

정책연구 최종보고서

과 제 명	국문	지속가능한 통합 물관리에 대비한 기상청의 역할정립 및 발전방안 연구		
	영문	A Research of Identifying the Roles and Strategic Development Plans of Korea Meteorology Administration in Preparation of Sustainable Integrated Water Management		
주관연구기관 (공동연구기관)	기 관 명	소 재 지	대 표	
	한국환경정책·평가연구원(KEI)		세종특별자치시 시청대로 370	조 명 래
주관연구책임자 (공동연구책임자)	성 명	소 속	전 공	
	김 익 재	한국환경정책·평가연구원	환경공학	
총 연구기간 (당해년도)	2018. 3. 8. ~ 9. 6. (6 개월)			
총 연구비 (당해년도)	일금 칠천사십오만사천오백사십 원 (₩ 70,454,540)			
총 참여연구원 (당해년도)	총 8 명	책임연구원	1 명	
		연구원	4 명	
		연구보조원	3 명	
		보조원	0 명	
연구 주요내용	<p style="text-align: center;">2018년도 정책연구의 최종보고서를 붙임과 같이 제출합니다.</p> <p style="text-align: right;">붙임 : 최종보고서 1 부.</p> <p style="text-align: center;">2018 년 9월 6일</p> <p style="text-align: center;">주관연구책임자 김 익 재 인</p> <p style="text-align: center;">주관연구기관장 조 명 래 직인</p> <p style="text-align: center;">기 상 청 장 귀 하</p>			

지속가능한 통합 물관리에 대비한 기상청의 역할정립 및 발전방안 연구에
관한 정책연구의
최종보고서를 별첨과 같이 제출합니다.

2018년 9월 6일

주관연구책임자 김 익 재 인

주관연구기관장 조 명 래 직인

지속가능한 통합 물관리에 대비한 기상청의 역할 정립 및 발전방안 연구

A Research of Identifying the Roles and Strategic
Development Plans of Korea Meteorology Administration
in Preparation of Sustainable Integrated Water
Management

2018. 9

제 출 문

본 보고서를 “지속가능한 통합 물관리에 대비한 기상청의 역할정립 및 발전방안 연구”의 최종보고서로 제출합니다.

□ 주관연구기관명 : 한국환경정책·평가연구원(KEI)

□ 연구 기간 : 2018. 3. 8. ~2018. 9. 6.

□ 주관연구책임자 : 연구위원 김익재

□ 참여 연구원

- 한국환경정책·평가연구원 연구위원 안종호
- 한국환경정책·평가연구원 연구위원 조을생
- 한국환경정책·평가연구원 연구위원 김호정
- 한국환경정책·평가연구원 부연구위원 류재나
- 한국환경정책·평가연구원 연구원 정아영
- 한국환경정책·평가연구원 연구원 곽효은
- 한국환경정책·평가연구원 연구원 김교범

※ 주관연구기관 및 주관연구책임자, 참여연구원은 실제 연구에 참여한 기관 및 연구자의 명의로 함

2018년 9월 6일

기상청장 귀중

목 차

제1장 서론	3
1.1 연구의 배경 및 목적	3
1.2 주요 연구내용 및 추진체계	8
제2장 통합물관리 측면의 기상청 수문기상 업무의 중요성	13
2.1 기상청 수문기상 업무의 변천과 현황	13
가. 수문기상 정의 및 관련 법령 현황	13
나. 기상청 수문기상 업무의 과거와 현재	18
다. 관계부처 및 기관별 수문기상 업무 및 협력 현황	29
2.2. 주요국의 수문기상 업무 사례 분석과 시사점	43
가. 미국 NOAA (National Ocean and Atmospheric Administration)	43
나. 호주 BOM (Bureau of Meteorology)	50
다. 영국 FFC (Flood Forecasting Centre)	54
라. 시사점 및 소결	56
2.3. 통합 물관리 측면의 기상청 수문기상 업무의 중요성	58
가. 물관리 일원화 추진 경과	58
나. 물관리 일원화의 후속조치와 향후 방향	71
다. 시사점 및 소결	76
제3장 통합 물관리에 대비한 기상청의 역할 정립과 발전방향	79
3.1 통합 물관리 측면의 기상청 역할과 SWOT 분석	79
가. 통합 물관리 측면의 기상청 역할	79
나. 수문기상 업무 확대를 위한 SWOT 분석	80

3.2 통합 물관리에 대비한 기상청 역할 정립	84
가. 기상청 수문기상 업무의 역할 정립: 정책/제도, 기술, 서비스	84
나. 기상청 수문기상 업무의 핵심가치, 추진방향	87
3.3 통합 물관리에 대비한 기상청 수문기상 업무의 발전방향	88
가. 수문기상 업무의 비전, 목표, 핵심전략, 추진과제	88
나. 수문기상 업무 수행 조직안	90
다. 수문기상 발전을 위한 대내외적 추진 방향	92
3.4 통합 물관리 구현을 위한 수문기상 업무 관련 법령 통합·조정안	93
제4장 기상청 수문기상 정책 및 업무 발전을 위한 이행과제와 추진로드맵	99
4.1 수문기상 정책 및 업무 발전을 위한 이행과제의 구성과 주요 내용	99
4.2 수문기상 정책 및 업무 발전을 위한 이행과제의 추진 로드맵	102
참고문헌	105
부록 : 핵심전략별 추진과제 및 세부과제	109

표 / 목 / 차 /

〈표 2-1〉 수문기상의 학문적 개념과 정의	14
〈표 2-2〉 수문기상 업무 및 측정항목	16
〈표 2-3〉 수문기상 가뭄 정보 시스템 구성	23
〈표 2-4〉 「제3차 기상업무 발전 기본계획」의 수문기상 관련 전략과 중점과제	25
〈표 2-5〉 수문기상 업무과 기상청 직제 법령	27
〈표 2-6〉 기상청 관련 법령	29
〈표 2-7〉 수문(水文) 관련 법령	32
〈표 2-8〉 수문기상 관련한 정부부처 및 주요 업무	33
〈표 2-9〉 가뭄 관련한 정부부처 및 주요 업무	36
〈표 2-10〉 수문기상·가뭄과 관련한 각 부처별 시스템 현황	37
〈표 2-11〉 가뭄대응 종합대책 중 기상청의 과제 및 추진계획	41
〈표 2-12〉 수문기상·가뭄과 관련한 주요 추진 과제	42
〈표 2-13〉 미국의 기상 및 홍수예보 과정	46
〈표 2-14〉 주요 국가별 수문기상 정책 및 업무의 담당기관과 업무 비교	57
〈표 2-15〉 물관리 일원화 전 부처별 물관리 업무 현황	59
〈표 2-16〉 물관리 일원화 후속조치와 정부조직법	60
〈표 2-17〉 통합 물관리 핵심가치와 기본 원칙	61
〈표 2-18〉 국가·통합 물관리 비전 중 수문기상 관련 전략	62
〈표 2-19〉 강우 및 강수 레이더 비교 분석	65
〈표 2-20〉 (수문)기상 관측항목 비교 분석	68
〈표 2-21〉 수문기상 부문의 선행 연구 사례	69
〈표 2-22〉 물관리 일원화 관련 3개 법령과 수문기상 관련 법령 및 내용	71
〈표 2-23〉 정부조직법의 변화: 정부 기능	72
〈표 2-24〉 정부조직법의 변화: 소관 기관 및 기능	72
〈표 2-25〉 국가 및 유역 물관리 위원회 개요	73
〈표 2-26〉 국가 및 유역 계획의 주요 내용	73
〈표 2-27〉 물관리 일원화 후속조치: 심층 정책과제	75
〈표 3-1〉 기상청 수문기상관련 업무와 기능의 종합 진단	81
〈표 3-2〉 수문기상 부문별 종합 진단: 정책/법령, 기술, 서비스	82
〈표 3-3〉 SWOT 분석에 따른 전략 : 강점-기회 중심으로	83
〈표 3-4〉 통합 물관리에 따른 수문기상 업무의 지속적 성장을 위한 역할 및 목표	86

〈표 3-5〉 통합 물관리 기반 기상청 수문기상 업무의 3대 핵심전략 및 추진과제(안)	88
〈표 3-6〉 수문기상 업무 수행을 위한 조직 구성(안)	91
〈표 3-7〉 「물관리기본법」의 수문기상을 고려한 개정안	93
〈표 3-8〉 「물관리기술 발전 및 물산업 진흥에 관한 법률」의 수문기상을 고려한 개정안	94
〈표 3-9〉 「기상법」의 수문기상을 고려한 개정안	95
〈표 4-1〉 통합 물관리 기반 기상청 수문기상 업무의 핵심전략 및 세부과제(안)	100

그림 목 차

〈그림 1-1〉 주요 연구 내용 및 추진 체계	8
〈그림 1-2〉 부문별 연구 내용과 구성	9
〈그림 2-1〉 수문기상 개념과 정의: 물순환의 관점	14
〈그림 2-2〉 물순환 관점에서의 수문기상학, 수문학, 생태수문, 지하수학	15
〈그림 2-3〉 UN 지속가능발전목표(SDGs): 17 Gs & 169 Ts	16
〈그림 2-4〉 수문학 및 기상학 관련 홍보 포스터	17
〈그림 2-5〉 기상청의 업무: 과거와 현재	19
〈그림 2-6〉 기상청 조직 및 업무 현황	20
〈그림 2-7〉 기상청 수문기상 업무 모식도	21
〈그림 2-8〉 기상청 수문기상가뭄정보시스템	22
〈그림 2-9〉 기상청 (수문)기상 업무의 위상과 기능: 기술적 측면	23
〈그림 2-10〉 「제3차 기상업무 발전 기본계획」의 비전, 발전목표, 추진전략	24
〈그림 2-11〉 2018년 7월 가뭄 예·경보 발표(기상청, 기상가뭄지도)	39
〈그림 2-12〉 가뭄대응 종합대책 기본방향	40
〈그림 2-13〉 미국 NOAA 조직도	43
〈그림 2-14〉 미국 NOAA-NWS-OWP-NWC 조직도	44
〈그림 2-15〉 미국 NOAA-National Water Service의 하천정보	45
〈그림 2-16〉 미국 NOAA The National Water Model (NWM)	45
〈그림 2-17〉 미국의 중앙 부처의 수문기상 및 물관리 업무 구조	46
〈그림 2-18〉 미국 NOAA 첨단수문예측서비스(AHPS) 과정	47
〈그림 2-19〉 통합 수자원 과학 및 서비스(IWRSS)	48
〈그림 2-20〉 국가 수문학 평가 및 장기 홍수 위험 지도 평가	49
〈그림 2-21〉 호주 환경에너지부 조직도 및 기상청(BOM)	50
〈그림 2-22〉 호주 기상청(BOM) 조직도	51
〈그림 2-23〉 호주의 수문기상 및 물관리 업무 구조	51
〈그림 2-24〉 호주 국가 수문학 평가 및 장기 홍수 위험 지도 평가	52
〈그림 2-25〉 영국의 수문기상 및 물관리 업무 구조	55
〈그림 2-26〉 과거 물관리 일원화 추진 연혁: 1990~2018	58
〈그림 2-27〉 통합 물관리 국가비전 및 핵심전략(2017)	61
〈그림 2-28〉 국내 레이더 관측망 현황	65
〈그림 2-29〉 강우 및 기상 레이더의 공동 활용 전·후 비교	66

〈그림 3-1〉 물관리 일원화 후속조치 측면의 기상청 내외부 여건 및 환경, 대응전략	79
〈그림 3-2〉 물관리 일원화와 수문기상 업무의 중요성 및 시사점	84
〈그림 3-3〉 기상청 수문 기상 업무의 목표	85
〈그림 3-4〉 통합 물관리 구현을 위한 기상청의 역할, 핵심가치 및 추진 방향	87
〈그림 3-5〉 통합물관리 기반 수문기상 업무의 비전, 목표와 추진과제	89
〈그림 3-6〉 수문기상 업무 수행을 위한 조직 구성(안): 조직도	90
〈그림 3-7〉 수문기상 발전을 위한 대내외적 추진방향	92
〈그림 4-1〉 수문기상 발전을 위한 이행과제의 추진 로드맵(2018.10~2030)	103

요 약 문

제1장 연구의 배경 및 목적

수문기상(hydrometeorology, 水文氣象)의 관측과 전망으로 시작하는 물관리 정책의 비효율성과 불확실성이 전지구적으로 커지고 있다. 특히 최근 우리나라에서도 빈번해지는 기후변화 혹은 불규칙한 수문기상 이변의 영향으로 가뭄 및 물부족 현상, 도시 침수, 기습폭우 등의 심각한 피해가 나타나면서 국민들의 불안감이 증가되고 있다. 이와 같이 심화되는 기후변화 영향과 불규칙적 수문기상 현상에 선제적이고 사전예방적 물관리 대응을 위해서는 먼저 기후 및 수문기상에 대한 국내 정책, 학문 및 기술의 현황에 대한 진단이 필요하다고 볼 수 있다.

지난 2017년 5월 22일에 대통령의 업무지시인 환경부로 물관리 일원화 추진이 발표된 후, 정부, 국회, 유관기관 등에서 전국적으로 다수의 토론회가 개최되었다. 또한 지속가능한 통합 물관리 비전 포럼을 마련하여 찬반의견을 수렴되면서 2018년 6월 5일 제25차 국무회의에서 관련 법령들이 제·개정 및 공포되어 물관리 일원화 시행을 위한 법적 근거가 확보되었다. 이번 물관리 일원화를 통하여 물관리 전과정 중 수량-수질-수도의 통합관리 정책은 개선될 것으로 기대되나, 여전히 심화되는 기후변화 영향과 수문기상 이변에 따라 지역별 강우 편차와 극한 가뭄빈도, 수질 및 수생태계 훼손 등에 대한 문제는 정책적으로 기술적으로 어떻게 해소 될지는 불분명하다.

국제사회는 물순환 전과정의 출발점을 수문기상으로 판단하고 있으며, 기후변화 영향과 수문기상 이변에 따른 정부기관의 수문기상 정책과 연구 기능을 강조하고 있다. 그러나 국내 수문기상의 기초 및 응용 연구, 정책 수립, 관련 산업의 수준은 매우 낮은 것으로 진단되며 통합 물관리 혹은 물순환 전과정 측면의 수문기상 부문의 역할에 대한 재조명과 분산되어 있는 수문기상 기능에 대한 통합 방안에 관한 연구와 논의는 매우 부족한 실정이다. 따라서 현행 정부 부처의 정책과 관련 법령, 계획 수립 등의 합리적인 개선점을 도출하는 것은 기후회복력 확보 측면에서도 매우 시의적절하고, 수문기상학적 정책적·기술적 역량 강화를 위해서도 필요성이 높다고 판단된다.

본 연구의 목적은 물관리 일원화에 따라 통합 물관리(수문기상 등)와 연계한 기상청의 역할을 정립하고, 기상청과 관계 부처 기관 간 협업 방안 등 발전방안을 마련하는 것이다. 본 연구의 주요 결과들 중에서 물관리 일원화에 따른 기상청 역할정립과 관련 법령 제개정안 마련 등은 우리나라 수문기상 정책수립의 중요성과 기상청의 역할 정립과 발전의 기본방향을 제시할 것으로 기대된다.

제2장 통합 물관리 측면의 기상청 수문기상 업무의 중요성

본 장에서는 먼저 수문기상의 정의를 규명하였다. 그 다음으로 기상청의 수문기상 업무의 현황 및 관련 법령에 대하여 조사하였으며, 미국, 호주, 영국의 수문기상 업무와 홍수예보 사례를 분석하였다.

수문기상(hydrometeorology)이란, 물 순환 중에 대기에서 일어나는 과정을 서로 연관시켜 연구하는 학문의 영역으로, 물 순환의 각 요소에 대한 시간적·공간적 특성과 이들의 상호 연관성을 연구 대상으로 한다. 세계기상기구, 국외 정부기관, 연구보고서 등에서 수문기상학은 수문과 기상의 공통 영역으로 판단하고 있으며, 수문기상 업무는 대기 중 물순환에 따라 나타나는 일련의 과정을 관측 및 예측하는 것으로 정의하고 있다.

‘기상청과 그 소속기관 직제’(대통령령 제28934호)에 따르면 가뭄을 포함한 수문기상 업무는 기후과학국의 업무로 명시되어 있다. 다만, 현재 기상청 직제 혹은 「기상법」에는 수문기상에 대한 정의, 범위, 관측항목 등의 설명이 매우 부족하다. 그러나 ‘수자원의 조사·계획 및 관리에 관한 법률’(법률 제15624호)에 수문조사의 범위에 수문기상이 포함되어 있는 실정이다. 수문기상이라는 학문적 현황도 분명하지 않은 실정으로, 수문기상학이라는 독립적 학문이 주목받지 못하고 있어 정부의 수문기상 업무의 역할과 발전도 정립이 필요하다.

현재 기상업무 발전 기본계획의 ‘수문기상과 가뭄’ 전략 및 부문의 중점 과제로는 기상학적 가뭄 전망, 이상기후 및 특이 기상 및 재해 관련 위주의 계획이 두드러지며, 일반 국민의 물이용까지 영향을 미치는 포괄적인 가뭄예보와 기상기후 빅데이터 교환 등 수문기상의 컨트롤 역할을 할 수 있는 정책과제는 점진적으로 추진될 예정이다. 따라서 미래지향적이고 선진화된 기후적응적 물관리 정책을 마련하기 위해서는 기상학, 수문학의 전통적이고 통계적인 관점에서 벗어나 수문기상 정보 기반의 실시간 수준의 예보 기술력 확보가 매우 중요하고, 이를 위한 기상기관의 역할과 업무 성과가 매우 중요할 것으로 판단된다.

수문기상 관련 법제를 추가로 살펴보면, 「기상법」은 수상의 정의, 기상학적 가뭄 예보 내용이 있을 뿐, 수문기상의 정의와 업무에 대한 내용을 포함하지 않고 있다. 대통령령인 기상청과 그 소속기관 직제에서 기후과학국은 수문기상과 가뭄에 관한 기상업무를 담당하는 것으로 정하고 있는 등 법제 간 격차가 존재하는 것을 알 수 있다. 따라서 법령 간 수문기상 정의 및 업무 내용의 중복을 검토하고, 통합 물관리 측면에서 수문기상 분야의 바람직한 개선 방향을 마련하기 위하여, 수문기상의 정의, 범위, 기능, 업무 등에 관한 검토 및 논의가 필요하다. 그리고 법의 근거한 정책 및 계획을 통한 연구와 기술 발전으로 확대되어야 할 것이다.

본 장에서는 미국, 호주, 영국 등 주요 선진국의 기상기관의 수문기상 업무 기능의 통합과 분산화 등을 종합적으로 분석·평가하여 물관리 일원화 이후 후속 조치 단계에서 바람직한 수문기상의 역할 및 기상청의 역할 방안을 정리하였다. 공통적으로 홍수 및 가뭄에 의한 재해에 대한 문제점의 인식으로부터 시작하였으며, 보다 신속한 홍수예보를 위하여 기상기관에서 담당하고 있다. 우리나라는 수문기상 및 가뭄에 초점을 맞추어 업무를 수행하고 있는 반면, 미국과 호주는 기상청에서 주무적으로 수문학적 예측 업무와 수자원 현황 및 분석, 하천예보를 담당하고 있어 우리나라의 기상청 업무와 확연한 차이점을 보이고 있다. 호주의 사례를 참고하여 법적 근거를 마련하고 수문기상 부문의 업무 확대와 전문성 제고가 효율적이고 미래지향적 정책수단임을 알 수 있다.

수문기상은 통합 물관리 및 물순환 측면에서 독립적 업무의 영역이면서도, 융합·응용·연계적 영역이나 국내 수문기상의 중요성과 학문적, 기술적, 정책적 인식은 높지 않다. 물관리 일원화 및 통합 물관리 측면에서 환경부의 통합물관리 정책방향(18.6)에 따라 국내 수문기상 업무 현황을 재조명해야 할 필요성이 매우 크다. 또한, 강수 등 수문기상 정보를 관측하고 수집하는 위성, 원격탐사, 지상관측망은 정부 1,291개소(기상청 590개소, 환경부 517개소, 수자원공사 184개소)와 지자체 2,262개소로 총 3,553개소는 정보 공유 및 협력체계 구축의 수준에 머물고 있어, 관측망의 통합 운영이 필요하다. 이를 분석할 수 있는 슈퍼컴퓨터와 기상위성 및 환경위성을 활용하고 응용하는 통합체계를 구축하여 수문기상 측면에서 이상기후(돌발홍수, 가뭄예보 등)에 효율적이고 적극적인 대처가 필요한 시점이다.

제3장 통합 물관리에 대비한 기상청의 역할 정립과 발전방향

기후변화의 영향과 수문기상 이변으로 인한 유역 건강성 증진을 고려한 통합 물관리 측면의 수문 기상 업무의 신규 수요가 증가하고 있다. 통합 물관리 측면의 기상청의 역할을 분석하기 위하여, 내외부여건 및 환경을 조사하고 SWOT 분석을 통하여 대응 전략을 구상하였다. 수문기상 정보를 공유하는 수준을 넘어서는 수문기상 정보 생산·분석·제공을 담당하는 수문기상 업무 확대를 위한 전략을 정리하였다. 우선적으로 기상청의 통상적 기상업무 목표는 기술적, 서비스 부문의 강점과 계획 추진이며, 수문기상 업무의 고도화를 위해서는 수문기상 법적 기반 구축이 가장 먼저 이행되어야 한다. 고유업무의 확보와 정보 서비스의 총괄 수행기관으로서의 정책/제도, 기술, 서비스 분야 별로 지속적인 검토가 필요하다. 결론적으로 통합 물관리 업무를 기상청 현행 업무와 가장 효과적으로 연계할 수 있는 발전 방안이 필요한데, 기존 관측과 예측 그리고 예보를 통한 기상-기후 정보 생산 및 제공 서비스로의 기상청의 역할에서 '수문기상 업무 수행으로 대내외 기상청 역할 확대와 위상을 제고'의 목표의 전환이 필수적이다. 통합 물관리 측면의 기상청 수문기상 업무 방향을 “통합 물관리 의사결정(decision-making)”으로 설정하고, 전문성, 신뢰성, 효율성 등 3가지 핵심가치를 근거로 통합 물관리에 대비할 수 있는 기상청 역할과 발전방향을 위하여 '수문기상의 과학화와 서비스 발전'을 비전으로 제시하였고 3대 핵심전략은 정책 부문의 '물관리 의사결정 지원체계 강화 및 위상 제고', 기술부문의 '수문기상의 중점 원천 및 응용 기술 발전 방안 수립', 그리고 성과 확산 및 교류 부문의 '수요자 중심의 맞춤형 서비스 및 수문기상 정보확산 체계 강화'로 제안하였다.

비전 및 추진과제를 이행하기 위한 조직 구성안을 마련하였다. 업무 수행을 위한 조직 구성의 기본 방향은 국내 및 기상청 수문기상에 관한 총괄 업무를 수행이며, 물관리 유관기관과 협력체계를 구축하는 것이다. 수문기상 정보의 수집·생산·분석·활용·제공하는 통합체계 기능과 '기상청과 그 소속기관의 직제 시행규칙' 등의 내용을 반영하여, 수문기상국을 신설하는 등 3가지의 조직 개편 방안을 제시하였다. 종합적으로 통합 물관리 측면에서 수문기상 발전을 위한 기상청의 대내외적 정책화, 입법화, 공론화 3가지 추진방향을 제안하였다. 마지막으로 수문기상과 관련한 법령(「물관리기본법」, 「물관리기술 발전 및 물산업 진흥에 관한 법률」과 「기상법」)의 통합·조정을 제시하였다.

제4장 기상청 수문기상 발전을 위한 이행과제 및 로드맵

제 4장에서는 수문기상 발전을 위한 이행과제의 구성 및 주요 내용과 추진 로드맵을 작성하였고, 3대 핵심전략에 따른 추진과제 17개, 세부과제 46개의 주요 내용이 포함되어 있다.

핵심전략 1 ‘물관리 의사결정 지원체계 강화 및 위상 제고’는 추진과제 7개, 세부과제 20개로 구성하였다. 세부과제 20개 중에서 시급성이 높은 과제는 ‘수문기상 전담조직 준비단’, ‘수문기상 전문가 포럼’으로 제안하였다. 그 다음으로 ‘수문기상 관련 법령 및 계획의 정비’, ‘내부조직 진단 및 역량 강화’, ‘수문기상 기본계획 구축 타당성’으로 추진 시기를 제안하였다.

핵심전략 2 ‘수문기상의 중점 원천 및 응용 기술 발전 방안 수립’은 추진과제 6개, 세부과제 16개로 구성하였는데, 과학적이고 공학적 기반의 수문기상 기술을 지향하고 있다. 수문기상 관측망 통합을 첫걸음으로 시작하여, 마지막은 수문기상 전과정에 대한 이해와 돌발홍수와 도심침수 등 예보와 예측할 수 있는 통합정보 시스템 구축과 관련 기술로 연결된다. 수문기상 관측망이 통합 구축되어 가면서 지자체의 기상·강수 관측망을 포함하여 자료의 표준화와 품질·유지관리의 표준화가 신속히 세부과제로 추진되어야 할 것으로 제안하였다.

끝으로 핵심전략 3 ‘수요자 중심의 맞춤형 서비스 및 수문기상 정보확산 체계 강화’는 추진과제 4개, 세부과제 10개로 구성되어 앞선 전략보다 추진과제와 세부과제도 소규모 수준이다. 하지만, 전략의 제목에서 알 수 있듯이, 수문기상 정책발전과 기술개발의 이용과 수용 주체인 대국민과 물 관리 이해관계자 대상의 서비스와 확산이며, 이는 현행 기상청 업무의 비전과 일맥상통하며 유역 맞춤형 강우정보 제공 등과 같은 발전계획과 동일한 지향점을 가지고 있어서 매우 의미 있는 주제로 이해할 수 있다.

추진 로드맵의 총 기간은 본 연구가 완료되는 2018년 10월부터 2030년까지, 약 12년으로 구성하였다. 물관리 기본법 시행(2019년 6월), 국가물관리기본계획의 구성안 검토 및 수립(2021년 6월), 유역 물관리종합계획(2022년 6월)인 3가지 변곡점이 예상됨에 따라 통상적인 연구계획 주기 10년에서 2년이 추가되었다. 추진과제 17개와 세부과제 46개의 수행과 성과는 언급한 3개의 정책 변환 시기별 중요한 의사결정이 가늠될 것이며 이 논의과정과 결론에 매우 의존적일 것으로 파악된다. 향후 최대 6년 이내 국내 수문기상 전담조직이 설치될 것으로 기대 및 전망하며 핵심전략 1과 2의 주요 선행과제의 수행기간을 2022년까지 구성하였다.

제1장

서론

- 1.1 연구의 배경 및 목적
- 1.2 주요 연구내용 및 추진체계

제1장 / 서론



1.1 연구의 배경 및 목적

수문기상(hydrometeorology, 水文氣象)의 관측과 전망으로 시작되는 물관리 정책의 비효율성과 불확실성이 전지구적으로 커지고 있다. 특히 최근 뚜렷하게 나타나는 국내 기후변화의 영향과 불규칙한 수문기상 현상은 우리나라 물관리 정책의 전반과 규모 경제에도 적지 않은 불안감을 유발시킬 수 있으며 물관리 및 경제의 리스크 관리를 위한 새로운 정책 수단이 필요하다는 사실을 방증하고 있다. 우리나라에서도 근래 관찰되는 기후변화 혹은 수문기상 이변이 물관리에 미쳤던 몇 가지 사례를 살펴보면 다음과 같다. 2015년 충청남도의 주요 지역에 나타난 심각한 가뭄 및 물부족 현상, 2016년 부산과 울산 일대의 도시 침수, 2017년 청주 일대와 인천의 폭우와 도시 침수, 2017년 경상북도와 경남북도의 겨울 가뭄의 연속적이고 이례적 사례는 한반도 전역에 걸친 심화된 기후변화의 시공간적 영향을 경고하고 있다. 또한 2018년 8월 1일의 강원도 홍천 지역의 낮 최고 기온(41.0℃)은 111년에 이르는 국내 기상 관측 역사상 가장 높은 온도로 기록되었지만, 며칠 후 8월 6일에는 강원도 강릉 지역에는 시간당 93mm의 폭우가 기습적으로 내려서 심각한 침수 피해가 나타났다.

4대강 본류의 주요 지점에는 경보 수준 이상의 녹조가 (대)발생하고 있는데 하천의 수리학적 수질 공학적 영향 외에도 평년 이상의 수온상승, 일사량 증가 등의 기후·수문기상적 누적 영향도 조류 성장에 기여되는 것으로 사료된다. 이와 같은 일반 시민들이 체감하는 기후변화 영향의 첫 과정은 국지적 강우패턴의 변화 등과 같은 수문기상 이변과 직결되어 있으므로 수문기상에 대한 보다 과학적이고 충분하면서도 새로운 이해는 효과적인 기후변화 적응대책 마련을 위해서도 매우 중요하다고 볼 수 있다.

최근 연구기관의 분석에 따르면¹⁾, 전 세계 도시 279개 대상의 22개 리스크 중에서 태풍(tropical storm)에 따른 경제손실액의 규모는 USD 62.6 Billion이며, 홍수, 가뭄, 한파 등 기후 및 수문기상 직간접 분야를 합치면 USD 117.5 Billion으로 총 경제손실액 규모의 약 21.5%에 해당되는 높은 수준이다.²⁾ 이 연구결과를 아시아의 도시 92개에 적용하면 역시 태풍이 가장 큰 경제

1) Centre of Risk Studies, University of Cambridge(2018), "CAMBRIDGE GLOBAL RISK OUTLOOK 2018"

손실액의 위협요소이며 그 규모가 USD 94.14 Billion 수준이며, 홍수는 위협요소 5위로 손실액 규모는 USD 15.14 Billion 수준이다. 아시아 도시 92개 중 서울은 12번째로 리크스가 큰 도시로 평가되었는데, 가장 큰 경제손실 위협요소도 역시 태풍으로 분석되었고, 가뭄과 한파의 피해규모도 각각 USD 311 Million(아시아 도시 중 1위)과 USD 74 Million(아시아 도시 중 4위)로 각각 분석되어 국내 경제손실 리스크가 기후변화와 수문기상(태풍, 홍수, 가뭄 등)과 매우 연관되어 있다는 것을 알 수 있다.

이 보고서에 따르면 울산을 제외한 6대 특·광역시와 수도권 지역의 기후변화와 수문기상으로 인한 경제손실액 규모는 최소 USD 0.58 Billion (광주)에서 최대 USD 3.5 Billion (서울)로 나타났으나, 그 비율은 최소 48.5%(서울)에서 최대 65.4%(부산)로 분석되었다. 또 다른 국내 연구에서는³⁾ 증가하는 도시 불투수층 면적과 국지적 호우 등의 영향이 심화되면서 도심침수와 같은 홍수피해액이 2030년경에는 서울은 2배 이상, 부산은 4배 이상, 인천은 약 2배 등으로 커질 것으로 보고하였다. 이와 같이 심화되는 기후변화 영향과 불규칙적 수문기상 현상에 선제적이고 사전예방적 물관리 대응을 위해서는 먼저 불규칙적으로 가속화되는 기후 및 수문기상에 대한 국내 정책, 학문, 및 기술의 현황에 대한 진단이 필요하고, 그리고 급격한 돌발홍수, 장기간 가뭄, 수질 대악화 등에 있어서 전통적 (conventional) 예측기술의 한계점과 개선점을 도출하는 급선무라고 할 수 있다.

우리나라 최초의 기상기관은 1949년에 설립된 문교부 소속의 국립중앙관상대이다. 기상청의 수문기상 업무는 국립중앙관상대가 1963년에 중앙관상대로 변경된 후 1978년에 기상연구소가 신설되면서 연구기능으로서 최초 법제화되었다.⁴⁾ 2018년 6월 5일 현재 ‘기상청과 그 소속기관 직제’ (대통령령 제28934호)에 따르면 수문기상 업무는 가뭄을 포함하여 기후과학국의 업무로 명시되어 있다. 다만, 현재 기상청 직제 혹은 「기상법」에는 수문기상에 대한 정의, 범위 등의 설명은 없으며⁵⁾ 오히려 수문기상의 주요 관측 항목인 강수(precipitation)·강우(rainfall), 증발산(evapotranspiration), 토양수분(soil moisture)은 ‘수자원의 조사·계획 및 관리에 관한 법률’(법률 제15624호)에 수문조사의 범위에 명시되어 있는 실정이다. 즉 수문기상에 대한 법적 근거가 기상기관의 소관법률이 아닌 수량기관에 있는 것이다. 그리고 기후변화에 효과적으로 대응하기 위한

2) 본 분석에 이용된 22개 리스크에는 수질과 수생태 분야는 미포함되었으므로, 이를 포함하면 물관리 리스크는 이보다 크게 상승할 것으로 예상된다.

3) 하경준 외(2016), “도시화 및 기후변화가 도시홍수피해에 미치는 영향에 관한 연구” 「한국방재안전학회 2016년 학술대회」 p.9

4) 기상청 수문기상 업무는 수문기상의 정의, 국내 법령 현황과 함께 본 연구보고서 ‘제2장 2.1 기상청 수문기상 업무의 변천과 현황’에 상세히 분석하여 서술하였다.

5) 기상법의 “수상(水象, 기상 또는 지상과 밀접한 관련이 있는 내륙의 하천, 호수 또는 해양에서 일어나는 여러 현상)의 개념에 수문기상이 부분적으로 포함될 수 있으나, 기상과 수문의 공간적이고 전과정적 개념과 정의가 필요할 것으로 판단된다.

수문기상의 올바른 이해가 필요하나, 현재 ‘저탄소 녹색성장기본법’(법률 제15489호)에는 기후변화 대응을 위한 물관리의 시책 수립에 대한 내용이 포함되어있다. 그러나 기후변화대응 관점에서도 근본적인 영향요인인 수문기상에 대한 정의, 영향 및 대책이 부재한 실정이다.

우리나라 수문기상의 학문적 현황도 분명하지가 않은 실정으로, 대표적 예로 기상분야의 대표적 학회인 한국기상학회는 대기역학, 대기물리, 기후, 환경 및 응용기상, 기상기술 등을 중심으로, 수문분야의 대표적 학회인 한국수자원학회는 수문, 수리, 혹은 수자원 등을 중심으로 학술분과가 구성되어 있어 수문기상학이라는 독립적 학문의 위치도 가려져 있어서 정부의 수문기상 업무의 역할과 발전도 정립이 필요한 형편이다. 이처럼 수문기상 분야의 법적이고 학문적 현황과 수준 속에서 수문기상의 원천기술과 응용·연계기술의 발전과 특히 예측기술은 기후와 기상이변의 속도를 추적하지 못하고 있는 것처럼 보인다.

따라서 미래지향적 물관리 정책 구축과 선진화된 기후적응적 물관리 정책을 마련하기 위해서는 전통적이고 통계적인 기상학, 수문학의 관점에서 벗어나 수문기상 정보기반의 실시간 수준의 예보기술력(realtime-based information forecasting technology) 확보가 매우 중요하고 이를 위한 기상기관의 역할과 업무 성과가 매우 중요할 것으로 판단된다. 왜냐하면 수문기상의 예보력과 업무 성과의 개선은 큰 편차의 국지성 호우와 극한 돌발홍수 등의 예보력을 최적화하여 예보업무와 대응 업무의 효율을 동시에 확보할 수 있는 현명한 대안이며, 가속되는 기후·수문기상의 불규칙성에 따라 초래할 수 있는 대규모 경제손실을 최소화하는데 파급력 있는 정책 수단이기 때문이다.

문재인 정부 수립 약 2주 후 지난해 2017년 5월 22일, 대통령의 업무지시 제5호인 환경부로 물관리 일원화가 발표되었다. 이번 물관리 일원화의 핵심은 기존 국토교통부의 수량관리 업무(홍수, 하천용수, 다목적 댐의 운영 등)를 환경부로 이관하여 환경부가 수량·수질을 통합 관리하도록 정부 조직법을 개정하는 것이다. 즉 그동안 수질보전과 상하수도 중심으로 물관리를 수행했던 환경부의 업무에 홍수, 가뭄 등 수량관리와 광역상수도 업무 기능을 추가 배치하여 기존 물관리 분산 정책에서 물관리 통합 정책의 시작이 추진된 것이다. 다만, 이번 물관리 일원화 발표 후 추진 및 찬반의 논의 과정에서는 통합 물관리(integrated water management) 측면에서 환경부와 국토교통부의 수질관리와 수량관리의 업무 중복성 위주로 대국민적 정책적 관심이 크게 모여진 것은 사실이지만, 양 부처 간 또 다른 중복업무는 없는지 검토도 매우 중요하다.

국제사회에서 지난 40년간 강조되어 왔던 통합 물관리의 개념도입과 정책 권고가 우리나라에 주는 시사점은 크게 2가지로 볼 수 있다. 그 첫 번째 시사점으로는 우리나라 물관리의 이원화 혹은

파편화는 심각한 수준으로 발전하여 우리 사회의 경제적이고 사회적 혜택을 저해하였기에 통합 물관리의 기초단계인 수량과 수질의 통합관리가 가장 시급하다는 것이다. 또 하나의 시사점으로는 앞서서 서술하였듯이 국제사회는 이미 1970년대부터 수량, 수질 그리고 물이용 정책만큼이나, 수문기상 정책의 중요성을 강조하고 있다는 사실이다. 특히 물순환 전과정의 출발점이 되는 수문기상 정책의 효율성이 물관리 정책의 종합적 성공과 효율성에 큰 영향을 준다는 의미인 것이다. 이 2가지의 시사점을 다시 물관리 일원화의 관점에서 국내 경과를 진단해 보면 다음과 같다. 지난 2017년 5월 22일에 물관리 일원화 추진이 발표된 후 전국적으로 다수의 토론회가 개최되었고, 국회도 자체적으로 물관리 협의체를 구성하였으며, 정부도 지속가능한 통합 물관리 비전포럼을 마련하여 찬반 의견을 수렴하였다. 이 과정에서 물관리 일원화 3법이 마련되었고 지난 2018년 5월 28일에 제25차 국무회의에서 관련 법령이 공포되어 물관리 일원화 시행을 위한 법적 근거가 마련되었다. 이에 따라 2018년 6월 8일에는 국토교통부의 수량 업무기능이 환경부로 이관되는 「정부조직법」 개정안이 시행되었고 6월 13일에는 「물관리기본법」의 시행예정(19.6)이 공포되었다. 앞서서 간략히 기술하였듯이 물관리 일원화의 주요 의의로는 중앙부처의 수량과 수질 관리기능의 분산에 따른 행정효율 저하 및 정책조정 기능 취약성을 개선하고 수요 중심의 합리적 수자원 개발, 부처마다 혼재되어 있는 법·제도의 조정과 정비를 통한 정책의 일관성과 효율성을 최적화 하는 것이다. 따라서 이번 물관리 일원화의 결과는 짧게는 지난 25년, 길게는 약 40여 년간 홍수와 가뭄, 상하수도, 수질 등의 국내에서 발생한 물 문제를 수량-수질의 통합적 관리방안으로 효율적으로 해결하기 위하여 정부와 정당, 전문가와 시민사회 등은 물관리 일원화를 정책 대안으로 꾸준히 추진된 또 하나의 출발점이다. 따라서 향후 정부의 물관리 기능은 수량-수질-수도 통합관리의 계기로 궁극적 지향점인 유역관리 기반의 통합 물관리의 큰 틀로 발전되고 나아가서 소하천관리, 농업용수, 하천시설물 관리 등을 포괄하여 점진적으로 발전될 것이며, 향후 물관리 일원화 후속조치에 따라 수량과 수질의 통합관리의 비일관성과 비효율성도 점진적으로 개선될 것으로 예상된다.

그러나, 비록 물관리 전과정 중 수량-수질-수도의 통합관리 정책은 개선될 것으로 기대되지만, 여전히 심화되는 기후변화 영향과 수문기상 이변에 따라 커져가는 지역별 강우편차와 극한 가뭄빈도, 수질 및 수생태계 훼손 등에 대한 문제는 정책적으로 기술적으로 어떻게 해소될 지는 불분명한 것도 사실이다. 즉 앞서서 2번째 시사점에서 서술한 것처럼 국제사회는 물순환 전과정의 출발점을 수문기상에 주목하고 있고 기후변화 영향과 수문기상 이변에 따른 정부의 수문기상 정책과 연구 기능을 강조하고 있지만, 국내 수문기상의 기초 및 응용연구, 수문기상정책의 계획수립은 물론 수문기상 관련 산업의 수준은 매우 낮거나 연계성이 높지 않다고 진단된다. 또한 그동안 국내 수문기상

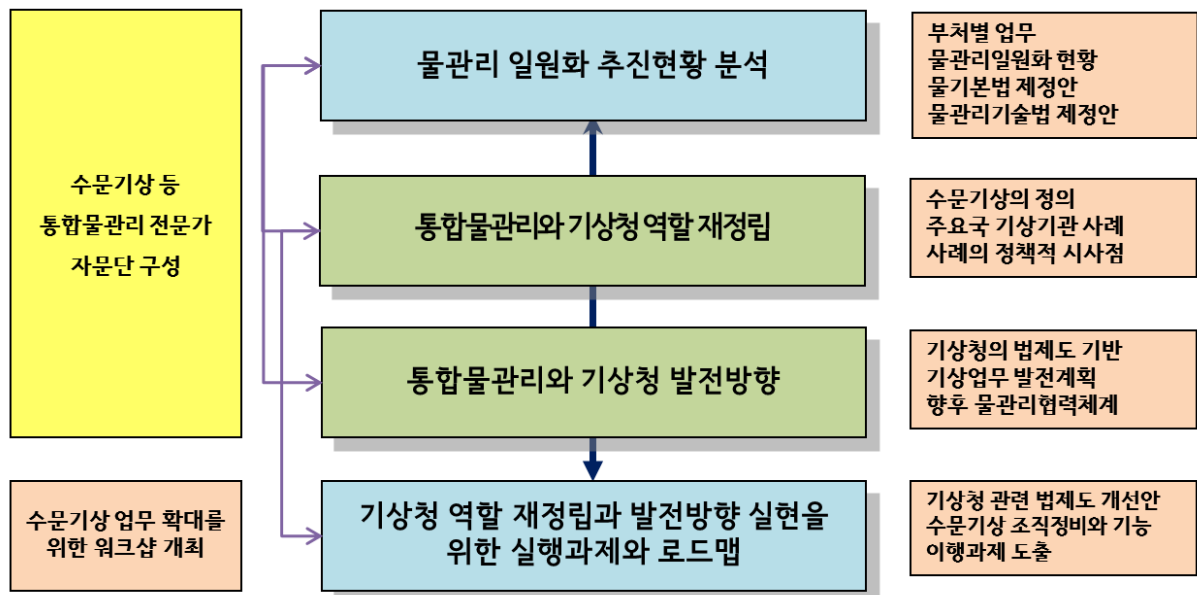
의 정책과 기술은 수량관리 정책과 기술의 일개 분야로 여겨져 통합 물관리 혹은 물순환 전과정 측면의 수문기상 부문의 역할에 대한 재조명 또는 흠어져있는 기관별 수문기상 기능에 대한 통합 방안에 관한 연구와 논의는 많이 부족한 실정이다. 그 예로 2017년 9월부터 환경부에서 추진 중인 ‘지속가능한 통합 물관리 비전포럼’에서 수문기상 조사 및 예보 분야의 기관별 기능 중첩 문제점과 측정망(기상, 수위/유량, 수질, 상하수도 등) 통합·조정 방안은 여전히 부족하게 검토되어 왔다. 따라서 이번 물관리 일원화 추진의 필요성처럼, 기존 기상 및 수량 정책에 있어서 현행 정부 부처의 정책 업무와 관련 법령 간의 비효율성은 없는지 검토하고 그 개선점을 도출하는 것은 충분한 기후 회복력(climate resilience) 확보 측면에서도 매우 시의적절하고 수문기상적의 정책적·기술적 역량 강화를 위해서도 매우 필요하다고 볼 수 있다.

본 연구의 목적은 물관리 일원화에 따라 통합 물관리(수문기상 등)와 연계한 기상청의 역할을 정립하고, 기상청과 관계 부처 기관 간 협업 방안 등 발전방안을 마련하는 것이다. 물관리 일원화에 따른 기상청 역할정립과 관련 법령 제개정안 마련 등 연구 결과는 수문기상 업무의 중요성과 기상청의 역할 정립과 발전의 기본방향을 제시할 것으로 기대된다.

