

발 간 등 록 번 호

11-1480000-001876-01

수량·수질·물수요·수리권을 고려한 중권역단위 물 순환체계 개선방안 연구

2022.06



영산강·섬진강유역물관리위원회

수량-수질-물수요-수리권을 고려한
중권역단위 물순환체계 개선방안 연구

최종보고서

제 출 문

영산강·섬진강유역물관리위원회 귀하

본 보고서를 “수량-수질-물수요-수리권을 고려한 중권역단위 물순환체계 개선방안 연구” (연구기간 : 2021년 8월 25일~2022년 6월 24일)의 최종보고서로 제출합니다.

2022 년 6 월 24 일

연구기관명	: (주)베이지안웍스
연구책임자	: 김 장 경
연구원	: 박 찬 호
”	: 육 지 문
”	: 장 상 민
”	: 여 인 희
”	: 문 수 진
”	: 조 은 양
”	: 박 지 혜
”	: 양 영 아
”	: 심 다 슴
”	: 전 은 정
”	: 오 창 현

요 약 문

I. 서 론

1. 과업의 배경

- 기후변화와 도시화로 인한 불투수면 증가와 함께 집중형 우수배제 체계는 도시침수, 지하수 고갈, 도시열섬, 수질오염 등의 문제를 악화
- 수량, 수질, 수생태, 방재 등 물관리의 다양한 문제에 대응한 중권역단위 물순환 분석과 정보관리 체계 구축 필요
- 중권역단위 수질오염총량과 홍수저감총량, 물수급 충족도 등에 대한 지표에 기초가 되는 유역 및 지자체의 물순환 역량강화 필요
- 유역단위 물순환체계 조사, 개선, 구축 등 유사한 성격의 연구 수행시 지침이 될 수 있는 선행(시범)과제로서의 역할 정립 필요

2. 과업의 목표

- 수량-수질-물수요-수리권을 고려한 중권역단위 물순환체계 개선방안 연구

3. 과업의 범위

- 중권역 물순환 관련 수량, 수질, 수요 및 수리권 현황 조사
- 중권역별 물순환체계 목표 설정과 관리방안 도출
- 중권역의 물순환을 고려한 수자원 배분 및 물 공급시설의 연계운영 방안 도출
- 물관리 관련 계획을 고려한 중권역별 물순환 개선방안 도출

II. 중권역 선정 및 현황조사

1. 영산강·섬진강·제주권역 물순환 실태조사 및 연구대상 중권역 선정

- 영산강/섬진강/연안(기타)/제주도 권역별 택일하여 연구대상 중권역을 선정
 - 권역별 연구대상 중권역 선정 방법에는 국가수자원관리종합정보서비스(WAMIS) 및 물환경정보시스템, 관련 계획 문헌조사 등 수량-수질-물수요-수리권을 반영할 수 있는 정보 접근성이 용이한 6개 항목을 개략조사하고, 권역 내 중권역별 항목을 으뜸차순으로 평가, 항목별 우선순위를 산술평균하여 연구대상 중권역을 선정
 - 연구대상 중권역의 주요 수원은 요천, 지석천, 탐진강, 제주서해 순으로 나주댐(농업용댐), 동화댐(농업용댐), 장흥댐(다목적댐), 지하수로 조사되었음

<연구대상 중권역의 우선순위 선정 항목>

권역	중권역	연구대상 중권역 우선순위 선정 항목(2020년)					
		물이동량(㎥/일)	갈수량(㎥/s)	BOD	T-P	불투수율(%)	물순환율(%)
섬진강	요천	86,389	0.46	I b	II	6.3	90.1
영산강	지석천	89,348	1.15	II	III	5.9	87.1
연안/기타	탐진강	120,141	0.90	II	II	5.6	85.9
제주	제주서해	-	1.76	I a	III	16.8	87.3

2. 중권역별 수원 현황

가. 하천 유황

- 국가수자원관리종합정보서비스에서 제공되는 최근 5년간(2015~2019년) 유황분석에 따르면 중권역별 평·저수기 유량은 2017년 가뭄에 가장 낮았던 것으로 조사되었음
- 지리적 특성상 연구대상 중권역의 도심에 농업용댐 및 다목적댐이 위치하여 유역의 상류에는 취수시설 외 대규모 물이용 시설이 없다는 점을 고려했을 때, 연구대상 중권역의 하류 하천 유황은 농업용댐 및 다목적댐에서의 방류 운영에 따라 유황분석 결과에 영향을 받는 것으로 분석되었음
- 특히 농업용댐(나주, 동화)은 유역 내 농민의 농업용수 요구에 대응하여 운영되므로 현실적으로 댐-하천 연계 운영 체계 수립이 어려운 것으로 조사되었음. 그러나 최근 기후변화로 인한 격년 주기 가뭄 발생 상황을 고려했을 때, 가뭄 상황 시 물이용 이해당사자의 효율적 물배분 의사결정 방안 수립이 시급한 것으로 사료됨

나. 지하수 함양량

- 연구대상 중권역별 지하수 함양량은 요천 102,775천㎥/년, 지석천 115,085천㎥/년, 탐진강 100,262천㎥/년, 제주서해 174,437천㎥/년으로 제주서해를 제외한 지하수 개발가능량 비율은 60%를 초과하는 것으로 조사되었음
- 대수층 분포의 불확실성 및 하천 주변 농업용수 수요지역 밀집 등 수원의 효율적 이용보다는 가뭄 상황 시 비상 수원 확보 차원에서 활용 가능

<중권역별 지하수 함양량 및 개발가능량>

중권역	함양량 (%)	함양량 (천㎥/년)	개발가능량 (천㎥/년)	개발가능량/함양량 (%)
요천	15.7	102,775.4	67,637.9	65.8
지석천	12.7	115,085.7	76,755.3	66.7
탐진강	14.2	100,262.0	67,649.2	67.5
제주서해	44.5	174,437.1	76,019.6	43.6

다. 수도시설

- 중권역별 취수시설은 요천(2개소), 지석천(2개소), 탐진강(3개소), 제주서해(6개소)로 조사되었으며, 제주서해를 제외하고 대부분 물이동을 통하여 중권역 외 지역으로 용수공급이 이루어지고 있는 것으로 조사되었음
- 향후 본 연구대상 외 권역에 대한 물배분 및 물이동 분석 체계 구축에 관한 연구를 수행하여 수도시설과 중권역별 물공급 기여도 등 평가 필요

<중권역별 취수시설 운영현황>

중권역	관할기관 시도명	관할기관 시군명	취수장명	준공 년도	시설용량 (㎥/일)	취수지점 수원명	취수실적 (㎥/일)
요천	전라북도	남원시	월락취수장	1975	21,000	요천	15,082
	K-water	K-water	동화댐취수장	1999	52,000	동화댐	30,863
지석천	전라남도	화순군	청풍이양취수장	2000	2,200	지하수	1,487
	전라남도	화순군	춘양취수장	2003	2,200	지하수	806
탐진강	전라남도	강진군	강진취수장	1987	8,500	탐진강	4,580
	전라남도	강진군	병영취수장	1996	1,000	흙골제	445
	K-water	K-water	장흥댐	2006	200,000	장흥댐	145,728
제주 서해	제주특별자치도	서귀포시	서광광역수원	2007	19,450	서광수원지	12,504
	제주특별자치도	제주시	금악광역수원	2007	9,280	금악	6,030
	제주특별자치도	제주시	납읍광역수원	2008	10,800	지하수	8,831
	제주특별자치도	제주시	어음광역수원	2007	7,200	지하수	6,963
	제주특별자치도	제주시	옹포수원	1995	20,000	동명수원지	9,248
	제주특별자치도	제주시	저지광역수원	2007	19,450	저지수원지	17,459

라. 용수이용현황

- 연구 대상 중권역별 5개년(2015~2019년) 연평균 용수이용량은 요천 119,344천㎥/년, 지석천 175,573천㎥/년, 탐진강 160,494천㎥/년, 제주서해 92,441천㎥/년임

<중권역별 용수이용 현황 (2015~2019년, 유효수량 포함)>

유역구분	연평균 용수이용 현황(천㎥/년)			
	계	생활용수	공업용수	농업용수
요천	119,344	17,905	1,747	99,693
지석천	175,573	21,869	2,825	150,878
탐진강	160,494	6,605	183	153,706
제주서해	92,441	16,504	1,038	74,899

3. 중권역별 수질관리 현황 및 전망

가. 중권역별 수질 현황

- 2020년 기준 대상 중권역 모두 BOD 목표기준을 달성하였으나, T-P 목표기준은 달성하지 못한 것으로 조사되었음. 다만 시계열의 통계적 특성을 고려했을 경우에는 향후 중권역 수준의 수질관리는 일단위로 목표 설정을 하는 방향도 검토가 필요함

<중권역 대표지점별 수질 현황>

중권역	지점	목표기준	BOD		T-P	
			평가수질(mg/L)	목표기준 달성여부	평가수질(mg/L)	목표기준 달성여부
요천	요천-1	I b	1.6	○	0.052	X
지석천	지석천4	II	2.4	○	0.109	X
탐진강	탐진강3	I b	2.1	X	0.050	X
제주서해	응포천	I a	0.5	○	0.097	X

* 등급별 기준 (「환경정책기본법시행령」, 별표 - 환경기준 제2조)

등급	BOD(mg/L)	T-P(mg/L)	등급	BOD(mg/L)	T-P(mg/L)
I a	1 이하	0.02 이하	IV	8 이하	0.3 이하
I b	2 이하	0.04 이하	V	10 이하	0.5 이하
II	3 이하	0.1 이하	VI	10 초과	0.5 초과
III	5 이하	0.2 이하			

나. 수질 전망

- 「제1차 국가물관리기본계획」에서는 HSPF 유역모델을 적용하여 5대강(한강, 낙동강, 금강, 영산강, 섬진강) 본류 및 유입 지류(77개 중권역)에 대한 수질을 모의한 것으로 조사되었으며, 장래 BOD 전망 결과, 연평균 기준 요천 중권역은 1.5mg/L, 지석천 중권역은 2.4mg/L로 목표 기준을 달성하는 것으로 조사됨
- 다만 중권역별 수질 전망을 분석한 문헌이 없고(탐진강, 제주서해), 본 과제에서 목표로 하는 통합관리지표 설정을 위한 정보 수집이 용이한 지표선정을 해야 한다는 점에서 본 연구에서는 최근 10년(2010~2020년) 기간의 수질 측정 결과를 이용하여 단순 회귀분석으로 목표연도 수질을 전망하였음
- 전망 결과 2030년 기준 중권역별 BOD는 요천, 지석천, 탐진강, 제주서해 각각 1.2mg/L, 2.4mg/L, 1.9mg/L, 0.3mg/L이고, T-P는 0.018mg/L, 0.114mg/L, 0.094mg/L, 0.154mg/L로 추정되었음
- 최종적으로 중권역별 수질 전망 현황은 공식적인 문헌조사 결과가 없고, 국가물관리기본계획 수준에서 분석된 결과를 활용하지 않는 이상, 현재 시점에서는 통합관리지표로 이용하기 어렵다고 판단되며, 향후 추가적인 연구를 통해 중권역별 수질 전망결과를 도출하여, 물순환 통합관리지표 항목에 활용되어야 함

4. 중권역별 용수 수요 전망

- 중권역별 용수 수요 전망 결과 생공용수의 경우 탐진강을 제외한 3개 중권역은 감소, 농업용수의 경우 제주서해 중권역을 제외한 3개 중권역은 감소하는 것으로 조사됨

<중권역별 용수 수요량 전망>

유역구분		2018년	2020년	2025년	2030년
생공용수 (㎥/년)	요천	9,013,629	8,859,211	8,569,064	8,370,417
	지석천	16,301,729	16,005,805	15,973,862	15,978,329
	탐진강	6,838,776	7,558,871	9,899,580	9,733,378
	제주서해	14,073,686	10,691,243	9,053,574	9,681,862
농업용수 (㎥/년)	요천	123,920,617	108,558,068	105,450,220	95,811,673
	지석천	91,327,513	87,780,295	85,412,491	74,655,354
	탐진강	88,585,038	84,805,738	82,114,622	67,918,888
	제주서해	62,781,407	95,190,493	99,304,462	110,558,907

5. 중권역별 수리권 현황

- 중권역별 하천수사용허가 시설은 총 348개소(생활 2, 공업 4, 농업 339, 기타 3)이며, 일최대 2,525천㎥를 이용가능한 것으로 조사되었음. 하천수사용허가 실적은 일평균 5,000㎥ 이상의 시설에 대해서는 일단위 사용실적을 제출하게 되어 있어, 향후 홍수통제소와 연계하여 가뭄 상황 시 물이용 제한 방안을 검토할 필요가 있음

<중권역별 하천수사용허가 현황>

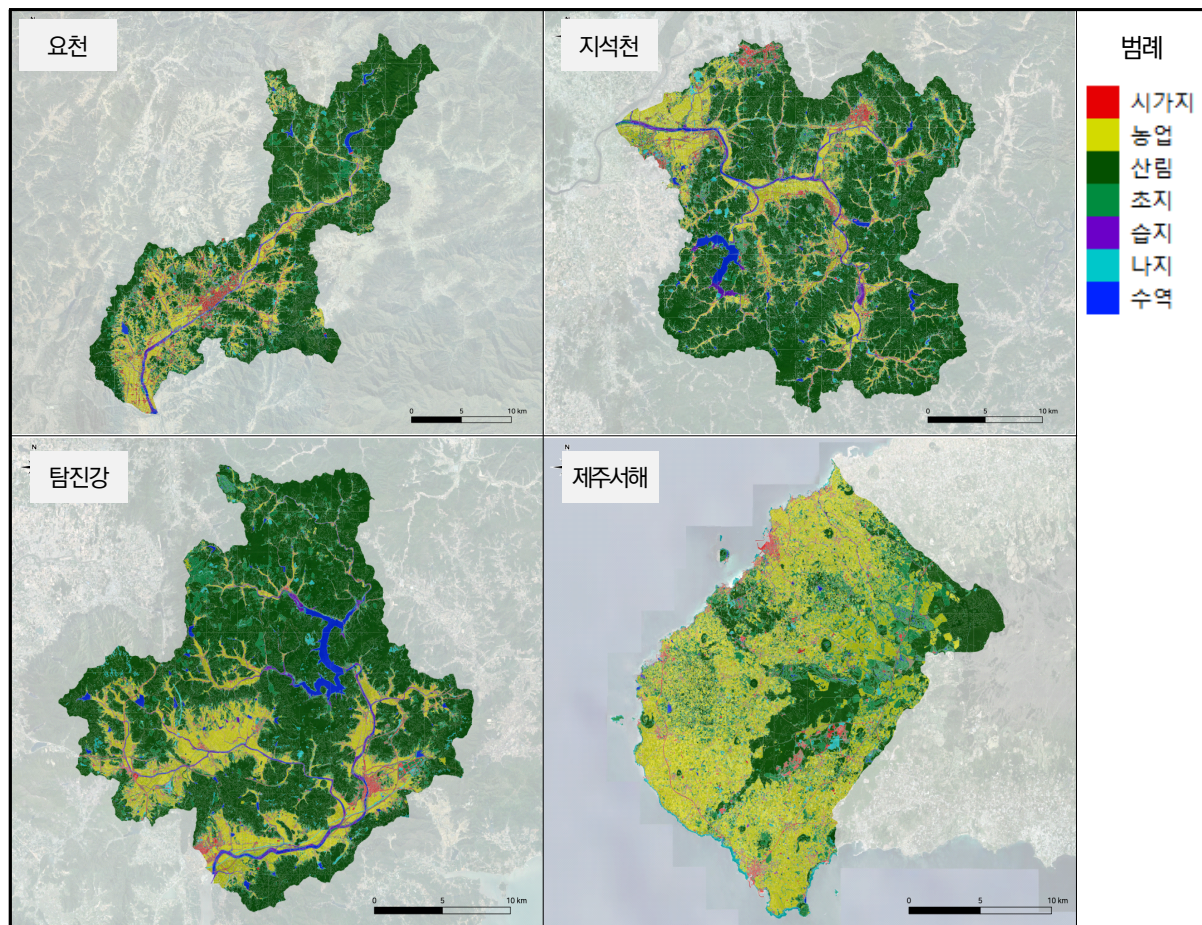
중권역	계		생활		공업		농업		기타	
	개소	허가량 (㎥/일)	개소	허가량 (㎥/일)	개소	허가량 (㎥/일)	개소	허가량 (㎥/일)	개소	허가량 (㎥/일)
요천	42	1,103,637	1	21,000	-	-	39	691,929	2	390,708
지석천	140	683,136	-	-	4	2,728	136	680,408	-	-
탐진강	166	738,633	1	4,900	-	-	164	728,833	1	4,900
제주서해	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

6. 중권역별 불투수면적 현황

- 「비점오염관리를 위한 물순환관리지표 산정지침(2019)」과 토지피복도 세분류(1:1000, 2021년 기준)수준의 데이터를 이용하여 토지피복도에 따른 토지이용특성과 이에 따른 불투수 분류 방법을 적용하였음

<중권역별 불투수면적 비율>

대권역	중권역	기존 방법(2019) 불투수율(%)	금회 방법(2021) 불투수율(%)
섬진강	요천	6.30	13.30
영산강	지석천	5.86	7.05
탐진강	탐진강	5.55	4.50
제주도	제주서해	16.84	12.10



<중권역별 토지피복도(환경부, 2021)에 따른 토지이용현황

7. 물순환 선도도시별 마스터플랜과 추진실태

- 도시화로 인한 불투수면의 증가로 가뭄·홍수, 지하수 고갈, 하천 건천화, 수질·수생태계 악화 등 물문제 가중에 따라 저영향개발 적용을 통한 자연적 물순환 회복으로 도시 물순환 건전성을 높인 ‘물순환 선도도시’ 선정·조성 추진한 것으로 조사됨
- 2016년에 물순환 목표 설정 방법 및 표준조례를 마련하여 배포하였으며 도시별 현안 및 특징을 살려 물순환 선도도시 조성 전략을 수립한 것으로 조사됨
- (대전) 수생태계 및 대기질 개선을 위한 물순환 통합관리체계 구축
- (광주) 도시 온도 1℃ 낮추기와 연계한 쿨시티 조성
- (울산) 물순환 개선을 통한 강우유출량 저감 및 수질향상
- (안동) 전통 문화가 흐르는 생태 물순환 도시 안동
- (김해) 지속가능한 도시 성장과 발전을 고려한 물순환 균형도시 실현

8. 중권역별 물순환체계 문제점 진단

가. 영산강·섬진강 권역 물관리 현안

(1) 섬진강권역

- 수계 외 물이동, 하천 유량부족으로 하류는 환경영향에 매우 민감한 반면, 장래 여수 국가산단을 중심으로 물부족이 전망됨
- 댐의 구조적 한계, 하천의 예방투자·정비부족 등으로 홍수에 취약함
- 하천 유량 확보(섬진강, 동진강) 및 장래 용수수요(여수산단)에 따른 기존 배분체계 조정 시 갈등이 심화될 것으로 조사됨

(2) 영산강권역

- 유역 내 다목적댐이 없으며, 대부분의 수자원이 농업용수로 이용됨
- 생·공용수는 타 수계에 의존, 5대강 중 수환경이 가장 취약함
- 하천유량이 타 유역 대비 매우 작고, 유역의 주 수원인 4대 농업용 저수지(3.1억㎡)는 공급 특성상 하천으로의 유지유량 공급은 극히 제한적임
- 하천·지형특성 등 구조적으로 수자원 확보가 어려운 여건이고, 유역환경이 수질관리에 취약하여 5대강 중 수질·수생태지표 상대적으로 나쁨
- 유역 내 물이용(수량·수질)체계 개선 등 생·공용수를 공급하는 타 수계로부터 지속적인 물이용 자립도 제고 요구됨
- 섬진강유역에 확보된 수량의 많은 부분이 타유역으로 공급되고 있어 섬진강 하류의 유지유량 감소와 염분증가의 원인으로 지적됨

나. 연구대상 중권역별 물관리 현안

(1) 요천

- 상류 동화댐(농업용댐)의 경우 하천유지용수 의무가 없어 평상시 하천 유량이 적음
- 월악정수장 취수만으로는 부족하여 시설확장을 하려고 하였으나 주민반발 등으로 무산되고, 부족량을 상류 동화댐(농어촌공사)에서 공급 중
- 동화정수장은 동화댐에서 원수를 공급받아 요천 등 다수 지역에 생활용수를 공급하고 있으며, 현재 여유량 30% 이상 확보 중

(2) 지석천

- 상류 댐(나주댐)으로 인해 하천유지유량 부족(농업용 댐으로 하천유지유량 방류의무 없음)
- 지방하천의 환경 관련 문제에 대한 책임을 지자체에 부과(상류 댐 및 취수에 의한 수량 부족에 따른 문제의 경우 책임분배 필요)
- 영농기법에 따른 물이용 패턴 및 방류량 반영 필요
- 이수안전도 평가 시 발작물에 대한 수요량 반영 여부 검토 필요

(3) 탐진강

- 하천 수질 등 하천관리를 위한 수요량은 증가
- 기존 독높임 사업에 하천유지용수를 고려하였던 것으로 파악되지만 실제 방류 여부는 확인 어려움
- 농업용수는 개수로 형태로 실제 도달량은 검증 불가, 댐 준공시 이용량을 그대로 적용하고 있어, 농업용수 이용량 정보에 대한 개선 필요

(4) 제주서해

- 동부와 비교하여 강수량이 적고, 용천수가 적어 용수공급에 불리(계절적 가뭄 등)
- 농업용 관정의 관리는 수리계가 전담(제주도 조례)하나, 지역별 운영방식이 일정하지 않아 효율적 관리 어려움
- 가뭄 발생 시 용천수 감소로 인해 생활용수 수원 확보 어려움
- 농업용 관정 운영정보에 대한 데이터 관리 필요
- 4개 저수지(농업용)의 관리 및 활용방안 검토 필요

Ⅲ. 중권역별 물순환체계 목표설정

1. 수질관리 목표설정

가. 중권역별 하천 생활환경기준

- 「중권역별 물환경 목표기준」(환경부고시 제2018-6호)에서 중권역별 하천 및 호소에 대한 건강보호항목 목표기준 및 생활환경기준을 제시
- 중권역별 하천수질목표는 2018년 고시 기준 요천 I b, 지석천 II, 탐진강 I b, 제주서해 I a로 조사됨

<중권역별 하천 생활환경기준>

중권역명	목표기준			
	생물이해등급			
			수생태계 특성	이류생물지수
요천	좋음	I b	매우좋음~좋음	A, B
지석천	약간좋음	II	좋음~보통	C
탐진강	좋음	I b	매우좋음~좋음	A, B
제주서해	매우좋음	I a	매우좋음~좋음	A, B

나. 오염총량관리계획

- 「영산강·섬진강수계 물관리 및 주민지원 등에 관한 법률」(법률 제17814호)에 따른 총량기본계획 수립 결과, 제4단계 총량기본계획은 2030년까지의 장기적인 수질개선 목표 아래 지역개발과 오염물질 삭감계획을 체계적으로 관리하는 것으로 조사됨

2. 이수관리 목표설정

가. 이수관리 목표

- 「하천기본계획 수립지침」(국토교통부 고시 제2018-992호)에 따라 물관리 여건, 하천관리유량, 향후 여건변화에 따라 추가적으로 필요한 하천유량 등을 종합적으로 고려하여 이수 목표가 설정된 것으로 조사됨

<중권역별 이수안전도>

구분	표준유역	구간	이수안전도(등급)			
			이수안전율		공급신뢰율	
			생활·공업	농업	생활·공업	농업
요천	동화댐	백운천-동화댐				
	요천상류	요천-대상천합류후				
	남원수위표	대상천합류후-남원수위표				
	요천하류	남원수위표-요천하구				
지석천	지석천상류	지석천-지석천국가하천경계				
	지석천하류	지석천국가하천경계-화순천합류전				
	화순천	화순천-화순천하구				
	나주댐	대초천-나주댐				
	대초천	나주댐-대초천하구				
	남평수위표	화순천합류후-남평수위표				
지석천	지석천상류	지석천-지석천국가하천경계				
	지석천하류	지석천국가하천경계-화순천합류전				
	화순천	화순천-화순천하구				
	나주댐	대초천-나주댐				
	대초천	나주댐-대초천하구				
	남평수위표	화순천합류후-남평수위표				
탐진강	장흥댐	탐진강-장흥댐				
	탐진강중류	장흥댐-금강천합류전				
	금강천	금강천-금강천하구				
	탐진강하류	금강천합류후-탐진강하구				

나. 자립률

- 2025년, 2030년 목표연도 수요계획에 따른 유역 내 수요량과 유역 내 공급량의 상대적인 크기로 자립률을 분석하였음
- 요천의 자립률은 2025년 100%, 2030년 100%를 달성
- 지석천의 자립률은 2025년 100%, 2030년 99.69%를 달성
- 탐진강의 자립률은 2025년 97.60%, 2030년 97.42%를 달성

<중권역별 자립률 분석 결과>

구분		2025년			2030년		
		유역 내 수요량(천㎥)	유역 내 공급량(천㎥)	자립률	유역 내 수요량(천㎥)	유역 내 공급량(천㎥)	자립률
요천	계	19,753,788	19,753,788	100.00	18,752,752	18,752,752	100.00
	생공	2,994,952	2,994,952		2,797,833	2,797,833	
	농업	955,806	955,806		952,717	952,717	
지석천	계	14,852,713	14,852,713	100.00	13,050,408	13,010,573	99.69
	생공	2,886,797	2,886,797		2,523,539	2,523,539	
	농업	83,746	83,746		86,542	78,575	
탐진강	계	27,423,484	26,766,679	97.60	25,221,523	24,570,629	97.42
	생공	2,775,231	2,775,231		2,295,703	2,295,703	
	농업	2,709,465	2,578,104		2,748,602	2,618,423	

3. 치수관리 목표설정

- 연구대상 중권역의 치수안전도는 「하천기본계획 수립지침」(국토교통부 고시 제2018-992호)에 따라 평균 80% 이상으로 안전한 것으로 조사되었음. 다만 빈도 개념의 계획홍수량은 자연 유출을 기준으로 평가하므로 2020년과 같은 집중호우 사상에서 대형 수공구조물에서 하천으로 방류되는 인위적인 유량과 지류에서 유입되는 자연유량이 합쳐서 발생하는 제방 월류 상회 홍수량에 대한 시나리오별 케이스 스터디는 필요할 것으로 판단됨

<중권역별 치수안전도 평가>

하천구분		계획빈도	홍수피해잠재성					치수안전도	
			A	B	C	D	E		
요천	국가하천	500년	-	-	-	-	-	100%	84%
		200년	-	2	3	1	2		
		100년	-	-	-	3	7		
		80년	-	-	-	-	-		
		50년	-	-	-	-	-		
	지방하천	500년	-	-	-	-	-	69%	
		200년	-	-	-	-	-		
		100년	-	2	3	1	-		
		80년	-	2	14	8	27		
		50년	-	-	-	-	1		
지석천	국가하천	500년	-	-	-	-	-	100%	86%
		200년	-	-	4	4	-		
		100년	-	-	2	9	11		
		80년	-	-	-	-	-		
		50년	-	-	-	-	-		
	지방하천	500년	-	-	-	-	-	71%	
		200년	-	-	-	-	-		
		100년	-	-	-	-	-		
		80년	-	4	16	18	42		
		50년	-	-	3	6	12		

하천구분		계획빈도	홍수피해잠재성					치수안전도	
			A	B	C	D	E		
탐진강	국가하천	500년	-	-	-	-	-	95%	91%
		200년	-	-	-	-	-		
		100년	-	1	5	5	11		
		80년	-	-	-	-	-		
		50년	-	-	-	-	-		
	지방하천	500년	-	-	-	-	-	86%	
		200년	-	-	-	-	-		
		100년	-	-	-	-	-		
		80년	-	1	12	21	56		
		50년	-	-	-	-	-		

4. 불투수 면적률 및 물순환체계 관리

- 「비점오염관리를 위한 물순환관리지표 산정지침」(환경부고시 제2020-103호)에 따라 소권역별 불투수면적률 및 물순환율이 산정된 것으로 조사됨
- 물순환 관리목표 설정원칙에 따라 2025년 장래예측 불투수면적률(물순환 건전성회복 시나리오2) 25% 이상 소권역이 삭감대상 소권역으로 선정하여 장기(45년) 불투수면적 저감 목표량이 산정됨
- 물순환 건전성 회복을 위한 장기목표는 불투수면적률 25%이상 소권역의 불투수면적률을 25%까지 저감하는 것으로 소권역별로 현재 불투수면적률에서 25% 달성을 위한 불투수면적 간의 차를 도출하여 산정된 것으로 조사됨

<중권역별 불투수 면적률>

중권역	소권역	총면적(k㎡)	자연증감(25년) 소권역 불투수 면적률(%)	소권역 저감목표 불투수 면적(k㎡)
제주서해	한경면	112.59	36.84	8.69

<삭감대상 소권역 중·장기 불투수 면적률 및 물순환율 목표(안)설정 결과>

중권역	소권역	불투수면적률(%)				물순환율(%)			
		현재	장래예측	중기	장기	현재	장래예측	중기	장기
제주서해	한경면	29.21	32.72	32.63	-	82.25	80.94	80.97	83.84

5. 중권역별 물순환율 목표설정(안)

가. 목표설정 방향

- 본 연구에서는 「정량적 유역 물순환 평가체계 구축 및 활용」연구에서 제시한 방법을 적용하여 물순환을 평가하였음
- 국가 물관리 기본계획, 제2차 물환경 관리 기본계획 등의 물관리대상을 고려하여 물순환 건전성 평가 대상을 물환경, 물이용, 물안전의 3가지 범주로 구분함

<물순환 평가항목별 평가지표 및 선정 근거>

범주	항목	평가 지표	자료기반	선정 근거
물환경	수질 관리	하천 생활환경 지표 (BOD, T-P)	관측모의	물환경보전법 제10조의2, 중권역별 수질 및 수생태계 목표 기준
	비점오염 관리	비점오염 관리 강우량	모의	물환경보전법 제53조의5, 비점오염관리를 위한 물순환관리지표 산정지침
	수생태 관리	5가지의 수생태 평가 지표	관측	물환경보전법 제9조의3, 수생태계 현황 조사 및 건강성 평가 방법 등에 관한 지침
물이용	하천유지 기능	하천유지유량	관측모의	하천법 제51조 제1항에 따른 하천별 고시
	지하수 보전	지하수 개발률	관측	지하수 개발 한계 고려
물안전	치수 관리	제방 정비율	관측	하천유역 수자원 관리 계획 수립지침의 하천 범람 대비 안전율
	이수 관리	급수 제한율	관측	관측 기반의 물공급 안전 고려

나. 평가결과

- 물순환 우선순위 평가 결과를 이용하여 물순환 종합 지수를 산정하였으며, 물순환 종합 지수는 7개의 물순환 평가 항목별 달성 등급과 계층 분석적 의사결정(AHP) 기법에 의한 가중치를 이용하여 유역의 물순환 건전성을 평가하였음(물순환 건전성 지수는 7점 척도이고, 수치가 높을수록 건전함을 의미)

<중권역별 물순환 종합지수 평가 결과>

중권역	물환경			물이용		물안전		물순환 종합 지수 (7점 척도)
	수질관리	비점오염관리	수생태관리	하천유지기능	지하수보전	치수관리	이수관리	
요천	I	VI	III	IV	III	III	I	4.68
지석천	IV	II	III	I	II	V	I	5.47
탐진강	II	II	III	VI	II	III	II	5.15
제주서해	IV	III	IV	VII	III	III	I	4.51

IV. 수자원 배분 및 물 공급시설의 연계운영 계획

1. 수질, 이수, 치수를 고려한 물관리 여건 분석

가. 요천

- 유역 내 자체이용량 대비, 타 유역의 용수수급이 비교적 적은 것으로 조사되며, 타 유역으로의 광역/공업용수도, 지방상수도 용수공급이 124.03% 로 비교적 많은 것으로 조사됨
- 중권역 내 하천 25개소(195.53km) 중 하천기본계획 수립구간 25개소(195.53km)로 수립율 100% 달성된 것으로 조사됨
- 중권역 대표지점인 요천-1 지점의 2020년 평가수질은 BOD 항목만 목표기준을 만족하는 것으로 조사됨

나. 지식천

- 유역 내 자체이용량 대비, 타 유역으로의 용수공급이 175%로 매우 높은 것으로 조사됨
- 중권역 내 하천 50개소(301.80km) 중 하천기본계획 수립구간 47개소(260.73km)로 수립율 86.39% 달성된 것으로 조사됨
- 중권역 대표지점인 지식천4 지점의 2020년 평가수질은 BOD 항목만 목표기준을 만족하는 것으로 조사됨

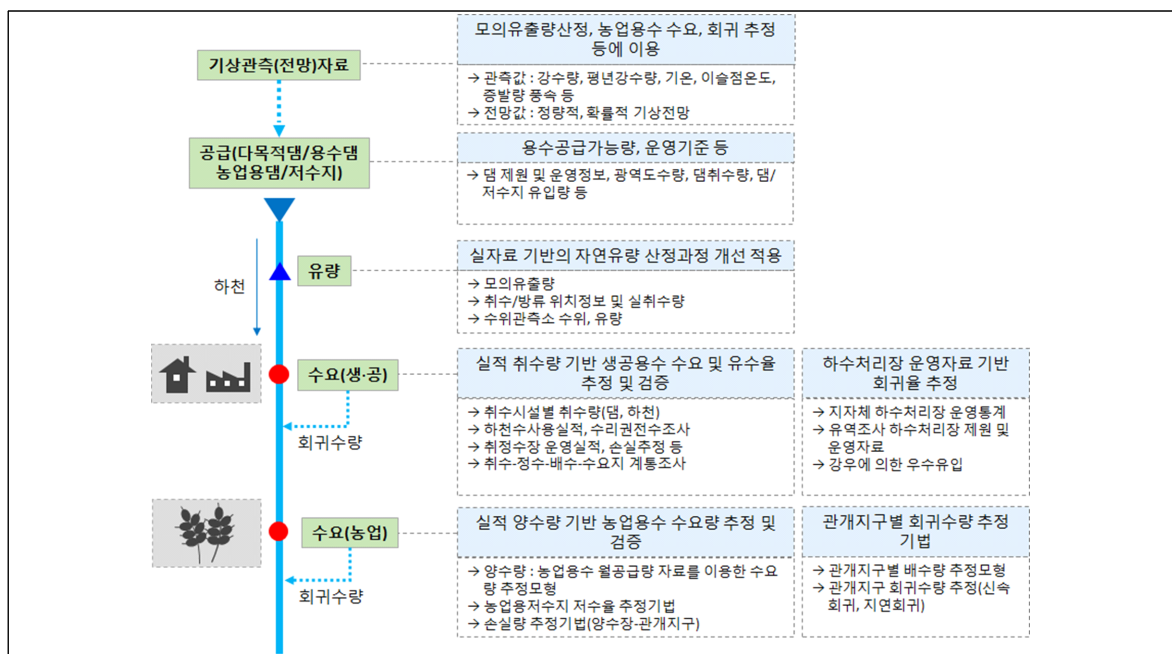
다. 탐진강

- 유역 내 자체이용량 대비, 타 유역으로의 용수공급이 약 5배 정도이며, 이는 장흥댐의 용수공급 운영에 따른 영향으로 조사됨
- 권역내 하천 36개소(203.43km) 중 하천기본계획 수립구간 36개소(203.43km)로 수립율 100.0% 달성하는 것으로 조사됨
- 중권역 대표지점인 탐진강3 지점의 2020년 평가수질은 BOD 항목만 목표기준을 만족하는 것으로 조사됨

2. 여건 분석에 따른 수자원 배분과 물 공급시설 연계운영

가. 수자원 배분 및 물 공급시설 연계운영 모의 방법

- 기존 물부족 분석 알고리즘은 물수급 체계를 고려하지 않고, 단순히 수위관측소 유량 정보를 이용한 표준유역 단위 물수지 분석을 수행
- 물수급 관련 실적자료를 지형공간정보(점, 선, 면)로 연결시킴으로써 상세화된 점형 물수급 정보를 제공



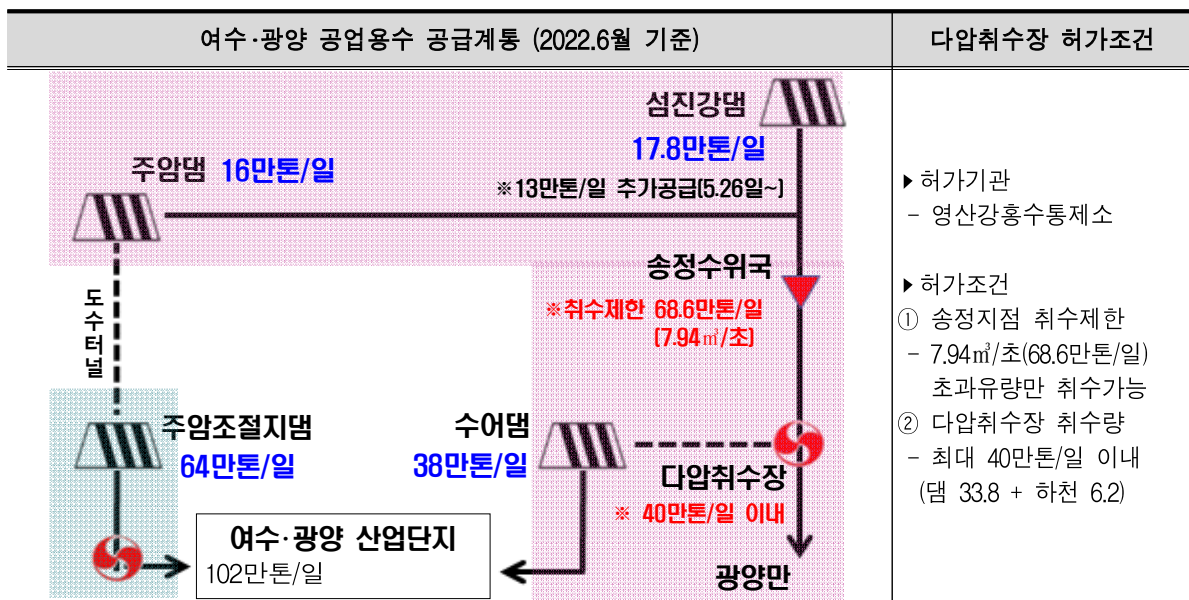
<물수급분석 모형 요소별 자료연계>

나. 물수급 분석을 통한 시설 연계 운영방안 도출

(1) 영섬권역 물수급 현안

- 여수·광양 산업단지는 약 102만톤/일의 용수를 이용 중이며, 섬진강 하천과 4개댐을 연계하여, 2개의 공급계통으로 용수공급 중으로 조사됨
- 최근 가뭄으로 인해 섬진강 본류 하천유량이 감소함에 따라, 주암·섬진강댐은 정상공급(33.8만톤/일) 중이나, 다압취수장 취수제약이 발생하는 것으로 조사됨
- 수어댐에서는 38만톤/일 수준의 공급이 필요하나, 다압취수장의 취수량이 최대 10만톤/일 내로 감소하여 수어댐 부담이 증가하여 용수공급 대책이 필요한 것으로 조사됨

<섬진강 여수·광양 공업용수 공급계통도>



(2) 연계운영방안 검토

- 6.11일부터 38만톤/일 증가공급, 관심단계 진입시 15.9만톤/일 공급, 주의단계 진입 시 증가공급 중단되어, 주암댐 생공용수 확보에 어려움이 발생하는 것으로 조사됨

<연계운영 검토결과>

본댐 공급량	관심(일)	주의(일)	경계(일)	심각(일)	저수위(일)
(수요량공급 유지)	6.29	9.5	9.29	11.1	('23)4.26
(증가공급) 6.11일부터 38만톤 증가공급 + 관심단계 진입시 15.9만톤 공급 + 주의단계 진입시 증가공급 중단	6.27	8.8	9.16	10.6	('23)4.12

다. 물수급 분석을 통한 물순환 체계 개선방안 도출

(1) 기존 시설 이용 효율화

- 농업용수의 공급능력을 재평가한 후, 여유수자원 활용이 필요한 것으로 조사됨
- 기존 수자원시설의 여유량 재검토 및 효율적 활용방안 마련이 필요한 것으로 조사됨
- 물이용 자립도가 낮은 여수지역(국가산단) 맞춤형 대체수원 개발이 필요한 것으로 조사됨
- 영산강권역 폐쇄취수시설 대상 지하수저류지 적지평가가 필요한 것으로 조사됨

(2) 적정 하천유지유량 산정

- (유량 재산정) 타유역과의 형평성 및 유역특성(수질·수생태)을 고려, 실제 하천에 필요한 하천유지유량 적정성 검토 및 재산정이 필요한 것으로 조사됨

(3) 비구조적 대책을 통한 수해방지

- 다목적댐(영산강·섬진강권역)의 제한적인 홍수조절능력 보완을 위한 구조적 및 비구조적 대책이 통합된 사전 대응방안이 필요한 것으로 조사됨

V. 중권역별 물순환 개선방안

1. 물관리 관련 계획의 목표 및 전략 검토

- 기 수립된 국가계획의 목표 및 추진전략을 검토하여 중권역 중심의 물순환체계 개선 목표 수립을 위한 적용성을 검토함

<물순환 관련 상위 국가계획 추진전략과의 수용성 검토>

구분	추진전략	수용(적용)성	비고
국가물관리 기본계획	물환경의 자연성 회복	○	
	지속가능한 물 이용 체계 확립	○	
	물 재해 안전 체계구축	○	
	미래 인력양성 및 물 정보 선진화		물순환과 직접적 관련 없음
	물 기반시설 관리 효율화	○	
	물산업 육성 및 국제협력 활성화		물순환과 직접적 관련 없음
물환경관리 기본계획	건강한 물순환체계 확립	○	
	유역통합관리로 깨끗한 물 확보	○	
	수생태계 건강성 제고로 생태계 서비스 증진	○	
	안전한 물환경 기반 조성	○	
	물환경의 경제·문화적 가치 창출		물순환과 직접적 관련 없음
수도정비 기본계획	보편적이고 형평성 있는 서비스 체계 구축		물순환과 직접적 관련 없음
	깨끗한 원수 확보와 건강한 수돗물 공급	○	
	비상시를 대비한 안정적 공급체계 구축	○	
	글로벌 경쟁력을 갖춘 광역수도시스템 구축		물순환과 직접적 관련 없음

구분	추진전략	수용(적용)성	비고
지하수관리 기본계획	물복지 실현을 위한 개발·이용	○	
	미래가치 확보를 위한 보전·관리	○	
	과학적이고 체계적인 지하수 수질관리	○	
	지속적 조사·관측 및 기술고도화 연구개발		물순환과 직접적 관련 없음
	지하수관리 선진화를 위한 인프라 구축·강화		물순환과 직접적 관련 없음
	부가가치 창출을 위한 산업화		물순환과 직접적 관련 없음
국가하수도 종합계획	하수도 안전관리	○	
	국민편의 중심 서비스		물순환과 직접적 관련 없음
	강수 시 하수관리	○	
	유역단위 하수도 관리	○	
	경제적 기획 창출		물순환과 직접적 관련 없음
	재정 및 자산관리		물순환과 직접적 관련 없음

2. 중권역별 물순환 체계개선 및 추진전략

가. 물순환 관리체계 방향

(1) 물순환 관리의 개념

- “물순환이란 강수가 지표수와 지하수로 되어 하천·호수·늪·바다 등으로 흐르거나 저장되었다가 증발하여 다시 강수로 되는 연속된 물흐름”(「물관리기본법」 ‘제3조’)을 의미하며, ‘자연적 물순환’과 ‘인공적 물순환’으로 구분되는 것으로 조사됨

<물순환 관리의 개념>

광의	개념	물순환 과정에 있는 모든 형상의 물과 관련된 요소들을 통합적으로 고려하여 생태계의 유지와 인간의 활동을 위한 물의 기능을 유지하는 일
	범위	물관리의 모든 요소(물이용, 물환경, 홍수 관리 등) + 통합적 접근
협의	개념	자연적 물순환 회복을 위해 구조적·비구조적 대책을 활용하여 물순환을 왜곡시키는 장애요인별 문제를 최소화하고 혜택을 극대화하는 일체의 행위
	범위	① 물수요관리, ② 하수 등 물 재이용, ③ 빗물 이용, ④ 하수관거 월류수 저감(CSO, SSO), ⑤ NBS, GI, LID 등 자연형 물순환 회복

(2) 중권역별 물순환 관리 방향

- 물순환 전 과정을 고려한 관리지표를 검토하고, 중권역 단위의 물순환 관리를 위해 단위 중권역별 특성을 고려한 관리체계 검토가 필요함
- 단일 지표에 따르는 기존 관리체계에서 각 중권역의 특성을 고려하여 가중치를 부여하는 방법으로 다양한 인자를 검토해야 함
- 일반지표와 중점지표를 구분하여 지역의 현안에 민감성 높은 인자를 중심으로 관리 방향을 제시해야 함

나. 중권역별 물순환 목표 수립

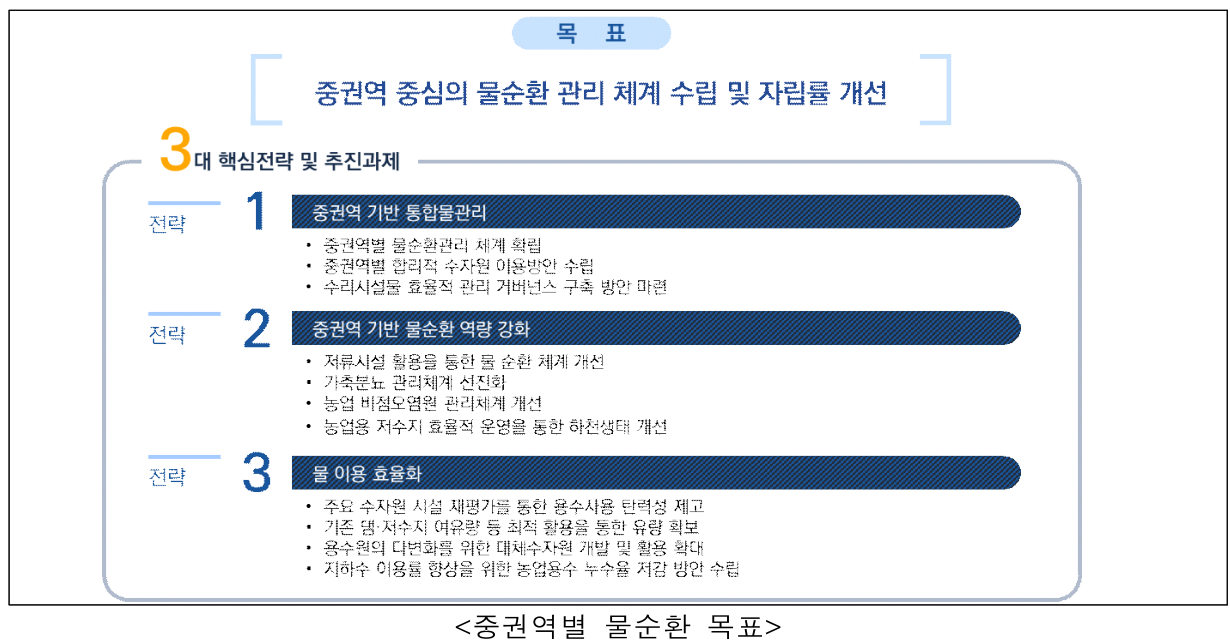
(1) 물순환 목표 설정

- 3장에서 제시한 7가지 분야별 물순환 평가지표를 활용하여, 과거 연도별(2011~2020년) 평가지표 계산 결과의 추세분석을 통해 목표연도(2025년, 2030년) 물순환 목표를 설정하였음
- 2030년을 기준으로 요천 중권역은 하천유지 기능(72%→85%) 및 지하수 보전(32%→8%), 지석천 중권역은 지하수 보전(23%→5%), 탐진강 중권역은 비점오염 관리(0.22→0.11), 제주서해 중권역은 지하수 보전(28→8%) 항목이 주요 개선목표로 설정됨

<중권역별 물순환 목표 검토결과>

구분	목표연도 물순환 목표											
	요천			지석천			탐진강			제주서해		
	현재	2025년	2030년	현재	2025년	2030년	현재	2025년	2030년	현재	2025년	2030년
종합	IV 4.68	III 5.44	III 5.50	III 5.47	III 5.52	III 5.24	III 5.15	III 5.15	III 5.09	IV 4.51	III 5.20	III 5.20
수질 관리	I I a	I I a	I I a	IV III	IV III	IV III	II I b	II I b	II I b	IV III	IV III	IV III
비점오염 관리	VI 1.61	VI 1.86	VI 1.91	II 0.07	II 0.08	II 0.08	II 0.22	II 0.12	II 0.11	III 0.77	III 0.77	III 0.77
수생태 관리	III 0.61	III 0.59	III 0.57	III 0.59	III 0.66	III 0.68	III 0.63	III 0.68	II 0.70	IV 0.47	IV 0.45	IV 0.44
하천유지 기능	IV 72%	III 84%	II 85%	I 97%	I 96%	II 85%	VI 53%	VI 46%	VII 43%	VII 0%	VII 0%	VII 0%
지하수 보전	III 32%	II 16%	I 8%	II 23%	I 10%	I 5%	II 19%	II 16%	II 13%	III 28%	I 5%	I 8%
치수 관리	III 63%	III 63%	III 63%	V 39%	V 39%	V 39%	III 65%	III 65%	III 65%	III 66%	III 66%	III 66%
이수 관리	I 0.00%	I 0.00%	I 0.00%	I 0.00%	I 0.00%	I 0.00%	II 0.06%	II 0.06%	II 0.06%	I 0.00%	I 0.00%	I 0.00%

(2) 추진전략



다. 이행평가 방안

(1) 이행평가 체계

- 물순환 과제 추진상황을 점검함으로서 과제가 적절하게 이행되었는지의 여부를 평가
- 이행평가는 이행모니터링 단계, 이행사항 평가 단계, 이행평가보고서를 작성하여 제출하는 단계, 이행평가보고서의 검토단계 및 이행평가 결과에 따른 조치계획을 수립하여 시행하는 단계로 구분



<물순환 개선 이행평가 추진체계>

(2) 중권역별 개선대책

- 중권역별 물순환 평가 결과를 기준으로 취약요인에 대한 개선을 위한 대책을 제시

<중권역별 개선대책>

개선대책		요천	지식천	탐진강	제주서해
물환경	수질관리	-	하천유지유량 확보 (댐 운영개선방안 검토)	-	보조수자원 확보
	비점오염 관리	하수처리장 증설	-	-	-
	수생태 관리	-	-	-	하수처리장 증설, 비점오염저감대책
물이용	하천유지 기능	댐 신설, 증고 (댐 운영개선방안 검토)	-	댐 신설, 증고 (댐 운영개선방안 검토)	-
	지하수 보전	-	-	-	-
물 안전	치수관리	-	하천개수, 하천구역지정, 홍수관리구역지정	-	-
	이수관리	-	-	-	-

V. 결론 및 제언

1. 결론

- 본 연구는 중권역 단위 진단·평가체계 구축 등 실효적인 물순환체계 개선 및 관리 방안 마련을 목적으로 연구를 수행하여 다음과 같은 결과를 도출하였음

가. 목표설정

- 7개의 물순환 평가 항목별 달성 등급과 계층 분석적 의사결정(AHP) 기법에 의해 물순환 종합 지수를 산정함
- 물순환 평가 항목별 추세분석을 통해 목표연도 물순환 목표를 설정하고, 이를 개선하기 위한 방안을 제시함

나. 추진전략

- 목표 : 중권역 중심의 관리체계 수립 및 자립률 개선
- 전략 1 (중권역 기반 통합물관리) : 수량, 수질 및 생태계를 고려하는 물관리
- 전략 2 (중권역 기반 물순환 역량 강화) : 유역 내 자연적인 물순환 회복으로, 기후 변화에 대응할 수 있는 회복탄성력을 갖춘 물관리
- 전략 3 (물 이용 효율화) : 물 절약, 다양한 수자원 확보를 통한 수자원 연계, 물 인프라 시설 개선 및 공급체계 구축

2. 제언

- 본 연구는 물순환체계 개선을 위한 관리방안을 제시하는 것을 목표로, 이를 위한 방향성과 관리를 위한 지표 및 평가체계를 제시하고, 중권역에 적용가능한 평가지표를 선정하고 이를 기반으로 4개 중권역에 대한 평가 결과를 도출하였음
- 물순환 평가를 위해 기존 지침 또는 관련문헌에서 제시된 7가지 항목을 적용하였지만, 향후 물순환 평가에 있어서 보통의 유역 뿐만 아니라 도서 및 연안지역에서도 적용할 수 있도록 기존 지표를 개선 또는 신규 지표를 개발할 필요가 있음
- 또한, 본 연구에서는 시범사업의 성격으로 물순환 평가의 관리 목표를 7개 평가항목별 추세분석을 통해 목표연도의 달성목표로 설정하였지만, 중권역의 물순환 개선 목표를 정량적으로 도출하는 것은 중권역별 이해관계자 간 상호협의를 필요하며, 목표 수립과 함께 이를 실현하기 위한 맞춤형 전략 수립이 필요함
- 본 연구에서는 시범사업의 한계로 추세분석을 통한 개선목표를 제시하였으나, 향후 중권역별 물순환 관리체계 수립 시에는 연구범위를 정량적 목표수립으로 한정하여, 기관간 협의를 통해 실질적인 목표를 도출할 수 있도록 할 필요가 있음

목 차

제I장 서론	1
제1절 배경 및 목적	1
제2절 과업의 범위 및 내용	2
제3절 추진전략	4
제II장 중권역 선정 및 현황조사	7
제1절 물순환 현황 및 연구 대상 중권역 선정	7
제2절 중권역별 수원 현황	17
제3절 중권역별 수질관리 현황 및 전망	53
제4절 중권역별 용수 수요 전망	66
제5절 중권역별 수리권 현황	69
제6절 중권역별 토지이용특성, 투수 및 불투수면적 현황	77
제7절 물순환 선도도시별 마스터플랜과 추진실태	86
제8절 중권역별 물순환체계 현안 진단	97
제III장 중권역별 물순환체계 목표설정	103
제1절 수질관리 목표설정	103
제2절 이수관리 목표설정	111
제3절 치수관리 목표설정	127
제4절 불투수면적률 및 물순환체계 목표 관리	135
제5절 중권역별 물순환율 목표설정(안)	139
제IV장 수자원 배분 및 물 공급시설의 연계운영 계획	161
제1절 수질, 이수, 치수를 고려한 물관리 여건 분석	161
제2절 여건 분석에 따른 수자원 배분과 물 공급시설 연계운영	169
제V장 중권역별 물순환체계 개선방안	191
제1절 물순환체계 관련 계획의 목표 및 전략	191
제2절 중권역별 물순환체계 개선 및 추진전략	205
제VI장 결론 및 제언	235
제1절 결론	235
제2절 제언	237

표 차 례

<표 2.1> 중권역별 하천의 수질오염도(BOD, T-P) 오염도	8
<표 2.2> 섬진강권역 수생태 건강성 분야별 평가 결과	9
<표 2.3> 영산강권역 수생태 건강성 분야별 평가 결과	11
<표 2.4> 제주권역 수생태 건강성 분야별 평가 결과	13
<표 2.5> 전국 중권역별 불투수면적률 및 물순환율 현황	14
<표 2.6> 과업 대상 중권역 선정을 위한 개략 조사 결과	15
<표 2.7> 요천 유역 개황	17
<표 2.8> 지석천 유역 개황	18
<표 2.9> 탐진강 유역 개황	19
<표 2.10> 제주서해 유역 개황	20
<표 2.11> 요천 중권역 주요하천 현황	21
<표 2.12> 지석천 중권역 주요하천 현황	22
<표 2.13> 탐진강 중권역 주요하천 현황	23
<표 2.14> 제주서해 중권역 주요하천 현황	24
<표 2.15> 중권역별 유황 현황	25
<표 2.16> 중권역 내 다목적댐 운영사항 및 시설 제원	26
<표 2.17> 중권역별 저수지시설 현황 (2020년)	26
<표 2.18> 중권역별 저수지시설 상세현황	26
<표 2.19> 중권역별 지하수 함양량 및 개발가능량 (2017년)	36
<표 2.20> 중권역별 지하수 시설 및 이용 현황 (2019년)	37
<표 2.21> 중권역별 지하수 평균수위 및 심도 현황 (2020년)	37
<표 2.22> 중권역별 취수시설 운영현황 (2020년)	41
<표 2.23> 중권역별 정수시설 운영현황 (2020년)	41
<표 2.24> 중권역별 양수장 현황 (2019년)	42
<표 2.25> 중권역별 하수재이용 현황 (2020년)	42
<표 2.26> 중권역별 빗물재이용 현황 (2020년)	43
<표 2.27> 중권역별 댐 현황	44
<표 2.28> 중권역별 내수배제시설 현황	44
<표 2.29> 중권역별 저류지 계획 현황	45
<표 2.30> 중권역별 제방 현황	45
<표 2.31> 중권역별 평균 용수이용량 현황 (2015년~2019년, 유효우량 포함)	46
<표 2.32> 중권역별 연평균 지하수 이용현황 (2016년~2020년)	47

표 차 례

〈표 2.33〉 중권역별 용수공급현황 (2020년)	49
〈표 2.34〉 중권역별 생공용수 공급현황 (2020년)	49
〈표 2.35〉 중권역별 농업용수 공급현황 (2020년)	49
〈표 2.36〉 중권역별 물이동 현황 (자체이용량, 2017년)	50
〈표 2.37〉 중권역별 물이동 현황 (유입량, 2017년)	50
〈표 2.38〉 중권역별 물이동 현황 (유출량, 2017년)	51
〈표 2.39〉 중권역별 수질 현황	53
〈표 2.40〉 물환경정보시스템 수질모니터링 및 전망 결과	54
〈표 2.41〉 생활계 오염원 현황 (2020년)	56
〈표 2.42〉 축산계 오염원 현황 (2020년)	56
〈표 2.43〉 산업계 오염원 현황 (2020년)	56
〈표 2.44〉 토지계 오염원 현황 (2020년)	57
〈표 2.45〉 양식계 오염원 현황 (2020년)	57
〈표 2.46〉 기타 오염원 현황 (2020년)	57
〈표 2.47〉 요천 중권역 환경기초시설 운영현황 (2020년)	58
〈표 2.48〉 지석천 중권역 환경기초시설 운영현황 (2020년)	59
〈표 2.49〉 탐진강 중권역 환경기초시설 운영현황 (2020년)	60
〈표 2.50〉 제주서해 중권역 환경기초시설 운영현황 (2020년)	61
〈표 2.51〉 BOD, T-N, T-P 발생부하량 현황	62
〈표 2.52〉 BOD, T-N, T-P 배출부하량 현황	63
〈표 2.53〉 BOD, T-N, T-P 항목별 증감율	64
〈표 2.54〉 BOD, T-N, T-P 배출부하량 전망	64
〈표 2.55〉 중권역별 용수 수요량 전망	66
〈표 2.56〉 중권역별 농업용수 수요량 전망	68
〈표 2.57〉 중권역별 허가수리권 현황	69
〈표 2.58〉 중권역별 허가수리권 상세 현황	69
〈표 2.59〉 중권역별 토지이용 비율	77
〈표 2.60〉 불투수면적률 산정방법	78
〈표 2.61〉 중권역별 불투수면적 비율	78
〈표 2.62〉 토지피복도에 따른 불투수 분류 기준 (환경부, 2020년)	79
〈표 2.63〉 물순환 선도도시 시범사업 (광주광역시)	86
〈표 2.64〉 물순환 선도도시 물순환 기본계획 물순환평가 및 관리목표설정 비교	87

표 차 례

〈표 2.65〉 빗물 관련 시설 종류	94
〈표 2.66〉 댐별 홍수조절용량	98
〈표 2.67〉 농업용수 이용비율 (2019년)	99
〈표 2.68〉 영산강 4대호 저수용량	99
〈표 2.69〉 권역별 수생태 건강성 평가 결과	99
〈표 2.70〉 영산강 물이용량	100
〈표 2.71〉 중권역별 물순환 문제 조사결과	100
〈표 3.1〉 중권역별 하천 생활환경기준	103
〈표 3.2〉 영산강·섬진강 주요지점 목표수질	104
〈표 3.3〉 섬진강권역 단위유역별 2030 목표수질 (전라남도)	106
〈표 3.4〉 섬진강권역 단위유역별 2030 목표수질 (전라북도)	106
〈표 3.5〉 섬진강권역 지방자치단체별 삭감방안 및 삭감부하량 (전라남도)	107
〈표 3.6〉 섬진강권역 지방자치단체별 삭감방안 및 삭감부하량 (전라북도)	107
〈표 3.7〉 영산강권역 단위유역별 2030 목표수질 (전라남도)	109
〈표 3.8〉 영산강권역 단위유역별 2030 목표수질 (광주광역시)	109
〈표 3.9〉 영산강권역 지방자치단체별 삭감방안 및 삭감부하량 (전라남도)	109
〈표 3.10〉 비점오염 저감을 위한 관리방안	110
〈표 3.11〉 영산강·섬진강 하천유지유량 고시 현황	111
〈표 3.12〉 중권역별 수자원 부존량	114
〈표 3.13〉 중권역별 용도별 물이용량	114
〈표 3.14〉 중권역별 수자원 이용률 평가	115
〈표 3.15〉 중권역별 용도별 물 수요량	115
〈표 3.16〉 중권역별 이수안전율	118
〈표 3.17〉 중권역별 공급신뢰율	120
〈표 3.18〉 중권역별 이수안전도	121
〈표 3.19〉 중권역별 자립률	122
〈표 3.20〉 물 재이용 기본계획 정책 방향	123
〈표 3.21〉 빗물이용시설 설치 대상	123
〈표 3.22〉 중수도 설치 대상	124
〈표 3.23〉 하수처리장 설치 대상	125
〈표 3.24〉 중권역별 계획홍수량 변화 검토	129
〈표 3.25〉 중권역별 하천범람대비 안전율 평가 결과	130

표 차 례

〈표 3.26〉 중권역별 자연재해저감 종합계획 위험지구 현황	131
〈표 3.27〉 중권역별 치수단위구역 홍수피해잠재성(PFD) 산정요소 현황	131
〈표 3.28〉 중권역별 하천계획설계빈도	132
〈표 3.29〉 PFD지수 기준의 홍수방어등급 목표	132
〈표 3.30〉 중권역별 치수단위구역 홍수방어등급 검토	133
〈표 3.31〉 중권역별 치수안전도 평가	134
〈표 3.32〉 중권역별 불투수면적률	136
〈표 3.33〉 물순환 건전성 회복 시나리오	137
〈표 3.34〉 중권역별 불투수면적률	137
〈표 3.35〉 중권역별 불투수면적률 목표량	137
〈표 3.36〉 삭감대상 소권역 중·장기 불투수면적률 및 물순환율 목표(안)설정 결과 ..	138
〈표 3.37〉 물순환 평가항목별 평가지표 및 선정 근거	139
〈표 3.38〉 현행 법·조례 등의 물순환 관련 관리지표	140
〈표 3.39〉 제2차 물환경관리기본계획의 지표	141
〈표 3.40〉 수자원장기종합계획의 지표	141
〈표 3.41〉 유역수자원계획의 목표 및 지표	142
〈표 3.42〉 물재이용기본계획 목표 및 지표	142
〈표 3.43〉 유역수준의 실행중심 평가지표 (안)	142
〈표 3.44〉 평가지표 검토대상	143
〈표 3.45〉 물순환 요소 정량화 (예시)	146
〈표 3.46〉 생활환경기준의 등급 구분	146
〈표 3.47〉 물순환 종합지표의 등급 구분	149
〈표 3.48〉 수질관리항목 평가 결과	150
〈표 3.49〉 비점오염관리 항목 평가 결과	150
〈표 3.50〉 수생태관리 항목 평가 결과	151
〈표 3.51〉 하천유지기능 항목 평가 결과	151
〈표 3.52〉 지하수보전 항목 평가 결과	151
〈표 3.53〉 치수관리 항목 평가 결과	152
〈표 3.54〉 이수관리 항목 평가 결과	152
〈표 3.55〉 평가지표 간 쌍대비교 설문항의 구성	154
〈표 3.56〉 지표 간 쌍대비교에서 중요도의 정의	154
〈표 3.57〉 생활환경 수질 항목과 비점오염관리 항목의 중요도 쌍대비교 설문 (예시) ..	154

표 차 례

〈표 3.58〉 중권역별 지표간 쌍대 비교 행렬	155
〈표 3.59〉 중권역별 지표의 상대적 중요도 추정결과	156
〈표 3.60〉 중권역별 물순환 종합지수 평가 결과	157
〈표 3.61〉 관련 법규에 따른 비점오염원 관리	158
〈표 4.1〉 중권역별 하천유량 및 수리권 현황	161
〈표 4.2〉 중권역별 물이동 현황	162
〈표 4.3〉 중권역별 홍수피해 현황	164
〈표 4.4〉 중권역별 하천정비연장 (2020년)	164
〈표 4.5〉 중권역별 하천기본계획 수립현황 (2020년)	165
〈표 4.6〉 중권역별 하천정비 및 홍수피해 현황	165
〈표 4.7〉 중권역별 수질측정 현황	167
〈표 4.8〉 중권역별 수생태측정망 현황 (2020년)	168
〈표 4.9〉 물수급 분석 체계 활용 정보	173
〈표 4.10〉 농업용수 회귀수량 산정 방법	173
〈표 4.11〉 물수급 분석모형 DB구축 현황 (섬진강)	174
〈표 4.12〉 물수급 분석모형 DB구축 현황 (영산강)	174
〈표 4.13〉 물수급 분석모형 DB구축 현황 (탐진강)	175
〈표 4.14〉 가뭄상황 시나리오 구축 방법	176
〈표 4.15〉 가뭄시나리오 생성 방안	176
〈표 4.16〉 Copula 함수 및 우도 산정 결과 (예시)	177
〈표 4.17〉 이변량 가뭄빈도해석 결과 (지점강우량 기준)	178
〈표 4.18〉 이변량 가뭄빈도해석 결과 (유역평균강우량 기준)	179
〈표 4.19〉 조건부 Copula 이변량 가뭄빈도해석 결과 (유역평균강우량 기준)	179
〈표 4.20〉 가뭄시나리오 분석결과 (월별 강우유출)	180
〈표 4.21〉 섬진강 여수·광양 공업용수 공급계통도	182
〈표 4.22〉 연계운영 검토결과	184
〈표 4.23〉 댐별 홍수조절용량	185
〈표 4.24〉 홍수조절지 현황	187
〈표 4.25〉 대상지점 검토결과	188
〈표 5.1〉 국가계획별 추진전략의 수용성 검토	202
〈표 5.2〉 국가계획별 세부전략 수용성 검토	203
〈표 5.3〉 물순환 관리의 개념	205

표 차 례

〈표 5.4〉 기존 법령상의 물순환	206
〈표 5.5〉 지자체 조례상의 물순환 정의	206
〈표 5.6〉 중권역별 물순환 목표 검토결과	211
〈표 5.7〉 연도별 수질관리 항목 분석결과	211
〈표 5.8〉 연도별 비점오염관리 항목 분석결과	212
〈표 5.9〉 연도별 수생태관리 항목 분석결과	213
〈표 5.10〉 연도별 하천유지기능 항목 분석결과	214
〈표 5.11〉 연도별 지하수보전 항목 분석결과	215
〈표 5.12〉 목표연도 중권역별 물순환 종합지수 분석결과	217
〈표 5.13〉 과제별 추진일정	226
〈표 5.14〉 물순환 개선방향	227
〈표 5.15〉 물환경 개선대책	228
〈표 5.16〉 물이용 개선대책	228
〈표 5.17〉 물안전 개선대책	228
〈표 5.18〉 중권역별 개선대책	229
〈표 5.19〉 연도별 부과율	229
〈표 5.20〉 영산강 · 섬진강 · 제주권 지자체 물관리 예산 현황	231

그림 차례

<그림 1.1> 공간적 범위	2
<그림 2.1> 섬진강권역 수생태 건강성 분야별 평가 결과	11
<그림 2.2> 영산강권역 수생태 건강성 분야별 평가 결과	12
<그림 2.3> 제주권역 수생태 건강성 분야별 평가 결과	13
<그림 2.4> 과업 대상 중권역 선정 결과	16
<그림 2.5> 요천 중권역 유역도	17
<그림 2.6> 지석천 중권역 유역도	18
<그림 2.7> 탐진강 중권역 유역도	19
<그림 2.8> 제주서해 중권역 유역도	20
<그림 2.9> 요천 중권역 하천도	21
<그림 2.10> 지석천 중권역 하천도	22
<그림 2.11> 탐진강 중권역 하천도	23
<그림 2.12> 제주서해 중권역 하천도	24
<그림 2.13> 요천 지하수위 분포도	39
<그림 2.14> 지석천 지하수위 분포도	39
<그림 2.15> 탐진강 지하수위 분포도	40
<그림 2.16> 제주서해 지하수위 분포도	40
<그림 2.17> 중권역별 용수이용량 현황 (2015년~2019년)	47
<그림 2.18> 중권역별 용도별 지하수 이용현황 (2016년~2020년)	48
<그림 2.19> 중권역별 수질 현황 (2020년)	53
<그림 2.20> 목표연도 수질 전망	54
<그림 2.21> BOD, T-N, T-P 발생부하량 현황	62
<그림 2.22> BOD, T-N, T-P 배출부하량 현황	63
<그림 2.23> BOD, T-N, T-P 배출부하량 전망	65
<그림 2.24> 농어촌용수구역 변경 전후 비교	68
<그림 2.25> 중권역별 허가수리권 현황	69
<그림 2.26> 중권역별 토지피복도에 따른 토지이용현황	77
<그림 2.27> 요천 중권역 불투수면적률 산정결과	84
<그림 2.28> 지석천 중권역 불투수면적률 산정결과	84
<그림 2.29> 탐진강 중권역 불투수면적률 산정결과	85
<그림 2.30> 제주서해 중권역 불투수면적률 산정결과	85
<그림 2.31> 물순환 선도도시 개념	86

그림 차례

〈그림 2.32〉 도시물관리의 탄소중립 기여	89
〈그림 2.33〉 빌딩 단위 비음용 물순환 이용 시스템 (예시)	91
〈그림 2.34〉 지구단위 물순환 이용을 고려한 분산형 소규모 하수처리시스템 (예시)	91
〈그림 2.35〉 섬진강댐 수리권 및 물이동 현황	98
〈그림 3.1〉 섬진강권역 수질관리 단위유역 (좌: 전라남도, 우: 전라북도)	105
〈그림 3.2〉 영산강권역 수질관리 단위유역 (좌: 전라남도, 우: 광주광역시)	108
〈그림 3.3〉 중권역별 수자원 이용률 평가	115
〈그림 3.4〉 요천 중권역 물수지모식도	116
〈그림 3.5〉 지석천 중권역 물수지모식도	117
〈그림 3.6〉 탐진강 중권역 물수지모식도	117
〈그림 3.7〉 중권역별 이수안전율	119
〈그림 3.8〉 중권역별 공급신뢰율	120
〈그림 3.9〉 물순환 평가지표 선정 절차	140
〈그림 3.10〉 연도별 상수도보급률	144
〈그림 3.11〉 연도별 유수율	144
〈그림 3.12〉 연도별 공급신뢰율 (답)	144
〈그림 3.13〉 연도별 공급신뢰율 (전)	144
〈그림 3.14〉 연도별 홍수피해액 현황	145
〈그림 3.15〉 홍수피해비용 및 복구비용 (탐진강 예시)	145
〈그림 3.16〉 하천유지유량 및 하천수질 오염도 현황	145
〈그림 3.17〉 중권역별 평가항목별 달성등급	153
〈그림 4.1〉 요천 중권역 수질 · 총량측정망	166
〈그림 4.2〉 지석천 중권역 수질 · 총량측정망	166
〈그림 4.3〉 탐진강 중권역 수질 · 총량측정망	167
〈그림 4.4〉 물수급분석 모형 요소별 자료연계	170
〈그림 4.5〉 실적자료 기반 물수급 분석 모형 개념	171
〈그림 4.6〉 자연하천유량 산정방법 (Tank 모의)	172
〈그림 4.7〉 물수급 네트워크 구축결과 (예시: 표준유역 상세화)	172
〈그림 4.8〉 물수급 분석모형 구축결과 (섬진강)	174
〈그림 4.9〉 물수급 분석모형 구축결과 (영산강)	175
〈그림 4.10〉 물수급 분석모형 구축결과 (탐진강)	175
〈그림 4.11〉 송정지점 유량 / 다압취수량 / 수어댐 수위	181

그 립 차 례

<그림 4.12> 여수 · 광양 산업단지 물부족 시 공급계통도	183
<그림 5.1> 제1차 국가물관리기본계획(2021-2030) 비전 체계도	194
<그림 5.2> 제2차 물환경관리 기본계획의 체계	195
<그림 5.3> 제2차 물환경관리 기본계획 핵심전략	197
<그림 5.4> 수도정비기본계획 중장기 추진전략	199
<그림 5.5> 지하수관리 기본계획 추진전략	200
<그림 5.6> 지하수관리 기본계획 추진전략	200
<그림 5.7> 국가하수도종합계획 추진전략	201
<그림 5.8> 물순환 과정의 전 주기	205
<그림 5.9> 수질관리 항목 추세분석	212
<그림 5.10> 비점오염관리 항목 추세분석	212
<그림 5.11> 수생태관리 항목 추세분석	214
<그림 5.12> 하천유지기능 항목 추세분석	215
<그림 5.13> 지하수보전 항목 추세분석	216
<그림 5.14> 중권역별 물순환 목표	218
<그림 5.15> 물순환 개선 이행평가 추진체계	225
<그림 5.16> 영산강 · 섬진강 수계관리기금 현황	230
<그림 5.17> 제주도 지하수 관리 특별회계 예산 현황	230

1장

서론

제1절 배경 및 목적

제2절 범위 및 내용

제3절 추진전략

제1장 서론

제1절 배경 및 목적

1. 과업의 배경

- 기후변동성 증가로 가뭄·홍수 등 물관리 실효성 제고를 위한 중권역단위 통합관리방안 마련 필요
 - 2020년 집중호우(영산강·섬진강상류 지역 500년도 빈도 초과)로 홍수피해를 최소화할 수 있는 과학적 분석을 통한 대응체계 구축 필요
 - 격년 주기 가뭄에 대한 물관리 여건 개선에 관한 모니터링 및 평가체계 구축 필요
 - 유역 및 권역 단위의 국가물관리기본계획의 중권역 단위 적용 시 한계점 보완 필요
- 수량, 수질, 수생태, 방재 등 물관리의 다양한 문제에 대응한 중권역단위 물순환 분석과 정보관리 체계 구축 필요
- 수질오염총량과 홍수저감총량, 물수급 충족도 등 지표 산정 기초인 유역 및 지자체의 물순환 역량 강화 필요
- 유역단위 물순환체계 조사, 개선, 구축 등 유사한 성격의 연구 수행시 지침이 될 수 있는 선행(시범)과제로서의 역할 정립

2. 과업의 목적

- 중권역별 진단·평가체계 구축 등 실효적인 물순환 관리체계 확립 방안 마련 필요
 - 물순환 관리에 대한 통일된 개념 부재 ⇨ 물순환 효과 제고 어려움
 - 기존의 물순환 관리목표는 직접(표면)유출량 저감을 위한 빗물 저류 및 침투시설 설치 사업들 위주로 추진되어 정책효과 제한
 - 불투수 면적 및 비점오염원 저감을 위한 도시 물순환 정책에서 확장하여 물관리 전반을 포괄할 수 있는 물순환 목표설정 필요

제2절 과업의 범위 및 내용

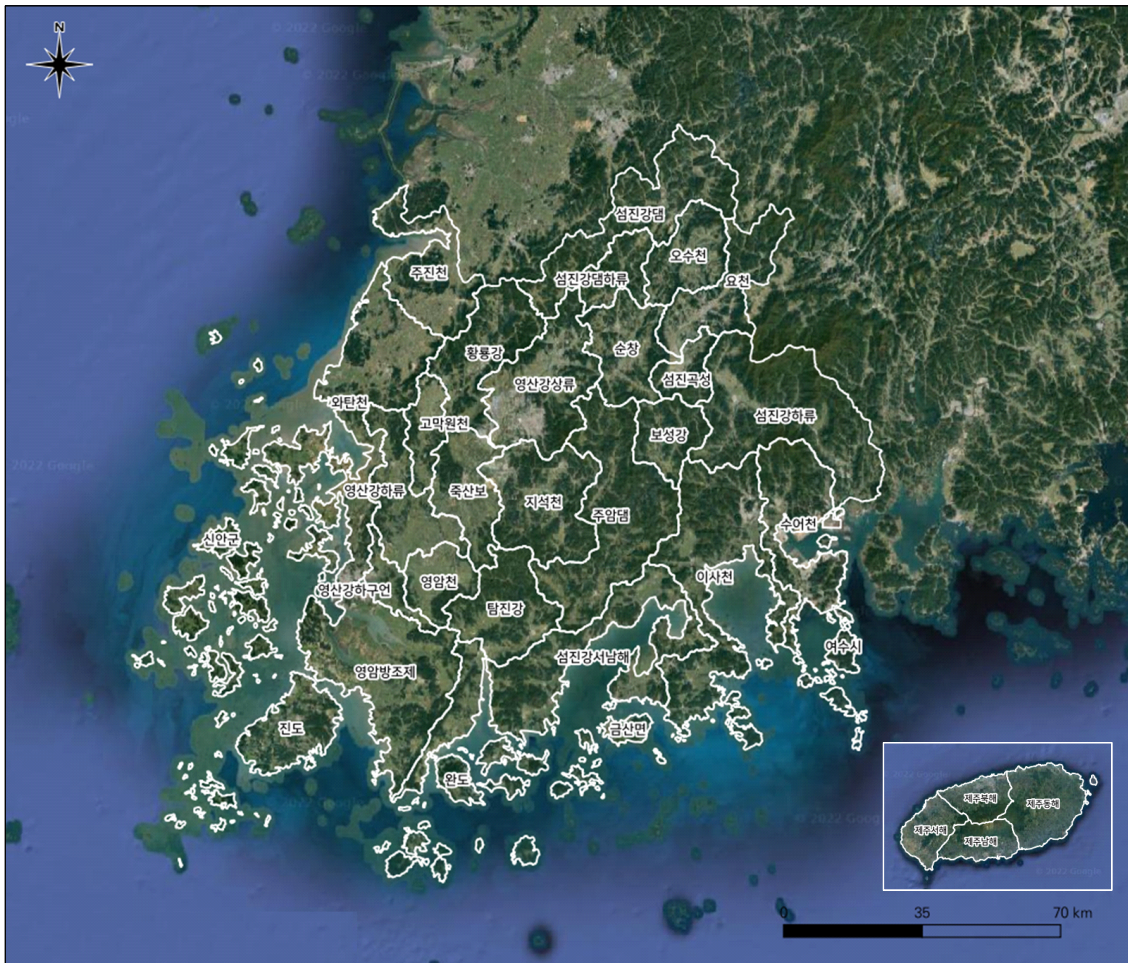
- 본 과업에서는 중권역별 수량-수질-물수요-수리권 현황을 조사하고, 이를 이용하여 중권역별 물순환체계 목표 설정을 위한 관리지표 방안 마련을 1차 목표로 하고 있음
- 그러나 물순환관련 기존 문헌에는 중권역 단위의 지표 및 통계 정보가 상세히 표기되어 있지 않은 경우가 많고, 관련 문헌의 조사 주기 및 수치모델링 시점 등이 상이하므로 기준연도를 2020년으로 설정하였으며, 환경부 홍수통제소 국가수자원관리종합시스템 (<http://www.wamis.go.kr/>) 자료를 인용하여, 비전문가도 열람이 용이하도록 하였음

1. 시간적 범위

- 현황조사의 기준연도 2020년이며, 전망 목표연도는 2025년 및 2030년으로 제시

2. 공간적 범위

- 과업 기간 및 예산 등을 고려하여 영산강·섬진강·제주권역 중 4개 대표 중권역 선정 [영산강1, 섬진강1, 연안1(영산강서해 및 남해·탐진강·섬진강남해), 제주권1]



<그림 1.1> 공간적 범위

3. 과업 내용

- 중권역 물순환 관련 수량, 수질, 수요 및 수리권 현황조사
 - 영산강·섬진강·제주권역 물순환 실태조사 및 연구 대상 중권역 선정
 - 중권역별 수원 현황과 운영 실태
 - 중권역별 수질과 수질관리 현황과 전망
 - 중권역단위 용도별 용수 수요 전망
 - 중권역단위 상수원수 및 농업용수 기득수리권 현황 및 전망
 - 중권역단위 토지이용 특성, 투수 및 불투수 면적 조사
 - 물순환 선도도시별 마스터플랜과 추진실태 조사
 - 중권역단위 물순환체계 문제점 진단
- 중권역별 물순환체계 목표설정과 관리방안 도출
 - 중권역별 수질관리 목표설정
 - 중권역별 이수관리 목표설정
 - 중권역별 치수관리 목표설정
 - 중권역별 불투수면적률 목표설정
 - 중권역별 물순환체계 목표 관리
- 중권역의 물순환을 고려한 수자원 배분 및 물 공급시설의 연계운영 방안 도출
 - 수질, 이수, 치수를 고려한 물관리 여건 분석
 - 여건 분석에 따른 수자원 배분과 물 공급시설 연계운영
- 물관리 관련 계획을 고려한 중권역별 물순환 개선방안 도출
 - 국가물관리기본계획 등 물관리 관련 계획의 목표와 전략 조사
 - 중권역별 물순환체계 개선 및 추진전략
- 보고서의 구성
 - 본 보고서의 2장에서는 중권역별 물순환 목표설정 지표에 활용되는 대상 중권역별 수량, 수질, 수리권 현황조사 결과를 수록하였으며, 3장에서는 현재의 수질, 이수, 치수, 불투수면적률 등 중권역별 물순환 목표설정 현황과 2장에서의 현황조사 결과를 이용하여 중권역별 물순환 목표설정 지표 산정 방안을 제시하였음
 - 4장에서는 가뭄 규모에 따른(본 연구에서는 30년빈도 가뭄) 물부족 시에 수자원 배분 및 공급시설의 연계 운영 방안을 제시하여, 중권역별 물순환 목표설정이라는 계획상의 한계점에 대한 대안을 제시하였음
 - 5장에서는 3장에서의 물순환 목표설정 지표 방법을 이용하여, 다양한 물순환 지표들에 AHP 분석 결과를 반영, 최종적으로 회귀식을 적용하여 2025년 2030년 목표를 제시, 평가 결과에 대한 고찰을 기술하였음

제3절 추진전략

1. 대상 중권역 선정 및 현황조사

- 가. 유역별 개략 조사를 통해 연구 대상 4개 중권역을 선정
- 나. 대상 중권역별 현황 및 현안 조사
 - 관련 문헌 및 국가 정보시스템 제공 자료를 활용하여 중권역별 현황조사
 - 중권역별 물관리 관련 기관 방문 및 현안 조사
 - 현안 조사를 바탕으로 물순환체계 문제점을 진단하고 개선 방향 제시

2. 중권역별 물순환체계 목표설정

- 하천 기본계획 및 수질오염총량관리계획 등 관련 계획 조사
- 관련 문헌 및 지자체 자료 협조를 통해 이수/치수/수질/물순환율 목표설정 검토

3. 수자원 배분 및 물 공급시설의 연계운영 방안

- 가. 수질, 이수, 치수를 고려한 물관리 여건 분석
 - 영산강·섬진강·제주권 유역 물(순환) 수급 전망 조사
 - 수질변화 전망, 수생태변화 전망, 홍수량 산정 조사
 - 가뭄·기후변화 등에도 안정적인 용수 공급방안 조사
- 나. 여건 분석에 따른 수자원 배분과 물 공급시설 연계운영
 - 전국 가뭄취약지도 가뭄시나리오(30년빈도), Kwater 실적자료기반 물수급 분석 이용

4. 중권역별 물순환체계 개선방안

- 가. 국가물관리기본계획 등 물관리 관련 계획의 목표와 전략 조사
 - 국가물관리기본계획(2021~2030) 및 수자원장기종합계획, 유역물관리기본계획 등 관련 계획을 반영하며, 생공용수 및 농업용수를 합리적으로 평가할 수 있는 데이터 기반의 중권역별 물순환 분석 및 평가 모델 구축 방안 제시
- 나. 중권역별 물순환체계개선 및 추진전략
 - 물순환체계 개선을 위한 목표 및 전략을 수립하고, 체계적으로 관리하기 위한 이행평가 방안을 제시
 - 중권역별 특성 및 현안을 고려한 이행평가를 위한 평가지표를 설정하고, 평가 결과에 따른 개선 및 관리 방향을 제시

2장

중권역 선정 및 현황조사

제1절 물순환 현황 및 연구 대상 중권역 선정

제2절 중권역별 수원 현황

제3절 중권역별 수질관리 현황 및 전망

제4절 중권역별 용수 수요 전망

제5절 중권역별 수리권 현황

제6절 중권역별 불투수면적 현황

제7절 물순환 선도도시별 마스터플랜과 추진실태 조사

제8절 중권역별 물순환체계 문제점 진단

제II장 중권역 선정 및 현황조사

제1절 물순환 현황 및 연구 대상 중권역 선정

- 물순환 관련 현황조사는 유역조사 지침(환경부훈령 제1340호, 2018.6 제정)[현 하천유역조사 지침, 환경부훈령 제1529호]에 따라 10년 주기로 현황조사를 시행하고 있음
- 본 과업에서는 「제1차 국가물관리기본계획(2021~2030년) 수립」(환경부, 2021), 「영산강·섬진강·제주권 유역물관리종합계획(2021~2030년) 수립 연구」(환경부, 2021) 등 관련 문헌의 물순환 현황조사 내용을 인용하였음
- 수질 및 수생태계 현황은 「2020년 전국 수질평가」(국립환경과학원, 2020)와 「하천 수생태계 현황조사 및 건강성 평가」(국립환경과학원, 2020)를 인용하였음
- 불투수면적률 및 물순환율 현황은 「유역 물순환관리를 위한 제도 도입 및 운영 방안 연구」(한국환경공단, 2019)을 인용하였음. 다만 불투수면적률은 3장에서 세분류 토지피복도를 이용한 불투수면적률로 2020년 기준으로 재산정하였고, 재산정 결과는 3장에 수록하였음

1. 물순환 현황 및 문헌 조사

가. 물순환 현황

(1) 섬진강권역

- (유출량) 섬진강권역의 53년(1966~2018년)간 연평균 유출량은 약 74.0억㎥/년
- (지하수 함양량) 내린 비가 지하수로 함양되는 양은 약 17억㎥/년
- (증발산량) 산림·농지·도시·하천·바다 등에서 대기로 돌아가는 증발산량은 약 52.6억㎥/년(수자원 총량의 41.5%)

(2) 영산강권역

- (유출량) 영산강권역의 53년(1966~2018년)간 연평균 유출량은 약 60.0억㎥/년
- (지하수 함양량) 내린 비가 지하수로 함양되는 양은 약 13억㎥/년
- (증발산량) 산림·농지·도시·하천·바다 등에서 대기로 돌아가는 증발산량은 약 39.2억㎥/년(수자원 총량의 39.5%)

(3) 제주권역

- (유출량) 20년(1998~2017년)간 연평균 유출량은 10억㎥/년으로 평균 유출률은 24.54%
- (지하수 함양량) 20년(1998~2017년) 내린 비가 지하수로 함양되는 양은 약 17억㎥/년
- (증발산량) 1998~2017년 실제 증발산량 평균은 약 13.8억㎥/년이며, 최대 연간 14.5억㎥(2009년)에서 최소 13억㎥/년(2011년)의 범위로 추정

* 권역: 여러 수계를 묶어서 만든 임의의 지역을 말하며, 한강권역, 낙동강권역, 금강권역, 섬진강권역, 영산강권역, 제주도권역으로 구분

출처: 「한국하천일람」 (환경부, 2020)

나. 수질 및 수생태계 현황

(1) 수질

(가) 섬진강권역

- 섬진강권역 BOD는 I a~III 등급, T-P는 I a~IV 등급으로, BOD는 수질 등급목표 기준 달성도가 높은 것으로 조사되었으며, T-P는 섬진강댐, 섬진강댐하류, 순창, 섬진강하류, 섬진강서남해, 완도, 금산면 중권역을 제외하고 수질 등급목표 기준 미달성
 - 요천 중권역의 목표 기준은 I b등급으로, 2020년 평가결과에 따르면 BOD는 1.3mg/L로 목표 기준을 달성하였으나 T-P는 0.052mg/L로 목표 기준 미달

(나) 영산강권역

- 영산강권역 BOD는 I a~IV 등급 범위로 나타나며, T-P는 II~V 등급 범위로, BOD와 T-P 모두 수질 등급목표 기준 달성도가 낮음
 - 지석천 중권역의 수질 등급목표 기준은 II 등급이며, 2020년 평가결과에 따르면 BOD는 2.6mg/L로 목표 기준을 달성하였으나 T-P는 0.109mg/L로 목표 기준 미달
 - 탐진강 중권역의 수질 등급목표 기준은 I b등급으로, 2020년 평가결과에 따르면 BOD는 1.4mg/L로 목표 기준을 달성하였으나 T-P는 0.05mg/L로 목표 기준 미달

(다) 제주도권역

- 제주도권역 BOD는 I a등급, T-P는 II~III 등급으로 BOD는 목표 기준을 달성하였으나, T-P는 수질 등급목표 기준 미달성(2020년 목표기준 평가에서 제주동해는 제외됨)
 - 제주서해 중권역의 목표 기준은 I a등급으로, BOD는 0.3mg/L로 목표 기준을 달성하였으나 T-P는 0.097mg/L로 목표 기준 미달

<표 2.1> 중권역별 하천의 수질오염도(BOD, T-P) 오염도

대권역	중권역	지점	목표 기준	BOD		T-P	
				오염도(mg/L)	등급	오염도(mg/L)	등급
섬진강	섬진강댐	운암	I b	1.1	I b	0.025	I b
	섬진강댐하류	동계	I b	0.6	I a	0.016	I a
	오수천	오수천	I b	1.1	I b	0.047	II
	순창	남원	I b	0.8	I a	0.032	I b
	요천	요천-1	I b	1.3	I b	0.052	II
	섬진곡성	곡성	I b	1.0	I a	0.068	II
	주암댐	보성강-1	I a	1.0	I a	0.034	I b
	보성강	보성천-1	I a	0.6	I a	0.026	I b
	섬진강하류	진월	I b	0.7	I a	0.040	I b
	남해도	남해봉천	I b	0.5	I a	0.057	II
	섬진강서남해	강진천	I b	0.8	I a	0.039	I b

대권역	중권역	지점	목표 기준	BOD		T-P	
				오염도(mg/L)	등급	오염도(mg/L)	등급
	완도	군외천	I b	0.5	I a	0.015	I a
	금산면	오천천	I b	0.5	I a	0.031	I b
	이사천	순천동천3	I a	4.8	III	0.208	IV
	수어천	수어천1	I a	0.7	I a	0.057	II
	여수시	돌산천	I b	0.9	I a	0.090	II
영산강	영산강상류	광주2-1	III	5.8	IV	0.163	III
	황룡강	황룡강3-1	II	3.1	III	0.082	II
	지석천	지석천4	II	2.6	II	0.109	III
	영산강중류	죽산	III	4.8	III	0.104	III
	고막원천	고막원천2-1	II	3.4	III	0.141	III
	영산강하류	무안1	I b	3.0	II	0.098	II
	영암천	영암천1	I b	2.3	II	0.134	III
	영산강하구언	무안2	I b	1.5	I b	0.073	II
	진도	석교천	I b	2.5	II	0.080	II
	주진천	주진천-1	III	2.0	I b	0.060	II
	와탄천	와탄천	I b	6.5	IV	0.390	V
	신안군	금산천	I b	4.9	III	0.119	III
	영암방조제	영암호1	I b	0.9	I a	0.050	II
	탐진강	탐진강3	I b	1.4	I b	0.050	II
제주	제주서해	옹포천	I a	0.3	I a	0.097	II
	제주북해	외도천	I a	0.3	I a	0.081	II
	제주남해	동홍천	I a	0.4	I a	0.101	III
	제주동해	-	I a	-	-	-	-

* 등급별 기준 (「환경정책기본법시행령」, 별표 - 환경기준 제2조)

등급	BOD(mg/L)	T-P(mg/L)
I a	1 이하	0.02 이하
I b	2 이하	0.04 이하
II	3 이하	0.1 이하
III	5 이하	0.2 이하
IV	8 이하	0.3 이하
V	10 이하	0.5 이하
VI	10 초과	0.5 초과

(2) 수생태계 현황

(가) 섬진강권역

- 섬진강권역에서 5개 분야의 건강성 지표와 등급 중 부착돌말류를 이용한 수생태계 건강성 평가는 2019~2020년 모두 ‘좋음(B등급)’ 임
- 저서성 대형무척추동물을 이용한 평가의 경우 2019~2020년 모두 ‘좋음(B등급)’ 임
- 어류를 이용한 평가의 경우 2019년 ‘좋음(B등급)’, 2020년 ‘보통(C등급)’ 임
- 서식 및 수변환경을 이용한 평가의 경우 2019년 ‘좋음(B등급)’, 2020년 ‘보통(C등급)’ 임
- 수변 식생을 이용한 평가는 2019~2020년 모두 ‘좋음(B등급)’ 임

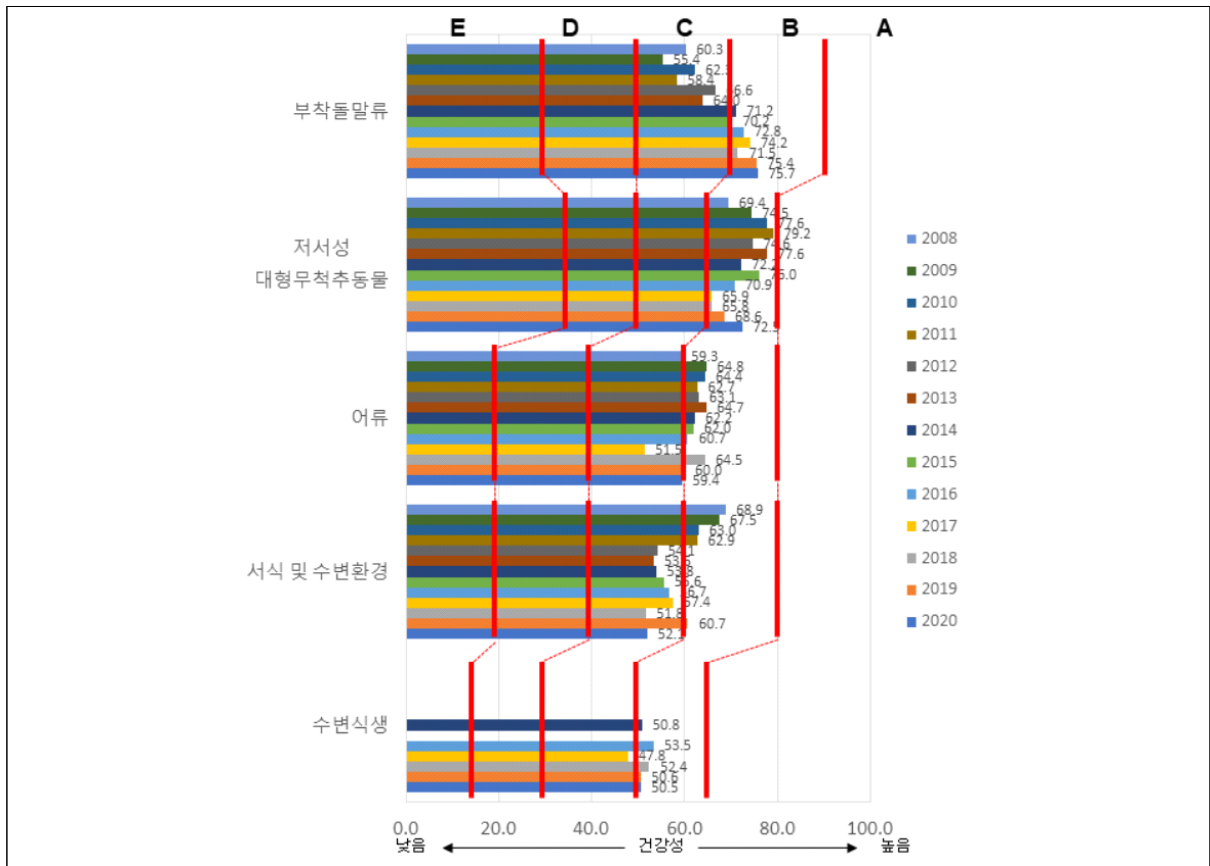
<표 2.2> 섬진강권역 수생태 건강성 분야별 평가 결과

연도	TDI		BMI		FAI		HRI		RVI	
	평균	등급	평균	등급	평균	등급	평균	등급	평균	등급
2008	60.3	보통	69.4	좋음	59.3	보통	68.9	좋음	-	-
2009	55.4	보통	74.5	좋음	64.8	좋음	67.5	좋음	-	-
2010	62.3	보통	77.6	좋음	64.4	좋음	63.0	좋음	-	-
2011	58.4	보통	79.2	좋음	62.7	좋음	62.9	좋음	-	-
2012	66.6	보통	74.6	좋음	63.1	좋음	54.1	보통	-	-
2013	64.0	보통	77.6	좋음	64.7	좋음	53.5	보통	-	-
2014	71.2	좋음	72.2	좋음	62.2	좋음	53.8	보통	50.8	좋음
2015	70.2	좋음	76.0	좋음	62	좋음	55.6	보통	-	-
2016	72.8	좋음	70.9	좋음	60.7	좋음	56.7	보통	53.5	좋음
2017	74.2	좋음	65.9	좋음	51.5	보통	57.4	보통	47.8	보통
2018	71.5	좋음	65.8	좋음	64.5	좋음	51.8	보통	52.4	좋음
2019	75.4	좋음	68.6	좋음	60.0	좋음	60.7	좋음	50.6	좋음
2020	75.7	좋음	72.5	좋음	59.4	보통	52.1	보통	50.5	좋음

* 수생태 지수별 기준 (「수생태계 현황 조사 및 건강성 평가 방법 등에 관한 지침」)

