

발간등록번호

11-1360000-001783-01

# 최종보고서

사업명	기상예·특보 관련 제도의 해외 선진 사례 연구
수행기관	(주) 환경예측연구소

2022. 12.

## 최 종 보 고 서

세부사업명 (주관연구과제명)	기상 예·특보 관련 제도의 해외 선진 사례 연구		
연구용역과제명	기상 예·특보 관련 제도의 해외 선진 사례 연구		
연구용역기관명	기 관 명	소재지	대 표
	(주)환경예측연구소	서울시 관악구 보라매로 5가길 7, 613호	김 종 균
연구용역책임자	성 명	소속 및 부서	전 공
	김 종 균	대표이사	대기과학
사업구분	<input checked="" type="checkbox"/> 단년 <input type="checkbox"/> 장기계속계약		
총연구기간 (해당년도)	2022년 9월 7일    ~    2022년 12월 3일(약 3개월)		
총연구비 (해당년도)	일금 사천사백일십만원정 (₩ 44,100,000)		
참여연구원 (해당년도)	8명(책임연구원: 1명, 연구원:5명, 보조연구원:2명)		

2022년도 용역과제에 의하여 수행중인 “기상 예·특보 관련 제도의 해외 선진 사례 연구” 과제의 최종보고서를 붙임과 같이 제출합니다.

붙임 : 최종보고서 20부.

붙임 : 전자파일.

2022년 12월 3 일

연구용역책임자    김 종 균 인  
연구용역기관장 (주)환경예측연구소 대표              직인

기상청장 귀하

‘기상 예·특보 관련 제도의 해외 선진 사례  
연구’에 관한 용역과제의 최종보고서를  
별첨과 같이 제출합니다.

2022년 12월 3일

연구용역책임자    김    종    균    인

연구용역기관장    김    종    균    직인

- 제출 문 -

기 상 청 장 귀 하

본 보고서를 “기상 예·특보 관련 제도의 해외 선진 사례 연구” 사업의 최종 보고서로 제출합니다.

2022년 12월 3일

- 연구용역기관명 : (주)환경예측연구소
- 연구기간 : 2022.09.07. ~ 2022.12.03.
- 연구용역책임자 : 김 종 군
- 참여연구원
  - 책임연구원 : 김종군
  - 연구원 : 이기웅, 김동규, 감은아, 노경아,  
진종훈
  - 보조연구원 : 박지현, 이상빈



**< 목 차 >**

1. 사업 개요 .....	1
1.1. 사업의 배경 및 필요성 .....	1
1.2. 사업의 범위 .....	2
1.3. 사업 추진 체계 .....	3
1.3.1. 수행 조직 및 추진일정 .....	3
2. 사업 수행 내용 .....	4
2.1. 해외 주요국가의 기상 예·특보 현황 조사 및 중장기 계획 조사 .....	4
2.1.1. 해외 주요국가의 기상 예·특보현황 조사 .....	4
2.1.2. 기상 예·특보 생산 및 제공에 관한 중장기 계획 조사 .....	101
2.2. 해외 주요국가의 기상 예·특보 관련 법령 현황 조사 및 분석 .....	131
2.2.1. 해외 주요기상청의 예·특보 제도 관련 법령 현황 조사 .....	131
2.2.2. 국내외 방재 관련기관의 재해대응 관련 법령 현황 조사 및 해당 법령 상에서 기상청 권한 및 기상 예·특보 역할 분석 .....	146
3. 결 론 .....	164
4. 자료출처 .....	169

**<표 차례>**

표 1.1.1 2022년도 극한기상 현상에 대한 언론 사례 .....	1
표 2.1.1 미국 기상청 NDFD 기반 예보 현황 요약 .....	5
표 2.1.2 미국 WFO 별 예보요소 .....	7
표 2.1.3 미국 기상청 중기예보요소 .....	9
표 2.1.4 영국 기상청의 지점별 예보 요소 .....	11
표 2.1.5 영국 기상청의 지도형식 예보 요소 .....	12
표 2.1.6 일본 기상청 2일 예보 현황 요약 .....	14
표 2.1.7 일본 기상청 주간예보(7일) 현황 요약 .....	15
표 2.1.8 일본 기상청 강수유무에 대한 예보신뢰도의 단계별 적중률 및 다음날 예보 변경 비율 검증결과 .....	16
표 2.1.9 중국 기상청 주간예보 현황 요약 .....	21
표 2.1.10 호주 기상청 ADFD 구성 .....	22
표 2.1.11 호주 기상청 지도형 예보(MetEye) 현황 요약 .....	25
표 2.1.12 프랑스 기상청 예보 요소 .....	26
표 2.1.13 독일 기상청 단기예보 현황 요약 .....	29
표 2.1.14 해외 주요국가의 예보체계 요약 .....	32
표 2.1.15 몬타나주(MT)와 워싱턴주(WA)지역의 한파 특보 기준 차이 .....	45
표 2.1.16 워싱턴주(WA)지역의 특보 기준 .....	46
표 2.1.17 메인주(ME)와 메사추세츠주(MA)지역의 폭염 특보 기준 차이 .....	47
표 2.1.18 텍사스주(TX)와 메인주(ME)지역의 강풍 특보 기준 차이 .....	48
표 2.1.19 미국 기상청의 지역별 특보 요소 예시 .....	48
표 2.1.20 영국 기상청 특보 기준에 따른 영향 .....	53
표 2.1.21 영국 기상청 10m 돌풍 임계치 .....	55
표 2.1.22 영국기상청 누적 강수 임계치 .....	56
표 2.1.23 영국기상청 24시간 누적 강설 임계치 .....	57
표 2.1.24 일본 기상청의 특보 기준 .....	58
표 2.1.25 일본 기상청의 교토부 경보/주의보 상세기준(4개 세부지역의 기준 발체) .....	59
표 2.1.26 중국 기상청의 특보 기준 .....	63
표 2.1.27 프랑스 기상청 특보 기준 (내용 번역) .....	71
표 2.1.28 독일 기상청의 특보 발표 기준 .....	75
표 2.1.29 해외 주요국가의 기상특보 현황 .....	76
표 2.1.30 일본 내각부 경계레벨 5단계와 기상정보 간 관계 .....	88
표 2.1.31 미국 기상청 NWS Strategic Plan(2019~2022)의 주요 목표 .....	102
표 2.1.32 미국 기상청 기상정보 소통 강화(목표.1)를 위한 세부 목표 .....	103
표 2.1.33 미국 기상청 과학·기술적 관측,예보,경고 개선(목표.2)를 위한 세부 목표 .....	104
표 2.1.34 미국 기상청 인력 및 조직의 개선(목표.3)를 위한 세부 목표 .....	105
표 2.1.35 영국기상청 MetOffice Our Strategy(2019~2024) 분야별 목표 .....	109
표 2.1.36 프랑스 기상청의 중장기 계획의 영역별 목표 .....	115
표 2.1.37 2030년의 배경에 대한 일본 기상청의 분석 .....	117

표 2.1.38 일본 기상청 중장기 계획의 기상/기후 분야 목표 및 주요 추진 계획 .....	119
표 2.1.39 일본기상청의 수치예보 전략계획(2030년까지)에서 기상재해 예방에 관한 계획 .....	119
표 2.1.40 일본 기상청 중장기 계획의 기상정보 활용 촉진 목표 및 주요 추진 계획 .....	120
표 2.1.41 예산 현황을 통한 업무 추진 전략(JMA brochure 2020) .....	122
표 2.1.42 WMO 사용자 지향 목적에 적합한 정보 및 서비스에 대한 목표 .....	123
표 2.1.43 세계기상기구의 단계별 다중 위험 조기 경고 시스템의 가이드라인 .....	124
표 2.1.44 세계기상기구에서 제시한 단계별 예보/경고 패러다임의 변화 예시 .....	125
표 2.2.1 예·특보 관련 법령(대한민국, 기상법) 발취 .....	131
표 2.2.2 U.S.C.Title 15, CH9, §313 상무장관의 임무(발취 및 번역) .....	133
표 2.2.3 U.S.C.Title 15, CH111, §8512 날씨 연구 및 예측 혁신(발취 및 번역) .....	134
표 2.2.4 U.S.C.Title 15, CH111, §8545 기상청 날씨예보사무소의 경고조정 기상학자(발취 및 번역) .....	135
표 2.2.5 일본 기상업무법 (일부 발취 및 번역) .....	136
표 2.2.6 중국 기상법의 예·특보 관련 내용(발취 및 번역) .....	138
표 2.2.7 중국 기상법의 기상재해방지 내용(발취 및 번역) .....	139
표 2.2.8 호주 기상법에 명시된 기상청의 기능(발취 및 번역) .....	140
표 2.2.9 프랑스 기상청 설립 법령 중 기상청의 임무(발취 및 번역) .....	142
표 2.2.10 독일 기상청에 관한 법률 중 의무와 권한(발취 및 번역) .....	144
표 2.2.11 재난안전법 중 경보 등 기상청 관련 내용 .....	146
표 2.1.12 자연재해대책법의 목적 .....	147
표 2.2.13 미국의 재난대응 관련 법령 .....	149
표 2.2.14 미국 기상청 운영지침-경고조정재해인식(Warning Coordination and hazard awareness) .....	149
표 2.2.15 일본 재해대책기본법의 기상청 관련 법령 (발취 및 번역) .....	155
표 2.2.16 중국의 기상방재규정 중(발취 및 번역) .....	158
표 2.2.17 프랑스 경계 및 기상경고의 절차에 관한 회람의 목차 .....	161

### <그림 차례>

그림 1.3.1 수행 조직도 .....	3
그림 1.3.2 연구 추진 일정 .....	3
그림 2.1.1 국립디지털예보데이터베이스(NDFD) 예보요소 별 예측시간 및 시간간격 .....	5
그림 2.1.2 미국 기상청의 예보 화면 예시(NDFD기반 예보) .....	6
그림 2.1.3 미국 기상청의 단기 예보 예시 .....	8
그림 2.1.4 미국 기상청의 중기예보 .....	10
그림 2.1.5 영국 기상청 지점별 예보 화면 .....	12
그림 2.1.6 영국 기상청 지도형 예보 .....	13
그림 2.1.7 일본 기상청 2일 예보 화면 예시 .....	14
그림 2.1.8 일본 기상청 주간예보(7일) 화면 예시 .....	15
그림 2.1.9 일본 고해상도 강수실황예보의 공간해상도 별 영역(좌) 및 개선내용(우) .....	17
그림 2.1.10 일본 기상청의 단시간 강수 예보 화면 .....	17
그림 2.1.11 중국 기상청 예보 공보문 예시(번역) .....	19
그림 2.1.12 중국 기상청 지점별 예보화면(위) 및 24시간 누적강수량 예보도(아래) .....	20
그림 2.1.13 중국 기상청 지점별 예보화면 .....	21
그림 2.1.14 호주기상청 기상개황(Weather Overview) 화면 예시 .....	23
그림 2.1.15 호주기상청 확장예보(Extend Forecast)(좌), 상세예보(Detailed Forecast)(우) 화면 예시 .....	24
그림 2.1.16 호주기상청 MetEye 화면 예시 .....	25
그림 2.1.17 프랑스 기상청 지도형식의 예보 화면 예시 .....	27
그림 2.1.18 프랑스 기상청 지점별 예보화면 예시 .....	28
그림 2.1.19 독일 기상청 홈페이지 메인화면(번역) 지도형 예보(좌), 특보현황(우) .....	29
그림 2.1.20 독일 기상청 4일 예보 화면 .....	30
그림 2.1.21 독일 기상청 10일 예보 화면 .....	31
그림 2.1.22 기상청의 예보(강수) 서비스 전달화면 .....	35
그림 2.1.23 미국 강수정량예측 화면 .....	36
그림 2.1.24 영국 기상청 강수예보 화면(지점형 및 지도형) .....	37
그림 2.1.25 일본 기상청의 강수 분석/예보 화면 .....	38
그림 2.1.26 중국 강수량예보 화면 .....	39
그림 2.1.27 호주기상청 강수레이더 화면 .....	40
그림 2.1.28 호주 기상청 일기도 .....	41
그림 2.1.29 호주기상청 MetEye 서비스 .....	42
그림 2.1.30 미국 기상청 특보 화면 예시 .....	44
그림 2.1.31. 미국 기상청 위험 단순화 중 개선 과정 예시 .....	49
그림 2.1.32 미국 기상청 「이해하기 쉬운 헤드라인」 예시 .....	50
그림 2.1.33 미국 기상청 위험 단순화를 위한 과정 .....	51
그림 2.1.34 영국 기상청 특보화면 예시(좌) 및 임팩트 매트릭스 모식도(우) .....	52
그림 2.1.35 영국 기상청 홍수 특보 예시 .....	54
그림 2.1.36 임팩트 매트릭스 기반 EPS-W 예시 .....	55

그림 2.1.37	일본기상청의 교토부 특보구역 지도	59
그림 2.1.38	일본 기상청 호우 특별경보 기준값 설정 모식도(좌) 및 토양우량지수 기준값 공간분포(우)	60
그림 2.1.39	일본 기상청의 호우 위험도(상) 토사재해 위험도(하) 정보 화면	61
그림 2.1.40	일본 기상청의 50년 빈도 적설량(지점자료) 공간분포	61
그림 2.1.41	중국 기상청의 특보요소별 심볼	62
그림 2.1.42	중국 기상청 지도형식의 특보화면 예시	62
그림 2.1.43	중국 기상청 통보문 형식의 특보화면 예시	63
그림 2.1.44	호주 기상청 홈페이지의 특보 메뉴 화면	65
그림 2.1.45	호주 기상청 열파 특보 화면	66
그림 2.1.46	호주 기상청 열대저기압 감시구역(좌) 및 열대저기압 특보(우)	66
그림 2.1.47	호주 기상청 뇌우 특보 예시(좌:Detailed; 우: Broad-Based)	67
그림 2.1.48	호주 기상청 홍수특보 구역 일부 예시	68
그림 2.1.49	프랑스 기상청의 관할 구역	69
그림 2.1.50	프랑스 기상청의 특보화면 예시	70
그림 2.1.51	프랑스 기상청의 특보 안내문 예시	71
그림 2.1.52	프랑스 기상청 APIC(상) 및 VIGICRUES FLASH(하)	73
그림 2.1.53	독일 기상청 특보화면(좌), 헤세 지역의 현재 날씨 및 특보상황 보고서(우)	74
그림 2.1.54	미국 기상청의 자료 전달체계	78
그림 2.1.55	New York(NY)의 Area Forecast Discussion(AFD) 예시	80
그림 2.1.56	미국 기상청에서 보내는 WEA 예시	81
그림 2.1.57	미국 기상청의 SNS 활용 예시	81
그림 2.1.58	영국 기상청 예보문 예시	82
그림 2.1.59	영국 기상청 특보화면 예시	83
그림 2.1.60	영국기상청의 매체를 이용한 기상정보 제공	84
그림 2.1.61	NHP의 재해영향 정보 전달체계(좌) 및 Daily Hazard Assesment 예시(우)	85
그림 2.1.62	일본 기상청 통보문 종류별 목록 화면	86
그림 2.1.63	일본 기상청 전반기상정보 화면	86
그림 2.1.64	일본 기상청 지방기상정보 화면	87
그림 2.1.65	일본 기상청 부현기상정보 화면	87
그림 2.1.66	일본 내각부의 피난 경계단계(좌)와 관련 주체들의 역할에 대한 모식도(우)	88
그림 2.1.67	호주 기상청 통보문 예시	90
그림 2.1.68	프랑스 기상청 특보 통보문의 구성	92
그림 2.1.69	프랑스 기상청 어플리케이션(좌) 및 SNS(우) 화면	93
그림 2.1.70	프랑스기상청 PREVIINFO 서비스	94
그림 2.1.71	프랑스 기상청 Prévi Expert(유료서비스) 예시	94
그림 2.1.72	프랑스 기상청 VigiMet Flash(유료서비스) 예시	95
그림 2.1.73	독일 기상청의 통보문 예시(번역)	97
그림 2.1.74	독일 기상청 공식 어플리케이션 화면 예시	98
그림 2.1.75	독일 기상청의 SNS(좌), 유튜브(우) 화면	98
그림 2.1.76	미국 NWS Strategic Plan(2019~2022)	101
그림 2.1.77	미국 기상청 IDSS를 통해 제공되는 서비스의 예시	106

그림 2.1.78	FACETs의 소개와 목표 .....	107
그림 2.1.79	영국 MetOffice Our Strategy(2019~2024) .....	108
그림 2.1.80	2022년 Dudley, Eunice 과 Franklin 지역 폭풍에 대한 공공경고 시스템 대중인식 평가 결과 .....	109
그림 2.1.81	영국 MetOffice Research and Innovation Strategy .....	110
그림 2.1.82	디지털 트윈에 대한 정의 .....	112
그림 2.1.83	프랑스 Meteo-France Contrat d'objectifs et de performance de Meteo-France(2022~2026) .....	114
그림 2.2.1	우리나라 예·특보 관련 기상법의 개념도 .....	132

## - 요약 문 -

### I. 사업명

기상 예·특보 관련 제도의 해외 선진 사례 연구

### II. 사업의 배경 및 목적

- 최근 기후변화로 인한 이상 기상현상의 발생빈도가 증가함에 따라 그동안 경험해보지 못한 극한기상 현상\*의 잦은 출현 등 날씨 변동성이 증가함
  - \* 2022년 6월 서울(32.6℃)로 종전 최고 기록(2004년 32.5℃)를 넘는 폭염사례 발생 및 6월 최초 열대야 현상으로 가장 이른 열대야 발생 사례
  - \* 2022년 8월 8일 서울 동작구 80년 만의 최고 시간당 강우량(141.5mm/h) 발생
- 우리나라는 기상법 및 재난 및 안전관리 기본법, 자연재해대책법 등을 통해 극한기상 현상에 따른 예·경보 및 재난대응단계를 운영 중에 있음.
- 해외 주요국가의 기상 예·특보 제도, 기상정보 제공방법 및 관련 법령체계 등 현황 조사·분석을 통해 기후위기 시대에 효과적인 대응 전략 마련 필요

### III. 사업의 범위

- 해외 주요국가의 기상 예·특보 현황 및 중장기 계획 조사
  - 해외 주요국가의 기상예보 요소, 기간, 간격 및 공간 해상도 등 기상예보체계 현황 조사
  - 해외 기상특보 종류, 발표기준 및 특보 구역 등 기상특보체계 현황 조사
  - 기상 예·특보를 포함한 모든 기상정보 발표 시 제공 내용·화면구성·방법 등 기상정보 전달체계 현황 조사
  - 기상 예·특보 생산 및 제공에 관한 중장기 계획 조사
- 해외 주요국가의 기상 예·특보 관련 법령 현황 조사
  - 해외 주요국 기상청의 예·특보 제도 관련 법령 현황 조사
  - 국내·외 방재 관계기관의 재해대응 관련 법령 현황 조사 및 해당 법령상에서 기상청 권한 및 기상 예·특보 역할 분석

## IV. 사업 결과

### ○ 해외 주요국가의 기상 예·특보 현황 및 중장기 계획 조사

(예보현황) 먼저 공통적으로 전통적인 예보문이 있다. 예보문은 대체로 현재의 기상개황과 주요 이슈, 향후 전망과 같은 요소로 구성되어 있으며, 나라별로 전국 및 세부지역으로 제공한다. 또한, 미국, 영국, 호주, 일본 등 여러 나라에서 기존 예보문에 더해 격자형 예보를 생산하여 제공하고 있으며, 다수의 국가가 격자형 예보의 공간해상도를 지속적으로 높이기 위해 노력하고 있다.

예보요소로는 기온, 바람, 하늘상태와 같은 요소들을 대부분의 나라에서 제공하고 있다. 한편 우리나라에서는 예보로 제공되고 있지 않는 안개, 뇌우, 서리와 같은 예보요소도 제공하는 나라들이 있다. 미국과 영국, 중국, 호주는 강수형태에 대해서는 눈, 비, 뇌우, 어는비, 진눈깨비를 3~4개 구간으로 나누어 강도나 발생가능성으로서 예보를 제공하고 있다. 안개나 서리의 경우, 독일과 영국이 예보문 또는 구간정보로 예보한다.

단·중기예보의 범위에 해당하는 예보기간은 국가마다 서로 다르나 대부분 7일(미국, 영국, 일본, 중국, 호주)이며 프랑스와 독일은 각 15일, 10일이다. 시간단위(해상도)는 국가, 선행시간, 기상요소에 따라 서로 다르나 1시간부터 12시간까지의 시간단위로 제공하고 있다.

강수예보는 국가별로 전달 내용 및 형식 등에서 가장 큰 차이가 나타난다. 정량적인 강수예보는 격자형예보를 생산하는 미국, 영국, 일본, 호주가 제공하고 있으며, 프랑스는 현재로부터 한 시간 후까지 행정구역별로 강수량을 예보한다. 강수현상에 대해서는 우리나라 기상청이 10분 간격으로 1시간 강수에 대해 제공하는 등 가장 상세한 정량 강수예보를 제공하고 있었다.

(특보체계) 해외의 특보체계는 주로 행정구역단위로 발표되고 있으며, 그 세분화는 나라별 실정에 따라 다르다. 특보는 현상별로 차이가 있으나 대체로 3~4개 단계로 등급을 나눠 발표하고 있다. 특보의 기준 또한 나라별로 고정적인 임계값을 사용하는 국가(중국, 독일), 지역별로 차등화 된 기준을 사용하는 국가(미국, 일본, 프랑스), 기상현상이 미칠 영향을 고려하여 발표하는 국가(영국)들로 나뉘 볼 수 있다. 우리나라는 전국 고정된 임계값을 사용하고 있어, 지역에 따른 특성이 충분히 반영되고 있지 않아 이를 반영하기 위한 노력이 요구된다. 또한 프랑스의 경우 24시간에 대해 3시간 간격의 시계열로써 특보정보를 제공하고 있다.



미국은 즉각적 대응을 의미하는 Warning을 12~24시간 이내에 발표하며, 사전 준비를 의미하는 Watch의 경우 24~48시간 이내에 발표하도록 운영하고 있으며, 영국은 위험기상 정보를 최장 7일전부터 제공하고 있다.

(기상정보의 전달) 기상정보의 전달은 전통적인 통보문의 형식에서부터 시계열 그래프, 분포도, 동적인 이미지에 이르기까지 매우 다양한 방법으로 이루어지고 있다. 전달 통로 역시 문서에서 웹페이지, 어플리케이션, SNS, 라디오/TV, 위성, 긴급메시지 등 매우 다양하다.

특정한 목적을 가지고 기상정보를 필요로 하는 수요자를 위해 맞춤형 기상정보를 제공하는 경우도 있다. 영국 기상청은 Hazard Manager라는 각종 재해관리를 위한 도구를 통해 특화된 기상정보를 특정 수요자에게 제공하고 있다. 이처럼 특화된 기상정보의 제공은 일반대중에게 상시 제공하기는 어렵겠지만 그 목적과 긴급성에 따라 맞춤형으로 서비스되어 기상정보의 가치를 높일 수 있는 방안이 될 것이다.

(중장기전략) 나라마다 구체적인 내용에서는 차이가 있으나 주요한 목표는 전통적인 일방적 기상정보 제공에서 의사결정 지원으로의 전환이다. 미국의 IDSS, FACETs, 영국의 영향예보, 디지털트윈인 NAME, 일본의 고해상도 단기예보나 키키쿠르의 예가 있다. 제공한 기상정보에 대한 해설을 제공하거나, 고도로 발달한 수치모델 시뮬레이션을 통해 주요한 현상에 대한 인과성을 밝히는 것, 수백m 공간 규모로 상세화 된 예측정보 등은 실생활이나, 중요한 정책 결정과 같은 판단에 기상정보를 보다 가치있게 사용할 수 있도록 한다. 이러한 의사결정 지원은 먼저 예측성이 담보되어야 하며, 이를 위해 수치모델 및 인공지능과 같은 차세대 예측기술을 개발하는데 많은 노력을 들이고 있다. 또한 기후변화로 인해 급격한 기상의 변화로 돌발적인 위험기상사례가 빈번해지자 이에 대한 선행시간 확보 및 예측성을 높이기 위해 실황 감시·분석 시스템 개발에 특히 큰 노력을 들이는 것을 확인하였다. 세계기상기구에서는 다중 위험 조기 경고시스템이라는 개념을 통해, 전통적인 예보에서 앞으로 나아가야할 방향인 영향기반 예측·경고시스템에 이르기까지 단계적 가이드라인을 제시하고 있다.

### ○ 해외 주요국가의 기상 예·특보 관련 법령 현황 조사

우리나라와 일본, 중국은 유사한 기상법 체계를 갖추고 있고, 서구권의 국가들은 예·특보 업무에 대해 비교적 간단히 명시하고 있다. 그럼에도 방재를 위한 기상청과 방재대응의 일선인 지방자치단체와의 협력을 강화하고자 하는 조항, 지침, 회람 등은 미국, 일본, 중국, 프랑스, 독일 등 기상 및 재해대응 관련 법령에 명시되어 있다. 하지만 우리나라의 재난안전법 및 자연재해 대책법에서는 기상청의 역할을 분명하게 명시하는 법령은 찾아볼 수 없으며, 관련한 법적 근거를 마련할 필요가 있다.

## V. 결론

해외 선진사례와의 비교를 통해 예·특보체계에서의 현재 우리나라의 수준을 진단하고, 앞으로 나아가야 할 방향을 제안하였다. 시공간적 해상도의 향상은 계속적으로 노력해야할 방향이며, 현재 서비스하고 있지 않은 기상현상에 대한 새로운 예보서비스 개발, 지역별 특성을 반영한 특보 기준치 마련과 같은 노력이 필요하며, 생산된 기상정보를 더욱 효과적으로 전달하기 위한 방법 마련, 영향도가 높은 위험기상현상에 대한 예측성을 높이기 위한 관측·모델의 개선, 새로운 기술 개발, 영향을 고려한 예·특보 등의 방향을 제시했다. 한편 예·특보 및 재난 대응과 관련한 법령을 보면 여러 국가에서 기상청과 각 방재기관 및 지방자치단체와의 협력을 법률상에 구체적으로 명시하여 소통과 협력에 대한 법적 근거를 갖추고 있었다. 현재 우리나라의 법령 체계에서는 기상재해 대응에 있어 기상청의 역할을 분명하게 명시하는 법령은 찾아볼 수 없었다. 상호 협력에 대한 법적근거가 충분치 않은 상태에서는 재난 대응을 위한 협력이 원활히 이루어지기 어려우므로 법적 근거 마련이 시급하다. 본 연구의 결과는 향후 기상청의 예·특보의 중장기 전략 수립 및 제도적 개선에 활용될 수 있을 것이다.

# 1. 사업 개요

## 1.1. 사업의 배경 및 필요성

최근 기후변화로 인해 이상 기상현상의 발생빈도가 증가하여 그간 경험하지 못한 극한기상 현상의 잦은 출현 및 날씨 변동성이 증가하는 등 기상재해로 인한 위험이 나날이 높아지고 있다. 실제로 2022년 6월 서울의 최고기온은 32.6℃로 종전의 최고기록인 2004년 32.5℃를 갱신하였으며, 서울에서 6월 최초의 열대야 현상으로 가장 이른 열대야 발생사례가 되었고, 2022년 8월 8일 서울 동작구에서는 80년 만의 최고 시간당 강수량인 141.5mm가 기록되는 등 기록경신 사례가 발생하였으며, 언론매체에서도 이에 대한 보도를 다수 발표하였다.(표 1.1.1)

표 1.1.1 2022년도 극한기상 현상에 대한 언론 사례

언론매체	제 목
MBC 뉴스(2022.6.27.)	기록적인 6월 밤, 118년 만의 열대야
조선일보(2022.8.9.)	한달치 비가 하루만에... 서울 동작구, 26시간동안 422mm'물폭탄'
연합뉴스(2022.8.8.)	중부지방 기록적인 폭우... 서울 하루 강수량 역대 최고치 경신

기상청에서는 정기적인 기상예보, 피해 가능성이 높은 위험기상 현상에 대해서는 기상특보 등 다양한 기상정보를 제공하고 있다. 다양한 기상정보는 국민들의 삶의 다양한 의사결정에 영향을 주고, 방재기관은 기상정보를 활용하여 위험기상현상에 대한 방재활동을 수행하고 있으며, 보다 효율적인 기상정보의 생산 및 제공을 위하여 꾸준히 개선 노력을 하고 있다.

본 연구에서는 기후변화와 같은 기상학적 배경과 국민의 삶의 질과 안전에 높은 비중을 차지하는 방재적 측면, 사회과학 분야에서의 요구, 4차 산업혁명으로 발전해가는 과학기술 등 전반에 걸친 기상 예·특보제도의 개선을 위해 우리나라의 기상 예·특보 현황과 해외 선진사례와의 비교 분석, 해외의 중장기전략 분석, 관련 법령 등 제도적 근거 조사 등을 통하여 벤치마킹요소를 발굴하는 등 전략 마련의 기반 연구를 수행하고자 하였다.

## 1.2. 사업의 범위

본 연구의 범위는 다음과 같다.

- 해외 주요국가의 기상 예·특보 현황 및 중장기 계획 조사
  - 해외 주요국가의 기상예보 요소, 기간, 간격 및 공간 해상도 등 기상예보체계 현황 조사
  - 해외 기상특보 종류, 발표기준 및 특보 구역 등 기상특보체계 현황 조사
  - 기상 예·특보를 포함한 모든 기상정보 발표 시 제공 내용·화면구성·방법 등 기상정보 전달체계 현황 조사
  - 기상 예·특보 생산 및 제공에 관한 중장기 계획 조사
    - : 해외 주요국가 및 국제기구의 기상 예·특보 제도 및 개선 관련 중장기 계획 조사·분석 후 시사점 도출
  
- 해외 주요국가의 기상 예·특보 관련 법령 현황 조사
  - 해외 주요국 기상청의 예·특보 제도 관련 법령 현황 조사
  - 국내·외 방재 관계기관의 재해대응 관련 법령 현황 조사 및 해당 법령상에서 기상청 권한 및 기상 예·특보 역할 분석

### 1.3. 사업 추진 체계

#### 1.3.1. 수행 조직 및 추진일정

본 연구는 해외 주요 국가의 예·특보제도 및 전달 체계에 대한 현황조사, 예·특보 관련 중장기계획 조사 및 시사점 발굴, 기상재해 방재기관 등 유관기관의 관련 법령조사 및 기상청의 역할 및 권한 등을 조사하는 내용으로 3가지 주제로서 분류할 수 있으며 이에 따라 3개의 연구팀을 구성하여 조사 및 분석을 수행하였고,(그림 1.3.1) 추진 일정은 그림 1.3.2와 같다.



그림 1.3.1 수행 조직도

내용		담당	9월	10월	11월	12월
요구사항 수집		공동				
해외 기상 예·특보 현황 및 중장기 계획 조사	기상예보체계 현황 조사	연구 1팀				
	기상특보체계 현황 조사					
	기상정보 전달체계 현황 조사					
	기상 예·특보 생산 및 제공에 관한 중장기 계획 조사	연구 2팀				
해외 기상 예·특보 관련 법령 현황 조사 및 분석	해외 기상청 예·특보 관련 법령 현황조사	연구 3팀				
	국내·외 방재기관 재해대응 관련 법령 현황 조사 및 분석					
주요 일정			착수 보고		최종 보고	

그림 1.3.2 연구 추진 일정

## 2. 사업 수행 내용

### 2.1. 해외 주요국가의 기상 예·특보 현황 조사 및 중장기 계획 조사

해외 주요국가의 기상 예·특보 현황조사 및 중장기 계획조사는 각 국의 기상청에서 공개한 문헌조사 및 서비스 웹페이지를 통해 이루어졌다. 또한 대상이 되는 해외 주요 국가는 기상청과의 협의를 통해 미국, 영국, 일본, 중국, 호주, 프랑스, 독일의 7개국으로, 주요 기상관련 국제기구는 세계기상기구와 유럽중기예보센터로 결정하였다.

#### 2.1.1. 해외 주요국가의 기상 예·특보현황 조사

##### 가) 해외 주요국가의 기상예보체계 현황 조사

- 미국(National Weather Services; NWS, National Oceanic and Atmospheric Administration; NOAA)

미국 기상청의 예보서비스 현황을 조사하기 위하여 서비스 웹페이지를 분석하였다. 첫 화면에서는 미국 전역에 특보가 발표된 지역이 표시된 지도가 먼저 표출되고, 지도상에서 특정 지역을 선택하거나 검색창에서 위치(도시, 도로명, ZIP코드)를 입력하면 해당 지역(County 단위)의 예보 및 특보 정보를 상세히 제공한다. 지점별 예보 서비스는 디지털 예보 데이터베이스(National Digital Forecast Database; NDFD)를 바탕으로 서비스된다. NDFD는 미국 본토를 2.5km의 격자로 나누어 각 격자별로 기상예측정보를 생산하고, 해당 격자에 가까운 위치(주소)에 대해 설명이나 표, 그래프와 같은 방법으로 제공한다. 그림 2.1.1은 미국 본토에 대한 NDFD의 예보요소를 정리한 것이다. 오전발표를 기준으로 가장 짧은 기간에 해당되는 청색의 시간영역(~36시간, 당일 오후~내일까지)에 대해서는 정량적인 강수예측(강수량, 적설, 빙적) 및 오전/오후 개념으로 제공되는 최고/최저기온, 12시간 강수확률을 제외하고는 모두 1시간 간격으로 서비스되고 있으며, 녹색 시간영역(모레~글피 오전)은 1시간 간격이던 요소는 3시간간격으로 시간간격이 넓어지고, 적색 영역인 72시간 이후에 대해서는 6시간 간격으로 제공하고 있다. (표 2.1.1)









지원하고자 함이며, 신속한 업데이트 기능과 높은 시공간적 해상도, 다양한 표출형식을 통한 해석, 보완된 정보로 기상 엔터프라이즈와 기상청이 국민의 생명 및 재산 보호와 같은 기본 임무를 수행하는데 도움을 준다. 또한 NDFD의 예측 정보는 각 지방의 일기예보사무소(Weather Forecast Office, WFO)에서 담당지역에 대해 입력을 하는데, 지역별로 주요한 기상현상이 다르기 때문에 그에 따라 서비스되는 요소도 다소 차이가 있다.(표 2.1.2) 예를 들어 겨울철 날씨에 보다 민감한 미국 북부 지역은 적설량, 어는비 등의 요소를 다루고 있지만, 남부지역의 경우에는 겨울철 날씨보다는 폭염과 연관된 열지수를 예보요소로 다루고 있다. 뇌우와 안개와 같은 요소도 발생 가능성에 대해 Ocnl>Lkly>Chc>SChc의 정성적 등급으로 구분하여 제공한다. Ocnl(Occasional), Lkly(Likely), Chc(Chance of), SChc(Slight Chance)는 가끔, 가능, 기회가 있음, 약간의 기회가 있음 정도로 해석할 수 있으며 Ocnl이 가장 높은 가능성을 의미하며, SChc가 가장 낮은 가능성을 의미한다.

표 2.1.2 미국 WFO 별 예보요소

지역	예보 요소
Great Falls, Montana(MT) (미국 북부)	기온, 이슬점 온도, 겨울철 체감온도(Wind Chill), 풍향/풍속, 하늘 상태, 강수확률, 상대습도, 강수량, 적설량, 어는비, 뇌우, 안개, 진눈깨비
Boston, Massachusetts(MA) (미국 동부)	기온, 이슬점 온도, 열지수, 풍향/풍속, 하늘 상태, 강수확률, 상대습도, 강수량, 뇌우, 안개
Spokane, Washington(WA) (미국 서부)	기온, 이슬점 온도, 겨울철 체감온도(Wind Chill), 풍향/풍속, 하늘 상태, 강수확률, 상대습도, 강수량, 뇌우, 적설량, 어는비, 진눈깨비, 안개
Brownsville, Texas(TX) (미국 남부)	기온, 이슬점 온도, 열지수, 풍향/풍속, 하늘 상태, 상대습도, 강수량, 뇌우, 안개, 강수확률
Goodland, Kansas(KS) (미국 중부)	기온, 이슬점 온도, 열지수, 풍향/풍속, 하늘 상태, 강수확률, 상대습도, 강수량, 뇌우, 안개

한편, 공공기상예보서비스는 NDFD와 함께 기압배치 등 전통적인 일기도를 병합하여 미국 본토 전체에 대해서는 ~2일까지의 예보를 단기예보(Short Range Forecasts), 3~7일까지의 예보를 중기예보(Medium Range Forecasts), 그 이상의 기간에 대해서는 장기 예보(Long Range Forecasts)로 제공한다.

단기예보는 기압배치, 전선이 표기된 일기도 위에 NDFD에서 판단한 날씨유형(비, 눈, 어는비, 진눈깨비 등)을 함께 표기하여 보여주며, 예보토의(Forecast Discussion) 항목을 통해 향후 이틀간의 전반적인 날씨에 대해 설명해준다.(그림 2.1.3) 예보토의는 하루 2회 오전 및 오후 3시 무렵 발표한다. 예보토의는 우리나라 기상청의 단기예보 통보문과 같은 성격으로 해석된다. 다만, 우리 기상청의 단기예보 통보문은 종합적인 날씨의 서술보다는 예보구역 별 날씨, 기온, 강수확률 등의 수치를 제공에 비중이 높은 반면에 미국의 예보토의는 기상상황에 대한 설명, 향후 진행의 서술이 대부분이며 예보구역 별 예측수치에 대해서는 제공되지 않아 구성상의 특징은 우리 기상청의 날씨해설에 가깝다.

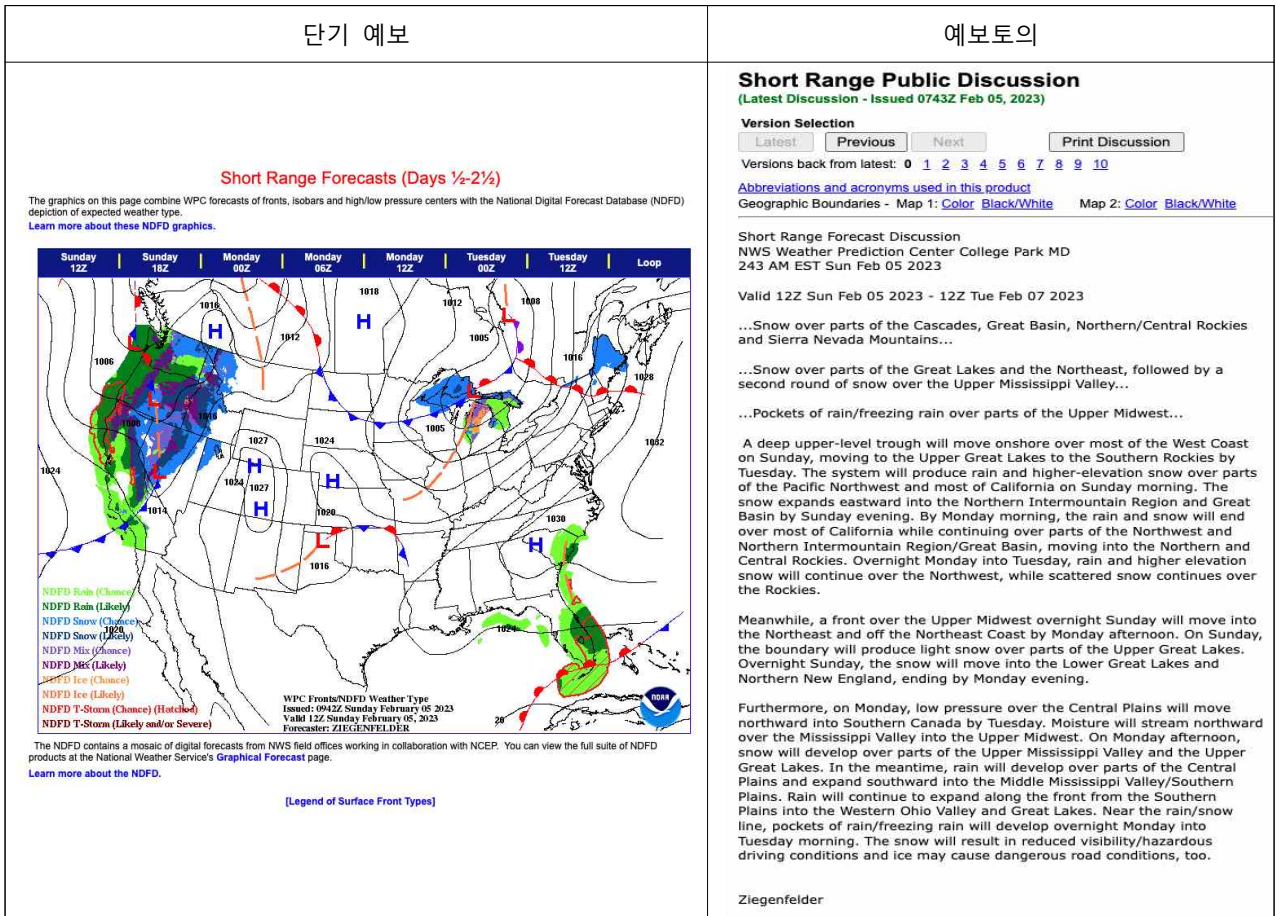


그림 2.1.3 미국 기상청의 단기 예보 예시

중기예보는 예측 3~7일의 기간에 대해 해면기압, 전선배치, 최고/최저기온, 강수확률, 500hPa 지위고도의 예보를 분포도와 표로서 제공하고 있다.(표 2.1.3) 또한 확장예보토의(Extended Forecast Discussion) 일 2회 오전/오후 2시 무렵 제공한다. 내용은 개요, 중기예보기간에 예상되는 주요 기상현상, 모델의 예측정보 등이며 관련하여 표 2.1.3에 해당되는 예보메뉴에 대한 링크를 제공한다.(그림 2.1.4)

표 2.1.3 미국 기상청 중기예보요소

중기예보 요소 (메뉴 원문)	비고
해면기압과 전선 (Sea Level Pressures and Fronts)	- 일별(Day3~7) 해면기압 및 전선배치(일기도)
최고기온 (Maximum Temperature)	- 일별(Day3~7) 최고기온의 분포도
최저기온 (Minimum Temperature)	- 일별(Day3~7) 최저기온의 분포도
강수확률 (Precipitation Probability)	- 12시간(오전/오후) 및 24시간(종일) 강수확률 분포도
최고/최저기온 및 강수확률 합성도 (Max/Min/Precip Probability Composites)	- 일별(Day3~7) 주요지점에 대한 최고/최저기온 및 24시간 강수확률 표기(지점값)
4~7일 격자별 예측 (WPC's Day 4-7 Gridded Forecasts)	- 최고/최저기온, 강수확률(오전/오후), 이슬점온도, 바람(풍향, 풍속), 구름덮임, 날씨유형(비, 눈, 어는비 등) - 분포도
3~7일 기온 및 PoP 예측 (Day 3-7 Temperature and PoP Forecasts - Text Format)	- 최고/최저기온 예측, 평년값, 평년 대비 편차, 24시간 강수 확률의 예측, 평년값, 평년 대비 편차 - 지점별 표 형식
5, 7일 총 정량강수예측/5일 평균기온 예측 (WPC's 5- and 7-Day Total QPF/ 5-Day Mean Temperature Forecasts)	- 1~5일(~120시간)까지의 누적강수예측 분포 - 1~7일(~168시간)까지의 누적강수예측 분포 - 3~7일 최고/최저기온의 평균 분포
미 본토 3~7일 500hPa 지위고도 예측 (WPC's Day 3-7 500mb Height Forecasts for Continental U.S.)	- WPC의 500hPa 지위고도 예측과 GFS, 앙상블평균 및 스프레드(예측 3~7일 일별)
GFS모델의 500mb 지위고도 및 편차 예측 (GFS 500mb Height/Anomaly Forecasts)	- GFS모델의 이동평균 500hPa에 대한 편차 분포 (5일 평균 중심, 3, 5, 8 일 / 7일 평균 중심 11일) - 북미와 북반구에 대한 분포도
하와이 날씨토의 (Hawaiian Discussion)	- 하와이 지역에 대한 1주일간에 대한 예보 설명문
중기예보 서비스 저장소 (Medium Range Product Archive)	- 일별 해면기압/전선, 최고/최저기온, 12시간 강수확률 분포도 동시 표출






중기 예보	확장예보토의														
<div style="text-align: center; color: red; font-weight: bold;">Medium Range Forecasts (Days 3-7)</div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 10px;"> <tr><td style="text-align: center;">Sea Level Pressures and Fronts</td></tr> <tr><td style="text-align: center; color: green; font-weight: bold;">Maximum Temperatures</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Minimum Temperatures</td></tr> <tr><td style="text-align: center; font-weight: bold;">Precipitation Probabilities</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">12-hour forecasts      24-hour forecasts</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Max/Min/Precip Probability Composites</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">WPC's Day 4-7 Gridded Forecasts</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Day 3-7 Temperature and PoP Forecasts - Text Format</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">WPC's 5- and 7-Day Total QPF/5-Day Mean Temperature Forecasts</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">WPC's Day 3-7 500mb Height Forecasts for the Continental U.S.</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">GFS 500mb Height/Anomaly Forecasts</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Interactive Medium Range Products Browser</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Hawaiian Discussion</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Medium Range Product Archive</td></tr> </table> <p style="text-align: center; font-size: small;">Interactive Interface for viewing Day 3-7 WPC and MOS forecasts</p> <div style="text-align: center; font-weight: bold; margin-top: 10px;">Maximum Temperatures</div> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">(Afternoon maximum temperatures valid on the given day)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-bottom: 10px;"> <div style="text-align: center; width: 30%;">  <p style="font-size: x-small;">Day 3 [Contours Only] [Anomalies]</p> </div> <div style="text-align: center; width: 30%;">  <p style="font-size: x-small;">Day 4 [Contours Only] [Anomalies]</p> </div> <div style="text-align: center; width: 30%;">  <p style="font-size: x-small;">Day 5 [Contours Only] [Anomalies]</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center; width: 45%;">  <p style="font-size: x-small;">Day 6 [Contours Only] [Anomalies]</p> </div> <div style="text-align: center; width: 45%;">  <p style="font-size: x-small;">Day 7 [Contours Only] [Anomalies]</p> </div> </div> <p style="text-align: center; font-size: x-small; font-weight: bold;">Loop of all <a href="#">Maximum Temperature Forecasts</a> for Days 3-7</p> <p style="text-align: center; font-weight: bold; color: blue;">Extended Forecast Discussion</p>	Sea Level Pressures and Fronts	Maximum Temperatures	Minimum Temperatures	Precipitation Probabilities	12-hour forecasts      24-hour forecasts	Max/Min/Precip Probability Composites	WPC's Day 4-7 Gridded Forecasts	Day 3-7 Temperature and PoP Forecasts - Text Format	WPC's 5- and 7-Day Total QPF/5-Day Mean Temperature Forecasts	WPC's Day 3-7 500mb Height Forecasts for the Continental U.S.	GFS 500mb Height/Anomaly Forecasts	Interactive Medium Range Products Browser	Hawaiian Discussion	Medium Range Product Archive	<div style="font-weight: bold; margin-bottom: 5px;">Extended Forecast Discussion</div> <p style="font-size: x-small; color: green;">(Latest Discussion - Issued 0718Z Feb 05, 2023)</p> <p style="font-size: x-small;">Version Selection</p> <p style="font-size: x-small; margin-bottom: 5px;"> <input type="button" value="Latest"/> <input type="button" value="Previous"/> <input type="button" value="Next"/> <input type="button" value="Print Discussion"/> </p> <p style="font-size: x-small;">Versions back from latest: <a href="#">0</a> <a href="#">1</a> <a href="#">2</a> <a href="#">3</a> <a href="#">4</a> <a href="#">5</a> <a href="#">6</a> <a href="#">7</a> <a href="#">8</a> <a href="#">9</a> <a href="#">10</a></p> <p style="font-size: x-small;"> <a href="#">Abbreviations and acronyms used in this product</a>          Geographic Boundaries - Map 1: <a href="#">Color</a> <a href="#">Black/White</a>    Map 2: <a href="#">Color</a> <a href="#">Black/White</a> </p> <hr/> <p style="font-size: x-small;">Extended Forecast Discussion NWS Weather Prediction Center College Park MD 217 AM EST Sun Feb 05 2023</p> <p style="font-size: x-small; margin-top: 10px;">Valid 12Z Wed Feb 08 2023 - 12Z Sun Feb 12 2023</p> <p style="font-size: x-small; color: blue;">...Guidance/Predictability Assessment...</p> <p style="font-size: x-small;">Latest model and ensemble solutions now seem better clustered valid Wednesday-Thursday, bolstering forecast confidence compared to less than stellar runs over the past few days. Prefer a composite of the GFS/ECMWF/UKMET/Canadian to mitigate consistent with uncertainty ample lingering smaller scale system differences. The GFS/ECMWF solutions seems to cluster best with ensembles heading into/through next weekend and a composite seems to offer a reasonable forecast basis amid growing forecast spread in highly amplifying/slowing flow with likely development of strong upper troughs over the east-central U.S. and off the West Coast along with ample upper ridges over the west-central U.S. and western Atlantic. There remains some stream phasing uncertainties as a more progressive northern stream periodically digs shortwave energy/cold air deeper southward into the lower 48.</p> <p style="font-size: x-small; color: blue;">...Weather/Hazard Highlights...</p> <p style="font-size: x-small;">An initially closed southern stream upper trough/low will eject into the southern Plains by midweek as a kicker shortwave trough digs southeastward through the Great Basin to support some potential for snow there into the Rockies. Downstream, a surface frontal wave over Texas with the lead system will organize, deepen and occlude while lifting northeast into the Midwest/OH Valley Thursday before exiting through the Northeast Friday. Gulf moisture inflow/instability and supportive upper jet/height falls will combine with the associated frontal system to produce a swath of heavy rain/convection this period across the Lower/Mid MS and TN/OH Valleys, with widespread moderate rains then shearing across the Appalachians and Eastern Seaboard. The WPC experimental Day 4 Excessive Rainfall Outlook (ERO) will show a "marginal" threat area over the mid-lower MS Valley and vicinity through Wednesday, extending from a Day 3 marginal and slight risk area just upstream. Cold air draped to the north of the system and several potent shots of Canadian air in the wake of system passage will also offer a threat for heavy snow/ice on the northern periphery of the expanding precipitation shield this period from the central Plains through the Great Lakes and interior Northeast and southern Canada. Expect lake effect snows into the weekend given lingering cold/windy flow.</p>
Sea Level Pressures and Fronts															
Maximum Temperatures															
Minimum Temperatures															
Precipitation Probabilities															
12-hour forecasts      24-hour forecasts															
Max/Min/Precip Probability Composites															
WPC's Day 4-7 Gridded Forecasts															
Day 3-7 Temperature and PoP Forecasts - Text Format															
WPC's 5- and 7-Day Total QPF/5-Day Mean Temperature Forecasts															
WPC's Day 3-7 500mb Height Forecasts for the Continental U.S.															
GFS 500mb Height/Anomaly Forecasts															
Interactive Medium Range Products Browser															
Hawaiian Discussion															
Medium Range Product Archive															

그림 2.1.4 미국 기상청의 중기예보

장기예보는 기온 확률, 강수 확률에 대해서 6~10일, 8~14일, 3~4주, 1개월, 3개월 전망(Outlook)을 전국 단위로 제공하고 있다.



## ○ 영국(MetOffice)

영국 기상청은 UM(Unified Model) 등 수치모델을 이용해 예보를 제공한다. 예보는 정기적으로 업데이트 되며, 주어진 예측 리드 타임에 해당하는 가장 최근의 최고 해상도 모델을 사용한다. 원하는 지역명이나 우편번호를 검색하면 예보 정보를 지점별로 제공하며, 7000여개의 위치를 검색할 수 있다. 지점별 예보는 하늘상태, 강수확률, 기온, 체감온도, 풍향, 풍속, 돌풍(wind gust), 시정, 상대습도, 자외선지수, 일 최고/최저기온 등의 요소가 제공되고, 2일 예보는 1시간 단위로 제공되고 3~7일 예보는 3시간 단위로 제공된다.(표 2.1.4, 그림 2.1.5)

표 2.1.4 영국 기상청의 지점별 예보 요소

구분	설명														
예보요소	하늘상태(symbols), 강수확률(%), 기온(°C, °F), 체감온도(°C, °F), 풍향(16방위), 풍속(mph, km/h, knots, m/s), 돌풍(mph), 시정(등급), 상대습도(%), 자외선지수(Index), 최고/최저기온(°C/°F)														
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>요소</th> <th>설명</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>하늘상태</td> <td>맑음, 흐림, 소나기, 호우, 진눈깨비, 폭설, 안개 등 30개의 기호로 표현</td> </tr> <tr> <td>강수확률</td> <td>특정 시간에 강수(진눈깨비, 눈, 우박, 이슬비 등)가 발생할 가능성을 나타냄 예) 강수 확률이 70% 라는 것은 해당기간 동안 강수가 발생할 확률이 10분의 7임을 나타냄</td> </tr> <tr> <td>체감온도</td> <td>바람과 습도를 고려하여 생산</td> </tr> <tr> <td>돌풍</td> <td>25knots(29mph) 이상일 경우 강조 표시</td> </tr> <tr> <td>시정</td> <td>very poor (VP): ≤1000 m poor (P): 1001~4000 m medium (M): 4001~10000 m good (G): 10001~20000 m very good (VG): 20001~40000 m excellent (E): &gt;40000 m</td> </tr> <tr> <td>자외선 지수(UV)</td> <td>총 11 단계를 Index로 구분하며, 11단계를 다시 5단계의 카테고리(L, M, H, VH, Ex)로 구분하여 색깔로 표현함</td> </tr> </tbody> </table>	요소	설명	하늘상태	맑음, 흐림, 소나기, 호우, 진눈깨비, 폭설, 안개 등 30개의 기호로 표현	강수확률	특정 시간에 강수(진눈깨비, 눈, 우박, 이슬비 등)가 발생할 가능성을 나타냄 예) 강수 확률이 70% 라는 것은 해당기간 동안 강수가 발생할 확률이 10분의 7임을 나타냄	체감온도	바람과 습도를 고려하여 생산	돌풍	25knots(29mph) 이상일 경우 강조 표시	시정	very poor (VP): ≤1000 m poor (P): 1001~4000 m medium (M): 4001~10000 m good (G): 10001~20000 m very good (VG): 20001~40000 m excellent (E): >40000 m	자외선 지수(UV)	총 11 단계를 Index로 구분하며, 11단계를 다시 5단계의 카테고리(L, M, H, VH, Ex)로 구분하여 색깔로 표현함
요소	설명														
하늘상태	맑음, 흐림, 소나기, 호우, 진눈깨비, 폭설, 안개 등 30개의 기호로 표현														
강수확률	특정 시간에 강수(진눈깨비, 눈, 우박, 이슬비 등)가 발생할 가능성을 나타냄 예) 강수 확률이 70% 라는 것은 해당기간 동안 강수가 발생할 확률이 10분의 7임을 나타냄														
체감온도	바람과 습도를 고려하여 생산														
돌풍	25knots(29mph) 이상일 경우 강조 표시														
시정	very poor (VP): ≤1000 m poor (P): 1001~4000 m medium (M): 4001~10000 m good (G): 10001~20000 m very good (VG): 20001~40000 m excellent (E): >40000 m														
자외선 지수(UV)	총 11 단계를 Index로 구분하며, 11단계를 다시 5단계의 카테고리(L, M, H, VH, Ex)로 구분하여 색깔로 표현함														
공간해상도	구(district)/패리쉬(parish) 행정구역														
시간단위	1시간/3시간														
예보기간	2일/3~7일														

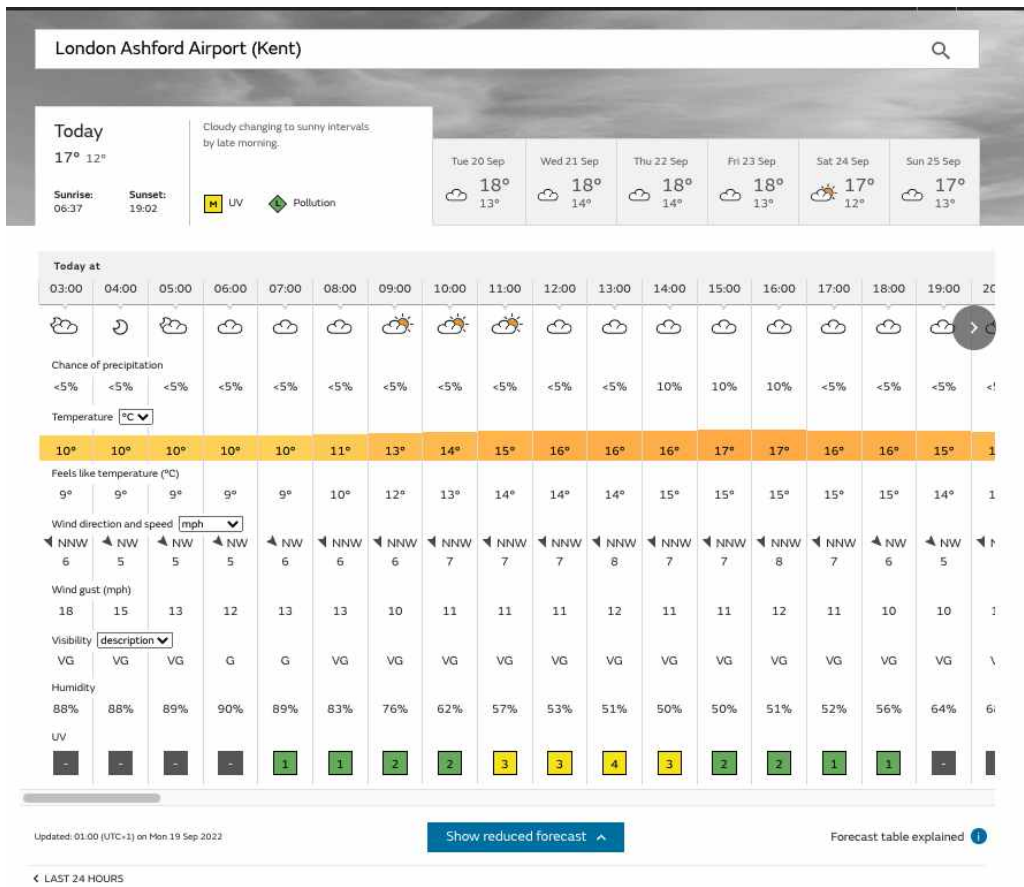


그림 2.1.5 영국 기상청 지점별 예보 화면

지도형식의 예보는 분포도와 애니메이션 형식으로 제공하고 있다. 예보요소는 강수량, 기온, 풍향풍속, 돌풍, 강수형태, 운량, 기상현상을 제공하고 있다.(표 2.1.5, 그림 2.1.6) 강수는 최대 5일까지 예보를 제공하며 2일까지는 15분 간격으로, 5일까지는 3시간 간격으로 제공한다. 그 외의 예보요소는 7일까지 제공하며, 2일까지는 1시간 간격으로, 그 후에는 3시간 간격으로 제공한다. 영국의 지도형 예보는 1.5km의 공간해상도로 미국의 2.5km 공간해상도 보다 더 높은 해상도이다.

표 2.1.5 영국 기상청의 지도형식 예보 요소

구분	설명
예보요소	강수량(mm/hour), 기온(°C), 풍속(Beaufort), 돌풍(Beaufort), 강수형태(비/눈/우박), 운량(%), 하늘상태(symbols)
공간해상도	1.5km
시간단위	15분(강수량, 강수형태 : ~2일까지), 1시간(그 외 예보요소 : ~2일), 3시간(2일~)
예보기간	강수량, 강수형태 : 5일, 그 외 요소: 7일

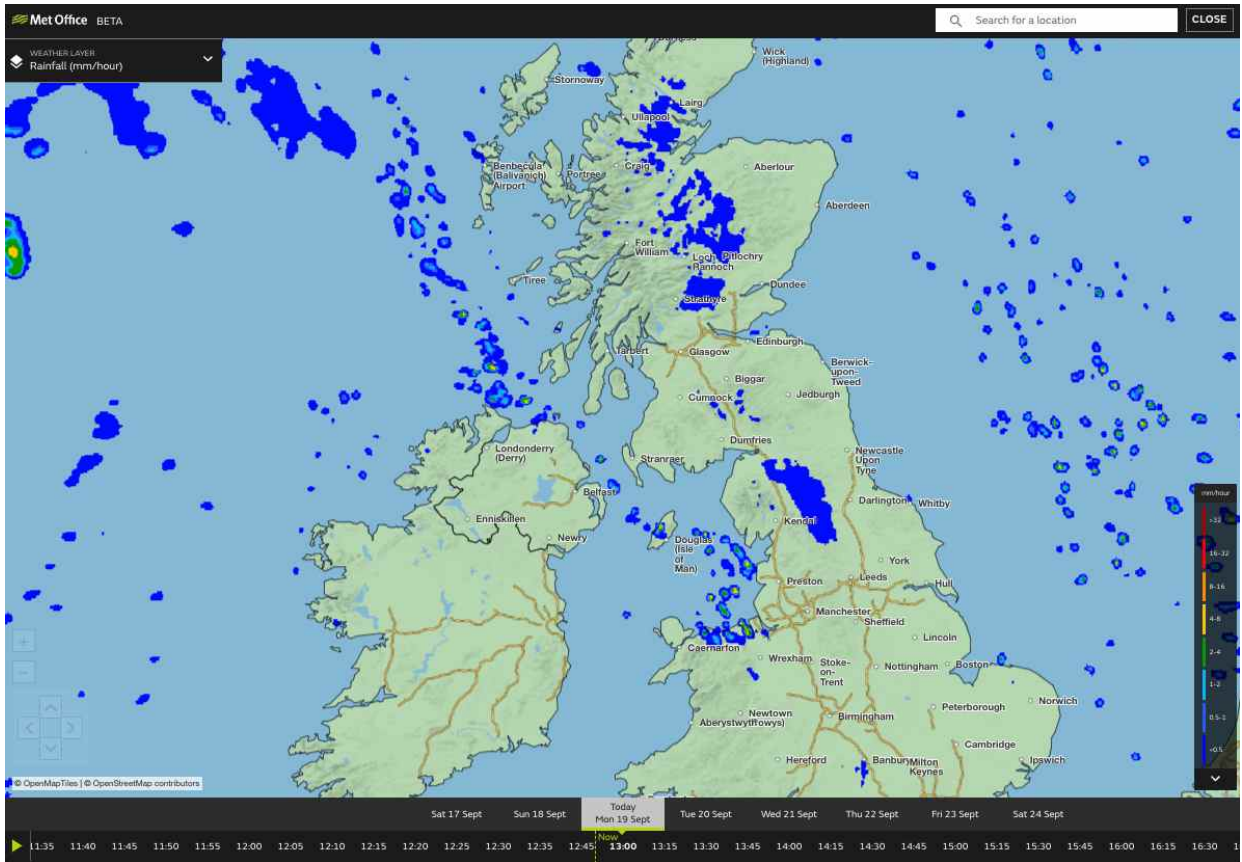


그림 2.1.6 영국 기상청 지도형 예보

장기예보는 영국 전역에 대해 6-15일 예보(Forecast), 16-30일 전망(Outlook)으로 제공한다. 6-15일 예보는 폭우, 심한 강풍 또는 장기간의 고온 또는 저온과 같은 악천후 위험도 정보를 제공하며, 16-30일 전망은 영국 전역의 장기간 날씨가 과거에 비해 어떻게 변할 것으로 전망되는지(예: 더 따뜻함, 더 추움, 더 습함, 더 건조함) 정성적인 정보를 제공한다.

○ 일본(JMA)

일본은 부/현(府/県; 우리나라 시/군 규모의 지역구분) 예보구역을 기상, 재해, 지리 특성을 고려하여 세분한 구역에 대해 매일 5시, 11시 17시에 예보를 발표한다. 그리고 날씨가 급변했을 때에는 수시로 이를 수정하여 발표한다. 예보구역별 정보는 표 형식으로 제공되는데, 2일 예보(표 2.1.6, 그림 2.1.7)와 주간예보(표 2.1.7, 그림 2.1.8)가 제공된다. 여기서 다른 요소들은 1일의 시간단위로 예보가 제공되는 것과 달리 강수확률은 6시간 단위로 더 자세하게 제공된다.

표 2.1.6 일본 기상청 2일 예보 현황 요약

구분	설명
예보요소	하늘상태, 바람(8방위, 정성적 풍속 설명), 강수확률(%), 최저기온(°C), 최고기온(°C)
공간해상도	부/현 예보구역
시간단위	6시간/1일 (강수확률만 6시간 단위)
예보기간	2일

도쿄도의 일기 예보(영후일까지의 상세)												
2022년 10월 11일 11시 기상청 발표												
날짜		오늘 11일(화)				내일 12일(수)				영후일 13일(목)		
도쿄 지방	날씨											
		맑음 가끔 흐림				흐림				흐림 때때로 비		
	바람	남서의 바람 후 북쪽의 바람 23구 서부에서는 남서의 바람 다소 강하게				북쪽 바람 낮 동안 북동쪽 바람				북쪽 바람		
	파고	1미터 후 0.5미터				0.5m				0.5m		
	강수 확률(%)	00-06	06-12	12-18	18-24	00-06	06-12	12-18	18-24			
		-	-	0	10	10	10	10	10			
기온 (°C)	아침최저기온		낮 최고기온		아침최저기온		낮 최고기온					
	도쿄		28		17		22					
날짜		오늘 11일(화)				내일 12일(수)				영후일 13일(목)		
이즈 제도 북부	날씨											
		맑음 가끔 흐림				밤 늦게 비				비 가끔 흐림		
	바람	서쪽 바람 강하게 후 북동쪽 바람 다소 강하게				북동쪽의 바람 약간 강하다				북동쪽의 바람 다소 강하게		
	파고	2.5미터 후 2미터 다만 신지마 예서는 3미터 후 2미터				2미터 후 2.5미터 다만 신지마 예서는 2미터 후 3미터				3미터		
	강수 확률(%)	00-06	06-12	12-18	18-24	00-06	06-12	12-18	18-24			
		-	-	0	10	10	10	30	50			
기온 (°C)	아침최저기온		낮 최고기온		아침최저기온		낮 최고기온					
	오시마		24		19		21					

그림 2.1.7 일본 기상청 2일 예보 화면 예시



표 2.1.7 일본 기상청 주간예보(7일) 현황 요약

구분	설명
예보요소	하늘상태, 강수확률(%), 최저기온(°C), 최고기온(°C)
공간해상도	부/현 예보구역
시간단위	1일 (단, 강수확률은 2일까지 6시간 단위)
예보기간	7일

도쿄도의 일기 예보(7일 전까지)									
2022년 10월 11일 11시 기상청 발표									
날짜	오늘 11일(화)	내일 12일(수)	명후일 13일(목)	14일(금)	15일(토)	16일(일)	17일(월)	18일(화)	
도쿄 지방	맑은 때때로 흐림 	흐림 	흐린 가끔 비 	흐린 때때로 맑음 	흐린 때때로 맑음 	흐림 	흐림 	흐린 일시 비 	
강수 확률(%)	-/-/0/10	10/10/10/10	80	20	30	40	40	50	
신뢰도	-	-	-	A	A	B	C	C	
도쿄 기온 (°C)	최고	28	22	20 (18~22)	23 (21~25)	24 (22~27)	24 (21~28)	25 (22~29)	21 (18~26)
	최소	-	17	14 (13~17)	15 (13~17)	16 (14~18)	17 (16~19)	19 (14~20)	14 (11~19)
날짜	오늘 11일(화)	내일 12일(수)	명후일 13일(목)	14일(금)	15일(토)	16일(일)	17일(월)	18일(화)	
이즈 제도	맑은 때때로 흐림 	흐린 후 비 	비 	흐린 일시 비 	흐린 때때로 맑음 	흐림 	흐림 	흐린 일시 비 	
강수 확률(%)	-/-/10/10	10/20/50/70	90	50	30	40	40	60	
신뢰도	-	-	-	C	C	B	C	B	
하치조지마 기온 (°C)	최고	25	22 (21~24)	25 (24~27)	26 (25~28)	28 (26~29)	28 (26~29)	25 (23~28)	
	최소	-	19	19 (17~20)	20 (19~21)	21 (20~22)	22 (20~23)	22 (21~23)	18 (16~22)
날짜	오늘 11일(화)	내일 12일(수)	명후일 13일(목)	14일(금)	15일(토)	16일(일)	17일(월)	18일(화)	
오가사와라 제도	하루 후 일시 비 	흐린 일시 비 	흐린 때때로 맑음 	흐린 때때로 맑음 	흐린 때때로 맑음 	흐린 때때로 맑음 	흐림 	흐림 	
강수 확률(%)	-/-/30/50	50/40/30/30	40	20	20	20	30	30	
신뢰도	-	-	-	A	A	A	A	A	
부지도 기온 (°C)	최고	30	31 (30~32)	30 (29~31)	30 (29~31)	29 (28~30)	30 (29~31)	30 (29~31)	
	최소	-	27	27 (25~28)	26 (24~27)	26 (24~27)	25 (24~26)	25 (24~26)	25 (24~26)
저쪽 일주일(내일부터 7일 앞까지)의 평년치									
			강수량의 7일간 합계		최저 기온		최고 기온		
도쿄			평년 수준 14 - 53mm		15.0°C		22.1°C		
하치조지마			평년 수준 48 - 120mm		18.9°C		23.9°C		
부지도			평년 수준 9 - 37mm		24.6°C		28.8°C		

그림 2.1.8 일본 기상청 주간예보(7일) 화면 예시

주간예보에서 3일째 이후의 강수유무 예보에 대해서는 신뢰도 정보가 제공된다. 여기서 신뢰도는 『예보의 적중률』과 『발표된 예보가 유지됨』을 의미한다. 신뢰도 A는 강수유무 예보의 적중률이 다음날 예보와 비슷해서 다음날 예보가 바뀔 가능성이 거의 없고, 신뢰도 C는 반대로 다음날 강수유무 예보가 바뀔 가능성이 높다는 의미이다.(표2.1.8)

강수예보의 경우 예측성이 기온 등 다른 예보요소에 비해 낮은 경우가 많은데, 신뢰도 정보를 제공함으로써 예보수요자의 기상정보에 대한 수용에 도움을 주도록 하였다.