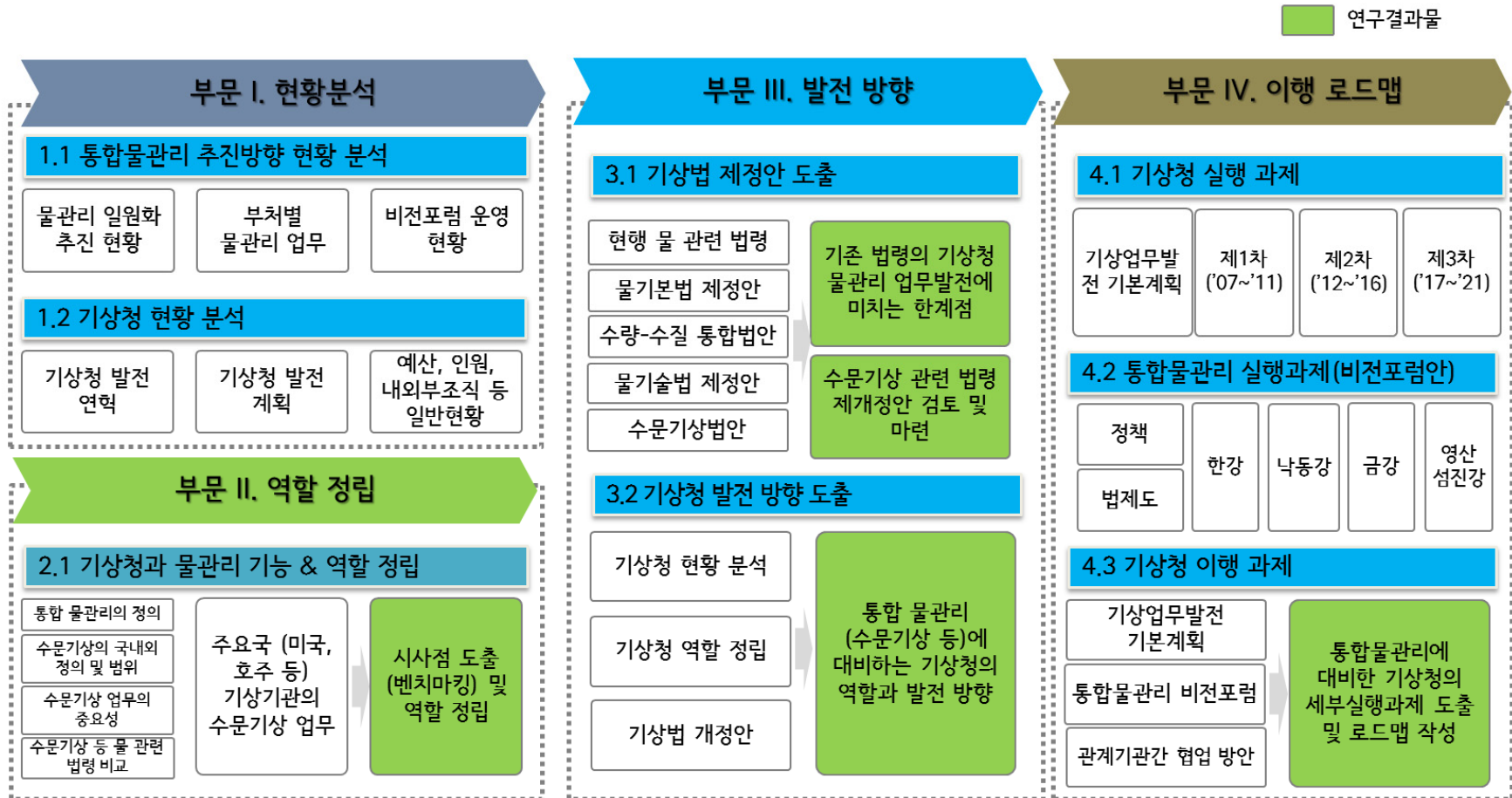
1.2 주요 연구내용 및 추진체계

본 연구의 주요 연구내용 및 추진체계는 <그림 1-1>, <그림 1-2>과 같다.

정부의 가뭄 및 홍수 대책은 여전히 사후복구 중심적 정책이고, 그동안 수문기상 부문의 정부 기능이 특정 부서를 중심으로 운영되고 있으므로 본 연구에서는 물관리 일원화를 기점으로 수문기상의 적극적 활용, 기상정보의 통합체계 구축 등과 같은 과학적 기상정보(예보와 감시) 기반의 사전 예방적 정책수단 마련과 이를 위한 담당부서 신설, 물관리 부서 간 협의체 구성·운영 등과 같은 정부 조직적 접근을 통한 사전 예방적이고 효율적인 대안을 마련하고자 한다.



<그림 1-1> 주요 연구 내용 및 추진체계



〈그림 1-2〉 부문별 연구 내용과 구성

제2장

통합 물관리 측면의 기상청 수문기상 업무의 중요성

- 2.1 기상청 수문기상 업무의 변천과 현황
- 2.2 주요국의 수문기상 업무 사례 분석과 시사점
- 2.3 통합 물관리 측면의 기상청 수문기상 업무의 중요성

2.1 기상청 수문기상 업무의 변천과 현황

본 절에서는 통합 물관리 측면에서 수문기상 업무의 중요성을 살펴보기 위하여 수문기상 개념과 용어, 그리고 관련 법령 현황을 정리하였다. 또한 직제 규정을 기반으로 기상청 수문기상 업무의 과거와 현재를 살펴보고, 관계부처 및 유관기관의 수문기상 업무 및 협력 현황에 대하여 정리하였다.

가. 수문기상 정의 및 관련 법령 현황

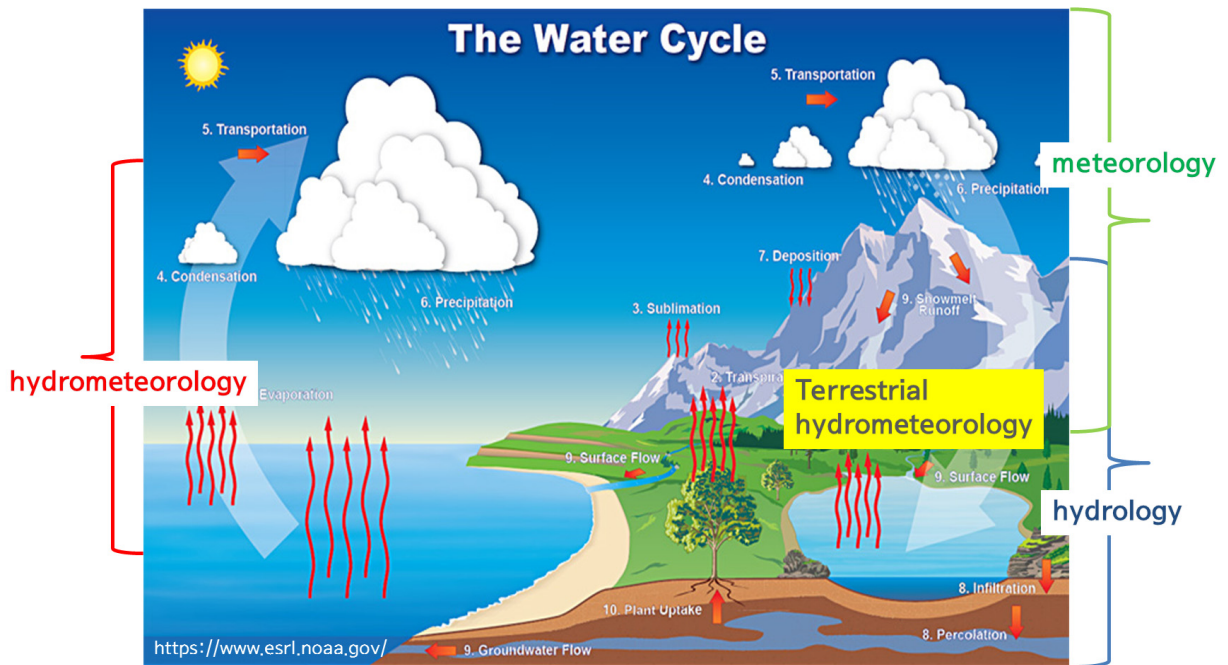
수문기상(hydrometeorology)이란, 물 순환 중에 대기에서 일어나는 과정을 서로 연관시켜 연구하는 학문의 영역⁶⁾으로, 물 순환의 각 요소에 대한 시간적·공간적 특성과 이들의 상호 연관성을 연구 대상으로 한다. 세계기상기구(WMO)에서는 수문기상의 학문적 정의는 다음과 같다. “Study of the atmospheric and land phases of the hydrological cycle, mostly on the interrelationships involved.” 즉 대기와 지표상의 수문학적 순환, 상호관계에 관한 연구라고 정의하였으며, 세계 각 기관에서는 수문기상학을 대기와 지표의 물순환 과정이라고 설명하고 있다(표 2-1).

또한, 다음 <그림 2-1>과 <그림 2-2>에서 보는 것과 같이 물순환 관점에서의 수문기상학(hydrometeorology)은 기상학(meteorology), 수문학(hydrology)의 중간 역할을 하며, 생물기상학(biometeorology), 마이크로/나노-기상학(micro/nano-meteorology), 지상 수문기상학(terrestrial hydrometeorology), 기후학(hydro-climatology), 농업-산림 기상학(agriculture-forest meteorology), 유역 생태수문학(watershed ecohydrology), 지하수문학(subsurface hydrology) 등 기상과 수공, 수문, 식생, 지하수학까지 물의 순환 과정에서 깊은 연관성이 있는 역사가 오래된 학문이다.

6) 기상백과, “수문기상학”, <https://terms.naver.com/entry.nhn?docId=1001964&cid=42443&categoryId=42443>, 검색일: 2018.5.2

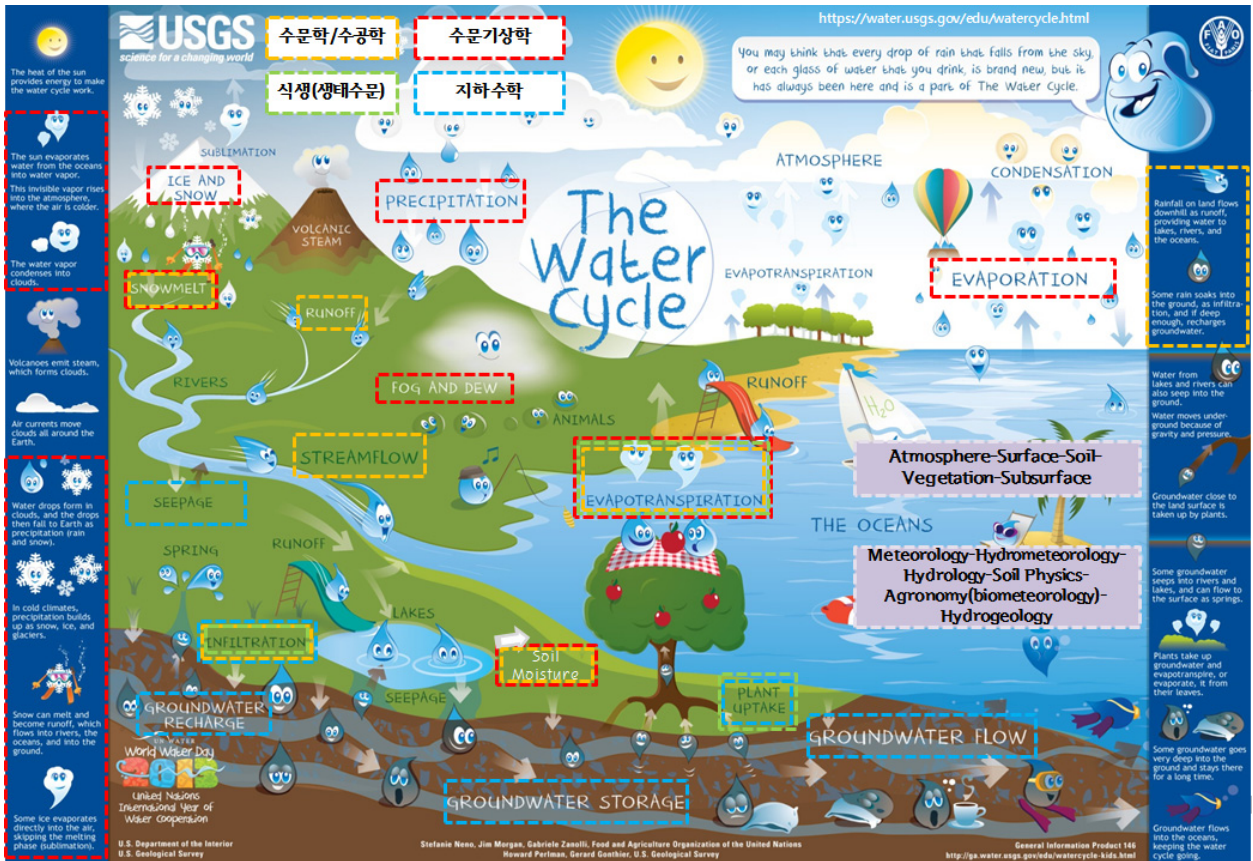
〈표 2-1〉 수문기상의 학문적 개념과 정의

구분	수문기상 정의
세계기상기구 WMO (World Meteorological Organization)	Study of the atmospheric and land phases of the hydrological cycle, mostly on the interrelationships involved.
호주 기상기관 BOM (Bureau of Meteorology)	The study of the atmospheric processes that affect the water resources of the earth, including the study of the atmospheric and land phases of the hydrological cycle with emphasis on the interrelationships involved.
미국 기상기관 NOAA NWS (National Water Service)	An interdisciplinary science involving the study and analysis of the inter-relationship between the atmosphere and land phases of water as it moves through the hydrologic cycle.
미국 기상학회 AMS (American Meteorological Society)	(1) Study of the atmospheric and terrestrial phases of the hydrological cycle with emphasis on the interrelationship between them. (2) Meteorology plus hydrology. Many countries use the word in this sense to name the official service charged with the dual responsibility of weather and hydrologic functions.
영국 기상학회 RMetS (Royal Meteorological Society)	Hydrometeorology is a branch of meteorology that deals with problems involving the hydrologic cycle, the water budget, and the rainfall statistics of storms. The boundaries of hydrometeorology are not clear-cut, and the problems of the hydrometeorologist overlap with those of the climatologist, the hydrologist, the cloud physicist, and the weather forecaster. It involves the measurement, analysis and modelling of atmospheric and land surface processes tied to the hydrologic cycle.



자료: NOAA ESRL, “물의 순환”, <https://www.esrl.noaa.gov/>, 검색일: 2018.5.2. 참고하여 저자 재구성

〈그림 2-1〉 수문기상 개념과 정의: 물순환의 관점



자료: USGS, “물의 순환”, <https://water.usgs.gov/edu/watercycle-kids.html>, 검색일: 2018.5.2. 참고하여 저자 재구성

〈그림 2-2〉 물순환 관점에서의 수문기상학, 수문학, 생태수문, 지하수학

기존 연구에서도 수문기상학이란, 대기 및 지표의 물순환 과정을 이해하고, 홍수와 가뭄 등의 기상재해를 관측·예측하는 것을 목적으로 하는 수문과 기상의 공통연구 분야⁷⁾라고 정의하였다. 또한 대기와 지표의 영향을 종합적으로 반영해서 연구하는 물의 순환에 대한 학문이며, 홍수와 가뭄 등과 같은 재난을 함께 고려하는 기상학⁸⁾으로 정의하고 있다. 수자원 순환에 연관되는 기상현상에 대한 연구로, 그 범위는 증발산 과정(태양-지구 복사 수지 균형), 구름의 물리·열역학적 역할, 강수의 발생 메커니즘과 시공간적 분포 양상을 연구하는 영역으로 볼 수 있다.

수문기상 학문과 업무는 대기 중 물 순환 이해에 관한 기상학과 수문학의 공통영역이지만, 독립적 학문 및 업무 영역으로 상호보완이 필요하다. 따라서 수문기상 업무는 대기 중 물순환에 따라 나타나는 일련의 과정을 관측 및 예측하는 것으로 정리하고자 한다(표 2-2). 수문기상 정보는 기상

7) 백태효 외(2010), 「기후변화 대응 수문기상 통합시스템 구축 및 추진방안(5개년) 마련」, 기상청·세종대학교

8) 정대원 외(2016), 「기상청 수문기상 가뭄업무 중장기 발전방안 연구」, 기상청·인사이터스

청이 관측·예측하는 정보를 참고하여 환경부, 국토교통부, 행정안전부, 농림축산식품부 등 다양한 부처에서 재해를 방지하고, 하천 및 수자원의 관리를 한다. 따라서 홍수와 가뭄 등 재해를 방지하기 위한 강수, 증발산, 유역유출, 하천·댐의 유량, 수위, 지하수 등 물순환 과정의 정량적 관측 자료와 예측 기술이 필요하다. 즉 정확한 수문기상 정보는 물관리에 있어서 필수적인 요소인 것이다.

〈표 2-2〉 수문기상 업무 및 측정항목

구분	업무	측정항목
기상	· 관측자료, 수치모델 등을 활용하여 예보자료 생산 및 제공	· 강수, 구름, 기온, 바람, 습도 기압 등
수문기상	· 기상 관측과 예측 자료를 활용하여 물관리에 활용할 수 있도록 유역단위로 가공된 기상 정보 서비스	· 강수, 증발산(수상 및 토양) 등
(지하)수문	· 유역별 강수량 등의 수문기상정보를 활용한 홍수와 가뭄 대응	· 유역유출, 하천·댐의 유량, 수위, 지하수 등

국제적으로도 지속가능한 발전목표(SDGs: Sustainable Development Goals)에서 수문기상 변화가 물부족과 홍수·가뭄 등 재난 관리 정책에 미치는 영향, 수문기상(기후) 변화에 따른 물이용 지속성에 미치는 영향과 전망, 수문기상(기후) 변화가 수요관리 정책의 효과성 분석과 수문기상 정보의 활용 확대 방안 등을 논의하고 있다.



- 1.5 By 2030, build the resilience of the poor and those in vulnerable situations and reduce their exposure and vulnerability to **climate-related extreme events** and **other economic, social and environmental shocks** and disasters



- 11.B By 2020, substantially increase the number of cities and human settlements adopting and implementing integrated policies and plans towards inclusion, resource efficiency, **mitigation and adaptation to climate change**, **resilience to disasters**, and develop and implement, in line with the **Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030**, holistic disaster risk management at all levels
 - 11.B.1 Proportion of local governments that adopt and implement **local disaster risk reduction strategies** in line with the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030



- 13.1 Strengthen resilience and adaptive capacity to **climate-related hazards and natural disasters** in all countries

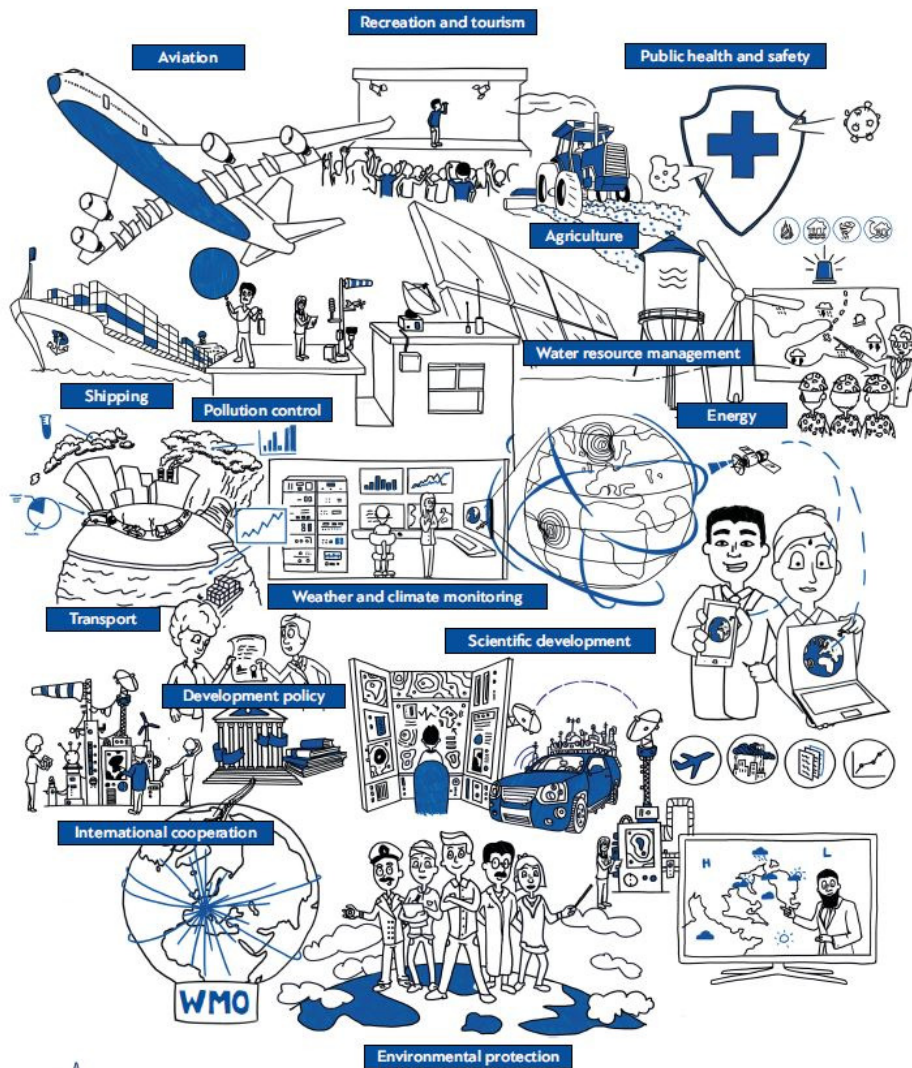


- 6.1 By 2030, achieve universal and equitable access to **safe and affordable drinking water** for all
- 6.2 By 2030, achieve access to adequate and equitable sanitation and hygiene for all and end open defecation, paying special attention to the needs of women and girls and those in vulnerable situations
- 6.3 By 2030, improve water quality by reducing pollution, eliminating dumping and minimizing release of hazardous chemicals and materials, halving the proportion of untreated wastewater and substantially increasing recycling and safe reuse globally
- 6.4 By 2030, substantially increase water-use efficiency across all sectors and ensure sustainable withdrawals and supply of freshwater to address water scarcity and substantially reduce the number of people suffering from **water scarcity (물부족/가뭄)**
- 6.5 By 2030, implement **integrated water resources management at all levels**, including through transboundary cooperation as appropriate
- 6.6 By 2020, protect and restore **water-related ecosystems, including mountains, forests, wetlands, rivers, aquifers and lakes**

〈그림 2-3〉 UN 지속가능발전목표(SDGs): 17 Gs & 169 Ts

UN HLPW (high-level panel on water)는 2018년 지속가능하고 (기후)탄력적-회복력 사회로의 변혁을 주제로 국제회의를 하고 있으며, WMO는 수문기상을 강조하고 있다. 이러한 국제 동향을 살펴볼 때, 우리나라 기상청의 기상, 기후, 그리고 물관리의 역할을 각각 검토할 필요가 있다.

WHY THE WORLD NEEDS METEOROLOGISTS AND HYDROLOGISTS



WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION

WEATHER CLIMATE WATER



World Meteorological Organization



public.wmo.int



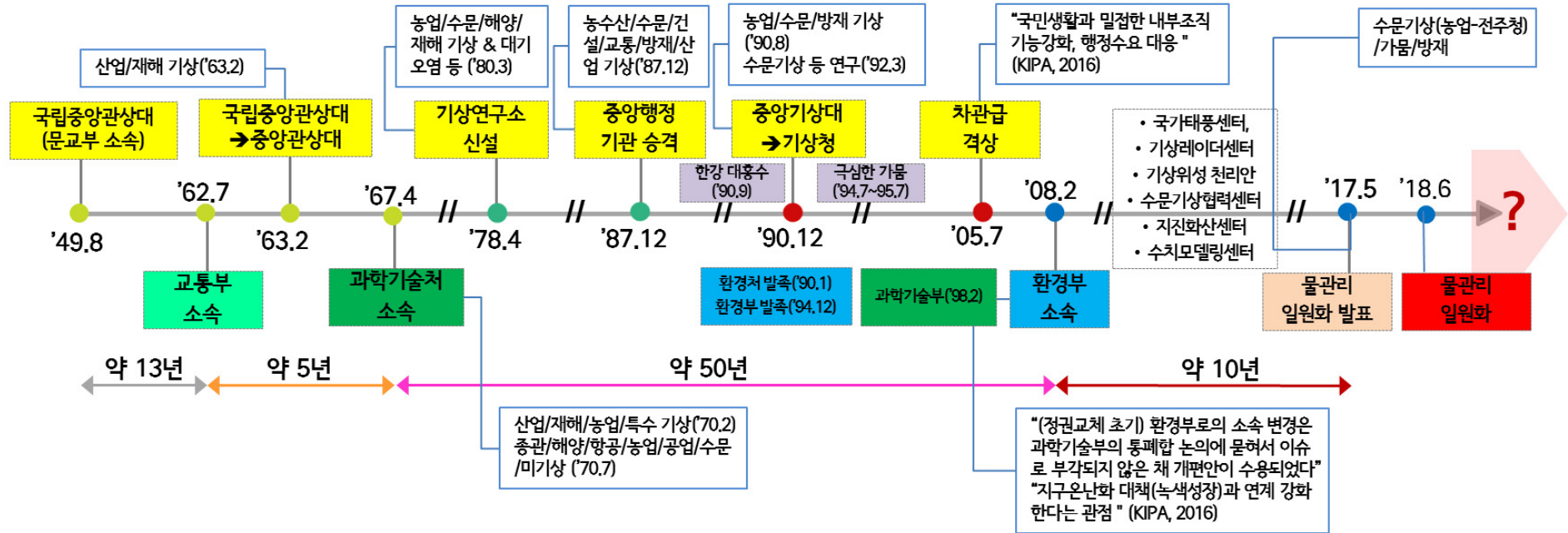
@WMO

자료: WMO(2017), “Why the world needs meteorologists and hydrologists”

〈그림 2-4〉 수문학 및 기상학 관련 홍보 포스터

나. 기상청 수문기상 업무의 과거와 현재

기상청의 전신은 광복 전 1904년 부산, 목포, 인천, 원산, 용암포 등 임시기상관측소 5개소이다. 1908년 대한제국 농상공부 소속 하에 인천 등 22개소 관측소를 설치하였다. 광복 후 1949년 8월 18일 문교부 소속 국립중앙관상대(본부: 6과, 소속기관: 측후소 14, 출장소 2)를 설치하였다. 기상청 수문기상 업무의 위상과 지위를 살펴보면, 1967년부터 2008년까지 약 50여 년간 과학기술처 소속이었으며, 산업, 재해, 농업, 특수기상, 해양, 항공, 농업, 공업, 수문, 미기상까지 다양한 부문의 기상 업무를 담당하였다(그림 2-5). 2008년 환경부 소속으로 변경된 후, 기상레이더센터, 수문기상협력센터, 수치모델링센터 등 설립으로 전문성이 높아졌다.



〈그림 2-5〉 기상청의 업무: 과거와 현재

2018년 현재 환경부 소속인 외청으로 본부 6국(관/센터) 28과(센터), 3팀, 6개 지방기상청과 3개의 기상지청으로 구성되었으며, 정원 1,293명, 현원 1,336명이 재직 중에 있다. 정원 중 연구직은 120명이며, 현원 중 기술직 971명(72.7%)으로 일반행정직(90명, 6.8%)보다 월등히 많고, 연구직 중에서 기상기술 연구를 수행하는 인원을 포함하면 이보다 더 높을 것으로 파악된다. 기상관측, 정보통신(분석시스템 및 종합 통신망 구축), 기상예보, 기후감시(기후변화 및 이상기후), 지진 및 화산의 관측·분석·통보, 응용기상(항공기상 및 생활기상정보), 국제협력, 기상연구, 기상서비스, 황사업무 등을 담당하고 있다.⁹⁾

운영지원과	예보국	관측기반국	기후과학국	기상서비스진흥국
<ul style="list-style-type: none"> · 인사, 재정 등 행정운영 · 안전관리· 재난상황 및 위기상황 관리기관과의 연계체계 	<ul style="list-style-type: none"> · 전국 예보(단기·중기) 및 특보 업무 · 방재기상업무계획 수립/시행 · 기상정보통보 관련 업무 · 황사예측 관련 업무 · 북한지역 기상서비스 · 재난 및 위기대응 기상업무 · 태풍예측정보기술 업무 	<ul style="list-style-type: none"> · 기상관측(표준화) 관련 업무 · 국가기상관측망 운영 업무 · 청내 정보화 계획 총괄 · 국내외 기상자료 수집 · 세계기상통신망 운영 · 국가슈퍼컴퓨터센터 운영 	<ul style="list-style-type: none"> · 기후관련 업무 총괄 · 기후변화 협의체, APCC 업무 · 기후예측(장기전망) · 이상기후 감시·조사 · 기후변화 응용정보 · 해양기상 관련업무 · 수문(水文)기상·가뭄에 관한 업무 및 관련 유관기관과의 협력 	<ul style="list-style-type: none"> · 기상산업·항공기상 · 응용특화기상 · 기상관측/기후자료 관리 · 기상자료처리기법/기술 개선
<ul style="list-style-type: none"> · 지진화산센터 · 지방기상청 	<ul style="list-style-type: none"> · 수치모델링센터 · 국립기상과학원 	<ul style="list-style-type: none"> · 기상기후인재개발원¹⁰⁾ · 항공기상청 	<ul style="list-style-type: none"> · 국가기상위성센터 	<ul style="list-style-type: none"> · 기상레이더센터

〈그림 2-6〉 기상청 조직 및 업무 현황(’18.7)

기상 관측 업무 및 기후감시에서 물순환과 밀접하게 관계가 있는 수문(水文)기상·가뭄 관련 업무는 현재 기후과학국 이상기후팀의 직무이다. 특히 「기상법」에 근거하여 기상학적 가뭄과 예보에 관한 고유 업무를 수행하고 있으며, 관련 유관기관과의 협력을 담당하고 있다. 기상청의 가뭄 서비스 기본 목표는 ① 우리나라 실정에 부합하는 지역별 가뭄 발생 분포, ② 가뭄 지속시간 및 심도 등에 대한 신뢰성 있는 정보 제공, ③ 피해 최소화를 위한 가뭄대책 마련 등 이다.¹¹⁾

9) 기상청, “기상청소개-주요업무”, <http://www.kma.go.kr/aboutkma/biz/observation01.jsp>, 검색일: 2018.3.9.

10) 기상기후인재개발원은 수문기상을 포함한 10대 전문분야에 교육·훈련 프로그램을 운영함

그리고 「기상청과 그 소속기관 직제」에 따라 기상청 이상기후팀이 수문기상(水文氣象) 업무의 전반을 수행할 수 있으며 총 9개 직제기능 중 5개가 수문기상에 해당된다. 또한 이상기후팀의 정원은 12명(본부 정원 397명의 3.0%)이며 이 중 수문기상 업무인원은 과장 1명을 포함하여 약 6명으로 파악된다. 기상청 전반에 걸쳐서 수문기상 분야 중 특히 강우, 이상기상 및 기후에 관한 정보 감시와 예보는 기상청의 고유업무에 해당된다고 이해할 수 있다. 또한 기상청은 기후시나리오 개발 및 정보제공의 주무기관이며 방재, 농업, 수문 등과 관련된 기상정보의 기초자료를 생산·제공하는 역할을 하고 있고, 기상기후인재개발원과 국립기상과학원은 수문기상 관련 교육훈련과 연구조사를 수행하고 있다.

기후과학국 이상기후팀은 2017년 1월에 신설되어 수문기상에 관한 정책 수립 및 시행, 수문기상 및 가뭄 대응 시스템 운영 등의 업무를 담당하고 있고, 가뭄 관련 유관기관 및 대국민을 대상으로 기상청 홈페이지 및 ‘수문기상가뭄정보시스템’을 통하여 수문기상 감시 및 예측 정보를 제공하고 있다.¹²⁾ 기상청의 수문기상 업무는 1970년 기상연구소의 설립으로 시작되었으며, 1985년에는 산업기상과 신설, 2010년 4월 수문기후 전담반을 신설하고, 2015년에는 기상가뭄을 전담하는 예보국의 방재기상팀으로 구성되어 현재까지 수문기상 업무를 수행하고 있다.¹³⁾



자료: 기상청(2017). “수문기상 및 가뭄정보 서비스 현황·계획”, ‘수문기상 협력 강화 포럼’ 발표자료 참조.

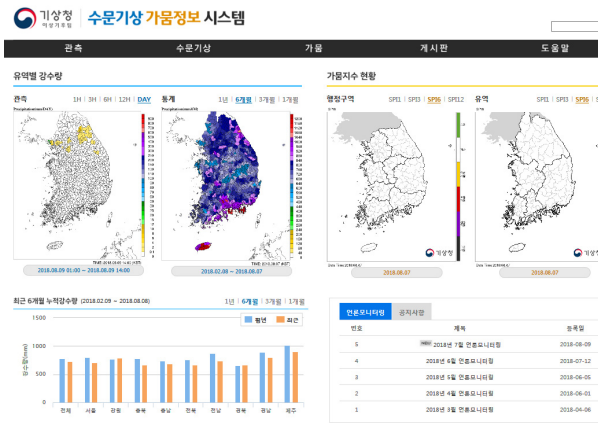
〈그림 2-7〉 기상청 수문기상 업무 모식도

11) 강노을 외(2016). 「기상청 가뭄정보 서비스», 『물과미래: 한국수자원학회지』 Vol.49 No 11.

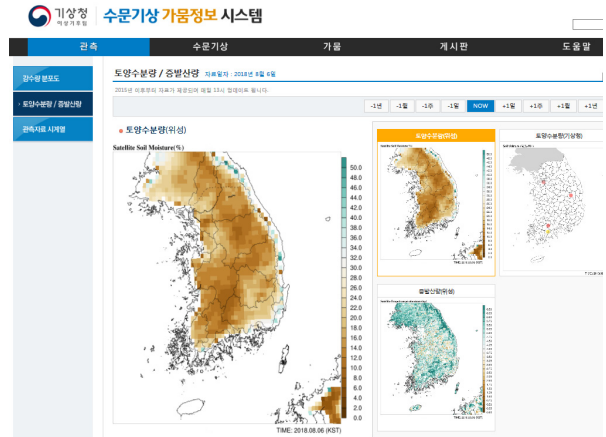
12) 기상청(2017). 「2016 기상연감」.

13) 기상청(2017). “수문기상 및 가뭄정보 서비스 현황·계획”, ‘수문기상 협력 강화 포럼’ 발표자료 참조.

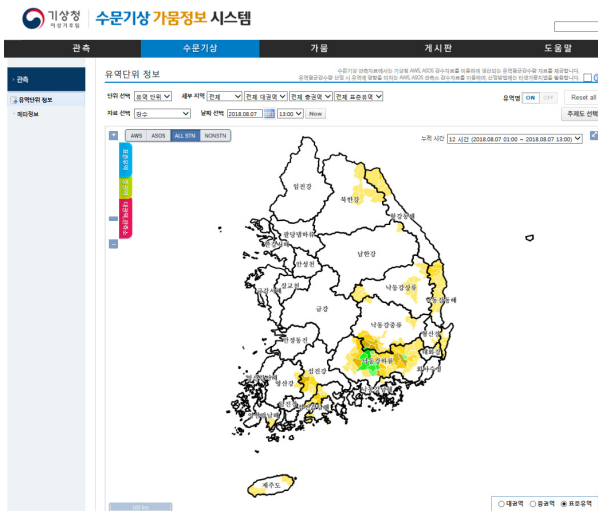
기상청에서 운영하고 있는 ‘수문기상 가뭄정보 시스템(http://hydro.kma.go.kr/)¹⁴⁾은 수문기상 및 가뭄에 관한 관측, 예측 정보를 제공하고 있다. 유역단위의 강수량, 토양수분량 및 증발산량과 같은 수문기상 부문과 가뭄지수 예측 및 기상학적 가뭄 예측자료, 통합가뭄예경보 등 가뭄정보와 유역기반의 기상통계자료를 찾아볼 수 있다.



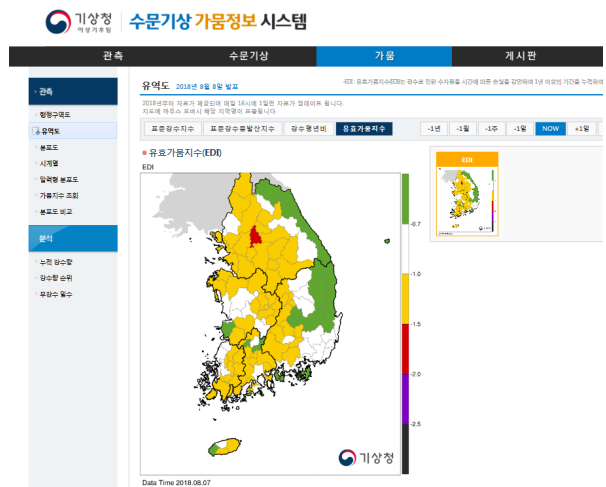
[메인페이지-유역별 강수량, 가뭄지수 현황]



[관측- 토양수분량/증발산량]



[수문기상-유역단위 정보, 강수]



[가뭄-유효가뭄지수]

자료: 기상청 수문기상 가뭄정보 시스템, <https://hydro.kma.go.kr/front/intro.do>, 검색일: 2018.8.8.

〈그림 2-8〉 기상청 수문기상 가뭄정보 시스템

14) 초기(15.10)에는 종합 가뭄 정보시스템이었음(<http://drought.kma.go.kr/>).

〈표 2-3〉 수문기상 가뭄정보 시스템 구성

구분	주요 내용
관측	강수량 분포도(1주, 1·3·6개월, 1년 누적 전망), 토양수분량/증발산량(1일, 1주, 1월, 1년), 관측자료 시계열(토양수분량(위성), 토양수분량(지상관측), 증발산량(위성)) 등 전국단위로 제공
수문기상	수문기상 관측자료는 행정구역 및 권역별(중권역 및 표준구역별, 현재는 한강, 낙동강, 섬진강 권역) 강수, 토양수분량, 증발산량을 제공함. 또한 자료들을 기반으로 물수지분석*(유출·유입량)과 기후통계(강수, 기온) 분석자료를 제공함 ※ 물수지분석에서는 기상청 ASOS의 기상자료를 활용하여 물수지 분석모델인 TANK Model을 통해 생산되는 유역별 물수지분석 자료를 제공함 ※ 물수지 분석 시 활용되는 유역단위 강수자료 산정에는 티센가중치법을 활용하며, 일별 증발산량 산정에는 강수, 기온, 상대습도, 풍속, 일조시간을 입력자료로 하는 Penmann-Monteith 방법을 활용함
가뭄	행정구역 및 유역도에 따라 표준강수지수, 표준강수증발산지수, 강수평년비를 지도와 그래프로 제공하고, 누적강수량, 강수량 순위, 무강수 일수 등을 분석함
게시판	가뭄 예·경보 자료(관계부처 합동 보도자료)

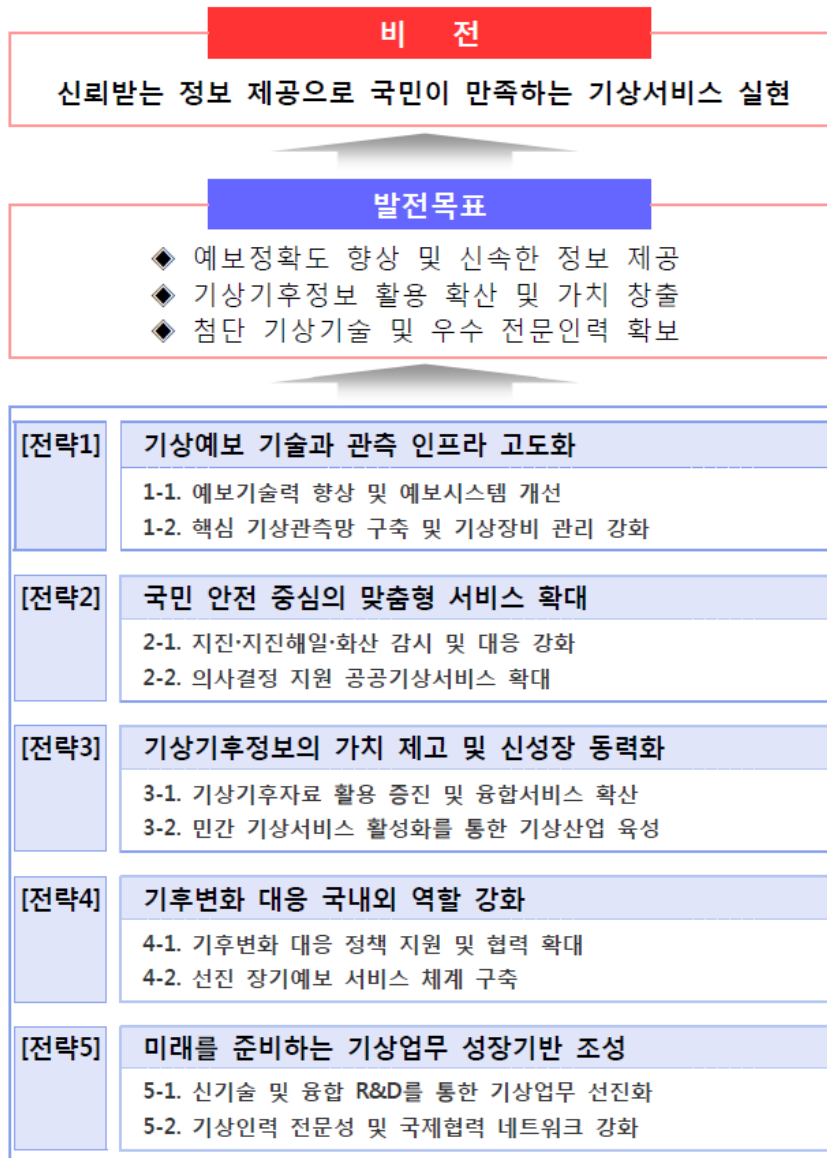
자료: 기상청 수문기상 가뭄정보시스템, <https://hydro.kma.go.kr/front/intro.do>, 검색일: 2018.3.12

최근에는 수문기상 정보 구성에 있어서 항공기 및 관측선을 통한 지상관측 및 천리안 위성을 포함한 기상위성 관측 결과는 슈퍼컴퓨터의 수치예보모델을 활용하여 예측정보를 생산하며, 잠재 돌발홍수 위험도 예측시스템 등을 포함하는 수문기상 분석 시스템을 구축하고 있다. 기능적 측면에서 살펴보면, 과학적 관측과 최첨단 예측분석 시스템을 기반으로 정보를 제공하고 있음을 알 수 있다.



〈그림 2-9〉 기상청 (수문)기상 업무의 위상과 기능: 기술적 측면

「기상법」 제5조(기상업무에 관한 기본계획의 수립 등)를 근거로 「제3차 기상업무발전 기본계획(2017~2021)」인 중장기적 기상청 주요 업무의 청사진을 담은 법정계획을 수립한다. 제3차 계획의 비전은 '신뢰받는 정보 제공으로 국민이 만족하는 기상서비스 실현'을 토대로 3개 발전목표와 5대 추진전략 및 56개 중점과제를 수립하였다. 그 중에서 통합 물관리 또는 수문기상 측면에서 본 기본계획의 주요 내용을 간단히 검토한다면, 먼저 유역기반의 기상정보를 제공하는 것과 유관기관과 협력 세미나 등을 운영하는 것은 긍정적으로 평가할 수 있다. 그리고 가뭄 관련 계획은 신뢰도 향상, 검증평가 체계 등 상대적으로 매우 상세한 내용이 수립되어 있다.



자료: 기상청(2017). 「제3차 기상업무발전 기본계획(2017~2021)」.

〈그림 2-10〉 「제3차 기상업무 발전 기본계획」의 비전, 발전목표, 추진전략

‘수문기상 및 가뭄’ 부문의 중점 과제로는 기상학적 가뭄 전망 신뢰도 향상 기술개발과 기상학적 가뭄 대응 의사결정 지원 강화(전략 2-2), 수요자 및 유역별 맞춤형 기상정보 제공 확대(전략 2-2), 국지성 집중호우 및 장마 분석을 위한 특이기상 연구센터 운영(전략1-1), 강수량예보 개선계획 이행(전략1-1) 등으로 정리할 수 있다(표 2-4). 기상학적 가뭄 전망, 이상기후에 대비한 예보기술력 및 예보시스템 강화, 수요자 관점의 자료 구축에 초점을 맞춘 과제임을 알 수 있다.

지난 2차 기상업무발전 기본계획의 수문기상 및 가뭄과 관련한 주요 성과 및 실적으로는 1·3개월 가뭄전망서비스 및 수문기상예측정보 서비스 실시(15)로 꾸준히 수문기상과 가뭄 부문의 사회·경제적 의사결정 지원 체계를 구축하고 있다. 향후, 5년 후의 미래상에서도 국민들에게 보다 정확하고 유용한 가뭄 기상정보 이용에 관한 내용을 목표로 하고 있다.

〈표 2-4〉 「제3차 기상업무 발전 기본계획」의 수문기상 관련 전략과 중점과제

전략	중점과제의 주요내용
1-1 예보기술력 향상 및 예보시스템 개선	- 특이기상 연구센터 운영(17~): 여름철 장마패턴의 변화, 국지성 집중호우, 이상고온(폭염), 겨울철 이상한파, 폭설 등 - 강수량과 강수 시·종점의 정확도 향상을 위한 ‘강수량예보개선 계획(14~’23)’ 이행 및 관련 기술 개발
2-2 의사결정 지원 공공기상서비스 확대	- (예보정보) 단기예보의 강수량 정보 제공구간 세분화(6시간 간격 → 3시간 간격, ’18) 및 초단기예보의 단계적 연장(4시간 → 6시간, ’20) - 기상학적 가뭄 전망 신뢰도 향상 기술 개발 및 기상학적 가뭄대응 의사결정 지원 강화: 통합 가뭄 예·경보 지원 및 기상학적 가뭄 전망 검증 평가 체계 구축(17), 신뢰도 향상 기술 개발·적용(18~’19), 수요자 맞춤형 가뭄 대응 의사결정 지원체계 구축(20~’21) - 유관기관의 물 관리 업무 지원을 위해 수문기상예측모델 고도화 및 유역별 맞춤형 기상정보 제공 단계적 확대: (14~’16) 한강권·낙동강권 → (17) 금강권 → (18) 영산강·섬진강권 - 수문기상협력센터를 통한 한국수자원공사, 한국농어촌공사 등과의 수문기상 공동연구개발 및 서비스 공조체계 강화
3-1 기상기후자료 활용 증진 및 융합서비스 확산	- 국내 유관기관 및 국가간 데이터 교환 효율화와 공동활용 강화: 방재기상관측자료 품질검사 기준 상세화(~18) 및 품질진단·환류체계 구축(~19), 위성자료 전주기 품질관리체계 구축(~20) - 기상기후 빅데이터의 체계적인 관리 및 활용성 제고를 위해 데이터 관리 업무의 거버넌스 정립 및 컨트롤타워로서의 정책 역량 강화
4-2 선진 장기예보 서비스 체계 구축	- 이상고온·저온 등 극한 기상현상 조기탐지 및 발생 가능성 제공을 위한 이상기후 감시·예측 정보 서비스 시행 및 확대(18~): 대국민, 농업, 방재, 에너지 등 분야별 정부부처 및 공공·민간 기관 대상

자료: 기상청(2017). 「제3차 기상업무발전 기본계획(2017-2021)」.

그러나 앞서 간략히 살펴본 것과 같이 특이기상, (기상)재해와 관련된 과제 위주로 계획되어 있어 평상시 수량·유량 관련 기능과 기상청의 업무는 상관성이 매우 낮은 것처럼 이해되고, 일반 국민의 물이용까지 영향을 미치는 포괄적 가뭄예보 보다는 기상학적 가뭄 전망 중심의 업무계획으로 구성되어 있어 수문기상의 컨트롤 역할과는 상당한 거리가 있는 것으로 평가될 수 있다. 또한 기상기후 빅데이터 교환의 효율화와 정책역량 강화 등과 같은 기상청 고유업무를 강화하는 계획이 있는 반면에 수문기상을 포괄·총괄하는 계획은 부족한 것으로 파악되어 기상청 업무방향 개선과 설정이 필요한 것으로 파악된다.

