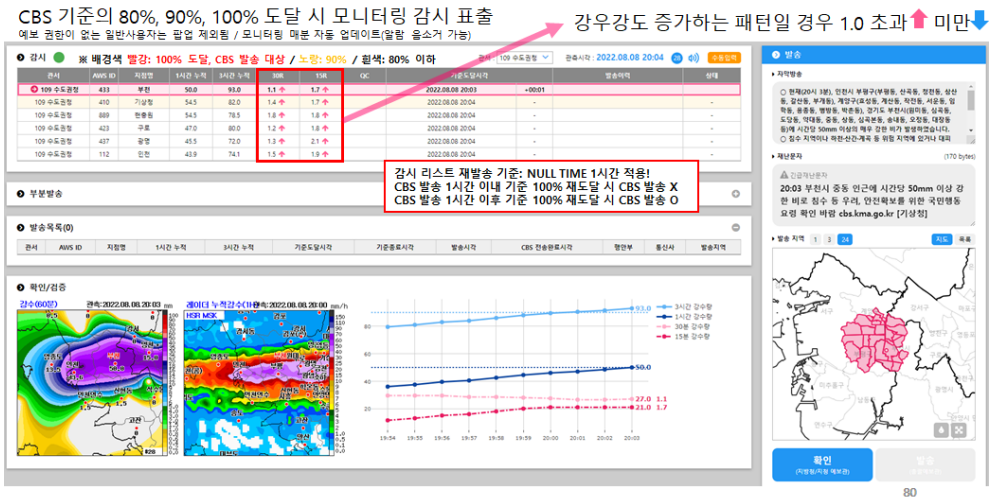


그림 3-3 기상청 호우재난문자 발송 시스템 모니터링 화면 및 재난문자 자동 생성 화면

기상청이 직접발송하는 호우 긴급재난문자는 여타 재난문자와 달리 읍·면·동 단위로 세분화하여 재난문자가 발송됨으로써, 정확히 위험상황이 발생한 해당 지역의 국민들에게만 경고를 한다는 점에서 차별화되는 강점이 있다.

기상청은 올해 수도권 지역을 대상으로 시범 운영하면서, 7월 11일 16시경 발송된 첫 문자부터 9월 16일 20시 30분경 발송된 마지막 문자까지, 총 6번의 긴급재난문자를 발송 하였다.

표 3-3 2023년도 기상청 호우 긴급재난문자(CBS) 발송이력

	일시	기준AWS	발송지역(세부)		
1	2023. 7. 11. 16:00경	기상청(410)	서울 동작구	7개동	동작구 상도·상도1·대방·신대방동, 구로구 구로동, 영등포구 신길·대림동
2	2023. 7. 26. 20:15경	중랑(409)	서울 중랑구	6개동	중랑구 면목동·상봉동·중화동·망우동, 광진구 중곡동, 경기 구리시 아천동
3	2023. 7. 30. 18:45경	영등포(510)	서울 영등포구	21개동	영등포구 영등포동·영등포동1~8가·당산동 1~6가·당산동·도림동·문래동1~3가·양평동
4	2023. 7. 31. 19:35경	이천(203)	경기 이천시	4개동	경기 이천시 단월동·고담동·장록동·부발읍
5	2023. 8. 7. 19:15경	송도(631)	인천 송도	1개동	인천 연수구 송도동
6	2023. 9. 16. 20:30경	풍도(966)	경기 단원구	1개동	경기 단원구 풍도동

제1부
 주요정책 및 이슈

제2부
 기상기술동향

제3부
 분야별 기상정책

제4부
 소수국민 추진업무

제5부
 부록

기상청 호우 긴급재난문자(CBS) 직접발송 제도는, 수도권 지역은 2024부터 정규운영으로 전환되고, 그 외 지역은 시범운영을 통해 단계적으로 확대될 예정이다.

1.2.5. 기상통보 전달체계 개선

기상청은 유관기관 등에게 FAX, E-mail, 스마트통보, 앱메시지를 통하여 기상예·특보 등 기상정보를 제공하고 있다. 하지만, 사회·경제적 구조가 다양화됨에 따라 복합재난에 신속히 대응하기 위한 기상정보 통보처 관리체계 강화의 필요성이 대두되어 효과적인 재난업무 지원을 위한 기상정보 전달체계를 개선하였다.

우선, 재난관리주관기관 등 반드시 기상정보 수신여부에 대한 의견조회를 해야 하는 필수조사기관을 선정하였다. 그리고 매 반기마다 해당기관 전수조사를 통해 수신할 기상정보의 종류, 담당업무, 담당자 변경사항, 연락처 등을 포함한 정보 수신 의사를 조사하였다. 또한 지난 분기 기준으로 통보 매체별·기관별·통보그룹별 변동현황 및 정보 수신율을 매 분기 점검하였다.

또한, 기존 문자메시지로 제공하던 기상정보를 국가정보자원관리원에서 구축한 스마트폰 카카오톡 앱메시지 서비스로 전환하였다. 이는 사용자 친화적 서비스일 뿐만 아니라 기존 문자메시지 대비 이용요금의 약 80% 이상 저렴하여 국가예산을 절감하는데 기여하였다.

2.1. 재난관리 및 위기대응

2.1.1. 국가안전관리 집행계획 수립

「재난 및 안전관리 기본법」 제23조(집행계획)에 근거하여 재난관리책임기관의 장은 각종 재난으로부터 국민의 생명, 신체 및 재산을 보호하기 위하여 재난 및 안전관리에 필요한 소관사항에 대한 국가안전관리 집행계획을 1년마다 수립하여야 하며, 매분기 집행실적을 점검한다. 이에 따라 기상청 소관 핵심유형(풍수해, 지진) 및 협조유형(가뭄, 폭염)에 대한 재난 및 안전관리 대책으로 ① 위험기상 감시강화, 수치예보모델 개선을 통한 예보정확도 제고, ② 지진조기경보 체계 고도화를 통한 지진재해대응 체계 강화, ③ 수문기상 정보, 폭염영향정보 개선을 통한 기후재난 대응력 강화 등의 성과목표를 반영한 2023년 국가안전관리 집행계획을 수립하였다.

2.1.2. 재난유형별 위기대응 실무매뉴얼 정비

「재난 및 안전관리 기본법」 제34조의5(재난분야 위기관리 매뉴얼 작성·운영)에 근거하여 기상청은 총 15종의 위기대응 실무매뉴얼을 운영하고 있다. 2023년에 풍수해, 산사태, 산불, 낙뢰, 원전안전 분야(방사능누출), 인접국가 방사능누출 사고, 한파, 폭염, 화학사고, 가뭄, 자연우주물체 추락·충돌, 우주전파, 조수 재난 등 총 13개 분야의 위기대응 실무매뉴얼을 개정하였다. 주요 개정사항으로 「국가 안전시스템 개편 종합대책」부분 반영, 분야별 위기관리 표준매뉴얼 개정사항을 반영, 방재기상운영규정(2023. 8. 1.) 및 예보업무규정(2023. 11. 14.) 일부 개정 사항 반영 등을 정비하였다. 기상청은 재난유형별 위기관리 실무매뉴얼의 정기적인 정비를 통해 각종 재난에 신속해 대응할 수 있도록 최선을 다하고 있다.

2.1.3. 재난관리 책임기관 재난관리평가

재난관리평가는 「재난 및 안전관리 기본법」 제33조의2 및 동법 시행령 제42조에 따라 재난관리단계(예방·대비·대응·복구)별 주요 역량에 대한 45개 지표(안전관리계획 수립, 조직·인력 운영, 기관장 인터뷰, 재난대응 실무반 편성 및 업무 숙지도, 전문교육, 행동요령 홍보 등)에 대한 관리실태를 평가한다.

재난관리책임기관 338곳(중앙부처 29, 공공기관 66, 지자체 243)의 책임성과 재난관리 역량 제고를 위하여 재난안전관리 실태를 평가하는 2023년 재난관리평가에서 기상청이 2022년에 이어 2년 연속 재난관리 우수기관으로 선정되었다.

특히, 주요재난 현장대응 우수사례 및 재발방지대책으로 기상청의 호우긴급재난문자(CBS) 직접발송 시범운영을 추진하였다. 특수시책으로 급변하는 날씨상황을 적시적소에 맞춤형 전달·소통을 강화하였으며, 변화하는 기상상황과 사회환경을 반영한 다양한 제도 및 정책 개선을 추진하였다. 선제적 기상정보 전달을 위한 정례·수시 예보브리핑 실시, 특보구역 세분화, 지진통보시간 단축, 도로위험기상정보 제공, 지자체 방재기상지원관을 통한 의사결정 지원 등 다방면에서의 추진된 정책들이 타 기관에 모범사례로 인정받았다.

2.2. 방재기상업무 수행

2.2.1. 방재기상업무협의회

방재 유관기관과의 협력을 강화하기 위한 방재기상업무협의회를 5월과 11월에 개최하였다. 여름철과 겨울철 방재기간을 대비하여 개최된 본 협의회에서는 기상재해로 인한 피해를 최소화하기 위하여 기관별 주요 방재대책을 공유하고, 기관 간의 협조체계를 확인하였다. 여름철 방재기상업무협의회에서는 기상청 호우 긴급재난문자 직접발송 시범운영, 체감온도 기반 폭염특보 정식운영, 태풍정보 서비스 개선(시·공간 상세화, 최근접 정보 제공지점 확대) 등을, 겨울철 방재기상업무협의회에서는 제주도 중산간 예보구역 신설, 레이저식 적설계 확충, 눈 무게 정보 제공, 도로 살얼음 발생 가능성 정보 제공 등을 소개하여 방재 유관기관에서 개선된 기상정보를 활용할 수 있도록 하는 등 협업체계를 강화하였다.

2.2.2. 방재기상 비상근무 실시

효율적 방재비상근무 운영을 위하여 긴급방송 요청 절차 정비와 소속기관의 방재기상 업무지침에 대한 관리를 강화하는 등 방재기상운영규정을 개정하고, 이에 따른 호우·태풍·대설·황사·위험기상 비상근무를 경계·비상2급·비상1급에 따라 실시하였다. 2023년에는 본청 기준으로 대설 21회(1급 1회, 2급 9회, 경계 11회), 호우 61회(1급 12회, 2급 27회, 경계 22회), 태풍 3회(1급 1회, 2급 1회, 경계 1회), 강풍 등의 위험기상 11회, 합천, 홍성·금산·영주·함평·순천, 강릉 산불 위기대응 3회의 비상근무를 연인원 1,665명이 실시하였으며, 지방청 등 소속기관을 포함해 연 8,649명이 비상근무를 실시하였다.

» 예보국	재해기상대응팀	기상전문관	이창재 서영경
» 예보국	예보기술과	기상사무관	

3.1. 예보기술 향상

3.1.1. 예보관 역량 향상을 위한 예보 사례분석 및 공유

2023년 예보관 전문 학습서인 《Why? How!》를 개정·발간하였다. 예보 기초 이론을 비롯한 한반도 기상 현상 메커니즘에 초점을 맞추어 계절별, 지역별, 기상 현상별로 세분화하고, 실제 사례 분석까지 상세 수록하였다. 총 4권 겨울예보 사례분석(겨울철 주요 강수 유형별 강수 메커니즘 및 사례 분석 추가), 지역특화 예보(아산만 효과에 의한 충청내륙 국지 강설 예보 가이드نس 보완), 태풍 분석(2022년 주요 영향 태풍을 반영한 태풍 발달 단계별 분석·예측법), 겨울예보(호수효과에 의한 서해안 강설 메커니즘의 해기차 조건 개편 및 적설 분포 구체화) 편을 업데이트하였다.

절리저기압에 의한 강수예측 가이드نس 및 무거운 눈 판단 신규 가이드نس, 강원경북동해안 눈 무게 판단 가이드نس 확대 등 위험기상 판단 가이드نس를 개발하여 예보 실무 지원에 주력하였으며, 국민 실생활에 도움이 되는 무거운 눈 정보 제공에 기여하였다.

또한 여름/겨울 방재 기간 전 《지식·경험·노하우 집중 세미나》를 운영하였다. 선진 기상 기술, 주요 사례, 한반도 전문 예보기술을 중심으로 여름철 6회, 겨울철 5회 등 총 11회를 개최하였고, 예보관 교육과정에서의 멘토 역할을 담당하는 등 예보관의 전문 예보 능력과 위험기상 대응 역량을 향상시키는데 크게 기여하였다.

여기에 예보지원부서와의 지속적 협업체계를 강화하여 예보국-수치모델링센터와의 수치 모델 분석·환류 회의를 분기별로 진행하여 예보 생산과 모델간의 선순환 구조를 만드는 데 노력하였다.

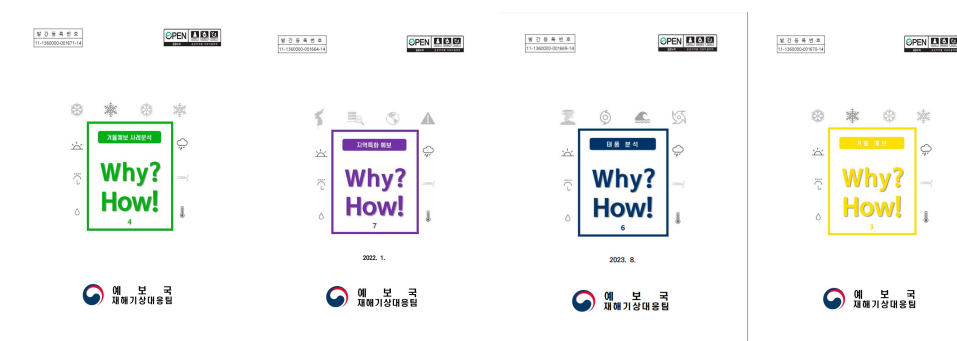


그림 3-4 《Why? How!》 겨울예보 사례분석, 지역특화 예보, 태풍 분석, 겨울예보

3.2. 예보소통 강화

3.2.1. 수요자 중심의 적극적 소통을 위한 채널 다양화

2021년 여름부터 언론 및 방재 관계기관을 대상으로 시작된 《예보 정례(수시) 브리핑》을 2023년도에도 지속적·안정적으로 운영하였다. 주 1회 진행하는 정례브리핑과 위험기상 예상 시 진행되는 수시브리핑을 1년간 총 100회 진행하였고, 2022년 93회 진행한 것과 비교해서도 더 많은 소통 환경을 마련하였다.

또한, 전국 예보 소통 담당자 간의 핫라인 조직인 ‘소통 전담반’도 지속 운영하여 전국 기상청의 One-Voice 예보 소통을 위해 노력하였다. 이에 더해 여름철 《태풍 특별대응반》을 운영하여 총괄예보관, 지방청 예보관이 신속한 언론 대응이 가능하도록 지원하는 등, 언론인, 전국 예보관, 방재 담당자 등 각기 다른 수요자에 필요한 기상정보를 맞춤형으로 전달할 수 있도록 다양한 채널을 통해 적극적인 소통 전략을 운영하였다.



정례(수시) 브리핑

방송사 뉴스특보 연결

태풍특별대응반 방송사 인터넷

그림 3-5 언론과의 적극적 예보 소통

3.2.2. 예보 소통 활성화를 위한 콘텐츠 개발

인터넷기상방송 운영을 통하여 365일 하루 2회(오늘날씨/내일날씨) 날씨 콘텐츠를 제작함과 동시에 2022년 6월 정규운영으로 전환한 예보 소통 전문 유튜브 채널 《엠플TV》의 대대적인 개편을 시행하였다. 특히, 《엠플TV》진단을 위하여 2022년도에 운영한 국민디자인단의 의견을 적극 수렴하고 국민 설문조사를 통하여 BI(Brand Identity)와 유튜브 채널 디자인을 변경한 것이 특징이다.

《엠플TV》는 광고 수익을 위한 자극적이고 무분별한 날씨 영상이 확대되는 현상에 대한 우려로 과학적 근거를 기반으로 한 정론의 예보 분석 콘텐츠 제작에 힘을 쏟았다.

언론인을 대상으로 진행한 ‘예보브리핑’을 국민의 눈높이에 맞게 재편집하여 제공하였고, 1타강사 컨셉의 썸네일로 국민의 이목을 집중시켰다. 또한, 짧은 시간 안에 기상 정보가 집약적으로 들어간 쇼츠 콘텐츠를 확대 제작하여 최신의 미디어 트렌드를 쫓았다.

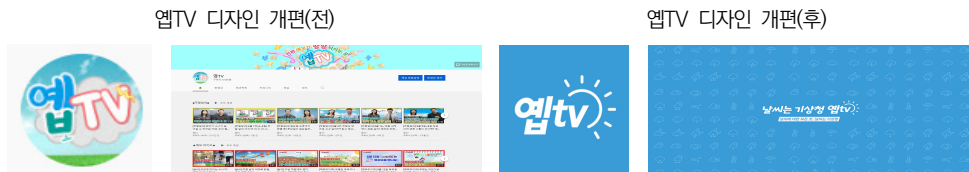


그림 3-6 인터넷기상방송 날씨ON과 엠플TV 개편

정기 콘텐츠 외에 특집 콘텐츠를 강화한 것도 2023년도 엠플TV 운영의 특징이다. 2023년도에도 개인 맞춤형 날씨 상담 서비스인 <날씨 상담소>를 운영하였고, 특히 설날에는 라이브 방송을 진행하여 실시간으로 국민과 소통하였다. 또한 추석 <날씨상담소>에는 최신 유행인 MBTI를 활용하여 T예보관과 F예보관의 대결을 컨셉으로 제작하였다.

태풍 등 위험기상에 대한 라이브 방송을 강화하여 1박 2일동안 밤샘 라이브 방송을 진행한 것도 2023년도 엠플TV 운영의 가장 큰 성과다. 총괄예보관, 예보정책과, 대변인실 등 총 10인의 예보관계자가 출연하여 진행하였으며, 조회수 17만 회, 최대 동시 접속자 수 3천 명, 실시간 채팅 건수 3500여 건 이상으로 예보 소통에 대한 긍정 여론이 확산되었다.

또한, 시간당 강수량과 관련하여 체감 영상을 제공하였다. 시간당 5mm에서 50mm 이상의 강우강도를 세분화하여 우산을 쓰고 있거나, 운전자 시야 등을 국민이 간접체험할 수 있도록 기상청 날씨누리에 제공하였다.



그림 3-7 다양한 채널을 활용한 적극적 소통 전략

미디어를 활용한 소통을 강화하기 위해서는 대기의 입체 상태를 3D 영상으로 표현하는 것이 매우 중요하다. 2023년에도 ‘3D 영상 모식도’를 제작하였는데 시각화가 필요하고 국민의 눈높이를 고려하여 ‘상층제트’, ‘태풍 구조’, ‘온대저기압 컨베이어벨트’ 3가지를 제작하였다. 올해 3D 모식도는 대기 상층 공기의 움직임, 태풍의 눈과 생성 과정, 온난기류의 움직임 등을 알기 쉽게 제작하여 눈으로 확인하기 힘든 대기의 상황을 시각화하여 예보 브리핑 시 사용하는 등 예보의 이해도를 높이는데 기여하였다.



그림 3-8 3D 모식도 제작

제1부
주요정책 및 이슈

제2부
기상기술 동향

제3부
분야별 기상정책

제4부
소속기관 추진업무

제5부
부록

3.3. 선진예보시스템 구축·운영

기상청은 기상재해로부터 국민의 생명과 재산을 보호하기 위하여 기상현상 감시부터 통보까지 예보 업무의 전 과정을 아우르는 선진예보시스템을 구축하였으며 현재까지 지속적인 개선을 추진하고 있다. 2023년은 범국가적 위험기상 공동대응 기반 강화와 예보역량 향상 체계 구축을 목표로, 방재 유관기관 대상의 적극적 소통과 신속한 위험기상정보 전달 체계 마련, 수요자 중심의 기상정보 생산 강화, 기상재해 피해 최소화를 위한 위험기상 감시·분석 지원 강화에 초점을 두고 추진하였다.

3.3.1. 방재기상 정보서비스 활용성 확대

기상청은 방재업무를 수행하는 유관기관에 다양한 기상정보와 기상분석 도구 등을 공유하기 위해, 클라우드 방식의 방재기상정보시스템을 구축하여 2015년 5월 15일부터 운영해오고 있다. 이를 통해, 기상청 내부 시스템에서 제공하는 콘텐츠와 유사한 수준의 콘텐츠를 실시간으로 제공하여, 기상청과 방재 유관기관과 효율적인 방재 소통을 지원하고 있다.

2023년 12월 기준으로 연간 일 평균 접속건수가 278만 건에 이를 정도로 활용도가 매우 높으며, 약 580개 기관의 16,000여 명이 가입하여 실시간 기상정보를 통해 위험기상 대응에 활용하고 있다.

매년 만족도 조사를 통해 사용자들의 의견수렴을 하고, 이를 바탕으로 지속적으로 개선하고 있으며, 2023년에 추진된 개선 사업을 통해 방재기상정보시스템의 ① 수요자 맞춤형 통보문 웹페이지 개선과 ② 예보 상세화에 따른 예보 서비스 콘텐츠를 현행화, ③ 수요자 맞춤 알람에 날씨해설 콘텐츠를 추가하였다.

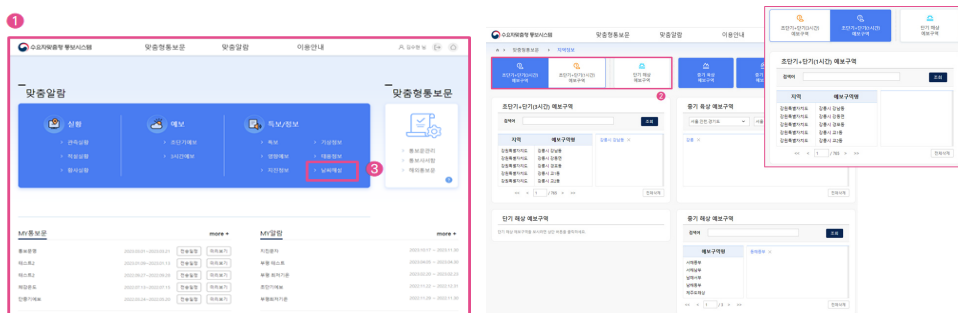


그림 3-9 해양관심지역 설정(좌) 및 모바일 방재기상정보시스템(우)

3.3.2. 예보관 기상분석 종합 서비스 개선

예보관의 분석업무 지원을 위해 빠른 속도와 확장성 있는 기상정보 표출로 종합적 기상 분석 업무가 가능한 ‘기상분석포털’을 2022년부터 운영하고 있다.

기상분석포털은 통합기상분석시스템의 일기도 API와 GIS 기반 일기도를 중첩하여 수치 모델 정보를 종합적으로 표출해주며, 아울러 위성 및 레이더 관측정보의 중첩기능을 제공한다.

2023년에는 일기도 종합 분석 기능에서, 관측 중첩 요소 및 수치모델예측자료를 활용한 분석 요소들 추가하였다.

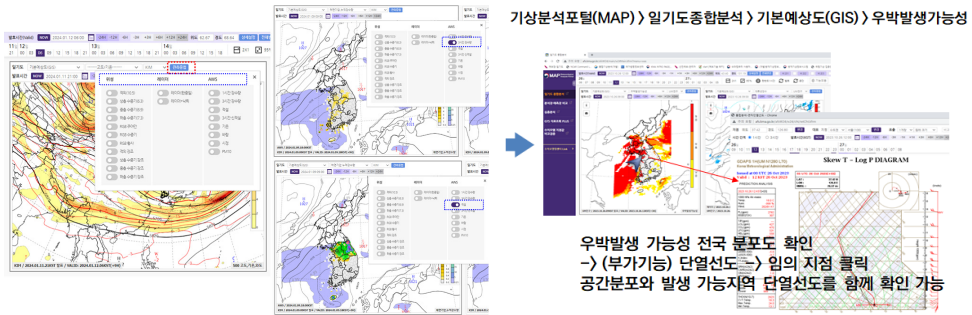


그림 3-10 관측 중첩 요소 추가(3시간 강수량, 적설)(좌), 우박발생 가능성 분포도 및 임의 지점 단열선도 표출(우)

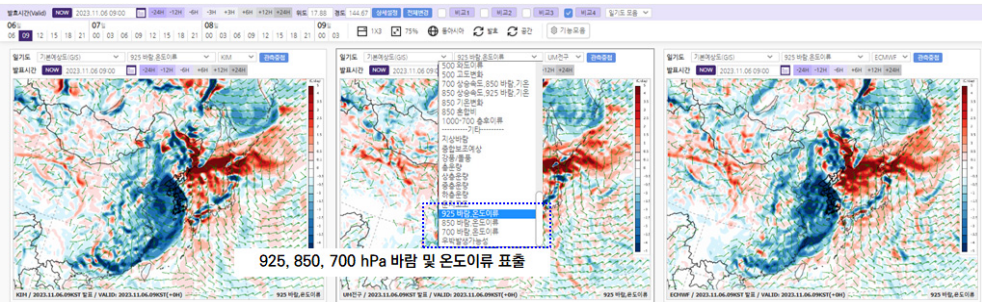


그림 3-11 925, 850, 700hPa 바람 및 온도이류

제1부
주요정책 및 이슈

제2부
기상기술 동향

제3부
분야별 기상정책

제4부
수송기안 추진업무

제5부
부록

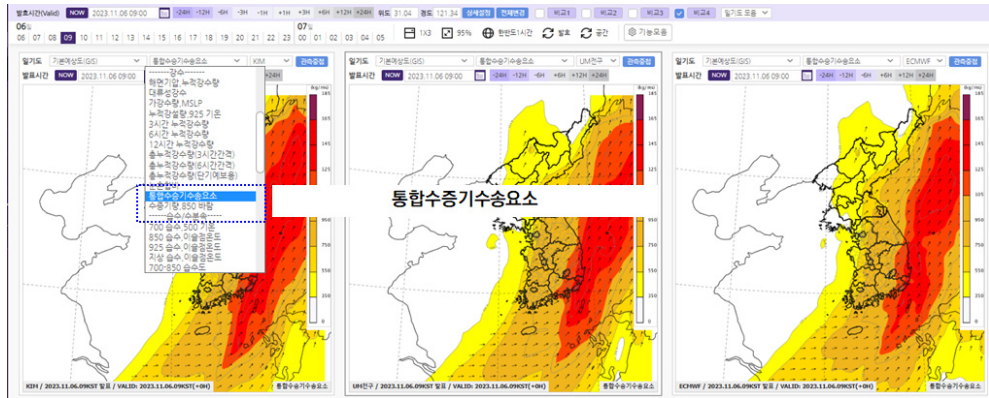


그림 3-12 연직(1000-300hPa) 구간 바람성분을 고려한 수증기수증 표출

뿐만 아니라, GTS 자료 조회 기능을 확장성 있게 개편하고, 다양한 요소를 동시에 비교할 수 있도록 창 개수(기준 1개 → 최대 3개)를 조정할 수 있도록 구현하여, 예보관 업무의 활용성을 높였다.

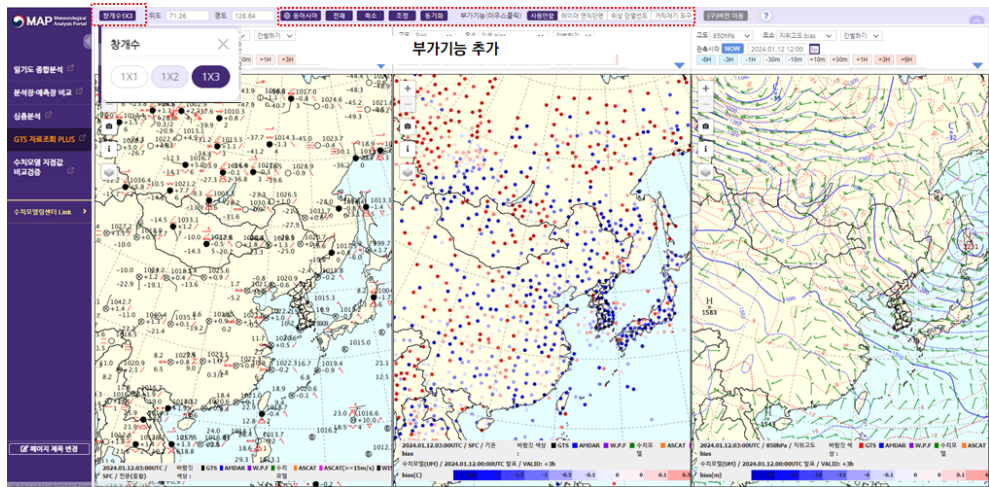


그림 3-13 GTS 자료 조회 PLUS 기능 개선 화면

3.3.3. 지능화 기반의 선진예보시스템II 구축 추진

예보 분석 및 생산을 위해 예보관 업무를 지원하는 선진예보시스템은 2011년에 최초 구축이후 현재까지 지속적인 기능 추가와 개선 등 예보 정책을 반영한 예보관의 예보 업무(분석-생산-통보-평가)를 지원하고 있다. 하지만, 국민 요구에 부응하는 지역별-시간별 상세예보 및 예보기간 연장과 정확도 및 신뢰도 높은 예보 서비스 제공, 특보 구역 및

기존 세분화와 같은 지역 기반 특보 체계 전환 등 예보 정책의 변화가 예상되는 가운데, 현재의 선진예보시스템의 기능만으로는 그 변화를 수용하기에 한계에 이르렀다. 이에 따라, 예보관의 생산업무량의 물리적 한계를 극복하고, 위험 기상 대응과 방재 소통에 집중할 수 있도록 지능화 기술을 접목한 새로운 예보시스템 구축을 추진하고 있다. 선진예보시스템II 구축을 위해, 2021년 BPR/ISP 수립하고, 2022년 예산 확보, 2023~2025년 동안 구축 완료를 목표로 2023년에 전체 시스템 설계(33개 기능 모듈)와 일부 기능에 대한 프로토타입(12개 기능 모듈)을 구축하였다.

선진예보시스템II는 현재의 예보 생산체계를 준용하되, 예보관의 생산 업무량을 지능화 기술이 보완하고, 예보관의 업무를 위험기상분석과 지역기반 특보 생산, 방재 소통 업무로 그 역할을 강화할 수 있도록 크게 4개의 그룹(지능화예보생산-예보관의사결정-지능형통보-방재기상다면플랫폼) 단위의 시스템으로 설계하였다.

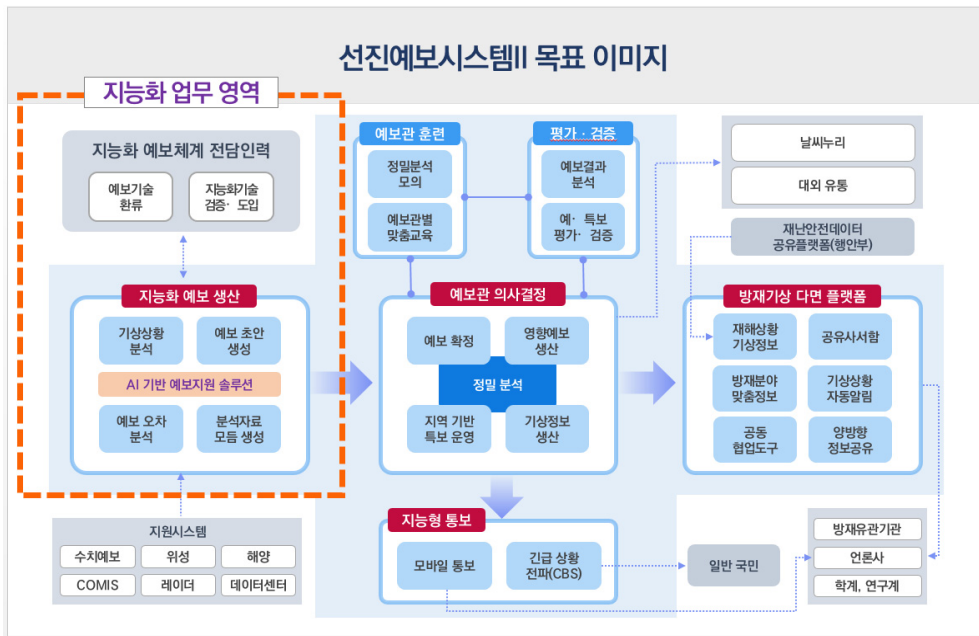


그림 3-14 선진예보시스템II 개념도

새로운 선진예보시스템II에서는 지능화 기술로 편리함과 효율성 및 생산성이 극대화 된 예보시스템과 예보관 업무 환경을 제공하므로써, 보다 나은 기상예보 서비스가 제공될 수 있도록 2024년에 완성도 높은 시스템을 구축해 나갈 예정이다.

제1부
주요정책 및 이슈

제2부
기상기술 동향

제3부
분야별 기상정책

제4부
소속기관 추진업무

제5부
부록

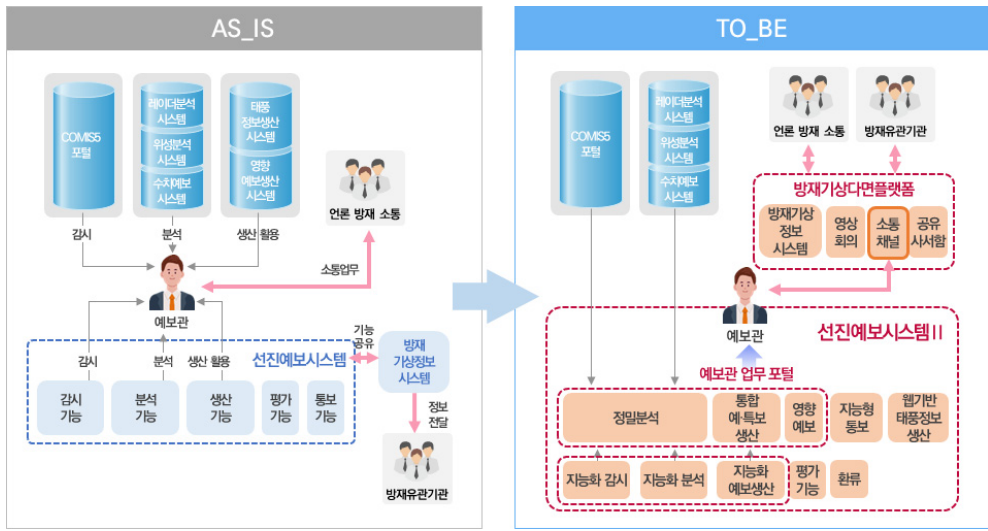


그림 3-15 선진예보시스템II로 달라지는 예보관 업무 환경

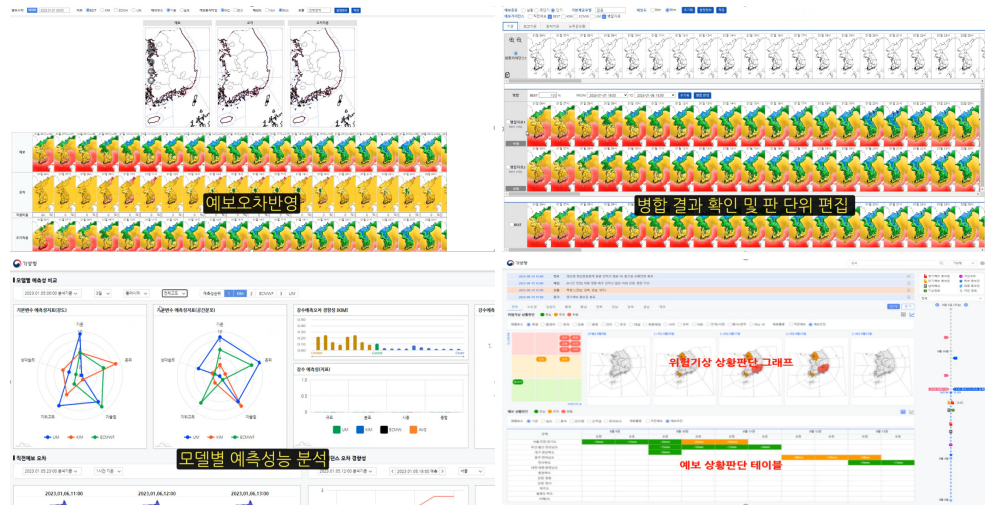


그림 3-16 지능화 예보 초안 생성, 모델별 예측성능 분석, 예보관 업무 포털(전광판, 통보문 피드, 기상 상황 판단) 등 프로토타입 예시

>> 예보국 | 국가태풍센터 | 기상사무관 | 이경호
 >> 예보국 | 국가태풍센터 | 기상연구관 | 원성희

4.1. 2023년 발생 태풍과 영향태풍

2023년 북서태평양에서는 총 17개의 태풍이 발생하여 평년보다 적었다. 태풍이 주로 발생하는 여름철(6~8월)은 10개로 평년(11.0개)과 비슷하였으나, 가을철(9~11월)은 4개로 평년(10.7개)보다 매우 적었다. 우리나라에 영향을 준 태풍은 총 1개(제6호 태풍 카눈(KHANUN))로, 평년(3.4개)보다 적었다. 카눈은 7월에 발생하여 8월 초순에 한반도에 영향을 주었다.

표 3-4 2023년 월별 태풍 발생 수

(단위: 개)

월	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	합계
2023년	-	-	-	1	1	1	3 (1)	6	2	2	-	1	17 (1)
평년 (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)

※ 태풍 발생일(KST) 기준이며, ()안의 숫자는 우리나라에 영향을 준 태풍의 수임

지구온난화에 따라 북서태평양에서 발생하는 태풍들의 강도 변화 추이가 중요해지고 있다. 생애 최대 발달 강도를 기준으로 2023년 태풍들을 살펴보면 ‘초강력’ 2개((11.8%), ‘매우 강’ 5개(29.4%), ‘강’ 2개(11.8%), ‘중’ 3개(17.6%), ‘-’ 5개(29.4%)이다. 강도별 발생 비율은 강도 ‘중’ 이하는 평년과 비슷하였으나, 강도 ‘매우 강’ 이상은 평년보다 많이 발생하였다. 또한, 태풍의 생존 기간이 길어 폭풍누적에너지(ACE, Accumulated Cyclone Energy)는 평년과 비슷하였다. 2023년은 태풍의 발생 빈도에 비해 강도가 강한 태풍이 많이 발생하였고, 태풍이 오래 생존하는 특징을 보였다.

표 3-5 2023년 강도 등급별 태풍 발생 수

(단위: 개(%))

강도 등급	- (17~25m/s 미만)	중 (25~33m/s 미만)	강 (33~44m/s 미만)	매우 강 (44~54m/s 미만)	초강력 (54m/~)	합계
2023년	5 (29.4)	3 (17.6)	2 (11.8)	5 (29.4)	2 (11.8)	17
평년 (1991~2020)	7.3 (29.2)	4.5 (17.9)	6.1 (24.2)	5.5 (22.0)	1.7 (6.6)	25.1

※ 괄호 안 숫자는 총 발생 태풍 대비 백분율(%)임

한편, 태풍은 9월에 1983년(2개) 이후 가장 적게 발생하였다. 주요 발생 구역인 저위도에 고압대가 평년보다 강하게 형성되어 열대저압부들이 다수 발생했지만 태풍 강도로까지 발달하지 못했고, 태풍의 저기압성 순환을 만들어내는 몬순류가 약했던 점 등을 원인으로 들 수 있겠으나, 향후 연구를 통한 상세 분석이 필요하다.

제6호 태풍 카눈((KHANUN)은 발생 초기 중국 동안으로 진행할 것으로 예상되었으나, 다만 북동쪽 해상에서 주변의 고기압들로 인해 정체 후 동북동진하였고, 일본 규슈 남쪽에서는 다시 아열대고기압의 영향으로 북진하면서 2번의 진로를 변경하는 Z형태의 이례적인 진로를 보였다. 동시에 14일 3시간 동안 생존하면서 최근 10년(2011~2022년) 동안 발생 태풍 가운데 수명 기간이 두 번째로 길었다. 아열대고기압의 축이 동해상까지 강하게 버티면서 태풍 카눈은 거제 상륙 후 경상내륙을 지나 충북, 경기동부내륙으로 이동하면서 관측 이래 최초로 한반도를 종단하는 태풍이 되었다. 상륙 2일 전부터 북상 경로에 대한 수치 모델들의 예측이 자주 바뀌면서 타 기관들의 예보도 바뀌었으나, 기상청은 정확하고 일관성 있는 예보를 생산하여 태풍 방재 대응에 임함에 따라 한반도를 관통하는 태풍임에도 불구하고 단 한명의 인명피해도 발생하지 않았다.

4.2. 태풍정보서비스 개선 및 태풍 예보지원 강화

4.2.1. 태풍정보서비스 개선

태풍이 우리나라로 북상할 때 수요자들이 원하는 기상정보는 매우 다양하다. 한반도 통과 시 시공간적으로 상세한 정보를 제공하기 위해 육상에서의 예보 간격을 6시간에서 3시간 단위로 줄였다. 이를 통해 태풍이 상륙 후 해상으로 빠져나가는 동안 산맥 등 지형 효과에 의한 변칙 진로를 표현하는 등 태풍의 이동 경로를 보다 자세히 알 수 있다.

또한 한반도 영향 시 육상 및 산악에 의한 비대칭적 바람 분포와 감쇄 효과를 고려하여 현실적인 강풍 분포를 표현할 수 있도록 표출 방식을 개발하였다. 이를 통해 실질적인 태풍 영향 영역을 파악하여 보다 효과적으로 태풍에 대응할 수 있을 것으로 보인다. 또한, 내가 위치한 지역을 기준으로 태풍이 언제, 어느 정도로 가장 근접할 수 있는지를 알려주는 최근접 정보 제공 지점을 확대하여 보다 세밀한 정보를 제공하였다.

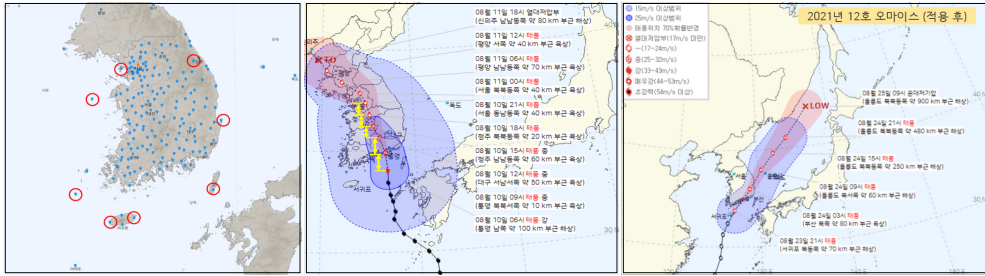


그림 3-17 최근접 정보 확대(165→173개)(좌), 예보 간격 확대(6→3시간)(중), 강풍분장 생산기술 개선(우)

4.2.2. 태풍 예보지원 강화

태풍현업시스템(Typhoon Operation System)은 2016년 최초 구축된 이래 지속적인 개선과 고도화 사업을 통해 국가태풍센터의 태풍 분석과 예보 생산을 위한 중요한 도구로 자리매김해왔다. 또한, 태풍위원회 개도국에 통합 솔루션 패키지를 제공하여 한국의 태풍 예보기술을 이전하는 매개체가 되기도 하였다. 그러나, 패키지를 설치해야 하는 단점이 있어 태풍예보관을 제외한 예보관들이 활용하기 어려웠다.

태풍현업시스템의 활용도를 높이고 태풍 협업을 강화하기 위해 국가태풍센터는 태풍분석 콘텐츠와 가이던스를 통합한 태풍 감시모듈을 개발하고 태풍 진로예측 플랫폼을 포함한 웹사이트를 구축하여 공개함으로써 전국 예보관들이 태풍 분석 및 객관적인 예보 분석을 지원하게 되었다. 오픈 플랫폼을 통한 태풍분석·예보기술의 공유로 청 내 태풍방재역량이 강화되고 태풍 인력풀이 확대되기를 기대한다.

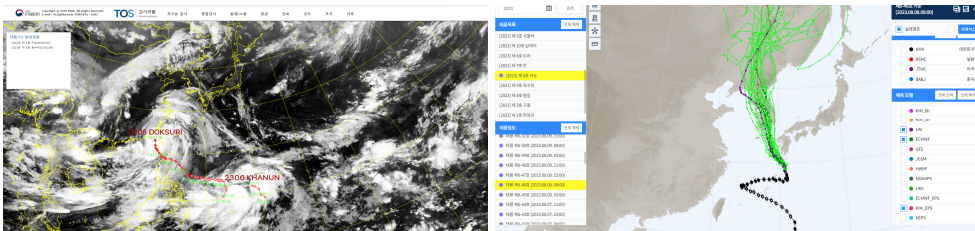


그림 3-18 태풍현업시스템 감시모듈 메인화면(좌), 진로예측 플랫폼(우)

제1부
주요정책 및 이슈

제2부
기상기술 동향

제3부
분야별 기상정책

제4부
소속기관 추진업무

제5부
부록

4.3. 2023년 태풍 계절전망 생산

국가태풍센터는 여름(6~8월, 5월 발표)부터 가을(9~11월, 8월 발표)까지 향후 3개월에 대한 태풍 계절전망 생산을 위해 통계모델⁶⁾, 역학모델⁷⁾, 통계-역학 모델 I⁸⁾, 통계-역학 모델 II⁹⁾을 운영하고 있다. 이를 통해 북서태평양에서의 태풍발생 수, 한반도 영향태풍 수, 진로패턴에 대한 예측자료를 생산하고 있다. 태풍 장기예측은 도전적인 과제 중 하나로 지구온난화와 기후 변동이 커지면서 예측 성능 향상이 중요해지고 있다. 국가태풍센터는 2022년 기후인자를 이용한 통계기반 태풍 계절예측모델을 개발하여 시험 운영 및 검증을 완료하였고, 2023년 가을철부터 장기전망 생산에 통계모델로서 활용하기 시작하였다.

표 3-6 모델별 2023년 북서태평양 태풍 발생, 한반도 영향태풍 수 및 진로예측 결과

구분	여름철(6~8월)		가을철(9~11월)	
	북서태평양	한반도영향	북서태평양	한반도영향
평년값(1991~2020)	11.0	2.5	10.7	0.9
2023년 관측	10	1	4	-
통계모델	-	-	11.6	0.2
역학모델	8.8	1.4	9.4	1.4
통계-역학모델 I	10.3	3.0	11.1	1.0
통계-역학모델 II	11.1	-	8.9	-
진로 예측	필리핀 동쪽 해상에서 발생, 동중국해로 북상하여 일본 류슈 방향으로 이동할 가능성이 높을 것으로 예상		괌 인근 해상에서 발생, 장기간 서진하며 발달, 오키나와 남동쪽 해상에서 전향 후 북~북동진	

2023년 여름철에는 평년(11.0개)과 비슷한 10개의 태풍이 발생하였으며, 이 중 1개의 태풍이 한반도에 영향을 주었다. 태풍 발생 수에 대한 계절예측시스템의 컨센서스는 9~11개로 실제 발생한 태풍수와 유사하게 예측하였다. 한반도에 영향을 준 태풍수는 1개로 모델 컨센서스인 1~3개보다 적었다. 가을철은 발생 태풍의 모델 예측은 9~12개로 관측된 4개보다 매우 컸다, 다만, 평년 10.7개를 고려할 때 가을철 태풍이 이례적으로 매우 적게 발생한 상황이고, 모델은 이러한 극단적인 현상을 예측하기 매우 어렵다는 것을 알 수 있다.

- 6) 태풍 기후예측인자를 활용한 최소자승법(OLS) 회귀분석 기반 통계모델
- 7) 대기-해양모델로서, 6시간 간격의 3개월 예측장을 생산하는 기상청의 현업 장기예측시스템
- 8) NCEP(National Centers for Environmental Prediction)의 계절예측모델(CFS) 예측자료를 이용하여 진로유형을 분류하는 포아송회귀분석 기반 앙상블(시간지연방식 12개) 모델
- 9) 과거에 밝혀진 기후(전지구평균해수면온도, 남방진동지수)와 태풍강도 관계를 이용하여, 기상청 계절예측시스템의 42개 앙상블을 이용하여 북서태평양 태풍발생 개수의 예측 확률정보를 제공하는 모델

국가태풍센터에서는 유엔 아시아태평양 경제사회이사회(ESCAP¹⁰)/세계기상기구(WMO¹¹) 태풍위원회 기상분과 과제 “태풍계절예측기술 개발”과 연계하여 여름철 태풍 계절예측 정보를 생산하고 회원국에 제공하고 있다.

4.4. 국제협력을 통한 국내·외 위상 강화

4.4.1. 제13차 한·중 공동태풍워크숍 개최

기상청은 한·중 기상협력회의 양국 기상청장간 합의사항에 따라, 태풍 재해 경감을 목적으로 양국의 태풍 관련 기술 교류를 위한 한·중 공동태풍워크숍을 매년 개최하고 있으며, 중국 상하이 태풍연구소(Shanghai Typhoon Institute/CMA)와 국가태풍센터가 교대로 개최한다. 제13차 한·중 공동태풍워크숍은 2023년 5월 22일부터 24일까지 국가태풍센터 주관으로 제주도에서 개최되었다. 중국기상청에서 5명과 국내 전문가 19명이 참석하였으며, 위성자료 학습을 통한 AI기반의 태풍 중심분석 기술개발 성과와 태풍 분석 지원 강화를 위한 GK2A의 산출물 개선 등 11편의 우수한 연구결과들이 발표되었고 유익한 토론이 이어졌다. 또한 상하이 태풍연구소와 국가태풍센터 간의 협력회의가 이루어졌으며, 위성자료의 공유 방안과 태풍의 온대저기압화에 관한 공동연구 방안에 대한 실무적인 논의가 이루어졌다. 제14차 한·중 공동태풍워크숍은 2024년 5월경 중국 상하이에서 개최될 예정이다.



그림 3-19 제13차 한·중 태풍공동워크숍(2023. 3. 23.)

10) ESCAP: United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific

11) WMO: World Meteorological Organization

4.4.2. 태풍위원회 연수프로그램(Research Fellowship) 운영

UN ESCAP/WMO 태풍위원회(Typhoon Committee) 활동의 일환으로, 기상청은 2023년 태풍위원회 연수프로그램(Research Fellowship)을 운영하였다. 태국과 필리핀 기상청에서 2명의 예보관이 2023년 6월 11일부터 24일까지 2주간 국가태풍센터에 방문하여, 태풍현업시스템(TOS)을 이용한 태풍 분석을 실습하였으며, 수치모델 예측자료와 위성 자료를 이용한 태풍의 급격한 강도 발달 과정 분석과 다중 태풍의 상호작용에 관한 연구를 수행했다. 이번 연수프로그램 운영을 통해 개도국의 태풍 예보관에게 기상청의 태풍 예보 기술을 전수하고, 태풍 관련 연구성과를 공유함으로써, 북서태평양 지역에서 기상청의 태풍 관련 국제적 위상을 강화하는데 기여하였다.

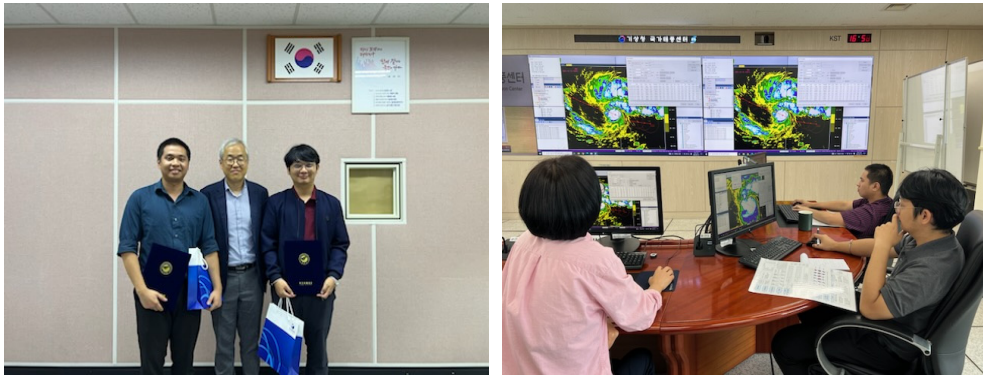


그림 3-20 태풍위원회 연수프로그램을 통한 예보관 훈련(2023. 6. 11.~24.)

4.4.3. 태풍위원회 총회 및 통합워크숍 참가

태풍위원회(Typhoon Committee)는 유엔 경제사회이사회(UN ESCAP)와 세계기상기구(WMO)가 공동 설립한 정부 간 기구로서 북서태평양 지역에서 태풍의 영향을 받는 우리나라와 중국, 일본, 필리핀 등 14개 회원국으로 구성되어 있으며, 태풍피해 경감을 위한 국제협력과 기술지원을 도모한다. 기상청은 매년 개최되는 태풍위원회 총회, 통합워크숍, 기상분과 연례회의에 참석하여, 태풍 예보 기술과 관측자료를 공유하는 등 태풍위원회 기상분과에 적극적인 활동을 통해 국제적으로 태풍피해 경감을 위해 협력해왔다.

태풍위원회 총회는 태풍위원회 관련 주요 정책 결정을 위한 정부대표단 회의로서, 매년 2월 말에 개최된다. 제55차 태풍위원회 총회는 2023년 3월 7일부터 9일까지 온라인으로 개최되었으며, 기상청은 정부대표단으로 참가하여, 2022년 우리나라에 큰 피해를 주었던 태풍 힌남노를 포함하여 9개의 태풍 이름 퇴출을 승인하였으며, 이 밖에도 2023년 예산

집행 계획 및 태풍위원회 협력 사업 등 주요 정책을 논의하고 향후 계획을 승인하였다. 태풍위원회 기상분과 연례회의는 기상분과에서 수행한 추진사업의 성과점검과 향후 계획을 검토하기 위해 매년 개최되며, 제6차 기상분과 연례회의는 2023년 10월 31일부터 11월 2일까지 중국 상하이에서 개최되었다. 기상청은 2023년에 수행한 성과(태풍 계절예측기술 개선, 천리안위성2를 활용한 태풍 분석 지원, 표류부이를 이용한 태풍 관측자료 공유)와 향후 추진계획을 공유했다. 태풍위원회 통합워크숍은 기상·방재·수문 분과별 성과를 공유하고, 분과 간 공동 협력 사항을 논의하는 목적으로 매년 11월 말에 개최된다. 제18차 태풍위원회 통합워크숍은 2023년 11월 28일부터 12월 1일까지 태국 방콕에서 개최되었으며, 기상청은 2023년 영향 태풍 개요와 태풍 예보업무 개선사항을 공유하고, 태풍 발달 감시 지원을 위한 신규사업의 정규사업 승격을 요청하였다.

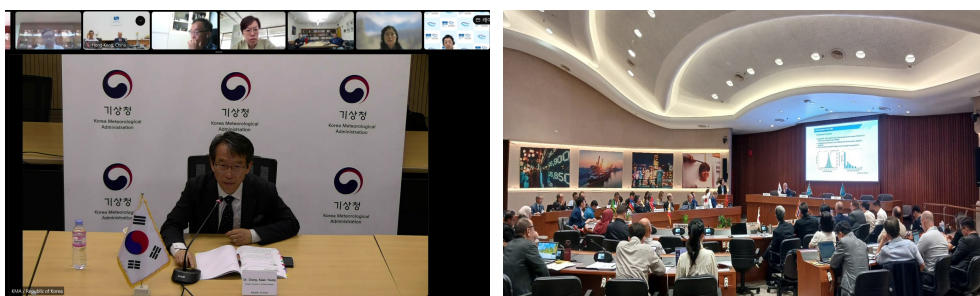


그림 3-21 제55차 태풍위원회 총회(영상)(좌), 제18차 태풍위원회 통합워크숍(우)

- » 예보국 | 영향예보지원팀 | 기상사무관 | 박병권
- » 예보국 | 영향예보지원팀 | 기상사무관 | 안용준

5.1. 태풍 위험 상세정보 제공

최근 10년간(2013~2022) 태풍의 영향으로 발생한 피해액은 호우에 이어 두 번째로 많지만, 자연재해 발생 사례 수 대비 피해액은 태풍이 가장 많아 다른 자연재해 요소들에 비해 위험도가 가장 높다(표 3-7). 또한, 최근 급격한 기후변화와 지속적인 온난화로 인하여 '슈퍼태풍'과 같은 강력한 태풍의 발생 가능성이 높아질 것으로 예상됨에 따라 태풍 위험에 대한 관계기관의 효율적인 방재 의사결정 지원이 필요하다.

표 3-7 최근 10년간(2013~2022) 자연재해 원인별 총 피해액

	태풍	호우	대설	강풍	풍랑·강풍	태풍·호우	지진	기타	합계
피해액(억)	11,253	22,080	1,241	63	159	74	1,128	13	36,011
비율(%)	31.2	61.3	3.4	0.2	0.4	0.2	3.1	0.0	100.0

* 출처: 2022년 행정안전부 재해연보

따라서, 기상청은 태풍에 동반된 호우, 강풍 등에 대한 위험요인 대응 강화를 위해 태풍 특보 및 위험시점 정보 등을 포함하는 태풍 위험 상세정보를 정규 운영하여 관계기관의 신속하고 효율적인 방재 대응을 지원하였다. 태풍 위험 상세정보는 육상 특보구역에 태풍(예비)특보 발표 예상 시 1일 2회(06, 18시) 정기 발표하며, 현황 및 예상 정보(특보현황, 태풍예상진로, 태풍특보 발효(해제) 현황 및 예상 시점, 위험요인별 예상 정보(강수, 풍속, 파고, 위험지역 최고수위), 유사태풍사례(2002~2020년 한반도 영향 태풍)를 포함하고 있다. 제공 대상은 태풍 정보 수신기관을 포함한 방재 관계기관으로, 방재기상정보시스템 및 종합통보시스템을 통해 통보문 형식으로 조회가 가능하다. 2023년에는 제5호 태풍 '카눈'(8. 8.~8. 10.) 사례에 대해 태풍 위험 상세정보를 5회 생산하여 제공하였다.

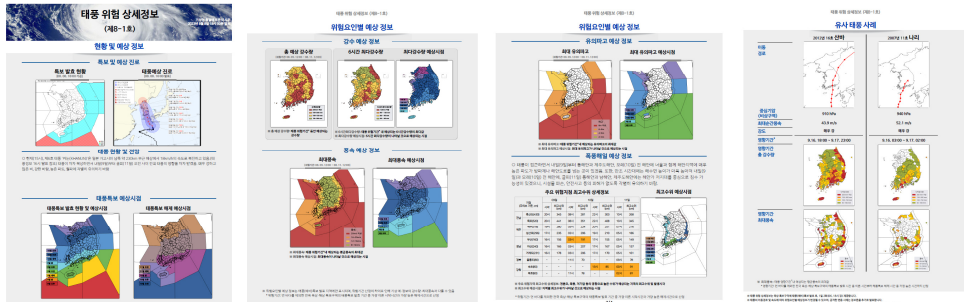


그림 3-22 제6호 태풍 카누 통보문(2023. 8. 8.)

5.2. 영향예보 전달체계 강화 및 활용 확산

5.2.1. 영향예보 전달체계 강화

기상청에서는 폭염과 한파 취약계층의 피해 예방을 위해, 영향예보 전달체계 강화 및 활용 확산을 추진하였다. 외국인 근로자를 위해 기상청 날씨누리과 모바일 웹을 통해 한국어로만 제공되던 영향예보를 영어와 중국어로 확대하여 제공하였으며(7. 6.), 영향예보 위험수준별 대응요령이 담긴 리플릿을 베트남어, 네팔어 등 11개국 언어로 제작하여 외국인 노동자 지원센터, 다문화가족 지원센터 등에 배포하였다.

택배·배달 근로자를 위해 안전보건공단과 협업하여 호우위험기상정보를 ‘택배·배달 근로자 업무용 앱’과 연계하여 제공하였으며, 건설 현장 안전관리를 지원하기 위해서 한국토지주택공사와 협업하여 지역본부 안전관리 담당자를 대상으로 해당 지역의 지도와 위험 수준으로 표현한 영향예보 서비스를 제공하였다. 이를 통해 야외에서 일하는 근로자들의 폭염 피해 예방 활동을 지원하였다.



그림 3-23 영향예보 전달 방법

제1부
주요정책 및 이슈

제2부
기상기술 동향

제3부
분야별 기상정책

제4부
소속기관 추진업무

제5부
부록

온열질환 취약계층인 어르신이 많이 거주하는 경북지역 청송군, 울진군 등 15개 시·군을 중심으로 언제 어디서나 다시 들을 수 있는 ‘스마트 마을 방송시스템’을 활용하여 음성 기상정보를 제공하였고, 전북지역 14개 시·군을 중심으로 지자체 재난예경보통합시스템과 마을방송, 전광판, 휴대폰 등으로 영향예보를 전달하였다.

또한 경남 창녕군에 거주하는 어르신의 온열질환 피해 저감과 부모-자녀 간 소통기회 제공 등을 위해 ‘농촌어르신 및 보호자 대상 폭염정보 직접전달 문자서비스’를 운영하였다. 창녕에서 진행한 영향예보 직접전달 서비스를 통해 폭염 기간에 자녀가 직접 어르신의 안부를 확인할 수 있도록 지원함으로써 온열질환으로 인한 인명피해가 한 건도 발생하지 않았으며, 국정현안관계장관회의에서 ‘재난행정 혁신사례’로 소개되었다(8. 17.).



그림 3-24 농촌 어르신 대상 폭염 영향예보 전달 강화 및 관련 언론기사

5.2.2. 영향예보 활용 확산

영향예보 수요자인 국민과 관계기관 담당자 의견수렴을 통해 영향예보를 활용한 방재 업무의 실효성을 높이고자 ‘영향예보 활용 우수사례/아이디어 경진대회’를 개최하였다 (10. 31.). 본선 대회에서 한국사회보장정보원의 ‘어르신 생명을 구하는 응급안전안심 PLUS 기상청 영향예보’, 현대엔지니어링의 ‘기상청 영향예보 활용을 통한 재해예방’ 등 10개의 우수사례와 아이디어 발표가 진행되었으며, 창녕시니어클럽의 ‘폭염아 꼼짝마! 어르신의 안전을 책임집니다.’가 최우수과제로 선정되었다.

영향예보 활용 경진대회로 다양한 영향예보 활용사례와 신선한 아이디어가 발굴되었고, 영향예보가 온열질환 취약계층(독거노인, 장애인, 야외근로자 등)의 피해 경감을 위해 주로 활용되고 있음을 확인하였다. 제출된 영향예보 활용 우수사례는 영향예보 교육자료로

활용하고, 영향예보 활용 아이디어는 실행가능 여부 등을 검토하여 서비스 개선에 반영할 계획이다.



그림 3-25 영향예보 활용 우수사례/아이디어 경진대회(2023. 10. 31.)

5.3. 호우 피해 DB구축

최근 위험기상으로 인해 인명 피해와 재산 피해가 지속적으로 증가하고 있어, 기상영향을 고려한 예보 및 정보에 대한 중요성이 높아지고 있다. 위험기상 영향정보를 생산하기 위한 기초자료로서, 호우로 인해 발생한 피해자료와 기상자료를 병합하여 피해 DB를 구축하였다.

2021년, 2022년 각각 6월부터 9월까지 호우특보가 발효된 날(총 82일)에 전국 소방청은 총 196,678건의 구조·생활안전 신고 접수를 받아 출동하였다. 기상청은 소방청과 업무 협의를 하여 구조출동자료를 수집하였다. 소방청의 구조출동자료에는 출동본부, 신고시각, 발생장소, 활동개요, 구조실적 등 126개의 항목에 대하여 세부 내용이 포함되어있다. 이들 자료 중 호우와 관련이 없는 자료를 제거하였고, 동일한 신고내용에 여러 소방본부가 출동한 경우 하나의 피해 사례로 선별하였다. 최종적으로 선별된 호우 관련 피해자료는 총 1,953건이다. 호우 피해자료의 피해 내용에 따라 12개의 피해 유형(산사태, 토사유출, 지반 약화, 붕괴, 역류, 하천 범람, 시설 침수, 도로 침수, 농경지 침수, 차량 침수, 나무전도, 시설물 전도)으로 구분하였다. 중복된 피해유형의 피해건수(625건)를 포함한 총 2,578건 중에서 시설 침수가 834건으로 전체 피해건수 중에서 32.3%를 차지하였고, 호우로 인해 발생한 침수 피해는 총 1,748건으로 67.8%를 차지하였다(표 3-8).

또한, 신고일자와 신고시각을 기준으로 신고장소로부터 가까운 AWS 지점에서 관측한 기상요소(15종)를 피해자료와 병합하였다. 병합한 기상요소는 1·3·6·12·24·48·72시간 누적 강수량, 일최대풍속, 일최고기온, 일최저기온, 일최고체감온도, 전일 최고기온, 전전일 최고기온, 전일 최고체감온도, 전전일 최고체감온도이다.

표 3-8 2021~2022년 호우 관련 피해유형별 피해 건수

구분	합계	침수				전도		토사 유출	산사 태	역류	하천 범람	붕괴	지반 약화
		시설	농경지	차량	도로	나무	시설물						
총건수	2,578	834	19	292	603	149	27	180	135	114	112	87	26
2021년	996	339	13	102	229	64	11	71	31	69	42	19	6
2022년	1,582	495	6	190	374	85	16	109	104	45	70	68	20

- | | | | |
|-----------|---------|-------|-------------------|
| » 수치모델링센터 | 수치모델개발과 | 기상연구소 | 김정훈
류근혁
박정현 |
| » 수치모델링센터 | 수치자료응용과 | 기상연구소 | |
| » 수치모델링센터 | 수치예보활용팀 | 기상연구소 | |

6.1. 수치예보시스템 운영 현황

현재 기상청의 수치예보시스템은 전지구예보시스템(Global Data Assimilation and Prediction System: GDAPS), 전지구앙상블예측시스템(Ensemble Prediction System for Global: EPSG), 한국형 지역모델(Regional Data Assimilation and Prediction System: RDAPS), 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)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, 폭풍해일예보모델은 지역폭풍해일모델(RTSM)과 국지연안폭풍해일모델(CTSM)이 운영되고 있다. 황사예보모델에는 황사·연무통합예측모델(ADAM3)이 있으며, 통계예보모델에는 MOS가 있다. 이러한 모델들은 예측대상에 따라 일 2회에서 14회까지 운영되고 있으며, 생산된 예측 결과는 즉각적으로 예보관에게 제공되어 대국민 일기예보 서비스에 활용되고 있다.

표 3-9 기상청의 수치예보시스템 운영 현황(2023년 12월 기준)

모 델	구 분	수평분해능 (연직층수)	운영횟수/ 일	예측 기간	목 적
전지구 (GDAPS)	KIM-전구 (KIM-Global)	12 km (91층)	4회	12일, 87시간	전지구 날씨 예측 동네예보, 중기예보
	UM-전구 (UM-Global)	10 km (70층)	4회	12일, 87시간	
지역 (RDAPS)	KIM-지역 (KIM-Regional)	3km (40층)	4회	72시간	동아시아 날씨 예측
국지 (LDAPS)	UM-국지 (UM-Local)	1.5km (70층)	4회	48시간	한반도 날씨 예측
초단기 (KLAPS)	KIM-초단기배경 (KIM-KLBG)	5km (40층)	4회	36시간	대상: 한반도 영역 용도: 초단기예보모델의 배경장 생성
	UM-초단기배경 (UM-KLBG)	5km (40층)	4회	36시간	
	KIM-초단기분석 (KIM-KL05)	5km (22층)	48회	-	대상: 한반도 영역 용도: 3차원 분석/예측 생산
	UM-초단기분석 (UM-KL05)	5km (22층)	144회	-	
	KIM-초단기예측 (KIM-KLFS)	5km (40층)	48회	12시간	
	UM-초단기예측 (UM-KLFS)	5km (40층)	144회	12시간	
양상불 (EPSG)	KIM-전구양상불 (KIM-GENS)	32km (91층)	2회	12일	대상: 전지구 확률 예측 용도: 주간 예보
	UM-전구양상불 (UM-GENS)	32km (70층)	2회	12일	
국지확률 (LENS)	UM-국지양상불 (UM-LENS)	2.2km (70층)	2회	72시간	대상: 국지규모 확률 예측 용도: 위험기상 예측
파랑	KIM-전구파랑 (KIM-GWW3)	약 25km	2회	12일	대상: 전지구 해상파랑 용도: 동네·주간 해상예보
	UM-전구파랑 (UM-GWW3)	약 55km	2회	12일	
	KIM-지역파랑 (KIM-RWW3)	약 4km	2회	120시간	대상: 아시아 해상파랑 용도: 해상 동네예보
	UM-지역파랑 (UM-RWW3)	약 8km	2회	120시간	
	KIM-국지파랑 (KIM-CWW3)	약 1km	2회	120시간	용도: 국지연안 해상파랑
	UM-국지파랑 (UM-CWW3)	약 1km (5개 지방청 관할 해역)	2회	120시간	대상: 대전청, 광주청, 부산청, 강원청, 제주청 용도: 국지연안 해상파랑

모델	구분	수평분해능 (연직층수)	운영횟수/ 일	예측 기간	목적
	UM-양상블지역파랑 (UM-EWW3)	약 8 km	2회	120시간	대상: 아시아 해상파랑 용도: 해상확률예보
	UM-초단기파랑 (UM-KWW3)	약 8 km	24회	12시간	대상: 한반도 영역 용도: 초단기 해상예보
폭풍해일	KIM-지역폭풍해일 (KIM-RTSM)	약 8 km	2회	120시간	용도: 동아시아 해역 조석 및 폭풍해일 예보
	UM-지역폭풍해일 (UM-RTSM)	약 8 km	2회	120시간	
	KIM-국지폭풍해일 (KIM-CTSM)	약 1 km	2회	72시간	용도: 국지연안 폭풍해일 예보
	UM-국지폭풍해일 (UM-CTSM)	약 1 km	2회	72시간	
황사·연무	KIM-황사·연무 (KIM-ADM3-Haze)	25 km (49층)	4회	168시간, 72시간	용도: 황사·연무 확산예측
	UM-황사·연무 (UM-ADM3-Haze)	25 km (49층)	4회	168시간, 72시간	

제1부
주요정책 및 이슈제2부
기상기술 동향제3부
분야별 기상정책제4부
소속기관 추진업무제5부
부록

6.2. 수치예보시스템 운영 개선

2023년에 추진되었던 주요 개선사항은 다음과 같다.

- (1) 전지구예측시스템 : 해빙역의 구름응결핵 농도를 조정하여 여름철 북극 하층 한랭 오차를 개선하였고, 해빙역 기준의 변경과 구름양 예단과정에서 비단열 포화수증기 변화율 계산 수정을 통해 예측성능을 개선
- (2) 전지구 앙상블 예측시스템 : 다중모델앙상블과 강수실황 비교 페이지 구축, 앙상블 기반 예상단열선도 제공, 태풍 내습확률 가이드선스 페이지 개선
- (3) 전지구 자료동화시스템 : 한국형모델의 자료동화체계 관측 공백 해소를 위한 신규 6종 위성관측자료 활용 확대 및 위성 3종의 변분편차보정 기법 개선, 한국형모델을 이용한 관측시스템실험을 통해 한반도 고층자료의 영향 평가 수행
- (4) 한국형지역수치예측시스템 : 초기 강수 모의 환경을 개선하기 위해 전지구모델의 혼합비 4종(구름물, 구름얼음, 강수물, 눈)을 초기장에 추가 적용
- (5) 국지 앙상블 예측시스템 : 국지 앙상블 기반 권역별 강수집계표 산출, 한국형모델 기반 국지 앙상블 예측시스템 시험가동

- (6) 초단기 기상분석 및 예측시스템 : 한국형수치예보모델(KIM) 기반 초단기 기상 분석 및 예측시스템(KLAPS) 현업 운영 개시
- (7) 예보가이던스 : 미세 유전 알고리즘을 활용하여 강수 예측을 위한 후처리 모델 개발, 중기 기온 수치예보 가이던스 개선 및 산악, 일사량 등 수요자 맞춤형 가이던스 개발
- (8) 일기도 : 한국형수치예보모델(KIM) 기반으로 주요 국외 공항(213개) 지점의 연직시계열도를 생산 제공

6.2.1. 전지구예측시스템

기상청은 2020년 4월 한국형모델 기반의 전지구예보시스템을 현업화한 이후 성공적으로 운영해 오고 있으며, 자체 진단 및 연구개발을 통해 모델의 성능을 지속적으로 개선하였다. 2023년에도 여름철과 겨울철 방재에 대비한 자료동화과정 및 물리과정 개선을 통해 모델의 예측성능을 향상시켰다.

2023년 2월 23일 현업에 적용된 개선 버전에서는 신규 위성 관측자료(해상바람 1종, 전자차폐자료 1종, 적외초분광 복사량 2종, 총지연량 1종)를 추가 활용하고, 총지연량 관측 자료의 편향 보정을 최적화하는 한편, 해상도 증가에 따른 정적오차 파수 증가 및 모조태풍의 최소화 과정을 수정하였다. 또한, 모델의 분석주기(6시간)와 관련된 수치적 잡음을 줄이기 위해 4차원 분석 증분 갱신 초기화 과정을 적용하였다. 모델 물리과정에서는 해빙역의 구름 응결핵 농도를 조정하여 여름철 북극 하층 한랭오차를 개선하였고, 해빙역 기준의 변경과 구름양 예단과정에서 비단열 포화수증기 변화율 계산 수정을 통해 예측성능을 개선하였다.

표 3-10 한국형모델 기반 전지구예보시스템 개요

구분	시스템 현황
수평해상도	약 12km
격자수	수평 3,110,402개
연직층수/최상층	91층/0.01 hPa(약 80km)
시간적분 간격	25초
자료동화 시스템	Hybrid-4DEnVar
Cycle 주기/ window/cutoff	6시간(Late 관측 사용)/6시간(±3시간)/2시간 40분(00, 12UTC Early 관측 사용)
관측자료	지상(SYNOP, METAR, SHIP, BUOY), 고층(TEMP, PIBAL, 윈드프로파일러, 드롭존데, 하강존데), 항공기(AMDAR, AIREP), 위성복사자료(IASI, CrIS, AMSU-A, MHS, ATMS, CSR(GK-2A, HIMAWARI-9, MSG-2/4), AMSR-2, MWHS-2), 위성바람자료(AMV, Scatwind, ALADIN), 전자차폐자료(GNSS-RO), 태풍보거싱, 총지연량(GNSS-ZTD)

6.2.2. 전지구 앙상블 예측시스템

기상청의 전지구 앙상블 예측시스템은 한국형모델 기반의 앙상블 예측체계와 영국기상청 통합모델 기반의 앙상블 예측체계로 이루어져 있다.

한국형 앙상블모델은 32km의 수평해상도와 91개의 연직층(모델 Top 고도 80km)을 가지고 있으며, 총 26개 멤버로부터 12일 예보를 생산한다. 또한 일 4회(00, 06, 12, 18UTC) 50개의 앙상블 멤버로부터 앙상블 에러 정보를 생산하는데, 생산된 에러 정보는 4차원 앙상블 변분자료동화과정에서 전지구모델의 오차 정보를 실시간 갱신하는 데 활용된다.

영국기상청 통합모델을 기반으로 하는 기상청의 전지구 앙상블 예측시스템은 32km 수평해상도와 70층의 연직해상도(모델 Top 고도 80km)를 가지고 있으며, 총 25개의 앙상블 멤버를 활용하여 12일 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. 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.

2023년에는 앙상블모델에서 산출된 결과들을 예보에 효과적으로 활용하기 위한 다양한 노력들이 시도되었다. 다중모델앙상블¹²⁾의 예측강수를 강수실황과 편리하게 비교할 수 있도록 AWS 강수 실황을 다중모델앙상블의 멤버모델들과 함께 표출하였다. 또한, 앙상블 모델로부터 산출되는 기온과 습도의 연직범위를 직관적으로 파악할 수 있도록 앙상블모델 기반 예상 단열선도를 산출하였으며, 앙상블 멤버들이 예측한 태풍진로의 범위를 한눈에 보여주는 태풍내습확률 가이드선의 가독성을 향상시키기 위해 웹페이지 기능에 대한 개선 작업을 수행하였다.

12) 기상청에서 활용 중인 전지구모델 3종과 앙상블모델 3종을 하나의 앙상블 체계로 통합한 앙상블예측시스템

ENS SkewT-LogP DIAGRAM
 Seoul (47108) 37.44N 127.01E
 Valid : 09KST 15 Jul 2023
 Issued at 00UTC 13 Jul 2023 (+048h)
 Depwoint depression(T-TD)

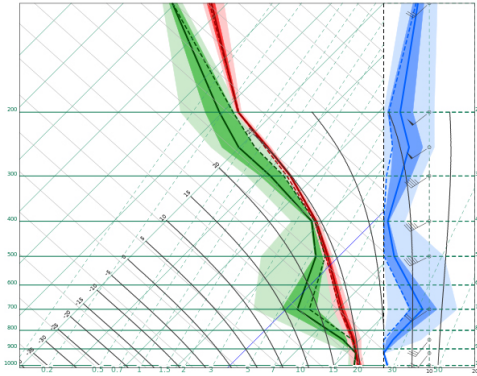
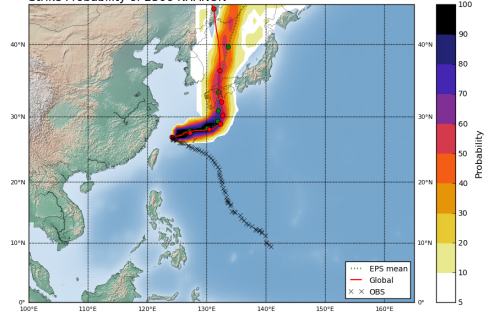


그림 3-26 앙상블 기반 예상 단열선도(예시). 빨간색, 초록색, 파란색 음영은 각각 앙상블 멤버들의 기온, 노점온도, 습수의 연직분포 범위를 나타냄

Date 20230804 00 UTC @KIM
 Strike Probability of 2306 KHANUN



List of ensemble members numbers forecast Tropical Cyclone
 Intensity (m/s) category in Colors: TD(<17) TS(<25) TS(<33) TS(<44) TS(>=54)
 +024h:hr 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24
 +072h:hr 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24
 +120h:hr 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24
 +168h:hr 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24
 +216h:hr 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24
 +264h:hr 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24

그림 3-27 앙상블 기반 태풍내습확률도(예시). 앙상블 각 멤버들이 예측한 태풍진로의 범위를 음영을 통해 보여줌

6.2.3. 전지구 자료동화시스템

한국형모델기반 전지구예보시스템이 사용하는 관측자료의 공백 해소와 활용 개선을 통해 예측성능 영향을 진단하였다. 신규 마이크로파 복사량, 극 바람, 전파업폐 관측종을 추가하여 각각 하층 수증기, 극 바람, 상층 온도의 정확도를 향상했다. 위성 3종 (적외초분광 복사량 2종, 마이크로 복사량 1종) 자료 활용 개선을 위한 변분편차 보정 기법 개선으로 중층 지위 고도의 정확도를 향상했다. 그 외에도 육상지역 위성활용 확대와 존데의 상층자료 활용 확대, 전파업폐 관측오차 조정이 이루어졌다. 이 모든 개선을 통해서 중층 지위고도의 예측 성능을 북반구와 아시아에서 향상하여, 한국형모델기반 전지구예보시스템의 개선 버전으로 현업 적용될 예정이다.

6.2.4. 한국형지역수치예측시스템

한국형지역수치예보모델(RDAPS-KIM)의 초기 강수 모의 환경을 개선하기 위해 전지구 모델의 혼합비 4종(구름물, 구름얼음, 강수물, 눈)을 초기장에 추가하였다. 수증기만 활용되던 기존 초기장 대비 수상체정보 활용 개선(고체 수상체 추가활용)으로 예측초기시간 (~9시간)에 강수를 과소 모의하는 경향이 완화되어 강수예측정확도가 향상되는 것을 확인하였다(5mm/3시간 성공임계지수). 개선 사항은 2023년 11월부터 현업에 적용하였다.

6.2.5. 국지 앙상블 예측시스템

2015년 10월부터 현업 운영된 국지 앙상블 예측시스템(Limited ENsemble prediction System : LENS)은 영국기상청의 국지 앙상블모델을 기반으로 구축되어 있다. 국지 앙상블 예측시스템은 수 킬로미터 단위의 작은 규모 위험기상 현상을 확률적으로 예측하여 기상 예측에 도움을 주고 있다. 12개의 섭동 멤버와 1개의 기준 멤버를 포함하여 총 13개의 앙상블 멤버를 가지고 있는 국지 앙상블 예측시스템은 일 2회(00UTC와 12UTC)에 3시간 간격으로 72시간 예측을 생산한다. 예보관에게 제공되는 산출물은 12시간 전의 12개의 섭동 멤버까지 포함하여 총 25개 멤버로 제공된다. 국지 앙상블모델의 초기장, 경계장, 섭동장 등은 영국 모델 기반 전지구 앙상블모델(EPSC)로부터 주어진다. 국지모델과 마찬가지로 가변격자 체계를 가지며, 고경격자 영역의 수평해상도는 2.2km이다.

호우 예보 지원 개선을 위해 (영국) 국지 앙상블모델로부터 예보구역별 강수집계표를 산출하여 제공하였다. 앙상블 멤버들이 예측한 강수량의 범위를 테이블 형태로 제시함으로써, 예보관들이 예상 강수량을 객관적으로 추정하는데 도움을 주었다.

또한 현업 운영 중인 영국모델 기반 국지 앙상블 예측시스템에 더하여 한국형모델 기반 국지 앙상블을 개발하였다. 3km의 수평해상도를 가진 한국형 국지 앙상블모델은 영국 국지 앙상블과 마찬가지로 13개 멤버로 구성되었으며 초기장, 경계장, 섭동장 등은 한국형 전지구 앙상블모델로부터 주어지도록 설계하였다. 2024년 상반기 현업화에 앞서, 예보관들을 조기에 지원하기 위해 실시간 시험가동을 시작하였고, 시험가동을 통해 산출된 계급별 강수량 정보를 예보관들에게 제공하였다.

[강수 집계표 - LENS] (단위: mm) 자료 시작: UTC 2023.12.14.00 (KST 2023.12.14.09)

시각	12월 14일			12월 15일			
	18-24시	14일 강수량 00-24시	00-06시	06-12시	12-18시	18-24시	15일 강수량
서해5도	8~9	13~15	4~6	5~11	2~3	0.5~1	11~18
서울인천경기	8~23	9~29	6~23	10~24	3~14	0.1~3	20~59
강원영서	5~31	7~47	8~27	6~27	5~24	0.9~13	17~81
강원영동	14~37	17~62	15~36	14~35	10~29	2~22	42~117
충청북도	9~18	13~26	14~20	17~33	9~19	0.3~4	40~70
충청남도	7~20	14~33	11~23	15~35	4~19	0.1~1	28~67
전라북도	7~23	13~37	14~28	21~37	6~30	0.2~3	43~80
전라남도	7~25	13~46	0.2~27	2~32	7~26	0.1~5	15~72
경상북도	10~25	13~35	6~23	14~35	11~39	0.3~12	31~77
울릉도.독도	3~18	4~20	5~20	3~8	4~9	1~7	13~38
경상남도	13~33	19~49	1~28	0.7~34	7~33	0.1~19	16~88
제주도	0.1~2	2~26	0.4~3	0.2~9	4~19	3~16	7~39

그림 3-28 국지 앙상블 기반 예보구역별 강수집계표(예시). 앙상블 멤버들로부터 산출된 강수량의 범위가 예보구역별로 표시되어 있음

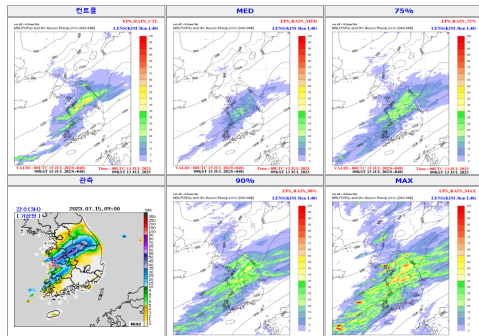


그림 3-29 한국형 국지 앙상블 기반 계급별 강수 일기도(예시). 강수가 약한 멤버(Median)부터 강한 멤버(Max)까지 가능한 강수강도 범위를 보여줌

제1부
주요정책 및 이슈

제2부
기상기술 동향

제3부
분야별 기상정책

제4부
소속기관 추진업무

제5부
부록

6.2.6. 초단기예측시스템

기상청은 짧은 시간에 급변하는 기상 상황을 분석·예측하고자 한반도 영역을 대상으로 13종의 관측자료와 통합모델(UM) 전지구모델을 기반으로 12시간 이내의 예측을 수행하는 초단기 기상분석 및 예측 시스템(Korea Local Analysis and Prediction System: KLAPS)을 2019년 7월부터 운영하였다. 한국형수치예보모델(KIM) 기반 이음새 없는 수치 예측 시스템 체계로 전환을 위해 한국형전지구예측시스템 기반 초단기 예측 시스템을 개발하여 2023년 2월 23일(OOUTC)부터 현업 운영 개시하였다. 또한 기존에 사용 중인 지상 수증기 및 구름 관측자료의 활용을 개선하기 위해 범지구항법위성체계(The Global Navigation Satellite System, GNSS) 지점자료 확대와 운고계 다층(3개층) 자료 활용 및 상세 구름정보 활용 기법을 개발하고 민감도 실험을 통해 강수 예측 성능을 비교·평가하였다. 이를 통해 지상 수증기와 구름 관측자료의 활용 확대에 따른 현업 초단기 예측 시스템의 적용 가능성을 진단하였다.

표 3-11 수증기 및 구름분석 강화를 위한 관측자료 활용 기법 비교

관측자료 (분석과정)	내용	기존	개선
지상 GNSS (습도분석)	활용(수신) 자료	약 30개소(50개 수신지점)	50개소 이상(116개 수신지점)
	가강수량 산출기법	총지연량(ZTD) 자료 기반 (Bernese v5.0 BUFR3 포맷)	습윤지연량(ZWD) 자료 기반 (Bernese v5.2, BUFR4 포맷)
운고계 (구름분석)	활용자료	최하층 구름정보(운량/운고)	다층(최대 3층) 구름 정보
	분석기법	4가지(METAR) 운량 분류기준	8가지(octa) 운량 분류기준

6.2.7. 수도권 고층집중관측

수도권의 집중호우, 태풍 등 위험기상에 의한 피해를 줄이고 위험기상을 선제적으로 대응하기 위해 2020년부터 여름철 수도권 고층집중관측을 수행하고 있다. 2023년에는 현업지점의 상시 고층관측망뿐만 아니라, 3개 지점의 라디오존데 관측을 추가하여 연속 관측을 수행하고, 실시간 활용체계를 구축하였다. 안면도, 동두천, 추풍령 지점을 추가 고층기상관측 지점으로 선정하여 2023년 6월 21일부터 9월 28일의 100일 동안 연속 관측을 수행하였고, 각각 1일 4회의 관측으로 100일간 총 400회 관측이 이루어졌다. 수집된 고층 집중관측자료는 2023년 여름철 강수 구역 등 실황 분석뿐만 아니라 수치예보모델 성능 향상을 위한 수치예보모델 분석에도 활용되었다.

한국형모델을 이용한 관측시스템실험(OSE)를 통해 2023년 여름철(6. 21.~9. 28.) 고층 집중관측자료의 영향을 살펴보았다. 고층집중관측자료 활용을 통해 여름철 한반도와 수도권 지역의 강수예측정확도(ETS)가 향상되었다.

6.3. 수치예보자료 서비스 개선

6.3.1. 예보 상세화 정책과 수요자 맞춤형 서비스 지원을 위한 수치예보 가이드스 개발 및 개선

강수 단기 수치예보 가이드스 개선을 위하여 미세 유전 알고리즘을 활용한 강수 예측을 위한 후처리 모델을 개발하였다. 이 모델은 미세 유전 알고리즘 기반의 모델별 가중치를 산출하여 최적병합에 적용하는 것으로 모델 결과를 적용하였을 때 강수 예측의 정확도가 향상되었다. 그리고 중기 예보 정확도 향상을 위하여 후처리 기법을 적용하여 기온 중기 수치예보 가이드스를 개선하였다. 개선 결과를 계절별로 제시하였으며, 모든 계절에서 편차(Bias)와 오차(RMSE) 지표가 개선됨을 확인하였다. 또한 기상청의 예보 상세화 계획에 따라 수치예보 가이드스는 단기와 중기를 통합하여 5 km 격자에서 1 km 격자로 공간 해상도가 상세화되고, 14일까지 예보체계로 개발 중이며, 목적에 따라 최종 자료를 재가공하여 제공함으로써 예보 상세화 정책과 수요자 맞춤형 서비스를 지원하고자 한다. 수요자 맞춤형 수치예보 가이드스 개발 및 개선을 위하여 산악 수치예보 가이드스를 개선하고 친환경 에너지인 태양광 정보 제공을 위해 일사량에 대한 수치예보 가이드스를 개발하였다. 증가하는 산악 수치예보 가이드스 수요에 따라 정확도 향상을 위하여 검증 지점 개선과 산악 수치예보 가이드스 수행 체계개선을 적용하였다. 검증 결과 편차(Bias)와 오차(RMSE) 모두 개선되었다. 태양광 에너지 발전 설비의 증가에 따라 한국형 지역수치예보모델에 고해상도 지형 정보를 적용하여 일사량을 고해상도로 보정하였다. 기상청과 농촌진흥청의 검증지점에서 비교한 결과 검증 기간 평균 오차(RMSE)가 개선되었다.

6.3.2. 수치예보자료의 효율적 가시화를 위한 수치일기도 개선

기상청은 국내외 항공사를 대상으로 안전한 운항을 위해 국적기가 취항한 국외 주요공항(213개)을 대상으로 영국으로부터 도입한 통합모델(UM) 기반의 연직시계열도를 생산하여 제공하였다. 2023년에는 자체 개발로 뛰어난 성능 보증과 유지보수가 수월한 한국형모델

(KIM) 기반의 연직시계열도로 전환하여 제공하기 시작함으로써 정확한 예측성능과 다양한 기상정보를 제공할 수 있게 되었다. 아울러 기상서비스 확대를 위해 기존 주요공항 213개 뿐만 아니라 신규 공항 56개를 추가 생산 및 제공(총 269개)하여 항공기상업무 지원을 강화하였다.

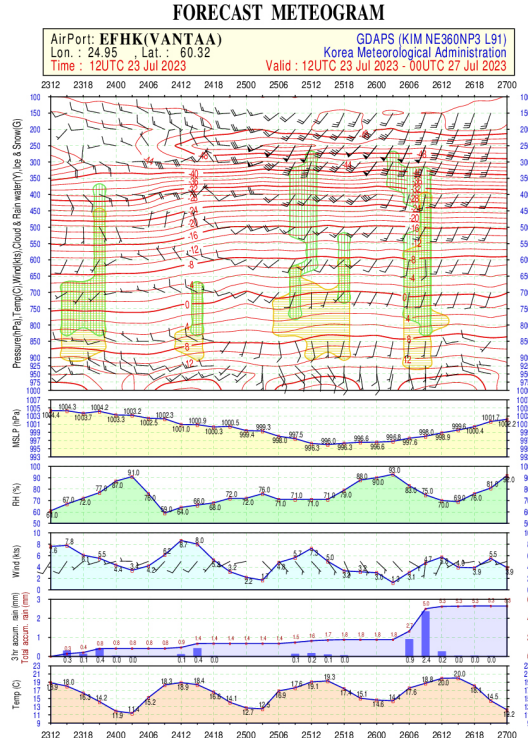


그림 3-30 주요 외국 공항 지점의 KIM 기반 신규 연직시계열도

국가	네팔	라오스	르완다	몰디브	몽골	미얀마	바레인	
도시 (개수)	34	19	5	30	7	34	1	
국가	방글라데시	베트남	부탄	부룬디	소말리아	수단	스리랑카	
도시 (개수)	35	38	52	2	6	9	27	
국가	아프가니스탄	에리트레아	에티오피아	오만	우간다	우즈베키스탄	이란	
도시 (개수)	10	2	10	30	9	17	4	
국가	인도	지부티	카자흐스탄	카타르	캄보디아	케냐	키르기스스탄	
도시 (개수)	11	2	19	12	24	13	17	
국가	타지키스탄	탄자니아	태국	투르크메니스탄	파키스탄	필리핀	홍콩	UAE
도시 (개수)	15	13	33	48	24	40	1	1

그림 3-31 한국형수치예보모델(KIM) 예측 정보 제공 국가와 도시 수

6.4. 수치예보모델 검증

수치예보를 미래의 상태에 대한 예측이라고 한다면, 검증은 그 예측에 대한 성능을 평가하는 과정이라 할 수 있다. 수치예보의 성능은 실제 관측자료 혹은 실제 상태에 가깝게 추정된 분석자료를 이용하여 평가가 이루어지며 이러한 평가과정을 수치예보모델 검증이라고 한다. 이를 통해 수치예보모델 예측정확도 및 예측특성 정보를 파악하게 된다.

현업으로 운영하는 수치예보모델에 대한 기상청의 공식적인 검증은 세계기상기구(World Meteorological Organization: WMO)의 권고안에 따라 이루어진다. 대기 상층(250hPa), 중층(500hPa), 하층(850hPa)의 지위고도, 기온, 바람장에 대한 예측시간별 편차, 평균제곱근오차, 이상상관계수를 북반구, 적도, 남반구 등으로 영역을 구분하여 일단위 및 월단위 자료를 산출한다. 이렇게 산출된 결과는 매월 WMO에 제공하며, 이 자료는 전 세계 현업 운영되고 있는 수치예보모델 간 성능을 비교하는 데 사용된다. 2022년부터는 통합모델(UM) 기반에서 한국형수치예보모델(KIM) 기반의 전지구예보모델과 앙상블수치예측시스템의 검증결과를 공식적으로 제출하고 있다.

기상청은 현업 수치예보시스템에 대한 검증결과를 대상으로 매년 검증보고서를 발간하고 있다. 동 보고서에는 현업 수치예보시스템의 운영 현황 및 주요 특성, 검증 보고서에 사용된 수치예보시스템(또는 모델)별 표준 검증방법, 기상청에서 현업 운영 중인 전지구 및 지역·국지·초단기 수치예보시스템, 앙상블수치예측시스템, 파랑모델, 폭풍해일모델, 황사·연무 예측모델의 예측성능을 종합적으로 기술하고 있으며, 전지구예보시스템 및 앙상블예측시스템에서 예측된 태풍에 대한 예측성능도 포함한다. 특히, 2023년 검증보고서에는 2월부터 현업운영을 시작한 한국형초단기모델의 예측성능을 포함하였으며, 여름철 강수사례를 대상으로 수치예보모델의 예측 성능을 정성적으로 진단한 내용도 수록하였다.

또한, 수치예보모델의 검증결과를 실시간으로 파악하기 위한 표준검증시스템을 운영하고 있으며, 이는 국외기관 수치예보 성능 비교·분석 및 차기 현업운영모델의 예측성능 비교·분석을 통한 모델성능 개선 등에 활용되고 있다.

6.5. 수치예보모델 이력관리 체계

수치예보모델은 수십~수백만 라인의 소스코드로 구성된 컴퓨터 프로그램으로 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.

2020년 4월 한국형수치예보모델(KIM)이 현업으로 운영되면서 현재 기상청은 한국형 수치예보모델(KIM)의 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. 이와 같은 이력관리를 통해 소스코드의 변경사항 추적 및 수치예보모델 개발 관련 정보와 지식을 축적하고 있다.

6.6. 차세대 수치예보모델 개발

기상청은 지난 9년(2011~2019년)의 노력으로 완성한 한국형수치예보모델(이하, 한국형 모델)을 발판 삼아 2020년 9월 시·공간 통합형수치예보기술 개발사업(이하, ‘통합형수치예보기술 개발사업’)을 시작하였다.

‘통합형수치예보기술 개발사업’은 하나의 예측체계로 통합 예측이 가능한 차세대 수치예보모델 개발을 목적으로 (재)차세대수치예보모델개발사업단(이하, 사업단)을 설립하여 추진하고 있다. 본 사업은 총 7년간 2단계(3년+4년)로 추진 중이며, 2023년은 2단계 사업(2023~2026년)이 시작된 해이다.

사업단은 2단계 사업 목표인 차세대 수치예보모델 구축을 위해 프레임워크 설계와 초기 버전을 개발하고, 운영체계 설계(안)를 마련하였다. 또한, 앙상블기반 자료동화기법 정교화를 통한 분석오차를 개선하고 한반도 주변의 고해상도 격자에서 기상현상을 분석하기 위한 대류규모 자료동화 방안을 설계하였다. 모델개발 부분에서는 상세 예측을 위한 가변/균일 격자 역학코어 모듈 성능을 분석하고, 예측 유연성 확보를 위한 격자적응형 물리과정 초기 버전을 개발하여 가변격자체계의 기반을 다졌다.

기상청은 연구개발 로드맵에 따라 사업의 최종산출물인 차세대 수치예보모델을 구현하고, 이를 통해 기상재해 사전대비를 지원하여 국민안전과 생명을 지키는데 기여하고자 한다.

» 관측기반국 | 관측정책과 | 방송통신사무관 | 이봉수

1.1. 지상

1.1.1. 지상기상관측장비 운영

기상청의 지상기상관측장비는 기상관서에서 운영하는 종관기상관측장비(ASOS)와 위험 기상 예측을 위해 무인으로 운영하는 방재기상관측장비(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 기본 관측요소에 일조, 일사, 초상 온도, 지면온도, 지중온도 등의 관측이 추가되며, 관측 자동화의 확대를 위해 시정, 적설, 운고·운량계, 무계식강수량계를 설치하여 운영하고 있다. 또한 2020년 6월 연안기상관측 장비 12개소, 등표기상관측장비 9개소, 항만기상관측장비 4개소 총 25개소를 AWS로 편입 하여 운영하였고, 이 중 말도 연안기상관측장비(33003)는 2022년 9월 중복성 해소를 위해 방재기상관측(AWS) 운영을 종료(수위관측 유지)하였다. 2023년 현재 ASOS는 유인 기상 관서 23개소, 자동기상관측소 75개소로 총 98개소, AWS는 총 541개소를 운영하고 있다.

표 3-12 2023년 지상기상관측장비 신설 현황

순번	지점번호	지점명	관측개시일	신설 사유
1	995	오천	2023. 12. 19.	지역 기상관측 공백 해소
2	996	화동	2023. 12. 19.	

표 3-13 2023년 지상기상관측장비 이전 현황

순번	기존		변경		이전일	변경 내용
	지점번호	지점명	지점번호	지점명		
1	217	정선군	217	정선군	2023. 7. 1.	관측장소 이전(지상→지상)
2	751	선흥	751	와산	2023. 4. 11.	
3	601	단양	601	단양	2023. 6. 28.	
4	552	김화	552	김화	2023. 7. 8.	
5	745	성전	745	성전	2023. 8. 18.	
6	318	용평	318	평창용산	2023. 9. 9.	
7	524	강문	524	경포	2023. 10. 5.	
8	617	성거	617	직산	2023. 10. 13.	
9	875	설악산	875	설악산	2023. 10. 19.	
10	494	세종고운	494	세종고운	2023. 11. 24.	
11	302	장산도	302	장산도	2023. 11. 22.	
12	822	김천	822	김천	2023. 12. 1.	
13	681	원동	681	간동	2023. 7. 4.	
14	861	월정	861	제주김녕	2023. 12. 28.	
15	647	가곡	647	가곡	2023. 12. 28.	
16	755	화순북	755	백야면	2023. 8. 1.	지점명 변경
17	884	기상(과)	884	서호	2023. 10. 20.	
18	885	태풍센터	885	한남	2023. 10. 20.	
19	405	양천	405	양천	2023. 10. 12.	관측장소 이전(지상→옥상)
20	608	홍북	378	정림	2023. 11. 6.	

우리나라의 지상기상관측장비는 한반도 지형적 특성에 맞게 국지적으로 발생하는 위험 기상을 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 2개소의 ASOS를 포함해 총 100개소의 지상기상관측장비를 교체하였고, 2011년 49개소, 2012년 57개소, 2013년 58개소, 2015년 2개소, 2016년 1개소, 2017년 25개소, 2018년 53개소, 2019년 59개소, 2020년 62개소, 2021년 88개소, 2022년 78개소, 2023년에는 ASOS를 포함해 총 78개소의 노후화된 자동기상관측장비를 교체하여 관측자료의 품질향상을 이루었다.

기상청은 1964년부터 농업기상관측을 시작하여 2023년 현재 11개 지점을 운영하고 있으며 전체적인 활용도를 높이고자 동일한 위치의 농업기상관측장비와 종관 및 방재기상관측장비들을 필요한 관측요소 중심으로 통합하여 운영 중이다.

표 3-14 2023년 지상기상관측장비 교체 현황

장비명	지점수	지점명	도입년도
종관기상관측장비 (ASOS)	10개소	속초, 동해, 태백, 흑산도, 완도, 고흥, 보령, 창원, 정읍, 서귀포	2013년
방재기상관측장비 (AWS)	68개소	관악(레), 송파, 강서, 도봉, 노원, 동대문, 광진, 구로, 대연평, 도라산, 안성, 가평북면, 의정부, 장호원, 신서, 남양주, 청평, 안산, 양동, 여주, 용인, 가야산, 양지암, 삼동, 간절곶, 온산, 임지도, 장산도, 신지도, 성삼재, 무등산, 봉산, 서거차도, 해제, 무안, 지도, 상조도, 장성, 영암, 산이, 백아면, 광양백운산, 지산, 구룡령, 해안, 설악동, 서석, 임계, 화천, 연곡, 외촌, 삼척, 정림, 홍성죽도, 당진, 정산, 부석, 예천, 구룡포, 수비, 외도, 새만금, 군산산단, 백운, 옥천, 영동, 음성, 오창	2010~2011년

1.1.2. 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) 27개소를 도입해 현재까지 운영하고 있으며, 2017년부터는 연구용 광학입자계수기(OPC) 7개소도 황사 관측 지원을 위해 현업운영을 시작해 2019년 제주 고산, 2021년에 덕적도 해양기상관측기지에 OPC 2개소를 도입하여 2023년 현재 총 9개소를 현업운영하고 있다. 이 중 부유분진측정기 관측자료는 기상청 홈페이지에 1시간 평균값과 그래프를 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 관측자료를 제공하기 위해 힘쓰고 있다.