- ① 부착돌말류평가지수(TDI, Trophic Diatom Index)
 - 출현한 종의 상대밀도(%)를 계산하여 지수 평가에 이용
 - 부착돌말류평가지수는 출현종의 상대밀도, 종의 오염민감도 및 지표가중치를 적용하여 산정
- ② 저서성 대형무척추동물평가지수(BMI, Benthic Macroinvertebrate Index) 산정
 - 저서성 대형무척추동물평가지수(BMI)는 [별표 2]에 제시된 출현한 지표생물종의 출현도, 오탁치 및 지표가중치를 적용하여 산정
 - 지표생물종의 출현도는 모든 출현종에 대한 출현 개체수 순위(많은 개체수 출현도를 보인 종류의 순으로 백분율로 계산
- ③ 어류평가지수(FAI, Fish Assessment Index)산정
 - 어류평가지수(FAI)는 출현한 어류를 대상으로 출현 어종의 섭식특성, 내성도특성, 서식지 특성을 적용하여 건강성 평가 항목(8개 항목)에 따라 산정 후 평가항목 총합이 100점 만점이 되도록 계산
- ④ 수변식생평가지수(RVI, Riparian Vegetation Index) 산정
 - 수변식생평가지수(RVI)는 일년생식물 우점면적 비율, 외래종 우점면적 비율, 습지식물군락 균등도, 버드나무속 및 물푸레나무속 식물 우점면적 비율, 교란 내성종 출현종수 비율, 식생단면 안정성 값을 각각 구한 후 평가항목별 산정 방법에 따라 산출
- ⑤ 서식 및 수변환경평가지수(HRI, Habitat and Riparian Index) 산정
 - 서식 및 수변환경평가지수는 각 평가항목의 총합에서 나누기 2로 하여 100점 만점으로 계산

등급	부착돌말류평가지수 (TDI)	저서동물평가지수 (BMI)	어류평가지수 (FAI)	수변식생평가지수 (RVI)	서식 및 수변환경지수 (HRI)
A	$90 \leq \sim \leq 100$	$80 \leq \sim \leq 100$	$80 \leq \sim \leq 100$	$65 < \sim \leq 100$	$80 \leq \sim \leq 100$
B	$70 \leq \sim < 90$	$65 \leq \sim < 80$	$60 \leq \sim < 80$	$50 < \sim \leq 65$	$60 \leq \sim < 80$
C	$50 \leq \sim < 70$	$50 \leq \sim < 65$	$40 \leq \sim < 60$	$30 < \sim \leq 50$	$40 \leq \sim < 60$
D	$30 \leq \sim < 50$	$35 \leq \sim < 50$	$20 \leq \sim < 40$	$15 < \sim \leq 30$	$20 \leq \sim < 40$
E	$0 \leq \sim < 30$	$0 \leq \sim < 35$	$0 \leq \sim < 20$	$0 \leq \sim \leq 15$	$0 \leq \sim < 20$



<그림 2.1> 섬진강권역 수생태 건강성 분야별 평가 결과

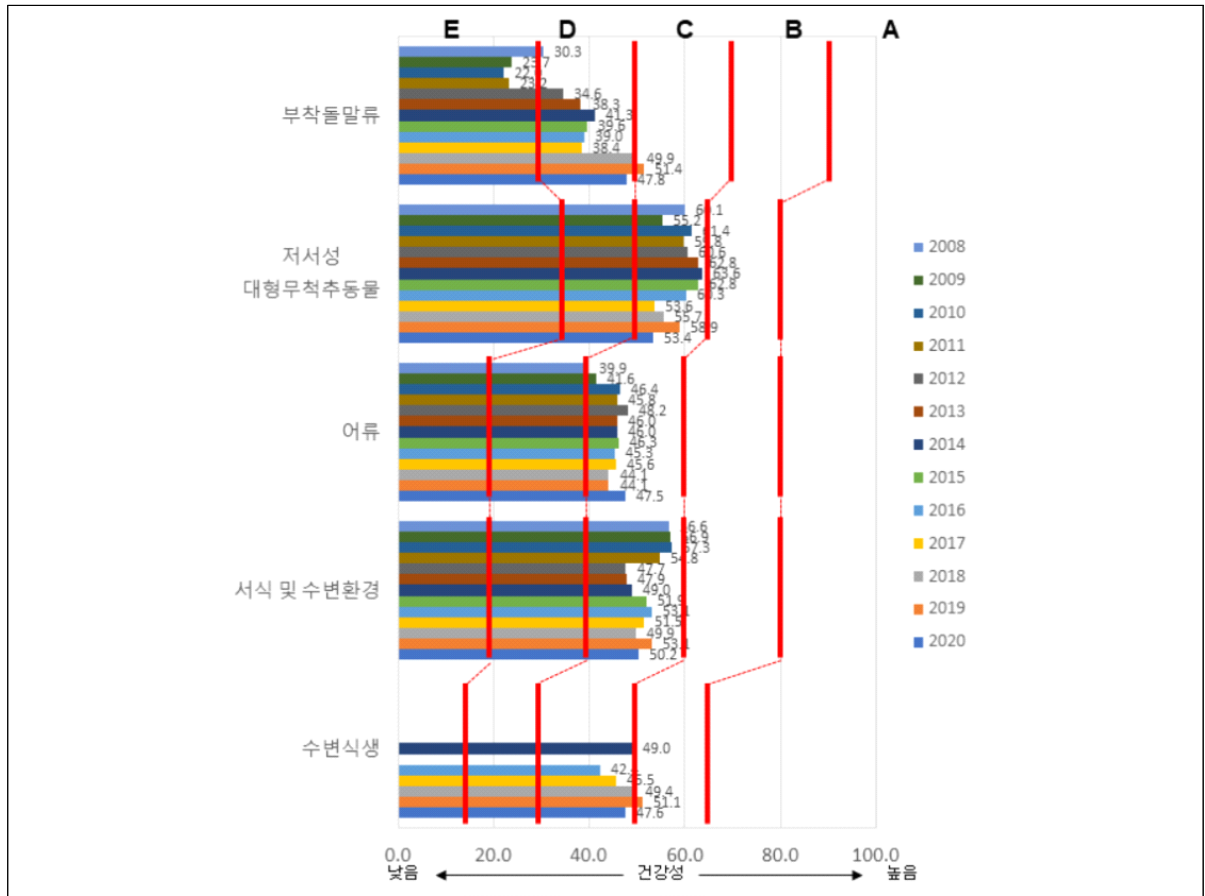
(나) 영산강권역

- 영산강권역에서 5개 분야의 건강성 지수와 등급 중 부착돌말류를 이용한 수생태계 건강성 평가는 2019년 ‘보통(B등급)’, 2020년 ‘나쁨(D등급)’ 임
- 저서성 대형무척추동물을 이용한 평가의 경우 2019~2020년 모두 ‘보통(C등급)’ 임
- 어류를 이용한 평가의 경우 2019~2020년 모두 ‘보통(C등급)’ 임
- 서식 및 수변환경을 이용한 평가의 경우 2019~2020년 모두 ‘보통(C등급)’ 임
- 수변 식생을 이용한 평가는 2019년 ‘좋음(B등급)’, 2020년 ‘보통(C등급)’ 임

<표 2.3> 영산강권역 수생태 건강성 분야별 평가 결과

연도	TDI		BMI		FAI		HRI		RVI	
	평균	등급	평균	등급	평균	등급	평균	등급	평균	등급
2008	30.3	나쁨	60.1	보통	39.9	나쁨	56.6	보통	-	-
2009	23.7	매우나쁨	55.2	보통	41.6	보통	56.9	보통	-	-
2010	22.0	매우나쁨	61.4	보통	46.4	보통	57.3	보통	-	-
2011	23.2	매우나쁨	59.8	보통	45.8	보통	54.8	보통	-	-
2012	34.6	나쁨	60.6	보통	48.2	보통	47.7	보통	-	-
2013	38.3	나쁨	62.8	보통	46.0	보통	47.9	보통	-	-
2014	41.3	나쁨	63.6	보통	46.0	보통	49.0	보통	49.0	보통

연도	TDI		BMI		FAI		HRI		RVI	
	평균	등급	평균	등급	평균	등급	평균	등급	평균	등급
2015	39.6	나쁨	62.8	보통	46.3	보통	51.9	보통	-	-
2016	39.0	나쁨	60.3	보통	45.3	보통	53.1	보통	42.4	보통
2017	38.4	나쁨	53.6	보통	45.6	보통	51.5	보통	45.5	보통
2018	49.9	나쁨	55.7	보통	44.1	보통	49.9	보통	49.4	보통
2019	51.4	보통	58.9	보통	44.1	보통	53.1	보통	51.1	좋음
2020	47.8	나쁨	53.4	보통	47.5	보통	50.2	보통	47.6	보통



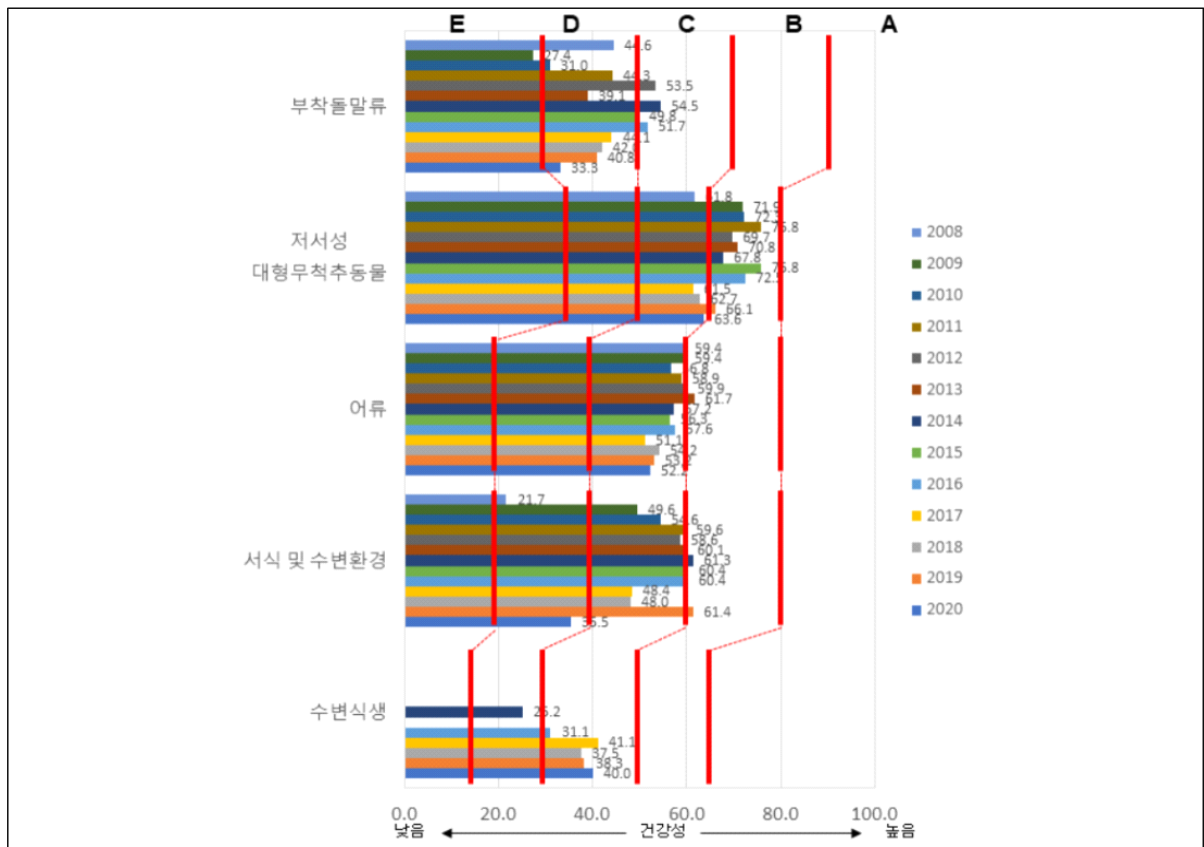
<그림 2.2> 영산강권역 수생태 건강성 분야별 평가 결과

(다) 제주권역

- 제주권역에서 5개 분야의 건강성 지수와 등급 중 부착돌말류를 이용한 수생태계 건강성 평가는 2019~2020년 모두 ‘나쁨(D등급)’ 임
- 저서성 대형무척추동물을 이용한 평가의 경우 2019년 ‘좋음(B등급)’, 2020년 ‘보통(C등급)’ 임
- 어류를 이용한 평가의 경우 2019~2020년 모두 ‘보통(C등급)’ 임
- 서식 및 수변환경을 이용한 평가의 경우 2019년 ‘좋음(B등급)’, 2020년 ‘나쁨(D등급)’ 임
- 수변식생을 이용한 평가는 2019~2020년 모두 ‘보통(C등급)’ 임

<표 2.4> 제주권역 수생태 건강성 분야별 평가 결과

연도	TDI		BMI		FAI		HRI		RVI	
	평균	등급	평균	등급	평균	등급	평균	등급	평균	등급
2008	44.6	나쁨	61.8	보통	59.4	보통	21.7	나쁨	-	-
2009	27.4	매우나쁨	71.9	좋음	59.4	보통	49.6	보통	-	-
2010	31.0	나쁨	72.3	좋음	56.8	보통	54.6	보통	-	-
2011	44.3	나쁨	75.8	좋음	58.9	보통	59.6	보통	-	-
2012	53.5	보통	69.7	좋음	59.9	보통	58.6	보통	-	-
2013	39.1	나쁨	70.8	좋음	61.7	좋음	60.1	좋음	-	-
2014	54.5	보통	67.8	좋음	57.2	보통	61.3	좋음	25.2	나쁨
2015	49.8	나쁨	75.8	좋음	56.3	보통	60.4	좋음	-	-
2016	51.7	보통	72.5	좋음	57.6	보통	60.4	좋음	31.1	보통
2017	44.1	나쁨	61.5	보통	51.1	보통	48.4	보통	41.1	보통
2018	42.0	나쁨	62.7	보통	54.2	보통	48.0	보통	37.5	보통
2019	40.8	나쁨	66.1	좋음	53.2	보통	61.4	좋음	38.3	보통
2020	33.3	나쁨	63.6	보통	52.2	보통	35.5	나쁨	40.0	보통



<그림 2.3> 제주권역 수생태 건강성 분야별 평가 결과

(3) 불투수면적률 및 물순환율

- 「유역 물순환관리를 위한 제도 도입 및 운영 방안 연구」(한국환경공단, 2019)에 따른 불투수면적률 및 물순환율 현황은 다음과 같음

(가) 불투수면적률

- 평균 불투수면적률은 섬진강권역 5.7%, 영산강권역 8.2%, 제주권역 15.3%로 산정되었음
- 섬진강, 영산강, 제주권역별 불투수면적률 최대 지역은 수어천, 영산강상류, 제주동해로 산정되었으며, 최소 지역은 각각 보성강, 신안군, 제주남해로 산정되었음

(나) 물순환율

- 평균 물순환율은 섬진강권역 88.0%, 영산강권역 83.4%, 제주권역 88.6%로 산정되었음
- 섬진강, 영산강, 제주권역별 물순환율 최대 지역은 각각 보성강, 지석천, 제주남해이고, 최소 지역은 각각 섬진강댐, 영암방조제, 제주동해임

<표 2.5> 전국 중권역별 불투수면적률 및 물순환율 현황

순위	대권역	중권역	불투수면적률(%)	물순환율(%)
섬진강권역	섬진강	섬진강댐	3.6	82.5
	섬진강	섬진강댐하류	3.7	89.2
	섬진강	오수천	5.8	91.5
	섬진강	순창	6.5	87.3
	섬진강	요천	6.3	90.1
	섬진강	섬진곡성	3.8	92.4
	섬진강	주암댐	3.9	88.0
	섬진강	보성강	3.6	92.9
	섬진강	섬진강하류	4.1	89.7
	섬진강남해	섬진강서남해	6.0	85.0
	섬진강남해	완도	6.3	84.4
	섬진강남해	금산면	5.0	90.6
	섬진강남해	이사천	6.1	86.4
	섬진강남해	수어천	14.5	82.9
	섬진강남해	여수시	5.5	87.5
	평균		5.7	88.0
영산강권역	영산강	영산강상류	18.5	80.3
	영산강	황룡강	7.1	85.7
	영산강	지석천	5.9	87.1
	영산강	영산강중류	10.4	82.7
	영산강	고막원천	7.4	86.3
	영산강	영산강하류	8.4	85.0
	영산강	영암천	7.5	81.7
	영산강	영산강하구언	9.8	83.6
	탐진강	탐진강	5.6	85.9
	영산강남해	진도	5.5	83.7
	영산강남해	영암방조제	7.3	78.8
	영산강서해	주진천	7.4	83.9
	영산강서해	와탄천	9.4	82.4

순위	대권역	중권역	불투수면적률(%)	물순환율(%)
제주권역	영산강남해	신안군	4.6	80.3
	평균		8.2	83.4
	제주도	제주서해	16.8	87.3
	제주도	제주북해	13.2	87.9
	제주도	제주남해	10.3	93.7
	제주도	제주동해	20.9	85.5
	평균		15.3	88.6

2. 과업 대상 중권역 선정

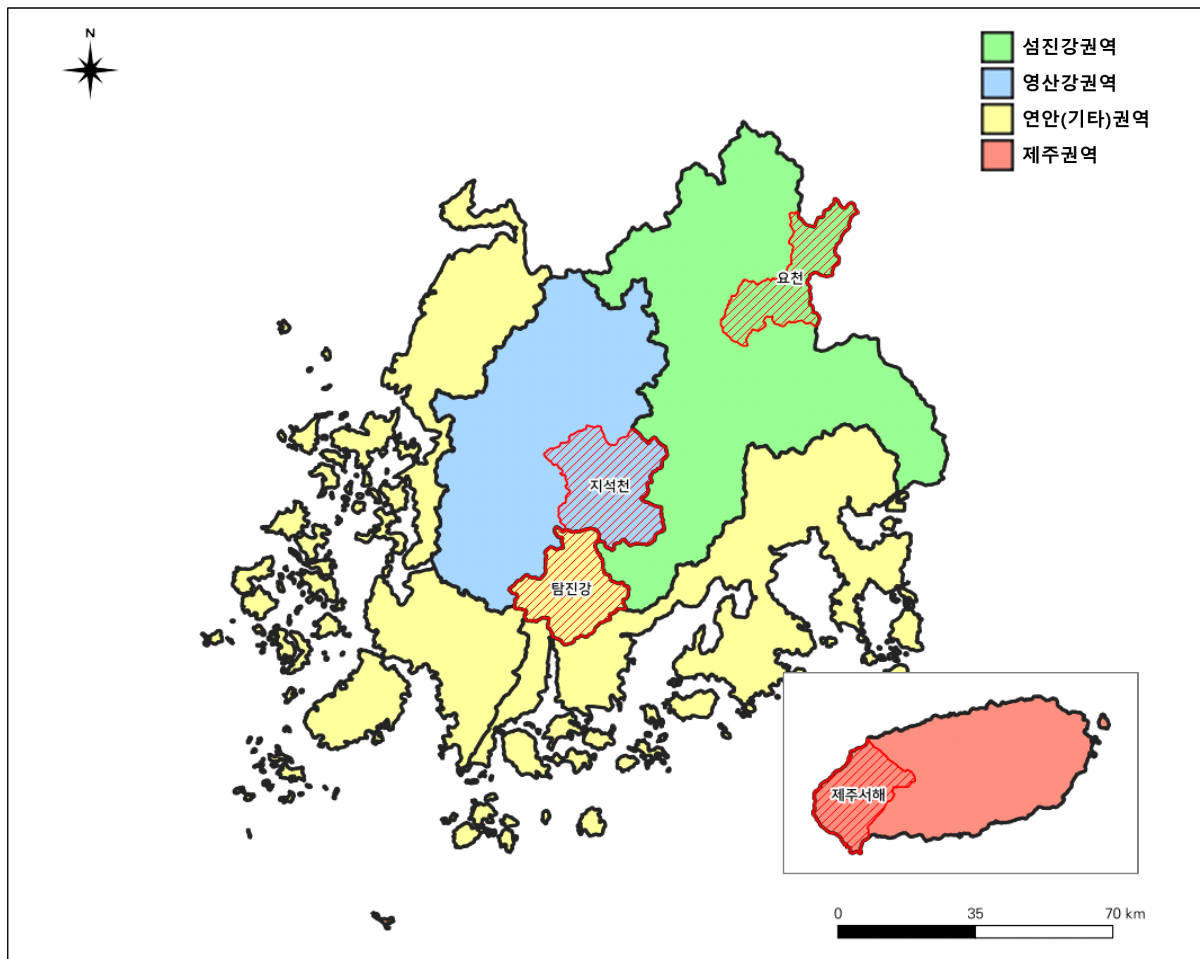
- 본 과업에서는 섬진강/영산강/연안(기타)/제주도 권역별 1개 중권역을 대표 중권역으로 선정하였으며, 설문조사 결과 섬진강(요천), 영산강(지석천), 연안/기타(탐진강), 제주(제주서해)로 과업 대상 우선순위가 높은 중권역을 선정하였음
- 설문조사 방법은 3장에서 AHP 분석을 위한 설문지에 중권역별 개략조사 결과(표 2.6)를 학계(세종대, 한양대) 및 국책 연구기관(한국건설기술연구원, 국토연구원), 기타(박사급) 30명에 문의하여, 권역별 적정 연구 대상 중권역 우선순위를 선정하였음

<표 2.6> 과업 대상 중권역 선정을 위한 개략 조사 결과

권역	중권역	과업 대상 중권역 선정을 위한 개략 조사 결과(2019년 기준)						우선 순위
		물이동량(㎥/일)	갈수량(㎥/s)	BOD	T-P	불투수율(%)	물순환율(%)	
섬진강	섬진강댐	63,853	0.76	I b	I a	3.6	82.5	6
	섬진강댐하류	22,076	0.59	I a	I a	3.7	89.2	8
	오수천	35,787	0.27	I b	II	5.8	91.5	3
	순창	47,777	0.3	I a	I b	6.5	87.3	2
	요천	86,389	0.46	I b	II	6.3	90.1	1
	섬진곡성	21,901	0.23	I a	II	3.8	92.4	7
	주암댐	308,565	2.03	I a	II	3.9	88.0	4
	보성강	7,582	0.54	I a	I b	3.6	92.9	9
	섬진강하류	611,769	2.6	I a	II	4.1	89.7	5
영산강	영산강상류	578,964	1.42	IV	III	18.5	80.3	8
	황룡강	72,853	1.04	III	II	7.1	85.7	6
	지석천	89,348	1.15	II	III	5.9	87.1	1
	죽산보	132,991	0.78	III	III	10.4	82.7	2
	고막원천	5,095	0.39	III	III	7.4	86.3	7
	영산강하류	37,401	0.62	III	II	8.4	85.0	3
	영암천	24,243	0.41	I b	II	7.5	81.7	4
	영산강하구연	17,542	0.11	I b	II	9.8	83.6	5
연안/ 기타	섬진강서남해	29,432	4.00	I a	II	6.0	85.0	11
	완도	3,600	0.29	I a	I a	6.3	84.4	10
	금산면	8,096	0.08	I a	I b	5.0	90.6	12
	이사천	663,747	0.45	IV	V	6.1	86.4	3
	수여천	799,502	0.29	I a	II	14.5	82.9	7

권역	중권역	과업 대상 중권역 선정에 위한 개략 조사 결과(2019년 기준)						우선 순위
		물이동량(㎥/일)	갈수량(㎥/s)	BOD	T-P	불투수율(%)	물순환율(%)	
	여수시	25,132	0.09	I a	II	5.5	87.5	9
	탐진강	120,141	0.90	II	II	5.6	85.9	1
	진도	6,500	0.25	II	II	5.5	83.7	6
	영암방조제	18,462	1.54	I a	II	7.3	78.8	5
	주진천	29,050	1.37	I b	II	7.4	83.9	4
	와탄천	113,576	1.99	IV	V	9.4	82.4	2
	신안군	5,052	0.46	III	III	4.6	80.3	8
제주	제주서해	-	1.76	I a	III	16.8	87.3	1
	제주북해	-	1.79	I a	II	13.2	87.9	3
	제주남해	1,288	4.84	I a	II	10.3	93.7	4
	제주동해	1,288	6.32	-	-	20.9	85.5	2

* 물이동량은 자료 연한 문제로 2017년 기준 자료(국가수자원관리종합정보시스템 제공) 적용 설문조사에 이용하였음



<그림 2.4> 과업 대상 중권역 선정 결과

제2절 중권역별 수원 현황

1. 유역 개황

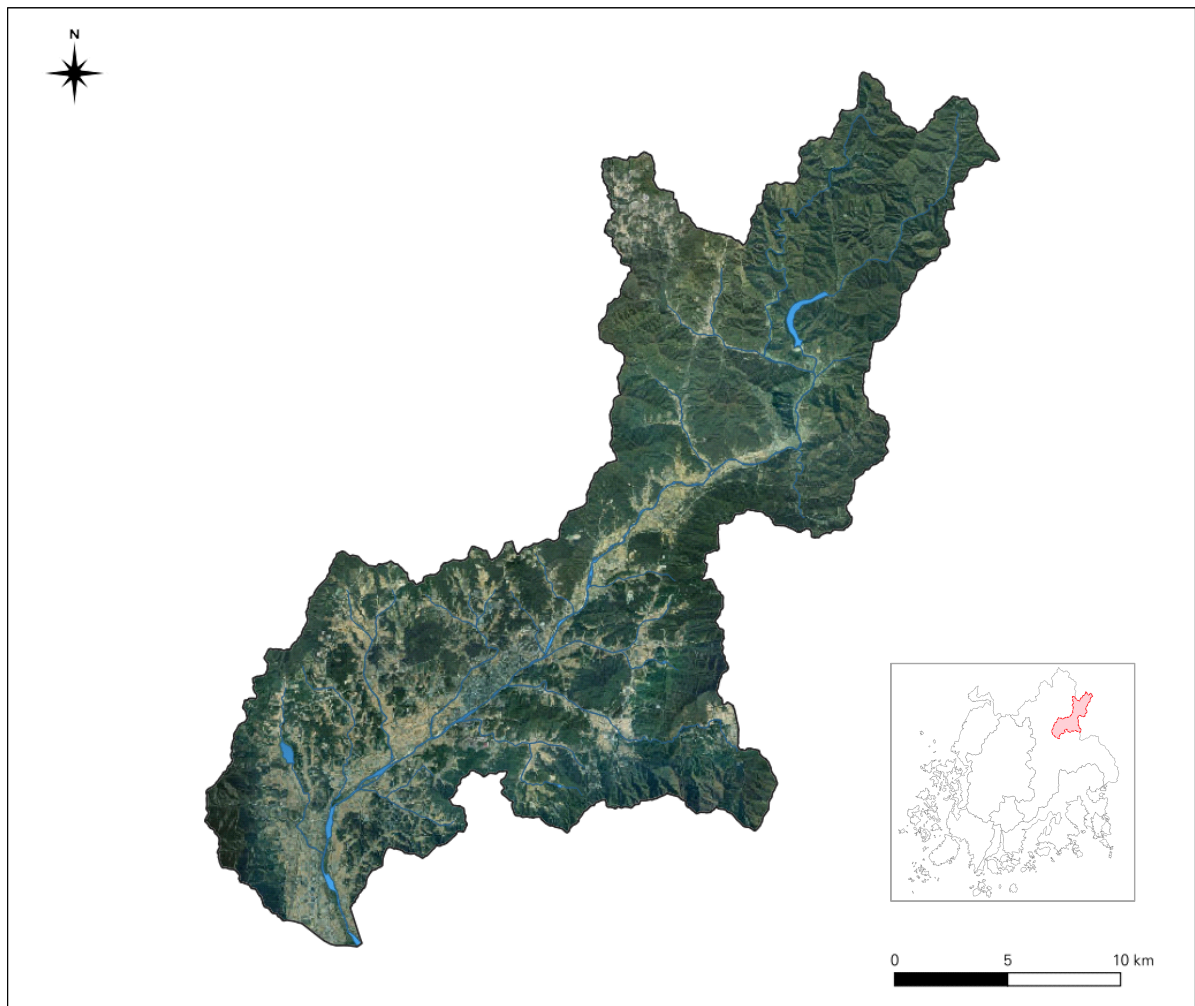
가. 요천

- 유역면적은 486.67km²으로, 유역 둘레는 174.69km이고, 평균 폭은 8.88km, 평균 표고는 355.28m, 평균 경사는 36.61%로 조사됨

<표 2.7> 요천 유역 개황

유역 면적(km ²)	좌안 면적(km ²)	우안면적 (km ²)	유역둘레 (km)	유역평균 폭(km)	유역평균 표고(m)	유역평균 경사(%)	형상 인자	형상 계수	유역 내 최고표고(m)
486.67	282.79	203.88	174.69	8.88	355.28	36.61	0.16	0.02	1,360.35

출처: 「국가수자원관리종합정보시스템」 (<http://www.wamis.go.kr>)



<그림 2.5> 요천 중권역 유역도

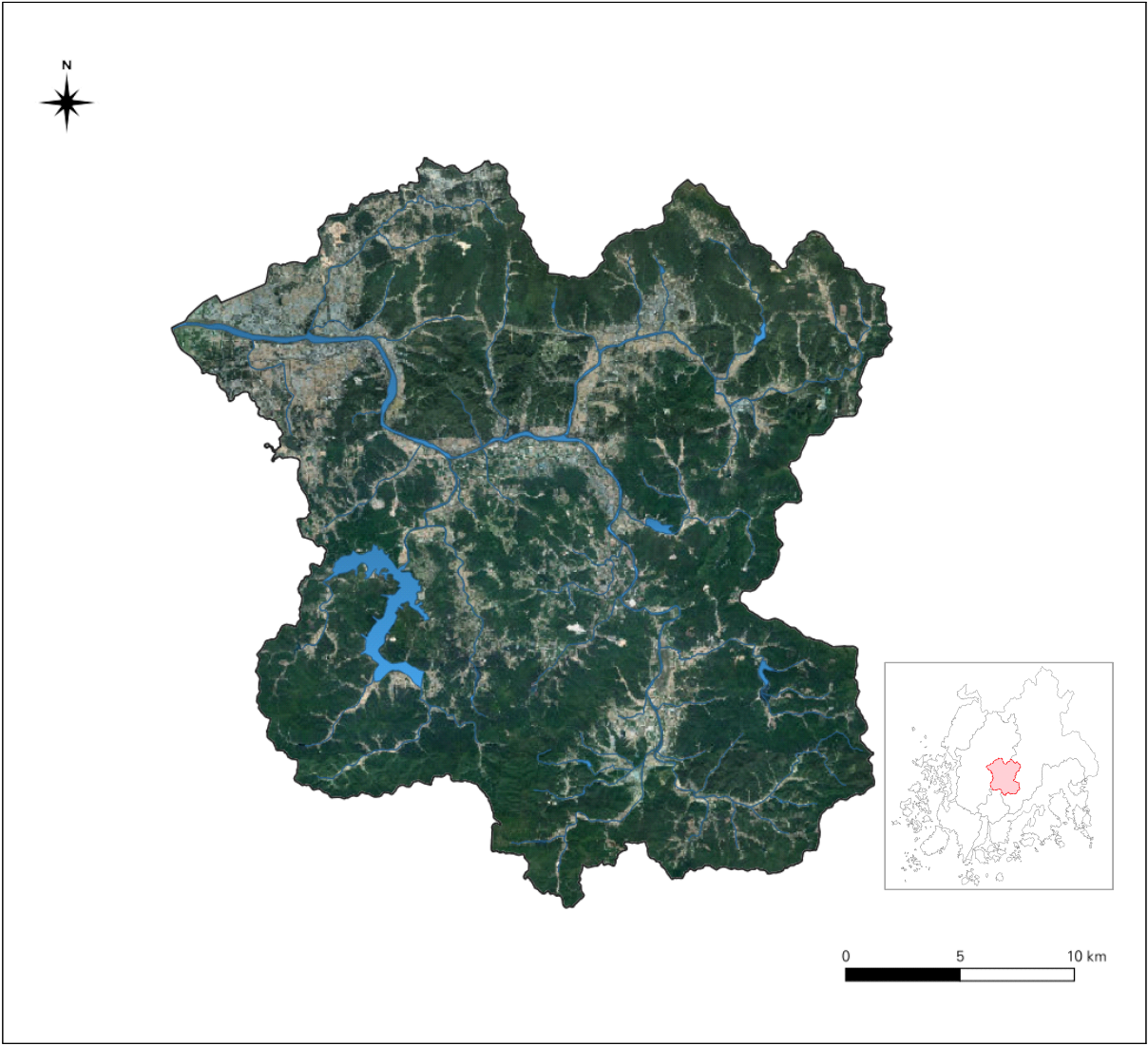
나. 지석천

- 유역면적은 663.98㎢으로, 유역의 둘레는 154.92km이고, 평균 폭은 12.88km, 평균 표고는 158.26m, 평균 경사는 33.27%로 조사됨

<표 2.8> 지석천 유역 개황

유역 면적(㎢)	좌안 면적(㎢)	우안면적 (㎢)	유역둘레 (km)	유역평균 폭(km)	유역평균 표고(m)	유역평균 경사(%)	형상 인자	형상 계수	유역 내 최고표고(m)
663.98	308.20	355.78	154.92	12.88	158.26	33.27	0.25	0.75	925.69

출처: 「국가수자원관리종합정보시스템」 (<http://www.wamis.go.kr>)



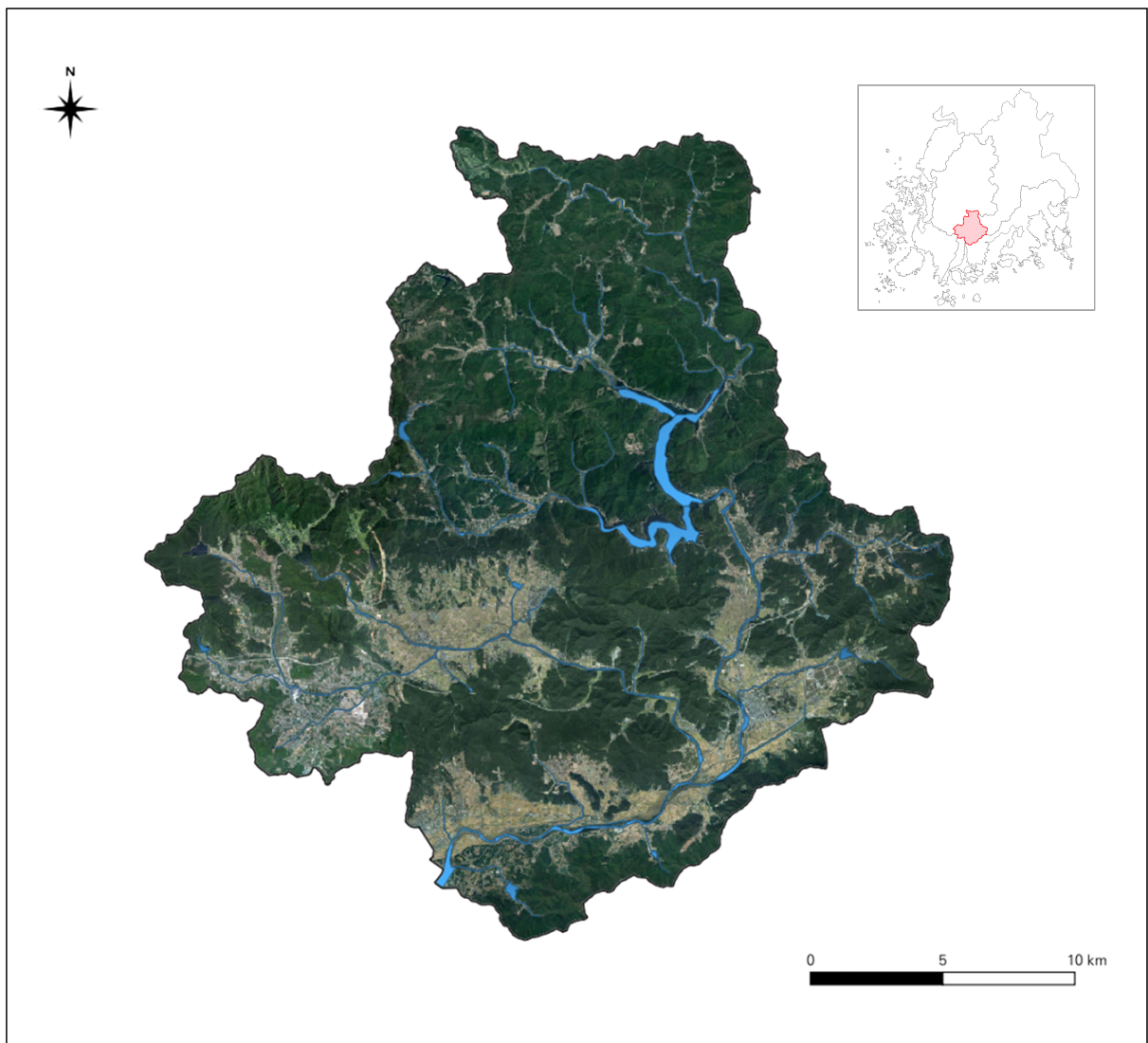
<그림 2.6> 지석천 중권역 유역도

다. 탐진강

- 유역면적은 505.52km²으로, 유역 둘레는 134.26km이고, 평균 폭은 9.13km, 평균 표고는 166.52m, 평균 경사는 34.23%로 조사됨

<표 2.9> 탐진강 유역 개황

유역 면적(km ²)	좌안 면적(km ²)	우안면적 (km ²)	유역둘레 (km)	유역평균 폭(km)	유역평균 표고(m)	유역평균 경사(%)	형상 인자	형상 계수	유역 내 최고표고(m)
505.52	145.82	359.70	134.26	9.13	166.52	34.23	0.16	1.06	802.16

출처: 「국가수자원관리종합정보시스템」(<http://www.wamis.go.kr>)

<그림 2.7> 탐진강 중권역 유역도

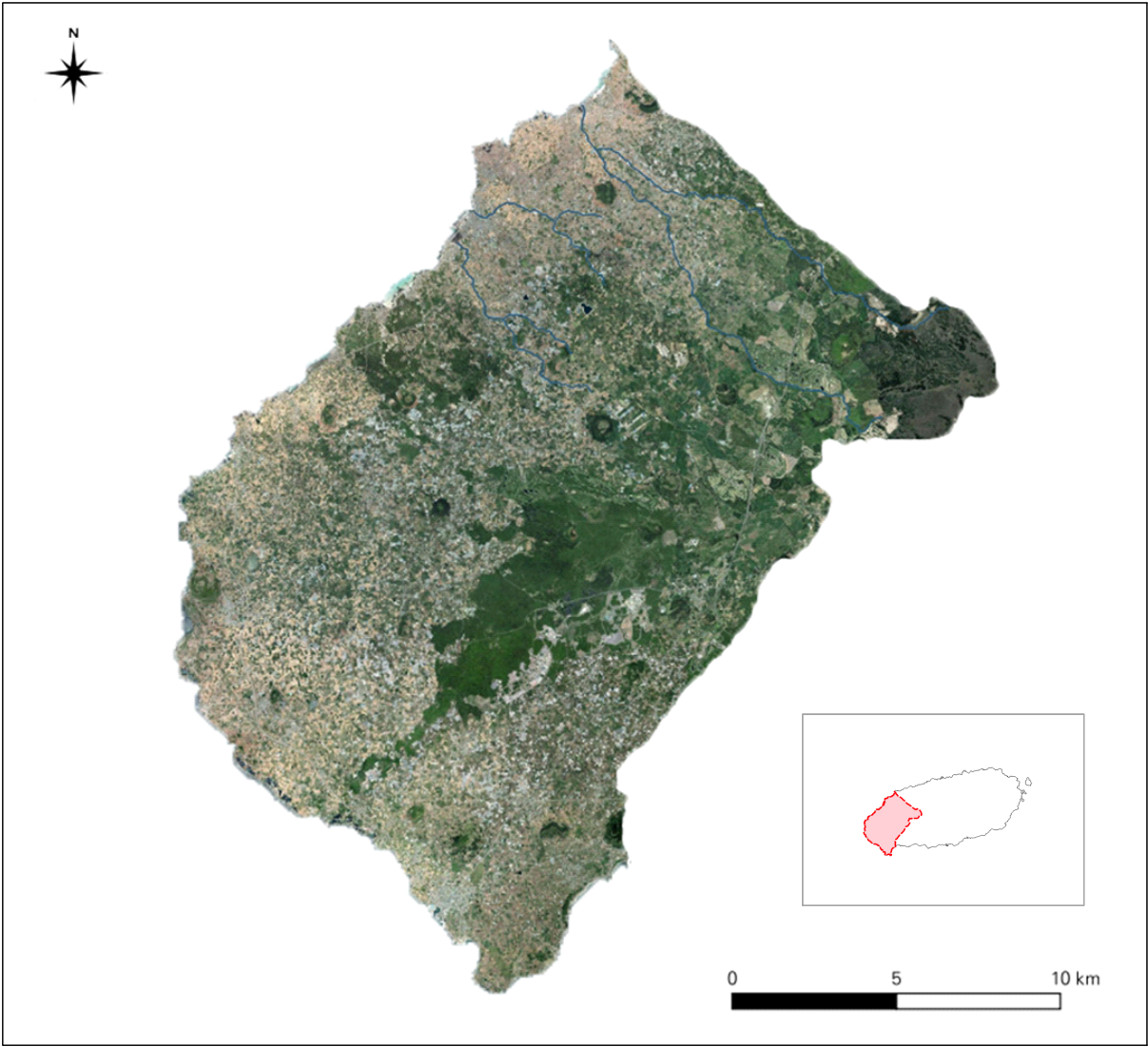
라. 제주서해

- 유역면적은 378.50㎢으로, 유역의 둘레는 137.39km이고, 평균 표고는 169.84m, 평균 경사는 6.29%로 조사됨

<표 2.10> 제주서해 유역 개황

유역 면적(㎢)	좌안 면적(㎢)	우안면적 (㎢)	유역둘레 (km)	유역평균 폭(km)	유역평균 표고(m)	유역평균 경사(%)	형상 인자	형상 계수	유역 내 최고표고(m)
378.50	-	-	137.39	-	169.84	6.29	-	0.06	1,065

출처: 「국가수자원관리종합정보시스템」 (<http://www.wamis.go.kr>)



<그림 2.8> 제주서해 중권역 유역도

2. 하천현황

가. 수계 구성

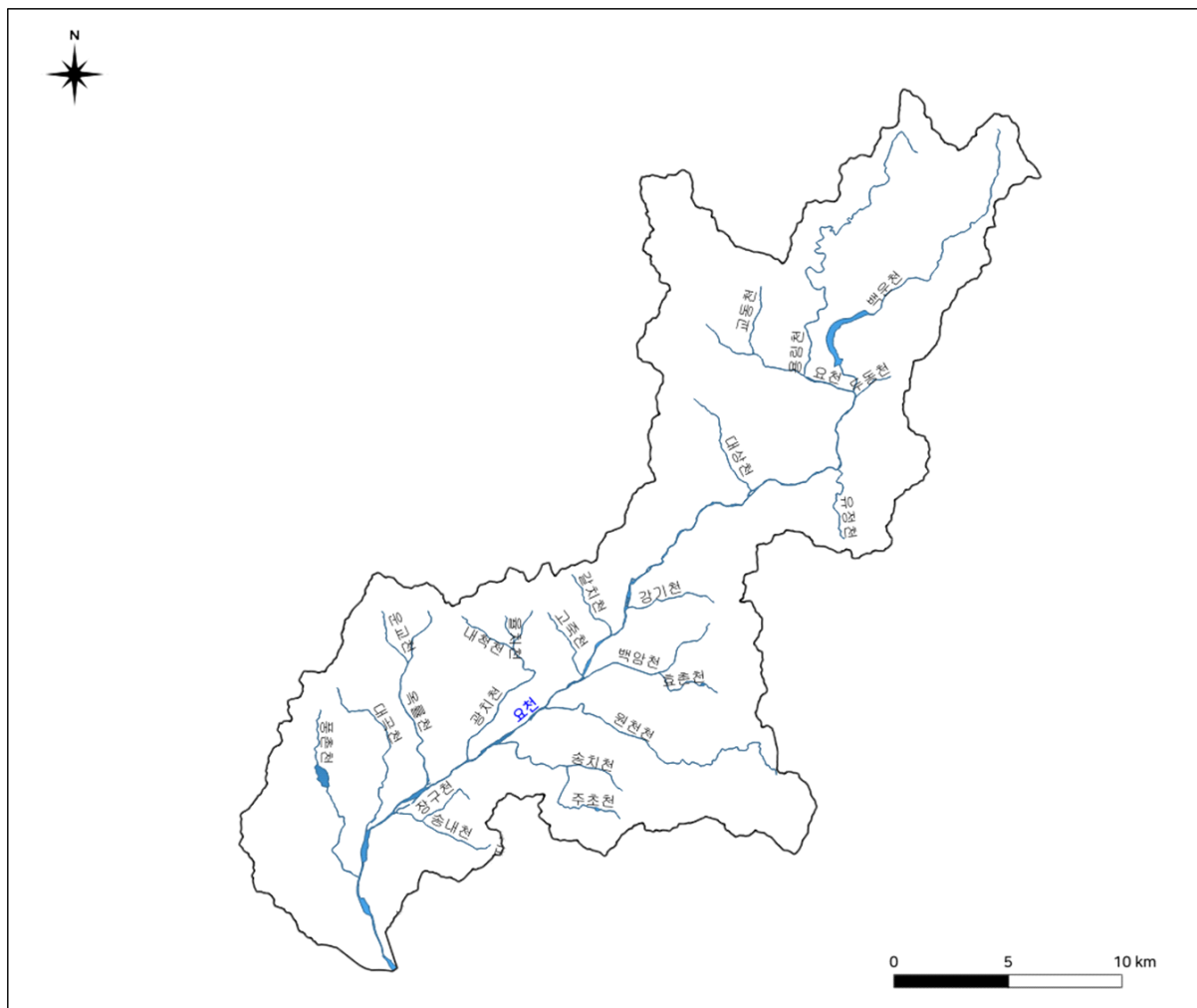
(1) 요천

- 요천 중권역의 경우, 국가하천은 1개소(요천)이 있으며, 지방하천은 24개소가 있는 것으로 조사됨

<표 2.11> 요천 중권역 주요하천 현황

연장(km)	하천구분(개수)			주요 하천
	국가	지방	계	
195.53	1	24	25	국가: 요천 지방: 요천, 교동천, 용림천, 백운천, 두동천, 유정천, 대상천, 강기천, 갈치천, 고죽천, 백암천, 효촌천, 원천천, 주촌천, 송치천, 광치천, 울치천, 내척천, 옥률천, 운교천, 송내천, 장구천, 대곡천, 풍촌천

출처: 「한국하천일람」 (환경부, 2020)



<그림 2.9> 요천 중권역 하천도

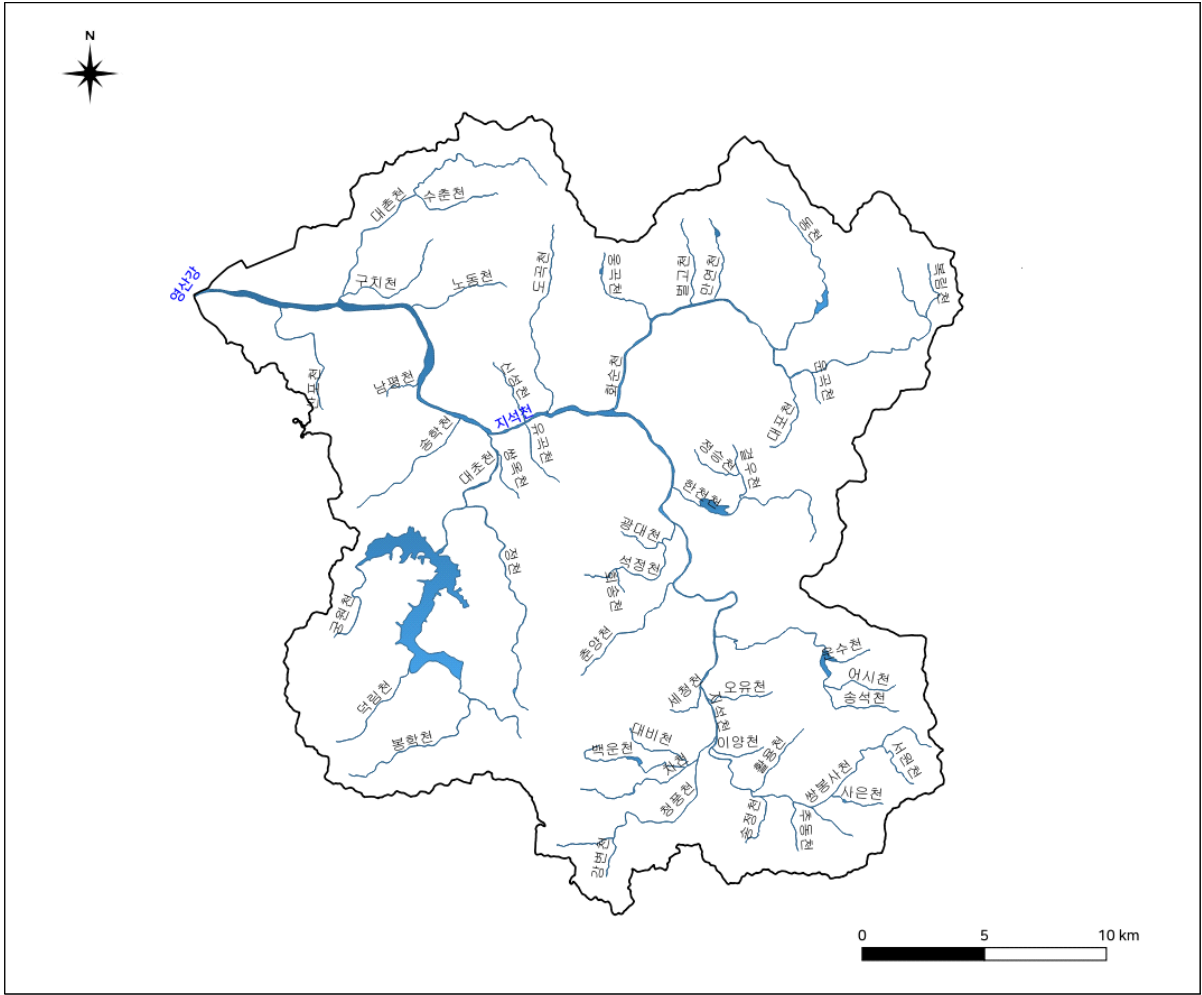
(2) 지석천

- 지석천 중권역의 경우, 국가하천은 1개소(지석천)이 있으며, 지방하천은 49개소가 있는 것으로 조사됨

<표 2.12> 지석천 중권역 주요하천 현황

연장(km)	하천구분(개수)			주요 하천
	국가	지방	계	
301.80	1	49	50	국가: 지석천 지방: 지석천, 쌍봉사천, 서원천, 사은천, 추동천, 송정천, 활용천, 이양천, 청풍천, 강변천, 차천, 백운천, 대비천, 오유천, 세청천, 송석천, 어시천, 운수천, 춘양천, 석정천, 회송천, 광대천, 한천천, 결우천, 정승천, 화순천, 복림천, 운곡천, 대포천, 동천, 만연천, 벌고천, 응곡천, 도곡천, 신성천, 유곡천, 대초천, 봉학천, 덕림천, 공원천, 정천, 쌍옥천, 송학천, 남평천, 노동천, 구치천, 대촌천, 수춘천, 산포천

출처: 「한국하천일람」 (환경부, 2020)



<그림 2.10> 지석천 중권역 하천도

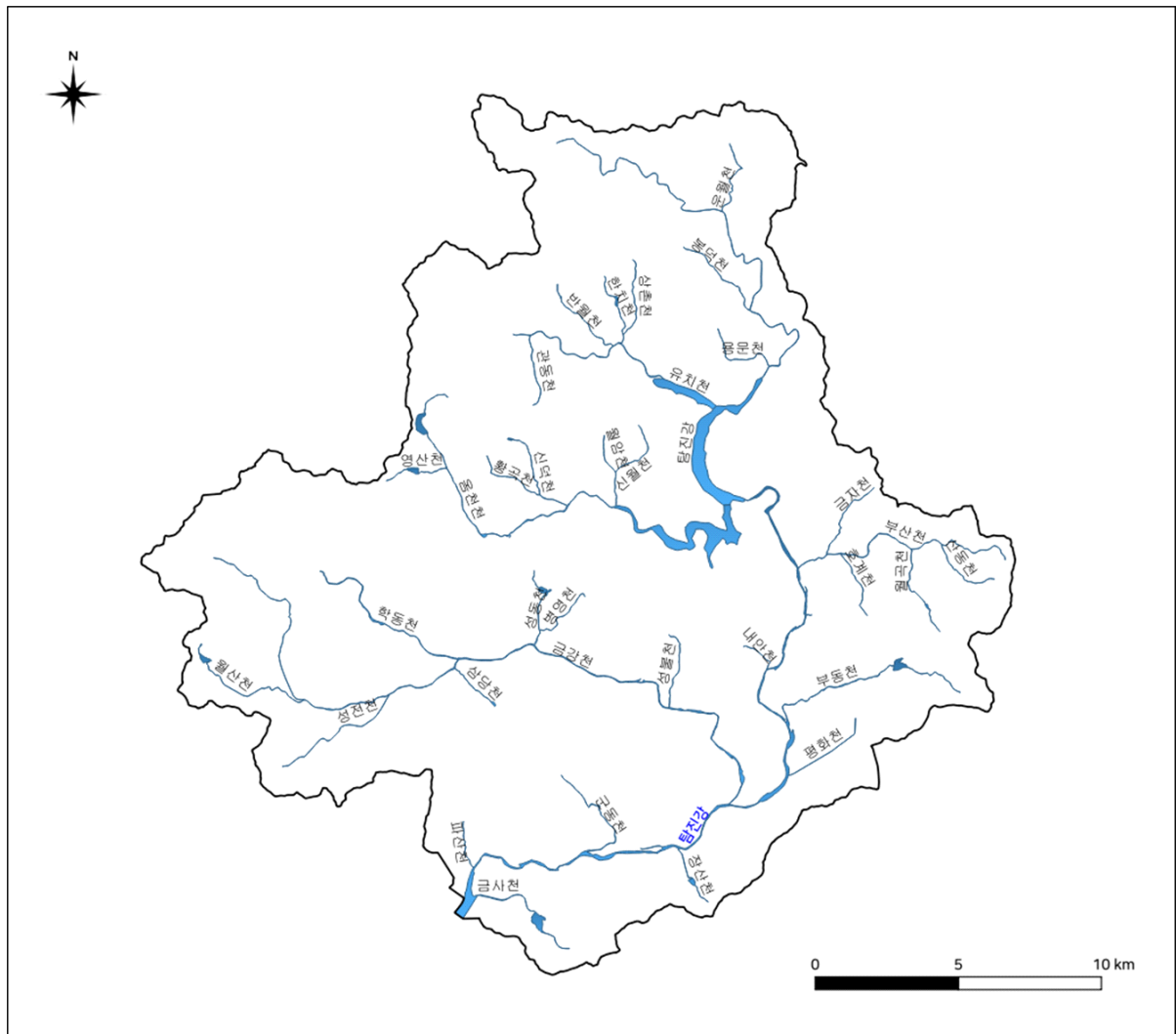
(3) 탐진강

- 탐진강 중권역의 경우, 국가하천은 1개소(탐진강)이 있으며, 지방하천은 35개소가 있는 것으로 조사됨

<표 2.13> 탐진강 중권역 주요하천 현황

연장(km)	하천구분(개수)			주요 하천
	국가	지방	계	
203.43	1	35	36	국가: 탐진강 지방: 탐진강, 윤월천, 봉덕천, 용문천, 유치천, 관동천, 반월천, 한치천, 상촌천, 음천천, 영산천, 신덕천, 황곡천, 신월천, 월암천, 부산천, 산동천, 월곡천, 호계천, 금자천, 내안천, 부동천, 평화천, 금강천, 월산천, 성전천, 삼당천, 학동천, 병영천, 성동천, 성불천, 장산천, 군동천, 파산천, 금사천

출처: 「한국하천일람」 (환경부, 2020)



<그림 2.11> 탐진강 중권역 하천도

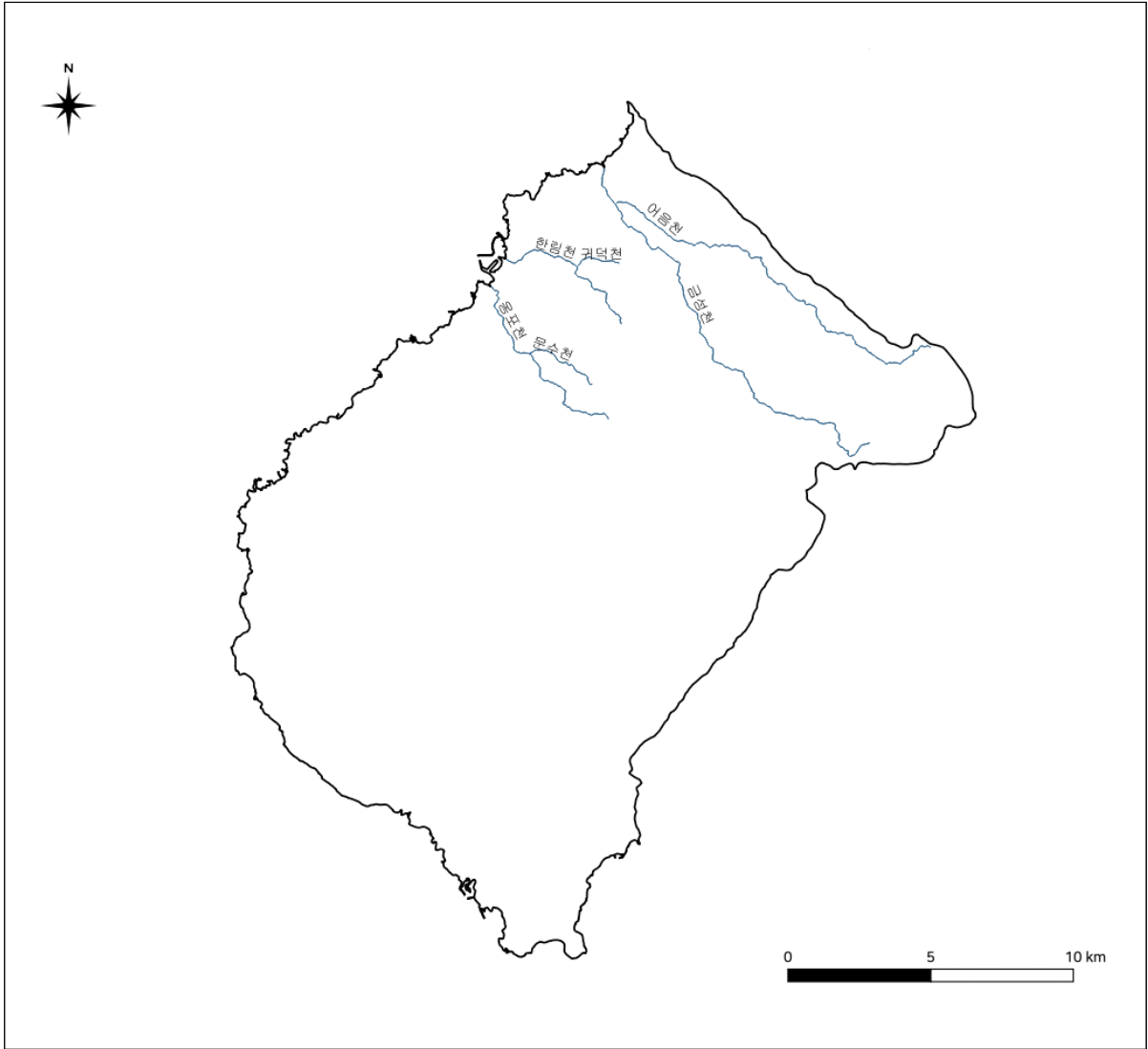
(4) 제주서해

- 제주서해 중권역의 경우, 국가하천은 없으며, 지방하천은 6개소가 있는 것으로 조사됨

<표 2.14> 제주서해 중권역 주요하천 현황

연장(km)	하천구분(개수)			주요 하천
	국가	지방	계	
54.98	-	6	6	국가: - 지방: 금성천, 어음천, 한림천, 귀덕천, 옹포천, 문수천

출처: 『한국하천일람』 (환경부, 2020)



<그림 2.12> 제주서해 중권역 하천도

나. 하천 현황

- 최근 5개년(2015년~2019년)간의 조사된 유황분석 결과에 따르면 3개 중권역(요천, 지석천, 탐진강)의 평·저수기 유량은 가뭄으로 인한 2017년에 가장 낮은 것으로 조사됨
- 제주서해의 경우 5개년(2011년~2015년)간의 유황자료를 살펴보면, 평수기 유량은 2013년, 저수기 유량은 2011년에 가장 낮은 것으로 조사됨

<표 2.15> 중권역별 유황 현황

년도		평균	2019년	2018년	2017년	2016년	2015년
요천	풍수량(m^3/s)	8.43	6.75	8.87	4.95	8.59	5.56
	평수량(m^3/s)	3.09	2.36	2.63	1.71	3.18	2.89
	저수량(m^3/s)	1.37	1.22	1.26	0.70	1.52	1.64
	갈수량(m^3/s)	0.46	0.38	0.22	0.26	0.57	0.81
지석천	풍수량(m^3/s)	10.55	7.69	10.09	4.28	13.57	8.97
	평수량(m^3/s)	3.97	3.51	3.71	2.22	4.70	4.30
	저수량(m^3/s)	2.36	2.32	2.56	1.58	3.35	3.00
	갈수량(m^3/s)	1.15	1.44	1.08	0.82	2.05	2.20
탐진강	풍수량(m^3/s)	8.81	8.33	8.83	3.25	13.78	7.26
	평수량(m^3/s)	3.22	3.31	3.14	1.81	4.05	3.27
	저수량(m^3/s)	1.90	1.85	2.00	1.28	2.69	2.36
	갈수량(m^3/s)	0.90	1.02	0.78	0.64	1.81	1.87
		평균	2015년	2014년	2013년	2012년	2011년
제주서해	풍수량(m^3/s)	10.39	12.52	9.81	5.03	12.06	6.71
	평수량(m^3/s)	5.96	7.70	5.82	3.34	6.74	3.61
	저수량(m^3/s)	3.70	5.49	3.74	2.12	4.55	1.87
	갈수량(m^3/s)	1.76	2.12	1.23	1.11	1.90	1.00

출처: 「국가수자원관리종합정보시스템」 (<http://www.wamis.go.kr>)

3. 물이용시설 현황

가. 댐

- 탐진강 중권역에 다목적댐 1개소(장흥댐) 위치하고 있는 것으로 조사됨

<표 2.16> 중권역 내 다목적댐 운영사항 및 시설 제원

구분		장흥댐
중권역		탐진강(5101)
하천		탐진강
위치		전라남도 장흥군 부산면 지천리
유역면적(km ²)		193.0
제체길이(m)		403.0
제체높이(m)		53.0
수위 (m)	계획홍수위	82.8
	상시만수위	82.0
	저수위	55.0
	홍수기 제한수위	79.0
총저수량(백만m ³)		191.0
유효저수량(백만m ³)		171.0
홍수조절용량(백만m ³)		8.0

출처: 「물정보포털」 (<http://water.or.kr>)

나. 저수지

- 요천 127개소, 지석천 177개소, 탐진강 99개소, 제주서해 5개소가 위치하고 있는 것으로 조사됨
- 중권역별 저수지 유효저수량은 각각 46,767ha, 137,282ha, 17,696ha, 900ha이며, 관개면적은 1,562ha, 4,795ha, 3,906ha, 72ha임

<표 2.17> 중권역별 저수지시설 현황 (2020년)

중권역	시설물수 (개소)	유역면적 (ha)	유효저수량 (천 m ³)	만수면적 (ha)	인가면적 (ha)	관개면적(ha)				관할기관	
						계	순관개 면적	관배수 면적	구역외 급수면적	지자체	농어촌 공사
합계	408	59,882	202,645	2,127	26,597	10,335	10,166	74	95	295	113
요천	127	13,406	46,767	376	4,976	1,562	1,540	-	22	93	34
지석천	177	34,363	137,282	1,374	17,316	4,795	4,778	-	17	121	56
탐진강	99	11,782	17,696	354	4,259	3,906	3,776	74	56	80	19
제주서해	5	331	900	23	46	72	72	-	-	1	4

출처: 「농업생산기반정비 통계연보」 (한국농어촌공사, 2020)

<표 2.18> 중권역별 저수지시설 상세현황

중권역	저수지명	한발빈도(년)	유역면적(ha)	유효저수량(천㎥)	관개면적(ha)	관할기관
요천	교동	5	198	64	16	지자체
	동화	10	5,880	31,348	0	농어촌공사
	장남	10	2,280	7,921	0	농어촌공사
	가장	1	3	3	3	지자체
	가정	1	18	5	4	지자체
	갈골	1	15	5	5	지자체
	강기	1	33	4	10	지자체
	고기	100	513	887	113	농어촌공사
	고산	1	10	2	4	지자체
	과리	1	46	7	4	지자체
	금곡	1	29	12	0	지자체
	낙덕	1	53	19	7	지자체
	내기	1	12	10	9	지자체
	내기2	1	30	7	3	지자체
	내동	1	28	9	0	지자체
	내탑	10	12	4	4	농어촌공사
	덕안	1	23	34	10	지자체
	동마	10	192	304	54	농어촌공사
	목동	10	15	2	4	농어촌공사
	무수	10	5	4	4	농어촌공사
	미동	1	13	7	6	지자체
	배덕1	1	10	2	1	지자체
	배덕2	1	23	9	5	지자체
	산수	1	18	7	10	지자체
	서동	10	54	6	8	농어촌공사
	소석	10	19	1	2	농어촌공사
	신곡	1	-	-	5	지자체
	신덕	10	23	4	3	농어촌공사
	악양	10	14	14	10	농어촌공사
	양가	3	237	112	25	지자체
	연화	10	88	12	7	농어촌공사
	오촌	1	3	4	8	지자체
	오치	1	3	3	2	지자체
	외동	1	15	8	0	지자체
	용궁1	3	48	18	7	지자체
	용궁2	1	110	105	20	지자체
	용치	1	10	5	3	지자체
	월석	1	12	2	6	지자체
	은송	1	6	16	2	지자체
	이곡	1	13	2	2	지자체
	이실	10	5	8	5	농어촌공사
	입촌1	1	50	11	8	지자체

중권역	저수지명	한발빈도(년)	유역면적(ha)	유효저수량(천㎥)	관개면적(ha)	관할기관
요천	입촌2	1	7	9	6	지자체
	장안	10	340	251	77	농어촌공사
	채곡	10	15	3	8	농어촌공사
	채동	10	17	4	5	농어촌공사
	초동	1	27	8	11	지자체
	침동	1	9	12	0	지자체
	태평	10	4	4	5	농어촌공사
	하갈	1	5	2	2	지자체
	호기	10	460	223	68	농어촌공사
	호촌	1	3	-	0	지자체
	후곡	1	13	6	3	지자체
	각궁	1	4	4	5	지자체
	감동	1	80	31	29	지자체
	감동	10	70	12	8	농어촌공사
	갑산	1	6	4	5	지자체
	개금(개금실)	10	17	6	2	농어촌공사
	개동	1	14	10	5	지자체
	검안	1	7	2	3	지자체
	고삭	10	9	25	3	농어촌공사
	구곡	1	3	2	2	지자체
	구사	10	8	95	6	농어촌공사
	군지	10	7	13	8	농어촌공사
	금강2	1	11	4	2	지자체
	금지	1	9	4	4	지자체
	금풍	10	1,090	4,181	460	농어촌공사
	길곡	1	11	11	2	지자체
	내기	1	7	9	3	지자체
	내사촌	10	8	5	8	농어촌공사
	내제	1	10	6	5	지자체
	노암3호	1	53	2	0	지자체
	노암4호	1	5	5	3	지자체
	노촌	1	13	10	8	지자체
	동내	1	6	2	3	지자체
	동지	1	17	8	7	지자체
	뒤뜰	10	5	4	6	농어촌공사
	마암	1	6	4	5	지자체
	매촌	1	7	8	5	지자체
	모사	1	19	9	6	지자체
	백곡	1	5	8	4	지자체
	백평	1	17	6	7	지자체
	분저운	1	48	10	11	지자체
	산곡	1	5	5	5	지자체
	상동	1	26	22	18	지자체

중권역	저수지명	한발빈도(년)	유역면적(ha)	유효저수량(천㎥)	관개면적(ha)	관할기관
요천	상정	1	32	19	4	지자체
	세전구	1	7	8	50	지자체
	손동	1	11	11	4	지자체
	수촌	1	3	8	3	지자체
	신계1	10	18	19	12	농어촌공사
	신계2	10	14	7	7	농어촌공사
	신촌	1	27	85	20	지자체
	심곡	1	16	7	6	지자체
	양가	1	6	3	2	지자체
	양치	1	11	4	3	지자체
	언이	1	10	4	5	지자체
	여월	1	11	11	6	지자체
	연산	1	16	16	7	지자체
	영촌	1	3	1	3	지자체
	옥금	1	12	6	4	지자체
	왈길	3	137	188	40	지자체
	왕정	1	10	8	0	지자체
	왕제	3	45	37	10	지자체
	운교신	1	80	80	16	지자체
	월촌1	1	4	3	3	지자체
	월촌2	3	4	10	2	지자체
	월촌3	1	4	1	2	지자체
	월촌4	1	5	2	3	지자체
	울치	1	10	6	5	지자체
	이언	1	14	21	9	지자체
	입석	10	11	3	5	농어촌공사
	장전	1	13	12	9	지자체
	장포	1	12	4	4	지자체
	정곡	1	8	7	6	지자체
	제천1	1	39	20	21	지자체
	제천2	1	5	3	4	지자체
	지사	1	23	3	5	지자체
	지사	1	6	3	5	지자체
	청용	1	12	7	8	지자체
	태동	1	4	2	2	지자체
	택촌1	10	7	6	2	농어촌공사
	택촌2	10	8	6	3	농어촌공사
	택촌3	10	7	3	3	농어촌공사
	한사2	10	24	46	11	농어촌공사
	후치	1	9	4	5	지자체
	휴암	10	26	13	9	농어촌공사
	흑송	1	10	4	9	지자체
지석천	강성	10	60	26	2	지자체

중권역	저수지명	한발빈도(년)	유역면적(ha)	유효저수량(천㎥)	관개면적(ha)	관할기관
지석천	구례	1	86	9	4	지자체
	금능	10	36	25	2	지자체
	대비	10	45	12	12	농어촌공사
	등용	10	532	414	200	농어촌공사
	매정	1	8	4	4	지자체
	목곡1	3	153	52	12	지자체
	목곡2	5	125	62	10	지자체
	백운	10	310	878	199	농어촌공사
	세청1	10	38	70	11	농어촌공사
	세청2	1	7	6	2	지자체
	신리	10	125	41	2	농어촌공사
	신석	10	115	60	13	농어촌공사
	쌍봉	1	135	35	6	지자체
	어리1	1	19	3	1	지자체
	어리2	1	102	6	1	지자체
	연화	1	134	20	15	지자체
	오류	1	20	4	2	지자체
	이만(청풍)	10	375	1,006	191	농어촌공사
	이양	1	48	20	4	지자체
	장치	10	1,885	5,485	222	농어촌공사
	증리	10	205	114	10	지자체
	차리	10	235	10	10	지자체
	청영	10	57	35	5	농어촌공사
	청용	10	228	496	79	농어촌공사
	초방	1	96	62	10	지자체
	품평	10	135	120	12	농어촌공사
	한지	1	51	18	4	지자체
	가동	10	347	254	103	농어촌공사
	가봉	10	71	18	7	지자체
	가암	1	61	41	6	지자체
	결우	1	47	11	2	지자체
	고시	10	1,134	2,427	243	농어촌공사
	고시	3	373	125	28	지자체
	광사	1	14	16	4	지자체
	구천	10	16	6	1	지자체
	금전	10	3,147	4,823	621	농어촌공사
	대신	1	91	85	14	지자체
	동가	10	71	10	1	지자체
	만수	5	62	22	7	지자체
	만인	1	50	27	4	지자체
	반곡	10	420	255	102	농어촌공사
	백암	1	36	43	5	지자체
	백암	10	14	20	11	농어촌공사

중권역	저수지명	한발빈도(년)	유역면적(ha)	유효저수량(천㎥)	관개면적(ha)	관할기관
지석천	부곡	1	23	11	6	지자체
	사동	10	66	48	7	지자체
	산간	1	75	36	6	지자체
	산간	10	61	21	28	농어촌공사
	석정	10	41	23	5	지자체
	양곡1	7	246	83	19	지자체
	양곡2	1	31	10	3	지자체
	오음	1	61	84	0	지자체
	외신	1	4	8	1	지자체
	용곡	1	59	30	5	지자체
	우봉	10	100	6	12	농어촌공사
	정동	1	32	20	3	지자체
	주암	1	115	30	9	지자체
	지동	1	118	55	9	지자체
	천덕	1	13	13	3	지자체
	화림	10	71	65	8	지자체
	감도	1	60	20	7	지자체
	경치	10	98	118	13	지자체
	광화	1	40	22	4	지자체
	교리	10	71	52	3	지자체
	구수	1	88	28	8	지자체
	농신	1	48	25	6	지자체
	대암	7	44	16	3	지자체
	동림	1	66	21	5	지자체
	마산	10	360	253	51	농어촌공사
	만연	1	264	680	7	지자체
	복림	3	19	24	1	지자체
	서성	10	1,787	2,501	343	농어촌공사
	세량	1	100	44	6	지자체
	신원	1	31	14	3	지자체
	쌍계	1	60	14	4	지자체
	앵남	3	27	31	6	지자체
	오곡	1	27	6	8	지자체
	오성	1	80	28	7	지자체
	용계	10	200	127	13	지자체
	우평	1	19	4	4	지자체
	운곡	1	70	18	7	지자체
	운농	1	130	27	20	지자체
	운산	1	78	30	19	지자체
	유천1	1	10	22	5	지자체
	유천2	1	100	18	4	지자체
	일심	1	38	24	3	지자체
	자포	1	44	35	13	지자체

중권역	저수지명	한발빈도(년)	유역면적(ha)	유효저수량(천㎥)	관개면적(ha)	관할기관
지석천	장동	1	82	55	12	지자체
	천동	1	7	14	2	지자체
	하만	10	105	38	7	지자체
	호동	1	23	12	3	지자체
	강정	3	630	357	54	농어촌공사
	권동	10	25	19	4	농어촌공사
	나주호	10	10,470	106,540	0	농어촌공사
	닭금	1	31	14	19	지자체
	대초	1	8	1	0	지자체
	덕동	10	19	21	25	농어촌공사
	덕동1	10	90	534	60	농어촌공사
	덕림	10	238	100	20	농어촌공사
	도암	10	444	1,854	169	농어촌공사
	도장	10	26	19	4	농어촌공사
	도천	10	84	70	42	농어촌공사
	등광	1	174	75	11	지자체
	방산	10	63	23	30	지자체
	벽지	10	195	153	25	농어촌공사
	봉동	1	22	15	3	지자체
	안성	10	150	112	35	농어촌공사
	옥동	10	63	22	10	농어촌공사
	왕정	10	140	298	40	지자체
	용강	10	193	40	31	농어촌공사
	우치	10	295	1,357	99	농어촌공사
	유천	1	57	26	12	지자체
	장암	10	70	13	14	농어촌공사
	정천1	10	52	16	13	농어촌공사
	정천2	10	9	3	2	농어촌공사
	해명산	10	28	6	7	농어촌공사
	행산	1	94	90	26	지자체
	호암	10	34	26	7	농어촌공사
	남석	10	131	63	21	농어촌공사
	노동	1	119	32	15	지자체
	대곡	3	42	10	8	지자체
	미곡	1	24	17	3	지자체
	반계	10	40	84	43	농어촌공사
	방축	10	45	1	5	농어촌공사
	방축	10	25	30	10	농어촌공사
	봉산	10	70	34	14	농어촌공사
	상남	10	45	19	14	농어촌공사
	성곡	10	182	147	9	지자체
	수청	10	62	59	9	지자체
	신덕	1	44	25	7	지자체

중권역	저수지명	한발빈도(년)	유역면적(ha)	유효저수량(천㎥)	관개면적(ha)	관할기관
지석천	쌍옥	1	61	36	6	지자체
	양정	10	40	10	3	지자체
	어전	10	48	4	5	농어촌공사
	오도	10	20	24	4	지자체
	오창	10	20	12	3	지자체
	원적	3	63	77	15	지자체
	원화	5	80	30	4	지자체
	월곡1	1	15	4	4	지자체
	월곡2	10	51	50	9	지자체
	정광	1	104	34	22	지자체
	죽림	1	82	9	4	지자체
	죽청	10	38	21	6	지자체
	평산	10	72	289	24	농어촌공사
	풍림	10	135	116	25	지자체
	호산	1	16	7	11	지자체
	광곡	1	20	21	15	지자체
	노대남	1	170	53	7	지자체
	노대북	1	8	9	2	지자체
	농막	1	100	40	20	지자체
	대골	10	27	239	61	농어촌공사
	덕남	1	57	20	12	지자체
	도동	1	43	33	15	지자체
	도촌1	10	57	60	20	지자체
	도촌2	1	63	50	20	지자체
	맹간	1	60	50	20	지자체
	사다리	10	20	13	5	농어촌공사
	산매화	10	30	12	4	농어촌공사
	산제	10	26	17	3	지자체
	산제	10	80	19	13	농어촌공사
	상신	1	30	40	15	지자체
	석정	1	30	30	30	지자체
	송림	10	393	635	242	농어촌공사
	수춘	1	37	21	20	지자체
	압춘	1	60	20	10	지자체
	옥곡	1	15	22	8	지자체
	원옥	10	31	7	7	농어촌공사
	이동	1	72	20	17	지자체
	이장	1	20	30	18	지자체
	제성	10	42	27	20	농어촌공사
	지동	1	25	30	15	지자체
	진월	1	120	30	5	지자체
	칠석1	1	80	90	10	지자체
	칠석2	10	80	17	5	농어촌공사

중권역	저수지명	한발빈도(년)	유역면적(ha)	유효저수량(천㎥)	관개면적(ha)	관할기관
지석천	칠석3	1	30	64	10	지자체
	향등	1	278	180	70	지자체
	화장	1	40	30	15	지자체
	화지	10	230	165	80	농어촌공사
탐진강	금곡	1	105	10	10	지자체
	금곡2	1	68	167	30	지자체
	동막	1	60	40	19	지자체
	동적	1	35	17	20	지자체
	마정	10	85	7	20	지자체
	밤제	1	110	7	6	지자체
	사동	10	75	18	30	지자체
	상촌	1	107	31	16	지자체
	연봉	1	35	20	15	지자체
	영산	10	124	448	121	농어촌공사
	월곡	10	540	2,238	341	농어촌공사
	정동	1	50	25	20	지자체
	조양	10	463	694	64	지자체
	좌척	1	18	15	9	지자체
	죽림	1	50	21	20	지자체
	화신	1	34	15	20	지자체
	황곡	1	73	32	24	지자체
	거동	1	43	9	18	지자체
	금산	10	645	1,160	177	농어촌공사
	금장	3	31	5	3	지자체
	내동	1	196	1	4	지자체
	덕제	1	126	82	20	지자체
	빈치	1	42	15	11	지자체
	사곡	1	91	17	14	지자체
	석동	1	79	29	11	지자체
	양촌	1	42	24	21	지자체
	역기	1	63	81	51	지자체
	연산	1	63	49	24	지자체
	용반	1	42	21	14	지자체
	우목	1	37	35	21	지자체
	월만	1	21	8	15	지자체
	이곡	1	118	38	19	지자체
	축내	10	53	13	9	농어촌공사
	평화	10	65	107	28	지자체
	효자	1	12	7	4	지자체
	갈동	1	153	17	30	지자체
	거목	1	35	17	15	지자체
	관서	3	30	15	13	지자체
	교동	1	66	52	30	지자체

중권역	저수지명	한발빈도(년)	유역면적(ha)	유효저수량(천㎥)	관개면적(ha)	관할기관
탐진강	금당	1	51	32	15	지자체
	금당2	3	34	32	11	지자체
	도룡	1	83	258	34	지자체
	도림1	1	7	16	9	지자체
	도림2	3	14	9	6	지자체
	돌치	3	189	37	10	농어촌공사
	메주골	1	22	11	9	지자체
	명동	1	83	11	37	지자체
	명산	3	78	53	32	지자체
	모작골	1	45	4	20	지자체
	부와	1	22	20	25	지자체
	부흥	1	38	15	30	지자체
	삭둔	1	50	29	20	지자체
	삼당	1	82	35	30	지자체
	삼치	3	63	31	7	농어촌공사
	상고	1	12	10	6	지자체
	상림	1	130	25	40	지자체
	성산	1	66	12	22	지자체
	성전	10	468	1,883	158	농어촌공사
	송월	10	150	384	52	농어촌공사
	송학	1	62	18	20	지자체
	수암1	1	21	23	20	지자체
	수암2	1	12	2	5	지자체
	수암3	1	42	10	19	지자체
	수암4	1	12	2	5	지자체
	안운	1	85	51	26	지자체
	용동	3	143	146	51	농어촌공사
	월남	10	1,063	2,225	452	농어촌공사
	월남	1	234	16	20	지자체
	월송	1	58	26	15	지자체
	월평	10	146	653	70	농어촌공사
	월하골	1	84	14	37	지자체
	작천	10	196	544	94	농어촌공사
	장등	1	24	17	10	지자체
	제전	1	37	4	10	지자체
	중고	3	174	100	16	농어촌공사
	척동	1	152	82	40	지자체
	토마제	1	62	63	30	지자체
	평학	1	52	22	23	지자체
	하고	3	263	50	15	농어촌공사
	학동	10	62	150	31	지자체
	학동	10	400	856	83	농어촌공사
	학사	1	82	51	40	지자체

중권역	저수지명	한발빈도(년)	유역면적(ha)	유효저수량(천㎥)	관개면적(ha)	관할기관
탐진강	한림	1	20	15	10	지자체
	흙골	10	282	401	59	지자체
	금곡	3	130	238	45	지자체
	금사	5	552	691	165	농어촌공사
	달영	3	75	19	18	지자체
	덕천	10	164	438	74	농어촌공사
	동동	1	16	2	2	지자체
	라천	1	94	71	40	지자체
	묘암	1	128	71	47	지자체
	삼화	1	51	5	5	지자체
	생동	3	32	7	20	지자체
	쌍덕	1	41	18	20	지자체
	장산	10	173	939	123	농어촌공사
	장산	3	163	303	49	지자체
	파산	1	110	342	50	지자체
	호계	1	62	46	10	지자체
	화산	3	450	451	129	농어촌공사
제주서해	두모	10	2	5	2	지자체
	용수	10	329	253	70	농어촌공사
	동명	10	-	6	0	농어촌공사
	상대	10	-	500	0	농어촌공사
	지향	10	-	136	0	농어촌공사

출처: 「농업생산기반정비 통계연보」(한국농어촌공사, 2020)

* 저수지 : 농어촌용수를 확보할 목적으로 하천, 하천구역 또는 연안구역 등에 물을 가두어 두거나 관리하기 위한 시설로 홍수위 이하의 수면 및 토지

다. 지하수

○ 지하수 함양량

- 중권역별 지하수 함양량은 요천 102,775.4천㎥/년, 지석천 115,085.7천㎥/년, 탐진강 100,262.0천㎥/년, 제주서해 174,437.1천㎥/년으로 조사됨

<표 2.19> 중권역별 지하수 함양량 및 개발가능량 (2017년)

중권역	함양률(%)	함양량(천㎥/년)	개발가능량(천㎥/년)	개발가능량/함양량(%)
요천	15.7	102,775.4	67,637.9	65.8
지석천	12.7	115,085.7	76,755.3	66.7
탐진강	14.2	100,262.0	67,649.2	67.5
제주서해	44.5	174,437.1	76,019.6	43.6

출처: 「지하수관리기본계획 수정계획」(2017~2026), 제주도는 면적비 적용

* 개발가능량 : 지하수의 함양과 유출이 평형을 이루는 상태에서 지속적으로 개발,이용 가능한 지하수함양량

○ 지하수 시설 현황

- 요천 중권역의 지하수 시설은 26,274개(농업용 64%, 생활용 36%), 지석천 중권역의 지하수 시설은 5,590개(농업용 45%, 생활용 54%, 공업용 1%), 탐진강 중권역의 지하수 시설은 6,033개(농업용 75%, 생활용 25%), 제주서해 중권역의 지하수 시설은 536개(농업용 72%, 생활용 26%, 공업용 2%)로 조사됨

<표 2.20> 중권역별 지하수 시설 및 이용 현황 (2019년)

중권역	계		생활용		공업용		농업용		기타	
	개소수 (공)	이용량 (㎥/년)	개소수 (공)	이용량 (㎥/년)	개소수 (공)	이용량 (㎥/년)	개소수 (공)	이용량 (㎥/년)	개소수 (공)	이용량 (㎥/년)
요천	26,274	21,113,022	9,337	5,100,620	53	715,672	16,884	15,296,712	0	18
지석천	5,590	10,935,258	3,013	5,575,778	36	833,363	2,537	4,483,879	4	42,238
탐진강	6,033	13,310,627	1,491	3,820,316	19	241,055	4,518	9,236,514	5	12,742
제주서해	536	24,351,395	139	14,265,378	13	205,511	383	9,805,061	1	75,445

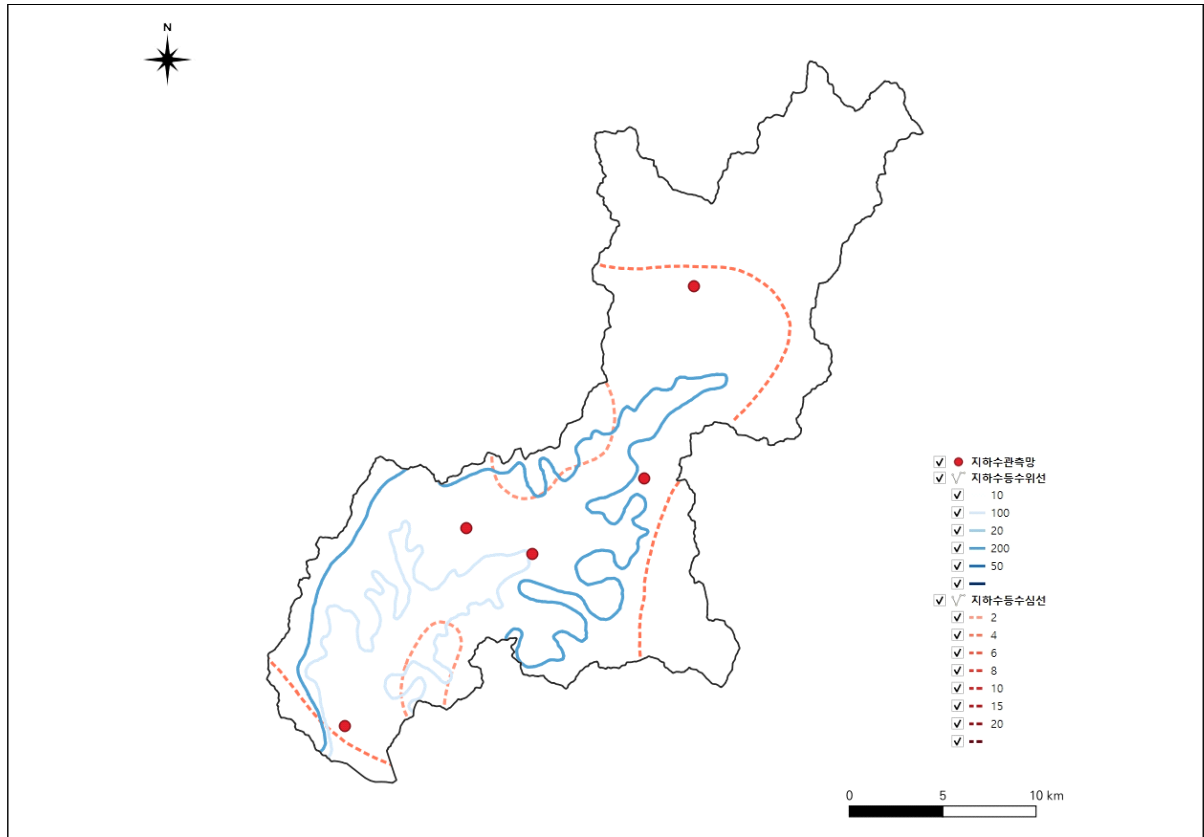
출처: 「국가수자원관리종합정보시스템」 (<http://www.wamis.go.kr>)

<표 2.21> 중권역별 지하수 평균수위 및 심도 현황 (2020년)

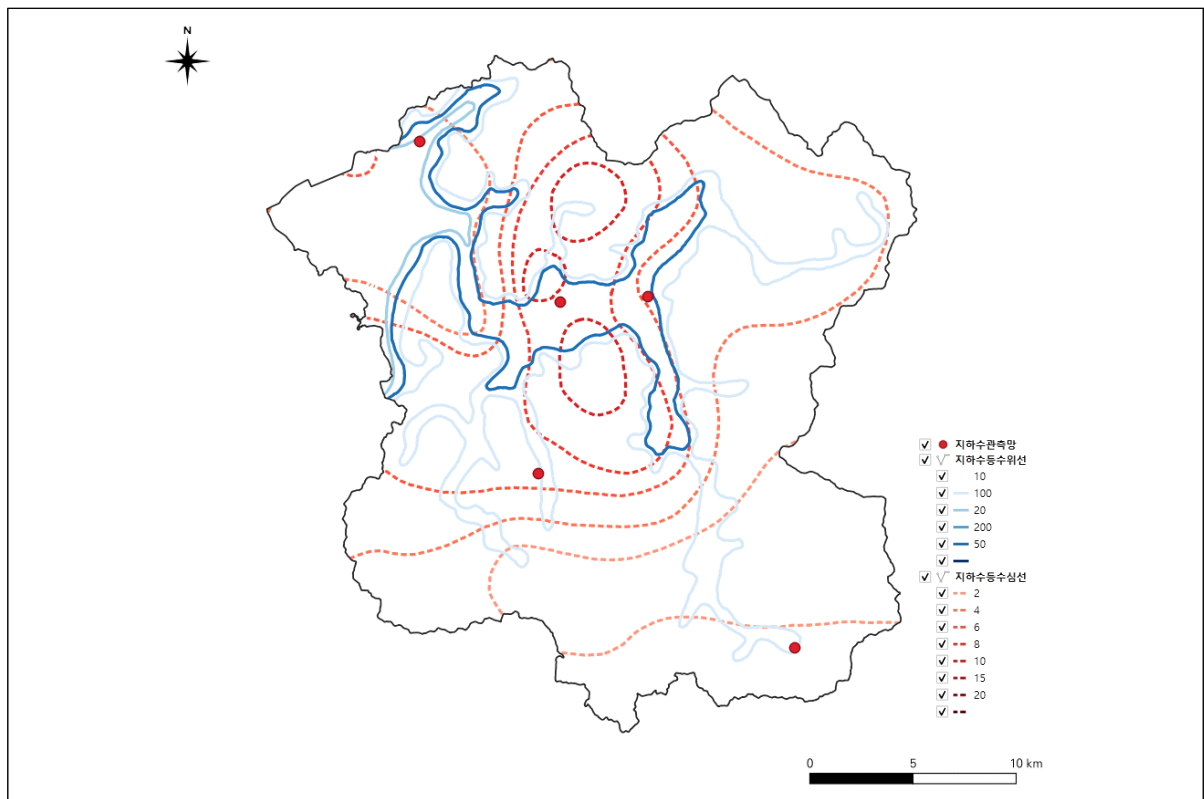
중권역	관측소명	구분	평균수위(EL.m)	표고(EL.m)	평균심도(m)
요천	곡성곡성	암반	95.57	101.06	5.49
	남원도통	충적	105.64	108.29	2.65
	남원도통	암반	105.70	108.33	2.63
	남원사매	암반	132.99	137.76	4.77
	남원산내	암반	329.59	339.90	10.31
	남원산내	충적	334.25	339.90	5.65
	남원이백	암반	210.80	211.99	1.19
	남원택내	암반	58.07	60.66	2.59
	남원택내	충적	58.14	60.66	2.52
	순창현포	충적	87.26	90.97	3.71
	순창현포	암반	87.26	90.98	3.72
	장수번암	암반	307.31	312.36	5.05
	장수산서	암반	145.41	147.40	1.99
	장수산서	충적	145.40	147.38	1.98
	장수장수	암반	412.10	416.62	4.52
	장수장수	충적	412.07	416.62	4.55
	함양서상	암반	735.28	735.59	0.31

중권역	관측소명	구분	평균수위(EL.m)	표고(EL.m)	평균심도(m)
지석천	나주봉황	암반	15.44	20.20	4.76
	나주봉황	충적	15.40	20.18	4.78
	화순남면	암반	110.95	113.14	2.19
	화순능주	암반	40.36	42.77	2.41
	화순능주	충적	40.59	42.80	2.21
	화순독상	충적	125.71	128.83	3.12
	화순독상	암반	125.86	128.92	3.06
	화순이양	암반	92.56	96.31	3.75
	화순이양	충적	92.59	96.32	3.73
	화순천암	암반	29.90	32.95	3.05
	화순천암	충적	29.92	32.95	3.03
탐진강	강진남성	충적	5.15	12.00	6.85
	강진남성	암반	5.14	12.00	6.86
	강진성남	암반	37.27	39.00	1.73
	강진성남	충적	37.36	39.00	1.64
	강진성전	암반	52.45	54.88	2.43
	강진성전	충적	52.49	54.90	2.41
	강진옴천	암반	101.87	103.62	1.75
	강진칠량	충적	5.95	8.93	2.98
	강진칠량	암반	5.55	8.96	3.41
	나주봉황	암반	15.44	20.20	4.76
	나주봉황	충적	15.40	20.18	4.78
	영암금계	충적	13.29	18.85	5.56
	영암금계	암반	13.18	18.83	5.65
	영암영암	충적	3.01	8.38	5.37
	영암영암	암반	3.11	8.38	5.27
	영암학산	암반	30.43	33.23	2.80
	영암회문	암반	16.58	23.24	6.66
	영암회문	충적	16.58	23.25	6.67
	장흥장흥	암반	20.34	23.98	3.64
	장흥장흥	충적	20.24	23.98	3.74
제주서해	제주한경	암반	56.50	139.81	83.31

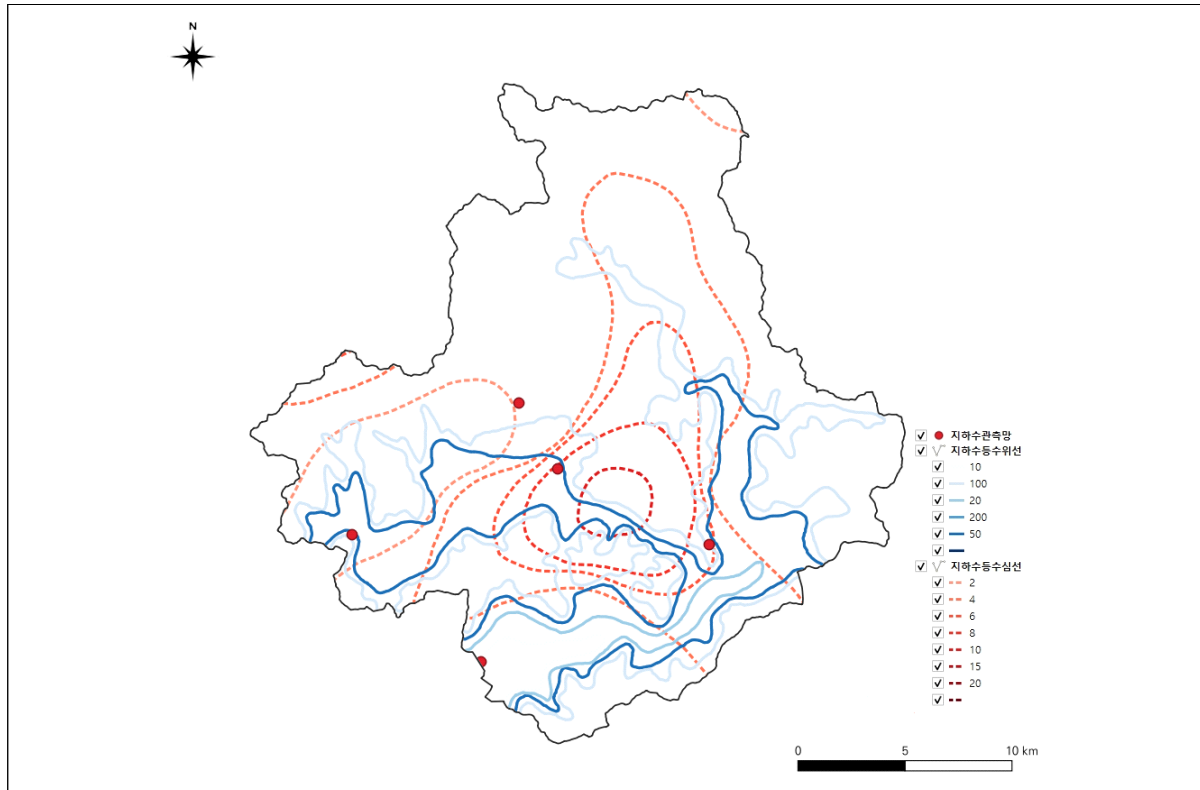
출처: 「국가지하수정보센터」 (<https://www.gims.go.kr/>)



