

영산강 · 섬진강 · 제주권

# 자연성 회복 구상



---

영산강 · 섬진강 · 제주권  
자연성 회복 구상(안)  
마련을 위한 연구용역

---

2021. 5.

영산강유역환경청



# 제 출 문

영산강유역환경청 귀하

귀사와 계약 체결한 『영산강·섬진강·제주권 자연성 회복 구상(안) 마련을 위한 연구용역』 관련 용역 보고서를 제출합니다.

2021. 5.





□ 수행기관 : 한국수자원공사

한국하천호수학회

□ 책임연구원 : 이을래 / 연구위원

김현우 / 순천대학교 교수

□ 연구원 : 노준래 / 부장

도현우 / 순천대학교 조교수

윤정화 / 부장

고춘주 / 차장

권대중 / 차장

박태인 / 차장

봉왕근 / 차장

이석준 / 차장

장윤석 / 차장

박진희 / 차장

김치영 / 과장

정진영 / 과장

최고야 / 과장

류문현 / 수석연구원

류경식 / 책임연구원

원남일 / 책임연구원

이상욱 / 책임연구원

이상진 / 책임연구원

임광섭 / 책임연구원

장수형 / 책임연구원

정선아 / 책임연구원

최광순 / 책임연구원

김동균 / 선임연구원

□ 연구보조원 : 권미애 / 대리

허유지 / 순천대학교 석사과정

조한원 / 대리

# 목 차

## 제1장. 계획의 개요

1. 배경 및 목적 .....	1-1
1.1 연구 배경 .....	1-1
1.2 연구 목적 .....	1-2
2. 과업의 범위 .....	1-3
3. 계획의 성격과 위상 .....	1-3
4. 자연성 회복의 정책 방향 .....	1-4
4.1 국외사례 .....	1-4
4.2 자연성 회복 관련 법률·정책조사 및 분석 .....	1-7
4.3 다음 세대에게 물려줄 자연성 회복 정책 방향 .....	1-12
5. 유역 내 주요 물관리 이슈 .....	1-14
6. 비전 및 목표 .....	1-16
6.1 자연성 회복의 방향과 원칙 .....	1-16
6.2 자연성 회복의 비전과 목표 .....	1-18

## 제2장. 현황조사 및 분석

1. 일반현황 .....	2-1
1.1 유역 현황 .....	2-1
1.2 인문현황 .....	2-6
1.3 하천유지유량 .....	2-9
1.4 기상 및 기후 현황 .....	2-11
1.5 수리시설 현황 .....	2-15
2. 수질 및 생태 현황 .....	2-20
2.1 수질 현황 .....	2-20
2.2 생태 현황 .....	2-22

### 제3장. 추진전략 및 사업제시

1. 살아 움직이는 강 .....	3-2
1.1. 영산강	
1.1.1 종적 연속성 회복을 위한 협업사업 .....	3-2
1.1.2 영산강하구 자연성 회복 방안 구상 .....	3-8
1.1.3 영산강 보 개방에 따른 지하수 활용성 확보 .....	3-14
1.1.4 횡적 연속성 회복 .....	3-19
1.1.5 옛 물길 복원대상지 선정 및 기본구상 수립 .....	3-30
1.1.6 자연유황의 회복 .....	3-36
1.1.7 치수 안전성 확보 .....	3-43
1.2. 섬진강	
1.2.1 종적 연속성 회복을 위한 협업사업 .....	3-52
1.2.2 횡적 연속성 회복 .....	3-57
1.2.3 옛 물길 복원대상지 선정 및 기본구상 수립 .....	3-69
1.2.4 자연유황의 회복 .....	3-74
1.2.5 치수 안전성 확보 .....	3-81
1.3. 제주권	
1.3.1 종적 연속성 회복을 위한 협업사업 .....	3-90
1.3.2 치수 안전성 확보 .....	3-94
2. 생명이 숨 쉬는 강 .....	3-103
2.1. 영산강	
2.1.1 하천 건강성 회복 및 서식처 복원 .....	3-103
2.1.2 생태계거점 보전관리방안 .....	3-108
2.1.3 생태계교란생물 관리 .....	3-115
2.1.4 기수생태계 효율적 관리 .....	3-122
2.1.5 복개하천 자연성 회복 .....	3-124

2.2. 섬진강	
2.2.1 하천 건강성 회복 및 서식처 복원	3-127
2.2.2 생태계거점 보전관리방안	3-131
2.2.3 생태계교란생물 관리	3-138
2.2.4 기수생태계 효율적 관리	3-145
2.2.5 복개하천 자연성 회복	3-148
2.3. 제주권	
2.3.1 하천 건강성 회복 및 서식처 복원	3-151
2.3.2 생태계거점 보전관리방안	3-153
2.3.3 생태계교란생물 관리	3-156
2.3.4 복개하천 자연성 회복	3-163
2.3.5 제주도 친환경적인 하천관리	3-166
2.3.6 제주도 우수하천의 종합적 관리방안	3-168
3. 맑은 물이 흐르는 강	3-170
3.1. 영산강	
3.1.1 물환경 모니터링체계 강화	3-170
3.1.2 LID / GSI 등 관리책임 강화 및 물순환관리 기법 확대	3-184
3.1.3 물 재이용 활성화	3-188
3.1.4 상수원 물환경 관리 및 친환경 수처리기술 적용	3-192
3.2. 섬진강	
3.2.1 물환경 모니터링체계 강화	3-198
3.2.2 LID / GSI 등 관리책임 강화 및 물순환관리 기법 확대	3-212
3.2.3 물 재이용 활성화	3-216
3.2.4 상수원 물환경 관리 및 친환경 수처리기술 적용	3-220
3.3. 제주권	
3.3.1 물 재이용 활성화	3-223
3.3.2 제주도 용천수 수질 개선 및 오염원 저감방안 마련	3-227
3.3.3 제주도 지하수 가치증대를 위한 수자원 이용 관리강화	3-234

4. 더불어 사는 강 .....	3-238
4.1. 영산강	
4.1.1 통합물관리를 위한 거버넌스 구축 .....	3-238
4.1.2 다양한 이해관계자 참여 방안 .....	3-244
4.2. 섬진강	
4.2.1 통합물관리를 위한 거버넌스 구축 .....	3-247
4.2.2 다양한 이해관계자 참여 방안 .....	3-253
4.3. 제주권	
4.3.1 통합물관리를 위한 거버넌스 구축 .....	3-256
4.3.2 다양한 이해관계자 참여 방안 .....	3-260

#### 제4장 제도적 기반의 구축

1. 생태유량 확보방안 .....	4-1
2. 수자원의 합리적 비용부담체계 개선방안 .....	4-4
3. 효율적 하천관리 관리 주체 정립방안 .....	4-9

## 표 목 차

〈표1-1〉 미국 키시미강 복원사업 .....	1-4
〈표2-1〉 유역 기초 현황자료 .....	2-2
〈표2-2〉 영산강·섬진강 유역분할 현황 .....	2-3
〈표2-3〉 제주권 유역분할 현황 .....	2-4
〈표2-4〉 기준 하천 현황 .....	2-4
〈표2-5〉 행정구역 현황 .....	2-6
〈표2-6〉 전국 도서 지역 현황 .....	2-6
〈표2-7〉 최근 5년간 인구변화 .....	2-6
〈표2-8〉 토지이용현황 .....	2-7
〈표2-9〉 물 이용특성 현황 .....	2-8
〈표2-10〉 공공하수처리시설(시설용량 500㎥/일 이상), 가축분뇨처리시설 현황 .....	2-8
〈표2-11〉 하천유지유량 고시 .....	2-9
〈표2-12〉 연도별 하천유지유량 달성도 .....	2-10
〈표2-13〉 영산강·섬진강 주요 수자원시설 현황 .....	2-15
〈표2-14〉 다기능 보 현황 .....	2-16
〈표2-15〉 제주도 수자원개발 이용시설 현황 .....	2-16
〈표2-16〉 제주도 지역별 지하수 개발 및 이용 현황 .....	2-16
〈표2-17〉 광역 및 공업용수도 취수시설 현황 .....	2-17
〈표2-18〉 지방 상수도 취수시설 현황 .....	2-17
〈표2-19〉 정수시설 현황 .....	2-18
〈표2-20〉 제주도 취수시설 및 정수장 현황 .....	2-18
〈표2-21〉 공공하수처리시설 현황 .....	2-19
〈표2-22〉 수질 측정망 지점 수 .....	2-20
〈표2-23〉 최근 5년 상·중·하류 평균 BOD .....	2-20
〈표2-24〉 지하수 측정지점 목표 수질 달성 현황(국가 지하수 측정망) .....	2-21
〈표2-25〉 영산강권역 수생태계 건강성 달성률 .....	2-22
〈표2-26〉 섬진강권역 수생태계 건강성 달성률 .....	2-22
〈표2-27〉 제주도 수생태계 건강성 달성률 .....	2-23

〈표2-28〉 권역별 생태환경 현황	2-25
〈표3-1〉 하천구조물 설치현황	3-2
〈표3-2〉 부처별 어도 관련 법 및 사업	3-3
〈표3-3〉 승촌보 및 죽산보 어도시설 현황	3-5
〈표3-4〉 어도 개선방안 예시	3-5
〈표3-5〉 영산강 대권역 어류평가지수(FAI) 값 및 등급 분포	3-6
〈표3-6〉 증암천 보 현황	3-7
〈표3-7〉 증암천 어도 현황	3-7
〈표3-8〉 영산강 하구역(영산강 및 영산호) 관리기관의 분산	3-11
〈표3-9〉 승촌보 과업 지역 지하수 이용 현황	3-17
〈표3-10〉 영산강·섬진강수계 시계열별 경관생태학적지수 산정 결과	3-21
〈표3-11〉 2019 대권역별 서식수변환경지수(HRI) 값 및 등급 분포	3-21
〈표3-12〉 2019 대권역별 수변식생지수(RVI) 값 및 등급 분포	3-22
〈표3-13〉 영산강·섬진강수계 수변생태벨트 조성 현황	3-22
〈표3-14〉 8개 시·군 내 수변구역 면적 현황	3-22
〈표3-15〉 관련 제도 현황	3-23
〈표3-16〉 수변완충지대를 활용한 지역 거버넌스 사업 예시	3-28
〈표3-17〉 유역 폐천부지 필지 수 및 면적 현황	3-30
〈표3-18〉 물리적 복원유형에 따른 복원 수준	3-32
〈표3-19〉 댐 건설 전·후 유량변동계수 변화	3-36
〈표3-20〉 2006~2018년 영산강 하천유지유량 달성률(%) 평가	3-38
〈표3-21〉 가변적 하천유지유량 공급 예시	3-40
〈표3-22〉 물 순환형 하천 정비사업 시범 및 우선 사업 지구 현황	3-42
〈표3-23〉 댐 및 저수지 용도별 홍수조절량	3-43
〈표3-24〉 섬진강댐, 용담댐, 합천댐 유역 강수량	3-45
〈표3-25〉 하천기본계획 수립 현황	3-47
〈표3-26〉 국가하천 정비계획	3-48
〈표3-27〉 지방하천 정비계획	3-48
〈표3-28〉 지방하천 강변저류지, 홍수터 확보(안)	3-49
〈표3-29〉 지방하천 정비 연차별 투자계획	3-49
〈표3-30〉 하천구조물 설치현황	3-52
〈표3-31〉 부처별 어도 관련 법 및 사업	3-53



〈표3-32〉 섬진강 대권역 어류평가지수(FAI) 값 및 등급 분포	3-55
〈표3-33〉 용춘천 보 현황	3-55
〈표3-34〉 용춘천 어도 현황	3-56
〈표3-35〉 영산강·섬진강수계 시계열별 경관생태학적지수 산정 결과	3-59
〈표3-36〉 2019 대권역별 서식수변환경지수(HRI) 값 및 등급 분포	3-59
〈표3-37〉 2019 대권역별 수변식생지수(RVI) 값 및 등급 분포	3-59
〈표3-38〉 영산강·섬진강수계 수변생태벨트 조성 현황	3-60
〈표3-39〉 8개 시·군 내 수변구역 면적 현황	3-60
〈표3-40〉 관련 제도 현황	3-61
〈표3-41〉 수변완충지대를 활용한 지역 거버넌스 사업 예시	3-66
〈표3-42〉 유역 폐천부지 필지 수 및 면적 현황	3-69
〈표3-43〉 물리적 복원유형에 따른 복원 수준	3-71
〈표3-44〉 댐 건설 전·후 유량변동계수 변화	3-74
〈표3-45〉 2006~2018년 섬진강 하천유지유량 달성률(%) 평가	3-76
〈표3-46〉 가변적 하천유지유량 공급 예시	3-78
〈표3-47〉 물 순환형 하천 정비사업 시범 및 우선 사업 지구 현황	3-80
〈표3-48〉 댐 및 저수지 용도별 홍수조절량	3-81
〈표3-49〉 섬진강댐, 용담댐, 합천댐 유역 강수량	3-83
〈표3-50〉 하천기본계획 수립 현황	3-85
〈표3-51〉 국가하천 정비계획	3-86
〈표3-52〉 지방하천 정비계획	3-86
〈표3-53〉 지방하천 강변저류지, 홍수터 확보(안)	3-87
〈표3-54〉 지방하천 정비 연차별 투자계획	3-87
〈표3-55〉 어도 설치현황	3-90
〈표3-56〉 부처별 어도 관련 법 및 사업	3-91
〈표3-57〉 제주권 어류평가지수(FAI) 값 및 등급 분포	3-92
〈표3-58〉 제주 수계 어도 현황	3-93
〈표3-59〉 하천기본계획 수립 현황	3-98
〈표3-60〉 지방하천 정비계획	3-99
〈표3-61〉 지방하천 강변저류지, 홍수터 확보(안)	3-100
〈표3-62〉 지방하천 연차별 투자계획	3-100
〈표3-63〉 5대강 권역별 수생태 건강성 조사 결과 ' 좋음(B)' 등급 이상 지점 비율	3-108