과거부터 현재까지 수문기상과 기상청 직제 법령을 살펴보면(표 2-5), 과거 다양한 응용 기상 분야의 업무 기능들이 점차 축소 된 것을 볼 수 있다. 특히 2007년에 수문기상업무가 산업 관련 조직에 귀속하여 기능범위가 축소되었다. 현행 법률 상에 기상청 직제 규칙에는 방재기상(예보국 예보정책과)과 수문기상-가뭄(기후과학국 이상기후팀) 관련 세부 업무기능이 있으나, 정작 「기상법」에는 매우 제한적으로 반영되어 있다. 방재 기상 부분도 기상교육 조항에 있으며, 가뭄은 기상학적 가뭄으로 명시되어있다. 이는 국가 차원의 수문기상 분야의 정책적·기술적 확대 발전과 업무 수행을 저해하는 요인으로 판단된다. 향후 수문기상 분야의 중요성이 확대되고, 업무가 수요가 증가될 것으로 예상되므로, 통합 물관리 관점에서 기상청의 수문기상 업무 범위 검토와 역할의 재정립이 필요하다.

〈표 2-5〉 수문기상 업무과 기상청 직제 법령

법령	중앙관상대 직제 (‘63.2.12, 제정)	중앙관생대 직제 (‘70.2.3, 전부개정)	중앙관상대 직제 (‘70.7.18, 전부개정)	중앙기상대 직제 (‘80.3.15, 일부개정)	중앙기상대 직제(‘87.12.5)
내용	<p>4조 (하부조직) ①중앙관상대에 총무과·기획과·예보과·관측과·통계과와 천문과를 둔다</p> <p>⑦통계과는 기상관측성과의 분석 및 통계보고·기상에 관한 도표·도면·사진 등의 수집·보관·편찬·산업기상조사와 재해의 조사·통보에 관한 사항을 분장한다</p>	<p>제4조 (하부조직) ①중앙관상대에 총무과·예보과·관측과·통신과·기후조사과와 천문과를 둔다.</p> <p>⑤관측과는 기상에 관한 관측·연구·조사, 측기의 보관·제작·점검, 지문조사와 지구물리의 연구에 관한 사항을 분장한다.</p> <p>⑦기후조사과는 기상관측성과의 분석 및 통계보고, 기상에 관한 도표·도면·사진 등의 수집·보관·편찬, 산업기상조사와 재해의 조사·통보에 관한 사항을 분장한다.</p> <p>제7조 (관측소 및 동출장소) ①관측소 및 동 출장소는 소관지역에 대한 농업기상 또는 특수기상의 관측·실험·조사·연구·통보에 관한 사항을 분장한다.</p>	<p>제4조 (하부조직) 중앙관상대에 총무과·기상업무부 및 연구조사부를 둔다</p> <p>제7조 (연구조사부) ①연구조사부에 조사통계과를 두고, 부장 밑에 연구담당관 2인을 둔다.④연구담당관은 다음 사항에 관하여 부장을 보좌한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 총관기상에 관한 조사·연구 2. 해양기상·항공기상에 관한 조사·연구 3. 주간예보와 기상전망 발표 4. 기후에 관한 조사·연구 5. 예보기술의 도입 및 개선 6. 기상도서 관리 7. 대기물리의 조사·연구 8. 농업기상에 관한 조사·연구 9. 공업기상에 관한 조사·연구 10. 수문기상에 관한 조사·연구 11. 미 기상에 관한 조사·연구 	<p>제4조 (하부조직) 중앙관상대에 관리국·예보국 및 관측국를 둔다.¹⁾</p> <p>제14조 (기상연구소) ⑧응용기상연구부는 다음 사항을 분장한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 농업기상에 관한 연구 2. 수문기상에 관한 연구 3. 해양기상에 관한 연구 4. 기상재해 및 대기오염에 관한 연구 5. 대기물리에 관한 연구 6. 기상측기와 연구기기의 제작 및 관리 7. 공작기기의 운영 및 관리 	<p>제9조 (기후국) ①기후국에 기후과·산업기상과 및 기상자료과를 둔다.</p> <p>②국장은 물리기감 또는 물리부기감으로 보하고, 각 과장은 기상기정으로 보한다.</p> <p>③기후과는 다음 사항을 분장한다.</p> <p>④산업기상과는 다음 사항을 분장한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 농수산 및 수문기상업무 2. 건설 및 교통기상업무 3. 기상방재업무의 지원 4. 산업기상에 관한 조사·연구 5. 산업기상장비의 유지관리

자료: 국가법령정보센터, “기상청과 그 소속기관 직제”, <http://www.law.go.kr>, 검색일: 2018.3.6.

주: 1) 하지만, 수문기상 기능(연구)은 기상연구소에 있음

〈표 2-5 계속〉 수문기상 업무와 기상청 직제 법령

법령	중앙기상대 직제('90.8.13), 기상청 직제('90.12.27)	기상청과 그 소속기관 직제 ('92.3.13, 전부개정)	기상청과 그 소속기관 직제 ('07.11.30)	기상청과 그 소속기관 직제 ('09.4.30, '09.12.31)	기상청과 그 소속기관 직제 ('17.1.1)
내용	제9조 (응용기상국) ①응용기상국에 기후자료과 농업기상과 및 항공기상과를 둔다. ②국장은 물리기감 또는 물리부기감으로 보하고, 각 과장은 기상기정으로 보한다. ③기후자료과는 다음 사항을 분장한다. ④농업기상과는 다음 사항을 분장한다. 1. 농업기상·수문기상업무 등에 관한 기본계획의 수립 2. 방재기상에 관한 지원업무 3. 위탁기상관측업무의 관리 4. 일조·일사량관측자료의 수집·정리 5. 방사능 및 대기오염에 관련된 기상업무	제9조 (응용기상국) ①응용기상국에 기후자료과 농업기상과 및 항공기상과를 둔다. ②국장은 물리기감 또는 물리부기감으로 보하고, 각 과장은 기상기정으로 보한다. ③기후자료과는 다음 사항을 분장한다. ④농업기상과는 다음 사항을 분장한다. 1. 농업·수문기상업무 등에 관한 기본계획의 수립 2. 방재기상에 관한 지원업무 3. 일조·일사량 관측자료의 수집·이용 4. 농업·수문기상정보개발의 지원 제29조(응용기상연구실) 1. 산업 및 생활기상정보에 관한 연구 2. 환경기상에 관한 연구 3. 미기상 및 생물기상에 관한 연구 4. 수문·항공·농업 기타 산업과 기상의 관제에 관한 연구	제15조 (기상산업생활본부) ② 본부장은 다음 사항을 분장한다. 1. 기상산업·항공기상·생활기상에 관한 기본정책 및 계획의 수립·종합·조정 2. 기상산업 진흥 관련 법률에 관한 사항 3. 군(軍)·수문(水文)·항공·교통 기상 업무 및 관련 유관기관과의 협력에 관한 사항	<2009.4.30> 제12조(기후과학국) 25. 국가표준 기후변화 시나리오 관리 및 개선에 관한 사항 25의2. 황사(黃砂)의 발생, 추적, 감시, 기상분석 및 예측정보 생산에 관한 종합대책의 수립 25의3. 수문(水文) 및 가뭄에 관한 기상업무 및 관련 유관기관과의 협력에 관한 사항 <2009.12.31> 제12조(기후과학국) 5. 수문(水文)·가뭄에 관한 기상업무 및 관련 유관기관과의 협력	<2017.1.1> 제12조(기후과학국) 16. 수문(水文)기상·가뭄에 관한 업무 및 관련 유관기관과의 협력
도표	<p> 산업/재해/농업/특수 기상('70.2) 종관/해양/항공/농업/공업/수문/미기상 ('70.7) 산업/기상('63.2) 국립중앙관상대 (문교부 소속) → 국립중앙관상대 → 중앙관상대 '49.8, '62.7, '63.2, '70.2~7, '78.4, '87.12, '90.12, '05.7, '08.2, '17.5 기상연구소 신설 농업/수문/해양/재해 기상 & 대기 오염 등 ('80.3) 농수산/수문/건설/교통/방재/산업 기상('87.12) 중앙행정 기관 승격 농업/수문/방재 기상 ('90.8) 수문기상 등 연구('92.3) 중앙기상대 → 기상청 차관급 격상 "국민생활과 밀접한 내부조직 기능강화, 행정수요 대응" (KIPA, 2016) 수문기상(농업-전주청)/가뭄/방재 • 국가태풍센터, • 기상레이더센터, • 기상위성 천리안, • 수문기상협력센터, • 지진화산센터, • 수치모델링센터 </p>				

다. 관계부처 및 기관별 수문기상 업무 및 협력 현황

기상청과 관련한 법령은 크게 5가지로 볼 수 있으며, 그 중 「기상법」(법률 제14786호)과 「기상청과 그 소속기관 직제」(대통령령 제28934호)에 수문기상의 정의 및 관련 내용이 포함되어있다.

〈표 2-6〉 기상청 관련 법령

연번	법령명	소관부처
1	기상관측표준화법/영/규칙	기상청
2	기상법/영/규칙	기상청
3	기상산업진흥법/영/규칙	기상청
4	기상청과 그 소속기관 직제/규칙	기상청, 행정안전부
5	지진·지진해일·화산 법률/영/규칙	기상청

자료: 국가법령정보센터, “각 법령명”, <http://www.law.go.kr>, 검색일: 2018.3.6

수문기상은 기상학의 한 분야로 기상청에서 담당하는 것이 타당하나, 현행 기상청과 관련한 법령 중 「기상법」에서는 수문기상의 정의와 수문기상이 기상청의 업무임을 명확하게 제시하지 못하고 있다. 대신 기상과 수상으로 각각 제2조 정의에 포함되어 있고, 수문기상과 관련해서는 제13조의2 기상학적 가뭄의 예보만 정의되어있는 등 매우 국한되어있다. 반면 대통령령인 「기상청과 그 소속기관 직제」 및 환경부령인 시행규칙에서는 수문기상과 가뭄은 기상청의 업무로 규정하였다. 기상청 직제에는 기후과학국의 업무로 수문(水文)기상·가뭄에 관한 업무로 나타나있으며, 직제 시행규칙에도 관련 정책의 수립 및 이행, 감시, 예측 분석 등을 언급하였다.

□ 기상법 [시행 2018.4.19.] [법률 제14786호, 2017.4.18., 일부개정]

제2조(정의) 이 법에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다

3. "수상(水象)이란 기상 또는 지상과 밀접한 관련이 있는 내륙의 하천, 호수 또는 해양에서 일어나는 여러 현상을 말한다.

8. "기상업무"란 다음 각 목의 업무를 말한다.

가. 기상관측 및 예보

나. 기후변화에 대한 대책 수립 및 영향조사, 기후변화 감시 및 기후 예측

다. 삭제 <2014.1.21.>

라. 기상현상 및 기후에 관한 통계·정보의 교환, 조사, 분석, 연구 및 그 부대업무

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

□ 기상청과 그 소속기관 직제 [시행 2018.6.5.] [대통령령 제28934호, 2018.6.5., 일부개정]
제12조(기후과학국) ① 국장은 고위공무원단에 속하는 일반직공무원으로 보한다.
 ② 국장은 다음 사항을 분장한다. <개정 2010.4.13., 2013.9.17., 2014.8.27., 2015.1.6., 2015.6.9., 2016.12.27.>
16. 수문(水文)기상·가뭄에 관한 업무 및 관련 유관기관과의 협력

□ 기상청과 그 소속기관 직제 시행규칙 [시행 2018.6.5.] [환경부령 제762호, 2018.6.5., 일부개정]
제8조(기후과학국) ⑦ 이상기후팀장은 다음 사항을 분장한다. <신설 2016.12.30.>
 1. 수문기상(水文氣象) 및 가뭄에 관한 정책의 수립 및 시행
 2. 수문기상 및 가뭄 감시·예측·분석
 3. 수문기상 및 가뭄 관련 기술의 개발·검증 및 보급
 4. 수문기상 및 가뭄 대응 시스템 운영
 5. 수문기상 및 가뭄 관련 국내외 협력
 6. 이상기후에 관한 기본 계획 수립 및 시행
 7. 이상기후 감시(실시간 분석이 필요한 현상은 제외한다) 및 예측정보의 생산
 8. 이상기후 정보 시스템 구축 및 운영
 9. 이상기후 관련 기술 개발·개선·보급

앞서 살펴본 것과 같이 기상청의 기본 법령인 「기상법」에 단지 ‘수상’만 정의 규정되어 있을 뿐, 수문기상 업무가 기상청의 업무임을 명확하게 규정하고 그 내용이 무엇인지에 대한 상세한 언급은 찾아볼 수 없다. 사실상 수문에 관한 정의 규정이나 수문기상에 관한 내용을 정하고 있지 않아 현재 기상청에서 수문기상 업무를 수행하는 데에 있어서 매우 한계가 있음을 알 수 있다. 그럼에도 불구하고 대통령령인 「기상청과 그 소속기관 직제」에서 기후과학국은 수문기상과 가뭄에 관한 기상업무를 담당하는 것으로 정하고 있는 등 법제 간 격차가 존재하는 것을 알 수 있다. 기상청에서의 수문기상 업무 및 정보 서비스 제공을 원활하고 효율적으로 운영하기 위해서는 기상법¹⁵⁾ 및 직제의 정비, 개선방향을 마련하고 법적 근거 마련이 필수적이라고 볼 수 있다.

15) 기상법이 수문기상 정의 등의 내용을 넣어서 개정될 때 기상관측의 일반항목인 강수, 적설 등도 명시할 수 있는 검토가 필요하다.

물관리 일원화('18.6.8)이후, 수문기상 관련 업무는 크게 환경부(K-water, 기상청), 농림부에서 담당하며, 주요 기능은 부처별 법률을 근거하여 정리할 수 있다(표 2-7, 2-8).

앞서 언급한 것과 같이 기상청은 「기상청과 그 소속기관 직제」에 의거하여 수문기상 전반에 관련된 업무를 수행할 수 있으나, 2018년 4월부터 시행된 「기상법」에는 기상학적 가뭄에 관련된 업무만 명시되어 있다. 그러나 환경부 수자원정책국(전(前) 국토부)의 수문조사 기능은 직제법(「환경부와 그 소속기관 직제」)과 관련 법(「수자원법」)에도 동시에 법제화되어있고, 현재는 환경부 소속인 수자원정책국과 홍수통제소에서 수문과 관련한 정책 및 업무를 관장하고 있다.

특히, 「수자원법」에 나타난 수문조사(水文調査)를 자세히 살펴보면, 1999년 하천법에 명시된 수문조사와 2001년 유역조사, 2008년 수문조사시설로 법률 용어 정의 조항에 포함되었다. 「수자원법」('17.7.18)이 신규 제정됨에 따라 수문조사의 정의 및 업무의 주체와 기능이 명확해졌음을 알 수 있다. 그러나 「수자원법」 및 「하천법」의 사무 범위는 사실상 하천 및 호소를 중심으로, 수문기상이라고 관련 법에 명시를 하거나, 선진국의 사례와 같이, 기상업무와 촘촘한 연계가 될 당위성이 있다고 할 수 있다.

또 기상청이 지표면 및 국토 상공의 전역을 대상으로 한 강수에 관한 현상을 관측하고 예측할 수 있는 법적 근거를 명확히 하고, 이들 정보 및 자료를 물관련 업무를 수행하는 모든 정부기관 및 지방자치단체 등에게 제공할 수 있는 책무로 규정함으로써 우리나라의 포괄적이고 체계적인 물관리 일원화 정책을 수행할 수 있는 기반이 될 수 있을 것이다.¹⁶⁾ 따라서 수문기상 업무와 기능이 발전되기 위해서는 수문기상의 정책, 연구, 기술에 대한 독립적 지원이 우선되어야 하며, 통합 물관리 측면에서 응용·융합하여 물관리 및 수문기상이 연계적으로 발전하는 것이 가장 중요한 절차이다. 물론 현행 조직, 업무체계, 기관역할의 변화에 대한 보다 충실한 검토는 있어야 함에도 이와 같은 정책패러다임의 변혁은 과거의 관행을 뛰어넘고 미래 사회를 준비할 수 있는 효과적 대안으로 판단된다. 따라서 법령 간 수문기상 정의 및 업무 내용의 중복을 검토하고, 통합 물관리 측면에서 수문기상 분야의 바람직한 개선 방향을 마련하기 위하여, 수문기상의 정의, 범위, 기능, 업무 등에 관한 검토 및 논의가 필요하다. 그리고 다시 강조하지만 수문기상에 대한 명확한 법적 근거를 수립한 뒤에 정책 및 계획을 통한 연구와 기술 발전으로 확대되어야 할 것이다.

16) 김백조 외(2013), 「기상정보 활용 및 가치 창출 지원 연구」, 기상청·국립기상연구소

〈표 2-7〉 수문(水文) 관련 법령

연번	법령명	소관부처	주요 내용
1	기상청과 그 소속기관 직제	기상청	제8조(기후과학국) 1. 수문기상 및 가뭄에 관한 정책의 수립 및 시행 등
2	먹는물관리법 시행규칙	환경부	제7조의2(환경영향조사서의 보존기간 등) 3. 기상 및 수문(水文)자료
3	자연공원법 시행령	환경부	제2조의3(국립공원의 지정에 필요한 서류) 4. 동·식물의 분포, 지형·지질, 수리·수문(水文), 자연경관, 자연자원 등 자연환경현황 제13조의2(공원별 보전·관리계획의 수립기준 등) 1. 자연생태, 지형·지질, 수리·수문(水文), 자연경관, 자연자원, 인문(人文) 등 해당 공원의 특성이 공원별 보전·관리계획에 최대한 반영될 것
4	댐건설법(댐건설 및 주변지역지원 등에 관한 법률)	국토교통부 → 환경부('18.6.8)	제17조(댐관리규정) 3. 기상 및 수문(水文) 관측과 댐 저수의 방류 시에 하여야 할 조치에 관한 사항
5	지하수법 시행령		제2조(지하수의 조사) ② 환경부장관은 제1항에 따른 기초적인 조사를 하였을 때에는 다음 각 호의 사항이 포함된 축척 5만분의 1의 수문지질도(水文地質圖)를 작성하여야 한다
6	수자원법(수자원의 조사·계획 및 관리에 관한 법률)		제2조(정의) 3. "수문조사"(水文調査)란...
7	수자원법 시행령		제2조(수자원시설) 2. 강수량계, 수위계 등 수문조사(水文調査)에 필요한 시설 제3조(하천유역조사의 유형 등) 1. 기본현황조사: 하천유역의 인문·산업·경제현황, 지형·토양 등 유역 특성, 수문(水文) 특성, 지하수 특성 등에 대한 조사
8	수자원법 시행규칙		제3조(갈수예보)⑥ 홍수통제소장은 수문량(水文量)을 측정하는 지점 중 제1항에 따른 갈수예보 발령을 위한 지점(이하 "갈수예보지점"이라 한다)
9	저수지·댐 안전재해법	행정안전부	제9조(재해위험 저수지·댐의 지정) 다만, 수문학적(水文學的) 안전성이 부족하여 D등급 판정을 받은 댐 중에서 치수(治水) 능력을 증대하기 위한 사업이 진행 중인 댐은 제외

자료: 국가법령정보센터, <http://www.law.go.kr/main.html>, 검색일: 2018.6.29

〈표 2-8〉 수문기상 관련한 정부부처 및 주요 업무

법률명	관계부처	관련 내용 요약
「기상법」*	기상청 (창조행정담당관)	제2조(정의) 이 법에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다. <개정 2011.9.30., 2014.1.21.> 8. "기상업무"란 다음 각 목의 업무를 말한다. 가. 기상관측 및 예보 나. 기후변화에 대한 대책 수립 및 영향조사, 기후변화 감시 및 기후 예측다. 삭제 <2014.1.21.> 라. 기상현상 및 기후에 관한 통계·정보의 교환, 조사, 분석, 연구 및 그 부대업무
「기상청과 그 소속기관 직제」	행정안전부 (경제조직과) 기상청 (창조행정담당관)	제12조(기후과학국) ① 국장은 고위공무원단에 속하는 일반직공무원으로 보한다. ② 국장은 다음 사항을 분장한다. <개정 2010.4.13., 2013.9.17., 2014.8.27., 2015.1.6., 2015.6.9., 2016.12.27.> 16. 수문(水文)기상·가뭄에 관한 업무 및 관련 유관기관과의 협력
「수자원법」 (수자원의 조사·계획 및 관리에 관한 법률)	환경부 (수자원정책과)	제2조(정의) 3. "수문조사(水文調査)란 하천(「하천법」 제2조제1호에 따른 하천을 말한다. 이하 같다)·호수·늪의 수위, 유량(취수량, 방류수량을 포함한다), 유사량(流砂量) 및 하천유역의 강수량, 증발산량(蒸發散量), 토양수분 함유량에 관하여 과학적인 방법으로 관찰·측정·조사·분석하는 것을 말한다. 다만, 「기상관측표준화법」 등 기상 관계 법률에 따른 기상관측은 제외한다. 제9조(수문조사의 실시) ① 환경부장관은 다음 각 호의 목적을 위하여 수문조사를 하여야 한다. <개정 2018.6.8> 6. 그 밖에 수자원 관리에 필요한 사항 ⑤ 환경부장관은 제1항에 따른 수문조사 시행을 위하여 대통령령으로 정하는 바에 따라 수문조사 전담기관을 지정하고, 수문조사 업무를 수행하게 할 수 있다. ⑦ 수문조사 전담기관의 지정·운영, 그 밖에 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.
「환경부와 그 소속기관 직제」	행정안전부 (경제조직과) 환경부 (창조행정담당관)	제12조(수자원정책국) ① 수자원정책국에 국장 1명을 둔다. ③ 국장은 다음 사항을 분장한다. 14. 수문조사 정책의 수립·관리 및 국제협력에 관한 사항 15. 수문조사시설계획 수립 및 관리에 관한 사항[본조신설 2018.6.8.] 제8장의2 홍수통제소 <신설 2018.6.8.> 제48조의2(직무) 홍수통제소는 다음 사무를 관장한다. 1. 홍수 및 갈수(渴水)의 통제 및 관리 2. 수문조사 및 관측 3. 홍수 및 갈수의 예보 및 전달과 댐의 조작·관리 4. 수문조사시설의 설치·운영 및 관리 5. 홍수 및 갈수 예보에 관한 기술개선·발전 및 전산개발 7. 홍수 및 갈수 통제 종사원 및 수문조사 관련 업무 종사자에 대한 교육 8. 수문자료의 분석 및 관리 9. 하천유량관리 시스템의 구축 및 운영 10. 강우레이더의 설치·운영 및 관리 [본조신설 2018.6.8.]

자료: 국가법령정보센터, <http://www.law.go.kr/main.html>, 검색일: 2018.6.29

주: ※ 기상법에는 기상업무에 관한 포괄적인 내용만 포함됨

본 연구보고서 제1장에서 심화되는 기후변화 영향과 불규칙한 수문기상 현상에 선제적이고 사전 예방적 물 관리 대응을 위한 기후 및 수문기상에 대한 국내 현황 진단이 필요함을 언급하였다. 이와 관련하여 「저탄소 녹색성장 기본법」(약칭: 녹색성장법) 제48조 기후변화 영향평가 및 적응대책의 추진 및 같은 법 시행령 제38조 기후변화 적응대책의 수립·시행 등의 규정에 따라 관계부처 합동으로 현재 ‘제2차 국가기후변화적응대책(16~20)’이 수립되어 세부시행계획이 진행되고 있다. 같은 법 제52조에는 기후변화 대응을 위한 물 관리에 기후변화와 관련한 물 관리의 내용이 포함되어있으며, 장기 기후변화에 의한 가뭄, 물 부족, 수질악화 등 영향(또는 결과)에 초점을 맞춘 내용을 포함한 시책을 마련하는 것으로 규정한다. 기후변화 영향과 불규칙한 수문기상 현상에 대한 올바른 이해와 효과적인 대응을 위해서는 물순환의 시작점인 강수량, 토양수분량, 증발산량 등을 포함하는 수문기상의 정의·영향·분석·대책에 대한 법적 기반 및 정책이 마련되어야 한다.

□ 저탄소 녹색성장 기본법(약칭: 녹색성장법) [시행 2018.3.20] [법률 제15489호, 2018.3.20., 타법개정]

제48조(기후변화 영향평가 및 적응대책의 추진) ① 정부는 기상현상에 대한 관측·예측·제공·활용 능력을 높이고, 지역별·권역별로 태양력·풍력·조력 등 신·재생에너지원을 확보할 수 있는 잠재력을 지속적으로 분석·평가하여 이에 관한 기상정보관리체계를 구축·운영하여야 한다.

② 정부는 기후변화에 대한 감시·예측의 정확도를 향상시키고 생물자원 및 수자원 등의 변화 상황과 국민건강에 미치는 영향 등 기후변화로 인한 영향을 조사·분석하기 위한 조사·연구, 기술개발, 관련 전문기관의 지원 및 국내외 협조체계 구축 등의 시책을 추진하여야 한다.

③ 정부는 관계 중앙행정기관의 장과 협의하여 기후변화로 인한 생태계, 생물다양성, 대기, 수자원·수질, 보건, 농·수산식품, 산림, 해양, 산업, 방재 등에 미치는 영향 및 취약성을 조사·평가하고 그 결과를 공표하여야 한다.

④ 정부는 기후변화로 인한 피해를 줄이기 위하여 사전 예방적 관리에 우선적인 노력을 기울여야 하며 대통령령으로 정하는 바에 따라 기후변화의 영향을 완화시키거나 건강·자연재해 등에 대응하는 적응대책을 수립·시행하여야 한다.

⑤ 정부는 국민·사업자 등이 기후변화 적응대책에 따라 활동할 경우 이에 필요한 기술적 및 재정적 지원을 할 수 있다.

제52조(기후변화대응을 위한 물 관리) 정부는 기후변화로 인한 가뭄 등 자연재해와 물 부족 및 수질악화와 수생태계 변화에 효과적으로 대응하고 모든 국민이 물의 혜택을 고루 누릴 수 있도록 하기 위하여 다음 각 호의 사항을 포함하는 시책을 수립·시행하여야 한다.

1. 깨끗하고 안전한 먹는 물 공급과 가뭄 등에 대비한 안정적인 수자원의 확보
2. 수생태계의 보전·관리와 수질개선
3. 물 절약 등 수요관리, 빗물 이용·하수 재이용 등 순환 체계의 정비 및 수해의 예방
4. 자연친화적인 하천의 보전·복원
5. 수질오염 예방·처리를 위한 기술 개발 및 관련 서비스 제공 등

‘가뭄’과 관련한 정부부처 및 주요 업무는 <표 2-9>로 정리하였다. ‘가뭄’은 여러 관계부처(기상청, 행정안전부, 환경부, 국토교통부)에서 협력하고 있으며, 업무의 특성을 반영하여 업무를 수행하고 있다. 기상청의 가뭄 부문의 법령의 정의를 살펴보면, 「기상법」에서는 기상학적 가뭄의 예보, 「기상청과 그 소속기관 직제」에서는 가뭄에 관한 업무 범위가 혼동될 여지가 있다. 「수자원법」에서는 가뭄 상황 조사 및 가뭄취약지도 작성에 관한 내용이 포함되어있고, 「자연재해대책법」에서도 가뭄대책에 관한 내용이 언급되어있다. 「하천법」에서는 가뭄 시 하천에서 제공하기 위한 하천수의 사용 및 관리에 필요한 규정이 있다. 가뭄은 자연재해라는 측면으로 보았으며, 가뭄의 예보, 용수 공급, 피해 극복방안, 가뭄 해소 중장기 대책 등 부처별로 연계하여 업무를 수행하고 있다.

앞서 수문기상과 가뭄에 관련한 정의 및 업무를 포함하는 법령을 살펴보았다. 국가적으로 효율적인 수문기상 업무 수행을 위해서는 수문기상 정의 및 법제도의 정비, 협업에 근거한 정책 및 연구 개발 등이 필요가 있는 것으로 나타났다. 내부적으로 현재까지 기상청에서는 수문기상과 가뭄에 대한 법령과 정책 진단을 위한 연구과제들을¹⁷⁾ 진행해왔기 때문에 법의 필요성과 당위성이 검토되었고, 외부적으로는 수량-수질의 물관리 일원화와 그에 따른 후속조치가 진행 중이다. 그러나 아쉬운 점은 「물관리기본법」의 제2장 물관리의 기본원칙¹⁸⁾에도 가뭄·홍수 등의 재해 예방, 기후변화에 대한 언급이 있으나, 여전히 수문기상에 대한 정의 및 이해가 부족한 것으로 보인다. 국가차원에서 수문기상의 중요성 인식과 원천적 이해가 필요하며, 그간의 수문기상 부문의 업무 비효율적인 정책, 계획, 사업, 업무 등을 진단하고, 이를 해소하기 위한 합리적인 방안 구축이 우선적으로 이루어져야 하는데 수문기상 업무의 정비와 개선은 통합 물관리 구현을 위한 정부차원의 개선점을 마련할 수 있는 절호의 기회라고 볼 수 있다.

최종적으로 정리하자면, 「수자원법」과 「기상법」의 수문조사의 범위(수위, 유량(취수량, 방류수량을 포함한다), 유사량, 강수량, 증발산량, 토양수분 함유량)는 매우 광범위한 정부의 기능이므로 선진국의 사례, 기능의 통합과 분산화 등을 종합적으로 분석·평가하여 물관리 일원화 이후 후속 조치 단계에서 수문기상에 대한 원천적인 이해와 정책 및 업무의 바람직한 방향 등을 해결할 합리적 방안을 모색할 필요가 있다.

17) 국립기상연구소(2013), 「기상정보 활용 및 가치 창출 지원 연구」; 국립기상연구소·연세대학교(2013), 「기상 관련 법적 수요 조사 분석 및 연구 III」; 기상청·한국능률협회컨설팅(2015), 「투명하고 공정한 기상청 실현을 위한 기상청 조직 개편 방안」; 국가 수문기상 업무 및 가뭄에 관련한 입법 정책 연구와, 수문기상과 신설 및 전문인력 임용 계획에 관하여 지속적으로 연구해왔음
18) 「물관리 기본법」(법률 제15653호, 시행일 2019.6.13.)

〈표 2-9〉 가뭄 관련한 정부부처 및 주요 업무

법률명	관계부처	관련 내용 요약
「기상법」	기상청 (창조행정담당관)	제13조의2(기상학적 가뭄의 예보) 기상청장은 기상학적 가뭄(특정지역에서의 강수량이 평균 강수량보다 적어 건조한 기간이 일정기간 이상 지속되는 현상을 말한다)에 대하여 일반인이 이용할 수 있도록 필요한 예보를 하여야 한다. [본조신설 2017.4.18.] [시행일 : 2018.4.19.] 제13조의2
「기상청과 그 소속기관 직제」	행정안전부 (경제조직과) 기상청 (창조행정담당관)	제12조(기후과학국) ① 국장은 고위공무원단에 속하는 일반직공무원으로 보한다. ② 국장은 다음 사항을 분장한다. <개정 2010.4.13., 2013.9.17., 2014.8.27., 2015.1.6., 2015.6.9., 2016.12.27.> 16. 수문(水文)기상·가뭄에 관한 업무 및 관련 유관기관과의 협력
「수자원법」 (수자원의 조사·계획 및 관리에 관한 법률)	환경부 (수자원정책과)	제7조(홍수피해·가뭄 상황조사의 실시 등) ① 환경부장관은 하천구역(「하천법」 제2조제2호에 따른 하천구역을 말한다)과 그 배후지역의 홍수피해 상황 또는 대통령령으로 정하는 바에 따라 가뭄 상황을 조사하고 필요한 경우에는 홍수피해의 위험도를 예측하는 홍수위험지도를 작성하며, 가뭄이 발생하여 물 부족이 예상되는 지역을 바탕으로 가뭄취약지도를 작성할 수 있다. <개정 2018.6.8>
「자연재해 대책법」	행정안전부 (재난관리정책과 -총괄, 재난영향분석과)	제3조(책무) ① 국가는 기본법 및 이 법의 목적에 따라 자연현상으로 인한 재난으로부터 국민의 생명·신체 및 재산과 주요 기간시설을 보호하기 위하여 자연재해의 예방 및 대비에 관한 종합계획을 수립하여 시행할 책무를 지며, 그 시행을 위한 최대한의 재정적·기술적 지원을 하여야 한다. ② 기본법 제3조제5호에 따른 재난관리책임기관(이하 "재난관리책임기관"이라 한다)의 장은 자연재해 예방을 위하여 다음 각 호의 소관 업무에 해당하는 조치를 하여야 한다. <개정 2012.10.22.> 5. 가뭄대책 가. 상습가뭄재해지역 해소를 위한 중·장기대책 나. 가뭄 극복을 위한 시설 관리·유지 다. 빗물모으기시설을 활용한 가뭄 극복대책 라. 그 밖에 가뭄대책에 필요한 사항
		제5절 가뭄 <개정 2011.3.7.> 제29조(가뭄 방재를 위한 조사·연구) ① 재난관리책임기관의 장은 가뭄 방재를 위하여 필요한 조사 및 연구를 하여야 한다. ② 재난관리책임기관의 장은 가뭄 방재를 위한 전문적인 조사·연구를 위하여 관계행정기관의 장이나 기상관측 연구기관의 장에게 가뭄의 현황, 가뭄의 피해상황, 가뭄의 극복 방안 등 필요한 자료를 요청할 수 있다. 이 경우 요청을 받은 관계행정기관의 장 및 기상관측 연구기관의 장은 특별한 사유가 없으면 요청에 따라야 한다. <개정 2014.12.30.> [전문개정 2011.3.7.]
「하천법」	국토교통부 (하천계획과)	제50조의2(일시적 하천수의 사용신고 등) ① 제50조의 하천수 사용허가 대상 중 소방·청소·비산먼지 제거·가뭄 시 농업용수 공급 등의 일시적 작업용도로 하천수를 사용하려는 자는 대통령령으로 정하는 바에 따라 미리 국토교통부장관에게 신고하고 하천수를 사용할 수 있다. 신고한 사항 중 제50조제1항의 대통령령으로 정한 중요한 사항을 변경하려는 경우에도 또한 같다.

자료: 국가법령정보센터, <http://www.law.go.kr/main.html>, 검색일: 2018.6.29

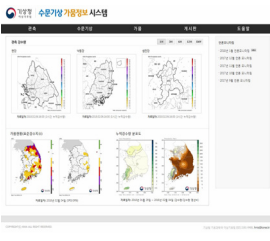



라. 관계부처 및 기관별 수문기상 업무 및 협력 현황

수문기상에 포함되는 토양수분량, 증발산량의 측정은 「수자원법」에 따라 현행 환경부 한강홍수통제소와 수자원조사기관에서 업무를 수행하고 있다. 홍수의 예보 및 감시는 기상청-홍수통제소-한국수자원공사(K-water)와 협업시스템을 유지하고 있지만, 기상청은 레이더 관측 및 지상관측망을 통한 강우정보와 슈퍼컴퓨터를 활용한 강수의 예보정보만을 제공한다. 홍수통제소와 한국수자원공사는 기상청의 자료를 받아 기관의 고유 시스템에 적용하여 호우량 예측, 홍수 예·경보, 하천 및 댐의 수위를 산정하고 홍수통제소에서 홍수예보를 실시하고 있다. 다만, 강우 관측에 있어서 기상청의 기상레이더와 환경부(홍수통제소)의 강우레이더, 그리고 기상청 및 홍수통제소와 한국수자원공사가 AWS, TM 등 각각 운영하는 우량계는 중첩되어 운영·활용되기 때문에 현행 자료공유 차원을 넘어서 조직적 인력적 개선방안이 필요할 것으로 보인다. 또한 홍수통제소에서 주관하는 토양수분량과 증발산량의 관측망은 일부 지역을 대상으로 하므로 전국토의 관측을 위해서는 상당한 시설투자와 유지관리 비용이 투입되어야 할 텐데, 기상청은 토양수분량과 증발산량 등을 관측할 수 있는 기상위성을 별도 보유할 예정이므로 물관리 일원화 전의 환경부와 국토교통부의 수·유량 및 수질 측정망의 중복 사례가 재현될 가능성도 없지 않는 우려가 있다.

가뭄 업무와 관련하여 국민들에게 정보를 제공하기 위한 시스템을 먼저 살펴보았다. 기상청은 ‘수문기상가뭄정보시스템’에서 가뭄지수를 포함한 기상학적 가뭄 예측 및 분석자료를 제공하고 있다. 농림축산식품부는 농업에 초점을 맞춘 ‘농업기상정보서비스’를 운영하고 있으며, 한강홍수통제소에서는 실시간 수문자료 서비스를 운영하고 있다. 다음 <표 2-10>과 같이 기관별 특성에 따라 기상학적, 수문학적/물이용 가뭄, 농업가뭄 등의 정보를 시스템을 통하여 제공되는 것으로 파악되며 현행 가뭄과 관련한 통합된 정보 제공은 2015년 충청남도 서북부 지역의 물부족에 따라 총리실 주관의 국가정책조정회의에 따라 신설(15.11)된 국가가뭄정보분석센터(K-water)¹⁹⁾로 파악된다. 다만, 국가가뭄정보분석센터의 법적 근거가 부족하다는 의견도 있어서 추가 검토가 필요하지만, 용수이용 측면의 가뭄정보를, 호주 등 선진국의 사례와 같이, 현행 기상청의 업무 범위에 부여하는 것은 조금은 시기상조로 이해될 수 있을 것이다. 만약 기후변화의 영향이 더 심각한 수준으로 나타나 지속적이고 가뭄이 반복된다면 기상청이 기상학적 가뭄 업무 외에도 용수이용의 분석과 평가 업무의 수행도 의미있게 드러날 것이다.

19) 국가가뭄정보분석센터, <http://drought.kwater.or.kr/main.do>, 검색일: 2018.3.8.; 국가가뭄정보분석센터(2016). 가뭄대응 가이드북

〈표 2-10〉 수문기상·가뭄과 관련한 각 부처별 시스템 현황

구분	수문기상가뭄 정보시스템	실시간 수문자료 서비스	국가가뭄정보분석센터	농업기상정보서비스
담당 부처	환경부 기상청	환경부 한강홍수통제소	환경부 K-water	농림부 농촌진흥청
제공 정보	<ul style="list-style-type: none"> - 관측: 강수량 분포도, 토양수분량/증발산량, 관측자료 시계열 - 수문기상: 관측(유역별 메타정보), 분석(기후통계, 물수지) - 가뭄: 관측(행정구역 및 유역도, 시계열, 달력형 분포도, 가뭄지수 조회), 분석(누적 강수량, 강수량 순위, 무강수 일수) - 게시판: 가뭄 예·경보 	<ul style="list-style-type: none"> - 수문: 실시간 수문자료, 가뭄예·경보현황, 수문현황, 주요지점 수위동영상, 수문조사연보 등 - 홍수: 홍수예보발령사항, 홍수예보연보, 업무체계, 홍수기 단계별 대응요령 등 - 하천: 하천정보, 수자원현황 및 전망, 수자원정보화 등 	<ul style="list-style-type: none"> - 가뭄상식 - 가뭄 기초자료: 기상/수문자료(땀, 강우, 수위, 수질, 지하수), 가뭄지수, 가뭄피해정보, 수원현황 - 가뭄감시 및 전망: 우리동네 가뭄, 가뭄예·경보, 가뭄빈도, 수질 및 지하수 자료정보 - 가뭄대응: 대응 및 정책, 갈수전망, 산불정보, 건조주의보, 농업가뭄정보 	<ul style="list-style-type: none"> - 농업기상관측(농업기상, 방재기상-기상청 제공) - 농업기상분석(지점별, 지대별, 농작물 주산지별 분석) - 농업기상응용(누적강수량, 일교차 등) - 농업기상응용지도 - 기상상황 및 농사정보
특징	<ul style="list-style-type: none"> - 수문기상과 기상학적 가뭄에 초점을 맞추어 정보를 제공 	<ul style="list-style-type: none"> - 수문자료 공개, 홍수와 하천 관한 정보 제공 	<ul style="list-style-type: none"> - 전반적인 가뭄에 관한 기초자료 및 대응 상식 제공 - 국가가뭄정보센터 Annual report 제공 	<ul style="list-style-type: none"> - 기상청이 제공하는 농업 및 방재기상 자료를 토대로 분석
홈페이지				

자료: 기상청 수문기상가뭄정보시스템, <https://hydro.kma.go.kr/front/intro.do>; 한강홍수통제소, <http://www.hrfco.go.kr/sumun/rthd.do>; 국가가뭄정보분석센터, <http://drought.kwater.or.kr/main.do>; 농촌진흥청 농업기상정보서비스, <http://weather.rda.go.kr/index.jsp>, 검색일: 2018.3.8

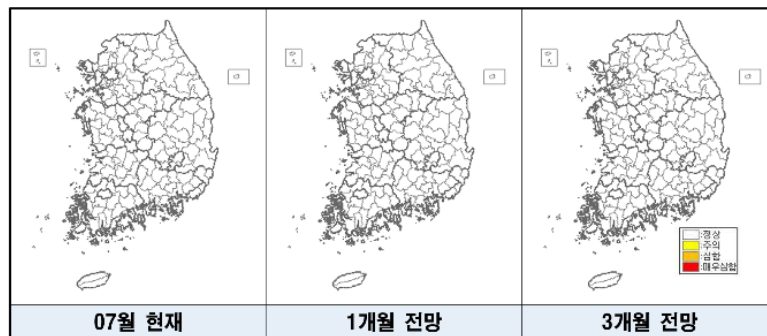
현행 정부는 행정안전부를 중심으로 가뭄대책을 마련하고 있는데 이는 재난관리 주무부처가 행정안전부이기 때문이다. “가뭄현황 및 예·경보”는 2016년 3월 시범운영을 시작으로 2017년 1월부터 매월 용수 사용 목적별 가뭄 정보(현재, 1개월, 3개월)를 국민들에게 제공한다. 가뭄 전망 정보에 대한 분야별 협력강화로 정부 부처 간 가뭄 공동대응 협업을 하고 있으며, 용수이용 목적별 및 지역 특성에 맞는 가뭄 정보를 생산·제공하고 있다. 기상청의 역할은 기상학적 가뭄의 예경보 자료를 구축하고, 농림축산식품부는 농업용수 가뭄지도, 환경부는 생활 및 공업용수 가뭄지도의 정보를 제공하고, 행정안전부에서 최종적으로 단계별 가뭄상황 및 부처 조치사항 등을 포함하여 가뭄 예·경보를 발표한다. 물관리 일원화 후에는 수량-수질-수도의 통합관리로 이전보다 효율적인 가뭄관리가 기대된다.

07월 가뭄 예경보

제 2018-07호

행정안전부, 농식품부, 환경부, 기상청
2018년 07월 10일 발표

■ 기상 가뭄지도(기상청)



구 분	07월 현재	1개월 전망	3개월 전망
주 의 (Yellow)	-	-	-
심 합 (Orange)	-	-	-
매 우 심 합 (Red)	-	-	-

자료: 수문기상가뭄정보시스템, '가뭄예경보자료(관계부처합동) 2018년 7월 10일 발표'
<https://hydro.kma.go.kr/board/droughtPred.do>, 검색일: 2018.7.15

〈그림 2-11〉 2018년 7월 가뭄 예·경보 발표(기상청, 기상가뭄지도)

2017년 8월, 관계부처 합동으로 「가뭄대응 종합대책」을 발표하였으며, 기상청은 ‘선제적 가뭄대응체계 강화’에서 가뭄정보 신뢰도 강화 과제를 담당하고 있으며, 사후 복구보다 예방이 효과적인 가뭄특성에 따라 예측과 가뭄정보 고도화에 역할이 집중되어있다.

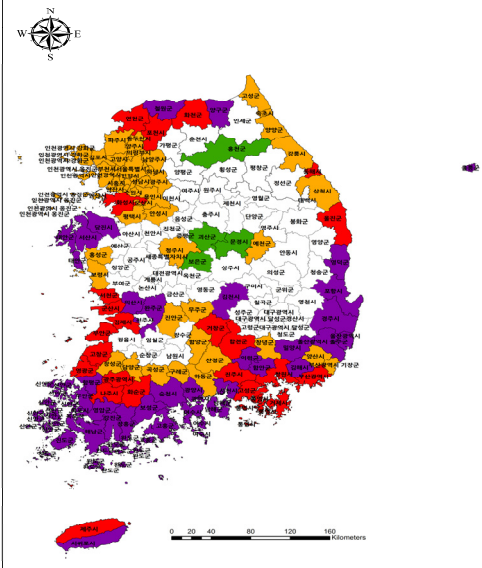
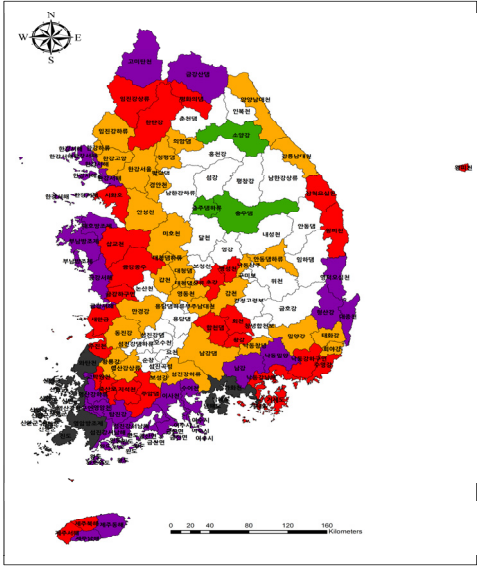
기본방향은 ‘가뭄확대에 대비한 체계적 물관리와 선제적 재난 대응 강화’로 상습 가뭄지역은 근본적인 대비책을 마련하는 것이다. 각 5개의 부서(4개 관계부처)인 행정안전부 자연재난대응과, 농림축산식품부 농업기반과, 환경부 수도정책과, 환경부 수자원개발과, 기상청 이상기후팀이 공동으로 대응하고 있다. 농업용수 대책, 댐, 광역·공업용수 대책, 생활용수 대책, 가뭄재난 대응체계 개선 등 분야별 대책을 마련하고 있으며, 가뭄대응 종합대책 중 기상청은 유역별 가뭄정보를 제공하여 가뭄 정보 신뢰도 강화를 목표로 과제를 추진하고 있다(표 2-11). 앞서 2장에서 언급한 ‘제3차 기상업무 발전계획의 계획’의 ‘2-2. 의사결정 지원 공공기상 서비스 확대’ 중 수문기상예측 모델 고도화 및 유역별 맞춤형 기상정보 제공 확대 등과 연계할 수 있는 여지가 충분한 것으로 파악된다.