표 2.1.8 일본 기상청 강수유무에 대한 예보신뢰도의 단계별 적중률 및 다음날 예보 변경 비율 검증결과

신뢰도 단계	강수유무 적중률 평균	다음날 강수유무 예보가 바뀌는 비율 평균
A	88%	1%
B	73%	6%
C	58%	16%

\* 검증결과는 2014년 12월까지 5년간의 데이터를 사용

강수예보는 특별히 돌발적인 강수예측을 위해 고해상도 강수 실태예보(High-Resolution Precipitation Nowcast, HRPN)와 단시간 강수예보(Analysis & Forecast of Precipitation)를 서비스하고 있다.

HRPN은 250m의 공간해상도로 ~30분까지 5분 간격으로 강수의 정량적 예측을 제공한다. HRPN의 생산에는 윈드프로파일러, 라디오존데, 레이더 관측(기상레이더, 국토교통성의 X-대역 레이더 등)과 우량계 데이터를 사용한다. 상세한 공간해상도는 기존의 저해상도 데이터보다 자료처리에 더 많은 시간이 소요되기 때문에 각 레이더의 탐지반경에서 일본 본토와 가까운 해상에 대해서는 250m의 공간해상도를 제공하지만, 영향력이 상대적으로 낮은 먼 바다에 대해서는 기존의 1km 해상도를 사용하여 효율을 높였다. 높아진 공간해상도는 보다 정확하게 강하비의 위치를 성공적으로 예측할 수 있게 하였다. 그림2.1.9의 우측은 2014년 6월 29일의 폭우 사례로 공간해상도 개선으로 인해 강수예측이 보다 정확도가 높아짐을 보여준다. 왼쪽 위는 기존의 1km 공간해상도의 강수실태(20분 예측), 오른쪽 위는 개선된 250m 공간해상도의 강수실태(20분 예측), 왼쪽 아래는 관측(1km 해상도), 오른쪽 아래는 강수분석장(250m 해상도)의 그림이다. 검정 원으로 강조된 영역을 보면 관측 및 분석에서 적색의 강도를 갖는 강수현상이 있었음을 알 수 있다. 그러나 20분전 강수실태예측에서는 기존의 1km 해상도의 강수 실태예보는 적색수준의 강수를 충분히 예측하지 못하였으나, 250m로 높은 해상도를 갖는 HRPN은 보다 정확히 예측하였음을 알 수 있다. 또한 강수실태예보에서는 HRPN외에도 3시간 전부터 현재까지 5분 간격의 낙뢰감지(발생지역 표시) 및 10분 간격으로 1시간 후까지 낙뢰예보(강도를 1~4등급으로 구분)와 토네이도 예보(발생확률을 2개 등급으로 구분)를 제공하고 있다.

단시간 강수예보는 국지모델의 기상분석 및 예측자료를 활용하여 5km의 공간해상도에 대해 12시간 전부터 현재까지의 30분 간격의 강수역의 이동 등 진행에 대한 정보와 12시간 후까지 1시간 간격으로 1시간 강수량과 6시간 후까지 1시간 간격으로 3시간 강수 및 24시간 강수에 대해 예측정보를 분포도로 제공한다.(그림 2.1.10)

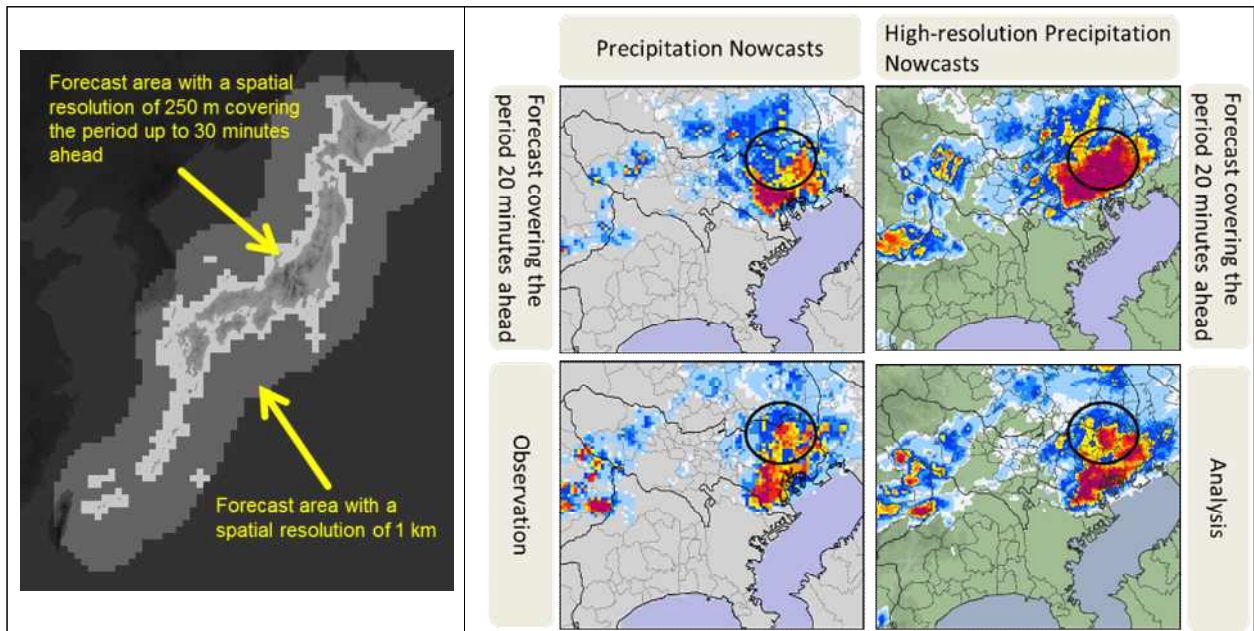


그림 2.1.9 일본 고해상도 강수실태예보의 공간해상도 별 영역(좌) 및 개선내용(우)

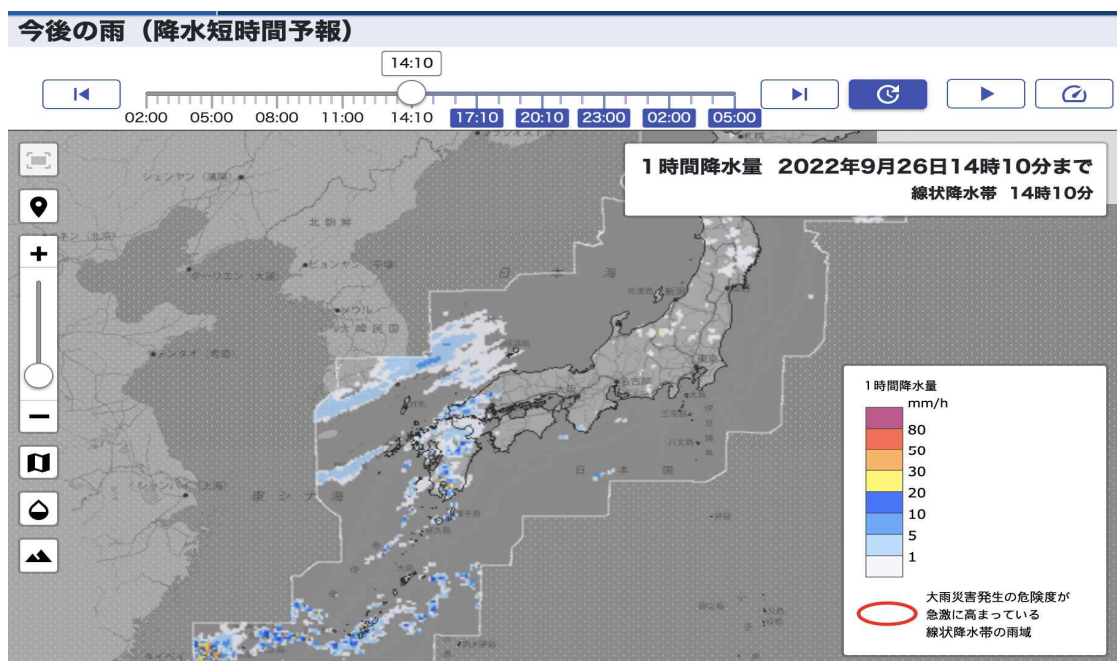


그림 2.1.10 일본 기상청의 단시간 강수 예보 화면

## ○ 중국(CMA)

중국 기상청 홈페이지에서는 일기공보, 지점별(도시별) 예보가 발표되고 있으며 강수량에 대해서는 24시간 누적강수량 분포도 형태로도 발표(24~168시에 대해서 24시간 단위)된다. 일기공보(그림 2.1.11)는 기상실황, 중점일기예보, 향후 3일에 대한 구체적 예보로 구성되어 있다. 기상 실황은 국내와 국외 지역에 대한 주요 기상 이슈에 대해 서술한다. 중점 일기예보는 다음의 3일에 대한 구체적 예보의 요약 형태로, 주요 기상 이슈 및 기상특보 발효현황에 대해 간단히 서술한다. 향후 3일간의 구체적 예보에서는 내일, 모레, 글피 각각에 대해 중국 본토의 기상예보를 서술한다. 강수가 예상될 경우에는 해당 일자의 전국 강수량 예보도(그림 2.1.12)를 포함하며, 강수는 눈, 진눈깨비, 비를 구분하고 기상공보 상에서는 강수의 정량적인 예보가 아닌 약한 비, 강한 비와 같은 용어를 통해 내용을 전달한다. 경우에 따라 국외의 특이사항 정보도 포함된다. 이 정보는 중국 기상청 웹사이트의 공보문 페이지에서 매일 업데이트된다. 전국 강수량 예보도는 공보문에 포함되지만, 별도의 페이지를 통한 접근도 가능하다.

### 일기공보

출처: 중앙 기상대
발표시간: 2022년 10월 11일 08시

**우리나라 남부 해구에는 큰 바람이 분다**

**청장고원 동부 등지에 진눈깨비가 내리고 있다**

**1. 날씨 실황**

**1. 국내 실황**

어제 **흑룡강 지린성 라오닝성 등지에서 진눈깨비가 내렸다** : 어제 08시부터 오늘 06시까지 헤이룽장 동부 지린 동부 라오닝 북부 등지에 눈이 내리거나 눈이 내리는 등 지린 동남부 일부 지역과 라오닝 번시 안산 등지에 폭설이 내리고 지린 백산과 옌벤 국지에는 폭설이, 티베트 동남부 윈난 서부 지역에는 비가 내리고 윈난 바오산 린창 누장 등 국지에는 폭우(5075mm)가 쏟아졌다.

**2. 국외 실황**

**(1) 호주 남동부 인도 북부 등지에 강강수(強水)가 발생했다**

지난 24시간 동안 멕시코 남부, 일본 섬, 인도 북부, 동남아 열대군도 등지에서는 집중호우나 폭우가 쏟아졌다.

**(2) 브라질 중북부 아프리카 등에는 고온이 많다.**

브라질 중북부, 서아프리카 북부, 호주 북부 등지에서는 폭염이 많으며 하루 최고 기온은 35.37도, 국지성은 40도가 넘는다.



## 2. 중점 일기예보

### 1. 국내 중점 날씨

#### (1) 우리나라 남부 해구에는 큰 바람이 분다

찬 공기의 영향으로 11일 낮부터 12일 밤까지, 대만해협, 대만은 동양면, 버스해협, 남중국해 동북부와 중동부 편북해역에는 89급, 진풍 1011급 동북풍이 분다. **중앙기상대, 11일 06시 해상대풍 황색경보 계속 발령.**

#### (2) 청장고원 동부 등지에 진눈깨비가 온다

1113일까지 청해대부와 티베트 중동부, 천서고원, 서북지역 동부 등지에는 장대비가 내리고, 청해남부, 천서고원 서북부, 티베트 동북부 등 고지대에는 밤에 눈이 끼거나 눈이 적게 온다.

### 2. 국외 중점 날씨

#### (1) 인도북부 동남아시아 등지에 비교적 강한 비가 내렸다.

앞으로 사흘간 인도 북부, 갠지스강 평원, 히말라야 남쪽 기슭, 동남아, 호주 동남부, 남아메리카 북서부, 브라질 중남부, 중앙아프리카 중부 등지에 많은 비가 내리고 국지성 호우나 폭우가 쏟아질 전망이다. 이들 일부 지역은 천둥과 번개를 동반한 강한 대류를 동반하고 있다.

#### (2) 아프리카 북부 등에는 고온이 있다

앞으로 사흘간 북아프리카 남부, 서아프리카 북부, 중앙아프리카 북부, 남아프리카 북부, 브라질 중북부, 호주 북부 등 일부 지역에서는 35℃ 이상의 폭염이 예상되며 이 중 북아프리카 남부와 북서아프리카 북부 등지의 하루 최고기온이 40도를 웃돈다.

### 3. 앞으로 3일 구체적인 예보

**10월 11일 08시~12일 08시.** 신장은 천산 동부, 티베트 북부와 동북부, 청해 동부와 남부, 천서 고원 북부 등을 따라 중설이나 진눈깨비가 내리는 곳이다. 서티베트 동남부, 천서고원 남부, 윈난 서부, 북부 등 일부 지역에서는 소규모로 비가 내리고, 이 중 티베트 동남부 일부 지역에서는 폭우가 쏟아지고 있다. 신장 동부, 간쑤 서부, 네이멍구 서부, 헤이룽장 동부 등 일부 지역에는 4~6급 바람이 불고, 이 중 신장 동부 산커우 지역에는 7~9급에 이르는 바람이 불고 있다(사진 1 참조). 대만해협, 대만은 동양면, 버스해협, 남중국해 동북부와 중동부 편북해역에는 89급, 진풍 1011급 동북풍이 분다.

그림 2.1.11 중국 기상청 예보 공보문 예시(번역)

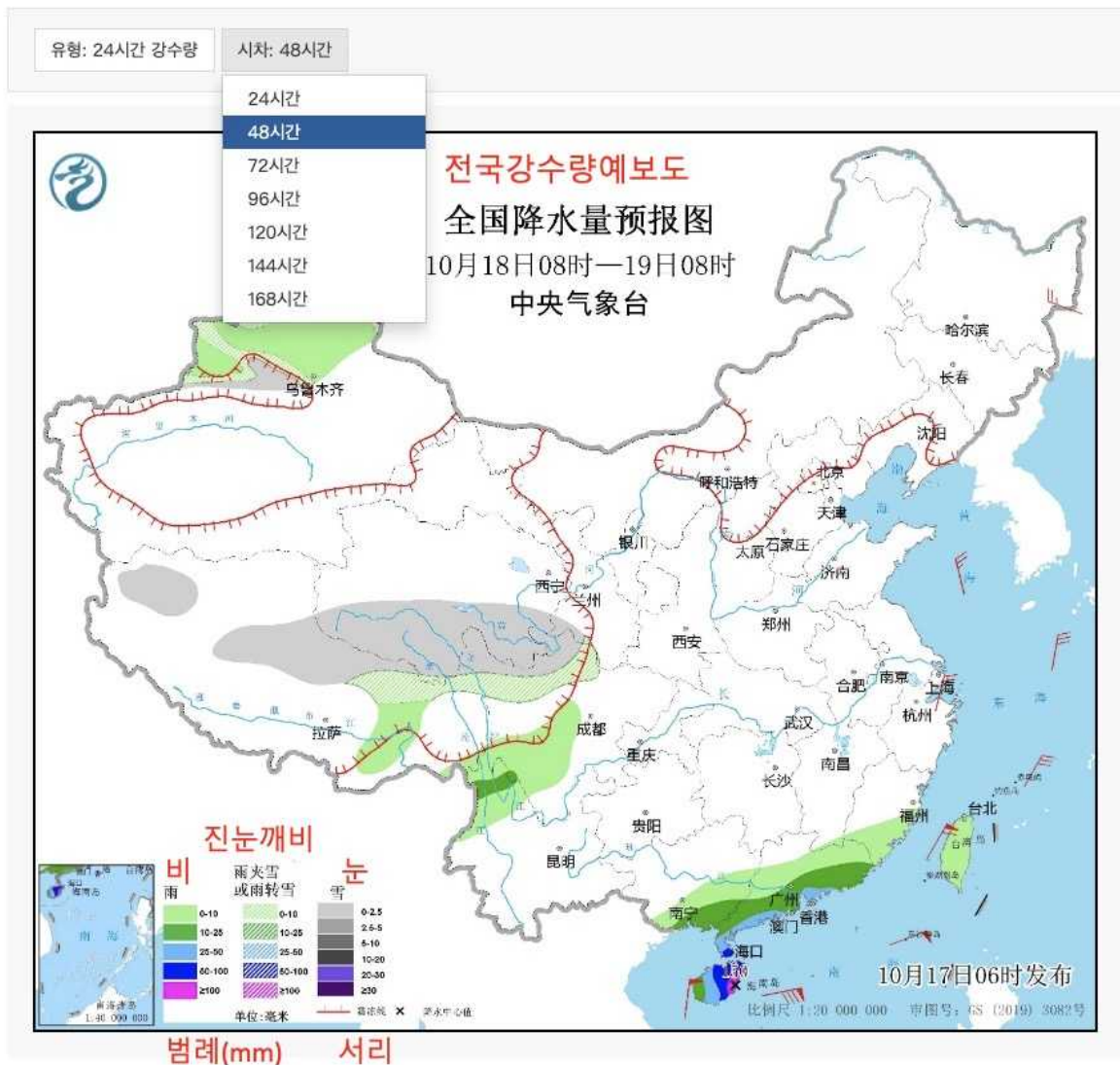


그림 2.1.12 중국 기상청 지점별 예보화면(위) 및 24시간 누적강수량 예보도(아래)

중국 전역의 도시들에 대해서 지점별로 제공되는 예보요소들은 하늘상태, 기온, 강수량, 풍속, 풍향, 기압, 상대습도, 운량이다.(표 2.1.9) 이 요소들은 3시간 단위로 7일 예보가 제공된다. 지도상에서 지점별로 표시된 날씨상태 아이콘을 클릭하면 해당 지점에 대한 개략적인 예보 정보가 표출되고 지점별 7일 예보 정보가 제공되는 웹사이트의 링크가 존재한다.(그림 2.1.13)

표 2.1.9 중국 기상청 주간예보 현황 요약

구분	설명
예보요소	하늘상태, 기온(섭씨), 강수량(mm), 풍속(m/s), 풍향(8방위), 기압(hPa), 습도(%), 운량(%)
공간해상도	성도 행정구역
시간단위	3시간(1~4일), 6시간(5~7일)
예보기간	7일

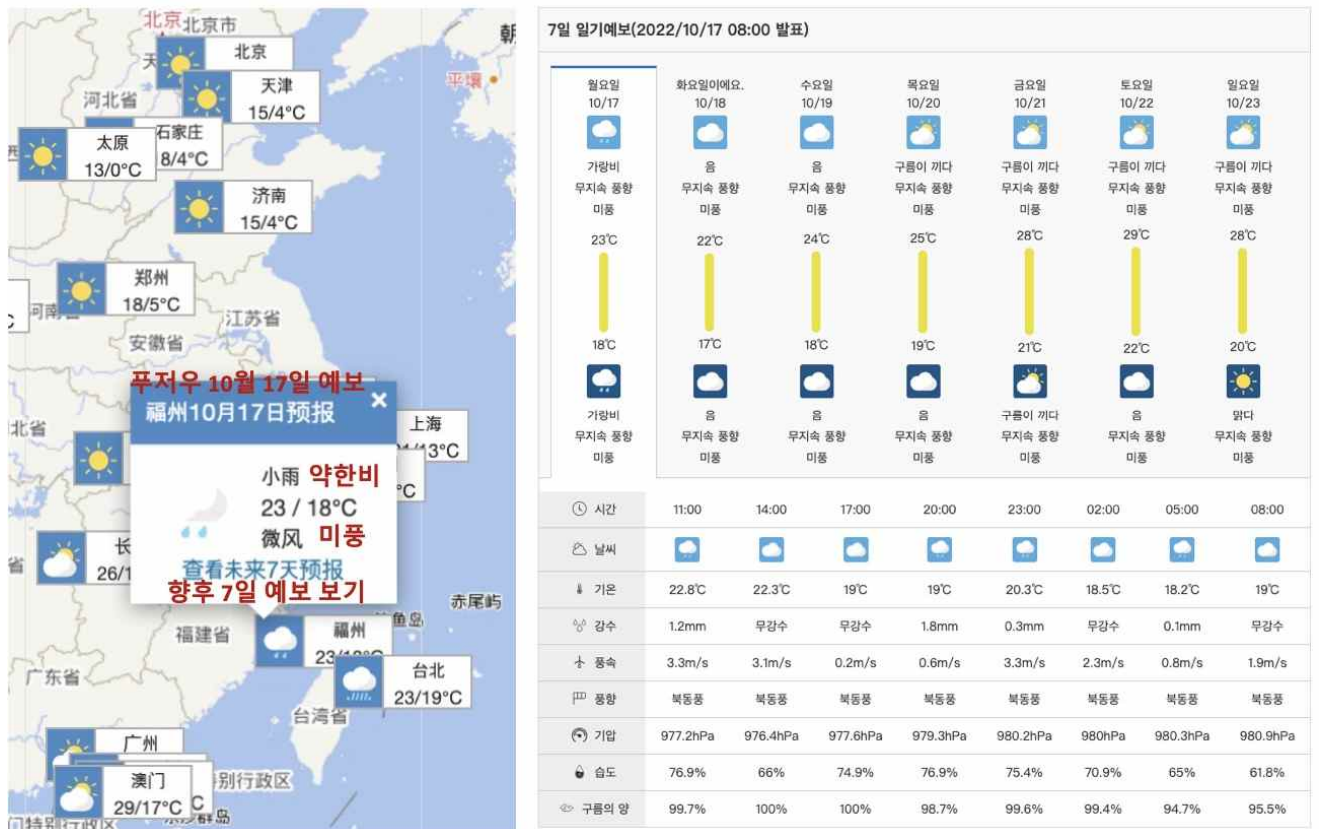


그림 2.1.13 중국 기상청 지점별 예보화면

## ○ 호주(BOM)

호주 기상청의 예보 자료는 기본적으로 격자자료로 제공되며, 각 도시 지점별로 정해진 시간단위로 제공되는 형식과 지도상에서 표출되는 형식으로 제공된다.

표 2.1.10 호주 기상청 ADFD 구성

구분	설명
예보요소	강수확률(%), 확률별(50%, 25%, 10%) 3시간 강수량(mm/3h), 기온(°C), 체감온도(°C), 이슬점온도(°C), 자외선지수, 뇌우/강설/비/안개/서리(발생유무), 풍속(km/h, knot), 풍향(16방위), 상대습도(%), 산불위험도(Forest fuel dryness factor), 혼합고(m)
공간해상도	6km
시간단위	3시간
예보기간	7일

호주 기상청에서 지점별로 제공되는 예보는 6km 공간해상도의 격자자료인 호주 디지털 예보 데이터베이스(Australian Digital Forecast Database; ADFD)를 기반으로 하고 있으며 면적이 작은 주(Victoria 및 Tasmania)에 대해서는 3km 해상도이다.(표 2.1.10) ADFD를 기반으로 주소지(location)를 검색하면 해당 지점의 예보를 볼 수 있다. 기상정보는 ADFD를 활용하여, 기상개황(Weather Overview), 상세예보(Detailed forecast), 확장 예보(Extended forecast), 그리고 현재 및 과거 기상정보를 하루에 두 번 업데이트 한다.(ADFD 자료 기준으로 호주시각 06시, 18시 업데이트)

기상개황(Weather Overview)은 주요 도시들에 대해 날씨, 최고/최저기온, 강수량, 강수확률 등의 예측정보를 7일까지 제공한다. 현재 기상실황은 상대습도, 바람(풍향, 풍속), 기압, 돌풍, 최저/최고기온, 예상되는 강수량의 범위(mm)를 제공하며, 현재의 기상실황을 포함한 7일간 매일의 개략적인 상태에 대한 정보가 각 주별 주요도시들에 대해서 한 페이지 내에서 요약되어 제공된다.(그림 2.1.14)

상세예보(Detailed forecast)는 앞서 기상개황의 정보를 3시간 간격으로 나누어 제공한다. 예보요소는 강수확률(%), 확률별(50%, 25%, 10%) 3시간 강수량(mm/3h), 기온, 체감온도, 이슬점온도, 자외선지수, 뇌우/강설/비/안개/서리 유무, 풍속, 풍향, 상대습도, 산불위험도(Forest Fuel Dryness Factor), 혼합고(Mixing Height)이다.(표 2.1.10) 상세예보는 기상개황에서 제공하는 강수량 예측치의 최소·최대범위를 알려주는



것에서 더 나아가 예상되는 강수의 정량적인 값을 확률별로 제공하고 있다. 확률은 50%, 25%, 10%로 구분되며, 강수가 예상될 때 각 확률별로 예상되는 강수량을 제공한다. 예를 들어 “임의의 지역에서 강수가 발생할 확률은 70%, 이때 강수가 20mm 이상일 확률은 50%, 30mm 이상일 확률은 25%, 50mm 이상일 확률은 10%이다” 와 같은 예측정보를 제공해주는 것이다. 기상정보는 불확실성을 갖고 있으며, 단정론적 예보의 한계를 극복하기 위해 확률론적 예보를 많은 나라에서 도입하였거나, 도입하려하고 있다. 확률예보의 활용에서 가장 문제시 되는 점은 확률 값을 어떻게 해석하느냐 하는 점이다. 만약, 강수확률이 33%와 45%로 제공된다면 이에 대한 정보 수요자의 해석은 어려울 것이다. 이러한 문제에 대해 호주 기상청은 비교적 이해하기 쉬운 확률인 50%, 25%, 10%를 사용하여 활용도를 높인 것으로 분석된다. 한편 우리나라는 강수 유무에 대해서는 확률로서 제공하는 부분은 동일하지만, 강수량에 대해서는 단정론적 값을 사용하고 있다.

기상개황이나 상세예보가 제공가능한 모든 예보요소를 정형화된 형식으로 다루고 있다면, 확장예보(Extended forecast)는 기상개황과 유사하지만, 기초가 되는 기온, 예상 강수량, 강수확률, 날씨를 제공하되, 그 외의 화재위험, 자외선지수 등 기타 예보요소에 대해서는 주의가 필요할 때만 포함시키고, 간략한 설명문으로 하루 전반의 기상상황에 대해 이해를 도와 그날에 꼭 필요한 기상정보를 해설과 함께 제공하는 서비스이다.(그림 2.1.15)

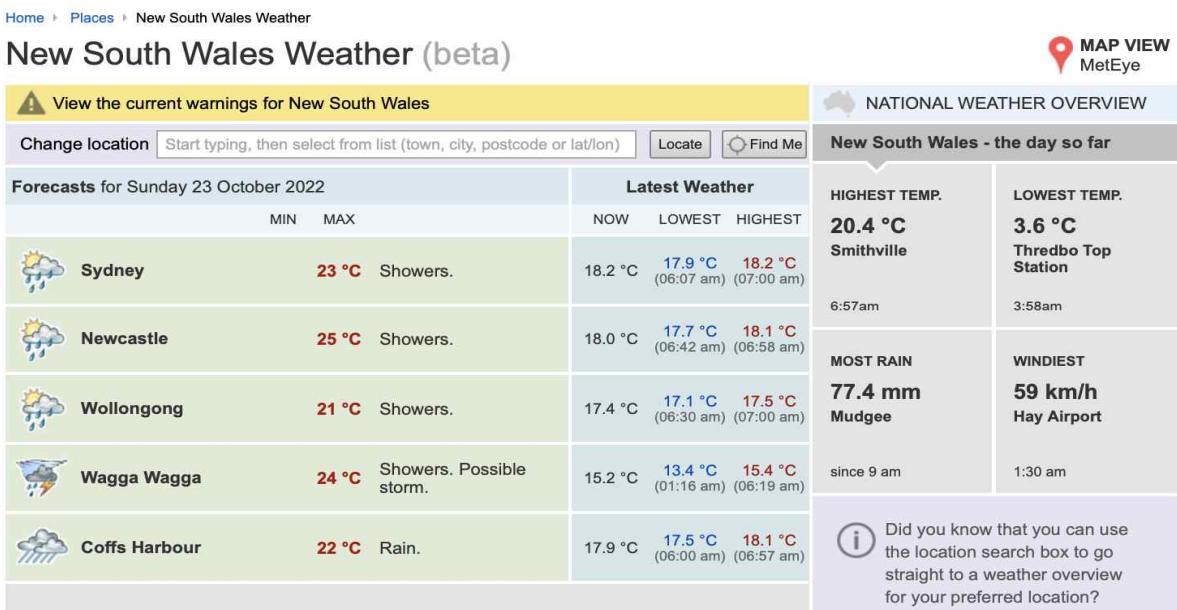


그림 2.1.14 호주기상청 기상개황(Weather Overview) 화면 예시

**Melbourne Forecast (beta)**

View the current warnings for Victoria

Change location  Start typing, then select from list (town, city, postcode or lat/lon)

Forecast issued at 5:05 am AEDT on Wednesday 12 October 2022.

Forecast for the rest of Wednesday

**Max 20 °C**  
**Showers developing.**  
 Possible rainfall: 2 to 5 mm  
 Chance of any rain: 90%

**Melbourne area**  
 Cloudy. Medium (40%) chance of showers during the morning increasing to a very high (95%) chance during the afternoon and evening. The chance of a thunderstorm in the northwest suburbs in the afternoon and evening. Winds north to northeasterly 25 to 40 km/h.

Fire **No Rating**  
 Danger

Sun protection recommended from 10:00 am to 4:20 pm, UV Index predicted to reach 7 [High]

Thursday 13 October

**Min 15 °C Max 18 °C**  
**Rain. Possible heavy falls.**  
 Possible rainfall: 30 to 50 mm  
 Chance of any rain: 100%

**Melbourne area**  
 Cloudy. Very high (near 100%) chance of rain. Heavy falls possible, most likely later in the day or at night. Winds northerly 25 to 40 km/h tending north to northeasterly 30 to 45 km/h in the early afternoon then shifting west to southwesterly 15 to 25 km/h in the evening.

Sun protection recommended from 9:40 am to 4:30 pm, UV Index predicted to reach 8 [Very High]

Friday 14 October

**Min 10 °C Max 18 °C**  
**Showers.**  
 Possible rainfall: 3 to 8 mm  
 Chance of any rain: 80%

**Melbourne area**  
 Partly cloudy. Very high (90%) chance of showers, most likely in the morning and afternoon. Winds west to northwesterly 25 to 40 km/h.

Sun protection recommended from 10:00 am to 4:20 pm, UV Index predicted to reach 6 [High]

Saturday 15 October

**Min 8 °C Max 18 °C**  
**Partly cloudy.**  
 Possible rainfall: 0 mm  
 Chance of any rain: 10%

**Melbourne area**  
 Partly cloudy. Slight (30%) chance of a shower. Winds west to northwesterly 15 to 20 km/h tending west to southwesterly during the day then becoming light during the evening.

Sun protection recommended from 9:50 am to 4:20 pm, UV Index predicted to reach 7 [High]

Sunday 16 October

**Min 10 °C Max 18 °C**  
**Shower or two.**  
 Possible rainfall: 0 to 1 mm  
 Chance of any rain: 60%

**Melbourne area**  
 Partly cloudy. Medium (60%) chance of showers, most likely later in the day. Light winds becoming southerly 15 to 20 km/h during the day.

Monday 17 October

**Min 8 °C Max 18 °C**  
**Shower or two.**  
 Possible rainfall: 0 to 1 mm  
 Chance of any rain: 50%

**Melbourne area**  
 Partly cloudy. Medium (50%) chance of showers. Light winds.

Tuesday 18 October

**Min 8 °C Max 19 °C**  
**Partly cloudy.**  
 Possible rainfall: 0 to 1 mm  
 Chance of any rain: 30%

**Melbourne area**  
 Partly cloudy. Medium (40%) chance of showers. Light winds becoming west to southwesterly 15 to 20 km/h during the day.

The next routine forecast will be issued at 4:20 pm AEDT Wednesday.

**Melbourne Detailed Forecast (beta)**

View the current warnings for Victoria

Change location  Start typing, then select from list (town, city, postcode or lat/lon)

Wednesday 12 October

From	2:00 AM	5:00 AM	8:00 AM	11:00 AM	2:00 PM	5:00 PM	8:00 PM	11:00 PM
50% chance of more than (mm)	–	–	0	0	0	0	0	0
25% chance of more than (mm)	–	–	0	0.2	0.6	1	0.8	0.6
10% chance of more than (mm)	–	–	0.6	2	2	3	3	2
Chance of any rain	–	–	20%	30%	40%	50%	50%	40%

At	2:00 AM	5:00 AM	8:00 AM	11:00 AM	2:00 PM	5:00 PM	8:00 PM	11:00 PM
Air temperature (°C)	–	–	16	18	20	19	17	17
Feels like (°C)	–	–	13	14	16	15	14	15
Dew point temperature (°C)	–	–	12	13	12	13	13	14

At	2:00 AM	5:00 AM	8:00 AM	11:00 AM	2:00 PM	5:00 PM	8:00 PM	11:00 PM
UV Index	–	–	1	5	6	1	0	0

From	2:00 AM	5:00 AM	8:00 AM	11:00 AM	2:00 PM	5:00 PM	8:00 PM	11:00 PM
Thunderstorms	–	–	○	○	○	○	○	○
Snow	–	–	○	○	○	○	○	○
Rain	–	–	●	●	●	●	●	●
Fog	–	–	○	○	○	○	○	○
Frost	–	–	○	○	○	○	○	○

At	2:00 AM	5:00 AM	8:00 AM	11:00 AM	2:00 PM	5:00 PM	8:00 PM	11:00 PM
Wind speed km/h	–	–	17	24	24	26	22	17
Wind speed knots	–	–	9	13	13	14	12	9
Wind direction	–	–	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE
Relative humidity (%)	–	–	81	71	62	66	75	81
Forest fuel dryness factor	–	–	2.1	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9
Mixing height (m)	–	–	327	810	1229	1144	787	625

Thursday 13 October

Friday 14 October

Saturday 15 October

Sunday 16 October

Monday 17 October

Tuesday 18 October

그림 2.1.15 호주기상청 확장예보(Extend Forecast)(좌), 상세예보(Detailed Forecast)(우) 화면 예시

지도형태로 제공되는 예보는 격자기반의 정보를 GIS를 통해 제공하는 서비스인 MetEye를 통해서 제공된다.(그림 2.1.16) 제공되는 예보요소는 강수, 바람, 파랑, 기온, 날씨, 습도, 자외선지수이다.(표 2.1.11) 지점 예보와 마찬가지로 3시간 단위의 정보가 존재하는 예보요소의 경우에는 3시간 단위의 공간패턴이 표출되고, 일 최저·최고기온과 같이 1일 단위의 정보만 존재하는 경우에는 1일 단위로 제공된다. 모델자료로부터 자동으로 생성된 지도(예측장)는 별도의 웹페이지에서 제공되며, MetEye에서 제공되는 정보는 각 지역예보센터별로 관할하는 영역마다 예보관에 의해 보정된 것으로, 범례에 따른 분포도로 정보를 제공한다.

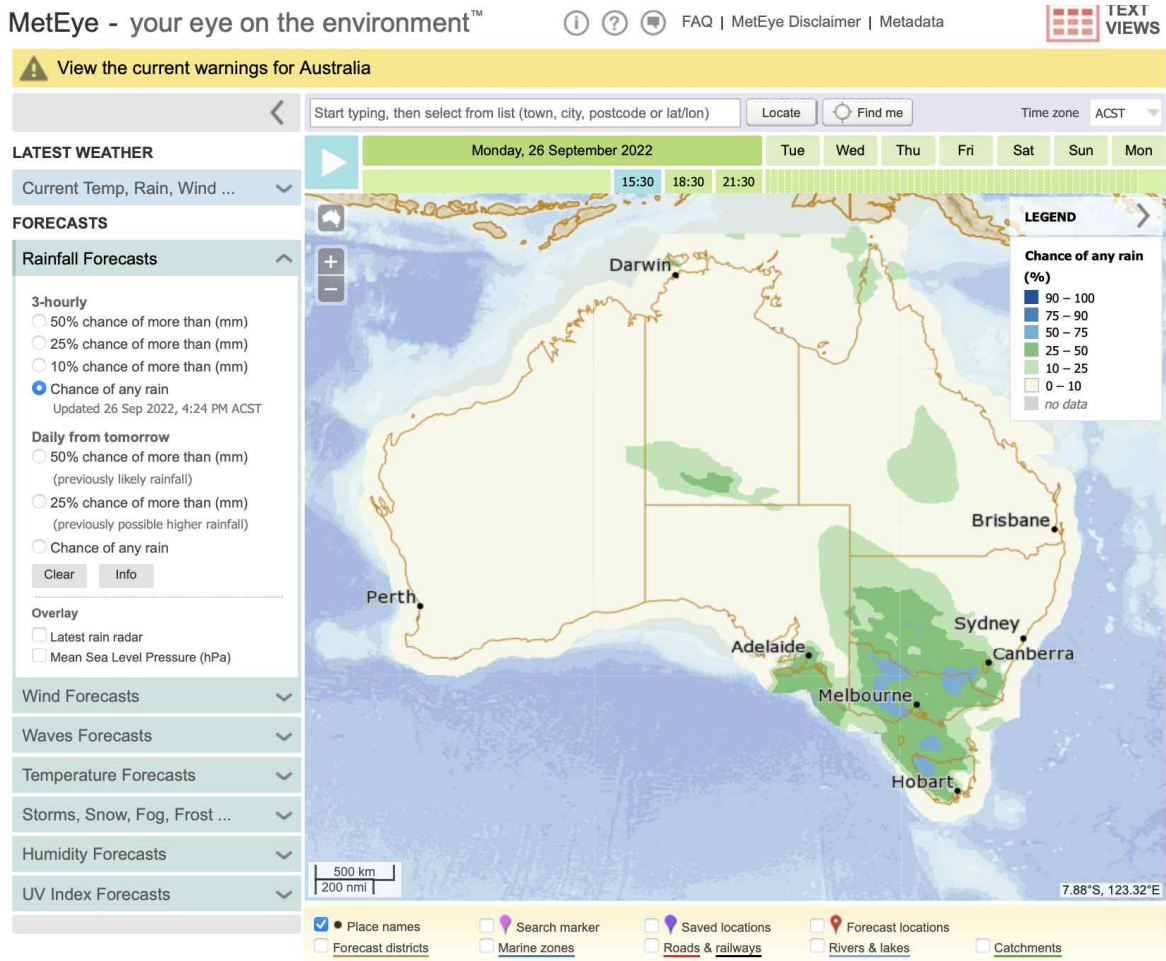


그림 2.1.16 호주기상청 MetEye 화면 예시

표 2.1.11 호주 기상청 지도형 예보(MetEye) 현황 요약

예보요소	설명
강수예보	(내일, 3시간 간격) 강수확률(%), 확률별(50%, 25%, 10%) 강수량(mm/3h) (향후 6일, 일별) 강수확률(%), 확률별(50%, 25%) 일 강수량(mm/d)
바람예보	(향후 7일, 3시간 간격) 풍향, 풍속(km/h, knot)
파도예보	(향후 5일, 3시간 간격) 파고, 너울 높이 및 방향
기온예보	(향후 7일, 3시간 간격) 기온, 체감온도 (향후 7일, 일별) 낮최고기온, 야간최저기온
날씨예보	(향후 7일, 3시간 간격) 뇌우(발생 가능성 정성적 2단계), 눈(폭설, 보통의 눈), 비(폭우, 보통 비), 안개(발생 유무), 서리(강한 서리, 보통의 서리)
습도 예보	(향후 7일, 3시간 간격) 상대습도, 이슬점온도, 산불위험도(1~10)
자외선 예보	(향후 3일, 3시간 간격) UV 지수(청천) (향후 3일, 일별) 일 최대 UV 지수

### ○ 프랑스(METEO FRANCE)

프랑스 기상청은 하늘상태, 기온, 최고/최저기온, 풍향, 풍속, 강수확률, 운량, 해면기압, 자외선지수 등의 요소에 대해 데파르트망(department, 우리나라 시/군 규모의 행정구역) 단위로 예보를 제공한다. 예보기간과 시간단위는 예보요소에 따라 다르다.(표 2.1.12) 2일 예보는 1시간 단위로 예측 정보를 발표하고 3~15일은 하루에 4회(Matrin:아침, Apres-midi:오후, Soiree:저녁, Nuit:밤) 발표한다. 또한 지점별로 1시간 동안 강수에 대해 실황 예보를 제공한다.

표 2.1.12 프랑스 기상청 예보 요소

구분	설명
예보요소	하늘상태(symbols),기온(°C), 최고/최저기온(°C), 풍향(16방위), 풍속(km/h), 강수확률(%), 운량(%), 해면기압(hPa), 자외선 지수(Index)
공간해상도	데파르트망(Départements) 행정구역
시간단위	1시간 / 6시간
예보기간	2일 / 3~15일

프랑스 기상청은 예보 정보를 지도상에 아이콘 형태로 먼저 표출하고 자세한 정보는 지점별로 클릭하여 확인할 수 있게 제공한다.(그림 2.1.17) 예보 기간은 오늘, 내일, 주말, 7일, 15일, 추세로 구분한다. 지도상에서 예보요소들은 3개 그룹으로 묶여 있고 각 그룹에 해당되는 항목을 선택하면 표출되는데, 예측(PRÉVISIONS)은 하늘상태와 기온을 제공하고, 바람(VENT)은 풍향과 풍속을 제공하고, UV는 자외선지수를 제공한다. 추세 예보 15일까지 제공되는 예보형식과 다른 장기예보 성격을 가지며, 6~15일, 16~30일 기간에 대해 평년대비 기온 경향 등 간략한 정성적인 날씨 전망을 제공하며 업데이트 주기는 1일 1회 이다.



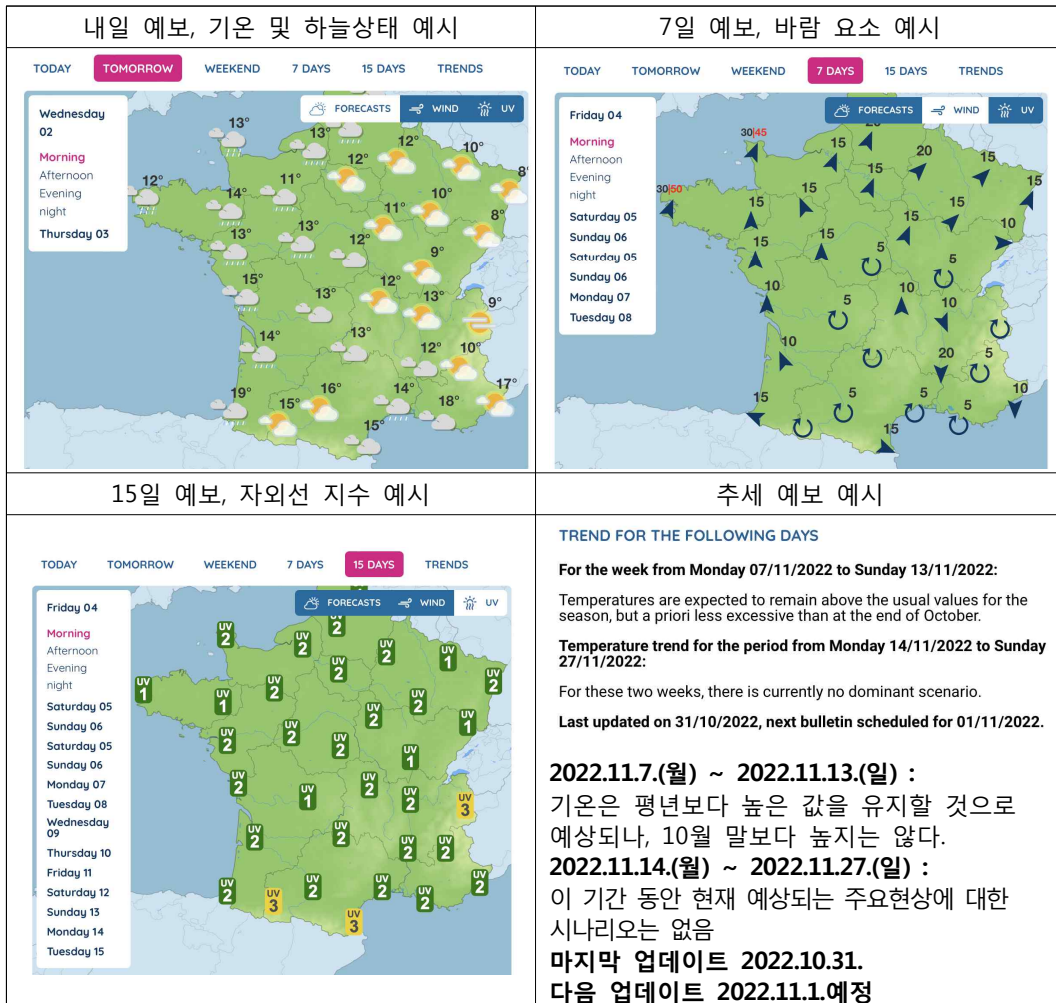


그림 2.1.17 프랑스 기상청 지도형식의 예보 화면 예시

지도 형태의 예보에서 지점을 선택하면, 해당 지점의 예보 정보를 제공받을 수 있다.(그림 2.1.18) 지도 형태의 예보는 일 4회 단위로 제공되는 반면 지점별 예보는 +2일까지 1시간 단위로 예보 정보가 제공되며 최고/최저 기온, 강수확률, 해면기압 정보를 추가로 제공받을 수 있다. 추가로 현재로부터 1시간까지의 강수 상황 예보와 평년 대비 최고/최저 온도 차이 값을 제공한다.



☁️ 한 시간 안에 비가 내린다.



📊 정상과의 비교



그림 2.1.18 프랑스 기상청 지점별 예보화면 예시

\* 1시간간격 시계열 정보(상단), 실황 강수 예보(좌하단), 평년 대비 기온 편차 (우하단)



○ 독일(DWD)

독일은 독일 기상청의 홈페이지 첫 화면 왼쪽이미지에서 전국 예보정보를 제공하고 있다.(그림 2.1.19) 오른쪽 목록에 현재 날씨, 내일 날씨, 강수레이더 영상, 2~4일 예보 등 각각의 항목에서 전국 이미지, 영상 형태로 예보 정보를 제공한다. 해당 이미지 하단에 추가정보를 클릭 하여 들어가면 주별로 현재 날씨를 이미지 형태로 제공하고 현재 날씨 이미지 하단에는 위성이미지, 레이더 영상, 일기도, 수온 분포 이미지를 제공한다. 강수레이더 영상은 1km 해상도로 5분마다 업데이트하여 주 단위로 제공한다. 현지 날씨와 기후 항목의 화면 상단에는 주 별로 현재날씨와 강수레이더 이미지를 제공하고 하단에는 4일 예보를 지도형식의 이미지 형태로 제공한다. 지역(현/군)을 선택하면 해당 지역의 현재 날씨와 4일 예보를 이미지 형태로 제공한다. 현/군별 예보는 4일 예측 뿐 만 아니라 기온, 강수량 및 일조에 대해서 현재 기후 그래프 이미지를 동시에 제공한다. 주별 예보는 오늘, 내일, 모레, 글피 예보를 통보문 형태로 제공하고 10일 예보는 기온, 강수, 강설의 발생 확률을 시계열 그래프 형태로 제공한다.(표 2.1.13)



그림 2.1.19 독일 기상청 홈페이지 메인화면(번역) 지도형 예보(좌), 특보현황(우)

표 2.1.13 독일 기상청 단기예보 현황 요약

구분	설명
예보요소	해면기압(hPa), 기온(°C), 풍향(8방위), 풍속( km/h), 상대습도(%), 강수량(mm), 하늘상태(정성적 설명), 시정(m), 적설량(mm), 뇌우(정성적 설명), 안개(정성적 설명)
공간해상도	Regierungsbezirke/Kreise 행정구역
시간단위	6시간/1일, 12시간/2~4일
예보기간	1일, 2~4일, 10일

4일 예보의 경우 예보요소는 해면기압, 기온, 풍향, 풍속, 상대습도, 강수량, 하늘상태, 시정, 적설량, 뇌우, 안개로 구성되어 있다. 각각의 예보요소에 대하여 우리나라 시/군/구 수준의 행정구역인 현/군(Regierungsbezirke/Kreise) 단위로 제공된다. 4일 예보는 1일 예보는 오늘 아침, 오늘정오, 오늘 오후, 오늘 자정으로 약 6시간 단위로 제공하고 2~4일 예보는 내일부터 글피까지 아침, 저녁으로 약 12시간 단위로 제공한다.(그림 2.1.20) 10일 예보는 기온, 강수, 강설의 발생 확률을 우리나라 시/도 수준의 행정구역인 주 단위로 제공된다. 10일 예보로 제공되는 시계열 그래프는 온도, 강수/강설이 발생하는 범위를 설명하고 이러한 예측의 50%, 80% 및 100%가 있는 영역을 나타낸다.(그림 2.1.21)

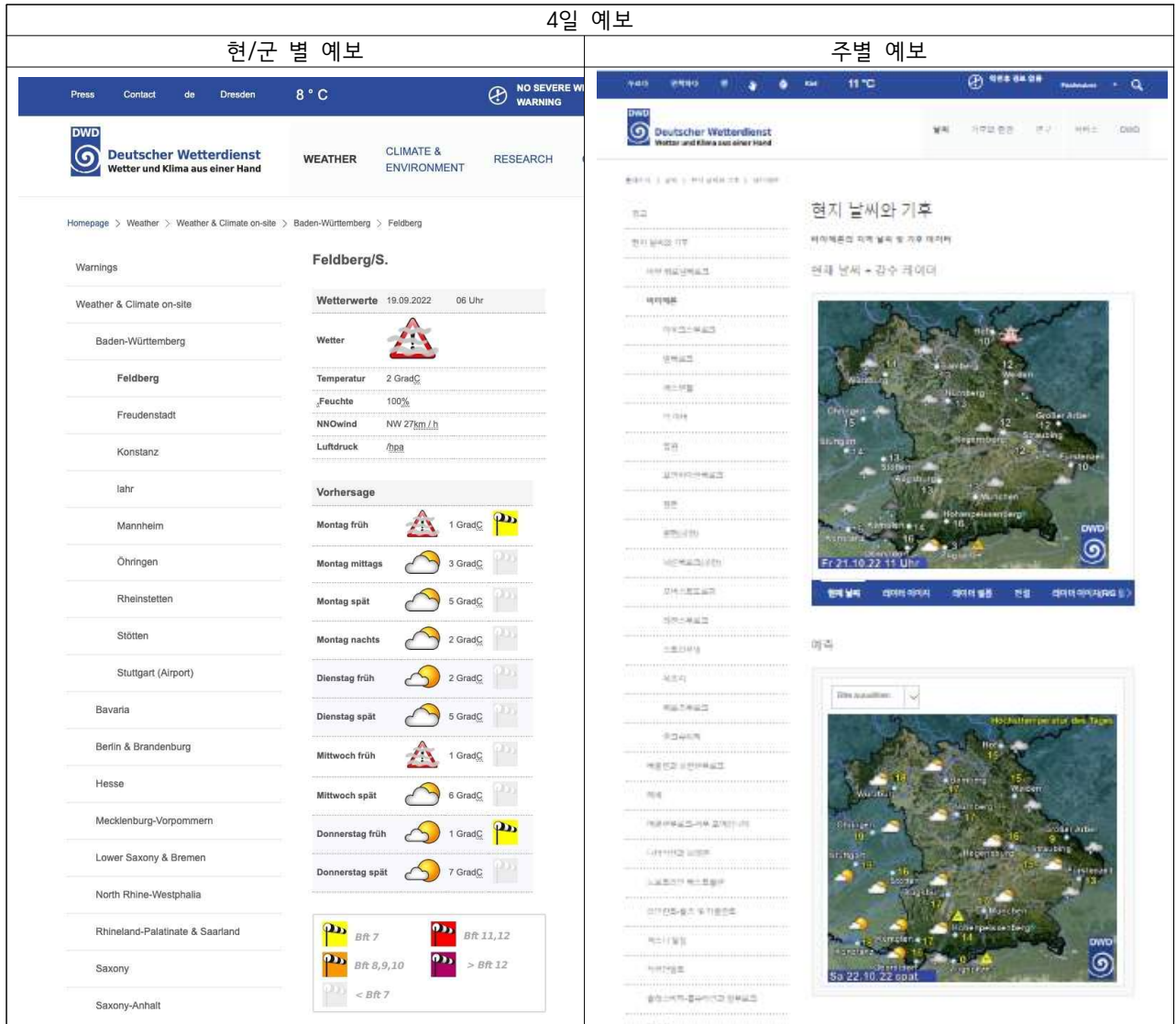


그림 2.1.20 독일 기상청 4일 예보 화면

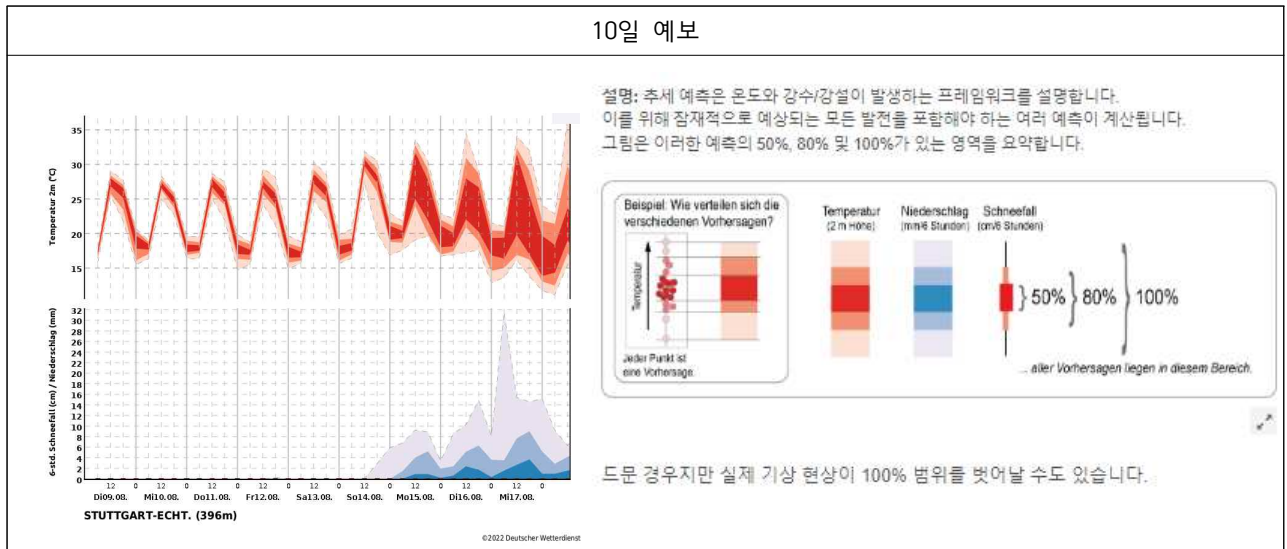


그림 2.1.21 독일 기상청 10일 예보 화면

## ○ 예보체계 요약 및 시사점

국가	요소		예보기간	시간단위	공간해상도
미국	단/중기	기온, 이슬점온도, 상대습도, 하늘상태, 풍향, 풍속, 돌풍	7일	1시간(~36시간) 3시간(~72시간) 6시간(~7일)	2.5km
		강수량, 적설량	72시간	3시간	
		최고/최저 기온, 12시간 강수확률	7일	12시간	
	장기	기온 및 강수 평년대비 증감 확률정보	6일~3개월	6~10일/8~14일 3~4주/1개월/3개월	-
영국	단기	지점: 강수확률, 기온, 체감온도, 최고/최저기온, 풍향, 풍속, 돌풍, 시정, 습도, 자외선	7일	1시간(~2일) 3시간(3~7일)	1.5km
		격자: 기온, 시간당 강수량, 운량, 해면기압, 강수형태(비, 눈, 우박)	30시간	1시간/3시간	
		강수량 및 강수형태(비, 눈, 우박)	2일/5일	15분/3시간	
	장기	악천후 위험도 (폭우, 강풍, 장기간 고온, 저온)	6~15일	전체기간	-
정성적인 날씨 전망	16~30일	전체기간			
일본	실황	시간당 강수량(범주) 분포	1시간	5분	250m (5~30분) 1km (35~60분)
	초단기	시간당 강수량(범주) 분포	15시간	10분(~1시간) 1시간(~15시간)	1km/5km
	단기	강수확률	3일	6시간	부/현 행정구역
		하늘상태, 바람, 최저/최고기온 등	3일	1일	
	하늘상태, 기온, 바람, 강수확률 등	7일	3시간/1일		
중국	기온, 강수, 풍속, 풍향, 기압, 습도 등		7일	3시간	성도/도시 행정구역
	24시간 누적강수량		7일	24시간	-
호주	확률(50%, 25%, 10%)별 예상 강수량, 기온, 체감온도, 이슬점온도, 자외선지수, 뇌우/강설/비/안개/서리 유무, 풍속, 풍향, 상대습도, 산불위험도, 혼합고		7일	3시간	6km
프랑스	실황	강수량	1시간	5분/10분	데파르트망 (Départements) 행정구역
	단기	기온, 최고/최저기온, 풍향, 풍속, 강수확률, 운량, 해면기압	2일	1시간	
		기온, 최고/최저기온, 풍향, 풍속	15일	일4회	
독일	해면기압, 기온, 풍향, 풍속, 상대습도, 강수량, 하늘상태, 시정, 적설량, 뇌우, 안개		1일	6시간 (아침, 정오, 오후, 자정)	Regierungsbezirke/ Kreise 행정구역
			2~4일	12시간 (오전, 오후)	
	기온, 강수에 대한 확률정보		10일	12시간	

표 2.1.14 해외 주요국가의 예보체계 요약

미국의 예보체계는 전통적인 일기도 분석을 통한 단기 및 중기예보에서 이를 각 격자별 예보요소를 데이터베이스화 하여 관심지역의 서술형 예보, 전역에 대한 그래픽 예보를 수행하는 방향으로 확장된 것으로 사료된다. NDFD라는 2.5km 격자형 예보데이터베이스 자료를 기반으로 텍스트, 시계열, 아이콘, 분포도 등의 방법으로 제공하고 있다. 예보요소에 있어 지역별로 지배적인 기상현상 따라 차등적인 채택이 인상적이나, 우리나라의 경우 지형적인 특성이 미국만큼 차이가 크지 않기 때문에 고려가 필요한 내용은 아니라 생각한다. 체감기온의 요소를 Windchill과 Heat Index로 나누어 구분하고 있는데 우리나라에서도 겨울철 체감기온과 여름철 체감기온에 이와 유사한 방안을 적용하고 있다.

영국 기상청은 격자기반의 지도형 예보서비스는 분포도를 애니메이션 형태로 볼 수 있어 시간에 따른 기상상황 변화를 보다 이해하기 쉽게 제공하고 있다. 또한 일본의 고해상도 강수실황예보나 초단기 강수예보를 제외하고 일반적인 기상정보를 1.5km 해상도로 가장 높은 공간해상도로 제공하고 있다.

일본은 강수현상에 대해 실황예보와 초단기 강수예보를 250m 및 1km 수준의 고해상도의 격자형 정보로 제공하고 있는 점이 인상적이다. 또한 예보의 선행시간이 상대적으로 길어 불확실성이 높은 중기예보에 대해서는 강수예보의 신뢰도를 제공하여 현재 제공된 예보가 달라질 확률 등을 함께 제공하고 있다.

호주는 강수의 확률론적 예보를 다른 나라와는 다른 방식으로 제공하는 점이 인상적이다. 우리나라의 경우 강수량에 대해 단정적인 예측 값을 제공하는데 비해, 호주는 50, 25, 10%의 확률에 따라 가능성이 있는 강수량을 제공한다. 사용하는 확률 구간이 50, 25, 10%인 것도 수요자 입장에서 45%나 55%와 같은 애매한 확률 값보다 수궁하기 쉬운 수치로 사료된다.

해외 주요국가 기상청 홈페이지를 통해 공식적으로 제공하는 기상예보는 주로 행정구역 단위로 제공되는 텍스트 형식과 함께 지도상에서 격자 형태의 정보를 직접적으로 전달하는 방식이 함께 이용되고 있다. 이러한 방식에서는 주소지를 기반으로 예보정보를 전달하는 경우도 대응되는 격자점의 정보를 보여주는 방식으로 이루어진다. 과거의 예보 기술과 통신 환경에 맞추어 제공되던 텍스트 방식은 정보량 측면에서 효율적일 수 있다. 그러나 기상 현상이 공간적으로 행정구역 단위로 나타나는 것이 아니기 때문에 동일한 행정구역에 있는 정보 수요자들은 각자의 위치에 해당되는 현상에 대한 정보를 얻기 어려울 수 있다.



따라서 행정구역 단위가 아닌 수요자의 위치에 따른 정보를 제공하기 위해서 가능한 한 상세한 해상도의 격자자료 형식으로 예보 정보를 전달하려는 시도가 이루어지고 있는 것으로 사료된다. 예보 수요자에 필요한 정보를 제공하기 위해서 앞으로도 공간적인 상세화가 필요하다.

시간적으로도 예보의 상세화가 이루어지고 있다. 특히, 실황 또는 초단기 시간규모에서 예보간격을 촘촘히 하는 노력이 이루어지고 있는 것을 알 수 있는데, 홍수, 산사태와 같은 재해를 일으킬 수 있는 단기간 내의 매우 강한 강수에 대해서 특히 이러한 노력이 집중되고 있다. 이러한 정보는 다음 장에서 설명할 기상 특보 체계와도 관련이 있다. 강수에 대한 중기 예보 이후부터는 대체로 정량 예보보다는 확률 예보에 초점을 맞추고 있다. 강수 유무 또는 강수량에 대한 확률을 제공하는 방식은 예보 수요자들이 대응 방식에 따른 손익을 따져보고 어떻게 대응하는 것이 확률적으로 이득이 될 것인지 합리적인 판단을 하는데 도움을 줄 수 있다.

한편 우리나라에서는 예보로 제공되고 있지 않는 안개, 뇌우, 서리와 같은 예보요소도 이루어지고 있는 나라들이 있다. 미국과 영국, 중국, 호주는 강수형태에 대해서 눈, 비, 뇌우, 어는비, 진눈깨비를 3~4개 구간으로 나누어 강도나 발생가능성으로서 예보를 제공하고 있다. 독일은 통보문을 통해 서리의 발생유무와 안개에 의한 시정거리 예보를 제공한다. 영국도 시정거리예보를 제공하는데 예상되는 시정거리를 1km 간격의 정량값이나 6개 구간의 등급으로 제공한다. 안개나 서리는 교통이나 농업에 영향이 높은 일기현상으로 정량적 예측이 어렵지만 구간을 나눈 예보서비스는 활용도가 높을 것으로 사료된다.

### ○ 우리나라와 해외의 강수예보체계 분석

실생활에 영향도가 높은 강수현상에 대한 예보서비스에 대해 비교하였다. 대부분의 일기예보요소는 비슷한 형태로 제공되고 있지만, 강수현상은 나라마다 예보간격이나 정보의 제공방식이 크게 다르다. 먼저 우리 기상청의 강수예보체계를 보면 초단기 강수예측이라는 콘텐츠로 10분 간격으로 최대 6시간까지(초단기예보) 지도상의 강수분포를 애니메이션 형태로 제공하고 있으며 강수는 구간 값을 색상으로 표현하고 있다. 주소지를 기반으로 한 지점별로는 현재로부터 최대 글피까지



(단기예보, 시범운영 중) 시간단위의 예상 강수량 및 강수확률을 정량적으로 제공한다. 지점별 강수량의 경우 10분 강수보기 라는 콘텐츠를 통해 6시간 이후까지의 10분당 강수량을 정량적인 수치로 제공하는 등 매우 상세한 강수예보를 제공하고 있다. 중기예보는 4~7일까지의 기간에 오전·오후의 강수확률, 8~10일은 하루에 대한 강수확률을 제공한다.(그림 2.1.22)

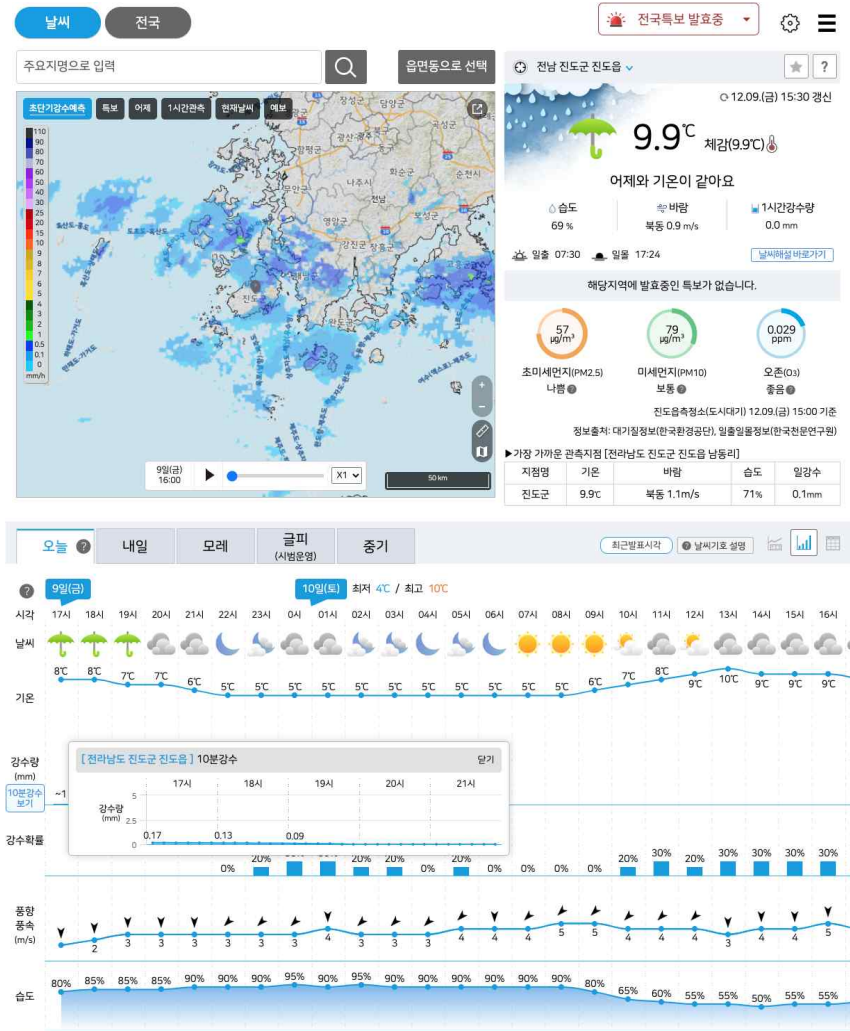


그림 2.1.22 기상청의 예보(강수) 서비스 전달화면

미국의 경우 일기예측센터(Weather Prediction Center, WPC)에서 정량적 강수 예측(Quantitative Precipitation Forecasts, QPF)을 통해 예측 1일~7일까지의 강수를 구간 값을 통해 분포도로 제공한다.(그림 2.1.22) 예측 강수량은 1~3일 예측의 경우 6시간, 12시간, 24시간의 구간에 대해 제공하고, 그 이상의 예측기간에 대해서는 48시간(1~2일차, 4~5일차, 6~7일차), 72시간(1~3일차), 120시간(1~5일차), 168시간(1~7일차)의

구간에 대해 누적강수량을 제공한다. 화면 구성 및 해당 콘텐츠 접근을 위한 경로를 고려하였을 때 이 예측정보는 대중보다는 연구 및 방재 등 전문가를 대상으로 한 서비스로 사료된다.

