

제1차 국가물관리기본계획 수정계획 수립을 위한 기초 연구

Basic Research for Revising the Master Plan for National Water Management

한혜진 외

K O R E A
E N V I R O N M E N T
I N S T I T U T E



■ 저 자 한혜진, 황보은, 한대호, 현운정, 이문환, 최윤경, 김지성, 신정범,
김진호, 나민철, 김홍태, 장래혁

■ 연구진

연구책임자 한혜진 (한국환경연구원 선임연구위원)
참여연구원 황보은 (한국환경연구원 연구원)
 한대호 (한국환경연구원 책임연구원)
 현운정 (한국환경연구원 선임연구위원)
 이문환 (한국환경연구원 부연구위원)
 최윤경 (前 한국환경연구원 연구원)
 김지성 (한국건설기술연구원 연구위원)
 신정범 (한국수자원공사 인재개발원 차장)
 김진호 (한국수자원공사 물관리기획처 차장)
 나민철 (한국농어촌공사 통합물관리추진단 과장)
 김홍태 (국립환경과학원 물환경평가연구과 연구관)
 장래혁 (한국환경공단 물관리계획부 과장)

■ 연구자문위원 (가나다순)

권현한 (세종대학교 건설환경공학과 교수)
김호정 (한국환경연구원 선임연구위원)
송영일 (한국환경연구원 선임연구위원)
이병국 (한국환경연구원 선임연구위원)
이상은 (국토연구원 안전국토연구센터 센터장)
최용식 (환경부 물정책총괄과 사무관)
최지용 (서울대학교 그린바이오 과학기술연구원 교수)

© 2023 한국환경연구원

발행인 이 창 훈
발행처 한국환경연구원
 (30147) 세종특별자치시 시청대로 370
 세종국책연구단지 과학·인프라동
 전화 044-415-7777 팩스 044-415-7799
 http://www.kei.re.kr

인 쇄 2023년 10월 26일
발 행 2023년 10월 31일
등 록 제 2015-000009호 (1998년 1월 30일)
ISBN 979-11-5980-705-3 93530
인쇄처 호정씨앤피 02-2277-4718

이 보고서를 인용 및 활용 시 아래와 같이 출처를 표시해 주십시오.
한혜진 외(2023), 「제1차 국가물관리기본계획 수정계획 수립을 위한 기초 연구」,
한국환경연구원.

값 9,000원

서 언

2021년 분야별로 수립되던물관리 계획을 아우르는 물 관련 국가 최상위 계획으로 『제1차 국가물관리기본계획』이 수립되었습니다. 그러나 2021년 수립 이후 매해 가뭄 및 홍수 등의 기후위기에 따른 재난이 발생하고 있고 인구감소 여파로 인구절벽 및 지역소멸 등의 물관리 여건이 급속도로 변화하고 있습니다. 또한 반도체 등의 공업용수 수요 증가와 물산업 시장 확대, 신규오염물질 관리 사각, 하천관리 일원화에 따른 전략 등의 변동으로 리스크가 발생하고 있어 이와 관련해 물관리 전략을 보완해야 할 시점입니다.

이러한 시기에 본 연구에서는 2026년 『제1차 국가물관리기본계획』의 수정계획 수립에 대응하고자 계획의 운영 실태를 검토하고 이를 기반으로 물관리 여건 변화에 따른 타당성 검토 체계를 마련하여 수정계획 수립 방향을 제시하고자 하였습니다. 본 연구를 통해 수정 계획 수립뿐만 아니라 향후 대내외 여건 변화에도 능동적으로 대응할 수 있는 방안을 제시함으로써 물관리 정책 수립 및 발전에 기여할 것으로 기대합니다.

끝으로 본 연구를 수행한 한국환경연구원 물국토연구본부 통합물관리연구실 한혜진 박사, 현윤정 박사, 이문환 박사, 한대호 연구원, 황보은 연구원, 최윤경 연구원과 외부전문가로 참여해주신 한국건설기술연구원 김지성 박사, 한국수자원공사 신정범 차장과 김진호 차장 및 한국수자원공사 연구진, 한국농어촌공사 나민철 과장과 한국농어촌공사 연구진, 국립환경과학원 김홍태 연구관, 한국환경공단 장래혁 과장과 한국환경공단 연구진께 감사드립니다. 또한 바쁘신 와중에 자문으로 연구에 도움 주신 세종대 권현한 교수, 국토연구원 이상은 센터장, 환경부 최용식 사무관, 서울대 최지용 교수께 감사를 표합니다. 아울러 우리 원의 김호정 박사, 송영일 박사, 이병국 박사의 자문에도 감사를 드립니다.

2023년 10월
한국환경연구원
원장 이창훈

요약

I. 연구의 배경 및 목적

1. 연구 배경 및 필요성

□ 국가물관리기본계획 수정계획 수립의 개요

- 「물관리기본법」에 따라 환경부 장관은 5년마다 ‘국가물관리기본계획’의 타당성 검토 후 그 결과를 반영하여 국가물관리기본계획 변경 필요
 - ※ ‘수정계획’은 국가물관리기본계획 수립 후 5년 이내(’26.6까지) 수립해야 함 → 공백 및 지연 없이 국가물관리기본계획을 운영하려면 ’26년 1월 공표 및 시행 필요

〈표 1〉 수정계획 법적 근거 및 심의 절차

<p>- 「물관리기본법」 제27조 제2항 “환경부 장관은 국가계획을 수립한 날부터 5년마다 타당성을 검토하고 그 결과를 반영하여 국가계획을 변경하여야 한다. 이 경우 국가물관리위원회의 심의를 받아야 한다.”</p> <p>- 심의 절차 계획(안) 마련(환경부) → 관계부처 및 유역위원장 협의(환경부) → 심의 제청(환경부 → 국가위) → 공청회 개최(국가위) → 심의·의결(국가위)</p>

자료: 국가법령정보센터, “물관리기본법”.

□ 물관리기본법 제27조 제2항을 이행하려면 구체적인 법령해석 행위 필요

- 수정계획 수립을 위한 타당성 검토의 개념, 방향 및 평가 방법에 대한 세부 내용 부재
 - ※ 일본의 「물순환기본법」에는 수정계획 수립 시 ‘여건(정세) 변화’와 ‘대책의 효과 평가’를 거쳐 검토·변경하도록 구체적으로 적시되어 있음
- 타당성 분석 결과 반영 범위 검토 필요

2. 연구 목적 및 내용

□ 연구 목적

- 『제1차 국가물관리기본계획』 수정계획 수립을 위한 타당성 검토 체계 마련
- 타당성 검토 결과를 바탕으로 내실 있는 수정계획 수립을 위한 변경 방향 제시 및 수립 가이드라인 마련
- 또한 최상위 중장기 법정계획인 국가물관리기본계획이 국가의 물관리 미래비전 및 정책방향을 제시하고, 정책목표를 달성하기 위한 종합계획으로 수립되기 위한 방향도 함께 제시

□ 연구 주요 내용

- 수정계획 수립을 위한 타당성 평가 체계 마련 및 시범평가
- 수정계획 수립을 위한 개선 방향 제시
- 수정계획 수립을 위한 수립 지침(안) 제시

3. 연구 방법

□ 문헌조사

- (이론검토) 계획이론 모형 검토 → 계획과 관련된 타당성 이슈 도출 → 국가물관리기본계획의 타당성 분석 연구모형 도출
- (해외사례) 호주, 일본의 수정계획 수립을 위한 타당성 평가 체계 분석 및 시사점 도출

□ 데이터 분석

- (법령) 「물관리기본법」, 「수자원의 조사·계획 및 관리에 관한 법률」(이하, 수자원법) 등 관련 법령 검토
- (계획) 국가물관리기본계획, 수자원장기종합계획, 유역물관리종합계획 등 관련 계획 검토

- 국가물관리위원·공무원 심층 면접
 - 전·현직 국가물관리위원, 공무원 10명 대상
 - 계획 수립을 위한 타당성 체계 자문
 - 수정계획 수립 시 수정 방향

II. 계획의 타당성 평가 체계(안)

1. 계획의 타당성 평가의 조작적 정의

- 계획의 타당성 평가의 조작적 정의
 - 사전적으로 타당성이란 ‘사물의 이치에 맞는 옳은 성질’을 의미
 - 계획의 타당성 평가란 ‘계획이 이치에 맞게 수립되고 운영되는지를 평가’하는 것
 - 즉, 계획이 원래 개념 및 기능에 맞게 수립되고 운영되는지를 평가하는 행위
- 행정계획 및 국가법정계획의 개념
 - 행정계획의 개념: 특정한 행정목표를 달성하기 위하여 행정에 관한 전문적·기술적 판단을 기초로 관련되는 행정수단을 종합·조정함으로써 장래의 일정한 시점에 일정한 질서를 실현하고자 설정한 활동기준이나 그 설정행위(대법원 판례)
 - 국가법정계획의 개념
 - 내용적 요건: 미래 전망을 기반으로 행정의 소망과 의지를 반영한 목표와 이를 달성하기 위한 수단에 대한 종합적 의사결정
 - 형식적 요건: 수립권자가 중앙행정기관으로서 법률적 근거가 있는 계획(이광희, 박준, 2022)

2. 기존 연구 검토

- 국회미래연구원(2019), “정부 중장기계획 메타평가 실시 방안 연구”

- (목적) 정부 중장기계획의 실효성을 제고하기 위한 메타평가 체계 마련
- (방법) 전문가 논의, 재정사업분석제도·사전영향평가제도를 분석 조합하여 평가기준 마련
 - 타당성: 객관적이고 합리적인 분석 결과에 근거하여 수립되었는지를 검토하는 기준
 - 충실성: 계획에 필요한 요소를 포함하는지를 의미
 - 실현가능성: 실제 적용 과정에서 필요한 내용이 포함되었는지, 협력이 필요한 부처 및 계획과의 관계를 고려하였는지를 의미



자료: 국회미래연구원(2019), p.176, <그림 5-1>을 인용.

<그림 1> 중장기계획 메타평가 기준

3. 이론 검토: 공공계획 패러다임

□ 합리적 계획이론

- 계획을 일련의 합리적 선택을 통하여 미래에 어떠한 목표를 실현하기 위한 적절한 행동의 순서를 결정짓는 과정으로 보는 계획이론

□ 협력적 계획이론

- 의사소통 계획과 참여적 계획의 속성을 종합한 형태의 계획이론

〈표 2〉 전통적(합리적) 계획과 협력적 계획의 특성 비교

구분	전통적(합리적) 계획	협력적 계획
참여	이슈가 못 됨	광범위한 참여
의사소통	전문가로부터 의사결정자에게	상호주관적
계획가의 역할	기술적 전문가	협상가, 촉진자
권력	기획 부서에 집중	분절되고 분산되어 있음
통제의 형식	암묵적	명시적
계획의 유형	경험적 산물	몰입 패키지
주요 강조 논리	기술적·과학적 논리	의사소통적 논리
인과관계	주요 이슈	중요치 않음
효과성	목표 달성 정도	합의 도달 정도
투명성	전문가에게만	참여자들에게 전부

자료: 문정호 외(2006), p.35, 〈표 2-2〉에서 인용.

4. 국내외 타당성 평가 검토 시사점

□ 국내 타당성 평가 제도

- 국내외 수정계획을 수립할 때는 타당성 평가에 대한 체계적인 지침을 마련하지 않음
 - 공통: 기존 계획의 성과와 한계 평가, 미래 여건 변화 분석, 관련 계획의 정책 변화 등을 분석하여 기존 계획의 타당성 평가 진행
 - 개별 분석: 타당성 평가 시점의 물공급, 물수요, 물수급 전망을 재분석하여 기존 전략의 타당성 평가

□ 호주 유역계획 평가

- 유역계획에서 제시하는 총괄 및 부문별 목표 달성, 단기적 성과 및 장기적 영향을 모두 고려하여 타당성 평가 진행
 - 평가 기간: 이행평가는 매년, 성과평가는 5년, 영향평가는 10년 단위
 - 평가유형 및 기준: 이행평가, 성과평가(단기), 영향평가(장기) 3단계로 구분하여 적합성, 효과성, 영향성 기준으로 평가 진행

□ 일본의 물순환계획 수정

- 법률(「물순환기본법」)에 따라 수정계획을 수립할 때 물순환 관련 여건 변화 및 대책의 효과를 평가해 수정 쟁점 파악
- 약 2년 동안 전문가, 지자체, 국민의 의견을 수렴해 수정계획안 마련
- 일본 수정계획에서 고려된 여건 변화
 - 기후변화에 따른 대규모재해 대응, 법률 개정(「지하수법」, 「유역치수법」), 탄소중립에 따라 재생에너지 사용
- 일본 수정계획에서 고려된 주요 한계
 - 유역계획 수립 촉진 및 질의 향상, 기후변화 대응 한계, 국민 물순환 인식 저하, 국제협력에 더욱 적극 대응

5. 국가물관리기본계획 수립을 위한 타당성 평가 체계(안)



자료: 저자 작성.

〈그림 2〉 국가물관리기본계획 타당성 평가 체계(안)

6. 국가물관리기본계획 수립을 위한 타당성 평가 기준

〈표 3〉 국가물관리기본계획 수립 타당성 평가 기준

구분	기준	세부기준	설명	기존 연구	이론적 모형	
계획 타당성 (내생)	합법성	-	- 근거 법률에서 규정된 요건 및 주요 요소를 모두 포함하고 반영하였는가?	- 박진 외(2023) - 국회미래연구원(2019)	-	
	합리성	명확성	구체성	- 계획 수립요소를 구체적이며 명확하게 제시하였는가?	- 박진 외(2023) - 국회미래연구원(2019)	합리적 종합 계획모형/ 최적화 계획모형
			객관성	- 분석방법과 자료의 객관성을 확보하였는가?	- 국회미래연구원(2019)	
			미래지향성	- 미래전망 및 파급효과 분석 등을 포함하고 있는가?	- 박진 외(2023) - 국회미래연구원(2019)	
		적절성	- 계획의 수립요소(전망, 목표, 대책, 제약)를 포함하고 있으며, 적절하게 작성하였는가?	- 박진 외(2023) - 국회미래연구원(2019)		
	합의성	조정성	- 계획요소 우선순위를 설정하였는가? 조정 절차를 제도화 하였는가? - 연관계획, 연관부서, 유사계획 등과의 연계 등을 고려하였는가?	- 이광희, 박준(2022) - 국회미래연구원(2019)	참여형/ 계획모형	
		참여성	- 이해관계자 참여 및 이들 간의 협의 과정을 포함하였는가?	- 문정호 외(2006) - 국회미래연구원(2019) - 이광희, 박준(2022)		
여건 타당성 (외생)	실효성	이행성	- 전략이 계획에 따라 지연 없이 이행되는가?	- 일본 사례 - 호주 사례	과정 계획모형/ 부분점증계획/ 최적화 모형	
		효과성	- 전략이 목표하는 정책효과가 발생하는가?	- 일본 사례 - 호주 사례		
	여건 대응성	외부여건	- 변화된 외부여건에 대응할 수 있는가?	- 일본 사례 - 국내 타 부문 사례		
		내부여건	- 변경된 국정과제 또는 법률과 연계성이 있는가?	- 일본 사례 - 국내 타 부문 사례		

자료: 저자 작성.

7. 목표의 타당성 평가 세부기준

〈표 4〉 목표 측면에서 타당성 검토

기준		타당성 검토 내용
합법성		- 「물관리기본법」 제27조 제1항의 국가 물관리 정책 기본목표 및 추진 방향을 작성하였는가?
합리성	적합성	- 목표가 해결해야 할 문제나 지향하는 미래 상황에 비추어 타당하게 설정하였는가?
	명확성	- 장래에 달성하고자 하는 바람직한 최종상태(목표)를 구체적으로 나타내는가? - 실제적 목표를 보다 완전하게 이해할 수 있도록 기술하였는가?
합의성	조정 가능성	- 목표 간 우선순위가 설정되어 있는가? 조정 절차가 제도화되어 있는가? - 연계계획, 관련부서, 유사계획 등과의 연계 등이 고려되어 있는가?
	참여성	- 다양한 국민, 이해관계대상자의 참여를 거쳐 목표가 설정되었는가?
여건 대응성	외부	- 물관리 목표가 변화된 외부여건에 대응할 수 있도록 설정하였는가?
	내부	- 물관리 목표 및 기본방향이 변경된 국정과제의 방향성과 맞게 설정하였는가?

자료: 저자 작성.

8. 전망의 타당성 평가 세부기준

〈표 5〉 전망 측면에서 타당성 검토

기준		타당성 검토 내용
합법성		- 「물관리기본법」 제27조 제2항의 물관리 여건의 변화 및 전망, 제4항의 중장기 수급 전망을 분석하였는가?
합리성	적합성	- 주요 미래동인에 대한 미래 전망이 존재하는가?
	명확성	- 구체적인 수준 또는 시나리오 형태의 미래 전망을 제공하는가? - 충분한 시계와 합리적인 접근방법을 사용하여 전망을 예측하는가?
여건 대응성	외부	- 새롭게 고려해야 하는 대외 여건 변화 및 전망 요소가 존재하는가?
	내부	- 새롭게 고려해야 하는 대내 여건 변화 및 전망 요소가 존재하는가?

자료: 저자 작성.

9. 전략의 타당성 평가 세부기준

〈표 6〉 전략 측면에서 타당성 검토

기준		타당성 검토 내용
합법성		- 「물관리기본법」 제27조 제1항에 규정된 전략을 수립하였는가?
합리성	적합성	- 목표를 달성하기 위한 합리적인 전략안을 제시하였는가? - 전략이 구체적이며 명확하게 제시하였는가? - 목표에 부합하는 전략을 제시하였는가?
	명확성	- 이행할 수 있는 수준의 명확한 전략을 제시하였는가?
합의성	조정성	- 전략 간 우선순위를 설정하였는가? - 전략 조정 절차를 제도화하였는가? - 전략 간의 연계성(수직/수평) 또는 상충성을 검토하였는가?
	참여성	- 전략을 설정할 때 다양한 국민, 이해관계대상자의 참여를 통해 설정되었는가?
실효성	이행성	- 전략이 계획에 따라 지연 없이 이행되는가?
	효과성	- 전략이 목표하는 정책효과가 발생하는가?
여건 대응성	외부	- 물관리 전략이 변화된 외부여건에 대응할 수 있도록 설정하였는가?
	내부	- 물관리 전략이 변경된 국정과제와 방향성과 맞게 설정하였는가? - 새로운 또는 변화된 국정과제 등과 전략을 연계하였는가?

자료: 저자 작성.

Ⅲ. 제1차 국가물관리기본계획 수정 이슈 심층 분석 및 대응 방향

1. 수정 이슈 1: 기후위기 대응

- 시범평가: 감사원 감사결과(23년 7월)에 따라 기후변화 시나리오를 반영한 물수급 및 수질 전망 필요
- 국가물관리기본계획 대응 방향
 - 총괄 목표를 ‘기후 위기 시대에도 건전한 물순환 달성’으로 변경하여 국가 물관리 목표 상향
 - 국가물관리기본계획 3대 기본 목표 사이의 우선순위를 조정하여 ‘기후위기에 강한 물안전 사회 구축’을 1번으로 조정

- 기후변화 시나리오를 고려한 물계획 수립은 불확실성이 높으므로 되도록 많은 기후변화 시나리오(양상블)에서 다양한 물수급 전망 시나리오를 개발하는 것이 중요
- 물분야 기후위기에 대응하기 위한 과학 및 정책 기반 고도화 전략 추가
 - 물분야 기후위험 평가 체계 구축
 - 물분야 정책 개발을 위한 국가 기후변화 표준 시나리오 개발 및 인증
 - 기후변화 시나리오를 고려한 물수급 전망 시나리오 개발
 - 기후변화 시나리오를 고려한 물관리 계획 수립 방법 및 라이드라인 마련

2. 수정 이슈 2: 정량적 목표 제시

- 시범평가: 국가물관리기본계획의 정책목표 모호성을 개선하여 추진 가능성 제고 필요
- 국가물관리기본계획 대응 방향
 - 국가물관리기본계획 6개 분야의 개별 목표의 정량적 목표 제시
 - 물환경: 기존의 현행지표를 활용하여 목표 설정
 - 물이용(생활,공업,농업): '하천유역수자원관리계획' 및 '농업용수이용합리화계획'에서 제시하는 이수안전도를 활용하여 목표 설정
 - 물안전(홍수): 홍수재해안전도 활용 방안 제시

3. 수정 이슈 3: 재정 전략 보완

- 시범평가: 물관리 재정 전략에 명확성 및 대응 전략이 미흡하므로 개선 필요
- 국가물관리기본계획 대응 방향
 - 물관리 재정 확보 전략 마련
 - 물관리 요금 현실화와 물관리 시설 민자투자 확대
 - 빗물세나 빗물요금과 같은 기후위기 관련 신규 재정 방안 등의 재정 확대

IV. 결론 및 정책 제언

- 국내외 타당성 평가제도, 기존 유사연구 결과, 계획이론을 검토하여 『제1차 국가물관리 기본계획』 수정계획 수립을 위한 타당성 체계(안) 제시
- 『제1차 국가물관리기본계획』 연구진의 타당성 시범평가, 국가물관리위원회 위원 등 심층인터뷰를 진행하여 1차 계획 수립 시 한계점과 여건 변화에 따른 수정 이슈 도출
- 수정 이슈 중 목표, 전망, 전략에 관한 개선방향 제시
 - 목표: 수정계획 수립 시 하위 계획의 정량적 지표 및 목표를 참고하여 국가 차원의 정량적 목표 제시
 - 전망: 기후변화 시나리오를 고려하여 수질 및 물수급 전망 방안 마련, 향후 또 다른 전망 시나리오로 제시
 - 전략: 예산 제한 등 재정 제한요인에 대한 대응 전략이 미흡함에 따라 재정 확대 방안(요금 현실화, 민자투자 확대, 기후위기 관련 신규 재정 방안) 제시

주제어: 제1차 국가물관리기본계획, 수정계획, 타당성 평가 체계, 국가물관리기본계획 수정 이슈

| 차례 |

요 약	i
제1장 서 론	1
1. 연구의 필요성	1
2. 연구의 목적과 주요 내용	3
3. 연구 방법	6
제2장 제1차 국가물관리기본계획 타당성 검토 체계 구축 및 시범 평가	8
1. 이론적 논의	8
2. 국내외 계획의 타당성 검토 사례 분석 및 시사점	17
3. 제1차 국가물관리기본계획의 타당성 평가 체계 및 시범 평가	37
제3장 제1차 국가물관리기본계획 수정 이슈 심층 사례 분석	55
1. 개요	55
2. 수정 이슈 1: 기후위기 현실화에 따른 목표, 전망 및 전략 수정 방향	55
3. 수정 이슈 2: 국가물관리기본계획의 정량적 목표 제시	82
4. 수정 이슈 3: 물관리를 위한 재정 전략 보완 필요	141
제4장 제1차 국가물관리기본계획 수정을 위한 모델 고도화 방안	157
1. 물수급 전망 분야 개선 및 고도화 방안 - 생활 및 공업 용수	157
2. 물수급 전망 분야 개선 및 고도화 방안 - 농업 용수	174

제5장 국가물관리기본계획 수정계획 수립을 위한 타당성 검토 지침	181
1. 계획의 타당성 검토 개요	181
2. 계획의 타당성 검토 기준	182
3. 타당성 분석 틀 및 방법	183
4. 타당성 검토 결과 반영한 수정계획 수립 절차	185
제6장 결론 및 제언	186
1. 주요 결과 요약	186
2. 정책 제언	190
3. 연구의 한계 및 향후 과제	192
참고문헌	193
Executive Summary	203

| 표차례 |

〈표 1-1〉 심층 면접 대상	7
〈표 2-1〉 「물관리기본법」 제27조	8
〈표 2-2〉 이론 모형에 따른 국가법정계획의 기능과 이슈 및 분석기준	13
〈표 2-3〉 중장기계획의 총족 필요 요건	14
〈표 2-4〉 전통적(합리적) 계획과 협력적 계획의 특성 비교	17
〈표 2-5〉 국내 계획 및 재정사업 타당성 검토 주요 사항	20
〈표 2-6〉 우리나라 「물관리기본법」과 일본 「물순환기본법」 비교	24
〈표 2-7〉 호주 Water Act Subdivision G: 계획의 검토	29
〈표 2-8〉 Schedule12에 따른 호주 계획의 평가의무 항목	30
〈표 2-9〉 효과 정도에 대한 점수 및 기준	33
〈표 2-10〉 국내, 일본 및 호주의 수정계획 수립을 위한 타당성 평가 체계 비교	36
〈표 2-11〉 국가물관리기본계획 수립 타당성 평가 기준	37
〈표 2-12〉 목표 측면에서 타당성 검토	41
〈표 2-13〉 『제1차 국가물관리기본계획』의 목표 수립 시 타당성 시범 평가	43
〈표 2-14〉 전망 측면에서 타당성 검토	44
〈표 2-15〉 『제1차 국가물관리기본계획』의 전망 수립 시 타당성 시범 평가	46
〈표 2-16〉 전략 측면에서 타당성 검토	47
〈표 2-17〉 『제1차 국가물관리기본계획』의 전략 타당성 시범 평가	49
〈표 2-18〉 『제1차 국가물관리기본계획』 이행과제 부처별 현황	49
〈표 2-19〉 『제1차 국가물관리기본계획』 협력과제 및 연계과제 현황	50
〈표 2-20〉 『제1차 국가물관리기본계획』 타당성 시범평가를 통한 수정 이슈	53
〈표 3-1〉 기후위기 대응 관련 『제1차 국가물관리기본계획』 혁신과제	56
〈표 3-2〉 기후위기 대응 관련 『제1차 국가물관리기본계획』 물이용 분야 과제	58
〈표 3-3〉 기후위기 대응 관련 『제1차 국가물관리기본계획』 물재해 분야 과제	59

〈표 3-4〉 기후위기 대응 관련 『제1차 국가물관리기본계획』 물환경 분야 과제	60
〈표 3-5〉 2020~2022년 기간 내 주암호 평균 수질변화 추이	63
〈표 3-6〉 2020~2022년 물금매리 지점의 유해남조류 세포수 변화 추이	63
〈표 3-7〉 물이용 관련 신정부 국정과제 주요내용	66
〈표 3-8〉 2024년 기후위기 대응 물관리 예산 증가 내용	67
〈표 3-9〉 영국의 기후변화를 고려한 최대유량 가중치(일부 유역)	70
〈표 3-10〉 일본의 기후변화를 고려한 장래 최대강우량 가중치	71
〈표 3-11〉 일본의 목표연도별 최대강우량 가중치	71
〈표 3-12〉 기후변화에 따른 일본의 홍수량 및 홍수 발생빈도 분석 결과	72
〈표 3-13〉 『제1차 국가물관리기본계획』 수정계획 혁신과제③ 내 신규전략(안)	81
〈표 3-14〉 『제4차 수자원장기종합계획 제3차 수정계획(2016~2020)』의 목표 및 지표	82
〈표 3-15〉 『제2차 국가물환경관리기본계획』의 목표 및 지표	84
〈표 3-16〉 『제1차 국가물관리기본계획』의 목표와 지표	85
〈표 3-17〉 5대강 상류 및 하류 주요 측정지점 수질 추세(2019~2022년)	92
〈표 3-18〉 목표기준 및 좋은물 달성도(2019~2022년)	92
〈표 3-19〉 권역별 수생태계 건강성 측정지점의 등급변화(등급별 지점수 비교)	93
〈표 3-20〉 하천생태지수 항목 및 배점	97
〈표 3-21〉 하천생태지수 평가 등급 결과	97
〈표 3-22〉 하천유지유량의 평가기준	100
〈표 3-23〉 한발빈도별 수리답 면적	102
〈표 3-24〉 차세대 지표 관련 국가물관리기본계획의 추진전략	103
〈표 3-25〉 차세대 지표 관련 국가물관리기본계획의 이행계획 과제	105
〈표 3-26〉 차세대 지표 관련 유역물관리종합계획의 관련 전략과제	107
〈표 3-27〉 하천유역수자원관리계획의 이수안전율 및 공급신뢰율	108
〈표 3-28〉 하천유역수자원관리계획의 이수안전도 등급 설정	109
〈표 3-29〉 한강 ‘달천’ 중권역의 이수안전도 평가 및 목표 이수안전도	109
〈표 3-30〉 금강 하천유역수자원관리계획의 목표 이수안전도	110

〈표 3-31〉 충청북도 1인 1일 물 저감량(Lpcd)	113
〈표 3-32〉 이수안전율 등급기준(안)	113
〈표 3-33〉 농업용수 이수안전도 등급(안)	114
〈표 3-34〉 샌프란시스코 팔로알토시 갈수년 물 공급 및 수요	117
〈표 3-35〉 도시용수와 농업용수의 물이용 안정성	117
〈표 3-36〉 Murray-Darling Queensland의 BDL과 SDL 추정 결과(2022.7)	119
〈표 3-37〉 차세대 지표 관련 계획 및 목표 설정 방안	121
〈표 3-38〉 국가물관리기본계획 물안전(홍수) 부문 정량적 지표	122
〈표 3-39〉 유역물관리종합계획 물안전(홍수) 부문 추진 전략	123
〈표 3-40〉 유역물관리종합계획 물안전(홍수) 부문 정량적 지표	124
〈표 3-41〉 수자원장기종합계획(2016) 치수 부문 정량적 지표	125
〈표 3-42〉 하천 개수율	126
〈표 3-43〉 홍수안전도 평가요소 및 산정방법	131
〈표 3-44〉 홍수위험도 등급범위 및 대책 방향	131
〈표 3-45〉 홍수안전도 등급	131
〈표 3-46〉 치수안전율에 따른 치수안정도 평가등급(안)	134
〈표 3-47〉 홍수방어등급(안)	139
〈표 3-48〉 홍수재해안전도 평가등급(안)	140
〈표 3-49〉 『제1차 국가물관리기본계획』 중장기 예산 투자 방향	142
〈표 3-50〉 기후위기 대응 관련 『제1차 국가물관리기본계획』 혁신과제	142
〈표 3-51〉 2024년 수해대응 체계 고도화 관련 예산안	144
〈표 3-52〉 2024년 환경부 예산안	145
〈표 3-53〉 물 인프라 시설별 노후화율(%) 현황	148
〈표 3-54〉 상수도, 하수도 평균요금, 평균원가, 요금 현실화율 현황	152
〈표 3-55〉 지자체 수도 위탁운영 현황	154
〈표 3-56〉 『제1차 국가물관리기본계획』 수정계획 혁신과제③ 내 신규전략(안)	156
〈표 4-1〉 국가 물수급 분석 시 적용기준 및 주요 절차	159

〈표 5-1〉 목표 측면의 타당성 검토	183
〈표 5-2〉 전망 측면의 타당성 검토	184
〈표 5-3〉 전략 측면의 타당성 검토	184
〈표 6-1〉 『제1차 국가물관리기본계획』의 수정 이슈 목록	188

| 그림차례 |

〈그림 1-1〉 연구 수행 체계	5
〈그림 1-2〉 연구진 및 자문협력 추진 체계 및 역할 분담	7
〈그림 2-1〉 중장기계획 메타평가 기준	11
〈그림 2-2〉 중장기계획 평가 틀	11
〈그림 2-3〉 국가법정계획 분석 틀	13
〈그림 2-4〉 재정평가의 타당성 분석 체계	19
〈그림 2-5〉 2020~2022년 일본 물순환백서	23
〈그림 2-6〉 2020년 일본 『물순환기본계획』 비전 및 10대 세부목표	25
〈그림 2-7〉 일본 『물순환기본계획』 수정계획(2020) 3대 중점과제	26
〈그림 2-8〉 일본 「물순환기본법」 개정 사항	27
〈그림 2-9〉 2022년 일본 『물순환기본계획』 수정변경 사항 정리	28
〈그림 2-10〉 2020년 유역계획 평가에서 활용한 로직	31
〈그림 2-11〉 MDBA 유역계획상 달성하고자 하는 목표와 성과	32
〈그림 2-12〉 MDBA 유역 계획 검토 일정	34
〈그림 2-13〉 국가물관리기본계획 타당성 평가 체계(안)	38
〈그림 2-14〉 『제1차 국가물관리기본계획(2021-2030)』 비전 체계도	42
〈그림 2-15〉 물관리 전환 사업 목록 및 이양 규모	51
〈그림 2-16〉 물 관련 전환사업 적합성에 대한 중앙·지자체 설문조사 결과	51
〈그림 3-1〉 2022년 지역별 강수량 현황 및 강수 평년비 변화	61
〈그림 3-2〉 광주관측소 연도별 강수량 아노말리 분석결과(1973~2022년, 50년)	62
〈그림 3-3〉 미래 권역별 100년 재현빈도 극한강수량 변화 전망	65
〈그림 3-4〉 『제1차 국가물관리기본계획』과 감사원 분석결과 물부족량 예측결과 비교	68
〈그림 3-5〉 『제1차 국가물관리기본계획(2026-2030)』 수정 목표 체계도(안)	78
〈그림 3-6〉 CCRA3 기후위험 및 잠재적 혜택 분석 흐름도	80

〈그림 3-7〉 물환경의 자연성 회복 분야의 주요 지표	91
〈그림 3-8〉 물환경 종합평가 개념도	95
〈그림 3-9〉 프랑스 SEQ 개념도	98
〈그림 3-10〉 EU WDF의 수질 평가 체계	99
〈그림 3-11〉 물이용 분야 주요 지표	100
〈그림 3-12〉 논면적·수리답 및 수리답률 추이	102
〈그림 3-13〉 대권역별 물이용 유입 및 유출	106
〈그림 3-14〉 하천유역수자원관리계획의 이수관리 실행계획 수립절차(안)	108
〈그림 3-15〉 총괄 물 수요관리 목표량 산정 흐름도	112
〈그림 3-16〉 미국 텍사스주 물이용 분석 및 관리 수량	115
〈그림 3-17〉 미국 텍사스주 물 사용 및 물 손실 목표	115
〈그림 3-18〉 미국 샌프란시스코 물 공급 관리 절차	116
〈그림 3-19〉 지표수의 유형 구분과 SDL, BDL	118
〈그림 3-20〉 국가물관리기본계획 물안전(홍수) 부문 추진 전략	122
〈그림 3-21〉 홍수피해잠재능의 그룹 구분 및 치수 방향	129
〈그림 3-22〉 홍수피해잠재능 산정 결과 비교	130
〈그림 3-23〉 홍수안전도 평가결과(1994~2007년)	132
〈그림 3-24〉 특성 요인도(cause and effect diagram)	134
〈그림 3-25〉 홍수보험요율도(예)	136
〈그림 3-26〉 중앙정부 물관리 예산 추이(2019~2023년)	143
〈그림 3-27〉 2024년 예산안 4대 중점분야 및 20대 핵심과제 물관리 부문	144
〈그림 3-28〉 GDP 대비 재정수지 비율 실적 및 전망	146
〈그림 3-29〉 총인구 및 인구성장률(1960~2070년)	147
〈그림 3-30〉 소멸위험 기초지자체 수(시군구 기준)	148
〈그림 3-31〉 상하수도 개량비 및 운영 유지관리 추이(2011~2020년)	150
〈그림 3-32〉 향후 30년간 기반시설 관리 미래비용 추계	153
〈그림 4-1〉 국가물관리기본계획 내 구축한 물수급 네트워크(안동댐 일원)	157

<그림 4-2> 물수급 체계 정밀 반영 모식도	158
<그림 4-3> 표준유역단위 물이용체계 반영 모식도	158
<그림 4-4> 물부족량 산정 예시(=물공급량-물수요량)	159
<그림 4-5> 미래 평균기온 및 강수량 변화	160
<그림 4-6> 낙동강 유역 물 공급체계 모식도	161
<그림 4-7> 하천유량 손실에 미치는 수문학적 요소	161
<그림 4-8> 물수급 및 수질 전망 분석 체계 개요(『제1차 국가물관리기본계획』)	162
<그림 4-9> 월별 정수생산량 및 농업용수 수요변동	162
<그림 4-10> 생공용수 물수급 분석 모식도(『제1차 국가물관리기본계획』)	163
<그림 4-11> 농업용수 물수급 분석 모식도(『제1차 국가물관리기본계획』)	163
<그림 4-12> 생활용수 수요량 산정 방법 및 절차 예시	164
<그림 4-13> 공업용수 수요량 산정 방법 및 절차 예시	165
<그림 4-14> 농업용수 물공급 방식 특성 및 공급체계 한계 예시	165
<그림 4-15> 지자체별 용수 공급체계 변경 예시	166
<그림 4-16> 전국 연간 유출량 변화 예시	166
<그림 4-17> IPCC 6차 보고서 SSP시나리오 주요 설명 요약	167
<그림 4-18> 기상청 관측소 평균을 이용한 다중모형(18개 GCM) 기반 기후변수의 과거기간 및 미래기간의 연변화량 분석(품속: 15개 GCM 사용)	168
<그림 4-19> 국내 가뭄평가에 적합한 기후모델 평가 결과 예시	169
<그림 4-20> Tank 강우-유출 모형 모식도	170
<그림 4-21> 전국 연평균 유출고 및 유출률 분석 예시	170
<그림 4-22> 하천 유하 중 손실량 산정 예시	171
<그림 4-23> 수질모델링 절차 예시	171
<그림 4-24> 생활용수 수요량 영향 인자 예시	172
<그림 4-25> 물공급량과 평균기온과의 상관성 예시	172
<그림 4-26> 물공급 패턴 적용에 따른 물부족량 산정 차이 예시	172
<그림 4-27> 공업용수 재이용률 산정(『제1차 국가물관리기본계획』)	173

〈그림 4-28〉 농어촌 용수구역 경계 조정(안) 제시	175
〈그림 4-29〉 농업용수 공급체계 문제점 도출	176
〈그림 4-30〉 농업용수 공급체계 개선방안 제시	176
〈그림 4-31〉 순물소모량 적용 시 문제점	177
〈그림 4-32〉 농업용수 공급방식 개선 방안 제시	177
〈그림 4-33〉 물수급 분석 개선 방안 제시	178
〈그림 4-34〉 물수지 분석 기초자료 개선 방안 제시	178
〈그림 4-35〉 유역 물수지 유형 분류	179
〈그림 4-36〉 K-MODSIM 연계방안 개선	180

제1장

서론

1. 연구의 필요성

가. 정책현안 및 연구의 필요성

물관리 일원화 이후 「물관리기본법」에 의해 첫 번째 국가의 최상위 물관리 계획인 ‘국가물관리기본계획’이 2021년 6월 승인되었다. 동법 제27조 제2항에 따라 환경부 장관은 5년마다 타당성 검토 후 그 결과를 반영하여 국가물관리기본계획을 변경해야 한다. 이 조항은 선택이 아니라 의무 조항이어서 2026년 6월까지 국가는 국가물관리기본계획의 타당성을 검토한 후 수정계획을 수립해야 한다.¹⁾

「물관리기본법」 제27조 및 동법 시행령 제13조에는 국가물관리기본계획이 포함되어야 하는 법적 요건 13개를 제시하고 있으나, 수립 또는 변경에 대한 구체적인 지침은 없다. 이에 변경수립을 위한 계획의 타당성 검토의 개념, 방향 및 평가 방법의 세부 내용이 부재하며, 타당성 분석 결과를 어떤 방식과 범위로 수정계획 수립에 반영할지 검토가 필요하다.

본 연구는 다가오는 2026년 수정계획 수립이라는 현안에 대응하기 위한 기초 연구이지만, 국가의 물관리 미래비전과 정책방향을 제시하는 최상위 계획인 국가물관리기본계획의 발전 방향도 함께 제시하고자 한다.

1) 『제1차 국가물관리기본계획』이 승인된 후 5년이 지나기 전 2023년 9월 25일 국가물관리위원회는 4대강 보 처리방안이 삭제된 『제1차 국가물관리기본계획』을 변경 공고하였다. 환경부는 국가물관리위원회가 2023년 8월 4일 의결한 금강·영산강 보 처리방안 취소 결정의 후속 조치를 위함이라고 밝혔다. 동 변경안에서는 △한강·낙동강 11개 보 처리방안 마련 △금강·영산강 5개 보 자연성 회복 추진 △금강·영산강 보 처리방안 결정 내용 △우리 강 자연성 회복 구상(부록) 등이 삭제되었다. 이러한 변경 결정은 본 연구의 마무리 시점에서 일어난 것으로, 본 연구의 연구 타당성 시범 검토 대상은 2021년 6월 승인된 첫 번째 국가물관리기본계획을 중심으로 함을 밝힌다.

나. 선행연구 검토

다양한 부문에서 계획수립을 위한 기초 연구가 많이 진행되었다. 이들 중 대부분은 본격적으로 계획을 수립하기 전에 기본구상을 해보는 예비적·사전적 연구가 주를 이룬다.²⁾ 이들은 계획수립에 통상 수반되는 절차(예: 여건 및 현황 분석, 문제점 파악 및 전략 발굴)를 시범적으로 미리 수행함으로써 실제 계획수립 전에 계획의 방향과 정책과제를 시험적으로 발굴하고 논의의 장을 마련하여 조기에 공론화하는 연구 목적으로 수행되었다.

또 다른 유형의 연구는 분야별로 세워지는 법정계획의 실태를 심층 분석하여 기존 계획의 문제점을 파악하고 이를 해결하는 개선방안을 제시하고 있다. 권영섭 외(2015)는 최상위 공간계획인 ‘국토종합계획’의 성격, 위상, 체계, 내용 등에 관해 전반적으로 재검토해 국토종합계획의 발전 방향을 제시하였다.³⁾ 이 연구에서는 국토종합계획이 시대적 환경 변화에 효과적으로 대응하지 못하여 위상과 실효성이 저하되었다고 평가하고, 이를 개선하기 위해 20년 계획기간은 유지하되 5년마다 연동계획⁴⁾을 수립하는 안, 국토종합계획과 타 계획의 관계 재정립, 내용적 범위 조정 및 국토공간구상안, 「국토기본법」 정비안 등을 제시했다. 환경부(2020)는 약 97종류 물 관련 법정계획의 중복성과 유사성을 분석하고 국가물관리기본계획 및 유역물관리종합계획 등을 중심으로 계획을 정비하는 안을 제시하였다.⁵⁾ 권설아 외(2018)는 국가재난관리체계의 최상위 계획인 ‘국가안전관리기본계획’의 추진성과 및 문제점을 종합·분석하고 지역 특수성 고려 미흡, 계획 수립 담당자의 전문성 부족, 현장성 고려 미흡, 신종위험 고려 부족 등을 문제점으로 지적하고, 이에 대한 국가안전관리기본계획의 실효성을 제고하고자 계획의 총괄 조정 역할 강화, 재난안전에 대한 여건과 전망을 토대로 한 계획 수립 필요, 정기적 평가 및 환류 체계 방안 등을 제시하였다.⁶⁾

일부 소수 연구는 개별 부처가 아닌 국가법정계획 전반을 대상으로 문제점을 파악하여

2) 김중원 외(2005), pp.1-161; 권영섭 외(2016), pp.3-287.

3) 권영섭 외(2015), pp.1-223.

4) 목표연도를 고정하고 계획을 수정하는 것이 아니라(2001~2020년, 2006~2020년, 2011~2020년), 5년마다 정비하면서 계획기간은 20년은 유지하는 계획을 의미. 즉, 2011~2030년, 2016~2035년, 2021~2040년 식으로 계획시기를 설정하는 것을 의미.

5) 국가물관리위원회(2021), pp.1-398.

6) 권설아 외(2018), pp.16-31.

‘핵심 행정부를 위한 중장기계획의 개선방안’을 제시하고 있다. 강홍렬(2019)은 법정계획의 범람과 과도한 파편화, 이에 따른 중복의 비효율성 문제를 지적하고 있으며, 추가로 국정과제와 법정계획의 미래예견적 성향 부족을 문제점으로 지적하며, 이를 해결하고자 미래연구 싱크탱크 활용도 제고, 정부혁신, 정치적 인센티브를 고려한 미래 예견적 거버넌스 재설계, 국정거버넌스 개혁을 위한 여·야·정 합의방안을 제시하였다.⁷⁾ 이광희, 박준(2022)은 국가 법정계획의 기능에 대한 이론적 논의 검토를 통해 법정계획이 가지고 있어야 하는 기능 요소를 특정하고 실태 분석을 한 뒤 국가법정계획의 실행력 강화를 위한 개선점을 제시하였다. 동 연구에서는 국가물관리기본계획의 실행력이 약화하는 요인으로 국정과제 연계 미흡, 예산 연계 미흡, 법정계획 난립에 따른 유사 중복 및 형식화 등을 지적하고, 이를 개선할 법령 개정 방안, 법정계획 관리 방안 및 체계, 기타 국회 특위 운영 등의 제도 개선 방안을 제시하였다.⁸⁾ 박진 외(2023)는 20개 부문 국가 중장기 계획의 체계성을 강화하고자 국가의 중장기 계획 간의 수직적·수평적 연계성, 추세적 일관성, 수립 절차를 검토하여 행정계획의 실효성 제고 방안을 제시하는 연구를 수행하고 있다.⁹⁾

2. 연구의 목적과 주요 내용

가. 연구의 목적

본 연구의 목적은 2021년 6월 수립된 『제1차 국가물관리기본계획』의 수립 및 운영 실태를 검토하여 국가물관리기본계획의 수정계획 수립을 위한 타당성 검토 체계를 마련하고, 타당성 검토 결과를 바탕으로 내실 있는 수정계획 수립을 위한 변경 방향 제시 및 수립 가이드라인을 마련하는 것이다. 또한 좀 더 확장해서 물관리 최상위 중장기 계획인 국가물관리기본계획이 국가의 물관리 미래비전 및 정책방향을 제시하고 정책목표를 달성하기 위한 종합적인 계획으로 수립되기 위한 방향도 제시해 보고자 한다.

7) 강홍렬(2019), pp.392-440.

8) 이광희, 박준(2022), pp.1-301.

9) 박진 외(2023).

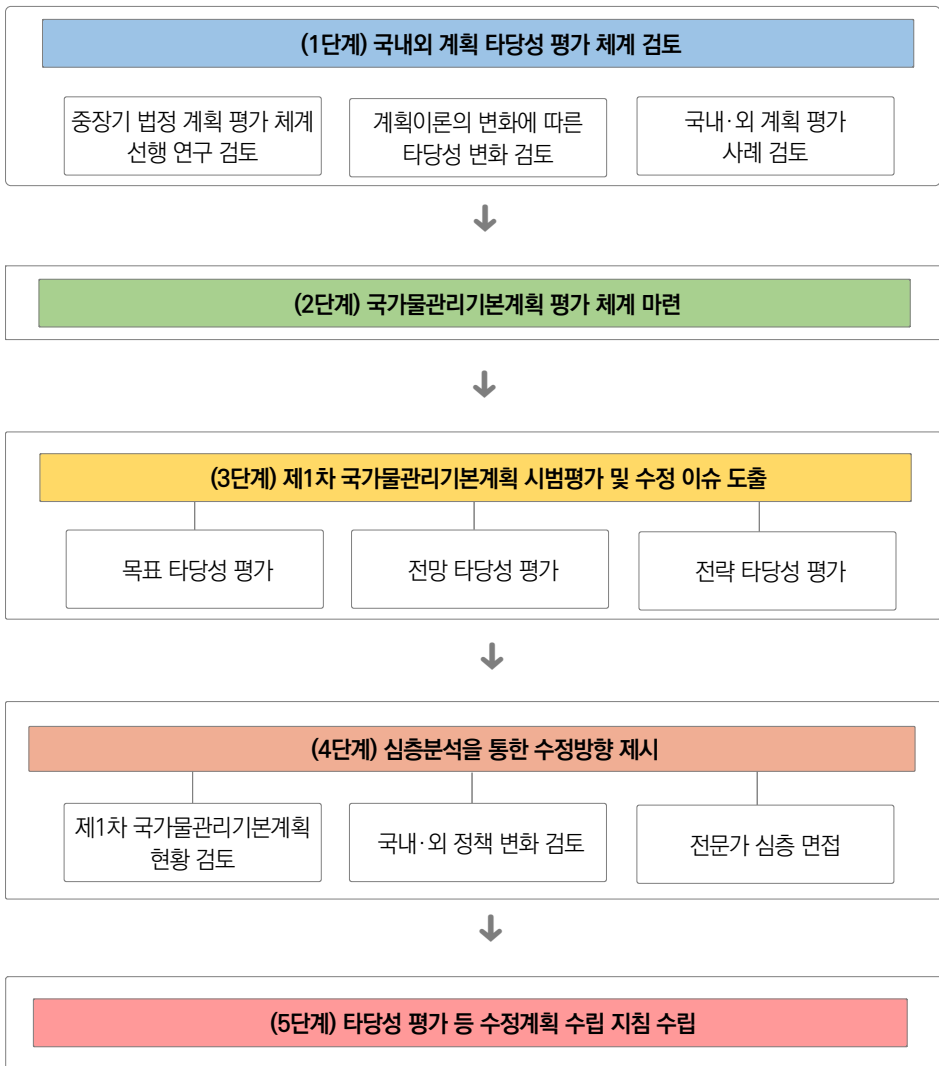
나. 연구의 내용 및 수행 체계

제2장에서는 본 연구의 대상인 국가물관리기본계획의 타당성 평가 체계 구축을 위해 계획의 타당성 개념을 정의하고 국가물관리기본계획의 의의와 기능을 분석한다. 또한 중장기 법정 계획 평가 체계에 대한 기존 연구, 계획이론 변화에 따른 계획의 타당성 변화, 국내외 계획 평가 사례 검토 등을 수행한다. 국외 사례 분석은 호주, 일본 등 물관리계획을 수립하는 국가의 수정계획 수립을 위한 타당성 평가 체계 조사 및 수립 지침을 대상으로 하고, 국내 사례 분석은 ‘국가환경종합계획’과 ‘수자원장기종합계획’, ‘물환경관리기본계획’ 등의 수정계획 수립 방향과 수립지침을 대상으로 한다. 이를 토대로 국가물관리기본계획의 수정계획 수립을 위한 타당성 평가 체계를 마련하고 『제1차 국가물관리기본계획』을 대상으로 목표, 전망 및 전략 요소에 대한 시범 평가를 시행하여 수정 이슈를 파악하고자 한다.

제3장에서는 제2장에서 도출한 『제1차 국가물관리기본계획』의 수정 이슈 중 핵심이 되는 쟁점 이슈를 선택하여 수정 방향을 제시하고자 심층사례 분석을 수행한다. 우선 『제1차 국가물관리기본계획』이 포함되어 있는 현황, 국내외 관련 정책 변화를 검토하고, 국가물관리기본계획의 심의에 관여했거나 관여할 전·현직 국가물관리위원회, 공무원을 대상으로 심층면접을 통해 수정 방향에 대한 의견을 조사한다. 다음 내용을 종합하여 핵심 수정 이슈에 대한 연구진의 수정 방향을 제시한다.

제4장에서는 『제1차 국가물관리기본계획』 시 사용된 물수급 모형 및 수질 전망 모형 등의 분석 능력 고도화 및 필요한 자료의 업데이트 방안을 검토하여 수정계획 시 활용할 물수급 및 수질 전망 개선 방향을 제시한다.

제5장에서는 타당성 평가 지침을 포함하여 국가물관리기본계획의 수정계획 수립을 위한 지침(안)을 제시한다.



자료: 저자 작성.

〈그림 1-1〉 연구 수행 체계

3. 연구 방법

가. 문헌 및 법령 조사

‘국가물관리기본계획’의 타당성 개념을 파악하고자 우선 「물관리기본법」, 「대한민국헌법」 등 관련 법령에서 적시하는 사항을 검토한다. 타 부문을 포함하여 다양한 계획 평가 연구 문헌을 검토하여 법정계획의 보편적인 타당성 요소 또한 파악한다.

계획의 타당성이란 계획의 이론 변화에 따라 달라질 수 있으므로 계획의 타당성에 대한 이론적 문헌을 조사한다. 호주, 일본 등 국가물관리기본계획과 유사한 계획의 타당성 평가 체계를 검토하여 타당성 평가 요소의 시사점을 얻을 수 있다.

『제1차 국가물관리기본계획』 자료 등의 내용을 토대로 시범적으로 평가해 보고 수정 이슈를 도출하며, 수정 이슈에 대한 해외 사례, 기존 연구의 결과를 검토하여 『제1차 국가물관리기본계획』의 수정 방향을 제시하도록 한다.

나. 전·현직 국가물관리위원 심층 면접

‘국가물관리기본계획’은 「물관리기본법」¹⁰⁾ 제27조에 따라 국가물관리위원회의 심의·의결 대상이다. 이에 국가물관리위원에게 국가물관리기본계획의 타당성과 수정방향에 관한 견해를 미리 들어보는 것은 수정계획을 수립하는 데 매우 유용하다. 국가물관리위원회 심층 면접은 전·현직 민간 국가물관리위원 9명을 대상으로 실시하였다. <표 1-1>에서 보는 바와 같이 9명 중 2명은 전직 제1기 국가물관리위원이며, 7명은 현직 제2기 국가물관리위원이다.

심층 면접은 다음 수정 이슈의 대응 방향에 대한 의견 수렴에 초점을 두었다. 첫째, 감사원 지적 사항에 따라 『제1차 국가물관리기본계획』 수정 시, 기후변화 시나리오 반영 여부 및 방향성에 대해서 면접을 진행하였다. 둘째, 국가물관리기본계획의 정량적 목표 제시 필요 여부와 만약 필요시 어떤 형태로 정량적 목표를 제시하면 좋을지에 대해 의견을 수렴하였다. 마지막으로 『제1차 국가물관리기본계획』을 고려하였을 때 꼭 수정해야 하는 방향이 있는지 자유롭게 토론하였다.

10) 국가법령정보센터, “물관리기본법”.

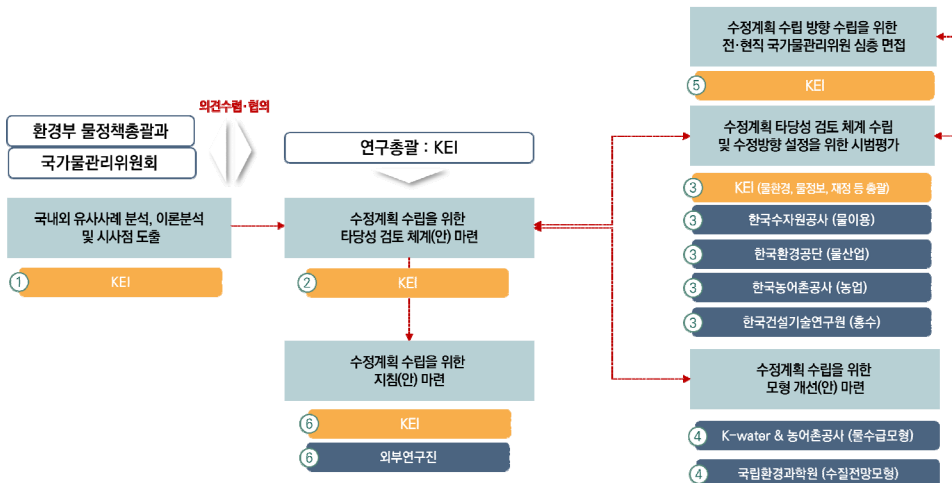
〈표 1-1〉 심층 면접 대상

ID	구분	인터뷰 일자	ID	구분	인터뷰 일자
1	공무원	2023.8.18.	6	前 위원	2023.8.23.
2	前 위원	2023.8.18.	7	現 위원	2023.8.24.
3	現 위원	2023.8.21.	8	現 위원	2023.8.24.
4	現 위원	2023.8.21.	9	現 위원	2023.8.25.
5	現 위원	2023.8.23.	10	現 위원	서면

자료: 저자 작성.

다. 다양한 연구진과의 협업

본 연구는 『제1차 국가물관리기본계획』의 수정계획 수립을 위한 기초 연구이므로 국가물관리기본계획과 관련해 다양한 전문가와 협업이 필요하다. 이에 『제1차 국가물관리기본계획』 수립 시 용역을 수행했던 여러 기관의 전문가와 협동하여 연구를 진행하였다. 한국환경연구원, 한국건설기술연구원, 한국수자원공사, 한국농어촌공사, 한국환경공단 등의 기존 집필진이 포함되었으며 〈그림 1-2〉와 같이 역할을 분담하여 연구를 진행하였다.



자료: 저자 작성.

〈그림 1-2〉 연구진 및 자문협력 추진 체계 및 역할 분담

제2장

제1차 국가물관리기본계획 타당성 검토 체계 구축 및 시범 평가

1. 이론적 논의

가. 계획의 타당성이란?

「물관리기본법」 제27조 제2항에서는 타당성을 평가하고 그 결과를 반영하여 국가물관리 기본계획을 변경하도록 되어 있다(표 2-1 참조). 동 조항을 구체적으로 적용하려면 ‘계획이 타당하다’는 의미를 체계적으로 이해하고 그 제정 목적에 따라 규범의 의미를 명확히 하는 법령해석이 필요하다.

〈표 2-1〉 「물관리기본법」 제27조

제27조(국가물관리기본계획의 수립 등) ① 환경부장관은 10년마다 관계 중앙행정기관의 장 및 유역물관리 위원회의 위원장과 협의하고 국가물관리위원회의 심의를 거쳐 다음 각 호의 사항을 포함한 국가물관리기본 계획(이하 “국가물관리기본계획”이라 한다)을 수립하여야 한다.

〈중략〉

② 환경부장관은 국가물관리기본계획을 수립한 날부터 **5년마다 타당성을 검토**하고 그 결과를 반영하여 국가물관리기본계획을 변경하여야 한다. 이 경우 국가물관리위원회의 심의를 받아야 한다.

〈중략〉

자료: 국가법령정보센터, “물관리기본법”.

국립국어원 표준국어대사전에 따르면 타당성이란 “사물의 이치에 맞는 옳은 성질”을 의미한다. 본 정의에 따르면 ‘계획의 타당성을 평가하는 것’은 계획이 이치에 맞게 수립되고 운영되고 있는지를 평가하는 것이다. 이에 본 연구에서는 국가물관리기본계획의 타당성 평가의 조작적 정의를 국가물관리기본계획이 원래 개념 및 기능에 맞게 수립되고 운영되는지를

평가하는 행위로 정하고, 국가물관리기본계획의 의의와 기능을 법률적으로 검토하고 계획 수립 시 원칙 등을 파악하여 타당성 기준을 도출하기로 한다.

나. 국가물관리기본계획의 의의 및 기능

「물관리기본법」에서는 물관리계획의 개념 또는 기능을 명시적으로 정의하지 않고 다만 제27조에 국가물관리기본계획에 포함되어야 할 내용과 수립 절차만 제공하고 있다. 이는 「국토기본법」 제6조에서 명시적으로 국토계획의 법적 정의¹¹⁾를 적시하고 있는 것과는 다르다.

다만, 국가물관리기본계획의 법적 개념 또는 기능은 「대한민국헌법」 및 「물관리기본법」에서 간접적으로 유추해 볼 수 있다. 「대한민국헌법」 제120조 제2항에는 “국토와 자원은 국가의 보호를 받으며, 국가는 그 균형 있는 개발과 이용을 위하여 필요한 계획을 수립”하게 되어 있기에 국가물관리기본계획은 국가의 주요 자원인 수자원에 대한 균형 있는 개발과 이용에 대한 계획으로 기능을 유지할 수 있게 수립 및 이행되어야 타당하다고 할 수 있다.

또한 「물관리기본법」 제5조에서는 “국가는 물관리의 기본이념에 따라 지속가능한 물관리 체계를 구축하고, 국민의 삶의 질을 향상시키는 데 필요한 종합적인 계획을 수립하여 시행할 책무가 있다.”라고 하여 국가물관리기본계획의 의의가 지속가능한 물관리 체계를 구축하고 국민의 삶의 질을 향상하는 기능을 가져야 함을 알 수 있다.

『제1차 국가물관리기본계획』은 계획 내 성격, 위상 및 원칙¹²⁾을 선언하고 있는데 이를 통해 국가물관리기본계획의 타당성을 판단할 수 있는 기준을 좀 더 세밀히 파악할 수 있다. 국가물관리기본계획은 ① 「물관리기본법」의 제정 배경 및 취지를 준수하고 구체화하며, ② 분야별 물관리 계획을 아우르는 물 관련 국가 최상위 계획이며, ③ 물 관련 관계기관이 모두 참여하여 수립하는 통합 계획, ④ 실증기반의 과학적 분석을 통해 물 문제를 진단하고, ⑤ 소통·협력을 통해 미래 물관리 방향을 모색하는 전략계획으로 수립되어야 타당하다고 판단할 수 있다.

11) 「국토기본법」 제6조(국토계획의 정의 및 구분) ① 이 법에서 “국토계획”이란 국토를 이용·개발 및 보전할 때 미래의 경제적·사회적변동에 대응하여 국토가 지향하여야 할 발전 방향을 설정하고 이를 달성하기 위한 계획을 말한다(국가법령정보센터, “국토기본법”).

12) 관계부처 합동(2021), p.6.

다. 기존 연구 검토

「물관리기본법」 외에도 국가 중장기 법정계획을 수립하는 근거 법률에는 일정 기한이 지나고 타당성 평가 후에 계획의 변경을 요구하는 조항이 있다. 계획의 타당성 평가 체계는 일정 부문 물부문에 특화된 기준도 있겠지만, 대부분의 타당성 평가 기준은 부문에 상관없이 범용 적용될 수 있을 것이다. 이에 중장기 법정계획을 대상으로 검토 및 평가하는 체계에 대한 기존 연구를 살펴보았다.

국회미래연구원(2019)은 법정 중장기계획의 실효성 제고를 위해 중장기계획의 메타평가 방안을 제시하고 있다. 해당 연구에서는 메타평가를 중장기계획의 수립부터 이행에 이르는 계획 전반에 대한 포괄적 평가로 정의하고 있으며 그에 따라 수립체계와 계획내용, 오류 및 조작, 타당성 점검, 계획 간 정합성 등을 평가한다.¹³⁾

국회미래연구원(2019)은 전문가 논의와 재정사업분석제도, 사전영향평가제도 등에 대한 분석을 토대로 중장기계획의 메타평가 기준으로 타당성과 충실성, 실현 가능성을 제시하고 있다. 첫 번째 기준인 타당성은 객관적이고 합리적 분석 결과 기반으로 계획이 수립되었는지를 검토하는 것으로, 분석방법 및 자료의 객관성을 판단하는 객관성과 미래전망 및 정책 파급 효과를 분석하였는지를 판단하는 미래지향성으로 구분된다.¹⁴⁾

두 번째 기준인 충실성은 형식적 측면에서 계획에 필요한 요소가 포함되어 있는지를 평가하는 것으로, 계획의 목표나 평가계획 등이 구체적으로 제시되어 있는지를 의미하는 명확성과 계획의 근거법령 및 수립절차와 같은 주요요소의 포함 여부를 평가하는 완결성, 계획이 근거 법령에 부합하게 수립되었는지에 대한 합법성으로 세분화된다.¹⁵⁾

마지막으로 실현가능성은 실제 실행에 필요한 내용이 계획에 포함되어 있고, 이해관계자나 다른 계획과의 관계 고려가 고려되었는지를 평가하는 기준이며 융합성과 활용성, 참여성으로 구분한다. 다시 융합성은 연관 계획이나 유사 계획, 연관 부서 등이 고려되어 있는지를 검토하는 기준이며, 활용성은 우선순위나 활용계획 평가 등의 계획 활용에 필요한 부분의 포함 여부를 평가하는 기준이고, 참여성은 이해관계자들의 참여 및 협의 포함 여부를 평가하는 기준이다.¹⁶⁾

13) 국회미래연구원(2019), pp.4-5.

14) 국회미래연구원(2019), pp.172-182.

15) 국회미래연구원(2019), pp.172-182.



자료: 국회미래연구원(2019), p.176, <그림 5-1>을 인용.

<그림 2-1> 중장기계획 메타평가 기준

동 연구에서는 메타평가 기준(타당성, 충실성, 실현가능성)을 토대로 계획의 구성 및 수립 절차, 계획 내용에 대한 평가 분석 틀을 제시한다. 계획의 구성 평가 틀은 계획의 목적 및 근거 법령, 준수, 추진체계 등을 다루며, 수립 절차 평가 틀은 관련 조직의 참여 및 수립 절차의 체계성과 계획 추진의 구체성 등을 포함한다. 계획 내용 평가 틀은 정책환경 및 파급 효과 분석과 추진 전략이 구체적이지를 평가한다.

<p>가. 근거법령 준수 및 합목적성</p> <p>요점 내용</p> <ul style="list-style-type: none"> • 근거법령을 명시하는가? • 근거법령이 목적 기술에 맞는가? • 근거법령을 목적에 부합하는가? • 수립계획의 명칭 수립계획(명칭) 명시하는가? • 수립계획의 근거법령 목적과 부합하는가? • 계획 수립의 목적을 명백히 기술하는가? • 계획 수립의 명칭을 명백히 기술하는가? • 계획 수립 목적을 준수하는가? • 계획 수립 목적을 달성하는가? <p>나. 연관계획의 연계</p> <p>요점 내용</p> <ul style="list-style-type: none"> • 연관계획을 도입하고 있는가? • 법규 및 연관계획을 모두 포함하고 있는가? • 연관계획이 부처, 장, 분과, 과를 연결하고 있는가? • 연관계획의 도입 연계를 명시하고 있는가? • 연관계획 간의 연계(수립) 연계를 명시하는가? <p>다. 추진체계</p> <p>요점 내용</p> <ul style="list-style-type: none"> • 담당부처 부처가 명시되어 있는가? • 연관계획 부처가 명시되어 있는가? • 연관계획의 수립책임, 집행, 감독하고 있는가? • 담당부처 부처가 명시되어 있는가? • 담당부처 부처의 명칭을 명백히 설명하고 있는가? <p>라. 기대효과</p> <p>요점 내용</p> <ul style="list-style-type: none"> • 목표지향성을 포함하고 있는가? • 목표지향성을 명백히 설명하고 있는가? • 기대효과를 포함하고 있는가? • 기대효과를 달성할 수 있는지를 명시하고 있는가? • 계획 수립 목적을 달성하고 있는가? • 법적 지원 조항을 포함하고 있는가? 	<p>가. 직접, 간접 및 관련 조직의 참여</p> <p>요점 내용</p> <ul style="list-style-type: none"> • 관련 조직이 참여하고 있는가? • 직접 참여가 명시되어 있는가? • 직접 참여가 구체적으로 명시되고 있는가? • 관련 조직이 참여하고 있는가? • 관련 조직의 참여과정이 명시되어 있는가? <p>나. 수립절차의 체계성</p> <p>요점 내용</p> <ul style="list-style-type: none"> • 계획 수립절차(수립절차) 명시되어 있는가? • 계획 수립 연계를 명시하고 있는가? • 계획 수립절차가 구체적으로 명시되고 있는가? • 계획 수립절차를 설명하고 있는가? • 이해관계자가 고려되고 있는가? • 이해관계자의 참여과정이 명시되고 있는가? • 수립절차에 이해관계자를 위한 협의과정이 있는가? • 수립절차 참여대상 관련 협의과정이 명시되고 있는가? <p>다. 계획 추진의 구체성</p> <p>요점 내용</p> <ul style="list-style-type: none"> • 중장기계획의 구체적으로 제시하고 있는가? • 계획 내 내용의 부연설명을 제시하고 있는가? • 유사계획과의 연계성을 구체적으로 설명하고 있는가? <p>라. 연관계획의 구축</p> <p>요점 내용</p> <ul style="list-style-type: none"> • 연관계획이 구체적으로 제시하고 있는가? • 관련 계획과의 연계성을 설명하고 있는가? • 관련 계획과의 연계성을 구체적으로 설명하고 있는가? • 관련 계획과의 연계성을 구체적으로 설명하고 있는가? 	<p>가. 연관계획 추진체계의 완성성</p> <p>요점 내용</p> <ul style="list-style-type: none"> • 계획의 추진가 체계하고 있는가? • 계획의 추진가 명확한가(목적, 목표, 가치 등) • 추진의 추진, 연계의 연계가 실현하는가? <p>나. 정책환경 및 파급효과 분석</p> <p>요점 내용</p> <ul style="list-style-type: none"> • 분석 대상이 실현하는가? • 주요 정책환경에 대한 파급효과를 분석하는가? • 주요 정책환경에 대한 파급효과를 분석하는가(시행10, 20, 30년씩 검토하고 있는가?) • 분석 대상에 대한 파급효과를 분석하고 있는가? • 분석 대상에 대한 파급효과를 분석하고 있는가? • 파급효과 분석을 설명하고 있는가? • 분석 대상에 대한 파급효과를 분석하고 있는가? • 파급효과 분석을 위한 주요 분석 시 가설의 수립에 기여하는가? • 파급효과 분석을 위한 주요 분석 시 가설의 수립을 위한 분석을 명시하는가? <p>다. 타 계획과의 내용적 유사성</p> <p>요점 내용</p> <ul style="list-style-type: none"> • 타 계획과의 내용적 유사성을 분석하고 있는가? • 타 계획과의 내용적 유사성을 분석하고 있는가? <p>라. 추진체계의 구축성 및 파급효과</p> <p>요점 내용</p> <ul style="list-style-type: none"> • 계획의 추진가 실현 가능한가? • 계획의 추진가 실현 가능한가(목적, 목표, 가치 등) • 계획의 추진가 실현 가능한가(목적, 목표, 가치 등) • 추진체계의 구축성 및 파급효과를 분석하고 있는가? • 추진체계의 구축성 및 파급효과를 분석하고 있는가? • 추진체계의 구축성 및 파급효과를 분석하고 있는가? • 추진체계의 구축성 및 파급효과를 분석하고 있는가? • 추진체계의 구축성 및 파급효과를 분석하고 있는가?
---	--	---

<중장기계획 구성 평가 틀>

<중장기계획 수립절차 평가 틀>

<중장기계획 내용 평가 틀>

자료: 국회미래연구원(2019), p.178, p.180, p.182. 인용.