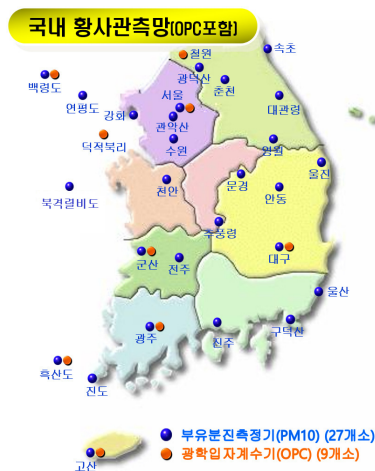


그림 3-32 국내황사관측망

1.1.3. 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, 톡랴오, 유스, 후이민, 다렌 등 5개소(PM10, 부유분진측정기)에, 2차 사업(2006~2008년)에서는 얼렌하오터, 스펡, 츠핑, 단둥, 칭다오 등 5개소(OPC, 광학입자계수기)에 황사관측장비를 설치하였다. 2018년도에 「한·중 황사공동관측망(10개소)」의 황사관측 장비는 한국국제협력단(KOICA) 예산이 투입되어 ‘베타선 흡수법’이 적용된 부유분진 측정기(PM10)로 교체되었다. 「한·중 황사협력회의」에서 양국이 합의한 내용에 따라 「한·중 황사협력세미나」 및 「한·중 황사공동관측망 운영자워크숍」 등을 통해 「한·중 황사공동관측망」 활동 내용과 황사 관측 기술을 교류하고 있다.

한·중 기상협력을 위한 양국간 합의에 따라 중국 기상국이 운영하는 5개소(하미, 둔황, 우라터중치, 둥성, 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 황사 예보의 정확도 향상을 위해 활용 중이다.

(2) 황사감시 기상탑

기상청에서는 2007년 11월에 몽골의 에르덴(Erdene), 2010년 10월에 놘곤(Nomgon)에 연구용 황사감시기상탑을 설치하여 위성통신 시스템을 통해 황사 발원을 준실시간으로 감시할 뿐만 아니라, 황사가 발생하는 기상조건을 연구하여 황사예측 모델 개선 및 황사예보에 참고자료로 활용하고 있다. 몽골의 에르덴 관측소는 고비 지역, 놘곤 관측소는 몽골 남부 고비에 위치하고 있다. 관측자료의 품질 유지를 위해 자료의 실시간 점검뿐만 아니라 매년 두 차례에 현지 점검을 실시하고 있다.

몽골 황사감시기상탑의 자료는 흄비시스템을 통해 자료가 전송되고 있었으나, 2023년 종합기상정보시스템(COMIS-5)에 10분 실황자료 표출을 추가하여 황사예보 지원을 강화하였다.

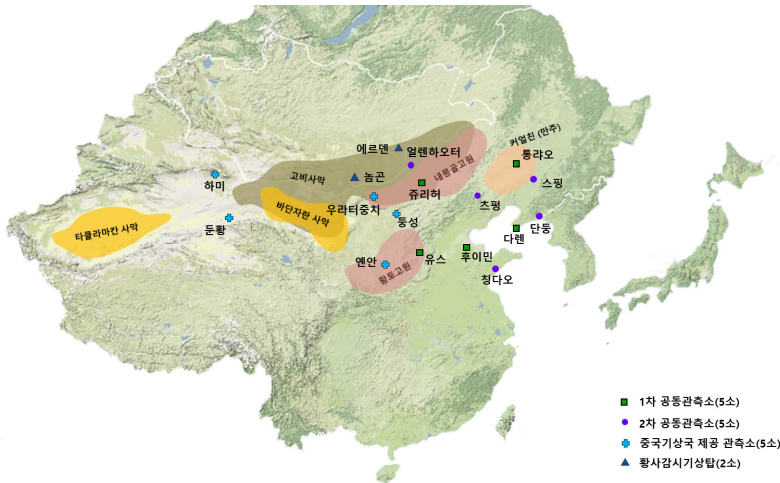


그림 3-33 황사발원지 관측망 현황

1.1.4. 적설관측업무 현황

기상청은 전국 23개 기상관서(7개 지방기상청, 2개 기상지청, 전국 14개 기상대 및 관측소)에서 사람이 직접 적설적으로 적설판에 쌓인 눈의 깊이를 측정하는 목적을 수행하고 있다. 또한, 적설관측공백 해소 및 관측 자동화를 위해 2005년부터 자동적설관측장비인 초음파 식적설계, 2008년부터 적설감시CCTV를 도입하여 운영하였으나, 2014년부터는 우리나라 적설환경에 적합한 레이저식적설계 도입을 추진하여 2022년까지 460개소를 도입 완료하였고, 2023년 80개소를 추가하여 현재 총 540대를 운영하고 있다. 추가로 강원도청의 레이저식 적설계 19개소를 이관받아 운영 중이다.

기상전문을 통해 WMO 회원국과 자료를 교환하는 목적과 자동기상관측장비인 레이저식적설계는 0.1cm 단위로 적설을 관측한다.

표 3-15 2023년 지상기상관측장비 도입 현황

장비명	지점수	지점명	도입년도
레이저식 적설계	80개소	관악(레), 강남, 강동, 송파, 양천, 도봉, 동대문, 중랑, 마포, 광진, 성북, 성동, 구로, 강북, 도라산, 관악, 가평북면, 장호원, 고양, 영종도, 전곡항, 양동, 장봉도, 현충원, 가야산, 양지암, 삼동, 간절곶, 해운대, 삼장, 사하, 온산, 입자도, 장산도, 신지도, 옥도, 무등산, 봉산, 서거차도, 지도, 상조도, 백아면, 광양백운산, 지산, 경포, 궁촌, 귀래, 하조대, 시동, 사내, 봉평, 신동, 옥계, 신남, 남이섬, 도계, 정림, 세종금남, 흥성죽도, 세종연서, 외연도, 호미곶, 달성, 오천, 화동, 우도, 마라도, 제주남원, 구좌, 대정, 외도, 영실, 안덕하소, 위도, 백운, 금왕, 속리산, 가곡, 오창, 청남대	2023. 12.

표 3-16 2023년 강원도청 레이저식적설계 이관장비 운영 현황

장비명	지점수	지점명	이관일자
레이저식 적설계	19개소	철성고개, 행치령, 멧재, 부다리고개, 신림터널, 닭목재, 밤재터널, 백양치터널, 아홉싸리재, 화방고개, 새목재, 만항재, 광덕고개, 오천터널, 면옥치, 조침령	2021. 1.(16대)
		철암동, 장성동, 문곡소도	2021. 12.(3대)

1.1.5. 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 시정장애 현상을 관측·기록하기 시작하였다.

또한, 2009년부터 국지적으로 발생하는 안개, 해무 등의 저시정 감시와 시정관측 공백 지역 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 기상전문양식으로 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/96개소) 운영지점부터 우선적으로 설치하였고 안개 및 저시정 현상 감시를 위하여 방재기상관측장비(AWS/188개소), 고속도로(9개소)에 설치하여 운영하고 있다. 2023년 현재 총 293개소의 시정·현천계가 설치되어 매분 실시간 시정·현천 관측자료를 생산하고 있다.

1.1.6. 기상관측차량

기상청은 태풍, 폭염, 대설, 강풍, 집중호우 등 위험기상의 선도관측 수행뿐만 아니라, 산불, 도로살얼음 등 자연재해의 기상지원을 위해 이동형으로 기상관측(기온, 풍향, 풍속, 기압, 습도, 강수량), 고층관측(레윈존데), 도로노면관측, 기상브리핑 등이 가능한 현업용 기상관측차량을 2020년부터 도입을 추진하여 2021년부터 운영하고 있다. 2021년 1월 수도권기상청과 대전지방기상청에 관측차량 배치를 완료하였고, 12월에는 부산지방기상청과 광주지방기상청에 차량을 배치·운영하였다. 2023년에는 대구지방기상청과 강원지방기상청에 차량 배치가 추가되어 현재 총 6대를 운영하고 있다. 2024년까지 제주

지방기상청, 전주기상지청, 청주기상지청에 기상관측차량 배치를 완료할 예정이다. 특히, 2022년 3월 4일부터 13일까지 경북 울진, 강원 삼척·동해·강릉에서 발생한 대형 산불에 대응하기 위해 이동식AWS 1대(대구)를 포함한 기상관측차량 5대(수도권, 부산, 광주, 대전, 과학원)가 출동하여 산불 재난 대응을 현장에서 지원하였고, 2023년에는 홍성·금산·강릉 등에서 발생한 대형 산불 재난 대응 지원을 위해 기상관측차량 4대(수도권, 대전, 부산, 광주)가 출동하였다.

1.1.7. 도로기상관측망 구축

기상청은 도로상에서 발생하는 도로살얼음, 안개로 인한 교통사고 예방을 위해 정부 부처와 공공기관, 민간 협업을 기반으로 도로위험 기상정보 서비스를 운영하고 있다. 2021년 12월 기상청, 국토교통부 등 관련 기관과의 업무협약을 시작으로, 2022년 11월 중부내륙 고속도로에 도로기상관측장비 24개소(거점관측소 2개소, 기본관측소 11개소, 목표관측소(결빙) 7개소, 목표관측소(안개) 4개소)를, 2023년 12월 서해안고속도로에 도로기상관측장비 31개소(거점관측소 3개소, 기본관측소 13개소, 목표관측소(결빙) 9개소, 목표관측소(안개) 6개소) 현장 설치를 완료하였다. 안정적이고 효율적인 정보 제공을 위해 전국 주요 고속도로를 대상으로 단계적인 관측망 확대를 추진할 예정이다. 도로기상관측망을 통해 생산된 도로위험 기상정보는 운전자와 도로관리기관에 실시간으로 제공되며, 2022년 구축이 완료된 중부내륙고속도로에는 2023년 2월 10일부터 3월 15일까지 도로살얼음 발생 가능 정보를 시험 서비스하였고, 7월부터는 안개 발생 가능 정보를 제공하고 있다. 2023년 구축이 완료된 서해안고속도로에는 2023년 12월 22일부터 도로 가시거리 위험정보(연중)와 도로 살얼음 발생 가능 정보(겨울철 제설 대책 기간)를 제공하고 있다.

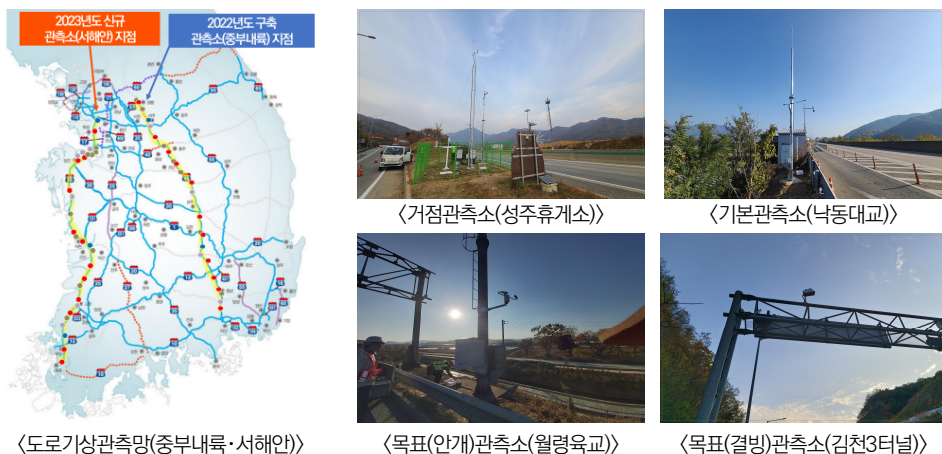


그림 3-34 도로기상관측망 및 도로기상관측장비

표 3-17 2023년 도로기상관측장비 운영 현황(55개소)

관측소 구분	개소	관측센서
거점	5	12종(노면상태, 풍향·풍속, 강수량, 적설 등)
기본	24	5종(노면상태, 노면온도, 기압, 강수량 등)
목표(결빙)	16	2종(노면상태, 노면온도)
목표(안개)	10	2종(시정, 노면온도)

1.2. 고층

기상청은 1964년 4월 1일 포항기상대(현, 포항관측소)에서 최초로 라디오존데를 이용한 고층기상관측을 시작하였으며, 2007년 5월부터 GPS 통신방식의 레인존데 관측을 시작하여 지금까지 7개 지점(백령도, 흑산도, 제주(태풍센터), 창원, 포항, 북강릉, 덕적북리)에서 고층관측자료를 생산하고 있다.

지난 2012년부터 국립기상과학원에서 창원기상대 내에 설치하여 연구용으로 운영하던 오토존데(Vaisala)를 고층기상관측망 자동화 계획에 의거 2016년 9월부터 창원기상대에서 정식으로 현업 운영하였다. 그리고 기존 수동 관측 중이던 5개 관측지점의 자동화시스템 도입사업이 완료되어 고층기상관측 자동화를 2022년 5월에 완료하였다. 아울러 2022년 9월에는 덕적도 해양기상관측기지에 고층기상관측을 개시함에 따라 고층기상관측지점이 총 7개 지점으로 확대되었다.

또한, 여름철(6월~9월) 잦은 집중호우 및 위험기상 대응을 지원하기 위해 2020년부터 특별관측을 실시하고 있으며, 이 기간 동안 기존 일2회(09시, 21시)에서 4회(03시, 09시, 15시, 21시)로 확대하여, 고층기상관측자료의 예보 및 초단기수치예보모델 지원에 활용하고 있다. 2023년 1월 1일부터는 고층기상관측 자동화에 따라 일 4회 관측체계를 수행하고 있다.



〈백령도〉

〈북강릉〉

〈라디오존데 비양〉

그림 3-35 고층기상관측 자동발사장치

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 2개소를 도입·설치하기 시작하여 2023년에는 해양기상부이 31개소, 파고부이 73개소, 연안기상관측장비 18개소(AWS 11개소 포함), 해양기상관측기지 2개소, 기상관측선 1척, 선박기상관측장비 22개소, 해양안개관측장비 100개소, 등표기상관측장비 9개소, 항만기상관측장비 4개소의 관측망(총 9종 260개소)을 운영하고 있다. 또한, 해양기상관측망 공백 해소를 위해 해양수산부, 해양경찰청, 국립해양조사원, 해군, 한국해양과학기술원, 서울대학교, 울릉군 등과 해양관측자료의 공동활용 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 관측장비로, 기상청에서는 10m 대형 부이와 6m 선박형 부이, 3m 원반형 부이를 운영하고 있다. 해양기상부이에서 관측하는 요소는 풍향·풍속, 기압, 기온, 습도, 수온, 파고, 파주기, 파향 등이며, 30분마다 기상전용통신망(Global Telecommunication System: GTS)을 통해 국제간 자료를 교환하고 수치예보 모델에 입력되어 해상기상 예보와 해양기상 연구 등에 활용한다. 현재 총 31개소를 운영하고 있으며, 2019년부터 10m 대형부이 2개소를 도입하기 시작하여 2023년에는 9개소를 운영하고 있다.

선박기상관측장비는 선박에 탑재된 방재기상관측장비(AWS)이며, 풍향·풍속, 기온, 기압, 습도를 5분 간격으로 관측하여 수치예보모델 및 해상 예·특보에 활용하고 있다. 경비함정, 국제여객선 등 총 22개소의 선박기상관측망을 운영·관리하고 있다.

1.3.2. 연안 해양기상 관측망

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

등표기상관측장비는 해양수산부의 항로표지 시설인 무인 등표 또는 관측탑을 활용하여 방재기상관측장비와 해상영상촬영장비를 설치한 것으로 총 9개소를 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 30분 간격으로 자료를 수집한다. 2023년에는 파고부이 2개소가 해양기상부이로 교체 설치되어 서해 25개소, 제주·남해 33개소, 동해 15개소로 총 73개소의 파고부이를 운영하고 있다.

연안기상관측장비는 서해안 및 동해안의 기상해일 등 장주기파로 인한 인명 및 재산 피해를 최소화하기 위해 설치한 것으로 수위변화를 지속적으로 감시·분석하고 있다. 수위 자료 외 풍향·풍속, 기압 등을 1분 간격으로 수집하고 있으며, 서해연안 8개소, 제주·남해 연안 6개소, 동해연안 4개소로 총 18개소에 설치·운영되고 있다.

1.3.3. 해양안개관측장비 확충

2019년부터 도서주민 생활 편익과 해상 안전을 위해 해양수산부와 협력으로 전남, 인천·경기, 충청·전북권 여객선 항로 및 안개 다발 해역에 위치한 등대 및 등표에 해양안개관측장비 100개소를 설치하여 운영하고 있다. 해양안개관측장비는 실제 볼 수 있는 거리를 알려주는 시정계와 해상상황을 영상으로 파악할 수 있는 CCTV로 구성되어 있다.

1.3.4. 해상영상관측망 확충

2016년 해양기상부이 2개소에 영상장비를 탑재하여 해상영상관측 시험운영을 시작하였으며, 2023년 31개소의 해양기상부이에 영상장비를 설치하여 운영하고 있다. 또한, 등표 기상관측장비 9개소, 연안기상관측장비 18개소, 해양안개관측장비 100개소에도 영상장비를 탑재한 해상영상관측망을 추가 설치하여 2023년 현재 총 158개소의 해상영상관측자료를 확보하였다.

1.3.5. 해양기상관측기지

우리나라는 편서풍대에 위치하여 한반도 서쪽의 대기운동을 감시하는 것이 중요하나 3면이 바다로 둘러싸여 관측자료 생산·확보에 어려움이 있다. 이에 기상청은 서쪽에서 한반도로 다가오는 집중호우, 대설, 태풍 등의 위험기상을 사전에 탐지하기 위하여 2005년부터 우리나라 최서단 무인도인 북격렬비도(태안군 안흥항 서쪽 57km)에 방재기상관측장비,

연직바람관측장비(Wind profiler), 부유분진측정기(PM10) 등을 설치하여 위험기상 조기 감시를 위한 서해종합기상관측기지를 운영하고 있다.

2021년에는 수도권 지역의 기상재해 경감을 위해 덕적도 해양기상관측기지를 완공(9월)하고, 지상·황사관측 장비를 도입(12월)하여 기상관측자료를 생산하고 있으며 2022년 고층관측장비 도입(자동발사장치 9월, 연직바람관측장비 11월)이 완료된 후 정식으로 운영하고 있다.

또한, 호남지역 위험기상을 선제적으로 감시하고 인근 기상관측장비와 연계한 입체관측망 구축을 위한 안마도 해양기상관측기지 구축 계획을 2021년 4월에 수립하고 최적의 기상관측환경 및 사무공간 확보를 위한 설계용역 사업(2021년 10월 ~ 2022년 6월)을 추진하였다. 안마도 해양기상관측기지는 2022년 하반기에 신축공사를 시작하여 2023년 12월에 완공하였으며 지상·고층·황사관측 장비 도입이 완료되는 2024년부터 정식 운영할 예정이다.

1.3.6. 기상관측선 ‘기상 1호’

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, 2023년에는 17회 운항을 통하여 164일간 25,961km를 이동하며 관측하였다.

» 관측기반국	계측표준협력과	방송통신사무관	김용업
» 관측기반국	계측표준협력과	행정사무관	전덕수
» 관측기반국	계측표준협력과	기상사무관	국형률

2.1. 기상관측표준화

기상청은 2007년부터 관측자료 정확도 확보 및 공동활용 증진을 위한 기상관측표준화 사업을 추진해오고 있다. 기상관측표준화에 참여하고 있는 국가기관·지자체·공공기관 등 28개 관측기관을 대상으로 담당자 교육, 워크숍, 기술지원 등을 실시하고 있으며, 관측시설 등급 및 관측자료 품질등급 제도를 통해 관측기관의 기상관측표준화 수준을 진단하고 법령을 준수하도록 지원하고 있다.

2023년부터는 「기상관측표준화법」 개정·시행(2022. 12. 11.)에 따라 기상관측표준화 관리체계를 개선하였다. 첫째, 기상청에서 관측기관별 관측시설 구축 및 관리계획을 검토·조정하여 매년 기상관측망 구축 및 관리계획을 수립하고, 각 기관의 계획 준수를 의무화 하였다. 이를 통해 관측시설의 중복 투자를 방지하고 기상관측망에 대한 종합적인 관리를 강화하여 기상관측자료 공동 활용의 효율성을 높여 나갈 계획이다. 둘째, 관측기관의 기상관측환경 점검 결과 개선방안을 통보할 수 있는 근거를 마련하고 관측기관은 이에 따라 기상관측환경을 개선하도록 하였다. 올해는 관측기관과 협의를 거쳐 선정한 101개 지점에 대해 ¹⁾관측장소 환경관리의 적정성, ²⁾관측장비 관리 및 운영, ³⁾관측자료 품질관리, ⁴⁾관측업무종사자의 관측업무 숙련도 등 4가지 항목을 점검하고 기술지도를 실시(2023. 3. 2~5. 31.) 하였다.

또한 겨울철 자연재난 대비 행안부 재난관리평가에 기상청 소관 점검항목을 신설(기상관측시설 운영·관리 실태)하였다. 5일간(2023. 10. 30.~11. 3.) 실시한 점검에서는 광역·기초지자체 기상관측시설 79개소를 대상으로 ¹⁾관측자료 품질관리, ²⁾기상관측업무 종사자 확보, ³⁾관측장비 정상 작동 및 관리 상태, ⁴⁾유지보수 현황 4가지의 점검항목을 구성하여 관측시설을 점검하였다.

아울러 기상관측의 표준화에 관한 중요 사항을 심의하는 기상관측표준화위원회를 2회 개최하였다. 상반기(3월)에는 ‘국가기상관측망 강수량계 중복예외 허용여부 심의(안)’ 및 ‘2023년도 기상관측망 구축 및 관리계획(안)’, 하반기(9월)에는 ‘2023년도 기상관측망 구축 및 관리계획 변경(안)’ 총 3건의 안건을 심의·의결하였다.

2.2. 기상분야 국가·국제표준화(KS·ISO)

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

2023년 3월 기상분야 국가표준(KS) 제·개정 및 확인 계획을 수립하여 10월 기상 기술심의회 심의를 거쳐 국제표준 2종을 국가표준으로 부합화 하여 제정하고, 용어통일 및 최신 표준서식을 적용하는 등 2종을 개정하여, 기상청에서는 기상 분야 8종과 태양에너지 분야 5종을 포함하여 총 13종의 국가표준을 관리하게 되었다.

표 3-18 기상분야 국가표준(KS) 현황

번호	표준번호	표준명	비고
1	KS I ISO 16622	기상학 - 음파 풍속계/온도계 - 평균바람측정의 승인된 시험법	2020. 12. 28. 개정
2	KS I ISO 17713-1	기상학 - 풍속측정 - 제1부: 회전풍속계 성능에 대한 풍동 시험방법	2020. 2. 11. 개정
3	KS I ISO 17714	기상학 - 기온 측정 - 온도계 차폐장치 성능 비교 및 중요 특성 정의를 위한 시험방법	2020. 2. 11. 개정
4	KS I ISO 19926-1	기상학 - 기상레이더 - 제1부: 시스템 성능과 운용	2020. 2. 11. 제정
5	KS I ISO 19289	공기질 - 기상학 - 기상관측소에 대한 관측장소 분류	2020. 12. 28. 제정
6	KS I ISO 28902-1	공기질 - 환경기상학 - 제1부: 라이더를 이용한 가시거리 지상 원격관측	2022. 11. 14. 제정

번호	표준번호	표준명	비고
7	KS I ISO 28902-2	공기질 - 환경기상학 - 제2부: 헤테로다인 펄스 도플러 라이더를 이용한 바람의 지상 원격관측	2024. 2. 5. 제정
8	KS I ISO 28902-3	공기질 - 환경기상학 - 제3부: 연속파 도플러 라이더를 이용한 바람의 지상 원격관측	2024. 2. 5. 제정
9	KS B ISO 9059	태양 에너지 - 기준 직달일사계와 비교를 통한 현장 직달일사계의 교정	2024. 2. 5. 개정
10	KS B ISO 9060	태양 에너지 - 전천일사 및 직달일사 측정을 위한 기기의 사양과 분류	2020. 2. 11. 개정
11	KS B ISO 9845-1	태양 에너지 - 상이한 흡수조건하에서 지표면의 기준 태양 스펙트럼 일사 - 제1부: 공기 질량이 1.5일 때 법선면 직달 일사와 반구 전 태양 일사	2024. 2. 5. 확인
12	KS B ISO 9846	태양 에너지 - 직달일사계를 이용한 전천 일사계의 교정	2024. 2. 5. 개정
13	KS B ISO 9847	태양 에너지 - 기준 수평면 일사계와 비교에 의한 현장 수평면 일사계의 교정	2024. 2. 5. 확인

2.3. 기상장비 도입 관리

2.3.1. 기상기자재도입위원회 운영

기상청은 기상기자재도입위원회 운영을 통해 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 갖추어 적정 소요 예산을 확보할 수 있도록 지원하고 있다.

본 위원회는 사업부서에서 구매하려는 기상기자재의 도입 필요성, 목적, 추진 근거, 수량·설치장소, 소요예산·산출 근거, 주요 기술규격, 운영방법·공동활용 가능성, 추진과정의 예상 위험요인과 대처방안을 종합적으로 검토하여 도입 타당성을 심의·의결한다.

2023년 11월 29일 기상기자재도입위원회를 개최하였으며, 이를 통해 2025년도 도입 추진 기상관측장비와 2024년도 예산에 추가로 반영된 기상관측장비 총 26건(약 547억 원)에 대한 도입 타당성을 심의·의결하였다.

2.3.2. 기상기자재관리협의회 운영

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

취득은 기상장비 도입 타당성이 확보된 소요예산 5천만 원 이상의 기상기자재에 대하여 취득심의를 하며, 취득 심의과정에서는 구매 필요성과 추진 근거, 계약 방법, 구매 수량, 운영 방법, 구매 중요 사항·필수 조건의 선정 근거에 대해 집중적인 심의를 하고, 성능규격의 경쟁성을 확보하며, 기술평가 기준, 계약 이행조건, 검사·검수 방법 등 세부적인 사항을 심의한다.

처분은 내용연수가 경과된 기상기자재 불용품으로서 대장가격이 1억 원 이상 또는 내용연수가 경과되지 아니한 기상기자재로서 대장가격이 5천만 원 이상인 관측장비를 대상으로 처분의 타당성과 처분물품의 재활용 가능성을 판단하여 처분방법(폐기, 무상 관리전환 등)을 결정하게 된다. 또한 처분의 결정에 따라 전시장비의 지정과 운용 및 보관방법의 적정성을 심의한다.

2023년에는 제주공항라이다, 기상관측차량 등 취득 14건(약 225억 원)과 윈드프로파일러, 기상관측부이 등 처분 33건(약 163억 원, 보존 포함)에 대해 심의하여 의결하였다.

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 안전일 경우에는 기상청 자체 기술평가위원회를 운영하고 있다.

제안서 기술평가 대상은 기상기자재관리협의회에서 취득·심의된 안전 중 사업금액이 1억원 이상인 사업으로써, 평가위원은 감사담당부서가 기상기자재 외부전문가 풀에서 선정·교섭하여 운영하는 등 공정성·전문성·객관성을 확보하였다. 그리고 사업금액이 15억 원 이상인 사업의 경우 평가참관인 제도를 운영하여 평가과정이 객관적이고 공정하게 진행 되는지 모니터링을 실시하고 있다.

2023년에는 기술평가위원회에서 기상관측차량, 형식승인 기준장비(8종), 지진관측장비, 공항기상관측장비 등 총 35건의 사업에 대해 해당 제안서를 평가하였다.

2.4. 기상측기 인증 및 검정

2.4.1. 형식승인제도 시행 활성화

기상청은 「기상관측표준화법」 개정에 따라 2021년 4월 18일 ‘기상측기 형식승인제도’를 시행하였다. 관측기관에 관측용으로 제공되는 온도계, 강수량계, 기압계, 습도계, 풍향·풍속계, 일사·일조계 등 기상측기 10종과 2종 이상의 측기가 구조상 하나로 되어 있는 측기에 대하여 제작 또는 수입하려는 자는 그 제작 또는 수입 전에 해당 기상측기의 구조·규격 및 성능 등에 관하여 기상측기의 형식승인을 받아야 한다.

이에 따라 「기상관측표준화법」의 적용을 받는 관측기관을 대상으로 제도 활성화를 위한 지원체계를 마련하였다. 기상측기 형식승인 수요 업체를 대상으로 수요자 맞춤형 사전컨설팅 제도를 실시(2. 28.~12. 8./총 30건)하여 형식승인 요구 기준에 부합하는 기상기업 기술역량 제고 및 기술지원을 추진하였고, 세부 컨설팅 항목으로는 방수·방진 적합성 및 구비서류 무료 검토, 무료 환경시험 등이 있다. 또한 형식승인 온도계 세부기준·시험방법에 수온 온도계 내용을 신설(3. 6.)하여 합리적 기준을 통한 사업자의 부담을 완화하였다. 기상측기 형식승인 제도의 가치 확산을 위해서 인증센터의 필요성, 역할, 운영 계획 등 언론인 정책브리핑을 실시(11. 22.)하였고, 기상청 대표 블로그를 통해 형식승인 제도의 신청, 시험절차 개요 등을 소개(11. 22.)하였다. 이를 통해 2023년도에는 온도계, 습도계 등 총 70건의 기상측기 형식승인서를 발급하였고, 기상관측표준화법 시행규칙 제6조의3 제8항의 규정에 따라 해당 발급사항을 기상청 홈페이지를 통해 공고하였다.

형식승인 제도와 검정제도를 보다 체계적으로 운영할 수 있도록 기상·지진장비 인증센터(이하 인증센터)를 준공(9. 5./충북 청주시 청원구 오창읍 소재)하였다. 인증센터는 365일 24시간 도서, 산악, 해안 등 열악한 환경에서 운영되는 기상·지진 장비의 정확도와 내구성, 자료수집 등을 인증하기 위한 종합적인 전문 시험시설이다. 그동안 서울(기상청 서울청사: 기상장비 형식승인 및 검정 수행)과 천안(국가지진계검정센터: 지진장비 검정) 2곳으로 나누어 운영하던 인증시설을 하나로 통합하여 기상청에서 운영하는 인증제도에 필요한 종합적인 시험을 하기 위해 13개의 전문시험실을 구축하였다. 인증센터에서는 기상장비 제조사의 제품이 일정한 구조와 성능을 만족할 수 있는지 국가가 확인·보증하는 형식승인과 설치 운영될 장비가 형식승인 받은 대로 성능 등이 유지되고 있는지 주기적으로 확인하는 검정업무를 종합적으로 수행하게 된다.

2.4.2. 기상측기 검정

기상관측은 수치예보 모델만큼이나 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.

2023년에는 기상청 내 관서용, 공동협력관측소, 방재용, 항공용 등 총 633대의 기상관측장비를 검정하였으며, 민원검정은 자동기상관측장비 1,411대, 온도계 172대, 습도계 113대, 풍향풍속계 57대, 기압계 38대, 일사계 71대, 일조계 51대, 강수량계 850대, 적설계 184대 등 총 2,947대에 대하여 검정을 실시하였다.

표 3-19 최근 10년간 연도별 민원검정업무 수행 결과(검정대행기관: 한국기상산업기술원)

연도	검정 대수	연도	검정 대수
2014	1,640 대	2019	3,275 대
2015	2,569 대	2020	3,980 대
2016	2,144 대	2021	4,584 대
2017	1,709 대	2022	2,988 대
2018	2,858 대	2023	2,947 대

- » 관측기반국
- 정보통신기술과
- 기상사무관
- 신동기
- » 관측기반국
- 정보통신기술과
- 방송통신사무관
- 강인수
- » 관측기반국
- 정보통신기술과
- 기상사무관
- 도성수

3.1. 종합기상정보시스템(COMIS-5) 개선

3.1.1. COMIS-5 운영 모니터링시스템 구축

정보통신기술과는 2022년 종합기상정보시스템(COMIS-5) 구축 및 현업전환 완료 이후, 현업운영 안정성 확보를 위해 「2023년 종합기상정보시스템(COMIS-5) 개선」을 추진하여 시스템 처리이력 기록 및 감시기능을 개발하였다. 해당 기능을 활용하여 종합기상정보시스템의 수집처리 엔진(mBro) 로그를 수집하여 DB에 저장하였고, 실시간 수집처리 통계 산출 및 장애 감시를 수행하였다. 또한 수집처리엔진의 장애발생시 신속한 장애인지 및 원인 파악이 가능해짐에 따라 장애로 인한 서비스 중단시간이 단축되었고, 장애분석을 위한 다양한 정보를 제공함으로써 장애원인 해결 및 재발방지에 기여하였다.

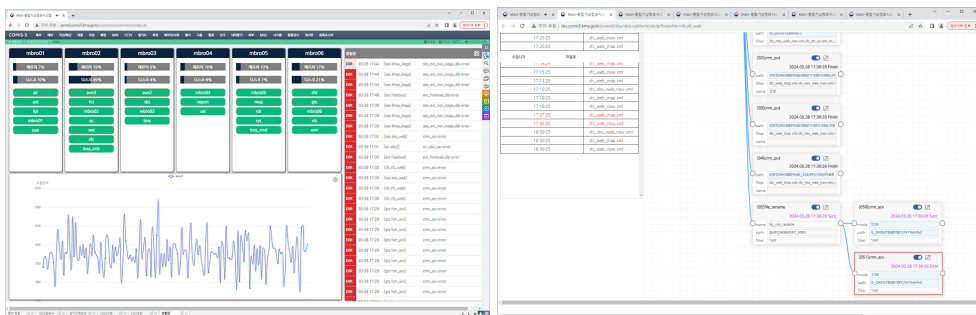


그림 3-36 수집처리 모니터링 시스템 웹 인터페이스

3.1.2. COMIS-5 웹포탈 기능 개선

정보통신기술과는 예보 및 방재업무 지원을 위해 사용자의 의견을 지속적으로 반영하여 종합기상정보시스템의 기능을 개선하고 있다. 특히 2023년에는 호우 특보 지원을 위한 강수통계 표출, 세계스카우트 잼버리 행사지원을 위한 관측자료 표출 등 37개 기능개선을 실시하였으며 세부 내역은 다음과 같다. 이를 통해 청의 원활한 업무수행을 지원하였다.

표 3-20 2023년 종합기상정보시스템 기능 개선 개발 결과 목록

순번	분류	요청부서	요청내용	적용일자
1	AWS	계측표준협력과	장비구분기능 개선	1. 12.
2		예보정책과	호우특보 지원을 위한 AWS 3시간 자료 기반 강수통계 개선	7. 13.
3		제주청 관측과	AWS 문숫자 예보구역별 목록 자동새로고침 및 일통계 필터 개선	8. 4.
4		예보정책과	AWS 체감온도, 일최고(최저) 체감온도 분포도 표출 추가	8. 28.
5		관측정책과	AWS 정렬2 필터기능 추가 및 개선	8. 21.
6		예보정책과	체감온도 계산식에 습도값 정수로 변경 반영	8. 31.
7		예보관계관회의	AWS 문숫자 관측장비 정보 조회 기능 추가	10. 26.
8	도로	관측정책과	도로기상관측자료 실시간 AQO 및 품질검사현황 웹 적용	10. 31.
9	지상	관측정책과	계절입력 표출 및 기능개선	5. 4.
10		전주지청 관측예보과	지상AQO 지역별 조회 기능 추가	5. 23.
11		예보정책과	건조점검표 표출 대상 지점 확대 및 표출 개선	5. 18.
12		대전청 관측과	기후 극값 표출 개선(날짜형식 변경, 특수기호 처리)	7. 17.
13		국가기후데이터센터, 관측정책과	계절관측 관측현상 개선 및 평년값 변경 적용	7. 24.
14		전주지청 관측예보과	세계스카우트잼버리 행사 기상지원을 위한 관측자료 표출	7. 30.
15		관측정책과	적설 집계표 원시자료 구분 표출	8. 29.
16		제주청 관측과	제주지역 적설 시계열 자료 표출	9. 10.
17		관측정책과	지상 자외선지수 배경색 변경 개선	9. 11.
18		예보정책과	겨울철 적설 예특보 지원을 위한 신적설 추가 표출 (30분, 3시간)	9. 20.
19		예보국	시스템별 표출 일원화를 위한 신적설 계산식 변경	11. 17.
20		계측표준협력과	적설자료 유관기관(충청남도, 경상남도 등) 확대 제공	12. 7.

순번	분류	요청부서	요청내용	적용일자
21	고층	관측정책과	고층 모바일지점 3시간 관측자료 표출	7. 11.
22		관측정책과	고층 단열선도 이미지 표출 방식 변경 개선	8. 10.
23		레이더운영과	고층 연직바람관측장비 울산 지점 추가에 따른 표출 개선	11. 2.
24	예보	수문기상팀	지상가뭄예보 신규 페이지 개발 및 메뉴 개선	9. 11.
25	해양	해양	해군 목적 관측 자료 추가 처리 및 표출	4. 14.
26		해양기상과	해군AWS 관측자료 신규 표출	8. 10.
27		광주청 관측과	해양 영상장비 교체로 인한 우이도항 영상 표출 방식 변경	9. 7.
28		자체점검	해양 모든 문숫자 메뉴 지점번호 추가 표출	9. 22.
29		강원청 예보과	해상종합관측 문숫자 조회시간간격 30분 변경	12. 18.
30		계측표준협력과	해양기상부이 자료 이중화를 위한 수온2,, 기온2, 습도2 추가 표출	12. 21.
31	CCTV	예보정책과	유관기관 CCTV 한화면 다수개 표출 및 즐겨찾기 기능 추가	10. 13.
32	MQC	관측정책과	AWS 초상온도 등 19개 요소 MQC 추가	11. 16.
33		관측정책과	AWS 문숫자 MQC 입력 기능 개선	10. 12.
34		관측정책과	기상관측장비 확충에 따른 MQC 장비 확대 개선	12. 13.
35	GTS	수치자료응용과	GTS 관측자료 수집시각정보 추가	9. 30.
36	시스템	정보통신기술과	관측장비 장애관리 자동화에 따른 코미스 장비장애등록기능 제거	11. 6.
37	공통	자체점검	탭메뉴명 표출 개선 및 현행화	7. 17.

3.2. 기상정보통신망

3.2.1. 초고속 기상정보통신망 운영

기상청은 기상자료의 급증과 가상데이터센터 기반의 분산된 자료의 접근·활용 요구 증가에 대응하고자 기상청 본청과 주요센터(국가기상슈퍼컴퓨터센터, 국가기상위성센터)를 링 구조의 네트워크로 묶어 장애시 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 60Gbps, 슈퍼컴퓨터를 포함하는 가상 데이터센터와 지방청급 기관간은 1Gbps, 지방청과 기상지청 및 기상대급 지방기상관측서 간에는 4M~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 2023년 기준 419개 지점에서 99.5% 이상의 수신율로 안정적인 운영상태를 보여주고 있다.

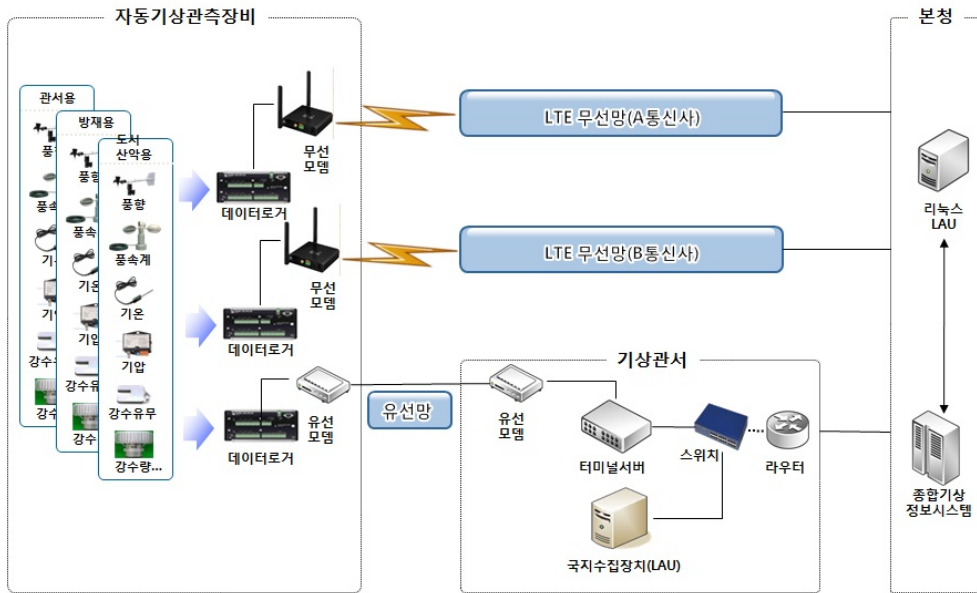


그림 3-37 LTE 유·무선망 구성도

3.2.2. 유관기관 CCTV 최신영상 제공·해양감시용 CCTV 성능 개선

기상청은 지상·해양 관측 사각지대를 해소하고자 국토부, 경찰청, 한국도로공사에서 운영 중인 CCTV 영상과 자체 해상감시용 CCTV 영상을 제공 중이다. 유관기관 CCTV 영상은 분기별 업데이트를 통해 약 8,300여개 지점 자료를 최신상태로 유지하고 있다.

2023년 해상감시용 CCTV의 성능 개선을 위해 24개 지점의 CCTV(HD → FHD)를 교체·설치하여 화질이 크게 개선되었고 야간 감시기능도 보강되었다. 또한 화질개선으로 인해 느려진 회선 속도를 2Mbps로 증속하여 더욱 안정적인 서비스를 제공할 수 있도록 하였다. 수집된 CCTV 영상은 종합기상정보시스템과 선진예보시스템의 ‘CCTV 실황감시’를 통해 실시간 서비스되며, 기상실황 감시와 예·특보 정보생산에 활용되고 있다.

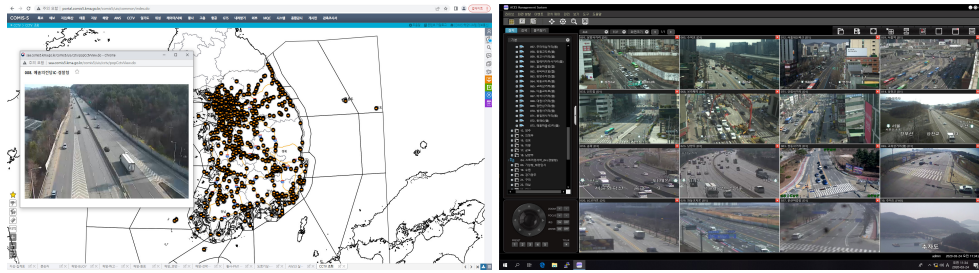


그림 3-38 유관기관 CCTV 표출현황

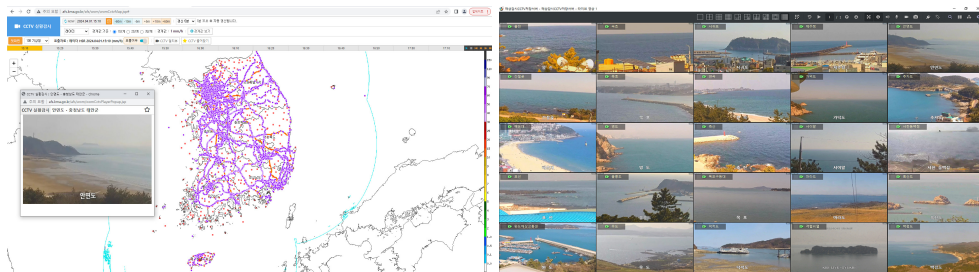


그림 3-39 해양감시 CCTV 표출현황

3.3. 기상정보 인터넷 서비스

3.3.1. 기상청 대표 홈페이지 운영

기상청은 1996년부터 대표 홈페이지를 구축하여 기상정보서비스를 제공하고 있으며, 더욱 빠르고 편리하게 정보를 확인할 수 있도록 2017년 12월부터 기상행정 정보와 날씨 전용 누리집인 날씨누리(www.weather.go.kr)를 분리하여 제공하였다. 2019년 12월에는 국민의 기상정보 이해도 제고를 위해 직관적인 정보제공, 이용하기 편리한 UI/UX 구성 등 ‘날씨누리 전면 개편’을 추진하였고, 2020년 ‘고해상도 날씨지도’를 구축하여 GIS기반의 가시적인 기상정보 품질 향상을 도모하였으며, 2021년부터 지속적인 개선을 통해 편의성 향상을 위해 노력하였다.

2023년에는 대국민 기상정보 신뢰도 제고를 위해 기상자료 API를 활용한 고품질의 관측자료 활용 및 반응형 지역별상세관측 페이지 개발, 특정관리해역 특보 안내 및 발효 시각을 명시한 세분화된 특보현황 제공을 시작하였다. 또한 방재 기상정보를 제공하고자 날씨지도를 통해 관측분포도 제공하고, 산불재난 대응을 위해 이동관측차량을 이용한

현장관측자료 표출 페이지를 포함한 산불기상지원 웹페이지 구축·제공하였다.

또한, 우리나라를 방문하거나 국내 거주하는 외국인을 대상으로 서비스 중인 다국어(영문, 일문, 중문) 홈페이지에도 영향예보를 제공하면서, 국내 거주 외국인들의 자연재해 예방을 위해 노력하고 있다.



그림 3-40 산불기상지원 페이지

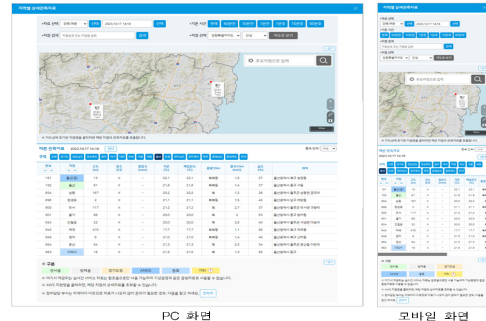


그림 3-41 지역별상세관측 페이지(API)

기상청 홈페이지는 해마다 방문자 수가 증가하여 2009년부터는 연간 1억명 이상의 방문자 수를 기록하고, 2023년까지 총 누적 약 33억 4천만명이 방문하다. 2023년 연간 방문자 수는 2억 8,570만명, 일 평균 접속자 수 또한 약 78만명으로 전년보다 증가한 것으로 나타났다.

2023년에는 태풍 카눈의 한반도 상륙에 따라 역대 일 최다 방문자 현황 2위를 기록하였으며 전체적인 현황에 비추어 볼 때 홈페이지 방문자 수는 위험기상, 지진 등 주요 이슈가 나타날 때 급증하는 것을 확인할 수 있다.

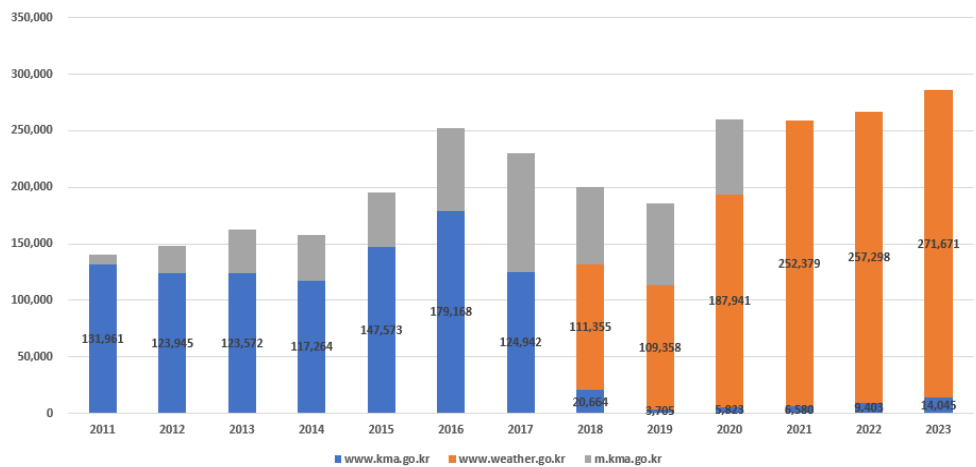


그림 3-42 기상청 홈페이지 연간 방문자수 통계(모바일은 반응형 웹 구성으로 2021년부터 제외)

제1부
주요정책 및 이슈

제2부
기상기술 동향

제3부
분야별 기상정책

제4부
소속기관 추진업무

제5부
부록

표 3-21 2023년 현재 역대 기상청 홈페이지 방문자 최다 기록(모바일 웹 포함)

구분	1시간 최다	일일 최다	월 최다
1위	248,736명 (2023. 7. 11. 16시) 서울 호우재난 문자 첫 발송	3,871,642명 (2022. 9. 5.) 태풍 힌남노 영향	51,819,363명 (2020. 8.) 태풍 장미, 바비 상륙
2위	243,411명 (2022. 8. 9. 18시) 수도권 집중호우	3,641,721명 (2023. 8. 10.) 태풍 카눈 영향	49,082,520명 (2023. 7.) 전국 장마
3위	233,982명 (2020. 8. 26. 18시) 태풍 바비 영향	3,411,478명 (2022. 8. 9.) 수도권 집중호우	42,850,811명 (2022. 8.) 수도권 집중호우, 태풍 힌남노 영향

3.3.2. 날씨알리미 앱 서비스, 사용자 위치기반 위험기상 알림

2023년에 날씨알리미는 별도의 화면에 구분하여 제공하던 기온, 강수, 바람/습도 등 예보 요소를 통합하여 한 화면에서 확인할 수 있도록 하였다. 하단 메뉴의 구성을 변경하였다. 예보를 우선적으로 배치하였고 지진 메뉴를 추가하여 알림으로만 제공받던 지진정보를 사용자가 원할 때 최근 지진 정보를 빠르게 확인할 수 있도록 하였다.

그리고 날씨만큼 일상생활과 밀접하고 건강관리에 중요한 대기질 정보(초미세먼지, 미세먼지, 오존), 모레까지의 자외선 지수정보와 일출/일몰정보를 제공하고 있다. 새로고침 버튼을 추가하여 최신의 실황과 예보를 확인할 수 있도록 하였으며, 국내에 거주하는 외국인이나 관광객들에게도 기상정보를 제공하기 위해 영문서비스를 시작하였다. 실황, 예보(주요도시, 바다, 산악)는 앱에서 바로 확인할 수 있고 특보, 지진, 태풍 정보는 날씨누리와의 연계하였다. 영문 알림도 위험기상에 대한 특보와 규모 3.0 이상의 지진 정보를 받을 수 있도록 하였다. 영향예보(폭염과 한파)와 생활기상지수(자외선) 정보 알림은 사용자가 지역과 등급을 선택하여 맞춤형 정보를 받을 수 있도록 하였다.

날씨 알리미는 기존의 구글 플레이 스토어, 애플 앱 스토어 등 앱 마켓을 통해 배포하고 있으며 2023년에 윈스토어를 추가하여 배포하고 있다. 2023년 한해동안 신규 다운로드 건수가 32만건으로 기록되었다. 앱 서비스 이후(2020. 1.~) 누적 다운로드 수는 127만건으로 나타났다.

또한 앱 마켓에 올라오는 이용 후기와 앱 제안 건의 등을 통해 접수된 내용을 확인하여 사용자와 지속적으로 소통하고 있으며 앱 개선과 관리를 하고 있다.

향후 앱 사용자의 만족도를 높이기 위해 운영 인프라를 최적화하여 앱 안정성을 더 높이고 단기예보를 일별 오전, 오후 예보를 제공할 계획이다. 위젯은 사용자가 관심있고 필요로 하는 요소들로 구성할 수 있고 시간에 따라 위치 기반의 정보를 제공하도록 개선할 예정이다.

또한 알림 수신 시간을 사용자가 설정하고 권한 허용도 알림과 기상정보 수신을 위해 필요한 것만 요구하고 나머지 권한 허용은 기능을 이용할 경우에만 요구하도록 변경을 추진 중이다.

앞으로도 날씨알리미 앱을 통해 위험기상정보를 신속하게 전달하여 국민의 생명과 재산을 보호할 뿐만 아니라 편리하고 안정적으로 기상정보를 확인할 수 있도록 기상 서비스를 제공하겠다.

3.4. 세계기상자료 교환체계 운영

3.4.1. 세계기상통신망(Global Telecommunication System: GTS)

세계기상통신망(Global Telecommunication System : GTS)은 1960년대부터 WMO 회원국 간의 세계기상자료 교환을 위하여 구축된 통신체계이다. 한국기상청은 GTS를 통하여 세계기상자료(지상, 해양, 고층, 위성, 지진, 화산, 분석자료 등)를 일 평균 약 34만 개의 파일로 수신하고 있으며, 국내 기상자료(지상, 고층, 해양, 위성 등)는 약 7,500개의 파일을 WMO 회원국이 사용할 수 있도록 송신하고 있다. 송수신자료는 국내외 수치예보 성능 향상을 위하여 지속적으로 공유를 확대하도록 추진하고 있다.

GTS 송수신 통신체계의 구성요소는 MTN(Main Telecommunication Network), RTH(Regional Telecommunication Hub), NMC(National Meteorological Center)로 구성되어 있다.

한국기상청은 GTS 통신체계에서 NMC에 해당되며, 인접국가로 있는 일본기상청(RTH TOKYO)과 중국기상청(RTH BEIJING)을 통하여 국외 기상자료를 수신하고 있다.

중국기상청과는 황사관측자료(PM10), 레이더 관측자료를 지역 교환하고 있으며, 일본 기상청과는 AMEDAS(일본기상청, 자동기상관측자료), AWS(한국기상청, 자동기상관측자료), 연직바람관측자료 등을 지역 교환하고 있다.

세계기상자료교환을 위한 통신망으로 유럽지역기상통신망(Regional Meteorological Data Communication Network : RMDCN)을 이용하고 있다. 기상청은 2009년 12월 RMDCN 이용 회원에 최초 가입하였으며, 2016년 2월1일부터 RMDCN(4Mbps의 속도)을 통해 서울↔동경, 서울↔북경간의 세계기상자료를 교환하는 체제로 개선하였다. 이후 세계 기상자료 교환량의 증가에 따라 지속적인 통신망 대역폭을 증설(20Mbps)하였다.

GTS (Global Telecommunication System)

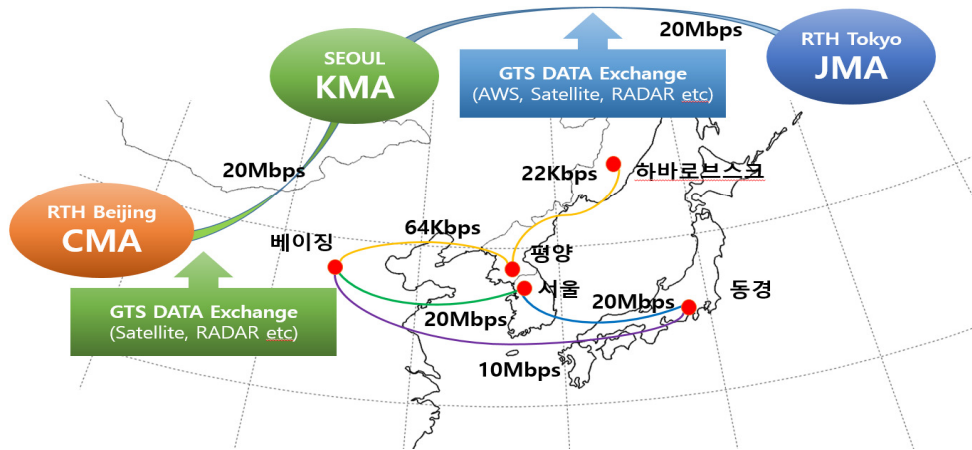


그림 3-43 RMDCN망 내 한국기상청의 GTS 자료 흐름도(KMA, JMA, CMA)

세계기상기구(World Meteorological Organization: WMO)는 GTS 체계 구축 이후 기상정보 수요 증가와 정보통신 기술 발달에 따라 세계기상자료 교환체계를 전환하기 위한 준비를 시작하였다. 이에, 우리 기상청도 전 세계 자료교환체계 유지 및 운영 강화를 위한 글로벌 서비스를 구축하고, 운영시스템 개발을 통해 WIS2.0로의 체계 전환을 선도하고 있다.

3.4.2. WMO 정보시스템 2.0 운영

세계기상기구(World Meteorological Organization: WMO)의 WIS2.0 전환 추진에 따른 2033년 GTS 중단에 대비하여 한국 기상청은 2023년부터 시범사업에 참여하여 글로벌 서비스와 차세대 기상정보교환 체계 구축을 시작하였다. 시범 사업에는 세계기상기구 193개 회원 중 28%인 54개 국가(기관)가 참여하며, 한국은 글로벌 서비스 4분야 중 글로벌 캐시(Global Cache: GC)와 글로벌 카탈로그(Global Discovery Catalogue: GDC) 구축을 담당하였다. 또한 차세대 기상자료 교환시스템(WIS2 Node)을 구축하여 지상과 고층 지점 자료를 위주로 시험 운영을 하였다.

글로벌 캐시는 클라우드 기반의 공공데이터 서비스로 한국을 포함한 5개 국가가 시범 사업에 참여하고 있다. 소프트웨어상 메시지 수신과 데이터 수집 및 저장, 메시지 재발송 체계를 개발하였고 이를 위해 기상자료 저장과 제공을 할 수 있는 스토리지를 20TB 확보 하였다. 글로벌 캐시 운영에 사용되는 네트워크 기반을 정비하여 대역폭을 각각 인터넷망 5Gbps, 연구망 10Gbps으로 확대하였다.

글로벌 카탈로그는 메타데이터 검색 서비스로 지역별, 단계별 메타데이터 검색과 구독 서비스를 제공하는데, 기상청은 시범사업을 통해 메타데이터 DB와 연계한 메타데이터 검색 웹 포털을 구축하였다.

특히 차세대 기상자료 교환시스템(WIS2 Node)은 전용 공개소프트웨어인 WIS2BOX를 분석 및 설치하여 지상과 고층 지점 위주로 시범운영을 하였는데, 지상 자료에 대한 시범 운영이 참여기관 중 가장 성공적이라는 평을 받았다.

이러한 시범사업 결과를 바탕으로 향후에는 글로벌 캐시와 글로벌 카탈로그 웹 포털 그리고 차세대 기상자료 교환시스템(WIS2 Node)을 준현업으로 운영하고자 한다. WIS2 Node를 통한 국내 기상자료 제공을 지상, 고층에서 항공, 부이, 선박 그리고 기후자료까지 확대하여 운영할 계획이며, 자료 수집과 제공 현황 등을 감시하기 위한 모니터링 시스템을 운영할 것이다.

한국 기상청은 2012년 6월에 WMO의 15개 GISC 중 하나로 승인을 받은 GISC서울을 2013년 3월부터 정규 운영 중이다. 또한, 기존 WIS 체계에서 GISC서울은 책임영역센터로 3개의 DCPC(DCPC WAMIS(농업), DCPC LC-LRFMME(장기예보), DCPC NMSC(위성))와 1개의 NC를 관리하고 있다. 기상청은 시범사업 운영 기술을 활용하여 GISC서울 산하 DCPC의 WIS2.0 체계 전환을 위한 기술 지원을 이어갈 예정이다.

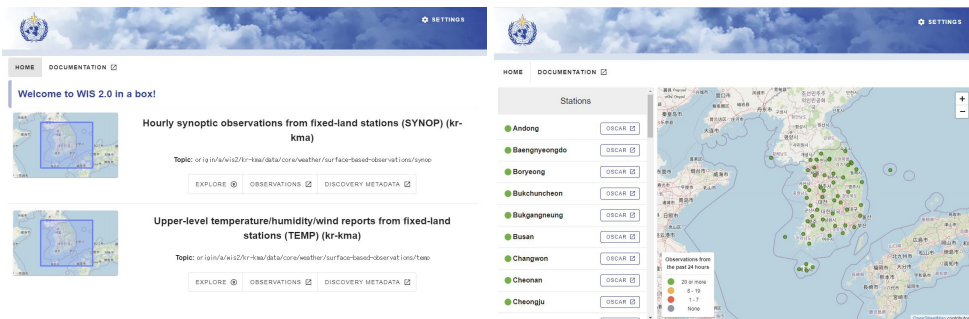


그림 3-44 KAM WIS2 Node(<https://wis2box.kma.go.kr>)와 KMA 모니터링 페이지(우)

04

기상슈퍼컴퓨터 운영

» 관측기반국 | 국가기상슈퍼컴퓨터센터 | 기상사무관 | 장민수

기상청은 2000년에 기상슈퍼컴퓨터 1호기(NEC, SX-5/28A) 도입을 시작으로 본격적인 수치예보 현업운영을 시작하여, 2005년 슈퍼컴퓨터 2호기(Cray X1E) 5km 격자 동네예보 서비스, 2010년 슈퍼컴퓨터 3호기(Cray XE6) 고해상도 통합모델(UM N512L70) 현업 운영, 2015년 슈퍼컴퓨터 4호기(Cray XC40) 통합모델(UM N1280L70) 해상도 향상, 국지 앙상블모델(LENS) 운영을 거쳐 2021년 6월 슈퍼컴퓨터 5호기(LENOVO SD650)을 도입 운영 중이며, 이전 4호기(이론성능 5.8PF) 대비 8배 이상(이론성능 51PF)의 개선된 성능으로 대국민 일기예보 서비스에 필요한 주요 일기도 생성시간을 크게 단축 시켰다. 또한, 우리나라 독자기술 기반의 한국형 수치예보모델 수행 및 개발지원, 국가 기후변화 대응지원 등과 영향예보 전환을 통한 기상재해 위험을 낮추는데 크게 활용되고 있다.

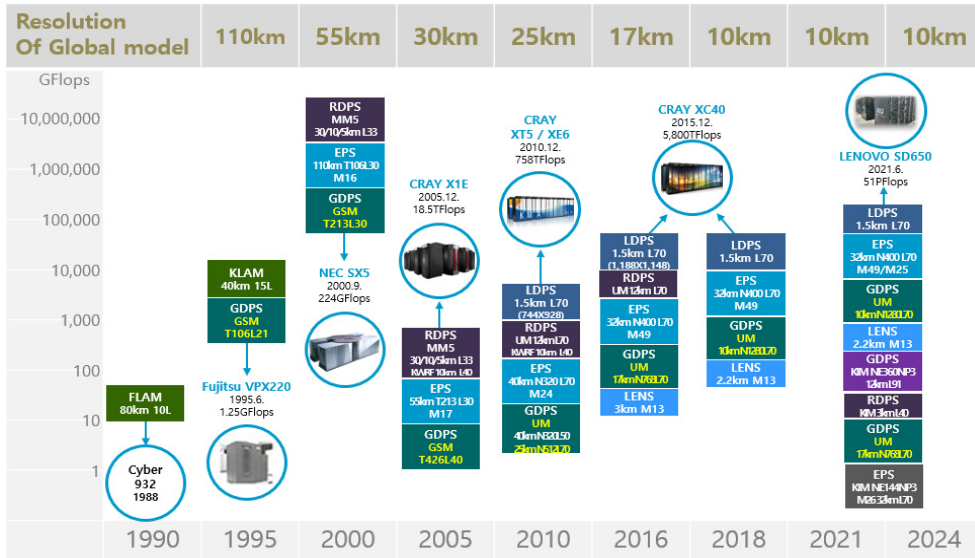


그림 3-45 기상청 슈퍼컴퓨터와 수치예보 역사

슈퍼컴퓨터 5호기는 현재 12km 수평해상도의 한국형전지구예보시스템(KIM-GDAPS) 등 12종의 현업 모델을 수행하며 약 51TB의 데이터와 약 21만장 이상의 수치일기도 생산 등 한국 지형과 기후에 최적화된 고해상도·고품질의 수치예보 자료를 생산하고 있다.

또한, 10km의 수평해상도의 전지구예보시스템(UM-GDAPS)을 활용하여 한반도영역 1.5km 고해상도 국지모델, 해상파고 예측을 위한 파랑예측모델, 폭풍해일예측모델, 황사예측모델 등 15종의 통합모델(Unified Model) 기반 수치예보 현업 모델을 수행하여 약 31TB의 데이터와 16만장 이상의 예상일기도를 생산하고 있다.

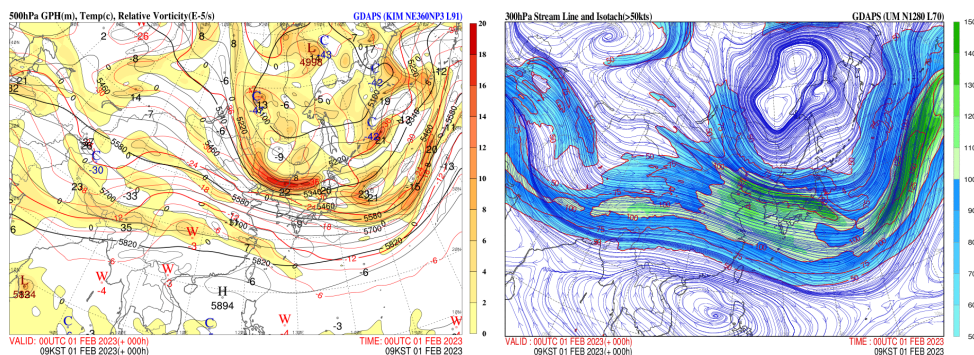


그림 3-46 슈퍼컴퓨터 5호기 기반 한국형수치예보모델(좌) 및 통합모델(우) 생산 자료

이렇게 생산된 수치예보 자료는 기상청의 예보관뿐만 아니라 유관기관과 기상사업자에게 실시간으로 제공되어 기상산업을 활성화하고 기상산업의 부가가치 창출에 활용되고 있다. 또한 아시아 및 아프리카 지역 35개 국가, 585개 도시에 대한 수치예보 자료를 지원함으로써 우리나라 국위 선양에도 기여하고 있다.

한편, 국가기상슈퍼컴퓨터센터는 초고성능컴퓨터법¹³⁾(약칭) 및 초고성능컴퓨팅 혁신 전략에 따라 국가 핵심 10개 분야¹⁴⁾의 초고성능컴퓨팅센터(전문센터)로 지정(과기정통부, 2022. 8.) 되어 기상·기후·환경분야에 대한 특화 인프라 구축 운영 및 초고성능컴퓨터 활용 확산, 공공서비스 제공을 위한 공동활용체계 지원 등의 업무를 수행하게 된다. 그간 지구환경시스템 및 대기과학 분야에 한해 초고성능컴퓨팅 활용 연구개발 및 전문인력 양성 지원 업무 등을 수행하였으나, 전문센터 지정을 통해 국가 초고성능컴퓨팅 분야 발전 및 활용 활성화를 위해 더 많은 역할과 기여를 할 수 있게 되었다.

2022년에는 슈퍼컴퓨터 5호기 두루시스템(이론성능 1.9PF)을 외부 사용자에게 개방하여, 2023년 12월 기준 산하기관과 유관기관, 학계 등 28개 기관 134여명에게 슈퍼컴퓨터 자원과

13) 국가초고성능컴퓨터 활용 및 육성에 관한 법률

14) 소재나노, 생명보건, 정보통신(CT), 기상기후환경, 자율주행, 우주, 핵융합가속기, 제조기반기술, 재난재해, 국방안보

기술지원 서비스를 제공하고 있다. 또한 5호기 도입 운영으로 임무 종료된 4호기 최종분은 2023년 8월 농촌진흥청 국립농업과학원으로 이관되어 농업생명분야 연구에 활용되고 있는 중이다.

이외에도 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)¹⁵⁾ 데이터 전송망을 구축하여 운영 중이다.

15) 한국과학기술정보연구원에서 제공하는 대용량 고속 자료 전송 통신 기술

» 관측기반국 | 정보보호팀 | 방송통신사무관 | 이봉주

기상청은 지속적으로 증가하는 사이버위협 속에서 기상·기후·지진정보의 안정적인 서비스를 제공하기 위하여 정보보안(개인정보보호) 정책·지도 및 감사업무와 사이버 보안 관제, 정보보호(개인정보보호)시스템 운영·관리업무 등을 수행하고 있다.

사이버 침해 대응 역량 강화

러시아-우크라이나 전쟁이 장기화되면서 사이버전쟁으로 확대되고, 국가·산업 보안을 위협하는 글로벌 해킹조직의 공격이 증가하는 가운데 국가사이버위기경보는 ‘주의’단계(2022. 3. 21.-)로 발령되었다. 이에 따라 기상청은 비상대응태세를 유지하며 사이버 침해 대응 역량 강화를 위해 대내외 사이버 공격 대응훈련을 실시하였다. 보안사고 방지와 발생 시 신속하게 피해확산을 차단할 수 있도록 △DDoS 대응 모의훈련(3월) △주요정보통신 기반시설 사이버공격 대응 훈련(4월) △전산망 침투 대응 훈련(6월) △사이버공격 대응 도상훈련(6월) △해킹메일 대응 훈련(4, 7월) △2023년도 공공분야 사이버공격 대응훈련(8~9월) 등 총 7회의 훈련을 시행하여 다양한 사이버 위기 상황에 대한 대응 체계를 점검 및 보완하였다.

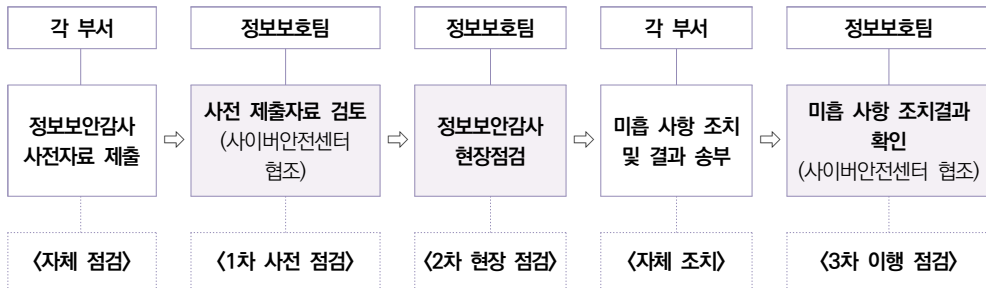
정보보호(개인정보보호) 감사체계 개선

또한, 정보보호(개인정보보호)수준 향상을 위해 감사 점검항목을 국정원 보안 관리실태 점검항목(3개 분야 119개 항목)과 연계한 체크리스트(Check list) 기반으로 현장 중심(전국 46개소)의 감사를 실시하는 등 감사의 절차·방법을 개선·강화하고, 그 결과는 부서 성과평가 등에 반영함으로써 감사업무의 효율성과 실효성 제고를 동시에 꾀하였다.

정보보안 현장 감사는 매년 전 기관(본부, 소속기관)으로 확대 실시하고, 체크리스트 기반으로 점검한 후 그 결과를 정량화하여 기관(부서)별 성과평가에 반영하였고, 직원들의 개선 노력이 기관 정보보안 수준(직원 보안 의식) 향상에 기여하는 선순환 체계를 마련하였다.

- (점검항목 연계 강화) 정보보안 관리실태 점검항목과 정보보안 감사 점검항목 간의 연계성 강화
- (현장 감사 확대) 본부·소속(산하)기관 모두 내실 있는 현장감사(46개소) 실시
- (성과평가 반영) 보안감사 결과를 부서 성과평가 항목에 반영하고 그 반영 비율을 상향 조정

표 3-22 3단계 정보보안 감사·이행 체계



특히, 관측장비 등 정보시스템에 대한 보안점검 강화를 위해 「기상청 정보화 용역사업 보안관리 세부기준」을 개정하고 이를 정보보안감사에서 확인하는 등 보안점검 체계를 강화하였다. 그 결과 일부 중국산 기상관측장비에 악성코드가 포함되어 납품된 사례가 발생하였지만, 평상시 보안 점검활동을 통해 피해 발생 전 악성코드를 발견하여 국정원에 보고하고 기상관측장비를 전수 점검 및 필요한 조치를 실시하였다. 이를 통해 기상관측장비에 대한 정보보안을 한층 더 강화하는 계기가 되었다.

정보보호(개인정보보호) 수준 향상

직원들이 다 함께 노력하고 참여한 결과 정보보호(개인정보보호) 수준이 향상되어 국정원 주관 ‘2023년도 공공분야 정보보안 관리실태 평가’는 전년 대비 6.82점 상승한 평가(보통등급)를 받았고, 국정원 주관 ‘2023년도 주요정보통신기반시설 보호대책 이행평가’도 우수(종합기상정보시스템, 국가기상슈퍼컴퓨터)와 양호(지진정보시스템) 등급을 획득하였다. SW개발보안 준수, 보안교육, 취약점 조치, 접근권한 관리수준 등을 평가하는 ‘2023년 디지털정부 대민서비스 정보보호 수준 평가’에서도 만점을 획득하였다.

기상청은 전 직원의 정보보안(개인정보보호) 역량 강화를 위한 활동에도 힘을 썼다. 업무에 따른 보안 교육과정을 필수로 이수하도록 하였고, 보안 교육 이수율을 기상청 국·소속기관 성과평가에 연계하여 보안 교육 이수를 독려했다. 또한 정보보안(개인정보보호) 퀴즈 이벤트를 진행하여 정보보안 지식을 자연스럽게 습득할 수 있도록 하였고, 기관 소식지

「하늘사랑」에 ‘프라이버시를 지켜라: 개인정보보호를 위한 4가지 방법’을 주제로 기고하여 전 직원 대상 정보보안(개인정보보호)에 대한 인식과 이해를 높이기 위하여 노력하였다.



그림 3-47 정보보안감사 및 찾아가는 정보보호 소통간담회 실시(국가태풍센터(좌), 국가기상슈퍼컴퓨터(중), 항공기상청(우))

또한 소속·산하기관과의 개인정보 보호 정책 공유 및 업무의 애로사항을 청취하고자 소속기관 15개, 산하기관 3개, 지역 소재 본청 부서 2개를 대상으로 ‘찾아가는 개인정보 보호 소통간담회’를 진행하여 다양한 의견을 청취하고 문제해결 및 제도 개선을 도모하였다. 그 결과 공공기관의 안전한 개인정보 처리, 개인정보 관리체계 및 침해예방, 대응활동을 진단하는 ‘2022년 공공기관 개인정보 관리수준 진단’(2023. 6. 발표)에서 최상위 등급(S등급)의 평가를 받을 수 있었다.

기상청(정보보호팀)은 앞으로도 사이버 침해 대응 체계 강화 및 정보보안(개인정보보호) 수준 함양을 통해 안정적인 기상·기후·지진서비스가 제공될 수 있도록 노력하겠다.

01

제3장 기후 및 기후변화

기후업무의 제도개선

- » 기후과학국
- 기후정책과
- 기상사무관
- 노경숙
- » 기후과학국
- 기후변화감시과
- 기상사무관
- 이한아

1.1. 기후변화 감시·예측업무 제도 강화

1.1.1. 「기후·기후변화 감시 및 예측 등에 관한 법률」제정

기후변화를 체계적으로 감시·분석하고 과학적으로 예측하여, 기후위기에 적극적으로 대응하기 위한 「기후·기후변화 감시 및 예측 등에 관한 법률」¹⁶⁾이 제정(2023. 10. 24 제정, 2024. 10. 25. 시행)되었다.

법률 제정을 통해 「탄소중립기본법」에서 부여받은 기후위기 감시예측 총괄기관인 기상청의 컨트롤타워 역할 이행을 비롯해, 범정부 합동 기본계획 수립, 기후·기후변화 감시예측정보 생산과 공동활용, 기후위기 대책 지원, 기후변화과학교육사 운영 등에 대한 법적 근거를 마련하게 되었다.

이로써, 기후·기후변화 감시를 통해 기후변화 대응의 현 수준과 효과를 확인·검증할 수 있으며, 기후·기후변화 예측을 통해 기후변화의 공간·시간·정량적 정보를 정책에 직접 활용하며, 기후변화 영향관계 조사·분석 등을 통해 국가, 지자체 등에 대한 정책 지원을 확대해 나갈 수 있을 것으로 기대된다.

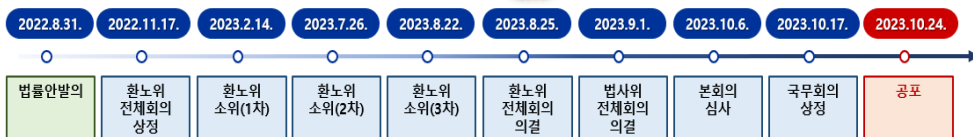


그림 3-48 「기후·기후변화 감시 및 예측 등에 관한 법률」 제정 추진 경과

16) 약칭: 「기후변화감시예측법」

1.1.2. 국가 기후변화 표준 시나리오 인증

기상청은 정부부처 및 지방·공공기관의 기후위기 적응대책, 기후변화영향평가 등 정책 수립 시 기후변화 영향 및 취약성 평가의 일관성을 유지하기 위하여 ‘국가 기후변화 표준 시나리오 인증제도’를 2015년부터 운영하고 있다.

국가 기후변화 표준 시나리오란 국제기구인 기후변화에 관한 정부 간 협의체¹⁷⁾기준에 근거하여 미래 기후변화 전망정보 생산방법에 대해 관계 중앙행정기관의 장과 협의하여 결정된 객관적인 인증기준을 만족하는 기후변화 시나리오를 말한다. 인증대상은 국가 정책 등의 활용을 위한 기후변화 시나리오를 생산하는 대학, 연구기관, 민간기업 등이다.

2023년에는 IPCC 제6차 평가보고서의 SSP 기후변화 시나리오를 적용한 지역 역학 시나리오(4종), 지역 통계 시나리오(3종) 총 7종을 인증하였으며, 2015년 첫 인증 이래 현재까지 총 40종(전지구 시나리오 8종, 지역 시나리오 32종)의 국가 기후변화 표준 시나리오를 인증하였고 「기후·기후변화 감시 및 예측 등에 관한 법률」 제정(2023. 10.)에 따라 2024년 10월부터는 국가 기후변화 표준 시나리오 인증제가 기후변화 시나리오 승인제로 운영될 예정이다.

17) 기후변화에 관한 정부 간 협의체(Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC)

» 기후과학국	기후예측과	기상사무관	임주연 임교순 최철운
» 기후과학국	기후예측과	기상사무관	
» 기후과학국	기후예측과	기상사무관	

2.1. 동아시아 계절몬순 전망 합동 생산

기상청은 동아시아 지역의 계절(여름, 겨울) 전망 생산과 몬순 예측을 위해 한국, 중국, 일본, 몽골 각국의 기후예측 기술을 공유하는 장기예보 전문가 합동회의를 공동으로 운영하고 있다. WMO¹⁸⁾ RA II 지역기후포럼(RCOF¹⁹⁾)인 기후감시·평가·예측 포럼(FOCRA II²⁰⁾)은 여름철 전망 생산을 위해 2005년부터 중국 북경기후센터(Beijing Climate Centre: BCC) 주관으로 매년 봄에 개최되고 있다. 올해는 중국 난닝시에서 5월 8~10일에 개최되었으며, 아시아 지역(13개 국가(영토)²¹⁾) 뿐만 아니라 러시아, 영국, 국제기구(WMO, ESCAP²²⁾, FAO²³⁾) 및 북유라시아기후센터(NEACC²⁴⁾) 등 전문가가 참석하여 여름철 장기전망에 대한 다양한 논의가 진행되었다.

겨울철 전망 생산을 위해 2013년부터 한국, 중국, 일본, 몽골이 참여하는 동아시아 계절 전망 포럼(EASCOF²⁵⁾)은 한국, 일본, 몽골 3개국이 매년 순환방식으로 회의를 개최한다. 올해 11회를 맞이한 EASCOF는 11월 6~8일에 일본 도쿄에서 개최되었다. 각국에서 참여한

18) 세계기상기구(World Meteorological Organization: WMO)

19) 지역기후포럼(Regional Climate Outlook Forum: RCOF)

20) 기후감시·평가·예측 포럼(Forum on Regional Climate Monitoring, Assessment and Prediction for Regional Association II (Asia))

21) 한국, 중국, 일본, 카자흐스탄, 말레이시아, 몽골, 파키스탄, 홍콩(중국), 마카오(중국), 인도, 싱가포르, 태국, 베트남

22) 아시아태평양양경제사회위원회(Economic and Social Commission for Asia and the Pacific, ESCAP)

23) 국제연합식량농업기구(Food and Agriculture Organization of the United Nations: FAO)

24) 북유라시아기후센터(North EurAsia Climate Centre: NEACC)

25) 동아시아 계절전망 포럼(East Asia Seasonal Climate Outlook Forum: EASCOF)

장기전망 현업예보관들은 2023년 동아시아 여름철 기후특성을 비롯하여 2023/2024년 겨울철 전망, 엘니뇨/라니냐 전망에 대해 발표하고, 합동으로 동아시아 겨울철 전망을 생산하였다.

앞으로도 여름철과 겨울철 장기전망 정확도 향상을 위해 국제네트워크와 협력체계를 활용한 지속적인 기술 교류를 이어나갈 계획이다.



그림 3-49 FOCRA II(좌) 및 EASCOF(우) 합동회의

2.2. 기후예측-분석 통합시스템 개선

‘기후예측-분석 통합시스템’은 기후감시, 관측자료 및 기후예측모델 결과 자료 분석 및 1·3개월, 계절·연 기후전망을 생산·제공하기 위한 기후예측 현업시스템이다. 기후예측 자료 분석 및 편의성 향상을 위해, 새로운 기후예측 기술 및 전망 가이드스 적용 등 매년 시스템을 개선하고 있다.

올해는 유럽중기예보센터(ECMWF)²⁶⁾의 코페르니쿠스²⁷⁾ 기후자료저장소(CDS)²⁸⁾에서 API²⁹⁾로 제공 중인 유럽연합(ECMWF), 일본기상청, 독일기상청의 기후예측모델 자료를 수집하여 전지구 고도·기온·강수 등 분포도를 추가하였다. 또한 현업 기후예측시스템(GloSea6)³⁰⁾의 앙상블 멤버 자료를 이용하여 남한 평균기온편차와 기후지수의 원격 상관

26) 유럽중기예보센터(European Centre for Medium-Range Weather Forecasts, ECMWF)

27) 코페르니쿠스(Copernicus): 위성, 현장관측을 활용하여 지구환경을 감시(monitoring)하기 위해 유럽연합에서 추진하는 중요 프로그램으로 6가지 테마를 가진 코페르니쿠스 서비스를 통해 현업 자료와 정보를 제공함

28) 기후자료저장소(Climate Data Store, CDS)

29) API(Application Programming Interface, API)

30) 현업 기후예측시스템(Global Seasonal forecasting System versoin 6, GloSea6)

관계 분석을 기반으로, DBSCAN³¹⁾ 방식의 군집화를 수행하고 군집별 예측공간 분포도(기온·고도 편차)를 생산하여 앙상블 멤버별 특성을 쉽게 파악할 수 있도록 하였다. 그리고 월간 이상기후 예측가이던스의 신평년 기반 발생 확률값, 분포도, 시계열 산출 과정을 개선하여 최신 경향을 반영하였다.

사용자 편의성을 위해 주별 예측장과 일별 분석 및 예측장 비교 그래프, 사용자 선택 임의기간에 대한 기온·강수 등 차이 분포도 등을 개발하였고, 기후예측모델의 경향 파악을 위해 이전·최근 예측장의 차이 분포도 등을 추가 개발하였다. 그리고 지방청·지청에서 발표하는 기후분석·전망 정보지 작성에 활용하도록 권역별 기온·강수 및 각종 현상일수(강수·폭염일수 등) 분포도를 제공하여, 정보지 작성의 편의성을 높였다.

앞으로도 기후예측 정확도 향상을 위해 사용자 의견을 수렴하여 최신 기후예측 연구 결과와 IT 기술을 적용한 다양한 기후분석 및 기후예측모델 자료를 지속적으로 개발할 계획이다.

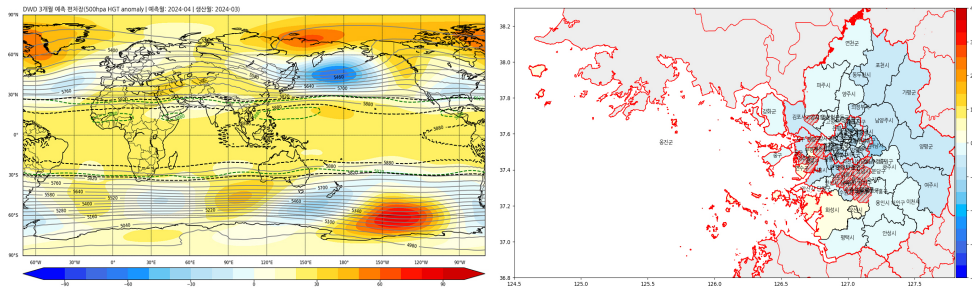


그림 3-50 국외 예측모델(DWD)(좌), 권역별 정보지 활용 콘텐츠(우)

2.3. 3개월전망 해설서 개선

3개월전망은 대기뿐만 아니라 해양, 지면 등의 기후시스템의 복잡한 상호작용까지 모두 고려하는데 한계가 있어 단기·중기예보보다 불확실성이 커지기 때문에 확률로 제공된다.

3개월전망을 생산하기 위해서 우리나라에 원격상관³²⁾으로 영향을 미치는 북극진동, 북극해빙, 엘니뇨·라니냐 등의 기후요소에 대한 현황과 앞으로의 추이를 분석한다. 그리고

31) DBSCAN(Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise, 개별 데이터의 거리 및 밀도 분석을 통해 비슷한 특성을 묶어주는 기법

32) 수천 km 이상 멀리 떨어진 곳에서 서로 관련성을 보이는 기후 편차

대기, 해양, 지면 등 기후시스템의 복잡한 상호작용을 반영한 기후예측모델을 활용하여 예측한 미래 날씨 결과를 함께 활용하고 있다.

이렇듯 3개월전망은 3개월 전에 날씨를 전망하는 것으로 단기·중기예보보다 불확실성이 크고, 확률로 제공하고 있어 일반국민이 활용하기에 어려운 점이 많아 보다 쉽게 이해하고 활용할 수 있는 “3개월전망 해설서”를 2021년 1월부터 제공해 왔다.

하지만 기후변화 등으로 이상기후가 자주 발생하고 사회·경제적으로 3개월전망에 대한 활용도와 관심이 점점 더 증가하고 있어, 보다 많은 일반국민이 좀 더 쉽게 직관적으로 이해할 수 있도록 “3개월전망 해설서”를 개선하여 4월부터 새롭게 제공하고 있다.

개선된 내용은 우리나라에 영향을 미치는 원격상관의 기후요소들을 그림 형태로 제공하여 한눈에 직관적으로 이해할 수 있도록 하였다. 분석 내용을 알기 쉬운 용어로 풀어 설명할 뿐만 아니라, 새로운 사용자를 위해 3개월전망을 확률로 제공하는 이유, 예측기간에 속해 있는 달에 발생한 이상기후 현상에 대한 통계자료도 추가하여 제공하고 있다.



그림 3-51 개선 전·후 3개월전망 해설서(좌), 계절별 모식도 예시(우)

앞으로도 기후예측의 사회적·경제적 활용을 고려한 서비스 요소 및 전달 체계 등을 발굴하여 기후예측정보가 국민들의 생활에 보탬이 되는 큰 가치를 자리매김할 수 있도록 노력할 것이다.

제1부
주요정책 및 이슈

제2부
기상기술 동향

제3부
분야별 기상정책

제4부
소속기관 추진업무

제5부
부록

2.4. WMO 장기예보 선도센터 자료개방

기상청은 세계기상기구(WMO)로부터 다중모델앙상블 예측 기술력을 인정받아 2009년 4월부터 WMO 장기예보 선도센터(LC-LRFMME³³), 이하 선도센터)를 운영하고 있다.

선도센터는 15개 참여기관³⁴)으로부터 수집한 기후 예측 자료를 이미지와 디지털 형식의 다중모델앙상블 예측 자료로 생산하여 매일 15일경에 누리집(www.wmolc.org)을 통해 제공³⁵)하고 있다. 현재 이 자료는 193개 세계기상기구 회원국에 제공되어, 개도국 및 기상 선진국의 기후예측 담당자와 정책 결정자에게 활용되고 있다.

15개 참여기관이 선도센터 자료 개방에 동의(2022. 9.)함으로써, 기상청은 7월 26일부터 선도센터의 기후예측 자료를 국내외 공공, 민간, 학계 등 모든 사용자에게 전면 개방하였다. 이를 위해 기상청은 기존 선도센터 누리집의 로그인 기능을 삭제하고, 사용자의 이해를 돕기 위한 내려받기 사용설명서를 영문과 한글판으로 제작·배포하여 자료 접근 편의성과 활용성을 증대하였다.

이번 자료 개방으로 선도센터에서 제공하는 전지구 다중모델앙상블 기후예측 자료는 기후 예측 분야 학술연구·기술 개발뿐만 아니라 이상기후에 민감한 곡물·에너지 선물거래, 마케팅 등 산업계에서도 활용될 것으로 기대된다.

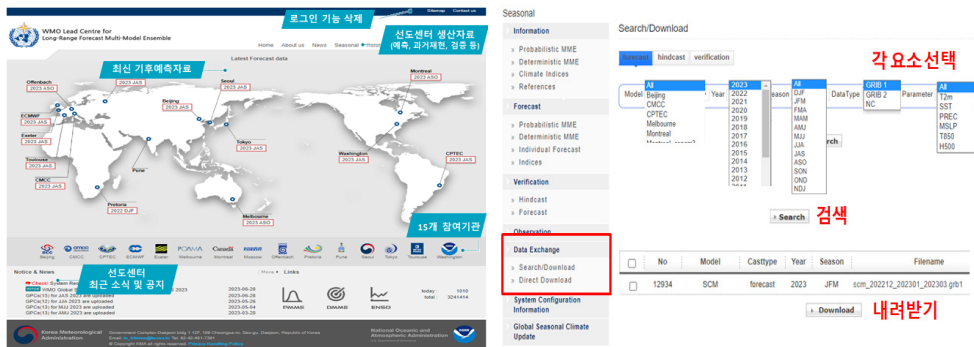


그림 3-52 자료개방을 위한 누리집 로그인 기능 삭제(좌), 자료 무료내려받기 화면(우)

33) 장기예보 선도센터(WMO LC-LRFMME: WMO Lead Centre for Long-Range Forecast Multi-Model Ensemble: LC-LRFMME)

34) 15개 기관: 한국, 미국, 영국, 독일, 프랑스, 일본, 중국, 캐나다, 호주, 이탈리아, 브라질, 러시아, 남아프리카공화국, 인도 기상청 및 유럽중기예보센터(ECMWF)

35) 제공 자료: 기온, 강수, 해수면 온도, 해면기압, 850hpa 온도·바람(동서), 500hPa지위고도, 해빙 등 총 9종에 대한 기후예측모델 검증 결과 등

» 기후과학국	해양기상과	기상사무관	장유정
» 기후과학국	해양기상과	행정사무관	신용대
» 기후과학국	해양기상과	기상사무관	손윤석

3.1. 해양위험기상 감시 및 정보 제공

기상청은 봄철(3~5월)에 서해와 남해 등 연안 지역에 강한 기압변동으로 발생하는 기상해일에 대한 피해를 예방하기 위해 기상해일 감시대응반을 운영하고 있으며, 기상해일 발생가능성 감시 및 사전분석 등을 날씨누리과 긴급방송 등을 통해 국민에게 제공하고, 해양 관계기관에 문자, FAX로 전달해 연안 재해를 예방하고 있다. 2010년 이후 매년 약 4회 정도 발생하였고, 올해에는 기압변동(3hPa/시간당)이 3회 감지되었다.

또한, 해수욕장과 해안가 이용객의 안전을 위해 해운대를 비롯하여 중문, 낙산, 대천, 경포, 강문, 안목, 신지명사십리 8개 해수욕장을 대상으로 발표하는 이안류 발생 예측정보를 기존에는 여름철(6월~8월)에 한정하여 3시간 간격으로 3일까지 제공하였으나, 최근 봄, 가을, 겨울철까지 서핑 등 레저 활동을 즐기는 인구가 증가함에 따라 해수욕장의 이안류 예측정보 제공 현실화에 대한 요구가 증대되었다. 이에 따라 6월부터는 이안류 예측정보 제공기간을 여름철 뿐만 아니라 연중으로 확대하고, 제공시간 간격도 1시간 간격으로 세분화하여 기상청 날씨누리, 해양기상정보포털을 통해 대국민 서비스하였다.

표 3-23 이안류 예측정보 제공 개선

구분	개선 전(~2022년)	개선 후(2023년~)
제공기간 확대	여름철(6~8월)	연중
제공시간 세분화	3시간 간격 3일	1시간 간격 3일
정보 제공 위치	해양기상정보포털 (https://marine.kma.go.kr/mmis/)	날씨누리(https://www.weather.go.kr) 해양기상정보포털(https://marine.kma.go.kr/mmis/)

그리고, 동해안에 주로 발생하는 너울성 파도에 의한 안전사고를 예방하기 위해 강원·경북·경남 해안가 19개 지점에 대해 너울 예측정보를 해양기상정보포털을 통해 지속적으로 정보를 제공하고 있다.

뿐만 아니라, 인공지능 기술에 기반한 폭풍해일 및 파랑 예측모델의 편차보정 정보를 한국형 수치모델에 적용하여 생산함으로써 해양위험기상에 대한 예보관의 분석력 향상을 도모하였다.

3.2. 해양기상서비스 개선

해상에는 정기 여객선 뿐만 아니라, 낚시배, 해군·경 함정, 임시 여객선 등 수많은 선박이 운항하고 있어 해상교통이 매우 복잡하다. 이러한 상황에서 바다안개, 풍랑 등이 발생 할 경우 해상사고의 위험이 매우 높아진다. 이에 해양기상정보포털³⁶⁾에서는 사용자가 임의로 선택한 경로의 해양기상정보를 제공하는 “임의항로” 맞춤형 서비스를 2월 23일부터 시작 하였다.

또한 연안·도서지역의 대교 등에서 바다안개로 인해 발생하는 대형 교통사고를 예방하기 위해 기존 광안·영종·인천·서해대교에 제공 중이던 “대교“ 바다안개 맞춤형 서비스를 6월 30일부터 새만금 방조제에 확대·제공하였다. 특히 전라북도와 협의를 통해 인근 새만금 동서도로, 새만금신항만의 CCTV 영상을 공동 활용하여 관측 공백을 해소하였다.

그리고, 11월 27일에는 증가하는 해상·해안 여행객의 안전과 관광 편의를 위한 “여행” 맞춤형 서비스를 신설하여, 국내 주요 섬 62개와 전망대 45개소에 대한 관측 실황, 동네 예보와 한국환경공단의 대기질 정보 등 다양한 정보를 제공하기 시작하였다.

한편, 10월 31일에는 사용자 편의성과 해양위험기상 감시 기능 등이 강화된 새로운 해양 기상정보포털의 정식 운영이 시작되었다.

36) 해양기상정보포털(<http://marine.kma.go.kr>)

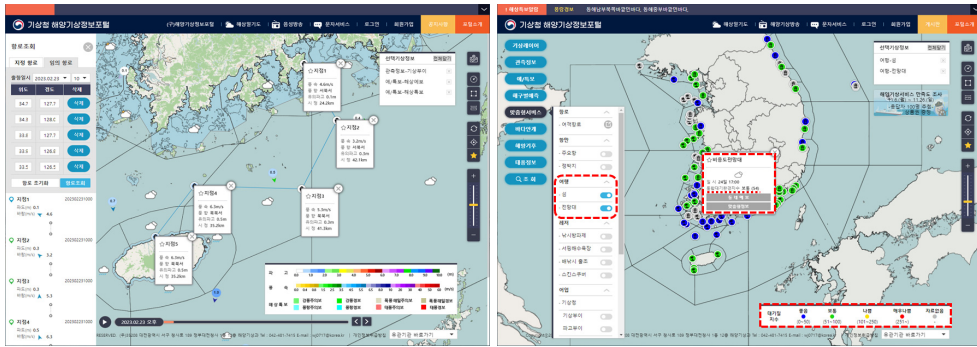


그림 3-53 임의항로 맞춤형 서비스(좌) 및 여행 맞춤형 서비스(우)

또한, 해양기상서비스의 개선 사항을 홍보하고, 현장에서 실사용자의 의견을 듣기 위해 2023년 해양기상서비스 순회 홍보를 실시하였으며, 2022년 12월 29일 정식 운영을 시작한 새로운 해양기상정보포털의 사용을 독려하고 해양기상 위성방송의 활용을 확대하기 위해 적극적으로 소통하였다.

4월 7일부터 5월 3일까지 진행된 이번 순회 홍보에는 민간 기관을 포함한 전국 35개 해양관계기관에서 129명이 참석하였고, 실제로 해양기상정보를 어떻게 활용하고 있는지, 어떤 정보가 추가·개선되길 바라는지 등의 다양한 목소리를 들을 수 있었다.

표 3-24 해양기상서비스 순회 홍보 대상

그룹	홍보기관(개소)	참여인원
지방해양경찰청, 해양경찰서, 교통관제센터	11	37
지방해양수산청, 항만공사, 국립해양조사원	6	10
지방자치단체	5	5
어선안전조업국	6	23
한국해양교통안전공단, 한국해운조합	6	16
인천·경기 유도선 사업자	1	38



그림 3-54 인천 유도선 사업자(좌), 속초어선안전조업본부(중), 제주지방해양경찰청(우)

제1부
주요정책 및 이슈

제2부
기술개발 동향

제3부
분야별 기상정책

제4부
소속기관 추진업무

제5부
부록

3.3. 해양기상 서비스 확대를 위한 협력

해양 자원의 활용 형태가 다양화됨과 동시에 복합재해가 증가하고, 극한 해양기후변화로 연안 지역의 재해 규모가 확대될 것으로 전망됨에 따라 선제적 대응 정책 마련을 위한 소통의 장을 마련하였다.

먼저, 연안재해 리스크 경감을 위한 해양 관계기관 간의 협력체계 구축을 위해 8월 31일 대전에서 “해양 관계기관 협력 워크숍”을 개최하여 해양경찰청, 국립수산과학원, 국립해양조사원, 수협중앙회와 함께한 자리에서 각 기관에서 추진하는 정책에 대해 공유하고, 해양 위험기상정보의 활용과 협력 방안에 대해 모색하였다.

또한, 이러한 정책을 뒷받침하는 기술 개발을 강화하기 위해 “해양기상기후 학연관 워크숍”을 11월 6일 서울에서 개최하였다. 군산대, 연세대, 포항공대, 한양대, 한국건설기술연구원, 한국해양과학기술원 등 해양기상·기후분야 전문가와의 교류를 통해 해양기상·기후 분야의 연구성과를 공유하고 미래 해양기후위기에 대응하기 위한 업무 발전 방향을 논의하였다.

기상청 내 해양기상 관련 부서 간의 협력체계를 구축하기 위해 해양기상·기후정보 사용자 워크숍을 12월 7일~8일 양일간 개최하였다. 지역별 해양위험기상 분석기술과 이를 활용한 방재기관의 의사결정 지원 성과를 공유하였으며, 물류·관광·에너지 등 해양산업의 활성화에 따른 해양기상·기후정보 서비스 고도화 방안에 대해 발전적인 논의를 진행하였다.

이러한 소통을 기반으로 해양 환경의 변화에 대응하는 해양기상 정책의 추진 방향을 설정하였으며, 다양한 관계기관 및 전문가들과의 협력이 강화되었다.

04

기후변화 감시 및 전망

» 기후과학국	기후정책과	기상사무관	김지원
» 기후과학국	기후변화감시과	기상사무관	이한아
» 기후과학국	기후변화감시과	기상사무관	박영주
» 국립기상과학원	기후연구부	기상연구관	김영아
» 국립기상과학원	기후연구부	기상연구관	김수민

제1부
주요정책 및 이슈

제2부
기상기술 동향

4.1. 기후변화 감시 서비스 확대 등

4.1.1. 한반도 기후변화 감시기반 확대

2023년도에 기상청 울릉도 기후변화감시소가 세계기상기구 지구대기감시프로그램(WMO³⁷)/GAW³⁸) 지역급 관측소³⁹)로 승인(2023. 9. 19.)받았다. 이는 동해의 대표적인 기후변화 감시 지점으로 한반도 동쪽 감시 관측자료의 가치와 품질을 전 세계로부터 인정받은 결과이다.

이로써 기상청은 포항('96), 안면도('98), 고산('13)에 이어 4번째 GAW 지역급 관측소를 운영하여 한반도를 둘러싼 위치에서 지구대기감시를 할 수 있게 되었다. 세계기상기구 지구대기감시프로그램(WMO/GAW)에 등록된 관측소 자료는 세계자료센터를 통해 전 세계적으로 활용될 뿐만 아니라, 2024년부터는 매년(10월) WMO에서 발표하는 전지구 온실가스(CO₂, CH₄, N₂O, SF₆) 평균자료에 울릉도 관측소에서 측정하는 온실가스 자료도 포함될 예정이다.

또한, 안면도 기후변화감시소에는 세계기상기구 관측 권고 항목 중 하나인 이산화탄소 탄소 안정동위원소 비율($\delta^{13}C_{CO_2}$)에 대한 연속관측을 시작하여 기존 7종에서 8종으로 온실가스 관측요소를 확대하였다.