〈표3-64〉 영산강 대권역 어류평가지수(FAI) 값 및 등급 분포	3-110
〈표3-65〉 외래종 관련 용어 정의	3-115
〈표3-66〉 국내 외래종 관련 법	3-116
〈표3-67〉 생물다양성 위협 외래생물 관리기술개발 사업 개요	3-116
〈표3-68〉 국내 생태계교란생물	3-117
〈표3-69〉 산지천 복원사업 주요 내용	3-125
〈표3-70〉 5대강 권역별 수생태 건강성 조사 결과 ' 좋음(B)' 등급 이상 지점 비율	3-131
〈표3-71〉 섬진강 대권역 어류평가지수(FAI) 값 및 등급 분포	3-133
〈표3-72〉 외래종 관련 용어 정의	3-138
〈표3-73〉 국내 외래종 관련 법	3-139
〈표3-74〉 생물다양성 위협 외래생물 관리기술개발 사업 개요	3-139
〈표3-75〉 국내 생태계교란생물	3-140
〈표3-76〉 산지천 복원사업 주요 내용	3-149
〈표3-77〉 외래종 관련 용어 정의	3-156
〈표3-78〉 국내 외래종 관련 법	3-157
〈표3-79〉 생물다양성 위협 외래생물 관리기술개발 사업 개요	3-157
〈표3-80〉 국내 생태계교란생물	3-158
〈표3-81〉 산지천 복원사업 주요 내용	3-164
〈표3-82〉 대권역 기준 하천 현황	3-167
〈표3-83〉 국가 물환경측정망 운영현황	3-170
〈표3-84〉 비점오염원 측정 구축 운영현황	3-171
〈표3-85〉 비점오염원 측정지점 확대계획	3-172
〈표3-86〉 토일천 강우와 EMC 현황	3-178
〈표3-87〉 내성천 일일 유입부하량	3-179
〈표3-88〉 단위면적당 연간 유입부하량	3-179
〈표3-89〉 댐별 우선순위 배점 기준표	3-181
〈표3-90〉 댐 수권역별 우선순위 배점 기준표	3-182
〈표3-91〉 영산강·섬진강 비점오염원 물질측정망 추가 설치계획	3-183
〈표3-92〉 2019 하수처리 수질 현황	3-188
〈표3-93〉 하천유지용수 부족량	3-190
〈표3-94〉 2030 영산강·섬진강 유역 하천유지용수 공급 목표	3-191
〈표3-95〉 영산강 물환경측정망 지점별 평균자료(2015~2019년)	3-192

〈표3-96〉 영·섬 주요 상수원 5개소 수질 추이	3-194
〈표3-97〉 하수처리장별 방류수 재처리 방안(안)	3-195
〈표3-98〉 친환경 수처리기술(에코필터링) 개요(승촌보 가늌터)	3-195
〈표3-99〉 평림정수장 방류수 재처리 시범사업(안)	3-196
〈표3-100〉 비점오염원 측정 구축 운영현황	3-199
〈표3-101〉 비점오염원 측정지점 확대계획	3-200
〈표3-102〉 토일천 강우와 EMC 현황	3-206
〈표3-103〉 내성천 일일 유입부하량	3-207
〈표3-104〉 단위면적당 연간 유입부하량	3-207
〈표3-105〉 댐별 우선순위 배점 기준표	3-209
〈표3-106〉 댐 수권역별 우선순위 배점 기준표	3-210
〈표3-107〉 영산강·섬진강 비점오염원 물질측정망 추가 설치계획	3-211
〈표3-108〉 2019 하수처리 수질 현황	3-216
〈표3-109〉 하천유지용수 부족량	3-218
〈표3-110〉 2030 영산강·섬진강 유역 하천유지용수 공급 목표	3-219
〈표3-111〉 영·섬 주요 상수원 5개소 수질 추이	3-220
〈표3-112〉 2019 하수처리 수질 현황	3-223
〈표3-113〉 지역별 용천수 분포 현황	3-227
〈표3-114〉 제주 용천수 이용 현황	3-228
〈표3-115〉 지하수 용도별 질산성 질소, 염소이온 수질 기준	3-228
〈표3-116〉 표고별 용천수 질산성질소 및 염소이온 분석결과	3-228
〈표3-117〉 제주도 용천수 수질 현황	3-229
〈표3-118〉 보존구역 지정기준 예시	3-231
〈표3-119〉 지하수 개발·이용 허가 및 이용량 현황	3-235
〈표3-120〉 기구별 구성 및 역할	3-239
〈표3-121〉 기구별 구성 및 역할	3-248
〈표4-1〉 일본의 1급 하천 수계에서의 수리권 전용	4-1
〈표4-2〉 대안별 장·단점 비교	4-3
〈표4-3〉 무상공급에 따른 자원 및 비용부담 등	4-5
〈표4-4〉 물이용부담금 징수현황	4-7
〈표4-5〉 하천관리 기능 역할 분담 방향(안)	4-10
〈표4-6〉 국가하천 구간 확대 제도개선(안)	4-10

## 그림 목 차

〈그림1-1〉 미국 키시미강 복원사업 .....	1-4
〈그림1-2〉 이탈리아 마레이트강 복원 전후 .....	1-5
〈그림1-3〉 독일 이자르강 복원 전후 .....	1-6
〈그림1-4〉 우리나라 강 관리의 연대별 변화 .....	1-10
〈그림2-1〉 권역별 하천면적 .....	2-1
〈그림2-2〉 유역별 하천 현황 .....	2-5
〈그림2-3〉 유역별 인구변화 .....	2-7
〈그림2-4〉 유역별 연간 강수량 .....	2-11
〈그림2-5〉 총 강수량 분포도 .....	2-12
〈그림2-6〉 유역별 평균 기온 .....	2-13
〈그림2-7〉 평균 기온 분포도 .....	2-14
〈그림3-1〉 영산강 대권역 어류 평가 결과 .....	3-6
〈그림3-2〉 영산강하구 현황 .....	3-9
〈그림3-3〉 영산강(승촌보) 과업 지역 분류 .....	3-14
〈그림3-4〉 영산강 4개 과업 지역 총적층 두께 및 고도 변화 .....	3-15
〈그림3-5〉 영산강 4개 과업 지역 총적층과 보 수위 비교 .....	3-16
〈그림3-6〉 하천의 단면 구분 .....	3-19
〈그림3-7〉 낙동강 검암지구의 항공사진 비교 .....	3-19
〈그림3-8〉 영산강 종류(승촌보 지점) 하도 변화 .....	3-20
〈그림3-9〉 영산강·섬진강수계 경관생태학적지수 산정 결과 .....	3-21
〈그림3-10〉 수변구역 지정현황 .....	3-23
〈그림3-11〉 新수변생태벨트 핵심전략 .....	3-24
〈그림3-12〉 하폭 확대 및 제방 후퇴 개념복원도 .....	3-25
〈그림3-13〉 하상 복원사례 .....	3-25
〈그림3-14〉 통합형 수변완충지대 모델 예시 .....	3-26
〈그림3-15〉 유역 그린-블루 네트워크 개념 .....	3-26
〈그림3-16〉 함양상림 .....	3-27
〈그림3-17〉 Nbs(Nature-based solutions) 기반의 댐 홍수터 개선체계 및 관리 예시 .....	3-27

〈그림3-18〉 수변완충지대 인문·자연화 예시 .....	3-28
〈그림3-19〉 승촌보 구간 수변공원 복원 .....	3-29
〈그림3-20〉 하천 육역화 발달 단계 및 사례 .....	3-31
〈그림3-21〉 물리적 복원유형(안) .....	3-32
〈그림3-22〉 영산강 유역 후보지 1 황룡강 중류 .....	3-33
〈그림3-23〉 영산강 유역 후보지 2 황룡강 중상류 .....	3-33
〈그림3-24〉 미국 글렌 캐니언(Glen Canyon) 댐의 인공홍수 사례 .....	3-34
〈그림3-25〉 Matsuura 강 중류 Azame no se 습지복원 .....	3-34
〈그림3-26〉 댐 주변 옛길을 스토리텔링으로 조성한 사례 .....	3-35
〈그림3-27〉 하천유지유량 고시지점 현황 .....	3-37
〈그림3-28〉 2006~2018년 하천유지유량 달성률의 분포 .....	3-38
〈그림3-29〉 하천의 수환경개선을 위한 펄스형 보 시범운영 사례 .....	3-40
〈그림3-30〉 비상연계시설 및 유류저수지 활용 사례 .....	3-41
〈그림3-31〉 물 순환형 하천정비사업 .....	3-41
〈그림3-32〉 최근 50년간 국내 강수량 변화 .....	3-44
〈그림3-33〉 최근 50년간 홍수피해 추이 .....	3-44
〈그림3-34〉 기후변화에 따른 홍수빈도·피해 변화 .....	3-45
〈그림3-35〉 2020년 8월 집중호우로 인한 피해 전경 .....	3-46
〈그림3-36〉 하천 정비(제방) 현황 .....	3-47
〈그림3-37〉 강변저류지·홍수터 활용방안 .....	3-49
〈그림3-38〉 섬진강 대권역 어류 평가 결과 .....	3-54
〈그림3-39〉 하천의 단면 구분 .....	3-57
〈그림3-40〉 낙동강 검암지구의 항공사진 비교 .....	3-57
〈그림3-41〉 영산강·섬진강수계 경관생태학적지수 산정 결과 .....	3-58
〈그림3-42〉 新수변생태벨트 핵심전략 .....	3-62
〈그림3-43〉 하폭 확대 및 제방 후퇴 개념복원도 .....	3-63
〈그림3-44〉 하상 복원사례 .....	3-63
〈그림3-45〉 통합형 수변완충지대 모델 예시 .....	3-64
〈그림3-46〉 유역 그린-블루 네트워크 개념 .....	3-64
〈그림3-47〉 함양상림 .....	3-65
〈그림3-48〉 Nbs(Nature-based solutions) 기반의 댐 홍수터 개선체계 및 관리 예시 .....	3-65
〈그림3-49〉 수변완충지대 인문·자연화 예시 .....	3-66

〈그림3-50〉 섬진강 구례읍 봉서리 시범사업 대상지 및 기존 대나무 숲 .....	3-67
〈그림3-51〉 주암댐 상류(전라남도 보성군 복내면 복내리 일원) 시범대상 추진 방향 .....	3-68
〈그림3-52〉 전남 화순군 백아면 옥리 일원 구상 .....	3-68
〈그림3-53〉 하천 육역화 발달 단계 및 사례 .....	3-70
〈그림3-54〉 물리적 복원유형(안) .....	3-71
〈그림3-55〉 미국 글렌 캐니언(Glen Canyon) 댐의 인공홍수 사례 .....	3-72
〈그림3-56〉 Matsuura 강 중류 Azame no se 습지복원 .....	3-72
〈그림3-57〉 댐 주변 옛길을 스토리텔링으로 조성한 사례 .....	3-73
〈그림3-58〉 하천유지유량 고시지점 현황 .....	3-75
〈그림3-59〉 2006~2018년 하천유지유량 달성률의 분포 .....	3-76
〈그림3-60〉 하천의 수환경개선을 위한 펄스형 보 시범운영 사례 .....	3-78
〈그림3-61〉 비상연계시설 및 유류저수지 활용 사례 .....	3-79
〈그림3-62〉 물 순환형 하천정비사업 .....	3-79
〈그림3-63〉 최근 50년간 국내 강수량 변화 .....	3-82
〈그림3-64〉 최근 50년간 홍수피해 추이 .....	3-82
〈그림3-65〉 기후변화에 따른 홍수빈도·피해 변화 .....	3-83
〈그림3-66〉 2020년 8월 집중호우로 인한 피해 전경 .....	3-84
〈그림3-67〉 하천 정비(제방) 현황 .....	3-85
〈그림3-68〉 강변저류지·홍수터 활용방안 .....	3-87
〈그림3-69〉 제주 수계 어류 평가 결과 .....	3-92
〈그림3-70〉 최근 50년간 국내 강수량 변화 .....	3-95
〈그림3-71〉 최근 50년간 홍수피해 추이 .....	3-95
〈그림3-72〉 기후변화에 따른 홍수빈도·피해 변화 .....	3-96
〈그림3-73〉 제주도의 10년간 원인별 피해액(백만 원) .....	3-97
〈그림3-74〉 광역지자체 별 단위면적당 풍수해(태풍, 호우, 대설 등) 피해액 .....	3-97
〈그림3-75〉 2016년 태풍「차바」에 의한 제주도 피해 .....	3-98
〈그림3-76〉 강변저류지·홍수터 활용방안 .....	3-99
〈그림3-77〉 태풍피해 저감을 위한 시설 대책 .....	3-102
〈그림3-78〉 영산강·섬진강 유역 생태복원사업 사례 .....	3-103
〈그림3-79〉 영산강·섬진강 유역 내 소규모 보 위치와 재원 및 관리상태 .....	3-104
〈그림3-80〉 영산강 유역 내 호소 주변 소단위 보전가치 평가 결과 .....	3-105
〈그림3-81〉 영산강·섬진강 소유역권 내 오염원 현황 .....	3-106

〈그림3-82〉 수생태계 거점을 이용한 생태네트워크 구축 .....	3-109
〈그림3-83〉 수생태건강성조사 어류 항목 영산강·섬진강 유역 내 우수생태계지점 .....	3-109
〈그림3-84〉 영산강·섬진강 대권역 내 수생태계 연계 보호지역 위치 .....	3-110
〈그림3-85〉 영산강·섬진강 대권역 내 습지 분포와 습지보호지역 .....	3-112
〈그림3-86〉 생태계 교란생물 관리 방향 .....	3-118
〈그림3-87〉 생태계교란생물 중 배스와 블루길의 기록지점 .....	3-119
〈그림3-88〉 복개된 산지천 복원 전후 사진 .....	3-125
〈그림3-89〉 복개된 병문천 부분복원 전후 사진 .....	3-126
〈그림3-90〉 영산강·섬진강 유역 생태복원사업 사례 .....	3-127
〈그림3-91〉 영산강·섬진강 유역 내 소규모 보 위치와 재원 및 관리상태 .....	3-128
〈그림3-92〉 섬진강 유역 내 호소 주변 소단위 보전가치 평가 결과 .....	3-129
〈그림3-93〉 영산강·섬진강 소유역권 내 오염원 현황 .....	3-130
〈그림3-94〉 수생태계 거점을 이용한 생태네트워크 구축 .....	3-132
〈그림3-95〉 수생태건강성조사 어류 항목 영산강·섬진강 유역 내 우수생태계지점 .....	3-132
〈그림3-96〉 영산강·섬진강 대권역 내 수생태계 연계 보호지역 위치 .....	3-133
〈그림3-97〉 영산강·섬진강 대권역 내 습지 분포와 습지보호 지역 .....	3-135
〈그림3-98〉 생태계교란생물 관리 방향 .....	3-141
〈그림3-99〉 생태계교란생물 중 배스와 블루길의 기록지점 .....	3-142
〈그림3-100〉 복개된 산지천 복원 전후 사진 .....	3-149
〈그림3-101〉 복개된 병문천 부분복원 전후 사진 .....	3-150
〈그림3-102〉 영산강·섬진강 유역 생태복원사업 사례 .....	3-151
〈그림3-103〉 수생태계 거점을 이용한 생태네트워크 구축 .....	3-153
〈그림3-104〉 제주권 지하수 분포와 해수 침투 취약성 .....	3-154
〈그림3-105〉 생태계교란생물 관리 방향 .....	3-159
〈그림3-106〉 제주권 내 생태계교란생물 분포 .....	3-160
〈그림3-107〉 복개된 산지천 복원 전후 사진 .....	3-164
〈그림3-108〉 복개된 병문천 부분복원 전후 사진 .....	3-165
〈그림3-109〉 강정천 공사현장, 한천 하천 정비사업 .....	3-166
〈그림3-110〉 제주도 하천 및 유수하천 현황 .....	3-168
〈그림3-111〉 비점오염원 부하율 .....	3-170
〈그림3-112〉 국가 비점오염물질 측정망 구축 운영현황 .....	3-172
〈그림3-113〉 유역별 강우시 측정 성과 분석 .....	3-173