<그림 2-2> 중장기계획 평가 틀

이광희, 박준(2022)은 국가법정계획을 법률적 근거를 토대로 중앙행정기관이 수립하는 것으로 미래에 대한 전망을 기반으로 하는 행정적 목표 및 달성 수단에 대한 종합적 의사결정으로 정의하고,¹⁷⁾ 국가법정계획의 기능에 대한 합리성 모형과 관료적 이익모형, 발전행정 모형으로 설명하고 있다.

합리성 모형은 국가법정계획을 정책관리를 위한 합리화 수단으로 보는 모형이며, 상위 법정계획은 정책의 정책 혹은 정책개발의 정책인 메타정책(metapolicy)의 기능을 갖는다. 또한 중앙부처 간이나 중앙부처-지자체 간의 정책 정합성 확보를 위한 조정과 정책승계를 통한 국정운영의 연속성 및 예측가능성을 제공한다. 그에 따라 합리적 모형에서 주요 평가 이슈는 ‘법정계획 수립 시 지자체와 조정 및 협의가 효과적으로 이루어지고 있는지’와 다른 국정과제(메타정책, metapolicy)의 연계성, 중장기 국정운영의 정책 결정 역할 수행 여부이다. 이를 토대로 합리성 모형에서는 국정과제와 연계성 및 정치적 이행기 정책승계와 법정계획 간의 정합성 및 연계성을 분석 이슈로 제시하고 있다(표 2-2 참조).

관료적 이익모형은 국가법정계획을 관료조직 및 예산 확대를 위한 수단으로 보고 있다. 관련 업무가 법률에 규정되어 있어야 행정자원 배분 시에 유리하기 때문에 국가법정계획을 고유사업 수행기관인 주창조직이 예산 및 조직 담당 기관인 수호조직에 행정자원을 요구할 수 있는 근거 자료로 활용한다. 그에 따라 관료적 이익모형에서는 법정계획의 중복 및 난립과 계획 신설 통제가 주요 타당성 평가의 이슈가 된다.

마지막으로 발전행정모형에서 국가법정계획은 국가의 경제 및 사회 발전 목표를 달성하는 수단으로서 낙후된 부문에 정부가 지원하고 진흥을 이끄는 정책도구로서 기능한다. 그러나 사회·경제 발전에 따라 분권화 및 자율화 요구가 증대되면서 기존에 정부 지원 및 진흥 근거로 활용하던 법정계획에 대한 민간협력 및 참여 수준을 검토해야 한다고 보고 있다.

17) 이광희, 박준(2022), pp.14-16.

〈표 2-2〉 이론 모형에 따른 국가법정계획의 기능과 이슈 및 분석기준

	합리성모형(촉진)	관료적 이익모형(통제)	발전행정모형(통제)
공무원 행동 동기	- 정책관리의 합리화	- 예산과 조직의 극대	- 국가발전목표의 성취
법정계획 기능	- 메타정책(metapolicy) - 부처 간 정책통합성 확보를 위한 조정 절차 제도화 - 정책생계를 위한 현황조사	- ‘주창조직’이 ‘수호조직’을 상대로 예산과 조직을 요구 할 수 있는 근거	- 낙후된 부문의 진흥·육성을 위한 정책도구
관련 이슈	- 또 다른 메타정책인 국정 과제와의 관계 - 법정계획 수립 시 지방자치 단체와 조정·협의 - 법정계획의 품질	- 국가법정계획의 중복 및 난립에 대한 통제 필요성	- 시대변화에 따른 정부 역 할의 재조정 필요성
법정계획 이행	- 중요	- 부차적	- 매우 중요
분석기준	- 국정과제와의 연계성 및 정책 승계 - 계획 간 통합성 및 연계성 (정책조정)	- 예산 확보 수단, 조직 및 인력 확보 수단으로 활용 - 정보 수집과 통제	- 민간 협력 및 참여

자료: 이광희, 박준(2022), p.요약 22, 〈표 1〉을 토대로 저자 재작성.



자료: 이광희, 박준(2022), p.49, 〈그림 2-3〉 인용.

〈그림 2-3〉 국가법정계획 분석 틀

박진 외(2023)는 국가 중장기계획의 질 향상과 실효성을 제고하고자 전망과 목표, 전략, 제약에 대한 최적화 모형을 토대로 국가중장기계획의 내용과 방향성을 분석하여 제시하고

있다. 동 연구의 개념적 틀인 최적화 모형에서 계획은 정책목표의 극대화를 위한 수단을 의미하고, 전망은 미래 정책환경을 예측(exogenous variables)하는 것이며, 목표는 지향하는 가치(objective function), 전략은 목표달성을 위한 정책(endogenous variables), 제약은 전략의 제약조건(constraints)으로 설명하고 있다.¹⁸⁾

박진 외(2023)는 계획의 타당성을 <표 2-3>과 같이 중장기계획의 구성요소와 계획의 내용적 측면, 수립 및 활용 절차 측면으로 나누고 구성요소의 완결성, 내용의 연계성(수직, 수평), 일관성, 수립 절차 및 활용·이행의 적절성을 기준으로 분석하고 있다.¹⁹⁾

계획의 구성 측면에서는 근거 법령에서 규정된 요건이 계획에 포함되어 있는지와 계획의 필요한 요소를 포함하고 있는지를 평가한다.

내용 측면의 수직적 연계성에서는 계획의 전망과 목표, 전략, 제약의 내용이 포함해야 할 사항을 충실히 포함하고 있는지, 전략과제의 내용 및 정부 역할이 적절한지, 국민 선호를 반영하고 있는지를 분석한다. 수평적 연계성에서는 다른 계획과의 연계성을 검토하고, 추세적 일관성에서는 과거 계획과의 일관성 및 유연성을 평가한다.

절차 측면에서는 의견수렴이나 다른 부처와의 협의 시행 등의 계획 수립 절차와 계획의 활용 및 이행을 점검하고 평가한다.

<표 2-3> 중장기계획의 충족 필요 요건

구분		설명	
구성 측면	완결성	법정 요건	법에 규정된 요건
		구성 요소	계획에 꼭 담겨야 할 구성요소
내용 측면	수직적 연계성	구성 내용	구성 내용 충실성
		전략과제 방향성	전략과제의 구체적 내용이 적절한가?
			전략과제의 국민 선호 연계성
	추세적 일관성	과거 계획과의 일관성/유연성	
	수평적 연계성	다른 계획과의 연계성 검토	
절차 측면			수립절차의 적절성
			집행·활용의 적절성

자료: 박진 외(2023)를 토대로 저자 작성.

18) 박진 외(2023).

19) 박진 외(2023).

라. 계획이론의 검토

계획이론은 “계획 현상을 설명하고 효율적이며 질 높은 계획의 실현을 위한 체계적 방법을 모색”²⁰⁾하는 것이며, 사회적 환경과 계획의 사회적 기능 변화에 따라 변화해²¹⁾ 왔고 1990년대 이후로는 의사소통적 계획이론 등으로 진화하고 있다.²²⁾

계획의 타당성은 계획이론의 변화와 시대에 따라 변화해 왔다. 동 연구에서는 시대에 따라 출현한 주요 계획이론 패러다임을 검토함으로써 이론별로 중요하게 생각하는 계획의 타당성 요소를 분석하여 시사점을 얻고자 했다. ① 합리주의, ② 다원주의, ③ 신인도주의 계획이론 패러다임에서의 계획모형과 협력적 계획이론을 검토하였다.

합리주의 계획이론에서 계획은 합리적 선택으로 미래에 어떠한 목표를 실현할 적절한 행동의 순서를 결정짓는 과정을 의미한다.²³⁾ 합리주의의 합리적 계획을 토대로 하는 계획모형에는 종합적 계획모형(synoptic)과 부분점증계획(incrementalism), 혼합주사(mixed-scanning) 등이 있다.

종합적 계획모형은 “계획가가 완전한 정보를 바탕으로 종합적 분석과 최적의 대안 선택이 가능하다고 보는 당위적이고 이상적인 접근 방식”²⁴⁾이다. 그러나 종합적 계획모형은 현실에 비해 계획상황을 단순화하고 이상화한다는 점에서 활용이 제한적이다.²⁵⁾ 그에 따른 대안으로 부분점증계획과 혼합주사가 제시되었다. 부분점증계획은 “인간의 지적 능력 한계와 의사결정의 기술적인 제약을 감안한 현실적이며 보수적인 접근방법으로, 최적의 대안을 기대하지 않을 뿐 아니라 선정된 결정사항에 대해 지속적인 평가와 조정을 추구”한다.²⁶⁾ 혼합주사는 종합적 계획모형과 부분점증계획의 혼합형태이며 “먼저 전체적인 시각에서 상황적, 맥락적 결정을 하고 다음으로 부분적, 세부적인 결정을 하는 방법”이다.²⁷⁾

20) 문정호 외(2006), p.16.

21) 대한국토·도시계획학회 편저(2009), p.81.

22) 문정호 외(2006), p.13.

23) 장욱(1992), pp.72-73.

24) 정환용(2003), p.127.

25) 정환용(2003), p.127.

26) 정환용(2003), p.128.

27) 정환용(2003), pp.126-128.

다양한 이익집단이 각자의 이익을 위해 경쟁한다고 보는 다원주의에서는 계획과 관련해 “여론이 정책변화의 중요한 역할을 하고, 정치활동은 주민의 이익에 의해 결정된다”라고 본다.²⁸⁾ 이러한 다원주의하에서 “중앙집권적 계획유형과 기술관료적 가치관에 대한 반작용”²⁹⁾으로 옹호계획(advocacy planning)이 제시되었다. 옹호계획은 “계획안으로부터 발생할 수 있는 이익을 주민의 관점에서 옹호하고 계획이 일방적으로 공공의 이익을 규정하는 전통을 타파”하였다.³⁰⁾

“개인적 상호작용을 통한 사회조직의 연구에 바탕을 두는”³¹⁾ 신인도주의는 계획이 “익명의 목표집단을 대상으로 이루어지는 것이 아니라 결정에 의해 영향을 받는 사람들과의 면 대면 접촉을 통해 이루어진다.”라고 본다. 그에 따라 “공익이라고 정의되는 불분명한 목표를 추구하기보다 계획의 집행에 직접적으로 영향 받는 사람들과의 상호교류와 대화를 통하여 계획을 수립해야 한다”라는 교류 계획(transactive planning)이 제시되었다.³²⁾

사회가 점차 복잡해지고 불확실성이 증가함에 따라 발생하는 문제점을 해결하기 위해 계획이론에서는³³⁾ 합리적 의사결정을 중심으로 하는 기존의 패러다임에서 참여자의 참여 및 의사소통을 바탕으로 합의하는 과정을 거치는 협력적 계획론(collaborative planning)이 제시되었다.³⁴⁾ 협력적 계획론은 “의사소통계획과 참여적 계획의 속성을 종합한 형태”³⁵⁾이며 “시민이 참여하는 의사소통적 합리성(communicative rationality)에 입각한 계획과정”이라 할 수 있다.³⁶⁾

전통적인 합리적 계획 모형이론과 달리 협력적 계획론은 이해관계자의 참여를 토대로 하기에 계획가의 역할 및 권력의 구조, 계획 유형 등에서 합리적 계획과 서로 다른 특성이 있다. 합리적 계획에서의 의사소통은 이해관계자의 참여보다는 전문가의 의사결정으로 이

28) 정환용(2003), p.129.

29) 정환용(2003), p.129.

30) 대한민국토·도시계획학회 편저(2009), p.85.

31) 정환용(2003), p.129.

32) 대한민국토·도시계획학회 편저(2009), p.84.

33) 문정호 외(2006), p.30.

34) 대한민국토·도시계획학회 편저(2009), p.90.

35) 문정호 외(2006), p.34.

36) 문정호 외(2006), p.36.

루어지고 그에 따라 계획 수립자는 기술적 전문가로서 역할을 하며 수립되는 계획은 경험적 산물이 된다. 그에 반해 협력적 계획론에서 계획가는 협상가로서 역할을 하고 권력 구조는 분산되는 형태를 띤다.³⁷⁾

〈표 2-4〉 전통적(합리적) 계획과 협력적 계획의 특성 비교

구분	전통적(합리적) 계획	협력적 계획
참여	이슈가 못 됨	광범위한 참여
의사소통	전문가로부터 의사결정자에게	상호주관적
계획가의 역할	기술적 전문가	협상가, 촉진자
권력	기획부서에 집중	분절되고 분산되어 있음
통제의 형식	암묵적	명시적
계획의 유형	경험적 산물	몰입 패키지
주요 강조 논리	기술적·과학적 논리	의사소통적 논리
인과관계	주요 이슈	중요치 않음
효과성	목표 달성 정도	합의 도달 정도
투명성	전문가에게만	참여자들에게 전부

자료: 문정호 외(2006), p.35, 〈표 2-2〉를 인용.

2. 국내외 계획의 타당성 검토 사례 분석 및 시사점

본 연구의 2절에서는 국가물관리기본계획의 타당성 평가 체계를 마련하기 위해 현행 국내외 중장기 시계의 법정계획의 평가 제도를 검토하고자 한다. 국내의 경우 타당성 분석은 「물관리기본법」과 유사하게 수립된 지 일정 기간이 지난 중장기 법정계획을 수정하기 위한 경우와 개별 재정사업의 사업 수행 타당성을 분석하기 위해 시행하는 경우를 분석하였다. 국외의 경우는 호주 유역계획(basin plan)의 다양한 평가와 국가물관리기본계획과 매우 유사한 일본의 『물순환기본계획』 타당성 분석체계를 검토하여 어떠한 분석 틀과 방법론을 활용하고 있는지 분석해 보았다.

37) 문정호 외(2006), pp.34-36.

가. 국내 타당성 검토 사례

우리나라 법정계획의 타당성 검토는 중앙정부 및 지자체 수립계획과 재정사업을 대상으로 시행되고 있다. 계획에 따라 수립 근거 법률에서 타당성을 검토하여 계획을 수정 및 변경하도록 하고 있으나 대체로 평가방식을 명시하고 있지 않다. 별도의 타당성 평가 지침이 없기 때문에 계획별로 혹은 동일한 계획에서도 각기 다른 평가방식을 사용하여 타당성을 평가하고 있다.

중앙정부에서 수립하는 계획은 수정 전 계획의 주요 성과 및 한계점 분석과 사회 및 경제, 정책 여건의 변화를 검토하는 방식으로 타당성을 평가하고 있다. 중앙정부에서 수립하는 계획 중 하나인 환경종합계획은 기존 계획의 분야별 추진성과 분석과 한계를 검토하고 이를 바탕으로 시사점 도출과 주요 분야별 여건 및 전망을 분석하는 방식으로 타당성을 검토한다.

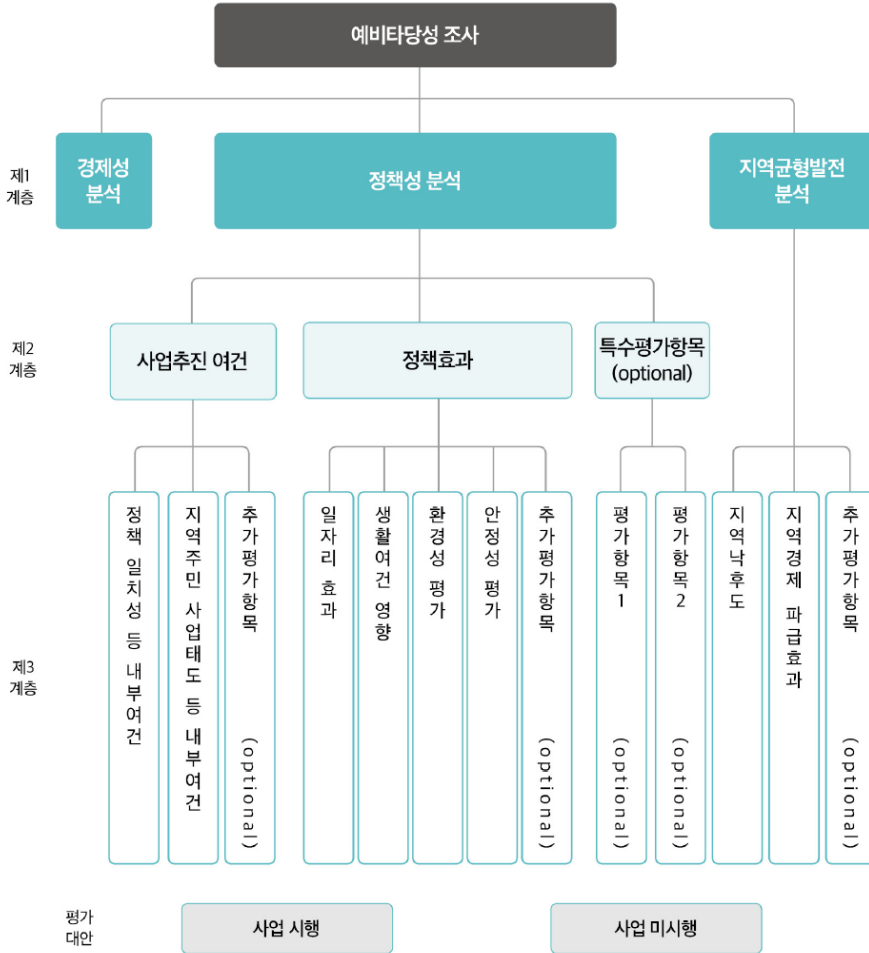
지자체에서 수립하는 수도정비계획인 경우, 상위 계획의 변경이나 택지지구 및 산업단지 개발과 같은 지자체별 여건 변화를 고려하여 타당성을 평가한다. 수도종합계획은 지자체별 상위 계획 변경 및 신규 용수사용 발생 등 여건 변화에 따라 타당성을 검토하여 변경 계획을 수립한다.

재정사업은 「국가재정법」과 「지방재정법」에 따라 일정 규모 이상 사업에 대해 예비타당성 평가(국가) 혹은 지방재정투자사업 타당성 조사(지방)를 시행한다. 예비타당성 및 지방재정 사업의 타당성 평가는 비용-편익 분석을 기반으로 하는 경제성 타당성과 정책적 타당성과 지역균형발전 및 기술성 분석을 중점으로 검토한다.

이때 정책적 타당성 분석은 사업 추진 여건 및 정책효과 부문과 선택적으로 적용하는 특수평가항목으로 구분하여 평가한다. 사업 추진 여건은 상위 계획 반영 여부, 국정정책 방향과의 일치성 등 내부여건, 지역주민 사업태도 등 외부여건, 그 외 사업추진 여건과 별도로 고려할 필요가 있는 추가평가항목으로 나누어 평가한다. 정책효과 부문은 일자리 효과, 생활 여건 영향, 환경성 및 안전성, 그 외 별도로 고려할 필요한 정책효과를 평가한다.³⁸⁾

지역균형발전 분석은 지역낙후도와 지역경제 파급효과를 검토하며, 그 외 사업에 대해서는 개별 법률에서 사업 특성에 따라 명시하고 있는 평가항목 및 세부기준에 따라 타당성을 검토하고 있다.

38) 국회미래연구원(2019), pp.4-5.



자료: 국회미래연구원(2019), p.22.

〈그림 2-4〉 재정평가의 타당성 분석 체계

〈표 2-5〉 국내 계획 및 재정사업 타당성 검토 주요 사항

구분	국가환경종합계획 타당성 평가	수자원장기종합계획 타당성 평가	수도정비계획 타당성 평가	경관계획 타당성 평가	예비타당성 조사
주관	환경부	환경부	지자체	국토교통부	기획재정부
법률	「환경정책기본법」 제16조의2 제1항 환경부장관은 환경적·사회적 여건 변화 등을 고려하여 5년마다 국가환경종합계획의 타당성을 재검토하고 필요한 경우 이를 정비하여야 한다.	「수자원의 조사·계획 및 관리에 관한 법률」 제17조 제2항 환경부장관은 수자원장기 종합계획이 수립된 날부터 5년마다 타당성을 검토하여 필요한 경우에는 그 계획을 변경하여야 한다.	「수도법」 제5조 제9항 특별시장·광역시장·특별자치시장·특별자치도지사·시장·군수는 제5항에 따라 수도 정비계획을 고시한 후 5년이 지나면 수도정비계획의 타당성을 재검토하여 이를 반영하여야 한다.	「경관법」 제15조 제7조에 따라 경관계획을 수립한 자는 5년마다 같은 조에 따른 경관계획에 대하여 정비하여야 한다.	「국가재정법」 제38조 제1항 기획재정부장은 총사업비가 500억원 이상이고 국가의 재정지원 규모가 300억원 이상인 신규 사업에 대해서는 대규모사업에 대한 예산을 편성하기 위하여 미리 예비타당성조사를 실시하고, 그 결과를 요약하여 국회 소관 상임위원회와 예산결산특별위원회에 제출하여야 한다.
평가 방법	계획수립권자 검토	계획수립권자 검토	계획수립권자 검토	계획수립권자 검토	전문기관 위임
평가 대상	국가환경종합계획	수자원장기종합계획	수도정비계획	경관계획	총사업비 혹은 재정지출 500억원 이상 규모의 사업

〈표 2-5〉의 계속

구분	국가환경종합계획 타당성 평가	수자원장기종합계획 타당성 평가	수도정비계획 타당성 평가	경관계획 타당성 평가	예비타당성 조사
평가 항목	<p>『제4차 국가환경종합계획』</p> <p>① 기존 계획 평가</p> <ul style="list-style-type: none"> · 분야별 추진성과 분석 및 한계 검토를 통한 시사점 도출 <p>② 주요 분야별 전망</p> <ul style="list-style-type: none"> · 사회, 기술, 경제, 환경, 정치 분야 미래 메가트렌드 전망 및 환경이슈 검토 	<p>『제4차 수자원장기종합계획』 제2차 수정계획</p> <p>① 계획의 보완 필요성 검토</p> <p>② 성과 및 문제점</p> <ul style="list-style-type: none"> · 정책 성과 및 현안 문제점 검토 <p>③ 사회·경제적, 정책적 여건 변화 및 전망</p> <p>④ 물공급, 물수요, 물수급 전망</p>	<p>- 지체별 여건 변화에 따라 타당성을 검토하여 변경 계획 수립</p> <ul style="list-style-type: none"> · 상위 계획 변경 대응(도시 기본계획 등) · 신규 택지지구 용수사용 발생 예상에 따른 수요 변경 · 산업단지 개발에 따른 수도시설 공급능력 검토 	<p>① 기존 계획 성과 및 한계 평가</p> <ul style="list-style-type: none"> · 이행현황 평가 · 전략별 성과, 한계 및 시사점 검토 <p>② 여건변화</p> <ul style="list-style-type: none"> · 관련 여건변화 검토 · 관련 타 계획 검토 · 대국민 경관인식조사 결과 검토 · 경관 관련 행정조직 및 조례 제·개정 현황 · 지자체 경관계획 수립 현황 · 경관위원회 및 심의 운영 현황 <p>③ 문제점 및 시사점</p>	<p>① 경제성 분석</p> <ul style="list-style-type: none"> · 수요의 추정, 편익의 추정, 비용의 추정, 경제적 타당성 평가, 민간투자 연계 가능성 검토, 재무성 분석 <p>② 정책성 분석</p> <ul style="list-style-type: none"> · 사업추진여건, 정책효과, 사업별도 평가항목(신태) <p>③ 지역균형발전 분석</p> <ul style="list-style-type: none"> · 지역내후도 평가, 균형발전 효과 분석 <p>④ 기술성 분석(정보화 사업)</p>
	<p>『제5차 국가환경종합계획』</p> <p>① 분야별 환경 현황 검토</p> <ul style="list-style-type: none"> · 자연 자원, 생활환경, 환경 경제 및 국제, 삶의 질 및 환경정의 분야 검토를 통한 시사점 도출 <p>② 기존계획의 성과 및 한계 분석</p> <ul style="list-style-type: none"> · 주요 지표 비교 <p>③ 미래 사회전망 및 여건 변화 검토</p> <ul style="list-style-type: none"> · 사회·경제적, 기술적, 기후·환경적, 정치·행정적 측면 검토를 통한 시사점 도출 	<p>『제4차 수자원장기종합계획』 제3차 수정계획</p> <p>① 기존 계획 추진실적 및 평가</p> <ul style="list-style-type: none"> · 주요 성과 분석 · 한계 및 문제점 검토 <p>② 수자원 정책 여건 변화</p> <ul style="list-style-type: none"> · 환경적, 사회적, 경제적 여건 분석 <p>③ 물수급 전망</p> <ul style="list-style-type: none"> · 물 수요량 및 공급량 전망 <p>④ 주요 국가별 수자원 정책 동향</p> <ul style="list-style-type: none"> · 국외 수자원 관리 정책 시사점 도출 및 반영 			

〈표 2-5〉의 계속

구분	국가환경종합계획 타당성 평가	수자원장기종합계획 타당성 평가	수도정비계획 타당성 평가	경관계획 타당성 평가	예비타당성 조사
비고	<ul style="list-style-type: none"> - 제1차 계획(1987-2001) - 제2차 계획(1996-2005) - 제3차 계획(2006-2015) - 제4차 계획(2016-2035) - 제5차 계획(2020-2040) - 타당성 검토 도입: 2015. 12.1 	<ul style="list-style-type: none"> - 1965년 이후 총 4차례의 본 계획과 3차례의 수정계획 수립 및 시행 - 제4차 수자원장기종합계획 (2001-2020): 2001(국토해양부) - 제4차 수자원장기종합계획 제1차 수정계획: 2001 (국토해양부) - 제4차 수자원장기종합계획 제2차 수정계획: 2011 (국토해양부) - 제4차 수자원장기종합계획 제3차 수정계획: 2016 (국토해양부) - 타당성 검토 도입: 2017. 1.17. 	<ul style="list-style-type: none"> - 타당성 검토 도입: 1997. 8.28. 	<ul style="list-style-type: none"> - 제1차 계획(2015-2019): 2015 - 제2차 계획(2020-2024): 2019 - 타당성 검토 도입: 2013. 8.6. 	

자료: 저자 작성.

나. 국외 타당성 검토 사례

1) 일본 물순환계획

일본은 2014년 「물순환기본법」을 제정하였으며, 동법 제13조에 따라 10년마다 종합적이고 체계적인 물순환 관련 대책을 추진하고자 『물순환기본계획』을 수립한다. 일본의 「물순환기본법」은 한국의 「물관리기본법」과 통합물관리 및 유역관리, 거버넌스 활성화 등 원칙과 계획-이행 구조 및 대책 등에서 매우 유사한 양상을 띠고 있다. 또한 동법 제26조에 따라 물순환 관련 정부의 조치를 매년 국회에 보고하고, 물순환 현황(제1부) 및 연차별 물순환 대책 이행 상황(제2부)을 성과 위주로 서술하는 보고서³⁹⁾를 발간하는데 이 역시 「물관리기본법」 제27조의 연차별 이행평가와 유사하다.



〈물순환계획 연차별 보고서〉

〈물순환계획 연차별 보고서 주요 항목〉

자료: 일본 내각관무, “물순환백서”, 검색일: 2023.9.1.

〈그림 2-5〉 2020~2022년 일본 물순환백서

또한 일본은 「물순환기본법」 제13조 제5항에 물순환 관련 여건 변화와 물순환 대책의 효과를 평가해 5년마다 『물순환기본계획』을 검토하여 수정하도록 강제 규정화하고 있다. <표 2-6>과 같이 일본의 「물순환기본법」은 계획의 타당성 평가라는 모호한 단어 대신에

39) 이는 한국수자원공사에서 매년 발간하는 ‘물과 미래’와 내용이 유사하다.

구체적으로 ‘여건(정세) 변화’와 ‘대책 효과평가’를 거쳐 검토 및 변경하도록 되어 있다는 차이점이 있다.

〈표 2-6〉 우리나라 「물관리기본법」과 일본 「물순환기본법」 비교

우리나라의 「물관리기본법」	일본의 「물순환기본법」
<p>제27조(국가물관리기본계획의 수립 등) ① 환경부장관은 10년마다 관계 중앙행정기관의 장 및 유역물관리위원회의위원장과 협의하고 국가물관리위원회의 심의를 거쳐 다음 각 호의 사항을 포함한 국가물관리기본계획(이하 “국가물관리기본계획”이라 한다)을 수립하여야 한다.</p> <p>〈중략〉</p> <p>② 환경부장관은 국가물관리기본계획을 수립한 날부터 5년마다 타당성을 검토하고 그 결과를 반영하여 국가물관리기본계획을 변경하여야 한다. 이 경우 국가물관리위원회의 심의를 받아야 한다</p>	<p>제2장 『물순환기본계획』</p> <p>제13조 정부는 물순환에 관한 대책을 종합적이고 체계적으로 추진하기 위하여 『물순환기본계획』(이하 “물순환기본계획”이라 한다)을 수립한다.</p> <p>〈중략〉</p> <p>5. 정부는 물 순환과 관련된 여건 변화를 고려(水循環に関する情勢の変化を勘案し)하고 물 순환과 관련된 대책의 효과 평가(施策の効果に関する評価)를 바탕으로 약 5년마다 물 순환 기본 계획을 검토하고 필요한 변경을 추가 해야 한다(必要な変更を加えるものとする).</p> <p>6. 제3항 및 제4항의 규정은 물순환기본계획의 변경에 준용한다.</p>

자료: 국가법령정보센터, “물관리기본법”; 일본 내각본부, “물순환기본법”, 검색일: 2023.3.2.

일본 『물순환기본계획』은 2023년까지 총 두 번 수정되었으며, 「물순환기본법」 제13조 제5항에 따른 5년 단위 정례적 변경(2020년 내각의결)과 이후 이루어진 부분 개정(2022년 내각의결)이다.

2020년 수정계획의 주요 변경 사항은 크게 3가지이며 ① 제1장 총론에 ‘3. 물순환 관리 비전 및 목표’ 명시적 제시, ② 제1장 총론에서 계획수립 이후 이행된 대책평가를 통해 향후 과제 제시, ③ 향후 5년간 3대 중점과제 제시이다.⁴⁰⁾

첫째, 『물순환기본계획』 수정계획에서는 ‘건전한 물순환 유지 또는 회복’을 물순환 관리의 비전으로 제시하고, 물이용, 산림·농지, 물환경 및 물재해 등 10가지 관련 세부 목표를 서술적으로 제시하였다(그림 2-6 참조).⁴¹⁾

40) 일본 내각본부, “2020 물순환기본계획(개요)”, 검색일: 2023.3.2.

41) 일본 내각본부, “2020 물순환기본계획(개요)”, 검색일: 2023.3.2.

제1장 총론에 “3. 물순환 관리 비전 및 목표(水循環の目指すべき姿)” 명시적 제시

- (비전) 건전한 물순환 유지 또는 회복
- (세부목표) 건전한 물순환 유지 또는 회복을 위한 10개의 세부 목표 서술적으로 제시
 - I. (물이용) 다양한 물이용을 위한 양질의 풍부한 용수 공급
 - II. (산림·농지) 산림과 농지의 물순환의 다원적 기능 유지 및 발휘
 - III. (물환경) 물환경 및 수생태 유지할 수 있는 적절한 양의 물과 수질 확보와 동시에 지역의 위기적 갈수에 대응
 - IV. (물재해) 기후변화에 대응하여 물관련 재해에 인명보호 극대화 및 재산 피해 최소화
 - V. (협력) 하천부터 하구, 해역까지 모든 이해관계자의 협력 필요
 - VI. (수변공간·물문화) 모든 국민들이 수변공간 및 물문화 접촉을 통해 물혜택을 이해 필요
 - VII. (물인프라) 사람생활이나 산업활동을 위해 물인프라 적절한 유지관리 갱신, 내진화 등 필요
 - VIII. (국제협력) 개발도상국이 안고 있는 물문제 해결에 공헌
 - IX. (기술개발) 산학관이 연계하여 조사연구 및 연구개발 실시

자료: 일본 내각본부, “2020 물순환기본계획(개요)”, 검색일: 2023.3.2.

〈그림 2-6〉 2020년 일본 『물순환기본계획』 비전 및 10대 세부목표

둘째, 일본은 2018년 10월 대책평가를 위한 ‘물순환 시책 추진에 관한 전문가 회의’를 구성한 뒤 여러 차례 회의를 개최하여 이행정도를 평가하고 수정에 대한 의견을 수렴하였다.⁴²⁾ 2014년 『물순환기본계획』 수립 이후 이행한 대책평가 결과, 유역계획의 수립 및 기후위기에 의한 재난대응이 미흡하며, 물순환에 대한 국민의 인식이 낮고, 국제협력이 필요한 점 등을 지적하였고 이에 따라 향후 과제를 제시하였다.⁴³⁾

마지막으로 수정계획에서는 향후 5년간 추진해야 할 3가지 중점과제[① 유역관리를 통한 물순환 혁신(유역관리의 확장과 질 향상), ② 건전한 물순환 대응으로 안전·안심 사회 실현(기후변화 또는 자연재해 등에 의한 리스크 대응), ③ 산-민-관-학 연계로 차세대로의 건전한 물순환을 통한 풍요로운 사회 계승(홍보, 교육, 국제공헌)]를 관련 세부 과제와 함께 제시하였다(그림 2-7 참조).⁴⁴⁾

42) 일본 내각본부, “물순환 시책 추진에 관한 전문가 회의”, 검색일: 2023.3.2.

43) 일본 내각본부, “2020 물순환기본계획(개요)”, 검색일: 2023.3.2.

44) 일본 내각본부, “2020 물순환기본계획(개요)”, 검색일: 2023.3.2.



향후 5년간 3대 중점과제 제시

- I. 유역관리를 통한 물순환 혁신 (유역관리의 확장과 질 향상)
 - A. 유역계획 수립의 확대 : 물순환 책임자 파견, 유역관리모범사례집 작성을 통해 유역계획 수립을 전국으로 확산
 - B. 계획의 질 개선: 쉬운 물순환 평가 기법 확립, 지하수 포함 물순환 해석기술 개발 → 시책의 효과 가시화
- II. 건전한 물순환 대응을 통한 안전·안심 사회 실현 (기후변화 또는 자연재해 등에 의한 리스크 대응)
 - A. 대규모 자연재해 대응: 유역홍수관리, 수해사전예방방류, 긴급재해대책파견대(TEC-FORCE) 활동의 내실화·강화
 - B. 가뭄대응: 기후변화를 고려한 대규모 가뭄 대응 리스크 연구 진행, 리스크 관리형 물공급 방안, 긴급대응 타임라인 작성 등 대책 마련
 - C. 물인프라 유지관리 및 갱신: 물인프라 장수명화, 내진화를 위한 전략적 유지관리·개대체 추진
 - D. 저류·함양 기능 유지 및 향상: 삼림, 하천, 농지, 도시 등에서의 종합적인 대응 추진, 지속가능한 지하수 보전과 이용
- III. 산-민-관-학의 연계로 차세대로의 건전한 물순환을 통한 풍요로운 사회 계승 (홍보, 교육, 국제공헌)
 - A. 홍보 교육: 물의 날 인지도 향상, 물순환 대응 홍보를 통해 국민 인식 개선
 - B. 국제 협력: 국제회의의 또는 해외인프라 수출을 통해 리더십 발휘해 세계 물 문제의 해결

자료: 일본 내각본부, “2020 물순환기본계획(개요)”, 검색일: 2023.3.2.

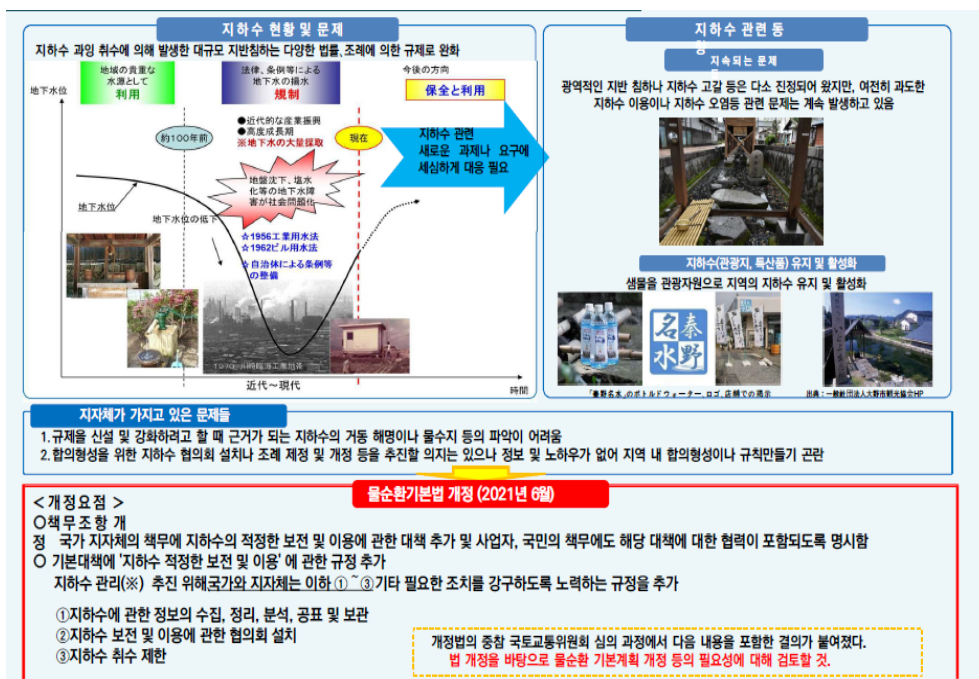
〈그림 2-7〉 일본 『물순환기본계획』 수정계획(2020) 3대 중점과제

일본은 예전부터 지하수 과잉 치수로 대규모 지반침하가 발생하였고 이는 다양한 법률 및 조례를 거치며 규제를 통해 지하수 문제를 해결하고 있었지만, 여전히 과도한 지하수 이용이나 지하수 오염 등 관련 문제는 계속 발생하는 실정이었다.⁴⁵⁾ 지자체의 경우에는 지하수 관리 규제를 신설·강화하려고 할 때 과학적인 근거가 될 수 있는 지하수의 거동 또는 물수지 등에 대한 정보가 부족한 문제가 있었다. 예를 들어, 지하수 관리를 위해 지하수 협의회 설치 및 조례 제·개정 등을 추진할 의지가 있더라도 지하수에 대한 과학적인 정보와 노하우가 없어 지역 내 합의형성이나 규칙을 만들기 곤란하였다.⁴⁶⁾

45) 일본 내각본부, “2022 물순환기본계획(개요)”, 검색일: 2023.3.2.

46) 일본 내각본부, “2022 물순환기본계획(개요)”, 검색일: 2023.3.2.

이런 문제를 해결하기 위해 지하수관리의 내용이 추가된 「물순환기본법」이 2021년 (2022년 내각의결)에 부분적으로 개정되었다. 법률 개정의 주요 내용으로는 첫째, 책무조항 개정 사항으로 국가 지자체 책무에 지하수의 적절한 보전 및 이용에 관한 대책을 추가하고 사업자와 국민의 책무에도 해당 대책에 대한 협력이 포함되도록 명시하였다. 또한 둘째 『물순환기본계획』에 ‘지하수의 적절한 보전 및 이용’에 관한 내용을 추가하고, 국가와 지자체가 지하수관리⁴⁷⁾ 추진을 위한 기타 필요한 조치를 강구하도록 노력하는 규정을 추가된 것이다.⁴⁸⁾ 국가와 지자체의 필요 조치로는 ① 지하수에 관한 정보의 수집, 정리, 분석, 공표 및 보관, ② 지하수 보전 및 이용에 관한 협의회 설치, ③ 지하수 취수제한이 제시되었다.



자료: 일본 내각본부, “2020 물순환기본계획(개요)”, 검색일: 2023.3.2를 반영하여 저자 제작성.

〈그림 2-8〉 일본 「물순환기본법」 개정 사항

47) 지하수의 이용이나 거동 등의 실태 파악과 그 분석, 가시화, 수량과 수질 보전, 함양, 채취 등에 관한 지역에서의 합이나 내용을 실시하는 내용.

48) 일본 내각본부, “2022 물순환기본계획(개요)”, 검색일: 2023.3.2.

일본의 국토교통위원회에서 개정법을 심의하는 과정에서 ‘법 개정을 바탕으로 『물순환기본 계획』 개정 등의 필요성을 검토할 것’이라는 결정이 붙게 되어 2020년에 수정변경되었던 계획이 계획기간 내에 다시 일부 개정되게 되었다.

일본의 『물순환기본계획』 수정계획의 재검토의 핵심은 ‘2021년 6월 「물순환기본법」 개정 취지에 따라 현행 계획 내 지하수에 관한 사항의 항목을 보완하여 지하수에 관한 종합적인 대책 제시’ 및 ‘현행 계획수립 후 진행된 여건 변화에 대한 대응’이었다.⁴⁹⁾

〈그림 2-9〉에서 보이는 것과 같이 2022년에 수정된 『물순환기본계획』에서는 지하수관리를 강화하여 추진하고자 ‘지하수의 적절한 보전 및 이용’ 항목을 신설해 유역관리의 일환으로서 중점과제의 내용으로 규정하였으며, 지하수 데이터베이스 구축·보급·활용 및 지하수관리 추진 플랫폼 설립과 운영에 관한 내용을 새롭게 추가하였다. 또한 이전 물순환기본계획이 개정된 이후 진행된 여건 변화(재생에너지, 유역홍수관리 관련)의 대응에 대한 기술을 추가 및 수정하였다.⁵⁰⁾

재검토의 포인트

- 개정은 현행 계획기간 내(2020~2025) 일부 개정
- 2021년 6월 물순환기본법 개정 취지에 따라 현행 계획 내 지하수에 관한 사항의 항목을 보완하여 지하수에 관한 종합적인 대책을 제시.
- 현행 계획이 수립 후 진행된 여건변화에 대한 대응

개정사항 개요

총론 및 제1부 (기본방침)

- 지하수에 관한 기술을 추가 및 수정
- 지하수 관리를 강화 추진하기 위해 ‘지하수의 적절한 보전 및 이용’을 유역관리의 일환으로서 중점과제의 내용으로 규정.

제2부(정부가 종합적이고 계획적으로 강구해야 할 시책)

- 「지하수 적절한 보전 및 이용」 항목 신설
- 법률 조문에 따라 시책을 기재

「지하수 적절한 보전 및 이용」의 구성

총론 → 지하수 매니지먼트 추진 플랫폼 설립 등

(1) 지하수에 관한 정보의 수집, 정리 분석, 공표 및 보존
→ 지하수 데이터베이스 구축 등

(2) 지하수 적절한 보전 및 이용에 관한 협의회 등의 활용

(3) 지하수 취수 제한 기타 필요한 조치

제3부 (물순환에 관한 시책을 종합적이고 계획적으로 추진하기 위해 필요한 사항)

- 법 개정을 바탕으로 국가, 지방공공단체, 사업자 및 국민의 책무에 관한 기술을 추가·수정

현행 계획이 수립 후 진행된 여건변화에 대한 내용(재생에너지, 유역홍수관리)

- 지난 물순환기본계획 개정 이후 진행된 이하의 대응에 대해 기술을 추가·수정
 1. 「2050년 탄소중립」을 바탕으로 물순환 정책에서의 재생에너지 도입 촉진
 2. 유역홍수관리 관련법 전면 시행(2021년11월)을 토대로 한 대응 추진

자료: 일본 내각본부, “2020 물순환기본계획(개요)”, 검색일: 2023.3.2를 변형하여 저자 제작성.

〈그림 2-9〉 2022년 일본 『물순환기본계획』 수정변경 사항 정리

49) 일본 내각본부, “2022 물순환기본계획(개요)”, 검색일: 2023.3.2.

50) 일본 내각본부, “2022 물순환기본계획(개요)”, 검색일: 2023.3.2.

2) 호주 유역계획 평가 및 검토

호주의 경우 머레이 달링 유역계획(Murray-Darling Basin Plan)은 「물법」(Water Act 2007)에 따라 시기별로 다양한 평가에 관한 법적 의무가 존재한다.

「물법」 제214조 제2항 (a)호에 따라 매해 유역계획의 효과(effectiveness) 보고서를 작성해야 하며, 제49A조에 따라 첫 5년 후 유역계획의 영향(impact) 보고서를 작성해야 한다. 또한 제50조 제1항에 따라 10년마다 유역계획의 검토(review) 보고서를 작성해야 하고, 제50조 제2항에 따라 지역수자원계획의 중장기적 성과를 검토해야 한다.

〈표 2-7〉 호주 Water Act Subdivision G: 계획의 검토

<p>제49A조 ① 유역청(Authority)은 2020년 종료 이전에 유역계획의 영향에 대해 장관에게 제출해야 하며,</p> <p>② 웹사이트를 통해 공개해야 한다.</p> <p>제50조(유역계획 검토) 정기적으로 10년마다 검토해야 한다.</p> <p>① 유역청은 (a) 2026년에 유역계획을 검토하여, 만약 유역청이 (2)항에 따라 검토를 하지 않았고 그에 따른 보고서를 그 해 시작 전에 장관에게 제출하지 않은 경우; (b) 유역계획의 검토 보고서를 (5)(b)항에 따라 유역청이 장관에게 보고서를 제출한 후 포스트-보고 기간 시작 후 유역청이 (2)항에 따라 검토를 하지 않았고 그에 따른 보고서를 그 해 시작 전에 장관에게 제출하지 않은 경우, 포스트-보고 기간 시작 후 10년째에 유역 계획을 검토해야 한다.</p> <p>② 유역청은 (a) 장관이 유역청에게 요청한 경우 또는 (b) 모든 유역 내 주정부가 유역청에게 요청한 경우 유역계획을 반드시 검토해야 한다.</p> <p>③ 장관 또는 유역 내 주정부가 (2)항에 따라 요청할 수 있는 경우는 유역 계획에서 명시된 결과가 달성되지 않은 것으로 판단될 때 또는 유역 계획에서 명시된 목적이 유역 내 수자원 또는 하나 이상의 수자원 계획 지역에 대해 더 이상 적절하지 않은 경우이다.</p> <p>④ 제2항에 따른 요청은 유역계획이 처음으로 시행된 후 5년 이내 또는 기관이 가장 최근에 실시한 유역계획 검토 보고서를 제공한 후 5년 이내에는 하지 않아야 한다.</p> <p>⑤ 유역청은 검토 보고서 작성에 대해 다음을 수행해야 한다.</p> <p>(a) (1)항 또는 (2)항에 따른 검토 결과에 대한 보고서를 작성하고</p> <p>(b) 해당 보고서를 장관에게 제출하고</p> <p>(c) 각 유역 주정부의 관련 장관에게 보고서 사본을 제공하고</p> <p>(d) 해당 보고서의 사본을 유역청 웹사이트에 게시한다.</p>
--

자료: MDBA(2019a), pp.5-6.

호주 정부는 이러한 다양한 평가를 시행하려고 평가 체계에 대한 구체적 지침을 2014년 수립하였으며, 2017년 시범평가를 거쳐 수정사항을 반영하여 2019년 지침을 변경하였다.

평가 지침의 주요 내용은 ① 유역계획의 로직(Basin Plan Program Logic), ② 평가범위(scope), ③ 평가 질문 및 평가 기준, ④ 평가계획, ⑤ 평가항목별 측정 방법 및 기준, ⑥ 분석자료 및 방법, ⑦ 의견수렴 방법, ⑧ 보고 및 환류 계획(adaptive management planning) 등이다.⁵¹⁾

유역계획의 로직은 법의 Schedule12에 따른 21가지 평가 의무 요소(표 2-8 참조)를 반영한 평가 체계이며 ① 이행평가(6개 목표의 이행 현황 평가, 2개 이행 기반 전략의 이행 현황 평가), ② 성과평가(1개의 총괄(경제-환경-사회 성과), 유역별 환경 및 생태 성과), ③ 통합영향평가(물의 기능이 인간, 환경, 경제에 미친 중장기 영향)로 구성된다.⁵²⁾

〈표 2-8〉 Schedule12에 따른 호주 계획의 평가의무 항목

□ 호주의 MDBA 유역계획의 Schedule12 평가 시 반드시 따라야 하는 평가 및 보고 의무 요건(21개)을 제시하고 있음

- (유역전체 평가) △수자원 관리 투명성(transparency)과 효과성, △수생태 의존 생태계와 생태계 기능 보호 및 복원, 이를 위한 기후변화 레질리언스 강화, △유역계획이 미친 사회, 경제, 환경의 영향, △지역 원주민 지식(knowledge)과 해결방안이 유역계획 이행에 반영된 정도
- (환경용수계획) 환경을 위한 물계획(Enviromental Water Planning)에서 제시하고 있는 성과의 달성 정도
- (수질 및 염도관리) △수질 및 염도에 관한 장(Chapter 9)에서 목표설정의 적합성 △수질 및 염도 관리 목표에 진행현황
- (물거래 규칙) 수익성 높은 수리권의 거래를 가능하게 하는 효율적이고 효과적인 수자원 시장(물거래 규범)
- (수자원 계획) △수자원 접근성 보장 정도, △수자원 계획 운영의 효율성과 효과성, 특히 변화하는 기후의 견고한 프레임워크 제공 검토

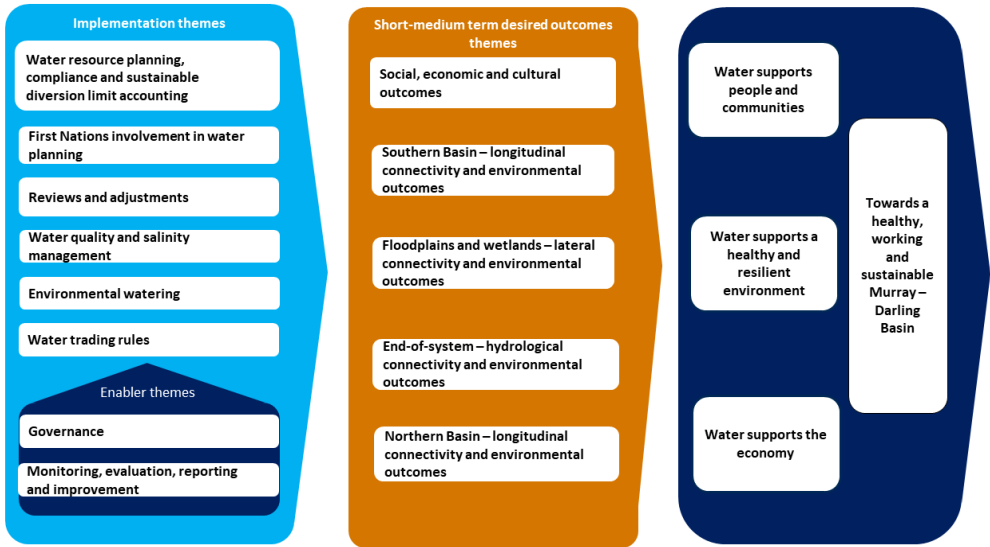
Appendix 1: Schedule 12 – Matters for evaluation and reporting requirements
(No.) = Matter number; white = Basin Plan Chapter numbers – white = 5 y reporting requirements, black = annual)

Basin Plan as a whole	Environmental Watering Plan	Water Quality & Salinity	Water Trading Rules	Water Resource Planning
[1] Transparency & effectiveness of Basin water resource management 5	[1] Achievement of environmental outcomes at Basin scale – Sub. 7 targets 5	[1.1] Fitness for purpose of the Basin water resources 5, 9	[1] Facilitation, by efficient & effective water markets, of tradeable water rights enabling their most productive use 5, 12	[1] Certainty of access to Basin water resources 5, 10
[2] Protection & restoration of MDBs & ecosystems function in MDBs, including in resilience in changing climate 5	[2] Achievement of environmental outcomes at asset scale 5	[1.2] Progress towards Ch. 9 water quality targets 5	[1.2] Implementation of water trading rules 12	[1.2] Efficiency & effectiveness of the operation of water with robust framework under changing climate 10
[3] Extent of BP on social, economic & environmental outcomes in MDBs 5	[3] Identification of environmental water & monitoring of its use 5	[1.3] Implementation, where necessary, of emergency response for critical human & water needs 13	[1.3] Implementation of compliance with Water Resource Plans (WRPs) 10	[1.3] Compliance with Water Resource Plans (WRPs) 10
[4] Effective risk management re Basin water resources 4, 5, 10	[4] Implementation of Environment Management Framework 5	[1.4] Implementation of WQSD Plan, & regard to Ch. 9 targets which making flow management decisions 9	[1.4] Prioritisation of critical human water needs 10, 11	[1.4] Prioritisation of critical human water needs 10, 11
[5] Transition to long-term average Sustainable Diversion Limits (SDLs) 5, 6	[5] Local knowledge & solutions inform implementation of Basin Plan 5, 6, 10		[1.5] Accountability & transparency of arrangements for water sharing 10	[1.5] Accountability & transparency of arrangements for water sharing 10

자료: MDBA(2019a), p.24.

51) MDBA(2019a), pp.1-30.

52) MDBA(2019a), pp.1-30.



자료: MDBA(2020), p.5.

〈그림 2-10〉 2020년 유역계획 평가에서 활용한 로직

유역계획의 핵심적인 평가 질문은 법의 제13장에서 제시하는 질문에 답할 수 있는 방식으로 평가하도록 만들어졌으며, 크게 성과(outcome) 질문과 영향(impact) 질문, 적응형 관리(adaptive management) 질문으로 구성되어 있다.

성과 질문은 ‘수자원법 제20조에 제시된 목표 달성⁵³⁾ 정도’와 ‘유역계획 제시된 목표(targets) 및 성과 달성 정도’(그림 2-11 참조) 및 ‘유역계획 시행으로 인한 예상치 못한 결과 발생여부’를 포함된다.⁵⁴⁾

영향 질문에서는 ‘유역계획이 사회, 경제, 환경에 미친 영향 정도’를 묻는다.⁵⁵⁾

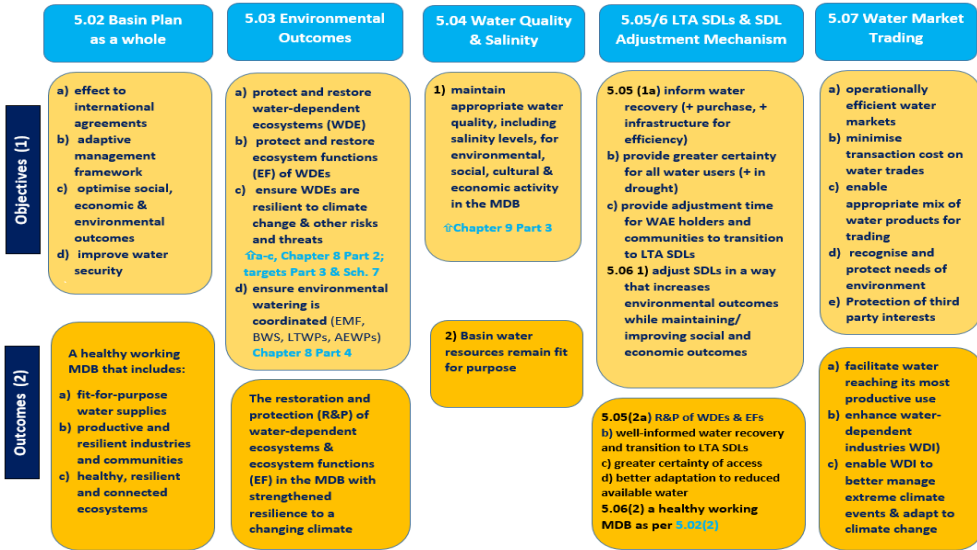
그리고 적응형 관리 질문은 ‘유역계획의 효과성을 어떻게 개선할 수 있는가?’와 ‘유역계획

53) 「수자원법」 제20조에서 목적은 수자원의 통합관리를 통해 ①국제협약이행, ②환경적지속가능취수제한 수립 및 시행, ③ 물의존 생태계 및 수질-염도 목표에 대한 유역 전체 환경적 목표달성, ④ 경제, 사회, 환경적 결과를 최적화하는 수자원의 사용 및 관리, ⑤효율적인 물거래 체계를 개발하여 가장 생산적인 용도에 대한 물공급, ⑥지역 수자원계획 만족, ⑦ 유역수자원 이용에 대한 더 나은 물안보 보장(Australian Government Federal Register of Legislation, “Water Act 2007”, 검색일: 2023.5.15).

54) MDBA(2019a), pp.1-30.

55) MDBA(2019a), pp.1-30.

에서 요구하는 전략이 계획의 목적을 충족하는 데 어느 정도 적합한가?', 마지막으로 '계획의 효과를 모니터링하고 평가하기 위한 프로그램이 적응적 관리 및 MD 유역의 과학적 지식 확보에 어느 정도 기여했는가?'로 구성된다.⁵⁶⁾



자료: MDBA(2019a), p.27.

〈그림 2-11〉 MDBA 유역계획상 달성하고자 하는 목표와 성과

위의 각 평가 질문은 적합성(appropriateness), 효과성(effectiveness), 영향(impact)을 기준으로 평가된다. 여기서 적합성 기준이란 계획의 설계와 구현이 다양한 이해관계자의 요구를 충족하는 데 적절한지 여부를 판단하는 것이다. 효과성은 계획이 제시하는 목표의 달성 정도를 평가하는 기준이며, 영향은 계획을 실행하며 직간접적으로 나타난 긍정 또는 부정적 변화를 평가하는 기준을 의미한다.⁵⁷⁾

요약 평가 질문은 앞에서 말한 평가기준, 핵심평가기준, 유역계획 로직의 3가지 요소를 고려하여 만들어진 평가 질문을 의미하며, 평가서에서는 이 질문에 대한 평가를 진행하여 보고서를 작성하는데 이때 부문마다 질문체계가 각기 다를 수 있다.

56) MDBA(2019a), pp.1-30.

57) MDBA(2019a), pp.1-30.

‘이행 및 기반 평가’에서는 ‘적합성’과 ‘효과성’의 기준에 대한 평가 질문을 만들 수 있다. 예를 들어, ‘유역계획의 이행전략, 기반전략, 기본 기능이 목표 달성에 어느 정도 적합한지?’(적합성 기준)와 ‘유역계획이 의도된 대로 어느 정도 이행되었는지’(효과성)라는 질문으로 평가할 수 있다.

‘성과평가’에서 ‘효과성’ 기준에 관한 질문으로 ‘유역계획이 성과 달성에 어느 정도 효과가 있었는가’를 평가하게 된다.

마지막으로 ‘영향평가’에서 ‘유역계획이 유역 지역사회와 환경 및 경제에 어느 정도 영향을 미쳤는지’를 영향의 기준에 관한 질문으로 만들 수 있다.

요약질문에 대해서 각 평가자는 <표 2-9>와 같은 6점 평가척도로 판단하고 평가결과의 신뢰성을 상, 중, 하로 평가하게 된다.

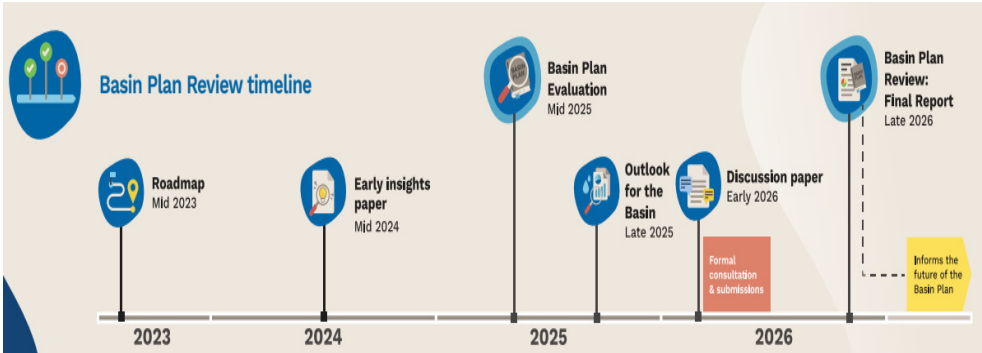
<표 2-9> 효과 정도에 대한 점수 및 기준

구 분	효과 정도에 대한 정성적인 서술
6	이행기간보다 짧게 이행 요구 사항을 만족한 상태. 개선할 부분이 존재하지 않는 상태
5	이행기간에 맞게 또는 빠르게 예상되는 결과를 만족. 작은 결함과 부족한 점이 있지만, 작은 개선으로 이행과 운영을 최적화할 수 있는 상태
4	이행은 만족스러운 수준이지만, 예상되는 결과 중 일부는 달성되었고 일부는 달성되지 않았으며, 전반적으로는 달성된 결과가 더 많음. 발견된 결함은 해결해야 하며, 일부 영역에서는 개선 또는 변경이 필요한 상태
3	이행은 그냥 만족할 만한 수준. 예상되는 결과 중 일부는 달성되었고 일부는 달성되지 않았으며, 전반적으로는 달성되지 않은 결과가 더 많음. 발견된 결함은 해결해야 함. 일부 영역에서는 개선 또는 변경이 필요한 상태
2	현재 상태의 이행은 적합하지 않은 수준. 예상되는 결과는 대부분 달성되지 않았으며 이행에서는 주요 결함과 부족한 부분이 존재. 광범위한 개선 또는 변경 필요
1	이행 사항이 충족되지 않음. 이행이 진행되지 않았거나 요구 사항을 충족하지 못하였음. 근본적인 개선 또는 변경이 필요함

자료: MDBA(2022), pp.8-9를 토대로 작성.

앞서 언급한 것과 같이 「수자원법」에 의해 호주의 기본계획은 10년마다 계획 자체를 검토하도록 의무화되어 있는데, 이 단계가 우리가 수정계획을 수립하기 위해서 타당성을 평가하는 체계와 유사하다고 볼 수 있다.

2012년에 수립된 기본계획은 2024년을 이행 완료를 목표로 수립된 계획이지만, 현재 (2023년)는 이행의 지연이 예상되어 완료 시점은 연장이 될 것으로 판단된다.⁵⁸⁾ 2026년 계획의 검토(review)를 통해 계획의 수정안이 제시될 예정이다.⁵⁹⁾



자료: MDBA(2023), p.16.

〈그림 2-12〉 MDBA 유역 계획 검토 일정

2026년 기본계획 검토는 2012년에 수립된 계획의 타당성을 판단하는 일련의 검토행위로서, 2026 기본계획 검토 로드맵에 따르면 다음 4가지의 타당성 검토 이슈를 다음과 같이 정하고 있다: 기후변화, 지속가능한 물 사용 제한(Sustainable Water limits), 원주민의 가치 반영 (First Nations), 규제 재설계.⁶⁰⁾

〈그림 2-12〉에서 보이는 것과 같이 2026 기본계획 검토 로드맵에 따르면 계획의 타당성 검토를 위해서 앞서 설명한 기본계획의 이행, 성과 및 영향평가 보고서의 평가 결과와 전망 (Outlook) 보고서를 활용하여 미래 여건의 타당성을 평가하고 적응관리(adaptive management)의 관점에서 계획의 지속가능한 수정 방향을 제시할 예정이다.⁶¹⁾

58) Department for Environment and Water, “New Agreement to Deliver the Murray-Darling Basin Plan in Full”, 검색일: 2023.10.1.

59) MDBA(2023), p.18.

60) MDBA(2023), pp.12-14.

61) MDBA(2023), p.16.

다. 국내·외 타당성 평가 사례 분석 시사점

국내의 다수의 중·장기 법정계획은 수립 후 일정 시간 흐르고 난 뒤 타당성 평가를 통해 계획을 수정하도록 법률에 명시되어 있지만, 타당성 평가에 대한 구체적인 지침을 제시하고 있지 않다. 다만, 기존에 수립되었던 수정계획의 변경 내용을 검토해보면 기존의 계획(또는 정책)의 한계라는 타당성 평가를 반영한 수정 부문과 계획수립 이후 시간 경과에 따른 내·외부 여건의 변화, 예를 들어, 신정부 취임에 따른 국정 방향의 변화, 기술, 사회, 환경 등 메가트렌드 변화에 따른 타당성 보완을 위한 수정 전략들이 추가됨을 알 수가 있었다.

일본의 『물순환기본계획』 경우에는 법률에 수정을 위한 타당성 평가에 대해 구체적인 기준을 명시하고 있는데, 타당성을 평가하는 기준으로 ‘여건(정세) 변화’와 ‘대책 효과평가’를 제시하고 있다. 이에 2022년에 수정된 일본 『물순환기본계획』은 「물순환기본법」 개정이라는 여건 상황에 대응하기 위하여 계획을 변경하였고, 2020년에 수립된 수정계획에서는 기존 계획의 이행평가와 전문가의 의견수렴을 통해 수정 이슈를 파악하여 변경 계획을 수립하였다. 특히, 기후변화 현실화, 국민의 물순환 관리에 대한 중요성에 대한 인지 부족, 유역물관리종합계획의 수립 지연들을 주요 수정 이슈로 도출하고 이를 대응할 수 있는 전략들을 수립하여 수정계획에 반영하고 있다.

호주의 경우 2026년 계획의 전반적인 타당성 검토(review)를 위해 로드맵을 수립하였으며, 로드맵에 따르면 4가지의 주요 타당성 검토 이슈를 기후변화, 지속가능한 물사용 제한, 원주민 고려, 규제설계로 설정하고 있다.⁶²⁾ 효과적인 검토를 위해 계획의 이행, 성과 및 영향 평가보고서에서 밝혀낸 이슈와 제언을 활용하고 더불어 전망 보고서의 미래 전망결과를 반영하여 기본계획의 타당성을 검토하고 수정안을 제시할 계획이다.

종합하자면 <표 2-10>에서 보는 것과 같이 일본과 우리나라의 경우에는 수정계획 수립을 위해 타당성 평가를 요구하기는 하나 구체적인 지침을 제시하고 있지 않으며, 주로 여건 대응 성과 계획의 효과평가를 중심으로 수정이슈를 도출하고 있으며, 호주의 경우에는 세부적인 평가의 지침을 제시하고 있으며, 평가 결과 보고서를 분석하여 계획의 적합성, 효과성, 영향 정도를 고려하고 미래 여건 전망 보고서를 통해 밝혀진 머레이 달링의 여건변화에 타당한 관리 계획을 수정안을 수립하는 체계를 가지고 있다.

62) MDBA(2023), pp. 12-14.

〈표 2-10〉 국내, 일본 및 호주의 수정계획 수립을 위한 타당성 평가 체계 비교

구분	국내 법정계획 수정을 위한 타당성 평가	일본 물순환기본계획 수정을 위한 평가	호주 Murray Darling 유역 기본계획	
			평가(evaluation)	검토(review)
평가 시점	주로 5년마다 타당성 평가 후 수정계획 수립해야 함	계획 수립 후 5년마다	1년 및 5년마다 평가	
지침 여부	없음	지침은 없으나, 법률에 평가 대상이 제시되어 있음	평가 지침 존재	
평가 대상	<ul style="list-style-type: none"> · 기존 계획의 성과 및 한계 분석 · 미래 사회 전망 및 여건 변화 검토 	<ul style="list-style-type: none"> · 여건변화 · 대책 효과평가 	<ul style="list-style-type: none"> · 이행평가(6개 목표의 이행 현황 평가, 2개 이행 기반 전략의 이행 현황 평가) · 성과평가(1개의 총괄(경제-환경-사회 성과), 유역별 환경 및 생태 성과) · 통합영향평가(물의 기능이 인간, 환경, 경제에 미친 증장기 영향) 	
평가 기준	· 없음	· 없음	이행평가 <ul style="list-style-type: none"> · 적합성 · 효과성 	· 없음
			성과평가 <ul style="list-style-type: none"> · 효과성 	
			영향평가 <ul style="list-style-type: none"> · 영향정도 	

자료: 저자 작성.

3. 제1차 국가물관리기본계획의 타당성 평가 체계 및 시범 평가

가. 국가물관리기본계획 타당성 평가 체계(안) 및 평가기준

앞서 검토한 이론적 검토 및 국내외 계획의 평가 체계를 토대로 국가물관리기본계획의 타당성 평가 체계(안)을 마련하였다(표 2-11 및 그림 2-13 참조). 평가 체계는 계획 수립 시, 계획 자체의 내재적 요소에 대한 타당성 평가(내생-endogenous)를 하는 부분과 계획 수립 이후 집행 과정에서 계획 실효성 및 외부여건 변화에 대한 대응성(외생-exogenous)으로 구분하였다.

계획 자체의 타당성은 계획 자체(내생)의 구성 및 내용, 절차에 대한 타당성 평가로 기존 계획의 내재적 한계와 오류 수정 이슈를 도출하는 검토에 해당한다.