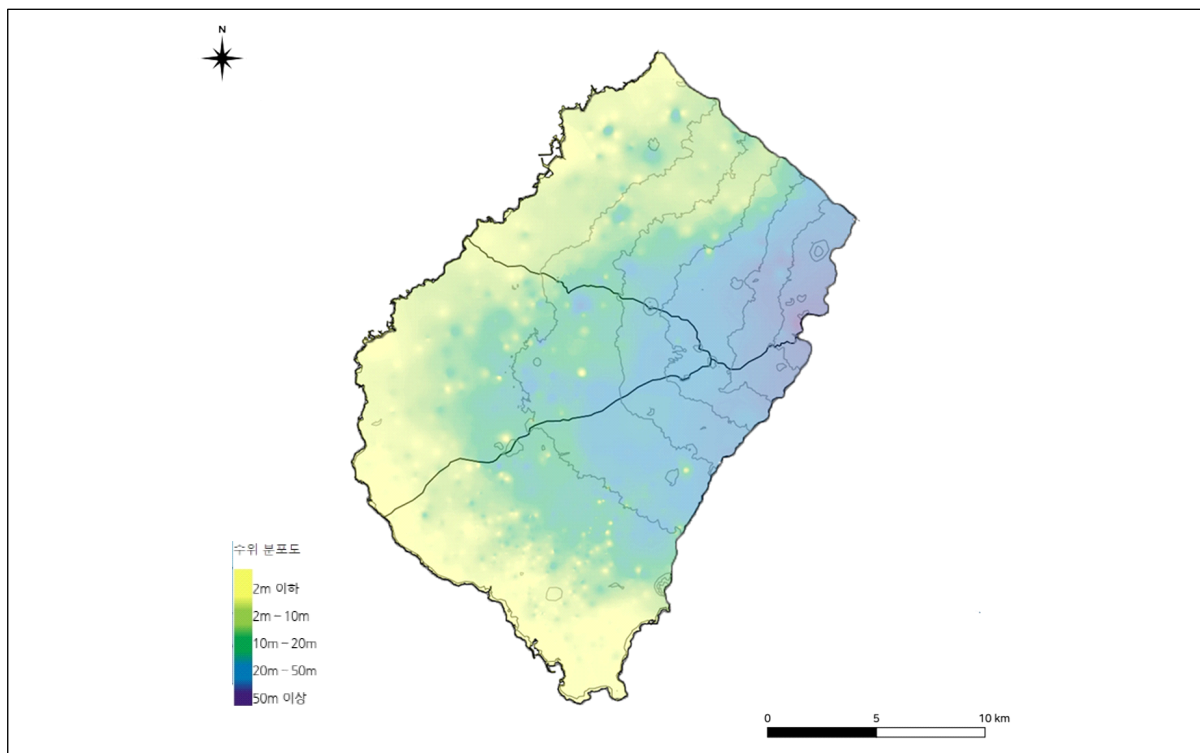
<그림 2.13> 요천 지하수위 분포도



<그림 2.14> 지석천 지하수위 분포도



<그림 2.15> 탐진강 지하수위 분포도



<그림 2.16> 제주서해 지하수위 분포도

출처: 「국가지하수정보센터」 (<https://www.gims.go.kr/>), 「제주도수문지질통합정보시스템」 (<http://www.jejuwater.or.kr/>)

* 제주서해의 경우 국가지하수정보센터에서 제공하는 분포도에 포함되지 않아 제주도수문지질통합정보시스템 자료 인용

라. 수도시설

- 수도시설은 댐, 저수지, 하천, 지하수 등을 취수원으로 하는 광역상수도, 공업용수도 및 지방상수도 등이 있음
- 중권역별 주요 취수시설로 요천-동화댐취수장, 지석천-청풍이양취수장, 탐진강-장흥댐, 제주서해-웅포수원이 있음

<표 2.22> 중권역별 취수시설 운영현황 (2020년)

중권역	관할기관	취수장명	준공 년도	시설용량 (㎥/일)	취수지점 수원명	후시설-정수장	취수실적 (㎥/일)
요천	전라북도 남원시	월락취수장	1975	21,000	요천	월락정수장	15,082
	K-water	동화댐취수장	1999	52,000	동화댐		30,863
지석천	전라남도 화순군	청풍이양취수장	2000	2,200	지하수	청풍이양정수장	1,487
	전라남도 화순군	춘양취수장	2003	2,200	지하수	춘양정수장	806
탐진강	전라남도 강진군	강진취수장	1987	8,500	탐진강	강진정수장	4,580
	전라남도 강진군	병영취수장	1996	1,000	흙골제	병영정수장	445
	K-water	장흥댐	2006	200,000	장흥댐		145,728
제주 서해	제주특별자치도	서광광역수원	2007	19,450	서광수원지	서광정수장	12,504
	제주특별자치도	금악광역수원	2007	9,280	금악	금악정수장	6,030
	제주특별자치도	납읍광역수원	2008	10,800	지하수	유수암정수장	8,831
	제주특별자치도	어음광역수원	2007	7,200	지하수	유수암정수장	6,963
	제주특별자치도	웅포수원	1995	20,000	동명수원지 (용천수)	한림정수장	9,248
	제주특별자치도	저지광역수원	2007	19,450	저지수원지	서광정수장	17,459

출처: 「2021년 가물기초조사」 (K-water, 2021)

- 중권역별 주요 정수시설로 요천-동화정수장, 지석천-덕남정수장, 탐진강-덕정정수장, 제주서해-서광정수장이 있음

<표 2.23> 중권역별 정수시설 운영현황 (2020년)

중권역	관할기관	정수장명	준공년도	시설용량 (㎥/일)	전시설-취수장	정수실적 (㎥/일)
요천	전라북도 남원시	월락정수장	1975	15,000	월락취수장	14,355
	K-water	동화정수장	2002	52,000	동화댐취수장	11,695
지석천	광주광역시	덕남정수장	1994	440,000	주암취수장	209,789
	전라남도 화순군	청풍이양정수장	2000	2,000	청풍이양취수장	1,455
	전라남도 화순군	춘양정수장	2003	2,000	춘양취수장	634
	K-water	화순정수장(광역)	1998	100,000	주암취수장	37,836
탐진강	전라남도 강진군	강진정수장	1968	4,900	강진취수장	4,331
	전라남도 강진군	병영정수장	1996	660	병영취수장	397

중권역	관할기관	정수장명	준공년도	시설용량 (㎥/일)	전시설-취수장	정수실적 (㎥/일)
	K-water	덕정정수장	2005	200,000	장흥댐취수장	32,173
제주서해	제주특별자치도	금악정수장	2006	7,500	금악광역수원	5,209
	제주특별자치도	서광정수장	2006	32,500	서광광역수원	31,509
	제주특별자치도	한림정수장	1997	10,000	용포수원	5,711

출처: 「2021년 가뭄기초조사」 (K-water, 2021)

마. 양수장

- 중권역별 양수장 현황은 요천 38개소, 지석천 55개소, 탐진강 33개소, 제주서해 4개소인 것으로 조사됨

<표 2.24> 중권역별 양수장 현황 (2019년)

중권역	시설물수 (개소)	유역면적 (ha)	원동기대수 (대)	최대양수량 (CMS)	인가면적 (ha)	관개면적 (ha)
요천	38	58,436	20	2	1,241	932
지석천	55	168,541	59	12	1,880	1,618
탐진강	33	6,053	20	3,208	710	710
제주서해	4	-	1	2	51	3

출처: 「국가수자원관리종합정보시스템」 (<http://www.wamis.go.kr>)

바. 저류(재이용) 시설

- 중권역별 하수재이용 시설은 요천 1개소, 지석천 3개소, 탐진강 2개소, 제주서해 2개소인 것으로 조사됨

<표 2.25> 중권역별 하수재이용 현황 (2020년)

중권역	시설명	하수처리 시설용량 (㎥/일)	연간 하수처리량 (천톤/년)	하수처리수 재이용현황 (천톤/년)	처리수 재이용률(%)
요천	남원	50,000	14,411	3,148	21.8
지석천	산포	4,500	1,189	15	1.2
	화순읍	19,000	6,817	192	2.8
	도곡온천	6,000	960	1	0.1
탐진강	성전	600	116	0	0.0
	장흥	4,400	1,419	14	1.0
제주서해	대정	21,000	4,272	1	0.0
	서부	24,000	9,271	247	2.7

출처: 「하수도통계」 (환경부, 2020)

- 중권역별 빗물재이용 시설은 요천 19개소, 지석천 8개소, 제주서해 14개소인 것으로 조사됨

<표 2.26> 중권역별 빗물재이용 현황 (2020년)

중권역	시설명	집수면	시설용량(㎡/일)	연간이용량(㎡/년)	연간운영비 (백만원/년)
요천	환경사업소	지붕	2	8	0.3
	춘향골체육관	지붕	20	20	0.5
	최남윤	지붕	2	2	0.3
	차마실	지붕	2	4	0.3
	진경호	지붕	2	4	0.3
	주천면사무소	지붕	2	4	0.3
	이화어린이집	지붕	2	4	0.3
요천	이형식(농가)	지붕	3	6	0.3
	이중채	지붕	2	4	0.3
	이그린아파트(이영길)	지붕	2	4	0.3
	이규용	지붕	2	4	0.3
	이강선	지붕	2	4	0.3
	월락초등학교유치원	지붕	2	4	0.3
	성원고등학교	지붕	2	4	0.3
	성원고(기숙사)	지붕	2	4	0.3
	김병훈	지붕	2	4	0.3
	남원용성고등학교	지붕	2	4	0.3
	딩동댕어린이집	지붕	2	4	0.3
	김남윤	지붕	2	4	0.3
	진남중학교	지붕면	30	6	1.0
	임암동 중흥s클래스	지붕면	264	0	4.0
지석천	임암동 시티프라디움	건축면	806	80	6.0
	송원대학교(청솔관)	지붕면	150	0	2.0
	국제테니스장	지붕면	90	780	3.0
	한국방송통신전파진흥원장	지붕면	175	0	0.0
	한전kps(주)	지붕면	356	58	0.2
	전라남도교육감	지붕면	440	2,836	0.1
	타미우스CC	연못	70,000	452,437	1.0
제주서해	소방안전체험관	지붕	150	133	1.0
	라온cc	연못	106,000	179,372	1.0
	블랙스톤cc	연못	177,000	233,250	1.0
	아덴힐cc	연못	254,000	145,415	1.0
	에버리스CC	연못	146,000	184,000	1.0
	엘리시안cc	연못	236,000	456,443	1.0
	제주신화월드호텔	지붕	1,631	3,548	1.0
	캐슬렉스cc	연못	123,000	49,371	1.0
	한신희플러스아파트	지붕	996	26	1.0
	해동그린앤골드아파트	지붕	584	348	1.0
	삼성G에듀아파트	지붕	1,554	340	1.0
	꿈에그린1차아파트	지붕	863	269	1.0
	꿈에그린 2차아파트	지붕	670	121	1.0

출처: 「하수도통계」 (환경부, 2020)

4. 치수시설 현황

가. 댐

- 대상 중권역 중 홍수조절능력(하천의 홍수를 저류 또는 지체시켜 하류 홍수량을 경감)이 있는 댐 시설물로는 1개소가 있음

* 탐진강 이외 중권역에 위치한 농업용 댐의 경우 홍수조절능력이 없음

<표 2.27> 중권역별 댐 현황

중권역	댐명	용도	유역면적(k㎡)	홍수조절용량 (백만㎥)	유효저수용량 (백만㎥)	관할기관	준공년도
탐진강	장흥댐	다목적	193.0	8.0	171.0	K-water	2007

출처: 「물정보포털」 (<http://water.or.kr>)

나. 내수배제시설

- 내수배제시설을 조사한 결과 총 9개소가 있으며, 시설 현황은 <표 2.28>과 같음

<표 2.28> 중권역별 내수배제시설 현황

구분	시설명	하천명	하천등급	좌우안	구조형식 (HP×구경(mm)×대)	유수지용량 (㎥)	수혜면적 (k㎡)	양수량 (㎥/분)
요천	세전	섬진강	국가	좌	125x800x2	-	13.4	162
	귀석	섬진강	국가	좌	150x1000x4	-	1.7	450
지석천	평산	지석천	국가	좌	250x900x4	294,816	1.1	360
	남평	지석천	국가	좌	350x3	9,800	1.0	550
	신가	지석천	국가	좌	200x1000x4	-	0.6	480
	산포1	지석천	국가	좌	150x850x2	8,943	1.2	-
	산포2	지석천	국가	좌	40x400x2	9,029	0.2	-
	덕례	지석천	국가	좌	250x800x3	15,371	-	240
	산포1	지석천	국가	좌	750*7	22,000	-	2,202

출처: 「국가수자원관리종합정보시스템」 (<http://www.wamis.go.kr>)

다. 저류지

- 중권역별 저류지는 중권역별로 요천 1개소, 지석천 4개소, 탐진강 2개소로 조사됨

<표 2.29> 중권역별 저류지 계획 현황

유역구분	저류지명	저류면적 (백㎡)	저류용량 (백㎥)	사업비 (백만원)	출처
요천	척동	35	649	7,619	섬진강유역종합치수계획(2008)
지석천	지석	158	3,680	121,700	영산강유역종합계획(2008)
	지석2	48	-	253	천변저류지를 활용한 생태호수공원 조성계획
	지석1	62	524	27,810	영산강유역종합계획(2008)
	지석2	68	1,054	28,750	영산강유역종합계획(2008)
탐진강	나천	655	26	-	기존유역조사
	용반	1,268	51	-	기존유역조사

출처 : 「국가수자원관리종합정보시스템」 (<http://www.wamis.go.kr>)

* (강변)저류지 : 제방 일부 구간에 시설물(월류언, 보 등)을 설치하고, 계획홍수량을 초과 시 유량을 일시 저류함으로써 하천 홍수량을 저감

라. 제방

- 중권역별 제방은 중권역별로 요천 95개소, 지석천 116개소, 탐진강 63개소로 조사됨

<표 2.30> 중권역별 제방 현황

중권역	국가하천		지방하천	
	개소수	연장(km)	개소수	연장(km)
요천	17	33.4	78	52.4
지석천	20	36.2	96	80.7
탐진강	30	44.4	33	19.4
제주서해	-	-	-	-

출처 : 「국가수자원관리종합정보시스템」 (<http://www.wamis.go.kr>)

5. 용수이용 현황

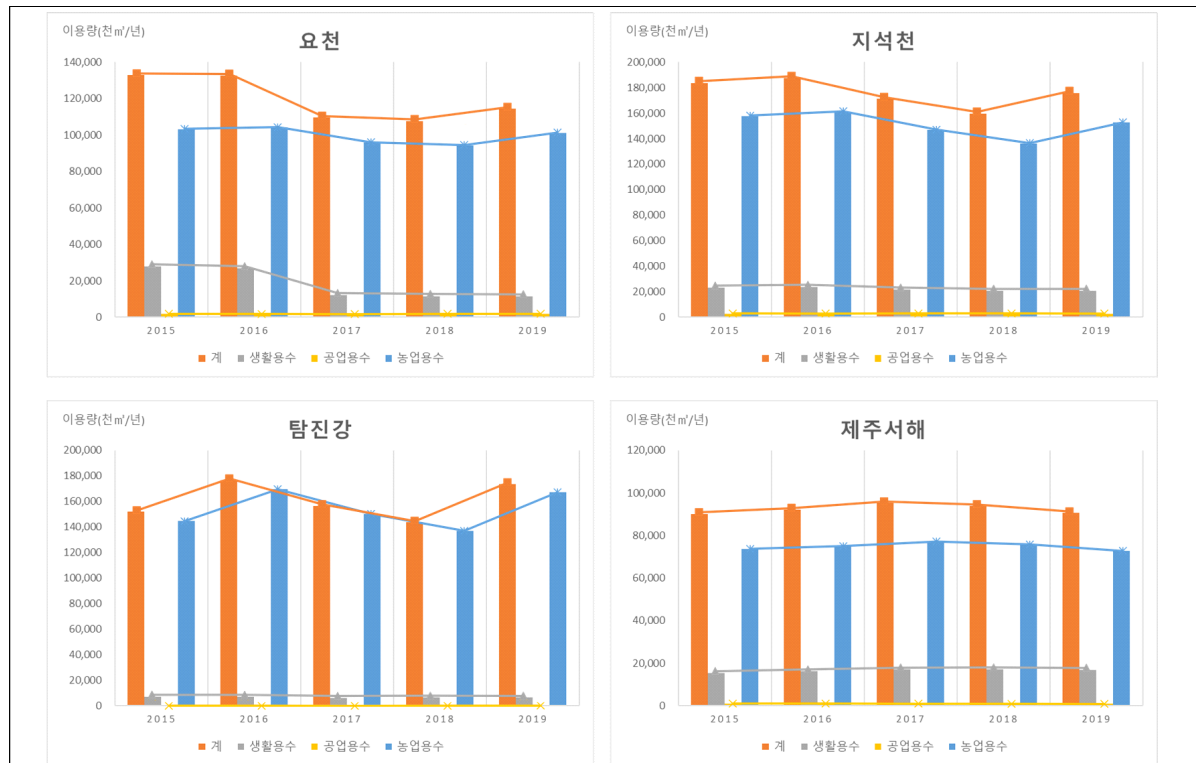
가. 중권역별 용수 이용현황

- 연구 대상 중권역별 생활용수 이용량은 2015년과 비교하여 제주서해를 제외하고 감소하였고, 농업용수는 제주서해 중권역은 일정한 수준을 유지하고 있으나, 나머지 중권역은 2018년 가장 적은 이용량을 보이고 2019년 증가하였음
- 공업용수의 경우 연도별 큰 차이를 보이고 있지 않음

<표 2.31> 중권역별 평균 용수이용량 현황 (2015년~2019년, 유효수량 포함)

중권역	년도	연평균 용수이용량 현황 (천㎥/년)			
		계	생활용수	공업용수	농업용수
요천	평균	119,345	17,905	1,747	99,693
	2019	114,309	11,372	1,784	101,153
	2018	107,641	11,559	1,807	94,275
	2017	109,490	12,043	1,656	95,791
	2016	132,530	26,770	1,713	104,047
	2015	132,750	27,779	1,775	103,197
지석천	평균	175,572	21,869	2,825	150,878
	2019	175,846	20,562	2,810	152,475
	2018	159,675	20,551	2,842	136,281
	2017	171,092	21,551	2,833	146,708
	2016	187,597	23,651	2,790	161,156
	2015	183,653	23,030	2,852	157,771
탐진강	평균	160,494	6,605	183	153,706
	2019	173,642	6,309	225	167,109
	2018	143,538	6,382	177	136,979
	2017	156,695	6,224	164	150,306
	2016	176,735	6,994	176	169,565
	2015	151,862	7,117	175	144,570
제주서해	평균	92,441	16,504	1,038	74,899
	2019	90,580	16,877	941	72,762
	2018	93,911	17,112	984	75,815
	2017	95,259	17,017	1,074	77,168
	2016	92,258	16,148	1,104	75,006
	2015	90,196	15,365	1,088	73,743

출처 : 「국가수자원관리종합정보시스템」 (<http://www.wamis.go.kr>)



<그림 2.17> 중권역별 용수이용량 현황 (2015년 ~2019년)

나. 중권역별 지하수 이용현황

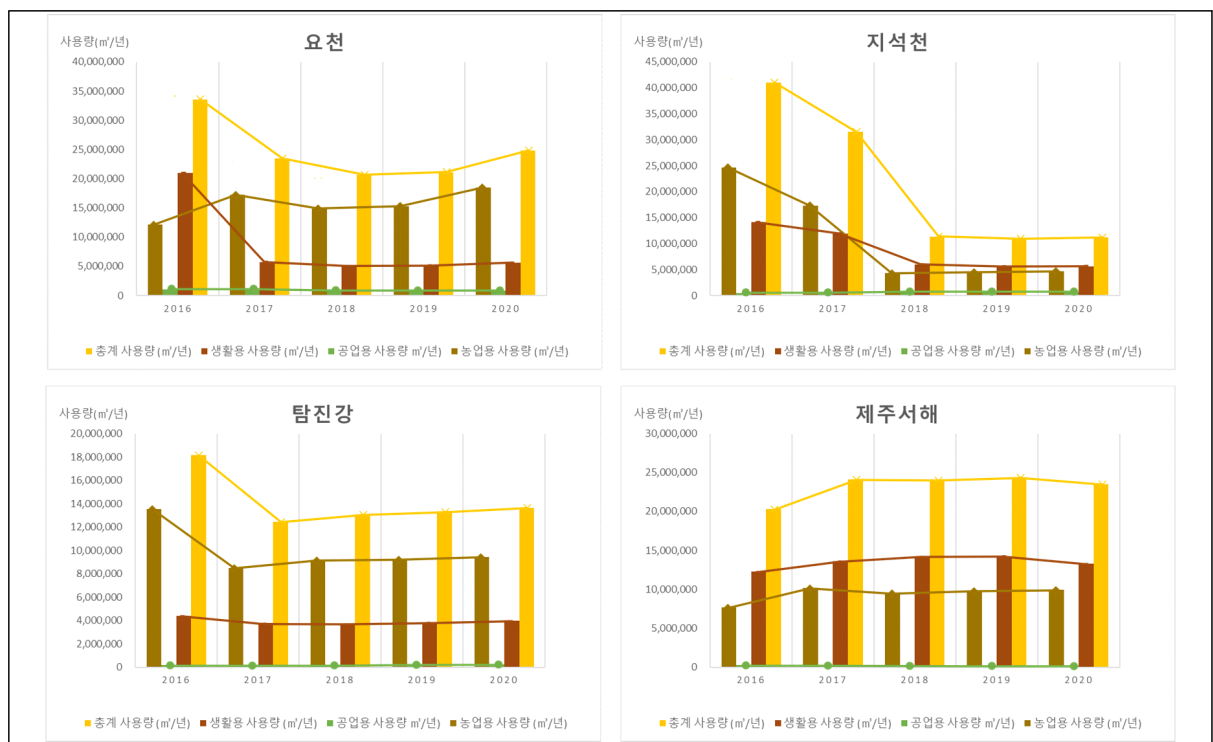
- 요천 중권역의 경우 2018년까지 감소 후 서서히 이용량이 증가하고 있고, 지석천 중권역의 경우 2018년까지 감소 후 이용량을 유지하고 있음
- 탐진강 중권역은 2017년 감소 후 이용량을 유지하고 있으며, 제주서해 중권역은 큰 변화가 없음

<표 2.32> 중권역별 연평균 지하수 이용현황 (2016년 ~2020년)

중권역	년도	총계		생활용		공업용		농업용		기타	
		개소수 (공)	이용량 (㎥/년)	개소수 (공)	이용량 (㎥/년)	개소수 (공)	이용량 (㎥/년)	개소수 (공)	이용량 (㎥/년)	개소수 (공)	이용량 (㎥/년)
요천	평균	26,765	24,709,457	9,611	8,479,100	52	639,566	17,102	15,586,722	0	4,069
	2020	26,352	24,798,241	9,290	5,602,558	54	717,778	17,008	18,457,636	1	20,269
	2019	26,274	21,113,022	9,337	5,100,620	53	715,672	16,884	15,296,712	0	18
	2018	26,062	20,645,677	9,339	5,036,510	53	724,217	16,669	14,884,932	0	18
	2017	27,719	23,437,597	10,043	5,720,278	50	520,081	17,627	17,197,219	0	19
	2016	27,418	33,552,746	10,046	20,935,536	52	520,081	17,321	12,097,109	0	19
지석천	평균	7,165	21,190,954	3,994	8,633,904	38	933,767	3,120	11,073,470	13	549,813
	2020	5,731	11,166,271	3,031	5,625,514	37	834,587	2,659	4,663,932	4	42,238
	2019	5,591	10,935,258	3,013	5,575,778	36	833,363	2,537	4,483,879	4	42,238

중권역	년도	총계		생활용		공업용		농업용		기타	
		개소수 (공)	이용량 (㎥/년)	개소수 (공)	이용량 (㎥/년)	개소수 (공)	이용량 (㎥/년)	개소수 (공)	이용량 (㎥/년)	개소수 (공)	이용량 (㎥/년)
탐진강	2018	5,844	11,380,567	3,227	5,959,615	36	836,276	2,572	4,272,961	9	311,715
	2017	9,407	31,493,667	5,359	11,928,335	42	1,092,342	3,981	17,296,554	24	1,176,437
	2016	9,253	40,979,007	5,339	14,080,280	41	1,072,266	3,850	24,650,025	24	1,176,437
	평균	5,926	14,128,206	1,500	3,931,370	19	206,212	4,404	9,979,881	4	10,742
	2020	6,122	13,664,662	1,512	3,966,612	21	255,676	4,588	9,440,013	1	2,361
	2019	6,032	13,310,627	1,491	3,820,316	19	241,055	4,518	9,236,514	5	12,742
제주서해	2018	5,935	13,072,650	1,459	3,716,099	18	181,850	4,454	9,161,959	5	12,742
	2017	5,873	12,441,644	1,524	3,751,768	18	170,230	4,327	8,506,744	4	12,901
	2016	5,670	18,151,447	1,512	4,402,057	19	182,249	4,135	13,554,175	4	12,966
	평균	543	23,244,609	139	13,520,742	14	230,440	390	9,416,997	1	76,429
	2020	532	23,493,930	135	13,294,904	12	191,853	384	9,935,148	1	72,024
	2019	535	24,351,395	139	14,265,378	13	205,511	383	9,805,061	1	75,445
제주서해	2018	554	24,006,060	141	14,208,538	14	214,210	399	9,511,049	1	72,262
	2017	545	24,096,829	140	13,586,290	14	261,773	390	10,166,849	1	81,917
	2016	550	20,274,829	142	12,248,599	15	278,855	394	7,666,880	1	80,495

출처 : 「국가수자원관리종합정보시스템」 (<http://www.wamis.go.kr>)



<그림 2.18> 중권역별 용도별 지하수 이용현황 (2016년 ~ 2020년)

6. 용수공급 현황

가. 용수공급 현황

- 중권역별 용수공급현황은 상수도 공급량(총급수량) 및 농업용수 공급량(공급량) 자료를 이용하여 산정함

* 용수공급량은 공급과정에서 발생하는 손실수량으로 인해 용수이용량과는 차이가 있음

<표 2.33> 중권역별 용수공급현황 (2020년)

중권역	용수공급현황(㎥/년)			
	계	생활용수	공업용수	농업용수
요천	76,356,400	7,285,038	536,662	68,534,700
지석천	105,486,623	48,772,164	1,247,158	55,467,300
탐진강	61,997,825	3,461,515	260,111	58,276,200
제주서해	82,672,442	14,974,242	-	67,698,200

출처: 「2020 상수도통계」, 「21년 농어촌용수 이용합리화 계획」 자료를 기준으로 산정

<표 2.34> 중권역별 생공용수 공급현황 (2020년)

중권역	수도사업자	직접급수량(㎥/년)	
		생활용수	공업용수
요천	남원시	6,999,669	506,321
	장수군	285,369	30,341
지석천	남구	37,932,657	1,177,753
	나주시	2,611,764	-
	화순군	8,227,743	69,405
탐진강	강진군	1,241,028	260,111
	영암군	72,885	-
	장흥군	2,147,602	-
제주서해	제주시	8,330,308	-
	서귀포시	6,643,934	-

출처: 「2020 상수도통계」, (환경부, 2020)

<표 2.35> 중권역별 농업용수 공급현황 (2020년)

중권역	용수구역	공급량(㎥/년)
요천	곡입	20,171,300
	곡옥	17,198,000
	순금	16,723,200
	순동	14,442,200

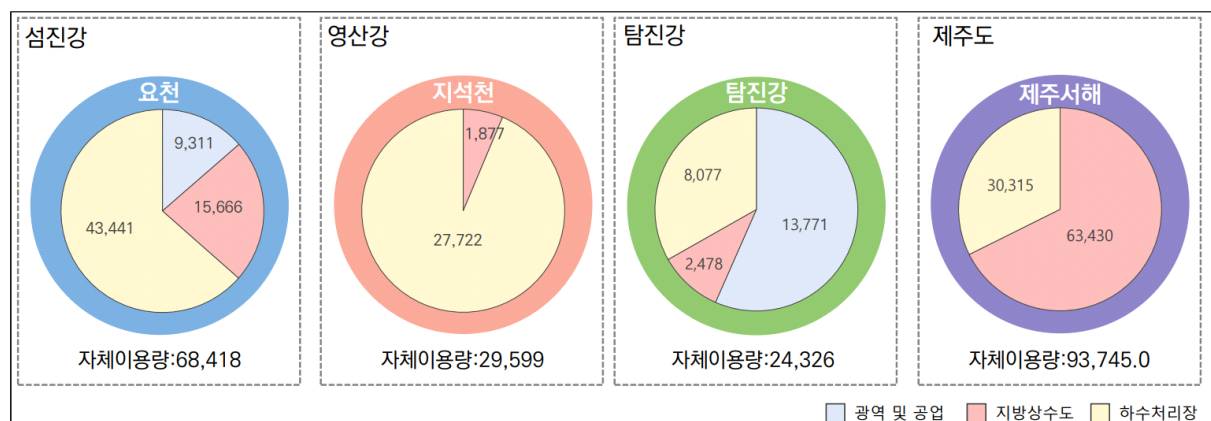
중권역	용수구역	공급량(㎥/년)
지석천	화춘	15,536,000
	화릉	7,840,400
	나남	32,090,900
탐진강	장유	8,288,100
	강성	38,768,500
	장군	11,219,600
제주서해	제한	37,125,900
	제대	30,572,300

「21년 농어촌용수이용 합리화 계획」, (한국농어촌공사, 2021)

나. 용수공급에 따른 중권역별 물이동 현황

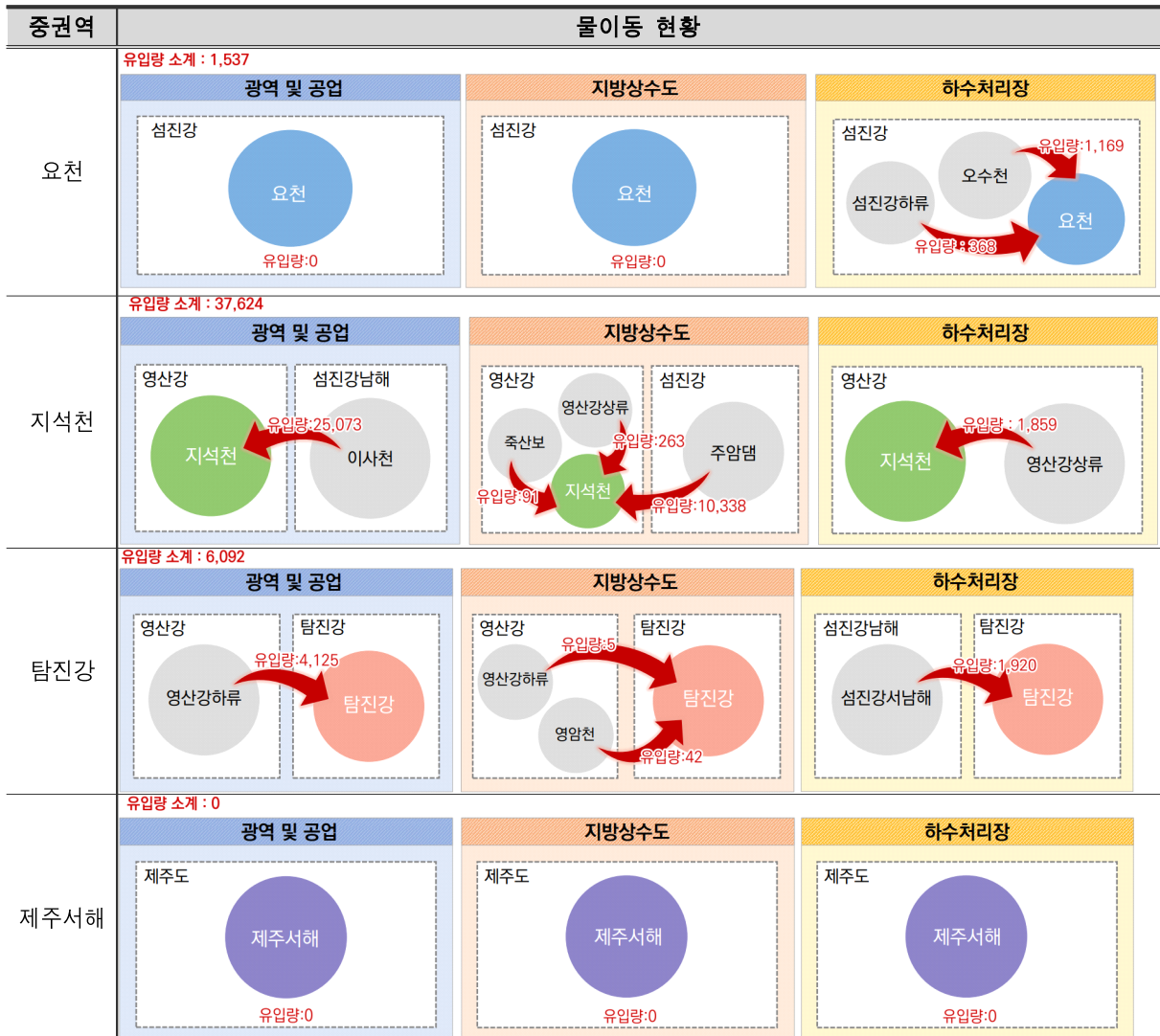
- 중권역별 물이동량은 국가수자원관리종합정보시스템(<http://www.wamis.go.kr>)에서 제공하는 최신자료(2018년)를 기준으로 작성되었음
- 요천 중권역의 유역 내 물이용량(자체)은 68,418㎥/일, 타 중권역으로부터의 유입량은 1,537㎥/일이며, 타 중권역으로의 유출량은 84,852㎥/일로 산정됨
- 지석천 중권역의 유역 내 물이용량(자체)은 29,599㎥/일, 타 중권역으로부터의 유입량은 37,624㎥/일이며, 타 중권역으로의 유출량은 51,724㎥/일로 산정됨
- 탐진강 중권역의 유역 내 물이용량(자체)은 24,326㎥/일, 타 중권역으로부터의 유입량은 6,092㎥/일이며, 타 중권역으로의 유출량은 114,049㎥/일로 산정됨
- 제주서해 중권역은 유역 내 물이용량(자체)은 93,745㎥/일이고, 타 중권역으로의 유출입량은 없는 것으로 나타남

<표 2.36> 중권역별 물이동 현황 (자체이용량, 2017년)



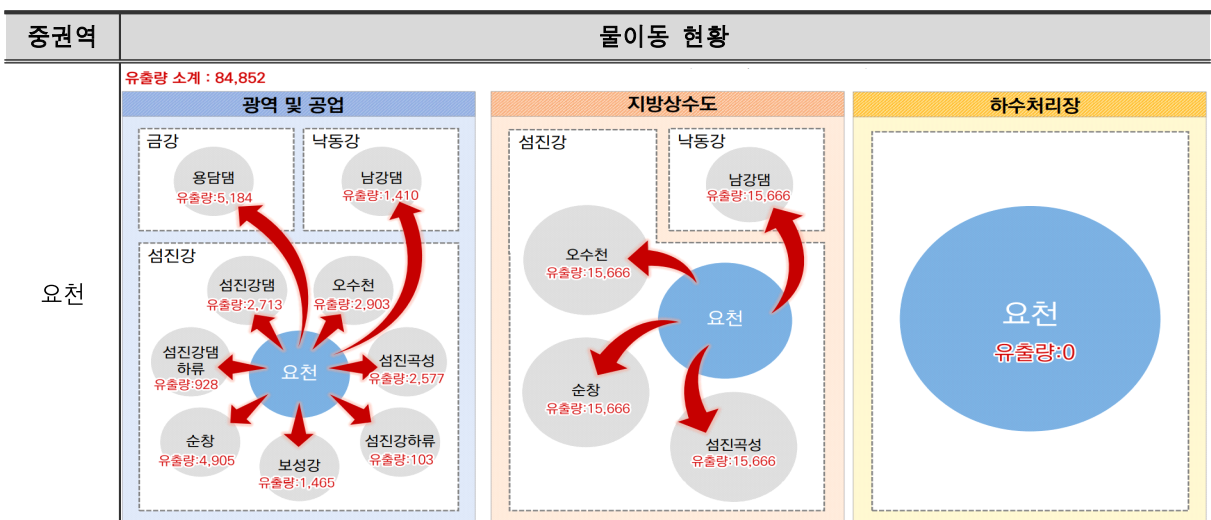
출처: 「국가수자원관리종합정보시스템」 (<http://www.wamis.go.kr>)

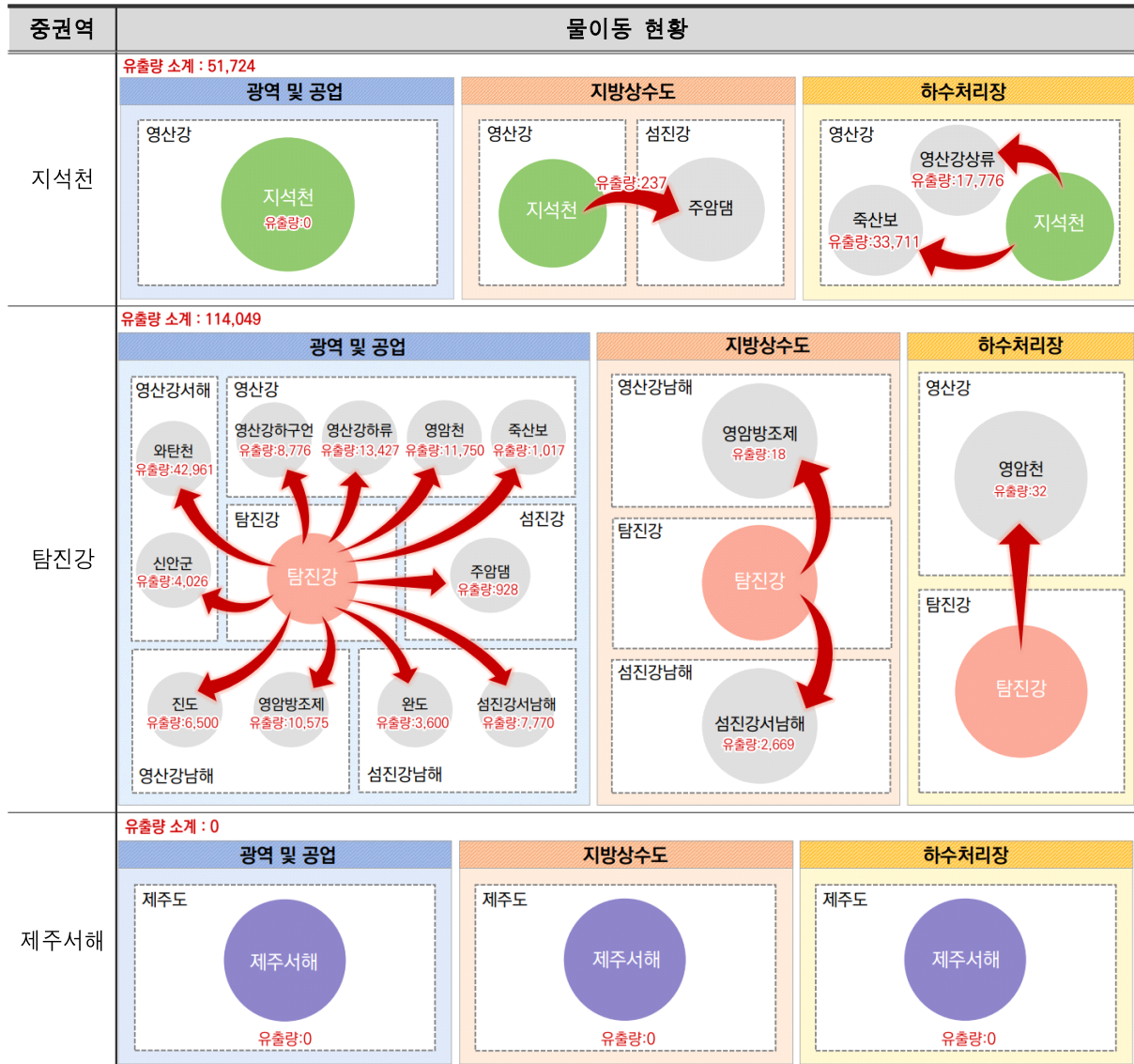
<표 2.37> 중권역별 물이동 현황 (유입량, 2017년)



출처: 「국가수자원관리종합정보시스템」 (<http://www.wamis.go.kr>)

<표 2.38> 중권역별 물이동 현황 (유출량, 2017년)





출처: 「국가수자원관리종합정보시스템」 (<http://www.wamis.go.kr>)

제3절 중권역별 수질관리 현황 및 전망

1. 수원별 수질관리 현황

가. 중권역별 수질 현황

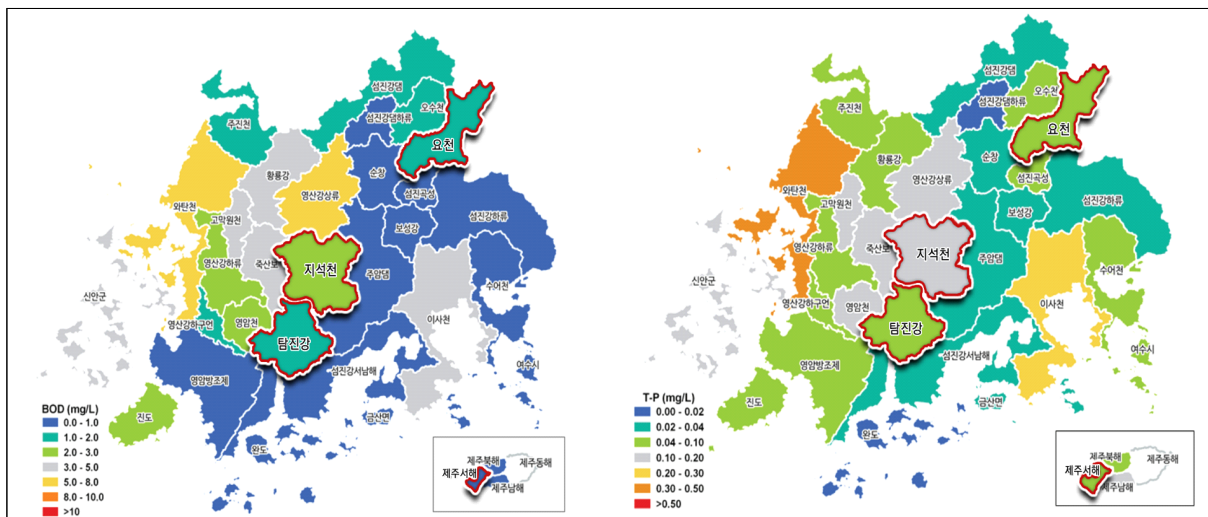
- 「2020년 전국 수질평가」(국립환경과학원, 2020)에 따르면 수질평가는 중권역 대표지점(요천: 요천-1, 지석천: 지석천4, 탐진강: 탐진강3, 제주서해: 옹포천)을 중심으로 검토되고 있으며, 2020년 기준 중권역별 물환경 목표는 요천 I b, 지석천 II, 탐진강 I b, 제주서해 I a로 탐진강을 제외한 3개 중권역에서 BOD 목표 기준은 달성하였으나, T-P 목표는 기준은 모든 중권역에서 달성하지 못한 것으로 나타났다
- T-P 항목은 주로 화학비료나 합성세제에서 기인하므로 모내기 전후 농업용수 회귀수량과 물재생시설의 방류수 수질에 큰 영향이 있음. 다만 화학비료의 경우 최근 10년간 큰 증가세가 없다는 점(2018년 이후 점차 감소 추세, 통계청 e-나라지표)을 미루어 생공용수 사용량 증가에 따른 물재생시설의 성능 저하 부분이 상당 영향을 미치는 것으로 판단됨

<표 2.39> 중권역별 수질 현황

중권역	지점	목표기준	BOD		T-P	
			평가수질(mg/L)	목표기준 달성여부	평가수질(mg/L)	목표기준 달성여부
요천	요천-1	I b	1.6	○	0.052	X
지석천	지석천4	II	2.4	○	0.109	X
탐진강	탐진강3	I b	2.1	X	0.050	X
제주서해	옹포천	I a	0.5	○	0.097	X

* 등급별 기준 (「환경정책기본법시행령」, 별표 - 환경기준 제2조)

등급	BOD(mg/L)	T-P(mg/L)	등급	BOD(mg/L)	T-P(mg/L)
I a	1 이하	0.02 이하	IV	8 이하	0.3 이하
I b	2 이하	0.04 이하	V	10 이하	0.5 이하
II	3 이하	0.1 이하	VI	10 초과	0.5 초과
III	5 이하	0.2 이하			



<그림 2.19> 중권역별 수질 현황 (2020년)

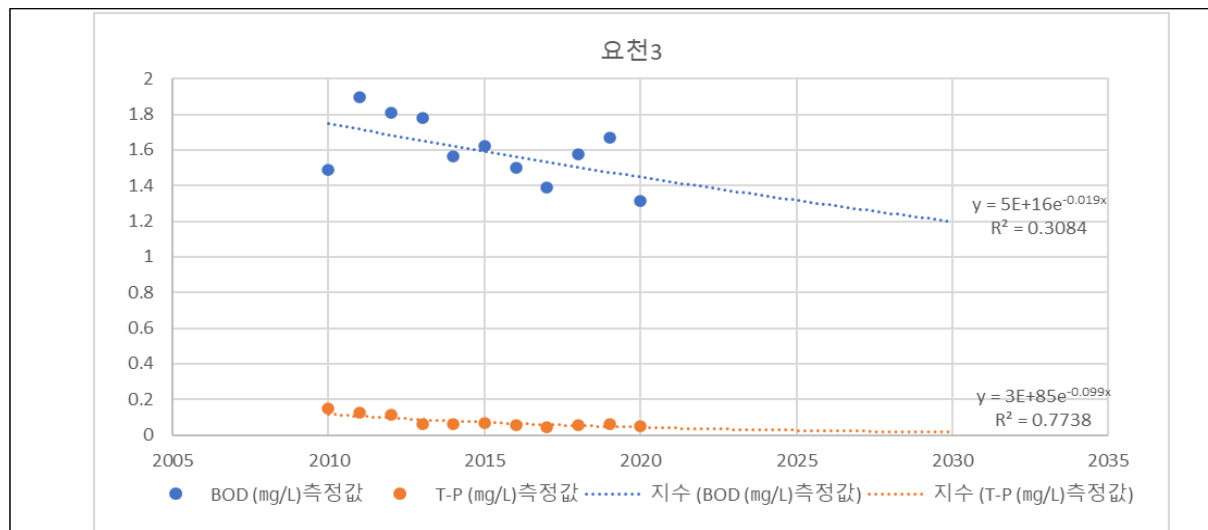
나. 수질 전망

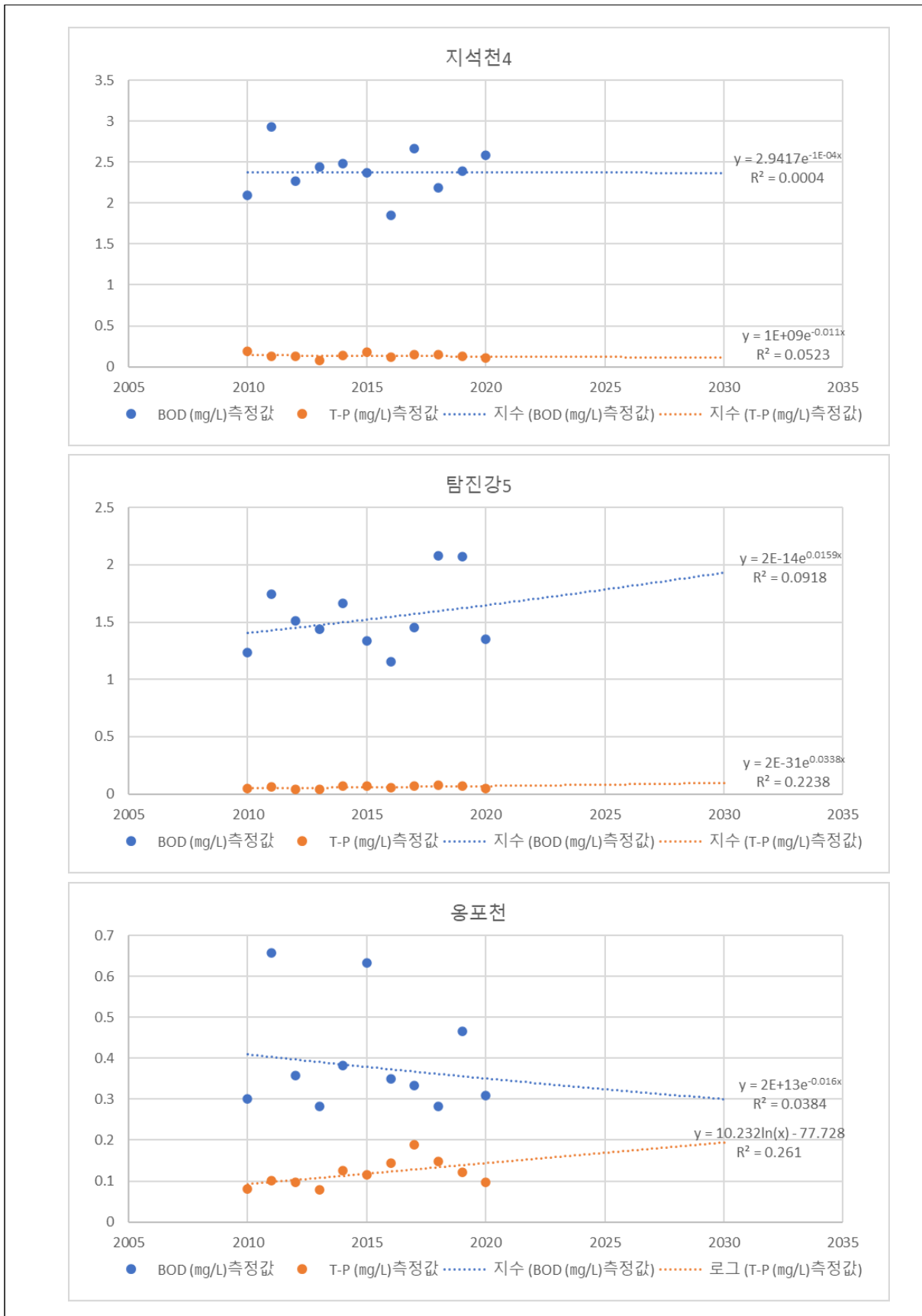
- 본 연구에서는 물환경정보시스템(<https://water.nier.go.kr/web>)의 수질모니터링 자료(2010년~2020년)를 기반으로 회귀분석 결과를 이용하여 목표연도(2025년, 2030년)의 연평균 수질을 전망하였음
- 2025년의 중권역별 BOD 전망 결과는 요천, 지석천, 탐진강, 제주서해 순으로 1.3mg/L, 2.4mg/L, 1.8mg/L, 0.3mg/L이고, T-P는 0.029mg/L, 0.121mg/L, 0.079mg/L, 0.147mg/L로 전망되었음
- 2030년의 중권역별 BOD 전망 결과는 요천, 지석천, 탐진강, 제주서해 순으로 1.2mg/L, 2.4mg/L, 1.9mg/L, 0.3mg/L이고, T-P는 0.018mg/L, 0.114mg/L, 0.094mg/L, 0.154mg/L로 전망되었음
- 본 과업에서는 물순환체계 관리지표의 입력 자료로 수질 전망 자료가 이용됨. 향후 중권역 수질 전망결과에 대한 신뢰성 제고 방안 검토는 필요할 것으로 판단됨

<표 2.40> 물환경정보시스템 수질모니터링 및 전망 결과

계측연도	BOD 측정값(mg/L)				T-P 측정값(mg/L)			
	요천	지석천	탐진강	제주서해	요천	지석천	탐진강	제주서해
2010	1.5	2.1	1.2	0.3	0.150	0.194	0.045	0.081
2011	1.9	2.9	1.7	0.7	0.126	0.132	0.062	0.101
2012	1.8	2.3	1.5	0.4	0.112	0.133	0.044	0.097
2013	1.8	2.4	1.4	0.3	0.061	0.073	0.041	0.079
2014	1.6	2.5	1.7	0.4	0.059	0.141	0.070	0.127
2015	1.6	2.4	1.3	0.6	0.065	0.174	0.069	0.115
2016	1.5	1.9	1.2	0.4	0.058	0.123	0.057	0.144
2017	1.4	2.7	1.5	0.3	0.046	0.154	0.072	0.189
2018	1.6	2.2	2.1	0.3	0.058	0.150	0.077	0.149
2019	1.7	2.4	2.1	0.5	0.060	0.130	0.073	0.122
2020	1.3	2.6	1.4	0.3	0.052	0.109	0.050	0.097
전망 2025	1.3	2.4	1.8	0.3	0.029	0.121	0.079	0.147
전망 2030	1.2	2.4	1.9	0.3	0.018	0.114	0.094	0.154

출처: 「물환경정보시스템」(<https://water.nier.go.kr/>)





<그림 2.20> 목표연도 수질 전망

2. 오염원 현황 및 변동

- 오염원 현황조사 자료는 전국오염원조사(<https://wems.nier.go.kr/>) 자료를 인용하였음

가. 오염원 현황

(1) 생활계

- 중권역별 하수처리 이용 인구는 요천 50,016명, 지석천 99,976명, 탐진강 41,876명, 제주서해 67,060명, 하수 미처리 이용 인구는 요천 7,212명, 지석천 15,769명, 탐진강 16,318명, 제주서해 40,969명으로 조사됨

<표 2.41> 생활계 오염원 현황 (2020년)

구분	총인구 (명)	시가인구(명)			비시가인구(명)		
		소계	하수처리	하수미처리	소계	하수처리	하수미처리
요천	57,228	33,430	33,262	168	23,798	16,754	7,044
지석천	115,745	74,637	72,760	1,877	41,108	27,216	13,892
탐진강	58,194	25,464	22,937	2,527	32,730	18,939	13,791
제주서해	108,029	27,455	20,025	7,430	80,574	47,035	33,539

(2) 축산계

- 중권역별 총 두수는 요천 1,248,245두, 지석천 1,349,597두, 탐진강 953,416두, 제주서해 1,677,569두, 돼지 두수는 요천 26,989두, 지석천 53,597두, 탐진강 9,093두, 제주서해 386,494두로 조사됨

<표 2.42> 축산계 오염원 현황 (2020년)

구분	총계(두)	한우(두)	젓소(두)	돼지(두)	가금류(두)	기타(두)
요천	1,248,245	14,553	1,167	26,989	1,200,641	4,895
지석천	1,349,597	19,752	1,752	53,597	1,268,704	5,792
탐진강	953,416	36,364	291	9,093	896,219	11,449
제주서해	1,677,569	14,504	3,916	386,494	1,235,618	37,037

(3) 산업계

- 중권역별 폐수발생량은 요천 6,177㎥/일, 지석천 16,795㎥/일, 탐진강 5,889㎥/일, 제주서해 5,043㎥/일, 폐수방류량은 요천 1,251㎥/일, 지석천 15,678㎥/일, 탐진강 5,336㎥/일, 제주서해 3,602㎥/일로 조사됨

<표 2.43> 산업계 오염원 현황 (2020년)

구분	업소수(개)	폐수발생량(㎥/일)	폐수방류량(㎥/일)
요천	64	6,177	1,251
지석천	152	16,795	15,678
탐진강	99	5,889	5,336
제주서해	89	5,043	3,602

(4) 토지계

- 중권역별 전체 면적은 요천 517km², 지석천 681km², 탐진강 722km², 제주서해 557km², 논밭 면적은 요천 88km², 지석천 127km², 탐진강 154km², 제주서해 168km²로 조사됨

<표 2.44> 토지계 오염원 현황 (2020년)

구분	합계(km ²)	전(밭)(km ²)	답(논)(km ²)	임야(km ²)	대지(km ²)	기타(km ²)
요천	517	24	64	354	9	67
지석천	681	48	79	440	18	96
탐진강	722	35	119	456	16	96
제주서해	557	165	3	218	22	150

(5) 양식계

- 중권역별 양식장 총계는 요천 12개소, 지석천 27개소, 탐진강 42개소, 제주서해 113개소, 이 중 유수식 양식장은 요천 8개소, 지석천 0개소, 탐진강 7개소, 제주서해 113개소로 조사됨

<표 2.45> 양식계 오염원 현황 (2020년)

구분	총계		가두리		유수식		도전		지수식	
	개소	면적(㎡)	개소	면적(㎡)	개소	면적(㎡)	개소	면적(㎡)	개소	면적(㎡)
요천	12	19,771	0	0	8	13,283	0	0	4	6,488
지석천	27	129,205	0	0	0	0	0	0	27	129,205
탐진강	42	128,319	0	0	7	13,284	0	0	35	115,035
제주서해	113	491,322	0	0	113	491,322	0	0	0	0

(6) 기타

- 중권역별 매립장은 요천 2개소, 지석천 2개소, 탐진강 2개소, 제주서해 4개소, 기타오염시설은 요천 45개소, 지석천 80개소, 탐진강 41개소, 제주서해 55개소로 조사됨

<표 2.46> 기타 오염원 현황 (2020년)

구분	매립장	기타 오염시설						
		계	골프장	세공시설	가공시설	X-ray시설	안경점	정비시설
요천	2	45	2	0	3	33	0	7
지석천	2	80	8	0	3	34	1	34
탐진강	2	41	2	0	7	13	1	18
제주서해	4	55	10	0	3	14	0	28

나. 환경기초시설 현황

(1) 요천

- 요천 중권역의 환경기초시설에서 발생하는 BOD는 2020년 평균 4.5mg/L, T-P는 0.846mg/L로 조사됨(* 남원시분뇨처리장은 하수처리장 연계로 평균에서 제외)

<표 2.47> 요천 중권역 환경기초시설 운영현황 (2020년)

처리시설명	처리용량 (톤/일)	가동율 (%)	방류량 (㎥/일)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	대장균 군수(군수)
평균	1,695	84.73	1,357.74	4.5	8.96	4.96	11.352	0.846	88
광대동공공하수처리시설	34	2.94	1.00	1.8	6.80	4.20	12.390	0.803	23
구락공공하수처리시설	60	1.67	1.00	2.4	6.68	4.34	11.603	0.543	14
금지방촌마을하수도	60	56.18	33.71	5.4	8.87	5.59	10.575	1.101	100
금지상귀마을하수도	65	86.70	56.35	6.5	12.71	7.26	14.888	1.198	323
금지옹정마을하수도	100	75.10	75.10	5.5	9.20	5.04	10.680	0.856	105
금지입암공공하수도	70	99.34	69.53	6.1	9.79	5.70	12.826	1.054	183
금천공공하수처리시설	40	61.66	24.66	5.1	11.10	5.71	12.752	1.190	25
남원대곡마을하수도	50	97.49	48.74	5.2	9.50	4.97	10.412	0.943	82
남원송기마을하수도	50	83.50	41.75	5.7	10.44	5.15	11.744	0.949	107
남원송동신기마을하수도	30	135.39	40.62	6.1	11.56	4.98	12.183	0.813	169
* 남원시분뇨처리장	50	40.53	20.26	4,544.1	4,072.86	8,743.87	620.666	26.192	1,858
남원안계마을하수도	40	89.15	35.66	5.5	9.48	5.04	11.587	1.229	95
남원용전마을하수도	74	46.51	34.42	1.9	6.33	4.84	10.376	0.925	-
남원중절마을하수도	30	85.33	25.60	6.2	12.21	6.70	11.328	1.229	152
남원하수종말처리장	50,000	84.12	39,374.33	1.8	7.97	3.46	12.357	0.065	37
덕산공공하수처리시설	25	99.57	24.89	4.2	9.30	3.75	12.560	0.991	18
번암공공하수처리시설	500	103.91	464.17	1.2	4.38	1.90	5.846	0.105	3
산동대상마을하수도	55	83.25	45.79	5.3	7.95	5.20	11.234	0.865	77
산동부절마을하수도	90	79.81	71.83	5.6	8.58	5.14	10.518	0.935	89
상동공공하수처리시설	48	2.08	1.00	2.1	6.57	5.47	11.912	0.921	11
서만마을하수도	40	110.33	44.13	5.3	10.96	5.94	13.319	0.818	189
송동세전마을하수도	70	88.27	61.79	5.4	9.61	7.45	12.441	1.175	131
송동송내마을하수도	50	80.87	40.44	5.7	11.29	6.29	13.220	0.997	300
송동양평마을하수도	50	137.43	68.71	5.2	11.48	5.39	11.415	1.016	116
수분송계공공하수처리시설	70	89.01	62.31	5.3	10.26	5.90	11.821	0.777	28
안양공공하수처리시설	50	132.63	66.31	2.6	5.17	2.67	5.402	0.373	26
장수하수종말처리장	2,000	112.31	2,149.93	1.4	5.19	1.41	6.694	0.068	3
제천마을하수도	90	104.61	94.15	5.8	8.71	5.02	11.857	0.985	79
주생반송공공하수도	60	79.50	47.70	5.2	9.96	5.17	12.203	0.940	103
주천고촌공공하수처리시설	50	107.00	53.50	5.4	8.84	5.02	10.608	0.901	110
죽림공공하수처리시설	57	67.23	38.32	4.2	10.19	3.93	12.720	0.994	25
태평마을하수도	150	96.25	144.38	5.4	8.63	5.07	11.362	0.905	86
하평공공하수처리시설	80	132.30	105.84	2.8	7.11	4.89	12.425	0.422	23

(2) 지석천

- 지석천 중권역의 환경기초시설에서 발생하는 BOD는 2020년 평균 3.9mg/L, T-P는 0.984mg/L로 조사됨

<표 2.48> 지석천 중권역 환경기초시설 운영현황 (2020년)

처리시설명	처리용량 (톤/일)	가동율 (%)	방류량 (㎥/일)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	대장균 군수(군수)
평균	1516	66.14	1,093.78	3.9	9.77	5.40	12.514	0.984	285
기봉산간마을하수처리시설	65	51.58	33.53	4.0	8.06	4.29	12.035	1.075	75
광주전남혁신도시 수질복원센터	19,000	61.77	11,343.05	1.0	4.71	0.55	5.232	0.065	0
금능공공하수처리시설	45	85.81	38.14	2.7	7.79	2.81	14.596	1.244	11
금천석동마을하수도	68	70.74	48.10	4.1	12.14	4.01	10.602	0.588	191
금천석전마을하수도	55	67.55	37.15	0.7	4.10	0.60	9.600	0.876	-
금천전원마을하수도	55	68.53	37.69	5.1	9.64	4.45	11.483	1.239	62
남평금당마을하수도	15	69.56	10.43	4.7	12.42	4.03	12.931	1.026	170
남평서산마을하수도	27	77.59	20.95	1.2	3.90	1.20	6.700	0.753	-
남평인암마을하수도	30	75.64	22.69	3.6	11.62	4.53	14.367	1.066	338
다도규동마을하수도	50	69.14	34.57	4.2	11.76	3.82	9.537	0.578	386
다도도래마을하수도	60	75.66	45.40	4.7	12.71	4.17	11.516	0.734	212
다도한적공공하수도	30	76.50	22.95	5.3	17.38	4.90	15.208	1.246	241
도곡온천하수종말처리장	6,000	44.06	2,623.52	2.2	4.55	1.63	8.545	0.076	63
백운마을하수도	32	21.88	7.00	4.1	8.07	5.46	11.850	0.846	72
산포하수종말처리장	4,500	74.08	3,247.79	1.3	6.39	1.51	9.115	0.103	2
석정마을하수처리시설	130	99.25	129.02	2.9	6.34	3.53	8.281	0.567	63
세청마을하수도	30	62.50	18.75	4.6	9.15	5.37	12.316	1.113	82
수만마을하수도	40	84.91	33.53	4.8	11.51	7.79	12.287	0.980	128
신도일반산업단지 공공폐수처리시설	450	12.06	58.00	0.2	0.26	0.35	0.538	0.003	0
어리마을하수도	30	47.50	14.25	2.5	5.74	2.74	9.231	0.868	83
월곡마을하수처리시설	60	91.48	54.89	4.2	8.29	4.32	11.172	0.940	80
이양마을하수도	100	78.13	77.08	6.3	11.31	6.37	10.779	1.221	145
정천원천마을하수처리시설	50	67.77	33.89	4.4	8.43	4.89	12.961	1.056	65
중장터마을하수도	23	19.93	4.58	4.0	8.28	4.90	12.267	1.068	79
차리마을하수처리시설	60	70.00	42.00	3.8	7.84	4.97	11.915	0.822	81
한계마을하수처리시설	60	91.38	54.83	3.5	6.95	4.53	9.879	0.602	75
화림마을하수도	65	79.89	51.25	6.5	11.84	6.98	13.697	1.306	247
화순도장마을하수도	35	73.33	25.67	4.2	8.22	5.62	12.536	0.991	77
화순동면농공단지 폐수종말처리장	1,200	19.69	230.42	2.9	11.36	1.85	7.615	0.078	77
화순모산마을하수도	30	50.00	15.00	4.2	8.28	5.13	11.673	1.122	85
화순분뇨처리시설	50	44.87	73.55	13.4	45.95	53.41	67.854	7.149	6,266
화순신기마을하수도	40	71.88	28.75	4.5	8.66	5.11	11.999	1.075	79
화순하수종말처리장	19,000	118.03	18,624.34	3.4	10.13	2.76	12.290	0.123	76
효산마을하수도	60	76.19	45.72	4.2	8.56	4.99	12.877	0.851	81

(3) 탐진강

- 탐진강 중권역의 환경기초시설에서 발생하는 BOD는 2020년 평균 8.3mg/L, T-P는 0.986mg/L로 조사됨

<표 2.49> 탐진강 중권역 환경기초시설 운영현황 (2020년)

처리시설명	처리용량 (톤/일)	가동율 (%)	방류량 (㎥/일)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	대장균 군수(군수)
평균	409	61.40	242.86	8.3	11.84	16.03	9.617	0.986	1,110
강진병영공공하수처리시설	400	58.94	235.77	5.2	12.36	4.84	13.681	1.087	17
강진위생환경사업소	55	27.83	25.36	253.8	187.72	740.27	19.308	4.990	56,918
강진평리공공하수처리시설	100	62.52	62.52	3.9	7.79	4.65	7.805	0.776	20
강진하수종말처리장	8,000	62.93	5,007.72	2.5	7.00	2.21	5.481	0.329	8
군동내동마을하수도	60	67.76	40.65	4.9	8.13	4.39	10.653	0.828	9
군동동동마을하수도	50	68.85	34.42	3.4	6.13	4.13	8.279	0.821	11
군동중산마을하수도	40	60.42	24.17	4.2	6.78	3.30	12.278	1.481	17
군동풍동마을하수도	100	70.71	70.71	3.6	6.29	3.62	8.518	0.877	17
군동화방마을하수도	60	69.84	41.90	5.2	9.70	3.56	11.544	0.828	9
당산간이오수처리시설	15	58.89	8.83	3.6	6.60	3.23	10.988	1.656	14
덕남마을하수처리시설	40	67.31	26.92	5.3	10.22	4.98	9.670	1.101	31
덕천간이오수처리시설	70	19.89	13.92	4.0	8.14	3.66	10.352	1.066	10
백양간이오수처리시설	40	68.54	27.42	4.0	8.12	4.50	10.019	1.191	11
병영하교마을하수도	40	57.92	23.17	4.3	8.27	5.48	10.804	1.326	17
부산유량마을하수도	165	77.67	128.15	3.9	6.74	2.76	7.835	0.697	198
부흥간이오수처리시설	15	65.00	9.75	3.3	5.42	3.97	6.964	0.706	5
사촌1마을하수도	40	80.85	32.34	4.2	6.28	2.18	8.968	0.827	797
성전공공하수처리시설	600	52.71	316.29	6.5	5.90	6.67	10.263	1.346	17
성전대월마을하수도	75	75.19	56.40	4.3	10.32	5.50	5.498	1.000	9
성전죽전공공하수도	40	56.25	22.50	6.3	15.65	3.68	13.612	1.203	35
성전처인마을하수도	40	61.67	24.67	4.3	6.67	3.68	11.719	1.540	22
세흥마을하수도	32	45.70	14.62	3.2	8.69	3.65	10.999	0.777	70
수문마을하수도	70	138.83	97.18	4.0	8.37	1.91	9.291	0.836	257
쌍정마을하수처리시설	40	48.59	19.43	3.3	9.25	4.11	13.063	0.768	81
아천마을하수처리시설	70	111.87	78.31	4.4	10.45	4.29	12.538	0.881	94
안노마을하수도	45	52.99	23.84	3.2	9.78	4.51	11.848	0.905	79
안양면하수처리장	270	67.21	181.48	4.2	9.14	2.35	8.883	0.848	696
안양용곡마을하수도	45	59.36	26.71	3.2	8.86	1.72	8.651	0.876	880
안양지천마을하수도	70	41.90	29.33	2.9	8.57	2.05	8.554	0.800	453
안양해창마을하수도	45	73.05	32.87	4.3	6.83	2.07	7.544	0.862	722
안풍간이오수처리시설	30	74.17	22.25	6.8	8.70	4.14	12.934	1.397	13
영암장암마을하수도	65	78.99	51.34	3.2	8.97	3.38	11.399	0.865	80
영암하수종말처리장	5,500	79.58	2,808.47	0.7	4.89	2.78	7.474	0.065	28
영풍마을하수처리시설	30	58.61	17.58	4.4	9.94	4.53	12.752	1.233	14
옴천계원오수처리시설	15	53.33	8.00	3.4	5.84	3.36	6.496	0.828	23
옴천대곡오수처리시설	5	58.33	2.92	4.8	12.98	5.74	5.255	0.797	22
옴천사동오수처리시설	10	59.17	5.92	4.0	9.73	5.92	6.316	0.970	20
옴천영복오수처리시설	10	60.00	6.00	4.5	12.70	5.44	7.288	1.076	25

처리시설명	처리용량 (톤/일)	가동율 (%)	방류량 (㎥/일)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	대장균 군수(군수)
옴천하수처리시설	120	67.14	80.57	5.3	9.10	5.04	7.014	0.915	23
옴천황곡오수처리시설	10	61.67	6.17	6.3	11.02	5.58	6.985	0.903	18
월남마을하수처리시설	25	65.67	16.42	4.3	8.84	5.00	12.676	1.306	15
유치관동마을하수도	50	59.60	29.80	3.5	9.06	2.28	7.421	0.839	135
유치대천마을하수도	30	74.54	22.36	3.9	9.88	2.17	6.733	0.871	121
유치봉덕마을하수도	60	59.72	35.83	4.3	9.53	2.16	7.413	0.807	146
유치셋터마을하수도	60	60.87	36.52	4.2	8.83	2.28	7.547	0.798	136
유치신평마을하수도	180	69.04	124.27	4.3	9.08	2.23	7.977	0.871	151
유치월암마을하수도	80	57.47	45.98	3.7	9.26	2.21	6.981	0.865	137
울산마을하수도	40	81.22	32.49	3.2	8.65	2.28	8.860	0.876	553
작천교동마을하수도	45	35.19	15.83	4.2	7.64	3.90	6.720	0.982	13
작천평리공공하수도	100	70.83	70.83	4.6	7.53	4.30	9.720	1.028	22
장흥공공하수종말처리장	4,400	91.48	3,887.46	2.7	9.18	1.94	9.651	0.551	11
장흥농공단지공공폐수처리시설	300	4.44	12.67	2.0	5.19	1.51	5.705	0.238	2
장흥바이오식품산업단지 공공폐수처리시설	2,000	5.39	107.87	0.4	9.12	0.90	7.168	0.116	4
장흥안양교동마을하수도	30	71.50	21.45	3.9	7.68	2.73	9.167	0.824	645
장흥안양수락마을하수도	40	71.85	28.74	3.8	8.27	2.52	8.508	0.809	418
장흥위생환경사업소	50	44.20	50.00	10.0	18.24	3.68	23.488	0.848	30
장흥잣두마을하수도	20	48.87	9.77	3.0	9.27	1.75	8.565	0.884	1,063
중고간이오수처리시설	60	19.03	11.42	4.3	9.82	4.55	12.375	1.514	14
한대리마을하수도	45	49.51	22.28	3.6	9.40	3.66	11.206	0.845	83

(4) 제주서해

- 제주서해 중권역의 환경기초시설에서 발생하는 BOD는 2020년 평균 7.5mg/L, T-P는 1.295mg/L로 조사됨

<표 2.50> 제주서해 중권역 환경기초시설 운영현황 (2020년)

처리시설명	처리용량 (톤/일)	가동율 (%)	방류량 (㎥/일)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	대장균 군수(군수)
평균	796	101.96	1,540.53	7.5	28.44	10.86	16.055	1.295	505
가파도마을하수도	120	32.01	38.41	7.5	23.01	7.54	14.581	1.288	724
광평리마을하수도	10	72.08	7.21	7.2	14.58	5.30	19.105	2.384	302
대정신평리마을하수도	90	45.66	41.10	2.0	4.87	2.12	6.617	0.793	234
대정위생처리장	35	145.28	50.85	-	-	-	-	-	-
대정하수처리장	8,000	200.98	16,247.40	4.5	9.96	3.53	6.286	0.849	207
마라도마을하수도	80	65.75	16.19	7.9	25.15	10.20	16.418	1.797	2,740
무릉좌기동마을하수도	50	72.58	36.29	7.0	26.78	8.05	16.086	1.684	654
비양도간이오수처리시설	30	83.33	25.00	28.7	45.57	11.73	24.791	2.612	134
서부가축분노공공처리장	200	61.72	133.80	6.1	88.27	11.81	30.898	0.677	30
제주서부위생처리장	40	103.88	156.84	3.5	33.21	47.66	17.035	0.871	-
제주시가축분노공공처리장	100	238.29	192.74	0.8	12.98	0.68	8.733	0.046	30

다. 배출부하량 현황 및 전망

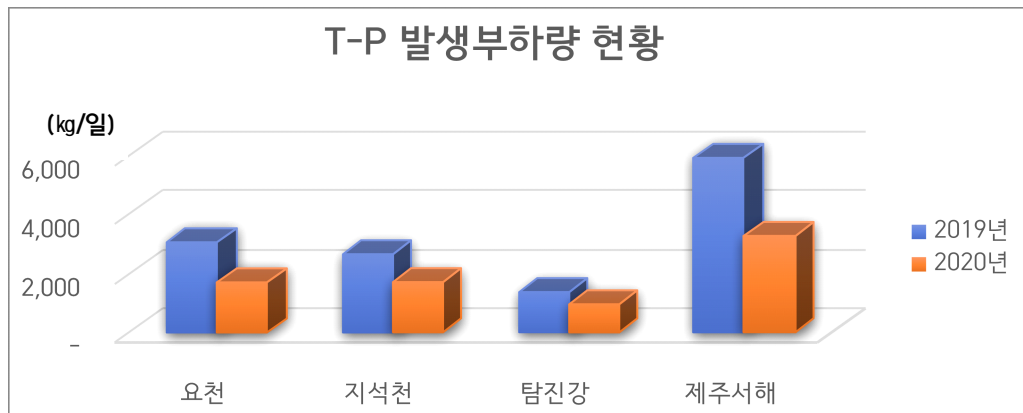
(1) 발생 및 배출부하량 현황

- 「2020년도 기준 전국오염원조사 보고서(국립환경과학원, 2022)」에 따르면 발생 및 배출부하량은 다음과 같이 조사됨
- 요천의 2020년 발생부하량은 BOD, T-N, T-P 각각 37,650kg/일, 12,359kg/일, 1,698kg/일이고, 배출부하량은 BOD, T-N, T-P 각각 5,536kg/일, 4,504kg/일, 350kg/일임
- 지석천의 2020년 발생부하량은 BOD, T-N, T-P 각각 35,533kg/일, 10,829kg/일, 1,695kg/일이고, 배출부하량은 BOD, T-N, T-P 각각 4,196kg/일, 3,967kg/일, 224kg/일임
- 탐진강의 2020년 발생부하량은 BOD, T-N, T-P 각각 25,536kg/일, 6,310kg/일, 964kg/일이고, 배출부하량은 BOD, T-N, T-P 각각 3,754kg/일, 2,680kg/일, 198kg/일임
- 제주서해의 2020년 발생부하량은 BOD, T-N, T-P 각각 52,154kg/일, 17,761kg/일, 3,248kg/일이고, 배출부하량은 BOD, T-N, T-P 각각 9,941kg/일, 6,128kg/일, 728kg/일임

<표 2.51> BOD, T-N, T-P 발생부하량 현황

중권역	2019년(kg/일)			2020년(kg/일)		
	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P
요천	42,318	11,911	2,636	37,650	12,359	1,698
지석천	43,312	11,024	3,068	35,533	10,829	1,695
탐진강	25,548	6,368	1,381	25,536	6,310	964
제주서해	71,186	18,582	5,907	52,154	17,761	3,248



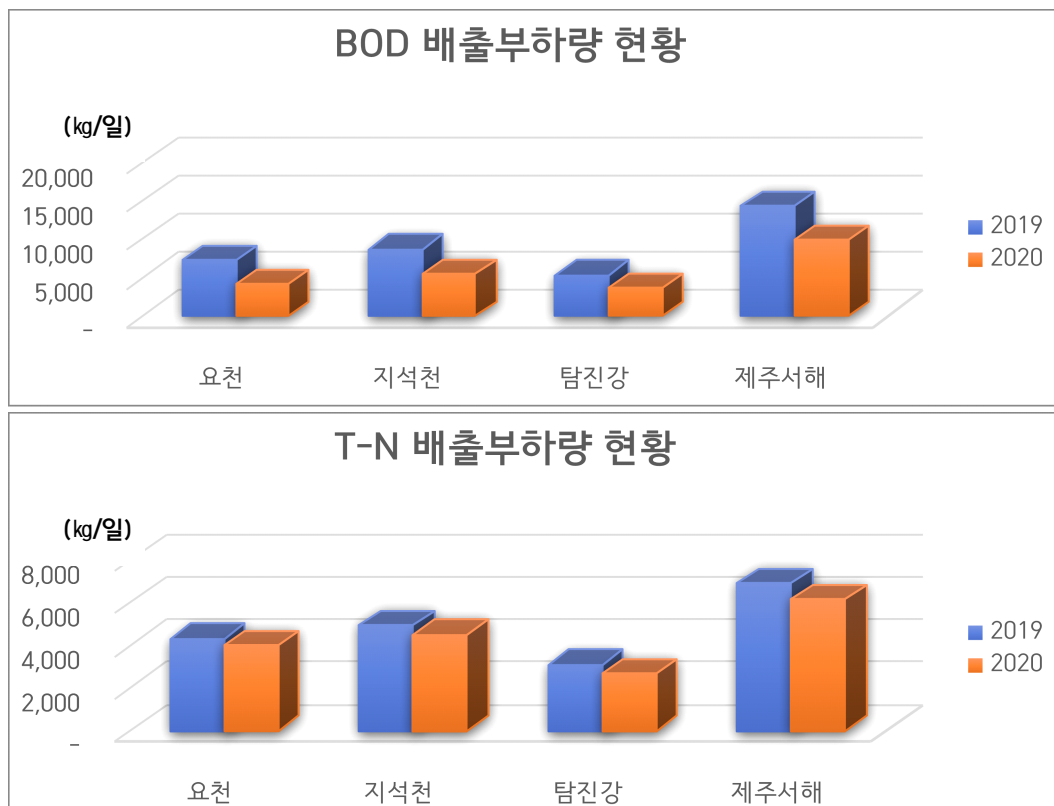


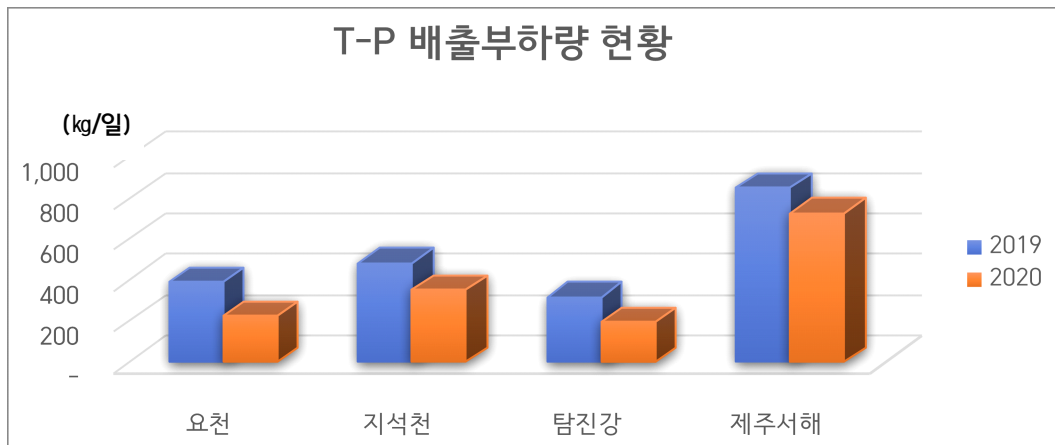
<그림 2.21> BOD, T-N, T-P 발생부하량 현황

<표 2.52> BOD, T-N, T-P 배출부하량 현황

중권역	2019년(kg/일)			2020년(kg/일)		
	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P
요천	8,825	4,949	484	5,536	4,504	350
지석천	7,281	4,312	390	4,196	3,967	224
탐진강	5,411	3,095	317	3,754	2,680	198
제주서해	14,423	6,927	850	9,941	6,128	728

출처: 「2020년도 기준 전국오염원조사 보고서」(국립환경과학원, 2022)





<그림 2.22> BOD, T-N, T-P 배출부하량 현황

(2) 배출부하량 전망

- 2020년 배출부하량(현황) 기준 2025년, 2030년 무대책* 배출부하량 전망
- 「제1차 국가물관리기본계획(21~30)」에 제시된 중권역별 배출부하량 결과를 활용하여 연평균 증감율을 산정하고 이를 장래 배출부하량 전망 시 적용
- (지석천, 요천) : 「제1차 국가물관리 기본계획 2021-2030」, 「제1차 국가물관리기본계획(21~30) 장래 수질 전망」
- (탐진강, 제주서해) : 「영산강·섬진강 대권역 물환경관리계획 수립 연구(16~25) 최종보고서」

* (무대책) 장래년도 자연증감 배출부하량 기반으로 장래 개발사업을 고려한 무삭감 배출부하량

<표 2.53> BOD, T-N, T-P 항목별 증감율

중권역	기준년도(현재) ¹⁾ (kg/일)			목표연도(장래) ²⁾ 무대책(kg/일)			연평균 증감율(%)		
	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P
요천	3,973	3,049	242	4,288	3,241	258	0.53	0.42	0.44
지석천	5,056	3,447	310	5,306	3,618	317	0.33	0.33	0.15
탐진강	3,570	-	215	3,619	-	226	0.13	-	0.45
제주서해	13,315	-	980	13,453	-	971	0.09	-	-0.09

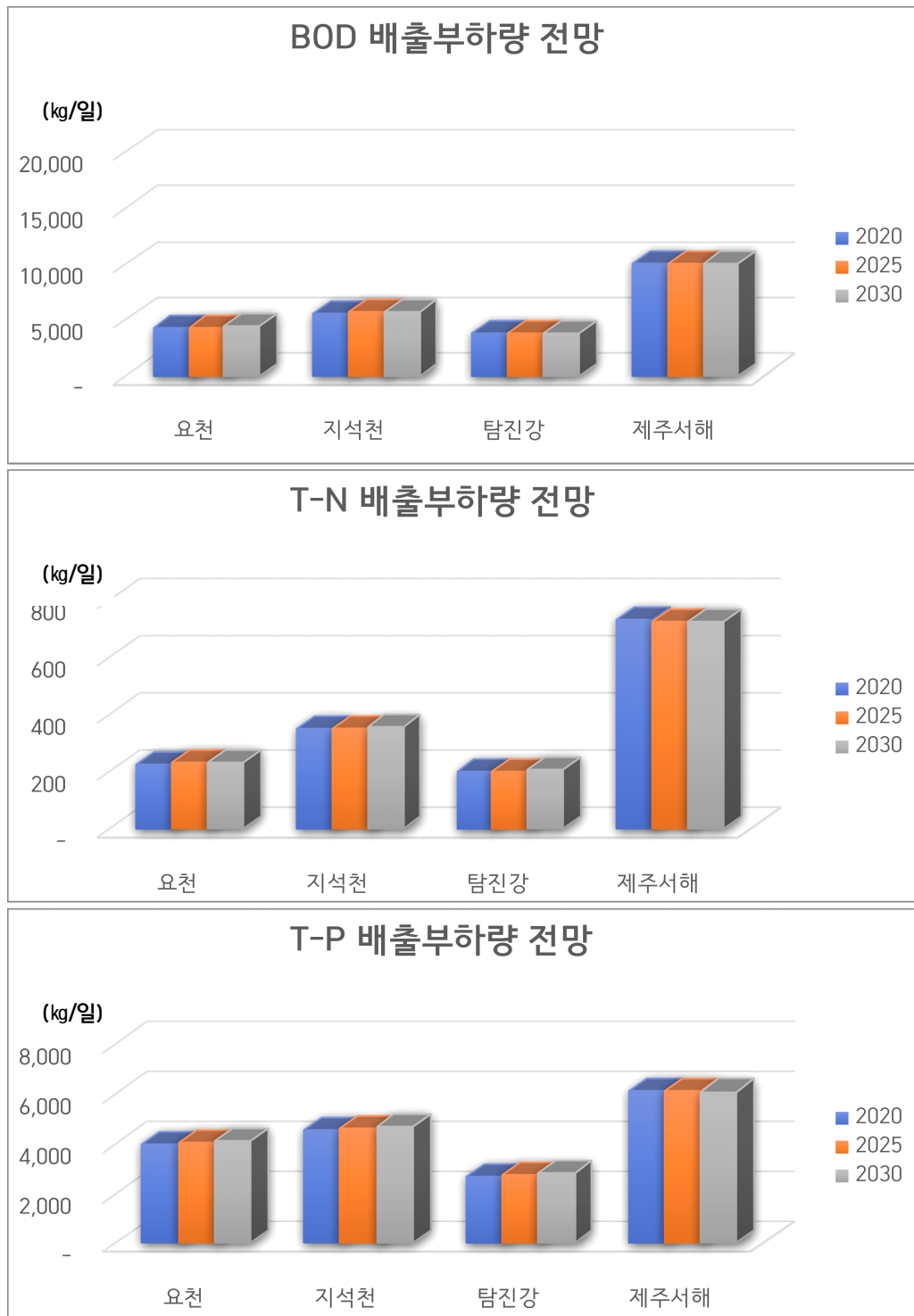
1) 기준년도 : 2014년(탐진강, 제주서해), 2015년(지석천, 요천)

2) 목표연도 : 2025년(탐진강, 제주서해), 2030년(지석천, 요천)

<표 2.54> BOD, T-N, T-P 배출부하량 전망

중권역	BOD(kg/일)			T-N ¹⁾ (kg/일)			T-P(kg/일)		
	2020년	2025년	2030년	2020년	2025년	2030년	2020년	2025년	2030년
요천	5,536	5,627	5,718	4,504	4,578	4,653	350	353	355
지석천	4,196	4,307	4,418	3,967	4,050	4,134	224	229	234
탐진강	3,754	3,778	3,801	2,680	2,740	2,800	198	202	207
제주서해	9,941	9,988	10,034	6,128	6,100	6,072	728	725	721

1) 탐진강, 제주서해 중권역의 경우 「영산강·섬진강 대권역 물환경관리계획 수립 연구(16~25) 최종보고서」(환경부, 2017)에는 T-N 배출부하량이 없어 T-P 증감율을 적용하여 산정



<그림 2.23> BOD, T-N, T-P 배출부하량 전망

제4절 중권역별 용수 수요 전망

1. 국가물관리기본계획 (2021, 관계부처 합동)

가. 용수 수요 전망

- 중권역별 용수 수요 전망결과 생공용수의 경우 탐진강을 제외한 3개 중권역은 감소, 농업용수의 경우 제주서해 중권역을 제외한 3개 중권역은 감소하는 것으로 나타남

<표 2.55> 중권역별 용수 수요량 전망

중권역		2018년	2020년	2025년	2030년
생공용수 (㎥/년)	요천	9,013,629	8,859,211	8,569,064	8,370,417
	지석천	16,301,729	16,005,805	15,973,862	15,978,329
	탐진강	6,838,776	7,558,871	9,899,580	9,733,378
	제주서해	14,073,686	10,691,243	9,053,574	9,681,862
농업용수 (㎥/년)	요천	123,920,617	108,558,068	105,450,220	95,811,673
	지석천	91,327,513	87,780,295	85,412,491	74,655,354
	탐진강	88,585,038	84,805,738	82,114,622	67,918,888
	제주서해	62,781,407	95,190,493	99,304,462	110,558,907

출처: 「제1차 국가물관리 기본계획(2021-2030)」, 물수요 전망 자료를 기준으로 중권역별 산정

나. 용수 수요 전망방법

(1) 생활용수

- 광역·공업수도정비기본계획의 수요량을 준용하고, 미급수 및 지하수 이용량은 「수자원장기종합계획(2001~2020)」와 동일한 방식을 적용
 - 생활용수 수요량은 수자원장기종합계획과 동일하게 상수도 급수지역, 미급수지역 수요량 및 기타 지하수 이용량으로 구분하여 추정하였고 수자원장기종합계획(시·군)와 달리 읍·면·동 단위로 추정
 - 사회·경제 전망의 불확실성을 감안, 기준수요·고수요·저수요 시나리오(변동성) 설정 및 수요량 추정

(2) 공업용수

- 공업용수 수요량은 수자원장기종합계획과 동일하게 기존 산단과 계획 산단으로 구분하여 추정
 - 원수 및 침전수를 수도로 공급받는 산단은 편람을 기준으로 산정한 수요량을 적용
 - (기존 산업단지) 산업단지 조성 후 경과시점이 10년 미만이면 목표연도(2030년)에 실가동률 80%로 가정하여 수요량을 산정하고, 10년 초과 시에는 이용량을 수요량으로 반영
 - (계획 산업단지) 산업단지 조성 후 경과시점에 따른 연도별 공업용수 수요량(업종별 부지면적×원단위)을 산정하여 적용

- 수도 공급 외 하천수, 댐용수, 지하수 등을 직접 이용하는 수요량은 조사시점(2018년)에서의 이용량이 장래에도 유지되는 것으로 가정하고, 수원간의 이용량이 중복되지 않도록 검토하여 산정

(3) 농업용수

- 「농어촌용수이용합리화계획」(농림부, 2014)의 용수구역단위(511개)를 기반으로 수요량 산정
 - 농업용수 수요량 : 논용수 수요량 + 밭용수 수요량 + 축산용수 수요량
 - 논용수 수요량은 관개답과 비관개답으로 구분하여 산정
 - (관개답) 저수지 수위 계측자료, 양수장 전력료 등 계측된 자료를 이용하여 공급량을 산정 후 수요량 산정에 적용
 - (비관개답) 기존 수요량 산정방법과 동일하게 이론과 유효수량에 근거한 필요수량 산정 후 10년 빈도 적용
 - 밭용수 수요량은 관개전과 비관개전으로 분류하고, 수자원장기종합계획의 수요량 산정방식과 동일하게 밭작물의 재배방식에 따른 수요량 변화 등을 고려
 - 축산용수는 양축용수와 가공용수로 분류하고, 가축 두수별 필요 원단위를 적용하여 가축두수 변화전망에 따른 수요량을 산정

2. 농어촌용수이용 합리화 계획 (2021, 한국농어촌공사)

가. 용수 수요 전망

- 수요전망 결과 제주서해를 제외한 3개 중권역에서 수요량이 감소하는 것으로 조사됨
- 국가물관리기본계획과 수요량 산정방법 차이(수리답은 국가물관리기본계획과 동일방법 적용, 나머지 용수는 10년빈도 기준 증발산량을 추정하여 필요수량을 산정한 후 적용)로 인해 수요량 전망 결과 차이가 발생하는 것으로 조사됨

나. 용수 수요 전망방법

(1) 기본방향

- 농업용수 수요량 산정방법은 이용수량을 계측하여 누계하는 방법, 표본지구 및 대표작물의 단위수량으로 산정하는 방법, 증발산량 공식으로 산정하는 방법 등이 있음
- 기존 계획에서는 목표연도 농경지 면적에 내한능력 10년빈도 기준 증발산량을 추정하여 필요수량(조용수량, 순용수량)을 산정한 후 적용
- 21년 계획에서는 수리답 수요량의 경우 「제1차 국가물관리기본계획(2021~2030)」 수립 시 적용한 실제 공급량 기준 방식을 적용하고, 나머지 용수는 기존 방법을 적용하여 농업용수 수요량을 산정

(2) 용수구역 설정

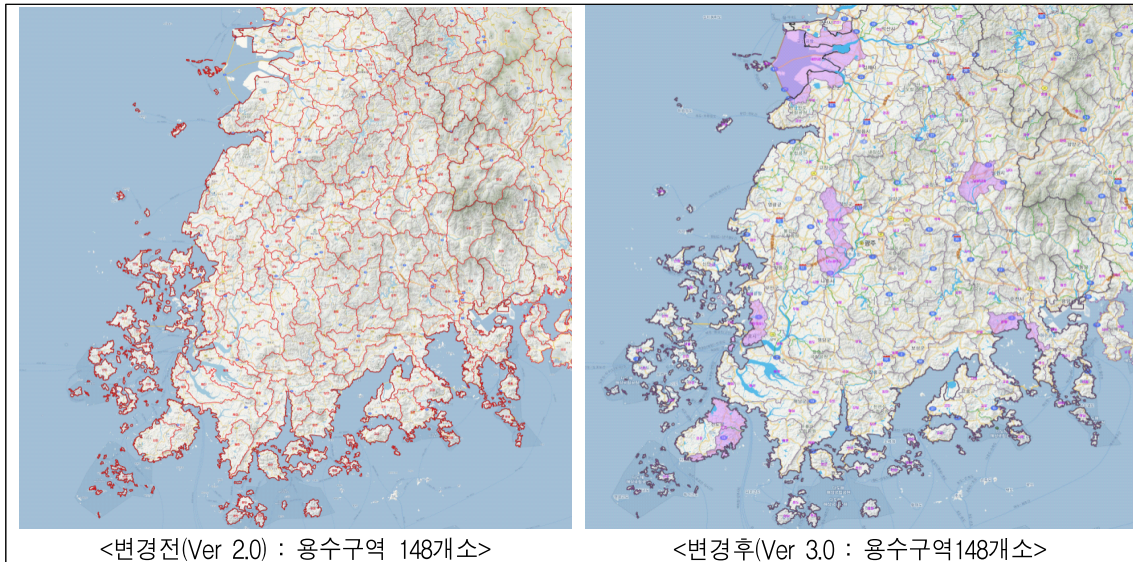
- 농촌용수구역이란 농촌용수를 공급하기 위한 농촌용수공급계획상의 구역별, 수계별 단위로 「21년 농어촌용수이용 합리화 계획」에서 다음과 같이 용수구역을 설정함

(가) 기존 용수구역

- 농어촌용수구역(총 511개)은 수자원단위지도(Ver1.0, 1999년)를 바탕으로 작성되었으나 최근 수자원단위지도(Ver3.0, 2010년)를 재정립하여 관련 기관 간 공간적으로 상이

(나) 용수구역개선

- 통합물관리 체계에 맞춰 농어촌용수구역 중 148개 용수구역(섬진강권역 64개, 영산강권역 55개, 금강권역 18개, 제주권역 11개)의 경계를 최신 수자원단위지도 (Ver3.0, 2011년)를 근거로 조정함



<그림 2.24> 농어촌용수구역 변경 전후 비교

(3) 농업용수 수요량 산정

- 논용수는 수리답과 비수리답으로 구분하고 수리답은 실측 공급량 기반으로 산정하고 비수리답은 공식에 의한 10년빈도 순용수량을 적용
- 시군관리 구역내 수리답은 수리시설이 대부분 소규모임을 감안하여 기존 방식대로 10년빈도 조용수량을 적용
- 밭용수는 관개전과 비관개전으로 구분하고 관개전은 공식에 의한 10년빈도 조용수량, 비관개전은 10년빈도 순용수량을 적용
- 축산용수는 축종별 단위공급량을 적용하고 가공용수는 양축용수의 15.6%를 적용

<표 2.56> 중권역별 농업용수 수요량 전망

중권역		2020년	2025년	2030년
농업용수 (㎥/년)	요천	89,429,100	86,817,200	65,895,800
	지석천	89,872,200	87,139,000	83,952,400
	탐진강	86,995,800	84,292,500	80,535,900
	제주서해	117,374,500	114,701,000	117,121,600

출처: 「21년 농어촌용수 이용 합리화 계획」, 한국농어촌공사(2021)

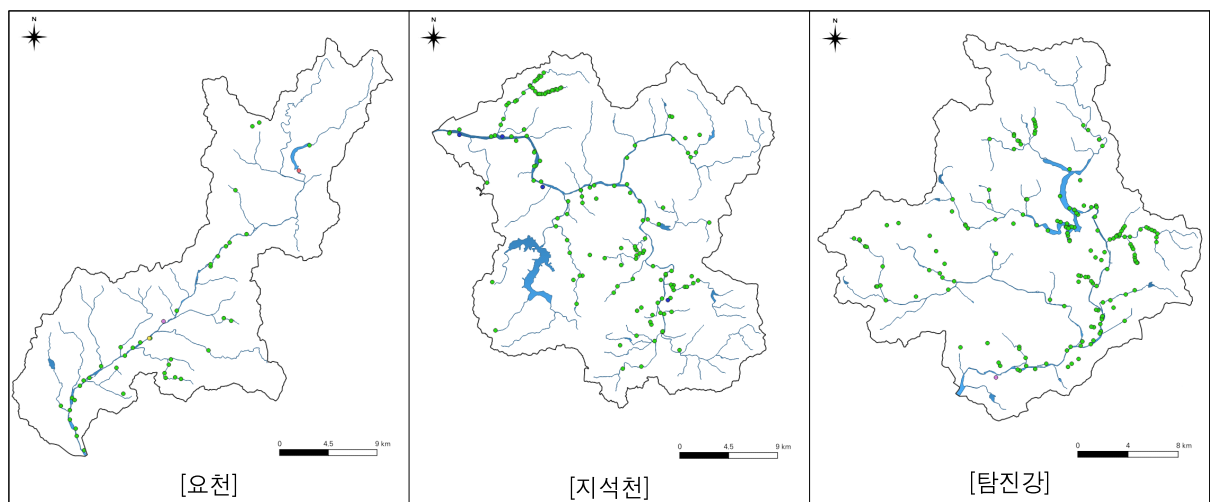
제5절 중권역별 수리권 현황

- 영산강홍수통제소 하천수사용허가(2021.10)에 따른 중권역별 허가수리권의 이용시설 현황은 용도별로 생활 2개소, 공업 4개소, 농업 339개소, 기타 3개소로 총 348개소이며, 2,525천㎥/일의 이용이 허가된 것으로 조사됨 (운영실적 정보는 제공되고 있지 않으며, 수자원 관련 계획 수립 시 일반적으로 허가량을 실적으로 간주함)
- 하천수 사용허가 현황은 GIS 지도로 구축하여 4장에서 연계운영 검토 시 분석모델 기본자료로 활용함