제3부
분야별 기상정책

제4부
소속기관 추진업무

제5부
부록

37) WMO(World Meteorological Organization: 세계기상기구)

38) GAW(Global Atmospheric Watch: 지구대기감시)

39) 지역급관측소(Regional Station, 국지적 오염 영향이 거의 없고 지역 대표성이 있는 곳으로 기후변화 등을 관측·감시)



그림 3-55 세계기상기구(WMO) 지구대기감시(GAW) 관측소 승인기념행사(2023. 10. 20.) 및 감시소 전경

4.1.2. 기후변화감시 자료 제공 확대

기후변화감시소 4개소에서 총 6개 분야 37종의 요소를 관측하고 있으며, 관측된 자료는 품질관리를 거쳐 국가통계포털, 기상자료개방포털, 기후정보포털 및 지구대기감시보고서(매해 6월) 등을 통해 제공되어 국가 기후위기대응 관련 정책수립 및 기후변화 연구 등에 활용되고 있다.

특히, 국민들이 시의적절하게 자료를 활용하고 기후위기에 발빠르게 대응할 수 있도록 2021년부터 기후정보포털을 통해 온실가스 등 기후변화감시 관측자료를 실시간으로 제공하고 있으며 2023년에는 육불화황, 아산화질소, 일산화탄소 등 12종의 요소를 추가하여 총 20종의 자료를 실시간으로 제공하고 있다.

또한, 「통계법」에 근거하여 국가통계로 관리되는 국가승인통계자료로 2022년까지 안면도, 고산, 울릉도 감시소의 총 37개 관측자료가 제공되었으며, 2023년에는 포항 관측자료를 추가하여 총 49개의 관측자료가 제공되었다.

표 3-25 2023년 기후변화감시 자료 제공 현황 및 향후 계획

구분	2021년	2022년	2023년	2024년	2025년
제공 요소	이산화탄소	메탄, 이산화황, 자외선A, 자외선B, 지표오존, PM10 응결핵수농도	육불화황, 아산화질소, 일산화탄소, 질소산화물, 광흡수계수, 에어로졸 연직분포, 에어로졸광학깊이, 직달일사, 산란일사, 태양상향, 태양하향	미세입자크기별수농도, 크기별수농도, 지구상향, 지구하향, 순복사 성층권오존(오존전량)	염화불화탄소-11 염화불화탄소-12 염화불화탄소-113 이산화탄소 탄소 안정동위원소 비율
		1종	7종(누적 8종)	12종(누적 20종)	6종(누적 26종)

4.1.3. 지구대기감시 국제 협력

2023년 1월 스위스에서 개최된 온실가스 모니터링 심포지엄과 IG3IS 사용자 회의, 10월의 WMO 전지구 온실가스 감시(GGGW⁴⁰) 프로그램 회의에 참가하여 우리나라 기후변화 감시소 및 항공, 선박, 고층타워, 지상 원격관측으로 확장한 입체 감시망을 소개하고 온실가스 기원추적시스템 개발 현황 및 검증계획을 발표하여 기상청의 기술력을 홍보하였다.

2023년 11월에는 국내 19명과 인도네시아 등 8개국 35명이 참여한 제7차 육불화황 세계 표준센터 교육훈련과정을 온라인으로 개최하였다. 이 교육과정에서는 육불화황 세계표준센터의 활동 상황을 공유하고 WMO 관측 가이드라인, 관측장비의 원리, 교정 방법, 설치·운영 등에 관한 기술을 지원하였다.

4.2.

기후위기 대응을 위한 국가 기후변화 표준 시나리오 산출 및 제공

기후변화에 관한 정부 간 협의체(Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC)는 제6차 평가보고서에서 온실가스 감축 수준 및 기후변화 적응대책 수행 여부 등에 따라 미래 사회경제 구조가 어떻게 달라질 것인가를 고려한 최신의 국제기준인 공통 사회 경제경로(SSPs⁴¹)를 사용하였다. 기상청은 SSP 경로를 기반으로 2019년 전지구(해상도 135km) 시나리오를 시작으로 2020년 동아시아·한반도(해상도 25km), 2021년 남한상세(해상도 1km) 국가 기후변화 표준 시나리오를 생산하였다. 2023년에는 남한상세 시나리오 기반의 17개 광역시·도, 220여 개 시·군·구, 3,500여 개 읍·면·동의 행정구역별 미래 전망정보를 산출 완료하여 기후정보포털(www.climate.go.kr)을 통해 제공하였다. 사회발전과 온실가스감축 정도에 따른 4가지 대표 경로(SSP1-2.6, SSP2-4.5, SSP3-7.0, SSP5-8.5) 기반의 행정구역별 미래 기온, 강수량뿐만 아니라 상대습도, 풍속, 일사량을 포함한 기후요소 7종 및 폭염·열대야·호우 일수 등의 극한기후지수(27종)를 생산하고 이를 토대로 「지역 기후변화 전망보고서 개정판」 및 「17개 광역시·도별 기후변화 전망보고서」를 발간하였다.

40) GGGW(Global Greenhouse Gas Watch, 전지구 온실가스 감시)

41) SSPs: Shared Socioeconomic Pathways, IPCC에서 제6차 평가보고서를 위해 발표한 공통사회 경제경로

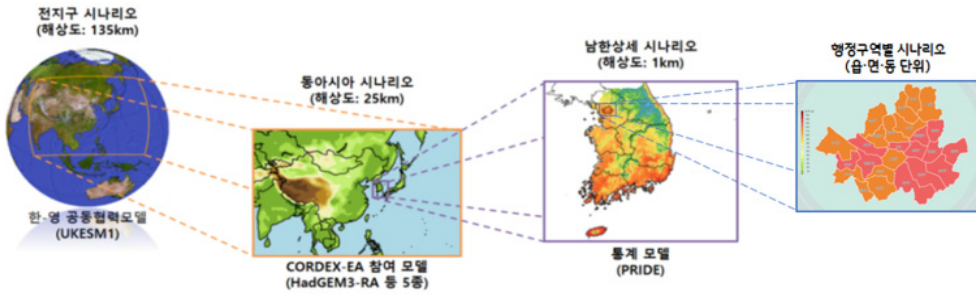


그림 3-56 국가 기후변화 표준 시나리오 생산 모식도

표 3-26 IPCC 제6차 평가보고서 기반의 새로운 기후변화 시나리오(SSP) 경로

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 중점을 두어 화석연료 사용이 높고 도시 위주의 무분별한 개발이 확대될 것으로 가정하는 경우

표 3-27 SSP 국가 기후변화 표준 시나리오 기반의 기후요소(7종) 및 극한기후지수(27종)

종류	의미
기후요소(7종)	평균기온, 최고기온, 최저기온, 강수량, 상대습도, 풍속, 일사량
극한 기후지수 (27종)	기온 (20종) 폭염일수, 열대야일수, 여름일수, 온난일, 온난일계속기간, 최대온난일계속기간, 온난야, 일최고기온 연최대, 일최고기온 연최소, 한파일수, 서리일수, 결빙일수, 한랭일, 한랭야, 한랭야계속기간, 최대한랭야계속기간, 일최저기온 연최대, 일최저기온 연최소, 식물성장가능기간, 일교차
	강수 (7종) 1일최다강수량, 5일최다강수량, 강수강도, 호우일수, 최대무강수지속기간, 95퍼센타일 강수일수, 99퍼센타일 강수일수

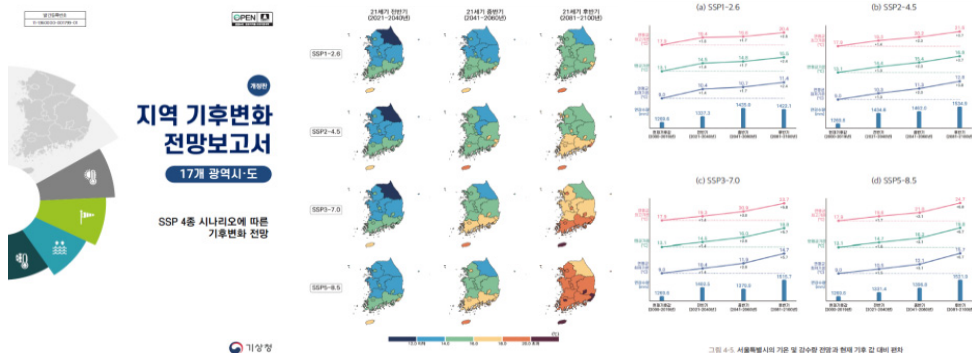


그림 3-57 SSP 행정구역별 국가 기후변화 표준 시나리오

기후위기에 대한 사회 이슈 대응을 위해 국민 관심사가 높은 고농도 지표오존, 도시화 효과, 여름철 열스트레스 미래전망과 관련된 기후변화 영향정보를 산출하여 홍보하였으며, 다양한 부문별 기후변화 취약성 및 영향 평가 지원을 위해 SSP 국가 기후변화 표준 시나리오 기반의 보건, 방재, 농업, 산림 부문 응용지수 총 18종 산출하여 기후정보포털을 통해 제공하였다. 또한 수요자 맞춤형 전망정보 제공을 위해 SSP 기반의 기상관측지점(ASOS), 유역별 및 북한지역의 미래 전망정보와 폭염, 집중호우 등 극한기후현상 발생빈도 및 강도(재현기간)을 활용한 기후위기 재난 영향정보를 산출하였다.

표 3-28 SSP 국가 기후변화 표준 시나리오 기반의 응용지수 목록

부문	응용지수 종류
보건(8종)	열지수, 불쾌지수, 열체감지수, 날씨스트레스지수(NET), 열사병발생위험지수, 체감온도(여름철), 체감온도(겨울철), 체감온도(연중)
방재(2종)	표준강수지수, 독립호우사상특성
농업(6종)	생육온도일수, 유효적산온도, 식물기간, 작물기간, 난방도일, 냉방도일
산림(2종)	최저기온지수, 건조지수

※ 농업, 산림 응용지수는 2022년에 SSP1-2.6/5-8.5 산출 후 2023년에 중간경로 2종 산출 완료

4.2.1. 국가 기후변화 표준 시나리오의 활용을 위한 소통 강화 및 지원

기상청은 2011년 2월에 행정안전부·환경부·해양수산부 등 부처 및 관련 전문가로 이루어진 기후변화 시나리오 사용자 협의체를 구성하여 시나리오 활용 확대를 위한 소통 및 협력에 주력하고 있다. 2023년에는 기후변화 시나리오를 생산하거나 활용하는 총 17개의 관계 부처 및 기관이 참석하였으며, 기후변화감시예측법 제정(2023. 10.)에 따른 국가 기후변화 표준 시나리오, 승인제도 운영 계획, 기후변화 상황지도 개발 현황 등을 공유하고 효율적인 미래 전망정보 지원 및 활용 방안에 대해 토의하였다.

또한 「기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장기본법」에 따라 실효성 있는 지자체의 지방 기후위기 적응대책 지원을 위해 ‘지방 기후위기 적응대책 수립 지원 지침’을 제정(3. 24.)하고, 총 10개 지자체*의 기후위기 적응대책(안)에 대한 적절성 등을 검토하였다. 더불어 환경부 주관 ‘기후위기 적응대책 역량 강화 교육 과정’에 참여하여, 기후위기 감시 및 예측 정보 제공과 서비스 활용 방법에 대해 교육하였다.

* 서울시 광진구, 서울시 동대문구, 인천시 계양구, 인천시 동구, 인천시 연수구, 경기도 오산시, 경기도 안성시, 전라북도 군산시, 충북 제천시, 충북 옥천군

4.2.2. 기후변화 상황지도 서비스

국가적으로 기후위기 대응 정책 수립이 법제화되고, 사회 가치 경영(ESG)* 공시 의무화가 예고되는 등 모든 분야에서 기후변화 예측정보, 즉 기후변화 시나리오를 활용해야 하는 시점이 되었다. 누구나 쉽게 미래의 기후변화 정보를 확인하고자 하는 사회적 요구가 높아지고 있다.

* 기업의 비재무적인 요소인 친환경(Environment), 사회적 기여(Social), 지배구조(governance)까지 고려하여 기업의 성과를 측정하는 지표

이에 기상청은 전문지식을 갖지 않아도 모든 국민이 기후변화를 쉽게 확인하고 정책 결정자뿐만 아니라 산업계 등 공공과 민간이 기후변화 정보를 편리하게 활용하고 쉽게 접근할 수 있는 플랫폼인 기후변화 상황지도 서비스를 개발하였다.

‘기후변화 상황지도(www.climate.go.kr/atlas)’는 과거부터 2100년까지의 미래 기후 변화 추세와 전망정보를 데이터가 아닌 지도 기반으로 누구나 한눈에 조회하고 쉽게 분석할 수 있는 서비스로 2023년 12월 말부터 시범서비스를 시작하였다.

기후변화 상황지도에서는 우리나라는 물론 전지구의 기후변화 과거 추세와 미래 전망에 대해 지도로 표출된 분포도를 직관적으로 확인하고 비교 분석할 수 있다. 우리 동네의 기후변화가 궁금한 사용자들을 위해 주소 및 행정구역(3,500여 개 읍면동)별로 바로 검색이 가능하고, 선택 지역에 대해 시계열, 도표가 포함된 상황판 형태(대시보드)로 분석 정보를 쉽게 얻을 수 있어, 기후위기 적응대책 수립 시 기후변화 현황 및 미래 전망 분석에 유용하게 활용 가능하다.



그림 3-58 행정구역별 기후변화 상황판(상), 남한상세 기후변화(하좌), 전지구 기후변화(하우)

4.3. 기후변화과학 이해확산

4.3.1. 기후변화과학 이해확산

기상청은 기후변화과학 분야의 대국민 이해확산을 위하여 지속적인 사업을 추진하고 있다. 2023년에는 기후변화의 심각성에 대한 인식이 증가함에 따라 국민의 보편적 기후변화과학 이해확산을 목표로 최대한 많은 국민에게 친화적인 이미지로 다가가는 것을 주요 핵심 주제로 선정하였다.

‘기후변화과학정보’를 온실가스 농도의 변화에 따라 발생하는 기후변화의 현황에 대한 감시, 기후변화가 일상생활에 미치는 영향, 그리고 단계별 온실가스 배출 시나리오에 따른 미래 기후변화 예측 분야로 정의하고, 의미를 반영한 BI(Brand Identity) 심볼(남오미자꽃) 및 네이밍(달콤기후*) 개발(2022년), 디자인 구축(2023년)을 통해 ‘달콤기후’라는 사업의 브랜드화를 이끌었다.

* 달콤기후(달달하고 매콤한 기후변화과학): 기후변화과학의 3요소(기후변화 감시(현황)·미래 전망(예측)·영향)의 적극적인 활용에 따라 기후변화로 인해 이익을 얻거나 손해를 볼 수도 있다는 의미



그림 3-59 브랜드 디자인(BI(Brand Identity_로고 및 네이밍 구성))

이와 함께 기후변화과학의 의미 확산을 위해 전 국민을 대상으로 개최하던 ‘기후변화과학 통합공모전’ 명칭을 ‘달콤기후 공모전’으로 변경하였다. ‘제4회 달콤기후 공모전’은 그림, 캘리그래피, 6행시, 3줄 스토리 등 4개 분야로 운영하고, ‘기후변화과학’과 ‘달콤기후’의 주제로 총 1,915점의 작품이 접수되었으며, 수상작 총 40점을 선정하였다. 공모전 수상작은 친환경 소재를 활용한 전시작품으로 제작하여 전국 9개소(부산시청역, 대전지하철 1호선 시청역, 국립광주과학관 등)에서 순회전시회를 개최하였고, 메타버스 플랫폼(제페토)을 활용한 온라인 전시회도 운영하였다.

기후변화과학과 문화예술 분야와의 협업으로 음악을 융합한 시민 참여형 콘서트 형식의 ‘달콤기후 버스킹’을 운영하였으며, 현장의 다양한 계층의 관객과 소통하며 기후변화에 대한 관심을 유도하였다. 또한, 기후변화 관측, 분석, 예측, 이해확산, 국제협력 등 기후변화과학 정보에 대한 전반적인 이해를 통해 관계부처, 기관 등 관련업무 수행시 의사결정을

지원하고 기후변화 교육, 기후변화과학 이해확산을 위해 기초입문서(탄소중립을 위한 기후변화과학의 이해)를 발간하였다.



그림 3-60 제4회 달콤기후 공모전 수상작 오프라인 전시회(좌), 기초입문서(중), 달콤기후 버스킹(우)

또 하나의 문화예술 분야와의 협업으로 문화의 달을 맞이하여 ‘기후변화, 달달하거나 매콤하거나’라는 주제로 기후변화과학과 예술을 접목한 친환경 소재의 설치미술 작품 등을 전시하였다. 또한, 유·아동 맞춤형 콘텐츠 개발을 위하여 유명 애니메이션인 ‘브레드 이발소’ 브랜드와 협업하여 기후변화 및 기후 위기에 대응하기 위한 행동 실천 과정 등의 내용을 담은 애니메이션과 OST를 제작하여 유튜브, 음원 유통 플랫폼 등을 통해 확산하였다.



그림 3-61 애니메이션 및 OST 제작 및 확산_브레드 이발소(좌·중), 문화예술프로그램_복서울꿈의숲(우)

탄소중립 사회 전환을 위한 시민의 참여 의식 제고를 위해 대전광역시와의 협업을 통해 ‘기후위기시계’를 대전 한밭수목원에 설치하였다. ‘기후위기시계’는 미국의 예술가 및 전 세계 과학자와 예술가, 기후 활동가들이 고안한 프로젝트로 지구의 평균기온 1.5°C 도달 시점까지의 남은 시간을 표출한 시계로, 기후위기시계 표출자료의 남은 시간(2024. 3. 21. 기준: 5년 123일) 종료 시점까지 운영될 예정이다.



그림 3-62 기후위기시계 제막식 및 기후위기 시계 전경_대전 한밭수목원

그밖에 기후위기 인식확산을 위해 서해에서 어획되는 어류의 변화와 멸종위기를 맞은 지리산 구상나무의 현황을 실사 영상과 인터뷰 내용을 담아 ‘전라북도의 기후변화’ 기후변화 위기보고서 영상을 제작하여 배포하였으며, 본청-지방(지)청과 협력하여 지역별 특화된 프로그램(수도권지방기상청-우리동네 열지도 그리기, 부산지방기상청-탄소중립 실천, 기적의 통장 등)을 운영하여 기후위기 심각성을 널리 알리는데 기여하였다.

4.3.2. 기후변화과학 교육

2021년 4월 13일, 교육부, 환경부, 농림축산식품부, 해양수산부, 산림청, 기상청이 학교 탄소중립 실현을 위한 관계부처 협약을 맺고 기후변화과학 학교 교육을 지원하고 있다. 기상청은 2022년부터 기후변화과학 강사 50명을 양성하여 기후변화과학 교육을 실시하고 있으며, 2023년에는 총 170개 학교 19,883명이 기후변화과학 교육을 받았다.

기후변화과학 교육 실시 후 그 효과성을 분석하기 위해 91개교 교사와 학생 1,852명을 대상으로 설문조사를 실시하였다. 기후변화과학 교육 강사 만족도와 지식, 인지도 향상도 등에 대해 설문조사를 실시한 결과 교육만족도는 교사 96.3점, 학생 95.2점으로 모두 95점이상의 높은 점수를 보였으며 교육유익성은 91.1점으로 나타났다. 또한 기후위기에 대한 지식과 인지도 향상은 92.8점으로 나타나 기후변화과학 교육의 효과성은 입증되었다.

2022년 미래 변화를 능동적으로 준비할 수 있도록 ‘2022 개정 교육과정’이 발표되면서 기상청도 기후변화 학교 교육 지원을 위해 고등 과학교과 융합선택과목 ‘기후변화와 환경 생태’를 개발하고 있다. 2023년 1차 개발완료되었으며 2024년 교육부 인정심사 후 고등학교에서 활용될 예정이다.



그림 3-63 기후변화과학 학교 교육

05

수문기상·가뭄정보 서비스

- » 기후과학국
- 수문기상팀
- 기상사무관
- 최우예
- » 기후과학국
- 수문기상팀
- 기상사무관
- 노해미

5.1. 물관리 지원을 위한 수문기상·가뭄정보 서비스 확대

기상청에서는 홍수·가뭄 등 수재해 대응 및 물관리 지원을 위해 위성·레이더·지상관측 자료 등 다양한 기상·기후 정보를 활용하여 물관리에 필요한 정보를 생산하고 있다. 일정 기간의 강수량, 땅속 물의 양을 알 수 있는 토양수분, 대기 중으로 돌아가는 물의 양을 알 수 있는 증발(산)량 등 수문과 관련된 기상 정보를 제공하고 있다.

또한 167개 시·군별 기상가뭄 발생 현황, 1·3개월 전망을 포함한 기상가뭄예보와 더불어 기상가뭄지수, 지역별 누적강수량·무강수 일수 등 다양한 가뭄 분석정보를 수재해 대응 및 물관리 지원에 활용하고 있다. 이 모든 수문기상과 가뭄 정보는 일반 국민과 물관리 기관 담당자에게 효율적으로 전달하기 위해 '수문기상 가뭄정보 시스템(hydro.kma.go.kr)'을 운영하고 있다.

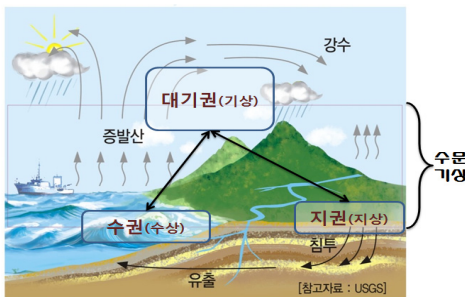


그림 3-64 물순환 과정



그림 3-65 수문기상 가뭄정보 시스템 홈페이지

2023년에는 홍수 분석 및 댐관리 의사결정 지원을 강화하기 위해 물관리 맞춤형 수문 기상 정보를 고도화하였다. 첫번째로 전지구 수치예보모델 기반 수문기상 정보 제공기간을 7일에서 10일로 확대하고, 한국형 지역모델 기반 수문기상 정보를 추가하였다. 두 번째로 댐별 저수율과 예측강수량을 활용한 확률 기반의 위험 수문기상 영향정보를 36시간에서 약 10일로 예측기간을 확대하고, 예측모델(한국형 지역모델)도 추가하였다. 마지막으로 기존에 유역별 평균 면적강수량 중심의 정보에서 확률 기반의 범주형 정보를 제공할 수 있도록, 수치예측시스템의 앙상블 예측자료를 활용한 유역별 확률기반 수문기상 정보 생산체계를 구축하였다.

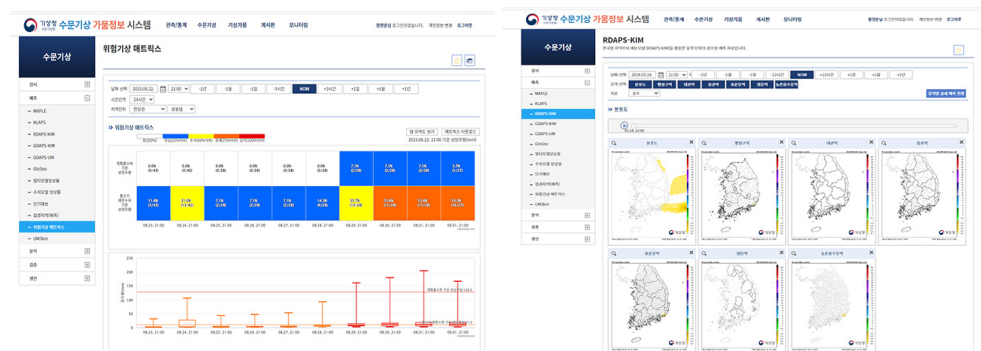


그림 3-66 물관리 맞춤형 정보(확률기반 위험 수문기상 영향정보(좌), 한국형 지역모델 기반 수문기상 정보(우))

선제적인 가뭄 대응을 강화하고 가뭄정보 활용성을 더욱 높이고자 기상가뭄 예측기간을 연장하고 국민 체감형 가뭄정보 생산 체계를 강화하였다. 현재 서비스 되고 있는 1·3개월 기상가뭄예보 외에 보다 앞선 기상가뭄 6개월 계절전망 시험 서비스 체계를 구축하여 8월, 11월에 각각 2023년 겨울철, 2024년 봄철 전망을 시험 생산하였다.

또한 기존에 6개월 표준강수지수에 대한 가뭄 발생 빈도 정보에 3개월, 9개월, 12개월 표준강수지수에 대한 가뭄발생빈도 정보도 추가 생산하여 체계적인 가뭄 분석을 강화하였다.

이 외에 폭염 등으로 인해 단시간에 급격하게 발생하는 가뭄에 대비하기 위해 증발수요 가뭄지수⁴²⁾를 활용하여 우리나라에 적합한 급성가뭄 단계 기준(안)을 마련하여 급성가뭄 감시 체계를 구축하였다.

42) 증발수요 가뭄지수(Evaporation Demand Drought Index: EDDI)

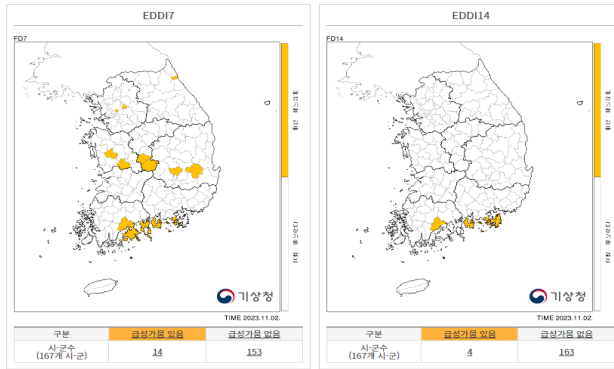
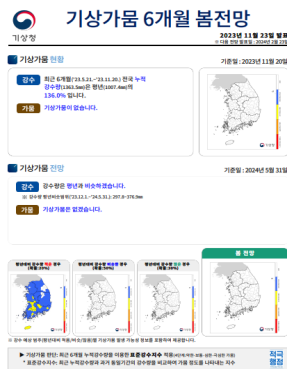


그림 3-67 기상가뭄 정보(기상가뭄 6개월 계절전망 예보문(좌), 급성가뭄 감시 정보 시험 생산(우))

2024년에는 홍수 피해 사전예방을 위해 단기에보 기반 저수지유역 면적강수량 정보 생산 체계를 구축하고, 기후예측모델 기반의 유역별 1~3개월 면적강수량 예측 정보를 신규 제공함으로써 수문기상 정보를 확대할 계획이다. 이외에 가뭄을 선제적·적극적으로 대응할 수 있도록 167개 시·군별 기상가뭄 현황과 6개월 후 전망 정보를 포함한 기상가뭄 6개월 계절전망을 일반국민 대상으로 정식 서비스할 계획이다.

5.2. 홍수·가뭄 대응 지원을 위한 관계기관 협업 내실화

기상청은 홍수·가뭄 재해에 선제적으로 대응하고 피해 최소화를 위해 행정안전부, 환경부, 한국수자원공사 등 관계기관과 유기적으로 소통하고 협업체계를 구축·운영하고 있다.

장마, 집중호우, 태풍 등 위험기상 예상 시, 기상-물관리 기관 간 기상브리핑 및 댐운영 정보를 공유하기 위해 기상청, 홍수통제소, 한국수자원공사, 한국수력원자력(주)이 참석하는 합동토의를 5회에 걸쳐 실시하였다. 또한, 한국수자원공사 기상팀 담당자가 기상청 예보 브리핑 현장(대전지방기상청 예보실)에 18회 참석하였으며, 기상청은 환경부(장·차관 등 주재) 주관 홍수점검회의를 22회 참여하였다. 이외에도 기상-물관리 기관 간 긴급연락망을 운영하여 실시간 위험 기상정보 및 홍수 상황을 공유하였고, 기후과학국장 주재 자체 점검 회의(6월 28일)를 개최하였으며, 지방(지)청에서도 지역별 홍수 대응을 위해 4대강 권역별 물관리 기관과 소통을 이어갔다.

한편, 2022~2023년 봄철까지 광주 전남 등 남부지방의 극심한 가뭄이 심화되면서 관계 부처 합동으로 '봄철 가뭄 총력 대응 방안 회의(3월 9일)' 등과 함께 행정안전부 재난관리

실장 주재로 격상(1~5월)된 가뭄 대책 TF(Task Force)를 매주 참여하여 신속하고 체계적으로 가뭄에 대응할 수 있도록 지원하였다.

또한, ‘2023년 가뭄 진단 및 향후 대책’과 ‘2021년 국가가뭄통계’를 관계부처 공동으로 마련하였으며, 이는 체계적인 가뭄 대응과 정책 지원에 이바지하였다.



그림 3-68 홍수기 합동 영상회의 모습(2023. 7. 12.)

그림 3-69 봄철 가뭄 총력 대응 방안 회의(2023. 3. 9.)

향후에도 기상-물관리 기관과의 협업체계를 강화하고 실효적인 물관리 맞춤형 수문기상 및 기상가뭄 서비스를 확대·개선하여 홍수·가뭄으로부터 국민 피해를 최소화할 수 있도록 노력할 계획이다.

6.1. 사용자 수요를 반영한 APCC 기후예측시스템 및 기후정보 개선

APEC기후센터(이하 APCC)⁴³⁾는 회원국 간의 기후네트워크를 구축하여 최적의 기후예측 정보를 생산·공유하고 있으며, 이와 함께 아시아·태평양(아·태) 지역 회원국들과 함께 이상기후 공동대처 방안을 꾸준히 모색해 나가고 있다.

특히, APCC는 정보 사용자 및 회원국 실무단과 모델제공기관으로부터 기후예측정보에 관한 요청 사항을 접수해 지속적으로 기후예측시스템을 개선·개발하였다.



그림 3-70 제5차 APCC MME 모델제공기관 회의(2023. 8. 29.~31., APCC)(좌), 2023년도 APCC 회원국 실무단 회의(2023. 10. 17., 대만기상청)(우)

2023년에는 APCC 홈페이지를 개선하여 다중모델앙상블⁴⁴⁾ 및 개별모델 기후예측 결과와 기후현황, 기후지수에 대한 동적 웹 콘텐츠로 2024년부터 제공할 계획이다. 또한, 한반도에 미치는 여름철 계절내 진동⁴⁵⁾의 영향을 보다 명확하게 나타내기 위해 영향장 계산 영역을

43) APCC(Asia-Pacific Economic Cooperation Climate Center, APEC 기후센터)

44) 다중모델앙상블(Multi-Model Ensemble: MME)

10S~40N, 40E~160E에서 10S~50N, 40E~160E로 위도를 북쪽으로 10도 확장하였고, 예측 기간을 기존 3주에서 4주 이상으로 확대하였다. 2023년 10월부터는 동남아시아 산불 예측정보를 기존 인도네시아 보르네오섬에서 말레이시아로 확대하여 해당 콘텐츠와 정보를 APCC 영문 홈페이지를 통해 제공하고 있다.

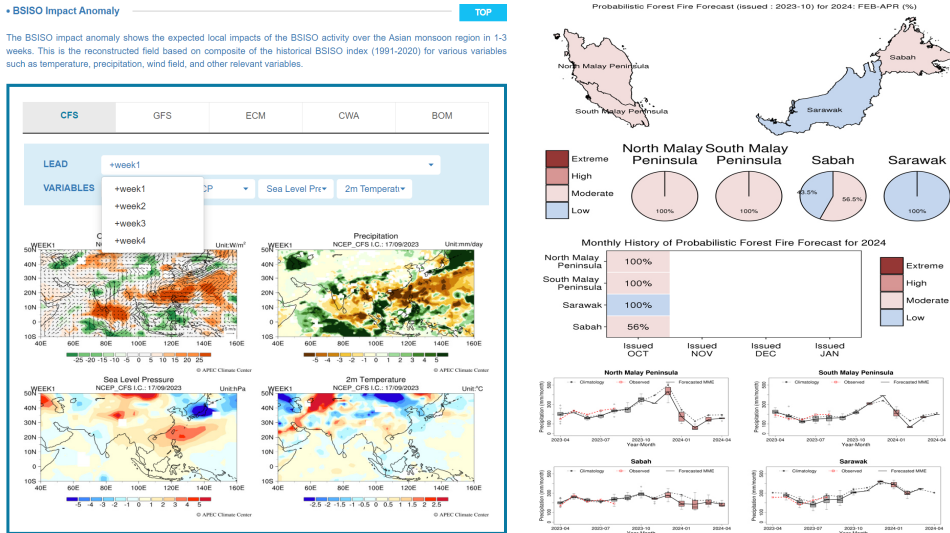


그림 3-71 APCC BSISO 영향장 영역 및 예측기간 확장 결과(좌), 말레이시아 지역 산불예측 결과(우)

6.2. 기상청 기후예측모델 테스트베드의 구축과 활용

APCC는 예측 기술의 현업 전환(R2O)⁴⁵⁾을 위한 징검다리인 테스트베드의 역할을 수행하여 기술개발 주체와 현업기관과의 가교역할을 함으로써 “원천 기술 개발 → 현업화 평가 → 현업 적용을 통한 예측성 향상”의 선순환을 가속해 기후모델 연구성과의 실용화를 촉진하는 국내 협력 허브 역할을 하고 있다.

테스트베드에서의 현업화 평가는 현업 환경과 같은 조건에서 수행하며, 현업에서 안정적으로 운영될 수 있는지에 대한 기술적 부분도 확인한다.

2023년에 적용 평가한 기술은 “약결합 초기화 기술”과 “해빙물리과정에 의한 계절내 규모 기후예측기술”이다.

45) 여름철 계절내 진동(Boreal Summer Intraseasonal Oscillation: BSISO)

46) 예측 기술의 현업 전환(Research To Operation: R2O)

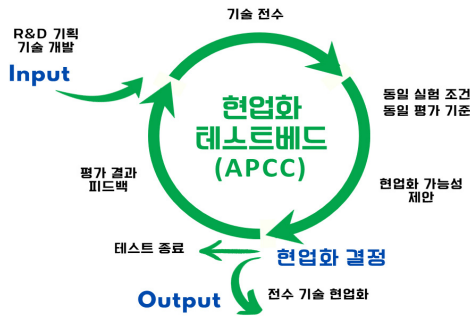


그림 3-72 기후예측모델 테스트베드의 개념

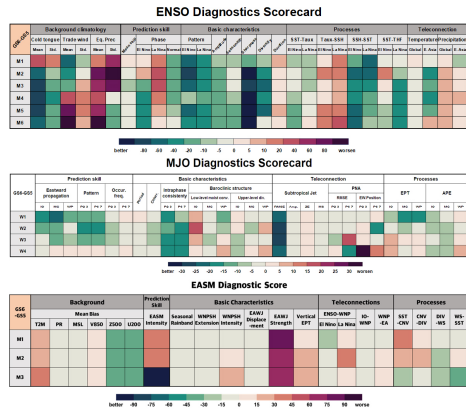


그림 3-73 ENSO, MJO, EASM 진단 스코어카드

6.3. 기후예측모델 통합 평가 시스템(CrEMA) 개발 및 활용

다양한 연구자에 의해 개발된 기술의 성능을 객관적으로 판단하기 위한 표준 검증체계가 필요하며, 기술의 현업화는 일관된 검증 기준에 따라 결정되어야 한다. 이에 따라 APCC는 기후예측모델 평가·관리 시스템(CrEMA)⁴⁷⁾을 구축하였으며, 이는 앙상블 예측자료 전처리, 통계분석 기반의 기후변수 성능평가, 다양한 기후변동성 진단평가, 평가정보 표출까지 평가 활동 전체를 아우르는 통합평가시스템이다. CrEMA의 성능평가 프레임은 단정예보와 확률예보에 대한 성능을 정량적으로 제시하는 것이며, 진단평가 프레임은 주요 기후변동성의 재현 성능을 진단하는 것이다. 2023년에는 열대 주요 기후모드에 대한 진단 체계가 개발되었다. APCC는 CrEMA를 통해 기상청 기후예측시스템의 통합적 평가정보를 생산하여 현재의 예측 수준을 제시하고, 모델 개발에 따른 개선정보를 제공하여 연구개발 성과 활용도를 향상시키고자 한다.

47) 기후예측모델 평가·관리 시스템(Climate forecast model Evaluation & Management system by APCC: CrEMA)

기상청 데이터 관리 및 서비스

- | | | | |
|------------|-----------|-------|--|
| » 기상서비스진흥국 | 국가기후데이터센터 | 기상사무관 | 이재성
이은주
활동익 |
| » 기상서비스진흥국 | 국가기후데이터센터 | 기상사무관 | |
| » 기상서비스진흥국 | 국가기후데이터센터 | 기상사무관 | |

1.1. 기상청 데이터 관리

1.1.1. 기상청 데이터 정책

기상기후데이터는 과거 100년 전의 기상관측자료부터 위성·레이더 영상자료 및 기후변화 시나리오와 같은 향후 100년까지의 미래를 예측하는 자료까지 방대한만큼 국민 일상 속의 날씨부터 위험기상 및 기후위기 대응을 위한 의사결정 지원까지 다분야에 활용되고 있다.

이렇듯 활용도가 높은 기상기후데이터의 체계적인 관리·운영을 위해 국가기후데이터 센터는 「기상청 데이터 품질관리 규정」을 통·폐합하여 「기상청 데이터 관리 및 제공 규정」을 개정(2023. 9. 18., 기상청훈령 제1090호)하였다. 기상청 데이터 책임관 및 총괄 부서, 생산·관리부서의 역할 재정립 등을 통해 관리체계를 명확화하였으며, 데이터 표준 관리 대상 확대 등 기상청 데이터 전주기 관점의 업무 구체화를 통해 효율성을 도모하였다.

1.1.2. 기상청 데이터 품질관리

기상청은 「기상관측표준화법」에 따라 기상관측표준화기관(기상청 및 27개 공공기관)에서 생산한 기상관측데이터를 수집하고, 준실시간 및 비실시간 품질검사를 수행하여 사용자에게 제공하고 있다. 기상관측데이터에 대한 다양한 분야에서의 활용 수요가 점차 증가하고, 수천 개의 관측 시설에서 많은 양의 데이터가 생산되고 있어 기상관측데이터를 효율적으로 관리하고, 신뢰성 있는 데이터를 제공하기 위해 국가기후데이터센터는 지속적인 노력을

기울이고 있다.

지상·해양·고층 기상관측데이터에 대해 품질검사 알고리즘을 적용하여 단시간 내 많은 양의 데이터의 오류 유무를 판별하고 있으나, 정밀한 데이터 정제에 있어 자동품질검사(AQC)의 한계로 인해 관측자, 품질관리자 등에 의한 수동품질검사(MQC)도 함께 수행하고 있다. 이러한 자동품질검사(AQC)의 한계를 극복하고 수동품질검사(MQC)의 수행 빈도를 줄여 업무 효율성을 증가시키기 위해 국가기후데이터센터에서는 품질검사 기술·기법 개발을 추진하고 있다.

그 일환으로 도로 기상관측데이터에 대한 품질검사 알고리즘을 신규 개발하여 도로 위험기상 대응 지원을 위한 기반을 마련하였다. 그뿐만 아니라 해양 기상관측데이터 적용 중인 품질검사 알고리즘 및 기준값 분석을 통해 해양 기상관측데이터의 특성에 맞는 기준값을 개선하고, 위험 기상에 따라 탄력적으로 적용할 수 있는 알고리즘을 개발하였다.

또한, 기상청 생산 데이터의 표준화 이행사항을 정기적으로 점검하여 고품질 데이터를 확보하고 부서별로 분산 운영되고 있는 시스템 간 상호연계성을 강화하는 데 기여하고 있다. 이러한 데이터 표준화를 위한 노력의 결과로, 행정안전부에서 시행하는 「2023년 공공데이터 품질관리 수준평가」의 대상 데이터베이스(DB)를 11개에서 16개로 확대하였고, 97.49점의 높은 점수를 획득하였다.

1.1.3. 기후통계분석

국가기후데이터센터는 기상요소 관측값(또는 통계값)에 대하여 합계, 누적값, 극값 등의 기후통계를 산출하고 관리하고 있으며, 기상청 국가승인통계 관련 업무를 총괄하고 있다. 국가승인통계의 취득은 해당 통계에 대한 국가적인 ‘표준’을 인정받아 기준을 선점하는 것에 의미가 있으며, 기상청에서 관측한 자료의 통계를 국민들에게 제공함으로써 기상현상 및 기후변화에 대한 자료 이해를 높이고 관련 산업을 지원하고 있다. 현재 기상청 국가승인 통계는 기상관측통계, 지진·지진해일 발생통계, 기후변화감시통계 총 3종류가 있으며, 2023년에는 고품질 기후변화감시자료 확대 개방을 위한 기후변화감시통계 자료의 추가 승인을 추진하였다. 또한, 통계청에서 평가하는 자체통계품질진단에서 최근 3년(2021~2023년) 연속 3개 통계 모두 우수등급을 받았다.

1.2. 기상기후데이터 서비스 및 이용 활성화

1.2.1. 기상기후데이터의 제공

2015년 8월에 개설된 기상자료개방포털은 기상기후데이터의 대국민 서비스 제공 창구로 2023년에는 총 138종의 데이터를 제공하고 있다.

기상자료개방포털의 2023년 누적 회원 수는 136,959명으로 전년(103,363명) 대비 32.5% 증가하였다. 또한 2023년도 기상기후데이터 이용 건수는 총 31,509,553건으로 전년(31,905,640건)과 유사한 수치를 기록하였으며, 이 중 동네예보 26,478,063건, 지상관측(종관, 방재) 2,377,391건, 공공기관 관측자료 1,262,867건 등이 주로 활용되었다. 분야별 이용현황을 살펴보면, 토목·건축(44.8%), 학술·연구(41.7%), 교육·행정(3.2%) 등의 순으로, 기상기후데이터가 건설 및 연구분야에서 많이 활용되고 있는 것으로 나타났다.

또한 공공기관 데이터의 통합 제공 창구인 공공데이터포털을 통해 제공되는 기상청의 오픈API⁴⁸⁾ 활용 건수는 2023년 47억여 건이며, 단기예보 조회서비스(34억여 건), 수치예보모델(경량화) 조회서비스(5억여 건), 기상특보 조회서비스(1억 7천만여 건) 등이 주로 활용되었다.

그 외에도 여러 경로를 통해 데이터를 제공하고 있으며, 대용량 데이터 및 통계 제공 등 문서 요청 89건, 공공데이터포털을 통한 제공신청 230건 등 직접 제공도 531건에 이르렀다. 이렇듯 기상청의 지속적인 기상기후 공공데이터 개방 및 이용 활성화 업무 추진으로 행정안전부에서 매년 실시하는 「공공데이터 제공 운영실태 평가」에서 2018년부터 2023년까지 6년 연속 우수기관에 선정되었다.

표 3-29 2023년 기상기후데이터 제공 실적

(단위: 건)

공공데이터포털		기상자료개방포털	청내외 자료 제공 (국회, 언론 등)
(API 호출)	(직접 제공)	(다운로드)	
4,722,692,897	230	31,509,553	280

48) 오픈API(Open Application Programmer Interface): 불특정 다수의 사용자가 응용프로그램을 쉽고 용이하게 개발·활용할 수 있도록 외부에 개방된 API

* API(Application Programmer Interface): 공개 데이터 플랫폼을 활용하여 외부 응용 프로그램에서 사용할 수 있도록, 운영 체제나 프로그래밍 언어가 제공하는 기능을 제어할 수 있게 만든 프로그램

표 3-30 2023년 기상자료개방포털 자료 종류별 이용실적

(단위: 건)

일반										
방재기상	유관기관	중관기상	해양부이	파고부이	황사	등표관측	폭염	가뭄	온실가스	기타
1,647,477	1,250,678	720,701	23,949	14,845	9,027	7,259	7,023	6,165	6,141	65,998
대응량				기후통계분석						
동네예보	수치모델	레이더	위성	기온분석	조건별 통계	강수량 분석	우리나라 기후평년값	폭염일수	강수일수	기타
26,478,063	496,769	67,282	679	263,367	155,914	101,231	37,792	31,414	17,693	100,086

표 3-31 2023년 기상자료개방포털 분야별 자료 이용 실적비율

(단위: %)

토목·건축	학술·연구	교육·행정	환경·정화	서비스·영업	농업	임업	제조업	전기·통신	보건·의료	축산업	운송업	어업	스포츠·레저	법률·보험	인쇄·출판	광업	계
44.8	41.7	3.2	2.6	1.7	1.6	1.6	0.8	0.7	0.4	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	100

1.2.2. 기상현상 증명 민원서비스

기상청은 기상관측자료를 바탕으로 ‘기상현상증명’ 민원서비스를 제공하고 있다. 기상현상증명서는 주로 공사연기신청이나 보험사 제출에 사용되며, 이 이외에도 농·어업, 운송업, 스포츠 등 다양한 분야에서 활용되고 있다.

2023년 민원 처리 건수는 총 69,225건이었으며, 상반기 24,934건, 하반기 44,291건으로 하반기의 민원 처리 건수가 상반기의 약 2배 가까이 달했다. 이는 장마철 기간 충청 및 남부지방의 많은 강수량, 9월 일 강수량 극값 갱신 등 기상 이슈 증가로 처리 건수가 증가한 것으로 판단된다. 민원 신청 경로는 민원인의 99.6%가 전자민원을 이용하였으며, 방문하거나 전화로 신청한 민원은 0.4% 수준이다. 기상현상증명의 전자민원 이용 건수는 68,952건으로 전년(56,498건) 대비 22.0% 증가하였다. 일반민원의 이용 건수는 273건으로 전년(229건) 대비 19.2% 증가하였다.

분야별 이용현황을 살펴보면 1위 토목·건축(41.9%), 2위 법률·보험(31.3%), 3위 임업(6.6%) 순이었다. 토목·건축 분야는 전년에 이어 1순위를 차지하였으며, 이용 비율은 소폭 증가(40.1%→41.9%)하였다. 전년 대비 법률·보험 분야는 이용 비율이 증가(31.1%→31.3%)하였으며, 교육·행정(5.2%→4.8%), 환경·정화(4.6%→3.4%) 분야의 이용 비율은 소폭 감소하였다.

1.2.3. 기상콜센터 운영

기상청은 날이 높아지는 기상서비스 요구에 부응하고, 국민안전을 위한 위험기상대응 및 노인, 외국인 등 디지털 취약계층을 위한 날씨 전화상담 서비스를 위해 2008년 7월부터 예보 현업부서의 기상상담업무를 분리한 기상콜센터 서비스를 개시하였다. 그동안 민간위탁 운영, 한국기상산업진흥원 직접·위탁운영 등의 운영방식을 거쳐 2021년 1월부터는 기상청에서 직접 운영하고 있다.

현재 정부과천청사에 위치한 기상콜센터 운영인력은 총 49명(상담사 42명, 전문상담사 4명, 관리직 3명)으로 1년 365일 24시간 실시간 고품질의 날씨정보를 신속·정확하게 제공하고자 노력하고 있다. 콜센터 연결방식은 131ARS 0번(외국어 9번) 및 기상청 대표·민원 전화를 통해 연결되며 상담사가 고객의 전화를 직접 받아 상담 안내하는 방식이다. 이외 장기 대기고객 및 예보변경에 대한 콜백, 외국어 상담(영어, 중국어), 대화형 문자상담 등 부가서비스를 제공하고 있다.

2023년도에 상담건수는 총 785,607건으로 전년에 비해 약 2.4% 증가하였고 서비스 향상을 위해 매년 실시하고 있는 고객만족도 조사 결과는 93.4점으로 전년에 비해 1.2점 상승하였으며, 고객 응대율은 96.5%로 나타났다. 또한, 한국능률협회컨설팅에서 매년 실시하는 ‘한국산업 서비스품질지수(KSQI⁴⁹)’ 조사에서 2023년 중앙정부 ‘우수 콜센터’로 3년 연속 선정되며 상담 서비스 품질이 우수한 것으로 평가받았다.

표 3-32 기상콜센터 운영방식(연혁)

구 분	2008년~2010년	2011년~2016년	2017년	2018년 ~2020년	2021년~현재
운영방법	기상청 위탁운영	한국기상산업 진흥원 직접운영	한국기상산업 기술원 위탁운영	기상청 위탁운영	기상청 직접운영
상담원 소속기관	위탁업체	한국기상산업 진흥원	위탁업체	위탁업체	기상청

표 3-33 2021년~2023년 기상콜센터 상담 운영 현황

(단위: 건)

구 분	인입호	응답호	일평균 응답호	응답률	고객 만족도
2023년	813,967	785,607	2,152	96.5%	93.4점
2022년	795,209	766,600	2,100	96.4%	92.2점
2021년	932,398	905,773	2,482	97.1%	93.7점

49) KSQI(Korean Service Quality Index): 한국산업의 서비스 품질에 대한 고객 체감도를 나타내는 지수로, 한국능률협회컨설팅(KMAC)이 2004년부터 콜센터 부문에 대한 서비스 품질 측정모형을 개발하여 매년 1회 조사 결과를 발표(평점 90점 이상 기관에 대해 ‘한국의 우수콜센터’ 명칭 인증 부여)

1.3. 국가기후자료시스템 운영 및 차세대 시스템 구축

국가기후데이터센터는 기상청에서 수집·생산하고 있는 기상기후데이터의 품질관리, 통계처리 및 대국민 서비스를 위해 2011년부터 국가기후자료시스템을 24시간 365일 무중단으로 운영하고 있다. 대국민 서비스는 기상현상 증명 발급을 위한 전자민원, 기상자료 제공을 위한 기상자료개방포털로 구성되어 있으며, 시스템 운영을 위한 전산자원은 서버 26식, NAS 스토리지 3식, SAN스토리지 1식 및 DB 백업을 위한 백업장비 1대가 있다.

국가기후데이터센터는 기상청과 관계기관이 수십 년부터 축적해 온 방대한 기상기후 데이터를 국민 안전과 4차 산업 융합 등에 활용하고 노후화된 국가기후자료시스템(2011년 구축)을 대체하기 위해 차세대 시스템인 ‘기상기후데이터허브’ 구축 사업을 2022년부터 2025년까지 4년 계획으로 추진하고 있다.

2023년에는 기상기후데이터 실시간 서비스 강화를 위해 공공데이터포털, 기상자료개방포털, 방재기상정보시스템, 위성정보포털 등 4개로 분산된 대국민 API 창구를 ‘기상청 API 허브’로 통합하여 한 곳에서 모든 데이터를 검색하고 실시간 연계할 수 있도록 제공하기 시작하였고(2023. 2. 6.), 방재·학술연구·산업 등 다분야에서 활용할 수 있도록 2022년 54종이었던 API 제공 종수를 2023년 12월에는 158종으로 대폭 개발·확대하였다.

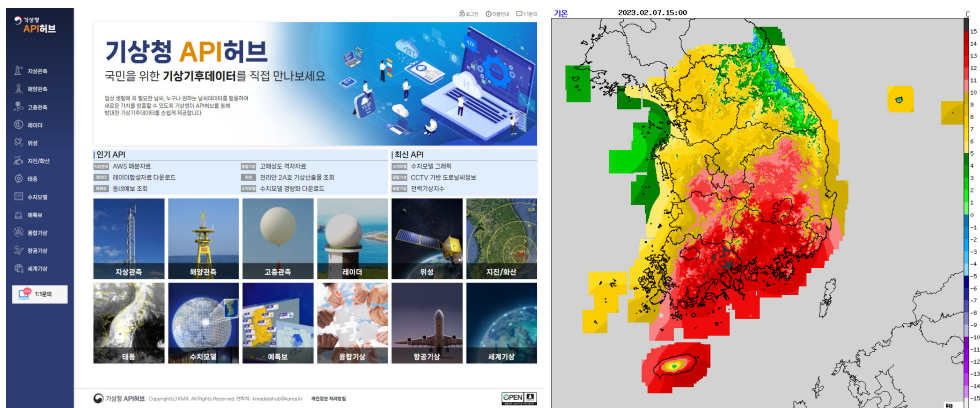


그림 3-74 기상청 API허브(좌), 고해상도 격자데이터 예시(기온, 우)

- | | | | |
|------------|----------|-------|-------------------|
| » 기상서비스진흥국 | 기상융합서비스과 | 기상사무관 | 오대석
고혜영
이나현 |
| » 기상서비스진흥국 | 기상융합서비스과 | 기상사무관 | |
| » 기상서비스진흥국 | 기상융합서비스과 | 기상사무관 | |

2.1. 기상기후 빅데이터 융합서비스 개발과 확산

2.1.1. 빅데이터 융합서비스 개발과 제공

기후변화와 빠른 기술 발달로 급변하는 미래사회에 대비하여 기상기후 데이터의 가치 창출과 주요 정책의 과학적 의사결정을 지원하고, 국민의 안전과 생활 편의를 증진하기 위하여 2014년부터 농업, 관광, 교통, 에너지 등 다양한 사회 분야의 기상융합서비스를 개발하여 제공해왔다.

2022년부터 공동주택 전력사용 자료와 기상정보를 융합하여 날씨에 따른 전력사용량 증감 정도를 알 수 있는 ‘전력기상지수’를 개발하여 한국전력공사에 제공하고 있다. 2023년에는 출근 시간, 주중/주말 사용패턴 등 도시규모별 전력사용 특성을 고려하여 전력기상지수의 예측성능을 개선하였고, 새로운 기상융합서비스 시범사례로 기상청 날씨 마루 누리집을 통해 제공하기 시작했다. 한국전력 모바일 누리집을 통해서도 시설물 관리자들에겐 전력기상지수를 제공하고 있으며, 한국전력공사는 이러한 노력으로 올여름 아파트 정전율이 최근 2년 평균 대비 약 50% 감소했다고 평가했다.

또한, 운전자 안전을 위해 2018년 영동고속도로를 시작으로 매년 CCTV 영상을 분석하여 비·눈·안개 현상 정보 제공을 확대하고 있는데, 2023년에는 경부고속도로와 통영대전 고속도로를 추가하여 총 10개 노선, 765개 지점에 대한 날씨판별정보를 제공하게 되었다. 특히, 2023년에는 영상을 격자로 세분하여 안개 강도 판별 민감도를 조정함으로써 안개탐지

빈도가 높아지도록 알고리즘을 개선하였다. 이 정보는 네비게이션 시범서비스인 도로 가시거리 위험정보 산출에 활용되고 있다.

그 밖에 기상업무 지원을 위한 청 내 빅데이터 분석 수요에 따라 가시거리를 6단계로 나누어 AI 기반의 안개 예측 프로토타입을 개발하였고, 사용자 편의성을 높인 서리에측정보 표출 화면으로의 변경, 사용자 지정 예보구역 정보만 표출 등 수요 맞춤형 서비스로 개선하였다.



그림 3-75 2023년 빅데이터 융합서비스 개발 사례

2.1.2. 지역기상융합서비스 개발 및 활용 확산

2011년부터 지자체 및 지역의 공공기관과 협업을 통해 지역 현안과 특색을 고려한 맞춤형 기상융합서비스를 개발하여 지역경제 활성화와 국민 안전 실현에 기여하고 있다.

2023년에는 지역기상융합서비스 성과 확산과 활용 기반 마련을 위하여 과제를 선정하고, 가이드라인을 개선하여 효율적 업무수행을 추진하였다. 또한 각 지역기상융합사업의 현장에서 분야별 전문가를 활용한 컨설팅을 실시하고 대내외 소통을 위한 환류워크숍을 개최하였다. 이와 더불어 사업별 담당자의 역량강화를 위한 신기술 활용 전문가 세미나를 실시하였다. 이를 기반으로 기상과 기후 정보를 결합한 융합서비스를 고도화 하였다.

표 3-34 2023년 지역기상융합서비스 개발현황

	수행기관	사업명	비고
1	수도권기상청	스마트 드론 윈드길 및 도시 열정보 지도 서비스 구축	
2	부산지방기상청	신기술을 활용한 해상교량 위험기상 통합감시 기술 개발	
3	대구지방기상청	대구 폭염 대응 열영향정보 생산기술 개발	
4	광주지방기상청	호남지역 재생에너지 지원 기상기후서비스 고도화	
5	광주지방기상청	매실 산업 지원 기상융합서비스 고도화	

	수행기관	사업명	비고
6	전주기상지청	전주시 도시 기상기후정보 활용 융합서비스 개발	
7	강원지방기상청	강원도 동해안 서핑 안전·활동 기상융합정보 생산 기술 개발	
8	대전지방기상청	충남관광 100선 맞춤형 관광기상융합서비스 고도화	
9	청주기상지청	충북북부 스마트 여행 기상융합서비스 활용체계 구축	
10	제주지방기상청	제주 양돈가 악취영향 기상서비스 개발	
11	기상융합서비스과	지역 기후위기에 민감한 산업·계층 맞춤형 특화서비스 개발	

한편, 탄소중립 사회로의 공정전환을 지원하기 위하여 기후변화에 민감한 농·축산업 분야 특화서비스 15종을 개발하였다. 특히, 기상청의 500m 고해상도 격자 자료(2023년 7월)를 기상융합 분야에 처음으로 활용하여 유효적산온도, 가뭄위험지수, 서리위험지수 등 서비스를 개발하였다. 개발된 특화서비스의 활용 확산을 위해서 농·축산업 분야 전문 기관인 농림수산물식품교육문화정보원, 전라남도농업기술원에 기술이전을 추진하였으며, 기술이전 기관의 플랫폼을 활용한 기상융합서비스를 통해 기상·기후데이터의 가치 확산을 도모하고, 농·축산업 분야 종사자의 의사결정 지원으로 기상재해 피해 최소화에 기여할 것으로 기대된다.

2.1.3. 농림기상분야 공동대응을 위한 3청(기상청·농촌진흥청·산림청) 협력

농림기상분야의 기후위기 선제적 대응을 위한 3청(기상청, 농촌진흥청, 산림청) 협약의 일환으로 협력과제 연구성과 공유를 위한 한국농림기상학회 특별세션을 개최(2023. 6. 29.)하였다. ‘기후위기 대응을 위한 농림위성정보 공동활용 제고’를 주제로 진행되었으며, 농업 위성정보활용 기반구축 및 검보정 기술개발, 농업부문 위성정보 활용 현황 및 전망 등 6개 과제의 추진 실적을 공유하고 기관 간 협력을 돈독히 하는 자리를 가졌다.

한편, 2023년에 추진한 협력과제(18개) 중 기상청에서 제안한 ‘지형효과를 감안한 상세 지상기온 분포자료 생산·제공·활용’을 통해 지형효과를 감안한 3청 지상기상관측자료 기반의 고해상도(500m) 격자 기상자료를 실시간 생산하였다. 이를 통해, 농촌진흥청은 고해상도 격자 자료를 농업기상분야 활용성 평가에 반영하여 상세 기온 분포자료 오차 개선 효과 등의 실적을 달성하였다. 아울러, 3청 협약 실무자 회의(3회)를 통해 업무협약의 내실있는 추진을 위한 업무점검과 기술 교류 등 협력을 강화하였다.



그림 3-76 한국농림기상학회 특별세션 (2023. 6. 29.)

2.2. 기상기후 빅데이터 활용 확산

기상과 타 분야의 빅데이터 융합분석과 국민 아이디어를 바탕으로 다양한 분야의 현안을 해결할 수 있는 2023 날씨 빅데이터 콘테스트를 개최하였다.

올해 콘테스트는 생활안전과 해양안전으로 나누어 국민의 안전과 밀접한 사회 문제를 해결하고자 추진되었다. 생활안전 과제는 날씨에 따른 계절별 지면온도 산출 방법에 대한 아이디어를 제안하는 과제이며, 해양안전 과제는 기상에 따른 선박 닻끝림에 대한 예측 모형을 개발하는 과제였다. 해양안전 과제는 해양경찰청에서 제안한 것으로 닻끝림 발생 데이터의 제공, 과제 및 데이터 관련 멘토링 수행 등의 내용으로 협약을 체결하여 공모전을 시행하였다. 각 과제 최우수상은 생활안전 과제에서 ‘U-RECA’ 팀이, 해양안전 과제에서는 ‘승리호’ 팀이 그 영광을 안았다.

최우수상 수상자를 포함한 수상자 전원에게는 행정안전부에서 주관하는 ‘범정부 공공 데이터 활용 창업 경진대회’ 및 빅데이터 전문기업 취업 기회를 제공하는 채용 프로그램에 추천하는 등 다양한 후속 지원을 제공하였다.

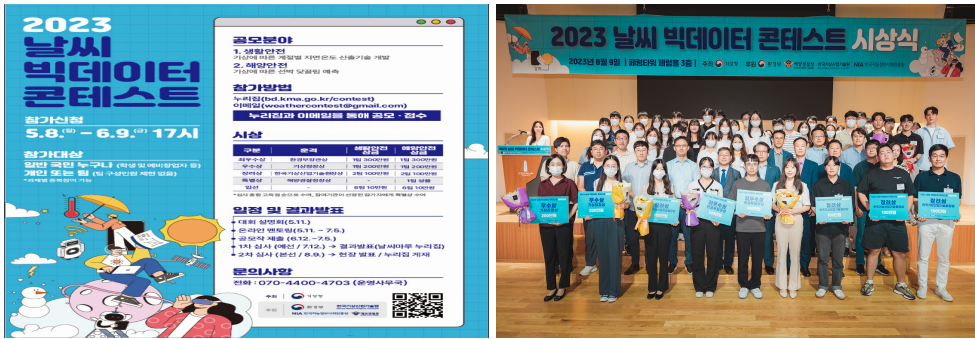


그림 3-77 2023 날씨 빅데이터 콘테스트 홍보 포스터(좌), 시상식(우)

2.3. 기후 빅데이터 융합분석 인재 양성

기상기후데이터를 활용한 기후위기 현안 해결과 미래 신산업분야를 이끌 전문가 양성을 위해 2022년부터 기상기후데이터 융합분석 특성화대학원 지원사업을 시작하였다.

2023년에는 공주대학교가 추가로 선정되어, 2022년에 선정된 이화여자대학교와 함께 총 2개 대학이 운영되고 있다. 올해에는 금융·에너지 분야의 수요산업과 연계하여 인재를 육성하고자 관련 교재를 개발하였고 가을 기상학회의 특성화대학원 특별세션 운영을 통해 그동안의 성과를 공유하고 특성화대학원 운영에 대한 공감대를 형성하였다.



그림 3-78 2023 기상기후데이터 융합분석 특성화대학원 협약식(2023. 6. 29.)

제1부
주요정책 및 이슈

제2부
기상기술 동향

제3부
분야별 기상정책

제4부
소속기관 추진업무

제5부
부록

2.4. 생활기상정보 서비스 강화

기상청은 국민의 생활안전 지원을 위해 생활기상정보 서비스를 제공하고 있다. 2023년에는 사용자 만족도 조사시 접수된 의견을 반영하여 서비스를 개선하였다. 주요 개선 내용은 ‘세분화된 체감온도’, ‘자외선지수’ 서비스로, 기존에 제공되던 예측정보 이외에 실황정보를 신규로 제공하였다. 더불어 천리안2A에서 생산되는 일사량 실황정보를 동네예보 지점별로 확인이 가능하도록 가공하여 날씨누리 홈페이지를 통해 제공하였다. 또한, 생활기상정보 서비스의 활용 편의성 제고를 위해 계절에 따라서 지수 표출 순서를 최적화하고, 정보를 제공하는 배경지도를 개선하여 사용자 시인성을 확보하였다.

서비스 상세화, 자료별 생산주기 확대 등 다량의 정보를 효율적으로 생산하고 배포하기 위한 신규 전산장비를 도입하여, 안정적인 대국민 서비스의 기반을 마련하였다.

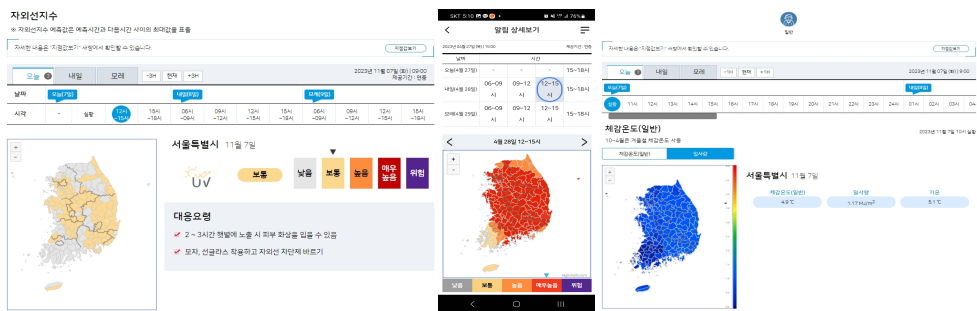


그림 3-79 생활기상정보 서비스 예시(자외선지수 실황 서비스, 일사량 정보)

정보 활용의 효율화를 위해 생활기상정보 중 자외선지수는 자신이 원하는 지역과 현재 위치기반의 정보를 받아볼 수 있도록 지속적으로 서비스하고 있으며, 날씨알리미 앱 초기 화면에도 추가로 표출하여 사용자가 편리하게 정보를 볼 수 있도록 서비스를 개선하였다.

2.5. 스마트시티 기상기후 융합기술 개발(R&D)

기상청은 범정부적으로 추진하는 스마트시티 국가 시범도시 사업과 발맞추어 도시민의 안전과 생활편익 증진을 위한 스마트시티 기상기후 융합기술 구현·확산을 목표로 5개년(2020~2024) 연구개발사업을 추진하고 있다.

2023년에는 비교적 조밀한 IoT 기상관측망이 운영 중인 실증도시(송파구, 시흥시) 대상으로 개발한 도시 규모의 상세 기상예측장 생산 기술을 기상청 현업모델(RDAPS-KIM)과 연계하여 국가기상슈퍼컴퓨터에 구축하였다. 리빙랩 운영을 통해 실증도시 시민, 전문가, 공무원의 개선의견을 반영한 에너지·헬스케어·안전·도로위험 분야의 기상융합서비스(상세 도심 열지도, 인지도, CCTV영상 기반 가시거리 산출 등) 모델은 스마트시티 기상기후 플랫폼에 탑재하고, 디지털트윈에 서비스를 구현하여 실시간 운영 기반을 마련하였다. 스마트시티 기상기후 디지털트윈은 2023 월드스마트시티엑스포에서 에너지&환경 분야 어워드를 수상하여 우수성을 인정받았다.

또한, 폭염시기 한낮 도심에서 환경(도로, 버스정류장, 도심 주택, 아파트, 공원 등)에 따라 기온 차이가 4℃ 이상 크게 나타남을 관측을 통해 밝히고, 복잡한 도시에 맞는 상세 기상정보가 필요함을 과학적으로 제시하였다.

2024년에는 실증도시 지자체와의 지속 협력을 통해 스마트시티 기상기후 솔루션을 시험운영하여, 실제 지자체의 도시 운영에 있어 상세 기상융합정보의 현장 활용성을 평가하고자 한다.



그림 3-80 스마트시티 기상기후 융합기술 개발 성과(스마트시티 기상기후 디지털트윈 서비스(예)(좌), 도심 환경별 기온특성 관련 언론보도(KBS, 경향신문, 2023. 8. 17.)(우))

03

기상산업 육성 및 활성화

- » 기상서비스진흥국
- » 기상서비스진흥국
- » 기상서비스진흥국
- » 기상서비스정책과
- » 기상서비스정책과
- » 기상융합서비스과
- » 행정사무관
- » 기상사무관
- » 기상사무관
- » **이용자**
- » **유동봉**
- » **고혜영**

3.1. 국내 기상산업 현황

기상청은 기상산업 분석 및 기상산업진흥 기본·시행 계획 등 관련 정책수립을 위한 기초자료로 활용하기 위해 매년 기상산업 실태조사를 실시하고 있다. 2023년 기상산업 실태조사(2022년 기준) 결과, 국내 기상산업 사업체는 1,203개(2022년 12월 기준)이며, 기상산업 부문 매출액은 9,785억 원으로 전년 대비 1,567억 원(19.1%)이 증가한 것으로 조사되었다. 기상산업 상시근로자 수는 총 5,420명으로 전년 대비 1,228명 증가했고, 기상산업 부문 수출액은 228억 원으로 전년 대비 6억 원(2.7%) 증가했다.

표 3-35 기상산업 실태조사 주요 통계(3개년 비교)

구분	모집단수(개)			매출액(억 원)			종사자수(명)			수출액(억 원)		
	2020	2021	2022	2020	2021	2022	2020	2021	2022	2020	2021	2022
합계	805	1,014	1,203	6,084	8,218	9,785	3,249	4,192	5,420	149	222	228

3.2. 신규 기상기업성장지원센터 개소로 체계적 기상기후 기업 육성

기상기업성장지원센터는 유망 기상기업 및 기상기후 창업기업(예비창업자)에 대한 창업·경영 인프라를 제공하고, 투자유치 활성화·맞춤형 자문 등 성장 프로그램을 지원하는 인큐베이터 시설이다. 2023년 기상기업성장지원센터는 창업 단계별 맞춤 지원 및 아이디어

발굴, 창업 교육 등 다년간 경험이 축적된 전문기관을 활용한 체계적 운영을 위해 연세대학교 창업지원단에 신규 기상기업성장지원센터를 개소하였다.

연세대학교 창업지원단은 대학교 내 기상 관련 학과인 ‘대기과학과’를 보유하고 있어 기상·기후 관련 아이템으로 창업을 희망하는 예비창업자를 실제 창업으로 연계해주는 이점을 갖고 있어 최적의 위탁 기관으로 평가된다.

2023년 7월 신규 기상기업성장지원센터 개소 후, 8개 기상·기후기업을 신규 입주 지원하였으며 투자유치 활성화 프로그램, 기상기후기술 오픈세미나, 입주기업간 협업을 통한 기술개발 지원 등 다양한 맞춤형 프로그램을 실시하였다. 특히 입주기업 스텔라비전은 기상위성을 활용한 데이터 활용 기업으로 입주 당해연도에 5억 SEED 투자를 유치하는 괄목할 만한 성과를 거두었고, 연세대 재학중인 근로장학생 5명 등 총 14명의 신규 인력이 고용되는 일자리 창출 효과를 거두었다. 연세대 기상기업성장지원센터는 2024년에도 해당 사업을 진행하여 기상기후 분야 유망 기업 및 기술 육성에 이바지할 예정이다.

3.3. 기상기후산업 해외 진출 및 수출지원체계 구축

기상청은 기상기후산업 해외시장 진출 기반 강화 및 수출지원 체계 구축을 위한 수출 유망 중소기업을 대상으로 수출마케팅, 국제전시회 참가 등의 지원사업 추진을 통해 3.73백만 불(약 50억)의 수출액을 달성하였다. 또한, 스위스 제네바에서 ‘2023 세계기상기술 엑스포(Meteorological Technology World Expo 2023)’가 개최되어 해외 바이어 25개국 130개 기업이 참가하였으며, 한국 기상기업 6개사의 수출상담(178회)을 통해 총 상담액 12.4백만불(약 166억)을 달성하였다.

그리고 ‘캄보디아 천리안위성 2A호 수신·분석 시스템 구축 사업’, ‘라오스 태풍 감시·예측 통합플랫폼 구축 사업’, ‘몽골 기상관측데이터 통합관리시스템 구축 사업’, ‘필리핀 태풍 감시·예측 통합플랫폼 구축 사업’ 등 개발도상국 국제협력사업(ODA)을 통해 국내 기상기술을 널리 알리고, 범지구적 기후변화에 대응할 수 있도록 해당국의 기상재해 감시 능력 강화에 크게 기여하였다.

특히, 캄보디아 ODA 사업의 경우 천리안 GK2A 자료 수신·분석 시스템 구축을 완료하였으며, 현지연수를 통해 캄보디아 기상재해 예보에 천리안 위성에서 생산하는 자료를

적극 활용하게 함으로써 기상재해와 기후변화 문제를 해결하는데 도움이 될 것으로 사료된다.

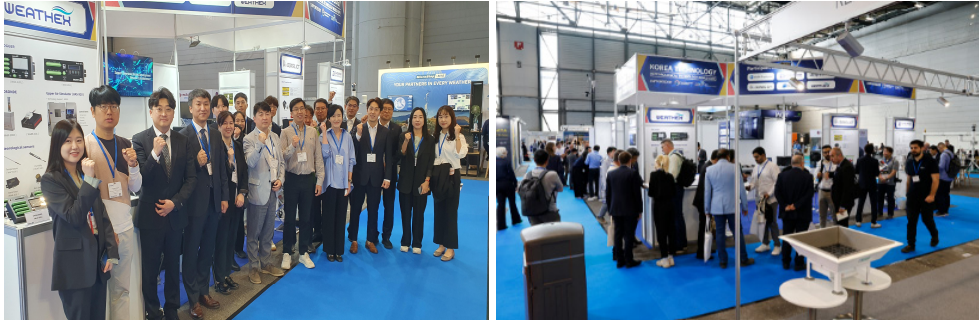


그림 3-81 기상기후산업 국제전시회 참가 지원사업(2023. 10. 3.~10. 5.)



그림 3-82 몽골 ODA 착공식(2023. 5. 2.) 및 캄보디아 천리안시스템 공여식(2023. 10. 25.)

3.4. 기상기술 사업화 지원사업 운영

기상청과 한국기상산업기술원은 R&D 등을 통해 개발된 우수 기상기술의 상용화와 사업화를 지원하는 ‘기상기술 사업화 지원사업’을 통해 신사업을 개발하고 기상산업 성장 기반을 마련하였다. 본 지원사업은 선정된 우수 기상기술에 대해 ‘기술발굴 및 사업화 전략 수립(1단계)→기술실증 및 성능평가(2단계 1차년)→사업화 성과 도출(2단계 2차년)’로 총 3년 동안 체계적으로 지원할 예정이다. 특히 사업화 경험 및 전문지식이 풍부한 사업화 전문기관(Business Accelerator)인 법무·회계법인, BM컨설팅기업 등이 필수 참여하도록 하였다. 이를 통해 우수 기상·기후 기술을 보유하고 있으나 사업화에 어려움을 겪는 기업이 기술사업화 촉진에 도움이 되고자 하였다.

올해는 농업, 해양기상, 도로안개분석, 친환경에너지 관련 기술을 보유한 4개사를 대상

으로 시장조사 및 시제품 개발과 사업화를 위한 전략 마련을 중점 지원하였다. 이 과제 중 사업화 가능성이 높은 2과제인 ‘농가 특화 미기상 정보 기반 노지 스마트농업 의사결정 지원 및 대응체계서비스 모델 사업화’와 ‘해양기상정보 및 인공지능기반 항로추천 서비스 글로벌 사업화’를 선정하였다. 2024년에는 선정된 2과제 대해 제품의 실수요처를 확보하고, 테스트베드를 구축하여 기술 실증하는 등 단계적으로 지원할 예정이다.

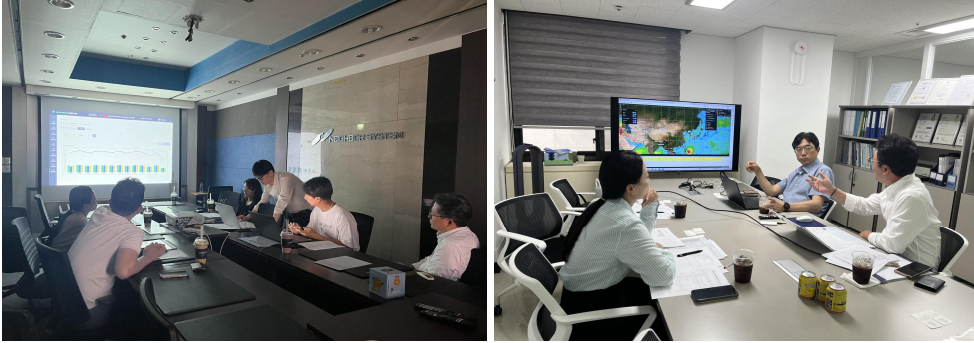


그림 3-83 기상기술 사업화 지원기업 방문 및 현장점검(2023. 7. 19.~7. 28.)

3.5. 기상정보의 인식 제고 및 활용 확산

3.5.1. 날씨경영우수기업 선정제도 및 제18회 대한민국 기상산업대상 운영

기상청과 한국기상산업기술원은 기상정보의 고부가가치 창출과 대국민 인식을 제고하기 위해 날씨경영우수기업 선정제도 및 대한민국 기상산업대상을 운영하면서 기상산업의 저변을 확대하고 활성화를 도모하고 있다. 2023년에는 날씨경영우수기업으로 11개사가 선정되었으며, 제18회 대한민국 기상산업대상에서는 도로변에 발생하는 차량 주행 소리를 인공지능으로 분석하여 음향식 노면 위험 정보 체계를 개발한 ‘에스케이 플래닛(주)’이 국무총리상(대상)을 수상하였다.

표 3-36 제18회 대한민국 기상산업대상 수상기업 현황

훈격	수상기관(자)
국무총리상(대상)	에스케이 플래닛(주)
환경부장관상	식스티헤르츠(주)
환경부장관상	(주)지아이이앤에스
기상청장상	(주)월드텍
기상청장상	케이원드(주)
기상청장상	(주)GS풍력발전
기상청장상	(주)엠솔

3.5.2. ESG경영 확산 등을 위한 기상정보 활용 시스템 구축 지원

기상청과 한국기상산업기술원은 기업의 지속가능한 가치경영 확산을 위하여 기상정보 활용 방안을 지원하는 ‘날씨경영 솔루션 구축지원 사업’을 통해 총 5개사를 대상으로 기업의 실질적인 맞춤형 기상서비스 활용 환경을 구축하였다. 기상정보를 활용한 재생에너지 발전량 예측 시스템 구축, 기상데이터 기반의 재보험사 특화 물리적리스크 관리모형 개발 등 산업계의 기후리스크 대응 분야를 중점 지원하였다.

3.5.3. 기상산업 활성화를 위한 기상기후산업 박람회 개최

기상기후산업의 최신 기술·제품·서비스 전시 및 국내외 공공·민간 바이어가 한자리에 모이는 ‘2023 기상기후산업 박람회’가 9월 13일부터 15일까지 일산 킨텍스에서 개최되었다. 4년만에 오프라인으로 개최된 이번 박람회에는 기업들이 참가하는 기업전시관과 함께 기상 및 기상산업 분야 정책홍보관 등으로 구성하였다. 그 외 비즈니스 프로그램(구매상담회, 해외바이어 수출상담회, IR 투어), 세미나 등 다채로운 프로그램으로 내실있는 부대행사를 진행하였다. 3일간 진행된 박람회에 49개의 기업과 관계기관 등이 참여했으며, 신문, 인터넷, SNS 등 다양한 매체 홍보를 통한 대국민 인식제고에 힘입어 총 11,451명이 박람회장에 방문하였다.

3.6. 미래기상 수요대응을 위한 사업 예산 확보

3.6.1. 한국형 도심항공교통(K-UAM) 안전운용체계 핵심기술 개발 기반 마련

미래 혁신모빌리티이자 유망 신산업으로 도심항공교통(UAM⁵⁰)이 부상함에 따라, 기상청에서는 2030년 이후 K-UAM 성장기의 안전운용 체계의 기술성·안전성·사회적 수용성이 검증된 핵심기술 개발을 위해 국토교통부와 함께 다부처 R&D 사업인 「한국형 도심항공교통(K-UAM) 안전운용체계 핵심기술개발」사업을 기획하였다. 본 R&D사업은 2023년 4월 예비타당성 조사대상으로 선정되었으며, 과학기술정보통신부의 신속조사 방식(Fast-track)이 적용되는 첫 사례로써 본예타 조사기간이 기존 7개월에서 4.5개월로 단축되어 2023년 8월 예비타당성조사를 통과하는 성과를 이뤄냈다. 이와 더불어, 본 R&D사업의 2024년 추진 필요성을 인정받아 총 147.87억원의 예산(기상청 27.88억원, 국토교통부 119.99억원)을 확보하여 UAM 안전운용체계 핵심기술 개발을 위한 기반을 마련하였다. 또한, 기상청과 국토교통부가 공동으로 추진하는 다부처 R&D사업인 만큼 효율적인 운영과 관리를 위해 2023년 12월 「한국형 도심항공교통(K-UAM) 안전운용체계 핵심기술개발사업 공동운영관리규정」을 제정하였다.

기상청은 본 R&D 사업에서 UAM 버티포트 및 회랑에서의 실시간 최적 기상관측을 통해 UAM에 특화된 기상실황 및 예측정보를 생산하는 기술 개발에 초점을 맞추고 있다. 이를 통해, 향후 K-UAM 성장기인 2030년 이후에는 UAM 운항 전(全)단계(이륙·순항·착륙, 버티포트 및 회랑)에 필요한 실시간 기상관측 및 예측정보를 활용할 수 있을 것으로 기대한다.

50) Urban Air Mobility: 친환경동력 기반의 수직이착륙 항공교통수단 및 이를 지원하기 위한 교통관리, 이·착륙 인프라, 인증 등을 포함하는 新항공교통체계

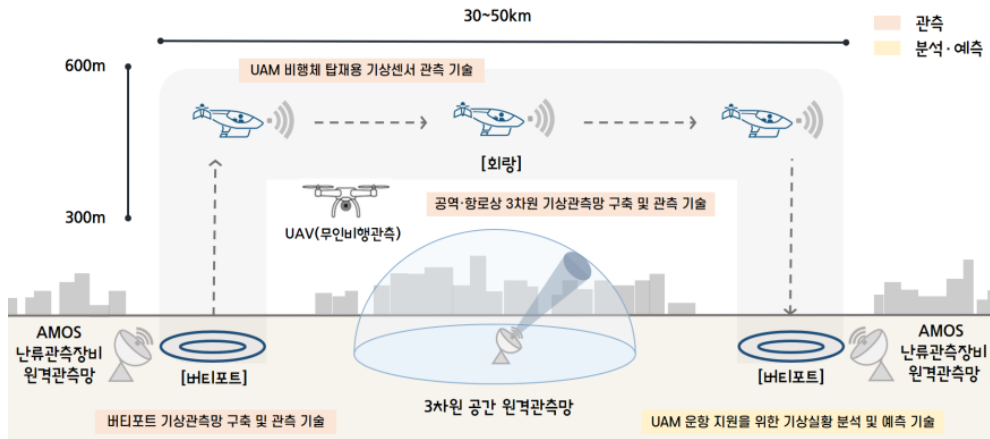


그림 3-84 UAM 운항 지원을 위한 기상관측 및 예측 기반기술 개발 개념도

3.6.2. 친환경에너지 기상지원체계 구축을 위한 예산 확보

기상청에서는 미래 기상기술 수요에 대비한 융합기술 구현 기반 마련을 위하여 친환경 에너지 분야 기상지원체계 구축 신규예산 확보를 추진하였다. 기후변화 대응과 2050 탄소 중립 실현을 위해 전 세계적으로 태양광·풍력 등 친환경에너지 확대를 통한 저탄소 경제·사회로의 신속한 전환을 추진하고 있다. 이에, 정부의 탄소중립 정책 실현에 기여하고, 날씨에 따른 변동성이 큰 친환경에너지 분야 상세 기상·기후과학정보 수요에 대응하기 위해 친환경에너지 기상지원체계 구축 기반을 마련하였다.

친환경에너지 분야의 체계적인 기상지원 방안 마련을 위해 사전 기획연구를 통해 연차별 사업 추진계획과 예산규모 산출 등 추진전략을 도출하였다. 또한, 정부, 학계, 공공기관 등 관계기관 전문가 협의체를 구성·운영하여 실증 시범지역을 선정하고, 상세 기상예측기술 개발 방향과 서비스 전달체계 설계를 추진하였다. 기획연구에서 도출한 결과를 토대로 기상관측장비 도입과 상세예측기술 개발, 기상지원 플랫폼 구축을 위한 정보화전략계획 수립 등을 반영한 28억 신규예산을 확보하였다.

기상청은 태양광·풍력 등에 활용 가능한 상세 기상예측정보 제공을 위하여 2024년부터 관측·기술 개발·공공플랫폼 서비스를 추진할 계획이며, 이를 통해 화석연료 발전소 운영을 최소화하여 탄소 배출량을 감축하고, 전력계통의 안정적 운영을 위한 의사결정을 지원해 나갈 계획이다.

04

국립기상박물관 및 국립기상과학관 운영

» 기상서비스진흥국 | 기상서비스정책과 | 기상사무관 | 김은영

제1부
주요정책 및 이슈

제2부
기상기술 동향

제3부
분야별 기상정책

제4부
소속기관 추진업무

제5부
부록

4.1. 국립기상박물관 운영

2020년 10월 국립기상박물관 개관이후 관람객은 꾸준히 증가하여 2023년에는 전년보다 33.2% 증가한 14,206명이 방문하였다. 박물관 소장품과 관련한 ‘측우기 실물 모형’, ‘서울기상관측소’, ‘주척과 포백척’ 등 교육용 교구와 교안을 자체 제작하여 프로그램을 증설(3→5개)하고, 체험교육 운영을 확대(9→26회)한 결과, 전년 대비 5배 증가한 630명이 참여하였고, 주변 추천 의향 94.9%의 높은 만족도를 보였다.



공주충청강영측우기 교구 및 교안

체험교육 현장



서울관측소만들기 교구 및 교안

체험교육 현장

그림 3-85 국립기상박물관 자체 개발한 교육용 교구

표 3-37 국립기상박물관 개관(2020. 10. 20.) 이후 연간 관람객 현황

(단위: 명)

연도	2020년 (10. 20.~12. 31.)	2021년	2022년	2023년	합계
관람객수	610	3,825	10,668	14,206	29,309

근대 지진관측 현장의 역사적 가치 전달을 위해 제5전시실을 10월 31일 개관하였다. 2020년 6월 전시실 바닥공사 중에 발견된 ‘1932년 경성측후소 지진계실의 원형’을 2년에 걸친 전문가 자문과 연구를 거쳐 상설전시관으로 새롭게 단장해 관람객에게 공개하였다.

1930년대 지진계실 하부구조를 확인할 수 있는 국내 유일한 장소로, 민감한 지진관측을 위해 안정된 기반을 갖춘 송월동으로 이전하는데 큰 역할을 하였음을 현장에서 살펴볼 수 있다. 전시내용은 경성측후소의 지진관측의 역사, 지진계실 공간구성과 구조, 관측측기 모형, 송월동 1번지 지진계실의 가치를 소개하고 있으며, 전시연계한 유물수집 핸드북을 제작하여 제공하였다.



외부 전시 패널(관측장비와 관측역사)

1932년 경성측후소 지진계실 원형

그림 3-86 지진계실 전시 내용

2022년 12월 20일 국가등록문화재로 등록된 목포측후소 관측야장 10권의 보존처리를 수행하였다. 680권의 방대한 자료의 체계적이고 효율적인 관리를 위해 상태조사를 실시하고 보존처리가 시급한 100여권에 대해 보존처리 장기계획(2023. 8. 3.)을 수립하였다. 국립기상박물관은 과학적 보존처리를 지속적으로 추진함으로써 유물의 장기보존과 디지털 아카이브 자료를 축적할 계획이다.



야장 10권

(표지)보존처리 전 (표지)보존처리 후 (내지)보존처리 전 (내지)보존처리 후

그림 3-87 보존처리 전후사진

기존의 기상박물관 소장품 수집관리에 대한 규정을 ‘국립기상박물관 운영에 관한 규정’으로 전부 개정(2023. 6. 9.)하였다. 소장품과 수장고 운영 및 관리, 휴관일, 위원회 구성 등 박물관의 효율적 운영에 필요한 구체적인 절차나 방법을 규정하였다. 박물관 조직개선을 위해 관장 직급을 기존 사무관에서 소관부서의 장으로 상향 조정함으로써, 운영인력 1인을 증원하였다.

4.2. 국립기상과학관 운영

기상청은 기상과학문화 확산을 위해 2014년 11월에 국립대구기상과학관 개관을 시작으로 2017년 1월 국립전북기상과학관(정읍시), 2020년 5월 국립밀양기상과학관, 2020년 7월 국립충주기상과학관, 2023년 9월 국립서해안기후대기센터(홍성군)를 개관하여 전국 5개소를 운영 중이다.

지역거점 기상과학관의 신규 건립 업무를 추진하여 2023년 7월 국립전북기상과학관 2관이 확장 개관하였으며, 2023년 9월에는 국립서해안기후대기센터가 신규 개관하였고, 국립여수해양기상과학관은 2024년 개관을 목표로 신규 건립 중이다.

각종 교육·체험프로그램 활성화 및 홍보 강화로 2023년 과학관 5개소 총 관람객은 217,143명(대구 83,570명, 전북 19,646명, 밀양 70,505명, 충주 35,646명, 서해안 7,776명)을 기록하여 2022년 과학관 총 관람객 153,219명에 비해 약 42% 증가하였으며, 국립기상과학관 누적 관람객 수(2015~2023년) 100만 명을 달성하였다.

표 3-38 국립기상과학관 연간 관람객 현황

(단위: 명)

구분	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2021년	2022년	2023년	합계
대구	113,837	71,103	144,819	107,887	77,217	11,058	18,604	58,407	83,570	686,502
전북	-	-	22,535	32,656	32,123	3,331	4,659	11,061	19,646	126,011
밀양	-	-	-	-	-	28,825	18,930	56,665	70,505	174,925
충주	-	-	-	-	-	4,038	12,907	27,086	35,646	79,677
서해안	-	-	-	-	-	-	-	-	7,776	7,776
총계	113,837	71,103	167,354	140,543	109,340	47,252	55,100	153,219	217,143	1,074,891

※ 2023년 국립서해안기후대기센터 관람객 산출 기간(9. 22~12. 31.)

전시콘텐츠의 다양화와 쾌적한 관람환경 조성을 위해 국립전북기상과학관은 체험전시실 I·II와 지진체험실을 개선(2023년 12월)하였으며, 국립밀양기상과학관은 기후변화관을 개선(2023년 12월)하였다. 또한, 전국 국립기상과학관에서 공동으로 활용할 수 있는 기후변화 영상콘텐츠를 제작함으로써 관람객들에게 보다 많은 볼거리를 제공할 예정이고, 예산 활용의 효율성 제고에 기여하였다.

아울러, 기상과학문화 대국민 서비스 제공 기회 확대를 위해 국립기상과학관의 관리·운영에 관한 규정을 개정(2023. 9. 18.)하여, 2024년부터 개관일을 확대 운영(기존 휴관일: 1월 1일, 설날·추석 연휴, 월요일 → 개정 휴관일: 1월 1일, 설날·추석 당일, 월요일)할 예정이다.

» 기상서비스진흥국 | 기상서비스정책과 | 행정사무관 | 이용자

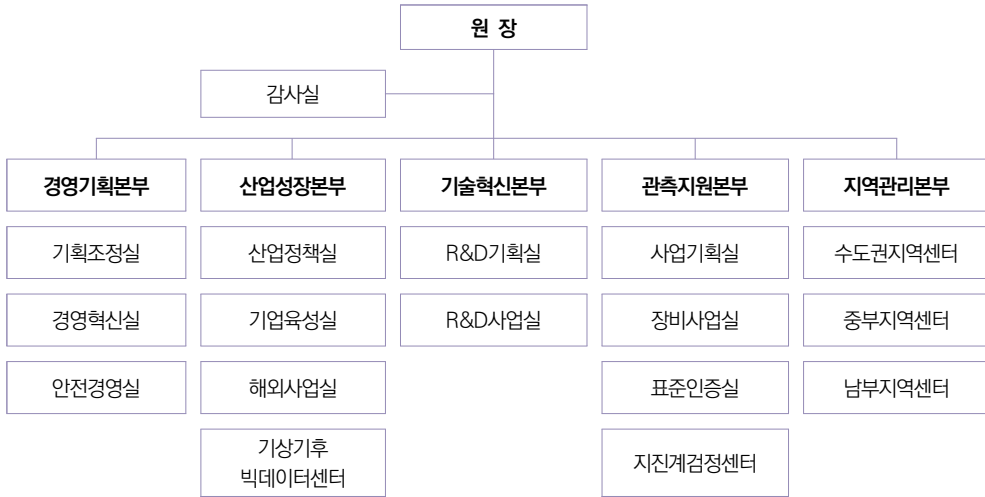
한국기상산업기술원은 기상산업의 지원·육성, 기상기술의 개발·지원과 기상정보의 활용 촉진을 통해 기상산업 혁신성장과 국민안전에 기여하고자 2009년 12월 법정법인 ‘한국기상산업진흥원’으로 설립되었으며, 2013년 1월 공공기관(위탁집행형 준정부기관)으로 지정되었다. 2017년 6월에는 「기상산업진흥법」 개정에 따라 ‘한국기상산업기술원’으로 새롭게 출범하였고, 2023년 2월 기타공공기관으로 변경 지정되었다.

기술원은 기상산업 지원 및 육성, 기상기술 개발·지원, 기상정보의 활용 촉진을 비롯해 기상·지진장비 관리 등 기상산업계와의 접점에서 다양한 기상산업 활성화 업무를 추진하고 있다.

5.1. 주요기능 및 조직

한국기상산업기술원의 조직구조는 5본부 12실 5센터이며, 정원은 162명이다. 주요기능으로는 기상산업 시장의 조사·분석 및 수집정보의 이용, 기상기업의 창업 및 경영 지원, 기상청 소관 연구개발사업의 기획·관리·평가 및 성과확산, 기상·지진측기 검정 및 형식승인과 기상관측 장비의 설치·점검·운영 및 기술지원 등 기술원 설립목적 달성을 위한 다양한 사업들을 수행하고 있다.

표 3-39 한국기상산업기술원 조직도 (2023년 12월 기준)



5.2. 주요 성과

한국기상산업기술원은 ‘기상산업 진흥 및 기상정보 활용 촉진’의 미션 달성을 위하여 ‘혁신’, ‘전문성’, ‘소통과 신뢰’의 핵심가치를 기반으로 ‘기상산업 혁신성장 선도’, ‘글로벌 기상기후 미래기술 확산’, ‘국민체감 지속가능경영 활성화’의 3대 전략목표를 설정하고, 기관 업무와 정부 핵심과제 연계강화를 통해 목표 달성을 위한 실행동력을 재정비하였다.

기상산업 매출액 규모는 전년 대비 약 19% 증가한 9,785억 원으로 조사되었고, 현업활용 기술이전 성과가 17건으로 전년(9건) 대비 88.9% 증가하였다. 더불어 기상 중소기업 공공 판로개척 지원 및 산·학·관 협력체계 구축 등 대외 표창을 수상(부총리 표창, 국가기술 표준원장 표창)하며 산업 경쟁력을 인정받았다.

대국민 안전강화 및 도로위험기상 문제 해결을 위해 2022년 중부내륙선 기상관측소 구축(24개소)을 시작으로 2023년에는 서해안선 안개·결빙 관측망 31소를 추가하며 인프라를 확충하였고, K-UAM 안전운용체계 핵심기술개발사업(165억원/2024~2026) 예비타당성조사 통과 및 2024년 신규사업 예산(27.88억원)을 확보하며 국가현안 과제에 적극적으로 대응하였다.

또한 직무중심 성과관리체계 고도화(인사혁신처장 표창)를 통해 공공기관 혁신의지를 강화하고자 하였으며, 전 직원 소통 및 협력적 노사협의를 바탕으로 1차 지방이전을 완료하며 성공적인 대전시대를 개막하였다.

5.3. ESG 경영 활성화 및 대내외 소통 확대

한국기상산업기술원은 ESG, 재해안전 등 기상정보활용 지원을 통한 기후위기 대응력 향상을 인정받아 서울특별시 환경상(에너지전환 분야 우수상)을 수상하였다. 기관 운영 측면으로도 저공해자동차 구매 및 노후차량 폐차, 탄소중립 자체사업 발굴을 위한 친환경 에너지 기상지원 TFT 구성으로 녹색경영 의무를 이행하였다. 동시에 친환경 기상달력 제작, 취약계층 물품 재활용 기부 등 지속적인 환경보전 활동을 통해 기후변화 대응가치를 내재화하였다.

지역경제 활성화를 위해 기관이전과 연계하여 대전 소재 기업과 7억 8천만 원 수준의 계약을 체결하였고, 본원 개소식을 대체하여 지역사회에 1,200만 원을 기부하였다. 대학생 대상 맞춤형 취업지원 소통(3회), 찾아가는 지진안전교육 등 지속적인 사회공헌 활동을 수행하며 공공기관으로서 사회적 책임 실현에도 앞장섰다.

소통 확대를 통해 연구 현장의 목소리를 수용하여 평가위원 운영 체계를 개선하고, 사전 조사를 반영한 수요기반 설명회 개최로 안정적인 연구 환경을 구축하였다. 또한 R&D성과 관리·활용 전문교육 프로그램 신설을 통해 교육 성취도를 81.7점(교육 전 42.5점)으로 향상 시키며 실효성을 제고시켰다.

내부적으로는 일·가정 양립을 위한 연차휴가·유연근무 제도 개선 등을 통해 여성가족부 주관 ‘가족친화인증기업’ 인증을 8년 연속 획득하였고, 노사협의회 확대(7회) 및 노사공동 임금체계개편 TFT 운영으로 주요 현안에 노사가 함께 대응하며 행복한 일터를 조성 하였다.



그림 3-88 대학생 맞춤형 취업지원 소통 (2023. 5. 18)



그림 3-89 사회복지관 사회공헌 활동(지진안전교육) (2023. 9. 18.)

제1부
주요정책 및 이슈

제2부
기상기술동향

제3부
분야별 기상정책

제4부
소속기관 추진업무

제5부
부록

01

제5장 지진감시와 대응

지진업무의 제도 개선 및 소통

- » 지진화산국
- | 지진화산정책과
- | 기상연구소
- | 이희춘
- » 지진화산국
- | 지진화산정책과
- | 기상사무관
- | 조구희

1.1. 지진 재난문자 송출 기준 개선

기상청은 신속정보 기준(지역 규모 3.5 이상, 해역 규모 4.0 이상)의 지진 발생 시 자동 분석된 정보를 기반으로 위급 또는 긴급 재난문자를 신속하게 송출하고, 이후 수 분 이내에 지진분석사의 수동 분석을 통해 지진정보를 생산하고 있었다.

표 3-40 재난의 경중에 따라 위급재난, 긴급재난, 안전안내 문자로 분류하여 지진 재난문자 발송

채널명칭	분류기준	휴대전화 알림소리	수신거부
위급재난	• 규모 6.0 이상	휴대전화 최대볼륨 (최소 40dB 이상)	불가
긴급재난	가. 국내지진(남한) • (지역) 규모 3.5 이상 ~ 6.0 미만 • (해역) 규모 4.0 이상 ~ 6.0 미만 나. 국내지진(북한) • (지역, 해역) 규모 4.0 이상 ~ 6.0 미만 다. 국외지진 • (지역, 해역) 규모 4.0 이상 ~ 6.0 미만 라. 지진해일 • 지진해일주의보 발령 시, 지진해일경보 발령 시		가능
안전안내	국내지진(남한) • 국내지진(지역) 규모 3.0 이상 ~ 3.5 미만 • 국내지진(해역) 규모 3.5 이상 ~ 4.0 미만	일반문자 알림 설정값	가능

그러나 수동 분석된 지진 규모는 자동 분석을 통해 송출된 재난문자에서의 지진 규모와 다를 수 있다. 자동분석된 재난문자를 수신한 국민에게 수동 분석된 지진 규모에 대한 정보를 제공하지 않으면 정확한 지진 발생상황에 대한 인식이 어려울 수 있다.

이러한 문제점을 개선하고자 「지진 재난문자방송 운영규정(기상청 훈령)」을 일부 개정하였다. 자동 분석된 지진 규모가 수동 분석을 통해 조정되면 국민에게 이를 신속하게 알릴 수 있도록 안전안내 문자를 추가 송출하도록 개선한 것이다. 경주지진(2023. 11. 30.) 발생 시 개선된 규정이 처음으로 적용되어 초기 재난문자는 자동 분석을 통해 규모 4.3으로 통보하였으나, 이후 수동 분석으로 조정된 규모 4.0에 대한 안전안내 문자를 추가 송출하였다.

또한, 지진 발생 시 지진 발생정보와 함께 최소한의 행동요령을 요약하여 재난문자를 송출하고 있으나, 제한된 글자 수 이내에서 지진 재난문자를 전달하는 과정에서 일부 문구가 상세하지 않았다. 이에 지진 재난문자에서의 행동요령을 보다 명확하게 전달하기 위해 지진 재난문자방송 표준 문안을 변경하여 시행하게 되었다.

이와 같은 추가적인 재난문자 송출과 명확한 행동요령을 포함한 신속한 지진정보 전달은 지진에 대한 국민 불안감을 최소화하고 효율적인 국가적 지진재해 대응지원에 기여하였음을 의미한다.

표 3-41 「지진 재난문자방송 운영규정(기상청 훈령)」 개정(2023. 12. 12.)