여건 타당성은 계획 자체에 오류가 없더라도, 계획 밖(외부)의 대내외 여건 변화 및 집행 사항에 따른 계획의 타당성 평가로 계획 수립 이후 발생하는 계획의 한계와 오류 수정 이슈를 도출하려는 검토 기준이다.

〈표 2-11〉 국가물관리기본계획 수립 타당성 평가 기준

구분	기준	세부기준	설명	기존 연구	이론적 모형	
계획 타당성 (내생)	합법성	-	- 근거 법률에서 규정된 요건 및 주요 요소를 모두 포함하고 반영하였는가?	- 박진 외(2023) - 국회미래연구원 (2019)	-	
	합리성	명 확 성	구체성	- 계획 수립요소가 구체적이며 명확하게 제시하였는가?	- 박진 외(2023) - 국회미래연구원 (2019)	합리적 종합 계획모형/ 최적화 계획모형
			객관성	- 분석방법과 자료의 객관성을 확보하였는가?	- 국회미래연구원 (2019)	
			미래 지향성	- 미래전망 및 파급효과 분석 등을 포함하고 있는가?	- 박진 외(2023) - 국회미래연구원 (2019)	
	적절성	- 계획의 수립요소(전망, 목표, 대책, 제약)를 포함하고 있으며, 적절하게 작성하였는가?	- 박진 외(2023) - 국회미래연구원 (2019)			
합의성	조정성	- 계획요소 우선순위를 설정하였는가? 조정 절차를 제도화 하였는가? - 연관계획, 연관부서, 유사계획 등과의 연계 등을 고려하였는가?	- 이광희, 박준 (2022) - 국회미래연구원 (2019)	참여형/ 계획모형		

〈표 2-11〉의 계속

구분	기준	세부기준	설명	기준 연구	이론적 모형
계획 타당성 (내생)	합의성	참여성	- 이해관계자 참여 및 이들 간의 협의 과정을 포함하였는가?	- 문정호 외(2006) - 국회미래연구원 (2019) - 이광희, 박준 (2022)	참여형/ 계획모형
여건 타당성 (외생)	실효성	이행성	- 전략이 계획에 따라 지연 없이 이행 되고 있는가?	- 일본 사례 - 호주 사례	과정 계획모형/ 부분점증계획/ 최적화 모형
		효과성	- 전략이 목표하는 정책효과가 발생 하고 있는가?	- 일본 사례 - 호주 사례	
	여건 대응성	외부여건	- 변화된 외부여건에 대응할 수 있는 가?	- 일본 사례 - 국내 타 부문 사례	
		내부여건	- 변경된 국정과제 또는 법률과 연계 성이 있는가?	- 일본 사례 - 국내 타 부문사례	

자료: 저자 작성.



자료: 저자 작성.

〈그림 2-13〉 국가물관리기본계획 타당성 평가 체계(안)

계획 타당성(내생)은 합법성과 합리성, 합의성 3가지 기준에 따라 평가한다.

합법성은 국가물관리기본계획이 「물관리기본법」의 목적(제1조)과 기본이념(제2조), 기본 원칙(제8조~제19조)을 준수하여 수립되었는지, 또한 법률에 규정된 수립사항(제27조 및 시행령 제13조)을 포함하고 있는지 검토하는 것을 의미한다.

합리성은 합리주의 계획이론에 바탕을 두었으며 국가물관리기본계획의 요소가 실증기반의 도구와 정보를 분석하여 합리적으로 수립되었는지를 평가하는 것으로 **적절성**과 **명확성**으로 구분하여 평가한다. **적절성**은 계획의 주요 수립요소(전망, 목표, 대책, 제약)를 포함하며 합리적이고 적절하게 작성되어 있는지를 검토하는 것이며, 이는 『제1차 국가물관리기본계획』의 성격, 위상 및 원칙에서 언급한 것처럼 계획이 실증기반의 과학적 분석을 거쳐 물 문제를 진단했는지의 타당성을 검토하는 부분이다. **명확성**은 계획 수립요소가 구체적으로 명확하게 제시되어 있는지, 수립요소를 도출할 때 분석방법과 자료의 객관성이 확보되어 있는지, 미래 전망 및 파급효과 분석 등이 미래지향적으로 작성되어 있는지를 검토한다.

합의성은 협력주의 계획이론을 기반으로 하며 국가물관리기본계획을 수립할 때 참여, 협상, 합의 과정을 거쳐 수립되었는지 검토하는 단계로, **조정성**과 **참여성**으로 나누어 세부적으로 검토하는 요소이다. 국가물관리기본계획은 「물관리기본법」 제정 배경 및 취지를 준수하는 계획이며, 제13조 협력과 연계 관리, 제19조 물관리 정책 참여의 원칙을 잘 준수하는지 등의 타당성을 검토하는 기준이다. 합의성에서 **조정성**은 계획 수립 시 정책 정합성 확보를 위해 물 관련 정부 부처와 지자체, 공공기관, 각종 위원회 등의 협력과 조정을 거쳐 수립되었는지 검토한다. **참여성**은 국민을 포함한 다양한 이해관계자 참여와 소통을 보장하고 그들의 의견을 수렴해 계획이 수립되었는지 검토한다. 계획 타당성 검토 결과에 따라 기존 계획을 유지할지 개선할지 결정하게 된다.

여건 타당성(외생)은 계획 수립 이후 전략 집행과정의 실효성과 여건대응성, 2가지 기준에 따라 검토한다.

여건대응성은 전통적으로 수정계획을 수립하려고 수행하는 타당성 평가의 주된 평가 요소이다. 계획 수립 시와는 다른 주요 여건의 변경에 긴밀하게 대응 가능 여부를 판단하는 부분으로, 여건의 변화란 인구와 기후·환경, 경제, 국제사회 및 글로벌 정책, 기술 등 물관리 외부여건 변화와 국정과제와 신규 법률 및 제도 변화, 현안 및 체감형 물문제, 다양한 이해

관계자의 신규수요 및 요청 등의 내부여건에 기존 계획으로 적절히 대응할 수 있는지 검토하는 것을 의미한다.

실효성은 이행 단계에서 발생할 수 있는 타당성 이슈로 계획에서 수립된 전략 및 과제가 실효성 있게 이행되고 있는지를 검토하는 **이행성**과 전략이 목표하는 정책효과가 발생하고 있는지를 검토하는 **효과성**으로 구분된다. 이행성과 효과성은 상호연결하여 평가할 수 있는데 <그림 2-13>의 4가지 경우의 수를 만들게 된다. 이행성과 효과성을 모두 충족한다면 실효성 면에서 매우 타당한 사례이므로 향후 5년간 기존 전략 및 과제를 지속하면 된다. 그러나 이행은 잘 되고 있지만 원하던 정책 효과가 발생하지 않는다면 새로운 전략을 발굴하거나 보완, 확대 또는 폐기가 필요하며 이행이 잘 되지 않는데도 정책효과가 발생한다면 해당 전략이나 과제를 조기 완료하거나 목표 상향을 검토할 수 있다.

여건대응성은 평가 결과 내외부 여건 변화에 대응할 수 있다면 기존 계획을 유지하지만 기존 계획으로 대응이 미흡하다면 기존 전략을 보완 확대, 폐기하거나 새로운 전략을 발굴해야 한다.

나. 국가물관리기본계획 타당성 분석 틀 및 방법

국가물관리기본계획의 타당성은 국가물관리기본계획의 요소를 목표, 전망, 전략 등의 측면으로 구분하여 전술한 타당성 평가 기준을 검토항목(check-list)으로 구체화하는 방식을 사용하여 평가한다. 국가물관리기본계획 목표 측면과 전망 측면은 합법성과 합리성, 여건 대응성 관점에서 검토한다.

1) 목표의 타당성 평가 체계

가) 목표의 세부 타당성 기준

계획 내 목표란 계획 집행 끝에 달성될 것으로 기대되는 최종상태의 여건이나 상호관계를 의미한다. 계획과정 자체가 근본적으로 목표 결정 과정이며 목표가 성취되도록 수단을 설계하는 과정이기 때문에 목표설정의 타당성은 계획의 전체 타당성을 결정하는 중요한 요소이다.

타당하게 설정된 국가물관리기본계획의 목표는 어떤 상태를 의미하는 것일까?

첫째, 목표는 계획의 수립, 실행, 평가 과정에서 실효성 있는 지침 또는 준거의 기능을

다하도록 합리적으로 설정되어야 한다(**합리성**). 이를 위해 해결해야 할 문제나 지향하는 미래 상황에 비추어 적합하게 목표를 설정해야 하며(**적합성**), 또한 실행 또는 평가할 수 있도록 구체적이고 실제적으로 명확하게 설정해야 한다(**명확성**).

둘째, 일방적인 하향식(Top-down) 설정이 아니라 이해관계자의 참여와 협상을 통한 합의 과정을 거쳐 목표를 설정해야 한다(**합의성**). 목표 간에 상충하는 가치가 있을 수 있으므로, 다양한 이해관계대상자가 참여하여 상호 협력적으로 수립해야 하며, 목표 간 우선순위를 조정해야 한다. 특히, 목표 간 우선순위를 설정할 때, 조정 절차 등이 제도화되어 있거나 연관계획, 관련부서, 유사계획 등과의 연계 등을 고려해야 한다(**조정가능성**). 물관리에는 상충하는 가치(예를 들어, 자연친화성 vs. 시설개발중심)기반 목표가 항상 존재하기 때문에 국민, 이해관계대상자가 참여해 설정해야 한다(**참여성**).

셋째, 대내외적으로 여건 사항이 변경되었을 때는 목표의 우선순위를 재조정하거나 추가로 목표를 설정해야 할 수도 있다. 주로 메가트렌드의 변화 등에 긴밀하게 대처하기 위해 목표를 변경하거나 계획 중간에 정권이 변경되면서 국정 방향이 확연히 달라졌을 때 계획의 실효성 제고를 위해 목표수정이 필요하기도 하다.

〈표 2-12〉 목표 측면에서 타당성 검토

기준	타당성 검토 내용	
합법성	· 「물관리기본법」 제27조 제1항의 국가 물관리 정책 기본목표 및 추진 방향을 작성하였는가?	
합리성	적합성	· 목표가 해결해야 할 문제나 지향하는 미래 상황에 비추어 타당하게 설정하였는가?
	명확성	· 장래에 달성하고자 하는 바람직한 최종상태(목표)를 구체적으로 나타내는가? · 실제적 목표를 쉽게 이행할 수 있도록 기술하였는가?
합의성	· 목표를 설정할 때 이해관계자의 참여와 협상으로 합의과정을 거쳐 목표를 설정하였는가?	
	조정 가능성	· 목표 간 우선순위가 설정되어 있는가? 조정 절차가 제도화되어 있는가? · 연관계획, 관련부서, 유사계획 등과의 연계 등이 고려되어 있는가?
	참여성	· 다양한 국민, 이해관계대상자의 참여를 거쳐 목표가 설정되었는가?
여건 대응성	· 대내외 여건 변화를 고려하였을 때 목표설정이 수정되어야 하는가?	
	외부	· 물관리 목표가 변화된 외부여건에 대응할 수 있도록 설정하였는가?
내부	· 물관리 목표 및 기본방향이 변경된 국정과제의 방향성과 맞게 설정하였는가?	

자료: 저자 작성.

나) 시범 평가 및 수정 이슈

『제1차 국가물관리기본계획』의 비전은 “자연과 인간이 함께 누리는 생명의 물”이며 ‘인간 중심’의 물관리에서 자연과 인간의 균형점을 지향하고 인간 사회의 지역 간, 소득수준 간 물복지 격차 해소를 추구하는 가치를 지향하고 있다.⁶³⁾ 『제1차 국가물관리기본계획』의 총괄 목표(overarching goal)는 「물관리기본법」의 목적과 기본이념을 이어받아 ‘건전한 물순환 달성’으로 설정되었으며, 3대 기본목표는 유역 공동체의 건강성 증진, 미래 세대의 물이용 보장, 기후위기에 강한 물안전 사회 구축으로 설정되어 있다.



자료: 관계부처 합동(2021), p.59.

〈그림 2-14〉 『제1차 국가물관리기본계획(2021-2030)』 비전 체계도

국가물관리기본계획의 목표를 <표 2-12>에 따라 시범 평가해 보았을 때 『제1차 국가물관리기본계획』의 목표는 전반적으로 타당하게 수립되었다고 판단된다(표 2-13 참조). 다만, <표 2-13>과 같이 『제1차 국가물관리기본계획』의 목표의 명확성이 다소 미흡하고(계획수정 이슈 목표-①), 기후위기 현실화, 경제 저성장 등 외부여건에 적극 대응하기 위한 목표의 우선순위 조정이나 물분야 신성장 관련 물관리 목표 추가 필요성 등을 검토할 필요가 있다(계획수정 이슈 목표-②).

국가물관리기본계획의 목표의 명확성 부분에 대해서는 제3장에서 좀 더 심도 있게 분석하여, 수정 방향을 제시해보고자 한다.

63) 관계부처 합동(2021), p.57.

〈표 2-13〉 『제1차 국가물관리기본계획』의 목표 수립 시 타당성 시범 평가

기준		타당성 검토 내용
합법성(○)		<ul style="list-style-type: none"> · 「물관리기본법」 제27조에 의해 국가물관리기본계획상 국가 물관리정책의 기본목표 및 추진방향을 포함하도록 하고 있음 · 비전은 자연과 인간이 함께 누리는 생명의 물이며, 총괄 목표는 건전한 물순환 달성을으로 3대 기본목표로 유역 공동체의 건강성 증진, 미래 세대의 물이용보장, 기후 위기에 강한 물안전사회 구축이 있음
합리성(△)	적합성(○)	· 「물관리기본법」 제2조의 지속가능성 물관리 체계를 달성하기 위한 주요 기능적 목표들(물이용, 물안전관리, 물환경관리) 제시하고 있음
	명확성(△)	<ul style="list-style-type: none"> · 물환경목표에서만 정량적 목표(하천호소의 목표수질 달성률 10%p 상승)를 가지고 있으나 목표 설정 근거를 제시하고 있지 않음. · 물이용, 물안전 목표의 방향성을 위한 청사진을 제시하고 있으나 이를 확인하기 위한 구체적인 양적 지표가 부재하여 목표 달성 평가가 어려움
합의성(○)	조정가능성(○)	<ul style="list-style-type: none"> · 국정과제, 지속가능발전계획, 환경종합계획 등과 연계 등을 고려하여 목표 설정 · 과거의 수자원계획에 비해 자연성 회복 또는 지속가능성을 강조하며, 기후위기 대응을 주요한 물안전관리 목표로 설정하고 있음
	참여성(○)	<ul style="list-style-type: none"> · 국민인식 설문조사로 물관리정책 가치 중 중요도(정책 우선순위)를 조사하였고, 이를 고려하여 기본목표 설정 · 국정과제, 지속가능발전계획, 환경종합계획 등과 연계 등을 고려하여 목표 설정 · 부처와 지자체의 의견수렴
여건 대응성	외부(X)	<ul style="list-style-type: none"> · (경제저성장) 경제저성장에 대응하기 위한 물관리의 경제적 목표 추가 설정 필요 · (기후위기현실화) 가뭄, 홍수 등 물재난 심각화에 따른 더욱 적극적인 기후위기 목표설정 또는 우선순위 조정 검토
	내부(X)	· (국정과제변화) 윤석열 정부의 국정과제에서 기후위기 대응 강조함을 고려하여 국가물관리기본계획의 목표 우선순위 조정 검토

자료: 저자 작성.

2) 전망의 타당성 평가 체계

가) 전망의 세부 타당성 기준

계획행위 자체는 미래의 행동을 준비하는 것이므로 계획에서 전망이란 정책목표에 영향을 줄 수 있는 외생요인(여건)의 상태를 합리적이며 과학적인 방법으로 예측하는 중요한 행위이다. 일반적으로 계획의 전망은 ① 관찰된 과거의 추세를 미래에 연장하는 외삽적 예측, ② 이론에 내포된 인과적 가정에 따라 연역적으로 예견한 이론 예측, ③ 사람의 통찰관 직관에 따라 추측하는 판단적 예측 등으로 접근법을 달리할 수 있다.⁶⁴⁾

계획의 중요 요소인 전망 측면의 타당성은 합법성, 합리성, 여건대응성으로 판단할 수 있다(표 2-14 참조).

전망 측면에서 **합법성**은 「물관리기본법」 제27조에 명시적으로 나타나 있는 ‘물관리 여건의 변화 및 전망’과 ‘증장기 수급 전망’이 분석되어 있는지를 검토한다.

합리성은 전략 도출을 위해 주요 동인의 미래 전망 존재 여부를 판단하는 **적합성**과 미래 전망이 합리적으로 예측되고 구체적으로 제시되어 있는지 검토하는 **명확성**으로 세분화된다. 명확성에서는 주요 미래 동인의 충분한 시계를 검토하는지 여부를 평가하며, 단일 전망보다 몇 가지 시나리오를 제시하는 것이 계획 전략 수립에 바람직하므로 전망 시나리오 구체성도 판단한다.

여건대응성은 수립 시에 고려하지 못한 주요 여건 변화에 신규 전망 시나리오를 추가해야 하는지를 판단하는 질문을 할 수 있다.

〈표 2-14〉 전망 측면에서 타당성 검토

기준		타당성 검토 내용
합법성		- 「물관리기본법」 제27조 제2항의 물관리 여건 변화 및 전망, 제4항의 증장기 수급 전망을 분석하였는가?
합리성	적합성	- 주요 미래동인의 미래 전망이 존재하는가?
	명확성	- 구체적인 수준 또는 시나리오 형태의 미래 전망을 제공하는가? - 충분한 시계와 합리적인 접근방법을 사용하여 전망을 예측하였는가?
여건 대응성	외부	- 새롭게 고려해야 하는 대외 여건 변화 및 전망 요소가 존재하는가?
	내부	- 새롭게 고려해야 하는 대내 여건 변화 및 전망 요소가 존재하는가?

자료: 저자 작성.

나) 시범 평가 및 수정 이슈

『제1차 국가물관리기본계획』의 제2장에서는 물관리 여건 및 전망의 미래 여건 변화를 상세히 기술하고 있다. 또한 「물관리기본법」 제27조에서 제시된 것처럼 2030 물수급 전망에 추가하여 법률에는 없지만 통합물관리 계획의 특성을 고려하여 수질 전망까지 수행하였다.

64) 정환용(2003), pp.195-196.

미래 여건 변화는 기후변화 가속화, 인구산업농업 구조 변화, 사회국민의식 여건 변화, 기반시설 노후화 및 기술혁신, 경제 저성장 여건 상황과 이에 따른 물관리의 영향을 고려하여 전략 방향을 설정하였다.

2030 물수급 전망은 MODSIM 모형, 수질 전망은 HSPF 유역모형을 활용하여 목표연도 2030년의 전망 시나리오를 다수 구축하였다. 물수급 전망에서는 10년 빈도 가뭄, 25년 빈도 가뭄, 과거 최대(약 50년 빈도) 가뭄 시나리오의 물 부족량을 전망하였고,⁶⁵⁾ 수질 전망에서는 현재 정책 수준(BAU: business as usual) 단일 시나리오를 활용하여 중권역별 목표 기준 달성 전망을 수행하였다.

전반적으로 『제1차 국가물관리기본계획』은 법적인 요소 외에도 다양한 물관리 여건을 정성 및 정량적 기법을 활용하여 타당하게 수립하였다고 판단된다(표 2-15 참조). 다만, 2023년 감사원은 『제1차 국가물관리기본계획』이 정상성(stationarity)을 가정하여 과거 57년(1966~2018년)의 수문 양상을 가지고만 물수급 전망 시나리오를 구축하여 전략을 수립한 것에 타당하지 않다고 판단하고, 기후변화 시나리오 등 미래 기후변화 요인을 고려해 국가물관리기본계획을 수립하는 등 중장기 물수급 예측체계를 개선하는 방안을 마련하도록 통보하였다. 기후변화 시나리오를 반영하는 변경 이슈에 대해서는 3장에서 심층분석하여 수정 방향을 검토해보겠다(계획수정 이슈 전망-③).

국가물관리기본계획을 수립하고 과거의 수준 변화보다 속도가 더 빠른 이슈는 인구감소, 기후위기 현실화, 탄소경제로 전환 등이며, 특히 인구감소와 기후위기 현실화는 기존의 물 수요(인구) 및 물공급(기후) 전망 시나리오를 변경 또는 추가해야 하는 문제이기 때문에 이에 대한 검토 및 변경이 필요하다(계획수정 이슈 전망-④).

마지막으로 내부여건 변화에서 「국가첨단전략산업 경쟁력 강화 및 보호에 관한 특별조치법」 시행에 따라 최초로 수립된 『제1차 국가첨단전략산업 육성 기본계획』⁶⁶⁾에 따라 2027년까지 550조 원+알파 수준의 핵심 첨단사업(반도체, 디스플레이, 이차전지, 바이오) 등 확장에 따른 공업용수 수요 변화를 전망 시나리오에 반영할 필요가 있다(계획수정 이슈 전망-⑤).

65) 관계부처 합동(2021), p.51.

66) 연합뉴스(2023.5.26), “첫 국가첨단산업 5개년 계획...‘550조+α’ 투자 이끈다”, 검색일: 2023.6.2.

〈표 2-15〉 『제1차 국가물관리기본계획』의 전망 수립 시 타당성 시범 평가

기준		타당성 검토 내용
합법성(○)		· 미래 여건 변화(기후변화, 인구감소, 저성장, 국민인식 변화, 사회다변화, 기술혁신 등)를 분석하여 이슈를 파악하고 30년 물수급 및 수질 전망 시나리오를 제시하고 있음
합리성(△)	적합성(○)	· 기후변화, 인구·산업·구조의 변화, 사회·국민 인식의 여건 변화, 기반시설 노후화 및 기술혁신, 경제성장이라는 핵심 동인의 미래 모습을 제시하고 있음
	명확성(△)	· 핵심 동인인 물수급과 수질 전망의 경우 물리학적 모델인 MODSIM과 HSPP를 사용하여 과학적이며 정량적인 방법으로 2030년의 미래를 전망 · 물수급전망 분석의 경우 10년 빈도 가뭄, 25년 빈도 가뭄, 과거 최대 가뭄(약 50년 빈도)의 시나리오별 물수급분석을 수행하였으며, 수질 전망의 경우 물수급전망 및 오염부하 시나리오를 고려하여 수질 전망 수행 · 다만, 기후변화 취약성 대응 전략을 수립하고 있으나 기후변화 시나리오를 직접 활용하여 물수급 및 수질을 전망하고 있지 않아 2023년 감사원의 지적을 받음
여건 대응성	외부(X)	· (인구위기) 제1차에서 사용했던 30년 인구전망 시나리오보다 인구감소 전망됨에 따라 물수급전망 및 수질 전망 값 수정 필요 · (기후위기 현실화) 기후위기 현실화 속도가 빨라짐에 따라 기후위기에 대한 여건 분석 검토 필요 · (국제협력 및 경제) CBAM, IRA 등에 의한 반도체, 수소사업, 2차전지산업 확대에 따른 수질 및 물수급 여건 분석 필요
	내부(X)	· (첨단전략 산업육성 정책 확대) 『국가첨단전략산업 육성 및 보호 기본계획(2023-2027)』 수립에 따른 반도체, 수소사업, 2차전지산업 확대에 따른 수질 및 물수급에 대한 여건 분석 필요

자료: 저자 작성.

3) 전략의 타당성 평가 체계

가) 전략의 세부 타당성 기준

계획 행위는 설정된 목표를 예측된 미래상태에서 가장 효과적으로 실현할 수 있는 전략을 도출해 내는 과정이므로 전략의 타당성 평가는 계획의 타당성을 평가하는 체계에서 가장 핵심적인 행위이다.

전략의 타당성은 타당성 평가 체계의 모든 요소, 즉 합법성, 합리성, 합의성, 실효성, 여건 대응성 5가지 기준으로 검토하여 평가한다.

전략 측면의 합법성은 「물관리기본법」 제27조 제1항에 규정된 전략 수립 여부를 판단한다. 합리성은 다시 세부적으로 적합성과 명확성으로 나뉘는데, **적합성**은 계획 목표 달성을 위해 합리적 전략이 구체적으로 제시되어 있는지를 평가하며, **명확성**은 이행할 수 있는 수준의 명확한 전략이 기술되어 있는지를 검토한다.

전략은 단순하게 목표-수단의 기술적인 과정으로만 수립되지 않고 사회정치적 판단도 요구된다. 그러므로 전략을 수립할 때 누가 참여하여 어떠한 절차를 거쳤는지도 매우 중요한 타당성의 문제가 된다. 전략의 합의성은 전략 간 우선순위 설정 및 조정절차 제도화 여부를 검토하는 **조정성**과 국민이나 이해관계자 참여를 거쳐 전략이 설정되었는지를 검토하는 **참여성**으로 구분된다. 특히, 조정성은 물관리 관련 부처 간 정책통합성(수평적 조정) 및 지방 자치 단체와 조정협의(수직적 조정) 절차가 제도화되어 있는지, 국정과제와의 조응성 등을 판단하는 기준이다. 물관리처럼 환경부, 국토교통부, 농림축산식품부, 행정안전부 등 다수 부처의 공동 과제를 개별 부처 단독으로 추진하면 중복·상충 문제가 발생하고 정책 효율성도 낮아지기 때문에 전략 간 상충성과 연계성을 검토하는 것도 타당성 평가의 중요한 요소 중 하나이다.

〈표 2-16〉 전략 측면에서 타당성 검토

기준		타당성 검토 내용
합법성		- 「물관리기본법」 제27조 제1항에 규정된 전략을 수립하였는가?
합리성	적합성	- 목표를 달성하기 위한 합리적인 전략안을 제시하였는가?
	명확성	- 이행할 수 있는 수준의 명확한 전략을 제시하였는가?
합의성	조정성	- 전략 간 우선순위를 설정하였는가? - 전략 조정 절차를 제도화하였는가? - 전략 간의 연계성(수직/수평) 또는 상충성을 검토하였는가?
	참여성	- 전략을 설정할 때 다양한 국민, 이해관계대상자의 참여를 거쳐 설정되었는가?
실효성	이행성	- 전략이 계획에 따라 지연 없이 이행되고 있는가?
	효과성	- 전략이 목표하는 정책효과가 발생하고 있는가?
여건 대응성	외부	- 물관리 전략이 변화된 외부여건에 대응할 수 있도록 설정하였는가?
	내부	- 물관리 전략이 변경된 국정과제의 방향성과 맞게 설정하였는가? - 새로운 또는 변화된 국정과제 등과 전략이 설정하였는가?

자료: 저자 작성.

전략의 **실효성**은 전략이 지연 없이 이행되고 있는지(이행성)와 목표 정책효과 발생(효과성)을 검토하여 평가해 보았을 때 목표했던 성과가 없는 전략은 종결 또는 기존 정책의 문제점을 보완하여 새로운 정책으로 대체할지를 결정해야 한다.

여건대응성은 전망 및 목표에서 언급한 것과 같이 물관리전략이 외부여건 및 국정과제 등의 내부여건 변화에 맞게 설정되어 있는지를 평가하는 기준이다.

나) 시범 평가 및 수정 이슈

『제1차 국가물관리기본계획』에는 통합물관리 3대 혁신정책 및 6대 분야별(분야별 25개 전략) 총 155개 세부과제가 포함되어 있다.

〈표 2-17〉에서 보는 것과 같이 대부분의 전략이 각 목표를 달성하는 데 필요한 타당한 전략으로 구성되어 있다고 판단되지만, 개별 전략 간의 연계성, 상충성 및 파급성 분석이 부족하여 전략 간 연계 및 협력 과제, 즉 통합물관리의 실효성을 높일 수 있는 과제 발굴이 미흡한 것으로 판단된다(**계획수정 이슈 전략-⑥**).

또한 국가물관리기본계획은 155개 세부 전략 중 대부분이 환경부 관할이며(표 2-18 참조), 타 부처의 과제가 협력과제 형태로 포함되어 있기는 하지만(표 2-19 참조) 많이 포함되어 있지 않으며 지자체와의 업무 분담에 대한 수질적 조정 전략도 미비하다(**계획수정 이슈 전략-⑦**).

〈표 2-17〉 『제1차 국가물관리기본계획』의 전략 타당성 시범 평가

기준		타당성 검토 내용
합법성(○)		- 「물관리기본법」 제27조 1항에서 제시하고 있는 전략을 모두 제공
합리성 (△)	적합성 (△)	· 자연과 인간이 함께 누리는 생명의 물 비전을 달성하기 위한 핵심목표인 ‘건전한 물 순환’을 실현할 수 있는 기본목표 3가지를 설정하고, 이를 이행할 수 있는 통합 물관리 3대 혁신정책과 주요 부문별 전략을 설정하고 이에 해당하는 정책과제를 도출함 · 6대 부문 목표(물환경·물이용, 물재해, 미래인력양성 및 물정보, 물기반시설, 물산업 및 국제협력)별로 총 25개 전략을 배치하는 위계 구조로 구성하고 있음 · 25개 전략별로 세부 과제를 나열하는 방식으로 155개 과제 및 추진일정을 제시함 · 재정적 제약에 대한 대응전략 부족
	명확성 (○)	· 국가물관리기본계획 이행을 담보하기 위해 5년 단위 이행계획을 수립하고, 과제별 담당부처 및 협조부처를 설정하고 있으며, 매년 이행상황 연차평가를 수행하여 물관리위원회의 심의·의결을 받음
합의성 (△)	조정성 (△)	· 부처 및 지자체 간 의견 수렴 및 협의 절차적 제도 존재 · 개별 전략별 상충성 및 파급성 분석을 수행하고 있지 않았음 · 부처 의견을 수렴해 155개 과제 중 협력 과제를 구성하고 있으나, 대부분 환경부 관련 전략
	참여성 (△)	· 국민설문조사, 국민참여 공청회를 거쳐 국가물관리기본계획 관련 의견수렴 · 국민이 제안하는 국민 전략 마련 미흡
실효성 (△)	이행성 (△)	· 하천현황평가, 국가하천 방어목표 차등화 등 이행지연 과제 존재
	효과성 (○)	· 2022년 기반 대부분 과제에서 효과가 발생하였으나, 중장기적 효과는 파악하기 어려움
여건 대응성 (X)	외부 (X)	· 기후위기, 인구위기, 신성장 산업에 대한 대응 전략 미흡
	내부 (X)	· 국정과제 연계성이 떨어지는 자연성 회복 관련 전략의 수정범위 고려 필요

자료: 저자 작성.

〈표 2-18〉 『제1차 국가물관리기본계획』 이행과제 부처별 현황

부처명	환경부	위원회 지원단	국토교통부	농림축산식품부
과제수	135	1	4	7
부처명	행정안전부	산림청	합계	
과제수	8	2	157*	

주: 환경부·행정안전부 공동주관 과제 2건 포함.

자료: 환경부 물정책총괄과(2023.11).

〈표 2-19〉 『제1차 국가물관리기본계획』 협력과제 및 연계과제 현황

부처 협력과제		
구분	과제명	주관 부처
분야 3-1-1-1	국가 차원의 모니터링, 대비, 대응, 평가 종합 관리체계 확립	환경부·행정안전부
분야 3-1-2-1	지역 중심의 맞춤형 가뭄 대응이 가능하도록 자체단체 역량 강화 지원	환경부·행정안전부
연계과제		
구분	과제명	
분야 4-2	4-2-2-1	물정보 품질관리 표준화 및 통합 시스템 구축
	4-2-3-1	<ul style="list-style-type: none"> (4-2-2-1) 물 정보 품질관리 표준화 및 통합 플랫폼 구축 (4-2-3-1) 물 정보-산업 통합 모니터링 및 의사결정지원시스템 구축
분야 5-3-3	5-3-3-1	소규모 안전취약시설 안전관리 스마트화
	5-3-3-2	(5-3-3-1) 댐·저수지 안전관리 스마트화 및 스마트 홍수관리시스템 도입
	5-3-3-3	(5-3-3-2) 상수도시설 안전관리 스마트화
	5-3-3-4	(5-3-3-3) 하수도시설 안전관리 스마트화 (5-3-3-4) 지하수시설 안전관리 스마트화
분야 6-1	6-1-1-1	국제협력 확대 및 글로벌 협력체계 강화
	6-1-2-1	(6-1-1-1) 우리나라 대표 의제 발굴 및 회의 주도, 양·다자간 협력체계 강화
	6-1-3-1	(6-1-2-1) 물 관련 ODA 비중 확대 등을 통한 수원국의 물복지 제고 (6-1-3-1) 글로벌 국제협력 전문성 및 협력체계 강화
분야 6-2	6-2-2-1	물산업 육성 생태계 조성 및 활력 제고
	6-2-3-1	<ul style="list-style-type: none"> (6-2-2-1) 혁신형 물기업 육성 및 우수제품 사업화 지원 (6-2-3-1) 지역 거점별 물산업 진흥 역량 강화 및 물산업 기반 개편
분야 6-3	6-3-1-1	국내기업 해외 진출 활성화
	6-3-2-1	(6-3-1-1) 물기업 해외진출 진입장벽 해소
	6-3-3-1	(6-3-2-1) 글로벌 네트워크 구축 및 해외시장 진출 민·관 통합형 모델 개발 (6-3-3-1) ODA 물펀드 등과 연계하여 우리 기업 개도국 진출 지원

자료: 환경부 물정책총괄과(2023.11).

예를 들어, 물관리 지방이양 사업에 대한 관리 전략이 충분하지 않다. 물 관련 지자체전환 사업은 2020년에 1차 전환(총 3조 5,000억 원), 2023년에 상수도시설 확충이 2차 전환(총 1,026억 원)으로 규모가 크지만, 이의 성과 발생을 담보할 전략은 미흡하다(그림 2-15 참조).

	물관리 전환사업 목록 - 1차 파랑(20 이양), 2차 주황(23 이양)	이양 규모 (백만원)
공업용수도 건설	지방산업단지 공업용수도 건설	39,741
농업기반정비	소규모 배수개선, 시·군·구 수리시설개보수, 가축분뇨 처리	178,835(일부)
상수도시설	농어촌생활용수개발, 소규모수도시설개량, 식수 전용저수지확충, 상수원 보호구역주민지원(제주)	352,533
상수도시설(2차)	강변여과수개발, 고도정수처리시설설치, 지방상수도비상공급망구축, 친환경대체취수원 고도정수처리시설(제주), 친환경대체취수원(제주)	102,639
생태하천복원	생태하천복원(기금제외)	91,928
하천정비	지방하천정비, 소하천정비	569,680(지방하천), 258,462(소하천)

자료: 국회예산정책처(2023), pp.17-18. 자료를 활용하여 저자 작성.

〈그림 2-15〉 물관리 전환 사업 목록 및 이양 규모

국회예산정책처(2023)의 최근 연구에 따르면 물관리 지자체 전환사업의 경우 지방이양 사업 효과가 적을 수 있다는 분석결과를 제시하였다.⁶⁷⁾ 동 연구가 지적한 물관리 전환사업의 주요 문제점은 첫째, 사업별 예산을 취합하거나 정리하지 않아 전환사업별 예산 추이를 파악하기 어려우며, 특히 지방이전사업에 대해서는 중앙부처의 담당자가 없어 예산 및 성과를 관리하지 못하고 있다. 둘째, 1단계 지방이양사업의 실질적인 사업시행 주체인 기초자치단체의 집행률은 2020년과 2021년 58~59%로 지방이양 전인 2019년의 70.5%보다 낮아졌다. 셋째, 지방이양 대상 사업 선정이 기재부 등을 중심으로 하향식으로 선정되어 중앙·지자체 설문조사 결과 물 관련 전환사업이 대부분 적합성이 낮은 것으로 조사되었다(그림 2-16 참조).

	중앙부처	지자체
지방하천정비	5.5	5.56
소하천정비	5.79	5.94
지방산업단지 공업용수도	4.93	4.83
농업기반정비	6.0	5.56
상수도시설 확충	5.93	5.33
생태하천복원	5.5	5.33

주: 점수는 국가사무에 적합할수록 1점, 지자체 사무에 적합할수록 10점이며 전체 1차 전환사업의 적정성 조사 결과 평균값은 중앙 6.13, 지자체 6.19로 물 관련 전환사업은 모두 평균보다 낮음.
 자료: 국회예산정책처(2023), pp.58-61. 자료를 토대로 저자 작성.

〈그림 2-16〉 물 관련 전환사업 적합성에 대한 중앙·지자체 설문조사 결과

67) 국회예산정책처(2023), pp.1-117.

국가물관리기본계획 수정계획 수립 시 지자체의 의견을 수렴하여 지방이양된 전환사업의 국가의 관리 전략에 수정이 필요해 보인다.

전략을 수립할 때 전략 이행 시의 제약 상황을 판단하고 이에 대응할 전략을 마련하는 것이 중요하다. 국가물관리기본계획에는 4~6분야(4. 미래 인력 양성 및 물정보 선진화, 5. 물 기반 시설 관리 효율화, 6. 물산업 육성 및 국제협력 활성화)에서 물관리 전략에 따른 제약 상황을 해결할 수 있는 전략을 마련하고 있다. 하지만 이를 이행하려면 수반되어야 하는 재정 대응 전략은 미흡한 편이다(**계획수정 이슈 전략-⑧**).

기존의 국가물관리기본계획에서는 물순환 특별회계(지자체) 설치 등 물순환 관리 재정 기반을 마련할 전략을 제시하고 있으나 구체성이 떨어져 실행하기가 어렵다. 예를 들어, 상하수도 사업의 재정건전성 저하 문제⁶⁸⁾와 물관리시설의 유지관리 및 성능개선 소요 규모는 증가할 전망이지만 요금현실화가 낮아 재원을 확보하기 어려운데 이에 대응할 요금 현실화 전략 등은 미흡하다. 또한 기후변화 대응(홍수 및 가뭄) 관리 비용 급증이 예상되지만, 이를 위한 선제적 투자 계획은 미흡한 실정이다. 향후 기후위기 및 기반시설 노후화 대응 등 재정 투자기반 마련을 위한 수정 전략을 마련해야 할 것으로 판단된다.

국가물관리기본계획의 전략 및 과제는 「물관리기본법」 제22조 및 「물관리기본법 시행령」⁶⁹⁾ 제13조에 따라 국가물관리위원회에서 국가물관리기본계획의 연도별 이행상황을 평가하고 심의·의결한다. 본 연구가 진행되는 동안 2022년의 연차 평가밖에 수행되지 않아서 이 시점에서 실행성의 수정 이슈를 찾아내는 것은 시기상조로 판단된다. 하지만 수정계획 수립 시점에는 이행 상황 평가를 분석하여 수정 방향을 설정할 수 있을 것이라 판단된다(**계획수정 이슈 전략-⑨**).

전략의 여건대응성은 목표와 전망과 비슷하게 급격하게 변화하고 있는 기후위기, 인구위기, 신성장 산업에 대한 대응 전략 보완이 필요해 보인다(**계획수정 이슈 전략-⑩**). 윤석열 정부 국정 방향과 기존의 자연성 회복 전략의 차이에서 오는 기본계획의 수정 이슈는 2025년 9월 이미 국가물관리기본계획 변경사항에 반영되었으므로 본 연구에서는 논의 범위에서 제외한다(**계획수정 이슈 전략-⑪**).

68) 일반회계 전입금과 국고보조금 적자를 충당하고 있는 상하수도의 부채관리는 시급한 문제이다.

69) 국가법령정보센터, “물관리기본법 시행령”.

다. 소결

기존 법정계획의 평가 연구, 계획이론 검토 등 이론적 검토를 수행하였고, 현행 국내외 타당성 평가제도를 검토하여 수립한 국가물관리기본계획 타당성 평가 체계를 활용하여 시범 평가를 거쳐 도출한 수정 이슈를 정리하면 <표 2-20>와 같다.

목표 측면에서는 ① 정량적 목표 제시 미흡, ② 기후위기, 인구위기, 경제 저성장에 따른 목표 간 우선순위 조정이 필요한 부분 2가지 수정 이슈를 발굴하였다. 이 중 ① 물관리 정량적 목표 제시 방안을 제3장에서 심층 분석할 예정이다.

<표 2-20> 『제1차 국가물관리기본계획』 타당성 시범평가를 통한 수정 이슈

연번	수정 이슈	타당성 기준	국가물관리 기본계획 요소
1	목표의 명확성이 다소 미흡	· 합리성-명확성	목표
2	외부여건 목표 우선순위 조정 필요 또는 물관리 목표 추가 고려 필요	· 여건대응성	
3	기후변화 시나리오를 고려한 전망 시나리오 추가 필요	· 합리성-명확성 · 여건대응성	전망
4	인구위기 시나리오를 고려한 전망 시나리오 변경 필요	· 여건대응성	
5	국가첨단전략 육성 기본계획에 따른 물수급 전망 시나리오 변경 필요	· 여건대응성	
6	전략 간 연계성, 상충성, 파급성 분석 미흡	· 합의성-조정성	전략
7	타 부처 및 지자체 관련 전략 미흡	· 합의성-조정성	
8	재정 전략 미흡	· 합리성-적합성	
9	이행/효과성 미흡과제 수정 필요	· 실효성	
10	기후위기, 인구위기, 신성장 산업에 대한 대응전략 보완 필요	· 여건대응성	
11	국정과제 방향성과 일치하지 않는 전략 수정 필요	· 여건대응성	

자료: 저자 작성.

전망 측면에서는 대부분의 수정 이슈가 여건 대응성 기준에서 타당하지 않아 선택된 이슈이며 기후변화, 인구위기, 새로운 국가첨단전략 수립에 대응하는 데 필요한 전망 시나리오 변경 또는 신규 수정 이슈이다(표 2-20 참조). 이 중 2023년 감사원 지적 사항은 제3장에서

심층 분석할 예정이다.

마지막으로 전략 측면에서는 전략 간 연계성, 상충성, 파급성 분석 미흡, 타 부처 및 지자체 관련 다양한 전략 미흡, 그리고 재정 전략 조정성이 미흡한 부분을 수정 이슈로 도출하였고, 여건 변화에 대응하지 못하는 전략의 수정 이슈도 유사하게 도출하였다. 이 중 기후변화, 기반시설 노후화 등 물관리에 필요한 증가 비용을 감당할 재정 전략 구체화 방안에 대해서 제3장에서 자세하게 살펴볼 것이다.

제3장

제1차 국가물관리기본계획 수정 이슈 심층 사례 분석

1. 개요

제2장에서 『제1차 국가물관리기본계획』의 주요한 수정 이슈를 도출하였다. 본 장에서는 ① 연구진이 생각하는 수정 이슈 대응 방향과 ② 국가물관리기본계획 심의에 관여한/할 전·현직 국가물관리위원회, 공무원을 대상으로 실시한 수정방향 심층 면접 내용을 분석 및 수렴하여 기존에 수립된 국가물관리기본계획의 타당성을 재고할 방안을 제시한다.

2. 수정 이슈 1: 기후위기 현실화에 따른 목표, 전망 및 전략 수정 방향

가. 제1차 국가물관리기본계획 내 기후위기 대응 현황

「물관리기본법」 제27조 제1항 제6호에 따라 국가물관리기본계획에는 기후변화에 따른 물관리 취약성 대응 방안이 포함되도록 법으로 규정되어 있다.

○ 목표

『제1차 국가물관리기본계획』의 물관리 3대 기본목표 중 하나는 ‘기후위기에 강한 물안전 사회 구축’이다. 2030년까지 겪어보지 못한 가뭄 및 홍수가 오더라도 국민의 피해를 최소화하는 것을 목표로 정하고 있다.⁷⁰⁾ 이는 규범가치적 서술(narrative) 형태의 목표로, 겪어보지 못한 가뭄 및 홍수라는 것이 몇 년 빈도의 가뭄 및 홍수를 의미하는지, 최소화된 피해가 어느 정도의 피해인구 또는 피해액을 의미하는지 정량적으로 명확히 제시하고 있지 않아

70) 관계부처 합동(2021), p.94.

지향 목표점을 구체화하기 어려운 문제가 존재한다. 하지만 국가물관리기본계획은 물관리 최상위 수준의 전략계획이기에 물관리 정책이 추구하는 지향점을 서술하고 정량적인 목표는 하위 계획에서 제시하는 것이 적절하다는 의견도 존재한다.

○ 전망

『제1차 국가물관리기본계획』에서는 기후변화 시나리오를 활용하지 않고 정상상태를 가정하여 과거 수문자료를 활용하여 10년 빈도 가뭄, 25년 빈도 가뭄, 과거 최대 가뭄(약 50년 빈도)의 물수급을 분석해 부족량 시나리오를 마련하였다.

○ 전략

이를 실천하기 위한 혁신 전략은 ‘기후위기 시대 국민안전 물관리’라는 혁신 정책 방향 밑에 ① 물분야 탄소중립 이행 관련 과제(3개의 세부과제)와 ② 신기술 개발·활용, 기반시설 관리 강화 중점과제(3개의 세부과제)로 이루어져 있다(표 3-1 참조).

〈표 3-1〉 기후위기 대응 관련 『제1차 국가물관리기본계획』 혁신과제

	통합물관리 3대 혁신 정책방향 추진과제	기후위기 대응
혁신 ①	물순환 전 과정의 통합물관리	
	① 물순환 전 과정의 통합·연계 체계 구축	
	• 물순환 관리를 위한 기반체계 구축	
	• 도시 및 도시 외 지역 맞춤형 물순환 관리 모델 발굴·확산	
	• ‘물 계정’ 구축 등 물순환 전 과정의 통합관리를 위한 선진 분석기법 도입	
추진 과제	• 지표수-지하수 통합·연계 관리 기반 마련	
	• 하천-하구·연안 통합관리 강화	
	• 하천 허가제 관리 강화 및 수리권체계 정비	
	• 수질·수량·수생태를 동시 고려하도록 하천 및 하천시설 제도 정비	
	② 통합물관리를 위한 법령·계획·제도·조직 등 정비	
	• 물 관련 법령·계획 효율화·체계화	
혁신 ②	참여·협력·소통 기반의 유역물관리	
	① 유역 공동체의 참여·협력·소통 기반 강화	
	• 대·중·소 유역별 유기적 거버넌스 체계 확립	
추진 과제	• 유역 내 시민 참여 플랫폼 구축 및 소통 기반 강화	
	② 물갈등 및 물분쟁 조정·해소 체계 구축	
	• 「물관리기본법」 중심으로 물분쟁 조정 체계 정비	
	• 유역 특성을 고려한 물갈등 조정 방안 마련	

〈표 3-1〉의 계속

통합물관리 3대 혁신 정책방향 추진과제		기후위기 대응
혁신 ③	기후위기 시대 국민안전 물관리	○
	① 물 분야 탄소중립 이행으로 기후위기 적극 대응	○
	• 물 부문 온실가스 관리 목표 설정 및 물관리 에너지 효율 제고	○
	• 수열, 수상태양광, 하수 등 물 관련 재생에너지 생산기반 확대	○
추진	• 수변생태벨트, 생태마을 조성 등 탄소 흡수 생태공간 확충	○
과제	② 신기술 개발·활용 및 기반시설 관리 강화 등으로 국민 안전 확보	○
	• 지속가능한 물관리 최적 기술 지속 개발	○
	• IoT, ICT 등 4차산업 기술을 활용한 물 기반시설 관리 선진화	○
	• 사용자 중심의 물 기반시설 안전 문화 확산	○

자료: 관계부처 합동(2021), p.61을 토대로 저자 작성.

부문별 과제 중 물이용, 물환경, 물안전 과제에도 다양한 기후변화 과제가 포함되어 있다.

물이용 부문에서 기후변화로 인한 물 부족 우려는 과거부터 계속되어 온 현안이며 안정적인 수자원 확보와 물 배분에 등을 〈표 3-2〉와 같이 4개 전략 11개 추진과제에 걸쳐 반영하였다.

유사하게 물재해(홍수, 가뭄) 부문의 기후변화 대응은 중요한 추진 전략 중 하나이다. 기후변화에 따른 극한홍수 대응체계를 구축하고자 유역단위 홍수관리체계 구축, 홍수 방어 기준 상향 및 방어목표 차등화 등 다양한 기후변화 대응 세부과제를 제시하였다(표 3-3 참조). 또한 기후위기에 대한 가뭄 관련 전략은 가뭄관리체계 선진화와 극한가뭄 대응체계를 구축하는 것으로 되어 있다. 극한(메가)가뭄 대응체계와 관련해서는 정보 통합 및 제공 체계 구축과 그에 필요한 R&D 기술개발 등을 우선 추진하고 연구결과를 바탕으로 단계별 증장기 계획으로 극한가뭄 적응체계를 구축하는 로드맵을 제시하고 있다(표 3-3 참조).

반면에, 기후변화에 대한 **물환경** 부문의 대응 전략은 제한적이다. 물환경 부문 추진과제 3-3. 자연 유흥 회복, 서식처 보전 및 생물종 다양성 회복의 세부 전략으로 ‘기후변화 취약 수생태 대상으로 수생태 보호지역 지정제도 도입’이 반영되어 있다(표 3-4 참조).

『제1차 국가물관리기본계획』에는 기후위기 대응 기반시설의 전략도 포함되어 있다. 기후변화 대응을 설계기준 상향, 설계기준에 맞춰 홍수방어능력 증대사업, 댐·저수지 안전성 강화사업 등을 지속적으로 추진하는 전략이 포함되어 있다. 또한 대규모 홍수피해 예방을 위한 제방평가제, 취약지점에 대한 보수보강 추진 전략도 포함되어 있다.

물산업 전략에도 기후대응 전략이 포함되어 있는데, 기후위기 대응을 위한 수열 및 넥서스 산업 등 새로운 물산업 육성 전략이 그것이다.

〈표 3-2〉 기후위기 대응 관련 『제1차 국가물관리기본계획』 물이용 분야 과제

물이용 부문 전략 및 추진과제		기후위기 대응
전략	① 미래 물부족 대비를 위한 수요관리 강화기반 조성	
추진 과제	① 물 사용과 탄소배출을 연계한 수요관리 전략 마련	
	② 농업용수 이용 효율화를 위한 관리체계 정비	○
	③ 지하수 공공성 강화 체계 마련	
	④ 물이용 관련 계획 수립 시 수요관리 고려 체계 확립	
전략	② 공급시설 효율화 및 수원 다변화를 통한 수자원 확보	
추진 과제	① 기존 댐·저수지 등의 용수 사용 탄력성 제고	○
	② 상수도 연계 체계를 통해 용수공급의 효율성 및 안정성 제고	○
	③ 물 자급률을 고려한 지역별 맞춤형 신규 수자원 확보	○
	④ 지하수 공공용수 확보 및 도심 등의 유출지하수 관리 강화	○
	⑤ 대체수자원 개발 및 물재이용 활성화	○
전략	③ 서로 배려하는 합리적 물 배분 기반 마련	
추진 과제	① 하천수 관리제도 고도화를 위한 기반 구축	
	② 댐·저수지, 하천 등의 기득 물량 재배분 기준 검토	○
	③ 수자원 사용의 합리적 비용 부담 원칙 기준 마련	○
	④ 물분쟁 조정 원칙 확립 및 물분쟁 조정제도의 실효성 강화	○
전략	④ 국민이 믿고 마시는 수돗물 공급	
추진 과제	① 국민 눈높이를 고려한 수도시설 위생 기준 강화	
	② 적수발생, 유출유입, 미량유해물질 등 수도사고 방지를 위해 시설 보강	
	③ 신기술, ICT 장비 도입 등을 통한 수돗물 관리 효율성 제고	
	④ 관리인력 보강 및 운영인력 전문성 강화 통한 운영체계 개선	
	⑤ 시민들이 직접 참여하고 소통하는 수돗물 관리체계 구축	
전략	⑤ 물복지 사각지대에 있는 취약지역의 물 기본권 보장	
추진 과제	① 농어촌 지역 상수도 보급률 제고	○
	② 마을상수도, 소규모 급수시설 안전관리 강화	○
	③ 지방광역상수도의 연계통합을 통한 운영체계 효율화	

자료: 관계부처 합동(2021), p.85를 토대로 저자 재구성.

〈표 3-3〉 기후위기 대응 관련 『제1차 국가물관리기본계획』 물재해 분야 과제

물 재해 부문 전략 및 추진과제		기후위기 대응
전략 ① 가뭄관리체계 선진화 및 극한가뭄 대응체계 구축		
추진 과제	① 국가 차원의 가뭄 모니터링, 대비, 대응, 평가 종합 관리체계 확립	
	② 지역 중심의 맞춤형 가뭄 대응이 가능하도록 자치단체 역량 강화 지원	
	③ 겪어보지 못한 극한가뭄(메가가뭄)에 대한 적응 체계 마련	○
전략 ② 기반시설(댐·하천·저수지 등) 홍수안전 강화 및 예방 투자 확대		
추진 과제	① 다목적댐의 홍수조절용량 확대 검토	
	② 댐 및 댐 하류 지역의 홍수관리 제약 여건 적극 해소	
	③ 댐 운영 의사결정 고도화 및 주민참여형 홍수 관리체계 구축	
	④ 하천 시설 안전기준 강화	
	⑤ 하천 시설 예방 투자 확대	
	⑥ 저수지 및 배수장 등 위기 대처 능력 제고	
전략 ③ 기후변화에 따른 극한홍수 대응체계 구축		
추진 과제	① 기후위기 대응 홍수 방어기준 상향	○
	② 국가 주요시설 홍수방어 목표 차등화	○
	③ 유역 단위 홍수관리체계 구축	○
전략 ④ 홍수 예보체계 고도화		
추진 과제	① 홍수 특보지점 확대 및 예보 능력 강화	
	② 강우레이더 확충 등을 통한 국지성 돌발홍수 예측력 제고	
	③ 예보기관 협업체계 및 홍수예보 전담 기능 강화	
전략 ⑤ 도시 침수 관리체계 강화		
추진 과제	① 도심 홍수방어 기준 강화	
	② 도시침수 예방사업 확대	
	③ 방재시설 유지관리 강화	
	④ 침수 우려지역 대피·통제시스템 구축	

자료: 관계부처 합동(2021), p.95를 토대로 저자 재구성.

〈표 3-4〉 기후위기 대응 관련 『제1차 국가물관리기본계획』 물환경 분야 과제

물환경 부문 전략 및 추진과제		기후위기 대응
전략 ①	오염원 관리 강화를 통한 목표 수질 달성	
추진 과제	① 양분관리제 도입 등을 통한 가축분뇨 관리 체계 선진화	
	② 비점오염원관리 종합대책 추진 등으로 수질개선 효과 제고	
	③ 유역·연안 특성을 고려한 맞춤형 하수처리시설 관리	
	④ 산업폐수 유해물질 관리 및 수질오염사고 대응 강화	
	⑤ 문제해결형 오염총량제 도입 및 유역단위 지하수 수질관리 전략 마련	
전략 ②	안전하고 깨끗한 상수원 확보 및 지하수 보전 관리	
추진 과제	① 상수원 내 미량 유해물질 및 유해조류 선제적 관리	
	② 유역단위 통합형 수질관리체계 구축 및 참여형 거버넌스 구축	
	③ 상수원 및 지하수 입지 규제 제도의 합리화	
	④ 오염취약지역 지하수 수질관리 강화	
전략 ③	하천유역의 자연성 회복 및 수생태계 건강성 확보	
추진 과제	① 과학적인 원인 진단에 기초한 수생태계 건강성 회복 추진	
	② 하천의 연속성 확보	
	③ 하천 지형의 자연성 회복 및 댐 홍수터 관리 강화	
	④ 자연 유향 회복, 서식처 보전 및 생물종 다양성 회복	○
	⑤ 수생태계 건강성 홍보·교육 강화	
전략 ④	수변공간 관리체계의 정비 및 물 문화 활성화	
추진 과제	① 도시하천 부지 관리체계 정비 및 회복력을 고려한 수변공간 조성·관리	
	② 하천의 장소성을 살리는 우리 강(江) 문화 등 물 문화 활성화	
	③ 시민과 공동체가 함께 참여하는 하천 관리체계 확산	
	④ 하천 현황 평가 체계 구축	
전략 ⑤	물환경 관리 기준 및 관리체계 개선	
추진 과제	① 자연과 인간을 함께 고려하는 차세대 물환경 기준 마련	
	② 수질-수생태-수량의 통합관리체계 마련 및 관리지표 평가 기반 확대	
	③ 지표수-지하수 연계 수질 및 수생태계 관리체계 구축	

자료: 관계부처 합동(2021), p.74를 토대로 저자 재구성.

나. 기후위기 현실화에 의한 피해 현황

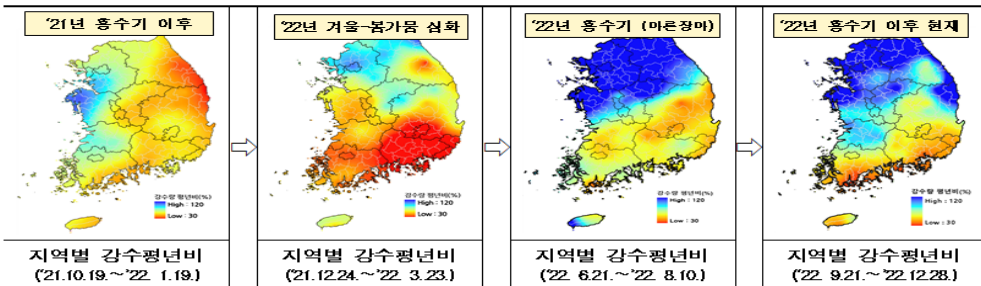
2021년 6월 국가물관리기본계획 승인 후 현재까지 2년 정도밖에 지나지 않아 물관리의 대외 여건, 특히 메가트렌드⁷¹⁾의 변화는 크지 않았다. 하지만 기후변화에 따른 물관리 여건의 악화 속도는 계획 수립 시 예상했던 수준보다 훨씬 빠르고 규모도 커지고 있다. 2023년 UN 사무총장이 “지구온난화(global warming)의 시대가 끝나고, 지구열탕화(global boiling) 시기가 도래했다”⁷²⁾라고 선언할 정도로, 전 세계는 화재, 홍수, 폭염 등 기후변화에 따른 심각한 피해를 입고 있다.

우리나라에도 다양한 부문(치수, 이수, 수질관리 등)에서 기후위기 현실화에 따른 피해가 발생하고 있다.

○ 가뭄 악화-용수공급 장애 및 수질 악화

전국적으로 2022년 가뭄예경보 시행(2016년) 이후 역대 최다인 96개 시·군 생·공 가뭄 발생, 전국 34개 댐 중 17개 댐에 가뭄단계를 역대 최다 발령하였다.⁷³⁾

구 분	서울 경기	강원			충북	충남	전북	광주 전남	경북	경남	제주	전국
		전체	영서	영동								
강수량(mm)	1,750.4	1,514.8	1,573.6	1,397.2	1,168.2	1,220.9	963.8	854.5	856.8	1,019.5	1,362.4	1,150.4
평년비(%)	132.6	111.0	116.3	100.3	94.6	94.9	72.2	60.9	73.9	66.2	83.3	86.7
평년값(mm)	1,318.6	1,377.1	1,372.3	1,386.6	1,261.3	1,271.8	1,326.9	1,390.1	1,147.9	1,516.0	1,676.2	1,331.7



자료: 기상청(2023), p.4.

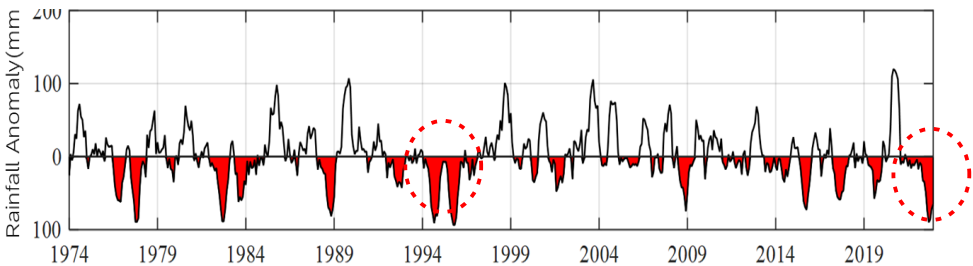
〈그림 3-1〉 2022년 지역별 강수량 현황 및 강수 평년비 변화

71) 메가트렌드는 ‘현대사회에서 일어나는 거대한 시대적 조류’라는 의미로, 대대적인(mega) 변화 흐름을 지칭하는 장기적포괄적 개념(국토연구원, “국토교육-국토교육자료-국토용어사전”, 검색일: 2023.5.10).

72) 조선미디어(2023.7.28), “유엔 사무총장” 지구 온난화시대 끝, 이제는 열대화시대, 검색일: 2023.8.13.

73) 한국수자원공사(2023.2).

특히, 광주 등 전남지역의 2022년 누적 강수량(921.4mm)은 평년의 66.4%로 관측 이래 최장기간 가뭄이 지속되는 등 극한가뭄이 현실화하면서 광주전남에 생활 및 공업용수를 공급하는 주요 댐(주암댐, 섬진강댐, 평림댐, 동북댐)의 저수율은 21~30%로 예년의 35~55% 수준이며, 가장 큰 댐인 주암댐은 1992년 준공 이후 최저 수위를 보였다.⁷⁴⁾ 또한 완도군의 5개 섬은 2022년 3월 10일부터 14개월 동안 제한급수를 실시하였다.⁷⁵⁾



자료: 한국수자원공사(2023.2).

〈그림 3-2〉 광주관측소 연도별 강수량 아노말리 분석결과(1973~2022년, 50년)

기후변화는 용수공급의 어려움뿐만 아니라 물환경 수질도 악화시키는 것으로 분석되었다. 2020년부터 최악의 가뭄을 겪은 주암호⁷⁶⁾의 경우, 유역 내 강수량이 줄어들어 따라 호소 내로 유입되는 유량이 작아지고 댐 내 체류시간도 길어지면서 수질이 악화하였다. <표 3-5>와 같이 BOD, TOC는 2020~2022년 평균 수질이 조금씩 나빠지는 것을 뚜렷하게 볼 수가 있으며 2022년에 상대적으로 가장 나빠진 것을 살펴볼 수 있다. 유기물질뿐만 아니라 전기 전도도 역시 2022년에 더 심하게 증가하고 클로로필a 농도 또한 동일한 경향을 보이는 것을 볼 수가 있었다. 이런 수질지표 이외에 투명도도 깊이가 낮아지는 것으로 나타나 가뭄이 수질에도 부정적인 영향을 주고 있다.

74) 국가물관리위원회(2023), p.8.

75) KBC 광주방송(2023.5.8), “드디어 제한급수 해제...완도 섬 지역, 1년 2개월 만 해제”, 검색일: 2023.5.20.

76) 주암호는 외부의 오염원 유입이 상대적으로 적고 수질이 양호한 호소이다.

〈표 3-5〉 2020~2022년 기간 내 주암호 평균 수질변화 추이

측정지점	연도	BOD (mg/L)	TOC (mg/L)	전기전도도 (μ S/cm)	클로로필a (mg/m ³)	투명도(m)
주암댐3	2020년	0.9	1.6	77.9	3.5	2.8
	2021년	1.2	1.8	86.2	9.4	2.5
	2022년	1.4	2.1	89.3	12.3	2.4
주암댐2	2020년	0.8	1.5	75.5	2.0	3.0
	2021년	0.8	1.7	78.3	5.4	2.7
	2022년	1.1	1.8	82.7	8.0	2.7
주암댐1	2020년	0.8	2.2	72.2	4.0	3.4
	2021년	1.0	2.2	76.8	3.3	2.9
	2022년	1.3	2.3	92.0	2.8	2.8
전체 평균값	2020년	0.8	1.8	75.2	3.2	3.1
	2021년	1.0	1.9	80.4	6.0	2.7
	2022년	1.2	2.1	88.0	7.7	2.6

자료: 물환경정보시스템, “자료조회-수질측정망-자료조회”, 검색일: 2023.4.25.

또한 겨울 이상고온 현상으로 깔따구의 개체수 급증하여 가정집 수돗물에서 유충이 발견되는 등 수돗물 안전성에 대한 불신이 확대하였다. 하천 및 호소에서는 수온 상승과 과도한 영양염류 유입 등에 따라 2022년 조류경보 ‘경계’ 발령일수(206일)가 최근 10년 중 최고치를 기록하였고, 물금·매리 지점에서는 2020년 8월과 비교해 2022년 8월 유해남조류 세포수가 146배 증가하는 것으로 기록되었다.

〈표 3-6〉 2020~2022년 물금매리 지점의 유해남조류 세포수 변화 추이

(단위: cells/ml)

지점	유해남조류 세포수		
	2020.8	2021.8	2022.8
물금·매리	740	28,632	107,674

자료: 물환경정보시스템, “자료조회-녹조(조류)정보-과거수질자료”, 검색일: 2023.4.25.

○ 홍수 및 침수 피해 증가

최근 기후변화로 하천범람 및 도심침수 등 홍수로 인한 피해가 갈수록 심해지고 있으며, 국민 생활안전에도 큰 위협요소가 되고 있다.

2020년 중부지방 최장기간 장마(54일)와 함께 예년 대비 1.8배인 일강우량 693mm를 기록하는 등 전국 홍수 피해가 크게 증가한 것뿐만 아니라 2022년 9월 태풍 ‘힌남노’ 때는 짧은 시간 내 500년 빈도 집중호우가 발생하고 동해의 만조시간이 겹치며 하천이 범람하는 등 대규모 침수 피해가 발생하였다.⁷⁷⁾ 이때 11명의 인명피해와 함께 2,440억 원의 재산피해가 발생하였다.

2022년 8월 초에는 수도권 도시에 1907년 기상관측 이래 최대 집중호우(일 381.5mm)가 발생하여, 상가·주택 밀집지역에 재산피해 3,155억 원, 인명피해 19명 등 대규모 침수피해가 발생하였다. 이러한 집중호우가 발생하면 현재의 홍수방어 능력으로는 침수가 불가피하다.⁷⁸⁾

다. 최신 기후위기 전망

IPCC 제6차 평가보고서(‘23.3월 승인)에 따르면 기후변화로 인해 2100년까지 전 지구 평균 온도가 1.4~4.4°C 상승할 것으로 전망하며, 이는 2014년 IPCC 제5차 보고서에서 예측한 1.0~3.7°C보다 약 23% 증가한 수준이다.⁷⁹⁾ 지구 온도 상승은 필연적으로 물순환 체계와 수문 변화를 유발하고, 2°C 상승 시 사용 가능한 물은 20~30% 감소하며, 해수면은 7% 상승하는 것으로 나타났다.⁸⁰⁾ 보고서에 따르면 대한민국은 전 세계 평균보다 더 빠른 온난화 속도를 보이는데 이와 더불어 폭우, 폭염 등의 강도와 빈도가 높아지고 있어 재산과 인명 피해가 늘어날 것이라고 기술하고 있다.

한편 대한민국 기후변화 적응보고서(2023)에서는 부문별 주요 기후변화의 영향으로 수자원 부문에서 여름철 강수량 및 최근 30년 동안 극한강우 발생 횟수 증가와 가뭄의 빈도·강도 증가 및 지역 간 편차 심화를 주요 영향으로 언급하고 있다.⁸¹⁾ 기후변화 영향으로 연 평균 기온 및 강수량도 점차 증가할 것으로 전망하였는데 기후변화 시나리오를 적용했을 때 연 평균 강수량은 21세기 후반 기준 평균 강수량 대비 4~16% 증가할 것으로 예측하였다.

기상청에서는 보도자료⁸²⁾로 유역별 극한강수량의 미래변화 분석결과를 발표하였는데,

77) 환경부 물관리정책실(2023.1).

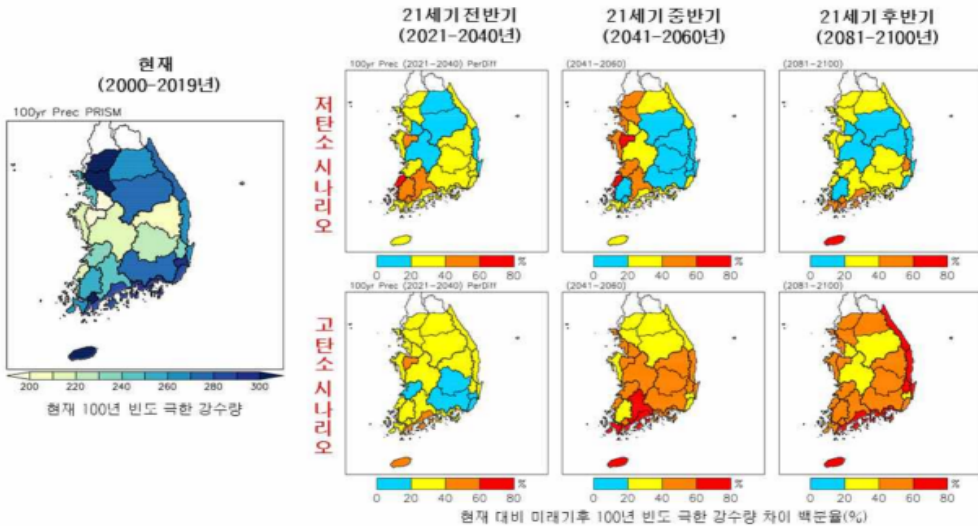
78) 환경부 물관리정책실(2023.1).

79) 외교부 보도자료(2023.3.20).

80) IPCC(2023), pp.1-17.

