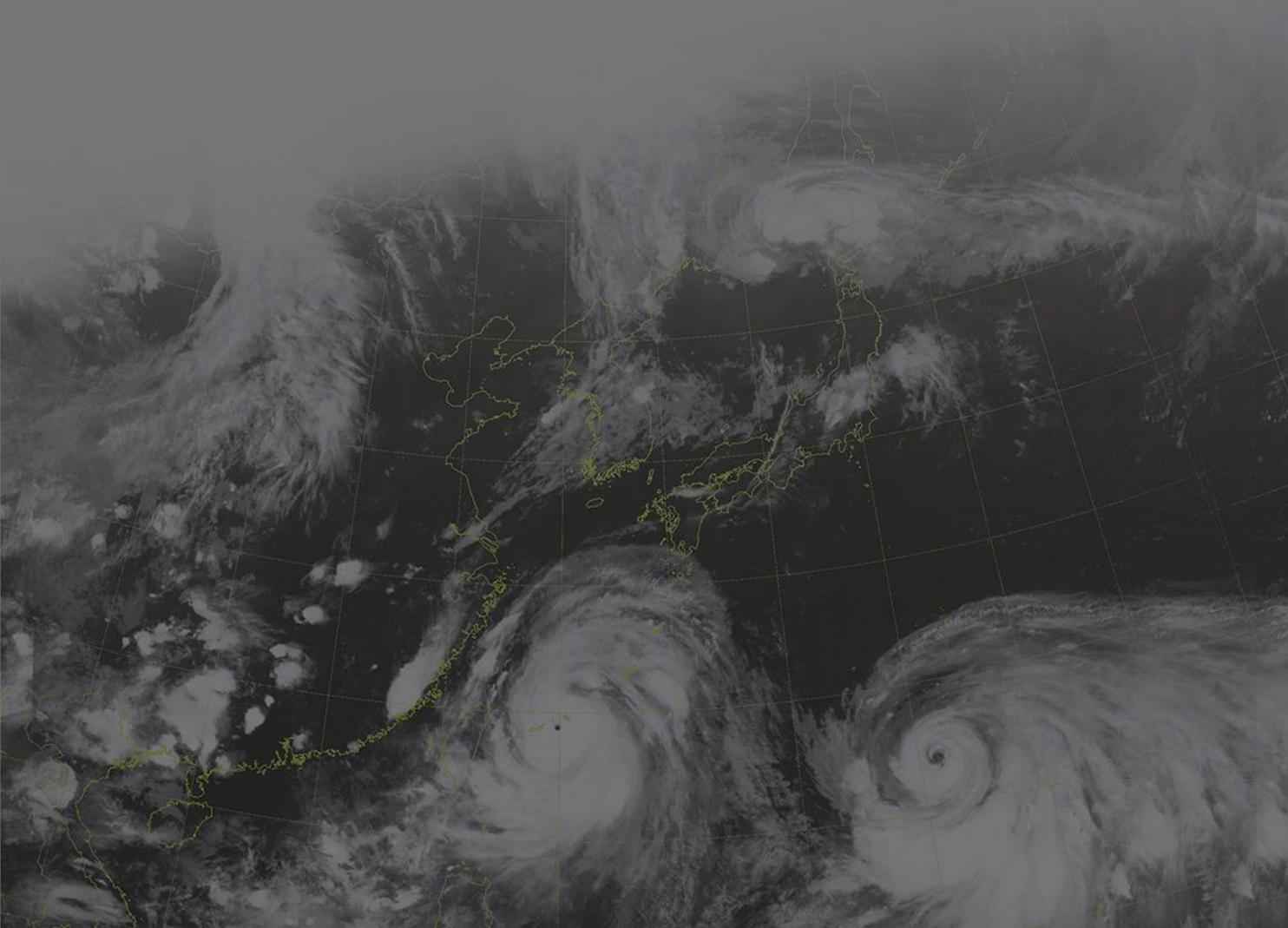


발 간 등 록 번 호

11-1360000-000011-10



2019 기상연감



발간사

2019년은 전 세계 평균기온이 역대 두 번째로 높게 나타나 유럽에서는 폭염으로 수천명의 인명피해가 발생하고, 7월 알래스카 인근 해빙면적이 관측사상 가장 작아지는 등 세계 곳곳에서 이상기상으로 인한 피해가 나타났습니다. 해가 갈수록 기후변화로 인한 위기가 일상화됨에 따라 2020 세계경제포럼(다보스포럼)에서도 기후변화 이슈는 정치, 경제, 사회, 문화 등 모든 영역을 아우르는 핵심의제로 격상되었습니다.

우리나라도 2018년 관측역사상 가장 더운 여름을 보냈고, 이듬해인 2019년에는 1973년 이후 가장 따뜻한 겨울을 보냈습니다. 우리는 앞으로도 지구 온난화로 인한 이례적인 기상기록을 많이 마주하게 될 것이며, 불확실성이 높은 극한기상현상은 더욱 빈번하게 우리를 찾아올 것입니다. 이러한 기상기후 위기 속에서 국민들이 안심하고 안전한 생활을 영위하기 위해서는 더욱 상세한 예보와 다양한 맞춤형 기상정보가 필요합니다. 특히 국민생활에 영향이 큰 폭염과 한파에 대한 대응을 위해 2019년 폭염영향예보 서비스를 시작으로, 2020년에는 한파영향예보 정식서비스를 시작할 계획이며, 1·3개월 장기예보에서도 폭염과 한파에 대한 극한 기온정보를 함께 제공할 계획입니다.

2019년에는 근대 기상업무(1904년)를 시작한 이래 가장 많은 7개의 태풍이 우리나라에 영향을 주었습니다. 연이은 태풍으로 우리나라에 피해가 예상됨에 따라 태풍분석과 예보역량을 집중하기 위해 위성, 레이더, 태풍 등 분야별 전문가를 중심으로 태풍특별대응반을 운영하여 정확도 높은 태풍정보를 생산하고자 노력하였습니다. 또한, 소통 전담조직(소통TF팀)을 통해 기상정보를 누구나 이해하기 쉽게 가공하여 언론 및 방재관련 유관기관에 신속하게 제공하고, 국민이 편리하게 이용할 수 있도록 기상청 누리집 날씨누리를 전면 개편하는 등 국민과의 소통을 강화하기 위해 최선을 다하였습니다.

1904년 일본중앙기상대 임시관측소(부산 등 5개소) 설치로 시작된 근대기상은 한동안 외국의 기상 관측장비와 수치예측모델에 의존하였으나, 1999년 슈퍼컴퓨터 도입을 시작으로 2010년 천리안위성 발사, 2011년 기상관측선 취항, 2017년 기상항공기 도입, 2018년 천리안위성 2A호 발사와 작년 2분 간격의 고품질 위성영상 서비스 개시에 이르기까지, 기상기술 자립을 위해 끊임없는 노력을 해왔습니다. 그리고 9년간의 노력 끝에 2019년에는 우리나라 자체기술로 한국형수치예보모델을 개발하여, 2020년 4월부터 현업에서 활용되고 있으며 이로써 기상선진국으로 도약하기 위한 초석을 다지게 되었습니다.

P R E F A C E



또한, 산업정보사회에서 지능사회로의 패러다임 전환과 빠르게 확산되고 있는 미래과학기술에 대응하고자 기상청은 2019년 7월 벤처형 조직인 인공지능예보연구팀을 신설하였고, 빅데이터를 분석·활용하여 예보관의 신속한 예보 의사결정을 지원하는 인공지능 프로그램 ‘알파웨더’를 개발하기 위한 기반을 마련하였습니다. 한편 2018년 국내 기상산업의 매출액이 4,800억 원을 넘어서며, 작은 규모에도 불구하고 매년 꾸준히 성장하고 있습니다. 그중에서도 기상서비스·컨설팅 분야의 상승세가 뚜렷한데, 이는 데이터 경제의 시대에 기상데이터가 가진 무한한 가치를 보여주는 좋은 예라고 하겠습니다.

2019년은 상세히 날씨를 관측하고 정확한 날씨를 예측하는 등 기상청의 기본역량에 집중하고 국민과의 소통을 강화하고자 심없이 달려온 한 해였습니다. 이를 바탕으로 2020년에는 예측하기 어려운 집중호우, 예고없이 발생하는 지진 등으로부터 국민을 보호하고 국민이 체감할 수준의 혁신적인 날씨서비스 개편을 위해 노력하고 있습니다.

매년 기상업무 설명서를 만든다는 생각으로 업무계획을 수립하는데, 기상연감 또한 또 다른 기상업무 설명서가 되었으면 하는 마음입니다. 발간된 기상연감이 올해 개관을 앞둔 기상박물관에 영원히 남을, 기상청의 역사를 만든 선배님들과 그 역사를 되새길 국민들에게 소중하고 의미 있는 자료가 되길 바랍니다. 마지막으로 기상연감 작성을 위해 애써준 기상가족 여러분들께 감사드립니다.

2020년 6월

기상청장 김 종익

Contents

제1부	주요정책 및 이슈	1
	1. 2019년 주요정책 성과	2
	2. 2019년 우리나라 기후특성 및 이상기후	5
	3. 2019년도 주요 뉴스	7

제2부	기상기술 동향	19
	1. 기상기술·정책 전략	18
	2. 기후	19
	3. 해양	20
	4. 환경기상	21
	5. 위험기상/재해	22
	6. 관측/장비	23
	7. 응용기상	24
	8. 수치예보모델	25
	9. 기상정보화	27

제3부	분야별 기상정책	33
	제1장 기상예보	34
	1. 예보업무의 제도 개선	34
	2. 방재기상	41
	3. 예보기술 향상과 예보해설 강화	46
	4. 태풍정보	52
	5. 영향예보	60
	6. 수치예보	65



제2장 기상관측 및 기상정보화	80
1. 지상·고층·해양기상	80
2. 기상관측표준화와 기상장비 도입 및 인증	93
3. 기상정보화	103
4. 기상슈퍼컴퓨터 운영	112
5. 기상청 정보보호 관리체계 및 기술적 보안 강화	116
제3장 기후 및 기후변화	118
1. 2019년 전 지구 기후특성	118
2. 기후업무의 정책 기반 강화	123
3. 장기예보	126
4. 기후변화감시 및 전망	129
5. 수문기상·기름·이상기후정보의 제공	137
6. APEC기후센터 운영	142
제4장 기상서비스	144
1. 기상청 데이터 관리 및 서비스	144
2. 기상산업 육성 및 활성화	149
3. 박물관 건립 및 과학관 운영	153
4. 기상기후 빅데이터 융합서비스	156
5. 한국기상산업기술원 운영	161
제5장 지진감시와 대응	164
1. 지진업무의 제도 개선	164
2. 지진·화산 발생현황	167
3. 지진관측망 및 정보전달 체계 개선	171
4. 지진·지진해일·화산 연구	175
제6장 기상위성 및 레이더	177
1. 기상위성	177
2. 기상레이더	183

제7장 국제협력	191
1. 국제기구와의 협력	191
2. 국가 간 기상기술협력	196
3. 개발도상국 지원	201
4. 남북기상협력	203
제8장 기상행정	204
1. 조직관리	204
2. 기상연구관리	205
3. 기상기술 인력의 확보	210
4. 기상정책홍보	211
5. 기상교육	216
6. 시설환경 개선	222

제4부 소속기관 추진업무 **225**

제1장 지역별 추진업무	226
1. 수도권기상청	226
2. 부산지방기상청	232
3. 광주지방기상청	239
4. 강원지방기상청	245
5. 대전지방기상청	251
6. 대구지방기상청	257
7. 제주지방기상청	264
8. 전주기상지청	270
9. 청주기상지청	27
제2장 책임운영기관 추진업무	283
1. 국립기상과학원	283
2. 항공기상청	290



부록	297
1. 기상청 기구도	298
2. 예산 및 결산	299
3. 법령 및 행정규칙 정비	303
4. 기상관측장비 현황	309
5. 청사 현황	321
6. 각종 발간자료 현황	323
7. 정부포상 현황	330
8. 2019년도 주요업무 추진일지	332

Contents

/ 표목차 /

[표 1-1] 문재인 정부 기상청 소관 국정과제	2
[표 1-2] 국내외 수치예보모델 운영 현황	25
[표 2-2] 국내외 수치예보기술 개발 현황	26
[표 2-4] 우리나라 슈퍼컴퓨터 순위(2019년 11월 기준)	32
[표 3-1] 최대풍속에 따른 태풍 등급 개선	35
[표 3-2] 특보에 활용하는 시제표현 개선	37
[표 3-3] 2019년도 예보기술발표회 수상내역	39
[표 3-4] 우리나라 월 평균기온, 편차(°C) 및 역대 순위(내림차순)	42
[표 3-5] 전국 월평균 누적 강수량(mm), 퍼센타일(%ile) 및 역대 순위	43
[표 3-6] 2019년도 전국 기상특보 발표현황	45
[표 3-7] 2019년 발생 태풍 및 평년 태풍 현황(개)	54
[표 3-8] 2019년 기관별 태풍 진로예보 오차(km)	54
[표 3-9] Best-track 분석 절차	55
[표 3-10] 모델별 2019년 북서태평양해역 태풍 발생과 한반도 영향 예측 결과	56
[표 3-11] 지역별 폭염, 한파 영향예보 통보문 발표 횟수	62
[표 3-12] 기상청의 수치예보시스템 운영 현황(2019년 12월 기준)	66
[표 3-13] 한국형수치예보모델 준현업 시스템 현황	77
[표 3-14] 2019년 지상기상관측장비 신설 현황	81
[표 3-15] 2019년 지상기상관측장비 이전 현황	81
[표 3-16] 2019년 지상기상관측장비 교체 현황	82
[표 3-17] 2019년 자동적설관측장비 도입 현황	85
[표 3-18] 기상분야 국가표준(KS) 현황	95
[표 3-19] 기상기자재도입위원회 심의 목록	96
[표 3-20] 기상기자재관리협의회 취득 심의 목록	98
[표 3-21] 기상기자재관리협의회 처분 심의 목록	99
[표 3-22] 기상장비 제안서 기술평가위원회 개최 목록	100
[표 3-23] 연도별 민원검정업무 수행 결과	102
[표 3-24] COMIS-5 변화상	103
[표 3-25] COMIS-5 단계별 이행과제	104
[표 3-26] COMIS-5 주요 설계 내용	106
[표 3-27] 기상청 홈페이지 방문자 최다 기록(모바일 웹 포함)	110
[표 3-28] 2019년 슈퍼컴퓨터 4호기 공동활용시스템 ‘우리’ 활용	115



[표 3-29]	2017년~2019년 엘니뇨·라니냐 감시구역의 3개월 평균 해수면 온도 편차(ERSSTv5)	121
[표 3-30]	한반도 기후변화감시 현황	132
[표 3-31]	IPCC 제6차 평가보고서 대응을 위한 새로운 기후변화 시나리오 종류	135
[표 3-32]	2019년 자료 종류별 이용실적(건)	147
[표 3-33]	2019년 분야별 자료 이용 실적비율(%)	147
[표 3-34]	기상산업 실태조사 주요 통계(3개년 비교)	149
[표 3-35]	제14회 대한민국 기상산업대상 수상기관(자) 현황	150
[표 3-36]	기상서비스 비즈니스 모델 개발·적용(2건)	150
[표 3-37]	2019년 기상기후산업 창업경연대회 수상팀 목록	151
[표 3-38]	연도별 기상기술 민간 이전 실적	153
[표 3-39]	기상과학관 연간 관람객 현황	155
[표 3-40]	2019년 기상기후빅데이터 융합서비스 개발 추진 내용	157
[표 3-41]	지진규모에 따른 긴급재난문자(CBS) 송출 기준	165
[표 3-42]	재난문자 송출기준 문제점 발생 사례	165
[표 3-43]	「지진 재난문자방송 운영규정(기상청 훈령)」 개정(2019.7.9)	166
[표 3-44]	1978~2019년 관측시기별 지진 발생 횟수	167
[표 3-45]	2019년 지진 발생 횟수	168
[표 3-46]	국외지진 발생 횟수(규모 5.0 이상)	169
[표 3-47]	국가 지진관측망 사업 추진 현황	172
[표 3-48]	지진해일, 지구자기, 공중음파 관측소 및 이동식 지진관측장비 현황	172
[표 3-49]	연도별 지진정보 직접연계 서비스 누적기관(수)	174
[표 3-50]	1단계 한반도 지하 단층·속도구조 통합 모델 사업 연구과제 목록	176
[표 3-51]	천리안위성 2A호 궤도상시험의 성과(천리안위성 1호 대비)	178
[표 3-52]	천리안위성 2A호 서비스 자료 종류	179
[표 3-53]	천리안위성 2A호 서비스 종류 및 현황	180
[표 3-54]	천리안위성 2A호 서비스를 통해 달라지는 모습(천리안위성 1호 대비)	181
[표 3-55]	관측자료 저장형식 전환에 따른 개선효과	185
[표 3-56]	최근 5년간 WMO 분담률 변동 추이	193
[표 3-57]	GFCS 신탁기금 기여 현황 및 수혜국	195
[표 3-58]	외국인 방문 현황	199
[표 3-59]	2019년도 기상연구개발 세부사업 현황	206
[표 3-60]	2019년도 국가연구개발사업 중간평가 결과	208
[표 3-61]	2018년도 하반기 특정평가 대상사업	209
[표 3-62]	2016~2018년 기상업무 연구개발사업 논문 및 특허 성과	209

[표 3-63]	「2019년도 국가연구개발 우수성과 100선」 선정 결과	209
[표 3-64]	기상인력 채용 실적(2019.12.31. 기준)	210
[표 3-65]	기상인력 현황(2019.12.31. 기준/휴직·파견자 포함)	210
[표 3-66]	2019년 핵심전문 교육 운영 실적(총 29회, 358명 수료)	217
[표 3-67]	2019년 기본 및 공통전문 교육 운영 실적	217
[표 3-68]	2019년 외국인 교육과정 운영 실적(총 38개국, 131명 수료)	219
[표 3-69]	2019년 방재기상업무 전문교육 운영 실적	220
[표 3-70]	2019년 기상업무 종사자 및 대국민 기상교육 운영 실적	221
[표 3-71]	2019년 봄·가을학기 ‘학점은행제 대기과학 전공과정’ 운영 실적(총 322명 수료)	221
[표 3-72]	연도별 청·관사 신·증축 현황	223
[표 3-73]	각급 청사시설의 경과년수별 현황	223
[표 3-74]	청사 및 관사 신축 현황	224
[표 4-1]	2019년 신설 관측장비 현황	229
[표 4-2]	제2회 기상기술 아이디어 공모전 협력기관 확대 및 후속지원 프로그램 강화 내용	236
[표 4-3]	공모전 최우수작 기술아이디어 콘텐츠 내용	236
[표 4-4]	기후변화과학 이해확산을 위한 지역 특화 홍보·교육 프로그램	237
[표 4-5]	광주·전남 위험기상 미니포털 시스템 개요	240
[표 4-6]	국립전북기상과학관 관람객수 및 관람료	276
[표 4-7]	충북지역 자동적설관측장비 도입 현황(2019년)	279
[표 5-1]	2019년도 프로그램별 세출예산현황	300
[표 5-2]	2019년도 세입 수납 내역	301
[표 5-3]	2019년도 프로그램별 지출 현황	302
[표 5-4]	2019년 기상청 법령 제·개정 및 폐지현황	303
[표 5-5]	2019년 기상청 행정규칙 제·개정 및 폐지현황	303
[표 5-6]	자동기상관측장비 설치 현황	309
[표 5-7]	시정·현천계 도입 현황	315
[표 5-8]	고층기상관측장비 도입 현황	316
[표 5-9]	해양 관측망 설치 현황	318

Contents

/ 그림목차 /

[그림 1-1] 폭염 영향예보 통보문(2019.8.3.)	3
[그림 1-2] 천리안위성 2A호 정식서비스(2019.7.25. 12:00KST)	4
[그림 1-3] 2019년 우리나라 주요 극값 현황	6
[그림 1-4] 북태평양고기압 위치(빨강)와 태풍 경로(분홍)	7
[그림 1-5] 태풍업무 관련 부서 간 합동근무	7
[그림 1-6] 기상관측차량 관측수행	8
[그림 1-7] 미래자연재난관리 역량강화 워크숍('17.4.23.)	8
[그림 1-8] 제18차 WMO 총회('19.6.3~14, 제네바)	9
[그림 1-9] EC 당선축하행사(상) 및 언론보도(하)	9
[그림 1-10] 천리안위성 2A호 정식서비스 기념행사('19.7.27.)	10
[그림 1-11] 폭염, 한파 영향예보 통보문	11
[그림 1-12] 폭염 영향예보 언론보도('19.8.28.)	11
[그림 1-13] 기상청 홈페이지 '초단기 강수예측정보' 제공모습	12
[그림 1-14] 대구지방기상청 승격 기념식('19.07.18.)	13
[그림 1-15] 국내외 현업기관 및 준현업 모델의 아시아 지역 하층 기온 오차	14
[그림 1-16] S밴드 이중편파기상레이더 전국 관측망	15
[그림 1-17] 이중편파 분석자료('19년 태풍 미탁)	15
[그림 1-18] 날씨누리 개편 화면	16
[그림 2-1] 스마트시티의 등장배경	28
[그림 2-2] 스마트시티의 4대 구성요소(자료: 한국정보통신기술협회, "4차 산업혁명 핵심융합사례 스마트시티 개념과 표준화 현황", 한국정보통신기술협회, 표준화 이슈 2018-1호, 2018, p13.)	30
[그림 3-1] 태풍정보서비스 주요개선사항	36
[그림 3-2] 기상청 홈페이지 '초단기 강수예측정보' 제공모습	38
[그림 3-3] 태풍 '링링' 관련 언론보도 현황 및 설문조사 결과	41
[그림 3-4] 우리나라 연 평균기온 편차 시계열, 평년: 1981~2010년	41
[그림 3-5] 연 평균기온(좌)과 연 평균기온 편차 분포도(°C)(우), 평년: 1981~2010년	42
[그림 3-6] 연평균 누적 강수량(mm)(좌) 및 평년값 대비 연 강수량 퍼센타일 분포도(우)	42
[그림 3-7] 여름철·겨울철 가이던스 'Why?How!', 소낙성 강수 가이던스 현업화	46
[그림 3-8] 소통 TFT 운영('19.1.~10.)	48
[그림 3-9] 날씨ON 영상 콘텐츠 (위)날씨터치Q (아래) '예보가 알고 싶다', '날씨터치 S'	49
[그림 3-10] 뉴스피드 표출(좌) 및 바람장 효과를 포함한 전국 날씨 분포도(우)	50

[그림 3-11] 태풍정보서비스 주요 개선사항	53
[그림 3-12] 2018년 29개 태풍의 Best-track 진로도	55
[그림 3-13] 제12차 한·중 공동태풍워크숍 공동 참석 전경('19.5.20.~24.)	57
[그림 3-14] 제4차 한국-대만 공동태풍워크숍 공동 개최 전경('19.12.4.~6.)	58
[그림 3-15] 마카오기상청에서의 태풍현업시스템(TOS) 기술 이전 모습('19.10.15.~18.)	59
[그림 3-16] 태풍위원회 연수프로그램을 통한 예보관 훈련('19.5.20.~14.)	59
[그림 3-17] 폭염 영향예보 시범운영(2018년)과 정규서비스(2019년)	61
[그림 3-18] 한파 영향예보 시범운영 예시	62
[그림 3-19] 자연재해 대응 영향예보 생산기술 개발 사업 추진 체계	63
[그림 3-20] 폭염(좌)·호우(우) 영향예보 표출 플랫폼 예시	63
[그림 3-21] WMO 도로기상 특별전문가 회의('19.3.18.~19.)	64
[그림 3-22] 신규위성자료 활용에 대한 모델예측오차 개선효과. (+)가 개선을 의미. 북반구, 적도, 남반구에 대한 500hPa 고도(GPH_500), 850hPa 기온(TEMP_850), 250hPa 바람(WIND_250), 850hPa 습도(RH_850) 검증결과(검증기간: 2018년 12월)	69
[그림 3-23] 앙상블 예측시스템 구성도	71
[그림 3-24] KIM 준현업 웹페이지. KIM(좌)-UM(우)	73
[그림 3-25] RTTOV버전 갱신과 색스케일 조정에 따른 위성예측 모의영상 개선효과. 기존영상(좌), 개선된 영상(중), 실제 위성관측(우)	74
[그림 3-26] 한반도를 중심으로 확대된 위성예측 모의영상 제공. 기존 영상(좌), 한반도 확대 영상(우)	74
[그림 3-27] 현업모델(UM)과 한국형수치예보모델(KIM) 버전별 500hPa 지위고도의 평균제곱근 오차	77
[그림 3-28] 국내 황사관측망	83
[그림 3-29] 황사발원지 관측망 현황	84
[그림 3-30] 해양기상정보포털-레저-배낚시 출조	90
[그림 3-31] 울릉군청 울릉도·독도 바다날씨	90
[그림 3-32] 해양기상정보포털 모바일 웹	90
[그림 3-33] 해양기상 위성방송서비스	92
[그림 3-34] 기상청-해양경찰청 업무협약 체결('19.2.21.)	93
[그림 3-35] 기상청-한국해양교통안전공단 업무 협약 체결('19.10.15.)	93
[그림 3-36] 2019년 기상관측표준화 워크숍('19.11.15. 강원청(좌), '19.3.27. 대전청(우))	94
[그림 3-37] 기상측기 검증증명서의 위변조 방지 바코드	101
[그림 3-38] 가상데이터센터 네트워크 개념도	105
[그림 3-39] COMIS-5 설계 구성 요소	106



[그림 3-40] LTE 유·무선망 구성도	107
[그림 3-41] 유관기관 CCTV 표출현황	108
[그림 3-42] 기상청 홈페이지 연간 방문자수 통계(모바일 웹 포함)	109
[그림 3-43] 모바일 페이지 첫 화면, 오늘의날씨, 오늘의바다, 소식·지식	110
[그림 3-44] GIS서울(http://gisc.kma.go.kr)	111
[그림 3-45] GIS Watch 모니터링 화면	111
[그림 3-46] 기상청 슈퍼컴퓨터와 수치예보 역사	113
[그림 3-47] 슈퍼컴퓨터 생산 자료(전구모델자료(좌), 전구 앙상블 자료(우))	114
[그림 3-48] 정보화 영역사업 담당자 보안 교육('19.3.5.(좌)), 전직원 직장교육('19.6.3.(우))	117
[그림 3-49] 2019년 전 지구 연평균기온 편차 분포도	118
[그림 3-50] 2019년 전 지구 평년 대비 연평균 강수 비율(%)	119
[그림 3-51] 2019년 전 지구 해수면 온도 편차 분포도(ERSSTv5)	120
[그림 3-52] 2019년 6, 7, 9, 10월 월별 북극 해빙 면적 분포도	121
[그림 3-53] 2019년 북극 해빙 면적 일변화 시계열	122
[그림 3-54] (a) 기후변화에 의한 국민 영향 포럼 개최(11.15./국회) (b) 기후변화에 의한 국민 영향 포럼 언론보도(16건) (c) 기후변화 전망 관련 The Korea Times 기고(12.2.) (d) 기상청 SNS 활용 홍보(11.20~26.)	124
[그림 3-55] 라이다와 운고계 관측망을 활용한 한반도 에어로졸 입체감시망 구성	125
[그림 3-56] 제 15차 아시아지역 기후감시·평가·예측에 관한 포럼('19.5.8.)	127
[그림 3-57] 제 7차 동아시아 겨울철 기후전망 포럼('19.11.5.)	127
[그림 3-58] 2019년도 학·연·관 기후예측기술 교류 워크숍 개최('19.07.25.)	128
[그림 3-59] 장기예보 통보문	128
[그림 3-60] 종합 기후변화감시정보 시스템(기후정보포털(www.climate.go.kr))	131
[그림 3-61] 월평균 이산화탄소 농도(1999~2018) 안면도(검은색), 고산(녹색), 울릉도(노란색)	132
[그림 3-62] 기후변화 시나리오 생산 모식도	133
[그림 3-63] 기후변화 시나리오 사용자 협의체('19.6.21.), 국회 기후변화 포럼('19.11.15.)	134
[그림 3-64] 과거(1970~2014) 및 미래(2015~2100)의 온실가스 배출 경로	135
[그림 3-65] 카드뉴스 시리즈	136
[그림 3-66] KBS 다큐세상 '인류의 한계온도 1.5도씨'	136
[그림 3-67] 수문기상 정보(수문기상 가뭄정보 시스템(좌), 지상 및 위성관측 유역별 강수량(우))	138
[그림 3-68] 가뭄 예·경보 서비스 개선(2개월 전망 추가 및 가뭄단계 4단계 세분화)	139
[그림 3-69] 연속 무강수일수와 누적증발량 통계정보 제공(수문기상 가뭄정보 시스템)	139

[그림 3-70] 2018년 여름철(6~8월) 일 최고기온 시계열(좌). a는 빨강/파랑 채색: 평년보다 높/낮은 기온, b는 빨강 채색: 90퍼센타일 초과 범위에 속하는 기온, 이상기후 정의에 대한 기온 예시(우)	141
[그림 3-71] 보건 분야 관계기관 대상으로 제공 중인 주·월간 이상기후 감시·전망정보 예시	141
[그림 3-72] 2019년 APEC 기후심포지엄('19.8.20.~8.22.)	143
[그림 3-73] 2019 기상기후산업 국제전시회('19.6.5.~6.7.)	152
[그림 3-74] 2019 기상기후산업 박람회('19.9.25.~9.27.)	152
[그림 3-75] 기상박물관 준공 사진	154
[그림 3-76] 서해안 제공 확대(좌)/도로위험기상정보 제공 화면(bd.kma.go.kr)(우)	157
[그림 3-77] 도로기상감시망 확대 구축 계획(좌측부터 '19년, '20년, '21~22년)	158
[그림 3-78] 기상청·농진청·산림청 국장급 협력회의('19.5.1.)	159
[그림 3-79] 기상청·농진청·산림청 업무협약 실무회의('19.12.5.)	159
[그림 3-80] 2019 날씨 빅데이터 콘테스트('19.8.9.)	160
[그림 3-81] 2019 날씨 빅데이터 콘테스트(환경일보 '19.8.9.)	160
[그림 3-82] 한국기상산업기술원 조직도	162
[그림 3-83] 한국기상산업기술원 시무식('19.1.2.)	163
[그림 3-84] 한국기상산업기술원-농업기술실용화 재단-한국임업진흥 업무협약('19.8.13.)	163
[그림3-85] 송죽원 후원품 전달 및 봉사활동('19.4.30.)	163
[그림3-86] 독거노인 무료급식 봉사활동('19.6.20.)	163
[그림3-87] 2019년 지진홍보 콘텐츠	167
[그림3-88] 1978~2019년 지진 발생 현황	168
[그림3-89] 지진 진앙분포도('78~'19년(좌)/'19년(우))	169
[그림3-90] 1978~2019년 세계지진 발생 현황	170
[그림3-91] 국가 지진관측망도	173
[그림3-92] 학교내에서 지진 대피 안내 방송 멘트 예시	175
[그림3-92] 천리안위성 2A호 천연색 컬러영상(좌)과 천리안위성 1호 영상(우) ('19.1.26.12:10KST)	177
[그림3-93] 천리안위성 2A호 태풍 추적 특별관측 시험운영	179
[그림3-94] 천리안위성 2A호 서비스 대상 기상자료 예시	180
[그림3-95] 위험기상/기후/환경/해양 등의 여러 분야에 활용되고 있는 위성기반 산출물 ..	182
[그림3-96] S밴드 이중편파기상레이더 전국 관측망	183
[그림3-97] 이중편파기상레이더 설치 및 현업운영 과정	183
[그림3-98] 레이더 펄스폭 조정 관측민감도 분석	184
[그림3-99] 면봉산R 연직관측 전략(기존(청색), 개선(적색))	184



[그림 3-100] 240km 이착예코 제거 전	184
[그림 3-101] 480km 이착예코 제거 후	184
[그림 3-102] 레이더 고압전원부 장애진단 테스트킷 개발	185
[그림 3-103] 기상청 날씨누리 “강수예측” 홈페이지의 초기화면(좌), 상세화면(우)	186
[그림 3-104] 레이더 위험기상 사전알림 서비스 예시	187
[그림 3-105] 레이더 태풍중심 분석정보(2019년 제18호 태풍 미탁)	187
[그림 3-106] 인천시 영종도 우박 분석영상 예시(‘19.3.23)	188
[그림 3-107] 이종편파레이더 강수량 추정 알고리즘(좌) 및 정확도 검증결과(우)	189
[그림 3-108] 대한민국 기상레이더 관측 50주년 기념	190
[그림 3-109] 2019 기상레이더 교육캠프	190
[그림 3-110] 대상 ‘소나기’	214
[그림 3-111] 금상 ‘폭염 탈출’	214
[그림 3-112] 주요정책 및 기상서비스 홍보 콘텐츠	215
[그림 3-113] 기상과학이해 동영상 제작	215
[그림 3-114] 인도네시아 현지 연수과정 운영(‘19.10.14.~10.16.)	219
[그림 3-115] 기상청-충청북도-진천군 업무협약 체결(‘19.5.16.)	222
[그림 4-1] WMO 100년 관측소 현판식 개최(‘19.9.18.)	238
[그림 4-2] 학·군·관 기상기술 워크숍(‘19.9.18.)	240
[그림 4-3] 자체 미니학회 운영(‘19.10.24.)	240
[그림 4-4] 광주세계수영선수권대회 기상지원(‘19.7.5 ~ 8.21. 41일간) 업무 체계도	241
[그림 4-5] 설악산 단풍(‘19.10.20.)	247
[그림 4-6] 오대산 단풍(‘19.10.19.)	247
[그림 4-7] 치악산 단풍(‘19.10.9.)	247
[그림 4-8] 태백산 단풍(‘19.10.7.)	247
[그림 4-9] 도전! 기후변화 퀴즈 골든 벨(‘19.8.28.)	248
[그림 4-10] 평창고등학교 강원청 현장탐방(‘19.10.8.)	248
[그림 4-11] 관측자료 활용 워크숍(‘19.4.2.)	249
[그림 4-12] 한국기상학회(‘19.5.3.)	249
[그림 4-13] 학·연·관·군 워크숍(‘19.11.19.)	249
[그림 4-14] ‘달 사육 스케줄러’ 국민디자인단 방재기상서비스	251
[그림 4-15] 충남 앞바다 맞춤형 해양기상서비스	252
[그림 4-16] 충남 앞바다 맞춤형 해양기상서비스	253
[그림 4-17] 기상데이터 분석 인공지능 활용 창업 경진대회 설명회(‘19.5.10.), 결선발표(‘19.7.18.)	255

[그림 4-18] 대전·세종·충남 기후서비스 발전 포럼('19.7.10.)	256
[그림 4-19] 국립서해안대기기후센터 전시시설 착수보고회('19.10.1.), 최종보고회('19.11.19.)	256
[그림 4-20] 상주-영천고속도로 사고 현장 답사('19.12.16.)	259
[그림 4-21] 동해남부먼바다 예·특보구역 세분화 전후 비교	259
[그림 4-22] 대구·경북 눈/비 판별을 위한 습구온도(좌), Melting Effect 계산식(우)	260
[그림 4-23] 레일온도 예측서비스 웹사이트	262
[그림 4-24] 기후시그널 8.5 인포그래픽 수상작(최우수상)	263
[그림 4-25] 국립대기상과학관 50만 번째 관람객 이벤트('19.8.23.)	264
[그림 4-26] 국립대기상과학관 어린이 날씨 동요대회('19.9.21.)	264
[그림 4-27] 안전한 고속도로 한마음 협의회 협약식('19.6.13.)	271
[그림 4-28] 고속도로 위험기상 방재기상서비스 SNS	271
[그림 4-29] 전북도청 상황대책회의('19.9.3.)	272
[그림 4-30] 익산시와 안전한 여름보내기 캠페인('19.7.29.)	272
[그림 4-31] 들에서 콜 비즈니스 모델 분석	274
[그림 4-32] 민간기상사업자-전북이장단협의회 MOU 체결('19.8.29.)	274
[그림 4-33] 기후변화 이해교실('19.6.11.)	275
[그림 4-34] 새만금 기상기후정보서비스포럼('19.12.6.)	275
[그림 4-35] 다문화 초청특별프로그램('19.6.4.)	276
[그림 4-36] 어린이날 기념행사('19.5.5.)	276
[그림 4-37] 생물무기 공격 및 감염병 대응 훈련 기상지원('19.5.30.)	278
[그림 4-38] 방재기상지원관 위험기상 브피링('19.9.4.)	278
[그림 4-39] 기후변화 JOB학 토크 콘서트('19.9.6.)	281
[그림 4-40] 기후변화 라디오 캠페인('19.4.15.~4.30.)	281
[그림 4-41] 국립충주기상과학관 준공식('19.12.3.)	281
[그림 4-42] 국립충주기상과학관 시범운영('19.12.16.~'20.2.24.)	281
[그림 4-43] 연직바람관측장비 Low mode에 대한 WPR과 RAOB 간 연직 평균값 및 표준편차	284
[그림 4-44] 서해상 인공강우 실험 개요(OB:항공관측 시작점, BS:선박지점, S1~S2 : 구름씨 살포 지역)	284
[그림 4-45] 인위적 CO ₂ 농도 분포	284
[그림 4-46] 라디오존데 고층 관측	285
[그림 4-47] 한국표준과학연구원 비교관측	285
[그림 4-48] 현장교육	285
[그림 4-49] 예특보 지역 구분 결과	286

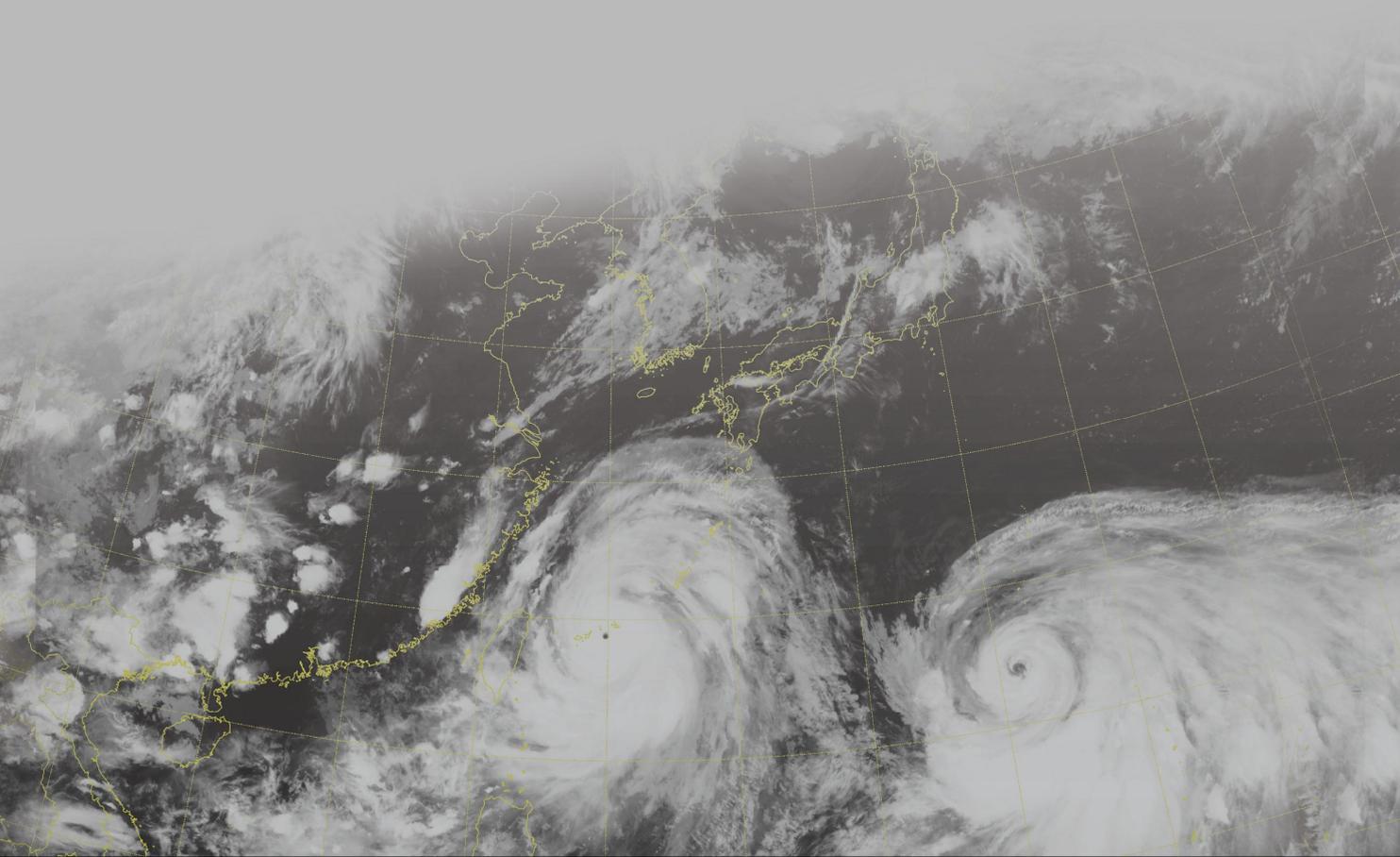


[그림 4-50] 예특보 지역 행정구역 기준 구분 결과	286
[그림 4-51] 전지구 기후변화 전망보고서	287
[그림 4-52] 전지구 기온변화 전망	287
[그림 4-53] 전지구 강수변화 전망	287
[그림 4-54] 현업(푸른색)과 개선 시스템(붉은색)의 대양별 해수면 온도 RMSE 시간변화 ..	288
[그림 4-55] 현업(푸른색)과 개선 시스템(붉은색)의 수온·염분 RMS 및 mean error	288
[그림 4-56] 기후기간 연장에 따른 3개월 예측 해수면온도 ACC 및 확률예측 신뢰도 산출 결과	288
[그림 4-57] 앙상블 멤버수 확대에 따른 ACC 개선 결과	288
[그림 4-58] 2019년 5월 21에 서해상에서 관측한 항공관측 결과, 항공관측경로상의 PM2.5 농도와 히마와리 위성영상 비교(좌), 위도 및 고도에 따른 PM2.5 농도 분포(우) ..	289
[그림 4-59] GIS 기반 항공기상정보 아이콘 표출	291
[그림 4-60] 모바일 자기 위치 표출 서비스	291
[그림 4-61] 공항별 폭염 위험수준 판단표	292
[그림 4-62] 선진 항공기상예보시스템 표출 콘텐츠 예시	293
[그림 5-1] 고층기상관측망	316
[그림 5-2] 해양시정관측망	317

제1 부

주요정책 및 이슈

1. 2019년 주요정책 성과
2. 2019년 우리나라 기후특성 및 이상기후
3. 2019년 주요 기상뉴스



1

2019년 주요정책 성과

⚙️ 기획조정관 / 기획재정담당관 / 기상사무관 / 김명규

1.1. 기상청 국정과제 추진

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

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

[표 1-1] 문재인 정부 기상청 소관 국정과제

[목표3] 내 삶을 책임지는 국가	
[전략3] 국민 안전과 생명을 지키는 안심사회	
[55번] 안전사고 예방 및 재난 안전관리의 국가책임체제 구축	
(55-4) 지진으로부터 국민안전 확보	(주관: 기상청, 행정안전부)
<ul style="list-style-type: none"> • 지진 조기경보 발표시간 단축 및 대국민 지진정보 전달체계 다양화 • 지진 발생원인 규명 및 지진분석 정확도 향상 	
(55-6) 맞춤형 스마트 기상정보 제공	(주관: 기상청)
<ul style="list-style-type: none"> • 맞춤형 위험기상 정보의 선제적 제공으로 유관기관 방재활동 지원 강화 • 생활기상서비스 강화 및 기상기후 빅데이터 활용 확산 • 기상예보·관측 인프라 확충 	
[56번] 통합적 재난관리체계 구축 및 현장 즉시대응 역량 강화	
(56-4) 재난 예·경보 시스템 구축	(주관: 기상청, 행정안전부)
<ul style="list-style-type: none"> • 지진해일 및 너울성 파랑관련 연구개발 • 지진해일 예측기술 개선 및 위험정보의 신속한 전달체계 구축 • 해역별 위험기상 예측기술 개발 및 예·경보 시스템 구축 • 선박 등을 대상으로 해양기상 정보 전달체계 강화 	
[61번] 기후후체제에 대한 견실한 이행체계 구축	
(61-3) 기후변화 적응능력 제고	(주관: 기상청, 환경부)
<ul style="list-style-type: none"> • 기후변화 적응을 위한 기후변화 감시·예측 서비스 강화 • 기후후체제 대비 기후변화 전망자료 생산 및 국내 전문가의 IPCC 참여 확대 	

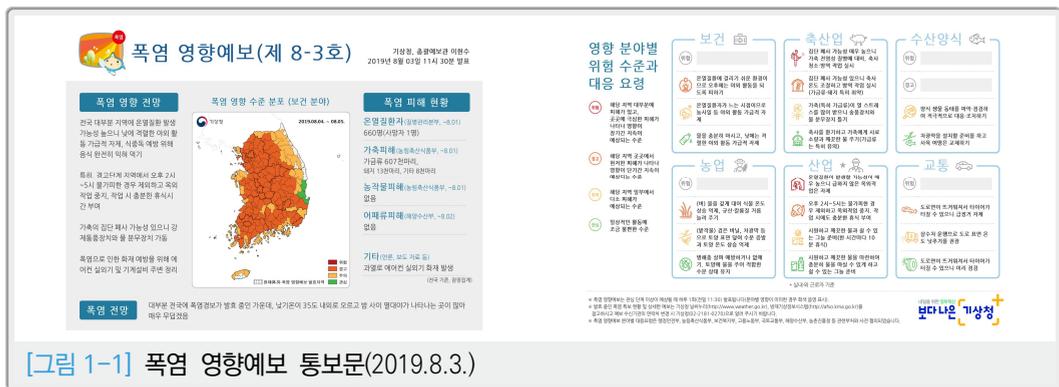
1.2. 2019년 주요업무 성과

기후변화의 영향으로 2018년에는 기상관측 이래 가장 더운 여름이 나타나고, 2019년에는 가장 많은 태풍이 우리나라에 영향을 미치는 등 국민안전을 위협하는 이상기상현상이 빈발하고 있어 기상재해로부터 국민안전을 최우선에 두고 주요 위험기상에 신속하게 대응할 수 있도록 기상서비스를 확대하고 소통을 강화하였다.

첫째로 주요 위험기상에 선제적 대응을 위한 기상서비스를 확대하였다.

폭염으로 인한 피해를 최소화하기 위해 폭염특보와 함께 보건, 산업, 축산업, 수산양식, 교통, 전력 7개 분야에 대해 관심·주의·경고·위험 4단계 위험수준에 따라 발생할 수 있는 피해상황과 행동요령을 제공하는 폭염영향예보 서비스를 6월부터 실시하였다. 그리고 위성·레이더, 수치예측자료를 융합하여 6시간 이내의 강수예측정보를 10분 간격의 이미지 형태로 제공(7월)하여 위험기상에 선제적으로 대응하였다.

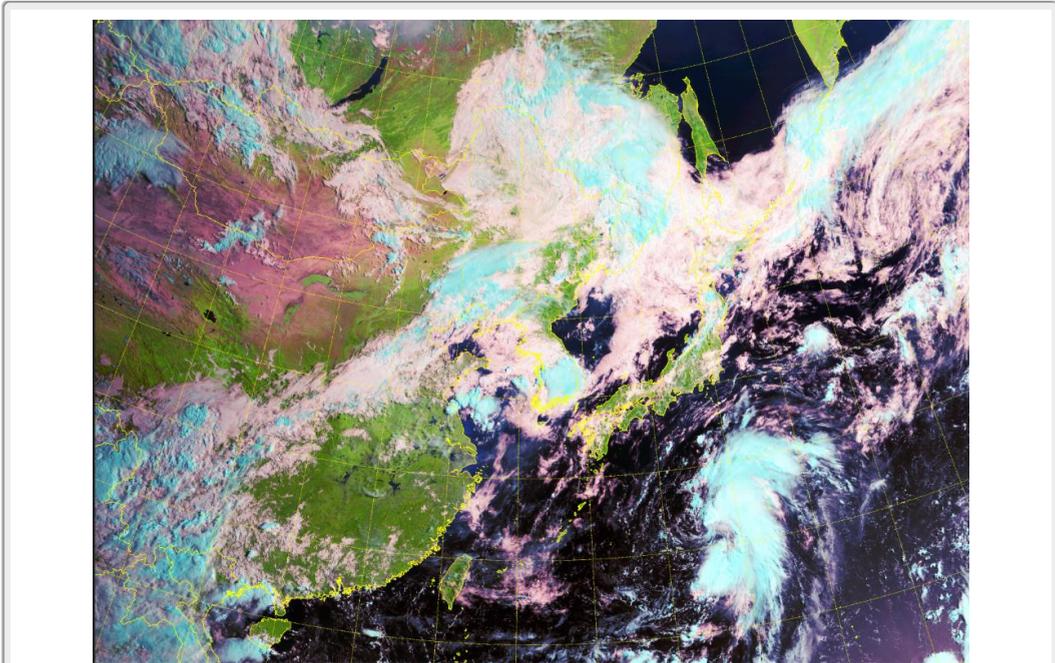
또한, 그동안 작은 규모라 발표하지 않았던 규모 2.0 미만의 미소지진까지 실시간으로 분석하여 정보를 제공(7월)하였고, 지역별로 지진동의 도달 예측시간을 제공하는 등 상세 지진정보서비스를 제공(12월)하였다.



[그림 1-1] 폭염 영향예보 통보문(2019.8.3.)

둘째, 한반도 관측공백 해소를 위해 관측 다변화를 추진하였다.

7월부터는 2018년 발사된 천리안위성 2A호에서 촬영된 고품질의 위성영상의 정식 서비스를 시작하여 상세하고 다양한 기상정보를 제공하였고, 기상청의 관측자료와 함께 유관기관 CCTV 6,903대 영상을 활용해 비, 눈, 안개 등 기상실황을 감시하여 기상관측공백을 최소화하였다. 또한, 2019년 4월 강원도에 대형 산불이 발생하였을 땐 기상관측차량을 급파하여 산불 진화를 현장에서 지원하였다.



[그림 1-2] 천리안위성 2A호 정식서비스(2019.7.25. 12:00KST)

셋째, 신속 정확한 예보생산을 위한 기반을 개선하였다.

2011년부터 이어온 노력 끝에, 우리나라 자체 기술로 개발한 한국형수치예보모델 전 지구 모델이 완성되었다. 2019년 4월부터는 준현업 운영을 시작하였고, 준현업 운영 과정에서 예보생산-진단-개선의 환류과정을 통해 모델의 예측성과 시스템 안정성을 확보하여 2020년 4월부터 본격적으로 현업 예보에 활용 중이다. 그리고 인적 기반 강화를 위해 예보관 교육기간을 2개월에서 6개월로 확대하여 전문성을 강화하고, 교육과정에 예보 분석·생산 등 현장형 훈련을 확대 운영하는 등 예보인력에 대한 교육과 보직관리체계를 정비하였다.

마지막으로 국민과의 소통 강화로 재난피해과 국민불편을 최소화하였다.

기상청 날씨 홈페이지인 날씨누리(www.weather.go.kr)를 공급자 중심에서 수요자 중심으로 전환하여 이용자의 활용 패턴에 따라 능동적으로 정보를 표출하고, 다양한 해설을 제공하는 등 국민 눈높이에 맞게 전면 개편(12월)하였다. 그리고 국민이 원하는 정보를 빠르게 전달하고, 쉽게 확인할 수 있도록 전담조직(소통 TF팀)을 구성하여 운영(2019. 1월~10월)하였고, 기상정보문(통보문)을 국민이 알기 쉽게 개선(6월)하는 등 정보소통체계를 개선하였다.

2

2019년 우리나라 기후특성

기후과학국 / 기후변화감시과 / 기상사무관 / 임교순

2019년도는 연평균기온이 13.5℃로 2016년(13.6℃)에 이어 1973년 이후 두 번째로 높았고 전 세계적으로도 두 번째로 높았던 따뜻한 한 해였다. 장마는 2007년 이후 12년 만에 전국적으로 같은 날에 시작하였고, 태풍은 이례적으로 근대 기상업무(1904년)를 시작한 이래 가장 많은 7개의 태풍이 10월 초까지 우리나라에 영향을 주었다.

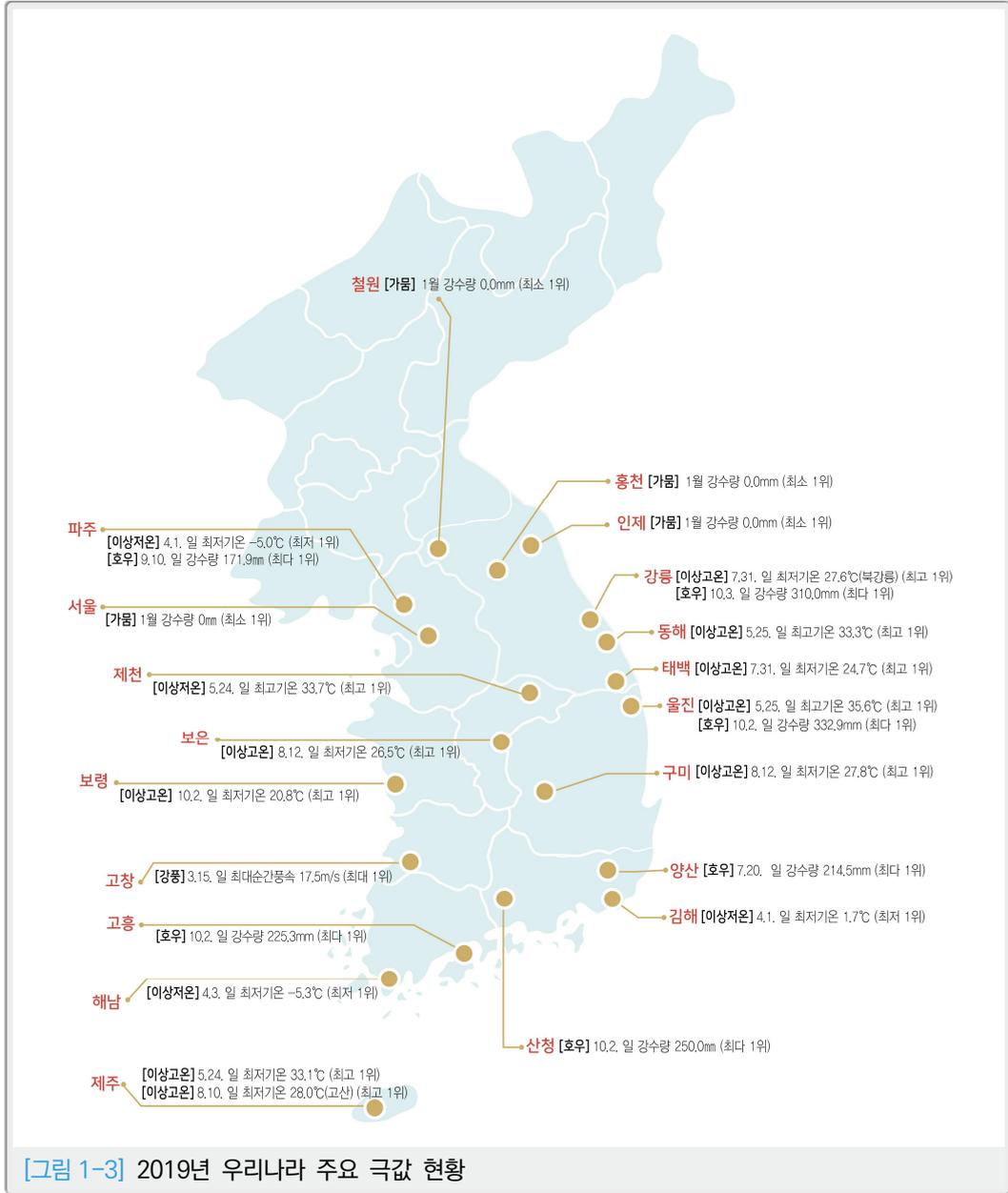
1월은 중순 이후 온화하고 건조한 날씨가 이어지면서, 1973년 이후 1월 강수일수(2.8일)는 하위 1위를, 일조시간(219.5시간)은 상위 1위를 기록했다. 서울의 경우 강수량은 0.0mm, 최심신적설은 0.0cm를 기록하여 최소 극값을 보이며 겨울 가뭄이 이어졌다.

봄철(3~5월)은 이동성 고기압과 상층 기압골의 영향을 주기적으로 받아 기온변화가 잦았다. 4월은 쌀쌀한 날씨가 자주 나타나서, 1년 12개월 중 유일하게 전국 월 평균기온(12.0℃)이 평년값(12.2℃)보다 낮았다. 이로 인해, 4월 동안 기온이 영하권으로 떨어진 지역(충북과 전남 등)을 중심으로 서리로 인한 과수 냉해를 입기도 했다. 한편, 5월은 최근 5년 동안(2018년 제외) 이른 고온현상이 매년 발생하면서 1973년 이후 5월 전국 평균기온 상위 2위, 최고기온 1위, 일조시간 1위를 기록했다.

6월 하순 중반까지 우리나라 부근으로 찬 공기가 자주 내려와 북태평양고기압과 장마전선의 북상이 저지되면서 장마는 평년에 비해 늦게 전국적으로 동시에 시작(6월 26일)했다. 장마기간(6월 26일~7월 29일) 동안 전국 평균 강수량은 291.1mm로 평년(356.1mm)보다 적어 2014년 이후 6년 연속 적은 강수량을 기록하였고, 장마전선이 주로 남해안에 위치하면서 제주도와 남부지방을 중심으로 강수량이 집중되면서 지역별 편차가 컸다.

여름철(6~8월) 더위는 일시적으로 일찍 시작하였으나, 북태평양고기압의 강도가 약해서 한여름에는 2018년보다 덜 더운 편이었다. 장마 이후 7월 후반에 시작된 늦더위가 8월 중반까지 높은 기온으로 이어졌고, 폭염 일수는 13.3일, 열대야 일수는 10.5일을 기록하였다.

가을철(9~11월)은 고온 다습한 북태평양고기압이 이례적으로 10월 초까지 세력을 유지하면서 전국 평균기온은 15.4℃로 1973년 이후 두 번째로 높았다. 강수량 또한 역대 네 번째 많은 448.4mm로 근대 기상업무 시작(1904년) 이래 가장 많은 가을 태풍의 영향(3개)으로 많은 강수량을 기록하였다.



3

2019년 주요 뉴스

3.1. 우리나라 영향태풍 7개, 60년만에 '공동 1위' 기록

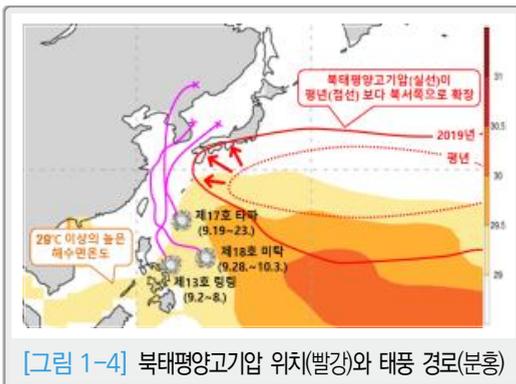
☀ 예보국 / 국가태풍센터 / 기상사무관 / 오임용

2019년 북서태평양에서 총 29개의 태풍이 발생하였으며, 그 중 7개가 우리나라에 영향을 준 태풍으로 기록하였다. 이는 1904년 근대 기상업무를 시작한 이후 1950년과 1959년과 함께 60년 만에 가장 많은 7개의 영향태풍이 발생하여 평년(1981~2010년) 영향태풍 수(3.1개)의 2배 이상에 달하는 수치이다.

여름철(6~8월)에는 '제5호 다나스', '제8호 프란시스코(상륙)', '제9호 레끼마', '제10호 크로사' 4개(평년 2.3개), 가을철(9~11월)은 '제13호 링링', '제17호 타파', '제18호 미탁(상륙)' 3개(평년 0.7개)가 영향을 주었다.

2019년 영향 태풍이 많았던 원인은 필리핀 동쪽 해상의 높은 해수면온도(29°C 이상)에 따른 상승기류가 일본 부근에서 하강기류를 만들었고, 이 때문에 고온다습한 북태평양고기압이 북서쪽으로 확장하여 우리나라가 태풍의 길목에 위치하였기 때문이다(그림 1-4).

기상청은 영향태풍으로 인해 우리나라에 피해가 예상됨에 따라, 태풍분석 및 예보역량을 집중하기 위해 태풍특별대응반을 운영하고, 실시간 태풍 상황을 언론 및 방재 유관기관에 제공하는 등 태풍업무 관련 부서간 협업을 강화함으로써 태풍으로 인한 피해를 줄이고자 하였다(그림 1-5).





3.2. 강원 대형산불 발생, 기상관측차량이 산불진화에 큰 역할

☀ 국립기상과학원 / 재해기상연구부 / 기상연구관 / 김백조

2019년 4월 4~5일 강원도 고성·속초와 강릉·동해·인제 일대 동시다발적으로 발생한 산불은 대규모 재난성 대형산불¹⁾로 이어졌다. 4월 4일 미시령의 경우 최대 순간풍속이 초속 35.6m인 태풍급 강풍으로 불뿔이 수백m씩 날아가 불이 옮겨붙는 비화(飛火) 현상까지 겹치면서 피해 지역이 급격히 늘어났다.

이에 기상청에서는 산불현장 통합지휘본부, 동해안산불방지센터와 협력하여 최적의 관측장소를 선정하여 기상관측차량 2대를 급파하여 4월 4일 발화 시점부터 6일까지 3일간(50여시간) 30분 간격으로 기상실황을 관측하고 기상정보를 제공하였다. 이 자료는 산림청 산불확산모델에 반영되어, 산불진화 시간 단축(2시간 52분 단축: 출처 강원도동해안산불방지센터)에 큰 역할을 하였다.

1월 1일 양양산불 시 기상관측차량을 이용하여 현장의 상세한 기상정보를 제공한 경험을 바탕으로 4월 강원 대형 산불 시 선제적으로 관계기관과 소통하고, 적극적으로 기상정보를 확대 제공하여 기상청 “적극행정 최우수 사례”로 선정되었다. 그리고 「산불진화기관의 임무와 역할에 관한 규정」에 근거하여 관계기관 간의 유기적 협업과 언제 어디서 발생할지 모르는 산불에 효율적으로 대응하기 위해 주요지점의 지속적인 비교관측과 정기적인 사전 모의훈련으로 최적의 대응체계를 구축하고 협력·지원 방안을 함께 마련할 계획이다.



[그림 1-6] 기상관측차량 관측수행



[그림 1-7] 미래자연재난관리 역량강화 워크숍 ('19.4.23.)

1) 대형산불: 산불 피해면적이 100만 제곱미터 이상으로 확산된 산불 또는 24시간 이상 지속된 산불

3.3. 김중석 기상청장, WMO(세계기상기구) 집행이사 당선

☀ 기획조정관 / 국제협력담당관 / 기상사무관 / 김병철

김중석 기상청장이 지난 6월 13일 세계의 기상과 기후 관련 업무를 관장하는 유엔(UN) 산하 특별기구인 세계기상기구(World Meteorological Organization, WMO)의 제18차 총회(2019.6.3. ~ 6.14., 스위스 제네바)에서 집행이사로 선출됐다. 우리나라는 지난 2007년에 첫 WMO 집행이사(EC)로 진출한 이래 4회 연속 집행이사직을 유지하게 되었으며, 특히 이번 선거는 1956년 WMO에 가입한 이래 63년 만에 처음으로 중국과 일본을 제치고 아시아지역 1위로 당선되어 그 의미가 매우 크다고 할 수 있다.

이번 선거에서 한국이 속한 RA II 지역은 한·중·일이 포함된 극동아시아와 아랍에미리트, 사우디아라비아, 카타르, 이란이 속해있는 중동지역, 그리고 남아시아를 대표하는 인도가 경쟁구도를 형성하였고, 후보자간 치열한 경쟁으로 회원국 전체투표로 이어지는 등 선거결과를 낙관하기 매우 어려운 상황이었다. 이는 우리나라가 그동안 국제무대에서 개도국에 대한 기상기술 공여와 역량 강화 지원 등 활발한 국제 활동을 수행하며 우리나라 기상청의 위상을 높여온 결과로 평가된다.

WMO 집행이사회는 매년 과학기술 프로그램의 조정과 예산 배정 및 사용 등에 관한 중요 정책을 심의하고 총괄하는 핵심 집행기구로 193개 회원국 중 37개 회원국의 기상청장으로 구성되며, 임기는 4년으로 2023년까지 집행이사직을 수행하게 된다. 집행이사국으로서 WMO와 협력하여 국제 기상협력을 선도하고, 국제기상기술 발전에 지속적으로 기여할 수 있도록 최선을 다하고자 한다.



[그림 1-8] 제18차 WMO 총회('19.6.3~14, 제네바)



[그림 1-9] EC 당선축하행사(상) 및 언론보도(하)



3.4. 천리안위성 2A호 정식 서비스 시작

☀ 국가기상위성센터 / 위성기획과 / 기상연구관 / 신진호

천리안위성 1호(2010년 6월 27일 발사)의 기상관측 임무를 승계한 천리안위성 2A호는 2018년 12월 5일에 성공적으로 발사된 이후 약 7개월간의 궤도상시험²⁾ 과정을 거쳐 2019년 7월 25일부터 정식서비스를 시작하였다.

천리안위성 2A호는 천리안위성 1호에 비해 획기적으로 향상된 고해상도의 컬러영상과 52종의 현상별 맞춤형 기상산출물을 제공함으로써 기상관측, 초단기예보, 수치예보모델, 기후시스템 감시 등 다양한 분야에서 활용되고 있다.

천리안위성 2A호 자료의 신속한 제공과 함께 실황감시 기능이 대폭 향상(한반도 주변을 2분 간격으로 관측)됨에 따라 국지성 집중호우의 발달상황을 조기에 탐지할 수 있는 능력을 확보하였고, 태풍의 중심 위치와 이동 경로에 대한 상세한 관측이 가능해짐에 따라 위험기상 대응 능력이 크게 향상될 것으로 기대하고 있다. 또한, 기상위성 정보 콘텐츠의 다양화와 함께 환경, 해양, 농업, 수문 등 기상위성 정보의 융복합적 활용이 크게 확대될 것으로 기대된다.



[그림 1-10] 천리안위성 2A호 정식서비스 기념행사('19.7.27.)

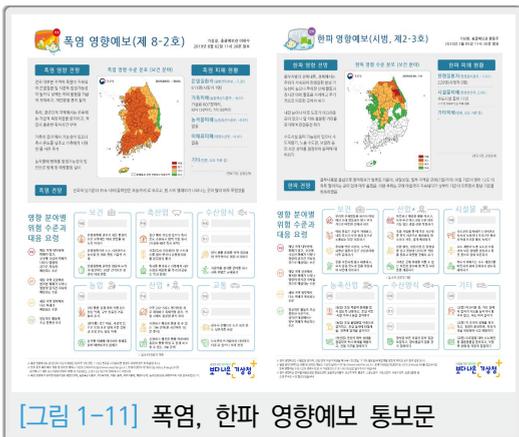
²⁾ 궤도상시험: 본체 성능시험, 기상탐재체 기능시험, 자료처리시스템 운영시험 등 위성이 우주공간 상에서 정상적으로 작동하는지 시험하는 과정

3.5. 폭염과 한파 영향예보 서비스 시작

☀ 예보국 / 영향예보추진팀 / 기상사무관 / 김지현

기상청은 같은 날씨에서 지역과 분야에 따라 다르게 나타나는 기상재해의 정도를 고려한 영향예보를 추진하고 있다. 이에 2018년에는 전국을 대상으로 폭염 영향예보 시범서비스를 시작하였고, 2019년 시범 운영상의 문제점을 개선하여 정규서비스를 실시하였다. 정규서비스에서는 폭염으로 인한 피해가 주로 발생하는 보건, 산업, 농업, 축산업, 수산양식, 교통, 전력 7개 분야에 대해 4단계 위험수준(관심, 주의, 경고, 위험)으로 지역별 폭염 영향정보와 대응요령을 제공하였고, 통보문은 픽토그램을 추가하는 등 그래픽 위주로 새롭게 디자인하여 정보의 가독성을 크게 높였다. 한편, 방재 대응을 강화하기 위해 범정부 「폭염 재난 위기관리 표준매뉴얼」에 폭염 영향예보 기준을 반영하는 등 재난대응 체계와의 연계도 추진하였다. 그 결과 서울시 발주 건설 현장에서 폭염 영향예보를 활용하여 근로자의 온열 사고를 방지하는 등 성과가 나타났다.

또한, 폭염에 이어 2019년 겨울(12월부터)에는 한파 영향예보 시범서비스도 시작하였다. 한파 영향예보에서는 보건, 산업, 시설물, 농축산업, 수산양식, 기타(교통, 전력 등) 6개 분야에 대한 영향정보를 제공하였다. 특히, 보건 분야에서는 지역별 기후 특성을 고려해 권역별(3개 권역) 위험수준 기준을 차별화해 한파특보가 발표되지 않아도 그 지역에 평소보다 추운 날씨가 지속되면 한파 영향예보가 발표되어 지역 환경에 맞는 한파 정보를 제공할 수 있다. 한파 영향예보 정규서비스는 2020년 겨울부터 시행될 예정이며, 앞으로 한파 피해 예방에 실질적으로 도움 될 수 있을 것으로 기대된다.



[그림 1-11] 폭염, 한파 영향예보 통보문



[그림 1-12] 폭염 영향예보 언론보도('19.8.28.)



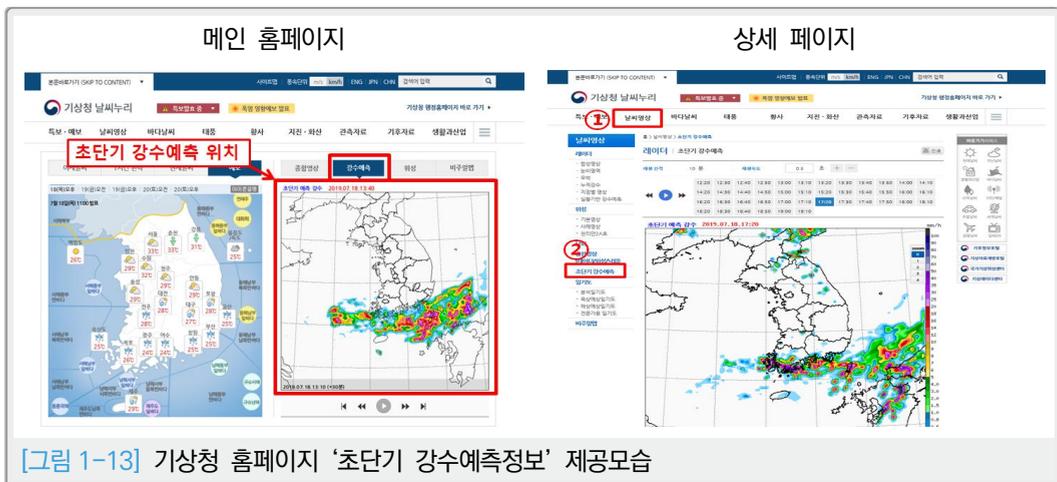
3.6. 6시간까지, 10분 단위의 ‘초단기 강수 예측정보’ 제공

☀ 예보국 / 예보정책과 / 기상사무관 / 조경모

레이더 영상은 현재 강수가 나타나는 지역을 확인할 수 있는 영상으로 기상청 누리집 날씨누리 뿐만 아니라 뉴스의 일기예보 안내시에도 종종 확인할 수 있어 국민에게 매우 친숙한 정보형태이다. 이러한 레이더 영상과 수치예보모델을 융합하여 국민활용도가 높은 초단기 강수예측정보를 10분 간격의 보기 쉬운 이미지 형태로 제공하는 ‘초단기 강수 예측정보’를 7월 22일부터 대국민 서비스하였다.

수치모델링센터, 기상레이더센터, 예보기술과 등 관련부서와의 협업을 통해 초단기예측모델의 분석활용자료를 6종에서 12종으로 확대하고, 미세물리과정을 개선하는 등 보다 정확도 높은 초단기 강수 예측정보를 세밀한 시간간격으로 제공하였다.

이번 개선된 강수예측정보는 최대 4시간까지 제공되던 정보를 6시간으로 확대하였으며, 갱신주기도 10분으로 단축하였다. 또한 강수의 이동 및 변화를 보다 입체적이고 직관적으로 이해하기 쉽도록 시간순으로 움직이는 지도 이미지로 표출하였다. 또한 레이더 강수관측 이미지 표출과 예측정보를 시간순으로 연계하는 등 정보 이용자의 이해를 더욱 극대화 하여 위험기상 대응에 효과적으로 활용할 수 있을 것으로 기대된다.



[그림 1-13] 기상청 홈페이지 ‘초단기 강수예측정보’ 제공모습

3.7. 112년 만에 대구지방기상청 승격

⚙️ 대구지방기상청 / 기획운영과 / 기획운영과장 / 박성균

1907년 1월 대구측후소가 창설된 이래로 112년만인 2019년 6월 18일 대구지방기상청으로 승격되었다.

대구측후소는 1992년에 대구기상대로 명칭이 변경되었고, 2015년에 대구기상대에서 대구기상지청으로 승격이 되었고, 2019년에 대구지방기상청으로 승격되면서 기존 2과(관측예보과, 기후서비스과) 51명에서 4과(기획운영과, 예보과, 관측과, 기후서비스과) 59명으로 확대되었다. 또한 경북북부 지역에 위치한 안동기상대가 부산지방기상청 소속에서 대구지방기상청 소속으로 변경되었다.

이에 따라, 울릉도·독도를 포함한 대구·경북 단일 기상업무 권역을 구축함으로써 대구 경북지역에 대한 더욱 신속하고 정확한 방재 기상과 기상·기후서비스 제공이 가능하게 되었다.

아울러, 지방기상청 승격에 따라 사무공간을 확보하기 위해 2019년 7월 11일 대구지방기상청 청사(효목동) 증축(190.16㎡)하였고, 2019년 7월 18일 김종석 기상청장, 권영진 대구광역시장, 이철우 경북도지사, 지역 국회의원 등이 참석한 가운데 대구지방기상청 승격 기념식을 개최하였다.



[그림 1-14] 대구지방기상청 승격 기념식('19.07.18.)

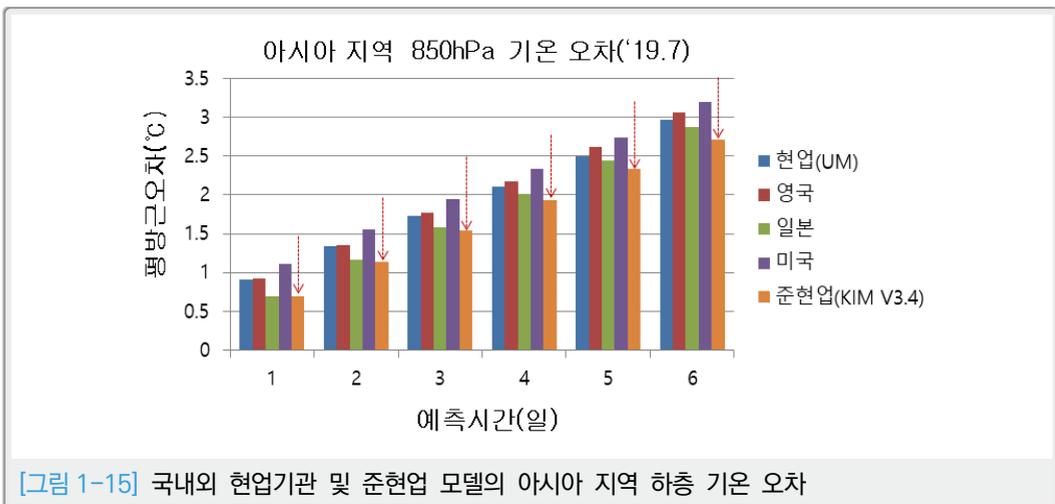


3.8. 한국형 수치예보모델 개발 9년 만에 완료, 2020년부터 활용

☀ 수치모델링센터 / 수치모델개발과 / 기상연구관 / 이해진

자체 수치예보모델을 개발하여 글로벌 경쟁력 확보와 기상기술 자립화를 목적으로 추진된 한국형수치예보모델 개발사업(2011~2019)이 지난해 12월 성공적으로 마무리 되었다. 사업의 일환으로 2011년에 설립된 한국형수치예보모델개발사업단(Korea Institute of Atmospheric Prediction Systems, KIAPS)은 9년(2011~2019) 간의 노력으로 한국형수치예보모델(Korean Integrated Model: KIM)을 완성하였다. 이는 짧은 연구기간 동안 원천기술 개발부터 현업 운영이 가능한 수치예보시스템의 완성까지 전 세계적으로 전례 없는 도전적 목표였다. 개발된 한국형수치예보모델(KIM)은 현업 적시활용을 목적으로 2019년 4월부터 준현업 운영을 시작하였고, 준현업 운영 과정에서 이루어진 ‘예보-진단-개선’의 빠른 환류과정으로 모델의 예측성능과 시스템적인 안정성을 확보하여 2020년 4월 본격적으로 예보에 활용되었다.

한국형수치예보모델(KIM)의 완성으로 대한민국은 자체 수치예보모델을 보유한 9번째 국가가 되었다. 또한, 한국형수치예보모델(KIM)의 개발과정에서 축적된 선진기술과 다양한 경험을 통해 수치예보모델 쉘 과정에 대하여 능동적인 대체가 가능한 기상기술 자립의 첫 시작이며, 기상선진국으로의 도약을 위한 초석을 다지게 되었다.

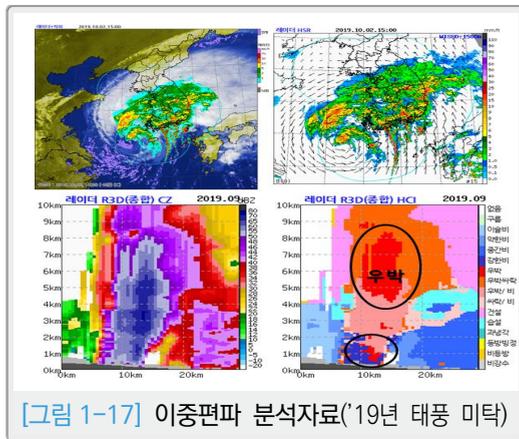


3.9. 기상레이더관측 50년, 이중편파기상레이더 관측망 구축 완료

☀ 기상레이더센터 / 레이더기획팀 / 기상연구관 / 이영곤

2019년은 기상청이 1969년 관악산에 첫 번째 기상레이더를 설치하여 원격기상관측시대를 연 지 50년이 되는 해이다. 그동안 기상레이더는 재래식레이더(1세대), 도플러레이더(2세대), 이중편파레이더(3세대)로 점차 발전해 왔으며, 2014년 백령도를 시작으로 2019년까지 현업용 기상레이더 10대를 한국의 강수 특성에 적합하고 첨단 기술이 적용된 3세대 S-밴드이중편파레이더로 교체함으로써 전국 첨단 기상레이더 관측망 구축이 완료되었다. 이중편파(Dual-Polarization)레이더는 기존의 단일편파레이더로는 제공이 어려웠던 눈·비·우박 분류, 신규 품질관리 기술개발 등이 가능하다.

이중편파레이더 관측망을 이용한 한국형 이중편파 품질관리 기술(CLEANER)과 다중 고도각 기반 레이더 강수량(HSR, Hybrid Surface Rainfall) 추정 기술을 개발·적용하여 81%의 레이더 추정 강수량 정확도를 달성하게 되었다. 또한, 품질관리 기술을 바탕으로 산출된 이중편파 레이더 분석 자료인, 눈비영역, 우박, 대기수상체(눈, 비, 우박 등 14종), 고해상도 레이더 3차원 바람장, 초단기(6시간) 강수예측 정보를 제공하여 예보 정확도를 향상하였고, 위험기상을 조기에 탐지하여 호우특보 선행시간을 단축함으로써 기상재해 피해 저감에 기여하고 있다.





3.10. 날씨전용 누리집 기상청 날씨누리 전면 개편

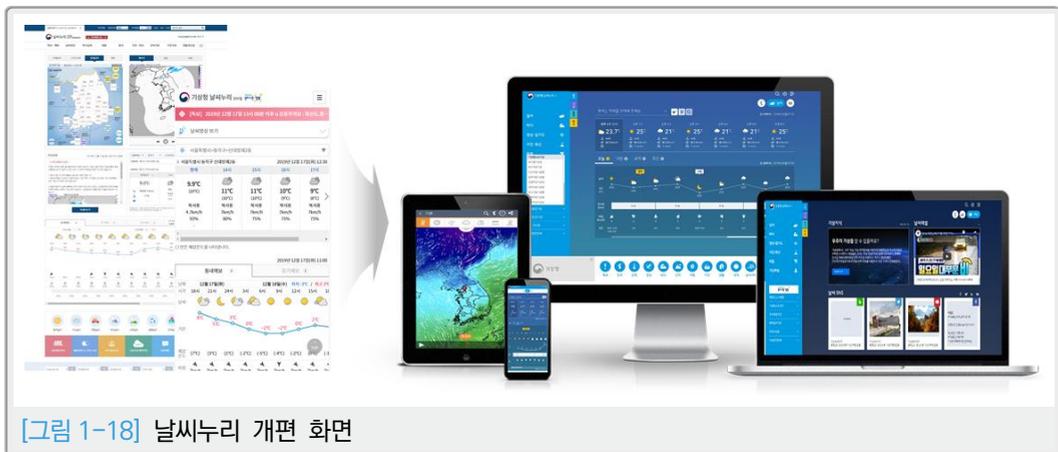
☀ 관측기반국 / 정보통신기술과 / 방송통신사무관 / 김진석

날씨정보를 더욱 알기 쉽고 편리하게 이용할 수 있도록 기상청 누리집 날씨누리 (<http://www.kma.go.kr>)를 12월 30일 전면 개편했다.

이번 날씨누리 개편은 국민이 이해하기 쉽도록 직관적이고 일관성 있는 기상정보 전달에 주안점을 두었다. 특히, 누리집 각 화면들이 피시(PC), 태블릿, 스마트폰 등 어디에서 접속하더라도 일관성 있게 표현되도록 하나의 반응형 웹 화면으로 통합했다.

위치정보 기반 상세 날씨지도 서비스로 주요 기상요소(강수, 바람 등)에 대해 관측·예측 정보를 연속적으로 통합 제공하며, 지도상의 각 위치에서 상세한 예보를 바로 확인할 수 있도록 하였다.

위험기상 예측 또는 발생 시(대형 저기, 태풍 등) 이를 신속하게 확인할 수 있도록 첫 화면이 맞춤형 정보로 자동 전환되고, 국민의 날씨에 대한 이해도 증진 및 기상과학 생활화를 위해 예보관 날씨해설 동영상, 기상 SNS의 각종 기상지식 설명자료 등 다양한 정보들을 확대 제공하도록 하였다.

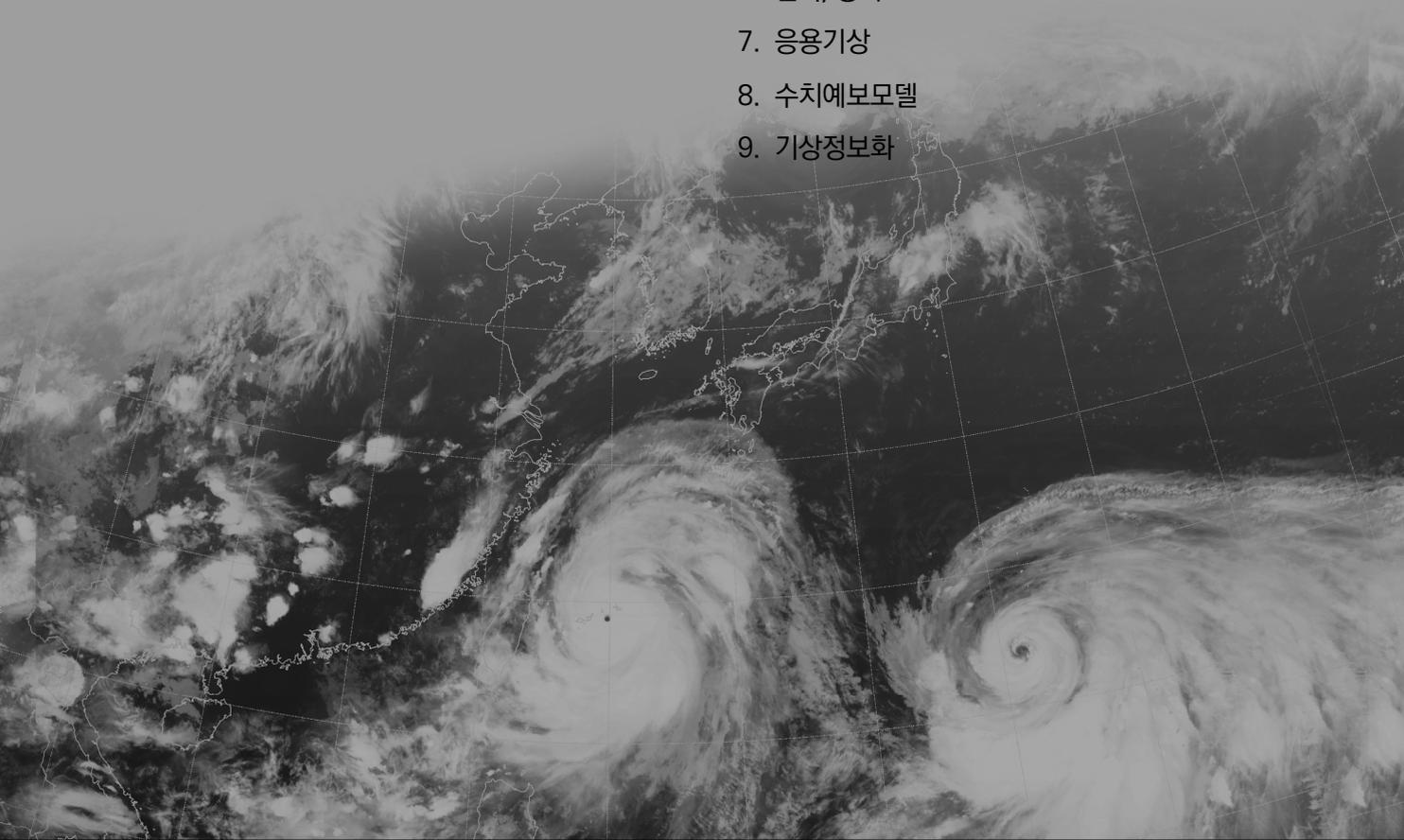


[그림 1-18] 날씨누리 개편 화면

제 2 부

기상기술 동향

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





1

기상기술·정책 전략

☙ 국립기상과학원 / 연구기획재정과 / 기상연구관 / 이희춘

미국 기상청(이하 NWS, National Weather Service)은 2019~2020 전략계획을 발표했다. 발표한 전략계획에는 ① 국민의 기상정보 획득·이해·행동방식 변화를 통해 기상·수문·기후로 인한 영향 저감, ② 최첨단 과학·기술·엔지니어링을 통한 최상의 관측·예보·특보 제공, ③ 인력, 파트너십 및 조직성과 분야 투자를 통해 변화에 대처 가능한 NWS 실현 등의 3가지 목표가 포함되었다. 미국 해양대기청(이하 NOAA, National Oceanic and Atmospheric Administration)은 NOAA의 연구가 미국인의 삶에 미치는 영향 등을 설명한 「NOAA Science Report」를 발표했다. 보고서에는 NOAA의 연구 포트폴리오 정의, R&D 투자 배경 등이 실렸으며, 블루이코노미, 위험기상 대응 관련 내용도 포함되었다.

영국 기상청(Met Office)은 영향예보 연구의 일환으로 차량전복모델(Vehicle overturning model) 결과를 발표했다. 모델은 돌풍 예측정보와 취약성, 노출자료 등을 결합하여 주요 간선 도로망의 차량전복위험 예측정보를 생성한다. 돌풍 예측정보는 ‘풍속 임계치 초과 돌풍 확률’을 계산하고, 취약성은 ‘도로의 고도, 차선 수, 도로 특성 등’을 고려했다. 노출자료는 ‘시간대별 교통량 정보’를 사용하여 위험에 노출된 차량의 수를 통계 조사 했다. 이후 산출된 정보를 기반으로 강풍이 예상될 때 운행 중인 차량의 잠재적 전복 위험 정도를 사용자들에게 제공한다고 밝혔다. 영국 일간지 The Guardian은 ‘기후변화(Climate change)’를 ‘기후위기(Climate crisis)’로 변경 표기한다고 밝혔다. 1975년 기후변화 관련 최초의 연구결과가 발표되었을 당시에는 ‘지구 온난화(Global warming)’라는 단어가 일반적으로 사용되었고, 현재는 ‘기후변화’로 순화되어 사용되어 왔으나, 여러 전문가들은 이 단어가 너무 부드러운 표현이라고 지적해왔다. 이에 The Guardian은 상황의 심각성을 알리기 위해 ‘기후위기’, ‘기후비상(emergency)’, ‘기후몰락(breakdown)’, 또는 ‘지구과열(Global heating)’ 등으로 업데이트 한다고 밝혔다.

일본 기상청(이하 JMA, Japan Meteorological Agency)은 기상위성 Himawari 자료 등을 기반으로 기존에 제공하던 1 km 규모의 기온 및 날씨를 추정han 「추정 기상 분포」 알고리즘을 개선하여 보다 정확하게 표현된 공간분포를 제공한다. 또한 향후 농업·교통·물류 등과 같은 ‘산업’과 ‘건강’, ‘생활’에서도 중요한 역할을 하는 기온 및 강우, 강설 등

에 대해 보다 정확히 표현된 정보를 제공할 예정이라고 밝혔다. 이와 함께 새로 도입된 슈퍼컴을 이용한 예측정확도 향상 및 신뢰도 파악 기술 향상을 기반으로 강우량, 풍속 예보의 구체적 수치를 발표한다. 이는 지역 방재 지원에 큰 도움이 될 것으로 기대된다.

2

기후

☀ 국립기상과학원 / 연구기획재정과 / 기상연구관 / 이희춘

기후변화에 관한 정부간 협의체(이하 IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change)는 지구환경에 대한 인류의 광범위한 영향을 알리기 위해 「기후변화와 토지」 보고서를 발간했다. 보고서에 따르면, 인류는 토지의 대부분을 사용중이며, 1961년 대비 집약적 농경지와 식량생산이 증가한 것으로 나타났다. 이와 함께 지표 기온의 가파른 상승세와 농업분야의 온실가스 배출량 증가, 평균기온 1.5℃ 상승의 위험도 등이 포함되었다. Met Office는 「2018년 기후보고서」를 발간했다. 보고서에 따르면 1884년 이후 영국의 가장 더웠던 해 Top 10의 기록은 모두 2002년 이후 발생한 것으로 나타났다. 반면, 가장 추웠던 해 Top 10의 기록은 1963년 이후 갱신되지 않고 있으며, 영국 강설량이 1960년 이후 감소추세를 보이던 중 2018년은 2010년 이후 가장 많은 눈이 내린 해로 나타났다.

기후과학, 기후정책 등 최신 소식을 다루는 영국의 웹사이트인 Carbon Brief에서는 2018년 전 세계 언론에서 가장 많이 소개된 기후연구를 소개했다. 트위터, 페이스북과 같은 소셜 미디어에 언급된 특정 주제에 대해 점수와 순위를 평가하는 Altmetric 자료를 사용하여 2018년 가장 많이 거론된 기후변화 관련 논문 25건의 목록을 작성하고 상위 10위까지의 논문들을 바탕으로 인포그래픽을 작성하여 제공하였다.

독일 기상청(이하 DWD, Deutscher Wetterdienst)은 기후변화 시나리오뿐만 아니라 현재와 과거 기후정보를 함께 살펴볼 수 있는 ‘독일 기후 아틀라스(German Climate Atlas)’를 발표했다. 이를 통해 200년이 넘는 과거의 기후자료를 바탕으로 독일의 기후변화 경향 및 변동성을 살펴볼 수 있고, 독일 내 지역적 차이를 알 수 있다. 또한 21개 기후모델에서 산출된 결과를 기반으로 작성된 다이어그램을 통해 기후 시나리오의 불확



실성 범위를 확인할 수 있고, 기후변화에 위협을 받을 가능성이 있는 부문에 대한 특화 기후도는 직관적이고 사용하기 쉬운 형태로 제공되고 있다.

미국 오하이오 대학에서는 해양과 대기에서 이루어지는 지구 열전달(heat transfer)의 미래 변화와 전망 연구를 수행했다. 과거 해양의 온도와 모델 결과를 비교하고, 이에 근거하여 현재와 미래 기후변화 상황에서의 열전달 패턴 변화 분석 결과, 기후변화로 인한 기온 상승이 대기의 열전달을 증가시켜 해양의 열전달 감소로 이어지는 것으로 나타났다. 또한, 해양 열전달 감소로 남극해에 해양의 열이 과도하게 정체되어 있는 것으로 나타났다으며, 이는 특정 시점에 열전달 균형이 무너져서 전 지구 기온의 주요한 변화를 가져올 수 있을 것으로 예측되었다. 이에 연구진은 미래 지구 열전달 변화 예측을 위한 연구들이 지속적으로 이루어져야 한다고 강조했다.

3

해양

☼ 국립기상과학원 / 연구기획재정과 / 기상연구관 / 이희춘

일본 해양연구개발기구(이하 JAMSTEC, Japan Agency for Marine-earth Science and Technology)가 참여한 국제연구팀은 해수면 온도 상승이 2018년 발생한 태풍의 활동에 어떤 영향을 미쳤는지 분석한 결과를 발표했다. 2018년 7월부터 11월까지 전 지구 해수면 온도 편차를 분석하여 그 해 태풍 활동에 어떤 영향을 미쳤는지 규명했다. 그 결과, 아열대 중부 태평양에서 캘리포니아 연안에 이르는 고온 편차가 태풍 활동에 특히 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 또한, 남중국해에서 필리핀 서쪽에 걸친 음의 편차가 커질수록 그 해역에서의 태풍 활동에 영향을 미칠 가능성이 높은 것으로 분석되었다.

NOAA를 비롯한 연구팀은 CO₂ 배출이 증가함에 따라 해양은 더 많은 양의 가스를 흡수하지만, 해양에서의 CO₂ 배출량은 2004년 발표된 탄소조사 결과와 비교하여 상대적으로 변화가 없음을 밝혔다. 대기의 CO₂가 해양으로 흡수됨으로써 온실가스가 야기할 수 있는 온난화 영향을 줄일 수 있지만, 해양에 녹아든 CO₂로 인한 해양 산성화는 조개류와 산호의 백화를 야기하고, 어류 및 해양 생물의 생존을 위협한다. 이에 연구진은 해

양의 CO₂ 농도 상승으로 인한 심각한 영향에 대응하기 위한 조기경보시스템을 제공하기 위해 관련 업계와 협력중이라고 밝혔다.

덴마크 극지해양연구소(이하 AWI, Alfred-Wegener Institute)가 설립한 북극 기후연구 다학제 표류 연구소인 MOSAiC(Multidisciplinary Drifting Observatory for the Study of Arctic Climate)의 극지방 쇄빙 연구선 연구진은 향후 13개월 동안 표류기지로 사용될 북극 빙원을 선정했다. 빙원 선정을 위해 위성이미지, 쇄빙선, 헬리콥터, 도보 탐사 등 다양한 방법이 동원되었으며, MOSAiC 표류기지에서는 17개국 400여명 이상의 과학자들이 북극 대기와 생태계에 영향을 주는 물리·화학·생리학적 과정을 연구할 계획이다.

Met Office는 NOAA, JMA와 협력하여 연구 선박 및 해양 기상관측 부이 수집 자료와 과거 선박에서 바닷물을 퍼 올려 관측하던 방법에 의한 자료의 비교연구를 수행했다. 그 결과, 배 내부에 유입된 해수 온도를 측정하던 방식은 점차 개선되어 1960~1970년대의 오차는 약 +0.5℃에 불과했으며, 이후 더욱 감소한 것으로 나타났다. 과거에는 단열재의 부재로 인해 열손실이 발생했으나, 현재는 태양의 영향 등으로 인해 온도가 높게 나타나는 경향을 보임을 발견했다.

4

환경기상

☼ 국립기상과학원 / 연구기획재정과 / 기상연구관 / 이희춘

JMA는 1990년부터 세계기상기구(이하 WMO, World Meteorological Organization)의 온실가스에 대한 세계 데이터 센터인 WDCGG(World Data Center for Greenhouse Gases)를 운영하고 있으며, 일본 국립환경연구소(이하 NIES, National Institute for Environmental Studies)와 일본 우주항공연구개발기구(이하 JAXA, Japan Aerospace Exploration Agency)가 개발한 온실가스 관측기술 위성 'Ibuki(2009년 발사)'의 관측 자료를 WDCGG를 통해 새롭게 제공 개시했다. 지금까지 지상, 선박, 항공기 등에서 수집한 정확도 높은 '점자료'에 위성의 '면자료'를 더해 지구 전체의 CO₂ 농도 분포의 장기적 감시 및 지역별 배출·흡수 등 파악에 이용 가능하다.



JAMSTEC과 NIES의 공동연구팀은 독자적 방출모델 및 통계 데이터를 이용하여 도식화 한 ‘동아시아 CH₄ 방출 분포’를 NIES 홈페이지를 통해 공개한다고 밝혔다. 연구팀은 CH₄ 방출의 기원(자연적·인위적)에 대한 분포를 세부적으로 도식화 하였으며, 동아시아 지역의 총 CH₄ 방출량(2000-2012년 평균)은 연간 약 67.3백만 톤으로 최근 증가 양상이 뚜렷하게 나타나고 있는 것과 화석연료 채굴, 농업, 가축 사육 등 인위적 기원이 약 89%를 차지하고 있는 것을 밝혔다.

미국 Cornell 대학교 연구팀은 그동안 산업 부문의 CH₄ 배출량이 크게 과소평가 되어 왔음을 밝혔다. 연구진은 암모니아 비료공장의 CH₄ 배출량을 측정하기 위해 센서가 장착된 Google Street View 차량을 이용했다. 분석 대상인 6개 공장 주변 도로에서 관측된 배출량을 토대로 연간 배출량을 추정한 결과, 25Gg으로 공장의 자체 추정치인 연간 0.2Gg보다 약 100배 이상 높게 나타났다.

5

위험기상/재해

☞ 국립기상과학원 / 연구기획재정과 / 기상연구관 / 이희춘

일본은 내각부, 소방청, JMA 주관으로 2008년부터 매년 2회 긴급 지진속보 훈련을 전국적으로 실시하고 있다. 2019년 6월에 실시된 훈련은 JMA가 ‘훈련용 긴급 지진속보’를 발표하면서 시작되었으며, 안전한 장소로 신속하게 대피함과 동시에 지진으로부터 스스로를 지키는 3가지 안전 확보 행동인 ‘안전확보행동 1-2-3(① 자세를 낮게(Drop), ② 머리 보호(Cover), ③ 책상 등 아래에서 움직이지 말기(Hold on))’ 교육을 실시했다.

JAMSTEC은 AI를 이용한 새로운 지진 판별기술인 ‘저주파 미동 자동 모니터링’을 발표했다. 해당 기술은 지진계 기록의 Running Spectrum을 이용해 저주파 미동과 지진 동 신호에 대한 정확도 높은 자동 판별이 가능하며, 이를 통해 플레이트 경계, 시간변화, 거대 지진 발생 메커니즘과 과정에 대한 이해가 더욱 깊어질 것으로 기대된다.

세계 1위 재보험사인 Swiss Re에 따르면 2018년 전 세계 자연재해 피해액은 1,550억 달러에 이르고, 재해 중 상당수가 미국에서 발생했다고 전했다. 이 외에도 유럽의 가뭄과 산불, 일본의 홍수, 인도네시아 지진과 해일, 하와이 화산분출 등으로 인한 피해가 손에 꼽혔으며, 2018년 피해액 전체는 2017년 허리케인 Harvey, Maria, Irma로 인해

발생한 3,500억 달러에 비하면 급격히 줄어든 수치지만, 중소 규모의 수많은 재해가 발생했다고 경고했다.

독일의 Saarland 대학 연구팀은 위성자료와 AI를 활용하여 뇌우 예측 시스템을 개발했다. 뇌우 예측을 위해 15분 간격의 위성 이미지를 사용하여 예상되는 변화를 계산하는 알고리즘 산출 결과를 실제 이미지와 비교하고, 그 차이를 AI를 활용해 재분석 했다. 개발된 시스템의 향후 15분 예측 정확도는 96%, 5시간 예측 정확도는 83%에 달했다.

6

관측/장비

☀ 국립기상과학원 / 연구기획재정과 / 기상연구관 / 이희춘

NOAA는 허리케인 및 열대폭풍 관측, 기상과학 연구 등을 지원하기 위해 두 대의 기상항공기(Gulfstream G550, Beechcraft King Air 350 CER) 구매 계약을 체결했다. Gulfstream G550은 2022년 후반 도입되어 허리케인 관측을 수행중인 NOAA의 기상항공기 Gulfstream IV-SP를 보완할 것으로 예상되며, Beechcraft King Air 350 CER은 2021년 경 도입되어 눈, 토양수분 관측 등에 활용될 예정이다.

CMA는 남극 연구기지인 중산기지에서 곤륜기지 방향으로 100 km 떨어진 빙상에 자동 기상관측시스템(이하 AWS, Automatic Weather System)을 설치했다. 이를 통해 해당 지점의 온도, 상대습도, 및 풍향, 풍속에 대한 정보 수집이 가능해졌으며, 기상감시의 공백을 메꿔 기상관측 기능을 더욱 향상시킬 것으로 기대했다.

Met Office는 지속적 연구개발 노력을 통해 기상레이더 네트워크를 유지·관리하며 정기적으로 기능을 향상시키고 있다. 미국 국가위험기상연구소(이하 NSSL, National Severe Storms Laboratory)와의 지속적 협력을 통해 레이더 수신지의 잡음 강도를 측정하는 연구 프로젝트를 성공했으며, 이를 통해 자료 품질 개선과 보다 정확한 강수 강도 예측이 기대된다. 이와 함께 Met Office는 고해상도 모델에 민간 항공기 정보를 활용한 고층 바람 관측자료를 사용하고 있다고 밝혔다. 항공기 전파 정보를 활용하는 방법을 통해 항공기 이동 및 지상정보를 포함하여 두 이동 정도 차이로 항공기에 불어오는 바람 계산이 가능하다.



7

응용기상

☞ 국립기상과학원 / 연구기획재정과 / 기상연구관 / 이희춘

NOAA는 북극의 지역 생태계와 알래스카 원주민 공동체에 중요한 역할을 하는 북극 서식 동물들을 효과적으로 관리 및 보존하기 위해 인공지능 기술을 개발중이다. Microsoft의 Xnor과 협업을 통해 북극해빙의 항공측량 중 촬영된 이미지에서 해양 포유류 및 북극곰 등을 탐지하기 위한 기술을 개발하고 있으며, 촬영된 이미지에서 물범과 북극곰의 식별을 자동화 하는데 중점을 두고 있다. 이 기술을 이용하면 비행 중 이미지 분석과 식별이 완료되어, 이미지 검색 시간을 크게 줄일 수 있다.

Harvard 대학의 기후·보건·지구환경센터(이하 C-CHANGE, The Center for Climate Health and the Global Environment)는 풍력 및 태양광 발전소 건설의 최적 입지와 보건 및 경제적 편익에 대한 분석을 수행하여 발표했다. 보건상의 편익은 대기질 개선을 통한 조기사망 감소 등을, 사회적 비용은 위험기상현상, 해수면 상승 등 기후변화의 부정적 영향으로 인해 발생하는 문제를 환산했다. 연구결과 재생에너지의 잠재력을 끌어올리기 위한 최적 입지는 풍력발전의 경우 미국 중서부, 태양광 발전의 경우 오대호 지역과 미국 동부 연안인 것으로 나타났다.

IBM의 The Weather Company는 모바일과 클라우드 기반의 weather.com을 통해 서비스를 제공하고 있으며, 매시간 업데이트가 가능하고 3 km 해상도로 향상된 전지구 기상 모델인 GRAF(Global High-Resolution Atmospheric Forecasting)를 출시했다. IBM은 이 기상모델을 이용하여 집중호우가 예상될 때 15시간 이내에 내릴 강우량 정보를 더욱 정확하게 제공할 수 있다고 밝혔다.

미국의 Penn. 주립대학 연구진은 AI를 이용해 기상조건에 취약한 지역을 찾아내고 분석하는 연구를 수행했다. 유전 알고리즘을 적용하여 보다 유연한 격자를 형성하고, 복잡하거나 빠르게 변화하는 날씨를 보이는 지역은 격자를 세분화하여 계산 자원을 집중하게 한 결과, 현재 결과와 비교했을 때 동등하거나 우수한 성능을 보였으며, 보다 경제적으로 컴퓨터 자원을 사용하는 것으로 평가됐다.

8

수치예보모델

⚙ 수치모델링센터 / 수치모델개발과 / 기상사무관 / 이은주

8.1. 국외 수치예보모델 운영 기관

기상선진국인 영국, 미국, 일본에서는 수치예보기술을 다양한 조직에서 폭넓게 개발·운영하고 있으며 국가별 특화된 자연재해 대응과 슈퍼컴퓨팅 관련 연구를 중점적으로 추진하고 있다. 영국은 기상청 내 기상과학, 기초과학, 모델링시스템 분야에서 수치예보기술 관련 현업과 연구를 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) 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 악기상 수치시물레이션을 별도로 구분하여 업무와 연구를 추진하고 있으며, 기상 및 글로벌 환경변화 예측을 위한 K-computer flagship2020을 추진하고 있다. (표 2-1)은 국내외 수치예보모델 운영 현황이다.

[표 2-1] 국내외 수치예보모델 운영 현황

구분	현업수치예보모델 현황				예측기간
	전지구	지역(국지)	전지구 양상블	지역(국지) 양상블	
영국	10 km	1.5 km 4 km	20 km	2.2 km	최장 30일까지 이음새 없는 예보제공
미국	10 km	1.5 km 3 km 12 km	35 km 50 km	3 km 16 km	당일/장기/기후정보(최장3개월)로 기간별 구분
일본	20 km	2 km 5 km	40 km 60 km	-	일일예보 : 3일까지 중장기예보 : 주간예보(내일-7일) 및 장기예보(수개월)
한국	10 km	1.5 km	32 km	2.2 km	초단기, 단기, 중기 예보정보 제공

※ 연직해상도는 L60~70



8.2. 수치예보 기술개발 현황

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

기상청은 기상기술 자립화 달성을 목표로 국내기술로 한국형수치예보모델개발사업을 2011년부터 추진, 2019년 개발을 완료하여 2020년 현업에서 활용하고 있다. 한국형수치예보모델개발 완료 후 기상재해 사전대비 중심의 시·공간 통합형수치예보기술 개발 사업을 기획하였다. 국내·외 수치예보 기술개발의 구체적인 현황은 (표 2-2)에서 확인할 수 있다.

[표 2-2] 국내외 수치예보기술 개발 현황

구분	현업수치예보모델 현황				
	유럽중기예보센터	영국	미국	일본	한국
수치예보 모델개발 개선	'94년에 통합예보 시스템(IFS) 개발 후 현재까지 22년 이상 사용 중	'90년에 통합모델(UM) 개발 후 현재까지 27년 이상 사용 중	'03년에 전구모델인 GFS 개발 후 14년 이상 사용 중	GSM을 '88년에 개발 '06년 새로운 중 규모 모델, '12년 지역예보 모델 운영, '15년 ASUCA의 국지적 모델 도입 등 새로운 모델 도입/운영	영국 기상청의 UM(Unified Model)을 도입하여 현업 사용 중('10~) 한국형수치예보 모델의 시험버전 완료('16) 후 '19.4 준현업운영, '20 현업운영 예정
	매년 1회 이상 자료동화, 물리과정, 해상도 업데이트	해상도, 물리과정, 자료동화를 매년 2회 업데이트 새로운 역학코어인 GungHo를 개발 중이며 '22년 현업운영 예정	매년 1회 이상 물리과정, 자료동화 및 해상도에 대한 업데이트	매년 1회 이상 모델개선, 해상도, 자료동화 등 업데이트	매년 1회 모델개선, 해상도, 자료동화 등 업데이트
중기 전략	〈ECMWF Strategy	〈Met Office Science	〈NCEP STRATEGIC	〈JMA 기상기술 발전전망〉	기상재해 사전대비 중심의 시·공

주요 연구 개발 분야	2016-2025> · 양상불 예측 · 지구시스템 모델링 · 슈퍼컴퓨팅 확장을 포함한 해상도 향상	Strategy 2016-2021> · 시간-수십년 단위 재해성 기상예보 · 정량강수예보 · 수개월-수십년 단위 기후변화 · 인간활동에 의한 지구시스템 민감도	PLAN 2015-2019> · 자료동화, 물리과정 연구	· 기후모델 고도화를 위한 차세대지구시스템 모델기술 · 특이기상현상 감시 및 예측	간 통합형수치예보기술 개발
-------------	---	--	------------------------------------	--	----------------

9

기상정보화

⚙ 관측기반국 / 정보통신기술과 / 기상사무관 / 고수미

⚙ 관측기반국 / 국가기상슈퍼컴퓨터센터 / 기상사무관 / 오하영

9.1. 스마트시티의 동향과 추진방향

9.1.1. 스마트시티의 등장배경

요즘 들어 스마트시티(Smart City)에 대한 기술적, 사회적 관심이 그 어느 때보다 고조되고 있다. 스마트시티는 과거 한국에서 탄생한 U-City의 태생적인 한계를 넘어 새롭게 재정립된 ICT를 활용하여 도시 문제를 해결하고자 하는 기술 트렌드이자 도시 건설 및 운영단계에 시민들의 참여를 독려하는 사회적 패러다임으로 진화하고 있다.

스마트시티의 등장 배경은 (그림 2-1)과 같이 도시문제에 대한 해결, 4차 산업혁명의 실험 공간 그리고 국정 과제 채택의 3가지 관점에서 살펴볼 수가 있다. 정보통신기술을 활용한 각종 도시문제의 해결사로서의 능력은 기본이고 4차 산업혁명이라는 기술적인 큰 변화 속에서 AI, 블록체인, 클라우드, 빅데이터 및 IoT 등의 기술이 집약되고 실증되는 효과적인 테스트베드로서의 역할에 대한 기대가 증가하고 있다. 또 이번 정부에서 4차 산업혁명의 시대에 대응하기 위해 “혁신 성장 8대 선도 사업”을 선정하였는데 그 중심에 스마트시티가 각광받고 있다.



9.1.2. 스마트시티의 개념 및 구성요소

스마트시티에 대한 개념은 기술적으로는 사용자가 도시생활에 필요한 교통, 환경, 보안, 행정 등의 다양한 공공적 서비스들이 구현 및 제공되고 있고 이를 위해 유무선 통신망과 통합관제센터가 인프라의 성격으로 운영되고 있는 도시이다. 스마트시티에 대한 정의는 다양한데 ITU(International Telecommunication Union)에서는 스마트시티를 삶의 질, 도시 운영과 서비스의 효과성, 경쟁력 강화를 위해 ICT 등을 활용하는 혁신적인 도시라고 정의하고 있다. European Commission에서는 디지털 기술을 활용하여 시민을 위해 더 나은 공공 서비스를 제공하고, 자원을 효율적으로 사용하며, 환경에 미치는 영향을 감소시켜 궁극적으로 시민의 삶의 질을 개선하고 도시 지속 가능성을 높이는 도시라고 정의하고 있다. 우리나라 스마트시티법에서는 건설, 정보통신기술을 융·복합하여 건설된 도시기반시설을 바탕으로 다양한 도시 서비스를 제공하는 지속 가능한 도시로 정의하고 있다. 스마트시티에 대한 여러 정의를 살펴보면 공통적으로 시민의 삶의 질 향상과 도시의 지속 운영 등이 핵심개념인 것을 알 수 있다.