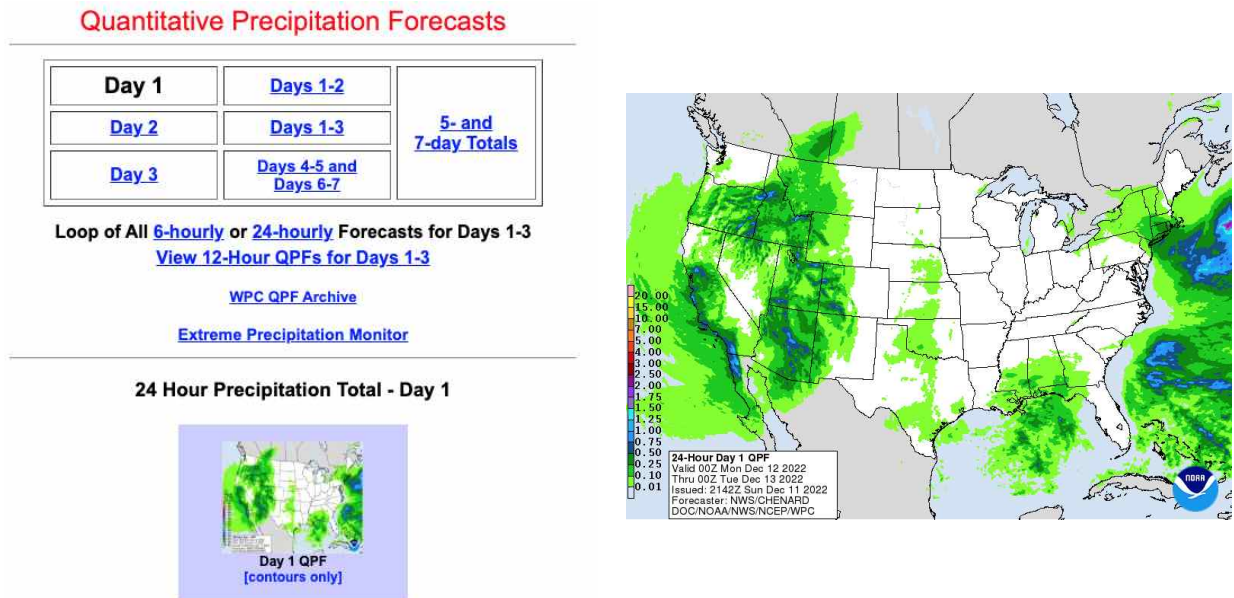


그림 2.1.23 미국 강수량예측 화면

쉽게 접근 할 수 있는 예보 콘텐츠인 관심 주소지에 대한 지점예보에서는 강수의 유형(비, 눈, 진눈깨비 등)과 강수 발생 예상시간, 강수 확률을 각 예보일별로 제공하고 있으며, 보다 상세한 정보는 시간별 예보를 통해 알 수 있다. 시간별 예보는 시계열 그래프로서 제공되고, 강수 확률(%), 강수 유형별 발생 가능성(4개 구간) 및 6시간 누적 정량 예측 값(inch)을 대략적으로 제공하고 있다.

영국기상청의 경우, 강수에 대한 특화된 예보서비스는 확인할 수 없었으며, GPS 및 관심 주소지에 대해서는 오늘과 내일에 대해서는 1시간 간격의 강수확률, 3~7일 예보에 대해서는 3시간 간격의 강수확률의 예보를 제공하고 있었다. 또한 지도형의 예보에서는 강수지도(Precipitation map; 비, 눈, 진눈깨비 구분)에서 시간당 강수 0.5mm 미만, 0.5~4mm, 4mm 초과외 범주로, 강우지도(Rainfall map)에서는 시간당 ~0.5mm, 0.5~1mm, 1~2mm, 2~4mm, 4~8mm, 8~16mm, 16~32mm, 32mm~ 의 범주에 따라 2일 전부터 5일 후까지 연속적인 분포도 형태로 제공하고 있다. 시간 간격은 2일 전부터 2일 후까지는 15분 간격, 이후에는 3시간 간격으로 제공한다. (그림 2.1.24)

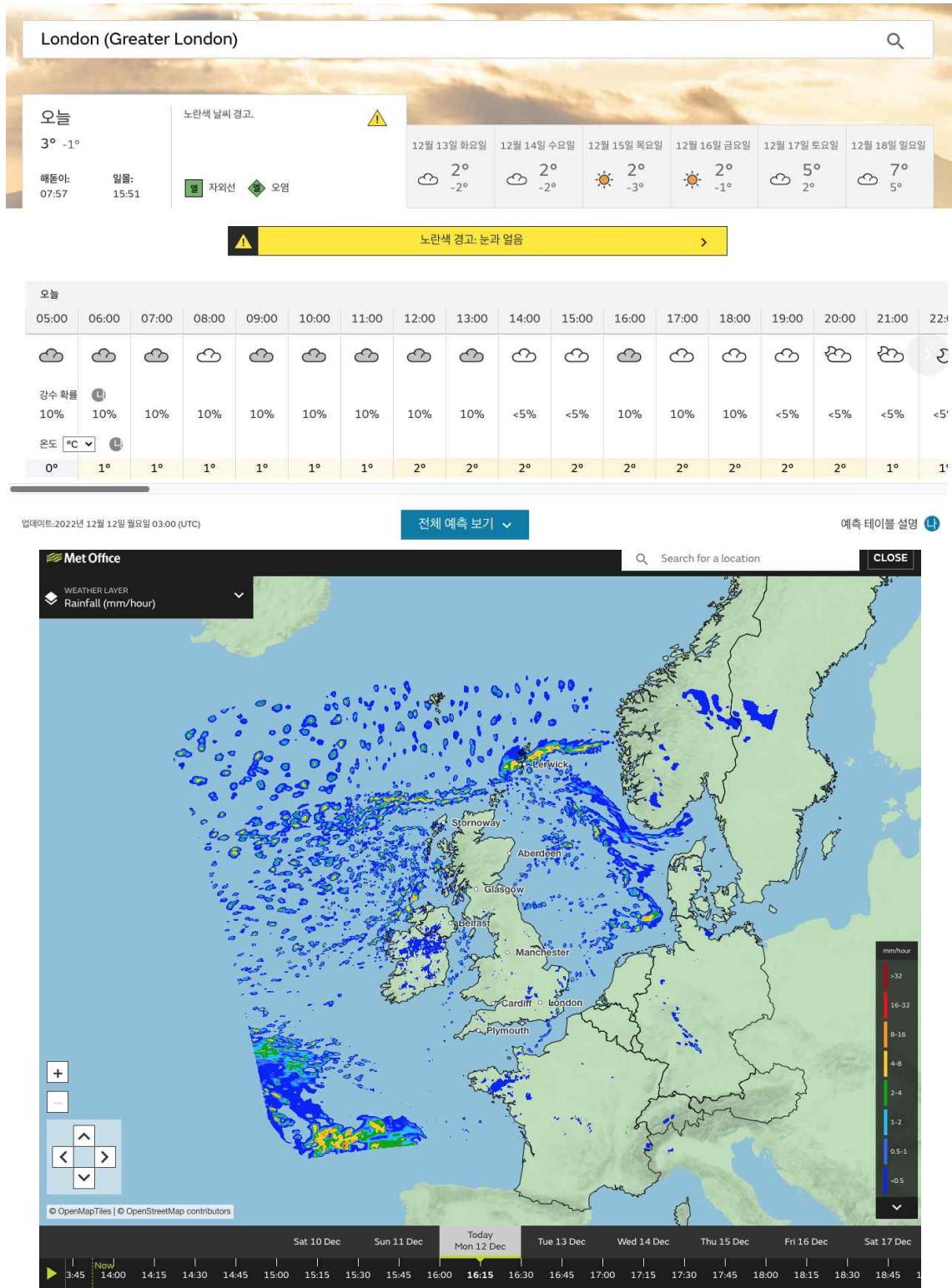


그림 2.1.24 영국 기상청 강수예보 화면(지점형 및 지도형)

일본기상청은 강수에 대해 재해관련 정보로 별도의 항목으로 강수실황예보(Nowcasting)와 단기 강수분석/예보(Analysis/Forecast)의 서비스를 제공하고 있다.(그림 2.1.25) 두 서비스는 유사한 인터페이스를 갖고 있으나 제공하는 정보는 다소 차이가 있다.

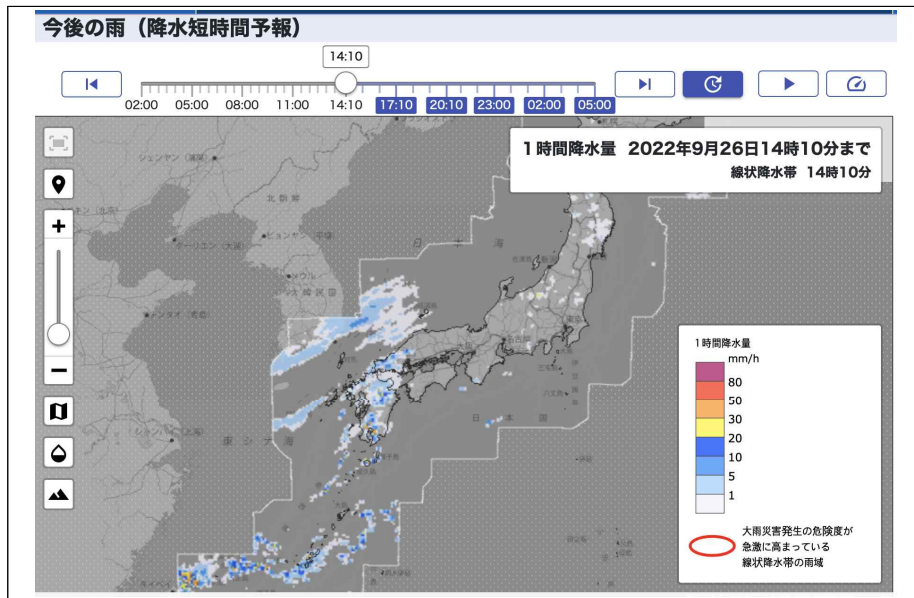


그림 2.1.25 일본 기상청의 강수 분석/예보 화면

먼저 실황예보는 3시간 전부터 1시간 후까지 정보를 제공하며, 고해상도 강수실황예보(1시간 누적강수)는 5분 간격으로, 번개 실황예보(1~4등급) 및 토네이도(확률 1~2단계)는 10분 간격으로 제공한다. 또한 10분 누적 강수 및 5분 동안 감지된 번개에 대한 정보와 함께 지역적으로 강한 강수가 발생할 경우 적색 원으로 별도 표시하는 등 상세한 정보를 제공하고 있다. 강수 실황예보는 레이더 및 지상관측 자료를 기반으로 관측된 비구름의 이동 등을 고려하여 강수를 예측한다.

분석/예보(단기강수예보)에서는 지정된 시간의 강수 분석장을 기반으로 예측하며, 12시간 전부터 12시간 후까지의 1시간 누적강수, 12시간 전부터 8시간 후까지의 3시간 누적 강수 및 24시간 누적강수에 대한 분포를 1시간 간격으로 애니메이션 형태의 분포도로 서비스 하고 있다. 실황예보와 마찬가지로 지역적으로 강한 강수가 예상될 경우 별도의 적색 원으로 해당 지역을 표현하며, 지도를 확대할 경우 각 격자별 강수량의 정량적인 값을 확인할 수 있으며, 정량 값은 5mm 간격으로 제공되고 있다.



중국 기상청의 강수량 관련 예보는 24시간 누적 강수에 대해 7일까지 5개의 구간(0~10mm, 10~25mm, 25~50mm, 50~100mm, 100mm 초과)로 비, 눈, 진눈깨비로 구분하여 분포도로서 제공하고 있다.(그림 2.1.26)

국가 강수량 예보 - 24시간 예보 지도



그림 2.1.26 중국 강수량예보 화면

호주 기상청은 메인화면에서 강수레이더, 일기도, MetEye 서비스에 접근하기 쉽도록 구성되어 있으며 이를 통해 강수 정보를 획득할 수 있다. 먼저 강수레이더는 호주지역에 분포한 레이더 지점을 선택하여 자신이 관심 있는 지역의 레이더화면에 접근할 수 있다.(그림 2.1.27) 지점에 따라 레이더의 에코를 통해 추정되는 강우강도(Light, Moderate, Heavy의 15단계)와 강수량을 확인할 수 있다.

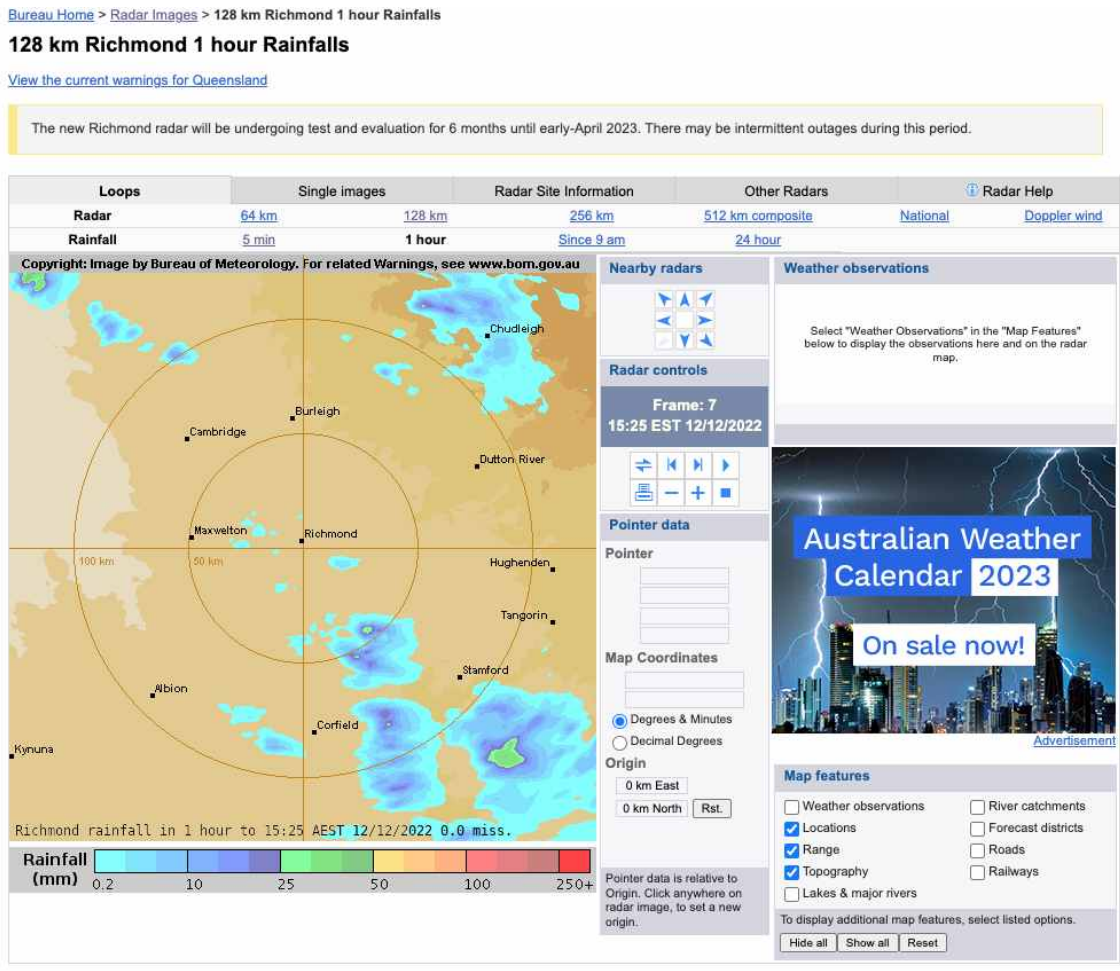


그림 2.1.27 호주기상청 강수레이더 화면

일기도(Interactive Weather and Wave Forecast Map)는 애니메이션 형태로 제공되며 3일까지는 3시간 간격으로 이후 7일까지는 6시간 간격으로 제공된다.(그림 2.1.28) 기압배치와 함께 예측 간격에 따른 예상 누적강수량 구간별 분포도(0.2, 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100, 150, 200mm)로 제공한다. 일기도는 정해진 지역(전구~호주 국지 지역)에 대해서 제공되며, 수치모델의 예측결과를



보여주는 것으로 사료된다. 해당 콘텐츠의 설명에서는 MetEye에서 공식 일기도를 개발하기 위해 예보관이 사용하는 모델의 결과로 정의하고 있어, 모델의 원시자료 혹은 별도의 후처리된 결과를 그대로 표출하고 있는 것으로 보인다.

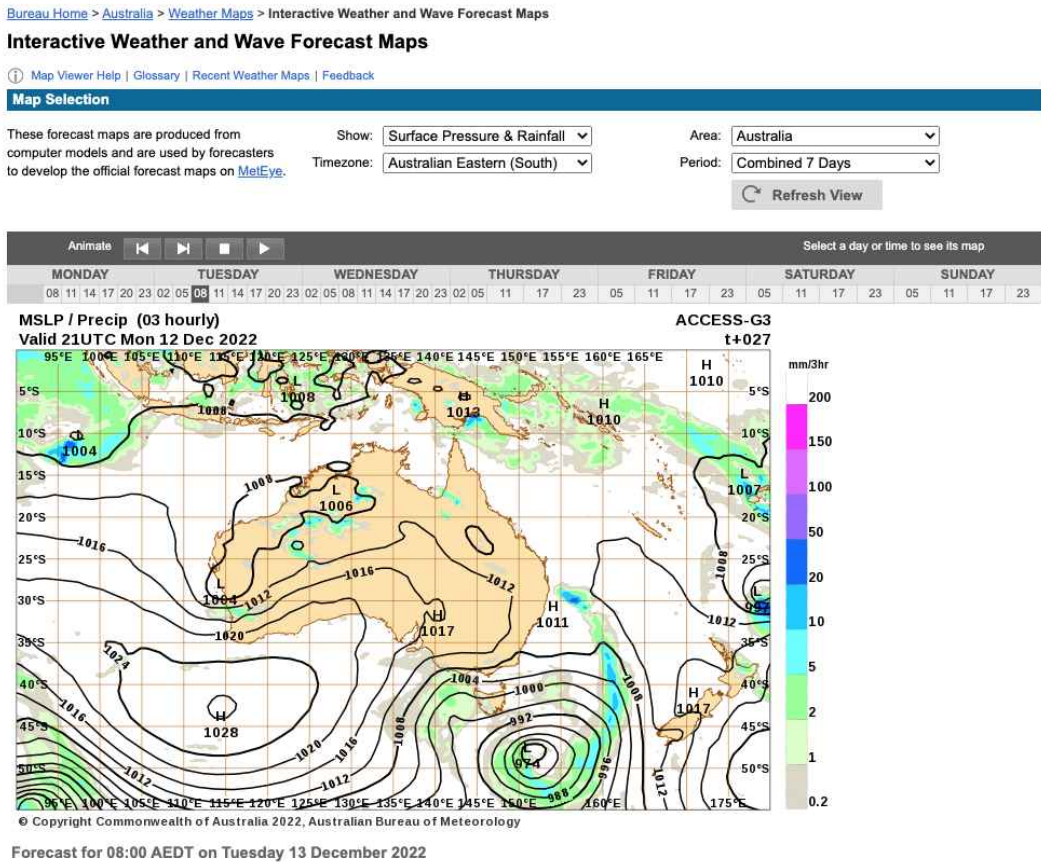


그림 2.1.28 호주 기상청 일기도

MetEye(그림 2.1.29)는 여러 예보요소를 표출할 수 있는데, 강수예보의 경우 최대 7일까지 3시간 간격과 일별로 제공한다. 제공하는 요소는 3시간 간격의 강수확률과 확률별(50%, 25%, 10%) 강수량, 일별 강수확률과 확률별(50%, 25%) 강수량이다. 확률별 강수량은 다소 생소한 개념인데 우리가 일반적으로 사용하는 확률예보는 특정 강수량에 대한 확률 값을 산출하는 것(예, 10mm/3h를 초과할 확률 50%) 이라면, 확률별 강수량은 반대로 특정 확률에 대한 예상 강수량(예, 50% 이상의 확률로 예상되는 강수량은 5~10mm)을 제공하는 것이다. MetEye는 기본적으로 지도형태의 서비스지만 관심 지역을 선택할 경우 해당 지점에 대한 값도 표형태의 텍스트로도 함께 제공한다. 호주의 강수예보는 레이더 영상,

수치모델 결과, MetEye라는 예보 데이터를 함께 보여줌으로써 정보 수요자가 간접적으로나마 실황과, 수치모델, 공식 예보간의 차이를 확인할 수 있어 각 자료간의 차이에 대해 경험 할 수 있도록 하여, 보다 능동적인 자료해석이 가능토록 한 점이 특이한 부분으로 사료된다.

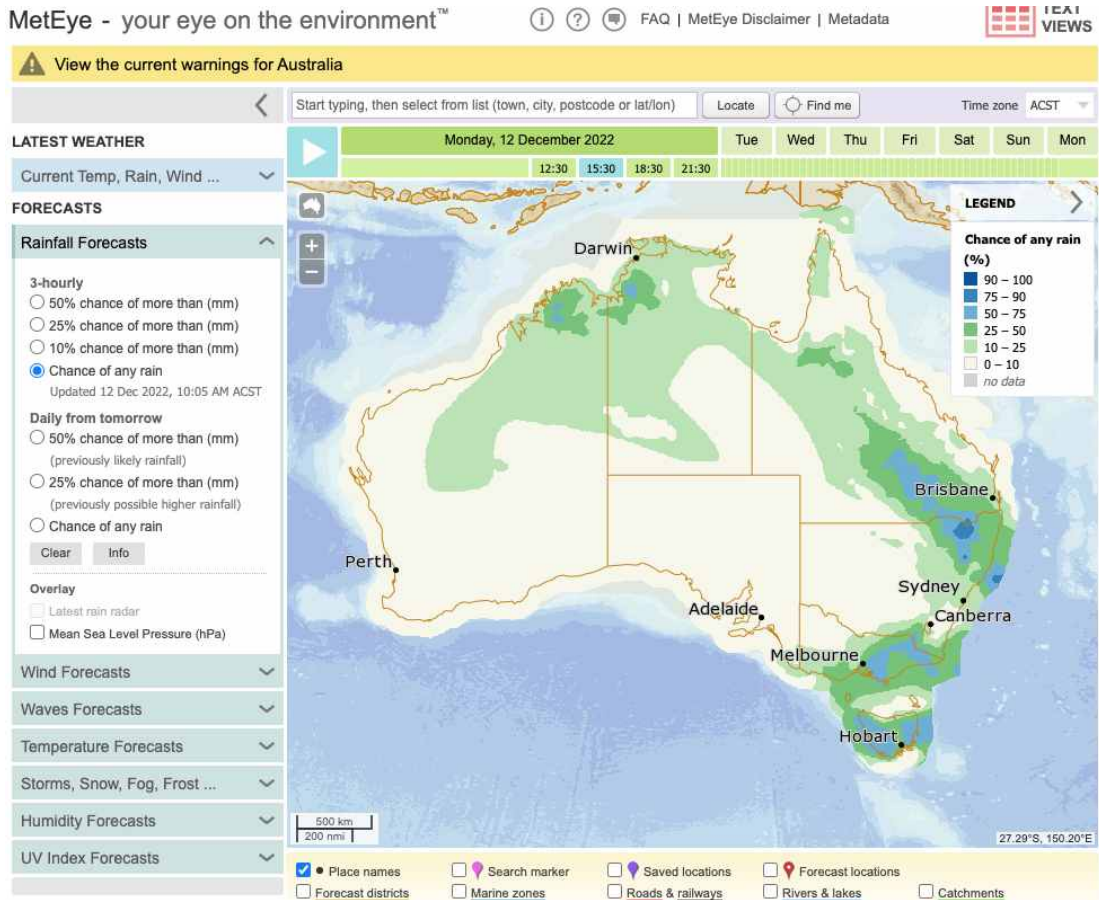


그림 2.1.29 호주기상청 MetEye 서비스

프랑스의 경우에는 1시간 실황예측을 통해 향후 1시간에 대해서만 예상되는 강수현상의 강도를 제공하고 있으며, 독일의 경우에는 강수예보에 대한 특별한 별도의 서비스를 제공하지 않고 각 지역별 예보문에 개황수준의 정보를 제공하고 있다.

강수현상에 대해서는 우리나라의 경우 지점별 강수를 10분 강수까지 예측정보를 제공하는 등 가장 상세하게 예보하고 있다. 이와 유사한 서비스는 일본의 단기예보에서 격자별 강수 값을 제공하고 있는 정도인데 일본의 실황예보에서는

예측 값에 대해 정량적인 값을 직접 보여주지 않고, 8개 구간으로 나뉜 분포도로 제공한다. 일본의 단기예보는 1시간, 3시간, 24시간 누적강수에 대해 격자별 정량값을 표현해주고 있지만 5mm 간격이며, 우리나라의 10분 강수와는 누적시간에서 차이가 있다. 다만, 일본은 상세한 시공간 해상도로 번개나 토네이도와 같은 현상도 실황예보에 포함하고 있었다.

호주의 경우 실황과 모델, 예보자료를 최대한 공개하여 사용자의 해석능력에 따라 활용도를 높이고자 하였다. 일반적인 확률론적 강수예보가 아닌 확률별 강수량이라는 개념을 도입한 점은 대중의 확률론적 예보에 대한 이해를 높이기 위한 방안으로 해석된다. 확률별 강수량이라는 개념을 바로 우리의 예보체계에 적용할 필요는 없으나, 확률론적 예보의 해석을 돕기 위한 방안 마련에는 우리도 지속적인 노력이 필요할 것으로 사료된다.

미국은 NDFD라는 데이터베이스를 활용하여, 텍스트, 이미지, 시계열, 분포도 등 다양한 방법으로 기상정보를 제공하고 있다. 이러한 시스템은 예보관이 관측, 실황, 모델 등 다양한 자료로 합성된 자료를 가지고 해당 데이터베이스의 관할 영역에 대해서 작성을 하게 되면, 이후 전달과정은 자동적으로 이루어질 수 있는 환경이 될 수 있어 효율성을 높이는데 강점이 있다. 그러나 미국의 강수예보는 강수확률에 중점을 두고 있으며, 정량적인 강수예보는 6시간 누적강수 수준이다.

영국은 3시간 강수분포(구간별 분포도)에 대해 서비스하고 있으며, 지점별 예보에서는 강수확률을 제공하고 있다.

프랑스는 향후 1시간에 대한 강수실황예보, 독일은 향후 10일에 대한 6시간 누적강수의 앙상블 모델의 예측을 활용한 추세예보, 중국의 경우에는 일 누적강수에 대해 분포도를 생산하고 있는 실정이다.

현재 기상청에서 제공하고 있는 강수 정보는 해외 기상청과 비교하였을 때 매우 상세한 수준으로 분석되며, 미국, 영국, 호주 등 대부분의 나라에서는 강수확률 정도를 서비스하는 수준이다. 일본은 레이더 및 아메다스, 분석장을 활용한 실황예보 및 단기 강수예보를 시행하고 있는데, 이는 기후변화로 인해 돌발적인 강수현상의 빈도가 증가하여 전통적인 규모에서는 예측 및 대응이 어려워 이를 극복하기 위한 노력으로 해석된다. 또한 불확실성이 높은 강수현상에 대해 앙상블을 활용한 확률론적 기법 역시 다양한 방법으로 활용되고 있었다. 그러나 확률론적 기법에 대해서는 해석상의 어려움이 있어 실생활에 확률의 적용은 기상정보 수요자의 해석 등 능력에 따라 다를 수 있어 확률예보의 활용에 대한 가이드라인 마련에 대한 노력 역시 필요할 것으로 보인다.



## 나) 해외 주요국가의 기상 특보체계 현황 조사

### ○ 미국(NWS, NOAA)

미국 기상청의 홈페이지 첫 화면에는 미국 전역에 발효 중인 특보를 색상으로 구분하여 표시된 지도가 있고 지역을 검색하거나 선택하면 예보정보와 마찬가지로 지역별로 특보정보를 상세히 볼 수 있다.(그림 2.1.30) 이미지 아래에 특보종류 중 하나 선택을 하면 해당특보가 발효된 구체적인 지역과 날짜를 알 수 있다.



그림 2.1.30 미국 기상청 특보 화면 예시

미국 기상청의 특보 요소에는 홍수, 산불, 한파, 토네이도, 대기질, 안개, 폭염, 허리케인, 번개, 뇌우, 강풍 등이 있고 해당지역의 일기예보사무소(Weather Forecast Office, WFO)마다 발표하는 요소의 종류 및 기준의 차이가 있다. 특보 단계는 대부분 Watch, Warning, Advisory 3단계(WWA등급)로 발표한다.

Warning은 위험기상의 발생이 임박했거나 발생가능성이 확실시 되었을 때 발표하며 보통 12~24시간 전에 발표한다.

Watch는 위험기상의 발생가능성이 높지만 영향을 받는 위치, 시기가 불확실할 때 사용하며 위험기상에 대한 대응을 위한 준비시간을 확보하기 위함이다. 대체로 24~48시간 전에 발표한다.

Advisory는 Warning이나 Watch보다는 경미한 위험기상의 발생이 임박했거나 발생가능성이 확실시 되었을 때 발표하며, 12~24시간 이내에 보통 발표한다.

하지만 지역별로 일부 현상에 대해서 6단계로 발표하는 곳도 있다. 예를 들어, 미국 북부인 몬타나 주의 Great Falls에서는 겨울철 체감온도(Wind Chill)에 대해서 None, Slight, Mild, Moderate, Severe, Extreme 6단계로 발표하지만, 워싱턴 주의 Spokane에서는 일반적인 3개 단계의 특보단계를 사용하고 있다. (표 2.1.15)

표 2.1.15 몬타나주(MT)와 워싱턴주(WA)지역의 한파 특보 기준 차이

지역	특보단계	특보기준
Great Falls, Montana(MT) (미국 북부)	None	41°F(5°C)이상의 찬바람
	Slight	2시간 이상 41°F(5°C) 미만의 찬바람
	Mild	2시간 이상 32°F(0°C) 미만의 찬바람
	Moderate	2시간 이상 0°F(-17.8°C) 미만의 찬바람 또는 36°F(2.2°C) 미만의 찬바람과 0.02inch(0.5mm) 강수량
	Severe	2시간 이상 -9°F(-22.8°C) 이하의 찬바람 또는 34°F(1.1°C) 미만의 찬바람과 0.05inch(1.27mm) 강수량
	Extreme	2시간 이상 -18°F(-27.8°C) 이하의 찬바람 또는 32°F(0°C) 미만의 찬바람과 0.1inch(2.54mm) 강수량
Spokane, Washington(WA) (미국 서부)	Watch	0°F(-17.8°C) 이하에서 10mph(4.5m/s) 이상의 바람이 예상
	Advisory	-10°F(-23.3°C) 이하에서 10mph(4.5m/s) 이상의 바람이 예상
	Warning	-20°F(-28.9°C) 이하에서 10mph(4.5m/s) 이상의 바람이 예상

지역에 따라 특보요소 및 기준의 차이가 있기 때문에 워싱턴 주의 기준을 채용하여, 대략적인 구성을 나타내었다. (표 2.1.16) 워싱턴 주는 대체로 WWA등급의 특보단계를 사용하고 있지만, 폭염의 경우 그 기준에 5개 단계로 구분되는 열지수를 사용하고 있으며, 겨울폭풍도 WWA등급 내에 다시 6개의 단계를 사용한다.

표 2.1.16 워싱턴주(WA)지역의 특보 기준

	Advisory	Watch	Warning																		
홍수 (Flood)	경미한 홍수가 임박하였거나, 발생하였을 때	홍수 발생 가능성이 있을 때, 일반적으로 홍수 발생 6~48시간 전에 발표	홍수가 임박하였거나 발생하였을 때																		
한파 (WindChill)	-10°F(-23.3°C) 이하이고, 10mph(4.5m/s) 이상의 바람이 불 것으로 예상될 때	-20°F(-28.9°C) 이하이고, 10mph(4.5m/s) 이상의 바람이 예상될 때	-20°F(-28.9°C) 이하이고, 10mph(4.5m/s) 이상의 바람이 임박했을 때																		
폭염 (Heat/ Excessive Heat)	열 위험 레벨2(Orange)에 임박 또는 발생 가능성이 높을 때	열 위험 레벨3(Red) 또는 레벨4(Magenta)의 발생 가능성이 있을 때	열 위험 레벨3(Red)이나 레벨4(Magenta)에 임박 또는 발생 가능성이 높을 때																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>카테고리</th> <th>단계</th> <th>열 위험 척도 설명</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Green</td> <td>0</td> <td>높은 위험이 없을 때</td> </tr> <tr> <td>Yellow</td> <td>1</td> <td>열에 매우 민감한 사람들, 탈수 증상 등이 있는 사람들에게 낮은 위험이 있을 때</td> </tr> <tr> <td>Orange</td> <td>2</td> <td>열에 민감한 사람들, 특히 탈수 증상 등이 있는 사람들에게 적당한 위험이 있을 때</td> </tr> <tr> <td>Red</td> <td>3</td> <td>인구의 많은 사람들에게 높은 위험이 있을 때</td> </tr> <tr> <td>Magenta</td> <td>4</td> <td>장기간의 열로 인해 전체 인구에 대한 위험이 매우 높으며, 밤새 냉각이 거의 없을 때</td> </tr> </tbody> </table>				카테고리	단계	열 위험 척도 설명	Green	0	높은 위험이 없을 때	Yellow	1	열에 매우 민감한 사람들, 탈수 증상 등이 있는 사람들에게 낮은 위험이 있을 때	Orange	2	열에 민감한 사람들, 특히 탈수 증상 등이 있는 사람들에게 적당한 위험이 있을 때	Red	3	인구의 많은 사람들에게 높은 위험이 있을 때	Magenta	4	장기간의 열로 인해 전체 인구에 대한 위험이 매우 높으며, 밤새 냉각이 거의 없을 때
카테고리	단계	열 위험 척도 설명																			
Green	0	높은 위험이 없을 때																			
Yellow	1	열에 매우 민감한 사람들, 탈수 증상 등이 있는 사람들에게 낮은 위험이 있을 때																			
Orange	2	열에 민감한 사람들, 특히 탈수 증상 등이 있는 사람들에게 적당한 위험이 있을 때																			
Red	3	인구의 많은 사람들에게 높은 위험이 있을 때																			
Magenta	4	장기간의 열로 인해 전체 인구에 대한 위험이 매우 높으며, 밤새 냉각이 거의 없을 때																			
	Advisory	Watch	Warning																		
강풍 (Wind/ HighWind)	평지에서, 30~39mph(13.4~17.4m/s)의 바람이 지속적으로 불 때 또는 45~57mph(20.1~25.5m/s)의 돌풍이 예상될 때	다음 조건이 예상될 때 발표 1) 평지: 40mph(17.9m/s) 이상의 바람이 지속적으로 불 때 또는 58mph(26m/s) 이상의 돌풍 2) 산지: 50mph(22.4m/s) 이상의 바람이 지속적으로 불 때 또는 75mph(33.5m/s) 이상의 돌풍	다음 조건이 발생 또는 임박했을 때 발표 1) 평지: 40mph(17.9m/s) 이상의 바람이 지속적으로 불 때 또는 58mph(26m/s) 이상의 돌풍 2) 산지: 50mph(22.4m/s) 이상의 바람이 지속적으로 불 때 또는 75mph(33.5m/s) 이상의 돌풍																		
	Advisory		Dust Storm Warning																		
먼지 (Dust)	가시거리 0.25~1마일(0.4~1.6km)로 갑자기 감소하게 하는 광범위 또는 국지적 먼지폭풍발생이 발생 또는 임박했을 때		가시거리 0.25마일(0.4km) 이하로 갑자기 감소하게 하는 광범위 또는 국지적 먼지폭풍발생이 발생 또는 임박했을 때																		



대류현상 (Convection)	Special Weather Statement		Severe Thunderstorm Warning
	40~57mph(17.9~25.5m/s)의 돌풍 또는 지름 0.5~1인치의 우박이 발생할 가능성이 있을 때		58mph(26m/s) 이상의 돌풍 또는 지름 1인치 이상의 우박이 발생할 가능성이 있을 때
토네이도 (Tornado)		Tornado Warning	Tornado Emergency
		토네이도가 목격되거나 레이더에 감지되었을 때	토네이도로 생명에 대한 심각한 위협과 치명적인 피해가 임박했거나 발생했을 때
겨울폭풍 (Winter Storm)	Advisory	Watch	Warning
	다음 기준의 눈 또는 진눈깨비 및 얼음의 누적이 발생 또는 임박했을 때 - None : 눈 2인치 또는 얼음/진눈깨비 0.25인치 이상 - Slight : 눈 3인치 또는 얼음/진눈깨비 0.25인치 이상 - Mild : 3인치(3000피트 이하) 5인치(3000피트 이상) - Moderate : 눈 5인치 또는 얼음/진눈깨비 0.25인치 이상 - Severe : 눈 6인치 또는 얼음/진눈깨비 0.25인치 이상	다음 기준의 눈 또는 진눈깨비 누적이 예상될 때 - None : 4인치 - Slight : 6인치 - Mild : 6인치(3000피트 이하) 8인치(3000피트 이상) - Moderate : 8인치 - Severe : 10인치 - Extreme : 12인치	다음 기준의 눈 또는 진눈깨비 누적이 발생 또는 임박했을 때 - None : 4인치 - Slight : 6인치 - Mild : 6인치(3000피트 이하) 8인치(3000피트 이상) - Moderate : 8인치 - Severe : 10인치 - Extreme : 12인치
안개 (Fog)	Dense Fog Advisory	Freezing Fog Advisory	
	안개로 가시거리 1/4마일 이하로 감소가 예상될 때	추운 날씨, 안개로 기인한 가벼운 빙적이 예상될 때	

그러나 메인 주나 메사추세츠 주의 폭염기준을 보면(표 2.1.17) 열 위험 지수가 아닌 낮 최고기온을 기준으로 특보기준을 구분하고 있으며, 그 단계에 있어서도 메사추세츠 주는 장기간 지속되는 폭염현상에 대해 Heat Wave라는 별도의 추가적인 기준을 사용하기도 하는 등 지역별 차이가 있음을 알 수 있다.

표 2.1.17 메인주(ME)와 메사추세츠주(MA)지역의 폭염 특보 기준 차이

도시, 주(약어)	특보 단계	특보 기준
Caribou, Maine(ME) (미국 동부)	Advisory	2시간 이상 낮 동안의 온도가 95~104°F(35~40°C)
	Warning	2시간 이상 낮 동안의 온도가 105°F(40.6°C) 이상
Boston/Norton, Massachusetts(MA) (미국 동부)	Advisory	2일 연속 2시간 이상 낮 동안의 온도가 95~99°F(35~37.2°C) 또는 1일 2시간 이상 낮 동안의 온도가 100~104°F(37.8~40°C)
	Warning	2시간 이상 낮 동안의 온도가 105°F(40.6°C) 이상
	Heat Wave	90°F(32.2°C)이상의 온도가 3일 이상 지속

강풍의 경우에도 미국북서부인 워싱턴 주와 남부인 텍사스 주, 동부인 메인 주가 모두 WWA등급 체계를 사용하고 있지만 등급별 임계값은 서로 다르게 적용되고 있음을 확인 할 수 있다.(표 2.1.18)

표 2.1.18 텍사스 주(TX)와 메인 주(ME)지역의 강풍 특보 기준 차이

지역	특보단계	특보 기준
Brownsville/Rio Grande Valley, Texas(TX) (미국 남부)	Advisory	12시간 내에 2시간 이상 30~39mph(13.4~17.4m/s) 바람이 지속되거나, 또는 40~57mph(17.9~25.5m/s)의 돌풍이 예상될 때 일반적으로 현상 발생 12~24시간 이내에 발표
	Warning	12시간 내에 2시간 이상 40~57mph(17.9~25.5m/s) 바람이 지속되거나, 또는 58mph(25.9m/s)이상의 돌풍이 예상될 때 일반적으로 이벤트 발생 전 12~24시간 이내에 발표
Caribou, Maine(ME) (미국 동부)	Advisory	최소 1시간이상 31~39mph(13.9~17.4m/s)의 바람이 지속되거나, 40~49kts(20.6~25.2m/s)의 돌풍이 예상될 때
	Warning	최소 1시간이상 40~73mph(17.9~32.6m/s)의 지속적인 바람 또는 58mph(25.9m/s) 이상의 돌풍이 예상될 때

한편, 우리나라에서 중요도가 높은 특보요소인 호우에 대해서 미국은 별도의 특보를 발표하고 있지 않다. 다만, 우박이나 토네이도와 같은 위험한 대류현상이나 범람과 연관된 홍수로서 연계적인 2차 피해로서의 위험성을 경고하고 있다.

특보의 등급이나 기준 뿐 아니라 각 지역별 위험도가 높은 기상현상이 다른 특성을 반영하여 워싱턴 주와 텍사스 주, 켄자스 주 등 지역별 특보를 발표하는 위험기상 현상이 다르게 구성되는 경우도 있다.(표 2.1.19)

표 2.1.19 미국 기상청의 지역별 특보 요소 예시

도시, 주(약어)	특보요소
Spokane, Washington(WA) (미국 서북부)	대류현상, 홍수, 먼지폭풍, 강풍, 안개, 대기질, 겨울 폭풍, 어는비, 눈보라, 겨울철 체감온도, 서리/빙결, 폭염, 건조
Brownsville/Rio Grande Valley, Texas(TX) (미국 남부)	토네이도, 뇌우, 홍수, 돌발 홍수, 강 또는 지역 홍수, 해상 날씨, 파도, 연안 홍수, 건조, 가뭄, 겨울 날씨, 공기질, 폭풍
Goodland, Kansas(KS) (미국 중부)	국지적 폭풍, 뇌우, 토네이도, 겨울 날씨, 가뭄, 홍수, 돌발 홍수, 건조, 강풍, 우박

한편, 미국 기상청은 최근 특보체계와 관련하여 위험 단순화(Hazard Simplification) 프로젝트를 시행하고 있다. 앞서 조사한대로 미국의 특보체계는 WWA(Watch, Warning, Advisory)시스템을 사용하여 예측된 위험을 기상정보 수요자에게 경고하고 있다. 그러나 일부 수요자가 WWA 용어를 혼돈하기도 하고, 개별 현상의 WWA를 해석하고 구분하는데 어려움이 있음을 인지하고 이를 해결하기 위해 개선(Repair)과 개편(Revamp)의 두 가지 개선을 진행하고 있다.

개선은 현재 시스템의 범위 내에서 상대적으로 사소한 변경으로 정의한다. 이것은 쉽게 달성할 수 있는 개선사항으로 대중 및 커뮤니티 파트너, 현업 실무자의 요구가 있을 시 계속적으로 반영하고 있다. 개선의 주요 내용은 통합(Consolidation)과 재구성(Reformatting)으로 통합은 성격이 유사한 WWA의 종류를 통합하여 너무 세분화 된 위험기상현상의 숫자를 줄이는 것이고, 재구성은 현재 시행하고 있는 WWA의 텍스트를 단순화 하는 것이다. 그림 2.1.31은 2017년 10월 2일부로 시행되고 있는 겨울날씨(Winter Weather)의 개선 예시이다. ‘겨울날씨’는 공공 안전, 교통, 상업 등에 영향을 미칠 수 있는 겨울철 날씨(눈, 진눈깨비, 얼음, 체감온도 등)를 포괄적으로 이르는 용어이다. 통합의 일환으로 기존의 호수에 영향을 줄 수 있는 눈 주의보(Lake Effect Snow Advisory)와 겨울 날씨 주의보(Winter Weather Advisory), 어는 비 주의보(Freezing Rain Advisory)는 모두 겨울 날씨 주의보(Winter Weather Advisory)로 통합되었다. 재구성은 해당 특보가 발표될 때 그림의 볼드체와 같이 헤드라인과 적색 글씨로 어떤 현상인지(What), 어느 지역에 영향을 주는지(Where), 언제 영향을 미칠 것인지(When)를 강조하는 방향으로 그 내용을 수정하였다. 개선작업은 지금도 계속되고 있으며, 현업에 반영되고 있다.

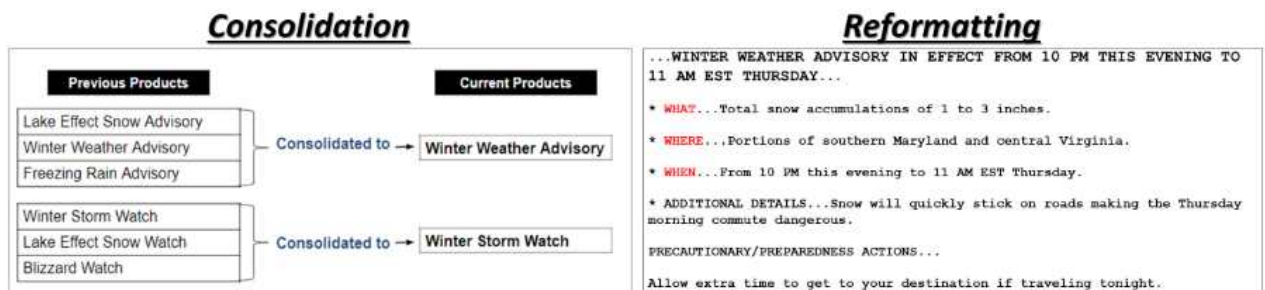


그림 2.1.31. 미국 기상청 위험 단순화 중 개선 과정 예시

개편은 현재 시스템의 WWA 체계를 보다 큰 수준에서 변경하는 내용이다. 현재의 WWA에서 Watch는 생명 또는 재산을 위협하는 이벤트의 가능성이 있지만 아직 확실치 않음을 의미한다. Warning은 생명 또는 재산을 위협하는 이벤트가 발생이 확실시 되었거나, 임박했음을 의미한다. Advisory는 경고가 발생했거나 발생하려고 하는 것보다 위험도가 다소 낮은 이벤트를 의미한다. 이 외에도 특별기상정보(Special Weather Statement, SPS)를 사용하여 Advisory보다 덜 심각하거나 기간이 짧은 이벤트에 대한 정보를 제공하고 있다. 그러나 사회과학적 연구를 통해 WWA단계 중 Watch와 Advisory 용어가 광범위한 오해를 일으키고 있음을 확인하였고, 이에 대응하기 위해 Advisory를 이해하기 쉬운 헤드라인(Plain Language Headline)으로 수정하고자 한다. 그 외의 Watch와 Warning은 현재 그대로 유지될 예정이다. Watch는 다가올 이벤트에 대한 대비(Prepare)의 의미, Warning은 임박한 이벤트로 인해 즉각 행동(Take Action)의 의미를 갖는다. Advisory와 SPS는 제거되고, Warning 수준까지 발달하지 않는 이벤트에 대해서는 이해하기 쉬운 헤드라인으로 전환된다.(그림 2.1.32) 이해하기 쉬운 헤드라인은 위험을 명확하고 간단히 설명하는 짧은 메시지이지만 여전히 대중에게 다가올 기상 이벤트에 주목하라는 신호를 준다.

위험 단순화 프로젝트는 현재의 특보체계인 WWA를 보다 이해하기 쉽고, 효과적으로 정보를 전달할 수 있도록 사회과학과 결합한 개선을 진행 중이며, 2024년에는 이를 적용한 새로운 특보 등급체계를 운영하고자 한다. (그림 2.1.33)



그림 2.1.32 미국 기상청 「이해하기 쉬운 헤드라인」 예시

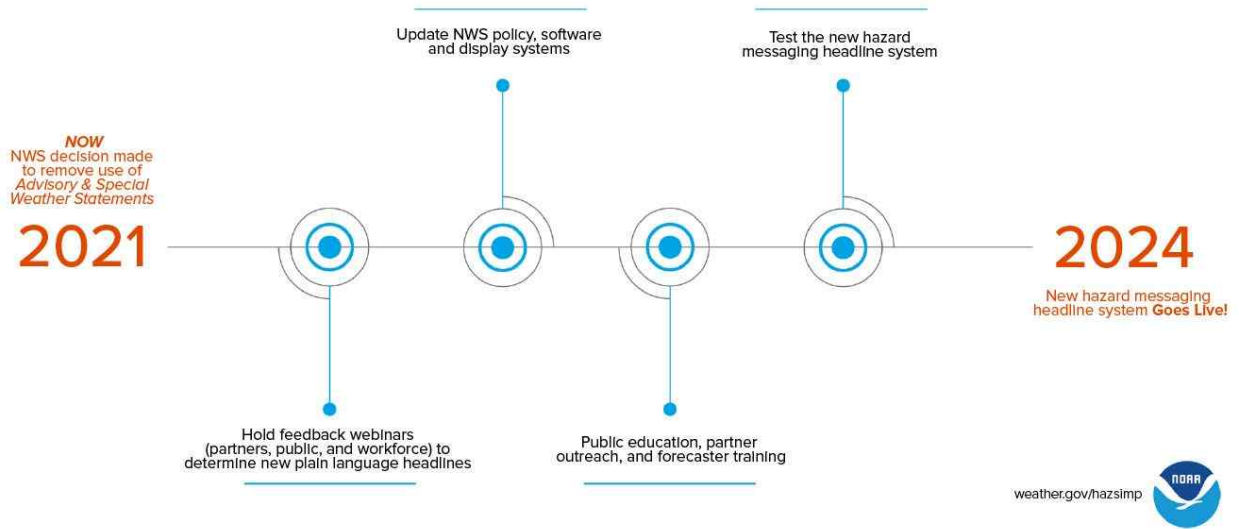


그림 2.1.33 미국 기상청 위험 단순화를 위한 과정



○ 영국(MetOffice)

영국 기상청에서는 호우, 뇌우, 강풍, 대설, 낙뢰, 결빙, 폭염, 안개에 대해 특보를 최장 7일까지 제공하며, 특보구역은 주(County) 또는 지구(District) 단위(우리나라 도 단위 수준의 행정구역)로 발표되며, 발표화면에서 추가 세부정보 클릭하면 영향을 받는 지역 및 지방 당국 목록이 제공된다. 특보단계는 각 요소의 임팩트 매트릭스(Impact Matrix)를 통해 황색(Yellow Warning), 주황색(Amber Warning), 적색(Red warning) 3단계로 구분한다.

임팩트 매트릭스는 그림 2.1.34와 같이 가능성의 높고/낮음과 영향도의 높고/낮음을 기준으로 4x4 매트릭스를 통해 세단계의 특보를 제공하는 방법이다. 노란색 특보는 다양한 기상상황에 대해 날씨 상황의 확인이 필요한 경우 발표하고, 주황색 특보는 악천후로 인한 영향의 가능성이 증가할 때 발표하며, 이때 인명 및 재산에 대한 잠재적 위험의 가능성이 있다. 빨강색 특보는 위험한 날씨가 예상될 때 발표하며, 악천후의 영향으로부터 자신과 다른 사람의 안전을 보호하기위한 조치가 필요하고, 재산 및 인프라에 대한 광범위한 피해와 함께 생명에 대한 위험이 있을 가능성이 매우 높은 경우이다. 표 2.1.20은 특보의 정량적인 기준이 아닌 현재 기상상황, 영향 받을 지역의 범위, 지속기간, 위험기상으로 인해 영향 받을 기반시설 및 서비스(전기, 전화, 휴대폰, 인터넷 수도 및 가스 등) 등을 고려한 판별기준을 나타낸 것으로 이러한 정성적인 기준에 맞추어 특보를 발표한다.

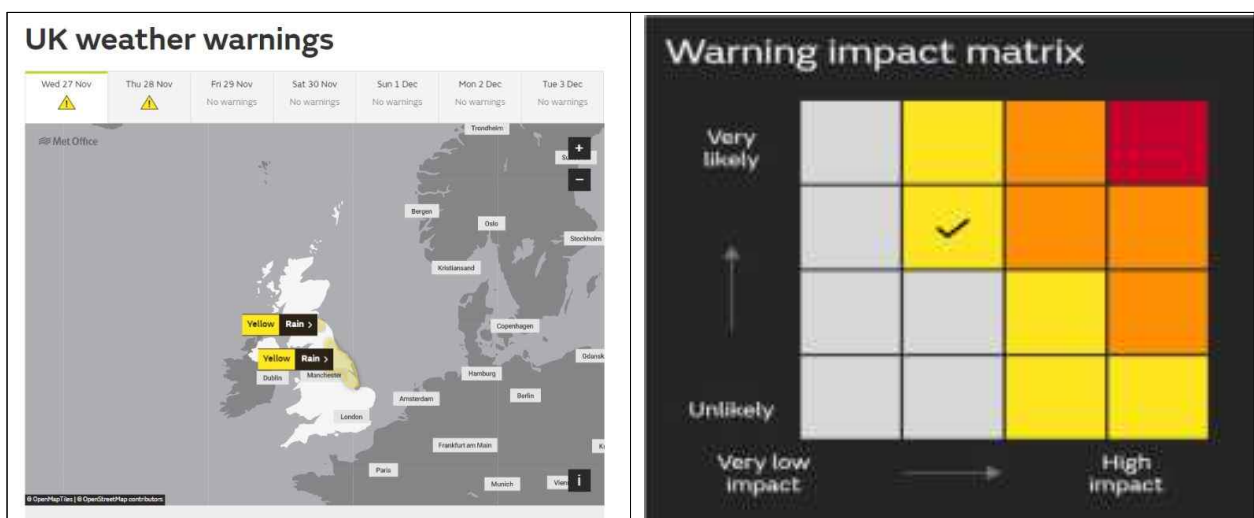


그림 2.1.34 영국 기상청 특보화면 예시(좌) 및 임팩트 매트릭스 모식도(우)

표 2.1.20 영국 기상청 특보 기준에 따른 영향

Impact	Very low	Low	Medium	High
호우	<ul style="list-style-type: none"> <li>일부지역 범람</li> <li>일부 운송 경로 영향</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>가정과 사업체 및 취약지역 일부 홍수</li> <li>일부 운송 경로 및 여행 서비스 영향</li> <li>일부지역 서비스에 대한 단기 중단</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>가정과 사업체 홍수</li> <li>운송 경로 및 여행 서비스 중단</li> <li>생명의 위협 및 건물/구조물의 손상</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>가정과 사업체 광범위 홍수</li> <li>운송 경로 및 여행 서비스 장기간 중단</li> <li>생명의 위협 및 건물/구조물의 광범위 피해</li> </ul>
뇌우	<ul style="list-style-type: none"> <li>1시간 이상 지속</li> <li>일부 지역 교통 수단 영향</li> <li>일부 지역 서비스 단기중단</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>일부 도로 범람</li> <li>일수 운송 경로 및 여행 서비스 영향</li> <li>일부지역 서비스 단기중단</li> <li>건물/ 구조물 일부 손상</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>가정과 사업체 홍수</li> <li>운송 경로 및 여행 서비스 중단</li> <li>생명의 위협 및 건물/구조물의 손상</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>가정과 사업체 광범위 홍수</li> <li>운송 경로 및 여행서비스 장기간 중단</li> <li>생명의 위협 및 건물/구조물의 광범위 피해</li> </ul>
강풍	<ul style="list-style-type: none"> <li>운전 약조건</li> <li>해안 지역 피해</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>일부 운송 경로 영향</li> <li>일부 여행서비스 영향</li> <li>일부 정전</li> <li>해안 지역 피해</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>운송 경로 영향</li> <li>여행서비스 영향</li> <li>일부 경로 폐쇄 서비스 중단</li> <li>부상 및 생명의 위협</li> <li>일부 구조물 손상</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>장기간 운송 경로 영향</li> <li>장기간 여행서비스 영향</li> <li>광범위한 경로 폐쇄 장기간 서비스 중단</li> <li>부상 및 생명의 위협</li> <li>건물/구조물 손상</li> </ul>
대설	<ul style="list-style-type: none"> <li>일부 운송 경로 영향</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>일부 운송 경로 영향</li> <li>일부 여행서비스 영향</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>운송 경로 영향</li> <li>여행서비스 영향</li> <li>서비스 중단</li> <li>일부 농촌 지역 피해</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>장기간 운송 경로 영향</li> <li>장기간 여행서비스 영향</li> <li>광범위 장기간 서비스 중단</li> <li>일부 농촌 지역 장기간 피해</li> </ul>
낙뢰	<ul style="list-style-type: none"> <li>일부 지역 서비스 중단</li> <li>몇몇 장소 건물/구조물 손상</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>서비스 중단</li> <li>건물/구조물 약간의 손상</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>서비스 중단</li> <li>생명의 위협(부상)</li> <li>건물/구조물 손상</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>광범위한 지역 서비스 중단</li> <li>생명의 위협(부상)</li> <li>광범위한 지역 건물/구조물 손상</li> </ul>
결빙	<ul style="list-style-type: none"> <li>일부 도로 결빙</li> <li>일부 여행 중단</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>일부 도로 결빙</li> <li>일부 도로 교통 출동</li> <li>일부 부상</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>일부 운송 수단 폐쇄</li> <li>여행 서비스 중단</li> <li>생명에 위협(부상)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>광범위 운송 수단 폐쇄</li> <li>빈번한 도로 교통 충돌</li> <li>광범위한 서비스 중단</li> <li>생명에 광범위한 위험(사상 및 부상)</li> </ul>
폭염	-	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>이동 수단 지연</li> <li>일부 열에 민감한 서비스 중단</li> <li>노약자 건강 영향</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>도로 지연 및 폐쇄</li> <li>이동 수단 지연</li> <li>필수 서비스 중단</li> <li>질병 발생 및 생명의 위협 초래</li> </ul>
안개	-	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>이동 수단 지연</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>도로 지연 및 폐쇄</li> <li>이동 수단 지연</li> </ul>

영국 기상청의 영향기반 특보는 총괄예보관(Chief forecaster)이 지역예보소통관(Civil contingency advisor)과 함께 예측기간에 대한 예·특보 주안점을 상의하고 분석한다. 총괄예보관이 소통관들의 정보를 활용해 최근 지역별 기상상황과 주요행사 등 사회적 영향을 고려하여 위험도를 수정한다. 특보 요소 중, 폭염/한파 특보는 영국 기상청에서 분석 정보를 받아 보건당국이 발표하며 홍수는 각 구성국 단위(England, Scotland, Wales)로 발표한다. 영국본토는 Environment Agency에서, Scotland는 Scottish Environment Protection Agency(SEPA), Wales는 Natural Resources Wales에서 발표한다. 홍수 특보 발생 시 영국 기상청 메인페이지에 해당 구성국의 홍수 특보 발행 기관이 표시 되어 홍수 관련 정보를 제공받을 수 있는 사이트로 접속할 수 있게 되어있다.(그림 2.1.35) 각 홍수 특보 발표기관은 홍수가 발생한 지역별로 홍수 특보 관련 내용을 제공한다. 해당 지역의 강, 바다의 수위 등의 정보를 제공하며 홍수 발생 가능성 여부와 현상의 유지 기간 등을 제공한다. 또한 홍수 특보를 지도형태로 제공한다.

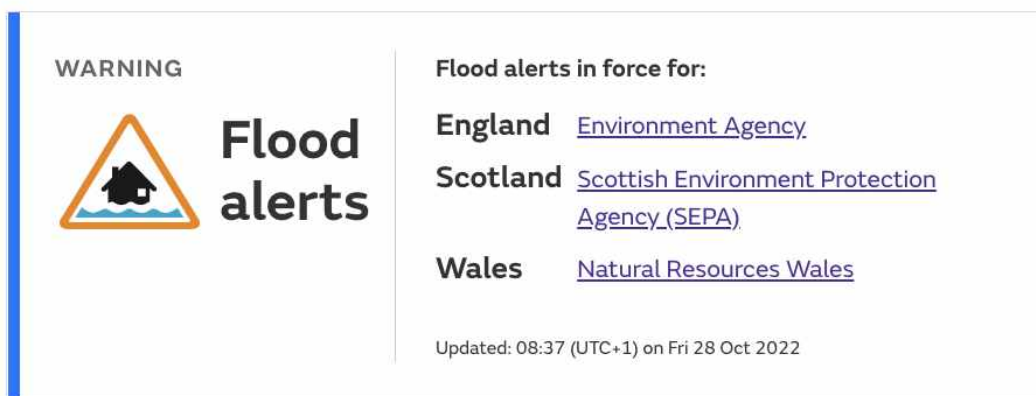


그림 2.1.35 영국 기상청 홍수 특보 예시

영향기반 특보의 정확도를 높이기 위해 영국 기상청은 EPS-W(Ensemble Prediction System First Guess Warnings)라는 앙상블 기반의 특보 예측 지원 도구를 활용한다.(그림 2.1.36) 앙상블 결과(MOGREPS 및 ECMWF)를 이용하여 임계값 기준으로 각 특보 요소에 대한 Risk Matrix 기반의 특보 등급을 계산하여 예보관에게 제공한다. 임계값은 예보관들의 경험과 지식에서 도출되었으며, 변수별/계절별/지역(광역)에 따라 다르다. 또한 지면의 상태(호우로 땅이 젖은 경우)도 고려하여 임계값을 설정한다.



그림 2.1.36 임팩트 매트릭스 기반 EPS-W 예시

발표되는 EPS-W 요소들 중 돌풍, 강수량, 강설량에 대한 임계값은 다음 표와 같다.

표 2.1.21 영국 기상청 10m 돌풍 임계치

영향도	SE England		Highland and Islands		The rest	
	Winter*	Summer*	Winter	Summer	Winter	Summer
Low	≥60mph	≥50mph	≥70mph	≥60mph	≥65mph	≥55mph
Medium	≥65mph	≥55mph	≥80mph	≥70mph	≥70mph	≥60mph
High	≥75mph	≥65mph	≥90mph	≥80mph	≥80mph	≥70mph

\*Winter(11~3월), Summer(4~10월)

표 2.1.22 영국기상청 누적 강수 임계치

24시간 누적 강수 임계치						
UNSATURATED GROUND						
영향도 \ 지역	England and Wales	Northern Ireland	NW Scotland	SW Scotland	South and East Scotland	NE Scotland
Low	≥50mm	≥50mm	≥60mm	≥70mm	≥40mm	≥60mm
Medium	≥80mm	≥80mm	≥90mm	≥85mm	≥55mm	≥80mm
High	≥100mm	≥100mm	≥110mm	≥90mm	≥70mm	≥100mm
SATURATED GROUND						
영향도 \ 지역	England and Wales	Northern Ireland	NW Scotland	SW Scotland	South and East Scotland	NE Scotland
Low	≥25mm	≥25mm	≥50mm	≥50mm	≥30mm	≥45mm
Medium	≥50mm	≥50mm	≥70mm	≥60mm	≥45mm	≥60mm
High	≥80mm	≥80mm	≥80mm	≥65mm	≥55mm	≥75mm
3시간 누적 강수 임계치						
지표 범람을 초래할 수 있는 단기간 폭우 예측에 사용(MOGREPS-G 예측자료에 사용 가능)						
영향도 \ 지역	England and Wales	Northern Ireland	Scotland			
Low	≥20mm	≥20mm	≥20mm			
Medium	≥30mm	≥30mm	≥30mm			
High	≥40mm	≥40mm	≥40mm			



표 2.1.23 영국기상청 24시간 누적 강설 임계치

24시간 누적강설 임계치					
ECMWF 모델 결과로부터만 적용가능					
영향도 \ 지역	Highlands, Aberdeenshire, Perth & Kinross	Southern highlands, Southern Uplands, the Western & Northern Isles	Central Lowlands	SE England	Wales, Northern Ireland & the rest of England
Low	≥5cm	≥3cm	≥1cm	≥1cm	≥1cm
Medium	≥15cm	≥10cm	≥5cm	≥2cm	≥5cm
High	≥30cm	≥20cm	≥15cm	≥15cm	≥15cm

3시간 누적 강설 임계치					
MOGERPS-G 모델 결과로부터만 적용가능 (24시간 강설 임계와 유사하나, 단기간에 내리는 강설은 더 큰 영향을 줌)					
영향도 \ 지역	Highlands, Aberdeenshire, Perth & Kinross	Southern highlands, Southern Uplands, the Western & Northern Isles	Central Lowlands	SE England	Wales, Northern Ireland & the rest of England
Low	≥5cm	≥3cm	≥1cm	≥0.1cm	≥1cm
Medium	≥15cm	≥10cm	≥5cm	≥2cm	≥5cm
High	≥30cm	≥20cm	≥15cm	≥15cm	≥15cm

### ○ 일본(JMA)

일본 기상청에서는 위험도에 따라 주의보, 경보, 특별경보로 발표하며, 사전대응을 위해서 5일 전 경보 급의 위험기상 현상이 예상될 경우 조기주의정보를 제공한다. 기준 값은 재해발생과 밀접하게 관련된 풍속, 강우지수 등의 지표들을 이용하되, 지역마다 과거의 재해를 조사하여 재해가 발생할 우려가 있는 값을 특보의 기준으로 설정하여 각각 다르게 설정한다.(표 2.1.24) 특별경보와 경보는 호우, 폭풍, 폭풍설 등의 요소에 대해서 제공되고, 주의보는 경보 요소들 외에 안개, 건조, 눈사태, 저온, 서리 등 더 다양한 요소들에 대해서 제공된다. 특별경보의 기준은 수십 년에 한번 빈도의 이례적인 현상을 대상으로 발표한다. 특히 호우에 대해서는 다른 요소보다 더 상세하게 시/정/촌(우리나라 시/읍/면 수준의 행정구역) 단위로 제공되며, 토사재해 예상되는지 침수피해가 예상되는지 아니면 둘 다 예상되는지 함께 정보를 제공한다. 예를 들어 교토부의 경우(그림 2.1.37) 1차로 북부와 남부로 구역이 나뉘고 2차로 총 7개 구역으로 나누어 특보가 발표되는데 호우에 대해서는 그보다 상세하게 시/정/촌 규모로 정의된 기준이 이용된다.(표 2.1.25)

표 2.1.24 일본 기상청의 특보 기준

	주의보	경보	특별경보
호우	폭우로 인한 토사재해나 침수피해 예상	폭우로 인한 중대한 토사재해나 침수피해 예상	태풍과 집중 호우로 수십 년 재현빈도 강우량이 예상되는 폭우
대설	강설이나 적설로 인한 주택피해나 교통장애 등 예상	강설이나 적설로 인한 주택피해나 교통장애 등 중대재해 예상	50년 재현빈도의 적설량이 예상되고 경보급 강설이 1일 이상 계속될 때
폭풍	강풍에 의한 재해 예상 (강풍주의보)	폭풍에 의한 중대재해 예상	수십 년 재현빈도 온대저기압에 의한 폭풍
폭풍설	눈을 동반한 강풍에 의한 재해 예상 (풍설주의보)	눈을 동반한 폭풍에 의한 중대재해 예상	수십 년 재현빈도 온대저기압에 의한 눈을 동반한 폭풍
파랑	파도에 의한 재해 예상	파도에 의한 중대재해 예상	수십 년 재현빈도 태풍 또는 온대저기압에 의한 파도



그림 2.1.37 일본기상청의 교토부 특보구역 지도

표 2.1.25 일본 기상청의 교토부 경보/주의보 상세기준(4개 세부지역의 기준 발취)

		남부		북부	
		교토·가메오카	산성 중부	단고	후쿠치야마
경보	호우	구역 내 하위 행정구역(시/정/촌)별 경보 기준치를 넘는 경우			
	대설	평지 12시간 신적설 15cm 산지 12시간 신적설 45cm	12시간 신적설 15cm	12시간 신적설 50cm	평지 12시간 신적설 35cm 산지 12시간 신적설 45cm
	폭풍	20m/s		육상 20m/s 해상 25m/s	20m/s
	폭풍설	20m/s 눈을 동반		육상 20m/s 해상 25m/s 눈을 동반	20m/s 눈을 동반
	파랑	-		6.0m	-
주의보	호우	구역 내 하위 행정구역(시/정/촌)별 경보 기준치를 넘는 경우			
	대설	평지 12시간 신적설 5cm 산지 12시간 신적설 20cm	12시간 신적설 5cm	12시간 신적설 20cm	평지 12시간 신적설 15cm 산지 12시간 신적설 20cm
	폭풍	12m/s		육상 12m/s 해상 15m/s	12m/s
	폭풍설	12m/s 눈을 동반		육상 12m/s 해상 15m/s 눈을 동반	12m/s 눈을 동반
	파랑	-		3.0m	-

- 호우 특별경보 기준

과거에 중대한 피해를 야기했던 호우 현상에 상당하는 토양우량지수 기준치를 1km 해상도의 격자자료로 정의하여 이용한다.(그림 2.1.38) 토양우량지수는 강수가 토양에 침투하여 얼마나 축적되어 있는가를 탱크모델을 이용해 수치화한 지수이다. 정의된 기준치를 벗어나는 1km 격자가 특보구역에 10개 이상 출현할 것으로 예측되고 1시간당 30mm 이상 강수가 계속 내릴 것으로 예상되는 구역에 호우 특별경보를 발표한다.(그림 2.1.39)

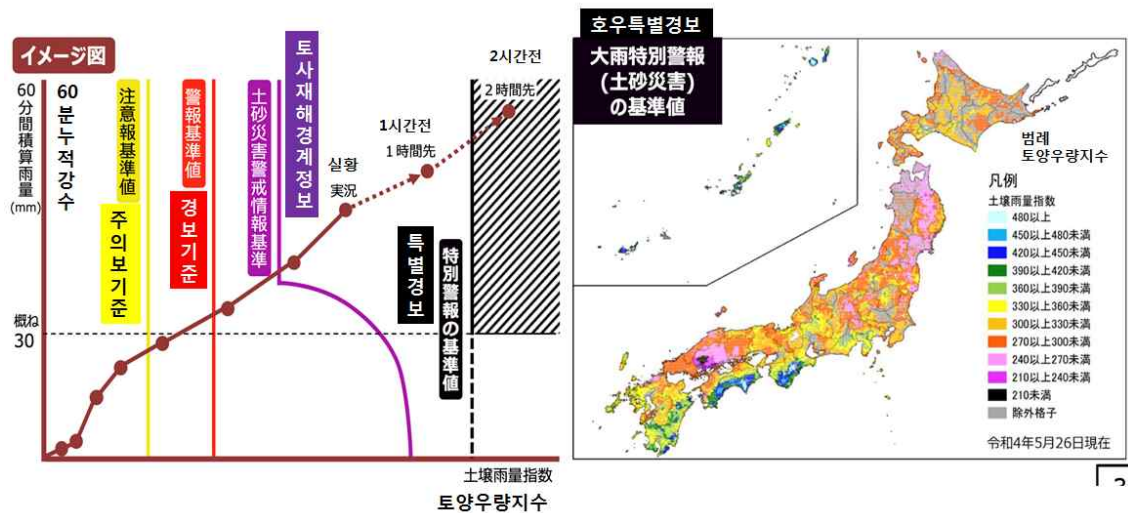


그림 2.1.38 일본 기상청 호우 특별경보 기준값 설정 모식도(좌) 및 토양우량지수 기준값 공간분포(우)

- 폭풍 특별경보 기준

중심기압 930hPa 이하 또는 최대풍속 50m/s 이상의 태풍이나 동일한 정도의 온대저기압이 접근할 경우에 특별경보를 발표한다. 오키나와 등지에서는 기준을 910hPa 이하 또는 60m/s 이상으로 한다. 태풍에 대해서는 경보 조건을 만족하는 중심기압 또는 최대풍속을 유지한 채 중심이 접근/통과할 것으로 예상되는 지역에서의 폭풍/고조/풍랑 특보를 특별경보로 발표한다. 온대저기압에 대해서는 조건이 되는 최대풍속과 동일한 정도의 풍속이 예상되는 지역의 폭풍/고조/풍랑 특보를 특별경보로 발표한다.