〈그림3-114〉 비점오염원 모니터링 예시 .....	3-174
〈그림3-115〉 K-water 비점오염원 모니터링 사례 .....	3-175
〈그림3-116〉 댐 저수지 비점오염 모니터링 원격조정 자동채수시스템 .....	3-176
〈그림3-117〉 댐 저수지 비점오염 모니터링 유량 자료 구축방법 .....	3-176
〈그림3-118〉 영주댐 모니터링 결과 .....	3-177
〈그림3-119〉 강우량 및 강우 강도와 EMCs와의 상관관계_토일천 .....	3-178
〈그림3-120〉 HSPF 모의 값은 10년간(2008~2017) 평균치 .....	3-179
〈그림3-121〉 탁도 기반의 비점모니터링 .....	3-180
〈그림3-122〉 도시 물순환체계 .....	3-184
〈그림3-123〉 송산그린시티 토지이용계획 .....	3-184
〈그림3-124〉 도시 물순환 과정 .....	3-185
〈그림3-125〉 영산강 물환경측정망 5년 평균 현황지도 .....	3-193
〈그림3-126〉 승촌보 에코필터링 가늠터 개념도 .....	3-196
〈그림3-127〉 비점오염원 부하율 .....	3-198
〈그림3-128〉 국가 비점오염물질 측정망 구축 운영현황 .....	3-200
〈그림3-129〉 유역별 강우시 측정 성과 분석 .....	3-201
〈그림3-130〉 비점오염원 모니터링 예시 .....	3-202
〈그림3-131〉 K-water 비점오염원 모니터링 사례 .....	3-203
〈그림3-132〉 댐 저수지 비점오염 모니터링 원격조정 자동채수시스템 .....	3-204
〈그림3-133〉 댐 저수지 비점오염 모니터링 유량 자료 구축방법 .....	3-204
〈그림3-134〉 영주댐 모니터링 결과 .....	3-205
〈그림3-135〉 강우량 및 강우 강도와 EMCs와의 상관관계_토일천 .....	3-206
〈그림3-136〉 HSPF 모의 값은 10년간(2008~2017) 평균치 .....	3-207
〈그림3-137〉 탁도 기반의 비점모니터링 .....	3-208
〈그림3-138〉 도시 물순환체계 .....	3-212
〈그림3-139〉 송산그린시티 토지이용계획 .....	3-212
〈그림3-140〉 도시 물순환 과정 .....	3-213
〈그림3-141〉 마을 하수도 방류수 재처리 개념도 .....	3-221
〈그림3-142〉 용출수 개념도 .....	3-227
〈그림3-143〉 가축분뇨 배출시설과 액비살포량 및 질산성질소 농도 .....	3-229
〈그림3-144〉물관리기본법에 따른 국가 및 유역물관리위원회 구성 및 역할 .....	3-238
〈그림3-145〉 수계관리위원회 구성체계 .....	3-239



〈그림3-146〉 중소유역 거버넌스 프로세스 .....	3-241
〈그림3-147〉 중소유역 거버넌스 구성체계 .....	3-241
〈그림3-148〉 (사례) 중소유역 거버넌스 적용 .....	3-242
〈그림3-149〉 영산강 유역 주민토론회, 포럼 현황 .....	3-244
〈그림3-150〉 계획단계 시 국민참여 사례 .....	3-245
〈그림3-151〉 소통플랫폼 사례 .....	3-245
〈그림3-152〉 국민참여형 강문화 생태지도 참고 예시 .....	3-246
〈그림3-153〉 물관리기본법에 따른 국가 및 유역물관리위원회 구성 및 역할 .....	3-247
〈그림3-154〉 수계관리위원회 구성체계 .....	3-248
〈그림3-155〉 중소유역 거버넌스 프로세스 .....	3-250
〈그림3-156〉 중소유역 거버넌스 구성체계 .....	3-250
〈그림3-157〉 (사례) 중소유역 거버넌스 적용 .....	3-251
〈그림3-158〉 섬진강 유역 포럼 현황 .....	3-253
〈그림3-159〉 계획단계 시 국민참여 사례 .....	3-254
〈그림3-160〉 소통플랫폼 사례 .....	3-254
〈그림3-161〉 국민참여형 강문화 생태지도 참고 예시 .....	3-255
〈그림3-162〉 물관리기본법에 따른 국가 및 유역물관리위원회 구성 및 역할 .....	3-256
〈그림3-163〉 제주 물관리 관련 이해자 간의 정보공유 수준 .....	3-257
〈그림3-164〉 제주 물관리위원회 신설(안) .....	3-258
〈그림3-165〉 취수허가량 초과지역 제주도 인구증가 추이 .....	3-259
〈그림3-166〉 제주도 지역별 생태계서비스 제공량 .....	3-260
〈그림3-167〉 지역주민이 느끼는 생태자산 위험도, 지역주민의 생태자산 선호도 .....	3-260
〈그림3-168〉 제주특별자치도의 하천 수계와 산지천 유역도 .....	3-261
〈그림3-169〉 계획단계 시 국민참여 사례 .....	3-262
〈그림3-170〉 소통플랫폼 사례 .....	3-262
〈그림3-171〉 국민참여형 강문화 생태지도 참고 예시 .....	3-263
〈그림4-1〉 2020 회계연도 영산강 · 섬진강 수계관리기금 집행현황 .....	4-8







# 제1장 계획의 개요

1. 배경 및 목적
2. 과업의 범위
3. 계획의 성격과 위상
4. 자연성 회복의 정책 방향
5. 유역별 물관리 이슈
6. 비전 및 목표



# 제1장. 계획의 개요

## 1. 배경 및 목적

### 1.1 연구 배경

- 지금까지 열악한 여건에도 불구하고 강을 활용하고 개발한 덕분에 한강의 기적이라 불리는 경제 성장과 안정적인 물 사용 여건, 홍수와 가뭄으로부터 안전한 사회의 구축이 가능해졌음
  - 지속적인 수자원확보와 인프라 확대로 상·하수도 보급률은 세계적으로도 높은 수준에 달하고 있으며,
  - 농업·도시·산업 등 수자원 이용, 홍수터 개발 및 토지의 이용, 공원·주차장·도로 등 수변개발과 유람선·자전거 도로와 같은 친수시설 등 강을 개발함으로써 많은 혜택을 누려왔음
- 그러나 계속된 급속도의 개발과 변형으로 인해 강은 자연적인 모습에서 점차 멀어져 강의 지속 가능성이 위협받고 있음
  - 강을 개발하여 얻을 수 있었던 이득에 비해 지나친 이용, 과도한 변형 등 강의 자연성을 훼손함으로써 우리와 미래세대가 누릴 수 있는 많은 가치를 상실하고 있는지에 대한 반성이 필요한 시점임
- 먼저 흐르는 강 본연의 모습에 비추어 볼 때 우리 강은 곳곳에서 댐, 보 등 수많은 수리구조물의 설치로 인해 호소화되어 가는 중
  - 강은 단절되고 통제되어 그 역동성과 연속성을 잃고, 토사 공급이 단절되어 하상이 저하되고 홍수터는 육역화 진행 중
- 강을 토대로 살아가는 생물의 다양성은 감소하고, 자정 능력이 약화되어 강 본연의 생명력 상실
  - 하도의 직강화와 호소화, 수리구조물의 설치와 홍수터의 변형(도로, 주차장, 공원 등)으로 인한 서식처 교란 및 서식처 간 연결성 상실은 생물서식처의 질적 저하와 수생태계 생물다양성 감소 유발
- 도시화에 따른 불투수층 증가 등으로 인한 기저유출(基底流出) 감소, 과도한 취수 등은 갈수기 유량 부족과 건천화 현상을 일으켜 물이 없는 강이 되어 가고 있음
  - 이는 물순환의 왜곡, 강의 역동성과 경관을 해치고, 물흐름과 사주·수심의 다양성 소실로 인한 수질·수생태계 악화 초래

- 강을 즐기고 느끼는 강문화는 주로 수변공원에서 이루어지는 것으로 획일화되고 상업화되었고, 강을 중심으로 그 지역에서 소중하게 계승되어 온 문화와 고유의 아름다운 경관을 잃어가고 있음
  - 또한, 강을 둘러싼 갈등은 치유되지 않고 방치되면서 점차 그 갈등의 골이 깊어지고 해결책을 찾기 어려워지고 있음
- 이러한 문제들은 대부분 강의 고유한 모습인 자연성과 멀어짐으로써 발생한 부작용이며, 사람의 과도한 강 이용이 큰 원인으로 작용
  - 이로 인해 강을 터전으로 살아가는 생물들이 사라지고 생태계가 파괴되며, 사람은 강이 주는 풍요로움을 상실하게 됨
- 1990년대 이후 하천복원을 위한 노력이 시작되었지만, 일관된 철학과 방향 속에서 추진되지 못하고 다양한 주체들이 각자 진행하는 등 여러 시행착오 발생
  - 강의 자생력을 스스로 키워주는 것보다는 인위적인 자연형 하천을 만드는 데 치중하는 경우가 많았고, 기존 하천 개발의 방식에 일부 환경적 요소를 가미하는 데 그치는 경우가 많았음
  - 특히, 「4대강 살리기 사업」은 하천복원을 표방하였으나, 자연성 회복 측면에서 깊은 고민 없이 또 다른 개발사업으로 진행되어 강에 큰 변형을 불러오고 여러 부작용을 낳은 것으로 평가
- 한번 파괴된 자연성은 되돌리거나 개선하는데 많은 노력이 필요하며, 가장 심각한 문제는 강이 자연성을 잃음으로써 사람과 강이 단절되고, 사람들은 자연적인 강으로부터 얻는 혜택을 잇게 되어 강의 지속가능성을 더욱 훼손하는 악순환 초래
- 지금부터라도 강의 자연성 회복, 강과 사람의 관계 회복이 필요한 이유임

## 1.2 연구 목적

- 물관리일원화 이후 강의 지속가능성 확보 및 자연성 회복에 대한 논의가 본격화되고 있으며, 체계적인 물관리를 위해서는 유역특성에 맞는 비전 설정, 관련 계획수립·이행 등 지속적인 추진동력 확보 필요
- 「우리 강 자연성 회복 기본구상(환경부, 2020)」에서 제시한 비전·목표를 토대로 영산강·섬진강 유역 및 제주권의 특성을 반영한 자연성 회복구상을 마련하고, 이를 영산강·섬진강 유역물관리 종합계획, 영산강·섬진강·제주권의 수자원 정책 등에 활용
  - 영산강·섬진강·제주권의 자연성 회복 비전 설정을 통해 향후 국가정책과 연계할 수 있는 폭넓은 자연성 회복 청사진 마련

## 2. 과업의 범위

- 공간적 범위로서는 영산강·섬진강·제주권의 발원지에서 하구까지 대권역, 중권역, 소구역을 모두 고려하되, 강 자연성 회복구상을 중점 추진하도록 함
- 시간적 범위로는 제1차 국가물관리기본계획('21~'30) 및 영산강·섬진강·제주권 유역물관리종합계획과 같이 향후 10년을 범위로 하되, 그 이후의 장기적 정책 방향까지 고려하여 추진함

### 본 구상의 범위

- **공간적 범위** : 영산강·섬진강·제주권 **발원지에서 하구까지, 대·중·소유역을 모두 포함**
- **시간적 범위** : 제1차 국가물관리기본계획('21~'30) 및 영산강·섬진강·제주권 유역물관리종합계획과 같이 **향후 10년을 범위로 하되, 그 이후의 장기적 정책 방향까지 고려함**

## 3. 계획의 성격과 위상

- 본 계획은 영산강·섬진강·제주권 자연성 회복을 위한 정책 계획으로서, 대상 구간의 국내외 여건과 정책 패러다임 변화에 능동적으로 대처하며 미래세대를 위한 새로운 강을 만들고 설계하는 비전계획임
- 「우리 강 자연성 회복 기본구상(환경부, 2020)」에서 제시한 비전·목표를 토대로 유역의 특성을 반영한 자연성 회복구상을 마련하고, 이를 유역물관리종합계획 및 수자원 정책 등에 활용
  - 영산강·섬진강·제주권 자연성 회복 비전 설정을 통해 향후 국가정책과 연계할 수 있는 폭넓은 자연성 회복 청사진 마련
- 유역의 주민참여형 종합계획이며 자연성 회복 정책 수립의 지침서
  - 유역 내 지역구성원과 전문가들이 참여 공유하는 종합계획으로 단기목표나 성과도출의 목적이 아닌 강의 장기적인 발전전략과 방향을 설정하는 지침형 계획



## 4. 자연성 회복의 정책 방향

### 4.1 국외사례

#### 4.1.1 미국 플로리다주 키시미강의 복원사업

- 미국 플로리다주 키시미강(Kissimmee River)는 키시미호수에서 오키초비(Okeechobee)호수에 이르기까지 폭이 1~2마일인 범람원을 포함하고 있는 길이 약 103마일 정도의 수로를 통과하는 사행천이었으나, 1962년에서 1971년 사이 하천정비사업에 의해 기존 범람원 2/3에 해당하는 면적에 직강화 및 배수설비가 들어섬
- 키시미강 복원사업은 26,500 Acre의 습지와 43마일에 이르는 사행천을 포함한 40제곱 마일의 하천생태계를 복원하게 되며 그 결과로 bald eagle, snail kite, wood stork 등의 멸종위기종을 포함한 약 300종 이상의 생물에게 서식처를 제공함
  - 이 복원사업은 이전의 수문학적 조건, 생물학적 다양성과 기능 등을 복원시켜 줌으로써 교란된 생태계를 본래의 상태로 되돌리는 것을 목적으로 함

〈표1-1〉 미국 키시미강 복원사업

구 분	내 용
위 치	• 오키초비, 플로리다 - 키시미 유역
대상 지역 규모	• 습지 - 40제곱 마일의 하천 및 범람원 • 하천 Corridor의 길이 - 43마일의 사행천
사업 목적	• 생태계 향상 : 하천생태계를 이전의 상태로 되돌리고자 함 • 수질 개선 : 하천, 호수, 습지 등의 수질 향상 • 수문학적 통제 : 홍수로 인한 피해 예방 및 범람의 통제 • 공동체 사회 향상 : 휴양기능 제공, 환경교육의 도입