자료: 관계부처 합동(2017). 「가뭄대응 종합대책」.

〈그림 2-12〉 가뭄대응 종합대책 기본방향

〈표 2-11〉 가뭄대응 종합대책 중 기상청의 과제 및 추진계획

과제내용	추진계획
가뭄정보 신뢰도 강화	유역별 가뭄정보, 전망정보 제공('18~)
	3개월 이상 장기 가뭄전망기법 개발('18~'21)
	인공강우 실용화 기술 개발('18~)
〈 행정구역별 가뭄정보 〉	〈 유역별 가뭄정보 표출(안) 〉
	

자료: 관계부처 합동(2017). 「가뭄대응 종합대책」.

최근 기후변화 영향이 심화되어 가뭄빈도가 상승하였고 이에 수문기상이나 이상기후의 관측과 전망 기반의 범정부차원의 가뭄대책이 수립되는 것은 바람직하다. 다만, 물관리 다원화 체계 속에서 수립되는 대책은 여전히 그 효율성과 기후적응 회복력의 최적화 측면에서 한계가 있었다고 볼 수 있다. 따라서 국가가뭄정보센터와 같은 관련 정보 통합은 필요하나, 신뢰성 높은 수문기상 정보가 보다 충분히 반영되고 전국적 증발산량, 토양수분량, 수량의 변화 분석 및 광역·지방상수도의 수요와 공급, 물재이용 등을 종합적으로 해석하고 시나리오별 맞춤형대책을 대비하는 지혜가 필요하다.

다음 〈표 2-12〉은 수문기상 및 가뭄과 관련하여 관계부처 및 기관의 협업 추진 과제 및 대책 마련을 정리한 것이다. 현재까지 추진된 수문기상 부문의 협업 현황을 조사한 결과, 부처 간 행정 및 업무 현황 교류의 수준으로 파악된다. 따라서 본 연구에서는 통합 물관리 측면에서 구체적 수문기상 업무 발전 및 고차원적 정보제공을 위한 기상청의 새로운 역할을 제시하고자 하였다.

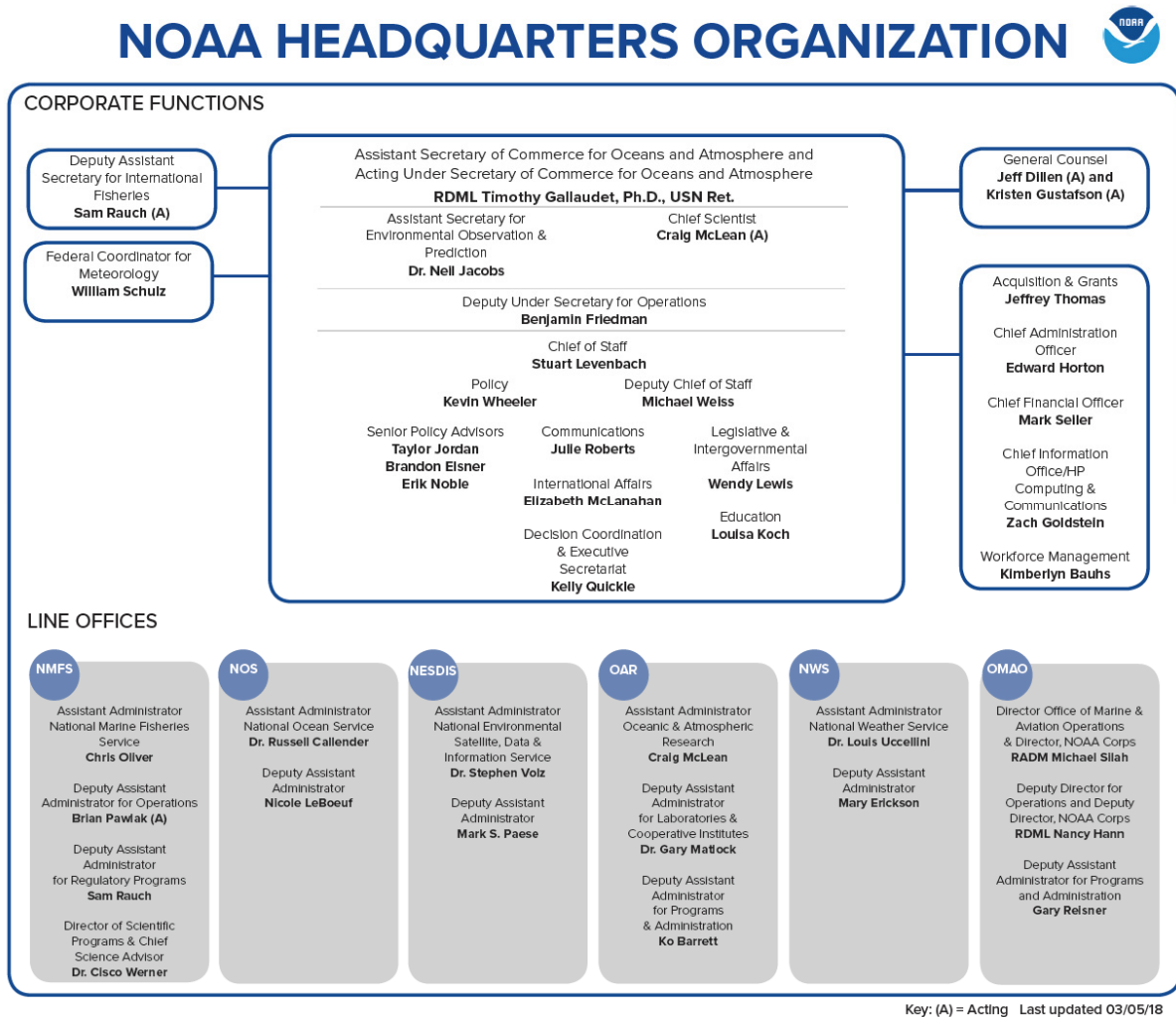
〈표 2-12〉 수문기상·가뭄과 관련한 주요 추진 과제

구분	추진 과제	관계 부처 및 기관	주요 내용 및 기상청 역할
2014.2	‘수문기상협력센터’ 설립	기상청, K-water, 농어촌공사 (2016년 협약)	- 기후변화와 물문제에 공동 대응하기 위해 각 기관 간 MOU체결 - 기상·수문 정책 협력, 공동연구개발 등
2015.11	‘국가가뭄정보분석센터’ 설립	K-water	- 국가정책조정회의(‘15년9월)를 통해 설립
2015.12	‘종합가뭄정보시스템’ 구축	기상청	- 정부부처 및 지자체의 선제적·체계적 가뭄재해 대응을 지원하기 위하여 설립 - 기존 기상청 산하의 59개 기상 관측소(ASOS)와 450개 방재기상관측소(AWS)의 확대 적용하여 총 509개 지점에서 가뭄정보 생산, 167개 시군 별 가뭄정보 제공
2015.	「제3차 국가안전관리기본계획 (2015~2019)」	중앙안전관리위원회 국민안전처 (현 행정안전부)	- 가뭄대비 기상분석, 사전 용수대책, 상습가뭄재해지역 조사 및 대책 마련, - 예방·대비·대응·복구 대책 수립 - 기상청: 기상분야 가뭄상황 관리, 감시체계 유지
2016.2	『가뭄정보 생산 기술현황 및 공동 대응 방안』 심포지움	관계부처 (국민안전처 (현 행정안전부), 농림축산식품부, 환경부, 국토교통부, 기상청)	- 다부처 R&D 공동기획연구로, 가뭄 피해 최소화를 위한 선제적 가뭄 관리 체계 구축을 목표로 기상, 농림, 국토, 안전, 환경 분야로 연구 - 기상청: 다부처 통합가뭄정보 시스템 개발(중장기 기상학적 가뭄감시·전망기술)
2016.3	가뭄 예경보 시범 운영	환경부, 기상청, 국토부, K-water, 농어촌공사	- 매월 시범 발표, 지자체의 가뭄정책 수립 적극 지원
2016.11	「기상청 수문기상가뭄 업무 중장기 발전방안 연구」	기상청	- 기상청의 전략 방향 및 실행과제 도출 - 수문기상·가뭄 업무의 기술·사회·경제적 편익 분석
2016.12	「제3차 기상업무발전 기본계획 (2017~2021)」	기상청	- 기상법 제5조 근거, 5년마다 수립
2017.1	가뭄 예경보 운영	환경부, 기상청, 국토부, K-water, 농어촌공사	- 유역별 분야별 가뭄정보 확대 제공
2017.8	「가뭄대응 종합대책」 마련	관계부처 (행정안전부, 농림부, 환경부, 국토부, 기상청)	- 기후변화에 맞추어 선제적·지역별 가뭄 대응을 위한 범정부 대책 - 기상청의 역할: 유역별, 장기 가뭄정보 제공 고도화
2017.11	『수문기상협력강화포럼』 개최	수문기상협력센터	- 수문기상재해(홍수, 가뭄) 대응 방안 모색을 위한 포럼 운영 - 지상·레이더 관측망의 연계와 호우·홍수 정보의 협업강화 방안 등 발표 및 토론회

2.2 주요국의 수문기상 업무 사례 분석과 시사점

가. 미국 NOAA (National Ocean and Atmospheric Administration)

미국의 수문기상 업무는 해양대기관리청(NOAA) 산하기관인 국립기상서비스(NWS: National Weather Service)에서 주관한다. NWS는 수문기상정보 관측 및 예측, 홍수 예·경보 관리, 가뭄 정보 생산, 그와 관련한 수문기상 업무를 주도하고 있다.



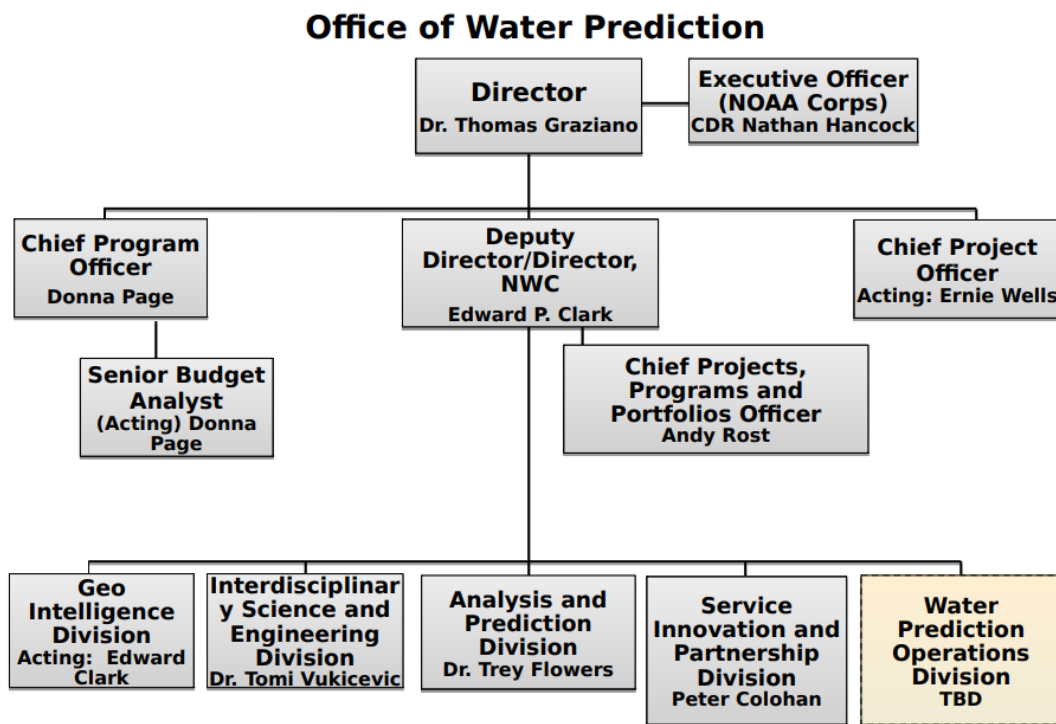
자료: NOAA, <https://www.noaa.gov/about/organization>, 검색일: 2018.4.30

〈그림 2-13〉 미국 NOAA 조직도 (March 5, 2018)

NOAA 수문기상 업무는 다수의 법률²⁰⁾에 근거하며, 상무부 부서조직령(DOO 10-15)에 NWS의 업무에 관한 권한 및 기능의 범위를 규정하고 있다. NWS 업무에 관한 규정은 Department

20) Inland Flood Forecasting and Warning System Act of 2002, National Integrated Drought Information System Act of 2006), Tsunami Warning and Education Act

Organization Order, DOO 10-15²¹⁾문서에서 확인할 수 있으며, 대기환경 및 수문환경의 상태를 모니터링하고 예측하는 것으로, 정부·산업·대중에게 다양한 기후적·수문적·기상적 서비스를 전달하는 것으로 규정하고 있다.²²⁾ NWS의 물예보국(OWP: Office of water prediction)에서 수문학적 분석 및 예측과 진단, 정보 제공의 수문기상 업무를 담당하고 있다. OWP의 소속인 국립물센터(NWC: National Water Center)에서 연방 수자원, 수문학적 수문분석 및 예측 모델링, 데이터 시스템 운영 등 미국 전체 13개 지역의 하천 예보 센터를 운영하고 있다.



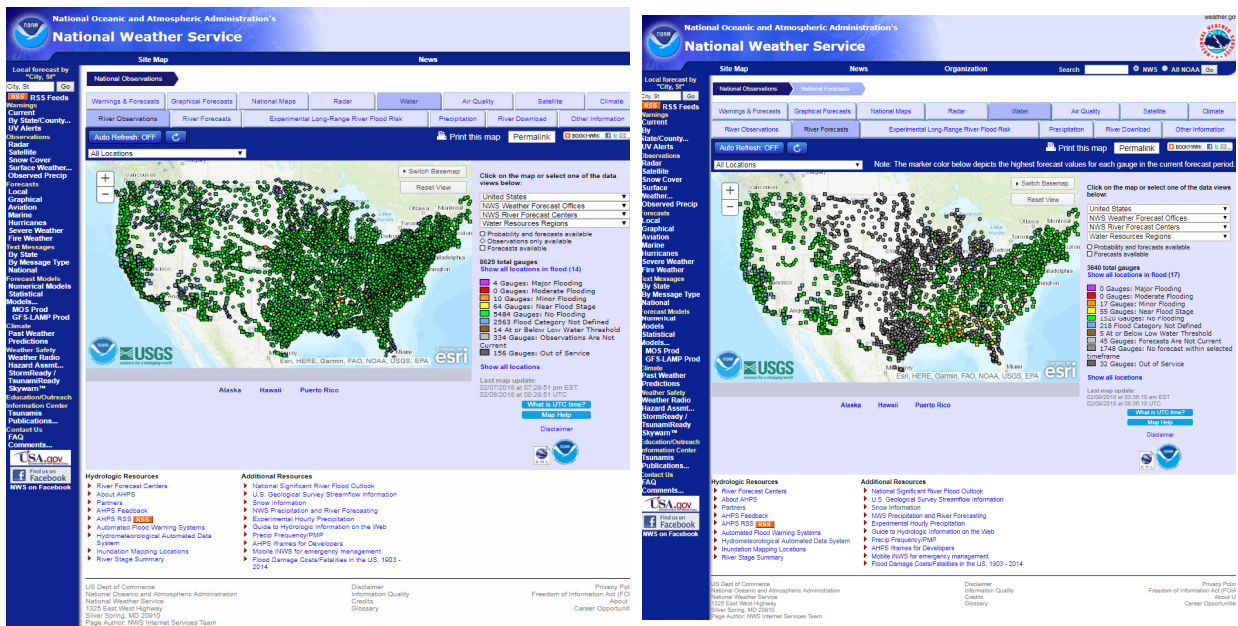
Effective August 4, 2017

자료: NOAA-Office of Water Prediction, <http://water.noaa.gov>, 검색일: 2018.4.30

〈그림 2-14〉 미국 NOAA-NWS-OWP-NWC 조직도 (August 4, 2017)

21) Office of Privacy and Open Government, <http://www.osec.doc.gov>, 검색일: 2018.4.30

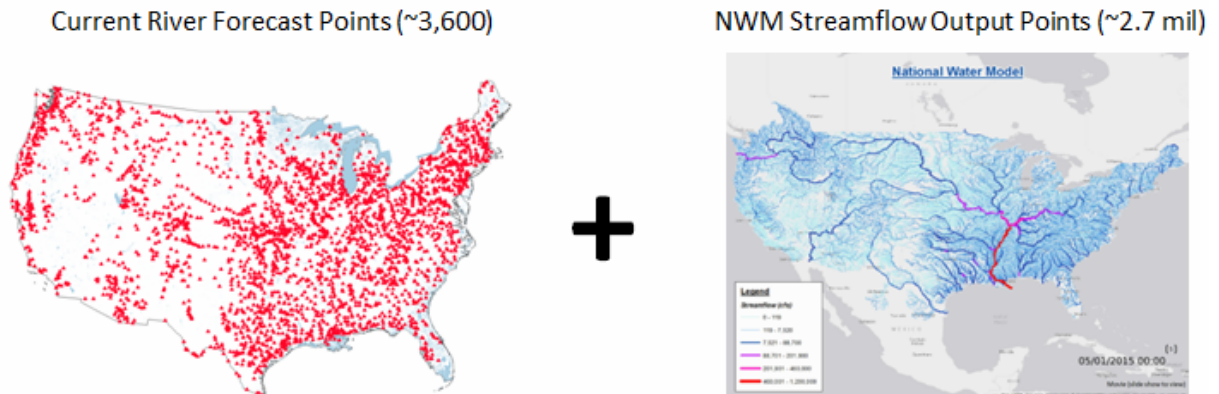
22) 박덕영 외(2013), 「기상관련 법적 수요 조사 및 분석 및 연구 III」, 기상청·국립기상연구소



National Water Service
 - National River Conditions
 자료: NOAA-National Water Service, <https://water.weather.gov>, 검색일: 2018.3.10

〈그림 2-15〉 미국 NOAA-National Water Service의 하천정보

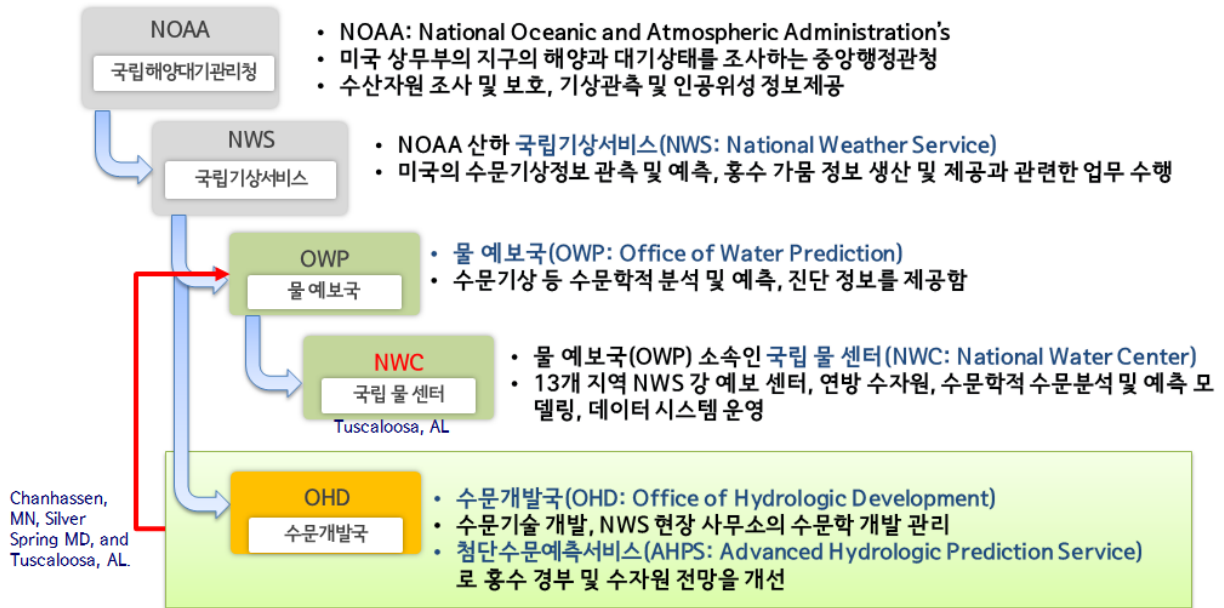
NWM(National Water Model)은 NWS에서 제공하는 모델로, 미국 전체의 호수 및 저수지, 하천 네트워크 분석(유속), 토양수분까지 분석하여 그 결과를 제공하고 있다.



자료: The National Water Model (NWM). <http://water.noaa.gov>, 검색일: 2018.3.10

〈그림 2-16〉 미국 NOAA The National Water Model (NWM)

미국의 기상기관 및 수문기상 업무 구조는 다음 <그림 2-17>으로 정리할 수 있다.



자료: 저자 재구성

<그림 2-17> 미국의 중앙 부처의 수문기상 및 물관리 업무 구조

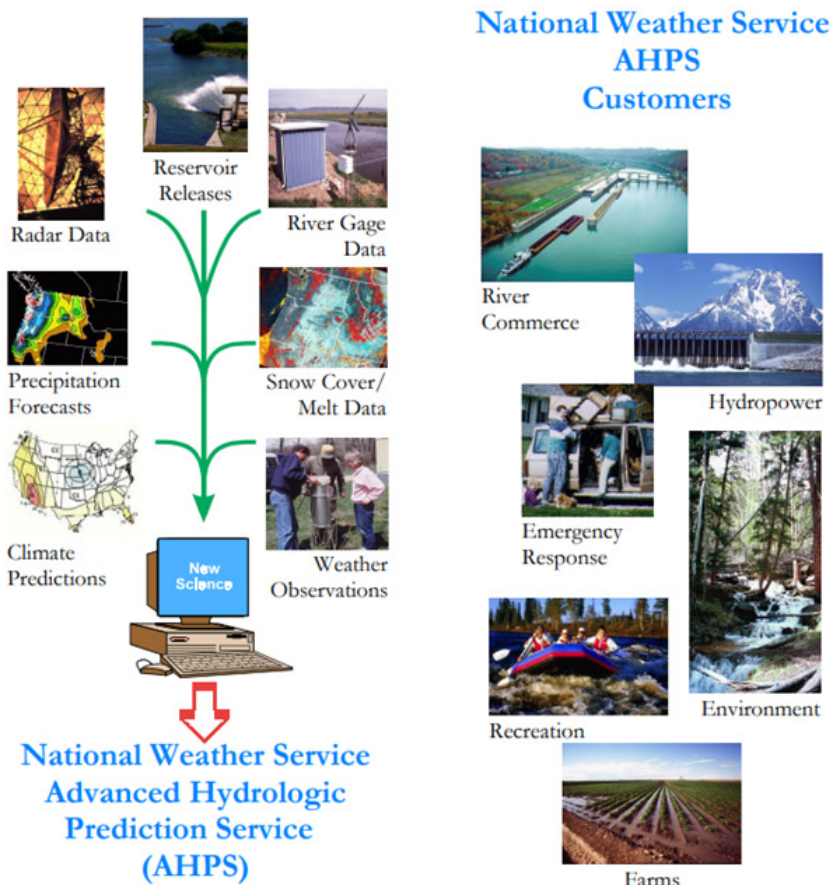
전국 및 지역별 홍수관리를 위하여 NWS의 예보국(WFO: Weather Forecast Office)과 13개의 하천예보센터(RFC: River Forecast Center)에서 주도하여 하천의 수위예측 및 홍수 예보 기능을 수행하고 있다. 또한, NWS의 수문개발국(OHD: Office of Hydrologic Development)에서 담당하고 있는 온라인 기반 시스템인 응용수문예보서비스(AHPS: Advanced Hydrologic Prediction Service)로, 하천의 범람(홍수), 도시의 돌발홍수, 가뭄 지속시간 등 수문기상정보의 전반을 관리·예측·예보한다. 하천의 예측 정보를 수자원관리자, 공무원, 시민들에게 홍수와 가뭄의 피해를 줄이고 대처할 수 있는 자료를 제공하고 있다. 이 시스템의 배경은 1993년 중서부의 홍수로 인하여 Des Moines 강유역을 시범지역으로 선정하여 AHPS 개발을 시작하였고, 1997년 중서부의 홍수로 인하여 중요성이 대두 되었다. 현재 미국 전국단위로 시행(2,500지역)하고 있으며, 홍수를 완전히 막고 재산피해를 막을 방법은 없지만, 더 나은 예측을 위하여 재해를 줄이는 것을 목표로 하고 있다.²³⁾

23) NOAA-National Water Service, <https://water.weather.gov>, 검색일: 2018.3.10

〈표 2-13〉 미국의 기상 및 홍수예보 과정

구분	주요 내용
자료수집	실시간 수문 자료(대기온도, 눈, 수량, 강수, 하천수위, 저수지 자료 등)의 수집과 분석, 예측 지질조사국(USGS: US Geological Survey), 육군 공병대(USACE: United States Army Corps of Engineers), 개척국(Bureau of Reclamation), 테네시청(Tennessee Valley Authority), 5대호 환경연구소(GLERL: Great Lakes Environmental Research Laboratory) 등 협력기관의 자료수집망을 이용
모형화 (모델링)	하천예측시스템(NWSRFS: National Water Service River Forecast System)으로 유역의 수리·수문모형 제공
관측/경보	국가하천에서 댐 붕괴와 그로 인한 영향 등 재난 대비 예측
배포	첨단수문예측서비스(AHPS: Advanced Hydrologic Prediction Service) 웹사이트를 통해 제공 홍수나 가뭄의 발생 가능성, 하천 수위와 유량, 홍수로 침수될 주요 인프라 표시

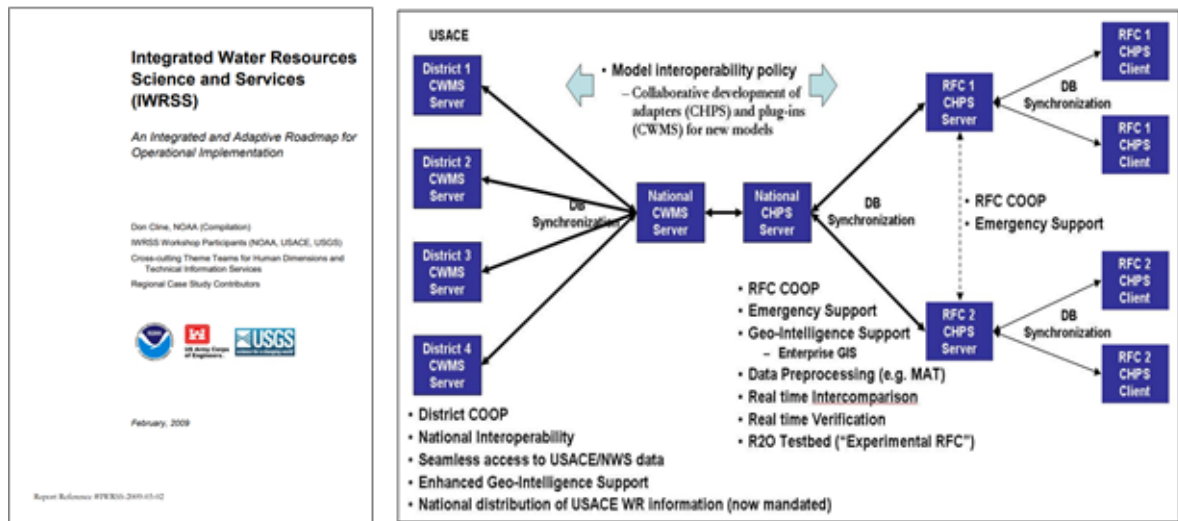
자료: 박재홍(2008). 「미국의 기상 및 홍수예보 시스템 소개」, 물과미래 VOL.41 NO.10을 참고하여 재구성



자료: NOAA 첨단수문예측서비스(AHPS) 책자(Brochure)

〈그림 2-18〉 미국 NOAA 첨단수문예측서비스(AHPS) 과정

미국 NOAA를 주축으로 이루고, 미국 육군 공병대(U.S Army Corps of Engineers)과 미국 지질 조사국(U.S. Geological Survey, USGS)이 2011년 5월에 파트너십을 공식화한 후, 정부기관은 통합 수자원 과학 및 서비스(IWRSS: Integrated Water Resources Science and Service)의 구현을 위한 로드맵을 수립하고 이행하기 시작했다. 이들의 임무는 NWC의 과학적 혁신 육성, 물 회복력 등 수자원 예측의 국가 의사 결정을 지원하는 것이다. NOAA가 선도하고, USGS, FEMA(Federal Emergency Management Agency), 민간분야, 과학자 등으로 구성하여 기관별로 협업체계를 구축하고, 통합 수자원 과학 및 서비스를 제공하기 위하여 활발한 협업체계를 운영하고 있다.



자료: INTEGRATED WATER RESOURCES SCIENCE AND SERVICES (IWRSS)

〈그림 2-19〉 통합 수자원 과학 및 서비스 (IWRSS)

매년 봄에 NWS의 수문개발국(OHD)은 국가 수문학 평가(National Hydrologic Assessment) 보고서를 발행하고, 미국 봄철의 홍수 잠재력, 강의 해빙에 의한 홍수 잠재력 및 물 공급에 대한 전망을 제공한다. 그리고 미국 전체 122개 일기 예보국과 13개의 하천예보센터(RFC)의 협업을 통하여 봄철 폭우와 홍수 위험 평가를 그림으로 표시하여 전국적으로 홍수의 위험을 평가한다. 또한 NOAA는 FEMA와 US. Army Corps를 포함한 국가적 요청에 따라 NOAA에서는 Experimental National Long Range Ricer Flood Risk 웹사이트를 통해 의사결정 지원 서비스를 제공하는데, 3개월 간의 Major, Moderate, Minor flooding(대규모, 보통, 소규모)의 위험정보를 공지하고 있다. 홍수 위험 분석은 늦여름과 가을의 강수량, 토양수분량, 하천 유역, 온도 등을 통합하여 평가되며, 몇 주에서 수개월 동안의 강과 지표의 홍수 위험이 제공된다.

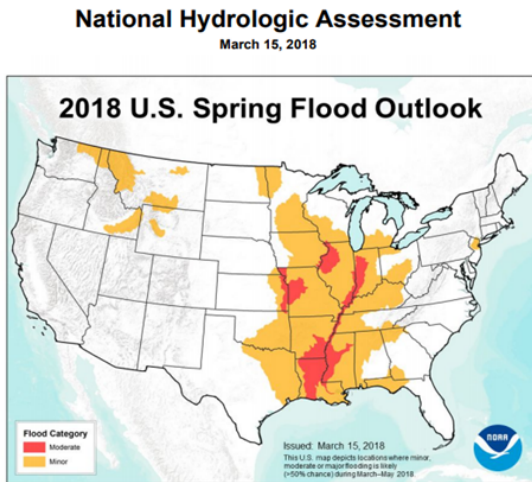


Figure 1: National Spring Flood Risk defined by risk of exceeding Minor, Moderate, and Major Flood Levels.

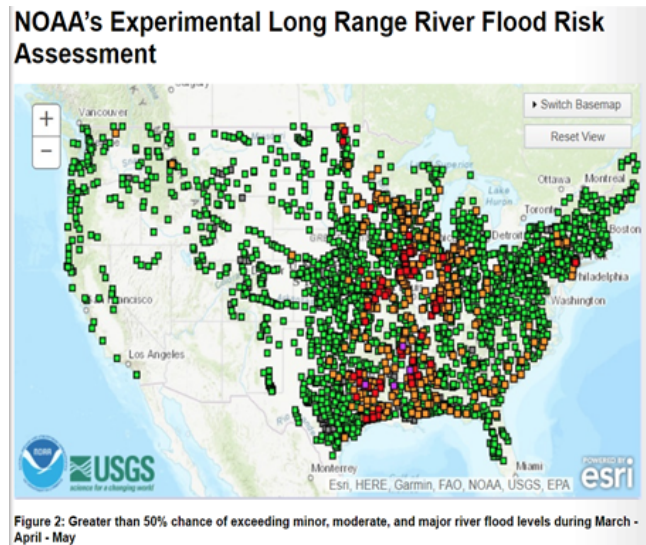


Figure 2: Greater than 50% chance of exceeding minor, moderate, and major river flood levels during March - April - May

자료: <http://www.nws.noaa.gov/oh/docs/SpringFloodOutlook2018.pdf>; <http://www.nws.noaa.gov/oh/2018NHA.html>

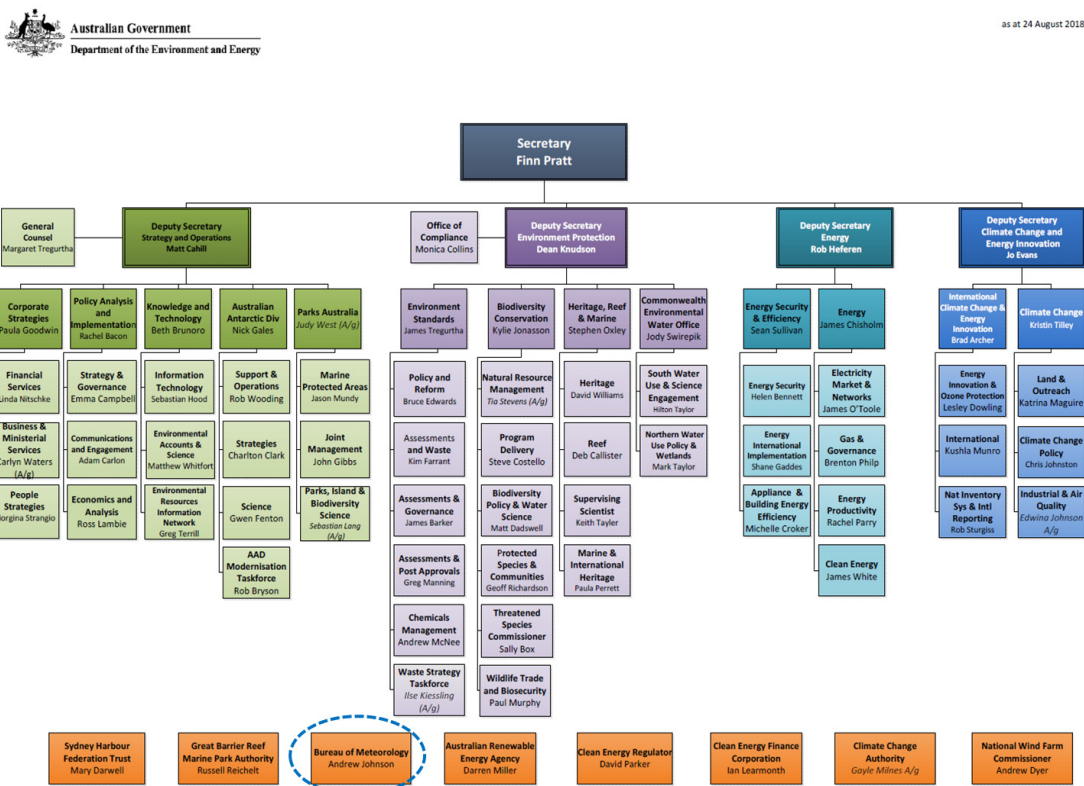
〈그림 2-20〉 국가 수문학 평가 및 장기 홍수 위험 지도 평가

미국은 NOAA 산하 NWS를 중심으로 수문기상의 모니터링 및 예측과 정부·산업·국민에게 다양한 기후적·수문적·기상학적 서비스를 제공하고 있는데 물예보국(OWP), 국립물센터(NWC), 수문개발국(OHD), 하천예보센터(RFC) 등이 조직적으로 연계 운영되고 있다. 또한 통합수자원 과학 및 서비스(IWRSS)를 기반으로 국가기관, 연구기관, 민간분야와 파트너십을 체결하고, 수문기상정보의 통합관리와 공동활용을 제고하고 있다. 또한 수자원의 활용성 증대를 위한 응용수문예보서비스(AHP)의 경우, 수문관련 정보를 NWS가 관리하면서 돌발홍수와 가뭄 등 수자원 관리의 주요 영향 요인을 예보하는 등 물관리 업무와 수문기상의 환경적 영향 분석 등을 주도 하고 있다. 이와 같이 미국은 통합 시스템을 통하여 유관기관(국가, 연구, 민간)과 공동 활용을 통하여, 보다 신속하고 정확한 수문 평가, 홍수 위험 지도, 수문예보서비스를 제공하고 있음에 반하여, 우리나라의 기상청에서도 수문학적 서비스를 제공하기 위하여 돌발홍수와 가뭄 등 예보하는 역할을 확대시켜 수문기상 분야의 전문성 및 효율성을 개혁적으로 향상시킬 필요가 크다. 특히 기상주무부서인 기상청이 중심이 되어 수문기상과 수문학 분야에 필요한 서비스를 제공하고, 이를 각 정부부처 및 지자체, 민간에서 적극 활용할 수 있는 공동시스템의 기반을 구축하여, 보다 활발한 수문기상 분야의 교류와 협업으로 기후변화와 기상이변에 충분하고 유연한 적응이 되도록 변화가 필요할 것이다.

나. 호주 BOM (Bureau of Meteorology)

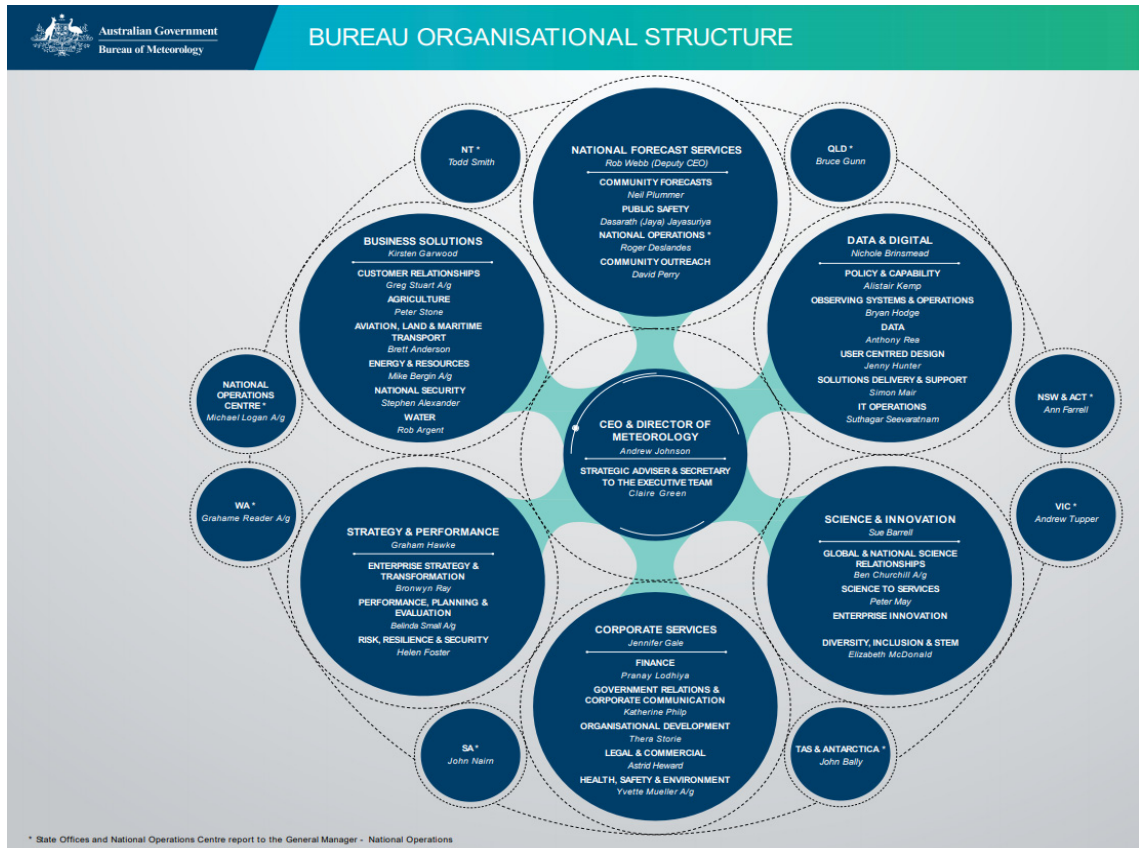
호주 기상청(Bureau of Meteorology, BOM)은 환경에너지부 소속으로, 기상관측을 통한 강수량 예측, 수자원정보 관리를 연계한 홍수예측 및 감시, 예·경보 서비스를 2010년부터 운영 중에 있으며, 호주의 물이용과 정책, 수자원공급 및 하천관리의 정보, 물이용평가보고서 등 물관리 전반의 업무를 주도적으로 담당하고 있는 것으로 파악된다. 호주는 1991년 1,000km의 녹조 발생과 2002년부터 반복적으로 전국적인 가뭄이 발생하는 등 물부족 문제가 지속적으로 제기되었고, 2007~2009년에 발생한 대홍수로 인하여, 기상청에서의 홍수예보 업무의 강화가 대두되었다.

1995년 기상법(Meteorology Act) 및 2007년 물법(Water Act 2007)에 근거하여 기상청은 물정보관리 업무를 추가적으로 맡게 되었다. 물법(Water Act 2007) 중 제7편에 물정보에 관한 규정이 명시되어있고, 기상청이 호주의 물정보를 수집·보유·관리·해석·보급할 것을 요구할 수 있는 근거를 마련함으로써 포괄적인 물정보의 관리를 기상청에게 책임을 부여하였다. 이처럼 호주 기상청은 법에 근거하여 기상, 기후, 수자원, 항공기상, 농업, 해양 정보를 제공하는 것은 눈여겨 볼만 하다.



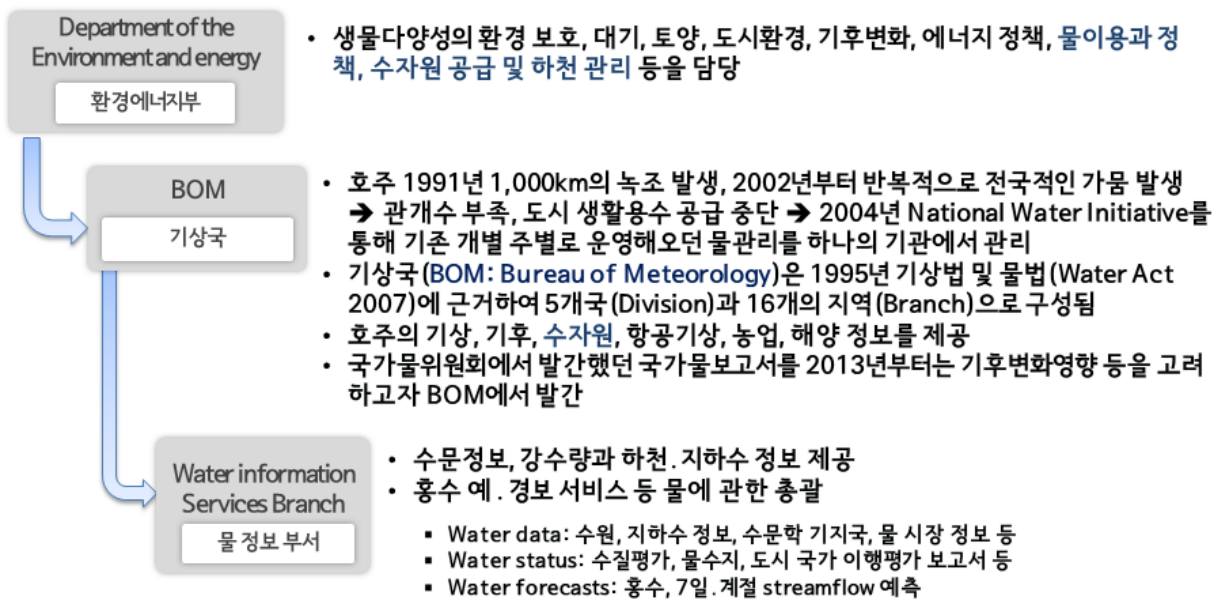
자료: BOM, <http://www.bom.gov.au/>, 검색일: 2018.8.29

〈그림 2-21〉 호주 환경에너지부 조직도 및 기상청(BOM)



자료: BOM, <http://www.bom.gov.au/>, 검색일: 2018.5.4

〈그림 2-22〉 호주 기상청(BOM)조직도 (April 4, 2018)

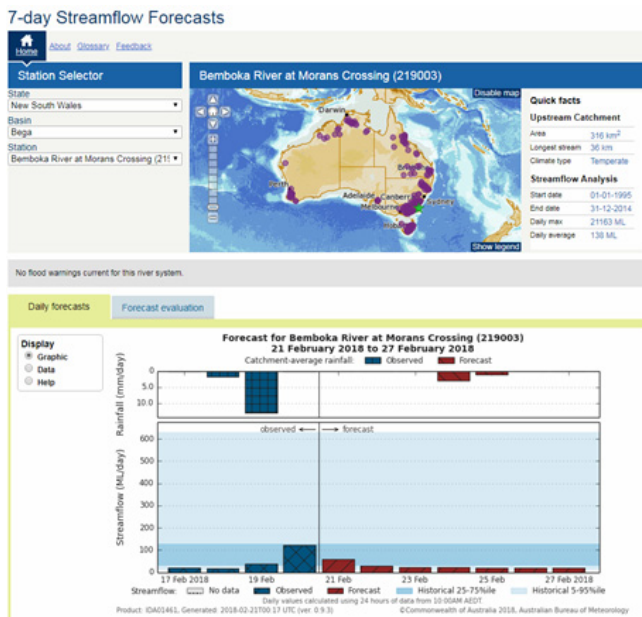


자료: 저자 작성

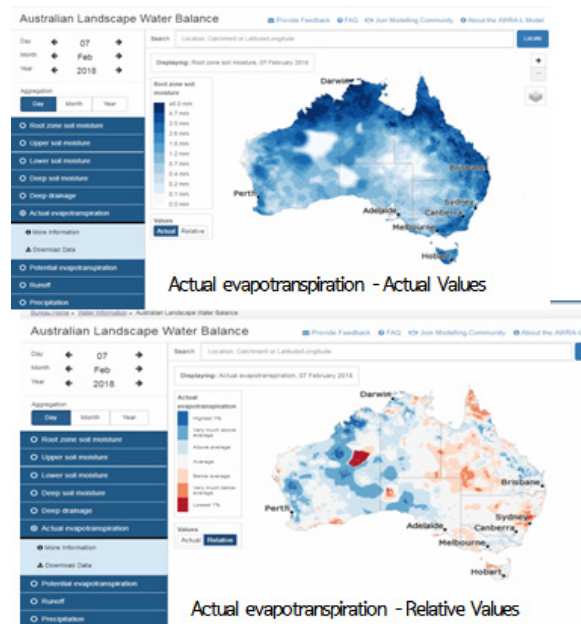
〈그림 2-23〉 호주의 수문기상 및 물관리 업무 구조

호주 기상청의 물 정보부서(Water Information Service)에서 물 데이터(water data), 물 상태(water status), 물 예보(water forecast)로 구분하여 물 정보에 대한 업무를 전담하고 있다. 부서 내에서 수문기상과 관련한 업무로는 강수량, 물의 유출량 흐름, 토양수분 및 증발산량 분석과, 홍수 및 가뭄 예측 정보를 제공하고, 정보 이용자로 하여금 기본적인 홍수 및 가뭄에 대한 대책을 세울 수 있도록 하고 있다.