현행		개정	
제9조(송출기준) 기상청장은 재난문자방송의 체계적인 운영을 위하여 다음 각 호의 세부사항에 대한 송출기준을 마련한다. 1. 지진과 지진해일에 의해 예상되는 재난정보 <신 설> 2. 그 밖에 기상청장이 필요하다고 인정하는 정보		제9조(송출기준) 기상청장은 재난문자방송의 체계적인 운영을 위하여 다음 각 호의 사항에 대한 송출기준을 마련한다. 1. 지진과 지진해일에 의해 예상되는 재난정보 2. 재난정보의 조정 등 안전을 위하여 필요한 정보 3. 그 밖에 기상청장이 필요하다고 인정하는 정보	
◦ (별표2) 휴대폰 재난문자방송 표준문안		◦ (별표2) 휴대폰 재난문자방송 표준문안	
명칭	표준문안	명칭	표준문안
지진	<지역 규모 3.5 이상 발생 시> [기상청] ○월○일 ○○:○○ ○○ ○○ ○○ ○○ 00km 지역 규모 ○.○ 지진발생/낙하물로부터 몸 보호, 진동 멈춘 후 야외 대피하며 여진 주의	지진	<지역 규모 3.5 이상 발생 시> [기상청] ○월○일 ○○:○○ ○○ ○○ ○○ ○○ 00km 지역 규모 ○.○ 지진발생/낙하물 주의, 국민재난안전포털 행동요령에 따라 대응, 여진주의
	<해역 규모 4.0 이상 발생 시> [기상청] ○월○일 ○○:○○ ○○ ○○ ○○ ○○ 00km 해역 규모 ○.○ 지진발생/낙하물로부터 몸 보호, 진동 멈춘 후 야외 대피하며 여진 주의		<해역 규모 4.0 이상 발생 시> [기상청] ○월○일 ○○:○○ ○○ ○○ ○○ ○○ 00km 해역 규모 ○.○ 지진발생/낙하물 주의, 국민재난안전포털 행동요령에 따라 대응, 여진주의

제1부
주요정책 및 이슈

제2부
기술·수동항

제3부
분야별 기상정책

제4부
소속기관 추진업무

제5부
부록

1.2. 지진과학의 이해 및 정책 홍보

2023년 지진홍보 사업의 가장 큰 성과는 전년도에 국민들의 큰 호응을 얻었던 지진희영상의 후속편으로 제작된 ‘지진(희) 다음에 오는 여진(구)’ 영상을 제작·확산하여 다시한번 국민들의 흥미를 유도한 것이다. 다양한 연령층으로부터 인지도가 있고, 신뢰감을 주는 목소리를 가진 배우 여진구씨가 출연하여 여진의 위험성과 지진조기경보서비스, 날씨알리미앱 지진알림 등을 소개함으로써 지진정보 활용성을 높였다. 유튜브 조회수 약 350만회를 기록하며 기상청 홍보콘텐츠 최다 조회수를 기록하기도 했다.

메타버스 ‘지진화산아일랜드’는 새로운 세계관을 부여하여 리뉴얼을 진행하였다. 지진·지진해일·화산 재해로 인해 폐허가 된 지진화산아일랜드를 참여자가 어벤져스가 되어 다양한 체험을 통해 복구시킨다는 스토리텔링을 설정하여 재미요소를 더하여 참여자가 주도적으로 정보를 습득할 수 있도록 하였다.

특히, 지진안전주간(9. 11.~17.)이 포함된 9월에는 국민 참여형 프로그램을 강화하여 지진정보서비스를 체험해 볼 수 있는 기회를 마련하였다. 먼저, 전국에 있는 안전체험관(4소)과 연계하여 지진특별관을 운영하였다. 기상청에서는 지진과학 및 기상청 지진업무를 쉽고 재미있게 이해할 수 있는 게임형태의 체험전시물(4종)과 홍보책자 등을 제공하고, 안전체험관에서는 재난대응 체험프로그램을 통해 지진과학에 대한 흥미와 이해를 유도하였다. 기상기후산업박람회 기간(9. 13.~15.) 동안에는 지진특별관 운영을 통해 안전업무 종사자들의 관심과 기상청의 지진정보서비스에 대한 이해도를 높였다. 그리고 토크콘서트(9. 2.)를 개최하여 현장에서 국민과 소통하며 지진정책에 공감할 수 있는 기회도 마련하였다. 또한 메타버스를 활용한 온라인 캠페인 병행운영으로 오프라인 행사에 참여하지 못한 국민들의 캠페인 참여 기회를 마련하였다.

기존에 학생과 일반인을 대상으로 진행하던 공모전 범위를 유아까지 확대하여 진행함으로써 지진정보서비스에 대한 소외계층이 생기지 않도록 하였다. 미취학 아동들이 쉽게 참여할 수 있도록 유아 눈높이에 맞추어 전래동화(3편)를 각색한 쇼츠영상을 제작·확산 하였다. 또한 일반인 대상 쇼츠영상 공모전을 통해 발굴된 슬로건 ‘지진, s센스있게 p하세요’도 홍보에 적극 활용되었다.



지진이해 영상



지진안전캠페인 홍보 영상



안전체험관 연계



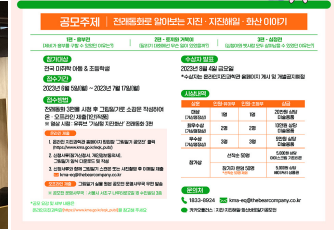
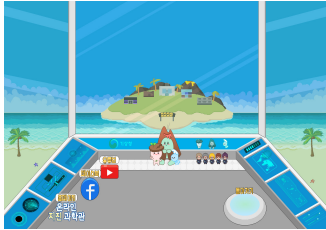
메타버스



토크콘서트



공모전



전래동화를 각색한 쇼츠영상

그림 3-90 2023년도 지진·지진해일·화산 홍보사업

제1부
주요정책 및 이슈

제2부
기술기술통합

제3부
분야별 기상정책

제4부
소속기관 추진업무

제5부
부록

02

지진 발생 현황

» 지진화산국 | 지진화산감시과 | 기상사무관 | 함인경

2.1. 국내 지진 발생 현황

2023년 한반도 및 주변 해역에서 발생한 규모 2.0 이상의 지진은 총 106회로 지난 디지털 관측의 연평균(70.8회) 대비 다소 높은 수준이며 규모 3.0 이상의 지진(16회)도 연평균(10.4회)보다 많이 발생했다. 이는 동해 해역 연속지진과 북한 길주 지진의 영향으로 분석된다.

표 3-42 기상청 계기 관측 기간(1978~2023년) 지진 발생 현황(규모 2.0 이상)

구 분	관측 기간별 연평균 지진 발생 횟수			2023년 발생 횟수
	아날로그 관측 ('78~'98년)	디지털 관측* ('99~'22년)	계기 관측 ('78~'22년)	
총횟수	19.1	70.8	46.7	106
규모 3.0 이상	8.8	10.4	9.7	16
체감지진	5.9	16.5	11.5	19

* 디지털 관측 : 현재와 같은 디지털 지진계를 통해 지진파 신호를 기록

연도별 지진 발생 추이를 보면 국내에서 계기 관측이 시작된 1978년부터 2015년까지 완만한 증가치를 보이다가 2016년 경주지진(규모 5.8)과 2017년 포항지진(규모 5.4)의 영향으로 급격히 증가하였다. 이후 두 지진의 여진이 잦아들면서 지진 발생 횟수는 점차 감소세를 보이다가 2021년 이후 다소 증가하고 있다.

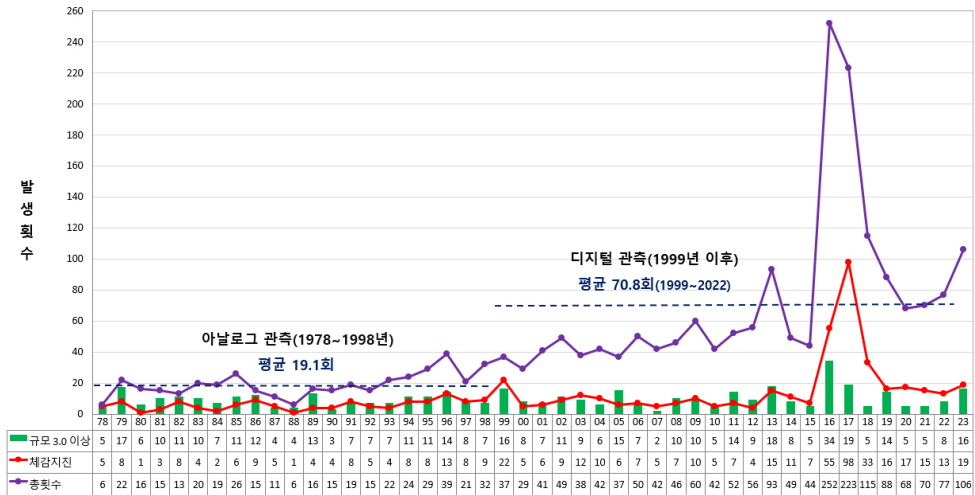


그림 3-91 연도별 국내 지진 발생 추이(1978~2023년)

2023년 규모별 지진 발생 횟수는 규모 2.0~2.9는 90회, 규모 3.0~3.9는 14회, 규모 4.0~4.9는 2회이다. 올해 최대규모 지진은 5월 15일 강원 동해시 북동쪽 52km 해역에서 발생한 규모 4.5 지진이고, 내륙에서 발생한 최대규모 지진은 11월 30일 경북 경주시 동남 동쪽 19km 지역에서 발생한 규모 4.0 지진이다. 규모 2.0 이상 지진의 발생빈도와 목록은 국가통계자료로 관리되고 매년 발간되는 지진연보에 수록된다. 반면 규모 2.0 미만 미소 지진은 약한 에너지로 일부 지진계에서만 감지되어 국가통계로 분류되지 않고 기상청 누리집을 통해 확인할 수 있으며 총 706회 관측되었다.

발생 위치에 따라서는 규모 2.0 이상 지진이 내륙에서 59회, 해역에서 47회 발생하였다. 남한 내륙에서는 경북(5회)과 강원(4회)에서 상대적으로 많은 지진이 발생하였다. 해역의 경우 동해(21회), 서해(20회), 남해(6회) 순으로 동해와 서해가 비슷한 발생빈도를 보이며, 이 중 규모 3.0 이상의 지진은 동해에서 4회, 서해에서 3회 발생하였다. 남한과 북한 내륙의 지진 발생빈도를 비교하면 남한 지역(20.8%)보다 북한 지역(34.9%)이 높았다. 북한에서 발생한 지진은 37회로 대부분 함경북도 길주(33회)에서 발생한 지진이며, 최대규모 지진도 7월 3일 함경북도 길주에서 발생한 규모 3.3 지진이다.

표 3-43 2023년 지역/해역별 지진 발생 횟수(규모 2.0 이상)

구분	서울	부산	인천	대전	대구	광주	울산	경기	강원	충남	충북	경남	경북	전남	전북	제주	세종	북한	동해	남해	서해	합계
횟수	0	0	0	0	0	0	0	2	4	2	2	2	5	2	3	0	0	37	21	6	20	106

제1부
주요정책 및 이슈

제2부
기술개발 동향

제3부
분야별 기상정책

제4부
소속기관 추진업무

제5부
부록

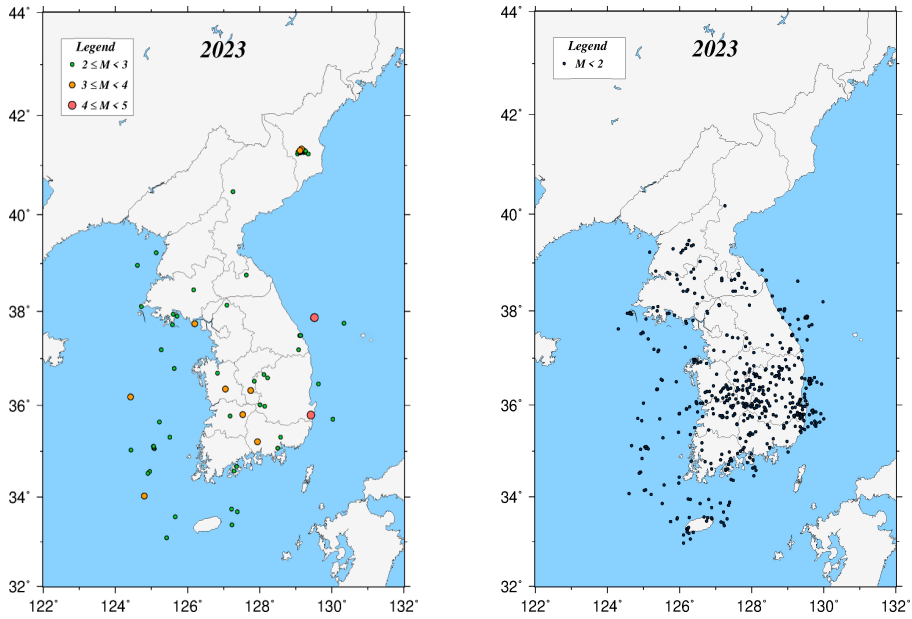


그림 3-92 2023년 지진 발생 분포도: 규모 2.0 이상(좌), 규모 2.0 미만(우)

2.2. 세계 지진 발생 현황

2023년 전 세계에서 발생한 규모 5.0 이상의 지진은 미국 지질조사국(U.S. Geological Survey: USGS) 기준 총 1,782회(2024. 1. 15. 기준)이다. 그중 큰 피해를 유발할 수 있는 규모 7.0 이상은 19회로 2000년 이후 연평균인 15회보다 다소 많은 수준이다.

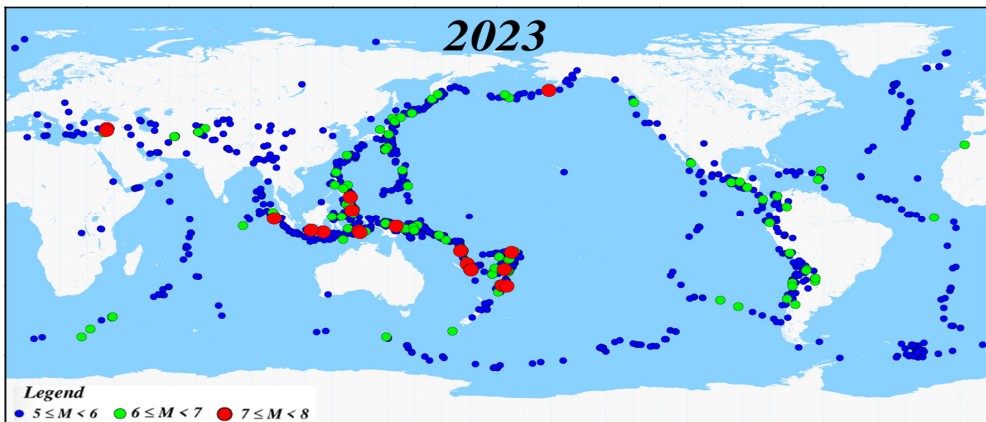


그림 3-93 2023년 세계 지진 발생 현황(규모 5.0 이상)

대규모 피해를 유발한 지진도 다수 발생하였다. 2월 튀르키예-시리아 지진, 9월 모로코 지진, 10월 아프가니스탄 지진 등으로 많은 사상자와 이재민이 발생하였으며 아직도 복구가 진행 중이다.

표 3-44 2023년 주요 지진 발생 및 피해 현황

발생일	규모 (M)	깊이 (km)	최대 진도	발생지점	피해현황		
					사망자수	부상자수	피해건물수
2월 6일	7.8	10	IX(9)	튀르키예 가지안테프 지역	50,399	115,000	325,522
3월 19일	6.8	68	VII(7)	에과도르 마찰라 지역	15	495	821
9월 9일	6.8	19	VIII(8)	모로코 마라케시 지역	2,946	5,674	60,259
10월 7일	6.3	14	VIII(8)	아프가니스탄 헤라트 지역	1,482	2,101	38,588
11월 3일	5.7	12	VIII(8)	네팔 다일렉 지역	154	366	62,937
11월 17일	6.7	52	VIII(8)	필리핀 제너럴산토스 해역	11	730	4,892
12월 19일	5.9	10	VII(7)	중국 간쑤성 린샤현 지역	151	982	222,000

출처: USGS, 2024. 1. 기준

» 지진화산국	지진화산기술팀	기상사무관	김명수 강기룡 장은해
» 지진화산국	지진화산기술팀	기상연구관	
» 지진화산국	지진화산기술팀	기상사무관	

3.1. 지진관측망 확대

3.1.1. 기상청 지진관측망 구축 및 운영

기상청은 신속한 지진관측을 통한 지진으로부터 안전한 사회 실현을 위해 2023년 12월 말 현재 전국에 총 327개소의 기상청 지진관측망을 구축·운영하고 있다.

올해는 전국을 지진 발생빈도 및 피해 영향 등을 고려하여 구역을 분류*하였으며 집중감시구역에 22개소, 일반감시구역에 2개소의 지진관측소를 신설하였고, 관측환경조사 결과를 바탕으로 지진관측자료 품질과 환경개선이 필요한 4개소와 지역 일반산업단지 조성부지에 포함된 지진관측소 1개소를 포함하여 총 5개소를 이전 설치하였다.

* 집중감시구역: 인구밀집지역, 주요단층지역, 원자력이용시설지역

* 일반감시구역: 집중감시구역을 제외한 전 지역

기상청은 지진관측자료의 신뢰성 확보를 위하여 2020년 11월 27일부터 지진관측장비 검정제도를 시행하고 있으며, 2020년 12월 10일부로 한국기상산업기술원을 검정대행기관으로 지정하여 운영하고 있다. 올해 검정실적으로는 기상청, 지진관측기관 및 민간기업 등 총 11개 기관에서 요청한 총 690대(실내 295대, 현장 395대)이다. 한편, 기상청은 지진관측장비 검정의 안정적 수행을 위해 현장검정용 검정장비 총 8조, 실내검정용 검정장비 총 3조를 운영하고 있다.

지진경보서비스 환경변화와 다량의 지진관측기관 지진관측망 편입이 예상됨에 따라 제2차 지진·지진해일·화산의 관측 및 경보에 관한 기본계획(2023~2027)을 수립하였고,

전국을 집중감시구역과 그 외 지역인 일반감시구역으로 구분하여 2027년까지 매년 각각 20개소씩 총 160개소 지진관측소를 신설하고, 지진관측기관 지진관측소를 지속적으로 국가 지진관측망에 편입할 예정이다.

이에 따라 국가 지진관측망 조밀도가 높아지고 대규모 피해가 예상되는 집중감시구역의 경우 지진탐지시간은 2.4초(2023년)에서 약 1.4초(2027년)로 1.0초 가량 단축되어 지진대피 가능시간이 추가 확보될 것으로 기대한다.

현재 기상청은 지진관측소 뿐만 아니라 지진해일관측소 3개소, 공중음파관측소 5개소(33배열), 지구자기관측소 1개소, 화산관측소 1개소를 운영 중이며 자료 수집, 분석, 통보 까지의 과정이 중단되지 않도록 안정적인 시스템 운영을 위해 최선을 다하고 있다.

표 3-45 연도별 기상청 지진관측망 현황 및 사업 추진 현황

(단위: 개소)

관측소 구분		2021년	2022년	2023년	2023년 사업 내역
지표형	초광대역	1	1	1	
	광대역	16	13	14	편입(1소)
	단주기	22	22	22	
	가속도	2	2	2	
시추형	광대역	85	91	96	편입(5소)
	가속도	156	168	192	확충사업(신설 24소)
합 계		282	297	327	

표 3-46 기상청 지진해일, 공중음파, 지구자기 및 화산관측소 현황

구분	관측망 또는 장비 수	관측소명
지진해일관측소	3개소	울릉도(섬목), 임원(비화항), 남향진(남향진)
공중음파관측소	5개소(33배열)	교동(8), 파주(6), 연천(7), 철원(6), 인제(6)
지구자기관측소	1개소	청양
화산관측소	1개소	백록담(제주)

표 3-47 지진관측장비 검정대수 및 검정수수료 현황

구분		2021년	2022년	2023년	비고
검정대수	실내검정	208대	293대	295대	
	현장검정	149대	480대	395대	
	계	357대	773대	690대	
검정수수료		37,883,000원	108,828,500원	66,834,600원	

제1부
주요정책 및 이슈

제2부
기상기술동향

제3부
분야별 기상정책

제4부
소속기관 추진업무

제5부
부록

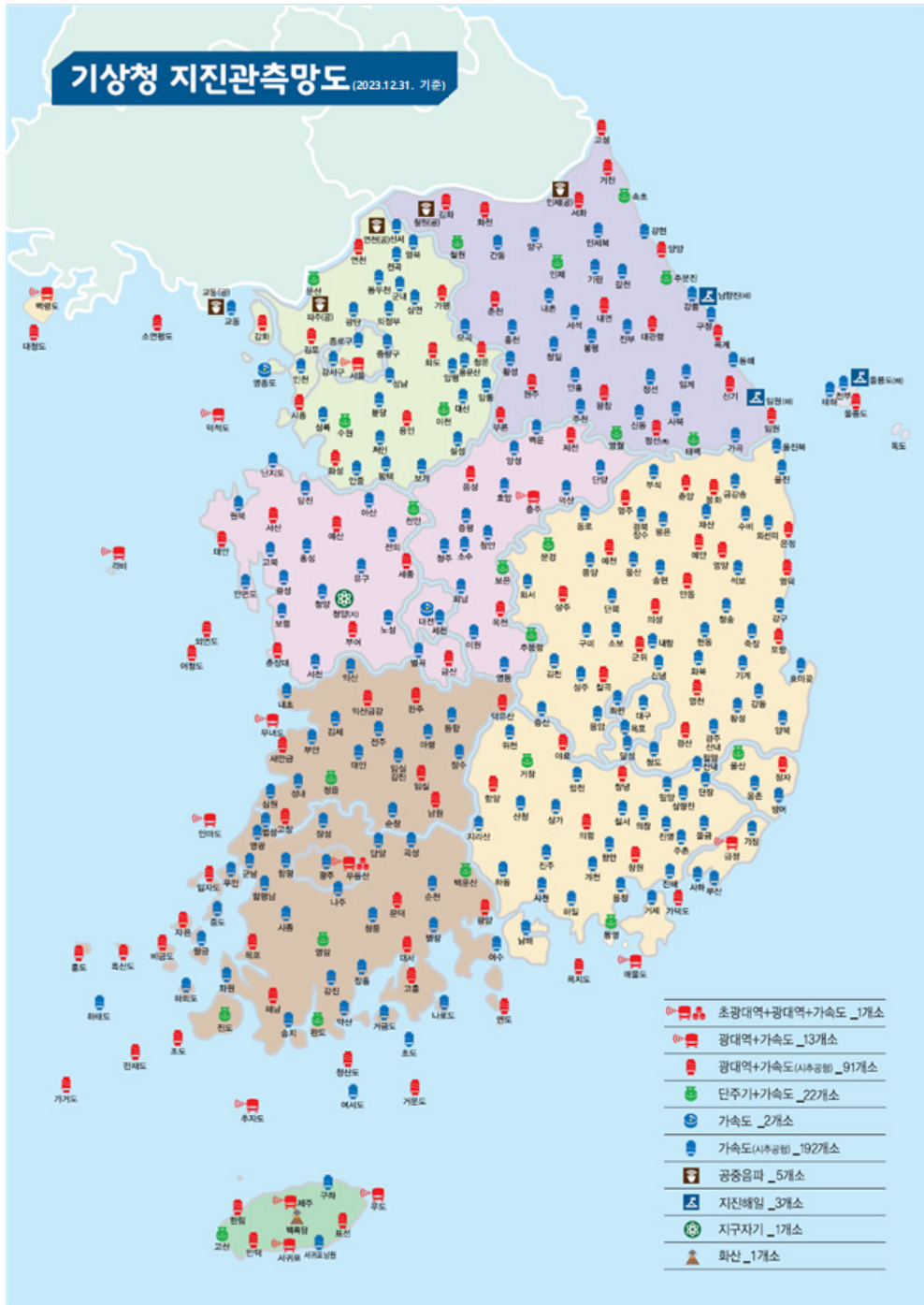


그림 3-94 기상청 지진관측망도

3.2. 지진정보 전달 체계 개선

3.2.1. 지진정보 직접연계 서비스 제공

기상청은 지진발생시 국민들의 생명과 재산을 보호하기 위해 긴급재난문자(CBS), TV 자막방송, SNS, 홈페이지 등 다양한 매체를 활용하여 신속하게 지진정보를 전달하고 있다. 이러한 수단으로 해결하지 못하는 지진정보 사각지대를 최소화하고 빠른 정보전달을 위한 또 다른 수단으로 2015년부터 지진정보 직접연계 서비스를 시행해 오고 있다. 직접연계 서비스는 기상청 지진조기경보시스템과 각 유관기관 시스템을 직접연결하여 지진정보가 중간의 다른 전달과정 없이 신속하게 전달되는 방식이다.



그림 3-95 기상청 지진정보 직접연계 서비스 흐름도

3.2.2. 유관기관 대상 지진정보 연계 서비스 확대

2023년에는 전국 재난 관련 기관을 대상으로 수요조사(연 2회)를 실시하여 4개 기관(행안부, 여수시, 전북교육청, 인천교육청)과 지진정보 제공을 위한 직접연계를 완료하였다. 또한 지방자치단체와 협업하여 전국 약 3,000개 민방위경보 전파대상 건축물(백화점, 대형마트, 터미널, 영화관 등)에 신속한 지진정보를 제공하여 일반시민들이 신속하게 지진 재난에 대응할 수 있는 체계를 마련하였다. 2015년 직접연계 서비스를 시작한 이래로 2023년 12월 31일 기준으로 총 누적 67개 기관(96개 시스템)과 협업하여 지진정보를 즉시 전파하는 체계를 구축하였다.

기상청은 국민의 안전과 재산을 지키기 위해 중앙행정기관, 지방자치단체, 재난관리 책임기관, 교육청 등 유관기관을 대상으로 직접연계 서비스를 지속적으로 확대할 계획이다.

표 3-48 기상청 지진정보 직접연계 현황

구분	중앙행정기관	광역시·도	기초지자체	시·도 교육청	재난관리책임기관	기타	합계
기관수	6	17	8	17	15	4	67
시스템수	11	34	9	17	21	4	96

3.2.3. 전국 17개 광역지자체 교육청 및 학교 대상 지진정보 제공 확대

지진 발생 시 지진재난문자를 비롯해 TV자막, 인터넷 포털사이트, 기상청 홈페이지, 각종 SNS 등 다양한 방식으로 지진정보를 제공하고 있으나 학교의 경우, 수업 중 휴대폰 사용이 제한되는 정보의 사각지대에 놓이게 됨에 따라 대응 방안이 필요한 상황이었다.

이러한 문제를 해결하기 위해 2017년부터 학교를 대상으로 기상청-교육청-학교 간 연계를 통해 지진정보 시 기상청으로부터 지진정보를 수신하여 자동으로 학교 내 음성방송으로 지진발생 상황과 행동요령에 대한 안내가 이루어지는 시범서비스를 추진하고 있다.

또한 다수 학생들을 대상으로 신속하게 지진재난 대응이 이루어질 수 있도록 교육부·교육청·학교 지진재난 대응 매뉴얼에 해당하는 규모, 진도, 진앙지 반경에 맞춰 자동대피 방송이 나갈 수 있게 하였으며, UHD방송망을 통한 재난경보도 수신할 수 있어 기상청과 연계가 끊어졌거나 인터넷망 장애시에도 방송망을 통해 지진정보를 수신할 수 있게 하였다.



그림 3-96 학교 연계 시범서비스 구성

대표적 사례로 2021년 12월 제주 4.9 해역 지진 발생 시 1초 만에 연계된 학교에 교내 방송으로 지진정보가 신속하게 전파된 사례를 들 수 있다.

2017년부터 2023년까지 전국 17개 광역지자체 교육청과 연계를 완료하였으며 해당지역 235개 학교에 지진경보장치를 도입하여 학생들이 지진에 신속히 대응할 수 있는 체계를 마련하였다.

표 3-49 전국 17개 광역지자체 교육청과 지진정보 연계 현황

연도	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
지역	울산	부산	경북, 제주	서울, 강원, 경기, 충남, 경남	충북	대구, 광주, 대전, 세종, 전남	인천, 전북
연계율	5.9%	11.8%	23.5%	52.9%	58.8%	88.2%	100%

3.3. 지진현장경보 시범서비스

3.3.1. 지진현장경보 시범서비스 제공방식 확대

기상청은 더욱 신속한 지진경보체계 구축을 위하여 지진조기경보 보다 선제적으로 경보가 가능한 지진현장경보체계를 개발하였으며, 2022년 8월부터 2024년 12월까지 지자체 및 재난관리책임기관 등을 대상으로 시범서비스(예상진도 VI 이상)를 시행하고 있다.



그림 3-97 지진발생 시간 경과에 따른 지진 통보 체계

표 3-50 지진현장경보와 지진조기경보 비교

구분	지진현장경보	지진조기경보
관측소 활용 수	최소 2개 관측자료 활용 (최초 관측 1개 + 인접 관측값비교)	최소 4개 이상 관측자료 활용 (지진파 감지 후 일정시간 마다 관측소 추가)
통보 시간	최초관측후 3~5초수준	최초관측후 5~10초수준
통보 기준	예상진도(VI) 이상 지진 발생	규모 5.0이상 지진 발생
서비스 내용	최초관측지역의 지진동 감지정보	지진 발생 상세정보(위치, 규모, 시간)
서비스 대상	특정 수요자(국가주요기반시설 등)	전국민 대상 서비스

재난담당자의 휴대전화로 정보를 전달하는 SMS/MMS, 기상청 통보시스템과 직접연계를 통해 신속하게 정보를 수신받고 다양한 방식으로 활용 가능한 JAVA Client, 기상청에서 통보하는 통보문 수신 및 경광등 연결 등이 가능한 PC Client, 방송장비와 연계하여 지진 정보 수신 시 기관 또는 건물 내 방송이 가능한 지진경보장치 등의 방식을 통해 지진현장 정보 및 지진정보 등을 제공하고 있다.

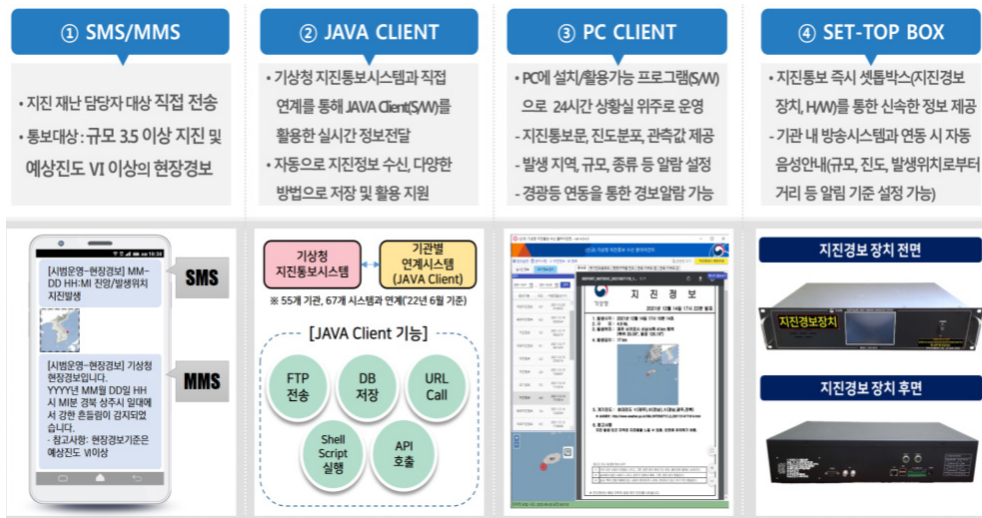


그림 3-98 지진현장경보 제공방식(통보매체)

2023년 12월 기준으로 총 22개 기관에 지진현장경보체계 시범서비스 제공방식을 확대하고 시범서비스를 제공 중이다.

표 3-51 지진현장경보체계 제공방식 확대 현황(2023. 12. 기준)

구분/제공방식	SMS/MMS (2022. 8.)	JAVA Client (2023. 4.)	PC Client (2023. 6.)	지진경보장치 (2023. 9/11.)
기관수	21	4	9	4

3.3.2. 수요자 맞춤형 지진현장경보체계 프로토타입 개발

지진현장경보 시범서비스는 예상진도 VI 이상이 예상되는 지진에 대해 경보를 발령하고 관련정보를 대상기관에 제공한다. 기상청에서 제공하는 정보와는 별개로 원자력시설 및 발전소, 댐 등 주요시설을 관리하는 대상기관에서는 기준진도 미만의 지진에도 대응이 필요한 경우가 있을 수 있다.

이에 대상기관에서 직접 현장경보 운영이 가능하도록 수요자 맞춤형 지진현장경보체계 프로토타입을 개발하였다. 기상청 관측소 또는 기관 관측소를 자유롭게 활용할 수 있는 선택적 관측자료 활용, 원하는 현장경보 발령 기준진도를 선택할 수 있는 기준 진도 설정 기능과 현장경보 시스템을 웹페이지에서 쉽게 관리 할 수 있도록 모니터링 기능을 탑재하고 있다.

수요자 맞춤형 지진현장경보체계 프로토타입은 대상기관과의 협의를 통해 시범적용 기관을 선정하여 적용할 계획이다.

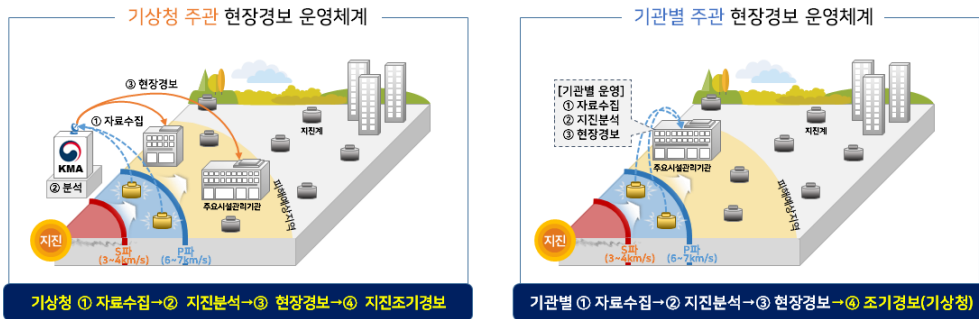


그림 3-99 기상청 주관 및 기관 주관(수요자 맞춤형) 지진현장경보체계 비교

제1부
주요정책 및 이슈

제2부
기술개발 동향

제3부
분야별 기상정책

제4부
소속기관 추진업무

제5부
부록

04

지진·지진해일·화산 기술개발

» 지진화산국	지진화산연구과	기상연구관	방소영 황의홍 이지민 조은영
» 지진화산국	지진화산연구과	기상연구관	
» 지진화산국	지진화산연구과	기상연구관	
» 지진화산국	지진화산연구과	기상연구관	

기상청에서는 지진정보 생산과 지진해일 관측·예측, 화산활동 감시·예측, 한반도 지각 활동 진단에 대한 기술 개발을 위한 지진·지진해일·화산 감시·분석·예측기술 개선 연구를 수행하고 있다. 그리고 분야별 연구개발 성과의 현업화를 통해 기상청 지진화산정보 서비스에 활용함으로써 자연재해 대응 능력 강화에 힘쓰고 있다. 2023년 지진화산연구과에서는 기상청 지진분야 정책 지원 및 현업화를 위한 지진화산업무 지원 및 활용 기술 개발 자체 연구사업과 지진분야 정밀분석 기술, 인공지능 분석 및 활용 기술 등 기술개발을 위한 지진·지진해일·화산 감시 응용 기술개발 3차년도 사업을 수행하였고, 강원 내륙 및 동해 중부 해역 중심 지하단층·속도구조 모델 개발을 위한 한반도 지하단층·속도구조 통합모델 개발(Ⅱ) 2차년도 사업을 수행하였다.

4.1. 지진화산업무 지원 및 활용 기술 개발

4.1.1. 지진정보 생산기술 개발

지표면에서 실제 체감할 수 있는 진동크기 추정을 위해 전국 78개 관측소에 임시 지표지진계를 설치하여 기반암 내의 시추공 진동기록자료를 지표면 기준의 진동자료로 보정하는 관측소별 전달함수를 개발하였다. 또한 구조물 형식과 층수에 따라 달라지는 진동영향 특성 해석을 활용하여 특정한 구조물 형식과 층별로 느낄 수 있는 최대 진동을 추정하는 기술을 개발하고 검증함으로써 체감형 진동 정보 제공을 위한 기술을 확보하였다.

전국 약 6,300곳에 설치된 초소형 가속도 센서(Micro-Electro Mechanical Systems: MEMS)의 관측자료를 활용하여 지진원 탐지 및 약 10km 격자 단위의 진도를 산출하는 기법을 개발하며 보조지진계로서 상세 진도 서비스에 대한 활용 가능성을 확인하였다.

한반도 내 지진 발생 환경에 최적화된 국내 최초의 인공지능 학습모델 기반의 지진과 자동식별기술(Artificial Intelligence Picker: AI Picker)의 시험운영을 통해 지진파 식별이 어려운 S파 식별률 증가를 확인하고 현업화하여 지진분석사 판단과정의 보조 가이드로 활용 중이다.

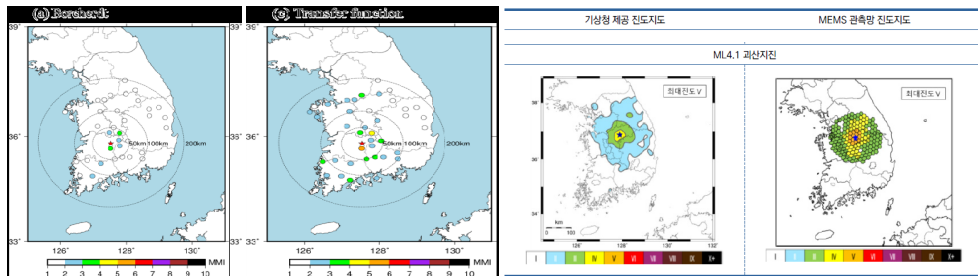


그림 3-100 관측소별 전달함수를 적용한 진도산출 결과(좌: 현재, 우: 전달함수 적용)(좌), MEMS 지진관측망을 활용한 진도 산출 결과(좌: 기상청 진도맵, 우: MEMS 진도맵)(우)

주요 지진 발생 시 지하단층과의 연관성 파악을 위해 주요 지진 발생지역에 대한 상대적 진원 자동분석 체계를 구축하고, 한반도 지하 단층·속도구조 통합모델 개발(I) 사업의 성과물인 수도권, 영남권 및 동해남부해역에 대한 지진다발지역 및 지하단층구조를 활용하여 주요 지진 발생지역을 설정하고 과거 발생 지진의 지진 발생 정보와 관측소별 도달 시간 DB를 구축하는 등 상대적 진원 자동분석 체계의 기반을 마련하였다.

또한, 진원 결정 정확도 향상을 위해 3차원 속도구조모델(Ver.1)을 적용한 진원정보 산출시스템을 구축하여 실시간 지진분석시스템(Antelope)과의 연계된 3차원 속도구조 모델(Ver.1)의 현업 활용 기반을 마련하였다.

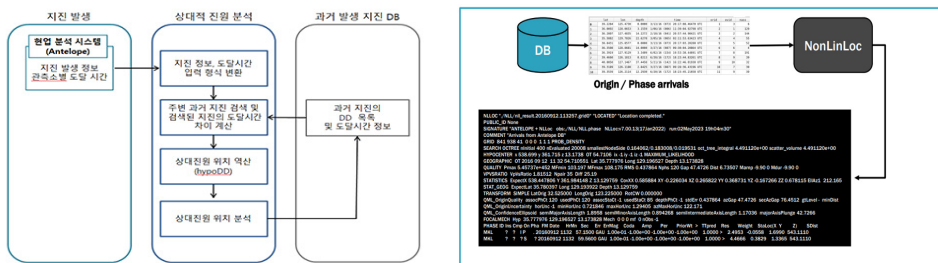


그림 3-101 관측소별 주요 지진 발생지역에 대한 상대진원 분석시스템 흐름도(좌), Antelope DB 기반의 3차원 속도구조 활용 진원 분석시스템 체계도(우)

제1부
주요정책 및 이슈

제2부
기술기술 동향

제3부
분야별 기상정책

제4부
소속기관 추진현황

제5부
부록

4.1.2. 지진해일 관측 및 예측기술 개발

한반도 지진해일 관측 및 예측 기술 고도화를 위해 관측자료 전처리 및 신규 검출알고리즘을 개발하여 검출시스템을 개선하였으며, 예상 도달시간 및 최대해일고 정보를 포함하는 전파도 자동생산 체계를 구축하여 전지구 지진해일 예측시스템을 보강하였다. 또한, 한반도 연근해지역에서 지진해일 탐지를 위하여 RTK-GPS 기반의 지진해일 관측 기술과 인공지능 기술을 활용한 CCTV 영상 기반의 지진해일 자동관측시스템 활용 연구 등을 추진하였다.

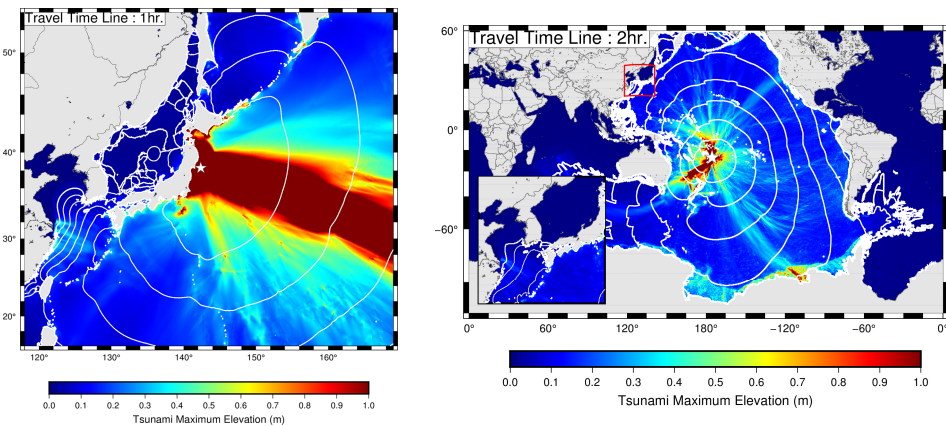


그림 3-102 지진해일예측시스템을 이용한 수치모의 결과 예시, 동북아 영역(좌) 및 전지구 영역(우)

4.1.3. 화산 활동 감시·예측 및 한반도 지각 활동 진단 기술개발

화산 및 지각 활동 감시·예측을 위해 위성영상을 이용하여 백두산 화산활동 수준의 정기 분석·평가와 튀르키예-시리아 대지진에 대한 피해지역 분류 및 지표변위 분석을 수행하였다.

또한 기존 통합모델(Unified Model : UM) 기상장 기반의 동아시아 영역 화산재 확산 예측모델을 한국형수치예보모델(Korean Integrated Model : KIM) 기상장 기반으로 개선하고 예측영역을 전지구 영역으로 확장하기 위한 기반 연구를 통해 화산재 확산예측모델의 고도화를 추진하였다.

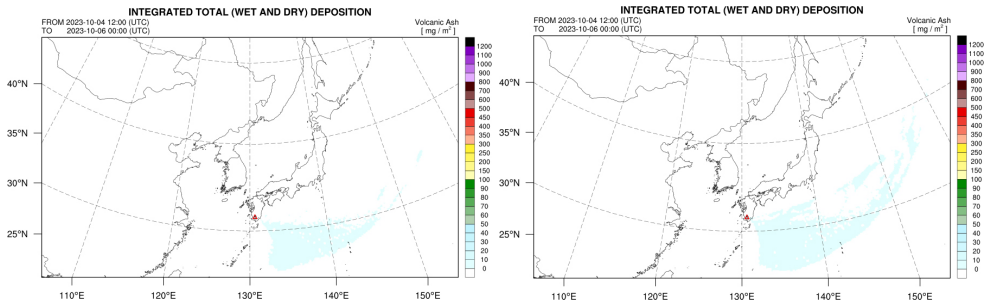


그림 3-103 UM 기상장(좌) 및 KIM 기상장(우)의 화산재 확산 예측 결과 비교

기상·지진 See-At 기술개발사업의 일환인 한-중 백두산 공동 관측 장기 연구(화산특화 연구센터)에서 백두산 현지에서 획득한 관측자료 분석을 통해 화산활동의 지속적인 감시·평가를 수행하고 있다.

한반도의 지진활동에 의한 지각변동 및 화산활동에 의한 감시를 위하여 전지구적 위성항법 시스템(Global Navigation Satellite System: GNSS) 관측자료를 활용하여 주요 지진발생 지역과 단층, 한라산 등을 대상으로 분석하였다.

그리고 국내 유일의 INTERMAGNET 인증관측소인 청양 지구자기관측소의 고품질 지구자기 관측자료 생산 및 안정적인 운영을 위해 자동 절대측정 기반 지구자기 관측자료 생산 자동화 방안 연구를 수행하였다.

4.2. 지진·지진해일·화산 감시 응용 기술개발

한반도 지반·지질조건을 고려한 진도정보 생산을 위해 지반정보 DB와 지반운동예측 모델, 부지증폭모델을 결합한 국내 고유의 진도생산 프로그램을 개발하였다. 또한 진도 분포도의 정확도 향상을 위하여 산지와 분지같은 특이지형에 대한 지역별 지진과 증폭 모델을 개발하여 진도생산 프로그램에 탑재하였다.

아울러 지진 분석 효율성 및 정확성을 높이기 위해 한반도 국지적 특성을 반영한 인공지능 기반 다중관측소 지진정보 생성모델을 개발하여 기개발된 지진과 위상 자동 탐지 기술에 결합해 하이브리드 P/S picker모델을 개발하고 성능을 검증하였다.

제1부
주요정책 및 이슈

제2부
기상기술동향

제3부
분야별 기상정책

제4부
소속기관 추진업무

제5부
부록

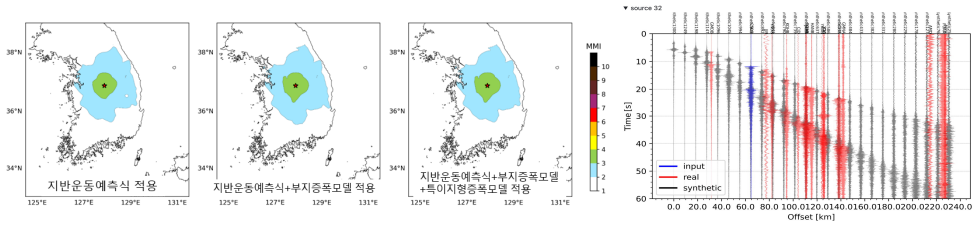


그림 3-104 규모 4.1 과산 지진에 적용된 진도분포도 표출 결과(좌), AI 기술을 접목한 다중관측소 자료 기반 지진 정보 생성 모델 개발(우)

4.3. 한반도 지하단층·속도구조 통합모델 개발(II)

지진발생원인 규명과 지진 분석 정확도 향상을 위해 「한반도 지하 단층·속도구조 통합 모델 개발」 II 단계 사업을 2022년부터 2026년까지 5년간 강원권(동해 중부해역 포함)을 대상으로 수행하고 있다. 2023년은 사업 2차년도로 강원 내륙 및 동해 중부 해역을 대상으로 강원권 지하 단층모델 개발을 위해 지진다발지역에 대한 미소지진을 정밀분석하고, 강원권과 수도권·영남권의 단층 연장성을 조사하였다. 또한, 지하 단층·속도구조 통합모델 갱신을 위해 강원권 지진관측소 하부 속도구조 분석 및 천부 지반정보를 이용한 초기 천부 속도구조를 산출하였고, 영남권·수도권의 중점모니터링 지역에 대한 미소지진 관측 및 지진활동 정밀분석, 지진동 예측을 통한 지하 단층·속도구조 통합모델(Ver.1)을 검증 및 개선하였다.

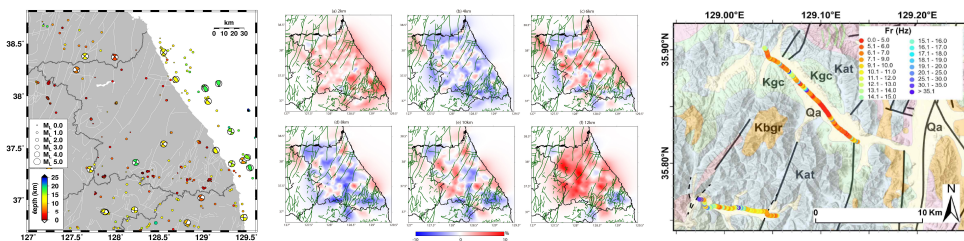


그림 3-105 강원권 미소지진을 포함한 지진 정밀분석 결과(좌), 강원권 초기 천부속도구조 산출(중), 중점 모니터링 지역인 밀양단층 정밀분석을 위한 지오폰 탐사 설계(우)

01

제6장 기상위성 및 레이더

기상위성

- | | | | |
|------------|-------|---------|-------------------|
| » 국가기상위성센터 | 위성기획과 | 과학기술서기관 | 김성우
이해진
신진호 |
| » 국가기상위성센터 | 위성운영과 | 기상연구소 | |
| » 국가기상위성센터 | 위성분석과 | 기상연구소 | |

제1부
주요정책 및 이슈

제2부
기상기술 동향

1.1. 국가기상위성센터 업무와 천리안위성 2A호

국가기상위성센터(이하 위성센터)는 국내 유일의 기상위성 전문기관으로 기상위성 개발과 활용 기술을 연구하며 365일 24시간 천리안위성 2A호(2018년 12월 5일 발사, 2019년 7월 25일 서비스)를 운영하고 있다. 위성센터는 천리안위성 2A호로 날씨, 기후, 환경 등에 관한 위성자료를 관측하고 수집하여 국내외 사용자들에게 제공할 뿐만 아니라 전 세계 30여 개 위성의 자료를 수신 및 수집하여 활용하고 있다.

천리안위성 2A호는 차세대 기상영상기(Advanced Meteorological Imager: AMI)와 우주기상 탑재체(Korean Space wEather Monitor: KSEM)를 탑재하고 있으며, 천리안위성 1호(2020년 4월 1일 임무종료)의 기상영상기에 비해 공간해상도는 4배 향상, 관측주기는 전구 18배 및 관측과장대는 3배 증가되어 위험기상 현상을 보다 빨리 정밀하게 관측할 수 있다. 천리안위성 2A호는 장면분석·표면, 구름·강수, 복사·에어로졸, 대기·항공 4가지 그룹별로 나누어 52종의 기상산출물과 초단기, 태풍·해양, 융합, 기후·환경감시 4개 활용 분야로 구분하여 23종의 활용산출물을 서비스하고 있다.

제3부
분야별 기상정책

제4부
소속기관 추진업무

제5부
부록

1.2. 천리안위성 2A호 고품질 위성 서비스

1.2.1. 안정적 기상위성 운영으로 세계 최고 적시 제공률 달성

위성센터는 천리안위성 2A호 위성체와 지상국 시스템을 안정적으로 운영하고, 위성 자료의 수신·처리·배포 등 일련의 과정을 신속·정확하게 처리함으로써 기상위성 정보를 국내외 사용자들에게 제공하고 있다. 위성센터는 천리안위성 2A호 영상 적시 제공률(관측 종료 후 3분 이내 서비스) 2023년 목표치인 99.91%를 99.92%로 초과 달성하였다. 이는 기상위성 선진국인 유럽기상위성센터(EUMETSAT) 운영성공률 99.6%(2022년)보다 높은 수준으로 세계 최고의 적시 제공률을 달성하였다.

2023년 천리안위성 2A호 영상 적시 제공률

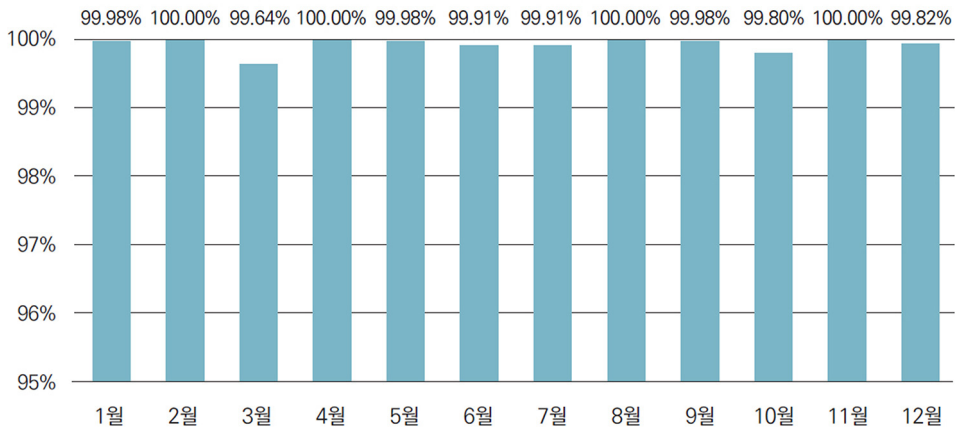


그림 3-106 2023년도 천리안위성 2A호 영상 적시 제공률(%)

1.2.2. 위성정보시스템 기능 및 편의성 개선

위성영상을 통한 실시간 위험기상 감시와 위성 영상 자료의 효율적인 분석을 위하여 위성정보시스템의 편의·분석기능을 강화하고 있으며, 분석에 활용되는 대표적인 도구로는 ‘그리기’가 있다. 사용자들에게 몰입감 있는 분석 경험을 제공하기 위하여 그리기 도구의 편의성 향상과 기능 개선을 추진하였다. 사용자들이 도형 그리기를 수행한 후 도형 객체 전체를 선택하거나 해제할 수 있는 기능, 되돌리기(Undo)·다시실행(Redo) 단축키 기능을 추가하여 편의성을 높였다. 또한, 기본선 외에도 다양한 그리기 선종류(점선, 곡선, 자유선)와

기상현상 분석 및 정보 공유에 활용되는 기상현상 기호(고·저기압, 기압골 등)를 추가 하였으며, 분할 화면에서 마우스포인트가 동일한 위·경도를 가리키는 하이라이트 등의 기능을 개발하였다.

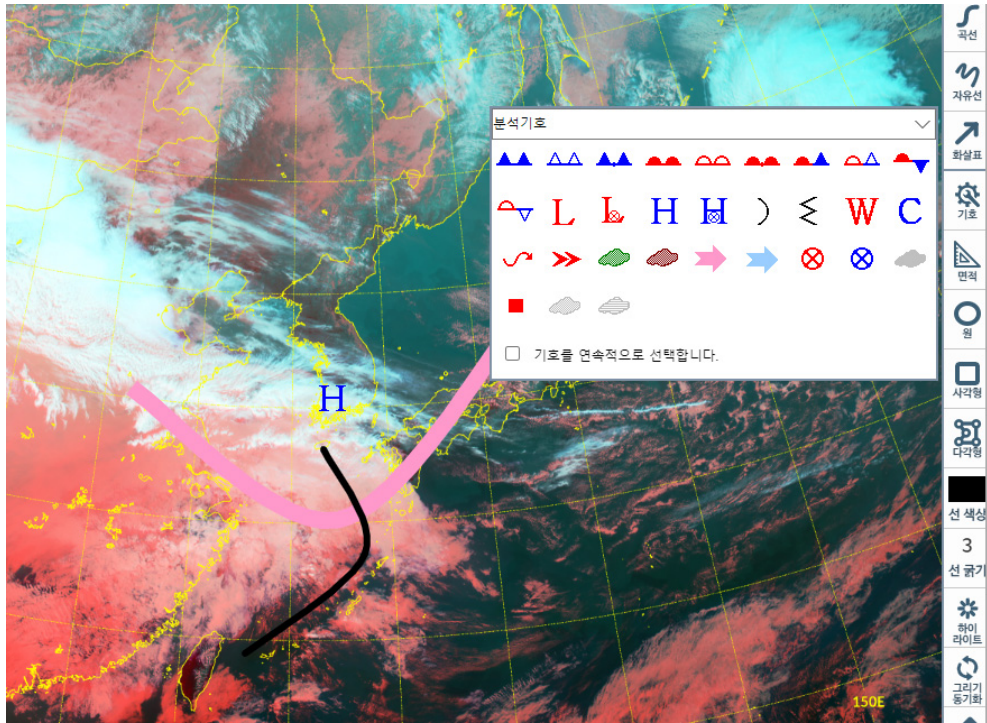


그림 3-107 위성정보시스템 그리기 기호 기능

분석에 더하여 타기관과의 협업 및 데이터기반 기능을 활용해 실황 감시기능을 강화 하였다. 특히, 산림청과 협력하여 API를 통해 실시간 산불정보를 위성정보시스템에서 표출하여 산불상황관제시스템을 활용하지 않고도 산불 실황감시를 할 수 있도록 하였다. 또한, 기상특보와 위성영상을 연계하여 감시할 수 있도록 특보현황을 데이터 기반으로 중첩하는 기능을 추가하였으며, 안개와 같은 위험기상을 지상관측과 연계하여 분석할 수 있도록 CCTV, AWS 분포도, 시정계 등을 동시에 중첩하여 감시할 수 있는 기능을 추가하였다. 더불어, 위성영상과 실제 관측자료가 시너지 효과를 낼 수 있도록 시스템을 구성하였는데, 지상 바람이나 고도별 상층 바람장을 중첩할 수 있도록 해 입체적인 기상 분석을 지원하였다. 특히, 바람장의 경우 전통적인 바람깃이나 바람벡터 형식뿐만 아니라 직관성을 크게 높일 수 있는 유선 동적 시각화 기능을 도입하여 감시와 더불어 분석 효율성을 높였다.

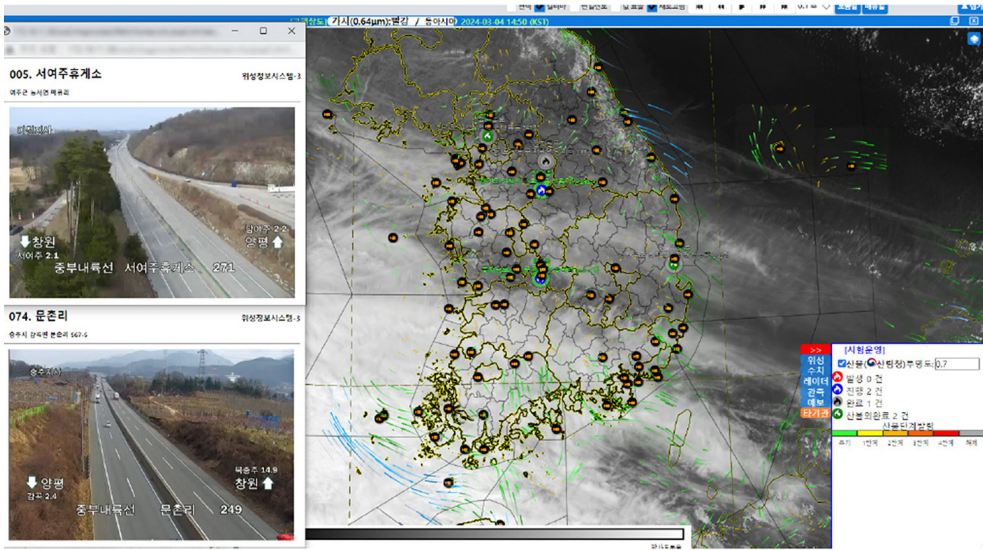


그림 3-108 위성정보시스템 산불감시, CCTV, 지상바람, 예보구역 중첩 기능

1.3. 위험기상탐지 및 예보지원 기술개발

1.3.1. 천리안위성 2A호 기반 도로 가시거리 위험정보 산출

위성센터에서는 안개로 인한 교통사고를 줄이고자 천리안위성 2A호 기반으로 기상청이 운영하고 있는 지상, 해양 시정계자료, CCTV 영상분석자료, 시정계 객관분석자료를 합성하여 도로 가시거리 위험정보 산출 알고리즘을 개발하였다. 생산된 산출물 정보는 국가 교통정보센터 도로교통시스템(ITS)를 통하여 2023년 7월 27일부터 중부내륙고속도로에서 운전자 내비게이션으로 도로 가시거리 위험정보 시험서비스를 제공한다.

도로 가시거리 위험정보 알고리즘 입력자료로 위성 및 지상자료(지상관측망(해양, 지상, 고속도로), 객관분석, CCTV)가 사용되어 3단계(1단계: 500m~1km, 2단계: 200m~500m, 3단계: 0~200m)로 구분되어 산출한다. 위성자료는 시정계 시정거리 200m, 500m, 1km 범위의 경계값을 구해 천리안위성 안개탐지 3단계 자료로 만들어 사용하였다. 위성에서 안개를 구름 또는 미탐지로 탐지하지 못하면 객관분석자료(시정)를 이용해 안개 미탐지(구름) 부분을 대체한다. 그 외 추가자료로 정확한 지상 정보를 위해 시정계, CCTV 지점도 포함하여 최종적으로 도로 가시거리 위험정보를 생산하게 된다. 다음 그림은 기상청 선진 예보시스템에 표출되고 있는 도로 가시거리 위험정보 2023년 7월 07:30KST 사례이다.

기상청에서 생산된 도로 가시거리 위험 정보는 국토교통부에서 운영하는 국토교통정보 시스템 도로기상 자료의 표준형식인 노드링크 정보로 바뀌어 제공하게 되며 이는 다시 운전자 내비게이션을 통하여 20분 지연된 5분 실황 도로 가시거리 위험 정보로 직접 제공된다.

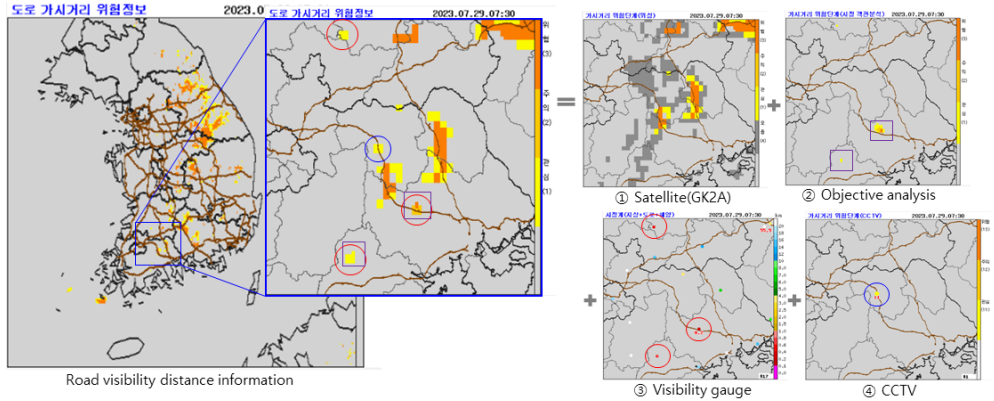


그림 3-109 선진예보시스템에 표출되고 있는 도로 가시거리 위험정보, CCTV, 시정계, 시정계객관분석 표출 예시 (2023. 7. 29. 07:30 KST)

1.3.2. 천리안위성 2A호 기반 자외선지수 대국민 서비스

자외선지수는 국민의 건강과 안전을 보호하기 위한 중요한 생활 기상 정보로서 기상청에서는 15개 관측소에서 자외선 복사량을 관측하여 자외선지수에 따른 영향(5단계 구분: 낮음(0~2), 보통(3~5), 높음(6~7), 매우 높음(8~10), 위험(11 이상))과 대응 요령을 제공하고 있다. 국가기상위성센터에서는 지상관측 지점의 공백을 대체하고 더욱 상세한 자외선 정보를 제공하기 위하여 천리안위성 2A호에서 관측한 복사량과 인공지능기법을 융합하여 2km 간격의 공백없는 자외선지수 산출 연구를 수행하였다. 천리안위성 2A호 자외선지수는 2022년에 인공지능 기반 기술을 구축하고 2023년 개선연구를 거쳐, 국가기상위성센터 누리집을 통하여 7월 3일부터 정식으로 대국민 서비스를 시작하였다. 위성기반 자외선지수는 0에서 15까지 단계를 구분하지 않고 연속적인 값으로 표출하여 30분 간격으로 제공되고 있다.

인공지능 기반의 천리안위성 2A호 자외선지수는 지상관측망의 공백을 해소하여 빈틈 없는 상세한 생활기상정보를 제공할 뿐 아니라, 고가의 지상 자외선 관측장비 설치 및 유지 관리 비용 절감 효과도 기대된다.

제1부
주요정책 및 이슈

제2부
기상기술 동향

제3부
분야별 기상정책

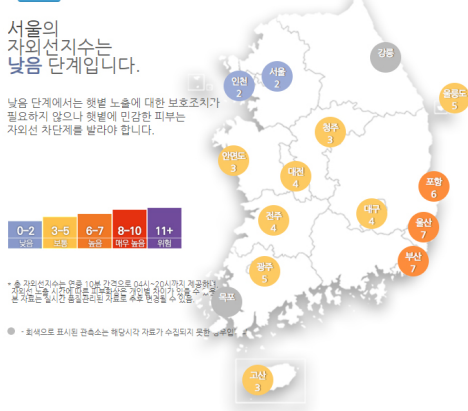
제4부
소속기관 추진업무

제5부
부록

〈지상 자외선 관측망(15개소)〉
2023년 6월 20일 10시

실시간 자외선지수

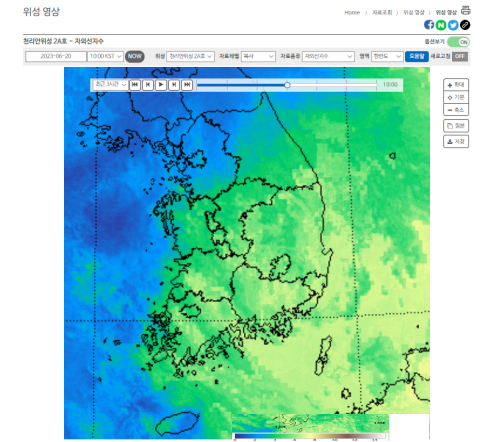
2023.06.20. 10:00



[출처] 기상청 기후정보포털 (<http://www.climate.go.kr>)

〈인공지능기반 천리안위성 2A호 자외선지수〉
2023년 6월 20일 10시

국기기술연구원 자료조회 자료제공 알람소식 기관소개 민원공개



[출처] 국가기상위성센터 누리집 (<https://nmssc.kma.go.kr>)

그림 3-110 지상 15개소 관측망(좌)과 위성기반 자외선지수(우) 서비스 현황

1.3.3. 위성기반 태풍 중심위치 추정 오차 개선

위성센터는 천리안위성 2A호의 위성영상을 활용하여 태풍중심 추정 정확도를 향상하고, 최대풍속 활용 태풍강도 분석기술을 개선하여 신속하게 예보지원 함으로써 태풍 피해 최소화 및 기상정보 신뢰도 향상에 기여하였다.

2022년 발생한 태풍 총 25개에 대해 베스트 트랙(태풍중심)과 비교하여 위성센터 분석관이 분석한 태풍중심의 평균오차는 24.0km였고 이전 평균오차 26.4km보다 2.4km가 감소하여 태풍중심 정확도는 9% 향상되었다. 다양한 위성영상을 활용하고, 태풍분석과 관련된 통합 위성분석시스템을 개선하여 주관적 드보락 기법의 태풍중심 분석오차가 감소하였다.

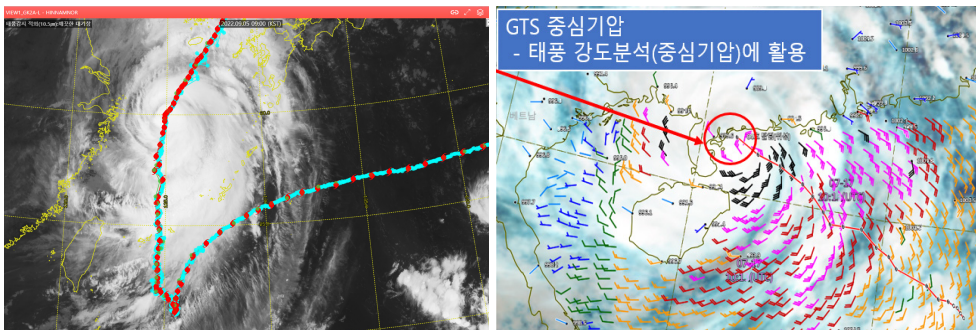


그림 3-111 주관적 드보락 태풍중심분석(SDT)과 베스트 트랙(녹색) 비교(2022년, 한남노결과 거의 일치함(좌), 다양한 위성영상 및 관측(GTS바람)자료를 증첩한 개선된 위성분석시스템(우)

1.4. 기상위성 개발

1.4.1. 후속 정지궤도 기상위성[천리안위성 5호] 개발 준비

위성센터는 2022년 하반기부터 2023년 상반기까지, 2022년 미시행된 「정지궤도 기상·우주기상 위성시스템 개발」 사업의 예비타당성조사(이하 예타) 결과를 분석하고 우주정책 및 우주산업 육성화 전략을 고려하여 후속 정지궤도 기상위성 개발 사업의 예타 재추진 전략 계획을 세웠다. 또한, 위성센터는 후속 정지궤도 기상위성 개발에 전문성과 객관성을 담보하기 위하여 총괄위원회와 개발분야별 분과위원회를 구성하고 운영하면서 사업의 기획 완성도를 높이고자 하였다. 이에 따라 사업명, 「정지궤도 기상·우주기상 위성(천리안 위성 5호) 개발 사업」을 기획하고 2023년 6월 1일 예타를 신청하여, 동년 7월 말 대상사업으로 선정되는 결과를 이루었다.

대상사업 선정 후, 8월에 기획보고서 보완 및 예타 조사기관 제출, 9월 사업설명 및 1차 자문회의를 시작으로 본격적 예타 대응에 나섰다. 이어 10월 조사기관의 2차 자문회의, 11월 3차 자문회의 등을 거치며 예타 조사기관의 질의와 자료요청에 대응하였다.

위성센터의 천리안위성 5호 개발 사업에 대한 예타 대응은 2024년 상반기 최종 결과 도출 전까지 이어질 예정이며, 시행 결론 시 즉시, 예산확보와 2025년 본사업 착수 대비 준비에 돌입할 예정이다.



그림 3-112 2023년도 천리안위성 5호 개발 사업 예비타당성조사 대응 추진 경과

제1부
주요정책 및 이슈

제2부
기술 동향

제3부
분야별 기상정책

제4부
소속기관 추진업무

제5부
부록

1.5. 국내외 기상위성 기술 협력

1.5.1. 제13차 아시아-오세아니아 기상위성 사용자 콘퍼런스 개최

위성센터는 국내외 기상위성 사용자들의 연구성과를 공유하기 위한 「제13차 아시아-오세아니아 기상위성 사용자 콘퍼런스(The 13th Asia-Oceania Meteorological Satellite Users' Conference)」를 11월 6일부터 9일까지 부산에서 개최했다. 이번 국제 콘퍼런스는 세계기상기구(WMO), 미국 국립해양대기청(NOAA), 유럽 기상위성센터(EUMETSAT)를 비롯해 중국, 일본, 호주, 인도네시아 등 아시아와 오세아니아 지역 약 30개국 기상위성 사용자 170여 명이 참석했다. 주요 발표 세션은 위성개발 프로그램, 기상위성 관측자료의 서비스 및 교환, 예보분석 및 실황예보에의 활용, 수치예보에의 활용, 인공지능 기법을 활용한 자료처리, 지상 및 해양 관측, 우주기상 그리고 관측기기 검보정 성능 등으로 구성되었다.

또한, 아시아-오세아니아 지역 기상위성 사용자들 간 화합의 장을 마련하고 실질적 사용자 요구와 효율적 지원 관계 형성을 위해 위성 활용 교육훈련과 공동 조정그룹회의도 함께 추진하였다. 즉, 콘퍼런스에 앞서 11월 3일부터 5일까지 진천에 소재한 위성센터에서 기상위성 미보유국가 기상업무 담당자 30여 명을 대상으로 친리안 기상위성 활용 확대를 도모하기 위한 교육 훈련을 실시하고, 11월 10일 부산 아시아-오세아니아 지역협의체 기상위성 조정그룹회의에서는 각국 기상청의 다양한 의견수렴도 진행하였다.



그림 3-113 제13차 아시아-오세아니아 기상위성 사용자 콘퍼런스 참석자 사진(2023. 11. 6.~9.)

1.5.2. 제5회 천리안위성 2호 융복합활용 콘퍼런스 개최

위성센터는 천리안위성 2호 융복합 활용 협의체 참여기관인 국립환경과학원, 국립해양조사원, 한국해양과학기술원과 공동으로 9월 21일과 22일에 ‘제5회 천리안위성 2호(2A·2B호) 융복합 활용 콘퍼런스’를 개최했다.

위성센터를 포함한 4개 기관은 천리안위성 2호의 운영, 자료 검보정 및 융복합 활용 확대를 위한 업무협약 체결(2020년 10월 발족, 2022년 3월 확대협약) 이후 상호협력하며, 매년 융복합 활용 콘퍼런스를 공동 개최해 왔다. 특히, 이번에 참석하는 연구기관 및 산업체 관계자로부터 천리안위성 2호 기상·해양·환경 관측자료에 대한 의견수렴으로 보다 효율적이고 체계적인 위성자료 배포가 이루어질 수 있도록 대국민 서비스 개선을 추진할 계획이다.



그림 3-114 제5회 천리안위성 2호 융복합활용 콘퍼런스 참석자 사진(2023. 9. 21.~22.)

1.5.3. 캄보디아 천리안위성 2A호 활용역량강화 현지연수 강의

위성센터는 2023년 3월 25일부터 31일까지 캄보디아 기상국(프놈펜 소재)에 강사 2명을 파견하여 천리안위성 2A호 위성영상 자료 분석 및 활용에 대한 경험과 기술을 캄보디아 예보관에게 전수하였다. 캄보디아의 자연재해 피해 절감을 위해 다양한 기상 위성자료 분석

및 활용 기술에 대하여 현지에 맞는 맞춤형 강의 및 실습을 진행하였다. 강의내용은 천리안위성 2A호 기본영상 및 RGB 합성영상의 이해, 위성영상을 활용한 집중호우 및 태풍 분석, 기후 요소 활용 가뭄감시 등이 있었고, 팀별 위성기상 분석사례 발표도 있었다. 캄보디아에 구축된 위성표출시스템은 이미지뷰어와 위성분석시스템으로 나뉘어지며, 고해상도 이미지를 통한 실황감시를 가능하게 해 캄보디아의 재해 예방에 크게 기여할 것으로 기대된다.



그림 3-115 캄보디아 천리안위성 2A호 활용역량강화 현지연수

- | | | | |
|-----------|--------|---------|-----------------------------------|
| » 기상레이더센터 | 레이더지원팀 | 기상사무관 | 남궁지연
권두순, 김원기
이승우, 정성화, 남경엽 |
| » 기상레이더센터 | 레이더운영과 | 방송통신사무관 | |
| » 기상레이더센터 | 레이더분석과 | 기상연구관 | |

2.1. 지상 원격탐사관측장비 운영개선 및 인프라 확충

2.1.1. 공항 기상레이더(TDWR) 신설

기상청은 공항 주변의 강수, 급변풍 등 위험기상을 입체적으로 감시하고 실시간으로 제공함으로써 항공기 안전운항을 지원하기 위해 주요공항에 공항기상레이더(Terminal Doppler Weather Radar, TDWR) 관측망 구축을 추진하고 있다. 2019년부터 인천국제공항 TDWR(C-밴드, 단일편파)의 노후화(2001년부터 운영)에 따라 신규장비로 교체하는 사업을 추진하여 2022년 9월 첨단 TDWR(C-밴드, 이중편파) 구축을 완료하였고, 제주공항에도 기상레이더 신규 설치를 추진 중이다.

2019년에 시작한 제주공항 기상레이더 타워 설치사업은 2023년 3월에 기초공사를 시작으로 2023년 6월에 타워 및 장비실(셸터) 설치를 완료하였으며, 안정적인 전원공급을 위한 수배전반, 무정전전원장치 및 비상 발전기의 설치는 2023년 12월에 완료하였다. 이로써 제주공항 기상레이더(TDWR) 신규 설치를 위한 기반을 구축하였고, 주민·관계기관들과 지속적으로 소통과 협의를 이어가고 있다.



그림 3-116 콘크리트 베이스 구축, 타워 조립, 타워 및 장비실(셸터) 구축현황

2.1.2. 기상레이더 핵심기술 자립을 위한 국산화 및 신호처리 기술개발

기상청은 기상레이더 핵심기술의 해외 의존도를 낮추기 위해 2015년부터 국산화 기술 개발을 추진하고 있다. 2023년에는 도파관 제습기인 ‘Dehydrator’를 개발하였다. ‘Dehydrator’는 24시간 상시 운영하는 레이더 핵심부품이다. 또한, 운영 상태를 직관적으로 모니터링하기 위해 LCD를 부착하고 WEB을 이용하여 유지관리의 편의성을 제고하였다.



그림 3-117 기상레이더 부품 국산화(Dehydrator) 개발 현황

전량 해외도입에 의존하고 있는 기상레이더는 우리나라 지형 및 기상상태에 적합한 신호처리기술 개발의 필요성에 따라 「기상레이더 신호처리기술 개발」 R&D 사업을 2021년부터 2025년까지 5년간 40억의 예산으로 추진하고 있다. 본 사업의 목표는 대용량의 기상레이더 원시신호를 실시간으로 고속처리하는 신호처리기 시제품(TRL 7)을 개발하여 상용 신호처리기 수준의 핵심기술력을 확보하는 것이다. 2021년부터 2022년까지 기존 레이더 시스템에 영향을 주지 않고 신호처리기 개발과 성능시험이 가능하도록 테스트플랫폼 구축을 완료하였고, 지형 클러터 제거와 품질변수 임계값 처리기술, 기상모멘트 추정기술 구현 등 신호처리 알고리즘 개발을 2023년까지 진행하였다. 2023년부터 2025년까지 신호처리 알고리즘 최적화 및 신호처리기 시제품 개발을 완료하여 실증관측소에서 시험운동을 통해 기존 신호처리기와 성능을 검증할 예정이다.

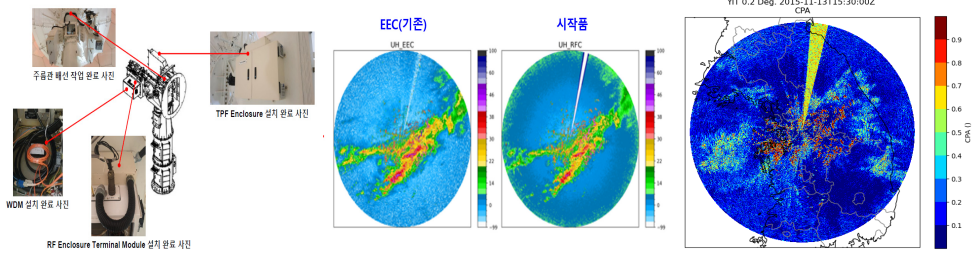


그림 3-118 테스트플랫폼 구축 및 신호처리 알고리즘 개발(테스트플랫폼 설치, 기상모멘트 추정(반사도), 품질변수(CPA) 추정)

2.1.3. 기상레이더 운영 안정성 강화

기상레이더의 안정적인 관측자료 제공을 위해 레이더관측소 청사, 레이돔 및 발전기 등 부대장비에 대한 피뢰설비 성능점검과 보강으로 전기안전연구원(KESCO)의 피뢰설비 인증획득을 추진하였다. 관악산 기상레이더에 대한 피뢰시스템 진단 결과 사무실 청사 분전반 및 서지보호장치 교체, 레이돔 내부의 피뢰돌침 인하도록 추가 설치 등 6개 항목에 대해 2023년 9월 보강공사를 완료하고, 전기안전연구원의 피뢰설비 레벨 I 을 획득(10월) 하였다. 레이더 관측장비 및 기반시설 보호를 위하여 매년 1~2개 관측소를 대상으로 피뢰설비의 진단 및 보강을 추진할 예정이다.



그림 3-119 분전반 교체, 서지보호장치 개선, 피뢰돌침 인하도록 개선

또한 레이더 주요부품의 핵심 기능, 시스템 설치현황 및 운영방법 등 체계적인 장비관리와 기술인력 양성을 위한 관측장비 운영 매뉴얼 및 가이드를 발간하였다. 이를 통해 지상 원격탐사장비 장애에 대한 신속한 대응으로 대응 역량을 강화하고 자체 운영기술을 향상시켜 레이더 운영의 안정성을 강화하였다.

제1부
주요정책 및 이슈

제2부
기술개발 동향

제3부
분야별 기상정책

제4부
소속기관 추진업무

제5부
부록

표 3-52 매뉴얼 및 가이드선 발간

발간일	제목	주요내용
2023. 7. 20.	인천공항 기상레이더(TDWR) 운영 매뉴얼	• 인천공항 기상레이더 구성 주요부품 및 시스템 설치 현황 • 공항기상레이더 점검절차 및 시스템 운영방법
2023. 8. 28.	기상레이더 예방정비 가이드선	• 모듈별·수신부·전원부 점검방법, 이중편파 변수 교정방법 등
2023. 9. 1.	기상레이더 부품 도록	• 기상레이더 부품별 핵심 기능 • 부품별 사진 및 기본 정보 등
2023. 11. 24.	기상레이더 실증관측소 부품 성능 시험실 시험기 운영 매뉴얼	• 부품성능시험실 구성 세부내역 • 송신부·수신부·안테나부 점검 절차

2.1.4. 범부처 기상레이더 실증관측소 활용 운영기술 협업

기상청은 국방부, 환경부 등 레이더 운영기관과의 협업을 통해 기상레이더 운영 기술교류 등을 추진하였다. 범부처 레이더 공동활용 촉진을 위해 2023년 2월 기상레이더 실증관측소 운영협의위원회를 개최하여 5개의 협업과제를 발굴하고 부처 간 협업 활성화 방안 등 구체적인 추진방안에 대해 논의하였다. 또한, 범부처 레이더 예방점검 순회 프로그램(4회)을 운영하여 기관별 레이더 장애 사례를 공유하고 합동정비를 통해 표준 점검절차 및 운영 기술을 공유하였다.

표 3-53 2023년도 레이더 실증관측소 활용 협업과제

수행기관	과제명
국방부 공군기상단	기상-강우레이더 합동정비팀 운영 및 기관별 고장사례 토의
한국항공우주연구원	우주센터 선진화 사업
기상레이더센터	기상레이더 실증관측소를 이용한 위험기상(대설, 호우) 관측
기상레이더센터	부품성능시험실 활용 주요 예비품 성능 검증
환경부 한강홍수통제소	관측반경에 따른 거리접힘 현상 확인

표 3-54 2023년도 레이더 예방점검 순회 프로그램

구분	일정	내용
1차	2023. 4.26.~27.	소형기상레이더 운영기술 공유 및 이중편파레이더 합동정비
2차	2023. 5.22.~23.	국산화 디하이드레이터 공군 기상레이더 적용 가능성 확인
3차	2023. 8.24.~25.	국산화 개발 동향 및 실증관측소 레이더 적용 결과 공유
4차	2023.10.23.~24.	소형강우레이더 표준점검 절차에 따른 합동점검

2.1.5. 연직바람관측장비 구축 및 운영

기상청은 고층기상관측망의 공간해상도를 높여 위험기상 조기경보 체계를 실현하기 위하여 2003년 파주, 강릉 지점을 시작으로 총 15개 지점에 연직바람관측장비를 설치·운영하고 있다. 2023년에는 관측공백지역을 해소하고 남동풍에 의한 동해안 및 호남권으로 유입되는 위험기상 관측을 위해 울산(1,290MHz)과 안마도(437.5MHz)에 연직바람관측장비를 신설하였다. 향후, 위험기상 감시 역량을 강화하고 상층대기 흐름을 연속적으로 관측하기 위해 2028년까지 관측망을 확대해 나갈 예정이다.



그림 3-120 연직바람관측장비 신설 현황(울산(좌), 안마도(우))

표 3-55 2023년 연직바람관측장비 관측지점

기관	주파수	내용
기상청	1,290.0 MHz	철원, 울진, 북강릉, 파주, 군산, 창원, 북격렬비도, 서귀포, 원주, 추풍령, 해남, 울산
	437.5 MHz	백령도, 덕적도, 안마도

2.2

레이더 위험기상 감시·예측기술 개발 및 대국민 날씨정보 서비스 강화

2.2.1. 기상레이더 기반 대국민 초단기 강수예측 기술 개선

기상레이더는 500m의 공간해상도로 한반도 전역에 대한 강수 정보를 제공할 수 있는 장점이 있으나, 전자기파를 활용하는 특성으로 인해 기온과 습도가 급변할 때 전자기파가 비정상적으로 휘어지며 이상전파에코(anomalous propagation)를 탐지할 수 있다. 이러한 이상전파에코가 초단기 강수 예보의 초기 입력값으로 활용되면 잘못된 초단기 강수 예보를

생산하게 될 뿐 아니라, 예보관에게 잘못 판단된 강수 현황 정보를 제공할 우려가 있기 때문에 위성 구름관측 정보와 레이더 강수정보를 융합하여 이상전파에코를 자동으로 탐지하고 제거하는 기술을 개발하였다. 레이더 강수 영역과 위성의 구름 영역이 중복되는 영역을 판별하여 레이더 강수에코에서 이상전파에코를 제거하였고, 초단기 예보모델의 초기값으로 반영하여 1시간 예보 기준 2022년 대비 초단기 강수예측 성능이 3.8% 개선되었다.

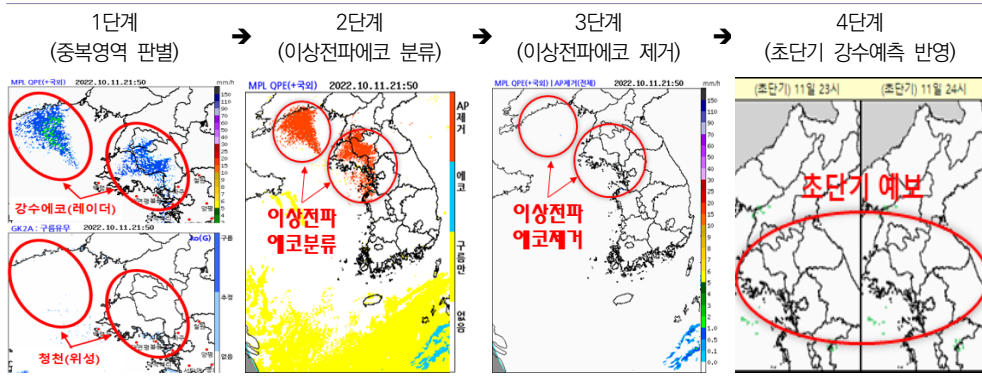


그림 3-121 레이더 이상전파에코 분류·제거 알고리즘 흐름도 및 초단기 강수예측 개선 결과

2.2.2. 집중호우 감시 강화를 위한 강수정체구역정보 제공

최근 태풍이나 중규모 대류계와 관련된 강수대의 국지적인 정체에 의한 폭우로 인명피해가 반복적으로 발생하고 있다. 집중호우는 수백 m에서 수 km 규모의 좁고 강한 호우 구역을 형성하여 지상의 자동기상관측망(AWS) 만으로는 정체를 탐지하기가 쉽지 않다. 기상청은 중관적 대기흐름 특성이나 지형 영향으로 정체되는 강수대에 의한 집중호우를 조기에 탐지하기 위하여 시공간 해상도가 높은 레이더 영상을 활용하여 강수대 이동 벡터를 산출하고, 이를 통해 느리게 이동하며 특정 지역에 집중호우를 유발할 수 있는 위험 대류계를 신속하게 감지하는 레이더 기반 강수정체정보(SPOT⁵¹)를 개발하였다. 이 알고리즘은 분석하고자 하는 시간에 대한 레이더 영상 자료 유무를 확인하고, 해당 시각과 바로 이전 시각의 레이더 영상 변화를 기반으로 광학흐름기법을 이용하여 이동 벡터를 생성한다. 레이더 격자마다(500m 간격) 벡터를 생성하고 이를 활용하여 각 픽셀별 속력을 계산한다. 이때 특정 기준속력 이하인 영역과 레이더 에코 강도의 변화를 고려하여 강수대가 일정 시간 이동하지 않아 강수 집중이 예상되는 픽셀을 선정한다. 입력자료는 5분 간격으로 산출되는 240km HSR 반사도 합성영상을 사용하였고, 산출물로는 강수정체 시작 신호 탐지에 유리한 15분 누적 정보와 강수정체 지속성 탐지에 용이한 30분 누적 정보를 제공한다.

51) SPOT: Stationary Precipitation area detection using the Optical flow Technique

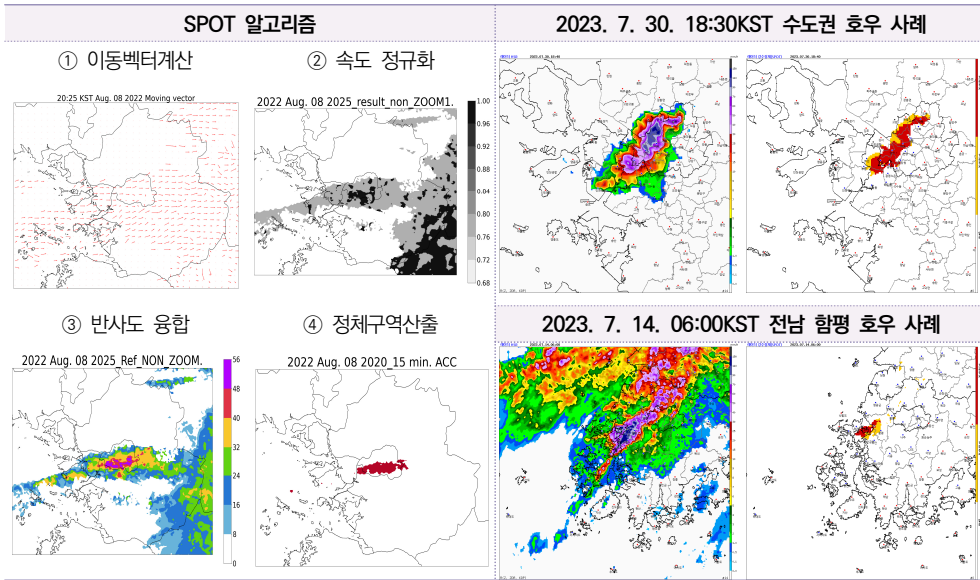


그림 3-122 레이더 기반 SPOT 산출 알고리즘 개요 및 집중호우 위험구역 탐지 사례

2.2.3. 레이더 기반 한반도 강수량 상세정보 제공

최근 4년(2019~2022)간의 레이더 자료 재분석을 통해 강수량 추정과정의 취약점 분석과 보정 기술을 개발하여 레이더 기반 강수량 추정 정확도를 높였다. 이를 통해 기후변화 대응 지원에 필요한 레이더 기반 상세 강수량 기후자료 산출하였다. 생산된 한반도 강수량 상세 기후자료는 수문, 돌발홍수, 도심 침수 등 기후변화에 따른 물관리 및 수재해 대응에 활용하도록 제공하였다. 최신의 자료 품질관리, 이중편파 강수량 추정, 빗 최저고도 합성 방법 등을 적용하여, 2019년부터 2022년까지 3월~11월의 기간에 대하여 범부처 S-밴드 이중편파레이더 관측망 16개 지점 및 한반도 영역합성(HSR, 1시간 누적강수) 강수 자료를 재생산하였다.

표 3-56 연도별 범부처 S-밴드 이중편파레이더 분석 지점 및 지점수(검정색 기상청, 파란색 환경부)

지점	2019	2020	2021	2022
분석 지점	(기상청: 9개소) 백령도, 관악산, 광덕산, 구덕산, 오성산, 면봉산, 고산, 성산, 진도, (환경부: 5개소) 비슬산, 소백산, 모후산, 서대산, 가리산			
추가 지점		강릉(기상청)		예봉산(환경부)
지점수 누계	14소	15소	15소	16소

레이더와 AWS의 연간 누적 강수량 분포를 비교해보면, 연도별 강수 특성에 따라 누적 강수에서 약간의 차이를 보인다. 2019년은 기상 가뭄으로 평년보다 강수량이 적어 내륙 강수량이 1,000mm 이하로 적지만 총 7개의 태풍이 영향을 주어 태풍 이동 길목인 남부 지방과 동해안에 많은 강수가 기록되었다. 영동지방은 중첩 관측하는 레이더 수가 적고, 강릉 레이더가 단일에서 이중편파로 교체되는 과정에서 관측 공백이 있어 특히 동해안의 레이더 강수량이 AWS 대비 과소 추정되었다. 2020년은 지난 50년간 가장 긴(28.5일) 장마 기간으로 강수일수도 길고 평년보다 강수량이 많았다. 2019년에 비해 내륙에 많은 강수를 기록했으며 특히 전라도, 경남 및 영동 북부에 강수량이 집중되었다. 2021년은 비가 자주 내렸으나 강수량은 평년 대비 86%로 적었다. 2022년은 장마전선이 중부지방에 정체하며 지역 간 강수량 편차가 컸으며, 특히, 전례없이 큰 재산과 인명피해를 가져왔던 수도권 집중호우(2022. 8. 8.~9.) 및 태풍 힌남노(2022. 9. 6.)가 발생한 해이기도 하다. 일부 제주, 동해안 및 산간지역에서 레이더가 AWS에 비해 강수량을 과소 추정하였으나, 전반적인 강수 분포는 매우 유사하였으며 AWS대비 훨씬 상세한 강수의 공간분포를 보여주었다.

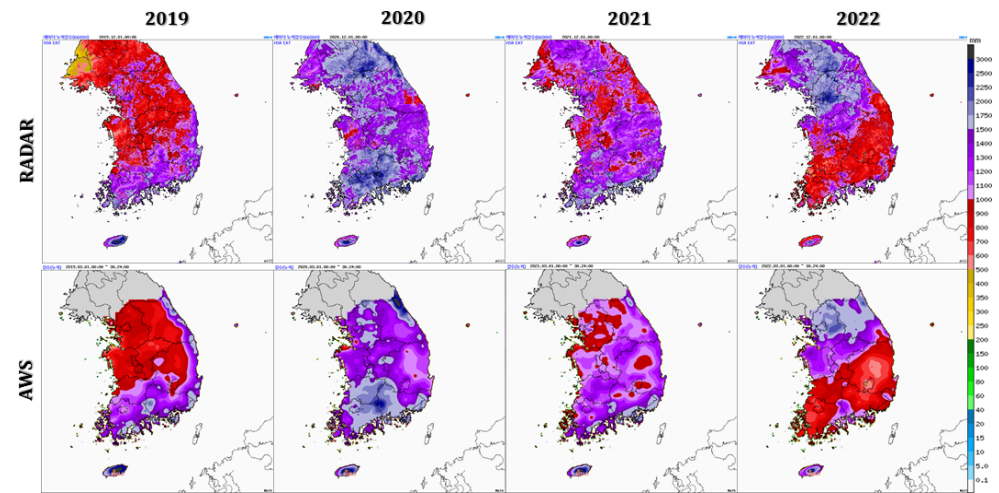


그림 3-123 연도별(2019~2022) 누적 강수량 분포. 레이더(상), AWS(하)

2.2.4. AI 기반 레이더 초단기 강수예측모델 원형 개발

최근 생성형 인공지능 모델(Generative Artificial Intelligence Models)은 다양한 분야에 적용되어 대격변을 일으키고 있다. 현업용 AI 강수실황예측 모델 개발을 목표로 2022년부터 생성적 적대 신경망 기반의 실황예측모델 개발을 시작하였으며, 2023년 그 원형모델인 Paired Complementary Temporal Cycle-Consistent Adversarial Networks for Radar-Based Precipitation Nowcasting(PCT-CycleGAN)을 개발하여 발표하였다. 시간적 인과성을 확보하기 위해 기존의 다른 강수실황예측 모델들의 경우 Convolutional Long Short-Term Memory(ConvLSTM)이나 Convolutional Gated Recurrent Unit(ConvGRU)를 신경망 내부에 포함시켜 시간적 인과성을 확보하는 방식을 택하지만, PCT-CycleGAN은 쌍을 이룬 적대적 학습 프레임워크 내의 손실 함수들을 통해 시간적 인과성을 확보한다. 생성자 신경망인 전방생성자(Generatorforward)와 후방생성자(Generatorbackward)는 각각 한 스텝 미래와 과거의 시간에 대한 강수 예측을 수행하도록 학습된다. 학습이 완료되면, 전방생성자의 반복 사용을 통해 여러 스텝 미래의 예측 수행이 가능하며, 일반적으로 2시간 까지의 신뢰할 수 있는 예측 수행이 가능하다. 2022년도의 지능형 강수실황예측 모델과 비교하여 2023년도의 가장 큰 변화이자 핵심 기술은 Torrential Loss의 도입이다. Torrential Loss는 전방생성자와 후방생성자가 생성한 강수 예측 결과에서 특정 임계값 이상의 임계성공지수(CSI)가 최대가 되도록 학습을 진행한다. Torrential Loss는 집중호우 상황이나 태풍과 같은, 흔하지 않은 기상 현상이 존재할 때에도, 강수 예측이 정밀하게 이루어질 수 있도록 도입되었다.

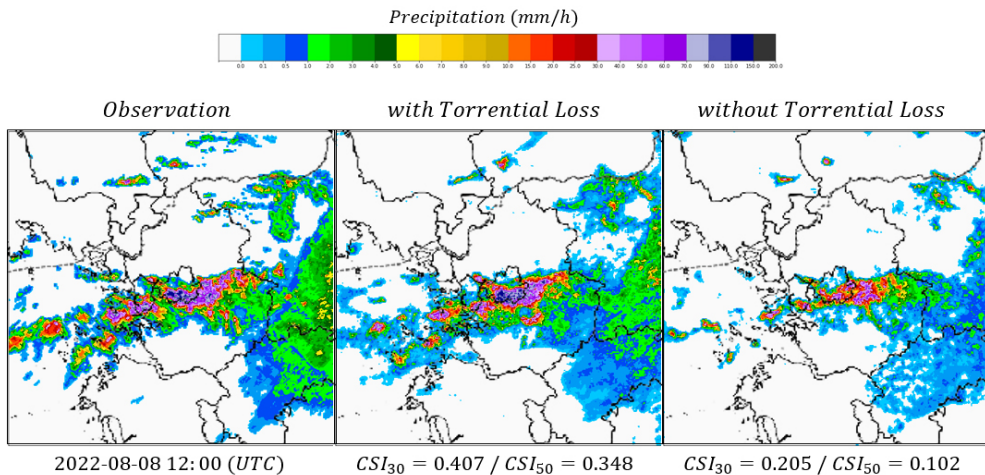


그림 3-124 Torrential Loss를 적용한 2022년 8월 집중호우 사례의 초단기 강수예측 결과(Choi et al., 2023).

2.3. 대내외 레이더 협업 및 대국민 소통 강화

2.3.1. 국가레이더 통합 활용 강화를 위한 기술교류 확대

기상레이더센터는 레이더 기반의 위험기상 탐지·분석 역량 강화 및 서비스 품질 향상을 목표로 국가레이더 통합 활용 강화 및 국내·외 기술을 공유하고자 「2023년 국제 기상·강우레이더 콘퍼런스(2023 International Conference on Weather Forecast and Hydrological Application of Radar)」를 개최하였다(2023. 10.). 환경부와 격년으로 개최하는 레이더 콘퍼런스는 온·오프라인 병행으로 진행하였고 미국, 캐나다, 독일, 일본 등 각국의 레이더 전문가를 포함한 국내·외 레이더 관계자 120명(기상청, 환경부, 국방부, 대학)이 참석하였다. 세계 각국의 강수실황예측 기술 소개 및 기상·수문학적 활용, 레이더 분석 기술 및 활용 연구, AI 및 최신 기술을 접목한 연구 등을 논의하는 자리가 되었다.



그림 3-125 2023년 국제 기상·강우레이더 콘퍼런스(2023. 10. 25.~26.)

01

제7장 국제협력

국제기구와의 협력

- » 기획조정관 | 국제협력담당관 | 기상사무관 | **박익태**
- » 기후과학국 | 기후정책과 | 기상사무관 | **오예원**

제1부
주요정책 및 이슈

제2부
기상기술 동향

제3부
분야별 기상정책

제4부
소속기관 추진업무

제5부
부록

1.1. 개요

기상청은 세계기상기구(World Meteorological Organization: WMO)를 중심으로 기상·기후 분야의 국제기구와 다자협력 업무를 수행한다. WMO는 지구 대기의 흐름, 대기와 해양의 상호작용, 기후와 수문 관련 사안에 대해 권위 있는 목소리를 내는 UN의 기상 분야 전문 기구로 1950년에 설립되어 현재 193개 회원국으로 구성된 국제기구이다. 우리나라는 1956년에 68번째 회원국으로 가입하였고, 2007년 제15차 세계기상총회부터 집행이사직에 당선되어 5선 연임국의 지위를 유지하고 있는데 특히, 2023년 6월에 개최된 제19차 세계기상총회에서 유회동 기상청장이 아시아지역 합의로 집행이사직에 당선되었다. 이는 그간 국제사회에서 대한민국 기상청의 기여와 위상이 쌓인 결과로 분석된다. 우리나라는 집행이사국으로서 주요 기상·기후 정책 수립과 WMO의 각종 프로그램 조정·관리에 참여하고 있다. 그 밖에 WMO 기술위원회(서비스, 인프라) 및 지역협의회에 참가하여 정책 수립뿐만 아니라 세부 기술협력과 지역 내 역할을 논의하고 회원국·사무국과의 협력을 이어가고 있다.

또한, 기상청은 기후변화에 관한 정부 간 협의체(Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC) 담당부처 및 국가 포컬포인트(focal point)로서 총회 참가, 보고서 검토 등 기후 및 기후변화 국제기구 활동에도 적극적으로 참여하고 있다. 2023년은 두 차례 열렸던 IPCC 총회에 정부대표단을 구성하여 총회 대응을 주도하였다. 첫 번째 총회에서는 제6차 평가보고서 종합보고서 승인 과정에서 우리나라 정부 의견을 적극 반영하였고, 두 번째 총회에서는 제7차 IPCC 평가주기 의장단 선거에 참여하였다.

1.2. 세계기상기구(WMO)와의 협력

1.2.1. 제19차 세계기상총회 및 제76·77차 WMO 집행이사회 참가

우리나라는 WMO 회원국으로서 4년마다 개최되는 WMO 최고 의결 기구인 총회에 참가한다. 제19차 세계기상총회는 5월 22일부터 6월 2일까지 2주간 스위스 제네바 국제 회의센터에서 개최되었으며, 우리나라는 기상청장(2주차)과 차장(1주차)을 수석대표로, 기획조정관과 국제협력담당관을 교체수석으로 하여 총 13명(기상청 8명, 환경부 4명, 외교부 1명)이 참가하였다. 이번 회의에서 2024~2027년(제19차 회계기간) 동안 WMO 전략계획과 예산을 확정하고, 전략계획의 5개 장기목표 지원을 위한 기술 전략을 논의 및 결정했으며, 제18차 회계기간 동안 운영된 WMO 조직개편 결과를 평가 및 기술규정 등을 개정하였다.