- 대설 특별경보 기준

50년 빈도의 적설량(그림 2.1.40)이 예상되고, 경보 급 강설이 하루 이상 지속될 경우 대설 특별경보를 발표한다.

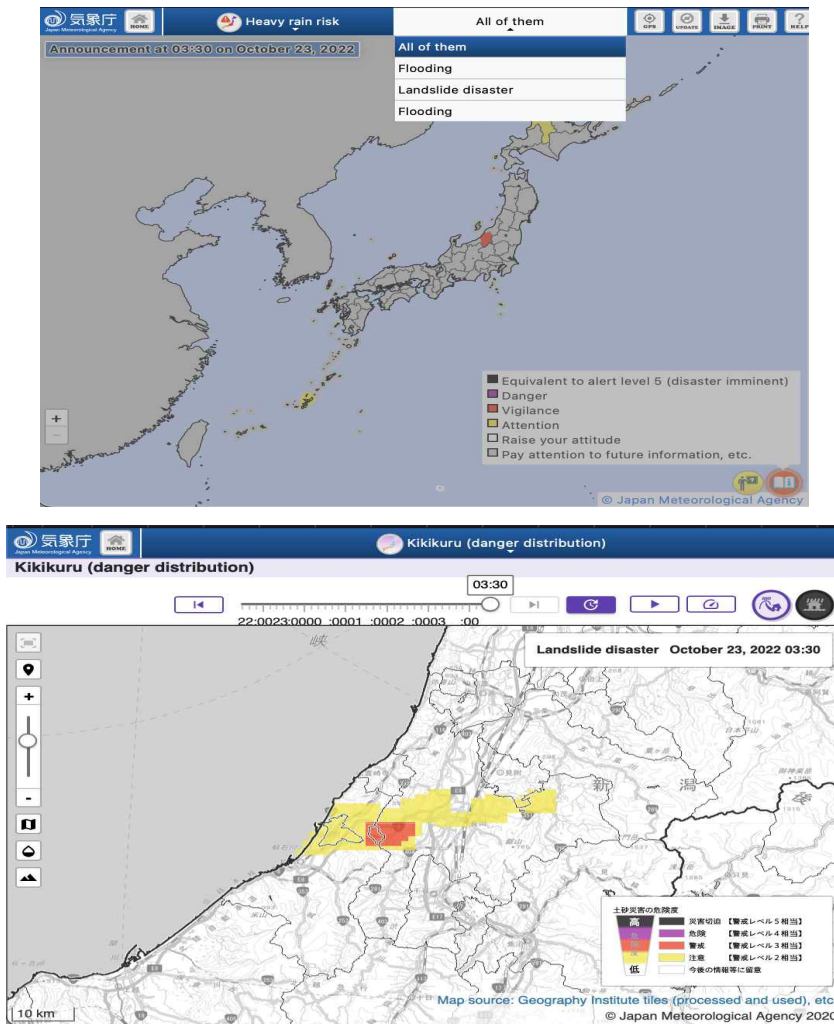


그림 2.1.39 일본 기상청의 호우 위험도(상) 토사재해 위험도(하) 정보 화면



그림 2.1.40 일본 기상청의 50년 빈도 적설량(지점자료) 공간분포



○ 중국(CMA)

중국 기상청은 호우, 대설, 한파, 황사, 열파, 가뭄, 뇌전, 우박, 서리, 안개, 도로결빙, 태풍, 모래폭풍에 대해서 특보를 발표하고 있으며, 위험도에 따라 4개의 색으로 단계를 구분하여 특보를 발표한다.(남색 < 황색 < 동색 < 홍색) 특보요소에 따라 구분단계에는 차이가 있다. 현급 행정구역(총 2852곳)에 대해 특보단계 기준에 해당되는 경우 지도상에서 각 요소를 나타내는 기호(그림 2.1.41)가 특보단계 색상과 함께 표시된다.(그림 2.1.42) 지도상에서 이 아이콘을 클릭하면 통보문 형식의 특보 정보를 확인할 수 있으며, 통보문은 해당 현 내에 포함된 향급 행정구역(총 40466곳) 중 영향을 받는 구역을 나열한다.(그림 2.1.43) 현재 발표된 다른 모든 특보 목록도 별도로 제공된다. 현상별 중국 기상청의 특보단계의 임계값은 표 2.1.26과 같다.



그림 2.1.41 중국 기상청의 특보요소별 심볼



그림 2.1.42 중국 기상청 지도형식의 특보화면 예시

**신츠현 기상청에서 서리황색주의보를 발령하다[III급/중하다]**

발표일 : 2022년 10월 10일 17시 56분 : 신지현 기상국

신츠현 기상대는 2022년 10월 10일 17시 51분 서리(黄色预警) 황색주의보 발령 지역인 '전(全) 현(縣) 모든 향진'을 변경했다. 앞으로 24시간 경보장지역은 지상 최저온도가 3도, 국지적 5도 이하로 떨어질 것으로 보여 농업에 심각한 영향을 미칠 것으로 예상된다. 방어지침 : 1. 정부 및 농업, 임업 주관 부서는 직책에 따라 서리 방지에 만전을 기한다. 농촌 기층 조직은 광범위하게 군중을 동원하여 재해를 방지해야 한다. 3. 농작물, 임업육종에 대해서는 논밭에 관계하는 등 서리방지, 냉해방지 조치를 적극적으로 시행하여 피해를 최소화한다. 4. 채소, 꽃, 과일은 커버리지, 부동액 분사 등의 조치를 위해 동해를 줄여줘. (경보정보원 : 국가경보정보포고센터)

표준	방어 지침
24시간 내 지상의 최저온도가 영하 3도 이하로 내려가면 농업에 심각한 영향을 미칠거나 이미 영하 3도 이하로 떨어져 농업에 심각한 영향을 미치고 지속될 수 있다.	1. 정부 및 농업 주무부처는 직책에 따라 서리방지에 만전을 기한다. 농촌 기층 조직은 광범위하게 군중을 동원하여 재해를 방지해야 한다. 3. 농작물, 임업 육종에 대해서는 논밭에 관계하는 등 서리, 얼음에 대한 방지 조치를 적극적으로 시행하여 피해를 최소화하여야 한다. 4. 채소, 꽃, 과일은 커버링, 부동액 분사 등의 방법으로 동해를 완화한다.

그림 2.1.43 중국 기상청 통보문 형식의 특보화면 예시

표 2.1.26 중국 기상청의 특보 기준

	남색	황색	동색	홍색
호우	12시간 내에 50mm 이상 또는 50mm 이상의 비 지속	6시간 이내에 50mm 이상 또는 50mm 이상의 비 지속	3시간 이내에 50mm 이상의 비 또는 50mm 이상의 비 지속	3시간 이내에 100mm 이상의 비 또는 100mm 이상의 비 지속
대설	12시간 이내에 4mm 이상의 눈으로 교통이나 농목업에 영향이 미칠 때	12시간 이내에 6mm 이상의 눈으로 교통이나 농목업에 영향이 미칠 때	6시간 이내에 10mm 이상의 눈으로 교통이나 농목업에 큰 영향이 미칠 때	6시간 이내에 15mm 이상의 눈으로 교통이나 농목업에 큰 영향이 미칠 때
한파	48시간 이내에 최저기온은 8도 이상, 최저기온은 4도 이상, 육지 평균풍력 5급 이상	24시간 이내에 최저기온은 10도 이상, 최저기온은 4도 이상, 육지 평균풍력 6급 이상	24시간 이내에 최저기온은 12도 이상, 최저기온은 0도 이상, 육지 평균풍력 6급 이상	24시간 이내에 최저기온은 16도 이상, 최저기온은 0도 이상, 육지 평균풍력 6급 이상
황사	-	12시간 이내에 황사 발생 또는 예상 (가시거리 1000m 미만)	6시간 이내에 강한 황사 발생 또는 예상 (가시거리 500m 미만)	6시간 이내에 강한 황사 발생 또는 예상 (가시거리 50m 미만)
열파	-	3일 연속 최고기온이 35도 이상 예상	24시간 내 최고기온이 37도 이상 예상	24시간 내 최고기온이 40도 이상 예상
가뭄	-	-	향후 일주일간 종합적인 기상가뭄지수가뭄(재현빈도 25~50년 수준)에 이를 것으로 예상되거나 한 현(구)에서 농작물의 40% 이상 가뭄영향 예상	향후 일주일간 종합적인 기상가뭄지수가뭄(재현빈도 50~100년 수준)에 이를 것으로 예상되거나 한 현(구)에서 농작물의 60% 이상 가뭄영향 예상
뇌전	-	6시간 이내에 천둥번개 발생 예상 및 피해 예상	2시간 이내에 천둥번개 발생 예상 또는 이미 피해가 발생했거나 사고 가능성이 높을 때	2시간 이내에 천둥번개 발생 가능성이 매우 높거나 또는 이미 피해가 발생했거나 사고 가능성이 매우 높을 때

	남색	황색	동색	홍색
우박	-	-	6시간 이내에 우박이 내리고 우박 피해 가능성이 있을 때	2시간 이내에 우박이 내리고 우박 피해 가능성이 높을 때
서리	48시간 이내에 지면 최저온도 0도 이하로, 농업에 영향이 예상되거나 이미 영향이 있을 때	24시간 이내에 지면 최저온도 -3도 이하로, 농업에 영향이 예상되거나 이미 심각한 영향이 있을 때	24시간 이내에 지면 최저온도 -5도 이하로, 농업에 영향이 예상되거나 이미 심각한 영향이 있을 때	-
안개	-	12시간 이내에 가시거리가 500m 이하인 안개가 끼거나, 200m 이하인 안개가 계속 발생할 가능성이 있을 때	6시간 이내에 가시거리가 200m 이하인 안개가 끼거나, 200~50m인 안개가 계속 발생할 가능성이 있을 때	2시간 이내에 가시거리가 50m 이하인 안개가 끼거나, 50m 이하인 안개가 계속 발생할 가능성이 있을 때
도로결빙	-	도로표면 온도가 0°C 이하일 때, 강수가 있어 12시간 이내에 교통에 영향을 미치는 도로 결빙이 예상될 때	도로표면 온도가 0°C 이하일 때, 강수가 있어 6시간 이내에 교통에 큰영향을 미치는 도로 결빙이 예상될 때	도로표면 온도가 0°C 이하일 때, 강수가 있어 2시간 이내에 교통에 큰 영향을 미치는 도로 결빙이 예상될 때

○ 호주(BOM)

호주 기상청에서는 홍수(Flood), 열파(Heatwave), 뇌우(Thunderstorm), 열대저기압, 그리고 기타 악기상(Severe Weather) 요소들에 대해서 특보를 발표한다. 요소 또는 전달체계에 따라 주(State), 비정형영역(지도에 표시), 강 및 유역을 기준으로 하는 지역으로 특보구역이 설정된다. 특보정보를 확인할 수 있는 메뉴는 호주 기상청 홈페이지의 첫 화면 상단에 위치(황색 영역)하고, 지역별로 발표내역을 확인하거나 현상별로도 확인할 수 있다.(그림 2.1.44)

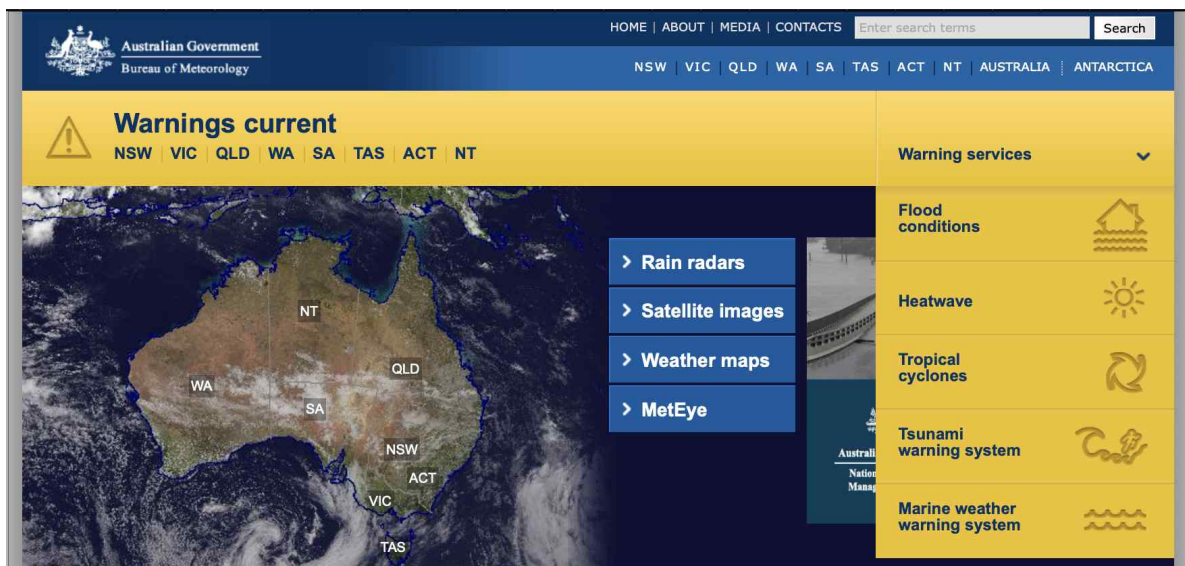


그림 2.1.44 호주 기상청 홈페이지의 특보 메뉴 화면

- 열파(Heatwaves)

열파에 대한 특보는 4일 이내에 열파 위험이 예보될 때 발표되며, 현지 시각으로 15시(호주 서부지역은 14시)에 발표된다. 지도에 열파의 영향을 받는 지역이 표시하는 형식으로 발표되고, 강도에 따라 황색, 주황색, 적색 3개의 색상으로 구분된다.(그림 2.1.45) 발표 기준이 되는 열파 지수는 앞으로 3일 동안의 최고/최저기온 예측자료를 이용하는데, 지점별로 지난 30일 동안 관측된 기온과 비교하여 상대적으로 한랭했던 기온이 급격히 지속적으로 상승한 경우 열파로 판별된다.

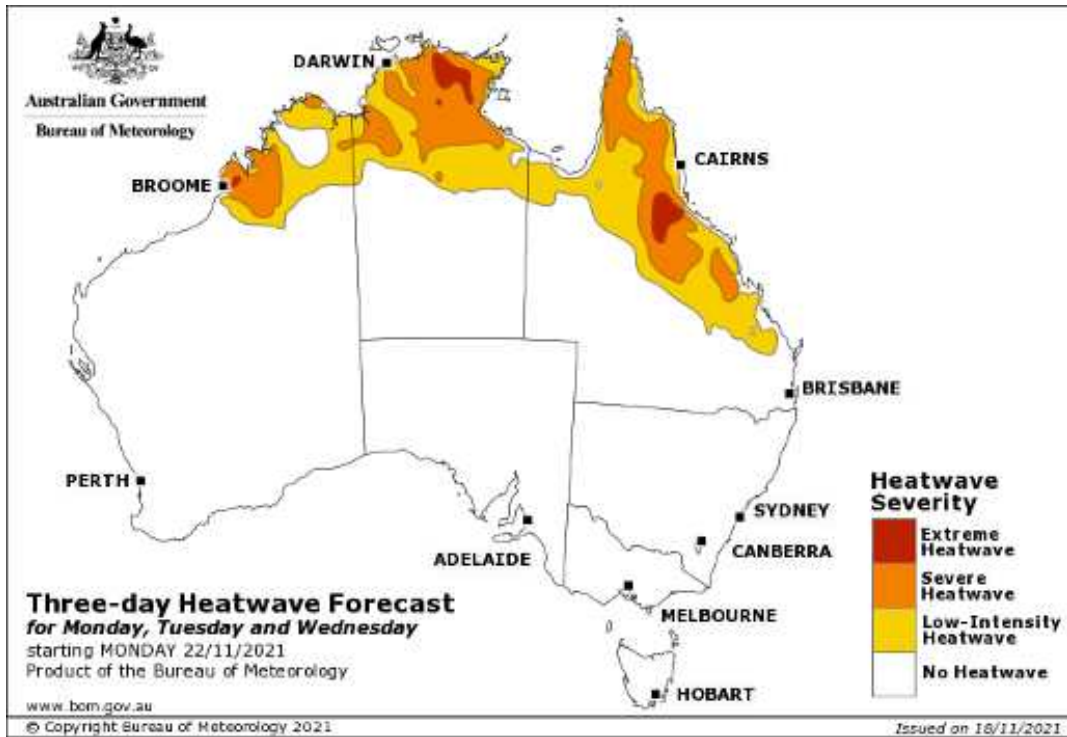


그림 2.1.45 호주 기상청 열파 특보 화면

- 열대저기압(Tropical cyclones)

열대저기압에 대한 특보는 호주 대륙과 크리스마스 섬, Cocos 섬, Lord Howe 섬, Norfolk 섬을 포함한 감시지역에서 열대저기압이 영향을 미칠 것으로 예상되는 경우 발표된다. 기준은 풍속이 62km/h 넘을 것으로 예측되는 경우이다. 48시간 이내에 예상되지만 24시간 이후일 때는 주의보(Watch; 예시 지도에서 밝은 오렌지색 지역), 24시간 이내에 영향을 줄 것으로 예상되거나 이미 일어나고 있을 때는 경보(Warning; 지도에서 어두운 오렌지색 지역)가 발표된다.(그림 2.1.46)

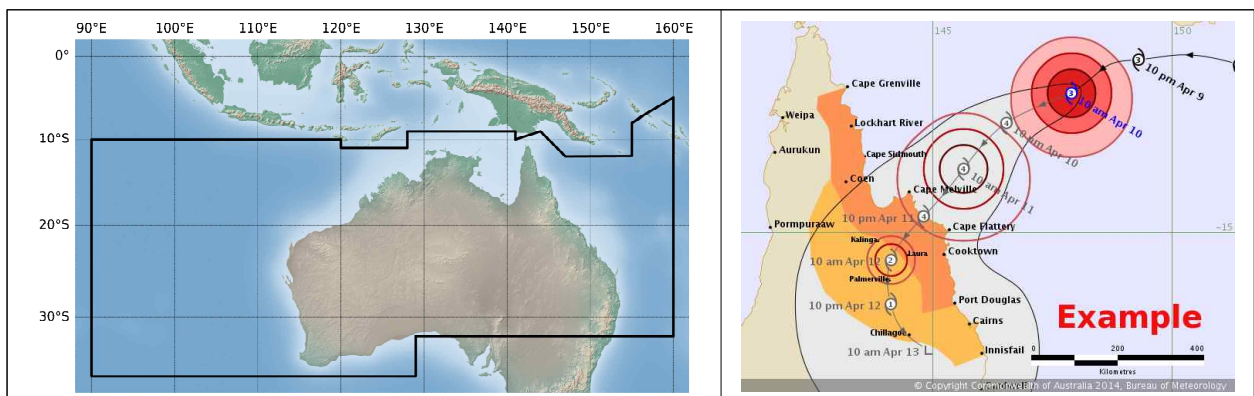


그림 2.1.46 호주 기상청 열대저기압 감시구역(좌) 및 열대저기압 특보(우)



- 뇌우(Severe Thunderstorm)

뇌우 특보는 큰 우박(Large Hail; 직경 2cm 이상), 매우 큰 우박(Giant Hail; 직경 5cm 이상), 돌풍(Wind Gusts, 90 km/h 초과), 홍수를 야기할 가능성이 높은 호우(Heavy Rainfall which may cause Flash Flooding), 토네이도가 예상될 때 발표된다. 뇌우 특보는 모든 주도와 그 주변지역에 대해 자세히 발표되는 경우와 주 전체에 대해 광범위하게 발표되는 경우가 있다. 지역적으로 자세히(Detailed) 발표되는 경우는 개별 뇌우 셀들이 주도에서 운영하는 레이더들의 관측범위 안에 들어왔을 때이다. 이 경우는 각 뇌우 셀들의 위치에 대해서 더 구체적인 정보가 제공된다. 그렇지 않은 경우는 광범위하게(Broad-based Statewide) 발표된다. 3시간 이내에 뇌우가 발생할 것으로 예상되는 주 또는 영역에 대해서 전체적으로 특보가 발표되는 경우이다. 뇌우 특보 지도에 표시되는 붉은색 원은 각 폭풍의 위치를 나타내고 화살표는 예보되는 뇌우의 진행방향이다. 또는 반원은 10분 단위의 위치를 나타낸다. 그리고 노란색으로 표시된 영역은 주의 지역, 주황색은 위험 지역, 붉은색은 폭풍 영역이다.(그림 2.1.47)

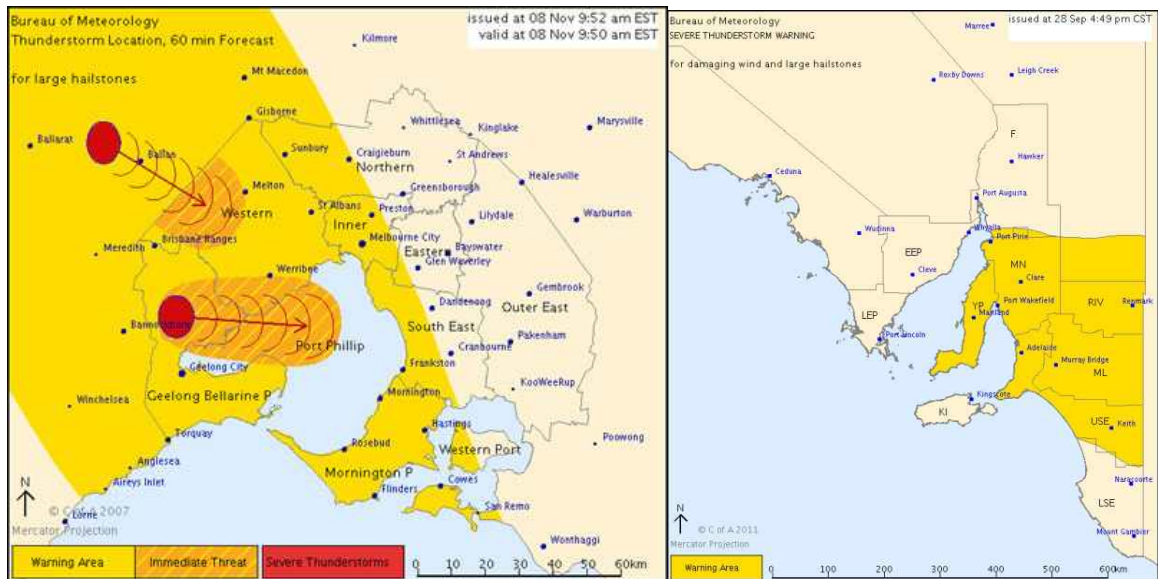


그림 2.1.47 호주 기상청 뇌우 특보 예시(좌:Detailed; 우: Broad-Based)

- 홍수

홍수 특보는 호주의 주요 강들에 중심으로 발표된다.(그림 2.1.48) 이는 S/TES (State/Territory Emergency Services), 지자체 등 다른 정부기관들과 협업을 통해 이루어진다. 호주 기상청은 각 주의 지방청에 있는 홍수특보센터(Flood Warning Centres)를 통해서 홍수 특보를 전달한다. 특보는 주의보(Watch)와 경보(Warning)로 나뉘어 발표된다. 주의보는 보통 홍수가 일어날 것으로 예상되는 4일 이전에 발표된다. 발표된 이후 최소한 하루에 한번 업데이트되며 최종적으로 홍수 경보로 전환되거나 홍수 위험이 사라졌음을 발표한다. 구역은 대체로 유역을 기반으로 나뉘지만 자유 범람하여 강의 위치가 불분명한 경우도 있다. 홍수 경보는 홍수의 발생이 더 확실시되는 경우 발표되며, 보통 강수가 시작될 때 발표된다. 홍수 경보는 일반적인 지역보다 침수 가능성이 높은 저지대에 더 초점을 두고 발표된다. 그리고 홍수 위험을 모델이 사전에 예측하지 못하는 경우 주의보를 거치지 않고 경보가 바로 발표되기도 한다.

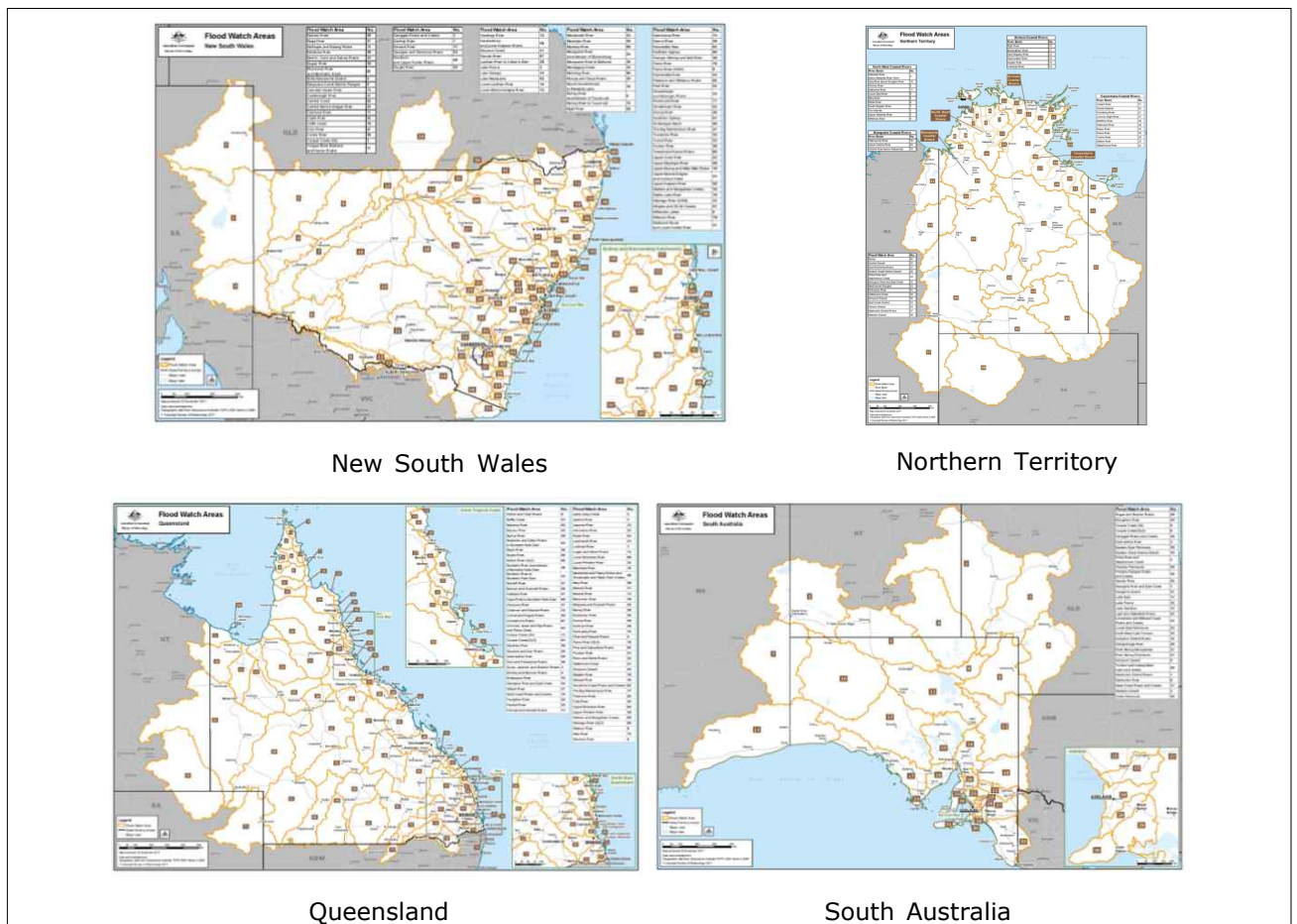


그림 2.1.48 호주 기상청 홍수특보 구역 일부 예시

○ 프랑스(Meteo-France)

프랑스 기상청의 특보는 강풍, 홍수, 강추위, 홍수, 눈보라, 눈사태, 뇌우, 열파, 고조(crués)가 있다. 발표되면 3시간단위의 24시간 예측정보가 제공되고 1일 2회(오전 6시, 오후 4시) 갱신된다. 특보 단계는 강도에 따라 녹색, 황색, 주황색, 적색으로 구분된다. (그림 2.1.50) 프랑스 전역의 7개 지역을 각 지방청이 관할하고, 특보 발표구역 단위는 이를 다시 세분화한 96개 데파르트망(Départements)으로 우리나라 시·군 규모의 행정구역이다.(그림 2.1.49)

### Meteo France organization (and administrative organization of France)

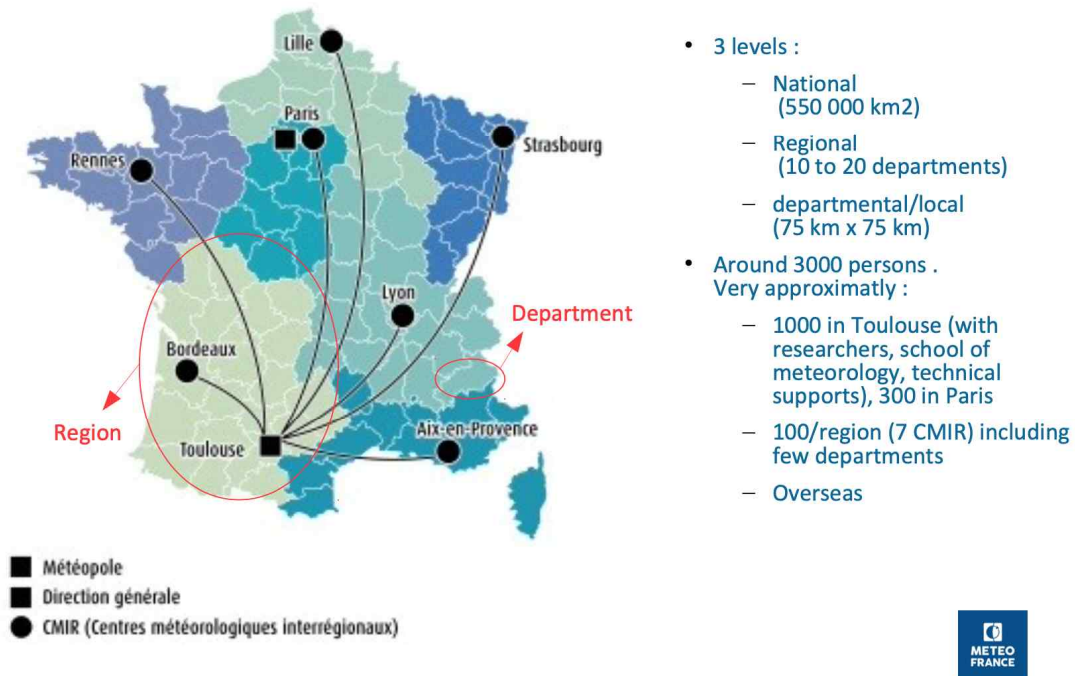


그림 2.1.49 프랑스 기상청의 관할 구역

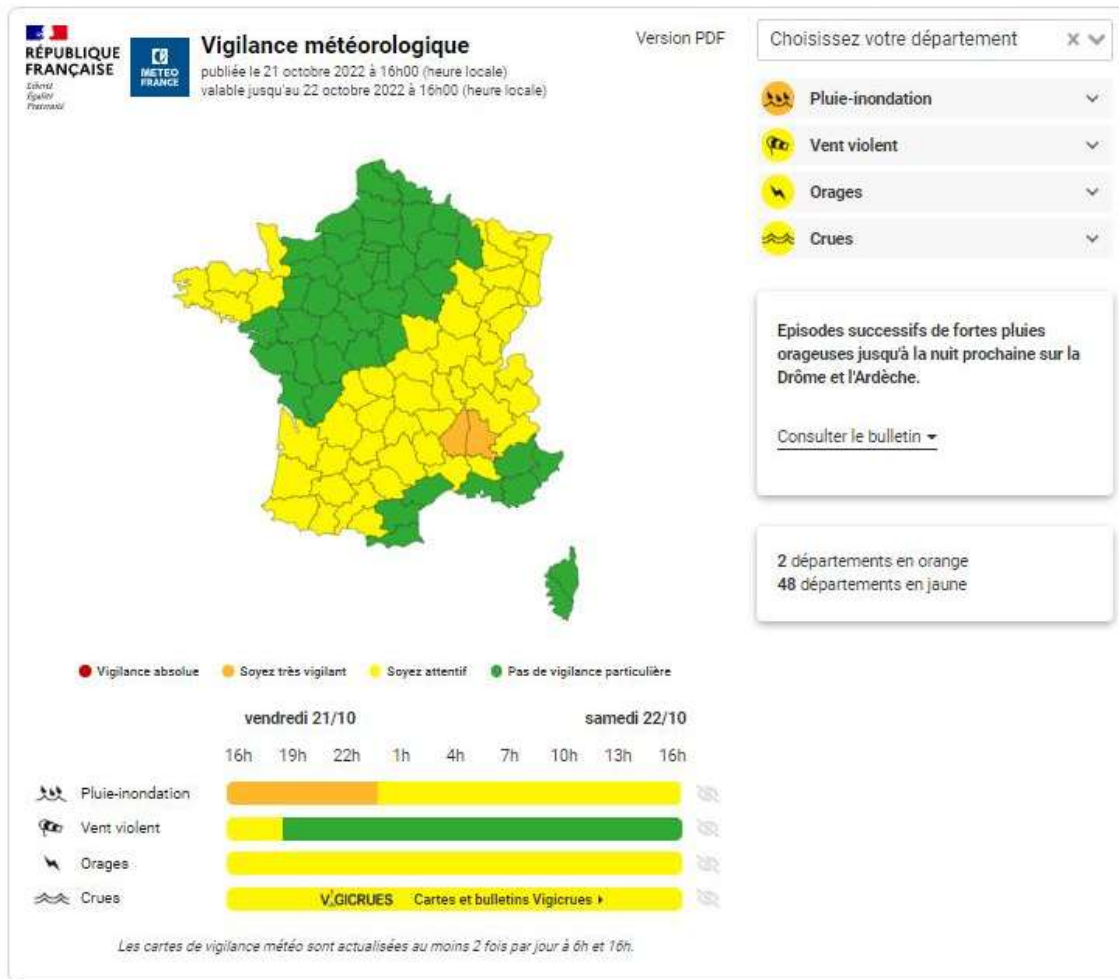
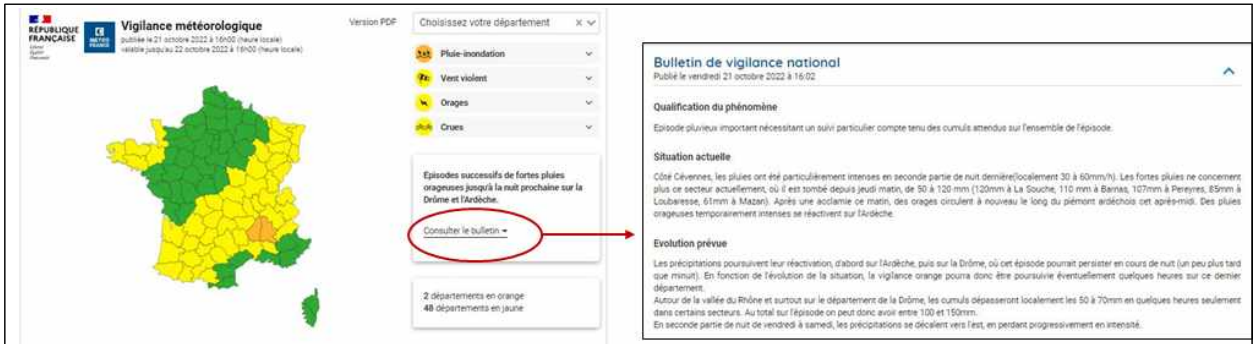


그림 2.150 프랑스 기상청의 특보화면 예시

특보 단계 구분기준은 상대적으로 위험도가 낮은 노랑 및 오렌지 단계에서는 대체로 정량적인 값이 정해져있지만, 위험도가 높은 적색 단계에서는 기준 값이 없거나, 기준 값이 있더라도 별도의 의사결정판단 과정을 거쳐 발표하도록 되어있다. 이 과정에서는 지역별 기후 값을 고려하는 등의 내용이 포함된다.(표 2.1.27)

프랑스 기상청은 프랑스 전역에 대한 특보를 서비스하며, 데파르트망 행정구역 단위로 특보 단계를 색깔로 표시한다. 프랑스는 특보 발표 이외에도 주황·빨강의 특보일 경우 이로 인해 발생 가능한 현상 및 해당 현상에 대비한 행동지침, 현상의 빈도 및 강도 기준으로 비교할 수 있는 과거 사례 안내 등의 내용을 설명문으로 제공한다.(그림 2.1.51) 설명문은 보건·교통·생태·수문 등의 다른 기관들과 협업하여 문구를 작성한다. 발생 가능한 현상 및 이에 대비한 행동지침은 위험 종류 및 위험 수준에 따라 자동으로 결정된다.





**2022년 10월 21일 16:02 발표**

**위험기상 현상:**

현상 전반에 걸쳐 예상되는 누적 강우량을 고려할 때 특별한 모니터링이 필요한 상당한 강우현상

**현재까지 상황:**

Cévennes 쪽에서는 어젯밤 강우(국지적으로 30~60mm/h)가 내렸습니다. 폭우는 목요일 아침부터 50mm에서 120mm(La Souche에서 120mm, Barnas에서 110mm, Pereyres에서 107mm, Loubaresse에서 85mm, Mazan에서 61mm)로 현재 이 지역에 더 이상 영향을 미치지 않습니다. 오늘 아침 잠잠해진 후, 오늘 오후 Ardèche 산 기슭을 따라 다시 뇌우가 돌고 있습니다. 일시적으로 강렬한 폭풍우가 Ardèche에서 다시 활성화됩니다.

**예상되는 발달상황:**

강수는 처음에는 Ardèche에서, 그 다음에는 Drôme에서 다시 활성화되며, 이 에피소드는 밤 동안(자정보다 조금 늦게) 지속될 수 있습니다. 따라서 상황의 전개에 따라 주황색등급 경계가 이 지역에서 몇 시간 동안 계속 될 수 있습니다.

론(Rhône) 계곡 주변, 특히 드롬(Drôme) 주에서는 특정 구역에서 단 몇 시간 만에 누적 50~70mm를 초과 할 것입니다. 따라서 에피소드 전체에서 100에서 150mm 사이의 강수량이 발생할 수 있습니다.

금요일 밤부터 강수가 동쪽으로 이동하며 점차 약화될 것입니다.

그림 2.1.51 프랑스 기상청의 특보 안내문 예시

표 2.1.27 프랑스 기상청 특보 기준 (내용 번역)

	Yellow	Orange	Red
강풍 (Strong winds)	돌풍현상(평지나 섬) : 70~100 km/h 지중해 연안의 한랭한 북서풍(Mistral) : 90 ~ 110 km/h 산지에서 : 90 km/h 초과	돌풍현상(평지나 섬) : 70~130 km/h 지중해 연안의 한랭한 북서풍(Mistral) : 110 ~ 130 km/h 산지에서 : 110 km/h 초과 (인구가 많은지역 등 현상별 의사결정에 따라)	돌풍현상(평지나 섬) : 130 km/h 초과 (현상별로 의사결정에 따라)
호우 (Heavy Rainfall)	서부지역 : 20~40mm/24h 남동부지역 : 40~120mm/24h	서부지역 : 60~100mm/24h 남동부지역 : 120~300mm/24h or >80mm/6h or less	지역별 기후 값에 따라 변동 (현상별로) 서부지역 : 80mm/24h 남동부지역 : 200mm/6h or 300mm/24h
뇌우 (Thunder storms)	산발적, 국지적 뇌우 예상	넓은 지역에 뇌우가 예상될 때	현상에 따라 다름, 정해진 임계값이 없음
눈사태 (Avalanches)	Risk 3 (European scale)	Risk 4 or 5 (European scale)	Risk 5 수준으로, 현상에 따라 다르게 판단
눈/얼음 (Snow /Ice)	평지에서, 지면에 눈이 쌓일때	평지에서, 지면에 눈이 쌓일 때: - 몇 cm (파리) - 10 cm 이상 (북동부), 어는비	평지에서 30cm 이상 눈, 산지에서 50cm 이상의 눈, 40~80cm 강도의 어는비



프랑스 기상청은 집중 호우 관련 서비스인 APIC(Avertissement pluies intenses à l'échelle des communes)와 홍수 관련 시스템인 Vigicrues Flash를 제공한다. APIC 및 Vigicrues Flash는 지역 위험 관리 당국의 요구 사항을 충족하도록 설계된 경고 서비스로, 관심 지역에서의 폭우나 돌발 홍수의 발생에 대한 경고를 제공할 수 있으며, 상세한 내용은 다음과 같다.

**APIC(Avertissement Pluies Intenses à l'échelle des Communes)**

프랑스기상청의 지방 자치 단체 규모의 자동 경고 서비스로, 지자체 규모의 강수의 위험을 실시간으로 알린다. APIC에서 사용하는 데이터는 주로 프랑스 기상청의 기상 레이더 네트워크에서 가져오며, 2020년 이후에는 우량계 공유 네트워크의 데이터를 보완하여 사용하고 있으며, APIC의 적용 범위를 확장하고 있다. 제공 방식은 현재 강우량을 실시간으로 모니터링하여 폭우가 오는 경우, 강우의 위험도를 메시지로(SMS, 이메일, 음성메시지) 전달하고 있다.

**생태 전환부의 Vigicrues 네트워크에서 제공하는 Vigicrues Flash**

다가오는 몇 시간 동안 강한 홍수 또는 매우 강한 홍수로 분류되는 갑작스러운 홍수 위험에 대한 자동 경고 서비스로 수위를 감시하고, 예상하여 서비스를 제공한다. Vigicrues Flash는 기상청에서 측정된 강수량에 따라 강의 반응을 계산하는 수문학적 모델을 기반으로 다음 몇 시간 내에 해당 지역의 수로에 대한 돌발 홍수 위험이 식별되면 위험기상정보를 전달한다.

APIC는 집중 호우 실시간 모니터링 시스템으로 관측을 기반으로 위험기상정보를 제공하며, 24시간 내 수문기상학적 위험을 15분마다 업데이트하여 SMS, Email 등으로 경고를 전달한다. 웹에서는 최대 과거 7일에 대한 위험기상정보를 확인 할 수 있으며, 구역 단위는 프랑스의 최하위 행정구역 단위인 Commune으로 대한민국의 읍/면/리의 구역으로 볼 수 있다. 관측 강수량을 지역 기후학적 기준과 비교하여 임계값에 도달 하였을 때, 강한 강수 및 매우 강한 강수로 구분하여 제공하고 있으며, 강한 강수(보라색음영 지역)는 저지대 지역에서 24시간 동안 50mm 정도, 산악지역에서 24시간 동안 100mm 정도의 누적 강수가 중요한 임계값으로 사용되고, 매우 강한 강수(자주색음영 지역)의 경우 1시간에 100mm를 초과하는 경우에 발표한다. Vigicrues Flash 서비스는 프랑스 기상청이 측정된 강수량에 따라 하천의 반응을 계산하는 수문학적 모델에 기초로 한다. 몇 시간 안으로 하천에 대한 갑작스러운 홍수 위험에 대해 매우 높은 홍수위험(분홍색음영 지역)과 높은 홍수위험(갈색음영 지역)으로 구분하여 정보를 제공하며, 홍수 위험 추정치는 15분마다 업데이트 된다.(그림 2.1.52)

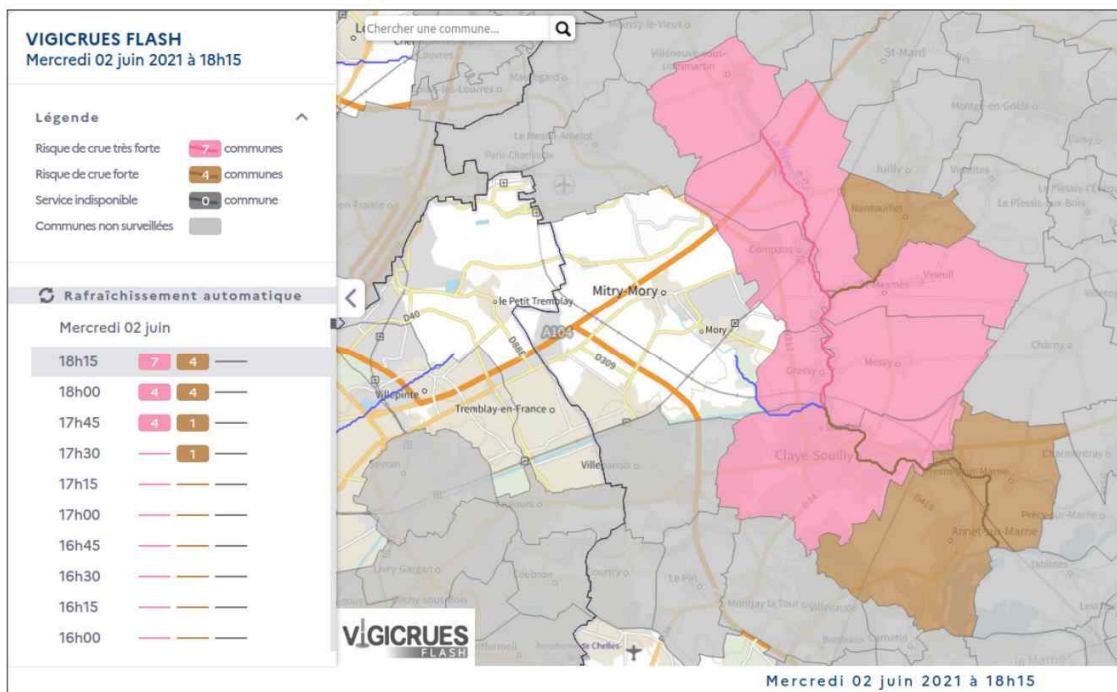
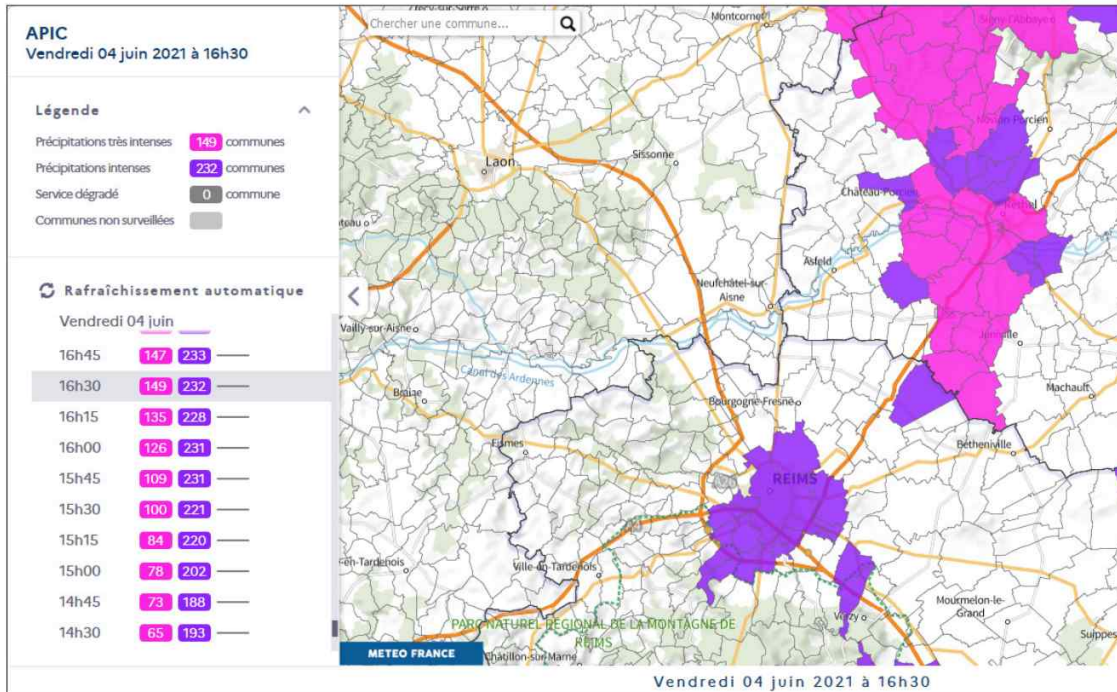


그림 2.1.52 프랑스 기상청 APIC(상) 및 VIGICRUES FLASH(하)

○ 독일(DWD)

독일 기상청 홈페이지 첫 화면 오른쪽 이미지에서 특보를 제공하고 있다. 해당이미지 하단 추가정보에서 지역을 검색하거나 선택하면 해당 지역의 특보정보를 알 수 있다. 특보발표는 이미지형식과, 통보문 형식을 제공한다.(그림 2.1.53) 특보 상황 보고 항목에서는 전국 레이더 이미지와 주 별로 현재 날씨 및 특보 상태를 통보문 형식으로 제공한다. 주간 예보 기상 위험 항목에는 향후 일주일 안에 발생할 지역의 위험 상황에 대해서 통보문 형식으로 정보를 제공한다. 특보 표의 항목에는 현/군 별로 특보종류와 특보발표 시각, 특보발표 종료 시각, 해당 특보의 설명이 표로 제공하고 있다.



헤세에 대한 경고 보고서

2022년 10월 22일 토요일 오전 10시 28분에 독일 기상청에서 발행했습니다.

오늘 약간의 스나기와 뇌우가 있을 수 있습니다. 일요일 밤에 안개.

날씨 및 경고 상황의 전개:

동쪽 대서양과 아일랜드에 걸쳐 도달하는 저기압 복합 단지의 전면에서 따뜻하고 습한 아열대 공기가 날씨 흐름으로 헤센으로 운반되며 날씨를 변화시킬 수 있습니다.

뇌우/폭우:

오후에는 서쪽에서 단시간에 약 15l/sqm의 폭우와 약 60km/h(8ft 7-8)의 강하거나 거센 돌풍을 동반한 뇌우를 완전히 배제할 수 없습니다.

안개:

일요일 밤과 일요일 이른 아침에 안개가 자욱하며 때때로 150m 미만의 시야가 배제되지 않습니다.

다음 업데이트: 늦어도 2022년 10월 22일 토요일 오후 2시 30분까지

Deutscher Wetterdienst, RWB Essen, jb

독일의 경고 상황에 대한 설명

2022년 10월 21일 금요일 오전 11시 독일 기상청 발행  
 뮌헨의 높은 고도에서 폭풍 돌풍 이스트 각면에 돌풍이 불고 있습니다.  
 독일 기상청, VZB 오렌베르크

그림 2.1.53 독일 기상청 특보화면(좌), 헤세 지역의 현재 날씨 및 특보상황 보고서(우)

독일 기상청의 특보종류에는 돌풍, 뇌우, 호우, 지속되는 비, 대설, 눈보라, 도로결빙, 서리, 안개, 눈녹음, 폭염, 자외선 12가지로 구성 되어 있다.(표 2.1.28) 특보 발표를 크게 4 단계로 발표를 하고 특보 요소에 따라 특보 단계가 조금씩 다르다. 예를 들어, 폭염 특보는 체감온도를 기준으로 2단계로 특보를 발표한다.

대설 특보는 고도별로 기준을 다르게 적용하여 4단계로 특보를 발표한다. 돌풍 특보는 풍속을 기준으로 4단계로 특보를 발표한다. 호우 특보는 1시간 기준, 6시간 기준을 적용하여 3단계로 특보를 발표하며, 장기간 지속되는 비에 대해서도 3단계 특보를 발표한다. 뇌우 특보는 돌풍, 비, 우박, 허리케인 등을 정성적인 기준으로 4단계로 특보를 발표한다. 특보구역은 Regierungsbezirke/Kreise(현/군) 단위로 제공되며, 우리나라의 시/군/구 규모의 구역이다.

표 2.1.28 독일 기상청의 특보 발표 기준

	1단계	2단계	3단계	4단계
돌풍(Windböen)	7 Bft	8~10 Bft	11~12 Bft	140 km/h 이상
뇌우(Gewitter)	돌풍을 동반	돌풍, 강한 돌풍, 큰 비 또는 우박	우박, 폭우 또는 허리케인, 돌풍, 토네이도	우박, 극단적인 폭우 또는 허리케인, 돌풍, 토네이도
호우 (Starkregen)	-	1시간 내 15~25l/m <sup>2</sup> 6시간 내 20~35l/m <sup>2</sup>	1시간 내 25~40l/m <sup>2</sup> 6시간 내 35~60l/m <sup>2</sup>	1시간 내 40l/m <sup>2</sup> 이상 6시간 내 60l/m <sup>2</sup> 이상
지속되는비 (Dauerregen)	-	12시간 내 25~40l/m <sup>2</sup> 24시간 내 30~50l/m <sup>2</sup> 48시간 내 40~60l/m <sup>2</sup> 72시간 내 60~90l/m <sup>2</sup>	12시간 내 40~70l/m <sup>2</sup> 24시간 내 50~80l/m <sup>2</sup> 48시간 내 60~90l/m <sup>2</sup> 72시간 내 90~120l/m <sup>2</sup>	12시간 내 70l/m <sup>2</sup> 이상 24시간 내 80l/m <sup>2</sup> 이상 48시간 내 90l/m <sup>2</sup> 이상 72시간 내 120l/m <sup>2</sup> 이상
대설	6시간 내 최대 5cm 12시간 내 최대 10cm 24시간 내 최대 15cm 48/72시간 내 최대 20cm	고도 800m 까지: 6시간 내 5~10cm 12시간 내 10~15cm 24시간 내 15~30cm 28/72시간 내 20~40cm  고도 800m 이상: 6시간 내 5~20cm 12시간 내 10~30cm 24시간 내 15~40cm 48/72시간 내 20~50cm	고도 800m 까지: 6시간 내 10~20cm 12시간 내 15~25cm 24시간 내 30~40cm 48/72시간 내 40~50cm  고도 800m 이상: 6시간 내 20~30cm 12시간 내 30~50cm 24시간 내 40~60cm 48/72시간 내 50~70cm	고도 800m 까지: 광범위한 영향 6시간 내 20cm 이상 12시간 내 25cm 이상 24시간 내 40cm 이상 48/72시간 내 50cm 이상  고도 800m 이상: 광범위한 영향 6시간 내 30cm 이상 12시간 내 50cm 이상 24시간 내 60cm 이상 48/72시간 내 70cm 이상
눈보라	-	적설량 5-10cm 및 6~7 Bft 돌풍	적설량 10cm 이상 및 8 Bft 돌풍	적설량 25cm 이상 및 8 Bft 돌풍
도로결빙 (Glätteis/Glätte)	부분적인 착빙, 서리, 약한 강설	광범위한 착빙, 얼음 또는 서리, 진눈깨비	블랙 아이스, 어는 비, 진눈깨비	-
서리	800m 이하 고도에서 광범위하게 기온이 어는점 이하	800m이하 고도에서 -10도 미만의 기온	-	-
안개	시정 150m 이하	-	-	-
눈녹음 (Tauwetter) :유출량 기준	-	12시간 내 25~40l/m <sup>2</sup> 24시간 내 30~50l/m <sup>2</sup> 48시간 내 40~60l/m <sup>2</sup> 72시간 내 60~90l/m <sup>2</sup>	12시간 내 40l/m <sup>2</sup> 이상 24시간 내 50l/m <sup>2</sup> 이상 48시간 내 60l/m <sup>2</sup> 이상 72시간 내 90l/m <sup>2</sup> 이상	-
폭염(Hitze)	2일 연속 체감온도 32도 이상	체감온도 38도 이상	-	-
자외선	5.0 이상, 과거기간에 비해 비정상적 자외선 지수	-	-	-

## ○ 특보체계 요약 및 시사점

표 2.1.29 해외 주요국가의 기상특보 현황

국가	특보단계	특보요소	발표구역단위
미국	Advisory	돌발홍수, 열대성 폭풍, 연안 홍수, 홍수, 먼지 폭풍, 강풍, 동결, 파도, 서리, 대기질, 토네이도, 허리케인, 눈보라, 안개 등	카운티(County) 단위
	Watch		
	Warning		
*주)미국의 경우 지방 및 현상에 따라 특보단계 및 특보요소의 상세내용이 차이가 있음			
영국	황색	호우, 뇌우, 강풍, 대설, 낙뢰, 결빙, 폭염, 안개	주(county)/지구(district) 단위
	주황색		
	적색		
일본	주의보	호우, 홍수, 강풍, 풍상, 대설, 파랑, 해일, 번개, 해설, 농무, 건조, 눈사태, 저온, 서리, 착빙, 착설	부(府)/현(県) 단위
	경보	호우(토사, 침수), 홍수, 폭풍, 폭풍설, 대설, 파랑, 고조	
	특별경보	호우(토사 또는 침수), 폭풍, 폭풍설, 대설, 파랑, 고조	
중국	청색	호우, 대설, 한파, 서리	현(県) 단위
	황색	호우, 대설, 한파, 황사, 열파, 뇌전, 서리, 안개, 도로결빙	
	주황색	호우, 대설, 한파, 황사, 열파, 가뭄, 뇌전, 우박, 서리, 안개, 도로결빙	
	적색	호우, 대설, 한파, 황사, 열파, 가뭄, 뇌전, 우박, 안개, 도로결빙	
호주	요소별 상이	홍수, 열파, 열대저기압, 뇌우	주(state), 비정형 영역, 유역기반구역(홍수)
프랑스	녹색	강풍, 호우, 홍수, 뇌우, 눈보라, 눈사태, 폭염, 한파	데파르트망(Départements) 단위
	황색		
	주황색		
	적색		
독일	1단계	돌풍, 뇌우, 대설, 도로결빙, 서리, 안개, 폭염, 자외선	현(Regierungsbezirke) /군(Kreise) 단위
	2단계	돌풍, 뇌우, 호우, 지속되는 비, 대설, 눈보라, 도로결빙, 서리, 해빙, 폭염	
	3단계	돌풍, 뇌우, 호우, 지속되는 비, 대설, 눈보라, 도로결빙, 해빙	
	4단계	돌풍, 뇌우, 호우, 지속되는 비, 대설, 눈보라	



기상현상으로 재해가 발생할 것으로 예상될 때 기상특보를 발표하는데 그 기준은 국가별로 상이하다. 상이한 이유는 국가별로 기후가 다르고 문제가 되는 현상에 대응할 수 있는 기반시설과 능력이 다르기 때문이다. 미국과 같이 지리적으로 영토가 넓은 국가는 지역별로 특보의 요소가 달라지기도 한다. 그러나 영토 면적이 상대적으로 좁은 국가에서도 지형 등으로 인해 복잡한 기후 분포를 가지는 경우라면 지역별로 그 기준 값을 달리하기도 한다. 예를 들어 일본은 부현 예보구역(대한민국의 동 단위 수준)별로 특보 요소의 발표기준이 달라진다. 그 기준은 과거 기후자료에서 특보 요소별로 재해를 일으켰던 수준의 임계치를 참고하되 지방자치단체와 유관기관의 판단에 의해 달라진다. 또한 프랑스의 경우에는 향후 24시간에 대해 특보정보를 발표하지만, 이를 3시간 간격으로 예상 위험등급을 시간흐름에 따라 제공함으로써 위험기상 현상이 언제쯤 최고조에 도달할 것인지, 언제쯤 약화될 것인지와 같은 정보를 제공하는 등 위험기상현상에 대해 시공간적 상세화는 세계적인 추세로 나타난다. 다만, 미국의 위험 단순화 프로젝트 사례에서와 같이 현상을 매우 다양하게 구분한 까닭에 오히려 혼란을 야기하여 오히려 병합하는 작업을 진행하는 사례(예시, 눈 주의보, 겨울날씨 주의보, 어는비 주의보를 모두 겨울날씨 주의보로 통합)도 있어, 수요자의 요구에 부합하는 특보체계 구현이 필요할 것이다. 영국은 위험기상현상과 함께 예상되는 영향정보를 같이 제공하는 영향기반 특보를 운영하고 있어, 정보 수요자의 의사결정에 보다 많은 도움을 줄 수 있다.

특보정보의 제공시간은 미국은 동일한 기준에 대해 위험이 확실하거나 임박할 때 즉각적인 대응을 의미하는 Warning(12~24시간 이내 발표)과 그보다 불확실성은 높지만 사전에 준비를 의미하는 Watch(24~48시간 이내 발표)를 운영하고 있으며, 영국은 위험기상에 대한 정보를 최장 7일전에 제공한다. 우리나라도 5일 전 위험기상정보를 제공하기위해 준비 중으로, 특보체계에 있어 사전대응에 요구되는 준비시간을 확보하기위한 리드타임은 중요한 요소로 사료된다.

다) 해외 주요국가의 기상정보 전달체계 현황 조사

○ 미국(NWS, NOAA)

미국 기상청은 기상정보 전달을 담당하는 통보전담부서(Dissemination System Branch, DSB)를 별도로 운영하고 있다. 통보전담부서에서는 기상 및 수문학 데이터, 보고서, 예보, 기상특보를 대중, 언론, 공공기관에게 배포하는데 필요한 통신 시스템을 고안, 설계, 구현, 관리한다.

주요 전달체계로는 NOAA 기상 라디오(NOAA Weather Radio all hazards, NWR), NOAA 기상 전선 서비스(NOAA Weather Wire Service, NWWS), 비상관리자 기상 정보 네트워크(Emergency Managers Weather Information Network, EMWIN), 국제적 서비스와 커뮤니케이션 시스템(International Services and Communication System, ISCS) 등의 시스템이 있다.(그림 2.1.54)

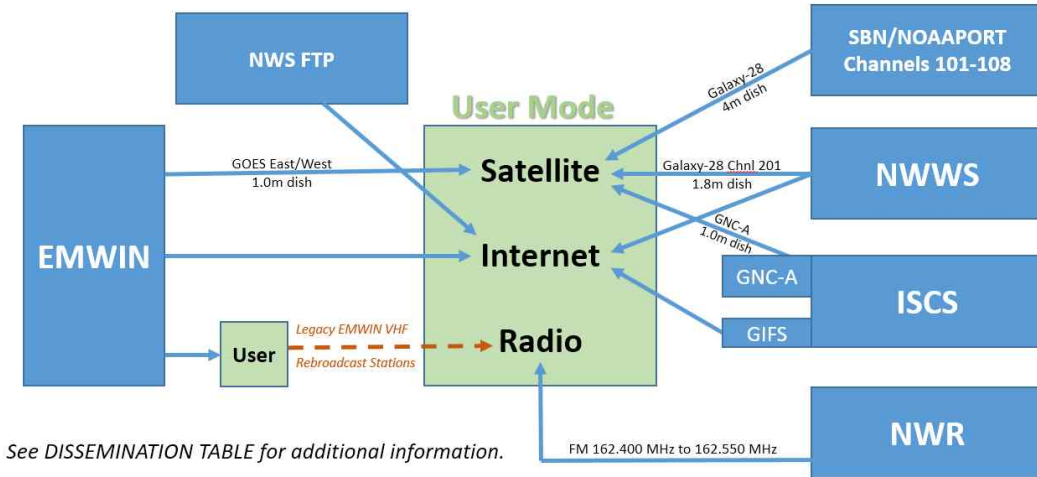


그림 2.1.54 미국 기상청의 자료 전달체계

NWR은 가장 가까운 지방기상청에서 직접 지속적인 기상 정보를 방송하는 7개의 개별 FM라디오 주파수를 통한 라디오 방송국의 전국 네트워크이다. NWR은 공식 기상청 특보, 예보 및 기타 위험 정보를 연중무휴 24시간 방송한다. NWSS는 인터넷과 위성(SBN/NOAAPORT 채널 201) 보급 플랫폼으로 텍스트 형식으로 대중에게 중요한 기상 정보, 특보를 제공하며, 가장 빠른 속도를 갖고 있다.

NWWS는 TV 및 라디오 방송사가 지역 긴급 경고 시스템(Emergency Alert System, EAS)을 활성화하는 데 사용하는 방법 중 하나이다. EMWIN은 국제 프로그램으로 위성(GOES-16, GOES-18)과 인터넷(EMWIN FTP 파일 서버)을 통해 특보, 감시, 관측, 예보 및 기후 정보를 텍스트 및 이미지 형식으로 배포한다. ISCS는 세계기상기구(WMO) 국제 커뮤니티의 일부에 기상, 수문학, 기후정보를 제공하는데 사용하는 메시지 배포 시스템이다.

공식적인 통보문(Area Forecast Discussion, AFD)은 텍스트로 정보를 제공하고 정량적인 표현이 아닌 정성적인 표현으로 설명을 하는 방식이다. AFD는 각 지방의 WFO(Weather Forecast Office)에서 생산하며, 날씨 개황, 단기, 장기에보를 서술하며, 항공기상, 교통기상(육상 및 해상), 수문학 등과 관련된 내용 및 특보(Watch, Warning, Advisory)를 포함 한다. (그림 2.1.55)

특보의 전달체계는 비상경고시스템(Emergency Alert System, EAS), 무선비상경고(Wireless Emergency Alerts, WEA), 상호작용하는 기상서비스(interactive NWS, iNWS)와 같은 시스템이 있다.