스마트시티에 대한 이해를 돕기 위해 2005년경부터 한국이 최초로 주창하여 위상을 뽐내던 U-City(Ubiquitous City)와 상대적인 비교를 해보기로 한다. 과거 2000년대 초반에 한국에서는 “언제 어디에나 존재한다”라는 의미를 가진 라틴어인 ‘유비쿼터스’(ubiquitous)에 대한 열풍이 몰아쳤다. 당시에 필요한 모든 사물에 전자태그를 부착하여 사물과 환경을 인식하고 네트워크를 통해 실시간 정보를 구축하는 통신망의 개념인 RFID/USN(Radio Frequency IDentification/Ubiquitous Sensor Network)에 대한 장밋빛에 편승해 유비쿼터스한 도시를 구현해 보고자 한 시도가 U-City였다. U-City는 비록 공급자 지향적인 성격의 기술 보급적인 첨단도시였지만 그 당시 정립된 기술적인 스마트시티 구성 3요소인 U-서비스, 네트워크 및 통합관제센터는 현재 스마트시티에서도 유효한 핵심기술 요소로 이어졌다.

현 시점에서 U-City의 첫 번째 반성은 공급자 관점의 기술 구현에 몰두한 나머지 이용자 관점의 기술 체감을 통한 소비자 만족도 제공이 부족했다는 것이다. 두 번째로 기술 미성숙에 따른 서비스 완성도 부족으로 U-City 활성화가 부족했는데 대표적인 예가 M2M(Machine to Machine) 혹은 IoT(Internet of Things)이다. 즉 언제 어디서나 연결이 되는 사람들이 지니고 있는 스마트폰도 2007년 이후에 등장했으며, 도시의 센서 등 사물간 통신은 2010년 이후에 제대로 구현되었기 때문이다. 세 번째로 짚어봐야 할 교훈은 도시 구현단계에 급히 초점을 맞춘 나머지 향후 운영에서 고민되는 운영비 충당 및 지속적 발전을 위한 건전한 수익 창출이 결여되어 있었다는 것인데 (표 2-3)과 같이 종합할 수 있다.

[표 2-3] U-City와 Smart City의 비교

구분	U-City	Smart City
사업적 측면	<ul style="list-style-type: none"> - 신도시 개발 위주의 top-down 방식 추진 - 국토교통부를 비롯한 LH, 지자체 산하 도시공사 등 공공 공급자 중심 시행 	<ul style="list-style-type: none"> - 신도시/구도심 포함 bottom-p 추진 방식 지향 - 공공 공급자 외 민간 사업자 시행까지 가능한 여건으로 법제도 및 정책 진화 중
기술적 측면	<ul style="list-style-type: none"> - 기술 공급/구현성 강조(인프라 측면) - 미래 기술 일부 활용, 완성도 부족 - 폐쇄적인 공공 데이터 이용 	<ul style="list-style-type: none"> - 기술 소비/활용성 강조(서비스 체감 측면) - 현재 기술 활용, 수용성 및 완성도 향상 - 개방적인 공공+민간 데이터 활용 가능
사용자적 측면	<ul style="list-style-type: none"> - 소비자 체감성, 만족도 부족 - 수동적인 정보의 소비자로 국한 - 구축 단계 이후에 참여 가능 	<ul style="list-style-type: none"> - 소비자 이용성, 체감성 향상 목표 - 능동적인 정보의 생산자 지향 - 구축 이전 단계(계획 등) 참여 가능

<자료> 안용준 외, “시민참여 기반의 스마트시티 모델 정립”, 대전세종연구원, 기획연구 2018-04, 2018, pp33-34, p54.

스마트시티를 구성하는 요소들은 바라보는 관점과 분류기준에 의해서 다양하게 정의될 수 있다. 종래의 기술적인 관점에서는 네트워크, 통합관제센터, 서비스의 3요소로 정의가 가능하였는데, 현재 스마트시티법에서는 기술, 기반시설, 서비스로 규정하고 있다. 또 U-City와 구분하여 최근의 스마트시티의 특성까지 강조하면 (그림 2-2)와 같이 인프라, 서비스, 인간, 데이터의 4가지 요소로 정의할 수 있을 것이다. 인간을 구성요소에 포함시킨 이유는 공급자 지향적이 아닌 사용자 중심의 스마트시티를 구현하기 위해서는 초기 단계에서부터 시민들이 참여하고 구축 후 주체적으로 운영해 나가야 하기 때문이다. 또 데이터를 구성요소에 포함한 이유는 스마트시티의 진정한 가치가 도시에서 생성된 데이터들을 수집, 분석 및 가공하여 필요한 소비자에게 제공하여 발생하는 부가가치에 의해 완성될 수 있기 때문이다.



스마트 인프라는 다시 유무선 통신망과 통합정보센터로 구분이 되는데, 유무선 통신망은 전 세계적으로 화두가 되고 있는 자율주행 등의 필수 요소로 인식되는 5G 무선통신망, 도시 곳곳에 설치된 센서들의 정보들을 수집할 수 있는 사물인터넷망 그리고 안정적으로 도시의 사물들과 서비스들 간의 통신을 위한 유선 자가통신망 등으로 세분화할 수 있다.

통합정보센터는 스마트 시설물, 서비스 및 도시 내 거주민들을 관리하는 컨트롤타워 역할을 담당하는 종합관제센터라 할 수 있으며 세부적으로는 통합플랫폼, 전산기계실, 관제실 등으로 구분이 된다. 스마트 서비스는 CCTV, 버스도착 알림전광판 등과 같이 스마트 인프라들을 바탕으로 도시민들에게 유용한 정보들과 기능 등을 제공하는 교통, 에너지, 환경, 복지, 행정 분야 등의 각 단위 서비스들을 일컫는다. 스마트 피플과 스마트 데이터는 사용자 체감성과 도시 가치 향상을 위해 새롭게 포함된 스마트시티의 필수 구성 요소이다.

9.1.3. 스마트시티의 추진방향

4차 산업혁명으로 촉발된 스마트시티에 대한 관심은 도시문제 해결과 거주민의 삶의 질 향상을 목표로 각 국가마다 주도권 확보를 위해 열심히 노력하고 있다. 스마트시티를 구성하는 요소인 인프라, 서비스, 사람 그리고 데이터의 4가지 요소는 글로벌 스마트시티의 성공적 추진을 위해 꼭 필요한 제반 요건이며, 기술적으로는 소비자 지향적인 체감형 서비스 추진, 데이터 주도적인 플랫폼 중심적 지향 그리고 도시 가치 향상을 위해 디지털 트윈을 활용하고 있는 특징이 있다. 정부차원에서는 스마트 빌리지, 스마트 타운, 스마트 산단 등의 이름으로 스마트시티를 추진 중에 있으며 지방자치단체도 스마트 시티 조직을 강화, 신설하여 이에 동조하고 있다. 아울러 각 국가별로는 스마트시티를 주요

핵심 프로젝트로 정의하고 중장기적으로 막대한 자금을 투입하여 정책적으로 추진하고 있는 것으로 나타났다.

그러나 아직은 특히 국내의 경우 도시문제에 대한 해결사적인 존재인 스마트시티에 대한 청사진만을 감상하고 있는 실정이다. 물론, 중앙정부에서 야심차게 전략적인 추진에 시동을 걸었음에도 불구하고, 도시공간을 대상으로 한 융·복합적인 기술 구현과 다자간 협업이 필요한 스마트시티를 추진하기 위한 범 부처 간의 유기적인 협업체계가 아직은 부족한 것으로 보인다. 또 스마트시티를 미래형 먹거리 및 수익 창출의 관점에서 접근하고자 하는 민간 기업들은 아직 시장을 관망하고 있을 뿐 본격적인 행보를 보이고 있지 않고 있다. 시민들의 참여와 체감이 스마트시티의 성공의 핵심 열쇠로 지목되고 있지만 도시민, 주거민들의 자발적이고 능동적인 참여와 관심도 아직은 부족한 것이 현실이다. 무엇보다 구축 이후 운영 단계에서 스마트시티의 지속적인 관리를 위한 체계적인 수익창출 방안, 운영비 충당 및 거버넌스의 정립 문제 등은 선부르게 해결책을 내놓을 수 없는 판국이다. 모조록 U-City의 반성과 성찰을 바탕으로 한국형 스마트시티의 성공을 통해 다시 한번 우리나라가 스마트시티의 종주국으로 거듭나기를 기대한다.

(정보통신기획평가원의 주간기술동향(2019.10) “스마트시티의 동향과 추진방향” 발췌)

9.2. 슈퍼컴퓨터 관련 최신 기술 동향

세계 각국은 4차 산업혁명을 선도하기 위해 초고성능컴퓨터를 국가 미래경쟁력을 좌우하는 핵심요소로 간주하며 슈퍼컴퓨팅 경쟁력 향상을 위해 전략적으로 집중 투자하고 있다. 미국은 초고성능컴퓨팅 분야 세계 최강 유지를 위해 정책적으로 국가 초고성능컴퓨팅 전략(NSCI, 2015년)을 수립하는 등 전방위 투자를 하고 있다. 미국은 2019년 12월 현재 세계 1위의 초고성능컴퓨터 서밋(Summit, 148.6PF)과 2위의 시에라(Sierra)를 보유하고 있으며, 500위권 내 총 117대를 보유하고 있다. 중국은 2017년까지 1위를 차지했던 초고성능컴퓨터 선웨이 타이후즈광(Sunway TaihuLight)을 자체 개발하는 등 정부주도 대규모 투자로 2019년 말 현재 보유한 초고성능컴퓨터 대수(228대)와 성능(약 440PF) 면에서 세계에서 가장 많은 초고성능컴퓨터를 보유한 국가로 부상하였다. 유럽은 범유럽 초고성능 컴퓨팅 역량 발전을 위한 HPC³ 인프라구축(PRACE), HPC 기술개발(ETP4HPC), 집단연구 활용(CoE) 등 “EU HORIZON 2020(2014~2020)” 프로그램을 3개 중점과제로 추진 중이다.

이렇게, 세계 각 나라의 슈퍼컴퓨팅 성능, 기술, 활용능력, 등 슈퍼컴퓨팅 발전 동향을 살펴보기에 가장 좋은 행사는 1년에 2번씩 개최되는 국제 슈퍼컴퓨터 컨퍼런스

(Supercomputer Conference, SC)이다. 슈퍼컴퓨터 컨퍼런스는 전 세계의 모든 슈퍼컴퓨터 관련 업체, 슈퍼컴퓨터 운영기관 및 관련 연구기관에서 수천 명이 참석하여 슈퍼컴퓨터와 관련된 모든 정보를 공유하고 발표하는 행사이며, 본 행사의 하나로 세계 모든 슈퍼컴퓨터의 성능을 분석하여 1위부터 500위까지의 순위를 6개월 주기로 발표하고 있다.

2019년 12월에 미국 덴버에서 개최된 슈퍼컴퓨터 컨퍼런스(SC)에서 발표한 세계 1위의 슈퍼컴퓨터는 미국 오크리지 국립연구소(ORNL)에서 2018년 설치한 서밋(Summit, 실제성능 148.6PF)이다. 2위 역시 미국의 시에라(Sierra, 실제성능 94.64PF), 3위는 중국의 선웨이 타이후광(Sunway Taihulight, 실제성능 93.01PF)이다. 현재 Top500에 등재된 슈퍼컴퓨터의 수를 보면 중국(228대)과 미국(117대)이 전 세계 슈퍼컴퓨터의 2/3 이상을 차지하고 있으며, 다음으로 일본(29대), 프랑스(18대), 독일(16대), 네덜란드(15대), 아일랜드(14대), 영국(11대) 순이다. 우리나라는 총 3대의 슈퍼컴퓨터가 등재되었으며, 한국과학기술정보연구원의 누리온이 14위를 차지하였고, 기상청 슈퍼컴퓨터 4호기 누리는 113위, 미리는 114위에 등재되어 있다.

[표 2-4] 우리나라 슈퍼컴퓨터 순위(2019년 11월 기준)

순위 (top500)	슈퍼컴 보유기관	시스템명	설치년도	실제성능 (Tflops) ³⁾	이론성능 (Tflops)	제조사
14	한국과학기술정보연구원	Nurion	2018	13,929	25,706	CRAY
113	기상청	Nuri	2015	2,396	2,895	CRAY
114	기상청	Miri	2015	2,396	2,895	CRAY

³⁾ Flops(Floating-point operations per second) : 컴퓨터의 연산속도를 나타내는 단위로 초당 부동 소수점 연산 횟수를 의미함. 1Tera flops는 초당 1조번의 연산이 가능하고, 1Peta flops는 1초당 1000조번의 연산이 가능함

제3부

분야별 기상정책

제1장 기상예보

제2장 기상관측 및 기상정보화

제3장 기후 및 기후변화

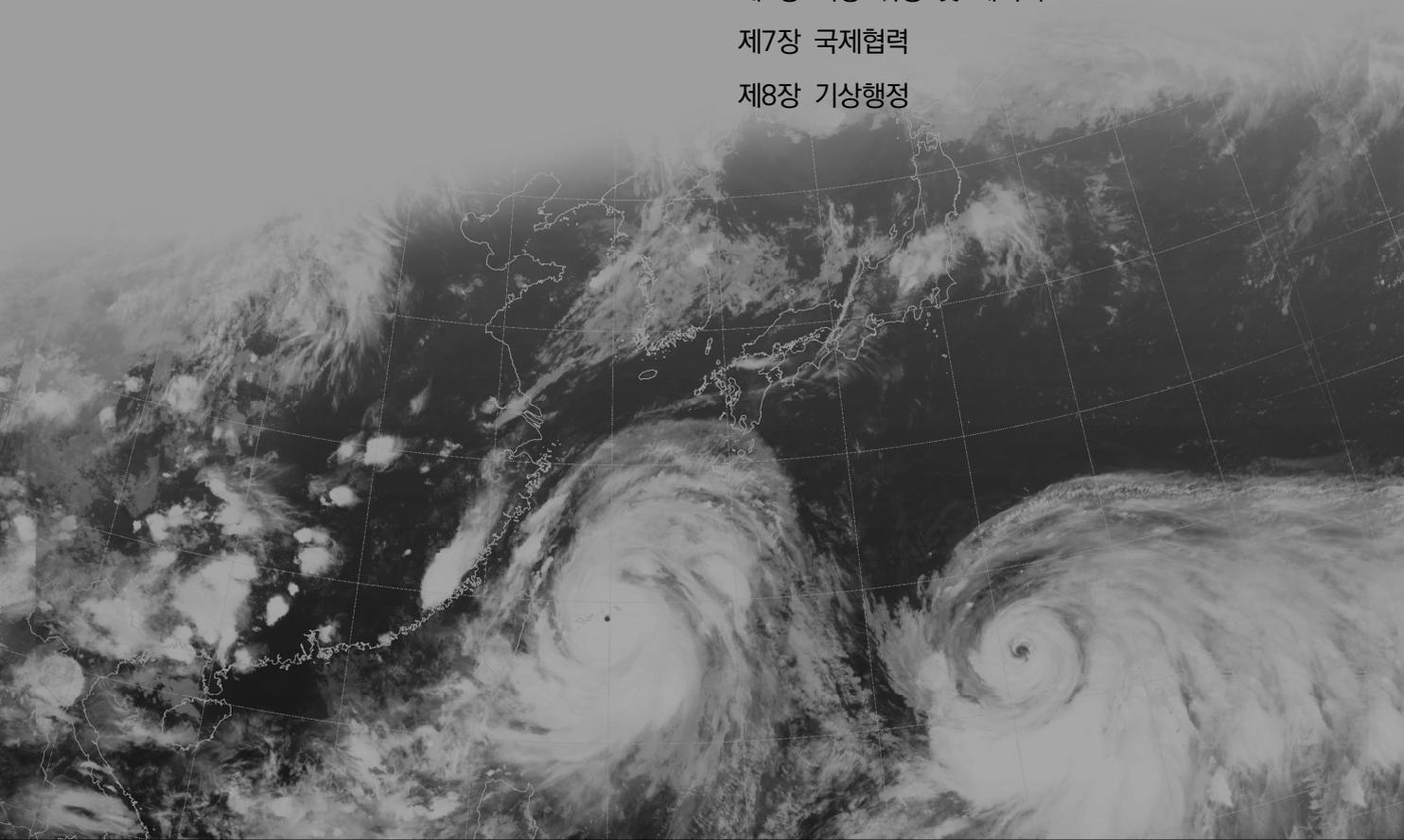
제4장 기상서비스

제5장 지진감시와 대응

제6장 기상 위성 및 레이더

제7장 국제협력

제8장 기상행정





제1장 기상예보

1

예보업무의 제도 개선

⚙ 예보국 / 예보정책과 / 기상사무관 / 조경모

1.1. 예보업무 관련 규정 개정

1.1.1. 예보업무규정의 개정

예보 및 특보의 제도를 정비하고 현행 제도의 운영상 나타난 일부의 미비한 점을 개선하고 보완하기 위해 한 차례 개정하였다.

해상예보구역 중 일부 먼바다 구역을 기상특성에 따라 세분화하고, 기상정보 중 매일 정기적으로 발표하는 날씨 해설 성격의 기상정보를 ‘날씨해설’로 발표하는 제도의 신설, 기상특보 발표와 관련한 용어의 변경, ‘131기동기상지원’의 요청 범위의 명시 등을 포함하여 개정(2019.4.30., 기상청훈령 제936호)하였다.

1.1.2. 방재기상운영규정의 개정

위험기상이 예상되거나 재난관리기관에서 기상지원을 요청하는 경우 모바일 관측차량 등 현장에 필요한 인력 및 장비 등을 파견하여 지원할 수 있도록 근거를 명시하여 개정(2019.4.30., 기상청훈령 제937호)하였다.

1.2. 위험기상 대응을 위한 예·특보 서비스 개선 추진

1.2.1. 태풍 강도 등급 개선

강도 ‘약’의 태풍은 사용자 입장에서 ‘피해가 적을 것’이라는 인식이 있다는 보도(2016.10.7., MBC)가 나옴에 따라 태풍 등급 개선의 필요성이 제기되었다. 태풍의 피해

는 주로 강풍, 홍수, 폭풍해일 현상으로 발생하므로 태풍의 강도(최대풍속)를 중심으로 등급 분류를 개선(1.28.)하고자 하였다.

실제로 2018년 제19호 태풍 ‘솔릭’ 영향 이후, 2일간 실시한 전화 설문에서 ‘약한 태풍이 피해가 적을 것이다’라는 의견에 62%가 공감을 표현하였고, ‘약한 태풍’ 명칭 변경 필요성에도 과반수 이상(63%)이 찬성하였다.

태풍 등급에 따른 피해현황을 분석해 본 결과 상위 10위 피해가 발생한 태풍에서 ‘약한’태풍에도 큰 피해가 발생하였음을 알 수 있었다. 우리나라에 영향을 끼치는 태풍의 강도는 ‘약’~‘매우 강’의 등급이 고르게 분포하였고, 약한 태풍의 풍속 수준에서도 피해가 발생하므로, 현행 4단계의 분류를 유지하면서 ‘약’ 단계의 등급 명칭을 변경하여 사용하도록 개정 방향을 설정하였다.

유관기관 설명 및 의견수렴 등을 통해, 강도 등급은 현행을 유지하며 ‘약’의 명칭만 삭제하고, 기존 ‘약한 소형’이나 ‘약한 중형’ 태풍 등으로 표현하던 것을 ‘소형’, ‘중형 태풍’으로 변경해서 사용하는 내용을 주요 골자로 하는 서비스 변경을 완료하였다.

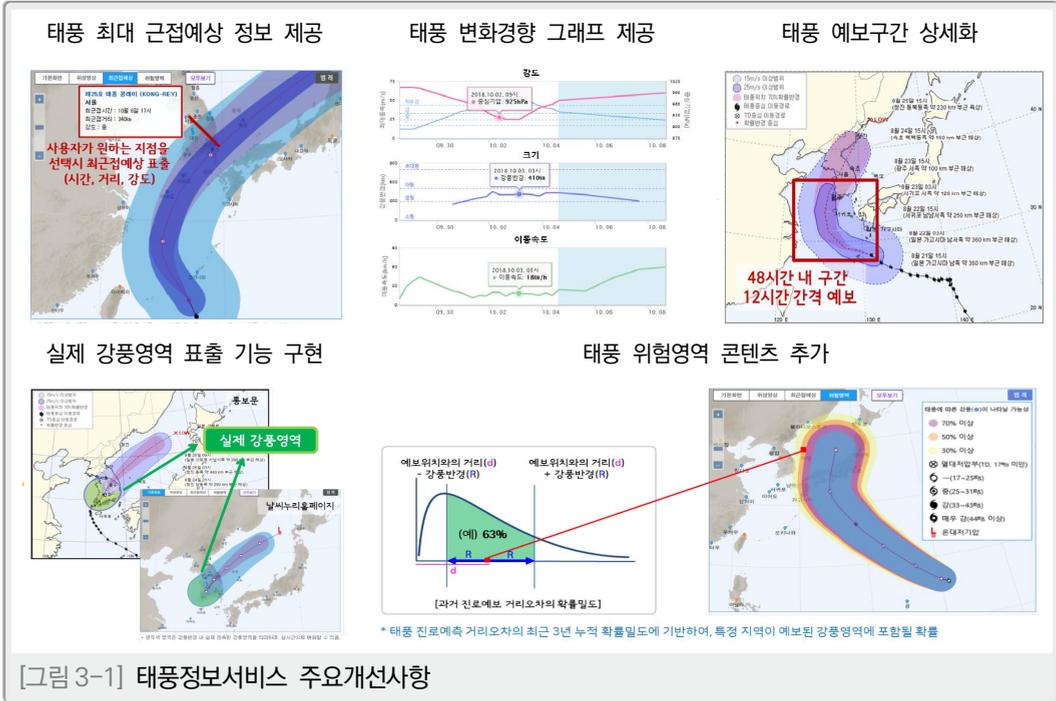
[표 3-1] 최대풍속에 따른 태풍 등급 개선

최대풍속	기 존	개 선
17 m/s(61 km/h) 이상 ~ 25 m/s(90 km/h) 미만	약 (TS)	- (TS)
25 m/s(90 km/h) 이상 ~ 33 m/s(112 km/h) 미만	중 (STS)	중 (STS)
33 m/s(112 km/h) 이상 ~ 44 m/s(158 km/h) 미만	강 (TY)	강 (TY)
44 m/s(158 km/h) 이상	매우 강(TY)	매우 강(TY)

1.2.2. 태풍정보 서비스 개선

국민들에게 보다 쉽고 자세한 태풍정보를 전달하여 태풍정보의 활용도를 높여 효과적인 태풍 방재에 기여 하고자 태풍정보 서비스 개선을 추진하고 2019년 5월 31일 정식 운영을 시작하였다.

지역별 태풍 최근접 예상정보 제공, 강도·크기·이동속도의 변화 경향을 그래프로 표출하는 등의 내용으로 2018년 6월부터 시험운영 해왔고, 태풍예보구간의 상세화 등 추가 개선을 추진하여 2019년 5월 31일 정식 서비스하게 되었다.



1.2.3. 예·특보 생산체계 개선

해상 예·특보구역 중 일부 바다에 대해서 기상특성에 따라 그 구역을 세분화하고, 풍랑특보 해제예고에서 활용하고 있는 시제표현(아침, 저녁 등)이 수요자의 정성적인 판단의 여지가 있어, 해상활동의 원활한 준비(선박 입·출항, 통제 등)를 위한 시제 표현의 상세화도 추진하였다.

또 기상특보 통보문 제목 중 특보의 단계변화 등 이력을 표현하는 ‘대치’ 용어를 보다 이해하기 쉬운 용어인 ‘변경’으로 수정하였다.

[표 3-2] 특보에 활용하는 시제표현 개선

시간	기 존 (시제용어 표현)		개 선(시간표현)	시간
	4개 구간	추가		
00시				00시
03시	새벽 (00~06시)		새벽(00시~03시)	03시
06시			새벽(03시~06시)	06시
09시	오전 (06~12시)	아침 (06~09시)	아침(06시~09시)	09시
12시			오전(09시~12시)	12시
15시	오후 (12~18시)		오후(12시~15시)	15시
18시			오후(15시~18시)	18시
21시	밤 (18~24시)	저녁 (18~21시)	저녁(18시~21시)	21시
24시			밤(21시~24시)	24시

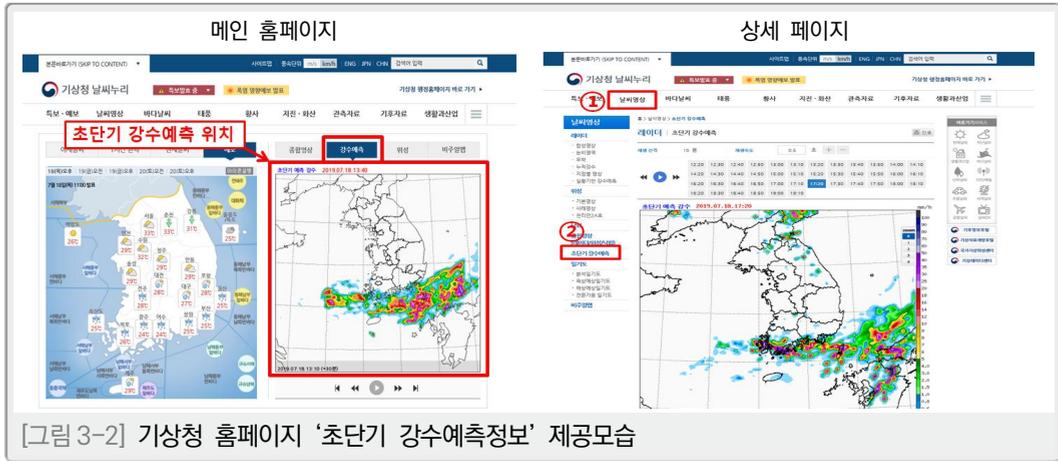
위성, 레이더, CCTV 등의 관측자료를 활용하여 위험기상 감시·알람시스템을 구축(5.1.), 상황에 대한 정보를 신속하게 획득할 수 있도록 하여 호우특보 발표 선행시간을 전년대비 24% 늘릴 수 있었다('18년: 84분 → '19년: 105분).

또 여름·겨울철 기상분석 지원을 위한 신규 분석 콘텐츠(7.1., 11.30.), 수치예측 자료를 활용한 1시간 간격의 시계열 조회기능(9.10.) 등 다양한 예보 분석 콘텐츠를 예보관에 제공하여 의사결정을 지원하였다.

1.2.4. 초단기 강수 예측정보 제공

레이더 영상과 수치예보모델을 융합하여 국민활용도가 높은 초단기 강수예측정보를 6시간까지 10분 간격의 보기 쉬운 이미지 형태로 제공하는 '초단기 강수 예측정보'를 수치모델링센터, 레이다센터, 예보기술과 등 관련부서와의 협업을 통해 7월 22일부터 대국민 서비스하였다.

강수의 이동 및 변화를 보다 입체적이고 직관적으로 이해할 수 있도록 레이더의 강수 관측 이미지와 수치모델의 강수 예측정보를 시간순으로 연계하여 한반도 지도를 바탕으로 움직이는 이미지 형태로 제공함으로써 정보 이용자의 이해를 더욱 극대화 하여 집중 호우와 같은 위험기상 대응에 효과적으로 활용할 수 있을 것으로 기대된다.



1.3. 예보기술발표회 개최 및 예보 우수기관, 우수예보관 선정

1.3.1. 예보기술발표회 개최

관할지역의 특성이 반영된 초단기 강수예측 기술과 쉽고 활용도 높은 다양한 예보기술을 개발하고 공유하고자 2019년 10월 29일 「2019년도 예보기술발표회」를 개최하였다. 지정과제와 자유과제로 세션으로 분리하여 발표를 진행하였으며, 올해 지정과제 주제는 “관할지역 특성을 반영한 초단기 예측 기술 향상”으로 선정하였다. 관할지역 초단기 예보 생산 과정의 핵심 예보요소를 찾는 등 새로운 초단기 예보 착안점을 제시하고, 이를 통한 초단기 예측 기술 향상으로 충분한 선행시간이 확보된 특보 발표 역량과 빠른 실태 대응 역량 향상을 견인하였다.

「2019년도 예보기술발표회」에는 지정과제 10개, 자유과제 4개로 총 14개 과제가 진행되었다. 4인(외부 2인, 내부 2인)의 심사위원을 통해, 최우수 과제로는 대전지방 기상청 예보과의 이상걸 주무관이 발표한 “대류권계면 하강에 따른 충남지역 단기간 집중대설 메커니즘”이 선정되었으며, 우수상 2과제, 장려상 4과제가 선정되어 기상청장상과 부상을 수여하였다.

[표 3-3] 2019년도 예보기술발표회 수상내역

구분	과제명	참가자(*발표자)	
		소속	직급/성명
최우수	대류권계면 하강에 따른 충남지역 단기간 집중대설 메커니즘	대전지방기상청 예보과	기상서기 이상걸* 기상서기보 박중숙 기상주사보 안현진
우수	대구·경북 지역 특성을 반영한 초단기 강수형태 판별 및 예측	대구지방기상청 예보과	기상서기 조용중*
우수	소나기 발생 시 이동경로 예측	부산지방기상청 예보과	기상서기 이경희* 기상서기 김유정 기상서기 이송이
장려	여름철 제주도 기류수렴에 의한 국지호우와 초단기 대응 가이드스	제주지방기상청 예보과	기상주사 홍근도* 기상주사보 김영수 기상사무관 한경훈
장려	경기만에서 발생한 대류시스템 추적을 통한 호우특보 운영	수도권기상청 예보과	기상주사 신현식* 기상주사보 홍종남 기상서기보 박진영
장려	구름물리 낙뢰 가이드스 진단과 개선	총괄예보관실2 레이더분석과 강원(청) 예보과	기상주사 박정민* 기상주사보 김현성 기상서기보 박민
장려	폭염 예측 가이드스	예보분석팀	기상서기 박선영* 기상주사보 김영준

1.3.2. 2019년도 우수예보기관 선정

예보관의 사기진작을 통해 예보기술발전을 유도하고, 우수예보기관을 선정 포상함으로써 예보 품질(정확도) 향상과 대국민 기상예보 서비스의 만족도를 제고하고자 전국 예보관서를 대상으로 2019년도 우수 예보기관을 선정하여 상장과 부상을 수여하였다. 평가 대상기관은 총괄예보관, 지방청 예보과, 기상지청 관측예보과이며, 태풍, 정보통신, 위성, 레이더, 수치, 황사(환경기상연구과) 등 현업 및 협업부서의 경우 총괄예보관 1개조의 평가에 포함하였다.

그 결과, 예보 및 특보 우수기관 등 4개 분야(총괄예보관, 예보 우수기관, 특보 우수기관, 우수향상기관) 12개 부서를 우수기관으로 선정하였다. 협업부서를 포함하는 총괄예보관 평가결과는 총괄예보관 3과가 최우수, 총괄예보관 2과가 우수예보기관으로 선정되었다. 동네예보(단기예보) 분야는 제주청 예보과가 최우수, 광주청 예보과와 대전청 예보과가 우수기관으로 선정되었고, 중기예보분야에서는 수도권청 예보과가 최우수, 부산청

과 강원청 예보과가 우수기관으로 선정되었으며, 특보 우수기관은 부산청 예보과가 최우수, 대구청 예보과와 제주청 예보과가 우수기관으로 선정되었다. 마지막으로 우수향상기관은 부산청 예보과가 선정되었다.

1.3.3. 2019년도 우수예보관 선정

기상청은 조직혁신을 위해 ‘예보분야 역량평가 기본계획’을 수립하고, 예보관의 역량을 종합적으로 진단·평가하는 체계를 도입하였다. 예보관의 역량평가 결과 상위 10%로 평가된 예보관에 대한 금전적 보상을 실시하여 우수예보관에 대한 우대 및 자부심 고취 등을 통해 예보관의 사기진작을 유도하여, 예보기술발전 및 예보품질(정확도) 향상에 기여하고자 하였다.

평가는 2019년 12월, ‘예보분야 역량평가위원회’에서 의결하였다. 상위 10%로 선정된 우수예보관은 강원지방기상청 송상규 예보관, 제주지방기상청 한경훈 예보관, 총괄예보관 4과 허진호 예보관, 수도권기상청 이동희 예보관 등 총 4명이다.

1.4. 기상정보 소통과 정확도 높은 태풍예측 정보 제공

기상관련 전문가가 아니더라도 쉽게 이해할 수 있도록 ‘날씨해설’을 추가하여 정기 제공(4.30.)하고, 예보 자체에 집중할 수 있도록 인터넷 기상방송인 ‘날씨ON’을 개편(3.4., 10.7.)하였으며, 기상정보의 대외 일관성 확보를 위한 소통 TFT 운영으로 기상정보에 대한 대국민 신뢰도를 제고할 수 있었다.

태풍 영향기간 동안 태풍·위성·레이더센터 등 관련부서에서 태풍센터로 전문인력을 파견하여 협업체계를 강화(4.11.)하고 집중분석을 실시하였고, 정확도 높은 태풍진로 예측은 물론 일관된 대외 브리핑 실시 등, 국민과 언론으로부터 기상청에 대한 신뢰도를 향상하는데 기여하였다.

실제로 2019년 제 13호 태풍 ‘링링’의 내습 이후, 2019년 9월 성인남녀 400명을 대상으로 태풍 ‘링링’에 대한 대응이 어떠했는가를 설문조사(※ 기간/방법/수행기관/대상: 2019.9.9./전화조사/㈜리서치랩/성인남녀 400명)한 결과, 과거태풍(차바, 프라삐룬, 솔릭)에 비해 만족도, 신뢰도, 유용도 모두 10점이상(최대 18.4점) 상승하는 결과를 가져왔다.



2 방재기상

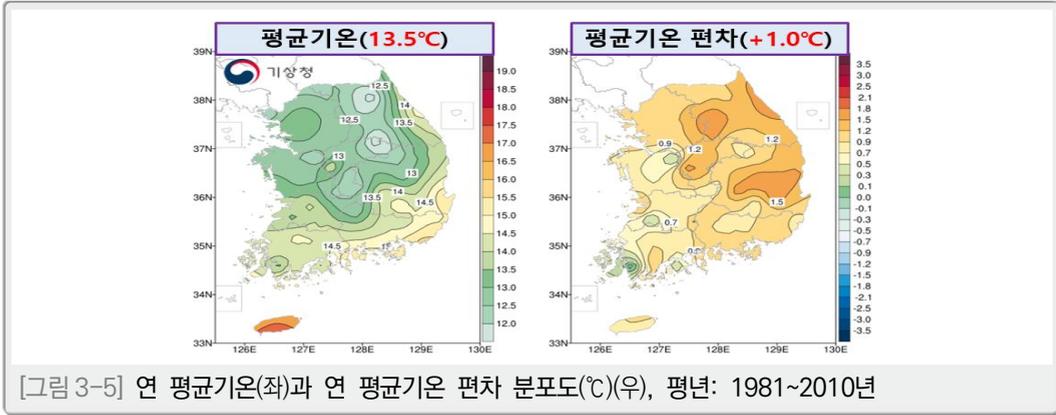
⚙ 예보국 / 예보정책과 / 기상사무관 / 이승범

2.1. 2019년 우리나라 기온과 강수량 현황

2019년(1.1.~12.31.) 전국 평균기온은 13.5℃로 평년(12.5℃)보다 1.0℃ 높아 1973년 이후 상위 2위(1위: 2016년 13.6℃)를 기록했다.



전국 연평균 기온이 평년값보다 높았으며, 월별로는 4월과 6~7월이 평년 수준, 그 외 1~3월과 5월, 8~12월이 평년값보다 1℃ 이상 높게 나타나, 2019년의 전국 월평균 기온이 4월을 제외하고 평년값보다 낮았던 경우가 없었다(그림 3-5, 표 3-4).

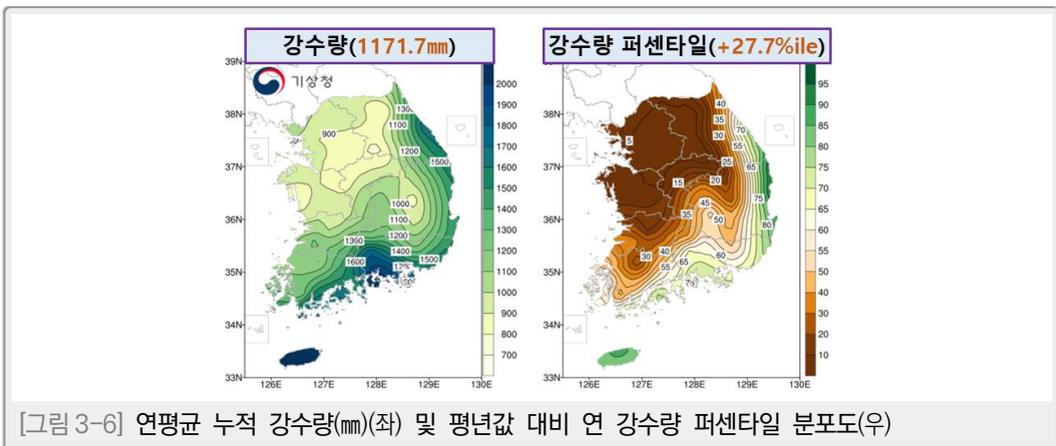


[표 3-4] 우리나라 월 평균기온, 편차(°C) 및 역대 순위(내림차순)

	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	2019년
평균(°C)	0.3	2.4	7.5	12.0	18.6	21.3	24.8	26.2	21.8	15.8	8.8	2.8	13.5
편차(°C)	+1.3	+1.3	+1.6	-0.2	+1.4	+0.1	+0.3	+1.1	+1.3	+1.5	+1.2	+1.3	+1.0
역대 순위(상위)	10위	9위	4위	27위	2위	24위	23위	13위	3위	4위	10위	8위	2위

※ 편차 : 전국 월평균 - 해당 월 평년값(1981~2010년) | 순위 : 1973년~2019년 기간 동안 내림차순

2019년의 전국 연평균 누적 강수량은 1171.8mm로 평년값(1207.6~1446.0mm)보다 적었으며(1973년 이후 하위 16위), 지역적으로 동해안과 제주도를 중심으로 강수량이 평년값보다 많았다.



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

전국 월평균 누적 강수량은 1월, 3월, 5월, 7~8월에 평년값보다 적었던 반면에 가을철인 9~11월은 평년값보다 많았다.

[표 3-5] 전국 월평균 누적 강수량(mm), 퍼센타일(%ile) 및 역대 순위

	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	2019년
월강수량 (mm)	8.1	30.8	38.7	79.3	55.9	143.1	217.2	140.7	221.2	169.0	58.2	26.3	1171.8
퍼센타일 (%ile)	0.7	51.9	22.7	57.7	13.1	39.6	29.8	12.3	66.7	100	69.4	59.6	27.7
역대 순위	하위 5위	상위 23위	하위 12위	상위 27위	하위 9위	상위 23위	하위 15위	하위 9위	상위 12위	상위 1위	상위 14위	상위 23위	하위 16위

2.2. 재난 및 안전관리 점검 및 훈련

2.2.1. 재난대응 안전한국 훈련

범국가적 총력 재난대응체계 확립을 위한 재난대응 안전한국훈련은 10월 28일부터 11월 1일까지 1주간 실시하였다. 기상청에서는 지진재난대응을 중점 훈련으로 지정하여 지진발생 이후 주요시설 피해에 따른 기상정보 생산방안 등 실전 위주로 실시 함으로써 보여주기식 훈련을 탈피한 현장에서 실전 위주의 훈련을 실시 하였다. 주요 자체훈련으로는 불시비상소집, 불시화재대피훈련 3회, 지진대피 훈련, 일반국민이 참여하는 다중이용시설 대피훈련, 매뉴얼 기반 토론 훈련 등 위기관리 매뉴얼 기반 종합훈련 강화와 대국민 재난대응 행동요령 전파 및 대처능력을 제고하기 위한 훈련으로 구성하였다. 주요 평가의견으로는 유관기관과 민간단체의 참석 정도는 다소 미흡했으며, 재난상황 불시메시지 처리 자체해결 및 대응조치요령에 대하여 보완을 해야 한다는 의견도 있었지만 전년 대비 훈련에 다양한 기관의 참여와 실행기반 훈련이 현장의 상황에 맞게 구성되는 등 현장감에 있어서는 보다 적극적인 모습을 보였다. 2019년에는 조수재난, 청사시설재난 등 자주 발생하지 않는 재난에 대한 위기대응 실무매뉴얼 훈련을 통해 재난대응 프로세스, 역할 및 임무 등의 숙지하고 ICT(정보통신기술)를 활용한 훈련을 실시하여 훈련 효과를 극대화 할 수 있었다.



2.2.2. 재난관리 평가 수행

재난관리행정에 대한 평가과정을 통해 재난관리 역량을 제고하고 자율과 책임행정을 강화하며, 재난관리책임기관에서 추진하는 재난관리 업무를 평가하고 그 결과를 환류하기 위하여 「재난 및 안전관리 기본법」에 근거하여 재난관리평가를 실시하였다. 2019년도의 주요평가 변화로는 ① 평가주체에 따라 중앙평가, 자체평가 대상으로 구분, ② 공공기관(54개 기관)평가를 중수본, 지대본 임무 및 역할 수행기관이 실시하고 평가의 전문성 확보 및 재난사고 초기상황관리 실효성 제고, ③ 평가주체 이원화에 따른 중앙부처·지자체의 훈련 및 평가 역량강화 추진, ④ 안전한국훈련기관(기관장)의 관심도 및 개선정도 등에 대한 주민을 대상으로 설문조사를 실시하여 그 결과를 평가 검증자료로 활용하는 등 많은 변화가 있었음에도 우리 청은 30개의 중앙부처 중 B(보통)등급으로 선정되었다.

2.2.3. 방재기상 비상근무 실시

위험기상 예상 또는 발생 시 대국민, 언론 및 유관기관에 기상정보 제공을 평상시 보다 효율적이고 체계적으로 수행하기 위하여 방재기상운영규정에 따라 기상현상에 따라 호우·태풍·대설·황사·위험기상 비상근무를 경계·비상2급·비상1급 등 3단계로 구분하여 실시하도록 규정하고 있다. 2019년도 본청 기준으로 대설 3회(2급 2회, 경계 1회), 호우 21회(1급 3회, 2급 8회, 경계 10회), 태풍 17회(1급 6회, 2급 6회, 경계 5회), 산불, 지진 등 위험기상(2급 2회, 경계 14회)의 비상근무를 연인원 484명이 실시하였으며, 지방청 등 소속기관을 포함해 연 2,753명이 비상근무를 실시하였다.

2.3. 방재기상업무협의회 개최

유관기관과의 협조체계를 강화하고, 태풍, 호우, 대설 등의 기상재해로 인한 피해를 최소화하기 위하여 관련 기관과의 협력을 강화하기 위한 방재기상업무협의회를 5월 31일과 12월 6일 개최하였다. 여름철 방재기상업무협의회에서는 예·특보 체계 개선과 태풍 정보서비스 개선, 폭염 영향예보 정구서비스 운영, 산불 등 모바일 기상관측차량의 현장 대응 강화, 해양기상관측망 강화, 홈페이지를 통한 기상정보 소통 강화, 해양기상정보포털을 통한 해양기상 맞춤형 서비스 등을 소개하고 각 기관의 여름철 주요 방재대책을 공유하였으며, 겨울철 방재기상업무협의회에서는 서면을 통하여 한파 영향예보 시범운영, 3개월전망 예보해설서 제공, 해상안개 감시정보 개선, 천리안위성 2A호 기반분석 강화, 기

상레이더 분석지원, 모바일 앱 기상지원, 항공 관계기관과의 소통강화 등을 소개·공유하였으며, 지난 협의회 토의 안건을 공유해 각 기관별 협조체제를 강화하였다.

2.4. 기상특보 발표현황

2019년도는 전국 연평균 기온이 평년값보다 높았으며, 강수량은 제주를 제외하고 평년값보다 적은 해였으며 전국적으로 발표한 기상특보는 전년 대비 203건(약 8.8%) 감소한 2,111건이었다. 특보 횟수는 풍랑 635건, 호우 526건, 강풍 393건, 폭염 171건, 건조 171건, 태풍 55건, 한파 71건, 해일 3건 순으로 나타났다.

[표 3-6] 2019년도 전국 기상특보 발표현황

(단위 : 건)

분기	특보명	강풍		풍랑		호우		대설		건조		해일		황사		한파		태풍		폭염		계	
		주요보	경보	주요보	경보	주요보	경보	주요보	경보	주요보	경보	주요보	경보	주요보	경보	주요보	경보	주요보	경보	주요보	경보		
1/4	서울·경기도	23	0	22	1	0	0	6	0	7	1	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	68
	부산·경상도	24	1	41	1	0	0	19	1	23	7	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	123	
	광주·전라도	43	1	41	1	0	0	6	0	12	1	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	109	
	대전·충청도	6	0	8	0	0	0	3	0	4	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	29	
	강릉·강원도	13	0	26	3	0	0	26	2	13	2	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	95	
	제주도	7	1	27	3	7	2	3	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	54	
	소 계	116	3	165	9	7	2	63	3	62	12	0	0	0	0	36	0	0	0	0	0	478	
2/4	서울·경기도	9	0	9	0	2	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	35
	부산·경상도	20	1	31	1	19	3	1	1	19	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	106
	광주·전라도	15	2	16	1	22	10	0	0	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	79
	대전·충청도	4	0	4	0	2	1	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
	강릉·강원도	11	1	13	0	3	0	3	1	9	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	49
	제주도	6	0	15	3	15	11	0	0	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58
	소 계	65	4	88	5	63	25	4	2	62	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0	348
3/4	서울·경기도	5	2	6	2	64	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	18	13	134
	부산·경상도	19	5	34	9	40	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	6	21	9	160	
	광주·전라도	18	8	20	11	55	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	6	16	11	162	
	대전·충청도	4	2	2	1	40	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2	16	10	86	
	강릉·강원도	6	1	7	2	40	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	21	11	105	
	제주도	7	2	27	9	50	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	6	1	132	
	소 계	59	20	96	34	289	86	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	22	98	55	779	
4/4	서울·경기도	24	1	27	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	11	1	0	0	0	0	0	67
	부산·경상도	28	9	53	14	5	6	3	0	10	0	2	0	0	0	5	0	0	3	0	0	138	
	광주·전라도	40	3	44	4	17	7	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	2	3	0	0	123	
	대전·충청도	6	0	12	0	3	0	2	0	1	0	0	0	0	0	5	1	2	0	0	0	32	
	강릉·강원도	7	0	29	13	6	2	8	0	7	2	1	0	0	0	8	1	1	1	0	0	86	
	제주도	8	0	34	6	6	2	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	60	
	소 계	113	13	199	39	37	17	14	0	21	2	3	0	0	0	32	3	5	8	0	0	506	
전국	353	40	548	87	396	130	81	5	145	26	3	0	0	0	68	3	25	30	116	55	2111		
비율(%)	14.0	0.9	19.8	3.8	18.5	7.3	9.9	1.0	4.9	1.9	0.3	0.0	0.0	0.0	3.5	1.6	3.1	2.5	4.2	2.6	100.0		



3

예보기술 향상과 예보해설 강화

⚙ 예보국 / 예보분석팀 / 기상전문관 / 한상은

⚙ 예보국 / 예보기술과 / 기상사무관 / 박병권

3.1. 예보기술 향상

3.1.1. 예보가이드스 개발 및 현업시스템 적용

여름철과 겨울철 기상 현상에 대한 기상학적 이해도 증진과 예보업무 활용을 위해 ‘Why? How!’ 여름철과 겨울철 예보 가이드스를 제작하였으며, 지경노 세미나를 통해 환류하여 예보정확도 향상에 기여하였다. 또한, 예보관에게 정량적이고 변별력 있는 소낙성 강수 가이드스를 제공하고자 소나기 사례 DB 구축 및 변수를 추출하고 최적 예측 성능 확보를 위해 임계값 조정 실험을 수행하였다. 그리고 소나기 기작과 배경 변수 구분 및 가이드스 예측 성능 검증을 통해 소낙성 강수 가이드스를 현업화 하였다.



3.2. 예보해설 강화

3.2.1. 국민 눈높이에 맞게 기상정보 개선

‘날씨해설’ 신설(4.30.)에 따라 기존의 기상정보와 다른 형태의 정보제공이 필요하여, ‘날씨해설’ 정보를 국민들이 이해하기 쉽고 과학적 합리성을 고려하여 스토리텔링 형식으로 개선하였다. 단기예보 기간 동안 예상되는 위험기상을 보다 상세한 스토리텔링 형

식으로 작성·제공하여 국민과 언론 등 수요자들의 이해력과 편의성을 도모하였다. 핵심 키워드(호우, 대설, 강풍 등) 설정, 위험기상과 유의사항, 변동성 중심으로 구성하였으며 전문적이거나 어려운 용어에 대해서는 괄호나 주석을 달아서 표현하였다. 또한, 기상 상황에 따른 기상정보 표준(안)과 영향·주의 문구를 만들어 기상정보를 적시에 제공할 수 있도록 하였으며 한자 등이 포함된 어려운 용어는 우리말 또는 쉬운 용어로 변경하여 수요자 눈높이에 맞춘 기상정보 생산을 통해 기상정보 전달력을 극대화하고 예보만족도를 높이고자 하였다.

3.2.2. 예보소통 체계 개선

2019년은 기상청 소통의 원년의 해로 기상정보를 쉽고 신속·정확하게 전달하고 소통 체계를 개선하기 위해 소통 TFT를 운영(19.1.~10.)하여 위험기상에 대한 적극적인 언론 대응체계를 구축하고 선제적 기상자료를 제공하여 국민들에게 큰 호응과 만족도를 이끌어냈다. 위험기상에 대한 One-Voice 언론대응 체계를 구축하기 위해 총괄예보관, 지방청 예보과, 소통 TFT 등으로 구성된 '소통 전담반'을 운영하여 주요 이슈 사항, 위험 기상 시나리오 등에 대하여 실시간 공유하였다. 또한, 사회적 영향도가 큰 예보(대설, 호우, 태풍)에 대한 상황별 '위험기상 대응 시나리오'를 작성 및 공유하여 총괄예보관, 지방청 예보관 등에서 실황 분석, 기상정보 발표, 언론대응 등을 신속하게 대응할 수 있도록 하였으며, 위험기상 단계별 언론대응 내용과 시기 등에 대한 가이드라인을 제공하기 위해 태풍, 호우, 대설에 대한 언론대응 매뉴얼도 마련하였다. 사전 날씨인터뷰는 원인 중심의 쉬운 용어와 해설 제공으로 내용을 개선하였고, 인터뷰 영상 배포시각 개선(기존 17시 → 16시) 및 핵심키워드 사전 문자 알림(오전 10시)으로 방송사 추가 요청사항을 반영하여 쌍방향 소통이 될 수 있도록 하였다.



3.2.3. 기상전문방송 역할 강화를 위한 '날씨ON' 개편

2019년 2월에는 기상전문방송의 역할 강화를 위하여 단기예보 종합상세해설 '날씨터치Q'를 확대 편성(일 1회 → 일 2회) 하였고, 급격한 예보 변경 시 예보분석관이 출연하는 '날씨터치S' 제작하여 수요자 중심의 기상방송으로 개편하여 365일 국민과의 소통을 강화하였다. 또한 정기방송 외에도 태풍, 폭염, 추석 연휴 등에는 '날씨터치Q' 특별호를 제작하여, 국민들에게 정확한 기상정보 제공을 위하여 노력하였다. 특히, 2019년은 우리나라에 영향을 준 태풍이 7개나 발생한 해로 태풍 발생 시 '날씨터치S'를 제작하여 태풍의 이동경로 및 위험기상에 대한 유의사항과 상세해설을 제공함으로 기상재해 예방에 기여하였다. 2019년 가을에는 기상방송의 전문성 강화를 위하여 예보전문분석관이 출연하는 '예보는 알고 싶다' 영상 콘텐츠를 평일 1회 추가로 제작·운영하여 민간 방송과의 차별화를 통해 전문기상방송의 역할을 한층 강화하였다. 또한 인터넷기상방송의 국민인지도 제고를 위하여 체험 부스 운영 이벤트를 실시하는 등 서비스 개편 결과 2018년에 3,918명이던 유튜브 구독자가 2019년에는 6,918명으로 구독자가 77% 확대되는 성과가 있었다.



[그림 3-9] 날씨ON 영상 콘텐츠 (위)날씨터치Q (아래) '예보가 알고 싶다', '날씨터치 S'

3.3. 선진예보시스템 구축·운영

기상청은 기상현상 감시부터 분석, 판단, 생산 및 통보에 이르는 예보업무의 전 과정을 선진화하는 선진예보시스템 구축 사업을 2010년부터 지속적으로 추진하고 있다. 2010년 시범사업을 시작으로, 선진예보시스템 구축 및 현업화(1단계), 확산 및 효율화(2단계), 안정화 및 지능화(3단계) 등 단계별 로드맵에 따라 수행하고 있다. 2019년은 범국가 위험기상 공동대응 기반 구축과 신속한 기상정보 지원을 위한 시스템 지능화를 목표로 사업을 추진하였으며, 유관기관 공유·활용시스템, 스마트예보시스템, 예보기술의 과학화, 수요자 중심 서비스의 4개 분야로 구분하여 수행하였다.

3.3.1. 유관기관 공유·활용시스템

기상청은 범부처 위험기상 대응능력 향상을 위해 클라우드 방식의 방재기상정보시스템을 구축하여 2015년 5월 15일 정식 운영을 시작하였으며, 2019년 12월 기준으로 569개 기관의 18,382명이 가입하여 일 평균 접속건수가 210만 건에 이를 정도로 활용도가 매우 높은 시스템을 운영하고 있다. 이 시스템은 최근 3년간 일평균 접속건수가 약 2.6배 증가하는 등(2016년 80만 건 → 2019년 210만 건) 국가적 방재업무에 높은 활용

도를 보이고 있으며, 시스템의 안정적인 운영과 방재 유관기관 사용자의 의견수렴을 통한 개선으로 사용자의 만족도는 연평균 6%씩 증가하는 추세이다('19. 12.기준). 2019년에는 모바일 기기의 활용이 증가하는 현실을 반영하여 모바일 환경 특성에 맞는 UI(User Interface) 개편 및 화면 가독성을 개선하여 유관기관 및 언론이 언제 어디서나 기상정보를 손쉽게 확인함으로써 실시간 현장 대응이 가능하도록 지원하였다. 기상 상황에 맞는 주요 날씨정보를 쉽게 확인할 수 있도록 뉴스피드(NewFeed)* 형태의 메인화면을 제공하였으며, 전국 날씨 분포도를 애니메이션 형태로 제공하고, 바람장 효과를 추가하여 예보 흐름 파악과 이해를 도울 수 있도록 동네예보 가시화 기능을 개선하였다.

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



[그림 3-10] 뉴스피드 표출(좌) 및 바람장 효과를 포함한 전국 날씨 분포도(우)

3.3.2. 스마트예보시스템

위험기상(호우, 대설, 강풍, 풍랑, 황사 등) 발생이 예상될 때 특보가 신속하게 생산될 수 있도록 특보지원시스템의 실황 감시기능을 강화하였다. 실황 관측자료(AWS, 레이더, 위성)를 기반으로 위험기상 감시 집계표를 표출하고, 특정 임계값 이상의 실황값이 발생하였을 때 알람을 제공함으로써 예보관의 신속한 위험기상 대응이 가능하도록 지원하였다. 사용자별 위험기상에 대한 경계값을 설정하고 저장할 수 있는 기능을 구현하였고,

지점별 AWS 시계열 관측정보를 팝업으로 표출하였으며, 특보 미발표/주의보/경보 발표 지역별 호우실황을 구분하여 표출함으로써 예보관의 호우실황 감시업무를 지원하였다. 현재 대기 상태에 대한 입체적인 분석을 강화하기 위하여 통합기상분석시스템의 연직단면도 표출 요소에 수분속/바람벡터를 추가하였고, 연직단면선에 대해 3차원(수평, 연직 방향)의 바람 성분을 표출하였다. 또한, 천리안 위성 2A호(GK-2A) 위성영상, 한국형 수치예보 모델 예측 자료를 추가하였다. 실황기반 분석시스템은 2019년 3월 21일부터 현업 운영을 시작하였다. 가장 최근에 발표된 예측 일기도(00/12UTC) 및 불안정지수, 해기차 등을 추가하여 예보관의 실황 분석 기능을 강화하였다. 예보통보문은 동네예보 입력값을 기반으로 통보문 문구가 자동으로 생산될 수 있도록 지능형 예보 통보문 생산 기능을 구현함으로써 예보생산 효율을 높였다. 특보 편집기는 호우와 대설 시 특보 예상지점에 대해 관측 실황과 예측 자료를 활용하여 특보 자동입력 기능을 구축하였으며 특히 특보 발표 현황과 실황 자료의 중첩, 특보 발표현황과 가이드스 자료의 중첩표출 기능 구현으로 신속하고 정확한 특보 생산이 가능하도록 지원하였다.

3.3.3. 예보기술의 과학화

과학적 예보 분석 및 정량적 예보 판단근거 지원을 위해 과거 유사사례 검색 지원시스템의 검색 조건을 개선하였으며 날씨 유형에 기반한 상세 검색 기능을 개발하였다. 예보 가이드스 조회 시스템에 주요 모델/기관의 태풍 예측 경로를 진단하여 표출하였다. 또한, 모델예측성능 진단 그래픽의 기능을 개선하였고, 지상 및 고층 기후특성 가이드스를 개발하였다. 중기예보 생산체계 효율화를 위하여 수치모델 앙상블 예측자료를 활용한 중기예보 가이드스를 개선하고 예보편집기 시스템과 연계하여 예보관의 편집과정을 최소화하였다. 중기예보 지원을 위한 날씨유형 가이드스에 ECMWF 수치모델 자료를 추가함으로써 초단기·단기예보에 비해 불확실성이 큰 중기예보 생산에 있어 예보관 의사결정 지원을 강화하였다. 한반도 집중호우 및 대설을 유발하는 복잡한 현상들을 보다 체계적으로 분석하고 나아가 더 정확한 예측을 위해 호우·대설 유형 세분화 및 특성정보를 생산하여 집중호우 및 대설시 나타나는 기상현상의 구조를 정량적 기준 모형으로 제시하고자 하였다.



3.3.4. 수요자 중심 서비스

국민의 일상생활과 가장 밀접한 초단기 강수예측 서비스의 획기적 개선으로 더욱 상세한 정보를 원하는 국민의 체감만족도를 향상하였으며, 국민의 주말 레저 및 야외 활동이 증가함에 따라 중기예보 서비스를 더욱 상세하고 구체적인 표현으로 개선하여 일상생활의 활용도를 증대하였다. 폭염 발생 예상 시 취약계층 관리자 및 유관기관 근로현장에 예상되는 위험수준과 예방조치 방법의 문자서비스를 통해 기상정보의 활용도 증대와 폭염 피해 예방에 기여하였다.

4

태풍정보

⚙ 예보국 / 국가태풍센터 / 기상사무관 / 오임용

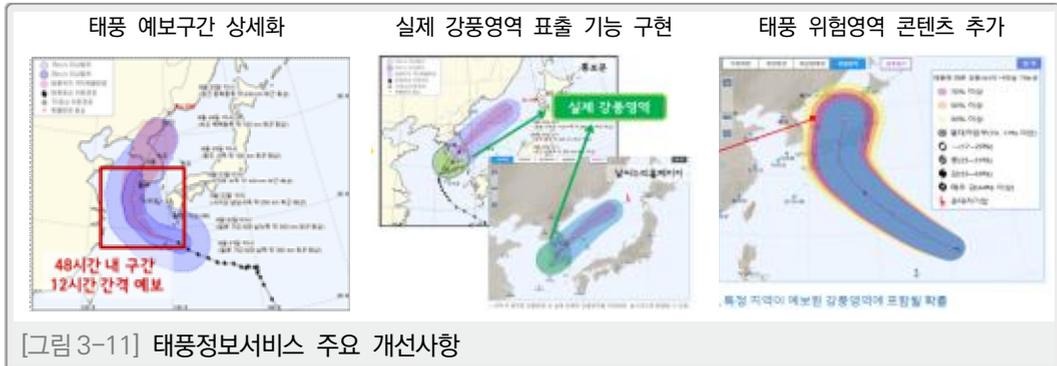
⚙ 예보국 / 국가태풍센터 / 기상연구관 / 차은정

4.1. 태풍정보 서비스 및 협업체계 개선

4.1.1. 태풍정보 서비스 개선

국민들에게 태풍정보를 알기 쉽게 전달하고, 유관기관에 보다 상세하고 정확한 정보를 전달함으로써 방재예방에 대응할 수 있도록 태풍정보 서비스를 개선하여 2019년 5월 31일부터 정식 서비스를 실시하였다.

주요 내용으로는 첫째, 태풍의 예상 이동경로를 태풍정보 발표 48시간 내 구간에서 기존 24시간 간격으로 제공하던 것을 12시간 간격으로 세분화하였고, 둘째, 태풍이 육상에 상륙하면서 강풍영역의 이상구조가 나타날 경우에 관측된 자료를 바탕으로 실제 강풍영역을 태풍정보의 분석현황에 표출하였다. 마지막으로, 태풍 예상진로의 불확실성을 감안하여 강풍의 영향 가능성을 확률정보로 날씨누리 홈페이지의 태풍 상세정보 항목에 추가하여 제공하였다(그림 3-11).



4.1.2. 태풍정보 생산 협업체계 개선

태풍정보 생산의 효율성과 정확도 향상을 위해 태풍단계별 협업체계와 부서별 업무 상세 체크리스트를 포함하는 ‘태풍정보 생산 업무매뉴얼’을 마련하였다.

이를 통해 태풍정보 생산을 위한 주관기관과 태풍특별대응반의 역할을 정립하였으며, 우리나라에 영향을 줄 것으로 예상될 때 각 부서의 단계별 주요임무를 명확히 규정하여 신속하고 체계적인 분석과 예보토의를 통한 태풍예보 생산이 가능하게 되었다. 또한, 대국민 소통을 위해 언론대응절차를 구체화함으로써 태풍관련 소통창구를 일원화하였다.

협업체계 개선을 통해 2019년에는 국가태풍센터에서 예보분석팀, 국가기상위성센터와 기상레이더센터의 태풍분석 전문 인력이 합동근무를 실시하고, 특별관측(기상항공기, 모바일 기상관측차량, 기상1호, 표류부이 등) 수행으로 정확도 높은 태풍정보를 생산하였다.

4.2. 태풍예보 정확도 및 Best-track 산출

4.2.1. 2019년 태풍 진로예보 오차

2019년 북서태평양에서 활동한 태풍은 총 29개로 여름철(6~8월)에 10개, 가을철(9~11월)에 16개가 발생하였으며, 우리나라에 영향을 준 태풍은 태풍관측 통계를 시작한 1951년 이후 1959년과 함께 가장 많은 7개를 기록하였다.



[표 3-7] 2019년 발생 태풍 및 평년 태풍 현황(개)

연도/월	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	합계
2019	1	1				1	4(1)	5(3)	6(3)	4	6	1	29(7)
30년평균 (1981-2010)	0.3	0.1	0.3	0.6	1	1.7 (0.3)	3.6 (0.9)	5.8 (1.1)	4.9 (0.6)	3.6 (0.1)	2.3	1.2	25.6 (3.1)

※ ()안의 숫자는 우리나라에 영향을 준 태풍의 수를 나타냄

2019년 발생한 29개 태풍에 대한 우리나라의 예보시간별 진로예보 오차를 보면 △24시간 90 km △48시간 150 km △72시간 200 km △96시간 248 km △120시간 361 km이었다. 미국·일본의 진로예보 오차 평균과 비교해 보았을 때, 우리나라의 정확도는 72시간 이후 높았다(표 3-8).

[표 3-8] 2019년 기관별 태풍 진로예보 오차(km)

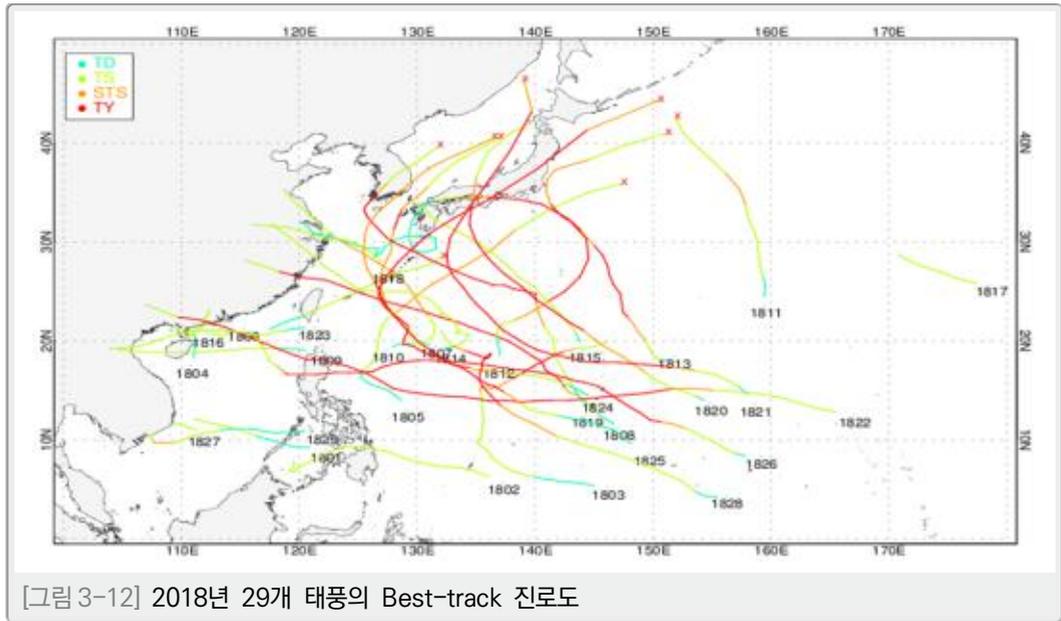
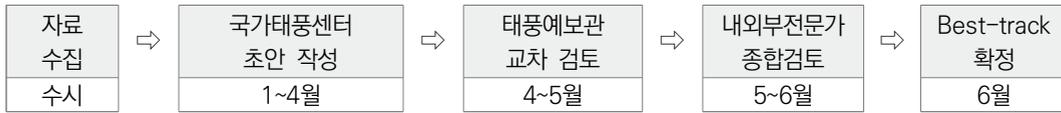
기관	24시간	48시간	72시간	96시간	120시간
한국기상청	90	150	200	248	361
일본기상청	80	127	190	263	374
미합동태풍경보센터	82	140	216	287	356
미국·일본 평균	81	134	203	275	365

4.2.2. 2018년 태풍 Best-track 산출

2018년도에 북서태평양에서 발생한 모든 태풍에 대해 『태풍 재분석 매뉴얼』(2013.4. 국가태풍센터 기술노트)과 『태풍재분석시스템』(2014. 12. 국가태풍센터 기술노트)을 기반으로, 태풍 예보 당시에 활용할 수 없었던 자료들을 최대한 확보하여 태풍의 진로, 강도와 크기에 대한 Best-track을 최초로 산출하였다. 29개 태풍의 중심위치와 강도 그리고 크기에 대한 세밀한 분석을 수행하고 태풍예보관의 검토 후 태풍관련 내·외부전문가¹⁾의 종합 검토과정을 거쳐 기상청 홈페이지에 공식 발표하고 2018년 태풍 분석보고서에도 수록하였다(그림 3-12). 기상청에서 Best-track을 발표함으로써 태풍예보의 근본이 되는 태풍분석체계가 완성되었다고 할 수 있으며 국제 경쟁력 제고에도 기여하게 되었다.

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

[표 3-9] Best-track 분석 절차



[그림 3-12] 2018년 29개 태풍의 Best-track 진로도

4.3. 태풍계절전망 발표

국가태풍센터는 여름철(6~8월, 5월 발표), 가을철(9~11월, 8월 발표)에 대한 태풍계절 전망 자료 제공을 위해 통계모델²⁾, 역학모델³⁾, 통계-역학 모델 I⁴⁾, 통계-역학 모델 II⁵⁾을 활용하여 북서태평양에서의 태풍 발생 수, 진로패턴 그리고 한반도에 영향을 준 태풍 수에 대한 자료를 생산하고 있다.

- 2) 15개 예측인자를 이용한 다중회귀모델 기반 앙상블(60개) 예측모델
- 3) 대기-해양모델로서, 6시간 간격의 3개월 예측장을 생산하는 기상청의 현업 장기예측시스템
- 4) NCEP(National Centers for Environmental Prediction)의 계절예측모델(CFS) 예측자료를 이용하여 진로유형을 분류하는 포아송회귀분석 기반 앙상블(시간지연방식 12개) 모델
- 5) 과거에 밝혀진 기후(전지구평균해수면온도, 남방진동지수)와 태풍강도 관계를 이용하여, 기상청 계절예측시스템의 42개 앙상블을 이용하여 북서태평양 태풍발생 개수의 예측 확률정보를 제공하는 모델

[표 3-10] 모델별 2019년 북서태평양해역 태풍 발생과 한반도 영향 예측 결과

	여름철(6~8월)		가을철(9~11월)	
	북서태평양	한반도영향	북서태평양	한반도영향
기후값 (1981~2010)	11.1	2.2	10.8	0.8
2019년 관측	10	4	16	3
통계모델	11.2	1.9	9.9	1.9
역학모델	13.4	1.8	13.3	1.8
통계-역학모델 I	13.6	3	15.2	3
통계-역학모델 II	10.6	-	8	-
진로 예측	한반도, 일본쪽으로 이동가능성은 높으나 대만, 필리핀, 남중국해로 이동할 가능성은 낮을 것으로 예상됨		주로 대한해협과 일본 큐슈 사이로 이동할 것으로 예상됨	

(표 3-10)은 2019년도 각 유형의 모델 예측과 실제 발생 결과를 정리한 것이다. 2019년 여름철(6~8월)에는 기후 값(11.1개)보다 적은 10개의 태풍이 발생하였으며, 이 중 4개의 태풍이 한반도에 영향을 주었다. 태풍 발생 수에 대한 통계·역학 앙상블 모델들의 예측 값은 약 11~13개로 실제 발생한 태풍 수(10개)보다 많았지만 대체로 비슷한 수준을 보였다. 다만, 실제로 한반도에 영향을 준 태풍 수가 평년 보다 많은 4개를 기록한 반면 모델들의 예측 값은 평년 수준인 3개였다. 이는 장기적인 관점에서 영향 태풍은 발생 빈도가 적고 변화 폭이 작아 통계·역학적으로 유의미한 관련 환경변수를 찾는 것이 쉽지 않고 이동경로에 따른 주변 기압계의 발달·쇠퇴가 보다 중요한 요소로 작용하기 때문이다. 가을철(9~11월)에는 기후 값(10.8개)보다 많은 16개의 태풍이 발생하였고 이 중 3개의 태풍이 한반도에 영향을 주었다. 대부분의 앙상블 모델들의 예측 값은 실제로 발생한 태풍의 수보다 적었는데, 이는 모델들이 예측한 해양-대기 순환 환경이 실제 나타난 가을철 환경보다 태풍 발생에 불리한 조건이었기 때문으로 보인다. 영향 태풍 수는 평년(0.8개)에 비해 많이 발생하였는데 북서태평양 고기압의 가장자리가 태풍이 우리나라로 향할 수 있도록 길목을 만들어 주는 역할을 하였기 때문이다. 국가태풍센터에서는 유엔 아시아태평양 경제사회이사회(ESCAP⁶⁾/세계기상기구(WMO⁷⁾) 태풍위원회 기상분과 과제 “태풍계절예측기술 개발”과 연계하여 여름철과 가을철 태풍계절예측 정보를 생산하고 회원국에 제공하고 있다.

⁶⁾ ESCAP: United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific

⁷⁾ WMO: World Meteorological Organization

4.4. 국제협력을 통한 국내·외 위상 강화

4.4.1. 제12차 한·중 공동태풍워크숍 참석

한·중 공동태풍워크숍은 양국 간의 기상협력 합의사항에 따라, 양국의 태풍관련 협력 기반을 마련하고 나아가 태풍 예보와 분석 그리고 최신 연구개발 현황 교류를 통하여 태풍 재해를 경감하기 위한 목적으로 2008년부터 매년 개최되고 있다. 한·중 공동태풍워크숍은 중국 상하이 태풍연구소(Shanghai Typhoon Institute : STI)와 국가태풍센터에서 교대로 개최되고 있으며, 이번 제12차 한·중 공동태풍워크숍은 2019년 5월 20일부터 24일까지 중국 상하이 태풍연구소 주관으로 상하이에서 개최되었다. 국가태풍센터에서는 예보분석팀을 포함한 6명이 참석하였으며, 태풍의 강도 및 역학적인 부분과 구조 분석, 수치모델을 이용한 태풍 예측기술개발 그리고 기후학적 관점에서의 태풍 활동 분석 등 18편의 우수한 연구결과 발표와 토론이 이어졌다. 또한 상하이 태풍연구소와 국가태풍센터 간의 협력회의에서는 태풍의 온대저기압화와 베스트트랙 상호 검증에 관한 공동연구와 전문가 교류 등이 논의되었으며, 중국 기상국에서는 태풍예보관 교류와 관측자료 교환 등에 대해 논의되었다.



[그림 3-13] 제12차 한·중 공동태풍워크숍 공동 참석 전경('19.5.20.~24.)

4.4.2. 제4차 한국-대만 태풍전문가 회의 개최

이번 제4차 한국-대만 태풍전문가 회의는 제4차 한국-대만 기상협력회의 시 양국 기상청장간 합의사항으로 상호 전문가 방문을 통하여 태풍관련 기술역량을 강화하기로 함에 따라 개최 되었다. 이는 한국-대만 예보기술, 연구결과 공유 및 기술 협력 논의를 통한 협력분야 합의 및 태풍기술역량 강화를 목적으로 한다. 개최 장소는 대만 기상청과 국가태풍센터에서 교대로 개최되고 있으며, 이번 회의는 2019년 12월 4일부터 6일까지



국가태풍센터 주관으로 제주도에서 개최되었다. 대만 기상청 태풍전문가 2명과 국내 전문가 28명이 참석하였으며, 수치모델과 최신 기법을 활용한 태풍 예측기술과 분석, 기후학적 관점에서의 태풍 활동 분석 등에 관련된 8편의 우수한 연구결과 발표와 토론이 이어졌다. 양국은 협력회의를 통해 태풍예보 생산을 위해 활용하고 있는 관측자료 공유와 현업시스템에 대한 기술적인 부분과 콘텐츠 등을 공유하여 현업 시스템 고도화를 위해 협력하기로 합의하였다. 다음 제5차 한국-대만 태풍전문가 회의는 2021년에 대만에서 개최될 예정이다.



4.4.3. 개도국 대상 태풍분석 및 예보 기술 전수

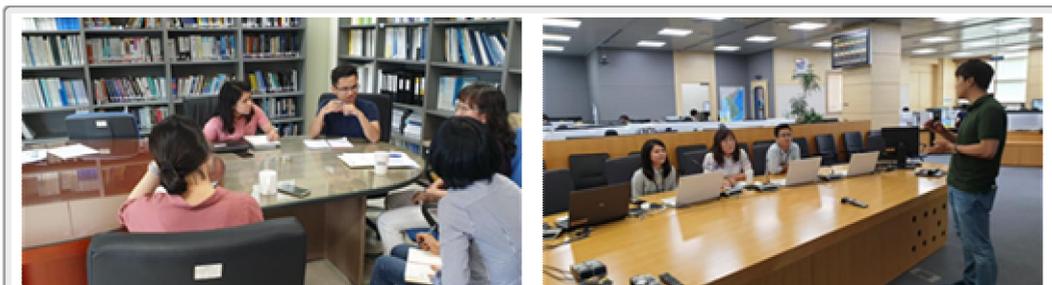
국가태풍센터는 자체 개발하여 예보에 활용중인 ‘태풍분석·예보시스템(Typhoon Analysis & Prediction System : TAPS)’을 2013년 베트남기상청에 기술 이전하고 교육을 수행하였다. 이후 태풍위원회 회원국들의 관심과 요청으로 TAPS 기술이전 사업은 2014년부터 UNESCAP/WMO 태풍위원회(Typhoon Committee)의 연간 관리 과제로 채택되었으며, 매년 기술이전을 요청하는 개도국에 국가태풍센터의 예보관이 직접 방문하여 설치 및 태풍 분석·예보 기술을 전수하고 있다. 2017년부터는 TAPS를 보완하여 고도화한 태풍현업시스템(Typhoon Operation System : TOS)의 기술이전을 수행하고 있으며, 6년간 4개국(베트남, 라오스, 필리핀, 태국) 기상청에 대한 기술이전을 수행하였다. 2019년에도 마카오기상청의 요청에 따라 국가태풍센터의 전문가 3인이 10월 15일부터 18일까지 마카오기상청에 방문하여 TOS를 설치하고 이를 이용한 태풍 정보 생산방법을 교육했다. 개도국 태풍예보 기술이전 사업은 태풍위원회 신용기금의 지원을 통해 수행되고 있으며, 2020년에도 기술이전 요청 회원국을 대상으로 추진될 예정이다.



[그림 3-15] 마카오기상청에서의 태풍현업시스템(TOS) 기술 이전 모습('19.10.15.~18.)

4.4.4. 태풍위원회 연수프로그램 운영(Research Fellowship)

국가태풍센터는 UN ESCAP/WMO 태풍위원회(Typhoon Committee)의 훈련 및 연구 조정분과 추진사업의 일환인 연수프로그램(Research Fellowship) 운영을 통하여 태풍위원회 회원국 예보관들을 대상으로 한 태풍예보기술 훈련과정을 수행하고 있다. 이 프로그램을 통해 2001년부터 2018년까지 라오스, 태국, 베트남, 중국, 필리핀, 말레이시아로부터 총 36명의 수료자를 배출하였다. 2019년에도 필리핀과 베트남 기상청에서 2명의 태풍 예보관이 2019년 5월 20일부터 6월 14일까지 4주간 국가태풍센터에 방문하여 연수프로그램에 참여하였다. 연수생들은 태풍현업시스템(TOS)에 대한 교육과 이를 이용한 태풍 정보 생산을 실습하였으며, 수치모델을 활용한 태풍예보와 태풍 3개월 전망예측 등 태풍 예보 전반에 걸친 교육을 이수하였다. 또한 두 나라와 국가태풍센터에서의 태풍 진로예보에 관한 비교검증 연구를 수행하였다. 이처럼 기상청은 태풍위원회 연수프로그램의 지속적인 운영을 통하여 선진화된 태풍예보기술을 국제사회에 보급하고 태풍위원회 회원국 간의 협력기반을 강화함으로써 국제적 위상을 제고하는데 노력하고 있다.



[그림 3-16] 태풍위원회 연수프로그램을 통한 예보관 훈련('19.5.20.~14.)



5

영향예보

예보국 / 영향예보추진팀 / 기상사무관 / 김지현

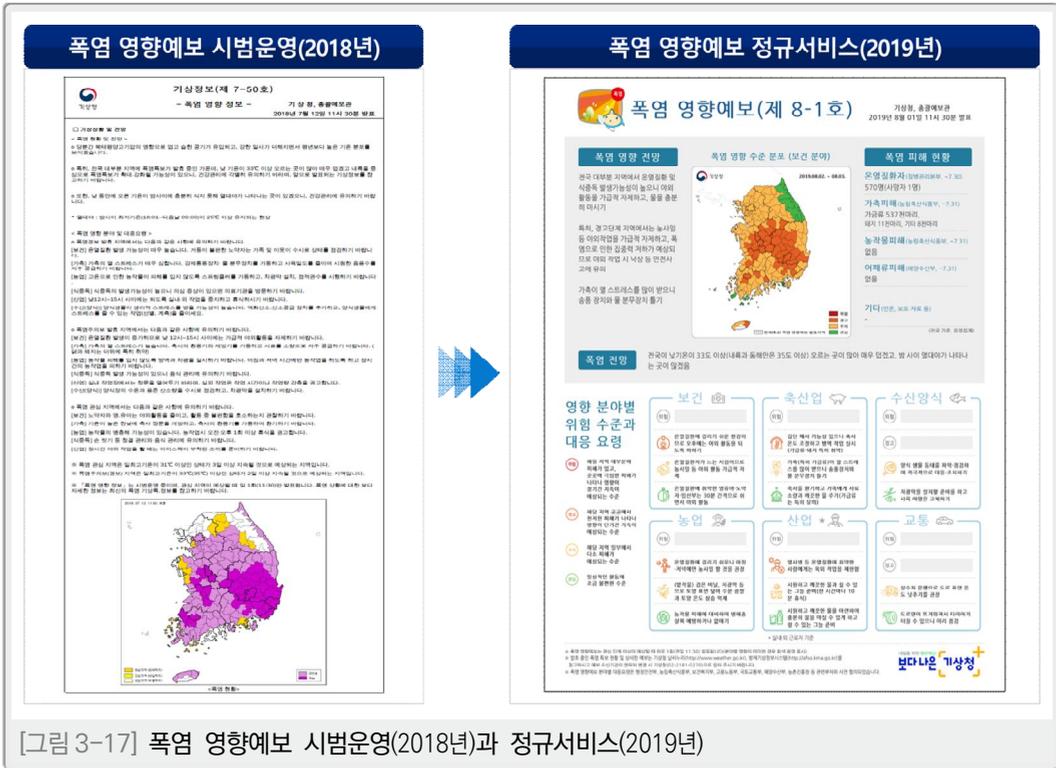
5.1. 영향예보 서비스 추진

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

5.1.1. 폭염 영향예보 정규서비스 시행 및 한파 영향예보 시범운영

2019년 여름(6월~9월)에는 지난 2018년 폭염 영향예보 시범운영 시 미비점을 개선하여, '폭염 영향예보 정규서비스'를 시행하였다. 폭염에 의한 피해가 많은 보건, 산업, 농업, 축산업, 수산양식, 교통, 전력 7개 분야에 대해 지역별 폭염 영향정보와 대응요령을 함께 제공하였다. 폭염 영향예보는 위험수준을 4단계(관심, 주의, 경고, 위험)로 구분하였고, 그 중 2단계는 폭염특보와 연계(주의보-주의, 경보-경고)하여 발표하였다. 폭염주의보가 발표되기 이전에도 발생할 수 있는 피해를 고려하여 '관심' 단계를, 폭염경보가 지속되어 매우 심각한 위험을 초래할 수 있는 경우 '위험' 단계를 발표하여 경각심을 고취시켰다. 또한, 정규서비스에서는 통보문에 픽토그램을 추가하는 등 그래픽 위주로 새롭게 디자인하여 정보의 가독성을 크게 높였다.

한편, 방재 대응 실효성을 강화하기 위해 범정부 「폭염 재난 위기관리 표준매뉴얼」에 폭염 영향예보 기준을 반영하고, 「19년 여름철 폭염종합대책」에도 폭염 영향예보 서비스를 반영하는 등 재난대응체계와의 연계도 추진하였다. 그 결과, 서울시에서는 시가 발주한 건설 현장에 폭염 영향예보를 도입하여 근로자의 온열 사고를 방지하는 등 폭염 영향예보를 활용한 성과가 나타났다. 또한, 생활관리사와 지자체 방재 담당자에게는 문자 서비스로 제공되어, 폭염 영향예보가 취약계층과 시민에게 폭염 정보를 안내하는데 이용되는 등 방재 유관기관의 폭염대응현장에서 실질적으로 활용되었다.



[그림 3-17] 폭염 영향예보 시범운영(2018년)과 정규서비스(2019년)

폭염에 이어 12월부터는 한파 영향예보 시범서비스도 시작하였다. 한파 영향예보에서는 보건, 산업, 시설물, 농·축산업, 수산양식, 기타(교통, 전력 등) 6개 분야에 대한 한파 영향정보를 제공하였다. 특히, 보건 분야에서는 지역별 기후 특성을 고려해 전국을 3개 권역으로 구분하여 위험수준 기준을 차등화하였다. 이를 통해, 한파특보가 발표되지 않아도 어느 지역에 평소보다 추운 날씨가 지속되어 피해가 발생할 우려가 있는 경우, 한파 영향예보를 발표하여 지역 환경에 맞는 한파 정보를 제공할 수 있었다. 기상청 날씨누리(www.weather.go.kr)에서는 분야별 관련 부처의 전문 정보를 링크로 연계하여, 한파에 대한 종합적 정보 접근이 가능하도록 수요자의 편의성을 높였다.



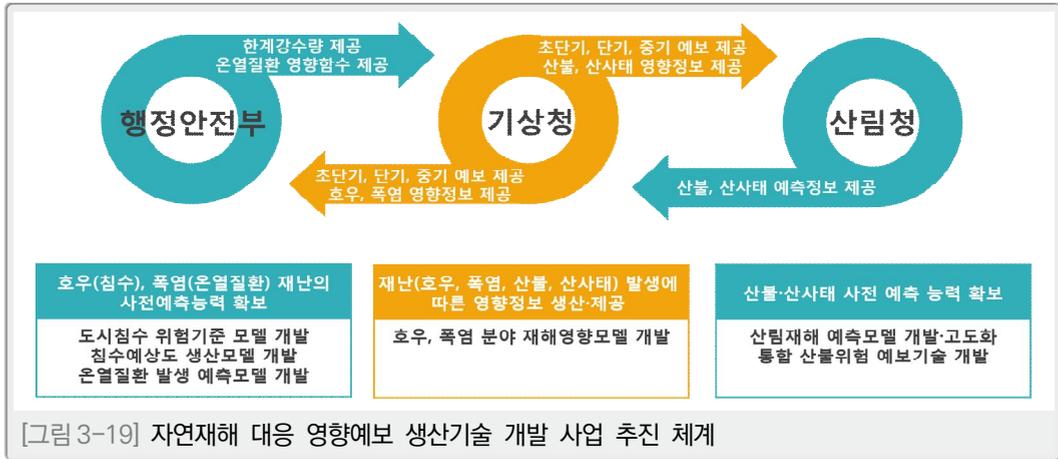
[표 3-11] 지역별 폭염, 한파 영향예보 통보문 발표 횟수

구분	수도권청	부산청	광주청	대전청	강원청	대구청	제주청	전주지청	청주지청
폭염	38	34	36	35	42	39	27	34	37
한파	18	1	1	7	19	11	6	7	12

5.2. 영향예보 관련 국내외 협력 강화 및 재해영향모델 개발

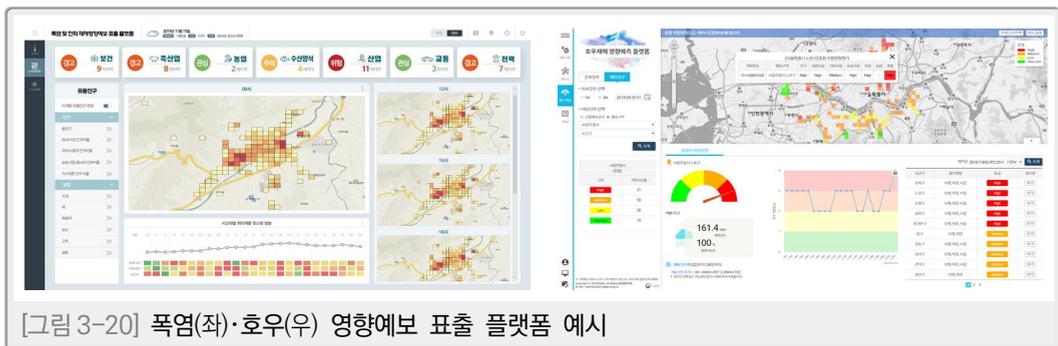
5.2.1. 다부처 협력 강화 및 재해영향모델 개발

영향예보는 기상재해가 다양한 분야에 미치는 영향을 고려하므로 각 부처가 개별적으로 개발하던 기술역량의 연계 및 공동개발이 필수적이다. 이에 2018년 호우, 폭염, 한파 재해영향모델 개발을 위한 “자연재해 대응 영향예보 생산기술 개발” 다부처 공동 연구개발사업에 착수하여 영향예보 현업 적용을 목표로 추진 중이다. 또한, 부처 간 지속적이고 일관된 협력을 위해 2018년 6월 영향예보 다부처 협의체를 구성(기상청(주관), 행정안전부, 산림청)하고 정례화(실무위원회, 운영위원회, 자문위원회)하였고, 2019년에 실무위원회 2회, 운영위원회 1회, 자문위원회 및 포럼 1회를 개최하여 각 부처 산출물 연계와 성과 활용 방안에 대한 협의를 추진하였다.



연구개발사업 “자연재해 대응 영향예보 생산기술 개발(기상청)”은 기상재해로 인한 지역별·분야별 영향정보의 정량적 생산과 효율적 전달방식 개발을 목적으로 부처 간 보유 기술을 연계해 호우·폭염·한파 분야 재해영향모델을 개발한다. 호우 분야 재해영향모델 개발 과제에서는 1차년도(’18)에 기반기술을 개발하여 서울, 강릉 등 시범지역에 적용하였으며, 2차년도(’19)에는 재해영향모델 적용지역을 경기·강원 지역까지 확대하고 생산 프로세스를 개선하였다. 폭염 분야 재해영향모델 개발 과제에서는 1차년도(’18) 분야별 영향함수(폭염)를 개발하였으며, 2차년도(’19)에는 데이터에 기반한 분야별 상세 영향분석 및 영향정보 전달방안(폭염, 한파)을 개발하여 2019년 폭염 영향예보 정규서비스(6~9월)와 한파 영향예보 시범서비스(’19.12~’20.3)에 활용하였다.

향후 재해영향모델의 산출물은 재해영향예측 플랫폼을 통해 영향예보 가이드선으로 활용될 예정으로, 2022년까지 모델 및 플랫폼 개선, 검증을 통한 정확도 향상 등 시스템을 고도화할 예정이다.





5.2.2. 선진기술 교류 및 국제협력 강화

기상청은 2019년 3월 18일부터 3월 19일까지 세계기상기구(WMO)에서 개최하는 도로기상 특별전문가 회의에 참석하여 영향예보 시범사업의 일환으로 제공된 겨울철 대설 관련 도로기상 지원 사례들을 소개하고, 도로기상 부문 WMO 서비스 가이드 작성 로드맵 수립에 참여하였다.

또한 2019년 12월 2일부터 12월 4일까지 'WMO 영향기반 예·특보 심포지엄'에 참석하여 한국의 영향예보서비스 현황, 계획, 사용자소통 경험 등을 공유하고, 세계 각국의 기술 정책을 파악하였으며, 각국의 참가자들과 함께 2박 3일간 영향기반 예·특보 관련 발표와 논의를 바탕으로 비전 선언문을 공동 작성함으로써 영향예보서비스 확대를 위한 WMO 전략 수립에 기여하였다.

한편 기상청은 연중 프랑스(3월), 미국(5월), 영국(12월) 기상청을 방문하여 각 나라의 영향예보 정책, 방재기관과의 소통, 연구개발 현황, 생산 및 평가 시스템에 대한 경험과 기술을 공유하였으며, 한국 실정에 적합한 영향기반 예·특보 추진을 위한 협력 네트워크를 구축하였다.



[그림 3-21] WMO 도로기상 특별전문가 회의('19.3.18.~19.)

6

수치예보

- ⚙ 수치모델링센터 / 수치모델개발과 / 기상연구관 / 신현철
- ⚙ 수치모델링센터 / 수치자료응용과 / 기상연구관 / 이승우
- ⚙ 수치모델링센터 / 미래수치기술팀 / 기상연구관 / 박상욱

6.1. 수치예보시스템 운영 현황

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

응용시스템에는 구체적으로 파랑예보모델, 폭풍해일예보모델, 황사/연무예보모델, 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. 황사/연무예보모델에는 황사 발원 지역을 포함하는 동아시아 영역에 대하여 황사 수송 예측을 위한 황사단기예측모델(ADAM2)과 황사연무통합예측모델(ADAM3)이 있으며, 통계예보모델에는 MOS가 있다. 이러한 모델들은 예측대상에 따라 일 2회에서 144회까지 운영되고 있으며, 생산된 예측 결과는 즉각적으로 예보관에게 제공되어 대국민 일기예보 서비스에 활용되고 있다.



[표 3-12] 기상청의 수치예보시스템 운영 현황(2019년 12월 기준)

모 델		구 분	수평분해능 (연직층수)	운영횟수/ 일	예측 기간	목 적
전지구 (GDAPS)	전지구예보시스템 (UM N1280 L70)		10 km (70층)	4회	12일, 87시간	전지구 날씨 예측 동네예보, 중기예보
국지 (LDAPS)	국지예보시스템 (UM 1.5 km L70)		1.5 km (70층)	4회	48시간	한반도 날씨 예측
초단기 (KLAPS) (VDAPS)	초단기 배경예측(KLBG)		5 km(40층)	4회	36시간	대상: 동아시아 영역 용도: 초단기예보모델의 배경장 생성
	초단기 분석(KL05)		5 km(22층)	144회	-	대상: 한반도 영역 용도: 3차원 분석/예측 생산
	초단기 예측(KLFS)		5 km(40층)	120회 24회	6시간 12시간	
	초단기예보시스템(VDAPS) (UM 1.5km L70)		1.5km(70층)	24회	12시간	
양상블 (EPSG)	전지구 양상블예측시스템 (EPS UM N400 L70 M49/M25)		32 km (70층)	2회	12일	대상: 전지구 날씨 예측 용도: 주간 예보
국지확률 (LENS)	국지 확률예측시스템 (UM 2.2 km L70 M13)		2.2 km (70층)	2회	72시간	대상: 국지규모 확률 예측 용도: 위험기상 예측
파랑	전지구 파랑모델(GWW3)		약 55 km	2회	12일	대상: 전지구 해상파랑 용도: 동네·중기 해상예보
	지역 파랑모델(RWW3)		약 8 km	2회	120시간	대상: 아시아 해상파랑 용도: 동네 해상예보
	국지연안 파랑모델(CWW3)		약 1 km (5개 지방청 관할 해역)	2회	72시간	대상: 대전청, 광주청, 부산청, 강원청, 제주청 용도: 동네·국지연안 해상예보
	양상블 지역파랑모델(EWW3)		약 8km	2회	120시간	대상: 아시아 해상파랑 용도: 해상 동네예보
	초단기 파랑모델(KWW3)		약 8km	24회	12시간	대상: 한반도 영역 용도: 초단기 해상예보
폭풍해일	지역 폭풍해일모델(RTSM)		약 8 km	2회	120시간	용도: 동아시아 해역 조석 및 폭풍해일 예보
	국지연안 폭풍해일모델(CTSM)		약 1 km (5개 지방청 관할 해역)	2회	72시간	대상: 대전청, 광주청, 부산청, 강원청, 제주청 용도: 국지연안 폭풍해일
황사/연무	황사모델(ADAM2)		25 km (47층)	4회	72시간	용도: 황사 수송 예측
	황사·연무통합예측모델 (ADAM3-Haze)		25 km (49층)	4회	72시간	용도: 황사·연무 확산예측

6.2. 수치예보시스템 운영 개선

기상청은 2010년부터 영국기상청에서 운영 중인 통합모형을 현업모형으로 도입해 활용 중에 있으며, 매년 1회 이상 통합모형의 버전을 영국의 최신버전으로 갱신해 오고 있다. 2019년에 추진된 수치예보모형 관련 주요 개선 및 변경사항은 다음과 같다.

- (1) 전지구자료동화 : 미국 및 유럽기상위성 바람장 자료 신규 활용
- (2) 지역모형 : 10km 전지구모형 운영에 따른 12km 지역모형 운영 종료
- (3) 전지구 앙상블모형 : 시간차 기법(Time Lag) 도입으로 전산자원 활용 효율화
- (4) 위성예측 모의영상 : 전지구모형 기반 위성예측 모의영상 가독성 개선
- (5) 국지자료동화 : 천리안 및 히마와리 위성자료 추가활용
- (6) 국지모형 : 예측시간 연장(36시간 → 48시간), 지형정보 상세화
- (7) 초단기모형(WRF 기반 KLAPS) : 신규 관측자료 추가활용, 물리과정 개선, 10분 간격 강수예측서비스 제공
- (8) 동네예보가이던스 : 지역모형 종료에 따른 전지구모형 중심의 가이던스 산출, 광주 세계수영선수권 대회 및 공항예보를 위한 가이던스 확대 제공
- (9) 일기도 : 지역모형 기반 일기도 중단 및 전지구모형 기반으로 대체, 확대 축소 가능한 벡터형 일기도 산출, 국지앙상블 기반 강수분포도 추가, 단열선도 지점 추가 및 지상기압 기준(기준: 해면기압 기준) 표출, 국외공항 3곳의 지점 일기도 추가, 세계수영선수권대원 경기장 지점 일기도 추가

6.2.1. 전지구예보시스템

기상청은 2018년부터 10km 수평해상도의 전지구예보시스템(UM N1280L70)을 현업 운영 중이다. 이에 따라 12km 해상도로 운영되던 지역예보모형의 현업 운영을 종료하고 지역모형에서 생산되는 수치일기도를 전지구모형 기반으로 대체하였다. 현재는 통합모형(UM) 기반의 전지구예보시스템을 현업 운영하면서, 한국형수치예보모형(KIM) 기반 전지구예측시스템의 준현업 운영을 통한 실증과 추가개선을 통해 최적버전에 대한 안정적인 현업화 추진을 준비하고 있다.

당해연도에는 현업 운영 중인 전지구예보시스템 개선을 위해 정지 및 극궤도 위성의



연직과 극지역 바람장을 전지구예보모델 자료동화에 추가하였고, 통합모델의 중기예측 성능 진단 및 오차 원인 분석을 통해 전지구예보시스템의 위험기상 예측 활용 방안을 모색하였다. GOES-16 정지궤도위성 바람장과 Metop-A,B/AVHRR, Suomi-NPP/VIIRS 극 바람장을 자료동화에 추가한 결과 전지구예보시스템의 중기예측 성능 향상을 얻을 수 있었다. 전지구예보시스템의 중기예측 성능 진단 결과, 대류권 중층 기준으로 약 8일의 예측신뢰성을 가지며 예측시간이 증가할수록 파동의 진폭오차보다는 위상오차가 큰 비중을 차지하는 것으로 분석되었다. 또한, 전지구예보모델은 한반도 주변의 하층 구름양을 과대모의하는 경향을 나타냈으며, 지표기온 예측을 위해서는 모델 내의 단파복사와 토양 수분 변화에 의한 잠열 진단이 중요한 인자임을 확인하였다.

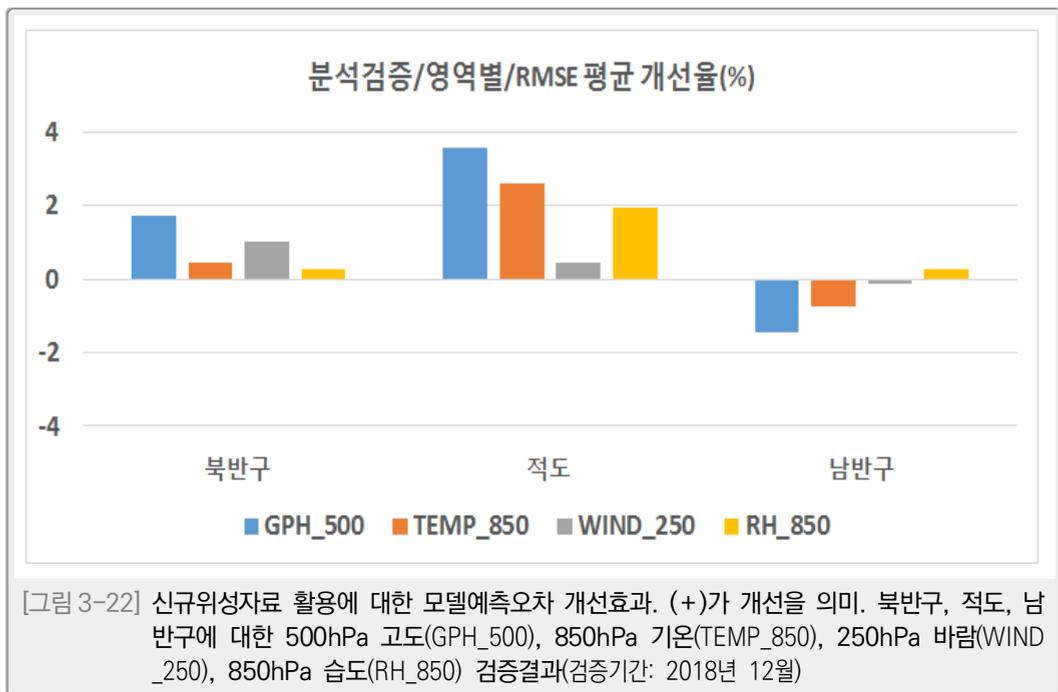
6.2.2. 전지구 앙상블 예측시스템

기상청 전지구 앙상블 예측시스템은 32km 수평해상도와 70층의 연직해상도(모델 Top 고도 80km)를 가지고 있으며, 총 25개의 앙상블 멤버를 활용하여 288시간 예측을 생산한다. 또한 일 4회(00,06,12,18 UTC) 48개의 앙상블멤버로부터 앙상블 예러 정보를 생산하는데, 생산된 예러 정보는 전지구 하이브리드 자료동화시스템에서 전지구 모델의 오차 정보를 실시간 갱신하는 데 활용된다. 앙상블모델의 버전은 전지구모델과 같은 UM 10.8을 활용하고 있다. 2019년 변경사항으로 시간차 기법(Time Lag)을 이용한 앙상블예측시스템의 운영을 꼽을 수 있다. 기존 앙상블 체계에서는 00UTC에 25개 멤버, 12UTC에 25개 멤버를 수행하도록 구성되어 있었으나, 시간차기법을 적용한 방식에서는 00UTC와 12UTC에서 13개 멤버, 06, 18UTC에 12개 멤버를 수행한 후, 00UTC와 전일 18UTC에 생성된 멤버를 합쳐 00UTC의 25개 멤버를 구성하고, 06UTC와 12UTC에 생성된 멤버를 합쳐 12UTC의 25개 멤버를 구성하였다. 이러한 앙상블 멤버 구성의 변화를 통해 00, 12UTC에 집중되어 있던 전산자원의 부담을 00, 06, 12, 18UTC에 고르게 분배시킴으로써, 전산자원의 효율적 사용이 가능해졌다. 아울러 2019년 하반기에 계획되어 있던 한국형 앙상블모델의 개발을 위한 전산자원이 확보될 수 있었다. 전산자원의 효율적 사용에 초점을 두었기 때문에 성능 측면에서의 큰 개선은 없었다. 다만, 시간차 기법의 도입 후 앙상블 스프레드(spread)가 다소 개선되는 효과가 일부 나타났다.

6.2.3. 전지구 자료동화시스템

기상청의 전지구 자료동화시스템은 영국기상청에서 도입된 하이브리드(융합형) 자료동화체계를 기반으로 운영되고 있다. 하이브리드(융합형) 자료동화란 통계적으로 산출된 고정된 배경오차공분산과 앙상블모델 결과를 이용해 산출되는 배경오차공분산을 적절한 비율로 결합하여 모델의 오차 특성을 실시간 반영하는 배경오차공분산을 산출하고, 이를 자료동화에 활용하는 방식을 말한다. 전산자원의 한계 등으로 자료동화의 해상도는 통상 전지구모델의 해상도보다 낮게 설정되는데, 기상청의 경우 전지구모델의 해상도가 10km인 반면, 자료동화 해상도는 40km로 설정되어 있다. 종관자료와 위성자료를 합쳐 총 19종의 자료가 동화되고 있으며, 자료품질의 이상유무를 실시간 모니터링하여 비정상자료를 걸러내는 관측자료 품질검사 과정이 함께 운영되고 있다.

2019년에는 미국 정지궤도 위성 GOES-16 바람장 자료와 유럽 극궤도위성인 Metop-A&B와 Suomi-NPP 바람자료가 전지구모델에 새롭게 활용되었다. 신규자료의 추가와 함께 전지구모델에 활용되는 위성 바람자료가 25~30% 증가 했으며 모델 예측성능도 북반구와 적도지역을 중심으로 전반적으로 향상되었다.



6.2.4. 국지예보시스템

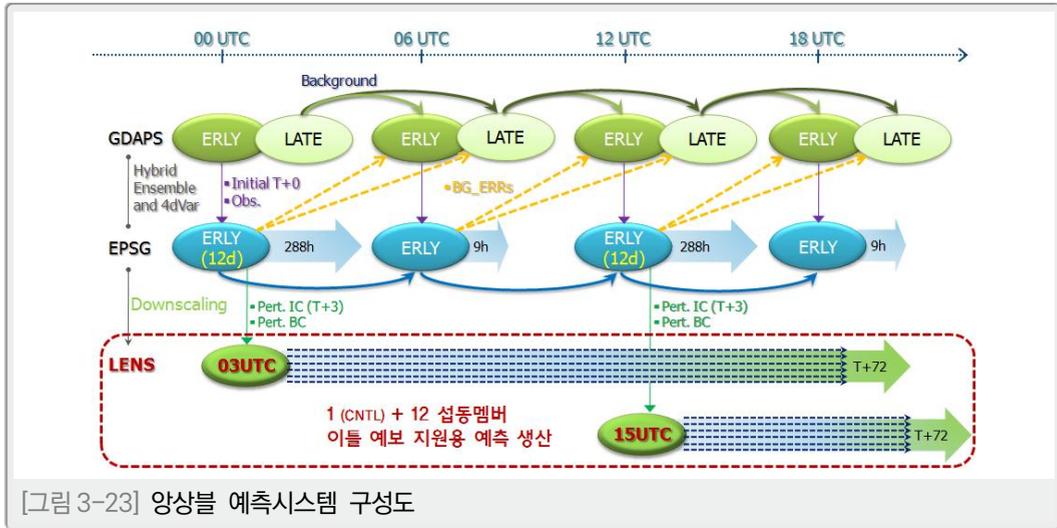
기상청은 위험기상 예측성 향상을 위하여 통합모델 기반의 고해상도(수평해상도 1.5km) 국지예보시스템(Local data assimilation and prediction system: LDAPS)을 2010년부터 현업 운영하고 있다. 국지예보시스템의 예측성능을 높이기 위해 정지궤도 위성자료를 활용하고 경기만 지역의 지형을 상세화하였다. 또한 국지모델의 활용도를 높이기 위하여 예측시간을 36시간에서 48시간으로 연장하였다.

정지궤도 위성 중 아시아 영역을 관측하는 천리안과 히마와리 8 관측 자료를 자료동화에 활용하였다. 위성에서 관측한 청천복사량(천리안)과 대기운동벡터자료(천리안, 히마와리8)는 대기의 수증기 및 바람정보를 제공하여 분석장의 정확도를 향상시켰다. 관측이 부족한 대기 상층의 관측정보를 제공함으로써 전체 예보시간 및 고도에서 예측장의 오차가 개선되었다.

국지예보시스템의 기초입력자료를 수정하여 경기만 지역의 지형을 상세화하였다. 예보지점 중 인천공항지점이 해상에 위치하여 기온예보자료의 활용이 어려움이 있었으나 인천공항이 위치한 영종도의 지형자료를 수정하여 기온예측장이 개선되었다. 단기예측에 활용되고 있던 지역예측시스템(RDAPS)이 종료됨에 따라 단기예측(~2일)에 활용 가능한 모델이 전지구예측시스템(GDAPS)으로 한정되었다. 따라서 LDAPS의 예측시간을 36시간에서 48시간으로 연장하여 예측자료 활용도를 높이고자 하였다.

6.2.5. 국지앙상블 예측시스템

2015년 10월부터 현업 운영된 국지앙상블 예측시스템(Limited ENsemble prediction System : LENS)은 영국기상청의 국지앙상블 모델인 MOGREPS-UK(Met Office Global and Regional Ensemble Prediction System-United Kingdom)를 기반으로 구축되어 있다. 국지앙상블 예측시스템은 수 킬로미터 단위의 작은 규모 위험기상현상을 확률적으로 예측하여 단기예보에 도움을 주고 있다. 12개의 섭동멤버와 1개의 기준멤버를 포함하여 총 13개의 앙상블 멤버를 가지고 있는 국지앙상블예측시스템은 일 2회(00UTC와 12UTC)에 3시간 간격으로 72시간 예측을 생산한다. 예보관에게 제공되는 산출물은 12시간 전의 섭동 멤버를 포함하여 총 25개 멤버로 제공된다. 국지앙상블 모델의 초기장, 경계장, 섭동장 등은 전지구 앙상블모델(EPSP)로부터 주어진다(그림 3-23).



6.2.6. 초단기예보시스템

기상청에서는 미국립대기연구소(NCAR)와 미국립대기해양청(NOAA)의 WRF(Weather Research and Forecasting) 기반 초단기 분석 및 예측시스템 KLAPS(Korea Local Analysis)를 개발하여 2009년부터 현업 초단기예보에 활용하고 있다. 빠르게 변하는 실황기상을 반영하여 새로운 강수 예측정보를 생산하도록 활용 가능한 국내 관측자료(천리안2A호, 레이더 시선속도, 국내 GNSS 수증기, 운고계, 시정계 등)를 발굴하고 활용을 확대하였다. 뇌운형 구름에 대한 구름 분석을 포함하여 여름철 낙뢰 동반 구름에 의해 발생하는 집중호우에 대한 예측성능을 개선했으며, 질량-바람 균형장 과정 등을 최적화하는 등 물리적 초기화 기법을 개선하였다. 또한, 수치 모델의 물리과정을 개선하기 위하여 5km 초단기모델 규모를 고려한 한국형 적운 모수화 과정(KSAS)과 7종(우박포함) 대기 수상체에 대한 미세물리과정(WDM7)을 적용하였다. 더불어 재분석장(ERA5) 기반 토양 기후 값(기온 및 온도)을 지면 자료로 활용하고, 수심이 고려된 해면 거칠기 길이를 반영하는 등 지면과 해면의 물리과정도 개선하였다. 개선된 초단기 예측시스템은 기존 현업시스템과 비교하여 강수 유무와 함께 전반적인 강수예측성능이 개선되었으며, 예측 6시간까지도 일관된 예측성을 유지하였다. 개선된 초단기 예측시스템을 기반으로 10분 단위로 예측정보를 갱신하는 빠른 갱신주기의 초단기 강수 예측시스템을 개발하여, 10분 간격으로 6시간까지 강수예측정보를 생산하였다. 생산된 10분 간격 초단기 강수예측정보는 기상청 날씨누리 및 모바일 웹을 통해 대국민 서비스로 제공되고 있다.

6.2.7. 한반도 집중관측을 활용한 수치모델 물리과정 개선

기상청의 집중관측 자료를 활용하여 수치모델 물리과정을 개선하기 위한 1차년도 사업이 수행되었다. 수치모델 물리과정 내부의 특정 관측기반 통계적 관계식 또는 경험식과 가정을 최근의 한반도 관측을 통해 개선하는 것이 목적이며, 1차년도는 수치모델의 강수 미세물리과정과 지면 물리과정의 내부요소에 대한 상세분석을 수행하였다. 두가지 물리과정 내부 상세내역을 분류하고, 기반이 되었던 관측 관계식과 경험식을 조사한 다음, 최근의 집중관측 자료를 활용하여 개선이 가능한 부분을 도출하였다. 강수 미세물리과정에서는 고체상 입자의 종말속도(terminal velocity)와 입자 수밀도 함수 기울기, 지면물리과정에서는 운동량 전달을 위한 거칠기 길이와 캐노피 높이 등을 관측으로 개선 가능한 변수로 선정하고, 첫단계로 한 지점의 관측을 통해, 선정된 변수들을 비교하고 진단하였다. 2차년도에는 물리과정 내부요소별 개선과 함께 개선된 물리과정의 원형을 개발할 예정이며, 이를 통해 한반도 관측 기반의 특화된 물리과정을 개발할 수 있을 것이다.