물정보 부서의 수문학 기지국(Hydrologic Reference Stations)에서는 에너지환경부와 협업하여 각 주의 일별 강의 흐름을 확인하고, 유출량 흐름변화 및 장기 변동을 감지하여 정보를 제공한다. 또한 토양수분, 실제 및 잠재적 증발산량의 수치를 지역별·기간별로 분석하여 호주 전역의 물수지 정보를 제공함으로써 기후변화로 인한 장기 및 계절의 물 가용성 경향을 예측하는데 활용되고 있다(그림 2-24).



Hydrologic Reference Stations - water forecasts



Australian Landscape Water Balance

자료: : Water Information - Hydrologic Reference Stations, <http://www.bom.gov.au/water/hrs/about.shtml>;
http://www.bom.gov.au/water/landscape/#/etot_avg/Relative/Day/-38.98/130.39/4/Point/Separate///2018/2/7

〈그림 2-24〉 호주 국가 수문학 평가 및 장기 홍수 위험 지도 평가

홍수 예·경보업무는 호주 전역을 대상으로 유역기반의 홍수경보서비스프로그램(Flood Warning Service Program)을 통한 홍수 감시와 홍수 예·경보 발령한다. 홍수예측, 7일간/계절적 유출흐름 정보 서비스 제공과 홍수의 영향을 줄이기 위한 홍수 발생 전·중·후의 대처방안, 홍수 준비 매뉴얼,

교육 프로그램 등을 운영하고 있다.

- 홍수 감시(Flood Watch): 강우예보와 강수 지역 전체에 하천 범람이 예측 될 때, 강우량 합계와 범람 위험 유역을 표시하여 홍수 감시가 발령됨(홍수 발생 4일 전까지)
- 홍수 예·경보(Flood Warning): 홍수예측시스템과 홍수 발생이 예상 될 때, 기준에 따라 3단계 (Minor, Moderate, Major flooding)로 각 주의 홍수경보센터(Flood Warning Centres)를 통해 서비스 제공함

2005년부터 호주국가물위원회(National Water Commission)에서 발간했던 국가물보고서 (Australia National Performance Report)를 2013년부터는 기후변화영향 등을 고려하고자 국가 도시 물 성과 보고서(Urban national performance report)를 호주 기상국에서 발간하고 있다. 또한, 2010년부터 연간 국가 수자원 보고서(National Water Account 2017)²⁴⁾을 발간함으로써 호주 지역의 강우량, 물 사용량, 물이용 목적, 공급량 및 가용량, 수자원 이용자 등을 연간 보고하고 있다. 이는 수문기상 뿐만 아니라 물에 관련하여 매우 중대한 업무를 수행하고 있어, 극대 기후적응 측면에서 향후 우리나라 기상청 발전방안의 벤치마킹 대표 사례로 볼 수 있다.

호주의 대홍수를 계기로 물 정보가 기상청(BOM)에 필요함을 법으로 명시하고 있고, 지표수와 지하수 및 수자원에 대한 정보를 관리하여 기상관측을 통해 예상되는 강우량과 연동시켜 방재적 홍수 예·경보에 효율적이기 때문이다. 기상청은 홍수 예·경보 및 보고를 통하여 홍수에 대한 대비를 할 수 있게끔 책임을 지고 있다. 뿐만 아니라 호주 대륙은 홍수와 가뭄을 모두 겪는 지역으로, 평균 강우량 및 토양수분량, 물의 가용성, 물 사용량과 같은 정보를 이용자에게 제공함으로써 기본적인 가뭄에 대한 대책을 세울 수 있도록 하고 있다. 호주 기상청(BOM)이 물정보 수집의 중심이 되어 연방정부와 주정부간의 협의 및 합의가 진행되고 물 정보를 관리한 후로 홍수에 대한 예보가 보다 정확하게 할 수 있는 결과로 이어지고 있다.²⁵⁾ 호주의 물법인 Water Act 2007은 기상청이 호주 전 지역의 물정보에 관한 데이터를 수집·분석·제공하는 시스템을 구축함으로써 보다 정확한 홍수 예·경보, 가뭄 예측을 하여 통합적으로 물 정보를 관리하고 있다. 이는 우리나라의 기상시스템에도 반영을 할 수 있는 검토 사항으로, 법적 근거를 두어 각 부처 및 이용자에게 정보를 공유하여 기상 이변(돌발홍수, 극한 가뭄 등)에 신속한 대처를 준비하는 것이 적절할 것이다.

24) <http://www.bom.gov.au/water/nwa/2017/>

25) 국립기상연구소(2013) 기상관련 법적 수요 조사 및 분석 및 연구 III

다. 영국 FFC (Flood Forecasting Centre)

영국은 2007년 여름 주요지역의 대홍수로 인하여 긴급 홍수발생상황을 신속하게 대책할 수 있는 예보 프로세스의 중요성을 인지하여 2009년에 (수문)기상과 수문 전문가로 구성하여 홍수예보센터 (FFC: Flood Forecasting Centre)가 설립되었다. 영국 내각부(Cabinet office)의 보고서에서 환경청(EA: Environmental Agency)과 기상부서(MO: Met office)의 긴밀한 홍수 관리 업무의 협조 및 홍수모델링 개선 권고안을 제시하였고, 각 부처 간의 3개월간 회의를 거쳐, 이를 근거로 협업 구조인 FFC를 설립하였다.²⁶⁾

수량관리 부서인 환경청(EA, 환경식품농촌부(DEFRA) 소속)과 수문기상관측 부서인 기상청(Met Office, 기업에너지산업전략부 소속)이 홍수예보 협업업무를 위해 구축한 FFC는 2009년부터 영국 전역의 홍수 영향예보 업무를 수행하고 있다. FFC는 수문기상과 수량의 융합·통합관리 기반의 전문기술 센터로, 잉글랜드, 웨일즈 지역의 특정 대상에 영향예보를 기반으로 5일 이상의 홍수 위험에 대한 예보, 의사결정 가이드라인 개발 등 수행하고 있다.²⁷⁾ 환경청과 기상청의 협업구조로 이루어진 FFC는 25명의 수문기상 전문가로 구성되어 24시간 교대로 운영된다. 환경청에서 파견된 직원은 일반기상, 수치모델 교육 및 협업 적응 등 1년의 교육과정 이수 후에 홍수예보 현업에 투입되고 있다.

〈FFC 업무 개요〉

- Combining weather and flooding expertise

By combining our knowledge and experience, we are vastly improving our ability to deliver longer lead time flood forecasts and more accurate, targeted information to the Category 1 and 2 responders who have roles and responsibilities in handling emergency situations.

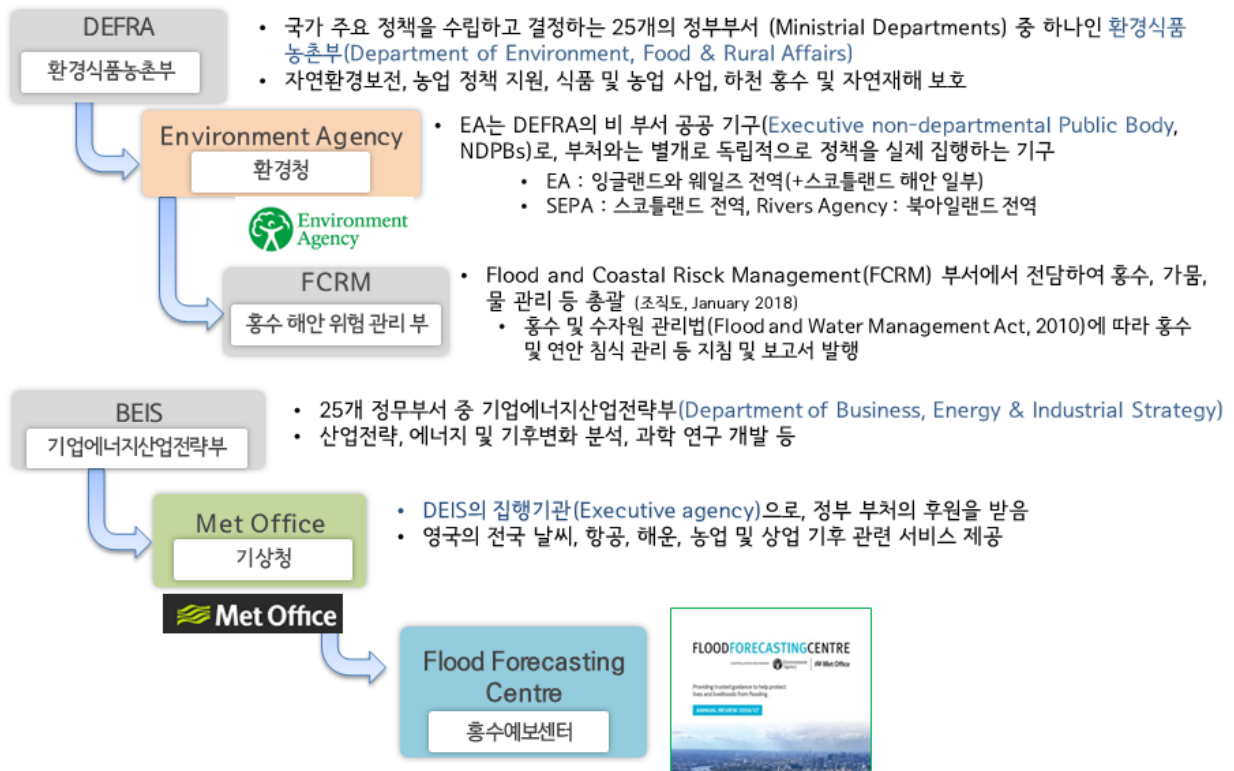
- Giving more time for responders to act

By working together, we are producing flood forecasts that are clearer, more consistent and targeted, giving our customers longer lead times and greater accuracy so that they can be better prepared for flooding.

This earlier and better communication of flood risk enables national and local responders to support the public and local communities at risk of flooding. This provides people more time to take action to protect themselves and their homes and businesses from flooding.

26) The Pitt Review ‘Learning lessons from the 2007 Floods’

27) FFC Annual review report 2016/2017



자료: 저자 작성

〈그림 2-25〉 영국의 수문기상 및 물관리 업무 구조

또한, 연구기관으로 생태 및 수문학 센터(CEH: Centre for Ecology & Hydrology)는 학계, 공공, 민간기업, NGO 등 협력연구하는 기관으로, 수문기상, 육상 및 담수 생태계, 대기, 수질 등을 조사·분석한다. 홍수예보 실무를 담당하는 FFC와 조사·분석과 보고서 발간 위주의 연구를 수행하는 CEH는 긴밀하게 정보를 공유하는데 수문기상 중심의 실무기관과 연구 중심의 연구기관의 협력으로 보다 체계적이고 과학적 공공 서비스를 제공할 수 있는 것으로 파악된다.

라. 시사점 및 소결

주요 국가별 수문기상 부문의 담당기관 업무를 비교해보면, 선진국은 수문, 기상, 수문기상의 업무가 정부 부처별로 독립적이거나 상호협력적 역할로 관련 기술과 정책을 체계화시켜 발전을 도모하는 것으로 파악되었다. 미국, 호주, 영국의 공통점은 홍수예보와 홍수통제를 이원화한 사실로 우리나라에 적지 않은 시사점이 있다고 할 수 있다. 특히 미국과 호주의 경우 수량부서의 수량측정 정보를 기상기관이 기상관측 정보와 취합하여 홍수예보에 통합적이고 실용적 업무에 적용하고 있는 사실이다. 영국의 홍수예보센터 사례도 비록 수량부처(환경부 산하 환경청)-수문기상부처(산업부 산하 기상청)의 소속이 다르기 때문에 협력센터 형식으로 홍수예보를 실시하나, 이 역시 홍수예보와 홍수통제를 이원화한다는 점은 공통점이라고 볼 수 있다. 또 하나의 공통점은 홍수, 가뭄 등 수문기상 정보 제공을 위한 시스템 구축 및 보고서 발간을 하고 있다는 것이다. 비록 나라별 홍수예보 및 보고서 발간을 위한 조직적 구조의 차이는 있지만, 수문기상 전문인력의 배치 및 협업은 견고함을 볼 수 있다.

우리나라 기상청은 기상현상에 국한되거나 수문기상학적 가뭄에 초점을 맞추어 업무를 수행하고 있는 반면, 미국과 호주는 기상부서가 주관적으로 수문기상뿐만 아니라 수문학적 예측 업무와 수자원 현황 및 분석, 하천예보를 담당하고 있어 우리나라의 기상청 업무와 확연한 차이점을 보이고 있다. 따라서 기후변화와 기상이변에 보다 신속히 대처할 수 있는 방안으로 홍수업무의 신중한 개편과 수문기상-홍수예보 및 물정부 연계활용 등에 관한 법적 근거를 마련하여 수문기상 부문의 업무 확대와 전문성 제고가 필요함을 알 수 있다.

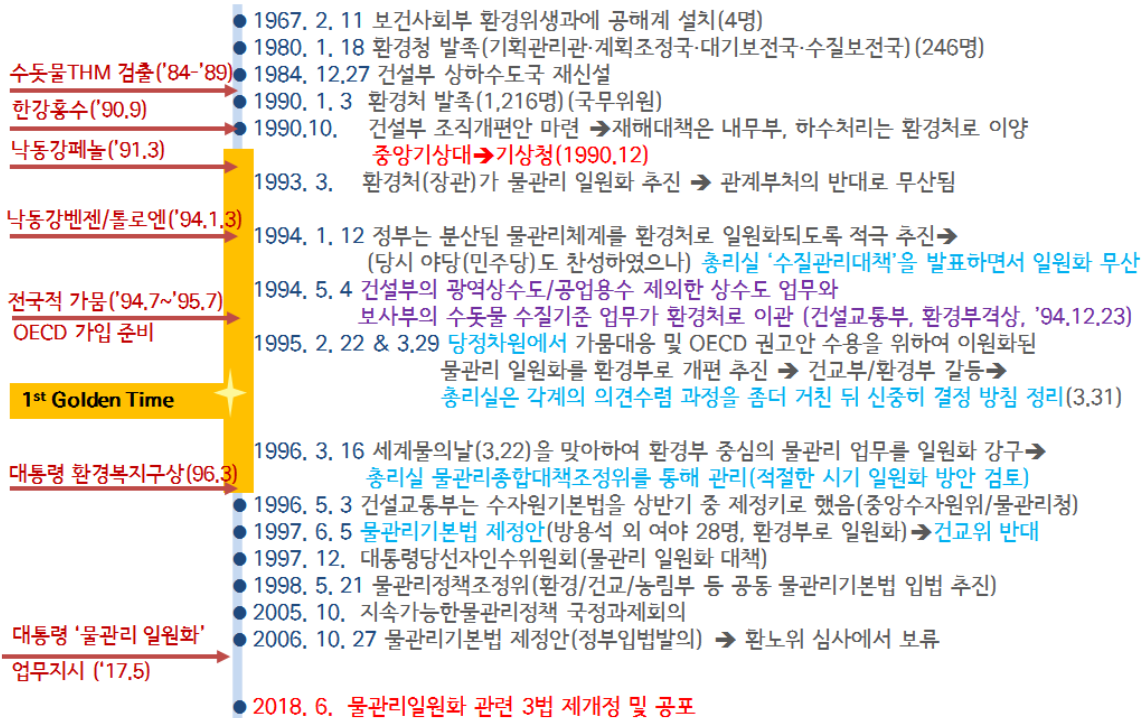
〈표 2-14〉 주요 국가별 수문기상 정책 및 업무의 담당기관과 업무 비교

구분	한국	미국	호주	영국
담당기관	기상청 (KMA)	National Weather Service (NWS)	Bureau of Meteorology (BOM)	Met Office (MO)
담당 부서	기후과학국 이상기후팀	Office of Water Prediction	Water information Services Branch	Flood Forecast Centre
소속 부처	환경부	상무부 해양대기청	환경에너지부	기업에너지산업전략부
수문기상 담당업무	<ul style="list-style-type: none"> · 수문기상 및 가뭄/이상기후에 관한 정책 수립 및 시행 · 수문기상 및 기상학적 가뭄 감시·예측·분석 · 행정구역과 권역별로 수문기상 관측자료 제공 · 매월 기상학적 가뭄 예·경보 알림 	<ul style="list-style-type: none"> · 수자원 확보와 분석 · 수문학적 예측, 데이터 시스템 운영 · 하천의 수위와 유량을 제공·분석하여 홍수와 가뭄 발생 가능성 판단 · 미국 기상청(NWS) 산하 국립 수자원 센터(NWC)에서 하천예보센터(RFC) 운영 	<ul style="list-style-type: none"> · 호주의 기상, 기후, 수자원 정보를 제공 · 수문기상 전체 총괄 · 호주 전역의 물수지(Water balance) 분석 · 국가 물이용 인프라 성과 보고서 발간 	<ul style="list-style-type: none"> · 영국 기상청(Met office)과 환경청(Environment agency) 협업 기관 · FFC는 잉글랜드, 웨일즈 지역의 특정 대상에 영향예보에 기반한 홍수예보 업무 수행 · Flood Guidance Statement User Guide(2017.12)로 홍수위험 경보 해석 안내
주요 시스템 및 정보제공	<p>〈수문기상 가뭄 정보시스템〉</p> <ul style="list-style-type: none"> · 관측자료 · 수문기상: 강우량, 토양수분량, 증발산량 제공 · 가뭄: 기상학적 가뭄 전망 	<p>〈하천예측〉 (National River Forecasts)</p> <ul style="list-style-type: none"> · 미국 전체의 하천 수위와 유량 제공 · 홍수와 가뭄 발생 가능성 판단 · 홍수로 침수될 주요 인프라 알림 	<p>〈수문자료 기지국〉 (Hydrologic Reference Stations)</p> <ul style="list-style-type: none"> · 하천의 유출량, 흐름변화 감지 · 물 가용성 경향 예측에 활용 	<p>〈홍수예보센터〉 (Flood Forecast centre)</p> <ul style="list-style-type: none"> · 홍수 가이드 설명서(FGS: Flood Guidance Statement)를 통한 5일간 홍수예측 정보 제공
인력	1,300명	12,000명	1,700명(2017)	2,102명(2007)

2.3 통합 물관리 측면의 기상청 수문기상 업무의 중요성

가. 물관리 일원화 추진 경과

문재인 정부의 물관리 일원화 전의 행정체계는 1991년과 1994년 상수원 오염에 따라 건설부의 상하수도 기능이 환경처(부)로 이관되어 지난 약 25년간 유지되었다. 이번 물관리 일원화의 역사적 배경은 1980년 초반부터 후반까지 제기된 수돗물 발암물질(THMs) 발생에 대한 국민적 불안과 상수원 관리 일원화에서 찾아 볼 수 있다. 또한 1990년 9월 폭우로 인한 한강 대홍수로부터의 홍수재해 및 하수처리장 업무의 기능 조정, 그리고 1991년 및 1994년 낙동강 상수원·수질오염 문제, 1994년부터 1995년까지 전국적 대대적 가뭄과 OECD 회원국 가입 준비, 그리고 1996년 대통령 환경복지구상 발표까지 기능조정(물관리 일원화)이 총 5회가 추진되었다. 총 5회의 물관리 일원화는 집권여당의 정치적 특성에 상관없이 건설부(건설교통부)의 수량 기능을 환경처(환경부)의 수질 기능에 이관·통합하는, 즉 환경부가 물관리 주무부서로 추진한 것이 공통점으로 발견되었다. 또 다른 공통점은 총 5회의 물관리 일원화가 지난 25년 이상 모두 실패하였으며, 그 이유는 부처 간의 갈등뿐만 아니라, 환경부서로 물관리 일원화하는 정부·정당 주도의 대안에 일부 전문가들의 반대에서도 찾아볼 수 있다.²⁸⁾



자료: 김익재 외(2017). 「통합 물관리의 기본 원칙과 정책 로드맵 연구」, 참고하여 저자 재구성

〈그림 2-26〉 과거 물관리 일원화 추진 연혁: 1990~2018

28) 김익재 외(2017). 「통합 물관리의 기본 원칙과 정책 로드맵 연구」, 한국환경정책·평가연구원

따라서 1990년 9월의 한강 대홍수와 1994년의 전국적 가뭄은 적어도 수문기상 현상이 물관리 일원화 추진에 직간접적으로 영향을 준 것으로 파악된다. 1994년 후 그동안 우리나라의 물관리 업무는 용수의 확보·공급(댐·저수지·상수도), 홍수 대비(하천, 소하천, 하수도), 물환경 보호를 위한 오염원 감시 및 차단 등의 수질관리와 수생태보호로 구분된다. 물관리 일원화 전(前)에는 주요 기능별로 총 5개로 분산되어있었다. 환경부는 지방상수도와 하수관거 및 처리장, 국토교통부는 하천, 댐과 광역상수도를 관리하였고, 행정안전부는 수해복구 및 소하천 관리, 농림축산식품부는 농업용수를 담당하는 기능별로 분산 관리를 하였다. 이러한 물관리 기능 분산 및 하향식 정책추진으로 국가-유역 차원에서 종합적인 관리가 미흡하였다고 볼 수 있다.

〈표 2-15〉 물관리 일원화 전 부처별 물관리 업무 현황

구분	물관리 업무 현황	소속 및 산하기관
환경부	<ul style="list-style-type: none"> ○ 환경·수질규제, 물환경관리, 상수도사업 등 수행 - 환경·수질 규제: 수질기준 제정, 오염물질 및 오염행위 규제 ※ 수질기준: 수질·수생태계 환경기준(원수), 수돗물·먹는샘물 수질기준(정수), 방류수 수질기준(하수·오수산업폐수분뇨 및 가축분뇨), 수질오염물질 배출허용기준 - 물환경 관리: 수질보전, 습지·생물다양성 보전, 수변녹지 조성 - 사업기능: 상·하수도(오폐수 포함), 하수 재이용, 생태하천 복원사업 - 기상/기후예측 및 예보 	국립환경과학원, 유역·지방환경청, 한국환경공단, 기상청
국토 교통부	<ul style="list-style-type: none"> ○ 하천관리, 치수, 이수, 지하수관리 등 수량관리 - 하천관리: 하천 계획·정비·유지관리, 하천수사용 및 하천점용 허가 - 홍수통제: 홍수 및 갈수의 통제·관리·예보(하천유량관리 포함) - 댐 건설·관리: 홍수조절, 수자원 확보(생활, 공업, 하천유지 등) - 광역·공업용수도 건설·관리: 수자원 배분 - 지하수관리: 지하수 조사·보전·이용 	홍수통제소, 지방국토관리청, 한국수자원공사
농림축산 식품부	<ul style="list-style-type: none"> ○ 농업용수 개발·관리, 농지 배수 등 업무 수행 - 농업용수 개발: 저수지, 담수호, 양수장 등 수리시설 확충 - 농지 배수: 배수장, 배수문 등 농경지 침수예방 - 농촌용수 관리: 저수지·방조제 등 수리시설 안전관리, 수질관리 등 	한국농어촌공사
행정 안전부	<ul style="list-style-type: none"> ○ 소하천 정비, 재해방지, 수해복구 사업, 온천 	
산업통상 자원부	<ul style="list-style-type: none"> ○ 수력발전 	한국수력원자력

자료: 한국환경정책·평가연구원(2018). 「지속가능한 통합물관리 비전 마련을 위한 포럼 - 2017년 포럼활동결과보고서」, 환경부. 해당 보고서를 참조하여 재구성

물관리 일원화는 문재인 정부 수립 약 2주 후 대통령 업무 지시(‘물관리 일원화’, 2017.5.22.) 발표되었으며, 2018년 6월 관련 3개 법령이 국회와 국무회의를 통하여 제·개정되었다. 일원화 3개 법령 중 정부조직법이 시행(18.6.8) 됨에 따라 국토교통부의 ‘수자원의 보전·이용 및 개발’에 관한 업무가 환경부로 이관되었고, 국토교통부 소관 수자원 관련 5개의 법률도 환경부로 이관되어 수량-수질 통합관리가 시작되고 있다. 6번째 추진된 물관리 일원화는 정부 부처간 간담회와 통합물관리 비전포럼 출범 등 지속적인 노력 끝에 지난 30년간 지역적, 국가적 물문제 해소를 위하여 물관리 기능개편 및 물관리 일원화가 이루어졌다.

〈표 2-16〉 물관리 일원화 후속조치와 정부조직법

법령	주요 내용	제정·시행일
「정부조직법」	- 환경부가 수자원의 보전이용 및 개발에 관한 사무를 관장하여 지속가능한 물관리 체제 수립	(시행) 2018. 6. 8
「물관리기본법」	- 물관리의 기본이념과 물관리 정책의 기본방향, 기본원칙을 제시 - 통합 물관리에 필요한 기본적인 사항(국가물관리계획, 유역 물관리종합계획 등)을 규정	(제정) 2018. 6. 12 (시행) 2019. 6. 13
「물관리기술 발전 및 물산업 진흥에 관한 법률」	- 물관리기술의 체계적인 발전 기반을 조성하여 물산업의 진흥에 기여	(제정) 2018. 6. 12 (시행) 2018. 12. 13

물관리 일원화에 큰 발판이 된 ‘지속가능한 통합물관리 비전포럼’은 물관리 관련 각계 이해관계자를 대상으로 2017년 8월부터 추진되어오고 있다. 2017년에는 수질, 수량, 수생태, 재해예방, 농업용수 등 체계적이고 균형적인 통합 물관리를 준비하고, 유역관리 거버넌스 체계를 실현하기 위하여 각 6개 분과별(정책, 법·제도, 한강, 낙동강, 금강, 영산강·섬진강)로 논의 주제를 선정하여 포럼이 운영되었다. 그 결과 물관리기본법 제정안, 물관리 기술 및 물산업 제정안 등이 도출되었고, 통합물관리 국가 비전인 “인간과 자연이 함께 누리는 생명의 물”을 기반으로 비전목표 5개와 핵심전략 15개를 구성하였다.

〈표 2-17〉 통합 물관리 핵심가치와 기본 원칙

핵심가치	기본 원칙
공공성	물의 공공성 확보
형평성	물의 균등배분의 원칙, 물의 가치 공유
공공성	건강한 물순환, 기후변화 적응
효율성	수량, 수질·수생태, 재해의 통합적 물관리, 재정최적화
책임성	유역관리의 원칙, 비용부담의 원칙
민주성	이해당사자 참여원칙, 거버넌스

자료: 한국환경정책·평가연구원(2018). 「지속가능한 통합물관리 비전 마련을 위한 포럼 - 2017년 포럼활동결과보고서」, 환경부



자료: 한국환경정책·평가연구원(2018). 「지속가능한 통합물관리 비전 마련을 위한 포럼 - 2017년 포럼활동결과보고서」, 환경부.

〈그림 2-27〉 통합물관리 국가비전 및 핵심전략(2017)

통합 물관리 비전목표별 추진 과제 중 수문기상·홍수·가뭄과 관련한 향후 추진과제로는 홍수대응 체계구축, 가뭄취약성 평가 및 통합 가뭄 정보시스템 구축, 수문·기상·환경 등을 실시간 반영하는 현장대응 중장기적 통합관리 체계 구축, 수문기상 관측 통합 및 재해 예·경보 시스템 구축이 포함되

어있다. 그러나 수문기상과 관련한 계획은 있으나 여전히 부족하여 통합 물관리 차원의 기상청 역할을 확대할 수 있는 정책 대안 수립이 필요한 것으로 판단된다. 수문기상·홍수·가뭄에 관련한 핵심 전략 및 전략목표는 아래의 6가지로 정리 될 수 있으며, ‘수문기상 예측 및 정보 시스템 구축’이 기상청의 핵심역할로 보인다. 그 중 3가지 핵심전략 1.3, 1.4, 3.6은 수문기상 부문의 기상청 역할로 보인다.

〈표 2-18〉 국가·통합 물관리 비전 중 수문기상 관련 전략

전략	전략 및 정책 추진 방향 주요 내용
1.3 기후변화에 대응한 가뭄·홍수 등 재해 안전성 강화	<p>〈전략 목표〉</p> <ul style="list-style-type: none"> - 유역단위 분산형 홍수대응 체계 구축 - 재해 관리 시설 간 연계 강화 - 가뭄 취약성 평가 및 통합 가뭄 정보 시스템 구축
1.4 수량·수질·수생태 통합연계 강화	<p>〈정책 추진 방향〉</p> <ul style="list-style-type: none"> - 수량, 수질 통합관리계획 수립 · 수문, 기상 환경 등을 실시간 반영하는 현장대응 중장기적 통합 관리 체계 구축
3.1 물기본법 제정 등 관련 법률 통합 조정	<p>〈정책 추진 방향〉</p> <ul style="list-style-type: none"> - 물기본법 제정을 통한 유역 통합물관리 기반 구축 : 통합 물관리를 위한 물관리 체계의 개편 필요 · 유역환경청, 홍수통제소, 기상청 등의 산하기관과 관련 공공기관의 중복 기능 통폐합
3.3 소유역 기반 통합 물관리 체계 정립	<p>〈정책 추진 방향〉</p> <ul style="list-style-type: none"> - 주요 소유역 단위 통합 물관리 목표설정, 계획 수립 및 이행평가체계 구축 · 수문, 기상, 환경 등을 실시간 반영한 현장대응 통합관리 체계 구축
3.6 유역 맞춤형 조사·예측·대응 및 정보체계 확립	<p>〈전략 목표〉</p> <ul style="list-style-type: none"> - 수량, 수질 등 기능별, 기관별 분절된 조사체계를 통합·시행하여 유역 단위 통합 물관리 실행력 제고 - 수문기상 관측 통합 및 재난 예·경보 정확도 향상 등 시스템 고도화를 통한 철저한 물재해 대응체계 구축 - 기관 간 정보공유체계 강화를 위한 물정보 공유 플랫폼 구축 및 데이터 활용성과 신뢰도 제고를 위한 표준화와 품질관리 실시

자료: 한국환경정책·평가연구원(2018). 「지속가능한 통합물관리 비전 마련을 위한 포럼 - 2017년 포럼활동결과보고서」, 환경부.

핵심전략 1.3 기후변화에 대응한 가뭄홍수 등 재해 안전성 강화

□ 전략 목표

- ① 유역단위 분산형 홍수 대응 체계 구축
- ② 재해 관리 시설 간 연계 강화
- ③ 가뭄 취약성 평가 및 통합 가뭄 정보시스템 구축

□ 정책 추진 방향

○ 가뭄 취약성 평가 및 통합 가뭄정보시스템 구축

- 지역별 가뭄 노출성·민감도·적응능력 등을 고려한 가뭄 취약성 평가체계 마련
 - 지역별 취약성 평가 및 가뭄취약지도(Drought Risk Map) 구축
 - 가뭄 취약지도를 기반한 지역 맞춤형 가뭄대책 수립

가뭄 취약성 평가	저감대책 발굴	효과분석 (취약성 평가법 활용)	정책 수립
· 고위험지역 및 가중 요인 분석	· 저감대책 도출 (기존시설 활용성 제고 등)	· 효과 분석 · 저감대책 우선순위 평가	· 중장기 대책수립 및 정책반영

- 기관별 운영 중인 기상, 농업, 생공용수 가뭄정보시스템을 연계한 통합가뭄정보시스템 구축
- 가뭄 발생 및 피해의 전 주기(기상학적 가뭄 - 농업, 수문학적 가뭄 - 사회경제적 가뭄) 전 행과정을 분석·예측하여 대책 수립

핵심전략 1.4 수량·수질·수생태 통합연계 강화

□ 전략 목표

- ① 행정 중심에서 유역, 수계 중심으로 통합계획 수립 전환
- ② 댐, 보, 저수지 등 수자원 시설의 유기적 통합 연계 운영체계 구축
- ③ 신속하고 효율적 의사결정을 위한 유역단위 수량-수질 통합관리센터 운영

□ 정책 추진 방향

○ 유역 중심의 통합계획 수립

- 기존의 행정구역 단위 계획에서 유역중심의 물관리 통합계획 수립·이행을 통해 수량·수질을 연계한 신속하고 효율적 관리와 하천 수질·수생태 개선, 가뭄 및 홍수 등 물 재해에 대응하는 의사결정 및 집행 체계 구축 필요

- 수량, 수질 및 수생태, 재해의 통합연계를 반영한 소하천법, 하천법 등 하천관리 법제도 개선

- 수량·수질 정보와 댐, 하천의 수질·수생태, 수생태 건강성 평가 정보의 종합적 분석을 위한 수량·수질 및 수생태 통합 정보시스템 구축 운영

○ 수량, 수질 통합관리계획 수립

- 수량-수질을 연계한 신속하고 효율적 관리를 통해 하천 수질·수생태 개선과 홍수, 가뭄 등 물재해 최소화할 수 있는 저수지, 댐, 보 등의 수리구조물의 통합 연계 운영

- 소권역 단위 가용수자원을 분석하여 수질대책과 병행한 수량-수질 연계 방안 마련

- 수문, 기상, 환경 등을 실시간 반영하는 현장대응 중장기적 통합관리 체계구축

- 녹조, 수질오염, 가뭄 발생 시 신속한 대응위한 유역단위 수량-수질 통합관리센터 운영

핵심전략 3.6 유역 맞춤형 조사·예측·대응 및 정보체계 확립

□ 전략 목표

- ① 수량, 수질 등 기능별, 기관별 분절된 조사체계를 통합, 시행하여 유역단위 통합 물관리 실행력 제고
- ② 수문기상 관측 통합 및 재난 예경보 정확도 향상 등 시스템 고도화를 통한 철저한 물재해 대응체계 구축
- ③ 기관간 정보공유체계 강화를 위한 물정보 공유 플랫폼 구축 및 데이터 활용성과 신뢰도 제고를 위한 표준화와 품질관리 실시

□ 정책 추진 방향

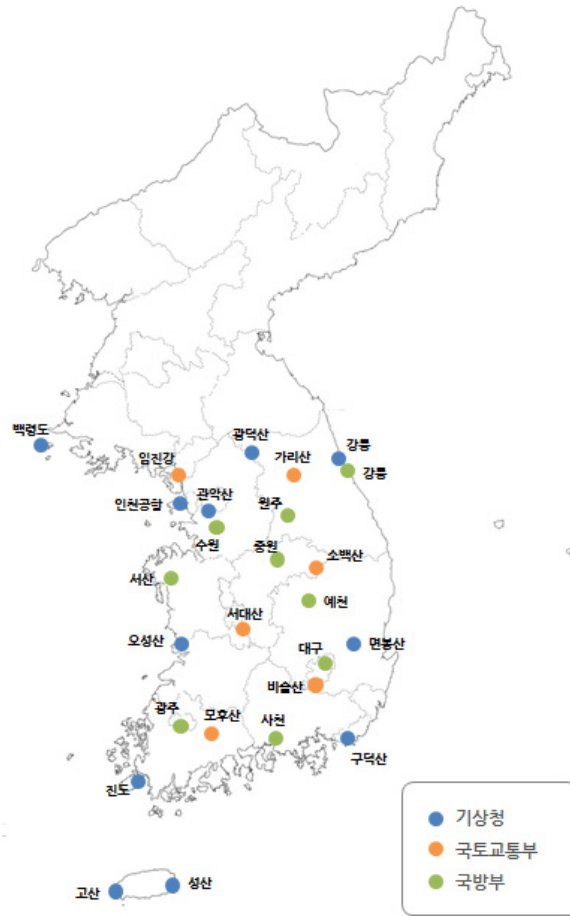
○ 효율적인 관측·예측·대응 통합체계 구축

- (기상관측 개선) 기상청 자동기상관측망(AWS)과 국토부 강수관측망을 통합하여 운영·관리하고 관측자료 품질 고도화
 - 국지성 집중호우, 홍수 등 위험기상 현상의 조밀한 감사분석 등 관측기능 통합
 - 국토부 강수량계를 AWS로 전환하여 수문 이외에 폭염, 한파, 대설, 태풍 등 재해 감시·분석 체계 구축을 통한 정보활용성 강화
- (물재해 예경보 강화) 빅데이터, AI 활용 물부족 예측기술 개발, 드론기반의 홍수분석 시스템 개선 등 4차산업혁명과 연계한 시스템 고도화
 - 지자체 관할 수원의 실시간 자료 취득체계 구축 및 가뭄에 취약한 소규모 취수장, 마을상수도까지 가뭄 예경보 확대

물관리 일원화 전부터 수문기상 부문의 효율적인 기능 조정 방안 등 통합을 위한 노력을 지속되어왔다. 물관리 분산화의 대표적인 사례로 홍수통제소와 기상청이 각각 운영하는 지상 강우 관측망과 기상·강우 레이더 운영 부문이다.

기상청은 레이더 운영 및 기술개발의 효율성을 제고하기 위하여, 개별 운영하던 레이더를 통합 운영하는 체계로 전환하고, 그 잉여인력으로 기상레이더센터를 설립('10.4)하였고, '범정부적 기상-강우레이더 공동활용' 연수회를 진행하였다. 현재는 기상청(기상감시·예보), 국토교통부(現 환경부, 수문관리·홍수예보), 국방부(군항공기 이착륙지원)의 기상레이더를 공동 활용하고 있고, 레이더 결측 시 인근 지역의 타부처 레이더로 상호보완 중에 있다.²⁹⁾

29) 기상레이더센터, <http://radar.kma.go.kr/administration/step5.do>



자료: 기상청 보도자료(2017.5.29.), '기상레이더, 4차 산업혁명과 융합한다!' -기상청, 「2017 기상-강우레이더 사용자 공동연수회」 개최 -

〈그림 2-28〉 국내 레이더 관측망 현황('17.5월)

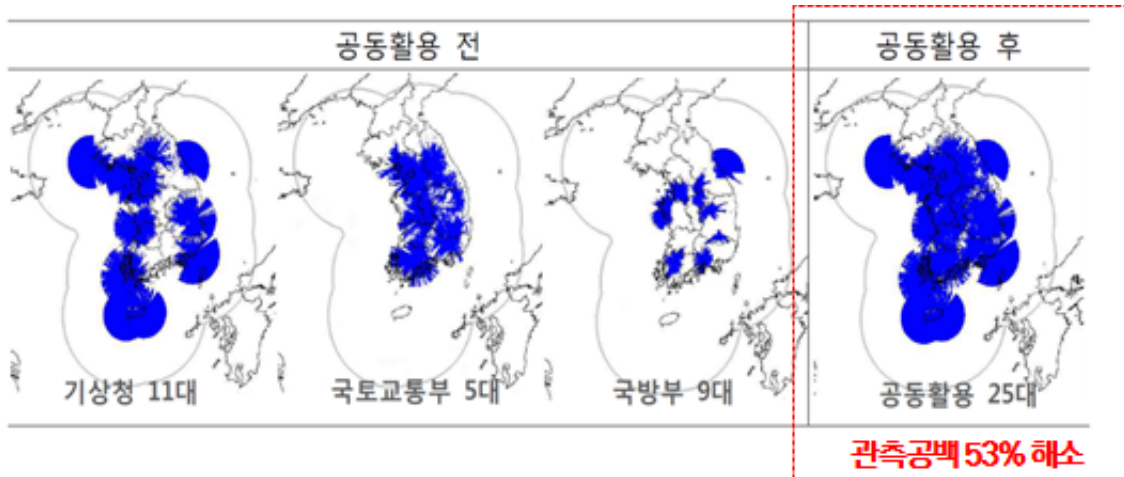
〈표 2-19〉 강우 및 강수 레이더 비교 분석

구분	기상청 (기상레이더센터)	환경부 (한강홍수통제소)
관측정보	기상감시 및 예보	수문관리 및 홍수예보
운영현황	대형 11개소, 소형 연구용레이더 3개소	6 개소(대형 5, 소형1), 신설 추진 3개소 (대형1, 소형2)
관측범위	국내 내륙 전역, 해안 외곽 (150~200 km)의 강수 및 바람 현상	내륙 주요 강유역(한강, 낙동강, 금강, 영산강)의 강수현상
수평관측반경	150~240 km	150 km
관측	연직 15 km 고도까지 관측	연직 2.5 km 고도까지 관측
주기	5~10분	2.5분 주기

자료: 기상레이더센터 홈페이지; 기상청 자료 참고하여 재구성

레이더의 관측 특성·기능·방법이 동일한 레이더의 별도 운영으로 레이더 자료 수집 시간이 5~10분 지연되고 수평적 관측중복 영역이 발생한다(표 2-19). 기상지원의 기상레이더와 수문지원의 강우레이더의 운영 목적은 다르나, 레이더의 특성, 기능 관측방법은 거의 동일하여 통합 운영이 가능하다고 판단된다.

현재 부처별 레이더 기기 운영 목적이 다르다고 주장하고 자료 공유 수준의 협력 수준에 머무르고 있으나 기상청은 기상레이더센터에서 중점적인 역할을 하고 있다. 기상청은 레이더 자료의 공동활용을 위한 인프라를 구축하였으며, 기상청-국토부-국방부 간 관측자료와 개발기술을 공유하여 관측사각지대 53%를 해소하였고, 기상청이 주도하여 국토부와 국방부에 레이더자료 품질관리 및 강수량 추정 등 기술교육을 지난 2011년 1월부터 주도하고 있다. 또한 범정부 레이더 공동활용 협의 및 기술교류와 범정부 공동실험 공간인 '레이더테스트베드' 활용 협업과제를 19건 수행하였다.



자료: 기상청 보도자료(2017.5.29.), '기상레이더, 4차 산업혁명과 융합한다!' 자료를 참고하여 재구성

〈그림 2-29〉 강우 및 기상 레이더의 공동 활용 전·후 비교

이상기상 및 이상기후에 대응 할 수 있는 최고 수준의 수문기상 자료 생산과 제공은 국가 안전과 국민 생활과 경쟁력이 절대적이므로, 물관리 일원화에 따른 수문기상 자료의 고도화를 위해서는 기상청을 수문기상 업무의 주무부서으로 설정하고, 효율적 관측망 운영에 효율성을 제고하는 방안 등 조정방안의 검토가 필요하다. 고품질 레이더 자료 생산기술과 우세한 위험기상 분석 기술로 통합 운영 환경을 구축하여 인력 및 조직 개편을 통해 업무의 연속성 유지와 효과적 기상·수문 업무를 지원할 수 있을 것으로 전망된다. 또한, 통합 관측망 활용으로 위험기상(돌발홍수) 예보 지원과 방재의사 결정자 맞춤형 서비스 제공으로 더 신속 정확한 대국민 레이더 정보 서비스를 실현할 수 있다.³⁰⁾

30) 기상청 자료(2017), 통합물관리 협업을 위한 수문기상 홍수예경보 연계운영 제안

관련 자료를 연계하고 공유하는 것은 개별 운영보다는 효율적이지만, 보다 강력한 사무추진 기반을 구축할 수 있는 조직적 통합이 보다 효율적이다. 특히 수문기상을 포함하는 물관리 행정체계는 부처 조직 중심이 아닌 통합 물관리의 효율성을 높이기 위한 방향으로, 기술역량 강화와 국민안전 관점에서 통합·조정하는 방향으로 나아가야 할 것이다. 레이더 중복과 더불어 기상청과 홍수통제소에서 운영하는 지상 강수 관측망 중복의 개선이 대두되고 있는데 이와 유사하게 환경부와 국토교통부의 수위·유량 측정망의 근접성은 최소 17.2%에서 최대 79.1%까지 평가되었고 이는 연간 약 20억원에서 91억원의 운영비 손실이 있는 것으로 평가된 것과 같이³¹⁾, 강수 관측망의 중복과 개선점을 검토할 필요가 있다.

기상청(588개소)과 홍수통제소(517개소)의 지상 강수 관측시설은 관측주기와 관측단위(기상청 1분 0.1mm, 홍통 10분 1mm) 차이로 연계활용 부족한 실정이다. 최근 들어 발생하고 있는 국지성 집중호우 감시를 통한 돌발홍수 및 도시침수 예측성 향상을 위한 관측방법의 통일이 시급하다. 기상청은 현재 범부처 균질한 관측자료 생산 및 관리 필요성 증대로 강수정확도 향상을 위한 통합운영 구축 기반 마련을 추진 중에 있다. 관측망의 효과적이고 실용적으로 운영하기 위해서는 부처 간 긴밀한 협업 및 협의가 필요할 것으로 판단된다. 이와 함께 수문기상 항목의 강수, 증발산량(ET), 토양수분량(SM)을 구분하여 기상청과 수자원공사 및 홍수통제소의 기상 관측시설 및 관련 업무를 비교 분석하였다(표 2-20). 기상청은 위성 및 레이더를 활용한 과학적 분석을 근거로 관측하고 기상예측모델을 운영하고 있어, 기상·수문기상·수문에 첨단 과학 기술의 활용도가 높다.