81) 대한민국 정부(2023a), pp.3-4.

고탄소 시나리오(SSP5-8.5)의 경우, 100년 재현빈도 극한강수량의 전국 평균이 21세기 전반기(2021~2040년)/중반기(2041~2060년)/후반기(2081~2100년)에 각각 약 29%/46%/53% 증가하는 것으로 전망되었다. 권역별로 구분해 보면, 21세기 후반기에 한강동해 권역이 약 73%, 낙동강동해 권역은 약 69% 증가하고, 제주도 권역은 21세기 중반기에 약 78% 증가하는 것으로 예상되어, 기후변화로 인한 지역적·계절별 강수편차 또한 더욱 심화할 것으로 예상되었다.



자료: 기상청 보도자료(2022.6.14), p.3.

〈그림 3-3〉 미래 권역별 100년 재현빈도 극한강수량 변화 전망

라. 국내 기후위기 대응 물관리 정책 변화

사실 기후위기 대응이 새로운 물관리 정책 어젠다는 아니다. 기후위기로 촉발되는 홍수, 가뭄 등 재해를 예방하고 대응하는 것은 물관리 중장기 계획 수립 시 언제나 고려되었던 주요 관리 사안이다. 예를 들어, 이명박 정부 시절 수립된 『제4차 수자원장기종합계획 제2차 수정계획(2008-2013)』에는 주요 정책목표 중 하나인 ‘기후위기에 안전한 국토조성’으로

82) 환경부 물관리정책실(2023.1).

포함되어 있으며, 『제1차 국가물관리기본계획』에도 국가 물관리 3대 목표(기후위기에 강한 물안전 사회 구축) 중 하나로 세부 전략이 포함되어 있다.

달라진 것은 기후변화 대응 물관리 정책이 중장기 물관리 계획상 고려하던 장기 정책 목표에서 5년간 단기 국정 방향에 반영되었다는 점이다. 예를 들어, 문재인 정부의 물관리 관련 국정과제 ‘59. 지속가능한 국토환경 조성’에는 명확하게 포함되지 않았던 기후대응, 기후위기는 키워드가 윤석열 정부의 120대 국정과제 내 ‘87. 기후위기에 강한 물환경과 자연 생태계 조성’에 반영되어 있다(표 3-7 참조).

〈표 3-7〉 물이용 관련 신정부 국정과제 주요내용

번호	과제 및 내용
87	기후위기에 강한 물 환경과 자연 생태계 조성(환경부) · AI 홍수예보, 디지털트윈 등 스마트기술 적용 · 국가·지방하천 예방투자 확대로 재해에 대한 국가 책임 이행 강화 · 치수·생태·문화·관광이 어우러진 명품하천 조성 · 유희지, 훼손지 등 생태복원으로 생활 속 생태녹지 확충(~'26년) · 지역맞춤형 수도사업자통합('23년~), 낙동강 취수원다변화 추진('22년~) · 노후화된 물 관리시설(상하수도, 다목적댐) 정비 및 현대화

자료: 대한민국 정부(2022) p.146을 토대로 저자 작성.

2024년 국회에 제출된 정부예산안을 검토하면 기후위기에 따른 물안전 관리에 대한 국가의 정책 여건 변화를 더욱 알 수 있다. 2024년 재정 당국은 건전재정 기조를 견지하면서 엄격한 재정 총량관리로 2023년 예산 증가률의 5.1%보다 훨씬 축소한 2024년 예산 증가률을 2.8%로 억제하는 와중에, 기후위기에 따른 물안전 관리에는 오히려 5년 평균 3조 7,000억 대비 6조 3,000억 원 규모로 70% 가까이 대폭 확대하였다(표 3-8 참조).⁸³⁾

83) 기획재정부 보도자료(2023.8.29), p.5, p.38.

〈표 3-8〉 2024년 기후위기 대응 물관리 예산 증가 내용

기후위기 대응 물안전 세부 항목	예산(억 원)		증감(%)	비고
	2023년	2024년		
국가하천정비	4,510	6,627	46.9	국가하천준설 3개소(23년) → 19개소(24년) 지방하천에서 국가하천 승격 0개소(23년) → 10개소(24년)
신규댐 건설	-	93	순증	10개소 (기본구상 및 타당성조사)
기존 소규모 댐 건설	114	155	36	
지하수 저류댐 설치	3	108	3,500	
하수관로정비 (도시침수대응)	1,541	3,256	111.3	
대규모 저류시설 및 방수로	85	262	208.2	
AI 홍수예보	169	844	399.4	AI 홍수예보 지점 75개소(23년) → 223개소(24년)
댐-하천 디지털트윈	54	254	370.4	
하천재해복구비	-	2,500	순증	
공공수역 녹조대응	38	90	136.8	

자료: 환경부 보도자료(2023.8.29), pp.1-23.

2023년 감사원은 정부의 물 분야 기후위기 대응 실태를 점검하여 ‘기후위기 적응 및 대응실태 I(물·식량 분야)’ 감사 결과를 발표하였다. 감사원은 『제1차 국가물관리기본계획』이 2030년까지 10년간의 통합 물관리를 담은 청사진인데도, 과거 57년(1966~2018년)의 수문 양상만으로 물수급 전망 시나리오를 구축하여 전략을 수립한 것에 문제점이 있다고 지적하고, IPCC 시나리오 등 미래 기후변화 요인을 고려해 국가물관리기본계획을 수립하는 등 중장기 물수급 예측체계를 개선하는 방안을 마련하도록 통보하였다.⁸⁴⁾

감사원의 보고서에서는 현재 IPCC RCP 시나리오(2.6, 8.5)를 반영하여 전국 160개 지자체별로 2100년까지 용수별(생활·공업용수, 농업용수) 물수급 시뮬레이션을 분석하면, 전국적인 물부족량이 『제1차 국가물관리기본계획』상 물부족량(과거 최대 가뭄 시, 2억 5,600만

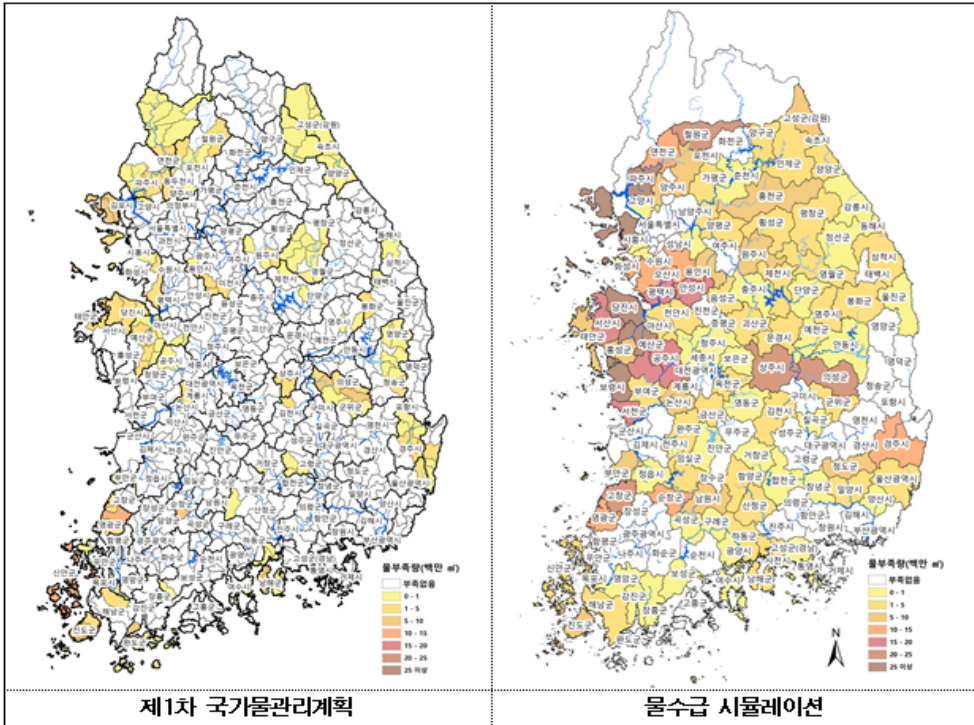
84) 감사원(2023), pp.1-119.

m³/연) 대비 2.2배(RCP 2.6 시나리오 기준, 5억 8,000만m³/연)에서 2.4배(RCP 8.5 시나리오 기준, 6억 2,600만m³/연)에 이르는 등 미래 기후변화로 물부족(가뭄)이 심화할 것이라는 분석결과를 제시하고 있다(그림 3-4 참조).⁸⁵⁾

(단위 : 억 m³/년)

구분	2031~2040년		2041~2060년		2061~2080년		2081~2100년		전체기간	
	RCP 2.6	RCP 8.5	RCP 2.6	RCP 8.5	RCP 2.6	RCP 8.5	RCP 2.6	RCP 8.5	RCP 2.6	RCP 8.5
물수급 시뮬레이션 결과	2.84	3.97	2.98	5.56	4.51	3.79	4.55	5.13	5.80	6.26
제1차 국가물관리기본계획 차이	0.27	1.40	0.41	2.99	1.94	1.22	1.98	2.56	3.23	3.69

* RCP 2.6 : 온실가스 배출을 당장 적극적으로 감축하는 경우, RCP 8.5 : 저감없이 온실가스가 배출되는 경우



자료: 감사원(2023), pp.23-24.

〈그림 3-4〉 『제1차 국가물관리기본계획』과 감사원 분석결과 물부족량 예측결과 비교

85) 감사원(2023), pp.22-28.

마. 국외 기후위기 대응 물계획 수립 추세

1) 기후변화를 고려한 물이용 관리 계획 수립 동향

영국 Defra에서는 England와 Wales의 수도 회사에 수자원 계획 수립 지침을 제공하는데 수자원 관리계획 수립 시 기후변화 요소를 반영하도록 권고하고 있다.⁸⁶⁾

지침에 따르면 수자원 관리계획을 수립할 때 기후변화의 위험과 영향을 평가하고, 현재와 미래 수원에서 동원할 수 있는 공급량에 대한 기후변화 영향을 보고해야 한다. '2020년에 발표된 '제3차 영국 기후변화 위험평가에 대한 미래 용수 가능성 예측' 보고서'에 제시된 결과⁸⁷⁾를 고려하여 각 수자원 계획의 전략의 견고성(robustness)을 입증할 수 있으며, 접근 방식을 결정할 때는 보충 지침인 'Climate change'를 사용하도록 하고 있다.⁸⁸⁾ 또한 Wales의 수도 회사들은 'WRMP 24(Wales)에 사용하기 위한 UKCP18 시나리오 부록'을 참조해서 기후변화 영향을 고려하도록 하고 있다.⁸⁹⁾

수자원 계획을 수립하면서 기후변화가 용수 가용성에 미치는 영향을 분석하기 이전에 초기 단계에서 관련 정부 기관과 기후변화를 고려하는 접근 방식을 논의해야 한다.⁹⁰⁾ 계획에는 각 수자원 지역별로 기후변화 취약성을 명확하게 명시하고, 기후변화의 영향 범위가 수원에 미치는 영향 및 위험을 설명해야 하며, 이미 발생한 기후변화 요인에 어떤 스케일링 방법을 사용했는지와 기후변화의 불확실성이 어떻게 계획에 포함되었는지 명확히 설명하도록 하고 있다.

2) 기후변화를 고려한 홍수관리계획 수립 동향

영국 환경청에서는 2016년 기후변화를 고려한 홍수위험도 평가를 시행한 이후 여러 차례 개정을 거듭하다가 2022년 5월 최대 하천유량, 최대 강우강도, 해수면 상승, 해상풍속과 파고에 대해 기후변화 허용한도를 제시하고, 홍수위험 평가에 기후변화를 고려해야 한다고

86) UK Government, "Water Resource Planning Guideline", 검색일: 2023.8.11.

87) HR Wallingford(2020), pp.1-91.

88) UK Government, "Water Resource Planning Guideline", 검색일: 2023.8.11.

89) UK Government, "Water Resource Planning Guideline", 검색일: 2023.8.11.

90) UK Government, "Water Resource Planning Guideline", 검색일: 2023.8.11.

명시하였다. 예를 들어 최대 하천유량의 경우, <표 3-9>와 같이 하천유역 내 관리유역별 기후변화 가중치를 제시하고 있다.⁹¹⁾

<표 3-9> 영국의 기후변화를 고려한 최대유량 가중치(일부 유역)

Management catchment name	River basin district	2020s central	2020s higher central	2020s upper end	2050s central	2050s higher central	2050s upper end	2080s central	2080s higher central	2080s upper end
Broadland Rivers	Anglian	8%	14%	27%	3%	10%	27%	11%	20%	44%
Cam and Ely Ouse	Anglian	2%	7%	21%	-2%	5%	22%	9%	19%	45%
Combined Essex	Anglian	7%	13%	27%	8%	16%	37%	25%	38%	72%
East Suffolk	Anglian	8%	13%	25%	7%	13%	29%	19%	29%	54%
Nene	Anglian	-2%	4%	18%	-7%	0%	17%	4%	13%	36%
North Norfolk Rivers	Anglian	7%	13%	26%	4%	11%	27%	14%	24%	48%
North West Norfolk	Anglian	13%	18%	30%	11%	18%	34%	23%	33%	57%
Old Bedford and Middle Level	Anglian	3%	9%	23%	-3%	4%	22%	6%	15%	39%
Upper and Bedford Ouse	Anglian	5%	10%	24%	4%	11%	30%	19%	30%	58%
Welland	Anglian	5%	10%	22%	4%	10%	26%	17%	28%	53%
Witham	Anglian	9%	14%	27%	8%	15%	32%	21%	32%	57%
Dee	Dee	12%	16%	26%	14%	19%	32%	22%	30%	50%
Aire and Calder	Humber	11%	15%	24%	13%	18%	31%	23%	31%	51%
Derwent Derbyshire	Humber	13%	18%	29%	17%	23%	38%	29%	39%	63%
Derwent Humber	Humber	18%	22%	33%	17%	22%	35%	24%	33%	54%
Don and Rother	Humber	11%	15%	25%	15%	21%	36%	28%	38%	60%
Dove	Humber	13%	17%	28%	18%	24%	39%	31%	40%	62%
Esk and Coast	Humber	17%	21%	31%	13%	18%	29%	16%	23%	39%
Hull and East Riding	Humber	9%	15%	33%	9%	17%	37%	20%	33%	66%

자료: UK Government(2021.7.20), “Peak River Flow Climate Change Allowances by Management Catchment”, 검색일: 2023.8.11.

일본에서는 최근 극심한 홍수피해가 자주 발생하고 있어, 앞으로도 기후변화의 영향으로 강수량 증대 등이 우려되고 있다. 2018년 4월 관련 전문가로 구성된 기후변화에 근거한 치수 계획에 관한 기술 검토회(2019)에서는 2019년 10월 <표 3-10>과 같은 지역 구분별 강수량 변화 배율을 공표하였다.⁹²⁾ 이 표는 연초과확률 1/200 이상 규모인 계획에 적용하고, 유역면적 100km² 이상에 적용하며, 100km² 미만이면 강수량 변화 배율이 설정된 값보다

91) UK Government(2021.7.20), “Peak River Flow Climate Change Allowances by Management Catchment”, 검색일: 2023.8.11.

92) 일본 국토교통성, “気候変動を踏まえた治水計画のあり方提言改訂版(概要)”, 검색일: 2023.8.3.

커질 가능성이 있음을 유의하여야 한다. 또한 미래 4℃ 상승 시에는 소유역 및 단시간⁹³⁾ 강우에 영향이 크기 때문에 별도 강우량 변화 배율이 설정되어 있다.⁹⁴⁾

〈표 3-10〉 일본의 기후변화를 고려한 장래 최대강우량 가중치

지역 구분	2℃ 상승	4℃ 상승	
		소유역·단시간	
홋카이도	1.15	1.4	1.5
큐슈 북서부	1.1	1.4	1.5
그 외(오키나와 포함)	1.1	1.2	1.3

자료: 일본 국토교통성, “気候変動を踏まえた治水計画のあり方提言改訂版(概要)”, 검색일: 2023.8.3.

또한 〈표 3-11〉과 같이 2050년까지 목표연도에 따른 강우량 변화 배율도 함께 제시되었는데, 이 값은 2040년경까지 미래의 기온 상승이 일정하다고 가정하고, 기온과 포화 수증기량의 관계에서 호우의 변화 비율을 산출한 것이다.⁹⁵⁾

〈표 3-11〉 일본의 목표연도별 최대강우량 가중치

목표연도	1.15배 증가지역(홋카이도)	1.1배 증가지역(그 외)
2011년 ~ 2020년	1.08	1.05
2020년 ~ 2030년	1.10	1.07
2030년 ~ 2040년	1.12	1.09
2040년 ~ 2050년	1.15	1.10

자료: 일본 국토교통성, “気候変動を踏まえた治水計画のあり方”, 검색일: 2023.8.3.

또한 강우량의 변화 배율을 전국 1급 수계에 적용하여 홍수량 변화 및 홍수 발생빈도 변화의 전국 평균치를 표로 제시하였다. 그 결과 2℃ 상승 시 강우량의 변화 배율은 1.1배이지만, 100년 빈도 홍수량의 변화는 약 1.2배가 되었고, 홍수의 발생빈도는 약 2배로 나타나 기후변화 영향의 심각성을 보여주었다.

93) 단시간이란, 강우 지속시간이 3시간 이상 12시간 미만을 의미하며, 3시간 미만 강우에는 적용할 수 없음.

94) 일본 국토교통성, “気候変動を踏まえた治水計画のあり方提言改訂版(概要)”, 검색일: 2023.8.3.

95) 일본 국토교통성, “気候変動を踏まえた治水計画のあり方提言改訂版(概要)”, 검색일: 2023.8.3.

〈표 3-12〉 기후변화에 따른 일본의 홍수량 및 홍수 발생빈도 분석 결과

구분	강우량	홍수량	홍수 발생빈도
4℃ 상승	1.3	약 1.4	약 4배
2℃ 상승	1.1	약 1.2	약 2배

자료: 일본 국토교통성, “気候変動を踏まえた治水計画のあり方”, 검색일: 2023.8.3.

영국과 일본의 사례에서 알 수 있듯이, 선진국에서는 홍수방어 수준, 즉 계획빈도에 가중치를 고려함으로써 기후변화 영향을 반영하고 있다.

바. 국가물관리위원 심층 면접 분석⁹⁶⁾ 결과 - 기후변화 시나리오

대부분의 전·현직 국가물관리위원은 수정계획에서 기후변화 시나리오를 반영하는 사항에 부정적인 의견이 지배적이었다.

우선적으로 기후변화의 불확실성을 고려할 수 있을 정도로 기술적인 준비가 되어 있지 않다고 지적했다. 다양한 기후변화 시나리오가 준비되어 있지 않으며, 비정상성을 고려한 계획을 수립한다는 것에 대한 개념 및 체계도 잡히지 않았다는 것이다.

“좀 어려운 문제죠, 사실은. 기후변화를 국가물관리기본계획에 반영하려면 기후변화의 기본 보고서가 있어야 하거든요. 근데 지금은 기후변화 시나리오에 대한 표준 시나리오조차 연구자별로 조금씩 다르고, 이견이 있고 그래서 기후변화의 표준 시나리오를 어떻게 적용할 것인가, 그리고 그 표준 시나리오를 이용해서, 표준 시나리오라는 것이 외국에서 만들어 놓은 Global climate model을 하나 선정하는데, 우리나라 기상청에서 영국 모델을 쓰긴 쓰는데요. 그걸 완전히 국가의 기본 모든 기후나 물 관련 계획을 수립할 때 ‘이걸 지정해서 하라’라고 지정 자체가 안 되어 있어요. 그래서 수자원 하시는 분들이 대부분 ‘국가의 기후변화 시나리오에 대한 어떤 기후가 바뀔에 따라서 물수급 상황이라든지 수자원 변동성에 대한 국가보고서를 하나 써야 한다.’라고 생각하고 있습니다. 그래서 이것을 하기 위해서는 국가의 물 관리에 기후변화를 반영하기 위한 기후변화 국가보고서라든가 이런 것에 대한 리뷰가

96) 국가물관리기본계획은 국가물관리위원회의 심의·의결을 통해 확정된다. 그러므로 국가물관리기본계획의 심의·의결에 참여한 전·현직 국가물관리위원을 대상으로 심층 면접 내용을 분석하였다.

하나 있어야 할 것 같고요. ... 예를 들어, 설계 홍수량을 산정할 때 ‘기후변화를 고려해서 대한민국은 앞으로 5% 상향된 값을 적용해 모든 수공 구조물을 설계하라.’ 이렇게 되지만 그 5%는 내년에 또 변한단 말이죠. 그걸 전문적으로 ‘비정상성’이라고 얘기 하거든요. 그럼 이 기후변화를 고려하는 순간 무슨 상황이 돼버리나면, 국가의 모든 계획 자체가 비정상성으로 가요. 지금은 모든 국가물관리기본계획이 정상성에 기반을 두고 수립합니다. 국가하천은 500년, 지방하천은 200년, 소하천은 80년, 이렇게 아주 고정을 시켜놓는데, 기후변화를 고려하는 순간 모든 계획이 비정상성(Non-stationary)화 됩니다. 그럼 국가물관리기본계획에서 기후변화를 고려해서 앞으로 모든 계획은 국가가 제시하는 국가 표준 시나리오라든지 기후 영향평가 결과를 반영해서 설계 기준이라든가 유역물관리종합계획이라든가 물환경관리계획에 반영하라고 하는 순간, 하위 계획이 전부 Non-stationary해지는 거예요. 지금처럼 5년마다 한 번 평가하면 안 되고요. 국가의 표준 시나리오가 이상하게 변할 때는 하위가 같이 바뀌어야 하는 거죠.”(A 위원)

“감사원의 감사 결과를 따로 설명 없이 자료만 봤거든요. 특별한 내용은 사실 없고, 구체적인 자료들도 또 없어서 이런 결과가 어떻게 나왔는지에 대해서도 검증이 불가능하더라고요. 특히 이제 기후변화를 감안해서 돌리면 물이 뭐 부족해질 수 있겠죠. 부족해질 수 있을 텐데 그런 부족한 부분을 다 공급할 것인지에 대한 검토는 전혀 없더라고요. 기후변화라는 것은 비상 대책을 마련하는 것이지, 상시적인 공급 대책을 늘리라는 의미는 아니잖아요. 그러면 이게 시설이 100년이든 200년이든 한 번 쓸까 말까 한 것을 맨날 만들어야 된다는 것인데. ... 그런 식으로 가면 지나치게 국가적인 예산 낭비라든지, 더구나 세금도 줄고 그럴 것 아니에요. 이런 상황에서 ‘좀 단편적이다.’라는 생각을 했고요. 그 부분에 대해서 ○○학회의 의견을 들은 것이 전부인데, 이런 정도쯤은 국가물관리기본계획을 수립하는 과정에서 듣는 여러 의견에 비해 협소한 것 같아요. 저는 감사원의 자료와 관련해서 ‘좀 더 넓은 사회적 합의가 필요하다.’ 이상의 의견을 내기는 어려울 것 같습니다.”(B 위원)

둘째는 설사 기후변화 시나리오를 기술적으로 마련한다고 하더라도 다양한 물수급 전망 시나리오를 제시한 것과 그를 반영한 전략을 수정하는 것이 국가전략 계획 수준에서 적당한 계획 행위인지에 대한 의구심이다. 또한 수정계획의 목표연도가 2030년으로 고정되어 있고, 20년 이상 중장기 연동계획(rolling plan)이 아닌 상황에서 기후변화 시나리오를 적용하는 것은 활용성이 없다는 점을 지적하고 있다.

“기후변화 시나리오는 그냥 시나리오일 뿐인데, 그 기후변화가 10년 이내에 확확 변하는 것도 아니고. 예를 들면, 지난 100년간에는 기온이 올라가기도 하고 강수량이 늘어나기도 했다가 최근 10년 동안에는 오히려 냉각되었거든요? 그렇게 왔다 갔다 하는데 그걸 10년 계획에서 감안한다는 것 자체가 어려운 일이라고 생각하거든요. 그건 장기적인 얘기고. 게다가 2030년을 목표로 한다면 5년 내 기후변화를 파악하기가 불가능하죠. 다만, 수질 같은 것을 얘기하면… COD, TOC나 뭐 그런 것을 좀 검토한다든지 그 정도 수준이지, 각종 시나리오를 고려해서 한다는 것은 불가능할 것 같아요. … 단지 수질만의 문제가 아니라 각종 인프라시설, 그것들을 시나리오를 감안해서 검토하고 그럴 수는 있겠지만 그것 역시 중간 수정계획에서 다룰 수 있는 사항은 아닐 것 같아요. 그러다 보면 너무 커지고. 일단 계획을 했잖아요? 남은 기간 내에 할 수 있는 것들을 검토해서 하는 것이 나올 것 같다는 생각이 들어요.”(D 위원)

마지막으로, 2030년 안에 기후변화의 불확실성을 고려한 물관리 전략을 별도의 장으로 만들어서 기후위기가 왔을 때 우리가 대응해야 하는 부분을 목록화할 필요가 있다는 의견도 제시하였다.

“시나리오는 그냥 시나리오예요. 시나리오를 가지고 국가물관리기본계획을 수립한다? 이게 그 간격이 있단 말이에요. 시나리오가 얼마만큼 현실성이 있느냐, 가까운 미래도 아니고 2050년, 2100년 이렇게 얘기하면 이거는 또 뜬구름 잡는 얘기들이 되니까, 하나로 피부로 와닿지 않는 얘기들이라서 그건 현실성이 별로 없을 것 같고. 단기간의 기후변화, 예를 들어 2030년, 우리가 목표로 하는 2035년, 이 정도의 가까운 미래에 대한 구체화 된 대응계획을 수립하는 게 맞을 것 같아요. 기존 대책은 기존 대책대로 쪽 하더라도 기후변화에 대한 것들은 선택과 집중을 통해서. 물론 기후변화가 영향을 미치지 않는 범위는 없겠지만 그럼에도 불구하고 ‘이 부분은 기후변화에 대한 것이다.’라고 몇 가지 구체적인 것을 뽑아낼 필요가 있을 것 같아요. 예컨대, 스페셜 섹션(special section)으로 기후변화에 의해서 전혀 예측하지 못했던 것들이 발생하면 어떻게 할 것인가. 이런 부분들을 설명하기 위해서, ‘기후변화용으로 우리가 예측하지 못하는 것에 대응하기 위한 방법들은 이런 방법들이다.’라고 몇 개를 제시해줄 필요는 있을 것 같아요.”(E 위원)

사. 제1차 국가물관리기본계획 기후위기 대응 수정 방향

1) 기후변화를 고려한 계획 수립의 불확실성

앞서 언급한 2023년 감사원 지적의 주요 골자는 국가물관리기본계획이 과거 기상패턴이 재현된다는 가정에 기반하여 물수급을 예측한 것은 기후위기 불확실성을 고려하였을 때 문제가 있으며, 이에 미래 기후변화 요인을 반영하여 물수급 예측이 필요하다는 것이다.

물관리 계획, 특히 물수급 계획과 관련해서는 전통적으로 수자원 계획 수립 시 수문의 정상상태(hydrologic stationarity)를 가정해 왔다. 현재까지 물관리 계획에서 비정상성⁹⁷⁾을 특징으로 하는 기후변화 시나리오를 쉽게 적용하지 못하는 이유는 매우 높은 불확실성(uncertainty)과 위험(risk) 때문이다.

대부분의 물관리 계획은 높은 투자비용, 장기간의 내구연한 및 투자비 회수를 특징으로 하는 물관리 기반시설의 개발 및 개·대체 등의 의사결정에 영향을 준다. 이에 제한적인 재정 규모를 고려했을 때 정책결정자들은 매우 높은 불확실성을 동반하는 기후 시나리오에 기반한 물관리 의사결정의 위험을 회피하려고 한다. 이에 『제1차 물관리기본계획』에서도 기존의 수자원장기종합계획처럼 정상상태라고 가정하고 과거의 관측치를 기초로 확률분석에 기반한 물수급 전망을 수행하였다.

많은 기후변화 연구자는 기후변화 시나리오, 영향, 그리고 의사결정에는 “Deep Uncertainty (심각한 불확실성)”라고 표현되는 깊은 불확실성이 존재한다고 말한다.⁹⁸⁾ 기후변화의 “Deep Uncertainty”란 1) 시스템 변수 사이의 상호관계를 묘사할 수 있는 모형을 찾기가 매우 어렵고, 2) 비교적 적당한 모형을 사용하더라도 정확한 모의를 위한 매개변수 추정은 현실적으로 힘들며, 3) 미래 기후변화를 대비하여 대응 전략으로 제안되는 물관리 전략의 성과를 예측하는 것이 아예 불가능하는 점이 판단 근거이다.⁹⁹⁾

많은 연구자가 기후변화와 관련 의사결정에 수반되는 불확실성하에서 좀 더 신뢰성 있는

97) 기후변화로 인해 기상 변수의 통곶값이 시간에 따라 변하는 것을 의미한다(정은성 외, 2013, p.99).

98) 일반적으로 의사결정 환경은 확실성(certainty), 중간(moderate) 불확실, 깊은(deep) 불확실로 분류되며, 확실성 환경은 대안을 선택할 시 어떤 결과가 발생할지를 의사결정자가 확실히 알 수 있는 환경을 말하고, 중간 불확실성 환경은 각 상황의 발생 가능성을 확률로 나타낼 수 있는 환경을 의미하며, 깊은 불확실성 환경은 상황 발생확률을 거의 예측할 수 없는 경우를 의미한다(강노을 외, 2013, p.14).

99) 정은성 외(2013), p.99.

의사결정을 하고, 불확실성을 최소화하도록 이를 정량적으로 평가할 수 있는 기술개발 연구를 수행하고 있다. 대부분의 불확실성 연구는 앙상블 모형 및 기법의 결과를 이용하여 불확실성의 범위를 추정하는 연구와 각 과정에서 발생하는 불확실성의 크기를 비교하는 연구로 진행되고 있다.¹⁰⁰⁾ Kay et al.(2009), Prudhomme and Davies(2009), Chen et al.(2011), Xu et al.(2011)의 연구는 기후변화에 따른 수자원 영향평가 시 GCM 모형에서 발생하는 불확실성이 가장 크다는 결론을 제시하였다.¹⁰¹⁾ 이문환 외(2016)의 연구에 따르면 4개 RCM 시나리오¹⁰²⁾와 2개 수문모형¹⁰³⁾을 이용하여 우리나라 충주댐 유역 유출량을 전망한 결과, 홍수기에는 RCM 시나리오에 따른 불확실성이 가장 크고, 이수기는 수문모형 불확실성의 영향이 더 큰 것으로 나타남을 밝혔다.

2) 로버스트 의사결정 기법(RDM: Robust Decision Making)

기후변화를 고려한 물계획 수립에서 동반될 수 있는 불확실성을 최소화하려는 다양한 연구가 진행됐고, 그중 세계은행(World bank),¹⁰⁴⁾ 영국 및 미국 등 선진국에서 활용하는 깊은 불확실성을 수반하는 기후변화 대응 물관리 계획 수립 방법인 RDM을 기반으로 하고 있다.¹⁰⁵⁾

로버스트 의사결정 기법(RDM: Robust Decision Making, 향후 RDM으로 명명)은 깊은 불확실성 상황에서 활용되는 의사결정 방법으로, 확실한 환경 또는 중간 정도의 불확실성 환경에서 많이 사용되는 표준의사결정과정(SDM: Standard Decision Making, 향후 SDM으로 명명)과는 대비되는 접근법이다.¹⁰⁶⁾ SDM은 주어진 정보를 가지고 각 상황에 부여된 확률 정보를 이용하여 가장 높은 기댓값을 갖는 최고 효용을 가는 대안을 찾아 채택하는 방법으로, 이 방법을 쓰려면 확실성하의 환경과 중간 불확실성 환경이어야 한다.¹⁰⁷⁾ 다시 말하면 가장 실현 가능성이 높은 하나의 미래상황을 전망하고 그에 대한 최적 대안을 선별하는

100) 이문환, 소재민, 배덕효(2016), p.658.

101) 이문환, 소재민, 배덕효(2016), p.658.

102) HadGEM3-RA(기상청), RegCM4(공주대), MM5, WRF(서울대), YSU-RSM(연세대).

103) 준분포형모형인 SWAT 모형과 분포형 수문모형인 VIC 모형.

104) Ray and Casey(2015), pp.1-125.

105) 정은성 외(2013), pp.101-113.

106) 강노을 외(2013), p.14.

107) 강노을 외(2013), p.14.

의사결정을 의미한다.¹⁰⁸⁾ SDM은 기후변화 의사결정처럼 깊은 불확실성에는 적용하기가 힘든데, 그 이유는 1) 대안 분석 착수 시점에 대안 세트가 완벽히 설정될 수 없다는 점, 2) 미래 적용 시 결과의 불확실성이 너무 커서 이해를 도모하기 어렵다는 점, 3) 앞 2가지 이유 때문에 대안 결과를 도출하는 과정에서 연루되는 다양한 이해관계자 사이에 합의점을 찾기가 힘들기 때문이다.¹⁰⁹⁾

RDM은 단 하나의 미래 상황에 최적의 성능을 보이는 대안 대신, 광범위한 미래 상황에서 상대적으로 미래 불확실성에 둔감(Insensitive)하면서도 전반적으로 준수한 결과를 보이는 유연한 대안을 선정하는 의사결정 방법을 의미한다.¹¹⁰⁾ 즉, 다양한 상황에서 낮은 후회기준(regret criterion)을 갖는 후보 대안을 선정하는 방법이다.¹¹¹⁾

RDM은 목적이나 적용 분야에 따라 매우 다양한 방법을 사용할 수 있는데, 기본적으로 ① 문제의 구체화, ② 대안의 평가, ③ 대안의 잠재적 취약성 평가, ④ 대안 간의 “trade-off (기회비용 및 이점)”라는 4단계 분석과정을 거친다.¹¹²⁾

기후변화를 고려한 장기적인 물관리 계획을 수립할 때 RDM 접근법을 활용하면 ① 미래의 불확실성을 서술하는 데 방대한 시나리오 앙상블을 사용하고, ② 시간경과에 따라 새로운 정보를 업데이트하면서 더욱 안정적 대안을 찾고, ③ 대안을 평가하는 데 최적(optimal) 인자가 아니라 가능한 모든 미래 상황에서 위험 수준 이하의 변동이 발생되지 않는 정도를 측정하는 ‘로버스트 인자’를 이용하여 평가하게 된다.

여기서 후회기준이란 각 시나리오를 고정시킨 후 모든 대안 중 성능인자가 가장 큰 값에서 각 대안 성능인자의 차로 계산한다. 즉, 특정 시나리오가 발생했을 경우, 성과지수의 결과가 가장 높은 우수한 대안을 채택하지 않았을 때의 후회 정도를 뜻하는 것이다.¹¹³⁾ 후회도 값은 모든 시나리오에 대하여 각각 계산되며 평균적으로 가장 낮은 후회도 값을 갖는 대안이 미래 시나리오에 상관없이 평균적으로 우수한 모습을 보인다고 판단한다.¹¹⁴⁾

108) 강동현, 김영오, 박준형(2017), p.100.

109) 강노을 외(2013), pp.14-15.

110) 강동현, 김영오, 박준형(2017), p.101.

111) 강노을 외(2013), p.15.

112) 강동현, 김영오, 박준형(2017), p.101-102.

113) 강노을 외(2013), p.15.

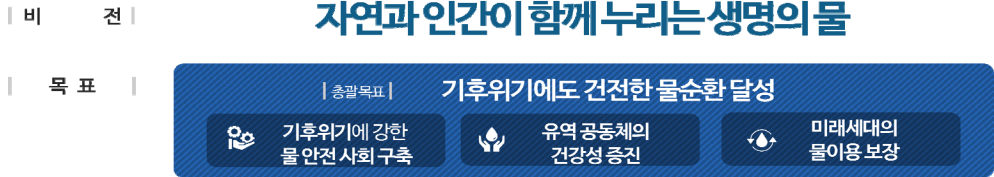
114) 강동현, 김영오, 박준형(2017), p.102.

2023년 발간된 기후변화 시나리오를 고려한 영국의 물수급 전망 결과에서도 높은 신뢰성을 가진 물수급 전망 결과는 로버스트 접근법을 사용할 때라고 명시하고 있다.¹¹⁵⁾

3) 소결: 제1차 국가물관리기본계획 수정 방향

○ 기후위기를 고려한 목표의 수정 방향

『제1차 국가물관리기본계획』의 3개 목표 중 하나는 기후위기에 안전한 사회이다. 사실 3대 기본목표 사이에 우선순위는 없지만, 강조의 의미로 기후위기에 강한 물안전 사회 구축을 1번으로 조정, 좌측에 배치하는 것도 하나의 방법이다. 또한 비전 체계의 총괄 목표는 ‘건전한 물순환 달성’으로 제시되어 있다. 기후위기 현실화가 국가 물관리의 가장 큰 위협이라면 총괄 목표를 ‘기후위기 시대에도 건전한 물순환 달성’이라고 변경하여 국가의 물관리 목표를 상향할 수 있을 것으로 판단된다.



자료: 저자 작성.

〈그림 3-5〉 『제1차 국가물관리기본계획(2026-2030)』 수정 목표 체계도(안)

○ 기후 시나리오를 고려한 물수급 전망

앞에서 살펴본 것과 같이 기후변화 시나리오를 고려한 물계획 수립은 깊은 불확실성을 가지기 때문에, 미래 실현가능성이 가장 높은 몇 가지 대표 시나리오를 결정하고 물수급 전망을 하는 것이 아니라, 되도록 많은 기후변화 시나리오(양상블)에서 다양한 물수급 전망

115) High confidence: Multiple sources of independent evidence based on reliable analysis and methods, with widespread agreement between studies and experts: ① Multiple sources of evidence that contain similar results, ② **Based on robust techniques**, ③ Data used is of a high quality, ④ Evidence has been peer reviewed, ⑤ Published relatively recently(HR Wallingford, 2020, p.9).

시나리오를 개발하는 것이 중요할 것으로 판단된다.

유사하게 영국에서도 2020년 제3차 기후변화영향분석(CCRA)에 활용하기 위해 기후변화 시나리오를 고려한 미래 물수급 전망 시나리오를 생산하였다. 이 물수급 시나리오는 2020년 가장 최신이었던 UKCP18 기후변화 시나리오 앙상블을 활용하여 개발하였다.

그리고 영국 정부는 2023년 수자원 계획 수립 가이드라인에 물 공급자가 수자원계획(WRMP: Water Resources Management Plan)을 수립할 때 물수급 전망 시나리오를 활용하여 물 사업자가 수립한 계획의 강건함(robustness)을 판단할 수 있도록 하였다. 또한 수자원 계획을 수립할 때 기후변화와 관련된 불확실성을 어떻게 포함했는지를 적시하도록 하였다.¹¹⁶⁾

국가전략계획에서 물수급을 전망하는 것은 미래에 발생할 수 있는 수급 부족 위험 수준을 이해하거나 위험의 맥락과 배경을 제공하기 위함이지, 시설의 정확한 사업 물량 목표 또는 전략의 우선순위를 계산하려는 것이 아니다. 그러므로 수정계획에서는 한정된 기후변화 시나리오를 사용하여 기후위기 시나리오를 활용한 물수급 전망의 불확실성 범위를 개략적으로 보여주는 것을 목적으로 삼아야 할 것으로 판단된다.

○ 기후대응 전략 수정 방향

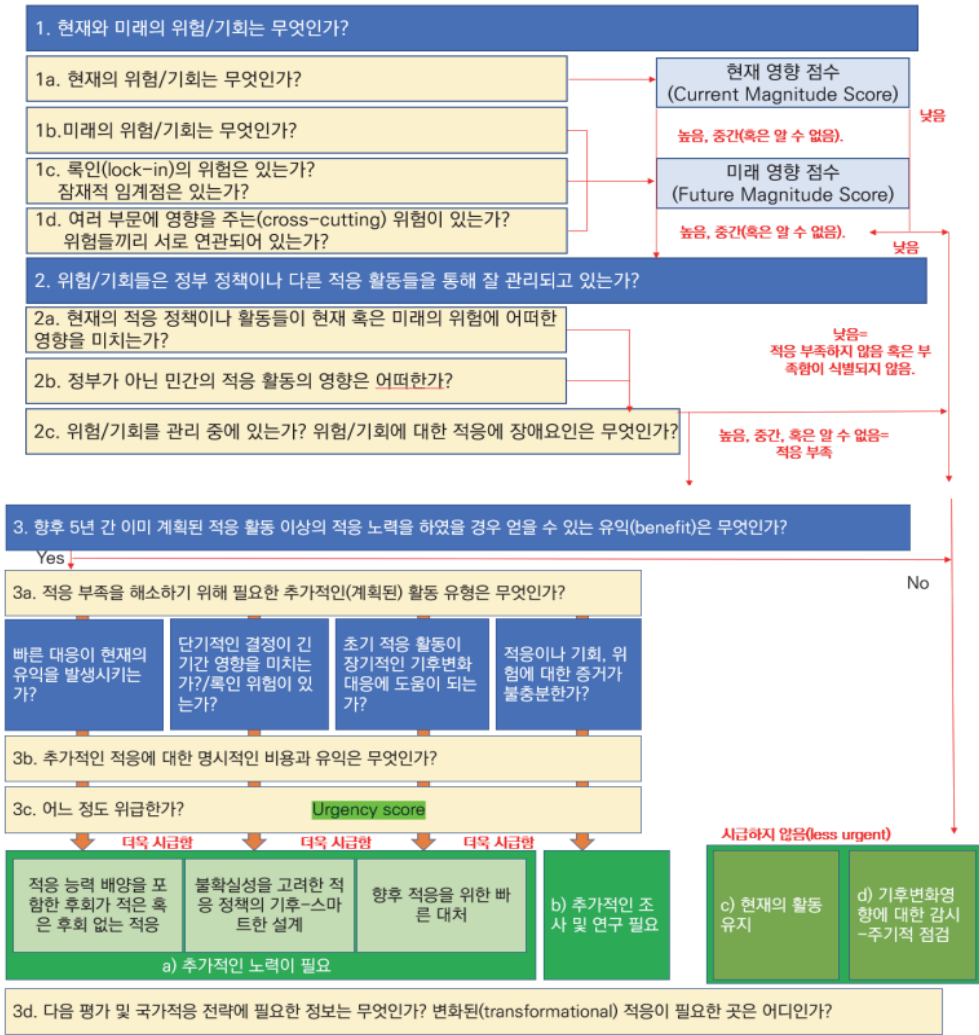
앞서 국가물관리위원 심층 면접에서도 우려의 의견이 나왔지만, 현재 기후 시나리오를 고려한 물수급 전망 시나리오 데이터를 구축하기에는 기술적인 준비가 되어 있지 않다. 감사원 지적 사항을 반영하도록 수정계획에 기후변화 시나리오의 물수급 전망 결과를 수록하겠지만, 그 신뢰성은 낮을 것으로 판단된다.

이에 향후 5년 동안 물분야 기후위기에 대응하기 위한 과학 및 정책 기반 고도화가 필요할 것으로 판단된다.

세부적으로는 영국의 기후변화 위험 평가(CCRA: Climate Change Risk Assessment)와 같이 물분야에 특화된 기후위험 평가 체계를 도입할 필요가 있다. 영국의 CCRA는 기후변화로 인한 위험과 기후변화 적응의 잠재적 혜택을 분석하는 체계이다(그림 3-6 참조).¹¹⁷⁾

116) UK Government, "Water Resource Planning Guideline", 검색일: 2023.8.11.

117) 성재훈(2022), p.1.



자료: 성재훈(2022), p.6.

〈그림 3-6〉 CCRA3 기후위험 및 잠재적 혜택 분석 흐름도

영국의 CCRA3는 실제적인 정책 사이클(예를 들어, 수자원 계획 수립)에 활용할 수 있는 기후 및 영향, 위험 정보를 제공하고 있다. 기후변화에 의한 위험 90% 이상이 물분야에서 생기는 지금 기후영향에 대한 정책 드라이브를 물분야에서 선도하는 것도 매우 중요하다고 판단된다.

앞서 언급한 것처럼 기후변화 관련 의사결정의 불확실성을 줄이려면 오히려 기후변화 시나리오의 불확실성의 범위를 많이 검토할수록 신뢰성이 높아진다. 이를 위해 기상청에서 제공하는 표준 시나리오 외에도 다양한 GCM 기후전망 시나리오까지 활용하는 것이 중요하다. 이를 위해서는 물정책 수립을 위한 국가 기후변화 표준 시나리오를 개발하고 「기상법」에 따라 인증을 받는 일이 필요할 것이다.

또한 영국의 “Updated Projection of future water availability for the third Climate Change Risk Assessment”와 같은 자료를 만들 수 있는 신규 전략을 추가해야 할 것이다.

기후변화 시나리오를 고려한 하위 물관리 실행 계획(예: 하천유역수자원관리계획, 유역물 관리종합계획, 국가수도기본계획, 수도정비기본계획, 하수도정비계획 등)을 수립하려면 앞서 생산한 기후변화 영향 및 위험평가 결과를 전략화하고 우선순위를 선정하는 접근법을 마련하는 것이 중요하다. 앞서 밝힌 RDM 방법을 쓴다고 해도 매우 다양한 방법이 있을 수 있으므로(118) 물관리 정책 목표(예: 댐 신설, 수도 및 하수도 개대체 등)를 고려하여 절절한 의사결정 체계 방안을 제시하는 가이드라인을 마련할 세부전략도 세워야 할 것으로 판단된다(표 3-13 참조).

〈표 3-13〉 『제1차 국가물관리기본계획』 수정계획 혁신과제③ 내 신규전략(안)

혁신 ③ 기후위기 시대 국민안전 물관리		관련 부처
추진과제	③ 기후위기 대응을 위한 과학 및 정책 기반 고도화	
	• 물분야 기후위험 평가 체계 구축	환경부
	• 물분야 정책 개발을 위한 국가 기후변화 표준 시나리오 개발 및 인증	환경부·기상청
	• 기후변화 시나리오를 고려한 물수급 전망 시나리오 개발	환경부
	• 기후변화 시나리오를 고려한 물관리 계획 수립 방법 및 가이드라인 마련	환경부

자료: 저자 작성.

118) 정은성 외(2013); Ray and Casey(2015).

3. 수정 이슈 2: 국가물관리기본계획의 정량적 목표 제시

가. 제1차 국가물관리기본계획 목표 제시 현황

『제1차 국가물관리기본계획』은 비전을 달성하기 위한 총괄 목표와 3개의 기본(정책)목표를 제시하고 있으며, 여타 다른 분야¹¹⁹⁾의 중장기 상위 법정계획처럼 추상적이며 규범적인 가치를 나타내는 서술적(narrative) 형태로 제시되어 있다. 물관리 일원화 이전에 수자원 관리의 최상위 계획인 수자원장기종합계획의 비전 및 목표도 이와 유사한 형태이다.

다만, 『제1차 국가물관리기본계획』이 수립되기 전, 국토교통부의 최상위 수자원 관리계획인 수자원장기종합계획(표 3-14 참조)과 환경부의 최상위 물환경 관리계획인 국가물환경관리 기본계획(표 3-15 참조)에서 전략 수준의 정책 목표가 측정 가능한 지표와 목표값으로 제시된 것과 달리, 『제1차 국가물관리기본계획』에는 6대 분야별 목표의 성과를 측정할 수 있도록 정량적 지표로 현행 지표와 차세대 지표로 나누어 제시하고 있지만, 계획의 목표연도인 2030년 달성해야 할 목표값을 제시하고 있지 않으며 전략 수준의 정책 목표도 측정 가능한 계량화 지표 및 목표값을 제시하고 있지 않다(표 3-16 참조).

〈표 3-14〉 『제4차 수자원장기종합계획 제3차 수정계획(2016-2020)』의 목표 및 지표

목표/추진전략		기대효과		단위	현재	목표
목표 1. 맑은 물의 안정적 공급						
1.1	저영향 맞춤형 수자원 확보	급수보급률	전국	%	96('14년)	97('20년)
			농어촌	%	69('14년)	90('20년)
		관망 복선화율		%	18('15년)	20('20년)
1.2	기 확보된 수자원 효율적 활용	댐 부족량 공급기준 마련	제도화	미실행	실행	
		비상급수지역 피해 인구	만 명	12('15년)	4('20년)	
1.3	ICT기술을 활용한 물관리 고도화	스마트시티 응용률 제고	%	59('15년)	80('20년)	
		누수율 저감	%	11('14년)	8('20년)	
1.4	통합수자원관리를 위한 수자원관리체계 개편	물 기본법 제정	제도화	미실행	실행	

119) 국토 및 환경 부문의 최상위 계획인 '국토종합계획'과 '국가환경종합계획'도 비전 체계적이고 규범 가치적인 서술형 목표를 제시하고 있다.

〈표 3-14〉의 계속

목표/추진전략		기대효과		단위	현재	목표
목표 2. 홍수에 안전한 국토기반 구축						
2.1	유역 홍수방어능력 제고	권역별 하천기본계획 수립률		%	13.8('16년)	100('20년)
		하천정비율	국가	%	80.7('14년)	90('20년)
			지방	%	48.6('14년)	60('20년)
		재해위험저수지지정고시		수	354('14년)	1,000('20년)
		홍수피해인구('05~'14)		천 명	204	100
		홍수피해액('05~'14)		천억 원	67.6	30
2.2	도시홍수 방지 등 종합 대응력 강화	도시하천유역종합치수대책 수립률		%	52('16년)	100('20년)
2.3	홍수 대응 능력 강화	국가하천 홍수예보지점		지점	43('16년)	65('22년)
		선행예보시간 단축지점 비율		%	-	20('21년)
목표 3. 생명이 살아 있는 친수환경 조성						
3.1	건강한 물환경 조성과 관리	하천유지유량 달성률		%	78('16년)	90('20년)
3.2	친수이용과 생태보전의 조화	하천 이용객 수 어류 종 철새 종	백만 명 종수 종수	114('16년)	140('20년) 증가('20년)	
3.3	함께하는 하천관리			1,262('15년)		194('15년)
목표 4. 수자원산업 육성 및 기술개발 추진						
4.1	신성장 미래기술 확보를 위한 R&D	수자원산업 일자리 창출		만 명	4.4('15년)	5.1('20년)
4.2	수자원산업 육성 기반 마련	수자원산업 육성 제도 마련		제도화	미실행	실행
4.3	국제협력 및 해외물시장 진출	수자원산업 해외수주액		억달러	25('15년)	30('20년)
		해외국가 간 MOU 체결		건	12('16년)	20('20년)
		물 관련 국제회의 개최 건수		건	1('16년)	2('20년)
4.4	남북 공유하천 관리 및 북한수자원계획 수립	남북공유하천 관리 협의 건수		건	0('16년)	2('20년)

자료: 국토교통부(2016), p.113.

〈표 3-15〉 『제2차 국가물환경관리기본계획』의 목표 및 지표

전략	목표	세부 목표
핵심전략 I	건강한 물순환 체계 확립	- 불투수면적률 25% 초과 - 51개 소권역의 지역별 물순환 목표 설정 *기본계획 5년 차 평가 시까지 정량화된 목표 설정
핵심전략 II	유역통합관리로 깨끗한 물 확보	- 주요 상수원 수질 I등급 달성 *하천 목표기준에 TOC 도입 시('21년) 기준 변경 검토
핵심전략 III	수생태계 건강성 제고로 생태계 서비스 증진	전국 수생태 건강성 B등급 달성
핵심전략 IV	안전한 물환경 기반 조성	- 산업폐수 유해물질 배출량 10% 저감(2010~2015년 평균 대비) - 4대강 상수원 보의 총인 농도와 남조류 세포 수 일정 수준 이하 유지
핵심전략 V	물환경의 경제문화적 가치 창출	국민 물환경 체감 만족도 80% 이상 달성

자료: 환경부(2016a), p.11.

물관리일원화 이후 「물관리기본법」에 의해 새롭게 수립되는 『제1차 국가물관리기본계획』에서 정량적 목표를 제시하지 않는 의사결정을 한 데는 몇 가지 이유가 존재했다.

첫째, 『제1차 국가물관리기본계획』은 물관리일원화 이후 「수자원법」의 수자원장기종합계획과 「물환경보전법」의 국가물환경관리기본계획을 아우르는 첫 번째 통합물관리 관련 계획이자 최상위 물관리계획으로서 타 부문 중장기 법정계획과 달리 「물관리기본법」 제27조 제3항의 부합성 심의라는 제도를 통해 최상위 국가물관리기본계획의 위상과 하위 계획의 강력한 구속력을 법적으로 보장받고 있다. 즉 부합성 심의를 통해 국가물관리위원회가 하위 국가 및 유역 단위의 실행 또는 전략계획이 국가물관리기본계획의 내용과 일관성 여부를 심의하고, 그렇지 않으면 변경하여 수립하도록 하는 명령을 할 수 있도록 강제하고 있다.

이에 최상위 계획에서 정량적 목표를 제한적으로 제시할 때 하위 유역계획 및 이행계획의 유연적·독립적 계획 수립에 영향을 주는 문제가 존재하며, 특히 『제1차 국가물관리기본계획』과 하위 실행계획 사이의 사용 모델, 해상도 등의 분석 방법 및 기간 불일치에 따른 상이한 정량적 목표 설정이 발생할 시 부합성에 문제가 있을 수 있다고 판단하였다.

〈표 3-16〉 『제1차 국가물관리기본계획』의 목표와 지표

물환경 부문 전략 및 추진과제		현재 지표	현황	2030년 목표	차세대지표
목표1. 물환경의 자연성 회복		하천·호소의 목표수질 달성률	하천(BOD): 69.6%(18년), 하천(T-P): 53.0%(18년), 호소(TOC): 32.7%(18년)	-	중합물환경지표
		수생태계 건강성 B등급 이상 비율	FAI 40%(18년)	-	하천유지유량 달성률
1.1	오염원 관리 강화를 통한 목표 수질 달성	하천, 호소의 목표 수질 달성률	하천(BOD): 75.6%(19년), 하천(T-P): 48.7%(19년), 호소(TOC): 36.7%(19년)	목표 수질 달성률 약 10% 이상 개선 하천(BOD): 85%, 하천(T-P): 60%, 호소(TOC): 60%	-
1.2	안전하고 깨끗한 상수원 확보 및 지하수 보전관리	-	-	새로운 유해 물질의 위험에도 국민 걱정 ZERO	-
1.3	하천 유역의 자연성 회복 및 수생태계 건강성 확보	-	-	우리 강의 자연성 회복 및 수생태계 건강성 증진	-
1.4	수변공간 관리체계의 정비 및 물 문화 활성화	-	-	하천 공간관리 체계의 정비와 시민이 앞장서는 물 문화	-
1.5	물환경 관리 기준 및 관리체계 개선	-	-	다음 세대(2030년 이후)를 위한 물 환경관리 기준 마련	-
목표2. 지속가능한 물이용 체계 확립		수돗물 만족률	61.5%(13년)	-	유역 이수안전도
		수돗물 직·간접 응용률	43.8%(17년)	-	유역의 물절약량 유역의 탄소저감량 유역의 물자급률
2.1	미래 물부족 대비를 위한 수요관리 강화기반 조성	수요관리 절감률	-	유역 물 부족량 대비 50%	-
2.2	공급시설 효율화 및 수원 다변화를 통한 수자원 확보	-	-	유역 단위의 용수확보-관리체계를 구축하여 공급 효율성 제고	-
2.3	서로 배려하는 합리적 물 배분 기반 마련	-	-	다음 세대를 위한 유연한 물 배분 구조 확립	-
2.4	국민이 믿고 마시는 수돗물 공급	-	-	국민이 믿고 마시는 수돗물 공급	-
2.5	물복지 사각지대에 있는 취약지역의 물 기본권 보장	-	-	급수 취약지역의 먹는 물 여건 개선 및 관리 효율성 제고	-

〈표 3-16〉의 계속

물환경 부문 전략 및 추진과제		현재 지표	현황	2030년 목표	차세대지표
목표3. 물 재해 안전 체계 구축 3.1 기물관리체계 선진화 및 극한기물 대응체계 구축 3.2 기반시설(댐·하천·저수지 등) 홍수안전 강화 및 예방 투자 확대 3.3 기후변화에 따른 극한홍수 대응체계 구축 3.4 홍수 예보체계 고도화 3.5 도시 침수 관리체계 강화		연 가뭄피해(운반, 제한급수) 인구	5.9만 명 ('16~'18년)	-	유역 재해 안전도
		홍수 피해 인구 및 피해액	75명, 2조 7,369억 원 ('18년, 누적)	-	
목표4. 미래 인력양성 및 물 정보 선진화 4.1물관리 전문인력 양성 및 일자리 창출 4.2 물 관련 조사·분석·정보화 관리체계 지능화 4.3 세계 최고 수준의 물관리 기술 확보		홍수 특별 선행 시간	국가하천 3시간 선행('18)	국가+지방하천 6시간 선행	물분야 친의용합형 인력양성 역량 물조사·정보자료 품질선진화율
		물관리 R&D 예산	1,171억 원('18년)	도심 내 홍수 방어 체계 강화를 통한 침수 피해 저감	
		수량·수질-수생태 통합측정 중권역 비율	-	-	
			-	물관리 혁신을 이끌 전문인력 양성	-
			-	빈틈없는 모니터링으로 물 정보 조사·분석·활용체계 구축	-
			-	첨단기술의 물리적·화학적 결합으로 지속가능한 물관리에 기여	-

〈표 3-16〉의 계속

물환경 부문 전략 및 추진과제		현재 지표	현황	2030년 목표	차세대지표
목표5. 미래 인력양성 및 물 정보 선진화	댐 안전성 강화율 (댐(용수, 다목적) 안전성 강화사업 완료 실적) 노후 상·하수관로 개량(*연간 노후 관로 정비실적)				
5.1	재해예방을 위한 신제적 유지관리체계 마련	-	-	물 기반 시설의 신제적 유지관리 및 이행 모니터링 체계 구축	-
5.2	생활안전 관리 수준 향상	-	-	안전·유지관리 규정 강화, 제도개선 등으로 안전 사각지대 해소	-
5.3	스마트 기술을 통한 유지관리 성능 고도화	-	-	스마트 기술을 통한 유지관리 성능 고도화	-
목표6. 물산업 육성 및 국제협력 활성화		물산업 내 수출액 비중	4.5%('18년)	-	국내 물산업 해외시장 점유율
		대한민국 주도 국제협력 의제	-	-	
6.1	물 관련 글로벌 선도국가 도약을 통한 국제위상 제고	-	-	대한민국 주도의 국제협력 확대 및 글로벌 협력체계 강화	-
6.2	물산업 육성 생태계 조성 및 활력 제고	-	-	신기술을 통한 새로운 시장 창출 및 지역 거점 기반 마련	-
6.3	국내기업 해외 진출 활성화	-	-	국내 물기업의 해외 점유율 제고	-
6.4	남북 공유하천 관리 및 북한 수자원 조사·분석 체계 구축	-	-	남북 관계를 고려한 공유하천(북한, 임진강)의 위기 대응체계 구축, 북한 수자원의 정기 조사·분석 추진	-

자료: 관계부처 합동(2021), pp.73-120을 토대로 저자 작성.

둘째, 앞서 밝힌 것과 같이 국가물관리기본계획은 「물관리기본법」의 기본원칙을 따르는 계획으로 「물관리기본법」이 매우 중요시 하는 유역별 물관리(제11조), 협력과 연계 관리(제13조), 물관리 정책 참여(제19조)의 원칙에 하향식(Top-down) 국가 목표를 정량적, 일방적으로 선언하는 것이 맞지 않다는 국가물관리위원회의 의견이 있었다. 이에 국가물관리기본계획 이후에 수립되는 유역물관리종합계획, 하천유역수자원관리계획 등 유역계획이 모두 승인되고 나서 국가물관리기본계획 수정계획을 수립할 때 이들이 제시한 유역별 정량적 물관리 목표를 검토하여 국가 수준의 정량적 관리 목표를 제시하는 것이 좋겠다는 의견이 증론이었다.

셋째, 수자원장기종합계획과 물환경관리기본계획에서 사용하던 기존 물관리 지표를 활용하여 국가의 목표를 제시하기에는 지표가 다소 지역적이며 통합물관리의 성과를 나타내기 적합하지 않다고 판단하였으며, 유역의 이수안전도, 치수안전도 등 합의된 개념이 마련되지 않아 지표로 활용하여 목표를 설정하기에는 시기상조라는 의견이 존재했다. 이에 『제1차 국가물관리기본계획』에는 현행 지표와 차세대 지표를 분리하고 시간을 들여서 차세대 물관리 지표를 개발하는 전략을 담고, 정량적 목표는 수정계획 시 담는 방향으로 의사결정을 하였다.

나. 국가물관리위원 심층 면접 분석 결과 - 정량적 목표 제시

『제1차 국가물관리기본계획』의 수정계획 수립 시 정량적 목표 제시에 대해서는 대부분의 전·현직 위원이 부정적 의견을 제시하였다. 주된 이유는 국가물관리기본계획은 국토종합계획 처럼 최상위 전략 계획이므로 정량적 목표를 제시하는 것보다 방향성을 지정하는 것으로 충분하니 지금의 서술적 형태로 충분하고, 정량적 목표는 하위 계획에서 방향에 맞게 유연하게 설정하는 것이 좋다는 의견이 지배적이었다.

“저는 쉽지 않을 것 같다는 생각이 좀 들어요. 이게 어쨌든 최상위 계획이니까 전체를 총괄하는 하나의 정량적 목표를 정하기도 어렵고, 그렇다고 각각 항목을 나눠서 구체적으로 다 제시하는 것도 최상위 계획으로서 위상에 맞지 않는 부분도 생길 것이고. 최상위 계획에 맞게 방향성 차원에서 제시하는 것이 적절하지 않을까 싶네요. ... 우리가 사실은 전에도 이런 고민을 많이 했잖아요. 계획관 위계, 역할

분담, 이런 차원이잖아요. 그런데 상위 계획에서 구체화를 시켜서 다 해버리면 하위 계획에서 이상해지고, 하위 계획 목표를 다 가져올 것 같으면 상위 계획으로서 위상도 이상해질 것 같고요. 역할 분담이 제대로 안 되면 ‘상위 계획은 왜 필요하고 하위 계획은 왜 필요하냐,’ 이제 서로 거기서 충돌되는 부분도 있을 것 같고, 상위 전략계획으로서 위상과 범위를 비교적 분명하게 다시 한번 정리 할 필요가 있을 것 같아요. 안 그러면 이런 고민이 계속될 것 같거든요.”(E 위원)

“국가물관리기본계획이 어떤 정량적인 목표가 있고, 저는 그건 그 계획이 아니라고 생각해요. 국가의 전략적인 계획이고, 말씀하셨던 계획의 적정성이나 타당성이나 이런 것들은 차라리 유역물관리계획 안에서 다루어야 하는 것이 아닌가 하는 생각이 들어요.”(F 위원)

“이건 기본계획이니까 그야말로 어떤 어젠다만 던져주면 되는 거잖아요. 거기서 ‘물수급이 부족하다.’ 그러면 댐을 만들 것인지 다른 대체 수자원을 개발할 것인지, 그것은 각 부처에서 고민할 일이지. … 일단 제가 보기엔 그 작동을 시작하는 임계치를 어디로 볼 것인지 생각하기 전에, 항목을 무엇으로 할 것인지 그것부터 먼저 결정하고 가면 될 것 같은데요.”(G 위원)

“국가물관리기본계획 밑에도 물환경, 물이용, 물재해 여러 분야가 있으니까 그런 것들이 취사선택해서 받을 수 있게끔 아까 말씀드렸던 기후변화 관련된 국가보고서 라든가 국가의 표준 시나리오라든가 이런 것을 정량화해서 딱 하나를 가지고 있으면 분야별로 알아서 거기서 가져다 쓰게끔만 하면 되는 것 같은데요. 국가물관리기본 계획에서는 그 정도를 지정해주면 되지, 저는 개인적으로 ‘뭐 이것은 몇 퍼센트, 저 것은 몇 퍼센트’ 하라고 하는 것은 제 생각에 국가물관리기본계획에서 너무 하위 내용을 언급하는 것이 아닐까 그런 조심스러운 생각이 드네요.”(A 위원)

다만, 일부 위원들은 실행력 제고나 정확한 방향성을 제시하는 데 필요하다면 전국 대상으로 적정한 단일 목표치를 제시하는 방안을 제시하기도 하였다.

“국가물관리기본계획에서 그런 것들을 다 설정해놓으면 하위 계획에서 할 일이 없죠. … 예를 들어 수질이라면, 그것이 중권역이든 소권역이든 ‘전체에서 양호 수준 이상으로 달성하기’ 그런 궁극적인 목표를 설정해주는 것이 기본계획이라고 생각해요.

… WFD에서 그렇게 하잖아요? 2025년까지 달성 못 하잖아요? 그러면 달성 연도를 변경한다든지 몇 가지 단서 조항을 달고 하죠. 그러니까 그런 정도의 수준으로 담겨야 한다고 생각해요.”(D 위원)

“저는 이게 기본계획이니까 없어도 된다고 보거든요. 『물관리기본계획』뿐만 아니라 국가의 기본계획은 어떻게 보면 패션쇼의 디자이너가 세운 의상이라고 보거든요. 예를 들면 패션쇼에 나오는 옷들은 시내에 입고 다닐 것이 아니잖아요. 경향성만 보여주고 나머지는 디자이너들이 하듯이. 다만 여기서는 어젠다식으로 이수와 치수에 대해서, 또는 무엇에 대해서 한다고 하면 나머지가 거기에 맞춰서, 환경부가 될 수도 있고 이행평가를 하는 주체 부서, 농림부, 산림청 등이 ‘우리는 정량치, 계량치를 이렇게 세울게.’ 그렇게 출발하는 것이 맞지 않을까 싶거든요. … 하지만 국가 차원의 방향성을 제시하는 유니버설한 목표를 설정하는 것도 이행력을 담보하기 위해서는 필요하다고 보입니다.”(G 위원)

“저는 1차에서 계획했던 대로 국가에서 무조건 잡기보다는 ‘유역에서 논의한 결과를 다시 취합해서 정량화해보자’는 것은 좋은 프로세스라고 생각해요. 그런데 지금 현재 유역위가 그럴 정도의 능력이 될지 모르겠어요. 의지를 가지고 있는지도 모르겠고. 그러면 반대로 유역위에게 누군가가 자료를 제공하고 그 결과를 그대로 사용하여 유역을 통해 올라와봤자 별로 의미가 없어져버리는 상태가 되는 것 같아요. … 하여튼 그래도 방향은 그렇게 유역을 거쳐서 설정하는 것이 맞겠죠.”(B 위원)

다. 물환경 부문의 정량적 목표 검토(안)

1) 제1차 국가물관리기본계획의 현행 지표 및 목표 설정 현황

○ 현행 지표 체계

국가물관리기본계획의 6대 분야 중 물환경의 자연성 회복은 “공공수역의 깨끗한 수질 확보를 위한 노력을 지속하면서 수생태계 건강성 확보, 종 다양성 회복, 서식처 복원에 보다 힘쓰고, 국민이 안심하고 즐길 수 있는 하천 공간을 지속해서 확대하기 위해 ‘5가지 분야별 추진전략’을 제시하고 있다(관계부처 합동, 2021). 국가물관리기본계획상 5대 전략은 ① 오염원 관리 강화를 통한 목표 수질 달성, ② 안전하고 깨끗한 상수원 확보 및 지하수

보전 관리, ③ 하천유역의 자연성 회복 및 수생태계 건강성 확보, ④ 수변공간 관리체계의 정비 및 물 문화 활성화, ⑤ 물환경 관리기준 및 관리체계 개선이며, <그림 3-7>과 같이 정량적인 성과 또는 이행지표를 설정하여 정량적인 목표를 제시하였다(관계부처 합동, 2021). 다만, 차세대 지표의 경우에는 국가물관리기본계획에서 구체적 값을 제시하지 않고 산정 방법을 2025년까지 설정하여 제2차 국가물관리기본계획 수립 시(2030년 이후) 목표 지표로 활용하는 것으로 하고 있다.



자료: 관계부처 합동(2021), p.73.

<그림 3-7> 물환경의 자연성 회복 분야의 주요 지표

○ 현행 지표의 현황

국가물관리기본계획 수립에 따른 수질 및 수생태계 지표 변화를 살펴보기 위해 첫째, 계획수립 이전의 수질현황 변화기간(2006~2018년) 이후 최근 4년간(2019~2022년)의 연간 수질변화와 목표기준 및 좋은물 달성도를 분석하였다.

분석 결과는 ① 5대강 주요 상·하류 측정지점 수질변화는 BOD, TOC, TN, Chl-a 모두 더 감소하는 경향을 보였지만 TP는 증감 변화가 유사한 것으로 파악되었다. ② 목표 및 좋은물 달성도는 2021년 기준으로 평가할 때 2019년보다 목표기준 및 좋은물 달성도가 좋아진 것으로 나타났다. 이런 수질 변화 효과는 국가물관리기본계획 및 유역계획이 본격적으로 이행되기 이전이므로¹²⁰⁾ 계획 이행에 따른 개선 효과보다는 강수 등 기후와 지역적 특성에 더 많은 영향을 받은 것으로 판단 된다. 따라서 수질 지표 평가나 예측 시 기후변화나 환경여건 변화를 고려한 목표설정과 대안 제시를 고려할 필요가 있는 것으로 나타났다.