6.3. 수치예보자료 서비스 개선

6.3.1. 객관예보를 위한 동네예보 가이던스 개선

2019년 4월에 지역예보모델(Regional Data Assimilation and Prediction System: RDAPS)의 운영이 중단됨에 따라 기존에 RDAPS 기반으로 제공되던 동네예보가이던스를 전구예보모델(Global Data Assimilation and Prediction System: GDAPS) 기반으로 제공하는 체계를 구축하였다. 기온 및 습도 병합가이던스는 RDAPS 기반 가이던스의 가중치를 배제하고 최신의 자료로 모델가이던스별 가중치를 재생산하여 서비스하였으며, 산악가이던스는 슈퍼컴퓨터와 동네예보서버에서 이원화되어 생산되던 것을 동네예보서버로 일원화하고, GDAPS 기반으로 연직고도 보정과 수평내삽 방법을 변경 적용하여 운영하였다. 또한 바람가이던스를 보완하기 위하여 전지구 앙상블모델을 이용한 가이던스를 개발하여 서비스하였다.

2019년 4월부터 중기예보에서 강수신뢰도가 강수확률로 변경되고, 최고 및 최저 기온 변동범위 정보가 추가 제공됨에 따라, 여러 앙상블모델을 이용한 가이던스를 개발하여 예보관을 지원하였다.

또한 한국형수치예보모델의 준현업 운영에 따라 개선버전 v3.4부터 동네예보가이던스

생산체계를 일부 구축하여 예보관에게 제공하였다.

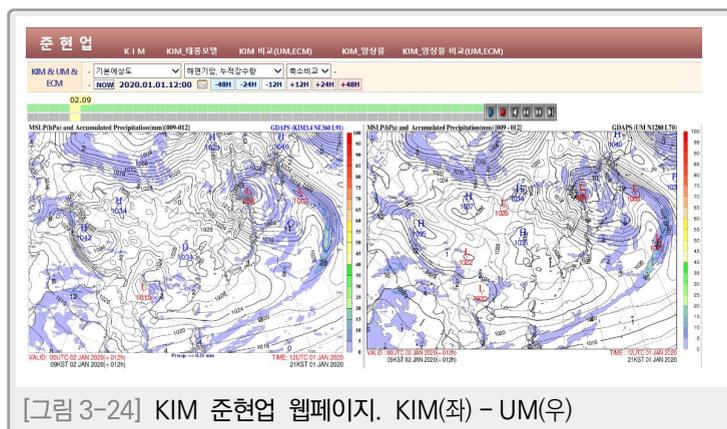
그 외 광주세계수영선수권대회의 원활한 기상지원과 공항예보 지원을 위하여 예보가 이턴스를 확대 제공하는 등 청 내외 예보서비스를 위한 맞춤형 예보지원을 수행하였다.

6.3.2. 수치예보자료의 효율적 가시화를 위한 수치일기도 개선

지역예보모델(RDAPS) 운영이 중단됨에 따라 자료 제공의 연속성을 위해 지역예보모델 기반으로만 제공되던 일기도 12종을 전지구예보모델 기반으로 대체하였다. 예보지원 강화를 위하여 국지양상블시스템 기반의 12시간·24시간 강수량 분포도 각 5종을 추가하였고, 국지예보모델 예측시간 연장(36시간 → 48시간)에 따른 일기도 생산체계를 변경하였으며, 레윈존데 하강 단열선도 생산 및 전지구예보모델 예상 단열선도 분석기준 변경(모델 해면기압 → 모델 지상기압) 등이 이루어졌다. 또한, 위성방송 기반의 해양기상정보 제공을 위하여 흑백 일기도를 개선하였으며, 우리나라 항공기가 신규 취항하는 국외 공항 3곳의 지점일기도를 추가하였고, 7월~8월에 개최된 광주세계수영선수권대회 경기장 지점일기도를 한시적으로 제공하였다.

한편, 2020년 현업 운영 예정인 전지구 한국형수치예보모델(이하 KIM)의 수치일기도 현업 운영체계를 구축하고, 4월 준현업 운영에 따른 KIM의 예측 성능 분석과 검증을 위해 수평일기도 약 55종, 지점일기도 3종 및 태풍경로예측도 등을 제공하였다.

그리고 수치일기도 활용성 제고를 위하여 2017년에 발간한 예상일기도 위주의 기술노트를 최신 정보로 개편하고, 분석일기도, 초단기 및 태풍일기도의 내용을 추가하여 개정판 「수치일기도 매뉴얼」을 발간하였다.



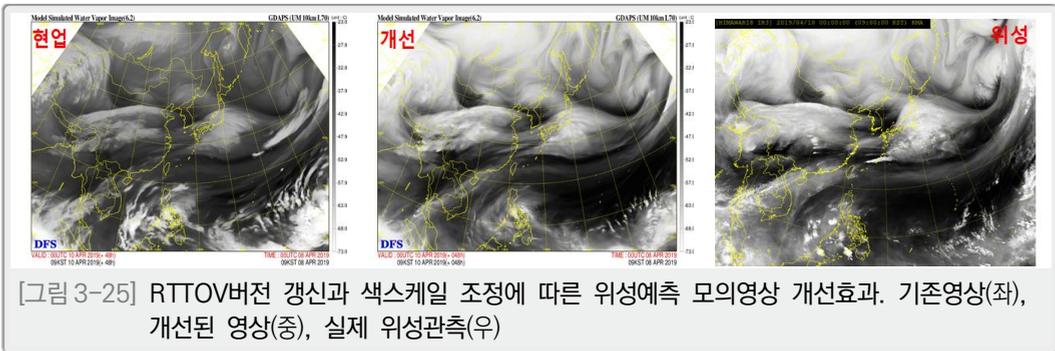
[그림 3-24] KIM 준현업 웹페이지. KIM(좌) - UM(우)



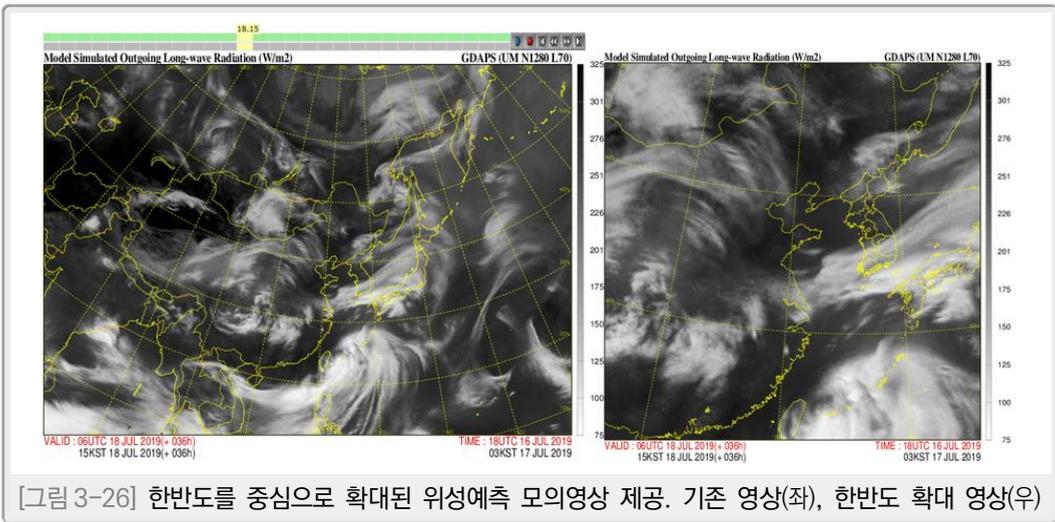
6.3.3. 위성예측 모의영상 개선

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

- (1) 모델결과를 위성영상으로 변환하는데 사용되는 범용 소프트웨어(RTTOV)의 버전이 갱신되었다.
- (2) 기존 72시간까지만 제공되는 위성예측 모의영상의 산출시간을 144시간까지 확대하였다.
- (3) 구름역을 선명하게 나타낼 수 있도록 색 스케일을 조정하였다.



- (4) 한반도를 중심으로 확대된 이미지를 추가로 제공하였다.



위성예측 모의영상은 미래시점에서의 구름의 발달, 소멸, 이동에 대한 정보를 마치 실제 관측된 위성 이미지처럼 보여주기 때문에, 예보관들이 자주 활용하는 자료 중 하나이다. 앞에서 기술된 개선사항들은 예보관들이 모의 영상을 더 선명하고 정확하게 볼 수 있도록 영상의 가독성을 향상시켜 주었다.

6.4. 수치예보모델 진단·검증

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

현업으로 운영하는 수치예보모델 예측정확도의 공식적인 진단·검증은 세계기상기구(World Meteorological Organization : WMO)의 권고안에 따라 대기상층(250hPa), 중층(500hPa), 하층(850hPa)의 지위고도, 기온, 바람장의 예측시간별 편차, 평균제곱근 오차, 이상상관계수를 북반구, 적도, 남반구영역으로 구분하여 월평균 및 일단위로 산출한 후, 매월 WMO에 제출하는 방식으로 이루어진다.

기상청에서는 매년 이전년도의 월단위 검증결과를 묶어서 검증보고서를 발간한다. 검증보고서에는 현업에서 운영되는 전지구 및 국지 수치예보모델, 앙상블수치예보모델, 파랑수치예보모델, 황사수치예보모델, 태풍수치예보모델의 검증결과를 주요 내용으로 포함하여 모든 수치예보에 대한 예측성능을 종합적으로 기술하고 있다. 또한, 수치예보모델의 검증 및 진단결과와 일변화를 실시간으로 파악하기 위한 표준 진단·검증 모니터링 시스템을 운영하고 있으며, 이 모니터링시스템을 활용하여 국외기관 수치예보 성능을 파악하고 수치모델링센터에서 준비하는 차기 현업운영모델의 예측성능을 비교분석하여 모델 성능을 개선하는 분야에도 활용하고 있다.

6.5. 수치예보모델 운영 및 관리 체계구축

전 세계 기상관련 기관들은 수치예보모델 운영체계 구축에 필요한 노력 비용을 줄이기 위하여 다양한 소프트웨어를 사용 중이다. 수치예보모델의 작업 흐름(work flow)과 소스코드에 대한 관리는 운영체계 구축에서 중요한 부분이다. 통합모델 컨소시엄 기관에서는 작업 흐름(work flow)을 관리하는 프로그램인 Cylc("실크": <http://cylc.github.io/cylc/>)



와 Rose(“로즈”: <https://github.com/metmomi/rose>)를 수치예보모델 운영체제 구축에 활용하고 있으며, 통합모델 컨소시엄 기관 중 하나인 기상청에서도 Rose를 기반으로 Cylc를 연동하여 활용하고 있다.

또한 수십~수백만 라인의 소스코드로 구성이 되어 있는 수치예보모델 소스코드와 이를 기반으로 각 개발자가 개발하는 소스코드의 버전을 통합 관리할 수 있는 체계가 필요하다. 이를 위해 기상청에서는 수치예보모델 이력관리체계를 구축하여 운영하고 있다. 이력관리체계를 소스코드 버전 관리와 프로젝트 관리로 구분하여 각각 서브버전(subversion : SVN)과 트랙(trac)이라는 공개소프트웨어로 구축하여 사용하고 있으며, 최근 IT 분야뿐만 아니라 기상 분야에서도 사용이 확대되고 있는 분산버전 관리 시스템인 git과 분산버전 서비스 시스템(GitLab)을 구축하고 수치예보모델 이력관리체계로서의 활용 가능성을 검토하고 있다.

6.6. 한국형수치예보모델 개발현황

예보정확도 향상과 독자 수치예보기술 확보를 목적으로 추진된 한국형수치예보모델 개발 사업은 '10.8월 기상청 최초의 국가 R&D 예비타당성조사 사업으로 시행이 확정되어 2011년에 시작해 2019년을 마지막으로 성공적으로 마무리되었다.

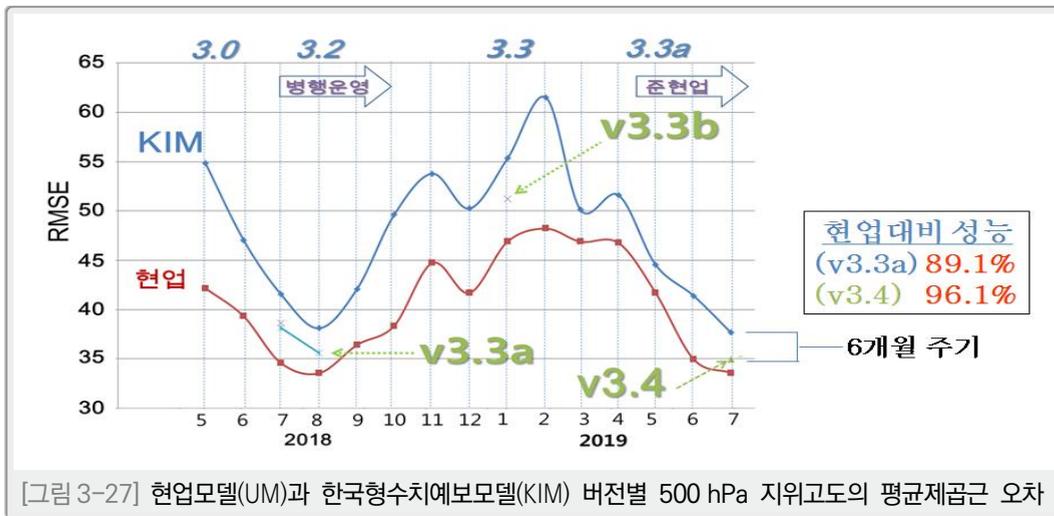
9년간('11~'19년)의 사업을 통해 독자적인 기술로 개발한 육면체구 격자 기반 전지구 수치예보시스템은 고해상도 상세모의 활용에 용이한 병렬확장성 극대화, 단일 물리모수화 방안 마련, 육면체구상 하이브리드 자료동화 개발, 대규모 컴퓨팅 환경에 적합한 모델 체계 구축 등 타 현업 기관과의 차별성을 확보하였다. 이로써, 우리나라는 세계 9번째 자체 수치예보모델 보유국이 되었다.

동 사업은 총 3단계(3년+3년+3년)로 추진되었으며, 1단계('11~'13)는 기술동향 분석 및 핵심모듈 기초기술 개발, 2단계('14~'16)는 핵심모듈 초기버전 완성 및 육면체구 분광요소 비정역학 코어 기반 전지구 수치예보시스템 초기버전 구축, 3단계('17~'19)는 현업운영을 위한 준비 단계로 진행되었다.

[표 3-13] 한국형수치예보모델 준현업 시스템 현황

구분	준현업 시스템
수평해상도	약 12 km
격자수	수평 3,110,402개
연직해상도/최상층	91층/ 0.01hPa, 약 80 km
Time Step	20초
자료동화	Hybrid-4DEnVar
Cycle/DA window/cutoff	6시간 마다 cycle (late 관측 사용) 6시간 (±3시간) DA window 2시간 40분 cutoff (00, 12 UTC early 관측 사용)
관측자료	지표 (Synop, METAR, Ship, Buoy), Sonde (TEMP, PILOT, Windprofiler, Drop-Sonde), Aircraft (AMDAR, AIREP), GPS-RO, AMSU-A, MHS, ATMS, IASI, CrIS, AMV, ScatWind, TCBogus, SSMIS, Saphir

2019년 주요 개선사항은 다음과 같다. 역학코어 및 시스템 개발 분야에서는 현업 운영 시 정시 예측 자료 생산을 위해 분산 입출력 개선과 MKL 적용⁸⁾ 등 역학과정 병렬 최적화를 통해 2시간 이내로 연산시간을 확보하였다.



[그림 3-27] 현업모델(UM)과 한국형수치예보모델(KIM) 버전별 500 hPa 지위고도의 평균제곱근 오차

⁸⁾ Math Kernel Library(MKL): 과학, 공학, 재무 등의 응용 프로그램의 수학 연산 최적화 라이브러리



물리과정 분야에서는 하층기온, 습도 및 대류권 중·상부 지위고도 예측성 향상을 위해 복사과정(청천각 개선, 에어로솔 자료 연직해상도 증가), 지면과정(방출율, 거칠기 길이 등), 해양혼합층 과정(해수면 일 변동성 개선 등) 등을 개선하였고, 지면 온도 오차 개선을 위하여 고위도 툰드라지역에 유기물질을 고려한 토양전도도 적용, 비균질 지면모수화 개선, 잠열-증발 관계식 개선 등을 추가적으로 진행하였다. 또한 깊은대류 물리과정에서의 강수 전환 매개변수를 최적화하여 강수 모의 성능을 향상시켰다.

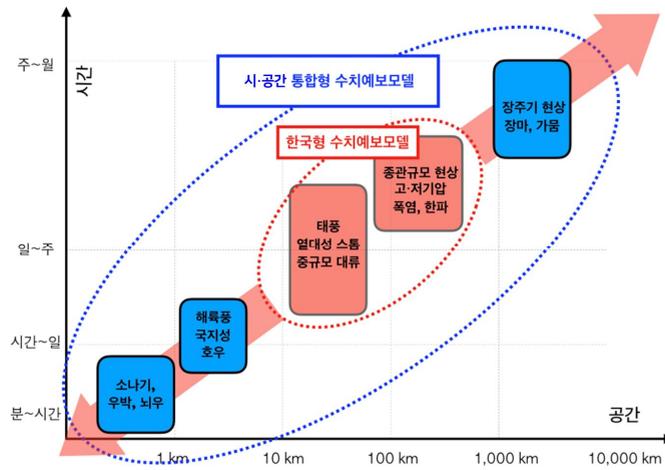
관측자료 전처리 분야에서는 남미 지역 항공기 및 AMSR2 위성 등 신규 관측을 추가로 활용하는 기술을 개발하였고, 항공기와 위성 등 관측 품질검사를 고도화하였다. 또한 CPU 의존성을 해결하는 등 관측자료 전처리 시스템을 개선하였다. 자료동화 기법 개발 분야에서는 태풍 보거싱 자료 동화를 도입하였고, 모델 개선에 따른 새로운 기후학적 배경 오차공분산을 생성하여 적용하였다. 앙상블 배경오차공분산 비율을 위도와 고도에 따라 차등(위도: 적도 0.7, 극 0.3 / 고도: 100hPa 이상에서 감소) 적용하였고, 앙상블의 스프레드를 증가시키기 위해 RTPS(Relaxation-to-prior spread) 팽창 기법을 적용하였다.

사업의 마지막 해인 2019년에는 현업 운영에 대비하여 기상청-한국형수치예보모델개발사업단 간 긴밀한 협력체계를 구축하고 모델의 안정화 및 최적화를 도모하는 동시에 예측성능을 실증하였다. 이러한 노력으로 '19.4월 준현업 운영 이후, '예보 → 진단 → 개선'의 빠른 환류체계를 정착시켰으며 준현업 운영 기간 동안 개선 및 보완된 한국형수치예보모델은 '20.4월부터 예보생산에 본격적으로 활용되고 있다.

6.7. 완전한 기술자립을 위한 새로운 시작: 시·공간 통합형수치예보기술 개발 사업 시행 확정

지난 9년간의 한국형수치예보모델 개발사업('11~'19)으로 확보된 원천기술을 기반으로 단순한 자체모델 보유를 넘어 지속발전이 가능한 자체기술의 완성과 다양한 기상재해를 능동적이고 효과적으로 대응하기 위해 차세대 수치예보기술 개발전략이 필요하였다. 이를 위해 돌발적이고 피해규모가 큰 이상기상현상이 일상생활까지 위협하는 미래 기상환경을 선제적으로 대응하기 위한 "기상재해 사전대비 중심의 시·공간 통합형수치예보기술 개발사업"을 기획하였다.

〈시공간 통합형수치예보기술 개발사업 개발범위〉



* 한국형수치예보모델(붉은 점선)은 전지구예보모델에 한정되어 국지적으로 발생하는 위험기상(국지성 호우 등)을 예측하는데 한계가 있는 바, 초단기(6시간 이내), 단기(~3일), 중기(~10일), 연장중기(~30일)에 해당하는 모든 현상에 대하여 예측이 가능한 통합형수치예보모델(푸른 점선)을 개발하고자 함

시·공간 통합형수치예보기술 개발사업은 2년이 넘는 준비기간과 예비평가 과정을 거쳐 '19년 1월 예비타당성조사에 착수하였고, '19.6월 사업기간 7년, 소요예산 총1,023억 규모의 사업추진 타당성을 인정받았다. 시·공간 통합형수치예보기술 개발사업은 '20년부터 본격 추진예정으로 초단기(6시간이내)부터 연장중기(30일 이내)까지 예보 범위에 발생하는 위험기상을 하나의 모델로 통합 예측하는 기술 개발을 목적으로 한다. 총 7년 사업으로 1단계('20~'22)는 관측자료 19종 이상(누적) 활용기술 및 대기/해양해빙 결합 기술 등 통합형수치예보시스템을 구성하는 핵심기술 개발을, 2단계('23~'26)는 관측자료 25종 이상(누적) 활용기술과 1~12km 범위에서 수평해상도가 유연하게 변경이 가능한 대기/해양해빙 결합 전지구예보모델 완성을 목표로 한다.

시·공간 통합형수치예보시스템의 성공적인 개발을 통해 수치예보기술의 완전한 기술 자립 기반을 마련하고 기상재해 사전대비 역량을 강화하여 국가 차원의 국민 생명과 재산을 보호하며 삶의 질 향상에 기여하고자 한다.



제2장 기상관측 및 기상정보화

1

지상·고층·해양기상

⚙ 관측기반국 / 관측정책과 / 기상사무관 / 김형국

⚙ 관측기반국 / 관측정책과 / 방송통신사무관 / 김용업

⚙ 기후과학국 / 해양기상과 / 기상사무관 / 김종광

1.1. 지상

1.1.1. 지상기상관측업무의 동향

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

1.1.2. 지상기상관측장비 운영

기상청의 지상기상관측장비는 기상관서에서 운영하는 종관기상관측장비(ASOS)와 위험기상 예측을 위해 무인으로 운영하는 방재용 자동기상관측장비(AWS)로 구분된다. AWS는 기온, 풍향, 풍속, 강수량, 강수유무를 기본 관측요소로 하며, AWS 중 동네예보지점은 기압, 습도, 시정·현천을 추가로 관측하고 있다. ASOS는 AWS 관측요소에 일조,

일사, 초상온도, 지면온도, 지중온도 등의 관측이 추가되며, 향후 관측 자동화의 확대를 위해 시정·현천계, 운고·운량계, 무계식강수량계를 설치하여 운영하고 있다. 2019년 현재 ASOS는 유인 기상관서 23개소, 자동기상관측소 73개소로 총 96대를 운영하고 있으며 AWS는 504대를 운영하고 있다.

[표 3-14] 2019년 지상기상관측장비 신설 현황

지점번호	지점명	관측개시일	신설 사유
687	석곡	2019.4.19.	지역 기상관측 공백 해소
892	성산수산	2019.6.19.	
964	마량	2019.7.8.	
427	김포장기	2019.11.22.	

[표 3-15] 2019년 지상기상관측장비 이전 현황

순번	기존		변경		이전 날짜	변경내용
	지점번호	지점명	지점번호	지점명		
1	942	대연	942	부산남구	4.27.	관측장소 이전(옥상→지상)
2	400	강남	400	강남	5.29.	
3	119	수원	119	수원	7.24.	관측장소 이전(지상→지상)
4	891	색달	893	애월	8.9.	
5	300	말도	300	말도	8.24.	
6	165	목포	165	목포	10.31.	
7	422	북악산	428	하남덕풍	12.12.	

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

1대, 2017년 25대, 2018년 53대, 2019년에는 ASOS를 포함해 총 59대의 노후화된 지상기상관측장비를 교체하여 관측자료의 품질향상을 이루었다.

기상청은 1964년부터 농업기상관측을 시작하여 2019년 현재 11개 지점을 운영하고 있으며 전체적인 활용도를 높이고자 동일한 위치의 농업기상관측장비와 종관 및 방재용 자동기상관측장비들을 필요한 관측요소 중심으로 11개 지점 중 6개 지점의 관측장비를 통합, 3개 지점의 기능을 개선하여 운영 중이다.

[표 3-16] 2019년 지상기상관측장비 교체 현황

장비명	지점수	지점명	도입년도
종관기상 관측장비 (ASOS)	12개소	강릉, 서울, 울릉도, 부산, 순창군, 북창원, 양산시, 진도군	2008년
		독도, 순천, 보성군, 강진군	2009년
방재용 자동기상관측 장비(AWS)	47개소	말도, 덕유봉, 세종고운, 가평조종, 화촌, 일동, 신림, 치악산, 부론, 오색, 송도, 유구, 부평, 김포장기, 양지, 선유도, 거문도, 운남, 도양, 함평, 진안주천, 동향, 복흥, 태인, 강진면, 신덕, 다도, 도화, 풍암, 마성, 예안, 군위, 가산, 은척, 동로, 길안, 화북, 영덕읍, 신암, 완산, 도천, 상무대, 사상, 백천, 삼가, 사천, 함안	2007년

1.1.3. 국내 황사관측망 운영 현황

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

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



1.1.4. 황사발원지 관측망 운영

(1) 한-중 황사공동관측망

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



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

(2) 황사감시 기상탑

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



1.1.5. 적설관측업무 현황

기상청은 전국 23개 기상관서(6개 지방기상청, 3개 기상지청, 전국 14개 기상대 및 관측소)에서 사람이 직접 적설척으로 적설판에 쌓인 눈의 깊이를 측정하는 목적을 수행하고 있다. 또한, 적설관측공백 해소 및 관측 자동화를 위해 2005년부터 자동적설관측장비인 초음파식적설계를 도입하여 운영하였다가 현재는 내용연수가 도래하여 관측을 중단하였고, 2014년부터는 우리나라 적설환경에 적합한 레이저식적설계 도입하여 현재 231개소를 운영하고 있다. 한편, 자동적설관측장비가 보급화 되기 전 적설감시CCTV를 설치하여 현재 168개소를 운영하고 있다.

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

[표 3-17] 2019년 자동적설관측장비 도입 현황

장비명	도입연도	설치장소	수량
레이저식 적설계	2019	양평, 이천, 서초, 강서, 노원, 은평, 대연평, 가평조종, 의정부, 신서, 청평, 금곡, 화성, 부천, 안양, 광명, 군포, 의왕, 북상, 양산상북, 정자, 부산진, 영광군, 장흥, 해남, 해제, 담양, 나주, 태백, 정선군, 마현, 춘천, 양구, 천안, 보령, 부여, 금산, 대신, 공주, 당진, 청양, 태안, 문화, 서부, 대흥, 강정, 서광, 한림, 표선, 성산수산, 영주, 문경, 천부, 하회, 봉화, 전주, 고창, 임실, 정읍, 장수, 순창군, 무주, 진안, 덕유산, 태인, 제천, 보은, 영동, 음성, 청천	70

1.1.6. 시정관측업무 현황

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

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

시정·현천계는 적외선을 발사하여 대기 중에 포함된 입자 및 에어로졸에 의해 방사되는 빛의 산란 혹은 흡수되는 광원의 양을 측정하여 시정을 산출하는 센서이다. 또한, 센서

에서 측정된 광원의 양과 센서 내부의 알고리즘을 통하여 현재의 기상상태를 WMO 기상 전문 양식으로 산출한다. 이와 같이 시정·현천계에서 생산된 매분 시정·현천 관측자료는 국지적으로 발생하는 안개, 해무 등의 위험기상 감시 및 예측 자료로 활용하고 있다.

시정·현천계는 2009년 종관기상관측장비(ASOS) 운영지점부터 우선적으로 설치하였으며 안개 및 저시정 현상 감시를 위하여 방재용 자동기상관측장비(AWS), 고속도로 등에 설치하여 운영하고 있다. 2019년 현재 총 290대의 시정·현천계가 설치되어 매분 실시간 시정·현천 관측자료를 생산하고 있다.

1.2. 고층

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

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

또한, 한반도 상층의 바람관측 시간 및 공간분해능 향상을 위하여 연직바람관측장비(Wind Profiler)를 2003년부터 파주, 군산, 강릉, 창원, 원주, 추풍령, 철원, 울진, 북격렬비도, 국가태풍센터 등 10개소에 연차적으로 설치하여 운영 중이며, 2009년에는 상층의 기온과 습도 관측을 위해 연직바람관측장비 설치 지점과 동일한 장소(국가태풍센터 제외)에 라디오미터를 총 9대 설치하였다. 이를 통해 통합고층기상관측망을 구성·운영함으로써 9개 지점에서 고층대기의 풍향·풍속, 기온, 습도의 수직적 분포를 10분 간격으로 측정 및 산출할 수 있게 되었다. 연직바람관측장비의 노후화에 따라 2015년부터 2019년까지 강릉, 파주, 군산, 창원, 북격렬비도의 장비를 교체하였다.

한편, 지난 2012년부터 국립기상과학원에서 창원기상대 내에 설치하여 연구용으로 운영하던 오토존데(Vaisala)를 고층기상관측망 자동화 계획에 의거 2016년 9월부터 창원기상대에서 정식으로 현업 운영하였다. 이에 따라 존데 관측횟수도 여름철과 겨울철 자연재난 대책기간 동안 기존 일2회(09시, 21시)에서 4회(03시, 09시, 15시, 21시)로 확대

하였고, WMO 고층관측지점 등록 및 BUFR 자료 GTS 전송을 개시하였다. 2017년 5월부터는 초단기수치모델 지원을 위해 존데 관측자료 제공횟수를 2회에서 3회로 늘렸고, 2019년에는 잦은 태풍내습에 따른 특별고층관측을 실시하여 태풍감시와 분석에 활용하였다.

1.3. 해양

기상청은 해양의 위험기상으로부터 국민의 생명을 보호하고 안전한 해상활동 지원을 위해 해양에서 발달하는 위험기상 현상을 조기에 감시 할 수 있는 해양기상관측망을 지속적으로 확충하고 있다. 해양기상관측망은 1996년부터 해양기상부이 2대를 도입·설치하기 시작하여 2019년에는 해양기상부이 19개소, 등표기상관측장비 8개소, 파랑계 1개소, 파고부이 60개소, 연안기상관측장비 18개소, 서해종합기상관측기지 1개소, 기상관측선 1척, 선박기상관측장비 20개소, 해양안개관측장비 25개소의 관측망(총 9종 153개소)을 운영하고 있다. 또한 해양기상관측망 공백 해소를 위해 해양수산부, 국민안전처, 국립해양조사원, 해군, 한국해양과학기술원, 서울대학교, 울릉군과 해양관측자료의 공동 활용 협력체계를 구축하였다. 실시간 해양관측자료를 공유함으로써 부처 간 관측장비의 중복 투자를 방지하고 관측자료를 최대한 활용하고 있다.

1.3.1. 원해 해양기상 관측망

해양기상부이(Ocean Data Buoy)는 먼 바다의 해수면에서 해양기상현상을 각종 기기로 측정하고 그 값을 위성통신으로 자동 전송하는 관측 장비로, 기상청에서는 10m 대형 부이와 6m 선박형 부이, 3m 원반형 부이를 운영하고 있다. 해양기상부이에서 관측하는 요소는 풍향·풍속, 기압, 기온, 상대습도, 수온, 파고, 파주기, 파향 등이며, 30분마다 기상전용통신망(Global Telecommunication System, GTS)을 통해 국제간 자료를 교환하고 수치예보모델에 입력되어 해상기상 예보와 해양기상 연구 등에 활용한다. 현재 총 19개소를 운영하고 있으며, 2019년에는 10m 크기의 대형 부이 2대(서해170, 서해206)를 새롭게 도입하였다.

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



1.3.2. 연안 해양기상 관측망

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

등표기상관측장비는 해양수산부의 항로표지 시설인 무인 등표 또는 관측탑을 활용하여 해양용 자동기상관측장비와 해상영상촬영장비를 설치한 것으로 총 8개소(서수도, 가대암, 십이동파도, 갈매여, 해수서, 지귀도, 간여암, 이덕서)를 운영하고 있다.

파고부이는 해양기상부이 설치가 용이하지 않거나 지형적으로 복잡한 연안바다에서 국지적으로 서로 달리 나타나는 해상 상태를 관측하는데 적합한 장비로 파고, 파주기, 수온을 관측하며 무선통신 방식으로 1시간 또는 30분 간격으로 자료를 수집한다. 2019년에는 서해 23개소, 제주·남해 25개소, 동해 8개소, 울릉도·독도연안 4개소 이상 총 60개소의 파고부이를 운영하고 있다.

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

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

1.3.3. 해양안개관측장비 확충

2019년부터 도서주민 생활 편익과 해상 안전을 위해 해양수산부와 협력으로 전남권 해상 항로에 위치한 등대 및 등표 지점에 해양안개관측장비 25대를 설치하여 운영하고 있다. 해양안개관측장비는 실제 볼 수 있는 거리를 알려주는 ‘시정계’와 해상상황을 영상으로 파악할 수 있는 ‘CCTV’로 구성되어 있다.

1.3.4. 해상영상관측망 확충

2016년 해양기상부이 2대에 영상장비를 탑재하여 해상영상관측 시험운영을 시작하였으며, 2019년 신안(2m) 부이를 제외한 18대의 해양기상부이에 영상장비를 설치하여 운영하고 있다. 또한 등표기상관측장비, 연안기상관측장비, 해양안개관측장비에도 영상장비를 탑재한 해상영상관측망을 추가 설치하여 2019년 말, 총 69대의 해상영상관측자료를 확보하였다.

1.3.5. 웨이브글라이더(Wave Glider) 운영

2017년부터 무인 이동형 해양관측장비인 웨이브글라이더를 활용하여 다양하고 상세한 해양관측을 수행하였다. 2019년에는 우리나라 전 해역을 무인 관측하였고, 태풍 등 위험기상 발생 시 실시간 관측자료를 생산하였다.

1.3.6. 서해종합기상관측기지

기상청은 2005년부터 우리나라 최서단 무인도인 북격렬비도(태안군 안흥항 서쪽 57km)에 파랑계, 자동기상관측장비, 연직바람관측장비(Wind profiler), 부유분진측정기(PM10) 등을 설치하여 위험기상 조기감시를 위한 서해종합기상관측기지를 운영하고 있다.

1.3.7. 기상관측선 「기상1호」

기상1호는 우리나라 근해 해역에서 집중호우, 태풍 등 위험기상의 선도관측을 수행하고 있으며, 고층대기, 해상 및 해양 관측 등 종합적인 기상관측을 통해 예보 정확도 향상에 크게 기여하고 있다. 2011년 5월 30일 취항하여 매년 약 10,000시간(25,000km) 이상 해양 및 대기환경 관측을 수행하고 있으며, 2019년에는 13회 운항을 통하여 162일 29,776km를 이동하며 관측하였다.

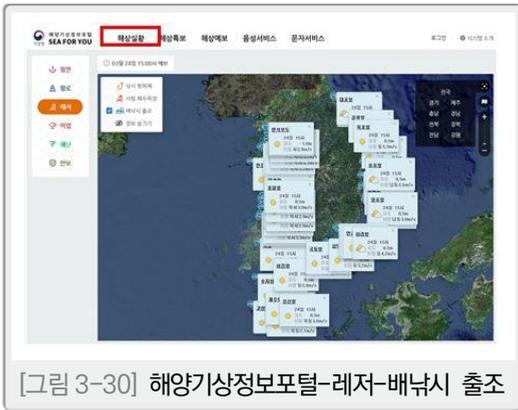
1.3.8. 해양기상정보포털 운영 및 개선

기상청은 1월 15일부터 운영 중인 해양기상정보포털(marine.kma.go.kr)을 개선하였다. 해양 위험기상 대응능력 강화를 위한 유관기관용 모니터링 서비스를 기존 1개 분야

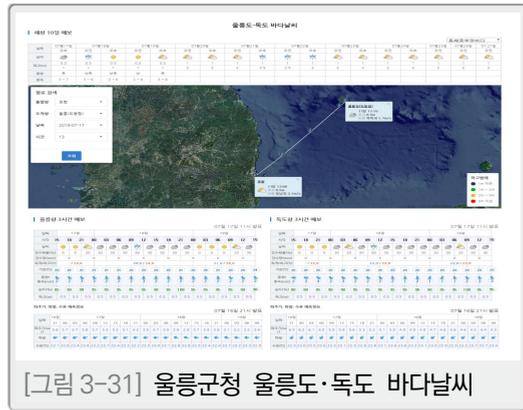


(항만)에서 3개 분야 5종(항만, 항로, 시정, 너울, 이안류)으로 확대하고, 맞춤형 서비스(항만, 항로, 레저, 어업, 해난, 안보) 중 레저 분야에서 지역별 낚시어선 입출항 항구(배 낚시 출조 42개 지점)의 해양기상정보를 제공하였다.

또한 유관기관의 의견을 반영한 울릉도·독도 바다날씨(해상 10일예보, 항로예보, 울릉도·독도항 3시간 예보) 웹 서비스를 울릉군청에, 인천연안항 항로별(백령도, 연평도, 덕적도, 이작도, 풍도) 해양기상정보(파고, 풍향, 풍속)를 인천항만공사에 제공하여 사용자의 정보 접근성을 개선하였다.

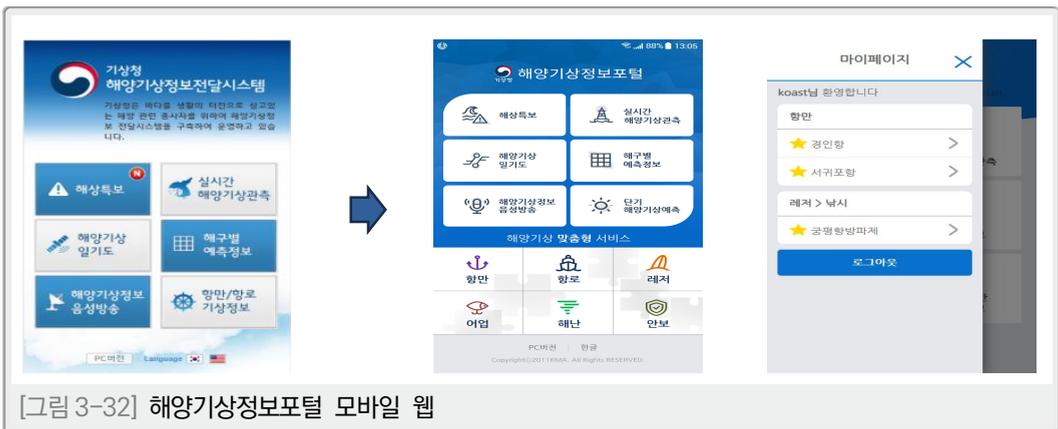


[그림 3-30] 해양기상정보포털-레저-배낚시 출조



[그림 3-31] 울릉군청 울릉도·독도 바다날씨

그리고 해양기상정보의 접근성, 편의성을 고려한 스마트폰 해양기상정보포털 모바일 웹(<https://marine.kma.go.kr/mobile/m/main.html>)을 개선하였다. 기존 해양기상 맞춤형 서비스 2개 분야(항만, 항로)를 6개 분야(항만, 항로, 어업, 레저, 해난, 안보)로 확대하고 맞춤형 서비스에 대한 즐겨찾기, 마이페이지 구성 등 수요자 중심 기능을 강화하였다.



[그림 3-32] 해양기상정보포털 모바일 웹

1.3.9. 해양 위험기상 서비스 확대

봄철에는 우리나라 서쪽 해상으로부터 접근하는 강한 기압변동에 의해 기상해일이 발생하여 서해, 남해 등 연안지역 피해를 유발하며, 이로 인한 피해를 예방하기 위해 기상해일 예측시스템과 감시대응반을 운영하였다. 기상해일 정보는 기상정보(날씨누리), 긴급방송 등을 통해 국민에게 제공하고 있으며, 해양 유관기관에게 문자, FAX를 통해 전달해 연안재해를 예방하고 있다.

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

또한, 안전한 선박 운항과 해양활동을 위한 해양 유관기관의 상세한 해무 정보의 지속적인 요구로 해상영상 및 시정계를 활용한 해무 실황 감시페이지를 운영하고 있으며, 해양 위험기상 발생시 예보관의 예특보 업무 지원과 효과적인 방재 업무를 위하여 상세하게 분석할 수 있는 해양기상 예보가이드를 개발하여 해양기상모니터링시스템을 통해 제공하고 있다.

1.3.10. 해양기상 위성방송 전용 콘텐츠 생산 및 시험운영

기상청은 무선 FAX 방송(WE-FAX)을 통해 동중국해, 캄차카 반도 등 연근해를 항해 중인 여객선, 어선, 화물선 등을 대상으로 기상예보 및 특보, 태풍정보, 일기도 등을 제공하여 안전한 해상활동을 지원하고 있다. 하지만, 무선 FAX 방송은 전파품질 저하와 콘텐츠 확장의 어려움, 수신지역의 제한 등으로 정보 전달에 한계가 있었다.

이를 해결하기 위해 천리안위성 2A호 위성방송을 활용하여 디지털화된 해양기상정보를 신속하게 제공하는 해양기상 위성방송을 7월 24일부터 시험운영 하였다.

해양기상 위성방송은 파랑실황도, 파랑예상도, 위성영상 등 총 14종 217개 정보를 제공하고, 해상특보 발생 시 긴급 문자 수신도 가능하게 하였다. 그리고, 수신영역을 동중국해(740km) 해상에서 최대 서태평양, 호주(3,700km) 해상까지 확대하였다.

해양기상 위성방송의 성능 검증을 위해 민·관이 협력하여 기상1호, 동해해경 함정, 한중페리 여객선에 해양기상 위성방송 수신기를 설치하여, 수신기 위성추적 성능과 안테나



안정성 향상을 위한 해상시험을 실시하였다.

위성방송 스케줄 변경, 자료생산체계 및 위성방송품질 개선 등을 거쳐 '20년 정식운영을 목표로 하고 있다.



1.3.11. 해양 유관기관 협업 및 홍보 강화

기상청은 연근해를 운항하는 선박의 안전운항을 지원하기 위해 해양경찰청, 국립해양조사원, 국립수산과학원, 중앙해양안전심판원과 협력하여 『연근해 선박 기상정보』를 매달 제공하고 있다.

아울러 해양경제활동, 해양레저, 수산 등 국민의 안전한 해상활동 지원을 위해 해양기상포럼, 워크숍 등 다양한 협력회의를 통해 협업과 지원업무를 강화하고 있다.

그리고, 지난 2월 21일 해양경찰청과 해양재난 대응과 해양기상관측망 운영 등 상호 업무협력을 위한 업무협약을 체결하였고, 후속 실무회의에서 해경함정 AWS 및 VTS 시정계 자료 공유, 유류확산 및 부유물 표류 정보 제공, 천리안위성 2A호 해양기상 위성방송 단말기 해경 함정 활용방안 등에 대해 협력하기로 하였다. 그리고, 해양 위험기상 및 사고상황 공유를 위하여 양 기관 핫라인을 설치하였다.

10월 15일에는 해양교통 안전을 위해 해양기상 및 해양교통 분야 협력을 위한 기상청-한국해양교통안전공단 업무협약이 체결하였다.

협약의 주요내용은 대국민 내항여객선 교통정보 안내서비스 개발과 해양기상 위성방송 활용에 관한 사항, 해양사고 발생 시 해양기상 관련 자문 및 해양관련 기후변화 대응 분야에 관한 공동연구를 상호 협력하기로 하였다.



[그림 3-34] 기상청-해양경찰청 업무협약 체결 ('19.2.21.)



[그림 3-35] 기상청-한국해양교통안전공단 업무협약 체결('19.10.15.)

해상안전을 위한 해양기상정보제공 홍보를 위해 해양수산부가 주관한 제5회 대한민국 해양안전 엑스포(부산, 9. 4.~6.)에 참가하여 해양기상서비스, 해양 위험기상(태풍, 이안류, 너울)의 활용 및 대응 방법을 소개하고 해양기상 모바일 웹 활용도 홍보하였다.

또한, 한국수산업경영인중앙연합회에서 개최한 제12회 한국수산업경영인대회(강릉, 5.14.~16.)에 참가하여 해양기상정보포털, 해양기상위성 방송 등을 홍보하고 현장인터뷰와 사용자 의견을 수렴하였다.

2

기상관측표준화와 기상장비 도입 및 인증

⚙ 관측기반국 / 계측표준협력과 / 방송통신사무관 / 강인수

⚙ 관측기반국 / 계측표준협력과 / 기상사무관 / 전상현

2.1. 기상관측표준화

기상청은 2007년부터 관측자료 정확도 확보 및 공동활용 증진을 위한 기상관측표준화 사업을 추진해오고 있다. 기상관측표준화에 참여하고 있는 국가기관·지자체·공공기관 등 27개 관측기관을 대상으로 담당자 교육, 워크숍, 기술지원 등을 실시하고 있으며, 관측시설 등급 및 관측자료 품질등급 제도를 통해 관측기관의 기상관측표준화 수준을 진단하여 법령을 준수하도록 지원하고 있다.



기상청은 공동활용 관측자료의 신뢰도 확보와 활용 확대를 위해 관측시설의 관측환경, 위치 정보, 센서 정보 등 관측 메타정보 조사를 추진하고 있다. 2017년 이후 기상청 및 유관기관 관측시설 총 1,009개소를 조사하였다. 메타정보 조사가 완료된 시설에 대해서는 WMO/ISO 국제표준(ISO 19289) 및 「기상관측시설 등급 기준(기상청고시)」에 따라 등급을 평가하여 다양한 목적에서 관측자료가 유용하게 활용될 수 있도록 하였다.

기상관측표준화 시책 추진을 위하여 2019년에는 기상관측표준화위원회(2회) 및 기상관측표준화실무위원회(2회)를 개최하였다. 제24회 기상관측표준화위원회(5.17~24.)에서는 유관기관 관측자료, 레이더, 위성 등 관측 분야를 상호연계한 고해상도 기상감시망 구현을 위한 ‘범정부 최적 기상관측망 구축계획’을 보고하였으며, 제25회 기상관측표준화위원회(12.16~20.)에서는 ‘관측시설 유형별 분류 추진(안)’을 보고하여 기상관측시설 목적에 따른 운영 효율성을 제고 하고자 하였다.

기상관측표준화 참여기관의 업무지원을 위한 ‘기상관측표준화 헬프데스크(본청 및 지방청·지방지청 총 26명)’를 구성하여 총 298건에 대한 기술지원을 수행하였다. 주요 내용으로는 기상관측자료 연계방식 개선, 관측장비 설치 환경 적합성 검토, 유지관리 방법 등을 지원하였다. 이를 통해 관측자료 정상자료율을 2018년 94.4%에서 2019년 96.9%로 향상시켰다.

또한, 유관기관별 표준화 업무담당자를 대상으로 ‘기상관측자료 공동활용 및 품질향상 워크숍’을 지역별로 순회 개최(총 13회)하였다. 98개 기관 144명의 관측기관 담당자가 참석하였으며, 관측자료 수집체계, 각종 공동활용시스템 소개와 활용방법, 공동활용 활성화와 품질향상 방안 등의 공유를 통해 기상관측표준화업무 담당자의 역량 강화에 기여하였다. 추가적으로, 유관기관별 기상관측업무 담당자를 대상으로 교육과정(사이버, 집합)을 운영하여 담당자의 전문지식 부족 해소를 위한 교육기회를 제공하였다.



[그림 3-36] 2019년 기상관측표준화 워크숍('19.11.15. 강원청(좌), '19.3.27. 대전청(우))

2.2. 기상분야 국가·국제표준화(KS·ISO)

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

2019년 6월, 기상분야 국가표준(KS), 국제표준(ISO) 업무 추진을 위한 역할을 강화하기 위하여 기상분야 KS·ISO 표준화 중장기 로드맵을 수립하였다. 또한, 기상분야 국제표준(ISO) 1종을 국가표준(KS)으로 도입해 ‘기상레이더 시스템 성능과 운용’을 제정하였고, ‘전천일사 및 직달일사 측정을 위한 기기의 사양과 분류’, ‘회전풍속계 성능에 대한 풍동 시험방법’, ‘온도계의 차폐장치 성능 비교 및 중요 특성 정의를 위한 시험 방법’ KS 3종의 용어 및 문구를 현행화하여 개정하였다.

[표 3-18] 기상분야 국가표준(KS) 현황

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

2.3. 기상장비 도입 관리

2.3.1. 기상기자재도입위원회 운영

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

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

2019년 12월 11일 기상기자재도입위원회를 개최하였으며, 2021년도 도입 추진 기상관측장비와 2019, 2020년도 예산에 추가로 반영된 기상관측장비 총 40건(213억 원)에 대한 도입 타당성을 심의·의결하였다.

[표 3-19] 기상기자재도입위원회 심의 목록

(금액단위 : 백만 원)

기자재명	수량	금액	수요부서
*라디오존데(소모품)	신규 500	190	관측정책과
*모바일드론관측차량(9년)	신규 1	95	관측정책과
*공중음파관측장비(9년)	교체 1	850	지진정보기술팀
*인공강우 항공실험용 연소탄(소모품)	신규 430	190	응용기상연구과
*응결핵계수기(11년)	신규 1	68	응용기상연구과
**강수관측시스템	신규 7	200	응용기상연구과
**인공강우 실험용 로켓 시스템	신규 10	300	응용기상연구과
**재난현장 대응용 드론	신규 9	495	계측표준협력과
자동고층기상관측장비(10년)	교체 1	800	관측정책과
라디오존데(자동)(소모품)	신규 7,680	2,535	관측정책과
*모바일기상관측차량	신규 2	340	관측정책과
모바일기상관측차량	신규 7	1,190	관측정책과
지진관측장비(9년)	교체 7, 신규 30	3,340	지진정보기술팀
온실가스 동위원소(13CO ₂)측정기(10년)	신규 1	268	환경기상연구과

기자재명	수량	금액	수요부서
*공진출력분광기	교체 1	130	환경기상연구과
*온실가스제습기	교체 1	60	환경기상연구과
*미세먼지시료채취기	교체 1	93	환경기상연구과
*드롭존데(소모품)/20년 R&D예산	신규 64	112	관측예보연구과
드롭존데(소모품)/21년 R&D예산	신규 64	112	관측예보연구과
드롭존데(소모품)/21년 일반예산	신규 97	166	관측예보연구과
인공강우 항공실험용 연소탄(소모품)	신규 480	200	응용기상연구과
*라디오존데(기상1호)(소모품)	신규 360	119	지구시스템연구과
라디오존데(기상1호)(소모품)	신규 360	119	지구시스템연구과
공항기상관측장비(10년)(AMOS)			
- 제주공항	교체 1조	1,300	정보기술과
- 양양공항	교체 1조	700	
지상기상관측장비			
- 종관기상관측장비(ASOS)	교체 8	416	관측정책과
- 방재용 자동기상관측장비(AWS)	교체 55	1,595	
황사관측장비(OPC)	교체 1	50	관측정책과
자외선관측장비	교체 3	75	관측정책과
적설관측장비(레이저식)	신규 63	1,008	관측정책과
3m 해양기상부이(7년)	교체 3	1,050	관측정책과
파고부이(7년)	신규 10, 교체 13	690	관측정책과
선박기상관측장비(8년)	교체 5	200	관측정책과
*연안기상관측장비(8년)	교체 15	975	관측정책과
연안기상관측장비(8년)	교체 2	150	관측정책과
해양안개관측장비(8년)	신규 25	875	관측정책과
강수량 시험장비	신규 1	150	계측표준협력과
내구성 시험장비	신규 1	150	계측표준협력과

* 2020년도 도입예정 기상관측장비, ** 2019년도 도입예정 기상관측장비

2.3.2. 기상기자재관리협의회 운영

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



기자재관리협의회를 운영하고 있다.

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

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

2019년에는 공항기상레이더, 공중음파관측장비 등 취득 17건(약 160억 원)과 하드디스크 어레이, 공항기상관측장비 등 처분 20건(약 100억 원)에 대해 심의하여 의결하였다.

[표 3-20] 기상기자재관리협의회 취득 심의 목록

(금액단위 : 백만 원)

기자재명	수량	금액	내자/외자	낙찰자 결정방법	수요부서
광흡수계수측정기	1	50	외자	규격가격동시입찰	환경기상연구과
스카이라디오미터	1	80	외자	규격가격동시입찰	환경기상연구과
저층바람시어경보장비	1	800	내자	협상에 의한 계약	정보기술과
공항기상관측장비	1	500	내자	협상에 의한 계약	정보기술과
연직바람관측장비	1	400	외자	협상에 의한 계약	정보기술과
공중음파관측장비	3	2,050	외자	협상에 의한 계약	지진정보기술팀
저주파가진시스템	1	1,200	외자	협상에 의한 계약	지진정보기술팀
지진관측장비	4	1,700	외자	협상에 의한 계약	지진정보기술팀
이동식 지진 관측장비	17	850	외자	협상에 의한 계약	지진정보기술팀
지진해일관측소	1	200	내자	협상에 의한 계약	지진정보기술팀
공동감쇠분광기	2	310	내자	규격가격동시입찰	환경기상연구과
레원존데 비양장비	5	400	내자	협상에 의한 계약	관측정책과
공항기상레이더	1	7,310	외자	협상에 의한 계약	레이더운영과
이동형 광학우적계	5	100	내자	규격가격동시입찰	응용기상연구과
이동형 연직강우레이더	2	100	내자	규격가격동시입찰	응용기상연구과
인공강우 실험용 로켓발사대	2	100	내자	규격가격동시입찰	응용기상연구과
재난 현장 대응용 드론	9	495	내자	협상에 의한 계약	계측표준협력과

[표 3-21] 기상기자재관리협의회 처분 심의 목록

(금액단위 : 백만 원)

기자재명	수량	금액	처분방법	수요부서
하드디스크 어레이	1	288	폐기	정보통신기술과
하드디스크 드라이브	1	262	폐기	정보통신기술과
하드디스크 어레이	1	1,774	폐기	정보통신기술과
컴퓨터서버	1	293	폐기	정보통신기술과
컴퓨터서버	1	100	폐기	정보통신기술과
하드디스크 어레이	1	252	폐기	지진정보기술팀
컴퓨터서버	1	914	폐기	수도권기상청 관측과
기상관측부이	1	379	보존(전시)	광주청 관측과
기상레이더(안테나부)	1	-	보존(전시)	청주지청 관측예보과
황사 라이다	1	133	보존(전시)	수도권청 관측과
단일가스검출기	1	104	보존(전시)	환경기상연구과
영상회의시스템	1	199	폐기	정보기술과
태양복사열지표측정기	1	130	폐기	정보기술과
기상관측장비 안개감시시스템	1	143	폐기	정보기술과
영상회의시스템	1	199	폐기	부산지방청 관측과
영상회의시스템	1	199	폐기	강원지방청 관측과
라디오미터	1	130	보존(전시)	항공기상청 정보기술과
공항기상관측장비(AMOS)	1	1,079	해체 (예비품재활용)	정보기술과
기상레이더	1	2,282	해체(전시, 관리전환, 폐기)	레이더운영과
기상레이더	1	1,544	관리전환	레이더분석과

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 기상기자재관리협회에서 취득·심의된 안전 중 사업금액이 1억 원 이상인 사업으로 평가위원은 감사담당부서가 기상기자재 외부전문가 풀에서 난수 생성 프로그램으로 선정·교섭하여 운영함으로써 공정성·전문성·객관성을 확보하고 있다.

2019년에는 공중음파관측장비 구매, 노후 지진관측장비 교체 등 총 13건의 사업에 대해 외부전문가로 구성된 기술평가위원회에서 평가하였다.

[표 3-22] 기상장비 제안서 기술평가위원회 개최 목록

(금액단위 : 백만 원)

사업명	금액	수요부서
북극렬비도 연직바람관측장비 교체	400	관측정책과
저층윈드시어경보장비(LLWAS)	800	정보기술과
2019년도 지진해일관측소 확충사업	200	지진정보기술팀
2019년도 노후 지진관측장비 교체 및 주요예비품 구매	1,700	지진정보기술팀
2019년도 현장대응용 이동식 지진관측장비 구매	850	지진정보기술팀
인천국제공항 제4활주로 공항기상관측장비(AMOS)	500	정보기술과
2019년도 공중음파관측장비 구매·설치	2,050	지진정보기술팀
2019년도 지진관측장비 검정용 저주파가진시스템 구매·설치	1,200	지진정보기술팀
이동형 광학우적계 구매	100	응용기상연구과
이동형 연직강우레이더 구매	100	응용기상연구과
재난현장 대응용 드론 구매	495	계측표준협력과
레이더 재분석 자료 보관용 스토리지 구매	171	레이더분석과
인공강우 실험용 로켓발사대 구매	100	응용기상연구과

2.4. 기상측기 인증 및 검정

2.4.1. 기상·지진장비 인증센터 기반 마련

기상청은 기상·지진장비 인증센터 기반 마련을 위해 ‘기상·지진장비 인증센터 구축설계’ 정책연구용역(19.3월~7월, ㈜에코파이, 45백만원)을 실시하여, 건축 규모, 조직 편성, 인증센터 운영방안 및 구축 로드맵을 도출하였다. 이를 통해 인증센터 구축을 위한 설계예산 1,093백만원을 확보하였다.

또한, 타분야 측정기기 인증제도 벤치마킹을 위해 국립환경과학원(19.7.31.), 한국환경공단(19.7.31.), 소방청(19.8.14.)을 방문하여, 인증 관련 현황을 조사하였다. 형식승인 기술기준 마련을 위해 ‘기상관측장비 성능시험 방안 연구’(18~19, 한국표준과학연구원 김용규, 2억원)를 실시하였으며, 기술기준에 대한 산업계 등 이해관계자 공감대 형성을 위한 ‘기상관측장비 성능시험 체계 마련을 위한 공청회’를 2회(19.9.4., 19.12.17.) 개최하여 국민들의 의견을 청취하였다.

2.4.2. 기상측기 검정

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

※ 2018년 기상관측자료의 예보 기여도 평가: 기상관측(35.8%), 수치예보모델(36.1%), 예보관역량(28.1%)

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

또한 2019년부터는 기상측기 검정증명서 위·변조 방지시스템을 도입하여 연간 3,000건 이상 발행하는 기상장비의 검정증명서에 대한 신뢰도를 확보하였다.



[그림 3-37] 기상측기 검정증명서의 위변조 방지 바코드

2019년 기상청 내 관서용, 농관용, 공동협력관측소, 방재용, 항공용 등 총 431대의 기상관측장비를 검정하였으며, 민원검정은 자동기상관측장비 1,244대, 온도계 250대, 습도계 254대, 풍향풍속계 150대, 기압계 54대, 일사계 29대, 일조계 64대, 강수량계 984대, 적설계 246대 등 총 3,275대를 검정하여 575,728,360원의 검정수수료를 국고로 세입 처리하였다.

[표 3-23] 연도별 민원검정업무 수행 결과

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

2.5. 기상장비 기술개발

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

연직바람관측장비의 국산 원천기술 확보를 위해 ‘연직바람관측장비 융합기술개발’ 민·군 부처연계 협력기술개발사업을 2017년부터 추진해오고 있다. 2019년 3차년도 사업에서는 안테나부 및 송수신기의 성능 고도화, 기상변수 산출 기술, 비기상 에코 제거 기술 등을 개발하였고 논문(SCI) 2편 게재, 학술회의 발표 4건, 특허등록 1건, 프로그램 등록 5건 등의 성과를 창출하였다. 이를 통해 연직바람관측장비의 원천기술을 확보함으로써 국가 예산을 절감하고, 나아가 기상관측 경쟁력과 대한민국 국방력을 강화할 것으로 기대하고 있다.

3

기상정보화

- ⚙ 관측기반국 / 정보통신기술과 / 방송통신사무관 / 김진석
- ⚙ 관측기반국 / 정보통신기술과 / 방송통신사무관 / 이세종
- ⚙ 관측기반국 / 정보통신기술과 / 기상사무관 / 김소형

3.1. 차기 종합기상정보시스템(COMIS-5) 구축

3.1.1. 차기 종합기상정보시스템(COMIS-5) 구축

2017년 차기 종합기상정보시스템 구축을 위한 ISP 사업을 통하여 현업 시스템의 현황에 따른 문제점 도출, 사용자 요구사항, 미래 기상업무 환경 변화 등 차세대 시스템 구축이 가져올 변화상을 (표 3-24), 단계별 이행과제를 (표 3-25)와 같이 수립하였다.

[표 3-24] COMIS-5 변화상

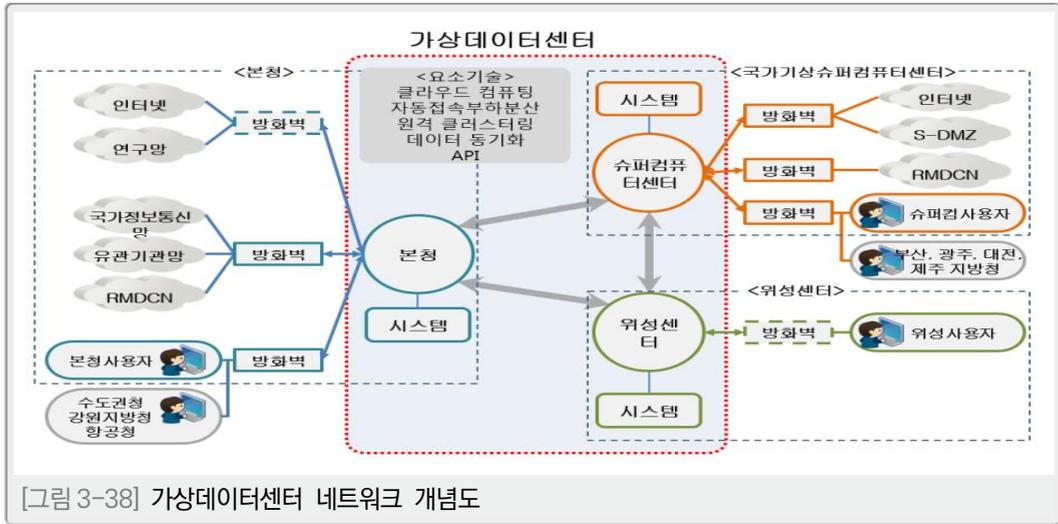
분야	항목	내용
내부 서비스	M-BRO	☞ 실시간 고성능 종합 기상 자료 교환 체계 구축 * 초당 2만건 이상 메시지 교환 엔진 개발
	K-DASH	☞ 원하는 데이터, 소프트웨어, 전산자원을 원스톱 제공 * 알고리즘 개발·데이터 분석 등 지능형 업무 수행 지원
	종합 웹포털	☞ 개인형·경량형 실황감시와 종합기상정보 조회 * 실황감시 개인화, 접속 패턴 분석·추천, 전문시스템 연계
	챗봇메신저	☞ 인공지능 기반 단순 반복적 기상업무 효율화 * 각종 용어·지식, 기상자료, 행정자료의 대화형 검색
IT 서비스	기상데이터센터	☞ 본청-위성-슈퍼컴센터를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

[표 3-25] COMIS-5 단계별 이행과제

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

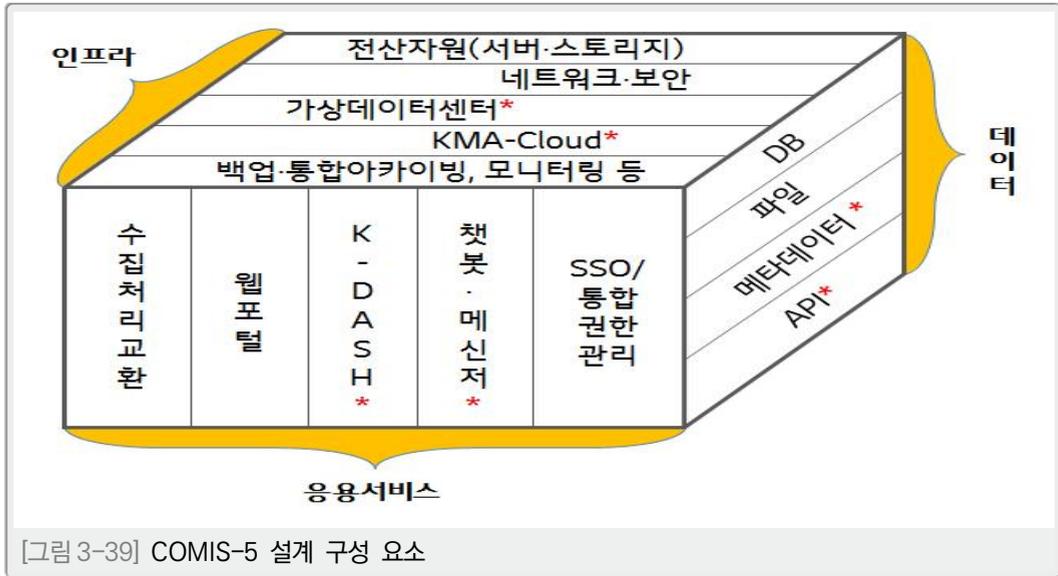
3.1.2. COMIS-5 시스템 설계 목표

COMIS-5 시스템 설계의 핵심 목표는 비용을 절감하고 운영·관리효율성을 높이면서도 축적된 데이터를 누구나 빠르고 손쉽게 활용하고, 어떤 위험기상 상황에서도 안정적으로 기상정보를 서비스할 수 있는 시스템 가용성 확보에 두었다. 이를 수행하기 위한 기반 골격으로 24시간 365일 무중단 데이터센터로써 기상청 본청(서울)과 원거리에 위치한 국가기상슈퍼컴퓨터센터(충북 오창)를 논리적으로 연결하는 가상데이터센터를 개념 설계하여, 전문정보시스템(위성, 레이더, 선진예보, 국가기후자료 등), 기상자료(위성, 레이더, 수치모델, 지상관측 등)의 위치적 한계를 극복하고 사용자에게 자유로운 서비스를 제공하고자 하였다. 이를 이용하면, 사용자는 근거리 데이터센터의 정보시스템과 데이터를 쉽게 활용할 수 있어서 정보자원에 대한 접근성이 크게 향상될 것으로 기대된다.



3.1.3. COMIS-5 시스템 주요 설계 내용

시스템 설계는 크게 3개 응용서비스, 데이터, 인프라 분야로 나누고 이를 다시 14개 단위시스템으로 구분하여 상세하게 설계하였다. 첫째, 응용서비스는 국내외 지진·기상데이터의 유통을 담당하는 수집처리교환, 사용자 편의성과 접속부하에 따라 유연하게 확장과 축소가 가능한 경량형 웹포털, 단순 반복적인 응대업무 경감과 시간제약없이 정보검색과 취득이 간편한 챗봇-메신저 서비스, 청 내에서 100년 이상 축적된 기상데이터를 자유롭게 활용할 수 있도록 지원하는 통합분석플랫폼서비스와 이를 통합관리하기 위한 통합권한관리가 유기적으로 포함되었다. 둘째, 데이터 분야는 축적된 기상데이터를 누구나 자유롭게 쉽게 활용하기 위해 데이터베이스 및 파일데이터의 표준화와 물리적으로 분산되어 있는 대용량의 기상정보를 정교한 메타데이터기반으로 논리적으로 연계하여 사용자는 데이터 포맷 및 DB구조의 변화에 무관하게 연속적으로 데이터를 활용할 수 있도록 API기반의 데이터 활용체계의 변화가 설계에 포함되었다. 마지막으로 인프라 분야는 자원 활용성과 운영 효율성을 높인다는 전제 하에, 태풍, 폭설, 지진, 호우 등 위험기상상황, 배치 작업 등 대규모 시스템 부하 변동 시에도 자동으로 자원의 확장과 축소가 유연하게 이루어지는 클라우드 컴퓨팅 기반 시스템으로 설계하였다. 또한, 상용서비스와 개방형 기술을 업무중요도에 따라 단위 시스템에 적절히 배치하여, 향후 기술과 경험 축적을 통해 운영과 확장 비용을 절감하고 특정 벤더사의 기술 종속성에서 탈피할 수 있도록 기반을 마련하였다.



[그림 3-39] COMIS-5 설계 구성 요소

[표 3-26] COMIS-5 주요 설계 내용

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

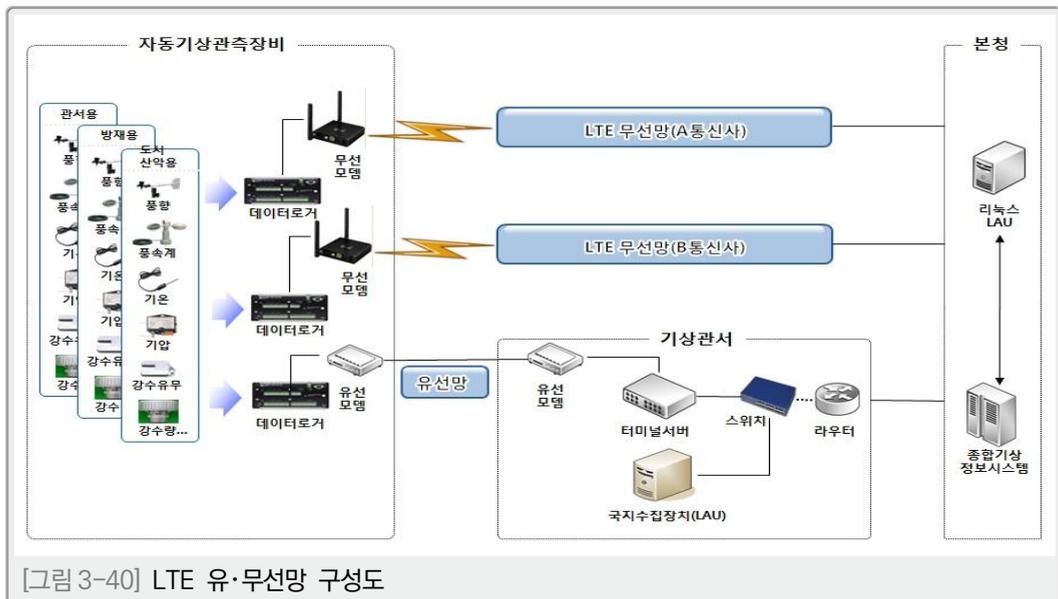
3.2. 기상정보통신망

3.2.1. 초고속 기상정보통신망 운영

기상청은 기상자료의 급증과 센터별로 분산된 자료의 접근·활용 요구 증가에 대응하고자 주요센터를 링 구조의 네트워크로 묶어 장애 시 자동 우회 접근이 가능하고 자료 전송 지연시간을 최소화한 데이터 통신기반을 구현하였다. 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 연결하는 기상정보통신망을 구축하여 운영하고 있다.

기상정보통신망은 본청 10Gbps 백본 네트워크를 기반으로 본청과 슈퍼컴퓨터센터 간은 40Gbps, 본청과 지방청급 기관간은 1Gbps, 지방청과 기상지청 및 기상대급 지방기상관서 간에는 10M~300Mbps 대역폭으로 국가정보통신망을 2019년 7월 구축하여 운영하고 있다.

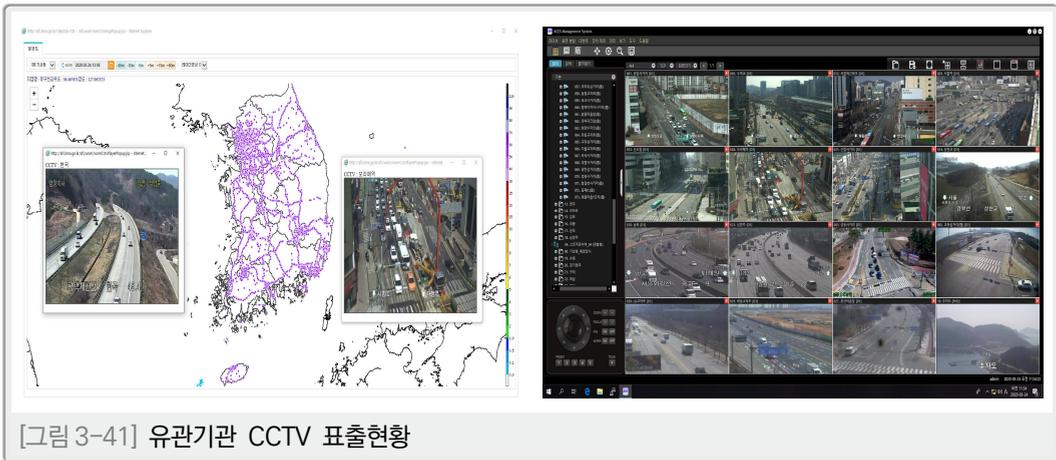
또한, 기상청은 관측분야에 가장 비중이 높은 지상기상관측장비의 안정적인 자료 수집을 위해 유·무선 혼합 네트워크 기반 수집망을 구축하여 운영하고 있다. 유·무선망의 안전성을 고려하여 1개의 유선망과 2개의 무선망으로 분리하여 구성하였고, 무선망의 경우 419개 지점에서 수신율 99.4%로 안정적으로 운영하고 있다.





3.2.2. 유관기관 CCTV 연계 전용회선 구성 및 영상 제공

기상청은 지상관측 사각지대를 해소하고자 국토부, 경찰청, 한국도로공사에서 운영중인 시내, 고속도로, 국도 감시용 CCTV 영상에 대한 사용 협의를 통해, 전국 약 6,000여 개 지점의 실시간 영상자료를 확보하였다. 이렇게 수집된 CCTV영상은 선진예보시스템과 연계하여 '선진예보시스템 CCTV 실황감시'를 통해 주요 도시 도로 및 고속도로 영상을 이용하여 효과적인 기상실황 감시와 예·특보에 활용할 수 있게 되었다.



[그림 3-41] 유관기관 CCTV 표출현황

3.3. 기상정보 인터넷 서비스

3.3.1. 기상청 대표 홈페이지 운영

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

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

'위치정보 기반 상세 날씨지도 서비스(비주얼 맵)' 개발을 통해 주요 기상요소(기온, 강

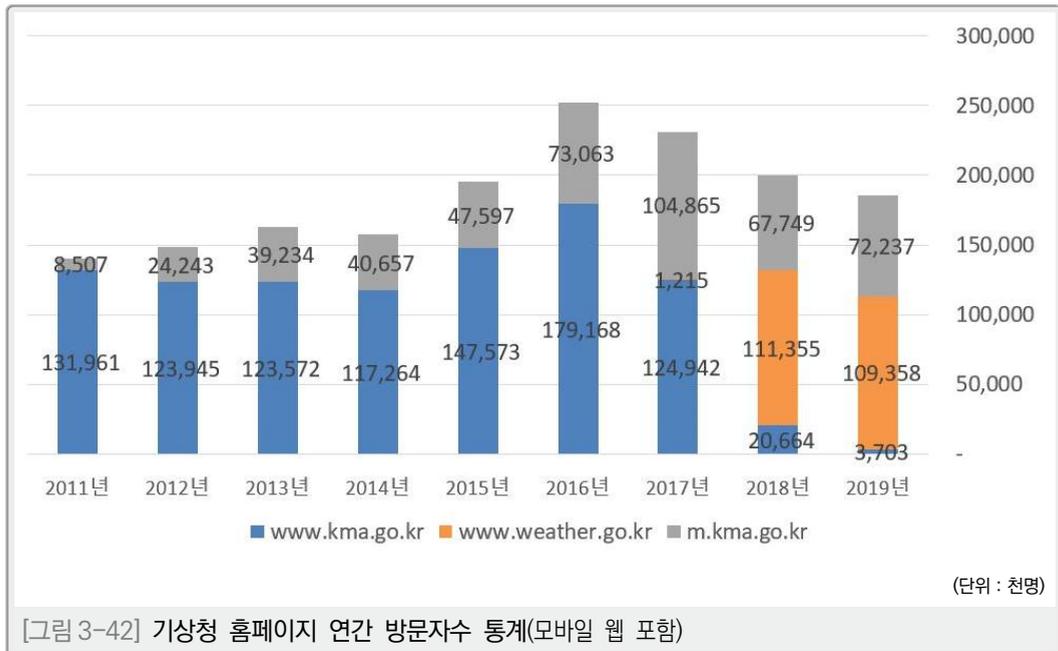
수, 바람 등)에 대해 관측·예측 정보를 연속적으로 제공하며, 지도상의 각 위치에 대한 상세 예측정보를 확인할 수 있도록 구성하였다.

기상청 홈페이지는 해마다 방문자 수가 증가하여 2009년부터는 연간 1억 명 이상의 방문자 수를 기록하였고, 2019년까지 총 누적 21억 4천만 명이 방문하였다.

2019년 연간 방문자 수는 1억 8,530만 명으로 전년 대비 약 1,447만 명(7.2%)이 감소하였고, 일평균 접속자 수는 약 51만 명으로 전년 대비 약 4만 명이 감소하였으며, 이중 약 39%가 스마트폰 등을 통해 모바일 웹(m.kma.go.kr)을 이용한 것으로 조사되었다.

2019년 방문자 분석결과, 전반적으로 전년 대비 월별 방문 편차가 크게 나타났는데, 특히 9월 방문자 수가 3,163만 명으로 가장 많았다. 이는 제13호 태풍 ‘링링’, 제17호 태풍 ‘타파’, 제18호 태풍 ‘미탁’의 직접 영향으로 인한 기상정보 수요 증가 때문으로 분석된다.

9월 7일 제13호 태풍 ‘링링’의 충남 서해안 통과 시점인 오전 12시대에 시간 당 20만 7천 명이 접속하였고, 일 방문자수는 302만 명을 기록하여 역대 일 최다 방문자 수를 기록하였으며, 9월 평균 방문자 수(105만 명) 대비 약 2.9배 많았던 것으로 나타났다.



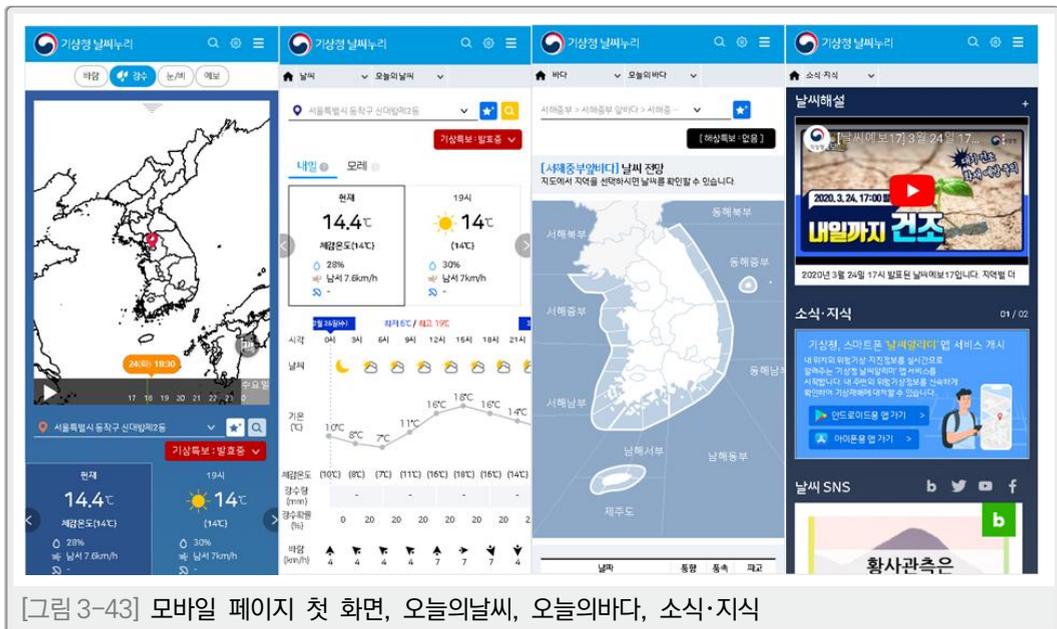
[표 3-27] 기상청 홈페이지 방문자 최다 기록(모바일 웹 포함)

(단위 : 명)

구분	1시간 최다	일일 최다	월 최다
1위	210,712 (2016.08.31 11시) 전국적 많은 비, 강한 바람	3,020,283 (2019.09.07.) 태풍 링링 내습, 강한 바람	35,643,130 (2017. 07) 장마전선, 태풍 찬홈
2위	207,050 (2019.09.07 12시) 태풍 링링 내습, 강한 바람	2,313,899 (2012.08.28) 태풍 볼라벤 내습, 많은 비	33,168,674 (2016. 07) 장마전선 영향, 지속적 많은 비
3위	186,395 (2016.09.12 21시) 대형지진(규모 5.8) 발생	2,126,927 (2016.07.05) 장마전선 영향, 지속적 많은 비	31,628,397 (2019. 09) 태풍 링링, 타파, 미탁 영향

3.3.2. 기상청 「모바일 웹」 서비스

기상청 모바일 웹 페이지(m.kma.go.kr)는 2010년에 최초로 서비스를 개시하였으며, 스마트폰 등 모바일 디바이스의 웹 브라우저를 통해 접속할 수 있게 되었다. 모바일 시대에 맞게 2019년 12월 날씨누리 홈페이지 전면 개편을 통해 반응형 웹으로 구성되어 PC와 모바일에서 같은 메뉴 및 콘텐츠를 제공하게 되었다.



[그림 3-43] 모바일 페이지 첫 화면, 오늘의날씨, 오늘의바다, 소식·지식

2019년 모바일 웹 이용자는 총 7천2백만 명으로 전체 방문자의 39%를 차지하였으며 전년(6천 8백만 명)에 비해 약 450만 명 증가하였다

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

3.4. WMO 세계기상정보센터 운영

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

GISC서울(<http://gisc.kma.go.kr>)의 책임영역센터로 3개의 DCPC(DCPC WAMIS, DCPC LC-LRFMME, DCPC NMSC)와 1개의 NC를 운영 중이다. GISC서울은 WIS 매뉴얼에 근거하여 책임영역센터의 메타데이터를 관리하고 있으며, 2019년에 메타데이터 버전을 1.3으로 업그레이드하여, 현재 총 655개의 메타데이터를 WIS 체계를 통해 14개 GISC와 유통하고 있다. 아울러 책임영역센터에 메타데이터 가이드라인을 배포하여 효율적인 메타데이터 관리가 이루어지도록 노력하고 있다.

또한, 세계기상기구는 WIS의 안정적인 운영을 위한 감시 체계를 도입하여 15개의 GISC가 순번으로 GISC Watch 임무를 수행하고 있다. GISC서울은 2019년 두 차례의 GISC Watch 임무를 수행하여 GISC의 자료교환 및 메타데이터 동기화 등을 감시하고, GISC 이슈 티켓시스템을 활용하여 보고하였다(3.1.~15., 11.1.~15.).



[그림 3-44] GISC서울(<http://gisc.kma.go.kr>)



[그림 3-45] GISC Watch 모니터링 화면



특히 15개 GISC의 메타데이터 불일치 해소를 위해 GISC서울과 GISC오픈바호가 WIS 메타데이터 제공 기준센터로 지정되어, GISC서울이 6개의 GISC에서 WIS 메타데이터를 제공하는 기준센터 역할을 수행 중이다.

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

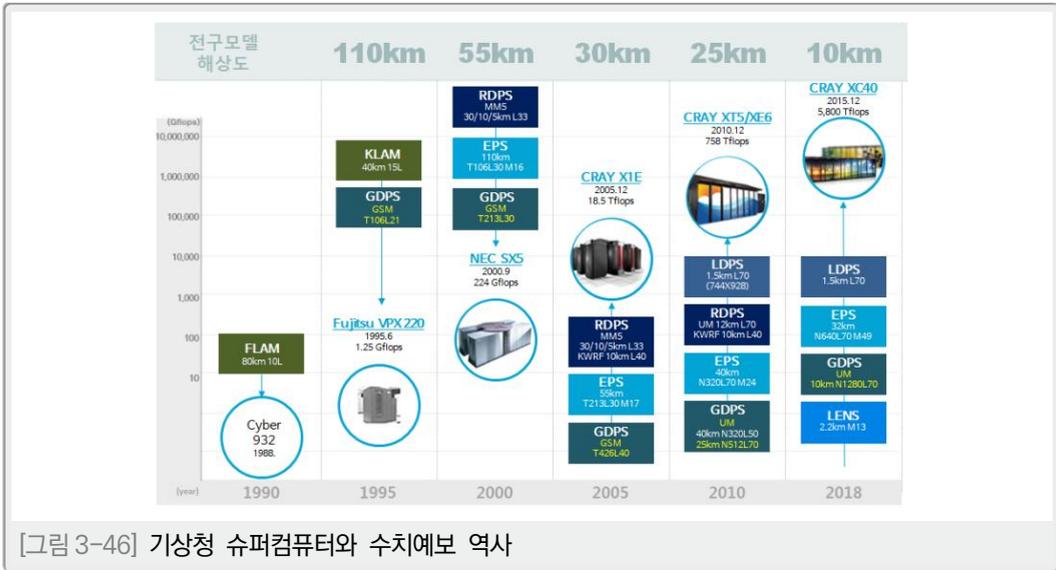
4

기상슈퍼컴퓨터 운영

☞ 관측기반국 / 국가기상슈퍼컴퓨터센터 / 기상사무관 / 오하영

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

현재 운영 중인 슈퍼컴퓨터 4호기는 2013년 4월 도입 기본 계획 수립을 시작으로 2015년 12월 구축 완료한 미국 크레이(Cray)사의 XC40 시스템이다.

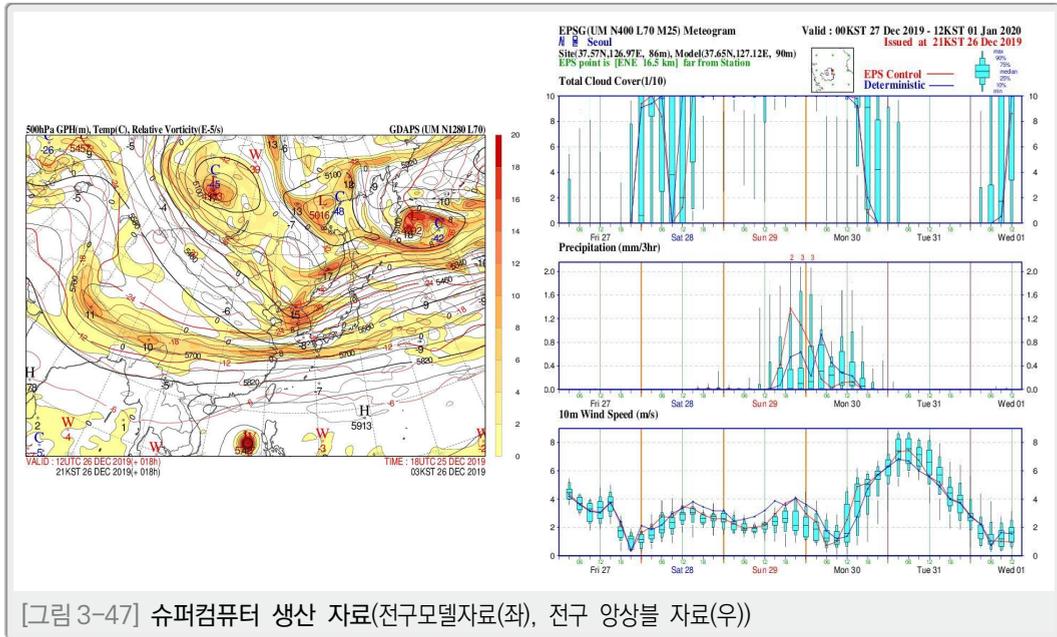


[그림 3-46] 기상청 슈퍼컴퓨터와 수치예보 역사

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

기상슈퍼컴퓨터는 현재 10km의 수평해상도를 갖는 전지구모델(Unified Model)을 비롯하여 한반도영역을 대상으로 하는 1.5km 고해상도 국지모델, 해상파고 예측을 위한 파랑예측시스템, 폭풍해일예측시스템, 황사예측모델 등 약 20여종의 수치예보 현업 모델들을 매일 100회 이상 수행하여 약 18TB의 데이터와 16만장 이상의 예상일기도를 비롯하여 고해상도·고품질의 수치예보 자료를 생산하고 있다.

이렇게 생산된 수치예보 자료는 기상청의 예보관뿐만 아니라 유관기관과 기상사업자에게 실시간으로 제공되어 기상산업을 활성화하고 기상산업의 부가가치 창출에 활용되고 있다. 또한 아시아 및 아프리카 지역 31개 개발도상국 373개 도시에도 수치예보 자료를 지원함으로써 우리나라 국력 향상에 기여하고 있다.



[그림 3-47] 슈퍼컴퓨터 생산 자료(전구모델자료(좌), 전구 앙상블 자료(우))

한편, 국가기상슈퍼컴퓨터센터는 기상, 기후 등 대기과학 분야에서의 슈퍼컴퓨터 활용 능력 향상과 관련분야 전문 인력 양성을 지원하기 위해 슈퍼컴퓨터 4호기 우리시스템(이론성능 447TF)을 외부 사용자에게 개방하여, 2019년 12월 기준 서울대, 연세대, 공군기상단을 비롯한 16개 기관 80여명에게 슈퍼컴퓨터 자원과 기술지원 서비스를 제공하고 있다. 이를 통해 한국형수치예보모델(KIM) 개발, 아시아 태평양 기후정보서비스 및 연구 개발, 대기오염 연구 등이 수행되었다.

또한 국가기상슈퍼컴퓨터센터에서는 기상수치모델자료 대용량화 및 네트워크 성능 등의 문제로 인한 자료교환 성능을 제고하고자 2017년 APEC기후센터, 2018년 부산대학교와 부경대학교, 그리고 2019년에는 공주대학교에도 Science DMZ 데이터 전송망을 구축하였다. Science DMZ는 한국과학기술정보연구원에서 제공하는 대용량데이터 전송 네트워크로 성능 저하 없이 대용량 데이터 전송이 가능한 시스템과 네트워크의 복합 구조를 말한다. Science DMZ 구축으로 기존에는 1초에 10MB 밖에 전송하지 못하던 데이터를 1초에 50MB 이상 전송할 수 있게 되었다.

[표 3-28] 2019년 슈퍼컴퓨터 4호기 공동활용시스템 '우리' 활용

기관명	연구 내용	비고
한국형수치예보모델 개발사업단	양상블 자료동화 기법 개발 및 검증	산하 기관
APEC기후센터	필리핀 계정예측시스템 개발을 위한 민감도 실험	
수자원공사	기상청 & K-water 수문기상 업무 협력	공공 기관
공군기상단	공군 수치예보시스템 예비체계로 활용	R&D
한국전자통신연구원	정지궤도 기상위성 지상국 개발	R&D
공주대학교	LES 모형 기반 도심 건물숲 규모 3차원 기상정보 산출 기법 개발	R&D
	국가 기후변화 대응정책 지원을 위한 지역기후 상세화 기법 고도화 및 상세 기후변화정보 산출	
	통계적 상세화 기반 한반도 상세 기후변화 전망 자료 산출	
부경대학교	고해상도 가뭄 상황 감시 시스템 연구	R&D
	기후환경 분야 활용기술 개발(Ⅲ)	
	영상 장면분석/표면 알고리즘 개발(Ⅵ)	
부산대학교	수치 모형을 이용한 열대 심층대류에 대한 에어로졸의 영향 규명	R&D
	중위도 기후에 영향을 미치는 원격 예측인자 규명 및 통계 예측 모델 개발	
	해들리 순환의 역학 이해 및 전지구 해수면 온도 변화의 영향 메커니즘 규명	
	RCP 및 SSP 시나리오에 근거한 WRF를 이용한 CORDEX 동아시아에서의 상세 기후변화 정보 산출	
	대기질과 기상이 상호작용하는 대기질 예보모델 구축연구	
	동북아 장거리이동 대기오염물질 국가간 상호 영향 공동 연구	
서울대학교	Bottom-up 모델링 기반의 동아시아 지표면 탄소플럭스 모의 연구	R&D
	강수 예측 향상을 위한 bulk 구름 미세물리 모형 개발	
연세대학교	지구시스템모델 개발을 위한 선진 에어로졸 과정 진단 및 결합 기술	R&D
	비가역적 기후변화 연구	
	한반도 호우 환경의 특이성과 호우 시스템 발생의 관계 이해	
	기후 환경 분야 활용 기술 개발(Ⅲ)	
	대류 규모 양상블 자료동화 시스템의 고도화를 통한 고품질의 위험기상 확률 예측 정보 생산	
	북극권 관측거점 기반 미래 환경 예측 모델링 기술 개발	
	Top-down 모델링 체계 기반의 동아시아 지표면 탄소플럭스 진단 연구	
	하이브리드 양상블-변분 자료동화 방법을 이용한 기후변화-기상재해 분석 및	



기관명	연구 내용	비고
	예측의 불확실성	
	라그랑지안 구름모델을 활용한 개선된 구름미세물리 모수화의 수치예보모델의 적용 및 에어로솔이 강수에 미치는 영향분석	
울산과학기술원	대기질과 기상이 상호작용하는 대기질 예보모델 구축연구	R&D
전북대학교	선진 해양-생지화학 시스템 결합 모델 개발	R&D
이화여자대학교	'17년도 '기상기술개발사업'인 수치예측 활용 성능 개선과 미래형 기상·기후 감시 연구를 위한 최적 관측망 설계 수행	R&D
	동해안 지역의 동풍유입과 관련한 기상특성 이해	
포항공과대학교	인도양-태평양 상호작용 및 동아시아 기후와 관련성 연구	R&D
	CCLM 지역기후모델을 이용한 RCP 및 SSP 시나리오 기반의 동아시아 상세 기후변화정보 산출	
전남대학교	대서양 변동성에 기인한 한반도 기후예측 기술 개발	R&D
한양대학교	장주기 규모에서 열대 대양간 상호작용이해를 통한 한반도 기후예측 기술 개발	R&D

5

기상청 정보보호 관리체계 및 기술적 보안 강화

⚙ 관측기반국 / 정보보호팀 / 방송통신사무관 / 이봉주

기상청은 2010년부터 웹해킹 시도 및 비인가 접근 등 각종 보안 위협으로부터 24시간 365일 사이버안전센터를 통한 실시간 보안관제를 수행하고 있다. 이는 사이버 침해 발생 시 초동 조치, 원인분석 및 재발 방지 대책을 마련하여 대국민 기상정보서비스를 안정적으로 제공할 수 있도록 지원해 왔다.

기상청은 꾸준히 증가하는 사이버공격 및 침해에 대해 보다 전문적이고 책임성을 높이기 위해 사이버보안 전문 인력 4인 증원을 위한 예산 확보 등 조직의 정보보호 기반 강화에 노력을 지속하고 있다.

이를 위하여 정기적 보안감사(본청 6국 3과, 소속기관 15소, 산하기관 3소)를 수행하여 보안 의식을 높였고, 외부 용역사업을 수행하는 인력에 대한 주기적 교육·실태 점검 및 불시 보안점검을 통해 인적·물리적 보안 취약요소를 지속적으로 개선하였다. 그리고, 사이버테러 및 내부 정보 유출 등 보안사고 방지를 위해 사이버공격 대응 실전훈련(8월),

개인정보 유출사고 및 재난·재해 대비 위기대응 모의훈련(12월)을 실시하고 주요 정보시스템의 취약점 점검(120건), 정보화사업에 대한 보안성 검토(133건)를 수행하여 안전한 기상업무 수행을 위한 정보시스템의 보안대책을 강화하였다.

주요정보통신기반시설에 대한 취약점 분석 평가 수행(3~7월) 및 연관시스템(서버, DB, 네트워크, 보안장비 등 총 248대)의 취약점을 분석하고, 자료 보안관리 강화를 위해 오래된 자료중계시스템을 교체(8월)하였다. 통합보안관제시스템(ESM) 개선(9월) 및 무선 네트워크 침입차단시스템을 설치(12월)하여 고도화되는 사이버위협에 선제적 대응하기 위한 예방 체계를 구축하는 등 기상예보, 관측, 자료 분석 및 기상정보 전달의 효율성과 안전성 확보에 기여하였다.

최근 개인정보의 유출·노출 및 탈취와 관련하여 사이버 공격이 꾸준히 증가하면서 개인정보 보호에 대한 관심이 높아짐에 따라, 기상업무 수행 및 기상정보서비스를 위해 수집·이용하고 있는 기상청 보유 개인정보에 대한 관리 실태를 주기적으로 점검하고 있다.

대국민 서비스 홈페이지를 대상으로 개인정보 노출 진단 및 모니터링을 할 수 있는 솔루션을 고도화(4월)하였고 업무용 PC 내 개인정보 파일 검출·암호화 등에 대한 운영 정책 변경·시스템 개선(12월)을 통해 개인정보 유·노출 위험을 사전 예방하고자 기반을 구축하였다.

고도화, 지능화하는 사이버 침해활동 증가 및 인적 보안 사고에 대비하여 전직원 직장 교육(1,007명) 및 정보보호 담당자 전문 교육(35명), 정보화 용역사업 담당자 보안 교육(45명) 등 목적별 교육을 실시하여 정보보안 및 개인정보 보호에 대한 전 직원의 보안 의식을 향상시켰다.



[그림 3-48] 정보화 용역사업 담당자 보안 교육('19.3.5.(좌)), 전직원 직장교육('19.6.3.(우))

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



제3장 기후 및 기후변화

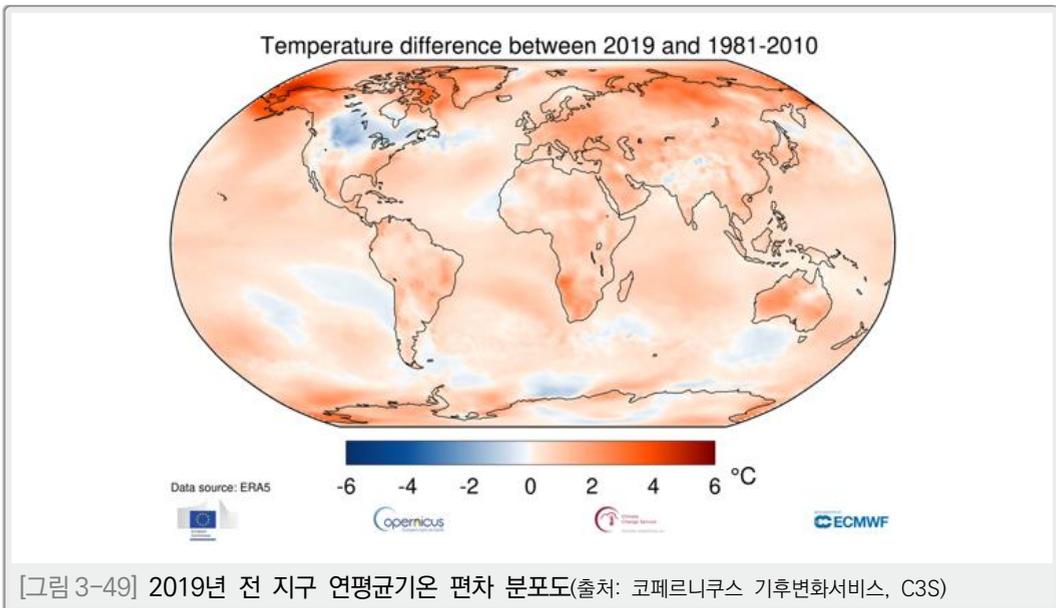
1 2019년 전 지구 기후특성

기후과학국 / 기후변화감시과 / 기상사무관 / 임교순

1.1. 평균기온

2019년 전 지구 평균기온은 평년(1981~2010년)보다 0.6°C 높아, 2016년에 이어 역대 두 번째로 기온이 높았던 해로 기록되었다.

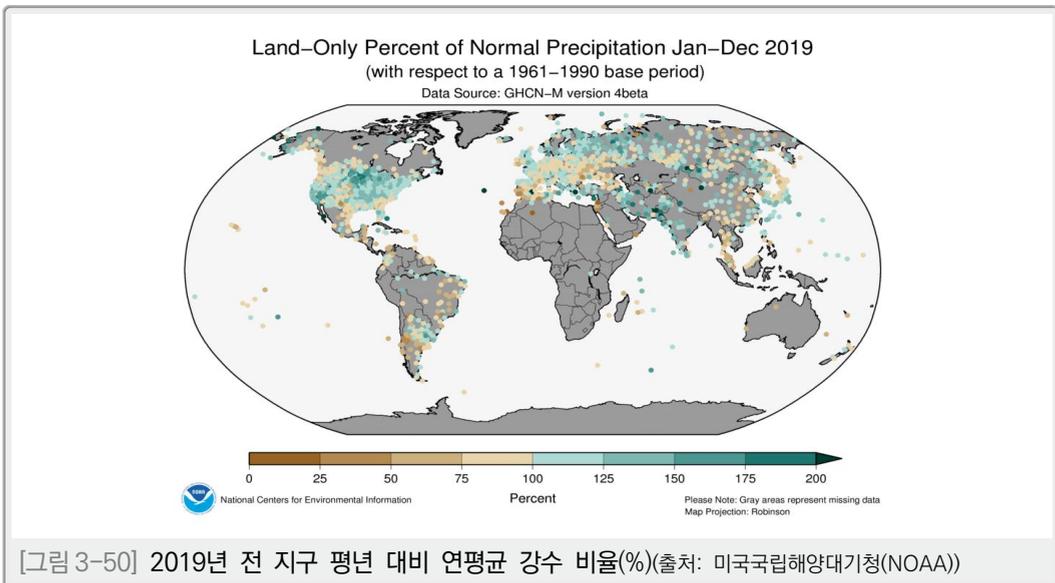
이로써 전 지구 평균기온이 높았던 5순위가 모두 최근 5년(2015~2019년) 이내에 나타났으며, 이 기간동안 전 지구 평균기온은 IPCC에서 정의한 산업화 이전 기준 시기(1850~1900년) 대비 약 1.1~1.2°C 증가하였다. 따라서 최근 5년(2015~2019년)과 최근 10년(2010~2019년)은 역대 가장 더운 5년과 10년이 되었다.



2019년에는 북극 대부분 지역의 기온이 이례적으로 높았고, 유럽 남부와 동부, 아프리카 남부, 오스트레일리아 등 대부분 대륙이 최근 평균보다도 더웠다. 특히, 알래스카는 유난히 더웠던 반면, 북미 대부분 지역의 기온은 최근 평균보다 낮아, 2019년 2월에는 북미를 중심으로 한파와 폭설이 나타났다. 한편, 유럽은 역대 가장 더운 해를 기록하였고, 특히, 6~7월에는 스페인, 프랑스, 독일 등 유럽 대부분 지역에서 관측 사상 최고기온을 기록할 정도로 폭염이 기승을 부렸다. 일본에서도 5월 말과 7월에 이례적인 폭염이 나타났고, 호주도 건조하고 뜨거운 여름을 보냈다.

1.2. 평균 강수량

북아메리카 미국의 경우, 9월 역대로 매우 강한 허리케인으로 산사태와 폭우가 일어났으며, 이로 인한 경제적 손실은 30억 달러에 달했다. 남아메리카 아르헨티나는 평년보다 많은 강수량이 내렸으며, 특히 5월 초의 폭우로 60만 헥타르가 피해를 입고, 약 700여 명의 이재민이 발생했다. 서·중 유럽의 경우, 지난 여름 34일 연속으로 비가 내리지 않아 폭염을 가중시켰다. 아시아의 경우, 여름몬순(6~9월)동안 평년 대비 10% 가량 많은 비가 내렸고, 서이란은 15일(3월 17일~31일) 연속으로 전례없는 강수가 발생했다. 호주의 경우, 매우 강한 인도양 쌍극자 패턴 때문에, 연평균 누적강수량이 277.6mm로 120년 만에 가장 적은 강수 기록을 세웠다. 이는 가뭄과 산불로 이어져, 1950년대 이래로 5배나 많은 폭염이 발생하였다.

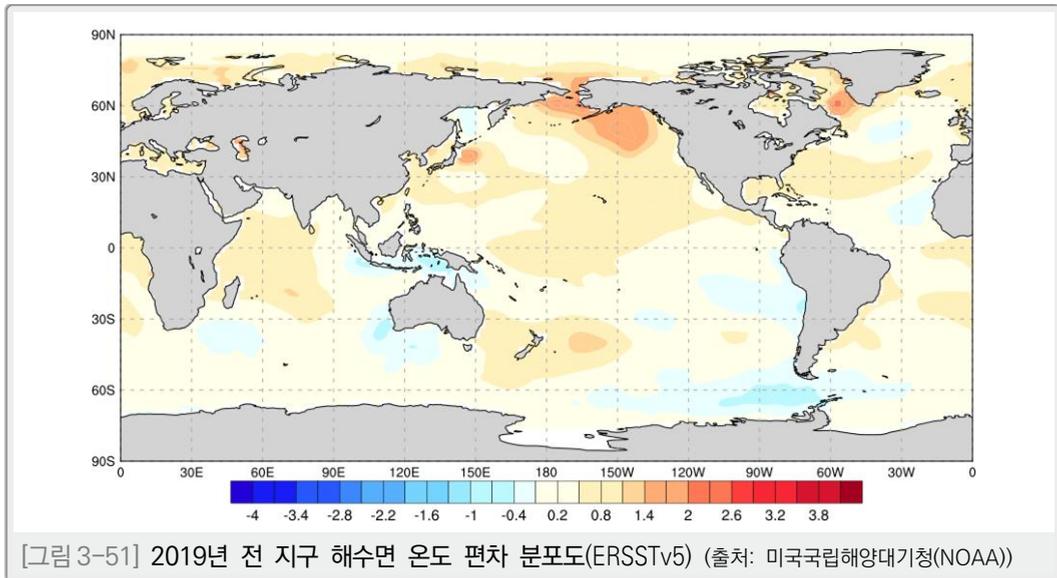




2019년 열대성 저기압(Tropical cyclone)은 북반구 4개의 모든 해역에서 11월 17일 까지 총 66개가 발생하여, 평균(장기 평균 56개)보다 많이 발생하였다. 2019년 가장 강력했던 ‘도리안(Dorian)’은 8월 말경 대서양 서부에서 5등급 강도로 발달하여 9월 1일 바하마에 상륙하면서 약 30억 달러에 달하는 경제적 손실과 인명 피해를 입혔다.

1.3. 해수면 온도

2019년 해수면 온도는 열대 동태평양과 동인도양 등 일부 지역을 제외하고는 전체적으로 평년보다 높은 분포를 보였으며, 2016년, 2015년에 이어 세 번째로 높았다. 특히, 북태평양의 대부분 해역과 베링해, 캐나다 서쪽 해상, 북대서양, 북극해를 중심으로 해수면 온도가 평년보다 약 1℃ 내외로 높았다(그림 3-51).



2018년 9월에 시작된 엘니뇨는 약한 엘니뇨 상태를 유지하다가 2019년 6월에 종료되었다. 이후에도 지속적으로 서-중태평양을 중심으로 평년보다 높은 해수면 온도를 보이고는 있으나, 엘니뇨·라니냐 감시구역(5°S-5°N, 170°W-120°W)의 해수면 온도가 평년보다 약간 높은 상태여서 엘니뇨로 발달하지 못하고 중립상태를 유지하였다(표 3-29).

인도양에서는 서인도양의 해수면 온도는 높은 반면 동인도양의 해수면 온도가 대체로 평년보다 낮은 분포를 보였으며, 가을철에 이례적으로 강한 양의 인도양 쌍극자 패턴(Indian Ocean Dipole, IOD)⁹⁾이 나타났다.

기상청의 엘니뇨·라니냐 정의

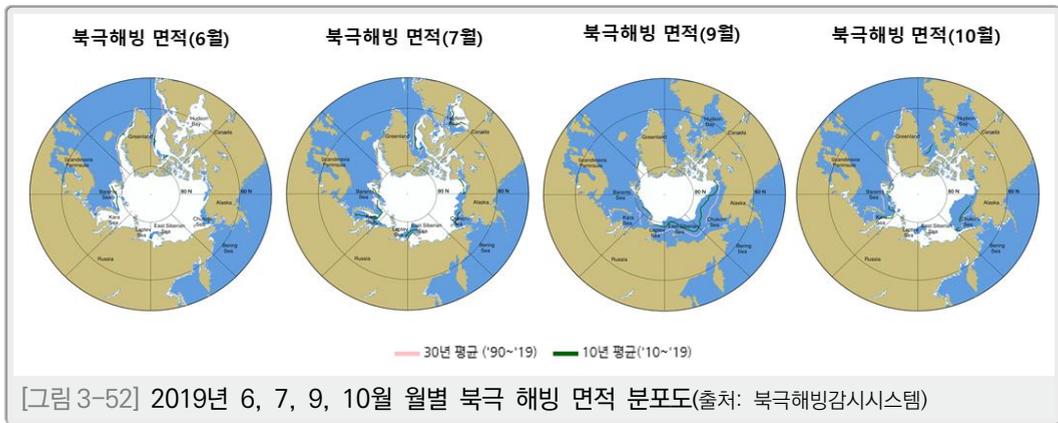
엘니뇨 감시구역(열대 태평양 Nino 3.4 지역 : 5°S~5°N, 170°W~120°W)에서 3개월 이동 평균한 해수면 온도 편차가 +0.5°C 이상(-0.5°C 이하) 5개월 이상 지속될 때 그 첫 월을 엘니뇨(라니냐)의 시작으로 봄

[표 3-29] 2017년~2019년 엘니뇨·라니냐 감시구역의 3개월 평균 해수면 온도 편차(ERSSTv5)

연도 \ 3개월 평균	1월 (전년 12~2)	2월 (1~3)	3월 (2~4)	4월 (3~5)	5월 (4~6)	6월 (5~7)	7월 (6~8)	8월 (7~9)	9월 (8~10)	10월 (9~11)	11월 (10~12)	12월 (11~익년 1)
2017	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.4	0.5	0.3	0.0	-0.3	-0.6	-0.7	-1.0
2018	-0.9	-0.9	-0.7	-0.4	-0.1	0.1	0.2	0.2	0.4	0.7	0.9	0.9
2019	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7	0.6	0.4	0.2	0.2	0.4	0.6	0.6

1.4. 북극 해빙

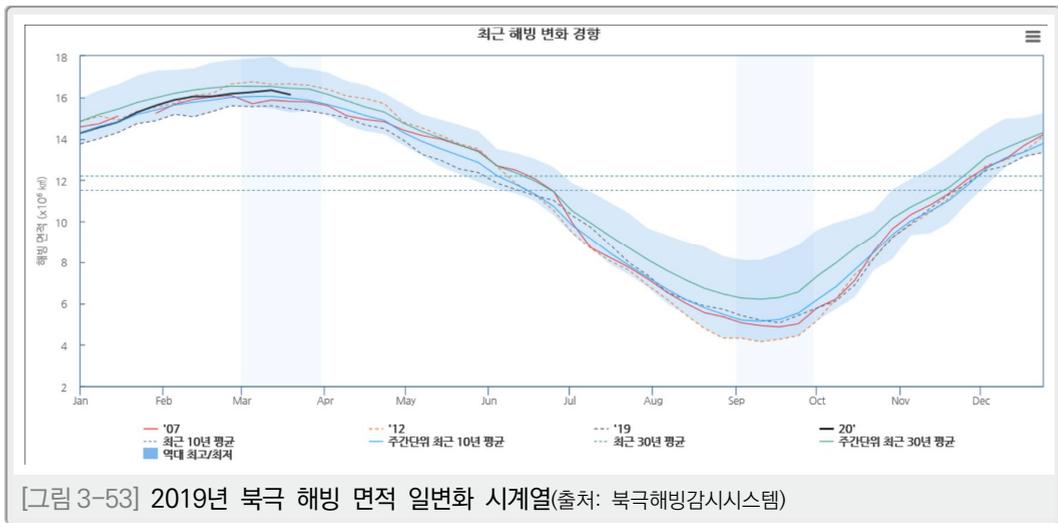
북극 해빙은 지면에 도달하는 태양에너지의 계절적인 변화로 인해 겨울철에 증가하고, 여름철에는 감소하는 연 변동을 보인다. 2019년 내내 북극 해빙 면적은 평년보다 적었으며, 특히, 6월은 위성 관측을 시작한 이래로 두 번째, 9월은 세 번째, 7월과 10월은 역대 최소 면적을 기록하였다. 주로 버포트, 척치, 동시베리아, 랍테프 해 지역을 중심으로 평년보다 많이 감소하였다(그림 3-52).