31) 김익재 외(2017), 통합 물관리의 기본 원칙과 정책 로드맵 연구, 한국환경정책·평가연구원

〈표 2-20〉 (수문)기상 관측항목 비교 분석

(수문) 기상 항목	기상청				現 환경부(홍수통제소)			
	관측시설		관련 업무		관측시설		관련 업무 (행정안전부 등)	
	종류/개소	주기 등 특성	분석시스템	정보서비스	종류/개소	주기 등 특성	분석시스템	정보서비스
강수	▪ 위성: 1기(1; 2A)	▪ 최대 8분	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 3km 기상예측모델 정식 운영 ▪ 수문기상예측정보시스템 ▪ 유역별 초단기레이더 예측강수량 개발 ▪ 돌발홍수위험도예측기술 개발 ▪ 집중호우 등 위험기상에 대한 초단기예보의 기상실황 업데이트 주기 10분으로 단축('17.3) ▪ 중기(+10일)예보 변동성 정보(강수 확률) 제공('17.12) ▪ 증발산량은 농업기상정보 서비스와 연계 ▪ 「기상연보」 강우량, 증발량 	▪ 위성: 없음	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 2.5분(2.5km) ▪ 10분(1mm) ▪ 30분 간격 측정 ▪ 1일(청미천, 설마천) ▪ 2시간 간격 측정 ▪ 1일(청미천, 설마천) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 풍수해 피해예측시스템 ▪ 시설물피해예측 ▪ 시간대별 침수예상지도 결합을 통한 최대 침수예상지도 구축 기능 ▪ 실시간 수문자료 제공(한강홍수통제소 홈페이지) ▪ 홍수알리미 App 서비스 ▪ 「수문조사연보-강수량 편」 유역별 강수량, 증발산량, 토양수분량 		
	▪ 레이더: 11기 (대형 8, 소형 3)	▪ 5~10분(15km)		▪ 레이더: 6기(대형5, 소형1), 3개 신설				
	▪ 지상관측: 590개	▪ 1분(0.1mm)		▪ 지상관측: 517개				
ET	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 천리안 위성 ▪ 천리안 위성2A('18) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 1일(동아시아) ▪ (1km×1km) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Flux Tower 2개소(한강홍수통제소) ▪ TDR 2개소(한강홍수통제소) ▪ 없음 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 30분 간격 측정 ▪ 1일(청미천, 설마천) ▪ 2시간 간격 측정 ▪ 1일(청미천, 설마천) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 풍수해 피해예측시스템 ▪ 시설물피해예측 ▪ 시간대별 침수예상지도 결합을 통한 최대 침수예상지도 구축 기능 ▪ 실시간 수문자료 제공(한강홍수통제소 홈페이지) ▪ 홍수알리미 App 서비스 ▪ 「수문조사연보-강수량 편」 유역별 강수량, 증발산량, 토양수분량 			
SM	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 천리안 위성 ▪ 천리안 위성2A 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 1일(남한) ▪ (4km×4km) 						
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 지상관측: 15개 							

자료: 기상청과 홍수통제소 홈페이지 및 관련 자료 검토 후 저자 재작성

행정적 및 기술적 준비와 더불어, 기상청 내부에서는 물관리 일원화 전부터 그간 꾸준히 기상청의 수문기상업무(수문기상예측정보 생산 및 서비스, 연계활용 방안)와 정책기능 강화를 위한 노력이 있었다(표 2-21). 특히, 수문기상 업무의 입법적 공백으로 인한 기상청업무가 정보제공위주의 서비스 및 예측 불가능한 홍수나 지속적으로 발생하는 가뭄에 대한 예측과 전망을 제시하기 어렵다는 문제점은 꾸준히 제기되어왔다³²⁾. 정책연구의 결과를 비추어 볼 때, 수문기상 업무와 기능이 발전되기 위해서는 법적 근거 구축이 선행되어 수문기상의 정책, 연구, 기술에 대한 독립적 지원이 우선시 되고, 통합 물관리 측면에서 응용과 융합된 업무가 진행되어야 한다.

〈표 2-21〉 수문기상 부문의 선행 연구 사례

연구과제명	연도	주요 내용
기후변화 대응 수문 기상 통합시스템 구축 및 추진방안(5개년) 마련 (기상청, 세종대학교)	2010.3	·국내 수문기상정보 연계 활용을 위한 기상분야 중점 과제 및 핵심연구 제시 ·'수문기상예측정보시스템', '수문기상예측정보센터' 설립의 타당성 및 세부 역할 제시
국가 수문기상예측정보시스템 구축을 위한 정보화전략계획 수립 (기상청, 시도컨소시엄)	2012	·수문기상 관련 물 관리 유관기관 분석 ·수문기상예측정보시스템 구축 단계별 목표, 이행평가 마련
기상정보 활용 및 가치 창출 지원 연구 (국립기상연구소 정책연구과)	2013.12	·기상융합연구에 대한 기상기술정책, 전략개발 등 융합연구 체계 구축 방안 ·사회-기상 접목 연구로 국가수문기상 업무에 관한 입법정책 연구, 수문기상 관련 법률의 제개정 타당성 검토, 법률안 제시
기상관련 법적 수요 조사 분석 및 연구 III (국립기상연구소, 연세대산학협력단)	2013.12	·수문기상 업무 및 관련 법률의 문제점/필요성 제시 ·가뭄 등 수문기상정보 활용 및 지원에 관한 법률(안) 제시
투명하고 공정한 기상청 실현을 위한 기상청 조직개편 방안 (기상청, 한국능률협회컨설팅)	2014.5	·기상청의 현황진단, 국내외 사례를 통한 벤치마킹 등 정리 ·조직개편방안 마련: 수문기상과 신설, 수문학-수문기상학 전공자 등 전문인력 임용 제안
기상업무 발전을 위한 중장기 정책 개발 연구 (국립기상과학원, 인터젠컨설팅(주))	2015.11	·국내외 기상기관 정책/사업/예산 분석 ·기상청 중기(2017~2021) 중점 추진 전략의 추진과제 세부실행 계획 도출
기상청 수문기상가뭄 업무 중장기 발전방안 연구 (기상청, (주)인사이터스)	2016.11	·기상청 수문기상 가뭄 업무의 제도적 기반 마련 등 역할 명확화 ·수문기상 가뭄업무 중장기 발전 전략 및 과제 도출
기상예보체계 발전 방안 연구 (기상청, (주)인사이터스)	2017.9	·사회경제적 환경변화에 따른 예특보 운영의 제도개선 방향 ·대국민 이해증진을 위한 기상정보 운영체계 제시 ·기상청의 예보관 역량 강화

32) 김백조 외(2013), 「기상정보 활용 및 가치 창출 지원 연구」, 기상청·국립기상연구소

그동안 수문기상의 법적 기반 마련을 위한 노력이 있었으나, 외부 요인에 의하여 실현되지 못하였다. 수문기상업무의 체계적, 효율적 수행을 위하여 법적근거를 마련하기 위한 움직임은 2012년부터 시작되었다. 2014년 12월 양창영 국회의원의 주도 및 기상청이 주관한 「수문기상정보의 활용에 관한 법률안」 입법 토론회를 개최하여 수문기상에 관한 논의가 시작되었다.

가뭄 등 수문기상정보 활용 및 지원에 관한 법률(안) (‘14.8, 양창영 의원)	
제1조 (목적)	제10조 (수문기상정보체계의 공동활용)
제2조 (정의)	제11조 (수문기상정보체계의 품질관리)
제3조 (수문기상업무의 관할 등)	제12조 (가뭄 감시 등)
제4조 (가뭄 등 수문기상 업무에 관한 기본계획의 수립)	제13조 (가뭄전망의 생산 및 제공)
제5조 (가뭄 등 수문기상 업무에 관한 연도별 시행계획의 수립)	제14조 (가뭄정보 공동생산 활용체계의 구축 등)
제6조 (수문기상 현상의 감시 등)	제15조 (교육 및 훈련)
제7조 (수문기상감시정보의 제공 요청)	제16조 (연구개발사업 추진)
제8조 (수문기상예측정보의 생산 및 제공)	제17조 (국제협력)
제9조 (수문기상정보체계의 구축 운영)	제18조 (유관기관과의 협력 등)
	제19조 (위임과 위탁)

이듬해 2월, 양창영 의원은 위의 단독 법률(안) 내용을 축소한 「기상법 일부 개정법률안」을 대표 발의하였다. 법안 발의의 주요 내용은 기상업무에 수문기상 및 가뭄현상에 관련된 업무를 포함하고, 중앙행정기관 및 지방자치단체의 협조와 수문기상·가뭄·감시에 대한 정의³³⁾를 추가하였다. 2015년 4월 환경노동위원회는 기상청과 국토부의 수문기상 업무 중복 가능성을 제기하였고, 부처 간 업무영역의 조정이 필요하나, 수문기상과 수문을 동일시하여 반대하였다. 일반 국민이 사용하는 가뭄의 의미와 법에서 이를 정의할 실익이 있는 것으로 보이지 않는다는 의견으로 ‘기상학적 가뭄’으로 의미를 한정해야한다고 결론이 내려졌다³⁴⁾. 환경노동위원회 법안심의회(‘15.6)에서는 ‘수문기상’ 용어가 삭제되어 상정되었으며, 결국 환경노동위원회 법안심사소위원회에서 최종 법률안이 보류(‘15.11)되었다.

물관리 일원화 전 입법적 노력에도 불구하고, 또 다른 수문기상 업무의 중복이 이어질 가능성이 있다는 판단 하에 법적/제도적 기반 구축을 이루지 못하였다. 물관리 일원화 이후 후속조치에 따른 법령 및 계획, 조사평가 체계 등 재정비가 이루어질 것이며, 이를 계기로 기상법의 제정, 수문기상의 정의, 수문기상 업무 범위 등 타협 및 재추진이 필요하다.

33) 법안 발의 내용 중 수문기상의 정의를 다음과 같이 정리하였다. 3의3. “수문기상(水文氣象)”이란 대기와 지면 사이에 물의 순환이 수자원에 영향을 주는 현상을 말한다.

34) 환경노동위원회(2015), 「기상법 일부 개정법률안 검토보고서」, 국회의안정보시스템

나. 물관리 일원화의 후속조치와 향후 방향

물관리 일원화의 후속조치로 법령 및 계획을 조정이 진행될 것이다. 수문기상 관련된 「수자원법」 및 「한국수자원공사법」 그리고 「수자원법」과 「기상법」과의 관계 등을 숙지할 필요가 있다(표 2-22).

〈표 2-22〉 물관리 일원화 관련 3개 법령과 수문기상 관련 법령 및 내용

법령	주요 내용	수문기상 관련 법령 및 내용
「정부조직법」	- 환경부가 수자원의 보전이용 및 개발에 관한 사무를 관장하여 지속가능한 물관리 체제 수립	- 「수자원법」 - 「한국수자원공사법」
「물관리기본법」	- 물관리의 기본이념과 물관리 정책의 기본방향, 기본원칙을 제시 - 통합 물관리에 필요한 기본적인 사항(국가물관리계획, 유역물관리종합계획 등)을 규정	- 기본원칙: 유역별관리, 통합물관리, 기후변화 대응 등 - 국가 및 유역계획
「물관리기술 발전 및 물산업 진흥에 관한 법률」	- 물관리기술의 체계적인 발전 기반을 조성하여 물산업의 진흥에 기여	- 정의: 타. 그 밖에 관계 법률에 따라 물을 이용 또는 관리하는 사업 중 대통령령으로 정하는 사업

물관리 일원화(「정부조직법」‘18.6.8 공포)에 따라 환경부는 하천의 수량 및 용수를 수질 및 수도 관리 사무와 함께 추진하고 국토교통부의 사무는 하천시설물 관리 중심으로 조정이 되었다. 기타 정부조직개편에 따라 물관리 기능이 표 2-23과 2-24와 같이 변경이 되었다. 향후에도 물관리 일원화 후속조치 과정에 물관리 관련 제도와 계획을 수용하기 위하여 물관리 기능의 특성이 충분히 반영된 유역기반의 물환경 관리체계 정비가 추진될 것으로 예상되며 이 과정에 수문조사 및 홍수통제에 관련하여 기상청과 홍수통제소 간 업무조정 필요성이 검토될 수 있을 것으로 예상된다.

〈표 2-23〉 정부조직법의 변화: 정부 기능

구분	일원화 前 국토교통부	일원화 後	
		환경부 이관	국토교통부 존치
정부 기능	<ul style="list-style-type: none"> · 하천 점용허가 · 하천공사 및 유지보수 · 하천시설 관리 · 홍수통제(수량결정) · 수문조사 · 수자원산업 육성 · 댐 운영관리 · 광역상수도 	<ul style="list-style-type: none"> · 수문조사 · 수자원산업 육성 · 댐 운영관리 · 광역상수도 · 홍수통제(수량결정) 	<ul style="list-style-type: none"> · 하천 점용허가 · 하천공사 및 유지보수 · 하천시설 관리

자료: 환경부 보도자료(2018.6.5), '물관리일원화 정부조직법 개정, 통합물관리 개시'

〈표 2-24〉 정부조직법의 변화: 소관 기관 및 기능

하천공간 관리(국토부)		수자원 및 수량 관리(환경부)	
소관기관	기능	소관기관	기능
지방 국토청	<ul style="list-style-type: none"> · 하천구역 결정 및 고시 · 친수관리구역 고시 · 하천변동 조사 · 하천기본계획 수립 · 하천공사 및 유지보수 · 하천의 점용허가 	· 홍수통제소	<ul style="list-style-type: none"> · 댐·보 연계운영 · 홍수조절을 위한 조치 · 하천수 사용 허가
		· 홍수통제소 · 수자원위원회	<ul style="list-style-type: none"> · 하천유지유량 설정 · 하천수 사용·관리, 조정
		· 수자원위원회	· 하천수 분쟁조정

자료: 환경부 보도자료(2018.6.5), '물관리일원화 정부조직법 개정, 통합물관리 개시'

「물관리기본법」(’18.6.8 공포, ’19.6 시행)은 지속가능한 물관리 체계 확립을 위해 물관리의 기본 이념 및 원칙³⁵⁾, 국가·유역물관리위원회의 설치 등을 규정하였다. 국가·유역 물관리 기본계획의 주요 내용을 살펴보면, 가뭄·홍수 재해예방, 기후변화에 따른 물관리 취약성 대응 방안은 기상청의 수문기상 부문의 업무와 밀접한 관계를 지닌다.

35) 본 보고서 '제2장 2.1 기상청 수문기상 업무의 변천과 현황 중 가. 수문기상 정의 및 관련 법령 현황'에 상세히 서술하였다.

〈표 2-25〉 국가 및 유역 물관리 위원회 개요

구 분	국가물관리위원회	유역물관리위원회
소 속	대통령	국가물관리위원회 소속
위원장	공동위원장 2인 (국무총리 및 민간 1인)	공동위원장 2인 (환경부장관 및 민간 1인),
위 원	관계 중앙행정기관의 장 및 학계, 물관련 단체, 전문가 등 30인 이상 50인 이내 (대통령 위촉)	관계 시·도지사 및 공공기관 임직원, 학계, 시민단체, 전문가 등 30인 이상 50인 이내 (국가물관리위원회 위원장 위촉)
주요기능	국가·유역 계획 심의·의결, 유역간 물분쟁 조정 등	유역 계획 심의·의결, 유역 내 물분쟁 조정 등
국가·유역 물관리기본계획 수립 절차	환경부장관이 10년마다 국가물관리위원회의 심의를 거쳐 수립	유역물관리위원회 위원장이 10년마다 유역·국가위원회 심의를 거쳐 수립

자료: 환경부 보도자료(2018.6.5), '물관리일원화 정부조직법 개정, 통합 물관리 개시'

〈표 2-26〉 국가 및 유역 계획의 주요 내용

국가물관리기본계획	유역물관리종합계획
<ol style="list-style-type: none"> 1. 국가 물관리 정책의 기본목표 및 추진방향 2. 국가 물관리 정책의 성과평가 및 물관리 여건의 변화 및 전망 3. 물환경 보전 및 관리, 복원에 관한 사항 4. 물의 공급·이용·배분과 수자원의 개발·보전 및 중장기 수급 전망 5. 가뭄·홍수 등으로 인하여 발생하는 재해의 경감 및 예방에 관한 사항 6. 기후변화에 따른 물관리 취약성 대응 방안 7. 물분쟁 조정 및 수자원 사용의 합리적 비용 분담 원칙·기준 8. 물관리 예산의 중·장기 투자 방향에 관한 사항 9. 물산업의 육성과 경쟁력 강화 10. 유역물관리종합계획의 기본 방침 11. 그 밖에 지속가능한 물관리를 위하여 대통령령으로 정하는 사항 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 유역의 물관련 여건의 변화 및 전망 2. 유역 수자원의 개발·보전·다변화와 물의 공급·이용·배분 3. 유역의 가뭄·홍수 등으로 인하여 발생하는 재해의 경감 및 예방에 관한 사항 4. 유역의 물환경 보전 및 관리, 복원에 관한 사항 5. 기후변화에 따른 유역 물관리 취약성 대응 방안 6. 유역 물관리 비용의 추계와 재원조달 방안 7. 지역주민을 포함한 이해당사자의 참여 및 물문화 창달 8. 그 밖에 유역의 지속가능한 물관리를 위하여 대통령령으로 정하는 사항

자료: 「물관리 기본법」(법률 제15653호, 시행2019.6.13.)

제25차 국무회의('18.6.5)에서 물관리 일원화 관련 3법 및 관련 부처 직제 등 국무회의 심의를 통해 확정되었고, 수량·수질 재해 예방의 통합 물관리 추진의 기틀을 마련하였다. 물관리 일원화에 따라 부처별 풍수해 대비 계획 간담회('18.6.19)와 환경부·국토교통부 정부의 통합 물관리를 위한 상호협약을 체결('18.6.19)하였다. 그리고 환경부는 지난 6월 20일 통합물관리 비전포럼 제4차

전체회의(‘주제: 물은 환경이다’)에서 통합 물관리 정책 방향을 발표하였고, 제43회 국정현안점검조정회의(18.6.28)에서 물관리 일원화 관련 입법 마무리 이후 후속조치를 차질 없이 추진하고, 통합 물관리 체계를 본격 구축하기로 하였다.

최근 빠른 속도로 물관리 일원화 후속조치가 이루어지고 있으며, 환경부는 2018년 1월 통합물관리 비전(“인간과 자연이 함께 누리는 생명의 물”)과 핵심전략을 설정한 바가 있다. 이를 토대로 통합 물관리 정책방향으로 4가지 핵심전략을 발표하였다.³⁶⁾ 그 중 두 가지의 핵심전략이 수문기상과 기상청과 관련된 정책이다.

첫째, 유역통합 물관리 체계를 구축하여 예전보다 상당히 효율적이고 체계적으로 물을 관리해나가는 것으로, 수량-수질 통합물관리 체계 정비안을 마련하고, 수질·수자원조사·평가 및 정보망을 연계하고 통합하는 표준화 및 공동활용 방안을 마련하기로 하였다. 둘째, 가뭄·홍수 등 국민 안전을 최우선 과제로 추진하기 위하여 가뭄 취약지역 물부족 해결, 기후변화 등으로 빈발하는 집중호우 및 도심홍수에 대응하는 체계를 확립할 계획이다. 환경부는 강우레이더 전국망(6기) 구축, 종합관제센터 설치, 기상청 협업 강화로 산간·접경지역까지 정확도 높은 홍수 예측정보 제공을 추진한다. 또한 기상청, 한국수자원공사, 농어촌공사 등 기관·분야별로 생산되는 가뭄 정보를 통합·연계하고, 권역별 홍수위험지도·가뭄취약지도를 제작하여 사전 대응대책 수립에 활용할 계획이다. 결론적으로 물관리 일원화 후속조치로 수문기상 부문의 역할이 크며, 이는 기상청의 역할이 중요함을 알 수 있다. 또한, ‘지속가능한 통합 물관리 비전포럼’에서 제시한 핵심전략의 이행을 위한 심층과제가 진행된다. 환경부 통합물관리 준비기획단에서는 다음 6개의 심층과제가 진행 중에 있다. 수문기상 내용과의 연계성이 높은 것은 다음 3개 과제로 볼 수 있다. 앞서 언급하였던 법적 근거 마련, 관측망 및 레이더 통합 방안, 홍수 및 가뭄 관리 업무와 연계가 있다. 특히 ‘물관리 관련 법령 및 계획의 통합적 정비방안 마련 연구’는 물관리와 관련한 법령 및 계획의 전수조사가 이루어질 것으로 보이며, 수문기상과 관련한 내용을 포함하고 점검해야할 「기상법」과 「수자원법」의 검토 및 논의가 필요하다. 또한, ‘조사·정보체계의 표준화 및 통합계획 수립’ 연구에는 물관리 기관별 측정망 조사 및 국가 공통 측정망(안)을 제시할 것으로 보여 수문조사망과 기상관측망의 점검이 포함될 것이다. ‘유역단위 통합형 홍수·가뭄 대응체계 구축방안 연구’는 유역 차원 통합 홍수관리, 기상·농업·생활 및 공업·수문학적 가뭄과 연계한 통합평가 지표 개발에 대한 정책연구이다.

물관리 일원화 후속조치인 환경부의 심층 정책과제는 통합 물관리의 첫걸음이며, 「물관리기본법」

36) 국무조정실 보도자료(2018.6.28.), ‘물관리 일원화로 물관리 효율을 높이겠습니다.’

의 시행과 국가 및 유역관리계획의 기반을 마련해나갈 것으로 파악된다. 기상청의 역할 및 수문기상 업무와 기상청의 역할 재정립의 기회이며, 수문기상 관련 개선을 위해서는 물관리 일원화 후속 조치 및 정책 방향 설정에 적극 참여할 수 있는 기회라고 판단된다.

〈표 2-27〉 물관리 일원화 후속조치: 심층 정책과제

연번	과제명	수문기상 관련 내용	수문기상과의 상관성
1	물관리 관련 법령 및 계획의 통합적 정비방안 마련	없음	·높음: 법령 및 계획의 전수조사
2	통합물관리를 위한 재정체계 개선 방안 연구	없음	·낮음
3	유역 통합 물관리 체계와 거버넌스 운영 방안 연구	없음	·낮음
4	통합 물관리 평가지표 및 평가체계 마련 연구	없음	·낮음
5	조사·정보체계의 표준화 및 통합계획 수립	있음	·높음: 물관리 기관별 수집항목별 측정망 조사 및 국가 공통 측정망(안) 제시 ※ 환경부 물환경측정망, 국토교통부 수문조사망, 기상청 기상관측망
6	유역단위 통합형 홍수·가뭄 대응체계 구축방안 연구	있음	·높음: 유역차원 통합 홍수관리, 환경기름 지수 개발, 기상·농업·수문학적 가뭄 지수와 연계한 통합평가 지표 개발
7	도랑에서 하구까지 건강한 통합물관리체계 구축 방안 연구	없음	·낮음

다. 시사점 및 소결

수문기상은 통합 물관리 및 물순환 측면에서 독립적 업무의 영역이면서도, 융합·응용·연계적 영역임에도 불구하고 국내 수문기상의 중요성과 학문적, 기술적, 정책적 인식은 높지 않다. 반면 세계 기상기구(WMO)와 주요국의 기상기관(NWS, BOM, FFC 등)은 위성 등 과학적 인프라와 시스템 기반의 수문기상과 관련 기술과 정책을 체계적으로 고도화하고 있다. 즉, 수문기상과 수문 등 융합 학문 발전을 도모하고 있음을 알 수 있다.

물관리 일원화 추진과정(통합 물관리 비전포럼, 통합 물관리 준비기획단 등)에서도 수문기상 관련 개선점 검토는 일원화 후속조치 및 정책방향 설정에도 여전히 부족하여, 그 개선점 논의와 정책 대안 개발의 착수가 서둘러 필요한 것으로 이 필요하다. 현행 국내 수문기상과 직접 관련된 법령은 없으나, 사실상 수문기상적(강수량, 증발산량, 토양수분 등) 관점보다는 수문학적 측면에서 「수자원법」의 수문조사에 포함·명시되어있다. 수문기상의 전문성과 기술의 고도화도 지금까지 수문 분야 위주로 발전되고 있는데 향후에는 원천 및 응용 기상 분야와 융합적 접근의 필요성이 강조될 개연성이 매우 클 것이다.

물관리 일원화 혹은 통합 물관리 측면에서 환경부의 통합물관리 정책방향(18.6.28.)에 따라 국내 수문기상 업무 현황을 재조명해야할 필요성이 매우 크다. 또한, 강수 등 수문기상 정보를 관측하고 수집하는 위성, 원격탐사, 지상관측망은 정부 1,291개소(기상청 590개소, 환경부 517개소, 수자원공사 184개소)와 지자체 2,262개소로 총 3,553개소는 정보 공유 및 협력체계 구축의 수준에 머물고 있어, 관측망의 통합 운영이 필요하다. 이를 분석할 수 있는 슈퍼컴퓨터와 기상위성 및 환경위성을 활용하고 응용하는 통합체계를 구축하여 수문기상 측면에서 이상기후(돌발홍수, 도심침수, 가뭄예보 등)에 효율적이고 적극적인 대처가 필요한 시점이다.

제3장

통합 물관리에 대비한 기상청의 역할 정립과 발전방향

- 3.1 통합 물관리 측면의 기상청 역할과 SWOT분석
- 3.2 통합 물관리에 대비한 기상청 역할 정립
- 3.3 통합 물관리에 대비한 기상청 수문기상 업무의 발전방향
- 3.4 통합 물관리 구현을 위한 수문기상 업무 관련 법령 통합·조정안

제3장

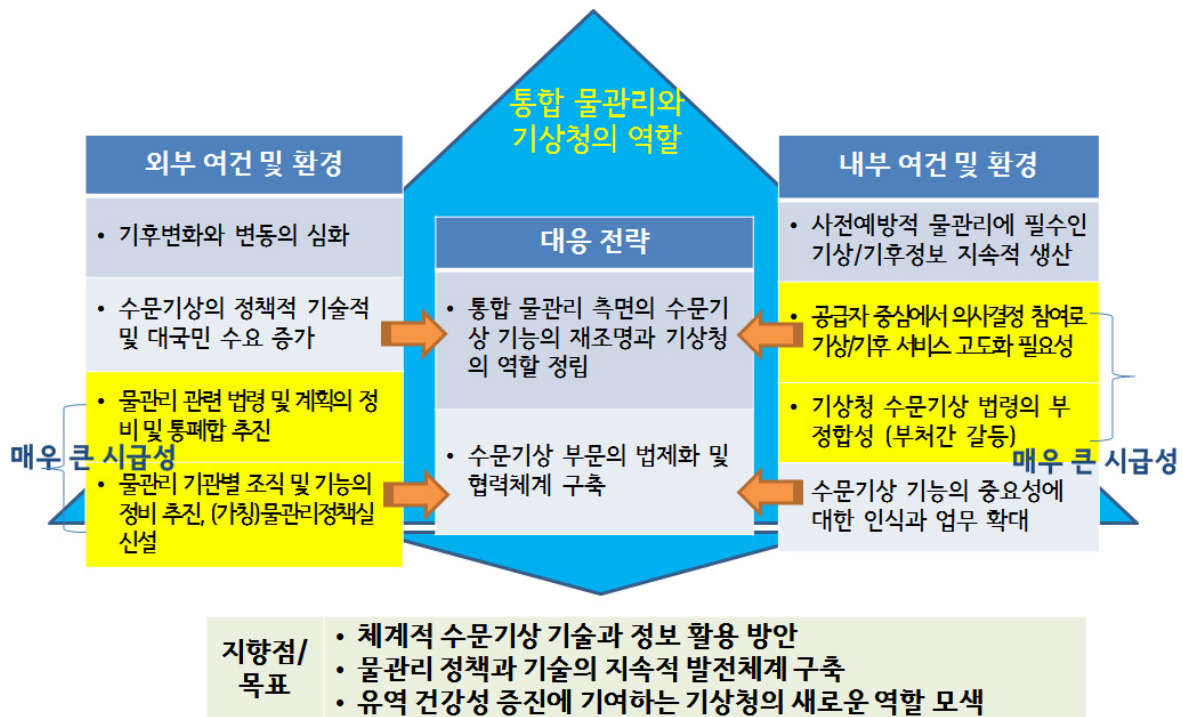
통합 물관리에 대비한 기상청의 역할 정립과 발전 방향



3.1 통합 물관리 측면의 기상청 역할과 SWOT 분석

가. 통합 물관리 측면의 기상청 역할

통합 물관리 측면의 기상청의 역할을 분석하기 위하여, 내외부여건 및 환경을 조사하고 이에 따른 대응 전략을 구상하였다(그림 3-1). 외부적으로는 기후변화와 불규칙한 수문기상 현상(홍수 및 가뭄의 빈도 증가, 수질 및 생태계의 훼손 등)으로 인하여 수문기상의 정책적·기술적 수요가 증가하고 있다. 물관리 일원화 이후 관련 법령 및 계획의 정비(통폐합), 물관리 기관별 조직 및 기능을 검토하고 정비를 추진하고 있다. 내부적으로는 수문기상 법령은 부재하거나 관련 법령 간의 부정합성 문제가 있으며, 수문기상 기능의 중요성에 대한 인식과 업무확대가 필요하다. 사전예방적 물관리에 필수인 기상정보의 생산과 더불어 기상청은 공급자 중심의 의사결정참여자로서 기상·기후 서비스 부문의 고도화가 필요하다. 내외부적으로 물관리 일원화의 후속 조치가 신속하게 추진되고 있어, 기상청의 대응전략 및 수문기상 기능이 재조명 되어야할 필요성이 있다.



〈그림 3-1〉 물관리 일원화 후속조치 측면의 기상청 내외부 여건 및 환경, 대응전략

따라서, 대기와 관련한 기상학의 한 부분으로서의 수문기상 법제정, 직제 규정으로 명확한 정의 및 업무 규정을 통하여, 체계적인 수문기상 정보 생산과 사전대응 감시 및 예측 업무 등 수문기상 정책 및 기술의 고도화를 목표로 한 효율적이고 합리적인 기상청의 역할 재정립이 필요하다.

기상청의 새로운 역할을 모색하기 위해서는 체계적 수문기상 기술과 정보 활용, 물관리 정책과 기술의 지속적 발전체계 구축, 유역 건강성 증진 등과 같은 지향점을 수립할 필요가 있다.

나. 수문기상 업무 확대를 위한 SWOT 분석

앞서 살펴본 것처럼, 기후변화의 영향과 수문기상 이변으로 인한 유역 건강성 증진을 고려한 통합 물관리 측면의 수문기상 업무의 신규 수요가 증가하고 있다. 이에 대한 기상청의 적극적인 대응 정책이 필요할 것으로 사료된다. 따라서 기상청의 역할이 수문기상 정보를 공유하는 수준을 넘어서는, 즉 수문기상 정보 생산·분석·제공을 담당하는 수문기상 업무 확대를 위한 SWOT 분석을 실시하였다. 앞서 기술한 기상청의 수문기상 내외부 환경인 업무와 기능을 기존 연구보고서 및 자료를 토대로 강점(Strength), 약점(Weakness), 기회 (Opportunity), 위협(Threat)에 대한 분석 종합 진단한 후, 정책/법령, 기술, 서비스 3가지 관점에서 재정리하였다(표 3-2).

기상청은 기상정책 계획인 기상업무발전 기본계획(5년)을 수립하고 매년 이행평가를 실시하는 등 제도를 체계적으로 구축하고 있으나, 효과적인 수문기상 대응 정책과 업무 수행을 위하여 수문기상 중심의 기본계획 수립(법정계획)이 필요할 것으로 사료된다. 기술적 측면에서는 세계적 수준의 슈퍼 컴퓨터 보유하고 있고, 기상-기후 관측 장비 운용 기술과 다년간 축적된 위성기술의 고도화는 과학적 기반의 기상 관측 및 예측으로 기술적 우위에 있으며, 수문기상 업무에 있어서 강점이라고 볼 수 있다. 또한 다수의 내부조직(수치모델링센터, 기상레이더센터, 국립기상과학원)을 이미 보유하고 있어, 수문기상 업무 수행에 있어서 연계 가능성이 매우 높다. 특히 전 국토를 포함하는 지방조직(지방기상청)을 통해 지역 기상-기후 정보를 수집하고 활용하여 해당 지역에 보다 빠른 관측 및 예보 등 서비스 제공이 가능하다. 현재 운영하고 있는 수문기상 가뭄 정보시스템을 활용한 수문기상 정보의 공유 및 확산 가능성이 있다. 물관리 일원화 후속조치 단계에 있어, 수문기상을 포함하는 입법화 추진의 기회와 더불어, 기상청의 물관리 일원으로서의 참여와 수문기상의 중요성을 널리 알릴 수 있는 기회가 앞에 놓여있다. 기상청 수문기상 관련 업무와 기능은 다음 <표 3-1>에 정리하였다.

〈표 3-1〉 기상청 수문기상관련 업무와 기능의 종합 진단

강점(S)	약점(W)
<ul style="list-style-type: none"> · 기상·기후 관측 장비 운용 기술의 다년간 축적 · 슈퍼컴퓨터 보유(누리(세계 8위), 미리(세계9위)), 기상위성 · 수치모델링센터, 기상위성센터, 항공기상청, 기상과학원 등 과학기반의 조직업무 운영 · 전 국토를 포함하는 조직운영(기상(지)청 9개소, 기상대 5개소) · 높은 전문직(기술직, 72.7%; 연구직 12.4%)의 인력 비중(현원 기준) 	<ul style="list-style-type: none"> · 기상·기후 정보서비스 제공(공급/집행) 위주의 업무 · 다른 경로(타 기관 등)를 통한 수문기상유사정보 획득 가능 · 수문기상관련 법제 간(직제, 기상법 등) 정합성 미비 · 물관리 다원화 체제(부처 이기주의 등)의 수문기상 고유업무 수행 및 발전의 한계 · 수문기상업무에 대한 인력, 전공자의 부족 · 원천/융합기술 개발의 한계 · 기상법 재정비(용어 등)의 필요성
기회(O)	위험(T)
<ul style="list-style-type: none"> · 기후변화 심화에 따른 수문기상 정책 및 기술 고도화의 수요 증가 · 다양한 기상/기후 서비스 고도화를 통한 부가가치 창출 · 수문-기상 연계 업무의 높은 잠재력, 수문기상 직제 기능(국내 유일) · 통합 물관리(물관리 일원화)에 따른 수문기상 등 입법화 추진의 기회 · 입법화에 따른 관련 조직 신설 및 인력/예산 확충 가능 · 기상청 내부협력을 통한 매우 큰 시너지 창출 가능 · 통합 물관리 측면에서 물관리의 일원으로 참여 · 수문기상기반의 관련 물관리 업무(방재, 상하수도, 물환경 포함)의 협력체계 	<ul style="list-style-type: none"> · 환경부(현행 물환경정책 분야) 및 입법기관과의 협력체계 부족 · 수문기상업무(예: 기상·강우레이더)의 중복으로 인한 재정 낭비 · 대국민 날씨정보에 대한 신뢰도 향상 · 수량-수질 중심만의 물관리 일원화 완료(물관리 입법화(물관리기본법, 물기술산업법, 수량-수질통합법 등), 기상청 관련 법령 개정의 실패) · 물관리 일원화 보류/지연에 따른 수문조사 전담기관(환경부 규정고시)의 선정완료 및 공공기관 신설 추진(현재 수문조사기본계획 수립 중)

〈표 3-2〉 수문기상 부문별 종합 진단: 정책/법령, 기술, 서비스

강점(S)		약점(W)	
정책/법령	<ul style="list-style-type: none"> • 체계적인 기상정책 계획, 이행평가 수립(기상업무발전 기본계획 등) → 그러나 수문기상기본계획은 부재함 	정책/법령	<ul style="list-style-type: none"> • 기상법 재정비(용어 등)의 필요성 시급 • 수문기상 관련 법제간(직제, 기상법) 정합성 미비 • 물관리 다원화 체제(부처 이기주의 등)의 수문기상 고유업무 수행 및 발전의 한계
기술	<ul style="list-style-type: none"> • 세계적인 수준의 슈퍼컴퓨터 보유, 위성기술의 지속적 고도화 • 관련 다수의 내부조직(수치모델링센터, 기상위성센터 등) 이미 보유 → 수문기상과 높은 연계 가능성이 있음 	기술	<ul style="list-style-type: none"> • 수문기상 원천/응용기술 개발을 위한 인력 및 예산 부족 • 수문기상 업무 지원 공감대 형성 노력 필요
서비스	<ul style="list-style-type: none"> • 수문기상가뭄정보시스템을 활용한 정보 확산 가능성 • 지방조직을 통한 지역 기상-기후 정보/활용 서비스 가능 	서비스	<ul style="list-style-type: none"> • 고품질 관측·예측정보를 활용한 응용정보 서비스 확대 미흡(공급/집행 위주 업무)
기회(O)		위험(T)	
정책/법령	<ul style="list-style-type: none"> • 통합 물관리(물관리일원화)에 따른 수문기상 등 입법화 추진의 기회, 입법화에 따른 관련 조직 신설 및 인력/예산 확충 가능 • 기상청 내부 협력, 인력 양성을 통한 매우 큰 시너지 창출 가능 • 통합물관리 측면에서 물관리의 일원으로 참여 	정책/법령	<ul style="list-style-type: none"> • 수문기상, 가뭄 업무의 명확한 추진을 위한 법적 근거 부족 • 환경부 및 입법기관과의 협력체계 부족 • 물관리 일원화 보류에 따른 수문조사전담기관의 신설 및 수문조사기본계획의 수립 • 수량-수질 중심의 물관리 일원화 완료(물관리 입법화(물관리기본법, 물기술산업법, 수량-수질통합법 등), 기상청 관련 법령 개정의 실패)
기술	<ul style="list-style-type: none"> • 구축된 시스템 및 협업체계를 활용한 수문기상 기반의 관련 물관리 정보 생산 용이 	기술	<ul style="list-style-type: none"> • 수문기상업무(예: 기상/강우 레이더, 시스템)의 중복으로 인한 재정낭비
서비스	<ul style="list-style-type: none"> • 기후변화 심화에 따른 수문기상 정책·기술 고도화와 유관기관의 정보 요구 증대 • 다양한 기상/기후 서비스 고도화를 통한 부가가치 창출 	서비스	<ul style="list-style-type: none"> • 다양한 수문정보와 사업으로 인한 정보전달체계의 혼란 • 수문기상, 가뭄 업무에 대한 대국민의 이해도부족

따라서 통합 물관리 측면의 기상청 역할을 위한 전략 계획 수립 시 강점을 살려서 기회를 포착하는 S-O 전략(강점-기회)을 마련하였다(표 3-3). 기상청의 통상적 기상업무 목표는 기술적, 서비스 부문의 강점과 계획 추진으로 달성 가능성이 높을 것으로 전망된다. 그러나 수문기상 업무의 추진 혹은 고도화를 위한 기상청 역할의 정립은 수문기상 법적 기반 구축이 가장 먼저 선행되어야 할 우선순위로 판단된다. 따라서 물관리 일원화 후속조치 과정에서 수문기상 법제화를 통한 기상청 고유 업무 확보와 운영 및 정보 서비스의 총괄 수행 기관으로서의 검토가 지속적으로 필요하다.

〈표 3-3〉 SWOT 분석에 따른 전략 : 강점-기회 중심으로

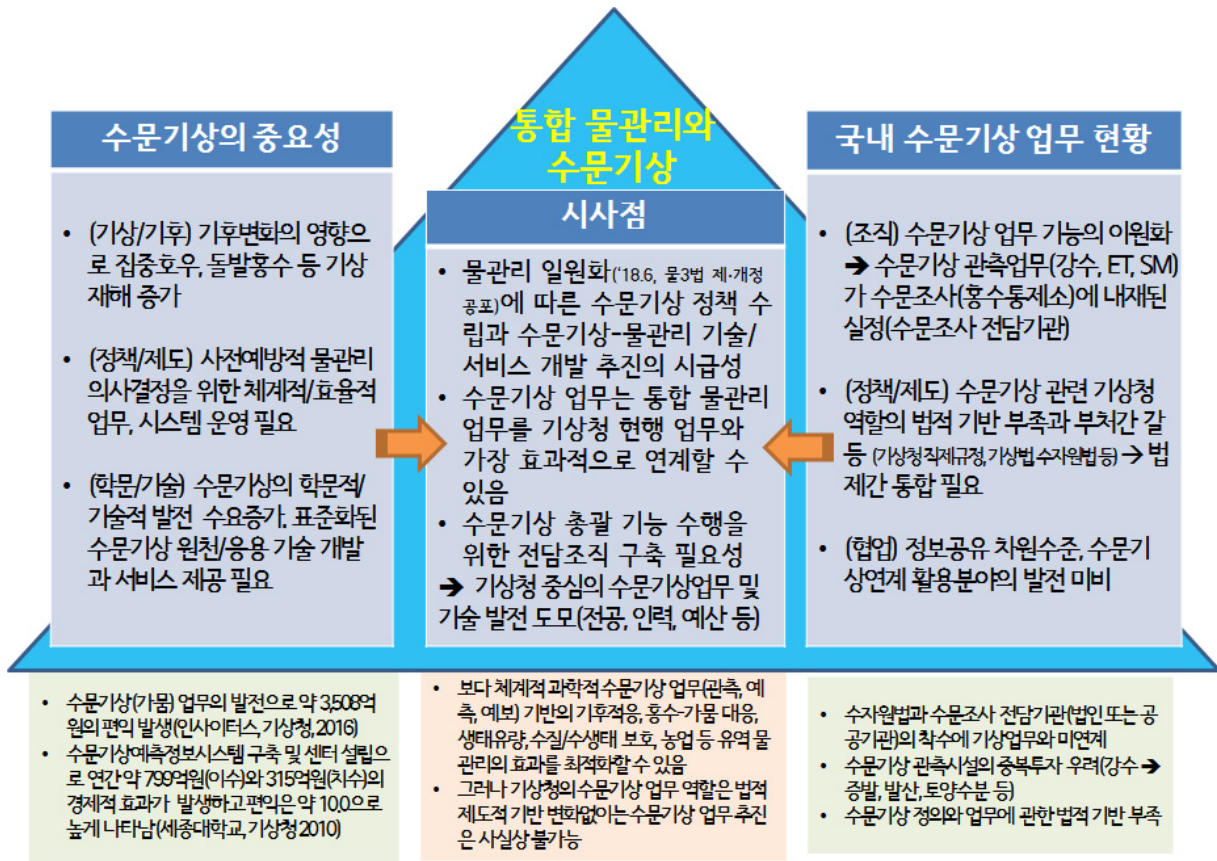
SW(강점-약점 전략)	OW(기회-약점 전략)
<ul style="list-style-type: none"> ·(정책/제도) 통합 물관리 기반의 수문기상 법령 정비 기획 	<ul style="list-style-type: none"> ·(정책/제도) 법령 정비/통합 물관리에 대비한 수문기상 총괄기구 설치와 하부조직 신설 및 인력/예산 확보
<ul style="list-style-type: none"> ·(기술) 첨단 과학인프라 기반의 수문기상 원천/응용 기술 개발과 확대 	<ul style="list-style-type: none"> ·(기술) 수문기상의 수요 공감대 형성에 따른 기상청 내부 기술의 협력으로 시너지 전략 마련
<ul style="list-style-type: none"> ·(서비스) 본청-지방청의 고품질 관측/예측정보 제공과 활용으로 수요자(국민, 물관리자) 부응 	<ul style="list-style-type: none"> ·(서비스) 단순 정보제공에서 벗어나 물관리 의사결정을 위한 수문기상 서비스 수행 및 제공
ST(강점-위협 전략)	OT(기회-위협 전략)
<ul style="list-style-type: none"> ·(정책/제도) 환경부 및 입법기관과의 협력 향상, 국가 수문기상 기본계획 기획 추진 	<ul style="list-style-type: none"> ·(정책/제도) 물관리주무부서와 긴밀한 협의체계 구축, 수문기상 총괄기구로서 물관리 의사결정의 구성원으로 역할 확대
<ul style="list-style-type: none"> ·(기술) 국가 강우측정망(레이더 등)의 통합과 지자체와 통합정보운영 기술 마련 	<ul style="list-style-type: none"> ·(기술) 수문기상 R&D의 재정비와 지원확대
<ul style="list-style-type: none"> ·(서비스) 수문기상 이해 증진을 위한 대국민 콘텐츠 제작, 교육프로그램 진행 	<ul style="list-style-type: none"> ·(서비스) 수문/수문기상 업무와 역할로 인한 정보전달 및 운영 서비스의 최적화

주: 기상산업, 남북협력, 국제협력 분야는 본 연구에서는 미포함 하였음

3.2 통합 물관리에 대비한 기상청 역할 정립

가. 기상청 수문기상 업무의 역할 정립: 정책/제도, 기술, 서비스

통합물관리와 수문기상의 시사점을 정책/제도, 기술, 서비스 측면에서 정리하였다(그림 3-2).



〈그림 3-2〉 물관리 일원화와 수문기상 업무의 중요성 및 시사점

기상/기후 관점에서 집중호우, 돌발홍수, 도시침수 등 최근 기후변화 영향에 따른 기상재해 증가로 수문기상의 중요성이 강조되고 있다. 또한 정책·제도적으로는 수문기상 총괄기능 이행으로 보다 과학적이고 효과적인 물관리의 의사결정이 필요하며, 학문과 기술 측면에서는 독립적이고 상호연계적 수문기상 학문과 기술의 발전이 요구된다.

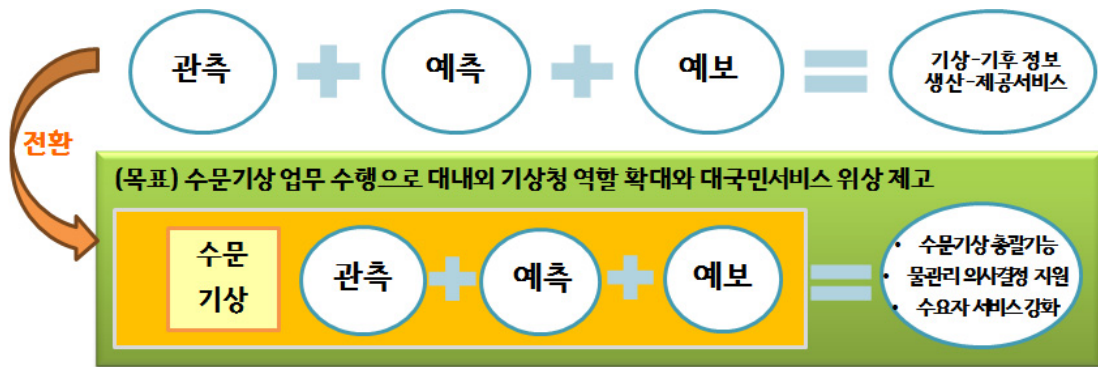
업무의 측면에서는 환경부 홍수통제소의 수문조사에 수문기상의 업무와 조사항목(하천유역의 강수량, 증발산량, 토양수분 함유량)³⁷⁾이 내재되어 있고, 「수자원법」과 수문조사 전담기관(17.12, 한국수자원조사기술원)³⁸⁾이 지정되었다. 정책·제도적 측면에서 수문기상 업무 수행을 위한 기상청 역

37) 「수자원의 조사·계획 및 관리에 관한 법률」(법률 제14544호, 시행 2017.7.18.)