<표 2.57> 중권역별 허가수리권 현황

중권역	계		생활		공업		농업		기타	
	개소	허가량 (㎥/일)	개소	허가량 (㎥/일)	개소	허가량 (㎥/일)	개소	허가량 (㎥/일)	개소	허가량 (㎥/일)
합계	348	2,525,406	2	25,900	4	2,728	339	2,101,170	3	359,608
요천	42	1,103,637	1	21,000	-	-	39	691,929	2	390,708
지석천	140	683,136	-	-	4	2,728	136	680,408	-	-
탐진강	166	738,633	1	4,900	-	-	164	728,833	1	4,900
제주서해	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

출처: 「하천수 사용허가 현황(2021.10)」, 영산강홍수통제소



<그림 2.25> 중권역별 허가수리권 현황

<표 2.58> 중권역별 허가수리권 상세 현황

중권역	시설물명	용도	허가량(㎥/일)	하천종류	하천명
요천	대평보	농업	1,380	지방	요천
요천	하도취입보	농업	6,480	국가	요천
요천	금안보	농업	8,640	국가	요천
요천	입암보	농업	15,000	지방	풍춘천
요천	창산보	농업	5,100	지방	풍춘천

중권역	시설물명	용도	허가량(㎥/일)	하천종류	하천명
요천	고소암보	농업	21,000	지방	요천
요천	수반보	농업	690	지방	대상천
요천	중보	농업	1,030	지방	요천
요천	이정보	농업	510	지방	요천
요천	우암보	농업	2,400	지방	요천
요천	두신양수장	농업	1,720	국가	요천
요천	하도보	농업	7,400	국가	요천
요천	세전1양수장	농업	900	국가	섬진강
요천	두지보	농업	4,800	국가	요천
요천	백수보	농업	6,500	국가	요천
요천	신평보	농업	1,700	국가	요천
요천	태산양수장	농업	1,250	국가	요천
요천	동서내 양수장	농업	6,800	국가	요천
요천	여시보	농업	1,400	지방	수지천
요천	흑송양수장	농업	3,000	국가	요천
요천	금암양수장	농업	6,500	지방	광치천
요천	기설보	농업	5,180	국가	요천
요천	석보	농업	18,749	지방	요천
요천	산남양수장	농업	180	지방	요천
요천	효기저수지	농업	1,380	지방	효촌천
요천	효기양수장	농업	1,200	지방	효촌천
요천	조산취수문	농업	11,750	국가	요천
요천	지당양수장	농업	2,410	국가	요천
요천	상주1보	농업	2,600	지방	주초천
요천	배덕보	농업	6,200	지방	주초천
요천	동마저수지	농업	1,260	지방	주초천
요천	득수보	농업	1,500	지방	원천천
요천	하주2보	농업	9,330	지방	주초천
요천	하주3보	농업	2,670	지방	주초천
요천	상주2보	농업	310	지방	주초천
요천	금암보	농업	890	국가	요천
요천	임수보	농업	200	지방	요천
요천	사암보	농업	20,000	지방	용림천
요천	동화저수지	농업	6,900	지방	백운천
요천	동화소수력	발전	6,910	지방	백운천
요천	월락정수장	생활	509,290	국가	요천
요천	집수정	환경개선	390,528	국가	요천
지석천	지석천 수질측정소	공업	27,700	국가	지석천
지석천	오계양수장	공업	12,900	국가	지석천
지석천	대촌측정소	공업	4,000	지방	대촌천
지석천	쌍봉사 취수정	공업	7,000	지방	쌍봉사천
지석천	대지보	농업	12,100	지방	대촌천
지석천	대지3양수장	농업	800	지방	대촌천
지석천	승촌양수장	농업	800	국가	지석천
지석천	중앙4양수장	농업	800	지방	대촌천
지석천	양과12보	농업	800	지방	수춘천
지석천	양과4보	농업	800	지방	수춘천
지석천	양과13보	농업	800	지방	수춘천
지석천	양과14보	농업	800	지방	수춘천

중권역	시설물명	용도	허가량(㎥/일)	하천종류	하천명
지석천	양과2보	농업	800	지방	수춘천
지석천	양과11보	농업	800	지방	수춘천
지석천	양과3보	농업	800	지방	수춘천
지석천	양과15보	농업	800	지방	수춘천
지석천	양과1보	농업	6,000	지방	수춘천
지석천	양과10보	농업	7,000	지방	수춘천
지석천	칠석보	농업	3,000	지방	대춘천
지석천	회량보	농업	3,000	지방	대춘천
지석천	원산1보	농업	800	지방	대춘천
지석천	갱인보	농업	800	지방	대춘천
지석천	삼한보	농업	800	지방	대춘천
지석천	노대5보	농업	800	지방	대춘천
지석천	노대6보	농업	800	지방	대춘천
지석천	양과5보	농업	800	지방	수춘천
지석천	양과7보	농업	800	지방	수춘천
지석천	양과6보	농업	800	지방	수춘천
지석천	양과8보	농업	3,500	지방	수춘천
지석천	양과9보	농업	800	지방	수춘천
지석천	이장보	농업	800	지방	대춘천
지석천	한가리보	농업	28,650	지방	대춘천
지석천	원산보 (대골양수장)	농업	168	지방	대춘천
지석천	대지2양수장	농업	25,700	지방	대춘천
지석천	원산2보	농업	1,200	지방	대춘천
지석천	신가1양수장	농업	933	국가	지석천
지석천	신가보	농업	1,200	국가	지석천
지석천	동촌양수장	농업	14,187	국가	지석천
지석천	신보	농업	5,700	국가	지석천
지석천	삼남양수장	농업	17,700	국가	지석천
지석천	서산보	농업	27,700	국가	지석천
지석천	서산양수장	농업	120	국가	지석천
지석천	지석보	농업	10,500	국가	지석천
지석천	중앙1양수장	농업	2,500	국가	지석천
지석천	남평양수장	농업	500	국가	지석천
지석천	오계양수장	농업	3,400	국가	지석천
지석천	윤월양수장	농업	1,700	지방	대초천
지석천	중보	농업	5,100	지방	정천
지석천	쌍옥양수장	농업	1,564,531	지방	대초천
지석천	평리2양수장	농업	20,300	지방	대초천
지석천	나주저수지	농업	-	지방	대초천
지석천	강창보	농업	14,000	국가	지석천
지석천	평산양수장	농업	13,000	지방	구치천
지석천	사야양수장	농업	3,456	지방	송산천
지석천	덕림저수지	농업	9,331	지방	덕림천
지석천	강정저수지	농업	38,000	지방	궁원천
지석천	대춘보	농업	-	국가	지석천
지석천	덕례양수장	농업	41,818	국가	지석천
지석천	송림저수지	농업	979,900	지방	산포천
지석천	시종양수장	농업	12,096	지방	영암천
지석천	지석보	농업	7,776	국가	지석천

중권역	시설물명	용도	허가량(㎥/일)	하천종류	하천명
지석천	남정양수장	농업	1,728	국가	지석천
지석천	원지양수장	농업	7,560	국가	지석천
지석천	장전보	농업	19,000	국가	지석천
지석천	영벽보	농업	5,356	국가	지석천
지석천	대곡양수장	농업	10,022	국가	지석천
지석천	도곡보	농업	800	국가	지석천
지석천	대사리보	농업	300	지방	유곡천
지석천	가늌보	농업	8,640	지방	유곡천
지석천	평리양수장	농업	864	국가	지석천
지석천	신성양수장	농업	5,184	국가	지석천
지석천	천암양수장	농업	800	국가	지석천
지석천	아래들보	농업	1,300	지방	정천
지석천	등광양수장	농업	31,800	지방	정천
지석천	도암저수지	농업	5,000	지방	정천
지석천	용강양수장	농업	1,500	지방	대초천
지석천	정천양수장	농업	4,800	지방	정천
지석천	천태양수장	농업	600	지방	정천
지석천	우치2보	농업	300	지방	대초천
지석천	용생보	농업	600	지방	동천
지석천	용남보	농업	44,900	지방	화순천
지석천	백용보	농업	74,300	지방	화순천
지석천	서성저수지	농업	6,200	지방	동천
지석천	연둔보	농업	864	지방	동북천
지석천	강성3양수장	농업	8,400	지방	지석천
지석천	강성3보	농업	15,800	지방	송석천
지석천	강성2보	농업	500	지방	송석천
지석천	강성4보	농업	3,800	지방	송석천
지석천	강성양수장	농업	800	지방	송석천
지석천	해금사보	농업	1,300	국가	지석천
지석천	강성2양수장	농업	3,400	지방	송석천
지석천	강성1보	농업	27,300	지방	송석천
지석천	쌍봉저수지	농업	4,800	지방	쌍봉사천
지석천	섬안보	농업	4,300	지방	지석천
지석천	품평2양수장	농업	1,700	지방	오유천
지석천	용반1보	농업	2,900	지방	송석천
지석천	용반보	농업	59,900	지방	송석천
지석천	장치저수지	농업	60	지방	송석천
지석천	돈나보	농업	800	지방	오유천
지석천	선창보	농업	1,700	지방	지석천
지석천	대비저수지	농업	2,000	지방	대비천
지석천	등용저수지	농업	23,300	지방	백운천
지석천	백운저수지	농업	21,700	지방	백운천
지석천	세창보	농업	4,800	지방	지석천
지석천	세창1양수장	농업	2,500	지방	지석천
지석천	청풍보	농업	2,700	지방	청풍천
지석천	신리보	농업	2,000	지방	청풍천
지석천	신석1보	농업	500	지방	청풍천
지석천	신석2보	농업	4,300	지방	청풍천
지석천	신석보	농업	500	지방	청풍천

중권역	시설물명	용도	허가량(㎥/일)	하천종류	하천명
지석천	굴보	농업	300	지방	차천
지석천	굴앞보	농업	2,500	지방	청풍천
지석천	청용저수지	농업	14,300	지방	차천
지석천	풍암양수장	농업	1,700	지방	지석천
지석천	둔전보	농업	3,800	지방	지석천
지석천	어리양수장	농업	3,400	지방	지석천
지석천	밭뚝보	농업	1,700	지방	춘양천
지석천	도두막보	농업	2,000	지방	춘양천
지석천	터들보	농업	1,300	지방	춘양천
지석천	새뚝보	농업	1,000	지방	춘양천
지석천	조산보	농업	1,700	지방	춘양천
지석천	연주산보	농업	1,700	지방	춘양천
지석천	민등보	농업	500	지방	춘양천
지석천	모래가리보	농업	800	지방	춘양천
지석천	화림집수정	농업	2,700	국가	지석천
지석천	산간보	농업	500	지방	춘양천
지석천	숲쟁이보	농업	1,700	지방	춘양천
지석천	신야보	농업	33,900	국가	지석천
지석천	우봉양수장	농업	11,836	국가	지석천
지석천	오뜰보	농업	3,456	국가	지석천
지석천	바둑보	농업	1,300	지방	춘양천
지석천	구진보	농업	300	지방	석정천
지석천	금전저수지	농업	132,300	지방	한천천
지석천	보다지보	농업	2,000	지방	외남천
지석천	반곡저수지	농업	18,500	지방	도치천
지석천	십리보	농업	10,300	지방	화순천
지석천	새보	농업	1,700	지방	화순천
지석천	학사리보	농업	6,000	지방	화순천
지석천	주도양수장	농업	8,600	지방	화순천
지석천	서태양수장	농업	7,700	지방	화순천
탐진강	화산양수장	농업	34,900	지방	군동천
탐진강	금강보	농업	3,802	지방	군동천
탐진강	삼신양수장(관선보)	농업	3,800	국가	탐진강
탐진강	양산양수장	농업	4,900	국가	탐진강
탐진강	덕천양수장	농업	3,700	국가	탐진강
탐진강	금사저수지	농업	760	지방	금사천
탐진강	장산저수지	농업	1,000	지방	장산천
탐진강	풍동양수장	농업	1,200	국가	탐진강
탐진강	어상보	농업	500	국가	탐진강
탐진강	발산보	농업	500	지방	군동천
탐진강	구룡보	농업	500	지방	군동천
탐진강	도강보	농업	500	지방	군동천
탐진강	화산저수지	농업	500	지방	군동천
탐진강	하고저수지	농업	1,200	지방	성동천
탐진강	용운양수장	농업	500	지방	금강천
탐진강	용운보	농업	1,000	지방	금강천
탐진강	신시양수장	농업	500	지방	금강천
탐진강	영흥2양수장	농업	1,000	지방	금강천
탐진강	영흥1양수장	농업	1,000	지방	금강천

중권역	시설물명	용도	허가량(㎥/일)	하천종류	하천명
탐진강	영풍보	농업	2,794	지방	금강천
탐진강	신평보	농업	500	지방	금강천
탐진강	월남저수지	농업	3,400	지방	학동천
탐진강	월평저수지	농업	3,400	지방	월산천
탐진강	죽전보	농업	1,000	지방	금강천
탐진강	저드리보	농업	1,000	지방	금강천
탐진강	삼반보	농업	3,400	지방	금강천
탐진강	성전저수지	농업	3,456	지방	금강천
탐진강	새보	농업	6,749	지방	옴천천
탐진강	샘보	농업	2,730	지방	옴천천
탐진강	개산(사취장)보	농업	20,338	지방	옴천천
탐진강	기좌보	농업	100	지방	옴천천
탐진강	정정양수장	농업	1,780	지방	옴천천
탐진강	영산보	농업	1,200	지방	옴천천
탐진강	영산저수지	농업	1,200	지방	옴천천
탐진강	월곡저수지	농업	1,200	지방	옴천천
탐진강	영미보	농업	1,200	지방	옴천천
탐진강	감당보	농업	1,200	지방	학동천
탐진강	달산1보	농업	1,200	지방	학동천
탐진강	죽산양수장	농업	1,000	지방	학동천
탐진강	야흥양수장	농업	1,000	지방	금강천
탐진강	장교양수장	농업	1,000	지방	금강천
탐진강	이남1양수장	농업	1,000	지방	금강천
탐진강	작천양수장	농업	1,200	지방	금강천
탐진강	장교보	농업	1,700	지방	학동천
탐진강	호계4보	농업	1,500	지방	부산천
탐진강	관한보	농업	800	지방	금자천
탐진강	금자천2보	농업	1,000	지방	금자천
탐진강	금자2보	농업	1,000	지방	금자천
탐진강	금자3보	농업	1,200	지방	금자천
탐진강	금자1보	농업	1,000	지방	금자천
탐진강	금자4보	농업	1,000	지방	금자천
탐진강	호계3보	농업	1,000	지방	부산천
탐진강	금자양수장	농업	1,000	지방	부산천
탐진강	금자천1보	농업	600	지방	금자천
탐진강	금자5보	농업	500	지방	금자천
탐진강	훗보	농업	1,000	지방	금자천
탐진강	금자천3보	농업	1,000	지방	금자천
탐진강	신야보	농업	1,000	국가	탐진강
탐진강	기동보	농업	800	지방	부산천
탐진강	내안2보	농업	1,000	지방	내안천
탐진강	내안보	농업	500	지방	내안천
탐진강	내안1보	농업	1,000	지방	내안천
탐진강	내안4보	농업	1,000	지방	내안천
탐진강	내안3보	농업	1,500	지방	내안천
탐진강	무장보	농업	1,200	국가	탐진강
탐진강	잣두보	농업	1,200	국가	탐진강
탐진강	용반보	농업	1,200	국가	탐진강
탐진강	어인보	농업	600	국가	탐진강

중관역	시설물명	용도	허가량(㎥/일)	하천종류	하천명
탐진강	지천1보	농업	1,000	국가	탐진강
탐진강	심천보	농업	600	국가	탐진강
탐진강	호계2보	농업	100	지방	부산천
탐진강	호계6보	농업	300	지방	호계천
탐진강	호계5보	농업	1,200	지방	호계천
탐진강	호계1보	농업	500	지방	호계천
탐진강	호계3보	농업	500	지방	호계천
탐진강	호계2보	농업	1,000	지방	호계천
탐진강	호계천4보	농업	100	지방	호계천
탐진강	호계천3보	농업	3,400	지방	호계천
탐진강	호계천1보	농업	1,200	지방	호계천
탐진강	호계천2보	농업	1,200	지방	호계천
탐진강	호계4보	농업	1,200	지방	호계천
탐진강	만년보	농업	1,700	지방	부산천
탐진강	장항보	농업	300	지방	부산천
탐진강	이곡저수지	농업	1,200	지방	호계천
탐진강	관동천1보	농업	300	지방	관동천
탐진강	관동1보	농업	300	지방	관동천
탐진강	관동2보	농업	300	지방	관동천
탐진강	관동3보	농업	1,200	지방	관동천
탐진강	관동1보	농업	1,000	지방	유치천
탐진강	갱이보	농업	1,200	지방	유치천
탐진강	관동4보	농업	1,700	지방	관동천
탐진강	용지보	농업	1,300	지방	유치천
탐진강	구석들보	농업	800	지방	관동천
탐진강	반월2보	농업	800	지방	반월천
탐진강	반월1보	농업	1,000	지방	반월천
탐진강	금곡저수지	농업	1,300	지방	반월천
탐진강	반월3보	농업	1,200	지방	반월천
탐진강	구석보	농업	1,200	지방	유치천
탐진강	반월4보	농업	1,000	지방	반월천
탐진강	반월5보	농업	25,400	지방	반월천
탐진강	반월6보	농업	1,000	지방	반월천
탐진강	칠인보	농업	380	지방	유치천
탐진강	진수보	농업	380	지방	탐진강
탐진강	봉덕1보	농업	700	지방	봉덕천
탐진강	임경보	농업	15,000	지방	탐진강
탐진강	봉덕3보	농업	1,000	지방	봉덕천
탐진강	봉덕2보	농업	18,100	지방	탐진강
탐진강	봉덕1보	농업	100	지방	탐진강
탐진강	용문2보	농업	500	지방	탐진강
탐진강	용문1보	농업	7,400	지방	탐진강
탐진강	봉덕2보	농업	13,000	지방	봉덕천
탐진강	덕산리1보	농업	800	지방	월암천
탐진강	덕산리2보	농업	13,000	지방	월암천
탐진강	관동2보	농업	500	지방	유치천
탐진강	용문3보	농업	17,000	지방	탐진강
탐진강	종양4보	농업	11,000	지방	상촌천
탐진강	조양5보	농업	26,600	지방	상촌천

중권역	시설물명	용도	허가량(㎥/일)	하천종류	하천명
탐진강	종양3보	농업	100	지방	상촌천
탐진강	종양2보	농업	100	지방	상촌천
탐진강	종양1보	농업	12,000	지방	상촌천
탐진강	조양9보	농업	500	지방	상촌천
탐진강	상촌저수지	농업	100	지방	상촌천
탐진강	조양6보	농업	7,400	지방	상촌천
탐진강	조양7보	농업	1,000	지방	상촌천
탐진강	조양8보	농업	800	지방	상촌천
탐진강	조양10보	농업	1,000	지방	상촌천
탐진강	조양저수지	농업	1,065	지방	한치천
탐진강	조양1보	농업	2,264	지방	상촌천
탐진강	신평1보	농업	27,331	지방	한치천
탐진강	청용보	농업	17,220	지방	부산천
탐진강	만수보	농업	1,642	지방	부산천
탐진강	만년5보	농업	432	지방	부산천
탐진강	만년4보	농업	1,884	지방	부산천
탐진강	먼갱이보	농업	19,656	지방	부산천
탐진강	용곡3보	농업	2,153	지방	월곡천
탐진강	용곡2보	농업	1,065	지방	월곡천
탐진강	관덕리1보	농업	2,661	지방	부동천
탐진강	금산저수지	농업	8,640	지방	부동천
탐진강	부동천보	농업	720	지방	부동천
탐진강	금산(좌)보	농업	5,184	지방	부동천
탐진강	금산(우)보	농업	3,525	지방	부동천
탐진강	바위보	농업	1,711	지방	부동천
탐진강	상리2보	농업	75,910	지방	부동천
탐진강	관덕리2보	농업	11,232	지방	부동천
탐진강	석대취수문	농업	3,110	국가	탐진강
탐진강	남외5보	농업	3,491	국가	탐진강
탐진강	덕제양수장	농업	2,678	국가	탐진강
탐진강	독실보	농업	31,730	국가	탐진강
탐진강	성불양수장	농업	2,281	지방	성불천
탐진강	성불양수장	농업	3,629	지방	금강천
탐진강	성불1보	농업	3,110	지방	성불천
탐진강	신흥양수장	농업	22,118	국가	탐진강
탐진강	영전보	농업	1,231	지방	금강천
탐진강	영전보	농업	2,281	지방	금강천
탐진강	석대양수장	농업	18,346	국가	탐진강
탐진강	남외3보	농업	57,377	국가	탐진강
탐진강	남외2보	농업	2,074	국가	탐진강
탐진강	우목리1보	농업	7,223	지방	평화천
탐진강	송암양수장	농업	1,884	국가	탐진강
탐진강	남외4보	농업	1,209	국가	탐진강
탐진강	관덕리5보	농업	1,670	지방	부동천
탐진강	한들보	농업	1,360	국가	탐진강
탐진강	관덕리6보	농업	5,760	지방	부동천
탐진강	관덕리3보	농업	1,503	지방	부동천
탐진강	강진상수도	생활	20,304	국가	탐진강

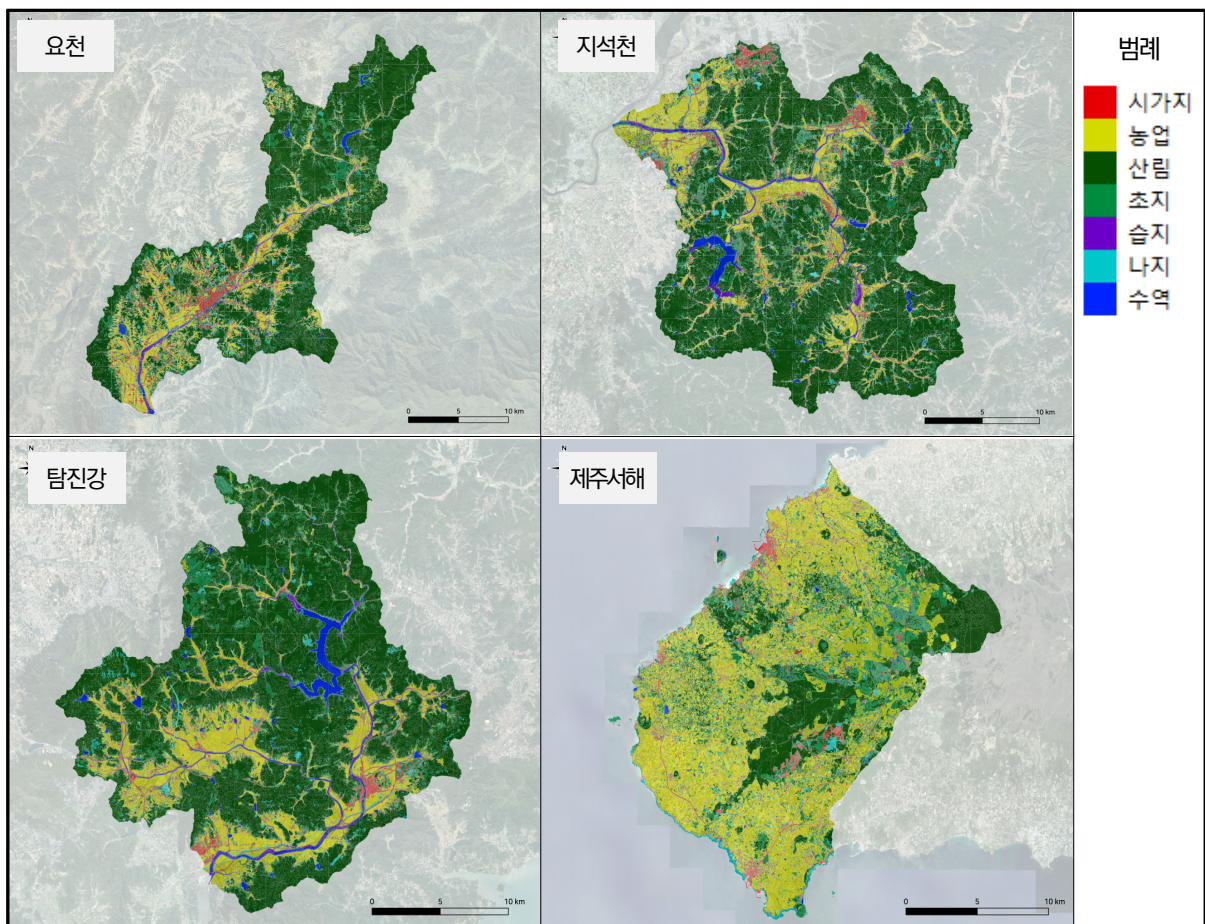
제6절 중권역별 토지이용특성, 투수 및 불투수면적 현황

1. 토지이용현황

- 본 과업에서는 「환경공간정보서비스」(<https://egis.me.go.kr/>)에서 제공하는 토지피복도(2021년 기준)를 이용하여 토지이용비율을 산정하였음
- 중권역별 토지이용현황은 제주서해를 제외한 3개 중권역에서 산림지역의 비율이 가장 높았고, 제주서해는 농업지역의 비율이 가장 높은 것으로 산정되었음

<표 2.59> 중권역별 토지이용 비율

중권역		합계	시가지	농업	산림	초지	습지	나지	수역
요천	면적(km ²)	486.70	16.55	91.86	295.12	55.96	6.89	13.76	6.56
	구성(%)	100.00	3.40	18.88	60.64	11.50	1.40	2.83	1.35
지석천	면적(km ²)	663.98	22.71	109.56	407.48	81.60	12.35	15.94	14.34
	구성(%)	100.00	3.42	16.50	61.37	12.29	1.86	2.40	2.16
탐진강	면적(km ²)	505.53	12.49	86.85	311.75	60.11	9.66	11.93	12.74
	구성(%)	100.00	2.47	17.18	61.67	11.89	1.91	2.36	2.52
제주서해	면적(km ²)	378.50	17.87	186.34	88.64	71.95	1.44	10.71	1.55
	구성(%)	100.00	4.72	49.23	23.42	19.01	0.38	2.83	0.41



<그림 2.26> 중권역별 토지피복도에 따른 토지이용현황

2. 불투수면적률

가. 불투수면적률 산정 방법(기존)

- 「물환경보전법」 ‘제53조의5 제4항’ 및 ‘제53조의5 제6항’에 따른 물순환관리지표 산정을 위해 대상지역의 불투수면적률은 「비점오염관리를 위한 물순환관리지표 산정지침」에 따라 산정
- 불투수면적률은 대상지역의 전체면적 대비 불투수면적의 비율을 백분율로 표시한 것을 말하며 저영향개발 기법이 적용된 지역에 대해서는 집수면적을 계산하여 총 불투수면적에서 제외하도록 하고 있음

<표 2.60> 불투수면적률 산정방법

구분	산정 방법
불투수면적률	<ul style="list-style-type: none"> · 총불투수면적(m^2) = 대상지역 불투수면적(m^2)의 합 · 불투수면적률(%) = $\frac{\text{총불투수면적}(m^2)}{\text{대상지역의총면적}(m^2)} \times 100$
저영향개발 적용지역의 불투수면적률	<ul style="list-style-type: none"> · 저영향개발기법적용 집수면적(m^2) = $\frac{\text{저영향개발기법용량}(m^3)}{\text{전체강우량}(mm)}$ · 저영향개발 기법적용 후 불투수면적(m^2) = 총불투수면적 - 저영향개발기법적용 집수면적 · 불투수면적률(%) = $\frac{\text{저영향개발기법적용 후 총불투수면적}(m^2)}{\text{대상지역의총면적}(m^2)} \times 100$

출처: 「비점오염관리를 위한 물순환관리지표 산정지침」(환경부고시, 제2020-103호)

나. 불투수면적률 산정 방법(금회)

- 「비점오염관리를 위한 물순환관리지표 산정지침」에 따르면 자료 수집 및 분석에 많이 시간과 비용이 발생하므로 금회 과업에서는 토지피복도 세분류(1:1000) 수준의 데이터를 이용하여 토지피복도에 따른 토지이용특성과 이에 따른 불투수 분류 방법을 적용하였음
- 적용 결과 요천과 지석천의 경우 불투수면적이 증가, 탐진강 및 제주서해는 감소한 것으로 나타났으며, 차이 발생 원인은 저영향개발(Low Impact Development, LID기법: 강우유출 발생지에서부터 침투, 저류를 통해 도시화에 따른 수생태계를 최소화하여 개발 이전의 상태에 최대한 가깝게 만들기 위한 토지이용 계획 및 도시 개발 기법) 적용 유무 및 토지피복도 세분류를 적용할 것이 주요한 것으로 판단됨(기존 방법에서는 토지피복 중분류 적용)

<표 2.61> 중권역별 불투수면적 비율

중권역	기존 방법(2019) 불투수율(%)	금회 방법(2021) 불투수율(%)
요천	6.30	13.30
지석천	5.86	7.05
탐진강	5.55	4.50
제주서해	16.84	12.10

<표 2.62> 토지피복도에 따른 불투수 분류 기준 (환경부, 2020년)

중분류	세분류	분류기준	비고
주거지역 (110)	단독주거시설 (111)	<ul style="list-style-type: none"> · 아파트, 연립, 빌라를 제외한 모든 단독주거시설을 포함 · 주거/상업/공업시설이 혼합된 지역은 혼합지역으로 분류 · 생가, 고택(종가, 종택), 별장 등을 포함 · 신당(굿당, 당산, 산신각, 개당 등) 및 고택 내 사당 등을 포함 	불투수
	공동주거시설 (112)	<ul style="list-style-type: none"> · 아파트, 연립, 빌라를 모두 포함 · 아파트 단지 내의 개개의 건물만 공동주거시설로 분류하고, 그 외의 부분은 각 항목에 맞도록 구분하여 분류 · 단지 내 상가 등 부대 상업시설은 상업·업무시설로 분류 · 관리사무소, 노인정, 경비실은 공동주거시설에 포함 	불투수
공업지역 (120)	공업시설 (121)	<ul style="list-style-type: none"> · 농업, 임업, 수산업 등 1차산업에서 얻어진 생산물을 원료로 인간생활에 필요한 여러 생산물을 가공·생산하는 산업시설 및 건물을 포함 · 수로, 관개용수시설, 발전용수, 유류 및 가스 등의 수송을 위한 수송관을 포함 · 주거·상업·공업시설이 혼합된 아파트형 공장의 경우 혼합지역으로 분류 · 공업지역 내의 기숙사는 공동주거시설, 상가는 상업·업무시설로 분류 	불투수
상업지역 (130)	상업·업무 시설 (131)	<ul style="list-style-type: none"> · 상품의 도·소매 등 매매업이 주를 이루는 지역으로 상가 및 시장이 위치한 지역과 사무빌딩 등 업무 시설이 주를 이루는 지역을 포함 · 주거/상업/공업이 혼합된 지역은 혼합지역으로 분류 · 판매 및 영업, 업무, 창고, 숙박시설, 주유소·가스충전소·저유소를 포함 · 단란주점, 유흥주점, 유원시설업의 시설, 무도장, 카지노 영업소 등을 포함 · 단체, 협회, 휴게소, 터미널(버스터미널, 화물터미널 등)을 포함 · 역(역사, 플랫폼), 원형 기관차고, 정비시설, 전차·주차장 및 기타부지를 포함 	불투수
	혼합지역 (132)	<ul style="list-style-type: none"> · 주거/상업·업무/공업 시설이 혼합된 지역 	불투수
문화·체육·휴양 시설 (140)	문화·체육·휴양 시설 (141)	<ul style="list-style-type: none"> · 놀이공원, 리조트, 체육공원, 펜션 등의 휴양시설을 포함 · 운동장, 경마장, 경륜장, 자동차 경주장, 경정장 등 경기장 시설을 포함 · 영화, 드라마 등을 찍고 만드는데에 필요한 설비를 갖춘 곳을 포함 · 청소년 수련원, 야영장, 쉼터, 대피소, 휴양림 등을 포함 · 휴양지 내에 위치한 호텔, 모텔 등의 숙박시설을 포함 · 공연시설(공연장, 연극극장, 음악당 포함, 영화상영관 제외), 전시시설(박물관, 미술관, 기념관, 전시관, 화랑 등)을 포함 · 문화회관(문화센터), 낚시터, 승마클럽, 전망대, 케이볼카, 영어마을 등을 포함 · 골프연습장(실내, 실외), 골프클럽 내 시설(클럽하우스 등) 포함 · 골프연습장 그물망은 주차장인 경우 도로, 그 외에는 문화체육 휴양시설로 분류 · 인공폭포, 분수대 등을 포함 	불투수

중분류	세분류	분류기준	비고
교통지역 (150)	공항 (151)	<ul style="list-style-type: none"> 여객·화물의 항공운송에 필요한 시설로 격납고, 승강장, 관제시설 등 부대시설을 포함 활주로의 경우 도로로 분류하고 활주로 주변의 초지, 나지 등은 최소 분류 기준에 따라 각각의 항목으로 분류 	불투수
	항만 (152)	<ul style="list-style-type: none"> 선박의 정박과 물품의 하역 시설 및 부지 화물의 내륙수송을 위한 항구내의 철로와 보관을 위한 창고시설을 포함 방파제 및 방조제를 포함 	불투수
	철도 (153)	<ul style="list-style-type: none"> 선로, 고가철로, 지선을 포함 역(역사, 플랫폼), 원형 기관차고, 정비시설, 전차·조차장 및 기타부지는 상업업무시설로 분류 선로 사이의 초지, 나지 등은 최소분류 기준에 따라 각각의 항목으로 분류 	투수
	도로 (154)	<ul style="list-style-type: none"> 영상에서 시각적으로 판독이 가능한 불투수성(아스팔트(아스콘), 콘크리트(시멘트), 우레탄) 도로 및 교량을 포함하며, 길이 3m 이하의 도로는 생략이 가능 입체교차로를 포함하며, 입체 교차로 내 초지는 기타초지로 분류 휴게소는 상업·업무지역에 포함 건설 중인 도로가 콘크리트인 경우에는 도로로 분류하고, 나지인 경우 기타 나지로 분류 도로의 분리대 및 주차장의 경우 도로로 포함 	불투수
	기타교통 통신시설 (155)	<ul style="list-style-type: none"> 헬기 이·착륙장, 텔레비전 또는 라디오 송·수신시설을 포함 공항, 항만, 철도, 도로항목에 포함되지 않는 교통·통신시설 등을 포함 기타 교통 시설 : 톨게이트(요금징수소) 기타 통신 시설 : 방송국, 송신소, 기지국, 지구국 등 통신 관련 시설로 위성중계기, 송신탑 등의 부대시설을 포함함 	불투수
공공시설 지역 (160)	환경기초시설 (161)	<ul style="list-style-type: none"> 환경오염물질 등으로 인한 자연환경 및 생활환경에 대한 위해를 사전에 예방·저감하거나 환경오염물질의 적정처리 또는 폐기물 등의 재활용을 위한 시설·기계·기구 기타 물체 등이 설치된 시설 환경오염방지시설, 마을하수도 및 하수종말처리시설, 폐수종말처리시설, 오수처리시설, 단독정화조, 축산폐수처리시설, 분뇨처리시설, 축산폐수공공처리시설, 재활용시설, 폐기물처리시설, 취수시설 및 정수시설, 펌프장, 가압장, 폐차장, 저류시설 등을 포함 	불투수
	교육·행정 시설 (162)	<ul style="list-style-type: none"> 유치원, 초·중·고·대학교 등 모든 교육시설 특수학교, 고등기술학교, 공민학교, 각종학교(중·고·대학 수준) 등 교육부 인가 학교 포함 행정업무를 담당하는 정부청사, 시·도청, 시·군·구청, 읍·면·동사무소 학교 내 기숙사(공동주거지역), 운동장(문화체육휴양시설) 을 제외한 나머지 시설물은 교육·행정시설로 분류 	불투수
	기타 공공시설 (163)	<ul style="list-style-type: none"> 환경기초시설, 교육·행정시설에 포함되지 않은 공공시설지역 모든 댐, 발전시설(발전소, 정류소, 변전소, 수문, 급전소, 송전탑, 태양열집열판 등)과 부대시설을 포함 길이 50m 이상의 불투수포장재로 되어 있는 제방(콘크리트, 도색 등)을 포함 	불투수

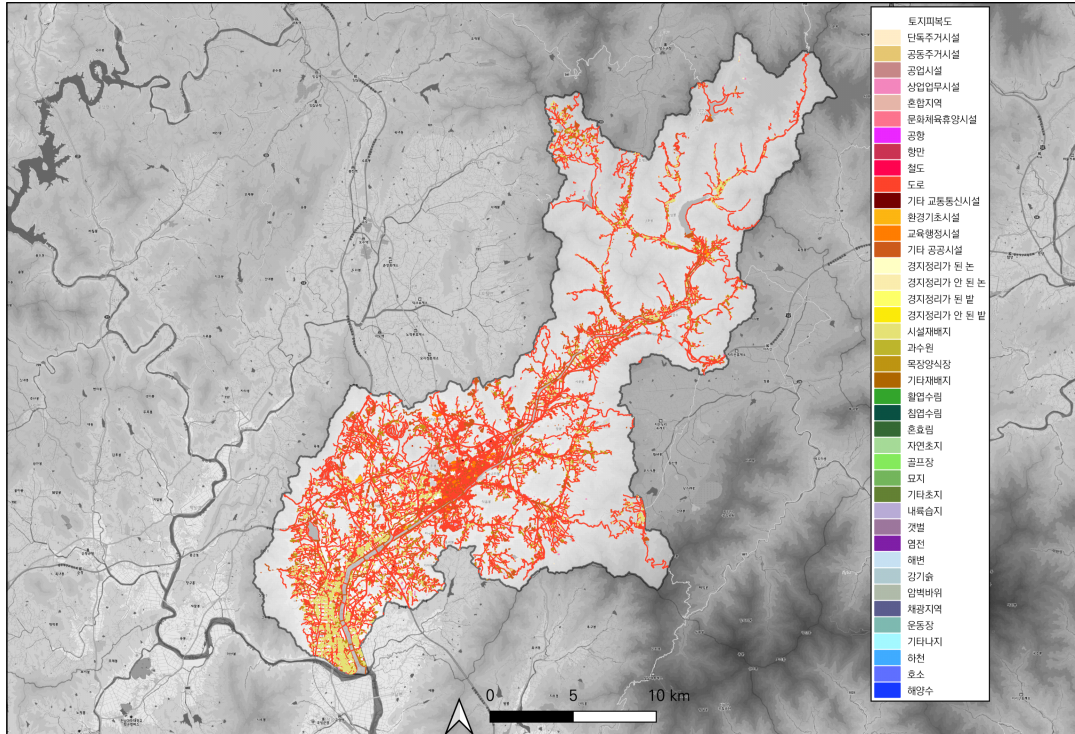
중분류	세분류	분류기준	비고
		<ul style="list-style-type: none"> · 제방이 나지, 초지 등으로 되어 있는 경우 각각 분류항목에 따라 분류 · 교도소, 수용소등의 교정시설과 군사시설을 포함 · 종교시설(절, 교회 등) 또는 사적지이면서, 영상으로 판독이 가능한 경우 · 문화유적(고궁, 궁, 서당, 사당, 제단, 제실, 석탑 등) 을 포함 · 농민상담소, 농업인건강관리실, 농업인건강안전정보센터를 포함 · 연수원, 교육원, 연구소, 인재개발원, 배양실, 강우관측소 등을 포함 · 폴리텍대학, 직업훈련기관(직업전문학교) 등 고용노동부 산하· 지정 기관 포함 	
논 (210)	경지정리가 된 논 (211)	<ul style="list-style-type: none"> · 물을 이용하여 벼를 재배하는 경지정리가 된 토지로 미나리와 같이 물속에서 자라는 토지를 포함 · 현재 논농사는 짓고 있지 않으나 경지정리 중인 논을 포함 · 농로는 최소분류기준에 따라 폭 3m이상을 분류하고 불투수성인 경우 도로, 투수성인 경우 기타나지로 분류 · 폭 3m 이상의 구거는 구조물화 된 경우 기타공공시설(163)로 분류하고 비교란에 "구거"로 입력, 구조물화 되지 않은 경우, 내륙습지(511)로 분류하고 비교란에 "구거"로 입력 	투수
	경지정리가 안 된 논 (212)	<ul style="list-style-type: none"> · 물을 이용하여 벼를 재배하는 경지정리가 안 된 토지를 포함 · 산간지방에 위치하여 과거 수년간 농사를 짓지 않아 지목 상 농경지(농어촌정비법 제2조 제9호의 규정에 의한 한계농지 등)나 황폐화된 곳은 피복 특성에 따라 자연초지 및 기타 나지로 분류 	투수
밭 (220)	경지정리가 된 밭 (221)	<ul style="list-style-type: none"> · 물을 대지 않고 벼 이외의 작물을 재배하는 경지정리가 된 토지로 보통작물인 무, 배추, 시금치 등의 채소와 특수작물을 재배하는 지역을 포함 · 농로는 최소분류기준에 따라 폭 3m이상을 분류하고 불투수성인 경우 도로, 투수성인 경우 기타나지로 분류 	투수
	경지정리가 안 된 밭 (222)	<ul style="list-style-type: none"> · 물을 대지 않고 벼 이외의 작물을 재배하는 경지정리가 안 된 토지를 포함 · 농로는 최소분류기준에 따라 폭 3m이상을 분류하고 불투수성인 경우 도로, 투수성인 경우 기타나지로 분류 	투수
시설 재배지 (230)	시설재배지 (231)	<ul style="list-style-type: none"> · 비닐 또는 유리, 철제 등 시설로 된 재배지 · 시설 내 버섯재배지, 육묘공장(모판재배지) 등을 포함 · 뼈대만 설치된 하우스의 경우 밭으로 분류 	불투수 + 투수
과수원 (240)	과수원 (241)	<ul style="list-style-type: none"> · 사과, 배, 감, 복숭아, 포도, 감귤 등의 과수를 재배하는 토지 	투수
기타 재배지 (250)	목장·양식장 (251)	<ul style="list-style-type: none"> · 축산과 낙농을 위해 사용하는 시설로 목장·농장·농원·방목장을 모두 포함 · 생산을 위한 시설물 (부화장, 양계장, 양봉장, 곤충재배, 견사, 양식장 등) 및 부대시설 을 포함 · 방목장에 초지가 있는 곳으로 그 면적이 10m x 10m 이상인 곳은 기타초지로 분류 	불투수

중분류	세분류	분류기준		비고
	기타재배지 (252)	· 정원수 및 가로수 등의 시설 식재를 위한 토지로 원에 · 조경재배지 · 묘포원을 포함		투수
활엽수림 (310)	활엽수림 (311)	· 활엽수림이 전체 임분 면적의 75% 이상을 차지하는 산림	· 공통1 : 산림 내 초지(묘지 포함), 나지, 암벽 등 각 분류항목은 최소분류 기준 50m x 50m에 따라 분류 · 공통2 : 벌채지는 벌채(간벌)후 조림이 되어 10%미만의 임목이 있는 경우 자연초지, 10% 이상의 임목이 있는 경우에는 침 · 활 · 혼효림, 개간되어 임목이 없는 경우에는 기타나지 (623)로 분류 · 공통3 : 임도의 경우 최소분류기준에 따라 폭 3m 이상을 분류하고 불투수성인 경우 도로, 투수성인 경우 기타나지로 분류 · 비고 : 산림지역의 침 · 활 · 혼 구분은 중앙부처에서 제작 · 배포중인 산림주제도를 준용함	투수
침엽수림 (320)	침엽수림 (321)	· 침엽수림이 전체 임분 면적의 75% 이상을 차지하는 산림		투수
혼효림 (330)	혼효림 (331)	· 활엽수 임분과 침엽수 임분이 혼재되어 있으며, 전체 면적 중에 활엽수 임분 75%이하, 침엽수 임분이 75%이하인 산림		투수
자연초지 (410)	자연초지 (411)	· 자연적으로 발생한 초지(산 정상, 능선부의 역새 발, 하천 및 산림에 접한 주연부 초지 등)지역을 모두 포함 · 전체 초지면적 중 10% 미만의 임목이 있는 경우 자연초지로 분류 · 하천 주변의 자연초지는 제방이 있을 경우 내부는 내륙습지, 외부는 자연초지로 분류		투수
인공초지 (420)	골프장 (421)	· 골프장 코스 내의 인공적으로 조성한 초지 · 골프장 내 시설(클럽하우스 등)은 문화 · 체육 · 휴양시설로, 벙커는 기타나지로 분류 · 골프장 내의 초지, 호소, 도로, 하천 등은 각 분류항목별로 분류		투수
	묘지 (422)	· 묘지 내의 인공적으로 조성한 초지를 모두 포함 · 묘지관리시설, 화장장의 경우 기타 공공시설지역으로 분류		투수
	기타초지 (423)	· 사료작물재배지, 인터체인지 안쪽, 도로의 절토부분 및 공사지역의 사면이 경사 거리 50m 이상이며, 초지로 조성하여 안정된 경우 등을 포함 · 농장 · 농원 · 목장 · 방목장의 시설지 이외의 초지 및 가로수를 포함 · 도로 및 아파트 주변의 완충 녹지※(또는 경관녹지)로 조성된 초지를 포함 · 초지로 조성된 스키장 슬로프를 포함		투수
내륙습지 (510)	내륙습지 (511)	· 비산림지역으로 항상 습해 있고 우기에는 물이 고이는 지역 · 육지 또는 섬안에 있는 호(湖) 또는 소(沼)와 하구(河口) 등의 지역(습지보전법 제 2조 참조) · 제방내부의 식생이 있는 지역 · 제방내부의 물이 있는 지역은 하천, 초본류가 있는 지역은 내륙습지, 땅이 드러난 지역은 강기습으로 분류 · 제방외부의 초본류가 있는 지역 중 자연적으로 발생한 것은 자연초지, 인공적으로 조성한 것은 기타초지로 분류 · 산간지역에 분포하는 산지습지 · 구조물화 되지 않은 폭 3m 이상의 구거		투수

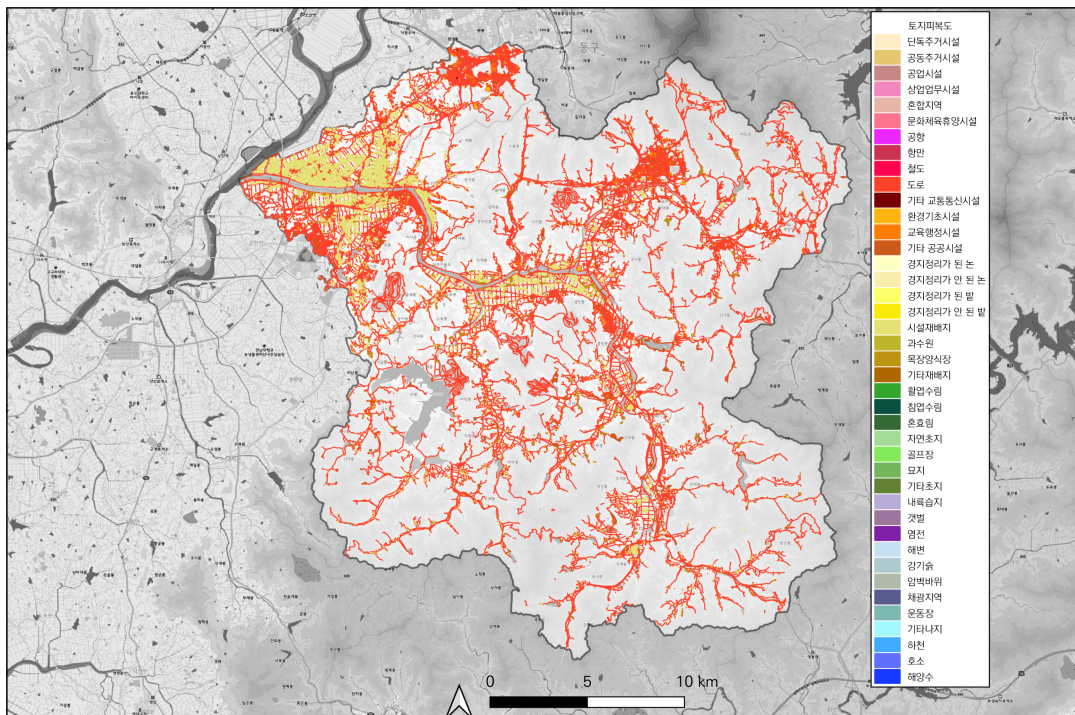
중분류	세분류	분류기준	비고
연안습지 (520)	갯벌 (521)	· 만조 시에 수위선과 지면이 접하는 경계선으로부터 간조 시에 수위선과 지면이 접하는 경계선까지의 지역	투수
	염전 (522)	· 소금을 만들기 위해 바닷물을 끌어 들여 논처럼 만든 지역 · 염전 내의 부대시설은 상업·업무지역으로 분류	불투수
자연나지 (610)	해변 (611)	· 만조 시 해안의 수애선에서 갯벌 및 해안 백사장의 육지쪽 경계까지 포함	투수
	강기슭 (612)	· 유수가 흐르는 곳 외에 강의 제방 안쪽으로 모래나 자갈이 노출된 토지	투수
	암벽바위 (613)	· 암석이 노출된 암벽과 바위를 모두 포함	투수
인공나지 (620)	채광지역 (621)	· 광산, 채석장, 기타 광물질 채취장의 인공적으로 조성된 나지를 포함 · 채광지역 내 부대시설(물 저장소 등)은 공업지역으로 분류	투수
	운동장 (622)	· 체육을 하기 위해 만들어진 큰 마당으로 나지로 된 모든 운동장을 포함 · 운동장이 초지인 경우 기타초지, 인공잔디, 우레탄으로 된 경우 문화체육휴양시설로 분류	투수
	기타나지 (623)	· 인공적으로 조성된 나지로, 채광지역 및 운동장을 제외한 지역 · 토사로 된 절성토면의 경우 기타나지 항목으로 분류 · 공사로 인한 나지를 포함 · 벌채 등으로 인한 산림 내 나지를 포함 · 비포장도로 포함	투수
내륙수 (710)	하천 (711)	· 하천 제방 내의 물이 흐르는 곳 · 영상자료의 촬영시점을 기준으로 물이 흐르는 지역을 분류 · 하천과 호소의 경계는 시설물을 기준으로 하며, 시설물이 없을 경우 수치지형도의 호수/저수지 레이어를 활용	투수
	호소 (712)	· 자연호수와 인공적으로 설치한 저수지 등을 말하며 물이 있는 수면 · 영상자료의 촬영시점을 기준으로 물이 있는 지역을 분류 · 하천과 호소의 경계는 시설물을 기준으로 하며, 시설물이 없을 경우 수치지형도의 호수/저수지 레이어를 활용 · 만수위 구역 안의 물과 토지 · 댐·보 또는 제방 등을 쌓아 하천 또는 계곡에 흐르는 물을 가두어 놓은 곳, 하천에 흐르는 물이 자연적으로 가두어진 곳, 화산활동 등으로 인하여 함몰된 지역에 물이 가두어진 곳을 모두 포함(수질및수생태보전에 관한법률 제2조의 정의 참조)	투수
해양수 (720)	해양수 (721)	· 해안선으로 구획되는 바다의 부분으로, 영상자료의 촬영시점을 기준으로 물이 있는 지역을 포함 · 내륙수와 해양수의 경계는 폭 1해리(1,850m)미만의 하천 후미를 가로 지르는 일직선에서 해양쪽을 의미 · 하구둑이나 방조제가 있는 경우 그 시설을 경계로 함	투수

다. 불투수면적률 산정결과

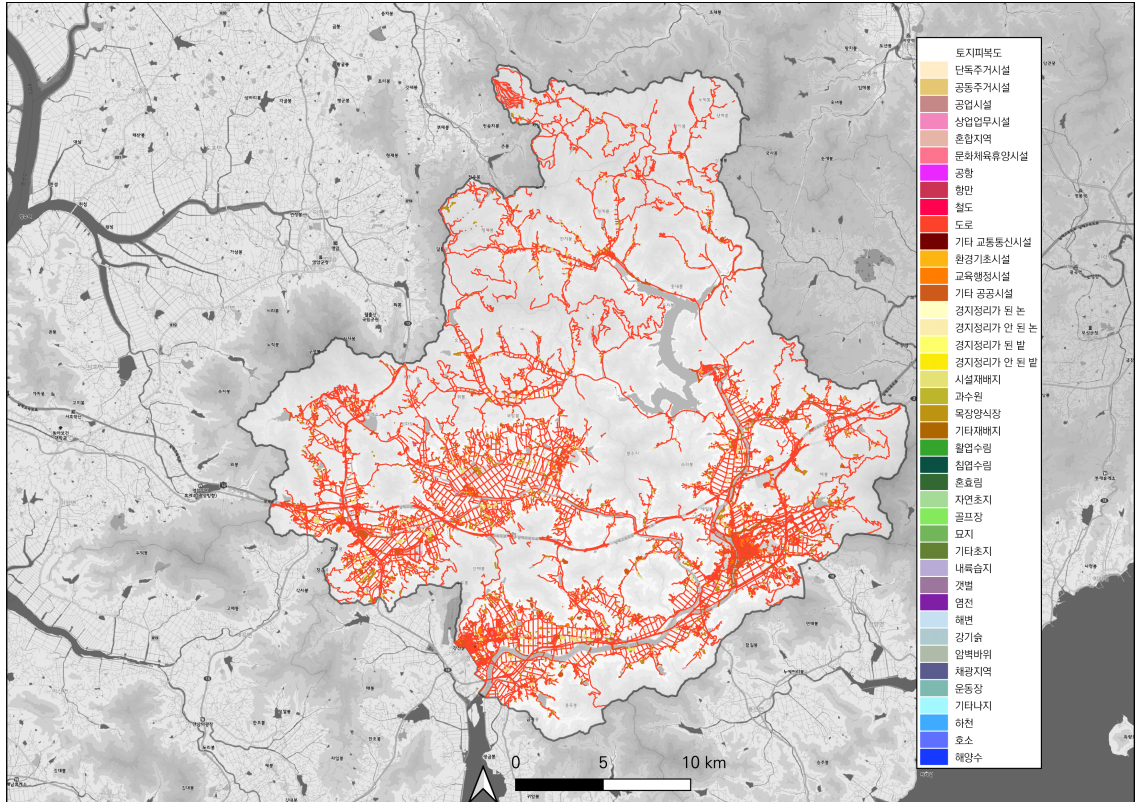
- 중권역별 불투수면적율은 요천 6.30%, 지석천 5.86%, 탐진강 5.55%, 제주서해 16.84%로 산정됨



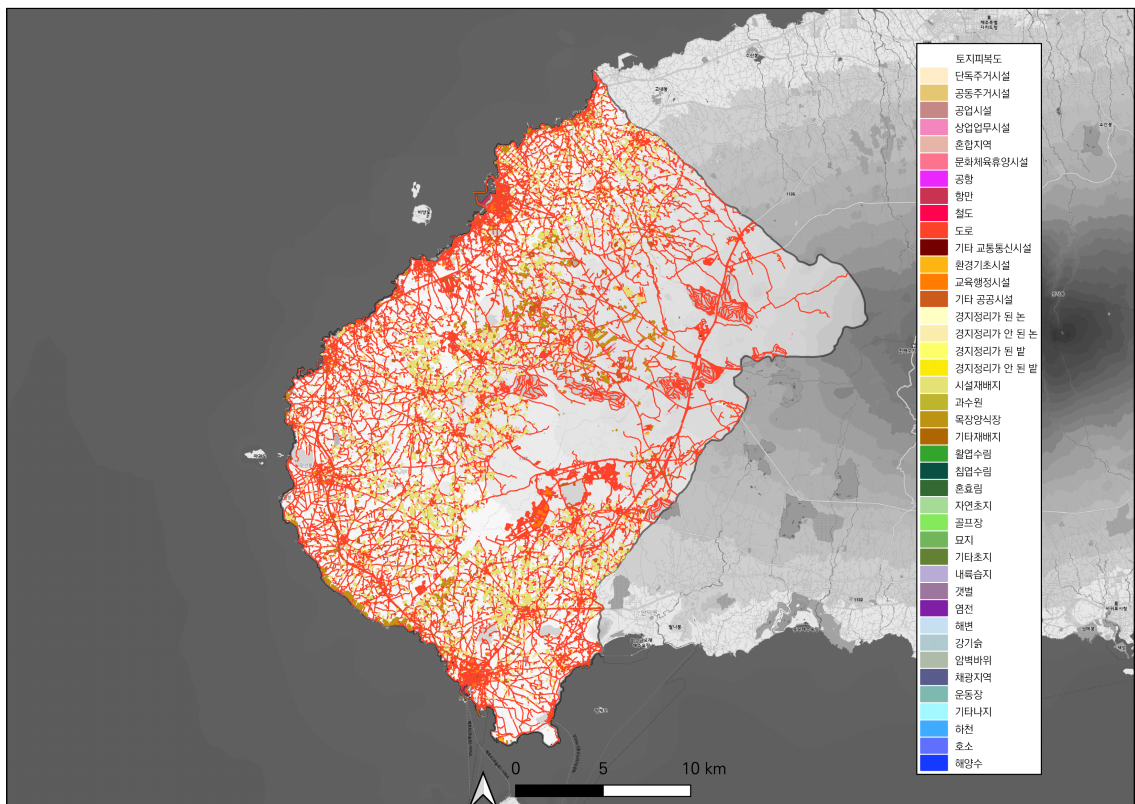
<그림 2.27> 요천 중권역 불투수면적률 산정결과



<그림 2.28> 지석천 중권역 불투수면적률 산정결과



<그림 2.29> 탐진강 중권역 불투수면적률 산정결과



<그림 2.30> 제주서해 중권역 불투수면적률 산정결과

제7절 물순환 선도도시별 마스터플랜과 추진실태

1. 물순환 선도도시 추진현황

가. 개요

- 도시화로 인한 불투수면의 증가로 가뭄·홍수, 지하수 고갈, 하천 건천화, 수질·수생태계 악화 등 물문제 가중에 따라 저영향개발 적용을 통한 자연적 물순환 회복으로 도시 물순환 건전성을 높인 ‘물순환 선도도시’ 선정·조성 추진하는 것으로 조사됨
- 광주광역시와 대전광역시는 각각 295억과 280억을 투입하여 시청 청사가 위치한 인근 하천(광주천과 갑천)에 미치는 영향이 큰 지역에 투수 블록, 옥상녹화 등을 적용하고 수질 개선과 함께 시민들에게 휴식 공간도 제공하는 것으로 조사됨

<표 2.63> 물순환 선도도시 시범사업 (광주광역시)

구 분	시범사업 개요	사업대상지 현황
광주	<ul style="list-style-type: none"> · 치평동 상무지구 <ul style="list-style-type: none"> - 공공기관, 공원, 상업지구 등 밀집 · 총 295억원 · 배수구역 2.2km² (3~4km²으로 확대 예정) · 옥상녹화, 침투통 및 침투관, 생태주차장, 식생수로 등 적용 	  <p>상업지구 내 공공공지 주거지역 보행자도로</p>



<그림 2.31> 물순환 선도도시 개념

나. 물순환 평가 및 관리목표설정 내용검토

- 물순환 회복율의 산정은 대상 도시 모두 불투수면적률이 시가화지역 25%, 비시가화지역은 0%(물순환 회복률 100%상태)일 때의 물수지와 물순환 회복률을 기준으로 하고 있으며, 대부분 시나리오 분석을 위해 불투수면적률에 대한 실현 가능한 수준의 비율(광주, 대전, 김해 25% 동일)에 대한 물순환을 기준으로 하여 발생 빗물의 분담량을 주로 공공시설과 대규모 개발지역을 대상으로 결정하고 있는 것으로 조사됨
- 물순환 회복을 위해 검토된 실행계획의 주요 내용을 살펴보면 저영향개발(LID) 기법의 적용에 중점을 두고 있으며, 이에 대한 비점오염부하량의 저감 효과와 침투 유출 저감의 효과 분석에 기반한 계획을 반영하고 있는 것으로 조사됨

<표 2.64> 물순환 선도도시 물순환 기본계획 물순환평가 및 관리목표설정 비교

구 분	광주	대전	울산	김해	안동
1. 물순환 상태 평가					
강우유출 모의	SWMM	SWMM,STORM	HSPF	SWMM,STORM	SWMM
불투수면 산정	O	O	O	O	O
물순환 회복율 산정	O	O	O	O	O
용수수급 물수지 모의	X	X	X	X	X
2. 물순환 목표 설정					
물순환 회복율 산정 기준	불투수면적률이 시가화지역 25%, 비시가화지역은 0% (물순환 회복률 100%상태)일 때의 물수지와 물순환 회복률				
물순환 목표량 산정	시가화 지역의 15mm 강우	비점오염저감지역 10mm, 유출저감지역 20mm,일반관리지역 5mm로 선정	85 백분수시 강우량(25mm),강우강도(4.2mm/hr)기준 물순환 목표량 설정	비점오염저감지역 10mm, 유출저감지역 20mm, 일반관리지역 5mm로 선정	시가화 지역의 15mm 강우
시나리오 적용	불투수면적률 25%에 대한 물순환을 기준 분담량 결정	불투수면적률 25%에 대한 물순환을 기준 분담량 결정	불투수면적대비 LID적용 면적비 4.55%(공공시설 및 대규모 지역 적용률 증가)	불투수면적률 25%에 대한 물순환을 기준 분담량 결정	불투수면적률 25%에 대한 물순환을 기준 분담량 결정
3. 물순환 관리계획 수립					
저영향개발 계획	O	O	O	O	O
비점오염저감 계획	O	O	O	O	O
침투유출저감 계획	O	O	O	O	O
물부족	X	X	X	X	X
기후대응	X	X	X	X	X
지표-지하수 연계관리계획	X	X	X	X	X
지하수/빗물 통합 관리계획	X	X	X	X	X
인공물순환 목표 설정	X	X	X	X	X
빗물이용, 지하유출수	△	X	X	X	X
중수도/하수 재이용	△	X	X	X	X
4. 물순환 조례 제정					
토지이용별 물순환 분담량 등 결정	X	O	O	O	O
물순환 회복/저영향개발 사전협의제도	X	O	O	O	O
강우유출수 부담금 산정방식 결정	X	O	O	X	X
물순환 위원회 등의 구성	X	O	O	O	O

2. 시범사업의 문제점

가. 문제점

- 자연적 물순환 회복을 위해 구조적·비구조적 대책을 활용하여 물순환을 왜곡시키는 장애요인별 문제를 최소화하고 혜택을 극대화하는 일체의 행위에서 벗어나, 물순환 과정에 있는 모든 형상의 물과 관련된 요소들을 통합적으로 고려하여 생태계의 유지와 인간의 활동을 위한 물의 기능을 유지하는 것을 목표로 하여, 물관리의 모든 요소(물이용, 물환경, 홍수 관리 등)를 고려한 통합적 접근이 필요
- 따라서, NBS, GI, LID 등 자연형 물순환 회복에서 ① 물수요관리, ② 하수 등 물재이용, ③ 빗물 이용, ④ 하수관거 월류수 저감(CSO, SSO)등의 요소가 함께 고려되어야 함
- 다양한 물순환 관리 기능의 평가 및 목표화 미흡, 도시 물순환 관리 위주, 자연적 수문 현상을 기준으로 한 수문학적 목표설정이라는 한계점이 있음. 유역 물순환 진단 및 평가 체계 마련, 다기능 유역 물순환 목표 설정을 통해 물순환 관리를 위한 진단평가체계 개선이 필요

나. 개선방향

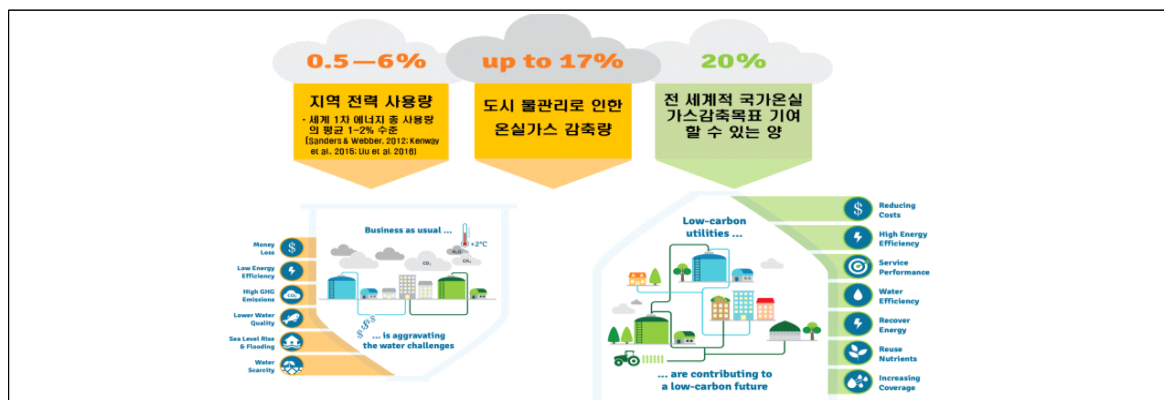
- 물순환 관리를 위한 통합 유형을 수량-수질-수생태, 수요-공급, 지하수-지표수, 물-에너지-식량 넥서스의 4가지로 구분할 수 있으며, 유형별 전략은 다음과 같음
- 수량-수질-수생태 통합관리를 위해 유역 물순환 개선을 위한 유역 내 저류 공간 확대와 물 수요-공급 조화 맞춤형 대응을 통한 유역 물순환 개선 방안, 수자원 시설의 재평가를 통한 최적 이용방안 도출, 자연기반해법 적용한 하천의 자연성 회복 방안이 모색되어야 함
- 인공계 물순환 회복을 위해 물 수요-공급 통합관리가 필요하며, 특히 하천유지의 평가를 통해 도시 유역 내 통합 물순환 관리를 위한 하천유지유량 달성 계획을 반영할 필요가 있음
- 지하수-지표수 통합관리도 필요함. 토양의 보수기능 및 지하수함양 확보와 지하수함양 촉진 및 수요관리 강화, 하천 건천화 방지를 위한 기저유출량 산정 및 지하수 적정 관리 등에 대한 검토가 필요
- 그린뉴딜과 물중립을 위한 스마트 물순환 도시 조성 및 물순환 산업 발전 방안도 고려될 필요가 있음. 특히, WEF(Water-Energe-Food) 넥서스 통합관리를 위해 저탄소 에너지 생산과 신재생에너지 개발을 통한 물기반시설의 탄소 저감 등 물순환 정책과 연계된 WEF 넥서스 기반의 물관리 전략 수립이 필요

3. 중권역 물순환 유효사업 선정

가. 물순환도시 정책추진방향

(1) 도시의 기후탄력 물관리 역량강화

- 기후변화 위기로 인한 물관리 여건은 갈수록 어려워지는 가운데 포스트 코로나 시대에 대응하기 위해 환경적 가치와 경제적 효율성이 함께 고려되는 지속가능한 도시물관리 혁신 전략 발굴을 통한 기후적응과 탄소중립 등 기후탄력 도시물관리 역량 강화 필요한 것으로 조사됨
- 이상기후와 환경변화로 인한 도시 지역의 물이용 편중과 기후변화에 따른 가뭄 등의 극한 상황은 물 공급 안정성 및 형평성 측면의 추가적인 검토가 필요하며, 도시화에 따른 침투율 저하는 도시 침수위험 증가 및 건천화와 유량감소로 인한 도심하천 수질악화를 심화시키고 수생태 보호와 친수공간 인프라 수요의 증가 등 다양한 물 가치 제고와 새로운 물 문화 형성의 저해요인이 되고 있는 것으로 조사됨
- 특히, 건전한 물순환 이용과 기후변화에 대비한 물 안보 강화를 위해서는 과도한 취수 중지와 유역 외로부터의 용수공급 의존을 줄이고 유역 내 자급률을 향상시키기 위한 노력이 필요한 시점으로, 도시의 합리적 용수 수요관리와 함께 안정적 수원 확보와 물순환이용 활성화를 통해 과도한 취수 방지와 유역간 물 이동을 최소화하여 도시 물 자급률 향상과 기후변화 대비한 안정적인 물이용 체계의 마련 필요한 것으로 조사됨
- 도시물관리는 기후변화에 따른 적응대책과 함께 탄소중립2050을 위한 기후위기에 능동적(proactive) 대응하기 위한 탈탄소 기반의 전환전략이 필요하며, 이를 위해 통합적인 물관리와 온실가스 감축과 같은 원천적인 계획뿐만 아니라 국내 도시물관리 여건에 맞는 객관적이고 구체적인 지표설정을 위한 현장분석 자료기반의 정책 설계가 요구되는 것으로 조사됨
- 전 세계 도시물관리 전력 이용량은 1차 에너지 총이용량의 평균 1~2%를 이용하고 있으며, 도시물관리를 통한 온실가스 감축은 최대 17%까지 절감할 수 있는 것으로 조사됨(WaCClim & IWA, 2018)

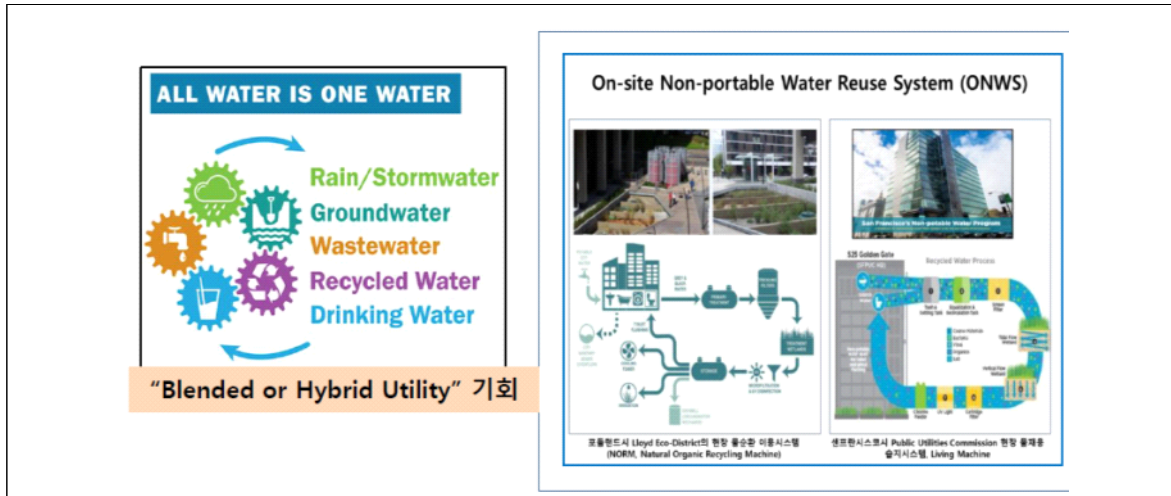


<그림 2.32> 도시물관리의 탄소중립 기여

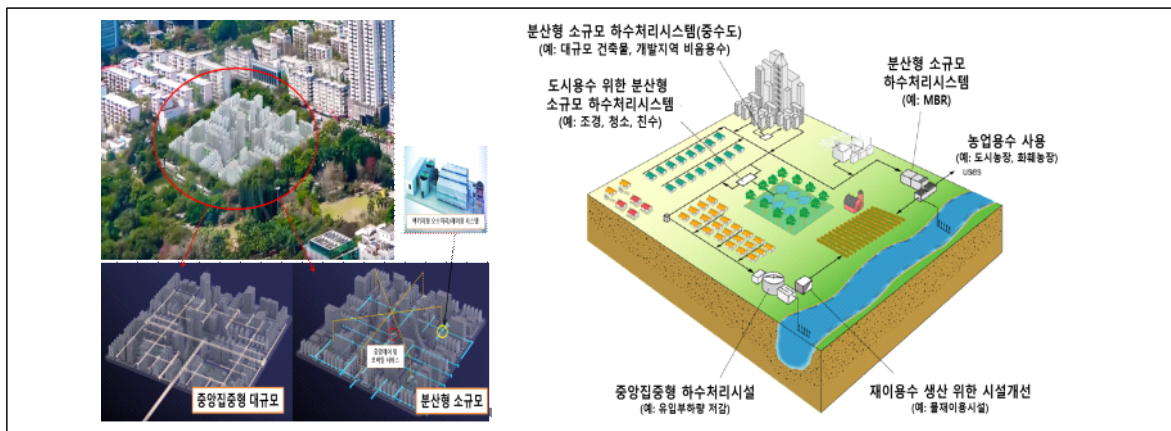
- 아직까지 국내 물관리 분야의 탄소배출 수준의 평가와 저감을 위한 한계비용 등에 대한 총체적 검토가 미흡한 상황으로, 물관리 각 부문별 체계적인 조사를 통해 합리적인 탄소절감 목표 설정과 이행 로드맵 수립 등이 요구되며, 이를 위해 물 부문별 온실가스 배출 감축을 위한 효율적 관리 및 대안 기술을 활용한 탄소중립 연구가 필요한 것으로 조사됨
- 도시물관리 인프라를 이용한 신재생에너지(물이용) 시설 설치 방법 발굴 및 감축잠재량 분석을 활용한 투자계획의 마련이 필요하고, 유기성 폐자원을 이용한 바이오 가스, 수열에너지 등의 재생에너지의 산업 발전 및 그린 투자계획 수립방안의 모색 필요한 것으로 조사됨

(2) 스마트도시를 위한 물 인프라의 재투자과 분산형 솔루션 기술 활용

- 도시물관리 기반시설의 노후화에 따른 재투자 수요가 증대되고 있는 상황에서, 기존 공급·분배와 처리·배제 시스템의 보완 및 확충의 관점에서 기후변화 탄력성과 지속 가능성 역량 강화를 위한 물의 순환과 이용 관점의 새로운 시스템으로의 단계적 전환을 모색하는 도시물관리 목표 설정과 전략 수립이 필요한 것으로 조사됨
- 증가하는 도시 용수 수요를 충족하기 위한 대규모 외부 취수원에 대한 의존도가 높아지는 상황에서, 혁신적 “Digital Water“ 기술과 가용성 높은 “Multi-Water“를 이용하는 통합물관리 시스템이 필요하며, 중앙 집중식 및 분산식 물관리의 시너지 조합으로 적합한 물을 저장, 처리 및 분배하여 물의 관리 및 할당을 최적화하여 물의 진정한 이용 가치를 제고 할 수 있는 우리나라의 도시에 적합한 물순환이용 모델의 개발이 요구되는 것으로 조사됨
- 4차 산업혁명으로 가능해진 “분산형 물 솔루션 기술“은 도시의 탄력적인 물 인프라 구축에 강력한 도구로, 메가시티와 2차 도시 내의 용수확보와 지표수 및 지하수 공급에 대한 물 스트레스 완화의 중요한 대안일 뿐만 아니라 검증된 물관리 기술을 활용한 물산업 발전의 핵심 투자모델이 될 수 있는 것으로 조사됨
- 물관리의 지속가능성 강화를 위한 수단으로 첨단 솔루션과 에코이노베이션에 대한 시스템 접근방식을 이용하여 합리적인 물이용과 재이용을 증가하여 물 가치의 증대가 요구되며, 물 분배 시스템에 있는 센서의 모세관 네트워크에 디지털 솔루션 적용하고 이 새로운 정보를 이용하여 실시간 관리하며, 솔루션 개발을 통한 중앙집중식과 분산 물관리 간의 시너지 효과뿐만 아니라 물-에너지의 경제적으로 실행 가능한 추출 및 가치 평가가 요구되는 것으로 조사됨
- 현재의 ‘스마트시티’의 정책 및 사업이 활성화되고 있으나, 도시 수자원의 순환성 확보와 더불어 효율적 이용으로 지속가능한 도시를 구축하기 위한 시스템적 접근과 전략이 미흡한 상황임. 또한 기존 ‘물순환형 도시’ 정책은 주로 투수율 저하 억제 및 비점오염원 관리, 우수 배제와 도시침수 예방 등의 강우유출 관리에 주안점을 두는 한계를 가지는 것으로 조사됨
- 또한, 현재 물관리 분야의 ICT 솔루션의 표준화, 비즈니스 프로세스 및 제도적 체계 구현과 관련한 성숙도는 매우 낮아 혁신적인 디지털 기술뿐만 아니라 기존 인프라의 재설계 및 개량에 필요한 상당한 투자의 체계적 검토가 필요한 것으로 조사됨



<그림 2.33> 빌딩 단위 비음용 물순환 이용 시스템 (예시)



<그림 2.34> 지구단위 물순환 이용을 고려한 분산형 소규모 하수처리시스템 (예시)

나. 물순환체계 구축 사업 제안

(1) 유역기반의 물순환 기후변화 리스크 평가체계 구축 사업

- 전세계적으로 많은 기상이변 현상이 발생하고 있으며, 우리나라도 크고 작은 수재해 피해가 매년 발생하고 있음. 기후변화에 따른 직·간접적인 피해들은 대부분 물과 매우 밀접하게 관련되어있으며, 이를 대응하기 위한 물관리 분야의 적응대책 수립은 필수적임
- 우리나라에서도 2020년 태풍 및 호우에 의해 46명의 인명피해(사망·실종)와 1조 2,585억원의 재산피해가 발생하였고, 3~4년을 주기로 크고 작은 가뭄이 발생하며, 특히 보령댐 지역에 2014~2015년 극심한 가뭄이 발생한 것으로 조사됨
- 우리나라는 기후변화에 대응하기 위해서 2010년 『저탄소 녹색성장 기본법』을 제정·시행하였으며, 이 법의 제48조와 동법 시행령 제38조에 의거하여 국가 기후변화 적응대책을 수립, 국가 기후변화 적응대책을 기반으로 중앙부처와 광역·기초지자체는 기후변화 적응대책 세부 시행계획을 수립 및 시행하고 있음

- 물관리 부문의 경우 기후변화에 대한 많은 영향평가와 취약성 평가가 진행된 바는 있으나, 적응대책 효과를 반영한 사례들은 부족하여 실제 정책에 반영하기에는 한계가 있음. 개별 지자체가 해당 지역의 물관리 부문의 영향 및 취약성 평가를 개별적으로 수행하기에는 한계가 있어 이를 지원하기 위한 물관리 리스크 진단 평가체계를 개발할 필요가 있음
- 지자체 의사결정 지원을 위한 물관리 분야의 기후변화 리스크 평가 및 적응능력 진단 시스템 구축하여 유역 내 기후변화 리스크 평가와 적응대책 효과 분석 등을 통한 통합물관리와 물순환체계 지원이 필요함
- 유역기반으로 하는 물순환 기후변화 리스크 평가체계 구축을 위한 핵심기술에는 미래 기후변화 시나리오 기반으로 하여 강우-유출모형, 물수급 모형, 수질 모형 등을 통한 기후변화 시나리오를 반영한 물관리 부문의 영향을 평가하는 기술과 하천 건천화, 하천 및 호소 수질악화, 홍수 및 가뭄으로 인한 인명 및 시설물 피해 등의 리스크를 평가하는 기술과 리스크 별 적응대책 옵션 반영에 관한 효과를 평가하는 기술이 개발되어야 하는 것으로 조사됨
- 이를 바탕으로 지자체에서 기후변화 적응대책 수립 지원을 위한 지자체 단위 기후위기 리스크 평가 결과를 웹 기반 메타데이터 형태로 제공하여 접근과 활용이 용이한 의사결정시스템 구축할 수 있을 것으로 판단됨

(2) 기후탄력 물순환 도시 구축 사업

- Post-코로나/뉴노멀 사회변화에 대응하는 스마트 분산형 물순환 이용과 기후탄력 역량강화를 위한 지속가능한 미래 물순환 도시 구축 시범사업 추진이 필요한 것으로 조사됨
- 수문학적 기반의 투수율 향상을 통한 물순환 개선, 음식물류폐기물 수거 및 처리 효율, 통합 물관리를 위한 시스템연계기술개발 등 물관리 각 기능별 효율향상의 최적화를 통합적으로 검토하여 물순환과 탄소중립도시를 위한 도시물관리의 에너지, 자원화 추진과 분산형 도시 물순환 이용 향상에 대한 평가 및 연계도시 전환 사업 추진이 필요한 것으로 조사됨
- 분산형 도시물관리의 개념 정립을 통해 도심형 수처리 시설 및 분산형 물공급 시스템 보급 등 상·하수 운용에 필요한 에너지 이용 효율화, 물 안전관리 및 도시 물순환 개선 실증 기술 현황 검토가 필요한 것으로 조사됨
- 도시물관리 에너지 회수 및 재생가능 에너지 활용 기술개발 및 실증 현황과 기존 에너지 공급과의 연계성 검토를 통한 도시 물순환 이용 향상에 대한 평가 및 연계정책 추진과 물순환 및 기후탄력 도시 적용모델 구상이 필요한 것으로 조사됨

(가) 유역중심의 물순환 이용 통합 모니터링

- 최근 기후 변화 영향으로 다목적댐 및 용수댐에 지속적 가뭄상황이 발생하고 물이용정책 패러다임이 건설에서 관리위주로 변화됨에 따라 유역전체를 고려하여

어느 한지역의 물관리 여건변화가 다른 지역의 물이용 여건에 영향을 미치지 않도록 유역중심의 물이용체계로의 전환을 요구하고 있는 것으로 조사됨

- 용수공급이 행정구역 단위로 계획·건설·운영됨에 따라 물 이동의 한계로 인한 수자원의 비효율적 활용은 물론 지역 간 서비스 불균형과 운영 효율성 저하를 야기하고, 수원(댐, 하천 등)과 용수공급시설 간 분리되어 계획·운영 관리됨에 따라, 수원과 용수공급시설 간 유기적인 연계와 정합성이 부족한 상황으로, 유역 내 수자원을 통합적인 관점에서 효과적으로 활용하기 위한 용수공급 통합모니터링체계 마련이 필요한 것으로 조사됨

(나) 지표수-지하수 통합관리 위한 정보시스템 구축

- 기후변화, 물순환, 지하수 보존 및 개발 등과 같은 통합적인 지하수 관리가 요구되며, 지하수 기초조사, 이용실태조사, 지하수시설 등과 같은 종합적인 조사를 통해 지하수의 효율적 관리 및 건전성 평가를 위한 DB 구축이 필요한 것으로 조사됨
- 도심내 물순환을 개선은 기저유출을 통해 도심하천으로 맑고 안정적 생태용수 공급이 가능하며, 이를 위한 기저유출 영향분석을 통한 지표수-지하수 통합관리 체계가 필요한 것으로 조사됨
- 기저유출지수가 낮은 지역/지하수 이용률이 높은 지역의 하천 수량, 수질, 수생태에 미치는 영향 조사하고, 유역 지하수 수요 및 함양 관리 강화, 기저유출 변화가 빠르게 진행되는 하천의 수생태계 건강성 모니터링이 필요한 것으로 조사됨
- 기저유출지표 및 지하수 의존형 생태계 인벤토리를 활용한 불투수면 관리 및 지하수 개발 관리 제한, 비점오염원 관리, 지하수 보전구역 선정 등 지표수-지하수 연계 관리를 위한 기반이 필요한 것으로 조사됨
- 지하수저류지(지하수댐)를 활용해 지하수자원을 효율적 활용할 필요가 있으며, 지하공간 개발에 따른 지하수 유출량, 수위, 수질변화 모니터링을 통해 유출지하수를 하천유지용수, 지하수 함양 등에 활용하는 방안을 강구하고, 다양한 수요처 발굴이 필요한 것으로 조사됨

(다) 빗물 관련 시설의 통합관리 체계 구축 사업

- 빗물은 빗물의 직접이용과 함께 저류 후 이용, 침투 등의 목적으로 활용 가능하나, 현재 「물 재이용법」은 개별 건축물의 빗물 직접 이용에 국한되어 제한적인 것으로 조사됨
- 건전한 물순환의 핵심이 빗물관리에 있으나 그간 추진된 빗물관리 정책은 각 부처, 담당과별로 개별 사업목적에 맞추어 계획되어 각 부처별로 추진된 것으로 조사됨
- 타법에 따라 설치되는 우수유출저감시설, 하수저류시설 등 빗물저류시설에 일시 저류되는 빗물은 청소·화장실 용수, 세척·살수용수 등으로 이용이 가능하나, 대부분 저류 후 하천으로 단순 방류되는 것으로 조사됨
- 빗물 직접이용에서 저류된 빗물에 대한 활용방안 부재한 가운데, 기 설치중인 다양한 빗물관련시설과 연계방안 마련이 필요한 것으로 조사됨

- 빗물관리 관련된 사업으로 비점오염저감시설, 하수저류시설, 우수유출저감시설 등이 개별법에 따라 구분되어 사업이 추진되고 있으나, 각 사업별로 비점오염관리, 침수예방, 우수배제를 목적으로 하여 빗물이용은 고려되지 않아, 새로운 물순환체계로 확장하는 방안 검토가 필요한 것으로 조사됨
- 빗물 저류 후 직접 이용만 빗물이용으로 인정하는 현행 방식을 개선하여 빗물의 직접이용, 저류 등의 기능을 포함한 빗물관리 정책으로 확대가 필요한 것으로 조사됨
- 중·장기적으로 지속가능한 물순환이용체계 구축 및 예산의 중복투자 방지를 위해 기능이 유사한 빗물관련시설과 빗물이용시설의 연계방안에 대한 연구가 필요한 것으로 조사됨
- 수동적 빗물이용정책에서 적극적 정책으로 패러다임 변환 필요하며 지속가능한 물순환 이용체계를 구축하여 유역 물순환과 통합물관리 정책 실현이 필요한 것으로 조사됨

<표 2.65> 빗물 관련 시설 종류

구분	우수유출저감시설	하수저류시설 및 하수관정비	완충저류시설	빗물이용시설
목적	빗물의 유출을 저감시켜 재해를 예방	우천 시 유출량을 저감시키고 침수 방지	산업단지 내 사고 발생 시 유출수 및 초기우수 저류	건축물의 지붕면 등에 떨어진 빗물이용
의무 대상	· 주택재개발, 산업단지 조성 등 개발사업을 시행하거나 골프장, 대학교 등을 건축할 경우	· 상습 도시침수 발생 지역을 하수도정비중점 지역으로 지정 · 하수관거 정비 및 하수 저류시설·대심도 설치 등 집중강우 대비	· 면적 150만㎡ 이상, 특정수질유해물질이 포함된 폐수 배출량이 200㎡/일 이상인 공업 지역 또는 산업단지 등	· 지붕면적 1,000㎡ 이상인 운동장 또는 체육관, 공공기관의 청사, 건축면적이 1만㎡ 공동주택 등
관련법	자연재해대책법	하수도법	물환경보전법	물재이용법
부처	행정안전부	환경부	환경부	환경부

(라) 지역단위 중수도 시스템 활성화 사업

- 개별 건축물 단위 중수도시스템 운영의 한계를 벗어나 시설운영의 효율성, 경제성이 확보될 수 있는 지역단위의 중수도 시스템을 활성화가 필요한 것으로 조사됨
- 중수도 설치 및 운영 의무규정이 개발사업자(와 개별사업자에게 각각 구분되어 운영 중으로 중수도를 택지, 산업단지 등 지역단위 중수도시스템 도입 시 운영시설 집약화, 톤당 처리단가 하락으로 운영관리 효율 향상이 가능한 것으로 조사됨
- 인천 국제공항은 공항 및 부대시설에서 발생하는 하수를 적정하게 처리하고 양질의 중수를 생산하여 재활용함으로써 수자원을 절감하고 연간 약 52.5만㎡의 중수를 공급·이용하여 연간 4억 7천만원을 절감할 수 있는 것으로 조사됨
- 일정규모 이상 지역중수도 설치 및 운영 시 인센티브 추가 부여 등 경제적 유인책의 마련, 장기적으로 지역단위 중수도에 대한 공공 기반시설 반영하는 등 개발사업의 지역단위 중수도 활성화 추진이 필요한 것으로 조사됨

(마) 하수처리수 재이용을 통한 유역 물순환 개선 사업

- 도시지역 물순환 건전성 훼손에 따른 다양한 물문제 개선 필요한 가운데 하수처리수 재이용을 통한 하천유지유량 및 물순환체계 미흡에 따른 도시하천 건전화, 수질악화, 생태계 기능저하, 지하수 수위저하, 하천주변 경관 훼손과 여가 공간 제공 사업 추진이 필요한 것으로 조사됨
- 현재 하수처리시설의 시설용량 5천㎥/일 이상 의무대상 하수처리시설 증가 정체로 인한 대규모 공급능력 확대 제한과 비의무 하수재이용시설의 재이용 증가에 대한 지원이 미흡하고, 재이용 의무비율(10%) 준수를 위한 장내 및 하천유지용수 중심의 한정된 공급량 확대로 장외용수 재이용 등 확대방안의 정착이 미흡한 것으로 조사됨
- 하수처리수가 안정적이고 지속가능한 수자원 공급원임에도 불구하고 의무재이용 공급 중심의 단순 재이용 정책추진의 한계를 극복하고, 도시 내 하수처리시설의 재이용시설 설치확대 유도를 위한 지원 사업 추진이 필요한 것으로 조사됨
- 도시 물순환 건전성 회복용수 등 새로운 공공수요 창출 및 장외 이용을 확대하여 수질개선, 생태계 건강성 확보, 기후변화 대응 등 신수요 창출관련 가이드라인 마련이 필요한 것으로 조사됨
- 공공하수처리장 연계 민간투자 재이용시설 설치·운영 확대 및 협력을 통한 도시재생사업, 도시물순환 사업 등과 연계한 민간투자 협력방안 마련이 필요한 것으로 조사됨
- 특히, 생태하천 조성 및 건전화 방지 등을 위해 하천 복원사업에 건전한 물순환을 고려한 지속가능한 하천 유지유량 확보수단으로서의 하수처리수 재이용 활성화 노력이 필요한 것으로 조사됨
- 2018년 기준, 연간 431백만㎥의 하수처리수의 재이용을 통해 하천유지용수를 공급하고 있으나, 여전히 건전화로 인해 연간 2,153백만㎥의 하천 유지유량이 부족한 상황으로 것으로 조사됨
- 하수 재이용을 통한 하천유지용수의 안정적 공급은 소하천의 건전화 해소와 더불어 수질 개선효과를 제공하며, 하천 유지용수에 적합한 하수처리를 통해 하수처리시설의 점오염 배출부하량의 저감 효과를 도모할 수 있는 것으로 조사됨
- 이를 위해 물순환/물수지 분석에 기반한 체계적 하천 유지용수 공급 타당성 검토 공급방안·관로계획 수립이 요구되며, 지자체별 물재이용관리계획 수립 시 소하천 건전화 현황 조사 및 체계적 개선 계획수립·시행이 필요한 것으로 조사됨

(3) 물환경 개선 및 자연성 회복 사업

(가) 회색-그린 인프라-생태하천 연계 사업

- 도시지역 물순환 구축을 위해서는 사회기반시설(화분, 화단, 조경녹지, 도로, 인도, 주차장, 배수시설 등 다양한 공간구조) 설계 및 조성시 물순환을 포함하는 다기능 그린인프라로 조성이 필요한 것으로 조사됨
- 사회기반시설 중 건물옥상은 옥상녹화 및 빗물이용시설 설치하며, 인도와 주차장은

투수포장(투수블록, 잔디블록 등)으로 조성하고, 가로수는 나무여과상자로 조성하며, 띠녹지는 물순환이 가능한 식물재배화분, 식생체류지, 식생수로, 침투화분, 침투도랑 등으로 조성이 필요한 것으로 조사됨

- 블루-그린 네트워크(BGN)는 물(blue)과 녹지(green)를 연계하는 기법으로 도시 내에 물질순환과 에너지 흐름을 만들어 자연과 인간이 공존하는 생태도시 구축이 필요한 것으로 조사됨
- 인공적 수자원인 상수, 하수처리수 및 중수는 접근성 및 지속가능성 측면에서 이용이 용이한 수자원에 해당하며, 처리기술의 고도화로 활용가능성이 높은 수자원에 해당하는 것으로 조사됨
- 도시의 자연적 수자원을 지속적으로 확보해나가며, 인공적 수자원과 연계하여 효율적으로 활용하는 관리 방향의 마련이 필요한 것으로 조사됨

(나) 다기능 수변생태벨트 조성사업

- 하천 및 댐 유입부의 다양한 홍수터는 자연적 형성으로 오염원의 능동적 소산 작용을 하였으나, 댐 조성과 하천개발 등으로 대부분의 자연 홍수터가 사라져 수자원이 수량·수질·수생태적으로 위협한 것으로 조사됨
- 하천 및 댐 유입 수변의 다원화된 관리체계, 광범위한 면적에서의 무단경작, 자연발생 오염원의 방치, 강우 시 유입된 다양한 폐기물 방치 등도 수질 및 수생태계 건강성 유지에 어려운 것으로 조사됨
- 그간 추진 된 수변생태벨트의 조성 효과는 인정받고 있으나 파편화된 매수토지의 산발적 조성으로 장기적인 효과의 기대가 어렵기에 하천, 댐 유입부 홍수터를 적극활용하는 Green-Blue Network형 관리 방안, 정부·지역 협치 기반의 수변생태벨트 조성·관리 방안이 필요한 것으로 조사됨
- 유역의 수질개선 및 수생태계 건강성 확보를 위해서는 수변구역 및 하천부지의 자연성 회복과 수변생태벨트 연계조성 등의 전략적 접근이 필요한 것으로 조사됨
- 기존 이원화되어 관리되던 하천구역과 수변구역(제내지)을 연계한 자연기반 해법의 다기능 수변생태벨트 조성 사업 추진이 필요한 것으로 조사됨
- 홍수조절, 수변 생태 연결성 증진, 오염원 저감 및 물순환을 증진, 생태서비스 공간 확보 등 수변구간-하천구역의 자연기법 해법 적용이 필요한 것으로 조사됨
- 하천 구간의 매수지역, 침수피해지역, 제방 등 지형특성 등을 고려하여 치수 안정성, 수환경, 하도건강성, 생태 연결성, 매수토지 현황 등을 평가하고 대상지를 선정하여 시범 사업 추진이 필요한 것으로 조사됨

제8절 중권역별 물순환체계 현안 진단

1. 물순환 현안

- 중권역 물순환체계 문제점 검토를 위해 권역 기준으로 거시적 측면의 물관련 현안을 검토하고, 중권역별 물관리 특성을 고려한 문제점을 분석
- Kwater 제공자료(「영섬유역 물관리 현안 해소 추진(안)」(Kwater 제공, 2019년 기준))를 검토하여 영산강·섬진강권역 물순환체계 현안을 진단하였음
- 영산강권역의 주요 현안은 수원부족에 따른 물이용 자립도 문제이고, 섬진강권역의 주요 현안은 타 수계 물공급에 따른 하천유량 부족으로 검토됨

가. 섬진강권역 현황분석

(1) 물관리 분야

- 수계 외 물이동, 하천유량 부족으로 환경영향에 매우 민감하고, 장래 여수 국가산단을 중심으로 물부족이 전망됨
- 주요 상수원인 섬진강댐 배분량의 대부분을 권역 외(⇨동진강) 농업용수로 공급
: 2019년 기준 농업용수 배분량(3.7억㎥) 중 98%(3.6억㎥) 권역 외 공급
- 2025년 여수산단지역 일 최대 20만㎥/일 부족(배분량의 약 20%)이 전망됨(「국가수도기본계획」(환경부, 2022))
- 유량부족, 하상변화 등에 의한 하류 염해피해 민원이 지속됨
: 유역 내 주암댐(10만㎥/일) 이외 하천유지유량 배분된 댐 전무(섬진강댐 하천유지유량은 미배분되어 있으나, 하류 생태계 보전 등을 고려하여 임시로 1㎥/s 배분 결정(섬진강환경행정협의회, 2004년))
- 환경부·K-water 공동 추진중인 연구(염해 원인조사·대책마련 연구용역, 2019~2021)에서 하류(송정) 염해대책 유량을 검토 중이며, 하류 주민들은 유량 확대 요구 중(기존 4.62 CMS)

(2) 물안전 분야

○ 댐의 구조적 한계, 하천의 예방투자·정비부족 등 홍수에 취약함

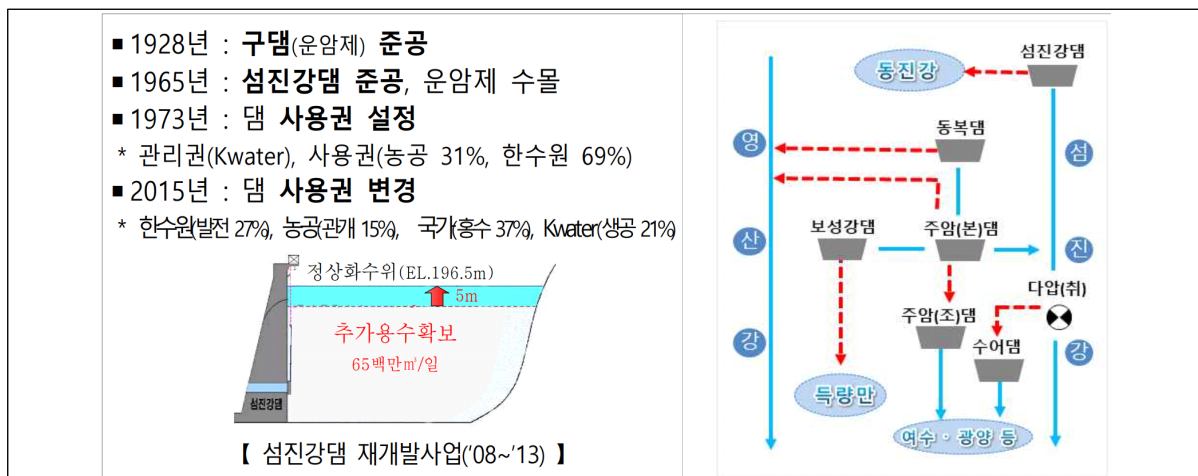
- 섬진강댐 홍수대응능력 부족 ① 섬진강댐 100년 빈도(권역 내 타댐 200년 빈도↑), ② 유역면적이 유사한 타댐 대비 홍수조절용량이 부족한 것으로 조사됨(합천댐 2.2배, 용담댐 3.7배)
- 2020.8월 홍수피해는 댐의 구조적 문제, 관리 미흡, 법·제도 한계 등 복합적인 원인에 의해 발생한 것으로 조사됨(댐하류 수해원인 조사 보고서, 2021년)
: 개선방안으로 섬진강댐 재평가⇨용수 재배분(홍수조절용량 확대 등), 소규모댐(적성댐, 내서댐) 건설계획 재검토, 하천취약지구 개선, 지방하천 홍수대응능력 강화 등을 제시

<표 2.66> 댐별 홍수조절용량

댐 명	유역면적(km ²)	계획홍수량			홍수조절용량 (백만 m ³)
		확률년	홍수량(m ³ /s)	방류량(m ³ /s)	
섬진강댐	763	100	3,268	1,868	30
주암댐	1,010	200×1.2	5,969	4,154	60
주암댐(조)	135	200×1.2	1,910	685	20
장흥댐	193	200	2,150	1,400	8
합천댐	925	200	6,250	6,200	80
용담댐	930	200	5,500	3,211	137