사업 시행 전



사업 시행 후

출처 2011 하천관리 정기세미나(하천생태복원기술의 선진국 동향)(한국하천협회, 2011)

〈그림1-1〉 미국 키시미강 복원사업

#### 4.1.2 이탈리아 마레이트강의 복원사업

- 댐이 있는 강에서 더 포괄적인 복원은 댐 제거 부분이 됨
  - 댐으로 인해 퇴적물, 목재 및 수생 생물에 대한 연결성뿐 아니라 영양분공급 등 많은 유형의 하천복원에 대해 이점 또는 목표 달성이 가능하며 어류 통행 등 보다 더 즉각적이고 가시적 경향을 도출하는 것이 가능함
- 이탈리아 마레이트강을 따라 경사지 관리 구조물 제거를 통한 하천복원의 예에서 보듯이 어류 각종의 생활사 패턴, 근원 개체군과의 근접성, 서식처의 다양성 등을 확인할 수 있으며 하천 종단의 제어 구조물의 제거는 종단 연결을 복원하는 좋은 사례임



복원 전 (2005)



복원 후 (2010)

출처 The science and practice of river restoration (Whol et al. 2015)

〈그림1-2〉 이탈리아 마레이트강 복원 전후

#### 4.1.3 독일 이자르강의 복원사업

- 이자르강 복원사업 이전에는 홍수 관련 방재기능의 약화 이외에도 20세기 초 강변 정비사업 이후 매력적이지 못한 단순한 하천 경관 조성과 하천 서식종의 다양성 악화, 개체 수 급감 발생
  - 하천생태계의 악화는 하천의 생태적 연계를 방해하는 다수의 수중턱, 하천과 강변 생태계를 가로막는 홍수 저류용 고수부지, 빨라진 유속으로 인한 상류 지역의 하상 자갈면 및 물고기 서식·산란처 손실 등의 원인으로 기인

□ 이러한 문제점을 바탕으로 이자르강 복원사업은 뮌헨시 남쪽 경계부 약 8km 구역이 대상으로 진행

- 홍수피해 예방대책 개선, 이자르강의 자연 친화적 복원, 시민 이용객 편의를 위한 이자르강 주변 친수공간 조성 및 개선을 중점적으로 복원사업 추진
- ①하천 수중턱(낙차공)을 철거하고 자연석을 활용한 경사형 낙차공 대체 ② 방재기능 강화 측면에서 기존 제방 높이를 단순히 높이는 데 초점을 둔 것이 아니라 제방폭을 넓혀 보강하고 산책로로 활용 ③ 인공호안을 자연형 호안으로 대체



(복원 전) 인공호안과 고수부지 중심 하천



(복원 후) 수로 폭 확대 및 자연형 복원



(복원 전) 기존 수중턱 하천



(복원 후) 자연석 이용 경사형 낙차공

출처 독일 이자르강 정비 및 하천생태계 복원 운영사례(KONETIC)

〈그림1-3〉 독일 이자르강 복원 전후

## 4.2 자연성 회복 관련 법률·정책조사 및 분석

### 4.2.1 자연성 회복을 위한 법률 현황조사

□ 영산강·섬진강수계 물관리 및 주민지원 등에 관한 법률 (영산강섬진강수계법, 2021. 1)

- 본 법률은 영산강·섬진강 및 탐진강 수계의 상수원 상류 지역의 수질 개선과 주민지원사업을 효율적으로 추진하고 수자원과 오염원을 적절하게 관리하여 해당 수계의 수질을 개선하는 것을 목적으로 하고 있음
- 수변구역의 지정·관리, 오염총량관리제의 시행, 폐수 배출시설 등의 관리강화, 주민지원사업 등의 실시, 재원의 확보 및 관리 등을 규정함으로써 수질 개선을 위한 구체적 지침을 제공하고 있음

□ 물관리기본법 (2020. 5)

- 물은 지구의 물순환체계를 통하여 얻어지는 공공의 자원으로서 모든 사람과 동·식물 등의 생명체가 합리적으로 이용하여야 하고, 물을 관리함에 있어 그 효용은 최대한으로 높이고 잘못 쓰거나 함부로 쓰지 아니하며, 자연환경과 사회·경제생활을 조화시키면서 지속적으로 이용하고 보전하여 그 가치를 미래로 이어가게 함을 기본이념으로 하고 있음
- 누구든지 사용 목적에 적합한 수질의 물을 안정적으로 공급받아 이용할 수 있고, 가뭄·홍수 등의 재해로부터 안전하게 보호받으며 건강하고 쾌적한 물환경에서의 삶을 누릴 권리가 있음
  - 누구든지 지속 가능한 물순환체계를 구축하기 위하여 노력하고 국가와 지방자치단체의 물관리 정책에 협조하여야 함을 의무로 정함
- 물관리의 기본원칙은 다음으로 정의하고 있음
  - 물의 공공성 : 물은 공공의 이익을 침해하지 아니하고 국가의 물관리 정책에 지장을 주지 아니하며 물환경에 대한 영향을 최소화하는 범위에서 이용되어야 함
  - 건전한 물순환 : 국가와 지방자치단체는 물이 순환과정에서 지구상의 생명을 유지하고, 국민 생활 및 산업활동에 중요한 역할을 하는 점을 고려하여 생태계의 유지와 인간의 활동을 위한 물의 기능이 정상적으로 유지될 수 있도록 하여야 함
  - 수생태환경의 보전 : 국가와 지방자치단체는 물관리를 위한 정책을 수립·시행하는 경우 생물 서식공간으로서의 물의 기능과 가치를 고려하여 수생태계 건강성이 훼손되는 때에는 이를 개선·복원하는 등 지속 가능한 수생태환경의 보전을 위하여 노력하여야 함
  - 유역별 관리 : 물은 지속 가능한 개발·이용과 보전을 도모하고 가뭄·홍수 등으로 인하여 발생하는 재해를 예방하기 위하여 유역 단위로 관리되어야 함을 원칙으로 하되, 유역 간 물관리는 조화와 균형을 이루어야 함
  - 통합물관리 : 국가와 지방자치단체는 지표수와 지하수 등 물순환 과정에 있는 모든 형상의 물이 상



호 균형을 이루도록 관리하여야 하며, 국가와 지방자치단체가 물과 관련된 정책을 수립·시행할 때에는 물순환 과정의 전주기(全週期)를 고려하여야 하고, 국가와 지방자치단체는 물관리에 있어서 수량 확보, 수질 보전, 가뭄 및 홍수 등으로 발생하는 재해방지, 기후·토지·자원·환경·식생 등과 같은 자연환경, 경제·사회 등에 미치는 영향 등을 종합적으로 고려하여야 함

- 협력과 연계관리 : 국가와 지방자치단체는 물관리 정책을 시행하면서 유역 전체를 고려하여야 하며, 어느 한 지역의 물관리 여건변화가 다른 지역의 물순환 건전성에 나쁜 영향을 미치지 않도록 하여 유역·지역 간 연대를 이루어야 함
- 물의 배분 : 국가와 지방자치단체는 물의 편익을 골고루 누릴 수 있도록 물을 합리적이고 공정하게 배분하여야 하며, 이 경우 동·식물 등 생태계의 건강성 확보를 위한 물의 배분도 함께 고려하여야 함
- 물 수요 관리 등 : 국가와 지방자치단체는 수자원의 개발·공급에 관한 계획을 수립하려는 경우에 용수를 절약하고 물손실을 감소시키기 위한 노력을 통하여 물수요를 적정하게 관리하여야 할 필요성을 그 계획을 수립하기 전에 고려하여야 하고, 국가와 지방자치단체는 수자원 부족 또는 가뭄·홍수로 인한 재해에 대비하여 강수의 관리·이용 및 하수의 재이용, 찌꺼기의 민물화 등 대체수자원을 개발하고 재해 예방을 위한 기술개발을 적극적으로 장려하여야 함
- 물 사용의 허가 등 : 물을 사용하려는 자는 관련 법률에 따라 허가 등을 받아야 함
- 비용부담 : 물을 사용하는 자에 대하여는 그 물관리에 드는 비용의 전부 또는 일부를 부담시킴을 원칙으로 함. 다만, 이 법 또는 다른 법률에서 정하는 특별한 사정이 있는 경우에는 그러하지 아니함. 물관리에 장애가 되는 원인을 제공한 자가 있는 경우에는 그 장애의 예방·복구 등 물관리에 드는 비용의 전부 또는 일부를 그 원인을 제공한 자에게 부담시킴을 원칙으로 함. 비용의 부담 및 관리 등에 관하여는 관계 법률에서 정하는 바에 의하고, 그 비용으로 받는 재원은 물관리를 위하여 사용함
- 기후변화 대응 : 국가와 지방자치단체는 기후변화로 인한 물관리 취약성을 최소화하여야 하며, 물순환 회복 등을 통하여 적극적으로 기후변화에 대응할 수 있는 물관리 방안을 마련하여야 함
- 물관리 정책참여 : 물관리 정책 결정은 국가와 지방자치단체 관계 공무원, 물 이용자, 지역주민, 관련 전문가 등 이해관계자의 폭넓은 참여 및 다양한 의견 수렴을 통하여 이루어져야 함

□ 제주특별자치도 설치 및 국제자유도시 조성을 위한 특별법(제주특별법, 2021.1)

- 토지·물과 그 밖의 천연자원 이용·개발 및 보전에 관한 사항, 자연환경의 보전 및 오염방지에 관한 사항 및 수자원·전력과 그 밖의 에너지 개발에 관한 사항 등은 도지사의 권한으로 종합계획의 필요성을 제시하고 있음
- 자연환경 보전·관리의 기본방향으로는 정책·계획을 수립·시행할 때 환경적으로 건전하고 지속가능한 발전이 이루어지도록 하며, 자연환경의 혜택은 주민이 함께 공유할 수 있도록 함과 동시에 장래의 세대가 같은 기회를 얻고 자연을 이용할 수 있도록 보전·관리하여야 함을 제시하고 있음
- 자연환경을 체계적으로 보전·관리하고 주민이 쾌적한 자연환경에서 여유 있고 건강한 생활을 할 수 있도록 하기 위하여 환경기본조례의 제정과 다음 각호의 사항이 포함된 환경보전 기본계획의 수립·시행을 위하여 노력하여야 함

- 우수한 환경자원을 인위적 훼손으로부터 보호하고, 환경 가치가 높은 자연생태계를 체계적으로 보전·관리하며, 환경자원의 가치를 온전하게 보전하기 위하여 제주자치도의 지역적 환경특성 등을 반영하여 10년 단위로 제주자치도 환경자원 유지·존속을 위한 목표 수준(이하 “환경자원총량”이라 한다.)을 설정하고, 환경자원총량을 유지·관리하기 위한 계획(이하 “환경자원총량유지·관리계획”이라 한다.)을 수립·시행하여야 함
- 수자원과 문화재의 보존 또는 하천 및 호소 등의 자연경관이 뛰어난 지역에는 자연환경의 고유한 특성을 보호하기 위해 절대보전지역으로 지정할 수 있음
- 하천 유량 및 지하수 관측시설, 배수로의 설치 또는 이와 유사한 농업·임업·축산업·수산업에 부수되는 인공구조물 또는 시설의 설치 등을 위해 상대보전지역을 지정할 수 있음
- 지하수자원·생태계 및 경관을 보전하기 위하여 필요한 지역을 관리보전지역으로 지정할 수 있으며, 그 환경특성에 따라 지하수자원보전지구·생태계보전지구 및 경관보전지구로 세분하여 지정하되, 보전지구는 다시 제1등급·제2등급 등 등급별로 세분할 수 있음
- 제주자치도에 부존하는 지하수는 공공의 자원으로서 도지사가 관리하여야 하며, 도지사는 지하수의 적정관리와 오염 예방, 용수의 안정적 공급, 지하수의 기초조사 및 관측, 대체수자원의 개발 및 이용 등에 최선을 다하여야 함
- 지하수·온천 등 수자원의 체계적인 개발·이용 및 효율적인 보전·관리를 위하여 10년 단위의 수자원 관리종합계획을 수립·시행하여야 함

#### □ 영산강·섬진강 수계관리 위원회 규정(2017.1)

- 「영산강·섬진강수계 물관리 및 주민지원 등에 관한 법률」 제35조에 따른 영산강·섬진강수계관리 위원회의 조직 및 운영 등에 관한 사항을 규정함을 목적으로 하고 있음
- 본 규정에서는 수계관리 위원회가 협의 및 조정할 사항과 위원회 운영 방법, 자문위원회·실무위원회의 운영 근거를 마련하여 영산강·섬진강수계 물관리 및 주민지원을 위한 운영 관련 사항을 규정하고 있음

### 4.2.2 자연성 회복을 위한 정책 현황조사

#### □ 대통령 직속 국가물관리위원회 「금강·영산강 보 처리방안」 심의·의결 (2020)

- 승촌보는 상시 개방하되, 갈수기에 물 이용 장애가 없도록 개방 시기를 적절히 설정하며 조속히 지하수 및 양수장 등 용수공급 관련 대책을 추진
  - 수질 및 지하수 수위 변화추이를 관측하며, 하천 용수공급 기능과 수질 관리대책도 병행
- 죽산보는 해체하되, 시기는 자연성 회복이라는 장기적 안목과 지역 여건을 고려하여 정함
  - 다만 정수성이 유지되는 상황을 고려하여 개방·관측을 지속하면서 수질·수생태 개선 효과 검토 필요

- 국무총리는 보 처리방안은 강의 자연성 회복과 주민들께서 원하시는 물 이용이 균형을 이루어야 한다.”라며, “충분한 모니터링을 통해 보 개방의 환경개선 효과를 확인하여 국민의 이해와 공감을 구하고, 강 주변 주민들의 삶의 터전에 지장이 없도록 충분한 소통과 주민들의 동의를 바탕으로 추진해 줄 것”을 당부
- 위원회의 결정은 강의 자연성 회복을 위한 첫걸음에 불과하며, 더 중요한 일은 앞으로 지역사회, 전문가, 중앙정부가 함께 힘을 모아 오늘 정한 처리 방향에 따라 구체적인 추진방안을 마련하고 실행해 주시는 것”임을 강조

□ 문재인 정부 국정운영 5개년 계획(국정기획자문위원회, 2017)