120) '4대강 유역물관리종합계획'은 현재 확정 이전이기 때문에 계획에 따른 실질적 제도 이행으로 판단하기 어려움.

〈표 3-17〉 5대강 상류 및 하류 주요 측정지점 수질 추세(2019~2022년)

구분 ('19년 → '22년)		BOD	TOC	TN	TP	Chl-a (mg/m ³)
		mg/L				
한강	팔당	1.2→1.0	2.2→2.3	2.094→2.213	0.031→0.027	13.4→11.2
	노량진	2.1→1.8	2.8→3.3	4.870→4.167	0.075→0.061	18.4→15.4
낙동강	안동1	1.0→0.7	2.6→2.6	1.682→1.531	0.014→0.016	4.4→3.6
	물금	1.9→2.1	4.5→4.1	2.638→2.281	0.038→0.034	23.2→22.2
금강	대청댐	0.8→0.7	2.8→2.8	1.374→1.251	0.026→0.010	7.6→7.8
	부여1	3.4→2.7	3.8→3.5	3.300→3.261	0.082→0.055	43.3→29.8
영산강	담양	1.7→1.4	3.0→2.8	2.473→2.361	0.154→0.167	10.4→12.1
	나주	4.9→6.6	7.6→7.2	4.720→5.438	0.139→0.168	59.2→61.2
섬진강	주암댐	0.9→1.3	2.5→2.3	0.681→0.545	0.017→0.018	3.6→2.8
	구례	0.8→0.8	2.9→3.4	1.763→1.647	0.049→0.069	3.3→3.0

자료: 물환경정보시스템, “자료조회-수질측정망-자료조회”, 검색일: 2023.4.25.

〈표 3-18〉 목표기준 및 좋은물 달성도(2019~2022년)

구분		BOD(하천)/TOC(호소)	TP
목표기준 달성도 (%)	하천	75.7('19년) → 70.4('22년)	48.7 → 53.0
	호소	36.7 → 49.0	18.4 → 18.4
좋은물 달성도 (%)	하천	82.6 → 86.1	79.1 → 79.1
	호소	87.8 → 91.8	79.6 → 73.5

자료: 국립환경과학원(2020, pp.7-8, 2021, pp.5-6, 2022, pp.5-6, 2023, pp.5-6).

둘째, 수생태 건강성 지표 평가를 진행하였다. 수생태 건강성 지수(TDI, BMI, FAI, HRI)의 등급별(A~E) 평균값(평가 점수) 자료가 공개되어 있지 않아서 현재 제공되는 등급별 지점수 변화를 살펴보았다. 4개 건강성 지수 평가 지점수의 변화를 분석한 결과, 좋음 등급 이상(A, B)의 지점수는 2016~2018년(1단계)은 5,146개에서 2019년~2021년(2단계) 5,578개로 8.4%로 증가하였고, 매우 나쁨(E) 등급은 1단계 840개에서 2단계 528개로 37.1% 감소하여 전체적으로 수생태계 건강성이 양호해지는 추세를 나타낸다고 평가할 수 있다. 그러나 이런

변화가 나타난 원인 및 해석이 쉽지 않으므로 국가물관리기본계획 시 효과적이고 종합적으로 판단하고 평가할 수 있는 지표 설정이 필요하다.

〈표 3-19〉 권역별 수생태계 건강성 측정지점의 등급변화(등급별 지점수 비교)

구분		한강	낙동강	금강	영산강
		1단계('16~'18년) → 2단계('19~'21년)			
부착 돌말류 (TDI)	A	95 → 87	68 → 96	16 → 23	42 → 76
	B	314 → 316	371 → 372	94 → 163	188 → 200
	C	224 → 274	294 → 323	158 → 207	180 → 202
	D	134 → 163	122 → 86	203 → 158	145 → 117
	E	129 → 63	26 → 11	132 → 52	77 → 38
저서 동물 (BMI)	A	344 → 366	220 → 314	122 → 102	109 → 144
	B	201 → 185	280 → 286	131 → 143	234 → 236
	C	151 → 137	201 → 160	93 → 113	146 → 120
	D	104 → 132	153 → 106	154 → 166	92 → 71
	E	102 → 82	31 → 21	104 → 80	50 → 62
어류(FAI)	A	241 → 218	112 → 152	54 → 56	46 → 56
	B	235 → 285	322 → 333	140 → 156	223 → 246
	C	209 → 234	225 → 202	230 → 220	191 → 202
	D	171 → 137	187 → 187	154 → 144	137 → 105
	E	46 → 29	40 → 16	24 → 28	34 → 24
서식수변 (HRI)	A	83 → 74	43 → 37	27 → 22	28 → 23
	B	264 → 283	211 → 245	136 → 125	152 → 158
	C	388 → 435	438 → 440	347 → 341	344 → 372
	D	158 → 104	177 → 148	86 → 110	106 → 76
	E	11 → 0	23 → 16	8 → 2	3 → 4

자료: 환경부, 국립환경과학원(2022), pp.12-34.

○ 현행 목표설정 현황

『제1차 국가물관리기본계획』의 정부(안)을 마련할 당시 물환경 부문의 세부 정량적 목표를 구체적으로 제시하는 것에 많은 이견이 존재하였다. 이는 최상위 계획에서 정량적 목표를 제한적으로 제시할 때 하위 유역계획 및 이행계획의 유연적·독립적 계획 수립에 영향을 주고, 평가를 좋게 받으려고 결국 국가물관리기본계획에 맞춰서 대부분 계획을 수립 및 이행할 것이라는 한계가 우려로 지적되었다. 그러나 계획의 일관성과 위계를 유지하고 실효성 및 효과성 있는 계획을 수립하고 이행하려면 최소한의 공통된 목표와 지표가 필요하다는 의견이 더 우세하였다. 이렇게 국가물관리기본계획의 목표와 지표에 대한 고민 속에 유역계획(안)에서는 공통지표와 유역지표를 구분하여 유역별로 제시하고 있다. 유역계획의 공통지표는 국가물관리기본계획과 동일하게 그리고 유역지표로는 주요 상수원 수질 달성 지표를 제시하고 있다. 상수원 수질 달성 지표는 이미 「물환경보전법」에 따른 제2차 물환경관리기본계획 등에서 제시하고 이행하고 있는 지표로서 자연성 회복과 통합물관리에 적합한 지표인지에 대한 지적이 있었다. 공통 및 유역지표 외 국가물관리기본계획에서는 또 다른 미래지향적인 차세대 지표인 “통합 물환경 평가지표”를 마련하도록 하고 있다.

2) 국내 차세대 지표 관련 연구 현황

물환경 자연성 회복 분야의 차세대 지표는 “물환경 관리기준 및 관리체계 개선” 전략으로 제시되어 있고, 정책목표는 다음 세대(2030)를 위한 물환경 관리기준을 마련하는 것이다. 결과물로는 차세대 물환경기준 마련과 함께 이화학적 요인(수질), 생물학적 요인(생물), 물리적 서식환경(서식지, 유량 등), 친수환경 등을 종합적으로 고려한 지표를 제시하여야 한다.

현행 단일, 일괄 지표체계 및 부문별 별도 평가 체계와 달리 차세대 평가 체계는 다양한 요소에 대한 “통합 물환경 평가지표”를 지향하고 있다. 통합 물환경 지표의 가장 기본 원칙은 이화학(수질), 생물학(생물), 물질적 서식환경(서식지, 유량 등), 친수환경 등을 종합적으로 판단하고 평가하여 국민이 쉽게 체감하게 하는 것이다.

통합 물환경 평가지표의 초안적 개념도는 한국환경연구원 외(2020)¹²¹⁾ 연구에서 제시한

121) 한국환경연구원 외(2020), pp.319-320.

바와 같이 수질지표, 생물지표, 물리적 서식환경, 친수요인을 종합적으로 평가하여 물환경 전체를 평가하는 방식이다.



자료: 한국환경연구원 외(2020), p.320, <그림 6-3-3> 인용.

<그림 3-8> 물환경 종합평가 개념도

한국환경연구원 외(2020)에서 제안된 통합지표는 개념적으로 매우 합리적인 방법으로 인식될 수 있으나 실행력을 고려할 때 물환경 종합평가 체계 및 지표로 마련하는 데는 다음과 같은 다양한 추가 고려사항이 필요하다. 첫째, 최종 평가로 달성하고자 하는 목표를 결정해야 한다. 이는 지표마다 중요도가 다르고 겹치지 않는 본래의 역할이 있는 반면에 요소 간 상호작용을 하므로 단일의 종합지표로 산정하는 데 어려움이 있다. 즉 대부분의 개별 지표는 그 차이가 있으나 이화학, 생물학적, 물리적 요소를 이미 지표 내에서 반영한 결과로 표현되기 때문에 새로운 종합지표를 만들려면 종합지표의 궁극적인 목표(수생태계의 건강성 상태 등)를 명확하게 설정하고 그에 맞게 현행 지표를 수정하고 최적 조합과 평가 기법을 마련할 필요가 있다. 특히 대부분의 지표가 현행 물환경기준이나 부문별 기준을 주요 평가 요소와 목표로 마련하여 이를 어떻게 조합하여 기준과 평가를 실제 균형 있게 잘 연계할지 고민이 필요하다.

둘째, 지표 결과를 이해하기 쉽고 간단하게 제시하는 방법이 필요하다. 지표로서의 기능을 효과적으로 나타내려면 이를 이해하기 쉽게 나타내는 부분이 가장 필요하며 각각의 지표를 나열하는 방식보다는 종합지표와 결과로 평가하는 방법이 효과적이다. 그러나 수질, 수량, 수생태, 물리적 조건 등의 개별요소를 모두 통합 제시하는 데는 어려움이 크다.

셋째, 다양한 지표를 결합하여 하나의 결과로 제시하려면 지표별 가중치를 활용하여 종합

화하는 방법이 매우 주요한 요소이다. 이때 지표별 중요도와 가치를 결정하는 데는 수용자의 주관적인 결정이 많이 작용하며 이를 합리적이고 객관적으로 결정하기 매우 어렵다.

넷째, 하천 및 호소 등 공공수역의 특성이나 변화를 잘 반영할 수 있는 유연성과 조정 기능이 필요하다. 다양한 요소와 요구사항이 결합된 종합지표는 실질적으로 너무 복잡하고 이를 마련하기 위해 더 많은 자료와 측정을 요구하게 되는데 이를 확보하기 위한 기간과 조건, 지점이 매우 제한적일 수밖에 없다. 따라서 현행 활용 가능한 자료와 평가하고자 하는 목표와 범위를 설정하는 일이 매우 중요하다고 할 수 있다.

3) 국외 차세대 지표 관련 연구 동향

통합 물환경 평가지표를 마련하기 위해 현재 국립환경과학원에서 연구를 진행 중이며, 이 중 통합 물환경평가지표로 사용할 수 있는 사례로 연구를 진행 중인 박연정(2023) 연구사례¹²²⁾를 소개하면 다음과 같다.

가) 호주

호주는 우리나라와 다르게 용도별 기준이 있어서 이를 종합적으로 평가할 수 있다. 이런 장점을 고려하여 1999년부터 빅토리아주에서는 하천상태지수(ISC: Index of Stream Condition)라는 종합지표를 설정하고 평가를 이행하고 있다.

ISC에서 사용하는 영역은 ① 수량(hydrology), ② 수질(water quality), ③ 물리적 구조(physical form), ④ 서식환경(streamside zone), ⑤ 수생태(aquatic life) 등이며 하천의 모든 영역에 해당하는 항목을 평가하고 있으며 영역별로 최종 10점씩 부여하여 최종 결과를 도출하는 방식으로 평가하도록 하고 있다.

122) 박연정(2023), pp.6-32.

〈표 3-20〉 하천생태지수 항목 및 배점

구분	수량 (hydrology)	수질 (water quality)	물리적 구조 (physical form)	서식환경 (streamside zone)	수생태 (aquatic life)
항목	<ul style="list-style-type: none"> · Low flows · High flows · Zero flows · Seasonality · Variability 	<ul style="list-style-type: none"> · Total Phosphorus · Turbidity · Salinity (EC) · pH 	<ul style="list-style-type: none"> · Bank condition · Artificial barriers · Instream woody habitat 	<ul style="list-style-type: none"> · Width · Fragmentation · Overhang · Cover of trees and shrubs · Structure · Large Trees · Weeds 	<ul style="list-style-type: none"> · AUSRIVAS · SIGNAL · EPT · Number of Families
사용 data	측정된 데이터 사용		전문가에 의한 현장조사		
배점	10	10	10	10	10

자료: Victoria State Government(2014), p.4; 박연정(2023), p.6.

세부평가항목 측정 및 현장조사 결과를 5개 영역별로 계산식을 사용하여 50점을 최고점으로 최종 산정한다. 산정된 평가 점수는 최종적으로 5개 등급으로 구분하여 하천의 물환경 상태를 평가한다.

〈표 3-21〉 하천생태지수 평가 등급 결과

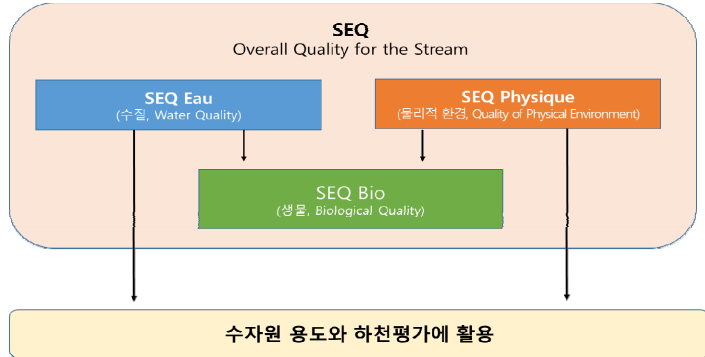
ISC 전체 점수	하천 평가 상태
0-19	매우 나쁨(very poor)
20-23	나쁨(poor)
24-34	보통(moderate)
35-40	좋음(good)
41-50	매우 좋음(excellent)

자료: 박연정(2023), p.6.

나) 프랑스

프랑스의 수질 평가시스템인 SEQ(Quality Assessment System)는 수자원 용도와 하천 평가를 위해 고안된 방법이며 이화학적(Eau, Water Quality), 물리적(Physique, Quality of physical environment), 생물학적(Bio, Biological quality)으로 구분되어 영역별

지표와 매개변수를 이용하여 5개 등급(청색/녹색/황색/황색/적색)으로 평가하도록 하고 있다 (Les Agences de l'Eau, 2000).¹²³⁾



자료: 박연정(2023)을 수정 작성함.

〈그림 3-9〉 프랑스 SEQ 개념도

예로 SEQ-Eau는 16개 지표, 153개 변수가 평가에 사용되며 ① 수질(이화학적 상태), ② 용도적합성(음용수, 레저 및 수상스포츠, 관개용수, 가축음용수, 양식업 등), ③ 생물 서식처 적합성에 대한 평가를 통해, 매우 좋음(청색), 좋음(녹색), 보통(황색), 나쁨(주황), 매우 나쁨(적색)으로 표시하여 최종 결과를 도출하도록 하고 있다.

프랑스 SEQ는 다양한 변수를 사용하여 부문별로 평가할 수 있는 체계이지만 호주의 ISC와 같이 3개 영역을 종합적인 결과로 제시하지 못하기 때문에 지표의 평가 방법이나 평가 변수 활용도를 검토할 수 있을 것으로 판단된다.

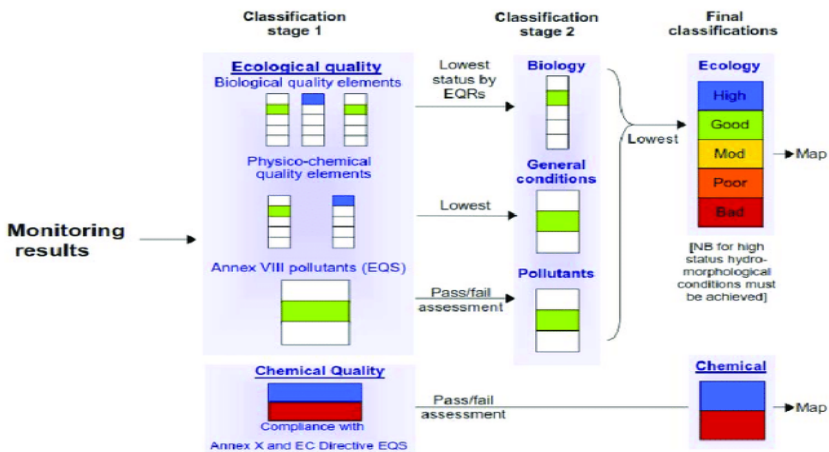
다) 유럽연합(EU)

EU는 물 관련한 다양한 법령과 제도를 하나로 통합하여 2000년에 물관리지침(WFD: Water Framework Directive)을 마련하였다. 본 지침에 따라 지표수 수질상태를 평가하는 체계를 마련하여 유럽의 모든 회원국에 동일한 목표를 설정하도록 의무화하고, 2030년까지 생태적으로 좋은 상태(good status)를 달성하고자 회원국은 구역별로 하천유역관리계획

123) Les Agences de l'Eau(2000), pp.1-105.

(RBMP: River Basin Management Plan)을 수립하여 이행하고 있다.

EU에서 평가지표로 사용하는 물환경 평가 방법은 생물학적 질(생물학적, 물리화학적, 유체 형태학, 특정유해물질)과 화학적 질의 수준을 평가하여 가장 낮은 등급 또는 검출 이하이면 통과하는 방식으로 하천 상태를 평가하고 있다. WFD에 따른 평가방법은 매우 단순하면서도 명확한 목표를 가지고 유역계획 수립 및 이행과 같은 실질적인 대책을 수립하여 달성하도록 하고 있어서 매우 실용적인 방법으로 판단된다.



자료: 환경부, 국립환경과학원(2010), p.310, <그림 3.1.1>.

<그림 3-10> EU WFD의 수질 평가 체계

4) 소결: 물환경 부문의 정량적 목표 설정 방향

『제1차 국가물관리기본계획』에서는 물환경 부문만 현행 지표를 활용하여 10%p 수질 및 수생태 목표 상향이라는 정량적 목표를 제시하였다. 수정계획에서 현행 지표를 활용한 목표 설정을 수정할 필요는 없을 것 같다.

차세대 지표의 경우, 하천유지유량 달성률은 현재까지 평가 기준이 마련되어 있지 않으나, 한해진 외(2020)의 경우 달성률을 하천의 수량건전성을 평가하는 기준을 차용하여 다음과 같이 제시하고 있다(표 3-22 참고). 향후 여러 전문가의 의견을 수렴하여 하천유지유량의 평가기준을 설정할 필요가 있다.

〈표 3-22〉 하천유지유량의 평가기준

건천화 등급	판정 기준(D: 기준 유량 이하 일수)	상태	달성 여부
1	$D \leq 10$	양호	달성
2	$10 < D \leq 30$	보통	
3	$30 < D \leq 60$	약간 나쁨	미달성
4	$60 < D \leq 90$	나쁨	
5	$90 < D$	매우 나쁨	

자료: 한혜진 외(2020), p.106.

차세대 지표 중 “통합 물환경 평가지표”는 국립환경과학원에서 현재 진행 중인 과제의 결과를 활용하여 전문가 의견수렴을 통해 차세대 지표 설정이 필요할 것으로 판단된다.

라. 물이용 부문의 정량적 목표 검토(안)

1) 제1차 국가물관리기본계획의 현행 지표 및 정량적 목표설정 현황

○ 생활 및 공업 용수

물이용 부문 전략인 ‘2. 지속가능한 물 이용체계 확립’에서 제시한 현행 지표는 〈그림 3-11〉과 같이 ‘수돗물 만족률’과 ‘수돗물 직·간접 음용률’이다. 현행 지표는 국가물관리기본 계획 수립 당시 기존 물 공급·이용 관련 계획에서 수립된 정책지표 중 일부를 나타낸 것이며, 차세대 지표를 설정함에 따라 현행 지표의 정량적 목표는 제시하지 않고 있다.



자료: 관계부처 합동(2021), p.84.

〈그림 3-11〉 물이용 분야 주요 지표

현행 지표인 ‘수돗물 만족률’과 ‘수돗물 직·간접 음용률’은 「수도법」 제29조에 따라 환경부에서 3년마다 시행하는 ‘수돗물 먹는 실태조사’에서 조사된다. 『2025 전국수도종합계획』(환경부, 2016)에서는 수돗물 만족률의 경우 정책지표로 설정된 지표로서 전체 설문조사 인구 중 수돗물 만족으로 조사된 인구의 비율로 만족률을 산출하는데 2013년 조사된 61.5%를 기준으로 2020년 75%, 2025년 85%로 단계적 상향 목표를 수립하였다.¹²⁴⁾ 수돗물 음용률은 수돗물에 대한 국민 신뢰도 측면에서 평가결과를 제시하는 수준으로서 정량적 지표로 설정되지는 않았다. 한편 국가물관리기본계획에서는 ‘전략 4-5 시민들이 직접 참여하고 소통하는 수돗물 관리체계 구축’에서 수돗물의 불안요소 해소와 부정적 인식을 제고하는 전략을 수립하고 있다.

현행 지표의 실적평가는 전국수도종합계획과 수도정비기본계획을 통합하여 개편한 『2040 국가수도기본계획』에서 찾아볼 수 있다.¹²⁵⁾ 2021년 기준으로 조사한 수돗물 먹는 실태조사 결과에 따르면 수돗물 만족률은 69.5%로 일부 개선되었으나 목표에 도달하지는 못했으며 수돗물 음용률은 36% 수준으로 낮아졌다고 평가하였다.¹²⁶⁾ 이는 인천 적수사태, 수돗물 유출 등 수도사고와 물탱크 오염 우려 등으로 음용률 향상에 한계가 있었다고 기술하고 있다. 다만 국가수도기본계획에서도 수돗물 만족률과 수돗물 음용률은 직접적인 지표로 설정하지 않고 있으며, 국가물관리기본계획의 전략을 고려해 수돗물 신뢰도 제고 차원에서 위생관리 인증제 도입이라는 새로운 전략을 제시하는 것으로 확인되었다.

○ 농업용수

농업분야의 현행지표는 수리안전답률¹²⁷⁾이며 농업생산기반정비사업 통계연보(2021년) 기준 수리안전답률은 63.7%(수리안전답면적 497천ha)이다.

124) 환경부(2016b), p.45.

125) 환경부(2022a), pp.22-25.

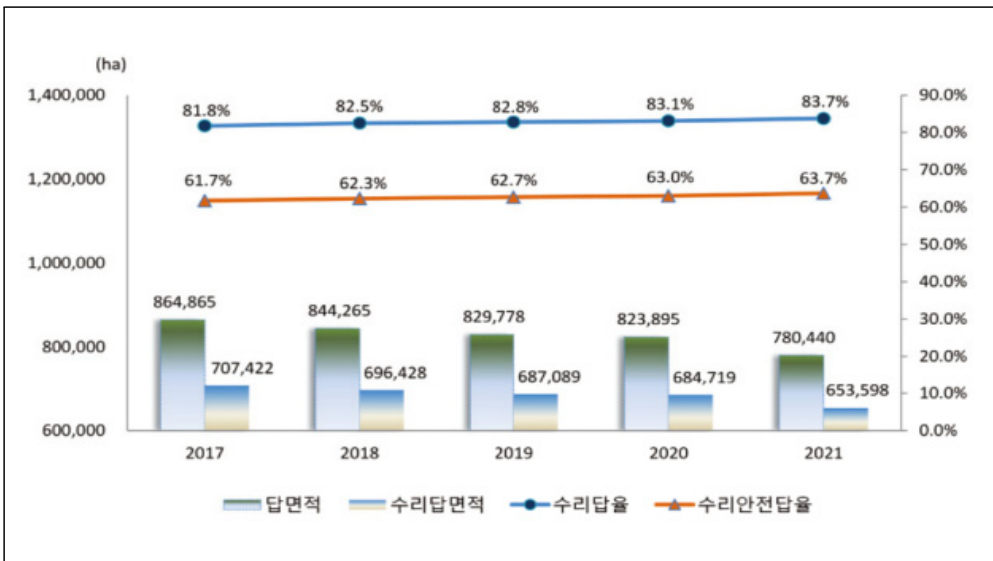
126) 환경부(2021), p.55.

127) 수리안전답률: 10년 빈도 가뭄에도 용수공급이 가능한 면적.

〈표 3-23〉 한발빈도별 수리답 면적

논면적 (ha)	한발빈도별 수리답 면적						수리 불안전답
	계	평년	3년	5년	7년	10년 이상	
780,440.0	653,598.2	102,941.9	33,324.4	14,678.6	5,682.5	496,970.8	126,841.8
(100%)	(83.7)	(13.2)	(4.3)	(1.9)	(0.7)	(63.7)	(16.3)

자료: 농림축산식품부, 한국농어촌공사(2022), p.33.



자료: 농림축산식품부, 한국농어촌공사(2022), p.23.

〈그림 3-12〉 논면적·수리답 및 수리답률 추이

2) 국내 차세대 지표 관련 계획 및 연구 분석

국가물관리기본계획의 목표지표 설정은 전략의 명확한 방향과 목표를 설정해 하위 부문별 계획에 실행력을 부여하고, 성과 달성을 위한 구체적이고 단계적인 실행 목표를 수립하는 가이드라인으로서 매우 중요한 요소이다. 국가물관리기본계획에서 물이용 부문으로 제시된 차세대 지표는 ‘유역 이수안전도’와 ‘유역의 물절약량 및 탄소저감량’, ‘유역의 물 자급률’로 제시하였다.

다만 문제는 지표에 대한 설정 배경과 방안, 정량화된 목표가 나타나지 않고 있어 차세대 지표를 2025년까지 설정하여 관리해야 하는 지표로 정의함에 따라, 국가물관리기본계획의 수정계획 수립 시에는 물이용 여건과 현안을 고려한 정량적 목표를 부여하여 지표의 목표를 명확히 할 필요가 있다. 이에 차세대 지표 설정 방안을 모색하고자 관련 계획과 추진내용을 조사하였다.

○ 국가물관리기본계획(2021-2030)

국가물관리기본계획에서 차세대 지표와 연관되는 전략과제와 주요내용은 <표 3-24>와 같다. 유역 이수안전도는 '전략 2-① 기존 댐·저수지 등의 용수 사용 탄력성 제고'에서, 물 절약량과 탄소 저감량은 '전략 1-① 물 사용과 탄소배출을 연계한 수요관리 전략 마련'에서, 물 자급률은 '전략 2-③ 물 자급률을 고려한 지역별 맞춤형 신규 수자원 확보' 과제에서 주된 내용을 다루고 있다. 다만 차세대 지표 설정을 위한 직접적인 과제는 아니며 아직 체계 구축 및 계획 수립 등의 단계로 확인되었다.

<표 3-24> 차세대 지표 관련 국가물관리기본계획의 추진전략

항목	번호	전략과제명	주요내용	추진일정
유역 이수 안전도	전략 2-①	기존 댐저수지 등의 용수 사용 탄력성 제고	· 과부족 시설 간 연계체계 구축 · 용수공급 능력 재평가 (하천유역별 이수안전도 평가)	· 계획 고도화(~'25년) · 운영 시행('25년~)
물 절약량, 탄소 저감량	전략 1-①	물 사용과 탄소배출을 연계한 수요관리 전략 마련	· 탄소 배출량 과학적 규명 및 자치단체의 수요관리 목표량과 탄소저감량 연계체계 구축 · 물질약 교육 및 국민 홍보	· 체계 구축(~'26년) · 시행('27년~)
물 자급률	전략 2-③	물 자급률을 고려한 지역별 맞춤형 신규 수자원 확보	· 유역별 물 자급률 조사·관리 등을 반영하여 수도기본계획 수립지침 개정 · 지역특성을 고려한 수자원 확보로 유역 내 자급률 제고	· 지침 개정(~'23년) · 시행('24년~)

자료: 관계부처 합동(2021), pp.131-132를 활용하여 저자 재구성.

○ 국가물관리기본계획 이행계획(2021-2025)

국가물관리기본계획 이행계획에서 차세대 지표와 관련한 이행과제와 주요내용을 <표 3-25>와 같이 정리하였다. 먼저 ‘유역 이수안전도’는 ‘분야2-2-3-2 지역 맞춤형 신규 수자원 확보’에서의 하천유역수자원관리계획과 관련이 있는데, 하천유역수자원관리계획에서는 유역의 이수, 치수, 하천환경을 진단하고 유역의 구역별(유역 및 행정구역) 물 부족 현황 등에 맞춰 관리계획을 수립하여 목표 이수안전도를 제시할 계획이기 때문이다.

‘유역의 물 절약량 및 탄소저감량’은 ‘분야2-1-1-1 물 사용과 탄소배출을 연계한 수요관리 전략 마련’에서 물 생산·공급 전 과정에서의 온실가스 배출량 산정방식을 2023년까지 마련할 계획이며 과제 내용에서 물 생산·공급 전과정 등에서 배출되는 탄소 배출량 산정방안과 탄소중립 추진 방향과 연계하여 물관리 분야 감축 목표 등 중장기 방안을 설정하는 계획이 있는 것으로 확인되었다.

‘유역의 물 자급률’은 ‘분야2-2-3-1 유역별 물 자급률 조사 및 관리방안 마련’에서 물 자급률 조사를 계획하고 있는데 국가수도기본계획에 지자체별 유역별 물 자급률 조사를 반영한 수도기본계획 수립 지침을 개정하고 2025년 국가수도기본계획 타당성 조사 시 물 자급률을 조사하는 계획을 수립하고 있는 것으로 나타났다. 다만 국가수도기본계획에서는 ‘전략 ① 유역기반의 통합적 수도 공급체계 구축’의 ‘1-1-1 유역단위 국가 수도계획 통합’의 세부 추진과제를 통해 물 자급률 조사와 관리체계 확립, 상수도 계획 수립 기준 마련을 위한 지자체 수도정비계획 수립지침을 개정하도록 하고 있으나 계획 및 지침에서 구체적인 방안이나 일정 등은 확인되지 않고 있다.

〈표 3-25〉 차세대 지표 관련 국가물관리기본계획의 이행계획 과제

항목	번호	이행과제명	관련계획 추진일정 (~'25년)
유역 이수 안전도	분야 2-2-3-2	지역 맞춤형 신규 수자원 확보	· 하천유역수자원관리계획 추진('21년)
			· 하천유역수자원관리계획 완료('22년)
물 절약량, 탄소 저감량	분야 2-1-1-1	물 사용과 탄소배출을 연계한 수요관리 전략 마련	· 탄소중립 물 수요관리 필요성 연구(~'21년)
			· 물 수요관리 제도 및 계획 정비방안 마련(~'22년)
			· 물 생산·공급 전과정 온실가스 배출량 산정방식 마련(~'23년)
			· 맞춤형 물 정책 지원을 위한 물 사용 모니터링 기반 구축(~'24년)
물 자급률	분야 2-2-3-1	유역별 물 자급률 조사 및 관리방안 마련	· 수도정비기본계획 수립지침 개정('21년)
			· 국가수도기본계획 고시('22년) - 지자체별, 유역별 물자급률 조사 반영
			· 국가수도기본계획 타당성 재조사 추진('25년) - 지자체별, 유역별 물자급률 조사

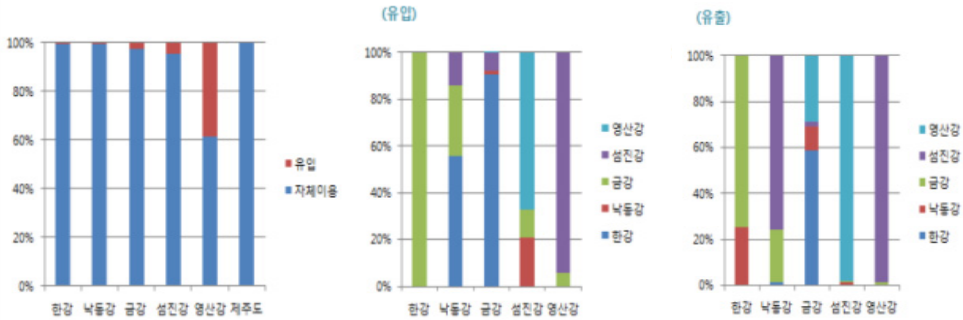
자료: 관계부처 합동(2021), pp.131-132를 토대로 저자 재구성.

○ 국가물관리기본계획(2021-2030) 수립 연구보고서

물 자급률에 대한 정의와 주요 현황은 국가물관리기본계획(2021-2030) 수립 연구 보고서(2020.12)에서 찾아볼 수 있다. 보고서에서는 물 자급률이란 「수도법」에 따라 공급하는 수도물 총량 가운데 자체 취수원에서 공급되는 수도물의 비율을 의미하며, 자급률이 낮다면 광역상수도나 인근 지자체 취수원 의존도가 높은 것이라 기술하고 있다.¹²⁸⁾ 또한 연구보고서에서는 물 자급률을 국가수자원관리종합정보시스템의 물 이동 특성에서 제공하는 행정구역별 유역별 자체사용량, 유입량, 유출량 통계자료를 제공하여 물 자급률을 계산한 결과를 제시하고 있다. 지자체 단위의 물 자급률은 2008년 58.4%에서 2018년 53.6%로 감소하였으며, 유역의 중권역별 평균 물 자급률은 금강 47%, 영산강·섬진강 53%, 한강 67%, 낙동강 66% 순으로 금강의 중권역이 가장 낮다고 분석하였다.¹²⁹⁾ 유역 단위에서는 대부분 유역 내에서 물 자원을 이용하고 있으며, 영산강 유역만 약 40%를 섬진강에서 유입·이용하는 것으로 분석하였다.

128) 관계부처 합동(2020), p.104.

129) 관계부처 합동(2020), pp.104-105.



자료: 관계부처 합동(2020), p.105.

〈그림 3-13〉 대권역별 물이동 유입 및 유출

이처럼 물 자급률은 같은 현황 자료라도 계산하는 구역의 범위를 어떻게 설정하느냐에 따라 수치에 큰 차이가 발생한다. 중권역 단위의 평균 물 자급률은 금강이 가장 낮지만, 유역단위의 물 이동 측면에서는 영산강만 유역 외 의존도가 높으며, 현행 운영체제와 같이 영산강, 섬진강 수계를 하나의 유역으로 관리할 경우 모든 유역의 물 자급률은 95% 이상 수준에 이른다. 또한 통계자료에 광역 및 공업용수도와 지방상수도의 배분량, 하수처리장의 시설용량을 기준으로 하였음이 명시되어 있는데 이를 물 자급률로 산정한 방법은 별도로 기술되어 있지 않아 현황을 명확히 파악하는 데 한계가 있다. 다만 수치상으로 비추어 볼 때 전체 사용량에서 유입량을 제외한 사용량의 비율을 물 자급률로 산정한 것으로 추정된다.

○ 유역물관리종합계획

국가물관리기본계획의 유역단위 하위 계획인 유역물관리종합계획에서는 국가물관리기본계획의 전략에 맞춰 물 수요 관리, 물 자급률 제고, 탄소 중립 등의 관리 필요성을 언급하고 있다. 다만 유역별 계획을 차세대 지표의 키워드를 중심으로 조사한 결과 <표 3-26>과 같이 구분할 수 있으나 차세대 지표에 대한 검토 또는 추진 전략 등은 나타나지 않고 있으며 직접적인 과제 또는 목표가 설정되지는 않고 있다. 또한 유역마다 다른 현안과 여건에 맞춰 전략의 구성도 다르게 나타나고 있어 국가물관리기본계획의 수정계획과 차세대 지표 수립 시 유역계획에서도 추진 전략 마련 및 정량적 목표에 대한 보완이 필요할 것으로 판단된다.

〈표 3-26〉 차세대 지표 관련 유역물관리종합계획의 관련 전략과제

항목	유역	전략명
유역 이수 안전도	한강	③-①-(2) 한강유역 수자원시설 운영 개선을 통한 비상용수 확보
	낙동강	전략②-(2) 물이용 불균형 해소를 위한 공급시설 간 연계 구축
	금강	전략②-(1) 가뭄 및 홍수 대응 물관리시설물 연계 운영
	영·섬	전략1-①-② 수자원시설 재평가 및 최적활용 통한 용수 탄력성 제고
물 절약량, 탄소 저감량	한강	①-②-(1) 지자체별 물수요관리 인식 강화
	낙동강	-
	금강	현안①-(4) 가뭄대응 물부족 해소
물자급률	영·섬	전략2-③-① 지역 맞춤형 가뭄대응 체계 구축
	한강	⑤-②-(1) 맞춤형 수자원 개발을 통한 지역별 물자급률 제고
	낙동강	전략①-(2) 하천-지표수-지하수 연계한 수자원 공급방안 마련
	금강	전략①-(1) 대체수자원 개발과 확보를 통한 물자급률 제고
	영·섬	-

자료: 금강유역물관리위원회(2023), p.72, p.79, p.126; 낙동강유역물관리위원회(2023), p.100; 영산강·섬진강 유역물관리위원회(2023), p.97, p.128; 한강유역물관리위원회(2023), p.93, p.102, p.109의 내용을 바탕으로 저자 재구성.

○ 하천유역수자원관리계획

하천유역수자원관리계획은 「수자원법」에 따라 수립하는 유역물관리종합계획의 하위 계획으로, 앞서 언급한 바와 같이 유역의 이수관리계획, 치수관리계획, 하천환경관리계획을 중권역별로 분석하여 평가하고 추진과제를 설정하도록 하고 있다. 이 중 이수관리계획에는 유역의 중권역별 이수안전도를 정량적으로 평가하여 등급화하고, 이에 맞는 이수관리계획을 수립 및 이수관리계획을 반영한 목표 이수안전도를 설정하는 내용이 포함되어 있다.

이수안전도를 최대 가뭄 조건에서 수자원 공급시설이 구역 또는 유역의 용수수요를 충족시킬 수 있는 물 공급 안정성 정도를 평가하는 지표로 정의하고 있다. 평가방법으로는 목표 연도(2030년)를 고려한 유역 내 중권역별 물수지 분석결과를 기반으로 최대 가뭄연도의 물부족량(이수안전율)과 분석기간의 물 부족 일수(공급실패율)를 추정하여 그 비율을 이수안전도로 하고 있으며, 이수안전도의 범위에 따라 등급화(I~V)하여 평가하는 것으로 나타났다(표 3-27, 그림 3-14 참조).



자료: 환경부(2022c), pp.3-6.

〈그림 3-14〉 하천유역수자원관리계획의 이수관리 실행계획 수립절차(안)

〈표 3-27〉 하천유역수자원관리계획의 이수안전율 및 공급신뢰율

구분	정의	산정방법
이수 안전율	중권역별 최대 가뭄조건(최대 물부족 발생연도) 기준의 물부족량과 목표연도(2030년)의 물수요량의 비	$(1 - \frac{\text{최대가뭄년 물 부족량}}{\text{목표연도 물 수요량}}) (\%)$
공급 신뢰율	중권역별 물수지 분석(MODSIM모형)의 분석기간 중 총 일수 대비 물부족 발생일수의 비	$(1 - \frac{\text{분석기간 중 물 부족일수}}{\text{분석기간 총일수}}) (\%)$

자료: 환경부(2022c), pp.3-5를 토대로 저자 재구성.

〈표 3-28〉 하천유역수자원관리계획의 이수안전도 등급 설정

등급	생활·공업	농업
I	99 ≤ 이수안전율, 공급신뢰율 ≤ 100	90 ≤ 이수안전율, 공급신뢰율 ≤ 100
II	95 ≤ 이수안전율, 공급신뢰율 < 99	85 ≤ 이수안전율, 공급신뢰율 < 90
III	90 ≤ 이수안전율, 공급신뢰율 < 95	80 ≤ 이수안전율, 공급신뢰율 < 85
IV	85 ≤ 이수안전율, 공급신뢰율 < 90	75 ≤ 이수안전율, 공급신뢰율 < 80
V	이수안전율, 공급신뢰율 < 85	이수안전율, 공급신뢰율 < 75

자료: 환경부(2022c), pp.3-5.

목표 설정 방법으로는 앞서 평가된 중권역별 이수안전도를 향상시키기 위한 급수체계 조정, 물 절약, 취수원 다변화 등 지역 여건에 맞춰 이수관리계획을 마련하고 목표연도(2030년)를 기준으로 이를 반영하였을 때 개선된 이수안전도를 계산하여 목표 이수안전도로 설정하고 있다.

예시로 『한강권역 하천유역수자원관리계획』을 살펴보면 충북 증북부 지역에 위치한 ‘달천’ 중권역은 장래 산업단지 수요 등을 반영하여 추정된 생활·공업용수 수요량(51.5백만 m^3 /연)의 물 수지 분석 결과 부족량이 발생(3.34백만 m^3 /연)하는 것으로 나타나 이수안전율을 수요량과 부족량의 비로 하여 93.52%(III등급)로 평가하였다. 그리고 이를 개선하기 위한 이수관리대책으로 괴산군 지역의 유수율 제고, 충주댐 계통 급수체계 조정과 강변여과수, 지하수저류지 등을 설정함으로써 부족한 수요량을 충족하도록 하여 2030년 목표 이수안전도를 100%(I등급)로 제시하였다.

〈표 3-29〉 한강 ‘달천’ 중권역의 이수안전도 평가 및 목표 이수안전도

구 분	수요	용수수급계획(백만 m^3 /연)				이수안전도				
		공급		부족		현재		목표		
		현재	목표	현재	목표	이수 안전율	공급 신뢰율	이수 안전율	공급 신뢰율	
달천 (1004)	생활· 공업	51.50	45.75	51.50	3.34	-	III (93.52%)	V (0%)	I (100%)	I (100%)
	농업	91.77	91.77	91.77	-	-	I (100%)	I (100%)	I (100%)	I (100%)

자료: 환경부(2022c), pp.3-280.

『금강 하천유역수자원관리계획』의 목표 이수안전도는 <표 3-30>과 같으며, 중권역별로 평가된 이수안전도와 목표 이수안전도는 중권역 단위로 총괄표를 제시하고 있으나 유역 단위의 이수안전도는 별도로 제시하지 않는 것으로 확인되었다.

<표 3-30> 금강 하천유역수자원관리계획의 목표 이수안전도

구분	목표 이수안전도(등급) 설정							
	이수안전율				공급신뢰율			
	생활·공업		농업		생활·공업		농업	
	현재	목표	현재	목표	현재	목표	현재	목표
용담댐 (3001)	I (100)%	I (100)%	I (100)%	I (100)%	I (100)%	I (100)%	I (100)%	I (100)%
용담댐하류 (3002)	I (100)%	I (100)%	I (100)%	I (100)%	I (100)%	I (100)%	I (100)%	I (100)%
무주남대천 (3003)	I (100)%	I (100)%	I (100)%	I (100)%	I (100)%	I (100)%	I (100)%	I (100)%
영동천 (3004)	I (100)%	I (100)%	I (100)%	I (100)%	I (100)%	I (100)%	I (100)%	I (100)%
초강 (3005)	II (98.75)%	I (100)%	I (100)%	I (100)%	I (99.84)%	I (100)%	I (100)%	I (100)%
대청댐상류 (3006)	I (100)%	I (100)%	I (100)%	I (100)%	I (100)%	I (100)%	I (100)%	I (100)%
보청천 (3007)	I (99.92)%	I (100)%	I (100)%	I (100)%	V (0.00)%	I (100)%	I (100)%	I (100)%
대청댐 (3008)	I (100)%	I (100)%	I (100)%	I (100)%	I (100)%	I (100)%	I (100)%	I (100)%
갑천 (3009)	I (100)%	I (100)%	I (100)%	I (100)%	I (100)%	I (100)%	I (100)%	I (100)%
대청댐하류 (3010)	I (100)%	I (100)%	I (100)%	I (100)%	I (100)%	I (100)%	I (100)%	I (100)%
미호천 (3011)	II (97.95)%	I (100)%	I (100)%	I (100)%	V (0.00)%	I (100)%	I (100)%	I (100)%
금강공주 (3012)	I (99.05)%	I (100)%	I (99.48)%	I (100)%	III (94.98)%	I (100)%	I (98.53)%	I (100)%

〈표 3-30〉의 계속

구분	목표 이수안전도(등급) 설정							
	이수안전율				공급신뢰율			
	생활·공업		농업		생활·공업		농업	
	현재	목표	현재	목표	현재	목표	현재	목표
논산천 (3013)	I (100)%	I (100)%	I (99.11)%	I (100)%	I (100)%	I (100)%	I (99.68)%	I (100)%
금강하구연 (3014)	II (97.65)%	I (100)%	I (100)%	I (100)%	III (94.98)%	I (100)%	I (100)%	I (100)%
삽교천 (3101)	II (97.74)%	I (100)%	I (96.75)%	I (100)%	V (0.00)%	I (100)%	I (98.69)%	I (100)%
대호방조제 (3201)	II (98.25)%	I (100)%	I (97.30)%	I (100)%	III (94.87)%	I (100)%	I (99.92)%	I (100)%
부남방조제 (3202)	IV (88.49)%	I (100)%	I (98.57)%	I (100)%	III (94.87)%	I (100)%	I (97.12)%	I (100)%
금강서해 (3203)	II (95.89)%	I (100)%	I (98.90)%	I (100)%	III (94.98)%	I (100)%	I (99.97)%	I (100)%
만경강 (3301)	I (100)%	I (100)%	I (100)%	I (100)%	I (100)%	I (100)%	I (100)%	I (100)%
동진강 (3302)	I (100)%	I (100)%	I (100)%	I (100)%	I (100)%	I (100)%	I (100)%	I (100)%
새만금 (3303)	I (100)%	I (100)%	I (100)%	I (100)%	I (100)%	I (100)%	I (100)%	I (100)%

자료: 환경부(2022b), pp.3-142.

○ 물 수요관리 종합계획

유역의 물 절약량과 관련된 계획으로는 각 지역에서 물 절약 목표를 수립하는 물 수요관리 종합계획이 있다. 물 수요관리 종합계획은 수도사업의 효율성을 높이고 수돗물의 수요관리를 강화하고자 「수도법」 제6조 제1항에 따라 특별시·광역시·특별자치시·특별자치도·도(이하, 시·도) 단위에서 수립하는 계획이며 환경부에서 마련한 물 수요관리 4단계(2021~2025년) 종합계획 작성 지침¹³⁰⁾에 따라 수립하고 있다. 작성 지침에서는 물 수요 관리를 위한 절감 목표량 산정 시 정량적인 목표를 먼저 제시하지는 않고 있으며 ① 공급단계, ② 재이용단계,

130) 환경부(2019) p.22.

③ 사용단계로 나누어 지역의 여건에 맞게 적합한 정책수단을 선택하여 목표량을 설정하고 각 단계의 목표량을 합산하여 총괄 목표량을 산정하도록 하고, 이를 환경부에서 최종적으로 승인하는 절차로 수립하고 있다. 이러한 배경에는 물 수요 관리정책의 시행 주체가 되는 시·도가 계획을 수립할 때 지역의 여건에 맞춰 효율적으로 정책을 마련하고 자발적인 수요관리를 유도하려는 것으로 이해할 수 있다.



자료: 환경부(2019), p.22.

〈그림 3-15〉 총괄 물 수요관리 목표량 산정 흐름도

충청북도에서 수립한 물수요관리 종합계획(2020)을 살펴보면 물 절약 목표를 <표 3-31>와 같이 수립하였다. 충청북도는 물 수요 절감 방법으로 공급단계에서는 목표 유수율을 매년 0.4~0.6%p 향상하고, 재이용단계에서는 빗물 이용, 중수도, 하폐수처리 시설 가동 등 지속적 투자를 실시하며, 사용단계에서는 절수설비 및 교육·홍보 등을 통해 관리계획을 목표연도인 2025년 기준으로 각 단계의 절감량을 합산하여 사용수량을 48.4만³/일에서 46.4만³/일로 약 4% 절감 계획을 수립하고 있다[1인 1일 물 절감량(Lpcd) 기준으로 수요관리 전 304(Lpcd)에서 292(Lpcd)로 제시].

〈표 3-31〉 충청북도 1인 1일 물 저감량(Lpcd)

구 분	목표연도					
	2021년	2022년	2023년	2024년	2025년	
총인구(인)	1,661,347	1,665,724	1,669,691	1,673,329	1,677,045	
보급률(%)	93.3	93.7	94.1	94.5	94.9	
급수인구(인)	1,550,400	1,560,573	1,570,547	1,580,365	1,590,373	
유수율(%)	86.0	86.4	87.1	87.6	88.2	
수요관리전	사용량(Lpcd)	296	298	300	302	304
	사용수량(m ³ /일)	459,261	464,826	471,362	477,527	484,042
물수요 절감량(m ³ /일)	14,549	15,801	19,742	18,488	19,568	
수요관리후	사용량(Lpcd)	287	288	288	290	292
	사용수량(m ³ /일)	444,712	449,025	451,620	459,039	464,474
1인 1일 절감량(ℓ)	9	10	12	12	12	

자료: 충청북도(2021), pp.3-40.

○ 농업용수합리화계획

국가물관리기본계획 하위 계획인 ‘농어촌용수 이용합리화계획(2023년 수립 중)’에서 이수안전도를 신설하여 농업용수 이수안전도 평가를 실시하고 있으며, 평가대상 범위는 용수 구역별(전국 511개소)로 이수안전도(이수안전율)를 평가하고 있다.

- (이수안전율) 용수구역별 10년 빈도 가뭄년 부족량과 2030년 물 수요량으로 정의

이수안전율 (%)	$\cdot \left(1 - \frac{10\text{년빈도 가뭄년 부족량}}{\text{목표연도 물 수요량}} \right) \times 100$: 양적기준의 신뢰도	(식 3-1)
------------------	--	-------------	---------

자료: 농림축산식품부, 한국농어촌공사(2023).

〈표 3-32〉 이수안전율 등급기준(안)

이수안전도 등급	이수안전율
I	99 < 이수안전율 ≤ 100
II	95 ≤ 이수안전율 < 99
III	90 ≤ 이수안전율 < 95
IV	85 ≤ 이수안전율 < 90
V	80 ≤ 이수안전율 < 80

자료: 농림축산식품부, 한국농어촌공사(2023).

〈표 3-33〉 농업용수 이수안전도 등급(안)

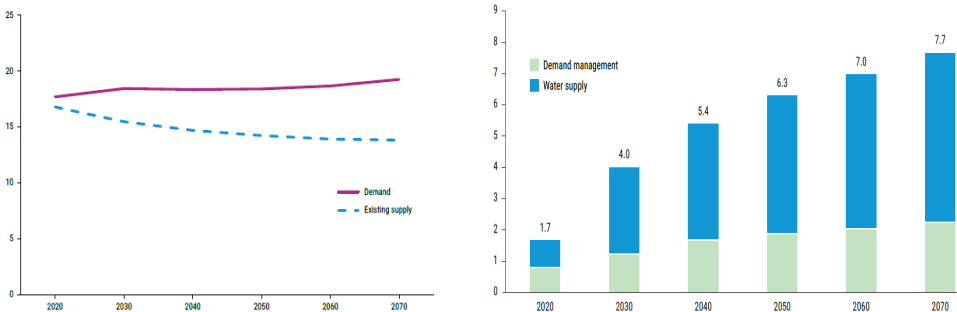
이수안전도 산정(용수구역별)		
기준	등급합	등급
이수안전도 평가결과	1	A
	2	B
	3	C
	4	D
	5 이상	E
평가 대상시설 없음		F

자료: 농림축산식품부, 한국농어촌공사(2023).

3) 국외 물 관련계획과 정량적 목표

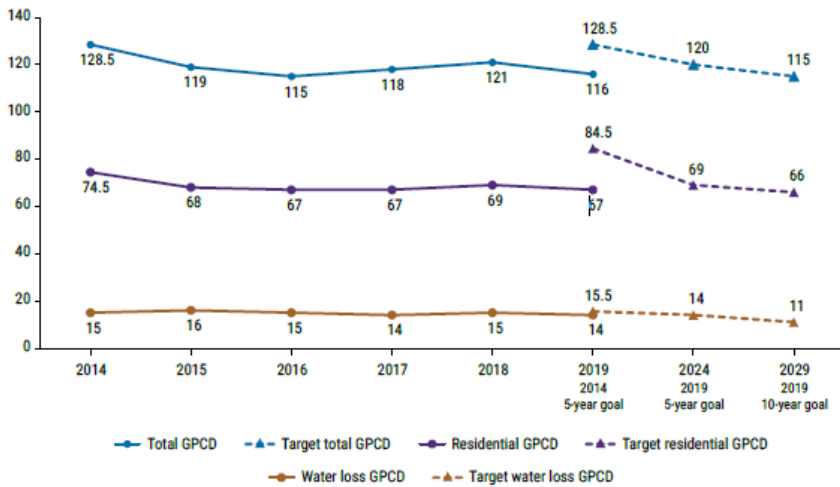
○ 미국, 텍사스주 사례

미국 텍사스주에서는 1957년 설립된 텍사스 수자원 개발 위원회(Texas Water Development Board) 주관으로 주 단위 물관리 계획(State water plan)을 5년마다 수립하고 있다. 해당 계획은 텍사스주 물관리 최상위 계획으로, 16개 지역 단위의 물 계획 그룹(Water Planning Group)의 합의에 근거를 둔다는 점에서 Bottom-Up 방식으로 작성되고 있다(국토해양부, 2012). 2022년 수립한 텍사스주 수자원 계획(2022 State water plan)에서는 주 단위 수자원 부존량과 인구변화 관개용수 등을 고려한 장래 수요량을 산정하고, 16개 지역의 가뭄 대책과 물 절약, 지하수 개발, 물 재이용 등의 실행 가능한 전략으로 확보가능량을 반영하여 관리 필요수량을 산정하고 있다. 텍사스주의 물 수요량은 2070년까지 크게 증가하지 않으나 지하수 고갈 등으로 부존량이 감소하여 관리해야 할 수량이 증가되고 있다고 기술하였으며(그림 3-16 참조), 이러한 현황과 전략을 반영해 〈그림 3-17〉과 같이 1인 1일 물 사용량(GPCD)과 물 손실 목표를 설정하였고 이와 관련된 재정 사항도 수록하고 있다.



자료: TEXAS Water Development Board(2022), p.7, <Figure ES-3>, p.10, <Figure ES-5>.

<그림 3-16> 미국 텍사스주 물이용 분석 및 관리 수량



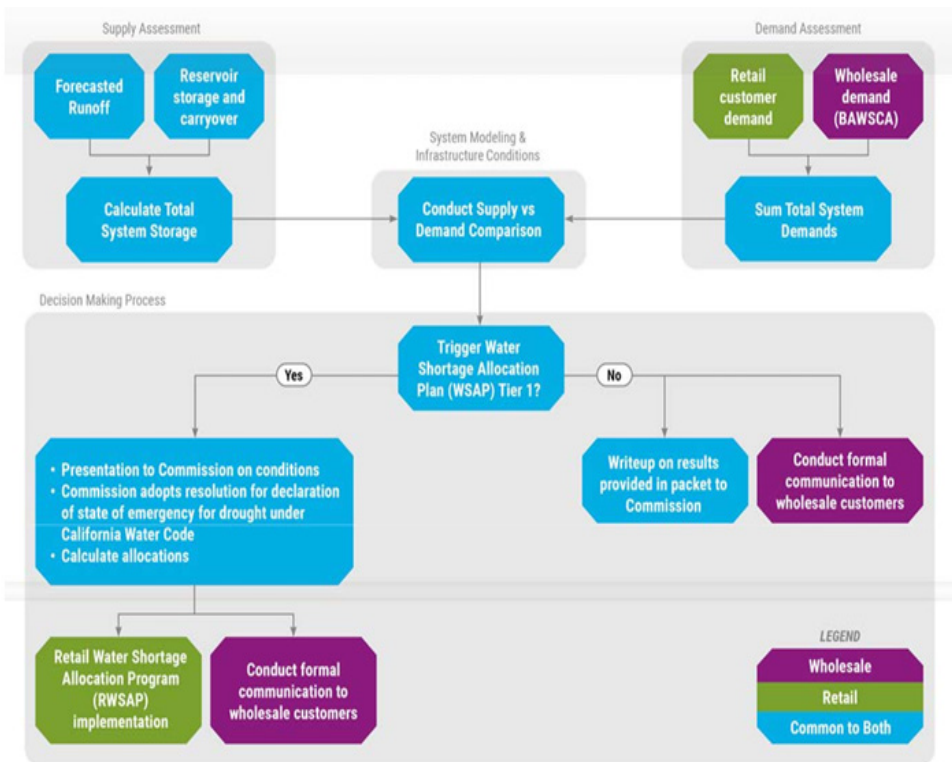
자료: TEXAS Water Development Board(2022), p.130, <Figure 8-3>.

<그림 3-17> 미국 텍사스주 물 사용 및 물 손실 목표

○ 미국, 샌프란시스코 사례

한편 미국 샌프란시스코 수도법에서는 도시 물관리 계획 수립 시, 도시가 얼마나 많은 물을 보유하고 있는지, 가까운 미래에 얼마나 필요한지, 물 수요 충족을 위한 어떤 전략이 있는지 수록하도록 하고 물 부족에 대비한 비상 계획 또한 준비하도록 규정하고 있다. <그림 3-18>은 샌프란시스코 공공사업위원회에서 제시한 물관리 프로세스로, 수요와 공급 모델

링을 통해 비교하고 물 부족이 예상되거나 가뭄이 발생하면 물 공급을 늘리거나 물 사용량을 줄이도록 하는 내용의 물 부족 할당 계획(Water Shortage Allocation Plan)으로 수량을 관리토록 하고 있다. 이 계획에서는 물이용 측면에서 실제 물 공급을 늘리는 방법에는 한계가 있다고 기술하며, 물 재배분 등을 통해 사용량을 줄이는 방안을 중심으로 수량 관리 계획을 수립하였다. 이에 따른 샌프란시스코 지역의 팔로알토시에서 수립한 Urban Water Management Plan and Water Shortage Contingency Plan(2020)에서는 <표 3-34>와 같이 물 공급과 수요량을 비교하여 갈수년에는 약 35% 물 부족을 예상하고 이를 목표로 사용량 절감 계획을 수립하였으며, 또한 5년 연속 갈수 년이 지속되는 가뭄 발생 시 5단계에 걸쳐 최대 50%까지 사용량을 절감하는 대책을 수립하기도 하였다.



자료: City of Palo Alto Utilities(2021), p.93, <Figure 7>.

<그림 3-18> 미국 샌프란시스코 물 공급 관리 절차

〈표 3-34〉 샌프란시스코 팔로알토시 갈수년 물 공급 및 수요

구 분	2025년	2030년	2035년	2040년
총 공급량	7,213	7,257	7,335	7,490
총 수요량	11,287	11,394	11,546	11,801
차이	(4,074)	(4,137)	(4,211)	(4,311)

자료: City of Palo Alto Utilities(2021), p.118을 활용하여 저자 재구성.

○ 일본

일본의 경우 대표적인 물 관련 계획으로 국토교통성에서 수립하는 비법정계획인 ‘전국종합수자원계획(Water Plan)’과 법정계획으로 「수자원개발촉진법」에 근거한 ‘수자원개발기본계획(Full Plan)’ 있다. 전국수자원종합계획(Water Plan 21)에서는 물수급 전망 및 실적 등을 통해 이수안전도 개념에서 수자원의 안정적인 공급가능량을 검토하였으며 목표연도를 2015년으로 설정하고 도시용수와 농업용수로 분류하여 물이용 안정성을 산정하였다. 다만 이를 지표화하는 내용은 확인되지 않으며 도시 용수의 경우 수요량 고려 시 평수년과 물 부족 해에도 안정적인 공급이 가능할 것이라 전망하고 농업용수는 수요량을 거의 충족할 것으로 분석하였다. 이러한 여건에 따라 1990년대 후반 들어 일본 내 물수급 균형이 거의 이루어지면서 1999년 ‘전국종합수자원계획’ 마지막으로 수립하였고, ‘수자원개발기본계획’ 역시 2009년 4월 요도가와 수계 계획 이후 최근 계획은 확인되지 않고 있다.

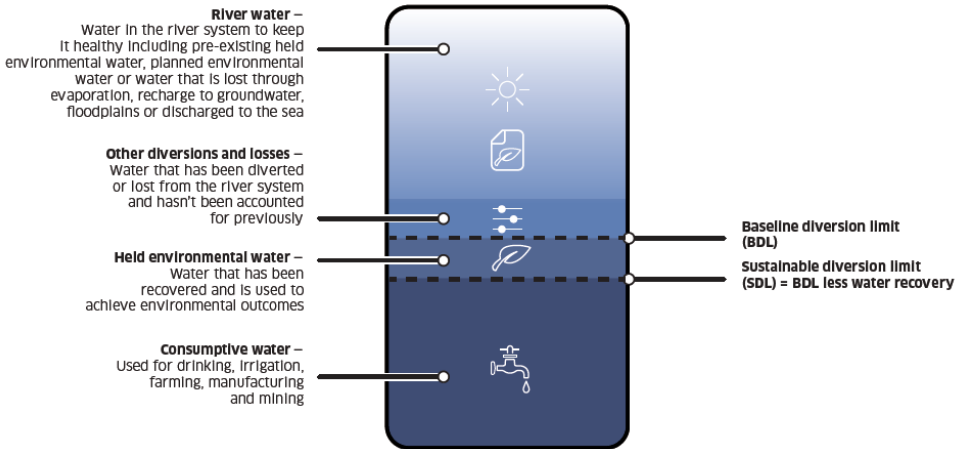
〈표 3-35〉 도시용수와 농업용수의 물이용 안정성

구분	목표연도(2010~2015년)						
	수요량	안정적인 공급 가능량(억m ³ /년)			물이용의 안정성(%)		
		평수년	물부족	최대 가뭄	정상년	물부족	최대 가뭄
도시용수	325.3 ~326.5	370.5~ 378.3	322.1~ 328.2	270.3~ 275.2	14~16	-1~1	-17~ -16
농업용수	632.0	618.9			-2		

자료: 일본 국토교통성(1999), “WATER PLAN 21”, 검색일: 2023.6.14.

○ 호주

호주 연방 정부에서는 유역을 일관적인 정책으로 관리하는 「Water Act」(2007)를 수립 하였는데 이는 Murray-Darling 유역 등 2000년부터 발생한 극심한 물 부족을 겪으면서 시작되었다. Murray-Darling 유역의 물관리 계획(Basin Plan, 2012)에서는 지천별로 하천 친화적인 사용 가능한 수자원량(SDLs: Sustainable Diversion Limits)을 산정하여 제시하고 있는데, 큰 틀에서 기존의 물 사용량(BDL: Baseline Diversion Limit)과 지역의 물 절약량, 유역계획에 따른 조정 수량과 기상상황, 환경용수 등의 요소를 <그림 3-19>와 같이 분류하고 물 수지 모델링으로 산정하며 매년 실제 사용량 등을 고려해 연간 단위로 재산출하여 제시 하고 있다(표 3-36 참조). 이러한 지표(SDL, BDL)는 사실상 물이용 측면에서 하천의 연간 취수허가량(annual permitted take)을 제한(Limit)하는 개념에서 하천의 실제 취수량(actual take)을 관리하는 개념으로 설정되어 유역계획 수립과 평가 시 주요한 지표로 활용 되고 있다.



자료: MDBA(2020), p.102, <Figure 34>.

<그림 3-19> 지표수의 유형 구분과 SDL, BDL

〈표 3-36〉 Murray-Darling Queensland의 BDL과 SDL 추정 결과(2022.7)

구 분	BDL (GL per year)			SDL (GL per year)		
	2012년	2021 ~2022년	보완 사항	2012년	2021~ 2022년	보완 사유
NORTHERN BASIN (Queensland)						
Queensland (Subtotal)	1,551.4	1,596.9	신규 자료 및 모델링 개선	1,375.9	1,456.9	BDL 및 SDL 감축 재배분 반영
Condamine- Balonne	978.3	1,019.0		838.1	919.0	
Moonie	84.2	92.0		82.3	89.9	
Nebine	31.2	20.9		29.9	17.1	
Paroo	9.9	11.8		9.9	11.8	
Queensland Border Rivers	320.1	377.6		298.5	363.6	
Warrego	127.7	75.6		117.2	55.5	

자료: Murray Darling Basin Authority, "Water Use-Water Limits-Current Diversion Limits for the Basin",
검색일: 2023.6.20을 바탕으로 저자 재구성.

○ 해외 사례 시사점

전술된 해외 사례에서 알 수 있듯이 유역의 물관리 전략을 수립하고 있는 주요 국가에서는 물 수지 분석을 기반으로 물 사용량 및 수자원 계획 등을 고려한 물이용 전망을 예측하고 물 부족량을 정량적으로 진단하고 있다. 또한 장래 물 부족이 예상되면 수자원 계획과 함께 수요량 관리 측면에서 물 사용 절감을 중심으로 계획을 수립하여 물 사용 할당(제한)과 절감 목표 등을 제시하고 사용량을 관리하도록 하고 있다. 한편 캐나다의 매니토바주 물관리 계획(2022.11)에서는 정량화된 수치가 거의 나타나지 않고 전략만 제시하는 것으로 확인되는데, 이처럼 국가물관리기본계획에서 정량적인 지표와 목표 설정은 분류 방식과 설정 방법이 다양하고 적용 기간 등도 각기 다른 여건에 맞춰 수립되고 평가됨을 알 수 있다.

4) 소결: 물이용 부문의 정량적 목표 제시 방안

계획 간 위계를 고려할 때 물 관련 최상위 계획인 국가물관리기본계획에서 전략과 목표를 부여하면 하위 계획에서는 이를 시행하기 위한 실행계획을 수립하는 것이 타당할 것이다 (Top-down). 그러나 국가물관리기본계획에서 차세대 지표의 목표 설정을 위해 하위 계획의 방법론을 적용하여 영역의 모든 요소를 검토하는 것은 현실적으로 한계가 있고, 하위 계획과 다른 방법론을 적용하면 계획 간 부합성 측면에서 혼선이 우려되므로 하위 계획에서 수립한 목표를 활용하는 방안이 보다 현실적일 것으로 판단된다(Bottom-up).

해외 사례에서 알 수 있듯이 지표의 구체성과 방법론은 국가 또는 지역마다 다르게 적용된다. 다만 정량화된 분석을 기반으로 한 전략과 목표로 제시해 영역 단위 물관리를 지향하는 점은 동일하므로 국내 관련 계획의 현황과 여건, 거버넌스 등을 우선적으로 고려하여 실행 가능한 목표를 설정하는 것이 무엇보다 중요할 것이다.

이에 관련 계획과 요소별 추진현황으로 볼 때 영역 이수안전도 지표를 제외하면 차세대 지표의 명확한 현황 파악과 목표 설정에는 아직 한계가 많은 여건이다.

생활 및 공업용수의 '영역 이수안전도'는 『하천유역수자원관리계획(2023)』, 농업용수는 『농촌용수이용합리화계획(2023)』에서 수립한 중권역별 이수안전도의 정의와 목표가 정량화됨에 따라 국가 및 영역의 차세대 지표에 적용하여 수정계획에서 목표를 설정할 수 있을 것으로 판단된다. 중권역 단위로 평가 및 등급화된 이수안전도 개선을 목표로 직접 활용하거나, 영역단위의 물 부족량 또는 물 부족 일수를 산출하여 영역의 목표 이수안전도를 개선하는 방안도 있을 것이다.

'물 절약량 및 탄소 저감량'의 경우 국가물관리기본계획의 이행계획에서 수립한 온실가스 배출량 산정방식이 마련(2023년)되면 지역에서 수립하여 시행하고 있는 물 수요관리 종합 대책의 절감 목표량을 활용해 영역의 탄소저감량을 추정하는 방안을 고려해 볼 수 있을 것이다. 다만 물 생산·공급 과정에서의 탄소배출량을 산정하는 방식이 아직 명확하지 못한 한계가 있고 국가물관리기본계획의 목표연도에 맞춰 지역의 물 수요관리 대책이 새로 수립되어야 하므로 수정계획 수립 시 적용방안을 추가 조사해야 할 것으로 판단된다.

'영역의 물 자급률'의 경우 현재 지역별 배분량과 시설용량을 기준으로 하여 물 이동 특성으로 제시된 통계자료를 계산하는 수준이므로 명확한 물 자급률 파악을 위한 기초자료가

부족하다. 또한 유역 또는 유역의 중권역 등 어느 단위로 물 자급률을 관리하느냐에 따라 현황과 목표 설정 방향에 차이가 나타날 수 있고 물 자급률 개선을 위한 지역의 자체 취수원 개발, 영산강의 대규모 수원 개발 필요 등의 여건을 고려하였을 때 현행 정책 방향과 부합하지 않을 수 있다. 이에 물 자급률 지표의 경우 현행 관리체계를 고려한 지표 설정 개념과 체계 정립이 우선적으로 필요할 것으로 사료된다.