(3) 용수배분갈등

- 하천 유량확보(섬진강, 동진강) 및 장래 용수수요(여수산업)에 따른 기존 배분체계 조정 시 갈등 심화 우려되는 것으로 조사됨
- 섬진강권역 댐별 배분량 기준(2019년) 섬진강댐 83%(⇒동진강, 3.6/4.4억 m³), 주암본댐 86%(⇒영산강 등, 2.3/2.7억 m³), 동북댐 100%(⇒영산강, 1.2억 m³), 보성강댐(⇒특량만, 발전·관개용수) 수량을 권역 외로 공급하는 것으로 조사됨



<그림 2.35> 섬진강댐 수리권 및 물이동 현황

나. 영산강권역 현황분석

(1) 물관리 분야

- 유역 내 다목적댐이 없으며, 대부분의 수자원이 농업용수로 이용됨
- 생·공용수는 타 수계에 의존, 5대강 중 수환경이 가장 취약함
- 농업용수 이용비율이 가장 높음(2019년 기준, 전국평균 64%, 한강 46%, 낙동강 61%, 금강 77%, 영산강 85%, 섬진강 80%)

<표 2.67> 농업용수 이용비율 (2019년)

구분	계(억㎥)	생활용수(억㎥)	공업용수(억㎥)	농업용수(억㎥)
전국	27.0(100%)	7.3(27%)	2.3(9%)	17.3(64%)
한강	8.0(100%)	3.8(48%)	0.5(6%)	3.6(46%)
낙동강	7.9(100%)	1.8(23%)	1.3(16%)	4.9(61%)
금강	6.1(100%)	1.1(18%)	0.3(5%)	4.7(77%)
영산강	3.0(100%)	0.4(12%)	0.1(3%)	2.6(85%)
섬진강	1.9(100%)	0.2(10%)	0.2(10%)	1.5(80%)

출처: 유역별 용수이용현황(국가수자원관리종합정보시스템) 자료를 기반으로 산정

(2) 유량 분야

- 유역의 주 수원인 4대 농업용 저수지(307백만㎥)는 공급 특성상 하천으로의 유지유량 공급이 극히 제한적임(하천유지유량 방류의무 없음)
- 농업용수는 수로를 통한 직결로 공급(상류 댐 ⇨ 농업용 수로)되어 하천방류가 미미함
- 4대호(나주·장성·담양·광주) 총 저수용량은 섬진강댐 유효저수량 (4.7억㎥)의 72%에 달함

<표 2.68> 영산강 4대 호 저수용량

구분	총 저수용량(백만㎥)	유효저수용량(백만㎥)	유역면적(km ²)	댐체구조	높이(길이)(m)
계	307	298	335	-	-
나주호	108	107	105	Fill Dam	33(505)
장성호	104	100	123	Fill Dam	38(620)
담양호	78	77	66	Fill Dam	48(306)
광주호	17	15	41	Fill Dam	27(525)

(3) 수환경 분야

- 하천·지형 특성 등 구조적으로 수자원 확보가 어려운 여건이고, 유역환경이 수질관리에 취약하여 5대강 중 수생태지표가 상대적으로 나쁨

<표 2.69> 권역별 수생태 건강성 평가 결과

구분	부착돌말	저서동물	어류	서식수변	수변식생
한강	61.9	62.2	54.3	54.8	41.7
낙동강	67.5	68.7	57.0	51.3	44.7
금강	58.4	55.3	50.6	51.6	45.5
영산강	47.8	53.4	47.5	50.2	47.6
섬진강	75.7	72.5	59.4	52.1	50.5
제주	33.3	63.6	52.2	35.5	40.0

출처: 「하천 수생태계 현황 조사 및 건강성 평가(2020)」(국립환경과학원, 2020)

(4) 물이용 자립 분야

- 유역 내 물이용(수량·수질)체계 개선 등 생·공용수를 공급하는 타 수계로부터 지속적인 물이용 자립도 제고가 요구됨
 - 영산강권역 생활용수 본류 취수량은 전무, 생공용수 수요의 52%는 섬진강권역에서 공급, 유역 내 하천수 이용은 농업용수 공급에 치중
 - 섬진강권역에 확보된 수량의 많은 부분이 타유역으로 공급되고 있어 섬진강 하류의 유지유량 감소와 염분증가의 원인으로 지적됨

: 광주천 수질개선을 위해 섬진강권역(주암광역상수도) ⇨ 영산강권역(광주천)으로 공급시설 (10만㎥/일, 2012년) 설치 후 연도별 일최대 약 3~10만㎥(배분량 내) 공급 중

<표 2.70> 영산강 물이용량

구분	물이용량(2019년)		
	계(백만㎥)	유역 내(백만㎥)	유역 외(백만㎥)
영산강	451(100%)	218(48%)	233(52%)

출처: 「영섬유역 물관리 현안 해소 추진(안)」(Kwater)

2. 중권역별 물순환 문제점

- 중권역별 물순환 관련 기관(지자체, 수자원공사, 농어촌공사, 연구원 등) 방문 및 면담조사를 통해 문제점 등 다음과 같은 현안 사항을 도출하였음

<표 2.71> 중권역별 물순환 문제 조사결과

중권역	현안사항	기관
요천	<ul style="list-style-type: none"> · 요천은 거의 건천으로, 상류의 동화댐은 홍수조절기능이 없어 홍수기 운영을 별도로 하지 않으나 치수 측면에서 큰 문제는 없는 것으로 조사됨 · 상류 동화댐(농업용댐)의 경우 하천유지용수 의무가 없어 평상시 요천 유량이 적음 · 월악정수장 취수만으로는 부족하여 취·정수장 확장을 하려고 하였으나 주민반발 등으로 무산되고, 부족량을 상류 동화댐(농어촌공사)에서 공급 중 · 동화정수장은 동화댐으로부터 원수를 공급받아 요천 등 다수 지역에 생활용수를 공급하고 있으며, 현재 여유량 30% 이상 확보 중 	<ul style="list-style-type: none"> · 남원시청 (환경과) · 수자원공사 동화권지사
지석천	<ul style="list-style-type: none"> · 상류 댐(나주댐)으로 인해 하천유지유량 부족(농업용 댐으로 하천유지유량 방류의무 없음) · 지방하천의 환경 관련 문제에 대한 책임을 지자체에 부과(상류 댐 및 취수에 따른 수량 부족 문제의 경우 책임분배 필요) · 영농기법에 따른 물이용 패턴 및 방류량 반영 필요 · 이수안전도 평가 시 발작물에 대한 수요량 반영 여부 검토 필요 	<ul style="list-style-type: none"> · 나주시청 (재난안전과) · 수자원공사 영섬유역본부
탐진강	<ul style="list-style-type: none"> · 생활용수는 지속적으로 감소하고 있으며, 생활용수 부족은 거의 없음 · 하천 수질 등 하천관리를 위한 수요량은 증가 · 기존 독농임 사업에 하천유지용수를 고려하였던 것으로 파악되나 실제 방류되는지 확인 정보 없거나 농어촌공사 자료 협조 어려움 · 농업용수는 개수로 형태로 실제 도달량은 검증 불가, 댐 준공시 이용량을 그대로 적용하고 있어, 농업용수 이용량 정보에 대한 개선이 필요 	<ul style="list-style-type: none"> · 농어촌공사 전남지역본부
제주서해	<ul style="list-style-type: none"> · 동부와 비교하여 강수량이 적고, 용천수가 적어 용수공급에 불리(계절적 가뭄 등) · 농업 및 축산업 비중이 높아 물 이용량이 많고, 특히 영농기간 물 이용량 증가 · 농업용 관정의 관리는 수리계가 전담(제주도 조례)하나, 지역별 운영방식이 일정하지 않아 효율적 관리 어려움 · 농업용 관정 관리 주체는 수리계가 전담(제주도 조례)하고 있으나, 지역별 운영방식이 일정하지 않아 관정 관리의 효율성 차이가 있음 · 농업용수의 경우 관정 허가량에 비하여 저수조가 없거나 작은 경우가 많아 안정적 공급이 어려움 · 가뭄 발생 시 용천수 감소로 인해 생활용수 수원 확보 어려움 · 상수관로 정보에 대한 데이터 관리 필요 · 농업용 관정 운영정보에 대한 데이터 관리 필요 · 4개 저수지(농업용)의 관리 및 활용방안 검토 필요 · 유수율 개선, 대체용수(빗물, 용천수, 거점 저장), 물순환(침투시설 및 재이용, 공항 등) 개선 필요 	<ul style="list-style-type: none"> · 제주도청 (물정책과) · 제주연구원 · 농어촌공사 제주지역본부 · 수자원공사 제주지역협력본부 · 제주대학교 · 제주 상하수도본부 · 제주양돈농협 가축분뇨공동 자원화 공장

3장

중권역별 물순환체계 목표 설정

제1절 수질관리 목표설정

제2절 이수관리 목표설정

제3절 치수관리 목표설정

제4절 불투수면적률 및 물순환체계 목표설정

제III장 중권역별 물순환체계 목표설정

제1절 수질관리 목표설정

1. 법령, 조례 현황 및 관련 계획

가. 물환경보전법

- 「물환경보전법」(법률 제18469호)에서 하천·호소 등 공공수역의 물환경을 적정하게 관리·보전하도록 명시
- 동법 ‘제4조의3 오염총량관리기본계획의 수립 등’에서는 오염총량관리지역을 관할하는 시·도지사는 오염총량관리기본계획을 수립하도록 명시
- 동법 ‘제2장 공공수역의 물환경 보전’에서는 공공수역의 물환경을 관리·보전하기 위하여 국가 물환경관리기본계획(제23조의2), 대권역 물환경관리계획(제24조), 중권역 물환경관리계획(제25조), 소권역 물환경관리계획(제26조)을 수립할 것을 명시

나. 중권역별 하천 생활환경기준

- 「중권역별 물환경 목표기준」(환경부고시 제2018-6호)에서 중권역별 하천 및 호소에 대한 건강보호항목 목표기준 및 생활환경기준을 제시
- 중권역별 하천수질목표는 2018년 고시 기준 요천 I b, 지식천 II, 탐진강 I b, 제주서해 I a로 조사됨

<표 3.1> 중권역별 하천 생활환경기준

중권역명		목표 기준			
		생물이해등급			
		수생태계 특성		이류생물지수	
섬진강	섬진강댐	좋음	I b	매우 좋음~보통	A, B
	섬진강댐하류	좋음	I b	매우 좋음~좋음	A, B
	오수천	좋음	I b	매우 좋음~좋음	A, B
	순창	좋음	I b	매우 좋음~좋음	A, B
	요천	좋음	I b	매우 좋음~좋음	A, B
	섬진곡성	좋음	I b	매우 좋음~좋음	A, B
	주암댐	매우 좋음	I a	매우 좋음~좋음	A, B
	보성강	매우 좋음	I a	매우 좋음~좋음	A, B
	섬진강하류	좋음	I b	매우 좋음~좋음	A, B
	섬진강서남해	좋음	I b	매우 좋음~좋음	A, B
	완도	좋음	I b	매우 좋음~좋음	A, B
	금산면	좋음	I b	매우 좋음~좋음	A, B
	이사천	매우 좋음	I a	매우 좋음~좋음	A, B
	수어천	매우 좋음	I a	매우 좋음~좋음	A, B
	여수시	좋음	I b	매우 좋음~좋음	A, B


중권역명		목표 기준			
		생물이해등급			
		수생태계 특성		이류생물지수	
영산강	남해도	좋음	I b	매우좋음~좋음	A, B
	영산강상류	보통	III	좋음~보통	C
	황룡강	약간좋음	II	좋음~보통	C
	지석천	약간좋음	II	좋음~보통	C
	영산강중류	보통	III	좋음~보통	C
	고막원천	약간좋음	II	좋음~보통	C
	영산강하류	좋음	I b	매우좋음~좋음	A, B
	영암천	좋음	I b	매우좋음~좋음	A, B
	영산강하구언	좋음	I b	매우좋음~좋음	A, B
	탐진강	좋음	I b	매우좋음~좋음	A, B
	진도	좋음	I b	매우좋음~좋음	A, B
	영암방조제	좋음	I b	매우좋음~보통	A, B
	주진천	보통	III	좋음~보통	C
	와탄천	좋음	I b	매우좋음~좋음	A, B
	신안군	좋음	I b	매우좋음~좋음	A, B
제주	제주서해	매우좋음	I a	매우좋음~좋음	A, B
	제주북해	매우좋음	I a	매우좋음~좋음	A, B
	제주남해	매우좋음	I a	매우좋음~좋음	A, B
	제주동해	매우좋음	I a	매우좋음~좋음	A, B

출처: 「중권역별 물환경 목표기준」 (환경부고시 제2018-6호)

다. 오염총량관리계획

- 「영산강·섬진강수계 물관리 및 주민지원 등에 관한 법률」(법률 제17814호)에 따른 오염총량관리기본계획 수립 결과의 공간적 경계는 단위유역으로 되어 있음

<표 3.2> 영산강·섬진강 주요지점 목표수질

	시·도경계 목표수질		
	단위 유역	BOD (mg/L)	T-P (mg/L)
	영본A	2.4	0.082
	황룡A	2.2	0.060
	영본B	4.6	0.145
	섬본C	1.4	0.038
	요천B	1.5	0.054
	섬본E	1.1	0.030

출처: 「3대강 수질개선 위해 4단계 오염총량관리 확정」 (환경부 보도자료)

2. 수질관리 목표설정

가. 목표설정 방법

- 중권역별 수질관리 목표는 「물환경보전법」(법률 제18469호) ‘제25조(중권역 물환경관리계획의 수립)’에 따라 중권역별 물환경관리계획을 수립을 통해 수립됨

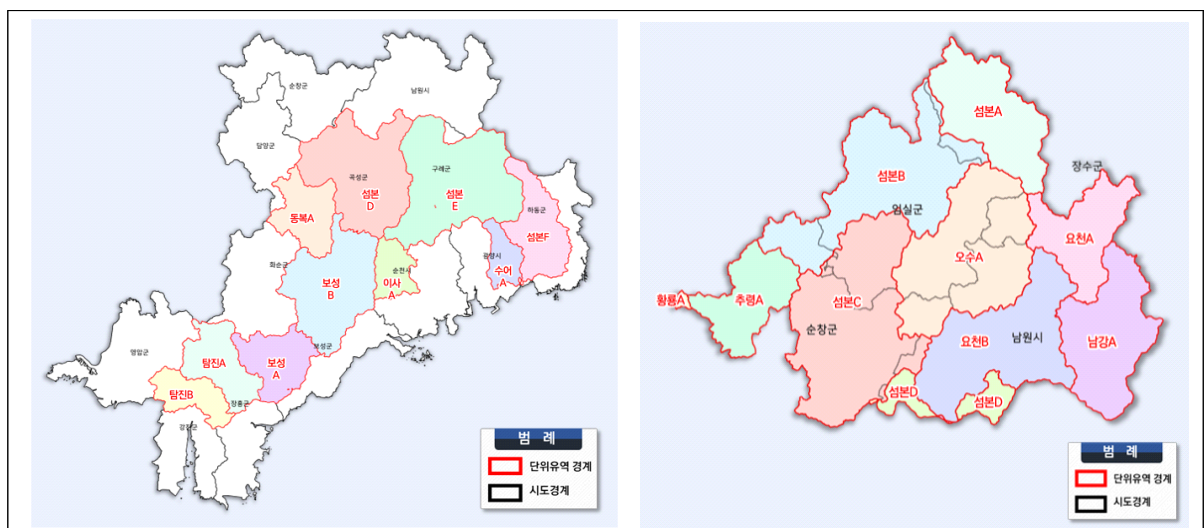
나. 목표설정 현황

- 관련 계획으로 「중권역 물환경관리계획」이 있으나 중권역을 기준으로 오염원 및 수질 전망만을 제시하고 있어, 비점오염 저감대책 및 목표 전망을 도출할 수 있도록 「4단계 영산강수계 전라남도 수질오염총량관리 기본계획», 「4단계 섬진강수계 전라남도 수질오염총량관리 기본계획», 「4단계 섬진강수계 전라북도 수질오염총량관리 기본계획», 「4단계 광주광역시 수질오염총량관리 기본계획」에서 제시한 수질관리 단위유역별 목표설정을 조합한 결과를 활용하여, 수질관리 목표와 대책을 수록하였음
- 본 절의 수질관리 목표설정 방법 및 결과는 수질 전망 현황에 대한 중권역별 유사 결과를 도출하기 위한 조사 결과를 수록하였음. 다만 수질 수치해석 결과의 중권역별 재분석 과정 등은 비전문가가 쉽게 접근할 수 있는 정보가 아니므로 수량-수질 연계 통합지표 산정에는 반영하지 않았음

(1) 섬진강권역

(가) 단위유역 현황

- 「영산강·섬진강수계 물관리 및 주민지원 등에 관한 법률」 ‘제10조제1항제1호’의 규정에 의거, 영산강·섬진강수계의 목표수질을 설정하여야 하는 수계구간 및 그 영향을 주는 단위유역을 구분함



<그림 3.1> 섬진강권역 수질관리 단위유역 (좌: 전라남도, 우: 전라북도)

출처: 「4단계 섬진강수계 전라남도 수질오염총량관리 기본계획」(전라남도, 2021), 「제4단계 섬진강수계 전라북도 수질오염총량관리 기본계획」(전라북도, 2021)

(나) 목표수질 결과

- 전라남도가 속한 단위유역 중 탐진강 중권역에 해당되는 탐진A, 탐진B 단위유역의 BOD 목표수질은 1.9mg/L, 1.6mg/L이고, T-P 목표수질은 0.070mg/L, 0.065mg/L로 조사됨
- 전라북도가 속한 단위유역 중 요천 중권역에 해당되는 요천A, 요천B 단위유역의 BOD 목표수질은 1.0mg/L, 1.5mg/L이고, T-P 목표수질은 0.019mg/L, 0.054mg/L로 조사됨

<표 3.3> 섬진강권역 단위유역별 2030 목표수질 (전라남도)

단위유역	기준유량(m ³ /s)		목표수질(mg/L)	
	저수량	평수량	BOD	T-P
보성A	0.516	0.557	2.4	0.051
동복A	0.427	0.781	1.3	0.039
보성B	2.341	3.782	1.3	0.030
섬본D	14.817	23.461	1.3	0.051
섬본E	17.303	28.602	1.1	0.030
이사A	1.501	4.156	1.1	0.025
탐진A	2.813	4.015	1.9	0.070
탐진B	3.909	5.478	1.6	0.065

출처: 「4단계 섬진강수계 전라남도 수질오염총량관리 기본계획」(전라남도, 2021)

<표 3.4> 섬진강권역 단위유역별 2030 목표수질 (전라북도)

단위유역	기준유량(m ³ /s)		목표수질(mg/L)	
	저수량	평수량	BOD	T-P
섬본A	0.914	1.983	1.1	0.021
추령A	0.511	1.212	1.1	0.018
섬본B	2.061	2.281	1.0	0.016
오수A	1.964	3.434	1.7	0.042
섬본C	6.100	9.196	1.4	0.038
요천A	0.554	1.163	1.0	0.019
요천B	2.178	3.857	1.5	0.054

출처: 「4단계 섬진강수계 전라북도 수질오염총량관리 기본계획」(전라북도, 2021)

(다) 오염원 저감대책

- 탐진A 단위유역 4단계 삭감부하량은 점 BOD 0.3kg/일, 점 T-P 0.023kg/일로 산정됨
- 탐진B 단위유역 4단계 BOD 삭감부하량은 점 BOD 19.5kg/일, 점 T-P 0.306kg/일로 산정됨
- 요천A 단위유역 4단계 삭감부하량은 점 BOD 52.1kg/일, 점 T-P 1.765kg/일, 요천B 단위유역 4단계 삭감부하량은 점 BOD 95.4kg/일, 점 T-P 3.841kg/일로 산정됨

<표 3.5> 섬진강권역 지방자치단체별 삭감방안 및 삭감부하량 (전라남도)

시도	시군구	단위 유역	삭감방안	삭감부하량(kg/일)			
				BOD		T-P	
				점	비점	점	비점
전라남도	강진군	탐진B	환경기초시설 신·증설	19.5	0.0	0.306	0
	곡성군	섬본D	환경기초시설 신·증설	33.9	0.0	0.658	0
	광양시	섬본F	환경기초시설 신·증설	6.6	0.0	0.133	0
		수어A	환경기초시설 신·증설	4.2	0.0	0.100	0
	구례군	섬본E	환경기초시설 신·증설	15.4	0.0	0.557	0
			환경기초시설 관거정비 및 확대	0.2	0.0	0.052	0
전라남도	보성군	보성A	환경기초시설 신·증설	19.6	0.0	0.385	0
		보성B	환경기초시설 신·증설	8.3	0.0	0.161	0
	순천시	섬본E	환경기초시설 신·증설	4.4	0.0	0.106	0
	영암군	탐진A	환경기초시설 신·증설	0.0	0.0	0.000	0
	장흥군	보성A	환경기초시설 신·증설	11.2	0.0	0.345	0
		탐진A	환경기초시설 신·증설	0.3	0.0	0.023	0
	화순군	동복A	환경기초시설 신·증설	17.2	0.0	0.289	0
		보성B	환경기초시설 신·증설	0.0	0.0	0.000	0
소계				141.1	0.0	3.149	0
경상남도	하동군	섬본E	환경기초시설 신·증설	6.8	0.0	0.208	0
		섬본F	환경기초시설 신·증설	25.5	0.0	0.624	0
소계				32.3	0.0	0.832	0
전라북도	남원시	섬본D	환경기초시설 신·증설	32.9	80.2	1.043	4.569
소계				32.9	80.2	1.043	4.569

출처: 「4단계 섬진강수계 전라남도 수질오염총량관리 기본계획」(전라남도, 2021)

<표 3.6> 섬진강권역 지방자치단체별 삭감방안 및 삭감부하량 (전라북도)

시도	시군구	단위 유역	삭감방안	삭감부하량(kg/일)			
				BOD		T-P	
				점	비점	점	비점
전라북도	정읍시	섬본B	환경기초시설 신·증설	3.6	0.0	0.123	0.000
		섬본C	-	-	-	-	-
	남원시	오수A	환경기초시설 신·증설	5.5	0.0	0.191	0.000
		섬본C	-	-	-	-	-
		요천B	환경기초시설 처리구역확대	95.4	-7.3	3.841	-0.204
	진안군	섬본A	환경기초시설 신·증설	28.0	0.0	0.912	0.000
			기타(우분연료화 등)	0.0	123.9	0.000	6.667
		섬본B	기타(우분연료화 등)	0.0	33.8	0.000	1.866
	장수군	오수A	환경기초시설 처리구역확대	25.9	0.0	0.996	0.000
		요천A	환경기초시설 신·증설	23.7	0.0	0.740	0.000
			환경기초시설 처리구역확대	28.4	0.0	1.025	0.000
	임실군	섬본B	환경기초시설 신·증설	1.0	0.0	0.053	0.000

시도	시군구	단위 유역	삭감방안	삭감부하량(kg/일)			
				BOD		T-P	
				점	비점	점	비점
전라북도			가축분뇨처리시설 신·증설	0.0	19.9	0.000	1.806
			기타(우분연료화 등)	0.0	193.0	0.000	10.996
		오수A	환경기초시설 신·증설	26.8	0.0	0.768	0.000
	임실군	섬본C	환경기초시설 처리구역확대	1.6	0.0	0.055	0.000
	임실군	섬본C	기타(우분연료화 등)	96.4	0.0	5.492	5.492
			기타(우분연료화 등)	0.0	33.5	0.000	1.908
	순창군	추령A	환경기초시설 신·증설	17.3	0.0	0.489	0.000
		오수A	-	-	-	-	-
		섬본C	환경기초시설 신·증설	139.7	-0.1	4.955	0.000

출처: 「4단계 섬진강수계 전라북도 수질오염총량관리 기본계획」(전라북도, 2021)

(2) 영산강권역

(가) 단위유역 현황

- 「영산강·섬진강수계 물관리 및 주민지원 등에 관한 법률」 ‘제10조제1항제1호’의 규정에 의거, 영산강·섬진강수계의 목표수질을 설정하여야 하는 수계구간 및 그 영향을 주는 단위유역을 구분함



<그림 3.2> 영산강권역 수질 관리 단위유역 (좌: 전라남도, 우: 광주광역시)

출처: 「4단계 영산강수계 전라남도 수질오염총량관리 기본계획」(전라남도, 2021), 「제4단계 광주광역시 수질오염총량관리기본계획」(광주광역시, 2021)

(나) 목표수질 결과

- 전라남도가 속한 단위유역 중 지식천 중권역에 해당되는 영본C, 지식A 단위유역의 BOD 목표수질은 4.7mg/L, 3.4mg/L이고, T-P 목표수질은 0.115mg/L, 0.104mg/L로 조사됨
- 광주광역시가 속한 단위유역 중 지식천 중권역에 해당되는 영본C 단위유역의 BOD 목표수질은 4.7mg/L, T-P 목표수질은 0.117mg/L로 조사됨

<표 3.7> 영산강권역 단위유역별 2030 목표수질 (전라남도)

단위 유역	기준유량(m³/s)		목표수질(mg/L)	
	저수량	평수량	BOD	T-P
영본A	2.4	2.4	2.4	0.066
황룡A	2.9	2.2	2.2	0.064
지석A	3.4	2.4	2.4	0.104
영본C	4.7	4.7	4.7	0.115
영본D	4.4	4.5	4.5	0.104
영본E	1.8	2.1	2.1	0.092

출처: 「4단계 영산강수계 전라남도 수질오염총량관리 기본계획」(전라남도, 2021)

<표 3.8> 영산강권역 단위유역별 2030 목표수질 (광주광역시)

단위 유역	기준유량(m³/s)		목표수질(mg/L)	
	저수량	평수량	BOD	T-P
영본A	2.4	4.1	2.4	0.082
영본B	12.8	18.8	4.6	0.145
영본C	19.9	30.6	4.7	0.117
영본D	22.9	35.8	4.5	0.109

출처: 「제4단계 광주광역시 수질오염총량관리기본계획」(광주광역시, 2021)

(다) 오염원 저감대책

- 영본C 단위유역 4단계 삭감부하량은 점 BOD 204.9kg/일, 점 T-P 7.589kg/일로 산정되었음
- 지석A 단위유역 4단계 삭감부하량은 점 BOD 45.9kg/일, 점 T-P 0.640kg/일로 산정되었음

<표 3.9> 영산강권역 지방자치단체별 삭감방안 및 삭감부하량 (전라남도)

시도	시군구	단위 유역	삭감방안	삭감부하량(kg/일)			
				BOD		T-P	
				점	비점	점	비점
전라남도	나주시	영본C	환경기초시설 신·증설	140.4	-12.6	5.079	-0.377
			환경기초시설 관거정비 및 확대	39.9	-2.4	1.878	-0.088
	담양군	영본A	환경기초시설 신·증설	115.7	0.0	2.495	0.000
	무안군	영본E	환경기초시설 신·증설	-3.9	0.0	-1.255	0.000
전라남도	영암군	영본C	환경기초시설 신·증설	6.7	0.0	0.146	0.000
		영본E	환경기초시설 신·증설	24.8	0.0	0.413	0.000
	장성군	황룡A	환경기초시설 신·증설	9.7	0.0	0.263	0.000
		영본B	환경기초시설 신·증설	72.6	0.0	1.016	0.000
	함평군	영본D	환경기초시설 신·증설	43.0	0.0	1.353	-0.001
			환경기초시설 관거정비 및 확대	51.7	-5.8	2.718	-0.114
	화순군	지석A	환경기초시설 신·증설	45.9	-0.2	0.640	-0.005
		영본C	환경기초시설 신·증설	12.9	0.0	0.328	0.000
광주 광역시	남구	영본C	환경기초시설 신·증설	11.7	0.0	0.304	0.000
			환경기초시설 관거정비 및 확대	0.0	2.2	0.000	0.050
	북구	영본A	환경기초시설 관거정비 및 확대	9.2	-0.3	0.370	-0.007

출처: 「4단계 영산강수계 전라남도 수질오염총량관리 기본계획」(전라남도, 2021)

다. 비점오염원 저감방안

(1) 비점오염 관리현황

- 비점오염원에 의한 수질 영향이 증가함에 따라 2004년부터 정부 주도로 다양한 정책을 추진하고 있으나, 비점오염원 비중은 여전히 증가추세를 보이고 있음

- 관계부처합동으로 제1차(2004년~2011년), 제2차(2012년~2020년), 제3차(2021년~2025년) 비점오염원관리 종합대책을 수립하였고, 환경부는 비점오염원 설치신고 제도, 비점오염원 관리지역 지정, 비점오염저감시설 설치 시범사업, 국고보조사업 시행 등으로 비점오염원 관리를 수행하고 있음
- 기존 비점오염별 관리유형을 살펴보면, 전, 답, 대지, 도로 등의 토지계 비점오염의 경우 저영향개발, 최적관리기법, 도로청소 등을 통해 관리, 축산계 비점오염의 경우 공공처리시설 확대, 바이오가스, 연료제조 등을 통해 삭감 방안을 제시하고 있음

(2) 비점오염 저감방안

- 「제3차 강우유출 비점오염원관리 종합대책」에서는 비점오염 저감을 위한 관리방안을 다음 표와 같이 제시하고 있음
- 본 연구대상 중권역의 경우 대부분 농·축산업 중심의 지역으로 관련 분야에 해당되는 비점오염 저감을 위한 방안을 중점적으로 검토하여 적용할 필요가 있음
- 중권역의 비점오염 저감목표를 달성하기 위하여 농촌지역 비점오염원 삭감방안 다양화(농업배수로 유출수에 의한 오염저감 방안, 친환경 농업 개발, 공공수역 불투수면 관리 의무화 등) 및 가축분뇨 관리(처리시설 확충, 가축분뇨 전자인계관리시스템 확대, 개별농가 가축분뇨 관리 강화, 양분관리제 도입 및 가축사육 제한지역 확대 등) 방안 마련이 필요함

<표 3.10> 비점오염 저감을 위한 관리방안

구분	관리방안
도시 분야	<ul style="list-style-type: none"> · 비점오염저감 및 물순환 관리사업 확대 추진 · 물순환선도도시 조성 및 추진 · 도시 맞춤형 비점오염원 관리체계 구축 및 시설 확충 · 하천으로 유입되는 미처리 하수 월류수 관리 확대 · 도로, 산업단지 등 도시지역 비점오염원 관리강화
농촌 분야	<ul style="list-style-type: none"> · 농촌지역 비점오염원 관리 다변화·다각화 · 흙탕물 저감사업 지속 추진 · 농촌 맞춤형 비점오염저감 사업 확대 시행 · 친환경농업기반 구축사업 등 농약·화학비료 이용량 저감 사업 추진으로 농업유래 비점오염물질 유출 저감 촉진 · 가축분뇨 관리 선진화를 통한 비점오염화 예방 · 가축분뇨 전자인계관리시스템 도입 · 가축분뇨의 적정처리 유도로 비점오염 발생요인 억제 · 가축분뇨 바이오가스화 공공처리시설 설치
산림·하천·댐 분야	<ul style="list-style-type: none"> · 상수원 관리지역, 댐·보 비점오염 발생 관리 · 상수원 관리지역 토지매수 확대 및 비점오염관리 기능 강화 · 댐 유역 비점오염 발생 예방 및 발생 후 처리사업 추진 · 산림·광산 비점오염원 관리 · 숲가꾸기 부산물 제거 등 산림유래 비점오염 관리 · 폐광지역 유출 비점오염원 관리 · 폐광유래 비점오염발생 사전예방 및 사후관리 사업 진행

출처: 「제3차 강우유출 비점오염원관리 종합대책」(관계부처합동, 2020)

제2절 이수관리 목표설정

1. 법령, 조례 현황 및 관련 계획

가. 하천법

- 「하천법」(법률 제18352호) ‘제25조 하천기본계획’에서는 하천의 이용, 주민친화적 활용 및 자연친화적 관리·보전에 필요한 기본적인 사항 등을 내용으로 하는 10년 단위의 하천기본계획을 수립하도록 명시
- 동법 ‘제51조 하천유지유량’에서는 생활·공업·농업·환경개선·발전·주운 등의 하천수 이용을 고려하여 하천의 정상적인 기능 및 상태를 유지하기 위하여 필요한 최소한의 하천유지유량을 정하여 국가수자원관리위원회의 심의를 거쳐 이를 고시하도록 명시

나. 하천법 시행령

- 「하천법 시행령」(대통령령 제32352호) ‘제24조 하천기본계획의 수립’에서는 하천유역의 국토계획 및 도시·군계획 등에 대한 변동상황을 고려하여 공통유역도(환경부장관이 이수·치수·환경을 고려하여 전국을 권역별로 구분한 유역도)를 기본으로 권역별로 수립하도록 명시
- 동법 ‘24조의2 하천기본계획의 수립기준 등’에서는 「수자원의 조사·계획 및 관리에 관한 법률」, 「수자원장기종합계획」 및 「하천유역수자원관리계획을」 기본으로 하여 수립하도록 명시

다. 하천유지유량

- 「하천유지유량 고시문」(영산강홍수통제소 고시 제2015-59호)에서 고시한 하천유지유량 및 기준지점은 아래와 같음

<표 3.11> 영산강·섬진강 하천유지유량 고시 현황

구분	하천명	기준지점명	하천 등급	하천유지유량(㎥/s)			기준	최종 고시 년도
				계	현재확보 가능량	향후확보 필요량		
영 산 강 홍 수 통 제 소	만경강	대천	국가	4.01	0.00	4.01	수질	2015
	동진강	신태인	국가	1.00	0.54	0.46	수질	2015
	섬진강	덕치	국가	0.76	-	-	평균갈수량	2006
		제2섬진	국가	0.91	-	-	평균갈수량	2006
		적성	국가	1.31	-	-	평균갈수량	2006
		대강	국가	1.75	-	-	평균갈수량	2006

구분	하천명	기준지점명	하천 등급	하천유지유량(㎥/s)			기준	최종 고시 년도
				계	현재 확보 가능량	향후 확보 필요량		
		오곡	국가	2.47	-	-	평균갈수량	2006
		압록	국가	2.51	-	-	평균갈수량	2006
		구례	국가	4.07	-	-	평균갈수량	2006
		송정	국가	4.62	-	-	평균갈수량	2006
	추령천	쌍치2	지방	0.31	0.00	0.31	수질	2015
	오수천	오수	지방	1.43	0.40	1.03	수질	2015
	요천	남원	국가	0.95	0.72	0.23	수질	2015
	보성강	검백	지방	0.47	0.00	0.47	생태	2015
		죽곡	국가	3.32	1.68	1.64	수질	2015
	영산강	광주	국가	0.57	-	-	평균갈수량	2006
		마륵	국가	0.88	-	-	평균갈수량	2006
		본동	국가	1.57	-	-	평균갈수량	2006
		나주	국가	2.41	-	-	평균갈수량	2006
		영산포	국가	2.49	-	-	평균갈수량	2006
		사포	국가	2.83	-	-	평균갈수량	2006
	오례천	오례	지방	0.12	0.00	0.12	생태	2015
	광주천	유덕	지방	0.33	0.13	0.20	수질	2015
	황룡강	장성	지방	0.64	0.37	0.27	수질	2015
		선암	국가	1.07	0.00	1.07	수질	2015
	지석천	능주	국가	1.64	0.00	1.64	생태	2015
		남평	국가	0.75	-	-	평균갈수량	2006
	고막원천	학교	국가	0.42	0.00	0.42	수질	2015
	함평천	함평	국가	0.31	0.00	0.31	수질	2015
	탐진강	연산	국가	2.76	0.00	2.76	수질	2015

출처: 「하천유지유량 고시문」(영산강홍수통제소 고시 제2015-59호)

2. 이수관리 목표설정

가. 목표설정 방법

- 「하천기본계획 수립지침」(국토교통부 고시 제2018-992호)에 따라 다음과 같은 방법으로 이수관리계획을 수립하는 것으로 조사됨

(1) 기본방향 설정

(가) 이수목표 설정

- 하천의 이수목표는 하천관리청의 물관리 여건, 하천관리유량, 향후 여건변화에 따라 추가적으로 필요한 하천유량 등을 종합적으로 고려하여 설정함

(나) 기본방향

- 이수종합계획은 물이용이 타인의 권리와 공공의 이익을 침해하지 아니하고 이수관리에 지장이 없는 범위 안에서 모든 국민이 그 혜택을 공유할 수 있도록 수립
- 생활·공업·농업·발전·주운·환경개선 등 인위적인 필요에 의해 이용되는 하천수 이용과 하천의 정상적인 기능유지를 위해 하천에 흘러가야 하는 하천유지유량을 만족할 수 있도록 기본방향을 설정함

(2) 이수정비 및 관리계획

(가) 하천수 물수지분석

- 하천수 수요량과 기준갈수량을 이용하여 물수지 분석을 수행
- 물수지 분석 시에는 「하천설계기준」 등에서 제시하고 있는 회귀율(생활·공업·기타용수 65%, 농업용수 35%, 환경개선용수와 발전용수 100%)도 함께 고려

(나) 하천유량 분담계획

- 물수지 분석 결과, 추가적인 용수확보가 필요한 경우는 기존 댐, 저수지 등 수원 및 저류시설의 용수공급량을 검토하여 확보가능 여부를 판단하여 수록

(다) 하천유량 확보계획

- 하천유량 분담계획 후 용수수요량이 공급량을 초과하여 추가적으로 확보가 필요한 경우에는 하천유량 확보 계획을 수립
- 하천유량 확보 계획은 하천유역수자원관리계획과 연계되어야 하며 용수 재배분(댐, 저수지 등), 하천수 이용량 조정, 수원시설(댐-보-저수지) 연계 운영, 하수처리수 재이용, 농업용 저수지 재개발, 다목적 저류지 및 기타 저류시설 설치, 물순환 및 물이동 등을 다각적으로 검토

(라) 유지관리계획

- 보, 용수공급시설(양수장 및 취수시설) 등 이수시설물에 대해서는 해당 시설의 관리기관과 협의하여 별도의 유지관리 계획을 수립

나. 목표설정 현황

- 문헌조사를 통해 「영·섬진강권역 하천유역 수자원관리계획」(환경부)에서 제시한 이수관리 목표설정 현황을 조사함

(1) 물관리현황 평가

(가) 수자원이용률 현황

① 수자원 부존량

- 중권역별 수자원 부존량은 요천 378.6백만 m^3 /년, 지석천 566.6백만 m^3 /년, 탐진강 435.6백만 m^3 /년으로 조사됨

* 제주서해 중권역은 건천으로 이수계획수립 대상에서 제외됨

<표 3.12> 중권역별 수자원 부존량

구분	수자원부존량(백만 m^3)												
	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
요천	7.9	9.3	13.1	18.0	19.0	35.3	96.2	88.2	51.7	19.3	11.4	9.1	378.6
지석천	9.6	12.0	19.5	31.1	37.2	61.0	133.9	125.6	83.8	25.6	15.0	12.3	566.6
탐진강	6.6	12.6	22.6	30.3	34.0	51.7	90.0	93.8	60.5	15.7	10.4	7.2	435.6

출처: 「영·섬진강권역 하천유역 수자원관리계획」(환경부)

* 수자원부존량: Tank모형을 통해 산정된 자연유출량을 기반으로 산정

② 물 이용량 현황

- 중권역별 용도별 물이용량은 요천 46.4백만 m^3 /년(생활용수 2.6백만 m^3 /년, 공업용수 6.9백만 m^3 /년, 농업용수 36.9백만 m^3 /년), 지석천 117.5백만 m^3 /년(생활용수 5.8백만 m^3 /년, 공업용수 12.4백만 m^3 /년, 농업용수 99.3백만 m^3 /년), 탐진강 51.9백만 m^3 /년(생활용수 2.6백만 m^3 /년, 공업용수는 없으며 농업용수 49.3백만 m^3 /년)으로 조사됨

<표 3.13> 중권역별 용도별 물이용량

구분	하천수 이용량(백만 m^3 /년)				비고
	소계	생활	공업	농업	
요천	46.4	2.6	6.9	36.9	
지석천	117.5	5.8	12.4	99.3	
탐진강	51.9	2.6	-	49.3	

출처: 「영·섬진강권역 하천유역 수자원관리계획」(환경부)

* 하천수이용허가시설 현황 자료(2021.01월 기준, 영산강홍수통제소, 담계약분, 하굿둑, 저수지시설 제외)

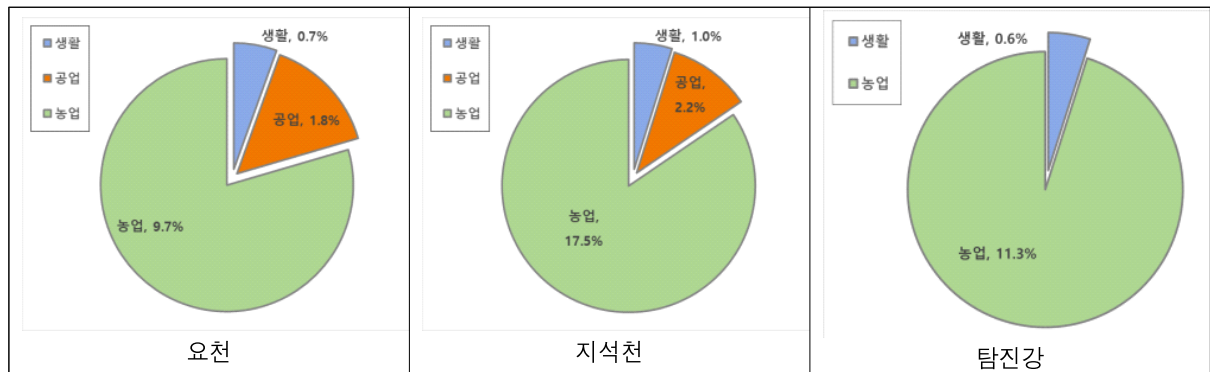
* 하천수 이용량: 「허가량 × 용도별 평균이용일수(생·공 365일, 농업 100일)」으로 산정

③ 수자원 이용률

- 중권역별 수자원 이용률은 요천 12.1%(농업용수 9.7%), 지석천 20.7%(농업용수 17.5%), 탐진강 11.9%(농업용수 11.3%)로 조사됨

<표 3.14> 중권역별 수자원 이용률 평가

구분	수자원부존량 (백만㎥/년)	물 이용량(백만㎥/년)				수자원이용률(%)			
		계	생활	공업	농업	계	생활	공업	농업
요천	378.6	46.0	2.6	6.9	36.9	12.1%	0.7%	1.8%	9.7%
지석천	566.6	117.5	5.8	12.4	99.3	20.7%	1.0%	2.2%	17.5%
탐진강	435.6	51.8	2.6	-	49.3	11.9%	0.6%	-	11.3%



<그림 3.3> 중권역별 수자원 이용률 평가

출처: 「영·섬진강권역 하천유역 수자원관리계획」 (환경부)

(나) 물수급관리 현황

① 유역의 물 수요량

- 중권역별 물 수요량은 최대 가뭄조건에서 2030년 목표연도 요천 89,857.2천㎥/년 (생활·공업용수 7,474.7천㎥/년, 농업용수 82,382.6천㎥/년), 지석천 93,673.5천㎥/년 (생활·공업용수 19,018.2천㎥/년, 농업용수 74,655.5천㎥/년), 탐진강 76,979.7천㎥/년 (생활·공업용수 9,373.1천㎥/년, 농업용수 67,606.8천㎥/년)으로 조사됨

<표 3.15> 중권별 용도별 물 수요량

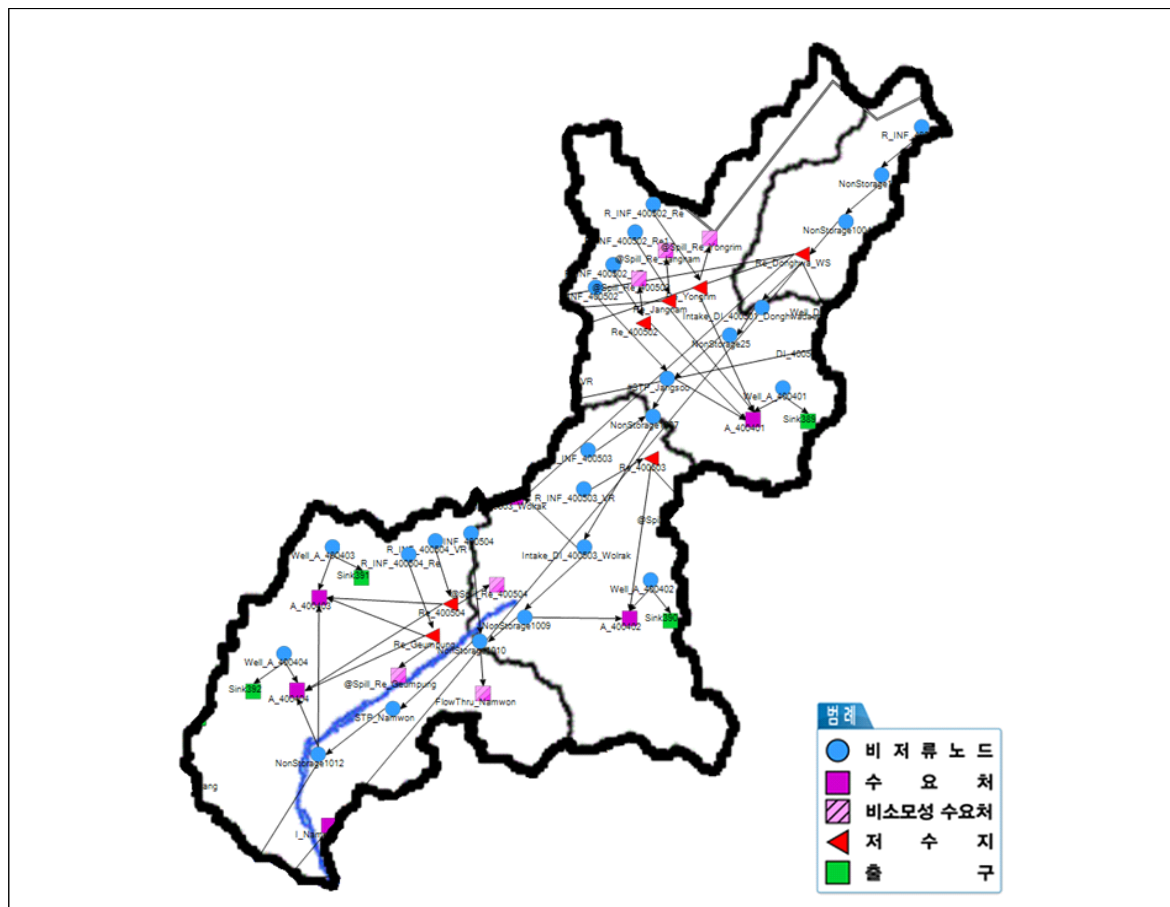
구분		목표연도(2030년)		
		계(천㎥/년)	생활·공업(천㎥/년)	농업(천㎥/년)
요천		89,857.2	7,474.7	82,382.6
	동화댐	1,940.1	58.9	1,881.2
	요천상류	10,412.1	494.2	9,917.9
	남원수위표	23,936.5	2,265.2	21,671.3
	요천하류	53,568.5	4,656.4	48,912.2
지석천		93,673.5	19,018.2	74,655.5
	지석천상류	11,520.9	482.1	11,038.9
	지석천하류	8,916.9	1,251.4	7,665.5
	화순천	14,589.0	5,377.6	9,211.5
	나주댐	6,092.6	487.0	5,605.6

구분		목표연도(2030년)		
		계(천㎥/년)	생활·공업(천㎥/년)	농업(천㎥/년)
	대 초천	4,110.5	297.5	3,813.0
	남평수위표	16,175.0	1,810.3	14,364.7
	지석천	32,268.6	9,312.3	22,956.3
탐진강		76,979.7	9,373.1	67,606.8
	장흥댐	11,088.5	505.9	10,582.6
	탐진강중류	17,584.9	4,671.8	12,913.2
	금강천	33,712.7	3,231.1	30,481.7
	탐진강하류	14,593.6	964.3	13,629.3

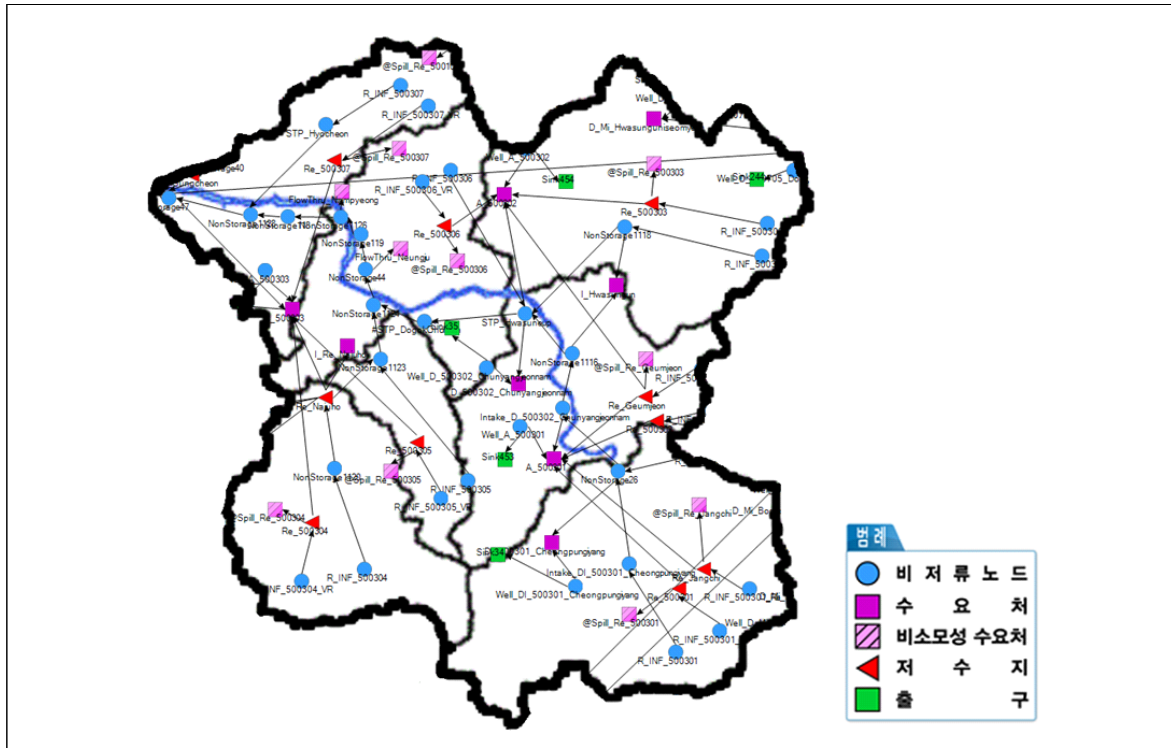
출처: 「영·섬진강권역 하천유역 수자원관리계획」 (환경부)

② 물수지분석

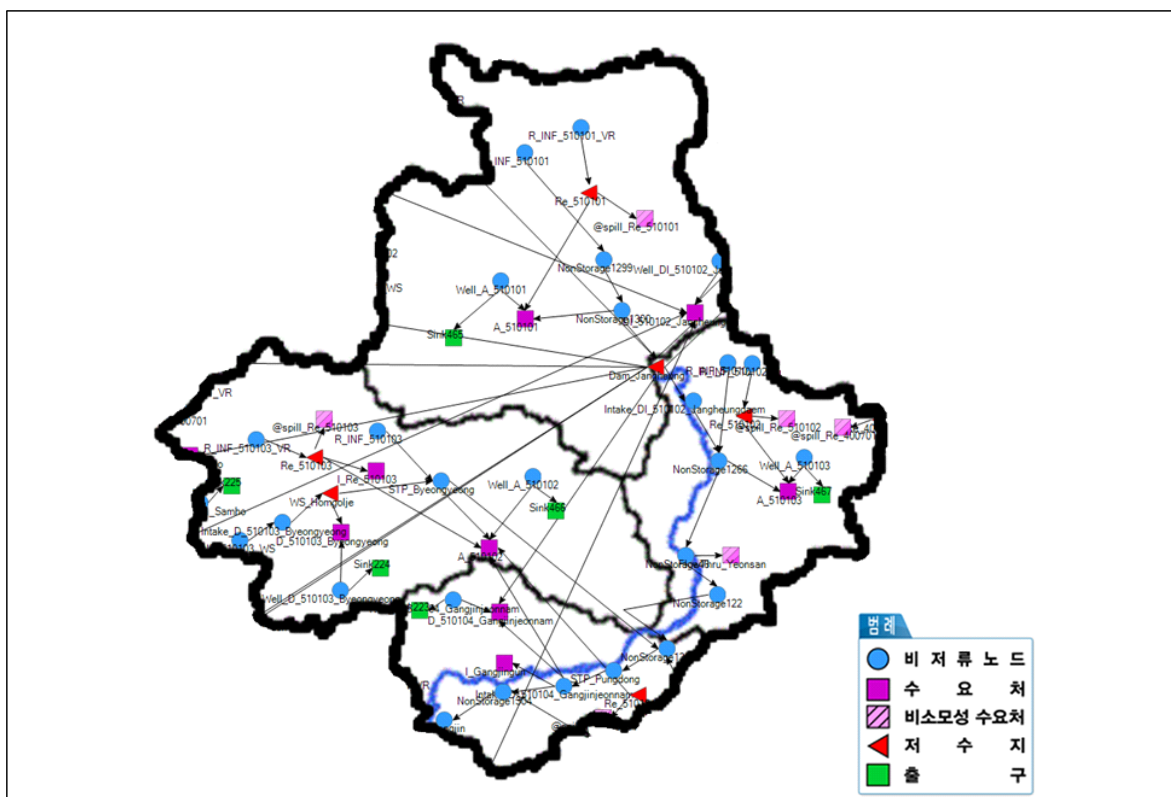
- 중권역의 물수지 분석(물수급 평가)을 위하여, 물 수요 및 공급 현황을 바탕으로 MODSIM 모형을 이용하여 물수급 네트워크 구축하였으며, 구축 결과는 다음 그림과 같음



<그림 3.4> 요천 중권역 물수지모식도



<그림 3.5> 지석천 중권역 물수지모식도



<그림 3.6> 탐진강 중권역 물수지모식도

* MODSIM : 미국 텍사스의 수자원개발부(Texas Water Development Board, 1972)가 개발한 SIMYLD 네트워크 모형을 미 콜로라도 주립대학의 Labadie 교수가 수정하여 MODSIM (MODified SIMYLD)으로 모형이 개명됨. 하천유역 네트워크모형(river basin network model)으로 유역 수자원관리 시설의 전체적인 배치 및 운영조건을 다양하게 반영할 수 있도록 구축되어 있는 하천유역 관리 의사 결정 지원시스템

* 범례설명

비저류 노드	하천, 회귀수, 지하수 공급 등 시계열데이터
수요처	용도별 수요량, 우선순위, 회귀지점 설정
비소모성 수요처	비소모성 수요량(도수 및 하천유지유량지점)
저수지	댐 제원 및 운영정보 입력, 우선순위 설정
출구	네트워크 최하단부 설정

(2) 이수안전도 평가

(가) 이수안전율

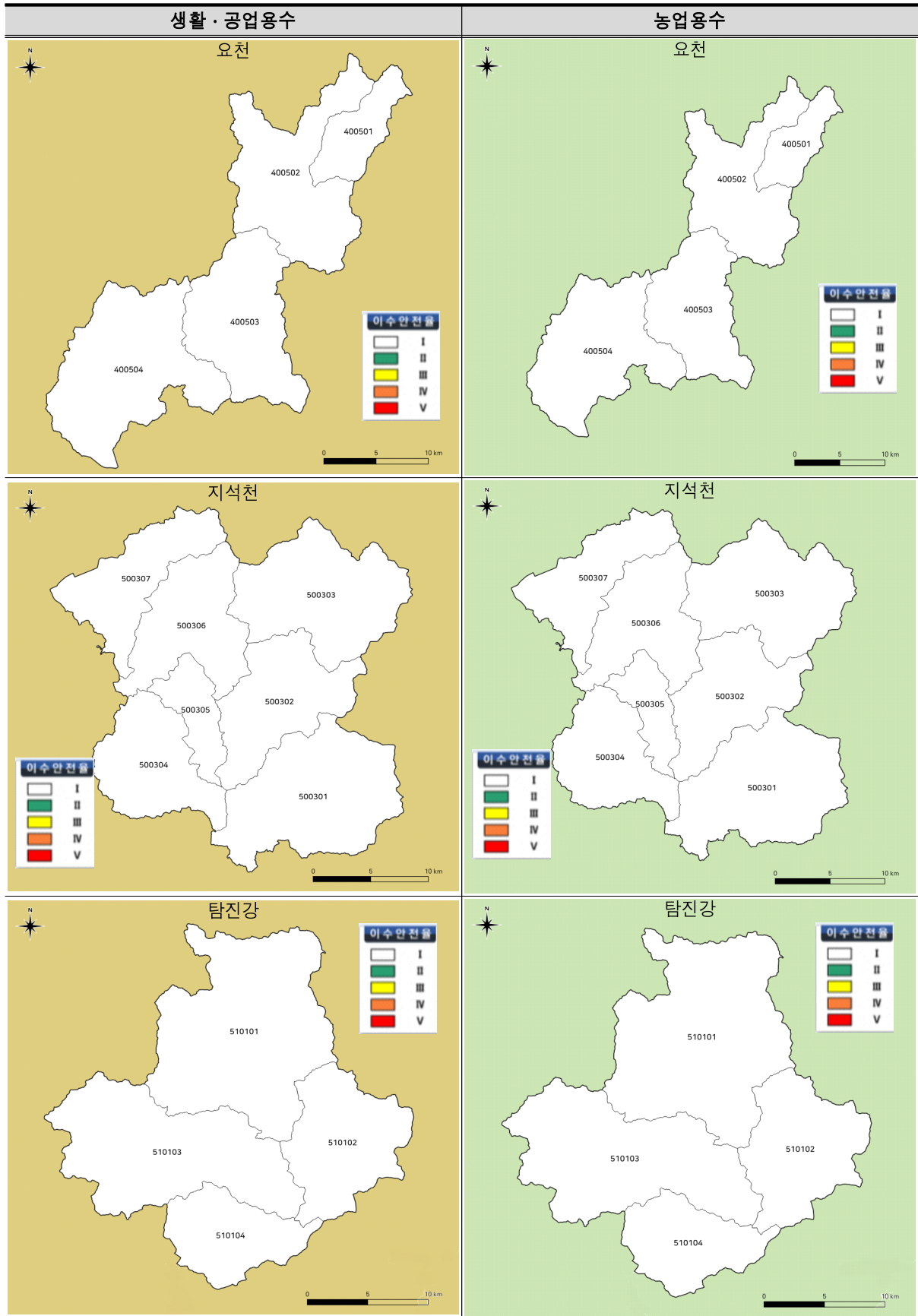
- 최대 가뭄조건에서 2030년 수요 시나리오 기준으로 요천 및 탐진강 중권역의 목표연도(2030년) 물 부족량은 없는 것으로 평가됨
- 요천 및 탐진강 중권역의 이수안전율은 표준유역 모두 100%로 평가됨
- 지석천 중권역의 물 부족량은 생활·공업용수 60.3천㎥/년, 농업용수는 물 부족량이 없는 것으로 평가됨
- 지석천 중권역의 이수안전율은 지석천(생활·공업용수 99.4%)을 제외한 표준유역에서 모두 100%로 평가됨

* 이수안전율(%) : $[1 - (\text{연간 물 부족량}) / (\text{연간 물 수요량})] \times 100$

<표 3.16> 중권역별 이수안전율

구분	표준유역	2030년(목표년도)					
		물부족량(천㎥/년)		물수요량(천㎥/년)		이수안전율(%)	
		생활·공업	농업	생활·공업	농업	생활·공업	농업
요천	동화댐	0.0	0.0	58.9	1,881.2	100.0	100.0
	요천상류	0.0	0.0	494.2	9,917.9	100.0	100.0
	남원수위표	0.0	0.0	2,265.2	21,671.3	100.0	100.0
	요천하류	0.0	0.0	4,656.4	48,912.2	100.0	100.0
지석천	지석천상류	0.0	0.0	482.1	11,038.9	100.0	100.0
	지석천하류	0.0	0.0	1,251.4	7,665.5	100.0	100.0
	화순천	0.0	0.0	5,377.6	9,211.5	100.0	100.0
	나주댐	0.0	0.0	487.0	5,605.6	100.0	100.0
	대초천	0.0	0.0	297.5	3,813.0	100.0	100.0
	남평수위표	0.0	0.0	1,810.3	14,364.7	100.0	100.0
	지석천	60.3	0.0	9,312.3	22,956.3	99.4	100.0
탐진강	장흥댐	0.0	0.0	505.9	10,582.6	100.0	100.0
	탐진강중류	0.0	0.0	4,671.8	12,913.2	100.0	100.0
	금강천	0.0	0.0	3,231.1	30,481.7	100.0	100.0
	탐진강하류	0.0	0.0	964.3	13,629.3	100.0	100.0

출처: 「영·섬진강권역 하천유역 수자원관리계획」 (환경부)



<그림 3.7> 중권역별 이수안전율

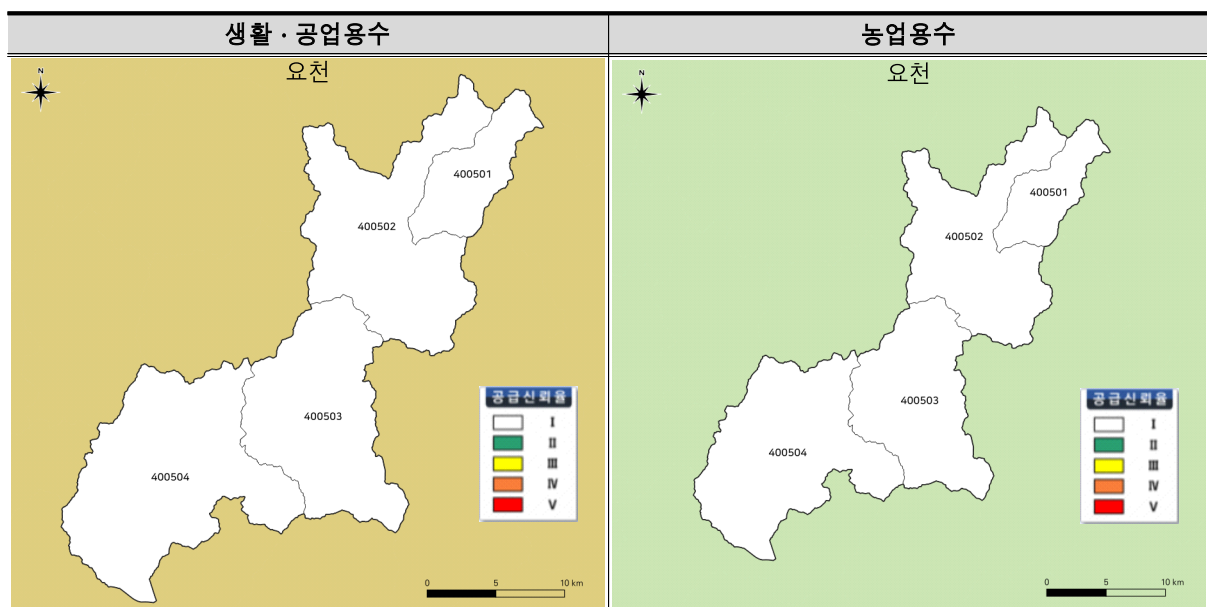
(나) 공급신뢰율

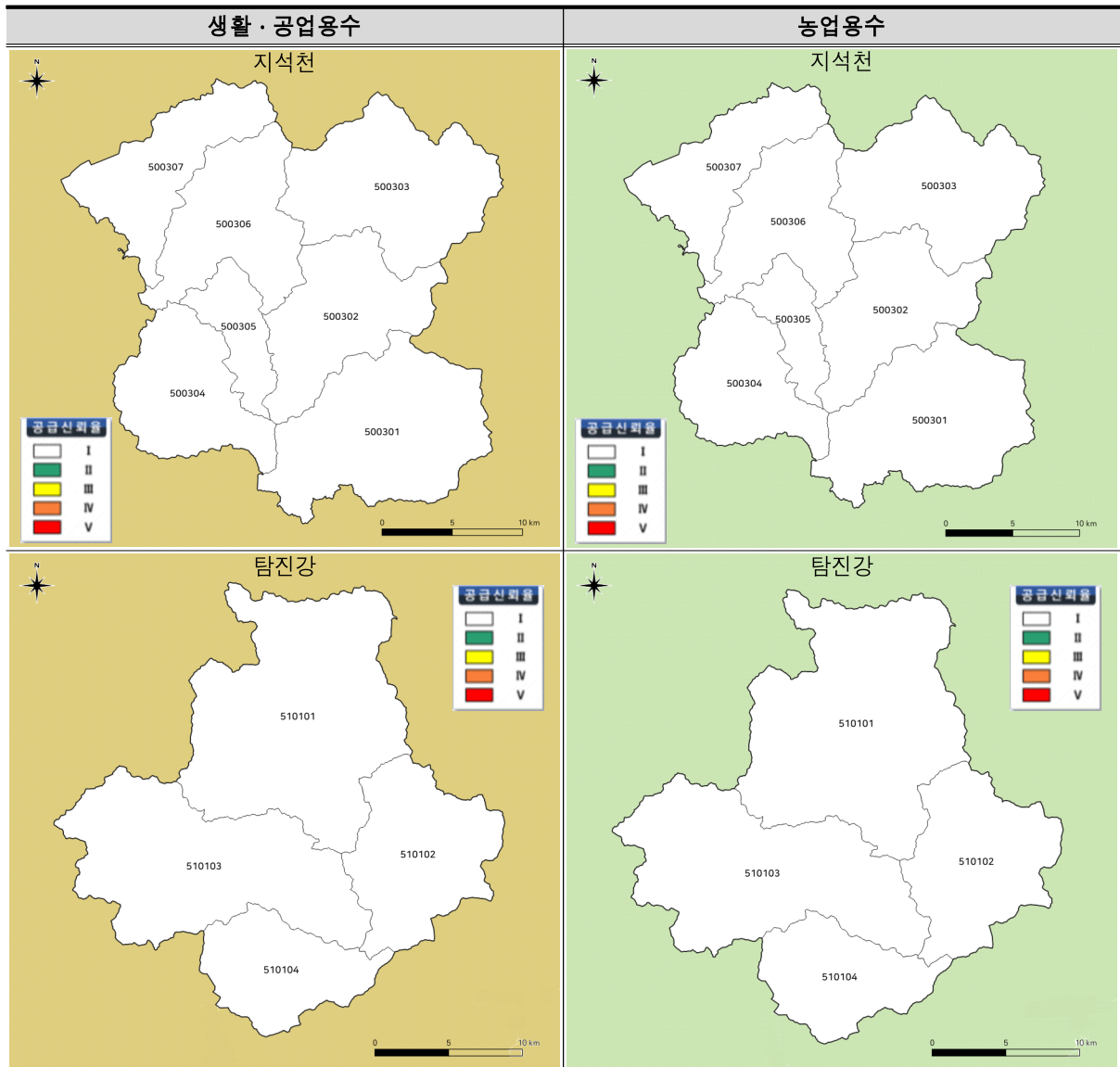
- 요천 및 지석천 중권역의 공급신뢰율은 표준유역 모두 100%로 평가됨
 - 탐진강 중권역의 생활·공업용수 공급신뢰율은 표준유역 장흥댐이 99.5%로 가장 낮은 것으로 평가됨
 - 탐진강 중권역의 농업용수 공급신뢰율은 표준유역 모두 100%로 평가됨
- * 공급신뢰율(%) : $[1 - (\text{물부족 발생일 수}) / (\text{분석대상일 수})] \times 100$

<표 3.17> 중권역별 공급신뢰율

구분	표준유역	분석기간(일)		물부족기간(일)		공급신뢰율(%)	
		생활·공업	농업	생활·공업	농업	생활·공업	농업
요천	동화댐	3,744		0	0	100.0	100.0
	요천상류			0	0	100.0	100.0
	남원수위표			0	0	100.0	100.0
	요천하류			0	0	100.0	100.0
지석천	지석천상류	3,744		0	0	100.0	100.0
	지석천하류			0	0	100.0	100.0
	화순천			0	0	100.0	100.0
	나주댐			0	0	100.0	100.0
	대초천			0	0	100.0	100.0
	남평수위표			0	0	100.0	100.0
	지석천			1	0	100.0	100.0
탐진강	장흥댐	3,744		19	0	99.5	100.0
	탐진강중류			16	0	99.6	100.0
	금강천			16	0	99.6	100.0
	탐진강하류			16	0	99.6	100.0

출처: 「영·섬진강권역 하천유역 수자원관리계획」 (환경부)





<그림 3.8> 중권역별 공급신뢰율

출처: 「영·섬진강권역 하천유역 수자원관리계획」 (환경부)

(다) 이수안전도

- 생활, 공업, 농업 용수별 이수안전도가 산정되면, 이수안전율 및 공급신뢰율의 상대적인 크기를 등급화하여 두 지표 중 낮은 등급을 해당중권역의 안전도로 설정

<표 3.18> 중권역별 이수안전도

구분	표준유역	구간	이수안전도(등급)				비고
			이수안전율		공급신뢰율		
			생활·공업	농업	생활·공업	농업	
요천	동화댐	백운천-동화댐	I	I	I	I	
	요천상류	요천-대상천합류후	I	I	I	I	
	남원수위표	대상천합류후-남원수위표	I	I	I	I	
	요천하류	남원수위표-요천하구	I	I	I	I	

구분	표준유역	구간	이수안전도(등급)				비고
			이수안전율		공급신뢰율		
			생활·공업	농업	생활·공업	농업	
지석천	지석천상류	지석천-지석천국가하천경계					
	지석천하류	지석천국가하천경계-화순천합류전					
	화순천	화순천-화순천하구					
	나주댐	대초천-나주댐					
	대초천	나주댐-대초천하구					
	남평수위표	화순천합류후-남평수위표					
	지석천	남평수위표-지석천하구					
탐진강	장흥댐	탐진강-장흥댐					
	탐진강중류	장흥댐-금강천합류전					
	금강천	금강천-금강천하구					
	탐진강하류	금강천합류후-탐진강하구					

출처: 「영·섬진강권역 하천유역 수자원관리계획」 (환경부)

(3) 자립률 평가

- 목표연도(2025년, 2030년) 수요계획에 따른 유역 내 수요량과 유역 내 공급량의 상대적인 크기로 자립률을 검토

㉠ 요천의 자립률은 2025년 100%, 2030년 100%를 달성

㉡ 지석천의 자립률은 2025년 100%, 2030년 99.69%를 달성

㉢ 탐진강의 자립률은 2025년 97.60%, 2030년 97.42%를 달성

<표 3.19> 중권역별 자립률

구분		2025년			2030년		
		유역 내 수요량(천㎥)	유역 내 공급량(천㎥)	자립률 (%)	유역 내 수요량(천㎥)	유역 내 공급량(천㎥)	자립률 (%)
요천	계	19,753,788	19,753,788	100.00	18,752,752	18,752,752	100.00
	생공	2,994,952	2,994,952		2,797,833	2,797,833	
	농업	955,806	955,806		952,717	952,717	
지석천	계	14,852,713	14,852,713	100.00	13,050,408	13,010,573	99.69
	생공	2,886,797	2,886,797		2,523,539	2,523,539	
	농업	83,746	83,746		86,542	78,575	
탐진강	계	27,423,484	26,766,679	97.60	25,221,523	24,570,629	97.42
	생공	2,775,231	2,775,231		2,295,703	2,295,703	
	농업	2,709,465	2,578,104		2,748,602	2,618,423	

다. 물 재이용 방안

(1) 물 재이용 관리현황

- 물 재이용 기본계획(1차, 2차)에서 물 재이용 촉진을 위해 정책을 제시·진단·평가하고, 변화된 사회여건, 전망 등을 반영하여 물 재이용 분야의 정책 방향을 제시하였음
- 1차 기본계획으로부터 다음과 같은 시사점을 도출하여 2차 기본계획을 수립함
 - (물이용 여건) 지구의 온도 상승과 이에 따른 기후의 급격한 변화로 홍수·가뭄 피해가 급증하는 등 물 관리의 불확실성 증대 전망
 - (정책여건) 통합물관리를 지향하는 물관리기본법 제정에 따라 물관리 법정계획 통합에 대비하고, 같은 법에서 제시된 기본원칙을 수용하여 유역기반의 물관리 통합을 이루기 위해 각종 물관리 계획의 연계방안 필요
 - (국민의식) 삶의 질, 환경가치 등에 대한 국민의식 증가하여 깨끗한 물, 수생태 보호 등에 대한 요구 강화 예상
 - (물산업) 물부족, 기후변화, 도시화 및 물스트레스 수준 증가에 따라 물 재이용 사업에 대한 국제협력 기회 및 경제적 가치도 급격한 증가가 예상

<표 3.20> 물 재이용 기본계획 정책 방향

1차	2차
물 재이용 관리체계 강화	도시 물 순환 이용체계로 전환
물 재이용 시설의 과학적 관리기반 구축	유역기반 물 재이용체계 구축
물 재이용 산업 육성 및 기술개발	물 재이용 산업발전 지원
물 재이용 전문인력 양성 및 이미지 홍보	

출처: 「제2차 물 재이용 기본계획」(환경부, 2021)

(2) 물 재이용시설 관리기준

- 법률에 근거한 물 재이용시설 관리 기준(2022년)은 다음과 같음

(가) 빗물이용시설

① 근거

- 「물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률」 ‘제8조(빗물이용시설의 설치·관리)’
- 「물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률 시행령」 ‘제10조(빗물이용시설의 설치대상·관리)’

② 빗물이용시설 설치 대상

<표 3.21> 빗물이용시설 설치 대상

구 분	대 상
해당법령	「물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률 시행령」
법적 의무대상	· 종합운동장, 실내체육관, 공공업무시설(군사, 국방시설제외), 및 공공기관의 청사(지붕 면적 1,000㎡ 이상)

구 분	대 상
	<ul style="list-style-type: none"> · 공동주택(건축면적 1만㎡ 이상) · 학교(전부, 유치원 제외, 건축면적 5,000㎡ 이상) · 「유통산업발전법」 제2조제3호에 따른 대규모점포(매장면적의 합계 3,000㎡ 이상) · 골프장(부지면적 10만㎡ 이상)
설치용량	<ul style="list-style-type: none"> · 지붕집수면적×0.05(m) 이상 · 연간 물이용량의 40% 이상을 활용가능한 용량(골프장)

출처: 「물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률 시행령」(대통령령 제32868호)

(나) 중수도

① 근거

- 「물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률」 ‘제9조(중수도의 설치·관리)’
- 「물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률 시행령」 ‘제11조(중수도의 설치 대상·관리)’

② 중수도 설치 대상

<표 3.22> 중수도 설치 대상

구 분	대 상
해당법령	「물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률 시행령」
법적 의무대상	<ul style="list-style-type: none"> · 건축연면적 60,000㎡ 이상의 시설물(「유통산업발전법」 제2조 제3호에 따른 대규모점포, 「물류정책 기본법」 제2조제1항제4호에 따른 물류시설, 지자체 조례로 정하는 시설)
설치용량	· 물이용량의 10% 이상

※ 물 이용량의 10% 이상을 하·폐수처리수 재처리수로 공급받거나 빗물을 이용하는 경우 제외

출처: 「물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률 시행령」(대통령령 제32868호)

③ 개발사업에 대한 중수도 설치시기

- 관광단지 개발사업, 산업단지 개발사업, 택지개발사업에 대한 중수도 설치 「물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률」 시행일(2011. 6. 9) 이후 최초로 실시계획(또는 조성계획) 승인을 받는 것부터 적용, 이 법 시행 이전에 최초 실시계획(또는 조성계획) 승인을 받았으나 사업시행을 하기 전에 변경승인을 요구하는 경우는 중수도를 설치
- 도시개발사업에 대한 중수도 설치 「물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률」 시행일(2011. 6. 9) 이후 최초로 지형도면 승인을 받는 것부터 적용, 이 법 시행 이전에 지형도면 승인을 받았으나 사업 시행을 하기 전에 변경승인을 하는 경우에는 중수도를 설치

(다) 하수처리수

① 근거

- 「물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률」 ‘제10조(공공하수도관리청의 하·폐수처리수 재처리수 공급)’

- 「물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률 시행령」 ‘제12조(공공하수도관리청의 하·폐수처리수 재처리수 공급대상 시설 등)’

② 하수처리장 설치 대상

<표 3.23> 하수처리장 설치 대상

구 분	대 상
해당법령	물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률
법적 의무대상	신설·증설 해당(총인(개량)제외)
대상용량	5천㎥/일 이상
재이용량	1일 하수처리수 양의 10% 이상

출처: 「물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률 시행령」(대통령령 제32868호)

(3) 물 재이용 관리방안

(가) 문제점

- 기존 관리현황을 살펴보면 빗물이용시설, 중수도는 시설준공 후 승인단계에서 설치결과에 대해 신고토록 운영하고 있어, 효율성 있는 시설물 설치·관리에 지장 초래
- 또한, 기존 도시기본계획은 환경을 고려하는 것보다는 도시의 개발과 성장에 초점을 맞추고 있어 환경부문과 관련된 계획이 잘 반영되기 어려움
- 현재의 「도시·군기본계획 수립지침」(국토교통부훈령 제1470호)에서 물순환과 같은 환경성을 체계적으로 고려하기 위해서는, 인구지표의 환경적 영향이 정량적으로 평가되어야 하고, 환경성을 고려하는 계획요소가 기초조사 단계부터 구체적으로 반영되어 조사되어야 함
- 또한, 「지구단위 수립지침」(국토교통부훈령 제1131호)에서도 물순환 관련 사항이 포함되어 있지 않음
- 따라서, 도시계획 수립 측면에서의 물순환의 조작적 정의가 필요하며, 물순환 평가를 위한 지표와 기준을 제시하는 가이드 마련이 필요

(나) 관리방안

- ① 도시 물순환을 고려한 물 재이용을 위하여, 기존 도시개발 계획 및 인허가 단계에서 물 재이용방안에 대한 검토가 필요
 - 분산된 빗물관리 정책의 관리개념을 확장하여 도시 물순환 이용의 측면에서 지자체(도시과, 공원과 등)과 연계하여 관련 사업의 통합 추진이 필요
 - 중수도 및 빗물이용시설의 시설물 설치 전에 적정성 및 운영계획을 검토하기 위해 사후신고제를 사전신고제로 전환
 - 처리시설 규모, 기준 부합성, 기술검토 등 기술적 사항에 대한 현장검증 등을 위한 전문 자문기구 도입 검토

- ② 설치신고 시 부여된 경제적 지원 및 인센티브(용적율 상향, 취득세 감면, 수도요금 및 하수도 이용료 감면 등)에 상응하는 물 재이용 효과를 점검·확인할 수 있는 사후 운영관리체계 필요
- 법적 의무대상시설과 비의무 대상시설 중 자발적 설치확인서를 발급받은 시설에 대해 지도점검 강화
 - 관할지역 내 물 재이용시설의 운영관리 지도점검 이행
 - 현실적 여건을 반영하여 빗물이용시설 및 중수도 설치 의무대상을 개선하고, 인센티브를 받은 시설에 대한 효율적 관리방안 마련 필요

제3절 치수관리 목표설정

1. 법령, 조례 현황 및 관련 계획

가. 하천법

- 「하천법」(법률 제18352호) ‘제25조(하천기본계획)’에서는 하천의 이용, 주민친화적 활용 및 자연친화적 관리·보전에 필요한 기본적인 사항 등을 내용으로 하는 10년 단위의 하천기본계획을 수립하도록 명시
- 동법 ‘제51조(하천유지유량)’에서는 생활·공업·농업·환경개선·발전·주운 등의 하천수 이용을 고려하여 하천의 정상적인 기능 및 상태를 유지하기 위하여 필요한 최소한의 하천유지유량을 정하여 국가수자원관리위원회의 심의를 거쳐 이를 고시하도록 명시

나. 하천법 시행령

- 「하천법 시행령」(대통령령 제32352호) ‘제24조(하천기본계획의 수립)’에서는 하천유역의 국토계획 및 도시·군계획 등에 대한 변동상황을 고려하여 공통유역도 (환경부장관이 이수·치수·환경을 고려하여 전국을 권역별로 구분한 유역도를 말함)를 기본으로 권역별로 수립하도록 명시
- 동법 ‘24조의2(하천기본계획의 수립기준 등)’에서는 「수자원의 조사·계획 및 관리에 관한 법률」, 「수자원장기종합계획」 및 「하천유역수자원관리계획」을 기본으로 하여 수립하도록 명시

2. 치수관리 목표설정

가. 목표설정 방법

- 「하천기본계획 수립지침」(국토교통부 고시 제2018-992호)에 따라 다음과 같은 방법으로 치수관리계획을 수립하는 것으로 조사됨

(1) 기본방향 설정

(가) 치수목표 설정

- 치수목표는 하천유역수자원관리계획, 특정하천유역치수계획 등에서 제시한 기본·현재 홍수량, 치수안전도, 치수경제성, 사회적·경제적 여건 등을 종합적으로 고려하여 계획홍수 규모(하도 및 유역분담)를 결정함
- 계획홍수량은 하도 및 유역분담 홍수량으로 구분하고 이에 따른 계획홍수위, 계획하폭 등은 정량적인 수치로 제시

(나) 기본방향

- 치수종합계획은 계획홍수 규모를 바탕으로 하천유역 수자원관리계획 및 특정 하천유역 치수계획과의 연계를 고려하여 다양한 구조적·비구조적 홍수방어계획이 유역전체에

대하여 일관성 있고 기술적·경제적으로 조화를 이루며 목적하는 기능이 최대한 발휘될 수 있도록 기본방향을 설정

- 홍수방어계획은 하천이 가지는 이수, 치수, 환경 등 제반 기능을 종합적으로 검토함과 동시에 계획규모를 초과하는 홍수가 발생할 수 있는 가능성을 고려하여 결정

(2) 치수정비 및 관리계획

(가) 하도계획

- 하도계획은 계획홍수량을 안전하게 소통하고, 하천 고유의 선형과 공간을 고려하여 하천환경을 보전하는 방향으로 계획

(나) 하천시설물 계획

① 제방 및 호안

- 지형적·수문학적인 여건변화에 따라 제방 축조 및 보강 계획이 필요한 경우에는 홍수량 처리방안(강변저류지, 방수로, 홍수조절지 등) 및 홍수위 저감방안도 함께 검토

② 저류 및 조절 시설

- 저류시설 계획은 계획홍수 규모, 홍수조절 방식, 기존 하천정비계획, 홍수 취약지역, 지형·지질 조건 등을 종합적으로 고려하여 결정

③ 배수시설

- 내수처리계획의 설계빈도는 20년 빈도 이상을 원칙으로 하되 사업지역의 특성과 방재성능목표, 경제성 분석 등을 종합적으로 고려하여 결정

④ 횡단시설물(보, 하상유지시설, 수제, 여울과 소, 어도 등)

- 하천 횡단시설물의 설치·보강·철거는 하천의 치수, 이수, 하천환경, 하천경관 등을 종합적으로 고려하여 계획

⑤ 교량

- 도로교, 철도교 등에 대한 시설물 능력검토 결과를 토대로 관계기관(하천관리청, 교량관리기관 등)과 협의하여 보강계획을 수립

(다) 하도정비 및 안정하도 유지

- 하천 상·하류 구간의 연속적인 홍수소통능력 확보를 위해 필요한 구간에 대해서는 하천의 수리적·환경적 특성을 감안하여 하천둔치 절취를 통한 저수로 확대, 하도 협착부 개선, 퇴적토 준설 등 하도정비계획을 수립

(라) 유지관리계획

- 주요 하천시설물에 대해 「하천 유지·관리 매뉴얼」을 참고하여 유지관리 기본방향을 제시

(마) 모니터링 계획

- 현 상태에서는 치수적으로 문제가 없으나 지속적인 하상퇴적 또는 침식이 예상되는 구간, 하천정비사업 후 하도 안정화 과정의 확인이 필요한 구간 등 하천관리 상 중요한 구간을 중심으로 모니터링 계획을 수립하는 것으로 조사됨

나. 목표설정 현황

- 문헌조사를 통해 「영·섬진강권역 하천유역 수자원관리계획」(환경부에서 제시한 치수관리 목표설정 현황을 조사함

(1) 계획홍수량 산정 및 검토

- 중권역의 계획홍수량을 검토하기 위해 「전국 하천유역 홍수량 산정」(2020, 환경부)에서 산정된 현재의 홍수량에 대하여, 기수립 하천기본계획의 고시된 홍수량과 비교함
- 요천 중권역 내 국가하천 1개소, 지방하천 24개소의 홍수량 산정지점은 총 178개소(미고시 0개소)이며, 홍수량 증가지점은 112개소(62.9%), 감소지점은 60개소(33.7%)로 대부분 기수립 하천기본계획의 고시된 현재홍수량 대비 감소됨
- 지식천 중권역 내 국가하천 1개소, 지방하천 49개소의 홍수량 산정지점은 총 195개소(미고시 96개소)이며, 홍수량 증가지점은 101개소(51.8%), 감소지점은 94개소(48.2%)로 대부분 기수립 하천기본계획의 고시된 현재의 홍수량 대비 감소됨
- 탐진강 중권역 내 국가하천 1개소, 지방하천 35개소의 홍수량 산정지점은 총 207개소(미고시 0개소)이며, 홍수량 증가지점은 158개소(76.3%), 감소지점은 45개소(21.7%)로 대부분 기수립 하천기본계획의 고시된 현재의 홍수량 대비 감소됨

* 제주서해 중권역은 특별자치도법에 따라 국가 이수계획수립 대상에서 제외됨

<표 3.24> 중권역별 계획홍수량 변화 검토

구분	홍수량 산정지점				10% 이하			10% 초과											
								소 계			10~20%			20~50%			50% 초과		
	계	증	감	무	계	증	감	계	증	감	계	증	감	계	증	감	계	증	감
요천	178 (100%)	112 (62.9%)	60 (33.7%)	6 (3.4%)	41 (23%)	11 (6.2%)	30 (16.9%)	131 (73.6%)	101 (56.7%)	30 (16.9%)	55 (30.9%)	31 (17.4%)	24 (13.5%)	57 (32%)	51 (28.7%)	6 (3.4%)	19 (10.7%)	19 (10.7%)	- (0%)
국가 하천	6 (100%)	1 (16.7%)	5 (83.3%)	- (0%)	5 (83.3%)	1 (16.7%)	4 (66.7%)	1 (16.7%)	- (0%)	1 (16.7%)	1 (16.7%)	- (0%)	1 (16.7%)	- (0%)	- (0%)	- (0%)	- (0%)	- (0%)	- (0%)
지방 하천	172 (100%)	111 (64.5%)	55 (32%)	6 (3.5%)	36 (20.9%)	10 (5.8%)	26 (15.1%)	130 (75.6%)	101 (58.7%)	29 (16.9%)	54 (31.4%)	31 (18%)	23 (13.4%)	57 (33.1%)	51 (29.7%)	6 (3.5%)	19 (11%)	19 (11%)	- (0%)
지식 천	195 (100%)	101 (51.8%)	94 (48.2%)	- (0%)	55 (28.2%)	21 (10.8%)	34 (17.4%)	140 (71.8%)	80 (41%)	60 (30.8%)	60 (30.8%)	15 (7.7%)	45 (23.1%)	43 (22.1%)	33 (16.9%)	10 (5.1%)	37 (19%)	32 (16.4%)	5 (2.6%)
국가 하천	5 (100%)	4 (80%)	1 (20%)	- (0%)	2 (40%)	2 (40%)	- (0%)	3 (60%)	2 (40%)	1 (20%)	3 (60%)	2 (40%)	1 (20%)	- (0%)	- (0%)	- (0%)	- (0%)	- (0%)	- (0%)
지방 하천	190 (100%)	97 (51.1%)	93 (48.9%)	- (0%)	53 (27.9%)	19 (10%)	34 (17.9%)	137 (72.1%)	78 (41.1%)	59 (31.1%)	57 (30%)	13 (6.8%)	44 (23.2%)	43 (22.6%)	33 (17.4%)	10 (5.3%)	37 (19.5%)	32 (16.8%)	5 (2.6%)
탐진 강	207 (100%)	158 (76.3%)	45 (21.7%)	4 (1.9%)	86 (41.5%)	57 (27.5%)	29 (14%)	117 (56.5%)	101 (48.8%)	16 (7.7%)	38 (18.4%)	22 (10.6%)	16 (7.7%)	54 (26.1%)	54 (26.1%)	- (0%)	25 (12.1%)	25 (12.1%)	- (0%)
국가 하천	11 (100%)	9 (81.8%)	1 (9.1%)	1 (9.1%)	6 (54.5%)	5 (45.5%)	1 (9.1%)	4 (36.4%)	4 (36.4%)	- (0%)	3 (27.3%)	3 (27.3%)	- (0%)	1 (9.1%)	1 (9.1%)	- (0%)	- (0%)	- (0%)	- (0%)
지방 하천	196 (100%)	149 (76%)	44 (22.4%)	3 (1.5%)	80 (40.8%)	52 (26.5%)	28 (14.3%)	113 (57.7%)	97 (49.5%)	16 (8.2%)	35 (17.9%)	19 (9.7%)	16 (8.2%)	53 (27%)	53 (27%)	- (0%)	25 (12.8%)	25 (12.8%)	- (0%)

출처: 「영·섬진강권역 하천유역 수자원관리계획」(환경부)

* 하천기본계획 미고시(미수립) 홍수량산정지점 : 0개소

(2) 치수안전도 평가

(가) 하천범람대비 안전율

- 요천 중권역의 하천범람대비 안전율은 중권역 47.0%, 국가하천 66.8%, 지방하천 43.4%로 평가되었으며, 지방하천의 경우 60%이하가 19개소(79.2%)로 국가하천에 비해 하천범람에 대한 안전도가 낮은 것으로 평가됨
- 지석천 중권역의 하천범람대비 안전율은 중권역 47.4%, 국가하천 54.7%, 지방하천 46.2%로 평가되었으며, 지방하천의 경우 60%이하가 39개소(79.6%)로 국가하천에 비해 하천범람에 대한 안전도가 낮은 것으로 평가됨
- 탐진강 중권역의 하천범람대비 안전율은 중권역 62.4%, 국가하천 64.4%, 지방하천 62.0%로 평가되었으며, 지방하천의 경우 60% 이하가 20개소(57.1%)로 국가하천에 비해 하천범람에 대한 안전도가 낮은 것으로 평가됨

<표 3.25> 중권역별 하천범람대비 안전율 평가 결과

구분	하천 범람 대비 안전율	제방현황(km)				하천범람대비 안전율(개소)					
		총 연장	정비 완료	보강 필요	신설 필요	계	60% 이하	60% ~70%	70% ~80%	80% ~90%	90% ~100%
요천	총계	47.0%	216.7	101.9	53.1	61.7	25 (100%)	19 (76%)	2 (8%)	2 (8%)	2 (8%)
	국가 하천	66.8%	33.4	22.3	11.1	-	1 (100%)	-	1 (100%)	-	-
	지방 하천	43.4%	183.3	79.6	42.0	61.7	24 (100%)	19 (79.2%)	1 (4.2%)	2 (8.3%)	2 (8.3%)
지석천	총계	47.4%	386.3	183.0	87.1	116.2	50 (100%)	40 (80%)	2 (4%)	1 (2%)	7 (14%)
	국가 하천	54.7%	50.7	27.7	22.9	-	1 (100%)	1 (100%)	-	-	-
	지방 하천	46.2%	335.7	155.3	64.2	116.2	49 (100%)	39 (79.6%)	2 (4.1%)	1 (2%)	7 (14.3%)
탐진강	총계	62.4%	234.7	146.5	37.7	50.5	36 (100%)	20 (55.6%)	3 (8.3%)	2 (5.6%)	3 (8.3%)
	국가 하천	64.4%	42.8	27.5	14.9	0.4	1 (100%)	-	1 (100%)	-	-
	지방 하천	62.0%	191.9	119.0	22.8	50.2	35 (100%)	20 (57.1%)	2 (5.7%)	2 (5.7%)	3 (8.6%)

* 하천범람대비 안전율 = (1-(계획규모 부족 제방연장)/(전체 제방연장)) * 100

출처: 「영·섬진강권역 하천유역 수자원관리계획」 (환경부)

(나) 제내지 침수대비 안전율

- 자연재해위험지구는 요천 중권역 5개소, 지석천 중권역 18개소, 탐진강 중권역 10개소로 선정됨
- 제내지 침수대비 안전율은 요천 중권역 44.2%, 지석천 중권역 70.1%, 탐진강 중권역 6.7%로 조사됨

<표 3.26> 중권역별 자연재해저감 종합계획 위험지구 현황

중권역	① 위험지구 후보지		② 위험지구		제내지 침수대비 안전율(%) [1 - (②/①)]
	개소수	면적(ha)	개소수	면적(ha)	
요천	27	293.1	5	163.5	44.2%
지석천	28	4,262.3	18	1,274.7	70.1%
탐진강	21	280.4	10	261.6	6.7%

* 제내지 침수대비 안전율 = (1-(자연재해위험지구 면적)/(자연재해위험지구 후보지 면적)) * 100

출처: 「영·섬진강권역 하천유역 수자원관리계획」 (환경부)

(3) 선택적 홍수방어

(가) 홍수피해 잠재성 검토

- 홍수피해 발생원인 유형과 홍수피해의 잠재적 크기에 따른 선택적 홍수방어를 위한 치수단위구역이 설정되었으며, 국가하천 및 지방하천에 대하여 홍수량 산정지점을 기준으로 구간이 세분화되어 있음
- 선택적홍수방어등급 적용을 위하여 치수단위구역의 홍수피해잠재성 요소인 인구, 자산, 기반시설, 도시면적에 대한 공간분석이 수행된 것으로 조사됨
 - 요천 중권역은 하천수 17개, 치수단위구역 76개, 침수면적 2,108.1ha, 인구 13,507.3명, 자산 67,611.4천만원, 기반시설 1.1km², 도시면적 309.5ha로 조사됨
 - 지석천 중권역은 하천수 37개, 치수단위구역 131개, 침수면적 5,450.8ha, 인구 9,138.8명, 자산 346,253,705.2천만원, 기반시설 1.9km², 도시면적 477.6ha로 조사됨
 - 탐진강 중권역은 하천수 30개, 치수단위구역 112개, 침수면적 2,868.6ha, 인구 3,121.6명, 자산 36,749.2천만원, 기반시설 1.0km², 도시면적 2,493.8ha로 조사됨

<표 3.27> 중권역별 치수단위구역 홍수피해잠재성(PFD) 산정요소 현황

구분	하천수 (개소)	치수단위구역 (개소)	침수면적 (ha)	인구 (명)	자산 (천만원)	기반시설 (km ²)	도시면적 (ha)
요천	17	76	2,108.1	13,507.3	67,611.4	1.1	309.5
국가하천	1	18	1,321.5	6,160.0	44,481.4	0.6	169.4
지방하천	16	58	786.6	7,347.3	23,130.0	0.5	140.1
지석천	37	131	5,450.8	9,138.8	346,253,705.2	1.9	477.6
국가하천	1	30	3,737.4	7,179.9	346,211,243.7	1.4	337.7
지방하천	36	101	1,713.4	1,958.9	42,461.5	0.5	139.9
탐진강	30	112	2,868.6	3,121.6	36,749.2	1.0	2,493.8
국가하천	1	22	2,072.2	2,519.4	22,199.7	0.7	184.6
지방하천	29	90	796.4	602.2	14,549.5	0.3	2,309.2

출처: 「영·섬진강권역 하천유역 수자원관리계획」 (환경부)

* : 치수단위구역별 자산은 행정구역 단위별 공시지가에 침수면적을 곱한 값으로 산정

(나) 홍수방어등급 설정

○ 치수단위구역별 홍수피해 잠재성을 기준으로, 홍수방어등급이 설정됨

- 계획빈도별 위험단위구역은 요천 중권역 200년 8개소, 100년 16개소, 80년 51개소, 지석천 중권역 200년 8개소, 100년 22개소, 80년 80개소, 50년 이하 21개소, 탐진강 중권역 100년 20개소, 80년 90개소로 검토됨

<표 3.28> 중권역별 하천계획설계빈도

구분	치수단위 구역(개소)	계획빈도별 위험단위구역(개소)					비고 (빈도없음)
		500년	200년	100년	80년	50년이하	
요천	76	-	8	16	51	1	-
		(0%)	(10.5%)	(21.1%)	(67.1%)	(1.3%)	(0%)
국가하천	18	-	8	10	-	-	-
		(0%)	(44.4%)	(55.6%)	(0%)	(0%)	(0%)
지방하천	58	-	-	6	51	1	-
		(0%)	(0%)	(10.3%)	(87.9%)	(1.7%)	(0%)
지석천	131	-	8	22	80	21	-
		(0%)	(6.1%)	(16.8%)	(61.1%)	(16%)	(0%)
국가하천	30	-	8	22	-	-	-
		(0%)	(26.7%)	(73.3%)	(0%)	(0%)	(0%)
지방하천	101	-	-	-	80	21	-
		(0%)	(0%)	(0%)	(79.2%)	(20.8%)	(0%)
탐진강	112	-	-	22	90	-	-
		(0%)	(0%)	(19.6%)	(80.4%)	(0%)	(0%)
국가하천	22	-	-	22	-	-	-
		(0%)	(0%)	(100%)	(0%)	(0%)	(0%)
지방하천	90	-	-	-	90	-	-
		(0%)	(0%)	(0%)	(100%)	(0%)	(0%)

출처: 「영·섬진강권역 하천유역 수자원관리계획」 (환경부)

- 홍수피해잠재성(PDF 지수)별 홍수방어목표는 500/200/100/80/50년 빈도별로 각각 0.224 이상, 0.112 이상, 0.031 이상, 0.016 이상, 0.016 미만으로 설정됨

<표 3.29> PFD지수 기준의 홍수방어등급 목표

구분	등급				
	A	B	C	D	E
PDF 지수	0.224 이상	0.112 이상	0.031 이상	0.016 이상	0.016 미만

출처: 「영·섬진강권역 하천유역 수자원관리계획」 (환경부)