38) 「수문조사 전담기관의 지정 및 운영에 관한 규정」(국토교통부고시 제2017-650호, 시행 2017.9.27.)

할과 법적 위상이 부족하고, 정부부처 간(기상청, 홍수통제소, 수자원공사) 업무의 중복이 지속되어 오고 있다. 현재 수문기상 협업체계는 정보공유 차원의 수준으로 「수자원법」 및 수문조사전담기관의 착수에 기상업무와 연계성이 없어, 수문기상연계 활용분야의 발전은 미비하거나 예전처럼 수문 분야 위주로 추진되어 수문기상의 제약적 발전이 예상된다.

결론적으로 통합 물관리 업무를 기상청 현행 업무와 가장 효과적으로 연계할 수 있는 발전 방안이 필요하다. 기존 관측과 예측 그리고 예보를 통한 기상-기후 정보 생산 및 제공 서비스로의 기상청의 역할에서 '수문기상 업무 수행으로 대내외 기상청 역할 확대와 위상을 제고'의 목표의 전환이 필수적이며, 목표를 달성하기 위하여 정책/제도, 기술, 서비스 3가지 범주로 통합 물관리에 따른 수문기상의 업무의 지속성장을 위한 역할을 제시하고자 한다.



〈그림 3-3〉 기상청 수문 기상 업무의 목표

우선적으로 정책 및 제도의 기반 구축과 기술 및 서비스의 점진적 확대로 정리 할 수 있다. 법적·제도적 기반 구축으로 수문기상 총괄 기능 수행을 위한 전담조직을 설치하는 등 통합 물관리 측면의 수문기상 기능의 재조명과 통합 물관리 관점에서 유역 물관리를 위한 수문기상 전문가 양성 등 조직의 역량 강화로 기상청 내부의 조직 전문성 및 제도적 기반 마련이 선행되어야 한다. 원활한 업무 수행 및 역할 확대를 위해서는 수문기상 정책연구 및 R&D 투자 예산 반영 등 수문기상학 발전의 중요성이 강조되어야 한다. 기상청은 정책 및 제도, 기술 발전으로 내부 역량을 강화하고, 통합 물관리 체계 하에 활용 가능한 정보 생산 및 제공 등 유역 기반의 체계적인 서비스 개발을 추진이 필요하다.

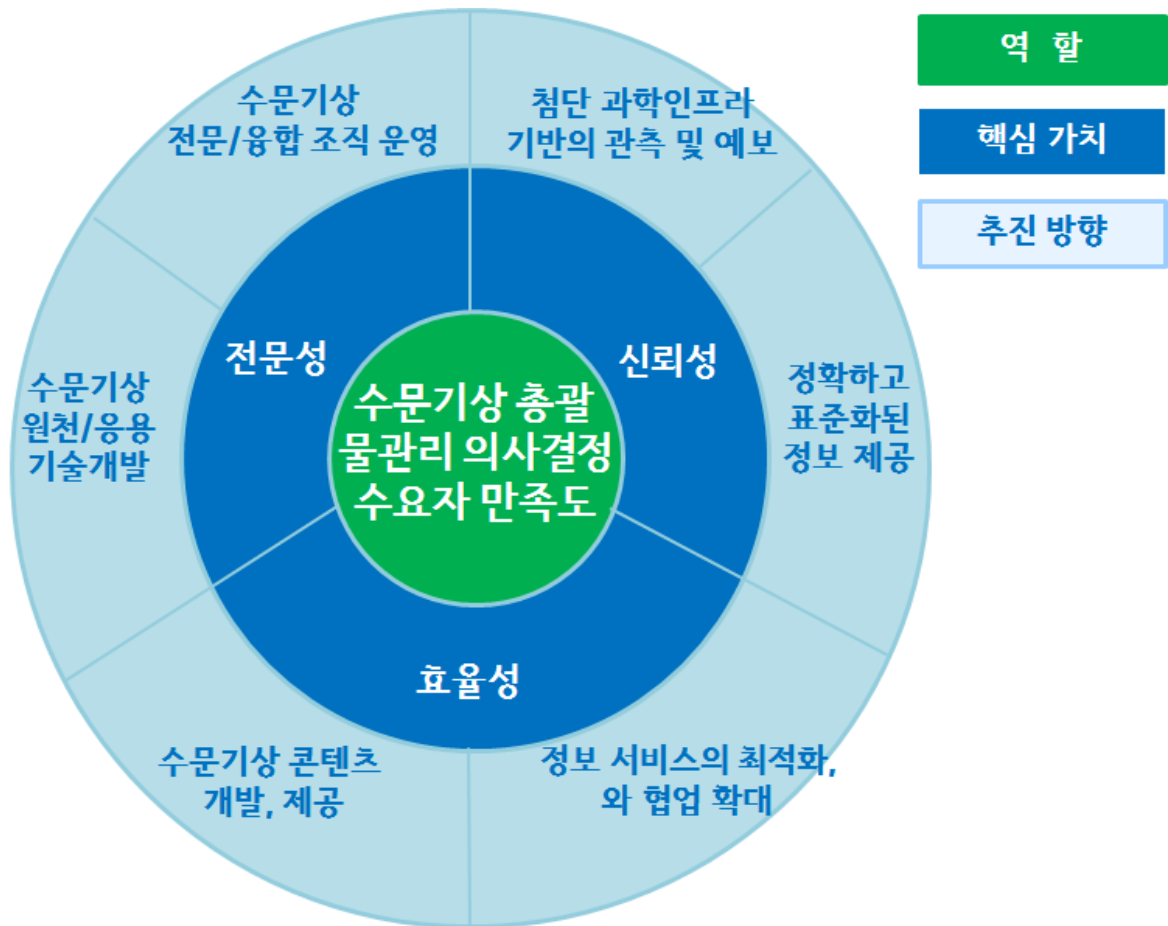
〈표 3-4〉 통합 물관리에 따른 수문기상 업무의 지속적 성장을 위한 역할 및 목표

구 분	역할 및 목표
목 표	<ul style="list-style-type: none"> • 수문기상 업무 수행으로 대내외 기상청 역할 확대와 위상 제고
정책/제도	<ul style="list-style-type: none"> • 수문기상 총괄 기능 및 업무 이행 <ul style="list-style-type: none"> - 직제의 수문기상 기능을 고유 업무 수행과 전담조직 구축 • 물관리 의사결정 지원체계 강화 <ul style="list-style-type: none"> - 유역 물관리를 위한 (지방기상청 등) 조직의 역량 배양
기술	<ul style="list-style-type: none"> • 수문기상 기술발전의 주도적이고 구심적 수행 <ul style="list-style-type: none"> - 기상/환경 위성 등 첨단 과학인프라 기반의 수문기상 기술개발 - 수문기상 원천/융합 R&D 발전을 위한 적극적 지원
서비스	<ul style="list-style-type: none"> • 유역 기반의 맞춤형 수문기상 서비스 제공 <ul style="list-style-type: none"> - 유역 물관리 의사결정자/이해관계자가 신속히 활용가능한 정보 제공 - 수문기상 서비스의 국제협력 네트워크 및 역량 강화

나. 기상청 수문기상 업무의 핵심가치, 추진방향

기상청 현행 업무에 “통합 물관리 의사결정(decision-making)”을 설정하고, 수문기상의 직무를 수행하기 위해서 새로운 핵심가치와 추진방향을 설정하였다. 핵심가치는 전문성, 신뢰성, 효율성 3가지로 설정하였으며, 그에 따른 추진방향은 다음과 같다.

- (전문성) 물관리를 위한 수문기상 전문/융합 조직 운영으로 물관리 지원 체계를 강화하며, 수문기상연계 분야의 기술력 확보, 원천/융합기술의 개발 지원을 통하여 전문성 강화
- (신뢰성) 첨단 과학 인프라 기반(기상관측망, 레이더, 위성, 슈퍼컴퓨터 등)의 관측 및 예보로 기초자료를 전담, 수요자에게 정확하고 표준화된 정보를 제공함으로써 신뢰도 향상
- (효율성) 일관된 운영 서비스로 기관별 자료 연계와 정보 공유 확대, 수문기상 콘텐츠 개발 및 제공으로 정보 가치 확산



〈그림 3-4〉 통합 물관리 구현을 위한 기상청의 역할, 핵심가치 및 추진 방향

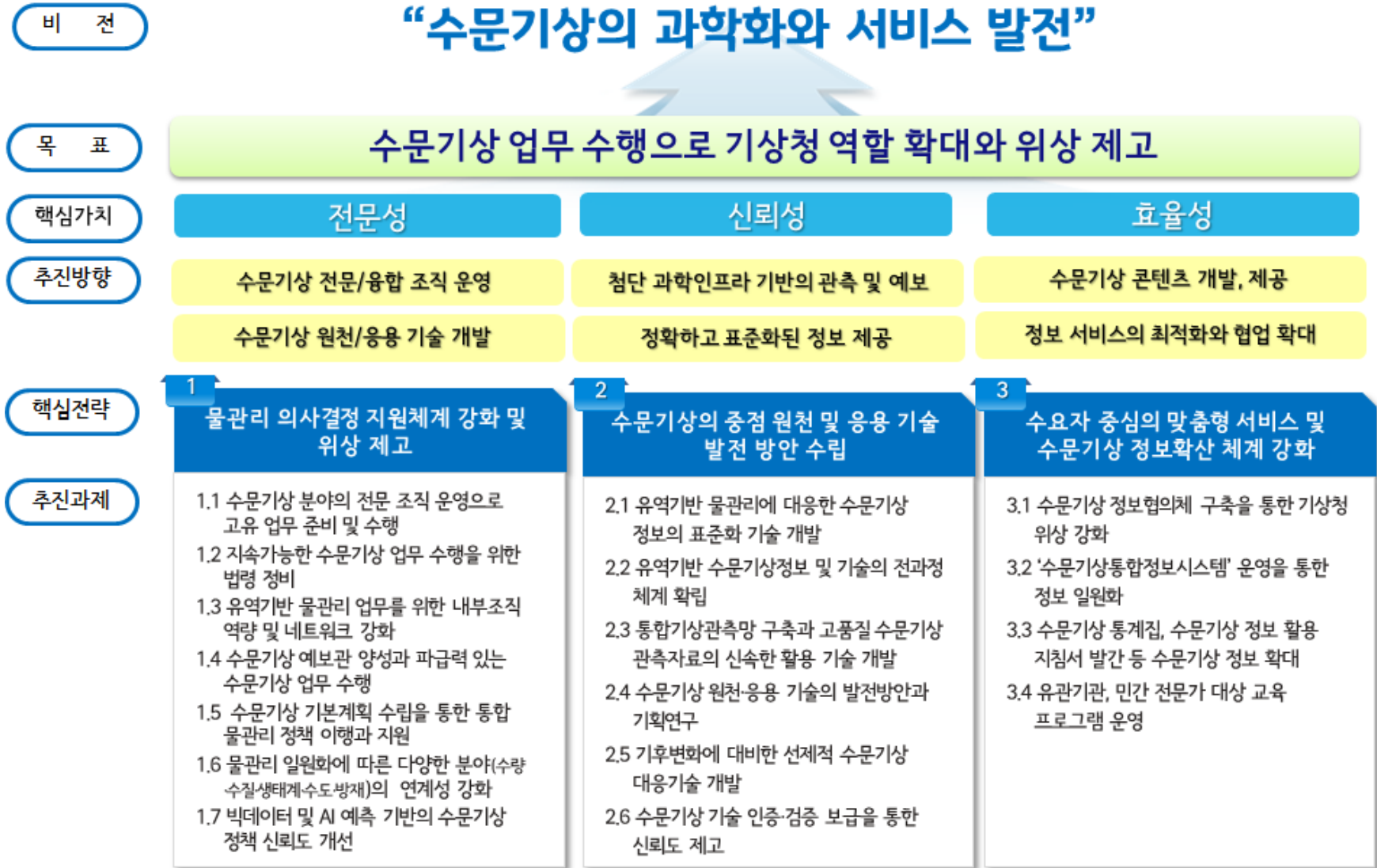
3.3 통합 물관리에 대비한 기상청 수문기상 업무의 발전방향

가. 수문기상 업무의 비전, 목표, 핵심전략, 추진과제

‘수문기상의 과학화와 서비스 발전’ 비전으로 수문기상 업무 수행으로 기상청 역할 확대와 위상 제고를 목표로 하였다. 3대 핵심전략은 물관리 의사결정 지원체계 강화, 수문기상 기술 발전, 수요자 중심의 서비스 제공 및 정보 확산 체계 강화로 분류하였다. 세부 추진과제 17개는 제4장 및 부록에 간략하고 상세하게 수록하였다.

〈표 3-5〉 통합 물관리 기반 기상청 수문기상 업무의 3대 핵심전략 및 추진과제(안)

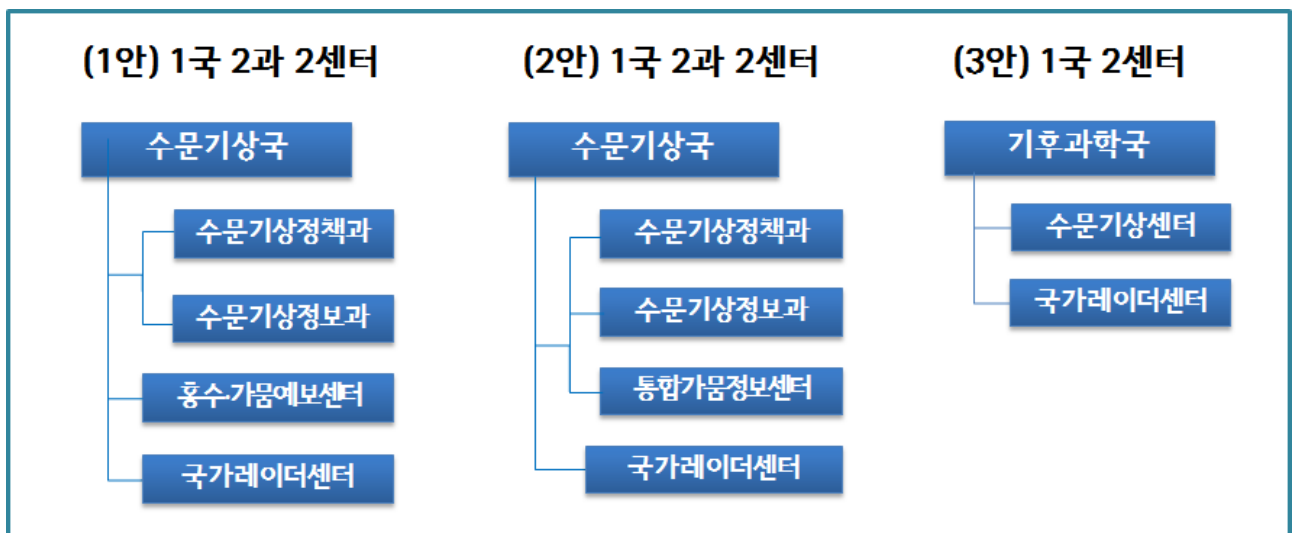
핵심전략	추진과제(안) 17개
① 물관리 의사결정 지원체계 강화 및 위상 제고	1.1 수문기상 분야의 전문 조직 운영으로 고유 업무 준비 및 수행 1.2 지속가능한 수문기상 업무 수행을 위한 법령 정비 1.3 유역기반 물관리 업무를 위한 내부조직 역량 및 네트워크 강화 1.4 수문기상 예보관 양성과 파급력 있는 수문기상 업무 수행 1.5 수문기상 기본계획 수립을 통한 통합 물관리 정책 이행과 지원 1.6 물관리 일원화에 따른 다양한 분야(수질·수량·생태계·수도·방재)의 연계성 강화 1.7 빅데이터 및 AI 예측 기반의 수문기상 정책 신뢰도 개선
② 수문기상의 중점 원천 및 응용 기술 발전 방안 수립	2.1 유역기반 물관리에 대응한 수문기상 정보의 표준화 기술 개발 2.2 유역기반 수문기상정보 및 기술의 전과정 체계 확립 2.3 통합기상관측망 구축과 고품질 수문기상 관측자료의 신속한 활용 기술 개발 2.4 수문기상 원천·응용 기술의 발전방안과 기획연구 2.5 기후변화에 대비한 선제적 수문기상 대응기술 개발 2.6 수문기상 기술 인증·검증 및 보급을 통한 신뢰도 제고
③ 수요자 중심의 맞춤형 서비스 및 수문기상 정보확산 체계 강화	3.1 수문기상 정보협의체 구축을 통한 기상청 위상 강화 3.2 ‘수문기상통합정보시스템’ 운영을 통한 정보 일원화 3.3 수문기상 통계집, 수문기상 정보 활용 지침서 발간 등 수문기상 정보 확대 3.4 유관기관, 민간 전문가 대상 교육 프로그램 운영



나. 수문기상 업무 수행 조직안

수문기상 업무의 비전 및 목표를 달성하고, 원활한 업무 수행을 위하여 다음과 같이 새로운 조직을 제안하고자 한다. 기존 수문기상 업무는 기관별 관측망 및 정보시스템 구축으로 다원화되어 있으며, 기상청의 기상·기후 서비스는 자료 현황 분석 및 정보제공에 초점이 맞추어져 있다. 현행 기상업무에 수문기상 관련 정보 생산-분석-제공 전과정 수행 체계를 새로 마련하여 물관리 전반 부문에 대한 활용성을 최대화하고, 수문기상기본계획(가칭) 추진으로 체계적 발전방향 마련을 목표로 한 신설 조직 구성 및 기능을 정리하였다(그림 3-6, 표 3-6).

수문기상 업무 수행을 위한 조직 구성안의 기본방향은 국내 및 기상청 수문기상에 관한 총괄 업무의 수행이며, 물관리 유관기관과 협력체계를 구축하는 것이다. 수문기상 정보의 수집·생산·분석·활용·제공하는 통합체계 기능과 ‘기상청과 그 소속기관의 직제 시행규칙’ 등의 내용을 반영하여, 3가지의 수문기상 조직 개편 방안을 제시하였다. 가장 이상적인 조직 구성은 1안으로 수문기상국을 중심으로 정책 및 정보, 홍수·가뭄 예보 기능과 레이더의 통합 운영 등 통합 물관리 측면에서의 기상청 역할 제고를 충분히 수행할 수 있는 1국 2과 2센터를 제안하였다. 2안은 가뭄예보에 특화된 업무 수행에 초점을 맞춘 통합가뭄정보센터를 포함한 1국 2과 2센터로 구성하였다. 마지막 3안은 가장 현실적인 조직안으로 이상기후팀을 수문기상센터로 격상하여 수문기상 고유 업무 및 기능을 부여하는 것이다. 수문기상 조직개편에 있어서 선행점은 각 조직안에 대한 대내외적 협의 및 다방면의 검토라 볼 수 있다.



〈그림 3-6〉 수문기상 업무 수행을 위한 조직 구성(안): 조직도

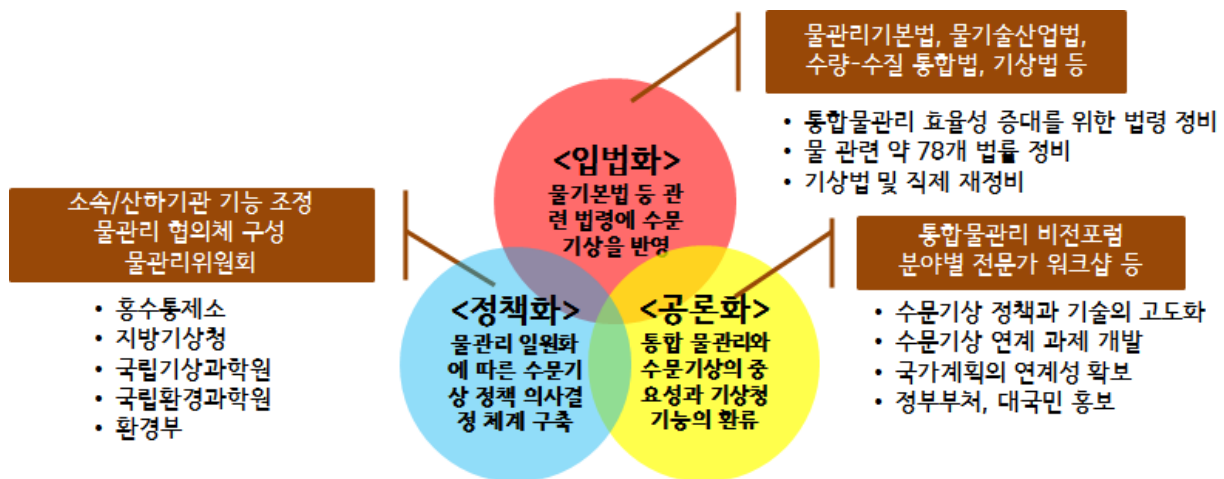
〈표 3-6〉 수문기상 업무 수행을 위한 조직 구성(안)

구분	(1안) 1국 2과 2센터	(2안) 1국 2과 2센터	(3안) 1국 2센터
주요 내용 및 기능	<ul style="list-style-type: none"> - ‘수문기상국’과 2과 2센터의 신설 - ‘수문기상정책과’ : 수문기상 부문의 법령·정책·계획·운영, 수문기상기본계획 등 물관리 의사결정 통합 지원 - ‘수문기상정보과’ : 수문기상 정보의 일원화와 유관기관과 대국민에게 제공 - ‘홍수·가뭄예보센터’ : 수문기상 실무 중심의 업무(홍수 예보, 가뭄예보 등)를 수행하여 수문기상 재해에 대한 대응력 강화 - ‘국가레이더센터’ : 환경부 강우레이더와 기상청 기상 레이더의 통합운영으로 신속하고 양질의 유역강우정보 제공 	<ul style="list-style-type: none"> - ‘수문기상국’과 2과 2센터의 신설 - ‘수문기상정책과’와 ‘수문기상정보과’의 기능은 (1안)과 동일 - ‘통합가뭄정보센터’ : 수문기상적 및 농업 기상적 가뭄의 과학적 감시 및 예보 중심의 업무 수행, (1안) ‘홍수·가뭄예보센터’의 홍수예보 업무는 기상청 국가기상센터의 방재기상 업무에 부여 	<ul style="list-style-type: none"> - 수문기상센터 : 기존 기후과학국의 이상기 후팀을 수문기상센터로 격상·배치하여 홍수·가뭄 예보, 수문기상정보제공, 품질 관리 등의 업무 기능
장점	<ul style="list-style-type: none"> - 홍수·가뭄예보 업무시행으로 기상청 역할 제고 	<ul style="list-style-type: none"> - 가뭄예보에 특화된 업무 수행, 인력 및 예산 등의 변화(증가) 폭이 크지 않음 	<ul style="list-style-type: none"> - 기후변화 업무와 효율적 연계 가능
단점	<ul style="list-style-type: none"> - 인력 및 예산 등의 변화(증가) 폭이 커야 함 	<ul style="list-style-type: none"> - 부서업무범위 설정에 따른 국(局) 수준의 신규 조직의 적절성 검토 가능 	<ul style="list-style-type: none"> - 수행업무 대비 인력(多) 및 예산(高)확보의 당위성 확보 필요
추진방향	<ul style="list-style-type: none"> - (대외) 환경부 및 소관기관의 기능 간 업무조정예 충분한 사전협의 필요 - (대내) 기상청 내부부서 간 업무 검토 및 조정 필요 	<ul style="list-style-type: none"> - 기상청 내부부서(국가기상센터와 국립기상과학원 등)가 업무지원 	<ul style="list-style-type: none"> - 수문기상센터의 고유업무 및 기능을 충분한 검토 필요

다. 수문기상 발전을 위한 대내외적 추진 방향

수문기상 발전을 위한 기상청의 추진방향을 대내와 대외로 나누어 다음과 같이 마련하였다. 대내적으로 기상청 내부에서 수문기상 업무 수행을 위한 내부 환류 및 신설 조직안을 마련하여, 수문기상의 전문성 및 업무를 확대할 필요가 있다. 수문기상 실무 TF(수문기상실무준비단)를 구성하여, 조직 개편 타당성 및 현실화를 위한 기상청 내외 공감대 형성이 수반되어야하며, 직제를 반영한 인력 확보 및 업무 체계 개선이 필요하다. 대외적으로 수문기상 업무 수행의 결정 이전까지 수문기상 법제화를 위한 노력, 환경부와의 협력 구축 등을 통한 기상청의 수문기상 고유 업무 수행의 필요성 및 의미가 확산이 되어야한다. 또한, 환경부 본부 물환경정책국 및 수자원정책국과 정책간담회 등을 추진하여 수문기상 부문의 긴밀한 논의가 필요하다. 특히 논의 주제로 「수자원법」의 수문(기상)조사와 하천법의 홍수예보에 관한 사전협의 및 조정이 필수불가결한 것으로 보인다.

통합 물관리 측면에서 입법화, 정책화, 공론화 3가지 방향을 위한 지속적이고 적극적인 노력이 필요하다. 「물관리기본법」, 「기상법」 등 관련 법령에 통합 물관리 효율성 증대를 위한 수문기상을 반영해야하는 입법화가 우선적으로 시행되어야한다. 통합 물관리와 수문기상의 중요성과 기상청 기능의 환류를 통한 공론화, 그리고 물관리 일원화에 따른 수문기상 정책 의사결정체계 구축 등 정책화를 실현하는 것이 급선무라고 볼 수 있다.



<그림 3-7> 수문기상 발전을 위한 대내외적 추진방향

3.4 통합 물관리 구현을 위한 수문기상 업무 관련 법령 통합·조정안

통합 물관리 및 수문기상과 관련한 3개의 법(「물관리기본법」, 「물관리기술 발전 및 물산업 진흥에 관한 법률」과 「기상법」)의 통합·조정 방안을 제시하고자 한다.

○ 「물관리기본법」 제정안

- 기후변화와 관련한 기상이변 등을 고려한 (수문)기상 기능을 추가함

〈표 3-7〉 「물관리기본법」의 수문기상을 고려한 개정안

구분	「물관리기본법」 (’18.6.12 제정, ’19.6.13 시행)	수문기상을 고려한 개정안 (본 연구)
통합 물관리	제12조(통합 물관리) ③ 국가와 지방자치단체는 물관리에 있어서 수량확보, 수질보전, 가뭄 및 홍수 등으로 발생하는 재해방지, 기후·토지·자원·환경·식생 등과 같은 자연환경, 경제·사회 등에 미치는 영향 등을 종합적으로 고려하여야 한다.	제12조(통합 물관리) ③ -----재해방지, 기상 ·기후·토지·자원·환경·식생 등-----
기후변화 대응	제18조(기후변화 대응) 국가와 지방자치단체는 기후변화로 인한 물관리 취약성을 최소화하여야 하며, 물순환 회복 등을 통하여 적극적으로 기후변화에 대응할 수 있는 물관리 방안을 마련하여야 한다.	제18조(기후변화 대응) -----물순환 회복 등을 통하여 적극적으로 기상이변 ·기후변화에 대응할 수 있는-----
국가 물관리 기본계획	제27조(국가물관리기본계획의 수립 등) ① 환경부장관은 10년마다 관계 중앙행정기관의 장 및 유역물관리위원회의 위원장과 협의하고 국가물관리위원회의 심의를 거쳐 다음 각 호의 사항을 포함한 국가물관리기본계획(이하 "국가계획"이라 한다)을 수립하여야 한다. 1. 국가 물관리 정책의 기본목표 및 추진방향 2. 국가 물관리 정책의 성과평가 및 물관리 여건의 변화 및 전망 3. 물환경 보전 및 관리, 복원에 관한 사항 4. 물의 공급·이용·배분과 수자원의 개발·보전 및 중장기 수급 전망 5. 가뭄·홍수 등으로 인하여 발생하는 재해의 경감 및 예방에 관한 사항 6. 기후변화에 따른 물관리 취약성 대응 방안 7. 물분쟁 조정 및 수자원 사용의 합리적 비용 부담 원칙·기준 8. 물관리 예산의 중·장기 투자 방향에 관한 사항 9. 물산업의 육성과 경쟁력 강화	제27조(국가물관리기본계획의 수립 등) ① 환경부장관은 10년마다 관계 중앙행정기관의 장 및 유역물관리위원회의 위원장과 협의하고 국가물관리위원회의 심의를 거쳐 다음 각 호의 사항을 포함한 국가물관리기본계획(이하 "국가계획"이라 한다)을 수립하여야 한다. ----- 5. 가뭄·홍수 등으로 인하여 발생하는 재해의 경감 및 예방· 전망 에 관한 사항 -----

○ 「물관리기술 발전 및 물산업 진흥에 관한 법률」 개정안

- 기상산업진흥법에 기상산업의 범위 등 수문기상업무 반영이 필요하며, 수문기상을 고려하여 제2조 정의에 기상산업을 신설

<표 3-8> 「물관리기술 발전 및 물산업 진흥에 관한 법률」의 수문기상을 고려한 개정안

구분	「물관리기술 발전 및 물산업 진흥에 관한 법률」 (’18.6.12 제정, ’18.12.13 시행)	시행령(안)
제2조 정의	<p>제2조(정의) 이 법에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. "물관리기술"이란 수량·수질 및 수생태계를 균형적으로 관리하는 데 필요한 기술을 말한다. 2. "물산업"이란 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 사업을 말한다. <ul style="list-style-type: none"> 가. 「수도법」 제3조제17호에 따른 수도시설과 관련된 기술사업 나. 「하수도법」 제2조제3호에 따른 하수도를 설치·관리하는 사업 다. 「먹는물관리법」 제3조제9호에 따른 먹는물 관련 영업 라. 「수도법」 제3조제32호에 따른 해수담수화시설과 관련된 사업 마. 「물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률」 제2조제1호에 따른 물의 재이용과 관련된 사업 바. 「물환경보전법」 제2조제4호에 따른 폐수를 처리 또는 이용하는 사업 사. 「지하수법」 제2조제1호에 따른 지하수의 개발·이용·정화 등과 관련된 사업 아. 「농어촌정비법」 제2조제3호에 따른 농어촌 용수의 개발·이용 등과 관련된 사업 자. 「하천법」 제2조제5호에 따른 하천공사 차. 「소하천정비법」 제2조제4호에 따른 소하천 등 정비 카. 「댐건설 및 주변지역지원 등에 관한 법률」 제2조제1호에 따른 댐의 건설·이용·관리 등과 관련된 사업 타. 그 밖에 관계 법률에 따라 물을 이용 또는 관리하는 사업 중 대통령령으로 정하는 사업 파. 가목부터 타목까지의 사업과 관련된 설계, 건설, 운영, 부품·소재·장치·기기·약품의 시험·검사·인증, 제조·판매·유통 및 컨설팅 등에 관한 사업 	<p>제2조(물산업의 범위) 「물관리기술 개발 촉진 및 물산업 진흥에 관한 법률」(이하 "법"이라 한다) 제2조제2호타목에서 "대통령령으로 정하는 사업"이란 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 사업을 말한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 「해양심층수의 개발 및 관리에 관한 법률」 제2조제4호에 따른 해양심층수개발업 및 같은 법 제2조제5호에 따른 해양심층수관련업 2. 「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급·촉진법」 제2조제1호의 신에너지 및 같은 조 제2호에 따른 재생에너지 중 물이 에너지원인 사업 3. 「에너지이용 합리화법」 제25조제1항제2호에 따른 에너지절약형 시설투자에 관한 사업 및 같은 법 제25조제1항제3호에 따른 에너지절약사업 중 물이 에너지원인 사업 4. 「하천법」 제2조제6호에 따른 유지·보수 5. 「저수지·댐의 안전관리 및 재해예방에 관한 법률」 제2조제7호에 따른 안전관리와 관련한 사업
수문기상을 고려한 개정안 (본 연구)		
제2조(정의) 기상산업의 반영 (기상법, 기상산업진흥법)		

○ 「기상법」 개정안

- 「기상법」에 수문기상의 정의와 관측항목을 재정비, 「기상법」 제2조의 모든 항목의 정의를 재검토·재수립할 필요 있음

〈표 3-9〉 「기상법」의 수문기상을 고려한 개정안

구분	「기상법」 [시행 2018.4.19]	양창영 의원 대표 발의 (‘15.2.27)	수문기상을 고려한 개정안 (본 연구)
(신설) 제1장 총칙 제2조 정의	제2조(정의) 이 법에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다. 3. "수상(水象)이란 기상 또는 지상과 밀접한 관련이 있는 내륙의 하천, 호수 또는 해양에서 일어나는 여러 현상을 말한다.	제2조(정의) 이 법에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다. 3. "수상(水象)이란 기상 또는 지상과 밀접한 관련이 있는 내륙의 하천, 호수 또는 해양에서 일어나는 여러 현상을 말한다. 3의3. 수문기상(水文氣象)이란 대기과 지면 사이에 물의 순환이 수자원에 영향을 주는 현상을 말한다.	제2조(정의) ----- 15. "수문기상(水文氣象)이란 대기과 지면 사이에 물의 순환이 수자원에 영향을 주는 현상(강수량, 증발산량, 토양수분량)을 말한다. 16. "수문기상(水文氣象)이란 대기과 지표(地表)의 상호작용으로 발생하는 물순환이 지상 또는 수상에 영향을 주는 여러 현상(강수량, 증발산량, 토양수분량)을 말한다.
(신설) 제1장 총칙 제2조 정의	8. "기상업무"란 다음 각 목의 업무를 말한다. 가. 기상관측 및 예보 나. 기후변화에 대한 대책 수립 및 영향조사, 기후변화 감시 및 기후 예측 다. 삭제 <2014.1.21.> 라. 기상현상 및 기후에 관한 통계·정보의 교환, 조사, 분석, 연구 및 그 부대업무		8. "기상업무"란 다음 각 목의 업무를 말한다. ----- 마. 수문기상 관측 -----

제4장

기상청 수문기상 정책 및 업무 발전을 위한 이행과제와 추진 로드맵

- 4.1 수문기상 정책 및 업무 발전을 위한 이행과제의 구성과 주요 내용
- 4.2 수문기상 정책 및 업무 발전을 위한 이행과제의 추진 로드맵

제4장 / 기상청 수문기상 정책 및 업무 발전을 위한 이행과제와 추진 로드맵 ▶▶▶▶▶

4.1 수문기상 정책 및 업무 발전을 위한 이행과제의 구성과 주요 내용

본 연구보고서 제3장에서는 통합 물관리에 대비할 수 있는 기상청 역할과 발전방향을 위하여 ‘수문기상의 과학화와 서비스 발전’을 비전으로 제시하였고 3대 핵심전략은 정책 부문의 ‘물관리 의사결정 지원체계 강화 및 위상 제고’, 기술부문의 ‘수문기상의 중점 원천 및 응용 기술 발전 방안 수립’, 그리고 성과 확산 및 교류 부문의 ‘수요자 중심의 맞춤형 서비스 및 수문기상 정보확산 체계 강화’로 제안하였다. 3대 핵심전략은 각각 7개, 6개, 4개로 구분되어 총 17개 추진과제로 구성되었으며, 끝으로 각 추진과제마다 2~3개의 세부과제로 나누어 총 46개로 계획하였다(표 4-1). 본 절에서는 추진과제 17개와 세부과제 46개의 주요 내용을 개략적으로 설명하였다.³⁹⁾

먼저 핵심전략 1 ‘물관리 의사결정 지원체계 강화 및 위상 제고’는 추진과제 7개, 세부과제 20개로 구성하였는데, 다른 핵심 전략보다 세분화되어있다. 이는 수문기상 업무 수행을 위한 기상청의 역할이 자리매김하고 정부기관으로서 독립적이고 상호협력적으로 발전을 위해서는 법적 및 조직적 기반 구축 그리고 수문기상 중심의 발전계획이 필수적으로 수반되어야 함을 반영하였다. 그리고 수문기상 예보, 수문기상 기본계획 등과 같은 신규 제도는 도입 검토기간을 확보할 수 있도록 제안하였으며 환경가뭄 등과 같은 최신 동향을 감안하여 연구주제를 선정·제안하였다. 물관리 정책과 기술에 미치는 수문기상 연계 업무도 세부과제로 제안되었으며 지상, 항공, 그리고 위성 등 관측 기반을 정책 전략에 포함하여 수문기상의 원천 및 응용 기술 그리고 정보시스템과 연계·강화될 수 있도록 과제내용을 제안하였다. 세부과제 20개 중에서 시급성이 높은 과제는 ‘수문기상 전담조직 준비단’, ‘수문기상 전문가 포럼’으로 제안하였다. 그 다음으로 ‘수문기상 관련 법령 및 계획의 정비’, ‘내부조직 진단 및 역량 강화’, ‘수문기상 기본계획 구축 타당성’으로 추진 시기를 제안하였다.

39) 46개 세부과제의 내용은 기상청 수문기상 업무의 체계적 이행을 지원하며, 수문기상 전담조직이 지속적으로 과학적 공학적 기술개선을 도모·추진할 수 있도록 계획하였다. 세부과제별 상세한 내용은 본 보고서의 부록에 수록하였으며 일부는 연구(research) 혹은 업무(duty) 수준에 해당된다.

〈표 4-1〉 통합 물관리 기반 기상청 수문기상 업무의 핵심전략 및 세부과제(안)

핵심전략	세부과제
<p>① 물관리의 의사결정 지원체계 강화 및 위상 제고</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 수문기상 전담조직 부서 설치를 위한 조직개편 준비단 TF 운영 (18.10~19) 2. ‘(가칭)수문기상국’ 신설 검토 및 설치 (22~24) 3. 수문기상 업무 증장기 발전 방안 검토 및 수립 (24~28.6) 4. 수문기상 전문가 포럼 운영 (18.10~21.6) 5. 통합 물관리 이행에 따른 수문기상 관련 법령 및 계획의 정비와 구축 (19~24) 6. 통합 물관리 이행에 따른 신규 수문기상 제도·업무 수요 조사 및 발전방향 마련(25~27) 7. 효율적 수문기상 업무 추진을 위한 내부조직 진단 및 역량 강화(19~22) 8. 홍수예보 업무에 따른 예보 시스템의 지속적 고도화 (23~25) 9. 수문기상 업무 전문성 강화를 위한 국내외 협력네트워크 구축 (25.6~) 10. 수문기상 예보관 도입 검토 및 운영 준비 (21~23) 11. 수문기상 예보관 채용 및 운영 (23~26) 12. 기상예보와 수문기상예보의 연계성 확대강화 (27~) 13. ‘수문기상 기본계획’ 구축 타당성 및 수립(1) (19.6~21.6) 14. ‘수문기상 기본계획’의 작성 세부지침서 및 보완·수립(2) (21.6~24) 15. ‘수문기상 기본계획’의 이행평가 및 수문기상 전망 보고서(분기별) 발행 (25~) 16. 수문기상과 연계한 환경가뭄 전과정 취약성 평가 (~22) 17. 물관리 부문별 정책/기술 현황 및 연계성 조사 (23~25) 18. 수문기상 통합정보시스템 강화 (25~) 19. 지상, 항공, 위성 등 입체 관측 기반의 수문기상 부문의 빅데이터 활용 방안 마련 (21~24) 20. 빅데이터 수집 및 AI 예측 기반의 수문기상 예보 신뢰도 향상 방안 (25~)
<p>② 수문기상의 중점 원천 및 응용 기술 발전 방안 수립</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 수문기상 자료 표준화 지침(안) 마련 (19.6~21.6) 2. 수문기상 영향 지표 발굴 (~24) 및 시스템 구축·고도화 (25~) 3. 수문기상 업무 추진의 기대효과 분석 및 제시 (18.10~23) 4. 수문기상 전과정 기술 및 업무 체계 확립 (24~26) 5. 유역기반의 수문기상 정보 통합관리 플랫폼 구축 (27~) 6. 수문기상·레이더 관측망 통합 검토 및 구축 (18.10~22) 7. 기상·환경 위성과 연계한 수문기상(강수, 증발산, 토양수분, 적설·용설 등) 정보 생산 기술 개발 (23~26) 8. 통합 수문기상 관측망의 효율적 운영과 고품질 수문기상 자료의 활용과 유지관리 (27~) 9. 수문기상 원천·응용기술 수요 종합 조사 (23~25) 10. 수문기상 예측·전망 기술 발전을 위한 R&D 기획 (26~28) 11. 수문기상 원천·응용 기술 발전을 위한 R&D 추진 (29~) 12. 기상청 자체개발의 기존 돌발홍수예보 시스템 정비 및 개선(~23) 13. 수문기상 및 도심 시설물 정보를 활용한 도시침수 예보시스템 구축 검토(24~25) 14. 극한 돌발홍수, 도심침수 등 첨단 예보인프라(슈퍼컴퓨터, 위성 등)를 활용한 수문기상 연계기술 개발(26~) 15. 전지구 모델을 활용한 수문기상 전망 기술 검토 및 개발 (25~27) 16. 국내 수문기상 기술의 인증·검증 체계 마련 (28~)
<p>③ 수요자 중심의 맞춤형 서비스 및 수문기상 정보확산 체계 강화</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 유관기관의 물관리 정보제공 및 의사결정 참여를 위한 ‘(가칭)수문기상 정보 협의체’ 구축 및 운영 (23~) 2. 수문기상 공동연구 개발 및 서비스 공조 체계 강화 (25~) 3. 수문기상 정보의 산업계 등 민간 활용 확산 (27~) 4. 수문기상정보 통한 생산과 관리하는 ‘수문기상통합정보시스템’ 검토(23~24)와 구축 및 운영 (25~) 5. 물관리 유관기관의 사용 목적을 반영한 수문기상 통합 모니터링 및 전달시스템 구축 (29~) 6. 연간 수문기상 통계집 준비 및 발간 (23~) 7. 수문기상 정보 활용 안내지침서 발간 (25~) 8. 수문기상 콘텐츠의 지속적 개발과 대국민 홍보 강화 (28~) 9. 정보활용의 이해를 돕기 위한 수문기상 교육 프로그램 개발 및 운영 (25~) 10. 전세계 및 동아시아 수문기상 정책 및 기술의 주류화·주도화 지원 강화 (28~)

핵심전략 2 ‘수문기상의 중점 원천 및 응용 기술 발전 방안 수립’은 추진과제 6개, 세부과제 16개로 구성하였는데, 과학적이고 공학적 기반의 수문기상 기술을 지향하고 있다. 비록 수문기상 기술은 크게 원천기술과 응용(연계)기술로 구분하였으나, 통합 물관리를 대비하는 첫 출발점은 수문기상 관측망의 통합이며 그 마지막 점은 수문기상 전과정에 대한 이해와 돌발홍수와 도심침수 등을 예측·예보할 수 있는 통합정보시스템의 구축과 운영·고도화, 그리고 관련 기술의 인·검증 체계로 연결되어 있다. 특히 기상청이 자체적으로 연구개발·구축한 수문기상 관련 시스템(돌발홍수, 기상학적 가뭄 등)의 정비 필요성을 포함시켰으며 지상 기반의 수문관측망을 위성 기반 기술과 연계되도록 강수, 증발산, 토양수분, 그리고 적설·용설 등을 세부관측 항목을 주요내용으로 구성된 세부과제를 제안하였다. 그리고 핵심 전략 1의 추진과제와 세부과제의 성과에 따라 법적 조직적 기반이 안정화되는 시기에 맞추어서 중장기적 관점에서 수문기상 R&D 기획·추진과 전지구 모델 활용도 제안하였다. 기술 부문의 가장 중요하고 시급한 과제는 ‘수문기상 업무 추진에 따른 기대효과 분석과 제시’로 이해되는데, 이 이유는 기후변화 영향과 수문기상 불규칙에 정책 대안으로 수문기상 전담부서의 신설에 대한 정성적, 정량적, 재정적 기대효과가 분석·검증되어 환류될 수 있다면 수문기상에 관한 기상청 역할의 재정립과 발전방안을 보다 확고히 할 수 있기 때문이다. 따라서 검증된 수문기상의 기대효과는 정책과 기술의 하나의 고리로 묶을 수 있는 매우 큰 촉매가 될 것으로 예상된다. 또한 수문기상 관측망이 통합 구축되어 가면서 지자체의 기상·강수 관측망을 포함하여 자료 및 품질·유지관리의 표준화가 신속히 세부과제로 추진되어야 할 것으로 제안하였다.