EAS는 방송사, 케이블 텔레비전 시스템, 무선 케이블 시스템, 위성 디지털 오디오 라디오 서비스(SDARS) 제공업체 및 직접 방송 위성(DBS) 제공업체가 대통령이 미국 대중에게 연결할 수 있는 통신 기능을 제공하도록 하는 국가의 공공 경고 시스템이다. 미국기상청은 급박하고 위험한 기상 조건에 대해 EAS를 활성화한다.

WEA는 승인된 정부 기관에서 이동통신사를 통해 국민들에게 보내는 긴급 메시지이다.(그림 2.1.56) 정부 파트너에는 지역 및 주 공공 안전 기관, FEMA, FCC, 국토 안보부 및 국립 기상 서비스가 포함된다. 미국기상청이 보내는 WEA 메시지의 유형은 쓰나미 특보, 토네이도 및 돌발 홍수 특보, 허리케인, 태풍, 먼지 폭풍 및 극한 바람 특보, 눈보라 및 얼음 폭풍 특보이다.

iNWS는 국가 비상관리자, 재해 커뮤니티 리더, 기타 정부기관 및 전자미디어와 같은 NWS 핵심 파트너를 위한 서비스로, 문자메시지 및 전용 모바일 웹페이지 등을 통해 기상청의 기상정보를 제공받을 수 있다.

AFDOKX  
 Area Forecast Discussion  
 National Weather Service New York NY  
 1237 AM EST Thu Jan 5 2023

.SYNOPSIS...  
 A warm frontal wave will pass to the east tonight, followed by a cold frontal passage in the morning. Weak high pressure will then build in from the north on Thursday. An upper level trough approaches Thursday night and moves through the area Friday. Weak high pressure builds in for much of the weekend. Weak low pressure to the west will redevelop and pass by to the south Sunday night into Monday, followed by high pressure for the early part of next week. A frontal system with possible low pressure approaches towards mid week.

&&  
 .NEAR TERM /UNTIL 6 AM THIS MORNING/...  
 Much of the rain/drizzle has passed to the east tonight along with a weak frontal wave. Stationary front on latest surface analysis looks to be just south of LI with E/NE winds across the area. There may be some additional pockets of drizzle or light rain overnight as a cold front works through the area by daybreak.

Areas of fog are still likely with diminishing winds and abundant low-level moisture, especially across valley locations and along the immediate coast.

Have removed mention of thunder over the ocean waters as instability is weak and latest radar trends shows activity south of eastern LI weakening.

Lows by daybreak are forecast to be mainly in the 40s, but around 50 across the NYC metro.

&&  
 .SHORT TERM /6 AM THIS MORNING THROUGH 6 PM FRIDAY/...  
 A weak cold front will be moving east of the region early in the morning and with cold advection weak and ending during the day temperatures will remain above seasonal normals. A large scale upper trough approaches during Thursday and moves into the northeast and mid Atlantic Thursday night. A vort max rotating into the region may bring some scattered showers to the area Thursday night, and toward Friday morning. Colder air moving in late Thursday night may allow for a rain/snow mix at a few of the higher elevation locations inland.

&&  
 .LONG TERM /FRIDAY NIGHT THROUGH WEDNESDAY/...  
 To begin the long term period a trough will be lifting through and out of the NE with a split flow and a mean ridge out west. As the upper level low pivots through the area chance PoPs seems prudent. Although temps will be noticeably cooler, any precip will be in the liquid form a temps run above normal in the middle 40s to around 50. Any rain and shower activity will be light and disorganized with a lack of mid level moisture. Drier and colder air will gradually work in behind the departing system Friday night and to kick off the weekend with temperatures bottoming out near freezing. This will lead to a mainly dry and more seasonable weekend temperature wise as the weekend progresses. High pressure out of SE Canada will and the Midwest will build through Saturday night. An upper level disturbance will slide through later Saturday but will not be able to tap any lower level moisture to result in any sensible weather impacts.

Later Sunday and Sunday night there appears to be better agreement now as the ECMWF has continued to come around on the idea that a wave of low pressure moving across the Ohio and Tennessee Valleys will via the Pacific branch of the jet stream will push from west to east. It appears that this system will remain rather weak and have difficulty conserving its upper level energy while remaining rather progressive. Look for a weak system to move through Sunday night into the first half of Monday. Temperatures for frozen precip will be marginal at the coast, with the column sufficiently cold enough to support mainly snow inland, and at least snow to a wintry mix and rain for the city and the coast. At this time there is no evidence that this system can grab sufficient gulf moisture and intensify before it gets off the coast and over the gulf stream. Thus, any precip looks to be rather light with only chance PoPs at this time.

High pressure looks to return in the wake of this system for late Monday and into Tuesday. Temperatures will remain near seasonable levels, with perhaps daytime maxes running a couple of degrees or so above normal. The next system will then approach Tuesday night and pass through on Wednesday. As of now there remains uncertainty among the global guidance. The ECMWF attempts to get a wave along the southern branch to spin up to some degree and well south, with the GFS spinning up an east coast storm. The deterministic GFS is not in line with the majority of its ensemble members and appears overdone based on the pattern and teleconnections. The ICON and CMC appear more realistic given the overall long wave pattern as they have more of a northern branch system without any input from the pacific or more southern branch. Thus the ICON and CMC have more of an ordinary frontal passage with more separation in energy packets. Leaning towards this solution and the NAEFS mean guidance also points to any low pressure development being well south and eventually offshore.

&&  
 .AVIATION /06Z THURSDAY THROUGH MONDAY/...  
 A warm frontal wave will pass to the east overnight, followed by a cold frontal passage in the morning. Weak high pressure will then build in from the north into the afternoon.

Widespread IFR/LIFR conditions with a chance of drizzle/light rain early this morning. Gradual improvement is expected during the late morning into the afternoon hours behind the cold front with MVFR/VFR conditions forecast to develop for the Lower Hudson Valley and NYC terminals. However, this is a close call with lower conditions just to the east of these terminals. Widespread IFR conditions return this evening with a chance of rain toward 06Z.

E/SE winds 5 to 10 kt, but 10-12kt at KGON and KBDR, will diminish the second half of the night and veer to the N/NE at 5 kt or less.

...NY Metro (KEWR/KLGA/KJFK/KTEB)  
 TAF Uncertainty...

Amendments likely during the morning into the afternoon hours with ceilings forecast to gradually lift. There is a chance that ceilings do not improve to VFR.

.OUTLOOK FOR 06Z FRIDAY THROUGH MONDAY...  
 .Late Thursday night and Friday...Chance of rain showers with MVFR or lower cond possible.  
 .Saturday-Sunday...VFR.  
 .Sunday Night-Monday...Chance of MVFR in rain or snow into Mon morning, then improving in the afternoon.

Detailed information, including hourly TAF wind component forecasts, can be found at: <https://www.weather.gov/zny/n90>

&&  
 .MARINE...  
 .SCA has been dropped for the ocean waters east of Moriches Inlet with seas mainly around 4 ft overnight.

Seas may increase to near SCA levels on the ocean waters during Thursday in a northerly flow. However, with the seas marginal and with uncertainty have not issued a SCA at this time.

Sub small craft conditions are anticipated Friday through Saturday. Current thinking is that conditions will remain below small craft throughout the waters by and large for Saturday night into Sunday, but wind gusts may approach 20 kts out on the ocean at times. Much of the time seas are expected to range between 3 and 4 ft. Towards late Sunday and Sunday night high pressure will draw closer resulting in less of an overall pressure gradient. Ocean seas are expected to get closer to 2 ft late in the weekend and into the start of next week.

&&  
 .HYDROLOGY...  
 No hydrologic impacts are expected tonight through the forecast period.

&&  
 .CLIMATE...  
 The following are record max minimum temperatures for Wednesday, January 4, 2023 along with the record maximum temperatures.

Record Max Minimum Temperature	
Central Park.....	59 (1950)
LaGuardia.....	57 (1950)
Kennedy.....	47 (2000)
Islip.....	49 (2000)
Newark.....	56 (1950)
Bridgeport.....	46 (1950)

Record Maximum Temperature

Central Park.....	66 (2023) tied 1950
LaGuardia.....	66 (2023) tied 1950
Kennedy.....	62 (1950)
Islip.....	65 (2023) old record 64 set 1998
Newark.....	68 (2000)
Bridgeport.....	59 (1998)

&&  
 .OKX  
 WATCHES/WARNINGS/ADVISORIES...  
 CT...None.  
 NY...None.  
 NJ...None.  
 MARINE...None.

&&  
 \$\$  
 SYNOPSIS...JE/MET  
 NEAR TERM...JE/MET/DW  
 SHORT TERM...MET  
 LONG TERM...JE  
 AVIATION...DW  
 MARINE...JE/MET  
 HYDROLOGY...JE/MET  
 CLIMATE...

그림 2.1.55 New York(NY)의 Area Forecast Discussion(AFD) 예시



Warning Type	CMAS Message
Tsunami Warning	Tsunami Warning in this area. Avoid coastal areas. Check local media. -NWS
Tornado Warning	Tornado Warning in this area til hh:mm tzT. Take shelter now. -NWS
Extreme Wind Warning	Extreme Wind Warning this area til hh:mm tzT <u>ddd</u> . Take shelter. -NWS
Flash Flood Warning	Flash Flood Warning this area til hh:mm tzT. Avoid flooded areas. Check local media. -NWS
Hurricane Warning	Hurricane Warning this area til hh:mm tzT <u>ddd</u> . Check local media and authorities. -NWS
Typhoon Warning	Typhoon Warning this area til hh:mm tzT <u>ddd</u> . Check local media and authorities. -NWS
Blizzard Warning	Blizzard Warning this area til hh:mm tzT <u>ddd</u> . Prepare. Avoid Travel. Check media. -NWS
Ice Storm Warning	Ice Storm Warning this area til hh:mm tzT <u>ddd</u> . Prepare. Avoid Travel. Check media. -NWS
Lake Effect Snow Warning	Lake Effect Snow Warning this area til hh:mm tzT <u>ddd</u> . Avoid travel. Check media. -NWS
Dust Storm Warning	Dust Storm Warning in this area til hh:mm tzT <u>ddd</u> . Avoid travel. Check local media. -NWS

그림 2.156 미국 기상청에서 보내는 WEA 예시

이외의 전달매체에는 홈페이지, SNS, SMS, TV, 라디오 등이 있다. 기상청 홈페이지에서는 미국, 자치령, 인접 해역 및 해양 지역에 대한 날씨, 수문, 기후 예보 및 특보를 포함한 기상정보를 제공한다. SNS는 전국 일기도, 일부지역 특보 발생 이미지, 레이더 영상, 전국 기온 분포 이미지 등을 보여주면서 부연 설명으로 예보, 특보정보를 제공하고 있다.(그림 2.157) 이러한 정보는 수요자를 통해 확산 및 전파될 수 있고, 즉각적인 피드백이 가능하여 기상정보에 대한 수요자의 인식을 파악할 수 있다. 이 외에도 SNS 영상을 통해 기초 대기과학 지식, 홈페이지에서 기상요소 예측도구 이용하는 법, 위험기상 발생했을 때의 안전요령 등의 정보를 제공한다.

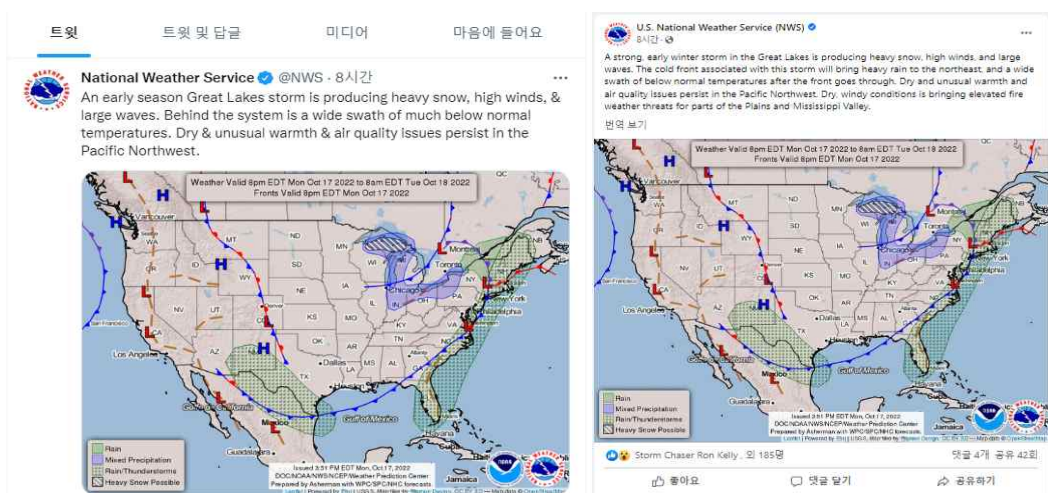


그림 2.157 미국 기상청의 SNS 활용 예시



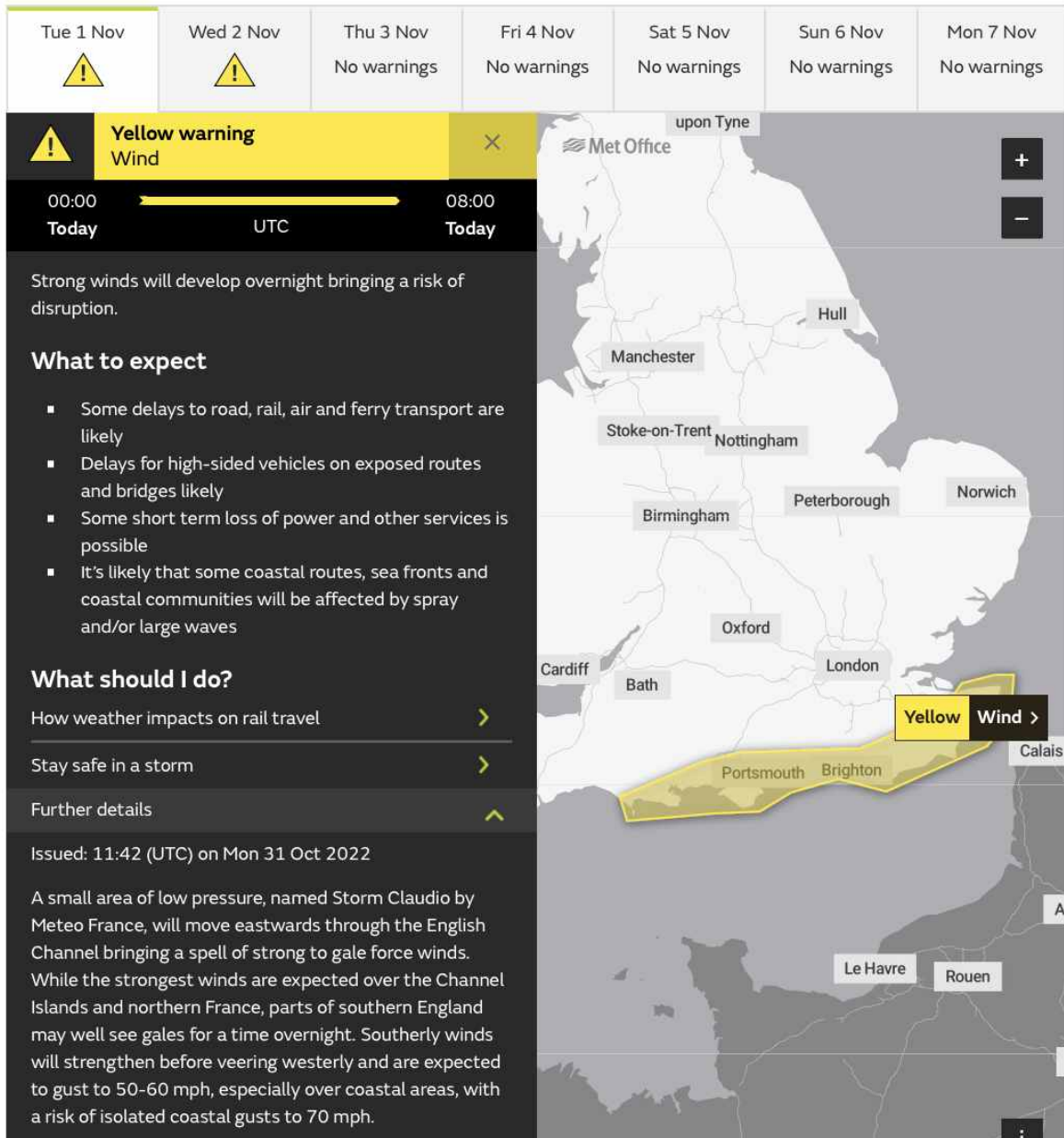
○ 영국

영국 기상청은 대국민에게 예보 및 특보를 제공하기 위해 영국 홈페이지, SNS, APP 등을 통해 제공하고 있으며, 내부적으로 위험관리자 및 비상 대응 대원이 사용하는 도구인 Hazard Manager와 정부기관에 기상관련 정보 전자메일 서비스를 시행하고 있다.

일반 국민이 제공받을 수 있는 예/특보의 통보문은 홈페이지에서 제공되며 메인 페이지에 영국 전역에 대한 5일 예보에 대해 요약된 내용이 통보문 형태로 제공되며, 여기에서 지역을 선택하면 해당 지역에 대한 정보가 제공된다. (그림 2.1.58) 특보는 지도상에 표시된 특보 발표구역을 클릭하면 확인할 수 있다.(그림 2.1.59) 특보 통보문 내용은 예상되는 기상개황과 위험상황 시 행동지침, 임팩트 매트릭스, 영향을 받는 지역 목록이 있다. 단기는 2일에 대한 정보를 제공하며, 중기는 2~7일에 대한 정보를 제공하고 있다.

<p><b>UK 5 day weather forecast</b></p> <p>Saturday 29 Oct - Wednesday 2 Nov ^</p> <p><b>Headline:</b> Rain clearing to scattered showers, some heavy for Sunday.</p> <p><b>This Evening and Tonight:</b> Rain clearing north and eastwards, although some rain still affecting parts of southeast England by morning. Clear spells for many, but blustery heavy showers following into western areas. Still mild.</p> <p><b>Sunday:</b> Rain clearing the southeast, then sunny spells and scattered heavy showers, most frequent in the west, with hail and thunder in places. Breezy and mild.</p> <p><b>Outlook for Monday to Wednesday:</b> Unsettled with showers or longer spells of rain, heaviest in the west, but some sunshine between them too. Often windy, especially on Wednesday, with temperatures returning closer to normal.</p> <p>Updated: 17:00 (UTC+1) on Sat 29 Oct 2022</p>	<p><b>영국 5일 일기예보</b> <b>10.29(토)~11.2(수)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· <b>헤드라인</b> - 갠 후 흩날리는 비, 일요일에는 일부 강한 비</li> <li>· <b>저녁 및 오늘밤</b> - 북쪽과 동쪽지역은 갠. 일부 비가 아침까지 영국 남부지역에 영향을 미치지만 대부분 그칠 것. 그러나 서부지역은 강한 폭우가 예상. Mild wind</li> <li>· <b>일요일</b> - 남동부지역 갠, 맑은 후 강한 소나기 가능성. 서부지역은 곳곳에 우박과 천둥. 미풍과 Mild Wind</li> <li>· <b>월요일부터 수요일에 대한 전망</b> - 소나기나 비로 불안정하며, 서부지역에서 그 영향이 큼. 그러나 그 사이 일부 해가 나는 경우도 있겠음. 수요일에는 종종 바람이 불고, 기온은 평년 수준에 가까움.</li> </ul>
--	--

그림 2.1.58 영국 기상청 예보문 예시



**Yellow Warning (바람) 오늘 00:00 ~ 08:00 - 강한 바람이 밤새 발달하여 혼란의 위험**

- 예상되는 영향
  - 도로, 철도, 항공 및 페리 운송에 약간의 지연
  - 노출된 도로와 교량에서 높이가 높은 운송차량의 제한 가능성
  - 전력 및 기타 서비스의 짧은 기간 정지
  - 일부 해안 도로, 해안가 및 해안지역사회는 물보라 또는 큰 파도의 영향을 받을 가능성이 있음
- 대처를 위한 요령(생략)
- 보다 상세한 내용 (2022.10.31.11:42 발표)
  - 프랑스 기상청에 의해 Claudio라고 명명된 저기압의 작은 영역은 영국 해협을 통해 동쪽으로 이동하여 강풍을 불러일으킬 것입니다. 가장 강한 바람은 Channel islands와 프랑스 북부에 예상되는 반면, 잉글랜드 남부 일부 지역은 밤새 강풍이 있겠습니다. 남풍은 서쪽으로 방향을 바꾸기 전에 강화되며 해안 지역에서 시속 50-60마일의 돌풍을 일으킬 것으로 예상됩니다. 일부 고립된 해안 지역에는 시속 70마일의 돌풍의 위험이 예상됩니다.

그림 2.1.59 영국 기상청 특보화면 예시

기상청 홈페이지 외 APP, SNS, TV, 라디오 등 다양한 경로를 통해 국민들에게 기상 정보를 전달하고 있다.(그림 2.1.60) 영국 기상청의 모바일 APP은 설정 위치에 대한 일별/시간별 예보, 24시간 또는 6시간 동안 강우 지도 및 텍스트 예보, 실시간 영국 전역 특보 등을 제공하며 설정 위치에 대해서 알림을 받을 수 있다. SNS로는 주로 이미지나 동영상으로 기상 정보를 제공하고 국민들과 소통하고 있다.



그림 2.1.60 영국기상청의 매체를 이용한 기상정보 제공

영국 기상청은 방재 목적의 정보 생산이 필요한 주체들이 활용 가능한 정보 생산도구 Hazard Manager 시스템을 이용한다. Hazard Manager는 영국 기상청에서 특보 정보를 생산할 때도 사용하는 도구이다. 웹기반의 도구로서 승인된 사용자에게 발급된 계정으로 로그인하면 기상 정보와 재난 정보를 지도상에 중첩시켜 표출할 수 있다. Hazard Manager 이용 대상은 악기상에 따른 응급상황에 대응해야 하는 기관, 지방정부, 보건 및 안전 유관기관, 운송 및 유틸리티 회사 등이다. 이를 이용하는 서비스는 홍수예보, FireMet, CHEMET 등이 있다. Flood Forecast Centre는 영국 정부에서 운영하는 홍수예보기관으로 Hazard Manager를 통해 홍수에 대한 5일 위험예측정보와 6~10일 전망을 받아볼 수 있다. FireMet은 화재 이벤트와 관련하여 3시간 전후의 재현 및 예측데이터를 제공한다. CHEMET은 유해화학물질의 확산과 관련된 정보를 제공하며, 예보 및 100m 이하 고도의 유해물질 확산 지도, 담당 예보관과의 전화상담 등의 서비스를 제공한다. 이와 같이 Hazard Manager는 기상조건이 영향을 미칠 수 있는 재해에 대해 상호 보완적인 의사결정 지원정보를 제공한다.

Hazard Manager를 이용해 제공되는 서비스 중 하나인 Daily Hazard Assessment는 자연재해파트너십(Natural Hazards Partnership, NHP)에서 운영 중인 서비스이다. 매일 오후 2시에 5일간의 자연재해 영향 전망을 제공한다. 그리고 분야별 상세 정보를 열람할 수 있는 링크를 제공한다. 영국은 2011년 Met Office를 포함한

17개 정부 부처 및 공공부문 연구기관으로 구성된 NHP를 설립하였다. NHP는 참여기관마다 보유하고 있는 전문지식과 기술을 바탕으로 영국 전역을 대상으로 자연재해에 대한 대비와 대응을 위해 연구를 수행하고 Daily Hazard Assessment 같은 정보를 제공한다.(그림 2.1.61)

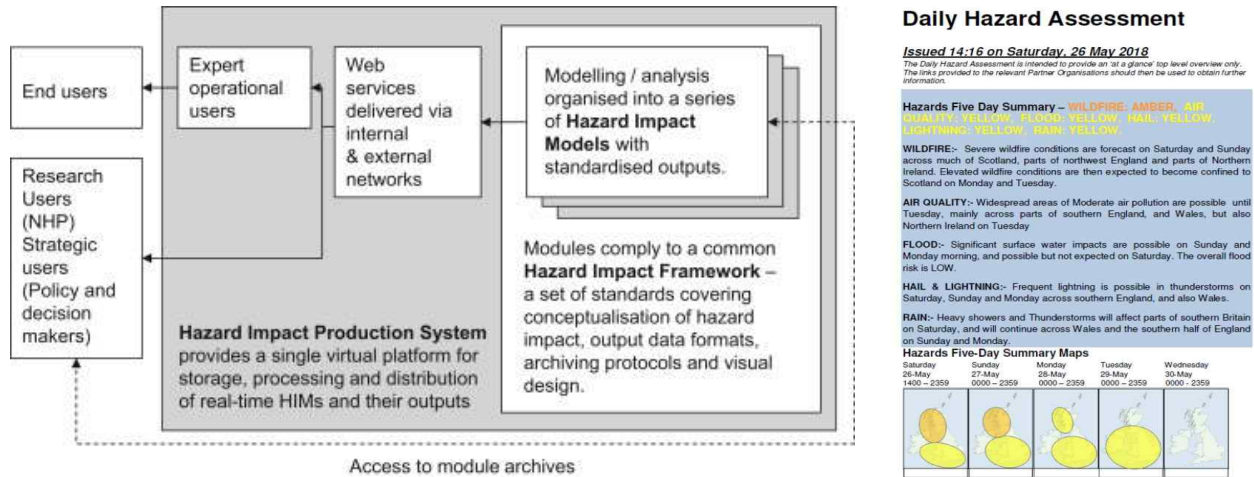


그림 2.1.61 NHP의 재해영향 정보 전달체계(좌) 및 Daily Hazard Assessment 예시(우)

영국의 경우 범정부적인 도구인 Hazard manager를 통해 자연재해를 포함한 모든 재해 관리에 각 관련 기관들이 상호협력적인 역할을 할 수 있는 체계를 갖추고 있으며, 많은 재해에 영향을 줄 수 있는 기상정보 역시 각 필요에 따른 의사결정에 도움을 줄 수 있는 창구로서 사용되고 있는 것은 시사점이 있다.

○ 일본(JMA)

일본 기상청에서는 “기상정보” 라는 명칭으로 홈페이지를 통해 통보문이 발표되고 있다.(그림 2.1.62) 기상청의 경보나 주의보 발표에 앞서 주의나 경계를 유도하거나 특보 발표 중 현상의 경과, 예상, 유의점 등을 해설하기 위해 발표된다. 이는 발표대상 지역에 따라 3종류로 나뉘는데, 전국을 대상으로 하는 “전반(全般)기상정보” (그림 2.1.63), 전국을 11개로 나눈 지방 예보구를 대상으로 하는 “지방기상정보” (그림 2.1.64), 부/현 단위의 더 상세한 지역을 대상으로 하는 “부현기상정보” (그림 2.1.65)가 있다. 세부지역 통보문에서 더 상세한 정보가 제공되기 보다는 발표구역을 상세화 하는 차원에서 구분된다. 각각 특보와 관련된 기상개황과 함께 현상에 대비하고 대응하기 위한 지침이 제공된다.

소야 지방의 부현 기상 정보	
제목	발표 시간
폭우와 번개 및 돌풍에 관한 소야 지방 기상 정보 제2호	2022년 10월 22일 23시 0분
폭우와 번개 및 돌풍에 관한 소야 지방 기상 정보 제1호	2022년 10월 22일 19시 21분

홋카이도 지방의 지방 기상 정보	
제목	발표 시간
번개와 돌풍에 관한 홋카이도 지방 기상 정보 제1호	2022년 10월 28일 15시 46분

일반 기상 정보	
제목	발표 시간
번개와 돌풍 및 강변에 관한 전반 기상 정보 제3호	2022년 10월 25일 04시 48분
번개와 돌풍 및 강변에 관한 전반 기상 정보 제2호	2022년 10월 24일 16시 34분
번개와 돌풍 및 강변에 관한 전반 기상 정보 제1호	2022년 10월 24일 04시 45분

그림 2.1.62 일본 기상청 통보문 종류별 목록 화면

번개와 돌풍 및 강변에 관한 전반 기상 정보 제3호
2022년 10월 25일 04시 48분 기상청 발표
<p>서일본과 동일본에서는, 25일 저녁에 걸쳐, 닌류나 토네이도 등의 격렬한 돌풍, 강변, 국지적인 격렬한 비에 주의해 주세요.</p> <p>[기압 배치 등] 서일본과 동일본의 상공 약 5500미터에는, 빙점하 27도 이하의 이 시기로서는 강한 한기가 흘러들어, 대기의 상태가 매우 불안정해지고 있습니다. 이 때문에 번개와 함께 격렬한 비가 내리는 곳이 있습니다. 서일본과 동일본에서는 계속 25일 저녁에 걸쳐 대기 상태가 매우 불안정해질 전망입니다.</p> <p>[방재 사항] &lt;번개·돌풍·강효&gt; 서일본과 동일본에서는, 25일 저녁에 걸쳐, 닌류나 토네이도 등의 격렬한 돌풍, 국지적인 격렬한 비에 주의해 주세요. 발달한 적란운이 가까워지는 징후가 있는 경우에는, 건물내로 이동하는 등, 안전 확보에 노력해 주세요. 강변의 우려도 있으므로, 농작물이나 농업 시설의 관리에도 주의해 주세요.</p> <p>[보충 사항 등] 현지 기상대가 발표하는, 주의보, 토네이도 주의 정보, 조기 주의 정보, 기상 정보등에 유의해 주세요. 이것으로 「번개와 돌풍 및 강변에 관한 전반 기상 정보」는 종료합니다.</p>

그림 2.1.63 일본 기상청 전반기상정보 화면



번개와 돌풍에 관한 홋카이도 지방 기상 정보 제1호
2022년 10월 28일 15시 46분 삿포로 관구 기상대 발표
<p>일본해 쪽에서는, 29일은 대기의 상태가 매우 불안정해질 전망입니다. 토네이도 등 격렬한 돌풍이나 낙뢰, 우박, 가파른 강한 비에 주의해 주세요.</p> <p>&lt;기상 개황&gt; 니혼카이 북부에 있는 저기압이 29일 밤에 걸쳐 홋카이도를 통과할 것입니다. 저기압을 향해 따뜻하고 습한 공기가 유입함과 동시에, 상공에 한기가 유입되기 때문에 대기 상태가 매우 불안정해질 전망입니다.</p> <p>&lt;방재 사항&gt; 홋카이도 지방은, 29일은 일본해쪽을 중심으로 토네이도 등의 격렬한 돌풍이나 낙뢰, 우박, 가파른 강한 비의 우려가 있습니다. 농작물의 관리나 옥외의 활동 등에 주의해 주세요. 발달한 적란운이 가까워지는 징후가 있는 경우에는, 견고한 건물내로 이동하는 등, 안전의 확보에 노력해 주세요.</p> <p>향후 발표하는 방재 기상 정보나 토네이도 주의 정보 등에 유의 바랍니다. 다음 홋카이도 지방 기상 정보는 29일 5시경에 발표할 예정입니다.</p>

그림 2.1.64 일본 기상청 지방기상정보 화면

폭우와 번개 및 돌풍에 관한 소야 지방 기상 정보 제2호
2022년 10월 22일 23시 00분 왓카나이 지방 기상대 발표
<p>소야 지방에서는, 23일 새벽까지, 폭우에 의한 토사 재해나 낮은 토지의 침수, 하천의 증수에 충분히 주의해, 토네이도 등의 격렬한 돌풍이나 낙뢰, 우박에 주의해 주세요.</p> <p>&lt;기상 개황&gt; 홋카이도 부근은, 22일 밤은 치시마 근해의 저기압으로부터 뽀는 전선이 통과할 것입니다. 23일은 치시마 근해의 저기압을 포함한 기압의 계곡 속이 될 전망입니다. 이 때문에 23일에 걸쳐 대기의 매우 불안정한 상태가 계속될 것입니다.</p> <p>&lt;방재 사항&gt; 소야 지방에서는 호우의 고개는 넘었습니다만, 지금까지 내린 비로 지반이 느슨해지고 있는 곳이 있습니다. 계속해서 23일 새벽까지, 폭우에 의한 토사 재해나 낮은 토지의 침수, 하천의 증수에 충분히 주의해 주세요. 또, 소야 지방에서는, 23일 새벽까지, 토네이도 등의 격렬한 돌풍, 낙뢰, 우박의 우려가 있습니다. 옥외 활동과 농작물 관리 등에 유의하십시오. 발달한 적란운이 가까워지는 징후가 있는 경우에는, 견고한 건물내로 이동하는 등 안전의 확보에 노력해 주세요.</p> <p>&lt;보충 사항&gt; 향후, 발표하는 경보나 주의보, 토네이도 주의 정보 등에 유의해 주십시오. 시정촌마다의 경보·주의보나 경계·주의 기간 등의 자세한 것은, 기상청 홈페이지에서 봐 주세요.</p> <p>「소야 지방 기상 정보」는 이것으로 종료합니다.</p>

그림 2.1.65 일본 기상청 부현기상정보 화면

일본 기상청에서는 홈페이지 외에 SNS를 통해서도 예/특보 정보를 대국민 서비스하고 있다. 트위터 계정은 일본 기상청의 대표계정과 더불어 방재정보를 전달하는 계정을 별도로 운영하고 있고, 유튜브의 경우는 대표계정과 함께 기상과 관련된 지식을 제공하는 채널을 별도로 운영하고 있다. 이러한 미디어를 통해 자체적인 콘텐츠를 제작하여 배포하는 한편, 민간 또는 일본의 유관기관과 기상정보 공유 차원에서 협력하여 대국민 서비스의 범위를 확장하였다. 또한 일본 내각부에서는 재난을 경계레벨을 5단계로 구분하여 가이드라인을 설정하고 있는데, 여기에서 1단계와 2단계는 기상청에서의 특보에 따라 경계단계가 결정되고 이후 단계는 기상정보와 더불어 지방자치단체의 판단에 따라서 구분된다.(표2.1.30) 이 과정에서 기상청은 지방자치단체에 피난 단계 판단기준이 되는 정보를 제공하는 한편, 국민 개개인이 직접 주도적으로 위험도를 판단하기 위한 정보를 제공한다.(그림 2.1.66)

표 2.1.30 일본 내각부 경계레벨 5단계와 기상정보 간 관계

	1단계	2단계	3단계	4단계	5단계
토사재해	조기주의정보	호우주의보, 토사 위험도분포	호우경보(토사재해), 토사 위험도분포	토사재해 경계정보, 토사 위험도분포	호우특별경보(토사재해), 토사 위험도분포
홍수 (수위정보 있는 경우)	-	범람 주의정보	범람 경계정보	범람 위험정보	(범람 발생)
홍수 (수위정보 없는 경우)	조기주의정보	홍수주의보	홍수경보, 홍수위험도 분포, 유역 우량 예측치	홍수위험도 분포, 유역 우량 예측치	호우특별경보(풍수해), 홍수위험도 분포
고조(해일)	조기주의정보	고조 주의보	고조경보로 전환될 가능성이 높은 주의보	고조경보 또는 고조특별경보	(고조범람 발생)

경계 레벨	새 대피 정보
<b>5</b> 재해 발생 임박	<b>비상 안전 대책</b> ※1
<경계 레벨4까지는 대피하십시오!>	
<b>4</b> 재해 위험이 높음	<b>대피 지시</b> ※2
<b>3</b> 재해 위험이 있음	<b>고령자 등의 대피</b> ※3
<b>2</b> 기상 악화	폭우, 홍수, 고조 주의보 (기상청)
<b>1</b> 기상 악화 위험이 있음	조기 경보 (기상청)

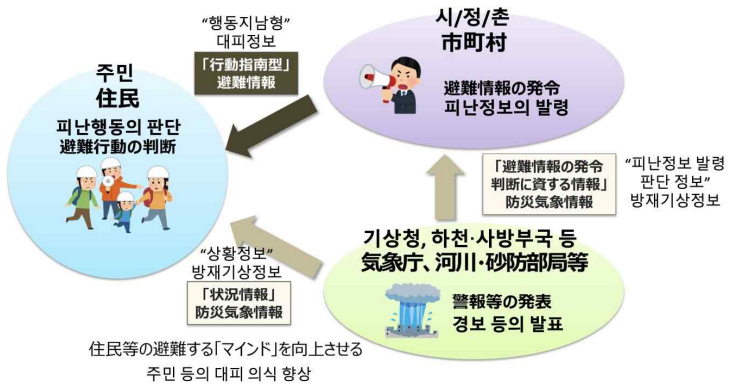


그림 2.1.66 일본 내각부의 피난 경계단계(좌)와 관련 주체들의 역할에 대한 모식도(우)

## ○ 중국(CMA)

중국 기상청은 기상공보(气象公报)라는 명칭으로 통보문이 발표되고 있다. 기상공보는 일일날씨안내(每日天气提示), 중요날씨안내(重要天气提示), 날씨공보(天气公报), 강대류 날씨예보(强对流天气预报), 교통기상예보(交通气象预报), 삼림보험예보(森林火险预报), 해양날씨공보(海洋天气公报), 환경기상공보(环境气象公报)로 구분되어 발표된다.

일일날씨안내는 예보와 특보를 아우르는 전국적인 기상정보를 일기도와 함께 설명하고, 중요날씨안내는 그 중에서 특보요소에 대해 더 자세하게 설명한다. 일기공보는 날씨실황, 중점일기예보, 3일예보, 영향 및 관심 항목으로 세분하여 설명한다. 이 중에서 날씨실황과 중점일기예보는 중국 국내와 함께 국외의 주요 현상들도 설명한다. 3일 예보는 일자별로 중국 전역에 대한 개략적인 예보 정보를 일기도와 함께 설명한다. 마지막으로 영향 및 관심에서는 이 중에서 관심을 가지고 주의를 기울여야 할 요소들에 대해서 개괄식 목록으로 제공한다. 강대류 날씨예보는 강한 대류에서 기인한 강수, 강풍 등의 현상들에 대한 예보 정보를 제공하고 방재 차원에서 유의해야 할 사항들에 대해서도 정보를 제공한다. 또한 교통, 삼림보험(화재), 해양, 환경 분야별로 특화된 예보 정보를 별도의 통보문으로 제공한다.

중국 기상청은 홈페이지를 중심으로 기상청의 정책적인 측면에서 다양한 소식을 게시판 형태로 제공하고 있다. 예보 및 특보를 생산하는 기능은 국무원 산하 기상청 중앙 조직에 집중되어 있고, 중국 기상법에 따라 민간이나 지방 기상소를 비롯한 다른 정부기관에서는 예보나 특보를 생산하더라도 내부적으로만 이용 가능하고 이를 공개하는 것이 금지되어 있다. 그리고 수자원, 보건, 환경, 농업, 교통 등 여러 정부당국은 기상청과 정보를 공유하여 국가 차원에서 예보 및 특보 정보를 구축하고 지방 정부기관으로 전파하여 정책결정 과정에서 적시에 활용할 수 있도록 하고 있다. 예를 들어 교통운수부와는 도로에서의 안개 정보를 공유하고 수자원부와는 중소하천에서의 범람 관련 기상정보를 공유한다. 중국 기상청 홈페이지를 통해서 자체적으로도 국민을 대상으로 제공하는 한편, 위챗 같은 모바일 플랫폼으로도 정보를 제공하고 있다.

○ 호주(BOM)

호주 기상청은 특보 요소별로 발표된 지역에 대해 통보문 형식으로도 홈페이지에 발표하고 있다.(그림 2.1.67) 통보문은 발표된 일자와 함께 해당 정보의 유효기간이 명시된다. 그리고 단계가 구분되는 특보의 경우 각 위험도 단계에 해당되는 세부지역에 대한 정보가 포함된다. 그리고 특보 정보와 함께 이에 대비하고 대응하기 위한 행동강령도 함께 전달된다.

호주 기상청은 자체 모바일 어플리케이션과 SNS를 통해서도 관련 뉴스를 제공하고 있다. 모바일 어플리케이션은 사용자의 현재 위치를 기반으로 예보 및 특보 정보를 제공한다. 페이스북 계정은 예보 및 특과 관련 정보뿐만 아니라 호주 기상청이 관련된 광범위한 소식이 공유되고 있는 반면, 트위터는 주(State)별로 별도의 계정이 운영되고 있고 해당 지역에 대한 예보 및 특보 정보를 자세히 전달하는데 특화되어 있다. 트위터를 통해 제공된 정보는 호주 기상청 홈페이지로 연결된다. 블로그나 유튜브는 기상청에서 제공되는 서비스나 정보에 대한 상대적으로 긴 설명이 필요할 때 주로 사용되는 매체이다. 유튜브 계정으로는 예보 해설 콘텐츠도 제공되고 있다.

**Heatwave Warning**

IDD21013

**Heatwave Warning For Northern Territory**

Issued at 02:34pm CST on Monday 31 October 2022

Valid for Monday 31 October 2022 to Thursday 3 November 2022

**Extreme Heatwave Warning for:** Daly and Arnhem Districts

**Severe Heatwave Warning for:** Tiwi, Carpentaria and Gregory Districts

**Heatwave Situation for 3 days starting Saturday 29th October 2022**

**Safety Advice**

- Extreme heatwaves can be dangerous for everyone.
- Severe heatwaves can be dangerous for many people, especially older people, babies, children, pregnant and breastfeeding women, people with medical conditions and people who are unwell.
- Seek a place to keep cool, such as your home, a library, community centre or shopping centre.
- Close your windows and draw blinds, curtains or awnings early in the day to keep the heat out of your home.
- If available, use fans or air-conditioners to keep cool.

For information on staying safe during a heatwave go to the [NT Department of Health web page](#).

**Weather Situation**

Maximum temperatures in the high thirties to low forties and overnight minimum temperatures in the mid to high twenties will be experienced over much of the northern half of the NT in the coming days.

The severity of the heatwave peaks over the next few days before easing from the middle of this week.

Locations likely to be impacted include Adelaide River, Borroloola, Batchelor, Humpty Doo, Jabiru, Maningrida, Milikapiti, Mataranka, Nauiyu and Pirlangimpi.

The next heatwave warning will be issued by 3:00pm CST on Tuesday 1 November 2022

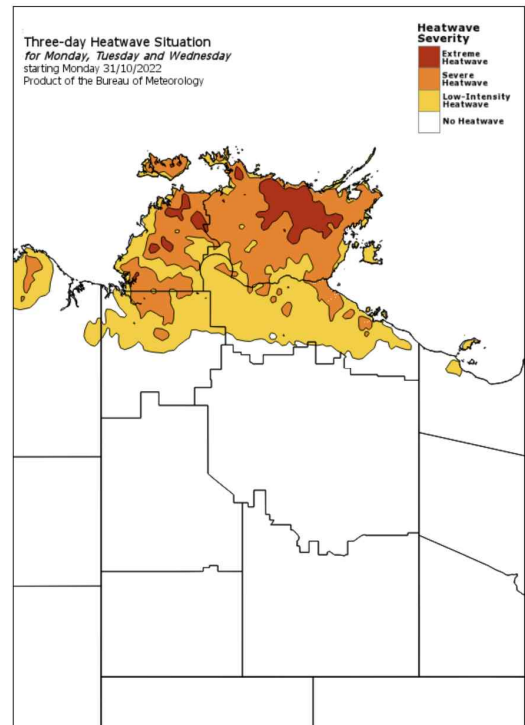


그림 2.1.67 호주 기상청 통보문 예시

호주 기상청은 기업 및 공공기관, 그리고 필요에 따라 해외 파트너에 정보를 무료 또는 유료로 전달한다. 공개된 FTP를 통해서도 다양한 예보 및 특보 정보를 받을 수 있지만 호주 기상청이 서비스의 연속성을 보증하지는 않고, 별도로 실시간 자료를 제공하는 유료 서비스가 존재한다. 공공 서비스를 위해 정부기관들과 협업을 하는 경우도 있다. 예를 들어, 산불에 대한 정보를 전달하는 과정에서는 주정부 또는 준주정부를 비롯하여 호주비상관리기관(Emergency Management Australia,EMA), 호주 화재 및 비상서비스(Australian Fire and Emergency Services Authorities Council,AFAC)와 같은 유관기관과 협업이 이루어진다. 특별히 호주 기상청은 산불을 유발할 가능성이 있는 기상 조건에 대한 예보 및 특보 서비스를 제공할 책임이 있다. 그리고 산불 대비, 대응, 특보에 대한 책임은 주정부, 준주정부, 지방정부에 있다.



○ 프랑스

프랑스 기상청의 전달체계는 대국민용으로 웹사이트, SNS, APP, 전화 등을 통해 발표하며 특보단계가 Orange/red 단계일 경우 프랑스 기상청의 전문가 TV나 라디오에 출연하여 설명을 한다. 내부적으로 공공기관에는 e-mail/fax/SMS를 통해 통보한다. 유료서비스 중 통보문인 PREVI INFO, 특보 서비스인 VigiMetFlash, 예보 서비스인 Prévi Expert를 제공한다. 프랑스 기상청 특보 통보문(그림 2.1.68)은 영향 받는 지역, 관련 부서 목록, 특보 현상의 예상되는 시작 시각과 끝 시각, 행동 조치 등을 통보한다. Rapid event qualification는 프랑스 통보문의 일부 서비스로 예보/특보를 주의 깊게 읽지 않는 사람들에게 충분히 알리기 위한 짧은 설명으로 해당 특보와 비슷한 유형의 이벤트(유명했던 이벤트)에 대한 종합적 현상 설명/발생 했던 피해의 빈도 등에 대한 설명한다. 특보 단계가 빨강, 주황색일 경우 지역단위로 통보문을 생산하며, 약 3시간 마다 발행한다.

Follow-up reports / Typical bulletin



**Bulletin de vigilance Régional**  
CENTRE METEOROLOGIQUE INTERREGIONAL DE LYON

Numéro : 2407CE02

Emis le : vendredi 24 juillet 2015 à 19h00 par : Météo-France Lyon **발표 시각**

Date et heure du prochain message : au plus tard le vendredi 24 juillet 2015 à 22h00 **다음발표 시각**

**Phénomène(s) : Orages.**

Phénomène en cours. **위험이나 재해의 종류와 스케줄 (시작과 종료시점 예측)**

Fin de phénomène prévue le samedi 25 juillet 2015 à 00h00

**Localisation :**

**Début de suivi pour :** **영향지역 : 오펜지, 레드 등급 기준에 해당되는 행정구역(데파르망) 리스트**  
Aucun département

**Maintien de suivi pour :**  
Ain (01), Haute-Savoie (74), Savoie (73) et Isère (38).

**Fin de suivi pour :**  
Aucun département

**Description :**

**Qualification du phénomène :** **위험기상 이벤트 요약**  
Episode de courtes durée, mais susceptible d'engendrer des phénomènes orageux de forte intensité.

**Faits nouveaux :**  
Orages sur tous les départements de la région Rhône-Alpes.

**Situation actuelle 관측자료, 현재의 기상 상황**  
De nombreux orages éclatent actuellement sur tous les départements de la région Rhône-Alpes. Des rafales de vent, pour l'instant modérées (70 km/h), et des chutes de grêle ont été observées.

**Evolution prévue : 예측, 향후의 변화**  
En soirée, les orages attendus sur l'Ain, la Haute-Savoie, la Savoie et l'Isère seront localement forts. Ils s'accompagneront de puissantes rafales de vent, le plus souvent voisines de 80 km/h et ponctuellement supérieures à cette valeur, de fortes et brutales averses de pluie, d'une activité électrique marquée et de grêle. Les derniers orages de cette séquence prendront fin vers minuit.

**In case of orange or red vigilance only :**

- **Regional bulletin :**
  - Issued approximately every 3 hours
  - Produced by the regional center (7 regions)
- **National bulletin :**
  - Compilation/resume of the regional reports

**지역별 발표 :**  
 - 3시간 마다 발표  
 - 7개 지역별 센터에서 생산  
**전국 발표 :**  
 - 지역별 발표의 편집/수정

**예상되는 현상 (현상의 종류 및 위험등급에 따라 이미 정의된 예상 현상 나열)**      **행동 권고 및 지침 (현상의 종류 및 위험등급에 따라 이미 정의된 행동지침 나열)**

**Conséquences possibles :**

**Orages/Orange**  
 \* Violents orages susceptibles de provoquer localement des dégâts importants.  
 \* Des dégâts importants sont localement à craindre sur l'habitat léger et les installations provisoires.  
 \* Des inondations de caves et points bas peuvent se produire très rapidement.  
 \* Quelques départs de feux peuvent être enregistrés en forêt suite à des impacts de foudre non accompagnés de précipitations.

**Conseils de comportement :**

**Orages/Orange**  
 \* A l'approche d'un orage, prenez les précautions d'usage pour mettre à l'abri les objets sensibles au vent.  
 \* Ne vous abritez pas sous les arbres.  
 \* Evitez les promenades en forêts (et les sorties en montagne).  
 \* Evitez d'utiliser le téléphone et les appareils électriques.  
 \* Signalez sans attendre les départs de feux dont vous pourriez être témoins.

그림 2.1.68 프랑스 기상청 특보 통보문의 구성

프랑스 기상청 모바일 APP은 해당 위치의 날씨 정보제공하고 시간별 예측 가능하다.(그림 2.1.69) SNS는 주로 이미지나 동영상을 통해 정보 전달한다. 전화 이용 시 해당 지역의 예측, 실시간 업데이트, 다음 시간대의 비의 위험 예측, 상세하고 전문적인 20일 예측, 산악 활동에 대한 예측, 해양 날씨 등 제공받을 수 있다. PREVIINFO 서비스는 해당 지역에 향후 9일 동안의 기상현상을 자세히 설명하는 통보문 형식의 서비스이다.(그림 2.1.70) 기상청 홈페이지의 무료 예보 요소 외에도 저기압의 생성, 건기, 우리, 열파, 폭풍, 서리 등에 관련 정보를 제공 받을 수 있다. Prévi Expert는 예보 유료서비스로, 최대 9일 예보 정보를 제공하며, 24시간까지 1시간 단위, 48시간까지 3시간 단위, 이후 시간에 대해서 6시간 단위의 주요 기상 예보 요소를 그래프로 제공한다. 제공요소는 날씨, 기온(최소 ,최대 기온), 바람(풍향, 풍속), 강수량(일별, 시간별, 3시간 단위)이다.(그림 2.1.71) VigiMetFlash 서비스는 도시의 기상 악화가 발표되는 24시간 이내에 이메일, 팩스, SMS, 전화로 즉시 수신되는 유료 특보 서비스이다.(그림 2.1.72) 제공 요소는 강수, 뇌우, 안개, 결빙, 기온, 바람 등 이다. 또한 프랑스 수문 및 홍수예측센터, 프랑스 전력공사와 함께 홍수 정보 서비스인 Vigicrues를 제공한다.



Advice

그림 2.1.69 프랑스 기상청 어플리케이션(좌) 및 SNS(우) 화면

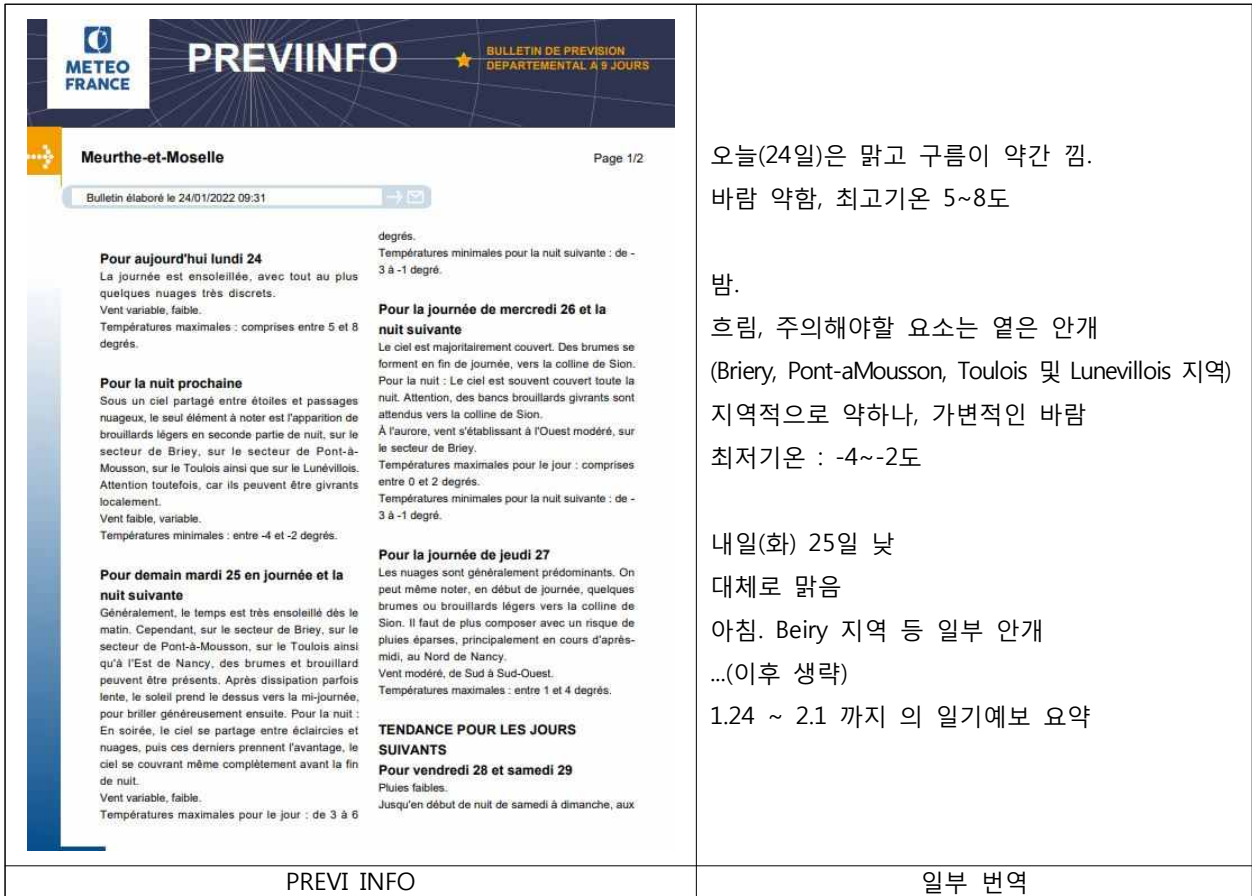


그림 2.1.70 프랑스기상청 PREVIINFO 서비스

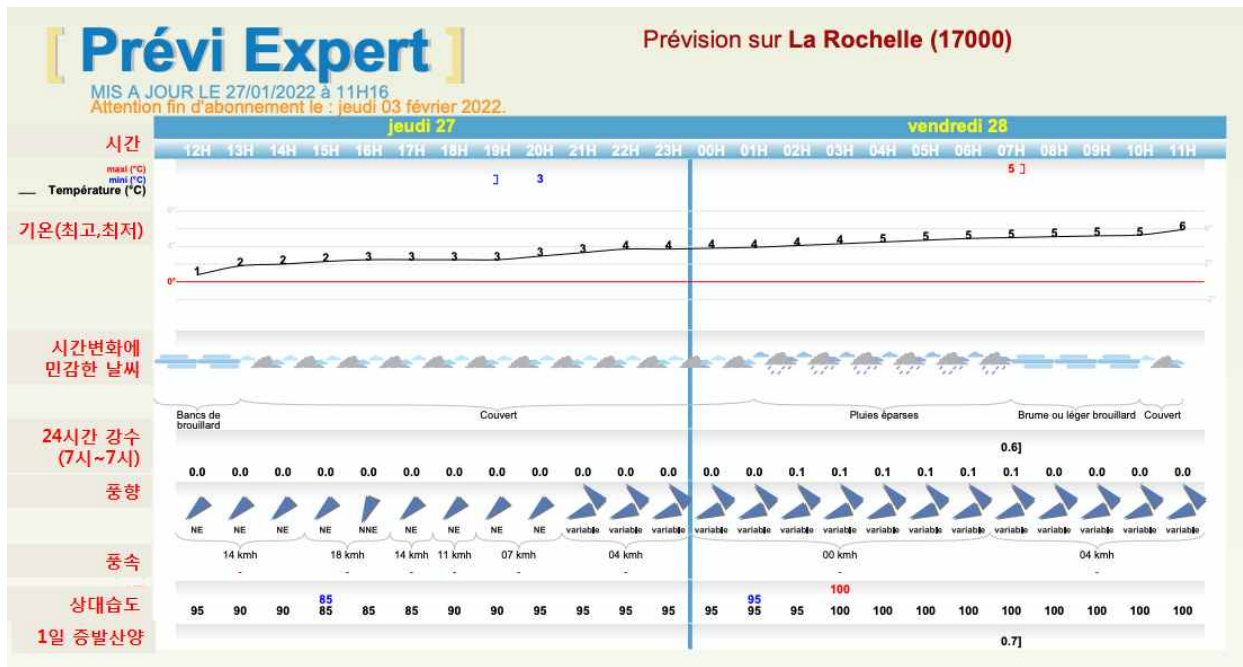


그림 2.1.71 프랑스 기상청 Prévi Expert(유료서비스) 예시

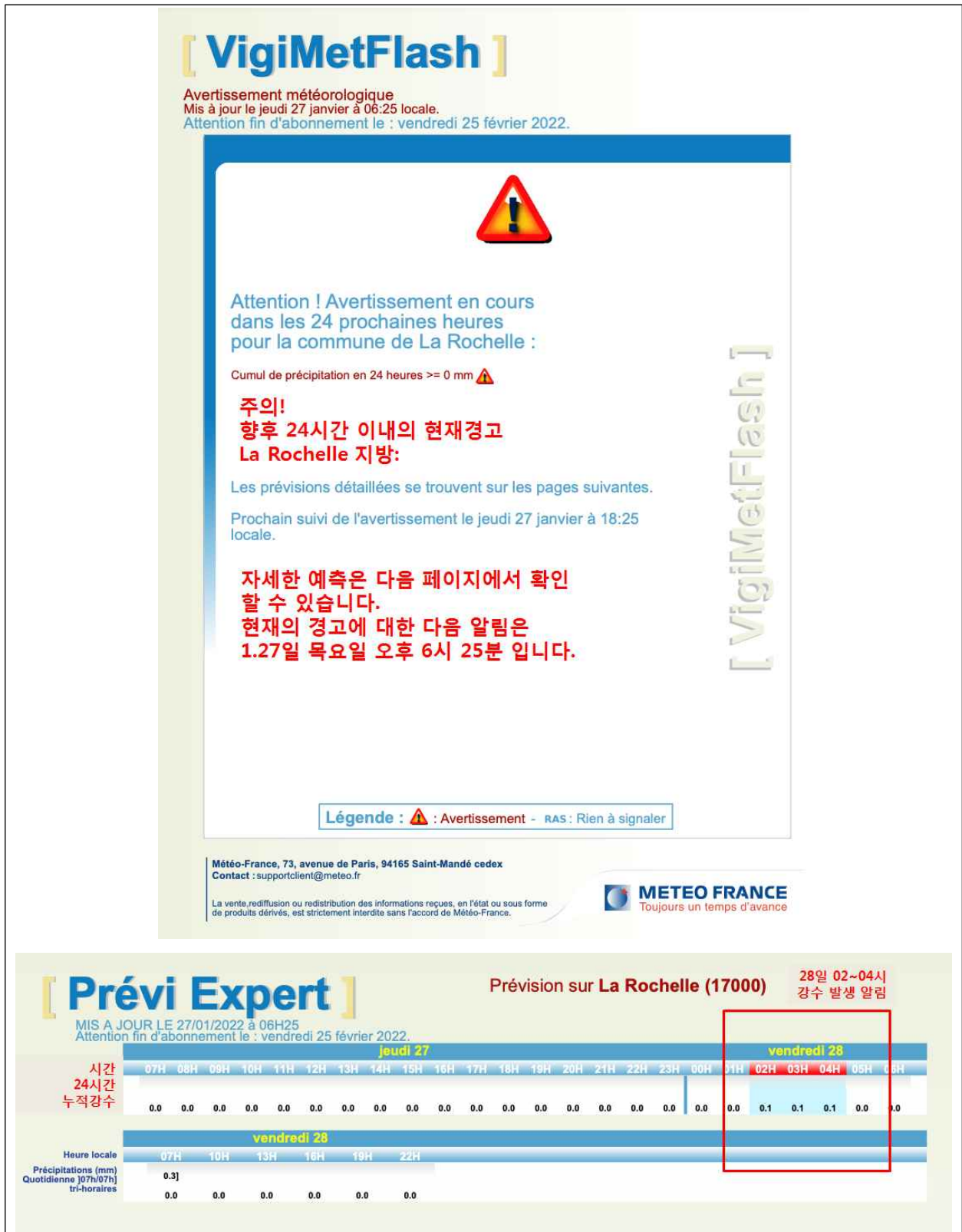


그림 2.1.72 프랑스 기상청 VigimMet Flash(유료서비스) 예시



## ○ 독일(DWD)

독일의 통보문은 텍스트로만 설명하는 방식이고 정량적인 설명으로 표현하는 방식이다.(그림 2.1.73) 독일은 통보문 외에도 예보, 특보를 전달하는 매체에는 홈페이지, 페이스북, 트위터, 유튜브, 인스타그램, 날씨 애플리케이션, SMS, 팩스, 이메일, 라디오, 위성방송, VOLMET(항공), Seefaxsender Pinneberg(해상 운송) 있다. 홈페이지에서는 내부/외부 모두에게 제공되는 서비스로 특보 서비스, 기상 및 기후 전문 정보, 기상 데이터 등에 대한 정보를 제공한다. 트위터와 페이스북은 현상사진, 레이더 영상, 공간 분포 이미지 등을 제공하면서 텍스트 설명으로 날씨 정보를 전달한다. 유튜브는 다가오는 기상상황에 대해서 설명하는 동영상을 제공하고 그 외 레이더 영상, 기상상태를 보여주는 영상 등을 제공하고 있다. 인스타그램은 주로 실사진과 텍스트 설명으로 날씨 정보를 전달한다.

날씨 어플리케이션에서는 특보 상황에 대한 자세한 정보, 구성 가능한 특보 요소 및 특보 수준, 특보 알람(푸시), 자연 재해에 대한 특보(홍수, 폭풍해일 및 눈사태), 뇌우 세포의 예상 궤적, 바이에른 호수와 콘스탄스 호수에 대한 해안특보 및 내해 특보, 특별한 폭풍우 상황에서의 비디오 정보 제공하고 있다.(그림 2.1.74) SMS, 팩스, 이메일은 기상특보 또는 위험한 상황을 짧은 메시지로 국민에게 정보를 전달한다. 라디오 및 위성 방송은 기상현상에 대한 특보 발행 및 항공 및 해상 기상 정보를 전달한다.(그림 2.1.75) VOLMET은 항공기상서비스로 기상정보를 음성으로 방송한다. Seefaxsender Pinneberg는 항해용 무선 송신기로 네트워크에 연결 할 수 없고 위성 연결이 안 되는 장소에 데이터를 공급 할 수 있다.



## 헤센 지역에 대한 특보 보고서

마지막 업데이트: 2022년 10월 22일, 오전 10:23

오늘 약간의 소나기와 뇌우가 있을 수 있습니다. 일요일 밤에는 안개 발생 가능성

## 날씨 및 특보 상황의 전개

동쪽 대서양과 아일랜드에 걸쳐 도달하는 저기압 복합단지의 전면에서 따뜻하고 습한 아열대 공기가 남서 흐름으로 헤센으로 운반되어 날씨를 변화시킬 수 있습니다.

## 뇌우/폭우:

오후에는 서쪽에서 단시간에 약 15l/m<sup>2</sup>의 폭우와 약 60km/h의 강한 돌풍을 동반한 뇌우 가능성이 있습니다.

## 안개:

일요일 밤과 일요일 이른 아침에 안개가 자욱하며, 때때로 150m 미만의 시야가 될 수 있습니다.

다음 업데이트 : 늦어도 2022년 10월 22일 토요일 오후 2시 30분

그림 2.1.73 독일 기상청의 통보문 예시(번역)

독일의 전달체계 및 서비스에는 PC\_met, JAVA맵, AFD, DWDSAT 등이 있다. PC\_met은 인터넷에서 비행 날씨 데이터를 보고 인쇄하는 데 사용할 수 있는 자체 브리핑 시스템이다. JAVA맵은 기상 측정 데이터 및 예측을 표시하기 위한 애플리케이션으로 전문가에게 제공되는 서비스이다. AFD(자동 파일 배포)는 여러 수신자에게 대용량 데이터를 중단 없이 전달 할 수 있다. 전문가 및 생산 데이터 내부 관리에 사용된다. DWDSAT(국제 위성방송)는 기상데이터를 다른 기상서비스, 대학, 학교 및 기상학자에게 배포하기 위한 위성 기반 시스템이다.

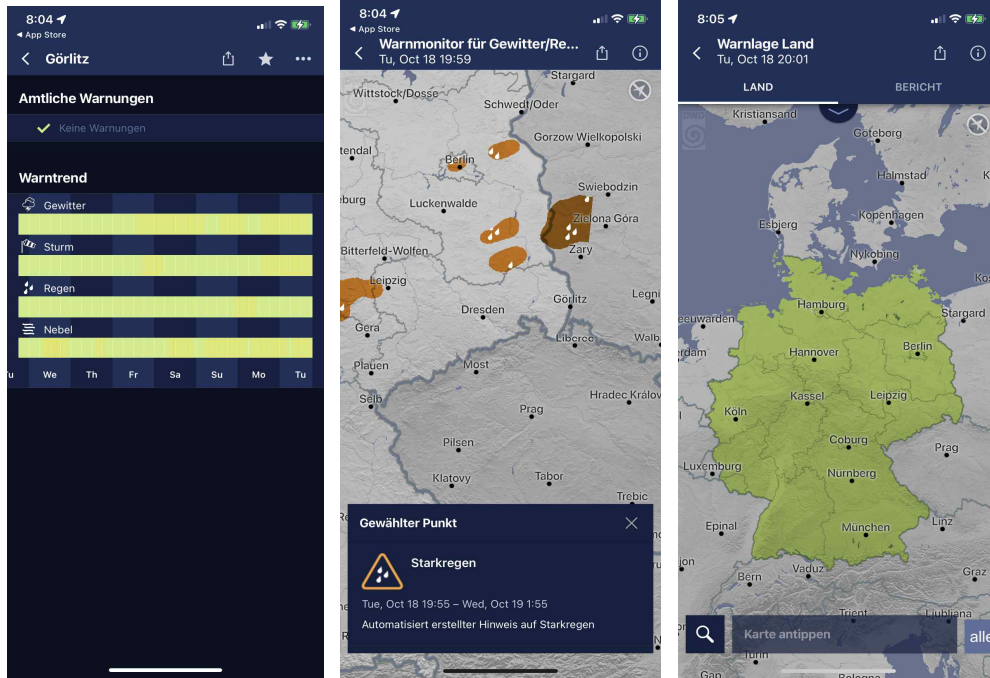


그림 2.1.74 독일 기상청 공식 어플리케이션 화면 예시

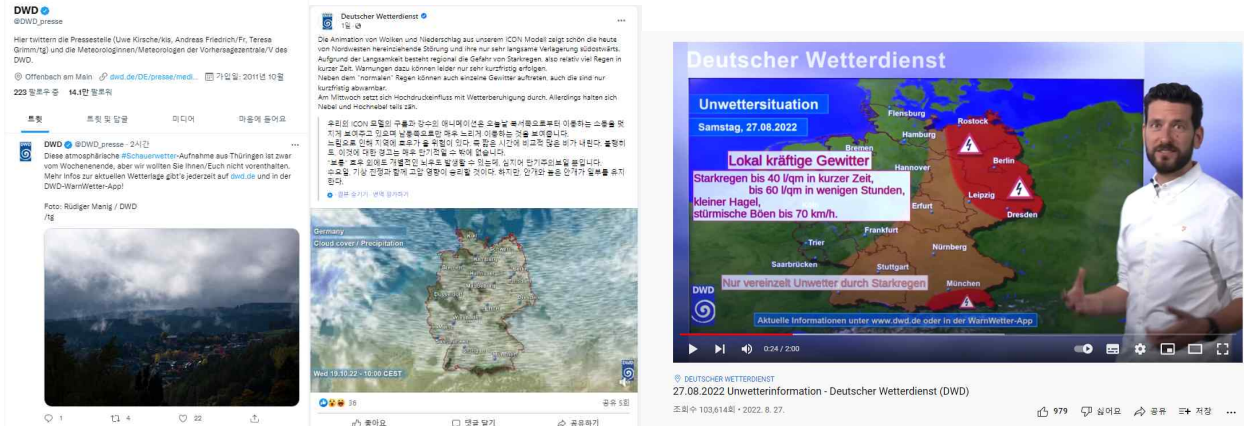


그림 2.1.75 독일 기상청의 SNS(좌), 유튜브(우) 화면

## ○ 해외 주요국가의 기상정보 전달체계 요약 및 시사점

예보 및 특보의 전달체계는 각국 기상청의 조직 구성과 다른 유관기관들과의 위계에 따라 차이가 있다. 중국처럼 정보를 생산하고 이를 전달하는 책임이 중앙에 집중된 경우도 있고, 일본과 같이 지방자치단체의 역할이 상대적으로 큰 경우도 있다. 세부적인 체계는 국가 조직이나 제도 등에 따라서 나라마다 다르지만 이들의 공통점은 기상 정보 생산의 주체는 기상청이 되고 그 정보의 전달과 활용에 있어서도 중추적 역할을 하고 있다는 점이다. 각국 기상청이 생산된 정보를 전달하는 방식은 과거에 전신을 이용하여 전파하던 시절부터 사용하던 전문 방식부터 현대의 위성이나 인터넷망을 활용하여 디지털 방식까지 다양하다.