〈표 3-37〉 차세대 지표 관련 계획 및 목표 설정 방안

차세대 지표	관련 계획 및 지표화 방식		
	관련계획	주요 내용	목표 설정방안
유역 이수 안전도	하천유역수자원관리계획 (~2023년, 환경부) 농촌용수이용합리화계획 (농림축산식품부)	물 부족량/수요량 물부족일수/분석일수 (중권역별 이수안전도)	유역별 또는 중권역별 이수관리계획을 반영한 목표 이수안전도
물 절약량, 탄소 저감량	물 수요관리 종합계획 (17개 시도)	물 수요관리 목표량 + 물 절약 목표량	시·군별 산정된 절약량과 온실가스 배출량 산정방식 연계
	국가물관리기본계획 이행계획 (2021~2025년, 환경부)	물 생산·공급 과정 온실가스 배출량 산정방식 마련(2023년)	
물 자급률	국가수도기본계획 (2022~2030년, 환경부)	지자체별, 유역별 물 자급률 조사(2025년)	물 자급률 산정 체계 정립 및 관리계획을 반영한 예상 자급률 산정

자료: 저자 작성.

마. 물안전(홍수) 부문의 정량적 목표 검토(안)

1) 제1차 국가물관리기본계획 현행 지표 및 정량적 목표설정 현황

국가물관리기본계획의 물안전(홍수) 부문에서는 “겪어보지 못한 홍수가 오더라도 국민들의 피해 최소화”를 목표로 4가지 추진전략을 제시하고 있다. 4대 추진전략은 ① 기반시설 홍수 안전 강화 및 예방 투자 확대, ② 기후변화에 따른 극한홍수 대응체계 구축, ③ 홍수예보 체계 고도화, ④ 도시침수 관리체계 강화이며, 〈그림 3-20〉과 같다. 또한 주요 지표를 〈표 3-38〉과 같이 현행 지표와 차세대 지표로 구분하고 있다.

현행 지표는 홍수 피해 인구 및 홍수 피해액을 정량적 지표로 제시하였고, 차세대 지표는 향후 관리해야 하는 지표로 정의하였지만 지표의 산정방법을 2025년까지 설정하여야 한다고 제시하고 있다. 현행 지표는 지금까지 또는 최근 연도의 실제 피해사례로부터 결정할 수 있지만, 향후 관리해야 할 목표를 동일하게 피해인구 및 피해액 지표로 사용하는 것은 실효성이 떨어질 수 있다. 이는 홍수로 인한 인명과 재산 피해는 홍수방어를 위한 구조적·비구조적 노력 등 인위적인 행동에도 영향을 받지만 극한 홍수 등 자연적인 조건에 더욱 크게 영향을 받기 때문일 것이다. 특히 물안전(홍수) 부문의 목표인 ‘겪어보지 못한 홍수’는 정량적 규모를 확정할 수 없을 뿐만 아니라 특정 빈도를 결정한다고 하여도 기후변화는 과거 기록으로 추정한 빈도를 무시하는 결과로 나타날 수 있기 때문이다. 따라서 정량적 피해 규모는 목표 지표보다 성과지표로 활용될 수 있으며, 차세대 목표지표는 홍수 발생으로 기인되는 피해 규모를 정량적으로 제시하는 것보다 홍수방어를 위한 다양한 수단의 이행 정도를 통합적으로 제시하는 지표가 되어야 할 것이다.

전략 ①	전략 ②	전략 ③	전략 ④
기반시설 홍수안전 강화 및 예방 투자 확대	기후변화에 따른 극한홍수 대응체계 구축	홍수예보 체계 고도화	도시침수 관리체계 강화

자료: 관계부처 합동(2021), p.94를 토대로 저자 작성.

〈그림 3-20〉 국가물관리기본계획 물안전(홍수) 부문 추진 전략

〈표 3-38〉 국가물관리기본계획 물안전(홍수) 부문 정량적 지표

전략	현행 지표	차세대 지표
물 재해 안전체계 구축	홍수 피해 인구 및 홍수피해액 홍수 피해 인구('18년 누적) 75인 / 홍수 피해액('18년 누적) 2조 7,369억 원	(미제시)

자료: 관계부처 합동(2021), p.141을 토대로 저자 작성.

2) 국내 차세대 지표 관련 계획 및 연구 분석

○ 유역물관리종합계획

국가물관리기본계획수립 후 수립된 전국 4개 권역의 유역물관리종합계획에서는 물안전(홍수) 부문에서 <표 3-39>와 같이 각 유역의 물안전 확보를 위하여 추진전략을 제시하고 있다.

<표 3-39> 유역물관리종합계획 물안전(홍수) 부문 추진 전략

계획명	추진전략	
한강 유역물관리 종합계획	기후위기에 대비한 물 안전	기후위기 대응을 위한 유역 홍수조절 능력 제고
		홍수에 안전한 도시와 하천의 조성
		물 기반시설의 안전성 강화
낙동강 유역물관리 종합계획	물재해 안전체계 구축	물 기반시설 홍수방어 능력 제고
		물재해로부터 안전한 체계 구축
금강 유역물관리 종합계획	기후변화에 대응한 홍수에 안전한 사회 구축	기후변화 대응능력 향상
		홍수 재해예방
영산강·섬진강 유역물관리 종합계획	기후변화에 대비한 물 안전 확보	홍수관리체계 강화
		기반시설의 홍수 조절기능 강화

자료: 금강유역물관리위원회(2023), p.78; 낙동강유역물관리위원회(2023), p.113; 영산강·섬진강유역물관리위원회(2023), p.128; 한강유역물관리위원회(2023), p.92를 바탕으로 저자 작성.

유역계획에서는 정량적 지표로 공통지표와 유역지표(또는 관리지표)를 제시하고 있다. 공통지표는 국가물관리기본계획에서 제시한 지표로 국가물관리기본계획과 유역계획의 연계성을 확보하기 위함이며, 유역지표는 각 유역의 개별 특성을 대표하고 각 유역의 물관리를 위하여 필요한 관리지표로 정의된다. <표 3-40>은 각 유역계획에서 제시하고 있는 물안전(홍수) 부문의 정량적 지표이다. 모든 유역계획에서 공통지표는 국가물관리기본계획의 현행 지표인 홍수피해 인구와 피해액을 준용하고 있다. 현행은 행정안전부 재해연보로부터 2016년부터 2020년까지의 피해를 누가하는 방식으로 산정하였고, 목표는 2030년을 기준으로 홍수피해 인구 0명, 감소된 홍수 피해액을 제시하고 있다. 피해액 목표는 한강, 낙동강, 영산강·섬진강은 30% 감소로 하였고, 금강은 50% 감소로 하였다. 그러나 물안전(홍수) 부

문에서 제시된 목표값의 설정 근거를 보고서에 제시하지 못하였다. 피해인구를 0명으로 만들겠다는 목표는 이상적 구호로 보이며, 피해액의 30% 감소 또는 50% 감소 또한 추상적인 목표치일 뿐이다. 경제적·환경적 요인 등으로 극한홍수를 국가나 지자체에서 방어하는 홍수 방어 기준으로 설정할 수는 없으며, 기후변화의 위험이 더욱 커지고 있는 지금 극한홍수는 그 규모 또한 예상하는 것이 불확실하기 때문이다. 그리고 만약 규모를 알 수 없는 극한홍수가 발생한다면, 인명 또는 재산 피해가 발생하는 것은 불가피할 것이다.

〈표 3-40〉 유역물관리종합계획 물안전(홍수) 부문 정량적 지표

계획명	공통지표				유역지표			
	지표		현행 (‘16~‘20년)	목표 (‘30년)	지표	현행 (‘20년)	목표 (‘30년)	
한강 유역물관리 종합계획	홍수 피해	인구	6명	0명	하천 정비율	국가하천	74%	84%
		피해액	1,349억원	(30% 감소) 944억원		지방하천	54%	64%
낙동강 유역물관리 종합계획	홍수 피해	인구	5명	0명	하천 정비율	국가하천	88.3	97.1
		피해액	1,276억원	893억원		지방하천	48.7	53.6
금강 유역물관리 종합계획	홍수 피해	인구	3.4명	0명	하천 정비율	국가하천	76.7	88.0
		피해액	461.9억원	230.9억원		지방하천	44.8	60.0
영산강·섬진강 유역물관리 종합계획	홍수 피해	인구	4명	0명	하천 정비율	국가하천	79.3	89.3
		피해액	870억원	609억원		지방하천	39.0	49.0

자료: 금강유역물관리위원회(2023), p.78; 낙동강유역물관리위원회(2023), p.113; 영산강·섬진강유역물관리위원회(2023), p.128; 한강유역물관리위원회(2023), p.92를 바탕으로 저자 작성.

○ 수자원장기종합계획(2001-2020) 제3차 수정계획

「물관리기본법」이 제정 공포된 2018년 6월 12일 이전에는 물안전(홍수) 부문의 계획은 수자원장기종합계획에서 수립하고, 정량적 지표를 제시하였다. 〈표 3-41〉은 2016년에 수립된 『수자원장기종합계획(2001-2020)』 제3차 수정계획의 치수 부문 정량적 지표이다. 이 계획에서는 계획의 기대효과 및 실행력 강화를 위하여 전략별 정량적 지표를 마련하였음을 명시하였다.

〈표 3-41〉 수자원장기종합계획(2016) 치수 부문 정량적 지표

추진전략	기대효과	단위	현재	목표	
유역 홍수방어능력 제고	권역별 하천기본계획 수립률	%	13.8('16년)	100('20년)	
	하천정비율	국가	%	80.7('14년)	90('20년)
		지방	%	48.6('14년)	60('20년)
	재해위험저수지 지정·고시	수	354('14년)	1,000('20년)	
	홍수피해인구('05년~'14년)	천명	204	100	
	홍수피해액('05년~'14년)	천억원	67.6	30	
도시홍수 방지 등 종합 대응력 강화	도시하천 유역종합치수대책 수립률	%	52('16년)	100('20년)	
홍수대응 능력 강화	국가하천 홍수예보지점	지점	43('16년)	65('22년)	
	선형예보시간 단축 ¹³¹⁾ 지점 비율	%	-	20('21년)	

자료: 국토교통부(2016), p.113을 토대로 저자 작성.

이 계획에서는 개별 전략마다 기대효과와 정량적 지표를 제시하였고, 전략별 추진과제의 실현성을 고려하여 목표를 설정하였다는 점에서 실행력 있는 지표가 될 것으로 판단된다. 각 지표는 개별 전략의 이행 목표가 될 것이고, 이행 평가에 직접 활용될 수 있을 것이다. 다만, 개별 전략과 홍수 피해 인구 및 피해액 목표치는 정량적 관계로 보는 데 한계가 있다. 예를 들어 하천정비율 국가하천 90%, 지방하천 60%를 달성한다고 해서 목표연도 기간 실제 발생하는 피해인구가 얼마나 줄어들고, 홍수 피해액이 얼마나 감소할지 분석할 수 없기 때문이다. 이 또한 앞서 국가물관리기본계획의 정량적 지표에서 서술한 바와 같이, 홍수 피해는 미래의 알 수 없는 자연조건에 크게 좌우되는 불확실한 요인에 기인하기 때문이다. 따라서 홍수 피해 인구 및 피해액은 계획의 성과지표일 뿐 목표지표로 설정하기에는 한계가 있을 것으로 판단된다.

131) 선형예보시간 단축(6시간 목표).

3) 국내 기존 홍수 지표 현황 분석

『제1차 국가물관리기본계획』에서는 차세대 지표로 유역 재해 안전도¹³²⁾를 제시하고, 유역 재해 안전도를 유역 내 하천범람 및 내수·침수 등에 대한 안전도로 정의하고 있다. 그러나 이 지표는 2025년까지 지표 산정방법을 설정한다고 명시되어 있어 실질적인 정량적 목표는 제시하지 못한 실정이다.

이에 수정계획 시 활용할 수 있는 정량적 지표를 선택하기 위해 국내 물안전(홍수) 부문에서 활용하고 있는 지표를 조사하고 검토해 보았다.

○ 하천 개수율

하천개수(河川改修, river improvement)란 홍수 시 피해를 막고자 통수능을 증대하는 하천공사를 말한다.¹³³⁾ 한편 하천 개수율은 하천정비(제방)현황을 나타내는 국가지표이다.¹³⁴⁾ 이 지표는 수계별 하천정비 및 시도별 하천정비 현황 자료로서, 제방현황은 3개 구간(정비가 완료된 구간, 보강이 필요한 구간, 제방신설이 필요한 구간)으로 구분하며 아래와 같이 산정된다.

$$\text{하천 개수율(\%)} = (\text{정비완료 구간 제방연장} + \text{일부 보강이 필요한 구간 제방연장}) / \text{전체(정비완료 + 보강필요 + 신설필요 제방연장)} \quad (\text{식 3-2})$$

〈표 3-42〉 하천 개수율

	(단위: %)								
	2009년	2010년	2011년	2012년	2013년	2014년	2018년	2020년	2021년
전체	79.9	80.3	78.0	76.9	76.9	76.7	75.8	78.4	79.4
국가하천	95.1	96.1	96.4	96.3	96.3	96.2	95.5	95.0	95.0
지방하천	78.2	78.6	75.9	74.7	74.8	74.6	73.8	76.4	77.5

자료: e-나라지표, “하천정비현황”, 검색일: 2023.7.25.

132) 『제1차 국가물관리기본계획』에서는 유역 재해 안전도를 가뭄, 하천범람 및 내수침수 등 물재해 전반에 대한 안전도로 정의하고 있으나, 본 장에서는 하천범람 및 내수침수 부문만 다룬다.

133) 국가수자원관리종합정보시스템(WAMIS), “수자원·물환경 실무용어사전”, 검색일: 2023.4.28.

134) 국가통계에서는 하천정비(제방)현황으로 하천 개수율을 사용하고 있다. 그러나 하천공사가 제방만 의미하지 않는 점을 고려할 때, 개수율이란 용어가 치수를 위한 하천사업 전반으로 오해될 여지가 있다.

e-나라지표에서는 하천 개수율의 의의와 활용을 다음과 같이 설명하고 있다.

- (의의) 전국 수계별 하천에 대한 제방축조, 노후제방 보강을 위한 하천정비 현황으로서 홍수로부터 주택, 농경지, 산업시설 등을 보호
- (활용) 국가 및 지방하천에 대한 이수·치수·하천환경 및 유지관리 등을 위한 자료

그러나 하천 개수율은 정확하게 측정할 수 있는 지표이지만, 홍수방어 사업의 일부인 제방공사에 국한되므로 유역 중심인 홍수방어 사업을 평가할 수 없으며, 기후변화로 하천기본계획을 수립할 때마다 계획홍수위가 변하여 일관된 수치를 제시할 수 없으므로 목표지표 및 성과지표로 사용하는 데 모두 한계가 있다.

○ 홍수피해잠재능

『수자원장기종합계획(2001)』에서는 유역 홍수에 대한 잠재적인 홍수피해 취약 정도를 나타내고자 홍수피해잠재능(PFD: Potential Flood Damage) 지표를 제시하였다. 이 지표는 유역의 홍수피해 특성을 분석하며, 향후 치수대책과 투자 우선순위를 차별화하기 위하여 개발되었다. 홍수피해잠재능은 아래와 같이 산정된다.

PFD = f(잠재성, 위험성)

$$PFD = F_{PO}^{\alpha_1} \times F_{RI}^{\alpha_2} = [\beta_1 F_{PD} + \beta_2 F_{PF} + \beta_3 F_{RUB} + \beta_4 F_{SOC}]^{\alpha_1} \times [\beta_5 F_{PR} + \beta_6 F_{FD} + \beta_7 F_{CT} + \beta_8 F_{DAM} + \beta_9 F_{PUMP}]^{\alpha_2} \quad (\text{식 3-3})$$

여기서 잠재성은 인구밀도(F_{PD}), 자산(F_{PF}), 도시화율(F_{RUB}), 사회기반시설(F_{SOC})로 구성되고, 위험성은 홍수발생 가능성과 홍수 방어능력으로 구분된다. 가능성은 홍수피해액(F_{PR}), 확률강우량(F_{FD})으로 구성되고, 방어능력은 개수율(F_{CT}), 댐 및 저수지(F_{DAM}), 배수펌프장(F_{PUMP})으로 구성된다.

홍수피해잠재능은 각 구성인자를 확률밀도함수를 이용한 무차원화로 자료를 표준화하고, 지수별 중요도를 고려하여 초깃값을 부여한 후 시행착오법으로 최종치를 추정한다. 세부적인 산정방법 및 전국 적용결과는 수자원장기종합계획(건설교통부, 2001, 2006)¹³⁵⁾을 참고할 수 있다.

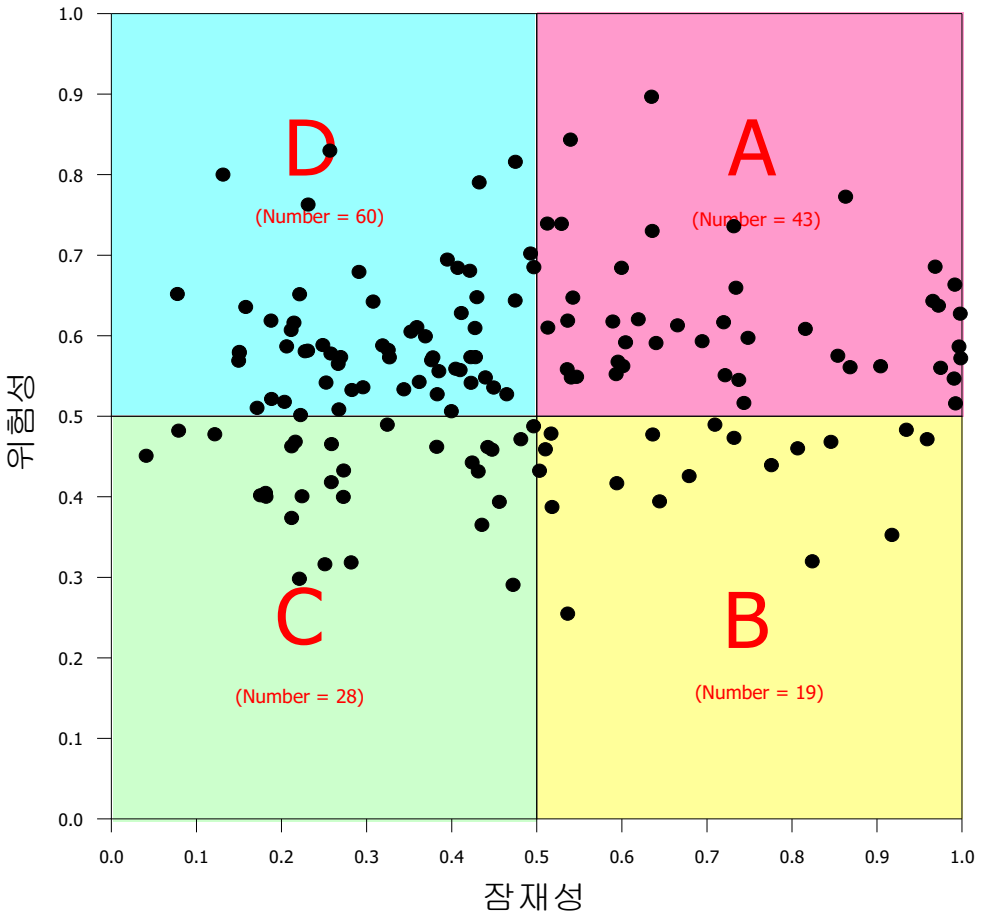
홍수피해잠재능은 유역단위 규모에서 상대적으로 비교할 수 있고, 유역의 치수특성 및 사회경제적인 가치를 함께 평가할 수 있는 장점이 있으나, 유역 전체 면적을 잠재성과 위험성으로 분류하여 홍수피해의 인과관계 해석력이 부족하며, 홍수피해잠재능 산정값 간의 변별력이 부족하여 하천 및 유역의 치수대안 위치 선정 및 대안의 선정 근거를 제시하지 못하고 <그림 3-21>과 같이 4개 그룹의 정성적 치수 방향만 제시할 수 있다는 한계가 있다. 『수자원장기종합계획(2006-2020)』에서는 2001년 계획의 PFD 산출에 사용된 자료에 일관성이 없음을 지적하며, 1979년부터 2003년까지 연도별 PFD를 산정하여 PFD 지수를 재산정하였다. 이 계획에서 연도별 홍수피해잠재능을 산출하려고 홍수피해잠재능에 사용되는 모든 변수를 해당 연도의 자료를 사용하여 일관성을 유지하고자 하였으나, 다만 자산은 1989년부터 통계자료가 구축되어 그 이전에는 모두 1989년 자료를 연장하여 사용하였다. 마지막으로 25년간 분석결과로부터 각 중권역의 대표 유형을 선정하여, 『수자원장기종합계획(Water Vision 2020)』과 『수자원장기종합계획(2006-2020)』에서 산정한 홍수피해잠재능을 <그림 3-22>에 비교하였다.

홍수피해잠재능에서 그룹 A와 B는 지역적 중요도(잠재성)가 높아서 홍수방어시설 등 구조적 대책이 필요한 지역이며, 그룹 C와 D는 지역적 중요도가 낮으므로 상대적으로 홍수방어대안 마련의 우선순위가 낮아지는 지역이다. 특히 C로 산정된 지역은 지역적 중요도와 홍수 발생 위험 모두 크지 않아 홍수방어를 위한 노력이 등한시될 수 있으며, 실제로 경상북도 회천은 2003년 제방 일부(70m)가 붕괴되어 가옥 22동, 배수장 1동, 농경지 44ha의 침수 피해가 발생¹³⁵⁾하였으나, 중권역 전체에 비해 상대적으로 피해 규모가 작아서 C 등급으로 산정되는 한계가 있었다.

이처럼 홍수피해잠재능은 과거의 기록을 바탕으로 전국 치수현황을 평가할 수 있으나, 중권역 단위 평가로 인해 국부적인 피해를 고려할 수 없다는 한계가 있으며, 또한 미래의 목표를 설정하는 지표로 활용하는 데도 어려움이 있다.

135) 건설교통부(2001, 2006).

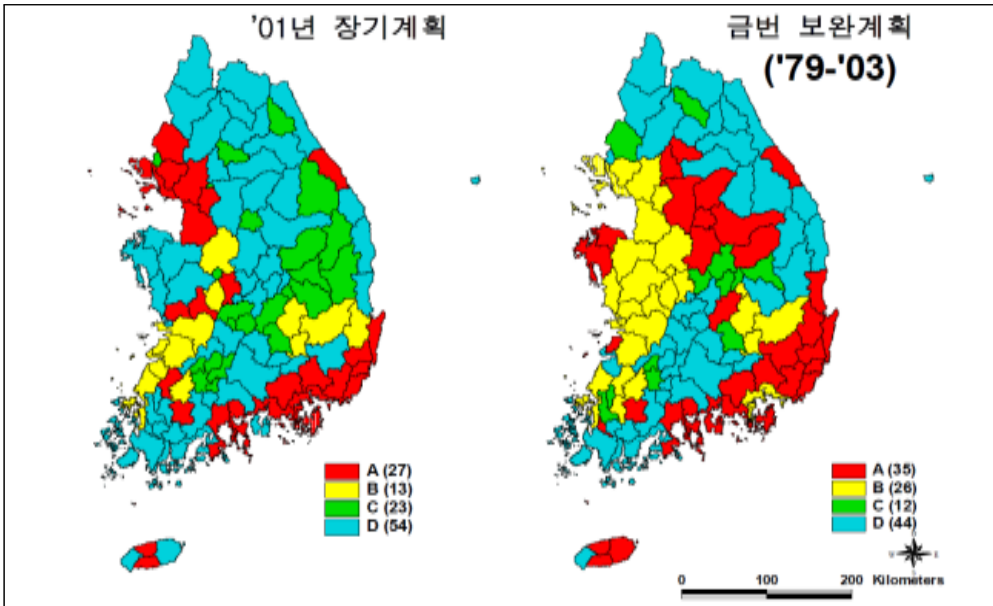
136) 전병열(2003), pp.133-142.



- 주: 1) A 그룹: 지역의 중요도와 위험도가 모두 높아 치수사업이 시급한 지역으로서 유역 내 홍수피해중심지역 보호를 위해 홍수위 저하와 홍수방어 시설의 성능 강화 등에 의한 구조적 대책 그리고 자체 유역의 홍수유출량 저감을 위한 비구조적 대책 등이 요구됨.
- 2) B 그룹: 지역의 중요도가 높아 홍수방어시설이 필요하고 치수안전도의 상향 조정이 필요하나 위험도가 상대적으로 낮으므로 구조적 대책과 함께 비구조적 대책을 병행할 필요가 있음.
- 3) C 그룹: 지역의 중요도와 위험도가 모두 낮아 우수 및 보수를 통한 홍수유출 저감 및 하천 환경 보전을 병행할 필요가 있음.
- 4) D 그룹: 지역적 중요도는 낮으나 위험도가 높으므로 상류지역의 홍수 부담을 통한 하류 지역의 홍수량 저감 대책이 필요함.

자료: 건설교통부(2001), p.86, <그림>을 인용.

<그림 3-21> 홍수피해잠재능의 그룹 구분 및 치수 방향



자료: 건설교통부(2006), p.599.

〈그림 3-22〉 홍수피해잠재능 산정 결과 비교

○ 홍수안전도

『수자원장기종합계획(2011-2020)』에서는 홍수피해잠재능의 한계를 극복하기 위하여 분석 단위를 표준유역으로 세분화함으로써 지역별 홍수피해 특성을 분석하고, 지역별로 치수대책을 차별화하고자 홍수 취약요소를 종합적으로 고려한 치수능력 평가지표를 제시하였다. 먼저 극한사상 분석을 통한 기상학적 취약성을 도출하고, 이를 바탕으로 수문지형학적, 사회경제적, 홍수방어적 취약성을 평가하는 동시에 과거 홍수로 발생한 피해규모 및 발생확률을 반영함으로써 홍수위험도를 평가하였다. 홍수위험도 산정에 사용된 평가요소 및 산정방법은 〈표 3-43〉과 같다.

〈표 3-43〉 홍수안전도 평가요소 및 산정방법

평가요소		산정방법
기상학적 취약성(C)	극한강우사상 빈도, 일강수사상 빈도	홍수위험도 = C+G+S+P
수문·지형학적 취약성(G)	홍수 위험지역, 홍수피해규모지표, 불투수율, 유역경사도	
사회·경제적 취약성(S)	인구밀도, 재정자립도, 의존 인구비율	
홍수방어 취약성(P)	제방정비율(국가, 지방, 소하천), 배수펌프장 개소수	

자료: 국토해양부(2011a), p.140을 활용하여 저자 작성.

홍수위험도에 따른 등급별 대책 방향은 〈표 3-44〉와 같다.

〈표 3-44〉 홍수위험도 등급범위 및 대책 방향

등급	홍수위험도 점수 범위	대책 방향
5 (매우 위험)	81~100	대규모 구조적·비구조적 대책을 시급히 추진 (댐/제방 및 하도 정비)
4 (위험)	61~80	구조적·비구조적 대책 동시 추진 (제방 및 하도정비/ 주민이주/예보체계)
3 (보통)	41~60	비구조적 대책 위주 추진 (홍수보험/ 예보시스템. 토지이용규제)
2 (안전)	21~40	자연친화적 유역대책과 연계관리 (저류지, 습지 등 친환경적 홍수관리)
1 (매우 안전)	0~20	대책 불필요

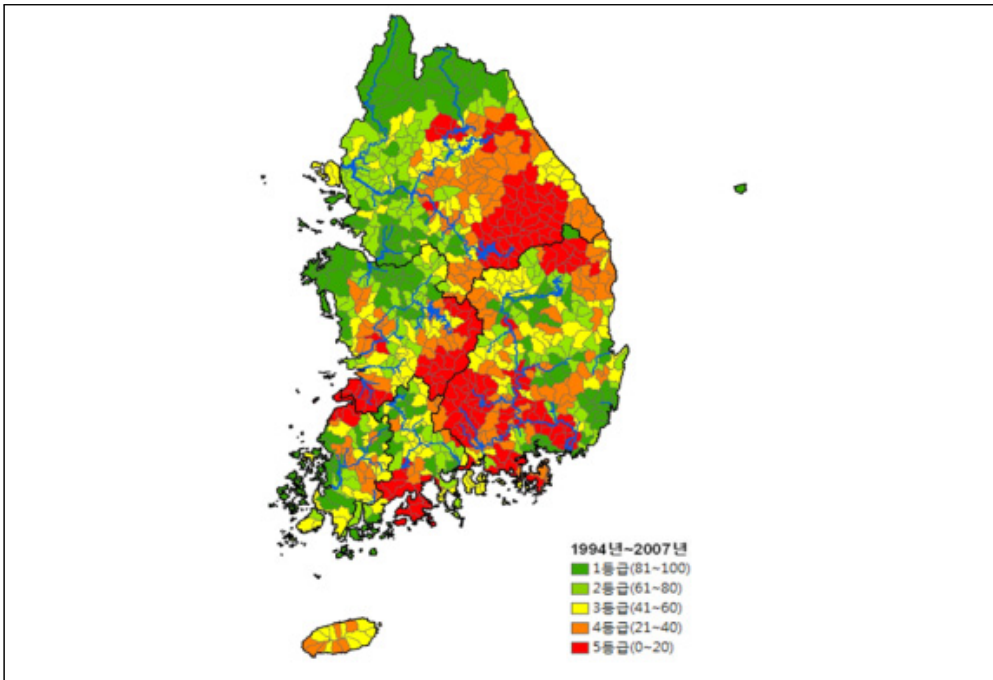
자료: 국토해양부(2011a), p.141.

마지막으로 홍수안전도는 100에서 홍수위험도를 빼서 산정하며, 홍수안전도 등급은 〈표 3-45〉와 같다.

〈표 3-45〉 홍수안전도 등급

홍수안전도 점수 범위	81~100	61~80	41~60	21~40	0~20
홍수안전도 등급	1등급 (매우 안전)	2등급 (안전)	3등급 (보통)	4등급 (위험)	5등급 (매우위험)

자료: 국토해양부(2011a), p.142.



자료: 국토해양부(2011a), p.143.

〈그림 3-23〉 홍수안전도 평가결과(1994~2007년)

홍수안전도 평가 결과를 살펴보면 울산 태화강 유역은 1등급으로 산정되었다. 그러나 이 지역은 2016년 태풍 차바, 2019년 태풍 미탁, 2022년 태풍 힌남노 등으로 피해가 속출했던 지역이다. 이러한 결과는 과거 기록에 의존한 홍수안전도 평가에서 예상치 못한 극한 강우사상을 고려하지 않았기 때문일 것이다. 그러나 홍수피해잠재능과 홍수안전도 평가는 중권역 또는 표준유역을 대상으로 평가가 시행된다. 이는 실제 위험한 지역은 평가하지 않고 유역 전반만 평가하므로 국부적이고 집중적인 홍수에 대응할 수 없다는 한계가 있다. 따라서 두 지표 모두 현재의 홍수방어 수준을 평가하는 데는 미흡한 것으로 판단된다. 두 방법 모두 현재의 홍수방어 수준 평가 요소로 개수율 또는 제방정비율을 사용하는데, 이는 지역적 중요도를 고려하지 않은 지표임을 상기할 필요가 있다.

○ 치수안전도

하천유역수자원관리계획에서 유역의 치수관리계획을 중권역별로 분석하여 평가하고 추진 과제를 설정하도록 하고 있다. 이 중 치수관리계획에는 유역의 중권역별 치수안전도를 정량적으로 평가하여 등급화하고, 이를 반영한 목표 치수안전도를 설정하는 내용이 포함되어 있다.

동 계획에서는 치수안전도를 ‘하천범람 등의 홍수로부터 인명, 자산, 자연/문화/사회경제 자원의 안정성이 확보되는 정도를 평가하는 관리지표’로 정의하고 있다.¹³⁷⁾ 평가방법으로는 유역 내, 하천의 치수단위구역에 대하여 홍수피해잠재능(PFD) 잠재성 지수를 통한 홍수관리 수준을 설정하고, 하도 홍수방어능력 취약성을 평가하고 있다.

세부적으로 치수안전도를 평가하는 방법은, 첫 번째, 치수단위구역은 하천범람구역을 홍수량 산정 지점 기준으로 분할하여 구분하였고, 국가하천의 경우 유로의 좌우안을 추가로 구분하여 치수단위 구역을 세분화한다.¹³⁸⁾ 두 번째, 치수단위구역별 홍수피해잠재능, 즉 잠재성 지수는 수자원장기종합계획에서 제시된 방법론 활용 및 분석하여 산정한다. 세 번째, 두 번째에서 분석한 잠재성 지수를 A등급(200년 이상), B등급(100년 이상~200년 미만), C등급(100년 미만)으로 구분하여 홍수관리수준을 분석한다. 네 번째, 국가하천종합정비계획, 지방하천종합정비계획, 특정하천유역종합치수계획 등 계획지구를 고려하여 제방의 요개수 및 미개수 현황 및 제방정비계획을 반영하여 하천시설물 취약성 평가를 수행한 뒤 우선 개수를 요하는 취약지구를 선정한다. 다섯 번째, 중권역의 치수단위 구역 중 취약지구를 선정되지 않은 치수단위구역의 비율을 치수안전율로 계산한다. 마지막으로 치수안전율을 통한 상대적 크기를 등급화하여 5등급으로 평가하고 있다(표 3-46 참조).¹³⁹⁾

137) 환경부 수자원정책과(2023.3).

138) 문종옥, 이승우, 장원재(2021), p.117

139) 문종옥, 이승우, 장원재(2021), p.117

〈표 3-46〉 치수안전율에 따른 치수안전도 평가등급(안)

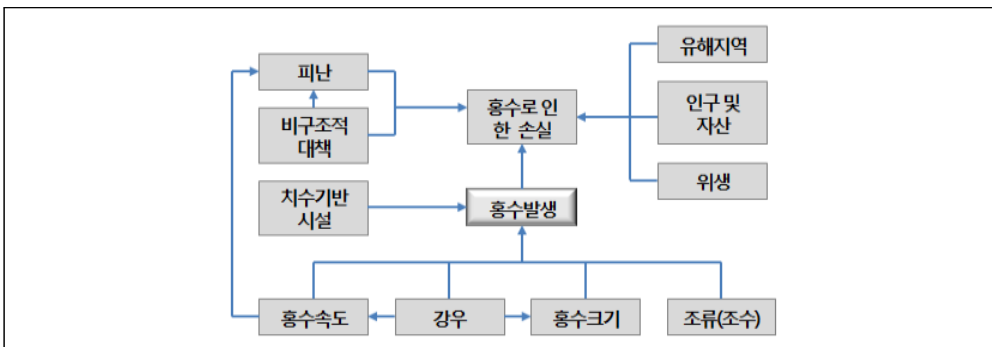
치수안전도 등급	치수안전율
I	90 < 치수안전율 ≤ 100
II	80 < 치수안전율 ≤ 90
III	70 < 치수안전율 ≤ 80
IV	60 < 치수안전율 ≤ 70
V	치수안전율 ≤ 60

자료: 문종옥, 이승우, 장원재(2021), p.117.

4) 국외 치수종합지표 분석

○ 일본 FVI(Flood Vulnerability Index)(Connor and Hiroki, 2005)

일본에서는 치수정책 우선순위를 결정하는데 일본 국토성 국토기술정책종합연구소(NILIM: National Institute for Land and Infrastructure Management)에서 개발한 홍수취약성 지수(FVI: Flood Vulnerability Index)를 이용한다. FVI는 기후요인(강우), 수문지질요인(유속, 침투유량), 사회경제요인(인구, 자산, 위생, 교육), 방어수단요인(홍수방어 시설, 비구조적 대응) 등 4가지 요인으로 구분하고 이를 합하는 방식으로 FVI를 산정하며, FVI 값이 작을수록 안전하고, 값이 클수록 홍수취약성이 크다는 것을 의미한다. 또한 〈그림 3-24〉와 같은 특성 요인도(cause and effect diagram)를 활용해 무엇이 지역의 홍수취약성을 야기하는지 분류할 수 있다.



자료: 국토해양부(2011b), p.78.

〈그림 3-24〉 특성 요인도(cause and effect diagram)

FVI는 『수자원장기종합계획(2011-2020)』의 홍수안전도 산정방법과 유사한 방법으로, 4가지 세부요인 가운데 상대적으로 취약한 특성을 확인할 수 있으며, 맞춤형 대응이 가능하다는 장점이 있다. 그러나 FVI 산정에 필요한 모든 요소 자료를 구하기 쉽지 않으므로 일련에서 개발된 방법을 그대로 적용하는 데는 한계가 있다.

○ 미국의 NFIP(National Flood Insurance Program)

NFIP는 미국의 홍수보험프로그램으로, 보험을 통해 홍수피해 위험을 국가와 공유하고 하천 범람원 개발을 제한함으로써 홍수피해를 줄일 수 있다는 2가지 목적을 가지고 있다. NFIP를 위해 <그림 3-25>와 같이 작성된 홍수보험요율도는 연방정부 차원에서 작성하며 보험료 산출, 담보대출 확인, 토지이용, 수자원개발계획 등에 사용된다. NFIP에서 적용요율은 홍수지도의 기본요율에 지역안전도계수라는 할인계수를 곱하여 산정하는데, 지역안전도계수는 홍수위험에 대한 지역 주민의 인식(홍보 및 지도 작성 여부), 홍수피해 경감 및 사전예방 활동 등 비구조적 대안의 평가점수에 따라 산정된다(서울시정개발원, 2006). NFIP가 정량적 홍수방어에 홍수위험지도를 활용하고 있음을 확인할 수 있다. 이는 유역의 전반적인 홍수특성이 아니라 실제 홍수피해가 발생할 수 있는 지역을 대상으로 한다는 점이다. 또한 지역 주민의 생활 속 홍수방어 노력을 반영하여 보험료에 인센티브를 지급하고 있다. 이를 국가가 세우는 계획의 정량적 지표로 활용하기에는 어려움이 있으나, 실질적인 홍수방어 대안 또는 세부 추진계획의 일환으로서 시사하는 바가 클 것이다.

5) 소결: 물안전(홍수) 부문의 정량적 목표 제시 방안

○ 물안전(홍수) 차세대 지표의 설정 원칙

물안전(홍수) 부문 계획의 진행 상황과 성과를 측정하려면 미래 계획의 목표치를 제시할 수 있어야 한다. 그리고 제시된 목표치를 이용해 향후 발생 가능한 홍수피해를 선제적으로 평가할 수 있어야 하며, 가능한 방법을 동원하여 기후변화의 영향을 고려할 수 있어야 할 것이다.

물안전(홍수) 부문의 차세대 지표는 첫째로 실제 홍수발생위험이 있는 구역을 대상으로 평가하여야 한다. 따라서 본 연구에서는 환경부에서 작성한 홍수위험지도를 활용한다. 2023년 4월 현재, 전국 국가하천과 지방하천의 홍수위험지도가 작성되어 공개되고 있다. 기존 수자원장기종합계획에서 물안전(홍수) 분야 지표 산정을 위하여 활용한 중권역 또는 표준구역 등 구역자료는 구역 내 피해대상(인구 또는 자산)의 수 또는 밀도를 반영하지 못하기 때문이다.

둘째로 지표를 산정하는데 있어 명확한 인자를 사용해야 한다. 홍수피해를 받는 인자와 홍수피해를 유발할 수 있는 인자를 동시에 사용하는 것을 지양하고, 홍수피해 잠재성과 대안을 구분할 필요가 있다. 홍수피해의 지역적 특성을 우선 평가하고, 평가 결과에 적합한 대안이 마련되면 안전도를 높게 산정하는 방법을 적용하는 것이다. 이는 잠재성과 위험성(홍수발생 가능성, 홍수방어능력)을 통합하여 평가하는 방법과 것과 비교해 볼 때, 평가인자의 중복성을 원천적으로 차단할 수 있다.

셋째로 지역적 중요성을 고려함으로써 전국의 홍수방어 형평성을 고려해야 한다. 기존의 홍수방어 수준은 지역적 중요성을 무시하고, 단순히 제방정비율(개수율)을 지표로 사용하였다. 이는 제방정비가 완료된 곳이 안전하다는 것을 전제하는데, 일부 지역에서는 상대적으로 낮은 수준의 홍수방어를 시행하고 있으나 개수율은 높게 산정될 수 있다. 이는 홍수방어 수준을 필요한 수준보다 낮게 설정하였기 때문이다.

마지막으로 기후변화 영향을 고려할 수 있는 지표가 필요하다. 과거 인자로만 산정된 지표가 최근 홍수피해를 반영하지 못하는 경우가 다수 발생하고 있다. 최근 국지적인 집중호우 자주 발생하고 있으므로 차세대 지표는 기후변화로 변화될 수 있는 외력을 유연하게 반영할 수 있어야 할 것이다.

○ 차세대 지표: 홍수재해안전도(안)

본 연구에서는 국가물관리기본계획의 차세대 지표로 하천유역 종합계획에서 사용하고 있는 치수안전도에서 내수침수를 고려한 홍수재해안전도(안) 지표를 제시하고자 한다. 내수 침수까지 고려한 홍수재해안전도(안) 산정은 다음과 같은 순서로 계산할 수 있다.

가) 치수단위구역 설정

- (1) 하천유역 치수단위구역은 하천범람 대비 홍수방어계획 수립을 위한 단위구역으로써 특정 하천 지점의 월류(越流)나 파제(破堤) 등에 의해 홍수피해를 입을 가능성이 있는 지역을 의미하고, 홍수위험지도가 구축된 경우 이를 이용하여 하천유역 치수단위구역을 설정한다.
- (2) 하천유역 치수단위구역은 치수여건의 유사성을 고려하여 홍수량 산정지점을 기준으로 단위구역을 세분하며, 홍수위험지도 등을 세분하는 방법은 참고 1. '안성천 유역의 치수단위구역 설정(예)'를 참고할 수 있다.
- (3) 제내지침수 관리는 지방자치단체의 임무이므로, 기초자치단체(시·군·구)의 경계를 기준으로 제내지침수 치수단위구역을 설정한다.

나) 하천유역 치수단위구역 홍수방어수준

- (1) 하천유역 치수단위구역 내 토지이용, 인구와 자산, 주요시설 현황 등 제내지 이용 상황에 따른 홍수피해 잠재성 등급(A~C)을 평가한다.
- (2) 치수단위구역의 홍수피해 잠재성¹⁴⁰⁾에 따라 계획빈도를 설정하고, 현재의 하천 중요도(현재 고시된 하천기본계획의 계획빈도) 및 개수여부¹⁴¹⁾를 평가한다.
- (3) 홍수피해의 잠재성은 수자원장기종합계획 및 유역종합치수계획에서 사용한 홍수피해잠재능(PFD: Potential Flood Damage)의 피해대상(잠재성) 분석 절차 등을 참조¹⁴²⁾할 수 있다.

140) (잠재성) A등급: 200년 이상, B등급: 100~200년, C등급: 100년 미만.

141) (개수여부) 1등급: 개수완료, 2등급: 개수미완료 또는 방어등급 부족.

142) 홍수피해 잠재성은 인구(0.4), 자산(0.3), 도시화율(0.2), 사회기반시설(0.1) 고려, 필요시 각 피해잠재성 요인의 가중치 변경 가능.

다) 제내지침수 위험지구 치수관리수준

- (1) 시·군 자연재해저감종합계획을 검토하여 위험지구 선정 현황을 조사한다.
- (2) 기초자치단체(시장·군수·구청장)에서 수립된 자연재해위험개선지구 정비사업 계획 및 사업진행 상황을 조사하고, 지역별 위험지구 대비 위험개선지구 정비율을 분석하여 제내지 침수 위험지점 치수관리수준 현황을 분석한다.

〈표 3-47〉 홍수방어등급(안)

홍수방어 등급	계획규모 (재현기간)	제내지 이용 예	적용하천 범위	홍수피해 잠재성
A 급	200년 ~500년	인구밀집지역, 자산밀집지역, 산업단지, 주요국가 기간시설 등	인구밀집지역, 자산밀집지역, 산업단지, 주요국가 기간시설 등	(인구 + 자산) 기준 또는 주요 산업단지, 기간시설의 중요도
B 급	100 ~200년	상업시설, 공업시설, 공공시설 등	상업시설, 공업시설, 공공시설 등	(인구 + 자산) 기준 또는 상업·공업·공공시설의 중요도
C 급	50 ~80년	농경지 등	농경지 등	(인구 + 자산) 기준
D 급	50년 미만	습지, 나대지 등	습지, 나대지 등	(인구 + 자산) 기준

자료: 환경부(2018), p.4.

라) 유역별 홍수재해 안전도 평가

- (1) 홍수재해 안전도는 하천유역별로 산정된 하천범람대비 안전율¹⁴³)과 제내지침수 대비 안전율¹⁴⁴)로부터 산정된 치수안전율을 기준으로 평가한다.
- (2) 홍수재해 안전도는 각 안전율의 상대적 크기를 등급화하여 5등급으로 평가한다.
- (3) 환경부, 행정안전부, 국토교통부의 치수관리 계획 수립 및 시행률을 조사하여, 하천범람 및 제내지침수에 대한 안전율 제고 목표량을 제시하며, 개선된 치수안

143) 하천범람대비 안전율은 선택적 홍수방어를 위하여 하천유역 치수단위구역에 제시된 홍수방어수준 대비 현재조건을 비교하여 평가한다. 하천범람대비 안전율을 산정할 때 목표보다 높은 재현기간으로 하천사업이 시행된 구간은 100% 안전한 것으로 평가한다.

144) 제내지침수피해 안전율은 구역별 위험지구 후보지 면적 대비 현재 위험지구로 선정된 면적의 비로 산정한다. 제내지침수대비 안전율(%) = {1 - (자연재해위험지구 면적) / (자연재해위험지구 후보지 면적)} × 100

전율로부터 목표 치수안전도를 산정한다.

- (4) 주요 구역(중권역)별 목표연도의 홍수재해 안전도를 고시하고, 목표 홍수재해 안전도 달성도는 계획기간 내 유관 부처의 다양한 관리계획 시행 실적에 따른 개선정도로 평가할 수 있다.

〈표 3-48〉 홍수재해안전도 평가등급(안)

치수안전도 등급	치수안전율
I	90<치수안전율(하천범람, 제내지침수)≤100
II	80<치수안전율(하천범람, 제내지침수)≤90
III	70<치수안전율(하천범람, 제내지침수)≤80
IV	60<치수안전율(하천범람, 제내지침수)≤70
V	치수안전율(하천범람, 제내지침수)≤60

자료: 저자 작성.

바. 소결-국가물관리기본계획 정량적 목표 제시(안)

통상적으로 계획의 목표 설정은 분야별 물관리 비전을 달성하는데 필요하며 구체화되어야 한다. 국가물관리기본계획도 기본 3대 목표는 정량적이지 않더라도, 6개 분야의 개별 목표는 정량적으로 목표를 제시하는 것이 옳다고 판단된다.

정량적인 목표를 설정할 때는 Doran(1981)이 제시한 SMART라는 기본 원칙과 절차에 따르는 것이 합리적일 것이다. SMART란, 각 약자는 조금씩 수정되어 사용 되었지만 일반적으로 ① 구체적이고(Specific), ② 측정 가능하며(Measurable), ③ 성취 가능하고(Attainable, Achievable), ④ 현실성이 있어야 하고(Realistic, Relevant), ⑤ 시간상 적합할(Time-bound, Timely) 것을 의미한다.¹⁴⁵⁾

이에 본 연구에서는 물환경, 물이용(생활, 공업, 농업), 물안전(홍수) 부문의 차세대 지표 및 목표 설정 방안을 다각도로 살펴보고 적절한 방안을 제시하였다.

물환경의 경우에 기존의 현행지표를 활용하여 목표를 설정하고 차세대지표는 보조적 지표로 활용한다. 물이용의 경우에는 하천유역수자원관리계획 및 농업용수이용합리화계획에서

145) Global Environment Facility: GEF(2010), p.13.

제시하는 이수안전도를 활용하여 목표를 설정하며, 물안전(홍수)의 경우에는 하천유역수자원 관리계획 제시된 치수안전도에서 내수침수까지 고려한 홍수재해안전도(안)를 활용하는 방안을 제시하였다.

본 연구에서 제시한 정량적 지표안은 연구가 진행되는 동안 짧은 시간 안에 검토한 정량적 지표(안)이며 한정적인 의견 수렴을 거쳤기 때문에 한계가 존재한다. 향후 다양한 전문가, 정책결정자의 의견을 수렴하여 보완하여 실제 국가물관리기본계획 수정계획에 반영되어야 할 것으로 사료된다.

4. 수정 이슈 3: 물관리를 위한 재정 전략 보완 필요

가. 제1차 국가물관리기본계획 재정 전략 현황

「물관리기본법」 제27조 제1항 제8호에 따르면 국가물관리기본계획에서 물관리 예산의 중장기 투자 방향에 관한 사항을 다루도록 규정되어 있다. 그에 따라 『제1차 국가물관리기본계획』에서는 투자 방향과 재정구조 개편 및 재원 확보 방향을 제시하고 있다.

『제1차 국가물관리기본계획』에서는 기후위기 대응 정책과 국민안전 확보를 위한 물관리 기반시설 유지 관리에 우선적으로 물관리 예산을 투자하고, 과학적이고 효율적인 물관리 체계와 물산업 및 인력 양성, 미래 기술력 확보를 위한 조사·연구 및 기술개발에 지속적으로 투자하는 방향을 제시하고 있다(표 3-49 참조).

또한 물관리 예산을 확보하고자 물 공공성을 감안한 중앙정부 및 지방정부 역할 재정립과 보조율 체계 정비 등의 적정성 검토를 추진하고 수계기금 운영 효율화 방안을 마련해 재정구조 개편을 제시하고 있다. 그리고 물관리 재원을 확보하고자 사용료 및 부담금 정비와 유역단위 통합물관리를 위한 재정적 제도 개선 방안 검토와 상하수도 요금 현실화 및 부담금 징수율 제고와 물관리 사업의 효율적 추진 체계를 확립하도록 하고 있다.

또한 3대 혁신정책 중 하나인 물순환 전 과정의 통합물관리 정책 중점과제에서 재원 조달 방안을 검토하고 있다. 물순환 전 과정 통합·연계 체계 구축 과제에서는 지자체에 물순환 특별회계를 설치하는 등 물순환관리 재정 기반 마련을 제시하고 있다. 또한 통합물관리를 위한 제도·조직 등 정비 과제에서는 공공부문(중앙정부, 지방정부, 공공기관) 물 분야 예산

(수입·지출) 현황의 모니터링 및 평가 체계 구축과 물사용료 및 물 관련 부담금을 활용한 유역 내 물관리 재정 제도 개선 방안을 검토하도록 하고 있다(표 3-50 참조).

<표 3-49> 『제1차 국가물관리기본계획』 중장기 예산 투자 방향

투자 방향	재정구조 개편 및 재원 확보 방향
<ul style="list-style-type: none"> - 국민 물복지 향상, 기후위기 대응, 유역공동체의 건강성 확보 등을 위해 중앙·지방정부 물 관련 예산 지속 투자 · 기후위기 대응을 위한 정부정책(탄소중립, 그린뉴딜 등)에 우선 투자 · 물관리 기반시설 유지관리 등 국민안전 확보에 우선 투자 · 물순환·수자원·물환경·상하수도·농업·지하수 등 물관리 전 분야에 최첨기술(IoT, AI 등)을 통한 과학적·효율적 관리 체계 구축에 적극 투자 · 국가 경제의 역동성 회복에 기여하기 위해 물산업·인력양성 투자 확대 · 미래 기술력 확보를 위해 물관리 조사·연구 및 기술개발에 지속 투자 	<ul style="list-style-type: none"> - 물의 공공성 등을 감안하여 물 분야 예산의 중앙-지방 역할을 재정립하고, 필요시 보조율 체계 정비 등 적정성 재검토 추진 - 수계기금 운영 효율성 및 유역주민 만족도 제고 방안 마련 - 중장기적으로 사용료·부담금 등을 정비하고, 유역단위의 통합물관리가 가능하도록 재정적 제도 개선 방안 등 검토 - 상하수도 요금 등 사용료 현실화 및 부담금 징수를 제고 노력 - 효율적인 물관리 사업 추진 체계 확립

자료: 관계부처 합동(2021), p.127.

<표 3-50> 기후위기 대응 관련 『제1차 국가물관리기본계획』 혁신과제

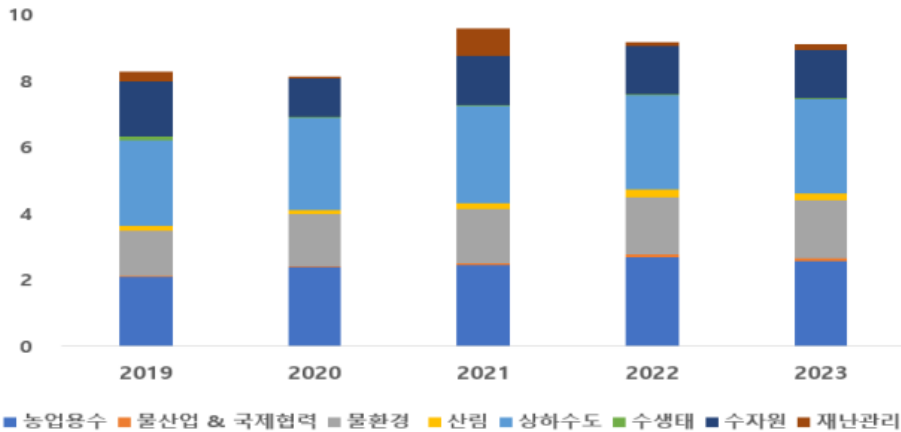
통합물관리 3대 혁신 정책방향 추진과제	재정 전략
혁신 ① 물순환 전 과정의 통합물관리	
① 물순환 전 과정의 통합·연계 체계 구축	
<ul style="list-style-type: none"> · 물순환 관리를 위한 기반체계 구축 · 도시 및 도시 외 지역 맞춤형 물순환 관리 모델 발굴·확산 · ‘물 계정’ 구축 등 물순환 전 과정의 통합관리를 위한 선진 분석기법 도입 · 지표수-지하수 통합·연계관리 기반 마련 	○
추진 과제	
<ul style="list-style-type: none"> · 하천-하구-연안 통합관리 강화 · 하천 허가제 관리 강화 및 수리권체계 정비 · 수질-수량-수 생태를 동시 고려하도록 하천 및 하천시설 제도 정비 	
② 통합물관리를 위한 법령·계획·제도·조직 등 정비	
<ul style="list-style-type: none"> · 물 관련 법령·계획 효율화·체계화 · 중앙정부, 지방자치단체, 공공기관 등 협력체계 강화 · 통합물관리를 위한 재정체계 구축 	○
혁신 ② 참여·협력·소통 기반의 유역물관리	
혁신 ③ 기후위기 시대 국민안전 물관리	

자료: 관계부처 합동(2021), p.61.

나. 물관리 재정 운용 현황

2019~2023년까지의 중앙정부¹⁴⁶⁾의 물관리 지출 규모를 살펴보면 2021년 기준 9.6조 원으로 2019년 대비 15.7% 증가하였으나 이후로는 소폭 감소 추세를 보이며, 부문별로는 상하수도 분야 지출이 가장 많은 비중을 차지하고 있다. 물산업 및 국제협력과 물환경, 농업용수 부문의 재정지출은 2019년 이후 증가 추세인 반면, 재난관리 및 물환경 재정지출은 2021년에 일시적으로 증가하였다가 이후 지속적으로 감소하였다.

2023년 기준 중앙정부 물관리 예산은 9.1조 원 수준으로 부문별로는 상하수도 분야가 2.8조 원(30.9%)으로 가장 많았고, 농업용수 2.6조 원(28.2%), 물환경 1.8조 원(19.1%), 수자원 1.4조 원(15.8%), 재난관리 및 산림 0.2조 원, 물산업 및 국제협력 0.1조 원, 수생태 382억 원 순이었다.



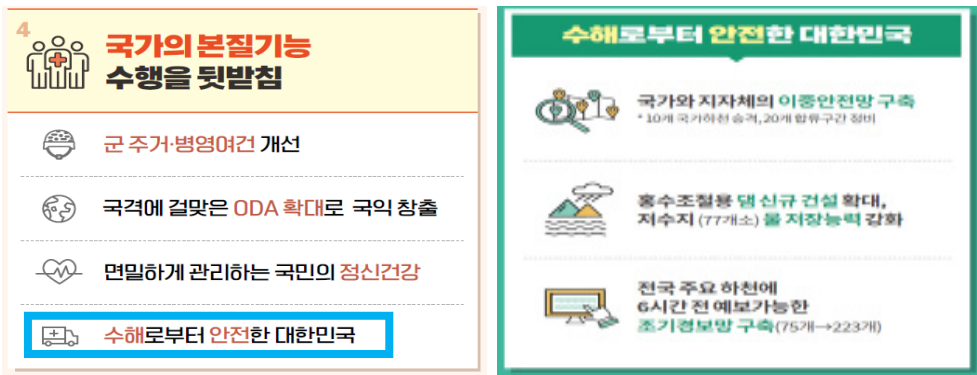
자료: 열린재정 재정정보 공개시스템, “재정연구분석-재정상세통계-재정분석통계-중앙정부-상세재정통계-예산-세출/지출-세목 예산편성현황(총액)”, 검색일: 2023.7.3.

〈그림 3-26〉 중앙정부 물관리 예산 추이(2019~2023년)

2024년 중앙정부 물관리 예산은 국가부채 증가 및 2023년 국세 수입 감소로 인한 국가재정의 지속가능성 제고를 위한 건전재정¹⁴⁷⁾ 기조 유지에도 불구하고 국가 본질기능 강화

146) 환경부, 행정안전부, 국토교통부, 농림축산식품부, 산림청 부문별 물관리 예산.

수해 안전 부문이 4대 중점분야¹⁴⁸⁾ 20대 핵심과제로 선정됨에 따라 증가할 것으로 예상된다.¹⁴⁹⁾ 그에 따라 수해대응 예산 규모는 2023년 5조 867억 원 수준에서 2024년 6조 3,223억 원으로 24.3% 증가하였다. 증가한 예산 중에서 약 1조 원은 지방하천의 국가하천 승격 및 신규 댐 건설, 저수지 준설 등 홍수대응을 위한 인프라에 투자하고 AI 홍수예보 체계 구축에 약 700억 원을 추가로 투입할 예정이다.¹⁵⁰⁾



자료: 기획재정부(2023), p.2.

〈그림 3-27〉 2024년 예산안 4대 중점분야 및 20대 핵심과제 물관리 부문

〈표 3-51〉 2024년 수해대응 체계 고도화 관련 예산안

(단위: 억 원)

구분	2023년	2024년 안	비고
수해대응 고도화	50,867	63,223	
- 국가하천정비	4,510	6,627	국가하천 지류, 국가-지방하천 합류 구간 정비
- 저수지 준설	6,518	7,462	대규모 저수지 정비
- AI 홍수예보체계 구축	169	844	주요 하천 AI기반 조기경보망(3→6시간 전) 구축

자료: 기획재정부 보도자료(2023.8.29), p.38.

147) 국가 재정운용에 있어 세율이 세입 범위 내에서 충당되고 공채 발행이나 차입이 없는 재정.

148) 약자복지 강화, 미래 준비, 양질의 일자리 창출, 국가의 본질기능 뒷받침 등(기획재정부 보도자료, 2023.8.29, p.1).

149) 대한민국 정부(2023b), pp.13-15.

150) 기획재정부 보도자료(2023.8.29), p.38.

2024년 환경부 전체 예산(안)은 12조 6,067억 원으로 전년 대비 8.8% 증가하였고, 기금은 1조 8,499억 원으로 전년 대비 1.7% 감소하였다. 국가의 중점분야 집중투자 기조에 따라 환경부 역시 홍수 예방 등의 국가 본질기능 강화와 녹색산업 육성 및 탄소중립 지원을 통한 성장동력 확충, 환경 취약계층 보호 및 환경서비스 제고에 집중적으로 투자할 예정이다. 환경부 예산 증가에 따라 물관리 분야 예산은 전년 대비 1조 833억 원(21.9%) 증가한 6조 342억 원 수준으로 상수도·지하수 부문 예산은 5.4%, 수질·하수도 부문은 14.6% 증가하였고, 댐·하천·물산업 부문은 51.2% 증가하여 물관리 부문 중에서 가장 큰 폭으로 증가하였다.¹⁵¹⁾

〈표 3-52〉 2024년 환경부 예산안

(단위: 억 원, %)

분야	2023년 예산(A)	2024년 예산(B)	증감(B-A)	%
합계	115,918	126,067	10,149	8.8
기후·녹색·대기	45,679	46,534	855	1.9
- 기후	2,240	2,225	△15	△0.7
- 녹색산업	5,191	6,804	1,613	31.1
- 대기	38,248	37,505	△743	△1.9
물관리	49,509	60,342	10,833	21.9
- 상수도·지하수	10,098	10,639	540	5.4
- 수질·하수도	26,990	30,919	3,929	14.6
- 댐·하천·물산업	12,421	18,785	6,364	51.2
자연환경	9,555	8,271	△1,284	△13.4
자원순환	3,257	2,546	△711	△21.8
환경보건·화학	3,057	2,908	△149	△4.9
환경일반 등	4,861	5,466	605	12.5

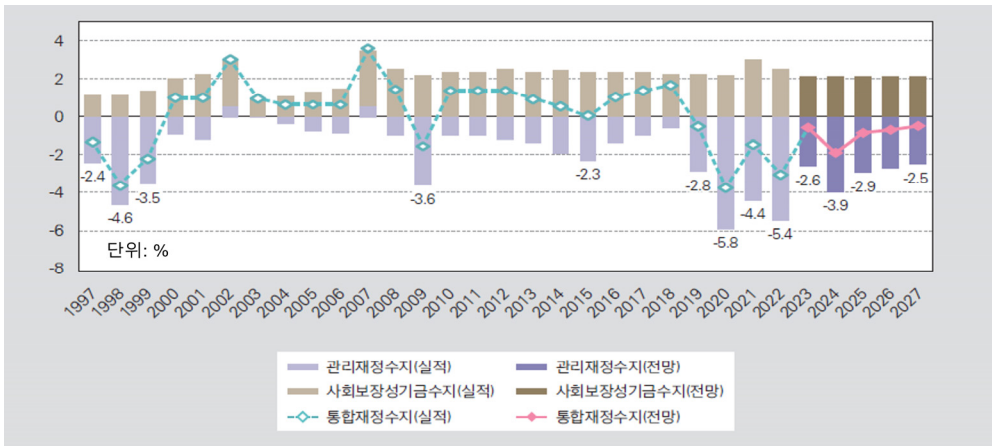
자료: 환경부 보도자료(2023.8.29), p.7.

151) 환경부 보도자료(2023.8.29), p.1,

다. 물관리 재정정책 여건 변화

물관리 재정 여건을 살펴보면, 국가부채 증가로 인한 건전재정 기조와 인구위기 및 지방 소멸로 인한 물 관련 기업의 수익 악화 등으로 물 관련 재정 확대는 점차 어려워지는 반면, 물기반 시설 노후화 심화, 기후위기 대응을 위한 물관리 재정 수요는 증가하는 상황이다.

저성장 시대가 도래하고 국가채무가 가파르게 증가함에 따라 최근 국가 재정 기조는 확장 재정에서 건전재정으로 전환되고 있고, 그 여파로 물관리 재정 여건 역시 어려워질 것으로 전망된다. ‘국가재정운용계획(2023~2027년)’¹⁵²⁾에 따르면 2023년 기준 GDP 대비 국가채무 비율은 50.4% 수준이며, 2026년에는 52.5%, 2027년에는 53.0%로 지속적으로 증가할 것으로 전망된다. 2021년 IMF¹⁵³⁾에 따르면 우리나라의 GDP 대비 일반정부 채무비율은 2021년 51.3%에서 2026년 66.7%로 15.4%p 증가가 예상되어 35개 주요 선진국 가운데 가장 빠른 증가폭을 보일 것으로 전망된다. 이처럼 국가채무 증가 추세가 지속될 것으로 예상됨에 따라 국가채무 증가 폭을 억제할 목적으로 2025년까지 관리재정수지 비율을 GDP 대비 -3% 이내로 개선하는 재정계획을 수립하였다.



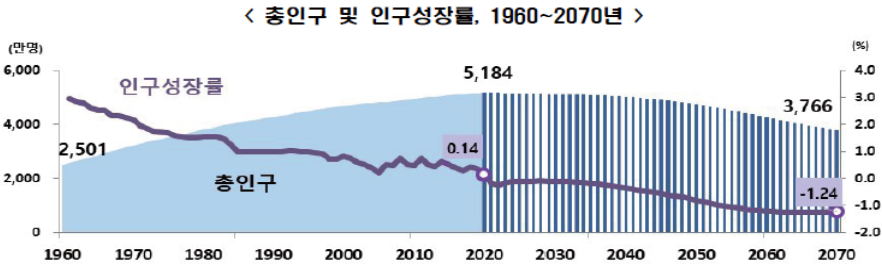
자료: 오중현(2023), p.76.

〈그림 3-28〉 GDP 대비 재정수지 비율 실적 및 전망

152) 대한민국 정부(2023b), p.38.

153) 김명규, 김민경(2023), p.서론 1.

또한 인구감소가 전망했던 것보다 빠르게 진행되어 자연감소가 시작되었고, 그에 따른 지방 소멸화도 가속하고 있어 상하수도 사업 지속가능성이 저하되고 있다. 통계청의 2021년 장래인구추계¹⁵⁴⁾에 따르면 국내 총인구는 2020년에 정점을 찍은 후 사망률 증가와 출생률 및 코로나로 외국인 유입이 감소해 당초 예상하던 2029년보다 8년 빠르게 자연감소하고 있다. 2019년 급격히 하락한 출산율을 반영한 특별추계에 비해 2020년 기점으로 인구감소가 시작되어 2030년에는 5,120만 명 수준으로 감소할 것으로 보인다(그림 3-29 참조). 그에 따라 지방소멸도 가속화되고 있어 소멸될 시·군·구도 2005년 33곳에서 2015년 80곳, 2020년 102곳, 22년 113곳으로 증가할 뿐만 아니라 군지역은 대부분 소멸위험 단계에 진입할 것으로 예상된다(그림 3-30 참조). 이러한 인구감소는 세수 감소로 연결될 뿐만 아니라 물 관련 직영기업의 손익과도 연계되기 때문에 영업손실이 증가할 것으로 전망된다.



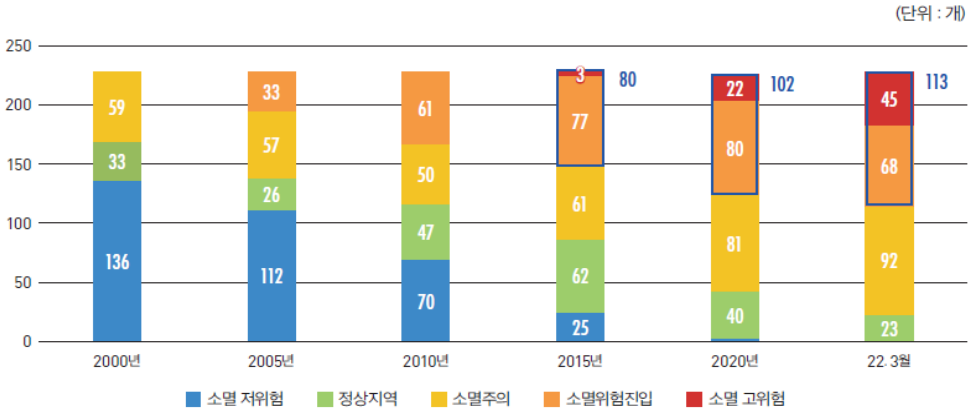
자료: 통계청 보도자료(2022.12.9), p.1.

〈그림 3-29〉 총인구 및 인구성장률(1960~2070년)

또한 공공부문 예산의 대부분을 차지하는 SOC의 노후화율이 비약적 증가함에 따라 물관리 재정의 건전성이 저하될 것으로 예상된다. 전체 물 인프라 중에서 준공된 지 30년 이상인 인프라 비율이 2035년 기준 평균 66.2%로 증가할 것으로 전망된다. 시설별로는 댐·저수지가 86.5%로 노후화율이 가장 높았고 양·배수장 85.7%, 상수도 77.6%, 하수도 72.5% 순으로 나타나 물관리 시설의 유지 관리 및 성능 개선 소요 규모가 비약적으로 증가할 것으로 예상된다(표 3-53 참조).¹⁵⁵⁾

154) 통계청 보도자료(2022.12.9), p.1.

155) 강형식, 김수빈(2022), p.4.



자료: 이상호(2023), p.10.

〈그림 3-30〉 소멸위험 기초지자체 수(시군구 기준)

〈표 3-53〉 물 인프라 시설별 노후화율(%) 현황

구분	시설구분	2020년	2025년	2030년	2035년
상수도	정수장	45.25	57.17	69.98	83.66
	취수장	37.82	49.79	64.71	76.47
	공업용 정수시설	30.30	66.67	75.76	84.85
	수도관로	21.98	35.92	50.13	65.44
	평균	33.84	52.39	65.15	77.61
하수도	하수관로	24.23	31.20	39.69	50.41
	하수처리장	76.91	84.15	90.58	94.52
	평균	50.57	57.68	65.14	72.47
하천	수문 및 통문	24.33	39.85	49.21	61.61
	제방	7.00	9.32	10.79	12.54
	평균	15.67	24.59	30.00	37.08
댐·저수지	댐	45.95	56.76	62.16	78.38
	저수지	88.32	89.67	92.57	94.57
	평균	67.14	73.22	77.37	86.48
양·배수장	양수장	51.50	65.30	80.10	90.60
	배수장	24.30	36.60	54.40	78.00
	양배수장	51.40	58.10	72.40	88.60
	평균	42.40	53.33	68.97	85.73
물 인프라 전체(평균)		36.8	47.1	56.3	66.2

자료: 강형식, 김수빈(2022), p.4.