- 100대 국정과제 중 59번 국정과제로 4대강 재자연화와 통합물관리로 이·치수가 조화되는 하천 조성을 과제로목표로 하고 있음
- 6개 보 상시 개방 후 정밀조사 및 평가를 통해 재자연화를 추진하며, 이를 기반으로 4대강 재자연화 대책에 따라 자연성 회복과 복원사업을 추진
- 안전한 물 환경 조성을 위해 이원화된 물관리를 통합하고 유역 거버넌스를 통한 참여기반으로의 전환을 기반으로 추진

□ 우리 강 자연성 회복 구상(환경부, 2020)

- 통합물관리와 더불어 환경과 생태적 가치, 강의 자연성 회복, 물 갈등 치유 등의 논의가 다시금 활발해지며 강 관리의 새로운 패러다임이 만들어지고 있는 전환기에 있음



〈그림1-4〉 우리나라 강 관리의 연대별 변화

- 강의 자연성 회복의 방향은 자연적인 모습에 가까워지며 스스로의 회복력을 높여, 교란된 강의 생태계가 스스로 조정·적응할 수 있도록 하는 것임
- 강의 자연적인 모습은 종적·횡적으로 역동적이고, 다양한 생명체가 살며, 맑은 물이 마르지 않고 흐르는 강임. 또한, 사람의 이용과도 조화가 되어 사람과 자연 모두에게 삶의 터전이 되어야 함
- 자연의 질서를 존중하고, 인위적 개입은 그 질서 안에서 이루어지며, 스스로의 힘으로 건강성을 유지

할 수 있는 강으로 회복되어야 함

- 강 자체뿐만 아니라 유역 전체를 포함한 회복이 추진되어야 함
- 사람과 자연의 상생을 위해 기후변화에 적응할 수 있도록 생태계 및 이·치수 기능의 조화를 추구해야 함
- 유역구성원의 참여와 소통을 기반으로 사회적 합의를 거쳐 추진 필요

#### □ 2021 제주미래비전 시행계획 실천전략과제(2021.3)

- 지역 현황 진단과 잠재력 분석을 통한 현안 이슈 대응
  - 제주의 친환경 발전을 담보할 수 있는 전략 제시와 글로벌 이슈(세계환경수도 조성·탄소제로도시 조성 등)에 대응하는 친환경 미래산업 육성 등 다양한 현안 이슈 대응
  - 미래가치에 기반을 둔 미래비전 설정
  - 제주의 계획, 정책, 제도 등에 대한 종합 검토를 통해 투자·환경·보전·미래가치를 아우르는 일관된 비전 및 원칙을 마련하여 제시
- 도민이 참여하고 도민이 공감하는 미래비전 제시
  - 기존 제주의 정책·계획에 대한 재검토, 향후 도의 발전을 위한 청정과 공존의 미래 핵심가치를 실현할 수 있는 정책 방향 제시
- 6대 부문별 주요 현안 이슈(① 생태·자연·청정, ②편리·안전·안심 ③성장관리 ④상생·창조 ⑤휴양·관광 ⑥ 문화·교육·복지) 중 자연과 함께 번영하는 지속가능한 청정 제주 부분 분석
  - 수자원(지하수, 상·하수도, 농업용수 등)의 관리체계 개선을 위한 지하수 가치증대를 위한 수자원 이용관리 강화
  - 지하수 청정가치 극대화를 위한 보전, 관리강화
  - 건강하고 안정적인 용수공급체계 마련
  - 안전한 수자원 이용을 위한 인프라 정비·확충



## 4.3 다음 세대에게 물려줄 자연성 회복 정책 방향

### 4.3.1 인간과 자연이 함께 하는 하천관리

- ☐ 강의 자연성 회복은 강의 ‘흐름’을 회복하는 데서 시작해야 하며, 최종적으로 인간과 강의 관계를 회복하는 방향으로 진행돼야 함
- ☐ 높은 제방과 보를 건설하고 복개하는 등 개발과 이용중심으로 설정된 지금까지의 하천정책은 사람이 접근할 수 없는 상태의 강이었으며, 강의 종 방향과 횡 방향의 단절이 해소되고 생태계가 살아난다면, 다음 세대는 잘 가꾸어진 강과 더불어 살면서 맑은 물, 경관과 같은 강이 주는 혜택을 누리게 될 것
- ☐ 앞으로의 바람직한 하천의 모습은 인간의 이용을 위해서 최대한 많은 양의 물을 하천에서 취수하도록 하는 것이 아니라, 하천의 기본적인 기능을 유지하기 위한 환경유량을 기본적으로 하천에 보장하고, 인간은 최소한의 물만을 하천에서 이용하는 것임
  - 하천의 유량은 인간과 환경이 나누어 써야 하고 그 물을 배분하는 우선순위는 인간보다는 하천환경에 있어야 함
  - 하천유지유량을 정하는 경우 환경생태유량(수생태계 건강성 유지를 위하여 필요한 최소한의 유량)을 고려해야 함
- ☐ 인간의 이용 관점에서만 볼 것이 아니라 하천생태를 위한 환경유량의 관점에서 보아야 지속가능한 하천의 관리가 가능하고, 특히 하천유황을 고려한 환경유량이 하천관리의 새로운 요소로 포함되어야 함

### 4.3.2 자연성 회복을 위한 접근 방향

- ☐ 지속가능한 가치전환
  - 자연과 사람의 공존 또는 상생되어야 하며, 개발에서 환경으로, 환경을 넘어 생태로의 가치전환이 필요함
- ☐ 지속가능한 강 자연성 회복을 위한 접근 방향
  - 다기능 보 등 수리구조물의 합리적인 처리방안을 마련해, 단절된 하천의 연결성을 회복해야 함
    - 이를 위해서는 객관적, 과학적 데이터 확보가 특히 중요하며 이를 근거로 환경성이나 활용성이 낮은 보는 재자연화하고, 활용성이 높은 보는 자연성을 복원하는 동시에 그 활용성을 유지토록 해야 함
    - 구체적인 활용방안과 보완대책을 마련하는 전략을 세울 필요가 있으며, 가장 중요한 전제조건이 살아 있는 하천이라는 점을 반드시 생각해야 함

- 유역 단위 통합물관리로 수량-수질-생태-재해 예방이 하나의 일관된 체계 안에서 균형 있게 결정 되도록 해야 함
  - 유역 내 댐과 저수지를 비롯한 기존 물그릇을 최대한 효율적으로 활용하고, 하수재이용, 지하수 등 환경에 부담을 주지 않는 새로운 물 확보대책을 세워 추진할 필요가 있음
  - 유역 내의 오염원을 근본적으로 제거하는 등의 수량-수질 대책을 통합적으로 시행하고, 강의 생태계 연결성을 복원하는 동시에, 고유의 역사와 문화와 환경 가치를 중심으로 수변공간을 새롭게 창조해야 함
  - 유역 단위의 '물순환 스탠다드 플랫폼(Standard Platform)' 구축이 꼭 필요함
    - 스탠다드 플랫폼이란 AI, 빅데이터, 스마트 그리드 등 4차 산업혁명 요소기술을 활용해 물순환 전 과정에서 객관적·과학적 데이터를 수집·분석하고 활용할 수 있는 통합적인 체계를 의미함
    - 유역 물 문제에 대한 합리적인 대안을 제시할 수 있으며, 물관리 정책에 대한 불신을 해소할 수 있음. 또한, 물 분야 기업들과 협력을 통해 물산업을 육성하고 해외에 진출하는 등 국가 경제 활력 제고에도 큰 역할을 할 수 있음
- 소통을 통한 사회적 합의로 사람의 이용과 강의 자연성 회복 간에 서로 상충하는 부분을 조화롭게 만들어야 함
  - 지역주민을 비롯해 하천 주변의 이해관계자 모두가 서로 적극적인 소통에 노력해야 함
  - 인간과 자연 간의 관계를 회복할 수 있고, 나아가 자연성 회복을 둘러싼 찬반 의견으로 갈등해 온 인간과 인간의 관계까지 회복할 수 있음

## 5. 유역 내 주요 물관리 이슈

- 공평하고 효율적이며 모두가 함께 누릴 수 있는 통합물관리를 실현하기 위해서는 중앙정부, 지방정부, 물관리기관 등 유역 내 다양한 물관리 주체 간의 협력과 국민의 참여가 기반이 되어야 함
- 자연환경과 사회·경제 생활을 조화시키면서 강을 지속적으로 이용하고 보전해 그 가치를 미래로 이어나갈 수 있도록 수질 개선을 위한 환경개선용수를 다각적인 방법으로 확보하는 등 해결방안 모색 필요
- 지속 가능하고 건강한 물관리를 위해 통합물관리를 구현할 수 있는 토대가 필요
  - 지난해 물관리일원화와 함께 '19년 6월 물관리기본법이 시행됐으며 국가물관리위원회와 유역물관리위원회가 출범
  - '20년은 정부, 기관, 지자체, 시민으로 구성된 물관리위원회가 다양한 시각에서 영·섬유역의 물 관련 주요 현안에 대한 논의를 시작하여 수량, 수질 그리고 수생태계까지 종합적으로 고려한 물 정책을 결정
  - 참여한 관계기관들이 일관된 방향성에 따라 정책을 추진하고, 추진결과에 대한 모니터링 후 추가적인 개선사항을 발굴 및 시행해 지속가능한 물의 이용과 보존을 통해 생명의 원천인 물의 가치 실현

### 1) 영산강

- 전국 5대강 수계 중 수질이 가장 나쁜 편에 속함에 따라 수질 문제의 해결이 시급함
  - 이는 오염원 유입에 취약한 구조적 문제에 기인
  - 영산강 본류 유량의 상당 부분이 하수처리장 방류수이며, 농·축산업 중심의 지역경제 특성상 비점 오염 부하가 높아 수질 관리 여건도 열악한 실정
    - \* 영산강 나주 수위표 갈수량('15~'19년 평균) 13.66CMS(118만㎥/일), 광주하수처리장 시설용량 72만㎥/일(제1 하수 60만㎥/일, 제2 하수 12만㎥/일)
  - 영산강의 수질은 최상류에서 광주시 경계까지(BOD 기준) 약간 좋음(Ⅰb) ~ 보통(Ⅲ) 수준을 유지하며, 하수처리장이 위치한 광주천 합류 이후 구간에서 약간 나쁨(Ⅳ)까지 저하
- 영산강 하구역에서 하굿둑, 방조제, 간척사업 등으로 생태환경 단절, 기수생태계 파괴 같은 환경 문제가 심각하여 자연성 회복 필요
- 국가물관리위원회 승촌보 상시개방, 죽산보 해체 결정(국가물관리위원회, 2021.1.18.)

## 2) 섬진강

- 섬진강에서 취수한 물의 80% 이상이 유역 외부로 물을 공급함에 따라, 섬진강 하류 지역의 주민들은 섬진강 본류로 더욱 많은 유량의 확보를 요구하고 있음
  - 유역의 물 이동 등 다양하고 복합적인 원인에 의해 하류 염해 피해 야기
  - 이를 개선하기 위해서는 공공자원으로서 물을 모든 사람과 동식물 등의 생명체가 합리적으로 이용하고 그 효용은 최대한으로 높여 사용해야 하는 통합물관리의 원칙을 고려해야 함

## 3) 제주도

- 국내 최다우 지역인 제주도는 태풍 시 주요하천 범람 등 수해에 취약한 지질특성을 가지고 있으므로 치수 안전성 확보하는 체계구축 시급
- 하천은 대부분 건천화되어 있고, 상시 유량이 흐르는 유수하천은 8개소에 불과함. 제주도의 특색을 고려한 하천관리 필요
- 제주도의 개발, 산업발전으로 용천수가 훼손 및 방치되고 있어 용천수 수질 관리 및 오염원 저감 관리 필요

## 6. 비전 및 목표

### 6.1 자연성 회복의 방향과 원칙

#### 6.1.1 자연성 회복의 방향

- 지속가능한 강을 만들어 미래세대까지 강이 주는 풍요를 누리게 하려면 강의 자연성 회복이 필요함
  - 자연성 회복을 통해 우리가 바라는 강의 모습은 단순히 어느 한 시점에서의 회귀나 복원이 아님.
  - 몇 년 전의 강이 지금보다 건강했다는 보장이 없으며, 설령 그렇다 해도 사람의 개입을 모두 지우고 원래로 돌아가는 것이 올바른 방향은 아니며 가능하지도 않을 것
- 우리가 바라는 강의 자연성 회복 방향은 자연적인 모습에 가까워지며 스스로 회복력(resilience)을 높여 교란된 강의 생태계가 스스로 조정·적응할 수 있도록 하는 것임
  - 강의 자연적인 모습은 종적·횡적으로 역동적이고, 다양한 생명체가 살며, 맑은 물이 마르지 않고 흐르는 강이며 사람의 이용과도 조화가 되어 사람과 자연 모두에게 삶의 터전이 되어야 함
  - 강은 현재의 여건 및 환경을 반영하여 수생태보전과 경관확보, 물복지 증진과 같은 이수 부분과 물안보 확보 등과 같은 치수부분이 어우러져서 지속가능한 강으로 유지되어야 함
- **(수 질)** 근본적인 오염 원인 제거로 가시적 수질 개선 효과를 창출하여 수질에 대한 국민 신뢰 회복 및 생태가 살아나는 깨끗한 하천 조성
  - 유역 내 다양한 이해관계자의 충분한 소통·참여에 기반한 ‘유역오염원 종합대책’ 수립, 지류 오염원에 대한 통합·집중 제어 관리
  - 선진형 친환경 수처리기술을 활용한 본류 하천 수질 개선 강화
  - 오염원 정밀 측정·평가 및 감시 강화로 수질 개선대책 수립 고도화
- **(수생태, 친수)** 하천의 자연 회복력에 기반한 생태계 연결성 복원 및 보전-이용의 조화로운 관리를 통해 자연과 사람이 공존하는 생태문화 조성
  - 4대강 사업 前 상태로의 막연한 회귀는 지양하고, 자연 천이를 기본원칙으로 하되 취락 부분 중심 점진적 보완·개선
  - 수생태계 평가·대책 마련·환류 체계 확립을 통한 합리적 복원방안 마련
  - 보 지점 생태이동 단절구간의 종적 연결성 개선과 인공호안 조성에 따른 수변 서식처 감소의 복원방안 추진 등 횡적 연결성 제고

- 보전과 이용의 조화에 기반한 수변공간 가치 재정비 및 역사문화와 생태적 가치 중심의 강문화 활성화 방안 마련
- (수 량) 보 처리 이후에도 가뭄·수질·생태에 문제없는 충분한 물 확보로 지류부터 본류까지 흐름이 있는 건강한 하천 조성
  - 댐, 저수지 등 기존 물그릇의 최적 운영으로 손실 최소, 가용 극대화
  - 기후변화, 극한가뭄에도 국민이 안심할 수 있는 물 공급체계 구축
  - 환경에 부담 없는 다목적 물그릇 설치로 유량 및 친수기능 증대

### 6.1.2 자연성 회복의 원칙

#### 물관리기본법의 물관리 기본이념 및 원칙

##### □ 기본이념(물관리기본법 제2조)

물은 지구의 물순환체계를 통하여 얻어지는 공공의 자원으로서 모든 사람과 동·식물 등의 생명체가 합리적으로 이용하여야 하고, 물을 관리함에 있어 그 효용은 최대한으로 높이되 잘못 쓰거나 함부로 쓰지 아니하며, 자연환경과 사회·경제 생활을 조화시키면서 지속적으로 이용하고 보전하여 그 가치를 미래로 이어가게 함을 기본이념으로 한다.