기본적으로는 인터넷을 통해서 예보 및 특보의 대국민 서비스와 함께 각국 국내의 유관기관과 해외의 사용자들에게 까지 전파하는 방식이 널리 이용되고 있다. 또한 대중매체에 정보를 전달하기도 하지만 TV나 라디오 채널 등을 직접 운영하기도 하며, SNS나 동영상 플랫폼 같은 새로운 매체의 등장으로 이들을 적극 활용하고 있다. 정보의 최종 수요자와 직접 소통할 수 있는 기술과 미디어 플랫폼을 활용하여 적극적인 역할을 할 필요도 있지만, 새로운 매체를 통해서 정보에 접근하기 어려운 계층을 위하여 기존 매체를 통해 정보를 전달하는 방식도 여전히 유효하다. 다시 말해서 대국민 서비스 측면에서는 채널의 다양화를 모색하여 언제 어디서든 정보를 전달받을 수 있도록 하면서 정보의 사각지대는 최소화하는 노력이 필요하다.

유관기관과의 협업을 위한 정보의 흐름은 두 가지 방향으로 볼 수 있는데, 주로 기상청에서 외부로 전달되는 방향으로 이루어진다. 이는 정보를 기상청에서 생산하여 통보하는 방식이다. 한편으로는 오픈된 기상청의 정보를 타 기관에서 가져가 가공하는 방식이 있다. 전자의 경우가 전통적인 예보 및 특보 전달체계라 할 수 있고, 후자의 정보기술을 이용한 새로운 방법이라 할 수 있다. 직접 가공한 정보를 전달하는 방식은 고품질의 정보를 원하는 목표 수요자에게 정확히 서비스 할 수 있다는 장점이 있지만 모든 요구사항과 변수에 대해 기상청의 한정된 자원으로 모두 대응하기 어렵다는 한계가 있다. 미국 기상청의 경우 NDFD라는 데이터베이스에 활용할 수 있는 기상정보를 모두 포함시킨 후, 이를 텍스트,

이미지, 데이터, 시계열 등 매우 다양한 방법으로 서비스하고 있다. 또한 이를 전달하기 위해 라디오, 위성, 인터넷 등의 경로를 사용하고 있다. 이러한 자료전달 방법은 대부분의 기상정보 수요를 만족할 것이다. 그러나 자료 구성에 따라 활용도가 떨어지는 요소가 있을 수 있고, 이를 모두 생산하는데 소요되는 인적, 전산자원이 크다. 한편 영국 기상청의 경우 Hazard Manager라는 각종 재해관리를 위한 도구를 통해 재해별 특화 정보 전달을 시행하고 있다. 소방활동 의사결정에 도움을 주는 화재전후 3시간에 대한 재현 및 예측 정보를 제공하는 FireMet, 유해물질 확산에 대응하기 위한 CHEMET은 100m 이하 고도에 대한 유해물질 확산과 관련한 기상정보를 제공하는 서비스가 그 예이다. 이 같은 기상정보 제공 방법은 실질적인 의사결정 지원 도구로서 역할을 하지만 상호간의 협력 및 피드백이 매우 중요하고, 요구된다. 프랑스는 다양한 유료서비스를 제공하는데, 일반 대국민용으로 배포되는 기상정보에 비해 예보간격이 더 세분화되어 있고, 보다 상세한 값을 제공하고 있다. 이처럼 특화된 기상정보의 제공은 일반대중에 상시 제공하기는 어렵지만 그 목적과 긴급성에 따라 맞춤형으로 서비스되어 기상정보의 가치를 높이는 서비스로 사료된다.

대국민과 같은 불특정 대상을 위한 기상정보 제공의 수단은 이미 다른 나라들이 시행하고 있는 바를 우리 기상청에서도 수행하고 있다. 시간의 흐름에 따른 연속적인 분포도를 애니메이션 형태로 제공함으로써 시공간적으로 변화하는 기상상태를 제공하고 있으며, 생활기상정보 및 산악날씨, 공항예보, 해수욕장예보 등 테마날씨 정보를 통해 레저 및 교통 등 실생활과 관련된 예보서비스를 시행하고 있다.

## 2.1.2. 기상 예·특보 생산 및 제공에 관한 중장기 계획 조사

### ○ 미국(NWS, NOAA)

미국 기상청(NWS)의 “미국 기상청 전략계획 2019~2022(NWS Strategic Plan 2019~2022)”에 의하면(그림.2.1.76) 미국 기상청은 날씨에 대해 준비된 국가(Weather-Ready Nation, WRN)라는 비전과 함께 생명과 재산의 보호와 국민경제의 발전을 위한 기상, 수문, 기후정보 및 예보와 특보를 제공하는 임무를 갖고 있다고 밝혔다.



그림 2.1.76 미국 NWS Strategic Plan(2019~2022)

WRN은 극한 기상, 기후 현상에 대한 지역 사회의 대비책에 관한 것으로 기술 개발 및 서비스, 교육 및 훈련, 관련 커뮤니티와의 소통 및 협력 등 모든 활동에 관한 것이다. WRN은 극한기상현상으로 인한 재해가 기상청 등 주요 정부기관의 노력만으로는 완벽히 대응이 어렵다는 사실을 인정하며, 각 지방정부의 방재기관, 학교·병원 등 주요 민간시설, 기상사업자 등 민간인의 적극적인 협력을 도모하여 기상재해로 인한 국가적 대응역량을 높이고자 함을 밝히고 있다. WRN은 주 및



지역 수준의 다른 정부 기관, 미국의 기상 산업체 등과의 커뮤니티를 구축하여 극한 기상 현상에 대한 준비, 대응, 회복을 가능케 하도록 해당 커뮤니티에서 기상정보 및 의사결정을 위한 소통을 통해 극한 기상 및 수해 현상으로 인한 부정적인 영향을 받을 위험을 줄이고, 미래의 극한 현상에 대한 지역 사회 복구 능력을 높일 수 있도록 한다. 정보 제공은 직접적인 토의, 웹사이트를 통한 정보 제공, SNS 등에서 대비책과 복구 방법에 대한 제시하고 이를 공유하는 등 다양한 경로로 이루어지고 있다.

미국 기상청 전략 계획(2019~2022)에서는 기상정보 수요자의 기상정보에 대한 이해와, 행동양식을 변화시켜 기상현상으로 인한 영향을 줄이는 것, 과학 및 기술적 발전을 통한 최상의 관측과 예측 및 경고의 제공, 미국 기상청의 발전을 위한 조직 및 협력 등 내적 발전에 관한 3가지 목표를 제시하였다.(표2.1.31)

표 2.1.31 미국 기상청 NWS Strategic Plan(2019~2022)의 주요 목표

구분	내용
목표 1	사람들이 정보를 받아들이고 이해하고 행동하는 방식을 변화시켜 기상 이변 및 기후 변화의 영향 감소 - 미국 기상청은 극단적인 상황에 대비하는 국가의 능력을 향상시키는 영향 기반 의사 결정 서비스(IDSS)를 통해 목표를 달성하는 동시에 의사결정자와의 파트너십을 강화하고 더 광범위한 기상 업계와의 교류를 통해 이 목표를 달성할 예정
목표 2	최첨단 과학, 기술 및 공학을 활용하여 최상의 관측과 예측 및 특보 제공 - 고성능 컴퓨팅의 발전 및 커뮤니티 기반 접근 방식을 통해 기술 개발을 진행하고, 최상의 정보 제공을 위해 최첨단 과학, 데이터 소스 기술을 활용하여 목표 달성 예정
목표 3	인력, 파트너십 및 조직의 성과에 대한 투자를 통해 미국 기상청을 발전 - 변화하는 요구사항, 혁신 및 기술 발전에 신속하게 대응하고 조정할 수 있는 민첩한 조직을 구축하여 목표 달성 예정.

첫 번째 목표는 기상정보의 수요자의 행동방식을 변화시켜 기상재해 및 기후변화로 인한 영향을 감소시키는 것으로 WRN에서 강조하는 것처럼 기상정보 수요자가 스스로를 보호할 수 있는 준비 상태를 마련하는 것이다. 세부목표는 표 2.1.32와 같다.

먼저, 1차적인 방재대응 의사결정권자들의 의사결정에 도움을 줄 수 있는 영향기반 의사결정서비스(Impact based Decision Support Service, IDSS)를 운영 및 개선하며, 상호간 협력을 강화하여 목표를 달성하고자 하였다. 다음으로 의사결정을

위한 정보 개선을 위해 정보를 쉽고 단순화 하여 이해 및 유용성을 높이고, 지리정보나 육상 및 연안의 결합을 통해 정보의 품질을 높이고자 하였다. 끝으로 효과적인 예보와 시의적절한 특보 발표를 위해 NDFD의 개선, 정보 전달체계의 개선 등의 계획을 밝혔다.

표 2.1.32 미국 기상청 기상정보 소통 강화(목표.1)를 위한 세부 목표

구분	내용
혁신적 영향 기반 의사 결정 지원 서비스(IDSS)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 예보 및 특보를 방재기관 및 공무원이 내린 결정에 연결하여 효과적인 준비 및 대응을 보장</li> <li>• 취약지역과 기상 이벤트의 시기, 영향에 대한 전문가의 해석, 상담 및 의사소통을 강조</li> <li>• 극단적인 기상 재해에 대한 대중의 인식, 이해, 대비 및 대응을 보장하기 위해 표적 지원 및 교육을 제공</li> <li>• 기상현상의 영향을 최소화하고 공공 안전 및 경제적 복원력을 최대화하는 협업적 접근을 위해 기상 엔터프라이즈(학계, 정부, 민간기상산업체)의 기능을 활용</li> </ul>
의사결정을 위한 정보 개선	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 사회, 행동 및 경제 과학을 통합하여 정보 커뮤니케이션을 단순화하고 예측 및 경고에 대한 이해와 유용성을 향상</li> <li>• 국립해양청과 협력하여 육상 및 연안 모델을 연결하여 연안 지역의 예측을 개선</li> <li>• 인명 구조 결정을 알리기 위해 다른 지리 공간 정보와 연결된 홍수 침수 예측을 제공</li> </ul>
시의적절한 발표	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기상 엔터프라이즈와의 협력을 통한 악천후에 대한 효과적인 예보, 특보 발표.</li> <li>• 정확하고 실행 가능한 메시지를 통해 전국 규모에서 지역 규모까지 일관된 하나의 기상 정보를 제공</li> <li>• 지속적으로 업데이트되고 상호 운용 가능한 데이터베이스를 통해 예측 정보에 대한 적시 액세스 가능</li> </ul>

두 번째 목표는 최신의 과학기술을 반영하여 관측 및 예보 및 특보의 개선으로 발달된 슈퍼컴퓨터의 활용, 데이터과학 등 지속적인 개발에 대한 내용이다.(표 2.1.33)

먼저, 모델 개선을 위해 다양한 분야의 협업으로 대기모델만이 아닌 지구시스템 예측기술을 개발하고, 앙상블을 통한 예보의 불확실성 정량화, 일관성 확보, 고성능 컴퓨팅을 통한 극한상황이나 영향도가 높은 현상에 대한 예측성 확보하고자 하였다. 또한, 관측의 통합을 위해 레이더 및 위성을 포함한 기존 관측 및 새로운 관측기술을 채택하여 관측의 효율성을 높이고, 다분야의 광범위한 관측기능을 통해 관측영역을 넓히고 향상된 자료동화 기술 개발하고자 한다. 그 외에도 예보관의 전문성 집증을 위한, 분석, 시각화, 데이터 접근 등의 기술적 개선, 연구 성과의 협업화를 위한 제도적 프로세스 개선 등을 통해 예보 및 특보에 최신의 과학기술을 반영하고자 하였다.

표 2.1.33 미국 기상청 과학·기술적 관측, 예보, 경고 개선(목표.2)를 위한 세부 목표

구분	내용
개선된 모델	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 다양한 분야의 협업을 통한 세계 최고 수준의 통합된 커뮤니티 기반의 지구시스템 예측 기술 개발</li> <li>• 미국 기상청 예보 운영의 기반에 앙상블 모델링을 활용하여 모든 서비스 영역에 대한 불확실성을 정량화하고, 일관성을 확보</li> <li>• 차세대 고성능 컴퓨팅을 통한 극한 상황 및 영향이 큰 현상에 대한 예측성 개선</li> </ul>
통합된 관측	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 레이더 및 위성 시스템을 포함한 기본 관측과 새로운 기술을 채택하여 비용 절감, 정보를 개선하여 지속적인 관측 운영 유지</li> <li>• 다분야의 광범위한 관측 기능을 활용하여, 대기, 지표면, 해양 및 빙권에 대한 최상의 분석을 통해 향상된 자료동화를 가능하게 하여 증가하는 사용자의 요구를 충족</li> </ul>
시스템, 기술 및 도구	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 언제, 어디서나 IDSS를 활용할 수 있도록 기관의 시스템, 기술 및 도구를 현대화</li> <li>• 인공지능 및 자동화 등을 통해 예측정보와 영향정보를 결합하고, 예측자의 집중을 높이고, 효율화 도모</li> <li>• 다분야의 전문지식을 활용하여 분석, 시각화, 협업 기술 및 사회과학의 발달</li> <li>• GIS를 포함한 날씨, 물, 기후 데이터 및 자료에 대한 접근성, 신뢰성, 운영 등을 개선</li> </ul>
R2O/O2R	<ul style="list-style-type: none"> <li>• OAR(Office of Oceanic and Atmospheric Research), 미국 기상 연구 커뮤니티 및 기타 파트너와 협력을 통해 최신의 과학 및 기술 발전을 현업으로의 개발 및 전환에 대한 노력</li> <li>• 예보관의 증가하는 역할을 지원하고 R2O/O2R 효율을 높이기 위해 개발된 프로토타입의 채택 프로세스를 간소화</li> </ul>

끝으로 조직의 전문성과 혁신 등에 대한 목표이다.(표 2.1.34)

대부분 조직문화의 개선, 업무의 효율화, 파트너와의 협력 강화와 같은 조직 내부적인 개선에 대한 내용을 다루고 있으며, 미래를 위해 인력채용, 교육, 업무만족도를 높이기 위한 조직문화 개선, 조직 구조의 효율성을 높이기 위한 프로세스 정비, 협업 체계의 강화와 같은 계획을 밝혔다.

표 2.1.34 미국 기상청 인력 및 조직의 개선(목표.3)를 위한 세부 목표

구분	내용
미래를 위한 인력	<ul style="list-style-type: none"> <li>성과 및 직원 만족도를 높이기 위한 조직문화의 개선 등</li> <li>IDSS에 대한 강조를 포함한 확장된 현업에 필요한 인력 교육 및 개발 계획</li> <li>최고의 인력 채용 및 유지를 개선하기 위한 지원 및 전략 마련</li> <li>리더십 강화를 통해 적응력을 높이고 변화에 대응</li> </ul>
조직의 정비	<ul style="list-style-type: none"> <li>공동 예측 프로세스를 통해 예측의 품질, 일관성, 정확성을 개선, 중복작업을 줄이고 통합을 추진함</li> <li>미국 기상청의 조직 구조, 역할 및 직원 배치를 발전시켜 변화하는 사용자의 요구에 대응</li> <li>통합 및 일관된 예측 서비스에 따라 우선도가 낮은 서비스는 종료</li> </ul>
필수적 엔터프라이즈 파트너십	<ul style="list-style-type: none"> <li>기상 엔터프라이즈(학계, 정부, 민간산업 등) 파트너의 고유 역할과 기능을 명확히 하고, 활용하여 날씨 및 물, 기후정보에 대한 수요 증가에 대응</li> <li>공공-민간 파트너십의 확장</li> </ul>
사업운영	<ul style="list-style-type: none"> <li>조직적 효율화와 투자가치 극대화 등</li> </ul>

조사한 각 세부 목표를 보면 기본적인 기상예보의 과학적 역량강화 뿐 아니라 생산한 기상정보에 대한 소통역량 강화를 강조하여, 실제 기상정보의 수요자가 효과적으로 기상정보를 활용할 수 있도록 하는데 초점을 두고 있다. 반복해서 언급되는 요소는 IDSS인데, 주 및 지방 정부 등 기상재해에 대한 주요 대응기관의 의사결정권자가 성공적인 결정을 내릴 수 있도록 기상정보 및 해석을 제공하는 서비스이다.

IDSS는 개별 기상재해에 대한 단발성 서비스뿐 아니라 방재계획 설립 및 도시계획 등 주기적인 의사결정이 필요한 사례에 대해서도 서비스를 제공하고 있으며, 각 지방의 WFO의 WCM을 통해 다양한 서비스가 제공된다. IDSS는 기본적으로 원격으로(전화, 이메일, 채팅, 온라인 브리핑/웹 세미나, 녹음된 브리핑, 실시간 양방향 브리핑, SNS 등을 포함) 자료를 제공하며, 내부적으로 구분된 파트너의 등급(일반 파트너, 핵심파트너, 깊은 관계의 핵심파트너)에 따라 더 상세한 서비스를 제공하기도 한다.(그림 2.1.77)

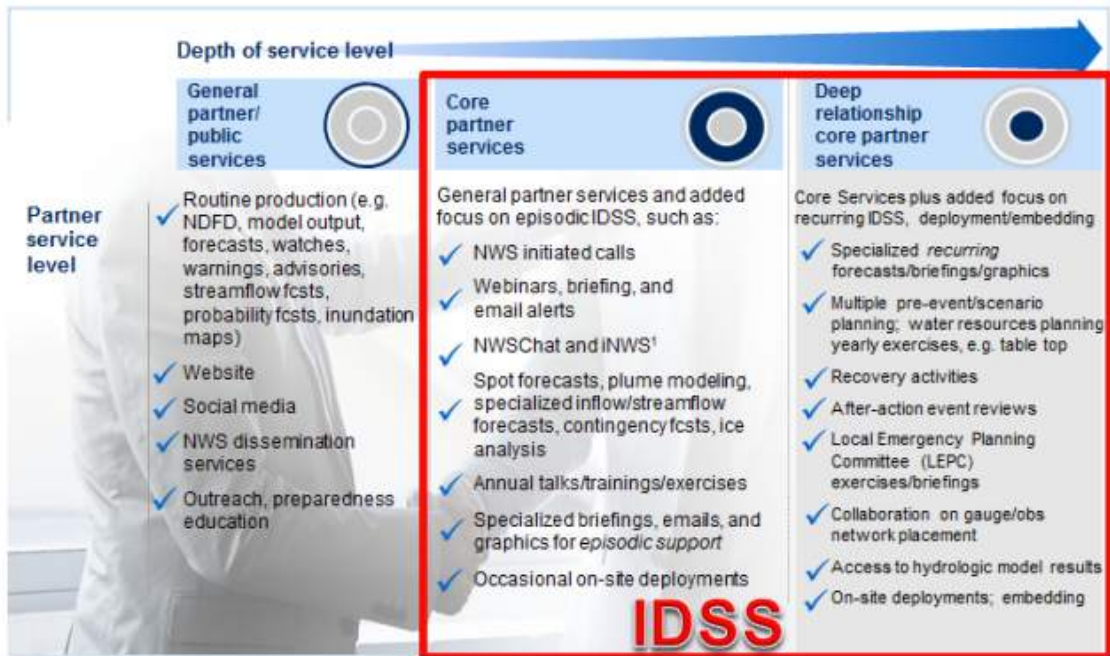


그림 2.1.77 미국 기상청 IDSS를 통해 제공되는 서비스의 예시

이와 같은 적극적인 기상정보의 소통 창구는 벤치마킹할 수 있는 주요 요소로 사료된다. 기존의 기상 예측결과를 통보하기만 하는 단방향의 정보제공이 아닌 소통하는 방식의 IDSS와 같은 서비스는 방재대응과 같이 의사결정이 매우 중요한 상황에서 제공한 기상 정보를 해석, 활용하고, 보장할 수 있는 지원제도를 통해 기상정보의 가치를 높이고, 잘못된 해석으로 인한 오류를 줄이는 역할을 할 수 있다. 미국의 경우 이러한 역할에 해당되는 서비스인 IDSS와 직제인 WCM을 법령으로 명시하여 그 역할과 기능, 책임 등에 대해 중요시 하고 있음을 알 수 있다.(법령관련 내용은 2.2에서 다룬다)

예측정보의 생산에 있어서도 다양한 자연계를 고려한 지구시스템 규모의 예측체계로 나아가고 있으며, 사회과학과의 연결을 통해 예측한 현상이 사회과학적으로 미칠 수 있는 영향까지 고려하고 있다. 또한 시공간적으로 유동적인 기상현상에 대해 보다 효율적으로 전달하고 인식하게끔 하는 전달체계로서의 다양한 개선점을 볼 수 있는데 예시로 연속적인 위험 예측(Forecasting a Continuum of Environmental Threats, FACETs)이 있다.(그림 2.1.78) FACETs은 NOAA의 국립 악천우 연구소(National Severe Storms Laboratory, NSSL)에서 개발한 모든 악기상의 위험에 대해 제안된 차세대 일기예보 및 경고 프레임워크로 보다 명확히, 대중이 쉽게 이해하고 인식할 수 있는 위험기상정보 전달방안으로 고안되었다.



전통적인 특보시스템은 위험기상현상이 있음/없음의 단정적 정보로서 제공되며, 보통 행정구역과 같이 넓은 영역에 특보를 발표하고 있어 특보가 발표된 행정구역 내에서도 위험기상이 발생하지 않는 지역이 있을 수 있다. 또한 통보문의 형태로 제공되기 때문에, 어느 특정 순간에 대한 기상정보를 제공받게 된다. FACETs은 격자형의 확률정보 기반으로 모든 환경재해에 대해 현상의 위험이 발생하기 며칠 전부터 몇 분전까지의 연속적인 정보를 제공하는데 목표를 하고 있다. 따라서 FACETs는 특정 순간의 분포도나 설명문 형태로 제공되는 기상정보를 시공간에 따른 연속성이 담긴 동적정보로 대체하여 보다 나은 의사결정과, 보다 일관된 기상정보 제공으로 방재대응에 기여할 수 있다.

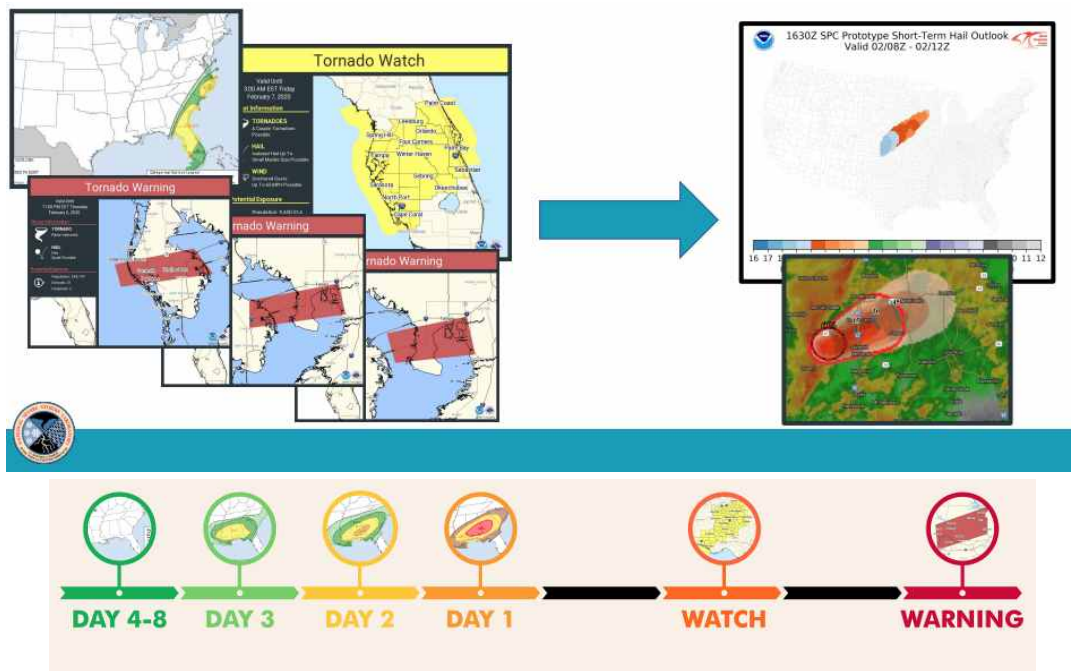


그림 2.1.78 FACETs의 소개와 목표

실제로 최근 서비스 되고 있는 많은 기상정보 전달매체들은 모델예측의 시간변화에 따른 애니메이션이나, 위성, 레이더 등의 관측된 연속사진 등을 통해 전달하기도 한다. 우리나라 기상청도 위험기상에 대해 최대 5일전 전망을 제공하고자 하는 노력을 취하고 있는데, 미국의 FACETs은 참고할 만한 사례로 사료된다. FACETs은 연속적인 기상정보 제공을 위험기상에 대한 특보체계까지 확장시키고, 그 위험의 시작과 종료에 대한 예측을 하나의 시나리오로써 보여주어 전달력을 높이고, 불확실성에 대해서는 확률예측을 통해 정량화함으로써 수요자의 의사결정에 도움을 주고자 한다. 아직 개발 및 시험의 단계로 정식서비스의 단계에 이르지 않는 않지만 정식으로 서비스가 이루어진다면, 위험기상을 보다 효과적으로 전달할 수 있으리라 사료된다.

○ 영국(MetOffice)

영국 기상청의 “영국기상청 우리의 전략(2019~2024)(MetOffice Our Strategy 2019~2024)”에서는 “안전과 번영을 위한 더 나은 의사결정 지원”이라는 목적과 “변화하는 세계에서 기상 및 기후 과학 및 서비스 분야의 인정받는 글로벌 리더”라는 비전을 밝혔으며, 영국 기상청이 기술, 서비스, 기후 등 분야의 선도적 역할을 유지하는 것을 목표로 한다.(그림 2.1.79)



그림 2.1.79 영국 MetOffice Our Strategy(2019~2024)

이를 위해 인력과 조직문화, 과학기술과 현업, 영향력과 혜택이라는 3개 분야별 총 13개 하위 목표를 제시하였다.(표 2.1.35) 먼저 인력과 조직문화 부문에서는 인력관리와 조직 문화 개선을 통해 보다 나은 근무환경을 마련하는 것이며, 둘째로는 과학기술과 현업분야에서 현재와 미래에 닥칠 도전에 대처하기 위해 그 경계를 넓히는 것으로 슈퍼컴퓨팅 기능의 발전, 데이터과학의 활용, 차세대 모델링, 다양한 분야와의 파트너십 개발 등을 하위목표로 제시하였다. 끝으로 기상청의 수요자에게 더 큰 혜택과 영향력을 제공하는 데 집중하는 것으로, 데이터의 제공 창구의 개선, 0~2시간 이내의 예측 및 경고의 강화 등 서비스의 개선의지를 보였다.

표 2.1.35 영국기상청 MetOffice Our Strategy(2019~2024) 분야별 목표

구분	내용
훌륭한 인력과 문화 Excellent People and Culture	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 미래를 위한 리더십 역량 혁신</li> <li>• 평등, 다양성 및 포용력 강화</li> <li>• 국민의 기상정보 활용역량 재고</li> <li>• 인력 정보 관리 방식 혁신</li> </ul>
특별한 과학, 기술과 현업 Exceptional science, technology and operations	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 미래 슈퍼컴퓨팅 기능 제공</li> <li>• 데이터 과학의 미래 활용</li> <li>• 차세대 모델링 기능 제공</li> <li>• 역량 파트너십 개발 및 육성</li> </ul>
특별한 영향과 혜택 Extraordinary impact and benefit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 미래 운용 기상학 선도</li> <li>• 고객 데이터 서비스에 대한 공통접근 방식 작업</li> <li>• 공통의 Met Office 데이터 플랫폼 제공</li> <li>• 0~2시간 예측 및 특보 개선</li> <li>• 서비스 제공 방식의 이해</li> </ul>

위의 계획 중 0~2시간의 초단기예보 범위의 예측성과 특보의 개선일환으로 개발한 “대류 상황에 대한 분석을 향상시킬 수 있는 프로토 타입의 데이터 동화 모델” 과 “더 광범위한 관측 데이터에 접근 가능하도록 시각화 시스템을 개선” 을 통해 2시간 전 예보의 정확도 향상에 기여하였다. 실제로 2022년 3회의 폭풍이 있던 지방의 경고 서비스에 대해 긍정적 피드백(MetOffice 2022 Annual Report, p27)을 받아 그 효과를 확인하였다.(그림 2.1.80)

**Public awareness**

Following Storms Dudley and Eunice, the Met Office commissioned research to understand the public’s awareness of the storms, their level of action taken due to the warnings, and their ratings of usefulness for the storm warnings. The results demonstrated extremely high awareness, action taken, and usefulness for the storms. Top-line results from the surveys are shown in table 1. These positive results demonstrate the importance of the PWS National Severe Weather Warning Service for helping members of the public to stay safe during periods of severe weather.

	Storm Dudley North East Amber wind warning	Storm Eunice South West/Wales Red wind warning	Storm Eunice South East/London/East Red wind warning
Awareness	97%	99%	98%
Action taken (among those aware)	79%	89%	91%
Usefulness	92%	92%	95%

Table 1: Results from surveys conducted on the UK public following Storms Dudley and Eunice.

그림 2.1.80 2022년 Dudley, Eunice 과 Franklin 지역 폭풍에 대한 공공경고 시스템 대중인식 평가 결과

또한 영국기상청의 연구와 혁신 전략 버전2(2022)(Research and Innovation Strategy.V2.2022)에서는 “변화하는 세계 속 기상 및 기후 과학과 서비스” 라는 타이틀로 과학, 기술, 현업 분야의 2030년대를 위한 비전과 계획을 밝히고 있다. 국가적 역량 향상을 위해 3가지 연구 및 혁신 주제를 “선도적 연구”, “기초역량”, “과학에서 서비스로의 전환” 으로 정했다.(그림 2.1.81)

먼저 영국 연구와 혁신 전략에서는 다가올 미래 환경에 대해 예상되는 세계적 주요 이슈를 영향도 높은 기상현상(High-Impact Weather), 기후변화와 재해의 변화(Changing climate, Changing hazards), 국가 안보 및 비상 대응(National security and Emergency response), 청정 성장과 혁신(Clean growth and innovation), 새로운 기술과 과학(New technology, New science)으로 분석하였다.

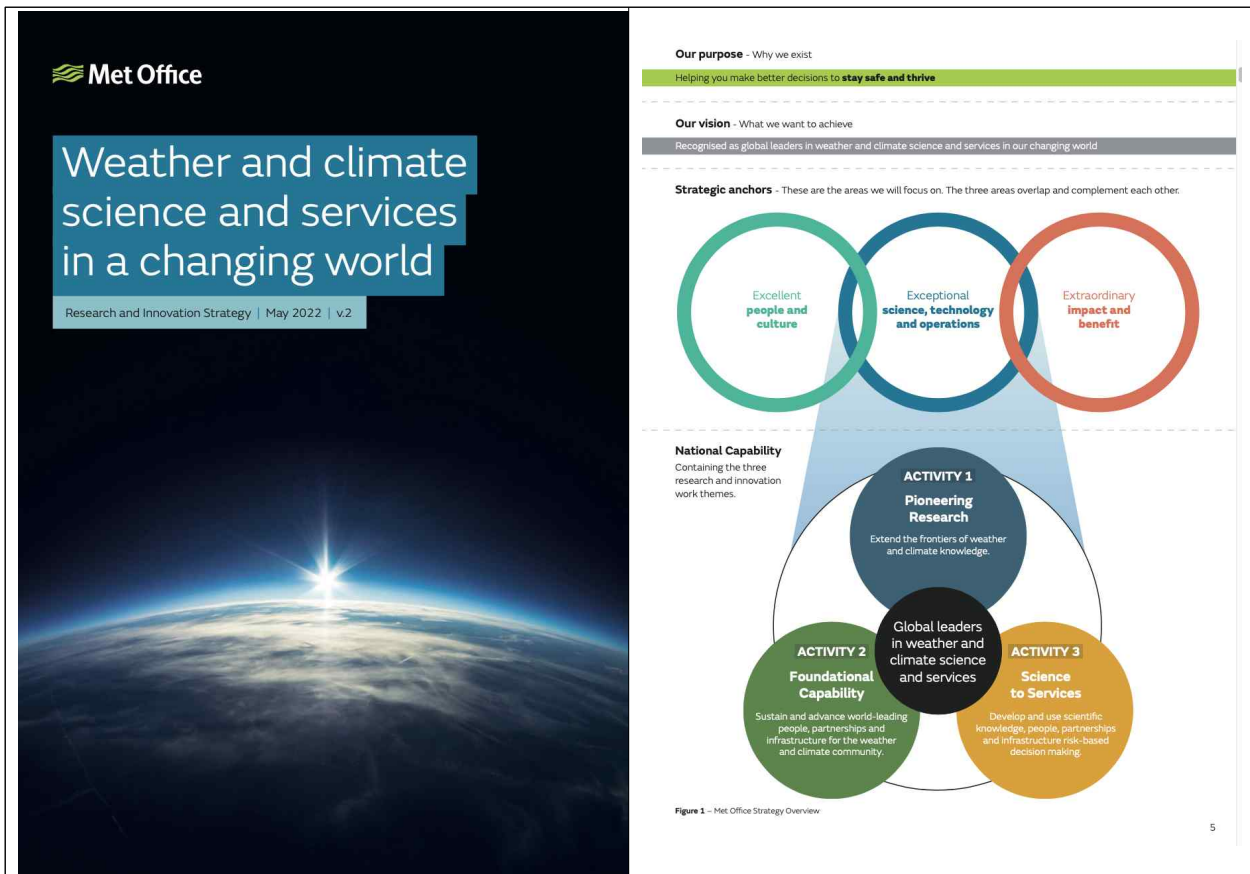


그림 2.1.81 영국 MetOffice Research and Innovation Strategy



이와 같은 배경을 바탕으로 연구 및 혁신 주제별 비전과 주요활동은 다음과 같다.

첫 번째 주제인 “선도적인 연구”는 기상 및 기후의 지식 영역을 확장하기 위해 수행하는 기초연구로 2030년의 비전은 파트너십을 통한 발달된 킬로미터 규모의 지구 시뮬레이션, 수문, 대기질, 탄소 및 질소 순환의 통합 모델링에 필요한 기술을 개발하고 활용할 수 있는 앙상블을 개발하는 것이다. 주요 내용으로는 차세대 고해상도 지구 및 지역 환경 예측시스템의 개발, 확률예보를 위한 앙상블 기반 시스템 개발 및 개선, 앙상블 정보에 대한 새로운 활용법 개발, 도시, 대기질, 수문, 탄소 및 질소 순환과 같은 다양한 환경의 복잡성을 포함하기 위한 연구 등이 있다.

두 번째 주제인 “기초역량”은 날씨 및 기후 커뮤니티가 영국 및 전세계의 전략적 요구사항을 충족할 수 있도록 하는 사람, 파트너십 및 인프라에 대한 것이다. 2030년 비전은 디지털 트윈과 같은 혁신적인 기술을 통하여 기상 및 기후에 대한 국가의 역량을 변화시키는 것이다. 디지털 트윈은 관측, 모의, 클라우드 컴퓨팅 기반의 인공지능을 결합한 재현(reforecasting)을 통해 사용자가 기상청의 앙상블 예측 정보에서 더 큰 가치를 추출 할 수 있도록 한다. 이를 위해 관측의 개선, 컴퓨팅 인프라의 혁신, 차세대 모델링 시스템, 과거, 현재 기후 및 미래의 기상 및 기후에 아우르는 최고수준의 원활한 예측기능의 개발, 데이터 과학과 시뮬레이션의 융합과 같은 개발활동을 주요활동으로 들었다. 디지털트윈(그림 2.1.82)에 대한 대표적인 예는 유럽중기예보센터(European Centre for Medium-Range Weather Forecasts, ECMWF)의 Destination Earth(DestinE)와 영국기상청의 Numerical Atmospheric-dispersion Modeling Environment(NAME)으로 현실의 지구를 구성하고 있는 여러 시스템(대기, 해양, 빙권, 순환, 생지화학, 인간 활동 등)을 고려한 고해상도의 가상 시뮬레이션에 구현하여 개발 목적에 따라 여러 정보를 제공해 줄 수 있는 기능을 갖고 있다.

**ECMWF, Destination Earth(DestinE)**

지구의 디지털 트윈을 만들기 위한 EU의 프로젝트로, 해양, 대기, 육지, 수문학 및 해빙 등 현재 도달 할 수 없는 수준의 해상도로 깊은 연결된 가상의 지구를 시뮬레이션 안에 재현하여 사용자는 지구 시스템의 다양한 구성요소와 자연 및 인간이 유발한 변화를 대화식으로 탐색할 수 있다. 또한 사용자는 과거와 현재의 지구, 미래의 시나리오를 테스트하고 개발 할 수 있다. 프로젝트의 초기 구현단계는 2024년 6월까지 완료 예정이다.



**Met Office Numerical Atmospheric-Dispersion Modeling Environment(NAME)**  
 영국 기상청의 NAME은 광범위한 대기 확산 이벤트를 모델링하기 위한 도구로, 대기 확산현상과 관련 된 물리 및 화학적 프로세스를 시뮬레이션 할 수 있으며 순방향 및 역방향 시뮬레이션이 가능하여 확산 물질의 소스 식별 등이 가능하다. 핵사고, 화산 폭발, 화학사고, 화재로 인한 연기, 악취, 공기 중 바이러스 등을 포함한 광범위한 대기 확산 현상을 모델링하고 일상적인 대기질 예보를 제공하는데 사용된다.

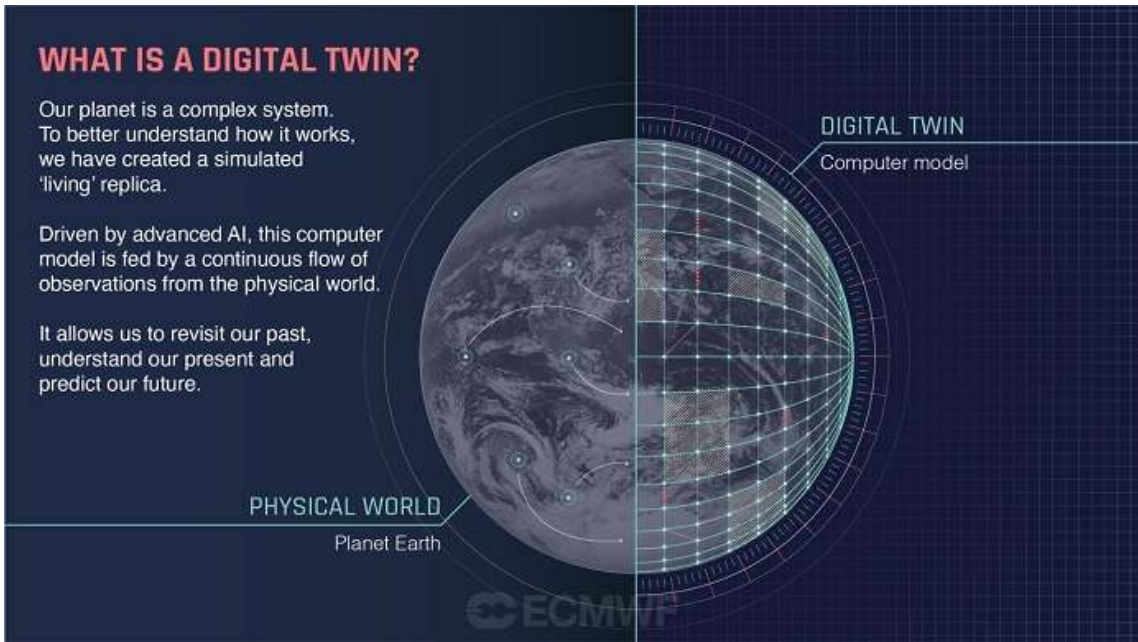


그림 2.1.82 디지털 트윈에 대한 정의

“과학에서 서비스로의 전환”로 주제는 위험기반 의사결정을 도울 수 있는 과학적 지식과 서비스 개발로 2030년 비전은 영국 기상청의 기상 정보가 미래의 날씨와 기후를 예측하는 것을 넘어 기상예측에 핵심적 요소로 사용되고 있는 앙상블 예측정보와 함께 킬로미터 규모와 시간 규모를 상세화하여 더 나은 의사결정을 하도록 하여 위험을 관리하고 줄이기 위한 조치로 나아가는 것이다. 주요 활동으로는 위험의 영향에 대한 이해를 높이기, 더 나은 영향 기반 서비스 개발을 위해 수요자, 사회과학자, 행동과학자, 재정적 영향 전문가 및 엔지니어의 협력으로 수요자의 의사결정을 위한 서비스 확장 및 개선, 기상 서비스의 개선, 데이터의 이동, 저장, 설명, 색인 및 처리하는 기술과 과학의 확립, 정보 수요자에게 기상정보를 전달하는 유연한 후처리 프레임 워크 설계 등 이다.

영국 기상청은 기상정보라는 과학적 산물을 고객 요구의 서비스로 녹여내기 위해 다양한 기술 개발과, 조직문화와 인적 구조개선 및 계획을 추진 중인 것으로 조사되었다. 미래의 변화에 대해 특히 영향도가 높은 기상현상과 기후변화 및

재해의 변화가 있을 것으로 예상하였고, 이에 대비하기 위해 돌발적인 현상에 대응하는 0~2시간 예보 및 경고 정보의 신뢰도 향상 노력은 기존의 관측 및 분석 시스템의 꾸준한 개선과 증가하는 관측정보의 분석 효율화를 통해 예보관이 보다 신뢰도 높은 기상정보를 산출 할 수 있도록 노력하고 있는 것으로 해석된다. 우리나라 역시 최근 이슈화 되는 기상현상들은 돌발적인 발생, 단기간에 매우 강한 영향을 끼치는 사례가 많았다. 이와 같은 영향도 높은 기상현상은 특별히 집중해야할 요소이다. 또한 디지털 트윈이라는 초거대 시뮬레이션을 통해 위험현상 등에 대한 인과관계를 밝히고 의사결정 지원 능력을 높이고자 하였으며, 이를 위해 기존의 대기-해양 수준의 결합 연구에서 나아가 다양한 물리적, 화학적, 사회과학 등을 결합한 연구가 활발했다. 영국에서 운영하는 디지털트윈인 NAME은 특별히 대기확산에 관한 것으로 화재, 유해물질 확산 등의 인과관계를 밝히거나, 향후의 발전방향을 예측하는데 사용되고 있다. 디지털트윈은 그 개발 목적에 따라 의사결정이나 인과관계 규명 등 활용가능성이 높으며, 이론상이나 궁극적인 디지털 트윈에 이르게 되면 모든 자연현상 및 인간 활동에 기인한 재해의 확산과 연구에 활용 될 수 있다. 아직까지는 시작단계로 보이나 우리 기상청 역시 이에 대한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

○ 프랑스(Meteo-France)

프랑스 기상청의 프랑스 기상청 목표 및 성과 약속(2022-2026)(Meteo-France objectives and performance contract (2022-2026))에서 중장기계획을 찾아 볼 수 있었다.(그림 2.1.83)



그림 2.1.83 프랑스 Meteo-France Contrat d'objectifs et de performance de Meteo-France(2022~2026)

2022~2026의 계획의 축으로는 1. 기상 분야에서 인명과 재산의 안전에 기여, 2. 기후변화 적응을 지원하는 기후정보와 서비스제공, 3. 고객 중심의 더욱 혁신적인 서비스 제공과 잠재적 미래요구에 대한 예측, 4. 기상청의 혁신 및 파트너십 촉진과 신속한 개발, 5. 조직의 구조 및 정책 개선의 5개 영역이다.(표 2.1.36)

표 2.1.36 프랑스 기상청의 중장기 계획의 영역별 목표

구분	내용
목표 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 국가의 주권적 책임을 수행하고 인명과 재산의 안전에 기여                         <ul style="list-style-type: none"> <li>- 특히 예보의 신뢰성 검증을 통해 치안 및 위험 예방 서비스의 위험 현상 측면에서의 사결정 지원 시스템의 유용성 개선                                 <ul style="list-style-type: none"> <li>: 데파르트망 수준에서의 경계(Vigilance) 시스템 개선,</li> <li>정부의 비상대응체계(FR-Alert)와 연동을 고려한 특보 전달시스템에 관한 작업</li> </ul> </li> <li>- 항공 및 해상 보안 서비스, 지방 당국의 요구하는 기상정보 제공으로 시민의 안전 보장에 기여                                 <ul style="list-style-type: none"> <li>: 디지털 형식으로서의 데이터 전송 등 정보보급시스템, 해상의 위험 지수개발, 산림 등 식생 화재 위험 예측시스템 강화</li> </ul> </li> <li>- 극한 기상현상 예측 기능 향상                                 <ul style="list-style-type: none"> <li>: 22년도부터 고해상도 앙상블 예측시스템 배치로 데파르트망 수준의 위험기상 예측성 향상, APIC 및 Vigicrues Flash의 적용 영역 확대 및 수치모델 예측과의 융합으로 개선, 폭풍 시스템에 대한 이해를 위한 연구 프로그램(HyMex), 눈사태 예측 향상을 위한 노력(인공지능활용, 위성관측, 공간해상도를 높인 모델시스템 등)</li> </ul> </li> <li>- 수치예보 분야에서 유럽 및 국제적 수준의 선도적인 연구 기관으로 발전하기 위한 계획                                 <ul style="list-style-type: none"> <li>: 극한 기상 현상 예측을 위해 토양, 해양, 대기 예측 모델 개발 및 고해상도 예측 구현</li> </ul> </li> <li>- 위성 데이터 및 네트워크(특히 레이더, 지상 및 고도 네트워크)의 유지 관리 및 강화 외에도 새로운 데이터 소스의 통합 및 운영 사용을 보장함으로써 위험현상 관측의 추진                                 <ul style="list-style-type: none"> <li>: 제3자 생성의 데이터 소스 운영에 활용(자료동화, 분석, 특정 목적의 운영을 위한), 혁신적인 관측법 개발(예, 강수예측을 위한 휴대전화 중계안테나 활용, 토양습도 측정을 위한 새로운 기법 개발 등)</li> </ul> </li> <li>- 24시간 운영능력을 유지하여 위험 기상 현상의 탐지, 예측, 특보 발표                                 <ul style="list-style-type: none"> <li>: 항상 고품질의 일기 예보를 제공하고 기상 위험 예방에 효과적으로 기여할 수 있도록 예보관의 역량을 향상, 관측-수치모델-예보생산체계의 24시간 정상운영 모니터링</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>
목표 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기후변화 적응 이니셔티브를 지원하는 기후 데이터 및 서비스 제공                         <ul style="list-style-type: none"> <li>- 조직(부처, 지방당국, 기업)이 기후변화 적응에 대한 접근 방식을 정의할 수 있도록 서비스 개발</li> <li>- 기후 및 기후변화에 관한 유럽 및 국제 수준의 선도적 연구기관으로 지속적인 노력</li> <li>- 기후 자료의 활용 촉진</li> <li>- 기후변화와 그 영향에 대한 범국민 인식 재고</li> </ul> </li> </ul>
목표 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 고객 중심을 강화하고 더욱 혁신적인 서비스를 제공하며 시설의 기관, 항공 및 상업 고객의 미래 요구 사항을 예측                         <ul style="list-style-type: none"> <li>- 수요자 요구에 적합한 고품질 서비스 제공을 위한 개선</li> <li>- 운영 및 데이터 관리의 신규 서비스 개발과 기술 및 조직 혁신을 통한 국가 항공 운송 전략의 구현 지원</li> <li>- 기상청의 데이터 공개를 통해 성장과 혁신 제공(기상정보를 활용한 가치창출 기여)</li> </ul> </li> </ul>
목표 4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기관의 신속성 개발, 혁신 촉진 및 파트너십 촉진                         <ul style="list-style-type: none"> <li>- 수요자의 요청에 응답 및 서비스 구현을 위한 신속한 개발(업무 프로세스)</li> <li>- 기관의 혁신 역량 발휘</li> </ul> </li> </ul>
목표 5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 직장 내 삶의 질, 환경적 책임 측면에서의 기업의 사회적 책임(Responsabilité sociétale des entreprises, RSE*)측면에서의 조치 이행                         <ul style="list-style-type: none"> <li>- 근로조건 개선</li> <li>- 전문성 향상과 경력 습득을 위한 GPEEC** 작업 수행</li> <li>- 신체적 장애 등 고려하여 직업적 평등의 모범적 기관</li> <li>- 온실 가스 등 저감조치의 모범기관이 되기 위한 적극적 활동</li> </ul> </li> </ul> <p>*RSE: 인권보장 및 환경적 문제에 대한 책임의식                  **GPEEC: 일관된 정책 및 실행계획의 설계, 구현 및 모니터링</p>

이중 예·특보와 관련성이 높은 목표는 첫 번째 인명과 재산의 안전에 기여하는 책임수행이며, 이에 대한 세부계획을 살펴보면 경계(Vigilance)시스템의 효율성 향상을 위해 파트너와의 합의를 통해 시스템화 할 것과 프랑스의 FR-Alert(비상대응체계) 프로젝트의 프레임워크 내에서 새로운 경고 배포 시스템에 대한 작업을 이어갈 것, 또한 운영 중인 APIC 및 Vigicrues Flash(폭우 및 돌발홍수경고시스템)의 지속적인 개선 의사를 밝혔다.

목표 달성을 위한 평가 지표로 데파르트망 구역 수준에서의 경계 예측 정보의 신뢰성, 주황 및 적색 경고의 비율, 향후 3시간 동안 예상되는 수위 정보에 대한 품질을 지정하였다.

또한 프랑스 기상청의 수치모델인 Arpege 및 Arome의 앙상블 시스템을 구성하여 유럽지역에 5km, 프랑스 본토에 1.3km의 높은 해상도를 구현하여 경계 체계의 짧은 시간 규모인 0~6시간 및 선행시간 1~2시간에서의 개선을 달성하고자 하는 계획을 밝혔다. 방대해지는 데이터를 효율적으로 분석하고, 활용할 수 있도록 새로운 분석 도구 및 진단체계 개발을 통해 폭우와 강한 뇌우와 같은 위험현상의 예보 개선을 도모하고자 하였다.

APIC과 Vigicrues Flash와 같은 자동 경고 시스템은 실황을 기반으로 즉각적인 위험정보를 알릴 수 있다는 점에서 강점이 있으며, 프랑스 기상청은 이에 대한 지속적인 개선 노력을 밝혔다. 이 두 시스템은 우리나라 실정에 맞게 적용할 수 있다면 기존의 특보체계와 함께 현상의 시작에서부터 진행상황을 전파하여 위험도에 대한 환기가 가능 할 것으로 사료된다. 그리고 프랑스 역시 초단기예보 수준의 시간규모에 대한 예측성 향상을 위해 수치모델기술개발, 다양한 기상 빅데이터를 효율적으로 활용하기 위한 기술 개발 등의 노력이 있는 것을 확인 할 수 있었다.



## ○ 일본(JMA)

일본 기상청은 2030년의 기상서비스를 위한 비전(Vision for Meteorological Services in 2030)(일본 교통정책심의회 기상분과위, 2018)에서 “재난발생 증가와 사회변화를 배경의 대국민 기상서비스 개발” 이라는 계획을 발표하였다.

해당 문서는 먼저 일본의 미래환경에 대하여 인구 고령화 및 저출산, 자연재해 규모의 확대, 정보통신기술(ICT)이 다양한 분야로의 확대와 같은 일본의 변화를 ‘사회5.0’ 이라는 개념을 들어 예상하였으며, 이러한 환경에서 일본 기상청이 가져야할 역할 및 서비스의 방향 등을 소개하였다.

표 2.1.37 2030년의 배경에 대한 일본 기상청의 분석

구분	내용
2030년 기상청의 역할	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2030년까지 자연 및 사회 환경의 변화와 기술발전을 고려하면 생명과 재산을 보호하고 삶의 질을 지원하는 기상청의 역할은 더욱 중요</li> <li>- 기상 서비스는 관측 및 예보기술을 기반 함으로 소프트 인프라 및 공동 공공자산의 필수요소로서 기상정보의 공공사용 촉진과 함께 지속적인 첨단 혁신 및 개선이 필요</li> </ul>
생명 재산 보호 및 삶의 질 향상	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 주요 기상현상에 대한 적절한 재난관리</li> <li>- 첨단 기술로 생산된 고도로 정확한 기상 정보와 대량의 관측 데이터에 대한 이해와 활용을 촉진하여 적절한 재해 완화 조치가 가능하도록 하는 것이 중요</li> <li>- 이는 개별 주체(예: 지방정부, 주민, 방문객 등)에게 친화적인 방식으로 수행되어야 함</li> <li>• 보편적인 삶의 질 향상</li> <li>- 개인의 상황(생활, 레저, 건강 등)과 관련된 기상정보의 활용을 통해 삶의 질 향상 가능</li> <li>• 경제 활동 및 기타 영역의 혁신</li> <li>- 기상정보는 사회 5.0 시대의 다양한 빅데이터와 첨단 기술과 결합하여 교통, 농업, 임업, 어업, 인프라, 물류, 소매, 관광 등 상업 분야에서 다양한 서비스 창출과 생산성 향상에 활용될 것으로 기대 됨</li> </ul>
기상 서비스의 방향	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 일본 기상청의 책임에는 관측/예측만이 아닌 기상정보 제공 및 관련 공공 응용프로그램의 홍보가 포함됨. 기상청은 국민의 요구를 판단하고 이에 대응하며 필요에 따른 조치 의무가 있음.</li> <li>- 첨단기술 기반의 기상정보 제공 지원을 위해 민간학계 운영자 및 국제 파트너와 함께 첨단 과학기술을 접목하여 관측/예보 정확도를 높여야 함</li> <li>- 재난경감, 일상생활, 경제활동에 기여할 수 있는 기상서비스를 기술개발과 활용에 시너지 효과를 내어 활성화하기 위해 노력해야함. 특히 일본 기상청은 재난 완화에 대한 정부기관의 역할을 수행하고 생명과 재산에 직접 관련된 대중 인식을 개선해야 함.</li> </ul>

표 2.1.37에서는 먼저 2030년 배경에서의 기상청의 역할과 최우선 목표인 국민의 생명/재산보호 및 삶의 질 향상의 목표를 위한 기상청이 나가야 할 방향에 대해 제시하고 있다.

2030년대에는 첨단 기술로 생산된 고도로 정확한 기상정보 및 대량의 관측정보를 이해하고, 활용하는 능력을 높여 적절한 재해 완화가 가능토록 하는 것이 필요하며, 이는 기상정보 수요자에게 친화적인 방식이어야 한다고 밝혔다. 또한, 개인의 생활 패턴(일상, 레저, 건강 등)에 관련된 기상정보를 제공하여 삶의 질 향상 도모하는 것이 중요하다고 판단하였고, 사회 5.0 시대에는 기상정보를 다양한 빅데이터 및 첨단기술과 결합하여 다양한 분야의 서비스나 정보생산을 통해 가치창출이 가능할 것으로 예상하였다.

이에 따른 일본기상청의 역할은 관측 및 예측에 국한되지 않고, 기상정보 제공 등 공공 프로그램의 홍보가 포함되어야 하며, 기상정보에 대한 국민의 요구를 판단하고, 대응해야 한다고 밝혔다. 또한 첨단 기술기반의 기상정보 제공을 위해 다양한 분야와의 협업과 다른 분야의 첨단기술의 접목을 통해 관측 및 예측의 정확도를 높이고, 재난피해경감, 일상 및 경제활동에 기여할 수 있는 서비스와 기술개발, 활용성 재고를 위한 노력이 필요하였다.

이와 같은 방향성에 따라 해당 계획에서는 기상업무의 기반이 되는 관측 및 예보기술의 고도화와 개선, 기상청의 기상정보를 다양한 분야에서 활용될 수 있는 방안 마련의 두 가지 문제를 우선순위로 삼았다.

관측 및 예보기술의 고도화와 개선은 기상/기후 및 지진/해일/화산 분야를 포함하며, 기상 및 기후 분야에 대해서는 예보정확도 향상을 최우선 목표로 삼았으며, 그 대상은 12시간의 선행시간인 초단기 범위와 같이 영향도가 높은 기상현상을 목표로 하였다.(표 2.1.38)

이를 달성하기 위한 구체적인 내용은 기상위성의 시공간해상도를 높이고, 관측밴드 확대하는 것, 차세대 기상레이더의 단계적 도입, 인공지능 분석기술을 통한 아메다스(일본의 지역 기상관측시스템) 관측기법 개선, 슈퍼컴퓨팅 역량 및 인공지능기술 개발로 수치모델 및 응용기술의 정확도 및 해상도 개선, 집중호우 예보 정확도 향상을 위한 단기예보 앙상블 예측 및 인공지능기술을 활용한 확률정보 변환 등이 있다.

표 2.1.38 일본 기상청 중장기 계획의 기상/기후 분야 목표 및 주요 추진 계획

구분	내용
목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 신속한 대피와 국민의 안전을 위한 기상 관측 및 예보 정확도 향상</li> <li>• 12시간 선행시간으로 재해 완화 관련 예측 정확도 향상</li> <li>• 태풍, 집중호우 등 사전 광역 재해 대피가 필요한 현상에 대한 예보정확도 향상</li> <li>• 기후 위험을 줄이고 생산성 향상을 위해 최대 몇 달 전의 예측 정확도 향상</li> <li>• 지구 온난화에 대한 정책 결정 및 적응을 지원하는 100년 규모의 정보생산</li> </ul>
구체적 활동	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기상관측 기술 고도화                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Himawari 기상위성의 시공간 해상도를 높이고, 관측 밴드를 늘림</li> <li>- 이중편파레이더, 위상배열형 등 차세대 기상레이더의 단계적 도입</li> <li>- 웹 카메라와 이미지용 AI 분석기술로 AMeDAS 관측소의 기상조건을 실시간으로 탐지</li> <li>- 방대한 양의 기상데이터를 통해 현재 기상상황을 명확하게 하여 폭우에 대한 실황 및 단기예보의 정확도 향상하기 위해 지자체, 연구기관, 민간기업 등 다양한 기관의 기상관측자료를 수집, 활용</li> </ul> </li> <li>• 기상정보 활용도를 높이기 위한 기술 개발                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 슈퍼컴의 역량과 AI 기술 발전을 바탕으로 수치예보모델과 응용기술의 정확도와 해상도 개선</li> <li>- 집중호우 예보의 정확도 향상을 위한 단기예보를 위한 앙상블 예보 도입 및 그 결과를 인공지능을 이용 단순 확률정보로 변환</li> <li>- 장기예측 및 지구온난화 예측의 정확도 향상을 위해 대기, 해양 및 기후 예측과 관련된 기타 요소의 계층적 통합</li> <li>- 첨단 인공지능 기술 적용을 위해 연구기관 및 기타 전문기관과의 협업</li> </ul> </li> </ul>

이와 같은 계획과 추진활동은 일본 기상청의 수치예보 전략계획(~2030년)에서도 호우와 태풍으로 인한 재해대응을 위한 기술개발과 사회·경제적 활동에 대한 기여를 위한 내용을 확인하였다.(표 2.1.39)

표 2.1.39 일본기상청의 수치예보 전략계획(2030년까지)에서 기상재해 예방에 관한 계획

구분	내용
호우로 인한 재해 예방	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 약 100km를 덮는 공간 규모의 강수 지역을 특징으로 하는 정체성 선형 중규모 대류 시스템의 예측을 개선하여 집중 호우 발생 가능성을 보다 정확하게 예측하고, 장마전선에 대한 예측 선행시간을 최대 3일까지 개선 가능. 큰 강 유역 및 폭풍 해일에 대한 강우량 예측의 정확도가 크게 향상.</li> </ul>
태풍으로 인한 재해 예방	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 태풍 및 전선과 관련된 호우 등의 현상에 대한 예측의 정확도를 향상</li> <li>• 강풍, 홍수 피해 및 폭풍 해일 재해 상황이 발생하기 며칠 전에 광역 대피를 포함하는 신뢰할 수 있는 재해 예방 기여</li> <li>• 폭풍 해일에 관련된 내용은 위의 호우로 인한 재해 예방과 유사한 방향으로 개선 계획</li> </ul>
사회경제 활동에 대한 기여	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 최대 6개월 리드 타임으로 장기 예측을 향상, 관련 정확도를 개선</li> <li>• 기후정보를 활용한 사회경제 산업에 대한 기여</li> </ul>

예측기술 개발 외에도 중장기 계획에서는 기상정보의 활용 촉진을 위한 계획도 수립하고 있다.(표2.1.40) 고품질의 기상정보를 생산하고 이를 수요자가 충분히 활용 할 수 있도록 이에 대한 홍보 및 교육자료 등을 통해 활용능력을 높이고, 접근 창구를 개선하여 쉽고 빠른 기상정보의 접근이 가능토록 하겠다는 것이 요지이다. 특히, 평시에도 지자체와 직접적인 관계 구축을 통해 기상정보 활용에 대한 교육 및 피드백을 통해 역량 향상에 집중하고 있었으며, 위험기상에 취약한 계층 중 하나인 고령자들이 스마트폰이나 인터넷 등의 사용에 어려움을 느끼거나 장문의 기상정보에 불편함을 느끼는 경우가 있어, 이를 대상으로 최대한 풀어 설명하고, 간략한 기상정보를 제공하며 쉽게 접근할 수 있는 수단 마련에 노력을 기하고 있었다.

표 2.1.40 일본 기상청 중장기 계획의 기상정보 활용 촉진 목표 및 주요 추진 계획

구분	내용
목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 위험현상에 대한 적절한 재난 관리 대응 및 조치                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 평시 지자체와 직접적인 관계를 구축하여 정보의식과 활용도를 높임으로써 적절한 재난경감대응 추진</li> <li>- 고령자를 포함한 주민 및 일본 방문객이 적절한 재난 완화 조치를 취할 수 있도록 간단한 정보 제공</li> </ul> </li> <li>• 보편적인 삶의 질 향상                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 기상정보 활용을 위한 환경 개선을 기반으로 생활의 다양한 측면에서 개인화되는 정보 획득 및 활용</li> </ul> </li> <li>• 경제 활동 및 기타영역의 혁신                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 기상정보를 활용한 상업화 촉진 환경 개발을 통해 다양한 국민의 요구에 부응하는 신기술 및 서비스 개발</li> </ul> </li> </ul>
구체적 활동	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기상정보 접근 환경 구축                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 기상정보의 효율적 유통망 관리</li> <li>- 정보 접근성 향상</li> <li>- 기술혁신(규제 완화 등)에 따른 제도 검토</li> </ul> </li> <li>• 정보 활용능력 향상                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 정확한 재난관리와 삶의 질을 위한 기상학적 소양 향상</li> <li>- 경제활동에서의 기상정보 홍보</li> </ul> </li> </ul>

2020년 예산현황을 통한 업무 추진전략을 살펴보면,(표2.1.41) 첨단기술 개발 및 자체 관측, 예측 체계의 확보, 공공 및 민간의 기상정보 활용 및 서비스를 중점에 두고 있음을 알 수 있으며, 앞서 살펴본 중장기 계획과 맞물려 2020년도 수행된 구체적인 사례를 확인 할 수 있다. 주요 사례로는 국지성 호우 예보정확도 향상을 위해 기존 5km의 공간해상도를 1km로 높이고, 국지성호우에 대해서도 특별정보를

제공하기 위한 노력과 해일에 의한 재해와 해류 및 수온 변화에 대응하기 위한 관련 시스템 개선을 통한 해양 정보 내실화, 청각장애인을 고려한 방재기상정보 제공, 기상레이더 및 기상관측장비에 대해 노후장비 대체 및 신규 기술 도입 등이 있다.

일본 기상청은 2030년까지의 비교적 중장기 계획을 통해 포괄적인 계획을 밝혔다. 중점을 두고 있는 분야는 국지성 호우나 태풍과 같은 위험기상 대응을 위해 시공간해상도를 높이고, 선행시간을 12시간까지 확대하고, 예보정확도를 높이고자 하였으며, 재난관리대응을 위해 평시에도 지자체와 직접적인 관계를 구축하고, 기상정보 활용을 위한 지원을 수행하고자 하였다. 가까운 미래에 점차 강조되는 인공지능 기법을 통해 현재의 기상예측기술의 예측성을 극복하고자 하는 노력 등은 우리기상청의 향후 계획에도 고려할만한 사항으로 사료된다.



표 2.1.41 예산 현황을 통한 업무 추진 전략(JMA brochure 2020)

내용
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 국지성 호우에 대응한 호우 특별경보 개선                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 현행 5km 격자로 표시되는 것을 향후 1km단위 호우 특보 표시개선 (고해상도 모델을 통한 예측 연구 추진 중)</li> <li>- 국지적인 호우에 대해서도 정확한 호우 특별경보를 발표하는 것을 추진 중</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 청각장애인을 배려한 방재기상정보 제공                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 기상청의 긴급 기자회견 시 수화통역을 배치해 청각장애인에게 위기감이나 방재상 유의점 등을 지체 없이 확실히 전달하여 적절한 대피 행동을 촉구</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기상 레이더 관측 강화                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 노후화되는 전국 20개소의 기상 레이더를 신형 '이중편파 기상레이더'로 갱신</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 지역 기상 관측 시스템(아메다스*) 갱신 및 강화                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 집중호우 예측능력 향상에 필요한 습도관측 능력 강화</li> </ul> <p style="margin-left: 20px;">*아메다스: 1974년부터 운용되고 있는 일본의 지역 기상 관측 시스템으로, 자동 기상계 및 적설계 등으로 강수량, 풍향, 풍속, 일조 시간, 적설량을 관측한다.</p> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기상정보 전송처리 시스템(아데스) 갱신 강화                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 기상 정보 전달을 위한 기간 시스템 「아데스」를 갱신</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 연안방재 및 해상교통안전 등을 위한 해양정보 내실화                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 해일에 의한 재해 및 해류·수온의 변화 대응 및 해양 정보 시스템 갱신</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 차기 기상 위성에 관한 조사 연구                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Himawari 8호·9호의 후계기에 대해 2023년도의 계약·제작을 위한 운용 체제·조달 방법 등에 관한 연구 조사 실시</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기상청 정보시스템기반 구축                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 방재, 산업 이용 등 기상 정보에 관한 국민의 요구의 다양화, 정보기술의 진전으로 정보 작성·제공 시스템 수 증가 및 비용 비대화 해결을 위한 시스템 통합 및 효율적인 기상 데이터·정보 제공 환경 마련</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기상 빅데이터 이용, 환경 구축                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 기상청 보유 기상 빅데이터의 오픈화를 추진, 민간 이용·활용을 촉진</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 지진·해일 재해 등의 방재 행동 및 응급대책 지원 강화                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 지진 발생 시 신속한 구난·구조 지원을 위한 추계 진도 분포 정보를 제공</li> <li>- 긴급성 높은 해일 대피 전달을 위해 정보의 비주얼화</li> <li>- 쓰나미 종식 전망 정보 제공으로 구난·구조 활동 등 응급대책 판단을 지원</li> <li>- 지진·해일 재해 방지·경감 및 신속한 인명구조 활동 공헌</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 화산 감시 및 관측용 기기 정비                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 노후화된 화산 감시·관측 기기 순차적 정비 갱신</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기상·지진 등 관측 시설의 계속성 확보에 관한 긴급대책                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 대규모 재해 시나 정전 시에도 관측 가능한 비상용 전원 등의 강화</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기상 업무 유지를 위한 거점 시설의 계속성 확보에 관한 긴급대책                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 대규모 재해시나 통신 두절시 등에도 기상 업무의 계속성을 확보할 수 있도록 정보통신 설비나 전원 설비 등을 정비</li> </ul> </li> </ul>

### ○ 세계기상기구(WMO)

세계기상기구(WMO)에서는 전략계획(2020~2023)을 통해 환경 조건의 변화 등 모니터링과 예측을 위한 전 세계의 협력 촉진을 미션으로 기상정보 등이 취약한 국가에 대해 기상정보의 사회적, 경제적 가치를 도출한다는 비전을 갖고 있다. 그 중 사용자 지향 및 목적에 적합한 정보와 서비스를 개발하고, 제공해야 함을 밝혔다.(표 2.1.42) 특히, 다중 위험 조기 경고 시스템의 개념을 소개하며 향후 발전의 단계에 대해 언급하고 있다.