9) 인도양 쌍극자(Indian Ocean Dipole, IOD) 모드: 인도양 열대 수역의 동쪽과 서쪽에서의 뚜렷한 해수면 온도 편차에 의해 발생함. 인도양 동북쪽에서 수온이 낮아지고, 반대로 인도양의 중앙부와 서쪽의 수온이 상승하게 되는 현상은 양의 패턴을, 반대 현상은 음의 패턴을 의미함



2019년 북극 해빙 면적은 1, 2월까지는 2018년에 비해 큰 감소를 보이지 않았으나, 3월 하순 이후, 베링해, 오호츠크해 지역을 중심으로 급격하게 감소하기 시작하여 8월 초까지 9월 역대 최소 면적을 기록한 2012년과 매우 유사한 경향을 보였다. 그러나 8월 중순부터 대기 순환장 변화로 인해 북극 해빙 감소 추세가 약해져 2019년 9월은 역대 세 번째로 적은 해빙 면적을 기록하였다. 9월 둘째 주 북극 해빙의 연중 면적은 최소를 기록한 이후 증가 추세로 돌아서 꾸준히 증가했으나 10월은 역대 최소를 기록하였고, 12월까지 여전히 평년보다 적은 상태를 유지하였다(그림 3-53).



[그림 3-53] 2019년 북극 해빙 면적 일변화 시계열(출처: 북극해빙감시시스템)

2

기후업무의 정책 기반 강화

2.1. 기후업무 로드맵(2019~2028) 수립

⚙ 기후과학국 / 기후정책과 / 기상사무관 / 조구희

새로운 기후 환경 변화에 신속히 대응하고 범국가적 기후·기후변화 정책 지원 강화를 위해 기후과학국에서는 지속가능하고 미래지향적 기후업무 추진 로드맵(2019~2028년)을 수립하였다. 본 로드맵은 기후정보 정확도 향상과 정보제공 확대로 국내 기후과학 분야를 주도하고, 국내 기후분야 부처 협업 및 기후변화대응 역량 강화를 통해 신기후체제의 대응에 기여하는 비전을 두고 있다.

신뢰도 높은 기후정보 생산·제공을 위해서는 차세대 기후예측 시스템 개발 등으로 선진국 수준의 기후예측 역량을 확보하고, 기후감시-이슈분석-예측정보를 연계한 시의적절한 기후정보 서비스를 강화하고 단순자료 제공에서 의사결정 지원정보 확대, AI, 빅데이터 등 신기술 기반의 기후·해양 예측 서비스 제공 등을 중점 추진하고자 한다.

또한 국내외 기후변화 대응 주도를 위해서는 기상청 중심 정책이 아닌 부처 협업을 강화하여 정책 시너지 효과를 증가시키고, 국내 기후·기후변화 연구는 현업화 기술 개발 중심으로의 구조 개편 추진, 기후변화과학 국제 이슈에 대한 신속한 대응 체계 구축을 위해 신·구, 민·관 기후변화 전문가 파트너십을 강화하고자 한다.

위 세부전략을 중심으로 단기(2019~2021년/3년) 및 중·장기적(2022~2028년) 목표를 단계적으로 이행하여 기상청은 기후정보 정확도 향상 및 서비스 확대로 국내 기후과학 분야를 주도하고 기후정책의 중추적 역할을 수행하고자 한다.

2.2. 2019년 기후서비스포럼 운영

⚙ 기후과학국 / 기후정책과 / 기상사무관 / 조구희

최근 폭염, 한파 등 이상기후 증가에 따라 기후·기후변화 사회적 이슈의 적극적 대응과 국민 소통 강화를 위해 관계부처, 공공기관, 학계, 산업계, 민간(NGO) 등 다양한 분야 총 40여명의 위원이 참여한 2019년 기후서비스포럼을 구성·운영하였다.

본 포럼에서는 수요자 중심 신규 기후서비스(12건)를 발굴하여 연도별 단계적 이행 기반 마련하고, 국민들이 궁금해하는 기후·기후변화 이슈 소통 주제를 발굴하여 상위 우선순위 주제에 대해서 단기 조사·분석을 거쳐 그 결과를 사회 공론화하는 등으로 국민 소통 강화를 추진하였다.

특히 2019년 기후이슈 사회공론화는 계절길이 변화와 사회적 영향, IPCC 제6차 평가보고서 기반 전지구 기후변화 전망을 주제로 국회기후변화포럼과 공동으로 11월 “기후변화에 의한 국민 영향 포럼”을 국회의원회관에서 개최하였다. 본 포럼은 한정에 국회의원을 비롯한 국회, 언론, 시민단체, 대학, 관련 전문가 등 120여명이 참여하였고, SBS, 조선일보, 중앙일보 등 메이저급 언론사에서 16건이 보도되는 성과가 있었다. 또한 카드뉴스를 제작하여 기상청 SNS 통한 온라인 홍보를 실시하였고, PT 교육자료를 제작하여 부산, 대전, 제주, 전주에서는 지역 기후서비스포럼을 연계 운영하여 전국적으로 홍보하였다.

2019년 기후서비스포럼은 이해하기 쉽고 활용하기 쉬운 ‘기후·기후변화 정보’ 서비스 추진과 국민 눈높이에 맞는 새로운 국민참여 방식의 소통 강화를 추진하여 궁극적으로 국민들의 기후변화 대응 행동 촉진에 기여하고자 하였다.



[그림 3-54] (a) 기후변화에 의한 국민 영향 포럼 개최(11.15./국회) (b) 기후변화에 의한 국민 영향 포럼 언론보도(16건) (c) 기후변화 전망 관련 The Korea Times 기고(12.2.) (d) 기상청 SNS 활용 홍보(11.20~26.)

2.3. 한반도 상공의 미세먼지 관측

기후과학국 / 기후정책과 / 기상사무관 / 임주연

한반도에서 국지적으로 발생하거나 중국에서 유입된 에어로졸은 우리나라의 기후와 대기질에 큰 영향을 미치고 있다. 에어로졸은 대기 중의 액체상, 고체상의 입자를 의미하는 것으로 미세먼지도 여기에 포함된다. 최근에는 고농도 미세먼지 현상이 빈번하게 발생하고 있어 개인의 건강관리를 위해 국민의 관심이 증가하고 있다. 정부는 지난해 4월, 미세먼지를 국민안전에 위협이 되는 ‘사회재난’으로 지정하였다. 이러한 국민의 수요에 발맞춰 나가기 위해 에어로졸 정보를 개선하고 관측망을 보다 확대하게 되었다.

한반도의 에어로졸 감시를 위해서 학·연·관으로 구성된 한반도 에어로졸 라이다 관측 네트워크(Korea Aerosol LIDAR Observation Network : KALION)를 운영하고 있으나, 높은 장비가격과 운영기술 부족으로 확대에 어려움이 있다. 라이다는 대기 중으로 레이저를 발사하여 에어로졸과 구름에 의해 산란되는 빛을 측정하는 원리를 갖고 있으며, 운고계와 원리가 같다. 11개 지점의 운고계의 원시자료를 활용하여 알고리즘을 개선하여 에어로졸 연직분포를 산출하였다. 6곳의 에어로졸 라이다와 11곳의 운고계 자료, 그리고 위성과 지상관측자료를 활용하여 한반도 상공의 에어로졸 입체 감시망을 구성하였다.

기존의 미세먼지 관측자료(유관기관 미세먼지 관측자료)는 지상 관측지점의 값만 제공하였지만 기상청은 한반도 상공의 미세먼지 분포와 이동경로를 그래픽으로 보기 쉽게 자료를 제공한다(www.kalion.kr). 높은 가격의 에어로졸 라이다를 대신하여 기상 관서에서 운영하고 있는 운고계 관측망을 활용하여 예산 절감 효과와 에어로졸 관측 공백 해소의 성과를 가져왔다. 또한 미세먼지 유출입 등 다양한 연구분야의 활용과 미세먼지 예보 정확도 향상에도 기여하고 있다.





3

장기예보

- ⚙ 기후과학국 / 기후예측과 / 기상사무관 / 서태건
- ⚙ 기후과학국 / 기후예측과 / 기상사무관 / 박수희
- ⚙ 기후과학국 / 기후예측과 / 기상사무관 / 최철운

3.1. 동아시아 계절몬순 전망 합동 생산

1998년부터 한국기상청의 제안으로 동아시아 지역의 계절(여름, 겨울)전망 합동 생산 및 기후예측 기술교류를 위한 「한·중·일 장기예보전문가 합동회의」가 운영되고 있다. 여름철 전망을 위한 봄철 합동회의는 WMO RAII 지역기후포럼(RCOF¹⁰)인 아시아지역 기후감시·평가·예측에 관한 포럼(FOCR¹¹)으로 2005년부터 중국 북경기후센터(Beijing Climate Centre(BCC))의 주관으로 개최하고 있고, 겨울철 전망을 위한 합동회의는 2013년부터 동아시아 계절전망 포럼(EASCOF¹²)으로 한국, 일본, 몽골이 번갈아 주관하여 가을철에 개최하고 있다.

2019년 아시아 지역 여름철 몬순 전망을 위한 제15차 FOCRAII 회의는 중국 난닝에서 5월 8일~10일 개최되었다. 한·중·일·몽 장기예보 전문가 외에 WMO, ECMWF, 미국, 러시아, 베트남, 북한 등에서 전문가들이 참가한 이번 회의는 동아시아·동남아시아·인도 몬순의 전망, ENSO 및 계절전망에 관한 토론, 기후예측 기술에 대한 정보 교환 등이 이루어졌다. 한국기상청은 이번 포럼에 참가하여 2018/2019년 겨울철 기후특성과 2019년 여름철 기상전망에 대한 발표를 하였다.

제7차 EASCOF 회의는 몽골기상청의 주관으로 울란바토르에서 11월 5일~7일 개최되었다. 이번 회의에는 한·중·일·몽 기상청 장기예보 전문가 및 기후예측전문가들이 참가하여 동아시아 지역의 2019년 여름철 기후특성분석 결과를 공유하고, 2019/2020년 겨울철 몬순 및 동아시아 겨울 몬순에 영향을 주는 요인 분석, ENSO 현황 및 전망 등에 대한 결과를 논의하고, 최신 연구 동향에 대한 정보와 함께 장기예보 기술력 향상을 위한 교류가 있었다. 한국기상청은 2019년 여름철 기후특성과 2019/2020년 겨울철 전망 외에도 이상기후 서비스 현황에 대해 소개했으며, 각국에서는 한국의 장기예보 생산과

10) Regional Climate Outlook Forum

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

12) East Asia Seasonal Climate Outlook Forum

모델(WMO LC-MME, GloSea5)활용에 대한 많은 관심을 보였다. 향후에도 동아시아지역 장기예보 전문가들과의 기술 교류를 통해 인적 네트워크 및 국제협력체계를 지속적으로 운영해 나갈 계획이다.



[그림 3-56] 제 15차 아시아지역 기후감시·평가·예측에 관한 포럼('19.5.8.)



[그림 3-57] 제 7차 동아시아 겨울철 기후전망 포럼('19.11.5.)

3.2. 국내 학·연·관 기후예측기술 교류

기상청의 장기예보 역량 강화를 통한 장기예보 서비스 향상과 기후예측기술 활용방안을 모색하고자 국내 기후예측전문가와 지방청/지청 장기예보관을 초청하여 「2019년도 학·연·관 기후예측기술 교류 워크숍」을 서울 연세대 세브란스 빌딩에서 7월 25~26일 이틀간 개최하였다. 기후예측분야 전문가간의 기술교류와 과학적 협력을 강화하기 위해 마련된 이번 워크숍에는 기후 R&D 연구책임자, 세부과제 책임자 및 연구 참여자, APCC, 지방청/지청 장기예보관, 관련부서 담당자 등 총 102명이 참석하였다. 이번 워크숍에서는 장기예보 역량 강화를 위해 지정과제로 추진되고 있는 각 R&D 과제와 APCC 연구과제에 대한 추진실적 및 계획, 장기예보 정확도 및 서비스 향상을 위한 추진 업무를 공유하였으며, 장기예보 서비스 향상 방안에 대한 활발한 토의가 이루어졌다. 향후에도 기후예측기술 개발 결과 공유를 통해 학·연·관간의 시너지 효과를 극대화하고, 기후예측기술 활용 및 현업서비스 연계방안 마련을 위해 기후예측분야 전문가간의 소통과 협력을 강화해 나갈 계획이다.



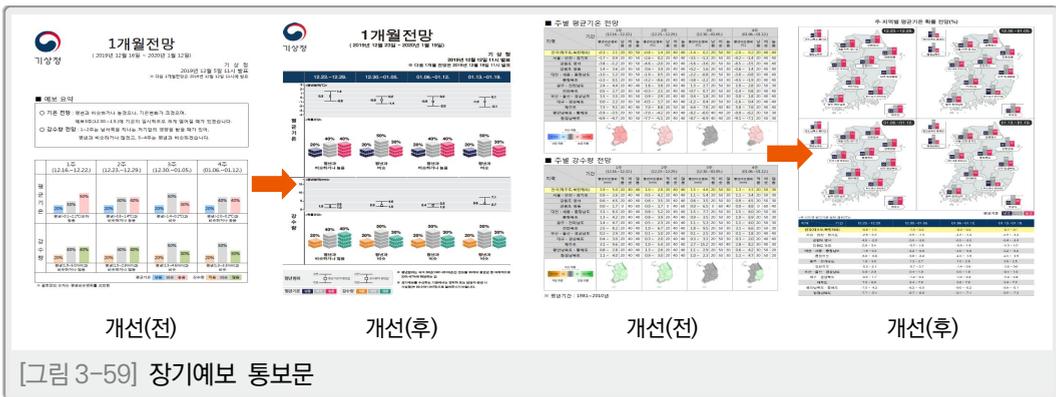
[그림 3-58] 2019년도 학·연·관 기후예측기술 교류 워크숍 개최(19.07.25.)

3.3. 장기예보 통보문 개선

사용자가 장기예보 정보를 쉽게 이해하고 활용할 수 있도록 장기예보 통보문의 가독성을 향상시키기 위해 개선을 추진하였다. 사용자(내부직원 및 대국민)들의 의견(설문:7.11.~21.)을 적극 반영하여 개선안을 마련하였다. 주요 개선 내용은 확률장기예보에서 기준값으로 활용되는 평년비슷 범위를 수치로 제공하던 것을 직관적으로 이해할 수 있도록 그래프로, 확률을 표현하는 그래프를 입체 막대그래프로 표현하였다. 이에, 평년비슷에 대한 경향성 파악이 용이해졌으며 기온과 강수에 대한 확률예보의 가독성 또한 향상시켰다.

그 외 주요 개선 내용으로는 표로 제공하던 12개 권역에 대한 기온과 강수량의 확률예보를 우리나라 지도 위에 표현함으로써 지역에 대한 장기예보를 한눈에 알아볼 수 있도록 가독성을 향상 시켰다.

이렇게 개선된 통보문은 1개월전망은 12월 19일부터, 3개월전망은 12월 23일부터 제공하고 있다.



[그림 3-59] 장기예보 통보문

4

기후변화감시 및 전망

4.1. 기후변화감시 현황 및 종합 기후변화정보 서비스

기후과학국 / 기후정책과 / 기상사무관 / 임주연

기후과학국 / 기후변화감시과 / 기상사무관 / 노경숙

4.1.1. 지구대기감시 프로그램

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

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

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

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



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

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

2019년에는 전 세계 온실가스 전문가들이 모여서 온실가스 정책과 최신 기술을 공유하는 「제20차 WMO(세계기상기구)/IAEA(국제원자력기구) 온실가스 전문가회의」를 제주에서 개최하였다. 이를 통해 한반도의 온실가스 측정 결과 및 항공·선박·드론 등을 활용한 다양한 방법의 온실가스 측정 기술 등이 소개되었다.

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

4.1.2. 육불화황 세계표준센터 운영

WMO 지구대기감시 프로그램은 육불화황을 체계적으로 감시해야 하는 필요성을 인식하고 1990년대 후반부터 육불화황을 관측하기 시작하였고 안면도 기후변화감시소는 2007년부터 육불화황을 관측해 왔다. 2011년에는 WMO로부터 「세계기상기구 육불화황 세계표준센터」 유치를 승인받아 2012년 10월 WMO와 협력합의서를 체결하고, 2017년 업무협약을 갱신하였다. 2018년까지 전 세계 20개국 53개 관측소에서 육불화황 관측을 수행 중이며, 아시아 지역에서의 상시 연속관측은 안면도 기후변화감시소가 유일하다.

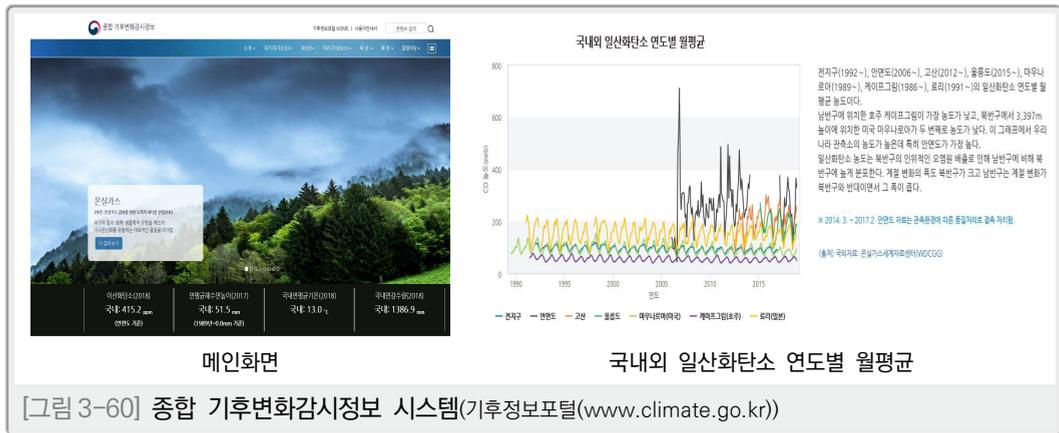
육불화황 세계표준센터는 다음과 같은 업무를 수행한다. 첫째, GAW 관측소의 측정값이 GAW 기준 척도를 따를 수 있도록 지원한다. 둘째, 실험실용·이송용 표준가스를 중앙교정실험실의 1차 표준가스 수준으로 유지하며, 셋째, 관측 자료의 품질을 지원 및 보증하기 위한 자료품질 관리 절차를 개발한다. 넷째, GAW 관측소 대상으로 정기적인 교정과 상호비교활동을 수행하며, 기술원조와 교육훈련과정을 제공한다. 2019년에는 육불화황 세계표준센터 홈페이지를 개설하고, 육불화황 중앙교정실험실과의 비교실험을 실시하였다. 또한 미국 마우나로아 지구급 관측소에 대해 적합성 평가 보고서를 발간하고, 국외 6인을 초청하여 교육훈련과정을 진행하였다.

4.1.3. 종합 기후변화정보 서비스

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

기상청은 ‘종합 기후변화감시정보 서비스 실행계획(2017~2021)’에 따라 2021년까지 핵심기후변수(ECVs¹³) 35개 요소에 대해 매년 단계적으로 서비스하는 것을 목표로 한다.

2019년에는 대기(질소산화물, 이산화황, 일산화탄소, 수증기, 운량), 해양(해상풍), 육상(적설) 7개 분야를 추가하여 2017년부터 누적 22개 요소를 기후정보포털(www.climate.go.kr)을 통해 제공하고 있다. 요소별 기후학적 의의와 전지구와 한반도의 장기적인 경향 및 연관 자료 분석 등을 표출하였으며, 요소별 콘텐츠의 이해도 향상 및 접근성 향상을 위한 사용자 활용가이드를 제공하였다. 또한 종합 분석 정보를 영문판을 발간하여 국제적으로 홍보하였다.



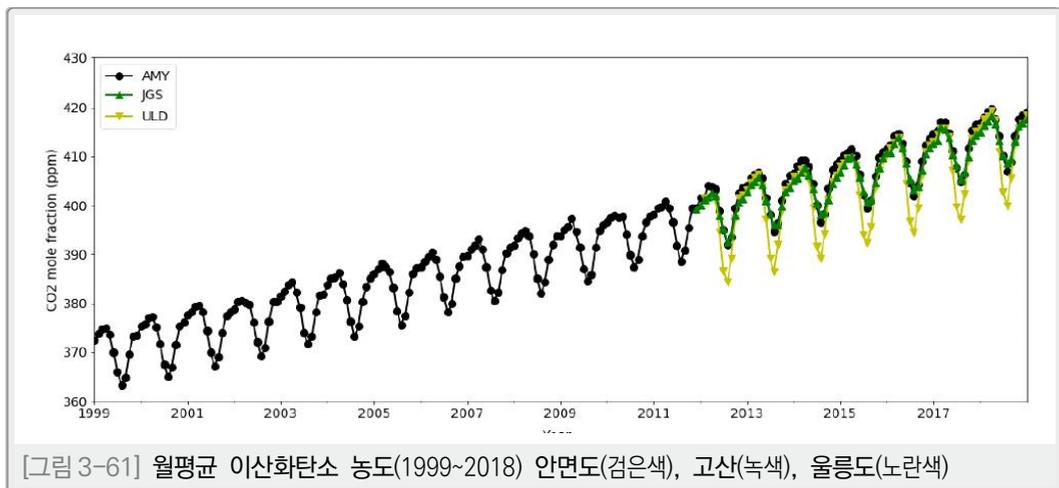
[그림 3-60] 종합 기후변화감시정보 시스템(기후정보포털(www.climate.go.kr))

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

[표 3-30] 한반도 기후변화감시 현황

감시소	안면도	고산	울릉도독도		포항		
			울릉도	독도			
전경							
고도	47.0 m	52.0 m	220.9 m	24.0 m	2.5 m		
관측 시작 연도	온실가스(1999) 반응가스(1998) 에어로졸(1999) 총대기침적(1997) 성층권 오존(1994) 자외선(1999) 대기복사(1999)	온실가스(2009) 반응가스(2012) 에어로졸(2009) 총대기침적(1998) 성층권 오존(2009) 자외선(1999) 대기복사(2008)	온실가스(2012) 반응가스(2015) 에어로졸(2012) 총대기침적(1997) 자외선(2012)	온실가스(2011)	성층권 오존(1994) 자외선(1999)		
위탁 관측소	연세대학교*	광주과학기술원	서울대학교 (광릉 수목원)	남극 세종 과학기지* (극지연구소)	제주 대학교	숙명 여자대학교	남극장보고 과학기지* (극지연구소)
관측 요소	성층권 오존, 자외선	에어로졸 연직분포	산림의 이산화탄소 플럭스	이산화탄소	라돈	중층대기 수증기·오존	이산화탄소 성층권 오존
위탁 지정일	2014. 11. 6	2007. 1. 1	2008. 11. 5	2010. 10. 26	2012. 4. 1	2015. 4. 1	2017. 10. 1

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



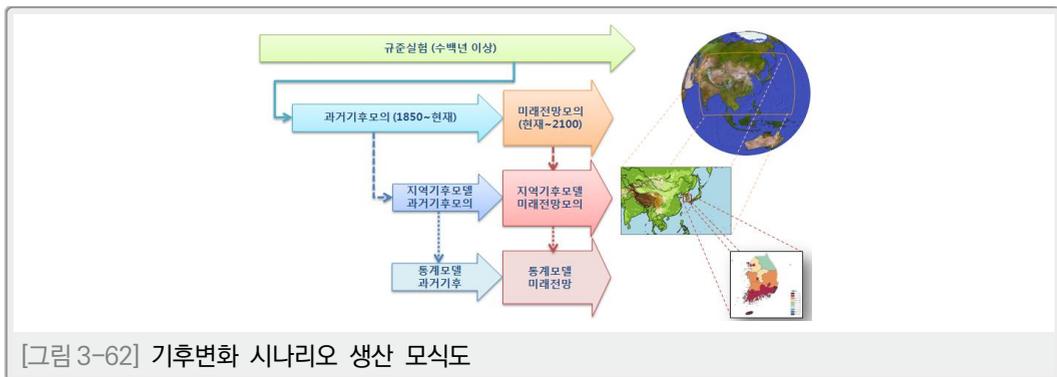
4.2. 기후변화 시나리오 서비스

☞ 기후과학국 / 기후변화감시과 / 기상사무관 / 이진아

4.2.1. 기후변화 대응을 위한 기후변화 시나리오 산출 및 제공

기상청은 기후변화에 관한 정부 간 협의체(Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC) 제5차 평가보고서(2013년)를 위해 대표농도경로(Representative Concentration Pathways : RCP¹⁴⁾ 기반의 기후변화 시나리오를 생산하였으며, RCP 4종(2.6/4.5/6.0/8.5)의 전지구(해상도 135km) 및 한반도(해상도 12.5km) 기후변화 시나리오의 생산을 완료하였다(2012년). 기후변화 영향, 취약성 평가 및 적응대책 수립을 위해서는 상세한 전망자료가 필요하여, 기후변화 적응정책 지원을 위해 우리나라의 상세 지형효과와 기후특성을 고려한 남한상세(해상도 1km) 기후변화 시나리오를 산출하였으며(2012년), 지자체, 공공기관 등에서 손쉽게 활용할 수 있도록 행정구역별로 가공하여 제공하였다. 또한 부문별 기후변화 영향 및 취약성 평가에 활용 할 수 있도록 농업(유효적산온도, 생육도일 등 12종), 보건(열지수, 불쾌지수 등 8종), 방재(표준강우지수 등 2종), 수자원(잠재증발산량, 유역별 강수량 등 4종), 산림(최한월 최저기온지수 등 3종), 생태(기후변화 심각도 지수 등 3종)분야의 기후변화 응용지수 32종을 기후정보포털을 통해 제공하고 있다.

2019년에는 IPCC의 제6차 평가보고서 발간을 위한 사회경제 요소까지 포함한 새로운 국제기준(SSP¹⁵⁾)-RCP을 기반으로 전지구 시나리오를 생산하였다. 사회발전과 온실가스 감축 노력 정도에 따라 4가지의 대표 시나리오(SSP1-2.6, SSP2-4.5, SSP3-7.0, SSP5-8.5)를 적용하였다. 1차 생산된 정보(SSP1-2.6, SSP5-8.5)는 기후정보포털을 통해 분석보고서와 함께 제공하였다.



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

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



기후변화 시나리오 자료의 활용성을 높이기 위하여 기후정보포털에서 제공하는 전망 정보 및 과거 기후변화 추세에 대한 분석기능을 개선하였다. 관측자료(1905년~)와 격자형기후자료(2001~2010년)의 과거 자료에 대해 히트맵, 심볼지도, 기준값 분석 등 다양한 분석 시각화 콘텐츠를 활용할 수 있게 개선하였다. 또한 극한기후지수도 기존에는 절대기준의 지수 12종을 제공하였는데, 상대기준의 지수 8종을 추가로 제공하였다.

4.2.2. 기후변화 시나리오의 활용을 위한 소통 강화

기상청은 기후변화 시나리오 활용 확대를 위한 소통 강화에 주력하고 있으며, 11개 부처 대상 기후변화 시나리오 사용자 협의체를 개최(2019.6.)하였다. 기후변화 시나리오 사용자 협의체는 2011년 2월에 구성되었으며 환경부 등 11개 부처와 17개 광역시도 담당공무원 및 관련전문가가 기후변화 시나리오 활용에 대한 다양한 협력방안을 마련하고 있다. 2019년에는 IPCC 제6차 평가보고서 기반의 전지구 시나리오 생산에 따라 그 일정을 공유하고, 기관별 시나리오 활용 방안에 대해 논의하였다.

또한 새로운 국제기준을 적용한 전지구 시나리오 기반의 미래 전망 생산에 따라, 'IPCC 6차 평가보고서 전망! 기후위기와 사회적 대응방안을 논하다' 라는 주제로 국회 기후변화포럼(2019.11.)을 개최하였다.



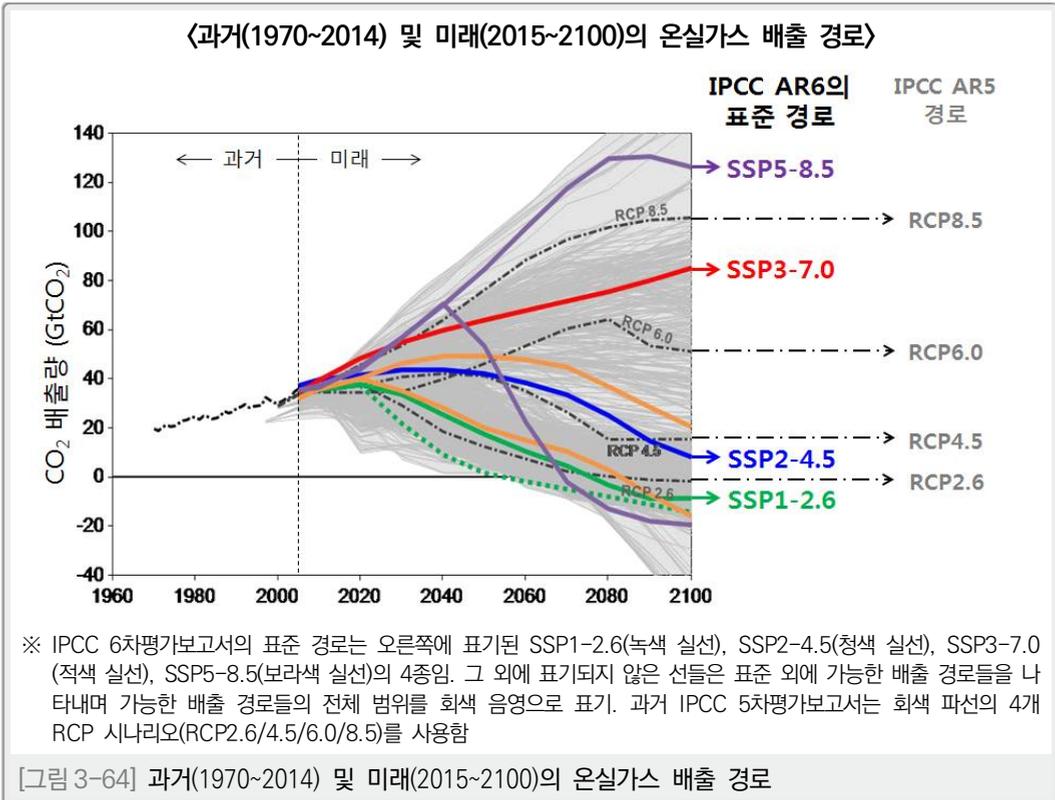
4.2.3. 국가 기후변화 표준 시나리오 인증

기상청은 부처 및 지방자치단체의 기후변화 적응정책 수립 시 기후변화 영향 및 취약성 평가의 일관성을 유지하기 위하여 '국가 기후변화 표준 시나리오 인증제도'를 운영하

고 있다(기상법 개정, 2013.7.). 국가 기후변화 표준 시나리오란 국제기구(IPCC) 기준에 근거하여 우리나라 미래 기후변화 정보 생산방법에 대해 관계 중앙행정기관의 장과 협의하여 결정된 객관적인 인증기준을 만족하는 하나 또는 그 이상의 기후변화 시나리오를 말한다. 인증대상은 국가 정책 등의 활용을 위한 기후변화 시나리오를 생산하는 대학, 연구기관, 민간기업 등이다. 2019년에는 지역기후 시나리오 1종을 인증하여 2015년 첫 인증 이래 전지구 시나리오 5종, 지역 시나리오 20종으로 총 25종을 인증하였다.

[표 3-31] IPCC 제6차 평가보고서 대응을 위한 새로운 기후변화 시나리오 종류

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



4.3. 기후변화과학 이해 확산

☞ 기후과학국 / 기후변화감시과 / 기상사무관 / 이진아

기후변화의 심각성에 대한 관심은 증가하는 반면 체감도는 낮게 나타나 기후변화 이해 증진을 위한 다양한 확산활동이 필요하여 기상청은 2019년 ‘기후시그널 8.5’의 제목으로 이해확산 프로그램을 추진하였다. 기후시그널 8.5는 RCP16) 8.5 시나리오(현재 추세대로 온실가스를 배출하는 경우)로 전망한 21세기 후반 기후를 알고, 기후변화가 먼 미래가 아닌 눈앞에 닥친 일이라는 것을 인식하도록 하는 캠페인이다. 캠페인 집중홍보 기간 동안 ‘손글씨릴레이 캠페인’, Q&A 이벤트 등이 진행되었다.

많은 사람들에게 홍보하기 위해 쉽고 재미있게 제작한 기후변화과학 카드뉴스 시리즈(9~16편)는 기후변화과학 포스트에 연재하면서, 2018년에 이어 많은 조회수를 기록하였다. 특히 2019년은 우리나라에 영향을 준 태풍이 빈번했던 시기로, 기후변화가 사회적 이슈가 되면서 ‘기후변화와 태풍’을 주제로 한 카드뉴스가 포털사이트 메인에 등재되어 많은 조회수를 기록했다.

기후변화 심각성에 대해 누구나 쉽게 이해할 수 있도록 다큐멘터리 형식의 영상을 제작하여 대국민 인식 증진에 기여하였다. ‘인류의 한계온도 1.5도씨’라는 제목으로 지구온난화로 인한 평균기온 1.5°C 상승의 과학적 의미와 미래 사회의 영향에 대해 다큐멘터리 2부작으로 제작하였으며, KBS 1TV ‘다큐세상’을 통해 방영되었다(2019.10.18.~25.). 또한 기상청 유튜브, 기후변화과학 포스트, 페이스북 등을 통해 쉽게 영상을 접할 수 있도록 배포하였다.



[그림 3-65] 카드뉴스 시리즈



[그림 3-66] KBS 다큐세상 '인류의 한계온도 1.5도씨'

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

5

수문기상·가뭄·이상기후정보의 제공

기후과학국 / 기후예측과 / 기상사무관 / 임보영
 기후과학국 / 수문기상팀 / 기상사무관 / 오태석

5.1. 유역 기반의 수문기상정보

물은 인류가 살아가기 위해서 없어서는 안 될 꼭 필요한 자원이다. 하늘에서 내린 강수는 지표면을 따라 흐르거나 지하수가 되고, 하천을 통해 바다로 유출된다. 이 과정에서 물의 일부는 증발과 증산을 통하여 대기 중으로 돌아가게 되고 다시 비가 내릴 수 있는 물순환의 연결 고리가 완성되어 우리가 지속해서 물을 이용할 수 있는 근간이 된다. 하지만 비의 양이 단기간에 너무 과하게 내리거나 지속적으로 부족할 때는 홍수나 가뭄이 발생하여 우리의 삶에 큰 불편과 피해를 준다.

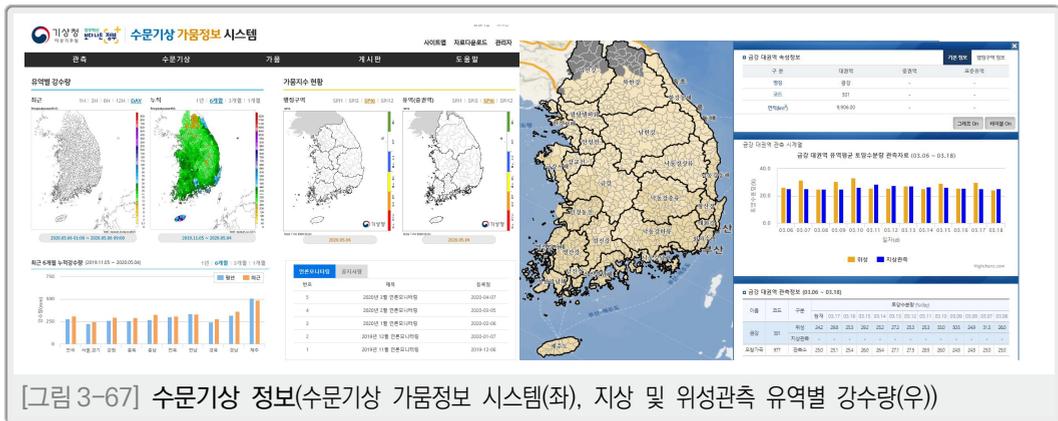
물순환 과정에서 물은 대기와 지표면·해양 등의 상호작용을 통하여 물방울이 이동하게 된다. 우리가 이용할 수 있는 댐·저수지·하천의 물은 대기 중에서 공급되기 때문에 기상·기후와 관련된 관측·예측 정보들은 안정적인 물관리를 위해 필수 불가결한 요소이다. 이러한 기상·기후 정보들을 물관리에 활용할 수 있도록 유역기반으로 재생산하여 제공하는 것을 수문기상의 일종이라 할 수 있다. 유역은 물을 관리하는 데 있어 시·군·구와 같은 행정구역과 비슷한 개념으로 하늘에서 떨어진 빗물이 모이는 지점을 기준으로 전국을 일정 면적으로 분할하여 구분하고 있다.

수문기상정보는 통합물관리에 필요한 기상·기후 정보를 다양한 형태로 제공하고 있다. 위성·레이더·지상관측 자료를 활용하여 일정기간의 누적강수량, 땅속의 물의 양을 알 수 있는 토양수분, 대기 중으로 돌아가는 물의 양을 알 수 있는 증발산량을 분포도나 표, 그래프의 형태로 제공하고 있다.

또한, 호우로 인한 홍수·침수 등 수문기상재해에 대비할 수 있도록 관측자료와 수치예측모델 기반의 유역별 면적강수량 정보를 기상청에서 운영 중인 수문기상 가뭄정보 시스템(hydro.kma.go.kr)을 통하여 실시간으로 업데이트하여 행정안전부 등 물관리 관련 기관에서 활용 중이다.

물관리에 수문기상정보를 효율적으로 활용할 수 있도록 제공 정보를 개선하였다. 첫 번째로 지상관측 강수량자료를 활용한 유역별 면적강수량 산출 체계에 등우선 기법을 추가하였다. 기존에는 유역과 관측소의 거리만을 고려하여 유역 내의 관측소 간 가중치를 고

려하여 면적강수량을 산출하였다. 개선된 유역강수량은 관측소 간 거리 뿐만 아니라 강수의 산악 효과를 반영하기 위해 고도 등 지형정보를 함께 고려하도록 개선하였다. 두 번째는 임진강·북한강과 같은 남·북한 공유하천이 위치한 접경 지역의 지상관측 지점 부족을 보완하기 위해 레이더와 위성의 원격관측자료를 활용하여 강수 관측정보를 제공할 수 있는 체계를 신규로 구축하였다. 마지막으로 침수·홍수·가뭄 등 수문기상과 관련된 재해 사례의 DB를 2019년까지 구축하여 유역별로 확인할 수 있도록 제공하였다.



기상·기후와 물순환은 밀접한 관련을 맺고 있다. 따라서 수문기상 정보를 통합물관리에 활용할 수 있는 가치를 높이기 위해서 지속적인 정보 개선을 추진하여 침수 등 수문기상 재해로 인한 국민의 불편을 최소화할 수 있도록 개선할 예정이다.

5.2. 기상가뭄정보의 개선

가뭄은 장기간에 걸쳐 강수량이 적고, 햇볕이 계속 내리쬐어 수문학적으로 물의 균형을 깨뜨려져서 물부족 현상을 일으키는 것으로 정의하고 있다. 가뭄은 일정기간 특정지역에서 강수량 부족으로 발생하는 기상가뭄부터 농작물 생육에 영향을 주는 농업 가뭄, 댐이나 저수지 물이 부족해지는 생활·공업용수 가뭄, 가뭄으로 인해 국민 실생활에 피해를 유발하는 사회·경제적 가뭄으로 분류된다. 따라서 가뭄에 효과적으로 대응하기 위해서 행정안전부, 기상청, 환경부, 농림축산식품부가 협업 기반을 마련하고 기상청은 일반인 대상 기상가뭄예보의 법적 근거(기상법 제13조217)에 기반하여 기상가뭄 업무를 담당하고 있다.

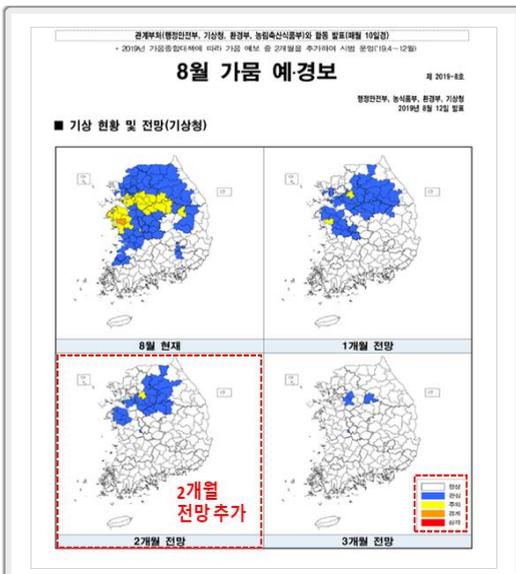
17) 기상법 제13조의2(기상학적 가뭄의 예보): 기상청장은 기상학적 가뭄(특정지역에서의 강수량이 평균 강수량보다 적어 건조한 기간이 일정기간 이상 지속되는 현상을 말한다)에 대하여 일반인이 이용할 수 있도록 필요한 예보를 하여야 한다.(2017.4.18.)

우리나라의 가뭄은 통계적으로 5~7년 주기로 발생하였으나 2012년 이후부터는 거의 매년 지역적인 가뭄이 발생하고 있다. 2019년에는 2018년 겨울철부터 2019년 여름철까지 전국 강수량이 평년의 69~75%로 중부지방(강원 영동 제외)을 중심으로 약한-보통(일부 심한) 수준의 기상가뭄이 발생하여 지속되다가, 2019년 가을철 강수량이 평년의 172%로 중부지방 중심의 기상가뭄은 해소·완화 경향을 보이는 특성을 나타냈다.

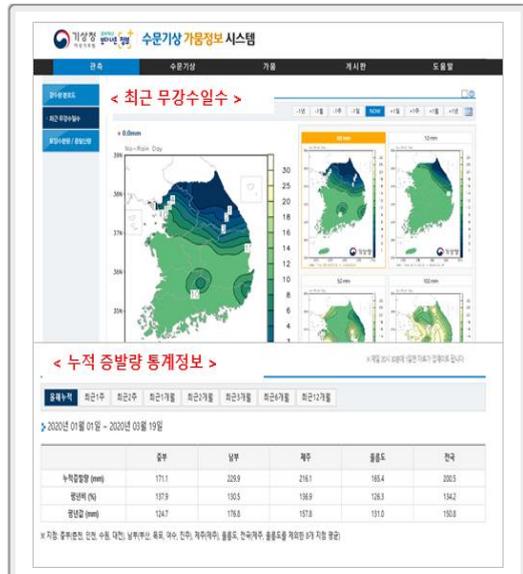
기상청은 선제적인 가뭄 대응을 위해서 가뭄 관계부처와의 협업을 강화하고 있으며 가뭄과 관련 있는 다양한 기후정보 제공을 확대하였다. 첫 번째로 가뭄피해를 최소화하고 미래 물자원을 확보하기 위해서 행정안전부 등과 더불어 '2019년 관계부처 합동 가뭄대책'을 수립하여 가뭄예보 신뢰도 개선 및 가뭄 정보 서비스 확대를 추진하였다.

두 번째로 일반국민이 가뭄정보를 신속하고 상세하게 확인 할 수 있도록 가뭄 예·경보의 단계를 세분화(기존: 주의-심함-매우심함의 3단계 → 개선: 관심-주의-경계-심각의 4단계)하고 2개월 가뭄 전망 정보를 추가(기존: 현황, 1·3개월 전망)하였으며 기상가뭄예보의 발표일을 기상청의 장기예보 발표일과 일치하여 일반국민의 가뭄정보 접근성을 개선하였다.

마지막으로 가뭄대책의 일환으로 기상관측자료를 활용한 연속 무강수일수 분포도와 누적증발량의 통계정보를 신규로 제공하였다.



[그림 3-68] 가뭄 예·경보 서비스 개선 (2개월 전망 추가 및 가뭄단계 4단계 세분화)



[그림 3-69] 연속 무강수일수와 누적증발량 통계 정보 제공(수문기상 가뭄정보 시스템)

5.3. 이상기후 감시·전망정보

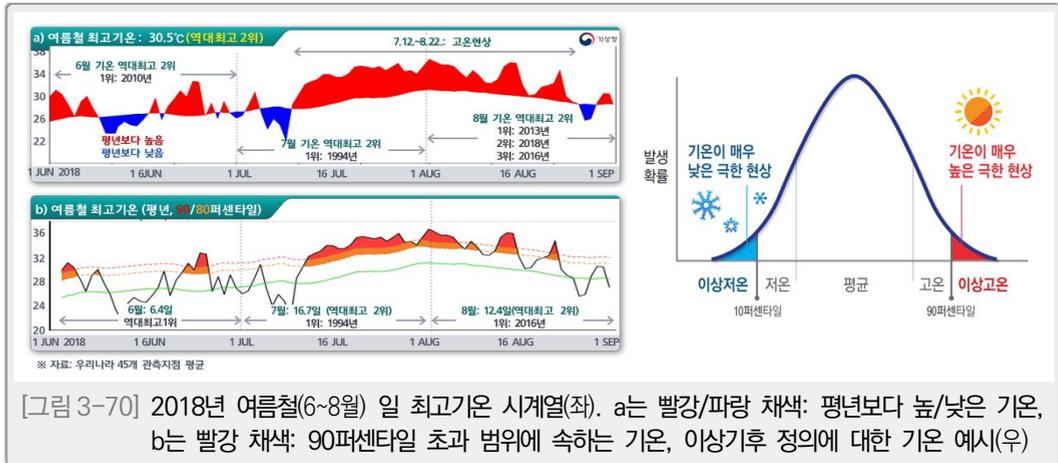
2016년과 2018년 여름철에 발생했던 고온 현상은 상당 기간 지속되면서 인명 피해와 더불어 사회경제적으로 많은 피해를 발생했던 대표적인 이상기후 사례이다. 특히, 2018년 여름은 밤낮으로 고온이 지속되면서 전국 온열질환 환자수가 4,500여명을 넘었고 사망자수가 48명으로 2011년 질병관리본부가 집계를 시작한 이후로 가장 많았다.

이러한 이상기후 현상은 우리나라뿐 아니라 전 세계적으로 발생하며 많은 피해를 주기 때문에 대비해야 할 중요한 문제로 인식된다. 에너지, 농업 등 다양한 분야에서 사전에 이상기후로 인한 피해를 예방하고 대응 정책을 수립하기 위해 이상기후 발생가능성 정보 제공에 대한 지속적인 요구가 있었다. 여름철 이상고온 또는 겨울철 이상저온으로 인해 전력 수요 최대치를 경신하여 예비 전력이 비상이라는 얘기를 들곤 하는데, 이상기후 발생가능성이 어느 정도인지, 얼마나 자주 발생할지에 대한 정보를 전력 수요를 예측할 때 반영하면 최대전력을 전망하고 관리하는 데 도움이 될 수 있기 때문이다.

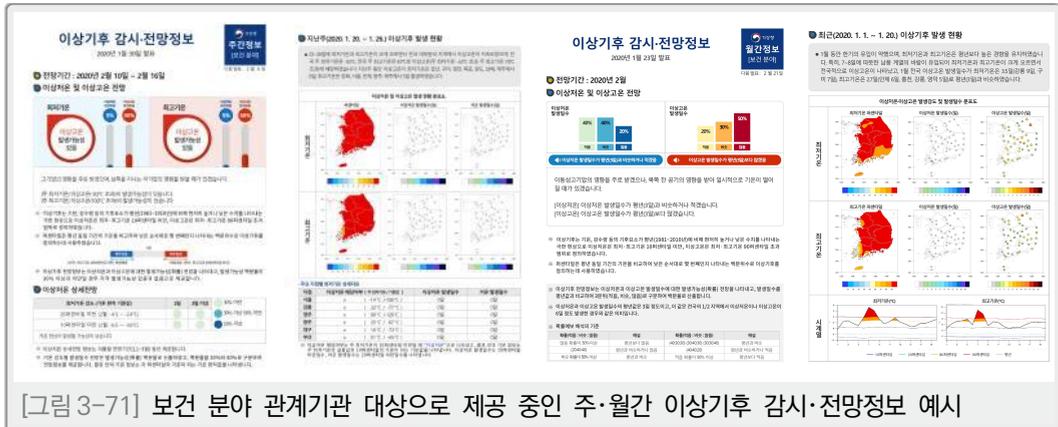
기상청은 2018년 11월부터 정부부처 및 관련기관을 대상으로 이상기후 발생 현황을 감시·분석하고 발생가능성을 전망하는 이상기후 감시·전망정보를 제공하고 있다. 이상기후는 기온, 강수량 등의 기후요소가 평년에 비해 현저히 낮거나 높은 수치(10퍼센타일 미만 또는 90퍼센타일 초과 범위)를 일정 기간 나타내는 극한 현상으로 정의하며, 세계 기상기구와도 동일하다. 기온이 매우 낮은 극한 상태인 이상저온, 기온이 매우 높은 극한 상태인 이상고온, 강수량이 매우 많은 극한 상태인 이상강수 등이 포함된다.

에너지(한국전력공사, 한국전력거래소, 한국가스공사) 및 농업(농림축산식품부, 농촌진흥청) 분야를 시작으로, 2019년 11월에 보건 분야 관계기관(보건복지부, 질병관리본부, 서울특별시 등)을 대상으로 이상기후 감시·전망정보를 확대 제공하여 활용도를 높이고자 하였다. 2019년 2월과 4월에 보건 관련 전문가와 수요기관을 대상으로 이상기후 정보의 콘텐츠 발굴 및 활용 방안에 대한 의견수렴 과정을 거쳐 이상기후 감시·전망정보를 개발하였다. 이 정보는 취약 계층의 돌봄 활동 계획 수립, 여름철 온열질환과 겨울철 한랭질환 등의 질환자수 예측과 예방 등에 활용 가능하다.

이상기후 현상은 강도와 지속기간이 매년 다르고 이에 따라 영향이나 피해가 다르기 때문에 다양한 분야에서 사전에 대응을 준비할 수 있도록 보다 정확하고 상세한 이상기후 정보가 필요한 것이다. 수요에 부응한 이상기후 정보를 제공하고 이상기후에 대한 선제적 대응 능력을 강화하기 위해, 기상청은 이상기후 감시·예측기술 개발 및 부처 간 협력을 통해 지속적으로 시의성 있는 콘텐츠를 발굴하고 수요자가 이해하기 쉽도록 전달 체계를 개선해 나갈 것이다.



[그림 3-70] 2018년 여름철(6~8월) 일 최고기온 시계열(좌). a는 빨강/파랑 채색: 평년보다 높/낮은 기온, b는 빨강 채색: 90퍼센타일 초과 범위에 속하는 기온, 이상기후 정의에 대한 기온 예시(우)



[그림 3-71] 보건 분야 관계기관 대상으로 제공 중인 주·월간 이상기후 감시·전망정보 예시



6

APEC기후센터 운영

* 국립기상과학원 / 연구기획재정과 / 기상연구관 / 박기준

APEC기후센터(이하 APCC)는 아시아·태평양(이하 아·태) 지역 이상기후로 인한 자연 재해 경감 및 기후정보의 사회경제적 가치 창출을 통하여 아·태 지역 내 번영에 기여하고자 21개 APEC 회원국 간 합의에 의해 2005년 11월 부산에서 개소되었으며, 2015년 1월에는 기타공공기관으로 지정되었다.

6.1. 주요 기능

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

6.2. 주요 성과

APCC는 2006년부터 기상청 R&D 출연금으로 「아태 기후정보서비스 및 연구개발(R&D)」 사업을 수행하고 있다. 2019년도의 「아태 기후정보서비스 및 연구개발(R&D)」 사업은 총 74.06억 원의 예산으로 수행되었으며, ‘아태지역 실시간 고품질 기후예측시스템 운영 및 기술개발’, ‘지역특성화 기반 아태지역 기후예측 역량강화’, ‘부가가치 창출을 위한 아태지역 기후정보서비스’ 등 3개의 내역 사업으로 추진되었다. 한편, APCC 기관 혁신의 일환으로 기후예측 정보 생산과 서비스, 기후정보 품질개선 및 활용성 강화 등 APCC의 핵심 업무를 중심으로 사업목표와 계획을 변경하여 기후예측 전문기관으로 국내 기여를 강화하고자 하였다.

APCC는 2019년 한 해 동안 기후예측 중심의 고유 핵심 업무에 집중하고 한반도 기후예측 향상을 위한 국내 기여를 강화하였다. 예측성능 평가를 통해 지역별 최적화된 예측기법 기술을 개발하고, 동아시아 겨울철 주별 기온 예측성 향상을 위한 주요 기후인자 활용방안 도출하는 등 예측성 향상을 위한 지역별 맞춤형 기후예측 기술을 개발하였다. 또

한 관측 및 모델 예측자료 분석 결과를 활용한 현업 실무지원을 확대하여 월 10회 이상 장기예보 현업 지원(137회), 여름철 방재기간 전지구 기후 감시·분석 정보 제공(매주 /6~8월), 장기예보 실무지원을 위한 기후분석정보 활용 지침(fact sheet)을 제공하여 예보관의 의사 결정을 지원하였다.

이와 함께 이 사업을 통해 나온 논문 22건(SCI/SCIE급 논문 20건)을 국내외 학술지에 게재하고 21건의 국내외 학술발표에 참가하여 연구·사업성과를 공유·확산하여 기후과학 및 기술의 발전에 기여하였다.

또한, APCC는 아태지역의 극단적 이상기후와 기후변화에 대한 대처능력을 향상시키고 국제 기후과학 네트워크를 활성화하기 위하여 매년 APEC 기후심포지엄을 개최하고 있는데, 2019년도에는 「기후변화 대응 지속가능한 성장경로 - 기후과학과 사회의 상호작용 향상」을 주제로 개최(8.20.~8.22., 칠레)하였으며, 회원국 포함 총 17개국 135명이 심포지엄에 참여하였다. 이를 통해 급격한 기후변화 시대의 지속가능한 개발을 위한 서비스, 이상기후현상과 그 영향에 대한 이해, 이상기후 영향관리를 위한 조기경보시스템 개선 및 활용을 주제로 다양한 연구결과와 사례가 공유되었으며, 기후정보의 사회경제적 가치 창출 방안을 논의하였다.



[그림 3-72] 2019년 APEC 기후심포지엄('19.8.20.~8.22.)



제4장 기상서비스

1

기상청 데이터 관리 및 서비스

- ⚙ 기상서비스진흥국 / 국가기후데이터센터 / 기상사무관 / 이한아
- ⚙ 기상서비스진흥국 / 국가기후데이터센터 / 기상사무관 / 서영경
- ⚙ 기상서비스진흥국 / 국가기후데이터센터 / 기상사무관 / 유영은

1.1. 국가기후자료시스템 운영

국가기후데이터센터는 기후자료의 수집, 품질관리, 통계처리, 대국민 서비스를 위해 2011년부터 국가기후자료시스템을 운영하고 있다. 국가기후자료시스템은 크게 기후자료를 외부에서 수집하여 처리하는 수집시스템, 기후자료 중 오류자료를 필터링하는 품질관리시스템, 품질관리가 완료된 기후자료를 대상으로 월·연단위 통계자료를 생산하는 통계분석시스템, 기상현상 증명 발급을 위한 전자민원시스템, 기상청 기상자료를 대국민 서비스하는 기상자료개방포털로 구성되어 있다. 시스템 운영을 위한 전산자원은 서버 26대, NAS 스토리지 3식, SAN스토리지 1식 및 DB 백업을 위한 백업장비(VTL¹⁸⁾) 1대가 있다. 국가기후자료시스템의 운영 및 장애 대비 상시 모니터링을 실시하고 있으며 SLA(Service Level Agreement)¹⁹⁾ 기반의 유지관리를 통해 시스템 중단을 최소화하고 있다. 또한, 국가기후 DB 데이터 손실에 대비하고 안정적 운영을 위하여 DB 데이터 전체 분에 대하여 VTL 장비를 이용한 1차 백업을 주 1회 실시하며 LTO²⁰⁾를 이용하여 2차 백업을 월 1회 수행하고 있다.

2019년에는 1차 백업본(VTL)을 활용하여 ‘재해 대비 국가기후DB 복구 모의 훈련’을 진행하였으며, 백업솔루션을 통한 정확한 데이터 복구 및 전체 데이터 복구시간(약 5.8

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

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

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

일 소요)을 확인하였다. 또한, 수집, 품질관리, 통계 등의 자료처리 서버와 대국민 웹페이지 운영 서버 총 19대를 클라우드로 이관하였다. 기상자료개방포털, 전자민원시스템은 클라우드 이관을 통해 운영 환경을 이중화하였으며 장애 발생 시 자체 복구시스템으로 활용되어 대국민 서비스 제공의 안정성 강화에 기여하였다.

1.2. 기상청 데이터 품질관리

법정부 공공데이터 정책 반영 및 기상관측데이터 품질검사에 관한 사항을 명확히 하고자 「기상청 데이터 품질관리 규정」을 개정하였다. 기상청 데이터 품질관리 조직 및 역할을 구체화하기 위하여 품질관리 책임관 변경, 품질관리 담당관 임명, 품질관리 총괄부서 및 생산부서 역할 등을 규정에 명시하였다.

기상자료개방포털을 통해 지상기상관측 데이터값과 그에 해당하는 품질검사 결과인 플래그(정상, 오류, 결측)를 함께 제공하고, 관측지점별·요소별 월단위 정상자료율을 그래프 형태로 조회할 수 있도록 기능을 구축하였으며, 지상기상관측자료 기온 공간검사에 대하여 알고리즘 개발 과정, 적용 사례 등을 기록한 ‘지상기상관측자료 기온 공간검사 기술노트’를 발간하고, 국가기후자료시스템에 적용된 품질검사 프로세스 및 알고리즘 기준을 상세히 기록한 ‘기상관측데이터 품질검사 프로세스’ 기술노트를 발간하였다.

무엇보다 국가기후, 종합기상정보, 수문기상, 도로기상, 생활기상, 국가지진, 항공기상, 기상위성 DB 및 레이더 파일(명)을 대상으로 행정안전부의 표준화 지침과 WMO의 국제기상전보식(Manual of Codes, WMO-No.306)을 준용하여 기상청 DB 데이터 표준을 최초로 정의하였다. 데이터 표준단어 762건, 표준용어 165건, 표준도메인 126건, 표준코드 49건에 대한 정의를 완료하여 행정안전부 주관의 공공데이터 품질관리 수준평가 1등급 달성에 크게 기여하였다.

1.3. 기후통계분석

국가기후데이터센터는 「기후통계지침」의 폭염일수, 열대야일수, 한파일수 등 기상특보와 관련한 현상일수의 통계자료 산출기준을 마련하였으며, 일통계기간의 정의를 명확히 하고 눈일수, 진눈깨비일수, 싸락눈일수를 통합하여 통계항목 ‘눈일수’ 정의를 개선하였다. 또한, 기존에 10년 이상 기상관측이 이루어진 경우에만 지점별 극값을 산출하던 기준을 개선하기 위하여 기상관측기간 10년 미만 지점에 대한 ‘공간적인 극값’ 산출 근거를 마련하였다. 기상청에 관리 전환된 공동협력기상관측소 자료에 대한 통계처리 제한



기준도 삭제하여 기상월보 및 연보 등 정기간행물의 대상을 기존 ASOS 81개 지점에서 95개 지점으로 확대하였다.

국민 생활과 밀접한 기후통계자료의 이해를 돕기 위하여 기상자료개방포털의 통계 이미지와 그래프를 개선하여 가독성을 높였다. 또한, 기후통계자료 내부 사용자의 통계산출 및 데이터 활용역량 강화를 위하여 통계분석시스템을 개편하였다. 메뉴를 개편하고, 통계 산출 쿼리 재정비를 통해 산출물의 정확도를 향상시켰다. 이와 더불어 DB 내 이력 관리 테이블을 설계 및 구축하여 통계메타데이터 관리의 효율성을 제고하였다.

또한, 소통TFT, 대변인실과 협력하여 언론보도의 질적·양적 향상 도모를 위하여 기상 이슈별 선제적으로 데이터를 제공하였다. 1월 건조특보 관련 통계 산출을 시작으로 3.1 운동 이래 100년 데이터 기후통계분석, 과거 장마 특성 및 과거 우리나라 영향 태풍 관련 분석 등 24건의 기후통계분석 자료를 제공하였다.

1.4. 기상기후 공공데이터 이용활성화 기반 강화

1.4.1. 기상기후 공공데이터 이용활성화

체계적인 데이터 관리와 서비스 제공을 위하여 「기상청 데이터 관리 및 제공 규정」과 관련 지침, 「기상청 데이터 품질관리 규정」을 전면 개정하였으며, 기상청 데이터 분류체계를 개편하고 관리·제공 목록을 정비하였다. 또한, ‘기상기후데이터 활용 가치 확산 포럼’을 개최하였으며 데이터 전문가, 기상기업, 날씨경영기업 등 80여명이 참석하여 미래 기상기후데이터 정책 발전 방향을 모색하였다.

대국민 기상기후데이터 서비스를 위해 기상자료개방포털(kma.data.go.kr), 공공데이터포털(www.data.go.kr) 등을 통해 기상특보, 지진정보 등을 추가한 총 343종의 데이터를 제공하고 있으며, 기상청 외 환경부, 농촌진흥청, 부산광역시 등 「기상관측표준화법」에 따라 기상관측업무를 수행하는 20개 공공기관의 기상관측자료를 기상자료개방포털을 통해 통합하여 제공하고 있다.

2019년 행정안전부 국가중점데이터 지원사업으로 최근 민간·학계의 수요가 급증하고 있는 대용량 기상데이터(수치모델, 위성, 레이더)의 경량화 오픈API²¹⁾ 서비스를 개발하였다. 또한, 데이터 생산부서별로 분산되었던 36개 오픈 API 서비스를 표준화하여 통합하고, 오픈 API 통합 모니터링 시스템을 구축하였다.

21) Open-API(Application Programmer Interface): 인터넷을 이용하여 누구나 직접 응용 프로그램과 서비스를 개발할 수 있도록 공개된 API

1.4.2. 기상자료개방포털 운영

국가기후데이터센터는 2015년 8월부터 '기상자료개방포털(data.kma.go.kr)'을 운영하여 기상기후 공공데이터를 대국민 서비스하고 있다. 2019년에는 천리안위성 2A호 정식 운영에 따른 기본관측자료와 지진정보, 기상특보, 태풍정보, 생활기상지수 등 25종을 새롭게 추가한 총 124종을 개방하였다. 또한, 사용자 중심의 UI/UX 적용, 자료 검색 기능 추가, 메뉴체계 및 디자인을 개선하여 보다 쉽게 기상자료를 획득할 수 있도록 편의성을 향상하였다. 또한, 지상기상관측데이터의 품질정보를 개방하고 사용자평가 기능을 구현하여 개선의견을 상시 수렴·반영하고 있다.

기상자료개방포털 누적 회원수는 포털을 오픈한 2015년 1,481명을 시작으로 빠르게 증가하여 2019년은 전년(27,246명) 대비 16.1% 증가한 31,643명을 기록하였다.

2019년도 전체 기상기후자료 이용 건수는 총 5,272,662건으로 전년(3,704,314건) 대비 42.3% 증가하였으며, 이 중 수치모델자료 1,251,138건, 종관기상관측 1,192,474건, 방재기상관측 1,040,676건, 동네예보 922,777건 등이 주로 활용되었다. 분야별 이용현황을 살펴보면, 학술/연구(64.7%), 토목/건축(7.7%), 농업(6.4%) 등의 순으로, 기상기후 자료가 연구목적으로 많이 활용되고 있는 것으로 나타났다.

[표 3-32] 2019년 자료 종류별 이용실적(건)

일반										
종관기상	방재기상	유관기관	북한기상	해양부이	항사	파고부이	공항기상	농업기상	레온존데	기타
1,192,474	1,040,676	73,423	44,306	18,953	16,391	13,610	11,500	7,389	6,571	37,841
대용량				기후통계분석						
수치모델	동네예보	위성	레이더	순위값	강수량분석	적산온도	장마	실효습도	조건별통계	기타
1,251,138	922,777	232,637	37,187	153,751	56,940	42,672	34,040	21,510	20,487	42,960

[표 3-33] 2019년 분야별 자료 이용 실적비율(%)

구분	학술/연구	토목/건축	농업	환경/정화	교육/행정	전기/통신	임업	보건/의료	서비스/영업	축산업	법률/보험	제조업	스포츠/레저	어업	운송업	인쇄/출판	광업	계
%	64.7	7.7	6.4	6.3	4.1	2.9	2.9	1.5	1.1	0.7	0.5	0.4	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	100

1.5. 기상현상 증명 및 자료제공

2019년 민원처리 건수는 총 61,018건으로 전년(59,524건)에 비해 3% 증가하였으며, 7월부터 기상현상 증명의 처리 건수가 급격히 증가하여 하반기 처리 건수가 전체의 64%를 차지하였다. 이는 8월 중반까지 이어진 폭염과 기상업무 시작(1904년) 이래 가장 많은 가을 태풍 영향(3개)이 원인으로 추정된다. 민원 신청창구로는 민원인의 99.5%가 전자민원을 이용하였으며, 방문하거나 우편 접수한 민원은 0.5% 수준으로, 전자민원 이용률은 지속적으로 증가한 반면 일반민원 이용률은 전년(3.6%) 대비 대폭 감소하였다. 특히 기상현상 증명의 전자민원 이용건수는 39,613건으로 전년(36,374건) 대비 9%나 증가하였다.

분야별 이용현황을 살펴보면 1위 토목/건축(48%), 2위 법률/보험(23%), 3위 교육/행정(6%) 순이었다. 토목/건축 분야는 전년에 이어 1순위이나 이용 비율이 감소(52% → 48%)하였으며, 전년 대비 교육/행정(5% → 6%), 환경/정화(3% → 5%), 학술/연구(3% → 4%) 분야의 이용 비율은 증가하였다.

2019년에는 기상민원의 원스톱 서비스 제공을 위해 전자민원서비스를 개편하였다. 디지털원패스(정부통합ID) 로그인을 도입하고, 기상특보·지진관측 증명도 인터넷 발급이 가능하도록 개선하였으며, 전자파일(PDF) 형태의 전자증명서를 다운로드할 수 있도록 개선하였다.

2

기상산업 육성 및 활성화

- ⚙ 기상서비스진흥국 / 기상서비스정책과 / 행정사무관 / 김정탁
- ⚙ 기상서비스진흥국 / 기상서비스정책과 / 환경사무관 / 김영주
- ⚙ 기상서비스진흥국 / 기상서비스정책과 / 기상사무관 / 임병철
- ⚙ 기상서비스진흥국 / 기상융합서비스과 / 행정사무관 / 황정철

2.1. 국내 기상산업 현황

기상청은 기상산업 분석 및 기상산업 진흥 기본·시행 계획 등 관련 정책 수립을 위한 기초자료로 활용하기 위해 매년 기상산업 실태조사를 실시하고 있다. 2019년 기상산업 실태조사(2018년 기준) 결과, 국내 기상산업 사업체는 655개(2018년 12월 기준)이며, 기상산업 부문 매출액은 4,814억 원으로 전년 대비 약 737억 원(18.1%) 증가한 것으로 조사되었다. 기상산업 상시근로자 수는 총 2,756명으로 전년 대비 173명(6.7%) 증가했으며, 사업체당 평균 상시근로자 수는 4.2명으로 전년 대비(4.1명) 증가했다. 기상산업 부문 수출액은 110억 원으로 전년 대비(109억 원) 소폭 증가했다.

[표 3-34] 기상산업 실태조사 주요 통계(3개년 비교)

구분	모집단수(개)			매출액(백만원)			종사자수(명)			수출액(백만원)		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018
합계	603	630	655	383,819	407,739	481,444	2,496	2,583	2,756	10,754	10,890	10,954

2.2. 기상정보의 인식 확산

2.2.1. 날씨경영우수기업 선정제도 및 제14회 대한민국 기상산업대상 운영

기상청과 한국기상산업기술원은 기상정보의 고부가가치 창출과 날씨경영에 대한 대국민 인식을 제고하기 위하여 날씨경영우수기업 선정제도 및 대한민국 기상산업대상을 운영하고 있으며, 이를 통해 기상산업의 저변을 확대하고 활성화를 도모하고 있다. 2019년에는 날씨경영우수기업으로 29개 기업(기관)이 선정되었으며, 대한민국 기상산업대상에는 ‘(주)케이티’가 기상정보 활용 부문 대상(국무총리상)을 수상하였으며, 총 15개 기업(개인)이 수상하였다.

[표 3-35] 제14회 대한민국 기상산업대상 수상기관(자) 현황

부문	훈 격	수상기관(자)
기상정보 활용	대상(국무총리상)	(주)케이티
	금상(환경부장관상)	네이버(주)
	은상(기상청장상)	해군2함대 2수리창
		정상현(포스코건설)
동상(기상청장상)	한국남동발전(주)	
	가온어린이집	
기상산업 진흥	금상(환경부장관상)	(주)웨더피아
	은상(기상청장상)	케이아이티벨리(주)
		(주)엘피에스코리아
	동상(한국기상산업기술원장상)	구로구시설관리공단
김정호(전북기상서비스)		
아이디어 제안	최우수상(기상청장상)	권종원
	우수상(기상청장상)	양장은(양산시청)
	장려상(한국기상산업기술원장상)	배철희
진소희		

2.2.2. 산업계 날씨경영 확산을 위한 기상서비스 비즈니스모델 개발, 날씨경영 마스터플랜 수립 및 정보화 시스템 구축 지원

기상기업과 대상업종 수요기업의 협력으로 기상요인과 기업 경영정보를 융합하여 건설업 2개 부문(건설현장 위험기상 경보시스템, 산업안전 보건기상 시스템)의 기상정보 활용 비즈니스모델(BM)을 개발하여 시범운영하였다. 이를 통해 강풍, 폭우 등 건설현장 안전과 관련된 기상정보 예측·제공으로 사고를 예방하고, 기상변화에 따른 작업자 모니터링을 통한 안전한 건설 작업환경 조성에 기여할 것으로 기대한다.

[표 3-36] 기상서비스 비즈니스 모델 개발·적용(2건)

건설현장 위험기상 경보시스템 (라송산업 건설현장)	산업안전 보건기상시스템 (강호건설 금속공사 현장)
건설현장 반경 10km 내외 관측기기를 설치하여 강풍 등 현장안전과 연관 있는 기상정보 제공	건설현장 작업자 의료정보(혈압, 당뇨 등)와 기상정보를 연계하여 기상변화에 따른 모니터링 실시

또한 날씨경영 수요기업을 대상으로 날씨경영 도입·활용에 대한 실행전략을 지원하고 필요 제반사항 마련을 지원하기 위하여 중장기(3~5년) 날씨경영 마스터플랜 수립을 지

원하였다. 기상정보 활용 관심기업 등 20개사를 대상으로 기초진단을 통해 날씨경영 활용 부문을 도출하고 이에 대한 날씨경영 실행전략을 제시하였다.

이와 더불어 기업의 실질적이고 지속적인 날씨경영 실천을 지원할 수 있는 인프라 마련을 위해 기업(국립해양박물관, 세종시 시설관리공단, 영남에너지서비스, 더블유에스비팜) 내부 시스템에 연동 가능한 맞춤형 날씨경영 정보시스템 구축을 지원하였다. 기업 내부적으로 지속 활용 가능한 날씨경영 서비스 개발, 적용으로 업무자동화에 따른 체계적인 날씨정보 수집 및 DB화가 가능해졌고 이를 바탕으로 수요기업의 비용절감 및 업무 효율성 향상 효과가 기대된다.

2.3. 기상산업분야 전주기 창업·경영지원체계 마련

기상기업성장지원센터는 유망 기상기업 및 기상기후 창업기업(예비창업자)에 대한 창업·경영 인프라를 제공하고, ‘기획-개발-생산-판로-마케팅’ 등 전주기 성장을 지원하는 인큐베이터 센터로 2019년 기준 산업재산권 등록 37건 등 우수한 성과를 도출하였다. 센터는 중소 기상기업 및 예비창업자의 스타트업 보육을 중점적으로 지원하고 있으며, 입주기업 간 유망 기상기술(제품) 중점 개발·사업화 확대를 위해 기업 간 기술교류·융합 컨소시엄을 지원함으로써 2019년 센터 입주기업은 전년대비 14.3% 매출 신장을 보였다. 또한 3D프린팅 교육, 국내 ICT 전시회 참가지원, 제16회 서울지역 창업기업 만남의 장 참가지원, 투자역량 강화 멘토링 및 실전 IR 개최, 한국특허전략개발원과 협업을 통한 우수특허 창출지원 프로그램 운영 등 지원 스펙트럼을 확대하였다.

또한, ‘기상기후산업 청년창업 지원사업’을 운영하여 미래 핵심인재의 아이템 발굴과 창업을 지원하였고, 청년들의 기상분야 창업역량을 강화하고자 기상청 예보현장 견학을 통해 기상정보의 ‘생산→처리→활용’ 과정을 학습하는 등 예비 청년창업가를 위한 창업캠프를 개최하였다. 기상기후산업 청년창업 경연대회 시상식을 통해 우수 창업활동팀 5개팀을 선정·시상하였다.

[표 3-37] 2019년 기상기후산업 창업경연대회 수상팀 목록

구분	주제	수상팀
최우수상 (환경부장관상)	AI 서핑지수 예측 및 서핑관광 플랫폼	서핑 어드바이저
우수상 (기상청장상)	기상정보 기반 IoT 활용 자동개폐 창문	CGAC
	IoT를 이용한 날씨알림이 식물(화분)	Howow
장려상 (한국기상산업기술원장상)	스마트 무드시계(Vida Light)	칸트DLC
	날씨데이터 이용 대중교통 장려 애플리케이션	금오사이



2.4. 기상기후산업 해외 진출 및 수출지원체계 구축

기상청은 기상기후산업 해외시장 진출 기반을 강화하기 위해 수출 유망 중소기업을 대상으로 수출 마케팅 지원 및 전시회 참가 지원을 통해 10개 기업이 제품 수출, 판권 확보, ISO인증서 획득, MOU 체결 등 해외수출 성과를 달성하였다. 국제 전시회 참가 지원(10개사)을 통해 국내 기상기업의 기상장비·솔루션 등 다양한 분야의 기상기술 해외마케팅·홍보(총 상담건수 226건)를 지원함으로써 글로벌 시장 수출 기반을 조성하였다. 특히 세계기상기술엑스포를 통해서 드론기상관측, AI시정계, 국산 존데 기술 등 신규 기술을 홍보함으로써 글로벌 참관 기업들의 큰 관심을 받았다. 이와 같은 다각적인 지원에 힘입어 2019년 기술원 수출지원 사업 참여기업들은 수출실적(3.75MD)을 달성하였다.

2019년 9월에는 '2019 기상기후산업 박람회'를 개최하여 기업관 169개, 홍보관 20개, 체험관 등 71개, 총 260개 부스를 운영하였다. 박람회에는 11,488명이 참관하였으며, 신문, 인터넷, 경제TV, 보도자료 등 다양한 매체 홍보를 통한 인지도 확산 등 대국민 인식제고를 위한 홍보의 장을 마련하였다. 또한, 희망 바이어군 도슨트 투어 프로그램을 신규 도입하는 등 운영 프로그램을 내실화하였다.

또한, '캄보디아 자동기상관측시스템 구축 사업', '방글라데시 천리안위성(2호기) 수신·분석 시스템 구축 사업', '몽골 자동기상관측시스템 구축 사업', '미얀마 기상재해감시 시스템 현대화 사업' 등 개도국 국제협력사업(ODA)를 통해 한국 기상기술을 널리 알리고, 해당국의 기상재해 감시능력을 함양하여 범지구적 기후변화 대응 제고에 크게 기여하였다.



[그림 3-73] 2019 기상기후산업 국제전시회
('19.6.5.~6.7.)



[그림 3-74] 2019 기상기후산업 박람회
('19.9.25.~9.27.)

2.5. 기상기술의 민간 이전

기상청은 민간의 기상기술개발 역량을 강화하기 위해 기술의 실시권 승인, 소프트웨어의 사용 허락 등의 방법으로 기상사업자에게 기상기술을 이전하고 있다. 2005년부터 2019년까지 기상사업자에게 총 94종(440건)의 기상기술을 이전하여 기상산업 활성화에 기여하였다.

2019년에는 9개 업체에 총 12종(17건)의 기상기술을 이전하였으며, 이중 신규기술은 '광량조절 기능을 구비한 대기상태에 따른 광자검출 장치 및 광량조절 방법', '대구·경북 테마 관광 기상기후서비스 개발' 등 총 6종이다.

[표 3-38] 연도별 기상기술 민간 이전 실적

이전년도	'05	'06	'07	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	총계
이전건수	12	48	7	4	4	11	24	24	45	51	99	59	19	16	17	440
이전기술 종류	2	10	2	3	4	8	3 (6)	3 (6)	5 (10)	6 (18)	10 (22)	15 (11)	9 (2)	8 (0)	6 (6)	94

* (): 과거에도 이전된 중복 기술 이전 실적을 의미

3

박물관 건립 및 과학관 운영

☀ 기상서비스진흥국 / 국가기후데이터센터 / 기상사무관 / 유영은

⚙ 기상서비스진흥국 / 기상서비스정책과 / 기상사무관 / 임병철

3.1. 기상박물관 건립

3.1.1. 기상박물관 건립을 위한 대수선 공사

국가기후데이터센터는 서울 종로구 송월동에 위치한 '서울기상관측소'(등록문화재 제 585호)를 리모델링하여 기상박물관 설립을 추진(2015~2020)하고 있다. 2019년에는 건축공사 준공, 전시설계 마련, 측우기 국보승격 등을 중점적으로 추진하였다. 기상박물관 건립을 위한 대수선공사(건축분야)는 1차준공('17.10.12~'19.3.21) 후 '19.9.26에 최종 준공 되었다. 총공사비는 건축분야 공사비용 2,742백만원을 포함하여 4,449백만원이 소요되었다.



문화재복원(지붕, 대들보, 창문 등) 공사는 3년이라는 긴 시간동안 문화재청 현장실사, 자료검증 등 다각적인 검토 과정을 거쳐 콘크리트 및 벽돌조 2층 건물로 서울관측소 당시의 모습으로 복원하였다. 1932년에 지어진 건물의 형태는 원통형매스를 중심으로 곡면의 캐노피, 상층부 돌림띠의 요청장식 등 근대모더니즘 건축기법으로 서울시 사적으로 충분한 가치가 있으며, 경성측후소 신청사로 건립된 후 현재까지 우리나라 기상관측의 역사를 증명하는 장소로서 2017년 6월 세계기상기구가 100년 관측소로 지정된 바 있다.



3.1.2. 기상박물관 전시사업

기상과학 기술의 역사 및 문화에 대한 지식을 보급하고 등록문화재로 등록된 건축물과 어우러지는 전시공간을 조성하기 위하여 기상박물관 전시사업 추진계획을 수립하고, 전시설계 및 전시물 제작설치 사업 계약('19.1.2.~'20.9.30./19.4억원)을 체결하였다. 2019년 1차년도 사업(1.2.~3.3./22백만원)은 전시 기본설계를 완성하였으며, 이를 바탕으로 2차년도 사업(3.4.~12.31./387백만원)에서 전시주제, 전시내용, 전시연출 등을 수록한 실시설계도를 작성하였다.

각 전시실(1실~7실)은 “날씨의 역사, 기상관측 이야기”라는 전시 주제를 바탕으로 고대부터 현대까지 시대별 기상관측장비, 기상관측의 기록, 기상관측기록의 활용 등 관측 기술을 중심으로 한국 기상과학기술의 변화를 보여주는 전시내용으로 구성되었다. 이와 더불어 과거의 우수한 기상과학기술을 보여주는 공주 충청감영 측우기(국보 제329호)²²⁾, 대구 경상감영 측우대(국보 제330호)²³⁾, 관상감 측우대(보물 제843호)의 기상과학사적 의의와 근대 건축의 모습을 잘 보존한 서울기상관측소(등록문화재 제585호)의 건축사적 중요성을 전시 스토리에 반영하였다.

3.1.3. 기상유물의 국보 승격 및 보존 처리

22) 기존 금영측우기(보물 제561호)가 국보로 승격(2020.2.27.)되면서 '공주 충청감영 측우기'로 명칭 변경

23) 기존 대구 선화당 측우대(보물 제842호)가 국보로 승격(2020.2.27.)되면서 '대구 경상감영 측우대'로 명칭 변경

기상청은 세계 최초 강우량 측정기구인 측우기의 우수성을 알리고자 측우기에 대한 전문가 자문과 학술회의 등을 거쳐 2017년 국보승격 추진계획을 수립한 이래 3년이라는 긴 시간 동안 전문가 현장실사(3.22. 문화재청 현장심의, 9.19. 문화재청 보완지정조사, 11.7. 문화재청 보완지정조사(2차)), 자료검증, 명칭변경 등의 과정을 거쳤다. 그 결과, 문화재위원회(12.12.) 최종심의를 통과하여 국보 지정예고(공주 충청감영 측우기, 대구 경상감영 측우대/12.31.)를 하였다.

대구 경상감영 측우대(보물 제842호) 및 관상감 측우대(보물 제843호)는 균열 등 훼손으로 과학적 보존처리가 필요하여 문화재보존과학센터와 업무협약(7.17.) 후 문화재보존과학센터에서 측우대 보존처리 방안 마련을 위한 현장조사(8.14.)를 진행하였다. 측우대 2기에 대한 문화재청 현상변경 심의(10.10.) 및 허가(10.21.)에 따라 측우대 모두 문화재보존센터에서 보존처리를 추진('19.11.21.~'20.6.30.)하였다.

3.2. 국립기상과학관 운영

기상청은 2014년 11월 국립대구기상과학관, 2017년 1월 국립전북기상과학관을 개관하여 운영하고 있으며 2019년 연간 관람객은 대구 77,217명, 전북 32,123명으로 집계되었다.

특히 2018년에는 기획재정부 요구 등에 따라 '국립기상과학관 관람료 징수 지침'을 마련하고 10월 1일부터 관람료 유료화를 시행하였다. 아울러 지자체의 신규 기상과학관 설립 요구에 따라 밀양, 충주, 홍성 기상과학관과 여수해양기상과학관에 대한 신규 건립을 추진하고 있다.

밀양과 충주는 2020년 개관을 목표로 2019년 건물 완공 및 전시·체험시설 설계를 완료하였으며, 홍성은 2022년 개관을 목표로 2019년 4월 기본설계, 9월 착공을 시작하였다. 여수해양기상과학관은 2023년 개관을 목표로 2019년 타당성 조사연구를 완료하였다.

[표 3-39] 기상과학관 연간 관람객 현황

구분	15년	16년	17년	18년	19년	합계
대구	113,837	71,103	144,819	107,887	77,217	514,863
전북	-	-	22,535	32,656	32,123	87,314
총계	113,837	71,103	167,354	140,543	109,340	602,177



4

기상기후 빅데이터 융합서비스

- ⚙ 기상서비스진흥국/기상융합서비스과/기상사무관/임소영
- ⚙ 기상서비스진흥국/기상융합서비스과/기상사무관/허철운
- ⚙ 기상서비스진흥국/기상융합서비스과/행정사무관/황정철

4.1. 기상기후 빅데이터 융합서비스 개발과 확산

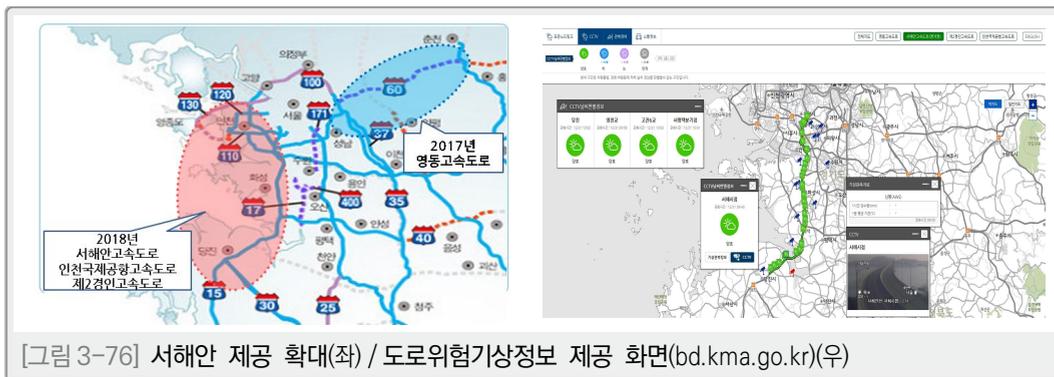
기상청은 빅데이터를 활용한 시의성 높은 의사결정 지원 서비스 요구 증가에 따라, 기상데이터와 타 분야 데이터를 융합한 새로운 기상융합서비스 개발을 추진하고 사회 전반으로 활용을 확산하고 있다. 이를 위해 2014년부터 대·내외 빅데이터 전문가들과 함께 ‘기상기후 빅데이터 포럼’을 운영하고 있으며, 2019년 11월 13일에도 민간기상서비스 사업 소개 등 기상기업과의 소통과 민간기상서비스시장 활성화를 위한 기상기후 빅데이터 포럼을 개최하였다.

2014년부터 농업, 보건, 교통, 방재 등 다양한 분야에서 11개의 융합서비스 과제가 개발되었으며, 2019년에는 지자체의 대중교통 관련 정책 수립과 공공서비스의 질 향상 지원을 위해 ‘날씨에 따른 부산시 대중교통 이용분석 모형’을 개발하고 사용자가 활용할 수 있도록 부산시 빅데이터 플랫폼에 서비스를 탑재하였다. 또한, 2018년에 개발한 ‘서리발생 가능성 예측정보’는 올해 공공데이터포털(data.go.kr)을 통해 Open API(Open application programming interface) 서비스로 제공되며, 2016년에 개발한 관광기후 지수도 실시간 강수, 특보정보를 반영하도록 알고리즘을 개선하였다.

[표 3-40] 2019년 기상기후빅데이터 융합서비스 개발 추진 내용

분야	주요내용	
관광	<p>맞춤형 관광기후지수 개선</p> <ul style="list-style-type: none"> - 강수, 특보를 반영한 관광기후지수 알고리즘 개선 - 수치모델 자료를 활용하여 내일~10일 뒤까지 전국 지역별 관광기후지수(매우 좋음, 좋음, 보통, 나쁨, 특보) 생산 	
교통	<p>날씨에 따른 부산시 대중교통 이용변화 분석</p> <ul style="list-style-type: none"> - 기상자료와 유동인구 상관관계에 따른 대중교통 이용률 분석 - 대중교통의 속도 및 정시성에 대한 기상조건 영향 파악 및 개선 필요구간 도출 	

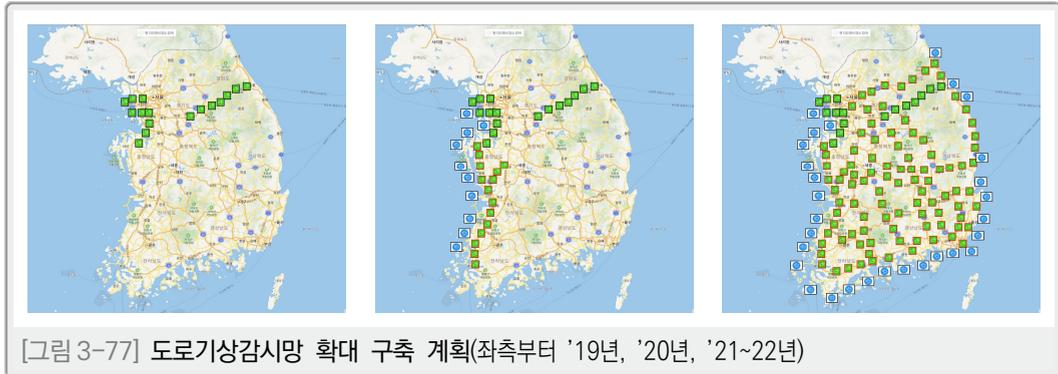
2018년부터 영동고속도로를 대상으로 교통CCTV 영상을 이용하여 눈, 비, 안개의 날씨현상과 현상별 강도를 판별하여 도로위험기상정보를 생산·제공하던 것을 서해안고속도로로 경기권, 인천국제공항고속도로 등 서해안 지역 일부 고속도로로 서비스 대상 지역을 확대하여 제공하였으며, 기상청 날씨마루(bd.kma.go.kr)뿐만 아니라 공공데이터포털(data.go.kr), 기상자료개방포털(data.kma.go.kr)과 연계하여 도로교통 관련기관에서도 활용이 용이하도록 표준노드링크²⁴별 Open API로도 정보를 제공하고 있다.



24) 차량운행속도가 변화하는 구간(IC-IC, 교량·터널 시종 등)을 구분하여 표현한 전자교통지도



2020년에는 안개에 취약한 서해안 지역 고속도로 전역을 대상으로 위험기상정보를 제공할 예정이며, 이후로도 국토교통부, 지자체 등 관계기관과 CCTV영상 연계, 기상정보 공유 등 협력을 통해 전국 주요 고속도로로 단계적으로 확대·추진하여 전국 도로기상감시망 체계를 구축해 나갈 계획이다.



그리고, 지역수요 기반의 맞춤형 기상융합서비스 10개를 개발하였고, 실효적 서비스 개발을 위해 김해시 건강생활정보 서비스, 전북 농업인 영농기상서비스 등 기존 서비스를 지역에 확산 적용하는 서비스확산형 과제(6건) 도입과 정보사용자협의회 운영으로 개발된 과제가 모두 기술이전 되어 활용되었다. 한편, 사업화 성과 가점제 도입 등 성과평가 기준 개선을 통해 개발된 서비스의 기술이전이 확대('18년 14건 → '19년 21건)되었고, 이 중 전북 농업인 영농기상서비스(들에서 쿨)는 민간기업 대상 라이선스 계약 체결로 1억 원의 수익을 창출하였다. 또한 대국민 기상융합 아이디어 공모전을 개최(총 92건 응모, 12건 수상)하고 최우수작(안개 잦은 구간 가시거리 확보를 위한 안개제거용 드론)에는 특허출원을 지원하여 사업화로 유도하였다. 앞으로도 지역 수요에 기반한 맞춤형 서비스 개발과 확산을 통해 기상산업 발전에 기여할 계획이다.

농림기상분야 新 기후변화 공동대응을 위한 3청(기상청-산림청-농촌진흥청) 업무협약 체결('18.12.) 이후 국장급 정책협력회의 개최로 기상장비 구매 시 기상사업자 참여 제안을 추진하여 기상사업자가 농업·임업 분야 기상장비 구매 및 유지보수에 적극 참여하였고, 공동협력 연구과제 발굴 등 10개 안건을 발굴하고, 기상·농업·임업 분야기술개발 표준 및 검·인증 체계 상용화 등을 위해 3청 산하기관(한국기상산업기술원-농업기술실용화재단-한국임업진흥원) 간 업무협약을 체결하였다. 실효성 있는 농림기상기술 발굴·연구·실용화를 위해 농림기상관련 10개 부처 기관이 참석한 소통세미나를 개최하였으며,

3청 업무협약 실무협의회를 통해 농림기상관측정보 신뢰도 향상을 위해 기상사업자 참여제도 준수를 위한 내부 강구책을 제안하고, 부처 간 농림기상분야에 공동협력 연구과제 발굴·개발·실증에 민간분야 참여를 확대하여 국내외기상산업 활성화에 기여하는 기반을 마련하였다.



[그림 3-78] 기상청·농진청·산림청 국장급 협력회의
(19.5.1.)



[그림 3-79] 기상청·농진청·산림청 업무협약
실무회의(19.12.5.)

4.2. 기상기후 빅데이터 분석 플랫폼 활용 확산

기상청은 컴퓨팅 자원과 데이터까지 원스톱으로 활용 가능한 클라우드 방식의 ‘기상기후 빅데이터 분석플랫폼’을 전면 개방하여 누구나 손쉽게 이용할 수 있도록 하였다.

사용자 활동을 적절하게 관리·점검할 수 있도록 공개소프트웨어 기반 로그 수집·분석 도구를 탑재하여 운영하고 있으며, 신규 생성한 데이터에 대해 공공데이터 품질관리 지침에 따른 데이터 정비 및 표준화를 수행하였다. 또한 분석플랫폼 사용자들과 상호 소통을 위한 자유게시판 운영 기반을 마련하였다.

사용자들의 기상기후 빅데이터 활용성을 높이기 위해 초중급자를 위한 파이썬 실습교육 자료를 추가 제공하여 사용자가 플랫폼 내에서 빅데이터 활용 범위를 보다 확대 활용할 수 있도록 개선하였으며, 기상기후 빅데이터 이해와 활용 증진을 위해 기상사업자와 일반국민을 대상으로 오프라인 교육 프로그램도 운영하였다.

특히, ‘찾아가는 세미나’를 통해 9개 대학과 1개 고교 학생을 대상으로 기상기후 빅데이터 가치와 융합 활용 사례에 대해 소개하였다. 나아가, 2개 대학(부산대, 부경대) 교육과정 내 빅데이터 활용 관련 정규 교과목을 개설하여, 빅데이터 분석 이론과 실습 병행을 통해 40여 명의 기상기후 빅데이터 인재 양성을 추진하였다.

또한 「2019 날씨 빅데이터 콘테스트」 개최로 기존 기상-공공 빅데이터 융합에서 나아

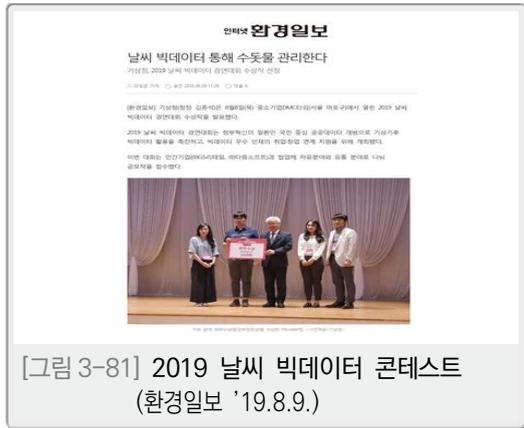


가 기상-민간 빅데이터 이중 간 융합의 장을 마련하였다. 2개 민간기업(㈜GS리테일과 (주)다음소프트)과 업무제휴협약을 맺고 기업이 보유한 데이터를 최초로 공개·공유하여 자유분야와 유통분야로 나누어 기상기후 빅데이터의 활용 저변 확대에 노력하였다. 총 552개 팀이 참가신청을 하였고, 심사위원단의 평가를 거쳐 20팀이 최종 수상작으로 선정되었다. 이 중 자유분야의 ‘머신러닝 기반 상수원 원수 위험요소 예측을 통한 수돗물 안전성 향상’, 유통분야의 ‘날씨가 편의점 소비에 미치는 영향 분석 및 분석 모델 개발’가 각 분야 최우수상 수상의 영광을 안았다.

공모작 시상에서 그치지 않고, 콘테스트 수상자를 대상으로 취업·창업 등 후속지원 방안을 마련하여 추진하였다. 이 중 9인은 과기정통부 주최 취업 연계 프로그램인 ‘빅매칭 캠프’에 참가 추천하였으며 3인은 (주)다음소프트, 1인은 (주)엑셈 인턴십을 수료하도록 지원하여, 단순 공모전 행사에 그치지 않고 빅데이터 분야 우수인재 발굴과 일자리 창출에 기여하였다.



[그림 3-80] 2019 날씨 빅데이터 콘테스트 ('19.8.9.)



[그림 3-81] 2019 날씨 빅데이터 콘테스트 (환경일보 '19.8.9.)

4.3. 생활기상정보 서비스 강화

기상청은 국민의 생활편의와 건강관리를 위한 생활기상정보 서비스를 제공하고 있으며, 2019년에는 개선된 자외선지수의 정식서비스와 더위체감지수 세분화 시범서비스 제공, 지수별 서비스 기간 확대 등을 추진하였다.

‘자외선 B영역’과 함께 피부 노화의 주요 원인인 ‘자외선 A영역’까지 추가한 자외선지수는 2018년 3~11월 시범운영을 거쳐 2019년에는 연중으로 서비스기간을 확대하며 정식서비스를 제공하였다. 세분화된 더위체감지수는 서비스 환경(도로, 건설현장, 조선소)에 대한 정보를 추가하여 2019년 5월부터 9월까지 시범서비스 되었으며, 2020년 5월부터

터 ‘체감온도’로 명칭을 변경하여 폭염피해 예방을 위한 세분화된 더위정보를 정식으로 서비스할 예정이다.

더불어, 생활기상정보에 대한 실효성있는 서비스를 위하여 지수별 서비스 기간이 확대되었다. 꽃가루농도위험지수 중 참나무, 소나무는 4~5월에서 4~6월로, 잡초류는 9~10월에서 8~10월로 변경되었고, 동파가능지수는 12~2월에 제공되던 것이 11~3월로, 대기확산지수는 11~5월에 제공되던 것이 연중으로 서비스 기간이 확대되면서 생활 밀착분야의 생활기상정보 서비스 강화와 국민 편익 제고에 기여하였다.

5

한국기상산업기술원 운영

⚙ 기상서비스진흥국 / 기상서비스정책과 / 행정사무관 / 김정탁

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

5.1. 주요기능 및 조직

한국기상산업기술원의 조직구조는 3본부 1단 6실 9팀이며, 정원은 146명이다. 주요기능으로는 기상산업 시장의 조사·분석 및 수집정보의 이용, 기상산업·기상업무·지진·지진해일·화산 등을 위한 연구개발사업의 기획·평가·관리 및 활용, 기상사업의 창업 및 경영 지원, 기상측기 검정업무, 국가나 지방자치단체 등으로부터 위탁받은 사업이나 다른 법령에 따라 기술원의 업무로 정한 사업들을 수행하고 있다.



5.2. 주요 성과

한국기상산업기술원은 기관 설립목적인 ‘기상산업의 진흥·발전과 기상정보의 활용 촉진 및 유통을 효율적으로 지원’을 적극 달성하고자 미션을 기존 ‘기상산업의 진흥·발전’에서 ‘기상산업 진흥 및 기상정보 활용 촉진’으로 개정하고, ‘기상정보 활용 촉진’을 바탕으로 국민안전을 넘어서 국민편익에 기여하고자 하는 비전을 새롭게 수립하였다. 이와 더불어 경영목표 재설정과 4가지 신규 전략과제²⁵⁾를 신설하였다.

기상산업의 효율적인 육성·지원을 통해 발전기반을 조성하고 국가경쟁력을 강화하고자 기상산업 육성·시장 확대 사업 추진하여 기상산업 매출액 규모를 전년대비 18.1% 성장한 4,814억원(목표대비 109% 달성)으로 조사되었고, 기상산업 종사자 수도 전년대비 6.7% 증가한 2,756명(목표대비 100% 달성)으로 집계되었다.

또한, 체계적인 기상관측장비 관리를 통해 국가기상관측자료 품질정확도도 전년대비 2.5% 개선한 96.9%(목표대비 102% 달성)을 달성하였으며, 3개 산업 전문기관 간(한국기상산업기술원, 농업기술실용화재단, 한국임업진흥원) 업무협약을 통해 기상·농업·임업 분야의 기술개발, 표준/검·인증 체계, 교육, 사업화 및 해외진출 등을 위한 상호협력력을 도모하였다.

²⁵⁾ 기상산업 정책·연구역량 강화, 기상기후 민간서비스 개발, 기상기후 빅데이터 플랫폼 확산, 기상장비 기술 활용가치 확산



[그림 3-83] 한국기상산업기술원 시무식('19.1.2.)



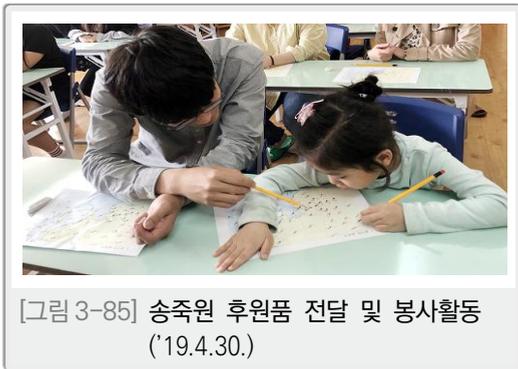
[그림 3-84] 한국기상산업기술원-농업기술실용화 재단-한국임업진흥원 업무협약('19.8.13.)

5.3. 공공기관의 사회적 가치 실현 및 사회현안 해결 노력

공공기관으로서 사회적 가치 실현과 지역 상생발전을 위해 설과 추석 명절을 앞두고 해마다 임직원들의 성금을 기부하고 있으며, 특히 2019년에는 강원도 산불피해 복구를 위한 임직원들의 성금을 추가로 기부하였다. 또한, 독거노인 무료급식봉사활동, 지역아동센터 대상 기상기후 초청캠프 지원, 중증장애인시설 봉사활동, 어르신 대상 폭염 건강지킴이 캠페인 등 지역사회·소외이웃과의 다양한 나눔 활동으로 공공기관으로서 사회적 가치 실현 및 책임을 다하기 위해 노력하였다.

또한, 청년실업률 증가, 일자리 부족 등 사회 현안을 해결하기 위해 전담부서인 '혁신성장일자리팀'을 운영하고, 기상기업 통합 일자리 정보 제공, 기상분야 우수인재 대상 취업캠프 개최 및 인턴파견 실시, 기상기후 통합 일자리 정보관 운영 등 다양한 취업지원 서비스 및 프로그램을 제공하였다.

아울러, '원스톱(one-stop) 육아휴직제도' 도입을 통해 여성인재의 육아부담을 감소시키고 보직자 90% 이상이 유연근무를 출선수범 활용하여 실질적인 일-생활균형이 가능한 선진 근로문화를 조성하는데 노력하였다.



[그림 3-85] 송죽원 후원품 전달 및 봉사활동 ('19.4.30.)



[그림 3-86] 독거노인 무료급식 봉사활동 ('19.6.20.)



제5장 지진감시와 대응

1

지진업무의 제도 개선

⚙ 지진화산국 / 지진화산정책과 / 기상연구관 / 김상백
⚙ 지진화산국 / 지진화산정책과 / 기상사무관 / 김복희

1.1. 지진관측법 일부개정 완료

경주(16) 및 포항(17)지진 이후, 기상청을 포함한 정부기관·공공기관·지자체 등*에서는 지진재난 대비의 목적으로 지진관측망을 확대·운영하고 있다. 그러나 지진 관측장비의 설치환경·장비 성능 등에 대한 표준화된 기준 부재로 고품질의 지진 자료생산 및 공동 활용의 어려움이 존재한다. 이에 따라, 지진 관측자료의 정확도·신뢰도 확보를 위한 법률 개정의 요구에 따라 관측 장비를 제작·수입 또는 설치하는 자와 관측소를 설치·운영하는 자에게 지진 관측장비의 검정 의무를 부여하고, 소급성이 확보된 기준기를 사용하여 관측 장비를 검정하는 제도를 도입하는 「지진관측법」(법률 제16612호, 2019.11.26. 공포, 2020.11.27. 시행)이 일부개정 되었다.

* 기상청 등 관측기관 지진관측소 679개소, 행안부 관리 관측소 761개소(19.12월)

그동안 기상청에서는 실효성 있는 지진 관측 장비 검정체계의 실현을 위해 2017년부터 연구기술개발에 착수하여 핵심 검정항목*을 선정하였고, 소급성이 확보된 기준기를 활용하여 2019년 기상청 도입 장비를 대상으로 시범 적용 테스트를 실시하여 제도 실현의 기술적 검토를 완료하였다. 2020년 11월 하위법령 개정이 완료되는 시점부터 본격적인 지진관측법 시행이 원만히 이루어질 것으로 기대한다.

- 소급성 근거 : 국가표준기본법, 국제도량형국(BIPM) 측정표준
- 소급성 체계 : 국제측정표준 → 국가표준(KRISS, KOLAS) → 기상청 검정 기준기 (기준가속도지진센서, 기준속도지진센서)

* 핵심적인 검정항목 : 가속도지진센서·속도지진센서(감도, 주파수응답, 선형성), 지진 기록계(시각오차, 전압안정도)

1.2. 지진 재난문자 송출영역 확대

지진 정보의 신속한 발표를 위해 지진규모에 따른 피해 가능 영향 범위를 이론적인 진도 감쇠식을 활용하여 사전에 산정하고 규모에 따라 송출지역을 차별화하여 아래의 송출 기준과 같이 운영을 하고 있었다.

[표 3-41] 지진규모에 따른 긴급재난문자(CBS) 송출 기준

규모		송출지역	
내륙	해역		
5.0 이상	5.0 이상	전국	
4.0~5.0 미만	4.5~5.0 미만	전국	
3.5~4.0 미만	4.0~4.5 미만	발생위치 중심으로	반경 50km 광역시·도
3.0~3.5 미만	3.5~4.0 미만		반경 35km 광역시·도

그러나, 2019년 4월 19일과 22일 연이어 발생한 해역지진 사례로부터 현행 재난문자 송출기준의 문제점이 나타났다. 해역 발생 지진의 경우, 실제 지진으로 인한 진동을 감지한 국민에게 재난문자가 송출되지 않아 지역주민의 혼선이 발생 된 사례였다.

- (4월 19일) 피해범위로 예상되는 50km 이내에 광역지자체가 포함되지 않아 재난문자 미송출. 다만, 강원지역 지자체(삼척, 강릉, 태백 등)에서 지역 안전관리 차원에서 지역주민에게 긴급재난문자 사후 송출
- (4월 22일) 4월 19일 지진에 비해 진도가 III으로 더 약했음에도 진앙반경 50km 이내에 경북 지자체가 포함되어 해당지역에 재난문자 송출

[표 3-42] 재난문자 송출기준 문제점 발생 사례

구분		4월 19일	4월 22일
지진속보 발표	추정규모	4.2 M _L	4.0 M _L
	예상진도	최대 II(강원)	최대 III(경북)
	발생위치	동해시청 기준 북동쪽 56km 해역	울진군청 기준 동남동쪽 43km 해역
긴급재난문자 송출	기준	신속정보인 지진속보의 추정규모와 위치를 기반으로 송출	
	결과	미송출	송출(경북, 대구)
지진정보 발표	분석규모	4.3 M _L	3.8 M _L
	계기진도	최대 IV(강원)	최대 III(경북)
	발생위치	동해시청 기준 북동쪽 54km 해역	울진군청 기준 동남동쪽 38km 해역

이러한 문제점을 해소하고자 현재 예상진도 산출 시 사용되는 감쇠식을 이용하여 피해 가능 범위를 재산정하고, 관계기관 의견수렴 등을 통해 지진 재난문자 송출지역 범위를 확대하여 관련 규정 정비를 완료하였다. 이는 기존의 보수적 기준을 선제적 기준으로 개선하여 보다 적극적인 지진 재난대응체계 구축에 기여하였음을 의미한다.

[표 3-43] 「지진 재난문자방송 운영규정(기상청 훈령)」 개정(2019.7.9)

규모		송출지역		
내륙	해역	기존		수정
5.0이상	5.0이상	전국		전국
4.0~5.0미만	4.5~5.0미만	전국		전국
3.5~4.0미만	4.0~4.5 미만	발생위치 중심으로	반경 50km 광역시·도	반경 80km 광역시·도
3.0~3.5미만	3.5~4.0미만		반경 35km 광역시·도	반경 50km 광역시·도

*【개정】 보수적 기준(진도Ⅳ 수준 영향범위) → 선제적 기준(진도Ⅲ 수준 영향범위)

- 규모 4.0의 진도 Ⅲ 수준 영향 범위(40 km × 2배 = 80 km)
- 규모 3.5의 진도 Ⅲ 수준 영향 범위(25 km × 2배 = 50 km)

1.3. 지진과학의 이해 및 정책 홍보

경주·포항지진 등 국민적 관심이 높았던 지진을 겪고 기상청의 지진 홍보가 본격화 된 가운데, 2018년 지진 관련 국민 인식 실태 진단결과, 지진 관련 국민의 인식이 개선되고 경험이 확대된 것으로 나타났다. 지진 관련 인식 개선 및 관심이 높아진 시점에서 보다 적극적이고 효과적인 홍보를 위해 2019년에는 국가지진업무와 지진과학의 체계적인 홍보 활동, 지진정보 전달과 이해를 위한 콘텐츠 제작 및 확산에 중점을 두었다.

과학적 이론을 재미있고 쉽게 이해할 수 있도록 지진체험 전시물(지진조기경보체험, 지진상식 OX퀴즈박스, 트리아트 AR)을 제작하여 기상기후산업박람회(9월), 지진안전캠페인(9월), 정부혁신박람회(11월) 등 오프라인 행사에 참여함으로써 대국민 지진 인식 제고 효과를 높일 수 있었다.

또한, 모바일 기반의 홍보가 효과적인 것에 착안하여 과학 관련 주제를 다루는 크리에이터를 활용한 영상 3편(① 소리없이 다가오는 자연재해, 지진이란? ② 대체 지진은 왜 예측할 수 없는 걸까? ③ 정밀하고 세밀하게! 국민체감중심 지진정보서비스란?)과 교육용 1분 지진과학교실 동영상(20편)을 제작하여 유튜브, 기상청 페이스북에 제공함으로써

국민들로부터 큰 관심과 호응을 이끌었다.

국민들의 지진업무에 대한 오해를 해소하고, 효과적인 지진정보 전달을 위해 홍보영상 2편(지진 오인지 해소, 지진 Push 알림앱)을 제작하여 G-BUS, 지하철 PDP, IPTV, BIS, 은행 모니터, 공공서 보유매체 등을 통해 영상을 송출함으로써 언론 홍보 효과를 극대화 하였다.



2 지진·화산 발생현황

⚙ 지진화산국 / 지진화산감시과 / 기상사무관 / 이호만

2.1. 국내지진 발생 현황

2019년 한반도 및 주변해역에서 발생한 지진은 총 1,045회로 규모 2.0 이상의 지진은 88회, 미소지진은 957회 발생하였다. 규모 2.0 이상 지진의 경우 2018년(115회)보다 발생횟수는 적으나, 디지털 관측 기간(1999~2018년) 연평균 69.9회보다 많이 발생하였다.

[표 3-44] 1978~2019년 관측시기별 지진 발생 횟수

구 분	평균 지진 발생 횟수			2019년 발생횟수
	'78~'18년	'78~'98년 (아날로그 관측)	'99~'18년 (디지털 관측)	
규모 2.0 이상	43.9	19.1	69.9	88



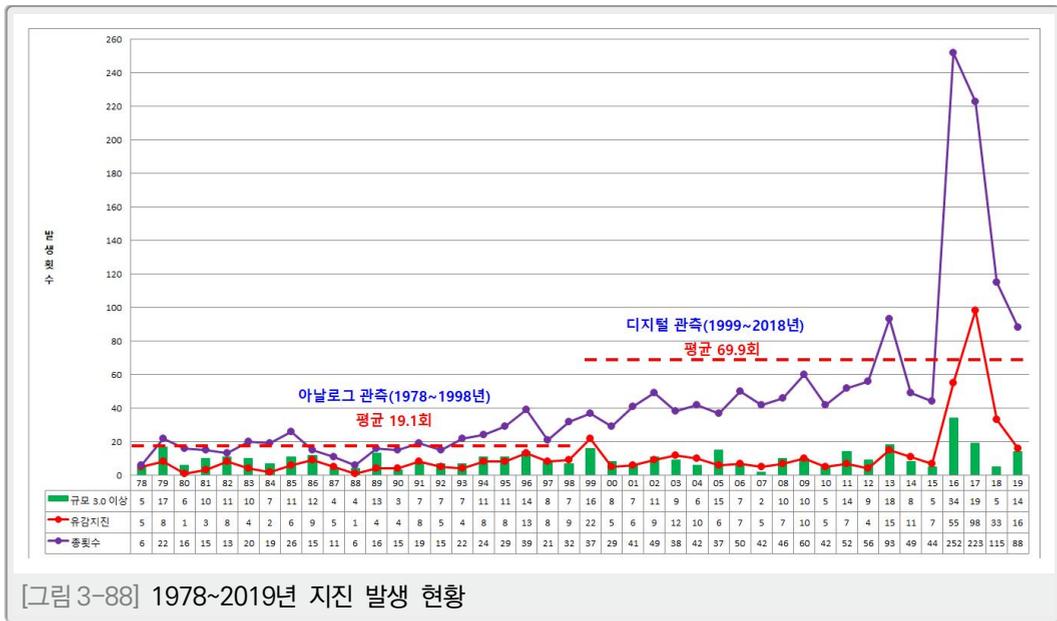
2019년 4월 19일 동해 해역에서 발생한 규모 4.3 지진은 2019년에 발생한 최대규모의 지진으로, 발생당시 동해, 속초 지역은 최대계기진도 IV로 기록되었으며 수도권에서도 유감신고가 접수되었다.