또한, WMO 사무총장(Secretary-General) 임기 만료에 따라 차기(2024~2027년) 사무총장 선거가 진행되었으며 제18차 회계기간 제1부의장이었던 Prof. A. Celeste SAULO (아르헨티나)가 선출되었다. 그리고 무엇보다 중요한 것이 집행이사 선거였다. 특히, 우리나라가 속해있는 아시아지역 의석수는 지역협의회 의장을 포함해 총 6석인데 아랍에미리트와 인도가 각각 집행이사 당연직인 WMO 의장과 제3부의장으로 당선되면서 선출 의석수가 3석으로 줄어든 역대 가장 어려운 선거 상황에서 집행이사직 당선이라는 쾌거를 이루었다. 이로써 우리나라는 2007년부터 집행이사에 당선되어 5선 연임국이 되었으며, 특히, 이번 당선은 역대 최초로 아시아지역 합의를 통해 무투표로 이루어졌다는 점에서 의미가 더 크다.

이어진 제77차 WMO 집행이사회에서는 앞서 개최된 총회에서 결정된 사항을 이행하기 위한 세부 사항을 논의하고 2022년 재정보고서를 검토했으며, 2024~2025년 예산도 확정하였다. 또한, 차기 회계기간 집행이사 부속기구 구성이 이루어졌는데 우리나라 유희동 기상청장은 WMO 지역개념 및 접근법 종합 검토 태스크포스와 선거절차 검토 태스크포스의 위원으로 위촉되었다.



그림 3-126 제19차 세계기상총회 참석(2023. 5. 22.~6. 2.)

1.2.2. WMO 아시아지역협의회 지역회의 참석

WMO는 6개 지역(RA I~VI)의 지역협의회(Regional Association: RA)로 구분되어 있다. 대한민국이 속해있는 아시아지역협의회(RA II)의 지역회의(Regional Conference)가 3월 13일부터 16일까지 의장국인 아랍에미리트 아부다비에서 개최되었으며, 우리나라는 WMO RA II 회원국이자 관리그룹(집행이사) 자격으로 기획조정관을 수석대표로 하여 총 3명이 참가하였다. 이번 회의에서 ‘모두를 위한 조기경보 이니셔티브(Early Warning for All Initiative)’ 및 파트너십(Partnership)을 주제로 한 고위급 패널토의에 유상진 기획조정관이 패널로 참여하여 상기 이니셔티브의 성공적 이행을 위한 의견을 공유하였으며, 지역의 기술적 사안과 제19차 세계기상총회 준비 등에 대한 주요 전략에 대해 논의하고 지역 내 회원국과 양자회의 등에 참여하여 관계를 돈독히 하였다.

표 3-57 2023년 WMO 주요 회의 참가 현황

회의명	기간/장소	주요내용
제76차 WMO 집행이사회	2. 27.~3. 3./ 스위스 제네바	2024~2027년 전략 및 운영계획 수립, 예산, WMO 조직개편 평가 등
WMO RA II 지역회의	3. 13.~16./ UAE 아부다비	조기경보 및 파트너십 고위급 회의, 지역회의(인프라, 서비스, 지역협력 강화, 연구포럼) 등
WMO RA II 및 RAV 공개자문플랫폼 고위급 지역 포럼	4. 18./ 싱가포르	우리나라 기상·기후 분야 민관협력(PPE) 현황 소개, 여타 회원국 기상분야 민관협력 현황 및 향후 도전과제 파악 등
제19차 세계기상총회	5. 22.~6. 2./ 스위스 제네바	향후 4년간 WMO 주요전략 수립, 예산 및 정책 결정, 차기 사무총장 및 집행이사 선거
제77차 WMO 집행이사회	6. 5.~6. 6./ 스위스 제네바	제19차 총회 결정사항 이행, 부속기구 구성, 2024~2025년 예산 및 재정, 감독 사항 등
RA II WIGOS 이행 워크숍	11. 27.~30./ 중국 베이징	RA II 지역 국가별 전지구기본관측망 이행 현황 공유, WMO 전지구통합관측시스템 우선순위 논의 등

1.2.3. 국가 분담금 및 신탁기금 기여

우리나라의 WMO에 대한 2023년 의무 분담률은 2.54%이며 193개 회원국 중 9위로 전년보다 2단계 상승했다. 2023년 분담률은 유엔 총회에서 결정된 국가별 분담률 조정(2021. 23.)에 따라 제75차 집행이사회(2022. 6.)에서 결정된 사항으로 기존(2020~2022년) 2.22%에서 2.54%로 상승한 수치이다.

표 3-58 최근 6년간 WMO 의무분담금 및 분담률

연도	2018	2019	2020	2021	2022	2023
분담금(CHF)	1,303,109.13	1,303,109.13	1,507,071.42	1,507,071.42	1,507,071.42	1,724,306.94
(분담률(%))	(2.01)	(2.01)	(2.22)	(2.22)	(2.22)	(2.54)

또한, 우리나라는 2023년에 개도국과 선진국 간 역량 격차 해소를 위해 WMO 지역훈련 센터(RTC) 신탁기금(6.53억)을 기여했으며, 이 외에도 WMO 자발적 협력프로그램(\$30,000), ESCAP/WMO 태풍위원회(\$12,000), WMO 항공기관측데이터중계(AMDMAR) 프로그램(\$4,000), 기후변화에 관한 정부 간 협의체(IPCC)(1.47억원), IPCC 제6차 평가주기 종합보고서 작성을 위한 기술지원단 기여금(4억원), WMO 전지구 기후서비스 역량개발(1.53억원) 활동 등을 위한 신탁기금을 기여하였다.

1.3. 기후·기후변화 관련 국제기구 활동 참여

1.3.1. 기후변화에 관한 정부 간 협의체(IPCC)

기상청은 기후변화에 관한 정부 간 협의체(Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC)의 대한민국 총괄부처로서 한국인 최초의 의장인 제6대 이회성 의장이 이끄는 제6차 평가보고서 승인의 국가적 대응을 주도했다. 제58차 총회(2023. 3.)에서는 제6차 평가주기의 가장 핵심적인 성과라고 할 수 있는 「IPCC 제6차 평가보고서 종합 보고서」가 제5차 종합보고서 이후 약 9년 만에 승인되었다. 우리나라는 기상청(수석대표 유희동 기상청장)을 비롯하여 외교부(교체수석 김효은 기후변화대사), 환경부, 국립기상과학원(제1실무집단 주관기관), 한국환경연구원(제2실무집단 주관기관), 국가녹색기술연구소 및 에너지경제연구원(제3실무집단 주관기관), 국립수산과학원, 극지연구소, 한국

환경공단, 아시아태평양경제협력체(Asia-Pacific Economic Cooperation: APEC) 기후센터 등 관계부처와 전문기관으로 구성된 대표단이 보고서 승인 총회에 참여하였다.

기상청은 또한, IPCC의 제6차 평가주기를 성공적으로 이끌었으며, 3개의 특별보고서와 3개 실무그룹 보고서에 이어 6차 평가주기의 마지막 보고서인 이번 종합보고서 작성을 진두지휘한 이회성 의장의 공로에 사의를 표하기 위해, 외교부와 공동으로 IPCC 회원국 650여 명의 정부대표단을 초청하여 연회를 주최하였다.

이번 종합보고서는 90개국, 721명의 저자가 참여하였고, 195개국 650여 명의 대표단이 line by line으로 검토하여 만장일치로 승인하였다. 종합보고서는 IPCC 제6차 평가주기(2015~2023년) 동안 발간된 3개 특별보고서와 3개 평가보고서(Working Group: WG)의 핵심 내용을 통합적 관점에서 서술함으로써 기후변화의 과학적 근거, 영향 및 적응, 완화에 대한 종합적인 정보를 제공하였으며, 특히 ‘이번 10년간(This decade)의 단기 기후 행동이 온난화 제한을 결정한다’는 핵심 내용과 함께 적응과 완화 등 전 지구적 관점에서 가능한 단기 기후 행동의 옵션이 존재함을 강조하였다.

기상청은 이번 보고서 승인에 대한 효과적인 대응을 위해 종합보고서 대응 TF를 구성하고, 범정부 대응 협의회를 운영하여 종합보고서 최종안에 대한 정부 검토의견 150건을 IPCC에 제출하였다. 또한, 3월 13일부터 19일까지 스위스 인터라켄에서 열린 승인 총회에서 총 18회 국가 의견을 제시하였으며, 그중 9건이 보고서에 반영되었다. 또한, 보고서가 승인된 직후, 이를 국내에 시의적절하게 알리기 위해 스위스 현지에서 온라인 정책브리핑을 하여 국내 언론을 비롯한 많은 사람들의 관심을 이끌었다. 이후 4월에는 정책결정자에게 필요한 과학적 정보를 제공하고, 분야별 전문가로부터 기후변화 완화 대응 방안을 논의하기 위한 “IPCC 제6차 종합보고서 승인 기념 포럼”을 개최하였다. 또한, 부산-울산에서 에너지경제연구원과 공동으로 IPCC 종합보고서 아웃리치 워크숍을 개최하였다. 이는 일반 시민 및 언론을 대상으로 한 것으로, IPCC 종합보고서를 작성한 IPCC 의장단과 보고서에 관심 있는 아시아지역 전문가들을 초청하여 종합보고서에 대한 직접 소통의 장을 마련하고, 보고서의 주요 결과와 국제사회의 탄소중립 목표 이행 등 정책적 시사점을 공유하였다. 또한, 12월에는 종합보고서 국문 번역본을 발간하여 IPCC 보고서의 이해확산을 위해 꾸준히 노력하고 있다.

IPCC 보고서는 유엔기후변화협약 당사국총회 등 기후변화 국제협약 및 국가별 기후 정책의 근거자료로 활용되고 있다. 특히 국제적으로는 국가별로 파리협정의 이행 사항과 목표를 처음으로 확인하는, 전 지구적 이행점검(1st Global Stocktake, 1sg GST, 2023. 12.)의

투입자료로, 국내에서는 「탄소중립기본법」 및 탄소중립 시나리오(안)에 그 주요 내용이 반영되었다.

제59차 총회는 제6차 평가주기의 마무리 및 제7차 평가주기 의장단 선거가 있었던 회의로 7월 25일부터 29일, 케냐 나이로비에서 열렸다. 기상청은 기후과학국장을 수석대표로 대표단을 구성하여 회의에 참가했다. 대표단은 IPCC가 기존에 추구했던 과학성뿐 아니라, 국제사회의 요구인 형평성과 접근성의 관점까지 고려하여 의장단을 선출하고자 했으며, 2nd GST(2028. 예정) 등 국제사회에 최신 과학의 정보를 시의적절하게 제공해야 하는 더 큰 의무를 진 IPCC 제7차 평가주기를 잘 이끌 수 있는 의장단 구성에 기여하였다.

한편, 기상청은 새로운 IPCC 주기에 우리나라의 참여와 대응을 더욱 강화하고자 ‘IPCC 국내 대응 협의회’의 개편을 추진할 예정이다.

이외에도 기상청은 2006년부터 지속적으로 IPCC 신탁기금(Trust Fund)을 공여하고 있으며, 2023년에도 전년과 같은 수준인 1억 4,700만 원의 신탁기금을 공여하였다. 또한, 2019년부터 제6대 의장국으로서, IPCC 의장이 진두지휘하는 종합보고서의 작성 지원을 위한 종합보고서 기술지원단(Technical Support Unit: TSU)의 운영을 지원하고 있으며, 2023년에는 4억 원을 공여하였다.



그림 3-127 제58차 총회에서 대한민국 수석대표(기상청장) 발언 모습(좌), 보고서 승인 기념 현지 브리핑(중), 종합보고서 작성 기념 연회(우)

출처: ENB(Earth Negotiations Bulletin) 등



그림 3-128 IPCC 제59차 총회장 사진(좌), IPCC AR7 의장에 당선된 Jim Skea 교수(중), IPCC AR6 아웃리치 프로그램 사진(우)

출처: ENB(Earth Negotiations Bulletin) 등

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.

2023년에는 6월과 12월에는 각각 제58차 과학기술자문부속기구회의(SBSTA 58)가 독일 본에서, 제28차 당사국회의(COP28)가 아랍에미리트 두바이에서 열렸다. 6월 5일부터 14일까지 열린 SBSTA56에서는 IPCC 종합보고서의 핵심 내용을 홍보하는 특별행사가 열렸으며, 변혁적 적응, non-CO2 온실가스, 네거티브 배출 기술 등 가장 최근의 연구 결과를 공유하는 연구대화(Research Dialogue)등이 열렸다. 기상청은 본 회의에 참가하여 연구 및 체계적 관측 의제에 대응하였으며, IPCC AR6 종합보고서에 대한 당사국 및 국제기구의 높은 관심과 IPCC 활동 등 전 세계 기후 연구 동향을 파악하였다.

12월에는 파리협정의 첫 이행점검인 1st GST 도출, 손실과 피해 기금 조성 세부안 합의 등을 위한 COP28이 개최되었다. 기상청은 SBSTA59 중 ‘연구 및 체계적 관측’ 의제에 참여하여 △ WMO의 신규 이니셔티브인 전 지구 온실가스 감시(Global Greenhouse Gas Watch: G3W) 및 모두를 위한 조기경보(Early Warning for All: EW4A) 지지에 대한 EIG(Environmental Integrity Group) 공동 의견을 제시하였다. 또한 ‘2023 지구 정보의 날’ 행사에 참석하여 지구 관측과 관련된 국제기구의 연구 동향을 파악했다. 그리고 IPCC에서 주관하는 부대행사에 참석하여, IPCC 제7차 평가주기의 첫 보고서로 예정된 도시 특별 보고서의 발간 일정 및 제7차 평가주기 핵심 전략 등 IPCC의 활동 동향을 파악하였다.



그림 3-129 COP28 기상청 대표단 사진(좌), EIG* 그룹 사진(중), 연구 및 체계적 관측 회의 사진(우)

* 환경 건전성 그룹: 스위스, 대한민국, 멕시코, 모나코, 조지아, 리히텐슈타인으로 구성된 그룹으로, 자연감축량 교환을 최소한으로 하고, 실제 온실가스를 감축하는 제도를 활용하는 협상을 통해 배당된 감축량을 지키고 '환경의 건전함'을 유지하고자 하는 그룹

1.3.3. WMO 전지구 기후서비스 역량 개발

기상청은 WMO의 교육훈련 부서(Education and TRaining: ETR) 및 기후서비스 부서와 함께, WMO 회원국 중 특히 기후변화에 취약한 아시아 및 아프리카의 개도국을 대상으로 기후서비스 역량 개발을 위한 WMO 교육훈련 프로그램을 개발하고 지원하기로 협의하였다. 현재 지역 훈련 센터(Regional Training Center: RTC) 관리자를 대상으로 한 역량 관리·이행 교육 워크숍, 기후서비스 관련 강의 및 교육자료를 개발 중이다.

» 기획조정관 | 국제협력담당관 | 기상사무관 | **공중용**

2.1. 개요

기상청의 양자 기상협력은 코로나-19 영향으로 2020년부터 2022년까지 주로 영상회의로 개최하였으나 2023년에는 모두 대면으로 개최하였다. 한-미국, 한-몽골 간 기상협력회의에 참석하였으며, 베트남에서 개최 예정이었던 한-베트남 간 기상협력회의는 한국기상청-ASEAN(Association of Southeast Asian Nations, 동남아국가연합) 국제개발협력 고위급 회의(11. 6.~11. 7.)와 연계하여 한국에서 개최하였다. 또한, 제11차 한-미 과학기술공동위원회를 앞두고 주한미국대사관과 공동으로 미국해양대기청(National Oceanic and Atmospheric Administration: NOAA) 청장 초청 회의를 개최하는 등 기상·지진분야 교류 현안에 대해 대응하고 협력을 확대하였다.

2.2. 양자 간 기상협력회의

2.2.1. 미국(NOAA, National Oceanic and Atmospheric Administration)

제8차 한-미국 기상협력회의가 3월 28일 NOAA 본부(미국 실버스프링 소재)에서 개최되었다. 장동언 차장(수석), 국제협력담당관, 수치모델개발과장 등 8명의 한국대표단이 참석하였고, 미국 측은 미국기상청(National Weather Service: NWS) 청장(Mr. Kenneth Graham), 미국환경위성정보센터(National Environmental Satellite, Data and Information Service: NESDIS) 부청장(Ms. Irene Parker) 등 6명이 참석하였다. 장동언 차장은 중장기 발전계획(23~27) 및 주요 추진 과제에 대해 소개하였으며, 미국은 미국기상청(NWS), 미국환경위성

정보센터(NESDIS), 해양대기연구소(Office of Oceanic and Atmospheric Research: OAR)에 대한 업무를 소개하였다. 양측은 위성 분야(6건), 레이더, 기후변화감시, AI기술, 수치모델 관련 등 10개 의제에 대한 협력 사항에 합의하였다. 아울러 협력회의 후속으로 미국기상청(NWS) 협업 메신저(NWSChat 2.0) 운영에 대한 설명회를 한-미 영상연결로 개최(5. 16.)하기도 하였다.



그림 3-130 제8차 한-미국 기상협력회의(2023. 3. 28.)

2.2.2. 몽골(NAMEM, National Agency for Meteorology and Environment Monitoring of Mongolia)

유희동 청장(수석), 국제협력담당관, 수치자료응용과장 등 6명의 기상청 대표단은 5월 1일부터 3일까지 몽골 울란바토르에서 열린 제10차 한·몽골 기상협력회의에 현지 참석하였으며, 재해기상대응팀장 등 3명은 원격으로 참석하였다. 몽골기상청 측은 Enkhtuvshin 청장, Oyunjargal 예보과장 등 9명이 참석하였다. 양측은 황사, 수치모델, 기후예측, 국제개발협력(Official Development Assistance: ODA) 사업, 낙뢰관측망, 인터넷 기상방송 등 6개 분야에 대한 협력사항에 합의하였다. 회의에서 양측은 기상분야 협력을 시작한 지 20년이 되었음을 강조하고, 황사공동 관측, 기후예측 협력 등 상호 중요한 역할을 하고 있음을 재확인하고 협력을 더욱 강화해 나가기로 하였다. 특히, 기상협력회의와 함께, 기상청이 몽골기상청 대상으로 추진하고 있는 ODA 사업에 대한 착공식을 몽골 밧숨버 현지에서 별도로 개최하였다.



그림 3-131 제10차 한-몽 기상협력회의 및 ODA사업 착공식(2023. 5. 2.)

2.2.3. 베트남(VNMHA, Viet Nam Meteorological and Hydrological Administration)

제7차 한-베트남 기상협력회의가 11월 8일 기상청 서울청사에서 개최되었다. 유희동 청장을 수석으로 하여 예보기술과장, 국제협력담당관 등 9명의 대표단이 참석하였고, 베트남측은 Hoang Duc Cuong 부청장(수석), Do Tien Anh 과학기술국제협력과장 등 4명이 참석하였다. 양측은 레이더 및 위성 기술, ODA 프로젝트, GAW(Global Atmospheric Watch, 세계대기감시기구)활동, 기상예보, 역량강화 지원, 자료 품질 관리 등 6개 분야에 대한 협력 사항에 합의하였다. 베트남측은 지속적인 ODA 협력과 더불어 한국형수치예보모델(Korean Integrated Model: KIM) 관련 협력을 신규로 추가 요청하였다. 또한, 한국기상청의 후속 위성에 대한 관심으로 기존 기상위성 자료수신 및 처리시스템의 기술지원뿐만 아니라 ODA 프로젝트를 통해 시스템이 구축되면 즉시 효율적으로 운영할 수 있도록 시스템 구축 완료 전에 자료 분석 및 시스템 운영기술 교육과정 개설 등에 대해 요청하였다.



그림 3-132 제7차 한-베트남 협력회의(2023. 11. 8.)

2.2.4. 기타 양자 간 교류협력

기상청은 미국해양대기청(NOAA) 청장 초청 회의(5. 18./주한미대사관), 우즈베키스탄 지진분야 실무자 회의(5. 30./영상), 마다가스카르 교통부장관 면담(6. 13./서울), 인도네시아 국회의원단 면담(9. 20./서울) 등 기상·지진분야 교류 현안에 대해 대응하고 협력을 확대하였다. 특히, 기상청은 5월 18일(목) 주한미국대사관과 공동으로 한-미 간 기후위기 대응을 위한 협력 회의를 개최하였다. 회의는 한-미 양국 과학기술 장관급 협의체인 제11차 한-미 과학기술공동위원회를 앞두고, 미국해양대기청(NOAA)과 한국기상청이 기후변화에 대한 인식을 공유하고 앞으로의 협력 방안을 논의하기 위해 마련되었다. 세미나에 참석한 Richard Spinrad 미국해양대기청장은 주제 발표에서 전 지구적으로 진행되고 있는 기후변화에 대한

견해를 밝히고, 기후위기 극복을 위한 미국해양대기청의 다양한 활동과 역할 등을 소개했으며, 한국기상청과 함께 국립환경과학원 등 관련기관 참석자들과 기후 위기에 대응하기 위한 의견을 교환했다.



그림 3-133 미국해양대기청 청장 초청 회의(2023. 5. 18.)^(좌) 및 마다가스카르 교통부장관 면담(2023. 6. 13.)^(우)

» 기획조정관 | 국제협력담당관 | 기상사무관 | 손성화

3.1. 국내 강점 기상기술 기반 개도국 기상인프라 구축·지원

3.1.1. 라오스 태풍 감시·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)’을 추진하였다. 동 사업은 2020년 사업 세부설계를 완료하고 2020년 8월 19일 한-라오스 기상청장 간 ODA(Official Development Assistance: 국제개발협력) 사업 협의의사록(Record of Discussion: RD)을 체결하여 본격적인 사업 추진의 기반을 마련하였다. 2021년 태풍현업 시스템(Typhoon Operation System: TOS) 구축을 완료하고, 2022년 천리안위성 2A호 수신시스템을 구축함과 동시에 라오스기상청 직원 대상의 역량 강화 프로그램을 지원하여 라오스의 종합적인 태풍 감시·예측 역량을 크게 향상시켰다.

2023년에는 태풍현업시스템 라오스기상청 실무자 대상 역량강화 프로그램을 지원하고, 2023년 11월 14일에는 4년간 수행한 사업의 최종보고회를 겸한 공여식에 기상청 장동언 차장, 주라오스대한민국 정영수 대사 등이 참석한 가운데 공식적인 인계인수와 사업의 성공적인 완료를 기념하였다.

동 사업은 한국기상청이 보유한 수준 높은 태풍분석 및 예측기술력을 여러 국가로 전수하는 계기가 될 것이며, 라오스 기상재해 피해 경감에 기여할 것으로 기대하고 있다.

3.1.2. 캄보디아 천리안위성 2A호 수신·분석시스템 구축(2020~2023년)

기상청은 2018년 12월 천리안위성 2A호를 성공적으로 발사하여 2019년 7월부터 정식 현업 운영중에 있다. 이러한 기상기술력과 경험을 바탕으로 ‘캄보디아 천리안위성 2A호 수신·분석시스템 구축 사업’(2020~2023)을 추진하였다. 이번 사업의 주요 내용은 천리안 위성 2A호 수신·분석시스템 구축, 시스템 운영 및 위성자료 활용을 위한 전문인력 역량 강화, 전문가 파견을 통한 기술지원 등이다. 특히, 2020년 9월 23일 한-캄보디아 고위급 간 ODA 사업 협의의사록을 체결하면서 본격적인 사업추진의 기반을 마련하였고, 2021년 위성수신시스템을 구축하고, 2022년에는 수신된 위성자료에 한국형수치예보모델 예측자료 중첩 및 위성자료 분석시스템 고도화를 통해 캄보디아의 기상감시 역량을 한 단계 도약시키는 계기가 되었다.

2023년에는 캄보디아기상청 실무자 대상 천리안위성 2A호 수신·분석시스템 운영 역량 강화 프로그램을 지원하고, 2023년 10월 25일에는 4년간 수행한 사업의 최종보고회를 겸한 공여식을 통해 구축시스템의 공식적인 인계인수와 사업의 성공적인 완료를 기념하였다.

기상청은 동 사업의 성공적 수행을 통해 캄보디아기상청에서 태풍, 소나기, 구름 발달 및 이동 등 기상분석에 활용함으로써 예보정확도 향상 및 기상재해 피해 경감에 크게 기여할 것으로 기대하고 있다.

3.1.3. 필리핀 태풍 감시·예측 통합플랫폼 구축(2022~2025년)

기상청은 잦은 태풍으로 피해가 매우 심각한 필리핀을 대상으로 태풍분석 및 예보역량 강화를 지원하기 위해 ‘필리핀 태풍 감시·예측 통합플랫폼 구축 사업(2022~2025)’을 추진중이다. 이번 사업의 주요 내용인 태풍현업시스템(Typhoon Operation System: TOS)은 실시간 태풍 관측자료를 분석하는 분석모듈, 태풍예보를 위한 예보모듈, 태풍 관련 통계 자료를 관리하는 통계모듈 및 태풍예보 실습을 위한 훈련모듈로 구성되어 있다.

동 사업은 2022년 4월 26일 한-필리핀 기상청장 간 ODA 사업 협의의사록을 체결하여 사업 추진의 발판을 마련하였고, 2023년 천리안위성 2A호 수신·분석시스템을 구축하고 필리핀기상청 직원 대상 태풍현업시스템 활용 역량강화 프로그램을 지원하였다.

동 사업의 성공적인 수행을 통해 기상청의 태풍 관련 선진 기상기술을 필리핀에 전수하여,

필리핀의 태풍 분석 및 예측 능력 향상과 태풍피해 경감에 크게 기여할 것으로 기대하고 있다.

3.1.4. 몽골 기상관측데이터 통합관리시스템 구축(2022~2025년)

기상청은 영토가 광활하고 기상관측 공백 지역이 많은 몽골을 대상으로 ‘기상관측데이터 통합관리시스템 구축 사업(2022~2025)’을 추진중이다. 이번 사업을 통해 몽골 중부지역인 울란바타르, 둔드고비, 오브르헝가이 세 지역에 20대의 신규 자동기상관측장비(AWS)를 설치하고 오브르헝가이 지역에는 고층기상관측소를 구축함과 동시에, 2017년~2019년 기상청이 ODA 사업을 통해 기 구축한 32대의 자동기상관측장비 유지관리를 지원하고 데이터를 통합 수집·표출하는 내용을 포함하고 있다.

동 사업은 2022년 7월 20일 한-몽골 고위급 간 ODA 사업 협의의사록을 체결하면서 본격적인 사업추진의 기반을 마련하였다. 2023년 울란바타르, 둔드고비, 오브르헝가이 세 지역에 20대의 신규 AWS를 설치하고 기상관측데이터 통합관리시스템 활용 역량강화 프로그램을 지원하였다.

동 사업을 통해 구축한 지상·고층관측장비로부터 생산되는 관측자료는 몽골의 기상재해 경감에 기여할 뿐만 아니라, 우리나라의 기상예보에도 큰 도움이 될 것으로 기대하고 있다.

3.2. 한-아세안(ASEAN) 기상기후 국제개발협력 고위급회의

기상청은 아세안(ASEAN) 10개국*의 기상청장, 부청장 등 고위급, 아세안사무국 과학기술국장, 세계기상기구(WMO) 아시아·남서태평양사무소장, 외교부 김효은 기후변화대사 등 국내외 인사 50여 명을 초청하여 ‘한-아세안 기상기후 국제개발협력 고위급 회의’를 11월 6일(월) 서울에서 개최하였다.

* 라오스, 말레이시아, 미얀마, 베트남, 브루나이, 싱가포르, 인도네시아, 캄보디아, 태국, 필리핀

본 회의는 기상청과 아세안 10개 회원국 기상청 간의 첫 회의로, 전지구적 ‘기후위기’ 시대에 기상청과 아세안 회원국들의 기상기후서비스 현황과 도전과제를 공유하고, 공동 대응을 위한 우선 협력분야와 효율적 방안을 집중 논의하였다. 특히, 기상청은 국내 기술로

2011년부터 개발하여 현재 안정적으로 현업에 운영 중인 한국형수치예보모델(Korean Integrated Model: KIM)을 활용하여 아세안 지역 수치 모델 운영 기술을 지원하는 ODA 사업과 수치예보 역량 향상을 위한 교육훈련 사업 추진을 제안하였다.

이에 대해 여러 아세안 회원국들은 예보정확도 향상과 기후예측을 위해 수치예보는 필수이나 기술과 전문인력 부족 등 현실적인 문제에 봉착하고 있는 상황임을 밝히며 기상청의 수치예보 분야 협력사업 제안에 대해 적극적으로 환영하였다.

본 고위급 회의 개최를 통해 한국과 아세안 회원국 간 기상기후분야 협력 확대, 특히 수치예보 역량 향상을 위한 협력 기반을 공고히 하는 계기가 되었다.

04

남북기상협력

» 기획조정관 | 국제협력담당관 | 기상사무관 | **공종용**

남북 간 정세로 인해 남북기상협력의 실질적 이행이 불가한 상황이지만 협력 여건이 조성되었을 때 즉각적으로 기상협력을 추진할 수 있도록 지속적으로 남북 기상협력에 대비한 분야별 추진과제를 발굴·점검하고 이행기반을 다지고 있다.

먼저, 관계기관 및 접경지역 지자체와의 업무협의를 통해 남북협력 현황을 공유하고 접경지역 재해 공동협력 기반을 모색하였다. 또한, 현실적 남북기상협력 추진방안 모색을 위한 전문가 세미나를 개최하여 정부의 남북협력 기본 방향을 파악하고 청 내 남북기상협력 추진단과 함께 남북기상협력과제 구체화에 대해 논의하였다.

남북 간 기후변화 공동대응 기반 마련을 위해 기후변화에 관한 정부 간 협의체(Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC) 제6차 평가보고서의 새로운 기후변화 시나리오(Shared Socioeconomic Pathways: SSP)에 따른 북한 기상관측 27개 지점의 미래 전망정보(기온, 강수량, 극한기후지수)를 생산하였다. 또한, 백두산 화산활동으로 인한 재해에 사전 대비하기 위해 위성자료를 이용한 화산활동 추이 분석 결과와 화산 특화연구센터의 현지 관측자료 분석 결과를 종합하여 백두산 화산활동 수준을 진단하였으며 2023년 백두산 화산활동은 안정적인 상태인 것으로 판단되었다.

제1부
주요정책 및 이슈

제2부
기술·기술 동향

제3부
분야별 기상정책

제4부
소속기관 추진업무

제5부
부록

01

제8장 기상행정

조직관리

» 기획조정관 | 혁신행정담당관 | 기상사무관 | 고수미

1.1. 재난현장 기상지원 및 중대재해 예방을 위한 인력보강

2023년 정기직제에서 운영지원과에 기상청과 그 소속기관의 중대산업재해 관련 안전·보건에 관한 업무 총괄·관리를 위한 인력 1명(5급 1명)과 지방기상청(강원·대구)에 재난현장 기상지원 수행을 위한 기상관측차량 운영 인력 4명(7급 2명, 8급 2명)을 보강하였다. 또한, 12월에는 수시직제에서 한국형 도심항공교통 기상서비스 지원에 필요한 인력 1명(6급 1명)을 증원하였다.

한편, 이와는 별도로 총액인건비제를 활용하여 영향예보 기술개발과 서비스 지원을 위해 필요한 인력 4명(5급 1명, 6급 1명, 7급 2명)을 임기제 공무원으로 확충하였고, 국립기상과학원의 기상관측선 조리·취사를 전담하기 위해 임기제 공무원 1명(9급 1명)을 증원하였으며, 3월에는 총액인건비제를 활용하여 설치하였던 영향예보추진팀을 존속기한 도래에 따라 일몰하고, 기상현상의 사회적·경제적 영향에 대한 분석기술 개발 및 지역별 영향예보 서비스를 강화하기 위해 영향예보지원팀을 신설하였다.

1.2. 인력 재배치를 통한 인력운영 효율성 증진

2023년 3월에는 아시아·태평양경제협력체 기후센터에 관한 업무를 국립기상과학원에서 기후과학국으로 이관하면서 2명(6급 1명, 7급 1명)의 인력을 이체하였고, 후속 기상위성 개발업무를 강화하기 위해 지방기상청의 5급 1명을 국가기상위성센터로 재배치하며 인력운영의 효율성을 증진하였다.

아울러, 범정부 차원에서 인력을 통합하여 효율적으로 관리하기 위한 통합활용정원제 운영 계획에 따라 기상청과 그 소속기관의 정원 11명(5급 2명, 6급 1명, 7급 2명, 8급 3명, 9급 2명, 연구사 1명)을 감축하였다.

- | | | | |
|---------|---------|-------|------------|
| » 기획조정관 | 연구개발담당관 | 기상연구관 | 오현종
정광범 |
| » 기획조정관 | 연구개발담당관 | 기상사무관 | |

2.1. 개요

2023년도 국가 연구개발 투자방향은 미래 성장잠재력 강화, 국민 삶의 질 제고, 혁신 선도, 포용적 혁신 강화를 주요 골자로 하고 있다. 이러한 투자방향을 기반으로 기상청은 위험기상 선제 대응 및 기초연구 강화, 한국형수치예보모델(KIM) 성능 개선, 미래 기후 수요 대응을 위한 과학적인 기반 시스템 구축, 지진해일·화산 대응체계 고도화 기반 마련, 차세대 항공교통지원 기상기술개발을 중점으로 하는 주요R&D 사업에 약 915억 원의 예산을 투자하였다.

그 결과 기상 관측 이래 처음으로 한반도 내륙을 종단한 제6호 태풍 ‘카눈’의 불규칙한 진로를 한·미·일 대비 가장 일관되고 정확하게 예측함에 있어 성능이 개선된 한국형수치예보모델(KIM)이 주요한 역할을 하였고, 현재 개발 중인 인공지능 기반 초단기 강수 예측 모델이 강한 강수역을 보다 정확하게 예측하는 성능을 보임으로써 집중호우 예측 능력 향상에 기여하고 있다. 그리고 탄소 중립 정책을 지원하기 위해 온실가스(CO₂, CH₄, SF₆) 자료동화를 적용한 기원추적 모델 개발을 완료하였고, 1.5/2.0/3.0°C 온난화 수준에 따라 극한 고온의 재현 빈도가 각각 2.8/1.6/1.2년 빨라지고, 재현 온도는 각각 39.6/40.6/41.6°C로 높아지는 결과를 도출하여 기후 변화에 따른 우리 나라의 위험 수준을 평가하고, 관련 정책을 수립하는 데 기여하였다. 지진·화산 감시 분야에서는 저층 구조물 특성에 따른 진동 추정 기법을 개발함으로써 사용자 위치 기반의 영향정보를 생산할 수 있게 되었고, 지진해일 검출 시스템의 성능을 8% 향상시켜 지진해일 초동 대응을 강화하는 성과를 거두었다. 또한 2025년 한국형 도심항공교통(K-UAM) 상용화 연구의 일환으로 실증지역(전남 고흥)에서의 삼차원 바람 관측 자료를 분석하여 상세바람예측모델을 개발하였고, ‘4D 통합 항공기상 데이터 플랫폼’기술의 기본 설계 및 ‘차세대 항공기상서비스 운영개념도’를

도출하는 등 미래 항공교통 체계 전환을 위한 국가 사업에서 주요한 역할을 수행하고 있다.

앞으로도 기상청은 안전 중심의 기상 예·특보 서비스, 기후 위기 대응을 위한 신뢰도 높은 기후변화 과학 정보 생산 등을 목표로 다각적인 연구개발사업을 추진할 예정이다.

2.2. 기상업무 연구개발사업 투자 현황

2023년도 기상업무 연구개발사업의 주요R&D 예산은 약 915억 원으로, 기상청 총 예산(4,697억 원)의 19.5%를 차지한다. 분야별로는 예보 352억 원, 관측 238억 원, 기후 136억 원, 융합기상 114억 원, 지진·지진해일·화산 75억 원이 배정되었다.

2023년도에는 예보 분야 R&D에 대한 연구개발 투자를 강화하기 위하여 ‘위험기상 선제 대응 기술개발’ 사업을 신규로 착수하였다. 이 사업은 5년간(2023~2027년) 총 250억 원을 투자하는 사업으로, 기상재해(호우, 폭랑, 태풍 등)에 대한 사전 대응 능력 확보와 예측력 향상을 위한 기술 개발이 주요 내용이다.

표 3-59 2023년도 분야별 R&D 예산

분야	세부사업(내역사업)	예산(백만 원)	
		2023년	소계
예보	• 기상업무지원기술개발연구(예보, 인공지능)	8,265	35,220
	• 수치예보 지원 및 활용기술개발	8,670	
	• 기상·지진 See-At 기술개발연구(예보)	1,000	
	• 기상재해 사전대비 중심의 시·공간 통합형수치예보기술 개발	14,135	
	• 위험기상 선제대응 기술개발	3,150	
관측	• 기상업무지원기술개발연구(관측)	11,855	23,829
	• 기상위성 예보지원 및 융합서비스 기술개발	5,545	
	• 국가레이더 통합 활용기술 개발	2,629	
	• 기상관측장비 핵심기술 및 관측자료 활용기법 개발	3,800	
기후	• 기상업무지원기술개발연구(기후, 황사)	7,175	13,575
	• 기후 및 기후변화 감시·예측정보 응용기술 개발	6,400	
융합기상	• 기상업무지원기술개발연구(응용)	4,440	11,411
	• 스마트시티 기상기후 융합기술 개발	2,771	
	• 차세대 항공교통 지원 항공기상 기술개발	4,200	

분야	세부사업(내역사업)	예산(백만 원)	
		2023년	소계
지진·지진해일· 화산	• 지진화산업무 지원 및 활용기술개발	2,022	7,479
	• 기상·지진 See-At 기술개발연구(지진)	500	
	• 지진·지진해일·화산 감시 응용 기술개발	1,732	
	• 한반도 지하 단층·속도구조 통합모델 개발(II)	3,225	
주요 연구개발사업 합계		91,514	

※ '기상업무지원기술개발연구' 사업은 국립기상과학원에서 직접 수행하는 사업으로, 예보·관측·기후·융합기상 분야 연구를 종합적으로 수행

2.3. 기상업무 연구개발사업 성과

기상청은 2020~2022년 동안 SCI(E) 논문 602건, 특허 출원 383건, 특허 등록 115건 등의 과학·기술적 성과를 달성하였으며, 각 분야별 대표 성과는 다음과 같다.

예보 분야에서는 여러 저궤도 위성 관측으로부터 산출한 극지역 바람벡터 2종 등 신규 위성 자료(6종)를 활용하여 고해상도 자료동화 체계를 구축하였으며, 초단기·지역예보 모델의 해상도를 높여 대기 하층의 연직 상세화를 통한 강수 유무 정확도를 개선하였다. 또한, 한국형수치예보모델(KIM)의 고해상도 앙상블 예측 체계의 초기 버전 구축을 통해 모델 통계를 활용한 확률 예측 기반을 마련하였다.

관측 분야에서는 특보 지원용 레이더 기반 강수 정제 정보를 예보관에게 제공하여 레이더 기반 강수 실태 예측 정확도의 목표치(선진기술 대비 96.46%) 달성에 기여하였고, 대류운, 태풍 등에 대한 인공지능 기반 위성 산출물 생산을 통하여 대류운 조기 탐지 정확도를 선진국 대비 95% 수준으로 향상시키는 데 성공하였다.

기후 분야에서는 계절내-계절 예측을 위한 대기-지면-해양의 결합 초기화 기술을 개발하였고 가까운 미래(1~10년) 예측을 위한 장주기 기후 변동성 예측 시스템을 도입하였다. 또한, IPCC⁵²⁾ 제6차 보고서(AR6⁵³⁾)를 기반으로 한 동아시아 지역 해양 순환(수온, 염분) 시나리오를 개발하였고, 기원 추적 모델 원형 기술을 개발하여 온실가스(CO₂, CH₄, SF₆) 배출·흡수원을 분석하였다.

지진 분야에서는 인공지능 기반 지진파 자동 식별 기술(AI Picker)을 현업의 상세 분석에

52) IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change, 기후변화에 관한 정부간 협의체)

53) AR6(the sixth Assessment Report, 제6차 평가보고서)

적용하였고 수요자 중심의 체감형 진도 정보 산출 기반을 마련하였다. 또한 예측·분석 정확도 개선과 수행 시간 단축을 위한 전지구 지진해일 예측 시스템 및 한국형수치예보모델(KIM) 기반 동아시아 화산재 확산 예측 시스템을 현업 운영하였다.

융합기상 분야에서는 스마트시티 실증지역(서울시 송파구, 시흥시)을 대상으로 에너지, 헬스케어, 안전 분야의 상세 기상 융합 서비스를 최적화하고, 시험 운영(2024년 예정)을 위한 기반을 마련하였다. 또한 RDAPS-KIM⁵⁴⁾을 적용한 고해상도(10m) 상세화 모델 생산 기술을 개발하고 스마트시티 기상기후 플랫폼 성능 개선을 완료하였다.

대외적으로는 국가 실증사업인 ‘스마트시티 안전·도로위험 기상정보서비스 생산 기술 개발’ 과제가 2023년 산학협력 우수 사례로 선정되어 부총리 겸 교육부 장관상을 수상하였다. 또한 ‘CCTV 영상 기반 강수량 산정 알고리즘 개선’ 과제는 과학기술정보통신부의 2023년 사회문제해결형R&D 우수 성과 30선에 선정되었다.

표 3-60 2020~2022년 기상업무 연구개발사업 논문 및 특허 성과

구분		2020년	2021년	2022년	합계
SC(E)		256	198	148	602
특허	출원	116	127	140	383
	등록	42	61	12	115

※ 2023년 성과는 2025년 상반기에 확정됨에 따라 2020~2022년 성과를 기재

2.4. 기상업무 연구개발사업 성과평가

기상청은 「국가연구개발사업 등의 성과평가 및 성과관리에 관한 법률」에 따라 4개 사업에 대한 중간평가와 2개 사업에 대한 성과 관리·활용 계획 점검(기존 종료평가)을 완료하였다.

2023년 중간평가는 3년만에 평가 주기가 도래한 4개 사업에 대해 실시되었으며, 그 결과 3개 사업(① ‘기상재해 사전대비 중심의 시·공간 통합형 수치예보기술 개발’, ② ‘기상위성 예보지원 및 융합서비스 기술개발’, ③ ‘기후 및 기후변화 감시·예측정보 응용기술 개발’)이 ‘우수’, 1개 사업(‘스마트시티 기상기후 융합기술 개발’)이 ‘보통’ 등급으로 평가 받았다.

54) RDAPS-KIM(Regional Data Assimilation & Prediction System - Korean Integrated Model, 한국형 지역 수치예보모델)

‘기상재해 사전대비 중심의 시·공간 통합형 수치예보기술 개발’ 사업은 고해상도 수치예보시스템 시제품을 개발하는 등 선진국과 경쟁할 수 있는 자체 기술을 확보하여 기상청 현업 운영에 기여한 점을 인정받았으며, ‘기상위성 예보지원 및 융합서비스 기술개발’ 사업은 선진국 수준의 기상위성 운영 성공률과 대류운 조기 탐지 정확도 목표치를 달성하여 우수성을 인정받았다. ‘기후 및 기후변화 감시·예측정보 응용기술개발’ 사업은 세계 주요 저널인 Nature Communications와 Science Advances에 각각 1편의 논문을 게재하고, 국제 표준 규격의 시나리오 기반 모델을 활용한 기후 정보를 생산하여 국제자료센터에 제공하는 등 성과가 우수한 것으로 평가받았다. ‘스마트시티 기상기후 융합기술 개발’ 사업은 국내 최초로 기상융합 서비스를 적용하는 디지털트윈 플랫폼을 개발하고, 기술이전·사업화로 높은 매출액(약 26억 원)을 기록한 성과를 인정받았다.

2023년도 성과 관리·활용 계획점검 대상 사업은 ‘미래유망 민간기상서비스 성장기술 개발’과 ‘자연재해 대응 영향예보 생산기술 개발’으로 두 건 모두 ‘적절’로 자체점검을 완료하였다. 그 중 ‘미래유망 민간기상서비스 성장기술 개발’은 성과 전달 경로의 구체성에 대하여, ‘자연재해 대응 영향예보 생산기술 개발’은 다부처 협업체계를 통한 성과확산 체계의 효과성에 대해 인정받았다. 그리고 ‘미래유망 민간기상서비스 성장기술 개발’ 사업은 과학기술정보통신부의 상위점검 대상으로 선정되었으며, 그 결과 성과·관리 활용을 위한 조직·인력·예산, 자체점검 과정·절차 등에 대하여 점검 받고 최종적으로 ‘보통’ 등급을 받았다.

표 3-61 2023년도 국가연구개발사업 중간평가 결과

사업명	예산(백만 원)			담당부서	평가 결과	
	2020	2021	2022		자체 평가	상위 점검
기상재해 사전대비 중심의 시·공간 통합형 수치예보기술 개발	3,447	12,700	15,700	수치모델링센터 수치모델개발과	우수	적절
기상위성 예보지원 및 융합서비스 기술개발	4,254	5,636	6,429	국가기상위성센터 위성기획과	우수	적절
기후 및 기후변화 감시·예측정보 응용 기술개발	2,480	5,256	8,080	국립기상과학원 연구기획과	우수	적절
스마트시티 기상기후 융합기술 개발	2,221	2,961	2,872	기상융합서비스과	보통	적절

표 3-62 2023년도 국가연구개발사업 성과관리·활용계획 점검 결과

구분	사업명	총사업비 (백만 원)	사업 기간	담당부서	자체 점검	상위 점검
성과 관리·활용계획	미래유망 민간기상서비스 성장기술 개발	13,414	2018~2022	국립기상과학원 연구기획과	적절	보통
	자연재해 대응 영향예보 생산기술 개발	10,792	2018~2022	영향예보지원팀	적절	-*

* 점검대상 미포함

1.1. 기상 전문 인력의 확보

1.1.1. 국내·외 우수 인력자원의 총원

전 세계가 직면하고 있는 기후변화에 따른 기상재해의 최소화와 국민의 삶의 질 향상으로 고품질의 기상정보 수요가 증대됨에 따라 국민의 기대에 부응하기 위하여 기상청은 국내·외 우수 인력자원을 지속적으로 총원하고 있다. 공개경쟁채용으로 5급 2명, 7급 4명, 9급 37명을 채용하였고, 경력경쟁채용으로 각 분야별 전문인력 19명을 채용하였으며 학력별로 박사 3명, 석사 10명, 학사 2명, 지역인재 등 4명이다. 2023년 말 기준으로 박사 119명, 석사 331명 등 석·박사급 인력이 총 450명으로 전체 인력의 30%를 차지하고 있다.

표 3-63 기상인력 채용 실적(2023. 12. 기준)

(단위: 명)

구분	학위별	연도별										
		계	2023	2022	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015	2014
경채	박사	41	3	2	1	0	5	8	9	5	5	3
	석사	67	10	5	1	5	4	15	10	3	7	7
	학사	50	2	13	2	0	10	4	7	6	1	5
	전문학사 이하	19	4	8	3	2	1	1	0	0	0	0
	소계	177	19	28	7	7	20	28	26	14	13	15
공채		397	43	82	59	19	21	14	21	45	54	39
합계		574	62	110	66	26	41	42	47	59	67	54

표 3-64 기상인력 현황(2023. 12. 31. 기준/휴직·파견자 포함)

(단위 : 명)

직급별	박 사	석 사	학 사	전문대 이하	계
청장·고위공무원	13	3	0	0	16
3~4급	25	28	29	2	84
5급(연구관)	56	97	101	10	264
6~9급(연구사)	25	203	774	100	1,102
관리운영직	0	0	4	14	18
계	119	331	908	126	1,484

제1부
주요정책 및 이슈제2부
기상기술 동향제3부
분야별 기상정책제4부
소속기관 추진업무제5부
부록

04

기상정책 홍보

» 대변인 | 기상사무관 | 우진규
» 대변인 | 기상사무관 | 정현화

4.1. 언론 소통

기상정책 및 기상업무에 대한 정확한 정보 전달을 위해 대국민 접점에 있는 언론인을 대상으로 계절별 위험기상(봄철 황사·우박, 여름철 장마의 특성과 예보 변동성, 겨울철 강설 특성 등)에 대한 기상강좌를 개최하였으며, 지진피해 최소화를 위한 ‘고밀도 국가지진 관측망 확충’, ‘기상기후데이터 통합서비스 개시’ 등 기상 관련 주요 정책 사항에 대해서는 선제적으로 정책 브리핑을 실시하는 등 소통을 통한 의견 수렴과 정확한 정보 전달을 위해 노력하였다.

또한, 매일 내일날씨 전망에 대한 인터뷰 녹화 영상을 자체 제작하여 방송사에 선제적으로 제공하고, 매주 주말 날씨 전망에 대해 ‘예보 브리핑’을 정례적으로 실시하였으며 기후변화로 인해 빈번하게 발생하는 위험기상(호우, 태풍)에 대한 정보도 수시로 신속·정확하게 전달하였다. 특히, 태풍 ‘카눈’으로 인한 위험기상에 대한 언론 대응을 실시간으로 지원하였고, 우진규 통보관이 KBS 생방송에 출연해 매시간 태풍 상황 브리핑을 진행하는 등 재해로 인한 피해 최소화를 위해 노력하였으며, 주요 방송 및 신문사 오피니언 리더와의 간담회 등을 통해 기상청 주요 업무 현황 및 계획에 대해 설명하고 의견을 교환하여 주요 정책의 이해를 도모하였다. 도로살얼음·안개 위험정보 서비스, 농촌 어르신들을 위한 맞춤형 영향 예보 서비스 등 기상정책을 중점적으로 기획 보도를 추진하여 긍정적 기관 이미지 제고에 노력하였다.

4.2. 정책홍보

‘기후위기 시대, 국민과 함께 안전한 나라를 위한 공감 소통’을 목표로 기상정책 홍보 및 위기관리·국민 공감 활동에 역점을 두어 업무를 추진하였다. 이를 바탕으로 ▲주요 기상정책 홍보 ▲위험기상 피해 예방 대국민 캠페인 확대 ▲대국민 기상과학 공감 소통 등의 세부 전략의 체계적 홍보를 통해 2023 정부업무평가 ‘정책소통 부문 우수기관’으로 2022년에 이어 2년 연속 선정되는 성과를 이루었다.

4.2.1. 주요 기상기후정책 홍보

날씨와 문화를 결합한 다채로운 테마 콘텐츠 개발·확산에 노력하고, 기상청에서 중점 추진 중인 정책 및 서비스를 다양한 콘텐츠로 제작하여 국민들의 이해를 돕고자 하였다.

누구나 궁금해 할 수 있는 기상과학 지식을 전달하는 ‘호기상천국’, 기후변화로 위기에 놓인 현상을 보여주며 기후 행동 실천을 독려하는 ‘기후변화 3초’ 등 MZ세대와의 소통에 최적화된 숏폼 콘텐츠를 제작하여 유튜브 쇼츠와 인스타그램 릴스 등에 소개하고, 연중 기획으로 핵심 타깃층과의 교감을 확대하였다.

특히 쇼츠 형태로 제작해 국민의 흥미를 유발한 ‘기후변화 3초, 커피의 호소’ 편은 2023년 정부업무평가 정책소통 부문 평가 결과, 미디어 환경변화에 대응한 국민공감형 콘텐츠 제작을 통해 정책수용도를 제고했다는 평가를 받았다.

또한 시민들과의 인터뷰를 통해 예보용어에 대한 이해를 돕는 ‘찾아가는 예보용어’, 타 분야 과학자와의 대화를 통해 기상과학의 본질을 이야기하는 ‘기상청 옆집 과학자’를 기획·제작하여 국민 참여가 가능한 콘텐츠 집중 기획으로 대국민 소통을 강화하였으며, 대국민 인터뷰 콘텐츠 ‘KNOCK들이’의 양궁 국가대표 안산 편은 조회수 66만회를 기록하는 등 국민들의 많은 관심을 받았다.

무신사TV, 썬플리 등 인플루언서 채널과의 협업으로 기상청 업무에 대한 인지도 확산과 국민과의 공감 형성을 극대화했으며, ‘기상청이 오늘 비온다고 했음’이라는 문구를 넣은 대국민 홍보용 우산은 관계기관과 국민들로부터 지속적으로 긍정적인 평가를 받고 있다.

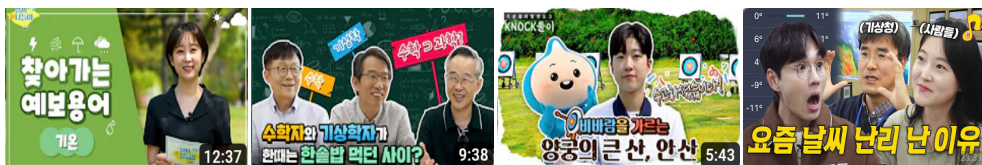


그림 3-134 주요정책 및 기상홍보 콘텐츠

4.2.2. 위험기상 피해 예방 대국민 캠페인 확대

기후변화가 가속화되고 위험기상에 대한 피해 유형이 다양해지면서 지금까지 경험하지 못한 기상현상이 빈번하게 발생함에 따라 국민 안전을 위한 캠페인이 필요하였다. 일상과 연계된 피해 예방을 위한 캠페인을 통해 국민 참여 기회를 확대하고, 민·관 협업을 통해 피해 예방 메시지를 자연스럽게 확산시키고자 노력하였다.

상황별로 위험기상 피해 예방 캠페인을 시기에 맞게 실시하고, 특히 단일 기상현상으로 가장 많은 인명피해를 발생시키는 폭염에 대해서는 ‘해피해피 캠페인’을 통해 경각심을 높이고 행동 요령을 더욱 확산하였다. ‘폭염특공대가 알립니다’, ‘폭염특공대와 해피해피’, ‘지금부터 해피해피’ 등 국민 참여형 이벤트를 통해 ‘해피해피 캠페인’의 취지를 강조하고, 민관 협업으로 SNS 등 온라인 매체를 통한 메시지 확산과 전국 주요도시 등에서 폭염 취약계층 가구에 생수 나눔 및 폭염 피해 예방 대응 요령을 전파하였다.

또한, AR필터(현실 세계에 3차원 가상 이미지를 겹쳐서 하나의 영상으로 보여주는 기술)를 활용한 챌린지로 폭염 피해 예방 메시지 확산을 극대화하고, QR코드 연계로 블로그 포스팅을 유도하는 등의 국민 참여율을 높이는 데 주력하였다.

위험기상에 따른 국민안전에 더욱 경각심을 주고자 기상특보 발효 시 주의해야 하는 위험 상황과 올바른 행동 수칙 등을 담은 캠페인 영상(태풍·호우·폭염·대설·한파)을 공중파, 전광판, SNS 등 다양한 채널을 통해 피해 예방 메시지를 확산하였다.

이러한 대국민 점점 홍보는 실생활에서의 기상정보 활용과 사전 대비의 중요성을 인식 하는데 크게 기여하였다.

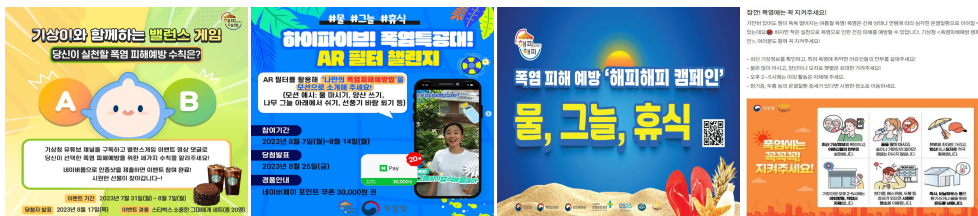


그림 3-135 해피해피 캠페인 관련 메시지



그림 3-136 위험기상 피해 예방 캠페인 영상 및 나눔 행사

4.2.3. 대국민 기상기후과학 공감 소통

기상청은 2023년 디지털 소통의 목표를 ‘기후위기 시대, 국민 안전과 일상의 행복에 늘 함께하는 기상청’으로 설정하고, 위험 기상·지진으로부터 국민 안전도모, 기상·기후과학의 감성적 공감 소통을 확대, 국민 참여와 쌍방향 소통 강화를 위해 사회관계망서비스(SNS) 홍보를 강화하였다.

기상청은 유튜브, 인스타그램, 페이스북, 엑스(구 트위터), 블로그의 SNS 채널을 운영하면서 국민과 소통할 수 있는 다양한 콘텐츠를 제공하였다.

기상청 유튜브를 통해 기상청 예보관이 직접 날씨를 해설하는 ‘날씨해설’을 매일 2회 제공하여 국민의 일상에 도움을 주는 날씨예보를 전달하였으며, ‘지진 다음에 오는 여진’ 콘텐츠는 배우 여진구 캐스팅과 지진안전 캠페인 활동을 통해 조회수 350만회를 달성해 기상청 유튜브 최고 조회수를 기록하였다.

기상청 인스타그램을 통해 사진을 기반으로 일상 날씨의 감성을 스토리텔링하고, 해시태그를 통해 기상업무에 대한 일관된 메시지를 전달하는 등 친근하고 감성적인 소통을 추진하였다. 기상이를 활용해 서울기상관측소, 국가태풍센터 등 기상청 명소를 웹툰 형태로 소개한 ‘기상이의 명소탐방’, 기상용어를 이미지와 함께 설명한 ‘기상용어사전’, 날씨와 관련된 글을 감성적으로 소개하는 ‘기상명언’을 통해 감성소통을 이어갔고, 여름철에는 ‘기상이 일기’ 시리즈를 통해 위험기상 정보를 제공하였다. 특히, 모든 콘텐츠 게재 시 ‘#날씨가필요할때 #날씨누리 #날씨알리미앱’ 해시태그를 달아 날씨알리미앱 홍보를 강화하였다.

기상청 엑스를 통해 매일 날씨예보를 전달하였으며, 위험 기상이 예측되거나 기상특보 발표 시 신속하게 전달하고, 지진조기경보시스템에 연동한 지진정보의 발빠른 전달을 통해 채널의 신속성과 확장성을 바탕으로 정보가 빠르게 퍼져 나갈 수 있도록 하였다.

기상청 페이스북은 기상청 각 SNS 채널을 연결하는 허브 역할로, 날씨정보, 카드뉴스 등 다양한 콘텐츠를 확산하는 전방위적인 역할을 하였다.

한편, 2023년부터 국민기자단의 명칭을 ‘국민참여기자단’에서 ‘국민정책기자단’으로 변경하였고, 제15기 국민정책기자단을 선발하여 기상청 블로그 기사 작성 및 기상청 정책 현장 방문을 통해 다양한 기상정책을 국민의 눈높이에 맞춰 홍보하였다. 이번 기자단은 텍스트 기자 35명, 웹툰기자 5명을 선발해 최종 33명이 수료하였고, 총 316건의 블로그 기사 발행으로 평균 조회수 907회, 평균 공감수 31개를 기록하였다.

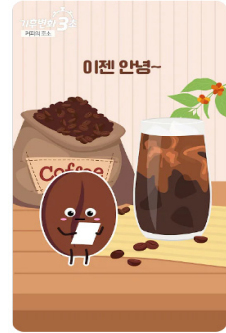


그림 3-137 대국민 기상과학 공감 소통 콘텐츠

4.3. 제40회 기상기후 사진·영상 공모전 개최

기상에 대한 국민의 관심을 높이고 기후변화 관련 공감 확산 등 대국민 소통의 장을 마련하고자 매년 기상기후 사진·영상 공모전을 개최하고 있다. 제40회 기상기후 사진·영상 공모전에는 총 3,847점의 작품(사진 부문 3,723건, 영상 부문 124건 등)이 출품되어 많은 관심과 참여를 기록했다. 평가는 전문 심사위원단을 구성해 예선과 본선 심사를 걸쳐 사진 부문 입선 30점과 영상 부문 특별상 3점을 선정했다. 그리고 사진 부문 상위 7개 작품(대상 1, 금상 1, 은상 2, 동상 3)은 심사위원단 점수(50%)와 국민투표(50%)를 합산해 선정함으로써 심사의 전문성과 대중성을 함께 고려했다.

제40회 기상기후 사진·영상 공모전의 수상작은 다채로운 기상현상의 짧은 순간을 미학적으로 담아내, 날씨가 주는 감동과 위험을 잘 표현하고 기후위기에 대해 다시금 생각하게 하는 작품들이었다. 대상(환경부장관상, 상금 500만 원)에는 구름에 반사된 오징어 배 불빛으로 가득 찬 가을 제주 밤하늘을 촬영한 '성벽을 향해 날아드는 불화살(윤석주 작)', 금상(기상청장상, 상금 200만원)에는 한여름 소나기가 그친 후 빛 내림과 그 옆으로 갑자기 쏟아지는 국지성 호우를 한 장면에 담은 '한 지붕 두 가족(김진홍 작)', 은상(기상청장상, 상금 100만원)에는 '태풍의 흔적(조은옥 작)'과 '용오름(윤대철 작)', 이 선정되었다. 또한 영상 기록물에 대한 높은 관심을 고려해 네 번째로 공모 및 수상작을 선정한 특별상(기상청장상, 상금 50만 원)에는 '경이로운 자연(강남훈 작)', '집중호우(정소현 작)', '월출산 천황봉에서 본 브로켄 현상(고영길 작)'이 선정되었다.

40회 수상작들은 3월 23일 세계기상의 날을 기념해 대전 국립중앙과학관(3.23.~3.26.)과 정부대전청사(3.23.~ 4.2.)를 시작으로, 전국 각지에서 경험한 신비로운 기상현상과 날씨로 겪은 다채로운 순간들을 주제로 한 전시회를 개최했으며, 기상청 행정 누리집을 통해 상시 관람할 수 있도록 온라인 전시를 제공하였다.

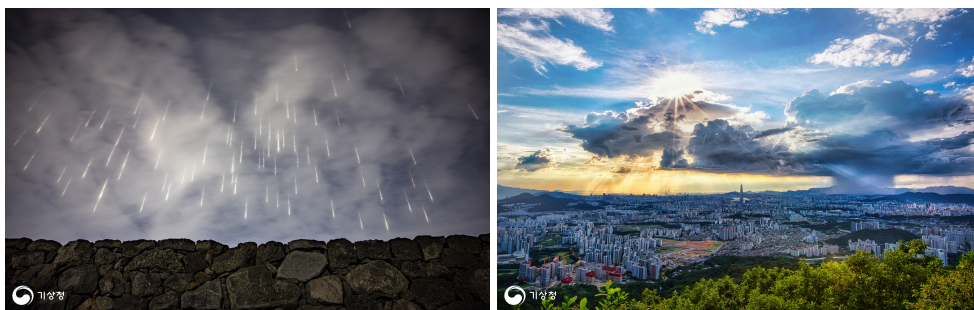


그림 3-138 제40회 기상기후 사진·영상 공모전 수상작
(대상 '성벽을 향해 날아드는 불화살(윤석주 작)(우), 금상 '한 지붕 두 가족(김진홍 작)(우)>)

4.4. 언론 보도 경향

2023년 언론 보도는 기상정보와 기상서비스 관련 내용이 가장 많았고, 특히 7~8월에는 호우·폭염·태풍 등 잦은 위험기상으로 인해 여름철 관련 기상 이슈에 관한 기사, 칼럼, 논설이 증가하였다. 1~2월에는 대설·한파, 3~4월에는 건조·산불, 6~7월에는 장마, 11~12월에는 한파 관련 기사가 많았다.

표 3-65 2023년 주요 언론보도 기사 현황

시기	주요 언론보도 제목
1월	'10초 백' 됐다... 기상청, 강화도 규모 3.7 지진 관측 9초만에 재난문자 블랙아이스 사고 줄어들까...고속도로서 내비로 안내한다
2월	시간당 50mm 이상 집중호우 예상 땀 기상청, 최소 20분전 직접 재난문자
3월	'탈탄소 사회'로 신속전환 촉구 "10년 선택이 미래 수천년 영향
4월	"5mm 언제 오나"...산불 막아줄 단비 소식에 애타는 기상청
5월	옛새간 10차례 흔들린 동해... 역대 최다 지진
6월	제주도 25일쯤 장마 시작... "올여름 강수 독하다"
7월	주말 증부는 찜통, 남부는 폭우... "대기 불안정, 예보 변동성 커"
8월	폭염 일수 '부울경 최다' 창녕군 쓰러진 어르신 한 분도 없는 이유

시기	주요 언론보도 제목
	英·美 수퍼컴보다 정확했다... '갈지자' 태풍경로 맞힌 韓기상청 장마→폭염→태풍...48일 만에 '공식퇴근'한 예보분석관들
9월	세계기상기구 “기후변화 막을 트랙을 벗어났다...금세기에 지구 2.8도 상승” 경고
10월	국내 첫 '기후변화법' 제정...5년 마다 '한국형 기후변화 시나리오' 나온다 “매의 눈” 천리안2A호, 5년째 한반도 관측...“기후변화 감시”
11월	한국형 예보모델로 세계 호평... 기후위기 시대, 재난 대응 첨병으로 해외 따라잡은 후발주자 한국... “수치예보 투자, 10~20배 넘는 장사” “파견받아 겨우 극한호우 대응...눈은 1mm 싸움이라 긴장” 올해 눈 많이 온다... '눈 무게' 첫 예보
12월	경주 4.0 지진에 전국민 '화들짝' 올 두번째 큰 규모, “땅이 쿵쿵 울리고 벽에 금가고”

» 기상기후인재개발원	교육기획과	행정사무관	박대영 김은숙 이광연
» 기상기후인재개발원	교육기획과	기상사무관	
» 기상기후인재개발원	인재개발과	기상사무관	

5.1. 전문교육과정 운영

5.1.1. 핵심전문 교육과정

기상기후인재개발원은 통합적, 창의적 사고를 갖춘 예보분야 전문인력 양성을 위해 핵심 전문교육으로 7개월 과정의 예보관 교육을 운영하고 있다. 이 과정은 예보관이 기본적으로 갖춰야 할 기상이론 등의 지식과 함께 위험기상 사례분석 학습, 예보 브리핑 훈련을 중심으로 위험기상 대응능력을 강화하는데 중점을 두고 있다. 태풍, 기상위성, 레이더, 해양기상, 수치예보 등 핵심분야 교육과 연계하여 예보를 중심으로 한 관련 분야의 다양한 지식을 융합하는 교육 커리큘럼으로 운영되고 있다.

표 3-66 2023년 예보관 과정 기본 방향

위험기상 대응능력 강화	→	① 이론-실습 접목을 통한 예보관의 위험기상 대응능력 강화 ② 위험기상현상의 원인 규명을 위한 개념모델 정립
통합적 사고와 문제해결 능력 제고	→	① 대기 거시적 흐름 ~ 초단기실황까지 통합적인 이해 ② 분석 훈련의 반복-실습을 통한 문제해결 능력 강화
예보의 가치를 높이는 소통 능력 제고	→	① 브리핑 및 커뮤니케이션 역량 향상 ② 대국민 날씨 해설 및 설득력 있는 분석서 작성 훈련 ③ 삶과 문화를 즐길 수 있는 체험학습과 인문소양 훈련

또한, 이러닝으로 운영되는 예보사 과정(18주)의 단점을 보완하기 위해 예보사 실습 대비반을 운영하여 교육생이 자기주도적 학습을 할 수 있는 기회를 제공하였다.

2023년에는 예보관과정 수료자를 대상으로 2주간 미국 기상전문교육센터(NCAR's Cooperative program for Operational Meteorology Education and Training: COMET)에서 선진위성전문과정(5. 13.~28.)을 운영하였다.

표 3-67 2023년 예보관 과정 커리큘럼

현상 파악 (중관·중규모 분석)		원인 분석 (역학·물리적 근거)		현상 이해		개념 모델화		반복훈련·체화	
2023년	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월		
분류	Remembering + Understanding (기억) (이해)			Applying + Analysing (응용) (분석)		Internalizing (체득화)			
교과목	이론, 실황분석/ 위성, 레이더	예보가이던스 / 태풍, 수치예보	위험기상 분석 /해양, 자료처리	예보실습 및 지역예보 지원 /기후, 사례별 실습	NMC 현장실습(OJT) 선진기상 탐방, 보고서 평가	실황·예보분석집중 /예보브리핑 실습			

표 3-68 2023년 핵심분야 교육과정 운영실적

구분	과정명	기간/횟수	인원
예보	예보관 과정	30주	9
	예보사과정(이러닝)	18주(2회)	110
	예보역량 향상과정	1주(2회)	52
	선진예보과정(미국)	2주	13
	실황분석 기초과정	2일	29
	예보책임관 과정	2일	13
수치	수치예보 전문과정	1주	12
태풍	태풍 전문과정	1주	12
위성	기상위성 전문과정	1주	6
레이더	기상레이더 전문과정	1주	13
기후	기후 전문과정	1주	11
지진	지진 실무과정	1주	9
해양	해양기상 전문과정	1주	7
2023년 핵심분야 교육인원 합계			296

5.1.2. 기본 및 공통전문 교육과정

기후변화에 대응하는 국제적인 움직임인 탄소중립에 대해 강의하는 강사들의 역량 증진을 위해 탄소중립 중점학교 강사육성과정을 운영하였다. 민원담당 직원의 심리적 안정과 직무 스트레스 해소를 위한 민원담당자 힐링과정, 신규 공직자의 올바른 가치관 확립과 빠르고 효과적인 조직 적응을 위한 업무 중심의 맞춤형 교육 등 다양한 교육과정을 운영하였다.

또한, 디지털 역량 강화를 위해 기상기후데이터 활용 및 서비스 실무과정을 신설하였다.

표 3-69 2023년 기본 및 공통전문 교육 운영 실적

구분	과정명	운영 횟수	수로 인원	구분	과정명	운영 횟수	수로 인원
공직입문	9급 신규 임용자 과정	1	29	행정역량	소통역량 향상과정	1	19
	소규모 채용자 과정	1	12		행정역량 향상과정	2	36
리더십	셀프리더 역량강화과정	2	35		행정역량 실무과정	1	60
	조직리더 역량강화과정	2	38		기획력 향상과정	1	14
	간부리더 역량강화과정	2	37		기상기후데이터 활용 및 서비스 실무과정	1	19
국정시책	탄소중립 중점학교 강사육성과정	1	16		인문소양	민원담당자 힐링과정	1
	성희롱 성폭력 고충상담원 교육과정	2	17	퇴직준비 교육과정		1	14
	정보보호 실무과정	1	30	균형잡힌 삶을 위한 자기계발 과정		2	48
	국가 경쟁력 강화과정(청렴)	1	16				
	총계						23

5.1.3. 이러닝 교육과정

‘기상청 나라배움터(<http://kma.nhi.go.kr>)’는 기상·기후·지진 전문인력 양성을 위하여 기상과학 분야 전문 과정을 운영하고 국정과제 등 열린강좌를 활용해 서비스를 확대하였다. 학습자는 PC 및 모바일 기기 등을 통해 언제 어디서나 원하는 시간에 기상청 나라배움터에 편리하게 접근하여 기상·기후·지진 전문과정 및 인문소양 등의 교과목을 학습할 수 있다. 2023년에는 대기복사, 저고도 항공기상정보의 이해, 기상예보 AtoZ 등 3개 과정의 이러닝 콘텐츠를 개발하였다. 기상예보 AtoZ는 전문 예보관의 경험과 노하우를 바탕으로 수요자의 수준에 맞추어 커리큘럼을 설계하고 실질적 예보역량 제고를 목표로 2023년 처음 제작하였으며,

이후 계절별 기상특성을 달리하는 사례를 발굴하여 추가 개발해 나갈 계획이다. 공동활용 콘텐츠를 포함한 총 224개의 과정을 개설(전문교육 88개, 기본교육 63개, 공동활용 열린강좌 73개)하여 총 28,738명이 수료하였고, 이 중 기상·기후·지진 전문과정은 3,847명이 수료하였다.

5.1.4. 글로벌 기상기후 인재 양성

기상청은 세계기상기구(World Meteorological Organization: WMO) 지역훈련센터(Regional Training Centre-Seoul: RTC-Seoul)로서 WMO 회원국, 특히 개도국을 대상으로 선진 기상 기술을 전수하여 빈번하게 발생하는 위험기상의 조기감시 대응역량을 향상하고 글로벌 기상기후 인재 양성을 위해 4개의 교육과정을 운영하였다. 자체 공적개발원조(Official Development Assistance: ODA) 예산으로 몽골, 베트남, 인도네시아, 필리핀 4개국 대상 ‘외국인 기상예보관 과정(비대면)’과 ‘외국인 기상레이더 운영기술 향상과정(초청연수)’을 운영하였다.

또한, 한국국제협력단(Korea International Cooperation Agency: KOICA)의 글로벌 연수사업에 참여하여 ‘재해방지 조기경보 향상과정’, ‘아시아지역 기상위성자료 활용능력 향상 과정’을 운영하였다. ‘재해방지 조기대응역량 향상과정’은 총 3차년도 사업 중 2차년도 과정으로 수리남, 온두라스, 우간다, 코스타리카 총 4개국 12명을 대상으로 기상재해 조기 대응을 위한 다양한 관측장비의 운영 및 생산정보의 활용 방법을 전수하였다. ‘아시아지역 기상위성자료 활용능력 향상 과정’ 역시 총 3차년도 사업 중 2차년도 과정으로 네팔, 요르단, 베트남 총 3개국 12명을 대상으로 기상위성 자료의 이해 및 활용, 위성산출물 분석방법 등을 교육하였다.

한편, RTC 재인증(약 8년 주기)을 위해 WMO 사무국 Mustafa Adiguzel, 영국기상청 Karen McCourt, 국제협력담당관실 박익태 사무관 등 3명의 실사팀이 7월 18일에서 20일까지 3일간 서울청사에 있는 RTC-Seoul을 현장 방문하였다. 실사팀은 유희동 기상청장과 면담을 통해 WMO 실사팀 방문 목적과 RTC의 재인증 절차에 대해 설명하였으며, 기상청장은 RTC-Seoul의 국제교육과정 운영 현황과 국제사회에서 WMO 집행이사국 지위에 맞는 역할 수행을 강조하였다. 또한 실사팀은 강사진·교육생들과 강의방식, 교육생 피드백, 건의사항 등에 대해 토론하고, WMO RTC 자체평가 질문지(Self-Assessment Questionnaire)에 대한 질의·답변 및 토론을 통해 RTC-Seoul의 발전 방향을 제안하였다.

표 3-70 2023년 외국인 교육과정 운영 실적(총 52명 수료)

구분	과정명	기간	국가수	수료인원
ODA	기상예보관 과정	5. 8.~5. 19.	4	16
	기상레이더 운영기술 향상과정	6. 12.~6. 23.	4	12
KOICA	재해방지 조기대응역량 향상과정	8. 1.~8. 12.	4	12
	아시아지역 기상위성자료 활용능력 향상과정	10. 9.~10. 20.	3	12

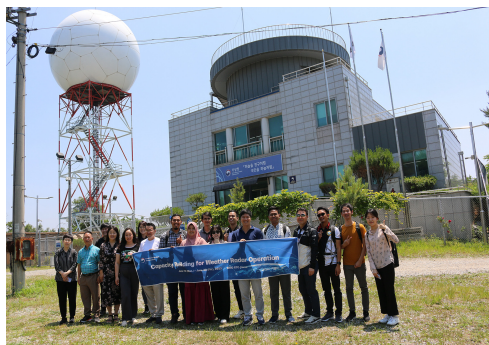


그림 3-139 기상레이더 운영기술 향상과정(2023. 6. 12.~23.)(좌),
아시아지역 기상위성자료 활용능력 향상과정(2023. 10. 9.~20.)(우)



그림 3-140 WMO RTC-Seoul 재인증을 위한 현장실사(2023. 7. 18.~20.)

제1부
주요정책 및 이슈

제2부
기상기술 동향

제3부
분야별 기상정책

제4부
소속기관 추진업무

제5부
부록

5.2. 기상지식 보급 및 기상과학 문화 확산

5.2.1. 방재기상업무 전문교육(법정의무교육)

기상청은 기상재해 예방 및 대응 업무를 담당하는 관계기관 방재업무 종사자를 대상으로 국가 차원의 현장 대응역량 강화를 위해 방재기상업무 전문교육을 15회(대면 11, 실시간 온라인 4) 운영하였고, 총 357명이 수료하였다.

코로나19로 인한 사회적 거리두기 방역상황을 고려하여 대면교육과 온라인 교육을 병행하였으며, 이더닝과정(15차시)을 제공하여 교육선택의 폭을 넓혔다. 또한, 기관별 교육 대상자의 현행화 및 이수여부 등을 연 2회(6·12월) 점검하여 지속적으로 수강을 독려하였다.

표 3-71 2023년 방재기상업무 전문교육 운영 실적

구분	분야	횟수(회)	인원(명)
일반과정	자연재해	15	357

5.2.2. 대국민 교육

기상청은 매년 초·중·고등학생과 일반인을 대상으로 기상·기후지식 보급 및 위기 대응 능력 향상을 위해 다양한 참여형 교육을 실시하고 있다. 찾아가는 기후교실 프로그램을 신설하여 탄소중립학교 대상 100회, 총 2,353명이 참여하였고, 교육 기회가 적은 지방 중소도시 및 취약계층 초등학생을 대상으로 기상과학에 흥미를 유발할 수 있는 날씨체험 캠프를 100회 운영하여 총 3,764명이 참여하였다. 또한, 중학생을 대상으로 기상예보관과 기후변화전문가와 같은 기상진로체험과정을 60회 운영하여 총 1,410명 참여하였으며, 기상·기후정보를 많이 활용하는 농어업 종사자 대상 기상·기후정보 활용과정을 40회 운영하여 964명이 참여하였다.

뿐만 아니라 전국의 과학축전 및 행사에 총 15회 참여하여 학생과 일반인을 대상으로 기상·기후변화과학에 대한 인식을 높였으며, 미래인재 육성 및 진로선택의 기회 제공을 위해 대학생 하계연수과정을 운영하여 30명의 학생에게 실무 중심의 기상·기후지식을 전달하였다.

표 3-72 2023년 대국민 기상교육 운영 실적

구분	과정명	횟수	인원(명)	비고
대국민 기상교육	날씨체험캠프	100	3,764	
	찾아가는 기후교실	100	2,353	
	기상진로체험	60	1,410	
	기상기후정보 활용과정	40	964	
	기상과학축전	15	6,824	
	대학생 하계연수과정	1	30	
대국민 지진·지진해일·화산 교육	지진안전교육과정	22	922	
	지진이해과정	125	4,015	
	강사단 양성과정	3	51	
	땅을밟 돌아리	1	194	
합계		467	20,527	

5.2.3. 학점은행제 대기과학 전공과정

학점은행제 대기과학 전공과정은 기상청 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. 2023년 봄학기는 대기과학개론, 대기관측 및 실습, 대기오염, 기후변화의 이해 등 총 4개 과목에서 170명이 수료하였고, 가을학기는 대기열역학, 기후역학, 항공기상학, 기상자료처리법 및 실습 등 총 4개 과목에서 181명이 수료하였다. 2023년 대기과학 전공과정 이학사(학위) 취득자는 12명이며, 2008년부터 2023년까지 총 165명이 학위를 취득하였다.

표 3-73 2023년 봄·가을학기 '학점은행제 대기과학 전공과정' 운영 실적

교육 기간	구분	교과목	수료 인원	교육 기간	구분	교과목	수료 인원
봄학기 (2023. 3.-6.)	전공필수	대기과학개론	170	가을학기 (2023. 9.-12.)	전공필수	대기열역학	181
	전공필수	대기관측 및 실습			전공선택	기후역학	
	전공선택	대기오염			전공선택	항공기상학	
	전공선택	기후변화의 이해			전공선택	기상자료처리법 및 실습	
총계							351

5.3. 기상교육 인프라 확충

5.3.1. 기상기후인재개발원 청사 신축 추진

기상업무 전문역량 향상과 미래 기상·기후·지진 분야 인재양성을 위해 독립기관으로서 기상기후인재개발원이 2017년 1월 신설되었다. 이와 더불어 조직 역량강화를 위한 전문과정 확대와 기상업무종사자에 대한 법정교육 시행 등으로 교육 수가 급격히 증가하고, 세계기상기구 등 국제 기구에서는 기후변화 적응과 기상재해 리스크 관리를 위한 기상분야 전문인력양성을 강조하였다. 이에, 교육 집중도를 향상할 수 있는 별도 교육훈련공간과 증가하는 국내·외 기상·기후 교육 수요에 능동적 대처 및 전문교육의 효과성을 증진하기 위해 2018년 12월에 기상기후인재개발원 청사 신축 계획이 확정되었고, 2019년 4월에 기상기후인재개발원 청사 신축 추진계획을 수립하였다. 이에 따라, 2019년부터 2025년까지 7개년 사업으로 충청북도 진천군 광혜원면 광혜원리 산25-205번지 일원에 기상기후인재개발원 청사 신축을 추진하고 있다.

기상기후인재개발원 신축공사는 부지매입(2019년 12월), 건축허가(2022년 10월), 설계(2021년 3월~2022년 11월) 과정을 거쳐, 2022년 12월에 전기, 통신, 공사 계약, 2023년 2월에 건축공사 계약, 3월에 건설사업관리용역 계약을 체결하였다. 3월 27일에는 시설공사가 착공되어 토목 공사가 시작되었고, 착공 후 4월까지 임목 벌채 및 반출을 하였으며, 7월부터 9월까지 가설사무실·올타리, 별개제근, 표토정리, 임시도로 개설을 하였다. 10월부터 12월 까지 흙깎기, 성토, 사면정리, 옹벽공사, 배수로 설치, 토사반출, 주 진입도로 공사, 지하층 흙막이 설치 및 터파기 공사를 하였다. 또한, 착공 전·후 작업 시 발견한 분묘 총 25기는 분묘개장공고(4차) 등 연고자 파악 추진업무(총 36회)를 통하여 총 703일 소요기간을 거쳐 11월에 이장을 완료하였다. 2023년도 12월 말 기준 공정율은 20.72%를 기록하였다.



그림 3-141 조감도(좌), 투시도(우)

06

시설환경 개선

» 운영지원과 | 기상사무관 | 김상국

본청 및 소속기관에서 사용하고 있는 국유재산은 토지 1,404,099㎡, 건물 152,129㎡이다. 우리청은 1990년부터 직원 복지 및 근무환경 개선을 위하여 지속적으로 청·관사 시설개선 사업을 추진해 오고 있으며, 2023년도에는 전북기상과학관 2관, 기상·지진장비 인증센터 신축 사업을 완료하였다. 또한, 진행 중인 사업으로 국립여수해양기상과학관(2024년 완공 예정), 기상기후인재개발원 청사 신축(2025년 완공 예정) 사업 등이 있다.

표 3-74 연도별 청·관사 신·증축 현황

연도	기관명	합계(개소)
2013	국립기상과학원 청사, 대구지방기상청 청·관사, 전주기상지청 청·관사, 인천기상대 청사, 제주지방기상청 관사, 기상통신소, 울릉도기후변화감시소, 레이더테스트베드	10
2014	제주지방기상청 청사, 국립대구기상과학관, (구)정읍기상대 청·관사, (구)천안기상대 청사, 춘천기상대 관사, (구)철원기상대 관사, 울산기상대 관사	8
2015	청주기상지청 청·관사, 울산기상대 청사, (구)철원기상대 청사, 대전지방기상청 관사, 국가기상수퍼컴퓨터센터 증축	6
2016	춘천기상대 청사, 인천기상대 관사	2
2017	홍성기상대 청사	1
2018	백령도관측소 청사, 목포 통합비상대기소	2
2019	수도권기상청 청사, 국립밀양기상과학관, 부산지방기상청 비상대기소, 국립충주기상과학관, 기상관측장비 연구 및 실험시설	6
2020	광주지방기상청 청사 증축, 강원지방기상청 청사 증축	2
2021	부산지방기상청 청사	1
2022	국립서해안기후대기센터	1
2023	국립전북기상과학관 2관, 기상·지진장비 인증센터	2

제1부
주요정책 및 이슈

제2부
기술개발 동향

제3부
분야별 기상정책

제4부
소속기관 추진업무

제5부
부록

표 3-75 각급 청사시설의 경과년수별 현황

구분	지방청 및 지청 이상	기상대 등 소속 기상관서	계
10년 이하	수도권기상청 부산지방기상청 청주기상지청 제주지방기상청	국가지진계검정센터, 백령도관측소, 춘천기상대, 홍성기상대, 울산기상대, (구)철원기상대, 국립전북기상과학관, 국립대구기상과학관, 국립충주기상과학관, 국립밀양기상과학관, 기상관측장비 연구 및 실험시설, 구름물리실험챔버등, 국립서해안기후대기센터	18
11~20년	전주기상지청 강원지방기상청 대구지방기상청 국가기상위성센터 국립기상과학원	국가태풍센터, 국가기상슈퍼컴퓨터센터, 기상통신소, 인천기상대, 창원기상대, 안동기상대, (구)진주기상대, (구)거창기상대, (구)순천기상대, (구)추풍령기상대, (구)보령기상대, 울릉도관측소, (구)울진기상대, 백령도 기상레이더관측소, 강릉 기상레이더관측소, 오성산 기상레이더관측소, 성산 기상레이더관측소, 실증관측소, 남원기상레이더관측소, 울릉도기후변화감시소, 대관령구름물리선도센터, 고창표준기상관측소, 보성표준기상관측소	28
21~30년	본청(서울청사) 광주지방기상청 대전지방기상청	(구)동두천기상대, (구)파주기상대, (구)이천기상대, 목포기상대, (구)완도기상대, 여수관측소, 흑산도관측소, (구)영월기상대, (구)충주기상대, (구)상주기상대, (구)*구미기상대('11년 증개축), 서귀포관측소, 관악산 기상레이더관측소, 면봉산 기상레이더관측소, 광덕산 기상레이더관측소, 진도 기상레이더관측소, 안면도 기후변화감시소	20
31년 이상		국립기상박물관(송월동 별관), *부산기상관측소(2008년 보수), (구)원주기상대, (구)*통영기상대('11년 증축), (구)*동해기상대('14년 증축 리모델링), 포항관측소, 구덕산 기상레이더관측소	7
계	12	61	73

제4부

소속기관 추진업무



제1장 지역별 추진업무

제2장 책임기관 추진업무

01

제장 지역별 추진업무

수도권기상청

» 수도권기상청 | 기획운영과 | 행정사무관 | 장경숙

1.1. 소통과 역량강화로 지역민이 체감하는 기상기후서비스 실현

1.1.1. 수도권 「호우 긴급재난문자 직접 발송」 안정적인 시범운영 완료

2022년 8월 8일 집중호우로 인한 서울의 대규모 침수사례와 같은 기상재해가 반복되지 않도록 여름 방재기간(6. 15.~10. 15.)동안 강한 호우(50mm/1hr 이상, 90mm/3hr 이상 동시 만족 또는 72mm/1hr 만족 시) 발생 시 수도권기상청에서 ‘호우 긴급재난문자’를 직접 발송하였다.

호우 긴급재난문자의 안정적인 조기 정착을 위해 전담 인력을 별도로 구성하여 재난문자 발송조건 만족사례를 선행학습하고 서울·인천·경기도의 법정동과 자동기상관측장비(AWS) 매칭 등 사전 준비에 최선을 다하였다.

시범운영 종료 후 호우 긴급재난문자가 발송된 지역의 시민과 방재담당 공무원을 대상으로 시행한 만족도 조사 결과, 유사시 재난문자의 필요성과 효과성이 입증되었고 재난문자 필요성에 대한 긍정적 여론을 형성하는 등 안정적인 시범운영을 완료하였다.

1.1.2. 고품질 위험기상 예보서비스를 위한 예보역량 집중 강화

기후변화로 인한 돌발적이고 국지적인 위험기상 발생이 늘어나면서 서울의 국지예보 전문성을 강화하고 피해를 예방하기 위한 「서울예보분석관」을 신규 지정·운영하였다. 서울에 위험기상이 예상되는 경우 특별 분석 세미나(30회)를 실시하여 현업 예보생산에 적극적으로 활용하였다.

수도권에 발생한 위험기상 집중분석을 통해 「수도권 습설·건설 판별 가이던스」와 「안개 판별 가이던스」를 개발하여 기상청 예보기술발표대회 최우수상과 제안경진대회 우수상을

수상하는 성과를 거두었다. 또한, 예보관 역량과 예보기술 강화를 위한 전문가 초청세미나(4회), 수방사 세미나(30회), 예보관 ALL人 브리핑(매일) 등의 프로그램을 지속적으로 운영하고 「2023년 위험기상 사례분석집」을 발간하였다. 예보관의 사기진작과 동기부여를 위한 상·하반기 우수예보팀을 선정하여 시상하는 등 수도권 예보역량을 집중 강화하여 「2023년 기상청 우수 예보기관」으로 선정되었다.

1.1.3. 안전한 수도권을 위한 관계기관 간 장벽 없는 협업과 소통

다년간의 경험과 전문성을 갖춘 방재기상지원관을 2개 광역지자체(서울·인천시)에 파견하여 위험기상 발생 시 지자체 상황판단회의 참석 등 지역민 피해 최소화를 위한 유기적인 소통과 협업을 추진하였다.

방재 관계기관과 다양한 소통 채널(영상회의, 유선·문자, 카카오톡)을 활용한 사전·실시간 소통체계를 강화하여 선제적인 위험기상 대응과 신속한 방재 의사결정을 적극적으로 지원하였다. 여름철 수도권 집중호우와 홍수 대응을 위해 구성된 「한강유역 홍수안전 실무협의회」 참여기관을 확대하고 카카오톡 소통방을 운영하여 기상청-물 관리기관 간 협력체계를 강화하였다.

전문가 교류, 찾아가는 간담회, 협력회의 등 다양한 현장 밀착형 대외활동을 통해 현장의 목소리를 적극적으로 청취하였다. 자연재해 대응력 향상을 위해 관계기관 대상 맞춤형 방재기상 교육을 확대·실시(22회)하여 실무자의 방재업무 전문성 강화와 기상업무 이해확산에 기여하였다. 「기상재해 시뮬레이터」를 신규 운영하여 위험기상 취약 사례 발굴과 영향분석, 핵심 기상정보 전파를 통해 선제적 사전 대비와 체계적 방재 대응을 위해 노력하였다. 이처럼 지속적인 소통·협력을 위한 노력으로 관계기관 대상 설문조사에서 방재기상서비스 만족도 89.5점을 기록하였다.

1.1.4. 취약계층 폭염 피해 저감을 위한 영향예보서비스 전달 확대

야외 노동자, 외국인 노동자, 고령층 등 폭염 피해 노출의 위험성이 큰 취약계층과 관계기관을 대상으로 영향예보 전달체계를 확대하고 폭염 피해예방을 위한 대응요령, 영향예보 활용방법에 대한 교육을 실시하였다. 서울시, 서울고용노동청 등 10개 관계기관과 야외 이동노동자에 대한 합동 폭염대응 캠페인을 실시하여 언론에 33건이 보도되는 등 폭염 피해에 대한 경각심을 확산하였다.

농촌 고령층 영향예보 직접 전달을 위한 ‘부모님께 효도 안부전화 드리기’ 캠페인을 실시하였다. 자녀가 부모님 거주지의 폭염 영향예보를 확인 후 전화로 폭염에 대응하기 위한

행동 요령을 안내하고 안부를 확인하는 방법으로 유튜브, 지자체, 도로 전광판, 웹포스터 등을 통해 적극적으로 홍보하였다. 그 결과 총 398명이 참가하였고, 폭염 영향예보의 알람 서비스와 캠페인이 유용하고 안부전화와 대응요령 전달 계기가 마련되었다는 등의 긍정적인 의견이 개진되었다.



노인돌봄관리자 교육(7. 14.)

생수나눔 거리캠페인(6. 16.)

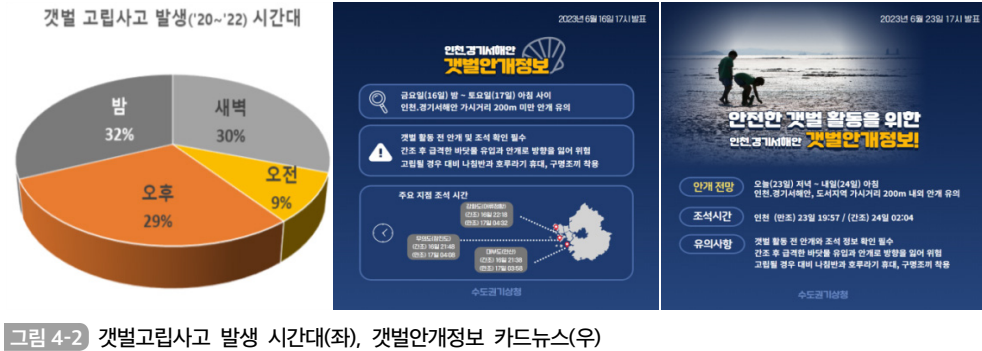
'부모님께 효도 안부전화 드리기'
안내 유튜브 제작

그림 4-1 취약계층 폭염 피해 저감을 위한 영향예보서비스 전달

1.1.5. 지역민 수요와 눈높이에 맞춘 새로운 기상정보서비스 제공

대도시 맞춤형 서비스를 위한 「수도권 기상서비스 개선방안에 관한 연구」를 통해 수도권 재난관리체계와 예보체계를 진단하고 이를 바탕으로 서비스 개선방안을 제시하였다. 주말과 명절에 인접지역 이동객을 위한 「이웃 날씨 록」 서비스를 도입하였고, 특보 현황, 예상 강수량, 강수 실태 등을 이미지로 제공하는 「눈으로 보는 예보」를 신규 제공하여 기상 특·정보 전달력을 강화하였다. 또한, 수요자의 관심이 집중되는 출·퇴근 시간대의 도로 안전 정보를 제공하는 「날씨 록+이슈」 서비스를 제공하는 등 지역민의 수요와 사용자 눈높이에 맞춘 기상서비스를 제공하고자 노력하였다.

서해안 갯벌에서 발생하는 안개로 인한 방향상실, 고립 등 인명사고를 방지하기 위해 중부지방해양경찰청과 협업으로 안개와 간조·만조 시간 정보를 융합한 「인천경기서해안 갯벌안개정보」를 제공하였다. 정보 접근성과 가독성을 높이기 위하여 카드뉴스로 제작하여 SNS에 배포하고, 기상정보에 안개정보를 추가하여 갯벌 안개의 위험성에 대한 인식을 전파하였다. 해경과 해양 방재기관에 선제적 정보를 제공함으로써 안전사고 예방과 위험 기상 대응역량 제고에 기여하였다.



1.2. 수도권 기상관측 역량 강화

1.2.1. 수도권 위험기상 선도 감시를 위한 최적 입체관측망 운영

수도권기상청은 수도권의 위험기상과 지진을 선도 감시하는 최적화된 입체관측망을 구축하고 운영하기 위해 지속적인 노력을 기울이고 있다. 이에 따라 겨울철 대설 관측을 위해 경기도 24개소에 적설계를 신규 설치하였으며, 지진정보 사각지대를 해소하기 위한 경기도 내 신규 지진관측소 7개소를 신설하여 빈틈없는 관측망 구축에 기여하였다.

2021년도에 구축한 덕적도 해양기상관측기지는 서해상으로부터 접근하는 위험기상을 조기 탐지하기 위한 전초기지의 역할을 하고 있다. 도서 지역에서 무인으로 운영되고 있는 관측기지의 안정적 운영을 위해 각종 시설과 관측장비를 원격감시제어 통합 모니터링 시스템으로 관리하고, 취약 지점에 CCTV를 추가 설치하여 확대된 감시 체계를 구축하였다. 또한 2022년에 자동화된 고층기상관측 자동발사장치의 운영 매뉴얼을 마련하고 수치예보 정확도 향상을 위해 중요한 정기 고층기상관측 횟수를 일 4회로 정례화하여 위험기상 감시에 최선을 다하고 있다.

1.2.2. 정확한 관측자료 확보를 위한 기상관측표준화 추진

도시화로 악화되고 있는 관측환경을 개선하기 위해 옥상 녹화, 관측장소 이전, 시설 개선을 추진하였다. 복사열과 인공열의 영향을 많이 받는 도심 상가 밀집지역 옥상에 설치된 송과 AWS(Automatic Weather System: AWS)를 옥상 녹화지점으로 이전 추진하고 있으며, 관측환경 악화 우려가 있는 자동기상관측지점 5개소와 광탄 지진관측소의 울타리 주변

잡목과 폐기물 등을 제거하여 관측장비 보호와 최적 관측환경 조성에 힘썼다.

기상관측표준화와 기상관측시설 운영·관리 역량 향상을 위해 관측기관을 지원하였다. 기상관측표준화를 준수한 관측환경 확보를 위해 신규·이전 관측장비 설치기관 등을 대상으로 맞춤형 현장 기술지원(Help Desk)를 13회 실시하였고, 관측자료 공동 활용과 자료 연계 향상을 위해 ‘기상관측자료 공동활용 간담회’, ‘기상관측표준화 워크숍’을 진행하였다. 관측기관(경기도청, 김포시청, 양주시청, 가평군청) 기상관측시설 10개소를 점검하고, 경기도 내 AWS 4개소(고삼, 마장, 부천, 보개)의 기온 오자료 특성 파악을 위한 비교관측 실시 후 관련 자료를 제공하여 정확한 관측자료 확보와 공동활용 향상에 기여하였다.

1.2.3. 관측 전문성 집중으로 예보 지원과 관측자료 활용성 증대

기상관측차량을 활용하여 위험기상 대비 특별기상관측, 여름철 폭염과 겨울철 도로기상 집중관측, 관측자료 분석을 위한 비교 관측을 수행하였다. 태풍, 호우, 대설 등 위험기상 조기탐지로 수도권 예·특보 생산을 신속 지원하였으며, 관계기관과 협업하여 현장형 고품질 관측자료 생산에 기여하였다. 여름철 폭염 대비 도로 살수 효과 확인과 서울시설공단 도로 물고임 지도 작성을 지원하였으며 겨울철 도로살얼음 발생 패턴 분석을 위한 도로관측을 수행하고, 유관기관 협업으로 국민이 참여하는 대규모 행사를 위한 특별기상관측을 진행하여 수도권 지역 맞춤형 기상관측정보 생산을 확대했다.

관할 권역이 넓고 도심 장애물이 많은 수도권의 특성을 반영한 최적 관측망 구성을 위해 도심 장애물이 관측에 미치는 영향을 연구하고, 해양 위험기상 대응을 위해 평수구역 유의 파고 관측자료를 분석하였다. 드론 열화상 카메라를 활용하여 도심·농촌 폭염 열분포와 여름철 지면온도 특성을 분석하였다.

국민 관심도가 높은 계절관측자료 활용도 향상을 위해 과거자료를 데이터베이스화한 ‘계절관측자료관리시스템’을 구축하였으며, 서울대학교 산하 수원수목원과 협업하여 기상 관측차량과 이동형AWS를 이용한 단풍 관측으로 단풍 통계분석자료를 제공하였다.



여름철 폭염 관측

도로살수효과 관측

단풍 계절관측

그림 4-3 기상관측차량을 활용한 특별관측 지원

1.3.

수도권 맞춤형 기상기술 개발과 협업을 통한 기후위기 적응 능력 강화

1.3.1. 소통과 협업을 통한 기후변화 대응력 강화와 인식 전환

지역민의 기후위기 대응을 위해 탄소중립 실천을 위한 시민 체험형 기후변화 공동 프로그램을 관계기관과 협업으로 운영하였다. 수도권 7개 지자체(서울, 수원, 시흥, 인천, 가평, 양평, 오산)와 협업으로 운영(7~10월)한 「우리동네 열지도 그리기」를 통해 국민들에게 기후변화의 심각성을 인지하고 이상기후 해결방안에 대해 고민해보는 시간을 제공하였다(지역민(학생·가족팀) 174명, 가족 32팀). 또한, 탄소중립 시범·중점학교 대상 교육(63회/7,093명), 특수학교 대상 교육(2회/50명) 등 학생들에게 기후변화과학 교육 기회를 직접 제공하였으며, 가상공간을 활용한 시민 체험형 360VR전시 형식의 기상기후 사진 전시회(16개 지방자치단체)를 운영하여 대국민 기후변화 인식 전환을 위해 노력하였다.

1.3.2. 탄소중립 실현을 위한 맞춤형 기후정보 제공과 기후변화 정책 확산

수도권 지역 탄소중립·기후위기 대응을 위한 관련기관 간 협력체계 강화를 위해 수도권 기후위기 적응대책 수립 기관을 대상으로 ‘유관기관 간담회’를 개최하고(30개 기관 참여) 파주시와 광명시 대상으로는 기후변화 현황과 전망 작성을 위한 기후자료 분석·활용 방법을 설명하는 ‘찾아가는 간담회’를 실시하였다. 또한 지방자치단체가 기후위기 적응대책을 체계적으로 수립할 수 있도록 ‘수도권 기후위기 적응대책 수립 지원 지방자치단체 실무사용 매뉴얼’을 제작하여 배포하였으며, 광명시, 고양시 등 10개 지방자치단체의 ‘기후위기 적응대책 수립 정책’ 자문을 실시하고, 서울특별시 광진구, 오산시 등 7개 지자체의 ‘제3차 기후위기 적응대책’을 검토하였다.