표 2.1.42 WMO 사용자 지향 목적에 적합한 정보 및 서비스에 대한 목표

구분	내용
사용자 지향 및 목적에 적합한 정보와 서비스	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 국가적 다중 위험 조기 경고 시스템을 강화하고 관련 위험에 효과적으로 대응할 수 있도록 범위를 확장</li> <li>- 정책 및 의사 결정을 지원하는 기후 정보 및 서비스 제공 확대</li> <li>- 지속 가능한 수문 서비스 개발</li> <li>- 가치를 높이고 의사 결정을 지원하는 기상 정보 및 서비스 제공</li> </ul>

WMO는 매년 지구상의 심각한 기상현상의 영향으로 많은 사상자와 재산, 기반시설의 피해가 발생하며 그 영향이 수 년 동안 지속될 수 있음을 밝혔다. 한편 각 나라의 기상을 담당하는 기관에서 비교적 이러한 심각한 기상현상에 대해 잘 예측하고 있음에도 이러한 피해가 발생하는 이유는 기상 현상의 예보 및 경고 서비스가 이러한 재해에 대응하고 관리를 담당하는 당국과 일반 국민들이 예보·경고 된 기상현상으로 발생할 수 있는 잠재적인 영향에 대한 이해의 격차를 충분히 고려 못함을 제언하였다. 즉, 날씨가 어떠한을 예상하고, 정보를 전달 받아도 그 날씨가 우리에게 어떤 영향을 줄 것인가에 대한 이해가 부족한 경우가 많다는 것이다. 이러한 격차를 좁히기 위해서는 기존의 포괄적인 관측, 모델링, 예보의 개선 뿐 아니라 기상현상이 미칠 수 있는 위험요소가 무엇인지를 개발해야하며, 심각한 기상 현상의 잠재적인 영향에 대한 이해 개선은 기상청과 협력기관, 특별히 재해 감소와 시민보호를 위한 기관이 풀어야할 과제이다.

WMO에서는 다중 위험 조기 경고 시스템이라는 기상정보 제공의 패러다임의 전환 요구와 함께 가이드라인을 제시하고 있다.(표 2.1.43) 가이드라인은 전통적인 일기 예보 및 경고에서 다중 위험 영향 기반 예측 및 경고서비스에 이르기까지의 로드맵을 성정하여, 관계 기관과의 협력, 위험에 대한 노출 및 취약성 연구까지 이어지도록 하고 있다.

표 2.1.43 세계기상기구의 단계별 다중 위험 조기 경고 시스템의 가이드라인

가이드라인	내용
일반적 예측	<ul style="list-style-type: none"> <li>모든 국가 기상 서비스는 기본 임무의 일환으로 자신의 책임 영역에 대한 일반 예보를 준비</li> <li>예보는 바람, 온도, 습도 및 강수량과 같은 합리적인 대기 변수의 예상 진화에 대한 설명</li> <li>예보는 결정론적 또는 확률론적 방식으로 제공</li> <li>예보의 커뮤니케이션은 정기적인 일정(예: 매일 4회 업데이트)의 예보 제공에서 서면 텍스트, 그래픽, 라디오 및 무선 기술의 도래와 함께 문자 메시지, 이메일 및 모바일 어플리케이션을 통해 예보가 거의 지속적으로 업데이트</li> </ul>
고정 기상 임계값을 통한 경고	<ul style="list-style-type: none"> <li>국가 기상 서비스는 생명이나 재산을 위협할 것으로 예상되는 중대한 위험을 다루기 위한 경고(예, 우리나라의 특보제도)를 시행</li> <li>이후 정보에는 비일상적으로 필요에 따라 제공되는 메시지 포함</li> <li>일반적으로 이러한 서비스는 특정 헤드라인 메시지 제공, 색상 코드 또는 등급 매기기 시스템 또는 극단적인 상황에서만 사용되는 특수 공개 메시지 시스템의 활성화를 특징으로 함</li> <li>경고가 제공되는 기상 현상에는 홍수, 겨울 폭풍, 심한 대류 날씨, 극단적인 온도 및 열악한 대기질이 포함</li> </ul>
사용자 및 전문가와 합의한 임계값을 사용한 경고	<ul style="list-style-type: none"> <li>일부 기상서비스는 현재 비즈니스, 보안 및 금융 산업, 보건 및 안전 조직과 같은 날씨와 관련되지 않은 다른 조직과 협력하여 임계값을 정의하고 이를 기반으로 특화된 경고를 제공</li> <li>이러한 임계값은 위험에 대한 발생 확률을 기반으로 개발되며, 따라서 조직의 의사 결정 및 활동 관리를 지원.</li> </ul>
임계값의 시공간적 변동이 있는 경고	<ul style="list-style-type: none"> <li>영향 기반 경고로 진화하는 이 단계에서 임계값은 더 이상 사전 정의되지 않으며, 변화하는 취약점을 나타내기 위해 공간과 시간의 상황에 따라 달라질 수 있음</li> </ul>
다중 위험 영향 기반 예측·경고 서비스	<ul style="list-style-type: none"> <li>영향 예측·경고 서비스를 향한 진화 과정의 다음 단계로 모든 기상 서비스가 대중과 기관에 영향 기반 경고를 제공하는 잠재적 이점을 고려하는 것이 좋음</li> <li>일반 기상 경고와 영향 기반 경고의 근본적인 차이점은 범람, 침수, 산사태 등 2차 피해를 고려하여 사람, 생계 및 재산의 취약성을 포함</li> <li>날씨 자체가 아니라 날씨로 인한 영향을 메시지로 전달해야함</li> </ul>
영향 예측 및 경고 서비스	<ul style="list-style-type: none"> <li>영향 예측 및 경고 서비스의 경우 위험 및 취약성과 함께 그에 노출되는 대상을 명시적으로 고려</li> <li>이러한 유형의 예측 및 경고는 노출된 사람 또는 대상에 대한 자세한 정보를 정확하게 제공하도록 설계</li> </ul>

표 2.1.44 세계기상기구에서 제시한 단계별 예보/경고 패러다임의 변화 예시

호우 현상에 대한 적용 예시		고려된 요인
단계	내용	
일반적 예측	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 춥고, 바람이 많이 불고 비가 많이 내리는 내일 오후와 저녁이 예상됨</li> </ul>	재해
고정 기상 임계값을 통한 경고	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 내일 14시에서 자정 사이에 30~40mm의 강우량이 예상됨</li> </ul>	재해
사용자 및 전문가와 합의한 임계값을 사용한 경고	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 내일 오후에는 3mm/10분의 강수량을 동반한 폭우가 예상되어 배수시스템의 범람이 발생 할 수 있음 (주의. 이러한 유형의 경고는 일반적으로 지자체에서 발행)</li> </ul>	재해 및 취약성
임계값의 시공간적 변동이 있는 경고	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 공간적 차이 : 내일 14시에서 자정 사이 저지대에서는 20~30mm의 강우량이 예상되며, 1,500m 이상의 고지대에서는 50~60mm의 강우량이 예상되어 호우 특보를 발표</li> <li>• 시간적 차이 : 내일 오후 출퇴근 시간에 15~20mm의 강우량이 예상됨에 따라 호우 특보를 발표 (도로 혼잡에 의한 임계값 조정)</li> <li>• 즉, 시공간적 차이로 기상 경고의 발표 기준이 변화할 수 있음</li> </ul>	재해 및 취약성
다중 위험 영향 기반 예측·경고 서비스	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 내일 20~30mm의 강우량이 예상됨. 14시에서 자정 사이에 남동쪽 지역의 홍수로 인해 도로가 폐쇄될 수 있음. (임계값 기반의 경고와 영향 기반의 경고는 현상으로 인한 도로 폐쇄라는 구체적인 영향을 언급함)</li> </ul>	재해 및 취약성
영향 예측 및 경고 서비스	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 내일 오후 남동부 지역의 폭우와 예상되는 국지적인 홍수로 인해 A111 노선의 이동시간은 심각한 교통 혼란으로 인해 1시간 연장될 것으로 예상 됨</li> </ul>	재해 및 취약성, 노출

표 2.1.44는 호우로 인한 상황을 가정한 각 단계별 예·경고의 예시이다. 각 단계별로 고려하는 요인이 점차 많아지는 것을 볼 수 있다. WMO는 고려요소인 재해, 취약성, 노출에 대하여 다음과 같이 정의하였다.

먼저, 재해는 생명, 재산 또는 환경에 위험한 영향을 줄 수 있는 기상학적, 수문학적, 지구물리학적, 인류활동 기인의 어떤 현상을 의미한다.

취약성은 재해 현상으로 인해 예상되는 상황 및 피해 등의 영향을 의미한다.

노출이란 재해로 인한 취약성에 직접적인 영향을 받는 대상을 의미한다. 예를 들어 도심의 러시아워에 영향을 미치는 폭풍은 한밤중의 사람이 살지 않는

지역에서의 폭풍보다 더 높은 노출요인을 갖고 있다.

각 단계별로 일반적인 전통적 예보에서는 기온과 강풍, 강한 강수의 발생 예상을 알린다. 예시에서는 비라는 현상에 대한 재해만이 고려되어 있다. 고정 임계값을 통한 경고체계는 30~40mm라는 예상 강수량이 고정적인 임계값을 초과하기 때문에 경고가 발표되는 상황을 가정하였다. 역시 재해의 상황만을 고려하고 있다. 특정 사용자나 전문가와 합의한 임계값을 사용한 경고에서는 도시의 배수시스템이 감당할 수 있는 10분당 강수량을 고려하여 경고를 발표하였다. 다만, 이러한 사항은 기상청에서 담당하기보다는 지자체에서 발표하는 것이 일반적이다. 여기서는 재해 상황과 함께 그로 인한 배수시스템의 범람이라는 취약성이 고려되었다. 임계값의 시공간적 변동이 있는 경고체계에서는 저지대나 고지대와 같은 지형적 특성으로 인해 침수가 예상되는 서로 다른 강수량을 적용한다거나, 사람들의 활동이 많은 출퇴근 시점에는 그보다 더 적은 강수량에도 경고를 발표하는 등 차등을 주었다. 다중 위험 영향 예측·경고 체계에서는 강수현상과 함께 도로 폐쇄라는 영향을 함께 제공한다. 영향 예측·경고 체계에서는 강수로 인한 영향과 그 영향에 노출될 대상을 구체적으로 제공하고 있다.

가이드라인에 따르면 우리나라가 현재 서비스하고 있는 특보체계는 고정기상 임계값을 통한 경고로 분류할 수 있으며, 점진적으로 영향기반의 예측·경고 서비스로 발전해 나가야 할 것으로 사료된다. 실제로 조사한 해외 주요 국가들에 해당 가이드라인을 적용해 본다면, 미국과 같은 경우에는 지역별로 다른 임계값을 사용하고 있었고, 영국과 같은 경우에는 위험기상이 미치는 영향을 고려하여 경고의 기준을 마련하였으며, 경고를 발표할 때 예상되는 주요현상(취약성)을 같이 제공한다. 일본도 각각의 지방자치구역 별로 협의를 통한 임계값을 사용하고 있었다. 그러나 해당 가이드라인에서 최종적으로 제시한 영향 예측·경고 시스템은 가이드라인에서도 밝혔듯 기상청 단독의 노력으로 도달할 수 있는 체계가 아니며, 정부기관 및 민간 등 여러 협력과 연구가 이루어져야 가능할 수 있으므로 이에 대한 준비가 필요하다.



## ○ 요약 및 시사점

중장기 계획에서 각 국의 방향성과 주요 목표 및 진행 중인 개선사항들에 대하여 조사하였다.

미국 기상청 전략계획(2019~2022)에서는 기상정보 수요자의 기상정보에 대한 이해와 행동양식을 변화시켜 기상현상으로 인한 영향을 줄이는 것, 과학 및 기술적 발전을 통한 최상의 관측과 예측 및 특보의 제공, 미국 기상청의 발전을 위한 조직 및 협력 등 내적 발전에 관한 3가지 목표를 제시하였다.

기상정보에 대한 이해와 행동양식의 변화로 기상현상의 영향을 줄이는 것은 기상청에서 전달하는 기상정보에 대한 소통을 강화하여, 정보가 담고 있는 바를 정확히 전달하고 수요자의 피드백이 반영된 기상정보를 생산하고자 하는 것으로 이해 할 수 있다. 특히, 의사결정을 위한 정보 개선을 위해 기상정보를 쉽고 단순화 하여 이해 및 유용성을 높이고, 지리정보나 육상 및 연안의 결합을 통해 정보의 품질을 높이고자 한다.

과학 및 기술적 발전을 통한 최상의 관측과 예측 및 특보의 제공은 수치모델과 관측의 강화 등 기술개발에 대한 내용이다. 수치 모델링 분야에서는 커뮤니티 모델을 지향하여 다양한 분야의 결합을 연구하고 있으며, 예보의 불확실성을 정량화하고 일관성을 확보하기 위해 앙상블 모델의 활용을 높이고 개선하고자 한다. 관측분야에서는 위성과 레이더를 포함한 기존의 관측체계의 효율성을 높이고, 새로운 관측요소를 도입하는 등 수치모델의 시작이라 할 수 있는 자료동화 기술 등의 지속적인 개선의사를 밝혔다.

조직 및 협력 등 내부적 개선에 대해서는 정부기관, 학계, 민간기상사업자 등 기상 엔터프라이즈와의 협력을 통해 기상정보의 2차적 활용 등을 통해 WRN의 비전 달성을 이뤄간다는 내용이다.

주요 사례로는 의사결정지원시스템(IDSS)와 FACETs이 있다. IDSS는 기상정보를 통해 의사결정이 필요한 주요 방재기관 등 파트너를 지원하기 위한 시스템으로 각 지방의 WFO에서 WCM을 통해 다양한 서비스가 지원되는데 각각의 기상재해 상황에서 방재기관에서 필요한 영향범위, 영향의 시작과 종료시점, 향후 발달과 같은 기상상황에 대해 통보형의 전달이 아닌 논의를 통해 이해와 판단을 돕는다. 기상재해 상황 외에도 주기적인 서비스를 통해 도시계획, 전략 수립 등 기상요소의

고려가 필요한 상황에서도 IDSS를 통하여 의사권자가 가장 효율적인 판단을 내릴 수 있도록 지원한다. FACETs은 최근 많은 기상정보 전달체계에서 연속된 이미지로 시공간의 변화에 따른 기상의 변화를 애니메이션과 같은 방식으로 제공해주는 것을 경고시스템에도 유사하게 적용하는 것으로 이해하면 쉽다. FACETs은 전통적인 경고시스템 통보문의 단편적인 상황에 대한 서술을 시공간적 변화를 같이 보여줌으로써 수요자가 그 영향에 대해 이해를 높이고, 대응하는데 필요한 시간을 확보하고 절차를 수행하는데 도움을 줄 수 있다.

영국 기상청은 영국 기상청 우리의 전략(2019~2024)를 통해 3E(Excellent People and Culture, Exceptional science, technology and operations, Extraordinary impact and benefit)전략을 취했다. 3E는 인력관리와 조직문화 개선으로 기상청의 구조적 개선, 과학과 기술/현업분야의 발전, 기상정보의 영향력과 혜택을 높이는 것으로 영국 기상청도 국민의 기상정보 활용역량 재고, 차세대 모델링 기능 등을 강조하고 있다. 특히 0~2시간의 초단기예보 범위에서 예측성과 특보를 개선하기 위해 대류 상황에서 향상된 분석에 기여하는 자료동화모델 개발과 더 광범위한 관측 데이터에 접근하는 시각화의 향상 등의 개선을 수행하는 등 초단기예보 범위에서의 기상현상에 많은 노력을 기울이고 있으며, 그에 대해 기상정보 수요자의 긍정적인 피드백이 있는 것으로 조사되었다. 또한 연구 및 혁신 전략V2(2022)에서는 변화하는 세계 속 기상 및 기후과학과 서비스라는 제목으로 과학, 기술, 현업분야의 2030년대를 위한 계획을 밝히고 있으며, 국가적 역량 향상을 위해 선도적인 연구, 기본기의 개선, 과학에서 서비스로 라는 혁신주제를 선정하였고, 주요 내용은 차세대 고해상도 지구 및 지역 환경 예측시스템의 개발, 예측의 불확실성을 포함한 예보를 위한 앙상블 기반 시스템 개발과 앙상블 정보에 대한 참신한 사용법 개발, 도시, 대기질, 물순환, 탄소 및 질소 순환과 같은 다양한 환경의 복잡성을 포함하기 위한 연구, 더 나은 영향 기반 서비스 개발을 위해 수요자, 사회과학자, 행동과학자, 재정적 영향 전문가 및 엔지니어의 협력으로 수요자의 의사결정을 위한 서비스 확장 및 개선 등이 있다.

프랑스의 중장기 계획에서는 인명과 재산의 안전에 기여하는 책임수행을 목적으로 경계(Vigilance)시스템의 효율성 향상을 위해 파트너와의 합의를 통해

시스템화 할 것과 프랑스의 FR-Alert(비상대응체계) 프로젝트의 프레임워크 내에서 새로운 경고 배포 시스템에 대한 작업을 이어갈 것, 또한 운영 중인 APIC 및 Vigicrues Flash(폭우 및 돌발홍수경고시스템)의 지속적인 개선 등 계획을 밝혔다.

목표 달성을 위한 평가 지표로 데파르트망 구역 수준에서의 경계 예측 정보의 신뢰성, 주황 및 적색 경고의 비율, 향후 3시간 동안 예상되는 수위 정보에 대한 품질을 통해 목표 달성 여부를 판단하고자 한다. 또한 프랑스 기상청의 수치모델인 Arpege 및 Arome의 앙상블 시스템을 구성하여 유럽지역에 5km, 프랑스 본토에 1.3km의 높은 해상도를 구현하여 경계 체계의 짧은 시간 규모인 0~6시간 및 선행시간 1~2시간에서의 개선을 달성하고자 하였다. 방대해지는 데이터를 효율적으로 분석하고, 활용할 수 있도록 새로운 분석 도구 및 진단체계 개발을 통해 폭우와 강한 뇌우와 같은 위험현상의 예보 개선을 도모한다. 프랑스 기상청의 중장기 계획은 비교적 구체적인 평가지표를 들면서, 계획을 발표하여 추후 달성여부를 판단하고자 하였다. 프랑스의 경우 특보체계인 경계가 1일 내의 시계열로 제공되기 때문에 짧은 시간규모인 최대 6시간의 예측정확도와 1~2시간의 선행시간 달성에 집중하고 있는 것으로 사료된다. 또한 프랑스 정부의 대응체계와 기상청의 경계 체계의 연동을 위한 노력으로 새로운 특보체계와 기존의 APIC의 개선 등 새로운 경고시스템 구현을 위한 노력을 하고 있는 것으로 조사되었다.

일본의 중장기 계획은 인구 고령화 및 저출산, 자연재해 규모의 확대, 정보통신기술(ICT)이 다양한 분야로의 확대와 같은 일본의 변화를 반영하여 수립되었다. 중장기 계획에서는 기상업무의 기반이 되는 관측 및 예보기술의 고도화와 개선, 기상청의 기상정보를 다양한 분야에서 활용될 수 있는 방안 마련의 두 가지 문제를 우선순위로 삼았다.

관측 및 예보기술의 고도화와 개선은 기상/기후 및 지진/해일/화산 분야를 포괄하며, 기상 및 기후 분야에 대해서는 예보정확도 향상을 최우선 목표로 삼았으며, 대상에는 12시간의 선행시간의 초단기 범위에서 예측성 향상을 위한 노력을 하고 있었고, 다가올 미래에 점차 향상되어가고 있는 인공지능을 분석과 예측기술에 접목하는 등의 계획을 갖고 있다. 이와 같은 계획과 추진활동은 일본 기상청의 수치예보 전략계획(~2030년)에서도 확인할 수 있으며, 호우나 태풍과 같은 위험기상 대응을 위한 예측성 향상 노력을 하고 있다.

해외 기상청은 구체적인 내용에서는 차이가 있지만 주요한 목표는 전통적인 정량적 기상예보에서 의사결정에 보다 도움이 되는 정보 생산을 하고자 한다는 점으로 단방향의 기상정보 수요에서, 수요자가 요구하는 기상정보를 기상청에서 제공해주는 상호협력적인 관계가 중요시 되고 있다는 점이다. 미국의 경우에는 법령으로 의사결정지원을 위한 서비스와 이를 전담하는 직책인 WCM(경고조정기상학자)이라는 개념을 도입하였으며, 영국은 일찌감치 영향예보로의 전환을 시도하였고, 이를 위해 디지털 트윈이라는 개념의 도구의 개발과 활용에 이르고 있다. 일본 역시 고해상도, 고품질의 기상정보를 생산하는 한편 이를 수요자가 활용하기 용이하도록 접근성 개선에 대한 노력을 확인 할 수 있었다.

이러한 의사결정 지원은 예측성이 담보되어야 하며, 이를 위해 다양한 분야의 협업이 요구된다. 미국, 영국 등은 대기-해양결합모델을 넘어서 생지화학과 빙권, 물순환, 사회과학 등 협업을 진행하고 있고, 영국은 높은 컴퓨팅 역량을 활용하여 디지털트윈이라는 한 차원 높은 예측시스템으로 나아가고 있다.

또한 기존의 관측망을 확대함과 동시에 학계와 민간의 관측자료까지 포함하고자하는 시도가 있었다. 일본, 프랑스 등은 기후변화로 돌발적이고 국지적인 위험기상이 빈번해지자 기상재해 대응을 위해 선행시간 확보와 관측 자료의 비중이 높은 실황 감시·분석 시스템에 대한 개발과 투자가 활발한 것으로 조사되었다. 우리나라 역시 최근 기후변화로 인한 국지적이고, 순간적인 기상현상으로 피해가 다수 발생하고 있으며 이를 위한 기술개발이 필요 할 것으로 사료된다.

세계기상기구에서는 기후변화와 함께 사회에서 요구하는 다양한 기상정보에 대한 필요에 대응하기 위해 다중 위험 조기 경고시스템이라는 개념을 도입하여 일반적인 예보에서 영향기반의 예측·경고시스템에 이르기까지의 발전 단계를 분류하였는데, 해당 내용을 조사한 나라들의 수준에 적용시켜보았을 때 미국, 일본, 프랑스 등의 경우에는 지역별로 세분화된 기준을 적용하거나 임계치 적용에 수요자와의 협의를 통해 결정하는 체계를 운영하고 있으며, 영국의 경우에는 영향을 고려하는 단계에 있었다. 우리나라는 아직까지 고정적인 임계값을 사용하는 특보체제로 지역별로 차별화된 특보기준 마련 등 지속적인 개선 노력이 요구된다.

## 2.2. 해외 주요국가의 기상 예·특보 관련 법령 현황 조사 및 분석

### 2.2.1. 해외 주요기상청의 예·특보 제도 관련 법령 현황 조사

#### ○ 대한민국

우리나라는 “국가기상업무의 효율적 수행에 필요한 기본적인 사항을 정함으로써 기상업무의 건전한 발전에 힘쓰게 하여 기상재해 및 기후변화로부터 국민의 재산을 보호하고 공공복리 증진하는데 이바지함을 목적으로 함”(기상법 제1장 총칙 제1조(목적)) 으로 「기상법」을 시행하고 있으며, “제5장 예보 및 특보”에서 예·특보에 관련한 내용이 기술되어 있다. (표2.2.1)

표 2.2.1 예·특보 관련 법령(대한민국, 기상법) 발췌

<p>제5장 예보 및 특보</p> <p>제13조(일반인을 위한 예보 및 특보)</p> <p>① 기상청장은 기상현상에 대하여 일반인이 이용할 수 있도록 필요한 예보 및 특보를 하여야 한다.</p> <p>② 기상청장은 기상현상으로 인하여 발생한 재해가 특정한 시기 또는 지역에서 국민의 생명·신체·재산 및 생활에 미치는 영향(이하 이 조에서 “기상영향”이라 한다)에 대하여 일반인이 이용할 수 있도록 관계 중앙행정기관의 장과 협의하여 필요한 예보를 할 수 있다.</p> <p>③ 기상청장은 제1항 및 제2항에 따라 기상현상 및 기상영향에 대한 예보·특보를 하는 경우에는 보도기관을 이용하거나 정보통신망에 게재하는 등 적절한 방법을 통하여 이를 일반인에게 알려야 한다.</p> <p>④ 제1항 및 제2항에 따른 예보 및 특보의 종류·내용에 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.</p> <p>제15조(특보의 통보)</p> <p>① 기상청장은 제13조제1항, 제14조제1항 또는 제14조의2제1항에 따라 특보를 하거나 해제한 경우에는 다음 각 호의 기관에 즉시 그 사실을 통보하여야 한다. 다만, 제14조제1항에 따른 항공기의 안전운항에 필요한 특보는 대통령령으로 정하는 항공 관계 기관에만, 제14조의2제1항에 따른 특보는 대통령령으로 정하는 우주 관계 기관에만 각각 통보한다.</p> <p>② 제1항에 따라 통보를 받은 기관은 그 통보받은 사항을 지체 없이 널리 알리는 등 필요한 조치를 하여야 한다.</p> <p>③ 제1항에 따라 통보를 받는 기관의 특보 수신절차 및 담당자 지정에 관한 사항은 대통령령으로 정한다.</p>
---

기상법의 예보 및 특보 조항은 기상청에서 예보 및 특보를 생산 및 통보 의무를 명시하고 있고, 특보의 통보 대상이 정의되어 있다.

기상법의 예보 및 특보의 종류는 대통령령인 「기상법 시행령」에서 예보의 종류를 초단기예보(~6시간 이내), 단기예보(~5일 이내), 중기예보(~10일 이내), 장기예보(11일 이상)으로 분류하고, 특보 대상에 대해서도 호우, 대설, 폭풍해일, 태풍, 강풍, 풍랑, 황사, 건조, 한파, 폭염으로 정의하고 있다.(대통령령 제32777호,



시행 2022.5.5.) 기상법 시행령에서 규정한 예보 및 특보의 세부 종류·내용, 대상구역, 발표 기준 등에 관하여는 기상청장의 권한으로 위임되어 「예보업무규정」(기상청 훈령 제 1013호, 시행 2021.8.12.) 및 「기후업무규정」(기상청 훈령 제1046호, 시행 2022.6.16.)에서 규정하고 있다.

이를 간단한 개념도로 정리하면 그림 2.2.1과 같다. 기본적인 의무와 역할 등에 대해서는 최상위법인 「기상법」에서 명시하고, 대통령령인 「기상법 시행령」, 기상청 업무규정으로 갈수록 점차 그 내용이 구체화 된다.

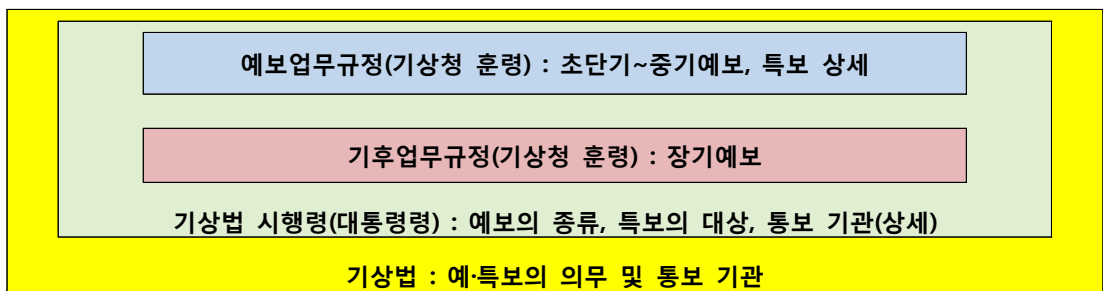


그림 2.2.1 우리나라 예·특보 관련 기상법의 개념도

## ○ 미국

미국은 「U.S.C(United stated Code, 미국 법전)」 Title 15.CH9. § 313 - 상무장관의 임무 (Duties of Secretary of Commerce)에서 기상예보에 관한 내용이 명시되어 있다.(표 2.2.2) 해당 법령에서는 기상정보를 농업 및 상업 등 경제와 관련된 조건으로서 관심을 갖고 있는 것으로 해석되며, 그에 따라 기상청장실의 역할을 상무장관에게 이전한 것으로 사료된다.

표 2.2.2 U.S.C.Title 15, CH9, § 313 상무장관의 임무(발췌 및 번역)

상무장관은 **기상예보를 담당**하고, 폭풍 특보 발표, 농업, 상업 및 항해를 위한 날씨 및 홍수 신호 표시, 하천의 측량 및 보고, 해안 전신선의 유지 및 운영, 상업 및 항해의 이익을 위한 해양정보 수집 및 전송, 면화 이익을 위한 온도 및 강우 조건의 보고, 서리 및 한파 신호 표시, 농업과 상업을 위한 기상정보의 배포, 미국의 기후 조건을 설정하고 기록하는 데 필요하거나 전술한 의무를 적절하게 수행하는데 필수적인 기상 관측을 수행한다.

이후 2017년 제정된 「U.S.C」 Title 15.CH111. - 날씨 연구와 예보의 혁신(Weather research and forecasting innovation)에서는 기상 연구의 목적이 인명과 재산의 보호 및 국가 경제의 향상을 위함임을 강조하였고, 국민의 생명과 재산의 위협에 빠뜨릴 수 있는 영향이 큰 기상현상에 대한 연구를 우선순위로 설정하고 있다.(표 2.2.3) 날씨 연구와 예보의 혁신(약칭. 예보혁신법)은 기상예보 및 경고의 개선을 위해 핵심적인 연구요소에 대해 명시하고, 그에 대한 지속적인 연구 개발의 필요를 성문화하였고, 의회에서는 해양대기연구부의 기상 연구 및 개발 자금의 30% 이상이 극한기상에 대한 경고 및 예보의 개선에 투입되어야 한다는 생각을 밝혔다.

또한 동 법의 하위챕터 3.연방날씨조정(Sub-chapter III-Federal Weather Coordination)에서는 기상청장이 지역의 각 일기예보사무소(Weather Forecast Office, WFO)에 최소 1인의 경고조정 기상학자(Warning Coordination Meteorologists,WCM)를 지정하도록 하였으며, 이들은 영향기반의사결정지원서비스(Impact-Based Decision Support Services,IDSS)를 증진하기 위해 각 WFO 및 주, 지방정부 기관과 협력하고 해당 지역의 서비스에 대한 책임을 지며, 필요시 해당 지역의 비상관리자의 역할을 수행한다.(표 2.2.4)

미국의 법령상 기상청의 역할에 대한 초기 인식은 국가의 경제성에 연관된 하나의 요소로 인식이 되었으나, 이후 영향도가 높은 기상현상에 대한 연구와

예보의 혁신이 요구됨을 인지하고 이에 대한 집중적인 투자와 연구를 성문화하였고, 기상정보의 올바른 활용을 위해 주요 기관간의 소통과 인식 개선을 위한 직책인 WCM을 통해 효율적인 기상정보 전달이 이루어질 수 있도록 하는 등 법령상의 근거를 마련하였다 사료된다.

표 2.2.3 U.S.C.Title 15, CH111, § 8512 날씨 연구 및 예측 혁신(발췌 및 번역)

<p>미국 해양대기청 산하 해양대기연구부(Office of Oceanic and Atmospheric Research;OAR)의 Assistant Administrator는 대기현상과 그 영향에 대한 이해와 예측 능력을 개선하기 위한 프로그램을 수행해야 하며, 생명과 재산을 위협하는 영향이 큰 기상현상에 대해 보다 정확하고 시의적절하며 효과적인 특보 및 예보를 개발하는데 우선순위를 두어야 한다.</p> <p>중점 프로그램</p> <p>1) 영향이 큰 기상 현상에 영향을 미치는 경계층 및 기타 프로세스를 포함한 §8511(공공안전우선순위, 연구 수행 시 차관은 생명과 재산 보호 및 국가 경제 향상을 위해 기상 데이터, 모델링, 계산, 예보 및 특보를 개선하는데 우선순위를 두어야 한다.)과 일치하는 기상에 대한 근본적인 이해를 개선</p> <p>2) 생명과 재산을 위협에 빠뜨리는 영향이 큰 기상 현상에 대한 특보 및 예보를 국민이 수신, 해석 및 대응하는 방법에 대한 이해를 개선</p> <p>3) 다음과 관련한 미국 기상 산업 및 학술 파트너를 포함하여 국립 기상청 및 기타 적절한 기관 및 단체에 대한 연구, 개발, 지식, 기술 및 응용프로그램의 이전</p> <p>    Ⓐ 첨단 레이더, 레이더 네트워킹 기술 및 기타 지상 기반 기술</p> <p>    Ⓑ 공중기상관측시스템</p> <p>    Ⓒ 고성능 컴퓨팅 및 정보기술과 무선통신 네트워크</p> <p>    Ⓓ 영향이 큰 날씨의 타이밍, 경로, 강도 및 심각도의 예측을 개선하는 고급 수치 기상 예측시스템 및 예측도구 및 기술</p> <p>    Ⓔ 관측 시스템 시뮬레이션 실험, 관측 시스템 실험 및 대안 분석을 포함한 데이터 및 관측 시스템의 영향과 가치를 측정하기 위한 정량적 평가 도구</p> <p>    Ⓕ 악천후에서의 영향을 보다 효과적으로 이해하기 위한 대기 구성을 정확하게 특성화 하고, 구름 미세물리, 강수 및 대기의 전기화 과정을 포함한 기상 프로세스 예측에 필수적인 대기화학 및 상호작용에 대한 연구</p> <p>    Ⓖ 상업용 관측 시스템을 포함한 기상 데이터의 확장</p>
---

표 2.2.4 U.S.C.Title 15, CH111, § 8545 기상청 날씨예보사무소의 경고조정 기상학자(발출 및 번역)

<p>(a) WCM(Warning Coordination Meteorologists)의 지정  <b>기상청장은 기상청 각 WFO에 WCM 1인 이상을 지정하여야 한다.</b></p> <p>(b) WCM의 주요 역할  WCM의 주요 역할은 이 섹션에서 요구하는 책임을 수행하는 것</p> <p>(c) 책임  IDSS를 증가시키기 위해 하위 섹션 (a)에 따라 지정된 각 WCM은 다음을 수행해야한다.  (A) 국립기상청의 서비스 수요자가 기상 현상의 영향에 효과적으로 대응할 수 있도록 보장하기 위해 WCM은 고용된 <b>WFO에서 담당하는 지리적 영역에 서비스를 제공할</b> 책임이 있다.  (B) 대중, 언론 매체, 항공, 해양 및 농업 커뮤니티의 사용자, 임업, 토지 및 수자원 관리 이해 관계자와 같은 <b>기상청의 서비스 수요자와 연락하여 기상청 서비스의 유용성, 적절성을 평가</b>  (C) <b>서비스의 유용성을 향상시키기 위해</b> 국립기상청의 서비스를 개발, 수정 또는 최적화하기 위한 계획을 개발, 제안 및 구현하는 데 있어 국장이 적절하다고 생각하는 <b>WFO 및 주, 지방 및 부족 정부 기관과 협력</b>  (D) <b>악천후에 대한 정책 및 절차, 악천후 비상연락망의 유지 관리 및 정확성 보장</b>  (E) <b>악천후에 대한 효과적인 준비 및 대응 노력을 보장하기 위해 주(State), 지역(Local) 및 부족(Tribal) 비상 관리 기관 및 재난 관리와 관련된 기타 기관과 긴밀한 협력</b></p> <p>(d) 추가 책임  (A) 주 전역에서 국립기상청 서비스의 보다 효과적인 사용을 촉진하기 위한 계획을 개발하기 위해 <b>주 기관과 협력</b>  (B) <b>악천후 대응 주요 커뮤니티의 목표 식별</b>  (D) <b>다양한 주, 지방 및 부족 정부 기관 및 기타 재해 관리 관련 조직을 통해 악천후 사태 대비 계획 및 시민 교육을 위한 노력</b></p> <p>(e) 주 및 지역 비상 관리자 배치  국립기상청 국장은 필요에 따라 지정된 WCM을 주 또는 지역 비상 관리자에게 배치할 수 있다.</p>
---

○ 일본

일본은 「기상업무법(쇼와 27년 법률 제 165호, 2019년 4월 1일 시행)」에 의해 기상법이 제정되어 있다. 기상업무법은 기상 및 지진, 쓰나미 등 해양현상까지 예보의 범위에 포함하고 있으며, 중대한 재해가 예상 될 경우 특보를 하도록 명시되어 있다. 일본의 기상법은 특보의 기준 설정 시 관련 지자체(도도부현, 시정촌)의 의견 수렴을 강조하고 있다. 또한 수방(水防)법에 의거하여 지정된 하천의 수방활동에 적합한 예보 및 특보 또한 기상청과 국토교통성의 공동책임으로 실시(일본 기상업무법, 14조 2항)하고 있어 기상과 수문을 함께 담당하도록 하고 있다. 수문과 기상을 함께 담당함에 따라, 예보 및 특보 발표에 있어서도 호우, 침수, 토사피해를 모두 고려하여 기상청에서 발표할 수 있는 기반이 되는 것으로 사료된다. 내용상의 구성은 우리 기상법에서 대통령령 및 예보업무규정, 기후업무규정에 준하는 내용이 모두 기상업무법 내에 명시되어 있다.

표 2.2.5 일본 기상업무법 (일부 발췌 및 번역)

<p>(참고)일본의 법령구조 상 1항을 의미하는 숫자 1이 생략되어 있음</p> <p><b>제3장 예보 및 특보</b></p> <p><b>(예보 및 특보)</b></p> <p>제13조 기상청은 정령(政令)이 정하는 바에 따라 기상, 지상(地象, 지상에 있어서는 지진동(地震動)에 한정한다), 쓰나미(津波), 고조(高潮), 파랑 및 홍수에 대한 일반 이용에 적합한 예보 및 특보를 하여야한다. 다만 다음 조항 제1항의 규정에 의하여 특보를 하는 경우에는 그러하지 아니한다.</p> <p>2 기상청은 이전 항의 예보 및 특보 외 정령이 정하는 바에 따라 쓰나미, 고조, 파랑 및 홍수 이외의 수상에 대한 일반 이용에 적합한 예보 및 특보를 할 수 있다.</p> <p>3 기상청은 전 2항의 예보 및 특보를 하는 경우에는 스스로 예보사항 및 특보사항의 주지(周知)의 조치를 취하는 외에 보도 기관의 협력을 요구하고, 이것을 공중(公衆)에게 주지시키도록 노력해야 한다.</p> <p>제 13조의 2 기상청은 예상되는 현상이 이상(異常)이기 때문에 중대한 재해가 발생할 우려가 현저히 큰 경우로서 강우량 외에 관하여 기상청이 정하는 기준에 해당하는 경우에는 정령이 정하는 바에 따라 그 취지를 나타내고, 기상, 지상, 쓰나미, 고조 및 파랑에 대한 일반 이용에 적합한 특보를 해야한다.</p> <p>2 기상청은 전항의 기준을 정하고자 할 때는 미리 관계도도부현 지사의 의견을 들어야한다. 이 경우에 관계도도부현 지사가 의견을 말하고자 할 때는 미리 관계시정촌장의 의견을 들어야한다.</p> <p>3 기상청은 제1항의 기준을 정한 때에는 지체 없이 이를 공표하여야한다.</p> <p>4 전 2항의 규정은 제1항의 기준의 변경에 대하여 준용한다.</p> <p>5 전 3항의 규정은 제1항의 특보(제15조의 2 제1항에 있어서 [특별경보]라고 한다)를 하는 경우에 준용한다.</p> <p>제14조 기상청은 정령이 정하는 바에 따라 기상, 지상, 쓰나미, 고조 및 파랑에 대한 항공기 및 선박의 이용에 적합한 예보 및 특보를 하여야한다.</p> <p>2 기상청은 수방법(쇼와 24년 법률 제193호) 제 10조 제2항의 규정에 의해 지정된 하천에 대해서, 수방에 관한 사무를 실시하는 국토교통성과 공동으로 해당 하천의 수위 또는 유량을 홍수에 대한 수방활동의 이용에 적합한 예보 및 특보를 하여야한다.</p>
---



3 기상청은 수방법 제11조 제1조항의 규정에 의해 지정된 하천에 대해, 도도부현 지사와 공동으로 수위 또는 유량을 나타내고 홍수에 대한 수방 활동의 이용에 적합한 예보 및 특보를 해야한다.

4 제13조 제3항의 규정은 전 3항의 예보 및 특보를 하는 경우에 준용한다. 이 경우에 동조 3항중 「전 2항의 예보 및 특보를 하는 경우는」이라고 있는 것은 「제14조의 2 제1항부터 제3항까지의 예보 및 특보를 한다. 경우에는는 각각 단독으로 수방에 관한 사무를 행하는 국토교통대신과 공동으로 또는 도도부현 지사와 공동하여」라고 읽어야 한다.

5 제2항 또는 제3항의 규정에 의하여 예보 및 특보를 하는 국토교통대신 또는 도도부현 지사에 대해서는 제 17조 및 제23조의 규정은 적용하지 아니한다.

**제15조 기상청은 제13조제1항, 제14조제1항 또는 전조제1항부터 제3항까지의 규정에 따라 기상, 지상, 쓰나미, 고조, 파랑 및 홍수의 특보를 한 때에는 정령이 정하는바에 따라 즉시 그 특보 사항을 경찰청, 소방청, 국토 교통청, 해상 보안청, 도도부현, 동일본 전신 전화 주식회사, 서일본 전신 전화 주식회사 또는 일본 방송 협회의 기관에 통지해야한다.** 지진동의 특보 이외의 특보를 한 경우에 있어서 경계의 필요가 없어졌을 때도 마찬가지로 한다.

2 전항의 통지를 받은 경찰청, 소방청, 도도부현, 동일본전신전화주식회사 및 서일본전신전화주식회사의 기관은 즉시 그 통지된 사항을 관계 시정촌장에게 통지하도록 노력해야 한다.

3 전항의 통지를 받은 시정촌장은 즉시 그 통지된 사항을 공중 및 소재의 관공서에 주지하도록 노력하여야 한다.

4 제 1항의 통지를 받은 국토교통성의 기관은 즉시 그 통지된 사항을 항행중인 항공기에 주지하도록 노력하여야한다.

5 제1항의 통지를 받은 해상보안청의 기관은 즉시 그 통지된 사항을 항해중 및 입항중의 선박에 주지시키도록 노력하여야한다.

6 제1항의 통지를 받은 일본방송협회의 기관은 즉시 그 통지된 사항의 방송을 하여야한다.

제15조의2 기상청은 제13조의2 제1항의 규정에 따라 기상,지상,쓰나미,고조 및 파랑 의 특별 경보를 한 때에는 정령이 정하는 바에따라 즉시 그 특별 경보 관련 특보사항을 경찰청, 소방청, 해상보안청, 도도부현, 동일본전신전화주식회사, 서일본전신전화주식회사 또는 일본방송협회의 기관에 통지하여야한다. 지진동의 특별 경보 이외의 특별 경보를 한 경우에 있어서, 해당 특별 경보의 필요가 없어졌을 때도 마찬가지로 한다.

2 전항의 통지를 받은 도도부현의 기관은 즉시 그 통지된 사항을 관계 시정촌장에게 통지하여야한다.

3 전조 제2항의 규정은 경찰청, 소방청, 동일본전신전화주식회사 및 서일본전신전화주식회사의 기관이 제1항의 통지를 받은 경우에 준용한다.

4 제2항 또는 전항에 있어서 준용하는 전조 제2항의 통지를 받은 시정촌장은 즉시 그 통지된 사항을 공중 및 소재의 관공서에 주지시키는 조치를 취하여야한다.

5 전조 제5항의 규정은 해상 보안청의 기관이 제1항의 통지를 받았을 경우에, 동조 제3항의 규정은 일본 방송협회의 기관이 제1항의 통지를 받았을 경우에 각각 준용한다.

#### **(예보업무의 허가)**

제17조 기상청 이외의 자가 기상, 지상, 해일, 고조, 파랑 또는 홍수의 예보의 업무(이하 「예보 업무」라고 한다.)를 실시하려고 하는 경우는, 기상청 장관의 허가를 받아야한다.

#### **(특보사항의 전달)**

제20조 제17조의 규정에 의하여 허가를 받은 자는 당해 예보업무의 목적 및 범위에 관한 기상청의 특보사항을 당해 예보업무의 이용자에게 신속하게 전달하도록 노력하여야한다.

#### **(특보제한)**

제23조 기상청 이외의 자는 기상, 지진동, 화산현상, 쓰나미, 고조, 파랑 및 홍수의 특보를 하여서는 아니된다. 다만 정령으로 정하는 경우에는 그러하지 아니한다.

#### **(예보 및 특보의 표지)**

제24조 형상, 색채, 등광 또는 음향에 의한 표지에 따라 기상, 지상, 해일, 고조, 파랑 또는 홍수에 대한 예보사항 또는 특보사항을 발표하거나 전달하는 자는 국토교통성령으로 결정하는 방법에 따라 이것을 해야 한다.

○ 중국

중국의 기상법은 「중화인민공화국의 기상법(2016.11.7. 전국인민대표회의 상무위원회 제 24차 회의에 의거 3차 수정)」이다. 구성은 총칙, 기상시설의 건설과 관리, 기상 관측, 기상 예보와 재해성 날씨 특보, 기상재해 방지, 기후 자원의 개발·이용·보호, 법적 책임, 부칙의 순서로 구성되어 있으며 1999년 10월 31일 제정되어, 2016년 11월 7일 최종 개정되었다.

법의 제정 목적은 기상 사업을 발전시키고 기상업무를 표준화하며, 정확하고 적시의 일기예보 발표로 기상재해의 예방, 기후자원의 합리적 개발, 이용 및 보호하고 경제, 국방, 사회 발전, 국민의 삶을 위한 기상서비스를 제공하기 위함이다.

기상 예·특보와 관련된 법령은 제4장 기상예보와 재해성 날씨의 특보에 대해 명시되어있다. 국가에서는 공공기상예보 및 재해성 특보에 대해 통합 발표를 시행하고 있으며, 각급 관할 기상청 소속 기상관측소는 기상 예보 및 특보를 발표하며 기상변화에 따라 보완 또는 시정의 의무가 있다. 기상 예보 및 재해성 특보에 대해서는 다른 단체나 개인이 발표할 수 없다. 또한 기상관측소는 농업기상예보, 도시환경기상예보, 화재위험 기상등급 예보와 같은 전문기상예보의 업무를 수행하여 경제, 국방, 사회발전을 위한 기상정보 제공을 하도록 명시되어 있다. 기상예보 및 기상재해특보는 지정된 언론(신문, 방송)을 통해 전파할 수 있도록 하였고 관련 채널은 국가로부터 보호를 받는다.

표 2.2.6 중국 기상법의 예·특보 관련 내용(발췌 및 번역)

<p>제4장 기상예보와 재해성 날씨 특보</p> <p>제22조 국가는 공공기상예보 및 재해성 특보에 대한 통합 발표 시스템을 시행한다.</p> <p>각급 관할 기상청 소속 기상관측소는 직무에 따라 대중에게 기상예보와 기상재해특보를 발표하고 기상변화에 따라 적시에 보완 또는 시정하여야한다. 다른 어떤 단체나 개인도 대중에게 기상예보 및 재해성 특보를 발표할 수 없다.</p> <p>국무원의 기타 관련 부서와 성, 자치구, 직할시 인민정부의 기타 관련 부서에 소속된 기상 관측소는 이 시스템의 사용에 대해 특별 기상예보를 발표할 수 있다.</p> <p>각급 기상당국과 그 소속 기상관측소는 기상예보와 기상재해특보의 정확성, 적시성, 서비스 수준을 향상시켜야한다.</p> <p>제23조 각급 기상주관기구에 소속된 기상대 역할은 필요에 따라 농업기상예보, 도시환경기상예보, 화재위험 기상등급예보 등 전문기상예보를 발표하고 군사기상부서에서 국방건설에 필요한 기상업무를 수행한다.</p> <p>제24조 각급 라디오 및 텔레비전 방송국과 성급 인민정부가 지정한 신문은 매일 특별 시간 또는 페이지를 마련하여 공개 기상예보 또는 재해성 특보를 방송하거나 발행해야한다.</p> <p>각급 기상주관기관이 소속된 기상대 역할은 제작한 기상예보 프로그램의 품질을 보장하여야 한다.</p>
---

방송 및 텔레비전 방송 사업자가 기상예보 프로그램의 방송 시간 배정을 바꾸면 사전에 관련 정보를 수집해야한다. 사전에 해당 기상관측소의 동의를 구하여야한다.; 국가 경제와 민생에 중대한 영향을 미칠 수 있는 재해성 기상 특보와 보완, 정정된 기상 예보는 적시에 방송해야한다.

제25조 방송, 텔레비전, 신문, 전신 등은 기상예보와 재해성 기상특보를 사회에 전파하기 위하여 기상주관기관이 소속된 기상대에서 제공하는 적기 기상정보를 사용하여야하며, 발표시간과 기상대역의 명칭을 표시하여야한다. 기상정보를 보급하여 얻은 수익의 일부는 기상 사업의 발전을 지원해야 한다.

제26조 정보산업부문은 기상 주관기관과 긴밀하게 협조하여 기상통신이 원활히 이루어지도록 하여야하며, 기상정보, 기상예보 및 재해성 기상특보를 정확하고 적시에 전달하여야 한다.

기상 무선 전용 채널은 국가의 보호를 받기 때문에 어떠한 조직이나 개인이 교란해서는 안된다.

한편, 5장 기상재해방지에서는 기상재해로 인한 경감시키기 위한 현급 이상의 인민정부와의 협력을 명시하고 있다.(표 2.2.7) 각 현급 이상의 인민정부는 기상재해에 대한 감시와 조기특보시스템 구축을 강화하고, 기상재해 예방계획을 수립, 실시하여야한다. 이때 기상당국은 중대 기상재난에 대한 범지역 및 부처 합동 감시예보를 조직하고, 기상재해예방대책을 위한 의사결정 근거를 제공할 의무가 있다. 특별히 낙뢰와 관련하여 낙뢰방지에 대한 관리책임 역시 기상기관에서 갖고 있다.

이렇듯 중국의 기상법은 일반적인 기상예보 및 특보 업무와 기상재난에 대한 대책 마련의 역할을 함께 명시하였고, 재해방지에 대해서는 현급 이상의 인민정부와 협력해야함을 강조하였다. 또한 전문기상예보라는 농업, 환경, 국방의 목적성 예보의 업무와 낙뢰 현상에 대한 별도의 역할을 부여하여 기상청의 역할이 기상현상을 응용한 분야에 대해서도 확대되었다.

표 2.2.7 중국 기상법의 기상재해방지 내용(발체 및 번역)

**제5장 기상재해방지**

제27조 현급 이상의 인민정부는 기상재해감시 및 조기특보시스템 구축을 강화하고 관련 부문을 조직하여 기상재해 예방계획을 수립하며 효과적인 조치를 취하여 기상재해방지 능력을 향상시켜야 한다.

제28조 **각급 기상당국은 중대 기상재난에 대한 범지역 및 부처 합동 감시예보를 조직하고 기상재해예방대책을 적시에 제시하며 중대 기상재난에 대한 평가를 실시하고 재해방지를 위한 의사결정 근거를 제공한다.** 각급 주관기상기관에 소속된 기상국은 해당 지역에 영향을 미칠 수 있는 기상재해에 대한 감시와 예보를 강화하고 관련 주관 기상기관에 적시 보고해야한다. 재난감시예보와 관련된 기타 관련 부서, 단위에 소속된 기상국은 기상재해를 감시, 예보하는데 필요한 기상관측정보와 수역, 폭풍해일 등 관련 감시정보를 기상기관에 지체없이 제공하여야 한다.

제29조 **현급 이상 지방 인민정부는 기상재해 예방 수요에 근거하여 기상재해예방계획을 수립하고 기상기관이 제공한 기상정보에 근거하여 기상재해예방계획을 실시하여 기상재해를 피하거나 완화해야한다.**

제30조 현급 이상 인민정부는 기상조절 작업에 대한 지도력을 강화하고 실제 상황에 따라 조직적이고 계획적으로 기상조절 작업을 진행해야한다.

제31조 **각급 주관 기상기관은 낙뢰방재사업의 조직 및 관리를 강화하고 유관부서와 회동하여 낙뢰의 위험이 있는 건물, 구조물 및 시설의 관리를 지도하여야 한다.**

○ 호주

호주의 기상법은 「기상법(1955)」으로 호주 기상청에 관한 법률이다. 앞서 일본이나 중국이 기상업무나 재난대응을 위한 역할 및 책임을 다뤘다면, 호주의 기상법은 기상청이라는 기관의 기능을 명시하였다.(표 2.2.8)

호주의 기상법은 전문이 비교적 간략하며, 그 내용상의 범위가 해석에 따라 광범위할 수 있다. 예를 들어, 어떤 구체적인 현상을 나열하기보다는 기상정보, 기상문제와 같은 단어를 사용하여 그 영역이 넓다. 호주 기상청의 주요 기능으로는 기상관측, 날씨 및 대기 상태의 예측, 위험한 기상조건에 대한 특보 발표, 기상정보의 제공, 기상정보의 사용 촉진, 기상 문제에 대한 조언 제공 등이다. 공익을 위한 측면에서는 국방 및 항해나 운송, 항공, 산업을 지원함에 목적을 두고 있다.

표 2.2.8 호주 기상법에 명시된 기상청의 기능(발췌 및 번역)

<p>6. 기능</p> <p>(1) 기능은 다음과 같다.</p> <p>(a) 기상 관측 및 기상 목적에 필요한 기타 관측의 수행 및 기록</p> <p>(b) 날씨 및 대기 상태의 예측</p> <p>(c) 홍수나 산불을 일으킬 수 있는 기상 조건을 포함하여 인명이나 재산을 위험에 빠뜨릴 수 있는 강풍, 폭풍 및 기타 기상 조건에 대한 특보 발행</p> <p>(d) 기상정보의 제공</p> <p>(e) 기상 보고서 및 게시판의 발행</p> <p>(f) 기상 정보의 사용 촉진</p> <p>(g) 기상 연구 및 조사 또는 기타 방법에 의한 기상 과학의 발전 촉진</p> <p>(h) 기상 문제에 대한 조언 제공</p> <p>(i) 이 항의 앞 단락에 명시된 문제와 관련(h)하여 다른 국가의 기상당국과의 협력</p> <p>(j) 다른 법률에 의해 사무국에 부여된 기타 기능</p> <p>(2) 사무국은 일반적으로 특히 다음과 같은 공익을 위해 이 법에 따른 기능을 수행한다.</p> <p>(a) 방위군의 목적을 위해;</p> <p>(b) 항해 및 운송 및 민간 항공의 목적을 위해;</p> <p>(c) 1차 생산, 산업, 무역 및 상업에 종사하는 사람 및 당국을 지원하기 위한 목적</p>
---

한편, 호주 언론매체에서는 2016년까지 기상청 최고 경영자(CEO)의 발언을 인용하여, 1955년에 제정된 기상법이 최근의 기후변화의 영향이 심각해지는 배경에서 기상청의 역할을 담아내기에 부족함을 지적하는 등 개정요구가 있는 것으로 보인다.<sup>1)</sup>

호주의 기상법은 1955년 제정되어 매우 약 70여년에 가까운 역사를 갖고 있으나, 그 내용이 간략하게 명시되어 있어 우리 기상법과의 차이나 벤치마킹의 요소를 발굴하기는 어려웠다.

1) The Guardian, 2022.10.23. Law governing Bureau of Meteorology must change to reflect climate crisis, says former chief

### ○ 프랑스

프랑스 기상청(Meteo-France)은 「Décret n° 93-861 du 18 juin 1993 portant création de l'établissement public Météo-France」(1993년 6월 18일자 법령 No.93-861, Meteo-France 공공 설립)을 통해 설립되었다. 호주 기상법과 유사하게 프랑스 기상청의 설립 목적 및 기능 등에 대한 법령이다.

해당 법령은 프랑스 기상청의 임무, 조직 및 운영, 재정, 기타조항으로 총 24개 섹션으로 구성되어 있다. 이 중 기상청의 임무(2~4절)를 제외한 법령은 본 연구와의 상관성이 낮아 분석에서 제외하였다. 법률에서 명시한 프랑스 기상청의 임무는 표 2.2.9와 같다. 프랑스 기상청의 주요 임무(2절)는 대기와 해수면, 눈 덮임의 모니터링, 변화의 예측, 예측정보의 전파이다. 또한 인명 및 재산에 대한 기상학적 재난상황에서 국가적 권한을 행사한다. 그 외에 항공안전을 위한 지원과 경제적 발전, 기후변화의 적응 및 삶의 질 향상을 위한 기여의 역할이 있다. 4절에서는 기상 문제에 대해서 관할부처와 협력하고, 정부, 지방 당국, 공공서비스, 국제기구 및 외국에 대한 지원을 할 수 있음이 별도로 명시되어있다.

관측과 예보, 특보서비스 외에도 기상정보에 대한 기록 등 데이터베이스화 하는 것을 강조하고 있는데, 이는 기상연구에 있어서 기상자료의 축적의 중요성을 인식하여 설정한 것으로 사료된다. 또한 다국적 기상, 기후 프로그램에 적극 참여 하여 국제적 기여도 매우 중시하고 있다.



표 2.2.9 프랑스 기상청 설립 법령 중 기상청의 임무(발췌 및 번역)

**2절**

**프랑스 기상청의 임무는 대기, 표층 바다 및 눈덮임을 모니터링하여 변화를 예측하고 해당 정보를 전파하는 것이다. 또한 국제적 수준에서 기후 변화에 대한 기록과 예측에 기여할 책임이 있다.**

**인명 및 재산의 기상 안전 문제에 대해 국가의 권한을 행사한다.** 따라서 시행 중인 규제 조항에 따라 그리고 필요한 경우 규정에서 명시한 요구를 이행한다. (특히 프랑스 본토와 해외에서 시민 안보, 주요 위험 방지 및 원자력 안전과 같은) 이러한 서비스를 통해 자신의 역량 영역에서 전문 지식의 역할을 수행한다. 또한 정보와 전문성을 통해 기후 변화에 대한 공공 정책 개발에 기여한다.

또한 권한 내에서 국방부의 요구 사항을 이행한다.

임무를 완수할 수 있도록 관측, 데이터 처리, 기상 및 기후 예측, 보관 및 보급 시스템을 구현한다.

특히 다음을 담당합니다.

- 관측 품질을 보장하기 위한 특별한 목적으로 기상 관측 네트워크의 관리 및 유지한다.
- 다른 공공 기관에서 수행한 자체 기상 관측을 조정하고 적용시킨다.
- 기후에 대한 기록을 보존하고 그 변화를 연구한다. 이를 위해 국가 활동에 필요하거나 국제 협약에 의해 프랑스의 책임에 위탁된 기후 데이터베이스를 수집 및 관리한다.

a) 프랑스가 참여하는 국가적 틀 내에서 또는 국제 프로그램 내에서 연구 및 개발 활동을 통해 대기 및 다른 자연 환경, 인간 활동 및 기후와의 상호 작용에 대한 관찰 및 지식을 개선하는 데 참여한다.

b) 세계기상기구 내에서 프랑스를 대표하고 기상을 다루는 소명을 가진 모든 국제 또는 유럽 기구; 이와 관련하여 프랑스의 약속을 이행한다.

c) 항공 안전에 필요한 기상 지원 요구를 이행한다.

d) 다양한 활동 부문의 정보 요구를 이행함으로써 경제 발전, 기후 변화 완화, 이러한 변화에 대한 적응 및 삶의 질 향상에 기여한다.

e) 기상학을 전문으로 하는 민간 및 군인의 훈련, 교육을 지원 및 관리한다.

**f) 기상 문제에 대한 기술 협력의 이행에 기여한다.**

(3절 과학자문위원회의 구성 및 절차...생략)

**4절**

**프랑스 기상청은 관할 부처와 협력하여 행정부, 지방 당국 및 공공 서비스, 국제기구 및 외국에 합의에 따라 지원을 제공할 수 있다.**

### ○ 독일

독일의 기상법은 「독일 기상청에 관한 법률(Gesetz über den Deutschen Wetterdienst (DWD-Gesetz)」이다.

법의 구조는 1장-법적형식 및 감독, 2장-의무와 권한, 3장-관리, 4장-자문위원회, 5장-인사, 6장-최종조항으로 구성되어있다. 1장 법적 형식은 독일기상청의 소속과, 이에 대한 행정 및 기술 감독, 협력(예산 등)이 명시되어 있다. 독일 기상청은 연방 교통 및 디지털인프라 사업부(Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure) 산하 소속기관이다. 2장 의무와 권한에서는 기상청의 임무, 권한, 보수, 저작권을 명시하고 있다. 3~6장의 내용은 본 연구와 상관성이 낮아 생략하였다.

표 2.2.10은 2장 의무와 권한에 대한 전문의 번역이다. 상부기관에 따라 교통, 상업 경제, 농업 및 임업, 건설, 건강관리, 홍수 예방, 물 관리 분야의 일반 대중, 개인 고객, 사용자를 위한 기상 및 기후서비스 제공이 첫 역할이며, 항공 및 항해 등 교통, 에너지 공급 및 통신시스템 등 중요시설에 영향을 줄 수 있는 기상정보, 위험한 기상현상에 대한 공식 특보 발표 등의 역할 역시 갖추고 있다. 다른 나라에서는 특별히 언급되지 않은 방사성 미량 물질에 대한 대기 모니터링 및 이동 예측과 같은 특정 목적을 가진 역할도 있으며, 재난 상황에서 시민 및 환경보호를 위한 연방정부, 주, 지방 자치단체, 민방위 및 민군에 대한 협력 관련 업무가 법률상에 명시되어 있다.

표 2.2.10 독일 기상청에 관한 법률 중 의무와 권한(발췌 및 번역)

<p>2. 의무와 권한</p> <p>§ 4 업무</p> <p>(1) 독일 기상청의 업무는 다음과 같다.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 특히 교통, 상업 경제, 농업 및 임업, 건설, 건강관리, 홍수 예방, 환경 보호 및 자연 보호를 포함한 물 관리 분야의 일반 대중 또는 개인 고객 및 사용자를 위한 기상 및 기후 서비스 제공 및 연구</li> <li>2. 항공 및 항해의 기상 보안, 교통 경로 및 중요한 기반 시설, 특히 에너지 공급 및 통신 시스템 시설,</li> <li>3. 기상 현상에 대한 공식 특보 발표,             <ol style="list-style-type: none"> <li>a) 공공의 안전과 질서를 위협하거나</li> <li>b) 임박한 위험도가 높은 기상 현상과 관련된 것,</li> </ol> </li> <li>4. 기상현상의 과정, 대기의 구조 및 구성에 대한 단기 및 장기 기록, 모니터링 및 평가,</li> <li>5. 대기와 환경의 다른 영역 사이의 기상 및 기후학적 상호작용의 기록,</li> <li>6. 기상 및 기후 과정의 분석 및 예측, 기후 변화 및 그 영향의 분석 및 예측,</li> <li>7. 방사성 미량 물질에 대한 대기 모니터링 및 이동 예측,</li> <li>8. 공간 데이터 기반 시설의 일부로 1번부터 7번까지 명시된 작업을 수행하는 데 필요한 측정 및 모니터링 시스템의 운영</li> <li>9. 기상 및 기후 지리 데이터 및 서비스의 제공, 보관, 문서화 및 전달.</li> </ol> <p>(2) 독일 기상청은 임무를 수행하기 위해 기상학, 기후학 및 관련 과학 분야에서 과학 연구를 수행하고 해당 표준 및 규범의 개발에 참여한다.</p> <p>(3) 독일 기상청은 독일연방공화국의 기상청이다. 그는 기상학 및 기후학 분야의 국제 협력에 참여하고 그에 따른 의무를 이행한다.</p> <p>(4) 제1항에 따른 업무의 일환으로 독일 기상청은 특히 재난 통제, 시민 및 환경 보호 분야에서 업무수행에 있어 연방 정부, 주, 지방 자치 단체를 지원한다. 피해 가능성이 높은 기상 및 기후 사건에서 민방위 및 민군 협력 관련 업무를 수행한다.</p> <p>(5) 방사선방호법에 근거하여 발행된 조례 및 연방방사선방호청 설립에 관한 법률은 영향을 받지 않는다.</p> <p>(6) 독일 기상청은 법적 의무의 일부인 한 섹션 6 단락 2a(기타 법률 규정으로 인해 수수료를 지불해야 하는 의무가 없는 한 독일 기상청의 다음 서비스는 무료이다.)의 의미 내에서 무료로 제공되는 서비스를 공개적으로 배포할 수 있다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 연방, 주 및 지방 당국과 지방 자치단체에 대한 것</li> <li>- 대중 배포를 위해 일반 대중에게 제공하는 것</li> <li>- 국가 지리 데이터 인프라의 지리포털에서 지리데이터 접근법에서의 지리데이터 및 서비스</li> </ul>
---

### ○ 요약 및 시사점

해외 주요국가의 예·특보 관련 법령에 대해서 조사하였다. 나라별 법령체계의 특성에 따라 그 구성에 차이가 있었는데, 일본과 중국과 같은 동아시아 지역의 기상법은 기상업무의 서술을 위한 법령으로 그 항목 하나하나가 상세히 명시되어 있으며, 기상 특보의 역할이 고유 업무로 지정되어 있다. 호주, 프랑스, 독일과 같은 국가들은 기상청의 설립에 대한 근거로서 법령을 마련하여, 역할 및 권한에 대해 포괄적으로 서술되어 있어, 법률상에서 구체적인 현상에 대한 역할은 파악 할 수 없었다. 미국의 경우는 기상법의 시작은 기상청의 역할이 상무부 산하에서 경제적 관점으로 기상정보를 생산하는 등 서구권 국가들과 유사한 형태로 시작되었다. 그러나 이후 예보혁신법 등에서 기상재해로 부터의 피해 저감을 위한 예·특보에 대한 집중적인 투자와 책임 등을 상세히 성문화하였고, 기상정보의 바른 이해를 위한 WCM과 같은 직책을 마련하는 등 기상청과 관련 기관 및 지방정부와의 협력을 매우 구체적으로 명시하였다. 특보의 설정과 관련하여 일본의 경우 지방자치체의 의견 수렴이 강조되어 차이가 있다. 또한 기상법 내에서 기상 예보 및 특보의 발표 및 전달 외에 미국, 중국, 프랑스, 독일은 재난 대응의 주체인 지방자치단체(정부)에 대한 협력이 법령으로 명시되어 있으므로, 우리나라에서도 기상정보의 올바른 이해와 기상으로 인한 방재대응 의사결정 지원을 위해 미국의 WCM과 같은 기상전문가를 파견하여, 소통과 협력을 강화하기 위한 법적 근거를 마련할 필요가 있다. 또한 특보의 기준, 구역 개선 시 방재관계기관 및 지자체의 참여 및 적극적인 의견수렴 과정을 거쳐 보다 특보정보가 효율적으로 방재의 의사결정에 영향을 줄 수 있도록 노력이 필요하다.

## 2.2.2. 국내·외 방재 관련기관의 재해대응 관련 법령 현황 조사 및 해당 법령 상에서 기상청 권한 및 기상 예·특보 역할 분석

### ○ 국내 재해 대응 관련 법령 및 지침 조사

우리나라의 자연재해 대응 관련 법안은 재난 및 안전관리 기본법(약칭:재난안전법)과 자연재해대책법이 있다. 재난안전법은 자연재해를 포함한 각종 재난으로부터 국토를 보존하고 국민의 생명과 신체 및 재산을 보호하기 위한 국가와 지방자치단체의 활동에 필요한 사항을 규정한 것으로 해당 법령안에서 기상청의 역할은 지진·지진해일·화산의 예보·특보·통지로 제한되어 있다.