[표 3-45] 2019년 지진 발생 횟수

규모	$M_L < 2.0$	$2 \leq M_L < 3$	$3 \leq M_L < 4$	$4 \leq M_L < 5$	$5 \leq M_L$
2019년	957	74	12	2	0

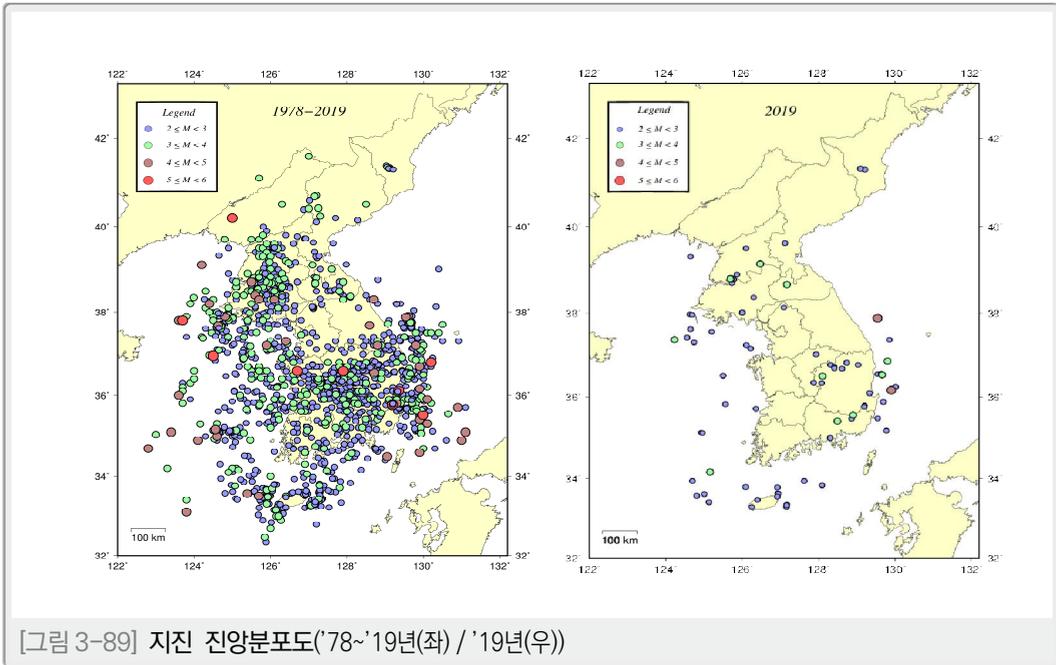
※ 규모 2.0 이상 통보 지진: 88회

규모 3.0 이상의 지진은 디지털관측 연평균(10.9회)보다 많은 14회가 발생하였으나 사람이 진동을 느낀 유감지진은 16회 발생하였다.



[그림 3-88] 1978~2019년 지진 발생 현황

지역·해역별 지진 발생현황은 지역에서 45회, 해역에서 43회의 지진이 발생하였다. 그중 북한 지역이 21회, 대구·경북 지역에서 11회가 발생하였다. 해역에서는 동해와 서해가 각각 16회, 남해가 11회 발생하였다.



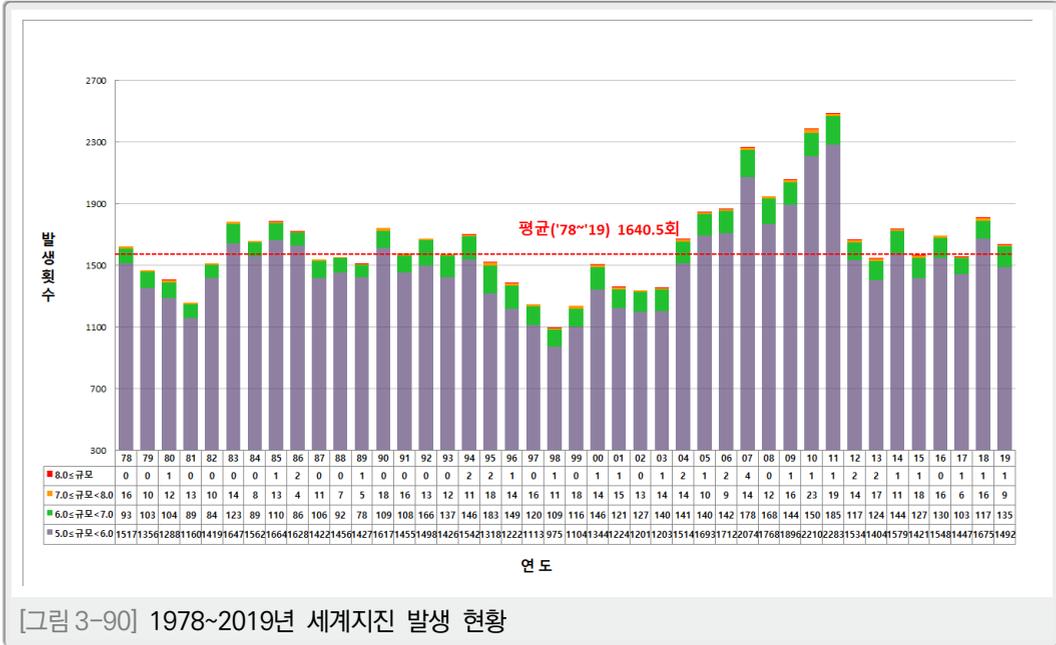
2.2. 세계지진 발생 현황

2019년 국외에서 발생한 규모 5.0 이상의 지진은 총 1637회로 연평균(1978~2018년) 지진 발생횟수 1640.6회와 비슷하다. (출처: 미국지질조사소)

가장 큰 규모의 국외지진은 2019년 5월 26일 16시 41분경(KST) 페루 라구나스 지역 115km 깊이에서 발생한 규모 8.0의 지진이다.

[표 3-46] 국외지진 발생 횟수(규모 5.0 이상)

규모	5.0 ≤ M < 6.0	6.0 ≤ M < 7.0	7.0 ≤ M < 8.0	8.0 ≤ M	계
2019년	1492	135	9	1	1637
연평균('78~'18년)	1501.1	125.5	13.2	0.8	1640.6



[그림 3-90] 1978~2019년 세계지진 발생 현황

2.3. 화산 발생 현황

2019년 한 해 동안 기상청에서 발표한 화산정보는 10건이었다. 분연주 높이가 가장 높았던 화산은 파푸아뉴기니 뉴브리튼 섬의 올라운 화산으로 그 높이는 약 19km였고, 이 화산의 영향으로 1만 3천 여명의 이재민이 발생하고, 인근 공항이 폐쇄되었다.

3

지진관측망 및 정보전달 체계 개선

☼ 지진화산국 / 지진정보기술팀 / 방송통신사무관 / 심원보

☼ 지진화산국 / 지진정보기술팀 / 기상사무관 / 황동익

3.1. 국가 지진관측망 구축 및 운영

기상청은 2020년 현재, 고성특별지진관측소 1개소를 포함하여 총 265개소의 국가 지진관측망을 구축·운영하고 있다.

2019년에는 지진·지진해일·공중음파 관측망 확충, 교체, 이전, 개선, 도입 사업 등을 완성하였다(표 3-47, 3-48 참조).

첫째, 지진해일 발생 위험지역인 동해 임원항 인근에 “지진해일관측소 1개소”를 신설하였고, 둘째, 2009년 말 도입 후 내구연한 경과 “노후 지진관측소 4개소 지진관측장비를 전량 교체”하여 노후화율 0%를 지속적으로 달성하였으며, 일부 지진관측소에 대해 관측소 주변 자갈 포설, 보호 펜스 교체, 보호함체 외부도색, 보강토 옹벽 설치 등 관측환경 개선도 함께 진행하였다. 셋째, 지진관측장비 장애 시 신속한 조치 및 안정적인 운영을 위하여 지진관측장비 주요 예비품(5종 40대)을 구매하였고, 넷째, 주요 지진 발생 현장의 여진 위치와 깊이를 정밀 관측·분석하고 지진관측소 이전설치 후보지에 대한 적합성 판별 등 다목적 활용을 위해 “현장대응용 이동식 지진관측장비 17조”를 도입 완료하였다.

한편, 인공지진의 탐지·분석 및 통보(지진관측법 제13조) 업무의 효율적인 수행을 위해 공중음파 관측 공백 지역인 서해·경기 북부 3개 지역 21개소에 유엔 포괄적핵실험금지조약기구(CTBTO²⁶⁾) 국제핵실험관측망(IMS²⁷⁾) 설계를 적용한 최첨단 공중음파관측소를 확충하여 신속·정확한 자연 및 인공지진 분석 대국민 서비스를 지원할 수 있게 되었다.

또한, 항공기상청 청사 이전 계획에 따라 동 청사 지하에 설치되어 운영 중이던 영종도지진관측소의 장비를 기 설치 운영 장소(인천광역시 중구 공항로 272)에서 북동 방향(약 10km) 지상(인천광역시 중구 백운로 57-25)으로 이전설치하면서 관측환경 개선도 병행하여 관측자료의 품질 개선도 꾀하였다.

²⁶⁾ Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organization, CTBTO

²⁷⁾ International Monitoring System

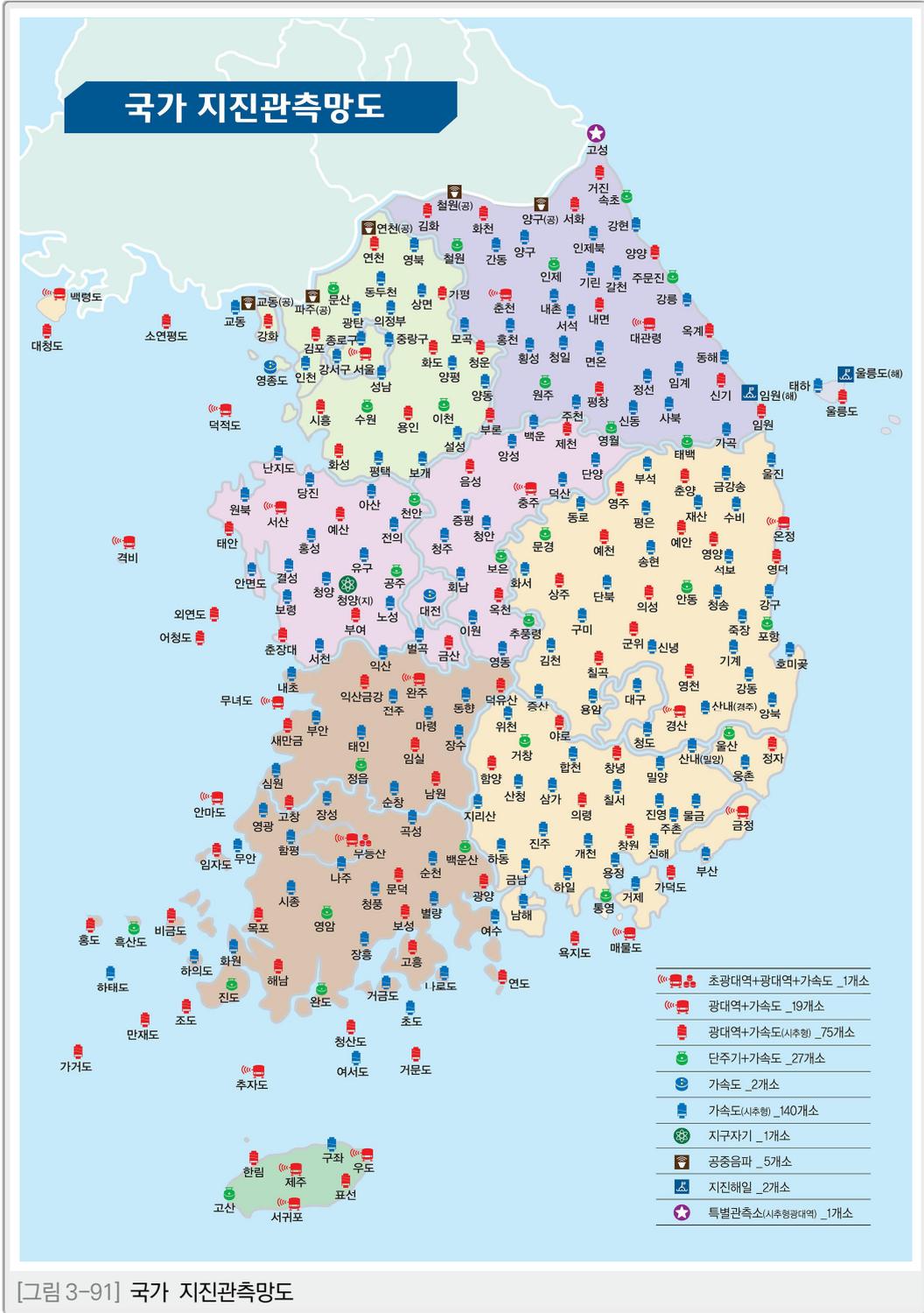
기상청은 전국 265개소에 설치된 지진관측소, 지진해일관측소 2개소, 공중음파관측소 5개 지역 31개소, 지구자기관측소 1개소의 자료수집과 분석·통보시스템에 대해 1년 365일 24시간 무중단 운영을 위해 안정적인 관측망 운영·관리에 힘쓰고 있다.

[표 3-47] 국가 지진관측망 사업 추진 현황

관측소 구분		2017년 관측망 수 (개소)	2018년 관측망 수 (개소)	2019년 사업 내역	2019년 사업 완료 후 관측망 수 (개소)	비고
지표형	초광대역	1	1	-	1	
	광대역	17	19	교체(3) : 금정, 충주, 서울	19	
	단주기	29	27		27	
	가속도	18	2		2	
시추형	광대역	64	76	교체(1) : 고흥	76	고흥지진관측소 지진기록계는 '18년도에 교체
	가속도	82	140		140	
합 계		211	265		265	

[표 3-48] 지진해일, 지구자기, 공중음파 관측소 및 이동식 지진관측장비 현황

구분	관측망 또는 장비 수	관측소명
지진해일관측소	2개소	울릉도(섬목), 임원(비화항)
지구자기관측소	1개소	청양
공중음파관측소	5개 지역 31개소	양구(5), 철원(5), 파주(6), 연천(7), 교동도(8)
이동식 지진관측장비	17조	광대역속도(3), 단주기속도(14)



3.2. 정보전달 체계 개선

3.2.1. 지진정보 직접연계 서비스 확대

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

직접연계 서비스는 지진통보 시 유관기관별 연계시스템으로 지진발생 정보가 직접 전달되어 신속하고 효율적인 대응이 가능한 방식이다. 직접연계의 대표적 사례로 2017년 11월 포항 5.4 지진 발생 시 19초 만에 경기도 ‘지진정보전파시스템’을 통해 경기도 재난안전본부와 17개 소방서 등에 지진정보가 신속하게 전파된 사례가 있다.

2019년에는 직접연계 서비스의 추진 방향을 지진 발생 시 국민을 실제로 대비시키고 대응하는 업무를 수행하는 지자체와의 연계에 두고, 중앙행정기관 1개 기관, 세종특별자치시청, 전라남도청, 창원시청 등 지자체 5개 기관, 한국원자력환경공단, 한국토지주택공사 등 재난관리책임기관 3개 기관과 직접연계를 완료하였다.

기상청은 2019년 12월말 기준 33개 기관(중앙행정기관, 지자체, 재난관리책임기관 등) 37개 시스템과 실시간 연계 중이다.

[표 3-49] 년도별 지진정보 직접연계 서비스 누적기관(수)

구분	2015	2016	2017	2018	2019	합 계
중앙행정기관	2	-	-	2	1	연계완료 (33개기관)
시·도 교육청	-	-	5	3	5	
재난관리책임기관	-	1	3	4	3	
기타	-	-	2	2	-	

3.2.2. 직접연계 서비스 개선

그동안 지진 발생 시 지진규모에 따라 지진재난문자 정보가 전달되었으나, 휴대전화 사용이 어려운 학교의 경우 정보 전달의 한계가 존재하였다.

이러한 문제를 해결하기 위해 2019년 기상청은 지진 발생 시 기상청으로부터 지진정

보를 수신한 1차 수신기관이 다수의 2차 산하기관으로 지진정보를 재전파할 수 있는 지진정보 직접연계 서비스의 확장연계모듈을 개발하고 시도 교육청(울산, 제주, 경북)을 대상으로 시범서비스를 추진해오고 있다.

확장연계 시범서비스는 지진 발생 시 사람의 개입 없이 기상청의 통보시스템에서 교육청 중계 서버로 지진정보를 1차 전파 후 교육청의 중계 서버가 각 지역 초·중·고교의 방송시스템으로 지진정보를 2차 전파하도록 구성되어 있다.

결과적으로 지진 발생 시 각 학교의 학급마다 음성으로 지진 발생 및 대피를 위한 안내방송이 가능해져 학생들이 신속하게 대피할 수 있는 체계가 마련되었다.

예시1) “알립니다. 오늘 00시 00분 00지역에서 지진이 발생하여 학교 건물이 흔들렸습니다. 학생들은 즉시 머리를 보호하고, 선생님의 지시에 따르시기 바랍니다.”
 예시2) “지진발생, 지진발생, 머리를 보호하고 진동이 멈춘 후 운동장으로 대피하기 바랍니다.”

그림 3-92 학교내에서 지진 대피 안내 방송 멘트 예시

4

지진·지진해일·화산 연구

⚙ 지진화산국 / 지진화산연구과 / 기상사무관 / 류수호

'16년 경주지진과 '17년 포항지진 발생 이후 2019년에는 규모 4.3(강원도 동해시 해역)과 규모 4.1(경북 포항시 해역) 지진이 발생하여 국민들의 안전을 위협하는 큰 피해는 없었지만, 과학적이고 정확한 정보제공을 요구하는 목소리가 커졌다. 이에 기상청은 한반도 주변 국가에서 발생하는 지진, 지진해일, 화산분화 등에 대한 신속하고 정확한 정보를 제공하기 위해 지진·지진해일·화산 현상에 대한 연구개발을 지속적으로 추진하고 있다.

「지진화산업무 지원 및 활용연구」 자체 연구를 통하여 지진화산연구과에서는 한반도 지진환경에 최적화된 지진조기경보시스템 개선, 규모 3.5이상 국내지진에 대한 신속한 단층운동 정보 분석, 슈퍼컴퓨터를 활용한 한반도 주변해역 및 동북아 지진해일 예측정

보 생산체계 구축 등으로 현업지원을 수행하고, 백두산 모니터링 체계 구축과 지진·화산 현상에 따른 지구물리 현상 분석 등으로 꾸준히 성과를 달성하고 있다.

지진활동을 이용한 지하 단층구조 모델 개발과 지역·깊이별 지진파 속도모델의 통합 모델 개발을 주요 내용으로 「한반도 지하 단층·속도구조 통합모델 개발」 1단계 사업이 2018년부터 시작되었고, 2차년도인 2019년에는 영남권 내륙 및 동해 남부해역과 수도권에서 미소지진에 대한 근접관측을 통하여 지진활동 정밀분석이 수행되었다. 신규 연구 과제로 지진관측소 하부 1차원 속도구조를 분석하고 1단계 사업 최종목표인 한반도 지하 단층·속도구조 초기 통합모델 개발을 위한 플랫폼을 설계하였다.

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

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

또한, 기상·지진 See-At 기술개발사업의 일환으로 지진·지진해일·화산 현상에 대한 목적형 기초·원천 기술 개발인 「지진화산기술」 출연공모 사업을 통하여 연구역량 강화와 전문 인력 양성에 힘쓰고 있다. 2019년에는 70억원의 예산으로 공모에 의해 선정된 계속과제 31개 과제(지정 9, 품목 7, 자유 15)를 수행하였으며, 특히 인공지능 및 이동통신 등 신기술을 이용한 지진·지진해일·화산 정보 산출 및 전달 서비스 연구과제가 포함되어 향후 미래를 대비한 지진화산 연구개발 업무 발전 기반 조성의 기틀을 마련하였다.

다년도 연구로 진행되고 있는 「지진화산기술」 사업의 2019년 연구개발 성과로는 SCI급 논문 19건, 비SCI급 논문 20건, 특허출원 11건, 특허등록 4건 등의 정량적인 연구 성과를 거두었다.



제6장 기상위성 및 레이더

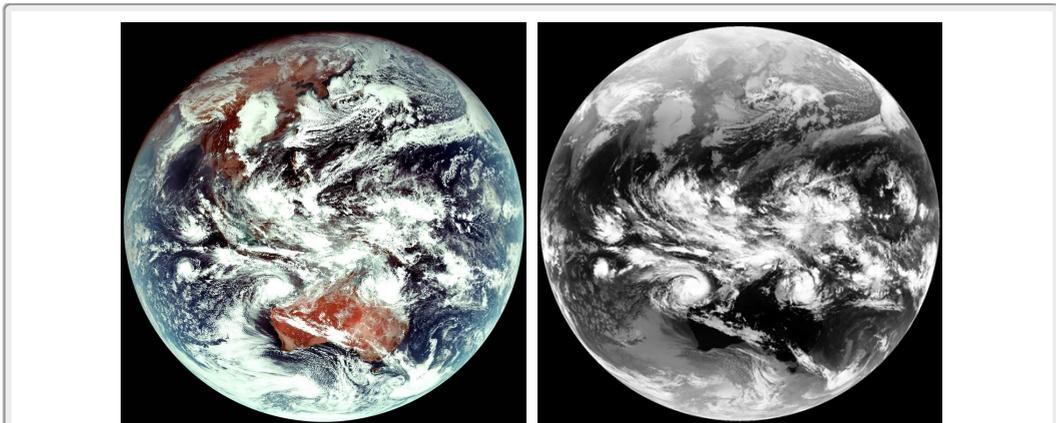
1 기상위성

☛ 국가기상위성센터 / 위성기획과 / 기상연구관 / 김지영

1.1. 천리안위성 2A호 최초 영상 수신

2018년 12월 5일(수) 한국 시각 오전 5시 37분, 남아메리카 대륙의 북동쪽에 위치한 기아나 우주센터에서 정지궤도 기상위성 천리안위성 2A호가 성공적으로 발사되었다. 천리안위성 2A호는 발사 후 약 17일 만에 목표 궤도(고도 35,800km, 동경 128.2도)에 올랐으며, 한 달 동안의 오염물질 제거 작업을 완료한 후 기상탑재체의 경통 커버를 열고 1월 26일(토) 낮 12시 10분에 첫 영상을 성공적으로 관측하였다.

천리안위성 2A호가 보내온 첫 영상(그림 3-93)은 기존 천리안위성 1호의 흑백영상과 다른 천연색의 컬러영상이다. 구름이 없는 지역에서는 지형의 형태를 확인할 수 있었고, 호주와 중국 내륙지역은 사막 지역으로 인해 주변 지역보다 다소 붉은색으로 보였다. 한반도 주변 위성영상에서는 차고 건조한 대륙고기압이 확장할 때 따뜻한 해수면을 지나면서 형성된 대류운이 서해상과 동해상에 줄지어 있는 모습도 볼 수 있었다.



[그림 3-92] 천리안위성 2A호 천연색 컬러영상(좌)과 천리안위성 1호 영상(우) ('19.1.26.12:10KST)

1.2. 천리안위성 2A호 궤도상시험 완료

천리안위성 2A호는 발사 전 지상에서 위성체 및 탑재체의 발사환경시험, 열진공시험, 전자파시험 등 우주환경에서 정상 작동을 검증하는 과정을 거쳤다. 위성이 발사된 후에는 목표 궤도(지구정지궤도 상 동경 128.2° 위치) 진입과 위성을 구성하는 각 서브시스템 및 탑재체의 상태를 점검하고 지상국 시스템을 통해 관측자료의 품질을 검증하는 궤도상시험²⁸⁾을 수행했다.

[표 3-51] 천리안위성 2A호 궤도상시험의 성과(천리안위성 1호 대비)

주요 성과	내용
자체 연구 결과를 적용한 고품질 자료 생산	» 기상탑재체의 복사검정 계수 조정 및 위치보정 품질 검증 : 위성 영상 내 줄무늬 등 품질 분석 결과 제공 ⇒ 최적 검출기 선정(BDS ²⁹⁾) 및 알고리즘 개선에 반영 » 전지구위성자료상호검정시스템(GSICS ³⁰⁾) 분석을 통한 품질 개선 : 이산화탄소 채널(13.3 μ m)의 변수 조절을 통한 복사검정 성능 개선
세계 최초 시도를 통한 위성운영 기술 선도	» 초고속 위성방송(UHRIT ³¹⁾) 서비스를 통한 차세대 기상탑재체 자료 16개 채널 전체 원해상도 배포 ※ 같은 탑재체를 사용하는 미국·일본은 일부 채널 저해상도 방송
기관 간 협업을 통한 완성도 높은 서비스 체계 구축	» 기상청의 실시간 지상국 현업운영으로 개선점을 도출하고, 이를 개발기관과의 기술협업을 통한 환류 및 개선 » 모의 태풍경로 제공을 통한 특별관측 기능 검증

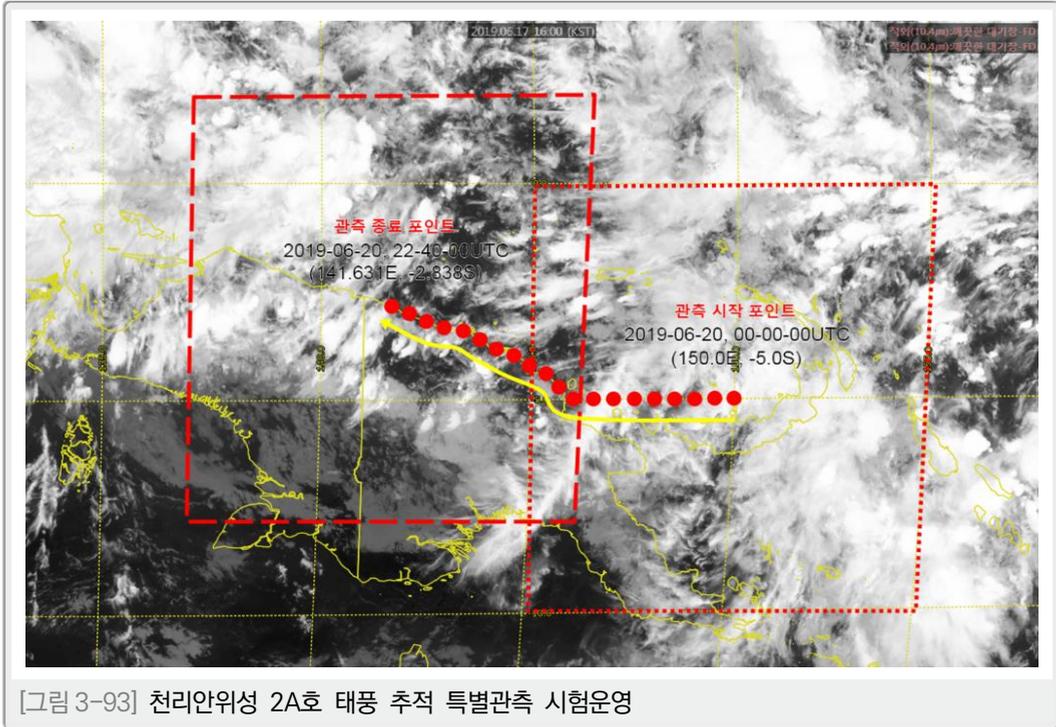
천리안위성 2A호의 기상탑재체는 위험기상 또는 대규모 재해 현상에 대한 집중 감시를 할 수 있는 특별관측 기능이 있다. 궤도상시험 기간 동안 정규관측 절차와 별도로 위험기상 또는 대규모 재해 현상을 1,000km 범위의 특정 관측 영역에 대해 2분 간격으로 고정 또는 추적 관측하는 특별관측 기능을 점검하였다. 2019년 6월 20일 남태평양 파푸아 뉴기니 부근 해안선을 따라 이동하는 태풍의 속도와 유사한 추적 관측 경로를 따라 특별관측 기능을 성공적으로 검증하였다. 천리안위성 2A호 운영기간 동안 아시아-오세아니아 국가 또는 국내기관의 요청에 따라 특별관측이 필요할 경우 기존 관측 스케줄을 조정하여 수행할 예정이다.

28) 궤도상시험: 본체 성능시험, 기상탑재체 기능시험, 자료처리시스템 운영시험 등 위성이 우주공간 상에서 정상적으로 작동하는지 시험하는 과정

29) BDS: Best Detector Selection

30) GSICS: Global Space-based Inter-Calibration System

31) UHRIT: Ultra High Rate Information Transmission

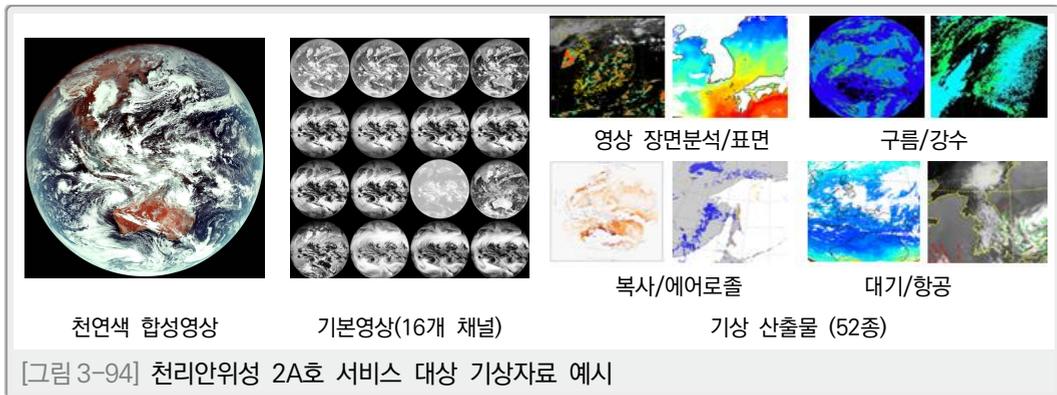


1.3. 천리안위성 2A호 정식서비스 실시

천리안위성 2A호는 2018년 12월 5일에 발사되어 궤도상시험 등 약 7개월간의 준비 과정을 거쳐 2019년 7월 25일부터 관측자료의 정식서비스를 하고 있다. 천리안위성 2A호의 기상 및 우주기상 관측자료 114종(표 3-52)을 웹사이트(날씨누리, 국가기상위성센터)와 자료전송 체계를 통해 기상청 내부 및 국내외 사용자에게 제공하고 있다.

[표 3-52] 천리안위성 2A호 서비스 자료 종류

종류	자료 종류
기상관측 자료	[기본영상 31종] 16개 채널 기본영상, 11종 합성영상, 4종 강조영상
	[기상 및 활용 산출물 75종] 구름, 안개, 황사 등 52종 기상 산출물 산불, 홍수 가뭄 등 23종 활용 산출물
우주기상관측 자료	[기본관측 자료 3종] 양성자·전자 플럭스, 자기장, 위성체 내부대전량
	[산출물 자료 5종] 자기권 고에너지 입자 분포, 위성 대전지수, 위성 운영 궤도별 입자분포, 지자기 교란 지수, 지자기 수평방향 교란 지수



[그림 3-94] 천리안위성 2A호 서비스 대상 기상자료 예시

천리안위성 2A호 자료는 아래 (표 3-53)과 같이 사용자의 수요에 따라 실시간 및 비실시간 자료제공으로 구분하며, 방재 등을 위한 실시간 자료 제공은 기상청 「날씨누리(웹)」, 「국가기상위성센터(웹)」, 「위성방송(안테나)」, 「지상망(네트워크)」 등을 통해 제공하고 있고, 연구 등을 위한 비실시간 자료는 「기상자료개방포털(웹)」, 「국가기상위성센터(웹)」, 「대용량 자료 제공(우편)」 등을 통해 제공하고 있다.

[표 3-53] 천리안위성 2A호 서비스 종류 및 현황

구분	서비스 종류	서비스 내용	서비스 대상/현황 ('19. 12. 기준)	
실시간 서비스	위성방송	관측 후 3분 이내 천리안위성 2A호를 통한 자료 방송(초고해상도/고해상도/저해상도 3가지 방식) [방송서비스 콘텐츠] · 초고해상도: 16개 채널 원해상도 관측자료 기상산출물 7종 ※ 7종: 구름정보 5종, 강우강도, 해수면온도 · 고해상도: 5개 채널, 해양관측 위성영상 ※ 해양 위성영상은 천리안위성1호 해양센서가 관측 · 저해상도: 해상 선박을 위한 위성영상 및 기상정보	국내외 수신소 (국내 2개소)	
	지상망	국내	관측 후 5분 이내 국내 유관기관 및 사업체에 제공	유관기관(6) 민간사업자(5)
		해외	관측 후 10분 이내 해외 기관 제공	해외 기상청(12)
비실시간 서비스	웹서비스	회원 가입한 누구나 희망자료 선택 및 다운로드 ※ 기상청 기상자료개방포털, 국가기상위성센터 홈페이지 WMO DCPC(Data Collection and Production Center) 홈페이지	국내외 사용자 (14,536건)	
	대용량 서비스	연구 및 개발자를 위해 외부 저장장치로 제공	학계, 연구소 (129건)	
	오픈 API	청내 사용자 대상 천리안위성 1호, 2A호 및 외국 위성 자료 제공	청내 사용자 (136건)	

천리안위성 1호 대비 시공간적으로 훨씬 뛰어난 관측 성능을 가진 천리안위성 2A호 자료의 효용성 높은 활용을 위해 다양한 분야에 서비스를 개선하였다. 아래 (표 3-54)에 제시한 바와 같이 보다 신속하게 기존보다 고품질의 다양한 콘텐츠를 제공하며, 또한 이를 잘 활용하기 위한 기술개발과 사용자 지원을 강화함으로써 예보·관측 업무 지원 강화와 수치모델 정확도 향상을 기대하고 있다.

[표 3-54] 천리안위성 2A호 서비스를 통해 달라지는 모습(천리안위성 1호 대비)

추진 분야	달라지는 모습
신속한 자료 제공을 통한 실황감시 강화	<ul style="list-style-type: none"> » 관측 후 영상표출 시간 단축(전구 기준) : 23분 ⇒ 3분 (약 8배 향상) ※ 일본 히마와리-8 위성 대비 » 위성방송 배포 완료시간 단축 : 15분 ⇒ 3분(5배 향상)
다양한 콘텐츠 제공으로 활용분야 확대 및 수치모델 지원 강화	<ul style="list-style-type: none"> » 위성정보 콘텐츠의 획기적 다양화 : 5 채널 ⇒ 16개 채널 : 흑백 영상 ⇒ 컬러 영상 : 16종 ⇒ 79종 기상 및 활용 산출물 » 수치모델 입력 자료 확대 : 2종 ⇒ 9종(검증 후 점차적 확대) ※ 대기운동벡터, 청천복사량 + 7종 » 우주기상 자료 서비스 : 기본관측 3종, 활용산출물 5종 신규 서비스
영상표출 체계 개선을 통한 예보지원 강화	<ul style="list-style-type: none"> » 위성정보시스템-2 개발 및 종합기상정보시스템(COMIS) 연동 : COMIS-위성, 위성정보시스템-1 ⇒ 위성정보시스템-2로 일원화 » 예보 업무에 적합한 메뉴체계 구현 : 기상현상별 메뉴 우선 배치, 사용자 화면 조작 편의성 개선
위성방송 콘텐츠 차별화로 사용자 확대	<ul style="list-style-type: none"> » 신규 초고속 방송 서비스 개시 : 고속/저속 ⇒ 초고속/고속/저속 ※ 초고속 방송으로 원해상도 자료 배포 » 신규 해양 기상정보 방송 서비스 개시 : 선박용 소형 안테나로 수신
해외 사용자를 위한 특화 서비스	<ul style="list-style-type: none"> » 신규 실시간 FTP 서비스 : 10분 간격 전구 기본영상자료 배포 ※ 1 국가 1계정 » 천리안위성 2A호 전용 영상 표출, 편집 소프트웨어 제공 : 홈페이지를 통한 무료 배포

향후에도 지속적인 국내외 홍보, 사용자 지원 및 서비스 체계 개선을 통해 천리안위성 2A호 사용자를 확대하고, 이를 통해 대규모 예산이 투입된 위성 사업의 사회·경제적 가치 제고를 실현하고자 한다.

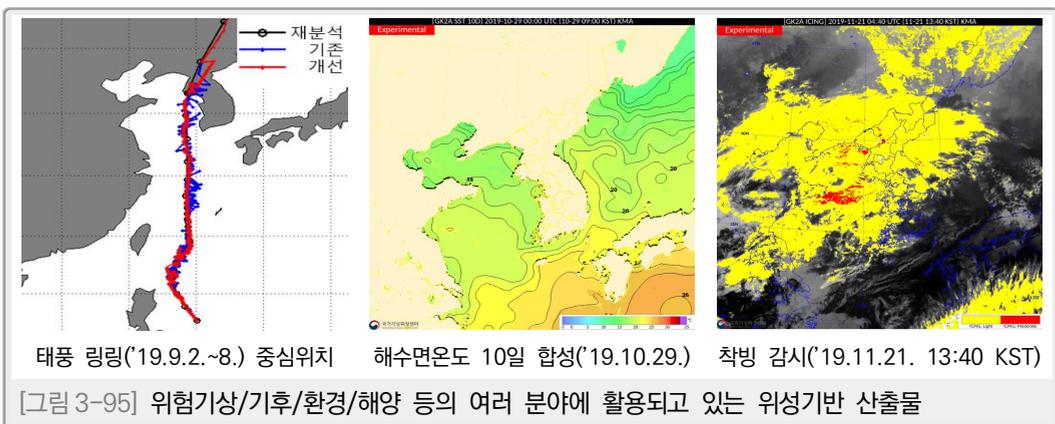


1.4. 천리안위성 2A호를 이용한 75개 위성기반 산출물 시험서비스

국가기상위성센터는 천리안위성 2A호의 16개 채널, 고해상도³²⁾ 위성영상 자료를 활용하여 52개의 기상요소를 산출하는 기술과 다분야 활용기술 고도화를 위한 23개의 활용기술을 개발해 2019년부터 시험서비스를 제공하고 단계적으로 현업화하여 서비스하고 있다. 이 산출 기술은 2014년에 시작된 천리안위성 2A호 지상국 시스템 개발 사업의 일환으로 추진되어 국가기상위성센터와 더불어 한국전자통신연구원, 대학 등 100여명의 국내 기술진이 참여하여 2019년 개발을 완료하였으며, 과학적으로 성능을 평가하여 목표한 정확도를 확보한 산출물에 대해 단계적으로 정식서비스를 진행하고 있으며, 목표에 미달성된 일부 산출물에 대해서는 지속적인 개선과 정성적인 분석을 통해 정식서비스를 추진할 예정이다.

75개 위성기반 산출물은 장면분석, 구름/강수, 복사·에어로졸, 대기/항공 분야의 52개 기상 산출물과 초단기, 태풍/해양, 융합, 기후/환경감시 분야의 23종의 활용 산출물로 구성되어 있다. 16개 기상요소를 4km 해상도로 제공하였던 천리안위성 1호와 비교하면 산출요소는 많아지고, 해상도는 크게 향상되어 위험기상을 조기에 더 상세하게 탐지할 수 있게 되었다. 이러한 성능을 바탕으로 2019년 태풍 ‘제8호 프란시스코’, ‘제13호 링링’, ‘제18호 미탁’ 등 우리나라에 영향을 준 태풍의 중심위치 및 진로예측의 정확도 향상에 기여하였다.

환경 분야의 에어로졸 탐지, 산불탐지, 홍수 분석기술 등의 산출물로 한반도 내 발생하는 환경 현상에 대한 감시가 가능해졌고, 해양 분야의 해수면온도, 해빙탐지 등의 산출물로 한반도 주변 해양에 대한 감시도 가능해졌다. 이 외에도 항공, 기후, 수문, 복사 등 산출물의 활용 폭이 넓어졌다.



³²⁾ 시간해상도(전구 영상 10분, 한반도 영상 2분), 공간해상도(적외선 영상 2km, 가시광선 영상 500m)

2 기상레이더

- ⚙ 기상레이더센터 / 레이더운영과 / 기상사무관 / 국봉재
- ⚙ 기상레이더센터 / 레이더분석과 / 기상연구관 / 남경엽
- ⚙ 기상레이더센터 / 레이더기획팀 / 기상연구관 / 이영곤

2.1. 위험기상 감시 강화를 위한 레이더관측 첨단 인프라 확보

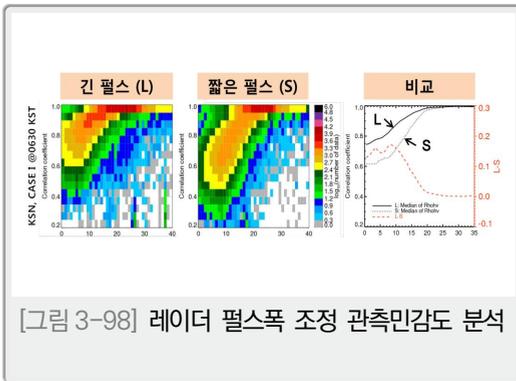
2.1.1. 첨단성능의 이중편파기상레이더 관측망 구축 완료

기상레이더센터는 위험기상의 탐지 능력 향상 및 기상레이더의 효율적인 운영을 위해 첨단성능의 단일기종 이중편파기상레이더 관측망 구축사업을 추진하였다. 2014년 백령도 기상레이더 교체 및 용인 레이더테스트베드 신설을 시작으로 2019년 강릉기상레이더 교체를 마지막으로 전국 총 10소의 현업용 이중편파기상레이더 관측망을 구축하게 되었다. 이중편파레이더는 기존의 단일편파레이더와 달리, 강수와 비강수의 구분이 용이하고, 눈·비·우박 등 강수형태의 구분도 가능하다. 따라서 이중편파레이더 운영으로 방재유관 기관의 위험기상 대응 역량을 향상시키고, 국민의 생활 속 의사결정에도 다양하게 활용할 수 있게 되었다.

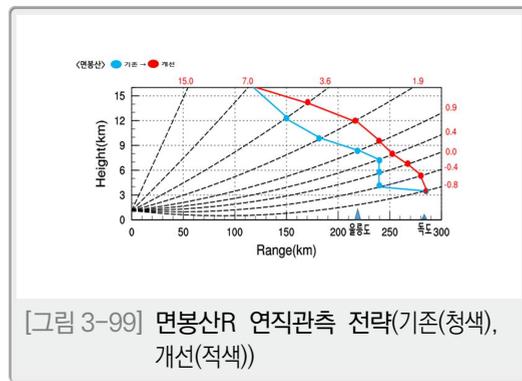


2.1.2. 위험기상 탐지 능력 향상을 위한 레이더 관측전략 최적화

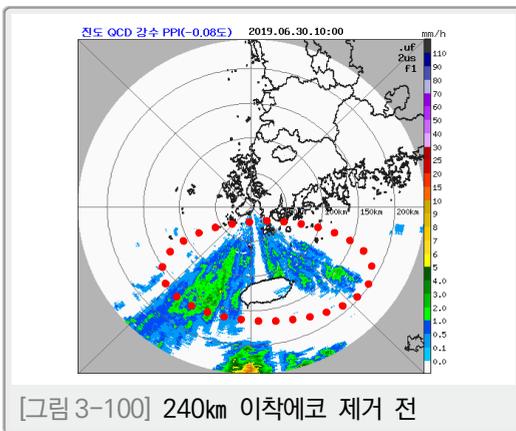
겨울철 강설은 전자기적 특성으로 인해 상대적으로 관측감도가 낮아 강설관측 강화를 위해 펄스폭을 기존 1.0 μ s에서 2.0 μ s로 변경하여 2019년 1월부터 관측을 시작하였다. 펄스폭 변경을 통해 관측민감도가 향상되어 강설 및 약한 강수의 탐지능력이 향상되었으며, 지점별 관측환경을 고려한 최적의 관측전략을 현업 적용하여 상층 원거리 관측공백 지역을 해소함에 따라 면봉산, 강릉기상레이더에서 독도를 입체적으로 관측할 수 있게 되었다. 또한, 480km 관측주기를 240km 관측주기와 동일하게 10분에서 5분으로 변경하여 기상레이더영상의 이착에코³³⁾ 제거를 지원함으로써 관측자료 품질향상에 크게 기여하였다.



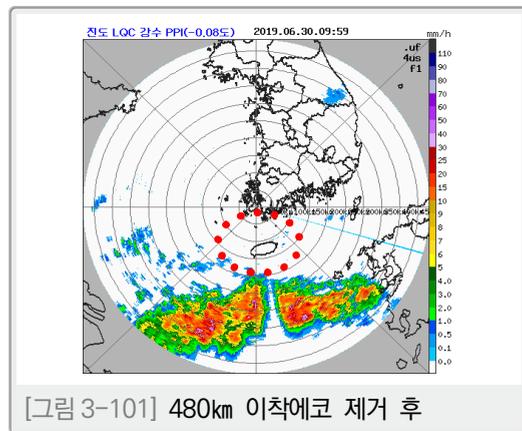
[그림 3-98] 레이더 펄스폭 조정 관측민감도 분석



[그림 3-99] 면봉산R 연직관측 전략(기존(청색), 개선(적색))



[그림 3-100] 240km 이착에코 제거 전



[그림 3-101] 480km 이착에코 제거 후

33) 이착에코: 레이더 탐지거리 밖의 기상예코가 레이더 부근의 기상예코로 탐지되는 현상

2.1.3. 기상레이더 핵심기술 국내자립을 위한 국산화 기술개발

기상레이더센터는 기상레이더 핵심기술의 해외의존도를 낮추기 위해 국산화 기술개발을 적극 추진하고 있다. 2019년 4월 레이더 제작사에서 제공한 소프트웨어 의존에서 탈피한 독자 프로그램을 개발하여 관측자료 저장형식을 UF에서 NetCDF로 전환하였다. 관측자료 저장형식 전환으로 관측자료 정밀도를 256배 획기적으로 향상시켰으며, 관측변수(18종)와 관측환경변수(17종)를 추가 저장함으로써 품질 개선의 기반을 마련하였다.

[표 3-55] 관측자료 저장형식 전환에 따른 개선효과

구분	기준	개선	개선 효과
저장형식	UF	NetCDF	제작사 소프트웨어 의존에서 탈피한 독자 프로그램 개발
관측해상도	8bit	16bit	관측자료 정밀도 256배 향상
관측저장변수	관측변수 8종	관측변수 18종 관측환경변수 17종	필요에 따라 저장 변수의 추가·삭제 가능

한편 기상레이더의 핵심기술인 신호처리기술 개발을 위한 신규 R&D 사업화 추진을 위하여 국내·외 신호처리기술 개발 동향 조사 및 기상레이더 신호처리기술 개발 추진계획을 수립하여 핵심기술 국내자립을 위한 기반을 마련하였다. 또한 기상레이더 주요부품 2종의 국산대체품 개발 및 자체수리를 통해 약 276백만 원의 예산절감에 기여 하였고, 레이더 고압전원부 장애진단 테스트킷을 개발하여 직관적인 장애진단 및 신속한 대응으로 레이더 유지관리 효율성을 크게 향상시켰다.

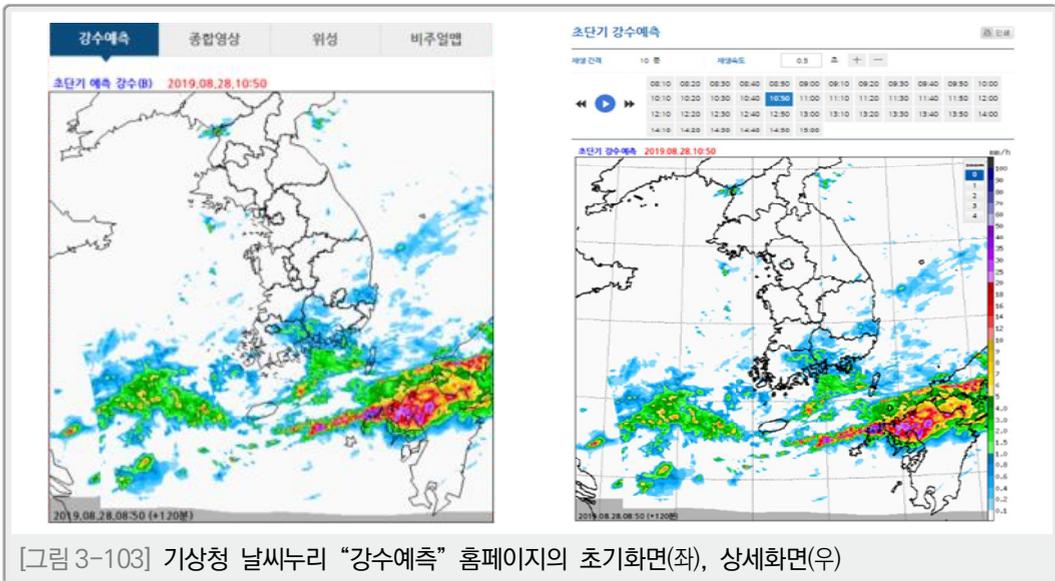




2.2. 위험기상 대응 및 기상예보 지원을 위한 고품질 레이더정보 서비스

2.2.1. 레이더와 수치모델 자료를 융합한 초단기 강수예측정보 서비스

신속·정확한 초단기 강수예측정보를 제공하기 위해 레이더기반 예측자료와 수치모델 예측자료를 융합한 초단기 강수예측정보를 날씨누리를 통해 10분 간격으로 최대 6시간 까지의 예측정보를 실시간으로 제공하였고(19.7.), 1시간 이후의 강수예측 정확도를 높이기 위해 레이더 관측영역을 확장할 수 있는 국외레이더, 레이더 480km 관측자료, HSR 합성자료를 초기장 변경하여 예측하고 제공하였다(19.8.).



[그림 3-103] 기상청 날씨누리 “강수예측” 홈페이지의 초기화면(좌), 상세화면(우)

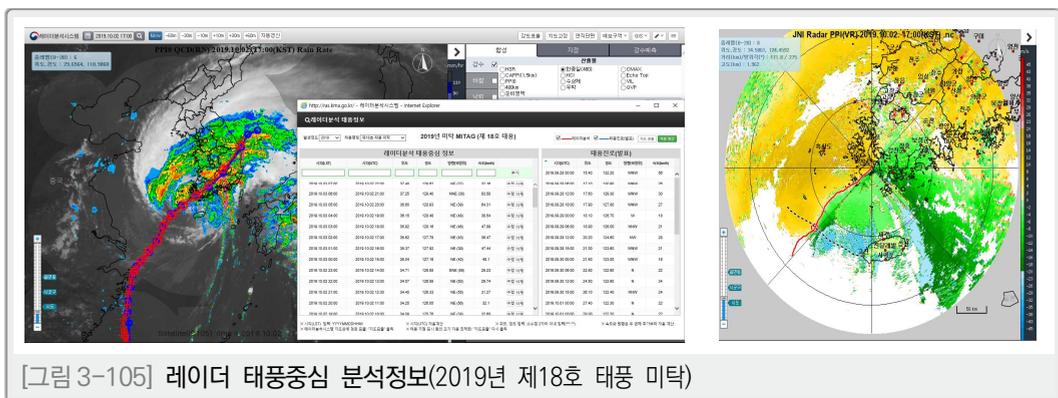
대국민의 위험기상 대응 및 피해 저감을 위해 레이더 초단기 강수예측정보를 활용하여 사용자 위치기반으로 위험기상을 사전에 알려주는 서비스를 제공하였다(19.7.). 레이더 위험기상 사전알람 서비스는 모바일 앱(“우리동네 레이더 날씨 알리미”)을 통해 이용할 수 있고, 사용자 현재 위치나 관심위치에 대해서 앞으로 2시간 이내에 강수(비, 강한 비, 매우 강한 비)가 예상되면 30분, 1시간 간격으로 알람을 제공하여, 현재의 위치에서 위험기상을 국민들 스스로 인지하고 대응할 수 있는 체계를 마련하였다.



[그림 3-104] 레이더 위험기상 사전알림 서비스 예시

2.2.2. 레이더를 활용한 태풍중심 분석정보 제공

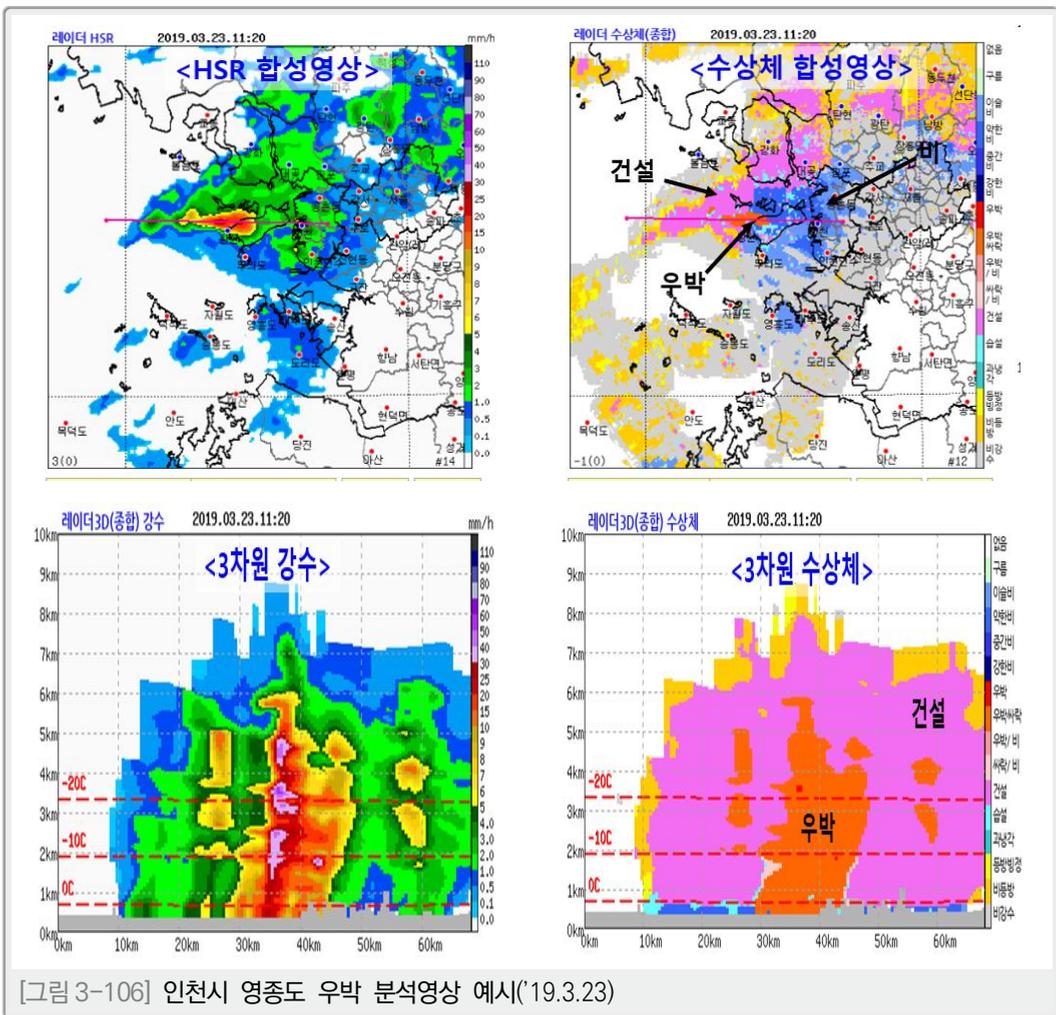
태풍 중심 분석정보를 제공하는 것은 태풍진로 예측과 태풍에 의한 위험기상 사전 감시 측면에서 매우 중요하다. 태풍 중심의 정보는 해상에서는 위성영상 분석으로, 해안에 접근 시 두 대의 도플러레이더 분석을 통한 태풍 중심 분석을 수행하고, 내륙 상륙 이후는 지상관측 기압 및 바람 정보를 활용하여 태풍의 중심을 분석하며 1시간마다 관련 정보를 제공한다. 태풍특별대응반 구성 및 운영의 일환으로 올해부터 특별히 매시간 국외 및 국내 레이더 합성정보를 이용하여 레이더 태풍중심 분석정보를 예보관에게 실시간 제공하였다. 이로 인해 올해 한반도 부근에 영향을 주었던 태풍 5사례(5호 다나스, 8호 프란시스코, 13호 링링, 17호 타파, 18호 미탁)에 대해서 레이더 특별정보가 실시간으로 제공되었고, 태풍 진로 예측에 크게 기여 하였다.





2.2.3. 강수유형(눈·비·우박 등) 입체 판단용 대기수상체 개선 영상 제공

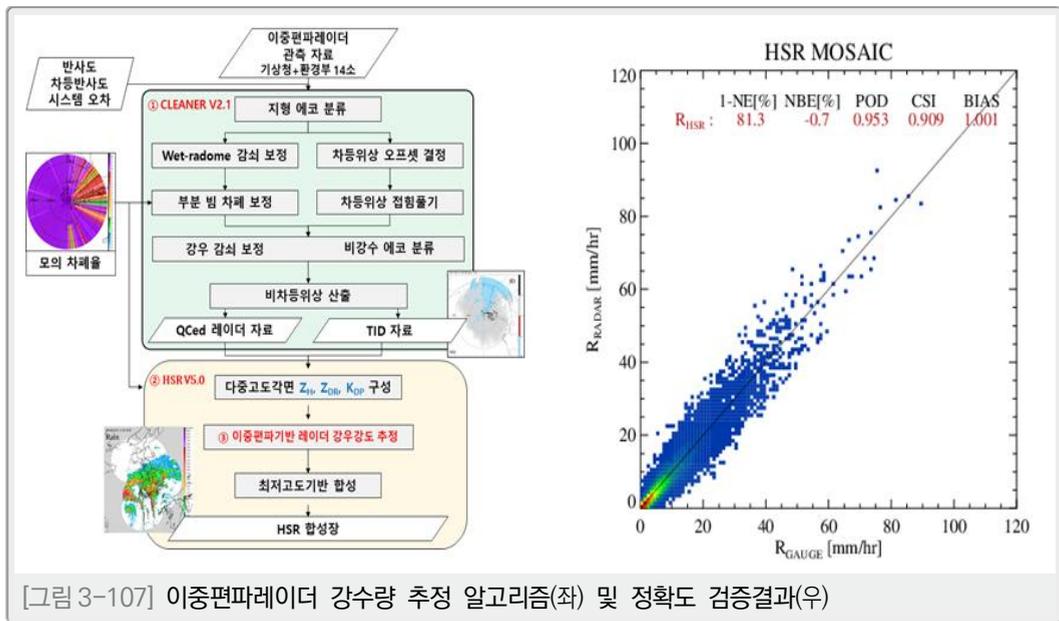
위험기상의 입체적 구조를 보다 정확히 파악하기 위해 레이더, AWS, 수치모델자료로 객관분석된 3차원 자료를 사용하여 레이더 관측 영역에 대한 3차원 대기수상체 정보를 실시간 제공(19.1.)하였다. 제공된 정보는 수평해상도 500 m, 연직해상도 50 m, 시간해상도 5분이다. 개선된 정보를 활용하여 예보관들이 우박, 눈, 빙정 등 강수형태의 3차원 연직구조를 보다 명확히 분석하여 위험기상 예측과 신속한 대국민 정보 제공이 가능해졌다. 과거에는 정확히 예측하기 어려운 우박 가능성을 5분 단위 레이더 관측 및 분석을 통해 우박 가능성을 판단하고 우박정보를 선제적으로 제공함으로써 농작물 피해 저감 및 항공기 운항 안전 확보 등 다양한 분야에서의 높은 활용이 예상된다.



2.2.4. 위험기상 감시 강화를 위한 레이더 추정 강수량 정확도 향상

기상청은 범정부 이중편파 레이더 구축망을 활용하여 위험기상 감시 강화를 위한 레이더 추정 강수량의 정확도를 높이기 위해 다양한 노력을 하고 있다. 먼저, 레이더에 관측된 에코를 강수와 무강수로 판별하는 정확도를 높이기 위해 한국 독자적 레이더 자료 품질관리 기술(CLEANER³⁴)을 개발하여 레이더 자료의 품질을 높여 현업에 적용하였고(19.6.), 한반도 강수특성에 적합한 강수 유형별 이중편파 복합관계식을 적용하여 국외 알고리즘 의존도를 극복하고 강수량 추정 정확도를 향상하는 계기를 마련하였다.

또한, 지형차폐에 의한 레이더 관측공백 지역을 극복하고, 무강수 에코에 의한 영향을 최소화하기 위해 레이더 빔 차폐의 영향이 작은 다중고도각 기반 레이더 강수량 추정(HSR³⁵) 기법을 사용하여, 레이더 추정 강수량 정확도가 2014년 기준 43%에서 2019년 81.3%까지 향상하였다.



[그림 3-107] 이중편파레이더 강수량 추정 알고리즘(좌) 및 정확도 검증결과(우)

34) CLEANER(CLutter Elimination Algorithm for Non-meteorological Echo of Radar data): 기상청 자체 개발 이중편파 레이더 자료 품질관리 기술
 35) HSR(Hybrid Surface Rainfall): 지형차폐와 무강수 에코의 영향이 없는 지상에 가장 가까운 고도각 자료로 추정된 레이더 강수량 (한국 기상청 자체 개발)

2.3. 범정부 협업 및 국내외 협력을 통한 레이더기술 선도

기상레이더센터는 ‘범부처 기상-강우레이더 공동활용(10.6)’의 일환으로 2013년부터 국방부(공군기상단)와 환경부(한강홍수통제소)를 대상으로 기상청 주관으로 개발한 레이더 자료 분석 기술을 이전·공유하고 있다.

2018년까지 자료 품질 관리와 강우 추정, 위험기상 분석, 자료표출 기술분야 등 총 41건의 기술을 공유했으며, 2019년에는 레이더 강우량 추정기술(2건), 레이더위험기상 분석기술(5건) 등 총 7건의 기술을 공유하고 담당자 대상 기술교육 및 각 대상기관의 현장 설치를 지원하였다.

또한 국내·외 레이더 연구결과 공유를 통한 자료처리 및 분석기술 향상과 기상레이더 활용기술 교류와 협력방안 모색 등을 위해 국토교통부와 공동으로 2015년부터 2년 주기로 ‘국제 기상·수문레이더 컨퍼런스’를 개최하며 우리의 발전된 레이더기술을 널리 알리고 있다. 특히 2019년은 대한민국 기상레이더관측 50주년을 맞아 국가레이더 공동 활용 기관, 대학 관계자, 국내외 레이더전문가 등 150여 명이 참석하여 기념행사 및 특별 초청강연을 통해 기상강국으로의 도약을 기약하였다.

한편, 미래 레이더 전문인재 양성 및 부처 간 협업 강화를 위해 대학생·유관기관 관계자 40여 명 대상으로 기상레이더 교육캠프를 운영하였고, 개도국의 레이더 기상전문인력 양성 지원을 위해 세계기상기구 회원국 13개국 15명 대상으로 외국인 기상레이더 운영기술 향상과정을 운영하였다. 또한 베트남기상청에 국내 레이더 전문가 방문 및 국내 기상레이더 유지관리 용역 운영자 대상 이중편파레이더 현장교육 실시 등 레이더 기술이전 교육 지원으로 전문인력 발굴 및 육성에 힘쓰고 있다.



[그림 3-108] 대한민국 기상레이더 관측 50주년 기념



[그림 3-109] 2019 기상레이더 교육캠프



제7장 국제협력

1

국제기구와의 협력

⚙ 기획조정관 / 국제협력담당관 / 기상사무관 / 김병철

⚙ 기후과학국 / 기후정책과 / 기상사무관 / 이준희

1.1. 개요

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

2019년은 제18차 WMO 총회에서 김종석 기상청장이 회원국 전체투표에서 아시아지역 1위로 집행이사에 당선되어 그간 국제사회에서 대한민국 기상청의 기여와 위상을 재확인하고 집행이사로서 입지를 강화한 해였다. 그 밖에 WMO 조직개편안의 집중 논의를 위한 수문위원회 특별총회와 WMO 전력 및 운영 계획에 대한 집행이사 실무그룹 회의, 제71차 집행이사회 등에 적극적 참여를 통해 국제기상정책을 선도하였다. 또한, 기상청은 우리나라의 대학(원)생 대상으로 하는 국제 기상전문 인력양성과정 운영을 통해 젊고 역량 있는 학생들을 선발하여 다양한 국제기구에 인턴으로 파견하고 있다. 2019년에는 세계기상기구(WMO) 등에서 우리나라의 젊은 인재들이 국제적인 기상 실무 능력을 배양할 기회를 제공했다. 이는 향후 기상분야 국제기구 진출의 등용문 역할을 수행할 것으로 기대된다.

1.2. WMO 과학·기술 프로그램 및 활동 참여

1.2.1. 제18차 WMO 총회 및 제71차 WMO 집행이사회 참가

제18차 WMO 총회는 6월 3일부터 14일까지 스위스 제네바 국제회의센터(CICG)에서 개최되었으며, 우리나라는 기상청장을 수석대표로 총 15인이 참가하였다. 이번 총회는 예산 절감 등을 통한 조직의 효율적인 운영과 개발도상국의 참여 확대를 목표로 지난 회 기간 준비해 온 조직개편이 승인되어 지구시스템의 통합적 접근을 위한 기반을 마련했다는 데에 의의가 있다. 또한, 다음 회계 기간에 대한 WMO 2020~2023 전략계획을 승인하였으며, 이를 통해 사용자 중심의 서비스 전달, 지구시스템 관측 및 예측 향상, 현업을 위한 연구개발을 비롯하여 회원국 간 격차 해소를 위한 역량개발 활동 강화를 우선 사항으로 강조하였다.

총회 기간 중 진행된 집행이사 선거에서는 김중석 기상청장이 142개 회원국이 참여한 전체투표에서 아시아지역 1위로 당선되어 그동안 ODA 프로젝트와 교육·훈련 과정 등 회원국에 대한 다각적 기여와 주제네바 대한민국 대표부의 지원을 통한 연회개최가 그 결실을 거두며, 기상선도국으로서 입지를 재확인하는 계기가 되었다.

총회 이후 제71차 집행이사회가 6월 17일부터 19일까지 스위스 제네바 WMO 본부에서 개최되어, 조직개편의 후속 조치로서 집행이사회 산하 패널과 정책자문위원회 및 과학자문패널을 구성하였다. 또한, 향후 2년간(2020~2021) 예산안을 승인하면서 총회가 결정한 2% 예산 절감을 지역의 역량개발 활동에 활용할 것을 결정하였다.

김중석 기상청장은 집행이사직을 유지함으로써 대한민국 기상청이 집행이사국으로서 WMO 주요정책 결정 과정에 주도적으로 참여하여 국제사회에서 대한민국의 영향력을 높이고, 나아가 WMO와 회원국에 기여를 증진할 기회를 마련하였다.

1.2.2. WMO 아시아남서태평양 지역협의회 합동 관리그룹 회의 참가

지난 2018년 9월 아시아 및 남서태평양을 담당하는 WMO 지역사무소의 싱가포르 이전이 계기가 되어 WMO 아시아남서태평양 지역협의회 합동 관리그룹 회의가 10월 28일부터 11월 1일까지 싱가포르에서 열린 가운데, 우리나라는 최흥진 차장을 수석대표로 하여 총 3인이 참가하였다.

지역협의회 관리그룹 회의는 그 지역 의장과 집행이사가 참석하여 지역협의회와 관련 있는 총회 및 집행이사회의 결의안 및 결정에 대한 후속조치를 논의하고 다음 집행이사

회에 지역차원의 권고안을 마련하는 회의이다.

본 회의는 총회 이후 열리는 첫 지역협의회 회의로서 지역별 권고안뿐만 아니라 아시아 및 남서태평양 지역의 합동 권고안을 마련하여 지역 내 공통 요구사항을 확인하는 기회가 되었다.

우리대표단은 기술위원회 전문가 그룹 구성에서 지역 간뿐만 아니라 지역 내 균형을 강조하고 이를 위한 가이드라인 정립 필요성을 제안하였으며, 아시아남서태평양 회원국을 위한 기상청의 교육훈련과정과 확대계획을 홍보하며 참여를 적극 독려했다.

1.2.3. 수문위원회 특별총회 참가

수문위원회 특별총회가 제18차 WMO 총회를 앞두고 수문위원회 조직개편(안) 마련을 위해 2월 11일부터 14일까지 스위스 제네바 WMO 본부에서 열렸으며, 우리나라는 박재현 한강홍수통제소장을 수석대표로 환경부와 기상청에서 총 7인이 참가하였다.

WMO가 기존의 8개의 기술위원회를 2개로 통폐합하는 안을 추진함에 따라 수문공동체의 독립성을 유지하고 WMO 내 유관조직과의 연계 강화하기 위해 조직구성 차원의 방안 마련이 본 특별총회의 주목적이었다.

특별 총회는 WMO 산하에 열린 모임으로서의 수문의회(Hydrological Assembly)를 설치하여 이를 WMO 총회 시마다 개최할 것을 총회에 권고하고, WMO 내에서 수문 공동체의 역할을 강화하고 수문 분야의 WMO 참여를 확대하기 위해 실행방안과 장기비전 마련할 것을 집행이사회에 요청하였다.

우리 대표단은 WMO 조직개편안에 수문 및 수자원관리 활동 통합방안에 대해 적극 지지하며, 수문의회와 더불어 수문실무그룹 설치의 중요성을 강조하였다.

1.2.4. WMO 의무 분담금 및 신용기금 기여

우리나라의 2019년 WMO 의무 분담률은 2.01%로, 전체 193개 회원국 중 13위에 해당한다. 최근 5년간 우리나라의 분담률 추세는 (표 3-56)과 같다.

[표 3-56] 최근 5년간 WMO 분담률 변동 추이

(단위: 스위스 프랑)

년도	2014	2015	2016	2017	2018	2019
분담금	1,278,900	1,278,900	1,338,262	1,372,402	1,303,109	1,303,109
분담률(%)	(1.96)	(1.96)	(1.96)	(2.01)	(2.01)	(2.01)

이 외에도 우리나라는 2019년에 WMO 자발적 협력프로그램(\$30,000), ESCAP/WMO 태풍위원회(\$12,000), WMO 항공기관측데이터중계(AMDAR) 프로그램(\$4,000), 기후변화에 관한 정부 간 협의체(IPCC)(CHF 127,895), IPCC 제6차 평가주기 종합보고서 작성을 위한 기술지원단 기여금(\$423,513), 전지구기후서비스체계(GFCS) (CHF 127,390) 활동 등을 위한 신탁기금을 기여하였다.

1.3. 기후·기후변화 국제기구 활동 참여

1.3.1. 기후변화에 관한 정부 간 협의체(IPCC)

기상청은 기후변화에 관한 정부 간 협의체(Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC) 국가 포컬포인트(focal point)로 총회 참가, 보고서 검토, 한국인 의장(이희성 고려대 교수) 활동 지원, 관련 국내외 협력 등 IPCC 업무를 총괄하고 있다.

2019년에는 IPCC 보고서 승인을 위해 총 3번의 IPCC 총회가 개최되어 그 어느 때보다 바쁜 한해가 되었다. 제49차 총회(5월, 일본 교토)에서는 각 국의 온실가스 배출량 산정을 위한 지침인 IPCC ‘국가온실가스 배출 목록 2006 지침 2019 개선보고서’가 채택되었다. 제50차 총회(8월, 스위스 제네바) 및 제51차 총회(9월, 모나코)에서는 IPCC 특별보고서(토지, 해양 및 빙권)가 최종 승인·채택되었다. 특히, 우리나라는 ‘기후변화와 토지 특별보고서’ 승인과정에서 토지 황폐화 중립 개념을 강조하여 보고서에 반영하였으며, ‘변화하는 기후에서의 해양 및 빙권 특별보고서’에는 우리나라 부근 해역에서 발생하는 이상 고수온 현상을 보고서에 추가하는 등 정부 의견을 적극 주장하였다. 이와 함께 올해 승인된 특별보고서 2종의 국내 활용성과 이해를 높이도록 정책결정자를 위한 요약본(Summary for Policymakers: SPM)을 국문으로 발간하였다(해양수산부 협업).

또한, IPCC 동향에 대한 국내 이해확산, 기후변화 전문가들 간 정보 공유, IPCC 현안 대응 역량 강화를 위해 “IPCC 대응을 위한 국내 전문가 포럼”을 운영하였다. 두 번의 포럼에서는 올해 승인된 IPCC 보고서의 주요내용을 공유하였다. 그리고 기후변화 관련 부처 및 기관, 학계 전문가 등이 참여하고 있는 분야별 분과위원회(총 6개 분과) 개최(총 6회)를 통해 IPCC 보고서 검토과정에 적극적으로 참여하였다.

이 외에도 기상청은 2006년부터 지속적으로 IPCC 신탁기금(Trust Fund)을 공여하고 있으며, 2019년에도 전년과 같은 수준인 1억 4,700만원의 신탁기금을 공여하였다.

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.

기상청은 제50차 UNFCCC 과학기술자문부속기구회의(Subsidiary Body for Scientific and Technology Advice: SBSTA)에 참가(6월, 독일 본)하여 IPCC ‘지구온난화 1.5℃’ 특별보고서 의제를 주관하여 대응하고, 연구대화 참여 등을 통해 여러 국가와 WMO 등 관련 국제기구의 최신 기후 연구 동향을 파악했다. 또한, 제25차 당사국총회(Conference of Parties: COP)에 참가(12월, 스페인 마드리드)하여 기후관측의 중요성 등을 공유하기 위한 Earth Information Day 행사에 참여하고, 체계적인 관측에 대해 심도 있게 논의하는 시간을 가졌다.

1.3.3. 전지구기후서비스체제(GFCS)

기상청은 전지구기후서비스체제(Global Framework for Climate Services: GFCS) 설립 단계부터 적극적으로 참여하고 있으며, 2013년부터는 매년 GFCS 신탁기금을 공여하고 있다. 이를 통해 지금까지 동아프리카 지역 국가의 기후서비스 향상을 위한 예측시스템 지원과 역량 강화, GFCS-기상기후인재개발원 협업을 통한 아시아 기후서비스 역량 향상 과정 운영 등을 지원했으며, 특히, 올해에는 부탄의 효과적인 기후서비스 제공을 위한 역량 개발에 기여했다.

[표 3-57] GFCS 신탁기금 기여 현황 및 수혜국

(단위: 백만원)

연 도	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
납부액	150	153	153	153	153	153	153
수혜국	르완다	우간다	지부티	브룬디	탄자니아	아시아 지역 기후서비스 역량 강화	부탄



2

국가 간 기상기술협력

* 기획조정관 / 국제협력담당관 / 기상사무관 / 박승균

기상청은 올해 다양한 분야에서의 양자 기상협력을 추진하였다. 6월 12일 스위스 제네바에서 서부 아프리카의 거점 국가인 나이지리아 기상청과 기상협력에 관한 양해각서(MOU)를 체결하고 향후 5년간 협력을 강화하게 되었다. 또한, 지난해부터 진행된 한-대만 대표부 간 기상협력에 대한 MOU 연장 절차를 완료(5월)하고 대만기상청과의 협력관계를 지속하게 되었다. 필리핀, 호주, 중국, 독일, EUMETSAT(유럽기상위성개발기구), 대만, 영국 등 양자협력 국가 및 기관과의 정기 회의를 개최하여 기술과 인적교류를 논의하였다.

2.1. 필리핀(PAGASA, Philippine Atmospheric, Geophysical and Astronomical Services Administration)

최흥진 차장(수석), 위성운영과장 등 6명의 기상청 대표단은 3월 10일부터 13일까지 필리핀 케손시티에서 열린 제7차 한-필리핀 기상협력회의에 참석하였다. 필리핀측은 Vicente B. Malano 청장(수석), Landrico U. Dalida 부청장 등 8명이 참석하였다. 양측은 천리안 위성 2A호 영상자료 수신 기술, ICAO 아시아-태평양 지역 화산재 활동, 태풍감시 및 예측기술, 역량개발 지원 등 4개 분야에 대한 협력사항에 합의하였다. 양측은 회의 개최주기를 3년으로 변경하기로 합의하였다. 한국대표단은 필리핀기상청의 수문기상, 예보, 위성, 홍보방송 센터를 비롯한 카비테시티 타가이타이(Tagaytay)에 위치한 레이더관측소 현장을 방문하여 필리핀기상청 업무에 대한 이해를 높였다.

2.2. 호주(BoM, Australian Bureau of Meteorology)

김종석 청장(수석), 국제협력담당관, 해양기상과장, 위성분석과장 등 7명의 기상청 대표단은 4월 9일부터 14일까지 호주 멜번에서 열린 제7차 한-호주 기상협력회의에 참석하였다. 호주측은 Gilbert Brunet 과학혁신국장(수석), Harald Richter 과학서비스국장, Roger Deslandes 예보국장 등 8명이 참석하였다. 양측은 UM/NWP 기술, 위성자료동화 및 활용 기술, 기후예측 및 모니터링, 해양기상서비스, 차세대 슈퍼컴퓨터 기술, 관측

장비 제측 기술 등 6개 분야에 대한 협력사항에 합의하였다. 한국대표단은 호주기상청의 통합 현업실, 측기센터 방문을 통해 호주기상청의 예보, 기상위성, 화산, 홍수 등의 통합 업무 및 측기관리, 레디오존데 비양 업무 등에 대한 이해를 높였다.

2.3. 중국(CMA, China Meteorological Administration)

제15차 한-중국 기상협력회의가 7월 8일부터 12일까지 서울에서 개최되었다. 최흥진 차장(수석), 국제협력담당관, 환경기상연구과장 등 대표단 7명이 참석하였고, 중국측은 Shen Xiaorong 부청장(수석), Huang Zhuo 예보국 부국장 등 대표단 6명이 참석하였다. 양측은 기상예보 및 서비스 기술, 기후예측, 기후자료관리 및 서비스, 태풍 공동워크숍, NIMS-CAMS 연구협력, 지방청간 양자협력, GAW(전지구 대기 감시), SDS(모래 및 먼지폭풍), GNSS(위성위치 측정시스템) 등의 기상관측 등 7개 분야에 대한 협력사항에 합의하였다. 특히, 중국측은 2022년 베이징 동계올림픽 기상지원과 관련, 경기지원 업무에 직접적으로 관련한 실전 경험이 있는 3~5명의 한국기상청 전문가 파견 등의 협조를 요청하였으며, 이에 한국은 평창올림픽 기상지원 준비과정, 실전경험, 대회 이후 시사점 등을 모아 기록한 자료(백서) 등 인적, 물적 모든 노하우를 최대한 협력하기로 하였다. 중국측은 한국의 천리안위성 2A호 정규 운영 개시에 따라 GK-2A 자료의 실시간 수신 등의 협력 방안을 제안하였고, 그동안 양국이 수행해 온 지방청간 교류 협력에 대해 만족감을 표현하고, 한국기상청이 APCC를 통해 맞춤형 기후정보 제공, 기후모델연구 등의 업무를 창의적으로 하고 있음에 주목하였다.

2.4. 독일(DWD, Deutscher Wetterdienst)

김종석 청장(수석), 국제협력담당관 등 5명의 기상청 대표단은 9월 2일 독일 오펜바흐에서 열린 제7차 한-독일 기상협력회의에 참석하였다. 독일측은 Gerhard ADRIAN 청장(수석, WMO 의장 겸임), 국제협력과장 등 5명이 참석하였다. 양측은 생명기상 공동연구, 기후변화감시 활동, 항공기상 관측망 운영기술, 인공지능 기반 위험기상 예측기술 개발 공동연구 등 4개 분야에 대한 협력사항에 합의하였다. 한국은 WMO 의장(Gerhard ADRIAN)에게 개도국의 장비설치 지원 및 관측자료 품질 향상, RTC를 통한 장비유지보수 교육 훈련 확대 제안 등 WMO 차원의 지원 필요성을 강조하였다. 한국대표단은 독일 기상청의 통합 예·특보 센터, 전지구강수예측센터, 컴퓨터센터 방문으로 독일기상청의 예·특보시스템, 전세계 강수데이터 분석 및 예측, 슈퍼컴퓨터 관리 업무 등에 대한 이해를 높였다.



2.5. 유럽기상위성개발기구(EUMETSAT, European Organization for the Exploitation of Meteorological Satellites)

김종석 청장(수석), 차세대위성개발팀장, 국제협력담당관 등 8명의 기상청 대표단은 9월 3일 독일 다름슈타트에서 열린 제7차 한-EUMETSAT 협력회의에 참석하였다. EUMETSAT측은 Alain Ratier 센터장(수석), Livio Mastroddi 운영국장 등 8명이 참석하였다. 양측은 위성기반 기후자료 생산 및 활용, 위성기반 가뭄 및 폭염 감시 활용, 위성자료의 초단기 활용 기술협력, 위성기반 기상요소 산출 알고리즘 연구, GNSS-RO 자료처리 및 활용, 대용량 위성자료 서비스 및 클라우드 인프라 구축 등 6개 분야에 대한 협력사항에 합의하였다. 이번 협력회의를 통해 한국은 천리안위성 1호와 2A호 장기 연속자료의 검정 정확도 향상 및 연속성 확보를 통해 독자 위성기반의 장기 기후자료 생산이 가능해짐은 물론 한반도의 가뭄 및 폭염 감시, 초단기 예보의 정확도 향상 등의 개선을 가져올 것으로 기대하고 있다.

2.6. 대만(CWB, Central Weather Bureau of Taiwan)

제4차 한-대만 기상협력회의가 9월 19일 서울에서 개최되었다. 김종석 청장(수석), 국제협력담당관, 국가태풍센터장 등 대표단 9명이 참석하였고, 대만측은 YEH Tien-Chiang 청장(수석), LIN Yeu-Woo 수석비서관 등 대표단 8명이 참석하였다. 태풍예측 기술, 기후예측기술, 지진조기경보연구 및 기술, 기상레이더자료 교환 확대 및 활용기술, GNSS-RO 자료처리 활용, 기상위성 산출물 활용, 기상관측 및 측기검정 기술 및 예보기술 등 8개 분야에 대한 협력사항에 합의하였다. 특히, 대만측은 위성자료응용에 대한 한국의 도움에 대해 감사를 전했으며 대류운탐지, 대기운동벡터 등 위성활용 산출물 관련 기술 교류의 발전 및 예보기술 분야의 협력을 확대해 나가기를 희망하였다.

2.7. 영국(Met Office)

제1차 한-영국 기상협력회의가 11월 18일부터 19일까지 서울에서 개최되었다. 김종석 청장(수석), 영향예보추진팀장, 인재개발과장 등 대표단 6명이 참석하였고, 영국측은 Penny Endersby 청장(수석), Jane Wardle 국제협력팀장 등 대표단 2명이 참석하였다. 양측은 UM 모델 개발 및 예보관 훈련 등의 분야에서 지속적으로 협력해 왔지만, 정기회의는 처음으로 개최되었다. 이번 회의에서는 영향예보 정책·기술, 기상위성 개발 및 활

용 기술, 예보관 교육훈련, NWP 개발 및 연구, 계절예측시스템, 기상항공기 운영, 데이터과학 및 인공지능·혁신 등 8개 분야에 대한 협력사항에 합의하였다. 특히, 우리청의 폭염 영향예보 및 관측자료 준실시간 QC에 대해 깊은 인상을 받았다고 밝혔다. 한편, Penny Endersby 청장은 한국 언론사(KBS, 한겨레, 연합뉴스, 뉴스1, 머니투데이, 아시아경제, 환경일보 등 7개) 기자들과의 인터뷰를 통해 기상 수치예보모델 개발 및 예측역량 향상의 중요성 등을 강조하였다.

2.8. 외국인 방문 현황

기상청은 기상 선진국과의 국제협력 네트워크를 구축하여 우리나라 기상기술 발전을 도모하는 한편, 개발도상국과의 협력을 통해 기술이전, 전문가 파견, 인력양성 및 교육훈련 등을 지원하여 지속가능한 발전을 촉진하고 있다.

2019년 기상청에 공식 방문한 외국인 현황을 살펴보면 양국 간 기상협력회의, 개도국 초청연수, 국제워크숍 등이며 방문 현황은 (표 3-58)과 같다.

[표 3-58] 외국인 방문 현황

월일	방문자	방문목적	비고
3.24~3.30	캄보디아 수자원 기상부 PEOU PHALLA 등 10명	캄보디아 자동기상관측시스템 구축사업 초청 연수(단기)	연수
4.7~4.13	몽골기상청 재정국제협력과장 Byambaa ERDENEMUNKH 등 20명	몽골 자동기상관측시스템 구축사업 초청 연수(단기)	연수
4.7~4.26	몽골기상청 Bodigerel TSERENDORJ 등 2명	몽골 자동기상관측시스템 구축사업 초청 연수(장기)	연수
4.14~4.27	방글라데시, 가나, 니카라과 등 아시아 및 아프리카 지역 11개국 19명	ICT를 이용한 기상업무 향상 과정	연수
5.1~5.3	캄보디아, 라오스, 미얀마 기상청장 등 6명	아시아 국제개발협력(ODA) 중점협력국 고위급 포럼	워크숍
5.20~6.14	필리핀, 베트남기상청 예보관 2명	2019 태풍위원회 연수프로그램 (TC Research Fellowship)	연수
5.27~5.31	중국 길림성기상국장 Mr. Zhao Daqing 등 5명	강원지방기상청-중국 길림성기상국간 협력회의	양국협력



월일	방문자	방문목적	비고
6.10~6.14	중국 북경기상국 Counsel Mr. Yanhui Liu 등 5명	수도권지방기상청-중국 북경성기상국간 협력회의	양국협력
6.24~7.13	네팔, 라오스, 미얀마, 베트남, 캄보디아, 몽골 등 6개국 11명	외국인 기상예보관 과정(실무자급)	연수
7.8~7.12	나이지리아기상청 청장 등 2명	외국인 기상예보관 과정(고위급)	연수
6.30~7.6	미얀마기상청 Hla Tun 등 10명	미얀마 기상재해감시시스템 현대화사업 초청 연수(단기)	연수
6.30~7.19	미얀마기상청 Wai Toe Aung 등 2명	미얀마 기상재해감시시스템 현대화사업 초청 연수(장기)	연수
7.8~7.12	중국기상청 부청장 Mr. Shen Xiaonong 등 6명	제15차 한-중 기상협력회의	양국협력
7.31~9.26	베트남기상청 Mr. Phan Van Vinh 등 8명	베트남기상청 슈퍼컴퓨터 교육훈련 과정	연수
9.18~9.20	대만기상청장 Dr. YEH Tien-Chiang 등 8명	제4차 한-대만 기상협력회의	양국협력
9.30~10.2	네팔, 부탄, 태국 등 3개국 신임기상청장 등 4명	WMO 고위급 교육훈련 프로그램 과정	다자협력
9.23~10.4	몽골, 미얀마, 우즈베크, 카메룬, 튀니지 등 13개국 14명	외국인 기상레이더 운영기술 향상 과정	연수
10.27~11.2	캄보디아기상청 Hun Sothy 등 9명	캄보디아 자동기상관측시스템 구축사업 초청 연수(2차)	연수
10.28~11.1	베트남, 말레이시아, 인도 등 6개국 6명	WMO/GAW 육불화황 세계표준센터 교육훈련 과정	연수
11.18~11.19	영국기상청장 Mrs Penny Endersby 등 2명	제1차 한-영 기상협력회의	양국협력
11.4~11.6	미국, 중국, 아랍에미리트 등 20여명	2019년 기상조절 그룹-에어로졸 국제워크숍	워크숍
11.20~11.22	미국, 캐나다기상청 등 5명	제5차 ICE-POP 2018 국제워크숍	워크숍
12.15~12.21	방글라데시 국방부 부차관 Md. Manjurul Karim 등 9명	방글라데시 천리안위성(2A) 수신 분석시스템 구축사업 초청 연수	연수

3

개발도상국 지원

☞ 기획조정관 / 국제협력담당관 / 기상사무관 / 손성화

3.1. 미얀마 기상재해감시시스템 현대화 사업(2017년~2019년)

기상청은 미얀마 기상관측 자동화를 통한 기상재해 감시능력 강화 및 자연재해 경감을 위해 ‘미얀마 기상재해감시시스템 현대화 사업’(2017~2019년, 약45억)을 수행하였다. 동 사업을 통해 미얀마 네피도 및 양곤 기상관측소 40소에 자동기상관측시스템(AWS, Automatic Weather System)을 설치하고, 미얀마기상청 본부에 관측자료 모니터링시스템을 구축하였다. 이에, 동 사업의 성공적 완료를 기념하기 위해 기상청(김종석 청장)과 미얀마 국토교통부(Thant Sin Maung 장관) 임석하에 인도식을 개최하였다. 이 사업을 통해 미얀마 기상청은 1시간 간격 수동관측에서 1분 간격 자동관측으로 변환되면 관측자료 수집시간 단축과 함께 보다 높은 품질의 자료를 이용한 다양한 기상정보의 생산으로 기상재해로 인한 인적, 물적 피해가 감소될 것으로 기대하고 있다.

3.2. 몽골 자동기상관측시스템 구축(2017년~2019년)

기상청은 ‘몽골 자동기상관측시스템 구축 사업(2017~2019년, 약 33억)’ 수행을 통해 몽골 수도권 인근지역(울란바타르, 터우, 불강, 아르항가이)의 수동기상관측소 32개소에 관측자동화 시스템을 설치하고, 몽골기상청 본부에 관측자료 모니터링 시스템을 구축하였다.

동 사업을 통해 관측자료 수집시간 단축과 정확도 향상을 통한 특보 선행시간 및 예보 정확도 향상뿐만 아니라 기상재해로 인한 인적, 물적 피해가 경감될 것으로 기대하고 있다.

3.3. 캄보디아 자동기상관측시스템 구축(2019년~2022년)

기상청은 정부의 신남방정책에 부합하는 캄보디아 기상재해 경감과 기상업무 현대화 지원을 위해 ‘캄보디아 자동기상관측시스템 구축 사업’(2019~2022년)에 착수하였다. 동 사업은 캄보디아 11개주에 자동기상관측장비(27개소)를 설치하고 캄보디아기상청 본부에 관측자료 모니터링 시스템을 구축할 예정이다. 또한, 이 사업의 효과성 제고를 위해 캄보디아 수자원기상부(립켄호른 장관)와 기상청(김종석 청장) 간 사업합의서를 체결(19.12.9)하였다.

동 사업을 통해 현재 수동관측에서 자동관측으로 변환되면 관측자료 수집시간 단축과 함께 보다 높은 품질의 자료를 이용한 다양한 기상정보를 생산함으로써 캄보디아 예보역량 강화에 기여할 것으로 보고 있다.

3.4. 방글라데시 천리안위성 2A호 수신·분석시스템 구축(2019년~2021년)

기상청은 2018년 12월 천리안위성 2A호를 성공적으로 발사하고 현업운동을 실시하고 있으며, 이러한 독자위성 기상기술력을 바탕으로 ‘방글라데시 천리안위성 2A호 수신·분석시스템 구축 사업’(2019~2021년)을 추진하고 있다. 이번 사업의 주요 내용은 천리안 위성 2A호 수신·분석시스템 구축, 시스템 운영 및 위성자료 활용을 위한 전문인력 역량 강화, 전문가 파견 기술지원 등이며, 동 사업의 성공적 수행을 통해 방글라데시 기상청에서 태풍, 소나기, 구름 발달 및 이동 등 분석에 활용함으로써 예보정확도 향상 및 자연재해 피해 경감에 기여할 것으로 기대하고 있다.

3.5. 피지 해안범람예측시스템 구축(WMO 협력, 2016년~2020년)

피지해안범람예측시스템 구축 1단계(2012년~2013년/20만 USD/한국국제협력단 지원) 결과물인 로드맵을 토대로 기상청은 세계기상기구와 협력하여 실제 시스템을 설치하는 II·III·IV 단계 사업(2016년~2020년/약 1.2백만 달러)을 추진하였다. 동 사업은 파랑, 폭풍해일, 하천범람 예측시스템을 통합하여 해안범람예측시스템을 구축·운영함으로써 피지 위험기상 대응을 위한 조기경보 체제 구축에 크게 기여할 것으로 기대한다.

3.6. 우즈베키스탄 기후자료 복원(WMO 협력, 2019년~2021년)

우즈베키스탄은 1868년부터 관측한 기상자료를 유실 우려가 큰 종이로 보관하고 있어 기후자료복원을 한국기상청에 요청하였다. 이에, WMO와 협력하여 우즈베키스탄 기후자료복원 1단계 사업(2013~2018년)을 수행하여 종이기후자료 700만장을 이미지파일로 변환하여 기후자료 관리시스템을 구축하였다. 이후, 기상청은 WMO와 협력하여 우즈베키스탄 기후자료복원 2단계 사업(2019~2021년)에 착수하였으며, 주요 사업 내용은 이미지자료를 문·숫자 정보로 전환, 기후자료의 효과적 관리 및 활용을 위한 관리 및 검색 시스템 구축, 자료 관리 및 품질관리 교육훈련 지원 등이다.

4

남북기상협력

☞ 기획조정관 / 국제협력담당관 / 기상사무관 / 박승균

4.1. 남북 기상협력 추진 체계 정비

기상청은 남북협력 여건이 개선되고 기상협력의 실현 가능성이 증대됨에 따라 향후 실질적 남북 기상협력을 대비하여 전략적 추진방향과 이행 가능한 협력 과제를 사전에 대비하고자 「남북 기상협력 세부추진 전략」을 수립하였다(3월). 또한, 남북 기상협력 과제 관련 부서 담당자로 구성된 「남북 기상협력 추진단」과 외부 전문가들로 구성된 「남북 기상협력 자문위원회」를 운영하며 남북 기상협력 활성화에 대비한 추진 기반을 마련하였다.

4.2. 대내외 채널 확보 및 공조를 통한 협력 준비

기상청은 남북 협력에 대한 정부 동향을 파악하고 기상당국 간 소통채널 구축 방안 등을 논의하고자 통일부를 방문하여 업무 협의를 추진하였고(3월), 한반도 공동변영을 위한 남북과학기술 협력 포럼(11월), 남북법제정비협의회 및 세미나(12월) 등에 참석하여 환경, 농림 등 타 분야 남북 협력업무 정보를 공유하며 소통 활성화에 힘썼다. 또한, 백두산 화산 관련 국회 공청회(4월)와 콘퍼런스(6월) 참석, 부산대 화산특화연구센터를 통한 우회적인 백두산 화산연구 추진 등 백두산 화산연구 남북교류 활성화를 위한 준비 역시 지속해서 추진하였다.

4.3. 북한지역 기상·기후·지진 정보 수집 및 활용

기상청은 WMO의 세계기상통신망(GTS)을 통해 북한의 기상관측정보를 수집하고 품질 검사를 하고 있으며, 이를 바탕으로 '2018년 북한기상연보'를 발간하였다. 또한, 북한 주요지점에 대한 단기예보(동네예보), 중기예보를 생산하고 있으며, 북한지역 기상특성(평균 기온, 강수량)과 이상기상현상을 분석하여 홈페이지를 통해 공개하고 있다. 그뿐만 아니라, 위성영상을 이용하여 백두산 지표 변위, 지표 온도 등 화산활동 추이를 원격으로 분석하고 있으며, 레이더 격자 자료를 활용하여 면적강수량을 생산하는 등 남북 접경지역 유역별 강수량 관측 및 예측자료를 생산하여 수문기상 기뭇정보 시스템에 공개하고 있다.



제8장 기상행정

1

조직관리

☞ 기획조정관 / 혁신행정담당관 / 기상사무관 / 조진호

1.1. 예보서비스 향상과 현장대응능력 강화를 위한 조직·인력 증원

2019년 6월에는 기상분야별 위험기상 현상을 집중분석하기 위하여 인력4명(7급2명, 8급1명, 9급1명)을 증원하고 지방청 정원 8명(6급2명, 7급1명, 8급1명, 9급4명)을 본청으로 재배정하였다. 대구·경북지역의 대국민 기상서비스와 행정수요 대응을 위해 1907년 1월 대구측후소 설립이후 112년만에 대구기상지청을 대구지방기상청으로 승격하였으며 안동기상대를 대구지방기상청 관할로 조정하였다. 또한, 기상측기 성능인증 및 기상관측표준화업무를 종합적으로 수행하기 위해 기존 계측기술과를 폐지하고 계측표준협력과를 신설하였다.

2019년 소요정원으로 기상콜센터 운영·관리 1명(7급1명), 기상업무 종사자 법정교육 운영을 위한 인력 1명(7급1명), 소형기상레이더 운영과 기술개발 인력 2명(6급1명, 연구사1명), 국립밀양기상과학관과 국립충주기상과학관 운영 인력 4명(6급2명, 7급2명)을 보강하였다.

이와는 별도로 총액인건비제를 활용하여 청내 공무원근로자 등을 관리하기 위해 임기제공무원 1명(6급1명)을 증원하였으며, 한국형수치예보모델 개발 성과물 등 수치모델링 분야 연구개발 결과의 효율적인 현업 환류를 위해 팀으로 설치한 미래수치기술팀을 존속기한까지 운영 후 일몰시켰다.

공무원의 전문성과 정책역량을 높이기 위하여 전문직공무원제를 도입하면서 전문관 직렬을 신설하고 기상청 본청 4개 직위 및 소속기관 10개 직위를 전문관으로 전환하였다.

1.2. 인력재배치를 통한 인력운영 효율성 증진

2019년 7월에는 전문적인 연구를 통한 기후변화 관련 연구개발 사업의 성과창출과 기후변화감시업무 통합을 위하여 기후과학국 사무분장 일부를 소속 책임운영기관인 국립기상과학원으로 이관하면서 인력 5명(5급1명, 6급2명, 7급2명)을 재배치하였다.

2

기상연구관리

⚙ 기획조정관 / 연구개발담당관 / 기상사무관 / 원덕진

2.1. 개요

2019년은 근대 기상업무(1904년) 이래 1950년, 1959년과 함께 가장 많은 태풍이 한반도에 영향(7개)을 주었으며, 최근 5년(2015~2019)과 10년(2010~2019)의 지구 평균 기온이 가장 높게 기록된 한 해였다. 즉, 극한기상·기후 현상이 국민의 생활과 안전에 크게 영향을 미쳐 이를 극복하기 위한 정확한 기상예보와 기후변화 정보 제공에 대한 필요성이 높아졌다고 할 수 있다. 이를 위해 기상청에서는 삶의 질 향상을 위한 국민 체감형 기상과학기술 역량을 강화하고 대형·복합화되는 기상재해에 대응하기 위하여 인공지능 등 4차 산업혁명 기술을 활용하는 미래기술 수요 대응을 위한 기상연구개발 투자를 확대하였다.

이에 따라 기상연구개발이 국민 생활에 직접 영향을 미칠 수 있도록 기상관측·분석·자료동화·수치모델·예측·응용기상 등 다양한 분야에 대한 사회적 요구를 수용하고 새로운 과학기술을 활용하여 실용기술을 개발하였다. 그 결과 정지궤도위성 관측자료 활용을 통하여 국지예보모델의 예측시간을 연장(36 → 48시간)하였고 10분 간격의 초단기 강수 예측 대국민 서비스를 7월부터 제공하였다. 또한, 기존 예보가 날씨 현상에 대한 정보였다면, 날씨로 인해 나타나는 영향까지 예측하는 영향예보 서비스를 시작하였다. 6월에는 지역 특성을 반영하여 폭염에 대한 위험수준을 4단계로 구분하고 그에 따른 대응 요령까지 제공하는 폭염 영향예보 서비스를 시작하였다.

최근 한반도에 지진 발생 횟수가 증가함에 따라 국민의 불안감이 높아지고 있어 한반도 지진환경에 최적화된 차세대 지진조기경보시스템 모듈 개선 및 규모 3.5 이상 지진에

대한 단층정보 분석 제공으로 지진정보의 신뢰도를 향상하여 지진으로부터 국민의 안전을 확보하기 위해 노력하였다. 아울러, 국내 기술 자립화를 위하여 한국형수치예보모델의 기상업무 현업 적용을 위한 최종 개발을 완료하였으며 실시간 준현업 운영을 통하여 현업모델 대비 예측 성능비가 97.6%(이상상관계수 기준) 수준까지 도달하였음을 확인하였다.

2.2. 기상업무 연구개발사업 추진 현황

2019년도 기상청 연구개발사업은 연구기능을 보유하고 있는 지진화산국·국립기상과학원·수치모델링센터·국가기상위성센터·기상레이더센터, 특수목적을 수행하기 위하여 설립한 APEC 기후센터·한국형수치예보모델개발사업단 그리고 연구관리 전문기관인 한국기상산업기술원에서 수행되고 있다. 연구개발사업 예산은 1,019억 원으로, 이는 주요 R&D 857억과 일반 R&D 162억으로 구성되어 있으며, 주요R&D 중 자체수행 연구비는 372억 원, 공모형 및 사업단 출연연구비는 484억 원이다. R&D분야 예산은 기상청 전체 주요사업비 예산(2,712억 원)의 37.6%로 큰 비중을 차지하고 있으나, 일몰 및 사업 완료로 인한 연차별 감소 경향을 보이고 있다.

[표 3-59] 2019년도 기상연구개발 세부사업 현황

(단위 : 억원)

구분	세부사업명	담당부서	예산
주요	기상업무지원기술개발연구	국립기상과학원 미래전략연구팀	177
	2. 기상관측장비 연구 및 실험시설 구축·운영	국립기상과학원 연구기획운영과	40
	3. 수치예보·지진업무 지원 및 활용연구	수치모델링센터 수치모델개발과	72
	4. 범부처 융합 이중편파레이더 활용기술개발	기상레이더센터 레이더분석과	35
	5. 기상위성자료현업지원기술개발	국가기상위성센터 위성기획과	49
출연	6. 정지궤도 기상위성 지상국 개발	국가기상위성센터 위성운영과	89
	7. 기상·지진 See-At 기술개발연구	기획조정관 연구개발담당관	186

	8. 연직바람 관측장비 융합기술 개발	관측기반국 계측표준협력과	12
	9. 자연재해 대응 영향예보 생산기술 개발(기상청)	예보국 영향예보추진팀	27
	10. 한반도 지하 단층·속도구조 통합모델 개발	지진화산국 지진화산연구과	44
	11. 미래유망 민간기상서비스 성장기술개발	국립기상과학원 미래전략연구팀	38
	12. 한국형수치예보모델 개발	수치모델링센터 수치모델개발과	88
주요 연구개발사업(자체+출연)			857
일반	13. 기상정책연구사업	기획조정관 기획재정담당관	5
	14. 아태 기후정보서비스 및 연구개발	국립기상과학원 미래전략연구팀	74
	15. 기상위성 운영 및 활용 기술개발	국가기상위성센터 위성운영과	83
일반 연구개발사업			162
기상청 연구개발사업			1,019

2.3. 기상업무 연구개발사업 성과평가 결과

2.3.1. 중간평가

「국가연구개발사업 등의 성과평가 및 성과관리에 관한 법률」 제7조 및 제8조에 근거하여 시행하는 중간평가는 국가연구개발사업의 성과 중심의 투자 효율성 확보 및 성과 제고를 목표로 한다. 이를 위해 성과목표 달성도 및 성과 우수성 등을 지표로 각 부처에서 자체평가를 시행하며, 과학기술정보통신부는 자체평가의 적절성을 점검하는 상위평가를 수행하게 된다.

2019년도 기상청 중간평가 대상은 국가연구개발사업 중 3년 평가주기가 도래한 ‘기상위성 운영 및 활용 기술개발’ 사업으로 해당 사업은 천리안위성의 지상국을 안정적으로 운영하고 관련 기술개발을 통한 위성 자료 서비스 및 대국민 예보 지원을 목적으로 하고 있다.

이 사업은 2011년부터 기상청 국가기상위성센터에서 직접 수행하고 있으며 2018년까

지 약 758억 원이 투자되었다. 중간평가 결과, 천리안위성 1호 운영 지수, 외국 기상위성 운영 지수, 기상위성자료 서비스 지수 등 성과지표의 목표치를 100% 달성하였고, 목표 달성도 및 성과 우수성 등 종합적인 평가 결과 ‘보통’ 등급을 받았다.

[표 3-60] 2019년도 국가연구개발사업 중간평가 결과

사업명	예산(억 원)			연구기관/부서	평가결과
	2016	2017	2018		
기상위성 운영 및 활용 기술개발	42.7	59.7	62.6	국가기상위성센터 위성운영과	78.5점(보통)

2.3.2. 특정평가

국가연구개발사업 특정평가는 「국가연구개발사업 등의 성과평가 및 성과관리에 관한 법률」 제7조에 따라, 과학기술정보통신부에서는 국가연구개발사업 투자 효율성 제고를 위해 장기·대규모 예산 사업, 중복 조정·연계가 필요한 사업을 대상으로 사업성과 및 추진체계 등을 평가한다.

2018년 하반기 특정평가는 국립연구기관의 주요 연구사업에 대한 성과 진단 및 주요 쟁점을 파악하고 사업성과를 중심으로 심층평가를 수행하기 위하여 농축산분야와 수산·산림·환경·기상·안전분야 등 2개의 사업군에 대해 총 10개의 세부사업을 대상으로 하였으며, 기상청은 국립기상과학원에서 수행 중인 ‘기상업무지원기술개발연구’ 사업이 선정되었다.

이번 평가는 국립연구기관의 특성을 고려한 사업의 적절성, 체계성을 진단하여 국립연구기관이 수행하는 연구사업의 성과 및 추진체계의 차별성 점검에 초점을 두었다. 또한, 국립(연) 개별사업에 대해 유사사업을 고려한 공통 성과의 상대적 효율성, 사업목표 및 기관 미션 달성도를 진단하고 이를 바탕으로 국립연구기관의 성과 제고 방안과 효과적인 추진체계를 제시하고자 하였다.

2019년 상반기까지 수행된 특정평가 결과, ‘기상업무지원기술개발연구’ 사업은 공공성 대비 사업목표의 부합도가 상대적으로 높게 평가되었으며, 위험기상, 황사·연무 등 기상재해와 기후변화 예측기술 등 연구사업을 통해 사회문제에 직접적으로 대응하고 있는 것으로 평가되었다. 한편, 해당 사업의 성과지표 목표는 달성하였으나, 정책적 지표가 성과지표의 100%를 차지하고 있어 학술적 성과지표의 도입이 권고되었다.

[표 3-61] 2018년도 하반기 특정평가 대상사업

사업명	예산(억 원)			사업기간	연구기관
	'16	'17	'18		
기상업무지원기술개발연구	214	229	149	2005~계속	국립기상과학원

2.4. 기상업무 연구개발사업 성과

기상청은 연구개발사업을 통해 2016~2018년 동안 SCI(E) 논문은 760건, 특히 출원 268건, 특허 등록 153건 등의 성과를 달성하였다. 또한, 과학기술정보통신부에서는 국가연구개발 우수성과 창출 견인 및 과학기술인 자긍심 고취를 위하여 매년 우수성과 100선을 선정하고 있는데 기상청 과제가 꾸준히 선정되고 있다. 2019년도에는 순수기초·인프라 분야에 기상·지진 See-At 기술개발사업의 '지표 탄소플럭스의 이해를 위한 생태계 및 탄소 변화 분석 방법론 개발' 과제가 우수성과로 선정되었다. 이 연구는 이산화탄소 장기 관측자료를 활용하여 육상 생태계의 탄소 체류 시간을 계산하는 방법론을 세계 최초로 개발하였으며, 이를 이용하여 기후변화에 따른 고위도 탄소 체류 시간 감소를 밝혔다. 이러한 방법론은 탄소순환 및 지면 탄소플럭스 연구를 위하여 한반도 및 타 지역에 적용될 수 있을 것이다. 아울러, 향후 한반도 및 동아시아 지역에 해당 방법론을 적용하여 한반도 육상 생태계 변동으로 인한 탄소 플럭스 변화 분석을 통해 탄소순환에 대한 종합적인 이해를 증진 시킬 수 있을 것으로 기대된다.

[표 3-62] 2016~2018년 기상업무 연구개발사업 논문 및 특허 성과

구분		2016년	2017년	2018년	합계
SCI(E)		221	262	277	760
특허	출원	98	87	83	268
	등록	48	62	43	153

※ 2019년 성과는 2020년 하반기에 확정됨.

[표 3-63] 「2019년도 국가연구개발 우수성과 100선」 선정 결과

성과 분야	성과명	소속기관	연구자명	해당사업
순수기초·인프라	지표 탄소플럭스의 이해를 위한 생태계 및 탄소 변화 분석 방법론 개발	서울대학교	정수종	기상·지진 See-At 기술개발연구

3 기상기술 인력의 확보

⚙ 기상청 / 운영지원과 / 행정사무관 / 이용자

전 세계가 직면하고 있는 기후변화에 따른 기상재해의 최소화와 국민의 삶의 질 향상으로 고품질의 기상정보 수요가 증대됨에 따라 이러한 국민의 기대에 부응하기 위하여 기상청은 국내·외 우수 인력자원을 지속적으로 충원하고 있다. 공개경쟁채용으로 9급 19명을 채용하였고, 경력경쟁채용으로 각 분야별 전문인력 19명을 채용하였는데 학력별로 박사 4명, 석사 4명, 학사 10명, 전문학사 1명이다. 2019년 말 기준으로 박사 125명, 석사 365명 등 석·박사급 인력이 총 490명으로 전체 인력의 33%를 차지하고 있다.

[표 3-64] 기상인력 채용 실적(2019.12.31. 기준)

(단위: 명)

구분	학위별	연 도 별										
		계	2019	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010
특채	박사	49	4	8	10	5	5	3	4	4	1	5
	석사	70	4	15	10	3	7	7	6	9	5	4
	학사	41	10	4	7	6	1	5		4	2	2
	전문학사	2	1	1								
	소계	162	19	28	27	14	13	15	10	17	8	11
공채		343	19	14	19	45	54	39	38	46	39	30
합계		504	37	42	46	59	67	54	48	63	47	41

[표 3-65] 기상인력 현황(2019.12.31. 기준 / 휴직·파견자 포함)

(단위: 명)

직급별	박사	석사	학사	전문대 이하	계
청장·고위공무원	6	6	1	0	13
3~4급(상당)	31	31	21	3	86
5급(상당 연구관)	59	100	94	14	267
6~9급(연구사)	29	227	702	127	1,085
관리운영직	0	1	4	21	26
계	125	365	822	165	1,477

4

기상정책홍보

- ⚙️ 대변인/기술서기관/윤기환
- ⚙️ 대변인/기상사무관/노성운
- ⚙️ 대변인/행정사무관/오철규

4.1. 언론 홍보

기상정책 및 기상업무에 대한 정확한 정보 전달을 위해 대국민 접점에 있는 언론인을 대상으로 ‘언론인 기상강좌’를 개최하였으며, ‘찾아가는 언론인 기상강좌’를 통해 지역 언론인들의 기상정책 이해를 제고시켰다. 계절 전망 및 태풍 현황 등 기상 관련 주요 관심 사항에 대해서는 선제적으로 정책 브리핑과 기자회견을 실시하는 등 기관장 주도의 소통을 통해 의견 수렴 및 정확한 정보 전달을 위해 노력하였다. 또한, 기상정책 현장 탐방을 통해 기상청의 업무 현장 및 기상업무의 중요성에 대한 홍보를 강화하였고, 언론사 오피니언 리더와의 간담회 등을 통해 기상청 주요업무 현황 및 계획에 대한 의견을 교환하여 주요정책의 이해를 도모하였다. 마지막으로 날씨 인터뷰 녹화 영상을 자체 제작하여 선제적으로 제공함으로써 정확한 기상정보 전달을 위해 노력하였다.

4.2. 정책홍보

2019년에는 ‘찾기 쉽고, 이해하기 쉬운, 상세한 기상정보서비스로 국민 체감 소통 실현’이라는 정책홍보 슬로건 아래, ▲기상업무 이해 확산 ▲기상정보 활용도 제고 ▲국민과 함께하는 위험기상 피해예방 캠페인 추진 등 세부 전략을 수립하고, 각 전략별 홍보 대상 및 활용 매체를 차별화하여 정책홍보를 추진하였다.