한편, 지역민이 쉽게 이해하고 체감할 수 있는 기후특성 정보를 제공하기 위해 「2022년 수도권 기후자료집」을 발간하고, 분기별로 기후변화 관련 지자체 대상으로 「SSP 시나리오 기반 지역별 영향정보를 포함한 수도권 계절기후정보지」를 제공하였으며, 봄·가을철 물관리 기관의 가뭄대응 지원을 위해 ‘수도권 기상가뭄 정보(4회)’를 제공하였다.

2022년 수도권 기후자료집

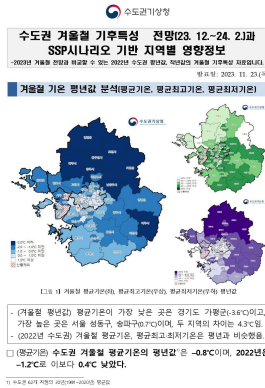


그림 4-4 수도권 맞춤형 기후자료집 및 계절기후정보지, 기상가뭄 정보

1.3.3. 도시 기후변화 정책 지원과 미래산업 지원 기상기후서비스 개발

미래의 핵심 산업인 드론의 안전한 운영 환경 조성하고 효과적인 폭염 대응 정책 수립 지원을 위한 「스마트 드론 윈드길 및 도시 열정보 지도 서비스」구축을 완료하고 현업화 하였다. 여름철 폭염 대응 정책 수립 지원을 위해 체감형 열정보 지도를 구축하였고, 드론 비행 의사결정 지원을 위해 바람, 난기류 지수와 같은 도시 고해상도 기상정보와 지도 시각화 서비스를 제공하는 드론기상서비스를 구축하였다. 특히 성남시(드론 분야 선두 지방자치단체)의 공간정보시스템(내부)에 최종 표출을 완료하여 지자체 드론 실증도시 구축 등 관련 업무에 활용할 수 있도록 하였다.

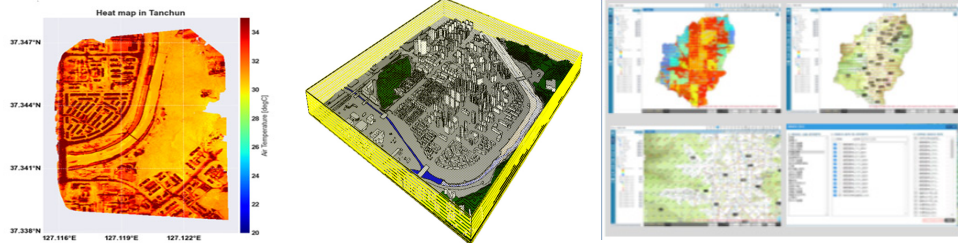
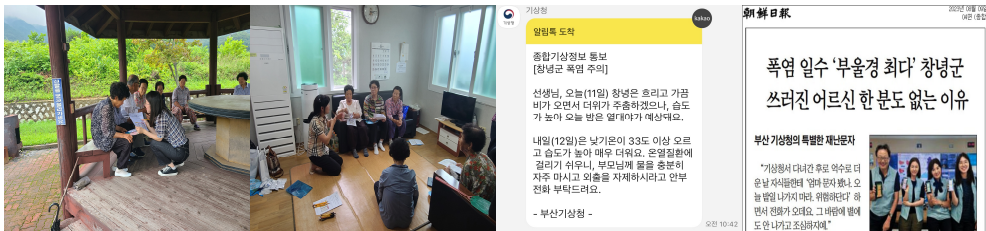


그림 4-5 스마트 드론 윈드길 및 도시 열정보 생산 기술

2.1. 위협기상 대응을 위한 방재기상서비스 강화

2.1.1. 영향예보 활용 확대를 위한 지역 밀착형 新수요 발굴

폭염에 취약한 농촌 어르신을 위해 어르신·보호자에게는 폭염, 열대야 주의 당부 등의 친근하고 편안한 표현을 활용한 정보전달을, 마을 이장들에게는 폭염 영향예보 통보문과 대응 요령 등 정보 중심으로 제공하는 전국 최초 ‘눈높이 맞춤형 폭염 영향예보 서비스’를 시범 운영(2023. 6.~8.)하였다. 부산·울산·경남의 시·군 중 최근 10년간 연평균 폭염일수(31.4일)와 여름철(6~8월) 평균최고기온(31.0℃)이 최고인 경남 창녕군의 70대 이상 어르신(264명), 보호자(27명), 마을이장(90명)을 대상으로 46회 제공하였고, 정보 수신자 만족도가 93%로 서비스에 대한 효과성을 확인하였다. 맞춤형 서비스는 조선일보, KBS 등의 언론 보도와 함께 ‘기상청이 효도청’이라는 댓글 등 일하는 공직사회에 대한 큰 관심을 받았다. 또한, 부산노동권익센터와 함께 폭염캠페인을 실시하고, 외국인 노동자·노인일자리 기관 방문 기상교육(2회)을 진행하여 취약계층 및 지역민의 폭염 피해 최소화와 영향예보 활용·확산을 위해 노력하였다.



창녕군 보호자 명단 확보를 위한 방문 설명(2023. 6. 30.~7. 19.) 서비스 제공내용(보호자)

조선일보(8. 9.)

그림 4-6 농촌 어르신 대상 맞춤형 폭염 영향예보 서비스

2.1.2. 효과적 기상재해 대응을 위한 부산·울산 육상특보구역 세분화 시험운영 추진

최근 기후변화로 급증하는 국지적 위험기상에 효율적 대응을 위해 특보구역 세분화의 필요성이 제기되었다. 국립기상과학원에서 ‘부산·울산 특보구역 세분화 가능성 연구(2021~2023. 3.)’를 수행하였고, 기상자료·지형·인구분포·경제구조 등을 고려하여 부산 3개, 울산 2개의 특보구역으로 세분화한 ‘부산·울산광역시 육상특보구역 세분화(안)’이 마련되었다. 또한, 2023년 여름철(5. 15.~10. 15.), 겨울철(11. 15.~2024. 3. 15.) 동안 호우(29건), 폭염(11건), 한파(5건), 강풍(23건)에 대해 세분화 구역별 특보 시험운영을 실시하여, 효과성 및 특보 운영의 효율적 방안에 대해 검증·확인하였다. 지자체 및 방재 관계기관을 방문, 추진방향 소개·현장 의견수렴(부산·울산 등 9회) 등 2024년도 정식운영을 앞두고 효과적인 방재 체계 개편 기반을 마련하였다.

2.1.3. 안전한 해상활동 지원을 위한 해양기상서비스 제공

해양 관계기관의 위험기상 대응 역량 강화를 위해 ‘부울경 바다날씨 알리미’ 밴드를 운영하여 해양위험기상 발생가능성 정보(58회)를 관계기관에 제공했으며, 해양기상정보 활용 간담회 및 교육(5회)을 실시하여, 해양 기상정보 활용도를 높이는데 기여하였다. 부산항 ‘선박대피협의회’ 기상지원을 부산·울산·마산항으로 확대하여 기상브리핑(24회)을 수행하였고, 여름철 해수욕장 안전을 위한 ‘부울경 37개 해수욕장 날씨 QR코드 서비스’를 운영하는 한편, 경남서부·경남중부남해앞바다 등 특정관리해역의 해양기상 특성을 분석하고 해상 예·특보 가이드스를 개발하여 탄력적인 특보 운영과 지역민의 안전한 해양활동을 지원하였다.

2.1.4. 관계기관 협력을 통한 위험기상 선제적 대응

모바일 메신저를 활용한 기상정보서비스 ‘날씨톡’(카카오톡)을 통해 지자체 및 관계기관, 언론 등에 기상정보를 신속하게 제공하였고, 지역 방재기상업무협의회(2회)와 관계기관 방재담당자 기상정보 활용 교육(2회), 기상자료활용 킷 메뉴얼을 제공(2회) 하였다. 또한, 부산지방기상청 예보과와 부산시 자연재난과 간 인사교류 직위를 신설하고 파견(2023. 11.~)하여 방재 관계기관 간 유기적 소통 강화로 부산시 방재대응 관련 협력체계를 강화하고 기상재해 최소화를 위해 노력하였다.

2.2. 지역 예보기술 연구 활성화로 위험기상 예측능력 향상

2.2.1. 위험기상 예보기술 연구 활성화로 예·특보 정확도 향상

지역 위험기상 대응 역량 강화를 위하여 위험기상 상황판단회의(15회)와 계절별 위험기상 사전학습 세미나(2회), 초임예보관 지역 맞춤형 예보기술 교육(3회)을 운영하였으며, 특이·위험기상 심층 사례 분석 경진대회를 실시하였다. 또한, 한국형 지역수치예보모델(RDAPS-KIM)의 부울경 지역 모의 경향을 분석·검증(호우, 대설 등 8개 사례)하고 호우·대설 예·특보 가이드스에 반영 및 개선하는 등 부울경 지역 예·특보 정확도 향상을 위해 노력하였다.

2.2.2. 지역 현안 맞춤형 예보 기술 개발을 통한 기상 서비스 강화

지역 현안 맞춤형 예보 기술 개발을 위해 대교강풍, 빌딩풍의 관측자료와 모델별 검증·예측 경향을 분석하여 해상 대형교량 대상 강풍 정보를 생산 및 제공하였고, 결과 검증과 수요자 의견 수렴 등의 환류를 통해 기존 광안대교에서 남항대교까지 확대·제공(2023)하였다. 강풍 예상 시 광안·남항대교 대상 기상정보를 선제적으로 제공(39회)하였고, 관계기관은 시설물 점검, 상황판단회의에 활용하여 강풍 대비 방재 대책지원 강화와 시민 안전 확보에 기여하였다.

2.3. 기상관측업무의 강화

2.3.1. 고품질 기상관측자료 생산을 위한 최적의 관측망 구축·운영

관측망 운영 안정화를 위해 관측기반 환경 최적화 작업으로 기상관측장비 신규 설치 및 노후 장비 교체사업을 진행하였다. 연직바람관측장비(1개소), 해양기상부이(1개소), 레이저식 적설계(8개소)를 신설하고 자동기상관측장비(6개소), 초고층 빌딩풍 연구용 바람관측장비(2개소)를 교체하였다. 관측시설 표준화 등급 향상을 위해 풍향·풍속계, 온·습도계 센서 이전(3개소) 및 수목 제거 등 기상관측시설의 관측환경을 개선하였다. 신속한 지진 감시와 조기경보를 위해 지진관측소를 신설(7개소)하고, 이전(2개소)하여

고품질 지진관측자료 확보를 위해 노력하였다. 안정적인 관측자료 수집을 위해 수집체계를 간소화 및 고품질의 관측자료를 확보하고, 관측장비 관리 강화를 위해 「자동기상관측장비 점검 실무매뉴얼」을 제정하였으며 「부산·울산·경남 기상관측소 신설·이전 기록 대장」을 개정하는 등 관측업무 노하우 공유 및 관측역사 기록 관리를 강화하였다. 「유관기관 통합 기상 실황 감시시스템」에 유관기관 관측장비 10개소를 추가하여 관측자료의 활용도를 높이고 위험기상 감시를 강화하였다. 관측장비의 설치 및 이전계획이 있는 기관을 대상으로 관측환경 적합여부, 기상측기 검정·형식승인 준수, 중복성 검토 등 맞춤형 기술지원(Help Desk, 11건)을 실시하고 부울경 관측기관 대상 찾아가는 순회간담회(8. 29.~9. 1.)와 기상 관측표준화 워크숍(12. 8.)을 개최하였다.

2.3.2. 예·특보 지원 및 효율적인 재난 대응을 위한 현장 관측 강화

위험기상 조기탐지 및 신속한 재난 대응을 위해 기상관측차량의 활용을 강화하였다. 제6호 태풍 ‘카눈’을 비롯해 호우, 대설 선제적 관측(8회)을 실시하였으며, 대형산불 현장 기상지원(합천 3. 8.~9., 하동 3. 12., 순천 4. 3.~4.)도 실시하였다. 또한, 지역 현안 해결 지원을 위해 폭염·한파(18회), 강풍(5회), 노면온도 등 도로기상 관측(14회)을 실시하였으며, 이상·특이값이 의심되는 자동기상관측장비와의 비교관측(9회)을 통해 관측장비 검정·교체, 데이터로거 설정값 변경 등 오류값 표출 장비를 개선하였다. 기상드론을 활용하여 바다안개 발생지역의 고도별 기온, 습도 등 관측과 가시·열화상카메라를 통한 해수면 온도 및 바다안개 발달 고도 등 기상현상을 촬영하여 고품질 바다안개 입체관측자료를 확보하여 예·특보 지원을 강화하였다. 부산·울산광역시 특보구역 세분화 운영을 위해 부산동부(기장군 정관읍) AWS 신설을 위한 기장 내륙(기상관측차량)과 해안(기장 AWS) 간 비교관측(6회) 및 부산·울산 폭염 집중관측(10회)을 실시하였다. 관측자료를 바탕으로 기상특성을 분석하고 2023년 폭염 집중관측 세미나(9. 26.)를 통해 관계기관·부서와 공유·소통하여 특보구역 세분화 운영의 기상학적 근거를 마련하였다.

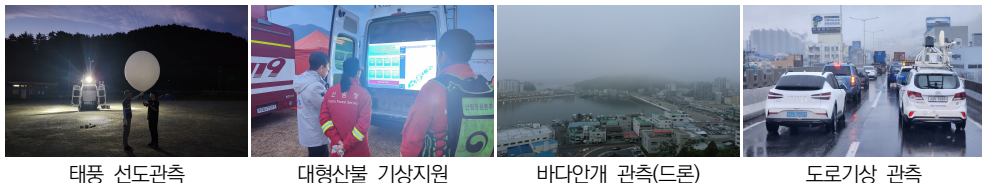


그림 4-7 기상관측차량을 활용한 특별관측

2.3.3. 지역 기상특성 파악 및 현안해결을 위한 관계기관의 소통·협력 강화

부산지역 교통사고 예방과 도로 안전관리 및 방재업무 지원을 위해 부산시설공단, 도로교통공단과 협력하여 주요 해상교량·연결도로 및 부산도시고속도로 노면관측(9회)을 실시하였다. 기상관측차량을 활용한 노면관측을 통해 관측공백을 해소하고 도로 결빙·미끄럼·변형 취약구간 관측자료 분석·발굴하여 기상상황에 따른 체계적인 도로관리와 안전대책마련으로 교통안전 확보 및 시민안전 강화에 노력하였다.

또한 환경부와 협업으로 김해시 한파 취약지역 발굴 및 저감시설 최적입지 선정을 위해 기상관측차량을 활용한 한파관측(3회)을 실시하여 지자체 기후변화 적응대책 수립을 위한 과학적 근거를 확보하고 정책연구를 지원하였다.

학·관 협력을 통한 폭염·도시열섬 연구지원 및 안전한 도시환경 구축을 위해 저비용의 이동형 기상관측장비(부산대학교) 개발에 협력하고 고해상도 기상자료를 생산·제공하였다. 기상관측차량을 활용하여 이동형 기상관측장비의 성능을 검증하고 여름철 부산시 일대 폭염관측(2회)을 통해 개방형 플랫폼 구축 및 재해 위험기상정보 제공에 필요한 기초자료를 확보하였다.

2.4. 지역 맞춤형 기상기후정보 활용성 강화

2.4.1. 해상교량 방재 활동 지원을 위한 위험기상 통합감시 서비스 개발

해상교량이 많은 부산 지역의 맞춤형 융합서비스 개발을 위하여 부산시설공단과 협업으로 「신기술을 활용한 해상교량 위험기상 통합감시 기술 개발」을 추진하였다. 국내 최대 해상 복층 교량인 광안대교를 대상으로 강풍, 안개 발생 시 신속한 정보 제공을 위해 기상청 고해상도 격자자료와 광안대교에 설치된 풍속계 자료를 기계 학습하여 대교 맞춤형 강풍 정보를 생산하였으며, CCTV 영상기반 바다안개 탐지 기술(특허: 영상기반 안개영역 검출 및 가시거리 산출 기술, 부산지방기상청, 2023)을 광안대교 CCTV(8대)에 적용하였다. 광안대교 맞춤형으로 생산된 강풍, 안개 정보를 부산시설공단 위험기상 대응체계 기준에 맞게 제공하고자 ‘광안대교 위험기상 통합감시 서비스’를 개발하여 시험운영 하였다.

본 서비스는 관계기관 협업과 활용도의 우수성을 인정받아 ‘지역기상융합서비스 사업 우수과제 선정평가’에서 최우수상을, ‘정부혁신 우수사례 경진대회 소통·협력하는 선제적 정부 분야’에서 장려상을 받았다.

2.4.2. 관계기관 협업을 통한 지역기후변화 공동 대응

지역 기후변화 이슈에 대한 공동 대응 및 홍보를 목적으로 ‘부산 기후변화협의체(부산지방 기상청, 부산광역시, 부산연구원, APEC기후센터, 2021년 구성)’를 운영하였다. 4월에는 기후변화 주관을 맞이하여 부산TBN교통방송 기후변화 공동 캠페인을 실시하였고, ‘2023년 기후산업국제박람회’(5. 26.)와 연계하여 기후산업, 기후테크, 기후정보 활용사례 소개 및 네트워크 강화를 목적으로 시민을 대상으로 한 「2023년 부산기후변화협의체 세미나」를 개최하였다.

2050 탄소중립 실현을 위해 기후변화 분석정보를 제공하여 기후자료 활용 가치를 증대하고, 관계기관의 기후위기 적응대책 수립을 지원하고자 「부산·울산·경상남도 상세기후정보집」을 발간(6월)하였다.

2.4.3. 지역 관계기관 협업을 통한 기상산업 성장지원

지역 기상산업 육성과 청년창업 활성화를 위해 부산창조경제혁신센터, 한국기상산업기술원, 한국농업기술진흥원, 한국해양과학기술원, 부산지식재산센터 등 관계기관 총 8개소와 협력하여 「제6회 기상기술 아이디어 공모전」을 개최하였다(4. 26.~8. 18.). 지역 청년창업 촉진과 참여 활성화를 위해 시상금을 2022년 1,300만 원에서 2023년 1,600만 원으로 증액하였으며, 후속 지원 확대를 위해 부산대학교 창업지원단과 국제신문을 추가하였다. 공모전의 참여·관심 증대로 지원 건수는 26건으로 전년 대비 63% 증가하였으며, 사업화 기술 분야 3팀, 창업 분야 3팀이 수상하였다. 또한, 지역 언론과의 협업을 통해 공모전 우수 수상기업에 대해 사례발표를 진행했으며, 국제신문 지면 홍보로 국정목표 중 ‘청년특화 취업 및 창업지원 확대를 위한 일자리 기회 창출’에 기여하였다.

2.4.4. 탄소중립 시대로의 이행을 위한 기후변화과학 지식 보급 확산

부산·울산·경남 교육청과 협업하여 탄소중립 실천 행동 습관화를 위한 교내 실천 프로그램 「기적의 통장」(기후변화의 적신호! 탄소중립 실천으로 지구를 지켜요.)을 부울경 탄소중립 중점·시범학교 16개교 3,640명 대상으로 운영하였다. 강의를 통해 기후변화과학을 쉽게 이해시키고, 탄소중립 실천을 실행하면 마일리지를 적립할 수 있도록 함으로써 탄소중립 실천 행동을 유도하였다. 프로그램 종료 후 교사 대상 설문 결과, 재참여 의사가 97%로 나타나 기후변화과학 지식 보급 확산에 기여하였다.

또한, 기후변화대응 미래인재 양성을 위해 교육부 ‘꿈길’, 부산광역시교육청 ‘부산학생 꿈터’, 환경교육센터 ‘환경벨트투어’ 등과 청소년·취약계층 대상 기후변화과학 교실을 운영하여 관계기관 협업을 통한 지역 맞춤형 기상기후 프로그램 활성화에 기여하였다.

2.4.5. 국립밀양기상과학관 체험 콘텐츠 및 프로그램 개선

국립밀양기상과학관은 기후변화에 대한 이해, 변천사, 세계 곳곳에서 일어나는 이상기상 현상 등을 쉽게 이해할 수 있도록 기후변화관을 재정비하였고, 기상예보관 내 DID 영상표출 시스템을 개선하였으며, 자료검색 시스템을 구축하였다.

기후변화에 대한 대국민 관심 유도과 전국 국립기상과학관 공동 활용을 위해 콘텐츠 모듈화를 통한 기후변화 영상(6편)을 제작·배포하였으며, 기후변화의 심각성을 직접 체험할 수 있는 체험형 미디어아트 방식 영상(5편)을 제작·상영하였다.

기후변화 대응을 위한 ‘청소년 기후변화 토론경연대회’, ‘우리동네 기후변화’ 등 대국민 기후변화과학 이해확산을 위한 프로그램 운영 및 계층별 눈높이에 맞는 ‘문예창작대회’, ‘밀양 하늘 사진공모전’ 등 관람객이 즐길 수 있는 다양한 체험행사를 진행하여, 연간 7만 명(2023년 관람객 70,505명) 이상이 방문하는 기상과학 체험·문화 공간으로 발돋움하였다.



그림 4-8 국립밀양기상과학관 주요 체험 프로그램

3.1. 협력을 통한 지역사회 맞춤형 안전기상정보 서비스 강화

3.1.1. 체계적인 방재업무 프로세스를 통한 방재대응 기관 의사결정 지원

광주지방기상청에서는 방재 관계기관과의 지속적인 소통과 체계적인 방재기상업무 프로세스를 통하여 광주·전남 방재대응 기관의 자연재난 대응 의사결정을 지원하고 위험 기상으로 인한 피해를 최소화하는데 기여하였다.

첫째, 전국 최초로 광주지방기상청과 광주광역시 ‘자연재난 협업대응 매뉴얼’을 공동 설계(2022년)하고 전라남도에도 매뉴얼을 마련하여 기상정보가 방재대응과 지역민 안전으로 이어지는 프로세스를 제도화하였다.

둘째, 위험기상 예상 시 다양한 채널을 활용하여 선제적 기상정보를 제공하였다. 지자체, 물관리기관, 농업관계기관 등 육상 소통방과 해양관계기관 등 해양 소통방을 이용하여 총 725회, 부서장 1:1 핫라인, 밴드를 통하여 132회 소통하였고, 관계기관 방문 브리핑(6회), 오피니언리더 SMS, ‘위험기상 전주기분석’ 연구(4건) 환류, 방재기상지원관 파견 등을 통하여 방재대응 기관의 의사결정을 지원하였다.

그 결과, 2023년 광주의 여름철 장마기간 누적강수량 1,102.5mm로 역대 1위를 기록하였음에도 불구하고 인명피해가 발생하지 않았다.

3.1.2. 일상속으로 스며드는 날씨정보 제공을 통한 지역민 안전 확보

지역민의 위험기상 피해예방을 위해 광주지방기상청에서는 광주·전남 63개 언론사를 대상으로 기상 이슈가 예상될 때 선제적 인터뷰 정보인 ‘날씨 프리줌(Pre-Zoom)’을 제공(57회)하였다. 또한, TBN광주교통방송 ‘날씨 알려주는 남자’ 일일 정규 생방송(월~금

08:05~08:15)을 통해 출근길 생생한 날씨정보, 생활기상 및 기상기후정책을 제공하였다.

또한, 다양한 계층의 활동 지원 및 안전을 위해서 영향예보 서비스 수혜자를 확대하였다. 보성군 음성 전달 서비스를 통해 농촌 어르신들에게 폭염 영향예보를 직접 제공하고, 노인 돌봄 전담 사회복지사 312명 대상 교육, 생활지원사 맞춤 핸드북 제작·배부(1,000부) 및 폭염 피해예방 현장 캠페인을 통해 폭염 대응요령을 전파하였다. 특히, 장성군 어르신과 자녀들에게 대설, 한파 등 위험기상 예상 시 문자 직접전달 서비스를 제공하여 지역민의 안전을 확보하는데 노력하였다.



그림 4-9 날씨 알려주는 남자



그림 4-10 폭염 대응요령 전파



한편, 국지 예보기술 역량향상을 위해 기상 이슈별 집중분석 세미나를 확대하였으며 수치모델별 예측 경향 분석, 해역별 기상특성 분석, 소백산맥 효과에 따른 남해안 호우 분류 등 예보생산을 위한 가이드스를 제시하였다. 그 결과 대설특보 선행시간이 전년 대비 62% 향상되었고, 2023년 우수 예보기관 도약상과 우수예보관 1인에 선정되었다.

3.1.3. 지역민의 안전한 해상활동을 위한 해양기상서비스 기반 마련

광주지방기상청은 해양안전을 위해 사전 예방 중심의 협업체계를 강화하고자 서해지방 해양경찰청과 기관장 간담회를 시작으로 ‘학·군·관·연 해양기상 워크숍’ 등 다양한 분야의 전문가와 기술 교류를 통한 해양기상기술 발전 및 특화된 지역서비스 발굴 방안에 대해 모색하였다. 또한, ‘해양기상 전문화 공동 TF’를 발족하여 서해해경의 자체 경계단계별 의사결정 지원을 위해 풍랑경보 가능성 정보와 9시간 합성 파랑예상장을 활용한 안전해역 정보 등을 제공하였다.

해양위험기상 대응 방재업무 프로세스를 개선하고자 ‘해양위험기상 대응 협업 매뉴얼’을 마련하였고 해양위험기상 전주기 분석을 통해 관계기관과의 방재대응 체계를 점검하였다. 또한 선제적 위험기상정보인 ‘해양기상정보 더 줌’을 제공하고 ‘전남 해양위험기상 정보 소통방(카카오톡 오픈채팅)’을 통해 해양경찰청, 운항관리센터, 다도해해상국립공원 등 해양관계기관(650여명)에 신속하게 전파하였다.

그 결과 풍랑특보 발효 시 기상악화가 직접 사고 원인인 사고 건수는 2022년 8건에서 2023년 2건으로 75% 감소하였고, 이는 선제적 기상정보 제공을 통한 지속적 안전관리 효과로 판단된다.



그림 4-11 기관장 간담회(2023. 4. 27.), 학·군·관·연 해양기상 워크숍(2023. 9. 14.), 해양기상 전문화 공동 TF 발족식(2023. 10. 18.)

3.2. 체계적 기상관측망 운영 및 위험기상 감시·대응 능력 강화

3.2.1. 위험기상 감시 능력 강화를 위한 빈틈없는 기상관측망 구축·운영

광주지방기상청은 체계적인 기상관측망 운영과 위험기상 감시 능력 강화를 위해 레이저 적설계(12소)를 신설하고 ASOS(흑산도, 완도, 고흥/3소), AWS(17소), 시정계(13소)를 교체하였다.

또한, 최적의 관측환경 유지 및 관측시설 등급 향상을 위해 관측장소 이전(성전, 장산도 AWS)과 시설 5등급 지점의 센서(마량 지상바람, 홍도 온·습도계)를 이전하여 안정적이며 신뢰성 높은 관측자료 확보를 위해 힘썼다. 그리고 지진계(3소) 신설과 해양기상관측장비(2소) 이전을 통해 고밀도 관측망을 구축하였다.

3.2.2. 기상관측시설 유지관리를 통한 안정적 기상관측자료 생산 기반 조성

광주지방기상청은 국가기상관측망의 체계적인 관리와 기상관측표준화 추진을 위하여 유관기관 대상 측기 설치 기준과 관측환경 유지 등의 관측시설 관리 방법을 기술지원하였다. 그리고 관측시설 환경 점검 및 관리실태 조사(10소), 강수량계 중복성 해소(2건) 등을 통해 관측이 수행되는 현장에서 기상관측표준화가 준수·실현 될수 있도록 기상청의 역할을 하였다.

또한, 기상관측표준화 워크숍(5. 31.), 관측업무 순회교육(2회) 개최를 통하여 관측시설을

운영하는 방재유관기관 등에 기상관측표준화 주요 정책을 공유·소통하였다.

기상관측자료 공동활용 간담회(2회)를 통하여 자료 미연계 기관(보성군 AWS 2소)과 협의하여 관측자료의 전송방안을 마련(보성군 2024년 연계 예산 반영)하였고, 지자체에서 운영하는 레이저적설계의 관측환경을 개선(6건)하는 등 관측자료 공동활용 대상을 확대하였다.

3.2.3. 기상관측차량을 활용한 대·내외 현장기반 관측자료 생산 및 지원

광주지방기상청은 기상관측차량을 활용하여 위험기상 조기감시, 재난현장 관측자료 생산, 지역 현안과 연계한 관측 및 분석 등 다양한 분야에 과학적 기반의 근거자료를 산출하여 기상정보를 제공하였다.

제6호 태풍 ‘카눈’ 진로 사전분석, 집중호우 등 위험기상이 예상 될 시 기상실황 상세 분석을 위하여 지상·고층 특별관측을 시행하고 관측자료를 예보관에게 실시간 공유하여 예·특보 업무 지원을 강화하였다. 또한 기관별·지역별 특성에 따른 기상관측차량 활용 분야 발굴을 위하여 실시한 수요조사를 기반으로 폭염 대응 대책 및 도로 살얼음 취약구간 선정 지원을 위하여 이동관측을 실시하였다.

폭염 관측 지원으로는 광주광역시외의 도로 열섬효과를 완화시키기 위해 설치한 클린로드 시스템(도로 자동 살수 장치)의 작동 전·후 지면 온도차를 비교(결과: 작동 전·후 노면온도 약 10℃ 하강)하여 설치지점에 대한 타당성을 검증하였으며, 광주광역시·순천시·고흥시의 폭염 취약구간을 도출하기 위하여 이동관측을 실시하고 노면의 고온구간 선정 및 주변 건물 그림자 영향을 반영한 열분포도 등 폭염 분석 보고서를 해당 시·군에 제공하였다. 이는 지자체 폭염 저감시설에 대한 객관적 수치 검증 자료 및 신규 저감시설 설치 사업지 검토 등 관계기관 정책에 반영되었다.

도로 살얼음으로 인한 교통사고 예방과 운전자 안전 확보를 위하여 광주·전남 내 8개 도로구간(광주광역시 제 2순환도로, 국도1·2·22·29호선)에 대해 일출전·후 노면관측을 실시하였다. 기존 도로살얼음 취약구간 검증과 신규 위험구간 선정 지원, 발생조건 등을 분석하여 익산지방국토관리청에 실효적 관측정보를 제공하였다.

또한, 기상관측차량의 위·경도 정보를 활용하여 관측값을 지도상에 색상을 입혀 직관적 시각정보를 생산하는 프로그램을 자체 개발하였다. 이를 관계기관에 배포하여 방재 대책 마련의 의사결정시 활용하도록 지원하였고, 「2023년도 관측업무 개선 발표회」에서 최우수상을 수상하였다.



그림 4-12 기상관측차량 활용 기상관측지원(태풍 '카눈', 대형산불 기상지원) 및 지자체 관측자료 제공

3.2.4. 스마트 IT를 적용한 관측자료 품질관리 및 관측업무 개선

광주지방기상청에서는 기상관측자료의 품질관리 향상과 반복된 수동업무 개선을 위해 자체적으로 통합 실행감시 및 업무 자동화 프로그램을 개발하여 활용하였다. 지상·해양·항사 등 통합 실행감시 체계를 구축하였고, 특이 기상 및 오자료 발생 시 알람기능으로 오자료 검출률 향상과 품질관리(MQC) 시간을 단축하였다. 고층 2차전문 및 업무일지 자동 생성 기능은 관측자료 오자료 전송률을 감소시켰으며, 수동업무의 자동화로 업무 효율이 개선되었다. 이 프로그램은 「2023년도 관측업무 개선 발표회」 우수상을 수상하였다.

또한 지상·해양·지진 관측장비의 유지·관리를 위해 모바일 길라잡이 앱을 개발하였다. 장비 담당 내부 직원, 관측장비 유지보수 업체, 잔디용역업체 등이 기상관측시설의 현장 위치를 바로 파악할 수 있는 위치 정보 검색 서비스이다. 장비 점검 현황과 관측시설 점검표를 모바일로 작성할 수 있도록 통합모니터링시스템과 연동시켜 기상장비의 관리·운영 효율성을 증대시켰다.

이 외에도 기상드론을 활용하여 광주·전남 기상관측지점 3차원 영상정보를 제공하기 위해 관측지점(ASOS 14소)의 고도 50m 이상에서 360도 공중촬영, 8방위로 영상편집을 하였다. 이는 관측메타데이터 시스템 드론영상 부분에 등록했으며, 관측지점 주변 환경 변화와 지리정보 등 지형적 특성을 파악하는데 활용하고 있다. 2024년에는 AWS 지점까지 확대 제공할 예정이다.

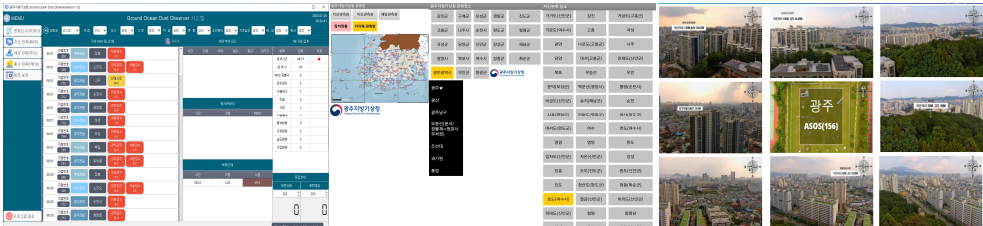


그림 4-13 통합 실행감시 및 업무 자동화 프로그램, 모바일 길라잡이, 광주·전남 기상관측지점 3차원 영상정보

3.3. 안전과 미래를 지향하는 기상기후서비스 실현

3.3.1. 기후변화 인식 제고를 위한 다양한 소통·공감 프로그램 운영

기후변화에 대한 관심을 유도하고 기상기후과학에 대한 이해를 돕고자 지역민을 대상으로 다양한 소통·공감 프로그램을 운영하였다. 광주·전남의 기후·에너지·환경 분야 7개 대표 기관과 협업하여 ‘2023 탄소중립으로 가는 길, 1.5도시’를 운영함으로써 기후변화와 탄소중립에 대해 즐겁게 체험하며 공감할 수 있는 기회를 제공하고, 탄소중립 생활 실천문화를 확산하였다. 또한 ‘기후위기 바로알기 캠페인’ 및 ‘기후변화과학 퀴즈 이벤트’, 기상기후사진 전시회 등 공감 소통 프로그램으로 기후문화의 대중적 이미지 확산에 기여하였다.

이 외에도 탄소중립학교, 초·중·고생, 일반인 및 취약계층을 대상으로 계층별 맞춤형 기후변화과학 교육을 통해 지역민의 기후변화과학 이해 및 탄소중립 실현에 앞장섰다.



그림 4-14 다양한 기후변화과학 이해확산 프로그램

3.3.2. 탄소중립과 지역 농산업을 지원하는 기상기후서비스 고도화

날씨에 따른 태양광·풍력에너지의 불안정성을 보완하고 전력계통 운영의 의사결정을 지원하기 위해 2022년 재생에너지 기상기후서비스를 개발하였으며 2023년에는 한국형수치예보모델(KIM) 적용, 기계학습을 통한 해상도 상세화(1km), 발전단지 현장 관측자료를 활용한 알고리즘 개선 등을 통해 재생에너지 발전단지 지점에 대한 기상예측 정확도를 개선하여 태양광발전 예측정확도를 2%p(87%→89%), 풍력발전 예측정확도를 16%p(52%→68%) 향상하였다. 또한 재생에너지 기상기후서비스 개발 기술을 바탕으로 ‘기상청 친환경 에너지 기상지원 추진단’으로 참여하여 친환경에너지 지원 기상 예측에 관한 기술 지원과 대내외 협력을 지원하였다.

또한, 지역 매실 농가의 선제적 기상재해 대응과 효율적 해충방제 등 영농의사결정을 지원하기 위해 광양시 농업기술센터와 협력하여 매실 맞춤형 기상융합서비스(2017년 개발)의 내용과 기능을 고도화하였다. 광양지역에서 주로 재배되는 매실 품종에 대해 생육단계별로 서리, 돌풍, 가뭄 등 기상재해의 위험과 복숭아씨살이좀벌 방제 시기를 예측하는 알고리즘을

개선하고, 드론 방제와 매실 수분 예측에 참고할 수 있는 방제드론비행 정보 및 꿀벌활동성 정보를 신규 개발하였다. 또한 매실 농장의 위치와 재배 품종에 맞춰 매실 기상영향정보의 위험 수준을 알려주는 모바일 앱을 제작하는 등 서비스의 편의성을 높였다.

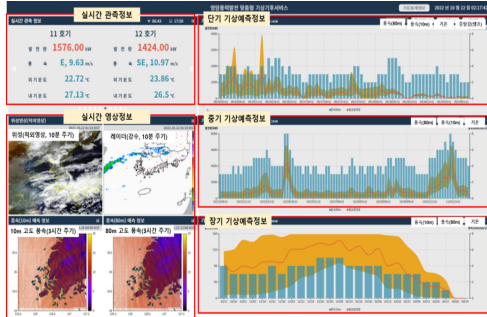


그림 4-15 풍력발전 맞춤형 기상기후예측정보



그림 4-16 매실 기상융합서비스

3.3.3. 국내 최초 국립여수해양기상과학관 건립 추진

국립여수해양기상과학관은 2022년 2월 착공하여 2024년 1월 준공되었으며, 총 사업비는 약 267억이었다. 과학관의 전시공간은 상설전시관 5개, 특수영상관으로 구성하여 해양기상에 특성화되고 차별화된 콘텐츠와, 체험형 전시시설로 설계하고 전시물 제작을 추진하였다. 전시물 구축 준공은 2024년 7월 예정이다.



그림 4-17 착공식(2023. 3. 30.) 및 과학관 전경(좌), 과학관 후면(우)

3.4. 공감과 참여를 통한 기상기후과학 문화 확산

3.4.1. 기후변화 현장맞춤형 정보 확대 및 협업체계 구축

지역의 기후변화 대응정책 지원을 위해 지역 기후 특성을 분석한 보도자료 및 선제기후 자료를 매월 제공하였으며 지자체 기후위기 적응대책 수립을 지원하기 위해 세미나·교육 및 매뉴얼을 마련하였다. 또한, 지역사회 현안(가뭄)에 선제 대응하기 위하여 실시간 소통 채널을 운영하고 지자체·유관기관에 가뭄현황 및 전망을 공유하여 관계기관의 효율적인 물 관리 지원 및 가뭄 재해 대응에 기여하여 정부혁신 우수사례를 수상하였다.

이외에도 기후위기 대응을 위해 전남탄소중립녹색성장위원회 및 유역물관리위원회 위원으로 활동하며 지역 탄소중립·녹색성장 기본계획 및 유역물관리 종합계획 등 지역 정책 수립에 적극적으로 참여하였고, 광주탄소중립지원센터 및 광주광역시지속가능발전 협의회와 협업체계를 구축하여 2024년 공동협업과제를 발굴하였다.

04

강원지방기상청

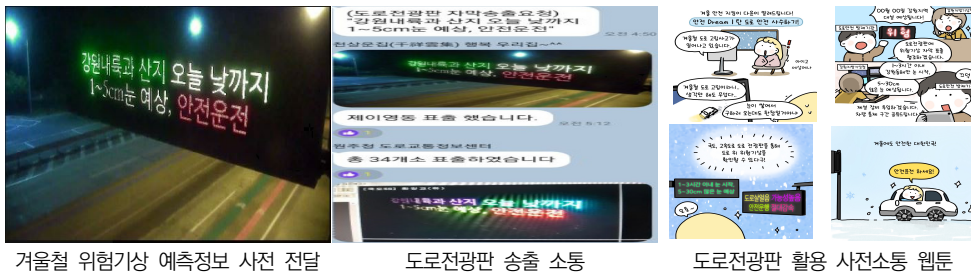
» 강원지방기상청 | 기획운영과 | 행정사무관 | 최돈영

4.1. 위험기상 대응력 향상으로 맞춤형서비스 선제적 지원

4.1.1. 관계기관과의 협업강화로 국민안전 확보 기반 마련

강원지방기상청은 국민안전을 확보하기 위하여 관계기관과의 협업을 강화하였다. 2022년에 이어 겨울철 도로 위 국민안전을 위해 국도와 고속도로 전광판(총 291개)을 활용하여 위험 기상 정보를 선제적으로 제공(2022. 12.~2023. 3./29회)하였다. 대설, 도로살얼음, 짙은 안개가 예상될 때 1~3시간 전 도로전광판 자막 표출을 요청하였고, 이에 원주지방국토관리청, 한국도로공사 등 관계기관에서는 관련 문구를 도로전광판에 실시간으로 표출을 하였다. 이런 관계기관과의 소통과 협업 사례는 행정안전부 혁신 SNS ‘도로전광판 활용 위험기상 사전 소통 웹툰’으로 홍보(2023. 1.)하기도 하였으며, 이에 따른 재난관리 업무에 대한 공로를 인정받아, 한국도로공사로부터 감사패를 수상(2023. 5.)하였다.

또한, 효과적인 산불재난 대응을 위한 협업도 강화하였다. 건조와 강풍특보가 동시에 예상 되면 선제적으로 정보를 제공하여, 소방장비와 인력을 대형산불 위험지역으로 이동 배치 등의 의사결정을 지원(1. 1.~4. 30./12회)하였다. 뿐만 아니라, 대형산불의 위험성 경각심을 제고시키기 위해 강원영동 대형산불 확산 위험성이 높은 기상학적인 원인 등을 수록한 리플릿을 제작하여 「2023강원세계산림엑스포」 행사장과 주요 등산로(설악산, 치악산, 오대산 등)에 배포하였다.



겨울철 위험기상 예측정보 사전 전달 도로전광판 송출 소통 도로전광판 활용 사전소통 웹툰

그림 4-18 관계기관 협업 강화 및 소통 사례

4.1.2. 예·특보 정확도 향상을 위한 강원특별자치도 맞춤형 예보기술 개선

사회적으로 이슈가 되었던 강릉시의 대형산불(4월) 등에 대해 특별 사후분석을 실시하였다. 강릉시 산림 121ha의 피해가 있었고, 인구 밀접지역과 근접한 지역에서 발생하였던 대형산불 사례로, 산불 발생→확산→진화 순으로 기상 상황을 다각도로 분석하여 위험기상 대응력을 향상시켰다. 또한 지역특성을 반영한 예보기술 보급으로 위험기상에 대비하여 예보관 역량을 강화하였다. 특히, 강원도 예보를 처음 접하는 초급자와 실무자의 빠른 예보 실무 적응을 위해 「강원도 위험기상 대설 교육자료」를 제작하였으며, 예보관의 실황과 종관 분석능력 배양을 위해 사후분석 전담멘토를 운영하였다.

그리고 예보의 신속한 의사결정과 대설 방재업무 지원을 위해 레이저식 적설계 자료를 활용하여 기압계와 적설 계급에 따른 강원영동 대설예측 판별흐름도를 개선하였다. 뿐만 아니라, 방재 기간을 대비하여 위험기상 복기를 위한 자체 예보세미나를 상·하반기 총 12회를 실시하였다. 이와 같은 강원지방기상청의 예보업무 역량 강화로 2023년 최우수 예보 기관 선정 및 도약 예보관(2인)으로 선정되는 성과가 있었다.

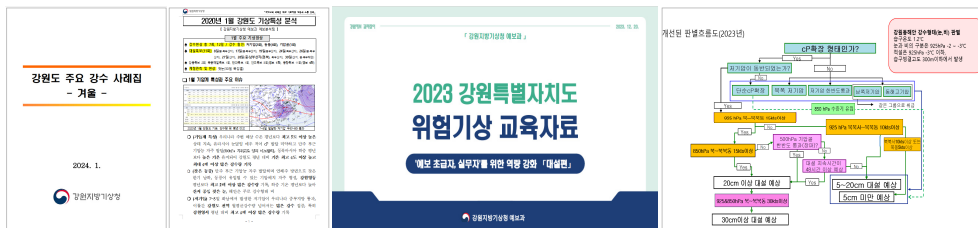


그림 4-19 최근 3년 기상특성 상세분석, 강원도 위험기상 대설 교육자료, 강원영동 대설예측 판별흐름도

제1부
주요정책 및 이슈

제2부
기상기술 동향

제3부
분야별 기상정책

제4부
소속기관 추진업무

제5부
부록

4.1.3. 소통 사각지대 해소로 영향예보 활용도 증대

강원영동은 러시아어 언어를 사용하는 외국인근로자가 많아 그들이 활용할 수 있는 기상 정보가 필요하다는 관계기관의 의견을 반영하여 폭염 영향예보에 관한 정보를 러시아어로 번역한 산업분야 러시아어 리플릿을 제작하여 배포하였다. 기상정보에 소외될 수 있는 외국인근로자가 활용할 수 있는 정보라는 점에서 관계기관에서 호평을 얻었다. 또한 강원도의 대표 지역축제인 ‘강릉단오제’에 대한 기상지원을 위해 강릉단오제위원회와 협업 하였다. 더운 여름 축제를 즐기는 관람객에게 폭염 시 대응요령을 행사에 알맞게 변경하는 등 다양한 방식으로 기상정보를 제공하였다. 특히, 영향예보를 관람객에게 흥미를 유발할 수 있도록 축제 캐릭터와 결합한 홍보물을 제작하여 행사장에 제공하였고, 행사 종료 이후 안전사고가 한 건도 없었다는 언론 보도가 이어졌다. 또한 폭염과 한파에 취약한 도민을 위해 영향예보에 쉽게 접근할 수 있는 QR코드를 삽입한 홍보물(포스터, 리플릿, 스티커)을 제작하였다. 이 홍보물은 유동인구가 많거나, 폭염과 한파에 취약한 지점인 버스정류장, 행정복지센터 등 배포하여 영향예보에 대한 활용도를 높였다.



산업분야 러시아어 리플릿

폭염영향예보 활용 강릉단오제

버스정류장 활용 영향예보 홍보

그림 4-20 강원지방기상청 영향예보 활용 및 홍보

4.2.

안전한 사회를 위한 최적의 기상관측망 구축과 기상 관측자료 활용도 제고

4.2.1. 기상관측 인프라 확대 및 관측 환경 개선

강원지방기상청은 위험기상을 조기에 관측하여 기상재해로부터 국민의 생명과 재산을 보호하고 안전한 사회를 만들기 위하여 지상·고층·해양·지진관측장비를 운영하고 있다. 2023년에는 레이저식적설계(공촌, 경포 등 12개소), 해양기상부이(동해 57/10m) 등 장비를 추가 설치하여 관측 공백지역을 해소하였고, 고품질 관측자료 생산을 위해 내용 연수가

도래된 노후화 장비 ASOS(속초, 동해, 태백), AWS(구룡령, 해안 등 9개소)를 교체하였다. 또한, 동해중부해상 기상감시 능력 향상을 위해 고성·삼척 파고부이를 바람과 기압, 습도까지 추가 관측 가능한 해양기상부이로 전환하였다. 지진(인제, 봉평) 및 지상 관측장소(정선군, 평창용산 등 5개소)를 이전하여 관측환경을 개선하고, 친환경 보도블럭 설치 및 주변 수목을 제거하여 기상관측장비 등급을 상향하였다.

「2024강원동계청소년올림픽」의 원활한 경기 운영과 선수·관람객의 안전을 위해 주요 경기장에 기상관측망 14개소 및 기상관측지원팀을 구성하였고, 일 순회 점검을 통해 실시간 기상관측 장애에 대응하였다. 또한, 맞춤형 API 활용하여 경기장별 기상실황 및 동네예보, 기상레이더·위성영상 등을 제공하는 특화된 기상정보 홈페이지를 구축·운영하여 성공적인 대회 개최에 기여하였다. 이 밖에도, 위험기상 시 정확하고 신속한 관측실황 제공 및 감시 강화를 위한 ‘지상기상관측자료 자동집계 시스템’, ‘강원지역 기상관측망 종합 운영·관리 시스템’을 자체 개발하여 운영하는 등 각별한 노력으로 ‘2023년도 관측업무개선 발표회 장려상, 우수 관측기관 우수상’을 수상하였다.

4.2.2. 관측역량 집중화로 위험기상 감시 강화

강원영동은 산악·해양 복합 지형에서 발생하는 대설, 강풍 등 위험기상이 빈번하게 발생 되기에 강원지방기상청에서는 2019년부터 국립기상관학원, 강릉원주대학교, 공군 18전투 비행단과 함께 국지순환 구조 이해를 위한 육상·해양·고층 3차원 공동 입체기상관측 프로젝트를 수행하고 있다. 이에 2023년에는 2월 13일부터 5월 12일 사이 동풍대설(3회/ 1. 13.~16., 2. 12.~15., 2. 24.~25.)과 영동강풍(1회/4. 10.~12.)의 집중관측을 위한 합동 특별 관측을 실시하였고, 통합기상관측장비를 발왕산, 왕산리 등에 집중배치하여 강원산지의 기상관측망을 조밀화하여 고품질 관측자료를 확보하였다. 확보된 기상관측자료는 위험기상 감시자료로 활용되어 예보관의 예·특보 생산 의사결정을 지원하였고, 재난 사례(강원영동 대설/2. 14.~15., 강릉시 대형산불/4. 11.)의 사후분석 자료로도 활용되었다.

더불어, 2023년 7월 신규 도입된 기상관측차량을 활용하여 도시·농촌간의 폭염 비교, 극값 경신지점의 자료값 신뢰도를 확인하고, 기상청 ‘2023 재난(산사태)대응 안전한국 훈련’과 강원특별자치도 ‘산불발생 대응훈련’을 참여하여 재난 발생 시 국민안전확보를 위한 성공적인 임무 수행 및 신속한 재해복구 지원 활동 기반을 구축하였다.

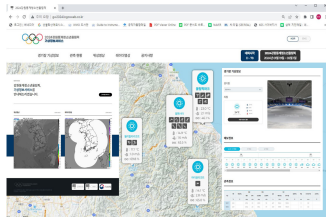


그림 4-21 2024강원동계청소년올림픽
기상정보 홈페이지

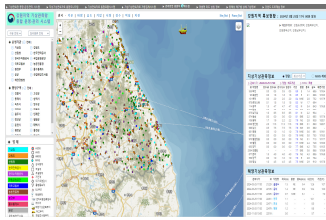


그림 4-22 강원지역 기상관측망 종합
운영·관리 시스템



그림 4-23 기상관측차량 특별관측 수행
(2023. 12. 13.)

4.3. 기상기후과학 이해확산과 지역기상융합서비스 개발

4.3.1. 지역 수요자 중심의 기상기후서비스 제공

강원지방기상청은 2023년 단풍관광 활성화와 대국민 기상·기후서비스 만족도 향상을 위하여 관계기관과의 협업을 통한 ‘강원도 단풍·기상융합정보서비스’를 운영하였다. 국립공원관리공단(설악산·오대산·치악산·태백산 국립공원사무소, 국립공원연구원), 동부지방산림청, 강원도 지자체, 모나용평·하이원리조트 등 공공기관 4개 부처와 민간 기업간 협업을 통해 45일간(9. 21.~11. 6.) 정식으로 운영하였다. 국립공원 주요 탐방로 11개소의 실시간 산악 기상정보와 단계별 단풍현황(단풍 전, 단풍, 단풍 종료) 및 CCTV 영상 등을 제공하였다. 서비스 시작 전 대국민 의견 반영을 위한 설문조사를 실시하여 국립공원 정상부 드론영상 촬영 횟수 확대, 체감기온 예보 정보 추가, 강원도 유명산 단풍 시기 및 기온 변화 경향을 분석한 기후정보 제공으로 콘텐츠를 확대하였다. 주요 언론에 31회 보도, SNS게재 등으로 홍보가 되었으며 그 결과, 서비스 이용자 수가 43,874명으로 작년(24,836명) 대비 79% 증가하였다. 서비스 종료 후 만족도 조사 결과 88%의 응답자가 기상정보와 단풍실황 확인에 도움이 된다는 답변과 93%의 응답자가 내년에도 서비스 재이용 의사가 있다는 긍정적인 반응을 보였다.

강원지역 언론인을 대상으로 SNS 소통채널(네이버밴드와 카카오톡 단체대화방)을 운영하여 계절·연별 기후특성 분석자료와 지역기후 이슈에 대한 설명자료를 제공하며 양방향 실시간 소통을 하였다. 언론사 외 강원특별자치도청 및 18개 시·군 관련부서에도 강원지역 맞춤형 기후정보를 전달하고 기후변화 적응대책 지원 등 협력을 강화하였다. 또한 매월 지난달 기후특성과 미래기후 전망자료를 통합한 ‘강원 월간기후정보’를 강원지방기상청 누리집에 게재하여 대국민 기상기후정보 이해확산을 지원하고 있다.

4.3.2. 지역특화산업 기후정보 활용가치 확산

강원지방기상청은 강원도 동해안의 해양 레저스포츠(서핑) 진흥으로 지역 관광산업 및 경제 활성화, 안전사고 예방을 위해 관계기관과 협업을 통한 서핑 안전·활동 기상융합정보 연구개발을 추진하였다. 서핑 관광객의 안전성과 전문성(숙련도)을 고려한 서핑지수를 개발하고, 누리집과 모바일을 통한 서비스 제공과 현장 정보 전달 매체를 통한 실시간 정보 전달 체계를 구축하였다. 서핑 안전·활동 기상융합정보는 정기적 정보사용자협의회, 찾아가는 기상·기후서비스 간담회 개최 등 활발한 소통과 협력으로 강원특별자치도청 및 동해안 지자체로 기술이전 추진중에 있다.

가톨릭관동대 창업지원단과 공동주관으로 19인의 포럼위원을 구성하여 「기후위기사대, 빅데이터를 활용한 사회적 가치 창출 강원포럼」을 개최하였다. 강원지역의 사회적 가치 창출을 위해 관계기관이 모여 기후변화와 급변하는 사회적 환경변화에 대응하고, 사회적 가치 창출을 위한 다각적인 정책·사업 공유 및 과제 발굴을 도모하는 등 집단지성을 발휘하였다. 이를 통해 사회 전반으로의 기상기후 빅데이터 활용 분야 확대와 사회적 가치 창출로 기후정보 활용가치 확산에 기여하였다.



그림 4-24 지역 수요자 중심의 지역특화 기상기후서비스 제공

4.3.3. 기후변화 업무선도 및 이해확산 내실화

강원지방기상청은 기상·기후데이터 활용 확산 및 관계기관 소통 강화를 위해 강원특별자치도청 에너지과 및 18개 시·군 환경과 등 관계기관에서 필요로 하는 교육을 조사하여 수요자 맞춤형 교육을 편성하였다. 동해지방해양안전심판원, 국립중자원 동부지원 직원과 가톨릭관동대학교 지리교육과 학생을 대상으로 기상자료 이해도 향상을 위한 기상자료 개방포털 및 기후정보포털 활용 교육을 실시하였다.

기후변화 이해확산 내실화를 위하여 도내 탄소중립 중점 및 시범학교 학생 대상으로

기후변화과학 교육을 진행하여 지역 기후인재 양성에 노력하였다. 기후변화 이해확산 내실화를 위하여 시민이 기후변화에 능동적으로 행동하고 해결방안에 대해 고민할 수 있는 시민 참여형 프로그램인 「시민이 앞장서는 NO 탄소생활; 시노탄」을 운영하여 효과적인 기후변화 대응 역량 강화 및 이해확산 계기를 마련하였다.

또한, TBN 강원교통방송을 활용한 ‘기후변화 토크(Talk-Talk) 라디오 퀴즈 이벤트’, 세계기상의 날 및 기후변화주간 기념 ‘강원지방기상청장 대담 프로그램’, ‘2023년 세계기상의 날 기념 그림대회 공모전’ 등 다양한 프로그램 운영을 통해 강원특별자치도민의 참여를 유도하여 기후변화 과학정보 확산과 기상·기후 업무 인식 제고에 이바지하였다.



그림 4-25 「시민이 앞장서는 NO 탄소생활; 시노탄」 프로그램(2023. 5.~9.)

4.4. 소통하고 협업하는 조직문화 조성

강원지방기상청은 부서 간 직원 소통과 청렴한 조직문화 조성을 위해 ‘청렴 문화활동’ 프로그램을 운영하였다. 청렴 유적지 답사, 문화 탐방 등 문화체험을 함께하는 시간을 가지며, 새로운 경험과 직원 간 소통, 청렴의식 함양 등 활기찬 조직문화 조성에 기여하였다. 또한 소통 활성화를 위해 협업이 필요한 부서 간 자연스러운 업무 공유와 피드백이 오갈 수 있는 ‘부서이음 세미나’를 6회 개최하였고, 조직 내 수평적 소통 문화 확산을 위해 직급별 간담회를 총 7회 실시하였다. 일하는 방식, 조직문화, 기상서비스 개선에 대한 다양한 의견을 업무에 반영하는 등 소통하고 협업하는 조직문화를 만들고자 노력하였다.

5.1. 국민 안전을 위한 선제적 방재기상업무 역량 강화

5.1.1. 관계기관의 효율적 방재업무 수행 지원 및 유기적 소통

대전지방기상청은 기상재해 피해를 최소화하기 위해 현장과 수요자 중심의 기상서비스를 제공하고, 방재기관과 적극적인 협업 소통을 강화하였다. 효율적인 방재업무 지원과 유기적인 소통을 위해 SNS를 활용하여 실시간 소통채널을 운영하였다. 기상정보 제공횟수를 확대하고 이미지 중심의 육상 위험기상정보를 제공하는 등 소통방식을 개선하여 현장 방재대응 지원을 강화하였다. 또한, 위험기상 예보변동성 정보를 신속하게 제공하여 기상재해 피해를 최소화하고자 하였다. 방재기상업무협의회(2회/2023. 6. 9., 11. 29.)와 방재기상정보시스템 활용 워크숍(5. 31.)을 개최하고 충남도청에서 대전·세종·충남 방재업무 담당자를 대상으로 기상정보 이해 강화 교육(9. 18.)을 실시하는 등 기상정보 이용 활성화를 지원하였다. 뿐만 아니라 세종시와 충청남도에 방재기상지원관(2인)을 파견(1~12월)하여 상황판단회의에 참석하고 비상근무를 수행하는 등 지자체의 신속한 방재 의사결정 지원을 강화하였다. 이밖에도 물관리기관(금강유역환경청, 금강홍수통제소, 한국수자원공사 등)과 금강유역 홍수 안전 실무협의회를 운영(2023. 6. 16.~10. 15.)하고 핫라인·SNS를 통해 소통하여 홍수 예방 및 대응 토대를 마련하였다. 도로관리기관(대전지방국토관리청, 한국교통안전공단, 도로교통공단, 한국도로공사 등)과 충청권 도로관리 KSP* 협의체를 구성해, 도로살얼음 등에 관한 기상정보를 제공하고 사고현황을 공유하며 소통하는 등 도로교통 안전을 위한 지원을 강화하였다.

* KSP(Knowledge Sharing Program): 경험 등을 공유하는 정책 컨설팅 사업모델

5.1.2. 기상정보 사각지대 맞춤형 영향예보 서비스 강화

최근 기후변화로 인해 위험기상의 발생 빈도가 증가하고 강도가 심해짐에 따라 대전지방 기상청은 취약계층을 대상으로 관계기관과 협업을 통해 기상정보 전달체계를 확대·강화하였다. 2022년부터 대덕구 노인종합복지관과 협업하여 운영해온 ‘대덕 어르신 재해 예방 협의회’를 대전시 전체로 확대하여 ‘한발 어르신 재해 예방 협의회’(대전시 노인종합복지관 등 8기관)를 운영하였고, 운영에 앞서 담당자 맞춤형 교육(5. 18.)을 실시하였다. 또한 폭염으로 인한 피해를 최소화하기 위해 농촌 어르신을 대상으로 폭염 영향예보 음성전달 서비스를 시범 운영(공주시·보령시·부여군·예산군/6. 5.~9. 30.)하였다. 공주시와 협업해 폭염 예방용품을 배부하고 맞춤형 기상정보를 제공하는 등 재해취약계층 피해 최소화에 기여하였다.



그림 4-26 한발 어르신 재해 예방 협의회 간담회(좌) 및 농촌 어르신과 함께하는 폭염 피해 예방 캠페인(우)

5.1.3. 충남권 기상재해 최소화를 위한 예보 역량 강화

대전지방기상청은 위험기상 대응능력 강화를 위해 재해기상대응팀을 구성·운영하였다. 위험기상 심층 분석을 위해 ‘위험기상 생애주기별(발생전-실황-종료) 분석(57회)’을 수행하였으며, 예보 가이드스를 활용하여 「예보관 분석 지원 시스템」 웹페이지를 구축(5. 12.)하고 시범운영 하였다. 또한 대설 가이드스인 ‘겨울철 육풍수렴 강설 판단 가이드스’, 호우 가이드스인 ‘여름철 남고북저형 집중호우 가이드스Ⅱ’, ‘대전·세종·충남 호우 유형에 따른 위험지역 판단 가이드스’를 마련하고, 대전·세종·충남 위험·특이 기상 사례분석집인 ‘기상 분석실록’을 발간하였다. 예보관 역량강화를 위해 지방예보 역량향상 프로그램인 ‘新예보 분석기술 활용 교실’(6회)을 운영하고, 지식나눔세미나(5회)를 통해 예보기술을 공유하였으며, 관·학·군 워크숍(2023. 10. 11.)을 통해 기상기술 교류 및 협력을 강화하는 등 예보업무 역량향상을 위해 노력하였다.

5.2. 충남권 위험기상 대응을 위한 기상관측 인프라 강화

5.2.1. 대전광역시 서구 정림 자동기상관측장비 신설

대전지방기상청은 인구와 교통, 산업 등 기반 시설이 밀집하여, 집중호우, 폭설 등 기상 재해에 취약한 대전광역시 서구에 신규 자동기상관측장비(AWS) 설치를 추진하였다. 도심지 내 관측시설 확보를 위해 2022년부터 대전광역시와 업무 협의를 진행하였으며, 2023년 11월 6일 서구국민체육센터에 정림 자동기상관측장비를 신설하고 관측을 개시하였다. 이로써 대전광역시 5개 구에 모두 자동기상관측장비를 완비하여 ‘1자치구별 1관측소’를 실현하였다. 국지적인 호우와 돌발성 위험기상이 증가하는 기후위기 시대 속에서 대전지방 기상청은 보다 세밀한 기상관측망 확충과 안정적인 기상관측장비 운영을 통해 위험기상에 철저히 대응해 나갈 것이다.



그림 4-27 대전광역시 기상관측망 현황(좌), 서구 정림 자동기상관측장비(우)

5.2.2. 위험기상 및 재난현장 대응을 위한 기상관측차량 운영 확대

대전지방기상청은 국지적인 위험기상에 대응하기 위해 2021년부터 기상관측차량을 도입하여 운영 중이다. 관할 구역 내 관측소 간 관측공백 지역에서 강수, 온·습도, 풍향·풍속, 기압 등 지상기상관측을 수행하고, 라디오존데를 활용한 고층기상관측을 통해 위험기상을 조기에 탐지하는 등 예보 정확도를 향상시키기 위해 노력하고 있다. 2023년에는 제6호 태풍 키논의 북상에 대비하여 서천 장항항에서 현장특별관측을 수행하였고, 충남 홍성에서 발생한 대형산불 현장에 출동하여 산불 진화용 맞춤형 기상정보 생산을 지원하였다. 또한, 충남남부앞바다 해상 특보 운영을 위한 현장 관측, 집중호우·대설 등 위험기상 대비 특별

관측, 충북 도시 폭염·열대야 집중관측 지원 등 연간 109일 운영을 통해 기상관측차량의 운영활용도를 확대하였다.



그림 4-28 기상관측차량 고층특별관측(좌), 충남남부앞바다 특별관측(중), 홍성군 산불현장지원(우)

5.3. 기후위기 적응력 강화를 위한 기상기후서비스

5.3.1. 국립서해안기후대기센터 개관 및 정식운영

2023년 9월 21일, 대전지방기상청은 충남 내포신도시에 국립서해안기후대기센터를 개관하였다. 지하 1층~지상 2층 규모의 센터는 115억 원의 예산을 투입해 2018~2023년 사업기간에 걸쳐 건립되었다. 내부 전시관은 ‘기후누리, 기후가 만드는 세상’이라는 주제로 한반도의 사계, 기후환경 그리고 사람과 기후에 대한 스토리텔링으로 구성하였으며, 야외 전시관은 측우기, 양부일구 등 역사유물과 백엽상, 지상·해양·위성 관측장비 등을 배치해 과거부터 현재까지의 기상관측 발전 과정을 살펴볼 수 있도록 하였다. 다양한 체험 프로그램 개발과 지역 사회 기상과학 선도를 통해 기후변화에 대한 이해를 촉진시키고 이를 대중화하는 데에 기여할 것으로 기대된다.

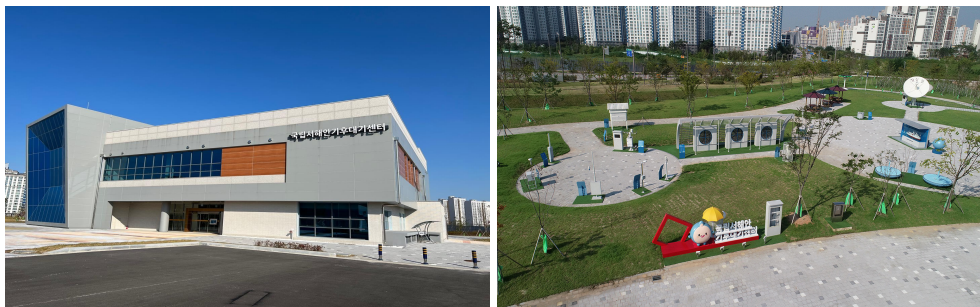


그림 4-29 국립서해안기후대기센터 전경(좌), 야외전시장 배치도(우)

5.3.2. 기후위기 적응을 위한 지역 점점 기후변화과학 이해확산 강화

대전지방기상청에서는 대덕특구 내 관·연·학 공동협력을 바탕으로 미래과학 인재를 육성하기 위해 관계기관과의 공동협력사업을 추진하였다. 유성구청과 「꿈나무 과학멘토」 사업을 통해 관내 초·중등학생 293명을 멘토링하고, 한국기초과학지원연구원과 주니어닥터 「여름방학 기상기후 체험교실」(초등생 207명) 운영을 통해 오감체험 기상과학실험 콘텐츠를 선보여, 교육 만족도 95%의 성과를 거두었다. 또한 대전시청자미디어센터와 KBS 다큐멘터리 「기후위기 알고 실천한다」 등 영상 제작을 지원하고, 영유아 대상 콘텐츠 「아기 여우 여울이의 기후여행」 구연동화 동영상상을 자체 제작하는 등 기후변화 이해확산 교육의 중심적 역할을 하였다.

5.3.3. ‘충남날씨관광’ 맞춤형 관광기상융합서비스 제공

대전지방기상청은 2022년 충청남도도와 협업하여 맞춤형 관광지 추천 서비스 ‘충남날씨관광’을 개발하고, 2023년 대상 관광지 확대와 콘텐츠 다양화 등 서비스를 고도화하였다. 기상기후와 관광 빅데이터를 연계한 ‘충남날씨관광’은 여행 유형에 따라 사용자에게 인공지능과 해시태그 두 가지 방법으로 충남의 관광지를 추천하고, 관광지와의 연계된 체험관광, 해수욕장 날씨와 일출·일몰 시간, 조석정보를 제공한다. ‘충남날씨관광’은 수요기관인 충청남도도에 기술이전 되었으며, 현재 충남관광 누리집에서 제공되고 있다. ‘충남날씨관광’ 서비스는 관광객의 안전을 지원하고 지역 관광산업 활성화에 기여할 것으로 기대된다.
※ 2023년 기상청 정부혁신 우수상 수상(데이터 기반 애자일 정부)

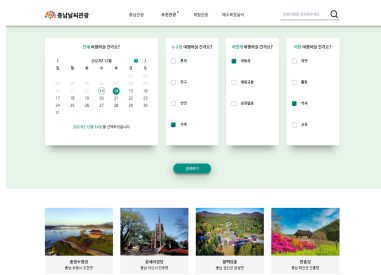


그림 4-30 충남날씨관광 화면(좌), 2023년 지역기상융합서비스 최종보고회 및 정보사용자협의회(2023. 11. 16.)(우)

5.3.4. 기후위기 공동 대응을 위한 협력 인프라 구축

대전지방기상청은 2023년 4월 6일에 실시한 기후변화 관련 실무회의 결과를 반영하여, 대전시, 세종시, 충청남도, 공주대학교, 한국과학기술원 등 총 10개 기관으로 대전·세종·충남 기후협의체를 구성하고, 원활한 정책 결정을 위한 정책협의회와 실질적인 협업을 위한 실무협의회로 이원화하여 운영하였다. 특히 2024년부터는 기후협의체 공동세미나 및 포럼(4회)을 추진하고 기상청 인재개발원 「기후변화과학 강사 육성 과정」 수강 지원, 대전청 기후변화과학 강사 공동 활용, 대전시 인재개발원 출강 등 충남권 기후변화과학 공동 교육 체계 확립에 기여할 예정이다.



그림 4-31 대전·세종·충남 기후협의체 정책협의회 및 실무협의회

5.3.5. 지방 기후위기 적응대책 및 탄소중립·녹색성장 기본계획 수립 지원

기후위기 대응을 위해 서산·당진시의 2050 탄소중립·녹색성장위원회 활동을 시작하였으며, 천안·아산·계룡·논산시의 탄소중립·녹색성장 기본계획의 자문 및 검토 요청을 받아 적극 지원하였다. 지자체 및 공공기관의 지방 기후위기 적응대책 수립을 위해 천안시, 아산시, 대전교통공사의 자문 및 검토 요청을 받아 지원하였으며, 차년도 기후위기 적응대책 수립 기관 담당자 대상 「찾아가는 간담회」를 5회 개최하였다. 또한 「충남권 기후변화 분석정보 사용자 매뉴얼(2023)」을 발간하여 지자체 및 공공기관에 배포하였다.

6.1.

선제적이고 정확한 방재정보 소통과 협업으로 국민안전 확보

6.1.1. 지역 맞춤형 예보기술 개발과 분석으로 대구·경북 예보 역량 향상

극한기온(폭염·한파) 대응역량 제고를 위해 지형특성과 수치모델 BEST 오차 경향을 반영하여 증기기는 조정값을 개발하고 예보현업에 적용하여, 6~9월 증기기는 오차(MAE)를 전년 대비 12%(2022년 2.73℃ → 2023년 2.41℃) 개선하였다. 여름철 국지성 집중호우가 빈발해짐에 따라 소나기 발생 메커니즘을 조사하여 판단 가이드를 구축하였고, 단기예보 강수유무 임계성공지수(CSI)가 전년 대비 13%(2022년 36.8 → 2023년 41.7) 향상하였다. 기존의 우박크기 예측법을 대구·경북에서 발생한 사례를 통해 개선하여 예상 발생지역과 시기, 크기 등의 우박상세정보를 제공하였다. 또한, 계절별 위험기상에 대한 선행학습 및 교류 세미나 등으로 예보역량을 향상하였고, 위험기상 대응역량을 강화했다. 이외에도 2023년도 계절별 위험기상(태풍, 호우, 대설, 안개 등) 사례를 분석한 「대구·경북 기상기술집」을 발간(12월)하였다.

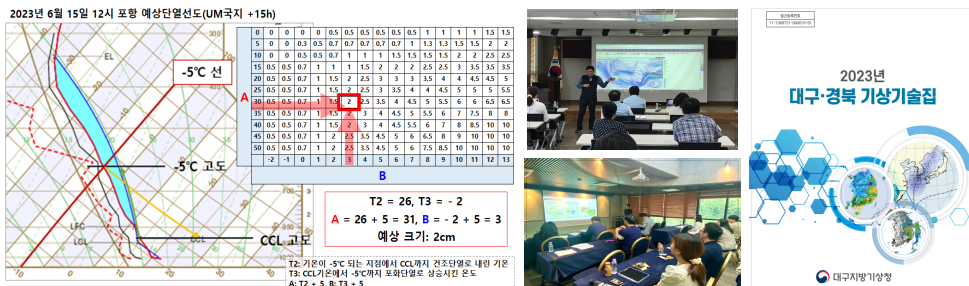


그림 4-32 우박크기 예측법 개선, 계절별 위험기상에 대한 선행학습 및 교류 세미나, 대구·경북 기상기술집

경북 군위군이 대구광역시로 편입(2023. 1. 3.)되면서 예특보구역을 통합해야 하는 현안이 발생하였으나 대구시와 군위군의 기상특성과 특보 통계에 유사성이 낮은 것으로 분석되었다. 이에 예보업무규정 개정 시 예·특보구역을 분리하여 운영하였고, 2023년도 데이터기반행정 평가에서 기상청 정책활용 우수사례로 선정되었다.

6.1.2. 적극적 방재협업과 소통으로 재난 대응 및 지역민 안전 강화

자연재난 대응과 국민 안전 확보를 위해 위험기상 소통 매뉴얼을 정비하고 호우, 태풍 등 위험기상 정보를 지자체, 물관리기관, 도로관리기관 등 대구·경북 방재기관에 제공하였다. 특히, 집중호우로 인한 경북북부지역에 산사태, 낙석 등으로 인명피해가 발생함에 따라 피해지역의 수색과 복구 지원을 위해 경상북도의 재난부서와 소방본부, 도로관리 기관 및 피해지역 지자체 등에 64일간(7. 16.~9. 17.) 총 75회에 걸쳐 특별기상지원을 실시하였다. 기상특보, 폭염 전망 및 호우 집중시각, 중기예보 등의 경북북부지역 맞춤형 상세 기상정보를 제공하여 폭염 예상 시 작업일정 조정 등 원활한 복구 활동을 지원하였다.

제6호 태풍 ‘카눈’이 대구·경북지역에 영향을 줄 것으로 예상됨에 따라 방재 관계기관 대책회의에 참석하여 태풍 예상 진로별 위험지역 변동상황 등에 대한 현장브리핑(10회)을 실시하였고, 대구·경북지역 지형 및 피해를 고려한 태풍 영향 설명자료(12회)를 기초지자체 중심으로 소통하였다. 대구지방기상청장이 직접 대구·경북지역 TV 뉴스에 출연하여 태풍 ‘카눈’의 예상경로, 변동성, 최근접시간 등을 쉬운 용어로 상세하게 설명하여 태풍 진로와 영향에 대한 지역민의 이해를 도왔다. 대구·경북지역에는 21건의 산불이 발생하였으며, 영주 등 대형산불 현장 브리핑, 산불진화 기상정보 제공 등 산불 진화를 위한 기상지원과 관계기관 합동훈련에도 참석하여 협력을 강화하였다. 2023년 한 해 동안 다양한 채널 활용과 관계기관 협력을 통해 위험기상으로 인한 재난에 신속하게 대응·지원하는 등 피해가 최소화되도록 노력하였다.

6.1.3. 정보 사각지대 해소를 위한 취약계층 대상 영향예보 전달체계 확대

기상재해로 인한 피해 최소화를 위해 폭염과 한파 영향정보를 발표하고, 독거노인, 야외 근로자, 고령층 논밭 작업자 등을 대상으로 전달체계를 확대하였다. 정보 확인이 어려운 어르신을 위해 보건소와 연계하여 방문 프로그램을 운영하였고, 경북지방우정청, 우체국물류 지원단, 대구지역건설본부를 통해 7,300여 명의 근로자에게 폭염·한파 위험정도, 대응요령 등이 포함된 문자를 제공하였다. 또한, 야외노동자에게 지역 기반 영향예보 접속 QR코드 스티커를 배부하여 현장에서 직접 확인할 수 있도록 하였으며, 스마트마을방송을 운영 중인

지자체(청송, 영주, 울진, 김천)와 협업하여 영향예보를 좀 더 신속하게 많은 지역민에게 재전파할 수 있는 업무체계를 구성하여 40,000여 명에게 제공하였다. 시내 대형전광판, 버스승강장 안내기, 지하철역 내 등 주요 전광판 2,300개소에 영향예보 정보를 표출하고, 현대 HCN 경북지역방송 3사인 금호방송, 새로넷방송, 경북방송에 자막으로 송출하여 언제 어디서든 정보를 볼 수 있도록 하였다.



그림 4-33 야외근로자 SMS, 전광판 표출, QR코드 스티커, 리플릿 제작 및 배부

6.2. 지역민 안전을 위한 기상관측망 확대·관리 강화

6.2.1. 대구·경북 기상관측망의 안정적 운영 및 고품질 자료생산

대구·경북지역 위험기상 감시를 위해 기상·지진관측망을 확대하고, 노후 기상관측시설을 교체 및 개선하였다. 포항시 침수피해 예방을 위해 관측장비가 부족한 남쪽지역에 AWS(오천읍)를 신설(12월)하고, 상주시 과수농가 냉해피해(2023년 4월 이상저온으로 인해 농업피해 발생, ‘특별재난지역’선포) 예방을 지원하기 위해 AWS(화동면)를 추가로 설치(12월)하였다. 특히, 상주시 화동면 AWS 신설을 위해 지역주민, 시의원, 농업기술센터, 이장단 등 관계기관 및 주민들과 유기적으로 소통하였고, 신설 이후에는 기상관측망 확충을 통해 개선되는 기상서비스에 대해 주민설명회를 개최하였다. 겨울철 대설을 대비해 대구 남부와 경북동해안 지역에 적설 관측망을 추가로 2개소 신설하고, 지진관측 공백 해소를 위한 지진관측소를 4개소 신설하는 등 촘촘한 기상·지진 관측망 확충에 기여하였다. 또한 고품질의 관측자료 생산을 위해 노후 관측장비를 교체(AWS 4개소, 운고운량계 1개소, 시정현천계 15개소)하였다. 관측소 전력 공급환경 개선을 위해 무정전전원장치(1개소/포항관측소) 및 축전지(5개소)를 교체하고 기상·지진관측소 주변 환경을 정리·개선하여 안정적인 관측환경 구축 및 무중단 관측자료 생산을 위해 노력하였다.

6.2.2. 기상관측차량 도입으로 위험기상 조기 감시 역량 강화

대구지방기상청은 2023년 5월 16일에 기상관측차량을 도입하여 위험기상의 조기 감시와 신속한 재난대응 임무를 위한 첫발을 내디뎠다. 여름철 대구·경북 지역에 집중호우 및 태풍으로 인해 많은 비와 강한 바람이 예상될 때, 고밀도의 상층 관측자료 획득을 위해 경북 안동 등에 기상관측차량이 출동하여 12회의 고층 선도관측을 하였다. 집중호우 대비 상세분석과 8월 8~9일에는 제16호 태풍 ‘카눈’의 한반도 상륙 및 내륙 통과에 대비한 태풍 진로의 사전 분석을 지원하였다. 또한, 폭염 관측정보 생산·지원을 위해 이동식 AWS와 기상관측차량을 활용한 폭염 특별관측을 7월~8월 1개월간 수행하였다. 달성공원, 두류공원, 수성못, 동성로 등 인구 밀집 지역의 상세 기온관측은 물론, 도심지 주요 도로의 노면온도, 그리고 폭염 사상자가 다수 발생하는 농촌 지역의 논과 밭으로 출동하여 상세 기온을 관측하였다. 대구 도심을 비롯한 폭염취약지역에 대한 신뢰할 수 있는 기온자료 생산과 분석을 통해 폭염기상정보를 제공하고 지자체 폭염정책 지원에 기여하였다.



위험기상 대비 고층 선도관측

대구도심 폭염 특별관측(인구밀집)

가을철 안개 특별관측

그림 4-34 기상관측차량을 활용한 기상관측지원

6.2.3. 지역기관과 협력을 통한 기상관측표준화 운영

대구·경북지역 관측기관과 협력하여 관측시설의 표준화 및 자료수집률 제고·품질 향상에 이바지하였다. 경북지역 강우량계 46개소 중 미흡시설 2개소를 개선하고, 미신고·중복시설 관리를 통해 관측장비 6개소를 추가로 활용하여 위험기상 감시를 강화하고, 자료수집률을 개선(98.7%→99.7%)하였다. 지자체 관측시설 신설·이전(37개소) 협의와 관계기관 관측자료의 통계 분석을 통해 오류·장애 모니터링을 강화하였다. 또한 공동활용 기상관측자료의 품질 관리 지원을 위해 카드뉴스(‘위험기상을 감시하는 천 개의 눈을 지켜라’)를 제작하여 홍보에 활용하였으며, 기상관측기관 대상 현장지원반(Help Desk), 1:1 현장설명회(4. 11.~5. 9.), 대구·경북 기상관측표준화워크숍(10. 12.)을 통해 표준화 업무에 대한 이해도를 높였다. 더불어 관계기관을 대상으로 기상관측표준화의 지속적인 관심과 노력을 유도하기 위해 우수 지점을 선정하여 기상청장 표창과 우수지점 팻말을 수여하였다.

6.3. 기후위기 대응을 위한 맞춤형 기상기후정보 제공 확대

6.3.1. 기후변화 대응 강화를 위한 지역사회 협업 및 교육프로그램 확대

지역 내 기후변화과학에 대한 관심을 높이고 기후변화 대응 이해 역량 향상을 위해 관할 지역 학생들에게 기상·기후변화 관련 교육을 하였다. 대구광역시동부도서관과의 협업을 통해 학교 교육과정 지원을 위한 ‘창의적 체험활동’ 기후변화과학 교육프로그램을 운영하였고, 찾아가는 교육과 현장 견학형 교육으로 이루어진 진로체험 프로그램을 실시하여 미래 지역 기상·기후 관련 인재 육성에도 힘썼다.

또한 지역 내 기후변화 취약계층에 대한 집중 교육 프로그램을 운영하여 지역 주민의 기후위기 대응 역량 향상을 위해 노력하였다. 지역아동센터 10개소를 대상으로 기후변화 과학의 이해와 기후변화 관련 교구 체험을 실시하였고, 경상북도 내 벽지 초등학교 3개교를 대상으로 기후변화과학 교육·기후변화 현장 체험에 이르기까지 다양한 프로그램을 운영하여 감사편지를 받는 등 학생·교사들로부터 긍정적 반응을 끌어냈으며, 특히 지역 고령층·장애 특수학급·미취학 아동 등 수요자 맞춤형 기상·기후 관련 교육을 추진하여 기후위기 대응의 사각지대 해소에도 노력하였다.

6월 ‘환경교육주간’ 맞이, 대구광역시 교육청과의 적극 소통으로 초·중·고등학교 대상 기후변화 관련 맞춤형 교재 마련·활용에 기여하여 환경교육 우수협업프로그램에 선정되었으며, 지역 국제 행사 ‘대한민국 국제쿨산업전’ 참여를 통해 기상관측차량 전시·홍보, 기상·기후 정책홍보부스 운영, 국립대구기상과학관 기상·기후 시화그리기 대회 수상작 전시, 지방자치단체 방재폭염 담당자 워크숍 등 지역 내 기후변화과학 이해확산을 위해 노력하는 등 기상청의 위상을 높이는 데 기여하였다.



지역아동센터 프로그램
(7. 20.)

고령층 대상 프로그램
(4. 25.)

벽지 초등학교 프로그램
(5. 26.)

환경교육주간 특화교육
(5. 31.)

그림 4-35 취약계층 대상 기상·기후변화 관련 프로그램 운영 및 환경교육주간 교육자료 제공

6.3.2. 폭염 재해 경감을 위한 열영향정보 생산기술 개발

대구지방기상청은 대구의 폭염 피해가 점차 증가함에 따라 폭염 취약지의 과학적 분석을 통해 폭염 재해를 낮추고 대응 역량을 강화하기 위해 ‘대구 폭염 대응 열영향정보 생산기술’을 개발하였다. 대구광역시 중구, 서구를 포함한 중심 지역에 대해 LDAPS(국지예보모델) 예측자료를 UCAS(도시기상모델)로 상세화(25m해상도)하여 48시간까지 기온, 습도가 예측 가능하며 고해상도 바람 영향정보 생산이 가능한 시스템으로서 향후 대구시의 디지털 트윈과 연계되어 실용적으로 활용하기 위해 고도화할 예정이다.

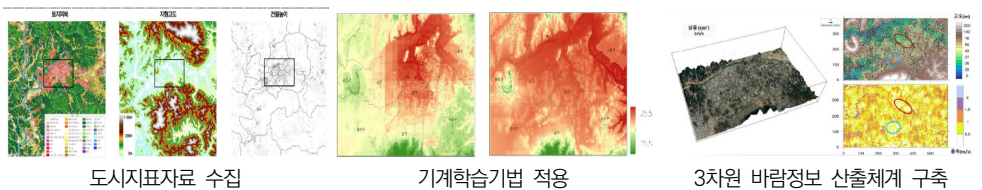


그림 4-36 대구 폭염 대응 열영향정보 생산기술 개발 화면

6.3.3. 수요자 맞춤형 기상기후정보 서비스 선제적 제공

지방자치단체·공공기관의 기후위기적응대책 정책수립 지원을 위해 기상기후정보 활용 교육 및 소통간담회를 실시하였고, 탄소중립녹색성장위원회 자료 검토 및 자문과 회의 참석 등 지자체 탄소중립법 정책에 적극 참여하였다. 대구·경북 지역의 ‘월·계절별 기후특성’, ‘기상가뭄정보’ 등 맞춤형 기후정보를 생산하여 전자문서와 이메일을 통해 관계기관과 언론에 제공하였고, SNS를 통해 카드뉴스를 배포하였다. 대구·경북 ‘계절별 기후평년과 계절이슈’ 신규 서비스를 4회 실시하였으며, 특히, 정보수요자의 의견을 적극 반영한 ‘대구·경북 기상가뭄정보’ 서비스 개선 및 ‘대구·경북 월 기후평년정보(1991~2020년)’의 통합본을 선제적으로 제공하여 지방자치단체·공공기관의 정책에 활용할 수 있도록 지원하였다.



대구·경북 기상가뭄정보 ‘카드뉴스’

계절별 기후평년과 계절이슈

그림 4-37 맞춤형 기후정보서비스 제공 화면

7.1. 위협기상 대응을 위한 유관기관 협업 및 선제적 소통강화

7.1.1. 특보구역과 동일하게 육상예보구역 개편

제주특별자치도는 제주도 중앙에 원추 형태의 1,950m의 한라산이 위치하여 있어 고도별 위협기상에 의한 자연재난 발생빈도 차이가 크며, 또한 각종 개발행위로 중산간지역의 환경과 거주인구 증가 등 많은 사회적변화가 생겼다. 이에, 제주지방기상청에서는 2022년 11월부터 차별화된 기상정보 필요성과 기존 특보구역에 대한 불만족 등 효율적 방재 대응에 어려움을 해소하기 위해, 6개의 특보구역에서 제주도북부중산간'과 '제주도남부중산간' 특보구역을 신설하여 8개의 특보구역으로 개편하여 운영하였다.

하지만, 육상특보구역은 8개 구역으로 운영되고 있는 반면 예보구역은 기존 6개 구역으로 운영함으로 인하여 지역주민과 관광객등의 기상정보 활용에 불편함이 발생하게 되었다. 제주지방기상청은 지자체 관계자를 대상으로 육상예보구역 세분화에 대한 협업 회의를 개최(5. 23.)하고 의견을 수렴하였으며 회의 시 지자체에서 의견으로 제시한 제주도북부중산간 예보 대표지점을 산천단으로 제주도남부중산간 예보 대표지점을 한남(국가태풍센터)으로 지정하고 예보업무규정 개정(2023. 11. 23.)을 통해 2023년 11월 30일부터 특보구역과 동일하게 개편하여 8개 예보구역을 최종 확정하였다.

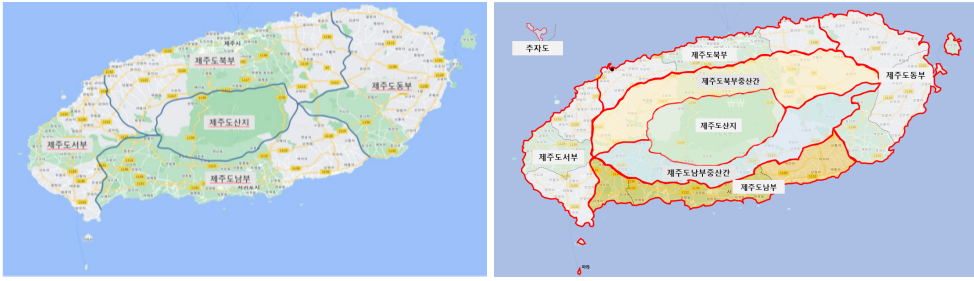


그림 4-38 제주도육상예보구역 개편 전(좌)과 후(우)

7.1.2. 제주형 수치예보모델 검증 및 지역예보 활용방안 연구

제주지방기상청은 예보정확도 향상을 위해 지역단위의 관측 대비 모델 예측 경향을 검증할 수 있는 웹 기반의 「제주지역 수치예보모델 검증시스템」을 개발하였다. 지상·고층·해양 관측지점과 수치예보모델(KIM, UM, ECMWF, BEST)간 강수, 기온, 바람 등의 검증지수(BIAS, RMSE, MAE)를 그래프로 가시화함으로써 모델 예측성능 검증과 환류 체계를 구축하였고, 검증시스템 내 산출정보를 활용한 ‘제주지역 수치예보모델 예측경향 리뷰’를 통해 종관 기압계별 강수의 공간적인 오차와 예·특보구역별 기상요소의 예측경향을 주기적으로 심층 분석하여 예보생산에 참고자료로 활용할 수 있도록 제공하였다.

또한, 그동안 연구개발로 축적된 예보·관측 기술의 체계적인 관리와 활용을 위해 웹 기반의 「예보기술 Books」를 개발하였다. 연구산출물(관측·예보기술 연구보고서 286건, 사례분석 131건)을 DB화하여 연구주제, 저자, 분석사례 등 키워드 기반의 조회 기능과 호우·대설·풍랑 등 위험기상 현상과 예보구역별 연구현황 통계 기능을 적용함으로써 지역 예보기술 고도화를 위한 연구 효율화 기반을 조성하였다.

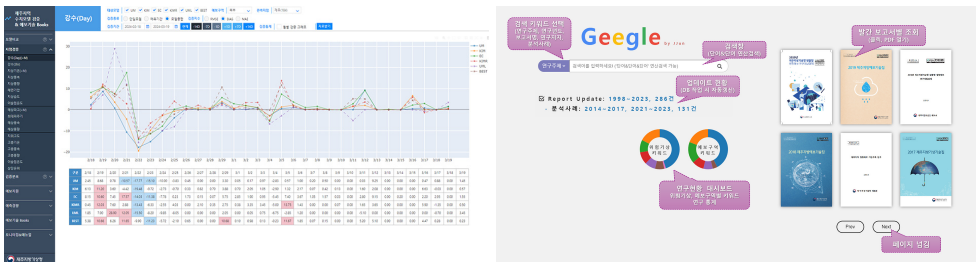


그림 4-39 제주지역 수치예보모델 검증시스템(좌)과 예보기술 Books(우)

7.1.3. 폭염 대응요령의 시각화, 모션그래픽 개발과 확산

제주지방기상청은 건강과 정보에 취약한 어린이, 어르신, 외국인 근로자의 정보 사각지대를 해소하여 실효적으로 폭염 피해를 예방하고자 기상청 폭염 영향예보 대응요령의 ‘문자 정보’를 시각화한 ‘모션그래픽(움직이는 이미지)’(이하 모션그래픽)을 개발하였다.

모션그래픽은 대표성, 취약계층을 우선하여 영향예보의 6개의 분야 중 보건(일반인, 취약인)과 산업의 3개의 분야를 선정하여 4단계의 위험수준(관심, 주의, 경고, 위험)으로 총 12편을 제작하였다. 정보를 이해하기 쉽고, 관심을 이끌고자 실생활 상황 재연의 인물 행동을 중심으로 단순하고 명료하게 표현하였고, 산업 분야는 외국인 근로자를 위한 영문도 병행 표기하였다.

여름철, 모션그래픽을 포함한 폭염 영향예보의 정보 확산을 위해 버스정보시스템(1,250대), 재난전광판(9개소) 등 도민 접점의 장소라면 어디서나 영향예보를 확인할 수 있도록 기관 협업을 통한 전달 매체를 확대하였고, 제주지방기상청 누리집 내에 사용자가 관심 분야의 위험수준을 선택하여 대응요령(모션그래픽)을 확인하는 웹 기반의 폭염 영향예보 알림창을 자체 개발하여 제공하였다.



그림 4-40 폭염 대응요령 모션그래픽(좌)과 웹 기반 폭염 영향예보 알림창(우)

7.2. 빈틈없고 신뢰도 높은 관측정보로 기상서비스 극대화

7.2.1. 관계기관 협업으로 체계적 장비 운영 및 방재기상업무 지원

제주지방기상청은 해양기상관측장비의 잦은 위치이탈로 인한 유지보수 비용 증가와 관측장비 오인 신고로 인한 행정력 낭비가 발생하였고, 이를 해결하기 위해 상·하반기 해양관측시설 안전 확보를 위한 관계기관과 업무협약(15회), 어선주협회·수협·관광객 등을 대상으로 해양기상관측장비 운영 현황 홍보(16회) 등 공공기관·국민 대상으로 공백없는 소통을 강화하였다. 그 결과 파고부이 이탈건수가 75% 감소(상반기 16건→하반기 4건)하여 약 2.4억원 절감(4천만 원/대당)하였고, 부이 오인 신고 건수(2~3건/월→0건)가 감소하여 체계적인 장비운영으로 고품질 해양 기상정보 생산과 안전한 해상활동을 지원하였다.

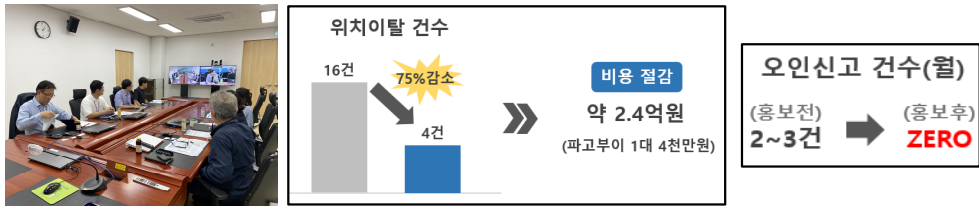


그림 4-41 해양관측 관계기관회의(좌), 파고부이 이탈 건수 변화 및 비용절감 효과(중), 오인신고 건수 감소(우)

7.2.2. 기상관측정보를 활용한 대민 기상서비스 개발·확대

자연·사회 여건상 날씨 영향력이 증가하고, 특히 기상현상이 빈번하게 나타나면서 기상학적 분석과 대응이 요구됨에 따라 제주지방기상청에서는 기상정보와 관측정보의 접근성을 높이고 누리집 활용도를 극대화하기 위해 ‘팝업 서비스’를 실시하였다. 기상현상(상고대, 용오름 등), 계절이슈, 기상속보 등 200여건의 기상정보를 선제적으로 전달하였고, 특이 기상 발생시 원인을 분석하여 신속하고 정확한 기상관측정보를 전달하여 국민의 궁금증 해소에 기여하였다. ‘팝업 서비스’를 제공한 결과 제주지방기상청 누리집 방문객 19% 증가(2022년 338만명 → 2023년 402만명), ‘탐나는 기상소식 등’ 페이지뷰 29% 증가(2022년 459만명 → 2023년 590만명)하는 효과가 나타났고, 만족도조사 결과 87%가 만족하였다.

7.3. 탄소중립 실현을 위한 기상기후서비스 강화

7.3.1. 기후위기 대응 역량 강화를 위한 맞춤형 기상기후정보 제공

제주지방기상청은 탄소중립기본법 시행에 따라 지방 기후위기 적응대책 수립과 ‘탄소없는 섬, 제주도 2030’의 실현을 위하여 정책지원과 맞춤형 기상기후정보를 제공하였다.

특히, 제주지방기상청장은 제주특별자치도 2050 탄소중립녹색성장위원회 기후변화분과위원으로 활동하면서 기후학적 특성을 자문하였고, 기후변화의 과학적 근거 제시를 위한 백록담 기상기후데이터 활용연구 협의체 실무협의회를 통해 협업체계를 구축하였다.

또한, 분야별 기후위기 적응역량 강화를 위하여 농업종사자를 위한 「제주도 기후정보달력」을 제작하여 이장단, 작목반 등 사용자 단체에 배포하였고, 학술연구 지원을 위하여 제주도 고도별 공간 기후정보를 분석한 「제주도 상세기후도」와 「2022년 기후분석자료집」을 발간하는 등 분야별로 맞춤형 기상기후정보를 제공하였다.

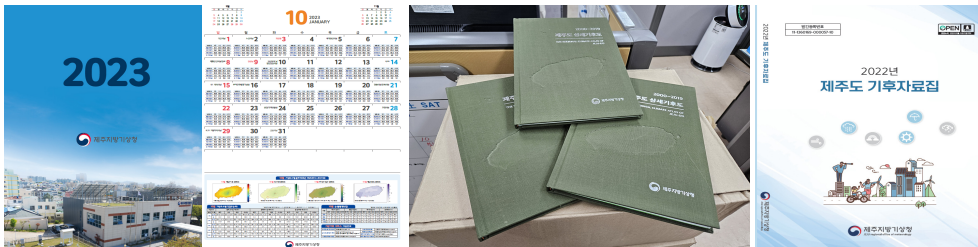


그림 4-42 기후정보달력(좌), 제주도 상세기후도(중), 기후자료집(우)

7.3.2. 탄소중립 문화 정착을 위한 기후변화과학 이해 확산 기반 조성

제주지방기상청은 도민과 미래세대의 기후변화과학 이해확산을 통해 탄소중립 문화 정착을 위한 기반을 조성하였다. 제주특별자치도 교육청과 지역아동센터 등과 협업하여 제주도 탄소중립 시범학교와 지역아동센터 ‘흔디모영 기후변화 아카데미’를 대상으로 기후변과 교육을 실시하여 전년 대비 178%(967명→2,688명) 확대하였고, 언론 및 인플루언서와 협업을 통한 기후변화주간, 플로깅 웨더투어이벤트(3회), 도민의 탄소중립과 기후변화 인식 제고를 위하여 교육환경 축제, 제주교육문화예술축제 등 홍보부스 운영, 기상기후사진전(4회) 및 기후세미나 개최, 지역아동센터 놀이마당축제 퀴즈대회 개최 등 생활 속 기후변화 홍보 프로그램을 전년 6종에서 10종으로 67% 확대 운영하였다.

또한, 체험학습을 통해 기상·기후변화 교육 및 교육부 ‘꿈길’ 진로체험 프로그램을 운영하는

제주기상과학홍보관의 홍보 노력으로 방문객이 전년 대비 85.4%(1,325→2,456명)가 증가하였고, 예약시스템 개선(7. 4.) 및 노후시설 보수(3. 10.) 등 지속적인 방문객 편의 개선으로 방문객의 높은 만족도(대체로 만족 97%)를 보였으며, 교육부로부터 교육기부 진로체험 기관으로 재인증(2023. 7. 5.) 받았다.



그림 4-43 기상기후변화과학 이해확산 프로그램 기후세미나(좌), 기상사진전(중), 교육기부기관 인증서(우)

7.3.3. 지역사회 현안 정책 지원을 위한 기상서비스 개발 및 지원

제주도 1차 산업 생산량 중 감귤산업에 이어 양돈산업이 2위(14.5%)를 차지하는 주요 사업인데 반해 악취문제로 제주도내 사회이슈가 되고 있음에 따라 제주특별자치도와 제주 악취관리센터와 협업하여 ‘양돈가 악취 영향기상서비스’를 개발하였고 기술이전을 통해 제주특별자치도에서 농가에 서비스할 수 있도록 지원하였다.

이번 서비스는 제주악취관리센터 ‘주민참여형 악취모니터링’ 활동자료와 농가 ICT 악취 관측데이터를 확보하여 기온, 습도, 바람, 강수량과 암모니아와 상관관계를 분석하고 BRT 빅데이터 통계를 이용하여 기상인자별 악취발생 기여도를 객관화하였으며, 과거 데이터 패턴과 구조를 기계학습하여 개발하였다.

또한, 민·관·학이 참여하는 정보사용자 협의회(2회)와 전문가 기술이전 협의(2회), 성과 환류 워크숍(10. 5.) 등 수요기관, 사용자, 전문가 등의 다양한 의견수렴을 통해 양돈악취 민원 감소와 지속발전 가능한 제주도 양돈산업 육성을 지원하였다.



그림 4-44 정보사용자협의회(좌), 악취발생지수(중), 제주도 악취관리시스템 서비스(우)

7.3.4. 제주기상 100주년 기념문화제 「제주기상 100년, 천년의 미래」 개최

제주지방기상청은 제주기상 100주년을 맞이하여 4월 28일 ‘제주기상 100주년 기념 문화제’를 개최하였다. 행사는 기념식, 대토론회, 문화행사로 진행되었고 기념식에는 조희연 제주특별자치도 정무부지사, 주요 언론사 대표 및 유관기관장 등 200여명이 참석하였다. 이어서 대토론회는 「제주기상 100년, 기후위기와 제주의 미래」라는 주제로 기상, 학계 및 산업계 전문가와 함께 주제 발표와 패널 토의를 통해 제주의 과거와 현재, 기후위기의 미래를 대비한 심도 있는 토론이 있었다. 마지막 문화행사는 제주 북수구 광장에서 기상 버스킹 공연, 기상·기후 OX 퀴즈 등 제주도민과 함께 참여하며 제주기상 100년의 의미와 기상의 중요성에 대한 공감대를 형성하는데 크게 기여하였다.