2023년 감사원 결과에 따라 국가물관리기본계획 수립 시 기후변화 시나리오를 반영하여 물관리 재정 수요는 더욱 증가할 것으로 예상된다. 물관리 계획에서 기후변화 요인을 고려하면 기후위기 대응을 위한 설계기준 강화 등의 물관리 시설 투자와 기반시설의 개발 및 대체 등의 수요가 증가함에 따라 물관리 비용도 증가한다. 따라서 물관리에서의 기후변화를 반영하려면 무엇보다 관련 정책을 실현하는 데 필요한 물관리 재원을 확보해야 할 것이다.

라. 제1차 국가물관리기본계획 재정 전략 수정 방향

1) 상하수도 요금 수준 현실화 및 재정책임성 확보 방안

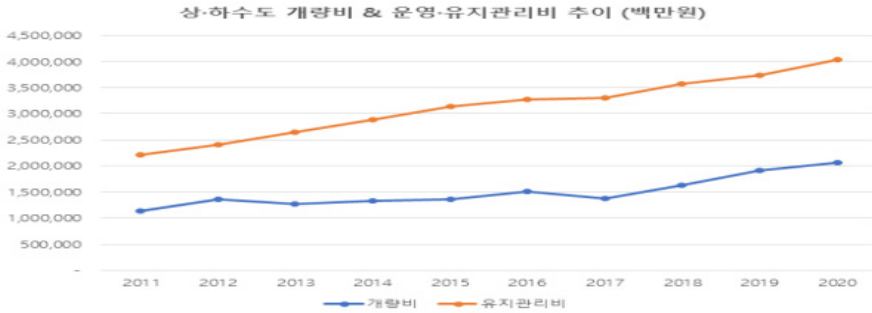
기후 위기 리스크 증가 및 물관리 기반시설의 집단적 노후화 등 물관리 위협 요소가 늘고 있으며, 물관리 기반시설 유지관리 또는 개·대체 수요도 함께 증가하고 있다. 1970년대부터 본격적으로 구축된 물관리 기반시설의 개선 주기가 도래함에 따라 2030년이 되면 전체 물 인프라의 70% 이상이 내용연수를 초과할 것으로 전망된다(표 3-53 참조).

이에 따라 물관리 시설의 유지관리 및 성능개선 소요 규모도 비약적으로 증가하고 있다(그림 3-31 참조). 상하수도 세출 자료를 분석해 본 결과, 최근 10년간(2011~2020년) 상수도 시설의 경우 개량비는 117% 증가, 운영비 및 유지관리비는 71% 증가하였다. 하수도 시설의 개보수비는 59% 증가, 운영비 및 유지관리비는 90% 증가하였다(그림 3-31 참조).

게다가 수돗물의 적수와 유충 사태, 4대강 녹조 및 미량오염물질 검출 등 언론에서 접하는 일련의 물 관련 사건·사고들은 국민의 물관리 위험 인식을 높였고, 국민은 정부에 더 높은 수준의 물서비스 제공을 적극적으로 요구하고 있다.

하지만 상하수도 시설 서비스 제공을 담당하는 지방자치단체의 재정 건전성은 좋은 상태가 아니다. 특히, 상하수도 시설물의 경우 법률에 독립재산의 의무규정을 두고 있으나 상하수도 요금 현실화율이 낮아 국가재정으로 부족분을 충당하고 있다. 반면에 지방정부는 인구감소·경제둔화에 따른 세수감소, 경직성 예산 증가로 재정지출 수요가 확대하여 물기반시설 수요 대비 지방재정을 통한 물관리 기반시설의 공급 축소·지연이 예상된다.¹⁵⁶⁾

156) 복지분야 비중(10년) 27.7 → 35.8(%) 증가, 2030년까지 하수도 사업의 경우 재정 소요 약 24조 원 추정.



연도	상수도 시설 개량비 (백만 원)	상수도 시설 운영 및 유지관리비			
		계(백만 원)	처리장	하수관로	유수지 및 배수펌프장
2011년	422,696	893,392	606,783	46,568	240,041
2012년	689,027	872,258	621,532	44,127	206,599
2013년	409,013	1,023,703	631,789	36,638	355,276
2014년	411,348	982,204	627,639	35,976	318,589
2015년	463,125	1,041,599	637,654	38,333	365,612
2016년	548,334	1,118,231	663,206	39,284	415,741
2017년	541,789	1,198,972	693,604	35,661	469,707
2018년	585,335	1,298,476	727,378	43,957	527,141
2019년	814,614	1,340,790	719,530	46,916	574,344
2020년	916,830	1,527,704	814,322	76,876	636,506

자료: KOSIS, “2011~2020년 상수도통계 세출”, 검색일: 2023.5.16.

(단위: 백만 원)

연도	하수도 시설 개보수비	하수도 시설 운영 및 유지관리비			
	계	계	처리장	하수관로	유수지 및 배수 펌프장
2011년	719,819	1,313,589	1,018,391	254,380	40,819
2012년	665,343	1,530,120	1,149,011	358,002	23,108
2013년	868,200	1,616,095	1,198,814	382,181	35,100
2014년	925,958	1,902,579	1,282,234	591,798	28,547
2015년	897,367	2,091,602	1,561,556	473,537	56,509
2016년	957,316	2,151,663	1,699,360	430,841	21,462
2017년	828,044	2,106,175	1,687,761	392,512	25,902
2018년	1,038,091	2,272,838	1,842,848	422,824	7,165
2019년	1,097,543	2,402,390	1,996,339	397,824	8,227
2020년	1,146,486	2,501,021	2,028,709	463,364	8,948

자료: 환경부, “2018 하수도 통계”, “2020 하수도 통계”, 검색일: 2023.5.16.

〈그림 3-31〉 상하수도 개량비 및 운영 유지관리 추이(2011~2020년)

하수도는 2019년 기준으로 모든 지자체에서 운영 적자가 발생했으며, 상수도는 161개 지자체 중에서 130개¹⁵⁷⁾ 지자체에서 운영적자가 발생했고 적자 보전을 위한 일반회계 보조금 규모는 6,426억 원으로 증가 추세이다.¹⁵⁸⁾ 수도사업의 유지관리비, 개·보수 공사비(노후상수도 정비 등) 등 투자 소요는 지속 증가하고 있으나, 수도요금 외 기채수입, 일반회계 등으로 적자를 충당하고 있는 실정이다.

2022년 기준 수도요금의 현실화율은 73.9%로 2018년 81.6%보다 하락하였고 2022년 기준 하수요금 현실화율은 46.8%로 2018년 49.9%보다 하락하여 상하수도 요금 모두 하락 추세를 보이고 있다.¹⁵⁹⁾ 2022년 기준 상하수도 평균 요금 현실화율보다 요금 현실화율이 낮은 기관도 60% 이상이고¹⁶⁰⁾ 요금 현실화율이 가장 높은 기관과 낮은 기관의 격차도 85%p 이상¹⁶¹⁾으로 사업자별로도 요금 현실화율에 큰 차이를 보이고 있어 재정 책임성 확보를 위한 요금 현실화가 필요하다.

상하수도 요금 현실화율이 낮은 것은 요금에 비용 반영 정도가 낮기 때문이며, 서비스 공급 비용의 근거 요금 설정 시 초기 투자비용과 운영비용만 고려하기 때문에 미래 상하수도 투자재원이 소홀하게 책정되고 있다. 따라서 기후변화와 인프라 노후화 등 다양한 수요에 대응하는 서비스 공급의 새로운 가격체계를 마련하는 것이 필요하다. 기존의 전년도 집행실적을 기준으로 원가를 산정하는 방식에서 미래 투자계획을 반영하여 원가를 산정할 수 있도록 하는 “Revenue Required”¹⁶²⁾ 개념 등의 요금부과체계를 고도화하여 요금을 현실화하고 이를 통한 미래 투자 자원 확보가 필요하다.¹⁶³⁾

157) 상수도 운영 적자가 아닌 36개 지자체의 경우 총세출의 대부분을 자본 수입으로 충당 가능한 지자체로 재정건전성이 높음을 나타낸다.

158) 환경부(2022a), p.19.

159) 행정안전부(2023), p.17.

160) 상수도 전체 122개 기관 중에서 상수도 평균 요금 현실화율 73.9% 미만 기관은 63.1%(77개)이고, 하수도는 전체 104개 기관 중에서 66.3%(69개)가 평균 요금 현실화율 46.8% 미만(행정안전부, 2023, p.17).

161) 행정안전부(2023), p.18.

162) 전년도 집행 실적을 기준으로 산정하는 원가산정방식을 일본이나 유럽의 일부 국가처럼 미래, 즉 향후 3~5년간의 투자계획을 반영하여 원가를 산정하도록 할 필요, 또한 그 외 미래투자자원 확보를 위한 원가구조상 별도항목 신설 검토 필요.

163) 문현주(2014), pp.65-66.

〈표 3-54〉 상수도, 하수도 평균요금, 평균원가, 요금 현실화율 현황

구분		2018년	2019년	2020년	2021년 (a)	2022년 (b)	증감 (c=b-a)	증감률 (c/a)
상 수 도	평균요금(원/m ³)	714.2	717.3	693.6	700.8	728.0	27.2	3.9%
	평균원가(원/m ³)	875.3	906.3	936.0	957.6	985.4	27.8	2.9%
	요금 현실화율(%)	81.6%	79.1%	74.1%	73.2%	73.9%	0.7%	-
하 수 도	평균요금(원/m ³)	567.8	594.8	586.4	608.1	642.8	34.7	5.7%
	평균원가(원/m ³)	1,138.2	1,219.3	1,271.8	1,312.8	1,374.1	61.3	4.7%
	요금 현실화율(%)	49.9%	48.8%	46.1%	46.4%	46.8%	0.4%	-

자료: 행정안전부(2023), p.17.

2) 기후위기 대응 재정투자기반 마련

기후위기에 대응하는 물기반시설 미래비용 추계 또는 우선순위 파악 미흡하다. 앞서 2024년 예산을 살펴본 것과 같이 기후변화 대응 (홍수 및 가뭄) 관리 비용 급증이 예상되지만, 중·장기 목표 설정 및 선제적 투자 및 계획은 미흡한 실정이다.

개별시설당 투자 우선순위와 미래비용을 추계하고는 있으나, 물관리시설을 전체로 보고 기후위기 대응까지 고려한 미래비용추계는 마련하고 있지 않다. 국토교통부에서 기반시설 관리 투자종합계획(2022년)을 마련한 것과 다르다(그림 3-32 참조).¹⁶⁴⁾

수정계획 내의 기후변화 대응을 위한 물관리 재정체계에는 이용분담 체계 마련을 통한 물관리 대응 재원 마련과 물기반시설의 종합투자계획 수립, 물관리 부문 재정정보 시스템을 구축 전략이 필요하다. 물기반시설의 종합투자계획은 국가 차원에서 기후위기 중점관리 물기반시설을 선별하고 설계기준 향상 등의 기후변화 대응을 위한 미래 관리비용을 추계한 후 가이드라인 개발을 통한 투자우선순위를 결정하고 예산조정이 필요하면 조정 제도를 설계하여 기후위기 관리예산을 조정할 수 있도록 하는 것이다.

164) 국토교통부(2022), p.89.

(단위: 조 원, %)

구분	국가			지자체		
	누계액	연평균	구성비	누계액	연평균	구성비
도로	207.72	6.92	34.34	54.43	1.81	13.3
철도	196.25	6.54	32.44	106.87	3.56	26.11
공항	40.07	1.34	6.62	-	-	-
항만·어항	32.01	1.07	5.29	12.37	0.41	3.02
댐	13.92	0.46	2.3	0.12	0	0.03
저수지	12.78	0.43	2.11	13.58	0.45	3.32
하천	14.31	0.48	2.37	39.68	1.32	9.7
상수도	41.91	1.4	6.93	43.26	1.44	10.57
하수도	19.53	0.65	3.23	135.89	4.53	33.2
가스	0.12	0	0.02	-	-	-
송전	21.86	0.73	3.61	-	-	-
송유	1.26	0.04	0.21	-	-	-
열	2.77	0.09	0.46	1.68	0.06	0.41
통신	0.44	0.01	0.07	-	-	-
공동구	-	-	-	1.39	0.05	0.34
총계	604.96	20.17	100	409.26	13.64	100

자료: 국토교통부(2022), p.89.

〈그림 3-32〉 향후 30년간 기반시설 관리 미래비용 추계

물관리 투자재원을 확보하려면 홍수나 도시침수 등의 관리를 위한 빗물세 또는 빗물요금(우수관 사용료)을 부과하거나 기후대응기금의 활용 범위 확장하는 방안을 검토해 볼 수 있다. 또한 현재 수질 중심인 물이용부담금 체제를 기후변화(가뭄)의 수자원 기회비용을 고려하여 수량과 수질을 통합관리 할 수 있는 재원으로서의 취수부담금 도입을 고려해 볼 수 있다. 마지막으로 확보된 재원을 효율적으로 관리하고 이용하도록 부처별로 분산된 기후변화 관련 물관리 사업의 예산, 이행, 성과를 총괄적으로 평가할 수 있는 통합 재정정보 시스템 마련이 필요하다.

3) 물관리 시설의 민간자본 확대

마지막으로 지속적인 국가부채 증가와 인구구조 및 잠재성장률 저하 등의 구조적 문제에 대응을 위한 재정지출이 증가할 것으로 예상되는바, 공공부문의 한정된 재원만으로는 기후

변화 대응에 한계가 있으므로 물관리 시설의 민간투자를 확대해 재원을 조달하는 방안을 고려해볼 수 있다. 민간투자 기반을 마련하여 물관리 기반시설 및 대체 수자원 시설의 민간 투자로 재원을 확보하는 것이다.

2022년 9월 기준, 물 기반시설의 민자투자 사업은 BTO 76개와 BTL 105개 사업으로 추진 중이나 대부분 하수도·환경기초시설 관련 유형으로 한정된 사업이다.¹⁶⁵⁾

하수도의 경우 2022년 기준 BTO 68개와 BTL 105개는 하수도 시설 민간투자사업으로 운영 중이다. 물재이용 시설은 2022년 기준 8건을 하수처리시설 및 폐수종말처리시설 재이용 시설 민간투자 사업으로 운영 및 추진 중이다.

해수 담수화 시설은 기장에 해수담수화 시설(국비 823억 원, 시비 425억 원, 민자 706억 원)이 건설되었으나 원전 영향 등 주민의 용수 공급 반대로 운영이 정지되었다.

상수도 시설은 대도시를 포함하여 상수도 수익성을 전제로 한 민간투자사업은 없으며, 2016년 추진한 대전의 고도정수처리시설 수익형 민간투자¹⁶⁶⁾는 수도 민영화 반대여론으로 백지화(‘16.11)되었다.¹⁶⁷⁾

상수도 시설을 실제 전문기관에 위탁한 사례는 <표 3-55>처럼 한국환경공단과 한국수자원공사에 그치고 있다.

<표 3-55> 지자체 수도 위탁운영 현황

구분	한국환경공단	한국수자원공사
지자체(수)	4	23
해당 지자체	정선, 태백, 영월, 평창	동두천, 양주, 파주, 광주, 논산, 서산, 금산, 단양, 정읍, 나주, 함평, 완도, 진도, 장흥, 예천, 고령, 사천, 거제, 통영, 고성, 봉화, 청송, 천안(공업)

주: 천안시는 공업용수만 위탁 운영

자료: 워터저널, “지방상수도, 지자체 특성 맞는 통합운영 필요”, 검색일: 2023.3.1.

165) KDI 공공투자관리센터, “민간투자사업 검색”, 검색일: 2023.3.2.

166) 대전 월평정수장과 송촌정수장에 하루 50만t 규모(1,670여억 원 소요) 고도정수처리시설을 제안형 민자투자사업 추진, 대전지역 시민사회단체와 대전시공무원노조 등 극한 갈등을 빚어 백지화.

167) 한국일보(2016.11.9), “대전 상수도 고도정수처리시설 민자유치 백지화”, 검색일: 2023.7.10.

국내 물관리 기반시설 민간투자의 법률적 근거는 분명히 존재하나 ① 대상시설·사업방식 다양화 미흡, ② 수익성 확보를 위한 부대사업 추진 애로, ③ 민자사업 참여 유인요인 미흡, ④ 지자체 낮은 참여의지, ⑤ 국민의 민자사업에 대한 부정적 인식 등 물 기반시설의 민간투자 한계가 존재한다.

물관리 시설에 대한 민간투자를 확대하려면 먼저 규모의 경제 효과가 발생할 수 있도록 전 시설을 광역화하거나 연계 가능한 시설을 통합하고 민간투자 도입 시에 지자체와 시민사회가 구조개편의 주체로 참여하여 자율적으로 판단하고 설정할 수 있도록 충분한 정보를 제공해야 한다. 또한 물관리 기반시설의 공공성을 유지하도록 시설의 소유권과 관리권을 분리하여 소유권은 국가나 지자체가 보유하고 운영 및 관리권의 출자 등으로 기능적 민간투자를 추진할 수 있다. 그 외에 독점 폐해를 최소화하도록 공공계약시스템 등 법률과 계약 등으로 민간기업의 성과를 규제하거나 최적 가격을 설정할 수 있는 규제 시스템을 수립하는 것이 필요하다.

4) 소결

물 기반시설 노후화, 기후위기에 따른 리스크 증가, 고도정수처리 등 국민의 높은 물서비스 요구 등에 따라 시설의 유지관리 및 성능개선 수요가 증가할 전망이다. 공급 지연에 따른 미래부담을 경감하도록 물관리 재정 확보 전략 마련이 필요하다.

이에 본 과제에서는 물관리 요금 현실화와 물관리 시설 민자투자 확대, 빗물세나 빗물요금 같은 기후위기 관련 신규 재정 방안 등을 재정 확대 방안 등을 신규 재정 전략으로 제시하였다 (표 3-56 참조).

〈표 3-56〉 『제1차 국가물관리기본계획』 수정계획 혁신과제③ 내 신규전략(안)

신규 재정 전략		관련 부처
추진과제	① 기후위기 대응을 물관리 재원 조달 방안 마련	
	• 기후변화를 고려한 물관리 기반시설 투자종합대책 마련	환경부
	• 기후위기 대응 물관리 부문 재정정보 시스템 구축	환경부·기상청
	• 기후변화 대응 비용부담 체계 수립	환경부
	② 상하수도 요금 현실화	환경부
	• 보편적 상하수도 서비스 공급을 위한 합리적 재정보조 설계	환경부·기획재정부
	• 미래 투자계획 반영하여 원가 산정 등 요금부과체계 고도화	환경부
	③ 물관리 시설 민간투자 확대 방안 마련	
	• 다양한 대체수자원 시설 민간 투자 확대	환경부
• ICT 통합형 감시시스템, 자산관리 요소 반영된 민간투자 사업 활성화	환경부	
• 다수 환경시설을 복합개발 물관리사업 민간투자 확대	환경부	

자료: 저자 작성.

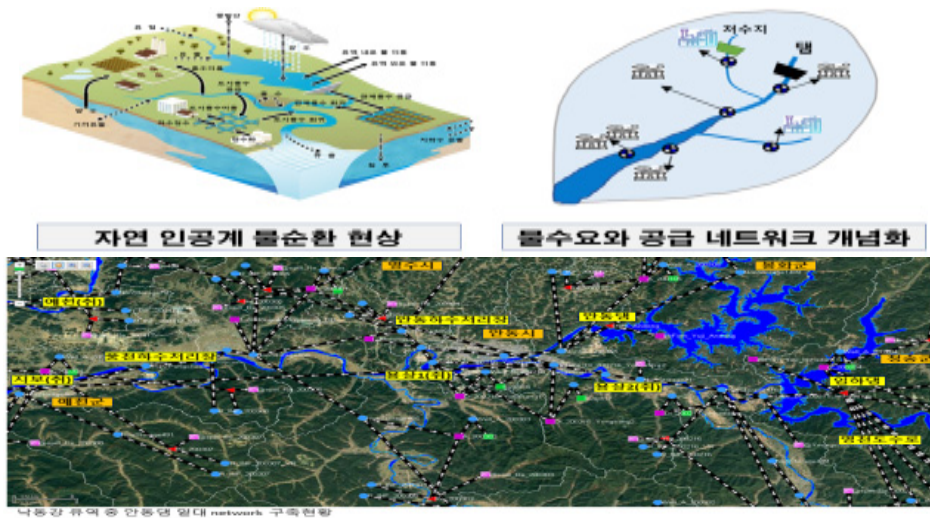
제4장

제1차 국가물관리기본계획 수정을 위한 모델 고도화 방안

1. 물수급 전망 분야 개선 및 고도화 방안 - 생활 및 공업 용수

가. 제1차 국가물관리기본계획 물수급 전망 분석방법 개요

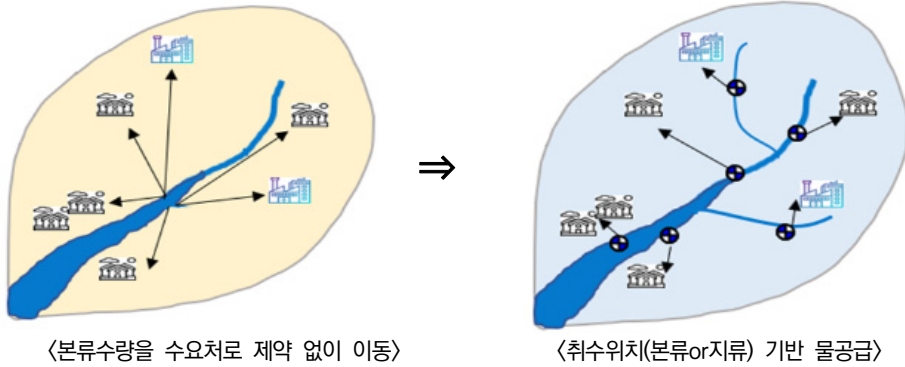
『제1차 국가물관리기본계획』에서는 현재 운영 중인 수자원 시설과 하천 유량, 지하수 등을 이용하여 장래 물수요처에 공급 시 물부족량을 계산하고, 이를 근거로 장래 수자원확보 계획을 수립하였다. 장래 물부족량을 산정하고자 목표연도(2030년)의 물수요량과 연계한 ‘국가 물수급 분석 모델’을 신규 구축하여 표준유역단위(전국 833개)의 물부족량 분석을 수행하였다.



자료: 저자 작성.

〈그림 4-1〉 국가물관리기본계획 내 구축한 물수급 네트워크(안동댐 일원)

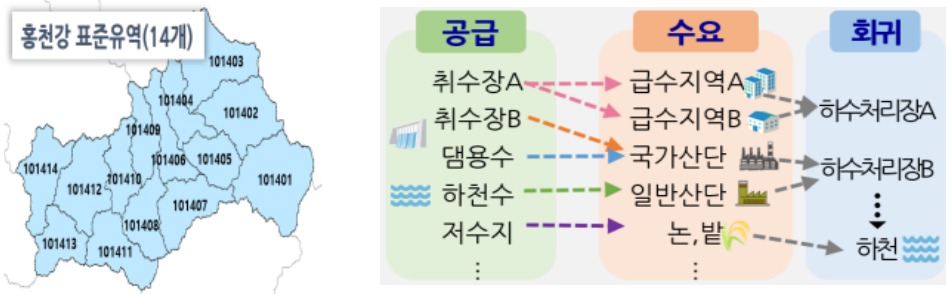
신규 구축한 국가 물수급 분석 모델에서는 기존(과거 수장기)에 정립한 기본적인 분석 방법과 절차는 유지하되, 유역 내 물공급시설과 물순환체계(수원-취수-수요처-회귀)를 위치 기반으로 반영함으로써 현실감 있는 물수급 분석 결과를 제시하고자 노력하였다.



자료: 조영식 외(2021), p.34.

〈그림 4-2〉 물수급 체계 정밀 반영 모식도

기존의 중권역 단위(시군의 1.5배 수준) 분석은 물부족의 지역적인 분포와 특성을 파악하는데 한계가 있어 읍·면·동 및 지방하천 급(표준유역)까지 공간해상도를 정밀화함으로써 현실성 높은 장래 물부족량(생활·공업/농업/하천유지) 결과를 제공하였다.



자료: 관계부처 합동(2020), p.141, 〈그림 3-53〉.

〈그림 4-3〉 표준유역단위 물이용체계 반영 모식도

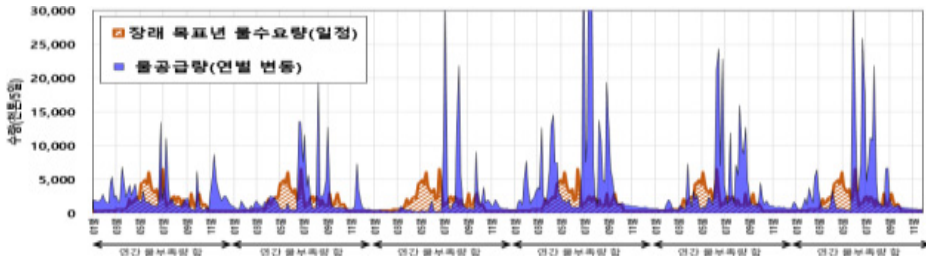
국가 물수급 분석 시 적용 기준 및 주요 절차는 아래 표와 같다. 목표연도(2030년)의 과거 기상상황(유량)을 재현하였으며, 분석기간은 1966.10.1~2018.9.26일(52개년)간 반순(5일) 단위로 TANK 모델을 적용한 하천 유량을 계산하였다. 장래 수요량 및 회귀 관련 자료는 기존 수장기와 동일한 방법으로 생활·공업용수는 연중 일정하다고 가정하고, 농업용수는 시기별 물수요 패턴에 맞춰 이용하도록 구축하였으며, 회귀율은 생활·공업용수는 수요량의 65%, 농업용수는 수요량의 35%가 회귀하는 것으로 가정하여 분석하였다.

〈표 4-1〉 국가 물수급 분석 시 적용기준 및 주요 절차

구분	조건	주요 절차
기본가정	- (목표연도) 2030년 - (가정) 과거 기상 상황(유량) 재현	물수급네트워크 구축
시간단위	- (분석기간) '66.10.1~' 18.9.26(52개년) - (분석단위) 반순(5일 단위)	공간단위, 시설별 수요량 입력 (생·공·농, 하천유지용수)
공간단위	- 표준유역단위	공급량 입력 (하천유량, 주요 댐 등)
유량산정	- 과거 관측 강수에 의한 하천유량모의 (TANK 모델)	물수지 분석
수요패턴	- (생공) 연중 일정 가정 - (농업) 시기별 물수요 패턴	물부족 발생빈도 선정
회귀	- (생공) 수요량의 65% 적용 - (농업) 손물소모 방식(수요량의 35%)	유역별 최종 물부족량 산정

자료: 저자 작성.

분석 기간 내 하천수, 댐·저수지 등 공급량과 지역의 장래 물수요량 차이를 반순 단위로 합산하여 연간 발생 가능한 물부족량을 도출하였으며, 물부족량 산정 예시는 〈그림 4-4〉와 같다.



주: 과거 52개년 연별 물부족량 합.

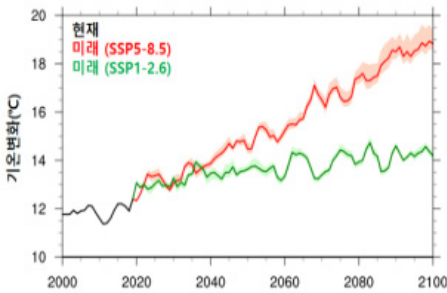
자료: 저자 작성.

〈그림 4-4〉 물부족량 산정 예시(=물공급량-물수요량)

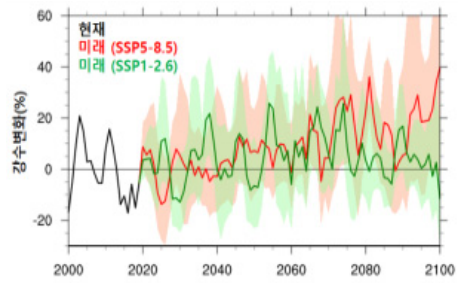
나. 물수급 전망 한계 및 문제점

1) 물공급 분야의 한계 및 문제점

『제1차 국가물관리기본계획』의 물수급 분석은 과거 수장기 등에서 활용한 방법을 준용하여 과거 기상 관측자료(1966~2018년, 52개년)와 같이 확정적인 통계자료를 활용하여 수행하였으나, 최근 이상기후(가뭄) 등 겪어보지 못한 기상 현상에 충분히 대응하기 어렵다는 전문가 의견이 제시되고 있다. 이에 과거 자료와 더불어 장래 2100년까지의 기상 예측자료(기후변화 시나리오 등)를 활용한 수자원 계획 수립이 요구되고 있다.



〈미래 평균기온 변화〉



〈미래 강수량 변화〉

자료: 환경부, 국립기상과학원(2021), pp.19-21.

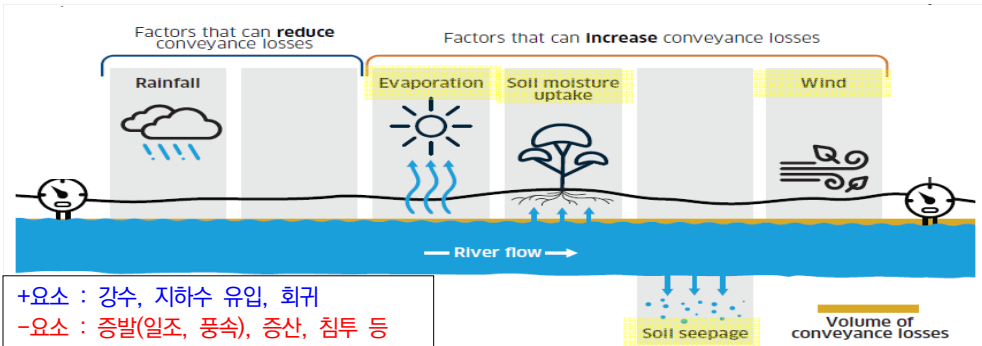
〈그림 4-5〉 미래 평균기온 및 강수량 변화

국내 생활·공업용수 공급은 상수도시설이 큰 비중을 차지하고 있으나, 취수지점이 국가·지방하천에 대다수 분포하고 있다. 이에 상류에 위치한 댐·저수지에서 방류하는 수량에 의존하여 하류 하천의 취수지점에서 취수하고 있다. 댐·저수지에서 방류 이후 하천 유하(최장은 안동댐~부산시, 약 350km) 중에 수문학적 증발산 및 침투 영향으로 유량의 손실 정도가 발생하고 있으나, 이에 대한 명확하고 합리적인 기준이 정립되지 않아 물부족량 산정의 정밀화, 현실성을 감안하여 개선이 필요하다.



자료: 저자 작성.

〈그림 4-6〉 낙동강 유역 물 공급체계 모식도



자료: MDBA(2019b), p.2.

〈그림 4-7〉 하천유량 손실에 미치는 수문학적 요소

또한 최근 대구·부산 취수장 이전과 같이 수량이 충분하더라도 ‘맑은물 공급’ 사업이 이슈가 되고 있어, 장래에는 수량·수질을 고려한 통합 기술이 필요하다. 이에 『제1차 국가물관리기본 계획』 수립 시 물수급 분석 결과를 수질 전망 분석 모델을 연계하는 차원으로 일부 자료(기상, 댐방류량, 취수량 등)는 동일하게 활용하였으나, 두 분석 간에 유역모델이 상이해 가장 큰 비중을 차지하는 하천 유량에서 큰 차이가 발생[물수급: 4단 TANK 모델(댐유입량 보정), 수질: HSPF 모델(하천유량 보정)]하여 중장기적으로 수량 관리뿐만 아니라 수질까지 연계하여 통합 분석·예측될 수 있도록 개선이 필요하다.

〈 2030 물수급 및 수질 전망 분석 체계 개요 〉

항 목	물수급 전망 분석	수질 전망 분석
분석목표	생활·공업·농업 용수 및 하천유지유량 장래(30년) 수요에 따른 물 과부족 검토	장래(30년) 오염부하·물수급 전망을 연계한 5대강 수질(BOD, TOC, T-P) 전망
분석모델기간	MODSIM / '66.10월 ~ '18.9월	HSPF 유역모델 / '13.1월 ~ '18.12월
분석네트워크	표준유역(833개) + 주요지점(960개)	5대강 본류 및 유입지류 표준유역
연계방법	(기상) 종관기상관측소, AWS 관측소 등 동일 자료 사용 (시설운영) 물수급 분석에 따른 시설(댐, 취양수장 등) 운영현황 수질모형 반영	

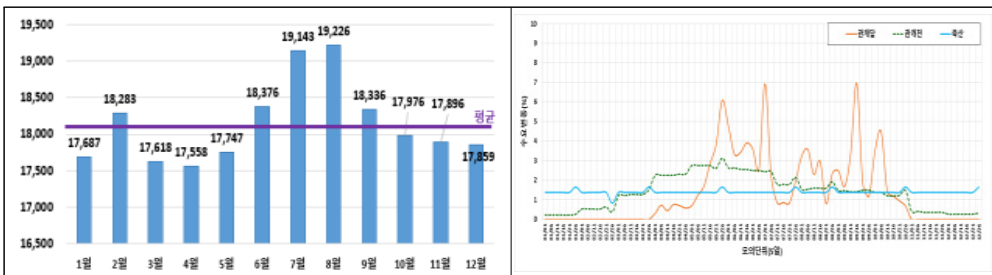
자료: 관계부처 합동(2021), p.53.

〈그림 4-8〉 물수급 및 수질 전망 분석 체계 개요(『제1차 국가물관리기본계획』)

2) 물수요 산정법의 한계 및 문제점

물수급 분석 시 농업용수는 계절별 특성이 뚜렷하므로 관개기/비관개기를 구분하고 용도별(논, 밭, 축산) 수요량의 시기 변화를 반영하여 분석해왔으나, 생활·공업용수는 물이용에 연중 큰 변화가 없다는 가정하에 연간 변화 없이 일정하게 소비하는 것으로 가정하였다.

그러나 실제 생활·공업용수의 과거 정수생산량 실적에 따르면 지역, 계절별로 월별 물이용량과 생산량에 변동성이 있으며, 하절기에 공급량이 많은 계절적 패턴이 있는 것으로 나타났다. 물수급 분석에 반영 시 생활·공업용수 물이용 패턴을 적용하는 것은 미래 연간수요량이 같더라도 계절적 강수 편중 등 시기별 공급량 변화로 단위 기간별 물부족량 결과에 영향을 미칠 수 있다.



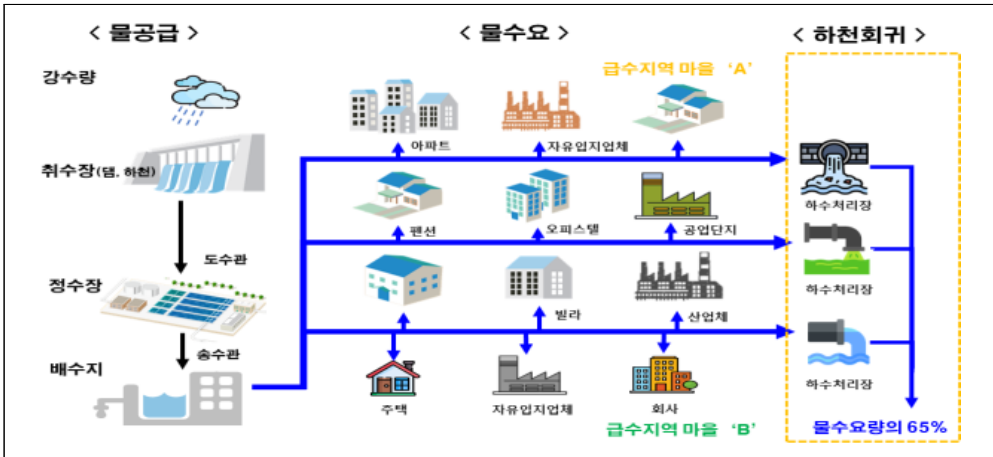
〈월별 정수 생산량('18년, 전국 473개 정수장)〉

〈농업용수 시기별 수요변동〉

자료: 저자 작성.

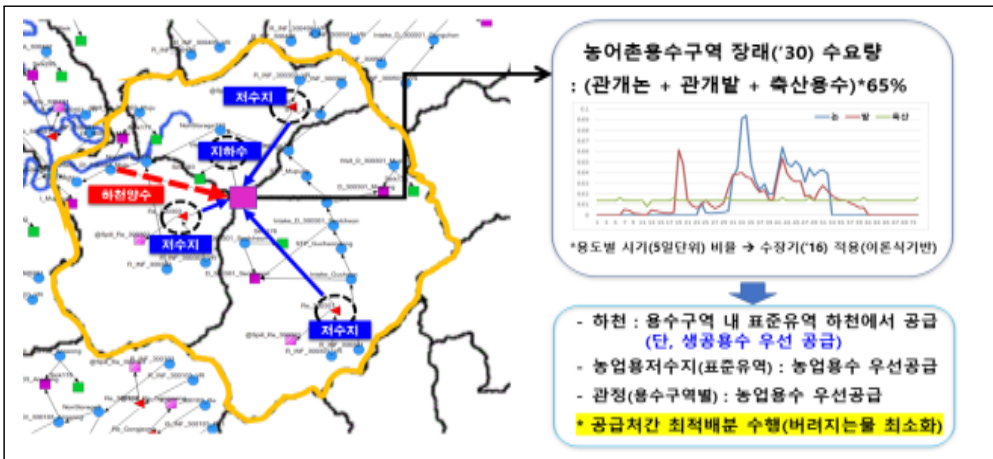
〈그림 4-9〉 월별 정수생산량 및 농업용수 수요변동

또한 생활·공업용수와 농업용수의 회귀율(물이용 이후 다시 하천으로 돌아오는 양)의 경우, 평균적인 회귀량을 고려하여 생활·공업용수는 수요량의 65%, 농업용수는 수요량의 35%를 적용하는 등 일률적인 회귀율 적용하여 분석하였으나, 현실성을 고려하여 지역별 차등 적용 등 현실성을 고려한 물수급 분석이 필요하다.



자료: 저자 작성.

〈그림 4-10〉 생공용수 물수급 분석 모식도(『제1차 국가물관리기본계획』)



자료: 저자 작성.

〈그림 4-11〉 농업용수 물수급 분석 모식도(『제1차 국가물관리기본계획』)

마지막으로 상수도 미급수지역 수요량 산정 시 전국 대표 원단위로 2001년 마을상수도 실이용량 조사 결과를 활용하여 적용한 1인 1일 평균급수량(215L)을 적용(과거 수장기부터 적용)하고 있으나, 최신 통계자료 및 이용실적 등을 반영하여 장래 물수요량 산정 시 원단위 재산정이 필요하다.

다. 수정계획 수립을 위한 물수급 분석의 개선 방향

1) 물수급 전망 총괄

수정계획 수립 시 기존의 장래 물수요량 산정기준(편람, 통계, 정책 등)과 방법을 준용하되 인구, 지하수 이용량 등 산정 시 적용한 인자의 자료 기간을 연장하거나, 최신 통계자료를 바탕으로 현행화 검토 예정이며, 농업용수의 장래 물공급 방식 특성(개수로)과 관개 효율을 고려하여 목표연도(2030년) 수요량 개선 검토 등을 수행할 예정이다.



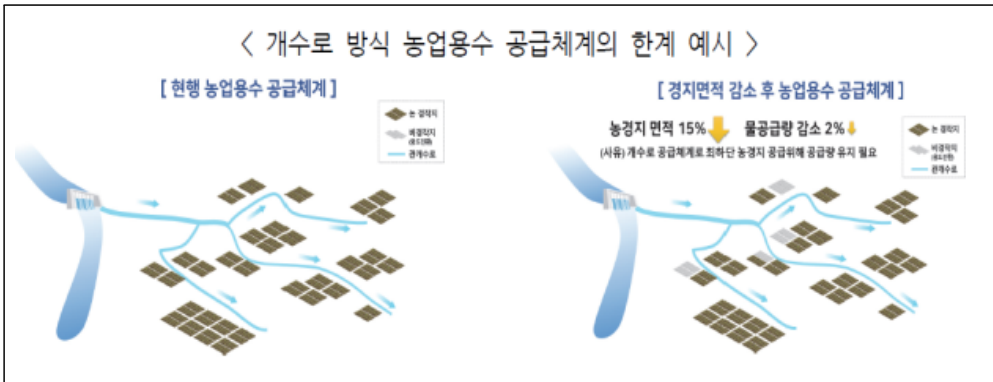
자료: 저자 작성.

〈그림 4-12〉 생활용수 수요량 산정 방법 및 절차 예시



자료: 저자 작성.

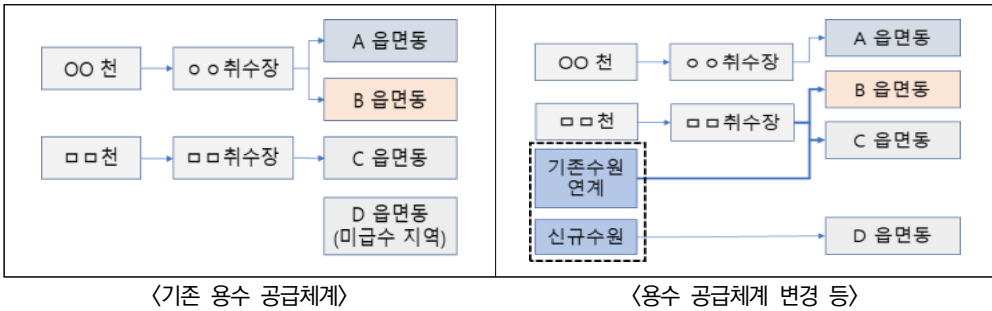
〈그림 4-13〉 공업용수 수요량 산정 방법 및 절차 예시



자료: 관계부처 합동(2021), p.50.

〈그림 4-14〉 농업용수 물공급 방식 특성 및 공급체계 한계 예시

또한 전국 물공급시설(댐 및 신규/폐지 저수지 등) 통계 자료를 기반으로 최신화하고, 최근 준공 및 진행 중인 수도사업 등을 바탕으로 지역별(지자체별) 용수 공급체계(수원-취수-이용-회귀) 변화를 반영한 물이용 네트워크를 수정 보완할 예정이다.



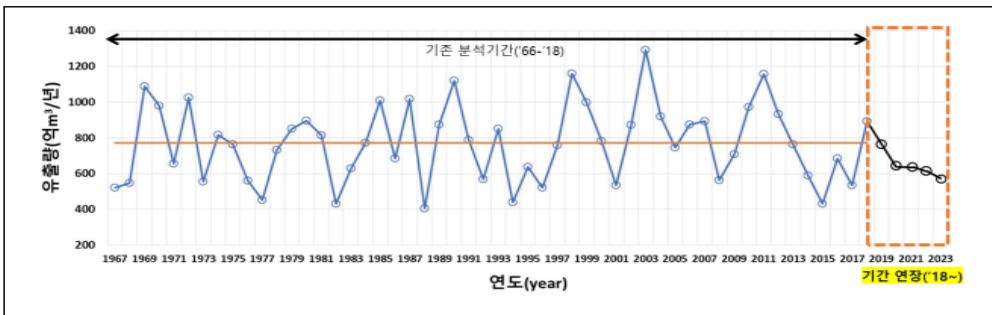
자료: 저자 작성.

〈그림 4-15〉 지자체별 용수 공급체계 변경 예시

또한 『제1차 국가물관리기본계획』에서 제시하는 물수급 전망 결과와 하위 계획 내 활용 현황을 제시하고, 전차분 물수급 전망 결과를 검증·평가해 타당성을 확보하도록 검토할 예정이다.

2) 물공급 분야의 개선 방향

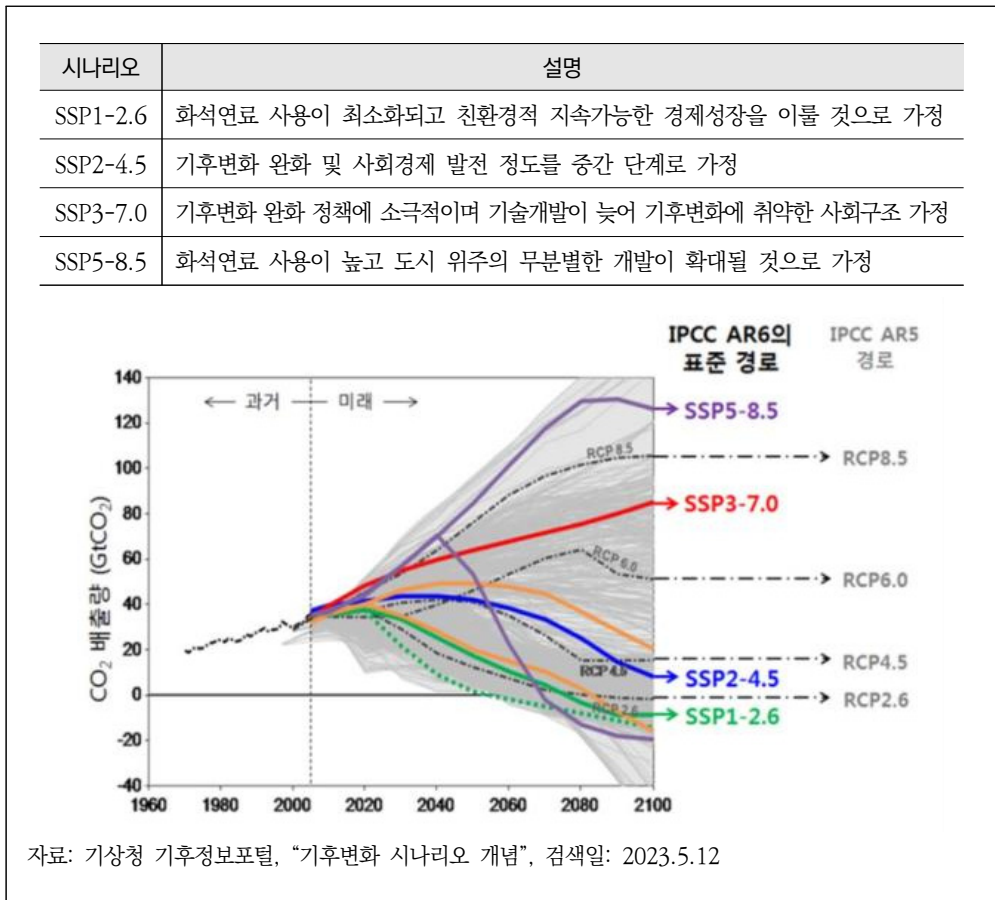
물수급 분석의 기본 가정상 1967년 이후 발생한 최대가뭄(권역별로 상이)이 계획 목표연도(2030년)에 발생한다는 가정으로 『제1차 국가물관리기본계획』에서는 1966~2018년의 지역별 강수, 기온 자료 등을 활용하여 강우-유출 모형에 따른 하천 유량을 적용하였으나, 2018년 이후의 국내 유역·지역별 최근 가뭄 상황(강수, 기온) 등을 반영한 물수급 분석을 수행할 예정이다.



자료: 저자 작성.

〈그림 4-16〉 전국 연간 유출량 변화 예시

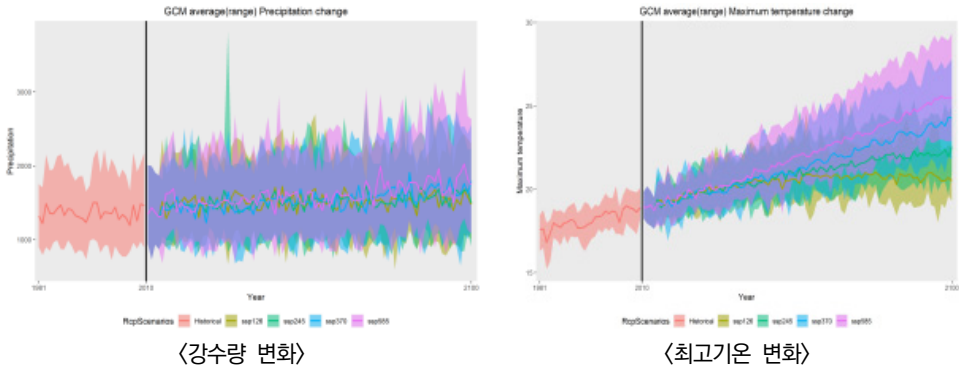
이뿐 아니라 목표연도에 과거 최대가뭄보다 심한 가뭄 상황이 발생하는 등 기후변화 영향에 따른 물수급 분석 결과를 제시하고자 최신 기후변화 시나리오(AR6-SSP168) 기반의 기상자료(~2100년)를 활용한 물공급량 재산정 방안을 검토하여 다양한 가뭄 시나리오 및 기후변화 영향에 따른 물 공급 취약성 평가를 검토할 예정이다.



〈그림 4-17〉 IPCC 6차 보고서 SSP시나리오 주요 설명 요약

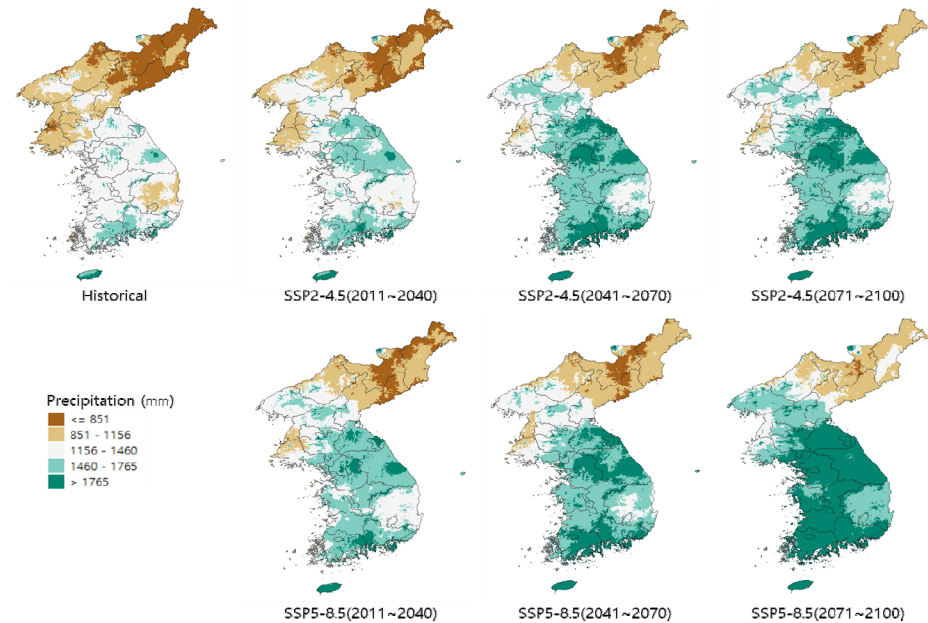
168) AR6를 위해 2100년 기준 복사강제력 강도(기존 RCP 개념)와 함께 미래 사회경제변화 기준으로 기후변화에 대한 미래의 완화와 적응 노력에 따라 5개 시나리오 구별(인구통계, 경제발전, 복지, 생태계 요소, 자원, 제도, 기술발전, 사회적 인자, 정책 고려).

이에 국내 기상청뿐만 아니라 다양한 국가 및 주요 기관의 기후변화 모델별로 상호 비교해 국내 기후변화 및 가뭄 특성을 최적으로 재현하는 대표 시나리오를 선정하고, 이를 과거 관측자료와 융합하여 물수급 분석의 입력자료로 적용해야 한다.



<강수량 변화>

<최고기온 변화>



<미래 시기별 강수량 전망 결과 예시>

자료: 농림축산식품부, 농촌진흥청(2021), pp.30-38.

<그림 4-18> 기상청 관측소 평균을 이용한 다중모형(18개 GCM) 기반 기후변수의 과거기간 및 미래기간의 연변화량 분석(풍속: 15개 GCM 사용)

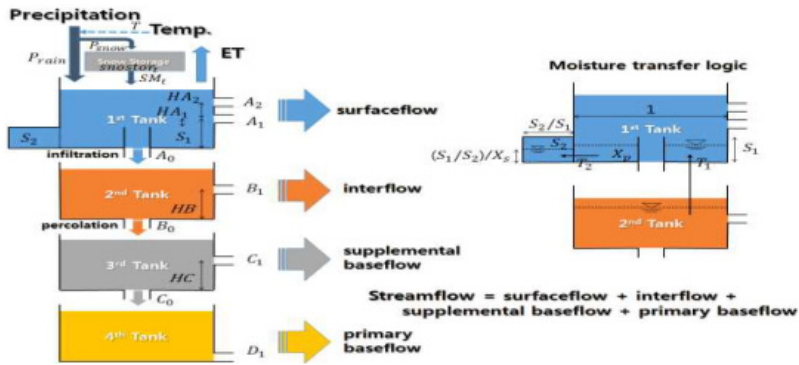
이와 관련된 연구로 환경부의 ‘기후변화 적응 안정적 용수수급 기술(2020)’에서는 국제 주요 기관별 기후변화 시나리오 자료를 활용하여 국내 가뭄평가에 적합한 주요 모델 17개를 선정하고, 68개 시나리오의 물부족량 전망을 수행하여, 결과를 제시한 사례가 있다.

GCMs	(a) Average annual rainfall	(b) Dry days	(c) Drought spell	(d) Average severity	지표총합	모델선정
CMCC-CMS	1.00	0.21	1.00	1.00	3.21	dry
IPSL-CM5A-MR	0.84	0.57	1.00	0.75	3.16	dry
IPSL-CM5A-LR	0.66	0.85	0.64	1.00	3.15	dry
FGOALS-s2	0.56	0.74	0.68	0.86	2.84	
INM-CM4	1.00	0.27	0.73	0.75	2.75	dry
GFDL-ESM2G	0.39	1.00	0.47	0.78	2.64	dry
NorESM1-M	0.56	0.87	0.44	0.50	2.37	
MIROC-ESM	0.86	0.11	0.54	0.72	2.23	
BCC-CSM1-1-M	0.69	0.15	0.53	0.75	2.12	
CMCC-CMS	0.68	0.68	0.29	0.47	2.12	dry
GFDL-ESM2M	0.50	0.67	0.37	0.50	2.04	
IPSL-CM5B-LR	0.84	0.65	0.39	0.14	2.02	
IPSL-CM5A-LR	0.37	0.79	0.37	0.36	1.89	
INM-CM4	0.50	0.46	0.47	0.30	1.73	
GFDL-ESM2G	0.17	1.00	0.28	0.23	1.68	
CMCC-CM	0.82	0.00	0.42	0.42	1.66	
MIROC5	0.53	0.21	0.40	0.47	1.61	
IPSL-CM5A-MR	0.45	0.45	0.41	0.27	1.58	
FGOALS-s2	0.39	0.48	0.29	0.39	1.55	
CCSM4	0.51	0.29	0.29	0.42	1.51	
HadGEM2-ES	0.27	0.52	0.27	0.36	1.42	
HadGEM2-CC	0.32	0.52	0.30	0.27	1.41	
NorESM1-M	0.25	0.66	0.24	0.24	1.39	ave
HadGEM2-AO	0.28	0.40	0.18	0.33	1.19	ave
CESM1-BGC	0.38	0.29	0.18	0.33	1.18	ave
GFDL-ESM2M	0.10	0.68	0.13	0.23	1.14	
MRI-CGCM3	0.60	0.11	0.23	0.17	1.11	ave
IPSL-CM5B-LR	0.27	0.56	0.07	0.17	1.07	
BCC-CSM1-1-M	0.19	0.32	0.25	0.27	1.03	
BCC-CSM1-1	0.39	0.21	0.18	0.25	1.03	
MIROC-ESM-CHEM	0.22	0.18	0.12	0.50	1.02	
MPI-ESM-LP	0.32	0.49	0.07	0.14	1.02	
HadGEM2-CC	0.31	0.32	0.15	0.22	1.00	
CESM1-CAM5	0.22	0.32	0.15	0.28	0.97	
HadGEM2-AO	0.06	0.58	0.10	0.23	0.97	ave
MPI-ESM-MR	0.37	0.37	0.00	0.22	0.96	
MIROC5	0.15	0.42	0.20	0.17	0.94	
HadGEM2-ES	0.00	0.44	0.15	0.29	0.88	
MIROC-ESM	0.28	0.18	0.16	0.23	0.85	
CNRM-CM5	0.42	0.16	0.18	0.08	0.84	
MPI-ESM-LP	0.11	0.71	0.01	0.00	0.83	
CMCC-CM	0.33	0.00	0.21	0.16	0.70	
MPI-ESM-MR	0.04	0.47	0.03	0.10	0.64	
CCSM4	0.16	0.12	0.13	0.21	0.62	
CNRM-CM5	0.11	0.16	0.12	0.23	0.62	wet
CESM1-BGC	0.10	0.23	0.13	0.14	0.60	wet
CESM1-CAM5	0.00	0.33	0.00	0.14	0.47	
BCC-CSM1-1	0.17	0.10	0.05	0.14	0.46	
MRI-CGCM3	0.26	0.02	0.09	0.09	0.46	wet
MIROC-ESM-CHEM	0.07	0.02	0.05	0.19	0.33	
CanESM2	0.01	0.03	0.04	0.04	0.12	wet
CanESM2	0.00	0.08	0.03	0.00	0.11	wet

자료: 환경부, 한국환경산업기술원(2020), p.179, <그림 2.140>.

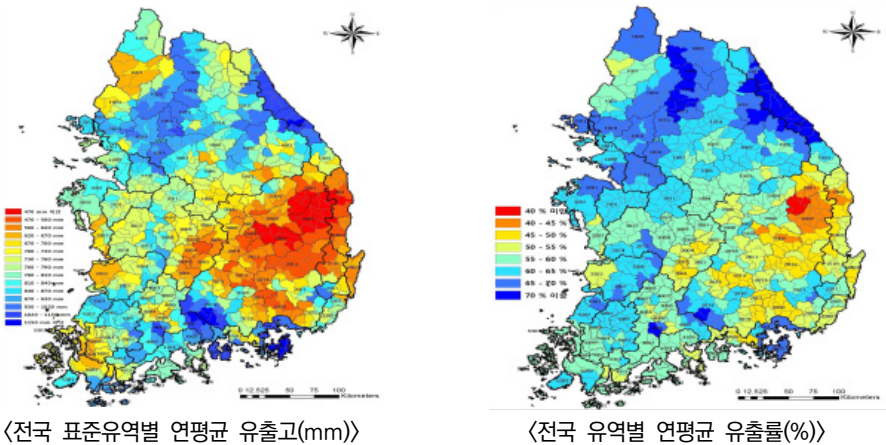
<그림 4-19> 국내 가뭄평가에 적합한 기후모델 평가 결과 예시

과거 연구와 같이 국내 최근 특성에 적합한 기후변화 시나리오 선정 이후, 2100년까지 예측된 수문기상자료를 이용하여 전국 표준유역단위 강우-유출 모형 입력자료를 변환한 후, 전국 유역 유출량 산정이 필요하다. 그간 수자원장기종합계획 및 『제1차 국가물관리기본 계획』에서는 일본 Sugawara 박사(1984)가 개발한 강우-유출(토양수분 저류구조 TANK) 모형을 적용하였으나, 기후변화에 적합한 강우-유출 모델 선정 등 중장기 운용 방향 정립을 통한 분석 고도화가 필요하다.



자료: 저자 작성.

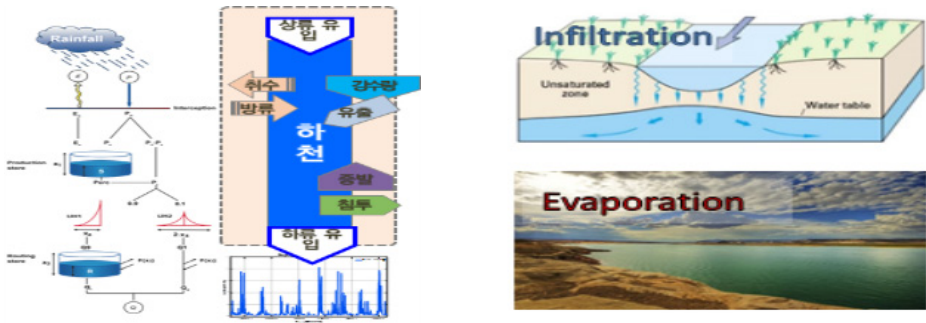
〈그림 4-20〉 Tank 강우-유출 모형 모식도



자료: 저자 작성.

〈그림 4-21〉 전국 연평균 유출고 및 유출률 분석 예시

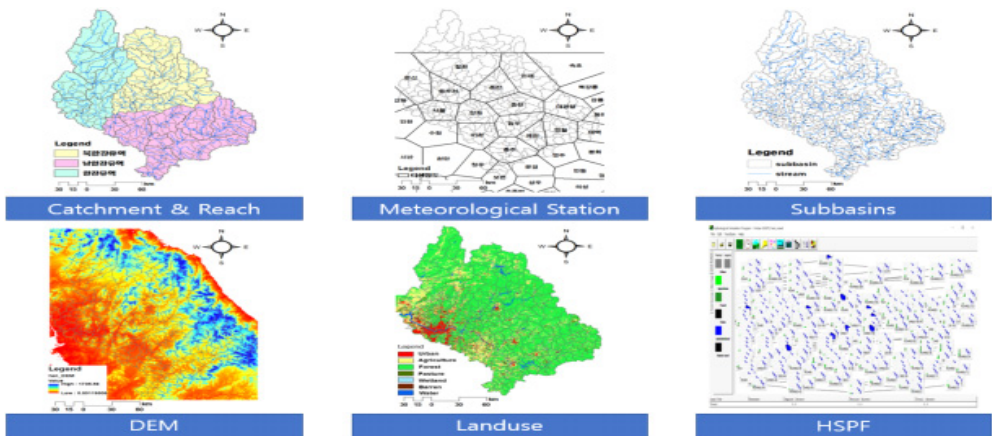
유역 내 수문학적 증발산 및 침투 영향으로 유량의 손실 정도가 발생하고 있으나, 명확하고 합리적인 기준을 정립하기 위하여 실측 실험, 수문모델링 등을 적용하여 댐·저수지 방류 후 하천 유하 중 증발산 및 침투 영향에 따른 손실을 정량화함으로써 물수급 분석 시 검토 적용하고자 한다.



자료: 저자 작성.

〈그림 4-22〉 하천 유하 중 손실량 산정 예시

또한 중장기적으로 수량-수질과 연계한 물수급 분석을 위해 기상자료(강수, 기온) 및 유역 유출량, 시설운영실적, 물 사용 회귀 정보 등을 활용하여 통합 모델링 검토가 필요하다.

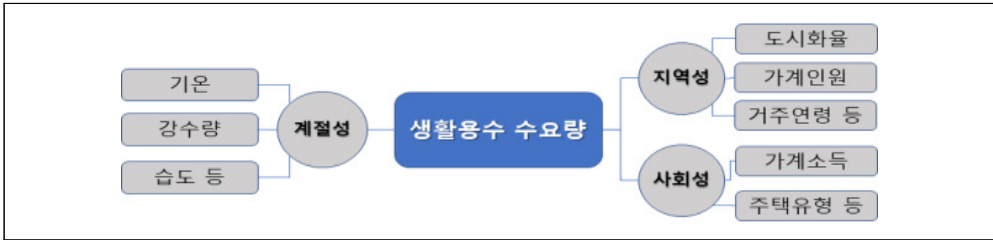


자료: 관계부처 합동(2020), p.499, 〈그림 6〉.

〈그림 4-23〉 수질모델링 절차 예시

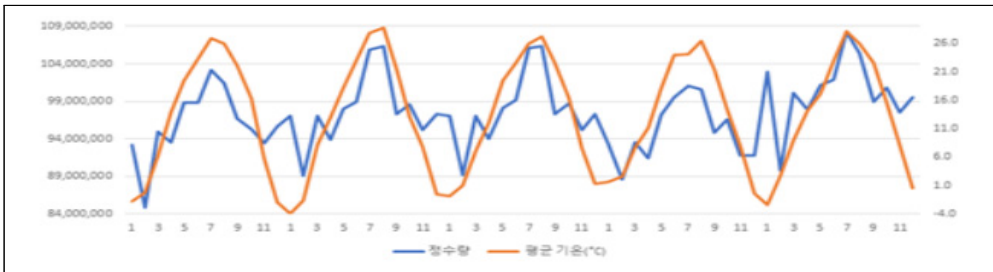
3) 물수요 분야 개선 방향

생활·공업용수 물이용에 영향을 주는 다양한 요인(계절, 지역, 사회) 등을 선별하여 가용 가능한 공신력 있는 데이터 취득 후, 지역별 물이용 특성과 요인별 상관성 분석을 통해 미래 물수요패턴을 예측 검토하여 현실성 높은 물부족량을 산정할 수 있도록 고도화할 예정이다.



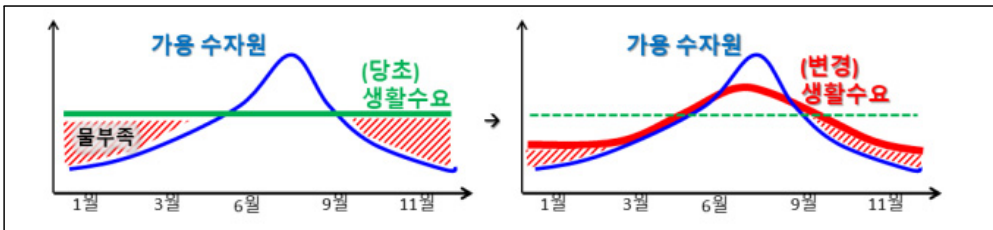
자료: 저자 작성.

〈그림 4-24〉 생활용수 수요량 영향 인자 예시



자료: 저자 작성.

〈그림 4-25〉 물공급량과 평균기온과의 상관성 예시



자료: 저자 작성.

〈그림 4-26〉 물공급 패턴 적용에 따른 물부족량 산정 차이 예시

또한 기존에 예측한 장래 공업용수 재이용률 등 적정성 평가 이후, 변경이 필요하다면, 정책 방향 및 기초자료 추가 확보(기간 연장) 등으로 재이용률 등을 재검토하고, 수요량의 불확실성 영향(수요관리, 재이용 이행률 등) 요소를 검토하고자 한다.

※ 공업용수 수요전망시 재이용률 산정기준

- "산업폐수의 발생과 처리(환경부, 2019)" 자료를 활용하여 장래 재이용률 추세 산정
- 최근 4개년 용수공급원 값을 활용하여 선형추세 하여 '20, '25, '30년 재이용률 예측 (과거 수장기('16) 적용방법과 동일)

〈 최근 4개년 공업용수 재이용률 현황 〉

(단위 : 개, 억㎥/년, %)

연도	업소수	용수공급원*					재이용률
		계	상수도	지하수	하천수	재이용수	
2014	30,245	31.0	17.6	3.2	6.9	3.2	10.4
2015	29,838	28.0	18.6	3.4	3.1	2.9	10.4
2016	30,435	25.6	18.2	2.2	2.6	2.5	10.0
2017	32,494	26.5	17.1	2.1	3.6	3.7	14.1

* 해수 제외, 업종분류에서 중복성격(수도사업 등) 제외

자료: 관계부처 합동(2020), p.595.

〈그림 4-27〉 공업용수 재이용률 산정(『제1차 국가물관리기본계획』)

중장기적으로 생활·공업용수와 농업용수 회귀율의 경우, 지역의 물이용체계, 도시화율 등을 고려하여 체계적인 연구와 조사를 거친 국가 기준 마련과 지속적인 연구가 필요하다. 또한 물이용량 통계 자료 활용, 표본조사 등을 통해 상수도 미급수지역의 물이용량 조사 및 원단위 산정 등 최근 물이용 추세를 반영한 물수요량 예측 등 조사가 필요하며, 농업용수 분야의 영농 방식 변화에 따른 농업용수 공급시기 조사, 개선 등 현실화를 위한 고도화를 지속해야 할 것이다.

2. 물수급 전망 분야 개선 및 고도화 방안 - 농업 용수

가. 기존 물수급 분석 한계

기존 국내 물수지 분석 모형에서는 포장의 조건(배치, 경지정리 유무 등) 및 수로 조직의 조건(규모, 형식, 계통, 도달시간 등)을 고려하지 않고, 단순히 수원 시설과 경지의 규모만으로 유입량과 수요량을 단순 비교하여 포장의 필요수량을 산정하고 있다. 또한 회귀수량은 순물소모량 개념을 사용하여 모든 저수지의 35%로 산정하지만 현장에서는 농업인의 관행적 물관리가 이루어지고 있어 포장에서 용수 과잉 사용, 무효 방류에 따른 과다 손실 등이 크게 발생할 수 있다.