4.2.1. 주요정책 관련 기획홍보 강화

2019년 정책목표인 ‘국민신뢰 회복을 위한 기본역량 집중과 소통 강화’를 위해 기상업무 이해 확산과 기상정보 활용도를 높일 수 있는 홍보와 소통에 집중하였다. 토크콘서트 및 대학생 토론배틀 ‘쇼미더웨더’, 현직 교사들이 기상과학의 특성에 대해 유튜브를 통해 강의한 ‘웨더클래스’등 국민과 직접 소통하는 프로그램 운영과 2040세대가 주목할 수 있는 콘텐츠를 통해 기상과학에 대한 이해도를 높였다. 또한, 태풍정보서비스 개선 및 폭염영향에



보 서비스 등 새로운 기상서비스뿐만 아니라, 용오름, 양간지풍, 우박 등 신기한 기상 현상에 대해 카드뉴스 및 웹툰 등의 비주얼콘텐츠를 제작해 다양한 매체를 통해 확산하는 등 국민의 접점에서 주목도를 높이고 국민 참여를 이끄는 적극적인 소통에 앞장섰다.

4.2.2. 위험기상 피해예방을 위한 대국민 캠페인 추진

위험기상 피해에 대한 경각심을 알리고, 위험기상 발생 시 행동요령을 확산하고자 공공기관, 민간기업, 사회복지단체 등과 함께 대국민 캠페인을 추진하였다. 여름철에는 ‘폭염에 좋은 물, 휴식, 그늘’이라는 주제로 ‘해피해피 캠페인’을 추진하였으며, 겨울철에는 겨울축제 현장을 직접 방문하여 국민 접점에서 캠페인을 추진하였다. TV 자막 캠페인은 물론, 온라인몰 및 유통망 홍보, 온라인 국민 참여 이벤트 등 다양한 온·오프라인 홍보를 실시하였으며, 특히 취약계층가구 및 야외작업장 현장을 직접 방문하여 위험기상관련 예방물품과 행동요령 등을 전파하였다. 이러한 위험기상 피해 예방을 위한 접점 홍보는 국민들에게 기상청의 긍정적인 인식제고에 기여했으며, 이러한 기상청의 노력이 인정되어 ‘2019년 대한민국 커뮤니케이션 대상’에서 최우수 광고 및 공익캠페인상을 수상하였다.

또한, 위험기상 피해예방을 위한 동영상 제작해 방송, 공공기관 전광판, 전국 은행 내 모니터, 페이스북, 유튜브 등 다양한 매체를 통해 확산시킴으로써 위험기상에 대한 경각심과 기상정보 활용의 중요성을 배가시켰다.

4.2.3. SNS를 활용한 쌍방향 소통 강화

‘국민 곁에 기상청’을 콘셉트로 온라인 저널리즘 매체와의 협업을 통해 인공강우·기상현상에 대한 궁금증 해소와 기상예보의 불확실성에 대한 이해를 도울 수 있는 내용으로 온라인 소통을 강화하였다. 기상공감 웹툰 ‘하늘을 향해 찰칵!’과 SNS 콘텐츠에 활용할 수 있는 캐릭터를 계절·날씨별로 개발하여 일상 속 날씨 관련 에피소드를 담아냄으로써 친근한 기상청 이미지를 확산시켰다. 또한, 날씨뿐만 아니라 풍속·강수량과 관련한 실험 및 ASMR 영상, 시즈널 이슈 및 캠페인 확산 이벤트 등은 기상정보와 기상과학에 대한 일반 국민들의 관심과 이해도를 높이는데 좋은 계기가 되었다. 또한, 이례적으로 7개의 태풍 발생으로 태풍의 위험성과 중요 정보를 신속하고 정확하게 제공하기 위해 라이브 방송, 예보관이 설명하는 태풍정보, 비주얼콘텐츠 등을 제작하여 국민의 안전한 삶을 위해 노력했다. 한편, 제11기 국민참여 기자단(35명, 수료 27명)을 운영하여 기상정책과

생활기상정보 등을 자연스럽게 확산시켰고, 정책현장을 직접 방문하고 취재함으로써 기상과학과 기상상식에 대한 이해를 높였다. 이러한 다양한 온라인 홍보를 통해 '2019 대한민국 SNS대상'에서 중앙부처 부문 최우수상과 '올해의 SNS 페이스북' 공공부문 대상을 수상하였다.

4.2.4. 전문가 신규 채용을 통한 콘텐츠 제작 전문성 강화

콘텐츠기획자, 영상제작PD, 웹디자이너 등 3명의 전문임기제 공무원이 새로 채용되어, 2019년 8월부터 업무에 참여하면서 콘텐츠 제작 속도, 콘텐츠의 다양성 측면에서 많은 성과를 이루어냈다. 특히, 신속성이 가장 중요한 태풍 정보 제공에 있어서 전문임기제 공무원들이 주도해 제작한 콘텐츠들은 국민안전에 크게 기여한 것으로 판단된다.

4.3. 홍보 이벤트

4.3.1. 기상사진전 개최

기상에 대한 국민의 관심을 높이고 기상재해 및 기후변화에 대한 경각심을 고취시키고자 매년 세계 기상의 날(3월 23일) 즈음, 기상사진전을 개최하고 있다. 2019년에는 타임랩스(저속촬영해 정상 속도 보다 빨리 돌려서 보여주는 특수영상기법)를 추가하여 공모전을 실시하였으며 총 4,205개의 작품(사진 4,148건, 타임랩스 57건)이 출품되었다.

두 차례 전문가 심사를 거쳐 공모 사진 부문 입상작 50점, 타임랩스 부문 입상작 3점의 작품이 선정되었고, 선정된 작품을 중심으로 제36회 기상기후사진전을 개최하였다. 4월 1일부터 8일까지 서울역에서 개최한 전시회에서는 공모전을 통해 선정된 사진과 타임랩스 영상을 전시하여, 우리가 생활하는 삶 속에 투영되는 날씨를 국민들이 공감할 수 있도록 하였다. 특히 미디어를 이용한 전시회로 입상사진을 이용한 영상과 구름·비를 연상시킬 수 있는 듯한 공간을 연출함으로써 관람객의 많은 호응을 얻었다.

공모 작품들은 대체로 고른 작품성을 보였으며 대상(환경부장관상, 상금 500만 원)에는 가야산에서 소나기 장면을 포착한 '소나기(감혁슈 作)', 금상(기상청장상, 상금 200만 원)에는 '폭염(신승희 作)'과 은상(기상청장장, 상금 100만 원)에는 'A village where Christmas falls(신준식 作)'이 선정되었다.



[그림 3-110] 대상 '소나기'



[그림 3-111] 금상 '폭염 탈출'

4.3.2. 온라인 이벤트 실시

시즈널 이슈·주요 기상정책에 대한 공감대 형성과 기상과학의 이해, 위험기상 캠페인 확산을 위해 페이스북 및 블로그 등 다양한 온라인 채널을 활용한 국민 참여형 이벤트를 실시하였다. 주요 이벤트는 기상가뭄예보·태풍정보 서비스와 위험기상정보, 장기에보 등과 관련된 내용으로 총 13회 진행되었으며, 회당 평균 1천여 명이 참여하였다.

4.4. 홍보물 제작

기상정책 및 기상서비스, 기상정보 및 기상상식 등의 주제로 다양한 홍보 콘텐츠를 제작하였다. 특히 웹툰, 카드뉴스 등의 비주얼콘텐츠와 동영상을 제작하였으며, 이를 다양한 온·오프라인 매체를 통해 확산하는 등 홍보 콘텐츠에 대한 접근성을 높였다.

4.4.1. 기상정책 및 기상서비스 홍보 콘텐츠

2019년 기상청의 주요업무를 비롯한 태풍정보 서비스 개선, 폭염영향예보 서비스, 드론 기상관측 등 주요 기상서비스와 시의성 있는 기상정보를 최신 트렌드에 맞는 영상과 카드뉴스 등을 제작하여 확산하였다.



[그림 3-112] 주요정책 및 기상서비스 홍보 콘텐츠

4.4.2. 기상과학이해 동영상 제작

올바른 기상과학 확산을 위해 현직 교사들과 함께 기상관련 교육영상인 ‘웨더클래스’를 제작하여 확산하였다. 일반 국민에게 신뢰도가 높은 초·중·고등학교 현직 교사들이 ‘일기예보 정확도 99.9%?’, ‘500억짜리 기상청 슈퍼컴퓨터로 배틀그라운드가 될까?’ 등의 주제에 대해 직접 설명함으로써 기상과학에 대한 객관적 이해를 높였으며, 인공지능에 대한 영상을 통해 인공지능 연구도 대국민 기상서비스의 하나임을 알렸다. 또한, 공원의 바람소리, 자동차 빗소리 등 바람소리와 빗소리를 활용하여 ASMR 영상을 제작하고, 실생활과 접목한 기상실험 영상 제작을 통해 기상과학을 자연스럽게 확산하고, 기상청의 친근한 이미지도 확산시킬 수 있었다.



[그림 3-113] 기상과학이해 동영상 제작

4.5. 언론 보도 경향

2019년 언론 보도는 기상정보와 기상서비스, 주요정책에 관한 내용이 많았으며, 지진·해일·화산 관련 내용도 늘어났다. 1~2월에는 미세먼지, 8~10월에는 태풍, 12월에는 추우기 국보지정과 관련된 기사가 많았다. 주요 언론보도 기사로는 겨울가뭄 눈구경 힘



드네, '삼한사온' 깨져 눈 없는 겨울(1월), 포항서 1년 만에 규모 4.0 이상 지진(2월), 태풍급 강풍 '양간지풍'. 고성 산불 순식간에 확산(4월), 더욱 친절해진 기상청 '중기예보', 천리안 1호 해양관측 데이터로 '한반도 지구온난화 영향' 밝힌다(5월), 김종석 청장 WMO 집행이사 당선, 올여름 장마 일주일 지각(6월), 한반도 남부 할퀴고 간 태풍 다나스(7월), 예년보다 약한 태풍?... 9·10호 한반도를 노린다, 태풍 '크로사' 한반도 영향 커진다(8월), 나무 뽑힐 강풍 동반한 태풍 링링...주말 전국 강타(9월), 태풍 '미탁'으로 3명 부상·이재민 27명... 주택 47동 침수·파손(10월), 유일하게 남아있는 조선시대 측우기, 국보 된다(12월) 등이었다.

5

기상교육

- ⚙ 기상기후인재개발원 / 인재개발과 / 기상사무관 / 이예숙
- ⚙ 기상기후인재개발원 / 인재개발과 / 행정사무관 / 김재욱
- ⚙ 기상기후인재개발원 / 교육기획과 / 기상사무관 / 공종웅
- ⚙ 기상기후인재개발원 / 교육기획과 / 기상사무관 / 정선애

5.1. 전문교육과정 운영

5.1.1. 핵심전문 교육과정

2019년 기상기후인재개발원은 전문인력 양성을 위한 교육훈련 강화를 위하여, 태풍, 해양기상, 관측, 기후 4개 분야의 전문과정을 신설하였고, 10개 핵심분야(예보, 수치예보, 항공기상, 위성, 레이더, 지진, 태풍, 해양기상, 기후, 관측)의 교육과정을 운영하였다. 예보역량 강화를 위해서 예보관 양성 기본/전문과정(6개월)을 운영하였다. 기본 과정은 관측자료를 분석하여 현재 대기상태를 과학적으로 설명할 수 있는 예보역량에 중점을 두었고, 전문과정은 위성, 레이더 등 다양한 관측자료를 기반으로 초단기 예보 및 위험기상 대응역량을 강화하는 교육과정을 운영하였다.

또한, 교육 종료 후에는 교육수료자, 부서장, 동료들 대상으로 현업적용도 평가를 실시하여 업무수행 능력 향상 정도를 측정하여 교육 효과성을 진단하였다.

아울러 예보과정 우수생을 대상으로 영국기상청 기상대학의 「선진예보과정」을 운영하였으며, 예보관 전문과정 교육생들은 미국기상전문훈련기관(COMET)의 「기상분석 및 예보과정」을 통해 선진 예보기술을 습득하고 글로벌 마인드를 함양토록 하였다.

[표 3-66] 2019년 핵심전문 교육 운영 실적(총 29회, 358명 수료)

구분	과정명	횟수	인원	구분	과정명	횟수	인원	구분	과정명	횟수	인원
예보	예보실무	2	16	관측	기상관측실무	1	10	기후	기후실무	1	22
	예보전문	2	16		기상관측전문	1	9		기후전문	1	19
	예보심화	2	13	해양	해양기상실무	1	12	지진	지진실무	1	16
	예보책임관	1	17		해양기상전문	1	12		지진전문	1	10
	선진기술습득	3	41	위성	기상위성실무	1	17	항공	항공기상실무	1	10
	예보관양성기본	1	14		기상위성전문	1	16		항공기상전문	1	11
	예보관양성전문	1	13	레이더	기상레이더실무	1	14	태풍	태풍실무	1	10
수치	수치예보실무	1	11		기상레이더전문	1	12		태풍전문	1	17

5.1.2. 기본 및 공통전문 교육과정

국정철학, 국정과제 등 정부 및 기상정책에 대한 이해와 인식 전환을 위해 5일 이상 정규과정에 공직가치 정립을 위한 교과목을 편성하여 운영하였다. 또한, 창조적 리더를 양성하고, 구성원의 핵심가치 공유와 제고를 위해 각 직급별 리더십 향상과정, 창의적 조직문화 개발과정 등 조직문화 혁신교육과정을 운영하였다. 4차 산업혁명 선제 대응 등 미래 성장을 견인하는 첨단과학 교육 강화를 위해 융합기술 교육과정을 운영하였다.

[표 3-67] 2019년 기본 및 공통전문 교육 운영 실적

구분	과정명	횟수	인원	구분	과정명	횟수	인원
공직 입문	9급 신규자과정	1	22	행정 역량	승진후보자 역량향상과정	4	43
	7급 승진자과정	1	13		기획 역량 향상과정	4	67
	기상업무 기본과정	5	176		소통역량 향상과정	1	22
리더십	셀프리더 역량강화과정	1	49		국제업무 역량 향상과정	1	22
	조직리더 역량강화과정	1	28		구매계약업무과정	1	25
	코칭리더 역량강화과정	2	24		R&D 관리과정	1	22
	정책리더 혁신역량강화과정	1	19		교수 역량 향상과정	2	47
국정	메가트렌드 이해과정	1	22		예산회계 실무과정	1	159



시책	문제해결 실천과정	1	11		R 활용 지능정보기술이해과정	2	33
인문 소양	창의적 조직문화 개발과정	3	70	정보화	딥러닝을 위한 파이썬 과정	2	37
	균형잡힌 삶을 위한 자기계발과정	1	17		정보보호역량 향상과정	1	35
	프레젠테이션 활용 향상과정	1	22	합계		39	985

5.1.3. 이러닝 교육과정

‘기상청 나라배움터(<http://kma.nhi.go.kr>)’에서는 기상·기후 전문과정 및 인문소양 등의 교과목을 학습할 수 있도록 이러닝 교육과정을 운영하고 있다. 2019년에는 예보통합분석 및 실습, 사례로 본 레이더기상, 사례로 본 위성기상, 사례로 본 수치예보, 실황분석용 통합기상 분석시스템 활용, 예보가이던스 활용 단편동영상, 기후예측의 이해 등 7개 콘텐츠를 신규 개발하고, 기후변화 시나리오 과정을 업그레이드하였다. 공동활용 콘텐츠를 포함한 총 234개의 과정을 개설하여 총 4,887명이 수료하였다(기상·기후 전문과정 2,586명 수료).

5.1.4. 글로벌 기상기후 인재 양성

기상청은 WMO 지역훈련센터(RTC-Korea)로서 WMO 회원국, 특히 개도국에 선진기상기술을 전수하여 위험기상 조기감시 대응역량을 향상하고 글로벌 기상기후 인재를 양성하기 위해, 2019년 자체 공적개발원조(ODA) 예산으로 ‘외국인 기상예보관과정’과 ‘외국인 기상레이더 운영기술 향상과정’을 운영하였다.

또한, 기상청은 한국국제협력단(KOICA)의 글로벌 연수사업에 참여하여 ‘ICT³⁶⁾를 이용한 기상업무 향상과정’과 ‘재해방지 조기경보 및 대응시스템 관리 활용능력 향상과정(신설)’을 운영하였다. ‘ICT를 이용한 기상업무 향상과정’은 총 3차년도 사업 중 2차년도 과정을 4월에 운영하였으며, 10월에는 교육과정 중 우수한 액션플랜을 작성한 인도네시아 기상청을 직접 방문하여 현지 연수과정 운영, 액션플랜 현지적용 지원, 컨설팅 및 차년도 실행을 협의하였다. 현지 연수과정은 수치예보 실습과정으로 진행하였으며 주변국 담당자를 포함한 총 50명이 참석하였다.

³⁶⁾ 정보통신기술(ICT): Information and Communication Technologies



[그림 3-114] 인도네시아 현지 연수과정 운영('19.10.14.~10.16.)

한편, 기상청과 한국외국어대학교 업무협정('16.8)에 따라, 전공필수 3학점을 인정받는 기상청 현장학습과정인 '외국인 석사과정 현장연수'를 운영하였다.

[표 3-68] 2019년 외국인 교육과정 운영 실적(총 38개국, 131명 수료)

구분	과정명	기간	참여국가	수료인원
ODA	기상예보관 과정	6.24.~7.13.	6	11
	고위급 초청과정	7.8.~7.12.	1	2
	기상레이더 운영기술 향상과정	9.23.~10.4.	13	14
KOICA	ICT를 이용한 기상업무 향상과정	4.14.~4.27.	11	19
	ICT를 이용한 기상업무 향상과정(현지연수 과정)	10.14.~10.18.	6	50
	재해방지 조기경보 및 대응시스템 관리 활용능력 향상과정	10.27.~11.16.	11	20
	외국인 석사과정 현장연수	2.11.~2.27.	15	15

5.2. 기상지식 보급 및 기상과학 문화 확산

5.2.1. 방재기상업무 전문교육(법정교육)

기상청은 기상재해 예방 및 대응 업무를 담당하는 유관기관 방재업무 종사자를 대상으로 국가 차원의 현장 대응역량 강화를 위해 방재기상업무 전문교육을 19회(463명 수료) 운영하였다. 교육과정은 일반과정(자연재해)과 특화과정(항공·해양·교통·산림)으로 구분하여 교육 대상자의 업무 특성에 맞는 전문교육을 실시하였다.

특히, 2019년부터 전 교육과정을 직접 수행으로 전환하여 전문성을 확보하고, 훈련성과를 제고 하는 등 법정교육 운영의 체계적 기반을 마련하였다. 또한, 표준화된 교과목

편성을 위해 필수 교과목에 대한 강의교안 3종(항공·해양·산림)을 개발·활용하여 교육 만족도를 제고하였다.

[표 3-69] 2019년 방재기상업무 전문교육 운영 실적

구분	분야	횟수(회)	인원(명)	분야	횟수(회)	인원(명)
특화과정	항공	2	66	교통	1	8
	해양	1	37	산림	3	67
일반과정	자연재해	12	285	합계	19	463

5.2.2. 대국민 교육

기상청은 매년 이동형 체험교육차량을 이용하여 지방 중소도시에 거주하는 초등학교 학생을 대상으로 ‘찾아가는 날씨체험캠프’를 운영하고 있다. 2019년에는 기상교육의 기회가 상대적으로 적은 비수도권 지역의 초등학교 및 사회복지시설 초등학생을 대상으로 찾아가는 체험교육을 143회 운영하여 2,900명이 참여하였다. 그 밖에 교사들을 대상으로 한 기상과학 교사과정, 청소년 대상의 기상진로체험과정, 업무협약을 맺은 8개 대학교의 기상 관련 학과 재학생 대상 하계 연수 프로그램, 축전 및 행사 시 체험교육을 운영하여 전 국민이 기상분야에 관심을 갖도록 유도하였다.

기상정보의 가치 창출을 위해 다양한 분야로 대상을 확대하여 항공기상 및 군기상 정보활용, 기상관측 표준화, 기상기후 빅데이터 이해 등 7개 과정을 운영하였다.

최근 들어 자주 발생하고 있는 지진과 지진에 의한 재난에 대응하고 그 피해를 최소화하기 위해 초·중·고 학생은 물론 일반인과 재난 관련 업무 종사자 및 전문강사를 대상으로 지진·지진해일·화산에 대한 교육 3개 과정을 운영하였다. 또한, 중고등학생을 대상으로 한 교육동아리 ‘땅울림’에는 총 56팀 305명이 참가하여 지진 관련 영상 제작 등의 활동을 통해 지진에 대한 교육과 인식제고에 기여하였다.

[표 3-70] 2019년 기상업무 종사자 및 대국민 기상교육 운영 실적

과정명	횟수(회)	인원(명)	과정명	횟수(회)	인원(명)
기상관측 표준화	2	42	대학생 연수 프로그램	1	24
항공기상 정보활용	14	331	기상 진로체험	76	1,837
군기상 정보활용	7	231	찾아가는 날씨체험캠프	143	2,900
기상기후 빅데이터 이해와 활용	2	41	기상과학 축전 및 행사	19	8,474
기상정보 이해와 활용	10	316	지진방재과정	31	2,115
기상기후 공공데이터 이해와 활용	1	25	지진이해과정	208	27,328
장기예보의 이해와 활용	1	20	지진강사단 양성과정	5	88
기상과학 교사	5	77	지진동아리 땅울림	2	305 (56팀)
합계				527	44,154

5.2.3. 학점은행제 대기과학 전공과정

학점은행제 대기과학 전공과정은 청 내 직원은 물론 일반인이 해당 학점 이수 시 대기과학전공의 이학사 학위를 취득할 수 있는 교육 프로그램으로써, 2007년 9월 교육부로부터 ‘원격수업 기반 학습과정 평가인정’을 받아 연중 봄학기과 가을학기 각 15주 과정으로 운영하고 있다. 2019년 대기과학 전공과정 이학사(학위) 취득자는 5명이며, 2008년부터 2019년까지 누적 학위취득자는 총 88명이다.

[표 3-71] 2019년 봄·가을학기 ‘학점은행제 대기과학 전공과정’ 운영 실적(총 322명 수료)

구분	기간	교과목		인원	기간	교과목		인원
전공필수	봄학기 (3.~6.)	대기대순환	미기상학	155	가을학기 (9.~12.)	열대기상학	대기열역학	167
전공선택		해양기상학	예보학 및 실습			수치예보 및 실습	위성기상학 및 실습	

5.3. 기상교육 인프라 확충

5.3.1. 기상기후인재개발원 신축 추진

기상·기후·지진 전문인력을 체계적으로 양성하기 위한 기상기후인재개발원 청사를 4년간(2019~2023년) 총사업비 약373억을 투입하여 충청북도 진천군 광혜원면에 건립하게 되었다. 원활한 사업 추진을 위해 기상청-충청북도-진천군 간의 업무협약(5.16.)을 체결하였으며, 미래 기상기후인재개발원의 공간계획과 건립방안 등을 포함한 건립 기본계



획 연구를 실시하였다. 동 연구 결과를 토대로 진천군과 사업부지(군유지 67,419㎡)에 대한 매매계약을 체결하는 한편, 조달청과는 사업설계부터 시공관리까지 일괄대행해주는 건설사업 맞춤형서비스 이용 약정을 체결(12.19.)하여 청사 신축사업의 전문성과 효율성을 더하였다.



[그림 3-115] 기상청-충청북도-진천군 업무협약 체결('19.5.16.)

6

시설환경 개선

⚙ 기상청 / 운영지원과 / 행정사무관 / 이주영

본청 및 소속기관에서 사용하고 있는 국유재산은 토지 1,409,758㎡, 건물 139,970㎡이다. 우리 청은 1990년부터 직원 복지 및 근무환경 개선을 위하여 청·관사 시설개선 사업을 지속적으로 추진해 오고 있으며, 2019년도는 수도권기상청 신축, 부산청 비상대기소 신축사업을 완료하였다.

또한, 현재 진행 중인 사업은 광주지방기상청 청사증축('20년 완료), 부산지방기상청 청사신축('20년 완료), 강원지방기상청 청사증축('20년 완료), 국가기상통합운영센터 및 직장어린이집 증축('22년 완료), 기상기후인재개발원 신축사업('22년 완료) 등이 있다.

[표 3-72] 연도별 청·관사 신·증축 현황

연도	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
기관명	기상과학원 청사 대구(청)청·관사 전주(지청)청·관사 인천기상대 청사 제주(청) 관사 기상통신소 울릉도기후감시소 레이더테스트베드	제주(청)청사 국립대구기상과학관 정읍기상대(국립전북 기상과학관)청·관사 천안(센터) 청사 춘천기상대 관사 철원(센터) 관사 울산기상대 관사	청주(지청)청·관사 울산기상대 청사 철원(센터)청사 대전(청) 관사 슈퍼컴 증축	춘천기상대 청사 인천기상대 관사	홍성기상대 청사	백령도(관) 목포 통합비상 대기소	수도권기상 청청사, 부산청 비상대기소
개소	10	8	6	2	1	2	2

[표 3-73] 각급 청사시설의 경과년수별 현황

구분	지방청 및 지청 이상	기상대 등 소속 기상관서	계
10년 이하	국가기상슈퍼컴퓨터센터 국가태풍센터 강원지방기상청 국가기상위성센터 국립기상과학원 제주지방기상청 청주지청 대구지방기상청 전주지청 수도권기상청	백령도관측소, 홍성기상대, 춘천기상대, 울산기상대, (구)철원기상대, 국립전북기상과학원, (구)천안기상대(천안지진계시험실), 기상통신소(김천), 인천기상대, 레이더테스트베드(용인), 울릉도기후변화감시소, (구)거창기상대, (구)순천기상대, (구)보령기상대, (구)남원기상대, 보성 글로벌 표준기상관측소, 안동기상대, (구)고창기상대, 울릉도관측소, (구)울진기상대, 강릉 기상레이더관측소, (구)추풍령기상대, 부산청비상대기소	33
11~20년	본청	고산기후변화감시소, (구)대관령기상대, 백령도 기상레이더관측소, 오성산 기상레이더관측소, 성산 기상레이더관측소, (구)진주기상대, 구덕산 기상레이더관측소, (구)군산기상대, 창원기상대, 면봉산 기상레이더관측소, (구)파주기상대, 광덕산 기상레이더관측소, (구)상주기상대, 진도 기상레이더관측소, 여수관측소, 관악산 기상레이더관측소	17
21~30년	광주지방기상청 대전지방기상청 수도권기상청(구, 수원기상대)	(구)동두천기상대, 목포기상대, (구)서귀포기상대, (구)완도기상대, 안면도기후변화감시소, (구)이천기상대, (구)*구미기상대('11년 증개축), 흑산도관측소, (구)영월기상대, (구)*통영기상대('11년 증축), 포항관측소, (구)충주기상대, (구)*동해기상대('14년 증축리모델링), 속초관측소	17
31년 이상	부산지방기상청	(구)원주기상대, *고산 기상레이더('06년 증축), *부산 대청동별관('08년 보수), 서울기상관측소(송월동 별관)	5
계	15	57	72



2019년에 완공한 청·관사 시설 등 신축사업은 총 7,318백만원의 사업비를 투자하여 수도권기상청 청사, 부산청 비상대기소를 신축하였으며, 주요 현황은 (표 3-74)와 같다.

[표 3-74] 청사 및 관사 신축 현황

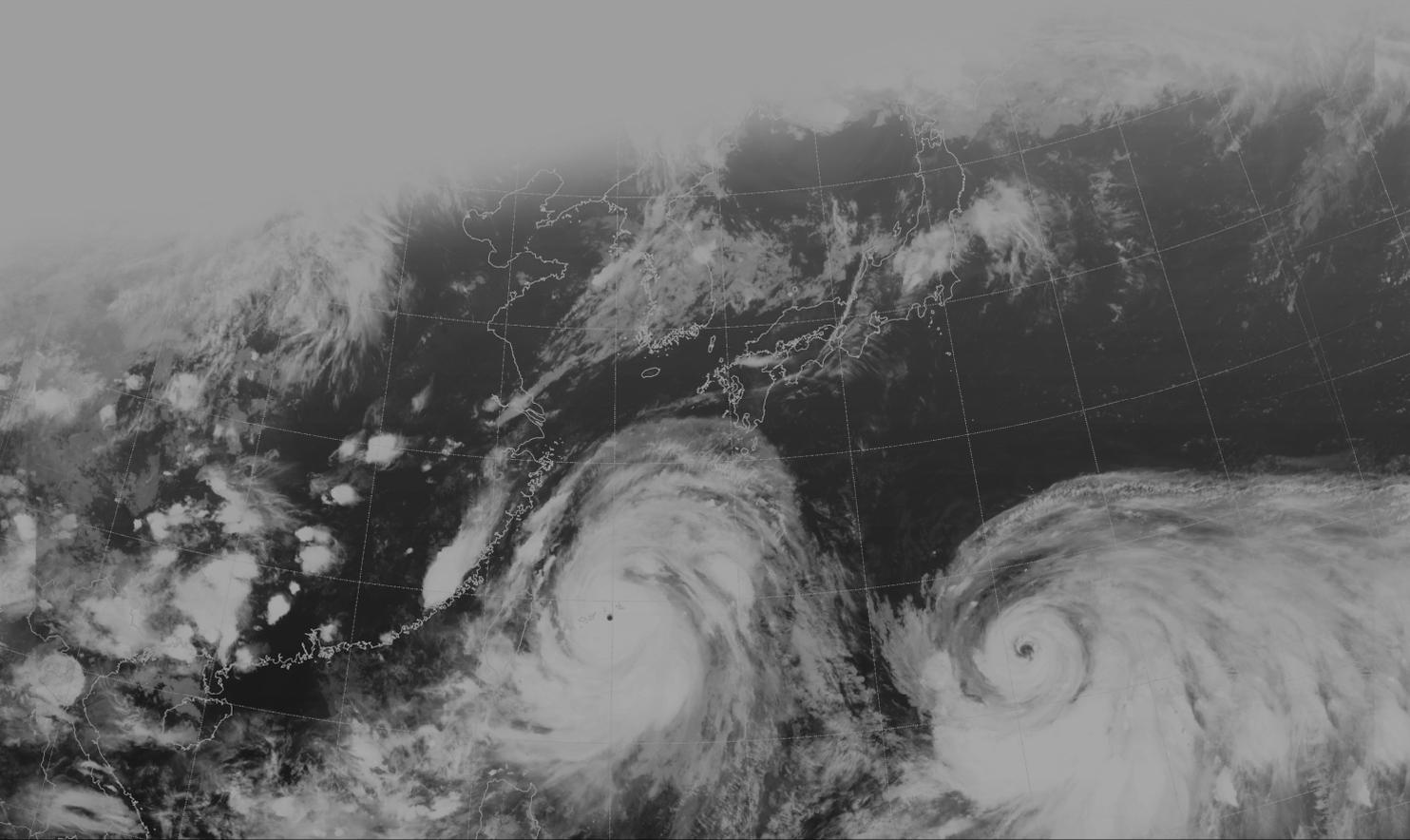
구분	기관명	규모(㎡)	총사업비(백만원)	준공일	비고
신축	수도권기상청 청사	3,232 (지상3층)	6,952	2019. 5월	신축
신축	부산청 비상대기소	135.7 (지상2층)	366	2019.12월	신축
계		3,367.7	7,318		

제4부

소속기관 추진업무

제1장 지역별 추진업무

제2장 책임기관 추진업무





제1장 지역별 추진업무

1

수도권기상청

☀ 수도권기상청 / 기획운영과 / 행정사무관 / 김재호

1.1. 수도권 기상재해 예방을 위한 기상서비스 확대 및 유관기관과의 협업 강화

1.1.1. 정확한 예보 생산을 위한 위험기상 사전예측역량 강화

수도권은 대한민국 인구의 절반에 가까운 2천 5백여만 명이 살고 있고, 다양한 사회 인프라가 집중된 지역으로 기상재해 발생 시 대규모 인명 및 재산피해로 이어져 위험기상에 대한 사전 예측역량과 신속한 대응이 중요하다. 2019년은 위험기상에 대한 사전예측역량 강화를 위해 수도권의 지형적 특성을 고려한 예보기술을 확보하고 예보역량 향상에 집중하여 업무를 추진하였다.

예보지원팀을 운영하여 위험기상 예상 시 4~5일 전부터 상세 분석정보를 작성하여 브리핑을 통해 예보관과 소통·공유하였고, 유사사례와의 비교·분석으로 위험기상 시나리오를 생산하여 운영하는 등 정확한 예보 생산을 위해 노력하였다. 특보 정확도 향상을 위해 호우 발생 가능성 진단을 위한 정량적 판단 기준을 마련하고, 동서로 형성된 선형 대류시스템(비구름대가 띠로 형성되어 강하고 많은 강수가 내리는 사례)의 이동 방향 예측 가이드를 제작하여 예보 생산 시 활용하였다. 겨울철 따뜻한 공기가 이동해오면서 수도권에 적설을 기록할 수 있는지에 대한 판단 기준을 플로우 차트(흐름도)로 작성·활용하고 2019년에 개발된 예·특보 가이드의 효과적 활용과 향후 개선을 위해 「수도권 기상기술집 II」를 발간하여 예보관들에게 배포하였다. 또한, 점차 다양화되는 레이더, 위성, 수치예측자료 등의 정확한 해석과 예측을 위해 분야별 전문가를 초청하고 공군과의 기상기술교류를 통해 다양한 예보기술 습득을 위한 세미나를 개최하였다.

이러한 노력의 결과 최근 3년 대비 여름철 단기예보 강수 정확도는 약 119%, 겨울철 적설 정확도는 약 122% 향상되었고, 2019년 우수예보기관 평가에서 중기예보 최우수 기관으로 선정되었다.

1.1.2. 폭염 영향예보 정규서비스 시행을 통한 폭염 대응력 강화

수도권기상청은 기상 현상 중심의 예보생산에서 벗어나 날씨로 인한 사회·경제적 영향에 기반한 영향예보로의 전환을 목표로 2016년부터 영향예보 기반구축 연구(호우)를 수행해 왔으며, 특히 2019년은 폭염으로 인한 영향과 대응요령을 기상예보와 함께 제공하는 ‘폭염 영향예보’ 서비스를 정식 시행(6.1.~9.30.)하였다. 수도권 지역의 폭염 발생 특성과 지역·분야별 취약성 및 노출을 분석하여 폭염 영향예보 가이드스를 제작하였고, 이를 활용하여 지역 특성을 반영한 폭염 영향정보를 수도권지역 36개 시·군에 제공하여 유관기관 방재담당자들의 의사결정을 지원하였다. 또한, 취약계층 관리자 및 방재담당자를 대상으로 활용 교육 및 찾아가는 간담회를 실시하였다. 폭염 영향정보에는 보건을 포함한 7개 분야(보건, 농업, 축산업, 수산양식, 산업, 교통, 전력)에 대해 4단계(관심, 주의, 경고, 위험)로 구분한 폭염 영향전망과 대응요령, 피해 현황 등을 포함하고 있으며, 홈페이지·모바일웹·문자서비스·SNS 등 다양한 매체를 통해 대국민, 취약계층, 방재담당자에 제공하였다.

이에 정규 서비스 종료 후 실시한 만족도 조사에서 폭염 영향예보 활용 비율이 90%, 취약계층 정보전달 비율이 88%로 높은 만족도 결과를 보였다. 2019년 온열질환자 발생은 전년에 비해 29% 감소하였으며, 서울시에서는 건설현장에 폭염 영향예보를 도입하여 온열사고를 예방하는 등 폭염 영향예보를 통해 사회·경제적 피해 감소에 기여함으로써 긍정적인 효과를 얻을 수 있었다.

1.1.3. 만족도 높은 기상정보 전달 및 지원체계 강화

수도권기상청은 선제적인 기상정보 전달 및 국민들과의 소통강화를 위해 대국민을 대상으로한 ‘수도권 날씨알리미’ 밴드를 개설하여 기상정보의 소통채널을 확대하였다. 이 채널을 통해 위험기상 예상 시 가독성 높은 기상정보 전달을 위해 ‘수도권 날씨 카드뉴스’를 제작하여 제공하였고, ‘오늘·내일 날씨’, ‘미리보는 다음주 날씨’ 등 다양한 기상콘텐츠로 만족도 높은 기상정보서비스를 제공하였다. 또한 여름철 태풍 발생 시 수도권 지역을 중심으로 한 ‘태풍 기상정보’를 매시간 제공하여 실시간으로 위험기상정보를 전파하였다. 매일 오전 6시마다 대국민 대상 밴드를 통하여 오늘 내일의 날씨(기온, 강수유무 등), 일교차, 대기습도(건조)등 국민이 생활하는데 도움을 줄 수 있는 정보를 제공하였다. 이에 밴드 가입자를 대상으로 한 만족도 조사에서 97%이상 만족의 결과를 얻었다.

1.1.4. 유관기관과의 협업강화를 통한 기상재해 대응 능력 강화

수도권기상청은 여름·겨울철 자연재난으로부터 국민의 안전을 지키기 위해 방재기상 대책을 마련하고 방재기상업무협의회를 개최하여 관련기관과의 협업방안 논의 및 긴밀한 협조체계를 구축하였다. 한강홍수통제소, 수자원정보센터 등과 협업해 여름철 집중호우 시 ‘한강 유역 강수량 예측정보’를 제공하여 하천 범람 피해 예방에 선제적으로 대응하였다. 또한 ‘찾아가는 방재기상간담회’, ‘기상업무 소통 협의회’ 등을 개최하여 서울·인천·경기도, 중부지방해양경찰청 등 방재 유관기관과 협조하여 지역 맞춤형 방재기상업무 기반을 마련하고, 재해 대응 정보를 공유하여 기상재해예방의 효율성을 제고하였다.

또한, 수도권 지역 피해가 예상되는 태풍 ‘링링’의 영향을 받을 때 방재 유관기관의 대응 시간 확보를 위해 광역지방자치단체(서울·인천·경기)의 태풍대책회의에 참석해 기상브리핑을 실시하여 사전 위험기상정보를 제공하여 태풍 피해 최소화에 기여하였다. 또한, 서울·인천에 방재기상지원관을 파견하여 현장 중심 소통으로 기상재해 대응능력을 강화하였다.

1.1.5. 인천경기남부앞바다 앞평수구역 세분화를 통한 해양기상서비스 개선

수도권기상청은 해상특보로 인한 국민 불편 최소화를 위해 해상특보구역을 분리하였다. 인천경기남부앞바다 중 앞평수구역은 풍향에 따라 인천항 부근과 풍도 부근의 기상이 차이가 나타나는 경우가 있으나 단일 특보구역으로 운영되어 기상상태가 양호한 지역까지 해상활동에 불편함이 있었다. 이에 10월 1일부터 북부와 남부로 세분화하여 해상특보를 운영하였으며, 12월에 실시한 대국민 해양기상서비스 조사에서 특정관리해역 세분화에 대해 만족도 98%를 받았다.

또한, 안전한 해상활동 지원을 위해 SNS(밴드)를 통해 수요자 맞춤형 정보를 제공하였다. 방재담당자에게는 해무, 풍랑특보 등 해양위험기상에 대해 사전에 대응할 수 있도록 정보를 제공하였으며, 국민들에게는 해상 여가 활동 편의를 위해 항로예보, 낚시지점 날씨, 해수욕장 날씨 등을 휴대폰에서 간편히 확인할 수 있도록 서비스하였다.

1.2. 기상관측환경 최적화 및 관측자료 품질 향상

1.2.1. 안전한 사회를 위한 선제적 대응 역량 강화

폭염, 대설 등 자연재난을 선제적으로 감시하고 신속·정확한 기상정보 전달을 위해 관

측인프라 구축을 강화하였다. 김포, 하남에 자동기상관측장비(AWS)를 신설하고, 서해중부해상의 관측공백 해소를 위해 한·중 국제여객선(4척)에 선박기상관측장비를 신설하였으며 국지적 폭설에 대응하기 위해 레이저식 적설계 18개소를 확충하였다. 또한 옥상에 설치된 자동기상관측장비(강남 AWS)를 지상으로 이전 설치하고 온습도 센서를 지상으로 분리 설치(도봉, 성북, 용산, 구로)하는 등 관측환경을 개선하였다. 아울러 광주 퇴촌, 안성 등 여름철 이상 고온지역에 대해 선제적으로 옥상과 지상의 비교관측을 시행하여 옥상설치 AWS의 지상이전에 대한 필요성을 도출하였다.

[표 4-1] 2019년 신설 관측장비 현황

구분	신규설치(지점)	2018년	2019년	증가(개소)
자동기상관측장비	김포장기, 하남덕풍(전 북약산)	102	103	1
레이저식적설계	서초, 강서, 노원, 은평, 양평, 이천, 가평조종, 의정부 등	26	44	18
선박기상관측장비	뉴골든브릿지Ⅵ, 동방명주Ⅵ, 화동펠Ⅷ, 하모니원강	34	38	4

1.2.2. 관측자료 및 장비 모니터링 강화

수도권기상청은 2019년 신청사 관측장소에 관측장비(ASOS)를 이전 설치하여 정규관측을 개시(7.23.)하였으며 위험기상에 신속히 대비하고 장비운동을 안정화하기 위해 관측자료 및 장비에 대한 실시간 모니터링을 강화하였다. 기상·지진장비, 유관기관 관측 이상자료에 대한 종합감시모니터링시스템을 구축하여 장비장애에 신속하게 대응할 수 있는 기반을 마련하였으며 동두천 무인자동기상관측소 침수 시 신속한 대응으로 전산장비 및 시설물 보호에 기여하였다. 또한, 관측장비 임차부지를 전산화(계약내용, 장비내역)하고 임차계약 만료 전 사전 알림시스템을 구축하여 임차기간 만료에 따른 행정누락을 방지하였다.

1.2.3. 유관기관 협업 및 관측 직무역량 향상

지자체 등 유관기관 관측자료의 활용도를 높이고자 기상관측표준화 Help Desk를 운영하였다. 맞춤형 기술지원 및 관측자료 품질향상을 위한 소통활동으로 경기도 기상관측소통협의회(2월), 수도권기상청-경기도청 간담회(8월), 찾아가는 기상관측표준화 및 지진 워크숍(10월)을 개최하여 상호간 협력을 강화하였으며 유관기관 관측환경 개선 및 관측

업무 역량강화를 위해 AWS, 강수량계, 적설계 등 기상관측장비 신설·이전을 위한 현장 실사 및 기술지원(30개소), 여름철 대비 AWS 합동점검(10개소), 관측장비 유지보수 교육(2회) 등을 실시하였다. 아울러 수도권기상청-군부대 간 업무협정(11월)을 체결하고 군부대 내 AWS 설치·운영 협조 및 군부대 담당자 기상교육 실시 등을 통해 군부대와의 기상협력을 강화하였다.

1.3. 수요 중심의 기상기후융합서비스 확대 및 활용성 증대

1.3.1. 지역기상기후융합서비스 성과 확산 및 사업화 기반 마련

기후변화로 위험성이 높아지는 모기매개 질병의 선제적 대응과 효율적인 방역을 위한 질병관리본부·서울특별시·인천광역시 등 다기관 협업기반 수도권 특화 '기상자료와 GIS 활용 수도권 모기 활동지수'를 개발하여 인천·서울·용인 등에서 활용할 수 있도록 하였다. 또한, 지속적인 수요 기반 '수도권 상세 기상정보 생산 기술 개선 연구'를 수행하여 도시계획·환경평가 등에 필요한 고도별(2m, 10m, 50m, 100m, 1000m, 3,000m) 상세 기상자료(바람, 기온, 습도 등) 생산기술을 개발하여 서울시와 인천광역시의 3차원 가상 도시 등에 적용시켜 기상정보 활용 영역을 확장시켰다. 두 사업 모두 민간기술이전과 과기정통부 주관 국가 데이터바우처사업 예산(1.8억원)을 확보하여 민간사업화 기반을 마련함으로써 기상·기후정보 가치창출에 기여하였다.

1.3.2. 다기관 협업 통한 기후정보 가치 향상 및 기후변화 정책 확산

효율적인 기후변화 정책 확산 및 유관기관과의 소통을 활성화하기 위하여 지자체 및 유관기관이 참여하는 「수도권 기후변화협의체」를 설립하였으며, 발족을 기념하여 서울 에너지드림센터에서 기후변화 정책홍보 및 IPCC 특별보고서 “지구온난화 1.5℃” 특별 강연회를 개최하였다. 2020년 제2차 기후변화정책 세부시행계획 수립 지자체(24개소)를 대상으로 하는 “기후변화 정책 수립 지원을 위한 간담회”를 실시하여 제6차 기후변화시나리오 개발현황 등 최신 기후과학·기후변화 정보와 현안을 공유하는 소통하는 자리를 마련하였다. 덧붙여, 봄·가을철 선제적 지역별 상세 기상가뭄 감시 및 전망 정보를 제공하여 관계기관의 효율적 물 관리를 통한 가뭄 재해대응에 기여하고자 70여 기관에 가뭄 정보지를 선제적으로 제공(11회)하였으며, 지역 기상·기후특성을 분석하여 관계기관의 기후변화 대응을 위한 지역 기후 기초자료 활용에 기여하고자 「수도권 서해도서 기후자

료집(1973~2018)」, 「2018년 수도권 기후자료집」 및 「2018년 수도권 서해도서지역 기후자료집」을 발간하였다.

대국민 대상으로는 판교환경생태학습원과 공동 주관으로 '기후변화 공감 웹툰 공모전'을 실시하여 수상작을 순회 전시(13회) 및 영상으로 제작하여 기후변화 유관기관에서 홍보 및 교육에 활용하게 하였다. 또한, 시민이 직접 참여하여 주거지역 주변의 기온을 관측하고 결과를 공유하면서 지역기후변화 특성과 심각성을 인지하고, 이를 막기 위한 실천에 대한 인지도를 높이기 위한 '우리 동네 열지도 그리기' 공동캠페인을 운영하여, 참여지자체(수원시, 시흥시, 인천시 부평구)로부터 지자체의 주요환경 정책과 연결하여 2020년에도 지속적으로 운영할 프로그램으로 선정되는 등 매우 고무적인 반응을 받았다.

1.4. 행복한 조직문화 조성 및 조직역량 강화

1.4.1. 소통문화 조성 및 핵심업무 역량 강화

공감소통 기반의 긍정 조직문화 정착 및 일과 삶의 조화를 통한 행복한 직장 분위기를 조성하기 위해 다양한 조직문화 프로그램을 운영하였다. 부서별 업무개선 간담회를 통해 관습적이고 관행적으로 수행하는 업무를 개선함으로써, 효율적인 업무수행과 핵심업무에 대한 집중도를 강화하였다. '힐링 문화체험 프로그램'을 운영함으로써, 직원 간 유대감과 일체감 형성은 물론 직무에 대한 스트레스를 해소하고 재충전할 수 있는 시간을 제공하였다. 또한, 직원들의 정신건강과 행복증진을 위해 '직무 스트레스 관리 프로그램 회심'을 실시하여 체계적인 마음훈련을 통한 직무 스트레스 완화를 도모하고자 하였다.

1.4.2. 국제협력 네트워크 강화

수도권기상청과 북경기상국은 상호 기상기술협력을 위한 협약체결(2016.4.)을 바탕으로 정기적인 기상기술교류를 지속하고 있다. 상반기에는 북경기상국 대표단 5명이 수도권기상청을 방문하여 제4차 기상기술협력 회의와 기상기술세미나에 참석하였다. 또한, 2018 평창동계올림픽 기상지원과 관련하여 평창올림픽 담당자들을 직접 만나 인터뷰를 하였다. 하반기에는 수도권기상청 전문가단 3명이 북경기상국을 방문하여 도시기후서비스 관련 지자체 협업 및 도시기상 예보기술 교류를 위한 세미나를 개최하였다.



2

부산지방기상청

* 부산지방기상청 / 기획운영과 / 기상사무관 / 한성민

2.1. 지역민의 안전을 위한 위험기상 예측과 대응능력 강화

2.1.1. 지역 예보기술 연구 활성화로 위험기상 예측능력 향상

부산지방기상청은 위험기상 예측역량 향상을 위해 위험기상이 예상 될 경우 기상상황 판단회의를 개최(65회)하고, 계절별 위험기상 사전학습을 위한 세미나(4회) 및 위험기상 집중연구를 위한 세미나(5회)를 운영하였으며, 태풍 강도와 진로에 따른 강수량·풍속 등의 정보를 분석하여 예보업무에 활용하였다. 또한 지역 예보 정확도 향상을 위해 ‘부산 지역 복합강수 예보를 위한 연직예보 기술개발 기획연구’를 추진하였다. 이에 선제적 특보 운영과 예보기술력 향상으로 2019년에는 기상청 특보 최우수기관(호우특보 선행시간 162.9분), 중기예보 우수기관에 선정되었으며, 전년대비 기상예·특보 정확도가 뚜렷하게 향상되어 2019년 우수 향상기관에도 선정되었다. 또한 부산지방기상청에서 운영하는 연구모임인 ‘날씨급변현상연구회’가 2019년 우수연구모임에 선정되면서 2014년부터 6년 연속 우수 연구모임으로 선정되는 성과를 거두었다.

2.1.2. 지자체 등 유관기관 협력과 신속한 기상정보 제공

부산지방기상청은 ‘날씨톡(카카오톡 활용)’을 통해 위험기상정보를 지자체 및 관계기관, 언론 등 313명에 제공하였고, 지역 방재기상업무협의회(연 2회)와 방재기상정보시스템 활용법 교육(연 4회)을 통해 지자체와 지속적으로 소통하였다. 부산시청에는 기상지식을 갖춘 방재기상지원관을 파견(1.1.~12.31.)하여 방재대책을 위한 의사결정을 지원하였다.

해양기상전문관을 운영하며 ‘해양위험기상 발생가능성 정보’를 제공(42회)하고, 해양유관기관 담당자로 구성된 ‘부울경 바다날씨 알리미 밴드’를 운영하여, 해상 위험기상정보를 공유하였고, 해양기상정보 활용간담회를 개최(2회)하여 지역에서 필요로 하는 해양기상서비스를 발굴하였다. 또한, 태풍 북상 시 부산항 선박대피협의회에서 기상브리핑을 실시(5회)하여, 해양위험기상에 따른 선박의 안전한 관리를 위한 의사결정을 지원하였다.

2.2. 체감만족도 향상 및 의사결정 지원을 위한 방재기상서비스

2.2.1. 맞춤형 방재기상서비스 제공

기상정보 취약계층(약 8,000명)을 대상으로 SMS를 통한 폭염/한파 정보와 설날/추석 연휴 및 수학능력시험일 등 국민들이 날씨에 큰 관심을 가지는 기간의 기상정보를 제공하여, 국민의 안전과 편익증진에 기여하였다. 또한, 부산국제영화제, 부산불꽃축제의 성공적인 개최를 지원하기 위해 맞춤형 정보를 제공하였다. 특히, 부산국제영화제 개최 전 제18호 태풍‘미탁’관련, 기상 브리핑을 통해 전야제 행사 취소 의사결정을 지원하여 사전 피해를 예방하는 등 안전한 행사 진행에 기여하였다.

2.2.2. 한·아세안 특별정상회의 성공적 개최 지원

한·아세안(ASEAN, 동남아시아국가연합) 대화관계수립 30주년을 기념하는 「2019 한·아세안 특별정상회의(11.25.~26.)」와 제1차 「한·메콩 정상회의(11.27.)」의 성공적 개최를 위해 맞춤형 특별기상지원을 하였다. 부대행사를 주관하는 준비기획단(외교부)에 맞춤형정보를 제공(11.20.~27./일 2 회)하고, 행사기간(11.25.~27.) 기상전망에 대한 설명 자료를 사전에 배포(11.22.)하였으며, SNS를 활용하여 기상정보를 실시간으로 제공하였다. 또한, 회의에 참여한 각국 정상들의 안전을 위해 24시간 운영되는 경호안전통제단 종합상황실에 예보관 2인을 현장 파견하여 위험기상에 대한 정보를 실시간 제공하였다. 더불어 행사를 위해 방문한 내외국인들의 편의를 위해 국·영문 홈페이지를 운영하여 기상정보를 제공하였다.

2.2.3. 지역 기상재해 경감 위한 영향예보 시행

여름철 폭염 예보와 더불어 폭염 영향정도와 그에 따른 대응요령까지 제공하는 폭염 영향예보 정규서비스(6.1.~9.30.)를 통해, 지역민의 폭염피해 예방에 기여하였다. 겨울철에는 한파 영향예보 시범서비스(19.12.3.~20.3.31.)로 지역의 한파일수 및 한랭질환자 수를 분석하여 부울경 한파 맞춤형 서비스 연구를 수행하였다. 또한, 유럽지구물리학회와 가을 기상학회에 참여하고, 전문가 초청 세미나를 개최(3회)하여 폭염과 한파 연구결과를 공유하고 전문지식을 습득하여 영향예보 기반 구축에 기여하였다.

2.3. 기상관측업무의 강화

2.3.1. 관측망 확충 및 업무체계 개선을 통한 관측자료 품질 향상

관측 사각지대의 기상관측공백을 해소하고자 기존 남항 및 북항 항만기상관측장비 교체분을 활용하여 울산시 남구, 창원시 마산회원구에 AWS 2개소를 신설(12.24.)하였다. 부산 해안지역 해무에 대한 정보 제공을 위해 해운대해수욕장과 태종대·영도 등대에 시정계를 설치(8.12.)하고 해경합정(통영해경 1005함)에 선박기상관측장비 1조 설치 및 레이저식 적설계 4개소(양산 상북, 정자, 부산진, 북상)설치 등 관측망 확충에 힘썼다. 기상관측 표준화 환경 개선을 위하여 기존 3층 옥상에 운영되고 있던 대연지점의 AWS 1소를 부산남구 감만동 소재 군부대 내 지상으로 이전(4.27.)하고 관측시설물 및 환경 점검을 ASOS 월 1회, AWS 및 해양기상관측지점 연1회, 위험기상대비 특별점검을 여름철 및 겨울철 각 1회 실시하고 있다.

관측전문역량 향상을 위해 해양기상관측장비 업무편람을 작성·공유하고 수동품질관리 가이드를 보완하였으며 2017년부터 운영 중인 부산(청) 자체 기상관측자료 품질감시 시스템에 기후범위검사 의심임계값과 강수량·강우감지·적설 의심임계값을 추가 적용하여 관측자료 품질 향상에 기여하였다. 또한 기상실황 감시시스템을 개발(10.18.)하여 위험기상을 효과적으로 선형감시하게 되었다.

재해기상연구센터에서 운영하던 기상관측차량 1대(MOVE4)가 부산지방기상청에 배치(3.18.)되어, 산불 기상지원(3회), 폭염(6회) 및 태풍관측(6회), 겨울철 도로 노면관측(6회) 등 다양한 관측분야에서 효과적으로 활용되었다. 1년간의 운행 및 관측결과는 기상관측차량 활동 1집에 종합하여 정리하였다.

2.3.2. 청내외 유관기관과의 협업을 통한 관측업무 강화

한국기상산업기술원·유지관리업체와 함께 지상·해양관측장비 유지관리 협력회의(2.12.)를 개최하여 관측장비 유지관리 강화와 자료 수집율 향상을 위한 장애시 신속한 복구에 합의하였다. 아울러 재난대응능력 제고를 위해 기상관측표준화·지진 통합 워크숍을 개최하여 기상관측표준화와 지진관측 전달체계에 대한 정보를 공유하였다. 관측지원선박 해운선사 간담회를 개최하여 선박종사자의 기상에 대한 이해도 향상 및 관측전문 수집체계 개선에 기여하고 우수 관측지원선박 2척에 부산지방청장상을, 우수 해운선사 1곳에 감사패를 수여하였다.

부산 폭염관측 세미나를 개최(9.25.)하여 기상관측차량을 이용한 부산 주요지점의 폭염 관측 및 분석 결과를 지자체와 소통·공유하고 부산시설공단과 업무협약을 체결(9.30.)하여 광안대교 등 주요 교량의 기상관측자료 공유에 합의하는 등 유관기관과의 협업을 통한 관측업무 강화를 추진하였다.

직원들의 기상관측자료 이해도 향상 및 전문성 강화를 위하여 연직바람관측장비, 기상자료에 대한 SQL 이용 방법, 4차 산업혁명과 정보보호 등의 주제에 대해 3차례의 전문가 초청 세미나를 개최하였다. 또한 부산(청) 관측과-기상대 간 관측현안 협력회의를 분기별로 개최(3회 대면, 1회 영상)하여 업무성과 공유 및 문제점 해결을 도모하였으며, 수도권(청), 강원(청), 광주(청) 및 제주(청) 관측과 간 업무교류 협력회의 및 관측기술 교류 세미나를 개최하여 지방기상청 관측업무 공통현안 및 해결방안을 공유하였다.

2.4. 지역 특화 맞춤형 기상·기후 서비스 제공

2.4.1. 지역 맞춤형 융합기상정보 서비스 확산

부산지방기상청은 2018년에 개발한 맞춤형 건강생활정보 서비스를 기반으로, 김해 지역의 기상기후정보와 건강정보를 융합한 '김해시 S&S(Smart & Special) 건강생활정보 서비스'를 개발하였다. 웹과 앱으로 개발된 본 서비스는 김해시에 특화된 생활보건기상, 방재기상, 미세먼지 정보 등을 위치기반 알림서비스로 제공하였다. 이를 통해 시민들의 안전과 생활편의를 위한 선제적인 정보를 제공하고자 하였다.

또한 기상기후서비스의 활성화 및 유관기관 소통강화를 위하여 지역기상융합서비스 정보사용자협의회(8개기관) 및 기상기후 실무위원회(기상기후·해양·산업 등 3분과 18개 기관)를 구성하였으며, 워크숍(2회)과 분과별 간담회(3회)를 개최하여 정책 공유 및 수요자 의견수렴을 통한 서비스 확산과 활용방안을 모색하였다.

2.4.2. 지역 기상기후산업 진흥을 위한 기상기술 아이디어 발굴 추진

부산지방기상청은 부산창조경제혁신센터, 한국해양과학기술원 등 산업관련 지역 유관기관(총 8개소)과 협업을 통하여 「제2회 기상기술 아이디어 공모전」(6.10.~7.12.)을 개최하였다. 제1회 기술아이디어에 비해 협력기관을 확대하였고, 후속 지원 프로그램도 강화하였다(표 4-2).

[표 4-2] 제2회 기상기술 아이디어 공모전 협력기관 확대 및 후속지원 프로그램 강화 내용

구 분	내 용
지원 강화를 위한 협력기관 확대	(‘18) 1개소 → (‘19) 8개소 / 전년대비 7개 기관 ↑
협력기관 후원금 증가	(‘18) 3.3백만원 → (‘19) 22.6백만원 / 전년대비 19.3백만원 ↑
공모전 참여건수 증가	(‘18) 19건 → (‘19) 27건 / 전년대비 8건 ↑
창업 및 성장지원 프로그램 강화	(공통) 3개팀 기상기후산업 박람회 참가 지원 (해양분야) 3개팀 개발비 지원, 성장지원

공모전 결과 융합기상기술분야 3팀, 특특아이디어분야 2팀이 수상을 하였다. 최우수팀은 기상청장상을 수여받았으며, 그 외 우수 4팀은 부산지방기상청장상(2), 부산창조경제 혁신센터장상(1), 한국해양과학기술원장상(1)을 수여받았다.

후속 지원프로그램으로는 해양기상분야 인큐베이팅 및 R&D사업 참여 우대, 기상기후 산업박람회 참가 지원을 하였으며, 특히 최우수팀(벤더스터)은 박람회를 통해 경기도 소재 지자체와 사업콘텐츠(표 4-3)로 계약체결까지 이어지는 성과를 이뤘다.

[표 4-3] 공모전 최우수작 기술아이디어 콘텐츠 내용

구 분	내 용
기업명	벤더스터
주제	시기성 상품수요물류예측을 활용한 키오스크형 IoT 자판기
콘텐츠 설명	날씨 공공데이터 활용으로 시기적으로 적절한 상품(마스크, 핫팩, 휴대용선풍기 등)을 자판기를 통해 판매. 복지 및 교통카드(RFID) 인증으로 특정 취약계층에게 저렴하게 하고 미세먼지가 심한 날 시각적인 프로모션 자료 및 가격 할인 전략 등으로 판매 촉진이 가능함

2.4.3. 지역 특화 홍보·교육 프로그램을 통한 기후변화과학 이해확산

기후변화에 대한 과학적 근거를 홍보하고 교육하기 위해 다양한 지역 특화 프로그램을 운영하고, 상시 운영하는 기상홍보관에서 ‘학교 밖 기상기후 연구소’를 운영(72회/ 967명)과 과학축전(2회/1,100여명) 및 진로박람회 부스를 운영하여 지역민들이 언제나 쉽게 기상과 기후변화과학에 대해 이해할 수 있도록 힘써 교육부 시행 2019 교육기부대상 표창장을 수여하였다. 뿐만 아니라 지역특성을 반영한 지역기후 스토리 발굴과 다문화가족 서비스 활용성 강화를 위한 다국어 생활기상정보 제공으로 지역 맞춤형 기후변화과학 이해확산에 힘썼다. 또한 TBN 지역 교통방송을 통해 기상이슈와 기후변화정보를 적극 홍보하여 기후변화과학과 함께 기상청의 소식을 알리고 국민들과 소통하였다.

[표 4-4] 기후변화과학 이해확산을 위한 지역 특화 홍보·교육 프로그램

프로그램명	내 용
방학특별 두드림(Do Dream) 기상과학캠프	1.9.~1.21./14명
제8회 생기발랄 캘리그래피 공모전	2.1.~3.5. 총344건 응모/최우수상 등 27명
기후시그널 8.5와 함께하는 우주 퀴즈 골든벨	부산과학축전 행사 참여/250 여명
출동! 찾아가는 생활날씨 해설정보	TBN 부산,경남 교통방송 협업/라디오 날씨퀴즈
기후시그널 8.5 여름방학 기후샘 연수과정	교사 대상 기상기후 교육/중등교사 9명, 초등교사 3명
다문화가족 대상 생활기상정보 리플릿 제작	생활기상정보서비스 정보번역(베트남어, 중국어, 영어)
우리지역 기후스토리 리플릿 제작	부울경 지역의 기상기후와 관련된 지명과 이야기 소개

2.4.4. 국립밀양기상과학관 신설

부산지방기상청은 밀양시청과의 협약으로 밀양대공원 부지 내에 국립밀양기상과학관을 건립하였으며, 동일부지 내 건립 중인 밀양아리랑우주천문대와의 공동개관 및 운영을 위해 업무협약을 체결하였다. 기상과학에 대한 이해확산을 위해 기상현상을 보고 체험할 수 있는 기상현상관, 국내 최초 기상예보관 직업체험 교육을 진행할 수 있는 기상예보관, 기후변화의 원인과 역사에 대해 알아볼 수 있는 기후변화관을 상설 전시관으로 구성하고 별도의 기획전시관을 운영하여 전시콘텐츠의 다변화를 추구하였다. 또한 국립밀양기상과학관 개관 이후 발생할 수 있는 문제점 파악 및 보완을 위해 시범운영(5회/105명)을 실시하였다.

2.5. 조직문화 선진화를 위한 국제업무역량 강화

부산지방기상청은 매년 중국 절강성기상국과 기상업무협력에 관한 교류를 실시해오고 있다. 올해 제24차 기상협력회의(5.20.~24./중국 절강성)를 위해 부산지방기상청 대표단 5인이 절강성기상국을 방문하여 기상기술 공동워크숍을 개최하고, 앞으로의 지속적인 기상기술교류에 합의하였다. 또한 양국의 활발한 전문가 교류를 위해 부산지방기상청 전문가 2인이 10.21.~25.(5일간) 중국을 방문하였으며, 11.25.~29.(5일간) 절강성기상국 전문가 2인이 부산지방기상청과 소속기관 등을 방문하여 기상기술교류를 수행하였다.



2.6. 근대 기상업무 역사의 보존 및 홍보

부산기상관측소는 부산시 지정 기념물 제51호 문화재이며 100년의 근대 기상관측 역사를 지니고 있다. 부산지방기상청과 부산 중구청은 근대 기상업무의 역사를 보존하고자 부산기상관측소 내 '대청큰마루터 기상전시관' 운영에 합의하고 2019년 4월 개관식을 가졌다. 대청큰마루터 기상전시관은 문화재인 관측소 건물을 그대로 보존하여 2층~4층 까지 총 7개의 관으로 이루어져 있고 날씨배움터, 기상기록전시관, 부산기상관측소 역사관, 기상체험전시관, 기획전시실, 기상전망대 등으로 구성되어 있다.

또한 2019년 WMO로부터 100년 관측소 인증서를 발급받음에 따라 부산기상관측소 내·외부에 인증서 및 현판을 설치하는 현판식을 가졌다. 이를 통해 우리나라 근대 기상업무의 역사를 기념하고 기상청 관측자료 품질의 우수성을 널리 홍보하였으며 앞으로의 정확도 높은 관측자료 생산을 위한 의지를 다졌다.



[그림 4-1] WMO 100년 관측소 현판식 개최('19.9.18.)

3

광주지방기상청

☞ 광주지방기상청 / 기획운영과 / 행정사무관 / 범은희

3.1. 지역민의 안전을 위한 방재기상 대응 및 서비스 강화

3.1.1. 국민의 안전과 재해예방을 위한 관계기관과의 소통강화

2019년은 역대 최다 7개의 태풍이 우리나라에 영향을 주었다. 특히 제18호 태풍 미탁은 한반도에 상륙하여 2019.10.2.에는 광주·전남지역의 일강수량이 보성 259.0mm 고흥 225.3mm를 포함하여 91개 관측지점 중 81개 지점에서 100.0~259.0mm 강수량을 기록하였다. 전라남도는 한반도 남단에 위치하여 북서태평양에서 발달, 북서진하여 한반도에 영향을 미치는 지역으로 태풍으로 인해 제주에 이어 인명과 재산피해가 먼저 발생하는 곳이다. 태풍 영향으로 인한 많은 피해가 예상 시에는 태풍 예상진로에 관한 언론브리핑을 실시 하여 피해를 줄일 수 있도록 지원하였다.

기상재해로 인한 피해를 최소화하기 위해 방재기상업무협의회를 5월 23일과 11월 22일 개최하여 달라진 기상정책 공유와 관계기관의 다양한 의견수렴 등 유기적인 협조체계를 구축하였다. 특히 여름철 방재기상 업무 협의회에서는 폭염영향예보의 정규서비스 시행, 서해남부먼바다 예·특보 구역 분리 운영, 풍랑특보 해제예고 상세화, 중기·단기예보 정보 개선, 수문기상시스템의 가뭄정보 예보기간 세분화 등 변경된 예보정책을 공유하였다.

3.1.2. 지속적인 기상기술 연구개발로 예보정확도 향상

광주지방기상청은 기상패턴의 변화에 신속하고 정확한 위험 기상정보를 예측·제공하기 위하여 자기 주도적인 1인 1학습을 실시하고 호우·대설·안개·우박 등 기상 요소별 테마를 정해 지속적인 연구를 진행하였다. 연구 성과 및 내용은 자체 미니학회, 학·군·관 기상기술 교류 워크숍, 한국기상학회 등에도 발표하였다. 또한 위험기상 유사사례 검색 및 분석 시간을 단축할 수 있는 웹페이지를 제작하여 예보관의 빠른 의사결정을 도울 수 있도록 「광주·전남 위험기상 미니포털」 구축하였다.



[그림 4-2] 학·군·관 기상기술 워크숍('19.9.18.)



[그림 4-3] 자체 미니학회 운영('19.10.24.)

이러한 노력의 결과로 호우특보 선행시간은 목표보다 10분이 더 확보된 115분을 달성하였고, 단기예보 강수유무 정확도는 92.8%(전년대비 1.4% 향상), 중기예보 강수유무 정확도는 85.0%(전년대비 0.5% 향상)로 향상되었으며, 단기예보 우수기관 및 하반기 우수연구모임에 선정되었다.

1993년에 시작한 「호남지방 예보분석 지침서」를 새로운 기상기술과 연구내용을 보완하고 최근 10년간의 통계분석을 추가한 「광주·전남 예보분석 지침서(5)」를 발간하였다.

[표 4-5] 광주·전남 위험기상 미니포털 시스템 개요

구분	호우	대설	우박	한파	폭염
DB선정	시간당강수 30mm이상, 일강수 60mm이상	신적설 0.0cm 이상	우박 현상 발생일	한파특보 발표기준	일최고기온 35℃ 이상
사례수	561건	653건	19건	27건	119건
관측 자료	광주전남 ASOS/AWS	광주전남 적설계	일기상 통계표	광주전남 ASOS	광주전남 ASOS/AWS
분류 방법	중기예보 시나리오 가이드스(24가지 기압계유형 분류)				
기간	2000-2017				

3.1.3. 2019년 광주세계수영선수권대회 성공적 개최를 위한 맞춤형 기상정보 지원

광주광역시 및 여수 일원에서 2019.7.12.~8.18.(31일)까지 209개국의 15,000여 명이 참가하는 국가적 스포츠 행사인 2019년 광주세계수영선수권대회가 열렸다. 대회의 성공

적인 개최 지원을 위해 예보관 파견, 경기장별 기상자료 표출, 맞춤형 폭염 영향예보 등의 서비스를 제공하였으며, 기상관측차량 1대를 현장 파견하는 등 대회 관계자에게 ‘더 쉽게 더 빠르게 더 가까이’ 체감적 기상서비스 지원을 하였다. 대회 종료 후 광주광역시 장으로부터 감사 서한과 감사패를 받았다.



3.1.4. 서해남부먼바다 예·특보 구역 분리 및 영향예보 기반 마련

해상교통 및 해양 환경변화에 부합하기 위한 해양특성 연구 및 관계기관의 협업 노력으로 2019.4.30. 서해남부먼바다를 서해남부북쪽먼바다와 서해남부남쪽먼바다로 세분화하였다. 이로 인해 4.30.~10.16. 기간에 9회 분리 운영되었으며 이에 따른 경제적 파급효과는 72억으로 추산되는 국민 편익을 가져왔다. 또한, 전남 4년(2015~2018) 평균 만족도 58.1%에서 75.8%의 만족도 향상을 가져왔다.

2019년 광주·전남 23개 지자체별로 최근 10년 폭염 현황 및 전망 그리고 온열질환자의 발생과 일최고기온과의 상관 분석 자료 등을 제공하여 폭염 영향예보 연구 및 지자체의 폭염 대응정책에 활용하였다. 처음 실시하는 한파 영향예보 시범서비스를 위해 겨울철 한랭질환자 및 지역별 기온특성을 분석하였고, 예보관의 폭염·한파 영향예보 생산을 돕기 위한 한눈에 보는 폭염·한파 영향예보 가이드를 각각 제작 공유하여 영향예보 조기 정착을 위해 노력하였다.



3.2. 지역산업과 지역민 안전을 지원하는 기상기후서비스 강화

3.2.1. 편리하고 안전한 섬 여행을 위한 지역기상융합서비스 개발

광주지방기상청은 지난 2018년부터 추진한 ‘다도해 해양관광산업 맞춤형 지역기상융합서비스’ 개발을 완료하였다. 지역의 해양관광 정책과 지역민 안전을 지원하고자 전라남도, 한국시설안전공단 등 관계기관과 협업을 통해 지역 특색에 최적화된 융합기술을 개발하고, 사용자 중심의 현장형 서비스 구현을 위해 섬 운항 관계자, 도서주민 등 23명으로 구성된 체험단을 운영하였다. 또한 개발된 서비스 중 9종의 서비스(승선체감지수, 바다낚시 기상지수, 섬여행기상지수, 세일링지수, 케이블카 기상안전지수 등)는 섬 관광객이 쉽고 편리하게 이용할 수 있도록 전라남도 ‘가고싶은섬’ 홈페이지(www.jndadohae.com)에 탑재하여 제공하고 있다.

3.2.2. 지역특화 기상기후정보 제공을 위한 협업 강화 및 서비스 개선

광주지방기상청은 기상기후서비스 활성화를 위하여 분야별 전문가(40인)와 협력기관으로 구성된 기상기후 발전 협의회(2기)를 운영하였다. 농업·수문, 해양·수산, 환경·보건, 에너지·교통, 산림·관광 등 5개 분과로 구성하여, 협력 세미나·포럼 등을 통해 지역 현안 맞춤형 기상기후서비스 정책을 공유하고 활성화 방안을 모색하였다. 또한, 무등산 국립공원을 찾는 탐방객의 산행 안전을 지원하고자 주요 탐방로를 대상으로 날씨, 강수 뿐만 아니라 체감온도와 결빙고도에 대한 신규 정보를 정식 제공(2.1.)하였고, 소나기 예보 표출 추가 등 무등산 기상정보 서비스를 개선하였다. 아울러 가뭄, 홍수기 대비를 위한 유관기관 정책수립 자문과 기상기후이슈 분석자료를 적시에 제공함으로써 지역사회 안전과 신속한 재난재해 대응을 지원하였다.

3.3. 소통·공감을 통한 기후변화 이해확산 및 적응역량 강화

3.3.1. 지역민 체감형 기후변화과학 공감 프로그램 운영

광주·전남 지역민에게 기후변화에 대한 관심을 유도하고 기후변화과학에 대한 이해를 돕고자 현장 체감형 참여 프로그램을 운영하였다. 광주광역시에서 매년 열리는 빗고을 안전체험 한마당 행사와 연계한 ‘날씨안전 체험관’ 특별부스를 운영(5.9.~5.11.)하였고,

목포, 신안 등 전남 서남권 지역 초등학교 및 학부모 300여명과 함께 '2019년 기후과학 퀴즈대회 GOMIN'을 목포서부초등학교에서 개최(7.6.)하는 등 기상, 기후변화에 대한 지식 전달은 물론 참여와 공감의 과학문화 확산에 노력하였다. 또한, 지역민 대상으로 지역 과학기관의 체험시설과 연계한 '호남 기상기후 퀴즈 투어'를 여름방학 동안에 운영(7.26.~8.8.)함으로써 가족이 함께 즐기면서 기상과 기후변화과학을 쉽게 배울 수 있는 기회를 제공하였다.

3.3.2. 기상기후과학 교육 및 온라인 소통 프로그램 운영

청소년 대상의 '진로코칭 프로그램'과 '날씨 꿈나무 체험교실' 등 수요자 중심의 맞춤형 교육을 통해 기상에 관한 진로·직업 탐색의 기회를 제공하였고, 기후시그널 8.5 인포그래픽 공모전 수상작품 전시를 통해 기후변화의 심각성과 생활 속 실천 약속을 이끌어냈다. 뿐만 아니라 페이스북, 블로그 등 온라인을 통한 카드뉴스 제공과 참여 이벤트를 주기적으로 운영함으로써 다소 어렵게 느껴질 수 있는 기상과학에 대한 지역민들의 관심을 유도하고 이해의 폭을 넓히고자 노력하였다. 이외에도 다문화가정, 외국인 노동자 등 지역에 정주하는 취약계층 대상의 재난대응 행동요령과 생활기상정보 활용 교육을 지자체, 공공기관과 협력하여 운영함으로써 사회통합과 지역민의 행복 증진에 기여하였다.

3.4.1. 기상관측망 운영 효율화로 위험기상 대응역량 향상

광주지방기상청은 기상관측망 최적화와 및 관측 공백 해소를 위해 신규로 지상관측망(AWS) 2개소(석곡, 마량)를 확충하였으며, 노후장비 교체사업을 통하여 진도군 등 12개소(진도군, 순천, 보성군, 강진군 ASOS와 거문도, 운남, 도양, 도화, 함평, 다도, 풍암, 상무대 AWS)의 관측환경을 개선하였다.

현장 중심의 기상감시와 관측 업무 다변화를 위해 국립기상과학원으로부터 기상관측 차량(MOVE2)을 배정받아, 태풍 최근접 지역에 대한 특별기상관측을(4회) 실시하여 관측 공백지역의 기상자료를 확보함으로써 실시간 예보 업무를 지원하였다. 또한, 국제행사인 2019광주세계수영선수권대회 기상지원, 강원산불 진화를 위한 관측 지원 등 다방면에서의 효율적인 운영을 통해 실황 감시 능력을 향상할 수 있었다.

서해안 해무의 직접적인 영향권에 있는 전남 해안의 안개 감시 강화를 위해 해양시정 관측망을 전국 최초로 25개소에 설치(11월)하여, 여객 수송 다수권역인 전남해안 지역에



정확한 안개정보를 제공하여 안전한 해상활동을 지원할 수 있게 되었다. 또한, 서해남부(북쪽, 남쪽)면바다의 안전한 해상활동과 섬 주민의 편리한 생활을 위하여 신안군으로부터 해양기상부이 2대를 무상양여 받아 광주지방기상청에서 운영 관리함으로써 예산 절감과 더불어 관측공백 지역의 해양 관측망을 보강하게 되었다. 앞으로 서해남부(북쪽, 남쪽)면바다의 효과적인 예·특보 운영으로 해상활동 선박에 대해 보다 정확한 기상지원을 기대할 수 있게 되었다.

3.4.2. 기상관측자료 고품질화 및 관측기관 협업 확대

광주지방기상청은 기상관측자료의 품질 향상을 위해 다양한 관측 환경 조건에 대한 비교 연구를 진행하였다. 기존 관측장비에 대한 차광통의 유무, 통풍팬의 속도, 통풍팬의 위치(일사, 그늘, 옥상) 등의 차이를 적용하여 관측 환경 운용방식 개선 연구를 진행하였고, 이는 ‘관측업무개선 발표회’에서 장려상을 수상 하였다. 또한, 거미에 의한 시정관측자료 영향성 검증을 위해 초음파 해층 퇴치기를 설치하는 연구를 진행하는 등 기상관측자료 품질향상에 노력하였다.

여름철 민원 다발지역(광주 풍암, 장성)에 대한 기온자료 분석을 통해 기온 상승 및 저지 요인을 검증하였고, 초도 파고부이 관측 자료를 분석하여 해양 예·특보 지원에 활용할 수 있었다.

또한, 광주·전남지역의 관측기관 관측자료를 공동으로 활용하여 지형정보를 적용한 ‘유관기관 강수량 통합 모니터링시스템’을 개발하여 현업화 하였으며, 관측장비 유지보수 소통간담회(3.28), 기상관측표준화워크숍(10.11), 순회 기술지원(4회) 등을 통해 유관기관 및 유지보수업체와 소통하고 협업하는 업무성과를 나타냈다.

4

강원지방기상청

☞ 강원지방기상청 / 기획운영과 / 행정사무관 / 최돈영

4.1. 국민 안전과 재해 예방을 위한 방재기상 활동 강화

4.1.1. 위험기상 예측강화와 방재기관 협력 강화

강원지방기상청은 호우, 대설, 강풍 등 위험기상에 따른 기상재해로부터 강원도민의 생명과 재산을 보호하고자, 예보브리핑 정례화, 계절별 기상현상 분석, 주요 강수사례 재분석과 수치모델 예측특성 분석 등 예보관 사전·사후학습을 지원하였다. 지형특성을 반영한 예보 상세화를 위해 2.3m×1.4m×1.0m의 강원도 지형지세, 고속도로, 예보 관할구역이 표현된 입체 지형도를 제작·활용하고 있으며, 「강원예보기술편람(눈편)」과 「호우특보 운영 가이드스」를 활용하여, 2019년의 호우특보 선행시간은 123분으로 작년보다 37% 향상시켰다. 또한, 위험기상에 대한 선제적 대응을 위해 중기예보기간 예상 기상현상과 변동성에 대한 「강원 날씨 Plan」을 방재담당자 600여 명에게 SNS(매주)로 제공하였다. 여름철과 겨울철 강원도와 도내 18개 지자체 등을 대상으로 방재기상업무협의회를 개최했으며, 강원도청에 방재기상지원관을 파견하는 등 관계기관과 적극 소통하였다. 특히, 4월 4일 고성·강릉·인제 대형 산불 발생 시 131기동기상지원(3회)과 기상전문가 파견(3회), 산불진화 지원 기상정보(41회) 등을 지원하고 동해안산불방지센터와 적극 협력하여 산불 진화에 기여하였다.

4.1.2. 동해 해상활동 안전지원을 위한 서비스 확대

동해중부해상에서 지역민의 안전한 해상활동 지원을 위해 해양기상전문관을 지정하여 운영하였다. 해양예보 정확도 향상과 효율적 풍랑특보 운영을 위해 해양예보 분석지원(28회)과 풍향에 따른 동해중부해상의 고파 분포 특성을 분석하였으며, 특히 풍랑·너울 등 해양 위험기상 예상 시 방재기상밴드(SNS)를 통해 해양방재담당자 584명에게 사전에 해양위험기상정보를 제공(38회)함으로써 해양사고 발생 저감에 노력하였다. 또한, 10월 31일 독도 해상 인근에 소방헬기 추락사고 발생 시에는 업무담당자 간 핫라인을 구축하여 11월 2일부터 12월 8일까지 매시간 독도 부근해상의 실황정보와 독도해역의 해상에 측정정보를 제공하여 실종자 수색을 위한 기상지원을 실시하였다. 어업종사자와 여객선 운

항 종사자의 소득증대와 선박안전운항을 위해 동해중부해상의 실황 수온 정보를 해구별로 제공하고 해무 실황 정보를 모바일에서 손쉽게 확인할 수 있는 ‘모바일 One-Click’ 서비스 등 국민의 안전과 소득증대를 위해 노력하였다.

4.2. 영향예보 및 지역특화 기상서비스 강화

4.2.1. 영향예보 서비스 기반구축과 관련기관 간 소통

강원지방기상청은 기상으로 인한 사회·경제적 영향을 고려한 새로운 패러다임의 영향예보 도입에 따른 안정적 시행과 정착을 위해 2016년부터 사전연구를 수행하고 있다. 2019년 강원도의 지역별 폭염과 한파의 기온특성, 취약성과 위험도 등을 분석하였다. 6월 1일부터 9월 30일까지 특보 체계와 접목한 지역별·분야별 폭염 상세 영향정보를 제공하였고, 12월에는 지역별 한파 영향예보를 시범 운영하였다. 서비스 실효성 제고를 위해 강원도 내 지자체와 유관기관 등 총 23개 기관에 ‘찾아가는 영향예보 간담회’를 개최하여(6.21.~8.1.) 관계기관 담당자와 협업을 통한 공감대와 발전방안을 모색하였다. 한편, 시범사업으로 대설피해 저감을 위해 내일과 모레에 대한 6시간 단위 강설 위험수준 정보를 강원도 18개 시·군에 제공하였다.

4.3. 지역특화 기상서비스 강화

4.3.1. 지역 수요자 중심의 기상기후서비스 제공

강원지방기상청은 국민 삶의 질 향상을 위한 수요자 중심의 서비스 지원 강화를 위해 가을 단풍철 「강원도 국립공원 탐방로 단풍실황서비스」를 제공하였다. 도내 국립공원사무소 4개소(설악산, 오대산, 치악산, 태백산)와 국립공원연구원과의 협업을 통해 9.23.~10.31.(39일간) 기간에 주요 탐방로 9개소에 대한 단계별 단풍현황(단풍 전, 단풍, 단풍 종료)을 제공하였다. 특히 국립공원 주변의 기상자료, 예보 등이 실시간으로 제공되어 높은 호응을 얻었다. 또한, 설악산 첫 단풍(9.27.) 동영상은 드론으로 촬영하여 강원도 단풍실황서비스 홈페이지(<http://knps.grma.kr>)에 제공하였으며, 강원도청과 9개의 지자체 홍보(배너 게시 등)는 물론 기상청 블로그 ‘생기발랄’에도 게재하여 강원도 단풍에 대한 관심도를 높였다. 홈페이지 이용자 수 10,077명, 언론 보도 건수 21회 이상, 16개 기관 협업이라는 큰 성과를 이루었으며, 앞으로도 지역 맞춤형 서비스 연구·개발로 더 향상된 기상서비스를 지속적으로 제공하고자 한다.



[그림 4-5] 설악산 단풍('19.10.20.)



[그림 4-6] 오대산 단풍('19.10.19.)



[그림 4-7] 치악산 단풍('19.10.9.)



[그림 4-8] 태백산 단풍('19.10.7.)

4.3.2. 지역특화산업 기후정보 활용가치 확산

강원지방기상청은 강원도 산업의 경쟁력 강화와 지역경제 활성화를 위해 기상과 타 분야 정보를 융합한 연구개발을 추진하였다. 이와 관련하여 날씨에 따른 피톤치드 발생 기준식과 예측 모델, 예보기반 피톤치드 발생 정보를 제공하는 산림휴양 기상서비스를 개발하였으며, 강원도보건환경연구원과 평창군 홈페이지를 통해 대국민서비스가 실시 될 예정이다. 한편, 강원도 신산업 성장 동력 마련을 위해 2016년부터 「강원 빅데이터 신산업 포럼」을 구성·운영하였다. 올해는 강원창조경제혁신센터, 한국에너지공단 강원지역본부, 가톨릭관동대학교 창업지원단과 공동으로 「빅데이터 신산업 Start-Up 콘테스트」를 개최하여 기상기후 빅데이터와 타 분야 아이디어를 결합한 한우 스트레스 판별법, AI 기반 개인맞춤형 패션 코디, 빅데이터를 활용한 자기소개 코칭 시스템 개발 등 5개의 스타트



업을 발굴하였다. 한편 강원 ODP(Open Data Partners)를 통해 기관이 보유한 빅데이터 활용에 대한 멘토링을 실시하여 강원도 내 기상사업 확대와 청년 일자리 창출에 기여하였다.

4.3.3. 기후변화 업무선도 및 이해확산 내실화

강원지방기상청은 기후변화 대응·적응 문화 조성을 위한 지역별, 대상별 기후변화 과학정보의 이해확산을 위한 다양한 프로그램을 운영하였다. 2016년 출범한 「강원도 기후변화 교육·홍보 협의체」를 올해에도 운영하여 5개 기관(강원지방기상청, 기후변화대응교육연구센터, 한국기후변화연구원, 한국에너지공단 강원본부, 한국환경공단 강원본부)이 15개의 기후변화 프로그램을 협업으로 진행하였다. 이를 통해, 기관 상호 간 예산 절감, 주제의 다양성 확보, 교육품질 향상으로 강원도민의 만족도를 높이는데 기여하였다. 또한, 수준별 맞춤형 교육을 위한 다양한 프로그램을 운영하였다. 특히, 청소년 대상 장기 참여 프로그램인 「우리도 기후변화 전문가」를 관·학·민 협력으로 4~10월에 운영하여 기후변화 인식 확산은 물론 지역 기후 인재 양성에 기여하였다. 기후변화 관련 분야 전문가와 협업하여 대학생 대상 「기후시그널 8.5, 우리의 미래」를 개최하였고, 도민 대상 기후변화 주간 행사 「지구야! 사랑해」와 라디오 퀴즈 이벤트 「기후변화 톡톡(Talk Talk)」을 운영함으로써 생활 속에서 기후변화의 의미를 새길 수 있었다. 한편, 도내 기후변화 정책 지원과 기후변화과학정보 전달을 위한 기후변화 전망 활용·소통 워크숍(7.18.)과 기후변화 재난방재 포럼(8.9.)을 개최하였다. 각 분야에 대한 기상청의 정책 및 다양한 서비스 소개로 기상업무에 대한 중요성 인식을 확산시켰다. 아울러, 「강원도 기후서비스 제공」 밴드 운영 및 보도자료 발표, 언론 보도로 기상청 정책 확산에 노력하였다.



[그림 4-9] 도전! 기후변화 퀴즈 골든 벨
(19.8.28.)



[그림 4-10] 평창고등학교 강원청 현장탐방
(19.10.8.)

4.4. 기상관측망 최적 운영감시로 위험기상 대응력 강화

4.4.1. 학·연·관·군 공동관측으로 강원영동 위험기상 예측 정확도 제고

강원영동지역은 동서 폭이 좁고 면적의 대부분이 가파른 산지와 바다를 접하는 해안으로 형성되어 특이·위험기상이 빈번히 발생하지만 복잡지형의 특성상 기상관측 자료가 부족하여 현상의 이해와 정확한 예보에 어려움을 겪고 있다. 이러한 문제점을 극복하고자 강원지방기상청은 국립기상과학원, 강릉원주대학교, 공군제18전투비행단, 해군제1함대 등과 함께 47종 166대에 달하는 기상관측장비를 동원하여 강원영동 대설의 원인이 되는 동풍 국지순환 메커니즘을 이해하기 위한 ‘2019 강원영동 입체적 공동관측 캠페인’을 추진하였다. 공동 기상관측 캠페인은 기존의 지정된 장소에서 실시하는 정규관측 외에 동원 가능한 모든 수단을 활용해 지상·해상부터 상층까지 3차원 기상관측자료를 확보하기 위해 특별관측을 하는 것이다. 특별관측은 2회(2.13.~14., 2.22.~23.) 이루어졌으며 관측 기간 내 특별·정규관측 모든 자료(18GB)는 강원국지수치예보모델용 서버에 일자별·사레별로 수집·저장하여 공유하였다. 관측자료는 모델과 실황의 차이를 파악하는 실황대응, 해상·육상의 고도별 풍계 등 국지적 특성파악에 활용되었으며 관측자료 활용 워크숍, 예보기술발표회, 학·연·관·군 워크숍, 한국기상학회 가을학술대회 특별세션 등을 통하여 분석·공유되었다. 강원지방기상청은 앞으로 공동 기상관측을 확대해 나갈 예정이며, 확보한 상세 기상관측자료는 강원영동의 대기흐름과 복잡지형의 영향 그리고 다양한 국지순환 발달 등을 해석하고 위험기상의 감시와 예측능력을 높여 대설, 호우, 산불 등 기상재해 저감과 지역 발전에 이바지할 수 있을 것으로 기대된다.



[그림 4-11] 관측자료 활용 워크숍('19.4.2.)



[그림 4-12] 한국기상학회 ('19.5.3.)



[그림 4-13] 학·연·관·군 워크숍('19.11.19.)

4.4.2. 관측망 최적 운영으로 신속하고 상세한 실황 감시

강원지방기상청은 신속하고 상세한 실황 감시와 업무 효율성 증대를 위한 시스템을 개발·활용하였다. 첫 번째는 강수자료 통합모니터링 시스템이다. 강수자료 통합모니터링



시스템은 강원지방기상청 104개소와 강원도, 산림청, 한국수자원공사 등 유관기관 322개소 기상관측장비의 강수자료를 통합하여 표출하는 시스템이다. 내부 인트라넷 서버를 활용하여 매 10분 간격으로 갱신되며 일강수량이 있는 지점에 대해 시·군별 표출, 최다 강수량 순으로 정렬하는 등 사용자 편의 위주의 모니터링이 되도록 하였다. 두 번째는 관측현업 원클릭 e-매뉴얼이다. 관측현업 원클릭 e-매뉴얼은 주·야간 정규·특별·고층관측, 관측자료 모니터링과 오류 처리절차, 특이·위험기상 보고 방법 등 관측현업에 필요한 모든 지침과 정보 등을 체계화·전산화하여 강원청 인트라넷에 등재하여 사용할 수 있도록 하여 관측현업 업무 효율성을 높였다. 관측현업 원클릭 e-매뉴얼은 2019년 관측업무경진대회 최우수상을 수상하였다.

4.5. 직원 간 소통을 통한 행복한 직장문화 조성

강원지방기상청은 부서 간 협력과 직원 소통 강화를 위해 ‘심신치유(心身治癒) 문화체험’(4~10월) 프로그램을 운영하였다. 직원들이 자율적으로 팀을 구성하여 혁신기관 탐방, 청림 유적지 답사, 문화체험 등을 함께하는 시간을 가졌다. ‘심신치유(心身治癒) 문화체험’ 프로그램을 통해 새로운 경험과 직원 간 소통, 청림의식 함양 등으로 활기찬 직장문화 조성에 기여하였다.

또한, 강릉남부생활지원센터 협조로 ‘모바일 헬스케어’ 앱을 활용한 직원 건강관리 프로그램(2~7월)을 운영하였다. 모바일 헬스케어 앱과 현장 건강 검진을 통하여 개인별 건강관리, 혈관도 검사, 건강 상담 등을 수시로 실시하였다. 직원 건강관리 프로그램 운영으로 직원들의 체력증진, 식생활 개선, 성인병 예방 등에 기여하였다.

5 대전지방기상청

☞ 대전지방기상청 / 기획운영과 / 행정사무관 / 김병관

5.1. 지역민 편의를 우선하는 효율적인 방재지원서비스 구현

5.1.1. 폭염 단계별 위험수준 예측정보를 제공하는 ‘닭 사육 스케줄러’ 개발

최근 기후변화로 폭염 일수가 증가함에 따라 고온 스트레스로 인한 가축 생산성 감소, 폐사율 증가 등 축산 농가의 어려움이 지역 현안으로 대두되고 있다. 이에 대전지방기상청은 지역 영세농가의 적극적인 폭염 대응을 위해 국립축산과학원과 부여군 그리고 양계 농민들과 함께 국민디자인단을 구성해 ‘닭 사육 스케줄러’를 개발하였다.

온도와 습도 증기전망 자료를 바탕으로 가축 생육에 필요한 10일 전망 열스트레스 지수를 산출한 ‘닭 사육 스케줄러’를 통해 지자체에서는 양계 농가를 위해 지원정책을 신속하게 결정할 수 있고, 농가에서도 폭염대비 시설점검 및 보강, 병아리 입식시기와 사육 마리 수 등 농가 사정에 맞게 조율이 가능해 졌다. 또한, 기온과 습도뿐 아니라 첫 더위와 소나기 대응 정보를 추가 제공하고 시설과 사양에 대한 전문가 맞춤 컨설팅 지원을 실시하므로 폭염일수가 유사했던 2017년과 비교해 부여군 닭 폐사율이 61% 감소하였고, 행정안전부 주관 국민디자인단 우수과제로도 선정되어 행안부 장관상을 수상하였다.



5.1.2. 신속한 정보제공으로 방재 의사결정 지원 강화

위험기상 발생 시 가장 중요한 것은 신속한 정보 전달이나 131 유선방식은 기관별 지원시간 차이가 발생하고, 수신확인 지연 시 지자체에 유선으로 확인해야 하는 어려움이



있었다. 이에 대전지방기상청에서는 국가재난관리시스템 상황전파메신저(NDMS)를 활용해 지자체에 동시통보를 실시함으로써 기상정보 전달의 신속성을 개선하고 재 전파 용이성을 확보했다. 또한, 현장에 나가 있는 방재공무원들이 실시간으로 위험기상을 확인할 수 있도록 방재밴드(노란우산)와 해양밴드(충남바다날씨유~)를 운영하여 방재기관에서 위험기상에 대처할 수 있는 사전대비 시간을 확보하고, 나아가 신속한 예방 및 대응활동을 할 수 있도록 적극 지원하였다.

5.1.3. 위험기상에 선제적으로 대응하는 해양기상정보 제공

충남앞바다 증 천수만은 지형특성으로 인해 바람과 파고가 낮게 나타나고 있어 대전지방기상청에서는 2016년부터 천수만의 해상특보를 분리 운영 해오고 있으나 관측자료 부족으로 해상 실황 파악에 어려움이 있었다. 이 문제를 해결하기 위해 올해 방재예보관과의 소통창구를 마련코자 천수만 현지 어민을 명예 해상감시원으로 위촉, 운영함으로써 해상 실황감시 및 위험기상 제보가 적극적으로 이루어져 보다 탄력적인 해상특보를 운영할 수 있었다. 또한, 관내 가두리양식장 어류의 폐사 피해를 최소화하기 위해 '충남앞바다 해수면 온도 상세관측정보'를 관계기관에 제공하였고, 풍랑, 해무, 이안류 등의 해양 위험기상 예측정보는 물론, 특보, 태풍정보 등을 제공하므로 해양업무를 수행하는 담당자가 위험기상에 신속히 대응할 수 있도록 지원했다. 이러한 적극적인 해양정보 제공으로 지역 수산업 소득 증대와 충남 어업인의 안전한 해상활동에 기여하였다.



5.1.4. 지역특화 예보기술 개발 '차령캠페인 2019'로 방재역량 향상

대전·세종·충남지방은 기상재해 중 호우로 인한 피해액이 가장 큰 상황으로 특히, 차령산맥 주변으로 상습적인 호우 피해가 발생하고 있어 지형효과에 의한 호우발달 매커니

즘 연구가 시급하다. 이에 대전지방기상청에서는 집중관측을 도와줄 재해기상연구센터, 수치실험을 함께 할 공주대학교와 협업으로 ‘차령캠페인 2019’를 추진했다. 관·학이 함께 모바일 관측차량과 고층존대를 활용한 집중관측을 실시하고 세 번의 합동 세미나와 기술자문을 통해 연구한 결과 불규칙한 산악 지형에 의한 국지적인 수렴과 상승, 그리고 강수 지점과 강도, 미세물리과정 등에 대한 충남지역의 호우 특성을 규명할 수 있었다. 또한 이를 지역 예·특보 운영에 적극 활용하므로 2019년 예보 우수기관에 선정되었고, 2019년 가을기상학회 우수논문 선정 등 성과를 이루었다.

5.1.5. 폭염과 한파 대응 강화를 위한 영향예보 시행

기후변화뿐만 아니라 도시화로 인한 인구밀집, 고령화 등 사회구조의 변화로 재해 취약성이 증가하고 있다. 특히 2018년은 기록적인 더위가 장기간 지속되면서 347명의 온열환자가 발생하는 등, 복잡하고 고도화된 현실에 맞게 날씨에 대한 분야별 영향정보 제공이 요구되고 있다. 이에 대전지방기상청에서는 최근 10년간 지역별, 분야별 영향 관련 피해사례를 분석하고 기상요소와 재해와의 연관성을 도출해 보건, 농업, 축산업, 수산양식, 산업, 전력, 교통 분야의 지역별 취약성과 노출도를 고려한 폭염·한파 영향정보 가이드언스를 개발하였다. 이렇게 도출된 가이드언스를 통해 방재예보관의 예·특보 의사결정을 지원하고 유관기관과의 방재업무 협력 지원자료를 마련함으로써 기상재해로 인한 사회·경제적 피해경감과 지역안전에 기여하였다.



5.2. 지역민 안전을 위한 관측망 확대·관리 강화

5.2.1. 예·특보 지원을 위한 위험기상감시 관측망 조정 및 확충

관계기관 간 업무협의 및 후보지 현장조사를 통해 세종특별자치시에 종관기상관측장비 1소를 3월에 신설하여, 4월부터 예비관측을 시작하였다. 정식 운영 전 유관기관 담당자를 대상으로 기상정보를 사전에 제공하여 유관기관 간 협업을 통한 기상기후정보 서비스를 제공하였다. 또한, 위험기상에 선제적 대응을 위한 적설계 3소(서산시 대산읍, 대전시 문화동, 홍성군 서부면)를 신설하고, 노후장비 교체(AWS 2소, 적설계 8소, 연직바람관측장비 1소) 등 최적의 기상관측망 조성을 위해 노력하였다.

5.2.2. 서해종합기상관측기지 및 해양기상관측망의 안정적 운영

대전KBS, 태안군청과의 유기적 협업으로 격렬비열도에 영상 전송시스템을 구축하여 실시간 해상상태를 모니터링 하고, 초미세먼지 측정기(PM2.5) 설치를 지원하여 최서단의 감시채널 확보로 위험기상과 중국발 월경성 초미세먼지를 조기에 감시할 수 있게 되었다. 또한, 서해종합기상관측기지에서 운영 중인 연직바람관측장비를 교체하고, 자가발전시설을 개선하여 전력시스템 에너지 자립을 통한 활용성을 강화하였다.

장안도 파고부이와 10m 해상기상부이의 설치를 위해 대산해양수산청 등 유관기관과 소통 및 협업을 강화하여 한·중 잠정조치수역에 관측 전초기지를 마련하고 평수구역 교통요충지 해상감시망의 안정적인 운영을 위해 노력하였다.

5.2.3. 기상관측 관계기관 업무 협력 강화 및 전문성 제고

기상관측표준화워크숍을 3월에 실시하여 유관기관과 기상관측표준화 업무를 협력·지원하고, 기상관측표준화 및 기상관측장비 유관기관 담당자에게 교육 자료를 5월에 배포하는 등 주기적인 현장맞춤형 관리 지원으로 관측자료 공동활용을 강화하였다. 또한, 지역 지진 방재업무담당자 대상으로 「지진·지진해일·화산 교육」을 연 2회 운영하여 지역 주민의 안전과 생활 지원을 위한 담당자의 전문성 강화에 기여하였다.

5.3. 지역 특화 기상기후서비스 강화

5.3.1. 기상데이터 분석 인공지능 활용 창업경진대회 개최

기상데이터 활용에 관심 있는 예비창업자 및 창업자를 대상으로 기상기후산업의 진흥과 발전을 위해 인공지능기술과 기상기후 빅데이터를 융합하여 창업아이디어 및 비즈니스 모델을 발굴하고자 창업경진대회를 개최하였다.

이 대회는 대전창조경제혁신센터, 한국인공지능협회와 협업으로 창업문화 확산 및 기상과 인공지능융합 기초기술(대전폭염, 세종안개, 사회문제 분야 9개 우수과제) 확보 등 지역 산업 및 데이터 경제 활성화 증진에 기여하였다.



[그림 4-17] 기상데이터 분석 인공지능 활용 창업 경진대회 설명회('19.5.10.), 결선발표('19.7.18.)

5.3.2. 대전·세종·충남 기후서비스 발전 포럼 개최

7월 10일 통계청 통계교육원에서 지자체, 학계, NGO 등 각계 전문가들 36명이 참석한 가운데 「대전·세종·충남 기후서비스 발전 포럼」을 개최하였다. 포럼에서는 김충렬 기후서비스과장과 KEI 국가기후변화적응센터 강상인 선임연구위원이 '지역 기후서비스 현황'과 '신기후체제 지역 기후서비스 발전 방안' 주제로 발표를 하였다. 패널토론에서는 지역발전에 기여하는 보다 나은 기후서비스 방안 마련에 대한 논의와 함께 사용자들의 요구사항 및 의견을 수렴하는 시간을 가졌다. 이번 포럼은 기후서비스의 활용 가치를 재조명하고 토론결과를 정책에 반영함으로써, 대전·세종·충남지역의 기후서비스가 한 단계 진화하고 기후정보에 대한 이해와 관심을 더욱 높이는 기회가 되었다.



[그림 4-18] 대전·세종·충남 기후서비스 발전 포럼('19.7.10.)

5.3.3. 「국립서해안기후대기센터 건축설계에 따른 전시시설 콘텐츠 상세화」 사업 추진

충청남도 홍성 내포신도시에 건립하는 국립서해안기후대기센터의 전시시설 콘텐츠를 상세화하기 위해 용역사업을 추진하였다.

이번 사업은 전시설계 시나리오의 콘텐츠를 조사하고 운영의 방향성 등을 검토하여 타 지역의 기상과학관과는 차별화된 놀이형 기상과학문화 콘텐츠를 활용한 체험학습 공간을 조성하려고 한다. 국립서해안기후대기센터가 완공되면 이를 통하여 대전·세종·충남 지역의 국민들에게 기상과학과 기후변화지식을 효율적으로 보급할 예정이다.



[그림 4-19] 국립서해안대기후센터 전시시설 착수보고회('19.10.1.), 최종보고회('19.11.19.)

5.4. 행복한 조직문화 조성 및 조직 역량 강화

5.4.1. 소통과 관계를 기반으로 건강하고 행복한 조직문화 실현

건강하고 행복한 조직문화를 실현하기 위해 상·하반기 소통워크숍을 운영하여 조직구성원 간 소통의 장을 마련하였고, 업무효율 향상을 위한 재충전 프로그램으로 지역 문화

체험 프로그램을 운영하였다.

직원 체력증진 프로그램으로는 ‘기상가족 건강지킴이’를 운영하여 직원들의 꾸준한 체력관리에 기여하였다. 또한 다양한 분야의 전문가를 초청하는 릴레이 전문가 초청특강인 ‘콩나물 시루 특강’과 ‘가을 독서전’을 운영하여 직원들의 다양한 분야의 소양 함양을 통한 아이디어 발굴 및 업무방식 개선을 위해 노력하였다.

5.4.2. 조직 역량 강화를 위한 국제협력업무 추진

매년 중국 천진시기상국과 기상업무협력에 관한 교류를 실시해 오고 있다. 상반기에는 5인의 대전지방기상청 대표단이 중국 천진시기상국을 방문하여 제19차 기상협력회의에서 해양기상예보와 실시간 단기예보 기술 교류와 지역 특화산업 맞춤형 기상융합서비스 업무 공유, 호우 조기 대응을 위한 예측기술 및 맞춤형 방재기상서비스 교류를 위해 협력하기로 하였다. 하반기에는 2인의 기상 전문가단이 중국 천진시기상국을 방문하여 해양기상서비스 운영현황과 해양기상관측에 대한 기술 교류에 기여하였다.

6

대구지방기상청

☀ 대구지방기상청 / 기획운영과 / 행정사무관 / 박성근

6.1. 기상재해 최소화를 위한 방재대응기상서비스 강화

6.1.1. 신속한 지진 감시 및 공동 지진재난 대응 역량 강화

대구지방기상청은 잇따른 대규모 지진 발생을 계기로 지진조기 감지와 품질향상을 통한 최적의 국가 지진관측망을 운영하고자 45개소의 지진관측소(2016년 경주지진 대비 2배)를 운영 중이고, 문경 등 5개소 지진관측소를 대상으로 환경개선을 하였으며, 지진민감지역인 포항에 지진모니터링시스템을 구축하여 실시간 지진 감시를 강화하였다. 그리고 지진대응 역량 강화를 위해 유관기관 11개소가 참여하는 자체 지진모의훈련을 실시하였고, 동해지방해양경찰청과 지진해일 합동 모의훈련(상·하반기 2회)도 실시하였다. 그러나, 2019년 4월 22일 경북 울진 해역 규모 3.8지진, 7월 22일 상주 규모 4.1지진

등 2019년 경북 지역에 규모 2.0 이상의 지진이 지속적으로 발생함에 따라 지진에 대한 불안감이 확산되었다. 이에 따라, 대구지방기상청은 2019년 4월 24일 관·학·연 합동지진워크숍을 개최하여 지진 정책 및 연구 공유를 통한 지진대응책 발굴의 자리를 마련하였다. 또한 규모 2.0 미만의 미소지진에도 경북지역 주민들은 진동을 느끼는 등 불안감을 느끼는 사례가 종종 발생함에 따라 규모가 작은 지진에 대해서도 적극적인 현장 지원을 하였다. 특히, 2019년 9월 26일 포항 규모 2.3 지진의 경우 지진현장대응반이 현장 출동하여 현장지진 연구팀과 자료를 공유하고 지역 주민들에게 지진현황을 설명하는 등 4차례의 지진현장 소통을 통해 지진에 대한 국민의 불안감을 없애고자 노력하였다.

6.1.2. 사고 특별기상지원과 재발 방지 노력

2019년 10월 31일 늦은 밤 중앙119구조본부 소속 소방헬기가 독도에서 응급환자를 구조하고 이륙 직후 인근 해상으로 추락하는 사고가 발생했다. 대구지방기상청은 11월 1일 즉시 특별대응반을 편성하고 사고수습대책본부가 마련된 포항남부소방서와 동해지방 해양경찰청에 맞춤형 특별 기상지원을 실시하였다. 11월 6일 범정부현장수습지원단이 설치된 대구강서소방서를 방문해 효율적인 기상지원에 대해 협의하고, 11월 8일부터 수색이 종료된 12월 8일까지 일 3회 '소방헬기 구조 특별기상지원'을 실시하여 실종자 수색을 위한 기상상황 판단 자료를 적극적으로 제공하였다.

2019년 12월 14일 새벽에는 경북 군위군 소보면 달산리 상주-영천고속도로 상·하행선 양방향에서 차량 50여대가 연쇄 추돌한 대형사고가 발생했다. 사고원인은 도로살얼음(Black Ice)으로 추정되며, 대구지방기상청은 사고 전일(12.13. 04:30발표 날씨해설)부터 도로 결빙에 따른 교통안전 유의를 당부하였다. 사고 후에는 현장을 직접 방문해 사고발생지점의 환경적 특성과 소보AWS 기상관측환경을 파악하여 도로 살얼음 발생가능성을 조사하였다. 이후 유사 사고가 재발하지 않도록 국토관리사무소, 한국도로공사 등 도로관리기관과 실무자 회의를 개최하고, 기상정보 활용과 방재기상정보시스템 사용법에 대한 교육을 실시하여 교통안전분야에서의 기상정보 활용 가치를 높이고 국민의 생명과 재산을 지켜내고자 노력하였다.



6.1.3. 동해남부먼바다 예·특보구역 세분화

동해남부먼바다 해상은 넓은 해역에 비해 단일 예·특보구역으로 운영되어 해상활동에 많은 제약이 있었다. 잦은 풍랑특보로 인해 울릉군 주민들은 생활불편과 경제적 피해를 호소하며 근본적 대책을 꾸준히 요구해 왔다. 이에 2019년 4월 30일 대구지방기상청은 동해남부먼바다를 동해남부북쪽먼바다와 동해남부남쪽먼바다로 세분화를 시행하였다. 이에, 동해남부먼바다 풍랑특보 22건 중 19건(86%)을 분리 발표하여 여객선 이용과 해상활동의 불편을 해소하고자 노력하였다. 그 결과 2019년 5월부터 9월까지 동해남부먼바다의 운항통제일수가 전년에 비해 43% 감소하는 성과가 있었고, 어업활동 및 도서지역 주민 편의를 개선하는데 기여하였다.



6.1.4. 대구·경북 초단기 강수형태 판별법

대구·경북지역의 대설 등 위험기상 발생 시 신속·정확한 예보와 방재 대응에 도움이 되고자 크게 두 가지의 기법으로 대구·경북 초단기 강수형태 판별법을 개발하였다. 첫 번째는 해발고도를 고려한 강수 형태 판별법으로 해발고도에 따라 눈이 쌓일 수 있는 습구온도를 찾아내는 기법이며, 두 번째는 지속적인 비에서 눈으로 바뀔 때 현재 습구온도에서 눈이 쌓일 수 있는 습구온도까지 몇 시간 뒤에 변할지 초단기적으로 예측하는 기법(Melting Effect 계산식)이다. 이러한 예보기법의 개발 배경은 2018년 3월 8일에 있었던 대구의 7.5cm의 대설 사례이며, 지속적인 비가 새벽에 눈으로 바뀌면서 아침 출근시간에 극심한 교통 혼란을 일으켰다. 이러한 사례를 통해 초단기적으로 대응할 수 있는 예보기법을 개발하게 되었으며, 검증결과 첫 번째 기법인 해발고도를 고려한 강수형태 판별법은 2014~2018년의 대구·경북 339건의 눈/비 사례 중 261건의 사례가 적중하여 77%의 정확도를 보였고, 두 번째 기법인 초단기 강수형태 판별법(Melting Effect 계산식)의 경우 지속적인 비에서는 눈으로 바뀐 46건 사례에서 예상강수량과 실제 강수량을 비교 시 절대평균오차(MAE)는 1.7mm, 상관계수(R)는 0.9로 나타났다.



6.2. 업무협업 및 기술교류 확대를 통한 지역 안전체계 고도화

6.2.1. 유관기관 협업을 통한 관측환경 개선 및 관측자료 품질향상

대구지방기상청은 대구·경북지역 유관기관 대상으로 능동적 기상관측업무 협력을 통한 기관 간 기상청-지자체(win-win)전략을 이용하여 기상청뿐만 아니라 유관기관 관측자료 수집률 및 품질향상에 기여하였다. 대구지방기상청은 유관기관에 찾아가는 현장설명회(2회)를 운영하여 수요자 맞춤형 기상관측업무 지원을 강화하였고, 또한 대구지방기상청 현장지원반(Help Desk) 운영을 홍보하였다. 이에 따라, 유관기관의 기상관측시설 업무담당자는 기상관측 이해 증진을 통한 전문적 기술지원을 받고, 관측환경 개선을 통해 고품질 관측자료 생산으로 공동 활용의 효율성을 향상시킬 수 있었다. 그리고 대구지

방기상청은 기상관측자료 공동 활용 및 품질향상을 위한 관측표준화워크숍을 상·하반기 2회 개최하고, 평가위원 자문 6회, 기상관측장비 설치장소 협의 총 52회를 운영하는 등 양질의 기상관측자료를 확보하기 위해 노력하였다. 또한 대구·경북 위험·특이 기상 공동 감시 네트워크를 구축하고 실시간 국민이 참여하는 날씨 제보를 통해 관할 지역 관측 공백을 해소하고 국지적으로 발생하는 돌발기상에 대한 모니터링을 강화하였다.