##### □ 기본원칙(물관리기본법 제8조~제19조)

물관리기본법(법률 제15653호, 2019. 6. 13. 시행)에서는 지속가능한 물순환체계를 구축하고 국민의 삶의 질 향상에 이바지함을 목적으로 다음과 같은 12개 기본원칙을 제시하고 있다.

기본원칙		내 용
제8조	물의 공공성	공공이익, 국가정책, 물환경 영향을 최소화하는 범위에서 이용
제9조	건전한 물순환	물 순환 과정에서 생태계 및 인간 활동을 위한 기능 유지
제10조	수생태환경의 보전	수생태계 건강성 훼손 시 개선·복원 등 노력
제11조	유역별 관리	유역 단위로 관리하고 유역 간 조화와 균형 추구
제12조	통합물관리	물순환 과정의 균형, 수량·수질·재해·자연환경·경제·사회 등 영향 종합고려
제13조	협력과 연계관리	물관리 정책 시행 시 지역 간 상호 영향 등 유역 전체 고려
제14조	물의 배분	합리적이고 공평한 물 배분, 생태계 건강에 필요한 물 고려
제15조	물 수요관리 등	물 수요관리, 대체수자원 개발, 재해 예방기술 개발
제16조	물 사용의 허가 등	허가에 의한 물 사용 원칙
제17조	비용부담	물관리 비용의 사용자 부담, 장애의 원인자부담 원칙
제18조	기후변화 대응	기후변화로 인한 물관리 취약성 최소화
제19조	물관리 정책참여	물관리 정책 결정 시 다양한 이해관계자 참여

□ 강의 자연성 회복을 추진하면서 지켜야 할 원칙은 다음과 같다.

- 자연의 질서를 존중하고, 인위적 개입은 그 질서 안에서 이루어지며, 스스로 힘으로 건강성을 유지할 수 있는 강으로 회복함
- 강 자체뿐 아니라 유역 전체를 포함한 회복을 추진함
- 사람과 자연의 상생을 위해 기후변화에 적응할 수 있도록 생태계 및 하천 환경과 이·치수 기능의 조화를 추구하여 지속가능한 강의 형태를 유지해야 함
- 유역구성원의 참여와 소통을 기반으로 사회적 합의를 거쳐 추진함

## 6.2 자연성 회복의 비전과 목표

□ 기존 이·치수를 위한 호안 정비로 많은 구간의 횡적 연결성이 훼손되었으므로 제방 후퇴, 천변 저류지·홍수터 확충 등 수변서식처 회복을 우선적으로 추진

- 강 전역에 걸쳐 다수의 산업단지, 도시가 분포하여 유해화학물질의 유입에 취약하므로 유해화학물질 관리강화, 하수처리장 분산화, 방류수 수질 기준 강화 등을 추진
- 「4대강 살리기 사업」의 과도한 준설로 인해 하상이 저하되었으며, 모래가 많은 본래의 특성을 살리기 위해 유사공급 및 이동 조치를 추진
- 타 유역보다 많이 설치되어 있는 농업용 보 등 구조물에 대한 평가를 통해 철거 및 개선 등 연속성 회복·수질(녹조) 개선을 추진
- 또한, 하류 지역에서 관심과 요구가 증가하고 있는 하구의 원활한 유통 및 기수역 확보를 통해 기수생태계 회복을 추진

- 본 구상의 비전은 「우리 강 자연성 회복 기본구상(환경부, 2020)」에서 제시한 비전계획을 토대로 강별 특성을 고려하여 다음과 같이 설정
- 영산강은 중상류 도심 경유, 유량 부족 등에 의한 고질적인 수질 문제, 물이용·치수와 생태계 복원 사이의 하굿둑 갈등 및 강의 전체적인 수생태계 건강성 상황 등을 고려하여 다음과 같이 비전 설정
- 수질 문제 : 영산강 나주지점 최근 BOD(mg/L) 기준 5.1 (최근 5년 평균, 수질 등급 IV)
    - BOD(mg/L) 기준 한강(노량진) 2.1, 금강(부여1) 2.9, 섬진강(구례) 0.8, 낙동강(고령) 2.5
 출처 물환경 정보시스템(환경부)
  - 하굿둑 : 하굿둑 건설로 인한 재해방지와 염수침입 방지 및 377백만톤 수자원확보  
vs 하굿둑 담수화로 녹조 발생, 오염물질 퇴적, 하구의 생태 변화
  - 수생태 건강성 : 수생태계 건강성 달성을 평가 결과, 상류에서부터 하류까지 전체 구간이 목표기준 달성 비율 저조(최근 5년간 0~20% 수준)
- 출처 영산강·섬진강 대권역 물환경관리계획 수립연구(2016~2025, 환경부), 물환경정보시스템(환경부)





□ 섬진강은 상·하류 간 물이용 갈등과 발원지에서 하구까지 단절된 흐름을 개선한 강의 연속성의 회복, 최상·하류의 수생태계 건강성 상황 등을 고려하여 다음과 같이 비전 설정

- 물이용 갈등 : 상류에서의 타 유역으로 물이동으로 인해 하류와의 갈등이 발생
- 연속성 회복 : 섬진강권역 보 구조물은 0.52km당 1개소 수준으로 설치되어 있어, 하천의 연속성이 매우 취약한 상황(전국 평균 0.88km당 1개소)
  - 섬진강권역 보 개수 5,076개소(하천연장 2,640km), 전국 보 개수 33,914개소(하천연장 29,854km)
 출처 한국하천일람(국토교통부, 2020.01.), 국가어도정보시스템(2020)
- 수생태 건강성 : 수생태계 건강성 달성을 평가 결과, 최상류인 섬진강댐과 최하류인 섬진강 하류 권 목표기준 달성 비율이 가장 저조(최근 5년간 0~10% 수준)
  - 출처 영산강·섬진강 대권역 물환경관리계획 수립연구(2016~2025, 환경부), 물환경정보시스템(환경부)



□ 제주도 하천은 내륙과 비교하면 개발 등에 의한 변형이 적은 다소 건강한 상태로, 현재의 하천의 건강성을 유지하면서 태풍, 홍수에 대비한 치수 대책 필요성 등을 고려하여 다음과 같이 비전 설정

- 풍수해 피해 : 최근 10년간 태풍에 의한 피해가 태풍, 호우, 대설 피해액의 89% 차지  
출처 재해연보(행정안전부, 2019)







## 제2장 현황조사 및 분석

### 1. 일반현황

### 2. 수질 및 생태 현황

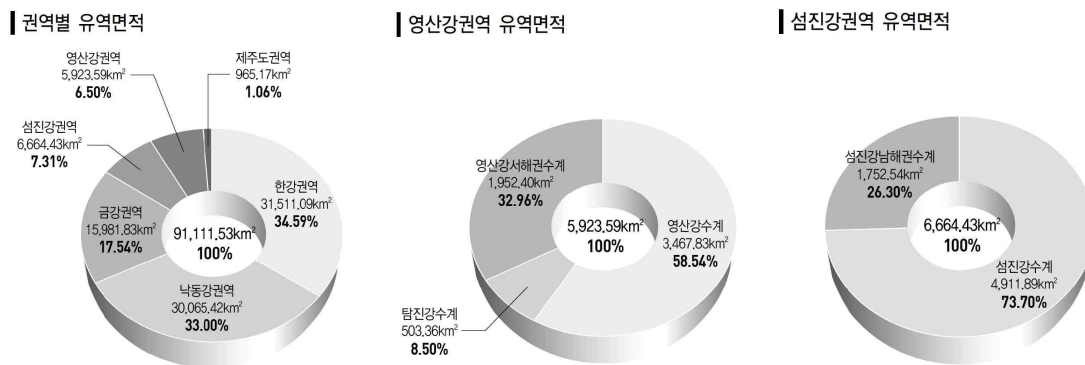


## 제2장. 현황조사 및 분석

### 1. 일반현황

#### 1.1 유역 현황

□ 영산강·섬진강·제주권은 유역면적을 모두 합쳐도 타 유역에 비해 작은 규모로 구성되어있음



출처 한국하천일람(국토교통부, 2020)

〈그림2-1〉 권역별 하천면적

#### 1) 영산강

□ 영산강은 우리나라 4대강의 하나로 전남 담양군 용면 용연리 용추봉에서 발원하여 황룡강, 지석천, 고막원천 등 지류를 합쳐 장장 3백 리 호남벌을 관류하고 있으며 하구언을 통해 서해로 흐르는 총 유역면적 3,467.83km², 유로 연장 129.50km임

- 영산강(136km)은 한강(482km), 낙동강(522km), 금강(396km)에 견주어 유로가 짧은 편이나 20년 전에는 교통로로서의 비중은 결코 대하천에 손색이 없었음
- 어느 강보다도 조수의 영향을 많이 받고 있으며, 영산포 상류 25km 되는 지점(목포로부터 73km)까지 바닷물이 드나들었음

□ 우리나라 5대 유역 중 하나로 한반도 남서부 전라남·북도에 위치하며, 속한 지자체는 광주광역시와 전라남·북도 일부를 포함하고 있음

□ 영산강 유역은 영산강, 탐진강, 영산강 서해권 총 3개의 수계로 나누어짐. 대권역(4개), 중권역(14개), 표준유역(62개)로 구성되어있으며, 국가하천 7개소와 지방하천 372개소로 구성됨

- 광주천 국가하천 지정(2020.1.1.), 광주천 지정연장 12km (익산지방국토관리청)

## 2) 섬진강

- 섬진강은 전라북도 장수, 임실, 진안 등 3개 군의 경계를 이루는 팔공산[전북 진안군 백운면 신암리 팔공산(1,151m)]에서 발원하여 약 82km 서남류하여 섬진강댐 지점에 이르게 되며, 댐 지점으로부터 남동류하여 오수천, 요천, 보성강 등의 지류와 합류하여 전남 광양시와 경남 하동군 지점에서 다도해로 유입하는 유역면적은 4,911.89km<sup>2</sup>이며, 유로 연장 223.86km임
  - 섬진강 유역은 우리나라 남부지역 중 중서부에 위치하고 있으며, 본 유역의 동쪽에는 낙동강 유역, 서쪽에는 영산강 유역과 동진강 유역, 북쪽에는 금강 유역과 만경강 유역을 접함
  - 총 유역면적 중 전라남도가 47%, 전라북도가 44%, 경상남도가 9%를 차지
- 섬진강은 우리나라에서 4번째로 큰 강으로 역시 우리나라 5대 유역에 해당하며, 한반도 남해안 중서부에 위치하고 있음. 속한 지자체는 전라남·북도와 경상남도를 포함하고 있음
- 섬진강 유역은 섬진강, 섬진강 남해권 총 2개의 수계로 나누어짐. 대권역(2개), 중권역(15개), 표준유역(73개)로 구성되어있으며, 국가하천 3개소와 지방하천 421개소로 구성됨

## 3) 제주도

- 제주도의 하천은 강우기를 제외하고는 연중 건천(대표적인 우수하천 8개)인 곳이 대부분임. 하지만 하천 중간에서 솟아나는 용천수로 인해 물이 단속적으로 흐르거나 큰 소(沼)를 형성한 곳도 다수 있음. 또한, 우수기에 고인 소(沼)는 제주 하천의 대표적인 특징으로 60개 지방하천 대부분이 소(沼)가 수계 안에 상류부터 하류까지 산재하여 독특한 하천생태계를 형성하고 있음. 총 유역면적은 965.17km<sup>2</sup>, 총 하천연장은 616.48km 임
- 제주도는 한반도에서 남쪽으로 약 90km 떨어진 곳에 위치하고, 지자체는 제주도가 있음
- 제주도유역은 대권역(1개), 중권역(4개), 표준유역(16개)으로 구성되어있으며, 국가하천은 없고 지방하천 60개소로 구성됨

〈표2-1〉 유역 기초 현황자료

구 분	하천개소수	하천연장(km)	국가하천 유로연장(km)	유역면적(km <sup>2</sup> )
계	3,833	29,853.88	5,569.19	91,111.53
한강권역	915	8,596.34	2,042.19	31,511.09
낙동강권역	1,184	9,655.87	1,600.99	30,065.42
금강권역	874	6,085.30	1,162.09	15,981.83
영산강권역	377	2,259.90	359.76	5,923.59
섬진강권역	423	2,639.99	404.16	6,664.43
제주도	60	616.48	-	965.17

출처 한국하천일람(국토교통부, 2020)

〈표2-2〉 영산강·섬진강 유역분할 현황

구 분	대권역 현황 (중권역 수)	유역 구분도
영산강	영산강(8) 탐진강(1) 영산강남해(2) 영산강서해(3) 표준유역 62개	
섬진강	섬진강(9) 섬진강남해(6) 표준유역 73개	

출처 2019년 하천유역조사 보고서(환경부 한강홍수통제소, 2020)



〈표2-3〉 제주권 유역분할 현황

구 분	대권역 현황 (중권역 수)	유역 구분도
제주도	제주도(4) 표준유역 16개	

출처 2019년 하천유역조사 보고서(환경부 한강홍수통제소, 2020)