그림 4-45 기념사(기상청장, 좌), 유공자 포상(중), 대토론회 개회사(제주지방기상청장, 우)

제1부
주요정책 및 이슈제2부
기상기술 동향제3부
분야별 기상정책제4부
소속기관 추진업무제5부
부록

8.1. 기상정보 전달 사각지대 해소를 위한 맞춤형 기상정보 제공

8.1.1. API허브를 활용한 영향예보 자동 전달체계 구축

전주기상지청은 기상청 API허브와 지자체 재난예·경보시스템을 연결하여 영향예보 자동 전달체계를 구축하고 취약계층 관리자 중심으로 전달하던 영향예보 문자 서비스를 마을방송을 통한 음성 자동송출 서비스로 개선하였다. 이를 통해 여름철 폭염 영향예보 위험수준이 “경고” 이상일 때와 겨울철 한파 영향예보 위험수준이 “주의” 이상일 때 영향 수준과 대응 요령을 1일 2회 음성으로 제공하였다. 이 서비스는 전국 최초사례로서 2023년 행정안전부 행정업무 자동화 우수사례에 선정되었다.



그림 4-46 지자체 재난예경보시스템을 통한 폭염 영향예보 자동 전달체계

8.1.2. 지자체와 협업을 통한 기상정보 직접 전달

전주기상지청은 ‘정읍시 공공배달앱’ 구축과 연계하여 지역 배달플랫폼(위메프오) 내 맞춤형 날씨정보를 표출하고 소상공인, 배달종사자, 지역민의 기상정보 접근성을 개선하였다. 기상상황에 영향을 받는 배달종사자의 기상재해 사고 최소화를 위해 실시간 기상정보를 한눈에 파악할 수 있도록 기상실황, 특보, 동네예보, 생활기상지수 등을 제공하였다.

8.1.3. 제25회 세계잼버리 맞춤형 기상지원 실시

전라북도 새만금 일대에서 8월 1일부터 12일까지 12일 동안 「제25회 세계스카우트잼버리」가 개최되었다. 전 세계 170여 개국 4만3천여 명이 참여한 국제행사의 안전하고 원활한 운영을 위해 전주기상지청은 잼버리 영내에 기상지원센터를 운영하였다. 기상지원센터에는 기상관측과 예보지원을 위하여 전주기상지청 직원 2명이 24시간 상주하며 기상지원을 실시하였다. 현장기상지원팀은 매일 기상상황을 분석하여 잼버리 상황판단회의와 세계연맹대표단회의에 기상브리핑(31회)을 실시하고 잼버리 조직위, 세계연맹대표단과 SNS소통방을 운영하여 날씨정보를 제공하였다. 또한 행사장에 이동식 자동기상관측장비(AWS) 2개소와 기상관측차량 2대를 설치하여 기상관측을 실시하였다. 관측자료는 잼버리 참가자 전원이 사용하는 잼버리 통합플랫폼에 표출하여 현장 날씨상황에 따라 즉각적으로 대응할 수 있도록 하였다.

잼버리 기간 중 제 6호 태풍 카눈이 북상함에 따라 참가자 전원이 전국으로 분산배치된 이후(8. 10.)부터 서울 상암동 경기장에서 개최된 폐영식(8. 12.)까지 참가자 안전 이동을 지원하기 위해 지속적으로 기상지원을 실시하였다.



그림 4-47 세계연맹대표단회의(좌), 잼버리 영내 기상관측망 운영 현황(우)

8.2. 도민안전을 위한 위협기상 분석 능력 및 대응역량 강화

8.2.1. 호우·대설 예측 역량 강화

기후변화로 기상예측 불확실성이 증가함에 따라 돌발 위협기상 대응 및 선제적 특보 발표를 위해 기상전문관 심층 브리핑 및 유사사례 분석(33회)을 통해 예보 의사결정 지원 프로그램을 운영하고 예보팀별 전문분야(호우·대설)를 지정, 1팀 1연구과제를 수행하여

전북AWS 국지기상 가이드를 제작하고 예보 업무에 적용하였다. 또한, 겨울철 눈의 무게로 인한 시설물 붕괴 피해가 발생함에 따라 시설물 피해 예방 및 경감을 위해 눈의 무게를 추정할 수 있는 상세 강설정보를 3단계(무거운 눈, 보통 눈, 가벼운 눈)로 구분하여 2023년 12월부터 날씨해설 및 기상정보에 제공하였다.

8.2.2. 관측자료 품질 향상 및 공동활용 확대

신뢰도 높은 기상·지진관측자료 생산 및 제공을 위해 기존의 노후 관측장비를 교체하고 관측환경 개선을 추진하였다. 노후관측장비 11개소(정읍·새만금· 군산산단ASOS, 시정계 7개소, 운고운량계 1개소)를 교체하였으며, 겨울철 서해안지역의 대설 위험기상 감시를 위해 위도에 적설계를 신규 설치(9. 8.)하고 전주 관측장소 주변 수목 제거, 설천봉 강수량계 눈 속 파묻힘 개선, 지리산 국립공원 내 뱀사골 지점의 관측 센서 재배치를 통해 최적의 기상관측 환경을 유지하여 관측시설등급 개선을 추진하였다. 또한, 관측 관계기관을 대상으로 여름철 집중호우와 겨울철 대설 시, 효율적인 장비 관리 및 관측환경 유지를 위한 기상관측표준화 기술지도(43회)를 실시하고 적설 관측 공백지역의 관측자료 공동활용을 확대(전주·완주 3개소, 임실 6개소, 부안 1개소)하였으며 관계기관 기상관측표준화 워크숍(2023. 4. 7.) 및 찾아가는 소통 간담회(2023. 11. 8.~24.)를 실시하였다.

장수군(2023. 6. 5., 7. 29.)과 완주군(12. 23.)에서 발생한 3건의 지진에 대해 즉각적인 비상근무 업무를 수행하였고, 지진 신속 대응을 위한 자체 지진 매뉴얼을 작성하여 전북 도청과 합동으로 지진대응 긴급점검(9. 13.)을 수행함으로써 선제적인 방재 대응을 도모 하였다. 또한, 지진관측소 환경개선(어청도, 새만금, 완주, 강진면)사업으로 고해상도 지진 관측망 구축을 추진하였다.



그림 4-48 관계기관 기상관측표준화 표준화 워크숍(2023. 4. 7.)

8.3. 전북도민이 체감하는 기상기후서비스 강화

8.3.1. 전주시 도시 기상기후정보 융합서비스 고도화

전북 지자체 정책수립 및 도시개발에 따른 환경영향평가를 지원하고자 「전주시 도시 기상기후정보 융합서비스 개발」 연구용역사업('22~'24)을 추진 중이며 2023년은 '전주시 도시 기상기후정보 기반의 생활 편의 융합정보 생산 및 운영'을 위한 기술개발을 중점으로 사업을 진행하였다. 연직고도별(10m, 40m, 150m, 700m) 바람 자료 생산 기술과 기상 데이터의 가시화 기능 개발로 모델 성능을 개선하고, 자료처리 구조 개선을 통해 산출물을 정량화하고 생산시간을 단축하였다. 또한, 사용자 중심의 기술개발을 통해 서비스를 활성화하고자 대국민 아이디어 공모전을 운영하고 다양한 의견을 수렴하여 반영하였다.

8.3.2. 농가 피해 최소화를 위한 우박 특화서비스 기반 구축

우박으로 인한 농가 피해 발생으로 지역 내 관심이 고조됨에 따라 우박 피해 저감을 위한 연구를 수행하여 전북지역 우박 가이던스를 보완하여 현업에 적용하였다. 또한, 지역 농업인·농업 관계기관 담당자 등 35명과 함께 '우박 발생 가능성 정보 서비스 토론회'를 개최하여 우박 피해 대응체계에 대해 공유하고 농업 현장의 생생한 목소리를 경청하였으며 기상서비스 발전 방향에 대해 심도 있는 토론을 진행하였다.



그림 4-49 우박 발생 가능성 정보 서비스 토론회(2023. 10. 18.)

8.3.3. 꽃가루 정보 접근성 제고를 위한 전달 매체 확대

지역민의 건강한 일상생활 지원과 기상청 보건기상정보 활용 증대를 위해 전주기상지청 카카오톡 채널을 신설, 알림톡으로 전송하여 정보 전달 방식을 개선하였으며, 국민의 관심과

흥미를 유발하고자 꽃가루 관측정보 서비스를 소개하는 웹툰 ‘꽃가루의 모든 것.ZIP’을 제작하여 SNS를 통해 제공하였다. 또한 청주기상지청에 운영 노하우를 공유하여 꽃가루 관측정보 서비스 지역 확대를 도모하였다.



그림 4-50 '꽃가루의 모든 것.ZIP' 웹툰(좌), 꽃가루 관측정보 서비스(우)

8.4. 지역 탄소중립 선도를 위한 기후변화과학 이해확산

8.4.1. 국립전북기상과학관 '과학2관' 개관

기상·기후변화과학 이해증진 및 체험 기회 확대를 위해 '과학2관'을 개관(7. 7.)하였다. 새로 개관한 '과학2관'은 참여관, 기상관, 기후변화관 등으로 구성하였으며 전시해설과 더불어 체계적인 학습이 가능하도록 하였다. 주 체험실인 기상관은 관측부터 통보까지 예보가 생산되는 과정을 이해할 수 있도록 우량계, 라디오존데 모형을 통한 기상관측과 '나도예보관', '날씨뉴스' 콘텐츠를 통한 예보관 체험이 가능하며, 기후변화관은 '한반도 100년 기후변화', '우리가 지켜줄게!' 등을 통해 기후변화의 원인과 영향 및 전망을 살피고 탄소중립 개념과 실천방법을 배울 수 있다. 또한, 언론인 대상 프레스트어 및 소통 간담회(4. 6.)를 개최하여 전시·체험시설을 소개하고 기상정책 안내 등 기상·기후서비스를 홍보하였다.



그림 4-51 과학2관 개관식(좌), 과학2관 전경(우)

제1부
주요정책 및 이슈

8.4.2. 국민참여 콘텐츠 강화 및 맞춤형 교육

국민이 직접 체감한 기후변화를 주제로 웹툰·영상 공모전 ‘기후변화가 우리 동네로 다가왔다!’를 개최하고, 지자체(6개)와 협업을 통해 수상작을 버스정보안내시스템(BIS)에 표출하여 일상생활 속 기후위기에 대한 인식을 확산시켰다. 또한, 기후변화과학 강사단을 활용해 전북지역 탄소중립학교를 대상으로 기후변화과학 교육을 지원하여 총 920명이 수료하였으며, 기후변화과학 교육을 접하기 어려운 지역아동 및 장애인, 다문화가정을 대상으로 맞춤형 교육 프로그램을 운영하여 수요자 중심의 기후변화과학 교육지원을 강화하였다.

제2부
기상기술 동향

제3부
분야별 기상정책



그림 4-52 「기후변화가 우리 동네로 다가왔다!」 공모전 당선작(좌), 기후변화과학교육 집중프로그램(우)

제4부
소속기관 추진업무

제5부
부록

9.1. 빈틈없는 관측·예보 체계 구축을 통한 위험기상 대응

9.1.1. 막힘없는 현장 밀착형 소통을 통한 지역민 안전 지원

기후변화와 기상재해로부터 지역민의 생명과 재산을 보호하고자 방재 관계기관과의 소통을 강화하고, 민-관 협업 활성화를 통해 현장 중심의 방재 협업체계를 강화하였다. 기상재해가 우려되는 위험기상이 예상 또는 발생되는 경우, 충북도청에 파견 중인 방재 기상지원관의 상황판단회의 브리핑(40회), 지자체 방재담당자 대상 영상브리핑(16회), 지역 오피니언리더 대상 데일리 날씨정보 문자서비스(일 2회)를 제공하였고, ‘주말날씨 특!’ 문자서비스를 신설·운영하며 주말동안의 위험기상 상황 시 많은 유동인구에 따른 대형 재해발생 가능성에 대해 대비하였으며 이외에도 밴드, 오픈채팅방 등 SNS를 통해 기상정보를 신속하게 제공함으로써 위험기상으로부터 효과적으로 대응할 수 있도록 지원하였다.

특히, 7월 집중호우로 인한 재난 상황에서는 재난 현장 파견자 문자서비스, 재난 지역 특별기상정보(4회) 제공 및 현장 점검(2회)을 통해 재해 복구작업과 추가 피해예방을 위한 지원을 강화하였고, 민간 부문에서는 도내 자율방재단에 위험기상정보(2,023회)를 제공하고, 자율방재단은 관측 공백지역의 날씨(208건)를 제보하며 지속적으로 긴밀한 협력을 이어나갔다.



그림 4-53 위험기상 대면·영상브리핑 확대(좌), 중부지방 집중호우 복구지원(중), 방재업무 활용중심 기상정보 제공(우)

9.1.2. 최적의 기상관측망 운영으로 위험기상 감시 강화

충북지역의 관측 공백지역 해소를 위해 지진관측소(2개소)를 신설하고, 지상기상관측장비(AWS 2개소)를 이전하였다. 또한, 적설계(6개소)를 보강하고 시정계(4개소) 교체, 지진관측소(4개소)의 환경개선을 통해 관측환경을 최적화하였다.

「기상관측표준화법」에 따라 관계기관의 관측업무 지원을 위해 현장지원반(Help Desk)을 연중으로 운영하여 공동활용 자료의 품질을 높였다. 지자체 미연계 관측자료의 기술지원(33개소), 검정 안내(18개소/100% 달성) 등으로 관계기관의 고품질 관측자료 생산(정상자료를 99.2%)에 기여하였으며, 충북 기상관측표준화 워크숍(5. 31.)을 개최하여 도내 기상관측장비를 최적으로 운영하도록 지원하였다.

한국잡사박물관 내 체험 코스와 연계한 기상관측테마공원(체험용 관측센서 9종, 백엽상, 부이 전시)을 운영하여 공익적 가치를 제고하였으며, 활동 학습지 ‘기상관측 탐구생활’을 제작(8. 15.)하여 박물관 체험 시 활용하는 등 기상관측장비와 관측원리에 대한 대국민 이해도 향상에 기여하였다.



그림 4-54 관측환경 최적화로 품질 등급 향상(좌), 기상관측 탐구생활 제작 및 활동(우)

9.1.3. 취약계층 보호를 위한 폭염 영향예보서비스 확장

날씨에 민감하고 기상정보 취득이 어려운 취약계층에 맞춤형 기상정보를 제공하기 위해 노인복지관, 충북지방우정청, 청주고용노동지청 등과 협업하여 영향예보 전달체계를 확대하였다.

스마트 마을방송을 통해 폭염 영향예보 제공 지역의 수는 2022년 대비 4개 시군(2022년 2개 → 2023년 6개), 630개 마을(2022년 590개 → 2023년 1,220개) 증가하였고, 서비스 제공 지역에서는 온열질환 사망자가 발생하지 않았다.

이주 외국인 근로자들의 기상정보 제공 사각지대를 없애기 위해 기존 3개 국어(한국어, 영어, 중국어)로 제공되던 폭염 영향예보를 몽골, 베트남어로 추가 번역하여 제공하였다.

또한, 폭염에 대한 경각심을 높이고 대응 요령을 알리기 위해 주거취약계층·농촌 어르신들

대상으로 생수 나눔 캠페인(11개소)을 진행하였고, 노인 생활지원사 등을 대상으로 노인 복지관(2개소)에서 영향예보 활용 교육을 실시하였다.

더불어 폭염 영향예보 서비스 인지도 및 활용성 제고를 위해 부채형 리플릿을 배부하고 버스정보시스템·전광판 등을 활용한 홍보 영상 표출로 폭염영향예보 인지도를 22년 대비 6.1%(2022년 83.3% → 2023년 89.4%), 유용도는 22.9%(2022년 64.8% → 2023년 87.7%) 향상시켰다.



그림 4-55 주거취약계층 생수나눔 캠페인(좌), 음성군 노인복지관 교육(중), 충청북도청 전광판 홍보(우)

9.1.4. 위험기상 집중 연구로 충북 국지기상 예측 기술 향상

조기에 위험기상 예측 정보를 알리기 위해, 6월과 11월 각각 집중호우·대설 기작 유형에 따른 예측 가이던스 “충북예보통”을 발간하여 예·특보 시나리오 운영에 활용하였다. 그 결과 선제적 호우특보(3시간 강수량 30mm 이전 발표) 비율이 2022년 91.14%에서 2023년 92.81%으로 향상되었다.

또한 청주기상지청은 예보기술모임 ‘충북예보기술모아 연구회’를 운영하고 있다. 수치·위성·레이더 전문가 세미나(4회)와 학·군·관 기상기술교류 세미나(9. 21.)를 통해 예보 노하우를 습득하고, 날씨리뷰 세미나(12회)를 통해 계절별 위험기상을 복기하는 시간을 가졌다. 특히 청주 오송 지하차도 사고(2023. 7. 15.)를 유발한 장마 기간 집중호우의 메커니즘을 분석하여 한국기상학회 포스터 발표로 공유하였다. 이와 같은 연구 활동 결과 2023년 기상청 우수 연구모임으로 4년 연속 선정되었다.

청주기상지청은 기상융합서비스과와 ‘AI기반 충북 안개 예측 모델 프로토타입 개발’ 공동 연구과제를 통해 기존 통계분석 기반 안개 예측 알고리즘의 한계를 극복하고자 하였다. 시정계 관측자료와 수치예보모델(UM 국지모델) 자료를 학습하고 랜덤 포레스트 기법을 활용한 AI 기반 안개 예측 알고리즘을 개발하고, 2023년 12월 안개 예측과 성능 검증을 위한 초기 시스템을 구축하여 국지 안개 예측의 참고자료로 활용하고 있다.

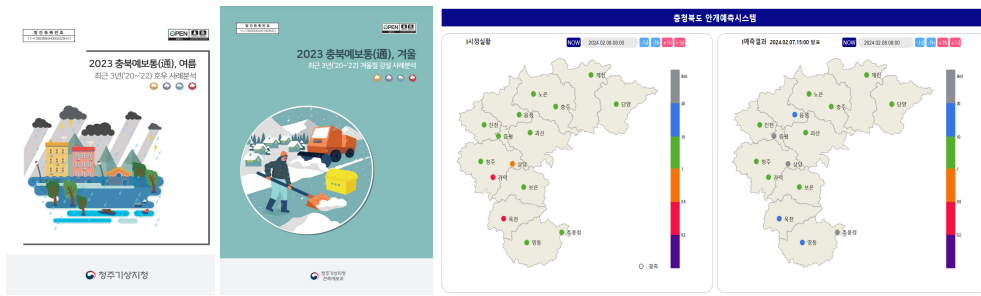


그림 4-56 2023 충북예보통(通) 여름편(좌), 2023 충북예보통(通) 겨울편(중), 안개 예측 시스템(우)

9.2. 경계없는 지역사회와의 협업으로 기상기후 활용 증진

9.1.1. 관광기상융합서비스로 충북지역 경제 활성화 도모

충북지역을 방문하는 여행객에게 안전하고 편안한 여행정보를 제공하기 위해 충북 지자체와 협업하여 기상정보와 관광산업이 융합된 ‘관광기상융합서비스’를 개발하였다. ‘관광기상융합서비스’는 현재 웹 페이지 「날씨어때YOU(cbnalssi.com)」를 통해 대국민 서비스 중이다.

이곳에서 여행객은 충북 북부지역의 캠핑, 트레킹, 라이딩의 안전지수를 알 수 있고, 여행객에게 맞는 캠핑장, 트레킹, 라이딩 코스를 추천해준다. 또한 여행객이 연령, 성별, 취향 등을 선택하면 인공지능(Artificial Intelligence: AI)이 기상정보를 바탕으로 충북지역의 맞춤 관광지를 추천해준다. 마지막으로 기상현상(일출, 일몰, 운해, 물안개, 상고대)이 자주 나타나는 충북 북부지역의 기상명소에 관한 정보도 서비스 중이다.

‘관광기상융합서비스’ 사업을 추진하면서 보다 정확한 정보를 제공하기 위해 지속적으로 지수의 검증과 고도화, 자료 수집에 최선을 다하였다.

그 결과 2024년에는 ‘관광기상융합서비스’ 기술이 충북도청으로 순차적으로 이전되어 충북도청 관광홈페이지 「충북나드리(tour.chungbuk.go.kr)」에서 서비스될 예정으로 충북을 방문하는 여행객에게 더욱 가깝게 다가갈 예정이다.

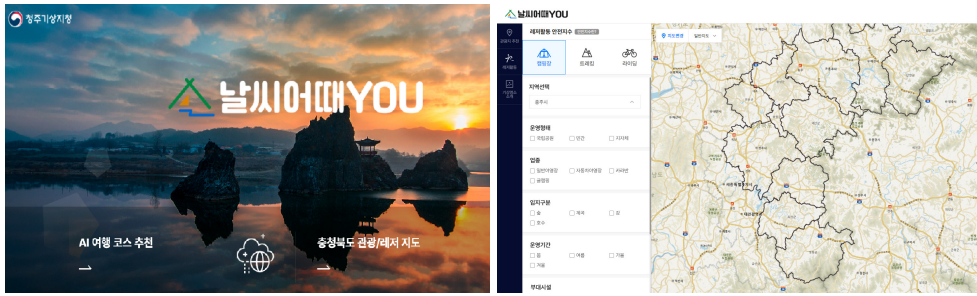


그림 4-57 날씨어때YOU의 메인화면(좌), 날씨어때YOU에서 제공되는 레저지수(우)

9.2.2. 관계기관 수요를 반영한 지역 맞춤형 기상기후 서비스

충북도민의 생활 편의 증진과 소득 증대에 기여하고자, 도내 11개 시·군의 수요(2022년 기상기후 서비스 만족도 분석, 2023년 수요조사, 업무협의 등)를 반영하여 20개 기관 30개 부서에 지역 맞춤형 기상기후 서비스를 제공하였다.

각 지역별 주간·장기예보, 최근 기온과 강수량, 폭염정보(5~9월), 자외선지수(5~9월) 등의 정보를 포함하는 「주간 기상기후 정보」(1~12월/58회)를 제공하여, 지역민의 안전과 기상기후정보의 가치 제고에 기여하고자 노력하였으며, 농작물 피해 방지를 위해 「우리동네 서리 예측정보」(3~5월, 9~11월/17회)를 제공하였다. 또한 도내 가뭄 피해 최소화 및 지자체의 효율적인 물 관리를 지원하고자 「충북 기상가뭄 정보」(예상시/49회)를 제공하였으며, 「충청북도 기후분석서」(분기별/4회)를 제공으로 유관기관의 지역 기후 업무를 지원하기 위해 노력하여, 2023년 지역 기상기후서비스 활용 만족도(2022년 89.9점 → 2023년 90.5점)를 전년 대비 0.6점 향상시켰다.

9.2.3. 지역민과 함께하는 기후변화과학 이해 확산

기후변화과학 공감문화 확산을 위해 다기관 협력 프로그램을 운영하였다. 청주시가족센터와 협업하여 다문화가정 아동 대상 여름방학 기후변화과학 교육 프로그램인 ‘기후탐험대’를 운영하였고, 충북 탄소중립 시범학교 기후변화과학 교육을 5개 학교 대상, 총 9회 실시하였다. 충청북도자연과학교육원 및 청주시와 협업하여 VR기기를 활용한 이동식 체험관인 ‘기후놀이터’를 5회 운영하여 지역민의 기후위기 인식 확산 및 탄소중립 실천문화 조성에 기여하였다.

또한 이해하기 어려운 기후변화과학에 대한 접근성을 높이고 사용자의 관심을 유도할 수 있는 ‘NIE로 배우는 기후변화과학’ 학습지를 제작하여 충청북도교육청 환경교육센터와 청주국제에코콤플렉스 홈페이지 교육자료로 등재하고, 청주기상지청 SNS에 게시하여 2차 확산에도 노력하였다. 그리고 ‘2023년 기상기후사진 전시회’를 운영하였다. 제40회 기상

기후 사진·영상 공모전 입상작을 활용하여 온·오프라인 병행한 수요기관 순회 전시(9개 기관)로 이해하기 쉽고 흥미를 유발할 수 있는 홍보의 장을 마련하였다.

4월 기후변화주간에는 충북도청 및 청주시청과 협업하여 기후변화주간 홍보캠페인을 운영하였다. 청주시청에서 기후변화주간 홍보콘텐츠를 제작하였고, 충북도와 청주시 기관 홈페이지, SNS, 청주시 버스정보안내기 등 홍보매체에 콘텐츠를 게재하여 기후변화 및 탄소중립에 대한 인식 제고에 기여하였다.



그림 4-58 탄소중립시범학교 기후변화교육(좌), 찾아가는 기후놀이터(중), 기상기후사진전(우)

9.1.4. 기상과학 직업·진로체험 교육 운영

국립충주기상과학관은 교육부 진로체험 플랫폼인 ‘꿈길’ 홈페이지를 통해 2,103명의 청소년에게 온라인 진로체험의 기회를 제공하였으며 여름방학 기간 예보관 체험교육 프로그램을 운영하며 393명의 청소년에게 기상·기후에 대한 진로체험교육을 진행하였다.

5월에는 한국교통대학교와 협업하여 ‘상상에 기상을 더해서’ 행사를 진행하여 398명의 학생들에게 기상과학 체험을 제공하였으며 8월에는 충주시청 협업 프로그램인 ‘기후변화 아카데미’를 통해 68명의 초등학생에게 기후변화와 관련된 교육을 진행하였다.

10월에는 기후변화를 주제로 한 그림그리기 대회를 개최하였으며 11월 기후위기 전시회를 통해 기후변화와 기후위기에 대한 경각심을 일깨웠다. 이 외에도 기상의 날, 어린이 날 행사 등을 통해 방문객들에게 다양한 체험을 제공하였다. 관람객 만족도는 91.34점으로 작년도보다 약 1.5점 높은 만족도를 보였으며 연간 관람객은 35,646명으로 전년도 대비 31% 많은 관람객이 방문하였다.



그림 4-59 교통대 협업 '상상에 기상을 더해서'(좌), 예보관 체험교육(중), 그림그리기 대회(우)

9.3. 유연하고 청렴한 기본에 충실한 행복한 직장문화 조성

청주시상지청의 팀(부서)별로 사무공간이 분리된 구조적 단절 거리감 해소와 포스트 코로나 사회적 거리 변화에 조직 구성원의 적응을 지원하기 위해 소통·공감의 다양한 기회가 필요하였다. 그래서 조직문화와 청렴활동을 진단하고 개선하기 위해 기관장과 주무관으로 구성된 ‘청주청렴소통단’을 운영하였고, 지속적인 직원 의견 수렴과 조직문화 개선 방안을 위한 토론을 거쳐 조직문화 개선을 위한 목표를 설정하였다. 공감·배려·상호이해를 기반으로 업무·고충 공유 및 함께하는 활동과 마음을 전하는 소통을 통해 활기차고 행복한 조직문화를 조성하기 위해 다양한 노력을 하였다. 직원이 다함께 참여하는 활동으로 윗놀이, 제기차기, 투호, 링던지기 등의 전통놀이와 청주시 무심천변 주변의 환경을 정화하는 ‘쓰담달리기’를 통해 상하간 세대간 화합을 도모하였다. 마음을 전하는 소통으로는 팀장·타팀원 간 리버스 멘토링을 통해 세대를 아우르는 다양한 주제로 소통하면서 서로의 관점을 이해해 보는 시간을 가졌다. 기관장·부서장의 솔선수범 청렴활동으로 사무관급이상 청렴서약서 작성 후 업무 책상에 비치하여 상시 청렴을 상기하였고, 전 직원을 대상으로 쉽게 참여할 수 있도록 기상청 업무 메신저에 ‘1인 1청렴다짐문구’를 게시하는 활동을 하였다. 청렴다짐 문구를 자주 접할수록 청렴 의식 함양에 효과적이며, 개인별로 메신저에 청렴문구를 게시함으로써 사회적 약속의 책임을 느끼게 되고 윤리적 행동의 실천으로 연결되는 긍정적 효과를 얻었다. 이처럼 다양한 참여형 조직문화·청렴활동을 통해 청렴 성과 창출이 인정되어 2023년도 기상청 청렴활동 평가 우수기관으로 선정되었다.



그림 4-60 어울림의 날(좌), 쓰담달리기(중), 리버스 멘토링(우)

- » 국립기상과학원
 - » 연구지원과
 - » 기상사무관
 - » 우남철
- » 국립기상과학원
 - » 연구기획과
 - » 기상연구관
 - » 박해숙

1.1. 여름철 집중호우 예보지원을 위한 진단인자 개발

국립기상과학원은 여름철 집중호우 분석과 예보지원을 위하여 강수 발생을 진단할 수 있는 두 가지 인자를 개발하고, 이들을 실시간으로 표출할 수 있는 체계를 구축했다. 첫 번째 인자는 준정체전선에서 발생하고 발달하는 중·종관규모의 하층 소용돌이도로, 이는 수평적 수렴을 통해 수분 유입과 상승 기류를 강화하며 여름철 집중호우 발생에 약 40% 기여한다. 두 번째 인자는 대칭 불안정도로, 준정체전선을 따라 비스듬히 상승하는 중규모 공기 덩어리의 불안정 강도를 나타내며, 값이 클수록 상승 기류가 활발해져 강수 발생 가능성이 높아진다. 이 두 진단인자는 기상청의 현업 수치모델 예측을 통해 생산되어 표출된다.

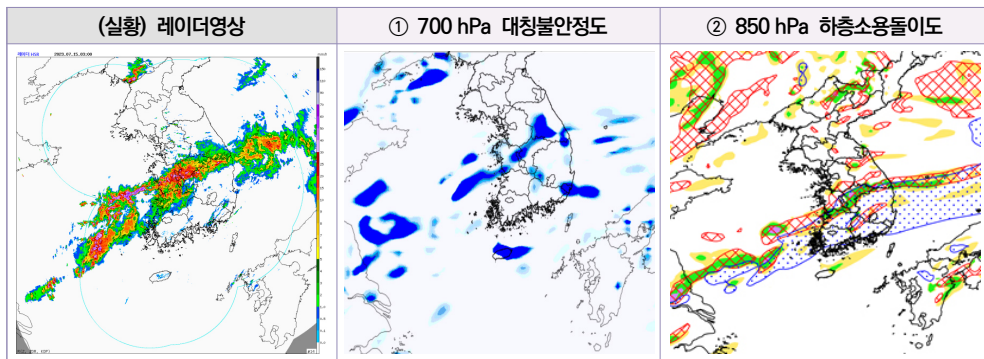


그림 4-61 한국형수치모델 48시간 예측장으로부터 산출된 진단인자 예시(2023. 7. 15. 03시 예측 결과)

2020년부터 수도권에는 인천공항 다목적 기상관측 제1 사이트와 인천기상대 등을 포함한 여러 거점관측소가 설치되어 서해상에서 발달하며 한반도로 유입되는 중규모 기상현상을

관측하고 있다. 윈드라이더, 무게식 우량계, 광학 우적계 등 다양한 장비가 이 관측소에 설치되었다. 기상청의 수도권 집중관측팀은 경북대, 미국 항공우주국(National Aeronautics and Space Administration: NASA) 등 국내외 기관과 함께 국제 공동 집중관측 프로그램을 운영 중이다. 윈드라이더는 2022년에 설치되어 연직 바람 분포, 연직 속도, 신호 대 잡음비, 난류 운동 에너지 등 핵심 관측자료를 제공하며, 이 정보는 수도권 집중관측 웹페이지를 통해 예보지원에 활용된다. 또한, 장마진단 인자 개발과 관측자료의 국제 공동 활용을 통해 중규모 기상현상에 대한 이해를 심화시키고 세계기상기구(World Meteorological Organization: WMO) 관측프로그램에 적극적으로 기여하고 있다.

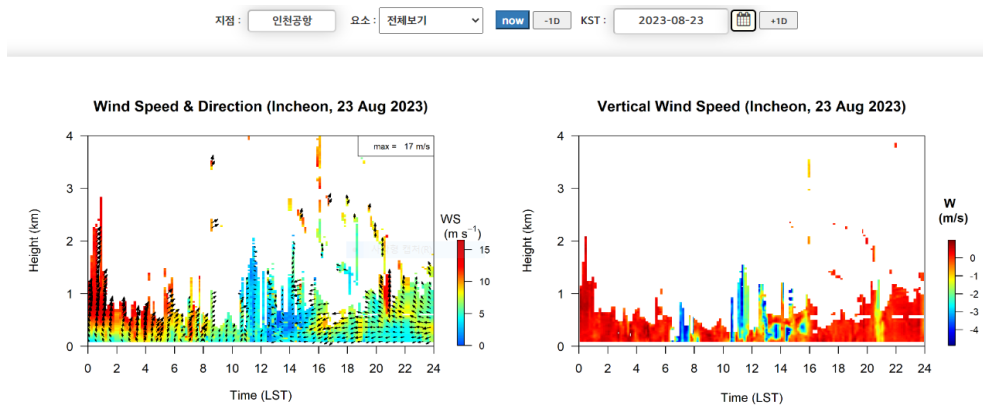


그림 4-62 윈드라이더 표출 예시(고도-시간 풍속·풍향 연직단면도(좌), 고도-시간 상승 속도 연직단면도(우), 2023. 8. 23.)

1.2. 관측장비 표준기술 규격 마련 및 입체관측 기술개발

기상관측 장비 및 자료 표준화 연구를 통해 라디오존데 하강 자료의 수집률을 높이기 위해 자체 개발한 이중 수신 기술을 개선하고, 도로 노면 센서, 강수량계 히터, 강우 감지기와 같은 현업 기상관측 장비의 표준 기술 규격을 개선하는 안을 마련했다. 또한, 표준기상관측소를 WMO 측정선도센터로 전환하며 각 지점별 활성화 계획을 수립하고 자체 운영 규정을 제정했다.

기상항공기를 활용한 위험 기상 선행관측은 수도권 집중관측, 북태평양고기압 가장자리 특별관측 등 다양한 관측캠페인과 함께 이루어졌으며, 총 54회, 206시간 34분 동안 관측이 수행되었다. 특히, 제7호 태풍 카눈의 진로에 따라 3일간 연속 관측을 통해 동해, 서해, 제주 남부에서 다양한 관측자료를 생산했다. 또한, ‘위험기상 집중관측자료 분석시스템’을

COMS-5와 연계하여 현업화하고 예보지원을 강화했으며, 관측자료의 품질관리 기술을 개발하여 관측자료의 신뢰도를 향상시켰다.

기상관측차량을 이용하여 강원 영동지역에서 대설, 강풍에 대한 공동 입체기상관측과 산불과 같은 재해 현장의 특별관측을 실시하여 위험 기상 현황의 실시간 감시와 예·특보 의사결정 지원에 활용됐으며, 위험 기상 이해도 제고에 기여했다. 또한, 중부내륙 고속도로를 중심으로 도로 기상 및 노면 정보 집중관측을 수행하여 도로 살얼음 예측모형의 검증 및 개선에 활용했으며, 시범서비스 구간을 확대하여 겨울철 교통안전을 위한 예측정보를 유관기관에 제공했다.

재해·재난 현장에서 신속한 기상지원을 위해 2022년에 개발된 휴대용 기상관측장비의 시제품을 개선했다. 방재기상시스템에 관측자료의 실시간 표출, GPS 방향 고정, 소형·경량화, 지시대 고정장치 등을 개선하여 기능을 강화하였다. 이외에도 지역별로 차별화된 호우 특보 기준을 마련하기 위해 최근 7년간 지역별 강수 특성과 호우 피해 특성을 분석하여 호우 특보 기준 변경이 필요한 지역을 제안했다. 또한, 대도시 기상특보 구역 세분화 방안 연구 결과를 토대로 부산·울산 특보 구역 세분화가 시험 운영되는 등 위험 기상에 효율적으로 대응할 수 있는 기반을 제공하였다.



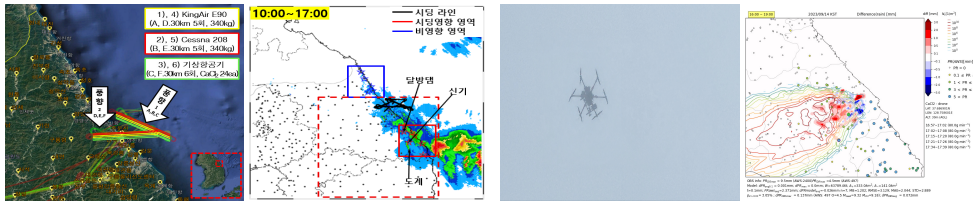
그림 4-63 관측 기술지원 및 활용연구 주요 실적

1.3. 산불 예방을 위한 인공강우 실험 확대

2023년에는 총 60회의 인공강우 실험이 수행되었으며, 이 중 36회는 항공 실험이다. 인공 증우 효과가 나타난 경우는 31회로, 실험 성공률이 약 86%에 달했다. 특히, 강원도에서는 다중항공기를 활용한 3연계 실험을 통해 국내 최대증우량 4.5mm(평균증우량 1.7mm)를 기록했다. 앞으로 5년간(2024~2029)은 다중항공기 연속 실험 기술을 강화하여 인공강우 항공 실험의 실용화를 위한 실증 실험을 계획하고 있다.

2023년 인공강우 지상 실험은 주로 강원지역의 산불 예방을 목적으로 총 24회가 진행되었다. 이를 통해 수치 및 관측 데이터 기반의 객관적 인공 증우량 추정 기법으로 14회 사례에서

평균적으로 약 1.4mm의 증우량을 확인했다. 9월 14일에는 드론을 활용한 지상 실험에서 최대증우량 2.8mm를 기록해, 산악지역에서 드론을 활용한 실험의 효율성 및 실효성을 평가할 수 있었다. 또한, 12월 10일의 지상 실험에서는 최대증우량이 약 4.1mm로 측정되어, 산악지역 실험의 가능성을 재확인했다. 향후 산악지역에서의 지상 실험기와 드론의 복합 활용 및 지역 확대 연구를 통해 실험의 입체화 및 효율성을 더욱 강화할 예정이다. 2024년에는 최대 8발의 실험 물질을 장착할 수 있는 수직 이착륙형 기상조절 실험 드론의 개발과 시험 운영을 통해 기상조절 실험 드론의 복합 운영체계 개발을 진행할 계획이다.



민간항공기 2대와 기상항공기 교대실험

(좌)실험사진, (우)인공강우 지상강수 및 수차증우량

그림 4-64 국내 최초 항공기 6회 연계 실험과 전용 드론 실험 결과

1.4. 서해상 대기질 입체관측을 통한 탄소 에어로졸 특성 규명

황사와 미세먼지와 같은 에어로졸은 기체상 오염물질과 상호작용하여 형성되고 변화하며, 서해상으로 유입되어 한반도에 영향을 미치기 때문에, 장거리 이동 에어로졸의 특성을 이해하기 위한 서해상 대기질 입체관측(Yellow Sea-Air Quality: YES-AQ)이 수행되었다. 2023년 YES-AQ는 국립기상과학원 주관하에 국립환경과학원, 한국표준과학연구원, 고려대학교, 경북대학교, 서울대학교, 연세대학교 등 총 6개 기관이 참여했다. 안면도 기후 변화감시소, 기상관측선 및 기상항공기를 활용한 3월 30일부터 5월 5일까지의 해상관측은 에어로졸의 자연적 및 인위적 기원과 변화과정에 대한 과학적 이해를 증진시키기 위해 실시되었으며, 특히 3~4월 서해상에서 채취한 유기탄소(이차오염원)와 원소탄소(일차오염원) 분석을 통해 이차오염원의 영향이 큰 것으로 나타났다.

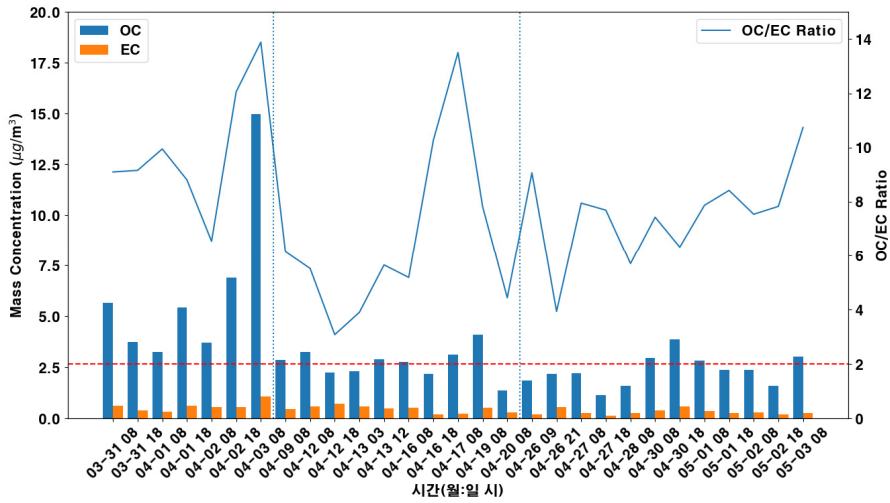


그림 4-65 유기탄소, 원소탄소 질량농도 및 유기탄소/원소탄소 비율

국립기상과학원은 기후재난에 선제적으로 대응하기 위해 기후 예측 기술개발 및 연구에 지속적으로 역량을 확대하고 있다. 겨울철 북반구 고위도 지상 기온 오차 개선을 위해 지면 초기화 변수를 확대하였고, 계절 내 이상기후 현상의 모의를 향상시키기 위해 고해상도 예측 생산 체계를 개발하였다. 또한, 자체 해양-해빙 초기장을 생산하기 위해 해양-해빙 재분석 생산 기반을 구축했다. 세계기상기구의 계절 내~계절 프로젝트에 제공 중인 기후 예측자료의 활용도를 높이고, 기상청 부이 자료를 검증하여 수심별 수온 예측정보를 대국민 서비스로 제공하였다.

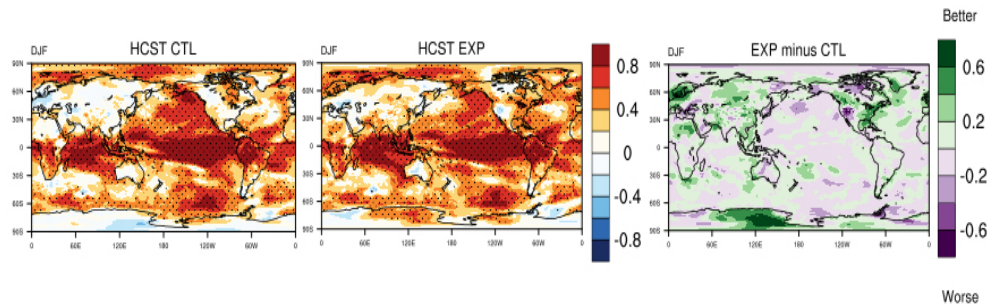


그림 4-66 지상 기온 여름철 및 겨울철 아노말리 상관계수의 지면 초기화 영향(녹색: 향상)

제1부
주요정책 및 이슈

제2부
기상기술 동향

제3부
분야별 기상정책

제4부
소속기관 추진업무

제5부
부록

1.5. 전지구 1.5°C 온난화 시 우리나라 극한 기후변화 전망

국가 탄소중립 정책 및 기후변화 적응대책 수립을 지원하기 위해 전지구 온난화 수준이 1.5°C, 2.0°C, 3.0°C에 도달했을 때의 우리나라 극한 기후 변화를 전망했다. 우리나라 지역별 기후변화 전망의 신뢰도를 높이기 위해 기후변화에 관한 정부간 패널(Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC) 제6차 평가보고서의 새로운 온실가스 경로(Shared Socioeconomic Pathways: SSP)를 기반으로 하고, 국가 기후변화 표준 시나리오 인증받은 남한 상세 기후변화 시나리오(수평해상도 1km)를 사용했다. 산업화 이전 대비 1.5°C, 2.0°C, 3.0°C 온난화 시 우리나라의 연평균기온은 현재 대비 각각 +0.7°C, +1.4°C, +2.6°C로 상승할 것으로 보이며, 기온 상승은 7월에 가장 크고 4월에는 비교적 작다. 이는 우리나라가 전지구 평균보다 기온 상승 폭이 클 수 있음을 시사한다.

강수량은 현재 대비 1.5°C 온난화 시에는 -1.3% 감소하고, 2.0°C, 3.0°C 온난화 시에는 각각 +4.1%, +5.7% 증가할 것으로 예상된다. 증가 폭은 7-9월에 가장 크며, 제주지역에서 강수량 증가가 가장 큰 것으로 전망된다. 극한 고온(연 최고기온)은 온난화에 따라 +1.4°C, +2.7°C, +3.8°C로 상승해 평균기온보다 더 큰 상승 폭을 나타내며, 중부내륙을 중심으로 폭염 발생이 크게 증가할 것으로 전망된다. 극한 강수량(1일 최대 강수량)도 온난화에 따라 +6.1%, +16.7%, +22.2% 증가해 강수량 증가 폭보다 크다. 현재 20년에 한 번 발생하는 극한 고온과 극한 강수 현상은 각각 2.8년, 1.6년, 1.2년 및 11.4년, 7.5년, 6.3년에 한 번 발생해 더 자주 발생할 것으로 전망된다. 이 결과는 기상청 기후정보포털을 통해 자세히 확인할 수 있다.

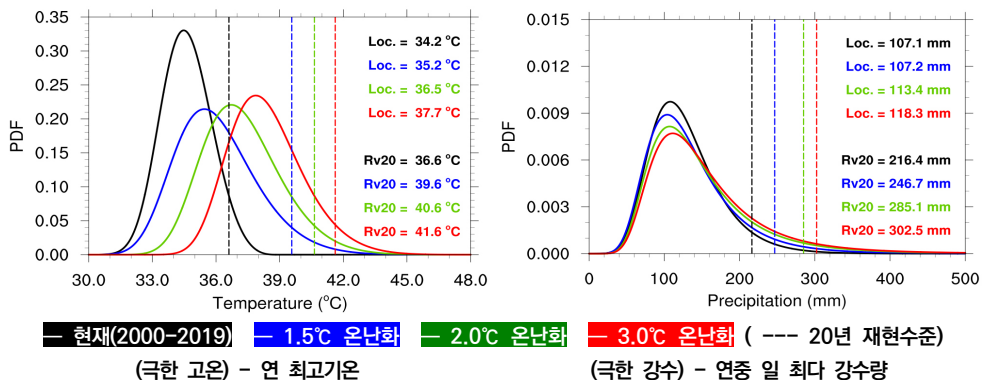


그림 4-67 현재 대비 온난화 수준별 극한 고온, 극한 강수 재현 빈도 변화

1.6. 난류 분석과 급변풍 예측으로 안전 운항 지원

정부는 한국형 도심항공교통(Korea-Urban Air Mobility: K-UAM)의 안전한 운항을 지원하기 위해 고층지역에서 민관 협력으로 대규모 실증사업인 K-UAM 그랜드 챌린지를 진행하고 있다. UAM은 도심에서 운영되는 특성상 복잡한 건물 구조로 인해 미세규모의 바람에 직접 노출되는데, 이는 특히 비행체가 이착륙할 때 중요한 영향을 미친다. 이에 대응하여, 국립기상과학원은 3차원 초음파풍속계를 사용하여 실증지역의 난류 특성을 분석하고, 미세규모의 상세바람 예측체계를 개발해 한국항공우주연구원에 준실시간 기상 정보를 제공하였다.

제주공항은 국내에서 이용량이 가장 많고 급변풍의 영향을 가장 많이 받는 공항이다. 한라산의 물뿜 현상으로 인해 제주공항 및 인근 지역에서 급변풍이 복잡하게 교란되므로 상세하고 정교한 기상 기술이 필요하다. 최근 5년간 봄철 제주공항에서 발생한 급변풍을 물뿜 현상과 관련해 상세히 분석한 결과, 물뿜 현상이 급변풍, 특히 마이크로버스트 현상과 높은 관련성을 가진다는 것을 확인했다. 이 현상의 영향을 실시간으로 모니터링할 수 있는 정보를 항공기상청에 제공했다. 또한, 제주지역에서 수집 가능한 모든 관측자료를 활용하여 기계학습 기법으로 제주공항의 급변풍을 예측하는 기초 기술을 개발했다.

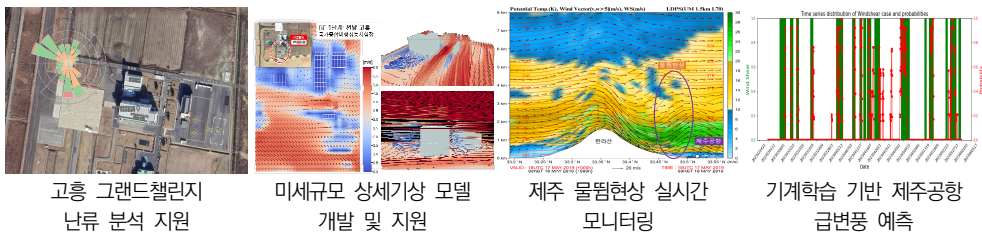


그림 4-68 한국형 도심항공교통 그랜드챌린지 및 제주공항 급변풍 기상지원을 위한 기술개발

1.7. AI 모델로 강화된 초단기 강수 예측 기술

고해상도 이미지 생성에 뛰어난 성능을 지닌 생성형 AI 모델, VQGAN(Vector Quantization Generative Adversarial Network)을 사용하여 강수 패턴을 추출하고, 대규모 기상자료의 메모리 사용 효율성을 개선하기 위해 양방향 트랜스포머 모델(MeBT: Memory-efficient Bidirectional Transformer)을 활용한 신속하고 정확한 초단기 정량 강수 예측 모델을 개발하였다. 이 모델은 30~40초 만에 3시간 동안의 10분 간격 강수

결과를 정확히 산출할 수 있으며, AI 기반 초단기 정량 강수 예측 모델의 성능과 운영 안정성을 검증하기 위해 2023년 6월부터 실시간 운영 테스트베드를 구축해, 실시간 강수 예측성과 사례를 검증했다. 2023년에는 손실함수를 변경하고 레이더 이동 벡터를 추가 학습함으로써 2020년 평균 기준 실측치 대비 70%의 정확도로 한반도 강수 분포를 예측하는 결과를 달성했다. 또한, 다양한 강수 유형(중부형, 남부형, 고립형)에 대해 분석한 결과 기존 현업 초단기 강수 예측 모델(MAPLE, KLAPS)보다 우수한 성능을 보였다.

위성 자료를 기반으로 레이더 관측 공백 지역에서 레이더 강수 정보를 생산하는 기술을 개발하였다. 조건부 생성형 AI 기법을 활용해 GK2A 위성 관측자료를 입력으로 동아시아 영역의 레이더 강수 정보를 산출하는 모델(Data to Data translation: D2D)을 개발했다. 산출된 공백 지역 강우 강도는 IMERG와 비교 및 검증 결과, 기존 GK2A 강우 강도나 최신 AI 모델(PERSIANN-CCS) 대비 향상된 성능을 보였다. 이를 통해 레이더 관측 공백 지역에서 레이더 강수 정보를 생산할 수 있으며, 이로 인해 초단기 강수 예측의 제한된 레이더 영역에 대한 한계를 보완할 수 있을 것으로 기대된다.

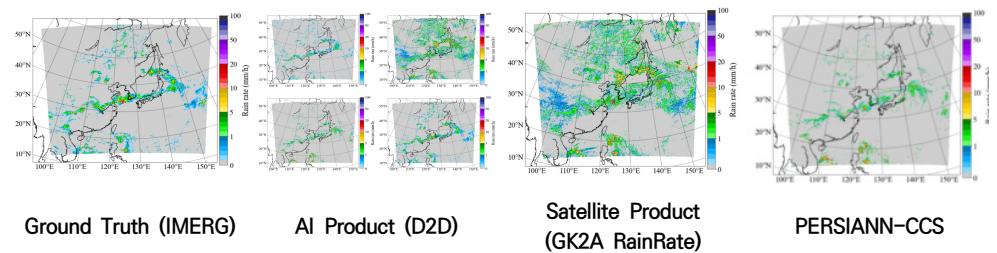


그림 4-69 공백 지역 강수 격자 자료 생성 예시(2021. 7. 5. 13KST)

» 항공기상청	기획운영과	기상사무관	남숙영
» 항공기상청	예보과	기상사무관	정대균
» 항공기상청	정보기술과	기상사무관	백종호
» 항공기상청	차세대항공기상팀	기상연구관	최준대

2.1.

안전하고 경제적인 항공운항 지원을 위한 예·특보 체계 강화

2.1.1. 항공기상 예측기술 체계화 및 공항예보 생산 자동화

항공기상청은 항공기 운항에 영향을 미치는 항공 위험기상 요소에 대한 예측기술을 축적하고 체계를 정립하기 위해 4대(급변풍·측풍, 해무, 대설, 해륙풍) 항공 위험기상 요소에 대한 예보기술 집약서인 「Why? How! 항공」을 발간하고, 예·특보의 정확도와 객관성 향상을 위해 공항별 지형특성에 따른 항공 위험기상 요소에 대한 최적의 예보 가이드선도 마련하였다. 또한, 미래지향적 예·특보 수행기반 조성을 위해 6월에는 초단기 및 다중모델 앙상블 기반의 이륙예보 자동생산 시험운영을 확대(2022년 군공항(6개소) → 민간공항(7개소)) 적용하였고, 7월에는 인공지능 활용 기술을 보유한 (주)엔씨소프트와 협약을 체결하여 항공기상정보문 자동생산 기술을 개발하고 12월에 정식 운영하였다.

2.1.2. 위험기상 대응 항공기상기술 기반 강화

항공기상청은 11월 3차원 레이더 바람자료를 활용한 공항지역의 급변풍 입체 탐지 기술을 개발하였고, 이를 통해 급변풍이 빈번한 제주공항부터 저층급변풍경고장비가 없는 공항까지 급변풍을 탐지할 수 있게 되었다. 또한, 김포공항의 측풍 상세정보를 제공하여 항공기 이·착륙을 지원하였다. 이 외에도 항공사와의 협업(간담회 2회, 합동 분석회의 2회)을 통해 위험기상 대응을 강화하는 등 다양한 노력을 기울였다. 더불어, 인접국과의 이음새 없는

공역특보 생산을 위해 중국항공기상센터와 협력하여 ‘한·중 공역특보 조정 프로젝트’를 11월부터 정식운영하는 등 국제적 네트워크 구축으로 글로벌한 항공 위험기상 대응 시스템을 마련하였다.



「Why? How! 항공」 발간 (주)엔비소프트와 MOU 체결 김포공항 직항 상세정보 제공

그림 4-70 항공기상 예·특보 체계 강화

2.2. 한반도에 최적화된 공항·항공로상 관측체계 구현

2.2.1. 제주공항 급변풍 대응을 위한 실시간·입체적 관측체계 마련

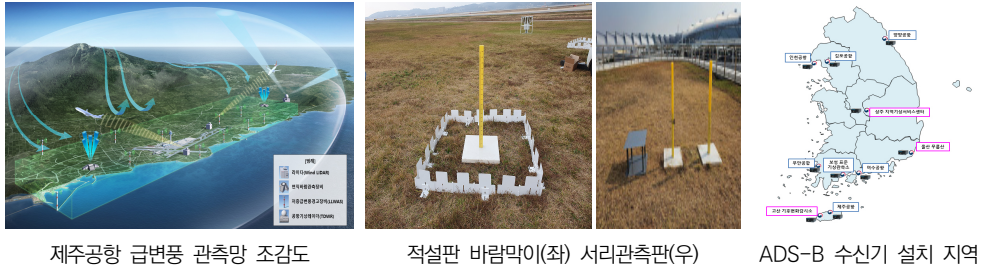
제주공항은 한라산의 영향으로 급변풍이 빈발하여 항공기 안전사고 위험성이 크고 대규모 결항에 따른 관광객 고립 등 사회적 이슈가 자주 발생한다. 이에 항공기상청은 국립기상과학원과 합동연구그룹을 구성하고 관련 수요자의 자문을 거쳐 제주공항 급변풍 입체탐지 및 예보체계 구축 계획을 수립(7월)하였다. 기존의 저층급변풍경고장비에 첨단기상관측장비(라이다 2대, 연직바람관측장비 2대) 도입을 통해 다양한 원인으로 발생하는 급변풍을 탐지하여 3차원 입체바람장을 구현하고 위험구역을 시각화하여 제공하고자 한다. 또한, 수평·연직 급변풍 및 물뿔현상을 예측하는 수치모델을 개발하고 급변풍 예보도의 체계를 마련하여 급변풍 예보의 기틀을 마련하였다. 이를 통해 최대 2일 전 제주공항 급변풍 발생 가능성과 예상 영향구역에 대한 항공운항 의사결정을 지원하고자 한다.

2.2.2. 공항의 항공특화 관측환경 조성과 공역 관측자료 확대 수집

항공기상청은 공항 활주로의 특수환경을 고려한 효율적 관측을 위해 항공 특화 겨울철 관측환경을 조성하였다. 유도로를 따라 이동하는 항공기 후류 영향 최소화를 위해 전국 7개 공항 적설판 주변으로 특수제작한 바람막이를 설치(10월)하여 적설판측자료 품질향상을 도모하였고, 겨울철 공항운영에 큰 영향을 미치는 항공기 서리착빙에 대한 제·방빙 예보기술

확보와 통일된 관측을 위해 항공기 기체와 같은 재질의 서리착빙 관측판을 설치(11월)하여 운영을 시작하였다.

또한, 공역·항공로상 관측 공백지역 최소화를 위해 방송용 자동종속 감시(ADS-B) 수신기 이전(2개) 및 확대(1대)를 통해 항공기 기반 관측자료 수집영역을 남쪽으로 동중국해와 일본 내륙(히로시마)까지 확대하여 관측자료 활용성 강화를 위한 품질관리 체계를 강화하였다.



제주공항 급변풍 관측망 조감도

적설판 바람막이(좌) 서리관측판(우)

ADS-B 수신기 설치 지역

그림 4-71 한반도 최적화 공항·항공로상 관측체계 구축

2.2.3. 신규 울릉공항 기상지원 준비와 미래관측기술 개발

항공기상청은 2025년 12월 개항 예정인 울릉공항의 항공기상정보를 원활하게 생산·제공하는 기반을 마련하기 위해 과거 통계자료를 활용하여 항공기 운항에 영향을 미칠 수 있는 주요 위험기상(급변풍·측풍, 대설, 시정 등)을 심층 분석하였고, 조사분석용 항공기상관측 장비를 설치하여 관측자료를 수집하는 등 공항예정지 기상분석을 추진하고 있다.

또한, 미래 항공교통체계 전환에 따라 관측 자동화 수요에 적극 대응하기 위해 카메라 기반 영상자료를 활용하여 목측요소(시정, 구름 등)를 산출하는 자동 관측기술 개발을 2021년부터 추진하였다. 청내 전문 연구기관인 국가기상위성센터, 기상레이더센터, 국립기상과학원과 중장기(2022~2025년) 협업체계를 구축하여 항공 위험기상 관측기술 고도화 및 항공기상관측 디지털 전환을 준비하고 있다.



그림 4-72 카메라 기반 자동 관측기술 개발

제1부
주요정책 및 이슈

제2부
기상기술 동향

제3부
분야별 기상정책

제4부
소속기관 추진업무

제5부
부록

2.3. 수요자 중심 효용성 높은 항공기상서비스로의 전환

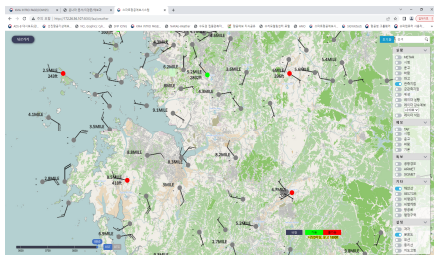
2.3.1. 수요자별 맞춤형 항공기상서비스 제공

항공기상청은 항공사, 공항공사, 항공교통본부, 공군 등 다양한 수요자와의 소통채널을 운영하여 요구사항을 파악하고 수요에 부합하는 맞춤 항공기상서비스를 제공하였다.

8월에는 저고도 항공기상서비스 활용성을 제고하고 업무체계 정립을 위한 계획을 수립하여 저고도 운항자에게 활용도 높은 정보제공을 위한 기반을 마련하였으며, 12월에는 저고도 운항 항공기에 대한 운항목적별·권역별 상세기상정보 콘텐츠 및 저고도 기상정보 통합표출 플랫폼을 개발하였다.

또한, 항공교통관제(관제탑, 접근, 지역) 의사결정 지원을 위한 통합기상정보지원 개념을 설계(11월)하였고, 지상조업자의 안전한 작업환경 지원을 위해 폭염·한파에 대한 위험수준 및 대응요령 등의 영향정보를 제공하였으며, 낙뢰로 인한 안전사고 예방을 위해 정보활용에 취약한 관계자를 대상으로 낙뢰정보 전달체계를 확대(전광판, 문자서비스, 공항공사 앱 등) 제공하여 현장 근무자의 신속한 안전 대응을 지원하였다.

항공기상정보를 사용하는 항공종사자들의 이해와 활용도를 높이기 위한 맞춤형 교육을 확대·추진하였다. 저고도 운항자 대상 기본과정(5월·10월/38명)을 운영하고, 항공사 요청에 따라 운항관리사 대상 심화과정(6월/18명)을 신설하였다. 앞으로도 수요·설문조사를 통해 항공종사자를 위한 항공기상과정의 커리큘럼을 개선하여 만족도 높은 교육을 운영할 것이다.



저고도 기상정보 통합표출 플랫폼

등급	낙뢰알림 제공기준	서비스 내용
주의	- 8~16km 내 최초 관측 시최초 알림 - 10분 동안 낙뢰 관측집계 알림	주의) 00공행 주변 8~16km 내 낙뢰 발생 8km~2건, 16km~2건 주의) 00공행 최근 10분간 낙뢰 5km~2건
경계	- 8km 내 최초 관측 시 - 10분 동안 낙뢰 관측집계 알림	경계) 00공행 주변 5~8km 내 낙뢰 발생 8km~2건, 16km~2건 경계) 00공행 최근 10분간 낙뢰 5km~2건
심각	- 5km 내 최초 관측 시 - 10분 동안 낙뢰 관측집계 알림	심각) 00공행 주변 5km 내 낙뢰 발생 8km~2건, 16km~2건 심각) 00공행 최근 10분간 낙뢰 5km~3건
중요	- 주의경계심각 단계에서 10분 동안 낙뢰 미관측 시 알림	중요) 00공행 최근 10분 낙뢰 없음

낙뢰알림 제공기준·서비스 내용 / 푸시알림



그림 4-73 수요자 맞춤형 항공기상서비스

2.3.2. 항공기상서비스 효용 분석 및 전달체계 개편

항공기상청은 실효성 있는 항공기상서비스 제공을 위하여 수요자(조종사, 관제사, 공항 운영 관계자 등)의 다양한 항공기상정보 수요를 파악하기 위하여, 분기별로 누리집·앱의 접속현황을 분석하고 사용자 간담회 및 찾아가는 활용 설명회(총 19회)를 개최하였다. 사용자의 활용성·편의성 강화를 위해 국적항공사가 신규 취항한 국외공항 기상정보서비스를 확대(213개소 → 269개소)하고, 기상원인에 의한 비정상운항(결항, 지연) 발생시 운항정보와 공항기상정보 통합 표출로 여행객 맞춤서비스 제공, 공역기상 모니터링 콘텐츠 개선, 웹 기반 AIREP(항공기보고) 입력체계 구축, 우주기상주의보 등 대상별·분야별 특화 서비스를 확대하였다.

또한, 3월에는 반응형 웹으로 모바일 활용성을 향상시킨 전문가용 ‘항공운항지원 기상서비스’ 누리집을 전면 개편하였고, 6월에는 ‘항공날씨’ 스마트폰 앱을 신규 배포하였다.



그림 4-74 항공항행 기상정보 서비스

2.4. 미래 항공기상 선도기술 확보와 기관성장 가속화

2.4.1. 차세대 항공기상서비스 전환을 위한 기술개발 추진

항공기상청은 미래항공교통 변화에 효과적으로 대응하고 비행단계별 항공운항 의사결정 지원을 위한 ‘차세대 항공교통 지원 항공기상 기술개발(NARAE-Weather)’ 사업을 추진 (2022~2026년)하고 있다. 이 사업은 세계항공계획과 우리나라의 국가항공계획에 따라 항공기상정보를 디지털 기반의 입체적 정보로 전환하고, 항공기 이륙부터 착륙까지 전 단계를 지원하는 지능형 항공기상정보 서비스체계 실현을 목표로 한다. 2차년도인 2023년에는

입체화된 항공기상정보를 사용자가 원하는 시점에 맞춤 형태로 제공하는 ‘4D 통합항공기상 데이터 플랫폼’ 기술의 기본설계와 비행단계별 최적화된 항공기상 특화 예측모델에 대한 원형기술 개발을 추진하였고, 항공운항 의사결정 지원을 위해 영향정보로의 전환체계 설계와 차세대 항공기상서비스 운영개념도를 도출하였다. 8월에는 의사결정 지원 항공기상정보 전환 기술개발 사용자 설명회를 개최하여 향후 서비스 방향에 대해 의견을 수렴하는 등 실효성 높은 서비스 기술개발에 노력하고 있다.

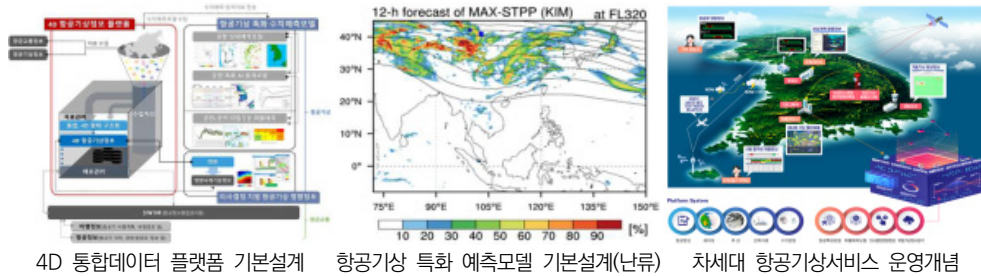


그림 4-75 차세대 항공교통 지원 항공기상 기술개발

2.4.2. 기관 지속 성장을 위한 전문인력 양성 및 제도 마련

항공기상청은 항공기상 전문인력 양성과 국제활동을 강화하는 등 기관 지속성장을 추구하고 있다. 이를 위해 직무별 역량을 강화하기 위한 역량개발체계를 구축하였고, 항공기상업무를 수행하는데 필요한 역량을 지속적으로 향상시키고 있으며, 온라인 학습 플랫폼을 통해 직원들이 자기주도적으로 학습할 수 있는 환경을 조성하여 전문성 향상을 지원하고 있다. 또한, 국제사회에서의 활동 영역을 확대하기 위해 항공기상 국제전문가를 선정(3개 직무/6명) 하였으며, 이들은 국제민간항공기구(ICAO)가 주최하는 국제회의에 참여하여 항공기상과 관련된 국제정책을 논의하고 국제사회의 일원으로서 활발한 역할을 수행할 것이다. 선정된 전문가들은 국제업무 전문성 강화를 통해 국제사회에서의 경쟁력을 강화할 예정이며, 이를 통해 항공기상청은 국제무대에서 능동적으로 항공기상을 선도하는 기관으로 도약하고자 한다.

부록



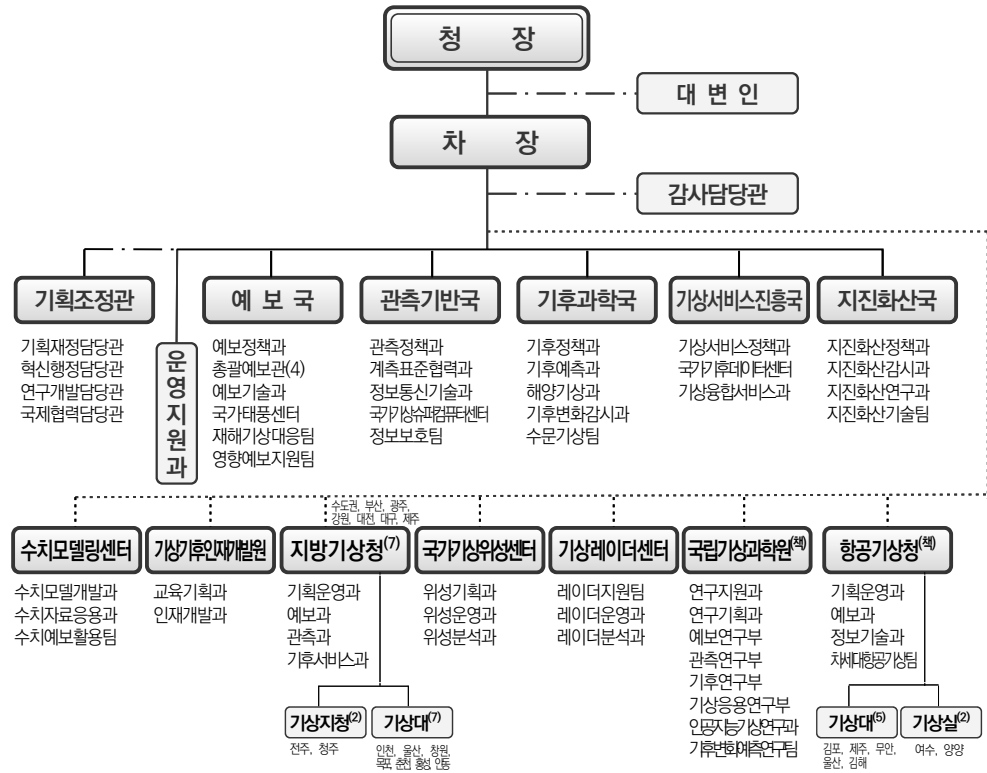
-
01. 기상청 기구도
 02. 예산 및 결산
 03. 법령 및 행정규칙 정비
 04. 기상관측장비 현황
 05. 청사 현황
 06. 각종 발간자료 현황
 07. 정부포상 현황
 08. 2023년도 주요업무 추진일지

01

기상청 기구도

» 기획조정관 | 혁신행정담당관 | 기상사무관 | 교수미

<조직>



※ 산하기관: 한국기상산업기술원, APEC기후센터, (재)차세대수치예보모델개발사업단

<정·현원>

2023. 12. 31.

구분 (개소)	본청	수치 모델링 센터	기상 기후 인재 개발원	지방기상청			국가기 상위성 센터	기상 레이더 센터	국립 기상 과학원	항공기상청			계
				본부 (7)	지청 (2)	기상대 (7)				본부 (1)	기상대 (5)	기상실 (2)	
정원	428	54	17	399	82	35	49	45	118	67	39	8	1,341
현원	442	54	18	394	82	34	49	45	120	67	40	8	1,353

※ 현원에 별도정원 전문임기제 7명 포함(본부3명, 국립기상과학원4명)

2.1. 예산 개요

기상청의 2023년도 예산은 전체 일반회계와 혁신도시건설특별회계로 편성되었다. 세입 예산은 2022년도보다 13,286백만 원(△62.0%) 감액된 8,133백만 원이 편성되었고, 세출예산은 2022년도보다 14,016백만 원(3.1%) 증액된 467,698백만 원이 본예산으로 편성되었다. 세출예산(본예산 기준) 일반회계를 경비별로 구분하면 인건비 107,724백만 원(전년대비 536백만 원 증액, 0.5% 증), 기본경비 16,020백만 원(전년대비 210백만 원 증액, 1.3% 증), 주요사업비가 342,884백만 원(전년대비 13,145백만 원 증액, 4.0% 증, 혁특 3,044백만 원(전년대비 2,099백만 원 증액, 222.1% 증)으로 편성되었다. 인건비 22.9%, 기본경비 3.4%, 주요사업비가 73.7%이다. 주요사업비 중 일반사업은 149,870백만 원(43.3%), R&D는 109,533백만 원(31.7%), 정보화사업은 76,196백만 원(22.0%), ODA 사업은 7,285백만 원(2.1%), 혁신도시특별회계 3,044백만 원(0.9%)가 편성되었다.

한편, 기획재정부 소관 국유재산관리기금으로 국가기상슈퍼컴퓨터센터 제2전산동 증축 등에 12,923백만 원(전년대비 9,106백만 원 증, 238.6% 증)으로 편성되었고 기후대응기금으로 기후변화 상황지도 생산 및 서비스사업에 876백만 원(순증)도 편성되었다.

2.2. 세입 세출 예산 내역

2023년도 세입예산은 재산수입 523백만 원(전년 동), 경상이전수입 3,667백만 원(전년 대비 △14,232백만 원 감액, △79.6% 감), 재화 및 용역 판매수입 3,903백만 원(전년대비 946백만 원 증액, 32% 증), 관유물 매각대 40백만 원(전년 동)을 편성하였다.

2023년도 세출예산의 경우 프로그램별로 살펴보면 기상예보 11,758백만 원(전년대비 3,710백만 원 증액, 46.1% 증), 기상관측 129,640백만 원(전년대비 6,917백만 원 증액, 5.6% 증), 기후변화 과학 15,016백만 원(전년대비 424백만 원 증액, 2.9% 증), 기상서비스 진흥 31,591백만 원(전년대비 2,093백만 원 증액, 7.1% 증), 기상연구 66,133백만 원(전년대비 6,481백만 원 감액, △6.6% 감), 책임행정기관 운영 66,343백만 원(전년대비 3,777백만 원 증액, 6.0% 증), 국제협력교육홍보 11,055백만 원(전년대비 409백만 원 증액, 3.8% 증), 기상행정 지원 138,136백만 원(전년대비 3,341백만 원 증액, 2.5% 증)으로 편성하였다. 이 중 신규사업은 위험기상 선제대응 기술개발(R&D) 1개 사업으로 3,150백만 원이 순증되었고, 종료사업은 없었다.

표 5-1 2023년도 신규사업 현황

(단위: 백만 원)

사업명	2023예산	사업내용
위험기상 선제대응 기술개발(R&D)	3,150	기후변화 영향으로 복잡·다양해지는 기상재해에 대한 선제적 대응 능력 확보와 위험기상 예측능력 향상을 위해 기존의 역학적 접근방식 및 기상학적 개념모델을 개선하고, 호우·대설 등 강도 높은 위험기상의 발생원인을 규명하는 등 새로운 기상예보기법을 연구

일반사업은 지상·고층 기상관측망 확충 및 운영사업에서 도로기상관측망 구축 등을 반영하여 2,487백만 원이 증액된 21,749백만 원으로 편성하였고 기상·지진장비 인증센터 구축 및 운영사업에서 기준장비 도입 등 11,152백만 원이 증액된 19,136백만 원 증액 편성하였다. 해양기상기지 구축 및 운영사업 제3해양기상기지 공사비 등 2,558백만 원 증액된 5,114백만 원을 편성하였고 기상산업 활성화 사업에서 한국기상산업기술원 대전 이전(1차) 등 2,694백만 원 증액된 15,350백만 원을 편성하였다.

한편, 지진관측망 확충 및 운영사업은 지진관측소 이전 완료 소요 등을 반영하여 감액 편성하였다.

R&D 사업은 차세대 항공교통 지원 항공기상 기술개발(R&D)사업에서 항공 위험기상 상세 예측 검증 기술개발 등을 반영하기 위해 2,500백만 원 증액된 4,200백만 원으로 편성하였다. 한반도 지하 단층·속도구조 통합모델 개발(Ⅱ)(R&D)사업은 강원권 지하단층 모델 개발 등을 위해 1,070백만 원 증액된 3,255백만 원을 편성하였다.

한편, 기상재해 사전대비 중심의 시·공간 통합형 수치예보기술 개발(R&D)사업은 인건비 등의 감액 소요 반영하였고 기후 및 기후변화 감시·예측정보 응용 기술개발(R&D)사업은 연구과제 일부 종료 등으로 감액 편성하였다.

정보화사업은 선진예보시스템 구축 및 운영(정보화) 사업은 선진예보시스템 II 정보화 전략계획 수립 후 시스템구축(1차년도) 등 3,781백만 원 증액된 9,872백만 원을 편성하였고, 기상정보통신시스템 운영(정보화)사업에서 정보보호시스템 개선 등 503백만 원 증액된 15,722백만 원으로 편성하였다.

한편, 기상용 슈퍼컴퓨터 운영(정보화) 사업은 슈퍼컴 4호기 운영 종료 등으로 감액 편성하였다.

표 5-2 2023년도 프로그램별 세출예산현황

(단위: 백만 원, %)

구분	2022예산		2023년 예산	증감 (C-A)	증감율 (C-A/A*100)
	본예산(A)	추경(B)	본예산(C)		
합계	453,682	452,087	469,672	15,990	3.5
1. 기상예보 프로그램	8,048	8,005	11,758	3,710	46.1
2. 기상관측 프로그램	122,723	122,655	129,640	6,917	5.6
3. 기후변화 과학 프로그램	14,592	14,538	15,016	424	2.9
4. 기상서비스 진흥 프로그램	29,498	29,476	31,591	2,093	7.1
5. 기상연구 프로그램	70,814	70,438	66,133	△4,681	△6.6
6. 책임행정기관 운영 프로그램	62,566	62,080	66,343	3,777	6.0
7. 국제협력교육홍보 프로그램	10,646	10,469	11,055	409	3.8
8. 기상행정 지원 프로그램	134,795	134,381	138,136	3,341	2.5

2.3. 세입 세출 결산 내역

세입 수납액은 6,785백만 원으로, 2022년도 수납액 5,693백만 원 대비 1,092백만 원 (19%)이 증가하였다. 주요 세입 수납내역은 항공기상 및 기상정보사용료 등 면허료 및 수수료 3,473백만 원, 대행업무사업 및 연구개발사업 집행잔액 등 기타경상이전수입 2,578백만 원, 대구, 밀양, 전북기상과학관 등 입장료 129백만 원, 토지 및 건물대여료 등 42백만 원이다.

표 5-3 2023년도 세입 수납 내역

(단위: 백만 원)

수입과목	세입예산액	징수결정액	수납액	미수납액	불납결손액
총계	8,133	6,830	6,785	32	14
재산수입	523	455	446	9	-
경상이전수입	3,667	2,752	2,716	23	14
재화 및 용역판매수입	3,903	3,610	3,610	-	-
관유물매각대	40	13	13	-	-

세출 예산액은 469,672백만 원으로, 지상·지진장비 인증센터 구축 및 운영사업비 1,448백만 원, 기상청 청사시설관리 사업 7,198백만 원 등 2022년도 이월액 15,447백만 원을 포함한 예산 현액은 485,119백만 원이다. 예산현액 대비 94.6%인 459,126백만 원을 지출하였으며, 2.5%인 12,232백만 원을 2024년도로 이월하였고, 2.8%인 13,761백만 원을 불용 처리하였다.

표 5-4 2023년도 프로그램별 지출 현황

(단위: 백만 원, %)

순번	구분	예산액 (추경)	예산현액 (A)	지출액 (B)	이월액 (C)	불용액 (D)	집행율 (B/A)
	합계	469,672	485,119	459,126	12,232	13,761	94.6
1	기상예보 프로그램	11,758	11,758	11,520	-	238	98.0
2	기상관측 프로그램	129,640	137,951	131,252	4,803	1,895	95.1
3	기후변화 과학 프로그램	15,016	15,048	14,767	44	237	98.1
4	기상서비스 진흥 프로그램	31,591	34,105	33,163	725	217	97.2
5	기상연구 프로그램	66,133	66,224	64,864	106	1,254	98.0
6	책임행정기관 운영 프로그램	66,343	65,963	62,973	613	2,377	95.5
7	국제협력교육홍보 프로그램	11,055	11,055	10,639	-	416	96.2
8	기상행정 지원 프로그램	138,136	143,014	129,947	5,940	7,127	90.9

03

법령 및 행정규칙 정비

표 5-5 2023년 기상청 법령 제·개정 및 폐지현황

법령명	발령번호 및 공포·시행일자	발의자	형식	주요내용
기상법	법률 제19225호 (2023.2.14. 공포, 2024.2.15. 시행)	안호영 의원 · 윤준병 의원 · 강은미 의원	일부 개정	기후변화 관측망의 구축 및 운영에 관한 근거를 신설하는 등 기후변화감시를 강화하기 위한 법적 근거를 마련하여 기후변화로 인한 기상재해로부터 국민의 안전이 실질적으로 보장받을 수 있는 체계를 구축하는 한편, 국가기상 기본계획의 수립·시행 체계를 정비하고, 예보와 특보를 세분화하며, 예보 및 특보를 생산하는 예보관의 자격, 업무·교육에 관한 사항을 신설하는 등 예보 및 특보 업무 전반을 상세하게 규정함으로써 예보 및 특보에 대한 국민의 신뢰도를 높이고 위험기상으로 인한 재해에 효율적으로 대응할 수 있도록 함
기상법 시행규칙	환경부령 제1044호 (2023.6.28. 공포, 2023.6.28. 시행)	정부	일부 개정	기후자료와 기상업무 외의 분야의 자료를 접목하여 생산하는 융합특화기상정보의 분야를 생활안전 분야, 교통안전 분야 및 산업 분야 등으로 구체화함으로써 기상현상의 경제적·사회적 파급효과가 증가하는 현실에 대응하고 국민에게 제공하는 융합특화기상정보의 범위를 보다 명확히 함
기상산업 진흥법 시행규칙	환경부령 제1034호 (2023.4.27. 공포, 2023.4.27. ·2024.1.1. 시행)	정부	일부 개정	기상예보사 또는 기상감정사가 보수교육을 이수하지 않은 경우에 부과하는 면허정지 등의 행정처분을 위반 횟수에 따라 세분화하는 한편, 기상예보사 등에 대한 가중처분의 기간 계산과 차수 산정 방법 등 행정제재의 기준을 명확히 함
기후·기후변화 감시 및 예측 등에 관한 법률	법률 제19757호 (2023.10.24. 공포, 2024.10.25. 시행)	임이자 의원	제정	기후·기후변화에 대한 과학적인 감시 및 예측 등에 필요한 사항을 정하여 기후변화로부터 생태계 및 기후체계를 보호하고 공공복리를 증진하는 데에 이바지함

제1부
주요정책 및 이슈

제2부
기상기술 동향

제3부
분야별 기상정책

제4부
소속기관 추진업무

제5부
부록

표 5-6 2023년 기상청 행정규칙 제·개정 및 폐지현황

행정규칙명	발령번호 및 시행일자	형식	주요내용
기상청 예산집행심의회 규정	훈령 제1066호 (2023.1.4.)	일부 개정	예산집행심의회 의 서면 의결 사유를 「행정기관 소속 위원회의 설치·운영에 관한 법률」 및 같은 법 시행령의 규정에 맞추어 정비하는 한편, 「훈령·예규 등의 발령 및 관리에 관한 규정」에 따라 재검토기한을 연장함
기상측기 검정대행기관 관리규정	훈령 제1067호 (2023.1.5.)	일부 개정	기상측기 검정대행기관의 효율적인 관리를 위하여 점검 시 확인해야 하는 사항을 추가하는 한편, 법률에서 위임받지 않은 행정제재의 세부기준에 관한 규정을 삭제하는 등 현행 규정의 운영상 나타난 미비점을 개선·보완함
기상청 사무분장 규정	훈령 제1068호 (2023.1.31.)	일부 개정	국가 지진대응 역량을 강화하기 위하여 기상청에 지진경보체제의 구축·운영에 필요한 인력 2명(6급 1명, 연구사 1명)과, 지방기상청에 국립서해안기후대기센터 운영에 필요한 인력 2명(6급 1명, 7급 1명)을 증원하는 등의 내용으로 「기상청과 그 소속기관 직제 시행규칙」이 개정(환경부령 제1014호, 2022. 12. 20. 공포·시행)됨에 따라 기상청과 소속기관에 그 분장사무를 반영하고 현행 제도의 운영상 나타난 일부 미비점을 개선·보완함
기상청 위임·전결 규정	훈령 제1069호 (2023.1.31.)	일부 개정	국가 지진대응 역량을 강화하기 위하여 기상청에 지진경보체제의 구축·운영에 필요한 인력 2명(6급 1명, 연구사 1명)과, 지방기상청에 국립서해안기후대기센터 운영에 필요한 인력 2명(6급 1명, 7급 1명)을 증원하는 등의 내용으로 「기상청과 그 소속기관 직제 시행규칙」이 개정(환경부령 제1014호, 2022. 12. 20. 공포·시행)됨에 따라 기상청과 소속기관에 그 분장사무를 반영함
지진화산 업무규정	훈령 제1070호 (2023.4.10.)	일부 개정	실효성 있는 지진정보의 전달을 위하여 지진 통보 발표 기준에 미치지 못할 경우라도 알릴 필요가 있는 경우에는 지진정보를 통보할 수 있도록 하고, 방재지진화산본부의 주요임무를 정비함
기상청과 그 소속기관 직제 시행규칙 개정에 따른 2개 훈령 일괄개정훈령	훈령 제1071호 (2023.4.18.)	일괄 개정	「기상청과 그 소속기관 직제 시행규칙」(환경부령 제1026호, 2023. 3. 28. 공포·시행)이 기상현상의 사회적·경제적 영향에 대한 분석기술 개발 및 지역별 영향예보 서비스를 강화하기 위하여 총액인건비제를 활용하여 기상청 예보국에 2026년 3월 31일까지 존속하는 영향예보지원팀을 신설하는 내용으로 개정됨에 따라 예보국의 부서 명칭 변경 및 조직개편 사항의 반영이 필요한 우리 청 훈령*을 일괄개정함 * 「기상청 국제기상협력업무규정」, 「기상청 인사관리규정」
기상측기검정규정	훈령 제1072호 (2023.5.4.)	폐지	「기상관측표준화법」이 기상관측의 정확성과 기상관측장비 운용의 효율성을 높이기 위하여 관측 용도로 제공되는 기상측기에 대한 형식승인 제도를 도입하는 등의 내용으로 개정됨에 따라 기상측기의 검정 절차에 필요한 세부사항을 기상청고시로 정하기 위하여 이 훈령을 폐지함
우주기상 예·특보 업무규정	훈령 제1073호 (2023.5.4.)	일부 개정	「기상법 시행령」에서 기상청장에게 위임한 사항에 따라 우주공간에서의 물리적 현상이 기상현상, 기후 및 기상위성에 미치는 영향에 대한 예보의 세부종류·내용 등에 관한 사항을 정비하고 「기상법」의 중복 규정을 삭제 정비하는 한편, 「훈령·예규 등의 발령 및 관리에 관한 규정」에 따라 재검토기한을 연장함

행정규칙명	발령번호 및 시행일자	형식	주요내용
기상청 사무분장 규정	훈령 제1074호 (2023.5.8.)	일부 개정	기상청의 중대산업재해 관련 안전·보건에 관한 업무의 총괄·관리에 필요한 인력 1명과 지방기상청기상관측차량의 운영에 필요한 인력 4명(을 각각 증원하고, 국립기상과학원의 아시아·태평양경제협력체 기후센터(APCC)에 관한 업무를 기상청 기후과학국으로 이관하며, 지역별 영향예보 서비스를 강화하기 위하여 기상청 예보국에 영향 예보지원팀을 신설하는 등의 내용으로 「기상청과 그 소속기관 직제 시행규칙」이 개정(환경부령 제1026호, 2023. 3. 28. 공포·시행)됨에 따라 기상청과 소속기관에 그 분장사무를 반영하고 현행 제도의 운영상 나타난 일부 미비점을 개선·보완함
기상청 위임·전결 규정	훈령 제1075호 (2023.5.8.)	일부 개정	「적극행정 운영규정」이 개정(대통령령 제33158호, 2022. 12. 27. 개정·시행)됨에 따라 적극행정 추진으로 인해 기소 전 수사 단계에 있거나 민사상 책임 관련 소송을 수행하는 공무원에 대한 법률 지원을 의무화하고, 적극행정위원회 민간위원의 임기를 2년으로 하되 두 차례만 연임할 수 있도록 하는 한편, 민간위원의 해촉 규정을 정비함
기상청 적극행정위원회 운영규정	훈령 제1076호 (2023.5.8.)	일부 개정	「적극행정 운영규정」이 개정(대통령령 제33158호, 2022. 12. 27. 개정·시행)됨에 따라 적극행정 추진으로 인해 기소 전 수사 단계에 있거나 민사상 책임 관련 소송을 수행하는 공무원에 대한 법률 지원을 의무화하고, 적극행정위원회 민간위원의 임기를 2년으로 하되 두 차례만 연임할 수 있도록 하는 한편, 민간위원의 해촉 규정을 정비함
기상청 공무원 당직 및 비상근무 시행세칙	훈령 제1077호 (2023.5.4.)	일부 개정	당직근무자의 휴식권을 보장하기 위하여 당직근무 종료시각이 속하는 날이 토요일 또는 공휴일인 경우에도 일정 시간 동안 휴무(休務)하게 하는 등 현행 규정의 운영상 나타난 미비점을 개선·보완함
예보업무규정	훈령 제1078호 (2023.5.11.)	일부 개정	폭염 피해에 효과적으로 대응할 수 있도록 폭염특보의 발표기준을 기존 일최고기온에서 기온뿐만 아니라 습도도 함께 고려하는 일 최고 체감온도 또는 체감온도로 변경하는 한편, 미세먼지 및 황사 예보·경보제 통합운영에 따른 환경부의 미세먼지 경보 권역 변경 사항을 기상청 황사특보구역에 반영하여 운영함
기상박물관 소장품 수집 및 관리에 관한 규정	훈령 제1079호 (2023.6.9.)	전부 개정	국립기상박물관 소장품의 수집 및 관리에 관한 사항뿐만 아니라 국립기상박물관의 효율적인 운영에 필요한 사항을 규정하기 위하여 기존의 「기상박물관 소장품 수집 및 관리에 관한 규정」의 제명을 「국립기상박물관 운영에 관한 규정」으로 변경하고, 국립기상박물관의 운영에 필요한 구체적인 절차나 방법을 규정함
기상청 연구용역사업 관리규정	훈령 제1080호 (2023.6.13.)	전부 개정	연구목적에 부합하는 효율적인 연구용역사업 추진을 위하여 추진체계를 재정립하고, 「국가연구개발혁신법」이 제정(법률 제17343호, 2020. 6. 9. 공포, 2021. 1. 1. 시행)됨에 따른 보안, 부정행위, 연구윤리에 관한 적용 사항을 반영하는 등 현행 제도의 운영상 나타난 일부 미비점을 개선·보완함
기상청 업무협약 관리 규정	훈령 제1081호 (2023.6.21.)	일부 개정	기상청 업무협약의 체결일자 및 기간 등에 대한 원칙을 명확히 하는 한편, 「훈령·예규 등의 발령 및 관리에 관한 규정」에 따라 재검토기한을 연장함
기상업무 연구개발사업 처리규정	훈령 제1082호 (2023.6.22.)	일부 개정	기상업무 연구개발사업의 정책 연계성 강화를 위한 심의·의결기구 및 사업관리 체계를 개편하고 「국가연구개발혁신법」과의 정합성을 고려하여 과제담당관이 출연 연구개발과제 평가에 참여하는 경우 평가의 범위, 역할을 명확히 규정하는 한편, 특이기술 및 지식 현상에 대한 장기연구개발과제 수행에 다양한 민간기관의 연구개발 참여를 활성화하고 효율적인 연구개발 수행을 위하여 중전에는 참여할 수 있는 연구개발기관을 국공립연구기관, 대학 및 출연 연구개발기관으로 한정적으로 규정하던 것을 앞으로는 다양한 유형의 기관도 포함될 수 있도록 함

제1부
주요정책 및 이슈

제2부
기술개발 동향

제3부
분야별 기상정책

제4부
소속기관 추진업무

제5부
부록

행정규칙명	발령번호 및 시행일자	형식	주요내용
기상기술 민간이전에 관한 규정	훈령 제1083호 (2023.6.27.)	일부 개정	기상기술 민간이전 심의회의 서면심의 사유를 「행정기관 소속 위원회의 설치·운영에 관한 법률」 및 같은 법 시행령의 규정에 맞추어 정비하는 한편, 「훈령·예규 등의 발령 및 관리에 관한 규정」에 따라 재검토기한을 연장함
기상청 정보보안업무 규정	훈령 제1084호 (2023.6.30.)	일부 개정	민간 클라우드컴퓨팅서비스 이용과 관련한 정보보안 정책, 영상 정보처리기기 도입 시 보안대책 변경사항을 반영하고, 정보보안 처분심의위원회 외부위원 구성 비율을 마련하는 등 현행 제도의 운영상 나타난 미비점을 개선·보완함
남북 기상협력 자문위원회 운영규정	훈령 제1085호 (2023.8.10.)	폐지	남북협력 환경에 따라 변동성이 큰 남북 기상협력 업무 여건 상 실질적·정기적 자문위원회 역할 수행이 어려워, 다양한 분야의 남북협력 동향 파악 및 현안 대응을 위해 구성과 운영이 유연한 전문가 회의 방식으로 기존의 자문 기능을 대체하고자 이 훈령을 폐지함
천리안위성 기상업무 운영규정	훈령 제1086호 (2023.8.10.)	전부 개정	천리안위성 1호 기상 탑재체 임무 종료(2020. 4. 1.), 천리안 위성 2A호(기상·우주기상 탑재체)를 통한 기상위성 관측업무 수행(2019. 7. 25. ~) 및 천리안위성 2B호(환경·해양탑재체) 운용 시작(2020. 2. 19.) 등 천리안위성 운영 여건 변화를 반영하는 한편, 기상위성 관측업무 관련 연구개발사업에 대한 규정을 보완하기 위하여 훈령을 전부개정함
방재기상운영규정	훈령 제1087호 (2023.8.18.)	일부 개정	위험기상 발생 시 신속한 재난방송 송출을 위한 긴급방송 요청 절차를 정비하고, 소속기관의 방재기상업무무지침에 대한 관리를 강화하는 한편, 「기상청과 그 소속기관 직제 시행규칙」(환경부령 제1026호, 2023. 3. 28. 시행)에 따라 조직개편 사항을 반영함
기상청 공무원 등 근로자 인사관리규정	훈령 제1088호 (2023.9.8.)	일부 개정	기상청 공무원 등 근로자의 채용결격 사유를 「국가공무원법」을 준용하는 것으로 정비하는 한편, 계약기간이 9개월 미만인 기간제 근로자에 대한 수습기간의 예외 근거를 신설함
표준기상관측소 관리규정	훈령 제1089호 (2023.9.12.)	전부 개정	WMO 측정선도센터 전환 및 표준기상관측소 활성화 계획에 따른 표준기상관측소 지정 및 관리·운영에 관한 분장 사무를 반영하여 표준기상관측소 운영에 관한 규정을 이 훈령에서 삭제하고 국립기상과학원에서 별도의 기준을 마련하도록 함
기상청 데이터 관리 및 제공 규정	훈령 제1090호 (2023.9.18.)	전부 개정	최신 정책사항을 반영하고 기상청 전체 데이터를 포괄하는 데이터 통합 관리 및 서비스에서 실행되어야 할 사무 처리 절차를 정비하는 등 데이터 관리 및 제공 업무 수행의 효율성을 높이고자 기존에 「기상청 데이터 관리 및 제공 규정」과 「기상청 데이터 품질관리 규정」으로 이원화하여 운영하던 것을 「기상청 데이터 관리 및 제공 규정」으로 통합함 * 기상청 데이터 품질관리 규정 폐지
국립기상과학관의 관리·운영에 관한 규정	훈령 제1091호 (2023.9.18.)	일부 개정	지방기상청에 국립서해안기후대기센터를 신설함에 따라 국립기상과학관 관리 대상을 현행화하고, 신규·확장개관 국립기상과학관의 관람료를 규정하는 한편, 국립기상과학관의 휴관일, 관람시간 등 관람에 필요한 사항을 정하고, 관련 부서별 업무를 조정하는 등 국립기상과학관을 보다 체계적이고 효율적으로 관리하도록 함

행정규칙명	발령번호 및 시행일자	형식	주요내용
기상청 인사관리규정	훈령 제1092호 (2023.11.2.)	일부 개정	「공무원 성과평가 등에 관한 규정」(대통령령 제33149호), 「공무원 임용령」(대통령령 제33151호), 「개방형 직위 및 공모 직위의 운영 등에 관한 규정」 등이 개정됨에 따라 민간전문가 파견심의 위원회를 폐지하고 개방형 직위를 훈령·예규 등으로 정하도록 하는 등 현행 제도의 운영상 나타난 일부 미비점을 개선·보완함
예보업무규정	훈령 제1093호 (2023.11.15.)	일부 개정	연안지역 환경변화를 고려하여 폭풍해일 특보기준을 개선하고 제주 육상 특보구역과 동일하게 육상 예보구역을 조정하는 한편, 강원특별자치도의 출몰 및 경상북도 군위군의 대구광역시로의 편입에 따른 사항을 예보 및 특보 구역에 반영함
기상청 공무원 행동강령	훈령 제1094호 (2023.11.23.)	일부 개정	문화·예술·체육 산업계의 활성화 및 농어업인을 지원하기 위하여 수수가 허용되는 선물의 범위를 확대하는 등의 내용으로 「부정 청탁 및 금품등 수수의 금지에 관한 법률 시행령」이 개정(대통령령 제33689호, 2023. 8. 30. 공포·시행)됨에 따라 해당 규정을 정비함
지진 관측 장비 검정대행기관 지정 및 검정업무 규정	훈령 제1095호 (2023.12.11.)	일부 개정	지진 관측 장비 검정대행기관의 출입·조사 시 요구할 수 있는 자료의 범위를 검정대행기관의 관리를 위하여 필요한 최소한도로 축소 정비함
지진 재난문자방송 운영규정	훈령 제1096호 (2023.12.12.)	일부 개정	지진으로 인한 국민 불안 최소화와 효율적 지진재해 대응지원을 위하여 지진 재난정보 조정 시 재난문자방송 송출 기준을 마련 하고, 지진 발생 시 국민행동요령을 포함한 재난문자 송출을 위해 표준문안을 개선함
지진분석평가위원회 운영규정	훈령 제1097호 (2023.12.12.)	일부 개정	지진분석평가위원회의 서면 의결 사유를 「행정기관 소속 위원회의 설치·운영에 관한 법률」 및 같은 법 시행령의 규정에 맞추어 정비함
한국형 도심항공교통 (K-UAM) 안전운용체계 핵심기술개발사업 공동운영관리규정	훈령 제1098호 (2023.12.19.)	제정	국토교통부와 기상청이 공동으로 추진하는 국가연구개발사업(R&D)의 효율적인 운영과 관리를 위해 「한국형 도심항공교통(K-UAM) 안전운용체계 핵심기술개발사업 공동운영관리규정」을 제정함
육아휴직 결원보충 활성화를 위한 기상청과 그 소속기관에 두는 별도정원 운영규정	훈령 제1099호 (2023.12.27.)	일부 개정	「행정기관의 조직과 정원에 관한 통칙」 제24조의3에 따라 육아 휴직 결원보충 활성화를 위하여 2024년에 기상청과 그 소속기관에 두는 별도정원 운용 규모를 정함
기상청 보안업무규정 시행세칙	훈령 제1100호 (2023.12.27.)	일부 개정	「보안업무규정」 및 같은 규정 시행규칙, 「방첩업무 규정」의 개정에 따른 사항을 반영하여 용어를 정비하고 비밀 소통용 암호자재의 취급 및 관리체계를 정비하는 등 현행 규정의 운영상 나타난 미비점을 개선·보완함
해양기상관측장비 표준규격	고시 제2023-1호 (2023.1.12.)	일부 개정	「훈령·예규 등의 발령 및 관리에 관한 규정」에 따라 재검토키한을 연장함
기상분야 산업표준개발협력기관 지정·운영 규정	고시 제2023-2호 (2023.2.9.)	일부 개정	산업표준개발협력기관이 표준 개발 시 「산업표준화법」에 따른 전문위원회를 활용하도록 하는 등 제도 운영상 미비한 사항을 보완함

제1부
주요정책 및 이슈

제2부
기술동향

제3부
분야별 기상정책

제4부
소속기관 추진업무

제5부
부록

행정규칙명	발령번호 및 시행일자	형식	주요내용
기상측기 명판에 관한 고시	고시 제2023-3호 (2023.2.9.)	일부 개정	「훈령·예규 등의 발령 및 관리에 관한 규정」에 따라 재검토기한을 연장함
자동기상관측장비의 표준규격	고시 제2023-4호 (2023.3.6.)	일부 개정	신기술을 활용한 새로운 제품의 신속한 시장 진출을 통해 산업 경쟁력을 강화하기 위하여 종전에는 자동기상관측장비 측기탑의 재질을 한정적으로 규정하던 것을 앞으로는 새로운 제품도 적용 대상이 될 수 있도록 유연한 분류체계를 도입하는 한편, 자동기상관측장비 관측센서의 신호 및 자료처리의 표준규격 중 풍향·풍속에 관한 자료처리의 산출 방법을 세계기상기구(WMO) 측기 및 관측법 지침(WMO-No.8)의 권고사항에 따르도록 함
고층기상관측장비 표준규격	고시 제2023-5호 (2023.3.6.)	일부 개정	신기술을 활용한 새로운 제품의 신속한 시장 진출을 통해 산업 경쟁력을 강화하기 위하여 종전에는 고층기상관측장비 비양 기구의 재질을 한정적으로 규정하던 것을 앞으로는 새로운 제품도 적용 대상이 될 수 있도록 유연한 분류체계를 도입함
기상측기 형식승인 기준·방법 및 신청 절차 등에 관한 고시	고시 제2023-6호 (2023.3.6.)	일부 개정	전자식 온도계 형식승인의 세부 기준과 그 시험방법에 해양용 수온 온도계를 추가하고, 적설계 형식승인의 세부 기준과 그 시험방법에 안정도 시험 기준을 추가 규정하는 한편, 기상측기의 기상센서만으로 성능검사를 할 수 있는 예외사유를 규정함
기상관측업무 위탁에 관한 고시	고시 제2023-7호 (2023.3.8.)	일부 개정	「기상법」 제44조 및 같은 법 시행령 제23조에 따라 기상관측망의 구축 및 기상현상의 관측 등 기상관측업무 관련으로 한국기상산업 기술원에 위탁하는 업무에 '기상관측용 소모품(고층) 구매 및 관리'를 추가함
지진·지진해일 및 화산활동 관측기관협의회 운영지침	고시 제2023-8호 (2023.4.10.)	일부 개정	지진·지진해일 및 화산활동 관측기관 간의 관측망 운영, 관측 결과 등의 공유와 활용 등에 필요한 업무협조를 위하여 관측 기관이 참여하는 지진·지진해일 및 화산활동 관측기관협의회 회의의 운영 실정을 반영하여 개최 횟수를 조정함
기상측기의 검정기준에 대한 검사방법 및 공차	고시 제2023-9호 (2023.5.4.)	전부 개정	기상측기의 검정에 필요한 기준 및 절차에 필요한 세부사항에 관하여 「기상측기의 검정기준에 대한 검사방법 및 공차」와 「기상측기검정규정」으로 이원화하여 운영하던 것을 「기상측기의 검정 절차 및 세부 검정기준」으로 통합하는 한편, 기상측기의 검정절차를 보완하는 등 「기상관측표준화법」 및 같은 법 시행규칙에서 위임된 사항과 그 시행에 필요한 사항을 정함
기상측기 형식승인·검정 대행기관 지정 요건 및 형식승인 대행기관 지정 방법·사후관리	고시 제2023-10호 (2023.6.9.)	일부 개정	부서의 명칭을 '예보', '관측', '기후' 등 국민이 이해하기 쉽고 소관 업무의 내용이 명확하게 드러나도록 변경하는 내용으로 「국립기상과학원 기본운영규정」개정에 따른 국립기상과학원 부서명칭 변경사항을 반영함
기상감정업의 업무절차에 관한 고시	고시 제2023-11호 (2023.6.27.)	일부 개정	「훈령·예규 등의 발령 및 관리에 관한 규정」에 따라 재검토기한을 연장함
기후변화감시 위탁관측소 관측 업무 위탁기관 지정 고시	고시 제2023-12호 (2023.7.8.)	일부 개정	기후변화감시 관측 업무 위탁기관 중 지정 관측 요소의 변경 사항을 반영함