한편, 관측업무 관리체계 개편 및 안정적 업무 기반 확보를 위해 지리적 위치를 고려한 관측과, 안동기상대, 포항·울릉도관측소 간의 기상관측망 관리 업무 조정으로 업무 효율성을 강화하였다. 그리고 기상관측전문 모니터링시스템을 구축하여 업무 편의성 향상 및 별도 시스템 구축으로 안정성도 확보하였다. 또한 기상관측자의 직무능력 향상을 위하여 관측기술 향상 세미나를 분기별로 개최하고 지역의 관측환경 및 지형조사를 위한 현장 답사를 분기별로 실시하였다. 민간위탁으로 운영 중인 관측보조원들 대상으로 멘토링을 실시하였고 분기별 현장 및 원격교육 실시로 관측업무의 질적 향상을 도모하였다.

6.2.2. 대구지방기상청-중국 호북성기상국과의 기술교류로 국제업무역량 강화

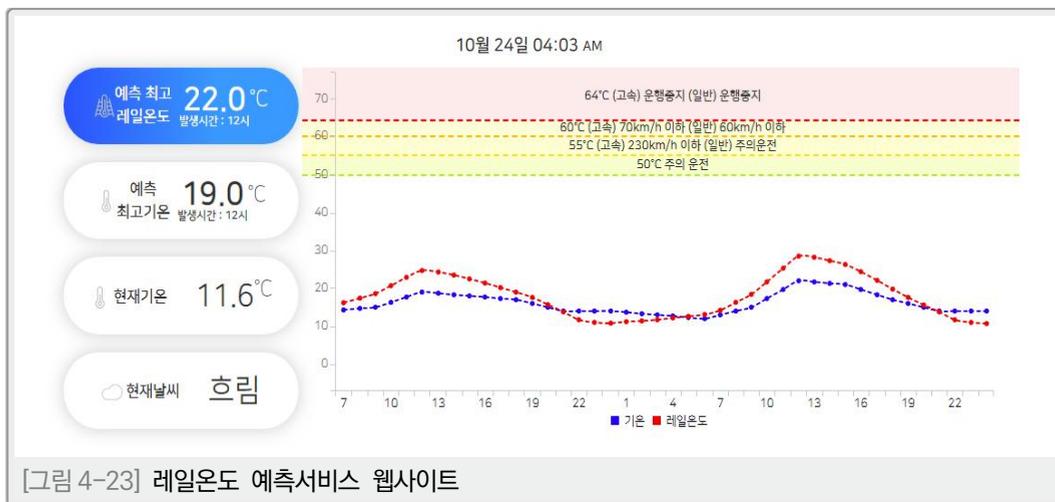
대구지방기상청은 중국 호북성기상국과의 국제협력을 위해 2019년 5월 대표단 4인이 방중하여 제2차 기상협력회의(5.7.~10./중국 호북성)를 개최해 차기 회의 시기와 전문가 교류 등을 협의하였고, '폭염과 기상정보 사용자와의 소통'에 관한 주제로 한-중 기상 기술 공동워크숍도 진행하였다. 또한, 2019년 12월에는 양국의 기상기술교류를 위해 호북성 기상국 전문가 2인이 대구지방기상청과 소속기관 등을 방문하였고, 양국 간 '예보관련 기술업무 공유'를 주제로 기상기술교류세미나를 개최하였다.

6.3. 기상산업 활성화 및 맞춤형 기상기후과학 이해 확산

6.3.1. 기상과 철도분야를 접목한 지역기상융합서비스 개발

최근 여름철 기록적인 폭염으로 열차 운행 지연 사태가 다수 발생하였으며, 열차 안전 운행에 위협요소인 레일 휘어짐을 사전에 예측·대응하기 위한 의사결정정보 개발과 활용이 필요한 코레일(대구본부)의 협업 요청으로 대구지방기상청에서는 「철도안전 지원을 위한 기상기후융합서비스」 사업(11월/사업비113백만원)을 수행하였으며, 사업의 최종 결과물로 「레일온도 예측서비스」를 개발하였다. 레일온도 예측서비스는 기상자료

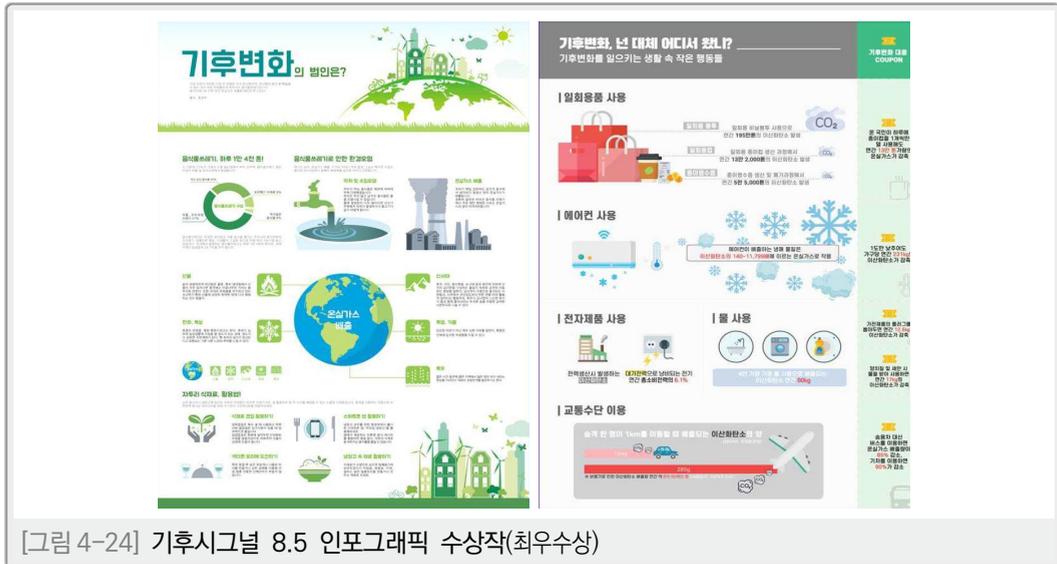
와 레일 온도 자료를 분석하여 다중회귀식을 도출하고, 동네예보자료를 융합한 알고리즘으로 예측 레일 온도를 산출하고 서비스한다. 예측 지역은 대구본부 관할 전 구간(대구·경상북도 남부), 향후 48시간까지(1시간 간격)의 대기 기온과 레일 온도를 예측 서비스한다. 대구본부 자체 운영 앱에 서비스를 연동하였으며, 철도 운행 안전 확보에 활용중으로, 2020년에는 예측서비스의 현업적용을 통한 정확도 검증과 신뢰성을 확보할 예정이다. 개발된 서비스의 활용으로 철도운행 위험 구간 및 시간 예측이 가능해져, 대구본부에서는 레일 휘어짐에 대응(살수장비 및 정비인력 투입 등)하기 위한 적극적인 의사결정이 가능해졌으며, 기상과 타 분야를 접목한 기상융합서비스의 활용 가치를 높이는데 기여하였다.



6.3.2. 지역·대상 맞춤형 기상기후과학 이해 확산

대구지방기상청은 다양한 계층을 대상으로 맞춤형 교육프로그램을 운영하였다. 지역 청소년들에게 진로탐색의 기회 제공과 기상기후과학교육 활성화를 위한 청소년 진로체험 프로그램(8회)을 실시하였다. 또한 대구광역시립동부도서관과 융합행정을 통해 창의적 체험활동 프로그램(3회)을 시행하였고, 지진 등 위험기상 대응역량 강화를 위해 대구 시민안전테마파크와 협업하여 지진이론 및 체험 통합 커리큘럼의 대구·경북 안전역량 강화 교육(6회)을 운영하였다. 그리고 취약계층을 대상으로 한 기상기후과학 나눔 프로그램(3회), 중·고등학교 특수학급 교육프로그램(22회)을 운영하여 취약계층에 대한 기상기후과학교육 사각지대 해소와 계층 간 차별 없는 사회적 가치 실현에 이바지하였다. 기

후변화의 심각성 및 중요성에 대한 공감대 형성과 이해확산을 위해 ‘기후변화! 넌 대체 어디서 왔니?’이란 주제로 「기후변화 인포그래픽 공모전」을 개최(4~5월/74점 응모)하여 최종 선정된 수상작품(22점)을 전시회 및 관계기관 캠페인 등에 활용하였다. 또한 ‘기후시그널 8.5 인포그래픽 다른 그림 찾기 이벤트’와 ‘2100년 한반도 상상하기 이벤트’ 등을 운영하여 기후변화에 대한 국민적 참여와 관심을 유도하고자 노력하였다.



[그림 4-24] 기후시그널 8.5 인포그래픽 수상작(최우수상)

대구지방기상청 국립대구기상과학관에서는 관람객 서비스 향상을 위해 공기청정기(8대)와 핸드폰 충전기를 설치하여 관람객 편의를 도모하였고, 기상현상의 입체적 체험을 위한 체험형 콘텐츠 보강사업인 ‘4D영상관 구축사업’ 추진, 2019년 기상·기후사진전 수상작 및 제5회 그림·글짓기대회 수상작 야외전시 등 기상과학문화에 대한 관심과 흥미를 높였다. 또한 과학체험 대전(4.20.), 어린이날 이벤트(5.5.), 어린이 날씨 동요대회(9.21.), 기상과학동아리 ‘날친소(날씨 친구를 소개합니다)’ (5.18~11.23) 등을 통해 가족 단위의 관람객 유치를 위해 노력하였다. 개관(14.11.) 이후 5년 만에 누적 관람객 50만 명을 돌파(8.23)하였고, 2019년 관람객 종합 만족도가 95.6%로 매우 높게 나타났다.



[그림 4-25] 국립대기과학관 50만 번째
관람객 이벤트('19.8.23.)



[그림 4-26] 국립대기과학관 어린이 날씨
동요대회('19.9.21.)

7

제주지방기상청

☞ 제주지방기상청 / 기획운영과 / 기상사무관 / 송문호

7.1. 위험기상 대응 강화로 안전 제주 실현

7.1.1. 안전한 해상활동 지원을 위한 사용자 중심 해양기상정보 제공

제주지방기상청은 지역민과 관광객의 안전한 해상활동을 위해 사용자 중심의 다양한 해양기상정보를 제공하였다. 위험기상 예상 시 SNS(BAND: 제주 바다날씨 알리미)를 통해 '해양위험기상 발생 가능성 정보' 제공을 기존 해양 유관기관에서 해양 수산단체까지 확대(15소 60여명 → 200여명)하고, 제주(청) 홈페이지 '원클릭제주날씨'를 휴양·레저 등 해양 분야 사용자 중심으로 개편하여 제공하였다. 그 밖에도 해양기상정보 사용자들의 기상정보 활용과 이해도를 높이기 위해 '찾아가는 도서 지역 간담회(3회/4월, 6월)', 유관기관 대상자 교육(5월/32명), 관·군기상업무 협력간담회(2회/3월, 4월)를 실시하였다. On/Off Line으로 사용자가 체감할 수 있는 서비스 개편과 지속적인 소통으로 제주지역 해양기상서비스 만족도는 전년('18년, 61.9점)대비 10% 향상된 68.1점의 성과를 나타냈다.

7.1.2. 지역 내 방재 네트워크 체계 구축 및 위험기상 대응

지역 안전을 위해 도내 유관기관, 언론과 지속적인 소통과 함께 유기적인 관계 구축을 위해 노력하였다. 폭염 협력 간담회(5월), 방재기상업무협의회(2회), SNS(BAND: 위험기상 알리미), 겨울철 대설기간 동안 방재 실무자 간 SNS(카카오톡: 적설기 상황 공유방) 운영, 도내 방재 관련 기관(6소)과 ‘국민안전을 위한 재난 대응체계 구축 업무협약(11.6)’ 체결 등 위험기상 대응을 위한 재난대응 체계를 구축하였다. 위험기상으로 인해 기상재해 예상 시 지자체 긴급대책회의 기상전망 브리핑 실시(15회), 폭염 특별대응반을 운영(8월/58회 지원)하여 방재 기관 의사결정의 선제적 지원과 협업을 통해 피해 예방에 노력하였다. 또한, 복합·대형화되는 기상재해에 대응하기 위해 한파 영향예보 시범서비스를 실시하였다. 올바른 기상정보의 언론 전파를 위해 지역 내 기상담당 기자들과의 간담회, 찾아가는 언론인 기상강좌, SNS(밴드: 제주 기상정보 소통방)운영(8월) 등 지역 내 기관과 언론을 포함하여 방재 네트워크를 구성하여 위험기상에 대응하였다.

7.1.3. 국지 위험기상 예측 및 분석 역량 강화

수시로 발생하는 국지성 위험기상과 특이 기상 발생 등에 대응하기 위해 과거 사례, 연구과제 등을 수집하여 예보 관련 자료를 DB화(‘200여건 / 다담’, 예보과 자료 저장소)하고 국지기상 관련 주요 기상 현상에 대해 연구과제(4과제)를 수행하였다. 또한, 위험기상에 대한 분석·예측능력을 높이고자 위험기상 선형학습·빛나간 예보사례 세미나(5회), 전문가 초청 ‘예보기술 공유 세미나’(3회)를 개최하였다. 이처럼 1년 동안 연구, 발표된 자료는 ‘2019 제주지방예보기술집’에 담아 발간(12월)하였으며, 예보역량 강화를 위해 꾸준히 노력한 결과 제주지방기상청은 2019년도 우수예보기관 평가 결과에서 ‘예보(단기예보) 최우수기관, 특보 우수기관’으로 선정되는 성과를 거두었다.

7.2. 최적 기상관측망 구성을 통한 방재감시 업무 강화

7.2.1. 고품질 관측자료 생산을 위한 최적 관측망 구성 및 운영

제주지역에 맞는 최적 관측망 구축으로 효율적인 방재기상업무를 지원하기 위해 노력하였다. 제주도동부지역 성산수산(2019년 6월)에 방재기상관측장비 1소 신규 설치, 서귀포시 색달 지점을 폐쇄하고 관측공백지역인 제주도북서부지역 애월(2019년 8월)로 방재



기상관측장비를 이전설치하여 관측망을 확충하였다.

겨울철 위험기상 감시를 위해 총6소(성산수산, 강정, 한림, 서광, 대흘, 표선)에 레이저 식 적설계로 교체하거나 추가 설치하였고, 산지 적설관측자료 공백지역을 해소하기 위해 제주특별자치도와 공동활용 방안을 협의하여, 윗세오름과 진달래밭의 CCTV 공동모니터링 시스템을 10월에 제주기상센터에 구축하여 겨울철 방재기상업무 지원을 강화하였다.

제주항과 중문 연안바다에 설치되어 있는 노후화된 해양기상관측장비인 파고부이 교체 추진을 완료하여 안정적인 장비 운영을 위한 관측환경 개선을 완료하였다.

7.2.2. 기상관측장비의 지속 가능한 개선체계 구축

최적의 관측망 구성과 관측장비의 효율적인 도입·운영·개선을 위해 제주(청) 기상관측 장비 이전 가이던스를 마련하였다.

지상기상관측장비의 효율적 관리와 자체점검 업무 수행의 실효성 확보를 위해 방재기상관측장비 관리자 매뉴얼 운영과, 장비 위탁관리자의 초기대응 능력을 강화와 장비운영 효율화를 위해 방재기상관측장비 위탁관리자 16명에 대해 현장교육을 실시하였다. 제주 산지 풍속자료의 객관적 검증을 위한 삼배형과 초음파 풍속 센서를 비교관측하였고, 비교관측결과를 바탕으로 진달래밭 초음파 풍속계 교체와 펌웨어 업데이트 실시로 제주산지(진달래밭AWS) 풍속의 객관적 검증을 통한 자체 품질관리 기반을 마련하였다.

7.2.3. 소통방법 다변화로 유관기관 관측장비의 효율적 기술지도 및 지원

제주지역 기상관측표준화기관 담당자의 이해도를 확산시키고 문제점과 개선방향을 공유하며 기상관측자료의 품질 향상을 도모하고자 상반기에는 유관기관을 대상으로 찾아가는 기상관측시설 관리자 간담회를 개최하였고, 하반기에는 제주지역 기상관측표준화 워크숍을 개최하여 유관기관 표준화 사업 지원을 통해 유관기관 관측자료 수집률을 99.3%(18년) → 99.9%(19년) 향상, 유관기관 관측장비의 정확성과 기상관측자료 공동 활용의 효율성을 제고하였다.

제주특별자치도의 대기오염측정장비 설치를 위해 관측장소 주변 설치환경에 대한 현장답사를 실시하고 설치 관련 기술지원을 실시하였고, 강우량계 이전설치를 위해 이전 후보지 현장실사를 통한 관측환경 적합여부와 기술지원을 통해 안정적인 관측장비 관리·운영을 위한 HelpDesk 활동을 지원하였다.

7.2.4. 기상관측자료 활용가치 제고를 위한 대국민 소통과 참여 확대

제주 관광객과 도민들의 기상정보 활용 편의 도모를 위해 'QR코드를 활용한 모바일 기반 기상서비스'를 12월부터 제주국제공항과 제주항여객터미널에 제공하여 수요자 위주의 서비스 콘텐츠 구성과 전달체계 다변화로 대국민 서비스 만족도 향상을 도모하였다.

제주도 관측공백지역 기상현상을 공유하기 위해 제주지역 날씨제보 서포터즈를 운영하여 SNS(BAND)와 날씨제보앱을 활용하여 실시간으로 기상현상을 공유하여 기상관측에 대한 민간참여를 활성화하고 기상으로 인한 재난에 대한 경각심을 고취시켰다.

제주도 지진 발생현황에 대한 2019년 제주의 지진, 지진이슈 등 제주도민에게 지진에 대한 이해와 정보 제공을 위한 지진 인포그래픽을 제공하였으며 지진 위기 대응 역량 제고를 위해 유관기관 대상 「지진·화산 이해과정」 교육프로그램(3회)을 실시하여 지진과 화산에 대한 지식 전달을 통해 유관기관 방재업무 담당자들의 역량강화와 지진관련 방재 정책 수립을 지원하였다.

7.3. 고객 관점의 기상기후 현장서비스 체계 구축

7.3.1. 현장 행정중심의 기상기후정보 가치 활용 확대

제주지역 기후변화 이슈 소통과 관련기관 협력 체계 강화를 위해 '제주 기후변화 소감문(소통·공감·문제해결) 워크숍'과 '기후변화 대응 제주기후서비스 발전 포럼'을 개최하였다. 제주지역의 주요 산업분야별 기후변화 영향 분석과 대응방안을 모색하였으며, 기후변화 대응능력 향상과 관련 정책수립에 기여하는 자리가 되었다.

한편, 제주지역 기후정보의 활용도를 높이기 위한 다양한 연구와 홍보방법도 시도되었다. '제주도 기후변화 특성 분석집'이 7월, '2018년 제주도 기후자료집'은 9월에 발간되어 유관기관에 배포하여 활용하게 하였다. 또한, 지역 맞춤형 상세기후정보 활용도와 이해도를 높이기 위해 SNS에서 제공되던 '손에 잡히는 제주기후(인포그래픽 형태)'를 웹툰 형식으로 변화시킨 '클립툰(CLImate rePort TOON)'으로 제공하여 SNS 기후정보 수요자가 전년도보다 4배 가깝게 증가하는 등 홍보 효과를 상승시켰다.

7.3.2. 수요자와 함께하는 지역기상융합서비스

제주지역 대표적 주요작물인 감귤에 특화된 '제주감귤 지원 전주기 농업기상정보서비스'를 개발하였다. 기존에 일부 서리, 병해충 등 특화정보를 개발하였으나, 통합적인 활

용방안과 체계 마련의 필요성이 요구됨에 따라 감귤 생육단계별 전주기적인 통합기상정보를 설계하게 된 것이다. 전주기 서비스 완성을 위한 시기별 농업기상정보를 추가하였고, 감귤 병해충 예측정보의 격자간격을 세분화(5 → 1km)하였으며, 생육정보, 약제정보 등 다양한 정보가 보완되었다. 특히, 실사용자인 감귤농가들이 직접 정보사용자협의회 위원으로 활동하면서 개발 초기부터 완료 단계까지 지속적으로 사업에 참여하여 서비스 활용도를 높일 수 있었다. 한편, 개발된 서비스는 12월 제주특별자치도농업기술원에 기술 이전되어 PC와 모바일 홈페이지를 통해 대국민 서비스되고 있다.

7.3.3. 기상기후 빅데이터 활용 확산 및 지역 기상산업 기반 구축

제주 창조경제혁신센터, 도시재생지원센터 등 유관기관과의 협업체계를 바탕으로 지난 2017년부터 제주특별자치도의 ‘창업 및 성장지원 인프라 조성사업’에 참여하여 왔는데, 2019년 11월 13일 제주청 옛 청사 리모델링 공사가 완료되어 ‘혁신창업거점 W360’이 개소하였다. 총 7개의 기업이 입주할 완료하였으며, 이중 관광과 농업분야 입주업체를 대상으로 방문간담회를 실시하여 기상기후정보 활용 및 융합서비스와 기상사업 등에 대한 이해를 높일 수 있는 기회를 마련하였다.

한편, 제주특별자치도, 제주국제자유도시개발센터, 제주창조경제혁신센터와의 기관 간 협력을 통해 ‘2019년 제주 공공데이터 활용 창업경진대회’를 공동으로 개최하였다. 이를 통해 기상기후데이터를 활용한 아이디어 기획 접수 건수가 전년보다 증가하였고(1 → 6건), 6개의 수상작 중에 기상기후데이터 활용 팀이 2개가 선정되는 등 지역 내 기상기후 빅데이터 활용 확산 성과를 가져왔다.

7.4. 찾아가는 기상기후과학 현장 서비스 강화

7.4.1. 찾아가는 현장 교육을 통한 기상서비스 수혜자 확대

기상정보활용 취약계층을 대상으로 생활기상정보 서비스를 홍보하고 현장 교육을 운영하여 그 수혜자가 68% 증가하였다. 또한, 취약계층 청소년을 대상으로 ‘흔디모영 청소년 방과후 기후변화 아카데미’를 운영(4~5월/9회)하였고, 9월에는 약 160여명의 청소년이 참여하는 ‘소통축제’를 운영하여 큰 호응을 얻었다.

한편, 김만덕기념관, 제주국제컨벤션센터, 정부제주지방합동청사 등 4소에서 도민과 함께하는 ‘태양, 지구 그리고 날씨를 말하다’ 기상기후사진전을 개최하였으며, 최근 3년

간 제주에서 촬영된 사진 작품으로 ‘사진 속 제주 날씨 이야기’ 특별전시회를 운영하여 기상과학과 기후변화에 대한 국민적 관심을 제고하고 홍보를 강화하였다.

그 밖에도 제주도를 찾는 도외 청소년을 대상으로 제주지방기상청 주변의 구도심 문화와 연계된 ‘JET(Jeju climate Education Tour) 기후변화 교육 투어’를 운영하여 제주 지역의 기상기후정보와 제주 문화를 이해할 수 있는 기반을 마련하였다.

7.4.2. 기상·기후변화과학 교육 프로그램 다변화

기상과학 및 기후변화과학의 저변 확대를 위해 다양한 교육 프로그램을 운영하였다. 특히, 기후변화 홍보활동에 있어 주도적으로 아이디어를 만들고 실천할 수 있는 연령인 중·고등학생 대상으로 ‘제주지방기상청 청소년 기후변화 홍보단’을 7~8월 여름방학 기간 동안 운영하여 기후변화과학에 대한 이해를 돕고, 미래 기상기후인재 양성에 기여하였다. 또한, ‘기상과학 및 방재기상 이해과정(대학생·성인)’, ‘꿈 그릴 락(樂) 기상과학 진로탐색 교실(중·고등학생)’, ‘몬딱 모다들영 기상기후교실(초등학생)’, ‘내 친구 기상이와 떠나는 날씨 여행(영유아)’ 등 대상자별 다양한 기상교육 프로그램을 운영하여 대상자들의 교육만족도를 향상시켰다. 기상과학홍보관 이벤트, 방문객 만족도 조사 실시 등 지속적인 견학·교육프로그램을 개선하기 위해 노력하였으며, 그 결과 제주기상과학홍보관은 전년도 대비 68% 증가한 총 3,205명의 관람객이 방문하는 성과를 이루었다.

7.5. 활기찬 조직문화 조성 및 국제협력 강화

7.5.1. 내부공감과 소통을 통한 조직문화 개선

변화하는 사회에 대한 이해와 내부공감 소통을 위해 ‘소통이 있는 정책현장 탐방’, 부서별 벽허물기 실현을 위한 ‘현안사항 공유의 장’ 운영으로 유연한 조직문화 개선에 기여하였다. 또한, 체험형 취미활동을 위한 ‘원데이클래스 문화교실’, ‘전문가 초청 교육’을 통해 직원 소양 함양과 전문역량 강화 프로그램을 운영하였다. 또한, 직장협의회 소통간담회 등 직원들이 참여하고 문제점을 개선하는 등 다양한 소통 프로그램을 운영하여 근무여건 개선과 후생복지 향상에도 노력하였다.

7.5.2. 한·중 기후전문가 교류를 통한 국제협력 강화

제주지방기상청과 중국 강소성기상국은 2002년 10월 한·중 기상협력 약정 체결을 시작으로 2019년 6월 중국 강소성기상국에서 개최된 제18차 제주지방기상청-중국강소성 기상국 기상협력회의를 통해 상호간의 기상기술 발전을 위한 전문가 교류를 협의하였고, 2019년 12월에는 태풍과 해양기상에 대한 중국 전문가를 초청하여 양 국간 간 기상기술의 발전상황과 관심분야 기술정보 교환 등 기상업무협력 기반을 조성하였다.

8

전주기상지청

☎ 전주기상지청 / 관측예보과 / 행정사무관 / 지명진

8.1. 위험기상 예측향상 및 현장 맞춤형 정보 제공으로 지역민 안전 확보

8.1.1. 관·민 간 고속도로 기상정보 공유 및 위험기상 방재기상서비스 확대

전주기상지청은 국정과제 ‘교통사고 사망자 줄이기’에 적극 동참하고, 안전한 고속도로 환경을 조성하고자 한국도로공사 전북본부, 도로교통공단, 전북교통문화연수원, 고속도로 순찰대 등 11개 교통안전 관계기관이 참여하는 「안전한 고속도로 한마음 협의회」 협약(6.13.)에 적극 동참하는 한편 「고속도로 위험기상 방재서비스」 SNS를 신설하여 안전한 고속도로 한마음 협의회 실무자들을 대상으로 고속도로 위험기상에 대한 사전정보를 제공하였다. 그 결과 2019년 전북지역 고속도로 교통사고 사망자는 11명으로 2018년 22명에 비해 50% 감소하였으며, 교통사고 건수 역시 2019년 119건으로 2018년 194건에 비해 약 39% 감소하였다.



[그림 4-27] 안전한 고속도로 한마음 협의회 협약식('19.6.13.)



[그림 4-28] 고속도로 위험기상 방재기상서비스 SNS

8.1.2. 지역 맞춤형 영향예보 시범서비스 실시

전주기상지청은 위험기상에 선제적으로 대응하기 위해 2016년부터 영향예보 기반구축 연구를 수행하고 있다. 영향예보 서비스 기반구축을 위하여 폭염과 한파로 인한 지역별·분야별 노출도와 취약성을 연구하였으며, 전북지역 대설의 조기경보 및 기상재해 경감을 위해 대설 영향예보 시범서비스를 군산시, 김제시, 부안군, 고창군, 정읍시, 익산시, 완주군, 전주시에 2018년 11월부터 2019년 2월까지 제공하였다. 또한, 한국도로공사 전북본부와 그 소속기관의 도로방재팀 등을 대상으로 전북지역 3개 고속도로 노선(호남선, 익산~장수선, 완주~순천선)에서 노면결빙이 예상될 경우 노면결빙 위험수준 정보를 3단계(관심, 주의, 경보)로 구분하여 제공한 「고속도로 노면결빙」 영향예보 시범서비스를 실시하였다.

8.1.3. 전북지역 예보기술 개발을 통한 예보관 역량 향상

최근 국지적인 규모의 집중호우 발생빈도가 증가함에 따라 지역적인 특성을 반영한 전라북도 강수 판단 가이드선스 Flow-Chart를 작성하였으며, 강수정확도 향상을 위해 모델별 예측경향을 분석하는 전담인력을 별도로 지정·운영하였다. 또한, 전라북도 여름철 강수 유형분석을 통한 소낙성 강수와 약한 강수 가이드선스를 개발하고 지역특성에 맞는 1팀 1연구과제 수행으로 단기예보 강수유무 강수 맞힘률(POD)이 2018년 0.63에서 2019년 0.68로 향상되었다.



8.1.4. 신속·정확한 기상정보 전달 및 지원체계 강화

방재 관계기관과의 신속한 기상정보 공유 및 협조체계를 강화하기 위해 「방재기상업무협의회」를 연 2회 개최하였으며, 방재기상지원관을 전북도청에 파견(1.14.~12.31.)하여 방재 관계기관의 신속한 의사결정을 지원하였다. 또한, 전북지역 방재 관계기관 SNS 소통 채널인 「방재한올타리+」의 수신자 그룹을 지자체에서 방재 관계기관까지 확대·운영하여 대설·태풍·집중호우 등 위험기상에 대한 지원체계를 강화하였다. 그리고 산불 예방 및 진화를 위하여 연 2회(3~5월, 9~11월) 전라북도 등 산불 관련 기관(20개소)에 매주 금요일 문자로 제공하던 「주말 산불기상정보」를 한눈에 보기 쉬운 인포그래픽 형태로 개선, 밴드(SNS)를 통해 제공함으로써 정보의 가독성을 높였으며 여름철에는 전북지역 폭염 피해 최소화를 위해 폭염특별대응반을 운영(8.6.~8.21.)하여 지자체의 폭염 대응을 지원하였다.

한편, 해양관계기관과 SNS 소통채널인 「전북 바다날씨 알리미」 밴드를 운영하며 서해안에 풍랑, 너울 등의 위험기상이 예상될 때 해양 위험기상 발생 가능성 정보를 379회 제공하였으며, 해양관계기관 실무자 및 해양기상정보 수요자를 대상으로 해양기상교육(5회, 340명)을 실시하여 해양기상에 대한 소통을 강화하였다. 또한, 어업인의 안전을 도모하기 위해 어업인 맞춤형 「바다날씨 안전신호등」 서비스를 시행하였으며, 그 결과 해양 위험기상에 의한 해양사고가 2019년 7건으로 2018년 12건에 비해 약 40% 감소하였다.



[그림 4-29] 전북도청 상황대책회의('19.9.3.)



[그림 4-30] 익산시와 안전한 여름보내기 캠페인('19.7.29.)

8.2. 기상관측망 확충 및 관계기관 기상관측자료 공동 활용체계 강화

8.2.1. 기상관측망 확충 및 기상관측장비의 안정적인 관리·운영

전주기상지청은 신속한 대설특보 대응체계 마련을 위해 레이저식 적설계(10개소)를 신설하였으며, 안정적인 기상관측자료 수집과 고품질 관측자료 확보를 위해 노후화된

ASOS 1개소(순창군), AWS 8개소(강진면, 동향, 진안주천, 태인, 복흥, 신덕, 완산, 덕유봉)를 교체하였고, 관측환경 개선을 위해 옥상에 설치된 AWS 2개소(선유도, 말도)를 지상으로 이전 설치하였다. 또한, 부안군청과 협업을 통해 부안-위도 간 해양기상관측장비 신설을 협의 완료(9.27.)하여 도서 지역민의 민원 해결과 해상 관측공백지역 해소를 위하여 노력하였다.

8.2.2. 관계기관 기상관측자료 공동 활용체계 강화

전주기상지청은 레이저식 적설관측장비를 신규 설치한 고창군과 김제시를 대상으로 기상관측표준화 Help Desk를 운영하여 관계기관과 기상관측자료 공동 활용체계를 강화하였다. 또한, 전북지역에서 생산되는 기상관측자료에 대한 신뢰도 향상을 위해 2019년 1월부터 「기상측기검정알림서비스」를 시행하였으며, 관계기관 담당자들을 대상으로 「기상관측자료 공동활용 및 품질향상」 워크숍(4.17.)을 개최하고, 기상관측표준화 1:1 맞춤형 기술지원을 실시한 결과 전북지역 국가기상관측자료 품질정확도가 2018년 96.1%에서 2019년 96.7%로 향상되었다.

8.3. 전북도민과 함께하는 기상기후서비스 강화

8.3.1. 전북지역 기상기후서비스 확대

지역 기후업무 활성화 및 기후변화 위기의식 확산을 위해 전라북도 기후변화과학 이야기 「기후변화 느낌! 도민속으로」 시청각 콘텐츠를 제작하여 전주시와 협업으로 월평균 8만 명이 이용하는 다중이용시설을 중심으로 8월부터 12월까지 홍보하여 기후변화 심각성에 대한 범 도민 위기의식 확산에 노력하였으며, 전북도청, 전북교육청, 전주시, 익산시, 군산시 등 지자체와 협업체계 구축으로 기후변화에 대한 관심을 유발하고 안전한 지역사회 실현을 위해 전북과학축전에서 관계기관장 및 지역 단체장 1,500명 대상으로 지역 기후변화 대응 시사회를 개최하였다. 전북지역 가뭄·강수량 통계자료를 주기적(2주간격)으로 분석하여 수자원공사, 농어촌공사, 산림청 등 관계기관 담당자(97명)에게 제공하고 이를 한눈에 보기 쉽게 카드뉴스로 편집하여 전주기상지청 홈페이지를 통해 대국민 서비스를 실시하였다. 또한, 1개월, 3개월 기상전망과 계절별 기후전망을 생산·발표하였

1) 고창, 임실, 장수, 순창군, 무주, 진안, 덕유산, 태인, 전주, 정읍



으며 지역 언론인을 대상으로 여름철, 겨울철 「기후전망 브리핑」을 개최하여 기상전망에 대한 이해도를 높였다. 또한, 월별, 계절별, 연별 기후특성과 계절별 기상이슈 폭염, 집중호우 등 시의성 있는 통계분석자료를 관계기관과 언론인에게 제공하여 지역 기후정보 서비스 확산에 기여하였다.

8.3.2. 전북 농업인 기상기후서비스 활성화

2019년 정부혁신 1번가에 등재된 ‘들에서 쿨’ 농업인 맞춤형 기상기후정보 시범서비스를 확대(2018년 완주군 1,800명 → 2019년 고창군, 부안군, 김제시 3,000명) 운영하였다. ‘들에서 쿨’ 서비스의 확산을 위하여 설명회(1, 4월, 3회) 및 찾아가는 전문가 간담회(5월, 3회)를 실시하여 의견을 반영하였다. 또한, 8월에는 관계기관과 협력 간담회를 개최하고 ‘들에서 쿨’ 사업화를 위해 노력하였으며, 원활한 서비스 제공을 위해 민간기상사업자와 전북이장단협의회가 업무협약을 체결하였다. 12월에는 민간기상사업자(유한회사 전북기상서비스)가 정읍지역에서의 ‘들에서 쿨’ 사업화 추진을 시작하였다. 또한, 고창군 수박농가를 대상으로 「수박따기 좋은날(℃) 알리오」 서비스를 시범 운영(고창군 200명, 5.1.~10.31.)하여 수박재배부터 유통까지 시기별 필요한 기상기후정보를 제공하였다. 이 서비스를 제공함으로써 기상정보 활용 농가의 수박이 미활용 농가 대비 수박생산량이 약 10% 증가하는 효과를 보였다.

들에서 쿨 서비스 9Block Frame				
핵심화면이나 KP	핵심 활동 KA	가치 제안 VP	고객 관계 CR	고객 세분화 CS
1. 기상영	1. 기상 예보	1. 기상 예보 정보 생산	1. 개인정보활용동의	1. B2G :
2. 환경부	2. 예보-농업연계정보	2. 예외 활동 및 농업	2. 컨설팅 및 상담 콘텐츠	지역 지자체 및 농업
3. 지역 농업기술센터	생산	활동 주위 정보 생산	3. 문자/웹사이트	기술센터 유관 기관
4. 지역 농업기술원	3. 기상 컨설팅 및 상담	3. 받아오는 서비스와	서비스 및 웹 서비스	2. B2B :
5. 농촌진흥청	핵심 자원 KR	연계나 확인 가능한	유통 채널 CH	농업활동조합
6. 지자체	1. 예보 인력	서비스 제공	1. 문자 알림서비스	확장농장운영기업
	2. 시스템 개발 인력	4. 기상 컨설팅 및	2. 웹 연계 서비스	(예, 김제군지체조기업)
	3. 콘텐츠 생산 인력	일시/간 상담 제공	3. 웹사이트 알림서비스	홍조림 제조기업
비용 구조 CS		수익원 RS		
1. 예보 생산 비용		1. B2G : 지역 지자체 지원금, 농업기술센터 연구 지원금		
2. 알림메시지 생산 비용		2. B2B : 활동조합 운영료, 기상서비스 계약에 따른 구매비		
3. 웹사이트 유통 비용 : 대방 분석해시팅서비스, 웹인력 모니터링서비스				

[그림 4-31] 들에서 쿨 비즈니스 모델 분석



[그림 4-32] 민간기상사업자-전북이장단협의회 MOU 체결('19.8.29.)

8.3.3. 기후변화과학 이해확산 교육 및 기후서비스 포럼

전주기상지청은 도민들의 기후변화과학 이해확산을 위해 다계층 맞춤형 프로그램을 설계하여 운영하였다. 천문·기상 분야의 직업을 희망하는 청소년들에게 진로 탐색 기회를 제공하고 기상과학 담당 교사를 대상으로 최신 기후변화과학 정책 및 기후이슈를 공유하기 위해 「자유학기 청소년 기상인 꿈꾸기」, 「기후변화 이해하고 대학가기」, 「기상과학 교사 기후변화과학 교육」 등 대상별 맞춤형 기후변화 교육을 운영하여 기후변화 이해의 폭을 넓히고 기후변화에 대한 공감대를 형성하는 계기가 되었다. 또한, 기후변화의 심각성을 알리고 안전한 지역사회를 실현하기 위해 ‘기후변화 이해와 자연재난’이라는 주제로 「기후시그널 8.5, 우리고장 기후변화 느낌 포럼」을 운영하였고, 새만금지역의 신산업, 2023년 세계잼버리대회, 신공항·신항만건설 등에 기상기후정보 서비스의 중요성을 알리고 관계기관과 협업을 통한 기상기후정보 서비스 체계 구축을 위해 전북대학교, 새만금개발청, 전라북도청, 부안군청 등 전라북도 지자체, 학계, 공공기관 20개 기관이 참석한 「2019년 새만금 기상기후정보 서비스 포럼」을 개최하여 새만금지역의 기상·기후관련 정책 수립에 기여하였다.



[그림 4-33] 기후변화 이해교실('19.6.11.)



[그림 4-34] 새만금 기상기후정보서비스포럼 ('19.12.6.)

8.4. 융합행정을 통한 지역 기상과학문화 서비스 증진

8.4.1. 국립전북기상과학관 체험 교육 특성화 구현

국립전북기상과학관에서는 관람객에게 안전하고 만족도 높은 기상과학 체험을 제공하기 위하여 QR코드를 활용한 전시물 스마트해설 시범서비스(10~12월)를 운영하였으며, 가상현실(VR) 콘텐츠 보강 및 기후변화 체험관 리모델링 등 다양한 콘텐츠를 개발하고

시설 개선사업을 실시하였다.

또한, 협업을 통한 체험 프로그램 확대를 위하여 ‘기후·환경·문화 스탬프투어’(7.26~8.8, 1,218명)를 전주박물관 등 8개 체험기관과 연계하여 운영하고 정읍시와 함께하는 꿈나무 시티투어를 11회, 전라북도 과학축전 등 지자체 체험부스를 5회 운영하였다. 그리고 IPTV(KT, LG, SK)와 케이블 방송(CJ Hello Vision), 라디오 MBC-FM4U, JTV(SBS) 등 지역방송 홍보를 통해 국립전북기상과학관의 인지도를 높이는 등 국립전북기상과학관의 체험 교육 활성화를 위해 노력하였다.

[표 4-6] 국립전북기상과학관 관람객수 및 관람료

2017년		2018년		2019년		합계	
관람객수	입장료	관람객수	입장료	관람객수	입장료	관람객수	입장료
22,535명		32,656명	1,513,600원	32,123명	8,421,500원	87,314명	9,935,100원

※ 2018년 10월부터 입장료 유료화 시행(1인 기준 어른 1,000원, 청소년 500원)

8.4.2. 기상기후과학 이해 확산 맞춤형 프로그램 운영

모두가 즐거운 과학관이 되기 위해 호남권 지역아동센터, 다문화가족지원센터, 장애인 부모회 등 기관과 연계하여 수요자별 맞춤형 프로그램을 개발하여 운영함으로써 소외된 계층에게도 기상과학문화의 나눔을 실천하였다. 방학기간에는 청소년과 학부모가 함께 참여할 수 있는 겨울방학, 여름방학 특별프로그램을 운영하고, 세계기상의 날(3.23.), 과학의 날(4.27.), 어린이 날(5.5.), 가을맞이 야외공연 이벤트(10.9.), 크리스마스(12.24.~25.) 이벤트 등의 다양한 행사를 개최하여 국민들이 기상과학문화와 친숙해지고 기상과학 이해를 높이는 계기를 마련하였다.



[그림 4-35] 다문화 초청특별프로그램('19.6.4.)



[그림 4-36] 어린이날 기념행사('19.5.5.)

9

청주기상지청

☛ 청주기상지청 / 관측예보과 / 행정사무관 / 안양근

9.1. 위험기상 감시와 대응능력 강화로 지역 재해 최소화

9.1.1. 신속한 정보제공과 소통 활성화로 방재의사결정지원 강화

최근('09~'18) 충북지역의 시간당 50mm 이상 강수 횟수는 이전('99~'08)에 비해 약 1.2배 증가(78회 → 94회)하였으며, 호우피해액은 1,013억 원으로 충청권에서 최다를 기록하였다. 이처럼 국지적인 집중호우 발생빈도는 점차 증가하고 그 피해 또한 커지고 있어, 위험기상 시 보다 신속한 정보 제공에 대한 수요자의 요구가 증가하고 있다. '18년 12월에 실시한 방재기상서비스 만족도 조사 결과를 반영해 위험기상 예상 시 관계기관 사전정보 제공방법을 개선하고, 담당자와 소통·협업하여 방재대응 지원을 강화하기 위한 두 가지 해법을 마련하였다. 첫째로 SNS 방재동아리를 통해 위험기상 시나리오 및 실시간 기상정보를 더욱 신속하게 제공하고, 지역 정책결정자 중심의 “데일리 날씨정보” 문자서비스를 확대하여(청주 기관장, 언론인 → 충북 읍·면·동장, 방재담당부서장) 실시간 소통 및 선제적 방재대응 지원을 강화하였다. 둘째로 충북도청 자연재난과에 방재기상지원관을 파견하여 위험기상 발생 또는 예상 시 현장브리핑을 실시하였고(48회), 방재담당자를 대상으로 지속적인 기상·기후교육을 실시하고 현장의 의견을 서비스 개선에 활용할 수 있도록 소통을 활성화하였다.

9.1.2. 정확한 예보 생산을 위한 지역 예보기술 연구

청주기상지청은 예보관의 신속하고 정확한 판단을 지원할 수 있도록 지역 예보가이던스 개발, 시스템 개선, 관계기관 협업 등을 추진하였다. 1인 1과제 기상극값 특성분석을 통해 집중호우, 폭염, 한파 등 충북지역의 과거 극값 사례에 대한 원인을 분석하고 위험기상에 대한 지역방재대응능력을 강화하였다. 또한 충북지역의 겨울철 강수시스템을 유형별로 분석한 「충북예보통(通) 겨울」과 충북지역에 영향을 준 태풍을 분석한 「태풍백서」를 발간하여 지역 예보가이던스로 활용하고 있으며, 지역별·패턴별 호우특성 심층 분석연구를 실시하고 그 결과는 한국기상학회 학술대회(10월, 포스터)에 참가하여 발표하였다.



기상청 기상자료와 유관기관의 강수량·수위자료에 대한 통합 감시시스템의 표출 방식을 기존 문숫자에서 그래픽으로 개선하여 가독성을 향상하였고, 우박 판별 예측 가이던스를 마련하는 등 시스템을 개선하였다.

충북도 내 기상관련 학·관·군과 합동 세미나(11월)를 개최하여 수치모델 활용 예보기술을 공유하고 공동연구를 위한 협력을 강화하였다. 중국 산시성기상국과는 제2차 기상협력회의(중국, 6월)를 개최하였고, 10월에는 제1차 기상전문가 교류를 추진하여 중국의 기상전문가 2인이 청주기상지청을 방문해 기상기술 세미나 발표 및 토의를 하였다. 이를 통해 양국의 관심분야에 대한 상호 기술을 공유하였고 기상레이더, 기상관측드론과 같은 중국 기상장비의 운영현황도 파악하는 좋은 기회가 되었다.

9.1.3. 국제조정경기, 재난대응 훈련 지원으로 공공기상서비스 확대

「2019 아시아 조정 선수권 대회」가 충주 탄금호 국제조정경기장에서 개최(10월)되어 대회 현장에 방재예보관과 실무자를 파견해 종합상황실에 주요 기상상황을 설명하고 경기장 주변 상세(바람, 가시거리 등) 기상정보를 실시간으로 제공하여 국제 행사의 성공적 개최를 지원하였다.

또한 옥천군에서 주관하는 「2019년 생물무기 공격 및 감염병 대응 대응훈련」도 지원하였다. 테러기반 시나리오에 의한 현장훈련으로 청주기상지청은 이동식 AWS를 훈련장소에 설치하여 생물테러가 발생한 지점의 기상실황을 전달하였다. 특히 바람에 따른 생물무기 확산 범위 설정에 중요한 맞춤형 수치일기도를 현장에서 제공함으로써 성공적으로 대응훈련을 진행하도록 지원하였다. 충청도 13개 기관, 200여명이 참여한 이 훈련은 보건복지부장관 포상(옥천군보건소)을 받았다.



[그림 4-37] 생물무기 공격 및 감염병 대응 훈련 기상지원('19.5.30.)



[그림 4-38] 방재기상지원관 위험기상 브피링('19.9.4.)

9.2.4. 기상관측 환경개선 및 기상관측망 최적화

적설관측은 다른 관측요소에 비해 지역별 편차가 크다. 적설은 적은 양으로도 교통이 마비되거나 길거리 낙상사고가 늘고, 시설물 피해를 발생시키곤 한다. 충북지역은 지리적 특성상 남북으로 길고 산간지역이 많아 신뢰성 있는 적설관측자료 확보와 적설관측망 보강이 시급하다. 이에 충북지역에서는 내용연수가 경과한 자동적설관측 5개소에 대해 장비를 신규로 교체하였고, 적설관측망 1개소를 확충(9~10월)하였다.

[표 4-7] 충북지역 자동적설관측장비 도입 현황(2019년)

구분	관측지점	비고
교체	제천, 보은, 음성, 영동, 증평 (5개소)	초음파식 적설계 → 레이저식 적설계
신규	괴산 청천 (1개소)	다설지역 및 적설관측 공백지역

9.2.5. 충북지역 기상관측표준화 Help Desk 운영

충북지역 유관기관 기상관측표준화 업무를 지원하기 위해 Help Desk를 운영하였다. 전화, E메일, 방문을 통해 총 24건을 지원하였다. 한국수자원공사에 강수량계 개발을 위한 기술지원을 실시(7월)하였고, 청주시 등 5개 기관에 기상관측장비 검정유효기간 만료 사전알림 서비스를 제공(8월)하였다. 충북도청 등 14개 유관기관 담당자의 관측업무역량 향상 및 이해도 증진을 위한 집합교육도 실시(9월)하였다.

9.2. 지역사회와 협업으로 기후서비스 확대

9.2.1. 보은대추 고품질화를 위한 영농지원 기상서비스 실용화

지역특성을 반영한 생육시기별 기상-농업 융합서비스 「보은대추 고품질화를 위한 영농지원 기상서비스」 사업(2017~2019/325백만원)을 완료하였다. 청주기상지청은 2017년부터 보은군, 보은군 농업기술센터, 충북농업기술원 대추연구소, 대추연구회(재배농민)와 협업체계를 구축하여 대추 재배단지 관측 모니터링 시스템, 빅데이터 분석, 대추생육 기상지수(안전착과지수, 열과위험지수, 서리예측지수)를 개발하였으며, 2019년에는 대추 생육지수 알고리즘 검증과 시범서비스를 실시하였다. 이러한 맞춤형 영농지원 기상서비스는 고품질 대추 생산(대추 '특품' 비율 전국평균 대비 160%)에 기여하고, 지역기상용

합서비스 성과 평가회에서 최우수상을 수상(11월)하는 성과를 보였으며, 내년에는 보은군 등에 기술을 이전하여 서비스가 시행될 예정이다.

9.2.2. 지역별-분야별 맞춤형 기상기후정보 제공

국민 생활편익 증진과 농작물 피해 최소화에 기여하고자 충북 11개 지자체의 수요와 협의 결과를 바탕으로 시·군별 주력 산업분야(농업, 관광)와 연계한 「충청북도 지역 기상기후정보」를 제공(3.26.~11.29./총 381회)하였다. 또한, 충청북도 농업기술원과 협업하여 「농작물 피해방지 기상기후정보」를 개발하고, 늦봄과 초가을에 나타나는 서리현상과 늦봄에서 여름에 발생하는 병해충 발생 관련 기상기후정보를 농업 관련기관과 농민에게 제공(4.9.~11.26./총 34회)하였다. 서리에측정보는 회귀 모델을 개발하여 4단계 범주(관심-주의-경계-심각)의 예측정보를 제공하여 전년도 대비 정확도가 약 5.2% 향상(88.3% → 93.5%) 되었으며, 병해충 관련 기상기후정보는 병해충(고추탄저병, 포도노균병)에 대한 예측정보를 제공하여 수요자의 정보 수혜 체감도를 높였다.

9.2.3. 지역민과 함께 만들어가는 기상기후과학 문화

기후변화에 대한 공감대를 형성하고자 유관기관과 협업을 통한 ‘지역기후변화 협의체’ 활동과 지역민 참여 프로그램을 운영하였다. ‘충청북도지속가능발전협의회 기후에너지위원회’ 위원으로서 「충북 기후변화 정책 포럼」을 공동 개최하여 지역 기후변화 이해확산의 내실화를 다졌다. 또한, 지역민 참여 프로그램으로 ‘우리학급 기후변화 지킴이’, ‘기후변화 라디오 캠페인’, ‘기후놀이터’, 사진전, 기후변화 교육, ‘JOB학토크’ 콘서트를 운영하였다. ‘우리학급 기후변화 지킴이’는 84학급, 학생 1,510명이 참여하였으며, 기후변화를 주제로 학급 게시판을 만들어 학생들의 기후변화과학에 대한 이해도와 관심을 높였다. ‘기후변화 라디오 캠페인’은 기후변화의 심각성을 주제로 학생이 직접 녹음에 참여하였으며, 기후변화주간 동안 충북MBC 라디오를 통해 총 60회 송출되어 기후변화 대응의 중요성을 널리 알렸다. 가족이 참여하는 ‘기후놀이터’는 미래기후 체험하기, 교구 만들기 등 다양한 구성으로 참여자 만족도 88%를 보였으며, 기후변화에 대한 세대 간 공감대를 형성하는데 기여하였다. 또한, 오송역, 국립청주박물관 등 유관기관과의 협업으로 ‘이아가 있는 e-기상기후사진전’(7회)을 운영하였으며, 기상현상과 자연재해에 대한 영상을 전시하여 관람객들의 눈길을 끌었다.



[그림 4-39] 기후변화 JOB학 토크 콘서트('19.9.6.)



[그림 4-40] 기후변화 라디오 캠페인('19.4.15~4.30.)

9.2.4. 기상현상 중심의 체험형 국립충주기상과학관 건립

국립충주기상과학관은 충북 충주시 변영대로 270-10(연수동)에 위치하고 15,000㎡의 부지 위에 연면적 2,872.09㎡의 지상 2층으로 건축되었으며, 버스 3대와 전기차 1대를 포함해 총 32대 주차가 가능하다. 총사업비 96억원(전시 26억 포함)이 투입되었다.

국립충주기상과학관은 기상현상 중심의 체험형 기상과학관이다. 두 개의 상설전시관에 태양과 대기, 바람, 구름, 비와 눈의 순서로 다양한 기상현상의 원리를 체험할 수 있다. 4D 영상관에서는 기후변화 및 위험기상 등에 대한 가상 체험교육이 실감나게 이루어지고, 예보관과 기상캐스터 체험이 가능한 기상청 24시, 다양하고 흥미로운 실험교육이 이루어질 다목적 체험실, 넓은 볼풀장으로 구성된 유아전용체험관이 있다. 그밖에도 기획전시실, 날씨 동화 E-BOOK 및 1,480권의 기상전문도서가 갖추어진 북카페도 많은 이용이 예상된다. 야외마당에는 기상관측마당과 실물 해양기상관측 부이가 설치되어 있어 기상청의 관측 체험이 가능하다. 2019년 12월 16일부터 단체 예약제로 시범 운영을 하고 2020년 하반기 개관할 예정이다.



[그림 4-41] 국립충주기상과학관 준공식 ('19.12.3.)



[그림 4-42] 국립충주기상과학관 시범운영 ('19.12.16.~'20.2.24.)



9.3. 소통 중심의 청렴한 조직문화 혁신

일과 삶의 조화를 통한 행복한 직장 분위기 조성으로 내부 만족도를 높이고 활기차고 긍정적인 조직문화를 만들기 위한 프로그램을 운영하였다. ‘생동감 넘치는 조직문화 만들기’ 프로그램은 문학, 미술 등 다양한 분야에 대한 기본 지식을 배우고 함께 체험할 수 있는 전문가 특강과 문화체험으로 진행하였다.

또 건전하고 청렴한 조직문화 조성을 위해 자체 캠페인을 추진하였다. ‘직급별 청렴간담회’를 개최하여 기관장과 직원과의 대화를 통한 청렴문화 개선을 위해 노력하였고 간부 공무원의 ‘청렴활동 이행 서약’으로 관리자부터 청렴의식을 확대하고 솔선수범하는 분위기를 조성하였다. 청렴 퀴즈 이벤트, 복무 Q&A, 역사 속 청렴 인물토론 등 부서별 특성에 맞는 청렴실천과제를 선정해 부서원의 자율적인 참여를 유도하였다. 뿐만 아니라 전 직원 청렴교육 추진 등 지속적인 프로그램 추진으로 청렴한 기상청을 만들기 위해 앞장서고 있다.



제2장 책임운영기관 추진업무

1

국립기상과학원

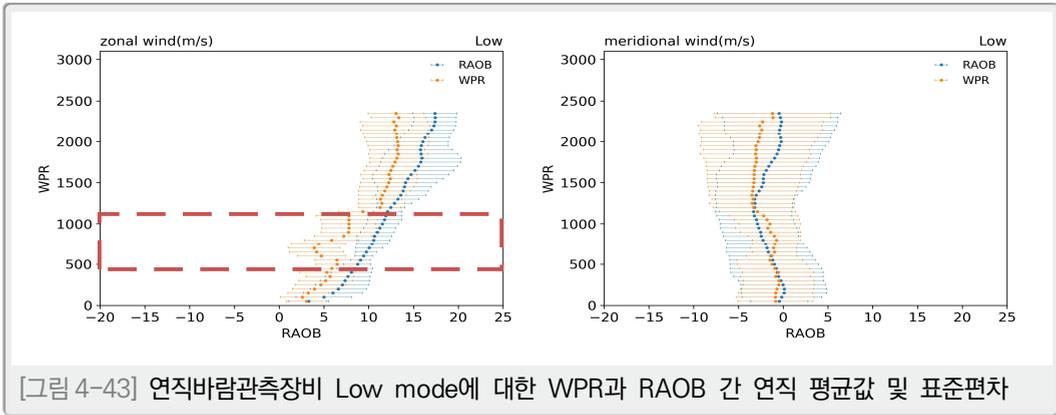
☼ 국립기상과학원 / 연구기획재정과 / 기상연구관 / 이희춘

1.1. 위험기상에 대한 분석예보의 융합기술 고도화

위험기상에 대한 분석 예보의 융합 기술 고도화를 위해 위험기상 대응을 위한 예보기술 개발, 현업 관측 장비 활용성 증대, 첨단 기상장비 활용 기술 개발을 수행하였다. 예보기술 개발을 위해 단일기동 모델 실험과 동아시아 날씨 유형 분류를 통한 증기예보 시나리오 가이드언스를 개발 하였다. 단일기동모델 모의 결과 국지예보모델 보다 풍속 및 총수증기량의 예측이 각각 93%, 88% 개선됨을 보였다. 또한 증기예보 시나리오 가이드언스를 현업에 적용하여 동네예보 강수형태 및 하늘 상태를 개선하여 현업에 적용하였다.

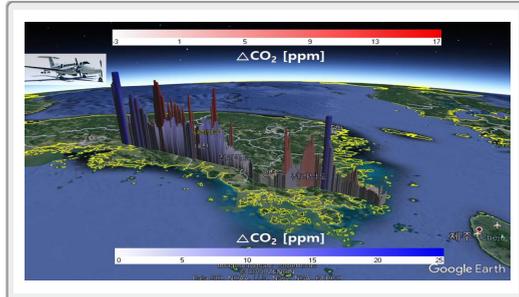
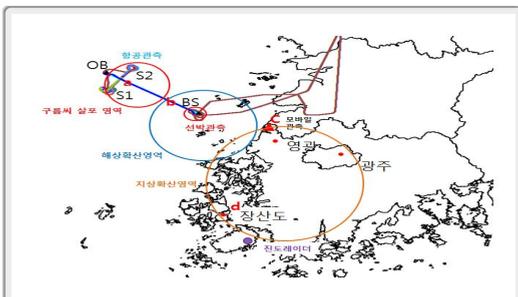
현업 관측 장비 활용성 증대를 위해 군산과 북강릉 지점의 라디오미터를 점검하고 장애원인이 되는 부품 중 41%(33종)이 상용제품으로 국내 교체가 가능함을 보고하였다. 또한 라디오존데 자료와 연직바람관측장비 자료 비교를 통하여 연직바람관측장비에서 관측되는 하층의 동서바람이 약하게 산출되고 있음을 확인하였다(그림 4-45). 그리고 시정현천계 현천 자동화 평가를 위한 현천관측자료 보정 기술을 개발하고 이를 통해 강우 사례에 대한 현천 정확도(CSI, Critical Success Index)가 약 5% 개선됨을 보였다.

첨단 기상장비 활용 기술 개발을 위해 신규 도입 드론(3st-mod-p1), 기존 보유 드론(MATRICE 600 PRO), 기상관측용 드론(INSPIRW2)활용하여 국지바람 현상 및 해무, 안개 관측에 드론 활용 가능성을 확인하였다.



1.2. 기상항공기 활용기술 개발 연구

기상항공기 관측장비 교정·품질관리 기술을 개발·개선하여 관측자료의 신뢰도를 향상하였다. 인공강우 실험을 15회 실시하여 수자원 확보 등 실용화를 위한 기반기술 개발을 진행하였고, 기상조절 기술 선진국 전문가와 국제공동연구 실험을 수행하였다. 우리나라 주변의 에어로졸 포함한 기후변화 물질의 공간분포와 월·연변화를 조사하였다. 집중호우, 태풍, 대설과 같은 위험기상의 선행관측을 28회 수행하였고, 항공관측자료를 현업수치예보모델(LDAPS)에 적용하여 12시간 강수예측 정확도를 5~10% 개선하였다.



1.3. 표준기상관측 및 활용연구

보성 표준기상관측소에서 2019년 6월 18일 부터 8월 17일 까지(2개월) 학연 공동 여름철 집중관측을 수행하였다. 집중관측 기간 동안 총 267회 라디오존데 고층 관측을 수

행하였으며, T-REX 레이더·구름레이더 등 지상기반 원격관측장비와 종합기상탑을 상시 운영함으로써 고품질의 관측자료를 생산하였다. 이렇게 생산된 관측자료를 종합기상정보 시스템에 실시간으로 표출하고 수치모델의 입력자료로 활용함으로써 기상청 예보현업을 지원하였다. 또한, 집중관측 기간 중 라디오존데 센서의 국산화 개발 연구를 위해 한국표준과학연구원과 협업하여 비교관측(7월 16일부터 19일 까지)을 수행하였으며, 대기과학 관련 대학생 및 대학원생을 대상으로 여름철 집중관측과 관련된 현장교육을 수행함으로써 (총 3회, 19명) 외부 고객 만족도를 향상 시키고 학계와의 연계성을 강화하였다.



[그림 4-46] 라디오존데 고층 관측



[그림 4-47] 한국표준과학연구원 비교관측



[그림 4-48] 현장교육

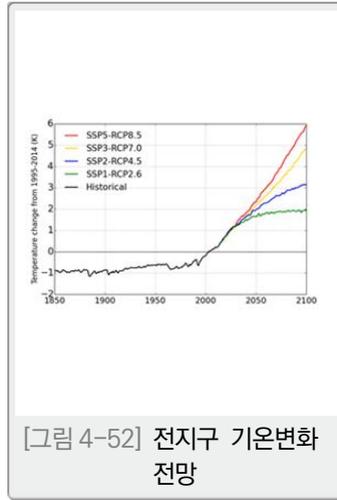
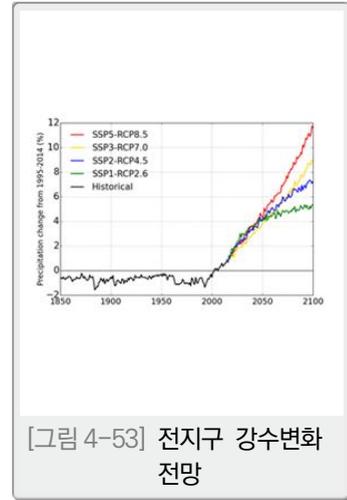
1.4. 재해기상 감시·분석·예측기술 지원 및 활용연구

기상관측차량을 활용하여 태풍, 산불, 대설 차령 캠페인 등 관측에 참여하였으며, 한국 외국어대학교와 공동으로 폭염(BBMEX)관측을 수행하였다. 재해기상 매커니즘 분석을 위해 서울시 강한 강수와 강원 영동 대설 대기연직 구조 분석을 수행하였다. 겨울철 영동 대설과 관련하여 수치모델 민감도 분석을 수행하였으며, 850hPa 고고의 기온이 지상의 대기수상체 특성 변화에 중요한 영향을 미칠 수 있음을 확인하였다. 또한 AWS관측자료 기반 습구온도를 산출하고 습구온도와 눈밀도의 변화를 확인하였다. 서울특별시 내의 24개 주변 수도권지역 15개 AWS 활용하여 지역별 위험기상 발생 도, 통계학 기반 군집 분석, 공간 군집 분석을 활용하여 예·특보 구역 세분화 가능성을 분석하였으며, 기상 요인과 더불어 사회·경제적 요인 등의 자료를 적용한 결과 서울지역 특보 구역을 3~4개로 구분하는 것이 타당한 것으로 분석되었다.



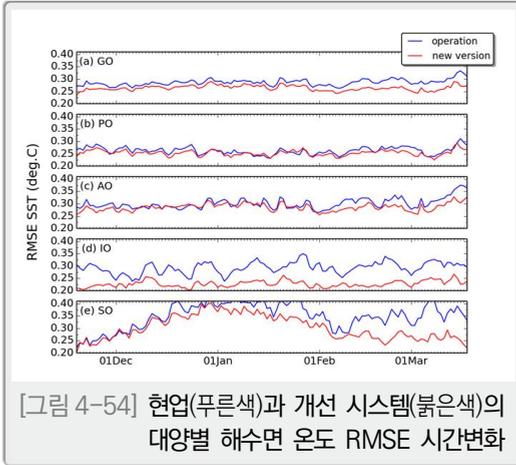
1.5. 기후변화 예측 지원기술 개발 및 활용연구

IPCC 6차 평가보고서를 대응하기 위하여 국제표준규격의 신규 온실가스 변화경로 (SSP)를 고려한 새로운 전지구 기후변화 시나리오를 산출하였으며, 이의 분석 결과인 전 지구 미래 기후변화정보를 전망보고서에 수록하였다. 신규 시나리오(SSP1-2.6, SSP2-4.5, SSP3-7.0, SSP5-8.5) 분석에 의하면, 21세기말(2081~2100년) 전지구 평균 기온은 온실가스 배출 정도에 따라 현재(1995~2014년) 대비 +1.9~5.2℃ 상승하고, 전 지구 평균강수량은 +5~10% 증가할 것으로 전망되었다. 이는 5차 평가보고서때 산출된 RCP 시나리오 결과보다 전지구 평균기온과 강수량의 증가폭이 더 크다. 전지구 극한 값 및 해빙면적의 감소, 1.5도 상승에 따른 기후적 영향을 분석하고 한영 과학협력을 통해 국제표준의 에어러졸-화학실험을 수행하였다. 산출된 시나리오는 국제 CMIP6 데이터 공유노드인 ESGF에 게재되어 다운로드가 가능하며, 기상청 기후정보포털을 통한 서비스 제공을 지원하였다. 산출된 신규 시나리오자료는 IPCC AR6 기여 확대를 위한 기후연구 커뮤니티와 연계된 과학논문 작성 뿐만 아니라 정부가 추진 중인 “제3차 국가 기후변화 적응대책(2021-2025)” 수립을 위한 과학적 근거자료로 활용될 예정이다. 또한, 2020년에 추진 중인 동아시아 및 한반도 고해상도 시나리오 자료 산출을 위한 지역기후예측모델의 경계장으로 활용될 예정이다.

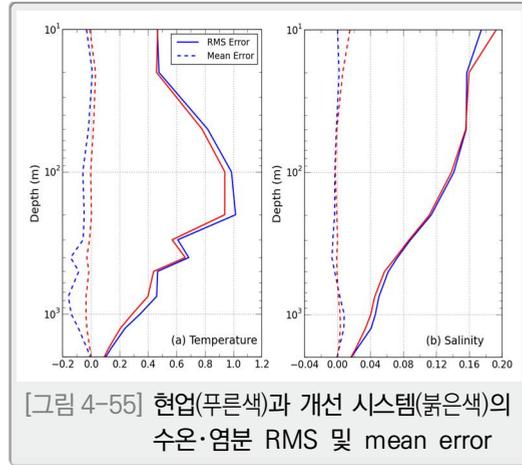
[그림 4-51] 전지구 기후변화
전망보고서[그림 4-52] 전지구 기온변화
전망[그림 4-53] 전지구 강수변화
전망

1.6. 해양기상 감시 및 차세대 해양예측시스템 개발

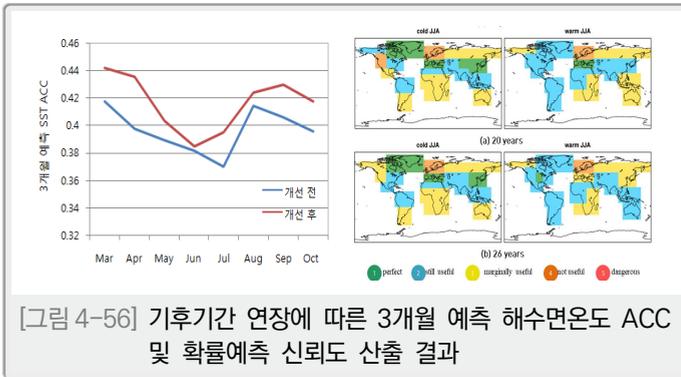
전지구 해양자료동화시스템을 업그레이드 하고, 서해와 동해에 ARGO 플로트 6기를 투하하여 해양 감시망을 확충하는 한편, 기후예측시스템의 해양-해빙 예측 특성을 분석하였다. 전국 5개 구역으로 분리된 예측체계를 통합 모델체계로 전환하는 기반을 마련하였고, 유럽형 해양모델(NEMO) 기반의 지역 폭풍해일 예측시스템을 구축하고 현업화 하는 한편, 단일 및 앙상블 지역 파랑예측시스템의 예측시간을 확대(87 → 120시간)하고 파랑실황도의 생산주기를 개선(3시간 → 30분)하였다. 또한 해양기상 초단기 파랑예측모델을 개발 및 현업화 하였다. 이러한 개선된 현업 파랑 및 폭풍해일 예측시스템은 기상청 해상 예·특보에 직접 활용되고 있다. 기후모의기간 연장, 앙상블 멤버 확대 생산에 따른 기후예측모델의 예측성을 분석하고 기후예측시스템의 초기화 과정을 개선하는 등 기후예측시스템 운영기술을 개선하였고, 기후예측시스템의 자동평가체계를 구축하고 지면-수문 결합모델을 활용하여 홍수·가뭄 예측정보를 산출하는 등 기후예측시스템의 활용기술을 개발하였다. 또한 현업 기후예측시스템의 형성관리 반영 및 연구개발을 체계화 하여 기후예측 분야 연구개발 협력체계 구축을 위한 기반을 마련하였다.



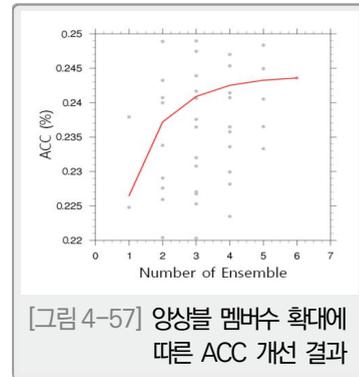
[그림 4-54] 현업(푸른색)과 개선 시스템(붉은색)의 대양별 해수면 온도 RMSE 시간변화



[그림 4-55] 현업(푸른색)과 개선 시스템(붉은색)의 수온·염분 RMS 및 mean error



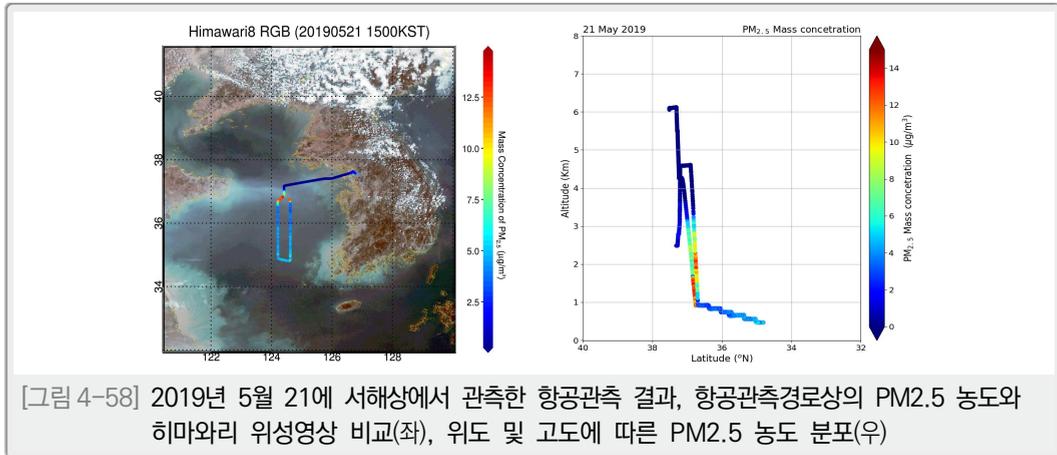
[그림 4-56] 기후기간 연장에 따른 3개월 예측 해수면온도 ACC 및 확률예측 신뢰도 산출 결과



[그림 4-57] 앙상블 멤버수 확대에 따른 ACC 개선 결과

1.7. 황사·연무 감시 및 예보기술 개발

기상청 국립기상과학원은 황사 발생에 대한 조기경보 및 정확한 황사 예측을 통해 황사 피해를 사전 예방하기 위한 핵심 역할을 수행하고 있다. 장거리 이동하는 에어로졸의 특성 연구를 위하여 2019년 서해상을 중심으로 대기질 입체관측(YES-AQ)을 수행하였으며, 국립기상과학원을 포함한 9개의 기관이 지상과 항공기 및 선박을 이용하여 동시관측을 수행하였다. 고품질의 환경기상관측자료를 생산하기 위해 WMO 세계자료센터와 협력하여 최신 기법을 도입하고, 관측자료 통합관리체계를 구축하였다. 현재 황사예보에 활용되고 있는 황사·연무통합예측모델의 개선을 위해 자료동화에 활용되는 관측자료 품질검사방법을 개선하고 앙상블 기반 3차원변분자료동화 체계를 구축하였으며 이를 통해 신뢰성이 향상된 예측자료를 생산하게 되었다. 또한 위험물질 확산에 대한 비상대응체계를 개선하기 위해 고해상도 위험물질 확산예측체계를 구축하였다.



1.8. 생명기상 및 도시기상지원 기술개발

기온과 아울러 습도, 일사 등을 고려하는 기상청 더위체감지수 모델의 성능을 검토하여 일최고값 오차범위($\pm 0.6^{\circ}\text{C}$)와 폭염특보 활용 가능성을 검토하였다. 인지온도(PT)의 한국인 쾌적범위에 기후적응(HeRATE) 모델을 적용한 결과 정확도가 대폭 향상(23% → 40%)됨을 확인하였다. 작물병 예측의 필수요소인 엽면습윤시간-기계학습모델과 농업생산 계획에 필수적인 기온·습도-장기예측시스템을 개발하고 그 결과를 농업모델에 활용하도록 지원하였다. 알레르기 유발 꽃가루의 일별 자료를 관측하고 꽃가루-확률분포 달력을 개발하여 국립기상과학원 홈페이지를 통해 호흡기 알레르기 환자들이 활용할 수 있도록 하였다. 수도권 지역의 상세 기상관측자료 제공을 위하여 도시기상관측망(도시에너지지, 윈드라이더, 라디오미터 등)을 운영하고 실시간 관측자료 수집, 표출시스템을 구축하였으며, 유관기관과 대학 등에 연구용 자료를 제공하였다. 수도권 도시기상관측망은 연직기상관측의 공백지역인 도심의 연직풍속 분포를 분석하는데 기여하였다. 또한 연직풍속관측 자료를 이용하여 현업 국지기상예측시스템의 대기경계층 풍향·풍속을 검증하였다.

1.9. 기상자원, 항공기상 지원 기술개발

상세하고 정확한 풍력·태양광 기상자원 예측정보를 생산하기 위해서, 고해상도 규모상세화 수치자료 산출체계(KMAPP)에 상세지형 효과를 반영 및 기계학습 기반 2차 후처리(편차보정) 과정을 개선하고, 위성-수치예보 혼합기법을 적용하였다. 또한 지표 특성 및



대기안정도 효과를 반영된 풍력·태양광 기상자원지도를 생산하고 특성을 분석하였다. 공항 위험기상 예·경보 정확도 향상 및 의사결정 지원을 위해 KMAPP 기반의 항공기 착륙경로를 고려한 저층 연직 윈드시어 예측시스템과 공항 윈드시어 예·경보 산출시스템을 구축하였으며, 저층 난류 진단지수 산출 알고리즘을 개발하였다. 또한 현업 국지규모 확률예측시스템(LENS)을 기반으로 하여 전국 공항 대상 저층 연직 윈드시어의 발생 확률 정보를 제공하였다.

2

항공기상청

⚙️ 항공기상청 / 기획운영과 / 행정사무관 / 이현숙

2.1. 항공기상청 신뢰 향상을 위한 수요자 중심 서비스

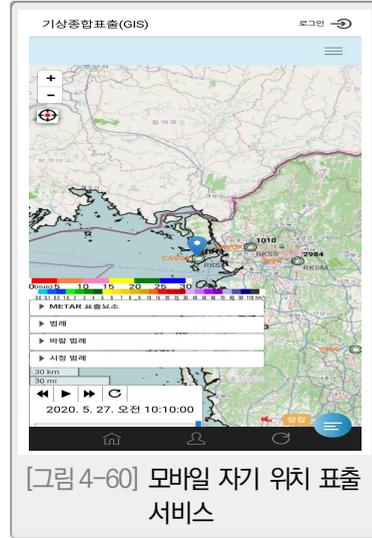
2.1.1. 사용자 편의성을 고려한 항공기상서비스 개선

항공기상청은 항공업무 종사자들을 위한 맞춤형 항공기상서비스를 제공하고자 항공운항지원 기상서비스 홈페이지의 지리정보시스템(GIS : Geographic Information System) 기반의 콘텐츠를 강화하였다. 각 공항의 시간대별 항공기상정보를 아이콘 형태로 표출하여 가독성을 높였고, 공항 반경(8km, 5km)을 표시함으로써 사용자가 공항으로 접근하는 위험기상 실황을 모니터링 할 수 있도록 개선하였다. 아울러 위험기상 감시를 위해 신규 기상위성인 천리안 2A호의 안개, 착빙, 대류운 및 난류 위성 영상을 중첩 표출하도록 개발하였다.

모바일 앱 기능 개선으로는 스마트폰 GPS 기능을 이용한 자기 위치 표출 기능을 개발하였고, 모바일 PUSH 알림으로 사용자가 선택한 공항에 경보 발표 시 사용자가 즉시 알림을 받도록 개발하였다. 항공기상서비스 수요자의 요구사항을 적극 반영하여, 모바일 앱에서도 회원가입과 회원정보수정을 할 수 있도록 서비스 접근성을 강화하였다. 또한 항공기상청 대국민 홈페이지에서 국내·외 항공기 출·도착 현황을 확인할 수 있도록 하였으며, 신적설 자료와 적설자료를 항공통계 메뉴에서 볼 수 있도록 하였다. 이러한 노력의 결과로 항공기상정보 사용자 만족도가 작년보다 0.7점 상승하였다.



[그림 4-59] GIS 기반 항공기상정보 아이콘 표출



[그림 4-60] 모바일 자기 위치 표출 서비스

2.1.2. 수요자와 소통 강화로 실용적 항공기상 서비스 기반 마련

항공기상청은 기상으로 인한 항공교통의 지연과 결항을 최소화하고, 태풍 등 대규모 자연재해로부터 항공기 안전을 확보하기 위해 2017년부터 국토부 항공교통본부 내 대구 항공교통통제센터에 항공기상분석관을 파견하여 합동근무를 하고 있다. 통제센터의 항공기상분석관은 ‘기상브리핑 제공 가이드라인’을 마련하여, 국내 뿐 아니라 국제기가 운항하는 세계공항에 대한 날씨정보를 분석하고, 관제기관, 항공사 등에 기상브리핑 서비스 및 선제적 위험기상 대응을 위한 정보를 제공하고 있다.

2019년에는 태풍이 잦았던 한 해로, 항공기 안전운항을 위한 항공기상정보의 중요성이 컸다. 이에 항공기상청은 공항별로 태풍의 영향을 받는 시간대와 과거 통계 정보에 대한 특별기상정보를 제공하였고, 특히 제13호 태풍 링링 때는 기상정보를 활용하여 미리 항공기 운항시간 및 편수를 조정함으로써 항공기 지연시간을 단축하여 항공기 안전뿐 아니라 경제성 향상에도 큰 도움이 되었다.

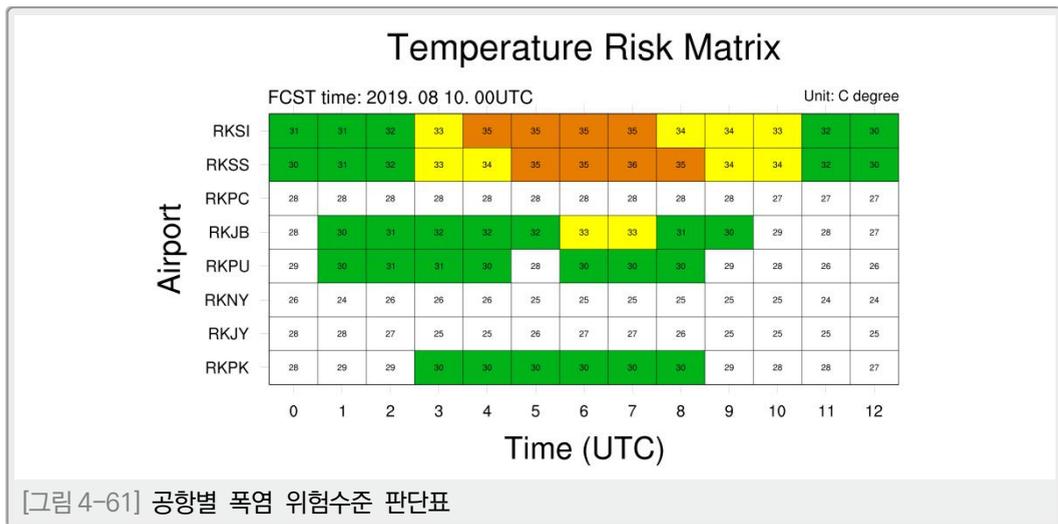
또한, 항공기상청은 수요자 중심의 항공기상정보를 제공하고자 고객정책참여를 추진하였다. 기존의 접점회의를 통해 수요자의 의견수렴으로 그치던 정책에서 더 나아가 수요자들의 요구사항 이행 정도와 고객만족도 등을 측정하여 고객 서비스를 적극적으로 실현하였다. 2019년에는 단기처리 12건과 중장기 7건의 요구사항을 이행하여 완료하였으며, 고객들의 정책 참여 만족도도 전년도 대비 0.72점 상승하는 결과를 보여주었다.

2001년 7월 개청 시부터 보안구역에 위치하고 있던 항공기상청은 청사이전TF를 구성하여 11월에 제2합동청사로 이전을 완료하였다. 그 결과 항공기상청은 유관기관과 소통 협력 기반을 마련하였고, 직원들의 근무만족도가 개선되었으며, 통합사무실 운영으로 부서간의 협업행정 강화 및 소통활성화에 이바지 하였다.

2.2. 선제적위험기상 지원체계 구축을 위한 항공기상 기술개발

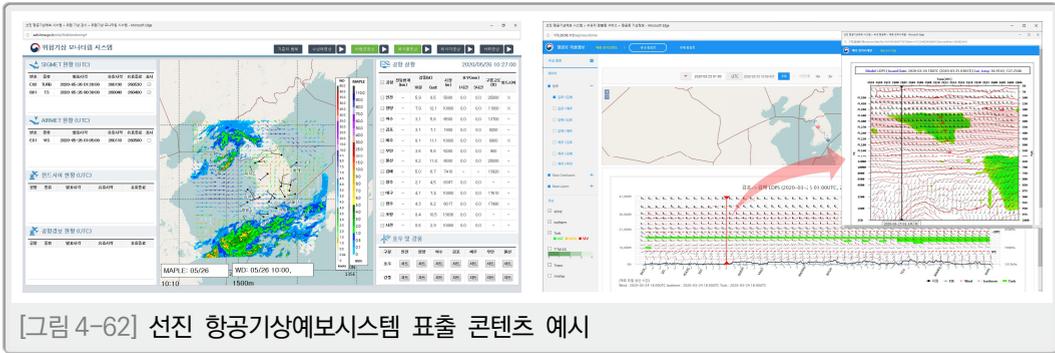
2.2.1. 선진예보를 위한 항공기상기술개발

항공기상청은 기상청 영향예보 추진계획에 따라 항공기상이 항공운항과 공항 운영에 미치는 영향을 분석하여 항공사, 공항공사 등 항공기상정보 사용자들이 폭염과 측풍으로 인한 공항 내 지상조업, 항공기 탑재 중량 및 착륙 방법 결정 등의 항공운항에 대한 의사결정을 쉽게 할 수 있도록 예상된 기상현상과 위험수준정보를 포함한 ‘위험 수준 판단표’를 개발하였다.



항공기상청은 연구·개발된 항공기상기술들을 콘텐츠화하기 위해 정보화 사업을 진행하고 있으며, 이를 통해 개발된 콘텐츠들은 ‘선진항공기상예보시스템’을 통해 서비스하고 있다. 항공기상청은 선진 항공기상예보시스템 운영을 통해 그동안 개발된 한국형 난류예측가이던스(KTG ; Korean Aviation Turbulence), 전지구 난류예측가이던스(G-KTG ; Global Korean Aviation Turbulence), 착빙 예측정보를 콘텐츠화하여 서

비스하고 있으며, 이 외에도 위험기상 종합감시를 위한 모니터링 시스템을 구축하였고, 항공로상의 기상예측정보를 연직단면도 형태로 제공하는 등 항공기상 예·특보 정확도 향상 및 항공교통흐름관리 지원을 위해 항공기상관련 콘텐츠를 개발하여 제공하고 있다.



2.2.1. 공역공백 최소화를 위한 항공기 자동관측 자료 수집체계 강화

항공기상청은 2017년부터 진행한 Mode-S를 활용한 항공기 자동관측 시험운영 결과를 바탕으로 ‘항공기 자동관측 자료 수집체계 구축 사업’을 추진하였다. 전국 8개 지점(김포·제주·무안·울산·양양·여수공항, 청주기상지청, 보성 표준기상관측소)에 수신기를 설치하여 자료를 수집하고, 기상정보 산출을 위한 항적정보를 추출한 후 기상자료(풍향·풍속·기온)를 산출 및 저장하는 체계를 구축하였다. 이번 사업에서는 항적자료를 수집하고 기상자료를 산출하는 과정에서 ADS-B 표준 순환 중복 검사를 통해 데이터 전송 과정에서 발생하는 잡음을 제거하고, 이동거리 변화를 고려하여 위치(위·경도)의 오류를 최소화하여 품질관리(QC) 절차를 강화하였다. 또한, 풍향·풍속값 산출(자북 → 진북 변환) 시 지역에 맞는 지자계 보정을 통해 정밀도를 높이고, 산출된 기상정보를 WMO(NO 1200(2017), APPENDIX A Table A-1 variables and quality control test information)에서 제시하는 기준에 따라 변수별 품질관리(단위, 범위, 고정값, 연속성 체크)를 실시함으로써 산출자료의 품질을 향상시켰다.

2.3. 항공기상정보의 품질 향상을 위한 장비 및 시스템 개선

2.3.1. 위험기상 감시 강화를 위한 항공기상관측망 확충

항공기상청은 내·외부 환경변화에 발맞추어 항공기상관측망의 효율적 운영을 위해 노

후화된 관측장비를 교체하고 신규 장비를 추가 설치하였다.

먼저, 2008년에 도입 후 내용연수(10년)이 도래한 김포국제공항 공항기상관측장비(AMOS : Aerodrome Meteorological Observation System)를 2018년 6월부터 2019년 2월까지 교체하였으며, 레이저식 적설계와 무게식 강우량계의 신규 도입을 통해 적설의 실시간 감시 기능을 강화하였다.

또한, 2011년에 도입 후 내용연수(7년)가 지난 인천국제공항 저층윈드시어경고장비(LLWAS : Low Level Wind shear Alert System)를 2019년 6월부터 12월까지 교체 완료하였다. 이를 통해, 인천공항 주변 윈드시어 감시 기능 중단 최소화에 기여하고자 하였다.

인천국제공항 4단계 건설에 따른 제4활주로 건설(2018~2021년)에 따라 공항기상관측장비(AMOS)의 제1~3활주로 운영에서 4활주로까지 확대 설치(2019년 6월~2020년 3월)함으로써 2024년 세계 3개 공항이라는 인천국제공항의 목표에 기여하고자 했다.

관측망 운영 최적화를 위한 항공기상청의 다양한 노력으로 항공기상관측장비의 총 운영시간 중 99.788%를 무중단 서비스하였다.

2.3.2. 안정적 항공기상서비스 제공을 위한 정보시스템 운영 강화

항공기상서비스 제공을 위해 자료를 생산, 수집, 처리하는 항공기상통합DB의 성능향상을 위해 노화된 DB 서버 2대를 교체(11월)하여 네트워크 속도(1G → 10G)를 향상시켰고 메모리(16GB → 516GB)를 확충하였다. 이로 신속한 자료처리와 안정적 장비운영이 가능하게 되었다.

또한, 7월 및 11월에 걸친 2차례의 항공기상청 정보통신시스템 장애대응 훈련을 통해 정보통신시스템 장애 상황에 대한 직원들의 대처능력을 향상시켰다.

2.4. 항공기상 국제협력 및 국제규정 이행

2.4.1. 동북아 화산재 모의훈련을 위한 국제협력

국제민간항공기구(ICAO : International Civil Aviation Organization)에서는 주기적인 '화산재 모의훈련'을 통하여 기상정보전달체계, 항로 우회 훈련 등을 실시하도록 권고하고 있다. 항공기상청은 'ICAO 제6차 화산재훈련조정그룹회의'(19.6.20.~21./태국)에 참석하여 일본기상청과 공동으로 '2020년 동북아시아 지역 화산재 모의 훈련' 계획을 발

표하였다. 9월에는 훈련 준비를 위해 필리핀 항공기상서비스센터를 방문하여 ‘화산재 모의 훈련’을 참관하고, 훈련절차에 대한 노하우와 화산재 공역예보 발표 방법을 습득하였다. 이번 방문은 제7차 한-필리핀 기상협력회의(‘19.3.)에서 우리측의 제안으로 추진되었다.

2.4.2. ICAO 기상정보교환모델(IWXXM) 국제표준 이행

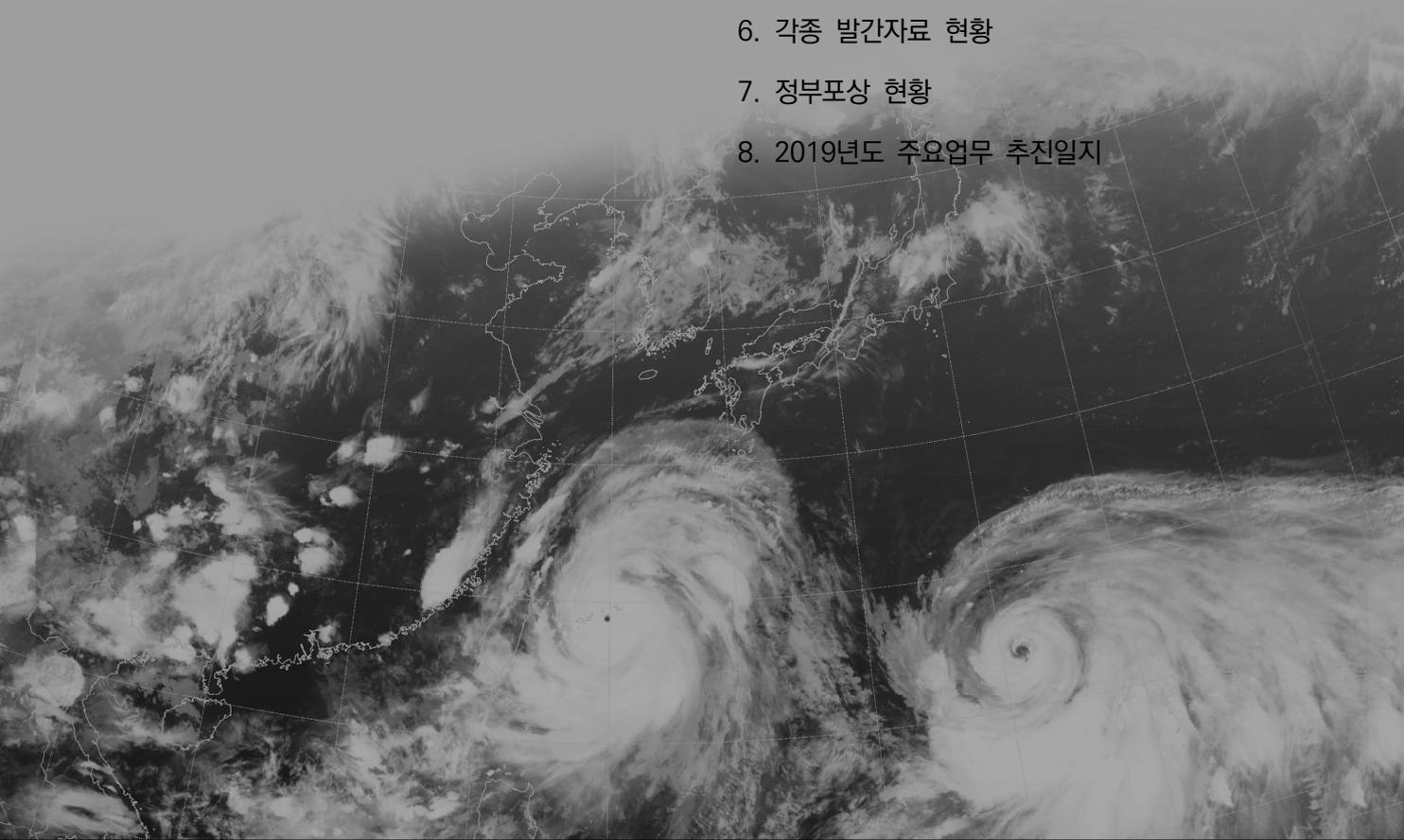
국제민간항공기구(ICAO)의 기상정보교환모델(IWXXM : ICAO Weather Information Exchange Model)은 2020년 11월부터 국제표준으로 적용되어 전 세계에서 생산한 항공기상정보의 교환 및 공유를 위해 사용될 예정이다. 항공기상청은 6월 국제민간항공기구(ICAO) 기상정보교환모델(IWXXM) 워크숍에 참석하여 한국 항공기상청의 (IWXXM) 개발 진행상황 및 향후 계획을 발표하고 주요의제(국제항행시스템에서 IWXXM의 역할 등)에 관한 토의를 통해 국제표준 이행 기반을 마련하였다. 그 결과 항공기상청은 가장 최신 버전인 기상정보모델(IWXXM) 3.0에 맞는 형식의 정보를 생산하여 국제표준 이행에 힘쓰고 있다.

2.4.3. 항공기상업무 종사자 자격 충족을 통한 국제규정 이행

세계기상기구(WMO : World Meteorological Organization)와 국제민간항공기구(ICAO)에서 권고하는 항공기상업무 종사자의 자격규정이 2016년 12월 이후로 국제표준이 되어, 항공기상예보관은 대기과학 학위를 소지해야하는 권고에 따라 항공기상청 전 직원에게 대기과학 학위 취득을 적극 독려하였다. 이에 전년도에 대비하여 2.7배나 증가한 8명이 대기과학 전공 학위를 취득하였다. 그 외에 교육·훈련 권고에 따라 항공기상업무 종사자를 위한 교육·훈련(기초 및 직무교육훈련, 보수교육훈련 등)을 자체적으로 수행하여 총 34명이 교육이수를 완료하였다. 이를 통해 국제표준에 부합하는 업무 역량과 항공업무 전문성을 강화하였고, 선진예보기술 습득을 위한 노력을 지속하고 있다.

부 록

1. 기상청 기구도
2. 예산 및 결산
3. 법령 및 행정규칙 정비
4. 기상관측장비 현황
5. 청사 현황
6. 각종 발간자료 현황
7. 정부포상 현황
8. 2019년도 주요업무 추진일지

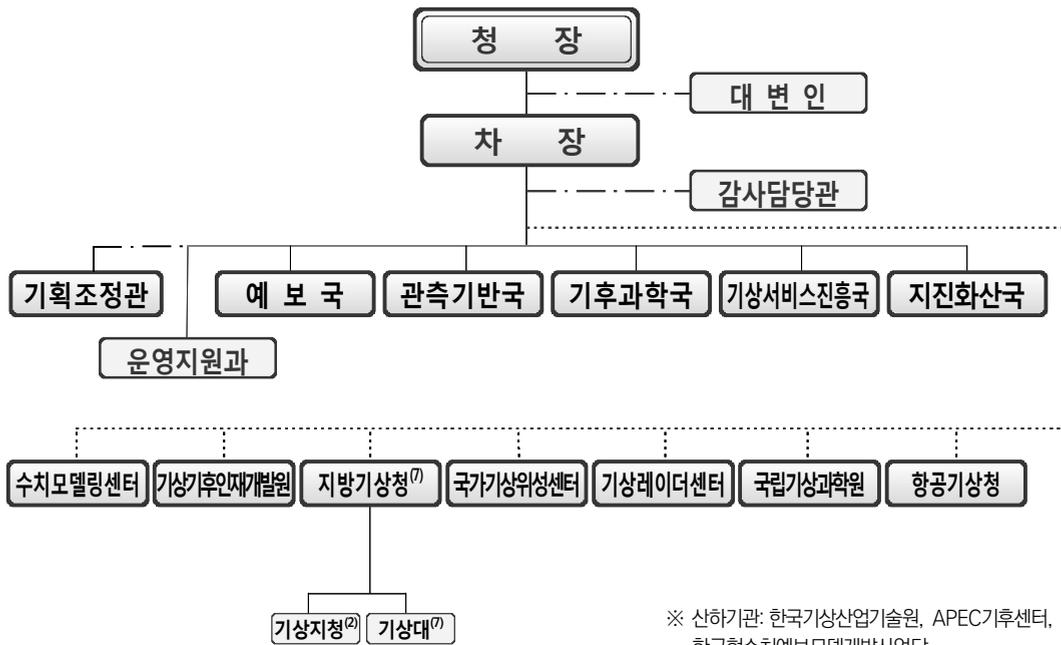




1

기상청 기구도

〈조직〉



※ 산하기관: 한국기상산업기술원, APEC기후센터, 한국형수치예보모델개발사업단

〈정·현원〉

(2019. 12. 31.)

구분 (개소)	본청	지방기상청			수치 모델링 센터	기상 기후 인재 개발원	국가 기상 위성 센터	기상 레이더 센터	국립 기상 과학원	항공기상청			계
		본부	지청 (2)	기상대 (7)						본부	기상대 (5)	기상실 (2)	
정원(명)	410	403	84	36	52	18	51	44	116	57	50	8	1,329
현원(명)	417	397	83	37	51	18	50	44	115	58	49	8	1,327

2

예산 및 결산

☞ 기획조정관 / 기획재정담당관실 / 기상사무관 / 이수홍

2.1. 예산 개요

기상청의 2019년도 예산은 전체 일반회계로 편성되었다. 세입예산은 2018년도보다 12,817백만 원(139.0%) 증액된 22,036백만 원이 편성되었고, 세출예산은 2018년도보다 9,708백만 원(△2.4%) 감액된 388,191백만 원이 본예산으로 편성되었으며, 위험기상 현장 대응(540백만 원) 및 인공강우 실험 강화(1,800백만 원)를 위해 2,340백만 원의 추가경정예산을 추가로 편성하였다.

세출예산을 경비별로 구분하면 인건비 98,219백만 원(전년대비 2,079백만 원 증액, 2.2% 증), 기본경비 18,809백만 원(전년대비 110백만 원 증액, 0.6%증), 주요사업비 271,163백만 원(전년대비 11,897백만 원 감액, 4.2%감)이 편성되어 인건비 25.3%, 기본경비 4.8%, 주 요사업비 69.9%로 구성되어 있다.

주요사업비 중 일반사업은 105,656백만 원(39.0%), R&D는 100,123백만 원(36.9%), 정보화사업은 59,700백만 원(22.0%), ODA 사업은 5,684백만 원(2.1%)이 편성되었다.

한편, 2012년부터 일반회계에서 기획재정부 소관 국유재산관리기금으로 이관된 청·관 사시설 예산은 기상기후인재개발원과 국가기상통합운영센터 신축, 강원지방기상청 청사 증축 등 9,466백만 원이 편성되었다.

2.1. 세입 세출 예산 내역

2019년도 세입예산은 재산수입 486백만 원, 경상이전수입 17,984백만 원, 재화 및 용역 판 매수입 3,525백만 원, 관유물 매각대 41백만 원으로 편성되었다. 2019년도 세출예산의 경우 프로그램별로 살펴보면 기상예보 7,321백만 원, 기상관측 89,337백만 원, 기후변화 과학 28,209백만 원, 기상서비스 진흥 18,253백만 원, 기상연구 72,315백만 원, 책임행정기관 운영 44,503백만 원, 국제협력교육홍보 9,998백만 원, 기상행정 지원 118,264백만 원으로 편성되었다.

일반사업 중 해양기상관측망 확충 및 운영 사업은 10m 해양기상부이 2대, 해양시정 관측망 25대 신규 도입 등을 반영하여 2,268백만 원 증액된 10,917백만 원으로 편성되

었고, 노후 검정장비 및 차량 교체 등을 위해 기상산업 활성화 사업이 3,714백만 원 증액된 13,377백만 원으로, 지진조기 경보 구축 및 운영사업은 지진관측망 신규 구축 사업 완료 등에 따라 876백만 원 감액되어 16,890백만 원으로 편성되었으며, 2018평창동계올림픽 기상지원 사업은 성공적인 행사 개최로 사업이 종료되어 502백만 원 순감되었다.

R&D 사업은 천리안2A호 본격 운영에 따라 기상위성 운영 및 활용 기술 개발 사업이 2,068백만 원을 증액된 8,327백만 원으로, 정지궤도 기상위성 지상국 개발 사업은 지상국 개발 완료 소요 3,500백만 원 감액한 8,890백만 원으로 편성되었고, 한반도 지하 단층·속도구조 통합모델 개발 사업은 영남권 및 수도권 지하단층구조 연구 등을 위해 1,655백만 원 증액된 4,405백만 원으로 편성되었다. 한편, 정지궤도복합위성 개발 사업은 사업이 종료됨에 따라 22,738백만 원 순감되었다.

정보화사업은 차기 종합기상정보시스템 도입 등에 따라 기상정보통신시스템 운영 사업이 2,759백만 원 증액된 20,504백만 원으로, 기상용슈퍼컴운영 사업은 슈퍼컴5호기 도입 등에 따라 1,229백만 원 증액된 27,427백만 원으로 편성되었다.

[표 5-1] 2019년도 프로그램별 세출예산현황

(단위: 백만 원, %)

구분	2018예산 (A)	2019예산		증감 (B-A)	증감율 (B-A/A*100)
		본예산(B)	추경		
합계	397,899	388,191	390,531	△9,708	△2.4
1. 기상예보 프로그램	8,063	7,312	7,312	△751	△9.3
2. 기상관측 프로그램	85,733	89,337	89,877	3,604	4.2
3. 기후변화 과학 프로그램	26,591	28,209	28,209	1,618	6.1
4. 기상서비스 진흥 프로그램	15,132	18,253	18,253	3,121	20.6
5. 기상연구 프로그램	96,670	72,315	72,315	△24,355	△25.2
6. 책임행정기관 운영 프로그램	41,586	44,503	46,303	2,917	7.0
7. 국제협력교육홍보 프로그램	9,526	9,998	9,998	472	5.0
8. 기상행정 지원 프로그램	114,598	118,264	118,264	3,666	3.2

2.3. 세입 세출 예산 내역

세입 수납액은 8,325백만 원으로, 2018년도 수납액 6,107백만 원 대비 2,218백만 원 (36.3%) 증가하였다. 주요 세입 수납내역은 항공기상 및 기상정보사용료 등 면허수수료 3,866백만 원, 대행역무사업 및 연구개발사업 집행잔액 등 기타경상이전수입 3,700백만 원, 대행역무사업 및 연구개발사업 이자발생액 등 기타재산수입 386백만 원, 위약금, 토지 및 건물대여료 등 373백만 원이다.

2019년 말 세입 미수납액은 14,370백만 원으로, 그 주요내역은 다목적 기상항공기 납품지연에 따른 일부 지체상금 등이다.

[표 5-2] 2019년도 세입 수납 내역

(단위 : 백만원)

수입과목	세입예산액	징수결정액	수납액	미수납액	불납결손액
총계	22,036	22,695	8,325	14,370	-
재산수입	486	487	434	52	-
경상이전수입	17,984	18,272	3,954	14,318	-
재화 및 용역판매수입	3,525	3,925	3,925	-	-
관유물매각대	41	11	11	-	-

세출예산액은 390,531백만 원으로, 밀양·충주기상과학관 및 기상박물관 건립 사업의 건설비 등 공사분야 8,177백만 원, 차기종합정보시스템 구축 사업의 사업계획 변경 등 용역분야 2,189백만 원 등 2018년도 이월액 113,39백만 원을 포함한 예산현액은 401,870백만 원이다.

예산현액 401,870백만 원에서, 예산현액 대비 95.2%인 382,748백만 원을 지출하였으며, 2.1%인 8,419백만 원을 2020년도로 이월하였고, 2.4%인 10,703백만 원을 불용 처리하였다.