관련 법령은 재난에 대해 재난관리주관기관과 재난관리책임기관을 나누어 정의하고 있다. 재난관리주관기관은 재난 및 사고의 유형에 따라 교육부, 과학기술정보통신부, 외교부, 법무부, 국방부, 행정안전부, 문화체육관광부, 농림축산식품부, 산업통상자원부, 보건복지부, 보건복지부 질병관리청, 환경부, 고용노동부, 국토교통부, 해양수산부, 금융위원회, 원자력안전위원회, 소방청, 문화재청, 산림청, 해양경찰청으로 정의되어있다. 재난관리책임기관에는 중앙행정기관 및 지방자치단체와 홍수통제소, 유역환경청, 지방환경청 등이 해당된다.(재난 및 안전관리 기본법 시행령)

위기경보의 발령 의무는 재난관리주관기관의 장에게 있고, 재난관리책임기관의 장은 재난에 관한 예보 또는 경고 체계를 구축 운영할 수 있다.

표 2.2.11 재난안전법 중 경보 등 기상청 관련 내용

<p>· 재난 및 안전관리 기본법 [제1장(총칙), 제1조(목적)] 재난안전법은 각종 재난으로부터 국토를 보존하고 국민의 생명·신체 및 재산을 보호하기 위하여 국가와 지방자치단체의 재난 및 안전관리체제를 확립하고, 재난의 예방·대비·대응·복구와 안전문화활동, 그 밖에 재난 및 안전관리에 필요한 사항을 규정함을 목적으로 함 [제1장(총칙), 제8조(다른 법률과의 관계 등)] 재난 및 안전관리에 관하여 「자연재해대책법」등 다른 법률에 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 이 법에서 정하는 바를 따른다. [제6장(재난의 대응)] [제38조(위기경보의 발령 등)] ① 재난관리주관기관의 장은 대통령령으로 정하는 재난에 대한 징후를 식별하거나 재난발생이 예상되는 경우에는 그 위험 수준, 발생 가능성 등을 판단하여 그에 부합되는 조치를 할 수 있도록 위기경보를 발령할 수 있다. 다만, 제34조의5제1항제1호 단서의 상황인 경우에는 행정안전부장관이 위기경보를 발령할 수 있다. &lt;개정 2017. 7. 26.&gt;</p>
--



- ② 제1항에 따른 위기경보는 재난 피해의 전개 속도, 확대 가능성 등 재난상황의 심각성을 종합적으로 고려하여 관심·주의·경계·심각으로 구분할 수 있다. 다만, 다른 법령에서 재난 위기경보의 발령 기준을 따로 정하고 있는 경우에는 그 기준을 따른다.
  - ③ 재난관리주관기관의 장은 심각 경보를 발령 또는 해제할 경우에는 행정안전부장관과 사전에 협의하여야 한다. 다만, 긴급한 경우에 재난관리주관기관의 장은 우선 조치한 후 지체 없이 행정안전부장관과 협의하여야 한다. <개정 2017. 7. 26.>
  - ④ 재난관리책임기관의 장은 제1항에 따른 위기경보가 신속하게 발령될 수 있도록 재난과 관련한 위험정보를 얻으면 즉시 행정안전부장관, 재난관리주관기관의 장, 시·도지사 및 시장·군수·구청장에게 통보하여야 한다. <개정 2017. 7. 26.>
- [제38조의2(재난 예보·경보체계 구축·운영 등)]
- ① 재난관리책임기관의 장은 사람의 생명·신체 및 재산에 대한 피해가 예상되면 그 피해를 예방하거나 줄이기 위하여 재난에 관한 예보 또는 경보 체계를 구축·운영할 수 있다. <신설 2016. 1. 7.>
  - ② 재난관리책임기관의 장은 재난에 관한 예보 또는 경보가 신속하게 실시될 수 있도록 재난과 관련한 위험정보를 얻으면 즉시 행정안전부장관, 재난관리주관기관의 장, 시·도지사 및 시장·군수·구청장에게 통보하여야 한다. <신설 2016. 1. 7., 2017. 7. 26.>
  - ③ 행정안전부장관, 시·도지사 또는 시장·군수·구청장은 재난에 관한 예보·경보·통지나 응급조치를 실시하기 위하여 필요하면 다음 각 호의 조치를 요청할 수 있다. 다만, 다른 법령에 특별한 규정이 있을 때에는 그러하지 아니하다. <신설 2016. 1. 7., 2017. 7. 26., 2019. 12. 3.>
  - ④ 제3항에 따른 재난에 관한 예보·경보·통지 중 「지진·지진해일·화산의 관측 및 경보에 관한 법률」 제2조 제1호부터 제3호까지에 따른 지진·지진해일·화산과 그 밖에 대통령령으로 정하는 자연재난에 대해서는 기상청장이 예보·경보·통지를 실시한다. 이 경우 기상청장은 제3항 각 호의 조치를 요청할 수 있다.

기상청의 경우, 기상청 재난 및 안전관리 업무에 관한 규정(기상청 훈령 제867호)에서 재난안전법에 따른 기상청과 그 소속기관이 수행하는 재난 및 안전관리 업무를 규정하여 시행하고 있다. 다만, 이 규정은 기상청에서 자체적으로 운영하고 규정으로 상위법인 재난안전법에서는 기상청의 역할이나 권한 등에 대해 직접적인 언급이 없는 실정이다.

한편, 자연재해대책법은 풍수해, 설해, 가뭄, 폭염, 한파 등 자연재난에 대한 법령으로 기상청에 대한 직접적인 언급은 없고, 역시 행정안전부장관과 지자체장 등에 책임과 권한이 부여되어 있는 실정이다.

표 2.1.12 자연재해대책법의 목적

- 자연재해대책법
- [제1장(총칙), 제1조(목적)]
- 이 법은 태풍, 홍수 등 자연현상으로 인한 재난으로부터 국토를 보존하고 국민의 생명·신체 및 재산과 주요 기간시설을 보호하기 위하여 자연재해의 예방·복구 및 그 밖의 대책에 관하여 필요한 사항을 규정함을 목적으로 한다.

앞서 살펴본 우리나라의 기상법에서 기상청의 역할은 기상 예·특보의 발표와 전파일 뿐이며, 재난안전법이나 자연재해대책법에서 명시한 재난대응의 주체는 행정안전부와 각 지방자치체이다. 재난대응의 주체는 각 지역의 풍수해 대응을 위해 기상특보와 함께 그에 따른 재난발생 가능성을 함께 고려해야하는 등 의사결정 과정에서 기상청과의 협력이 매우 중요하지만, 기상청과 재난대응 주체의 협력에 대한 법적 근거는 충분치 않다. 다른 나라의 기상법 사례를 보면 재난대응을 위한 기상청과 각 지방정부의 협력과 소통이 법률상에 명시되어 있거나(미국, 중국, 프랑스, 독일), 특보체계의 기준 설정에 지방정부의 피드백이 반영되어야 함이 명시되어 있다. 2.2.2에서는 기상법 외에 우리나라의 재난안전법이나 자연재해대책법과 같은 방재관련 해외의 법령을 조사하고, 해당 법령에서 명시하고 있는 기상청의 역할 및 책임, 권한과 각 지방자치체와의 협력에 대해 알아보고 벤치마킹 요소를 발굴하고자 한다.

○ 미국

미국의 방재관련 기본법은 스탠포드 재난구호 및 긴급구제법(약칭, 스탠포드법)으로, 자연재난을 포함한 국가위기상황에 대한 대응, 복구, 지원 등에 관한 법령이다. 미국은 포괄적 재해대응 체계를 갖추고 있어, 자연재해, 인재, 기술적 재해 등을 모두 동일한 선상에서 대응하고 있다. 재해에 대한 방재의 일선은 각 지방정부이며, 지방 정부에서 대응이 어려운 규모의 재해가 발생 할 경우 주 정부, 연방정부에 지원을 요청하면 상급 정부에서 지원에 응하는 구조로서 각 지자체에서 그 지역의 특성에 따라 비상운영계획(Emergency Operations Plan, EOP)를 수립하여 대응하게 된다.

이 과정에서 미국 기상청의 WCM은 IDSS를 통해 계획수립 등에 자문의 역할을 수행하도록 예보혁신법에서 명시되어 있다. 또한 WCM은 기상재해상황에서의 대응 훈련, 기상청과 지방정부간의 소통 창구의 역할을 하며, 기상청의 기상정보 서비스에 관해 홍보 및 교육, 개선 등 전반에 걸친 역할을 수행한다.

표 2.2.13 미국의 재난대응 관련 법령

성격	명칭	내용	소관부처
기본법	「스태포드 재난구호 및 긴급구제법」	재난관리 수단계에 걸친 연방·지방정부의 역할 및 절차에 대해 규정	국토안보부
	「국토안보법」	테러방지·정보보호 및 비상사태 관리방안 등 국가방위사항을 규정	
	「포스트 카트리나법」	허리케인 카트리나 이후 국가적 재난 대응·관리시스템 개선 등 규정	
개별법	「독성물질관리법」	상업용 독성물질의 평가·규제, 특정 화학물질의 이용 금지 등 규정	환경부
	「위기관리계획 및 공동체 알 권리에 관한 법률」	시민들을 보호하기 위해 화학물질정보 공개, 비상대피계획 수립 등을 규정	
	「사업장 안전·보건법」	위험물질·소음 등 유해한 환경에 노출된 근로자를 보호하기 위한 사항 규정	노동부

WCM과 IDSS의 경우 미국기상청의 운영지침을 통해 그 역할의 범위와 책임, 권한, 임무 등이 보다 구체적으로 명시되어 있다.

표 2.2.14 미국 기상청 운영지침-경고조정재해인식(Warning Coordination and hazard awareness)

**미국기상청운영지침(NWSPD 10-18) Warning Coordination and Hazard Awareness [2004.12.23. 지침 신설, 2015.4.1. 개편]**
**1. 목적**

WCHA(경고 조정 및 재해 인식)프로그램의 목적은 경고 시스템의 전반적인 효과를 확인하는 것이다.

효과적인 경고 시스템의 목표는 악천후 및 홍수와 같은 위험으로 인한 부상, 사망 및 재산 피해를 최소화하기 위해 적절한 조치를 취하는 사람의 수를 최대화하는 것입니다. 즉, 경고의 목표는 사람들이 위험에서 벗어날 수 있는 충분한 시간을 제공하고, 시기적절한 보호 행동이 이루어지는 것이다. 따라서 사람들이 신뢰할 수 있는 여러 출처에서 일관된 경고 메시지를 받을 수 있도록 조치를 취해야 하며, 이것은 통합된 팀 접근 방식을 취한다.

**2. 배경**

NWS(National Weather Service)는 재해대응 파트너와 협력하여 효과적인 통합 경고 시스템을 개발한다. 사회과학자들은 재해대응 커뮤니티(파트너)를 다음과 같이 정의한다.

- 연방, 주 및 지방 정부 기관
- 비상 관리자 및 최초 대응자
- 미국의 날씨 및 기후 산업, 특히 미디어 계열
- 재난에 활동하는 국가 자원 봉사 단체와 같은 비정부 단체
- SKYWARN® 기상 관측자, 아마추어 라디오 그룹, 시민 봉사단 및 기타 자원 봉사자

WCHA 프로그램에는 다음을 위해 파트너와 협력하는 작업이 포함된다.

- 실행 가능한 통합 경고 시스템 개발
- 위험 정보를 대중에게 일관성 있게 전달하도록 지원
- FEMA(Federal Emergency Management Agency)의 국가 대응 프레임워크, 연방 기관 간 운영 계획 및 이와 유사한 주 및 지역 계획에서 서술한 준비, 대응, 복구 및 완화 활동을 지원

NWS가 WCHA 프로그램의 일환으로 파트너와 협력하기 위해 사용하는 상호 작용 및 활동의 유형은 관련된 파트너 유형에 따라 다르다.

예를 들어,

- NWS 핵심 및 깊은 관계 핵심 파트너(예: 미디어, 비상 관리자)와의 상호 작용  
: 영향 기반 의사 결정 지원 서비스(IDSS)와 관련된 경고, 보급 및 대응 활동에 초점
- 일반 파트너/대중(예: 자원 봉사자, 시민 봉사단)과의 활동  
: 아웃리치, 교육 및 준비체계 마련 등 인식 개선에 중점

**3. 개발 및 유지보수**

성공적인 WCHA는 커뮤니티에 영향을 미칠 수 있는 위험 요소를 분석하고 취약성을 판단하는 것으로 시작되고, NWS 운영 준비와 위험에 처한 인구의 전반적인 준비에 달려 있다.

**3.1 재해 취약성 평가**

NWS 직원은 자신의 책임 영역에서 기후, 날씨, 수문 및 잠재적인 인공적 위험에 대해 잘 알고 있어야 한다. WFO 및 국립 센터의 과학 및 운영 책임자(SOO), WCM, 하천 예보 센터(RFC)의 개발 및 운영 수문학자(DOH) 및 서비스 조정 수문학자(SCH)는 현지 교육 활동을 통해 특정 재해 취약성 영역에 대해 운영 직원을 교육해야 한다. 여기에는 적절한 경우 기상청(WSO) 직원이 포함된다. 이 지침에서 "현장 사무실"에는 WFO, RFC, WSO 및 국립 센터가 포함된다.

**3.2 경고조정기상학자(WCM)/서비스조정수문학자(SCH) 역할**

WCM 및 SCH는 NWS WCHA 활동을 리드한다. WCM 및 SCH의 역할은 재해의 종류, 파트너의 요구 및 직원 능력에 따라 달라질 수 있다. 일반적으로 WCM과 SCH는 다음을 수행한다.

- 계획과 조정, 효과적인 WCHA 프로그램에 대한 안내와 관리
  - 파트너와 업무 관계를 구축하고 유지
  - 파트너와 협력하여 날씨, 물, 기후 영향 및 결정적인 임계값을 찾고 식별
  - 서비스를 보다 효과적으로 만드는 데 도움을 줄 수 있는 사회 과학 파트너와 협력
  - 날씨, 물 및 기후 관련 시나리오를 통합하는 비상 훈련 및 워크숍 참여 촉진
  - 소셜 미디어 및 NWSChat(NWSI 10-722, 인스턴트 메시징(IM) 통신)과 같은 새로운 통신 기술 및 정보 전달 서비스 통합
  - 전통적인 기상정보 보급 시스템을 유지하도록 지원(NWSI 10-1704, 보완 보급 서비스)
  
- 현장 사무실 운영을 효과적이고 효율적으로 평가하고 환경 이벤트의 영향을 문서화
  - 영향력이 큰 이벤트에 따른 선행성 평가
  - 파트너와 함께 사후 검토 회의에 참여
  - NWSI 10-1604, Post-Storm Data Acquisition에 따라 피해 조사를 주도 또는 참여
  - 재난 선언 과정에서 지역, 주 및 연방 공무원을 지원
  
- 현장 사무소 아웃리치, 교육 및 준비 프로그램 주도
  - 계절별 안전 캠페인을 포함한 홍보 및 교육 이니셔티브 주도
  - 날씨, 물 및 기후 위험에 대한 인식과 NWS 서비스 및 기상정보의 사용/해석을 촉진하기 위해 여러 기관의 공공 교육 프로그램을 조정
  - Lead Weather-Ready Nation Ambassador, StormReady, TsunamiReady 및 SKYWARN® 기상 관측기 구현
  
- 연습 및 훈련을 통해 직원의 운영 준비 상태 확인
  - 국립센터의 과학 및 운영 책임자(SOO)/하천 예보 센터(RFC)의 개발 및 운영 수문학자(DOH)와 함께 내부 훈련 및 연습을 조직
- 의사 결정지원(IDSS)을 제공하는 데 숙련된 인력을 개발, 유지하는 데 중점을 두고 전문성 개발 및 행정 업무를 지원
  - 관리 팀의 일원으로서 인사 결정에 지원
  - 교육 및 전문성 개발 기회 파악
  - 팀 구성원에 대한 포상 및 기타 형태의 표창에 대한 의견 제공
  
- 숙련된 WCM/SCH 커뮤니티를 육성하고 운영 직원을 이러한 노력에 참여토록 포함
  - 경험, 현지에서 개발한 리소스를 공유하고 모범 사례를 홍보하기 위해 동료와 의사소통
  - 위임, 코칭 및 교육을 통해 WCM/SCH 프로그램의 운영 직원을 멘토링
  - 프로그램 상 초점의 교육 및 관리 지원
  
- 기본 원칙으로 다양성과 포용성을 갖춘 지속 가능한 직장 생활환경을 촉진
  - 다양한 배경, 경험, 교육 및 기술이 NWS 사명을 발전시킬 모든 수준의 자격을 갖춘 인력 모집
  - 포용적인 문화를 조성하기 위해 현장 사무실 팀 구성원의 참여를 강화
  - 개인 및 집단의 잠재력과 생산성을 극대화하는 작업 환경 구축



### 3.3 NWS 준비(NWSPD 10-22:Readiness)

NWS 준비능력은 NWS가 서비스를 지체 없이 효과적으로 제공할 수 있는 능력으로 정의되고, 성공적인 WCHA에 필수적이다.

각 NWS 현장 사무소의 스테이션 관리는 운영 준비 상태 점검 및 내부 계절 훈련을 통해 사무실 시스템 및 직원의 준비 상태를 보장할 책임이 있다.

#### 3.3.1 내부 훈련 및 연습

훈련 및 연습을 수행하면 NWS 현장 사무소 팀 구성원이 극한의 수문 기상 이벤트 및 기타 비상사태에 대한 운영 대응에 능숙하도록 돕는다. 스테이션 프로그램과 위험 빈도의 가변성은 사무실 훈련의 유형과 범위에 유연성이 필요함을 나타낸다. 훈련은 여러 위험과 상황을 결합할 수 있다(예: 효율성을 위해 다른 NWS 사무실과 함께). 훈련은 WES(Weather Event Simulator)와 같은 도구를 적절히 활용해야 한다. 각 NWS 현장 사무소는 지역 본부, MIC(Meteorologist in Charge)/HIC(Hydrologist in Charge)/OIC(Official in Charge) 또는 피지명인의 재량에 따라 매년 적절하게 다음 훈련을 실시할 수 있다.

- 강력한 대류 현상
  - : 토네이도, 강풍, Derecho(강한 직선바람을 동반하는 폭풍), 우박, 번개
- 돌발 홍수와 홍수
  - : 대류성/극단적인 강우량, 리버린, 댐 브레이크, 제방 실패, 녹은 눈으로 인한 유출, Ice Jam, 해안
- 열대성 사이클론
  - : 폭풍 해일, 극단적인 바람, 극심한 강우/내륙 홍수
- 겨울 폭풍
  - : 블리자드, Ice Storm, Lake effect, Snow Squall
- 온대 저기압/전면 강풍
- 먼지 폭풍
- 특별 해양 경고
- 쓰나미
- 극한의 기온과 한랭한 바람
- 짙은 안개
- 동결/서리
- 기타(기상현상 외의 현상에 대해서는 생략하였음)

### 3.4 재해 대응 커뮤니티 준비

각 사무소의 책임 영역 내에서 현장 사무소 팀의 도움을 받아 WCM/SCH 회원은 날씨, 물 및 기후 관련 위험에 대한 위험 지역 사회의 인식과 대비를 높이기 위한 활동을 관리한다.

Weather-Ready Nation Ambassador, StormReady, TsunamiReady 및 계절별 안전 캠페인 이니셔티브는 이러한 봉사 활동을 지원하기 위해 고안되었다. Office 팀 구성원은 업무량을 공유하고 파트너 연락 및 교육을 최대화하기 위해 아웃리치 활동에 참여해야 한다.

#### 3.4.1 지역 위험 및 취약성 분석

WCM/SCH는 파트너가 대비해야 하는 위험과 특정 위험에 취약한 위험 인구를 식별하는 데 도움이 되도록 파트너와 협력해야 한다. 지역 위험 및 취약성 분석은 지역 의사 결정자의 중요한 조치를 결정하는 임계값을 지정하는데 도움을 줄 수 있다. 이러한 임계값에 대한 지식은 지역 공무원이 더 나은 대응 결정을 내리는 데 도움이 된다.

### 3.4.2 위험 커뮤니티 내에서 통합 경고 시스템 역할 조정

WCM은 통합 경고시스템에서 역할을 정의하고 대중에게 중요한 정보를 일관되게 전달할 수 있도록 파트너와 소통해야 한다. 신뢰와 신뢰성은 재해 대응 커뮤니티와 함께 효과적인 WCHA의 핵심 구성 요소입니다. NWS는 파트너와 협력하여 중요한 정보 요구 사항을 식별한다. 결과적으로 파트너의 NWS 제품 및 서비스에 대한 이해와 사용을 향상시킨다.

### 3.4.3 신뢰할 수 있는 보급 및 통신 시스템 개발 및 유지

NWS와 재해 대응 커뮤니티 구성원 간의 정보 공유는 효과적인 경고 프로그램에 매우 중요하다. WCM은 보급 및 통신 시스템의 홍보 및 확장을 최우선으로 해야 한다. WCM은 NWS 보급 사무국을 지원하고 조정하여 기존 시스템을 적절하게 테스트하고 유지 관리해야 한다. NWS는 혁신적인 보급 방법을 확장하여 위험에 처한 인구 집단에 도달하는 방법을 파트너와 논의해야 한다.

WCM은 중요한 정보의 자동 공유를 위해 지역 및 주 통신 시스템에 연결하는 파트너십을 개발한다. WCM은 지역 아마추어 라디오 긴급 서비스(ARES) 및 라디오 아마추어 시민 긴급 서비스(RACES) 아마추어 라디오 클럽과 리소스 공유를 모색해야 한다. WCM은 또한 다음을 포함한 기존 보급 시스템을 핵심 파트너에게 홍보해야 한다.

### 3.4.5 파트너의 대응력 강화

파트너가 NWS 서비스를 가장 잘 사용하는 방법을 알고 훈련과 작전 준비태세를 테스트하기 위한 훈련을 실시한다. NWS 사무실은 재해 대응 커뮤니티 구성원을 위한 교육 세션을 실시하여 NWS 서비스를 사용하는 방법과 NWS 핵심 파트너의 경우 이를 의사 결정 프로세스에 통합하는 방법을 알아야 한다. NWS는 또한 FEMA의 Emergency Management Institute와 협력하여 비상 관리자 및 최초 대응자에게 전문 과정을 제공한다.

각각의 위험기상이 발생하는 계절이 시작되기 전에 NWS 사무소는 적절하게 파트너와 함께 지역 및 주 전체에서 훈련을 실시해야 한다. 훈련은 감지 및 특보에서 통신을 통해 대응에 이르기까지 경고 시스템의 모든 측면을 테스트해야 한다. NWS는 미디어가 적절하게 테스트 경고를 배포하도록 권장한다. NWS 사무실은 또한 비상 운영 센터 및 학군과 같은 지역 조직이 비상 운영 계획을 테스트하도록 권장한다.

### 3.4.6 대중의 반응 개선

NWS 사무실은 시민들에게 잠재적 위협을 알리기 위해 대중 인식 캠페인(특보를 받거나 악천후가 관찰되는 경우 취해야 할 안전 조치와 같은)을 촉진해야 한다. NWS 사무실은 가정, 기업, 중환자실, 종교시설 및 지역 사회가 NWS, FEMA 및 기타 파트너가 공동으로 추진하는 관행에 대해 예측된 위협에 대한 대비 계획을 개발하도록 장려해야 한다.

### 3.4.7 위험 저감

자연 재해로 인한 재산 손실은 주, 지역 사회, 민간 부문 및 대중이 해당 지역의 위험을 고려한 위치를 찾고 저감시설을 건설할 때 감소한다. NWS 사무소는 주 및 지역 공무원, 비정부 기관, 미국 기상 및 기후 산업과 협력하여 재난 회복력이 있는 커뮤니티를 구축하는 데 도움이 되는 날씨, 물 및 기후 정보를 제공한다.

## 4. 파트너십

재해 대응 커뮤니티는 실행 가능한 통합 경고시스템을 유지하기 위해 NWS 사무소와 협력해야 한다. 단일 조직이 수행하기에는 작업이 너무 크기 때문에 성공의 열쇠는 공통 목표를 위해 위험 커뮤니티 간에 효과적인 협력 파트너십을 만들고 유지하는 것이다.

NWS 사무소는 탐지 네트워크, 데이터 수집, 보급 및 커뮤니케이션, 파트너 및 공공 교육, 위험 인식 및 대비 자료 개발 및 배포, 완화 활동을 위한 파트너십을 만들고 강화하기 위해 위험 커뮤니티 내에서 노력을 주도해야 한다.

**4.1 주/영토 연락 사무소**

지역 본부의 재량에 따라 특정 WFO는 지방정부(주) 사무소와 NWS 간의 주요 연락 창구 역할을 하는 주 연락 사무소(SLO)로 지정된다.

일반적으로 주요 연락망은 해당지역을 담당하는 WFO가 된다. 미국 도서 지역에서는 SLO를 TLO(Territorial Liaison Office) 또는 이와 유사한 이름으로 부를 수 있습니다.

SLO는 해당 주의 비상 관리 기관/부서, 기타 주 부처 및 선출된 주 정부 공무원과 함께 WCHA 활동을 위한 NWS 리더 역할을 합니다. 여기에는 해당 주의 카운티와 교구에 서비스를 제공하는 모든 WFO/RFC의 수문기상 결정지원 조정이 포함되어야 한다. SLO 지정은 미국 전역의 주 정부에 일관되고 조정된 서비스를 제공할 수 있다. SLO/TLO의 MIC/OIC 또는 피지명인의 재량에 따라 WFO 중 누구를 결정할 수 있다. 팀 구성원은 다양한 주정부 기관(예: WCM 주 비상 관리 기관/부서, 주 홍수 통제/댐 관리자 등과의 SSH(Senior Service Hydrologist) 연락 담당자)이 포함된다.

표 2.2.14는 WCM의 역할에 대한 업무지침의 전문으로 해당 역할의 중요성을 알 수 있다. 사실상 WCM은 기상청에서 제공하는 특보서비스를 재해대응 커뮤니티와 대중이 올바르게 활용할 수 있도록 할 수 있는 모든 역할을 담당한다. 이는 위험기상 상황 시 뿐 아니라 평시에도 소통과 훈련, 교육을 수행하고, 도시계획과 같은 판단에도 기상정보를 활용하여 보다 효율적인 재해저감이 이루어 질 수 있도록 한다. 비상시에는 재난관리 공무원과의 주요연락창구 역할도 수행하고, 이러한 역할을 수행할 수 있는 인력 양성에까지 임무를 맡고 있다.

미국의 경우, 법률에서 업무지침에 이르기 까지 기상정보가 그 목적에 맞게 사용될 수 있도록 그 기반을 마련하여, 기상청이 그 대응에 적극적으로 개입하고 평시에도 협력관계를 유지 할 수 있는 동력으로서 매우 좋은 벤치마킹 사례로 사료된다. 우리 기상청에서도 전문인력의 지역파견에 대한 법적 근거를 마련하여, 안정적인 기상정보의 활용에 대한 개선 등을 이룰 수 있도록 할 필요가 있다.

### ○ 일본

일본의 재해대응 관련 법령은 「재해대책 기본법」으로, 재해대응의 일선은 각 지방자치단체가 수행하게 된다. 재해대책 기본법에서는 (국가의 책임)에서 지방 공공기관 및 지방행정기관의 협력을 통해 재해로 인한 국토 및 국민의 생명, 신체, 재산 보호에 필요한 조치를 취하도록 명시되어 있으며 관계기관으로서 기상청이 명시되어 있다. 또한, 방재계획 수립 시 기상개황에 관한 자료가 포함되어야 함으로 기상청의 자료가 요구된다. 일본은 기상청과 각 지자체의 소통이 매우 강조되어 있는데, 5장 재해 응급 대책 2절 특보의 전달 등에서 54조 4항(발견자의 통보 의무 등)을 통해 각 지방에서 기상재해를 먼저 감지하였을 경우 시정촌장은 해당 지역의 방재계획이 내용에 따라 향후 대응 등 그 취지를 기상청과 기타관계기관에 통보하여, 기상청과의 소통이 이루어질 수 있도록 하였다. 55조(도도부현 지사의 통지 등)에서는 반대로 기상청 및 국가기관을 통해 재해에 대한 예보나 특보를 통지받았을 때에도 예상되는 재해의 사태, 취해야 할 조치 등의 사항을 기상청을 포함한 공공기관, 행정기관 등에 통보하고, 필요한 사항에 대해 요청하도록 하였다. 이와 같은 소통체계는 대응에 시작을 지자체와 기상청이 함께 하도록 하여, 전문적인 기상정보의 해석을 통해 보다 효율적인 의사결정이 이루어 질 수 있도록 할 수 있는 기반이 된다.

표 2.2.15 일본 재해대책기본법의 기상청 관련 법령 (발췌 및 번역)

(참고) 일본의 법령 구조의 특성 상 1항을 표기하는 숫자 1이 생략 됨
제1장 총칙 (국가의 책임) 제3조 국가는 전조의 기본이념(이하 「기본이념」이라고 한다.)에 의거해, 국토 및 국민의 생명, 신체 및 재산을 재해로부터 보호하는 사명을 가지는 것을 감안해, 조직 및 기능의 전부 방재에 관해 만전의 조치를 강구하는 책무를 가진다. 2 국가는 전항의 책무를 수행하기 위해, 재해 예방, 재해 응급 대책 및 재해 복구의 기본이 될 계획을 작성해, 및 법령에 근거해 이것을 실시하는 것과 동시에, 지방 공공 단체, 지정 공공 기관, 지정 지방공공기관 등이 처리하는 방재에 관한 사무 또는 업무의 실시의 추진과 그 종합조정을 실시하고, 재해에 관련된 경비부담의 적정화를 도모하여야 한다. 3 지정행정기관 및 지정지방행정기관은 그 소장사무를 수행함에 있어서는 제1항에 규정하는 국가의 책무가 충분히 이루어지도록 상호 협력하여야 한다. 4 지정 행정 기관의 장 및 지정 지방 행정 기관의 장은, 이 법의 규정에 의한 도도부현 및 시정촌의 지역 방재 계획의 작성 및 실시가 원활하게 행해지도록, 그 소장 사무에 대해서, 당해 도도부현 또는 시정촌 반대로 권고, 지도, 조언, 기타 적절한 조치를 취하여야 한다.

## 제3장 방재계획

제35조 방재기본계획은 다음 각 호에 내거는 사항에 대하여 정한다.

2. 방재 기본계획에는 다음의 사항에 관한 자료를 첨부해야한다.

(i) 국토의 현황 및 기상 개황

제5장 재해 응급 대책

제2절 특보의 전달 등

(발견자의 통보 의무 등)

**제 54조 4 항에 의해 각 지방의 시정촌장은 기상재해 현상이 발생함을 발견자로부터 통보 받았을 경우, 각 지방자치단체의 지역방재계획이 정하는 바에 따라 그 취지를 기상청 및 기타관계기관에 통보해야한다.**

(도도부현 지사의 통지 등)

**제 55조에 의해 도도부현 지사는 법령의 규정에 의해 기상청 그 외의 국가 기관으로부터 재해에 관한 예보 혹은 특보의 통지를 받았을 때, 또는 스스로 재해에 관한 특보를 한 때에는, 법령 또는 지역 방재 계획의 정하는 바에 의해, 예상되는 재해의 사태 및 이에 대해 취해야 할 조치에 대해서, 관계 지정 지방 행정 기관의 장, 지정 지방 공공 기관, 시정촌장 그 외의 관계자에게 필요한 통지 또는 요청을 한다.**



### ○ 중국

중국은 「기상방재규정」(2010.1.27. 중화인민공화국 국무원 법령 제570호)을 시행하고 있다.(표 2.2.16) 기상방재규정은 1장 총칙, 2장 예방, 3장 모니터링, 예측 및 조기경보, 4장 비상대응, 5장 법적 책임, 6장 부칙으로 구성되어 있다. 이미 기상법에서 기상재해대응과 관련된 항목이 있지만, 본 규정은 이를 보다 자세하게 명시하여 구체화 한 것으로 해석된다. 먼저 총칙(1~9조)을 통해 본 규정의 목적이 기상재해에 대한 방어를 강화하고 기상재해로 인한 손실을 방지/경감하여 국민의 생명과 재산의 안전 보장을 위함임을 밝혔다. 정의한 기상재해는 태풍, 폭우(폭설), 한파, 강풍(모래폭풍), 저온, 고온, 가뭄, 번개, 우박, 서리 및 짙은 안개에 의한 재해를 말하며, 홍수, 가뭄, 지질학적, 해양 재해, 삼림 및 초지의 화재와 기상요인으로 인해 과생된 2차 재해의 예방에 관한 내용까지 적용된다. 또한 기상재해의 예방의 원칙은 인민중심, 과학방위, 부서연계로 밝혔고, 이를 위해 현급 이상의 인민정부는 기상재해방지계획을 마련하고, 기상주관부서와 국무원 유관부서는 책임분담에 따라 공동으로 국가기상재해방지사업을 수행할 것을 명시하였다.

2장 예방은 기상재해예방계획에 대한 내용이 주를 이루며, 기상주관기관과 국무원 유관부서가 회동하여 제정할 것을 명시하였고, 각각의 기상현상에 대해 역할과 대응 준비를 마련하였다.

3장 모니터링, 예측 및 조기경보에서는 기존 기상법의 예보 및 특보체계 내용의 반복이며, 4장 비상대응은 기상재해 예보, 특보 등이 있을 시 현급 이상의 지방 인민정부와 유관부서는 기상재해비상계획에 의거하여 조치를 취한다. 기상재해비상계획이 가동되면 각급의 기상기관은 기상국을 조직하여 기상재해 감시평가를 강화하고, 현장 기상서비스를 실시하고, 기상재해에 대비한 방어를 조직하는 의사결정의 근거를 제공한다. 유관기관은 각 직책에 따른 대응 업무가 무엇인지를 명시하였다.

중국의 기상방재규정은 기상법을 기초로 한 기상재해의 예방, 대응, 감시 및 특보 등 전반에 걸친 내용을 다루고 있다. 우리나라의 자연재해대책법과 유사한 내용들이 있으나, 그와 함께 기상청의 역할을 함께 명시하고 협력과 각 기관의 임무를 구체적으로 나열하였으며 각각의 기상재해 현상에 대해서도 비교적 구체적으로 명시한 점이 특징으로, 우리나라의 자연재해 대책법이 재난안전법

아래 위치하며 행정안전부와 각 지방자치체의 역할과 책임이 강조되었다면 중국의 기상방재규정은 기상과 관련된 재해를 선정하여 기상기관과 유관기관 및 현급 이상의 인민정부의 역할과 협력에 대해 강조한 점에서 차이가 있다.

표 2.2.16 중국의 기상방재규정 중(발췌 및 번역)

<p><b>제1장 총칙</b></p> <p>제1조 기상재해에 대한 방어를 강화하고 기상재해로 인한 손실을 방지 및 경감하며 국민의 생명과 재산의 안전을 보장하기 위해 중화인민공화국 기상법에 따라 이 조례를 제정한다.</p> <p>제2조 중화인민공화국 영토와 기타 중화인민공화국 관할 해역 내에서 기상재난방지 활동에 종사하는 자는 이 조례를 준수해야 한다. 이 조례에서 말하는 기상재해란 태풍, 폭우(눈), 한파, 강풍(모래폭풍), 저온, 고온, 가뭄, 번개, 우박, 서리 및 질은 안개에 의한 재해를 말한다. 홍수, 가뭄, 지질 재해, 해양 재해, 삼림 및 초지 화재 및 기상 요인으로 인한 기타 파생 및 이차 재해의 예방에 관련 법률 및 행정 규정의 규정을 적용해야 한다.</p> <p>제3조 기상재해의 예방은 인민중심, 과학방위, 부서연계, 사회참여의 원칙을 실시하여야 한다.</p> <p>제4조 현급 이상의 인민정부는 기상재해방지사업의 조직, 지도, 조정을 강화하고 기상재해방지를 본급 국민경제 및 사회발전계획에 포함시키며 필요한 자금을 재정예산에 포함시켜야 한다.</p> <p>제5조 <b>국무원 기상주관부서와 국무원 유관부서는 책임분담에 따라 공동으로 국가기상재해방지사업을 잘 수행한다. 지방 각급 기상청과 현급 이상 지방 인민정부의 유관부서는 책임분담에 따라 공동으로 동 행정구역의 기상재해 예방사업을 잘 수행해야 한다.</b></p> <p>제6조 기상재난방지업무가 2개 이상의 행정구역을 포함하는 경우 관련 지방인민정부와 유관부서는 정보통신과 감독검사를 강화하기 위한 합동방역체제를 구축해야 한다.</p> <p>제7조 지방 각급 인민정부와 유관부서는 각종 형식을 취하여 기상재해예방지식을 대중에게 널리 알리고 대중의 재해예방 및 완화에 대한 인식과 능력을 제고하여야 한다. 학교는 기상 방재 지식을 관련 과정과 과외 교육 내용에 통합하고 학생들의 기상 방재 의식과 자기 구조 및 상호 구조 능력을 배양하고 향상시켜야 한다. 교육부, 기상청 등은 학교에서 실시하는 기상방재교육을 지도·감독한다.</p> <p>제8조 국가는 기상방재 과학기술연구를 장려하고 기상방재 선진기술의 보급과 응용을 지원하며 국제협력과 교류를 강화하고 기상방재의 과학기술 수준을 제고한다.</p> <p>제9조 공민, 법인 및 기타 조직은 기상재해 예방에 참여하고 기상재해 발생 후 자조 및 상호구조를 실시할 의무가 있다. 기상재해 예방에 탁월한 공헌을 한 단체 및 개인은 관련 국가 규정에 따라 표창 및 포상한다.</p> <p><b>제2장 예방</b></p> <p>제10조 현(縣)급 이상 지방 인민정부는 기상 및 기타 유관부서를 조직하여 기상재해의 종류, 빈도, 강도, 피해 등 기상재난의 행정구역 내 종합조사를 실시하고, 기상재해의 데이터베이스를 구축해야 한다. 기상재해 기상재해위험평가를 실시하고 기상재해 분포 및 기상재해위험평가 결과에 따라 기상재해위험지역을 설정한다.</p> <p>제11조 <b>국무원 기상당국은 국무원 유관부서와 회동하여 기상재해위험평가결과와 기상재해위험지역에 근거하여 국가기상재해예방계획을 제정하고, 국무원에 보고한 후 실시한다. 현급 이상의 지방 인민정부는 관련 부서를 조직하여 상급 인민정부의 기상재해예방계획에 따라 기상재해의 지역적 특성에 따라 본 행정구역의 기상재해예방계획을 수립해야 한다.</b></p> <p>제12조 기상재해예방계획에는 기상재해 발생 및 발전법과 현상유지, 방위원칙과 목표, 취약지역과 시기, 방위시설의 건설과 관리, 방위대책이 포함된다.</p>
--

제13조 국무원 유관부서와 현급 이상 지방인민정부는 기상방재계획에 따라 기상방재시설 건설을 강화하고 기상방재사업을 착실히 수행해야 한다.

제14조 국무원 유관부서는 전력, 통신 등 기반시설 건설기준을 제정할 때 기상재해의 영향을 고려하여야 한다.

제15조 국무원 기상 주관기관은 국무원 유관부서와 회동하여 기상재해 예방 수요에 근거하여 국가기상재해비상계획을 제정하고 국무원에 제출하여 비준을 받아야 한다.

현급 이상 지방 인민정부 및 유관부서는 기상재해 예방계획에 따라 현지 기상재해의 특성과 예상 가능한 피해에 비추어 본 행정구역의 기상재해 비상대책을 수립해야 한다. 상급 인민정부와 유관부서에 보고하고 등록한다.

제16조 기상재해 비상계획에는 비상계획의 개시기준, 비상조직 및 지휘체계와 책임, 예방 및 조기경보체제, 비상대응조치 및 안전조치 등이 포함되어야 한다.

#### 제4장 비상대응

제34조 각급 기상기관 소속 기상국은 기상재해 예보, 특보, 기상재해경보 정보를 즉시 본급 인민정부와 유관부서에 보고해야 한다.

현급 이상 지방 인민정부와 유관부서는 재난경보, 기상재난경보신호, 기상재해비상계획 가동기준에 근거하여 적시에 해당 비상대책의 가동을 결정하고 이를 공표해야 한다. 상급 인민정부에 보고; 발생 시 상급에 보고할 수 있으며 위험에 처할 수 있는 인근 지역의 주둔군과 인민정부에 보고할 수 있다.

성, 자치구, 직할시의 대규모 기상재해가 발생하여 중대한 피해를 초래한 경우 국무원은 국가 기상재해 비상계획을 가동하기로 결정한다.

제35조 현급 이상 지방 인민정부는 기상재해의 범위와 강도에 근거하여 인명피해나 중대한 재산피해가 발생할 가능성이 있는 지역을 기상재해위험지역으로 잠정 결정하고 적시에 공고해야 한다.

제36조 현급 이상 지방 인민정부 및 유관부서는 기상재해 발생 및 《중화인민공화국 비상대응법》의 규정에 따라 적시에 비상대응 조치를 취해야 한다. 이동, 대피, 자구 및 상호 구조를 수행합니다.

모든 단위와 개인은 지방 인민정부와 유관부서가 채택한 기상재해긴급대응조치의 실시에 협조해야 하며 기상재난구조 활동을 방해해서는 안 된다.

제37조 기상재해 비상계획이 가동된 후 각급 기상기관은 기상국을 조직하여 기상재해 감시평가를 강화하고 비상이동 기상재해 감시시설을 이용하며 현장 기상서비스를 실시한다. 동급 인민에게 신속히 보고한다. 정부와 유관부서는 기상이변의 실상, 변화추세, 평가결과를 보고하고 동급 인민정부가 기상재해에 대비한 방어를 조직할 수 있는 의사결정의 근거를 제공한다

### ○ 프랑스

프랑스의 방재대응 제도는 ORSEC Plan으로 알려져 있으며, 이와 관련된 법령은 ORSEC Plan에 관한 2005년 9월 13일자 법령 No. 2005-1157(Décret n° 2005-1157 du 13 septembre 2005 relatif au plan ORSEC)과 민사 보안 현대화에 관한 법률 No.2004-811(Loi n° 2004-811 du 13 août 2004 de modernisation de la sécurité civile)이다. ORSEC은 Organisation de la Réponse de Sécurité Civile의 약어로 민간 보안 대응 조직이라는 의미이지만 대부분의 사람들은 ORganisation des SECours(구조조직)으로 이해하고 있다.

ORSEC Plan은 미국의 스탠포드법과 같이 자연재해 뿐 아니라 테러, 전쟁과 같은 포괄적인 방재대응 제도로서, ORSEC Plan은 다시 각 지역별로, 국가 기관별로 각각 수립되어 있으며, 발생하는 재난의 규모에 따라 시행하게 된다.

2)한편 프랑스 기상청의 경계(Vigilance)의 시행 배경에는 1999년 발생한 두 차례의 주요 폭풍으로 인한 피해로부터이다. 그전까지 프랑스 기상청은 위험수준을 한정하지 않고 위험을 특성화하는데 필요한 특정 요소(바람의 세기와 방향 등)을 제공하여 국가 서비스 및 비상 서비스에 해당 현상에 대해 경고했다. 그러나 이러한 경고는 대중에게 공개되지 않았다. 2001년부터 경계정보는 모든 사람을 대상으로 제공되었고, 등급에 따른 행동지침을 제공하여 누구나 기상 조건에 대비하고 적응할 수 있도록 하였다. 또한 재난 발생 시 신속 대응이 가능하도록 주정부 서비스에도 전송된다.

2001년부터 시행된 경계시스템은 강풍, 뇌우, 눈-얼음으로 시작하여, 2004년 폭염과 한파, 2007년 강우-홍수, 2011년 파도의 위험까지 영역을 확장하였다.

또한 프랑스 국내법의 회람 및 지침 중 Procédure de vigilance et d'alerte météorologiques(경계 및 기상 경고의 절차)에서 대도시에서의 기상 경계를 위한 절차와 당국의 경고 및 민간 보안 시스템과의 조율에 대해 정의하고 있다.(표 2.2.17) 해당 회람은 수도권 등 대도시에 한정된 회람이지만 경계의 단계에 따른 각 지자체 및 관공서의 행동지침에 대해 서술하고 있다.

먼저, 경계의 적색 단계는 즉각적인 비상대응조치가 이루어질 수 있다. 오렌지 단계에서는 반드시 지자체 장의 결정에 의해서만 비상대응조치가 이루어 질 수 있으므로, 현상에 대한 모니터링 등 지자체의 분석이 요구된다. 또한, 오렌지

---

2) (출처. 기상감시란 무엇인가? <https://www.reseau-canope.fr/risquesetsavoirs/qu-est-ce-que-la-vigilance-meteo.html>)

단계는 적색단계의 사전단계가 아님을 강조하였다. 황색 단계에서는 위험의 가능성에 대해 프랑스 기상청과의 논의가 요구된다.

표 2.2.17 프랑스 경계 및 기상경고의 절차에 관한 회람의 목차

Procédure de vigilance et d'alerte météorologiques(경계 및 기상 경고의 절차)	
1.	절차의 일반 사항
2.	절차의 목적
3.	경계
3.1.	경계 수준
3.2.	고려한 현상
3.2.1.	현상 격렬한 바람, 폭풍, 눈 얼음, 눈사태
3.2.2.	폭염과 극심한 한파 현상
3.2.3.	강우와 홍수 현상
3.2.4.	파도 침수 현상
3.3.	가능한 결과 및 행동 조언
4.	위기관리 시스템을 통한 경계의 강화
4.1.	Météo-France와 민간 보안을 담당하는 서비스 간의 관계
4.2.	시행할 조치
4.2.1.	데파르트망의 부서장 임무
4.2.1.1.	적색 경계 수준
4.2.1.2.	주황색 경계 수준
4.2.1.3.	황색 경계 수준
4.2.1.4.	시장과의 연결 다이어그램
4.2.1.5.	Météo-France 지역 센터와의 관계
4.2.1.6.	커뮤니케이션 활동
4.2.2.	국방 및 보안 구역 지사의 역할
4.2.3.	COGIC(Centre Opérationnel de régulation et de Réponse aux Urgences Sanitaires et Sociales, 건강 및 사회적 비상사태에 대한 규제 및 대응 운영센터)의 역할
4.3.	건강 및 사회활동 서비스를 위한 위기 관리 시스템
5.	절차의 평가
6.	결론

즉, 프랑스의 기상 경계정보는 우리나라의 특보체계와 달리 적색 단계 외에는 재난 대응을 위한 행정력의 동원을 의미하지 않으며, 관계 부서와 국민들의 주의 환기에 목적이 있다는데 차이가 있다. 또한 비교적 위험도가 낮은 단계의 경우, 각 지방자치단체와 기상청간의 소통을 통해 향후 의사결정을 유도하는 절차를 제시하여 기상현상에 대한 충분한 토의로서 그 위험도를 결정하도록 함에 의의가 있다.

### ○ 요약 및 시사점

국내의 방재관련 법률은 행정안전부나 지자체를 중심으로 한 대응에 대한 내용이 주를 이루고 있다. 재해 대응 측면에서 기상청의 역할은 법률상 기상법의 특보의 발표와 전파에 국한되어 있어, 실제 기상재해가 발생 할 경우 많은 관기계관과의 협력·소통 등 다양한 역할을 수행하고 있음에도 이에 대한 법적 근거가 미약한 실정이다.

미국의 경우 스탠포드 법을 기본으로 각 지방정부가 자연재난을 포함한 모든 재난상황의 일선으로 지정되어 있으며, 중앙 정부는 지방정부가 대응하기 힘든 상황에서 지원하는 역할을 수행한다. 각 지방정부는 재난상황에 대한 대응 계획을 수립하여 각 지방의 특성을 반영한다. 한편 예보혁신법에서 지정한 WCM은 IDSS를 통해 재난관리 커뮤니티(파트너)를 대상으로 기상정보의 해석 및 다양한 서비스를 제공하여 방재대응을 위한 효율적인 의사결정이 이루어질 수 있도록 하였다. WCM은 기상청의 특보 등 위험기상 정보가 전달되는 과정에서 발생할 수 있는 기상현상이 미칠 영향에 대한 이해의 간극을 줄이고, 기상재해저감을 위한 기반 마련에도 다양한 근거자료를 제공함으로써 그 효율성을 높이도록 하였다. 이러한 역할은 기상청의 예보인력 파견 등과 같은 방안으로 우리도 행정안전부에 파견을 수행하고 있는 부분이 있지만, 미국의 사례와 같이 광범위한 지역에 대한 파견은 아니며 별도의 법적 근거는 없는 형편이다. 미국의 WCM 사례를 참고하여 법적 근거를 마련한다면 관련한 인력 마련의 동력이 될 수 있고, 그 구체적 역할을 법에 명시하여 이를 수용하는 각 지방자치단체에서도 보다 유용하게 활용하도록 할 수 있도록 있다는 점에서 의의를 갖는다.

일본은 재해대책 기본법을 통해 자연재해에 대응하고자 하였으며, 일본 역시 지방자치단체가 방재대응의 일선역할을 하게 된다. 일본의 경우에는 제3자가 기상재해를 감지하였을 경우 해당 지방자치단체의 장에게 통보하고, 각 지방자치단체 장은 이를 이 기상청 및 관계기관 알리도록 한다. 또한, 지방자치단체가 예보 및 특보를 통보받았을 경우 예상되는 재해의 사태 및 취해야 할 조치 등에 대한 내용을 기상청 및 관계기관과 공유하고, 필요한 사항을 요청하는 소통의 내용을 법률상에 명시하였다. 그리고 기상업무법에서는 특보의 기준을 정할 때 미리 관계 지방자치단체의 의견을 수렴하는 등 협력을 강조하고 있다.



중국은 기상법에서 기상재해대응을 위한 지방정부와 기상청의 협력 및 역할이 명시되어 있지만, 기상방재규정을 통해 이를 더욱 상세화 하였다. 우리나라의 풍수해대응매뉴얼과 유사하게 각각의 기상현상에 대한 대응 조치를 명시하였으며, 예방과 감시 및 경고, 대응의 모든 단계에서 지방정부와 기상청의 역할과 협력을 강조하였다. 다루고 있는 현상은 우리나라의 자연재해 대책법과 유사하나, 역할에 대해서는 우리나라의 경우 행정안전부나 지자체의 역할이 거의 대부분을 차지한다면 중국의 기상방재규정은 지자체와 기상청의 책임이 공동으로 설정하였다.

프랑스는 ORSEC Plan이라는 포괄적 재난 대응체계를 갖추고 있는데, 각 지방정부와 유관기관이 각각의 영역에서 개별적인 ORSEC Plan을 마련하여 운영하고 있다. 한편 경계와 기상경고의 절차라는 행정지침을 통해 기상청에서 발표하는 경계(Vigilance)와 각 지방정부 및 기관에서 발표하는 기상경고(Alert)의 차이를 강조하며, 기상청의 경계정보는 최상위 위험등급인 적색단계만이 즉각적인 행정력의 동원을 의미하고 하위단계에서는 반드시 기상청과 해당기관간의 논의 후 경고가 발표될 수 있도록 하였다.

이와 같이 해외 여러 국가의 기상재해 대응 관련 법령 및 규정 등을 조사한 결과 우리나라를 포함한 모든 나라의 기상재해 대응의 일선은 각 지방자치단체가 수행하고 있는 것으로 나타났다. 다만 미국, 일본, 프랑스 등 해외 대부분 나라들은 각각의 법령상에서 기상재해로 인한 대응에 임할 때 기상청과의 협력을 매우 강조하고 있지만, 우리나라의 재난안전법 및 자연재해 대책법에서는 기상청의 역할을 분명하게 명시하는 법령은 찾아 볼 수 없었다. 이와 같이 상호 협력에 대한 법적근거가 충분치 않은 상태에서는 재난 대응을 위한 협력이 원활히 이루어지기 어려우므로 관련한 법적 근거 마련이 시급하다.

### 3. 결 론

최근 기후변화로 인해 극한기상 현상의 잦은 출현 및 날씨 변동성이 증가하는 등 기상재해로 인한 위험이 증가하고 있다. 기상청에서는 기상예보, 기상특보 등 다양한 기상정보를 제공하며 이에 대응하고 있다. 기상정보는 국민들의 삶에 대한 다양한 의사결정에 영향을 주고, 방재기관들은 기상정보를 활용하여 방재활동을 수행하는 필요한 의사결정을 내리고 있다. 본 연구에서는 기상 예·특보제도의 개선을 위해 기상 예·특보현황 및 이와 관련된 중장기계획에 대한 해외 선진 사례를 조사하고, 관련 법령 등 제도적 근거를 조사하고, 벤치마킹 요소를 발굴하는 등 전략 마련을 위한 기반 연구를 수행하였다.

가장 먼저, 각 나라에서 제공하고 있는 예보현황을 조사하였다. 공통적으로 모든 국가가 전통적인 예보문을 제공하고 있으며, 예보문은 현재의 기상개황과 주요 이슈, 향후 전망과 같은 요소로 구성되어 있다. 예보문과는 별도로 미국(2.5km), 영국(1.5km), 호주(6km)는 각각의 공간해상도의 격자형 예보를 생산하고 있으며, 일본은 강수에 대해 실황예보 최대 250m부터 초단기 5km로 예측기간에 따라 다른 공간해상도를 갖는 기상정보를 제공하는 등 기존 예보문에 더해 격자형 예보를 생산하여 제공하고 있다. 중국과 프랑스, 독일은 현급 수준의 행정구역단위로 예보를 제공하며, 격자형 예보의 해상도 등은 확인되지 않았다. 예보정보의 공간해상도를 높이는 노력은 다수의 나라가 진행하고 있으며, 우리 기상청도 예측성이 담보된 고해상도의 기상정보 생산 노력을 기울여야겠다.

예보요소로는 기온(최고기온, 최저기온, 평균기온, 이슬점 온도), 바람(풍향, 풍속), 날씨와 같은 요소들을 대부분의 나라에서 제공하고 있다. 한편 우리나라에서는 예보로 제공되고 있지 않는 안개, 뇌우, 서리와 같은 예보요소도 이루어지고 있는 나라들이 있다. 미국과 영국, 중국, 호주는 강수형태에 대해서 눈, 비, 뇌우, 어는비, 진눈깨비를 3~4개 구간으로 나누어 강도나 발생가능성으로서 예보를 제공하고 있다. 독일은 통보문을 통해 서리의 발생유무와 안개에 의한 시정거리 예보를 제공한다. 영국도 시정거리예보를 제공하는데 예상되는 시정거리를 1km 간격의 정량값이나 6개 구간의 등급으로 제공한다. 안개나 서리는 교통이나 농업에 영향이 높은 일기현상으로 정량적

예측이 어렵지만 구간을 나눈 예보서비스는 활용도가 높을 것으로 사료된다.

단·중기예보의 범위에 해당하는 예보기간은 미국이 7일로 36시간까지는 1시간 간격으로, 72시간까지는 3시간, 7일까지는 6시간 간격으로 제공하고 있다. 영국도 7일예보로 2일까지는 1시간 간격, 7일까지는 3시간 간격으로 제공하며, 일본도 7일예보로 1일 1회 제공하며, 강수확률만 2일까지 6시간 간격으로 제공한다. 중국, 호주는 7일까지 3시간 간격으로 제공한다. 프랑스는 15일예보이며 2일까지는 1시간 간격으로, 이후에는 6시간 간격으로 제공한다. 독일은 10일까지 예보를 제공하고, 예보 1일은 6시간 간격으로 이후 12시간 간격으로 제공한다. 우리나라 기상청은 현재 시범운영이나 최대 그물피까지 1시간 간격의 기상정보를 제공하여 시간적으로 상세하게 제공하고 있는 것으로 나타났다.

강수예보는 국가별로 전달 내용 및 형식 등에서 가장 큰 차이가 나타난다. 대부분 강수 발생에 대한 확률정보는 공통적으로 제공하나, 정량적인 강수예보는 격자형예보를 생산하는 미국, 영국, 일본, 호주가 제공하고 있으며, 프랑스는 현재로부터 한 시간 후까지 행정구역별로 강수량을 예보한다. 호주의 강수정량예보는 확률예측을 바탕으로 이해하기 쉬운 확률 값인 10%, 25%, 50%의 확률로 예상되는 강수량을 제공하는 점이 특이하다. 강수현상에 대해서는 우리나라 기상청이 10분 간격으로 1시간 강수에 대해 제공하는 등 가장 상세한 정량 강수예보를 제공하고 있었다.

해외의 특보는 우리나라와 마찬가지로 행정구역단위로 발표되고 있으나, 구역의 세분화 정도는 나라별 실정에 따라 다르다. 특보는 현상별로 차이가 있으나 대체로 2~4개 단계로 등급을 나눠 발표하고 있다. 특보의 기준 또한 나라별로 고정적인 임계값을 사용하는 국가(중국, 독일), 지역별로 차등화 된 기준을 사용하는 국가(미국, 일본, 프랑스), 기상현상이 미칠 영향을 고려하여 발표하는 국가(영국)들로 나눠 볼 수 있다. 미국의 경우 지역별로 주요한 위험기상현상이 달라 특보를 발표하는 요소 자체가 차이가 있으며, 일본은 수십년 재현빈도의 위험기상현상에 대해 특별경보를 시행하며, 피해가 큰 호우현상에 대해서는 침수나 토사재해의 우려까지 고려하여 제공하고 있다. 우리나라는 전국 고정된 임계값을 사용하고 있어, 지역에 따른 특성이 충분히 반영되고 있지 않아 이를 반영하기 위한 노력이 요구된다. 또한 프랑스의 경우 24시간에 대해 3시간 간격의 시계열로써 특보정보를 제공하고 있다. 시계열로

제공함에 따라 24시간 동안 위험기상현상이 어떻게 발달되거나 쇠퇴하는지에 대한 정보를 쉽게 이해할 수 있어, 의사결정에 도움이 되리라 생각되며 적용할 수 있다면 활용도가 높은 방법으로 사료된다. 다만, 24시간이란 선행시간이 방재대응에 충분한가라는 고민을 하게 된다. 미국 같은 경우 즉각적 대응을 의미하는 Warning은 12~24시간 이내에 발표하며, 사전 준비를 의미하는 Watch의 경우 24~48시간 이내에 발표하도록 운영하고 있으며, 영국은 위험기상 정보를 최장 7일전부터 제공하고 있다. 우리나라도 예비특보로 조기에 위험기상정보를 알리고 있으나, 보다 긴 선행시간 확보를 위한 개선은 지속적으로 수행되어야 할 것이다. 우리 기상청도 충분한 선행시간을 확보하면서, 현상에 대한 시작과 종료 같은 위험기상 현상의 발달과 쇠퇴를 특보체계 안에 녹여낼 수 있다면 보다 효과적인 정보로써 활용 될 것이다.

기상청에서 생산한 기상정보는 전통적인 통보문의 형식에서부터 시계열 그래프, 분포도, 동적인 이미지에 이르기까지 매우 다양한 방법으로 전달되고 있다. 전달 통로 역시 문서에서 웹페이지, 어플리케이션, SNS, 라디오/TV, 위성, 긴급메시지 등 매우 다양하다.

특정한 목적을 가지고 기상정보를 필요로 하는 수요자를 위해 맞춤형 기상정보를 제공하는 경우도 있다. 영국 기상청은 Hazard Manager라는 각종 재해관리를 위한 도구를 통해 특화된 기상정보를 특정 수요자에게 제공하고 있다. 영국의 기상청은 기상정보 수요자와 긴밀한 파트너십을 맺고 해당 수요자가 요구하는 내용에 대응하는 형태로서의 기상정보를 제공하게 된다. 예를 들어 FireMet은 화재대응을 위한 기상정보를 생산하기 위해 요청 지역에 대한 전후 3시간의 기상을 재현 및 예측하여 현상의 인과관계를 밝히고, 최적의 대응 판단을 내리는데 도움을 준다. 이처럼 특화된 기상정보의 제공은 일반대중에게 상시 제공하기는 어렵겠지만 그 목적과 긴급성에 따라 맞춤형으로 서비스되어 기상정보의 가치를 높일 수 있는 방안이 될 것이다.

각 국가의 예·특보 관련 중장기전략을 조사·분석하였다. 나라마다 구체적인 내용에서는 차이가 있으나 주요한 목표는 전통적인 일방적 기상정보제공에서 의사결정 지원으로의 전환이다. 미국의 IDSS, FACETs, 영국의 영향예보, 디지털트윈인 NAME, 일본의 고해상도 단기예보나 키키쿠르의 예가 있다. 제공한 기상정보에 대한 해설을 제공하거나, 고도로 발달한 수치모델

시뮬레이션을 통해 주요한 현상에 대한 인과성을 밝히는 것, 수백m 공간 규모로 상세화 된 예측정보 등은 실생활이나, 중요한 정책 결정과 같은 판단에 기상정보를 보다 가치있게 사용할 수 있도록 한다. 이러한 의사결정 지원은 먼저 예측성이 담보되어야 하며, 이를 위해 수치모델 및 인공지능과 같은 차세대 예측기술을 개발하는데 많은 노력을 들이고 있다. 수치모델은 더 이상 대기단일모델이나 대기-해양 결합모델 수준을 넘어서 빙권, 지면, 물순환, 화학적, 생물학적 분야, 사회과학까지의 결합으로 발전하고 있다. 또한 예보의 품질을 높일 수 있도록 정밀한 관측망 확대를 위해 지방정부나 학계, 민간의 관측 자료까지 융합하고자 하는 시도가 진행 중이다. 또한 기후변화로 인해 급격한 기상의 변화로 돌발적인 위험기상사태가 빈번해지자 이에 대한 선행시간 확보 및 예측성을 높이기 위해 실황 감시·분석 시스템 개발에 특히 큰 노력을 들이는 것을 확인하였다. 세계기상기구에서는 다중 위험 조기 경고시스템이라는 개념을 통해, 전통적인 예보에서 앞으로 나아가야 할 방향인 영향기반 예측·경고시스템에 이르기까지 단계적 가이드라인을 제시하고 있다. 우리나라는 우선 현재 고정적인 임계값을 사용하는 특보체계를 지역별 특성을 반영한 기준 마련이 필요할 것으로 사료되며, 점차 기상이 미치는 영향을 고려한 상세정보 생산 및 다양한 분야와의 협업 확대, 기상정보 활용성 제고 등의 발전방향을 고려해야겠다.

우리나라와 해외 주요국의 기상법 및 재해대응 관련 법령을 조사하였다. 우리나라와 일본, 중국은 유사한 기상법 체계를 갖추고 있고, 서구권의 국가들은 예·특보 업무에 대해 비교적 간단히 명시하고 있다. 그럼에도 방재를 위한 기상청과 방재대응의 일선인 지방자치단체와의 협력을 강화하고자 하는 조항, 지침, 회람 등은 미국, 일본, 중국, 프랑스, 독일 등 기상 및 재해대응 관련 법령에 명시되어 있다. 미국의 WCM과 같은 기상전문가의 파견, 일본의 특보기준 및 구역변화 시 지방자치단체의 의견 수렴 강조, 중국의 기상법 및 기상방재규정의 기상재해대응을 위한 지방정부와 기상청의 협력, 프랑스의 ORSEC Plan 내 특보 등급에 따른 지방자치단체와 기상청의 상호협력 지침 등의 내용은 우리나라에서도 반영되어야 할 조항들로 사료된다. 현재 우리나라의 재난안전법 및 자연재해 대책법에서는 기상청의 역할을 분명하게 명시하는 법령은 찾아볼 수 없었다. 상호 협력에 대한 법적근거가 충분치 않은 상태에서는 재난 대응을 위한 협력이 원활히 이루어지기 어려우므로 법적 근거 마련이 시급하다.

해외 선진사례와의 비교를 통해 예·특보체계에서의 현재 우리나라의 수준을 진단하고, 앞으로 나아가야 할 방향을 제안하였다. 기상정보의 시공간적 해상도 향상은 계속적으로 노력해야할 방향이며, 현재 서비스하고 있지 않은 안개, 뇌우 등 기상현상에 대한 새로운 예보서비스 개발, 지역별 특성을 반영한 특보 기준치 마련과 같은 노력이 필요하며, 생산된 기상정보를 더욱 효과적으로 전달하기 위한 방법 마련, 영향도가 높은 위험기상현상에 대한 예측성을 높이기 위한 관측·모델의 개선, 새로운 기술 개발, 영향을 고려한 예·특보 등의 방향을 제시했으며 이를 위한 다양한 분야와의 협력 노력이 요구된다. 한편 예·특보 및 재난 대응과 관련한 법령을 보면 나라별로 구체화한 정도의 차이는 있으나, 여러 국가에서 기상청과 각 방재기관 및 지방자치단체와의 협력을 법률상에 구체적으로 명시하여 소통과 협력에 대한 법적 근거를 갖추고 있었다. 그러나 우리나라의 법률체계는 재해 대응을 위한 기상청과 각 기관간의 협력이나 소통 등에 관한 법적 근거가 미미한 실정이어서 이에 대한 법안 마련이 필요하다. 본 연구의 결과는 향후 기상청의 예·특보의 중장기 전략 수립 및 제도적 개선에 활용될 수 있을 것이다.



## 4. 자료출처

### 1) 미국

- 미국기상청홈페이지(<https://www.weather.gov>)
- 미국기상청 업무지침(<https://www.nws.noaa.gov/directives/010/010.php>)
- FACETs 프로젝트(<https://www.nssl.noaa.gov/projects/facets/>)
- Hazard Simplification 프로젝트(<https://www.weather.gov/hazardsimplification/>)
- NWS Strategic Plan 2019-2022(<https://www.weather.gov/ooe/Strategy>)
- United States Code, Title15. Chapter 9, 313-Duties of Secretary of Commerce
- United States Code, Title15. Chapter 111, Weather research and forecasting innovation

### 2) 영국

- 영국기상청홈페이지(<https://www.metoffice.gov.uk/>)
- Metoffice, MetOffice Our Strategy 2019-2024  
(<https://www.metoffice.gov.uk/research/library-and-archive/publications/corporate>)
- Metoffice, Research and Innovation Strategy V2.2022, Weather and climate Science and services in a changing world  
(<https://www.metoffice.gov.uk/research/approach/research-and-innovation-strategy>)
- Met Office dispersion model (디지털트윈, NAME)  
(<https://www.metoffice.gov.uk/research/approach/modelling-systems/dispersion-model>)

### 3) 일본

- 일본기상청홈페이지(<https://www.jma.go.jp/jma/indexe.html>)
- 일본 교통정책심의회 기상분과위(2018), Vision for Meteorological Services in 2030
- 일본 예산 현황을 통한 업무 추진 전략  
([https://www.jma.go.jp/jma/kishou/hyouka/hyouka-report/report\\_index.html](https://www.jma.go.jp/jma/kishou/hyouka/hyouka-report/report_index.html))
- 일본 기상업무법(気象業務法)
- 일본 재해대책기본법(災害対策基本法)

### 4) 호주

- 호주기상청홈페이지(<http://www.bom.gov.au/>)
- 기상법(1955)

## 5) 중국

- 중국기상청 홈페이지(<https://www.cma.gov.cn/>)
- 중화인민공화국의 기상법(2016.11.7.)

## 6) 프랑스

- 프랑스기상청 홈페이지(<https://météofrance.com/>)
- 프랑스기상청 유료서비스 상세(<https://services.météofrance.com/>)
- 프랑스기상청, Contrat d'objectifs et de performance 2022-2026  
(<https://météofrance.fr/actualite/presse/contrat-dobjectifs-et-de-performance-2022-2026>)
- APIC, Vigicules 상세([https://apic.météofrance.fr/static/doc/faq\\_apic.1d167adb9f5d.pdf](https://apic.météofrance.fr/static/doc/faq_apic.1d167adb9f5d.pdf))
- Décret n° 93-861 du 18 juin 1993 portant création de l'établissement public Météo-France
- Décret n° 2005-1157 du 13 septembre 2005 relatif au plan ORSEC
- Loi n° 2004-811 du 13 août 2004 de modernisation de la sécurité civile
- Procédure de vigilance et d'alerte météorologiques

## 7) 독일

- 독일기상청 홈페이지([https://www.dwd.de/DE/Home/home\\_node.html](https://www.dwd.de/DE/Home/home_node.html))

## 8) 기타

- ECMWF, Destination Earth(DestinE)  
(<https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/destination-earth>)
- WMO(2019), WMO Strategic Plan 2020-2023
- WMO(2015), WMO Guidelines on Multi-hazard Impact-based Forecast and Warning Services



기상청

Korea Meteorological  
Administration

ISBN 979-11-6988-062-6 (93450)