행정규칙명	발령번호 및 시행일자	형식	주요내용
기후자료 통계의 종류 및 방법	고시 제2023-13호 (2023.9.18.)	일부 개정	농업기상관측 및 해양기상관측의 관측요소, 통계항목 변경에 따른 사항을 반영하고 재검토기한을 연장함
국가연구개발사업 보안대책	고시 제2023-14호 (2023.11.20.)	일부 개정	국가연구개발과제의 보안등급을 분류할 수 있는 절차를 명확화 하고 상위법령 개정사항을 반영함
지진 관측 장비의 검정기준에 대한 검사방법 및 공차	고시 제2023-16호 (2023.12.11.)	일부 개정	지진 관측 장비의 검정기준에 대한 검사방법의 운영 현황에 맞추어 관련 수식을 보완하고 재검토기한을 연장함
지진 관측 장비 검정수수료	고시 제2023-17호 (2023.12.11.)	일부 개정	「훈령·예규 등의 발령 및 관리에 관한 규정」에 따라 재검토기한을 연장하고 현행 제도의 운영상 미비점을 개선·보완함
지진해일 관측장비의 성능·규격	고시 제2023-18호 (2023.12.11.)	일부 개정	국민의 일상적인 언어생활에 맞도록 알기 쉬운 규정으로 정비하여 고시의 활용 편의성을 높이는 한편, 「훈령·예규 등의 발령 및 관리에 관한 규정」에 따라 재검토기한을 연장하는 등 현행 제도의 운영상 미비점을 개선·보완함

제1부
주요정책 및 이슈

제2부
기상기술 동향

제3부
분야별 기상정책

제4부
소속기관 추진업무

제5부
부록

04

기상관측장비 현황

4.1. 지상기상관측장비

표 5-7 지상기상관측장비 설치 현황

순번	지점 번호	지점명	구분	주소	순번	지점 번호	지점명	구분	주소
1	90	속초	ASOS	강원특별자치도 고성군 토성면 봉포5길 9	24	133	대전	ASOS	대전광역시 유성구 대학로 383 대전지방 기상청
2	93	북춘천	ASOS	강원특별자치도 춘천시 신북읍 장본1길 12	25	135	추풍령	ASOS	충청북도 영동군 추풍령면 관리길 25-15
3	95	철원	ASOS	강원특별자치도 철원군 갈말읍 명성로179번길 26	26	136	안동	ASOS	경상북도 안동시 열루재1길 16 안동기상대
4	96	독도	ASOS	경상북도 울릉군 울릉읍 독도이사부길 63	27	137	상주	ASOS	경상북도 상주시 남산2길 322
5	98	동두천	ASOS	경기도 동두천시 방죽로 16-47	28	138	포항	ASOS	경상북도 포항시 남구 송도로 70
6	99	파주	ASOS	경기도 파주시 문산읍 마정로 46-29	29	140	군산	ASOS	전북특별자치도 군산시 거척길 3-60
7	100	대관령	ASOS	강원특별자치도 평창군 대관령면 경강로 5372	30	143	대구	ASOS	대구광역시 동구 효동로2길 10 대구지방 기상청
8	101	춘천	ASOS	강원특별자치도 춘천시 충열로91번길 12	31	146	전주	ASOS	전북특별자치도 전주시 덕진구 상가마을길 25 전주기상지청
9	102	백령도	ASOS	인천광역시 옹진군 백령면 진촌리 1031	32	152	울산	ASOS	울산광역시 중구 달빛로 65-26 울산기상대
10	104	북강릉	ASOS	강원특별자치도 강릉시 사천면 과학단지로 130 강원지방기상청	33	155	창원	ASOS	경상남도 창원시 마산합포구 가포순환로 172 창원기상대
11	105	강릉	ASOS	강원특별자치도 강릉시 임영로131번길 19	34	156	광주	ASOS	광주광역시 북구 서암대로 71 광주지방기상청
12	106	동해	ASOS	강원특별자치도 동해시 중앙로 31	35	159	부산	ASOS	부산광역시 중구 북병산길32번길 5-11
13	108	서울	ASOS	서울특별시 종로구 송월길 52	36	160	부산(레)	AWS	부산광역시 서구 구덕산길 96
14	112	인천	ASOS	인천광역시 중구 자유공원서로 61 인천기상대	37	162	통영	ASOS	경상남도 통영시 망일1길 67
15	114	원주	ASOS	강원특별자치도 원주시 단구로 159	38	165	목포	ASOS	전라남도 목포시 고해대로 815 목포기상대
16	115	울릉도	ASOS	경상북도 울릉군 울릉읍 무릉길 227-75	39	168	여수	ASOS	전라남도 여수시 고소5길 42
17	116	관악(레)	AWS	경기도 과천시 자하동길 64	40	169	흑산도	ASOS	전라남도 신안군 흑산면 예리3길 21-90
18	119	수원	ASOS	경기도 수원시 권선구 권선로 276 수도권 기상청	41	170	완도	ASOS	전라남도 완도군 군외면 청해진로 795-3
19	121	영월	ASOS	강원특별자치도 영월군 영월읍 영월로 1894-25	42	172	고창	ASOS	전북특별자치도 고창군 대신면 칠거리로 70
20	127	충주	ASOS	충청북도 충주시 안림로 55	43	174	순천	ASOS	전라남도 순천시 승주읍 평지길 87
21	129	서산	ASOS	충청남도 서산시 수석1길 124-1 홍성기상대	44	175	진도(레)	AWS	전라남도 진도군 의신면 윤림산방로 527-209
22	130	울진	ASOS	경상북도 울진군 울진읍 현내항길 157	45	177	홍성	ASOS	충청남도 홍성군 홍북읍 홍예로 350 홍성기상대
23	131	청주	ASOS	충청북도 청주시 흥덕구 공단로 76 청주기상지청	46	181	서청주	ASOS	충청북도 청주시 흥덕구 강내면 학천리 137

순번	지점 번호	지점명	구분	주소	순번	지점 번호	지점명	구분	주소
47	184	제주	ASOS	제주특별자치도 제주시 만덕로 6길 32 제주지방기상청	83	262	고흥	ASOS	전라남도 고흥읍 고흥읍 두원로 130
48	185	고산	ASOS	제주특별자치도 제주시 한경면 노을해안로 1013-70	84	263	의령군	ASOS	경상남도 의령군 의합대로 44-54
49	188	성산	ASOS	제주특별자치도 서귀포시 성산읍 신산리 1979-2	85	264	함양군	ASOS	경상남도 함양군 함양읍 용평리 915-202
50	189	서귀포	ASOS	제주특별자치도 서귀포시 태평로439번길 17	86	266	광양시	ASOS	전라남도 광양시 중동 산 109-3
51	192	진주	ASOS	경상남도 진주시 남강로 43	87	268	진도군	ASOS	전라남도 진도군 진도읍 남동리 291
52	201	강화	ASOS	인천광역시 강화군 불은면 중앙로 628	88	271	봉화	ASOS	경상북도 봉화군 훈양면 서동길 59
53	202	양평	ASOS	경기도 양평군 양평읍 시민로20번길 14-1	89	272	영주	ASOS	경상북도 영주시 풍기읍 남원로 178
54	203	이천	ASOS	경기도 이천시 부발읍 대산로546번길 8	90	273	문경	ASOS	경상북도 문경시 유곡불정로 223
55	211	인제	ASOS	강원특별자치도 인제군 인제읍 비봉로44번길 93	91	276	청송군	ASOS	경상북도 청송군 청송읍 길안청송로 1591-9
56	212	홍천	ASOS	강원특별자치도 홍천군 홍천읍 연봉동로 27	92	277	영덕	ASOS	경상북도 영덕군 영해면 318만세길 90-19
57	216	태백	ASOS	강원특별자치도 태백시 문예1길 45	93	278	의성	ASOS	경상북도 의성군 의성읍 홍솔로 89-14
58	217	정선군	ASOS	강원특별자치도 정선군 정선읍 애산리 467-2	94	279	구미	ASOS	경상북도 구미시 원남로2길16
59	221	제천	ASOS	충청북도 제천시 대학로 123	95	281	영천	ASOS	경상북도 영천시 망정3길 35
60	226	보은	ASOS	충청북도 보은군 보은읍 성주길 57	96	283	경주시	ASOS	경상북도 경주시서라벌대로 336-20
61	229	북격렬비도	AWS	충청남도 태안군 근흥면 가의도리 북격렬비도 산 27	97	284	거창	ASOS	경상남도 거창군 거창읍 수남로 2109
62	230	덕적북리	AWS	인천광역시 옹진군 덕적면 북리	98	285	합천	ASOS	경상남도 합천군 합천읍 동서로 164번
63	232	천안	ASOS	충청남도 천안시 동남구 병천면 병천로 36	99	288	밀양	ASOS	경상남도 밀양시 점필재로 5
64	235	보령	ASOS	충청남도 보령시 대해로 450	100	289	산청	ASOS	경상남도 산청군 산청읍 꽃봉산로 133번길 3
65	236	부여	ASOS	충청남도 부여군 부여읍 금성로 63	101	294	거제	ASOS	경상남도 거제시 장평2로 2길 47
66	238	금산	ASOS	충청남도 금산군 금산읍 비단로 410-8	102	295	남해	ASOS	경상남도 남해군 이동면 남해대로 2423
67	239	세종	ASOS	충청남도 세종특별자치시 새롬동 산 61	103	296	북부산	ASOS	부산광역시 강서구 대저로 63번길 54 부산지방기상청
68	243	부안	ASOS	전북특별자치도 부안군 행안면 변산로 42	104	300	말도	AWS	전북특별자치도 군산시 옥도면 말도2길 29
69	244	임실	ASOS	전북특별자치도 임실군 임실읍 운수로 58	105	301	임자도	AWS	전라남도 신안군 임자면 진리 32
70	245	정읍	ASOS	전북특별자치도 정읍시 서부산업도로 168-43 국립전북기상과학관	106	302	장산도	AWS	전라남도 신안군 장산면 평진리 산 163
71	247	남원	ASOS	전북특별자치도 남원시 도동동 춘향로 74-32	107	303	가거도	AWS	전라남도 신안군 흑산면 가거도리 산 95
72	248	장수	ASOS	전북특별자치도 장수군 장수읍 장천로 277	108	304	신지도	AWS	전라남도 완도군 신지면 월양리 855
73	251	고창군	ASOS	전북특별자치도 고창군 고창읍 중거리당산로 74-12	109	305	여서도	AWS	전라남도 완도군 청산면 여서리 580
74	252	영광군	ASOS	전라남도 영광군 복호로 7	110	306	소리도	AWS	전라남도 여수시 남면 연도리 1619-19
75	253	김해시	ASOS	경상남도 김해시 부원동 123-4	111	308	옥도	AWS	전라남도 신안군 하의면 옥도리 105-2
76	254	순창군	ASOS	전북특별자치도 순창군 순창읍 교성리 258 순	112	309	판문점	AWS	경기도 파주시 군내면 조산리 44
77	255	북창원	ASOS	경상남도 창원시 성산구 내동 산 27-10	113	310	궁촌	AWS	강원특별자치도 삼척시 근덕면 궁촌리 369-2
78	257	양산시	ASOS	경상남도 양산시 동면 강변로 54	114	311	가야산	AWS	경상남도 합천군 가야면 치인1길 13-45
79	258	보성군	ASOS	전라남도 보성군 득량면 예당리 3046-2	115	312	주왕산	AWS	경상북도 청송군 주왕산면 공원길 169-7
80	259	강진군	ASOS	전라남도 강진군 군동면 호계리 733 (강진군 종합운동장 내)	116	313	양지암	AWS	경상남도 거제시 능포동 116-27
81	260	장흥	ASOS	전라남도 장흥군 장흥읍 흥성로 226	117	314	설천봉	AWS	전북특별자치도 무주군 설천면 만선로 185
82	261	해남	ASOS	전라남도 해남군 해남읍 남각길 337	118	315	성삼재	AWS	전라남도 구례군 산동면 노고단로 1068
					119	316	무등산	AWS	광주광역시 동구 용연동 산 354-4
					120	317	구이	AWS	전북특별자치도 완주군 구이면 원기리 716-6
					121	318	평창용산	AWS	강원특별자치도 평창군 대관령면 용산리 685
					122	319	천부	AWS	경상북도 울릉군 북면 천부길 95-3

제1부
주요정책 및 이슈

제2부
기상기술 동향

제3부
분야별 기상정책

제4부
소속기관 추진업무

제5부
부록

순번	지점 번호	지점명	구분	주소	순번	지점 번호	지점명	구분	주소
123	320	항로봉	AWS	강원특별자치도 고성군 간성읍	161	419	중구	AWS	서울특별시 중구 소파로 83
124	321	원통	AWS	강원특별자치도 인제군 북면 원통리 사서함 100-1호	162	421	성동	AWS	서울특별시 성동구 서울숲길 18
125	322	상서	AWS	강원특별자치도 화천군 상서면 산양리	163	423	구로	AWS	서울특별시 구로구 부일로 893
126	323	마현	AWS	강원특별자치도 철원군 근남면 영서로 9579	164	424	강북	AWS	서울특별시 강북구 삼각산로58
127	324	송계	AWS	충청북도 제천시 한수면 탄지리 527-6	165	425	남현	AWS	서울특별시 관악구 남현동 산 100-14
128	325	백운	AWS	충청북도 제천시 백운면 구학산로2길 54-19	166	426	백령(레)	AWS	인천광역시 옹진군 백령면 두무진로 362-91
129	326	용문산	AWS	경기도 양평군 용문면 중원리 464	167	427	김포장기	AWS	경기도 김포시 장기동 1539
130	327	청주금천	AWS	충청북도 청주시 상당구 금천동 330번지	168	428	하남덕풍	AWS	경기도 하남시 덕풍동 726-11
131	328	중문	AWS	제주특별자치도 서귀포시 중문관광로 72번길 60	169	493	송악	AWS	충청남도 아산시 송악면 역촌리 506-1
132	329	산천단	AWS	제주특별자치도 제주시 아라일동 3-8	170	494	세종고운	AWS	충청남도 세종특별자치시 고운동 산 25
133	330	대흘	AWS	제주특별자치도 제주시 조천읍 대흘리 2778-30	171	495	공도	AWS	경기도 안성시 공도읍 불당길 40-68
134	347	귀래	AWS	강원특별자치도 원주시 귀래면 귀래리 1422-1	172	496	세종금남	AWS	충청남도 세종특별자치시 금남면 성덕리 77-3
135	348	하조대	AWS	강원특별자치도 양양군 현북면 하광정리 603	173	497	삼당령	AWS	강원특별자치도 강릉시 왕산면 송현리 산 242
136	349	시동	AWS	강원특별자치도 홍천군 남면 시동리 147	174	498	구룡령	AWS	강원특별자치도 홍천군 내면 구룡령로 7846
137	350	조침령	AWS	강원특별자치도 인제군 가린면 진동리 3-11	175	499	중면	AWS	경기도 연천군 중면 삼곶리 260
138	376	광명노온	AWS	경기도 광명시 노온사동 2-1	176	500	양도	AWS	인천광역시 강화군 양도면 길정리 296-2
139	377	안양만안	AWS	경기도 안양시 만안구 박달동 210	177	501	대연평	AWS	인천광역시 옹진군 연평면 연평리 493-12
140	378	정림	AWS	대전광역시 서구 정림서로 181	178	502	교동	AWS	인천광역시 강화군 교동면 고구리 480-1
141	379	번암	AWS	전북특별자치도 장수군 번암면 노단리 913-1, 산 101-2	179	503	도라산	AWS	경기도 파주시 장단면 도라산리 산 18
142	400	강남	AWS	서울특별시 강남구 개포로 625	180	504	포천	AWS	경기도 포천시 자작동 264-1
143	401	서초	AWS	서울특별시 서초구 서초동 1416번지 서초 IC	181	505	가평조종	AWS	경기도 가평군 하면 현리 209
144	402	강동	AWS	서울특별시 강동구 고덕로 183	182	506	파주곰촌	AWS	경기도 파주시 금촌2동 1017
145	403	송파	AWS	서울특별시 송파구 올림픽로 240	183	507	창수	AWS	경기도 포천시 창수면 고소성리 123
146	404	강서	AWS	서울특별시 강서구 양천로 201 서남	184	508	왕산	AWS	인천광역시 중구 율왕동 산 104-1
147	405	양천	AWS	서울특별시 양천구 안양천로 917(목동)	185	509	관악	AWS	서울특별시 관악구 관악로 1 서울대학교
148	406	도봉	AWS	서울특별시 도봉구 시루봉로 173	186	510	영등포	AWS	서울특별시 영등포구 국회대로53길 20
149	407	노원	AWS	서울특별시 노원구 화랑로 564	187	511	경서동	AWS	인천광역시 서구 경서동 환경로 42
150	408	동대문	AWS	서울특별시 동대문구 서울시립대로 163	188	512	인천연수	AWS	인천광역시 연수구 동춘동 산 62-35
151	409	종량	AWS	서울특별시 종량구 면목로57길 32	189	513	덕적지도	AWS	인천광역시 옹진군 덕적면 백아리 산155
152	410	기상청	AWS	서울특별시 동작구 여의대방로16길 61 기상청	190	514	대부도	AWS	경기도 안산시 단원구 대부남동 299-3
153	411	마포	AWS	서울특별시 마포구 창천동 산1-75	191	515	운평	AWS	경기도 화성시 우정읍 운평리 601-6
154	412	서대문	AWS	서울특별시 서대문구 연세로 50	192	516	안성	AWS	경기도 안성시 옥산동 365
155	413	광진	AWS	서울특별시 광진구 자양2동 680-67	193	517	간성	AWS	강원특별자치도 고성군 간성읍 동호리 749-2
156	414	성북	AWS	서울특별시 성북구 정릉로 77	194	518	해안	AWS	강원특별자치도 양구군 해안면 오유리 134
157	415	용산	AWS	서울특별시 용산구 이촌로 255	195	519	사내	AWS	강원특별자치도 화천군 사내면 사창리
158	416	은평	AWS	서울특별시 은평구 진관동 산26	196	520	설악동	AWS	강원특별자치도 속초시 설악산로 833
159	417	금천	AWS	서울특별시 금천구 시흥대로104길 31	197	522	화촌	AWS	강원특별자치도 홍천군 화촌면 주음치리 구목길 52
160	418	한강	AWS	서울특별시 영등포구 여의대로 280	198	523	주문진	AWS	강원특별자치도 강릉시 주문진읍 주문리 961
					199	524	경포	AWS	강원특별자치도 강릉시 운정동 179-5
					200	525	봉평	AWS	강원특별자치도 평창군 봉평면 창동리 421-1

순번	지점 번호	지점명	구분	주소	순번	지점 번호	지점명	구분	주소
201	526	평창	AWS	강원특별자치도 평창군 평창읍 여만리 261-14	238	566	연곡	AWS	강원특별자치도 강릉시 연곡면 송림리 21-3
202	527	신동	AWS	강원특별자치도 정선군 신동읍 예미리 774-1	239	567	적성	AWS	경기도 파주시 적성면 구읍리 사서함 95-16
203	529	원덕	AWS	강원특별자치도 삼척시 원덕읍 상양서원1길 981-4	240	568	일동	AWS	경기도 포천시 일동면 기산리 106-1
204	530	태하	AWS	경상북도 울릉군 서면 태하리 212	241	569	구리	AWS	경기도 구리시 서울외곽순환고속도로 26 토평IC
205	531	가평북면	AWS	경기도 가평군 북면 소법리 천 627-39	242	570	금곡	AWS	인천광역시 서구 금곡동 산 14-1
206	532	의정부	AWS	경기도 의정부시 용현동 399-24	243	571	화성	AWS	경기도 화성시 남양동 산 34
207	533	백사	AWS	경기도 이천시 백사면 조읍리 251-10	244	572	성남	AWS	경기도 성남시 중원구 성남대로 997
208	534	장호원	AWS	경기도 이천시 장호원읍 서동대로8759번길 97-103	245	573	청운	AWS	경기도 양평군 청운면 옹우리 595
209	535	서석	AWS	강원특별자치도 홍천군 서석면 풍암리 526-2	246	574	대신	AWS	경기도 여주시 대신면 초천리 520-3
210	536	황성	AWS	강원특별자치도 황성군 황성읍 문예로 133	247	575	용인이동	AWS	경기도 용인시 처안구 이동면 아진로 737-10
211	537	임계	AWS	강원특별자치도 정선군 임계면 봉산리 302-2	248	576	백암	AWS	경기도 용인시 처안구 백암면 용천리 산 27
212	538	신서	AWS	경기도 연천군 신서면 도신4리 164-1	249	577	장봉도	AWS	인천광역시 옹진군 북도면 장봉로 553
213	539	포천이동	AWS	경기도 포천시 이동면 장암리 264-1	250	578	호도	AWS	충청남도 보령시 오천면 녹도리 338-5
214	540	고양	AWS	경기도 고양시 덕양구 용두동 산 17-23	251	579	하장	AWS	강원특별자치도 삼척시 하장면 장천리 266-9
215	541	남양주	AWS	경기도 남양주시 진건읍 배양리 922-3	252	580	육계	AWS	강원특별자치도 강릉시 육계면 현내교동길 99-37
216	542	청평	AWS	경기도 가평군 청평면 대성리 393-12	253	581	상동	AWS	강원특별자치도 영월군 상동읍 내덕2리 248-4
217	543	영종도	AWS	인천광역시 중구 백운로 57-25	254	582	신림	AWS	강원특별자치도 원주시 신림면 차사로 28-9
218	544	전곡항	AWS	경기도 화성시 서신면 전곡리 1075	255	583	안흥	AWS	강원특별자치도 황성군 안흥면 덕송로 23
219	545	안산	AWS	경기도 안산시 상록구 해안로 870	256	585	신남	AWS	강원특별자치도 인제군 남면 신동리
220	546	경기광주	AWS	경기도 광주시 화안대로 1061-59	257	586	북산	AWS	강원특별자치도 춘천시 북산면 중주곡길 51
221	547	양동	AWS	경기도 양평군 양동면 생학리 865-4	258	587	방산	AWS	강원특별자치도 양구군 방산면 송천리
222	548	여주	AWS	경기도 여주시 여주읍 고리 46-8	259	588	남산	AWS	강원특별자치도 춘천시 남산면 방곡리 천 629-41
223	549	용인	AWS	경기도 용인시 처안구 포곡면 둔전리	260	589	고양고봉	AWS	경기도 고양시 일산동구 성석동 산 69-2
224	550	오산	AWS	경기도 오산시 금암동 236	261	590	과천	AWS	경기도 과천시 상하별로 110
225	551	평택	AWS	경기도 평택시 합정동 산 28	262	591	차악산	AWS	강원특별자치도 원주시 소초면 학곡리 900
226	552	김화	AWS	강원특별자치도 철원군 김화읍 청양리 702	263	592	부른	AWS	강원특별자치도 원주시 부른면 흥호리 936
227	553	대진	AWS	강원특별자치도 고성군 현내면 초도리 산2-2	264	593	양양영덕	AWS	강원특별자치도 양양군 서면 영덕리 164-12
228	554	미시령	AWS	강원특별자치도 인제군 북면 용대리 산 12-11	265	594	서화	AWS	강원특별자치도 인제군 서화면 서화리
229	555	화천	AWS	강원특별자치도 화천군 하남면 거례리 428-2	266	595	진부령	AWS	강원특별자치도 고성군 간성읍 흘리길 190
230	556	양구	AWS	강원특별자치도 양구군 양구읍 정림리 160-10	267	596	오색	AWS	강원특별자치도 양양군 서면 오색리 199-1
231	557	기린	AWS	강원특별자치도 인제군 기린면 현리 673-1	268	597	대화	AWS	강원특별자치도 평창군 대화면 신리 1106-21
232	558	팔봉	AWS	강원특별자치도 홍천군 서면 팔봉리 천 1302-63	269	598	양주	AWS	경기도 양주시 광적면 석우리 산 6
233	559	내면	AWS	강원특별자치도 홍천군 내면 청춘리 1513-2	270	599	광릉	AWS	경기도 포천시 소흘읍 광릉수목원로 415
234	560	진부	AWS	강원특별자치도 평창군 진부면 진부중앙로 203-5	271	600	금왕	AWS	충청북도 음성군 금왕읍 용계리 245-4
235	561	청일	AWS	강원특별자치도 횡성군 청일면 유동로 13	272	601	단양	AWS	충청북도 단양군 단양읍 도담리 181-1
236	563	북평	AWS	강원특별자치도 정선군 북평면 장열안길 100	273	602	진천	AWS	충청북도 진천군 진천읍 성석리 903
237	565	시흥	AWS	경기도 시흥시 동서로 287	274	603	괴산	AWS	충청북도 괴산군 괴산읍 임격정로 169
					275	604	육천	AWS	충청북도 육천군 육천읍 육천동미로 234
					276	605	영동	AWS	충청북도 영동군 강양면 가동리 697-24
					277	606	대산	AWS	충청남도 서산시 대산읍 대죽리 산 95-1

제1부
주요정책 및 이슈

제2부
기상기술 동향

제3부
분야별 기상정책

제4부
소속기관 추진업무

제5부
부록

순번	지점 번호	지점명	구분	주소	순번	지점 번호	지점명	구분	주소
278	607	근흥	AWS	충청남도 태안군 근흥면 마도길 7	319	650	양지	AWS	강원특별자치도 철원군 동송읍 양지리 2999
279	609	삼시도	AWS	충청남도 보령시 오천면 삼시도리 138-10	320	651	외촌	AWS	강원특별자치도 철원군 철원읍 외촌리
280	610	홍성죽도	AWS	충청남도 홍성군 서부면 죽도리 33-1	321	652	연천청산	AWS	경기도 연천군 청산면 초성리 376-1
281	611	세종연서	AWS	충청남도 세종특별자치시 연서면 당산로 333	322	654	자월도	AWS	인천광역시 옹진군 자월면 자월서로 164
282	612	공주	AWS	충청남도 공주시 금흥동 산 21	323	655	소청도	AWS	인천광역시 옹진군 대청면 소청리 소청서로 279
283	614	서천	AWS	충청남도 서천군 마서면 계동리 76-1	324	656	볼음도	AWS	인천광역시 강화군 서도면 볼음도리 421-4
284	615	논산	AWS	충청남도 논산시 덕지동 43-29	325	657	대천항	AWS	충청남도 보령시 신희동 대천항2길 39-4 155
285	616	당진	AWS	충청남도 당진군 당진읍 채운리 산 5-5	326	658	만리포	AWS	충청남도 태안군 소원면 모항리 산 93
286	617	직산	AWS	충청남도 천안시 서북구 직산읍 군서리 463-4	327	659	계룡산	AWS	충청남도 계룡시 남선면 부남리 사서함 501-26
287	618	청양	AWS	충청남도 청양군 청양읍 구봉로 1026-84	328	660	면은	AWS	강원특별자치도 평창군 봉평면 면은리 65-1
288	619	음성	AWS	충청북도 음성군 음성읍 평곡리 520-1	329	661	현내	AWS	강원특별자치도 고성군 현내면 명파리 611-10, 611-61
289	620	엄정	AWS	충청북도 충주시 엄정면 울능리 1334	330	662	승봉도	AWS	인천광역시 옹진군 자월면 승봉로67번길 43-18
290	621	수산	AWS	충청북도 제천시 수산면 옥순봉로 933	331	663	목덕도	AWS	인천광역시 옹진군 덕적면 백아리 목덕도
291	622	수안보	AWS	충청북도 충주시 수안보면 안보리 419-1	332	664	영흥도	AWS	인천광역시 옹진군 영흥면 외리 248-5
292	623	증평	AWS	충청북도 증평군 증평읍 연탄리 사서함 82-1	333	665	무의도	AWS	인천광역시 중구 대무의로 302-17
293	624	상당	AWS	충청북도 청주시 상당구 미원면 미원리 463-4	334	666	안도	AWS	충청남도 태안군 원북면 방갈리 산 240
294	625	속리산	AWS	충청북도 보은군 속리산면 상판리 239	335	667	용도	AWS	충청남도 태안군 근흥면 가의도리 산 29
295	626	육천청산	AWS	충청북도 옥천군 청산면 청산관기로 507	336	669	외연도	AWS	충청남도 보령시 오천면 외연도1길 325
296	627	태안	AWS	충청남도 태안군 태안읍 백화로 49	337	670	양양	AWS	강원특별자치도 양양군 양양읍 송암리 438-4, 447
297	628	예산	AWS	충청남도 예산군 신암면 오신로 852	338	671	청호	AWS	강원특별자치도 속초시 조양동 1034
298	629	세종전의	AWS	충청남도 세종특별자치시 전의면 읍내항골 1길 63	339	672	상하	AWS	전북특별자치도 고창군 상하면 장산리 780-2
299	630	노은	AWS	충청북도 충주시 노은면 수룡리 501	340	673	진영	AWS	경상남도 김해시 진영읍 하계로 138번길 30
300	631	송도	AWS	인천광역시 연수구 인천신희대로892번길 40	341	674	사북	AWS	강원특별자치도 정선군 사북읍 하이원길 57-33
301	632	유구	AWS	충청남도 공주시 유구읍 만천리 500	342	675	남이섬	AWS	강원특별자치도 춘천시 남산면 빙하리 산 159
302	633	정안	AWS	충청남도 공주시 정안면 평정리 284-5	343	676	위성센터	AWS	충청북도 진천군 광혜원면 구암길 64-18
303	634	아산	AWS	충청남도 아산시 인주면 현대로 1077	344	677	달방댐	AWS	강원특별자치도 동해시 신희동 24
304	635	양화	AWS	충청남도 부여군 양화면 총절로 267-6	345	678	강릉성산	AWS	강원특별자치도 강릉시 성산면 어흘리 산1-25
305	636	계룡	AWS	충청남도 계룡시 신도안면 사서함 501-328호	346	679	강릉왕산	AWS	강원특별자치도 강릉시 왕산면 대끼리 1147
306	637	신평	AWS	충청남도 당진시 신평면 운정리 821	347	680	평화	AWS	강원특별자치도 화천군 화천읍 동촌리 2921-3
307	638	영춘	AWS	충청북도 단양군 영춘면 하리 산30번지	348	681	간동	AWS	강원특별자치도 화천군 간동면 유촌리 577
308	639	덕산	AWS	충청북도 제천시 덕산면 도전리 1350-2	349	682	임남	AWS	강원특별자치도 철원군 임남면 21사단
309	640	청천	AWS	충청북도 괴산군 청천면 송면리 331-2	350	687	석곡	AWS	전라남도 곡성군 석곡면 유정리 403
310	641	가덕	AWS	충청북도 청주시 상당구 가덕면 상대리 456-1	351	688	봉산	AWS	전라남도 담양군 봉산면 삼지리 437-9
311	642	오월드	AWS	대전광역시 중구 사정공원로70	352	689	광주남구	AWS	광주광역시 남구 덕남길 7
312	643	세천	AWS	대전광역시 동구 세천동 63-1	353	690	풍산	AWS	전북특별자치도 순창군 풍산면 반월리 15
313	644	연무	AWS	충청남도 논산시 연무읍 안심리 365-5	354	691	정산	AWS	충청남도 청양군 정산면 큰박길 117-25
314	645	서부	AWS	충청남도 홍성군 서부면 서부로 505	355	692	백학	AWS	경기도 연천군 백학면 두일리 66 육군
315	646	춘장대	AWS	충청남도 서천군 서면 부사리 289					
316	647	가곡	AWS	충청북도 영동군 양산면 원당리 13-7					
317	648	장동	AWS	대전광역시 대덕구 장동 360-2					
318	649	부평	AWS	인천광역시 부평구 구산동 사서함 317-4					

순번	지점 번호	지점명	구분	주소
356	693	오창	AWS	충청북도 청주시 청원구 오창읍 송대리 320-1
357	694	원효봉	AWS	충청남도 예산군 덕산면 대차리 산35-1 2구
358	695	광덕산	AWS	강원특별자치도 화천군 사내면 천문대길 40번길 3
359	696	신기	AWS	강원특별자치도 삼척시 신기면 신기리 78
360	697	서거차도	AWS	전라남도 진도군 조도면 서거차도1길 42
361	698	해제	AWS	전라남도 무안군 해제면 발산길 28-18
362	699	무안	AWS	전라남도 무안군 무안읍 교촌리 785-1
363	700	어청도	AWS	전북특별자치도 군산시 옥도면 어청도리 산 12
364	701	무주	AWS	전북특별자치도 무주군 무주읍 당산리 854-2
365	702	익산	AWS	전북특별자치도 익산시 신흥동 885-9
366	703	진안	AWS	전북특별자치도 진안군 진안읍 진무로 702-30
367	704	변산	AWS	전북특별자치도 부안군 변산면 격포리 270-34
368	706	담양	AWS	전라남도 담양군 담양읍 천변리 396-16
369	707	지도	AWS	전라남도 신안군 지도읍 읍내리 산 25-6
370	708	광산	AWS	광주광역시 광산구 평동로 639-22
371	709	구례	AWS	전라남도 구례군 마산면 사도리 895-6
372	710	나주	AWS	전라남도 나주시 금천면 벽류길 121
373	711	이양	AWS	전라남도 화순군 이양면 오류리 314-2
374	712	순천시	AWS	전라남도 순천시 해룡면 대안리 1155-16
375	713	광양읍	AWS	전라남도 광양시 광양읍 칠성리 419-2
376	714	자은도	AWS	전라남도 신안군 자은면 구영리 1164-24
377	716	하의도	AWS	전라남도 신안군 하의면 후광길 288
378	717	익산	AWS	전라남도 진도군 익산면 연주리 888-1
379	718	상조도	AWS	전라남도 진도군 조도면 맹성리 633
380	719	선유도	AWS	전북특별자치도 군산시 옥도면 장자도리 71
381	720	보길도	AWS	전라남도 완도군 보길면 부항리 산 60-5
382	721	금일	AWS	전라남도 완도군 금일읍 신구리 산 264-1
383	722	조선대	AWS	광주광역시 동구 필문대로 309
384	723	거문도	AWS	전라남도 여수시 삼산면 거문길 103
385	724	추자도	AWS	제주특별자치도 제주시 추자면 영흥리 31-14
386	725	우도	AWS	제주특별자치도 제주시 우도면 연평리 772
387	726	마라도	AWS	제주특별자치도 서귀포시 대정읍 가파리 584
388	727	유수암	AWS	제주특별자치도 제주시 애월읍 평화로 2144
389	730	장성	AWS	전라남도 장성군 황룡면 강변로 377
390	731	영암	AWS	전라남도 영암군 영암읍 배날리길 50
391	732	보성	AWS	전라남도 보성군 보성읍 옥평리 571-11
392	733	함라	AWS	전북특별자치도 익산시 함라면 신등리 950-9
393	734	완주	AWS	전북특별자치도 완주군 고산면 소항리 699-1
394	735	덕유산	AWS	전북특별자치도 무주군 설천면 삼공리 483-1
395	736	진봉	AWS	전북특별자치도 김제시 진봉면 진봉로 302
396	737	김제	AWS	전북특별자치도 김제시 서암길 94 김제시 배수지

순번	지점 번호	지점명	구분	주소
397	738	출포	AWS	전북특별자치도 부안군 출포면 우포리 517-11
398	739	심원	AWS	전북특별자치도 고창군 심원면 도천리 822
399	741	화순	AWS	전라남도 화순군 화순읍 삼천리 590
400	742	윤남	AWS	전라남도 무안군 윤남면 성내리 580-7
401	743	비금	AWS	전라남도 신안군 비금면 비금북부길 573-1
402	744	산이	AWS	전라남도 해남군 산이면 덕송리 1077
403	745	성전	AWS	전라남도 강진군 성전면 성전리 128
404	746	땅끝	AWS	전라남도 해남군 송지면 미아리 854
405	747	청산도	AWS	전라남도 완도군 청산면 도청리 976
406	748	별교	AWS	전라남도 보성군 별교읍 장호길 56-386
407	749	도양	AWS	전라남도 고흥군 도양읍 봉암리 2346
408	750	백야	AWS	전라남도 여수시 화양면 안포리 산823-3
409	751	외산	AWS	제주특별자치도 제주시 조천읍 외산리 350-1
410	752	서광	AWS	제주특별자치도 서귀포시 안덕면 신화역사로 188번길 62
411	753	어리목	AWS	제주특별자치도 제주시 1100로 2070-61
412	754	함평	AWS	전라남도 함평군 함평읍 기갈리 189-7
413	755	백야면	AWS	전라남도 화순군 백야면 옥리 487
414	756	위도	AWS	전북특별자치도 부안군 위도면 진리 501-5
415	757	진안주천	AWS	전북특별자치도 진안군 주천면 신영리 487-4
416	758	동향	AWS	전북특별자치도 진안군 동향면 대량리 185-19
417	759	뱀사골	AWS	전북특별자치도 남원시 산내면 와은길 10
418	760	복흥	AWS	전북특별자치도 순창군 복흥면 정산로 24-31
419	761	태인	AWS	전북특별자치도 정읍시 태인면 태창리 409-3
420	762	강진면	AWS	전북특별자치도 임실군 강진면 용수리 130-1
421	763	여산	AWS	전북특별자치도 익산시 여산면 재남리 사서함88호
422	764	신덕	AWS	전북특별자치도 임실군 신덕면 삼길리 1255-7
423	765	복내	AWS	전라남도 보성군 복내면 복내리 536-13
424	766	여수산단	AWS	전라남도 여수시 월내동 1056
425	767	포두	AWS	전라남도 고흥군 포두면 송산리 1640
426	768	곡성	AWS	전라남도 곡성군 곡성읍 삼인동길 97
427	769	염산	AWS	전라남도 영광군 염산면 향화로4길 64-18
428	770	다도	AWS	전라남도 나주시 다도면 암정리 1105
429	771	안좌	AWS	전라남도 신안군 안좌면 향목리 398-3
430	772	수유	AWS	전라남도 진도군 군내면 덕병리 1512-1
431	773	학산	AWS	전라남도 영암군 학산면 상월리 산 86
432	774	전남도청	AWS	전라남도 무안군 삼향읍 오룡길 1
433	775	월야	AWS	전라남도 함평군 월야면 월야리 344-13
434	776	현산	AWS	전라남도 해남군 현산면 일평리 529-7, 529-6

제1부
주요정책 및 이슈

제2부
기상기술 동향

제3부
분야별 기상정책

제4부
소속기관 추진업무

제5부
부록

순번	지점 번호	지점명	구분	주소	순번	지점 번호	지점명	구분	주소
435	777	관산	AWS	전라남도 장흥군 대덕읍 대대로 931	474	816	구룡포	AWS	경상북도 포항시 남구 구룡포읍 병포길52 번길 41
436	778	유치	AWS	전라남도 장흥군 유치면 관동리 62	475	817	수비	AWS	경상북도 영양군 수비면 수하리 산 107-18
437	779	한림	AWS	제주특별자치도 제주시 한림읍 명월리 1969	476	818	마성	AWS	경상북도 문경시 마성면 문경GC길 240
438	780	제주남원	AWS	제주특별자치도 서귀포시 남원읍 태위로 551-27	477	819	예안	AWS	경상북도 안동시 예안면 임예로 1896
439	781	구좌	AWS	제주특별자치도 제주시 구좌읍 하도리 2233-1	478	820	하회	AWS	경상북도 안동시 풍천면 전서로 216
440	782	성판악	AWS	제주특별자치도 제주시 조천읍 516로 1865	479	821	공성	AWS	경상북도 상주시 공성면 응산로 1094
441	783	과기원	AWS	광주광역시 북구 첨단과기로 123	480	822	김천	AWS	경상북도 김천시 체육공원길 139-6
442	784	시종	AWS	전라남도 영암군 시종면 만수리 680	481	823	군위	AWS	대구광역시 군위군 군위읍 내량1길 11
443	785	북일	AWS	전라남도 해남군 북일면 신월리 174-4	482	824	가산	AWS	경상북도 칠곡군 가산면 학상리 256-1
444	786	돌산	AWS	전라남도 여수시 돌산읍 서덕리 284-5	483	825	칠곡	AWS	경상북도 칠곡군 약목면 동덕로 146
445	787	도화	AWS	전라남도 고흥군 도화면 당오리 1147-15	484	826	신녕	AWS	경상북도 영천시 신녕면 근골길 9
446	788	풍암	AWS	광주광역시 서구 풍암동 20	485	827	경산	AWS	경상북도 경산시 남매로 158
447	789	압해도	AWS	전라남도 신안군 압해면 신옹리 602-5	486	828	달성	AWS	대구광역시 달성군 현풍면 현풍서로 147
448	790	나로도	AWS	전라남도 고흥군 동일면 덕흥리 산 299-3	487	829	외동	AWS	경상북도 경주시 외동읍 순금2길 8-15
449	791	피아골	AWS	전라남도 구례군 토지면 직전길 32	488	830	기계	AWS	경상북도 포항시 북구 기계면
450	792	표선	AWS	제주특별자치도 서귀포시 표선면 한마음초 등로 399	489	831	석포	AWS	경상북도 봉화군 석포면 대현리 산 13-103
451	793	대정	AWS	제주특별자치도 서귀포시 대정읍 일과리 1396-2	490	832	단북	AWS	경상북도 의성군 단북면 노연리 380-1
452	794	황전	AWS	전라남도 순천시 황전면 괴과리 60-1	491	833	은척	AWS	경상북도 상주시 은척면 성주봉로 91
453	795	옥과	AWS	전라남도 곡성군 옥과면 리문리 161	492	834	화서	AWS	경상북도 상주시 화서면 중화로 2191
454	796	초도	AWS	전라남도 여수시 삼산면 초도리 1 산 2858	493	835	봉화읍	AWS	경상북도 봉화군 봉화읍 해저리 578-19
455	797	하태도	AWS	전라남도 신안군 흑산면 장굴길 17-11	494	836	현서	AWS	경상북도 청송군 현서면 구산리 61-1
456	798	홍도	AWS	전라남도 신안군 흑산면 홍도1길 53	495	837	이산	AWS	경상북도 영주시 이산면 원리 228
457	799	낙월도	AWS	전라남도 영광군 낙월면 상낙월리 355	496	838	동로	AWS	경상북도 문경시 동로면 여우목로 2319-45
458	800	평해	AWS	경상북도 울진군 평해읍 평해리 510	497	839	길안	AWS	경상북도 안동시 길안면 천지안길 71-3
459	801	영양	AWS	경상북도 영양군 영양읍 감천리 646-2	498	840	하양	AWS	경상북도 경산시 하양읍 금각리 산 121
460	802	온정	AWS	경상북도 울진군 온정면 외선미리 63	499	841	화북	AWS	경상북도 영천시 화북면 오산리 1493
461	803	옥산	AWS	경상북도 의성군 옥산면 금봉로 27	500	842	산내	AWS	경상북도 경주시 산내면 외칠리 981-2
462	804	청하	AWS	경상북도 포항시 북구 청하면 미남리 629-3	501	843	금강송	AWS	경상북도 울진군 금강송면 불영계곡로 1720
463	805	죽장	AWS	경상북도 포항시 북구 죽장면 방흥리 276	502	844	영덕읍	AWS	경상북도 영덕군 영덕읍 경동로 8113
464	806	선산	AWS	경상북도 구미시 선산읍 김선로 963	503	845	대구북구	AWS	대구광역시 북구 조아로2길 209
465	807	의흥	AWS	대구광역시 군위군 의흥면 수서리 581-1	504	846	대구서구	AWS	대구광역시 서구 종리동 942-1
466	808	호미곶	AWS	경상북도 포항시 남구 호미곶면 대보리 287-1	505	847	소보	AWS	대구광역시 군위군 소보면 위성리 251-11
467	809	대덕	AWS	경상북도 김천시 대덕면 중산리 429-3	506	848	청도금천	AWS	경상북도 청도군 금천면 썰마리1길 27
468	810	성주	AWS	경상북도 성주군 성주읍 삼산리 405-1	507	849	지보	AWS	경상북도 예천군 지보면 소화1길 20-5
469	811	황성	AWS	경상북도 경주시 황성동 957 황성공원 내	508	850	감포	AWS	경상북도 경주시 감포읍 나정리 630
470	812	고령	AWS	경상북도 고령군 고령읍 일랑본길 137	509	851	소곡	AWS	경상북도 울진군 북면 박금소야로 448
471	813	청도	AWS	경상북도 청도군 화양읍 송북리 278	510	852	죽변	AWS	경상북도 울진군 죽변면 등대길 131
472	814	부석	AWS	경상북도 영주시 부석면 소백로 3790	511	853	팔공산	AWS	경상북도 칠곡군 동명면 한티로 1034
473	815	예천	AWS	경상북도 예천군 예천읍 충효로 433	512	854	삼동	AWS	울산광역시 울주군 삼동면 금곡리 산 183-6
					513	855	가파도	AWS	제주특별자치도 서귀포시 대정읍 가파리 373-1
					514	856	광양백운산	AWS	전라남도 광양시 옥룡면 동곡리 1105

순번	지점 번호	지점명	구분	주소	순번	지점 번호	지점명	구분	주소
515	857	완도읍	AWS	전라남도 완도읍 청해진서로398번길 19-1	551	904	사상	AWS	부산광역시 사상구 삼락동 29-43
516	858	지산	AWS	전라남도 진도군 지산면 인지리 77-1	552	905	양산상북	AWS	경상남도 양산시 상북면 좌삼리 산 1
517	859	도함산	AWS	경상북도 경주시 양북면 불국로 1208-45	553	906	화개	AWS	경상남도 하동군 화개면 화개로 541-6
518	860	신암	AWS	대구광역시 동구 아양로9길 36	554	907	삼천포	AWS	경상남도 사천시 대방동 136-3
519	861	제주김녕	AWS	제주특별자치도 제주시 구좌읍 김녕리 83-9	555	908	진해	AWS	경상남도 창원시 진해구 성내동 476-2
520	862	송당	AWS	제주특별자치도 제주시 구좌읍 송당리 1266-1	556	909	서이말	AWS	경상남도 거제시 일운면 서이말길 478
521	863	외도	AWS	제주특별자치도 제주시 외도1동 1019	557	910	영도	AWS	부산광역시 영도구 본산로 54
522	864	완산	AWS	전북특별자치도 전주시 완산구 관선3길 21-15	558	911	매물도	AWS	경상남도 통영시 한산면 매죽리 39-9
523	865	오등	AWS	제주특별자치도 제주시 오등동 1809	559	912	백천	AWS	경상남도 함양군 함양읍 백천리 409-2
524	866	한마생대숲	AWS	제주특별자치도 제주시 용강동 산 14-1	560	913	상주면	AWS	경상남도 남해군 상주면 상주리 1723
525	867	삼가봉	AWS	제주특별자치도 제주시 오라2동	561	914	서하	AWS	경상남도 함양군 서하면 옥십리로 2327-6
526	868	사제비	AWS	제주특별자치도 제주시 애월읍 광령리 산 138-1	562	915	삼가	AWS	경상남도 함천군 삼가면 두모리 192-3
527	869	영실	AWS	제주특별자치도 서귀포시 하원동 산 1-1	563	916	단성	AWS	경상남도 산청군 단성면 강누리 38-3
528	870	진달래밭	AWS	제주특별자치도 서귀포시 남원읍 영실로 492	564	917	사천	AWS	경상남도 사천시 용현면 진삼로 902
529	871	윗세오름	AWS	제주특별자치도 제주시 애월읍 1100로 2070-510	565	918	고성	AWS	경상남도 고성군 고성읍 죽계리 435-230
530	872	지리산	AWS	경상남도 산청군 사천면 지리산대로 1	566	919	창녕	AWS	경상남도 창녕군 대지면 효정리 600
531	874	동송	AWS	강원특별자치도 철원군 동송읍 상노로 55	567	920	함안	AWS	경상남도 함안군 가야읍 산서리 928
532	875	설악산	AWS	강원특별자치도 양양군 서면 대청봉길 1	568	921	가덕도	AWS	부산광역시 강서구 가덕해안로 1237
533	876	삼척	AWS	강원특별자치도 삼척시 교동 702-3	569	922	단장	AWS	경상남도 밀양시 단장면 고례리 1710
534	877	문막	AWS	강원특별자치도 원주시 문막읍 취병리 569-13	570	923	기장	AWS	부산광역시 기장군 일광면 이천리 산 1-5
535	878	도계	AWS	강원특별자치도 삼척시 홍조길 346-0	571	924	간절곶	AWS	울산광역시 울주군 서생면 간절곶1길 39-2
536	881	새만금	AWS	전북특별자치도 부안군 변산면 새만금로 462	572	925	생림	AWS	경상남도 김해시 생림면 마사리 666-9
537	882	상무대	AWS	전라남도 장성군 삼서면 학성리 사서함 75	573	926	진북	AWS	경상남도 창원시 마산합포구 진북면 덕곡덕기길 276
538	883	새별오름	AWS	제주특별자치도 제주시 애월읍 봉성리 산 59-12	574	927	송백	AWS	경상남도 밀양시 산내면 송백리 1532-1
539	884	서호	AWS	제주특별자치도 서귀포시 서호북로 33	575	929	개천	AWS	경상남도 고성군 개천면 청광리 418-8
540	885	한남	AWS	제주특별자치도 서귀포시 남원읍 서성로 810번길 2	576	930	사량도	AWS	경상남도 통영시 사량면 양지리 187-15
541	886	군산산단	AWS	전북특별자치도 군산시 내초동 231	577	931	옥지도	AWS	경상남도 통영시 옥지면 동항리 376-3
542	888	창남대	AWS	충청북도 청주시 상당구 문익면 창남대길 646	578	932	히동	AWS	경상남도 하동군 히동읍 신기리 441-5
543	889	현충원	AWS	서울특별시 동작구 현충로 210	579	933	금남	AWS	경상남도 하동군 금남면 덕천리 842-4
544	890	제주가시리	AWS	제주특별자치도 제주시 표선면 가시리 산 45-4	580	934	수곡	AWS	경상남도 진주시 수곡면 사곡리 96-9
545	892	성산수산	AWS	제주특별자치도 서귀포시 성산읍 수산리 3039-1	581	935	청덕	AWS	경상남도 함천군 청덕면 가현리 5204
546	893	애월	AWS	제주특별자치도 제주시 애월읍 애월리 397-2	582	936	신포	AWS	경상남도 의령군 칠곡면 신포리 326
547	900	두서	AWS	울산광역시 울주군 두서면 구량리 500-7	583	937	해운대	AWS	부산광역시 해운대구 우동3로 94
548	901	울기	AWS	울산광역시 동구 일산동 산 907	584	938	부산진	AWS	부산광역시 부산진구 백양대로320번길 99
549	902	시천	AWS	경상남도 산청군 시천면 내공리 640-1	585	939	금정구	AWS	부산광역시 금정구 체육공원로 399번길 324
550	903	도천	AWS	경상남도 창녕군 도천면 우강리 841-36	586	940	동래	AWS	부산광역시 동래구 동래역사관길 18
					587	941	북구	AWS	부산광역시 북구 덕천2동 763
					588	942	부산남구	AWS	부산광역시 남구 감만동 산44-1
					589	943	매곡	AWS	울산광역시 북구 매곡동 838-31
					590	944	길곡	AWS	경상남도 창녕군 길곡면 증산리 901-1 답
					591	945	대병	AWS	경상남도 함천군 대병면 하금리 575
					592	946	북상	AWS	경상남도 거창군 북상면 갈계리 송계로 731-18

제1부
주요정책 및 이슈

제2부
기상기술 동향

제3부
분야별 기상정책

제4부
소속기관 추진현황

제5부
부록

순번	지점 번호	지점명	구분	주소	순번	지점 번호	지점명	구분	주소
593	947	명사	AWS	경상남도 거제시 남부면 저구리 423-3	627	967	도리도	AWS (항만)	경기도 화성시 서신면 백미리(도리도등대)
594	948	삼장	AWS	경상남도 산청군 삼장면 덕교리 618-3	629	984	오륙도	AWS (등표)	부산광역시 남구 오륙도로 130 오륙도등 대(용호동)
595	949	정자	AWS	울산광역시 북구 동해안로 1730	630	33001	대산(연안)	AWS (연안)	충청남도 서산시 대산읍 대죽리
596	950	사하	AWS	부산광역시 사하구 대대로 83번길 110	631	33020	남항진 (연안)	AWS (연안)	강원특별자치도 강릉시 사천면 사천진리
597	951	내장산	AWS	전북특별자치도 정읍시 내장호반로 273-17	632	33008	영덕(연안)	AWS (연안)	경상북도 영덕군 강구면 삼사길 48
598	953	장목	AWS	경상남도 거제시 장목면 장목리 360-12	633	33009	통영(연안)	AWS (연안)	경상남도 통영시 상양읍 신양일주로 1015
599	954	온산	AWS	울산광역시 울주군 온산읍 이진리 산 64	634	33011	판포(연안)	AWS (연안)	제주특별자치도 제주시 한경면 판포리
600	964	마량	AWS	전라남도 강진군 마량면 마량리 1132-11	635	33021	구룡포 (연안)	AWS (연안)	경상북도 포항시 남구 구룡포읍 동해안로 4260번길 28
601	965	한탄산남벽	AWS	제주특별자치도 서귀포시 토평동 산 15-1	636	33013	해남(연안)	AWS (연안)	전라남도 해남군 송지면 송호리
602	970	철원장흥	AWS	강원특별자치도 철원군 동송읍 장흥리 761	637	33014	여수(연안)	AWS (연안)	전라남도 여수시 남명 금오서부로 448
603	972	안동옥동	AWS	경상북도 안동시 하이마로 385	638	33016	울산(연안)	AWS (연안)	울산광역시 북구 용바위1길 58
604	973	화순능주	AWS	전라남도 화순군 능주면 민수리 794-4	639	33017	신안(연안)	AWS (연안)	전라남도 신안군 비금면 내월리
605	974	대곡	AWS	경상남도 진주시 대곡면 소실길 12-116					
606	977	오창가곡	AWS	충청북도 청주시 청원구 오창읍 과정리 383					
607	978	춘천신북	AWS	강원특별자치도 춘천시 충열로 83					
608	980	강정	AWS	제주특별자치도 서귀포시 강정동 3438-3					
609	989	안덕화순	AWS	제주특별자치도 서귀포시 안덕면 화순리 1961					
610	990	낙천	AWS	제주특별자치도 제주시 한경면 낙천리 1524-1					
611	991	옥포	AWS	대구광역시 달성군 옥포읍 신당리 664-1					
612	992	하빈	AWS	대구광역시 달성군 하빈면 현내리 325-3					
613	994	심포	AWS	전북특별자치도 김제시 진봉면 심포항					
614	995	오천	AWS	경상북도 포항시 남구 오천읍 향사리 87-28					
615	996	화동	AWS	경상북도 상주시 화동면 평산리 271					
616	898	장생포	AWS (항만)	울산광역시 남구 장생포교로 288번길 6					
617	899	마산회원	AWS (항만)	경상남도 창원시 마산회원구 삼호로63					
618	955	서수도	AWS (등표)	인천광역시 남서쪽 31km					
619	956	가대암	AWS (등표)	충청남도 서산시 서쪽 42km					
620	957	십이동파	AWS (등표)	전북특별자치도 군산시 서쪽 46km					
621	958	갈매여	AWS (등표)	전북특별자치도 고창군 북서쪽 46km					
622	959	해수서	AWS (등표)	전라남도 진도군 남서쪽 33km					
623	960	지귀도	AWS (등표)	제주특별자치도 서귀포시 남동쪽 9km					
624	961	간여암	AWS (등표)	전라남도 여수시 남남동쪽 55km					
625	963	이덕서	AWS (등표)	울산광역시 동쪽 15km					
626	966	풍도	AWS (항만)	경기도 안산시 대부남동(풍도등대)					

4.2. 고층기상관측장비

표 5-8 고층기상관측장비 도입 현황

장비명	도입연도	지점명	비고
연직바람관측장비	2007	추풍령, 울진, 원주, 철원	신설
	2017	북강릉, 파주, 국가태풍센터	신설
	2018	군산	신설
	2019	창원, 북격렬비도	신설
	2020	백령도	국가태풍센터 관측장비 이전설치 ※ 관측개시: 2020. 12. 4.~
	2021	서귀포	신설
	2022	덕적도, 해남	신설
고층기상관측장비 (레원존데)	1964	포항	
	2000	백령도	
	2001(도입) 2015(이전)	속초(도입) → 북강릉(이전)	
	2003	흑산도	
	2016	국가태풍센터	
자동고층기상 관측장비 (레원존데)	2022	창원	교체
		5개소 자동화	포항, 백령도, 북강릉, 국가태풍센터, 흑산도
		덕적북리	신설

제1부
주요정책 및 이슈

제2부
기상기술 동향

제3부
분야별 기상정책

제4부
소속기관 추진업무

제5부
부록

4.3. 해양기상관측장비

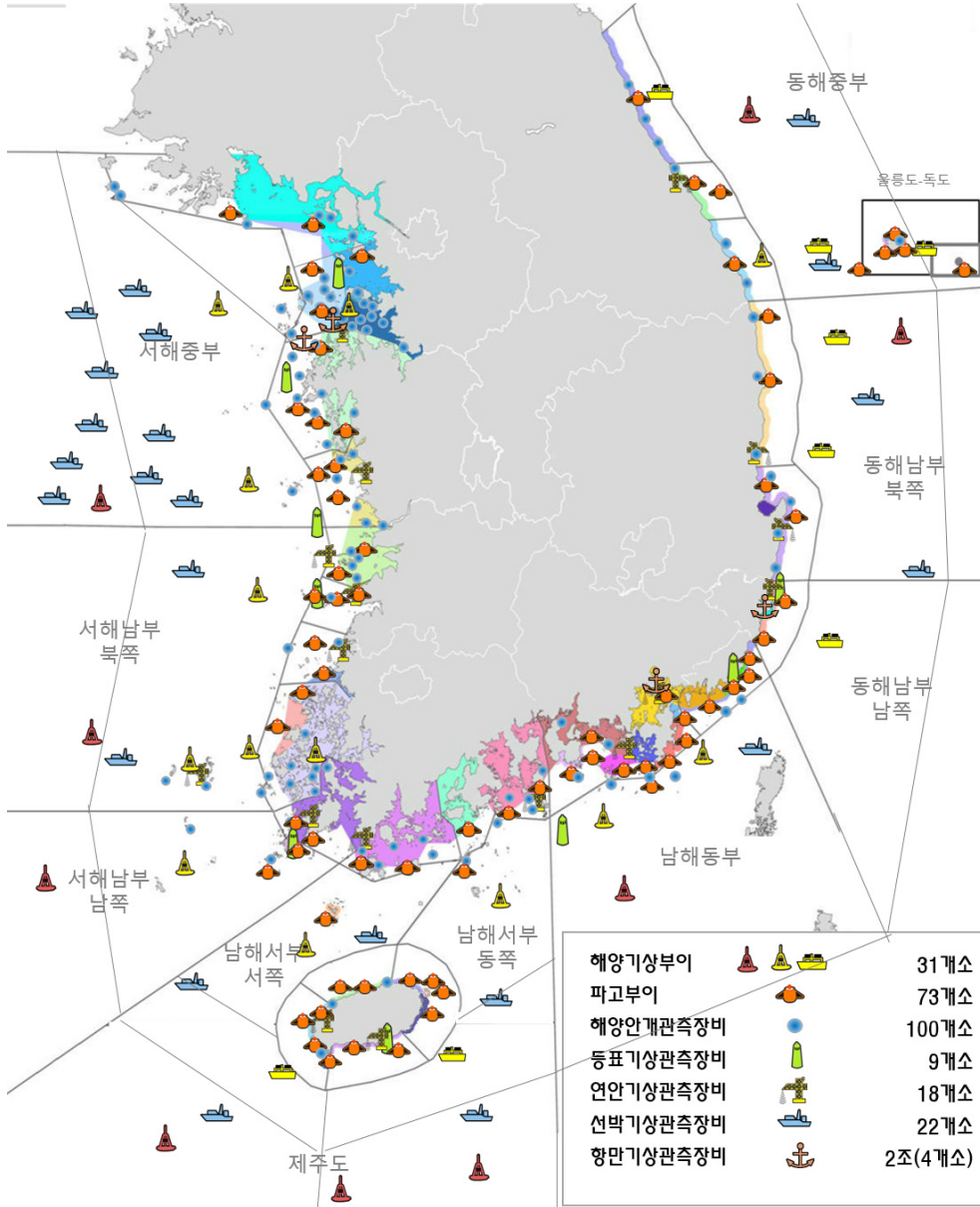


그림 5-1 해양기상관측장비 현황

표 5-9 해양 관측망 설치 현황

장비명	해역	지점번호	지점명	위·경도		관측시작일
				북위(N)	동경(E)	
해양기상부이 (31)	서해	22101	덕적도	37°14'	126°01'	1996.07.01.
		22102	칠발도	34°47'	125°46'	1996.07.01.
		22108	외연도	36°15'	125°45'	2009.10.21.
		22183	신안	34°43'	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°07'	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°07°	2020.11.25.
		22303	풍도	37°09'	126°24'	2012.12.17.
		남해	22103	거문도	34°00'	127°30'
	22104		거제도	34°46'	128°54'	1998.05.01.
	22188		통영	34°23'	128°13'	2015.12.22.
	22301		남해465	31°40'	126°24'	2021.09.15.
	22309		남해111	33°46'	128°22'	2023.11.16.
	제주도	22107	마라도	33°04'	126°01'	2008.11.15.
		22184	추자도	33°47'	126°08'	2014.01.14.
		22187	서귀포	33°07'	127°01'	2015.12.22.
		22300	남해239	32°49'	124°43'	2020.11.25.
		22304	남해244	32°42'	127°16'	2023.01.25.
	동해	22105	동해	37°28'	129°57'	2001.04.01.
		22106	포항	36°21'	129°46'	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'	2015.12.22.
		22302	동해78	36°58'	130°31'	2021.09.15.
		22305	동해57	38°22'	129°35'	2023.03.06.
		22310	고성	38°19'	128°38'	2023.11.16.
		22311	삼척	37°27'	129°19'	2023.11.15.

제1부
주요정책 및 이슈

제2부
기상기술 동향

제3부
분야별 기상정책

제4부
소속기관 추진업무

제5부
부록

장비명	해역	지점번호	지점명	위·경도		관측시작일
				북위(N)	동경(E)	
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'	129°07'	2020.11.03.
	제주도	960	지귀도	33°13'	126°39'	2004.12.10.
	동해	963	이덕서	35°34'	129°28'	2009.07.18.
파고부이 (73)	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.
		22492	비안도	35°44'	126°35'	2016.01.15.
		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.
		22475	영광	35°26'	126°10'	2013.07.27.
		22481	맹골수도	34°13'	125°57'	2014.06.27.
		22487	천수만	36°28'	126°26'	2015.05.20.
		22488	안면도	36°32'	126°17'	2015.10.13.
		22489	대치마도	35°01'	126°01'	2015.10.13.
		22496	장봉도	37°29'	126°21'	2016.12.05.
		22497	변산	35°39'	126°27'	2016.12.05.
		22500	조도	34°17'	126°06'	2016.12.31.
		22503	불무도	34°19'	126°10'	2017.12.28.
		22504	위도	35°39'	126°15'	2017.11.16.
		22509	장안퇴	37°02'	126°16'	2019.12.20.
		22510	위도동부	35°39'	126°22'	2020.06.23.
		22522	연평도	37°37'	125°38'	2021.01.26.
		22525	불음도	37°36'	126°08'	2021.12.08.
		22526	녹도	36°15'	126°12'	2021.09.23.

장비명	해역	지점번호	지점명	위·경도		관측시작일
				북위(N)	동경(E)	
	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.
		22507	초도	34°09'	127°13'	2018.10.31.
		22511	기장	35°13'	129°16'	2021.01.01.
	22512	지심도	34°49'	128°46'	2021.01.01.	
	22513	이수도	34°58'	128°45'	2021.01.01.	
	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.
22505		영락	33°14'	126°11'	2017.12.28.	
22514		구엄	33°31'	126°22'	2021.01.27.	
22515	위미	33°13'	126°42'	2021.01.27.		
22516	신창	33°22'	126°6'	2021.01.27.		
22517	하도	33°33'	126°55'	2021.01.27.		

제1부
주요정책 및 이슈제2부
기상기술 동향제3부
분야별 기상정책제4부
소속기관 추진업무제5부
부록

장비명	해역	지점번호	지점명	위·경도		관측시작일
				북위(N)	동경(E)	
	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.
		22479	맹방	37°24'	129°13'	2013.08.13.
		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.
		22483	간절곶	35°22'	129°22'	2015.01.01.
		22490	월포	36°13'	129°24'	2015.10.13.
		22506	울릉서부	37°26'	130°30'	2018.04.28.
		22518	당사	35°34'	129°30'	2021.01.01.
		22520	강릉	37°47'	129°03'	2021.01.26.
		연안기상관측장비 (18)	서해	33001	대산	37°01'
33002	죽도			36°16'	126°32'	2011.04.12.
33004	격포			35°37'	126°27'	2011.04.12.
33018	법성포			35°21'	126°23'	2014.09.03.
33010	흑산도			34°39'	125°23'	2012.01.12.
33006	자산			34°26'	126°07'	2011.04.12.
33017	신안			34°43'	125°54'	2013.10.16.
33003	말도			35°51'	126°19'	2011.04.12.
남해	33013		해남	34°18'	126°30'	2012.11.06.
	33014		여수	34°31'	127°43'	2012.01.01.
	33009		통영	34°45'	128°24'	2014.01.08.
	33019		실리도	35°03'	128°38'	2015.01.07.
제주도	33011		판포	33°22'	126°12'	2011.12.10.
	33015		서귀포	33°15'	126°38'	2012.11.15.
동해	33020		남향진	37°45'	128°57'	2020.12.21.
	33008		영덕	36°20'	129°22'	2011.12.21.
	33021	구룡포	35°57'	129°32'	2020.12.21.	
	33016	울산	35°34'	129°27'	2013.10.18.	

장비명	해역	지점번호	지점명	위·경도		관측시작일
				북위(N)	동경(E)	
해양시정관측장비 (100)	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'	2020.12.08.
		44027	선진포항	37°49'	124°42'	2020.12.08.
		44028	답동항	37°46'	124°44'	2020.12.08.
		44029	주문도	37°39'	126°14'	2020.12.08.
		44030	어유정항	37°38'	126°20'	2020.12.08.
		44031	신도	37°32'	126°28'	2020.12.08.
		44032	광명항	37°22'	126°26'	2020.12.08.
		44033	소초지도	37°18'	126°16'	2020.12.08.
		44034	묵통도	37°16'	126°16'	2020.12.08.
		44035	덕적도항	37°15'	126°07'	2020.12.08.
		44036	굴업도	37°10'	125°59'	2020.12.08.
		44037	울도항	37°01'	126°00'	2020.12.08.
		44038	월암두	37°14'	126°19'	2020.12.08.
		44039	광여등표	37°10'	126°17'	2020.12.08.
		44040	부도	37°08'	126°20'	2020.12.08.
		44041	진두항	37°15'	126°29'	2020.12.08.
		44042	행남곡	37°11'	126°33'	2020.12.08.
44043	제부도항	37°10'	126°37'	2020.12.08.		
44044	궁평항	37°06'	126°41'	2020.12.08.		
44045	도리도	37°07'	126°36'	2020.12.08.		

제1부
주요정책 및 이슈

제2부
기상기술 동향

제3부
분야별 기상정책

제4부
소속기관 추진업무

제5부
부록

장비명	해역	지점번호	지점명	위·경도		관측시작일
				북위(N)	동경(E)	
		44046	입파도	37°06'	126°32'	2020.12.08.
		44047	국화도항	37°03'	126°33'	2020.12.08.
		44048	풍도	37°06'	126°23'	2020.12.08.
		44049	평택당진항	36°58'	126°49'	2020.12.08.
		44050	대난지도항	37°03'	126°27'	2020.12.08.
		44051	수인여	36°59'	126°18'	2021.10.19.
		44052	안도	36°57'	126°10'	2021.10.19.
		44053	닭섬	36°48'	126°08'	2021.10.19.
		44054	궁시도	36°39'	125°51'	2021.10.19.
		44055	안흥신항	36°40'	126°07'	2021.10.19.
		44056	몽산포항	36°40'	126°16'	2021.10.19.
		44057	울미도	36°35'	126°11'	2021.10.19.
		44058	궁리항	36°35'	126°27'	2021.10.19.
		44059	외도	36°27'	126°18'	2021.10.19.
		44060	고대도	36°23'	126°22'	2021.10.19.
		44061	영목항	36°24'	126°25'	2021.10.19.
		44062	녹도	36°16'	126°16'	2021.10.19.
		44063	외범현서	36°11'	126°03'	2021.10.19.
		44064	비인항	36°07'	126°30'	2021.10.19.
		44065	장서	36°01'	126°33'	2021.10.19.
		44066	장항항	36°00'	126°39'	2021.10.19.
		44067	소횡경도	35°51'	126°23'	2021.10.19.
		44068	도토머리도	35°49'	126°26'	2021.10.19.
		44069	무녀도	35°47'	126°25'	2021.10.19.
		44070	치두도	35°43'	126°27'	2021.10.19.
		44071	위도항	35°37'	126°18'	2021.10.19.
		44072	계마항	35°23'	126°24'	2021.10.19.
		44073	안마항	35°20'	126°00'	2021.10.19.
		44074	황달서	34°52'	126°10'	2021.10.19.
		44075	하태도	34°23'	125°17'	2021.10.19.
	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.

장비명	해역	지점번호	지점명	위·경도		관측시작일
				북위(N)	동경(E)	
		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.
		44098	모슬포항	33°12'	126°15'	2022.10.31.
	44099	함덕항	33°32'	126°39'	2022.10.31.	
	44100	애월항	33°28'	126°19'	2022.10.31.	
	동해	44076	고성대진항	38°29'	128°25'	2022.10.31.
		44077	오호항	38°19'	128°31'	2022.10.31.
		44078	속초항	38°12'	128°36'	2022.10.31.
		44079	수산항	38°04'	128°40'	2022.10.31.
		44080	삼척항	37°25'	129°11'	2022.10.31.
		44081	초곡항	37°18'	129°17'	2022.10.31.
		44082	저동항	37°29'	130°54'	2022.10.31.
		44083	죽변	37°03'	129°25'	2022.10.31.
		44084	후포	36°40'	129°27'	2022.10.31.
		44085	방석항	36°13'	129°23'	2022.10.31.
		44086	영일만항	36°06'	129°26'	2022.10.31.
		44087	강사1항	36°02'	129°34'	2022.10.31.
		44088	양포항	35°52'	129°31'	2022.10.31.
		44089	읍천항	35°41'	129°28'	2022.10.31.
		44090	부산 해무 종합민족소	35°07'	129°07'	2022.10.31.
		44091	감천항	35°02'	129°00'	2022.10.31.
		44092	석문도	34°41'	128°35'	2022.10.31.
		44093	작도	34°42'	128°29'	2022.10.31.
44094		동강	34°50'	128°14'	2022.10.31.	
44095	향기도	34°56'	127°57'	2022.10.31.		
44096	고도	34°40'	128°03'	2022.10.31.		
44097	육지항	34°37'	128°16'	2022.10.31.		

제1부
주요정책 및 이슈

제2부
기상기술 동향

제3부
분야별 기상정책

제4부
소속기관 추진업무

제5부
부록

장비명	해역	지점번호	지점명	위·경도		관측시작일
				북위(N)	동경(E)	
선박기상관측장비 (22)	서해	비공개	비공개	-	-	-
			(경비함정)			
		1718410	비룡호	-	-	2017.12.28.
		1718411	뉴골든브릿지V	-	-	2017.12.28.
		1718412	뉴골든브릿지VI	-	-	2019.03.26.
		1718413	동방명주VI	-	-	2019.03.26.
		1718414	화동팔VIII	-	-	2019.03.26.
		1718415	하머니원강	-	-	2019.09.04.
	1718433	군산팔			2022.11.04.	
	남해	비공개	비공개	-	-	-
			(경비함정)			
	동해	비공개	비공개	-	-	-
			(경비함정)			
		1718416	이스턴드림	-	-	2019.09.04.
		1718434	뉴씨다오피호			2023.11.13.

4.4. 항공기상관측장비

표 5-10 항공기상관측장비 현황

장비명	설치공항 (지점명)	지점 번호	활수로 수량	도입 년도	설치 수량	비고
공항기상관측장비 (AMOS)	인천공항	113	4분	2021	1조	제1활주로
				2021	1조	제2활주로
				2020	1조	제3활주로
				2020	1조	제4활주로
	김포공항	110	2분	2019	2조	
	제주공항	182	2분	2022	2조	
	무안공항	163	1분	2023	1조	
예비 공항기상관측장비 (예비 AMOS)	울산공항	151	1분	2016	1조	
	여수공항	167	1분	2016	1조	
	양양공항	92	1분	2022	1조	
	인천공항	-	-	2010	1조	
	김포공항	-	-	2012	1조	
	제주공항	-	-	2012	1조	
	무안공항	-	-	2016	1조	
저층급변풍경고장비 (LLWAS)	울산공항	-	-	2012	1조	
	여수공항	-	-	2012	1조	
	양양공항	-	-	2016	1조	
저층급변풍경고장비 (LLWAS)	인천공항	-	-	2019	1조	원격사이트: 12개소
	제주공항	-	-	2023	1조	원격사이트: 11개소
	양양공항	-	-	2016	1조	원격사이트: 8개소
공항기상레이더(TDWR)	인천공항	-	-	2022	1조	

제1부
주요정책 및 이슈

제2부
기상기술 동향

제3부
분야별 기상정책

제4부
소속기관 추진업무

제5부
부록

05

청사 현황

표 5-11 청사 현황

구분	기관(시설)명	대지면적	건물 연면적	임대기관
청사	기상청	18,198	20,508	
	국가기상슈퍼컴퓨터센터	23,092	8,466	
	국가태풍센터	65,855	1,883	
	수도권기상청	12,587	2,520	
	인천기상대	7,840	979	
	부산지방기상청	4,430	3,318	
	울산기상대	10,001	1,000	
	창원기상대	12,941	727	
	광주지방기상청	14,559	3,298	
	목포기상대	10,997	448	
	전주기상지청	25,367	2,029	
	대전지방기상청	54,101	2,266	
	홍성기상대	10,983	1,832	
	청주기상지청	5,620	1,799	
	강원지방기상청	14,167	3,084	
춘천기상대	8,350	2,036		
대구지방기상청	36,491	2,214		
안동기상대	3,728	979		
제주지방기상청	6,636	3,533		
국가기상위성센터	33,796	7,474		
국립기상과학원	16,953	7,997		
항공기상청	-	(1,473)	인천국제공항공사	
김포공항기상대	-	(472)	한국공항공사	
제주공항기상대	-	(231)	한국공항공사	
무안공항기상대	-	(170)	한국공항공사	
울산공항기상대	-	(140)	한국공항공사	
김해공항기상실	-	(200)	한국공항공사	
여수공항기상실	-	(135)	한국공항공사	
양양공항기상실	-	(123)	한국공항공사	

구분	기관(시설)명	대지면적	건물 연면적	임대기관	
기상과학관 (박물관)	국립기상박물관	4,156	1,275	밀양시(토지)	
	국립대구기상과학관	-	2,592		
	국립밀양기상과학관	20,000	2,800		
	국립전북기상과학관	14,705	1,299	충주시(토지) 충청남도(토지)	
	국립충주기상과학관	15,000	2,872		
	국립서해안기후대기센터	19,137	2,638		
관측시설	기상통신소	8,048	895		
	천안지진계시험실	8,239	716		
	백령도관측소	8,573	634		
	동두천자동기상관측소	2,866	446		
	이천자동기상관측소	1,576	180		
	파주자동기상관측소	9,217	509		
	덕적도해양기상관측기지	2,818	471		
	부산기상관측소	9,116	667		
	진주자동기상관측소	5,290	668		
	거창자동기상관측소	10,394	759		
	통영자동기상관측소	2,327	522		
	여수관측소	3,205	374		신안항공개발(주)
	흑산도관측소	3,000	475		
	순천자동기상관측소	10,763	673		
	완도자동기상관측소	4,305	400		
	보령자동기상관측소	4,995	723		
	서해해양관측기지	-	159		
	충주자동기상관측소	3,176	482		
	추풍령자동기상관측소	15,345	940		
	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			
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 (고산기후변화감시소)	5,385	1,053			
성산 기상레이더관측소	2,183	835			

제1부
주요정책 및 이슈

제2부
기상기술 동향

제3부
분야별 기상정책

제4부
소속기관 추진업무

제5부
부록

구분	기관(시설)명	대지면적	건물 연면적	임대기관
	진도 기상레이더관측소	11,682	616	
	실증관측소	1,417	562	
	남원기상레이더관측소	7,740	689	
	백령도 기상레이더관측소	2,743	728	
	기상관측장비 연구 및 시험시설	19,497	2,064	
	구름물리실험 챔버동		893	
	대관령구름물리선도센터	6,984	738	
	안면도기후변화감시소	4,862	1,384	
	울릉도기후변화감시소	1,843	749	
	무안해양기상연구지원동	2,464	308	
	보성표준기상관측소	6,364	1,160	
	고창표준기상관측소	23,207	673	

06

각종 발간자료 현황

발간기관	책명	주요내용	발행	발행주기
예보국	2022년도 한반도 영향태풍 분석 보고서	한반도 영향태풍에 대한 감시, 분석, 예보, 언론보도 등 주요사항에 대한 종합 분석	2월	정기
	2022년 태풍 분석보고서	2022년 북서태평양 발생 태풍에 대한 주요 통계사항, 진로 강도변화 중심위치 등의 분석과 Best track 재분석	6월	정기
	태풍분석 및 예측기술 개발	2023년 국가태풍센터 연구결과(태풍 단기, 장기예측기술 개선, 태풍 분석기술 개발) 수록	12월	정기
기후 과학국	2022년 연 기후특성 보고서	전자구-우리나라 기후 이슈 및 이상기후 발생을 야기하는 기후적 요인 분석	2월	정기
	2022년 유역별 강수통계정보	과거 49년(1973~2021) 강수량과 2022년 강수량을 유역별로 비교·분석한 통계정보	5월	정기
	2022 지구대기감시 보고서	2022년 한반도 기후변화감시 관측 및 분석 결과	6월	정기
	탄소중립을 위한 기후변화과학의 이해	기후변화관측, 분석, 예측, 이해확산, 국제협력 등 기후변화과학 정보활용자를 위한 기초입문서	7월	단행본
	「지구대기감시 프로그램의 과학 및 이행계획(2024~2027)」 번역본	WMO 지구대기감시 프로그램의 과학 및 이행계획(2024~2027)	9월	정기
	지역별 기후변화 전망보고서 개정판	SSP 시나리오 기반 17개 광역시·도별 미래 기후변화 전망정보 수록	12월	단행본
	17개 광역시·도별 기후변화 전망보고서	SSP 시나리오 기반 17개 광역시·도의 시·군·구별 미래 기후변화 전망정보 수록	12월	단행본
	2023년 해양 기상·기후정보	월별, 해역별 과거 파고 및 해상풍 관측 통계분석, 풍랑특보일 수, 해수면 온도 실태, 예측과 주요 해양기상정보 및 이슈 등	12월	정기
기상서비스진흥국	기상월보	지점별, 일별 종관기상관측 통계자료	매월	정기
	방재기상관측월보	지점별, 일별 방재기상관측 통계자료	매월	정기
	고층기상월보	지점별, 일별 고층기상관측 통계자료	매월	정기
	해양기상월보	지점별, 일별 해양기상관측 통계자료	매월	정기
	항공기상월보	지점별, 일별 항공기상관측 통계자료	매월	정기

제1부
주요정책 및 이슈

제2부
기상기술 동향

제3부
분야별 기상정책

제4부
소속기관 추진업무

제5부
부록

발간기관	책명	주요내용	발행	발행주기
	기상연보	지점별, 월별 중관기상관측 통계자료	6월	정기
	방재기상관측연보	지점별, 월별 방재기상관측 통계자료	6월	정기
	고층기상연보	지점별, 월별 고층기상관측 통계자료	6월	정기
	북한기상연보	지점별, 월별 북한관측 통계자료	6월	정기
	항공기상연보	지점별, 월별 항공기상관측 통계자료	6월	정기
	2022년 국가기후데이터 품질분석 연례보고서	국가기후데이터 품질진단 결과에 대한 종합 분석 및 품질오류 사례 수록	6월	정기
지진 화산국	2022 지진연보	2022년 국내 지진의 발생 현황 및 특성	2월	정기
	지진화산업무 지원 및 활용 기술 개발(VI)	2022년 지진·지진해일·화산 자체연구 결과	2월	정기
	지진해일 특보 해설서	지진해일 특·정보 발표 체계 ※ 통보문의 구성 및 설명	4월	단행본
	지진관측장비 메타정보 활용 가이드선스 II	기상청 및 유관기관에서 운영 중인 지진·음파관측장비의 메타정보 및 분석·활용 방법	4월	단행본
	2022년 기상청 지진관측자료 품질분석 보고서	2022년도 기상청 지진관측자료 지표별 품질분석 결과	5월	정기
	지진화산업무 지원 및 활용 기술 개발(VII)	2023년 지진·지진해일·화산 자체연구 결과	12월	정기
국가기상 위성센터	2022년도 기상위성 예보지원 및 융합서비스 기술개발 연구보고서	2022년도 '기상위성 예보지원 및 융합서비스 기술개발' 사업의 연구개발 내용 및 연구 성과	4월	정기
	2022년도 기상위성 운영 및 활용 기술개발 연구보고서	2022년도 '기상위성 운영 및 활용 기술개발' 사업의 천리안위성 2A호 운영 내용 및 성과	7월	정기
	2022 연차보고서	2022년 국가기상위성센터 주요 이슈사항 작성	6월	정기
기상 레이더센터	2022 기상청 기상레이더 품질 보고서	2022년도 기상청 현업레이더의 운영체계, 유지보수, 자료 품질관리 및 주요 산출물 정확도 분석	2월	단행본
	손실 함수 중심의 강수 초단기 예측을 위한 적대적 학습 설계	생성형 시인 PCT-CycleGAN의 핵심인 4가지 종류의 손실함수에 대한 세부 설계 전략과 TensorFlow 기반 구현 방법과 사례를 통한 성능 분석	11월	단행본
수치 모델링센터	수치예보 및 자료응용 기술개발(2023)	현업 수치예보시스템의 감시, 분석, 예측 기술 개발 및 성능 개선 연구	12월	정기
	2022 수치예보시스템의 검증	현업 수치예보시스템의 예측성능 분석 및 개선을 위한 객관적 검증결과 자료	3월	정기
	기상청 수치예보모델 표준검증시스템 운영 매뉴얼	기상청 표준검증시스템의 구성 소개 및 운영 방법	10월	단행본

발간기관	책명	주요내용	발행	발행주기
기상기후 인재개발원	2023년도 교육훈련계획	기상기후인재개발원 교육과정 및 내용	2월	정기
수도권 기상청	2023년 수도권 위험기상 사례분석집	호우 등 위험기상 사례 메커니즘 분석, 레이더 및 위성 상황, 대응 상황, 언론 보도 등	12월	단행본
	2022년 수도권 기후자료집	지리적 특성을 반영한 기후(기온·강수)특성	6월	단행본
부산 지방기상청	2023년 부산·울산·경상남도 상세기후정보집	평년·최근 10년 부울경 20개 시·군별 기후요소, 현상일수, 해양 기후특성, 기후변화 전망 등	6월	정기
광주 지방기상청	자연재난 협업대응 공동매뉴얼(전라남도)	자연재난의 이해, 매뉴얼 관리, 기상정보 활용 및 행동 요령 등	6월	단행본
	2023년 예보분석 통합보고서	여름철 및 겨울철 위험·특이기상 사례분석, 2023년 광주청 예보기술발표회 등	12월	단행본
	2023년 광주·전남 위험기상사례 전주기분석서	'22~'23년 위험기상사례(4차) 전주기분석	12월	단행본
강원 지방기상청	강원도 영향예보 분야별 가이드스	국민안전증진과 폭염·한파 관계기관의 방재업무 실효적 지원을 위해 제작	3월	단행본
	2022년 강원도 기후특성 보고서	지역 기후의 기초자료 활용 지원을 위한 2022년 강원도 연·월별 기후특성 요약, 극값 경신 및 기후통계 현황 등	3월	단행본
	강원도 폭염·한파 특성집	강원도 지형별 특성파악으로 폭염과 한파로 인한 피해 영향분석 고찰	11월	단행본
	강원산지 기후보고서	강원산지 연·계절·월별 기후특성 및 지리적 특성 분석	12월	단행본
대전 지방기상청	2022년 대전·세종·충남 기상기후보고서	지역 기후특성 및 이상기후 관련 종합적 분석	4월	단행본
	「충남권 기후변화 분석정보 사용자 매뉴얼(2023)」	지방 기후위기 적응대책 절차 및 지자체별 기후변화 분석정보	9월	단행본
	2023년도 대전지방기상청 맞춤형 영향예보 연구개발과제	폭염·한파 영향예보 사후분석, 서비스 개선·전달 방안 및 지역 현안 국지기상 연구	12월	정기
	2023년 대전·세종·충남 기상분석실록	2023년 충남권 주요 위험기상 사례별 발생 특징 및 시사점	12월	단행본
제주 지방기상청	2022년 기후분석자료집	2022년 제주도 연, 계절별, 월별 기후특성 및 월별 상세강수정보	4월	단행본
	2023년 제주지방기상청 맞춤형 영향예보 연구개발과제 보고서	제주도 맞춤형 영향예보 연구개발과제 서비스 개선 및 국지기상 연구 등 수행 결과	12월	단행본
	2023 제주날씨예보 기술노트	제주도 위험기상(호우, 강풍, 폭염, 대설)과 특정관리해역의 해양기상특성 분석	12월	단행본
	2023 제주강수 특이기상 분석집	계절별 위험기상과 특이기상 사례 심층 분석 및 검증	12월	단행본

제1부
주요정책 및 이슈

제2부
기상기술 동향

제3부
분야별 기상정책

제4부
소속기관 추진업무

제5부
부록

발간기관	책명	주요내용	발행	발행주기
	최근 5년(2018~2022년), 월별 다시보는 기상이슈	최근 5년간 월별 위험 기상 발생 특성 분석 및 점검 기상요소 도출	12월	단행본
	제주도 상세 기후도	제주도 고도별 지형을 반영한 기후일반(5종), 기후요소평균(21종), 극한기후현상(34종) 등 70종의 기후자료 수록	12월	단행본
국립기상과학원	2022년 기상항공기 운영성과보고서	기상항공기 위험 기상 선행관측 운항 결과 등	4월	정기
	2022 지구대기감시 보고서	기후변화감시소 및 위탁관측소의 2022년 관측 결과 모음집	6월	정기
	기상기술정책	기상기후분야 정책 이슈, 현안에 대한 전문가 원고 모음집	6월 12월	반기
	2022년도 황사 사례분석집	2022년도 우리나라에 영향을 준 황사 사례분석	8월	정기
	2022년도 기상관측선 운영성과보고서	기상관측선 운항 분석과 주요 관측 성과 등	11월	정기
	2023년 장마 분석보고서	2023년 여름철 강수 특성 및 집중호우 사례분석 결과	12월	단행본
	기후예측시스템(GloSea6) 검증보고서	현업 기후예측시스템(GloSea6) 2022년 예측성능 검증	12월	정기
항공기상청	2023년 항공기상 현업연구 보고서	2023년 공항별 현업연구과제에 대한 최종 보고서	12월	정기
	「Why? How! 항공」	주요 항공위험기상(해무, 급변풍 등) 현상별 예보 및 관측 기술노트	12월	정기
	항공기상 일기도 표준 규격 활용 매뉴얼	항공기상 일기도 표준 규격 기반 일기도 생산 체계 및 표준함수 사용법	12월	단행본
	3차원 레이더 바람을 이용한 급변풍 탐지 기술	3차원 레이더 바람(WISSDOM)을 이용한 급변풍 산출 방법 및 가시화 프로그램	12월	단행본

07

정부포상 현황

훈격	수여권자	인원	수상자 및 공적내용
국민훈장 동백장	대통령	1	기상업무 발전(이화성)
홍조 근정훈장	대통령	4	우수공무원(이미선) 퇴직공무원(김금란, 김동진(부이사관), 김용하)
녹조 근정훈장	대통령	11	퇴직공무원(김경록, 김동진(기상사무관), 김봉진, 김상용, 김성국, 김성현, 송상규, 심안섭, 우종택, 조군석, 최재천)
옥조 근정훈장	대통령	3	퇴직공무원(송현숙, 유종호, 정학권)
국민포장	대통령	1	기상업무 발전(배병훈)
근정포장	대통령	5	국가재난관리(유재훈) 기상업무 발전(윤성호) 대한민국 공무원상(최원철) 우수공무원(박경희) 퇴직공무원(김민호)
표창	대통령	5	국가재난관리(이호만) 기상업무 발전(김정식, 서경환, 유진호) 비상대비태세 확립(단체 기상청) 우수공무원(홍기만) 정부업무평가(최우예) 정책홍보평가(단체 기상청)
	국무총리	25	공무원 교육훈련기관 종합진단 우수(단체 기상기후인재개발원) 기상업무 발전(서남섭, 이영미, 이용자, 이조한) 모범공무원(고정웅, 김성수, 김은경, 노재훈, 박연옥, 박연화, 박정자, 송원화, 심재관, 심해섭, 오창록, 정광우, 최순기, 하태룡) 산림재난(이은희) 우수공무원(손성화, 정성래) 우수 연구모임(오태석) 정책소통(오철규) 퇴직공무원(이전희)
	과학기술정보 통신부장관	1	연구성과관리 활용·확산(김영미)
	국가정보원장	2	국가안전보장(유승협, 이봉주)
	국민권익위원회위원장	1	국민권익의 날(이은정)
	국토교통부장관	1	국토교통업무 발전(유동봉)

제1부
주요정책 및 이슈

제2부
기술기술 동향

제3부
분야별 기상정책

제4부
소속기관 추진업무

제5부
부록

훈격	수여권자	인원	수상자 및 공적내용
표창	문화체육관광부장관	1	디지털 정책소통(도진아)
	부총리 겸 교육부장관	1	수능 및 대입업무(유세화)
	부총리 겸 기획재정부장관	1	연말업무(기미옥)
	행정안전부 장관	7	국가재난관리(유명선, 이재영, 최현주) 민원서비스 종합평가(김동연, 단체 기상청) 집중안전점검(이종현) 책임운영기관 종합평가 우수(정혜리)
	환경부장관	71	국가기상수퍼컴퓨터 구축·운영 및 활용(김민성) 국가레이더 협업행정(류재문, 이동희) 국립전북기상과학체험관 신축(박성재, 최미영) 국립서해안기후대기센터 개관(민병오, 정우중) 국제기상협력(박익태) 기상·지진장비인증센터 구축(최영철) 기상관측 발전 및 관측기술 혁신(송태준, 이호상) 기상관측표준화(김기창, 성시형) 반부패·청렴(방주영, 오기룡) 세계기상의 날(김보영, 김연중, 김옥연, 김주희, 김지희, 김현, 권영우, 박서경, 박선영, 박희준, 배철호, 송세정, 안솔, 안총걸, 오영제, 윤현진, 이경아, 이대근, 이미연, 이보연, 이영생, 이영임, 이윤형, 임소영, 임호영, 장명환, 장은석, 전숙영, 전신영, 조원제) 수치예보모델 개발(황윤정) 안전보건(경규정) 연말업무 추진(김민경, 김영남, 김영호, 김은호, 김진욱, 송대성, 이명진, 정윤미, 정지현, 주남용) 영향예보 협업(박유정) 제주공항 급변풍 탐지 관측망 확충(김윤수, 조혜영) 제주공항 기상레이더 구축(성은혜) 제주기상 100주년 기상업무(이다경, 좌동철, 현대성) 지진·지진해일·화산업무(박창민, 양자영) 천리안위성 2A호 산출물 활용(김대현, 임한철) 항공기상정보 스마트화 협업행정(정세연, 하해성) 환경보전(강미선)
	인사혁신처 처장	3	인사제도 운영 발전(이상성) 인재개발 플랫폼 발전(조미영) 재해예방업무(김남희)
	병무청장	1	병역사항 공개·증명업무 발전(김동연)

훈격	수여권자	인원	수상자 및 공적내용
표창	기상청장	146	과학원 협업행정(강재연, 김선웅) 국가레이더 협업행정(이종환) 국가기상수퍼컴퓨터 운영 및 활용(김병현, 박성재) 국립서해안기후대기센터 개관(나영우, 심민철) 국립전북기상과학체험관 신축(김광진, 조수연) 국민신문고 민원대응(백문희, 이혜미) 국제협력(안영섭) 기록관리(박동인) 기상과학관(이병철) 기상관측표준화(권오혁, 박용운, 송춘호, 유희선, 장수원) 기상기후 빅데이터(이규영, 이승재) 기상산업진흥(김성민) 기상연구·개발(박성화) 기상위성 개발 협업(오태형, 이승우) 기상위성 운영 협업(김준호) 기상자료 민원 및 관리·제공(신은혜, 유혜인) 기상·지진장비 인증센터 구축(육지수, 단체 ㈜주강종합건설) 기상측기 인증기술(단체 한국기상산업기술원 표준인증실) 기후업무(이수민) 기후변화 정보 활용(박진호, 양지휘) 대국민 기상교육(이진주) 대외협력(김리하, 박상현, 이세흠, 황덕현) 반부패·청렴(안혜인, 이은지) 방재기상업무(이필우, 정원범) 방재기상업무전문교육(단체 강원특별자치도) 보안감사 모범사례(김지애, 김치용) 세계기상의 날(강병준, 강정구, 고동현, 구승모, 김보영, 김인경, 김종갑, 명소연, 민은주, 박득용, 박세진, 박형진, 성금란, 손진영, 안민주, 안서림, 엄아라, 엄효식, 오류영, 원태연, 윤정한, 이영주, 이하림, 임도윤, 정구표, 조태훈, 최용상, 최정빈, 함현준, 단체 일사천리시스템(주)) 수문기상·가뭄 및 인공강우(윤현철, 이성주) 수치예보 활용 확산(김성훈) 수치예보모델 개발(강전호) 안전보건(정태욱) 영향예보(김수아, 강상현) 우수연구자(김가영, 조영순) 우수강사(신현철) 웹서비스(정원준) 위성 융합·협력(허준형)

제1부
주요정책 및 이슈

제2부
기상기술 동향

제3부
분야별 기상정책

제4부
소속기관 추진업무

제5부
부록

훈격	수여권자	인원	수상자 및 공적내용
			위성자료 기상재해 예방(강은하, 이원섭) 을지연습(이동현) 인재개발플랫폼 활성화(임병환) 장기예보(박미나) 재난관리(박진영, 송병일) 적극행정 우수공무원(김경욱, 김아름, 김양희, 문석훈, 박형진, 손웅기, 이재영, 임윤규, 장기호, 정선애) 정보보호(박진수, 이은진) 제주공항 기상레이더 구축(최윤) 제주기상 100주년 기상업무(김태인, 박근태, 이영주) 종합기상정보시스템 구축·운영 및 활용(박광진) 지역기상 협업행정(고성일, 김만우, 김성범, 김시문, 김은선, 김현선, 박동영, 박성웅, 박성진, 안보현, 안의석, 양기호, 이민영, 이상경, 정만음, 조지영, 한선명, 허자윤) 지역기상융합서비스(김수웅, 임유진) 지진·지진해일·화산업무(박지완, 이혜원, 한민희) 청사시설관리(이종률) 태풍업무(고지연, 윤대영) 항공기상 협업행정(장유원) 항공기상정보 스마트화 협업행정(김상일, 이지윤) 항공기상청 홈페이지 구축 운영(조흔복) 해양기상(김명선, 장유연, 최지은, 한주엽)

분기	월 일	주 요 일 지
1분기	2. 6.	'기상청 API허브' 서비스 시작(지상관측데이터 등 12개 분야 120종)
	2. 10.~3. 15.	중부내륙고속도로, 도로살얼음 발생 가능 정보 서비스 시험 운영
	2. 27.~3. 3.	제76차 WMO 집행이사회 참석
	2. 23.	한국형수치예보모델 물리과정 등 성능 지속 및 현업화
	2. 28.	이중편파레이더 기반 강수량 재분석자료 생산
	3. 7.	제주공항 기상레이더(TDWR) 타워 설치공사 착수
	3. 27.	기상기후인재개발원 청사 신축공사 착공
2분기	4. 4.	기상관측발전 기본계획('23-'27) 수립
	5. 8.	관측-예보 현업 합동근무 시행
	5. 10.	2023년 지진-지진해일 위기대응 합동 모의훈련 실시
	5. 15.	체감온도 기반의 폭염특보 정식 운영
	5. 24.	제주지방기상청, WMO 100년 기상관측소 선정
	5. 30	기후변화과학 강사 육성 과정 운영
	6. 1.	기상기후데이터 융합분석 특성화대학원 지정(공주대학교)
6. 15.	호우 긴급재난문자(CBS) 직접 발송 시범운영(수도권)	
6. 19	수문기상 예측정보 기간 확대(7일→10일)	
3분기	7. 3.	천리안위성 2A호 기반 고해상도 자외선 지수정보 제공
	7. 12.	신규 기상기업성장지원센터(연세대학교 창업지원단) 개소식
	7. 18.~7. 20.	WMO RTC-Seoul 재인증 현장실사
	7. 27.	중부내륙고속도로, 도로 가시거리 위험정보 서비스 제공
	7. 31.	탄소중립을 위한 기후변화과학의 이해 입문서 발간
	8. 23	기상기뭍 6개월 계절전망 생산 체계 구축 및 시험생산
	9. 5.	기상·지진장비 인증센터 준공
	9. 7.	공무원 교육훈련기관 평가결과 4년 연속 우수기관 선정(국무총리 표창)
	9. 13.~9. 15.	2023 기상기후산업박람회 개최
	9. 26.	AI 기반 레이더 초단기 강수예측 모델 개발

분기	월 일	주 요 일 지
4분기	10. 16.	한-중 공역특보(SIGMET) 조정 협력시간 확대(9~18시→24시간) 운영
	10. 24.	「기후·기후변화 감시 및 예측 등에 관한 법률」 제정
	11. 6.~11. 7.	한-아세안(ASEAN) 기상기후 국제개발협력 고위급 회의
	11. 19.	서해안고속도로 도로기상관측장비 설치(31개소)
	11. 20.	진도기반 현장경보 시범서비스 제공방식 확대
	11. 30.	2023년 국가지진관측망 설치(신설 24소, 이전 4소)
	11. 30.	기상청-교육청-학교 지진정보 시범서비스 연계 추진
	11. 30.	제주 육상예보구역 세분화(6개→8개)
	12. 11.	안마도 제3해양기상관측기지 구축
	12. 11.	기상이론 예보실무 활용 교육 콘텐츠(기상예보 AtoZ) 개발완료
	12. 18.	SSP 행정구역별 시나리오 및 부문별 영향정보 확대 제공
	12. 19.	상세 강설정보 시범서비스(광주·전남)
	12. 19.	수요자 맞춤형 지진현장경보 프로토타입 개발
	12. 21.	한국형모델 기반 국지양상블 운영체계 구축
	12. 22.	서해안고속도로, 도로위험 기상정보 서비스 추가 제공
	12. 26.	제주공항 기상레이더(TDWR) 타워 설치공사 준공
12. 29.	기후변화상황지도 개발 및 시험운영	

2023 기상연감

2023 YearBook
Korea Meteorological Administration

발행 / 2024년 5월

발행처 / 기상청

편집부서 / 기획재정담당관실

발간등록번호 / 11-1360000-000011-10

- 기상연감은 기상청 행정누리집(www.kma.go.kr)-자료실-기상간행물에서 다운로드 받을 수 있습니다.



2023 기상 연감

2023 Yearbook
Korea Meteorological Administration



기상청

Korea Meteorological
Administration