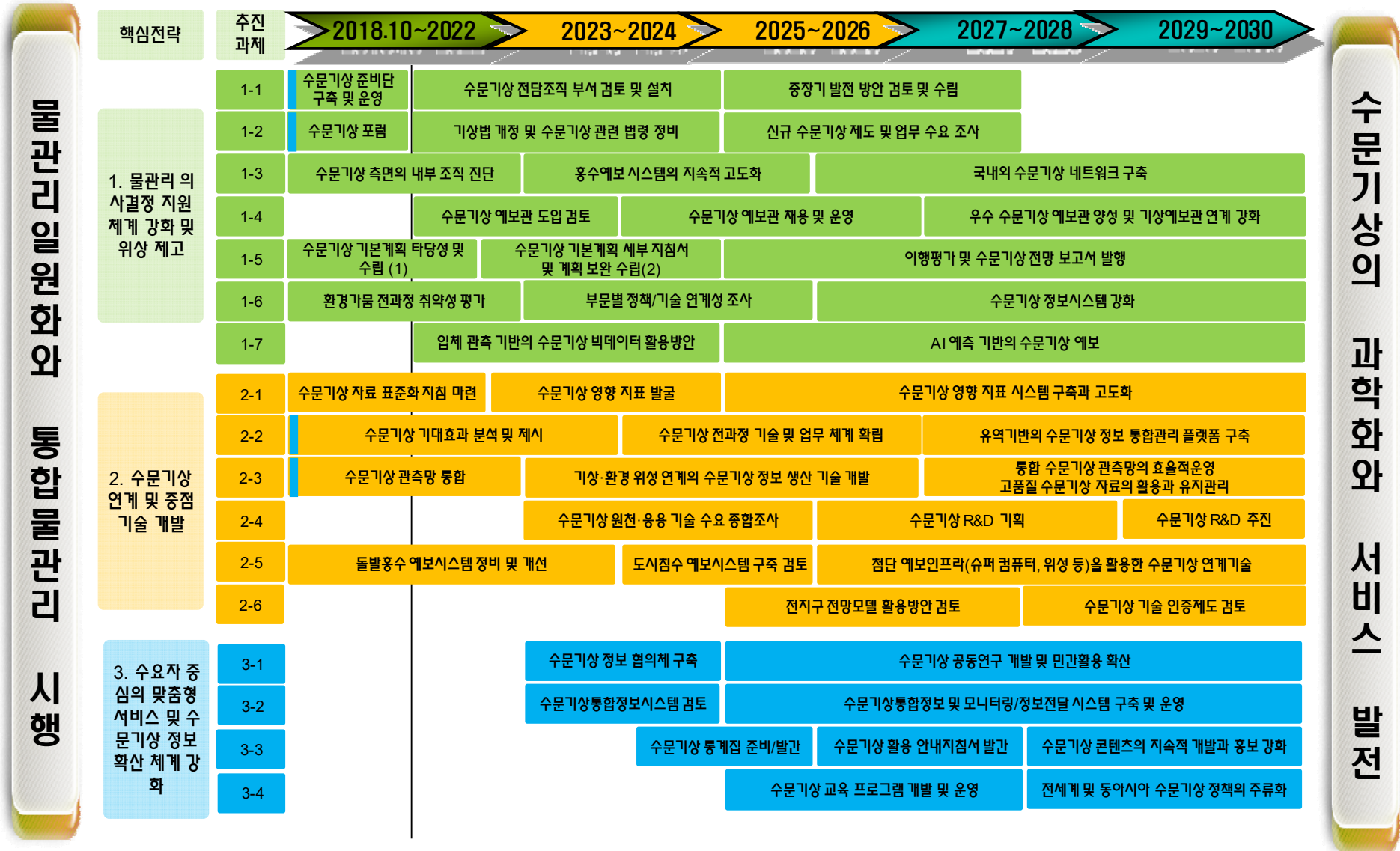
끝으로 핵심전략 3 ‘수요자 중심의 맞춤형 서비스 및 수문기상 정보확산 체계 강화’는 추진과제 4개, 세부과제 10개로 구성되어 앞선 전략보다 추진과제와 세부과제도 소규모 수준이다. 하지만, 전략의 제목에서 알 수 있듯이, 수문기상 정책발전과 기술개발의 이용과 수용 주체인 대국민과 물 관리 이해관계자 대상의 서비스와 확산이며, 이는 현행 기상청 업무의 비전과 일맥상통하며 유역 맞춤형 강우정보 제공 등과 같은 발전계획과 동일한 지향점을 가지고 있어서 매우 의미있는 주제로 이해할 수 있다. 그리고 시기적으로 2023~2025년에는 정책과 기술이 착수되거나 일부 업무는 점차 안정적 시기로 진입되는 무렵으로 (가칭) 수문기상 정보협의체를 구축·운영을 시작으로 업무계획과 시스템 개선과 구축으로 선순환되는 환류과정을 모니터링하면서 보다 단축적이고 탄력적으로 세부과제를 이행할 수 있을 것으로 생각된다. 나아가서 정책과 기술의 안정화 성과와 국내 유관기관 협력체계를 발전시키면서 수문기상 통계집과 활용지침서의 발간이 수행되면서 한반도의 수문기

상 뿐만 아니라 전 지구적으로 수문기상의 정책적, 학문적, 기술적 위상 기여에 환경부와 기상청이 커다란 역할을 공유할 수 있을 것으로 기대된다.

4.2 수문기상 정책 및 업무 발전을 위한 이행과제의 추진 로드맵

본 절에는 추진과제 17개와 세부과제 46개의 수행을 위한 주요 시기별로 구성하여 추진 로드맵으로 제시하고 간략히 설명하였다(그림 4-1). 추진 로드맵의 총 기간은 본 연구가 완료되는 2018년 10월부터 2030년까지, 약 12년으로 구성하였다. 통상적으로 정책 혹은 연구 계획은 10년 주기로 수립하는 것이 일반적이거나 본 연구에서 2년이 추가된 이유는 다음의 3가지 변곡점이 예상되기 때문이다. 첫째, 물관리 일원화 후 통합 물관리 시대를 대비하는 모든 후속조치는 물관리 기본법이 기초가 되는데, 본 법은 2019년 6월에 시행된다. 또한 기본법의 시행에 따라 2019년 6월까지 국가 및 유역 물관리위원회가 각각 구성될 것으로 수문기상 업무 측면에서 이에 대한 기상청의 기관차원의 충분한 준비가 필요하다. 둘째, 기본법의 시행에 따라 국가물관리기본계획의 구성안 검토되고 2021년 6월까지 수립될 것이며, 끝으로 이듬해 2022년 6월까지 4~5개의 유역물관리종합계획이 각각 수립될 예정이다.

따라서 추진과제 17개와 세부과제 46개의 수행과 성과는 언급한 3개의 정책변환 시기별 중요한 의사결정이 가능될 것이며 이 논의과정과 결론에 매우 의존적일 것으로 파악된다. 그러므로 앞서서 간략히 설명하였지만 세부과제 46개 중 시급성과 중요성이 가장 높은 세부과제 5개는 수문기상 준비단 운영, 수문기상 전문가 포럼 운영, 수문기상 업무 기대효과, 수문기상 관측망 통합으로 요약할 수 있다. 위 5개 과제는 짧게는 2019년까지 길게는 2023년까지 수행하는 것으로 제안하였다. 그 후 2019년에 새롭게 착수가 바람직한 세부과제는 수문기상 관련 법령 및 계획의 정비, 수문기상 업무 수행 준비 차원의 기상청 내부조직 진단 및 역량 강화, 수문기상 기본계획 타당성 검토, 수문기상 자료 표준화 준비가 대상이다. 법적 기반 구축의 성과가 가시화를 감안하여 수문기상 전담조직의 신설은 2022년~2024년으로 제안하였으나, 물관리 기본법 시행과 2022년 6월까지 국가 및 유역 물관리 계획이 수립되는 정책결정 과정에서 본 연구의 제안과 계획은 다소 앞당겨지거나 다소 지연될 수도 있다. 다만, 본 과제에서는 향후 최대 6년 이내 국내 수문기상 전담조직이 설치될 것으로 기대 및 전망하며 핵심전략 1과 2의 주요 선행과제의 수행기간을 2022년까지 구성하였다.



〈그림 4-1〉 수문기상 발전을 위한 이행과제의 추진 로드맵(2018.10~2030)

참 고 문 헌 /

[국내문헌]

- 강노을 외(2016). 「기상청 가뭄정보 서비스, 『물과미래: 한국수자원학회지』 Vol.49 No 11.
- 관계부처 합동(2017). 「가뭄대응 종합대책」.
- 국가가뭄정보분석센터(2016). 가뭄대응 가이드북
- 국무조정실 보도자료(2018.6.28.), 「물관리 일원화로 물관리 효율을 높ی겠습니다」.
- 기상청·한국농림협회컨설팅(2015), 「투명하고 공정한 기상청 실현을 위한 기상청 조직 개편 방안」
- 기상청(2017), 「2016 기상연감」.
- 기상청(2017), “수문기상 및 가뭄정보 서비스 현황·계획”, ‘수문기상 협력 강화 포럼’ 발표자료
- 기상청(2017), 「제3차 기상업무발전 기본계획(2017-2021)」.
- 기상청 보도자료(2017.5.29.), 「기상레이더, 4차 산업혁명과 융합한다!」 -기상청, 「2017 기상-강우레이더 사용자 공동연수회」 개최 -
- 김백조 외(2013), 「기상정보 활용 및 가치 창출 지원 연구」, 기상청·국립기상연구소
- 김익재 외(2017), 통합 물관리의 기본 원칙과 정책 로드맵 연구」, 한국환경정책·평가연구원
- 박덕영 외(2013), 「기상관련 법적 수요 조사 및 분석 및 연구 III」, 기상청·국립기상연구소
- 박재홍(2008), 「미국의 기상 및 홍수예보 시스템 소개」, 물과미래 VOL.41 NO.10
- 배덕효 외(2010), 「기후변화 대응 수문기상 통합시스템 구축 및 추진방안(5개년) 마련」, 기상청·세종대학교
- 정대원 외(2016), 「기상청 수문기상 가뭄업무 중장기 발전방안 연구」, 기상청·인사이터스
- 하경준 외(2016), “도시화 및 기후변화가 도시홍수피해에 미치는 영향에 관한 연구” 「한국방재안전학회 2016년 학술대회」
- 환경노동위원회(2015), 「기상법 일부 개정법률안 검토보고서」, 국회의안정보시스템
- 환경부 보도자료(2018.6.5), 「물관리일원화 정부조직법 개정, 통합물관리 개시」
- 한국환경정책·평가연구원(2018), 「지속가능한 통합물관리 비전 마련을 위한 포럼 - 2017년 포럼활동결과보고서」, 환경부

[국외문헌]

- Centre of Risk Studies, University of Cambridge(2018), “CAMBRIDGE GLOBAL RISK OUTLOOK 2018”
- FFC(2017), FFC Annual review report 2016/2017

NOAA·U.S. Army Corps of Engineers·USGS(2009), 「Integrated Water Resources Science and Services(IWRSS)」

NOAA NWS(2018), National Hydrologic Assessment

The Pitt Review(2007), Learning lessons from the 2007 Floods

WMO(2017), “Why the world needs meteorologists and hydrologists”

[온라인 자료]

국가가뭍정보분석센터, <http://drought.kwater.or.kr/main.do>, 검색일: 2018.3.8

국가법령정보센터, “물관리 기본법”, <http://www.law.go.kr/main.html>, 검색일: 2018.6.29

국가법령정보센터, “기상청과 그 소속기관 직제”, <http://www.law.go.kr>, 검색일: 2018.3.6.

기상백과, “수문기상학”,

<https://terms.naver.com/entry.nhn?docId=1001964&cid=42443&categoryId=42443>, 검색일: 2018.5.2.

기상청, “기상청소개-주요업무”, <http://www.kma.go.kr/aboutkma/biz/observation01.jsp>, 검색일: 2018.3.9.

기상청 수문기상 가뭍정보 시스템, <https://hydro.kma.go.kr/front/intro.do>, 검색일: 2018.8.8.

농촌진흥청 농업기상정보서비스, <http://weather.rda.go.kr/index.jsp>, 검색일: 2018.3.8.

수문기상가뭍정보시스템, ‘가뭍예경보자료(관계부처합동) 2018년 7월 10일 발표’

<https://hydro.kma.go.kr/board/droughtPred.do>, 검색일: 2018.7.15.

한강홍수통제소, <http://www.hrfco.go.kr/sumun/rthd.do>, 검색일: 2018.3.8.

BOM, <http://www.bom.gov.au/>, 검색일: 2018.8.29.

BOM Water Information - Hydrologic Reference Stations, <http://www.bom.gov.au/water/> 검색일: 2018.4.9.

NOAA ESRL, “물의 순환”, <https://www.esrl.noaa.gov/>, 검색일: 2018.5.2.

NOAA-National Water Service, <https://water.weather.gov>, 검색일: 2018.3.10.

NOAA-Office of Water Prediction, <http://water.noaa.gov>, 검색일: 2018.4.30.

Office of Privacy and Open Government, <http://www.osec.doc.gov>, 검색일: 2018.4.30.

The National Water Model (NWM). <http://water.noaa.gov>, 검색일: 2018.3.10.

USGS, “물의 순환”, <https://water.usgs.gov/edu/watercycle-kids.html>, 검색일: 2018.5.2.

부록

핵심전략별
추진과제 및 세부과제

핵심전략 1	물관리 의사결정 지원체계 강화 및 위상 제고
추진과제 1-1	수문기상 분야의 전문 조직 운영으로 고유 업무 준비 및 수행

□ 세부 추진과제

○ ‘(가칭)수문기상 준비단’ 구축 및 운영

- ‘수문기상 준비단’의 주요 업무

- 현행 ‘수문기상실무협의회’를 수문기상 실무 TF로 확대 구성 및 운영
- 본 연구에 조직구성(안) 등을 참고하여 수문기상 조직설계 원칙 설정 및 완성
- ※ 원칙 : 예측기반 선제적 물관리와 사용자 맞춤형 및 참여형 서비스를 고려한 원칙 설정
- ※ 조직 구성(안) : 수문기상 예보관 인력 채용 및 양성으로 내부 역량 강화
- 환경부 통합물관리준비기획단과 지원·협력하고 기상청 수문기상 업무의 착수를 위한 유역기반 통합 물관리체계(업무, 행정 조직 개편, 실행기관의 재편) 개편 검토
- 수문기상 전문가 포럼과 연계하여 TF 운영 및 성과 확산

- 수문기상 전담조직 부서 설립의 타당성 및 현실화를 위한 청내외 공감대 형성

- 수문기상의 수요 공감대 형성에 따른 기상청 내부 기술의 협력으로 시너지 전략 마련
- 통합 물관리 측면의 기구 설치와 하부조직 신설 및 인력, 예산 확보
- 환경부 본부 물환경정책국과 수자원정책국과의 긴밀한 협의 실시

○ 수문기상 전담조직 부서(‘가칭’수문기상국) 설치

- 통합 수문기상 정보 생산·제공하고 직제를 반영

- 물관리 분산화로 인해 발생한 레이더 중복, 관측망 중복, 홍수 예경보 및 가뭄 업무 운영 비효율성 해소

- 현행 기상업무에 핵심 기능으로 수문기상 업무를 추가하여 물관리 의사결정 지원 및 참여

- 단·중·장기 수문기상 발전방안 수립

□ 추진 주요 일정 등

- 수문기상 전담조직 부서 설치를 위한 조직개편 준비단 TF 운영 (‘18.10~’19)
- ‘(가칭)수문기상국’ 신설 검토 및 설치 (‘22~’24)
- 수문기상 업무 증장기 발전 방안 검토 및 수립 (‘24~’28.6)

추진과제 1-2	지속가능한 수문기상 업무 수행을 위한 법령 정비
-----------------	-----------------------------------

□ 세부 추진과제

- 통합 물관리 이행에 따른 수문기상 관련 법령 및 계획의 정비와 구축
 - 기존의 수문기상 관련 법령들의 체계를 검토, 조정, 통합에 관한 입법 정책 연구
 - 기상, 수문기상 등 기상청의 물관리 업무에 관한 법조문 신설-개정 등
 - 「기상법」에서 ‘수문기상’에 대한 정의 규정과 범위의 구체화, ‘수문기상’ 업무가 기상청의 업무임을 명확하게 규정하고, 그 내용이 무엇인지에 대한 상세한 언급 등 정비
 - ※ 「기상법」, 「수자원의 조사·계획 및 관리에 관한 법률」(수자원법)
 - ※ 대통령령인 기상청과 그 소속기관 직제에서 기상청 기후과학국 이상기후팀(또는 신규 부서)에서 수문기상·가뭄에 관한 기상업무를 관장하는 것으로 정함
 - 현행 수문기상관측 업무의 현황, 기상청 업무계획과 연계-조정 방안

- 통합 물관리 이행에 따른 수문기상 분야 신규 수요 조사
 - 주요국의 수문기상 관련 정책과 기술의 변천과 현황 및 장래 계획
 - 장기가뭄, 돌발홍수, 수질악화, 생태계 등 수문기상 재해 관련 수문기상 정책 및 기술 수요 조사
 - ※ 최근 발생하고 있는 돌발홍수, 지속적으로 발생하는 가뭄에 대한 예측과 전망을 제시할 법적인 근거가 미약함으로 인해 수문기상재해에 대한 적절한 대응이 부족함

- 수문기상 전문가 포럼 운영
 - 수문기상 기틀 마련을 위한 법령·제도 보완 및 개선 방안 마련
 - 관련 법령 및 계획의 제·개정을 위한 전문가 의견 수렴 및 검토
 - 환경부, 국회와 긴밀한 협의 등 전문가 포럼 운영
 - 수문기상 전문가 포럼 3개년 운영계획 마련

□ 추진 일정 등

- 수문기상 전문가 포럼 운영 ('18.10~'21.6)
- 통합 물관리 이행에 따른 수문기상 관련 법령 및 계획의 정비와 구축 ('19~'24)
- 통합 물관리 이행에 따른 신규 수문기상 제도·업무 수요 조사 및 발전방향 마련 ('25~'27)

추진과제 1-3**유역기반 물관리 업무를 위한 내부조직의 역량 및 네트워크 강화****□ 세부 추진과제**

- 수문기상 업무 수행 측면의 기상청 내부조직 진단 및 역량 강화
 - 본청 및 지방청 중심의 수문기상 업무 수행을 위한 조직 진단
 - 수문기상 업무 수행을 위한 관측 및 예보 인력 및 기반 시설 정비
 - 환경부 유역관리청과 협업 및 협력 방안 구축을 위한 조직개편 방안 검토 및 마련

- 수문기상 역량을 제고함으로써 유역관리에 수문기상 예측 정보 생산 고도화 등 전문성 확보
 - 홍수예보 업무에 따른 예보 시스템의 지속적 고도화: 수문기상 예측 기반 유역단위 분산형 홍수예보 대응 체계 구축
 - 내부부서(예보국, 관측기반국, 국립기상과학원, 기상레이더센터, 국가기상위성센터 등)의 수문기상 정보체계의 고도화

- 수문기상 업무 수행을 위한 국내외 협력네트워크 구축
 - 강화된 내부 수문기상 정보의 확대 적용을 위한 외부 유관기관의 협력 방안 도출
 - 정부부처, 연구기관, 학회, 민간 등 국내 수문기상 협력 네트워크 구축
 - 세계기상기구(WMO), 미국, 호주, 유네스코 등 국외 수문기상 협력 네트워크 구축

□ 추진 일정 등

- 효율적 수문기상 업무 추진을 위한 내부조직 진단 및 역량 강화('19~'22)
- 홍수예보 업무에 따른 예보 시스템의 지속적 고도화 ('23~'25)
- 수문기상 업무 전문성 강화를 위한 국내외 협력네트워크 구축 ('25.6~)

추진과제 1-4	수문기상 예보관 양성과 파급력 있는 수문기상 업무 수행
-----------------	---------------------------------------

□ 세부 추진과제

- 수문기상 업무 수행에 따른 수문기상 예보관 인력 양성 검토 및 도입
 - 책임 있는 수문기상 업무 수행을 위한 수문기상 전문예보관(분석관) 운영 검토 및 도입
 - 예보관 채용 및 정기교육 과정 마련을 통한 정확도·속련도·신뢰도 향상
 - 예보관 임명 전 예보교육 의무화
 - 예보관 역량에 따른 차별화된 교육훈련체계 운영
 - 위험 및 특이 기상(돌발홍수, 도심홍수 등)에 분석 및 대응을 위한 훈련

- 주요 선진국 예보평가체계 분석 및 현 평가체계에 적용
 - 미국, 호주, 영국 등 수문기상 부문의 선진예보기관 파견 및 교육
 - 예보 교육 전후의 예보관 평가체계를 구축하여 지속적인 향상도 점검 및 경력개발 고취
 - ※ 기상청은 객관적인 평가를 위한 외부평가체계를 구축('17~), 외부 전문평가기관에 의뢰하여 예보업무 전반에 대한 평가 및 진단 (제3차 기상업무발전 기본계획)

- 현행 기상업무과 연계한 수문기상 예보관 업무 강화
 - 일반 국민의 활용도가 높은 동네 기상예보와 수문기상예보의 연계강화
 - 지방청의 지역적 특색을 고려한 수문기상 예특보 생산과 선제적 재해 대응
 - 지역별 위험 및 특이 기상(돌발홍수, 도심홍수 등)에 대응을 위한 전문화
 - ※ 부산시, 수원시, 부여시는 수문기상 관련 분석 정보 제공 시범사업(호우 영향예보) 중
 - 사회·경제적 영향이 큰 수문기상재해 유사사례 정보 제공
 - ※ 영향예보서비스 시범사업 실시 구축('16~'19): 기존의 기상예보를 넘어, 위험기상의 발생가능성 기반의 선제적 예경보체계

□ 추진 일정

- 수문기상 예보관 도입 검토 및 운영 준비 ('21~'23)
- 수문기상 예보관 채용 및 운영 ('23~'26)
- 기상예보와 수문기상예보의 연계성 확대강화 ('27~)

추진과제 1-5	수문기상 기본계획 수립을 통한 통합 물관리 정책 이행과 지원
----------	-----------------------------------

□ 세부 추진과제

- ‘수문기상 기본계획’ 구축 타당성 및 수립 방안
 - 체계적이고 미래지향적 통합 물관리 정책 지원을 위한 수문기상기본계획 구축의 타당성 제시
 - 기존의 수문조사 기본계획*, 기상청의 계획(기상업무 발전 기본계획 등)과의 중복성 검토
 - ※ 「수자원의 조사·계획 및 관리에 관한 법률」에 따라 10년마다 ‘수문조사 기본계획’을 수립함
 - 기본계획의 정책지표, 성과지표, 이행과제, 소요예산 등 개발
 - 수문기상 정보, 감시, 관측, 예측·예보 등 물관리 정책 지원을 위한 기본계획의 상세내용 개발

- ‘수문기상 기본계획’ 작성 및 이행평가 지침서 작성
 - 기본계획 구축에 필요한 분야별, 항목별 작성 지침서 개발
 - 기본계획 시행에 따른 이행평가(절차, 평가지표 등)를 위한 지침서 개발

- 「물관리 기본법」 시행에 대비한 기상청 역할의 강화 방안
 - 수문기상 측면의 국가-유역 물 관리위원회의 주요 기능과 보완점
 - 국가계획-유역계획의 가뭄·홍수 등으로 인하여 발생하는 재해의 경감 및 예방에 관한 사항 등 고려
 - 유역물관리종합계획 수립에 있어서 기상청의 역할과 참여방안 마련

- 수문기상 전망 보고서(분기별) 발행
 - 기상청과 그 소속기관 직제를 근거로 하여 홍수/가뭄 감시 및 예보에 관한 전망 보고서를 통한 예보업무 체계 구축 및 대국민 서비스 강화
 - 지역별/유역별 취약성, 원인 분석, 영향평가 등의 기초 정보를 제공하여 가뭄의 전주기 통합 관리의 기반 마련
 - 지자체, 정부부처 간 정보 공유 및 공동 활용 방안 구축

□ 추진 일정 등

- ‘수문기상 기본계획’ 구축 타당성 및 수립(1) (‘19.6~’21.6)
- ‘수문기상 기본계획’의 작성 세부지침서 및 보완·수립(2) (‘21.6~’24)
- ‘수문기상 기본계획’의 이행평가 및 수문기상 전망 보고서(분기별) 발행 (‘25~)

추진과제 1-6 물관리 일원화에 따른 다양한 분야(수질·수량·수생태·수도·방재)의 연계성 강화

□ 세부 추진과제

- 수문기상·농업·수문학적 가뭄지수와 연계한 통합가뭄지수 개발
 - 환경가뭄 전과정의 취약성 평가 및 수문기상 예측기반의 통합가뭄정보시스템 강화
 - ※ 통합물관리 비전포럼 ‘핵심전략 1-4. 수질·수량·수생태 통합 연계강화’와 연계 모색
 - ※ 유역 중심의 통합계획 수립 시, 홍수와 가뭄 등 물재해를 최소화할 수 있는 통합관리 체계 구축시 기상청 역할 강조
 - 가뭄지수 개발에 따른 통합평가 지표 개발하여 수량·수질관리 체계 구축 추진
 - 수질 및 수생태, 식생관련 항목을 연계한 환경학적 가뭄영향지수 개발 및 환경가뭄 감시 정보 마련을 위한 방법론 제시
 - 기 개발된 기상·농업·수문학적 가뭄지수와 환경가뭄 정량화 및 예측방안을 마련하고, 가뭄 지수별 연계대응 전략 수립
 - ※ 물관리 일원화 후속조치인 환경부 심층과제 ‘통합 물관리 평가 지표 개발’와 연계 모색

- 수문기상 관련 물관리 연계분야 업무 개선
 - 수문기상 업무가 수량·수질·물이용·수생태계 등 각 부문별 정책/기술 현황 조사
 - 유역단위 분산형 홍수·가뭄 대응 체계 구축, 가뭄 취약성 평가 및 통합 가뭄정보시스템 구축 등 통합 물관리 핵심과제 검토
 - 물관리 타 분야의 수문기상 연계성 분석과 업무개선점 도출 및 반영
 - 기상 및 수문정보와 환경정보를 결합한 통합 물관리 차원의 사회·경제·환경적 영향 정보를 제공하는 영향 예보 추진
 - ※ 호주 기상청(BOM: Bureau of Meteorology)은 기상정보와 환경정보의 결합이 중요한 정보 수요 트렌드임을 인지하고, 기상정보와 환경정보를 융합하는 영향예보 강화를 위한 R&D를 집중적으로 추진중. 환경영향 알고리즘 연구강화, 영향예보 모델 개발, 차세대 관측장비 도입, 컴퓨팅 시스템 개선 등을 추진

□ 추진 일정 등

- 수문기상과 연계한 환경가뭄 전과정 취약성 평가 (~'22)
- 물관리 부문별 정책/기술 현황 및 연계성 조사 ('23~'25)
- 수문기상 통합정보시스템 강화 ('25~)

추진과제 1-7	빅데이터 및 AI 예측 기반의 수문기상 정책 신뢰도 향상
----------	--

□ 세부 추진과제

- 통합 물관리 실현을 위한 수문기상 부문의 빅데이터 활용 방안 마련
 - 빅데이터 분석 기반의 수문기상 영향 예보·분석 체계 구축
 - ※ 지상 및 위성 등 통합기상관측망 구축이 선행과제로, 관측망 통합으로 관측망의 격차를 해소하고 신속한 자료 수집과 처리 필요
 - 빅데이터 수집, 처리, 분석 등의 도입으로 홍수 및 가뭄 등의 재난 피해 감소를 위한 재해기상 정책 마련에 기여
 - 수문기상 표준화 자료의 데이터베이스 구축 및 활용 방안 추진
 - ※ 기상청은 기상기후 빅데이터 분석 플랫폼 구축('15) 및 전면 개방('16)하였으며, 수문기상 부문의 빅데이터 분석 플랫폼 구축 방안 필요
 - ※ 구글(google)은 방대한 기상기후 관련 데이터를 수집, 과학적 분석 등 기상빅데이터 기반 기상 서비스인 날씨 어플리케이션 'Windy' 제공하고 있음

- 빅데이터 수집 및 AI 예측 기반의 수문기상 예보 신뢰도 향상
 - 사물인터넷(IoT), 빅데이터, 인공지능(AI), 드론과 같은 첨단 과학기술과 기상예보의 융합으로 수자원 관련 정책의 효율적 활용
 - 인공지능(AI) 예측 기술을 활용한 수문기상의 예보 업무 효율화
 - 수질·수량·녹조 등 수자원 관련 정보 수집
 - 장기간 폭염으로 인한 수자원 관리 및 가뭄 대응 대책 활용
 - 집중호우로 인한 신속한 돌발홍수 예·경보 및 대응 활용
 - ※ 2018년 기상청 주요 업무 추진 계획: 인공지능 기반 초단기모델 강수예측 보정기법을 개발하여, 수치모델 대비 예측정확도를 10% 이상 향상 추진 계획 중
 - 기후변화 위험성 예측 및 대안 수립에 활용
 - 지상, 항공, 위성 등 입체 관측 기반의 수문기상 의사결정 과정의 타당성 및 오류 분석하여 인과관계 도출
 - 수문기상 정보를 정확하게 전달하고, 정책 의사결정의 정확성 및 신뢰도 향상에 기여

□ 추진 일정 등

- 지상, 항공, 위성 등 입체 관측 기반의 수문기상 부문의 빅데이터 활용 방안 마련 ('21~'24)
- 빅데이터 수집 및 AI 예측 기반의 수문기상 예보 신뢰도 향상 방안 ('25~)

핵심전략 2	수문기상의 중점 원천 및 응용 기술 발전 방안 수립
---------------	-------------------------------------

추진과제 2-1	유역기반 물관리에 대응한 수문기상 정보의 표준화 기술 개발
-----------------	---

□ 세부 추진과제

- 통합 물관리를 위한 물 관련 기초자료 조사체계 구축
 - 수문(기상) 항목의 조사 및 정보체계 표준화 및 통합계획 마련
 - 물관리 정책/계획 등의 활용성을 고려한 자료 구축 체계 마련

- 수문기상 자료 표준화 지침(안) 마련
 - 수문기상 기초자료 항목별 생산, 분석, 제공 및 평가체계 표준화 방안 제시
 - 지자체, 유관기관별 자료를 통합, 체계적 상호 연계를 위한 수문기상 자료 표준화
 - 수문기상 자료 활용 지원을 위한 수문기상 자료 표준화 설명서 제공
 - 호환성, 상호운용성 향상으로 유관기관의 수문기상 정보 교환의 편의성 제고

- 수문기상 영향 지표 발굴
 - 수문기상 표준기반 조성 및 표준화 확산을 위한 표준화 기술 개발
 - 수문기상이 물관리 전주기 과정에 영향 분석을 위한 정량화된 자료 구축
 - 홍수, 가뭄, 수질 등에 미치는 수문기상 영향 지표 마련 및 시스템 구축
 - 기후변화 관련 정책적 활용을 위한 사용자 중심의 미래 전망 자료의 생산 및 활용 지표 체계 마련

□ 추진 일정

- 수문기상 자료 표준화 지침(안) 마련 ('19.6~'21.6)
- 수문기상 영향 지표 발굴 (~'24) 및 시스템 구축·고도화 ('25~)

추진과제 2-2

유역기반 수문기상정보 및 기술의 전과정 체계 확립

□ 세부 추진과제

- 기상과 수문의 중간 역할인 수문기상 업무 체계 확립
 - 정보수집: 기상관측망, 기상레이더, 위성정보, 슈퍼컴퓨터 수치모델
 - 정보 수집 및 관리 : 관측자료 표준화, 수요자 맞춤 정보 가공 기술 개발, 연계 기술 연구 개발 지원
 - 정보 생산 및 분석: 수문기상 전문 예보관 양성, 홍수유출모의, 가뭄해석, 수문예측해석 등 수문-기상 연계 업무, 기후변화, 기상재해 전망
 - 정보 활용 및 제공: 유관기관 공통자료 제공, 통합 물관리의 의사결정 과정에서의 정보 활용, 수문기상 정보 통계 DB구축, 대국민 홍보 및 교육

- 국가 물 관련 정보시스템 운영 현황 조사 및 통합연계 개선 및 기대효과 제시
 - 물관리 분야의 유기적인 협력 및 수문기상 업무 통합 분위기 조성
 - 기관별 생산되는 모든 물정보를 공유표준에 따라 공유할 수 있도록 국가 물정보 공유 플랫폼 구축(안) 마련
 - 기상청 수문기상 업무 수행에 따른 기대효과 분석 및 제시

- 유역기반의 수문기상 정보 통합관리 플랫폼 구축
 - 유역 내 수문기상 정보 공유 확대를 위한 일원화된 플랫폼 구축
 - 기상관측-생산-분석-제공 등 데이터의 단계별 통합 및 공유 확대
 - 수문기상기본계획, 물환경관리기본계획, 수자원장기종합계획 등 국가 물관련 계획의 정보화 및 공유
 - 확보된 수문기상 정보를 물관리 의사결정에 활용하는 “수문기상 분야 빅데이터” 개방형 플랫폼 구축
 - 정보 사용자 관점에서의 맞춤형 서비스 제작 및 공유

□ 추진 일정 등

- 수문기상 업무 추진의 기대효과 분석 및 제시 ('18.10~'23)
- 수문기상 전과정 기술 및 업무 체계 확립 ('24~'26)
- 유역기반의 수문기상 정보 통합관리 플랫폼 구축 ('27~)

추진과제 2-3 통합기상관측망 구축과 고품질 수문기상 관측자료의 신속한 활용 기술 개발

□ 세부 추진과제

- 기상·레이더의 통합기상관측망 구축 운영을 통한 신속한 양질의 관측자료 생산
 - 기상청 자동기상관측망(AWS)과 홍수통제소, 한국수자원공사 및 지자체의 강수관측망을 통합하여 운영 및 품질관리
 - 물관리 일원화 후속조치인 연구과제에 적극 참여하여 기상청 업무의 고유성 및 강점을 환류 및 증대
 - ※ 환경부의 물환경측정망, 홍수통제소의 수문조사망, 기상청의 기상관측망 기초 조사 및 국가 공동측정망 운영 연구 계획 중(환경부 통합물관리 준비기획단, '조사·정보체계의 표준화 및 통합계획 수립,'18년 7월~)
 - 다년간 축적된 레이더 운영 및 관리 적용
 - ※ 지상관측망: (기상청) 590개소, (홍수통제소) 517개소로 총 1,107개소
 - ※ 레이더: (기상청)대형 11, 소형 3, (홍수통제소) 중·대형 6로 총 20개소(신규 3개 추진 제외)
 - 강수자료의 관측·품질관리 일원화로 범부처 균질한 관측자료 생산·관리 및 강수정확도 향상
 - 기상·환경 위성과 연계한 수문기상(강수, 증발산, 토양수분, 적설·융설 등) 관련 정보자료 자체생산을 위한 고유기술 확보
 - 유출 및 지하수 함량 등 유역 물관리 의사결정에 신속히 활용가능한 수문기상 예측정보 생산의 고도화
 - 대국민 서비스 제고와 통합운영 환경 구축 기반 마련

- 기상·수문 통합 관측망 체계 구축 및 효율적인 관측·예측·대응
 - 호우예특보와 홍수예경보를 공동 체계를 통해 발표하여 지자체와 정부의 홍수대응 일관성 확보
 - 국지성 호우, 홍수 등 위험기상 현상의 조밀한 감시 및 분석
 - 기상-수문 융합을 위한 전문인력과 기상-수문 융합기술 기반 강화
 - 장시간 투자하여 연차별 추진계획 등 마련 필요

□ 추진 일정 등

- 수문기상·레이더 관측망 통합 검토 및 구축 ('18.10~'22)
- 기상·환경 위성과 연계한 수문기상(강수, 증발산, 토양수분, 적설·융설 등) 정보 생산 기술 개발 ('23~'26)
- 통합 수문기상 관측망의 효율적 운영과 고품질 수문기상 자료의 활용과 유지관리 ('27~)

추진과제 2-4

수문기상 원천·응용 기술의 발전방안과 기획연구

□ 세부 추진과제

- 수문기상국의 연구 과제 발굴 및 추진 방안 마련
 - (가칭)수문기상국과 예보국과의 기술 연계
 - (예시) 기상관측자료와 예보모델의 결과를 연계한 홍수 및 가뭄 예측 수행
 - 국가/유역 물관리 기본계획에 포함되는 계획·기술 등과 연계 방안
 - (가칭)수문기상국과 국립기상과학원 지구시스템연구과의 기술 연계
 - 정량적 수문기상 정보를 활용한 수문기상재해감시 및 예측 기술의 지속적 개발
 - 기존 업무인 수문기상 연계기술 개발을 통한 우리나라 물순환 진단 및 예측 강화
 - 수문기상 기술 연구보고서 출간하여 우수한 연구·기술 대외적 홍보

- 기상부문 원천 기술 기반으로 응용·융합(수문기상)분야 기술 확대
 - 기상청의 강점 분야인 관측 및 예보 강조, 기술적 응용자료인 수문기상 서비스 제공
 - 수문기상 예측정보의 정확도 향상 및 정보생산을 위한 원천·응용 기술 수요의 종합 조사

- 수문기상 예측·전망 기술 발전을 위한 R&D 기획
 - 유역별 물관리 활용 기술 개발 등 수문기상 기술 개발을 위한 R&D 투자 준비

- 수문기상 원천·응용 기술 확산을 위한 민·관·연·학 협력 및 경쟁력 배양
 - 해외 수문기상 신기술 조사
 - 민간투자 기반 혹은 수문기상 산업발전에 특화된 원천·응용 기술 수요조사 및 확보
 - 연구기관, 학회 및 민간기업의 협력 및 경쟁력 배양

□ 추진 일정

- 수문기상 원천·응용기술 수요 종합 조사 ('23~'25)
- 수문기상 예측·전망 기술 발전을 위한 R&D 기획 ('26~'28)
- 수문기상 원천·응용 기술 발전을 위한 R&D 추진 ('29~)

추진과제 2-5	기후변화에 대비한 선제적 수문기상 대응기술 개발
-----------------	-----------------------------------

□ 세부 추진과제

- **돌발홍수·도시침수 대응 체계 구축**
 - 국립기상과학원 등 기존 기상청 자체개발의 돌발홍수 예보시스템의 정비 및 개선
 - 슈퍼컴퓨터 등을 활용한 초단기 강수량 예측자료와 고해상도 모델 예측자료를 활용한 예상 침수 지도(GIS) 산출 지원
 - 도심지·소하천·계곡 등 저지대의 강수량의 실태 분석, 강수량의 초단기 예측자료를 통하여 돌발홍수 및 도시 침수 위험정보를 제공
 - 기상 예보 전문가와 홍수 예보 전문가의 통합 조직을 통한 신속하고 정확한 홍수예보 의사 결정 지원
 - ※ 청내외 관련기관 및 외부 전문가 활용

- **유역별 가뭄정보를 통합하여 물관리 활용에 강화**
 - 기상청은 유역별 강수량측 및 기후예측 모델을 활용한 가뭄정보 제공하고 있으며, 관련 연구를 통하여 가뭄 전주기의 예측 정보 마련
 - ※ 기상청은 가뭄발생부터 소멸까지 전주기의 기후특성 분석 및 가뭄예측기간을 확장(3개월 예측)하기 위한 연구 추진 중('18년~)에 있음
 - 가뭄 전주기 중 기상가뭄으로 시작되어 농업 및 수문 분야로 확산, 극대가뭄으로 연결되 때문에 (극대) 가뭄에 선제적으로 신속한 정보 제공
 - ※ 기상청의 향후 추진 계획: 기상청 및 유관기관 정보를 활용한 통합(기상, 농업, 수문) 가뭄 감시 및 전망 정보 실시간 생산체계 구축 예정('19년)

□ 추진 일정 등

- 기상청 자체개발의 기존 돌발홍수예보 시스템 정비 및 개선(~'23)
- 수문기상 및 도심 시설물 정보를 활용한 도시침수 예보시스템 구축 검토('24~'25)
- 극한 돌발홍수, 도심침수 등 첨단 예보인프라(슈퍼컴퓨터, 위성 등)를 활용한 수문 기상 연계기술 개발('26~)

추진과제 2-6

수문기상 기술 인증·검증 및 보급을 통한 신뢰도 제고

□ 세부 추진과제

- 국립기상과학원의 수문기상 연구개발 지원 확대, 국내외적 평가 및 검증
 - 전지구 모델을 활용한 수문기상 전망(계절예보 등) 자료의 국내외 검증
 - 국립기상과학원의 수문기상 연구개발 지원 확대

- 국내 수문기상 원천 및 응용 기술의 인증·검증 체계 마련
 - 정확한 관측 및 예보의 기반 마련을 위한 검증 체계 구축
 - 수문기상 원천 및 응용 기술의 인증 제도 도입 및 전담부서 신설 검토

□ 추진 일정

- 전지구 모델을 활용한 수문기상 전망 기술 검토 및 개발 ('25~'27)
- 국내 수문기상 기술의 인증·검증 체계 마련 ('28~)

핵심전략 3	수요자 중심의 맞춤형 서비스 및 수문기상 정보확산 체계 강화
---------------	--

추진과제 3-1	수문기상 정보협의체 구축을 통한 기상청 위상 강화
-----------------	------------------------------------

□ 세부 추진과제

- 유관기관의 물 관리 업무 지원을 위한 물관리 주무부서와 긴밀한 협의체 구축
 - 소속·관계·유관기관의 수요조사를 위한 정기적 협업 네트워크 구축 및 정기적 회의 개최
 - 수문기상 부문의 정보제공 및 이용 간 연계성 관리 운영을 위한 ‘사용자 협의체’ 구성
 - 정보 제공에 대한 수요 반영하고(사용자 참여형), 기관 및 이용자별 특성을 고려한 서비스 개발 및 정보 제공(사용자 맞춤형)으로 물 관리 업무에 적극 지원
 - 본청-지방기상청 및 유역(지방)환경청 간의 업무 협의체 마련
 - 지방기상청 및 유역(지방)환경청, 지방자치단체 등 지역 맞춤형 재난 대비 서비스 개발 및 배포체계 개선
 - 지방조직을 활용한 수재해 대응 관련 공백지역에 대한 정보 제공 범위 확대
 - 유사 정보의 기관별 편차 조정한 통합 정보 구축

- 수문기상 공동연구 개발 및 서비스 공조 체계 강화
 - 각 기관의 수요조사 및 협의회 정례화를 통한 의견 수렴
 - 정보 교환 및 융합 사례 발굴을 통한 지속적인 서비스 개발

- 수문기상 정보의 산업계 등 민간 활용 확산
 - 서비스 개선을 통한 민간·산업 지원 분야 발굴
 - 신규 정보 제공 체계 구성 및 서비스 고도화 후, 부가가치 창출 지원 기술 이전

□ 추진 일정

- 유관기관의 물관리 정보제공 및 의사결정 참여를 위한 ‘(가칭)수문기상 정보 협의체’ 구축 및 운영 (‘23~)
- 수문기상 공동연구 개발 및 서비스 공조 체계 강화 (‘25~)
- 수문기상 정보의 산업계 등 민간 활용 확산 (‘27~)

추진과제 3-2	‘수문기상통합정보시스템’ 운영을 통한 정보 일원화
----------	------------------------------------

□ 세부 추진과제

- 수문기상정보 통한 생산과 관리하는 ‘수문기상통합정보시스템’ 구축·운영
 - 국내외 수문기상관측 자료 및 생산 자료의 수집·제공·분석이 가능한 정보플랫폼으로 구축
 - 수문기상 자료 표준화, 품질관리, 활용 지침, 조직, 업무의 통합 정비
 - 단·중·장기 수문기상예보 관련 자료의 통합 유지 관리

- 물관리 유관기관의 사용 목적을 반영한 수문기상 통합 모니터링 및 전달시스템 구축
 - 통합 물관리 측면에서 수문기상 정보의 활용 주체에 대한 명확한 정의 및 역할 부여
 - 명확한 역할 분담을 통해 각 기관별 시스템과 연계, 자료공유 협약
 - 사용목적에 따른 다양한 형태의 자료 제공
 - 기관별 자료 공유·연계가 원활한 시스템 마련하고, 맞춤형 기상정보 제공 및 수문기상 공동연구 수행을 통한 통합관리 체계 구축 필요
 - 웹 기반의 사용자 인터페이스 시스템 구축
 - 사용자 수요 충족을 위한 담당 인력 및 체계 구축
 - 정보의 원활한 환류를 위하여 지속적인 사용자 요구 파악 및 분석, 제공

- 수문기상자료의 통합·연계를 통한 품질관리 고도화
 - 기상위성 및 기상수치모델을 활용한 대표성 있는 융합 정보 산출 및 활용 체계 구축
 - 현재 운영 중인 수문기상·가뭄 정보 시스템에서 유역별 면적강수량, 토양수분량, 증발산량 등 유역별 데이터베이스 확대 구축, 지속적인 시스템 확대 유지
 - 다양한 수문기상 자료의 공동활용에 따른 고품질성 유지

□ 추진 일정

- 수문기상정보 통한 생산과 관리하는 ‘수문기상통합정보시스템’ 검토(23~24)와 구축 및 운영 (25~)
- 물관리 유관기관의 사용 목적을 반영한 수문기상 통합 모니터링 및 전달시스템 구축 (29~)

추진과제 3-3

수문기상 통계집, 수문기상 정보 활용 지침서 발간 등 수문기상 정보 확대

□ 세부 추진과제

○ 연간 수문기상 통계집 발간

- ‘수문기상 기본계획’과 ‘수문기상 전망 보고서(분기별)’의 기초자료 구축
- 강우량, 토양수분량, 증발산량 등 수문기상 부문의 지역별/유역별 관측 자료 제공

○ 수문기상 정보 활용 안내지침서 발간

- 정보이용의 편리성을 강화하고, 효율적 정보이용을 위한 수문기상 자료의 활용 매뉴얼 제공
 - 관측 및 측정 자료의 해석 및 활용 등
- 수문기상재해 이슈에 대한 수문기상 정보 활용 사례 제공

○ 수문기상 콘텐츠 개발로 대국민 홍보 강화

- 수문기상의 중요성 및 활용이 포함된 포스터 제작
- 기상청의 수문기상 업무 설명을 통한 대국민 이해도 증가

□ 추진 일정

- 연간 수문기상 통계집 준비 및 발간 ('23~)
- 수문기상 정보 활용 안내지침서 발간 ('25~)
- 수문기상 콘텐츠의 지속적 개발과 대국민 홍보 강화 ('28~)

추진과제 3-4

유관기관, 민간 전문가 대상 교육 프로그램 운영

□ 세부 추진과제

- 정보활용의 이해를 돕기 위한 교육 프로그램 운영 확산
 - 수문기상 서비스 사용자 대상으로 정보 활용 교육 체계 마련
 - 기상청 제공 자료의 해석과 정보 활용 지원 방법 모색
 - 수문기상 정기적 교육 프로그램 개발 및 실시계획 수립
 - 기상과 수문 전문가를 대상으로 정보의 특성 차이가 큰 기상(기후)정보와 수문 정보의 지속적인 교육을 통해 수문기상 정보의 특성을 이해시키는 것을 목적으로 함

- 세계 기상 정보를 수집하고 배포하여 수문기상 연구 및 교육 강화
 - 국제 협력의 컨트롤 타워 역할을 하는 WMO WWRP(The Hydrology & Water Resource Programme)를 활용하여 수문기상·가뭄업무 수행
 - 미국 기상청(NWS: National Weather Service)은 하천 별 수문업무 부서가 별도로 구축 되어있으며, 수문기상 연구·교육 시행
 - 호주 기상청(BOM: Bureau of Meteorology)은 기본관측 외에 수문기상에 대한 정기적 교육과 국가 수자원 평가 수행

□ 추진 일정

- 정보활용의 이해를 돕기 위한 수문기상 교육 프로그램 개발 및 운영 ('25~)
- 전세계 및 동아시아 수문기상 정책 및 기술의 주류화·주도화 지원 강화 ('28~)