* PFD 지수별 홍수방어 목표등급 구간 A: 500년, B: 200년, C: 100년, D: 80년, E: 50년

- 요천 중권역의 치수단위구역별 홍수방어등급은 A/B/C/D/E 등급별로 각각 0개소, 6개소, 20개소, 13개소, 37개소로 검토됨
- 지식천 중권역의 치수단위구역별 홍수방어등급은 A/B/C/D/E 등급별로 각각 0개소, 4개소, 25개소, 37개소, 65개소로 검토됨
- 탐진강 중권역의 치수단위구역별 홍수방어등급은 A/B/C/D/E 등급별로 각각 0개소, 2개소, 17개소, 26개소, 67개소로 검토됨

<표 3.30> 중권역별 치수단위구역 홍수방어등급 검토

구분	치수단위구역 (개소)	홍수방어등급(개소)					비고
		A	B	C	D	E	
요천	76	-	6	20	13	37	
		(0%)	(7.9%)	(26.3%)	(17.1%)	(48.7%)	
국가하천	18	-	2	3	4	9	
		(0%)	(11.1%)	(16.7%)	(22.2%)	(50%)	
지방하천	58	-	4	17	9	28	
		(0%)	(6.9%)	(29.3%)	(15.5%)	(48.3%)	
지석천	131	-	4	25	37	65	
		(0%)	(3.1%)	(19.1%)	(28.2%)	(49.6%)	
국가하천	30	-	-	6	13	11	
		(0%)	(0%)	(20%)	(43.3%)	(36.7%)	
지방하천	101	-	4	19	24	54	
		(0%)	(4%)	(18.8%)	(23.8%)	(53.5%)	
탐진강	112	-	2	17	26	67	
		(0%)	(1.8%)	(15.2%)	(23.2%)	(59.8%)	
국가하천	22	-	1	5	5	11	
		(0%)	(4.5%)	(22.7%)	(22.7%)	(50%)	
지방하천	90	-	1	12	21	56	
		(0%)	(1.1%)	(13.3%)	(23.3%)	(62.2%)	

출처: 「영·섬진강권역 하천유역 수자원관리계획」(환경부)

(다) 중권역 하천 안전도 평가

- 치수단위구역별 홍수피해 잠재성과 하천별 계획빈도(고시기준) 검토결과 치수안전도는 요천 중권역 84%, 지석천 중권역 86%, 탐진강 중권역 91%로 검토됨

<표 3.31> 중권역별 치수안전도 평가

구분		계획빈도	홍수피해잠재성					치수안전도	
			A	B	C	D	E		
요천	국가하천	500년	-	-	-	-	-	100%	84%
		200년	-	2	3	1	2		
		100년	-	-	-	3	7		
		80년	-	-	-	-	-		
		50년	-	-	-	-	-		
	지방하천	500년	-	-	-	-	-	69%	
		200년	-	-	-	-	-		
		100년	-	2	3	1	-		
		80년	-	2	14	8	27		
		50년	-	-	-	-	1		
지석천	국가하천	500년	-	-	-	-	-	100%	86%
		200년	-	-	4	4	-		
		100년	-	-	2	9	11		
		80년	-	-	-	-	-		
		50년	-	-	-	-	-		
	지방하천	500년	-	-	-	-	-	71%	
		200년	-	-	-	-	-		
		100년	-	-	-	-	-		
		80년	-	4	16	18	42		
		50년	-	-	3	6	12		
탐진강	국가하천	500년	-	-	-	-	-	95%	91%
		200년	-	-	-	-	-		
		100년	-	1	5	5	11		
		80년	-	-	-	-	-		
		50년	-	-	-	-	-		
	지방하천	500년	-	-	-	-	-	86%	
		200년	-	-	-	-	-		
		100년	-	-	-	-	-		
		80년	-	1	12	21	56		
		50년	-	-	-	-	-		

출처: 「영·섬진강권역 하천유역 수자원관리계획」 (환경부)

* 음영: 안전도 부족 치수단위구역(홍수방어등급 상향 필요)

제4절 불투수면적률 및 물순환체계 목표 관리

1. 법령, 조례 현황 및 관련 계획

가. 물환경보전법

- 「물환경보전법」(법률 제17814호) ‘제53조의5(비점오염원 관리 종합대책의 수립)’에서는 비점오염원의 종합적인 관리를 위하여 비점오염원 관리 종합대책을 5년마다 수립하도록 명시
- 종합대책에는 시·도별, 소권역별 불투수면적률 및 물순환율에 대한 중장기 물순환 목표를 포함하도록 함

나. 물순환관리지표 산정지침

- 「비점오염관리를 위한 물순환관리지표 산정지침」(환경부고시 제2020-103호)에서는 소권역별 불투수면적률 및 물순환율 산정에 필요한 사항을 정의함
- “물순환”(비점오염관리를 위한 협의의 물순환), “물순환관리지표”(“불투수면적률”과 “물순환율”) 등을 정의하고 있음
- ‘제4조(관리지표 산정방법)’에서는 불투수면적률(대상지역의 전체면적 대비 불투수면적의 비율을 백분율로 표시한 것) 및 물순환율 산정방법(대상지역의 전체 강우량 대비 빗물이 침투, 저류 및 증발산 되는 비율)을 제시하고 있음

2. 불투수면적률 및 물순환체계 목표설정

가. 목표설정 방법

- 「중장기 물순환 관리 목표설정 연구 (II)」에서는 불투수면적률 및 물순환율 목표 수립방법을 다음과 같이 제시하는 것으로 조사됨

(1) 유역모델 구축

- 최신 불투수 면적 정보를 반영할 수 있는 토지이용자료, 토양도, 기상자료 및 점오염원 자료 등을 적용하여 유역모델(HSPF)을 구축
- 일부 물순환 및 비점관리 우심 소권역은 소권역 단위보다 더 작은 세유역 공간단위를 고려하여 구축
- 가용할 수 있는 최신 국가 유량 및 수질 측정자료를 이용하여 모델 매개변수에 대한 보정 및 검정을 실시
- 기준년도 시도별, 유역별 물순환관리지표 및 물순환구조(직접유출량, 중간유출량, 기저유출량, 비점배출부하량) 및 하천수질 및 유량의 현 상태 결과를 도출

(2) 모델 물순환 시나리오 분석

- 물순환 건전성 회복(불투수 면적 저감 등) 변화에 따른 시·도 및 소권역별 유역의

물순환 구조(직접유출량, 중간유출량, 기저유출량, 비점배출부하량), 하천 수질 및 유량변화를 예측

- 불투수 면적과 물순환율, 유역 물순환 구조(직접유출량, 기저유출량, 비점배출부하량) 및 하천 수질·유량과의 통계적 관계 분석

(3) 물순환 목표설정

- 물순환 건전성 회복을 통해 달성하고자 하는 시·도 및 소권역별 수질개선(비점배출부하량 및 하천 오염부하량 등)을 위한 물순환관리지표(불투수면적률 및 물순환율) 장기 목표를 제시
- 장기목표를 달성할 수 있도록 상위 유역계획 및 관리기간, 기술적 여건 등을 고려하여 실현 가능한 시·도 및 소권역별 물순환관리지표(불투수면적률 및 물순환율) 중기 목표를 제시

나. 목표설정 현황

- 「중장기 물순환 관리 목표설정 연구 (II)」에서 제시한 불투수면적률 및 물순환율 목표설정 현황을 조사함

(1) 불투수면적률 및 물순환율 분석

- 2017년도 기준 물순환관리지표(지표유출량, 지하유출량, BOD, T-N, T-P 비점배출부하량 등)를 도출하고, 이를 기준으로 연평균 물순환율이 산정됨

<표 3.32> 중권역별 불투수면적률

중권역	소권역	불투수 면적률(%)	물순환율 (CN)	물순환율 (연평균)	지표유출량 (mm)	지하유출량 (mm)	비점배출부하량(kg/km ² /일)		
							BOD	T-N	T-P
탐진강	장흥댐	2.48	80.67	91.42	107.8	312.9	1.224	0.201	0.023
	탐진강중류	9.13	83.31	77.80	278.8	388.9	3.617	0.825	0.053
	금강천	6.14	87.56	80.87	240.2	322.4	3.687	0.882	0.052
	탐진강하류	8.03	84.10	86.76	166.3	301.4	4.735	1.071	0.041
제주서해	한경면	29.21	82.25	70.17	343.5	231.8	9.412	2.593	0.071
	금성천	7.92	86.68	87.89	139.5	315.4	7.521	2.091	0.045
	대정읍	15.33	90.74	81.31	215.3	279.0	8.462	2.378	0.055

출처: 「중장기 물순환 관리 목표설정 연구 (II)」 (국립환경과학원, 2019)

(2) 불투수면적률 목표설정

- 불투수 면적 변화에 따른 물순환 변화를 분석하기 위해 불투수면적률(토지이용)의 변화에 따른 물순환 건전성 회복시나리오가 작성됨
- 물순환 건전성 회복 변화 시나리오에 따라 소권역별로 불투수면적률이 산정됨

<표 3.33> 물순환 건전성 회복 시나리오

시나리오	내용	설명
S1	현재(기준년도)상태 유지	2017년 기준 불투수 면적 상태 유지
S2	개발고려 무대책(2025년)	2013년~2017년 5개년 평균 자연증감율 및 국가개발사업에 의한 토지이용 변화가 적용된 2025년의 토지이용현황 및 불투수면적률
S3	불투수면적률 35%	불투수면적률 35% 이상 소권역 모두 35%로 저감
S4	불투수면적률 25%	불투수면적률 25% 이상 소권역 모두 25%로 저감
S5	불투수면적률 15%	불투수면적률 15% 이상 소권역 모두 15%로 저감
S6	불투수면적률 5%	불투수면적률 5% 이상 소권역 모두 5%로 저감

출처: 「중장기 물순환 관리 목표설정 연구 (II)」 (국립환경과학원, 2019)

<표 3.34> 중권역별 불투수면적률

중권역	소권역	S1	S2	S3	S4	S5	S6
탐진강	장흥댐	2.48	2.56	2.56	2.56	2.56	2.56
	탐진강중류	9.13	10.22	10.22	10.22	10.22	5.00
	금강천	6.14	6.27	6.27	6.27	6.27	5.00
	탐진강하류	8.03	8.45	8.45	8.45	8.45	5.00
제주서해	한경면	29.21	32.72	32.72	25.00	15.00	5.00
	금성천	7.92	8.69	8.69	8.69	8.69	5.00
	대정읍	15.33	17.17	17.17	17.17	15.00	5.00

출처: 「중장기 물순환 관리 목표설정 연구 (II)」 (국립환경과학원, 2019)

* 요천, 지석천 중권역은 「중장기 물순환 관리 목표설정 연구 (II)」 연구대상에서 제외되어 있음

(가) 불투수 면적 저감목표량 산정

- 물순환 관리목표 설정원칙에 따라 2025년 장래예측 불투수면적률(물순환 건전성회복 시나리오2) 25% 이상 소권역이 삭감대상 소권역으로 선정하여 장기(45년) 불투수 면적 저감목표량이 산정됨

<표 3.35> 중권역별 불투수면적률 목표량

중권역	소권역	총면적(k㎡)	자연증감(2025년) 소권역 불투수면적률(%)	소권역 저감목표 불투수 면적(k㎡)
제주서해	한경면	112.59	36.84	8.69

출처: 「중장기 물순환 관리 목표설정 연구 (II)」 (국립환경과학원, 2019)

* 요천, 지석천, 탐진강 중권역은 「중장기 물순환 관리 목표설정 연구 (II)」 연구대상에서 제외됨

(3) 물순환을 목표설정

(가) 장기(45년) 불투수면적 저감목표량 산정

- 물순환 건전성 회복을 위한 장기목표는 시나리오2의 불투수면적률 25% 이상 소권역의 불투수면적률을 25%까지 저감하는 것으로 소권역별로 현재 불투수면적률에서 25% 달성을 위한 불투수면적 간의 차를 도출하여 산정됨

(나) 중기(5년) 대권역 불투수면적 저감목표량 산정

- 중기 대권역 불투수면적 저감량은 한강, 낙동강, 금강, 영산강·섬진강의 「대권역 물환경 관리계획(2016~2025)」에 제시되어 있는 장래 비점오염분야 예산투자계획과 LID 기법 적용에 따른 불투수면적 저감가능량 및 소요비용을 활용하여 현실 가능한 저감가능 면적이 산정되고 목표로 설정됨
- 2021년부터 2025년까지 물순환 회복에 활용할 수 있는 대권역별 장래 비점오염분야 예산 투자계획은 영산강·섬진강권역에 164억원을 투자할 예정임
- 투자계획 및 LID 기법 단가(166억원/km²)를 고려하여 산정된 중기 불투수면적 저감목표량은 영산강·섬진강권역 0.988km²임

<표 3.36> 삭감대상 소권역 중·장기 불투수면적률 및 물순환율 목표(안)설정 결과

중권역	소권역	불투수면적률(%)				물순환율(%)			
		현재	장래 예측	중기	장기	현재	장래 예측	중기	장기
제주서해	한경면	29.21	32.72	32.63	-	82.25	80.94	80.97	83.84

출처: 「중장기 물순환 관리 목표설정 연구 (II)」 (국립환경과학원, 2019)

제5절 중권역별 물순환을 목표설정(안)

1. 물순환을 목표 설정방향

- 본 연구의 목적에 적합한 물순환을 목표를 설정하기 위해서는 기존의 자연적 물순환의 범주를 넘어서, 물의 흐름, 이용, 환경 등을 포함한 통합적인 접근이 필요함
- 따라서, 본 연구에서는 「정량적 유역 물순환 평가체계 구축 및 활용」(Kwater, 2022) 연구에서 제시한 방법을 적용하여 물순환을 평가하였음
- 해당 연구에서는 5개 대권역(한강, 낙동강, 금강, 영산강, 섬진강)에서 표준유역을 단위유역으로 선정하여 물순환을 평가하였으며, 본 연구에서는 영산강·섬진강 유역의 중권역(연안, 섬 지역 포함)을 대상으로 평가를 수행함
- 국가 물관리 기본계획, 제2차 물환경 관리 기본계획 등의 물관리대상을 고려하여 물순환 건전성 평가 대상을 물환경, 물이용, 물안전의 3가지 범주로 구분함
- 물환경 범주 내에는 수질 관리, 비점오염 관리, 수생태 관리의 3가지 항목이 포함, 그리고 물이용의 범주는 하천 유지 기능, 지하수 보전 항목을 포함하고, 물안전의 범주에는 치수 관리 및 이수 관리 항목이 각각 포함

<표 3.37> 물순환 평가항목별 평가지표 및 선정 근거

범주	항목	평가 지표	자료기반	선정 근거
물환경	수질 관리	하천 생활환경 지표 (BOD, T-P)	관측 모의	물환경보전법 제10조의2, 중권역별 수질 및 수생태계 목표 기준
	비점오염 관리	비점오염 관리 강우량	모의	물환경보전법 제53조의5, 비점오염관리를 위한 물순환관리지표 산정지침
	수생태 관리	5가지의 수생태 평가 지표	관측	물환경보전법 제9조의3, 수생태계 현황 조사 및 건강성 평가 방법 등에 관한 지침
물이용	하천유지 기능	하천유지유량	관측 모의	하천법 제51조 제1항에 따른 하천별 고시
	지하수 보전	지하수 개발률	관측	지하수 개발 한계 고려
물안전	치수 관리	제방 정비율	관측	하천유역 수자원 관리 계획 수립지침의 하천 범람 대비 안전율
	이수 관리	급수 제한율	관측	관측 기반의 물공급 안전 고려

출처: 「정량적 유역 물순환 평가체계 구축 및 활용」(K-water, 2022)

2. 평가지표 선정

가. 지표선정 방법

- 물관리의 모든 요소를 고려한 평가항목을 선정
- 평가항목별 기존 평가지표 현황을 검토하여 적절한 평가지표를 도출
- 중권역별 특성에 적합한 평가지표를 기준으로 지표를 선정



<그림 3.9> 물순환 평가지표 선정 절차

나. 물순환 관련 현행지표 조사

(1) 현행 법·조례 물순환 관련 관리지표 조사

<표 3.38> 현행 법·조례 등의 물순환 관련 관리지표

구 분	관리지표	기준(목표)	비 고
물환경보전법	<ul style="list-style-type: none"> · 불투수면적률 · 물순환율 · 누적유출고 	<ul style="list-style-type: none"> · · · 5mm 	시·도별 소권역별
물순환선도도시	<ul style="list-style-type: none"> · 빗물관리목표량 · 물순환율 · 불투수면적률 · 물순환변화비 · 물순환회복률 	<ul style="list-style-type: none"> · 5~24mm · 63~89% · 50~91% · · 	5개도시 대상
제3차 비점오염원 관리 종합대책	<ul style="list-style-type: none"> · 불투수면적률 · 물순환율 	<ul style="list-style-type: none"> · 8.39% · 87.19% 	2030년 목표 (전국평균)
서울특별시	<ul style="list-style-type: none"> · 빗물관리 목표량(목표관리고) · 빗물관리 필요량(시설별 빗물 분담량) · 물순환회복률 · 증발산면적률 	<ul style="list-style-type: none"> · 620mm/년(연간강우량의 40%) · 184만㎥/ha(3.5~7.5mm/hr) · 55% · 58% 	2040년 목표
제주특별자치도	<ul style="list-style-type: none"> · 침투된 물의양 · 빗물 이용량 · 중수 이용량 · 물순환 분담량(분담계수) 	<ul style="list-style-type: none"> · · · · 2.1~4.1mm 	2030년 목표 (지역별 구분)
울산광역시	<ul style="list-style-type: none"> · 물순환목표량 · 물순환 변화비 · 물순환 회복률 	<ul style="list-style-type: none"> · 25mm · · 	

출처: 「국가법령정보센터」(www.law.go.kr)

(2) 관련 문헌에서 이용된 물순환 관련 평가지표 조사

(가) 물환경관리기본계획

<표 3.39> 제2차 물환경관리기본계획의 지표

핵심전략	달성목표	지표
건강한 물순환 체계 확립	· 불투수면적률 25% 초과 51개 소권역의 지역 별 물순환 목표 설정	· 환경생태유량 · 환경가뭄지수 · 기저유량(지표수-지하수) · 물 저류 · 함양(LID, GSI) · 물재이용(하 · 폐수처리수, 빗물 재이용)
유역통합관리로 깨끗한 물 확보	· 주요 상수원의 수질 좋음(Ⅰ) 등급 달성	· BOD, T-P
수생태계 건강성 제고로 생태계 서비스 증진	· 전국 수체의 수생태계 건강성 · 양호(B) 등급 달성	· 부착조류 · 저서성무척추 대형동물 · 어류 · 수변환경 · 기후 변화진단 물환경지표(개발)
안전한 물환경 기반조성	· 산업폐수 유해물질 배출량 10% 저감 · 4대강 상수원 보의 총인 농도와 남조류 세포수 일정 수준 이하 유지	·
물환경의 경제 · 문화적 가치 창출	· 국민 물환경 체감 만족도 80% 이상 달성	·

출처: 「통합물관리 평가지표 및 평가체계 마련 연구」(환경부, 2019)

(나) 수자원장기종합계획(이수)

<표 3.40> 수자원장기종합계획의 지표

목표	기대효과	지표
<물이용> 맑은 물의 안정적 공급	물복지 실현	· 급수보급률 · 관망 복선화율
	이상기후 대비 안정적 물공급	· 댐 부족량 공급방식 기준 마련 · 비상급수지역 피해인구
	스마트 물관리	· 누수율 · 스마트시티 응용률
	통합물관리 도입	· 물 기본법 제정
<치수> 홍수에 안전한 국토기반 구축	유역 및 도시 홍수방어 능력 제고	· 권역 별 하천기본계획 수립율 · 하천정비율 · 재해위험 저수지 지정/고시 · 홍수피해 인구 · 홍수피해액 · 도시하천 유역종합치수계획 수립율
	홍수예보 고도화 실현	· 국가하천 홍수예보지점 수 · 선행예보시간 단축지점 비율
<하천환경> 생명이 살아있는 친수환경 조성	하천환경 개선	· 하천유지유량 달성율
	친수이용과 생태보전	· 하천 재이용객 수 · 어류 종, 철새 종

출처: 「통합물관리 평가지표 및 평가체계 마련 연구」(환경부, 2019)

(다) 유역종합치수계획(치수)

<표 3.41> 유역수자원계획의 목표 및 지표

목표	추진전략	지표	기대효과
구조적 대책	<하도대응> 제방 및 배수펌프장 건설 등	<ul style="list-style-type: none"> · 홍수량 및 홍수지속시간 단축 · 홍수피해 저감 · 제내지 특성에 따른 다목적 활용 · 신규 저수지 및 기존 저수지의 운영방법 개선 · 환경친화적인 제방 보강 계획 수립 · 침수취약지역에 대한 내수처리 계획을 수립 	<ul style="list-style-type: none"> · 하도에만 분담하던 홍수량을 유역의 홍수조절기능을 증대 시켜 홍수방어시설의 치수 능력 증대 · 유역의 홍수피해를 경감 시키고, 국민의 재산과 생명을 보호하며, 홍수에 강한 국토 조성
	<유역대응> 다목적댐, 천변저류지, 홍수조절지 등		
비구조적 대책	홍수터 관리, 홍수에경보 및 유역 내 상·하류 수방시설간의 최적연계운영, 홍수보험 등		

출처: 「통합물관리 평가지표 및 평가체계 마련 연구」 (환경부, 2019)

(라) 물재이용기본계획

<표 3.42> 물재이용기본계획 목표 및 지표

목표	지표
물의 재이용을 촉진하고 관련 기술의 체계적 발전	<ul style="list-style-type: none"> · 물의 재이용 여건 마련 · 처리수의 수요 전망 및 공급 목표 설정 · 물의 재이용 시책의 기본방향 및 추진전략 등 설정 · 물의 재이용 관련 기술의 개발 및 보급계획 수립 · 물의 재이용 사업에 드는 비용의 산정 및 재원조달계획 수립 · 물 재이용 관리계획의 수립 · 그 밖에 물의 재이용 촉진에 관한 사항 등

출처: 「통합물관리 평가지표 및 평가체계 마련 연구」 (환경부, 2019)

(마) 유역수준의 실행중심 평가지표(안)

<표 3.43> 유역수준의 실행중심 평가지표 (안)

구 분	평가항목	세부평가지표	측정방법
1. 경제	1. 경제적 지속 가능성	1. 재정건전성	· 재정자립도(상수/하수 운영자립도), 자산투자(상하수도시설 투자 / 유지보수 비용)
		2. 재정 효율성	· 수도요금 현실화율(%), 하수도요금 현실화율(%)
2. 환경	2. 물순환	3. 깨끗한 물	· 좋은물 달성비율 (하천 기준: BOD 3mg/L 이하, 호수 기준: COD 3mg/L 이하)
			· IV등급 이상 지류지천 수 (수질 : BOD 기준) : 지류지천 제로화
			· IV등급 이상 저수지 수 (농업용 저수지) : 수질 악화 및 가뭄 등에 대한 수자원 다변화 및 수요관리 정책
		4. 물순환체계	<ul style="list-style-type: none"> · 물공급 안전율 · 대체수자원량 : 하수 재이용수, 빗물집수 등 · 하천유지유량 달성율, 불투수면적률 25% 초과 물순환 개선율 · 기저유출 지수(BFI: Base Flow Index) : 직접유출과 기저유출을 분리하여 기저유출에 대한 관리 필요

구 분	평가항목	세부평가지표	측정방법
	3. 재해	5. 가뭄	· 비상급수지역 피해 인구
		6. 홍수	· 하천정비율(유역 홍수방어능력 제고), 홍수피해액
	4. 생태계 서비스	7. 수생태 건강성	· 수생태계 건강성 중권역 목표 기준 달성 : 양호(B) 등급 이상 - 어류기준(FAI)으로 산정
		8. 수생태 복원/보전	· 수변생태벨트(REB) 조성률 : 수변지역 매입 토지대비
			· 보전총량 : 국토 대비 개발보호 지역
3. 사회	5. 물서비스	9. 수생태 다양성	· 멸종위기종 수, 외래종 수(개체수)
		10. 사회적 공평성	· 상수도 보급률(%), 하수도 보급률(%)
		11. 지역간 형평성	· 국민 물환경 체감 만족도, 30년 이상 노후시설(%)
4. 거버넌스	6. 역량	12. 사회적 수용성	· 소득세대비 요금수준(%) : 요금/1인당 소득세
			· 부처별 협력기구 유무, 참여부처의 합의 · 조정 기구 만족도
	7. 참여	13. 정부의 합의 · 조정력	· 합의 · 조정결과에 대한 구속력, 통합조정기구 여부
			· '참여보장' 규정 여부, 참여자/기관의 다양성
		14. 이해당사자 참여	

출처: 『통합물관리 평가지표 및 평가체계 마련 연구』 (환경부, 2019)

(3) 지표별 타당성 검토

- 이수, 치수, 환경 분야별 평가지표를 검토하여 정량적인 수치를 도출할 수 있는 지표를 중심으로 대상을 선정함

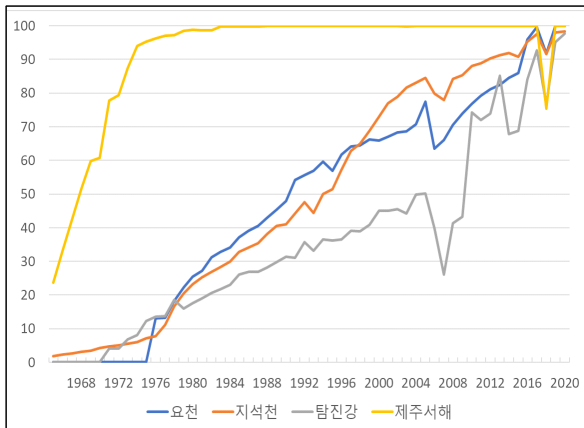
<표 3.44> 평가지표 검토대상

구분	평가지표	정의	관련 문헌
치수	하천개수율	제방정비완료구간 / 하천 전구간 연장	수자원장기종합계획
	홍수피해	홍수피해인구	수자원장기종합계획
이수	물공급 안정성	물수요량 / 물공급량	수도정비 기본계획
	상수도 보급률	급수인구 / 총인구 * 100	수도정비 기본계획
	대체수자원 기여율	대체수자원량 / 물공급량	물환경관리기본계획
	유수율	요금수입 수량 / 총 송수량	수자원장기종합계획
	자립률	유역 내 공급량 / 유역 내 수요량	국가물관리기본계획
	이수안전율	$[1 - (\text{연간물부족량} / \text{연간물수요량})] * 100$	농어촌용수이용합리화계획
	공급신뢰율	$(\text{수리안전담면적} / \text{담면적}) * 100$	농어촌용수이용합리화계획
환경	하천유지유량	하천유지유량 달성율	수자원장기종합계획
	하수처리 비율	행정구역별 하수처리(방류량) / 총 공급량 (광역 + 지방)	물환경관리기본계획
	하천 수질오염도	수질오염 관련인자 (BOD, T-P, T-N, Chla, TOC) 등급	물환경관리기본계획
	수생태건전성 평가지수	수생태건전성 평가지수	물환경관리기본계획

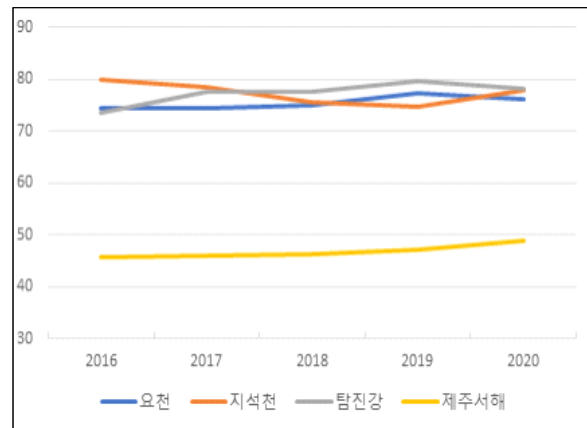
구분	평가지표	정의	관련 문헌
환경 (물순환)	불투수율	(총 불투수 면적 (㎡) / 대상지역의 총 면적 (㎡)) * 100 [* 저영향개발기법 적용 지역의 경우 : (총 불투수 면적 = 총 불투수면적 - 저영향개발기법 적용 집수면적)]	물환경보전법
	물순환율	(1 - 직접유출률) × 100	물환경보전법

(가) 이수 분야

- 수자원 활용성 지표는 크게 생공용수(물공급 안정성, 상수도 보급률, 대체수자원 기여율, 유수율, 자립률)와 농업용수(이수안전율, 공급신뢰율)로 구분할 수 있으며, 각각의 지표는 일반적으로 생공용수의 안정적 공급을 평가하는 지표로 제시되고 있음

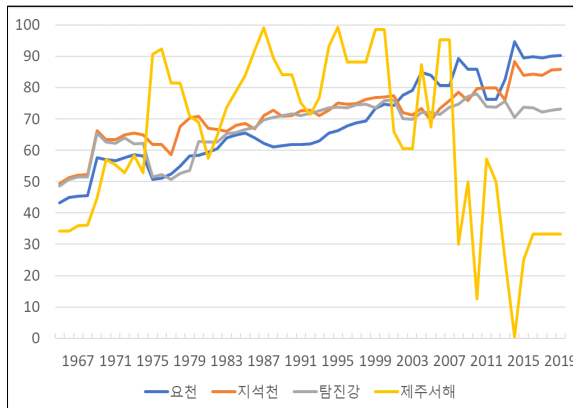


<그림 3.10> 연도별 상수도보급률

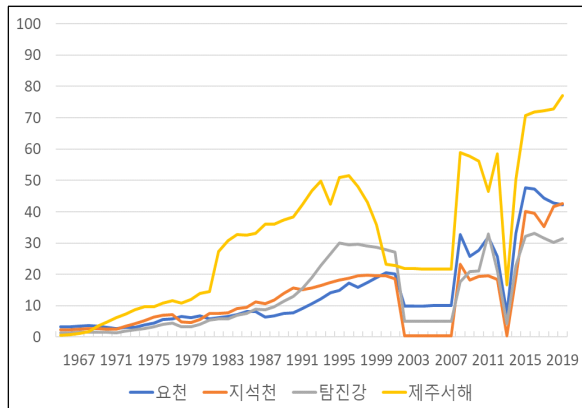


<그림 3.11> 연도별 유수율

- 공급신뢰율 등 일부 지표는 유역의 특성에 따라 적용성에 차이가 발생(제주서해의 경우 최근 거의 발농사가 중심으로, 담 면적에 따른 공급신뢰율은 적용성이 떨어짐)
- 농업용수에 대한 공급신뢰율을 검토하기 위해서는 논농사 뿐만 아니라 밭농사에 대한 현황을 함께 고려하는 것이 필요하고, 영농방식에 따른 기간별 용수이용 특성을 검토할 필요가 있음



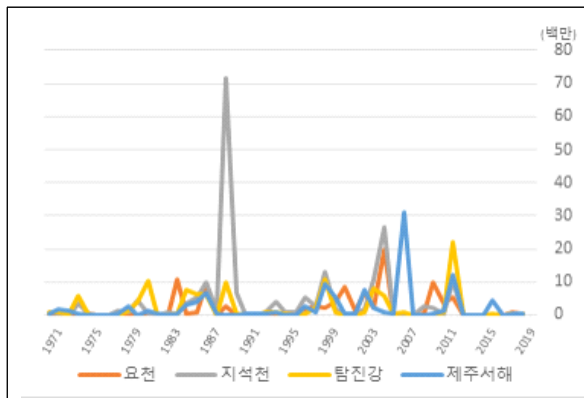
<그림 3.12> 연도별 공급신뢰율 (답)



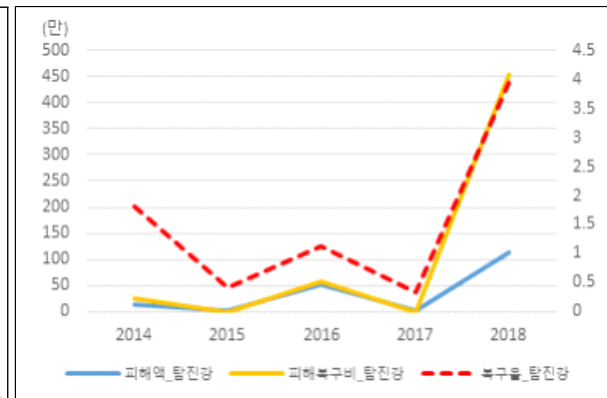
<그림 3.13> 연도별 공급신뢰율 (전)

(나) 치수 분야

- 연도별 하천개수율을 지속적으로 개선되고 있으나, 홍수피해는 개수율의 개선추세와 별도로 기간별 기후특성에 좌우되는 경향을 보이고 있음
- 하천개수율 또는 홍수피해 지표로는 수재해 안정성을 평가하기에는 다소 무리가 있어, 피해비용과 피해복구비용 등 수재해 발생과 직접적인 관련이 있는 인자를 지표로 고려할 필요가 있음



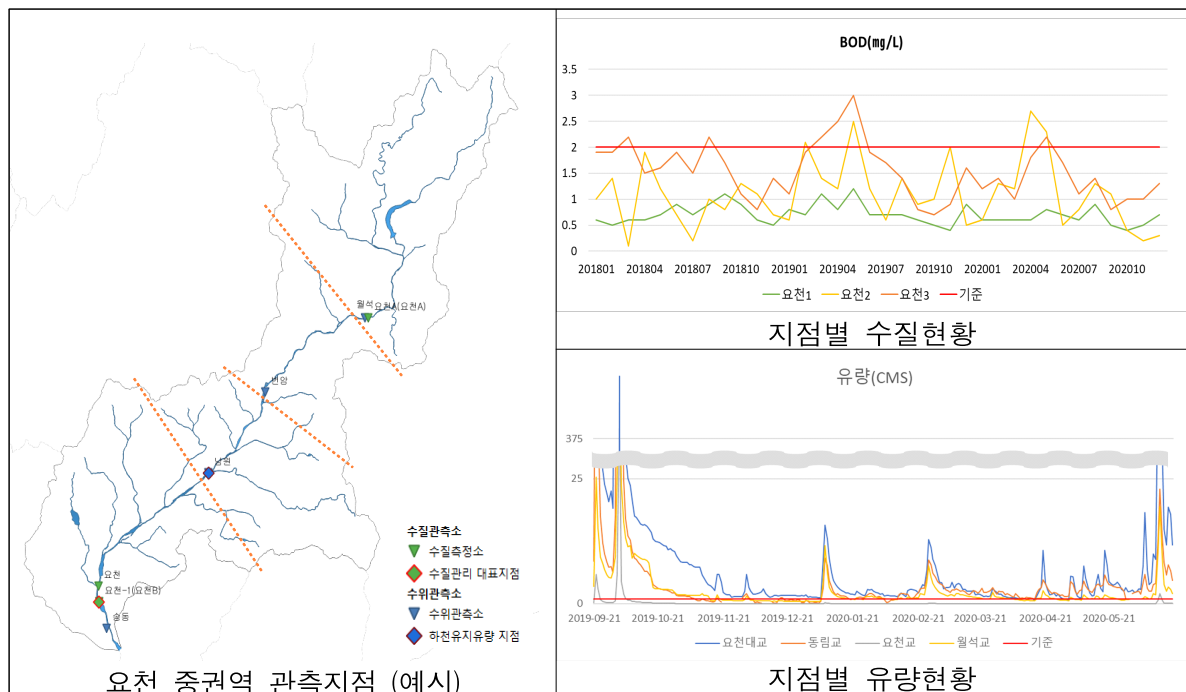
<그림 3.14> 연도별 홍수피해액 현황



<그림 3.15> 홍수피해비용 및 복구비용 (탐진강 예시)

(다) 환경 분야

- 수환경 쾌적성을 위한 중요 지표로 하천유지유량 달성을 및 하천수질 오염도 등을 이용하고 있으나, 하천의 특정 지점을 기준으로 하고 있어 지류의 수환경 상태 반영에는 한계가 있으며, 유역 내 구간에 따른 변화를 고려한 관리가 필요함



<그림 3.16> 하천유지유량 및 하천수질 오염도 현황

- 불투수율 및 물순환율 등 물순환 관련 지표는 상대적으로 도시지역에서 중요한 지표로써 유역의 전반적인 물순환 특성을 평가하기는 어려움
- 유역 내 물순환을 평가하기 위해서는 자립률 등 물이용을 고려한 복합적인 검토가 필요함
- 탐진강 중권역에 대해 검토한 결과(2019년 기준) 중권역의 물순환량은 양(30,126,545㎥)의 값을 나타내고 있음

<표 3.45> 물순환 요소 정량화 (예시)

항목		구분		산정방법
		수입(㎥)	지출(㎥)	
강수량		740,687,904	-	강수량 * 유역면적
물이동 (유역 외)	유역 외 유입	2,223,580	-	타 유역으로부터의 유입량
	유역 외 유출	-	41,627,885	타 유역으로의 유출량
용수이용 (유역 내)	생활용수	-	6,308,600	생활용수 이용량
	농업용수	-	167,108,900	농업용수 이용량
	농업용수(회귀)	58,488,115	-	농업용수이용량 * 회귀율 35%
	공업용수	-	224,800	공업용수 이용량
하수처리(방류량)		1,988,046	-	하수처리장 방류량
지하수이용량		-	13,310,627	지하수 이용량
하류유출(바다)		-	544,680,288	석교교 유량관측소
총계		803,387,645	773,261,100	(+) 30,126,545

* 자료출처: 국가수자원관리종합정보시스템, 2019 하수도통계 보고서


다. 평가지표 선정(안)






(1) 물환경 평가지표

(가) 수질관리 항목

- 환경부에서는 「물환경보전법」 ‘제10조의2(물환경목표기준 결정 및 평가)’에 따라 하천에 대하여 생활환경기준을 중권역별로 고시하고 있음
- 각 중권역 대표지점의 목표기준 달성여부 평가는 생물학적산소요구량(BOD) 및 총인(T-P) 항목에 대해 각각 평가하여 중권역 대표지점별 수질측정 보고자료의 연간산술평균값으로 평가함
- 본 연구에서는 중권역 내 대표지점의 수질관측소 측정자료를 이용하여 유역의 생활환경기준에 대한 달성 등급 평가를 BOD와 T-P에 대하여 각각 수행하고, 두 평가지표 중 낮은 등급을 유역의 수질관리 항목에 관한 등급으로 결정함

<표 3.46> 생활환경기준의 등급 구분

등급		상태	하천 지점	
			BOD(mg/L)	T-P(mg/L)
매우 좋음	I a		1 이하	0.02 이하

등급		상태	하천 지점	
			BOD(mg/L)	T-P(mg/L)
좋음	I b		2 이하	0.04 이하
약간 좋음	II		3 이하	0.1 이하
보통	III		5 이하	0.2 이하
약간 나쁨	IV		8 이하	0.3 이하
나쁨	V		10 이하	0.5 이하
매우 나쁨	VI		10 초과	0.5 초과

출처: 「환경정책기본법시행령」 (별표 - 환경기준 제2조)

(나) 비점오염관리 항목

- 환경부에서는 「물환경보전법」 ‘제53조의5(비점오염원 관리 종합대책의 수립)’에 따라 「비점오염관리를 위한 물순환관리지표 산정 지침」을 제시하고 있음
- 해당 지침에서는 비점오염원관리 차원에서 비점오염관리 목표 강우량(25.4mm)에 대하여 달성 가능한 정도를 NRCS의 초과우량 산정방법을 이용하여 분석하는 방안을 제시하고 있음
- 본 연구에서는 해당 내용을 활용하여 비점오염관리에 관한 평가지표를 결정
- 비점오염관리를 위한 평가지표는 NRCS의 초과우량 산정방법을 활용함

$$P_e = \frac{(P - 0.2S)^2}{P + 0.8S}$$

- 여기서 P 는 총 강우량으로서 비점오염관리 목표 강우량(25.4mm)이 해당되고, P_e 는 초과우량으로서 유역 내 비점오염을 유출시키는 강우량, S 는 최대잠재 보유수량임

$$S = \frac{25,400}{CN} - 254 (mm)$$

(다) 수생태관리 항목

- 「물환경보전법」 ‘제9조의3(수생태계 현황 조사 및 건강성 평가)’에 의거한 「수생태계 현황 조사 및 건강성 평가 방법등에 관한 지침」에서는 5가지의 수생태 평가 지표(부착돌말 지수(TDI), 저서생물 지수(BMI), 어류생물 지수(FAI), 수변식생지수(RVI), 서식수변환경 지수(HRI))를 제시하고 있고, 환경부에서는 이들 평가지표에 대한 측정을 주기적으로 시행하고 있음
- 수생태 지수는 5가지의 평가지표별 정규화 점수를 산술 평균하여 결정됨

$$X_{i, new} = \frac{X_i - X_{i, min}}{X_{i, max} - X_{i, min}}$$

- 여기서 i 는 각각의 평가지표를 나타내고, $X_{i, new}$ 는 i 평가지표의 정규화된 점수, X_i 는 평가 대상 유역의 i 평가지표에 대한 값, $X_{i, max}$ 와 $X_{i, min}$ 은 각각 i 평가지표에 대한 전체 유역의 최댓값과 최솟값임
- 각각의 평가지표에 대한 유역별 수치는 분석 기간의 평균값을 이용함

$$\text{수생태 지수} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_{i, new}$$

- 여기서 n 은 수생태 관리 항목에 관한 평가지표의 개수로서 5개의 수생태 평가지표가 이용되므로 5가 됨

(2) 물이용 평가지표

(가) 하천유지기능 항목

- 하천유지기능 항목에 대한 평가는 「하천법」 ‘제51조(하천유지유량)’에 따라 하천별로 고시된 하천유지유량의 연중 달성일의 비율을 분석하여 수행됨
- 중권역별 유량자료는 하천유량 고시지점 유량관측소의 관측 자료를 활용함
- 하천유지유량의 연중 달성일의 비율은 분석 기간의 유량 자료를 모두 활용함

(나) 지하수보전 항목

- 지하수보전 항목의 평가지표는 지하수 개발률임
- 지하수 개발률은 유역별 지하수 개발가능량 대비 현재 이용하고 있는 지하수량의 비로서 나타냄

$$\text{지하수 개발률(\%)} = \frac{\text{지하수 이용량}}{\text{지하수 개발가능량}} \times 100(\%)$$

(3) 물안전 평가지표

(가) 치수관리 항목

- 치수관리 항목의 평가지표는 제방정비율임
- 「하천유역 수자원관리계획 수립지침」에서는 하천의 치수안전율로서 하천범람대비안전율과 제내지침수대비안전율에 가중치를 고려한 지표를 제시하고 있음
- 본 연구에서는 하천범람대비안전율을 제방 정비율로 정의하여 평가함

$$\text{제방 정비율(\%)} = \left(1 - \frac{\text{계획규모 부족 제방 연장}}{\text{전체 제방 연장}} \right) \times 100(\%)$$

(나) 이수관리 항목

- 이수 관리 항목의 물순환 평가지표는 급수 제한율로 산정함

- 급수 제한율은 유역별 총 인구수 대비 급수 제한 인구수의 비율로서 산정됨
- 여기서 급수 제한 인구수는 제한급수 피해인구와 운반급수 피해인구의 합으로 구성됨
- 급수 제한 인구수의 경우 분석 기간 발생한 모든 급수 제한 인구수를 고려하되, 연평균 급수 제한 인구수를 이용하여 연평균 급수 제한율을 분석함

(4) 종합지표

- 중권역별 물순환 평가를 위해서는 중권역간 물순환에 대한 상대적 비교가 필요하므로 7개의 평가지표를 종합한 지표가 필요함
- 본 연구에서는 평가 항목별 달성 등급과 계층 분석적 의사결정 기법에 의한 가중치를 이용하여 7개의 평가 항목을 종합한 종합지표를 제시함
- 평가 지표별 달성 등급에 따라 점수(1~7점)가 차등 부여되고, 유역의 물순환 종합지수는 평가 지표별 달성 점수의 가중 합계로 산정됨

$$HSI = \sum a_i \times GS_i$$

- 여기서 HSI 는 평가 대상 표준유역의 물순환 종합지수, i 는 각각의 평가지표를 의미하고, a_i 는 i 평가지표의 가중치, GS_i 는 평가대상 유역의 i 평가지표에 대한 달성 등급에 따른 점수(grade score)임

- 물순환 평가는 유역별로 산정된 물순환 종합지수를 통해 수행되는데, 지수가 높을수록 유역의 물순환이 건전함을 의미함
- 개별 평가항목에 대하여 I 등급인 유역에는 7점을 부여하고, VII등급인 유역에는 1점을 부여함

<표 3.47> 물순환 종합지표의 등급 구분

항목		수질 관리	비점오염관리	수생태 관리	하천유지기능	지하수관리	치수관리	이수관리
지표		하천 수질 등급 (BOD, T-P)	25.4mm 중 초과우량(mm)	수생태 지수	하천유지유량 달성 비율(%)	지하수 개발률(%)	제방 정비율 (%)	급수 제한율 (%)
등급	I	매우좋음	0	0.85 이상	95% 이상	10% 이하	85% 이상	0
	II	좋음	0.4mm 이하	0.70 이상	85% 이상	25% 이하	70% 이상	0.1% 이하
	III	약간좋음	0.8mm 이하	0.55 이상	75% 이상	40% 이하	55% 이상	0.2% 이하
	IV	보통	1.2mm 이하	0.40 이상	65% 이상	55% 이하	40% 이상	0.3% 이하
	V	약간나쁨	1.6mm 이하	0.25 이상	55% 이상	70% 이하	25% 이상	0.4% 이하
	VI	나쁨	2.0mm 이하	0.10 이상	45% 이상	85% 이하	10% 이상	0.5% 이하
	VII	매우나쁨	2.0mm 초과	0.10 미만	45% 미만	85% 초과	10% 미만	0.5% 초과
등급화참조		물 환경보전법						

출처: 「정량적 유역 물순환 평가체계 구축 및 활용」(K-water, 2022)

* 등급을 7로 구분한 것은 사람이 사물의 특성을 분별할 수 있는 가지 수의 최댓값인 '7±2'라는 심리학 이론(miller, 1956)에 근거

라. 분야별 평가 결과

(1) 물환경 분야

(가) 수질관리 항목

- 중권역별 수질관리 지점에서 측정된 측정자료(2016년~2020년)를 기반으로 중권역별 수질관리 항목에 대해 평가함
- BOD 및 T-P 항목 중 낮은 항목을 기준으로 등급으로 결정함

<표 3.48> 수질관리항목 평가 결과

중권역	대표지점	평가등급	BOD			T-P		
			중권역 목표수질	평균(mg/L)	평가등급	중권역 목표수질	평균(mg/L)	평가등급
요천	요천-1	I	I b	0.7	I a	I b	0.020	I a
지석천	지석천4	IV	II	2.3	II	II	0.133	III
탐진강	탐진강3	II	I b	1.1	I b	I b	0.024	I a
제주서해	웅포천	IV	I a	0.4	I a	I a	0.140	III

(나) 비점오염관리 항목

- 비점오염관리 항목에 대한 평가는 NRCS 초과우량 산정방법을 이용하여 「비점오염관리를 위한 물순환관리지표 산정지침」의 비점오염관리목표 강우량(25.4mm)에 대한 초과우량의 크기를 검토하여 수행함

<표 3.49> 비점오염관리 항목 평가 결과

중권역	평가등급	초과우량(mm)	CN
요천	VI	1.61	54
지석천	II	0.07	64
탐진강	II	0.22	62
제주서해	III	0.77	75

* 유출곡선지수(CN)는 국가수자원관리종합정보시스템 제공자료 활용

(다) 수생태관리 항목

- 수생태관리 항목에 대한 평가는 최근 5년간의 측정자료를 통해 수행함(물환경정보시스템의 생물측정망 자료 활용, 등급 간 중간값을 가정)
- 중권역별 생물지수(부착돌말 지수, 저서동물 지수, 어류생물 지수, 서식수변환경 지수)는 5년간 측정자료(2016년~2020년)의 평균값을 이용함

<표 3.50> 수생태관리 항목 평가 결과

중권역	등급	수생태 지수	지표별 정규화 점수				
			부착돌말 지수	저서동물 지수	어류생물 지수	수변식생 지수	서식수변 환경지수
요천	III	0.61	0.59	0.72	0.62	0.53	0.59
지석천	III	0.59	0.68	0.70	0.57	0.48	0.54
탐진강	III	0.63	0.71	0.79	0.57	0.50	0.56
제주서해	IV	0.47	0.51	0.63	0.38	0.39	0.45

(2) 물이용 분야

(가) 하천유지기능 항목

- 하천유지기능 항목에 대한 평가는 하천별로 고시된 하천유지유량의 연중 355일의 만족 여부 및 연중 달성일의 비율을 기준으로 수행함(하천유지유량의 연중 달성일 수는 연별 평균값)
- 중권역별 고시된 하천유지유량 및 해당 지점의 유량 측정기록(국가수자원관리 종합정보시스템)을 이용함
- 2016년~2020년의 연평균 하천유지유량의 달성 일수를 분석하여 달성 여부(달성 기준: 355일 이상 달성)를 검토함

<표 3.51> 하천유지기능 항목 평가 결과

중권역	등급	달성율(%)	달성일수(일/년)	하천유지유량(㎥/s)	고시지점
요천	IV	0.72	262.4	0.95	남원
지석천	I	0.98	356.8	1.64	능주
	I	0.96	349.2	0.75	남평
탐진강	VI	0.53	194.6	2.76	연산
제주서해	-	-	-	-	-

(나) 지하수보전 항목

- 지하수보전 항목에 대한 평가지표는 지하수 개발율이고, 이는 지하수 개발가능량 대비 지하수 이용량으로 산정함
- 요천, 지석천, 탐진강의 지하수 개발가능량은 「지하수관리 수정계획(2017~2026)」에서 제시한 자료를 이용하고, 제주도의 지하수 개발가능량은 제주도 지하수정보 관리시스템에서 제공하는 자료를 이용함

<표 3.52> 지하수보전 항목 평가 결과

중권역	등급	개발율(%)	지하수개발가능량(천㎥)	지하수이용량(천㎥)
요천	III	0.32	67,637.9	21,732.1
지석천	II	0.23	76,755.3	17,936.5
탐진강	II	0.19	67,649.2	12,941.6
제주서해	III	0.28	86,140.0	24,151.4

(3) 물안전 분야

(가) 치수관리 항목

- 중권역별 제방 정비율을 분석하기 위해 「한국하천일람(2020)」 자료를 이용함
- 평가에 활용된 제방 정비율의 기준은 85%로, 제방 정비율에 따라 등급으로 구분함

<표 3.53> 치수관리 항목 평가 결과

중권역	등급	제방정비율 (%)	합계 (km)	제방정비 완료구간(km)	제방보강 필요구간(km)	제방신설 필요구간(km)
요천	III	0.63	186.44	118.03	65.98	2.43
지석천	V	0.39	400.37	154.48	122.50	123.39
탐진강	III	0.65	218.00	142.13	24.24	51.63
제주서해	III	0.66	22.78	14.99	3.02	4.77

(나) 이수관리 항목

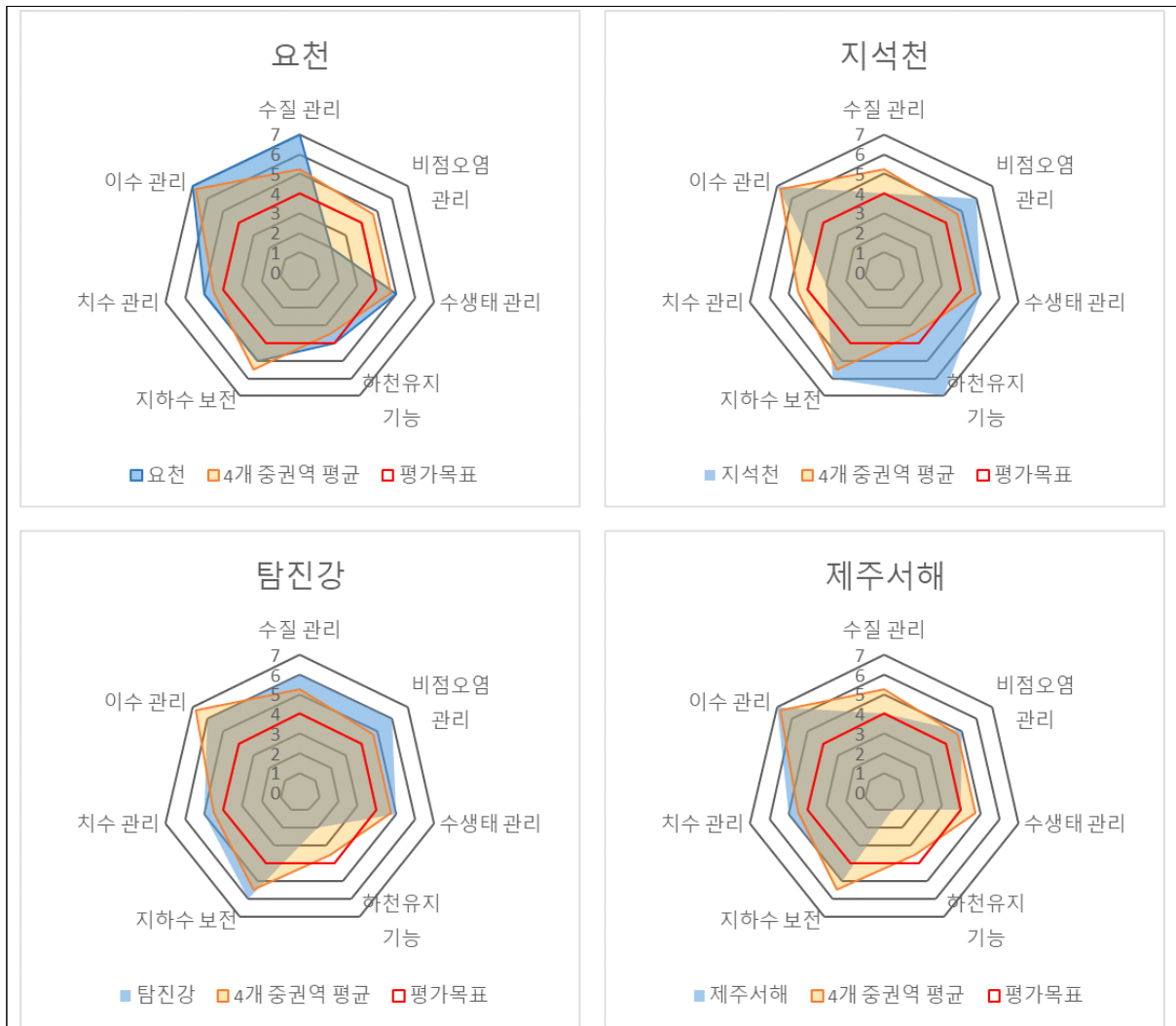
- 중권역별 급수제한율을 산정하기 위해 최근 5년간 행정구역별 미급수 인구를 산정함 (국가가물정보센터 제공자료 활용)
- 중권역별 급수제한인구 산정을 위해 행정구역-유역 변환비를 이용하여 행정구역 미급수 인구 중 중권역에 해당되는 인구수를 추정함

<표 3.54> 이수관리 항목 평가 결과

중권역	등급	급수제한율(%)	총인구수(명)	피해인구(명/년)
요천	I	-	-	-
지석천	I	-	-	-
탐진강	II	0.062	32,086	20
제주서해	I	-	-	-

(4) 분야별 평가결과

- 중권역별 물순환 평가 결과를 거미줄 도표를 이용하여 도식화하여 평가 항목별 달성 등급을 가시적으로 확인함
- 파란색 다각형은 평가 대상 중권역의 평가를 제시한 것이고, 붉은색 다각형은 4개 중권역의 물순환 평가 결과에 대한 항목별 평균값을 제시함



<그림 3.17> 중권역별 평가항목별 달성등급

마. 종합 평가 결과

(1) 중권역별 가중치 추정 방법

(가) 계층분석적 의사결정 기법을 적용한 가중치 추정

- 본 연구에서는 7개의 평가 항목으로써 중권역별 물순환을 평가하고, 7가지 항목(지표)의 상대적 중요도 도출을 통해 중권역별 중점지표를 선정함
- 이를 위하여 계층분석적 의사결정(analytic hierarchy process: AHP) 기법을 적용함
- 물순환 평가 항목이 7개이므로, 계층 분석적 의사결정 기법의 지표간 쌍대 비교 설문항의 개수는 21개로 구성함(쌍대 비교에서 중요한 정도는 5점 척도를 적용)
- 본 연구에서는 면담조사를 통해 수집한 정보를 기반으로 관련분야 종사자로부터 설문조사를 통해 가중치를 추정함

<표 3.55> 평가지표 간 쌍대비교 설문항의 구성

항목	수질 관리	비점오염관리	수생태관리	하천유지기능	지하수보전	치수관리	이수관리
수질 관리		*	*	*	*	*	*
비점오염관리			*	*	*	*	*
수생태 관리				*	*	*	*
하천유지기능					*	*	*
지하수보전						*	*
치수 관리							*
이수 관리							

<표 3.56> 지표 간 쌍대비교에서 중요도의 정의

중요도	정의
1	동등함(equal importance)
2	약간 중요함(moderate importance)
3	중요함(strong importance)
4	매우 중요함(very strong importance)
5	극히 중요함(extreme importance)

<표 3.57> 생활환경 수질 항목과 비점오염관리 항목의 중요도 쌍대비교 설문 (예시)

(질문 1) 물순환 건전성을 평가할 때, ‘생활환경 수질’과 ‘비점오염 관리’ 중에서 어느 항목이 얼마나 더 중요하다고 생각하십니까?

- 생활환경 수질 인자: 생화학적 산소요구량(BOD), 총인(T-P)
- 비점오염 관리: 25.4mm(1inch)의 강우량 중 유출곡선지수(CN)를 적용한 초과 우량값으로 평가함.

항목	중요 ← ----- ⇨ 중요									항목
생활환경 수질	5	4	√3	2	1	2	3	4	5	비점오염관리

출처: 「정량적 유역 물순환 평가체계 구축 및 활용」(K-water, 2022)

* 물순환 건전성에서 '생활환경 수질' 항목이 '비점오염 관리' 항목보다 중요하다면 생활환경 수질 항목에 가까운 3점 칸에 체크

(나) 일관성 검사

- 한 사람의 설문 응답은 (7×7)의 쌍대 비교 행렬 A를 이루는데, 쌍대 비교 행렬A의 수치들이 일관성을 가지는지 검토되어야 함
- 일관성의 정도는 일관성 지수(consistency index: CI)와 일관성 비율(consistency ratio: CR)로 평가함

$CI = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1) = (\lambda_{\max} - 7) / 6$ $CR = (CI / RI) \times 100\% = (CI / 1.32) \times 100\%$
<ul style="list-style-type: none"> 여기서 n은 7, max는 쌍대 비교 행렬 A의 고유치 중 가장 큰 값, RI는 난수 지수(random index)로서 n=7일 때 1.32임 일관성 판정 기준: 경험법칙에 의하여 일관성 비율이 10% 이내면 일관성 가짐

(다) 수치 통합 방법에 따른 그룹 의사결정 및 지표의 상대적 중요도 추정

- 지표의 상대적 중요도는 다음의 절차에 따라 결정됨.

ㄱ. 설문조사 결과 수집 및 일관성 있는 응답자의 설문지를 선별

ㄴ. 각각의 선별된 응답지에 대해 물순환 건전성 지표의 쌍대 비교 행렬 작성

ㄷ. 선별된 응답지의 쌍대 비교 행렬들을 가지고 동일 쌍대 비교 항목에 대한 기하 평균을 구하여 단일 쌍대 비교 행렬 작성

ㄹ. 단일 쌍대 비교 행렬로부터 구한 최대 고유치의 상응 고유벡터를 구한 다음, 그 고유벡터의 요소들을 합이 1이 되도록 정규화한 중요도 가중치 산정

(2) 설문조사 결과를 이용한 평가 지표별 가중치 산정

- 중권역별 지표의 상대적 중요도 설문조사 결과 쌍대 비교행렬은 다음과 같음

<표 3.58> 중권역별 지표간 쌍대 비교 행렬

중권역	항목	수질 관리	비점오염 관리	수생태관리	하천유지 기능	지하수보전	치수관리	이수관리
요천 CR=5.83	수질 관리	1.00	1.81	3.25	0.34	4.38	4.25	4.75
	비점오염관리	0.55	1.00	2.88	0.29	3.38	2.75	4.38
	수생태관리	0.31	0.35	1.00	0.28	2.38	1.00	3.88
	하천유지기능	2.93	3.50	3.58	1.00	4.88	4.00	4.88
	지하수보전	0.23	0.30	0.42	0.21	1.00	1.15	2.88
	치수 관리	0.24	0.36	1.00	0.25	0.87	1.00	4.13
	이수 관리	0.21	0.23	0.26	0.21	0.35	0.24	1.00
지석천 CR=9.64	수질 관리	1.00	2.50	4.00	0.39	3.88	4.50	4.63
	비점오염관리	0.40	1.00	3.50	0.66	3.88	3.75	4.88
	수생태관리	0.25	0.29	1.00	0.36	4.38	2.79	4.38
	하천유지기능	2.57	1.51	2.81	1.00	4.88	4.13	4.88
	지하수보전	0.26	0.26	0.23	0.21	1.00	0.48	3.75
	치수 관리	0.22	0.27	0.36	0.24	2.07	1.00	4.25
	이수 관리	0.22	0.21	0.23	0.21	0.27	0.24	1.00
탐진강 CR=7.77	수질 관리	1.00	2.50	3.75	3.38	4.75	3.50	4.88
	비점오염관리	0.40	1.00	4.00	2.63	4.38	3.38	4.63
	수생태관리	0.27	0.25	1.00	0.59	3.88	1.46	4.13
	하천유지기능	0.30	0.38	1.68	1.00	4.63	4.38	4.75
	지하수보전	0.21	0.23	0.26	0.22	1.00	0.83	3.00
	치수 관리	0.29	0.30	0.69	0.23	1.20	1.00	4.13
	이수 관리	0.21	0.22	0.24	0.21	0.33	0.24	1.00

중권역	항목	수질 관리	비점오염 관리	수생태 관리	하천유지 기능	지하수보전	치수 관리	이수 관리
제주 서해 CR=13.47	수질 관리	1.00	0.40	3.71	4.86	0.25	4.14	4.57
	비점오염관리	2.47	1.00	4.43	4.00	0.30	4.86	4.57
	수생태 관리	0.27	0.23	1.00	3.57	0.24	4.29	4.57
	하천유지기능	0.21	0.25	0.28	1.00	0.24	3.71	4.29
	지하수보전	3.93	3.36	4.12	4.16	1.00	5.00	4.57
	치수 관리	0.24	0.21	0.23	0.27	0.20	1.00	1.79
	이수 관리	0.22	0.22	0.22	0.23	0.22	0.56	1.00

(3) 지표의 상대적 중요도 추정 결과

- 위 단일 쌍대 비교 행렬로부터 구한 최대 고유치의 상응 고유벡터를 정규화함
- 7개 평가항목의 중요도를 계층분석적 의사결정 기법으로 추정함
- 중권역별 결과를 살펴보면 요천 및 지식천은 하천유지기능, 탐진강은 수질관리, 제주서해는 지하수 보전이 가장 중요한 지표로 평가됨

<표 3.59> 중권역별 지표의 상대적 중요도 추정결과

항목 (Criteria)	평가 방법	요천		지식천		탐진강		제주서해	
		순위	중요도 가중치	순위	중요도 가중치	순위	중요도 가중치	순위	중요도 가중치
수질 관리	BOD, T-P 등급	2	0.231	2	0.260	1	0.330	3	0.186
비점오염 관리	25.4mm 중 초과우량(mm)	3	0.165	3	0.200	2	0.250	2	0.238
수생태 관리	수생태 지수	4	0.087	4	0.119	4	0.105	4	0.108
하천 유지 기능	유지유량 달성 비율(%)	1	0.355	1	0.280	3	0.169	5	0.063
지하수 보전	지하수 개발률(%)	6	0.059	6	0.047	6	0.049	1	0.345
치수 관리	제방 정비율(%)	5	0.072	5	0.066	5	0.067	6	0.033
이수 관리	급수 제한율(%)	7	0.032	7	0.028	7	0.030	7	0.028

(4) 물순환 종합지수 평가 결과

- 앞에서 평가항목별로 분석된 물순환 우선순위 평가 등급을 이용하여 물순환 종합 지수를 산정함
- 이때 평가항목별 가중치는 물순환 평가항목별 상대적 중요도 추정 결과가 활용됨

<표 3.60> 중권역별 물순환 종합지수 평가 결과

기준년도	중권역			요천	지석천	탐진강	제주서해
2020년	물순환 종합지수			4.68	5.47	5.15	4.51
	물환경	수질관리	평가 결과(점수)	I (7)	IV(4)	II (6)	IV(4)
			가중치	1.62	1.04	1.98	0.74
		비점오염 관리	평가 결과(점수)	VI(2)	II (6)	II (6)	III(5)
			가중치	0.33	1.20	1.50	1.19
		수생태 관리	평가 결과(점수)	III(5)	III(5)	III(5)	IV(4)
			가중치	0.44	0.60	0.52	0.43
	물이용	하천유지 기능	평가 결과(점수)	IV(4)	I (7)	VI(2)	VII(1)
			가중치	1.42	1.96	0.34	0.06
		지하수 보전	평가 결과(점수)	III(5)	II (6)	II (6)	III(5)
			가중치	0.29	0.28	0.29	1.73
	물안전	치수관리	평가 결과(점수)	III(5)	V (3)	III(5)	III(5)
			가중치	0.36	0.20	0.34	0.16
		이수관리	평가 결과(점수)	I (7)	I (7)	II (6)	I (7)
			가중치	0.22	0.20	0.18	0.20

* 분석된 물순환 건전성 지수는 7점 척도이고, 수치가 높을수록 건전함을 의미함

종합지수 등급	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
수치	7 이상	7미만	6미만	5미만	4미만	3미만	2미만	1미만

바. 불투수 면적(비점오염원) 관리 기준

(1) 근거

- 「한강수계상수원 수질개선 및 주민지원 등에 관한 법률」 ‘제8조제2항’, 「낙동강수계 물관리 및 주민지원 등에 관한 법률」, 「금강수계 물관리 및 주민지원 등에 관한 법률」, 「영산강·섬진강수계 물관리 및 주민지원 등에 관한 법률」 각 ‘제9조 제2항’

(2) 관리방향

- 개발지역의 자연순환기능을 최대한 유지함으로써 개발에 의해 발생하는 오염물질의 정화기능 뿐 아니라 물순환, 미기후 조절 및 생태적 기능의 저하를 방지하도록 해야 함
- 우수를 최대한 토양으로 침투 및 저류시키는 우수관리를 통하여 강우유출수의 최소화, 침투유량의 감소 및 홍수도달시간의 지연을 도모하는 것이 필요함
- 물순환 기능 증대를 이용한 방법 뿐 아니라 빗물을 직접 이용한 용수수급개선을 통해 하천유지유량 확보, 용수수요량 및 환경용수의 증가 등에 대처하는 것이 필요함

- 소규모 시설을 분산 적용하여 강우유출수 차단 또는 분산 방안 마련
- 강우유출수 중 수질오염물질을 저감시켜 비점오염부하를 감소 필요

<표 3.61> 관련 법규에 따른 비점오염원 관리

관리 목적	관리 방법	정 의	관련 법 및 지침
자연 순환기능 유지	생태면적률	<ul style="list-style-type: none"> · “생태면적률”은 전체 개발면적 중 생태적 기능 및 자연순환 기능이 있는 토양 면적이 차지하는 비율로서 개발공간의 생태적 기능 지표로 활용되며 현재 상태 생태면적률, 목표생태 면적률, 계획 생태면적률로 구분 · 생태적 기능이 온전한 ‘자연지반녹지(가중치 1)’와 생태적 기능이 전무한 ‘포장면(가중치 0)’을 기준으로 지역의 개발 특성에 맞게 공간유형을 구분하고 각각의 가중치를 부여하여 산출한 자연순환기능의 비율 · 생태면적률 공간유형 : 자연지반녹지, 인공지반 녹지, 옥상녹화, 수공간, 부분포장 등 	생태면적률 적용지침
이 수	빗물이용 시설	<ul style="list-style-type: none"> · 건축물의 지붕면 등에 내린 빗물을 모아 이용할 수 있도록 처리하는 시설 	물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률
치 수	우수유출 저감시설	<ul style="list-style-type: none"> · 우수의 직접적인 유출을 억제하기 위하여 인위적으로 우수를 지하로 스며들게 하거나 지하에 가두어 두는 시설 · 우수유출저감시설의 종류 <ul style="list-style-type: none"> - 침투시설 : 침투통, 침투측구, 침투트렌치, 투수성 포장, 투수성 보도블럭 등 - 저류시설 : 쇄석공극저류시설, 운동장 저류, 공원 저류, 주차장 저류, 단지내 저류, 건축물 저류, 공사장 임시저류지, 유지·습지 등 자연형 저류시설 	자연재해 대책법
수질오염 방지	비점오염 저감시설	<ul style="list-style-type: none"> · 수질오염방지시설 중 비점오염원으로부터 배출되는 수질오염 물질을 제거하거나 감소하게 하는 시설 · 비점오염저감시설의 종류 <ul style="list-style-type: none"> - 자연형 시설 : 저류시설(연못, 저류조 등), 인공 습지, 침투시설(침투도랑, 침투저류지, 유공포장 등), 식생형 시설(식생여과대, 식생수로 등) - 장치형 시설 : 여과형 시설, 와류형 시설, 스크린형 시설, 응집·침전 처리형 시설, 생물학적 처리형 시설 	수생태 보전법

출처: 「수질오염총량관리를 위한 비점오염원 최적관리지침」 (국립환경과학원, 2017)

4장

수자원 배분 및 물 공급시설 연계운영 방안

제1절 수질, 이수, 치수를 고려한 물관리 여건 분석

제2절 여건 분석에 따른 수자원 배분과 물 공급시설 연계운영

제IV장 수자원 배분 및 물 공급시설의 연계운영 계획

제1절 수질, 이수, 치수를 고려한 물관리 여건 분석

1. 이수 부문

가. 유역의 수자원 이용에 대한 여건

(1) 하천유량에 대한 가용수량 현황

- 요천 중권역은 본류하천인 국가하천 요천의 유역 출구지점 기준으로 하천유지유량이 고시되어 있으며, 연간 허가기준유량이 18.61백만㎥/년으로, 유역 내 허가수리권은 연간 하천수 이용 허가량이 260.22백만㎥/년(42개소)이며, 허가기준유량 대비 가용수량은 연간 241.61백만㎥/년이 부족하여 하천수 사용허가 관리에 대한 개선이 필요할 것으로 조사됨
- 지석천 중권역은 본류하천인 국가하천 지석천의 유역 출구지점 기준으로 하천유지유량이 고시되어 있으며, 연간 허가 기준유량이 18.92백만㎥/년으로, 유역 내 허가수리권은 연간 하천수 이용 허가량이 249.34백만㎥/년(140개소)이며, 허가기준유량 대비 가용수량은 연간 230.42백만㎥/년이 부족하여 하천수 사용허가 관리에 대한 개선이 필요할 것으로 조사됨
- 탐진강 중권역은 본류하천인 국가하천 탐진강의 유역 출구지점 기준으로 하천유지유량이 기준갈수량보다 크게 고시되어 연간 54.87백만㎥/년의 하천유량이 부족한 상황으로, 하천유량의 부족에도 불구하고 유역 내 허가수리권은 연간 하천수 이용 허가량이 269.60백만㎥/년(165개소)으로 하천수 사용허가 관리에 대한 개선이 필요할 것으로 조사됨

<표 4.1> 중권역별 하천유량 및 수리권 현황

중권역명	유역면적 (㎢)	하천유량(백만㎥/년)			수리권	
		기준갈수량 (①)	하천유지유량 (②)	허가기준유량 (③ = ① - ②)	시설수 (개소)	허가량 (백만㎥/년)
요천	486.67	48.57	29.96	18.61	42	260.22
지석천	663.98	42.57	23.65	18.92	140	249.34
탐진강	505.52	32.17	87.04	-54.87	165	269.60

출처: 「영산강홍수통제소 홈페이지」 (<https://www.yeongsanriver.go.kr/>), 「하천수 이용 관리시스템」 (<https://ras.hrfco.go.kr/>)

(2) 유역간 물 이동 현황

- 요천 중권역의 유역 내 자체이용량은 24.98백만 m^3 /년이며, 타 유역에서의 유입은 0.56백만 m^3 /년, 타 유역으로의 유출은 30.97백만 m^3 /년으로, 유역 내 자체이용량 대비, 타 유역의 용수수급이 비교적 적은 것으로 조사되며, 타 유역으로의 광역/공업용수도, 지방상수도 용수공급이 124%로 비교적 많은 것으로 조사됨
- 지석천 중권역의 유역 내 자체이용량은 10.81백만 m^3 /년이며, 타 유역에서의 유입은 13.73백만 m^3 /년, 타 유역으로의 유출은 18.88백만 m^3 /년으로, 유역 내 자체이용량 대비, 타 유역으로의 용수공급이 175%로 매우 높은 것으로 조사됨
- 탐진강 중권역의 유역 내 자체이용량은 8.88백만 m^3 /년이며, 타 유역에서의 유입은 2.23백만 m^3 /년, 타 유역으로의 유출은 41.62백만 m^3 /년으로, 유역 내 자체이용량 대비, 타 유역으로의 용수공급이 약 5배 정도이며, 이는 장흥댐의 용수공급 운영에 따른 영향으로 조사됨

<표 4.2> 중권역별 물이동 현황

중권역	구분	자체이용량 (백만 m^3 /년)	유입(백만 m^3 /년)			유출(백만 m^3 /년)		
			유역 내·외	중권역	유입량	유역 내·외	중권역	유출량
요천	계	24.98	소계	0.56		소계		30.97
			유역 내	0.56		유역 내		22.85
			유역 외	-		유역 외		8.12
	광역/공업 용수도	3.40	유역 내	-	-	유역 내	보성강	0.53
							섬진강댐	0.99
							섬진강댐하류	0.34
							섬진강하류	0.04
							섬진곡성	0.94
							순창	1.79
							오수천	1.06
			유역 외	-	-	유역 외	남강댐	0.51
							용담댐	1.89
	지방상수도	5.72	유역 내	-	-	유역 내	섬진곡성	5.72
							순창	5.72
							오수천	5.72
			유역 외	-	-	유역 외	남강댐	5.72
	하수처리수	15.86	유역 내	섬진강하류	0.13	유역 내	-	-
				오수천	0.43			
			유역 외	-	-	유역 외	-	-

중권역	구분	자체이용량 (백만㎥/년)	유입(백만㎥/년)			유출(백만㎥/년)		
			유역 내·외	중권역	유입량	유역 내·외	중권역	유출량
지석천	계	10.81	소계	13.73		소계	18.88	
			유역 내	0.81		유역 내	18.79	
			유역 외	12.92		유역 외	0.09	
	광역/공업 용수도	-	유역 내	-	-	유역 내	-	-
			유역 외	이사천	9.15	유역 외	-	-
	지방상수도	0.69	유역 내	영산강상류	0.10	유역 내	-	-
				죽산보	0.03			
			유역 외	주암댐	3.77	유역 외	주암댐	0.09
	하수처리수	10.12	유역 내	영산강상류	0.68	유역 내	영산강상류	6.49
			유역 외	-	-	유역 외	죽산보	12.30
탐진강	계	8.88	소계	2.23		소계	41.62	
			유역 내	-		유역 내	-	
			유역 외	2.23		유역 외	41.62	
	광역/공업 용수도	5.03	유역 내	-	-	유역 내	-	-
			유역 외	영산강하류	1.51	유역 외	섬진강서남해	2.84
							신안군	1.47
							영산강하구언	3.20
							영산강하류	4.90
							영암방조제	3.86
							영암천	4.29
							와탄천	15.68
							완도	1.31
							주암댐	0.34
							죽산보	0.37
							진도	2.37
	지방상수도	0.90	유역 내	-	-	유역 내	-	-
			유역 외	영암천	0.02	유역 외	섬진강 서남해	0.97
							영암방조제	0.01
	하수처리수	2.95	유역 내	-	-	유역 내	-	-
			유역 외	섬진강서남해	0.70	유역 외	영암천	0.01

출처: 「국가수자원관리종합정보시스템」 (<http://www.wamis.go.kr>)

2. 치수 부문

가. 홍수피해 현황

- 최근 20년(2001년~2020년)간 요천 중권역에서 총 88,131백만원에 달하는 홍수피해가 발생하였고, 피해비중은 공공시설이 73,779백만원(83.71%)으로 가장 높은 것으로 조사됨
- 지석천 중권역은 총 100,033백만원에 달하는 홍수피해가 발생하였고, 피해비중은 공공시설이 50,463백만원(50.44%)으로 가장 높은 것으로 조사됨
- 탐진강 중권역은 총 40,555백만원에 달하는 홍수피해가 발생하였고, 피해비중은 공공시설이 19,447백만원(48.07%)으로 가장 높은 것으로 조사됨

<표 4.3> 중권역별 홍수피해 현황

중권역	총액 (백만원)	이재민 (세대)	이재민 (명)	인명 (명)	침수면적 (ha)	건물 (백만원)	선박 (백만원)	농경지 (백만원)	농작물 (백만원)	공공시설 (백만원)	기타액 (백만원)
요천	88,131	440	2,675	46	785	1,314	1	2,298	1,842	73,779	8,897
	100%	-	-	-	-	1.49%	0.00%	2.61%	2.09%	83.71%	10.10%
지석천	100,033	576	3,858	28	3,252	2,657	70	862	7,539	50,463	38,442
	100%	-	-	-	-	2.66%	0.07%	0.86%	7.54%	50.44%	38.43%
탐진강	40,455	89	2,074	6	2,494	1,550	40	38	619	19,447	18,761
	100%	-	-	-	-	3.83%	0.10%	0.10%	1.53%	48.07%	46.37%

출처: 「국가수자원관리종합정보시스템」 (<http://www.wamis.go.kr>)

나. 기존 치수대책 성과

- 하천정비율은 2020년 기준 요천 중권역 63.31%, 지석천 38.58%, 탐진강 65.20%까지 달성한 것으로 조사됨

<표 4.4> 중권역별 하천정비연장 (2020년)

중권역	구분	요정비	제방정비 완료구간		제방보강 필요구간		제방신설 필요구간	
			연장(km)	비율(%)	연장(km)	비율(%)	연장(km)	비율(%)
요천	합 계	186.44	118.03	63.31	65.98	35.39	2.43	1.30
	국 가	34.05	33.40	98.09	0.65	1.91	0.00	0.00
	지 방	152.39	84.63	55.54	65.33	42.87	2.43	1.59
지석천	합 계	400.37	154.48	38.58	122.50	30.60	123.39	30.82
	국 가	47.40	26.73	56.39	20.67	43.61	0.00	0.00
	지 방	352.97	127.75	36.19	101.83	28.85	123.39	34.96
탐진강	합 계	218.00	142.13	65.20	24.24	11.12	51.63	23.68
	국 가	42.96	40.60	94.51	1.76	4.10	0.60	1.40
	지 방	175.04	101.53	58.00	22.48	12.84	51.03	29.15

출처: 「한국하천일람」 (환경부, 2020)

- 2020년 기준 요천 중권역 내 하천 25개소(195.53km) 중 하천기본계획 수립구간 25개소(195.53km)로 수립율 100% 달성, 지석천 중권역 내 하천 50개소(301.80km) 중 하천기본계획 수립구간 47개소(260.73km)로 수립율 86.39% 달성, 탐진강 중권역내 하천 36개소(203.43km) 중 하천기본계획 수립구간 36개소(203.43km)로 수립율 100.0% 달성하는 것으로 조사됨

<표 4.5> 중권역별 하천기본계획 수립현황 (2020년)

중권역	구분	계		수립구간			미수립구간	
		개소수	연장(km)	개소수	연장(km)	수립율(%)	개소수	연장(km)
요천	합 계	25	195.53	25	195.53	100.00	-	-
	국 가	1	17.83	1	17.83	8.90	-	-
	지 방	24	177.70	24	177.70	60.27	-	-
지석천	합 계	50	301.80	47	260.73	86.39	17	41.07
	국 가	1	34.00	1	34.00	8.90	-	-
	지 방	49	267.80	46	226.73	60.27	17	41.07
탐진강	합 계	36	203.43	36	203.43	100.00	-	-
	국 가	1	34.06	1	34.06	8.90	-	-
	지 방	35	169.37	35	169.37	60.27	-	-

출처: 「한국하천일람」 (환경부, 2020)

다. 기존 치수대책 한계

- 중권역별 하천기본계획의 수립율은 요천 및 탐진강 중권역 100%, 지석천 중권역 86.39%로 일부구간을 제외하고 하천정비가 완료된 상태이나, 하천범람, 내수배제 불량 등 홍수피해가 빈번히 발생하고 있는 것으로 조사됨
- 최근10년(2009년~2018년) 투입된 피해복구비는 요천 중권역 76,703백만원, 지석천 중권역 92,034백만원, 탐진강 중권역 70,765백만원을 피해복구비로 투입한 것으로 조사됨

<표 4.6> 중권역별 하천정비 및 홍수피해 현황

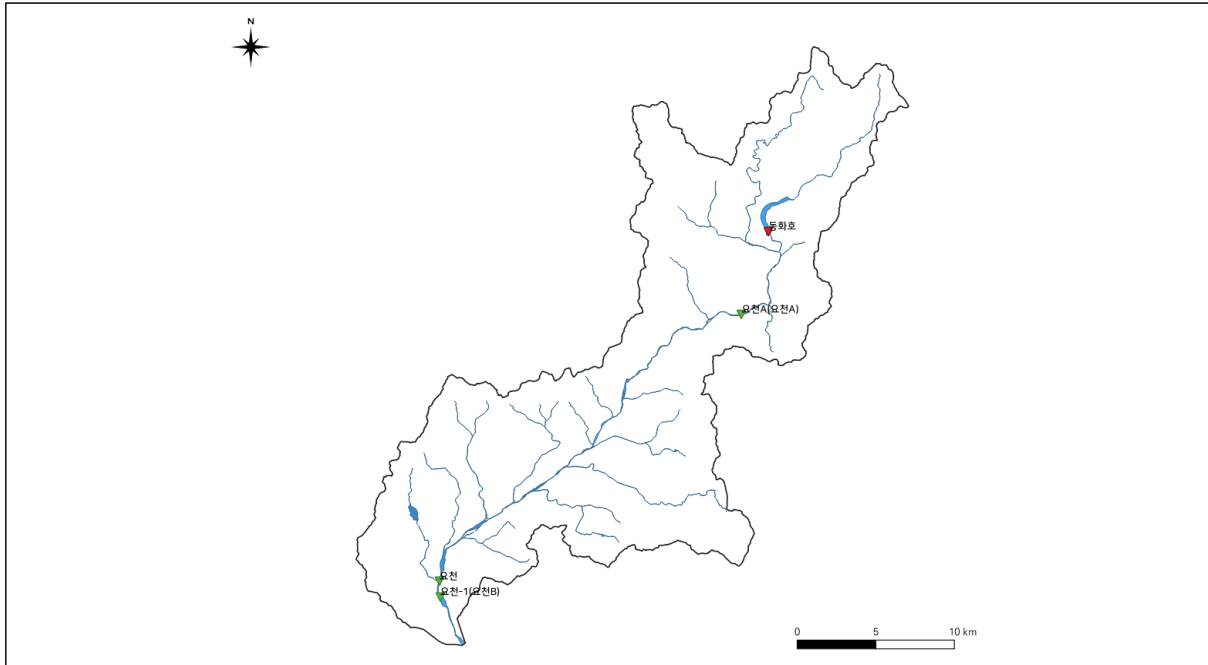
중권역	구분	하천수	수립완료 (개소)	미수립 (개소)	피해복구 현황(최근 10년)	
					피해액(백만원)	피해복구비(백만원)
요천	국가하천	1	1	-	43,660	76,703
	지방하천	24	21	18		
지석천	국가하천	1	1	-	59,185	92,034
	지방하천	50	44	18		
탐진강	국가하천	1	1	-	48,139	70,765
	지방하천	35	35	-		

출처: 「하천일람」 (환경부, 2020), 「2019 재해연보」 (행정안전부, 2020)

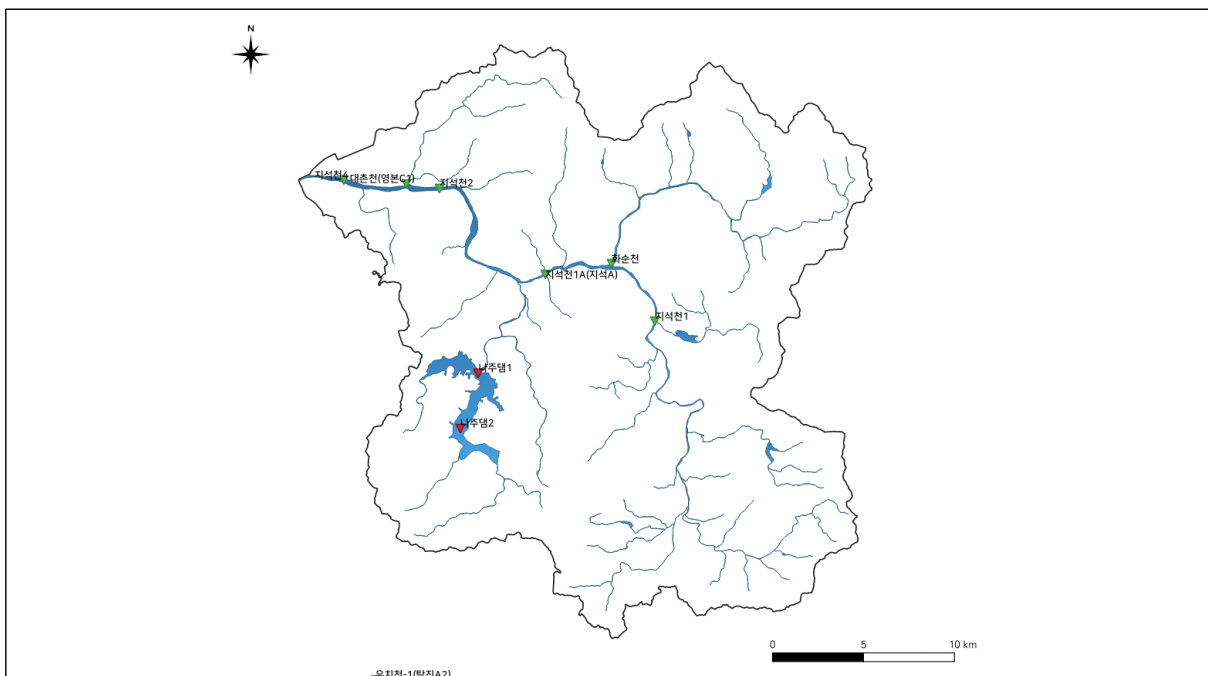
3. 환경 · 생태 부문

가. 수질 현황

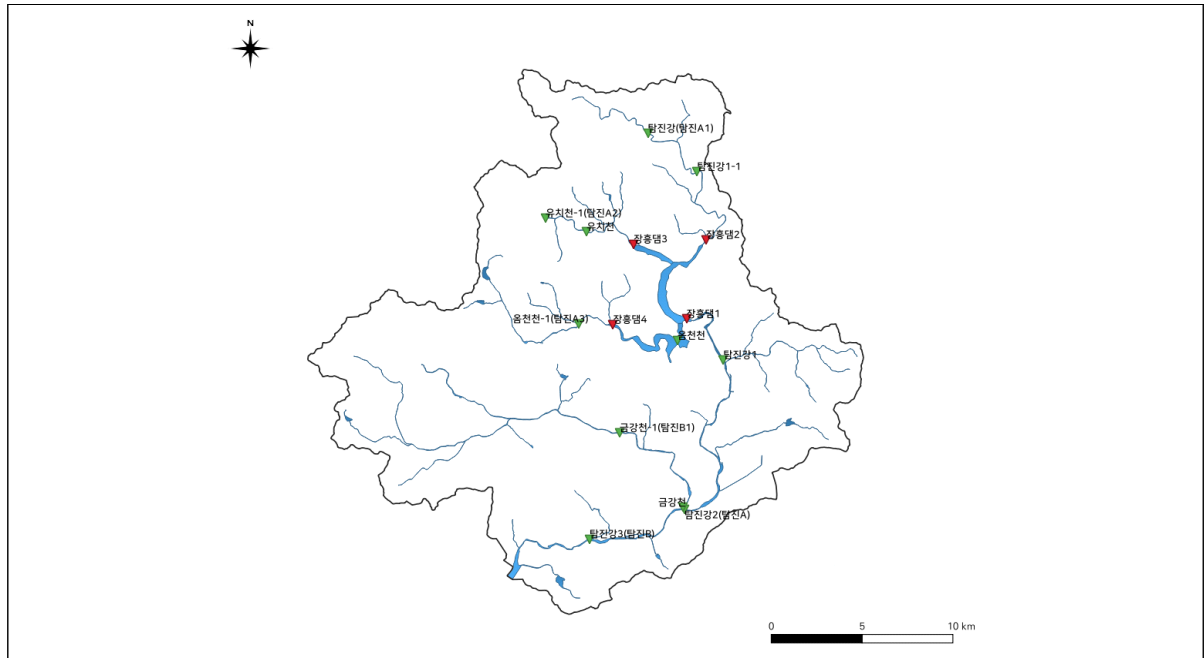
- 「물환경측정망 설치 · 운영 계획」(환경부고시 제2019-99호)에 따르면 요천의 수질 · 총량측정망은 4개소가 위치(하천 3개소, 호소 1개소), 지석천의 수질 · 총량측정망은 8개소가 위치(하천 6개소, 호소 2개소), 탐진강의 수질 · 총량측정망은 15개소가 위치(하천 11개소, 호소 4개소)하는 것으로 조사됨



<그림 4.1> 요천 중권역 수질 · 총량측정망



<그림 4.2> 지석천 중권역 수질 · 총량측정망



<그림 4.3> 탐진강 중권역 수질·총량측정망

- 요천 중권역의 수질측정 대표지점은 요천-1 지점으로 목표 기준은 I b등급으로, 평가수질은 BOD 항목만 목표 기준을 만족함
- 지석천 중권역의 수질측정 대표지점은 지석천4 지점으로 목표 기준은 II 등급으로, 평가수질은 BOD 항목만 목표 기준을 만족함
- 탐진강 중권역의 수질측정 대표지점은 탐진강3 지점으로 목표 기준은 I b등급으로, 평가수질은 BOD 항목만 목표 기준을 만족함

<표 4.7> 중권역별 수질측정 현황

중권역	대표 지점	평가 수질(mg/L)	목표 기준	목표 기준 달성여부	총은물 달성여부	평가 수질(mg/L)	목표 기준	목표 기준 달성여부	총은물 달성여부
		BOD				T-P			
요천	요천-1	1.3	I b	○	○	0.052	II	X	○
지석천	지석천4	2.6	II	○	○	0.109	III	X	X
탐진강	탐진강3	1.4	I b	○	○	0.050	II	X	○

출처: 「2020년 전국 수질평가」, 국립환경과학원(2020)

나. 수생태 현황

- 생물측정망에서는 중권역 대표지점, 불량등급 유지지점, 건강성 감소지점, 주요 현안지점(보 구간 등) 등을 상시구간으로 구분하여 조사를 수행하고 있음
- 요천 중권역의 목표기준은 매우 좋음~좋음(A, B)으로, 2020년 수생태 측정지점의 건강성평가 평균 등급은 부착돌말류가 C등급, 저서성 대형 무척추 동물 B 등급, 어류 C등급, 서식 및 수변환경 C등급, 수변식생이 B등급으로 평가됨
- 지석천 중권역의 목표기준은 좋음~보통(C)으로, 2020년 수생태 측정지점의 건강성평가

평균 등급은 부착돌말류가 C등급, 저서성 대형 무척추 동물 B 등급, 어류 C등급, 서식 및 수변환경 C등급, 수변식생이 B등급으로 평가됨

- 탐진강 중권역의 목표기준은 매우 좋음~좋음(A, B)으로, 2020년 수생태 측정지점의 건강성평가가 부착돌말류가 C등급, 저서성 대형 무척추 동물 B 등급, 어류 C등급, 서식 및 수변환경 C등급, 수변식생이 C등급으로 평가됨

<표 4.8> 중권역별 수생태측정망 현황 (2020년)

중권역	조사지점	부착돌말류	저서성 대형 무척추 동물	어류	서식 및 수변환경	수변식생
요천	송내천	D	A	D	C	-
요천	옥률천2	B	E	C	C	-
요천	요천-1	D	B	B	B	C
요천	요천-2	A	A	B	B	C
요천	요천-4	B	C	B	B	-
요천	요천-6	C	A	B	C	-
요천	요천-7	A	A	B	C	C
요천	원천천	D	A	C	C	C
요천	주촌천	D	B	D	D	C
요천	풍촌천	C	B	D	C	C
요천	효촌천	C	B	B	C	-
지석천	노동천(나주)	C	C	C	C	-
지석천	대초천1	C	A	A	B	-
지석천	대촌천-2	E	E	E	C	A
지석천	덕림천	D	A	C	C	-
지석천	도곡천(화순)	C	A	B	B	B
지석천	동천(화순)	C	A	B	B	C
지석천	만연천	E	D	C	C	C
지석천	백운천 (화순)	B	A	B	B	-
지석천	석정천1	B	B	B	B	C
지석천	석정천2	C	B	D	C	A
지석천	송석천1	B	C	B	D	-
지석천	송정천(화순)	C	B	A	C	C
지석천	웅곡천(화순)	D	B	B	C	-
지석천	정천	C	B	C	C	D
지석천	지석천-1	C	A	A	C	-
지석천	지석천1-2	C	D	E	C	B
지석천	지석천2-1	C	B	D	C	A
지석천	청풍천1	C	A	B	B	B
지석천	춘양천	B	B	C	C	-
지석천	한천천2	B	B	D	C	-
탐진강	금강천-2	D	C	E	C	C
탐진강	금강천-5	E	A	B	C	C
탐진강	금사천	D	B	E	C	-
탐진강	부동천2	B	B	B	D	C
탐진강	부산천	B	A	C	C	-
탐진강	성전천	D	C	D	C	-
탐진강	신월천	C	A	D	C	-
탐진강	옴천천-2	B	B	B	B	-
탐진강	유치천2	D	A	B	C	C
탐진강	탐진강1-2	C	A	B	A	A
탐진강	탐진강3	C	B	C	D	C

출처: 「물환경정보시스템」 (<https://water.nier.go.kr/>)

제2절 여건 분석에 따른 수자원 배분과 물 공급시설 연계운영

1. 수자원 배분 및 물 공급시설 연계운영 모의 방법

가. 물수급 분석 관련 연구 현황

- 국내 물수급 분석사례를 검토한 결과, 생공용수 및 농업용수 공급량을 고려한 실적자료 기반 물수급 분석 모형 적용 필요(「가뭄모니터링 및 예측기술 고도화 2017~2021」(Kwater, 2021))

<표 4.1> 물수급 네트워크 및 물수급 체계 관련 연구 현황

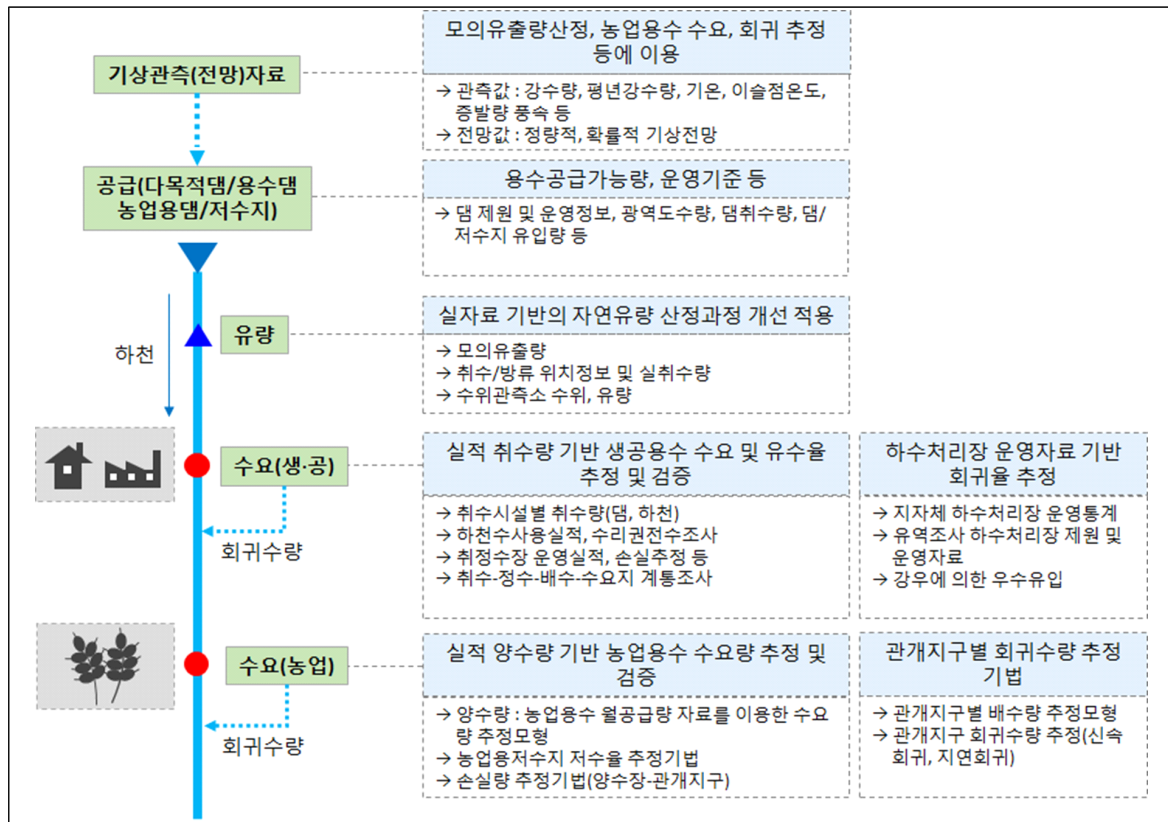
물수급 네트워크 및 물수지모형 관련 국내 선행연구			
구분	연구 필요성	방법론	주요 결과
기후변화 수자원산업 적응기술 (환경부, 2014~2019)	· 기후변화 적응을 위한 댐 위험도 평가 및 안정적 용수수급 기술 개발	· 상세 기후 시나리오 생산 및 활용성 평가 · 기후변화 수자원 영향평가 모형 · 가뭄취약도, 위험도 등을 반영한 통합가뭄평가기술 개발	· 다목적댐 사전 물 공급 운영기술 실용화 · 기후변화 적응 저수지 운영 방안 · 수문기상학적 가뭄 위험도 분석
수운영시스템에서 다중수원 활용을 위한 지능형 플랫폼 개발 (환경부, 2017~2019)	· 다중수원에 대한 용수공급 지능화 기술 개발 및 소비자 지향형 물 정보 기반 운영·유지관리 지원 플랫폼 구축	· AM 모니터링을 통한 저수지, 하천, 지하수위 계측 정보 생산 · 물수급평가프로그램 · 물부족위험평가프로그램	· 물수급평가 프로그램 활용한 다중수원의 가용수량 예측 정보 체계 · 수자원 최적 가용수량 산정을 위한 의사결정지원 모듈 설계
물수급체계 기반 사회-경제적 가뭄 전망 및 모니터링 기술 개발 (과학기술정보통신부, 2019~2024)	· 가뭄의 사회·경제적 전이 특성을 정량적으로 파악하기 위한 가뭄 평가, 전망, 모니터링 기술 개발	· 실적자료 기반 물수지 분석 기술 · Bayesian-딥러닝 기반 시공간적 가뭄평가기술	· 물수급체계 및 공간적 가뭄 위험도 평가, 전망, 모니터링을 위한 사회경제적 가뭄 전망 및 모니터링을 위한 해석모형 개발
관정과 기존시설 연계 용수 공급 시나리오 및 평가기술 개발 (환경부, 2018~2022)	· 가뭄 빈도가 높은 상류 지역의 수문 변화 평가 및 사전대응력 제고	· 물수지 모형 구축 · 관정 연계 시나리오 개발 · 관정 연계 수질 모니터링	· 관정 용수공급타당성 및 경제성 평가 · 물수지 분석 및 평가 · 가뭄 대응 용수공급 방안 지침

■ 국내

- K-water연구원. 2019. 지역수자원관리체계 실현을 위한 표준유역단위 물수급 체계 구축
- 서승범. 2019. 수자원의 합리적 배분 방안 마련 기초연구: 합리적 물 수급 분석 방안 연구. 한국환경정책·평가연구원
- 국토교통부. 2016. 제4차 수자원장기종합계획 제3차 수정계획(2016~2020)
- 김형산, 맹승진, 전경수, 김동주, 김현식. 2016. 행정구역 중심의 물수급 평가를 위한 물수지 분석. 한국위기관리논집, 12(4), 153-166.
- 최시중, 강성규, 이동률, & 김중훈. 2018. 수자원 계획 수립을 위한 물 수급 전망 개선 방안 연구. 2. 한국방재학회 논문집, 18, 589-596.
- 김진영, 김진국, 김장경, 전근일, 강신욱, 이정주, 남우성, & 권현한. 2020. 수문학적 가뭄 모니터링을 위한 실적자료 기반 물순환 모델 개발, 한국수자원학회논문집, 53(8), 569-582.
- 오지환, 김연수, 류경식, & 조영식. 2019. 공급 우선순위를 고려한 MODSIM 과 K-WEAP 모형의 비교 및 고찰. 한국수자원학회논문집, 52(7), 463-473.