### 1.1.1 하천 현황

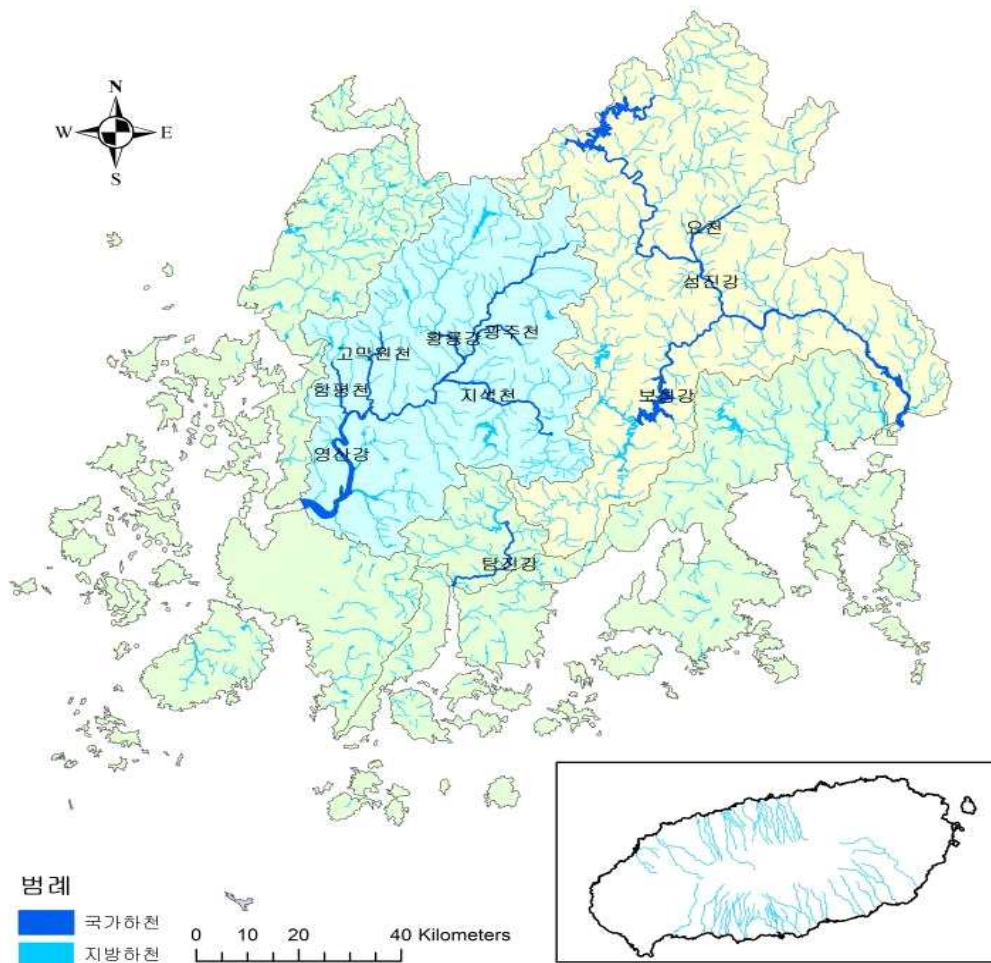
- 영산강·섬진강·제주권에는 총 10개소의 국가하천이 있음(영산강권역 7개소, 섬진강권역 3개소)
- 국가하천 기준 중 유역면적 100km<sup>2</sup> 초과 지방하천은 〈표2-4〉와 같고, 유역면적이 큰 주요 지방하천으로는 광양 서천, 순천 동천, 제주 천미천 등이 있음
- 국가하천은 국토교통부 장관이 관리하며, 지방하천은 그 관할 구역의 시·도지사가 관리

〈표2-4〉 기준 하천 현황

구 분	개소		연장(km)		유역면적 기준 지방하천(개소)
	국가하천	지방하천	국가하천	지방하천	100km <sup>2</sup> 초과
영산강권역	7	370	237.4	2022.5	14
50(영산강)	6	163	203.3	1073.0	7
51(탐진강)	1	35	34.1	169.4	1
52(영산강남해)	0	50	0.0	216.8	2
53(영산강서해)	0	122	0.0	563.4	4
섬진강권역	3	420	237.9	2402.1	16
40(섬진강)	3	280	237.9	1706.1	12
41(섬진강남해)	0	140	0.0	696.0	4
제주도	0	60	0.0	616.5	1

출처 한국하천일람(국토교통부, 2020), 2019년 하천유역조사 보고서(환경부 한강홍수통제소, 2020)

\* 한국하천일람 2018.12.31.기준 자료로 광주천 국가하천 지정(2020.1.1.), 광주천 지정연장 12km (익산지방국토관리청) 미반영되어 광주천 내용 반영하여 수정



〈그림2-2〉 유역별 하천 현황

### 국가하천

「하천법」 제7조에 따라 국가하천은 국토보전상 또는 국민 경제상 중요한 하천으로서 다음 각호의 어느 하나에 해당하여 국토교통부 장관이 그 명칭과 구간을 지정하는 하천

1. 유역면적의 합계가 200km<sup>2</sup> 이상인 하천
2. 다목적댐의 하류 및 댐 저수지로 인한 배수 영향이 미치는 상류의 하천
3. 유역면적 합계가 50km<sup>2</sup>~200km<sup>2</sup>로 하천으로 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 하천
  - 인구 20만 명 이상의 도시를 관류하거나 범람 구역 안의 인구가 1만 명 이상인 지역을 지남
  - 다목적댐, 하굿둑 등 저수량 500만km<sup>3</sup> 이상의 저류지를 갖추고 국가적 물 이용이 이루어짐
  - 상수원 보호구역, 국립공원, 유네스코 생물권보전지역, 문화재보호 구역, 생태·습지보호 지역을 지남
4. 범람으로 인한 피해, 하천시설 또는 하천공작물의 안전도 등을 고려하여 대통령령으로 지정하는 하천

## 1.2 인문현황

### 1.2.1 행정구역 현황

- 영산강은 광주, 전라남도, 전라북도 지자체 3곳(18개 시·군)을 지나고, 섬진강은 전라북도, 전라남도, 경상남도 지자체 3곳(20개 시·군)을 지남, 제주특별자치도는 제주시와 서귀포시가 있음

〈표2-5〉 행정구역 현황

구 분	광역 시·도	시·군
영산강권역	3개 (광주, 전남, 전북)	18개 (광주, 부안, 고창, 순창, 영광, 장성, 담양, 함평, 나주, 화순, 무안, 목포, 영암, 강진, 장흥, 해남, 진도, 신안)
섬진강권역	3개 (전북, 전남, 경남)	20개 (정읍, 남원, 임실, 장수, 진안, 순창, 강진, 고흥, 곡성, 광양, 구례, 담양, 보성, 순천, 여수, 완도, 장흥, 해남, 화순, 하동, 남해)
제주도	1개(제주)	2개(제주, 서귀포)

\* 남해도(낙동강권역) 포함

- 전국 유인도서는 465개소로 전북·전남이 전국의 63.9%(297개소)로 가장 많이 분포함

〈표2-6〉 전국 도서 지역 현황

(단위: 개소)

구 분	계	부산	인천	울산	경기	강원	충남	전북	전남	경북	경남	제주
합 계	3,048	48	134	4	43	33	245	93	1,868	18	497	65
유 인	465	3	39	0	5	0	33	25	272	3	77	8
무 인	2,583	45	95	4	38	33	212	68	1,596	15	420	57

출처 유인도서 현황(행정안전부, 2018), 무인도서 종합정보제공(해양수산부, 2021)

### 1.2.2 인구 현황

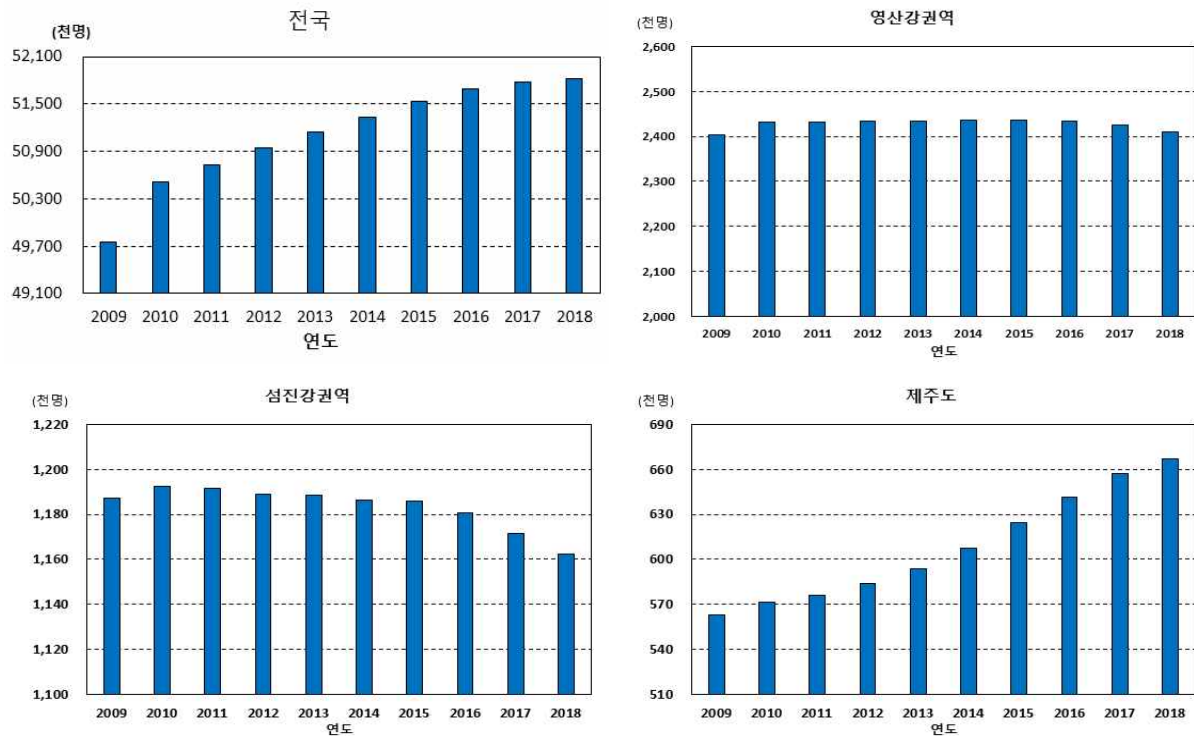
- 최근 5년간 유역별 인구변화를 살펴보면 영산강권역과 섬진강권역은 줄어들고, 제주도는 계속해서 증가하는 것으로 나타남

〈표2-7〉 최근 5년간 인구변화

(단위: 명)

구 분	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년
영산강권역	2,436,825	2,436,669	2,433,302	2,424,845	2,410,778
50(영산강)	1,842,318	1,852,639	1,854,620	1,861,080	1,857,418
51(탐진강)	39,347	39,298	37,627	36,246	35,739
52(영산강남해)	118,949	123,784	121,970	119,511	117,175
53(영산강서해)	436,210	420,947	419,085	408,008	400,446
섬진강권역	1,186,557	1,185,869	1,180,559	1,171,565	1,162,409
40(섬진강)	292,708	289,042	286,477	281,208	277,254
41(섬진강남해)	893,850	896,827	894,081	890,357	885,155
제주도	607,346	624,395	641,597	657,083	667,191

출처 2019년 하천유역조사 보고서(환경부 한강홍수통제소, 2020)



출처 2019년 하천유역조사 보고서(환경부 한강홍수통제소, 2020)

〈그림2-3〉 유역별 인구변화

### 1.2.3 토지이용현황

- 영산강권역의 토지이용현황은 산림 3,303.32km<sup>2</sup>(43.47%), 농업 3,234.06km<sup>2</sup>(42.56%), 시가지 422.10km<sup>2</sup>(5.55%) 등의 순으로 차지하고 있는 것으로 조사
- 섬진강권역의 토지이용현황은 산림 5,275.80km<sup>2</sup>(63.58%), 농업 2,207.19km<sup>2</sup>(26.60%), 시가지 312.67km<sup>2</sup>(3.77%) 등의 순으로 차지하고 있는 것으로 조사
- 제주도의 토지이용현황은 농업 655.33km<sup>2</sup>(35.36%), 산림 638.44km<sup>2</sup>(34.45%), 시가지 136.61km<sup>2</sup>(7.37%) 등의 순으로 차지하고 있는 것으로 조사

〈표2-8〉 토지이용현황

구 분		합계	시가지	농업	산림	초지	습지	나지	수역
영산강권역	면적(km <sup>2</sup> )	7,599.37	422.10	3,234.06	3,303.32	110.72	134.80	87.84	306.53
	구성(%)	100.00	5.55	42.56	43.47	1.46	1.77	1.16	4.03
섬진강권역	면적(km <sup>2</sup> )	8,298.31	312.67	2,207.19	5,275.80	184.42	67.13	62.95	188.14
	구성(%)	100.00	3.77	26.60	63.58	2.22	0.81	0.76	2.27
제주도	면적(km <sup>2</sup> )	1,853.42	136.61	655.33	638.44	349.90	7.23	60.91	5.00
	구성(%)	100.00	7.37	35.36	34.45	18.88	0.39	3.29	0.27

출처 2019년 하천유역조사 보고서(환경부 한강홍수통제소, 2020), 제주도 수자원관리종합계획(제주특별자치도, 2019) 등

### 1.2.4 물 이용 현황

□ 영산강·섬진강·제주권의 물이용 특성은 전국 용수이용량 198억㎥/년 중 35.2억㎥(17.8%)를 활용

〈표2-9〉 물 이용특성 현황

(단위 : 백만㎥/년)

구 분	합 계		생활용수	공업용수	농업용수	
	유효수량 미 포 함	유효수량 포 함			유효수량 미 포 함	유효수량 포 함
전 국	19,782.7	25,907.8	7,507.6	2,379.3	9,895.9	16,020.9
영산강권역	1,994.9	2,749.4	368.0	86.5	1,540.4	2,294.9
50(영산강)	1,037.1	1,366.9	271.6	66.0	699.5	1,029.2
51(탐진강)	95.1	143.5	6.4	0.2	88.6	137.0
52(영산강남해)	332.0	470.6	23.4	12.7	295.9	434.5
53(영산강서해)	530.7	768.4	66.6	7.5	456.5	694.3
섬진강권역	1,229.2	1,766.8	194.6	180.3	854.3	1,391.9
40(섬진강)	643.5	934.0	58.9	107.6	477.0	767.5
41(섬진강남해)	585.8	832.8	135.7	72.7	377.3	624.4
제주도	291.4	539.6	192.0	2.8	96.6	344.8

출처 2019년 하천유역조사 보고서(환경부 한강홍수통제소, 2020)

### 1.2.5 환경기초시설 현황조사

□ 공공하수처리시설(시설용량 500㎥/일 이상)은 영산강권역 53개소(1,115천㎥/일), 섬진강권역 45개소(415천㎥/일), 제주도 8개소(240천㎥/일)로 조사

□ 가축분뇨처리시설은 영산강권역 10개소(1,020㎥/일), 섬진강권역 5개소(490㎥/일), 제주도 3개소(400㎥/일)로 조사

〈표2-10〉 공공하수처리시설(시설용량 500㎥/일 이상), 가축분뇨처리시설 현황

구 분	공공하수처리시설(시설용량 500㎥/일 이상)			가축분뇨처리시설	
	개소	시설용량(㎥/일)	처리량(㎥/일)	개소	시설용량(㎥/일)
영산강권역	53	1,115,500	1,008,290	10	1,020
50(영산강)	23	856,950	838,025	6	735
51(탐진강)	3	13,000	8,281	1	110
52(영산강남해)	8	57,850	37,900	2	80
53(영산강서해)	19	187,700	124,083	1	95
섬진강권역	45	415,750	356,093	5	490
40(섬진강)	22	100,250	81,410	4	430
41(섬진강남해)	23	315,500	274,683	1	60
제주도	8	240,000	219,575	3	400