현재의 물수지 분석 방법은 공급량 왜곡, 일률적 회귀수량 입력, 가상 수원공 및 수혜면적 사용, 계획 간 용수구역 불일치, 농업 현장 반영 불가 등 농업용수 분석에 있어 다양한 불확실성을 내재하고 있다. 따라서 물수지 분석 방법에 대한 개선이 필요하다.

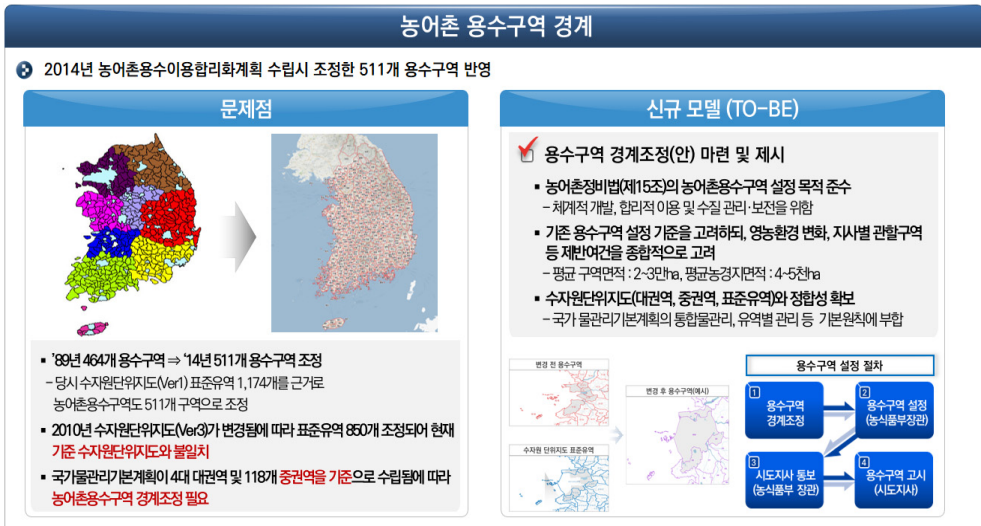
나. 농업용수 물수급 분석 개선 방향

기존의 물수지 분석 모델은 다음과 같은 사항에서 개선 필요성이 있다. 우선, 기존에는 수요량만 제공하고 있지만, 보다 정확한 분석을 위해 수요량과 공급량을 제공할 필요가 있다. 또한 농업용수의 특성이 반영된 표준화 및 현장을 반영한 공급 우선순위를 적용해야 한다. 회귀수량에서 현재 사용되는 순물소모량 개념은 공급량 왜곡을 일으키므로 단일 수원공 각각의 회귀수량 추정 및 적용이 필요하다. 마지막으로 용수구역, 수로 등 기초자료의 정확도 향상과 저수지 각각의 특성을 반영할 수 있는 개별 저수지의 데이터 및 모델 구축이 반영되어야 한다.

이러한 물수지 분석 모델을 개선하면 기존의 관행적이고 경험적인 물관리에서 과학적 분석을 기반으로 하는 효율적 물관리로, 정성적인 물관리에서 정량적인 물관리로 전환함으로써 과학적이고 체계적인 농업용수 관리 및 국가 물관리 계획에 기여할 수 있다.

1) 용수구역 선정 개선 방향

기존 『농어촌용수이용합리화계획』에서는 기존 용수구역인 511개 농어촌용수구역을 기준으로 계획 수립과 분석을 수행하고 있으며, 『수자원장기종합계획』에서는 전국 6개 권역의 117개 중권역별로 분석을 수행하였다. 각각 다른 기준의 용수구역을 선정하면 향후 결과 활용 및 연계에 어려움이 발생할 수 있다. 따라서 국가물관리기본계획에 부합하도록 용수구역 경계를 조정하고 분석 시 적용할 필요가 있다.

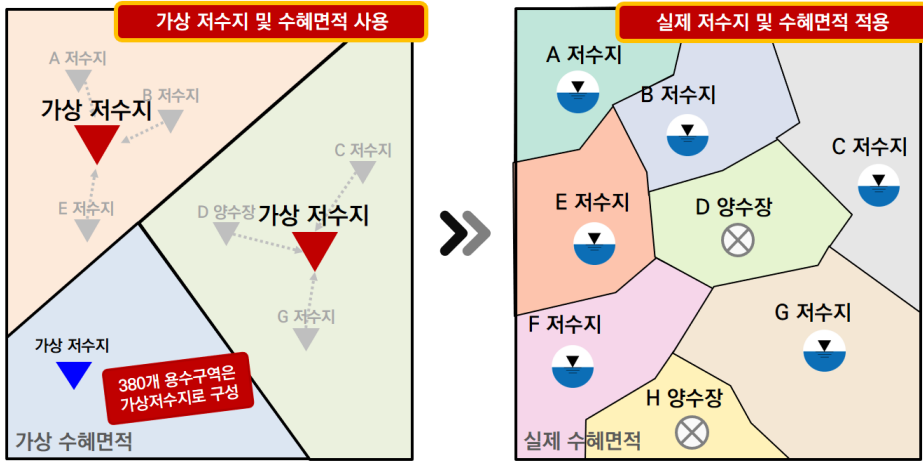


자료: 한국농어촌공사(2022), p.60.

〈그림 4-28〉 농어촌 용수구역 경계 조정(안) 제시

2) 농업용수 공급체계 개선 방향

현재 농업용수 물수지 분석 시에는 300만 톤 이상인 저수지만 개별 수원공으로 적용하며, 그 이하 소규모 저수지는 가상 저수지로 통합하여 분석하고 있다. 이에 실제 농업 현장을 반영할 수 없으며, 개별 저수지의 특성을 반영할 수 없다는 문제가 발생한다. 이러한 문제점을 개선하려면 수원공, 용수간선, 포장, 하천으로 진행되는 유역 단위의 물수지 모델이 필요하며, 각 저수지를 단일 수원공으로 적용하여 분석하는 방안이 필요하다.



자료: 한국농어촌공사(2022), p.61.

〈그림 4-29〉 농업용수 공급체계 문제점 도출

농업용수 공급체계

- ❖ 저수량 300만³이상 저수지만 반영, 나머지는 가상저수지로 통합 적용
- ❖ 전국 17,000여개소 저수지를 868개(162개 직접 반영, 706개 가상저수지)로 통합

문제점

- 전국 511개 용수구역 대부분이 가상 저수지로만 구성되어 유역내 농업용수 물수급 분석시 왜곡 발생
- 300만³ 이상 저수지가 있는 용수구역은 131개소에 불과, 380개 용수구역은 가상저수지로만 구성
- 수계연결, 대규모 지구 등 용수구역간 물 이동이 이루어지는 **복합유역에 대한 분석 불가능**
- 건전한 물순환, 유역별 관리 등 국가물관리기본계획 기본원칙에 불부합

신규 모델 (TO-BE)

AS-IS

TO-BE

- RIMS에 등재된 전체 저수지(17,000여개소)를 모델에 업로드 후 정위치 편집
- 대상지역내 수원공, 용수간선, 수해구역 등 현지역 후 공급체계 모델링 구축

복합유역 물수지가능

- 수계연결, 대단위 등 유역간에 물 이동 발생 지역은 물이동을 노드와 링크로 연결하여 물수지가능하도록 기능 개발

자료: 한국농어촌공사(2022), p.61.

〈그림 4-30〉 농업용수 공급체계 개선방안 제시

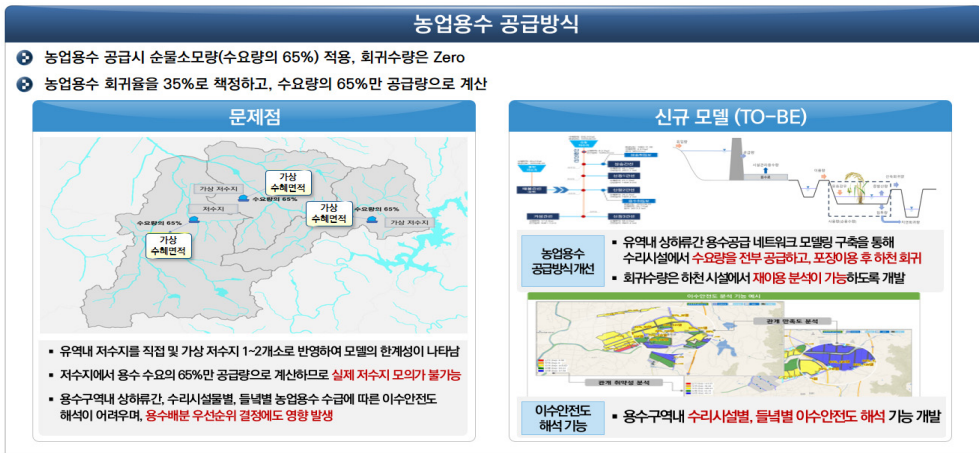
3) 회귀수량 적용 방안

현재 물수급 분석 및 물수지 분석에는 순물소모량 개념을 적용하여 회귀수량과 공급량을 추정하고 있다. 하지만 순물소모량 개념의 공급량 산정 방식은 실제 저수지에서 공급한 양의 왜곡을 발생시킨다. 또한 각 저수지 특성에 따라 회귀수량에 차이가 있으며, 시기에 따라서도 회귀수량이 달라질 수 있으므로 실제 회귀수량을 적용하는 것이 중요하다.



자료: 한국농어촌공사(2022), p.62.

〈그림 4-31〉 순물소모량 적용 시 문제점



자료: 한국농어촌공사(2022), p.62.

〈그림 4-32〉 농업용수 공급방식 개선 방안 제시

4) 물수지 분석 개선 방안

각 계획에서 활용하는 물수지 분석 방법으로는 유역 내 수요량, 부족량 등 물수급 총량만 산정할 수 있다. 따라서 각 저수지의 특성, 유역 내 물수급 취약지역, 여유지역 등을 고려해 대응할 수 없다. 따라서, 농업용수의 특성을 반영해 물수지 분석을 하려면 농업용수 수요량, 공급량, 과부족량, 회귀수량 등 유역 내 시설별, 들녘별, 상하류 간 물수급 분석 실시가 필요하다.



자료: 한국농어촌공사(2022), p.63.

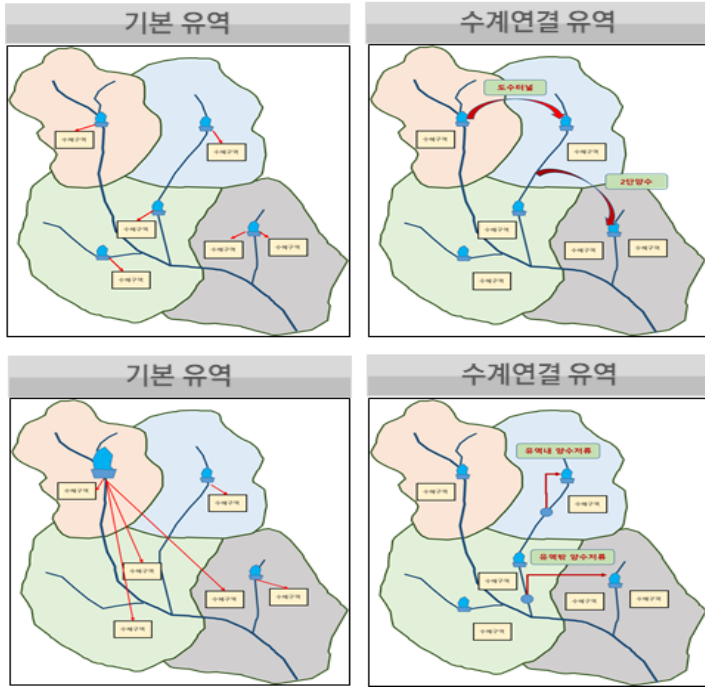
〈그림 4-33〉 물수급 분석 개선 방안 제시



자료: 한국농어촌공사(2022), p.63.

〈그림 4-34〉 물수지 분석 기초자료 개선 방안 제시

특정 유역(용수구역)에서 유역 간 용수 이동 및 상류 수리시설의 물수지 분석결과가 하류 수리시설의 물수지 분석에 영향을 미칠 때 상류부터 차례로 수원공(지구)별로 물수지를 수행한 후 유역 전체의 일단위 또는 순(반순)단위 유입총량과 유출총량을 비교하는 연계 물수지 기법이다.



자료: 한국농어촌공사(2022), p.68.

〈그림 4-35〉 유역 물수지 유형 분류

5) K-MODSIM 연계 개선 방안

K-MODSIM과의 연계 시 현실을 반영하지 않는 분석 네트워크 한계가 존재한다. 이를 해결하기 위해서는 수요처 분리와 회귀율 산정 보완이라는 2가지 연계 개선 방안이 존재한다.

첫 번째 방안은 수요처가 분리되지 않아 하천용수를 우선 사용 후 저수지용수를 공급하는 현행 분석 네트워크를 개선하고자 저수지에서 물을 공급받는 수해면적을 하나의 수요처로 하고, 양수장 등 하천에서 물을 공급받는 수리시설물의 수해면적을 하나의 수요처로 하는

방안이다. 수요처를 분리하면 생활·공업용수 사용과 관계없이 농업용수 우선 공급할 수 있어 기존 물수지 분석보다 현실적으로 접근할 수 있다. 하지만, 이 방안은 수요처 분리로 농업용수 취수 우선순위를 개선할 수 있다는 장점이 있지만, 기존과 동일하게 수요처별 수요량만 제공하게 되어 순물소모량 개념의 회귀율 적용에서 오는 왜곡을 개선할 수 없다는 문제가 있다.

두 번째 방안은 기존 연계 자료의 가장 문제였던 일률적인 회귀율을 기간(일, 월, 년 등)에 따른 회귀율 산정으로 보완하는 방법이다. 기존 K-MODSIM에 수요량 자료만 제공하던 것에서 회귀율과 회귀지점을 제공하는 방안이다. 수요량만 제공하면 회귀율 자료가 없어 모든 저수지에 35% 회귀율을 적용하는 순물소모량 개념을 사용해야 하는데, 이럴 경우 공급량 왜곡과 표준유역 단위 연계 시 하류 지역으로 넘어가는 용수량 등에 왜곡이 발생한다. 이 방안은 회귀율과 회귀지점을 추가로 제공할 수 있지만, 수요처가 분리되지 않아 현실적으로 농업용수를 분석할 수 없다는 문제가 있다.

본 연구에서는 K-MODSIM 연계를 위해 최종적으로 최적화 방안을 제시하고자 한다.

우선, 저수지와 양수장의 수요처를 분리하여 저수지에서 용수를 공급받는 지역과 하천에서 취수하는 지역을 구분한다. 그 후 해당 수요처별 물수지 분석을 통해 회귀율을 산정하고 최종적으로 표준유역 단위의 1개 회귀지점과 회귀율, 수요처에 따른 수요량 자료를 제공하게 되면 농업용수를 반영한 물수지 분석을 한층 개선할 수 있을 것이라 판단 되어진다.



자료: 한국농어촌공사(2022), p.221.

〈그림 4-36〉 K-MODSIM 연계방안 개선

제5장

국가물관리기본계획 수정계획 수립을 위한 타당성 검토 지침

본 장은 「물관리기본법」 제27조에 따라 『제1차 국가물관리기본계획』 수정계획 수립을 위해 수행해야 하는 타당성 검토의 기준, 틀 및 방법, 절차를 정리한 지침(안)이다.

1. 계획의 타당성 검토 개요

- (목적) 계획의 적절성, 그간 이행상황 및 성과발생 정도를 고려하였을 때 실효성, 새로운 대내외 여건 변화에 대한 대응성 등 계획의 타당성을 종합 평가 검토하여 합리적이고 협력적이며 실행력 높은 국가물관리기본계획 변경안 마련
- (법적 근거) 「물관리기본법」 제27조 제2항

* 「물관리기본법」 제27조(국가물관리기본계획의 수립 등) ② 환경부장관은 국가계획을 수립한 날부터 5년마다 타당성을 검토하고 그 결과를 반영하여 국가계획을 변경하여야 한다. 이 경우 국가물관리위원회의 심의를 받아야 한다.

- (시간적 범위) 계획 시행 후 5년
- (검토 대상) 계획 구성·내용, 수립 절차 및 집행 과정

2. 계획의 타당성 검토 기준

- (구분) 수정계획 수립을 위한 타당성은 계획 자체(내생-endogenous) 타당성과 계획 밖의 외부 사항(외생-여건변화 및 집행상 문제)으로 인한 계획(외생-exogenous)의 타당성 2가지로 구분하여 타당성 검토 기준 마련
 - (계획 타당성) 계획 자체(내생)의 구성 및 내용, 절차에 대한 타당성 평가로 기존 계획의 내재적 한계 및 오류에 대한 수정 이슈 도출을 위한 검토
 - (여건 타당성) 계획 밖(외부)의 대내외 여건 변화 및 집행 사항에 따른 계획의 타당성 평가로 계획 수립 후 발생하는 계획의 한계 및 오류에 대한 수정 이슈 도출을 위한 검토
- (계획 타당성) 계획 타당성 기준은 합법성, 합리성, 합의성 3가지 기준에 따라 평가
 - (합법성) 국가물관리기본계획이 「물관리기본법」의 목적(제1조), 기본이념(제2조), 기본원칙(제8조-제19조)을 준수하여 수립되었는지, 또한 법률 규정된 수립사항(제27조 및 시행령 제13조)을 포함하는지 검토
 - (합리성) 국가물관리기본계획의 요소가 실증기반의 도구와 정보를 분석하여 합리적으로 수립되었는지를 적절성 및 명확성으로 다시 나누어 평가
 - (적절성) 계획의 주요 수립요소(전망, 목표, 대책, 제약)를 포함하며 합리적으로 적절하게 작성되었는지 검토
 - (명확성) 계획 수립요소가 구체적으로 명확하게 제시되었는지, 요소를 도출할 때 분석방법과 자료의 객관성이 확보되었는지, 미래 전망 및 파급효과 분석 등이 미래 지향적으로 작성되었는지 검토
 - (합의성) 국가물관리기본계획을 수립할 때 참여와 협상을 통한 합의과정을 거쳐 수립되었는지 검토하는 단계로, 조정성과 참여성으로 나누어 세부적으로 검토
 - (조정성) 계획 수립 시 정책정합성 확보를 위해 물 관련 정부부처, 지자체, 공공기관, 각종 위원회 등의 협력과 조정을 거쳐 수립되었는지 검토
 - (참여성) 계획 수립 시 국민을 포함한 다양한 이해관계자 참여와 소통을 보장하고 그들의 의견 수렴을 거쳐 수립되었는지 검토

- (여건 타당성) 여건 타당성은 계획 수립 후 전략 집행과정의 실효성과 여건대응성 2가지 기준에 따라 검토
 - (실효성) 계획의 목표 달성(성과)에 차질 없이, 계획 내 수립된 전략 및 과제가 실효성 있게 이행되는지 검토
 - (이행성) 전략이 계획에 따라 지연 없이 이행되고 있는지 검토
 - (효과성) 전략이 목표하는 정책효과가 발생하고 있는지 검토
 - (여건대응성) 계획이 달라진 대내외 여건에 대응할 수 있는지 검토
 - (외부) 인구, 기후·환경, 경제, 국제사회 및 글로벌 정책, 기술 등 물관리 외부의 여건 변화에 기존 계획이 적절히 대응할 수 있는지 검토
 - (내부) 국정과제, 신규법률 및 제도 변화, 현안 및 체감형 물문제, 다양한 이해관계자의 신규수요 및 요청 등에 대응할 수 있는지 검토

3. 타당성 분석 틀 및 방법

- (개요) 계획의 타당성 평가는 국가물관리기본계획의 요소를 목표, 전망, 전략 등 측면으로 나누어 전술한 타당성 평가 기준을 검토항목(check-list)으로 구체화하는 방식 사용
- (목표) 계획의 목표 측면에서 검토항목을 합법성, 합리성, 여건대응성 관점으로 검토

〈표 5-1〉 목표 측면의 타당성 검토

기준		타당성 검토 내용
합법성		- 「물관리기본법」 제27조 제1항 국가 물관리정책의 기본목표 및 추진방향이 작성되었는가?
합리성	적합성	- 목표가 해결해야 할 문제나 지향하는 미래상황에 비추어 타당하게 설정되었는가?
	명확성	- 장래에 달성하고자 하는 바람직한 최종상태(목표)를 구체적으로 나타내었는가? - 실제적 목표를 보다 완전하게 이해할 수 있도록 기술되었는가?
여건 대응성	외부	- 물관리 목표가 변화된 외부여건을 대응할 수 있도록 설정되었는가?
	내부	- 물관리 목표 및 기본방향이 변경된 국정과제와 방향성과 맞게 설정되었는가?

자료: 저자 작성.

- (전망) 계획의 전망 측면에서 검토항목을 합법성, 합리성, 여건대응성 관점으로 검토

〈표 5-2〉 전망 측면의 타당성 검토

기준		타당성 검토 내용
합법성		- 「물관리기본법」 제27조 제2항 물관리어건의 변화 및 전망, 제4항 중장기 수급 전망이 분석되었는가?
합리성	적합성	- 주요 미래동인에 대한 미래전망이 존재하는가?
	명확성	- 구체적인 수준 또는 시나리오 형태의 미래전망을 제공하는가? - 충분한 시계와 합리적인 접근방법을 사용하여 전망을 예측하였는가?
여건 대응성	외부	- 새롭게 고려해야 하는 대외 여건변화 및 전망요소가 존재하는가?
	내부	- 새롭게 고려해야 하는 대내 여건변화 및 전망요소가 존재하는가?

자료: 저자 작성.

- (전략) 계획의 전략 측면에서 검토항목을 합법성, 합리성, 합의성, 실효성, 여건대응성 관점으로 검토

〈표 5-3〉 전략 측면의 타당성 검토

기준		타당성 검토 내용
합법성		- 「물관리기본법」 제27조 제1항에 규정된 전략이 수립되어 있는가?
합리성	적합성	- 목표를 달성하기 위한 합리적인 전략안이 제시되었는가? - 전략이 구체적이며 명확하게 제시되었는가? - 목표에 부합하는 전략이 제시되었는가? - 이행할 수 있는 수준의 명확한 전략이 제시되었는가?
	명확성	- 이행할 수 있는 수준의 명확한 전략이 제시되었는가?
합의성	조정성	- 전략 간 우선순위가 설정되었는가? - 전략 조정절차가 제도화되었는가? - 전략 간의 연계성(수직/수평) 또는 상충성을 검토하였는가?
	참여성	- 전략을 설정할 때 다양한 국민, 이해관계대상자의 참여를 통해 설정되었는가?
실효성	이행성	- 전략이 계획에 따라 지연 없이 이행되었는가?
	효과성	- 전략이 목표하는 정책효과가 발생하였는가?
여건 대응성	외부	- 물관리 전략이 변화된 외부여건을 대응할 수 있도록 설정되었는가?
	내부	- 물관리 전략이 변경된 국정과제와 방향성과 맞게 설정되었는가? - 새로운 또는 변화된 국정과제 등과 전략이 연계되었는가?

자료: 저자 작성.

4. 타당성 검토 결과 반영한 수정계획 수립 절차

- (실효성 분석) 국가물관리기본계획 전략의 이행상황 및 성과평가를 통해 수정사항 도출
 - (활용자료) 국가물관리기본계획 연차별 이행상황 보고서, 물 관련 부처의 자체성과 평가, 하부 국가물관리기본계획의 정책평가 자료 등 활용
- (여건분석) 수정계획 수립 시 고려해야 할 여건변화 이슈 도출 필요
 - (접근방법) STEEP/STEEPER 분석, 퓨처스 휠(Futures Wheel), TAIDA 기법 시나리오 분석 등을 활용하여
 - (활용자료) 메가트렌드 보고서, 국정과제, 물 관련 상위 계획, 법령, 부처별 업무계획 등 자료를 활용하여 여건 분석
- (수정사항 도출) 타당성 분석 틀을 활용하여 계획 요소(목표, 전망, 전략, 제약 등)의 수정사항을 도출하여 정리하여 이슈 인벤토리 작성
- (의견수렴) 타당성 검토를 통한 이슈 발굴 및 선택 시, 주체들의 가치마다 다른 평가를 할 수 있으므로 다양한 이해관계대상자의 시범평가 및 우선순위 선정 필요
 - (접근방법) AHP 분석, 델파이 분석, Q 방법론

제6장

결론 및 제언

1. 주요 결과 요약

『제1차 국가물관리기본계획』이 수립된 지 만 2년이 지났다. 그동안 국가물관리기본계획은 물관리의 최상위 메타정책이자 다양한 물관리 정책의 로드맵으로서 중요한 역할을 하고 있다.

짧다면 짧은 2년이란 시간에도 물관리를 둘러싼 여건이 유례없이 빠른 속도로 변화하고 있다. 정권 및 국가물관리위원회가 교체되어 국정 기조가 바뀌는 정치적 환경 변화가 있었고, 기후위기 현실화, 인구절벽, 재정건전화라는 복합적인 물관리 위기 상황을 직면하고 있다.

이러한 시대의 맥락에서 『제1차 국가물관리기본계획』은 최상위 계획으로서 타당한 상태인 것인가?를 판단하여 어떻게 더 원활하게 국가물관리기본계획을 작동시킬 수 있을지를 고찰할 필요가 있다. 「물관리기본법」 제27조에서는 5년마다 국가물관리기본계획의 타당성을 검토하고 그 결과를 반영하여 국가물관리기본계획을 변경하도록 하고 있으나 타당성 검토의 개념 및 방향, 평가 방법은 다루고 있지 않다. 이에 2026년 국가물관리기본계획 수정계획 수립 시기가 도래하기 전에 ‘국가물관리기본계획이 타당하다는 것은 무슨 상태를 의미하는가’에 대한 규범적 요소를 탐구하고, ‘어떤 기준으로 국가물관리기본계획의 타당성을 검토하고, 그 결과 수정 이슈 개선방안을 어떻게 만들 것인가?’라는 실천적 방안을 마련하는 데 기초 연구가 필요하다는 문제의식에서 연구를 진행하였다.

이에 본 연구의 목적은 국가물관리기본계획의 수정계획 수립을 위한 타당성 검토 체계를 마련하고, 타당성 검토 결과를 바탕으로 내실 있는 수정계획 수립을 위한 변경 방향 제시 및 수정계획 수립을 위한 타당성 평가 가이드라인을 마련하는 것이다.

본 연구의 주요 결과는 다음과 같다.

가. 국가물관리기본계획 수정계획 수립을 위한 타당성 평가 체계(안)

국가물관리기본계획의 타당성 평가 체계를 구축하고자 국가물관리기본계획의 타당성 개념 파악이 필요했다. 이를 위해 「물관리기본법」 및 「대한민국헌법」과 국가물관리기본계획 자체가 선언하고 있는 계획의 성격, 위상 및 특징을 검토하였다. 이 외에도 타 부문을 포함하여 다양한 계획 메타평가 연구 문헌을 검토하여 법정계획이 지녀야 하는 보편적인 타당성 요소, 호주, 일본 등 국가물관리기본계획과 유사한 선진국의 물관리 계획 평가 체계를 파악하였다. 계획의 타당성이란 계획의 이론의 변화에 따라 달라질 수 있기 때문에, 계획의 타당성과 관련한 이론적 문헌을 조사하여 국가물관리기본계획 타당성 평가 체계(안)을 구축하였다.

수정계획 수립을 위한 타당성은 계획 자체(내생-endogenous) 타당성과 계획 밖의 외부 사항(외생-여건변화 및 집행상 문제)으로 인한 계획(외생-exogenous)의 타당성 2가지로 구분된 평가 체계를 제시하였다. 계획 타당성(내생)은 계획 자체(내생)의 구성 및 내용, 절차에 대한 타당성 평가로서 기존 계획의 내재적 한계 및 오류에 대한 수정 이슈 도출을 위한 검토로 3가지 기준(합법성, 합리성, 합의성) 기준에 따라 평가한다.

여건타당성(외생)은 계획 밖(외부)의 대내외 여건 변화 및 집행 사항에 따른 계획의 타당성 평가로서 계획 수립 후 발생하는 계획의 한계 및 오류에 대한 수정 이슈 도출을 위한 평가 기준으로 실효성과 여건대응성의 2가지 기준으로 평가한다.

나. 시범평가 및 수정 이슈 도출

위의 평가 체계를 토대로 국가물관리기본계획의 목표, 전망, 전략 등의 측면으로 구분하여 타당성 평가 기준을 검토항목(check-list)으로 구체화하여 『제1차 국가물관리기본계획』의 타당성을 평가하였다. 국가물관리기본계획 목표 및 전망 측면은 합법성과 합리성(계획 타당성-내생)과 여건대응성(여건 타당성-외생) 관점에서 검토하였고, 전략 측면은 합법성, 합리성, 합의성(계획 타당성-내생), 실효성, 여건대응성(여건 타당성-외생) 5가지 관점으로 검토하여 평가하였다.

목표에 대한 타당성을 시범적으로 검토한 결과 제1차 국가물관리기본계획의 목표는 전반적으로 타당하게 수립되었다고 판단되었으나 목표의 명확성이 다소 미흡하고(계획수정 이슈 목표-①)외부여건 변화(기후위기 현실화, 경제 저성장 등) 대응을 위한 목표의 우선순위 조정이나 물분야 신성장과 관련한 물관리 목표를 추가할 필요성이 있는 것으로 평가되었다.

전망 측면의 타당성은 법적인 요소 외에도 다양한 물관리 여건을 정성적·정량적인 기법을 활용하여 타당하게 수립하였다고 판단되었다. 하지만 기후변화, 인구위기, 새로운 국가첨단 전략 수립에 대응하기 위해 전망 시나리오 변경 또는 신규 수정이 필요할 것으로 판단되었다. 이 중 2023년 감사원에서 과거 수문 양상만 활용하고 기후변화 요인을 반영하지 않고 물수급을 전망하고 전략을 수립한 것에 대해 개선이 필요하다고 지적하였기에 수정계획에서는 기후변화 시나리오를 반영하는 것에 대한 검토가 필요하다.

전략에 대한 타당성은 전략 간 연계성, 상충성 및 파급성 분석 미흡, 타 부처 및 지자체 관련 다양한 전략 미흡, 그리고 재정 전략이 미흡한 부분이 수정 이슈로 도출되었으며, 여건 변화에 대응하지 못하는 전략의 수정 이슈도 도출되었다.

〈표 6-1〉 『제1차 국가물관리기본계획』의 수정 이슈 목록

국가물관리 기본계획 요소	수정 이슈	본 과제의 심층분석 여부
목표	목표의 명확성이 다소 미흡	○
	외부여건 목표 우선순위 조정 필요 또는 물관리 목표 추가 고려 필요	
전망	기후변화 시나리오를 고려한 전망 시나리오 추가 필요	○
	인구위기 시나리오를 고려한 전망 시나리오 변경 필요	
	국가첨단전략 육성 기본계획에 따른 물수급 전망 시나리오 변경 필요	
전략	전략 간 연계성, 상충성, 파급성 분석 미흡	
	타 부처 및 지자체 관련 전략 미흡	
	재정 전략 미흡	○
	이행/효과성 미흡과제 수정 필요	
	기후위기, 인구위기, 신성장 산업에 대한 대응전략 보완 필요	
국정과제 방향성과 일치하지 않는 전략 수정 필요		

자료: 저자 작성.

다. 수정 이슈에 대한 심층 분석 및 대응 방향 제시

본 연구에서는 타당성 시범 평가를 통해 도출된 다양한 수정 이슈 중 ① 기후위기의 대응 미흡, ② 정량적 목표 제시 미흡, ③ 재정 전략 미흡에 대한 이슈를 심층 사례 분석하여 대응 방향을 제시하였다.

1) 기후위기 대응

기후위기 현실화가 국가 물관리의 가장 큰 위험요소라면 총괄 목표를 ‘기후 위기 시대에도 **건전한 물순환 달성**’으로 변경하여 국가의 물관리 목표를 상향할 수 있을 것이다. 3대 기본 목표에서 ‘기후위기에 강한 물안전 사회 구축’을 1번으로 우선순위를 조정하는 방안도 제시하였다.

기후변화 시나리오를 고려한 물계획 수립은 불확실성이 높으므로 미래 실현가능성이 가장 높은 몇 가지 대표 시나리오를 결정하고 물수급을 전망하는 것이 아니라, 되도록 많은 기후변화 시나리오(양상블)에서 다양한 물수급 전망 시나리오를 개발하는 것이 중요할 것으로 판단된다.

기후 시나리오를 고려한 물수급 전망 시나리오 데이터를 구축하기에는 기술적으로 준비가 되어 있지 않다. 감사원 지적 사항을 반영하기 위하여 수정계획에 기후변화 시나리오의 물수급 전망 결과를 수록하겠지만, 그 전망의 신뢰성은 낮을 것으로 판단된다. 이에 향후 5년 동안 물분야 기후위기에 대응하기 위한 과학 및 정책 기반 고도화 전략을 새로 추가하는 것이 필요하다고 판단된다. 세부 과제로는 ① 물분야 기후위험 평가 체계 구축, ② 물분야 정책 개발을 위한 국가 기후변화 표준 시나리오 개발 및 인증, ③ 기후변화 시나리오를 고려한 물수급 전망 시나리오 개발, ④ 기후변화 시나리오를 고려한 물관리 계획 수립 방법 및 가이드라인 마련 등이 포함될 수 있을 것이다.

2) 정량적 목표 제시

계획의 목표 설정은 분야별 물관리 비전을 달성하는 데 필요하며 구체화되어야 한다. 국가물관리기본계획도 기본 3대 목표는 정량적이지 않더라도, 6개 분야의 개별 목표는 정량적

목표를 제시하는 것이 옳다고 판단된다. 이에 본 연구에서는 물환경, 물이용(생활, 공업, 농업), 물안전(홍수) 부문의 차세대 지표 및 목표 설정 방안을 다각도로 살펴보고 적절한 방안을 제시하였다.

물환경에서는 기존의 현행지표를 활용하여 목표를 설정, 물이용에서는 하천유역수자원관리 계획 및 농업용수이용합리화계획에서 제시하는 이수안전도를 활용하여 목표를 설정하는 방법, 물안전(홍수)에서는 홍수재해안전도를 활용하는 방안을 제시하였다.

3) 재정 전략 보완

기반시설 노후화, 기후위기에 따른 리스크 증가, 고도정수처리 등 국민의 높은 물서비스 요구 등에 따라 시설의 유지관리 및 성능개선 수요가 증가할 전망이다. 공급 지연으로 인한 미래부담을 경감하기 위해 물관리 재정 확보 전략 마련이 필요하다.

이에 본 과제에서는 물관리 요금 현실화와 물관리 시설의 민자투자 확대, 빗물세나 빗물 요금과 같은 기후위기 관련 신규 재정 확대 방안 등을 전략으로 제시하였다.

2. 정책 제언

본 연구의 원래 목적은 2026년까지 수립되어야 하는 수정계획을 위한 기초연구를 수행하는 것이다. 이런 연유에 「물관리기본법」에서 정하고 있는 국가물관리기본계획의 근본적인 성격, 위상, 체계 내용 등을 재검토 하지는 않았다.

하지만 본 절에서는 연구 범위를 좀 더 확장해서 물관리 최상위 중장기 계획인 국가물관리기본계획이 국가의 물관리 미래비전 및 정책방향을 제시하고 정책목표를 달성하기 위한 종합적인 계획으로 수립되도록 방향을 제시하고자 한다.

국가물관리기본계획은 계획기간이 10년인 법정계획이자 물관리의 모든 부분을 포괄하는 종합계획이며, 최상위 계획으로서 방향을 제시하는 전략계획으로 수립되고 있다. 국가물관리기본계획의 구속력(법정), 포괄성(종합)에는 이의가 없지만 계획 기간과 목표 연도, 구체성(목표) 방식에 대해서는 수정이 필요하다고 생각된다.

1. (계획기간) 국가물관리기본계획은 「물관리기본법」에 따라 10년 단위로 계획을 수립하고, 5년마다 수정계획을 수립해야 한다. 하지만 기후변화 등 불확실성을 고려한 물관리 계획을 수립하려면 향후 10년보다 더 먼 미래(20~30년) 여건 및 목표를 대비할 수 있는 장기계획으로 변환하는 것이 적절하다고 판단된다.
2. (목표연동 방식) 더욱 중요한 것은 국가물관리기본계획을 이동형(rolling) 중장기 계획으로 수립해야 한다는 점이다. 현재 국가물관리기본계획은 목표연도가 고정되어 있는 고정(fixed) 계획 방식이다. 즉, 2026년에 수립되는 국가물관리기본계획의 수정계획은 원래 계획대로 2030년에 종결되도록 5년 후의 미래만 고려하여 수립해야 한다. 하지만 이동계획은 원래 계획과 동일한 기간을 유지하면서 계획기간을 연속적으로 이동하므로, 예를 들어, 2020년에 수립된 20년 주기 장기 법정계획인 국가수도기본계획에 대해 2025년에 이동계획을 수립한다면 2025년 수정 보완된 수도기본계획은 그 기간이 2045년까지 이동하는 것이다. 이동계획의 장점은 환경 변화의 요구를 수용하면서도 장기적 관점에서 계획의 연속성과 일관성을 고려할 수 있어서, 새 정부가 환경 변화를 이유로 계획을 수정하고자 할 때 5년 후가 아닌 20년 후의 미래를 내다보며 장기 목표와 전략을 고민할 수 있게 하므로 정책관리의 일관성 및 정책 승계에 유리하다는 것이다.
3. (목표 구체성) 수정계획의 타당성에서도 검토했던 이슈이지만 국가물관리기본계획이 전략 계획이라고 하더라도 실행력을 가지기 위해서는 국가 수준의 정량적 목표를 제시하는 것이 필요하다고 판단된다. 국가의 정량적 목표는 단일 값으로 국가 전체가 지향하는 보편적 목표를 준거처럼 제시하는 방안이 적절하다고 판단된다. 제1차 국가물관리기본계획에서 이미 활용하고 있는 “국가 모든 수체의 수생태 건강성을 양호(B) 달성해야 한다” 형태의 목표 제시가 적절할 것이다.

계획의 기간과 목표연도 방식을 수정하려면 「물관리기본법」 개정이 필요할 것으로 판단되며, 국가물관리기본계획의 연동형 계획 방식은 법률 개정 없이 국가물관리위원장이 심의에 올리는 사항이므로 국가물관리위원회의 심의를 거쳐 결정할 수도 있다.

3. 연구의 한계 및 향후 과제

본 연구에서 타당성 평가 체계를 제시하고 시범 평가를 통하여 『제1차 국가물관리기본계획』의 수정 이슈를 도출하였다. 본 연구의 도출된 수정 이슈 외에도 당연히 더 많은 수정 이슈가 발굴 될 수 있으며, 이를 위하여 후속 연구와 다양한 이해관계 대상자의 의견을 수렴하는 추가 절차가 필요할 것이라 판단되어 진다.

특히, 본 연구에서는 시간의 제약에 의해 도출된 11개의 수정 이슈 중 단 3개만의 이슈(기후위기, 재정전략, 정량적 목표 설정)에 대한 심층 분석만을 수행하였다. 특히, 11개의 수정 이슈 중 인구위기, 신성장 산업에 대한 물관리 대응 전략은 향후 국가물관리기본계획의 수정계획 수립 연구를 수행할 시 반드시 심층 분석하여 신규 보완전략을 마련하는 것이 필요할 것으로 판단되어 진다.

또한 물관리에 대한 국민의 관심이 저하되고 있는 상황에서 국민체감형 물관리 목표 설정과 전략 도출을 마련하기 위해 국민 대상 의견 수렴의 고도화 방안을 마련하는 연구도 필요하다. 국가물관리기본계획이 최상위 계획이긴 하지만 결국 대부분의 물관리 업무는 지자체에서 수준에서 실행되기 때문에, 지자체 또는 유역 내 활발한 협의를 통한 수정 이슈 파악 및 대응 전략 마련 연구도 필요하다.

| 참고문헌 |

[국내문헌]

- 감사원(2023), 「기후위기 적응 및 대응 실태 I(물·식량 분야)」, pp.1-119.
- 강노을 외(2013), “기후변화 불확실성하의 용수공급계획을 위한 로버스트 의사결정의 적용”, 「한국기후변화학회지」, 4(1), pp.14-15.
- 강동현, 김영오, 박준형(2017), “로버스트 의사결정을 이용한 영산강유역 종합치수계획 재평가”, 「한국수자원학회논문집」, 50(2), 한국수자원학회, pp.100-102.
- 강형식, 김수빈(2022), “물 서비스 개선을 위한 제도적 한계점 및 개선 방향”, 「KEI 포커스」, 10(9), 한국환경연구원, p.4.
- 강홍렬(2019), 「우리나라 역대정부의 미래예견적 거버넌스에 대한 성찰」, 경제·인문사회연구회 협동연구총서, pp.392-440.
- 건설교통부(2001), 「수자원장기종합계획(Water Vision 2020)」, p.86.
- 건설교통부(2006), 「수자원장기종합계획(2006-2020)」, p.599.
- 관계부처 합동(2020), 「제1차 국가물관리기본계획(2021-2030) 수립 연구」, pp.3-653.
- 관계부처 합동(2021), 「제1차 국가물관리기본계획(2021-2030)」, pp.1-149.
- 국가물관리위원회(2021), 「통합물관리를 위한 물 관련 법령 및 계획 정비 실행방안」, pp.1-398.
- 국가물관리위원회(2023), 「영산강·섬진강 유역 중장기 가뭄 대책(안)」, p.8.
- 국립환경과학원(2020), 「2019년 전국수질평가」, pp.7-8.
- 국립환경과학원(2021), 「2020년 전국수질평가」, pp.5-6.
- 국립환경과학원(2022), 「2021년 전국수질평가」, pp.5-6.
- 국립환경과학원(2023), 「2022년 전국수질평가」, pp.5-6.
- 국토교통부(2016), 「수자원장기종합계획(2001-2020) 제3차 수정계획」, p.113.
- 국토교통부(2022), 「기반시설 관리 종합투자계획 수립 연구」, p.89.
- 국토해양부(2011a), 「수자원장기종합계획(2011-2020)」, pp.140-143.
- 국토해양부(2011b), 「지역별 피해 특성을 고려한 홍수안전도 평가연구: 선택적 홍수방어 방법론

- 개발 및 시범적용」, p.78.
- 국회미래연구원(2019), 「정부 중장기계획 메타평가 실시 방안 연구」, pp.1-234.
- 국회예산정책처(2023), 「재정분권 정책 및 지방이양 사업 평가」, pp.17-18.
- 권설아 외(2018), “국가안전물관리기본계획의 실태분석 및 개선방안”, 「한국정책논집」, 18권, 한국정책연구원, pp.16-31.
- 권영섭 외(2015), 「미래 국토를 선도하는 국토종합계획의 발전방안 연구」, 국토연구원, pp.1-223.
- 권영섭 외(2016), 「제5차 국토종합계획 수립을 위한 기초연구」, 국토연구원, pp.3-287.
- 금강유역물관리위원회(2023), 「제1차 금강유역물관리종합계획(2021-2030)」, p.72, pp.78-79, p.126.
- 기상청(2023), 「2022년 기상가뭄 발생 특성」, p.4.
- 기획재정부(2023), 「2024년 예산안 인포그래픽」, p.2.
- 김명규, 김민경(2023), 「재정 지속가능성 복합지표 연구: EU 재정 지속가능성 지표를 중심으로」, 한국재정정보원, p.서론 1.
- 김종원 외(2005), 「수자원관리 및 국토방재기반 구축: 제4차 국토종합계획 수정계획 수립을 위한 기초 연구」, 국토연구원, pp.1-161.
- 낙동강유역물관리위원회(2023), 「제1차 낙동강유역물관리종합계획(2021-2030)」, p.100, p.113.
- 농림축산식품부, 농촌진흥청(2021), 「농업분야 활용을 위한 SSP기후변화 시나리오 상세화 자료 생산 기술가이드」, pp.30-38.
- 농림축산식품부, 한국농어촌공사(2022), 「2021년 농업생산기반정비사업 통계연보」, p.33.
- 농림축산식품부, 한국농어촌공사(2023), 「2023년 농어촌용수이용합리화계획」, 발간 예정.
- 대한국토·도시계획학회 편저(2009), 「도시계획론」, 보성각, p.81, p.84-85, p.90.
- 대한민국 정부(2022), 「윤석열정부 120대 국정과제」, p.146.
- 대한민국 정부(2023a), 「대한민국 기후변화 적응보고서」, pp.3-4.
- 대한민국 정부(2023b), 「2023~2027년 국가재정운용계획」, pp.13-15, p.38.
- 문정호 외(2006), 「참여시대 공공계획의 패러다임에 관한 연구」, 국토연구원, p.13, p.16, p.30, pp.34-36.

- 문종욱, 이승우, 장원재(2021), “하천유역수자원관리계획 소개”, 『물과 미래』, 54(7), 한국수자원학회, p.117.
- 문현주(2014), 「지속가능한 상하수도 재정체계 구축 및 운용방안 연구(II)」, 한국환경정책·평가연구원, pp.65-66.
- 박연정(2023), “통합 물환경 평가지표”, 『통합물환경 평가지표 전문가 1차 포럼』, 4월 28일, 서울: 국립환경과학원, pp.6-32.
- 박진 외(2023), 「국가 중장기계획 체계성 강화를 위한 전략연구」, 경제·인문사회연구회.
- 서울시정개발원(2006), 「서울시 지역안전도 평가모형개발연구: 홍수재해를 중심으로」.
- 성재훈(2022), “영국의 제3차 기후위험 평가와 시사점”, 『세계농업』, 248권, 한국농촌경제연구원, p.1, p.6.
- 영산강·섬진강유역물관리위원회(2023), 「제1차 영산강·섬진강유역물관리종합계획(2021-2030)」, p.97, p.102, p.109, p.128.
- 오종현(2023), “2024년 예산안 및 2023~2027년 국가재정운용계획 평가”, 『재정포럼』, 제327호, 한국조세재정연구원, p.76.
- 이광희, 박준(2022), 「국가법정계획의 범정부적 실행력 강화방안: 국정과제와의 연계성을 중심으로」, 한국행정연구원, pp.1-301.
- 이문환, 소재민, 배덕효(2016), “기후변화에 따른 수자원 전망의 불확실성 평가기법 개발”, 『한국수자원학회논문집』, 49(8), pp.657-671.
- 이상호(2023), “일자리 양극화와 지방소멸 위기대안적 일자리 전략이 필요하다”, 『지식산업과 고용』, 한국고용정보원, p.10.
- 장욱(1992), “계획이론에의 접근(I): 합리적 계획모형의 해체”, 『환경논총』, Vol.30, 서울대학교 환경대학원, pp.72-73.
- 전병열(2003), “고령지사 수해대책”, 『한국관개배수논문집』, 10(2), 한국관개배수위원회, pp.133-142.
- 정은성 외(2013), “기후변화 시나리오의 불확실성을 고려한 수자원 계획수립에 관한 연구”, 『물과 미래』, 46(4), 한국수자원학회, pp.99-113.
- 정환용(2003), 『도시계획학원론』, 서울: 박영사, pp.126-130, pp.195-196.

- 조영식 외(2021), “하천유역수자원관리계획 내(內) 물수급 평가모델 개요”, 『물과 미래』, 54(10), 한국수자원학회, p.34.
- 충청북도(2021), 『충청북도 물수요관리 종합계획』, pp.3-40.
- 한강유역물관리위원회(2023), 『제1차 한강유역물관리종합계획(2021-2030)』, pp.92-93, p.102, p.109.
- 한국농어촌공사(2022), 『농업용수 유역 물수지분석 모델 개발 용역보고서』, pp.60-63, p.68, p.221.
- 한국수자원공사(2023.2), 내부자료.
- 한국환경연구원 외(2020), 『국가물관리기본계획 수립 연구 중간보고서』, p.84, pp.319-320.
- 한혜진 외(2020), 『통합물관리를 고려한 지속가능한 물순환 관리체계 구축 및 정책기반 마련 연구』, 한국환경연구원, p.106
- 행정안전부(2023), 『2022 사업연도 지방공기업 결산 및 경영분석』, pp.17-18.
- 환경부(2016a), 『제2차 물환경관리기본계획』, p.11.
- 환경부(2016b), 『2025년 전국수도종합계획』, p.45.
- 환경부(2018), 『하천설계기준-홍수방어 계획』, p.4.
- 환경부(2019), 『물수요관리 종합계획 작성지침』, p.22.
- 환경부(2021), 『2021수돗물 먹는실태조사 결과보고서』, p.55.
- 환경부(2022a), 『국가수도기본계획(정책편)』, p.19, pp.22-25.
- 환경부(2022b), 『금강권역 하천유역수자원관리계획 3차연도 보고서』, pp.3-142.
- 환경부(2022c), 『한강권역 하천유역수자원관리계획 3차연도 보고서』, pp.3-280.
- 환경부 물관리정책실(2023.1), 내부자료.
- 환경부 수자원정책과(2023.3), 내부자료.
- 환경부 물정책총괄과(2023.11), 내부자료.
- 환경부, 국립기상과학원(2021), 『남한상세 기후변화 전망보고서』, pp.19-21.
- 환경부, 국립환경과학원(2010), 『수생태계 건강성 조사 및 평가 최종보고서(총괄 분야)』, p.310.
- 환경부, 국립환경과학원(2022), 『전국 하천 수생태 건강성 지도』, pp.12-34.
- 환경부, 한국환경산업기술원(2020), 『기후변화 적응 안정적 용수수급 기술 최종보고서』, p.179.

IPCC(2023), 「AR6 제2실무그룹 평가보고서 정책결정자를 위한 요약본(SPM)」, pp.1-17.

[국외문헌]

City of Palo Alto Utilities(2021), *2020 Urban Water Management Plan and Water Shortage Contingency Plan*, p.93, p.118.

Connor, R. F. and K. Hiroki(2005), “Development of a Method for Assessing Flood Vulnerability”, *Water Science and Technology*, 51(5), pp.61-67.

Doran, G. T.(1981), “There’s a SMART Way to Write Management’s Goals and Objectives”, *Management Review*, 70(11), pp.35-36.

Global Environment Facility: GEF(2010), “The GEF Monitoring and Evaluation Policy”, *Evaluation Document*, No.4, Global Environment Facility Evaluation Office, p.13.

HR Wallingford(2020), *Updated Projections of Future Water Availability for the Third UK Climate Change Risk Assessment-Technical Report*, pp.1-91.

Les Agences de l’Eau(2000), *SYSTÈME D’ÉVALUATION DE LA QUALITÉ DE L’EAU DES COURS D’EAU, LES ETUDES DES AGENCES DE L’EAU N°64*, pp.1-105.

Murray-Darling Basin Authority: MDBA(2012), *Basin Plan 2012*.

Murray-Darling Basin Authority: MDBA(2019a), *Framework for Evaluating the Murray-Darling Basin Plan Revised Version*, pp.1-30.

Murray-Darling Basin Authority: MDBA(2019b), *Report Summary: Conveyance Loses in the River Murray System*, p.2.

Murray-Darling Basin Authority: MDBA(2023), *Roadmap to the 2026 Basin Plan Review*, pp.12-14, p.16, p.18.

Murray-Darling Basin Authority: MDBA(2020), *The 2020 Basin Plan Evaluation-Southern Basin Evidence Report*, p.5.

MDBA(2022), *The 2020 Basin Plan Evaluation*, pp.8-9, Murray-Darling Basin Authority: p.102.

Ray, P. A. and C. M. Brown(2015), *Confronting Climate Uncertainty in Water Resources Planning and Project Design: The Decision Tree Framework*, Washington, D.C.: World Bank Publications, pp.1-125.

TEXAS Water Development Board(2022), *2022 State Water Plan Water For Texas*, pp.7-10, p.130.

Victoria State Government(2014), *Index of Stream Condition, The Third Benchmark of Victorian River Condition*, ISC3, p.4.

[온라인 자료]

국가법령정보센터, “경관법”, <https://www.law.go.kr/법령/경관법>, 검색일: 2023.3.2.

국가법령정보센터, “국가재정법”, <https://www.law.go.kr/법령/국가재정법>, 검색일: 2023.3.2.

국가법령정보센터, “국토기본법”, <https://www.law.go.kr/법령/국토기본법>, 검색일: 2023.3.28.

국가법령정보센터, “물관리기본법”, <http://www.law.go.kr/법령/물관리기본법>, 검색일: 2023.3.2.

국가법령정보센터, “물관리기본법 시행령”, <http://www.law.go.kr/법령/물관리기본법시행령>, 검색일: 2023.3.2.

국가법령정보센터, “수도법”, <https://www.law.go.kr/법령/수도법>, 검색일: 2023.3.2.

국가법령정보센터, “수자원의 조사·계획 및 관리에 관한 법률”, <https://www.law.go.kr/법령/수자원의조사·계획및관리에관한법률>, 검색일: 2023.3.2.

국가법령정보센터, “환경정책기본법”, <https://www.law.go.kr/법령/환경정책기본법>, 검색일: 2023.3.2.

국가수자원관리종합정보시스템(WAMIS), “수자원·물환경 실무용어사전”, http://www.wamis.go.kr/dic/dic_main.do, 검색일: 2023.4.28.

국토연구원, “국토교육-국토교육자료-국토용어사전”, <https://www.krihs.re.kr/publica/bsView.es?mid=a10702040000&pageIndex=1&searchKeyword=%EB%A9%9>

- 4%EA%B0%80%ED%8A%B8%EB%A0%8C%EB%93%9C&num=926&serlno=1, 검색일: 2023.5.10.
- 기상청 기후정보포털, “기후변화 시나리오 개념”, http://www.climate.go.kr/home/CCS/contents_2021/Definition.html#;, 검색일: 2023.5.12.
- 기상청 보도자료(2022.6.14), “온실가스 감축 없인 21세기 말 유역별 극한 강수량 최대 70% 이상 증가”, pp.1-3, <https://www.kma.go.kr/kma/news/press.jsp?bid=press&mode=view&num=1194131&page=1&&field1=subject&text1=%EC%9C%A0%EC%97%AD%EB%B3%84>, 검색일: 2023.4.5.
- 기획재정부 보도자료(2023.8.29), “‘알뜰 재정, 살뜰 민생’ 2024년 예산안 및 2023~2027년 국가재정운용계획”, https://www.moef.go.kr/nw/nes/detailNesDtaView.do?searchBbsId1=MOSFBBS_00000000028&searchNttId1=MOSF_00000000065532&menuNo=4010100, 검색일: 2023.9.15.
- 물환경정보시스템, “자료조회-녹조(조류)정보-과거수질자료”, https://water.nier.go.kr/web/algaePreMeasure?pMENU_NO=111, 검색일: 2023.4.25.
- 물환경정보시스템, “자료조회-수질측정망-자료조회”, https://water.nier.go.kr/web/waterMeasure?pMENU_NO=571, 검색일: 2023.4.25.
- 연합뉴스(2023.5.26), “첫 국가첨단산업 5개년 계획... '550조+a' 투자 이끈다”, <https://www.yna.co.kr/view/AKR20230526069200003>, 검색일: 2023.6.2.
- 열린재정 재정정보 공개시스템, “재정연구분석-재정상세통계-재정분석통계-중앙정부-상세 재정통계-예산-세출/지출-세목 예산편성현황(총액)”, <https://www.openfiscaldata.go.kr/op/ko/sd/UOPKOSDA01?odtId=RI8Q2343B6ILZS7712K6724E6>, 검색일: 2023.7.3.
- 워터저널, “지방상수도, 지자체 특성 맞는 통합운영 필요”, <https://www.waterjournal.co.kr/news/articleView.html?idxno=38249>. 검색일: 2023.3.1.
- 일본 국토교통성, “気候変動を踏まえた治水計画のあり方提言改訂版(概要)”, https://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/chisui_kentoukai/pdf/r0304/00_gaiyou.pdf, 검색일: 2023.8.3.

- 일본 국토교통성, “気候変動を踏まえた治水計画のあり方”, p.19, https://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/chisui_kentoukai/pdf/r0304/01_teigen.pdf, 검색일: 2023.8.3.
- 일본 국토교통성(1999), “WATER PLAN 21”, https://www.mlit.go.jp/tochimizushigen/mizsei/d_plan/waterplan21/1.htm, 검색일: 2023.6.14.
- 일본 내각관무, “물순환백서”, https://www.kantei.go.jp/jp/singi/mizu_junkan/whitepaper.htm, 검색일: 2023.9.1.
- 일본 내각본부, “물순환기본법”, https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/mizu_junkan/about/pdf/03_kihonho_all.pdf, 검색일: 2023.3.2.
- 일본 내각본부, “2020 물순환기본계획(개요)”, https://www.kantei.go.jp/jp/singi/mizu_junkan/pdf/r020616_gaiyou.pdf, 검색일: 2023.3.2.
- 일본 내각본부, “물순환 시책 추진에 관한 전문가 회의”, https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/mizu_junkan/organization/action.html#action01, 검색일: 2023.3.2.
- 외교부 보도자료(2023.3.20), “기후변화에 관한 정부 간 협의체, 제6차 평가보고서 종합보고서 승인”, https://www.mofa.go.kr/www/brd/m_4080/view.do?seq=373483, 검색일: 2023.6.14.
- 조선미디어(2023.7.28), “유엔 사무총장 ”지구온난화 시대 끝, 이제는 ‘열대화’ 시대”, <https://futurechosun.com/archives/78734>, 검색일: 2023.8.13.
- 통계청 보도자료(2022.12.9), “장래인구추계: 2020~2070년”, p.1, https://kostat.go.kr/board.es?mid=a10301020600&bid=207&act=view&list_no=415453, 검색일: 2023.4.10.
- 한국일보(2016.11.9), “대전 상수도 고도정수처리시설 민자유치 백지화”, <https://m.hankookilbo.com/News/Read/201611091739194022>, 검색일: 2023.7.10.
- 환경부, “2018 하수도 통계”, https://www.me.go.kr/home/web/policy_data/read.do?menuId=10264&seq=7440, 검색일: 2023.5.16.
- 환경부, “2020 하수도 통계”, https://www.me.go.kr/home/web/policy_data/read.do?menuId=10264&seq=7809, 검색일: 2023.5.16.

- 환경부 보도자료(2023.8.29), “2024년도 환경부 예산안, 국민 안전을 최우선하고, 미래 먹거리 창출을 위해 댐·하천 관리 및 녹색산업 육성에 집중 투자”, pp.1-23, <https://me.go.kr/home/web/board/read.do?pagerOffset=220&maxPageItems=10&maxIndexPages=10&searchKey=&searchValue=&menuId=10525&orgCd=&boardId=1620865&boardMasterId=1&boardCategoryId=&decorator=>, 검색일: 2023.9.21.
- FEMA, “FEMA Flood Map Service Center”, <https://msc.fema.gov/portal/search?AddressQuery=-82.327502%2C%2027.856191>, 검색일: 2023.7.25.
- Australian Government Federal Register of Legislation, “Water Act 2007”, <https://www.legislation.gov.au/Details/C2021C00539>, 검색일: 2023.5.15.
- Department for Environment and Water, “New Agreement to Deliver the Murray-Darling Basin Plan in Full”, <https://www.environment.sa.gov.au/topics/river-murray/latest-news-announcements/new-agreement-to-deliver-the-murray-darling-basin-plan-in-full#:~:text=Following%20several%20reviews%20by%20the,deadline%20of%2030%20June%202024>, 검색일: 2023.10.1.
- e-나라지표, “하천정비현황”, https://www.index.go.kr/unity/potal/main/EachDtlPageDetail.do?idx_cd=1215, 검색일: 2023.7.25.
- KBC 광주방송(2023.5.8), “드디어 제한 급수 해제..완도 섬 지역, 1년 2개월 만 해제”, <http://www.ikbc.co.kr/article/view/kbc202305080022>, 검색일: 2023.5.20.
- KDI 공공투자관리센터, “민간투자사업”, <https://infrainfo.kdi.re.kr/pv/search/bsnsDetailSearch.do>, 검색일: 2023.3.2.
- KOSIS, “2011~2020년 상수도통계 세출”, https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=106&tblId=DT_106N_06_0100033&conn_path=I2, 검색일: 2023.5.16.
- Murray Darling Basin Authority: MDBA, “Water use-Water limits-Current diversion limits for the Basin”, <https://www.mdba.gov.au/water-use/water-limits/current-diversion-limits-basin>, 검색일: 2023.6.20.
- UK Government, “Water Resource Planning Guideline”, <https://www.gov.uk/government/publications/water-resources-planning-guideline/water-resources->

planning-guideline, 검색일: 2023.8.11.

UK Government(2021.7.20), “Peak River Flow Climate Change Allowances by Management Catchment”, <https://www.gov.uk/government/publications/peak-river-flow-climate-change-allowances-by-management-catchment>, 검색일: 2023.8.11.

Executive Summary

I. Background and Aims of Research

1. Research background

- Under the ‘Framework Act on Water Management,’ the Minister of Environment is required to conduct a feasibility review of the Master Plan for National Water Management every five years and make necessary changes to the national plan based on the results.

- However, there is a lack of detailed information regarding the concept, direction, and assessment methods for the feasibility review required for the establishment of a revision plan. Therefore, it is necessary to review the scope of reflection of the results of the feasibility analysis.

2. Research objectives and content

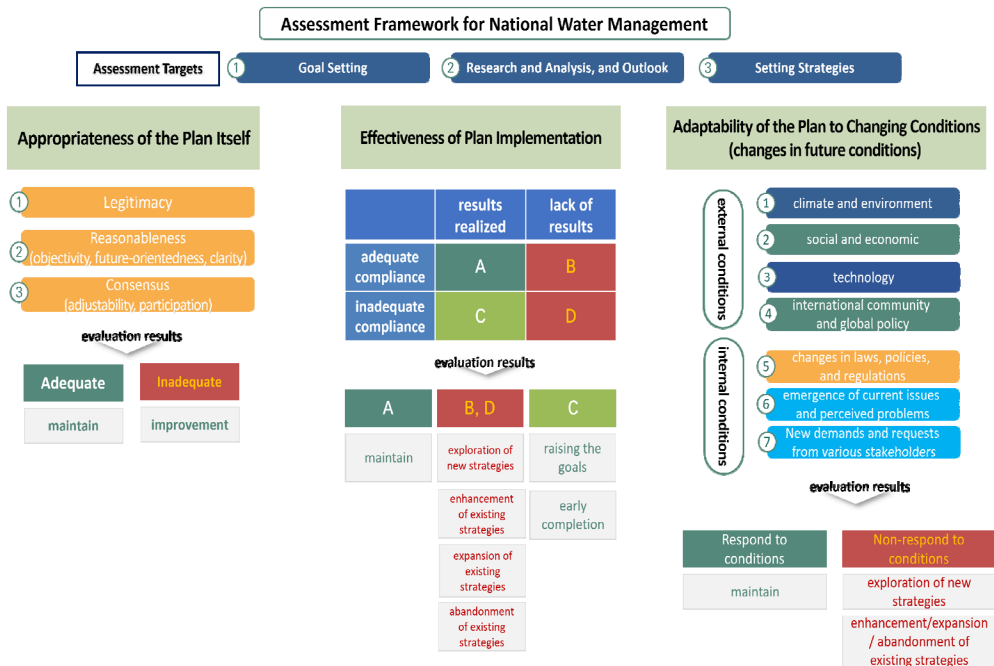
- Research objectives
 - Establish a systematic framework for the feasibility review in preparation for the first revision plan of the Master plan for National Water Management
 - Develop guidelines for formulating a comprehensive revision plan based on the feasibility review results, aiming for a substantial revision
 - Provide the direction for shaping the Master Plan for National Water Management, which is the top-level medium- to long-term statutory plan,

into a comprehensive plan that presents the future vision and policy directions for national water management and achieves policy objectives

□ Key research content

- Establishing a feasibility evaluation system for formulating the revision plan and conducting pilot evaluation
- Providing directions for improvements to prepare for the revision plan
- Presenting draft guidelines for the formulation of the revision plan

II. Feasibility Assessment Framework for National Planning (Draft)



Source: Prepared by the authors.

Figure 1. Feasibility evaluation system for the Master Plan for National Water Management

III. In-Depth Analysis and Directions for the First Amendment of the Master Plan for National Water Management

1. Issue 1: Climate crisis response

- ❑ Pilot evaluation: In response to the Supreme Audit Institution's audit results (July 2023), there is a need to incorporate water supply and water quality projections that consider climate change scenarios.

- ❑ Directions for the Master Plan for National Water Management
 - Raise the overarching goal to “Achieve Sustainable Water Circulation in the Era of Climate Crisis”
 - Adjust the priorities among the three fundamental objectives of the Master Plan for National Water Management, giving top priority to “Building a Water-Secure Society Resilient to Climate Crisis”
 - Given the substantial uncertainty associated with developing water plans that consider climate change scenarios, it is crucial to create a diverse set of water supply scenarios based on multiple climate change scenarios (ensemble).
 - Enhance strategies based on scientific and policy foundations to address climate crisis in the water sector, including:
 - Establishing a climate risk assessment framework for the water sector
 - Developing and certifying national climate change standard scenarios for water policy development
 - Developing water supply scenarios considering climate change scenarios
 - Establishing methods and guidelines for water management planning that consider climate change scenarios

2. Issue 2: Providing quantitative targets

- Pilot evaluation: To enhance feasibility, there is a need to clarify the policy goals in the Master Plan for National Water Management.

- Directions for the Master Plan for National Water Management
 - Provide quantitative targets: Introduce quantitative targets for individual goals within the six areas of the Master Plan for National Water Management.
 - Water environment: Utilize existing indicators for goal setting in the water environment sector
 - Water usage (domestic, industrial, and agriculture): Establish targets based on the safety levels provided in river basin water resource management plans and rationalization plans for agricultural water use
 - Water safety (floods): Explore the use of flood hazard safety levels in establishing objectives

3. Issue 3: Enhancing financial strategies

- Pilot evaluation: Recognize the need for improvement in the clarity and responsiveness of water management financial strategies based on the findings of the pilot evaluation

- Directions for the Master Plan for National Water Management
 - Rationalization of water management fees: Develop a clear strategy for the rationalization of water management fees to ensure a sustainable source of revenue for water management initiatives
 - Expansion of private investment: Promote an increase in private sector

- investment in water management facilities through initiatives such as public-private partnerships
- Exploring new climate-related financing mechanisms: Investigate the feasibility of implementing new financial mechanisms, such as rainwater taxes or rainwater fees, to address climate change-related financial challenges in water management

IV. Conclusion

- Presenting a Feasibility System (Draft) for the Development of the First Revision Plan for the Master Plan for National Water Management, considering domestic and international feasibility evaluation systems, previous similar research findings, and planning theories

- Identifying limitations and issues arising from changing conditions during the development of the first plan through a feasibility pilot evaluation conducted by the first national plan research team and in-depth interviews with members of the National Water Management Committee and other stakeholders

- Providing directions for improving goals, outlooks, and strategies among the issues
 - Goals: Presenting national-level quantitative goals by referencing the quantitative indicators and objectives of sub-plans when formulating the revision plan
 - Outlooks: Developing approaches for water quality and water supply outlooks that take into account climate change scenarios and proposing

additional outlook scenarios for future consideration

- Strategies: Providing strategies to enhance financial resources in response to fiscal constraints, such as rationalizing fees, increasing private investment, and introducing new fiscal measures related to the climate crisis, as current strategies are inadequate to address budget limitations and other financial constraints

Keywords: Sustainable Development, Water Management, WASH, Water Governance

■ 저자약력

한혜진 (연구책임)

미국 University of Michigan 환경학 박사

한국환경연구원 선임연구위원(현)

hanhj@kei.re.kr

주요 연구실적

- 제1차 국가물관리 기본계획 수립 연구 (2020)
- 제2차 물환경관리 기본계획 수립 연구 (2016)

황보은

한국환경연구원 연구원(현)

behwang@kei.re.kr

한대호

한국환경연구원 책임연구위원(현)

dhhan@kei.re.kr

현윤정

한국환경연구원 선임연구위원(현)

yjhyun@kei.re.kr

이문환

한국환경연구원 부연구위원(현)

mhlee@kei.re.kr

최윤경

한국환경연구원 연구원(전)

ykchoi@kei.re.kr

김지성

한국건설기술연구원 연구위원(현)

jisungk@kict.re.kr

신정범

한국수자원공사 인재개발원 차장(현)
jnb@kwater.or.kr

김진호

한국수자원공사 물관리기획처 차장(현)
jinhone@kwater.or.kr

나민철

한국농어촌공사 통합물관리추진단 과장(현)
2120110@ekr.or.kr

김홍태

국립환경과학원 물환경평가연구과 연구관(현)
htkim8@korea.kr

장래혁

한국환경공단 물관리계획부 과장(현)
nunya2000@keco.or.kr

※ 본 책자는 환경표지 인증을 받은 용지로 인쇄되었습니다.



제1차 국가물관리기본계획 수정계획 수립을 위한 기초 연구

KEI 한국환경연구원
Korea Environment Institute

(30147) 세종특별자치시 시청대로 370 세종국책연구단지 B동(과학·인프라동)
전화 044-415-7777 팩스 044-415-7799 <http://www.kei.re.kr>



ISBN 979-11-5980-705-3