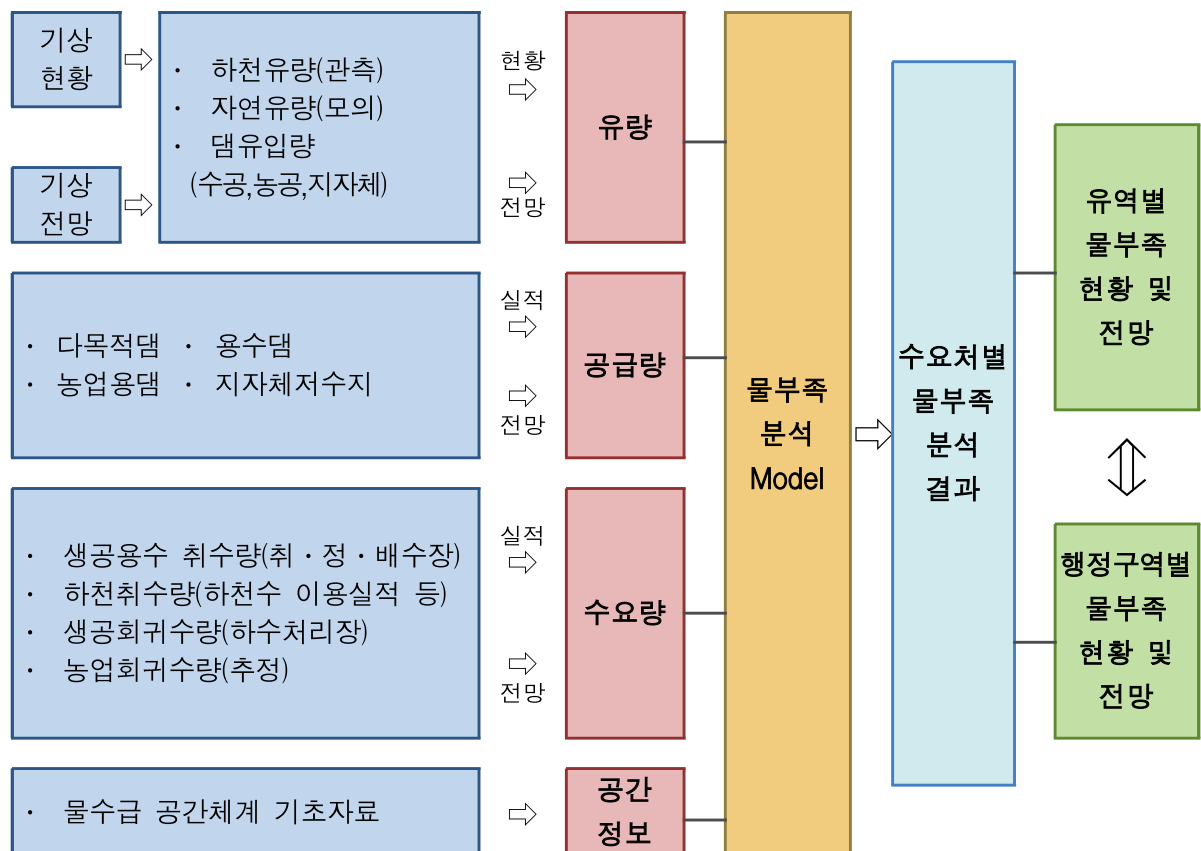
나. 실적자료 기반 물수급 분석 모형 구축 방법

- 우리나라는 장기적인 수자원 개발계획수립과 용수수급에 대한 이해 및 예측을 위하여 물수지 분석을 이용하고 있으며, 이에 대한 분석방법 및 물수지 모형 또한 크게 발전하였으나 계획모델의 성격으로 정확도를 검증하기 어려움
- 기존 물부족 분석 알고리즘은 물수급 체계를 고려하지 않고, 단순히 수위관측소 유량 정보를 이용한 표준유역 단위 물수지 분석을 수행
- 물수급 관련 실적자료를 지형공간정보(점, 선, 면)로 연결시킴으로써 상세화된 점형 물수급 정보를 제공
- 실적자료 기반 물수급 분석 모형은 점, 선, 면으로 구성된 지형공간정보의 위상(Topology) 관계를 Geometry로 구성하고, 하천 절점에 물수급 관련 수요·공급 시설의 위치를 연결하는 물수급 네트워크 알고리즘을 통해 모형이 수행됨
- 실적자료 기반 물수급 분석 모형의 입력자료로 활용되는 물수급 관련 DB는 Tank 모형 모의 결과 및 농업용수구역(물리면적)별 농업용수 공급량, 상수도 취수장 취수실적, 하수처리장 하수방류실적 등이 있으며, 일단위 시계열로 입력자료를 구성



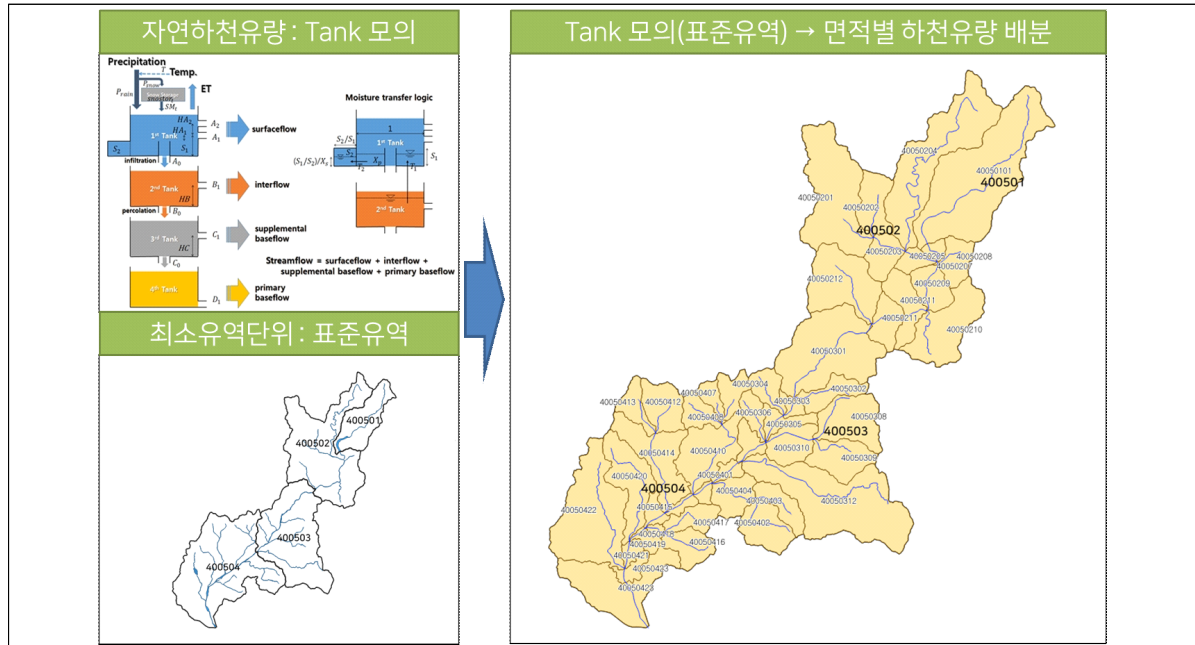
<그림 4.4> 물수급분석 모형 요소별 자료연계

- 생활·공업 및 농업용수의 향후 3개월 수요량은 실적자료 기반으로 추정
- 실적 취수량, 하수처리 방류량 등을 활용하여 생활·공업용수의 회귀수량을 추정하고, 농업용수 회귀수량은 계측저수지 공급 실적과 배수모형을 활용하여 추정
- 하천 분류에서 댐방류량, 유역유출량 등의 이동을 고려하기 위해 평균유속 또는 수문학적 방법 등을 이용하여 하도추적을 수행
- 물수급 계통, 물 공급 시설 간 물이동, 하천수 이용실적 등을 반영한 물수급 분석 모형을 구축
- 물수급 분석 모형은 물수급 관련 구축 자료 기반으로 모의 실행될 수 있게 개발



<그림 4.5> 실적자료 기반 물수급 분석 모형 개념

- 실제 하천의 유입·유출 자료는 하천 취수장(생·공용수), 하수처리장(생·공용수), 하천수이용허가량(생·공·농업 시설물 일허가량) 실적자료이므로, 이를 인접 단위하천 또는 합류점의 속성정보로 연결



<그림 4.6> 자연하천유량 산정방법 (Tank 모의)

- 하천 네트워크 분석에 필요한 입력 자료(DEM, 하천차수도, 가뭄모니터링 지점)를 입력하여 유역 분석(Delineate Watershed)을 수행



<그림 4.7> 물수급 네트워크 구축결과 (예시: 표준유역 상세화)

○ 물수급 분석모형 입력자료 현황

<표 4.9> 물수급 분석 체계 활용 정보

구분	자료	공간	시간	갱신 주기	출처	비고 (개선사항)
자연 유량	자연유량	표준유역	일	추정	K-water	
	강수량, 최고기온, 평균기온, 최저기온, 이슬점온도, 풍속, 일조시간	지점	일	매일	WINS	
공급	방류량	시설물 (댐, 보)	일	매일	K-water	
	농저수지 농업용수 공급량	농업용수구역	일	매일/ 추정	농어촌공사	농촌용수구역도 내 계측저수지로 농용수 공급량 산정
취수	취수실적 (광역, 지방)	취수지점	일	매년	가뭄 기초조사	
	하천수이용허가량	시설물	일 허가량	매년	홍수통제소	실이용량 고려
회귀	하수처리 실적	하수처리지점	월	매년	가뭄 기초조사	일단위 자료 확보
	논배수량	시설 수혜논	일	추정	배수모형	
	강수량, 최고기온, 평균기온, 최저기온, 이슬점온도, 풍속, 일조시간	지점	일	매일	WINS	
	침투량	시설 수혜논	일	추정	K-water	
검증	수위 / 유량	수위/유량 관측소	일	매일	홍수통제소 K-water	
	유입량 / 방류량	시설물 (댐, 보)	일	매일	K-water	
	저수량(울)	시설물 (농저수지)	일단위	매일	농어촌공사	

<표 4.10> 농업용수 회귀수량 산정 방법

농업용수 공급량 시계열 생성	논 배수 모형
<ul style="list-style-type: none"> 농업용수 공급량 산정 (대상) 한국농어촌공사 계측 저수지 (출처) 농어촌알리미 일 저수율 정보 (저수량 산정) 유효저수량 × 저수율 (공급량 산정) “전일 - 당일” 저수량 차이 (공간 범주) 동일 용수구역 내 저수지 공급량 계 (공급량 배분) 용수구역별 시설수혜논 면적비 (회귀수량 산정) 논 배수모형 적용 (회귀지점 선정) 논 면적의 도심 위치를 산정 ⇨ 도심 위치와 하천 네트워크를 GIS Hub 분석 ⇨ 소유역별 하천 구간으로 회귀 	<ul style="list-style-type: none"> (논 포장배수량) 담수심 - 물꼬 높이 담수심이 물꼬 높이를 넘지 못하면, 논 포장 배수량은 0 담수심 = 전일 담수심 + 농업용수 공급량 × (1-송수 손실률-용수로 배수율) + 강우량 - 침투량 - 증발산량 - 논 포장배수량 논물 담수기간 : 5.1 ~ 9.30 (용수로 배수량) 농업용수 공급량×용수로 배수율 (회귀수량) 논 포장배수량 + 용수로 배수량 (농업용수 회귀 위치 연결) GIS 최근 위치 분석을 이용한 Hub 연결

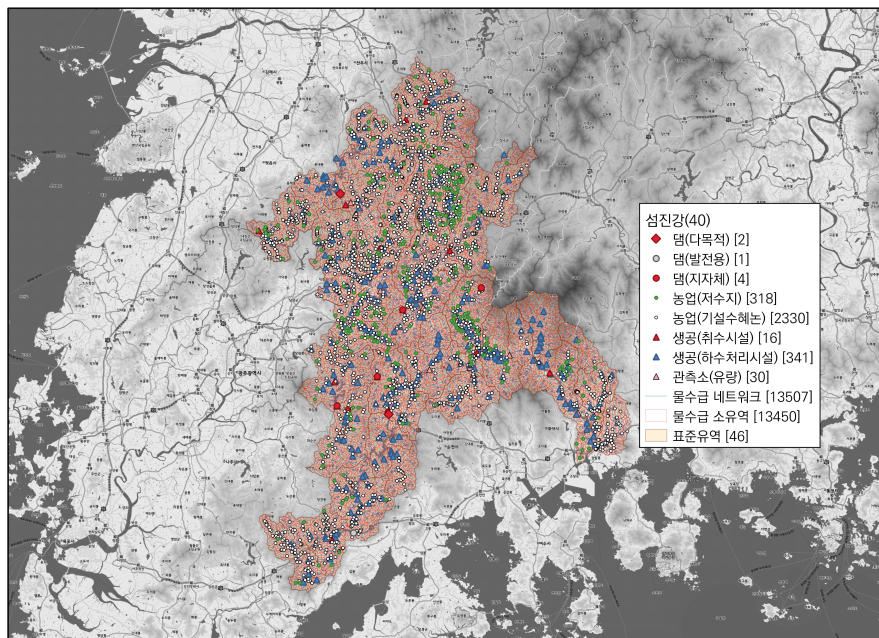
(1) 물수급 분석모형 구축 결과

(가) 섬진강권역 물수급 분석모형 구축결과

- 섬진강수계 물수급 분석모형은 46개의 표준유역에 대해 총 13,507개의 네트워크로 구축됨

<표 4.11> 물수급 분석모형 DB구축 현황 (섬진강)

물수급 네트워크	댐(다목적)	댐(용수)	댐(발전용)	댐(지자체)	댐(보)
13,507	2	-	1	4	-
표준유역	농업(저수지)	농업(기설수혜논)	생공(취수)	생공(하수처리)	관측소(유량)
46	318	2,330	16	341	30



<그림 4.8> 물수급 분석모형 구축결과 (섬진강)

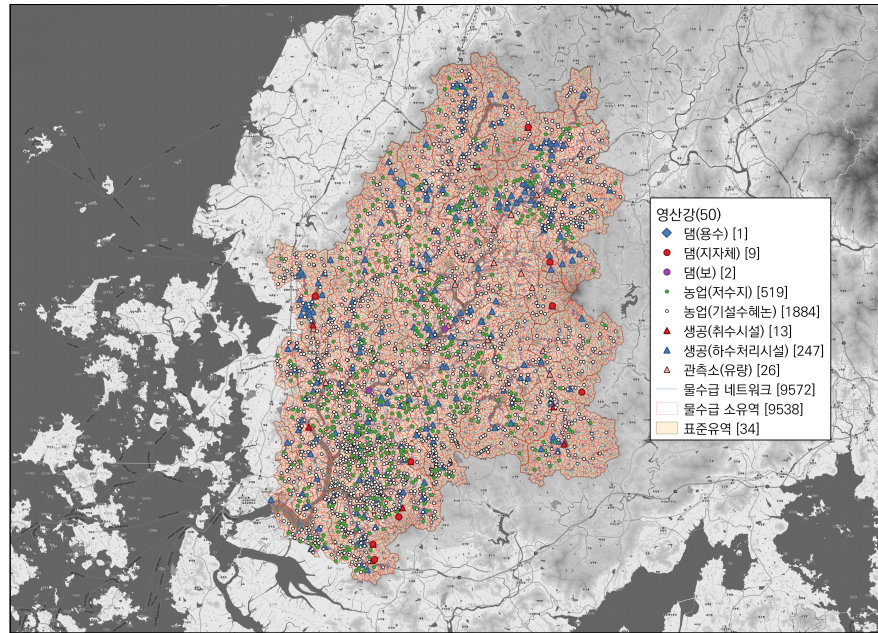
(나) 영산강권역 물수급 분석모형 구축 결과

① 영산강수계

- 영산강수계 물수급 분석모형은 34개의 표준유역에 대해 총 9,572개의 네트워크로 구축됨

<표 4.12> 물수급 분석모형 DB구축 현황 (영산강)

표준유역	댐(다목적)	댐(용수)	댐(발전용)	댐(지자체)	댐(보)
34	-	1	-	9	2
물수급 네트워크	농업(저수지)	농업(기설수혜논)	생공(취수)	생공(하수처리)	관측소(유량)
9,572	519	1,884	13	247	26



<그림 4.9> 물수급 분석모형 구축결과 (영산강)

② 탐진강수계 물수급 분석모형 구축결과

- 탐진강 물수급 분석모형은 4개의 표준유역에 대해 총 1,397개의 네트워크로 구축됨

<표 4.13> 물수급 분석모형 DB구축 현황 (탐진강)

표준유역	댐(다목적)	댐(용수)	댐(발전용)	댐(지자체)	댐(보)
4	1	-	-	1	-
물수급 네트워크	농업(저수지)	농업(기설수혜논)	생공(취수)	생공(하수처리)	관측소(유량)
1,397	21	158	2	36	5



<그림 4.10> 물수급 분석모형 구축결과 (탐진강)

다. 가뭄 시나리오 구축 방법

(1) 취수원별 가뭄상황(강수 부족량) 시나리오 구축 방법

- 취수 지점의 용수공급가능일수는 취수원으로 유입되는 일단위 자연하천유량 시계열과 일평균 수요량 시계열의 차이를 분석하여 산정
- 취수 지점으로 유입되는 가뭄상황을 고려한 일단위 자연하천유량 시계열은 강수 부족량을 일단위 시계열로 산정하여 강우-유출 모형 입력자료로 이용하여 산정
- 취수원의 수요량 시계열은 가뭄기초조사보고서(Kwater, 2018)의 취수 실적 자료를 이용하였으며, 기존 조사 자료가 없을 경우에는 객관적인 운영 실적을 제시하여 합리적인 일단위 수요량 시계열을 생성함
- 강수량 부족 시나리오(가뭄상황 시나리오)는 이변량 가뭄빈도해석 기법을 이용하여 지속기간 12개월(또는 24개월)의 30년 빈도에 해당하는 강수 부족량을 산정
- 이후 강수 부족량을 반영한 강수시계열을 생성하여 강우-유출모형의 입력자료로 이용

<표 4.14> 가뭄상황 시나리오 구축 방법

순서	분 류	설 명
1	기상자료 구축	전국 60개 기상관측소의 일강수량 시계열 자료 취득 (관측기간: 1973년~2020년)
2	강우 분석	강우관측소의 상대적 위치와 관측망의 상대적 밀도 등을 고려하여 티센법(Thiessen method)을 통해 월별(1~12월) 대권역 유역평균강수량 산정
3	가뭄빈도해석	가뭄의 지속기간(duration)과 심도(severity)를 동시에 고려 가능한 Copula 함수를 활용하여 이변량 가뭄빈도해석 수행하여 지속기간 12개월, 가뭄빈도 30년에 대한 가뭄심도(연강수부족량) 산정
4	가뭄상황 월강수량 시나리오 구축	연강수부족량을 월별 비율 할당 후 과거자료의 평균 월강수량에서 월별 강수 부족량을 제거하여 대권역별 월강수량(12개월) 시나리오 구축
5	가뭄상황 일강수량 시나리오 구축	대권역별 월강수량 시나리오에 NHMM을 활용한 시공간적 상세화를 수행하여 지점별 일강수량 시나리오를 구하고 이를 유역평균하여 표준유역별 일강수량(365일) 시나리오 구축

- 가뭄시나리오 생성은 수문통계학적기법, 수문학적 모의를 활용하여 진행되며, 단계별 주요 사항은 다음과 같이 요약할 수 있음

<표 4.15> 가뭄시나리오 생성 방안

가뭄시나리오 생성 방안
(1) 이변량 빈도해석 <ul style="list-style-type: none"> - 가뭄지속기간 : 1년(12개월), 2년(24개월) - 가뭄빈도 : 30년 빈도 (또는 취약지도에서 요구하는 빈도 생성) (2) 연강수부족량*을 일강수량 시계열로 변환 <ul style="list-style-type: none"> * 이변량 가뭄빈도해석결과(지속기간 1년 30년빈도) 가뭄에 해당되는 연간 강수부족량 ① 표준유역단위 분석을 원칙으로 함 ② 이변량 가뭄빈도해석 결과를 일단위 지점단위로 강우상세화 실시 ③ 연기준으로 결정된 강수부족량을 월별로 할당 <ul style="list-style-type: none"> - 정상년 평균 연강수량 분포를 활용

가뭄시나리오 생성 방안

- 전년 홍수기부터 차년도 홍수기전까지 강우부족량 분포 추출
- ④ 월 단위로 다지점 강우상세화모형 구축 완료
 - (입력) 월강수량시계열, 유역/지점별일강수량 시계열
 - (출력) 표준유역별 일강수량시계열
- ⑤ 연강수부족량을 반영한 일강수량 시계열 생성
 - 월별로 할당된 부족량을 기준으로 상세화 실시
- (3) 강우-유출 모의
 - 상세화된 결과를 연속된 시계열로 만들어 물수급 분석 모형의 입력자료로 활용
 - 강우-유출모형 선정 : GR4J
- (4) 댐 및 저수지 저수위 기준 결정
 - ① 댐 운영을 위한 기준 설정
 - 10월 1일 평균수위(50%)
 - ② 댐과 동일한 저수율로 농업용 저수지 저수율
 - 댐/저수지 운영모의 실시

(가) 가뭄빈도 분석

① 분석방법

- 가뭄의 경우, 심도(severity)와 함께 지속기간(duration)도 중요한 인자로 고려되고 있으며, 이와 같은 두 개 이상의 변량을 모두 고려해야 하는 경우에는 단변량(univariate) 가뭄빈도해석보다 다변량(multivariate) 가뭄빈도해석을 수행하는 것이 합리적임(Shiau and Shen, 2001)
- 가뭄의 특성을 평가하기 위하여 정상년(과거 강수량 자료 기간) 강수량을 기준으로 강수부족량과 강수부족이 지속되는 기간으로 가뭄을 정의함
- Copula 모형의 빈도해석 방법을 활용한 이변량 가뭄빈도해석 절차를 적용하여 가뭄지속기간 및 가뭄심도에 따른 재현기간 분석
- Copula 함수는 Gaussian Copula와 Archimedean Copula(Clayton, Frank, Gumbel) 함수를 활용
- 우도(likelihood)를 추정하여 우도가 가장 크게 나온 Copula 함수를 최적 함수로 선정

<표 4.16> Copula 함수 및 우도 산정 결과 (예시)

구분	함수식	우도
Gaussian	$\frac{1}{\sqrt{\det R}} \exp\left(-\frac{1}{2} \begin{pmatrix} \Phi^{-1}(u_1) \\ \vdots \\ \Phi^{-1}(u_d) \end{pmatrix}^T \cdot (R^{-1} - I) \cdot \begin{pmatrix} \Phi^{-1}(u_1) \\ \vdots \\ \Phi^{-1}(u_d) \end{pmatrix}\right)$	60.69
Clayton	$[\max(u^{-\theta} + v^{-\theta} - 1; 0)]^{-1/\theta}, \theta \in [-1, 1)$	43.19
Frank	$-\frac{1}{\theta} \log\left(1 + \frac{(\exp(-\theta u) - 1)(\exp(-\theta v) - 1)}{\exp(-\theta) - 1}\right)$	50.57
Gumbel	$\exp(-((- \log(u))^\theta + (- \log(v))^\theta)^{1/\theta})$	60.83

- 이변량빈도해석을 통한 재현기간 평가는, Shiau and Shen(2001)이 제시한 다음식을 활용

$$T_{DS} = \frac{E(L)}{P(D \geq d \text{ and } S \geq s)} = \frac{E(L)}{1 - F_D(d) - F_S(s) + C(F_D(d), F_S(s))}$$

- 여기서 $F_D(d)$ 와 $F_S(s)$ 는 각각 가뭄지속기간(D)과 심도(S)에 대한 확률분포함수를 나타내며 C 는 Copula 함수를 의미한다. T_{DS} 는 $D \geq d$ 이고, 동시에 $S \geq s$ 인 경우의 결합재현기간이며, $E(L)$ 은 가뭄의 발생 간격을 나타냄

(2) 시나리오 구축결과

(가) 가뭄빈도 분석결과

- 이변량 가뭄빈도해석 결과 가뭄발생 지점은 섬진강권역 5개소(여수, 완도, 임실, 남원, 고흥), 영산강권역 4개소(광주, 목포, 장흥, 해남), 제주도권역 3개소(제주, 성산, 서귀포)로 분석됨

<표 4.17> 이변량 가뭄빈도해석 결과 (지점강우량 기준)

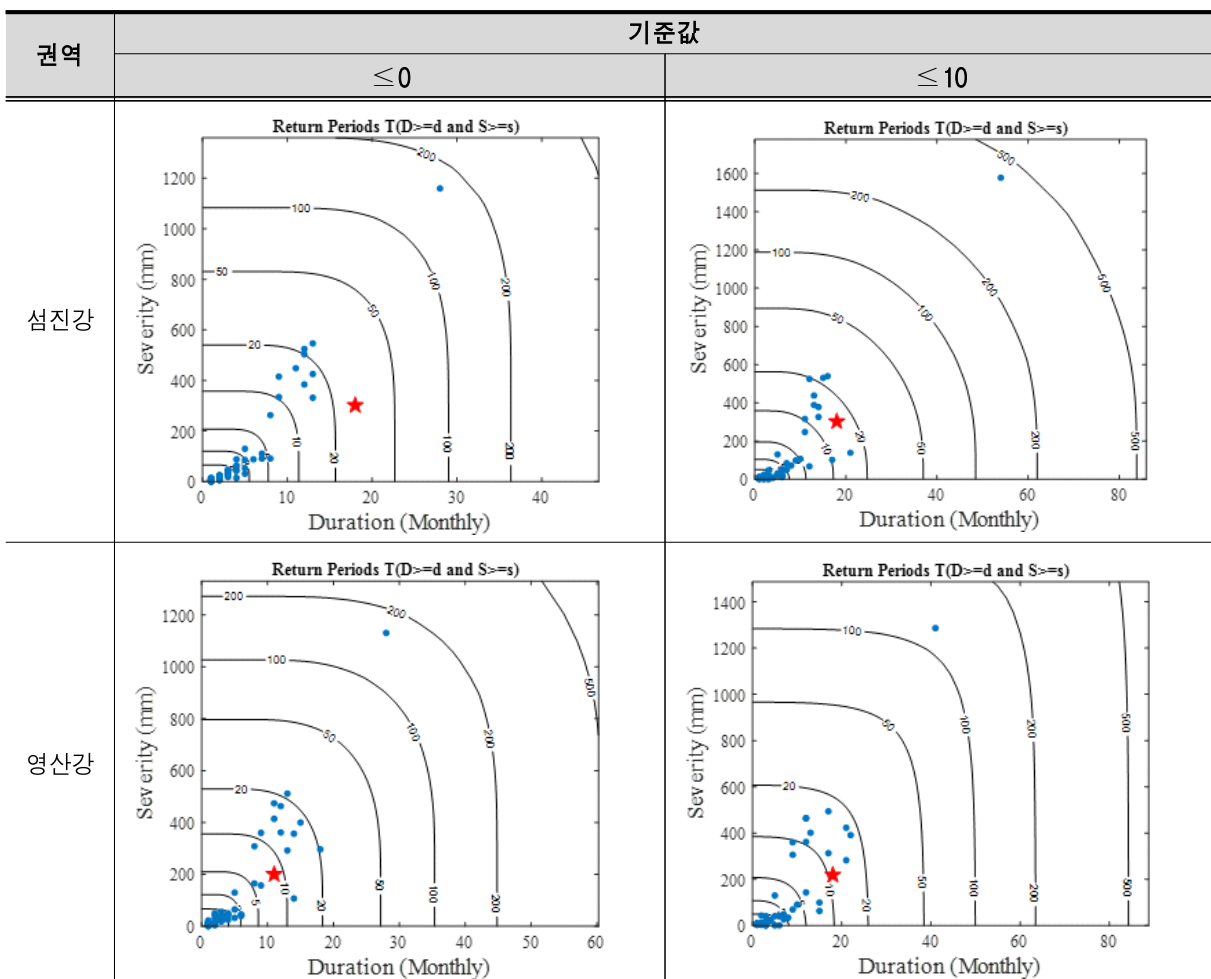
권역	지점명	가뭄발생 (년,월)	강우부족 지속기간 (month)	강우부족량 (심도) (mm)	단변량 빈도해석(년)		이변량 빈도해석(년)
					지속기간 T(D)	강우부족량 T(S)	지속기간 · 강우부족량 동시고려(T(DS))
섬진강	여수	2022.02	6	161.28	2.69	3.06	3.44
	완도	2022.01	7	287.11	3.68	5.08	5.43
	임실	2022.02	6	99.55	3.11	2.52	3.42
	남원	2021.02	18	391.41	21.64	9.94	23.54
	고흥	2022.01	7	264.25	3.23	4.86	5.19
	평균		9	240.72	6.87	5.09	8.20
영산강	광주	2021.06	14	235.14	11.53	5.23	12.07
	목포	2021.09	11	227.3	6.9	5.46	7.96
	장흥	2022.01	7	203.09	3.55	3.75	4.32
	해남	2022.01	7	229.46	3.48	4.73	5.01
	평균		10	223.75	6.37	4.79	7.34
제주도	제주	2022.03	5	148.61	2.47	2.87	3.29
	성산	2022.03	5	210.06	2.25	3.08	3.19
	서귀포	2022.03	5	270.2	2.19	3.87	3.97
	평균		5	209.62	2.30	3.27	3.48

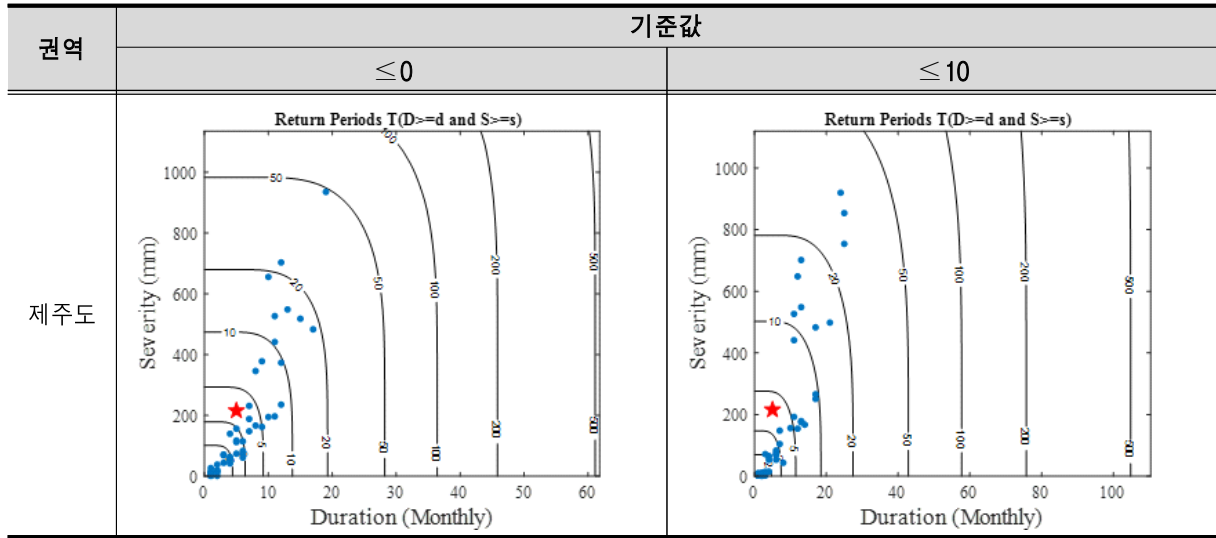
<표 4.18> 이변량 가뭄빈도해석 결과 (유역평균강우량 기준)

기준값	권역	가뭄발생		강우부족 지속기간 (month)	강우부족량 (심도) (mm)	단변량 빈도해석(년)		이변량 빈도해석(년) 지속시간 · 강우부족 량 동시고려 (T(DS))
		년	월			지속기간 T(D)	강우부족량 T(S)	
≤ 0	섬진강	2021	2	18	301.3	27.7	7.9	28.2
	영산강	2021	9	11	200.1	7.4	4.7	8.3
	제주도	2022	3	5	215.6	2.3	3.6	3.7
≤ 10	섬진강	2021	2	18	301.3	10.8	8.0	15.1
	영산강	2021	2	18	218.5	9.7	5.3	10.9
	제주도	2022	3	5	215.6	2.1	4.0	4.1

- 최종적인 가뭄빈도해석 결과는 지속기간별 가뭄심도별 재현기간을 산정함으로써 표현되고, 이로부터 지속기간별 발생빈도별 강수부족량을 산정하여 지속기간 12개월, 발생빈도 30년에 해당하는 강수부족량을 가뭄상황 시나리오에 적용함

<표 4.19> 조건부 Copula 이변량 가뭄빈도해석 결과 (유역평균강우량 기준)





(나) 강우유출 분석결과

- 강수량 부족 시나리오(가뭄상황 시나리오)에 따라 분석된 중권역별 30년 빈도의 월별 강우유출 분석결과는 다음과 같음

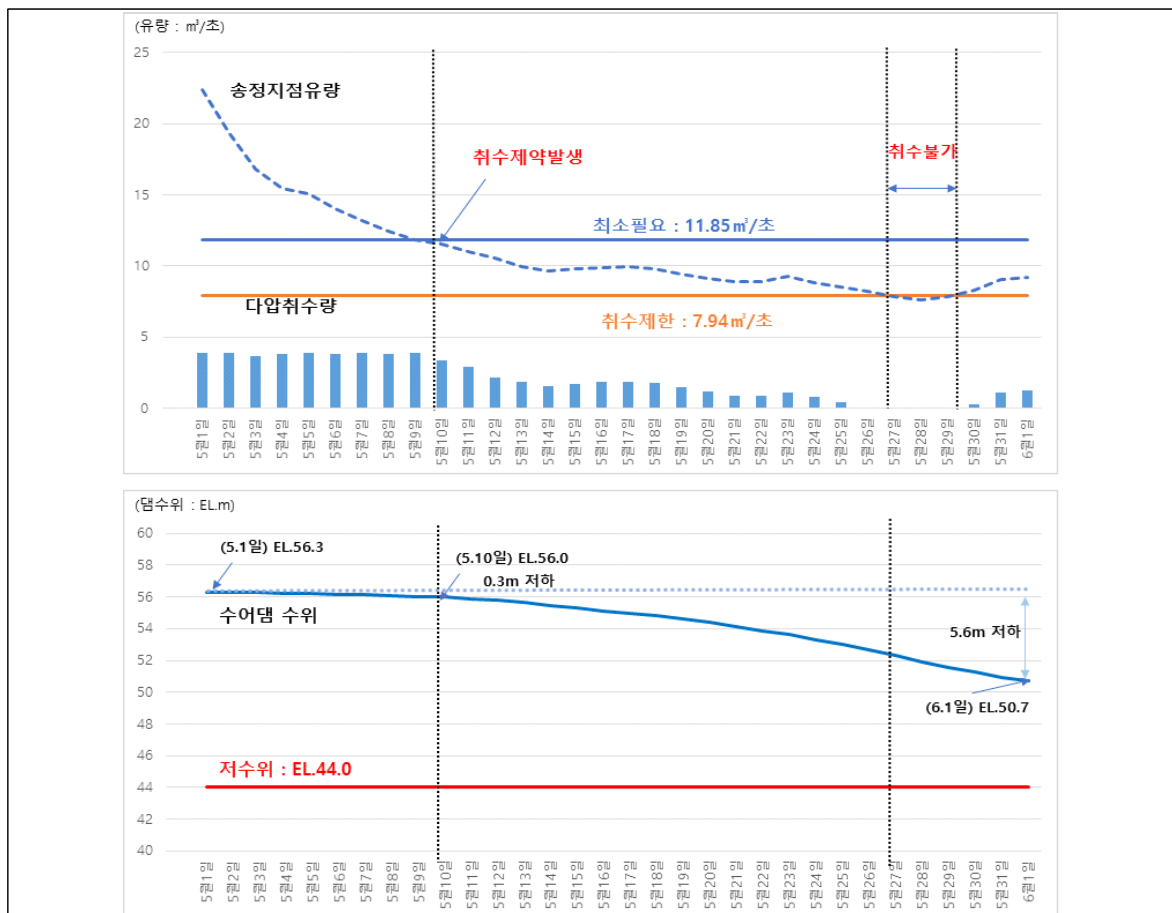
<표 4.20> 가뭄시나리오 분석결과 (월별 강우유출)

중권역	표준유역	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
요천 (m^3/s)	합계	3.970	2.530	6.298	3.123	4.167	7.882	50.793	10.646	55.121	17.873	7.573	4.558
	동화댐	1.899	1.270	2.426	1.505	1.736	2.926	16.122	4.371	14.809	7.191	3.591	2.063
	요천상류	1.315	0.776	2.301	0.986	0.976	1.380	10.402	3.516	10.360	4.771	1.949	1.238
	남원수위표	0.437	0.279	0.865	0.354	0.746	1.778	12.080	1.495	14.268	3.147	1.127	0.702
	요천하류	0.318	0.205	0.705	0.279	0.710	1.798	12.189	1.265	15.684	2.765	0.906	0.555
지석천 (m^3/s)	합계	13.879	9.770	27.754	17.935	26.630	38.034	199.491	82.469	85.988	54.947	25.221	18.172
	지석천상류	0.534	0.402	1.144	1.448	9.118	13.114	54.942	29.239	30.484	3.484	1.155	0.529
	지석천하류	0.757	0.493	2.172	1.300	1.133	1.936	19.908	4.201	4.550	5.807	2.086	1.357
	화순천	3.443	2.435	6.638	3.909	3.194	3.502	20.079	8.083	6.545	11.006	5.889	4.636
	나주댐	0.780	0.545	1.570	1.423	4.306	8.285	40.764	16.957	21.868	5.137	1.680	0.825
	대초천	3.727	2.639	6.739	4.352	4.468	6.164	28.265	12.052	12.551	12.505	5.855	4.206
	남평수위표	0.799	0.524	2.254	1.197	0.859	1.177	14.673	3.247	2.980	5.279	2.185	1.558
	지석천	3.838	2.732	7.236	4.305	3.551	3.857	20.859	8.690	7.010	11.730	6.371	5.061
탐진강 (m^3/s)	합계	8.391	6.359	12.590	12.405	47.792	79.860	260.828	154.597	184.150	29.346	13.733	7.326
	장흥댐	3.826	2.906	5.529	5.173	16.965	27.446	78.466	50.703	61.853	11.901	6.128	3.452
	탐진강중류	0.677	0.488	1.204	1.383	8.153	13.242	53.259	28.457	36.656	3.979	1.455	0.652
	금강천	3.213	2.476	4.637	4.351	13.321	24.560	71.747	43.778	49.160	9.356	4.669	2.540
	탐진강하류	0.675	0.489	1.219	1.497	9.352	14.612	57.355	31.659	36.481	4.109	1.481	0.682
제주서해 (m^3/s)	합계	14.307	10.342	17.859	32.039	12.102	56.129	112.653	72.377	99.947	17.259	11.963	5.555
	한경면	5.110	3.291	6.351	11.630	4.408	20.126	32.841	26.780	34.088	5.440	3.905	1.844
	금성천	3.131	3.757	3.913	1.991	2.871	11.639	51.422	11.214	31.209	6.650	4.190	1.762
	대정읍	6.066	3.294	7.595	18.419	4.822	24.364	28.390	34.382	34.650	5.169	3.868	1.948

2. 물수급 분석을 통한 시설 연계 운영방안 도출

가. 현황

- 여수·광양 산업단지는 약 102만톤/일의 용수를 이용 중이며, 섬진강 하천과 4개댐을 연계하여, 2개의 공급계통으로 용수공급 중으로 조사됨
- 「계통 1(섬진강+3개댐)」: 주암댐과 섬진강댐에서 섬진강 본류로 농업용수 방류 ⇨ 섬진강 본류 다압취수장에서 취수 ⇨ 수어댐 저류 ⇨ 산업단지 공급
- 「계통 2(주암조절지댐)」: 농업용수 방류 ⇨ 이사천취수장 취수 ⇨ 산업단지 공급
- 최근 가뭄(2021년 1월~6월)으로 인해 「계통 1」의 섬진강 본류 하천유량이 감소함에 따라, 주암·섬진강댐은 정상공급(33.8만톤/일) 중이나, 다압취수장 취수제한 발생하는 것으로 조사됨
- 2022년 섬진강권역 강수량은 예년의 53%, 송정지점 유량은 5년 평균의 42% (6.1일 기준)으로 조사됨
- 하류 염해 방지를 위해 송정지점 기준 68.6만톤/일(7.94m³/초) 초과수량만 취수 가능토록 허가 ⇨ 5.10일부터 제약 ⇨ 섬진강댐 증가방류(5.26일~) ⇨ 6.1일 기준 약 11만톤/일 취수 중으로 조사됨

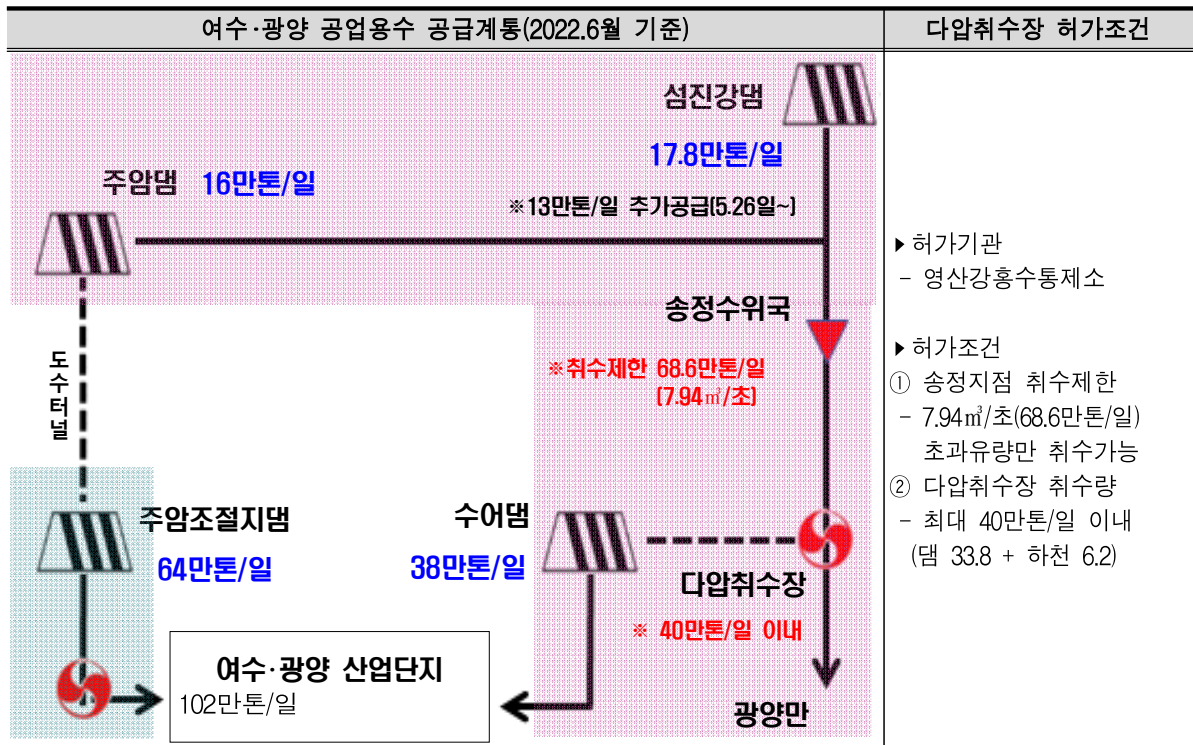


<그림 4.11> 송정지점 유량 / 다압취수량 / 수어댐 수위

나. 문제점

- 수어댐에서는 38만톤/일 수준의 공급이 필요하나, 다압(취) 취수량이 최대 10만톤/일 내로 감소하여 수어댐 부담 증가하여 용수공급 대책 필요한 것으로 조사됨
- 다목적댐인 주암댐(707백만톤)이나 섬진강댐(466백만톤)과 달리, 수어댐은 용수댐으로서, 총저수용량 27.5백만톤에 불과(현 가용수량 : 5.6백만톤, 38만톤/일 기준 14일 분량)한 것으로 조사됨

<표 4.21> 섬진강 여수·광양 공업용수 공급계통도



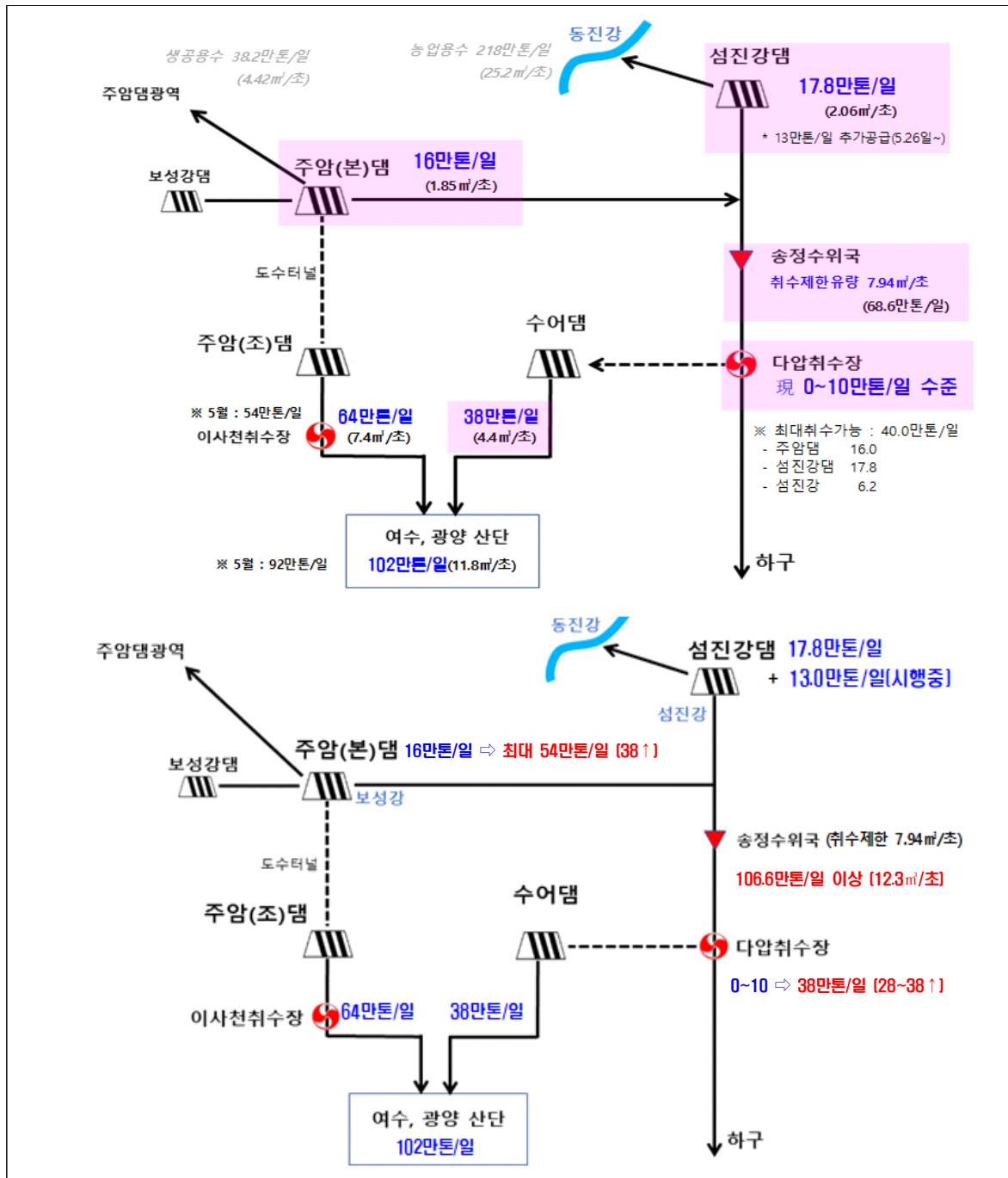
다. 연계운영 대책

(1) 시행중 대책

- 수어댐 용수 최대한 활용 + 섬진강댐·주암조절댐 용수지원하는 것으로 조사됨
- ⇒ 섬진강 유량증대를 위해 섬진강댐 13만톤/일 증가방류
- ⇒ 수어댐 부담완화를 위해 주암조절지댐 10만톤/일 대체공급

(2) 1단계 대책

- 수어댐 수위저하 시, 주암댐에서 최대 38만톤/일 증가방류하는 것으로 조사됨
- 수어댐의 수위가 저수위 대비 4m 여유있는 48.0m(유효저수용량 3.1백만톤) 까지 저하되면, 주암댐 38만톤/일 증가방류하는 것으로 조사됨
- ⇒ 수어댐의 수위가 48.0m에서 더 낮아지지 않도록 유지
- ⇒ 주암댐 방류로 송정지점 106.6만톤/일 공급유지



<그림 4.12> 여수·광양 산업단지 물부족 시 공급계통도

(3) 2단계 대책

- 주암댐 가뭄단계 진입 시, 증가방류 단계적 감축 및 다압취수장 비상취수를 위한 취수제한유량 한시조정을 검토하는 것으로 조사됨
- ⇒ 주암댐 증가방류 지속 시 주암댐 고갈도 우려되므로 주암댐이 가뭄단계에 진입할 경우 송정지점 제한유량의 한시적 하향조정
- ⇒ 주암댐은 하향조정된 제한유량을 충족하는 범위에서 증가방류를 감축

라. 연계방안 검토결과

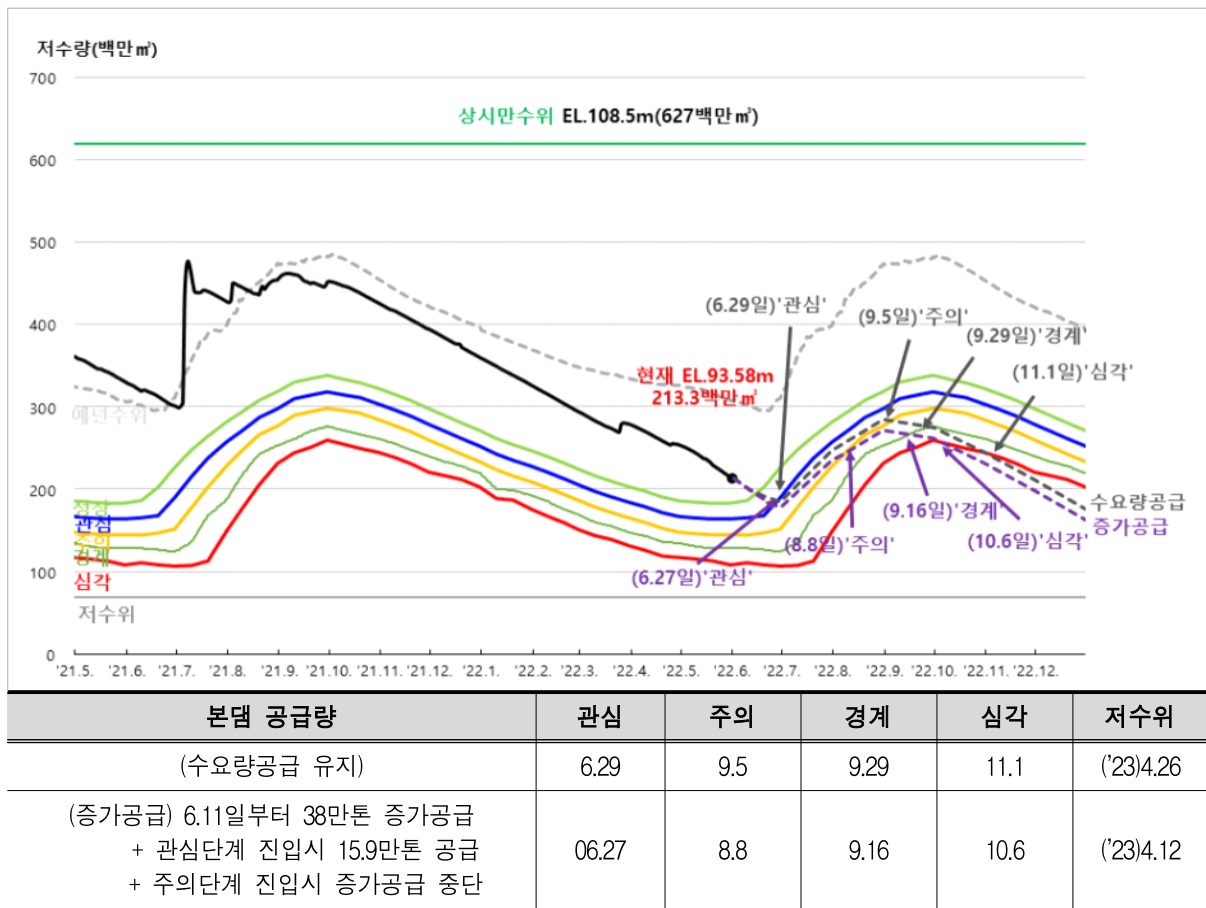
(1) 검토조건

- 유입량 : 홍수기전(200년빈도) + 홍수기후(20년빈도)
- 방류량 : 주암조절지댐 10만톤/일 대체공급만 지속 반영 15.9만톤/일 추가공급

(2) 검토결과

- 6.11일부터 38만톤/일 증가공급, 관심단계 진입 시 15.9만톤/일 공급, 주의단계 진입시 증가공급 중단 분석되어, 주암댐 생공용수 확보 어려움 발생하는 것으로 조사됨

<표 4.22> 연계운영 검토결과



3. 물수급 분석을 통한 물순환 체계 개선방안 도출

- 「영섬유역 물관리 현안 해소 추진(안)」(Kwater 제공, 2019년 기준) 문헌조사를 통해 영산강·섬진강 권역의 물순환 체계 개선방안을 도출함

가. 기존 시설 이용 효율화

(1) 농업용수의 공급능력을 재평가한 후, 여유수자원을 활용

(가) 영섬권역 경지면적 및 수자원공급 능력 재평가가 필요한 것으로 조사됨

- 영섬권역 경지면적 약 21% 감소(1968년 465천ha ⇨ 2018년 368천ha)한 것으로 조사됨
: 섬진강댐에서 공급 중인 동진강유역 경지면적 약 12% 감소(1968년 51천ha ⇨ 2018년 45천ha)
- 4대강사업 농업용저수지 독높이기 사업(총 23개소, 영산강 14개소, 섬진강 9개소)을 통해 약 76백만㎥(영산강 62㎥, 섬진강 14㎥) 추가 저수용량 확보한 것으로 조사됨

(나) 섬진강댐 농업용수 공급량 재평가 ⇨ 여유량 활용이 필요한 것으로 조사됨

- 최근 20년간(2001년~2020년) 농업용수는 대부분 배분량 초과 이용 중(2016년 이후 배분량 내 이용)으로 조사됨

(다) 특히, 비관개기(10~3월)는 배분량의 4배 이상 이용 중으로 조사됨

- : 관개기(4~9월) : 배분량(357백만㎥) 대비 398백만㎥ 공급 (▲41백만㎥)
- : 비관개기(10~2월) : 배분량(14백만㎥) 대비 65백만㎥ 공급 (▲51백만㎥)

- 여유량 산정 시 이수·치수·하천유량 등 다각적 활용방안 검토

(라) (영산강) 유역 내 유일한 대규모 수원인 4대호 활용(재평가 ⇨ 여유량 활용)이 필요한 것으로 조사됨

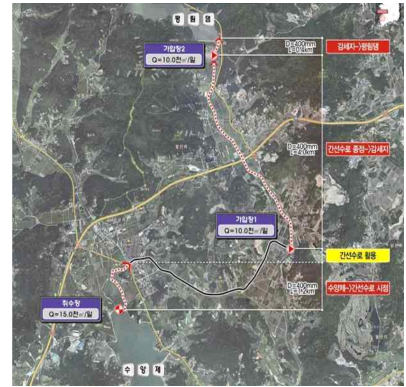
- 농업용수 공급량 재평가, 독 높이기 사업의 추가용수(하천유지용수)의 적정 방류 진단을 통해 여유량 산정 시 영산강 수질 개선 등으로 활용

<표 4.23> 댐별 홍수조절용량

구분	총저수용량 (백만㎥)			독높이기 사업내용	사업기간
	사업전	사업후	확보물량		
계	265	307	42 (▲16%)		
나 주	91	108	17 (▲19%)	증고 (4.13m) 취수탑신설	2011.12~2013.12
장 성	90	104	14 (▲16%)	증고 (4.45m) 취수탑신설	2011.12~2014. 1
담 양	67	78	11 (▲16%)	증고 (4.86m) 취수탑보강	2011. 9~2014. 3
광 주	17	17	-	증고 (-) 취수탑신설	2012. 4~2015. 3

[수양저수지(농업용) 활용사례]

- (평립댐) 전남서부권지역 용수공급을 위한 수원으로 2021년 가동률 최대 119%를 공급 중으로 가뭄에 취약한 것으로 조사됨
- (비상활용) 2017년~2018년 가뭄 시 평립댐 가뭄위기 “경계단계” 진입으로 인근 수양저수지 여유량을 활용(일 최대 1.5만 m^3)한 것으로 조사됨
- (실적) 2017.11~2018.9 동안 약 3백만 m^3 공급(목적외 이용료 납부)한 것으로 조사됨



(마) (기타 농업용시설) 주요 농업용 저수지(저수용량 1천만 $\text{m}^3 \uparrow$)의 용수 공급량 및 추가용수(독농임 사업)의 적정 이용량 진단을 통해 여유량 활용이 필요한 것으로 조사됨

- 대상저수지(백만 m^3) : (섬진강) 동화(32), 하동(32), 용림(12), (영산강) 불갑(17), 수양(12)

(2) 기존 수자원시설의 여유량 재검토 및 효율적 활용 방안 마련

(가) (보성강댐) 전문가·지자체·지역민 등이 참여하는 협의체 구성을 통해 유역 외(⇒득량만)로의 필요한 적정방류량 산정 후, 여유량 활용이 필요한 것으로 조사됨

- 최근 10년(2011년~2020년) 연간 93백만 m^3 (관개용수 배분량 27백만 m^3) 득량만 방류 중으로 조사됨

(나) (장흥댐) 장래여유량을 인근지역 공급 등 구체적 활용방안 마련이 필요한 것으로 조사됨

- 장래 수요정체로 2025년 이후 약 12.7만 m^3 /일의 여유량 발생 전망(「국가수도기본계획」, 환경부(2022)하는 것으로 조사됨

(다) (담양·화순홍수조절지) 비홍수기 상시 담수로 영산강 수질이상 시 활용이 필요한 것으로 조사됨

- 댐·보 연계운영협의회 의결(2021) 및 관련 연구(홍수조절지 활용방안 연구, 2021.2) 등을 통해 시범담수(2022) ⇨ 효과분석 ⇨ 상시 활용할 계획으로 조사됨

: 담수가능량 - 담양(제3조절지 0.9백만 m^3), 화순(제1조절지 1.6백만 m^3)

<표 4.24> 홍수조절지 현황

담양 홍수조절지	화순 홍수조절지
<ul style="list-style-type: none"> • (위치) 담양읍 월산면 용천→영산강 • (홍수조절용량) 3.75백만m^3(1,2,3조절지) 	<ul style="list-style-type: none"> • (위치) 화순군 이양·청풍면 (지석천→영산강) • (홍수조절용량) 7.25백만m^3(1,2조절지)

(라) (기타시설) 유역 내 이용률이 낮은 저수지 및 용도폐지 저수지 활용이 필요한 것으로 조사됨

(3) 물이용 자립도가 낮은 여수지역(국가산단) 맞춤형 대체수원 적극 개발

- 지하수저류지(광양·보성 24천 m^3 /일) 및 하수재이용(여수 5만 m^3 /일), 해수담수화 등 맞춤형 대체수원 개발 및 자구 대책 마련 필요한 것으로 조사됨
- 대체수원에 대한 경제성은 향후 계획수립 시 검토(기존 공급받는 원수단가 비교 등) 예정으로 조사됨

(4) 영산강권역 폐쇄취수시설 대상 지하수저류지 적지평가

- 영산강권역 내 광역상수도 보급으로 폐쇄된 지자체 기존수원과 연계한 지하수 저류지 개발적지 검토가 필요한 것으로 조사됨
- 영·섬권역 폐쇄취수시설(33개소) 중 복류수 및 지하수를 취수하는 15개소를 대상으로 하천수위 및 시추자료 검토, 도면분석을 통해 영산강권역 가능지점 4개소 선정한 것으로 조사됨
- 시추주상도, 하천수위, 도상검토 등 기존자료 분석을 통해 개발가능량을 추정하였기 때문에 별도의 세부적인 조사가 필요한 것으로 조사됨
- 지하수 저류지 설치 시 차수벽 하류지역의 건천화에 대한 추가 검토가 필요한 것으로 조사됨

<표 4.25> 대상지점 검토결과

대상지역		총적층면적 (㎡)	대수층두께 (m)	유효공극률	기존저류량 (천㎡)	지하수위상승폭 (m)	추가저류량 (천㎡)	개발가능량 (㎡/일)
광주광역시	황룡	1.62	1.0	0.1	162	0.3	36	2,290
	송정	4.19	3.1	0.1	1,295	0.4	163	12,989
장성군	영천	1.08	8.2	0.1	886	0.8	90	8,294
함평군	나산	0.88	2.8	0.1	246	1.0	88	3,989

출처: 「영산강유역 폐쇄취수시설 대상 지하수저류지 적지평가」(영산강·섬진강유역물관리위원회 제공)

나. 적정 하천유지유량 산정

- (유량 재산정) 타유역과의 형평성 및 유역특성(수질·수생태)을 고려, 실제 하천에 필요한 하천유지유량 적정성 검토 및 재산정이 필요한 것으로 조사됨
- 최초 고시(2006년) 이후 재산정(2011년)하였으나, 지류 위주(본류 제외) 확대 고시(2015년)
⇒ 본류는 현재 과거의 산정기준(갈수량) 유지하는 것으로 조사됨
- 영산강 수질개선 및 섬진강 염해대책 등 적정 하천유지유량을 재산정하고 기존 시설 효율화를 통해 확보된 유량의 효과분석(모델링)이 필요한 것으로 조사됨
⇒ 장기적으로, 확보방안을 고려하여 본류 하천유지유량 확대 고시

다. 비구조적 대책을 통한 수해방지

- (1) 다목적댐(영산강·섬진강권역)의 제한적인 홍수조절능력 보완을 위한 구조적 및 비구조적 대책이 통합된 사전 대응방안 필요한 것으로 조사됨
 - 구조적(댐 여유고 증대 등), 비구조적(댐 운영 효율화) 대책
- (2) 섬진강권역은 2020년도 최대 500년 빈도의 집중호우로 인한 제방월류, 제방유실 등 홍수피해가 발생한 것으로 조사됨
 - 섬진강권역 홍수피해 저감을 위한 인프라(지역특성 반영 방안 마련) 및 관리계획 개선(제방고 확보, 지방하천기본계획 보완 등) 시급

5장

중권역별 물순환 개선방안

제1절 물관리 관련 계획의 목표와 전략

제2절 중권역별 물순환체계개선 및 추진전략

제V장 중권역별 물순환체계 개선방안

제1절 물순환체계 관련 계획의 목표 및 전략

1. 관련 계획의 목표 및 전략

가. 국가물관리기본계획 (2021년, 관계부처 합동)

(1) 목표

(가) 비 전 : 자연과 인간이 함께 누리는 생명의 물

- 함께 누리는 : “인간 중심”에서 “자연과 인간의 균형점”을 지향하고, 인간 사회의 지역 간, 소득수준 간 물복지 격차의 해소를 추구
- 생명의 물 : 모든 생명의 근원인 물을 안전하고, 건강하고, 풍부하게 하여 인간과 자연 모든 삶의 번영이 지속되도록 관리

(나) 목 표 : 건전한 물순환 달성 (물관리 기본법의 목적 및 기본이념)

- 기본목표 1 : 유역 공동체(인간과 자연) 모두의 건강성 증진
- 기본목표 2 : 지속가능한 물 이용 체계 확립으로 미래 세대 물 이용 보장
- 기본목표 3 : 기후위기에 강한 물안전 사회 구축

(다) 통합물관리 3대 혁신정책

- 기후위기 시대에 대응하고 유역 물관리 및 통합물관리 체계 구현을 위해 「6대 분야별 추진전략」에 공통으로 적용되는 핵심 정책

- ① 물순환 전 과정의 통합물관리
- ② 참여·협력·소통 기반의 유역 물관리
- ③ 기후위기 시대 국민안전 물관리

(라) 6대 분야별 추진전략

- (전략 1-3) 전통적 물관리 3대 분야별(수질·수생태, 이수, 치수) 전략
- (전략 4-6) 3대 분야별 전략을 효과적으로 추진하기 위한 기반·역량 강화 전략

- ① 물환경의 자연성 회복
- ② 지속가능한 물 이용 체계 확립
- ③ 물 재해 안전 체계 구축
- ④ 미래 인력양성 및 물 정보 선진화
- ⑤ 물 기반시설 관리 효율화
- ⑥ 물산업 육성 및 국제협력 활성화

(2) 전략

(가) 물환경의 자연성 회복

① 목표

- 공공수역의 깨끗한 수질 확보를 위한 노력을 지속하면서, 수생태계 건강성 확보, 종 다양성 회복, 서식처 복원에 보다 힘쓰고, 국민이 안심하고 즐길수 있는 하천 공간을 지속적으로 확대

② 전략

- 전략1 : 오염원 관리 강화를 통한 목표 수질 달성
- 전략2 : 안전하고 깨끗한 상수원 확보 및 지하수 보전 관리
- 전략3 : 하천유역의 자연성 회복 및 수생태계 건강성 확보
- 전략4 : 수변공간 관리체계의 정비 및 물 문화 활성화
- 전략5 : 물환경 관리 기준 및 관리체계 개선

(나) 지속가능한 물 이용 체계 확립

① 목표

- 국민 모두가 깨끗한 물을 지속적으로 이용할 수 있게 보장하고, 국민 스스로 물을 아끼고, 국민 서로가 이웃과 자연을 함께 고려하는 차세대 물 이용 체계 완성

② 전략

- 전략1 : 미래 물부족 대비를 위한 수요관리 강화 기반 조성
- 전략2 : 공급시설 효율화 및 수원 다변화를 통한 수자원 확보
- 전략3 : 서로 배려하는 합리적 물 배분 기반 마련
- 전략4 : 국민이 믿고 마시는 수돗물 공급
- 전략5 : 물복지 사각지대에 있는 취약지역의 물 기본권 보장

(다) 물 재해 안전 체계구축

① 목표

- 겪어보지 못한 가뭄·홍수가 오더라도 국민들의 피해 최소화

② 전략

- 전략1 : 가뭄관리체계 선진화 및 극한가뭄 대응체계 구축
- 전략2 : 기반시설 홍수안전 강화 및 예방 투자 확대
- 전략3 : 기후변화에 따른 극한홍수 대응체계 구축
- 전략4 : 홍수예보 체계 고도화
- 전략5 : 도시침수 관리체계 강화

(라) 미래 인력양성 및 물 정보 선진화

① 목표

- 전문인력 양성 및 고품질 물정보 생산, 첨단기술 기반 연구로물관리 기술기반 선진화

② 전략

- 전략1 : 물관리 전문인력 양성 및 일자리 창출
- 전략2 : 물 관련 조사·분석·정보화 관리 체계 지능화
- 전략3 : 세계 최고 수준의 물관리 기술 확보

(마) 물 기반시설 관리 효율화

① 목표

- 기반시설관리기본계획(국토부)을 토대로 물 기반시설의 안전을 우선 확보하고, 시설별 관리 전략 및 생애주기 자산관리체계 구축으로 유지관리·성능개선의 경제적 효율성 제고

② 전략

- 전략1 : 재해예방 위한 선제적 유지관리체계 마련
- 전략2 : 생활안전 관리수준 상향
- 전략3 : 스마트 기술을 통한 유지관리 성능 고도화

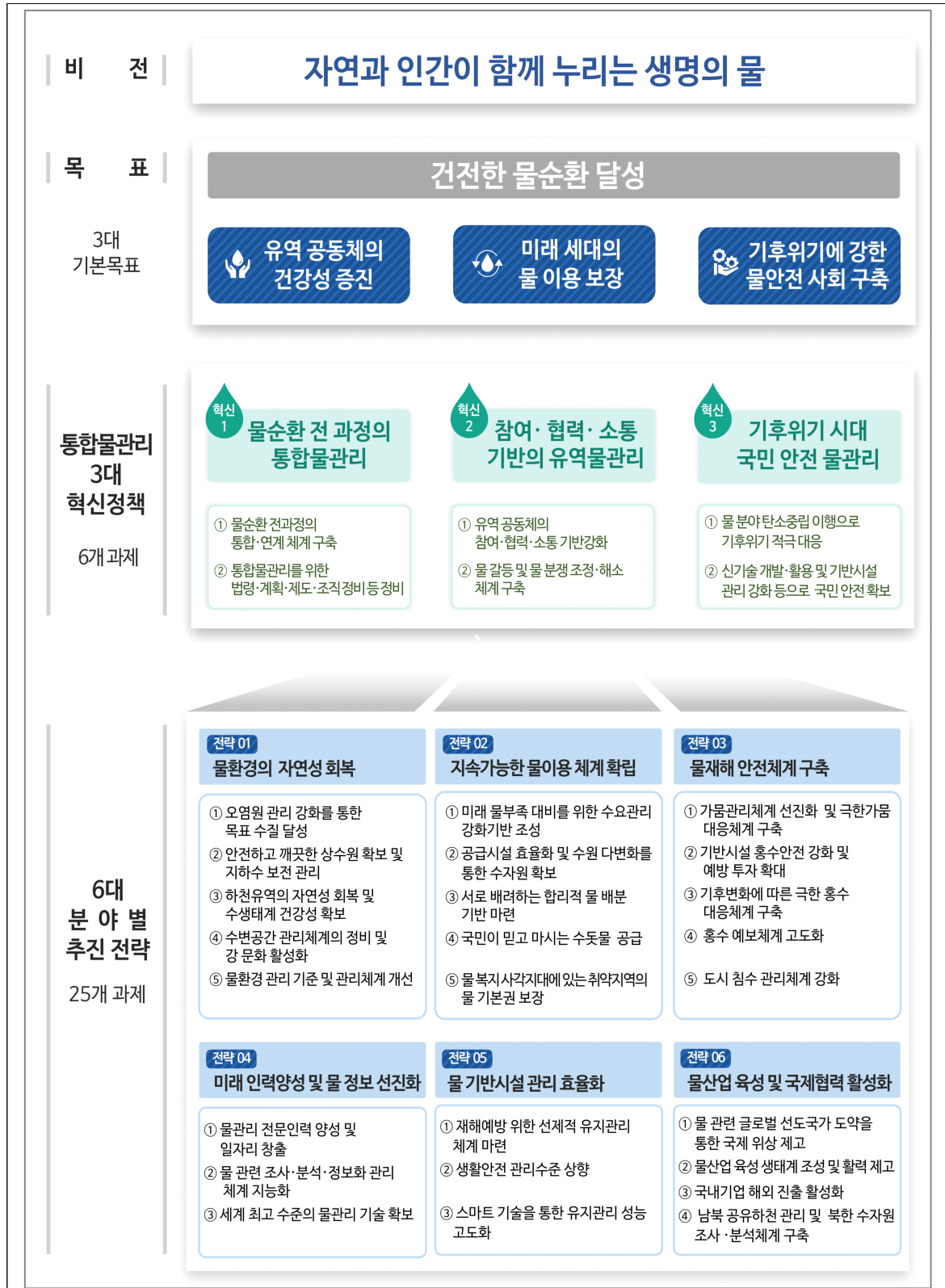
(바) 물산업 육성 및 국제협력 활성화

① 목표

- 국제적 물 이슈에 적극적·주도적으로 참여하여 국격을 제고하고, 우리기업 경쟁력 극대화를 통한 글로벌 물산업 선도국가로의 도약

② 전략

- 전략1 : 물 관련 글로벌 선도국가 도약을 통한 국제 위상 제고
- 전략2 : 물산업 육성 생태계 조성 및 활력 제고
- 전략3 : 국내기업 해외 진출 활성화
- 전략4 : 남북 공유하천 관리 및 북한 수자원 조사·분석체계 구축



<그림 5.1> 제1차 국가물관리기본계획(2021-2030) 비전 체계도

출처: 「제1차 국가물관리 기본계획(2021-2030)」 (관계부처 합동, 2021)

나. 물환경관리기본계획 (2021, 환경부)

(1) 목표

- 제2차 물환경관리 기본계획의 기간은 2016년에서 2025년까지이며, 대상 범위는 하천·호소·연안을 포괄하는 전 국토의 물환경임
- 계획의 비전은 2025년까지 “방방곡곡 건강한 물이 있어 모두가 행복한 세상” 달성으로, 방방곡곡, 즉 하천의 발원지에서 하구 연안까지, 본류부터 지류·지천까지 물리·생물·화학적으로 맑고 깨끗한 물을 확보하여 자연과 상생하는 건강한 물순환을 달성하는 것이 2025년 미래상의 기본전제임
- 또한, 물환경이 제공하는 혜택과 풍요를 현세대의 인간과 생물은 물론 앞으로 태어날 미래세대까지 모두가 누릴 수 있도록 하고, 일상생활에서도 물환경 서비스와 물 문화를 온 국민이 골고루 향유토록 하며, 그 과정에서 공동체의 형성과 경제·사회 발전의 새로운 동력원을 발견해내는 행복한 세상을 실현하고자 하는 지향점을 담고 있음



<그림 5.2> 제2차 물환경관리 기본계획의 체계

출처: 「제2차 물환경관리 기본계획」 (환경부, 2021)

(2) 전략

(가) 건강한 물순환체계 확립

- 환경생태유량 확보 제도화
- 지표수-지하수 통합관리
- 전 국토의 물 저류·함양 기능 향상
- 물 재이용 활성화로 대체수자원 확보

- 물 수요 관리 강화
- 관계부처 협업 강화

(나) 유역통합관리로 깨끗한 물 확보

- 유역통합관리 중심으로 개편
- 주요 상수원 수질 I 등급 달성과 유역계획의 수립
- 오염총량제가 상수원 수질개선의 핵심수단이 되도록 지류·지천 수질개선 강화
- 농·축산업 분야 오염원 중점관리
- 경제적 유인책을 활용한 사전예방적 비점오염원 관리
- 집중관리대상 호소별 수질목표 설정 및 관리
- 하구 및 하구호 관리를 위한 관계부처 협업

(다) 수생태계 건강성 제고로 생태계 서비스 증진

- 수생태계 건강성 평가체계 확립 및 양호(B) 등급 목표 달성
- 건강성 훼손 하천 원인규명 및 복원 체계 확립
- 수생태계의 종·형적 연결성 제고
- 기후변화에 취약한 수생태계 관리 및 생물다양성 보전
- 수생태계 서비스 가치 측정 및 정책 활용
- 수생태계 전문 조사·연구조직 신설

(라) 안전한 물환경 기반 조성

- 감시물질 도입 및 수질오염물질 지정·관리 강화
- TOC 중심의 유기물질 관리 강화
- 업종특성을 고려한 폐수배출시설 관리
- 사업장 수질오염의 자율관리기반 마련
- 수질오염사고 대응능력 강화
- 통제가능한 수준의 녹조 관리
- 기후변화 취약시설 관리

(마) 물환경의 경제·문화적 가치 창출

- 물환경관리 전문화로 물산업 창출
- 환경기초시설 자산관리제도 도입
- 친수활동 안전 확보 및 쾌적함 제고
- 물문화 체험공간 조성

핵심전략 1.	건강한 물순환 체계 확립 불투수면적률 25% 초과 51개 소권역의 지역별 물순환 목표 설정 * 기본계획 5년차 평가 시까지 정량화된 지표 개발·산정하여 국가 목표 설정 ³⁾
핵심전략 2.	유역통합관리로 깨끗한 물 확보 주요 상수원의 수질 좋음(Ⅰ) 등급(BOD*·T-P 기준) 달성 * 하천 목표기준에 TOC 도입 시('21년) 기준 변경 검토
핵심전략 3.	수생태계 건강성 제고로 생태계 서비스 증진 전국 수체의 수생태계 건강성 양호(B) 등급 달성
핵심전략 4.	안전한 물환경 기반 조성 산업폐수 유해물질 배출량 10% 저감(2010 ~ 2015년 평균 대비) 4대강 상수원 보의 총인 농도와 남조류세포수 일정 수준 이하 유지
핵심전략 5.	물환경의 경제·문화적 가치 창출 국민 물환경 체감 만족도 80% 이상 달성

<그림 5.3> 제2차 물환경관리 기본계획 핵심전략

출처: 「제2차 물환경관리 기본계획」(환경부, 2021)

다. 수도정비기본계획 (2015, 국토교통부)

(1) 목표

(가) 기후변화 등 물이용 여건 변화를 반영하고 물산업 경쟁력 제고 및 국민 물복지 증대 등 광역상수도 및 공업용수도 역할 강화를 위한 중장기 비전 수립

(나) 기후변화 및 물부족 시대에 대비한 정책방향 제시

- 게릴라성 집중호우, 이상 가뭄 등 기후변화에 대비하고 지역적인 수자원 편중문제 해결과 안정적인 용수확보 공급을 위한 방향제시
- 장래 물부족에 대비 한정된 수자원의 효율적인 활용으로 다음세대들이 지속적으로 이용할 수 있도록 수도시설의 효율적인 배분 이용 관리를 위한 중장기 정책방향 제시

(다) 국민의 삶의 질 향상 및 산업 기반 시설 지원

- 깨끗하고 맛있는 건강한 수돗물을 안정적으로 국민 모두에게 공평하게 공급하는 물복지를 실현하여 국민의 삶의 질 향상
- 안정적이고 효율적인 용수공급으로 지역 균형발전과 국가 산업발전에 기여
- 수도시설 안정화사업 등을 통한 안정적 수도시스템 구축으로 기후변화로 인한 홍수, 가뭄 등 기상이변과 수질 및 수도시설사고 등 비상상황 발생시 대처능력 강화 및 피해 저감

(2) 전략

(가) 시설확충계획

- 용수수급전망 결과를 토대로 물 수급에 여유가 있는 지역의 용수 여유량을 부족지역으로 전환·공급하는 급수체계조정 계획 수립 광역상수도 및 공업용수도 신규 개발
- 급수체계조정으로도 부족량을 해소할 수 없는 지역은 신규 광역상수도 및 공업용수도 개발을 통해 안정적으로 용수를 공급할 수 있는 계획 수립 미급수지역 해소
- 급수취약지역 (농어촌 등) 조기해소를 위해 광역상수도에서 직접 공급하는 계획 수립

(나) 생산시설 개량 및 안정화

- 지역간 수자원 불균형 해소 및 수원 안정성 강화를 위한 수원간 연계 시스템 구축
- 기후변화 대응을 위한 취수시설 비상연계 및 취수원 이전을 통한 청정용수 공급
- 최적화된 정수 생산시설 구현을 위한 노후정수장 개량 및 공정별 성능개선 계획 수립
- 이상기후 대비 생산시설의 수질·수량적 안정성 확보 및 선제적 대응방안 모색
- 생산·수송에너지 절감을 위한 저에너지, 고효율 수돗물 공급체계 구축 및 신재생에너지 도입

(다) 관로시설 안정화

- 수도시설 고령화 및 사고, 재해 등에 대비한 중장기적 대책 마련
- 중단없는 수돗물 공급을 위한 물 공급시스템 구축 및 합리적인 투자방안 마련
- 관로시설 유지관리 및 사고 등 비상시에도 대처가 가능하도록 관로 안정화 계획 수립

(라) 운영 및 정보관리 계획

- 공급 전과정 수량·수질관리 강화를 위한 스마트 기술기반 관망 운영관리기술 도입
- 개방형 대국민 정보서비스 실현을 위한 빅데이터 기반 물 정보 통합관리체계 구축
- 예산 활용 효율성 제고 및 수도시설 생애주기 확대를 위한 자산관리체계 구축

(마) 상수도 수질관리계획

- 상수원 수질개선을 위한 사전 예방적 대응체계 확립 및 감시체계 강화
- 정수처리 공정의 최적화 및 고도화로 안전하고 건강한 수돗물 생산
- 정보통신기술(ICT) 기반의 과학적 수량·수질 관리로 수돗물 공급 안정성과 효율성 강화
- 국민이 체감할 수 있는 정책 제시로 수돗물에 대한 대국민 신뢰도 제고

(바) 상수도 수요관리계획

- 광역상수도 및 공업용수도 유수율 향상계획, 중수도 이용계획, 하수처리수 재이용계획, 빗물이용시설 활용계획 등 수립

(사) 연구개발 및 제도개선

- 수도관련 각종 기술의 연구 및 개발현황, 상용화 수준 등을 조사하고 국가적 차원에서 추가

연구가 필요한 사항을 발굴하여 연구개발 계획 수립

- 광역상수도 및 공업용수도의 역할 강화를 위한 제도개선 사항 발굴·제시

(아) 재해대책

- 수도시설 사고, 수질사고 등 각종 사고 및 지진, 가뭄, 풍수해 및 테러 등 재해 발생 시 상수도 시설물에 미치는 영향 검토
- 과거 수도사고 대처사례 및 광역상수도 사고발생 이력 검토
- 재해발생시 신속하고 정확한 대응 및 복구를 위한 위기관리체계 구축
- 식·용수분야의 주요 위기유형별 대응방안 수립으로 수도시스템 안정화 도모



<그림 5.4> 수도정비기본계획 중장기 추진전략

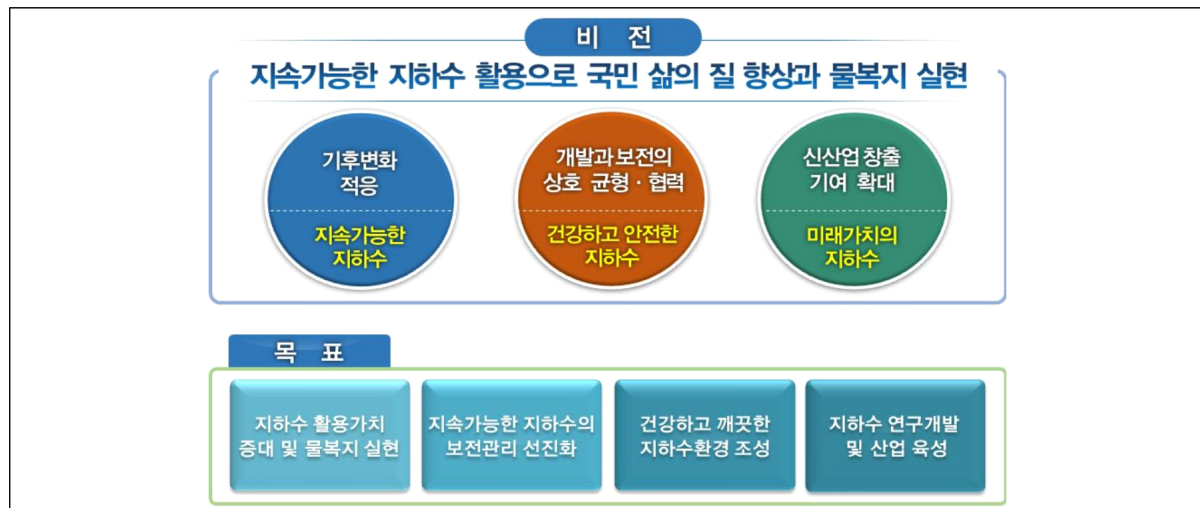
출처: 「2025 수도정비 기본계획(광역상수도 및 공업용수도) 변경」(국토교통부, 2015)

라. 지하수관리기본계획 수정계획 2017~2026 (2017, 국토교통부)

(1) 목표

- 수자원으로서의 미래 가치 창출을 위한 지하수의 활용과 보전 도모 지하수의 활용가치 증대를 위한 개발·이용 계획

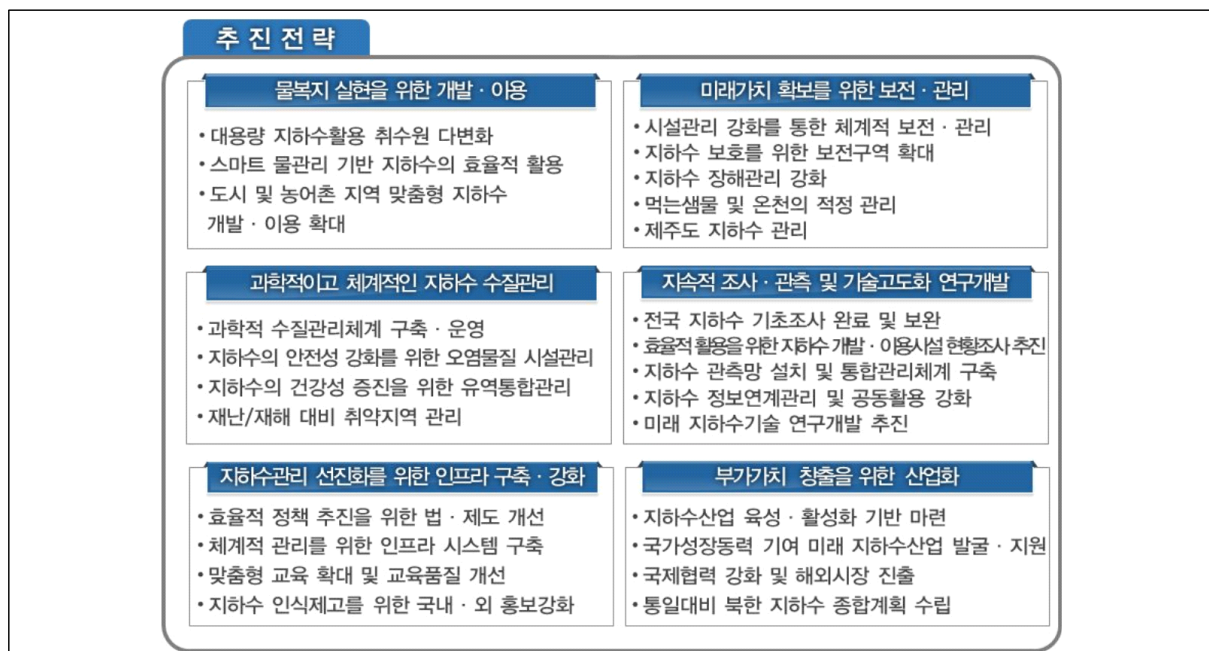
- 지하수의 미래 가치 확보를 위한 보전·관리 계획
- 지하수 수질 청정성과 안전성 확보를 위한 수질관리 계획 지하수 지속적 조사·관측·연구의 통합·확대를 위한 계획 인프라 강화를 통한 지하수 관리 선진화 계획
- 지하수분야 시장 확대, 해외진출 등 산업화를 위한 계획 지하수 개발·이용과 보전·관리에 기본 지침 역할



<그림 5.5> 지하수관리 기본계획 추진전략

출처: 「지하수관리기본계획 수정계획(2017~2026)」(국토교통부, 2017)

(2) 전략



<그림 5.6> 지하수관리 기본계획 추진전략

출처: 「지하수관리기본계획 수정계획(2017~2026)」(국토교통부, 2017)

마. 제2차 국가하수도종합계획 2016~2025 (2015, 환경부)

(1) 목표

- 도시침수 대응 및 노후시설 정비를 통한 도시안전 확보
- 생활 주변의 하수도 불편해소 등 서비스 품질제고
- 실태조사에 근거 강우 지하수 수집·이송·처리 전과정의 관리를 강화
- 유역중심의 하수도 관리를 통한 투자효율화 및 수질개선 효과 제고
- 하수도 분야 신성장동력 창출
- 재정 건전화 및 자산관리를 통한 지속가능한 하수도 서비스 제공

(2) 전략



<그림 5.7> 국가하수도종합계획 추진전략

출처: 「국가하수도 종합계획(2016~2025년)」 (환경부, 2015)

2. 관련 계획의 수용성 분석

가. 목표 및 추진전략 검토

- 기 수립된 국가계획의 목표 및 추진전략을 검토하여 중권역 중심의 물순환체계 개선 목표 수립을 위한 적용성을 검토

<표 5.1> 국가계획별 추진전략의 수용성 검토

구분	추진전략	수용(적용)성	비고
국가물관리 기본계획	물환경의 자연성 회복	○	
	지속가능한 물 이용 체계 확립	○	
	물 재해 안전 체계구축	○	
	미래 인력양성 및 물 정보 선진화		물순환과 직접적 관련 없음
	물 기반시설 관리 효율화	○	
	물산업 육성 및 국제협력 활성화		물순환과 직접적 관련 없음
물환경관리 기본계획	건강한 물순환체계 확립	○	
	유역통합관리로 깨끗한 물 확보	○	
	수생태계 건강성 제고로 생태계 서비스 증진	○	
	안전한 물환경 기반 조성	○	
	물환경의 경제·문화적 가치 창출		물순환과 직접적 관련 없음
수도정비 기본계획	보편적이고 형평성 있는 서비스 체계 구축		물순환과 직접적 관련 없음
	깨끗한 원수 확보와 건강한 수돗물 공급	○	
	비상시를 대비한 안정적 공급체계 구축	○	
	글로벌 경쟁력을 갖춘 광역수도시스템 구축		물순환과 직접적 관련 없음
지하수관리 기본계획	물복지 실현을 위한 개발·이용	○	
	미래가치 확보를 위한 보전·관리	○	
	과학적이고 체계적인 지하수 수질관리	○	
	지속적 조사·관측 및 기술고도화 연구개발		물순환과 직접적 관련 없음
	지하수관리 선진화를 위한 인프라 구축·강화		물순환과 직접적 관련 없음
	부가가치 창출을 위한 산업화		물순환과 직접적 관련 없음
국가하수도 종합계획	하수도 안전관리	○	
	국민편의 중심 서비스		물순환과 직접적 관련 없음
	강수 시 하수관리	○	
	유역단위 하수도 관리	○	
	경제적 기회 창출		물순환과 직접적 관련 없음
	재정 및 자산관리		물순환과 직접적 관련 없음

나. 세부전략 검토

- 관련계획의 세부전략을 검토하여 중권역 중심의 물순환체계 개선 목표 수립을 위한 적용성을 검토
- 수용가능 세부전략 항목을 고려하여 중권역별 물순환체계 목표 수립에 활용

<표 5.2> 국가계획별 세부전략 수용성 검토

구분	추진전략	세부전략	수용성	비고
국가 물관리 기본 계획	물환경의 자연성 회복	오염원 관리 강화를 통한 목표 수질 달성	○	
		안전하고 깨끗한 상수원 확보 및 지하수 보전 관리	○	
		하천유역의 자연성 회복 및 수생태계 건강성 확보	○	
		수변공간 관리체계의 정비 및 물 문화 활성화		중권역 단위 목표수립 범위 밖임
		물환경 관리 기준 및 관리체계 개선		중권역 단위 목표수립 범위 밖임
	지속가능한 물 이용 체계 확립	미래 물부족 대비를 위한 수요관리 강화 기반 조성		중권역 단위 목표수립 범위 밖임
		공급시설 효율화 및 수원 다변화를 통한 수자원 확보	○	
		서로 배려하는 합리적 물 배분 기반 마련	○	
		국민이 믿고 마시는 수도물 공급		중권역 단위 목표수립 범위 밖임
		물복지 사각지대에 있는 취약지역의 물 기본권 보장	○	
	물 재해 안전 체계 구축	가뭄관리체계 선진화 및 극한가뭄 대응체계 구축		중권역 단위 목표수립 범위 밖임
		기반시설 홍수안전 강화 및 예방 투자 확대	○	
		기후변화에 따른 극한홍수 대응체계 구축		중권역 단위 목표수립 범위 밖임
		홍수예보 체계 고도화	○	
		도시침수 관리체계 강화	○	
	물 기반시설 관리 효율화	재해예방 위한 선제적 유지관리체계 마련	○	
		생활안전 관리수준 향상		물순환과 직접적 관련 없음
		스마트 기술을 통한 유지관리 성능 고도화		물순환과 직접적 관련 없음
물환경 관리 기본 계획	건강한 물순환체계 확립	환경생태유량 확보 제도화		중권역 단위 목표수립 범위 밖임
		지표수-지하수 통합관리		중권역 단위 목표수립 범위 밖임
		전 국토의 물 저류·함양 기능 향상		중권역 단위 목표수립 범위 밖임
		물 재이용 활성화로 대체수자원 확보	○	
		물 수요 관리 강화	○	
		관계부처 협업 강화	○	
	유역통합관리 로 깨끗한 물 확보	유역통합관리 중심으로 개편		중권역 중심의 관리체계로 개편
		주요 상수원 수질 I 등급 달성과 유역계획의 수립		중권역 단위 목표수립 범위 밖임
		오염총량제가 상수원 수질개선의 핵심수단이 되도록 지류·지천 수질개선 강화		중권역 단위 목표수립 범위 밖임
		농·축산업 분야 오염원 중점관리	○	
		경제적 유인책을 활용한 사전예방적 비점오염원 관리	○	

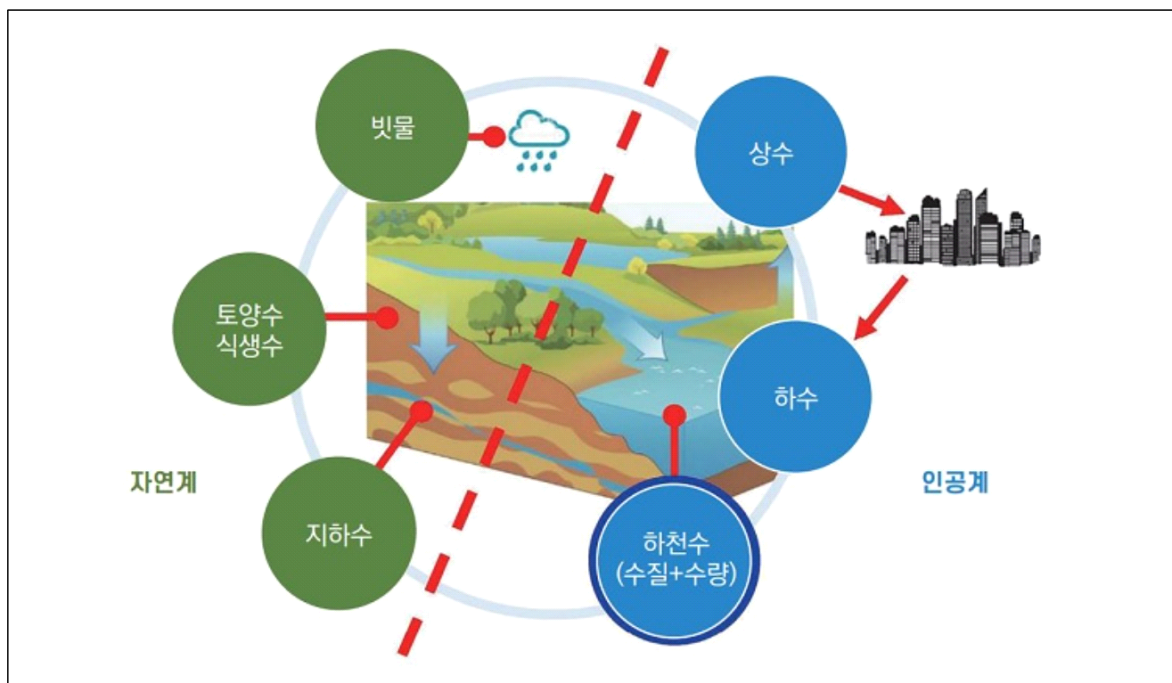
구분	추진전략	세부전략	수용성	비고
		집중관리대상 호소별 수질목표 설정 및 관리	○	
		하구 및 하구호 관리를 위한 관계부처 협업		중권역 단위 목표수립 범위 밖임
	수생태계 건강성 제고로 생태계 서비스 증진	수생태계 건강성 평가체계 확립 및 양호(B) 등급 목표 달성		중권역 단위 목표수립 범위 밖임
		건강성 훼손 하천 원인규명 및 복원 체계 확립	○	
		수생태계의 종·형적 연결성 제고		중권역 단위 목표수립 범위 밖임
		기후변화에 취약한 수생태계 관리 및 생물다양성 보전	○	
		수생태계 서비스 가치 측정 및 정책 활용		물순환과 직접적 관련 없음
		수생태계 전문 조사·연구조직 신설		중권역 단위 목표수립 범위 밖임
	안전한 물환경 기반 조성	감시물질 도입 및 수질오염물질 지정·관리 강화		중권역 단위 목표수립 범위 밖임
		TOC 중심의 유기물질 관리 강화	○	
		업종특성을 고려한 폐수배출시설 관리		중권역 단위 목표수립 범위 밖임
		사업장 수질오염의 자율관리기반 마련	○	
		수질오염사고 대응능력 강화	○	
		통제가능한 수준의 녹조 관리	○	
		기후변화 취약시설 관리	○	
수도 정비 기본 계획	비상시를 대비한 안정적 공급체계구축	관로시설 안정화 구축	○	
		시설간 비상연계 강화	○	
		대체수원 확보	○	
		재해대비 강화	○	
지하수 관리 기본 계획	물복지 실현을 위한 개발·이용	대용량 지하수 활용 취수원 다변화	○	
		스마트 물관리 기반 지하수의 효율적 활용	○	
		도시 및 농어촌 지역 맞춤형 지하수 개발·이용확대	○	
	미래가치 확보를위한 보전·관리	시설관리 강화를 통한 체계적 보전·관리	○	
		지하수 보호를 위한 보전구역 확대		중권역 단위 목표수립 범위 밖임
		지하수 장해관리 강화	○	
		먹는샘물 및 온천의 적정관리		물순환과 직접적 관련 없음
		제주도 지하수 관리	○	
	과학적이고 체계적인 지하수 수질관리	과학적 수질관리체계 구축·운영	○	
		지하수의 안전성 강화를 위한 오염물질 시설관리	○	
		지하수의 건강성 증진을 위한 유역통합관리		중권역 중심의 관리체계로 개편
국가 하수도 종합 계획	하수도 안전관리	기후변화대비 하수도 도시침수 대응능력 향상	○	
		노후 하수관로 정비 등 도시안전 확보	○	
	강수 시 하수관리	강우 시 하수 수집·이송체계 개선	○	
		강우 시 하수처리시설 최대처리능력 확보	○	
	유역단위 하수도 관리	하수처리시설별 방류수수질기준 설정·운영	○	
		하수도시설 개·보수 사업의 투자 효율성 제고		물순환과 직접적 관련 없음

제2절 중권역별 물순환체계 개선 및 추진전략

1. 물순환체계 관리방향

가. 물순환관리의 개념

- “물순환이란 강수가 지표수와 지하수로 되어 하천·호수·늪·바다 등으로 흐르거나 저장되었다가 증발하여 다시 강수로 되는 연속된 물흐름”(「물관리기본법」 ‘제3조’)을 의미하며, ‘자연적 물순환’과 ‘인공적 물순환’으로 구분하는 것으로 조사됨



<그림 5.8> 물순환 과정의 전 주기

출처: 「워터저널 2021년 5월호」(<http://waterjournal.co.kr>)

- 물순환 관리 개념은 광의와 협의로 구분하는 것으로 조사됨

<표 5.3> 물순환 관리의 개념

광의	개념	물순환 과정에 있는 모든 형상의 물과 관련된 요소들을 통합적으로 고려하여 생태계의 유지와 인간의 활동을 위한 물의 기능을 유지하는 일
	범위	물관리의 모든 요소(물이용, 물환경, 홍수 관리 등) + 통합적 접근
협의	개념	자연적 물순환 회복을 위해 구조적·비구조적 대책을 활용하여 물순환을 왜곡시키는 장애요인별 문제를 최소화하고 혜택을 극대화하는 일체의 행위
	범위	① 물수요관리, ② 하수 등 물 재이용, ③ 빗물 이용, ④ 하수관거 월류수 저감(CSO, SSO), ⑤ NBS, GI, LID 등 자연형 물순환 회복

출처: 「통합물관리를 고려한 지속가능한 물순환 관리체계 구축 및 정책기반 마련 연구」(한국환경정책평가연구원, 2020)

나. 기존 물순환 정의 현황

- 「물관리기본법」과 「수자원법」에서는 자연계 물순환의 개념으로 물순환을 정의하는 것으로 조사됨
- 「물환경보전법」(법률 제17814호)은 비점오염의 관리를 강화하기 위한 비점오염원 관리 종합대책을 수립할 경우 불투수면적률 및 물순환율에 대한 중장기적 목표 설정과 관리에 관한 내용을 포함하는 것으로 조사됨
- 「비점오염관리를 위한 물순환관리지표 산정지침」(환경부고시 제2020-103호)에서는 소권역별 불투수면적률 및 물순환율 산정에 필요한 사항을 정의하는 것으로 조사됨

<표 5.4> 기존 법령상의 물순환

자연계 물순환	인공계 물순환
<ul style="list-style-type: none"> • 자연적인 물의 흐름(강우, 증발산, 지표면유출, 지하침투, 저류 등의 요소) 	<ul style="list-style-type: none"> • 인간이 필요한 목적에 따라 설치한 물관리 시설(상수도, 하수도, 수자원시설, 물 재이용시설)을 따라 흐르는 물의 흐름

- 국가법령정보센터에서 물순환과 관련된 25개 지자체법규를 확인(2021년 기준)하였으며, 그 중 5개 지자체(경기도, 광주광역시, 남양주시, 대전광역시, 서울특별시)는 물순환의 개념을 자연계와 인공계를 포함하여 정의하는 것으로 조사됨
- 나머지 16개 지자체는 자연계 물순환의 개념을 활용하여 물순환을 정의하는 것으로 조사됨

<표 5.5> 지자체 조례상의 물순환 정의

조례	물순환 정의	구분
경기도 물관리 기본 조례 (경기도조례 제7121호, 2021. 7. 14)	제2조(기본이념) 물순환 사회를 위해서는 치수, 이수, 환경, 지표수 및 지하수, 재생용수, 수량관리, 수질관리, 생태관리가 종합적이고 통합적으로 이뤄지도록 해야 한다.	자연계 인공계
공주시 통합 물관리 기본 조례 (충청남도공주시조례 제 1370호, 2020. 11. 2)	제2조(정의) “물순환”이란 강수(降水)가 지표수(地表水)와 지하수(地下水)로 되어 하천·호수·늪·바다 등으로 흐르거나 저장되었다가 증발하여 다시 강수로 되는 연속된 흐름을 말한다.	자연계
광주광역시 물순환 기본 조례 (광주광역시조례 제5393호, 2020. 3. 1)	제2조(정의) “물순환”이란 바닷물, 호수, 강, 하천 등의 물이 증발하여 빗물로 내려 지하수나 하천에 흘러 사람들에게 이용되고, 다시 바다로 돌아오는 자연계 물의 순환과 상수도나 하수도 등의 급배수 시설의 영향에 따라 발생하는 인공계 물의 순환을 포함한 물의 순환계를 말한다.	자연계 인공계
남양주시 물관리 및 물순환 기본 조례 (경기도남양주시조례 제1835호, 2021. 5. 13)	제2조(정의) “물순환”이란 강우, 증발산, 지표면 유출, 지하침투, 저류 등 비가 내려 지표면 혹은 지하에 흐르다가 다시 수증기로 올라가는 자연적 흐름과 하천취수 및 지하수 양수, 우·오수 배제 등 인간의 물 이용을 위한 취수 및 이용한 물의 처리 등 인공적인 흐름을 말한다.	자연계 인공계
동해시 물순환 기본 조례 (강원도동해시조례 제 2225호, 2021. 10. 29)	제2조(정의) “물순환”이란 강우가 침투, 유출, 증발산 등의 과정을 통해 공간적, 시간적으로 변화하며 이동하는 현상을 말한다.	