[표 5-3] 2019년도 프로그램별 지출 현황

(단위 : 백만 원, %)

구분	예산액	예산현액 (A)	지출액 (B)	이월액 (C)	불용액 (D)	집행율 (B/A)
합계	390,531	401,870	382,748	8,419	10,703	95.2
1. 기상예보 프로그램	7,312	7,456	7,003	-	453	93.9
2. 기상관측 프로그램	89,877	92,123	85,017	4,772	2,334	92.3
3. 기후변화 과학 프로그램	28,209	28,225	27,766	331	127	98.4
4. 기상서비스 진흥 프로그램	18,253	18,318	15,250	-	3,068	83.3
5. 기상연구 프로그램	72,315	72,315	71,653	-	662	99.1
6. 책임행정기관 운영 프로그램	46,303	48,229	45,974	1,739	517	95.3
7. 국제협력교육홍보 프로그램	9,998	9,998	9,963	-	35	99.6
8. 기상행정 지원 프로그램	118,264	125,206	120,123	1,577	3,507	95.9

3

법령 및 행정규칙 정비

[표 5-4] 2019년 기상청 법령 제·개정 및 폐지현황

법령명	발령번호 및 공포·시행일자	발의자	형식	주요내용
기상산업 진흥법	법률 제16603호 (2019.11.26. 공포, 2020.5.27. 시행)	정부	일부 개정	현행법은 기상청장이 기상산업을 체계적으로 진흥하기 위한 기상산업진흥 기본계획 및 시행계획을 수립하고 추진하는 데 필요한 기상산업 실태조사를 실시할 수 있도록 규정하고 있는데, 실태조사의 목적과 실시 근거만 규정되어 있을 뿐 그 범위 및 절차에 관한 규정이 미비하여 기상사업자 등이 실태조사의 내용을 예측하기 어려운 문제가 있는바, 이러한 문제점을 해소하기 위하여 실태조사의 범위 및 절차 등 필요한 사항을 대통령령으로 정하도록 위임근거를 마련
지진·지진해일·화산의 관측 및 경보에 관한 법률	법률 제16612호 (2019.11.26. 공포, 2020.11.27. 시행)	환경노동 위원장	일부 개정	지진·지진해일·화산의 관측 장비를 제작·수입 또는 설치하는 자는 해당 관측 장비를 관측 용도로 제공하려면 기상청장의 검정(檢定)을 받도록 하고, 관측소를 설치·운영하는 자는 검정을 받은 장비를 사용하도록 하며, 기상청장은 검정업무를 전문적으로 수행하기 위하여 검정대행기관을 지정할 수 있도록 하는 한편, 지진·지진해일·화산에 대한 관측 결과 및 특보 등을 국민에게 긴급하게 전달하여야 할 필요가 있는 등의 경우에는 「재난 및 안전관리 기본법」에서 정하는 바에 따르도록 하는 등 현행 제도의 운영상 나타난 일부 미비점을 개선·보완

[표 5-5] 2019년 기상청 행정규칙 제·개정 및 폐지현황

행정규칙명	발령번호 및 시행일자	형식	주요내용
재검토기한 도래에 따른 「기상관측표준화 업무규정」 등 일괄개정	훈령 제931호 (2019.1.16.)	일괄 개정	2018년 12월 31일로 재검토기한이 도래하는 훈령에 대해 「훈령·예규 등의 발령 및 관리에 관한 규정」 제7조에 따라 존속기한을 검토하여 그 재검토기한을 연장하고 현행 제도의 운영상 미비점을 개선·보완하기 위해 일괄개정을 추진 「기상관측표준화업무규정」중 시책작업반과 표준화협의회 구성을 보완, 통합메타정보관리시스템 명칭 변경 「지방자치단체의 공동협력기상관측소 협력규정」중 공동협력기상관측소 업무의 위임 사항 보완



행정규칙명	발령번호 및 시행일자	형식	주요내용
			(대상훈령: 기상관측표준화업무규정, 지방자치단체의 공동협력기상관측소 협력규정)
다목적 기상항공기 도입위원회 운영규정	훈령 제932호 (2019.1.16.)	폐지	2017년 11월 8일 다목적 기상항공기 도입이 완료됨에 따라 실효성을 상실하여 폐지
기상청 공무원 등 근로자 인사관리규정	훈령 제933호 (2019.1.17.)	일부 개정	비정규직의 정규직화 전환에 따른 채용의 중요성이 증가함에 따라 공정채용을 위한 채용절차를 개선하고, 근로자들의 효율적인 업무를 위한 유연근무제 활용을 명시하는 한편, 그 밖에 현행 제도의 운영상 미비점을 개선·보완
우주기상 예·특보 업무규정	훈령 제934호 (2019.4.2.)	일부 개정	우주기상 예보 및 특보의 통보와 발표양식을 정비하고, 우주기상 관련 용어를 현행화하며 재검토기한을 연장하는 등 현행 제도의 운영상 나타난 일부 미비점을 개선·보완
기상청 법무업무운영규정	훈령 제935호 (2019.4.30.)	일부 개정	정부가 규제 존치 필요성을 재검토하여 기존 규제를 폐지·완화 또는 유지하도록 하는 규제 정부 입증책임제도의 원활한 추진을 위하여 기존에 설치·운영 중인 자체 규제개혁협의회를 규제심사위원회로 명칭을 변경하는 등 일부 확대 개편하고 회의 운영 절차를 정비
예보업무규정	훈령 제936호 (2019.4.30.)	일부 개정	해상예보구역 중 일부 먼바다 구역을 기상특성에 따라 세분화하고, 기상정보 중 매일 정기적으로 발표하는 날씨 해설 성격의 기상정보를 '날씨해설'로 발표하는 제도를 신설하며, 태풍예보 정확도 향상을 위해 태풍예보에 필요한 세부사항 별도 운용에 관한 사항을 신설. 또한, 변경된 미세먼지 경보 발표권역을 황사특보구역에 반영하고, 초단기예보 요소의 세분화 및 수정발표에 관한 사항과 해상 경계지점의 수정 등 현행 제도의 운영상 나타난 일부 미비점을 개선·보완
방재기상운영규정	훈령 제937호 (2019.4.30.)	일부 개정	특별대응반의 임무에 자연재난 발생에 대한 부분을 명확히 하고, '131기동기상지원'의 범위를 명확히 하는 등 현행 제도의 운영상 나타난 일부 미비점을 개선·보완
기상청공무원 행동강령	훈령 제938호 (2019.5.13.)	일부 개정	인(하)가를 담당하는 공무원이 그 신청인에게 불이익을 주기 위하여 부당하게 그 신청의 접수를 지연 또는 거부하거나 지위·직책에서 유래되는 영향력을 행사하여 부당한 행위를 하는 것을 금지하는 한편, 감독·감사·조사·평가를 하는 공무원이 출장·행사·연수 등과 관련하여 감독·감사·조사·평가를 받는 기관에 법령에 근거가 없거나 예산의 목적·용도에 부합하지 않는 금품 등의 제공과 같은 부당 요구 금지 등을 내용으로 「공무원 행동강령」이 개정(2018.12.24.)되어 관련 내용을 반영
기상청 공무원외여행업무	훈령 제939호 (2019.5.20.)	전부 개정	「국가공무원 복무규정」 “제2장의2 공무원외출장 등”에 근거하여 기존 「기상청 공무원외여행업무 처리에 관한 규정」에서 「기상청 공

행정규칙명	발령번호 및 시행일자	형식	주요내용
처리에 관한 규정			무국외출장업무 처리에 관한 규정」으로 제명을 변경하는 한편, 공무국외출장 심사위원회의 정기 심사를 확대하고 모든 공무국외출장 심사를 본청 총괄 심사로 변경하는 등 공무국외출장의 사전·사후관리 방안을 개선함으로써 공무국외출장업무 수행의 내실화 및 효과성 제고를 위하여 관련 규정을 전부 개정
연구용역사업 관리규정	훈령 제940호 (2019.6.20.)	일부 개정	「연구용역사업 관리규정」을 「기상청 연구용역사업 관리규정」으로 제명을 변경하는 한편, 연구용역 중복성 방지, 장기계속계약 증진 등 연구용역사업의 효율적인 운영 및 처리 절차의 합리성을 확보하고 그 밖에 현행 제도의 운영상 미비점을 개선·보완
기상청 데이터 관리 및 제공 규정	훈령 제941호 (2019.6.20.)	전부 개정	기상청에서 사용되는 용어들의 명문화 및 데이터의 생성·관리·폐기에 이르는 전주기 단계에서 실행되어야 할 사무 처리 절차 등 현행 제도의 운영상 나타난 일부 미비점을 개선·보완
기상청 자체감사 규정	훈령 제942호 (2019.6.25.)	일부 개정	적극행정을 위한 “신청에 의한 일상감사”, “사전컨설팅감사”에 관한 사항을 신설하는 한편, “적극행정 면책제도” 운영 활성화를 위한 면책신청 절차 등 현행 제도의 운영상 나타난 일부 미비점을 개선·보완
기상청 맞춤형 기상서비스 규정	훈령 제943호 (2019.6.25.)	폐지	기상서비스의 확대 및 관련 국정과제를 원활히 수행하고, 맞춤형 기상서비스에 대한 자체 준비를 통해 당초 규정 제정의 목적을 달성하여 폐지
기상청 인사관리규정	훈령 제944호 (2019.7.1.)	전부 개정	기상청 소속공무원의 승진임용·보직관리 등에 관한 우리청 인사혁신 추진과제, 전문직공무원제 도입에 따른 전문분야 지정 및 관리, 국가인권위원회 권고 및 공무원 고충처리규정 개정사항 등을 반영하고 인사 운영상 나타난 미비점을 개선·보완
지진화산 업무규정	훈령 제945호 (2019.7.9.)	일부 개정	비상근무 시 연락책임자 지정·운영과 모의훈련 세부사항에 관한 불필요한 위임 조항 삭제, 지진등 상황 발생 시 효율적 현장 대응을 위한 현장 대응팀의 구성과 업무 조정 등 현행 제도의 운영상 나타난 일부 미비점을 개선·보완
지진 재난문자방송 운영규정	훈령 제946호 (2019.7.22.)	일부 개정	기간통신사업자의 용어 수정과 지진규모에 따른 재난문자방송 송출 대상지역을 추가하여 운영
기상청 자체평가위원회 운영규정	훈령 제947호 (2019.7.10.)	전부 개정	기상청 자체평가위원회 운영체계를 전면 개편하여 성과관리계획 수립 및 자체평가 등 성과관리를 원활히 추진하고, 현행 제도의 운영상 나타난 미비점을 개선·보완
날씨경영우수기업 선정 및 운영에 관한 규정	훈령 제948호 (2019.7.11.)	일부 개정	「훈령·예규 등의 발령 및 관리에 관한 규정」(대통령훈령 제334호)에 따라 본 규정의 재검토기한이 2019년 6월 30일로 도래하여 재검토기한을 연장하고, 현행 제도의 운영상 나타난 일부 미비점을 보완



행정규칙명	발령번호 및 시행일자	형식	주요내용
기상청 성과평가 규정	훈령 제949호 (2019.8.23.)	일부 개정	성과창출을 위한 합리적이고 공정한 성과평가 체계 구축 및 기관별 업무특성을 고려한 평가대상 재조정을 통해 업무 수행의 효율성을 제고하고, 「기상청 자체평가위원회 운영규정」 개정사항을 반영
기상청 홈페이지 운영지침	훈령 제950호 (2019.8.26.)	일부 개정	홈페이지 운영 심의회의 효율적인 운영을 위해 심의회 위원 및 실무반원을 일부 확대하고, 홈페이지 구축·운영 시 이행해야 하는 준수요건을 추가하는 등 기상청 홈페이지 운영상 나타난 일부 미비사항을 개선·보완
기상청 공무원제안제도 운영규정	훈령 제951호 (2019.8.28.)	일부 개정	공무원 제안제도를 효율적으로 운영하기 위하여, 공무원 제안을 보완·개선할 수 있도록 하고 공무원 제안 채택 시 실시 예정시기를 함께 통지하도록 하는 등 「공무원 제안 규정」(대통령령)의 개정 사항을 반영하고 현행 제도의 운영상 나타난 일부 미비점을 개선·보완
기상청과 그 소속기관 직제 및 직제 시행규칙 개정에 따른 「기상기자재 관리업무 처리운영규정」 등 일괄개정	훈령 제952호 (2019.9.9.)	일괄 개정	「기상청과 그 소속기관 직제」(대통령령 제29871 호, 2019.6.18. 시행) 및 같은 직제 시행규칙(환경부령 제812호, 2019.6.18. 시행)의 개정 및 시행에 따라 우리청 훈령 중 부서 명칭 변경과 조직 개편 사항을 반영하고자 일괄개정을 추진 (대상훈령: 기상기자재관리업무 처리운영규정, 기상관측표준화업무 규정, 기상청 국제기상협력업무규정, 기상청 사무인계인수규정, 기상청 상황실운영세칙, 기상청 예산집행심의회 규정, 기상청 자체감사 규정, 기후업무규정, 예보업무규정, 회계관계공무원 관직지정 및 재정보증에 관한 규정, 기상청 업무협약 관리규정)
기상청 정보보안 지침	훈령 제953호 (2019.9.10.)	전부 개정	「기상청 정보보안 지침」을 「기상청 정보보안업무 규정」으로 제명을 변경하는 한편, 최근 개정된 「국가 정보보안 기본지침」의 개정 사항을 반영하여 상위 규정과의 연계성을 유지하고 현행 제도의 운영상 나타난 미비점을 개선·보완
정보화업무규정	훈령 제954호 (2019.9.11.)	일부 개정	기상청과 그 소속기관이 수행하는 정보화사업에 대해 「국가정보화 기본법」 및 「전자정부법」에서 정하는 바에 따라 정보화사업 사전협의제도 관련 조항을 추가하고 청내 정보화사업의 심의·조정을 관련 부서와 협의하여 추진하는 것으로 개선하는 등 현행 제도의 운영상 미비점을 개선·보완
기상청 청원경찰 복무 및 징계규정	훈령 제955호 (2019.10.22.)	일부 개정	2019년 기상청 청원경찰 근무체제 변경에 따라 용어의 정의 및 기상청 소속 청원경찰 기본 근무형태 등 운영원칙을 명확히 하고 현행 운영상 미비점을 개선·보완
기상청 적극행정 지원위원회 운영규정	훈령 제956호 (2019.10.22.)	제정	「적극행정 운영규정」 제11조에 따라 적극행정 추진 사항의 의사결정을 지원하는 기상청 적극행정 지원위원회를 설치하고 그 구성 및 운영에 필요한 사항을 정함
기상청 정책연구 관리규정	훈령 제957호 (2019.10.23.)	일부 개정	국민권익위원회 「공공부문 정책연구 투명성 제고방안」 권고사항('18.10.)을 반영하고, 현행 제도의 운영상 나타난 일부 미비점을 개선·보완

행정규칙명	발령번호 및 시행일자	형식	주요내용
기상청 위임·전결 규정	훈령 제958호 (2019.11.4.)	일부 개정	관측기반국 하부조직의 분장 사무를 일부 조정하고 계측기술과를 계측표준협력과로 부서 명칭을 변경하며, 전문적인 연구를 통한 기후변화 관련 연구개발 사업의 성과 창출 및 기후변화감시 업무 통합을 위하여 기후과학국의 분장 사무 일부를 책임운영기관인 국립기상과학원으로, 공무원 등 근로자 관련 분장 사무를 운영지원과로 이관함에 따라 위임·전결의 범위를 조정하고, 기상청 적극행정 추진계획에 따른 실무자의 의사결정 부담완화 근거를 마련하며, 이전 일부개정의 개정령과 개정전문이 일치하지 않는 부분을 바로잡는 등 위임·전결에 관한 사항을 개선·보완
육아휴직 결원보충 활성화를 위한 기상청과 그 소속기관에 두는 별도정원 운영규정	훈령 제959호 (2019.11.4.)	제정	「행정기관의 조직과 정원에 관한 통칙」 제24조의3에 따라 기상청과 그 소속기관에 두는 육아휴직 결원보충 활성화를 위한 별도정원 운용 규모를 정함
기상청 데이터 품질관리 규정	훈령 제960호 (2019.11.29.)	전부 개정	최신 정책사항을 반영하여 기상청 데이터 품질관리 및 기상관측데이터 품질검사에 관한 사항을 명확히 하고, 현행 제도의 운영상 나타난 미비점을 개선·보완하여 업무 수행의 효율성을 높일 수 있도록 관련 규정을 전부 개정
기상청 자체감사 규정	훈령 제961호 (2019.12.24.)	일부 개정	자체감사에 따른 처분 또는 처분요구의 공정성 확보를 위해 운영하는 “감사처분심의위원회”의 전문성을 강화하고, “적극행정 면책제도”를 확대 운영하며, “적극행정공무원의 소송 등에 관한 지원” 사항을 마련하는 등 현행 제도의 운영상 나타난 일부 미비점을 개선·보완
지진화산 업무규정	훈령 제962호 (2019.12.30.)	일부 개정	지진해일정보 신설 및 발표 기준 명확화, 지진등 방재비상근무 시 대상기관의 구체화 등 현행 제도의 운영상 나타난 일부 미비점을 개선·보완
기상청 사무관리규정 시행세칙	훈령 제963호 (2019.12.30.)	폐지	「기상청 사무관리규정 시행세칙」은 「사무관리규정」 및 「사무관리규정 시행규칙」의 보고·협조 사무 중 기상청장에게 위임된 사항과 그 시행에 필요한 사항을 정하기 위하여 1993년 4월 1일 제정되었으나 그 근거인 「사무관리규정」 제48조 내지 제49조 및 제58조가 2008년 9월 2일자로 삭제되었고 「사무관리규정」의 후속 법령인 「행정 효율과 협업 촉진에 관한 규정」에는 해당 근거가 없는바 더 이상 존속 사유가 없어 폐지
지진·지진해일·화산의 관측 및 경보에 관한 법률	고시 제2019-1호 (2019.3.6.)	일부 개정	「지진·화산재해대책법 시행령」(대통령령 제29325호, 2018. 12. 4. 시행) 제7조 및 제7조의2가 일부 개정됨에 따라 지진·지진해일 및 화산활동 관측기관협의회 위원의 지명 요청 신설 및 위촉조항 삭제
기상정보 제공의 수수료	고시 제2019-2호 (2019.3.8.)	일부 개정	기상사업자의 기상정보 활용 확대 및 부가가치 창출을 도모하기 위해 기상사업자에게 신규 기상정보를 제공하는 근거를 마련



행정규칙명	발령번호 및 시행일자	형식	주요내용
기상관측자료의 품질등급 기준 및 절차	고시 제2019-3호 (2019.3.29.)	일부 개정	관측기관에서 생산된 기상관측자료의 신뢰성과 활용도를 높이기 위하여 품질검사 조건에 기후범위검사와 내적일치성검사 기준을 추가하는 등 현행 제도 운영상 나타난 일부 미비점 개선·보완
기상요소별 기상관측환경 기준 비적용 기상관측	고시 제2019-4호 (2019.3.29.)	일부 개정	기상관측환경 기준을 따르기 어려운 기상관측시설을 기상관측환경 기준 적용의 예외로 추가하는 등 현행 제도 운영상 나타난 일부 미비점을 개선·보완하려는 것임.
기상측기의 검정기준에 대한 검사방법 및 공차	고시 제2019-5호 (2019.5.8.)	일부 개정	기상측기 검정을 위한 차량 접근이나 검정 요원의 안전 확보가 어려운 곳에 설치된 장비에 대해 해당 기관의 협조가 필요함에 따라 현장검정 용어를 명확히 정의하고 현장검정 시 유관기관의 협조사항을 추가하여 현행 제도의 운영상 나타난 일부 미비점 개선·보완
항공기상 관측망의 구축 및 운영 장소에 관한 고시	고시 제2019-6호 (2019.5.10.)	제정	「기상법 시행규칙」 개정(환경부령 제756호, 2018.4.19. 시행)에 따라 제1조의2제2항에서 위임한 항공기상 관측망의 구축·운영 장소를 정하는 고시를 제정
해양기상관측장비 표준규격	고시 제2019-7호 (2019.5.10.)	일부 개정	조달청고시 「내용연수」(조달청고시 제2018-14호, 2018.9.27.) 중 기상관측부이의 내용연수가 8년에서 7년으로 변경됨에 따라 이를 반영하여 개정
기상측기별 설치기준	고시 제2019-8호 (2019.6.3.)	일부 개정	기상관측시설 주변개발과 도시화로 인한 관측환경 변화에 대응하기 위해 기상요소별 설치기준에 최소 권장 사항을 명시하여 우리나라 실정에 맞도록 기상측기별 설치기준을 조정하고, 적설계의 설치 기준을 추가하는 등 현행 제도의 운영상 나타난 일부 미비점을 개선·보완
자동기상관측장비의 표준규격	고시 제2019-9호 (2019.6.3.)	일부 개정	이 고시에서 사용하는 용어의 정의를 명확히 하고, 관측센서의 표준규격 중 일조센서의 운용환경 현행화 및 그레이코드식 풍향센서의 분해능을 완화하는 한편, 자료처리기 저장 자료와 기간을 확대하고, 신호 및 자료처리의 표준규격에 시정, 운고, 일사, 적설을 추가하는 등 현행 제도상의 미비점을 개선 및 보완
기상측기 명판에 관한 고시	고시 제2019-10호 (2019.12.27.)	제정	「기상관측표준화법」 제4조제2항에 따라 기상측기의 명판이 기본적으로 갖추어야 할 사항을 정하는 고시 제정
산불진화기관의 임무와 역할에 관한 규정	예규 제4호 (2019.6.27.)	일부 개정	정부조직법 개정에 따라 산불진화기관 중 일부 부처의 명칭이 변경되어 이를 반영

4 기상관측장비 현황

4.1. 지상기상관측장비

[표 5-6] 자동기상관측장비 설치 현황

순번	지점번호	지점명	구분	주소	순번	지점번호	지점명	구분	주소
1	90	속초	ASOS	강원도 고성군 토성면 봉포5길 9 속초고층관측소	40	169	흑산도	ASOS	전라남도 신안군 흑산면 예리3길 21-90
2	93	북춘천	ASOS	강원도 춘천시 신북읍 장본1길 12 춘천기상대	41	170	완도	ASOS	전라남도 완도군 근위면 청해진로 795-3
3	95	철원	ASOS	강원도 철원군 갈말읍 명성로179번길 26	42	172	고창	ASOS	전라북도 고창군 대신면 칠거리로 70
4	96	독도	ASOS	경상북도 울릉읍 울릉읍 독도이사부길 63	43	174	순천	ASOS	전라남도 순천시 송주읍 평지길 87 순천자동기상관측소
5	98	동두천	ASOS	경기도 동두천시 방죽로 16-47	44	175	진도(레)	AWS	전라남도 진도군 의신면 윤림산방로 527-209
6	99	파주	ASOS	경기도 파주시 문신읍 마정로 46-29	45	177	홍성	ASOS	충청남도 홍성군 홍북읍 홍예로 350 홍성기상대
7	100	대관령	ASOS	강원도 평창군 대관령면 경강로 5372	46	184	제주	ASOS	제주특별자치도 제주시 동문로9길 13-1 제주지방기상청
8	101	춘천	ASOS	강원도 춘천시 충열로91번길 12 춘천자동기상관측소	47	185	고산	ASOS	제주특별자치도 제주시 한경면 노을해안로 1013-70
9	102	백령도	ASOS	인천광역시 옹진군 백령면 진촌리 1031	48	188	상산	ASOS	제주특별자치도 서귀포시 상산읍 신산리 1979-2
10	104	북강릉	ASOS	강원도 강릉시 사천면 과학단지로 130 강원지방기상청	49	189	서귀포	ASOS	제주특별자치도 서귀포시 태평로439번길 17
11	105	강릉	ASOS	강원도 강릉시 임영로131번길 19 강릉자동기상관측소	50	192	진주	ASOS	경상남도 진주시 남강로 43 진주지역서비스센터
12	106	동해	ASOS	강원도 동해시 중앙로 31 동해자동기상관측소	51	201	강화	ASOS	인천광역시 강화군 불은면 중앙로 628
13	108	서울	ASOS	서울특별시 종로구 송월길 52 서울기후관측소	52	202	양평	ASOS	경기도 양평군 양평읍 시민로20번길 14-1
14	112	인천	ASOS	인천광역시 중구 자유공원서로 61 인천기상대	53	203	이천	ASOS	경기도 이천시 부발읍 대신로546번길 8
15	114	원주	ASOS	강원도 원주시 단구로 159 원주자동기상관측소	54	211	인제	ASOS	강원도 인제군 인제읍 비봉로44번길 93
16	115	울릉도	ASOS	경상북도 울릉읍 울릉읍 무릉길 227-75 울릉도관측소	55	212	홍천	ASOS	강원도 홍천군 홍천읍 연봉동로 27 홍천자동기상관측소
17	116	관악(레)	AWS	경기도 과천시 자하동길 64 관악산기상레이더관측소	56	216	태백	ASOS	강원도 태백시 문예1길 45 태백자동기상관측소
18	119	수원	ASOS	경기도 수원시 권선구 서호로 149 수도관기상청	57	217	정선군	ASOS	강원도 정선군 정선읍 북실리 773-7
19	121	영월	ASOS	강원도 영월군 영월읍 영월로 1894-25	58	221	제천	ASOS	충청북도 제천시 대회로 123 제천자동기상관측소
20	127	충주	ASOS	충청북도 충주시 안림로 55 충주자동기상관측소	59	226	보은	ASOS	충청북도 보은군 보은읍 성주길 57 보은자동기상관측소
21	129	서산	ASOS	충청남도 서산시 수석1길 124-1 홍성기상대	60	229	북격렬비도	AWS	충청남도 태안군 근흥면 가의도리 북격렬비도 산 27
22	130	울진	ASOS	경상북도 울진읍 울진읍 현내항길 157	61	232	천안	ASOS	충청남도 천안시 동남구 병천면 병천1로 36
23	131	청주	ASOS	충청북도 청주시 흥덕구 공단로 76 청주시상지청	62	235	보령	ASOS	충청남도 보령시 대해로 450 보령자동기상관측소
24	133	대전	ASOS	대전광역시 유성구 대학로 383 대전지방기상청	63	236	부여	ASOS	충청남도 부여군 부여읍 금성로 63 부여자동기상관측소
25	135	추풍령	ASOS	충청북도 영동군 추풍령면 관리길 25-15	64	238	금산	ASOS	충청남도 금산군 금산읍 비단로 410-8
26	136	안동	ASOS	경상북도 안동시 열루재1길 16 안동기상대	65	239	세종	ASOS	세종특별자치시 새롬읍 산 61
27	137	상주	ASOS	경상북도 상주시 남산2길 322 상주자동기상관측소	66	243	부안	ASOS	전라북도 부안군 행안면 변산로 42 부안자동기상관측소
28	138	포항	ASOS	경상북도 포항시 남구 송도로 70 포항고층기후관측소	67	244	임실	ASOS	전라북도 임실군 임실읍 운수로 58 임실자동기상관측소
29	140	군산	ASOS	전라북도 군산시 거척길 3-60 군산자동기상관측소	68	245	정읍	ASOS	전라북도 정읍시 서부산업도로 168-43
30	143	대구	ASOS	대구광역시 동구 효동로2길 10 대구기상지청	69	247	남원	ASOS	전라북도 남원시 도통읍 춘향로 74-32
31	146	전주	ASOS	전라북도 전주시 덕진구 상가마을길 25 전주기상지청	70	248	장수	ASOS	전라북도 장수군 장수읍 정천로 277
32	152	울산	ASOS	울산광역시 중구 달빛로 65-26 울산기상대	71	251	고창군	ASOS	전라북도 고창군 고창읍 종거리당산로 74-12
33	155	창원	ASOS	경상남도 창원시 마산합포구 가포순환로 172	72	252	영광군	ASOS	전라남도 영광군 복호로 7 영광군자동기상관측소
34	156	광주	ASOS	광주광역시 북구 서암대로 71 광주지방기상청	73	253	김해시	ASOS	경상남도 김해시 부원동 123-4 김해시자동기상관측소
35	159	부산	ASOS	부산광역시 중구 북병산길32번길 5-11 부산기상관측소	74	254	순창군	ASOS	전라북도 순창군 순창읍 교성리 258 순
36	160	부산(레)	AWS	부산광역시 서구 구덕산길 96 구덕산기상레이더관측소	75	255	북창원	ASOS	경상남도 창원시 성산구 내동 산 27-10
37	162	통영	ASOS	경상남도 통영시 망일1길 67 통영자동기상관측소	76	257	양산시	ASOS	경상남도 양산시 동면 강변로 54 양산시자동기상관측소
38	165	목포	ASOS	전라남도 목포시 고하대로 815 목포기상대	77	258	보성군	ASOS	전라남도 보성군 득량면 예당리 3046-2
39	168	여수	ASOS	전라남도 여수시 고소5길 42 여수기후관측소	78	259	강진군	ASOS	전라남도 강진군 강진읍 남포리 12-1



순번	지점번호	지점명	구분	주소	순번	지점번호	지점명	구분	주소
79	260	장흥	ASOS	전라남도 장흥군 장흥읍 흥성로 226	132	402	강동	AWS	서울특별시 강동구 고덕로 183 서울종합직업전문학교
80	261	해남	ASOS	전라남도 해남군 해남읍 남각길 337	133	403	송파	AWS	서울특별시 송파구 올림픽로 240 롯데월드
81	262	고흥	ASOS	전라남도 고흥군 고흥읍 두원로 130	134	404	강서	AWS	서울특별시 강서구 양천로 201 서남 물재생센터
82	263	의령군	ASOS	경상남도 의령군 의령대로 44-54 의령군자동안관측소	135	405	양천	AWS	서울특별시 양천구 목동동로 298 목동주차장
83	264	함양시	ASOS	경상남도 함양군 함양읍 용평리 915-202	136	406	도봉	AWS	서울특별시 도봉구 시루봉로 173 신방학초등학교
84	266	광양시	ASOS	전라남도 광양시 중동 산 109-3 광양시자동안관측소	137	407	노원	AWS	서울특별시 노원구 화랑로 564
85	268	진도군	ASOS	전라남도 진도군 진도읍 남동리 291	138	408	동대문	AWS	서울특별시 동대문구 서울시립대로 163
86	271	봉화	ASOS	경상북도 봉화군 춘양면 서동길 59 봉화자동안관측소	139	409	종랑	AWS	서울특별시 종랑구 면목로57길 32 면동초등학교
87	272	영주	ASOS	경상북도 영주시 풍기읍 남원로 178	140	410	기상청	AWS	서울특별시 종자구 여의대방로16길 61 기상청
88	273	문경	ASOS	경상북도 문경시 유곡불정로 223 문경자동안관측소	141	411	마포	AWS	서울특별시 마포구 창전동 산1-75 위우산 제1025부대
89	276	청송군	ASOS	경상북도 청송군 청송읍 길안청송로 1591-9	142	412	서대문	AWS	서울특별시 서대문구 연세로 50 연세대학교
90	277	영덕	ASOS	경상북도 영덕군 영해면 영해면 318만세길 90-19	143	413	광진	AWS	서울특별시 광진구 지양2동 680-67 제5858부대
91	278	의성	ASOS	경상북도 의성군 의성읍 홍술로 89-14	144	414	성북	AWS	서울특별시 성북구 정릉로 77 국민대학교 과학관
92	279	구미	ASOS	경상북도 구미시 원남로2길16 구미자동안관측소	145	415	용산	AWS	서울특별시 용산구 이촌로 255 신용산초등학교
93	281	영천	ASOS	경상북도 영천시 망정3길 35 영천자동안관측소	146	416	은평	AWS	서울특별시 은평구 연서로 608-5 방패교육대
94	283	경주시	ASOS	경상북도 경주시 서라벌대로 336-20	147	417	금천	AWS	서울특별시 금천구 시흥대로104길 31 독산초등학교
95	284	거창	ASOS	경상남도 거창군 거창읍 수남로 2109	148	418	한강	AWS	서울특별시 영등포구 여의동로 280 여의도 세모유람선
96	285	합천	ASOS	경상남도 합천군 합천읍 동서로 164번	149	419	중구	AWS	서울특별시 중구 소파로 83 남산케이빌가
97	288	밀양	ASOS	경상남도 밀양시 점필재로 5 밀양자동안관측소	150	421	성동	AWS	서울특별시 성동구 서울숲길 18 성수중학교
98	289	산청	ASOS	경상남도 산청군 산청읍 꽃봉산로 133번길 3	151	423	구로	AWS	서울특별시 구로구 부일로 893 은수초등학교
99	294	거제	ASOS	경상남도 거제시 장평로 2길 47 거제자동안관측소	152	424	강북	AWS	서울특별시 강북구 도봉로89길 13 강북구청
100	295	남해	ASOS	경상남도 남해군 이동면 남해대로 2423	153	425	남천	AWS	서울특별시 관악구 남현동 수도방위사령부
101	300	말도	AWS	전라북도 군산시 옥도면 말도리 말도 산 1	154	426	백령(레)	AWS	인천광역시 옹진군 백령면 두무진로 362-91
102	301	임자도	AWS	전라남도 신안군 임자면 진리길 32-58 파크골프장	155	427	김포창기	AWS	경기도 김포시 창기동
103	302	장산도	AWS	전라남도 신안군 장산면 오름리 25-5	156	428	하남덕평	AWS	경기도 하남시 덕평동 726-11
104	303	가거도	AWS	전라남도 신안군 흑산면 가거도리 산 95	157	493	송악	AWS	충청남도 아산시 송악면 송악로 714번길 37
105	304	신지도	AWS	전라남도 완도군 신지면 월양리 855	158	494	세종고운	AWS	세종특별자치시 고운동 산 25
106	305	여서도	AWS	전라남도 완도군 청산면 여서리 580	159	495	공도	AWS	경기도 안성시 공도읍 불당길 40-68
107	306	소리도	AWS	전라남도 여수시 남면 연도리 1619-19	160	496	세종금남	AWS	세종특별자치시 금남면 성덕리 77-3
108	308	옥도	AWS	전라남도 신안군 하의면 옥도리 105-2	161	497	삼당령	AWS	강원도 강릉시 왕선면 송현리 산 242
109	310	공촌	AWS	강원도 삼척시 근덕면 공촌리 369-2	162	498	구룡령	AWS	강원도 홍천군 내면 구룡령로 7846
110	311	가야산	AWS	경상남도 합천군 가야면 차인길 13-45	163	499	중면	AWS	경기도 연천군 중면 삼곡리 260 육군 제28사단 81연대
111	312	주왕산	AWS	경상북도 청송군 부동면 공원길 169-7	164	500	양도	AWS	인천광역시 강화군 양도면 길정리 296-2
112	313	양지암	AWS	경상남도 거제시 능포동 산 1 육군 132-1 레이더기지	165	501	대연평	AWS	인천광역시 옹진군 연평면 연평리 493-12
113	314	덕유봉	AWS	전라북도 무주군 실천면 만선로 185	166	502	교동	AWS	인천광역시 강화군 교동면 고구리 480-1
114	315	성삼재	AWS	전라남도 구례군 산동면 노고단로 1068 성삼재휴게소	167	503	도라산	AWS	경기도 파주시 장단면 도라산리 산 18
115	316	무등산	AWS	광주광역시 동구 용연동 산 354-4	168	504	포천	AWS	경기도 포천시 자작동 264-1 육군15항공단
116	317	모악산	AWS	전라북도 완주군 구이면 월기리 716-6	169	505	가평조종	AWS	경기도 가평군 하면 현리 209 가평하먼정수장
117	318	용평	AWS	강원도 평창군 대관령면 올림픽로 715 용평스키장	170	506	금촌	AWS	경기도 파주시 금촌2동 1017
118	319	천부	AWS	경상북도 울릉군 북면 천부길 95-3	171	507	창수	AWS	경기도 포천시 창수면 고소성리 123 육군 제3985부대
119	320	향로봉	AWS	강원도 고성군 간성읍 향로봉정상 유곡대	172	508	왕산	AWS	인천광역시 중구 율왕동 산 104-1 육군 제1312부대
120	321	원동	AWS	강원도 인제군 북면 원동리 1862부대 12사단 을지부대	173	509	관악	AWS	서울특별시 관악구 관악로 1 서울대학교
121	322	상서	AWS	강원도 화천군 상서면 상양리 104-20호 본부포대	174	510	영등포	AWS	서울특별시 영등포구 국회대로53길 20
122	323	마현	AWS	강원도 철원군 근남면 마현리 15사단 수백대대	175	511	공촌동	AWS	인천광역시 서구 공촌동 산 98 7873부대 2대대
123	324	송계	AWS	충청북도 제천시 한수면 탄지리 527-6	176	512	인천연수	AWS	인천광역시 연수구 동춘동 산 62-35 6617부대 2대대
124	325	백운	AWS	충청북도 제천시 백운면 구학산로2길 54-19	177	513	덕적도	AWS	인천광역시 옹진군 덕적면 덕적북로 130
125	326	용문산	AWS	경기도 양평군 용문면 중원리 464	178	514	대부도	AWS	경기도 안산시 단원구 대부남동 299-3
126	327	우암산	AWS	충청북도 청주시 상당구 명암로 143 국립청주박물관	179	515	운평	AWS	경기도 화성시 운평읍 운평리 601-6
127	328	중문	AWS	제주특별자치도 서귀포시 중문관광로 72번길 60	180	516	안성	AWS	경기도 안성시 옥산동 365 알미산공원
128	329	산천단	AWS	제주특별자치도 제주시 북지로1길 8 KBS 제주방송총국	181	517	간성	AWS	강원도 고성군 간성읍 간성북로 87 고성군농업기술센터
129	330	대흘	AWS	제주특별자치도 제주시 조천읍 대흘리 2778-30	182	518	해안	AWS	강원도 양구군 해안면 오유리 134
130	400	강남	AWS	서울특별시 강남구 개포로 625 단천 물재생센터	183	519	사내	AWS	강원도 화천군 사내면 사창리 7853부대
131	401	서초	AWS	서울특별시 서초구 서초동 1416번지 서초 IC	184	520	설악동	AWS	강원도 속초시 설악산로 833 설악산관리사무소

순번	지점번호	지점명	구분	주소	순번	지점번호	지점명	구분	주소
185	521	강현	AWS	강원도 양양군 강현면 장산리 육군 제1799부대	238	576	백암	AWS	경기도 용인시 처인구 백암면 용천리 산 27
186	522	화촌	AWS	강원도 홍천군 화촌면 주음치리 구목길 52 제6790부대	239	577	장봉도	AWS	인천광역시 옹진군 북도면 장봉도 553 장봉분교
187	523	주문진	AWS	강원도 강릉시 주문진을 주문리 961	240	578	호도	AWS	충청남도 보령시 오천면 녹도리 338-5
188	524	강문	AWS	강원도 강릉시 해안로 217 하수중계펌프장	241	579	하장	AWS	강원도 삼척시 하장면 장년리 266-9
189	525	봉평	AWS	강원도 평창군 봉평면 창동리 421-1	242	580	옥계	AWS	강원도 강릉시 옥계면 현내교동길 99-37 옥계정수장
190	526	평창	AWS	강원도 평창군 평창읍 여만리 261-14	243	581	상동	AWS	강원도 영월군 상동읍 내덕2리 248-4
191	527	신동	AWS	강원도 정선군 신동읍 예미리 774-1	244	582	신림	AWS	강원도 원주시 신림면 치악로 28-9
192	529	원덕	AWS	강원도 삼척시 원덕읍 산양사원1길 981-4	245	583	안흥	AWS	강원도 횡성군 안흥면 덕송로 23
193	530	태하	AWS	경상북도 울릉군 서면 태하리 212	246	585	신남	AWS	강원도 인제군 남면 신룡리 사서함 85-16 신남연대
194	531	가평북면	AWS	경기도 가평군 북면 소법리 천 627-39	247	586	북산	AWS	강원도 춘천시 북산면 춘추곡길 51
195	532	의정부	AWS	경기도 의정부시 용현동 399-24 용현배수지	248	587	방산	AWS	강원도 양구군 방산면 송현리 제5993부대 65연대
196	533	신둔	AWS	경기도 이천시 신둔면 석동로 167	249	588	남산	AWS	강원도 춘천시 남산면 방곡리 천 629-41
197	534	장호원	AWS	경기도 이천시 장호원을 서동대로8759번길 97-103	250	589	능곡	AWS	경기도 고양시 일산동구 성석동 산 69-2 제5895부대
198	535	서석	AWS	강원도 홍천군 서석면 풍암리 526-2	251	590	과천	AWS	경기도 과천시 상하별로 110 국립과천과학관
199	536	황성	AWS	강원도 횡성군 황성읍 문예로 133	252	591	치악산	AWS	강원도 원주시 소초면 학곡리 900
200	537	임계	AWS	강원도 정선군 임계면 봉산리 302-2 정선양묘사업소	253	592	부론	AWS	강원도 원주시 부론면 흥호리 936
201	538	신서	AWS	경기도 연천군 신서면 도산4리 164-1 소득자연연구소	254	593	양양영덕	AWS	강원도 양양군 서면 영덕리 164-12
202	539	포천이동	AWS	경기도 포천시 이동면 장암리 264-1 이동비행장	255	594	서화	AWS	강원도 인제군 서화면 서화리 1127-2
203	540	고양	AWS	경기도 고양시 덕양구 용두동 산 17-23 권율부대	256	595	진부령	AWS	강원도 고성군 간성읍 흘리길 190 흘리보건소 옆
204	541	남양주	AWS	경기도 남양주시 진건읍 배양리 922-3 진건 푸른물센터	257	596	오색	AWS	강원도 양양군 서면 오색리 199-1
205	542	청평	AWS	경기도 가평군 청평면 대성리 393-12	258	597	대화	AWS	강원도 평창군 대화면 신리 1106-21
206	543	영종도	AWS	인천광역시 중구 하늘달빛로 133 영종초등학교	259	598	양주	AWS	경기도 양주시 광척면 석우리 산 6 제8030부대
207	544	전곡항	AWS	경기도 화성시 서신면 전곡리 1075	260	599	광릉	AWS	경기도 포천시 소흘읍 광릉수목원로 415
208	545	안산	AWS	경기도 안산시 상록구 해안로 870 농어촌연구소	261	600	금왕	AWS	충청북도 음성군 음평읍 용계리 245-4
209	546	경기광주	AWS	경기도 광주시 회안대로 1061-59	262	601	단양	AWS	충청북도 단양군 단양읍 중앙1로 20
210	547	양동	AWS	경기도 양평군 양동면 생학리 865-4 양수장 내	263	602	진천	AWS	충청북도 진천군 진천읍 문진로 1433
211	548	여주	AWS	경기도 여주군 여주읍 교리 46-8 여주군	264	603	괴산	AWS	충청북도 괴산군 괴산읍 임객정로 169
212	549	용인	AWS	경기도 용인시 처인구 포곡면 둔전리 육군55사단	265	604	옥천	AWS	충청북도 옥천군 옥천읍 옥천동일로 234
213	550	오산	AWS	경기도 오산시 외삼미동 산 56-1 2819부대 3세대	266	605	영동	AWS	충청북도 영동군 영동읍 학산영동로 1065
214	551	평택	AWS	경기도 평택시 화정동 산 28 평택시 공설운동장	267	606	대산	AWS	충청남도 서산시 대산읍 대죽리 산 95-1 5304부대
215	552	김화	AWS	강원도 철원군 김화읍 학사리 3사단 수색대대	268	607	근흥	AWS	충청남도 태안군 근흥면 신진부두길 36 안흥어업무선국
216	553	대진	AWS	강원도 고성군 현내면 초도리 산2-2	269	608	홍북	AWS	충청남도 홍성군 홍북면 상하리 산 91 32사단
217	554	미시령	AWS	강원도 고성군 토성면 미시령옛길 383	270	609	삼시도	AWS	충청남도 보령시 오천면 삼시도리 138-10
218	555	화천	AWS	강원도 화천군 하남면 춘화로 3331번길 45	271	610	홍성죽도	AWS	충청남도 홍성군 서부면 죽도리 33-1
219	556	양구	AWS	강원도 양구군 양구읍 정림리 160-10	272	611	세종연서	AWS	세종특별자치시 연서면 당산로 333
220	557	기린	AWS	강원도 인제군 기린면 현2리 제2307부대 테니스장 옆	273	612	공주	AWS	충청남도 공주시 금홍동 산 20 공주예비군훈련장
221	558	팔봉	AWS	강원도 홍천군 서면 팔봉리 천 1302-63	274	614	서천	AWS	충청남도 서천군 마서면 장서로 689
222	559	내면	AWS	강원도 홍천군 내면 정촌리 1513-2	275	615	논산	AWS	충청남도 논산시 덕지동 43-29
223	560	진부	AWS	강원도 평창군 진부면 진부중앙로 203-5 한국도로공사	276	616	당진	AWS	충청남도 당진군 당진읍 채운리 산 5-5
224	561	청일	AWS	강원도 횡성군 청일면 유동로 13	277	617	성거	AWS	충청남도 천안시 서북구 성거읍 봉주로 75
225	562	영월주천	AWS	강원도 영월군 주천면 주천리 1376-19	278	618	청양	AWS	충청남도 청양군 청양읍 구봉로 1026-84
226	563	북평	AWS	강원도 정선군 북평면 장열안길 100	279	619	음성	AWS	충청북도 음성군 음성읍 평곡리 520-1
227	565	시흥	AWS	경기도 시흥시 동서로 287 시흥시갯골생태공원	280	620	엄정	AWS	충청북도 충주시 엄정면 울릉리 1334
228	566	연곡	AWS	강원도 강릉시 연곡면 송림리 21-3 연곡양묘장	281	621	수산	AWS	충청북도 제천시 수산면 옥순봉로 933
229	567	적성	AWS	경기도 파주시 적성면 구읍리 제8567부대 301세대	282	622	수안보	AWS	충청북도 충주시 수안보면 안보리 419-1
230	568	일동	AWS	경기도 포천시 일동면 기산리 106-1	283	623	증평	AWS	충청북도 증평군 증평읍 연탄리 제37보병사단
231	569	구리	AWS	경기도 구리시 서울외곽순환고속도로 26 토평IC	284	624	상당	AWS	충청북도 청주시 상당구 미원면 미원리 463-4
232	570	금곡	AWS	인천광역시 서구 금곡동 산 14-1 해병대 제2사단	285	625	속리산	AWS	충청북도 보은군 속리산면 법주사로 84 속리산국립공원
233	571	화성	AWS	경기도 화성시 남양동 산 34 2819부대 2세대	286	626	옥천청산	AWS	충청북도 옥천군 청산면 청산관기로 507 황토집교육원
234	572	성남	AWS	경기도 성남시 중원구 성남대로 997 성남시청	287	627	태안	AWS	충청남도 태안군 태안읍 백화로 49 태안초등학교
235	573	청운	AWS	경기도 양평군 청운면 용두리 595	288	628	예산	AWS	충청남도 예산군 신암면 오신로 852
236	574	대신	AWS	경기도 여주군 대신면 초현리 520-3	289	629	세종전의	AWS	세종특별자치시 전의면 읍내횡길 63
237	575	용인이동	AWS	경기도 용인시 처인구 이동면 여진로 737-10	290	630	노은	AWS	충청북도 충주시 노은면 수릉리 501



순번	지점번호	지점명	구분	주소	순번	지점번호	지점명	구분	주소
291	631	송도	AWS	인천광역시 연수구 인천신항대로892번길 40	344	691	정산	AWS	충청남도 청양군 정산면 큰벽길 117-25
292	632	유구	AWS	충청남도 공주시 유구읍 만천리 500	345	692	백학	AWS	경기도 연천군 백학면 두일리 66 제25사단 수색대대
293	633	정안	AWS	충청남도 공주시 정안면 평정리 284-5	346	693	오창	AWS	충청북도 청원군 오창읍 송대리 320-1
294	634	아산	AWS	충청남도 아산시 인주면 대음리 200	347	694	원효봉	AWS	충청남도 예산군 덕산면 대치리 5 KT원효봉중계소
295	635	양화	AWS	충청남도 부여군 양화면 총절로 267-6 양화중학교	348	695	광덕산	AWS	강원도 화천군 사내면 천문대길40번길 3
296	636	계룡	AWS	충청남도 계룡시 남선면 부남리 제73기상전대	349	696	신기	AWS	강원도 삼척시 신기면 신기리 78
297	637	신평	AWS	충청남도 당진시 신평면 셋터로 172 한정초등학교	350	697	서거차도	AWS	전라남도 진도군 조도면 서거차도1길 42
298	638	영춘	AWS	충청북도 단양군 영춘면 온달평길로 111	351	698	해제	AWS	전라남도 무안군 해제면 발산길 28-18
299	639	덕산	AWS	충청북도 제천시 덕산면 도천리 1350-2	352	699	무안	AWS	전라남도 무안군 무안읍 교촌리 785-1
300	640	청천	AWS	충청북도 괴산군 송면2길 13	353	700	여청도	AWS	전라북도 군산시 옥도면 여청도리 산 12
301	641	대청	AWS	충청남도 청원군 회남문의로 1935	354	701	무주	AWS	전라북도 무주군 무주읍 한풍루로 416
302	642	문화	AWS	대전광역시 중구 문화동 435-192	355	702	익산	AWS	전라북도 익산시 서동로 413 전북농업기술원
303	643	세천	AWS	대전광역시 동구 세천동 63-1	356	703	진안	AWS	전라북도 진안군 진안읍 진무로 702-30
304	644	연무	AWS	충청남도 논산시 연무읍 연무로 54	357	704	변산	AWS	전라북도 부안군 변산면 격포리 270-34
305	645	서부	AWS	충청남도 홍성군 서부면 서부로 505 서부초등학교	358	706	담양	AWS	전라남도 담양군 담양읍 천변리 396-16
306	646	춘장대	AWS	충청남도 서천군 서면 부사리 289 부사교관리사 내	359	707	지도	AWS	전라남도 신안군 지도읍 읍내리 산 25-6 헬기장
307	647	가곡	AWS	충청남도 영동군 양산면 원당리 704 제방	360	708	광산	AWS	광주광역시 광산구 평동로 639-22 광주농업기술센터
308	648	장동	AWS	대전광역시 대덕구 장동 360-2	361	709	구례	AWS	전라남도 구례군 구례읍 동산1길 32
309	649	부평	AWS	인천광역시 부평구 구산동 사서합 317-4	362	710	나주	AWS	전라남도 나주시 금천면 벽류리 121 나주배시협장
310	650	양지	AWS	강원도 철원군 동송읍 양지리 6사단 수색대대	363	711	이양	AWS	전라남도 화순군 이양면 강성리 848-9
311	651	외촌	AWS	강원도 철원군 철원읍 외촌리 6사단 2연대 수색중대	364	712	순천시	AWS	전라남도 순천시 덕암동 184-3
312	652	연천정산	AWS	경기도 연천군 정산면 초성리 376-1 제28사단 75여단	365	713	광양읍	AWS	전라남도 광양시 광양읍 칠성리 419-2
313	654	자월도	AWS	인천광역시 옹진군 자월면 자월서로 164 자월면사무소	366	714	자은도	AWS	전라남도 신안군 자은면 구영리 1164-24
314	655	소청도	AWS	인천광역시 옹진군 대청면 소청리 소청서로 279	367	716	하의도	AWS	전라남도 신안군 하의면 후광길 288
315	656	불음도	AWS	인천광역시 강화군 서도면 불음도리 산 44	368	717	익신	AWS	전라남도 진도군 익신면 연주리 888-1
316	657	대천항	AWS	충청남도 보령시 신희동 대천항2길 39-4	369	718	상조도	AWS	전라남도 진도군 조도면 맹성리 633
317	658	만리포	AWS	충청남도 태안군 소원면 모항리 산 93 국직 5188부대	370	719	선유도	AWS	전라북도 군산시 옥도면 장자도리 71
318	659	계룡산	AWS	충청남도 계룡시 남선면 부남리 경비연대 방공중대	371	720	보길도	AWS	전라남도 완도군 보길면 부항리 산 60-5
319	660	면온	AWS	강원도 평창군 봉평면 면온리 65-1	372	721	금일	AWS	전라남도 완도군 금일읍 신구리 산 264-1
320	661	현내	AWS	강원도 고성군 현내면 명파4길 11-15	373	722	조선대	AWS	광주광역시 동구 필문대로 309
321	662	송봉도	AWS	인천광역시 옹진군 자월면 송봉로67번길 43-18	374	723	거문도	AWS	전라남도 여수시 삼산면 거문길 103 해양파출소
322	663	목덕도	AWS	인천광역시 옹진군 덕적면 백아리 목덕도	375	724	추자도	AWS	제주특별자치도 제주시 추자면 영흥리 31-14
323	664	영흥도	AWS	인천광역시 옹진군 영흥면 외리 248-5 수산자원연구소	376	725	우도	AWS	제주특별자치도 제주시 우도면 연평리 772
324	665	무의도	AWS	인천광역시 중구 대무의로 302-17 무의초등학교	377	726	마라도	AWS	제주특별자치도 서귀포시 대정읍 가파리 584
325	666	안도	AWS	충청남도 태안군 원북면 방갈리 산 240	378	727	유수암	AWS	제주특별자치도 제주시 애월읍 평화로 2144
326	667	웅도	AWS	충청남도 태안군 근흥면 가의도리 산 29	379	730	창성	AWS	전라남도 장성군 황룡면 강변로 377
327	669	외연도	AWS	충청남도 보령시 오천면 외연도1길 325	380	731	영암	AWS	전라남도 영암군 영암읍 배날리길 50
328	670	양양	AWS	강원도 양양군 양양읍 송암리 160	381	732	보성	AWS	전라남도 보성군 보성읍 옥평리 571-11
329	671	청호	AWS	강원도 속초시 조양동 1034 제1중계펌프장	382	733	함라	AWS	전라북도 익산시 함라면 함라2길 162
330	672	상하	AWS	전라북도 고창군 상하면 장산리 780-2	383	734	완주	AWS	전라북도 완주군 고산면 소항리 699-1
331	673	진영	AWS	경상남도 김해시 진영읍 하계로 138번길 30	384	735	덕유산	AWS	전라북도 무주군 설천면 삼공리 483-1
332	674	사북	AWS	강원도 정선군 사북읍 하이원길 57-33 강원랜드	385	736	진봉	AWS	전라북도 김제시 진봉면 진봉로 302 진봉초등학교
333	675	남이섬	AWS	강원도 춘천시 남삼면 방하리 산 159	386	737	김제	AWS	전라북도 김제시 서암길 94 김제시 배수지
334	676	위성센터	AWS	충청북도 진천군 광혜원면 구암길 64-18	387	738	홀포	AWS	전라북도 부안군 홀포면 주출로 228-18
335	678	강릉성산	AWS	강원도 강릉시 성산면 여흘리 산1-25	388	739	심원	AWS	전라북도 고창군 심원면 도천리 822
336	679	강릉양산	AWS	강원도 강릉시 양산면 대가리 1147 강원도 감자원종장	389	741	화순	AWS	전라남도 화순군 화순읍 삼천리 590
337	680	평화	AWS	강원도 화천군 화천읍 동촌리 2921-3	390	742	윤남	AWS	전라남도 무안군 윤남면 성내리 580-7
338	681	원동	AWS	강원도 철원군 원동면 7사단 안동포대	391	743	비금	AWS	전라남도 신안군 비금면 비금북부길 573-1
339	682	임남	AWS	강원도 철원군 임남면 21사단 북한강중대	392	744	산이	AWS	전라남도 해남군 산이면 덕송리 1077
340	687	석곡	AWS	전라남도 곡성군 석곡면 유정리 403 돌실공원	393	745	성전	AWS	전라남도 강진군 성전면 송월리 달맞이길 31
341	688	봉산	AWS	전라남도 담양군 봉산면 삼지리 437-9	394	746	땅골	AWS	전라남도 해남군 송지면 미아리 854
342	689	광주남구	AWS	광주광역시 남구 덕남길 7	395	747	청산도	AWS	전라남도 완도군 청산면 도청리 976
343	690	풍산	AWS	전라북도 순창군 풍산면 금릉로 1006-1 풍산면사무소	396	748	벌교	AWS	전라남도 보성군 벌교읍 정호길 56-386

순번	지점번호	지점명	구분	주소	순번	지점번호	지점명	구분	주소
397	749	도양	AWS	전라남도 고흥군 도양읍 봉암리 2346	450	802	온정	AWS	경상북도 울진군 온정면 외선미리 63
398	750	백야	AWS	전라남도 여수시 화양면 세포당머리길 22	451	803	옥산	AWS	경상북도 의성군 옥산면 금봉로 27 옥산중학교
399	751	선홍	AWS	제주특별자치도 제주시 조천읍 선교로 117	452	804	청하	AWS	경상북도 포항시 북구 청하면 미남리 629-3
400	752	서광	AWS	제주특별자치도 서귀포시 안덕면 신화역사로188번길 62	453	805	죽장	AWS	경상북도 포항시 북구 죽장면 방흥리 276
401	753	여리목	AWS	제주특별자치도 제주시 1100로 2070-61	454	806	선산	AWS	경상북도 구미시 선산읍 김선로 963
402	754	함평	AWS	전라남도 함평군 함평읍 기가리 189-7	455	807	의흥	AWS	경상북도 군위군 의흥면 수서리 581-1
403	755	화순북	AWS	전라남도 화순군 북면 옥리 487	456	808	호미곶	AWS	경상북도 포항시 남구 호미곶면 대보리 287-1
404	756	위도	AWS	전라북도 부안군 위도면 진리 501-5	457	809	대덕	AWS	경상북도 김천시 대덕면 중산리 429-3
405	757	진안추천	AWS	전라북도 진안군 추천면 신양리 487-4	458	810	성주	AWS	경상북도 성주군 성주읍 삼산리 405-1
406	758	동향	AWS	전라북도 진안군 동향면 대량리 185-19	459	811	황성	AWS	경상북도 경주시 황성동 957 황성공원 내
407	759	뽕사골	AWS	전라북도 남원시 산내면 외운길 10	460	812	고령	AWS	경상북도 고령군 고령읍 일량본길 137
408	760	북홍	AWS	전라북도 순창군 북홍면 정산로 24-31	461	813	청도	AWS	경상북도 청도군 화양읍 송북리 278
409	761	태인	AWS	전라북도 정읍시 태인면 태창리 409-3	462	814	부석	AWS	경상북도 영주시 부석면 소백로 3790 아람진펜션
410	762	강진면	AWS	전라북도 임실군 강진면 웅수리 130-1	463	815	예천	AWS	경상북도 예천시 예천읍 동본리 179-2
411	763	여산	AWS	전라북도 익산시 여산면 재남리 육군 부사관학교	464	816	구룡포	AWS	경상북도 포항시 남구 구룡포읍 병포길52번길 41
412	764	신덕	AWS	전라북도 임실군 신덕면 삼길 1255-7	465	817	수비	AWS	경상북도 영양군 수비면 수하리 산 107-18
413	765	복내	AWS	전라남도 보성군 복내면 복내리 536-13	466	818	마성	AWS	경상북도 문경시 마성면 문경GC길 240 문경레저타운
414	766	여수산단	AWS	전라남도 여수시 월내동 1056 GS칼텍스여천공장	467	819	예산	AWS	경상북도 예산군 예산면 임예로 1896 예안119지역대
415	767	포두	AWS	전라남도 고흥군 포두면 송산리 1640	468	820	하회	AWS	경상북도 안동시 풍천면 전사로 216
416	768	곡성	AWS	전라남도 곡성군 곡성읍 삼인동길 97 31사단 95연대	469	821	공성	AWS	경상북도 상주시 공성면 웅산로 1094
417	769	염산	AWS	전라남도 영광군 염산면 향화로4길 64-18	470	822	김천	AWS	경상북도 김천시 구성면 남김천대로 3296-22
418	770	다도	AWS	전라남도 나주시 다도면 다도로 759	471	823	군위	AWS	경상북도 군위군 군위읍 내랑길 11
419	771	안좌	AWS	전라남도 신안군 안좌면 항목리 398-3	472	824	가산	AWS	경상북도 칠곡군 가산면 화상리 256-1
420	772	수유	AWS	전라남도 진도군 군내면 덕병리 1512-1	473	825	칠곡	AWS	경상북도 칠곡군 약목면 동덕로 146
421	773	학산	AWS	전라남도 영광군 학산면 상월리 산 86	474	826	신녕	AWS	경상북도 영천시 신녕면 큰골길 9 신녕초등학교
422	774	전남도청	AWS	전라남도 무안군 삼향읍 오룡길 1	475	827	경산	AWS	경상북도 경산시 남매로 158 경산보건소
423	775	월야	AWS	전라남도 함평군 월야면 월야리 344-13	476	828	달성	AWS	대구광역시 달성군 현풍면 현풍서로 147
424	776	현산	AWS	전라남도 해남군 현산면 현산북평로 82 현산면사무소	477	829	외동	AWS	경상북도 경주시 외동읍 순곡2길 8-15 (구)외동정수장
425	777	관산	AWS	전라남도 장흥군 대덕읍 대대로 931 대덕읍사무소	478	830	기계	AWS	경상북도 포항시 북구 기계면 새마을발상지길 116
426	778	유치	AWS	전라남도 장흥군 유치면 관동리 62	479	831	석포	AWS	경상북도 봉화군 석포면 대현리 산 13-103
427	779	한림	AWS	제주특별자치도 제주시 한림읍 명월리 1969	480	832	안계	AWS	경상북도 의성군 안계면 용기9길 9 안계고등학교
428	780	제주남원	AWS	제주특별자치도 서귀포시 남원읍 태위로 551-27	481	833	은척	AWS	경상북도 의성군 은척면 성주봉로 795
429	781	구좌	AWS	제주특별자치도 제주시 구좌읍 하도리 2233-1	482	834	화서	AWS	경상북도 상주시 화서면 중화로 2191
430	782	성판악	AWS	제주특별자치도 제주시 조천읍 516로 1865	483	835	봉화읍	AWS	경상북도 봉화군 봉화읍 거촌리 385
431	783	과기원	AWS	광주광역시 북구 첨단과기로 123 광주과학기술원	484	836	현서	AWS	경상북도 청송군 현서면 구산리 61-1
432	784	시종	AWS	전라남도 영암군 시종면 만수리 680	485	837	이산	AWS	경상북도 영주시 이산면 원리 228 제3260부대 3세대
433	785	복일	AWS	전라남도 해남군 복일면 신월리 174-4	486	838	동로	AWS	경상북도 문경시 동로면 여우목로 2319-45
434	786	돌산	AWS	전라남도 여수시 돌산읍 신복리 1174-7 마을회관 옥상	487	839	길안	AWS	경상북도 안동시 길안면 전지안길 71-3 길안중학교
435	787	도화	AWS	전남 고흥군 도화면 당오리 1147-15	488	840	하양	AWS	경상북도 경산시 하양읍 금락리 산 121
436	788	풍암	AWS	광주광역시 서구 풍암동 20	489	841	화북	AWS	경상북도 영천시 화북면 오산리 1493 화북소공원
437	789	압해도	AWS	전라남도 신안군 압해면 신용리 602-5 나무병원	490	842	산내	AWS	경상북도 경주시 산내면 외칠리 981-2
438	790	나로도	AWS	전라남도 고흥군 동일면 덕흥리 산 299-3	491	843	금강송	AWS	경상북도 울진군 서면 불영계곡로 1720
439	791	피아골	AWS	전라남도 구례군 토지면 직전길 32	492	844	영덕읍	AWS	경상북도 영덕군 영덕읍 구미리 62 영덕군농업기술센터
440	792	표선	AWS	제주특별자치도 서귀포시 표선면 한마음초동로 399	493	845	대구북구	AWS	대구광역시 북구 조아로2길 209 신천 하수종말처리장
441	793	대정	AWS	제주특별자치도 서귀포시 대정읍 일과리 1396-2	494	846	서구	AWS	대구광역시 서구 종리동 942-1 상리배수지
442	794	황전	AWS	전라남도 순천시 황전면 괴목리 60-1	495	847	소보	AWS	경상북도 군위군 소보면 소보안계로 107
443	795	옥과	AWS	전라남도 곡성군 옥과면 리문리 161	496	848	청도금천	AWS	경상북도 청도군 금천면 섬마리1길 27 금천초등학교
444	796	초도	AWS	전라남도 여수시 삼산면 초도리 1 산 2858 초도발전소	497	849	지보	AWS	경상북도 예천시 지보면 소화1길 20-5
445	797	하태도	AWS	전라남도 신안군 흑산면 장굴길 17-11 내면발전소 뒤	498	850	감포	AWS	경상북도 경주시 감포읍 나정리 630 나정해수욕장
446	798	홍도	AWS	전라남도 신안군 흑산면 홍도1길 53 홍도본교	499	851	소곡	AWS	경상북도 울진군 북면 박금소야로 448
447	799	낙월도	AWS	전라남도 영광군 낙월면 상낙월리 355 낙월면사무소	500	852	죽변	AWS	경상북도 울진군 죽변면 등대길 131 죽변레이더기지
448	800	평해	AWS	경상북도 울진군 평해읍 평해리 510	501	853	팔공산	AWS	경상북도 칠곡군 동명면 한티로 1034
449	801	영양	AWS	경상북도 영양군 영양읍 감천리 646-2	502	854	삼동	AWS	울산광역시 울주군 삼동면 금곡리 산 183-6



순번	지점번호	지점명	구분	주소	순번	지점번호	지점명	구분	주소
503	855	가파도	AWS	제주특별자치도 서귀포시 대정읍 가파리 373-1	556	916	단성	AWS	경상남도 산청군 단성면 강누리 38-3
504	856	광양백운산	AWS	전라남도 광양시 옥룡면 동곡리 1105	557	917	사천	AWS	경상남도 사천시 용현면 진삼로 902
505	857	완도읍	AWS	전라남도 완도군 완도읍 청해진서로398번길 19-1	558	918	고성	AWS	경상남도 고성읍 고성읍 죽계리 435-230
506	858	지산	AWS	전라남도 진도군 지산면 인자리 77-1	559	919	창녕	AWS	경상남도 창녕군 대지면 효정리 600
507	859	토함산	AWS	경상북도 경주시 양북면 불곡로 1208-45	560	920	함안	AWS	경상남도 함안군 가야읍 산서리 928
508	860	신암	AWS	대구광역시 동구 아양로9길 36	561	921	가덕도	AWS	부산광역시 강서구 가덕해안로 1237
509	861	월정	AWS	제주특별자치도 제주시 구좌읍 월정리 1400-103	562	922	단장	AWS	경상남도 밀양시 단장면 고례리 1710
510	862	송당	AWS	제주특별자치도 제주시 구좌읍 송당리 1266-1	563	923	기장	AWS	부산광역시 기장군 일광면 이천리 산 1-5
511	863	외도	AWS	제주특별자치도 제주시 외도1동 1019	564	924	간절곶	AWS	울산광역시 울주군 서생면 간절곶1길 39-2
512	864	완산	AWS	전라북도 전주시 완산구 관성3길 21-15	565	925	생림	AWS	경상남도 김해시 생림면 마사리 666-9
513	865	오동	AWS	제주특별자치도 제주시 오동동 1809	566	926	진북	AWS	경상남도 창원시 마산합포구 진북면 덕곡덕기길 276
514	866	한라생태숲	AWS	제주특별자치도 제주시 응암동 산 14-1	567	927	송백	AWS	경상남도 밀양시 신내면 송백리 1532-1
515	867	삼각봉	AWS	제주특별자치도 제주시 오라2동	568	929	개천	AWS	경상남도 고성읍 개천면 청광리 418-8
516	868	사제비	AWS	제주특별자치도 제주시 애월읍 광령리 산 138-1	569	930	사랑도	AWS	경상남도 통영시 사랑면 양지리 187-15
517	869	영실	AWS	제주특별자치도 서귀포시 하원동 산 1-1	570	931	육지도	AWS	경상남도 통영시 육지면 동항리 376-3
518	870	진달래밭	AWS	제주특별자치도 서귀포시 남원읍 영실로 492	571	932	하동	AWS	경상남도 하동군 하동읍 신기리 441-5
519	871	빛새오름	AWS	제주특별자치도 제주시 애월읍 1100로 2070-510	572	933	금남	AWS	경상남도 하동군 금남면 덕천리 842-4 덕천기암장
520	872	지리산	AWS	경상남도 산청군 사천면 지리산대로 1 경원환경교육원	573	934	수곡	AWS	경상남도 하동군 수곡면 사곡리 96-9
521	873	원주백운산	AWS	강원도 원주시 판부면 서곡리 산166 제11통신단	574	935	청덕	AWS	경상남도 함천군 청덕면 가현리 5204
522	874	등송	AWS	강원도 철원군 철원읍 화지리 8587부대 101대대	575	936	신포	AWS	경상남도 의령군 철곡면 신포리 326
523	875	설악산	AWS	강원도 양양군 서면 대청봉길 1 중청대피소	576	937	해운대	AWS	부산광역시 해운대구 우동3로 94 53사단 사령부
524	876	삼척	AWS	강원도 삼척시 언정1길 27	577	938	부산진	AWS	부산광역시 부산진구 백양대로320번길 99
525	877	문막	AWS	강원도 원주시 문막읍 취병리 569-13	578	939	금정구	AWS	부산광역시 금정구 두구동 1363
526	878	도계	AWS	강원도 삼척시 황초길 346-0	579	940	동래	AWS	부산광역시 동래구 동래역사관길 18
527	879	스키점프	AWS	강원도 평창군 대관령면 용산리 438-125	580	941	북구	AWS	부산광역시 북구 덕천2동 763
528	880	금악	AWS	제주특별자치도 제주시 한림읍 금악리 산 56-3	581	942	부산남구	AWS	부산광역시 남구 감만동 산44-1
529	881	새만금	AWS	전라북도 군산시 옥도면 새만금로 1499	582	943	매곡	AWS	울산광역시 북구 매곡동 838-31 공명선거공원 내
530	882	상무대	AWS	전라남도 장성군 삼서면 학성리 사서함 75	583	944	길곡	AWS	경상남도 창녕군 길곡면 중산리 901-1 답
531	883	새별오름	AWS	제주특별자치도 제주시 애월읍 봉성리 산59-12	584	945	대병	AWS	경상남도 합천군 대병면 허금리 575
532	884	기상(과)	AWS	제주특별자치도 서귀포시 서호북로 33 국립기상과학원	585	946	복상	AWS	경상남도 거창군 복상면 길계리 송계로 731-18
533	885	태봉센터	AWS	제주특별자치도 서귀포시 남원읍 서성로 810번길 2	586	947	명사	AWS	경상남도 거제시 남부면 저구리 423-3
534	886	군산산단	AWS	전라북도 군산시 내초동 231 내초공원	587	948	삼장	AWS	경상남도 산청군 삼장면 덕교리 618-3
535	888	청남대	AWS	충청북도 청원군 문의면 청남대길 646	588	949	정자	AWS	울산광역시 북구 동해안로 1740-1 7765부대
536	889	현충원	AWS	서울특별시 동작구 현충로 210 국립서울현충원	589	950	사하	AWS	부산광역시 사하구 다대로 83번길 110 125연대 3대대
537	890	신례	AWS	제주특별자치도 서귀포시 남원읍 신례리 2162-43	590	951	내장산	AWS	전라북도 정읍시 내장호반로 273-17
538	892	성산수산	AWS	제주특별자치도 서귀포시 성산읍 수산리 3039-1	591	953	장목	AWS	경상남도 거제시 장목면 장목리 360-12
539	893	애월	AWS	제주특별자치도 제주시 애월읍 애월리 397-2	592	954	온산	AWS	울산광역시 울주군 온산을 이진리 산 64
540	900	두서	AWS	울산광역시 울주군 두서면 구량리 500-7	593	964	마량	AWS	전라남도 강진군 마량면 마량리 1132-11
541	901	울기	AWS	울산광역시 동구 일산동 산 907 방어진중대	594	970	철원장흥	AWS	강원도 철원군 동송읍 장흥리 761
542	902	시천	AWS	경상남도 산청군 시천면 내공리 640-1	595	972	안동육동	AWS	경상북도 안동시 하이마로 385
543	903	도천	AWS	경상남도 창녕군 도천면 답삼리로75길 0 영산천배수장	596	973	화순능주	AWS	전라남도 화순군 능주면 만수리 794-4
544	904	사상	AWS	부산광역시 사상구 낙동대로 943길157	597	974	대곡	AWS	경상남도 진주시 대곡면 소실길 12-116
545	905	양산상복	AWS	경상남도 양산시 상복면 좌삼리 산 1 7508부대 1대대	598	977	오창가곡	AWS	충청북도 청주시 청원구 오창읍 괴정리 383
546	906	화계	AWS	경상남도 하동군 화계면 화계로 541-6	599	978	춘천신북	AWS	강원도 춘천시 총열로 83 강원농업기술원
547	907	삼천포	AWS	경상남도 사천시 대방동 136-3	600	980	강정	AWS	제주특별자치도 서귀포시 중산간서로 212
548	908	진해	AWS	경상남도 창원시 진해구 웅천로 218					
549	909	서이말	AWS	경상남도 거제시 일운면 서이말길 478					
550	910	영도	AWS	부산광역시 영도구 본산로 54 53사단 125연대 1대대					
551	911	매물도	AWS	경상남도 통영시 한산면 매곡리 39-9					
552	912	백천	AWS	경상남도 함양군 함양읍 백천리 409-2					
553	913	상주면	AWS	경상남도 남해군 상주면 상주리 1723					
554	914	서하	AWS	경상남도 함양군 서하면 옥십령로 2327-6					
555	915	삼가	AWS	경상남도 합천군 삼가면 두모리 192-3					

[표 5-7] 시정·현천계 도입 현황

도입연도	설치지점	수량
2009	대관령, 춘천, 서울, 원주, 수원, 영월, 충주, 제천, 금산, 안동, 의성, 군산, 목포, 순천, 진주, 양평, 이천, 보령, 부여, 임실, 장수, 구미, 합천, 안성IC*, 오창IC*	25
2010	속초, 철원, 동두천, 인천, 강화, 울릉도, 서산, 청주, 대전, 보은, 문경, 영천, 밀양, 창원, 여수, 장흥, 해남, 부안, 제주, 성산, 서귀포, 산청, 천안, 남원, 거창, 북강릉, 동해, 태백, 울진, 봉화, 영덕, 추풍령, 영주, 포항, 대구, 전주, 울산, 광주, 부산, 통영, 거제, 남해, 흑산도, 고흥, 완도, 고산, 정읍, 기후변화, 진도, 백령도, 기상청, 간성, 화천, 가평, 청평, 의정부, 기린, 연곡, 삼척, 남양주, 횡성, 문막, 안성, 용인, 음성, 당진, 옥천, 영동, 예천, 청하, 울기, 장성, 무안, 영암, 보성, 고창, 변산, 장호원, 여주, 황성	80
2011	양양, 사내, 김화, 양구, 파주, 고양, 평창, 내면, 인제, 홍천, 강릉, 주문진, 원덕, 청일, 신동, 주천, 단양, 홍성, 진천, 세종연서, 논산, 청송군, 상주, 무주, 영광군, 담양, 김해, 광주, 순창군, 성주	30
2012	청호, 봉평, 남산, 옥계, 하장, 강남, 천부, 평택, 영양, 안계, 감포, 김제, 고령, 청도, 진안, 양산시, 의령군, 강진군, 광양시, 순천시, 유수암, 한림, 남원, 백천, 정선군	25
2013	포천, 청산, 양주, 부산, 성남, 과천, 안흥, 화성, 문화, 현서, 화서, 익산, 함라, 달성, 이양, 염산, 기장, 동래, 선흥, 서광, 성거, 청양	22
2014	고창군, 북창원, 보성군, 함양군, 경주시, 중문, 백령면, 태하, 북평, 시흥, 상동, 괴산, 대산, 공주, 서천, 증평, 청원, 태안, 예산, 노은, 아산, 양화, 계룡, 만리포, 현내, 구례, 나주, 완주, 진봉, 줄포, 화순, 벌교, 함평, 주천, 강진면, 포두, 곡성, 월야, 압해도, 후포, 김천, 군위, 칠곡, 경산, 영덕읍, 두서, 삼천포, 진해, 서이만, 삼가, 사천, 고성, 창녕, 함안, 하동, 북상	56
2015	구리, 한강, 영종도, 영흥도, 대연평도, 세종연기, 삼시도, 상조도, 가거도, 도양, 안좌, 매물도, 가덕도, 미시령, 성판악, 구좌, 횡계IC*, 강릉JCT*, 춘천IC*, 진천IC*, 금산IC*, 석곡IC*, 현풍IC*	23
2016	홍성(예), 임자도, 세종고운, 삼당령, 덕적도, 운평, 해안, 화촌, 서석, 임계, 안산, 오산, 금곡, 능곡, 양양영덕, 대청, 연무, 외연도, 대곡, 광산, 선유도, 거문도, 추자도, 어리목, 위도, 복내, 학산, 수비, 김녕, 간절곶	30
2017	-	-

* 고속도로 안개 감시를 위해 도로상에 설치된 시정·현천계

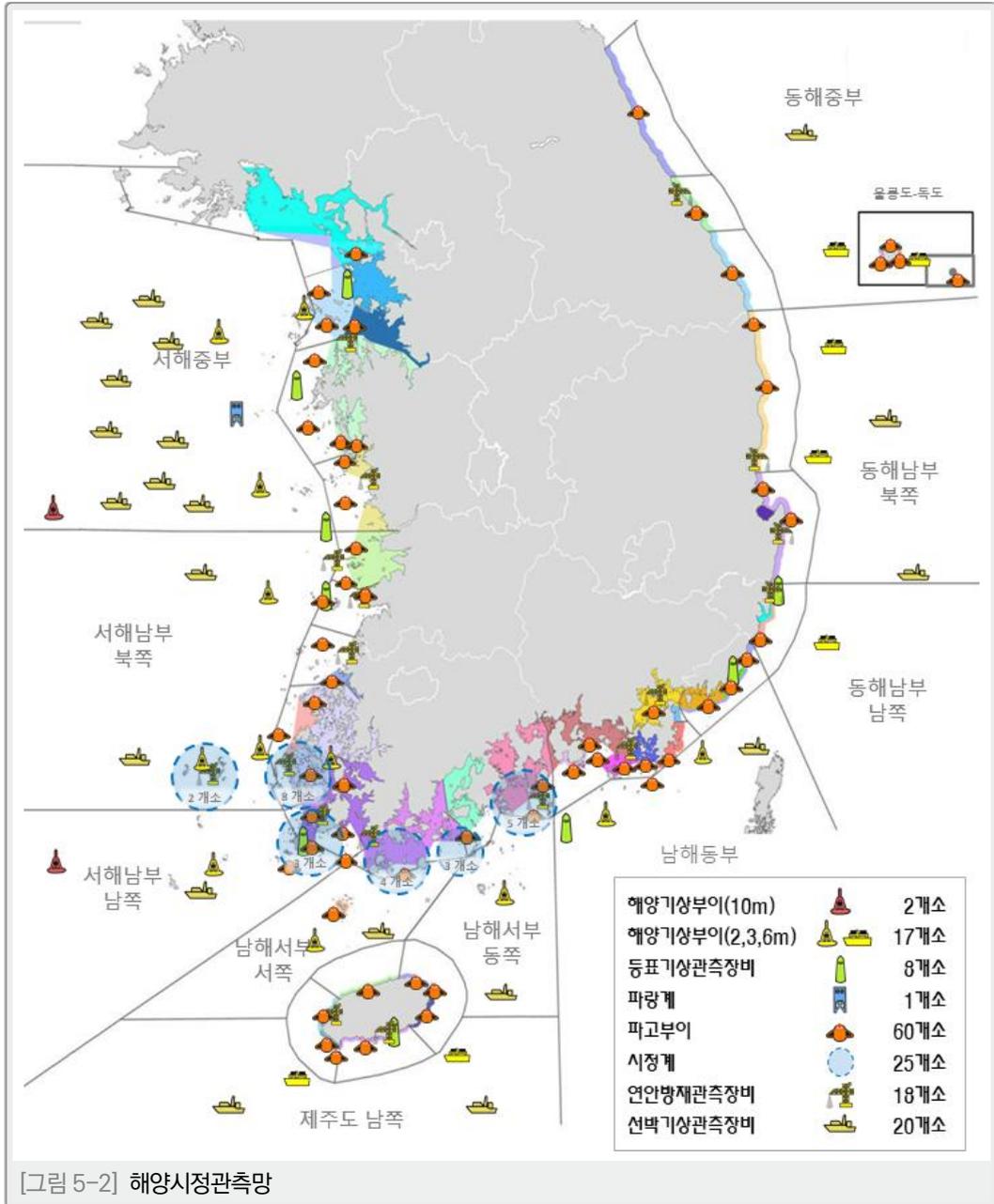
4.2. 고층기상관측장비

[표 5-8] 고층기상관측장비 도입 현황

장비명	도입연도	지점명	수량
연직바람관측장비	2007	추풍령, 울진, 원주, 철원	4
	2017	북강릉, 파주, 국가태풍센터	3
	2018	군산	1
	2019	창원, 북격렬비도	2
라디오미터	2009	추풍령, 울진, 원주, 철원, 북강릉, 창원, 파주, 군산, 북격렬비도	9
자동고층기상관측장비	2002	창원	1



4.3. 해양기상관측장비 현황



[표 5-9] 해양 관측망 설치 현황

장비명	해역	지점번호	지점명	위·경도		관측시작일	
				북위(N)	동경(E)		
해양기상부이 (21)	서해	22101	덕적도	37°14'	126°01'	1996.07.01.	
		22102	칠발도	34°47'	125°46'	1996.07.01.	
		22108	외연도	36°14'	125°45'	2009.10.21.	
		22183	신안	34°44'	126°14'	2013.06.21.	
		22185	인천	37°05'	125°25'	2015.12.22.	
		22186	부안	35°39'	125°48'	2015.12.22.	
		22191	서해170	36°08'	124°03'	2019.11.28.	
		22192	서해206	34°00'	123°15'	2019.11.28.	
	남해	22193	가거도	34°01'	125°12'	2019.12.23.	
		22194	홍도	34°44'	125°14'	2019.12.23.	
		22103	거문도	34°00'	127°30'	1997.05.01.	
	제주도	22104	거제도	34°46'	128°54'	1998.05.01.	
		22188	통영	34°23'	128°13'	2015.12.22.	
		22107	마라도	33°05'	126°02'	2008.11.15.	
	동해	22184	추자도	33°47'	126°08'	2014.01.14.	
		22187	서귀포	33°07'	127°01'	2015.12.22.	
		22105	동해	37°28'	129°57'	2001.04.01.	
		22106	포항	36°21'	129°47'	2008.11.15.	
		21229	울릉도	37°27'	131°06'	2011.12.28.	
	등표기상관측 장비 (8)	서해	22189	울산	35°20'	129°50'	2015.12.22.
			22190	울진	36°54'	129°52'	2015.12.22.
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.	
남해		958	갈매여	35°36'	126°14'	2003.10.01.	
		959	해수서	34°15'	126°01'	2003.10.01.	
		961	간여암	34°17'	127°51'	2005.12.12.	
제주도	960	지귀도	33°13'	126°39'	2004.12.10.		
동해	963	이덕서	35°34'	129°28'	2009.07.18.		
파랑계(1)	서해	229	북격렬비도	36°37'	125°33'	2005.02.20.	
파고부이 (60)	서해	22444	신진도	36°36'	126°07'	2010.12.28.	
		22445	삼시도	36°22'	126°20'	2010.12.26.	
		22461	이작도	37°09'	126°12'	2012.11.30.	
		22470	풍도	37°07'	126°22'	2012.12.17.	
		22492	비안도	35°44'	126°35'	2016.01.15.	
		22447	옥도	34°41'	126°03'	2010.12.29.	
		22493	자은	34°55'	125°52'	2016.06.09.	
		22449	진도	34°26'	126°03'	2010.12.24.	
		22494	낙월	35°12'	126°12'	2016.06.09.	
		22472	자월도	37°18'	126°09'	2013.09.13.	
		22473	서천	36°10'	126°19'	2013.09.13.	
		22474	군산	35°53'	126°25'	2013.09.13.	

장비명	해역	지점번호	지점명	위·경도		관측시작일
				북위(N)	동경(E)	
파고부이 (60)	남해	22456	청산도	34°08'	126°44'	2011.12.30.
		22466	금오도	34°34'	127°46'	2012.11.30.
		22450	두미도	34°42'	128°09'	2010.12.29.
		22454	장안	35°17'	129°17'	2011.12.30.
		22455	해금강	34°44'	128°41'	2011.12.30.
		22459	오륙도	35°05'	129°07'	2011.12.30.
		22460	다대포	35°01'	128°57'	2011.12.30.
		22467	한산도	34°42'	128°29'	2012.11.30.
		22477	노화도	34°14'	126°29'	2013.10.07.
		22478	고흥	34°22'	127°10'	2013.09.13.
		22484	잠도	35°03'	128°40'	2015.01.01.
		22485	소매물도	34°37'	128°32'	2015.01.01.
		22498	남해	34°41'	127°59'	2016.12.05.
		22499	연화도	34°40'	128°23'	2016.12.05.
	22501	사랑도	34°51'	128°08'	2017.12.28.	
	22502	나로도	34°25'	127°35'	2017.12.28.	
	제주도	22457	제주항	33°31'	126°29'	2011.12.30.
		22458	중문	33°13'	126°23'	2011.12.30.
		22468	추자도	33°58'	126°16'	2012.11.30.
		22469	우도	33°31'	126°58'	2012.11.30.
		22476	가파도	33°09'	126°15'	2013.08.14.
		22486	협재	33°24'	126°12'	2015.01.01.
		22491	김녕	33°34'	126°45'	2015.10.13.
		22495	신산	33°22'	126°54'	2016.06.17.
	동해	22505	영락	33°14'	126°11'	2017.12.28.
		22441	독도	37°14'	131°52'	2010.08.29.
		22442	혈암	37°32'	130°51'	2010.12.27.
		22443	구암	37°28'	130°48'	2010.12.27.
		22451	연곡	37°52'	128°53'	2011.12.30.
		22464	울릉읍	37°28'	130°54'	2012.11.30.
		22471	토성	38°16'	128°34'	2013.04.19.
		22452	죽변	37°06'	129°23'	2011.12.30.
		22463	구룡포	35°59'	129°35'	2011.12.30.
		22465	후포	36°43'	129°29'	2012.11.30.
		22479	삼척	37°24'	129°13'	2013.08.13.
		22483	간절곶	35°22'	129°22'	2015.01.01.
22490		월포	36°13'	129°24'	2015.10.13.	
연안기상관측 장비 (18)		서해	33001	대산	37°01'	126°21'
	33002		죽도	36°16'	126°32'	2011.01.01.
	33003		말도	35°51'	126°19'	2011.01.01.
	33004		격포	35°37'	126°27'	2011.01.01.
	33018		법성포	35°21'	126°23'	2014.09.03.
	33010		흑산도	34°39'	125°23'	2011.01.01.
	33006		지산	34°26'	126°07'	2011.01.01.
	33017	신안	34°43'	125°54'	2013.10.18.	
	남해	33013	해남	34°18'	126°30'	2012.01.01.
		33014	여수	34°31'	127°43'	2012.01.01.



장비명	해역	지점번호	지점명	위·경도		관측시작일	
				북위(N)	동경(E)		
연안기상관측 장비 (18)	남해	33009	통영	34°45'	128°24'	2011.01.01.	
		33019	실리도	35°03'	128°38'	2015.01.07.	
	제주도	33011	판포	33°22'	126°12'	2011.01.01.	
		33015	서귀포	33°15'	126°38'	2012.01.01.	
		33007	주문진	37°50'	128°52'	2011.01.01.	
	동해	33008	영덕	36°20'	129°23'	2011.01.01.	
		33012	구룡포	35°56'	129°32'	2012.01.01.	
		33016	울산	35°34'	129°27'	2013.10.18.	
		44001	불무기도	34°45'	126°13'	2019.12.30.	
해양시정관측 장비 (25)	서해	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.	
		남해	44011	호리도	34°35'	127°40'	2019.12.30.
			44012	초도항	34°14'	127°14'	2019.12.30.
	44013		함구미	34°32'	127°41'	2019.12.30.	
	44014		낭도항	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		공고지산	34°22'	126°56'	2019.12.30.	
	44022	갈두항	34°17'	126°31'	2019.12.30.		
	선박기상관측 장비 (20)	서해 (11)	비공개	비공개 (경비함정)	-	-	-
1718410			비룡호	-	-	2017.12.28.	
1718411			뉴골든브릿지V	-	-	2017.12.28.	
1718412			뉴골든브릿지VI	-	-	2019.03.26.	
1718413			동방명주VI	-	-	2019.03.26.	
1718414			화동필VIII	-	-	2019.03.26.	
1718415		하머니원강	-	-	2019.09.04.		
남해 (6)		비공개	비공개 (경비함정)	-	-	-	
동해 (3)		비공개	비공개 (경비함정)	-	-	-	
		1718416	이스턴드림	-	-	2019.09.04.	

5

청사 현황

(단위 : m²)

기관명	대지면적	건물 연면적	임대기관
기상청	18,198	18,419	
송월동별관	4,156	1,275	
국가기상슈퍼컴퓨터센터	23,092	8,466	
국가태풍센터	28,912	1,883	
기상통신소	8,048	895	
(구)천안기상대(천안지진계시험실)	8,239	716	
수도권기상청	18,067	3,232	
(구)수원기상대	5,618	585	
인천기상대	7,839	979	
(구)동두천기상대	2,866	446	
(구)이천기상대	1,576	180	
(구)파주기상대	6,949	509	
백령도관측소	7,485	634	
부산지방기상청	1,826	2,154	
대청동별관	9,145	645	
안동기상대	3,728	979	
울산기상대	10,000	1,013	
창원기상대	13,000	739	
(구)진주기상대	5,290	668	
(구)거창기상대	10,394	759	
(구)통영기상대	2,327	522	
대구지방기상청	36,491	2,214	
대구국립기상과학관	-	2,592	
포항관측소	26,756	500	
울릉도관측소	2,199	650	
(구)구미기상대	4,525	300	
(구)상주기상대	7,804	508	
(구)울진기상대	9,499	618	
광주지방기상청	15,263	2,173	
목포기상대	7,229	448	
여수관측소	3,205	374	
흑산도관측소	1,300	475	
(구)순천기상대	11,121	673	
(구)완도기상대	4,305	400	
전주기상지청	26,654	2,030	
전북기상과학관	14,649	1,299	
(구)군산기상대	35,895	685	
대전지방기상청	52,219	2,154	
홍성기상대	10,983	1,832	
(구)보령기상대	4,995	723	



기관명	대지면적	건물 연면적	임대기관
서해해양관측기지 청주기상지청 (구)충주기상대 (구)추풍령기상대	- 5,620 1,054 15,345	186 1,730 482 940	
강원지방기상청 춘천기상대 속초관측소 (구)원주기상대 (구)동해기상대 (구)철원기상대 (구)영월기상대 (구)대관령기상대	14,167 8,350 2,293 2,421 3,111 3,591 20,397 6,984	2,282 2,036 367 295 546 602 287 765	
제주지방기상청 (구)서귀포기상대	6,636 3,967	3,534 393	
국가기상위성센터	33,796	7,425	
관악산 기상레이더관측소 구덕산 기상레이더관측소 오성산 기상레이더관측소 광덕산 기상레이더관측소 면봉산 기상레이더관측소 강릉 기상레이더관측소 고산 기상레이더관측소 성산 기상레이더관측소 진도 기상레이더관측소 백령도 기상레이더관측소 용인 레이더테스트베드 남원기상레이더통합운영센터((구)남원기상대) 진천 레이더비교관측소	- 1,802 883 3,000 7,317 14,401 5,385 2,183 11,682 2,743 1,417 7,740 4,975	248 433 626 548 594 960 1,018 835 616 728 562 689 42	서울대학교 충청북도 진천군청
국립기상과학원 대관령구름물리선도센터 안면도기후변화감시센터 고산기후변화감시소 울릉도기후변화감시소 무안기상연구동 보성글로벌표준기상관측소 고창표준기상관측소	16,953 3,194 4,768 6,708 1,843 2,464 139,847 23,207	7,997 148 1,384 930 749 308 1,160 673	
항공기상청 김포공항기상대 제주공항기상대 무안공항기상대 울산공항기상대 김해공항기상실 여수공항기상실 양양공항기상실	- - - - - - - -	(1,945) (484) (231) (170) (140) (200) (135) (123)	인천국제공항공사 한국공항공사 한국공항공사 한국공항공사 한국공항공사 한국공항공사 한국공항공사 한국공항공사

6

각종 발간자료 현황

발간부서 (기관)	책명	주요내용	발행일	발행 주기
기획 조정관	제3차 기상업무발전 기본계획 (~17~'21) 2018년도 추진실적 보고서	제3차 기상업무발전을 위한 5개년 중장기 전 략 및 과제에 대한 '18년 추진실적	6월	정기
	제3차 기상업무발전 기본계획 (~17~'21) 2019년도 시행계획	제3차 기상업무발전을 위한 5개년 중장기 전 략 및 과제에 대한 '19년 시행계획	6월	정기
	2018 기상연감	2018년 10대 주요 기상뉴스, 분야별 주요업 무 추진실적 및 기술동향 등	5월	정기
	2020회계연도 세입세출예산서	2020회계연도 기상청 세입세출예산 총괄표	12월	정기
	2018회계연도 결산보고서	2018회계연도 결산개요, 세입세출 결산, 재 무제표 등	2월	정기
	2019년도 자체평가계획	2019년도 성과관리시행계획 추진을 위한 기 상청 자체평가위원회 구성, 평가방법 등	4월	단행본
	2019년도 성과관리시행계획	2019년도 전략목표 및 성과목표 달성을 위한 세부추진계획 등	4월	단행본
	제18차 WMO 총회 및 제71차 집행이사회 참가 백서	집행이사 선거 활동 및 회의 주요 내용	10월	단행본
	ANNUAL REPORT 2018 (영문)	2018년도 기상청이 수행한 다양한 활동과 주요 업무 추진성과를 종합적으로 정리하여 WMO 사무국과 회원국 및 관련 국제기구에 공유	12월	정기
예보국	여름철 예보가이던스 Why? How	여름철 실황분석 가이드نس, 호우 분석 가이던 스, 한반도 폭염의 원인과 가이던스 등	7월	단행본
	겨울철 예보가이던스 Why? How	주제별 현상이 이해와 예보활용, 실황분석가 이던스, 업무매뉴얼 등	12월	단행본
	2018년도 한반도 영향태풍 분석 보고서	한반도 영향태풍에 대한 감시, 분석, 예보, 언 론보도 등 주요사항에 대한 종합 분석	3월	정기
	2018년 태풍 분석보고서	2017년 북서태평양 발생 태풍에 대한 주요 통계사항, 진로 강도변화 중심위치 등의 분석 과 Best track 재분석	6월	정기
	태풍분석 및 예측기술 개발	2019년 국가태풍센터 연구결과(태풍 단기, 장기예측기술 개선, 태풍 분석기술 개발) 수록	12월	정기



발간부서 (기관)	책명	주요내용	발행일	발행 주기
관측 기반국	기상관측장비 도입절차 종합매뉴얼	기상관측장비 도입 관련 각종 규정, 지침 등 을 추가 또는 보완하여 기상관측장비 도입·운 영 관련 매뉴얼	1월	단행본
	기상관측표준화매뉴얼	관측기관 기상관측자료의 품질향상 및 관측시 설 관리 운영에 필요한 기상관측표준화 업무 담당자용 매뉴얼	6월	단행본
기후 과학국	2018년 이상기후 보고서	2018년 이상기후의 발생현황과 원인, 분야별 사회·경제적 영향과 대응, 향후계획을 수록한 관계부처 합동보고서	1월	정기 (연)
	2018 연 기후특성 보고서	전지구-우리나라 기후 이슈 및 이상기후 발생 을 야기하는 기후적 요인 분석	3월	정기 (연)
	2018년 유역별 강수통계정보	과거 45년(1973~2017) 강수량과 2018년 강수량을 유역별로 비교·분석한 통계정보	6월	정기 (연)
	기후변화감시 종합 분석보고서 (1) 영문본	국내외 기후변화과학과 연계된 한반도·전지 구 기후변화 동향, 기후변화 원인물질과 대 기·해양·극지에서 나타난 결과 종합분석 등	7월	비정기
	IPCC 특별보고서 기후변화와 토지(국문 번역본)	육상생태계의 기후변화, 사막화, 토지황폐화, 지속가능한 토지관리, 식량안보, 온실가스 플 럭스에 대한 IPCC 특별보고서	12월	단행본
	IPCC 특별보고서 변화하는 기후에서의 해양 및 빙권(국문 번역본)	해양(해수면 상승, 해양생태계 등), 고산지역, 극지방의 변화와 영향, 이러한 변화에 대한 대 응방법과 리스크 관리에 대한 IPCC 특별보고서	12월	단행본
	2019 연근해 선박 기상정보	연근해를 운항하는 선박의 안전운항과 어민들 의 어로활동 지원을 위한 월별 과거 파고 및 해 상풍 관측 통계분석, 풍랑 특보 일수, 주요 해 양기상정보 이슈, 월별 조석정보, 해양사고 대 비 주안점 및 사고 예보정보, 월별 예상수온 및 어장분포 등 해양기상 특성과 안전정보 수록	12월	정기 (연)
기상 서비스 진흥국	기상기후 융합서비스 소개서	기상기후 융합서비스 소개 및 산업별 개발서 비스 소개	12월	단행본
	기상월보	월 기상개황 및 기후통계자료	매월	정기
	방재기상관측월보	지점별, 일별 방재기상관측자료	매월	정기
	고층기상월보	지점별 고층기상관측자료	매월	정기
	해양기상월보	지점별 해양기상관측자료	매월	정기
	기상연보	2018년 기후통계자료	6월	정기
	방재기상관측연보	2018년 방재기상관측통계자료	6월	정기

발간부서 (기관)	책명	주요내용	발행일	발행 주기
	고층기상연보	2018년 고층기상관측통계자료	6월	정기
	북한기상연보	2018년 북한 기후통계자료	6월	정기
	2018년 국가기후데이터 품질분석 연례보고서	국가기후데이터 품질진단 결과에 대한 종합 분석 및 품질오류 사례 수록	4월	정기
	기상관측데이터 품질검사 프로세스	기상관측데이터 품질검사 프로세스, 알고리즘 종류 및 적용기준 등	12월	단행본
	지상기상관측자료 기온 공간검사 기술노트	지상기상관측 기온 공간검사 개요, 개발과정 및 적용결과 등	5월	단행본
	기상청 DB 데이터 표준정 의서 2019	기상청 데이터베이스에 적용되는 데이터 표준 (단어, 용어, 도메인, 코드) 및 명명규칙 수록	12월	단행본
지진 화산국	2018년 지진관측자료 품질분석 보고서	'지진 관측자료 품질관리 계획'의 관리대상 지 표별 품질분석('18.1.1~12.31)	5월	1년
	2018년 지진연보	2018년 지진 발생 현황 등	4월	1년
대변인	하늘사랑(기관지)	포커스뉴스, 열린마당, 날씨플러스 등	매월	정기
	수치예보시스템의 검증(2018년)	2018년 현업 수치예보모델 검증 종합보고서 로 수치예보모델의 주요변화현황 및 검증기법 별 산출공식 등을 기술	3월	단행본
	ECMWF 수치예보 앙상블예측 시스템 개요와 활용법 소개	ECMWF 앙상블예측시스템과 산출물 및 이 를 활용한 중기예보와 검증 방법에 대한 소개	8월	단행본
	KIM 기반 32km 앙상블예측 시스템의 자료동화(LETKF)에 대한 Inflation과 Recentering 영향 분석	여러 inflation 기법과 Recentering기법이 앙상블 자료동화 과정을 통하여 앙상블 성능 에 미치는 영향 분석	11월	단행본
수치 모델링 센터	KIM 모니터링 시스템의 셸(Shell) 기반 구축 및 각 과정 설명	cylc 기반의 모니터링과정을 준현업체계에 맞 춰 셸 기반으로 구축하였으며, 각 과정 및 입 출력 파일에 대해 설명	11월	단행본
	시간차 기법(Time Lag)을 이용한 전지구 앙상블 예측시스템 구축 및 평가	슈퍼컴퓨터 자원의 효율성을 위하여 지구 앙 상블 예측시스템에 시간차 기법을 적용하여 예측성을 분석	11월	단행본
	한국형 수치모델 편차보정기법 개선(정적편차보정 기반)	모델과 관측 특성의 장기간 통계분석 및 예측 인자 산출기술 개발을 통한 위성관측자료 편 차보정기법 개선	11월	단행본
	현업 모니터링 매뉴얼	현업 모니터링 수행법 및 관측자료 자체 품질 을 체계적으로 감시하기 위한 추가 모니터링 구축을 설명하고 해외 모니터링 사례를 소개	11월	단행본



발간부서 (기관)	책명	주요내용	발행일	발행 주기
	한국형수치예보모델 토양수분 자료동화시스템 초기버전 개발	한국형수치예보모델(Korean Integrated Model, KIM)을 위하여 토양수분 자료동화시스템 초기버전을 개발·구축하고, 시스템 구성과 설치 및 컴포넌트별 세부과정을 기술	11월	단행본
	전지구모델기반의 산악가이던스 개발	산악예보지점의 지형적 특성을 고려하는 전지구예보모델 기반의 산악예보모델 및 운영체계 개발	12월	단행본
	2019 수치일기도 매뉴얼	수치예보자료 기반 분석 및 예상 일기도의 표출변수, 기준 등에 대한 설명서	12월	단행본
기상기후 인재개발원	2019년도 교육훈련계획	기상기후인재개발원 교육과정 및 내용	1월	매년
수도권 기상청	수도권서해도서지역 기후자료집	수도권서해도서지역 기후특성(기온, 강수량, 현상일수, 바람장미) 분석	2월	단행본
	2018년 수도권 기후자료집	2018년 수도권 기후특성(기온, 강수량, 기상 이슈 등) 분석	3월	정기
	2018년 수도권 서해도서지역 기후자료집	2018년 수도권 서해도서지역 월별 기후특성(기온, 강수량, 현상일수, 바람장미), 덕적도 부위 자료 분석	6월	단행본
	서해중부 해상특보구역별 기상특성집	서해중부해상(특정관리해역 등) 특보구역별 기상특성, 위험기상 사례 분석을 통한 해상특보구역 세분화 타당성 조사	10월	단행본
	수도권 상세 기상정보 생산 기술 개선 연구	수도권지역의 상층 고도별 상세 기상정보 생산 모델 원리, 생산된 자료의 대표지점의 사례 분석 등	11월	단행본
	기상자료와 GIS 활용 수도권 모기 활동지수 개발	기상자료와 GIS를 접목한 모기 활동지수 예측 알고리즘 원리, 시공간에 따른 예측 정확도 평가와 시험운영 결과 등	11월	단행본
	2019년 서울·인천·경기 기상 이슈 백서	2019년 이례적인 태풍 링링(LING LING) 등 7대 기상이슈에 대한 기상특성 및 방재대응 기록	12월	단행본
	2019년 수도권기상청 영향예보 연구개발과제 보고서	수도권 폭염 발생 특성 및 지역별 분야별 폭염 영향 피해 분석을 통한 가이던스 개발 및 대류성 강수 국지기상연구 결과	12월	정기
	수도권 기상기술집 II	수도권 지역의 후우와 폭염, 적설과 한파 등 위험기상의 시공간 발생 특성과 정량적인 예보 가이던스 등 엄선된 지식·경험·노하우 정리 발간	12월	단행본

발간부서 (기관)	책명	주요내용	발행일	발행 주기
부산지방 기상청	부울경 폭염·한파·강풍에 대한 영향예보 연구	부울경 폭염 영향예보 정규서비스, 한파 영향 예보 시범서비스 활성화를 위한 분석 및 강풍 피해 발생 임계풍속 등에 관한 연구결과	12월	단행본
	부산지역 복합강수 예보를 위한 연직예보 기술개발 기획연구	부산지역 복합강수 연직예보 기술 개발의 최 적 연구계획 수립을 위한 기초 연구 수행	12월	단행본
	업무편람 - 해양기상장비편	기상관측장비(센서)의 원리 및 기본적 점검방 법 등 기초사항 종합 정리	12월	단행본
	수동품질관리 가이드(보완) - 지상·해양 기상관측자료	기상관측자료 품질관리를 효율적으로 수행하 고 임의성을 최소화하기 위한 가이드북	12월	단행본
광주지방 기상청	광주·전남 예보분석 지침서(5)	광주전남지역의 기상현상별 예보 지침, 최근 10년간 기상통계자료, 위험기상 미니포털 활 용법 수록	12월	단행본
	2019년도 예보분석 통합보고서 발간 보고(전자도서)	대설, 호우 등 유사사례 총 28사례	12월	정기
	광주전남지역 맞춤형 영향예보 기반구축	폭염 한파 특성 및 취약성 분석, 임계기온 연 구, 국지기상 호우분야 연구	12월	단행본
강원 지방기상청	호우특보 운영 가이드스	2018년 호우특보 운영 분석과 호우특보 개선 에 따른 국지적 특성을 고려한 특보운영 가이 던스	11월	단행본
대전 지방기상청	폭염 영향예보 가이드스	지역별, 분야별 폭염 영향 관련 피해사례 분 석, 보건·농업·축산업 등 7개 분야별 취약성 과 노출도를 고려한 가이드스	7월	단행본
	한파 영향예보 가이드스	지역별, 분야별 한파 영향 관련 피해사례 분 석, 보건·농업·축산업 등 7개 분야별 취약성 과 노출도를 고려한 가이드스	11월	단행본
	특보 에센스 II	충남지역 위험기상현상 및 예보기술 공유를 위한 핵심노트	12월	단행본
	충남북부앞바다 중 평수구역 기상특성 보고서	충남북부앞바다 중 평수구역의 서로 떨어진 해역별 풍향·풍속, 유의파고 특성 비교	12월	단행본
	대전·세종·충남 장기예보 기술 노트	지역장기예보생산 가이드스 및 주요 사례분석	12월	단행본
대구 지방기상청	2019년 대구·경북 기상기술집	호우, 대설, 태풍 등 2019년 대구·경북 에서 발생한 위험기상 집중분석	12월	단행본
	대구 110년 기후변화 특성 및 시나리오	대구의 일반현황 및 기후변화 특성, 시나리오 등	12월	단행본



발간부서 (기관)	책명	주요내용	발행일	발행 주기
제주 지방기상청	2019제주지방예보기술집	제주도 예보기술 연구결과(10건)	12월	정기
	제주청 맞춤형 영향예보 연구개발과제	제주도 폭염영향예보 고도화, 한파영향예보 기반구축 및 제주 국지성 강수연구	12월	단행본
	제주도 기후변화 특성 분석집	제주도 기후변화에 따른 기온, 강수 등의 변화와 기상 현상일수, 도내 각 지역별 기후특성 분석 등	7월	단행본
	2018년 제주도 기후자료집	2018년의 제주도 기후특성 및 이상기후 현상에 대한 자료	9월	연간
전주 기상지청	2019년 전주지청 맞춤형 영향예보 연구	전북지역 폭염과 한파 노출도·취약성 분석 및 호우, 대설 등 국지예보기술 연구	12월	단행본
	전북 농업인 영농기상서비스 운영 및 24절기 기후정보서비스 방안 연구	전북 농업인 맞춤형 기상기후정보서비스 ‘들에서 콜’ 시범운영 및 결과, 농업분야 맞춤형 기상정보 활용의 경제적 효과 분석, 24절기 맞춤형 기후정보서비스 제공을 위한 사전 조사 내용 등 수록	12월	단행본
청주 기상지청	충청북도 「태풍백서」	충북지방에 영향을 준 태풍(최근 20년)의 지역별 기상특성	12월	단행본
	충북 예보통(通), 「겨울」	충북 대설가이던스 및 겨울철 기상특성	12월	단행본
국가기상 위성센터	2018년 천리안위성 2A호 기상산출물 검증평가보고서	통합 알고리즘 성능시험 및 자상국 준실시간 시험운영을 통한 52종 산출물의 검증결과	4월	단행본
	위성기반 태풍 중심위치 분석 가이던스	태풍 중심분석 개구, 구름패턴(Cb Cluster, CDO 등)에 따른 구름 특징·중심분석 판단 기준·사례 적용	5월	단행본
	2019 국내외 위성 개발 및 활용 동향 보고	국내외 위성들의 개발 및 발사, 활용, 심화 응용 기술, 우주기상과 관련된 기사 작성을 통한 국제적 위성 동향 파악	12월	1년
	NOAA-20 CrIS/ATMS 자료 처리체계 구축 및 품질검증	차세대 극궤도 위성인 NOAA-20의 자료처리 방법·체계 및 품질검증	12월	단행본
	지상관측 기반 태풍 중심 추정 콤파스 기법 기술노트	태풍 중심 추정을 위한 콤파스 기법의 구성 및 목적, 활용 가이던스 제시	12월	단행본
기상 레이더 센터	2018년 낙뢰연보	기상청 낙뢰관측망(전국 21대)에서 관측한 자료 분석	6월	연간
	연구용 소형기상레이더 관측망 구축 백서	연구용 소형기상레이더 도입에서 서비스까지, 관측망 구축 사업 과정 정리	7월	-
	대한민국 기상레이더 50년사	기상레이더 관측 50년 기념, 기상레이더 역사, 관측망 변천사 등 체계적 정리	11월	-

발간부서 (기관)	책명	주요내용	발행일	발행 주기
	연구용 소형기상레이더 관측망 운영 가이드선스	연구용 소형기상레이더 관측망의 효율적 관리와 운영을 가이드선스	12월	-
	낙뢰관측장비 운영 가이드선스	낙뢰관측장비 관리기준, 기술사항 및 기본 운영사항 재정비	12월	-
국립기상 과학원	2018년도 황사보고서	2018년에 발생한 황사사례에 대한 기상 및 에어로졸 특성 분석	3월	정기(연)
	2018 지구대기감시보고서	2018년 한반도 기후변화감시 관측 및 분석 결과	6월	정기(연)
	전지구 기후변화 전망보고서	IPCC 6차 평가 보고서 대응 SSP1-2.6/SSP5-8.5에 따른 기후변화 전망	11월	단행본
	NEMO 기반 지역 폭풍해일 예측시스템 개발	현업 파랑 및 폭풍해일 예측기술 개발·개선 및 해양환경 감시와 해양-대기 변동성 연구	9월	단행본
	2018년 기상항공기 운영성과 보고서	기상항공기 위험기상 선행관측 운항 결과 등	4월	정기(연)
항공 기상청	하늘(항공기상매거진)	주요행사 및 업무 소개, 항공기상업무의 국내·외 동향 등 전문지식, 포토뉴스	6월 12월	정기
	2019 공항기후자료	2019년 공항기후에 대한 통계자료집	8월	정기
	2019 항공기상현업연구	저층 윈드시어 관련 항공기상 현업연구과제	12월	정기
	항공기상 영향예보 기반구축을 위한 공항 수치 예측 연구 III	전국 공항 폭염 및 한파 발생 통계, 기온이 항공 운항분야에 미치는 영향을 반영한 영향정보 개선 등	12월	단행본

7
정부포상 현황

훈격	수여권자	인원	수상자 및 공적내용
홍조 근정훈장	대통령	1	우수공무원(정관영)
녹조 근정훈장	대통령	8	퇴직공무원(김규일, 김태수, 김진철, 허성일, 정광모, 정장근, 최병철, 이우식)
옥조 근정훈장	대통령	6	퇴직공무원(오채권, 강천덕, 강철호, 오원복, 이영준, 김창헌)
근정포장	대통령	5	우수공무원(연혁진) 퇴직공무원(김인규, 정상훈, 권영근) 2018 평창동계올림픽대회 및 동계패럴림픽 대회(박영연)
표창	대통령	2	우수공무원(김영화) 재난안전 유공(이현수)
	국무총리	22	우수공무원(김하진, 김동준) 대한민국 공무원상(심원보) 비상대비훈련(양동현) 2018 평창동계올림픽대회 및 동계패럴림픽 대회(이승범, 원덕진, 최운) 효율적인 정부조직관리 유공(기상청) 일자리창출지원 우수기관(기상청) 모범공무원(원성희, 오숙영, 이승주, 김정일, 이혁제, 박근선, 이정희, 나현종, 박소영, 이영철, 황수남, 백현주, 박윤희)
	감사원장	1	자체감사업무 감사인 모범(최우영)
	부총리 겸 교육부장관	3	대학수학능력시험 유공(송광명, 박난수, 김선미)
	행정안전부 장관	8	국가재난관리업무추진 유공(김동진, 이호민) 재난안전 연구개발 협업(서동일) 개인정보보호(이정미) 안전정책 혁신업무 유공(김삼영) 온나라 이음 PC영상회의 활용(이선주) 국민디자인단 성과공유대회 결과 우수(대전지방기상청) 책임운영기관 종합평가 도약기관 표창(국립기상과학원)
	문화체육관광부장관	10	2018 평창동계올림픽대회 및 동계패럴림픽 대회(장익상, 박세민, 정용철, 박지은, 최정희, 이일용, 송수환, 이대수, 김지은, 김진석)
	환경부장관	32	세계기상의 날 유공(이유나, 흥남영, 정세훈, 정용철, 변건영, 정인숙, 이봉수, 조수현, 전경옥, 채아진, 노희중, 김호, 김총식, 강동훈, 김병준, 이해미, 흥성숙, 김세환, 김성근) 국가기상수퍼컴퓨터센터 구축운영 및 활용(서해준)

		<p>반부패청렴업무 유공(정애란, 이영선) 연말 업무추진 유공(이경미, 우재훈, 백문희, 서명옥, 이근희, 한지숙) 기상분야 국제·국가(ISO·KS) 표준개발 유공(한원진) 수도권기상청 청사신축(김도수) 정지궤도 기상위성 지상국개발(최정훈) 천리안위성 2A호 산출물 개발(신인철)</p>
인사혁신처장	1	상반기 인사혁신 챔피언(이용자)
기상청장	74	<p>세계기상의 날 유공(황윤정, 김세미, 안태건, 김길한, 김은화, 박소림, 이라미, 김태현, 오국현, 故 좌재익, 지희숙, 박예지) 감사 모범사례 부서 유공(부산지방기상청 기획운영과, 대구지방기상청 예보과, 기상레이더센터 레이더분석과) 국가레이더 협업 행정 유공(김병규) 국민신문고 민원대응 우수 유공(이광우, 이영미) 을지태극연습 유공(김태경) 지상국 기반설비 안정적 운영 유공(김진규) 정지궤도 기상위성 지상국개발 완료 유공(최병규) 기상관측표준화 유공(이은진) 기상산업진흥 유공(정소정) 기상민원업무 발전 유공(한수진, 유행숙) 웹서비스 향상 유공(박소영) 정보보호 유공(김해근, 임성민) 반부패 청렴업무 유공(권미정, 김주영, 성지인) 방재기상업무 유공(박준형, 백상중, 박지혜, 박예나) 우수 연구원 유공(이정순, 최희욱) 위성 융합 및 협력 유공(홍성은, 박혜인) 위성자료분석 기상재해 예방 유공(정선영) 이달의 기상인(김하진, 구지영, 함영웅, 기획조정관 국제협력담당관실, 국립기상과학원 관측예보연구과 재해기상연구센터, 임소영, 김태진, 기후과학국 기후정책과) 국립총주기상과학관 신축 기여(유홍중) 재난관리 유공(김태후) 태풍업무 유공(전수희, 김선정, 정우미) 지역기후서비스 활성화 유공(옥순기) 기상기후 빅데이터 활성화 유공(최선영) 내부직원 우수강의 유공(한상은, 박경진) 지역 기상 협업행정 유공(박미용, 이승이, 신지성, 강문옥, 함인화, 고원일, 조현지, 김수영, 박성환, 시미정, 이은정) 지진·지진해일·화산업무 유공(구진모) 수도권기상청 청사 신축 유공(한철수) 광주지방기상청 청사 증축 유공(원효성) 과학원 협업 활성화 유공(방소현) 항공 기상 협업 활성화 유공(조원제, 황혜원)</p>
카타르기상청장	1	업무유공(김병철)
카타르민간항공청장	1	업무유공(김병철)



8

2019년도 주요업무 추진일지

월 일	주 요 일 지
1. 8. ~ 10. 15.	선제적 기상정보 제공과 소통강화를 위한 전담조직(소통 TF팀) 운영
1. 10.	범정부 가뭄 예·경보 단계 개선(3 → 4단계, 관심단계 추가)
1. 15.	해양기상정보포털 'Sea for you' 서비스 개시
1. 31.	기상자료개방포털을 활용해 유관기관 기상관측자료 서비스 확대(5개 → 20개 기관)
2. 7. ~ 11. 21.	유관기관 대상 방재기상업무 전문교육 실시
2. 28.	제3차 기상업무발전 기본계획('17~'21) 2019년도 시행계획 확정
3. 4.	기상현상증명 전 요소의 전자민원 즉시 발급 및 원스톱 서비스 개시
3. 25.	범정부 최적 기상관측망 구성 계획 수립
3. 27.	해상특보구역 세분화
3. 29.	태풍 강도 등급 개선 및 태풍 상세정보 서비스 정식 운영
4. 1. ~ 8.	제36회 기상기후사진전 개최
4. 25.	범정부 데이터 플랫폼과 연계한 기관메타관리시스템 구축
4. 30.	한국형수치예보모델 자체 개발하여 준현업 운영
6. 1.	폭염 영향예보 정식 서비스
6. 3. ~ 14.	제18차 WMO 총회 참석 및 집행이사직 당선
6. 5. ~ 7.	2019 세계기상기술엑스포 국제전시회 한국관 운영(스위스)
6. 18.	대구지방기상청으로 승격(대구기상지청 → 대구지방기상청)
6. 25.	기상관측망 사각지대 해소를 위한 유관기관 CCTV 6,906대 직접 연계
7. 22.	6시간까지 10분 단위의 초단기 강수 예측정보 제공 접경지역(휴전선 북쪽~평양이남) 지진까지 지진속보 대상지역으로 확대 지진규모 2.0미만 미소(微小)지진정보 공개 규모 3.5이상 국내 주요지진 발생 시 단층운동 정보 홈페이지 제공
7. 25.	천리안위성 2A호 영상 정식 서비스
8. 8.	2019 날씨 빅데이터 콘테스트 개최

월 일	주 요 일 지
9. 25. ~ 27.	2019 기상기후산업 박람회 개최
10. 23.	여름철·겨울철 기후전망 제공 확대
10. 7.	제371회 국회(정기회) 환경노동위원회 국정감사 수감
10. 18. ~ 25.	인류의 한계온도 1.5℃(KBS 1TV 다큐세상) 제작·방영
10. 31.	2019 기상산업 실태조사 공표(2018년도 기준)
11. 1.	항공기상청 청사 이전(인천공항 활주로 인접 보호구역 → 인천공항 제2합동청사)
11. 11.	이중편파기상레이더 관측망 구축 완료
11. 13.	대한민국 기상레이더관측 50주년 기념식
11. 22.	이상기후 감시·전망정보 보건분야 확대 제공
12. 3.	한파 영향예보 시범운영
12. 16.	종합 기후변화 감시정보(7종) 서비스 확대 실시
12. 17.	가독성 향상을 위한 장기예보 통보문 개선
12. 23.	국가기상슈퍼컴퓨터 5호기 초기분 설치완료
12. 30.	기상청 날씨누리 전면 개편
12. 31.	선박 운항 안전을 위한 해양안개관측망 신설(전남권 여객항로 주변 해역 25대)

2019



기상연감

2020년 6월 인쇄

2020년 6월 발행

발행처 기상청

편집부서 기획재정담당관실

- 기상연감의 내용 중 의문이 있거나 착오가 발견되면 기획재정담당관실로 연락주시기 바랍니다.
[Tel. 02-2181-0309]
- 기상연감은 기상청 인터넷 홈페이지(www.kma.go.kr) 지식과 배움-간행물에 상시 게재하고 있습니다.