조례	물순환 정의	구분
대전광역시 서구 물순환 회복에 관한 기본 조례 (대전광역시서구조례 제1543호, 2018. 11. 8)	제2조(정의) “물순환”이란 바닷물, 호수, 강, 하천 등의 물이 증발하여 빗물로 내려 지하수나 하천에 흘러 사람들에게 이용되고, 다시 바다로 돌아오는 자연계 물의 순환과 상수도나 하수도 등의 급배수 시설의 영향에 따라 발생하는 인공계 물의 순환을 포함한 물의 순환계를 말한다.	자연계 인공계
서울특별시 강동구 물순환 회복에 관한 기본 조례 (서울특별시강동구조례 제1213호, 2016. 5. 4)	제2조(정의) “물순환”이란 바닷물, 호수, 강, 하천 등의 물이 증발하여 빗물로 내려 지하수나 하천에 흘러 사람들에게 이용되고, 다시 바다로 돌아오는 자연계 물의 순환과 상수도나 하수도 등의 급배수 시설의 영향에 따라 발생하는 인공계 물의 순환을 포함한 물의 순환계를 말한다.	자연계 인공계
서울특별시 물순환 회복 및 저영향개발 기본 조례 (서울특별시조례 제8127호, 2021. 9. 30)	제2조(정의) “물순환”이란 바닷물, 호수, 강, 하천 등의 물이 증발하여 빗물로 내려 지하수나 하천에 흘러 사람들에게 이용되고, 다시 바다로 돌아오는 자연계 물의 순환과 상수도나 하수도 등의 급배수 시설의 영향에 따라 발생하는 인공계 물의 순환을 포함한 물의 순환계를 말한다.	자연계 인공계
경상북도 물관리 기본 조례 (경상북도조례 제4234호, 2019. 9. 19)	제2조(정의) 이 조례에서 이용하는 용어의 뜻은「물관리기본법」 제3조에 따른다.	자연계
김해시 물순환 개선 조례 (경상남도김해시조례 제1314호, 2018. 4. 27)	제2조(정의) “물순환”이란 강수(降水)가 지표수(地表面)와 지하수(地下水)로 되어 하천·호수·늪·바다 등으로 흐르거나 저장되었다가 증발하여 다시 강수로 되는 연속된 흐름을 말한다.	자연계
대전광역시 물순환 개선 조례 (대전광역시조례 제5569호, 2020. 12. 29)	제2조(정의) “물순환”이란 강수(降水)가 지표수(地表面)와 지하수(地下水)로 되어 하천·호수·늪·바다 등으로 흐르거나 저장되었다가 증발하여 다시 강수로 되는 연속된 흐름을 말한다.	자연계
부산광역시동래구 물순환 회복에 관한 기본 조례 (부산광역시동래구조례 제1386호, 2019. 11. 13)	제2조(정의) “물순환”이란 강수(降水)가 지표수(地表面)와 지하수(地下水)로 되어 하천·호수·늪·바다 등으로 흐르거나 저장되었다가 증발하여 다시 강수로 되는 연속된 흐름을 말한다.	자연계
수원시 물순환 관리에 관한 조례 (경기도수원시조례 제4238호, 2021. 11. 5)	제2조(정의) “물순환”이란 물이 빗물의 형태에서 지표수와 지하수로 되어 하천·호수·늪 등으로 흘러들었다가 다시 증발하여 빗물로 되는 연속된 물 흐름의 체계를 말한다.	자연계
성남시 물관리 기본 조례 (경기도성남시조례 제3555호, 2020. 12. 14)	제1조(목적) 이 조례는 「물관리기본법」에 따라 물의 안정적인 확보 및 물환경의 보전·관리를 통하여 지속가능한 물순환체계를 구축하여 시민의 삶의 질 향상에 이바지함을 목적으로 한다.	자연계
아산시 물순환 기본 조례 (충청남도아산시조례 제2080호, 2021. 3. 15)	제2조(정의) “물순환”이란 강수가 지표수와 지하수로 되어 하천·호수·늪·바다 등으로 흐르거나 저장되었다가 증발하여 다시 강수로 되는 연속된 흐름을 말한다.	자연계
안동시 물순환 회복 조례 (경상북도안동시조례 제1453호, 2019. 6. 28)	제2조(정의) “물순환”이란 강수(降水)가 지표수(地表面)와 지하수(地下水)로 되어 하천·호수·늪·바다 등으로 흐르거나 저장되었다가 증발하여 다시 강수로 되는 연속된 흐름을 말한다.	자연계
용인시 통합 물관리 기본 조례 (경기도용인시조례 제2123호, 2021. 4. 29)	제2조(정의) “물순환”이란 강수가 지표수와 지하수로 되어 하천·호수·늪·바다 등으로 흐르거나 저장되었다가 증발하여 다시 강수로 되는 연속된 흐름을 말한다.	자연계

조례	물순환 정의	구분
울산광역시 물순환 회복 기본 조례 (울산광역시조례 제2632호, 2022. 7. 15)	제2조(정의) "물순환"이란 강우가 침투, 유출, 증발산 등의 과정을 통해 공간적, 시간적으로 변화하며 이동하는 현상을 말한다.	자연계
전라북도 물관리 기본 조례 (전라북도조례 제4797호, 2020. 7. 13.)	제2조(정의) 이 조례에서 이용하는 용어의 뜻은 「물관리기본법」(이하 "법"이라 한다) 제3조에 따른다.	자연계
전주시 물순환 기본 조례 (전라북도전주시조례 제3795호, 2021. 8. 17)	제2조(정의) "물순환"이란 강수가 지표수와 지하수로 되어 하천·호수·늪·바다 등으로 흐르거나 저장되었다가 증발하여 다시 강수로 되는 연속된 흐름을 말한다.	자연계
천안시 물순환 회복 기본 조례 (충청남도천안시조례 제2201호, 2021. 9. 13)	제2조 "물순환"이란 강우가 침투, 유출 그리고 증발산 등의 과정을 통해 공간적, 시간적으로 변화하며 이동하는 현상을 말한다.	자연계
춘천시 통합 물관리 및 저영향개발 기본 조례 (강원도춘천시조례 제 1659호, 2021. 11. 11)	제2조(정의) "물순환"이란 강수(降水)가 지표수(地表水)와 지하수(地下水)로 되어 하천·호수·늪·바다 등으로 흐르거나 저장되었다가 증발하여 다시 강수로 되는 연속된 흐름을 말한다.	자연계
충청남도 물관리 기본조례 (충청남도조례 제4631호, 2019. 12. 30)	제2조 "물순환"이란 물이 강하(降下), 유하(流下) 또는 토양으로의 침투 등 다양한 과정을 거쳐 육지나 바다에서 대기중으로 증발하여 다시 강하하는 반복적·계속적 과정을 말한다.	자연계
하남시 물관리 및 물순환 기본 조례 (경기도하남시조례 제1709호, 2019. 9. 4)	제2조(정의) "물순환"이란 강우가 침투, 유출 그리고 증발산 등의 과정을 통해 공간적, 시간적으로 변화하며 이동하는 현상을 말한다.	자연계
화성시 물순환 기본 조례 (경기도화성시조례 제1668호, 2020. 7. 15)	제2조(정의) "물순환"이란 강우가 침투, 유출, 증발산 등의 과정을 통해 공간적, 시간적으로 변화하며 이동하는 현상을 말한다.	자연계

출처: 「국가법령정보센터」(www.law.go.kr)

- 우리나라에서는 강우유출 및 비점오염원 저감 중심으로 물순환사업(물순환 선도도시)이 수행되었으며, 빗물관리, 물재이용, 저영향개발(LID)을 중심으로 물순환 관리를 위한 법·제도가 수립되어 있는 것으로 조사됨
- 물관리일원화 이전의 물순환 관리는 크게 3가지 정책목표인 비점오염원 관리, 대체수자원, 녹색도시개발 중심으로 발전해온 것으로 조사됨
 - : [비점오염원 관리형]: 환경부의 비점오염원 관리를 위한 정책에서 국가 수준의 물순환 관리가 시작되어 확대되었으며, 2018년 「물환경보전법」 개정을 통해 최초로 유역·지자체 단위 물순환을 관리제도를 도입함. 그러나 2020년 「제3차 비점오염원 종합대책」에서는 관리지표로 불투수면적률만을 제시하고 있는 것으로 조사됨
 - : [대체수자원형]: 2010년 「물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률」 제정에 따라 빗물, 하수재이용, 중수도는 체계적인 관리가 이루어지고 있으나 해수담수화, 지하수 인공함양 등의 대체·보조 수자원과 관련된 법·제도가 미비한 상태로 조사됨
 - : [녹색도시개발형]: R&D 중심과 녹색도시 조성을 위한 물순환 관리 정책이 진행되어 음

또한, 여러 부처의 영역에 걸쳐있는 물순환 관리를 고려한 법률 제정 및 정책이 이루어지지 못함에 따라 대체수자원(그린인프라, 저영향개발, 해수담수화, 강변여과수 등)의 법률적 기반이 부재한 것으로 조사됨

다. 중권역별 물순환관리 방향

(1) 기존 물순환관리 문제점

- 「물관리기본법」 제정에 따라 물순환체계 기반은 마련되었으나 정의, 방향, 범위 및 주체 등에 대한 공통인식 및 미래상 개념이 부재함
- 물순환에 대한 정의가 자연계와 인공계가 혼재되어, 물순환의 실질적 적용을 위한 명확한 개념 정립이 필요함
- 기존의 물순환 관리목표는 직접(표면)유출량 저감을 위한 빗물 저류 및 침투시설 설치 사업들 위주로 추진되어 정책효과가 제한됨
- 건전한 물순환 관리를 위해서는 물순환 관련 전 인자별 검토가 수행되어야 하며, 이를 위해서는 물순환 전체 시스템(용수공급, 하수, 도시배수체계, 지하수, 하천수 등)을 물순환 관리 범위로 인식이 필요함
- 기존의 「물재이용법」과 「물환경보전법」을 중심이 되었던 물순환 관리에서 벗어나, 물순환 관련 전 요소를 고려하여 광의의 물순환 관리를 위한 관리체계 수립이 필요함

(2) 물순환관리 방향

- 국가물관리기본계획에서는 통합물관리 3대 혁신정책으로 ‘물순환 전 과정의 통합물관리’를 제시하고 있음
- 지표수와 지하수, 하천과 하구·연안, 수량·수질·수생태, 가뭄·홍수, 물관리와 국토개발 등을 통합적으로 접근하여 물순환 건전성 제고가 필요함
- 물순환 전 과정을 고려한 관리지표를 검토하고, 중권역 단위의 물순환 관리를 위해 단위 중권역별 특성을 고려한 관리체계 검토가 필요함
- 단일 지표에 따르는 기존 관리체계에서 각 중권역의 특성을 고려하여 가중치를 부여하는 방법으로 다양한 인자 검토가 필요함
- 일반지표와 중점지표를 구분하여 지역 현안에 민감성 높은 인자를 중심으로 관리방향 제시가 필요함

2. 중권역별 물순환목표 수립

가. 물순환체계 개선방향

(1) 기본방향

(가) 수환경 보전, 물수요관리, 합리적 물배분 등 국가물관리기본계획 및 물관리기본법 기본원칙을 바탕으로 실질적·합리적 물 이용방안 마련

- 기존 수자원 시설의 물이용 현황을 진단·평가하여 다목적으로 활용하고, 목적 외 활용에 대한 보상방안 마련(법·제도)

: 국가물관리기본계획(2021)에서는 용수이용 효율화, 탄력적 활용을 물이용 전략으로 설정

- 장래 유역의 추가요구량은 가급적 타 유역에서 공급받지 않고, 유역 내에서 해결하는 물이용 자립을 배분 원칙으로 정립

: 기존 국가계획에 반영된 물공급에 관련된 사항은 계획대로 추진하되, 유역 내 다양한 수원의 유기적 연계·활용, 유역간 물이동 최소화

(나) 유역의 물문제에 가장 객관적으로 접근할 수 있는 물관리위원회 주도의, 이해관계자 합의를 기반으로 하는 개선안 추진

나. 목표 및 전략

(1) 물순환 목표 설정

(가) 목표설정 결과

- 물순환 평가는 현재의 유역 물순환 상태를 진단하여 문제점을 파악하고, 유역에 필요한 물순환 개선 사업을 통해 유역의 물순환체계를 개선하는데 목적이 있음
- 중권역별 물순환 상태는 자연적 또는 인위적 영향으로 변할 수 있으므로 물순환 건전성 관리 목표는 현재의 물순환 상태를 반영하여 가변적으로 설정되는 것이 적절함
- 또한, 중권역마다 물순환의 문제점이 상이할 수 있으므로 물순환의 관리 목표는 중권역의 물순환을 대표하는 하나의 지표로서 정의되는 것보다 각각의 요소에 대한 목표 설정을 통해 정립되는 것이 적절함
- 다만, 본 연구에서는 물순환 평가체계 방안을 제안하는 시범사업 차원에서 중권역별 물순환 목표를 설정하기 위하여 3장에서 제시한 7가지 분야별 물순환 평가지표를 활용하였으며, 과거 연도별(2011년~2020년) 평가지표 계산 결과를 가지고 추세분석을 통해 목표연도인 2025년, 2030년에 대한 물순환 목표를 설정하였음
- 2030년을 기준으로 요천 중권역은 하천유지 기능(72%→85%) 및 지하수 보전(32%→8%), 지석천 중권역은 지하수 보전(23%→5%), 탐진강 중권역은 비점오염 관리(0.22→0.11), 제주서해 중권역은 지하수 보전(28→8%) 항목이 주요 개선목표로 검토됨

<표 5.6> 중권역별 물순환 목표 검토결과

구분	목표연도 물순환 목표											
	요천			지석천			탐진강			제주서해		
	현재	2025년	2030년	현재	2025년	2030년	현재	2025년	2030년	현재	2025년	2030년
종합	III	II	II	II	II	II	II	II	II	III	II	II
	4.68	5.44	5.50	5.47	5.52	5.24	5.15	5.15	5.09	4.51	5.20	5.20
수질 관리	I	I	I	IV	IV	IV	II	II	II	IV	IV	IV
	I a	I a	I a	III	III	III	I b	I b	I b	III	III	III
비점오염 관리	VI	VI	VI	II	II	II	II	II	II	III	III	III
	1.61	1.86	1.91	0.07	0.08	0.08	0.22	0.12	0.11	0.77	0.77	0.77
수생태 관리	III	III	III	III	III	III	III	III	II	IV	IV	IV
	0.61	0.59	0.57	0.59	0.66	0.68	0.63	0.68	0.70	0.47	0.45	0.44
하천유지 기능	IV	III	II	I	I	II	VI	VI	VII	VII	VII	VII
	72%	84%	85%	97%	96%	85%	53%	46%	43%	0%	0%	0%
지하수 보전	III	II	I	II	I	I	II	II	II	III	I	I
	32%	16%	8%	23%	10%	5%	19%	16%	13%	28%	5%	8%
치수 관리	III	III	III	V	V	V	III	III	III	III	III	III
	63%	63%	63%	39%	39%	39%	65%	65%	65%	66%	66%	66%
이수 관리	I	I	I	I	I	I	II	II	II	I	I	I
	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.06%	0.06%	0.06%	0.00%	0.00%	0.00%

(나) 항목별 목표 추정

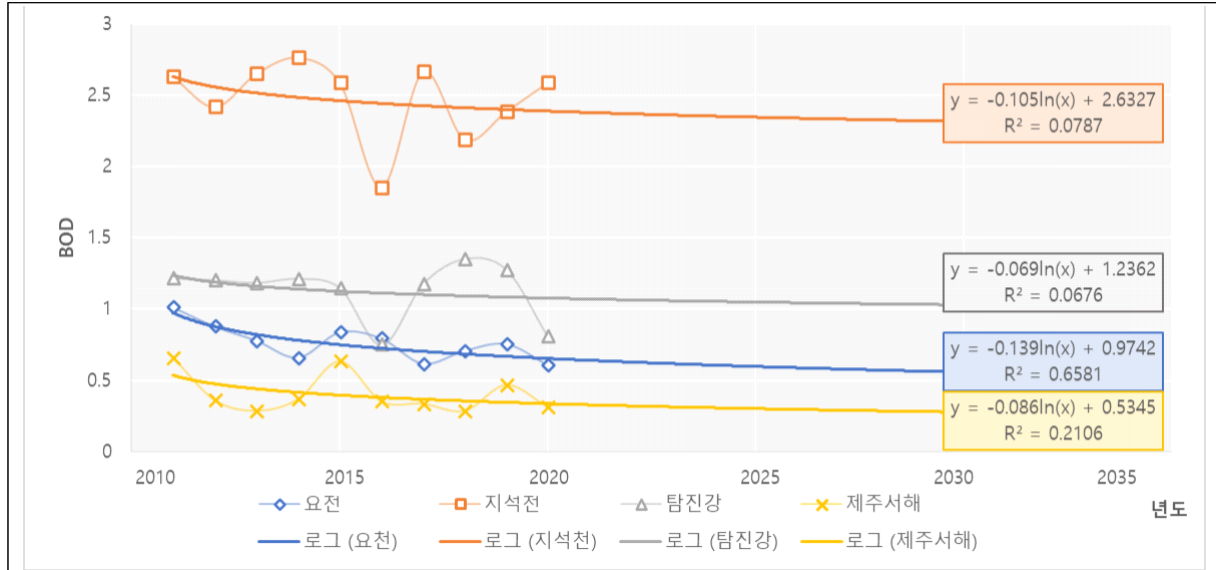
① 물환경 분야

㉠ 수질관리 항목

- 4개 중권역별 수질관리 지점의 연도별(2011년~2020년) 측정자료를 기반으로 중권역별 수질관리 항목에 대해 평가하고, 평가 결과를 이용하여 변화추세를 분석함

<표 5.7> 연도별 수질관리 항목 분석결과

년도	BOD(mg/L)				T-P(mg/L)			
	요천	지석천	탐진강	제주서해	요천	지석천	탐진강	제주서해
2011	1.0	2.6	1.2	0.7	0.014	0.130	0.045	0.101
2012	0.9	2.4	1.2	0.4	0.017	0.108	0.033	0.097
2013	0.8	2.7	1.2	0.3	0.017	0.092	0.037	0.079
2014	0.7	2.8	1.2	0.4	0.018	0.118	0.046	0.086
2015	0.8	2.6	1.2	0.6	0.021	0.130	0.044	0.115
2016	0.8	1.9	0.8	0.4	0.030	0.123	0.016	0.144
2017	0.6	2.7	1.2	0.3	0.015	0.154	0.024	0.189
2018	0.7	2.2	1.4	0.3	0.017	0.150	0.029	0.149
2019	0.8	2.4	1.3	0.5	0.022	0.130	0.026	0.122
2020	0.6	2.6	0.8	0.3	0.014	0.109	0.025	0.097



<그림 5.9> 수질관리 항목 추세분석

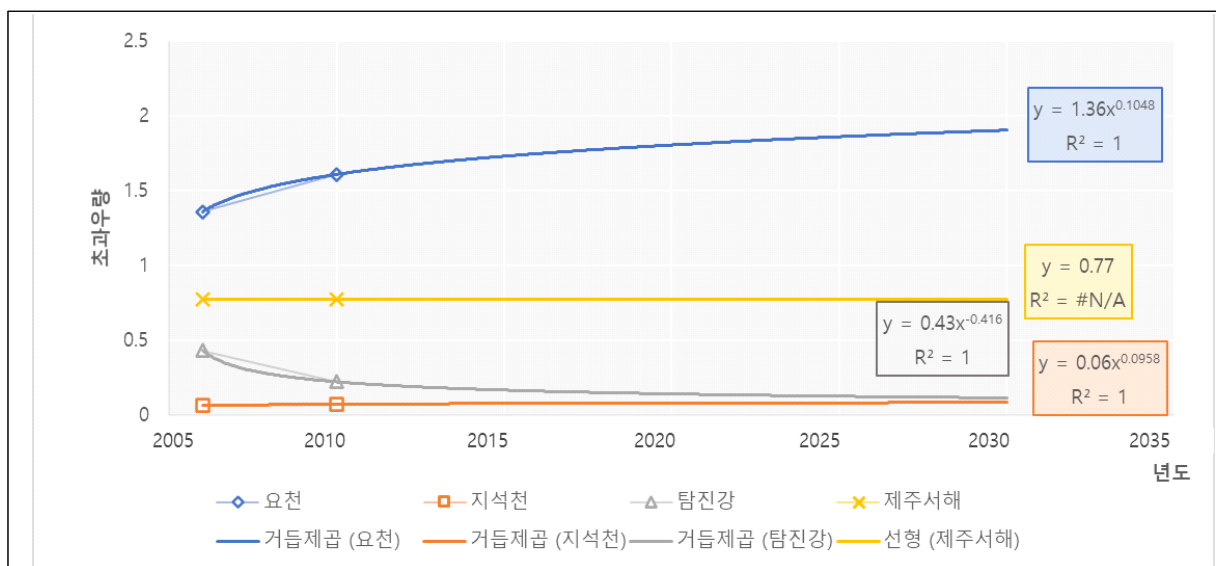
㉠ 비점오염관리 항목

- 4개 중권역별 연도별(2006년, 2011년) CN값을 기반으로 중권역별 비점오염관리 항목에 대해 평가하고, 평가 결과를 이용하여 변화추세를 분석함

<표 5.8> 연도별 비점오염관리 항목 분석결과

년도	초과우량(mm)			
	요천	지석천	탐진강	제주서해
2006	1.36	0.06	0.43	0.77
2011	1.61	0.07	0.22	0.77

* 유출곡선지수(CN)는 국가수자원관리종합정보시스템 제공자료 활용



<그림 5.10> 비점오염관리 항목 추세분석

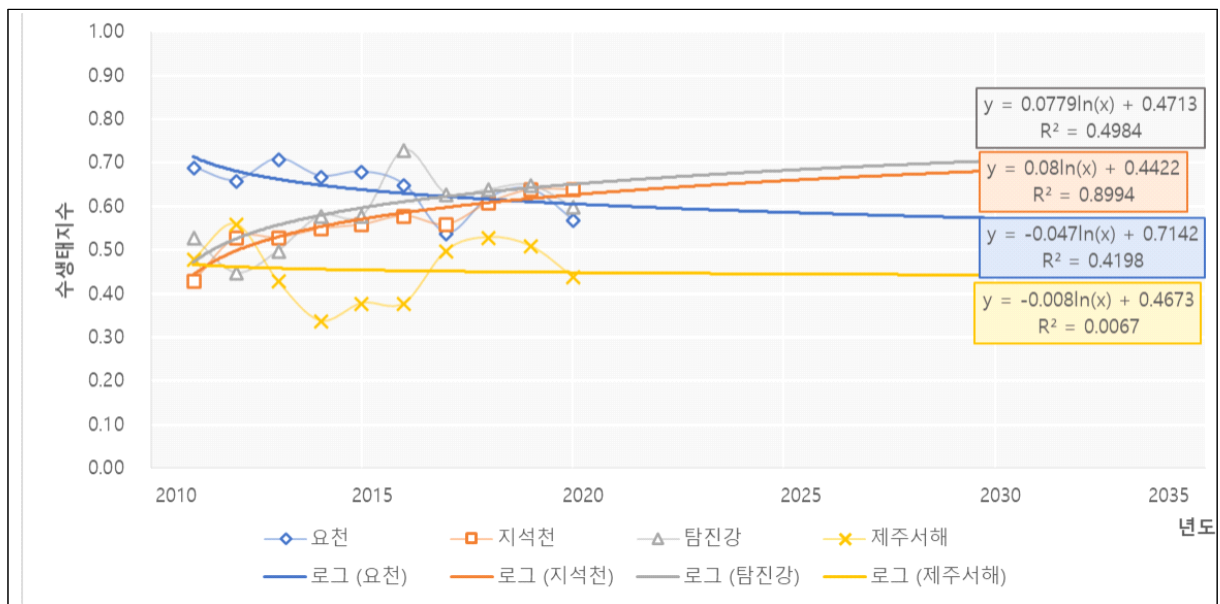
㉔ 수생태관리 항목

- 연도별(2011년~2020년) 측정자료를 기반으로 중권역별 수생태관리 항목에 대해 평가하고, 평가 결과를 이용하여 변화추세를 분석함(물환경정보시스템의 생물측정망 자료 활용, 등급 간 중간값을 가정)

<표 5.9> 연도별 수생태관리 항목 분석결과

중권역	년도	수생태지수	부착돌말지수	저서동물지수	어류생물지수	수변식생지수	서식수변환경지수
요천	2011	0.69	0.49	0.94	0.73	0.61	-
	2012	0.66	0.57	0.87	0.71	0.48	-
	2013	0.71	0.67	0.90	0.79	0.50	-
	2014	0.67	0.79	0.88	0.71	0.50	0.46
	2015	0.68	0.63	0.88	0.71	0.50	-
	2016	0.65	0.69	0.79	0.66	0.49	0.63
	2017	0.54	0.42	0.73	0.58	0.57	0.38
	2018	0.62	0.63	0.71	0.70	0.48	0.57
	2019	0.64	0.74	0.57	0.59	0.62	0.69
	2020	0.57	0.56	0.77	0.57	0.48	0.50
지석천	2011	0.43	0.06	0.66	0.47	0.52	-
	2012	0.53	0.47	0.71	0.51	0.43	-
	2013	0.53	0.61	0.60	0.49	0.43	-
	2014	0.55	0.49	0.60	0.54	0.41	0.72
	2015	0.56	0.48	0.83	0.49	0.46	-
	2016	0.58	0.63	0.75	0.49	0.46	0.56
	2017	0.56	0.55	0.67	0.60	0.49	0.50
	2018	0.61	0.67	0.69	0.60	0.46	0.62
	2019	0.64	0.79	0.74	0.46	0.46	0.75
	2020	0.64	0.73	0.71	0.58	0.49	0.68
탐진강	2011	0.53	0.07	0.83	0.61	0.63	-
	2012	0.45	0.08	0.74	0.56	0.43	-
	2013	0.50	0.27	0.69	0.56	0.46	-
	2014	0.58	0.35	0.80	0.64	0.43	0.69
	2015	0.58	0.37	0.94	0.55	0.46	-
	2016	0.73	0.88	0.84	0.65	0.47	0.83
	2017	0.63	0.67	0.82	0.59	0.45	0.63
	2018	0.64	0.68	0.75	0.60	0.55	0.63
	2019	0.65	0.77	0.76	0.46	0.54	0.72
	2020	0.60	0.64	0.78	0.55	0.46	0.58

중권역	년도	수생태지수	부착돌말지수	저서동물지수	어류생물지수	수변식생지수	서식수변환경지수
제주서해	2011	0.48	0.44	0.66	0.38	0.43	-
	2012	0.56	0.31	1.00	0.50	0.43	-
	2013	0.43	-	0.78	0.50	0.43	-
	2014	0.34	0.31	0.45	0.25	0.67	-
	2015	0.38	0.31	0.66	0.13	0.43	-
	2016	0.38	0.31	0.66	0.25	0.43	0.25
	2017	0.50	0.56	0.76	0.25	0.43	0.50
	2018	0.53	0.56	0.66	0.50	0.43	0.50
	2019	0.51	0.56	0.55	0.50	0.43	0.50
	2020	0.44	0.56	0.55	0.38	0.20	0.50



<그림 5.11> 수생태관리 항목 추세분석

② 물이용 분야

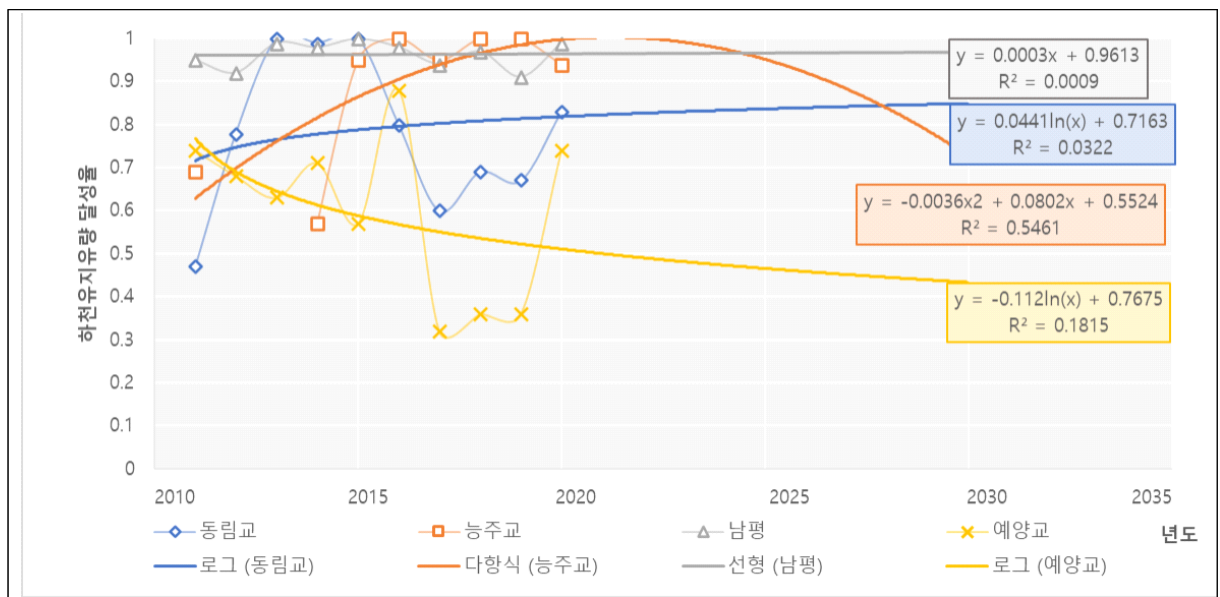
㉠ 하천유지기능 항목

- 연도별(2011년~2020년) 측정자료를 기반으로 중권역별 하천유지기능 항목에 대해 평가하고, 평가 결과를 이용하여 변화추세를 분석함

<표 5.10> 연도별 하천유지기능 항목 분석결과

년도	하천유지유량 달성율(%)			
	요천	지석천		탐진강
	동림교	능주교	남평교	예양교
2011	47	69	95	74
2012	78	-	92	68

년도	하천유지유량 달성율(%)			
	요천	지석천		탐진강
	동림교	능주교	남평교	예양교
2013	100	-	99	63
2014	99	57	98	71
2015	100	95	100	57
2016	80	100	98	88
2017	60	95	94	32
2018	69	100	97	36
2019	67	100	91	36
2020	83	94	99	74



<그림 5.12> 하천유지기능 항목 추세분석

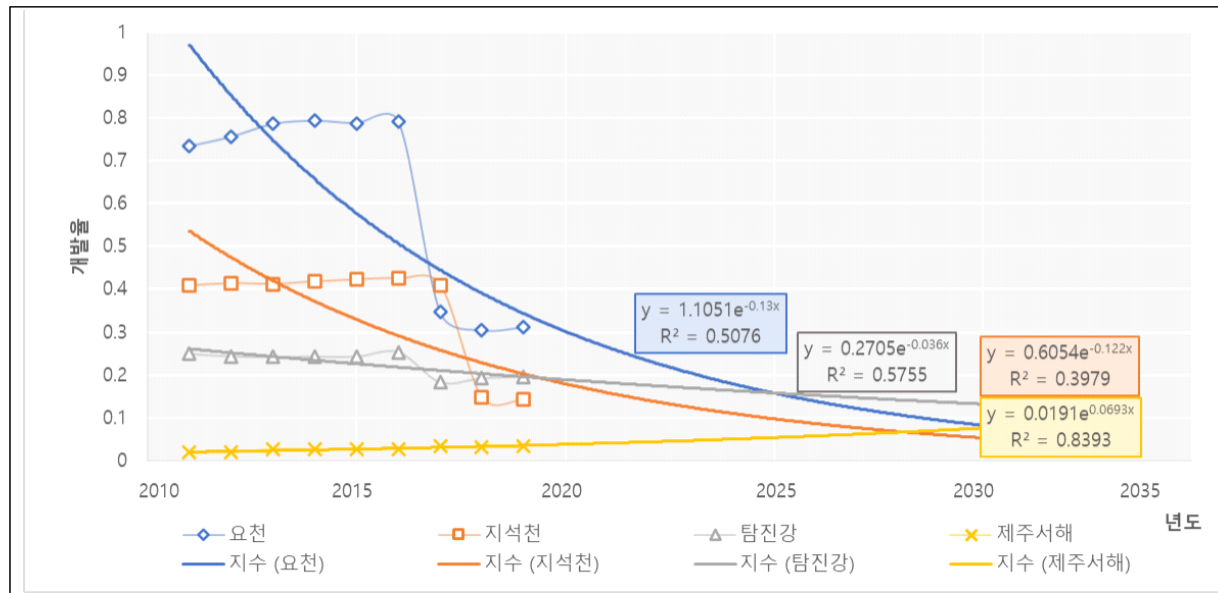
㉠ 지하수보전 항목

- 연도별(2011년~2020년) 측정자료를 기반으로 중권역별 지하수보전 항목에 대해 평가하고, 평가 결과를 이용하여 변화추세를 분석함

<표 5.11> 연도별 지하수보전 항목 분석결과

년도	지하수개발율(%)			
	요천	지석천	탐진강	제주서해
2011	73	41	25	2
2012	76	41	24	2
2013	79	41	24	3
2014	79	42	24	3
2015	79	42	24	3

년도	지하수개발율(%)			
	요천	지석천	탐진강	제주서해
2016	79	43	25	3
2017	35	41	18	3
2018	31	15	19	3
2019	31	14	20	3



<그림 5.13> 지하수보전 항목 추세분석

③ 물안전 분야

- 이수 및 치수관리 항목은 과거 자료를 특정할 수 없으므로 2020년 기준 결과 적용

(다) 물순환 종합지수

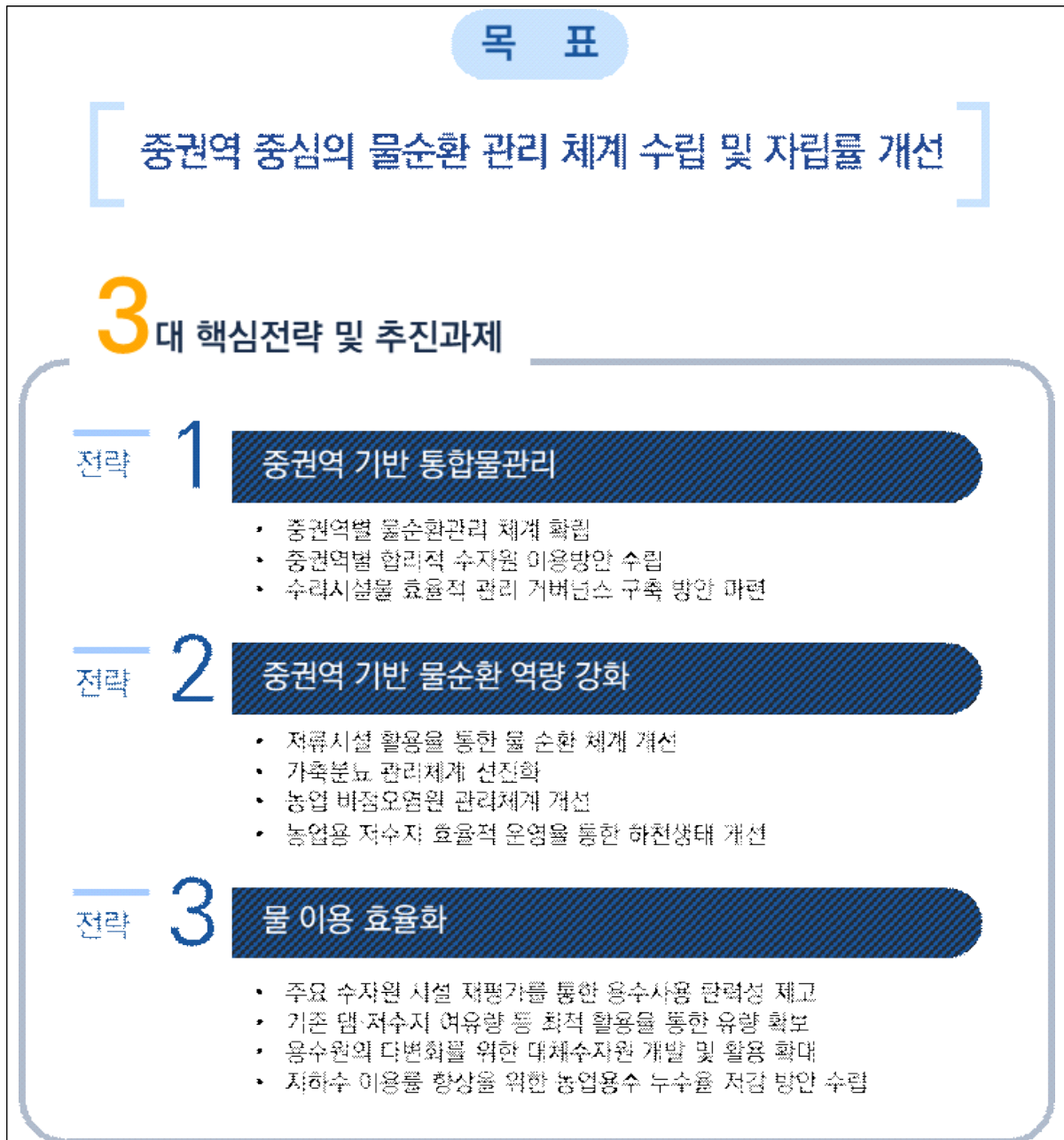
- 앞에서 추정된 항목별 평가 결과와 3장에서 실시한 계층분석적 의사결정(analytic hierarchy process: AHP) 기법에 따른 가중치를 적용하여 목표연도별 물순환 종합지수를 산정함
- 목표연도 종합지수 분석 결과 요천 중권역은 2025년 5.44에서 5.50로 증가, 지석천 중권역은 5.52에서 5.24로 감소, 탐진강 중권역은 5.15에서 5.09로 감소, 제주서해 중권역은 5.20를 유지하는 것으로 검토됨
- 추세분석에 따르면 요천 중권역은 물순환이 개선, 지석천 및 탐진강 중권역은 물순환이 악화, 제주서해 중권역은 물순환 현황을 유지하는 것으로 검토됨

<표 5.12> 목표연도 중권역별 물순환 종합지수 분석결과

목표년도	중권역			요천	지석천	탐진강	제주서해
2025년	물순환 종합지수			5.44	5.52	5.15	5.20
	물환경	수질 관리	평가 결과(점수)	I (7)	Ⅳ(4)	Ⅱ(6)	Ⅳ(4)
			가중치	1.62	1.04	1.98	0.74
		비점오염 관리	평가 결과(점수)	Ⅵ(2)	Ⅱ(6)	Ⅱ(6)	Ⅲ(5)
			가중치	0.33	1.20	1.50	1.19
		수생태 관리	평가 결과(점수)	Ⅲ(5)	Ⅲ(5)	Ⅲ(5)	Ⅳ(4)
			가중치	0.44	0.60	0.52	0.43
	물이용	하천유지 기능	평가 결과(점수)	Ⅲ(6)	I (7)	Ⅵ(2)	Ⅶ(1)
			가중치	2.13	1.96	0.34	0.06
		지하수 보전	평가 결과(점수)	Ⅱ(6)	I (7)	Ⅱ(6)	I (7)
			가중치	0.35	0.33	0.29	2.42
	물안전	치수관리	평가 결과(점수)	Ⅲ(5)	Ⅴ(3)	Ⅲ(5)	Ⅲ(5)
			가중치	0.36	0.20	0.34	0.16
		이수관리	평가 결과(점수)	I (7)	I (7)	Ⅱ(6)	I (7)
			가중치	0.22	0.20	0.18	0.20
2030년	물순환 종합지수			5.50	5.24	5.09	5.20
	물환경	수질 관리	평가 결과(점수)	I (7)	Ⅳ(4)	Ⅱ(6)	Ⅳ(4)
			가중치	1.62	1.04	1.98	0.74
		비점오염 관리	평가 결과(점수)	Ⅵ(2)	Ⅱ(6)	Ⅱ(6)	Ⅲ(5)
			가중치	0.33	1.20	1.50	1.19
		수생태 관리	평가 결과(점수)	Ⅲ(5)	Ⅲ(5)	Ⅱ(6)	Ⅳ(4)
			가중치	0.44	0.60	0.63	0.43
	물이용	하천유지 기능	평가 결과(점수)	Ⅱ(6)	Ⅱ(6)	Ⅶ(1)	Ⅶ(1)
			가중치	2.13	1.68	0.17	0.06
		지하수 보전	평가 결과(점수)	I (7)	I (7)	Ⅱ(6)	I (7)
			가중치	0.41	0.33	0.29	2.42
	물안전	치수관리	평가 결과(점수)	Ⅲ(5)	Ⅴ(3)	Ⅲ(5)	Ⅲ(5)
			가중치	0.36	0.20	0.34	0.16
		이수관리	평가 결과(점수)	I (7)	I (7)	Ⅱ(6)	I (7)
			가중치	0.22	0.20	0.18	0.20

(2) 추진전략

- (중권역 기반 통합물관리) 수량, 수질 및 생태계를 고려하는 물관리
- (중권역 기반 물순환 역량 강화) 유역 내 자연적인 물순환 회복으로, 기후변화에 대응할 수 있는 회복탄성력을 갖춘 물관리
- (물 이용 효율화) 물 절약, 다양한 수자원 확보를 통한 수자원 연계, 물 인프라 시설 개선 및 공급체계 구축



<그림 5.14> 중권역별 물순환 목표

* Kwater 및 농어촌공사 등 관련 기관으로부터 수집한 물순환 관련 추진계획 문헌을 기반으로 검토함

(3) 세부전략

(가) 중권역 기반 통합 물관리

① 중권역별 물순환관리 체계 확립

㉠ 중권역 단위 통합물관리 목표 설정, 계획 수립 및 이행 평가체계 구축

- 소권역 단위 가용한 수자원을 분석하여 기존 수질 대책과 병행 가능한 수량, 수질, 수생 태 연계 방안 마련

㉡ 중권역 단위 물관리 의사결정을 위한 협의체 구성·운영

㉢ 중권역 단위 통합관리계획 수립과 의사결정에 필요한 정보 생산 및 중권역 단위 수질 및 수량관리 체계 마련

㉣ 물순환 관리목표 수립 및 이행평가 지원에 효율적인 물순환 개선 효과평가 시스템 개발

㉤ 중권역 물관리 시범사업 도입

② 중권역별 합리적 수자원 이용방안 수립

㉠ 장래의 용수 요구 대처를 위한 합리적인 수자원 이용을 위해서는 물관리기본법의 제정목적을 준수하여 배분·이용계획을 수립

㉡ 장래 유역별 추가 용수요구는 가급적 타유역에서 공급받지 않고 유역 내에서 해결하는 물 이용 자립을 배분 원칙으로 정립

㉢ 물 이용 현황을 정확히 진단·평가하여 수자원 총량 내에서 탄력적으로 활용하고 목적 외 활용 시 이용료 부과 등 보상방안(법·제도) 마련

- 과학적인 기초자료와 구축분석을 바탕으로 중권역별 주요 공급 목적인 농업용수의 공급능력을 재평가한 후, 여유 수자원의 효율적 배분, 이용
- 다목적댐, 농업용 저수지, 수력댐(보성강댐), 지자체 저수지 등 유역 내 기존 수자원시설의 효율적 활용방안 마련 필요
- 기존 용도의 용수를 타 목적으로 활용 시 이용료 부과 등 보상방안(법·제도) 마련

㉣ 수요는 증가하는 반면 물 이용 자립도가 낮은 지역(여수산단 등)에 대해서는 다양한 맞춤형 대체수자원 개발 노력 필요

- 수도정비기본계획에서는 여수 국가산단 용수공급을 위해 지하수 저류지(광양·보성) 및 여수 하수재이용 등 대체수원 개발을 제시

㉤ 물문제 해결의 실행력 확보를 위해 낙동강 통합물관리 사례처럼 물관리위원회 주도의 정부·지자체·지역주민 등 다양한 이해관계자 협의체 구성을 통한 단계적 추진이 필요

③ 수리시설물 효율적 관리 거버넌스 구축 방안 마련

㉠ 수리시설물 효율적 활용을 위한 거버넌스 구축 및 일원화 방안 마련

- 광역화사업 완료 후 수해지역 공사관리구역 편입 시 수리계 역할 재정립 필요

- 공사관리구역 편입 완료 후 단계적으로 급수관리 역할 재편 방안 수립
- 기존 수리계가 가진 물 배분 및 갈등에 대한 문제를 해결하기 위해 수리계를 물이용자 협회(water user association, WUA)로 전환 필요
- WUA는 해당 지역 농민의 농업용수 할당량 결정 시 결정권 행사 가능
- 기존 수리계의 급수관리 역할은 수리시설물 전담기관(한국농어촌공사)에서 담당
- (중앙/지방) 정부-WUA-수리시설물 전담기관 등 3부분의 거버넌스 체계구축 및 운영방안 수립으로 농업용수 관리체계 고도화 추진
- 수리시설물 관리체계 일원화 방안 및 정책 수립

(나) 중권역 기반 물순환 역량 강화

① 저류시설 활용을 통한 물순환체계 개선

㉠ 빗물저류시설의 빗물 이용 활성화

- 도시 물순환 활성화를 위해 빗물 저류시설에 저류된 빗물의 이용 확대를 위한 「물재이용법」 상 빗물의 정의 및 범위 확대 방안 검토
- a. 빗물저류시설의 빗물 이용을 위한 시설 운영 등 관리방안 마련
 - 빗물저류시설에 저류된 빗물에 대한 안전한 이용이 가능하도록 이용 용도별 수질 기준 및 시설별 설계 기준 마련
 - 빗물저류시설과 연계한 빗물 이용시설의 운영 및 유지관리 방안 마련
- b. 빗물저류시설에 저류된 빗물 이용을 위한 제도 개선방안 마련(2023~)
 - 우수유출 저감시설, 하수 저류시설, 완충 저류시설에 대한 운영 현황, 수질, 이용 가능성 등 실태조사
 - 빗물저류시설에 저류된 빗물을 이용하도록 물재이용법 개정(안) 및 빗물저류 시설들의 유지관리 기준 등 관련 제도개선(안) 마련
- c. 빗물저류시설 설계 및 운영 유지관리 방안 마련(2024~)
 - 빗물저류시설의 빗물 이용을 위한 용도별 수질 기준 마련 연구
 - 빗물저류시설의 빗물 이용 확대를 위한 시설별 설계 및 운영 유지관리 방안을 마련

㉡ 지역 단위 중수도 시스템 활성화

- a. 개발사업 종류별 지역 단위 중수도 설치·운영 효율화 방안 마련
 - 개발 사업자와 개별 시설물 설치자에 중수도 의무규정 중복 발생 시 개발 사업자에게만 의무규정을 적용토록 관련 규정
 - 중수도의 효율적 설치·운영을 위한 개발사업 종류별 지역 단위 중수도 설치 및 운영관리 가이드라인 마련
 - 개발사업의 지역 단위 중수도 설치 및 운영 시 인센티브 부여 등 경제적 유인책 마련
- b. 장기적으로 개발사업별 지역 단위 중수도에 대한 공공 기반시설 포함을 위한 적정성 등 검토

- 지역 단위 중수도의 이용 목적의 공공성, 다른 공공시설과의 형평성, 관리의 효율성 등 공공 기반시설 포함 적정성 및 공공 기반시설에 포함하는 제도 정비 추진
- ② 가축분뇨 관리체계 선진화
 - ㉠ 양분관리제 등 가축분뇨 관리체계 선진화
 - 양분수지 기반 양분관리정보시스템 개발 및 관리 적용
 - 양분수지 기반 축산밀집지역의 가축분뇨 환경영향 정밀조사·평가
 - 토양으로 투입되는 양분(영양물질) 출처 및 수계의 농업특성을 반영한 양분수지 평가
 - ㉡ 가축분뇨 전자인계시스템 관리정보 확대 및 실효성 확보
 - 수집·운반·살포차량의 GPS 장비 설치 등 관리기술 구축 및 운영
 - ㉢ 가축분뇨 발생·처리·배출 관리 강화
 - 퇴비·액비 살포기준 등 관련규정 정비
 - 지자체별 가축분뇨 관리계획 및 가축분뇨 실태조사 강화
 - 가축분뇨 전자인계관리대상 축종 확대 방안 검토(돼지 ⇨ 말, 젖소, 소 등)
- ③ 농업 비점오염원 관리체계 개선
 - ㉠ 농업환경을 고려한 비점오염원 유출 특성 분석 및 최적비점오염관리 기법 적용
 - 영농활동 변화 및 집약적 토지이용에 대한 비점오염물질 발생·배출 특성 파악
 - 수질·수생태계 보전을 위한 적합한 최적관리기법 적용
 - ㉡ 교차준수제 등 제도 정비를 통한 농업 비점오염원 관리
 - 미국의 환경개선장려제(EQIP, Environmental Quality Incentive Program), 유럽연합(EU)의 교차준수제 등을 도입한 농촌 비점오염 관리
 - 교차준수제(Cross-compliance)란 농부들이 영농활동 시 환경 및 다른 공공 이슈 관련 규정을 준수해야만 직불금 형태의 보조금을 받을 수 있는 제도
 - ㉢ 농림축산식품부의 “농업환경보전 프로그램” 신규 정책사업 추진
 - 농업환경보전에 필요한 환경친화형 영농활동 소요비용 및 소득감소분 등을 인센티브로 지원(최대 200만원/ha 지원)
 - 농업환경보전 활동에 따른 초생대, 저류지, 둠벙 등 구조물 설치, 관리비용 및 필요한 장비 별도 지원
 - ㉣ 농경지 토양 및 양분유출 유실 저감 방안 기술개발
 - 농경지 토양유실량 산정 및 기후변화 취약성 평가, 토양보전관리기술 개발
 - 농경지 양분유출량 산정 및 유출기작 모의모델 개발, 기후변화 취약성 평가, 양분 관리기술 개발
 - ㉤ 순환 관개 및 배수장-유수지 연계도입 등 농업 비점오염원 관리

- 유역기반의 용수공급부터 배출수까지 전 과정 수질관리로 건강한 물순환체계 확립
- 순환 관개 및 배수장-유수지 연계도입으로 비점오염원의 하천 유입 방지와 정화 유도
- ④ 농업용 저수지 효율적 운영을 통한 하천생태 개선
- ㉠ 영산강권역의 수질관리를 위한 물순환 제고
 - 실태조사 및 농업용수 공급 효율화 사업으로 여유량이 확보된 저수지를 이용하여 영산강 권역의 수질관리
 - 환경생태유량 확보 방안 마련을 통한 영산강 수질관리 제고
- ㉡ 기존 시설의 효율적 운영을 통한 수량 확보
 - 기존 소규모 농업용 저수지 용량확보를 통한 하천유지용수 여유 용량 방류
 - 제2, 4 수원지 등 기존 시설을 활용한 하천유지유량 확보
 - 상수이용량 절감 및 하수 발생량 저감을 통한 하수처리장 유입부하 저감
- ㉢ 하천유지유량 고시개정을 통한 하천유지유량 확보
 - 영산강 하천유지유량의 적정 고시유량 산정을 위한 조사 연구 수행
 - 과학적 근거자료를 통한 하천유지유량 고시유량 재설정
- ㉣ 하구 및 하구호 수질 및 수생태계 통합관리 체계 마련
 - 영산강하구와 하구호의 수질·수생태계 조사·평가 및 연구 확대
 - 영산강하구 수질개선 및 수생태계 회복을 위한 최적 대안 마련
- ⑤ 저수지 치수능력 확대 및 방류량 결정시스템 구축
- ㉠ 저수지 홍수배제능력 향상 및 안정성 확보를 위한 치수 능력 확대사업 등 지속추진
- ㉡ 기상특보 및 위급상황 시 선제적(사전방류) 또는 효율적(이수)으로 저수지를 관리할 수 있도록 비상 수문 등 수위조절장치 설치
 - 영산강·섬진강권역의 사전방류시설이 없는 시설물 중 시설물 규모와 붕괴시 피해사항 등을 고려 선정
- ㉢ 홍수 시 방류량 결정 시스템 구축
 - 저수지별 수문데이터 확보, 하류하천 수위 유량 예측 등 디지털 기반 구축
 - 디지털 예측자료 기반으로 홍수 분석, 저수위 및 하류부 수위 예측, 저수지 방류 의사결정 등 지원을 위한 시스템 구축
- (다) 물이용 효율화
- ① 주요 수자원 시설 재평가를 통한 용수이용 탄력성 제고
- ㉠ 기존 수자원 시설인 다목적댐, 발전전용댐, 주요 농업용 저수지(총저수용량 1천만㎥ 이상)를 대상으로 실 이용량 기반 용수공급 능력 재평가 및 용수 재배분

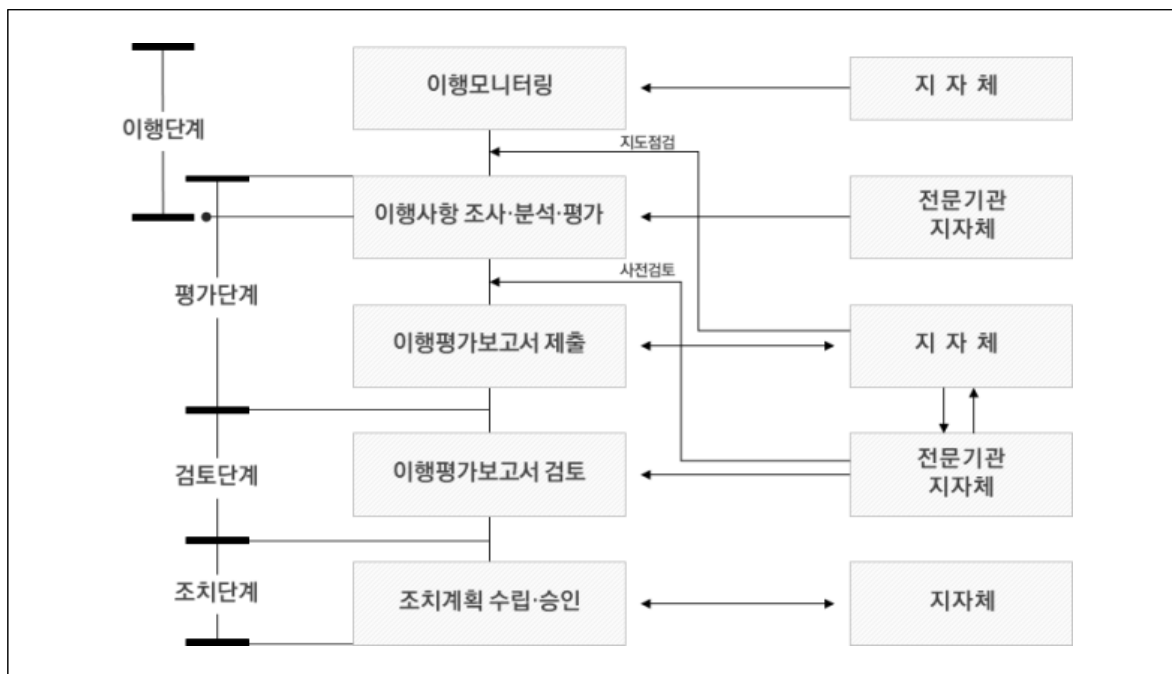
- ㉠ 충주댐에 시범 적용된 댐 재평가 방식 등을 활용 실이용량 기반 공급능력 재평가 실시, 비축 가능 물량 발생 시 배분량 조정 및 하천유지용수, 가뭄대응 용수로 활용
 - 생활용수는 공급량, 이용량 계측 가능, 농업용수 실이용량 계측을 위해 계측시설 정비, 수혜면적 현행화, 수원별 수혜면적 조사, 수요량, 공급량 정량적 분석 실시
- ㉡ 다목적댐(섬진강댐, 주암댐, 장흥댐)을 우선 사업 대상지로 선정하여 댐 재평가 실시, 이후 효과검증 후 타 댐(저수지)으로 확대 적용
- ② 기존 댐·저수지 여유량 등 최적 활용을 통한 유량 확보
- ㉢ 유역 내 기존 댐 여유량 활용
 - a. 농업용 저수지, 지자체 수원 지 등 유역 내 기존 수자원시설 여유량 최적 활용
 - b. 기존 시설을 활용한 현안 맞춤형 수자원확보방안 연구용역(2021.06, 영산강유역환경청)에서 영산강·섬진강 수계 기존 수자원시설을 통해 신규용수 확보 및 활용방안 제시
 - 단기사업으로 제시한 저수지에 대해 우선적으로 실이용량을 기반으로 한 세부 검증용역 및 활용방안 마련 후 시범사업 추진 및 단계적 확대(관계기관 합의 후 추진)
 - c. 유역 내 사업대상지 지속 발굴 : 영산강수계 전체 관계면적 중 약 46%(29,027ha)를 차지하고 있는 4대호 포함 농업용 저수지, 발전전용댐, 지자체 수원지 등에 대해 여유량 산정 및 활용방안 마련
- ㉣ 장흥댐 여유량 활용 : 국가수도기본계획에 의하면 장흥댐은 장래 수요정체로 2030년 12.7만㎥/일, 2040년 12.9만㎥/일의 여유량 발생 전망하였고, 활용방안을 제시
 - 장흥댐 장래 여유량을 급수시설 간 조정 또는 수원 간 연계를 통해 활용
 - 급수체계 조정 : 주암댐 용수공급지역과 급수시설 간 조정 시설 설치를 통해 연계 활용
 - 수원 연계 : 장흥댐에서 주암댐 상류로 공급시설 설치하여 연계 활용
- ㉤ 기능저하 저수지 시설 개선을 통해 비상 수원으로 활용
 - 기능저하 저수지 : 수혜면적의 일부 내지 전부가 감소하여 폐지 또는 대체시설로 급수가 가능함에도 유지관리 및 개보수사업 비용 등이 비효율적으로 투입되는 저수지
- ③ 용수원의 다변화를 위한 대체수자원 개발 및 활용 확대
- ㉥ 하천수 이용 「농촌용수개발사업」 신규지구 추가 추진
 - 창고천, 예래천(시설용량 30만㎥ 이상) 개발적정성 검토 후 신규지구 신청
- ㉦ 상수도 수질기준 미흡 한림정수장 활용방안 마련
- ㉧ 월정·판포 하수처리장의 하수재처리수 활용 방안 마련
 - 하수재처리수에 대해 요청하는 농가를 대상으로 우선 공급
- ㉨ 유역별 공공 빗물이용시설 1,000㎥급, 시설재배하우스 밀집지역 빗물저류지 설치(발기반정비사업 등), 배수개선 홍수저류지 용수 활용, 저류지 설치 등 검토

- ㉔ 대체수자원용 중규모 저수조(3,000㎥ 급) 신규 설치사업 추진
- ㉕ 신규 수자원 확보를 위한 인공함양 방안 마련
- ㉖ 용천수 활용 및 관리 방안 마련
- ④ 지하수 이용률 향상을 위한 농업용수 누수율 저감 방안 수립
- ㉗ 노후관로 교체 및 재정비사업 시행
 - 현재 남원읍 태흥2리 일원에 경작로, 배수로, 저류지 등 과실전문생산단지 기반조성 사업으로 일부 관로 교체 예정(2022년 완료 예정, 약 5억원 소요)
 - 노후관로 교체 및 관로 재정비에 대한 사업 확대 필요
 - 관로 누수 다발지역 선정 후 관로 교체 시행
- ㉘ 관로망 전산화 구축 사업 고도화
 - 지하수(농업용수) 관정 관로망도 조사 및 도면 제작
 - 지역별 순차적 사업 추진으로 관로망도 재정비 및 공간정보 DB 업데이트
- ㉙ 농업용수 누수율 모니터링 시스템 구축 사업
 - 사업구성: 급수구역(블록) 설정 ⇨ 송·배수관 정비 ⇨ 유량계, 수압계 등 설치 및 관로 시설물 정비 ⇨ 구역별/구간별 이용률 및 누수율 분석 ⇨ TM/TC에 의한 구역별 전산화 관리
 - 실시간 유량, 누수 관측 데이터 자동모니터링 표출시스템(시각화) 개발 및 구축
 - 정확한 누수율 파악을 위한 사업 고도화 필요

3. 이행평가 방안

가. 이행평가 체계

- 물순환 과제 추진상황을 점검함으로써 과제가 적정하게 이행되었는지의 여부를 평가
- 지속가능한 물순환 관리를 위해서는 진단평가, 전략평가, 이행·성과평가 체계가 필요하며, 평가체계별 목표는 다음과 같음
 - [진단평가]: 물순환 현황과 문제점을 진단하고, 관리목표를 설정
 - [전략평가]: 정해진 목표를 달성하기 위한 다양한 전략들을 시스템적 사고와 방법을 통해 최적의 대안을 선택하기 위함
 - [이행·성과평가]: 수립된 전략들이 계획에 맞게 이행되었고, 원하는 성과가 도출되었는지를 평가하기 위함
- 이행평가는 이행모니터링 단계, 이행사항 평가 단계, 이행평가보고서를 작성하여 제출하는 단계, 이행평가보고서의 검토단계 및 이행평가 결과에 따른 조치계획을 수립하여 시행하는 단계로 구분함
- 계획 시행의 진도결과 뿐만 아니라 계획의 효과 분석을 위하여 계획수립 완료 후 주기별 보고서 발간을 통해 진도를 점검하고, 추진 경과 및 달성의 원인을 진단하여 권고사항을 마련, 수정계획 반영이 필요함
- 부문별 이행점검·평가 지표의 개발하여 평가체계에 의한 관련 지표를 지속적으로 모니터링하여 체계적이고 지속적인 이행점검·평가 결과 제공이 필요함



<그림 5.15> 물순환 개선 이행평가 추진체계

나. 연차별 이행방안

<표 5.13> 과제 별 추진 일정

세부과제	추진일정			소관부처 (부서명)
	단기	중기	장기	
	2022~2023	2024~2026	2027~2030	
중권역별 물순환관리 체계 확립	협업체 구성 용역	사업 추진	사업 확대	환경부 농림축산식품부 지자체
중권역별 합리적 수자원 이용방안 수립	협업체 구성 용역	사업 추진	사업 확대	환경부, 농림축산식품부
수리시설물 효율적 관리 거버넌스 구축 방안 마련	협업체 구성 용역	사업 추진	사업 확대	환경부, 농림축산식품부, 지자체
저류시설 활용을 통한 물순환체계 개선	제도개선	사업추진	사업 확대	환경부
가축분뇨 관리체계 선진화	시스템 개발 및 적용	사업추진	사업 확대	환경부 농림축산식품부 지자체
농업 비점오염원 관리체계 개선	기술개발	사업추진	사업 확대	농림축산식품부 환경부 지자체
농업용 저수지 효율적 운영을 통한 하천생태 개선	관리계획 수립	계획의 이행	이행평가	환경부, 농림축산식품부, 지자체
주요 수자원 시설 재평가를 통한 용수이용 탄력성 제고	기관합의, 수요공급량 분석	재평가/재배분 기준마련	기관합의, 연계운영	환경부 농림축산식품부
기존 댐·저수지 여유량 등 최적 활용을 통한 유량 확보	계획수립 및 기본구상	설계 및 여유량 활용 추진		환경부, 농림축산식품부
용수원의 다변화를 위한 대체수자원 개발 및 활용 확대	기본계획	세부설계	시설물 설치	환경부, 농림축산식품부
지하수 이용률 향상을 위한 농업용수 누수율 저감 방안 수립	현장조사	관로 교체/전산화 구축	모니터링	농림축산식품부

다. 이행평가 및 개선

(1) 물순환 진단평가 결과를 근거로 맞춤형 개선방향을 제시

- (물환경) 토지이용계획을 반영한 수원보호, 분산형 강우·유출 계획, 도시민 친화 수변공간 확보, 물순환 관리(정성·정량 목표) 계획수립, 도심하천 복원 및 하천유지 유량 확보, 지역특성(문화 등)을 고려한 물 특화 및 보전
- (물이용) 빗물이용 및 하수처리수 재이용, 수재해 관리 시스템 계획 및 운영, 지하수관리 및 이용, 도시 회복 위한 주민 참여 프로그램, 기타 노후 취약지구의 수환경 관리
- (물안전) 녹지의 보전 및 연결성 확대 저류지, 침수시설 등 물관리 인프라 개선, 시가화 비점오염 저감 대책, 하수 네트워크 정비 및 기능 향상 취·배수 등 수요-공급 상수 네트워크 현대화 계획

<표 5.14> 물순환 개선방향

구분	개선 방향
물환경	토지이용계획을 반영한 수원 보호
	분산형 강우-유출 계획
	도시민 친화 수변공간 확보
	물순환관리(정성·정량 목표) 계획 수립
	도심하천 복원 및 하천유지 유량 확보
	지역특성(문화 등)을 고려한 물특화 및 보전
물이용	빗물이용 및 하수처리수 재이용
	수재해 관리 시스템 계획 및 운영
	지하수 관리 및 이용
	도시 회복 위한 주민 참여 프로그램
	기타 노후, 취약지구의 수환경 관리
물안전	녹지의 보전 및 연결성 확대
	저류지, 침수시설 등 물관리 인프라 개선
	시가화 비점오염 저감 대책
	하수 네트워크 정비 및 기능 향상
	취·배수 등 수요-공급 상수 네트워크 현대화 계획

(2) 평가항목별 취약요인 분석 및 개선방향 제시

(가) 물환경

- 하수처리장의 하수처리비용을 토대로 하수처리장의 증설 또는 고도화 처리 필요성 등을 검토하고 수계별 하천의 오염도 검토를 통해 수질 개선을 위한 큰 방향을 설정

<표 5.15> 물환경 개선대책

구분	취약요인	대책
하수처리장	하수처리장 용량 부족	하수처리장 증설, 오수관로 정밀진단 및 개선
하천수질	도시화에 따른 하천수질 악화, 유량부족	도심하천 복원 및 하천유지유량 확보
비점오염원	도시화에 따른 비점오염원 증가	시가화 비점오염 저감대책
하수도 통합관리	하수 활용성 부족	하수 네트워크 정비 및 기능향상

(나) 물이용

- 용수공급 및 보조수자원 활용에 대한 관련 자료를 수집하고 취약요소를 검토하여 구조적 대책의 방향을 설정

<표 5.16> 물이용 개선대책

구분	취약요인	대책
용수공급	취수원 용량 부족	댐 신설, 증고
	농업용수 부족	농업용 저수지 신설
	용수공급체계 문제	수요공급 상수 네트워크 현대화 계획
	노후관부식 문제	상하수도 관망 정비, 노후 관망 정비
보조수자원	보조수자원의 부족	하수재이용, 강변여과, 해수담수화, 지하수 부존량, 빗물이용시설 설치, 수열에너지

(다) 물안전

- 내수 및 외수 재해 등 유형별로 수재해가 발생할 우려가 있는 지구를 선정하고 지구별 수재해의 발생원인 분석 및 기 수립된 대책의 유무를 파악하여 개선 가능 여부를 결정

<표 5.17> 물안전 개선대책

구분	취약요인	대책
내수침수	우수관거통수능 부족	우수관로 개선, 우수유출저감시설, 유역분리
	배수위 영향	펌프장 신설 및 증설
	펌프장 시설용량 부족	펌프장 용량 증설, 저류시설 계획
	지하 시설물 침수	지하시설물 침수예방을 위한 수방기준 적용
	배수관거 막힘, 펌프시설 운영 장애	준설, 모니터링 및 점검
외수범람	불투수 면적 증가에 의한 침투홍수량 증가	우수유출저감시설
	하천 직강화	하천개수, 자연형하천사업
	제방 여유고 부족	하천개수, 하천구역지정, 홍수관리구역지정
	댐, 제방의 붕괴	노후 치수시설물 모니터링 및 안전 진단
	교량 기초세굴 및 유송잡물에 의한 통수단면축소	교각기초 세굴방지공, 교각부 모니터링

구분	취약요인	대책
	기능상실 취수보에 의한 국부수위 상승	보 기능성 재고 및 개량/철거
통합관리	수재해 관리 부족	수재해 관리시스템
	지류하천 홍수예경보 기능 미비	지류하천 주요지점 홍수예경보 시스템 구축
	기후변화에 따른 강수예측 어려움	도시형 고정밀강우레이더, 실시간 도시홍수 통합관리시스템

(3) 중권역별 개선대책

- 중권역별 물순환 평가 결과를 기준으로 취약요인에 대한 개선을 위한 대책을 제시

<표 5.18> 중권역별 개선대책

개선대책		요천	지석천	탐진강	제주서해
물환경	수질관리	-	하천유지유량 확보 (댐 운영개선방안 검토)	-	보조수자원 확보
	비점오염 관리	하수처리장 증설	-	-	-
	수생태 관리	-	-	-	하수처리장 증설, 비점오염저감대책
물이용	하천유지 기능	댐 신설, 증고 (댐 운영개선방안 검토)	-	댐 신설, 증고 (댐 운영개선방안 검토)	-
	지하수 보전	-	-	-	-
물안전	치수관리	-	하천개수, 하천구역지정, 홍수관리구역지정	-	-
	이수관리	-	-	-	-

라. 예산확보 방안

(1) 유역 물 관련 예산 현황

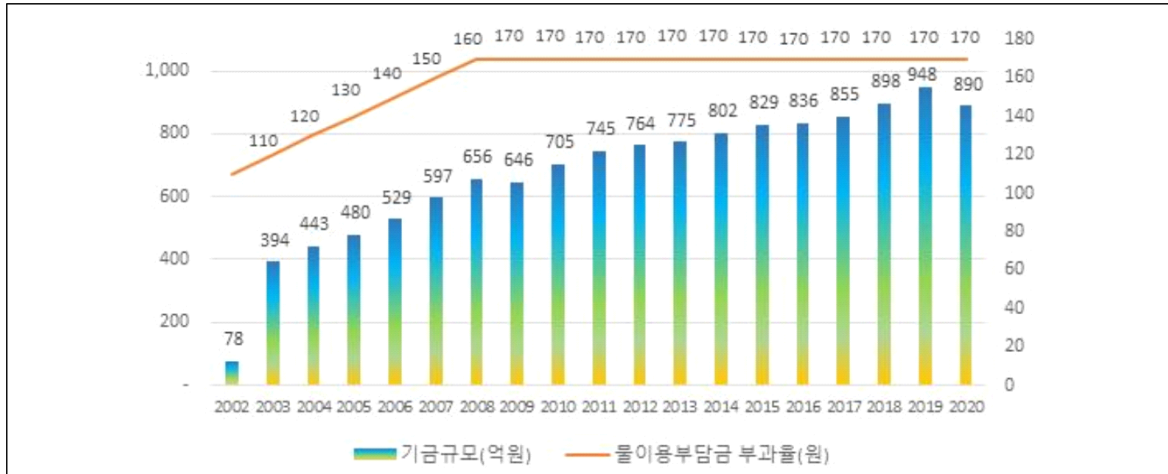
(가) 영산강·섬진강 수계관리기금

- 「영산강·섬진강 수계 물관리 및 주민지원 등에 관한 법률」에 근거하여 2002년부터 기금 운용 관리되는 것으로 조사됨
- (재원조달) 물이용부담금 부과 대상 공공수역에서 취수한 원수를 직접 또는 정수하여 공급받는 최종수요자에게 물 이용량에 대하여 톤당 170원씩 물이용부담금 부과·징수하는 것으로 조사됨

<표 5.19> 연도별 부과율

연도별	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008 ~ 2021
부과율(원/톤)	110	120	130	140	150	160	170

- (부과주체) 수도사업자가 수도요금 고지서에 수도요금과 구분하여 통합 부과 후 징수된 부담금을 기금에 납입하는 것으로 조사됨
- 영산강·섬진강 수계관리기금은 2020년 기준 약 890억원 규모로 토지매수 및 수변구역 관리에 약 40%가 지출되며, 주민지원사업 약 18%, 환경기초시설 약 24%, 기타 수질개선 지원에 약 10%, 오염총량관리에 약 6% 지출한 것으로 조사됨

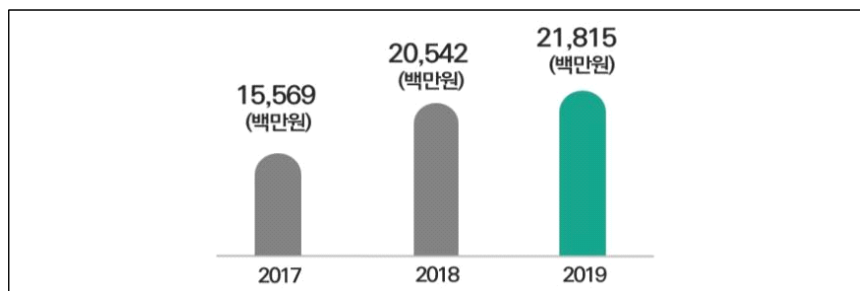


<그림 5.16> 영산강·섬진강 수계관리기금 현황

출처: 「영산강·섬진강 수계관리기금 통계('02~'20)」 (환경부, 2021)

(나) 제주도 지하수관리 특별회계

- 「제주특별법」 ‘제388조(지하수관리특별회계의 설치 등)’에 의거하여 지하수의 적정한 개발·이용과 보전·관리 사업에 드는 사업비 등을 조달하기 위하여 설치한 것으로 조사됨
- (재원조달) 지하수 원수대금의 부과·징수를 통해 조성하는 것으로 조사됨
- 제주도 지하수관리 특별회계는 2019년 기준 약 218억원 규모로 지하수의 조사·관리, 오염된 지하수의 정화작업 등에 이용되도록 규정된 것으로 조사됨



<그림 5.17> 제주도 지하수 관리 특별회계 예산 현황

※출처: 「제주도 홈페이지」 (<http://www.jeu.go.kr>)

(다) 지자체 물관리 예산 현황

- 영산강권역 내 지자체 물관리 예산은 2021년 예산 기준 광주광역시 363억원, 전라남도 476억원 규모로 조사됨

- 섬진강권역 내 지자체 물관리 예산은 2021년 예산 기준 전라북도 414억원, 전라남도 476억원, 경상남도 659억원 규모로 조사됨
- 제주권역 내 지자체 물관리 예산은 2021년 예산 기준 506억원 규모로 조사됨

<표 5.20> 영산강·섬진강·제주권 지자체 물관리 예산 현황

지자체	기능별 예산 비목	기능별 예산 세부항목	2021년 예산	총액(억원)
총계	070 환경	071 상하수도·수질	1,198	2,418
	140 국토 및 지역개발	141 수자원	380	
광주광역시	070 환경	071 상하수도·수질	334	363
	140 국토 및 지역개발	141 수자원	29	
전라남도	070 환경	071 상하수도·수질	448	476
	140 국토 및 지역개발	141 수자원	28	
전라북도	070 환경	071 상하수도·수질	302	414
	140 국토 및 지역개발	141 수자원	112	
경상남도	070 환경	071 상하수도·수질	448	659
	140 국토 및 지역개발	141 수자원	211	
제주도	070 환경	071 상하수도·수질	506	506

출처: 「영산강·섬진강·제주권 유역물관리종합계획(2021~2030년) 수립 연구」(환경부, 2021)

(2) 중장기 예산투자 및 재원확보 방향

(가) 국민 물 복지 향상, 기후위기 대응, 유역공동체의 건강성 확보 등을 위해 중앙·지방정부 물 관련 예산 지속 투자가 필요한 것으로 조사됨

- 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 관리체계 구축에 적극 투자
- 국가 경제의 역동성 회복에 기여하기 위해 물산업·인력양성 투자 확대
- 미래 기술력 확보를 위해 물관리 조사·연구 및 기술개발에 지속 투자

(나) 재원 확보 방향

- 물의 공공성 등을 감안하여 물 분야 예산의 중앙-지방 역할을 재정립하고, 필요 시 보조율 체계 정비 등 적정성 재검토 추진이 필요한 것으로 조사됨
- 수계기금 운영 효율성 및 유역주민 만족도 제고 방안 마련이 필요한 것으로 조사됨
- 중·장기적으로 이용료·부담금 등에 대해 정비하고, 유역단위의 통합물관리가 가능하도록 재정적 제도 개선 방안 등 검토가 필요한 것으로 조사됨
- 상·하수도 요금 등 이용료 현실화 및 부담금 징수율 제고 노력이 필요한 것으로 조사됨
- 효율적인 물관리 사업 추진체계 확립이 필요한 것으로 조사됨

6장

결론 및 제언

제1절 결론

제2절 제언

제VI장 결론 및 제언

제1절 결론

본 연구는 중권역 단위 진단·평가체계 구축 등 실효적인 물순환체계 개선 및 관리 방안 마련을 목적으로 연구를 수행하여 다음과 같은 결과를 도출하였음

○ 중권역 선정 및 현황조사

- 영산강/섬진강/연안(기타)/제주 권역으로 구분하여 선정
- 항목별 비교를 통해 우선검토 순위를 선정하고, 4개 권역별 중권역을 선정(요천, 지석천, 탐진강, 제주서해)
- 수원 중심의 물순환체계 개선방안 제시를 위하여 대상 중권역을 선정하였음(지석천-나주댐, 요천-동화댐, 탐진강-장흥댐, 제주 서해-수원 부족)

○ 물순환체계 문제점 검토

- (영산강 권역) 대부분의 수자원을 농업용수(약 85%)로 이용, 생·공용수는 타 수계에 의존, 5대강 중 수환경이 가장 취약
- (섬진강 권역) 수계 외 물이동, 하천 유량부족으로 하류는 환경영향에 매우 민감, 장래 여수 국가산단을 중심으로 물부족 전망
- (요천 중권역) 상류 동화댐으로 인해 하천유지유량 부족(농업용 댐으로 하천유지유량 방류의무 없음)
- (지석천 중권역) 상류 나주댐으로 인해 하천유지유량 부족
- (탐진강 중권역) 장흥댐 수량의 타 중권역 제공으로 인한 물순환 불균형 발생
- (제주서해 중권역) 지하수 의존도가 높아 계절적 가뭄에 대한 대응방안 필요

○ 수자원 배분 및 물 공급시설 연계운영 방안

- 유역 수자원 중 이용량이 많은 농업용수 공급에 대한 정확한 진단을 통해 적절한 관리계획을 수립
- 연계운영 등 기존 수자원시설 최적 활용 및 대체수자원 발굴 노력을 통해 추가 수원 확보
- ① 기존 시설 이용 효율화, ② 농업용수의 공급능력을 재평가한 후, 여유 수자원을 활용, ③ 적정 하천유지유량 산정

○ 물순환체계 개선 및 관리방안

- ① 목표 : 중권역 중심의 관리체계 수립 및 자립률 개선

② 추진전략

- (중권역 기반 통합물관리) 수량, 수질 및 생태계를 고려하는 물관리
- (중권역 기반 물순환 역량 강화) 유역 내 자연적인 물순환 회복으로, 기후변화에 대응할 수 있는 회복탄성력을 갖춘 물관리
- (물 이용 효율화) 물 절약, 다양한 수자원 확보를 통한 수자원 연계, 물 인프라 시설 개선 및 공급체계 구축

③ 물순환 평가방법

- 유역 내 물순환을 평가하기 위해서는 물관리의 모든 요소를 고려하여 평가항목을 선정

<물순환관리지표>

범주	항목	평가 지표
물환경	수질관리	하천 생활환경 지표(BOD, T-P)
	비점오염관리	비점오염 관리강우량
	수생태관리	5가지의 수생태 평가 지표
물이용	하천유지기능	하천유지유량
	지하수보전	지하수 개발률
물안전	치수관리	제방 정비율
	이수관리	급수 제한율

- 다양한 지표로 유역 물순환 취약성을 진단 및 평가하고, 취약특성에 따라 유형을 분류하여 사업효과 검증이 가능토록 해야함
- 본 연구에서는 추세분석을 통해 추정된 7개의 물순환 평가항목별 목표와 계층 분석적 의사결정(AHP) 기법에 따른 가중치를 적용하여 목표연도 물순환 목표를 설정함

<목표연도 중권역별 물순환 목표>

목표연도	구분		요천	지석천	탐진강	제주서해
2025년	물순환 종합 지수		II	II	III	II
	물환경	수질관리	I	IV	II	IV
		비점오염관리	VI	II	II	III
		수생태관리	III	III	III	IV
	물이용	하천유지기능	III	I	VI	VII
		지하수보전	II	I	II	I
	물안전	치수관리	III	V	III	III
		이수관리	I	I	II	I
2030년	물순환 종합 지수		II	II	II	II
	물환경	수질관리	I	IV	II	IV
		비점오염관리	VI	II	II	III
		수생태관리	III	III	II	IV
	물이용	하천유지기능	II	II	VII	VII
		지하수보전	I	I	II	I
	물안전	치수관리	III	V	III	III
		이수관리	I	I	II	I

* 분석된 물순환 건전성 지수는 7점 척도이고, 수치가 높을수록 건전함을 의미함

종합지수 등급	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
수치	7 이상	7미만	6미만	5미만	4미만	3미만	2미만	1미만

제2절 제언

본 연구는 물순환체계 개선을 위한 관리방안을 제시하는 것을 목표로, 이를 위한 방향성과 관리를 위한 지표 및 평가체계를 제시하고, 중권역에 적용 가능한 평가지표를 선정하고 이를 기반으로 4개 중권역에 대한 평가 결과를 도출하였음

물순환 평가를 위해 기존 지침 또는 관련 문헌에서 제시된 7가지 항목을 적용하였고, 해당 지표들은 보통의 유역에 적용하기에는 무리가 없었으나, 제주서해 지역 같은 도서 및 연안 지역의 경우 일부 적용에 무리가 있음. 따라서, 향후 물순환 평가에 있어서 보통의 유역뿐만 아니라 도서 및 연안 지역에서도 적용할 수 있도록 기존 지표를 개선 또는 신규 지표를 개발할 필요가 있음

또한, 본 연구에서는 시범사업의 성격으로 물순환 평가의 관리목표를 7개 평가항목별 추세분석을 통해 목표연도의 달성목표로 설정하였지만, 중권역의 물순환 개선목표를 정량적으로 도출하는 것은 중권역별 이해관계자 간 상호협력이 필요하며, 목표 수립과 함께 이를 실현하기 위한 맞춤형 전략 수립이 필요함. 목표 수립 등 물순환을 관리하기 위한 기관 간 협의를 이끌어 내는 것은 어려운 일이지만 체계적인 물순환 관리를 위해서는 반드시 필요하며, 이를 위한 협의체 구성 등 제도적 뒷받침이 필요함. 향후 중권역별 물순환 관리체계 수립 시에는 연구범위를 정량적 목표 수립으로 한정하여, 기관 간 협의를 통해 실질적인 목표를 도출할 수 있도록 할 필요가 있음

한편, 목표 수립 과정에서 오염원 관리와 수량관리의 대안별 수질 관리 효과와 실현 가능성을 검토하고자 하였으나, 대상 유역의 과거 자료를 검토하였을 때 수량 및 오염원과 수질의 상관관계가 명확하지 않고, 효과를 검토하기에는 너무 많은 변수가 존재하여 본 과업에서 해당 내용을 다루기에는 어려움이 있었음. 해당 내용은 수질 모델링 등이 포함된 전문적인 학술 내용을 중심으로 별도의 과업으로 수행하는 것이 효과적일 것으로 사료됨

또한, 본 연구에서는 목표 수립과 함께 이를 고려하여 계획단계 및 인허가 단계에서의 물 재이용방안, 일정 규모의 토지나 건물 관리방안, 수질오염총량 대상 사업과 연계한 지자체 관리방안, 강우 유출수 및 불투수면에 대한 관리방안 등 목표 달성을 위한 정책적 대책을 검토하고자 하였음. 그러나 이와 같은 정책적인 부분의 방안 수립은 지자체, 관련 기관 및 지역주민과 충분한 논의를 거쳐 진행되어야 하며, 목표 수립 및 수립된 목표에 대한 상호 이해가 요구되므로, 향후 목표 수립이 완료된 후 추가적인 연구를 통해 목표를 효과적으로 달성하기 위한 제도적 방안 수립 필요하다고 판단됨

참고문헌



참 고 문 헌

1. 환경부. (2007). 물순환기본계획(안).
2. 환경부. (2014). 해수담수화시설 운영관리 현황(2014.12 기준).
3. 환경부. (2015). 국가 하수도 종합계획(2016~2025년).
4. 환경부. (2018). 통합물관리를 위한 지자체 행정조직 개편 가이드라인 마련 연구.
5. 환경부. (2019). 2020 상수도통계 개요.
6. 환경부. (2019). 통합물관리 평가지표 및 평가체계 마련 연구.
7. 환경부. (2020). 한국 하천 일람 2020.
8. 관계부처합동. (2020). 제3차(2021-2025) 강우유출 비점오염원관리 종합대책(안) 요약보고서.
9. 국립환경과학원. (2021). 2020년 전국 수질평가.
10. 국토교통부. (2017). 지하수관리기본계획 수정계획(2017~2026).
11. 국토해양부. (2012). 탐진강수계(2구간) 하천기본계획 보고서.
12. 한국수자원공사. (2017). 일본 물순환기본법과의 비교를 통한 우리나라 물관리 기본법안에 대한 검토.
13. 환경부. (2019). 통합물관리를 위한 재정체계 개선 방안 연구.
14. 한국환경정책·평가연구원. (2011). 물재이용을 통한 도시하천 물순환개선 정책방향
15. 한국환경정책·평가연구원. (2018). 통합물관리 체계 구축 및 정책방향에 대한 논의.
16. Butler, D. et al.. (2010). Guidance on water cycle management for New Developments.
17. 한강홍수통제소. (2019). 2019년 하천유역조사 통계·분석보고서.
18. 관계부처합동. (2012). 제2차 비점오염원관리 종합대책(안) (12~20).
19. 대전세종연구원. (2019). “대전광역시 물순환선도도시 운영에 따른 수환경 개선효과.
20. 광주광역시. (2018). 광주광역시 물순환 관리 기본계획.
21. 광주녹색환경지원센터. (2018). 건강한 광주시 물순환 선도도시를 지원하는 연구모임 최종활동보고서.
22. 강부식 외. (2018). 도시물순환 정책사례 및 평가기준 고찰.
23. 울산광역시. (2018). 물순환 선도도시 기본계획 수립.
24. 제주발전연구원. (2016). 물순환 선도도시 사업추진을 위한 기본연구.
25. 환경부. (2019). 수질오염총량관리 기본계획 수립 매뉴얼.
26. 환경부. (2019). 오염총량관리기술지침.
27. 환경부. (2021). 섬진강수계 토지매수 대상지역 지류지천의 오염원이 광역상수원 수질에

미치는 영향에 대한 연구.

28. 환경부 영산강유역환경청. (2018). 영산강·섬진강 수계 대권역 물환경관리계획(2016~2025) 전략환경영향 평가서.
29. 환경부 국립환경과학원. (2019). 하구 수생태계 현황 조사 및 건강성 평가.
30. 환경부 한강유역환경청. (2020). 2019년 한강서울 중권역 물환경관리계획 이행평가.
31. 환경부 한강유역환경청. (2020). 2019년 한탄강서울 중권역 물환경관리계획 이행평가.
32. 환경부 국립환경과학원. (2022). 2020년도 기준 전국 오염원조사 보고서.
33. 영산강·섬진강수계관리 위원회. (2020). 영산강수계 지류·지천 수질·유량 모니터링 보고서.
34. 통계청. (2020). 2020년 정기통계 품질진단 결과보고서.
35. 환경부. (2020). 서식처 조사 및 모델링을 통한 영산강 수생태 건강성 개선방안 연구(I).
36. 영산강·섬진강 수계관리위원회. (2011). 주암호, 제주, 섬진강하류 중권역 물환경 관리계획 이행평가 최종보고서.
37. 환경부 국립환경과학원. (2020). 하천 수생태계 현황 조사 및 건강성 평가(2020).
38. 건설교통부. (2000). 수자원장기종합계획보고서 - Water Vision 2020-.
39. 관계부처합동. (2021). 제1차 국가물관리 기본계획 2021-2030.
40. 환경부. (2021). 제2차 물 재이용 기본계획 (2021-2030).
41. 국토교통부. (2016). 수자원장기 종합계획 제3차 수정계획.
42. 국토교통부. (2017). 지하수관리 기본계획 수정계획 (2017~2026).
43. 환경부. (2018). 수도정비 기본계획 수립지침.
44. 국립환경과학원. (2014). 불투수면 유출특성 조사 및 관리목표 설정연구(I).
45. 국립환경과학원. (2019). 중장기 물순환 관리 목표설정 연구 (II) -한강 및 기타수계-.
46. 한국환경공단. (2018). 유역 물순환관리를 위한 제도 도입 및 운영 방안 연구.
47. 한국환경정책·평가연구원. (2013). 미래지향적 물환경 목표와 관리체계.
48. 한국환경정책·평가연구원. (2015). 환경생태유량, 친수용수 등 물수요 변화에 대응하는 물환경 정책 개발 연구.
49. 한국환경정책·평가연구원. (2020). 통합물관리를 고려한 지속가능한 물순환 관리체계 구축 및 정책기반 마련 연구.
50. 한국환경정책·평가연구원. (2018). 물환경 관리계획의 이행평가체계 개선 방안.
51. 국회입법조사처. (2010). 수자원 관리체계의 변화에 따른 법 및 제도의 정비방안 연구.
52. 한국수자원공사. (2017). 하천 종합건전성 평가체계 구축 연구.
53. 환경부 영산강유역환경청. (2020). 섬진강하류 유역하수도정비계획(변경) 전략환경영향평가.
54. 환경부. (2019). 유역하수도정비계획 이행실태 평가 및 개선방안 연구.
55. 낙동강유역환경청. (2019). 서부경남 유역하수도정비계획(변경) 전략환경영향평가 항목 등의 결정내용 공개.

56. K-water. (2022). 정량적 유역 물순환 평가체계 구축 및 활용.
57. 한국농어촌공사. (2021). 21년 농어촌용수 이용 합리화 계획.
58. 전라남도. (2021). 4단계 전라남도 수질오염총량관리 기본계획.
59. 전라북도. (2021). 4단계 전라북도 수질오염총량관리 기본계획.
60. 광주광역시. (2021). 4단계 광주광역시 수질오염총량관리 기본계획.
61. 환경부. (2022). 영·섬진강권역 하천유역 수자원관리계획.
62. 국립환경과학원. (2017). 수질오염총량관리를 위한 비점오염원 최적관리지침.
63. 환경부. (2021). 영산강·섬진강 수계관리기금 통계('02-'20).