출처 2018 하수도통계(환경부, 2019), 가축분뇨 공공처리시설 설치 및 운영현황(환경부, 2019)

### 1.3 하천유지유량

□ 하천유지유량은 「하천법」에 따라 수질 보전, 하천생태계, 하천 경관 보전, 염수침입 방지, 하구 막힘 방지, 하천시설물 및 취수원 보호, 지하수위 유지 필요 유량 중 최대치를 선정, 하천의 정상적인 기능과 상태를 유지하는 데 필요한 최소유량으로 정의

□ 영산강수계 14지점(본류 6, 지류 8), 섬진강수계 13지점(본류 8, 지류 5), 탐진강수계 1지점 하천유지유량이 고시되어 있음

〈표2-11〉 하천유지유량 고시

수계	하천	지점명	항목별 필요 유량(㎧/s)			하천유지유량(2015년)		하천유지유량(2006년)	
			수질	생태	경관	고시량(㎧/s)	항목	고시량(㎧/s)	항목
영산강	영산강	광주	0.89	0.59	-	-	-	0.57	평균갈수량
		마륵	4.86	0.56	-	-	-	0.88	평균갈수량
		본동	6.45	2.61	-	-	-	1.57	평균갈수량
		나주	7.70	3.53	-	-	-	2.41	평균갈수량
		영산포	7.52	1.73	6.00	-	-	2.49	평균갈수량
		사포	11.51	0.28	-	-	-	2.83	평균갈수량
	오례천	오례	-	0.12	-	0.12	생태	-	-
	광주천	유덕	0.33	0.10	0.30	0.33	수질	-	-
	황룡강	장성	0.64	0.22	-	0.64	수질	0.56	평균갈수량
		선암	1.07	0.63	0.5	1.07	수질	0.69	평균갈수량
	지석천	능주	1.04	1.64	-	1.64	생태	0.65	하천생태계
		남평	0.56	0.24	0.30	-	-	0.75	평균갈수량
	고막원천	학교	0.42	0.24	-	0.42	수질	0.10	기준갈수량
	함평천	함평	0.31	0.14	-	0.31	수질	0.08	평균갈수량
탐진강	탐진강	연산	2.76	0.44	-	2.76	수질	-	-
섬진강	섬진강	덕치	1.13	0.63	-	-	-	0.76	평균갈수량
		제2섬진	1.46	0.85	-	-	-	0.91	평균갈수량
		적성	3.00	3.17	-	-	-	1.31	평균갈수량
		대강	3.81	1.20	-	-	-	1.75	평균갈수량
		오곡	3.80	4.08	2.00	-	-	2.47	평균갈수량
		압록	4.80	1.86	4.00	-	-	2.51	평균갈수량
		구례2	6.06	4.21	-	-	-	-	-
		송정	6.31	3.31	-	-	-	4.62	평균갈수량
	추령천	쌍치	0.31	0.02	-	0.31	수질	-	-
	오수천	오수	1.43	0.09	-	1.43	수질	0.37	하천생태계
	요천	남원	0.95	0.02	0.20	0.95	수질	0.25	하천생태계
	보성강	겸백	0.08	0.47	-	0.47	생태	-	-
		죽곡	3.32	0.45	-	3.32	수질	1.28	평균갈수량

출처 관보(행정자치부, 2006), 영섬하천유지유량 고시문(영산강홍수통제소, 2015), 하천유지유량 검토 보고서(2015, 국토교통부)

- 영산강수계의 하천유지유량 고시지점은 수질 보전 필요유량으로 선정된 지점 13곳, 하천생태계 보호 필요유량으로 선정된 지점 2곳. 2015년도 고시 이후 하천유지유량 달성률은 영산강 본류 99.6%, 황룡강 67.0%, 광주천 99.9%, 지석천 87.9%, 고막원천 95.0%, 함평천 48.1%에 달함. 일부는 승촌보, 죽산보의 영향을 받음
- 섬진강수계의 하천유지유량 고시지점은 수질 보전 필요유량으로 선정된 지점 12곳, 하천생태계 보호 필요유량으로 선정된 지점 3곳. 2015년도 고시 이후 하천유지유량 달성률은 섬진강 본류 97.4%, 보성강 76.5%, 오수천 90.8%, 요천 85.5%에 달함

〈표2-12〉 연도별 하천유지유량 달성도

수계	하천	지점명	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	5년 평균
영산강	영산강	광주	100.0%	98.9%	97.8%	99.7%	100.0%	99.3%
		마륵	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
		본동	100.0%	100.0%	99.2%	100.0%	100.0%	99.8%
		나주	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	98.9%	99.8%
		사포	100.0%	98.6%	98.6%	99.2%	100.0%	99.3%
	광주천	유덕	100.0%	99.5%	100.0%	100.0%	100.0%	99.9%
	황룡강	장성	92.9%	61.6%	11.7%	4.6%	4.7%	35.1%
		선암	99.5%	95.9%	100.0%	100.0%	99.5%	99.0%
	지석천	능주	99.2%	53.7%	76.0%	81.0%	78.6%	77.7%
		남평	97.5%	94.5%	98.3%	100.0%	100.0%	98.1%
	고막원천	학교	98.6%	98.1%	96.7%	96.2%	85.2%	95.0%
	함평천	함평	86.8%	24.2%	51.7%	33.2%	44.5%	48.1%
탐진강	탐진강	연산	77.9%	32.7%	14.6%	37.3%	77.1%	47.9%
섬진강	섬진강	덕치	70.2%	99.2%	95.1%	100.0%	100.0%	92.9%
		제2섬진	83.9%	95.1%	58.4%	100.0%	100.0%	87.5%
		적성	100.0%	98.6%	100.0%	100.0%	100.0%	99.7%
		대강	100.0%	98.6%	100.0%	100.0%	100.0%	99.7%
		오곡	100.0%	95.3%	100.0%	100.0%	100.0%	99.1%
		압록	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
		구례2	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
		송정	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
	추령천	쌍치	82.8%	67.4%	99.7%	72.7%	33.9%	71.3%
	오수천	오수	96.7%	88.2%	82.5%	94.4%	92.3%	90.8%
	요천	남원	88.2%	76.9%	88.4%	79.1%	95.0%	85.5%
	보성강	겸백	63.7%	9.0%	34.5%	58.6%	99.2%	53.0%
		죽곡	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

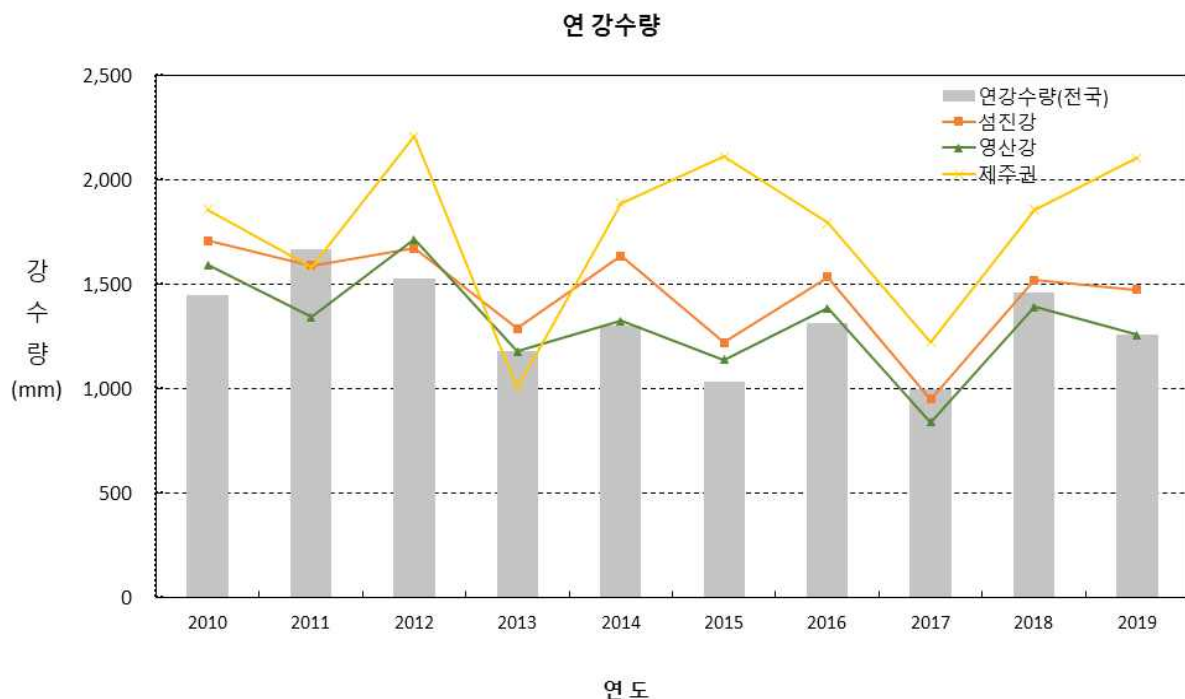
출처 국가수자원관리종합정보시스템(WAMIS) 등 자료 인용, 자체 분석

\* 영산강 '영산포' 지점과 '오례' 지점은 유량자료 누락으로 제외

## 1.4 기상 및 기후 현황

### 1.4.1 강수 현황

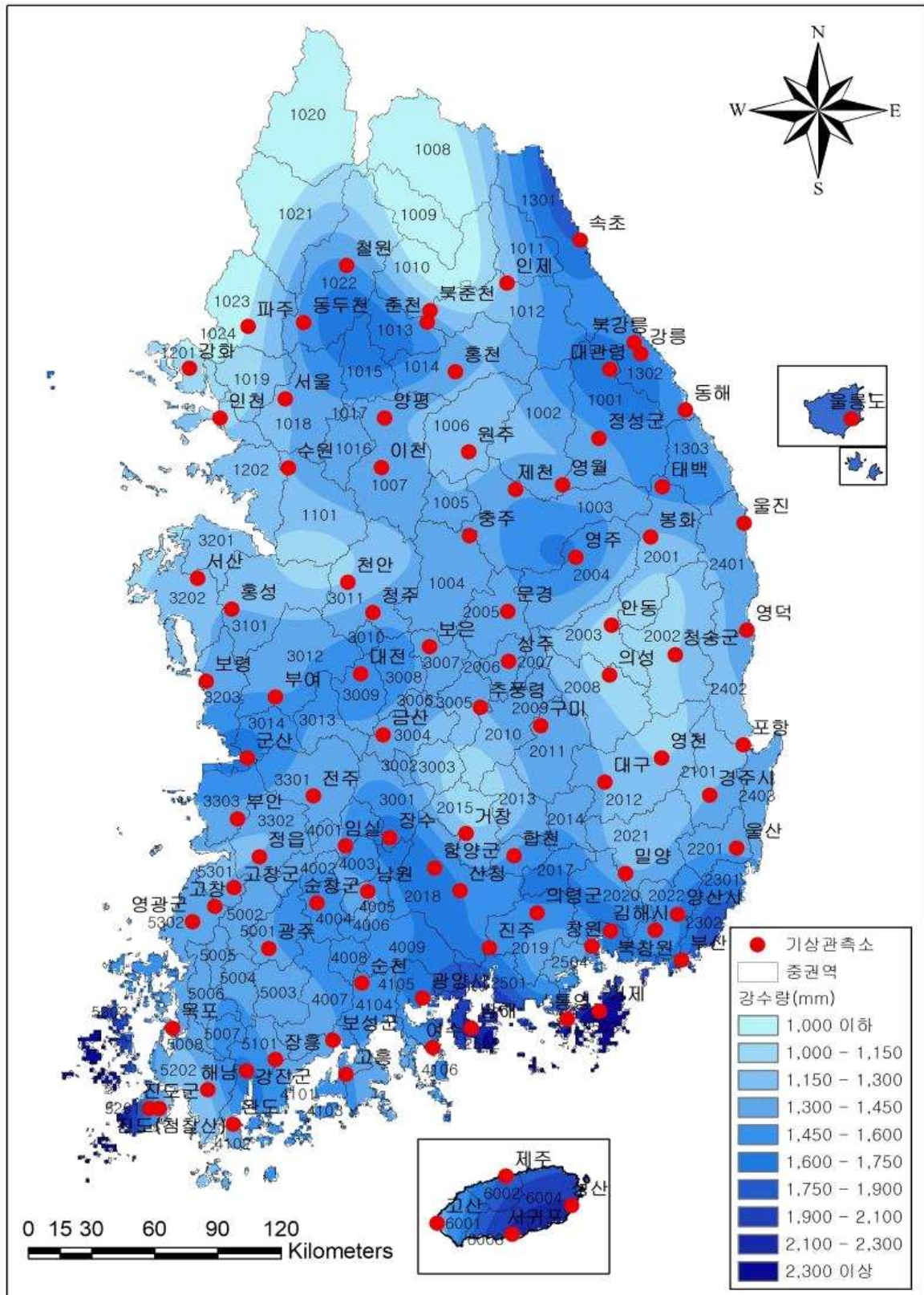
- 지형적·기후적 특징으로 인해 섬진강, 영산강은 연중 하천에 흐르는 유량의 변동이 심하여 홍수나 가뭄이 빈번하게 발생함
- 영산강유역의 최근 10년의 연 강수량은 836.9~1,712.8mm, 연평균강수량은 1,314.0mm로 조사되었으며, 전국 연평균강수량(1,316.1mm)과 유사한 것으로 조사됨
- 섬진강 유역의 최근 10년의 연 강수량은 948.4~1,706.5mm, 연평균강수량은 1,457.4mm로 조사되었으며, 전국 연평균강수량(1,316.1mm) 대비 큰 것으로 조사됨
- 제주도는 해양성기후와 한라산에 의한 지형 강우의 영향으로 인해 연평균 강우량이 1.3배에 달하는 국내 최다우 지역임. 특히 지형효과로 남동부 지역을 중심으로 다우지역이 형성되어있고, 서부지역은 상대적으로 강수량이 적음
  - 제주도의 최근 10년의 연 강수량은 1,001.7~2,206.4mm, 연평균강수량은 1,761.3mm로 조사되었으며, 전국 연평균강수량(1,316.1mm) 대비 큰 것으로 조사됨



출처 한국기후변화백서(기상청, 2011), 기상연보(기상청, 2019)

〈그림2-4〉 유역별 연간 강수량





출처 2019년 하천유역조사 보고서(환경부 한강홍수통제소, 2020)

〈그림2-5〉 총 강수량 분포도

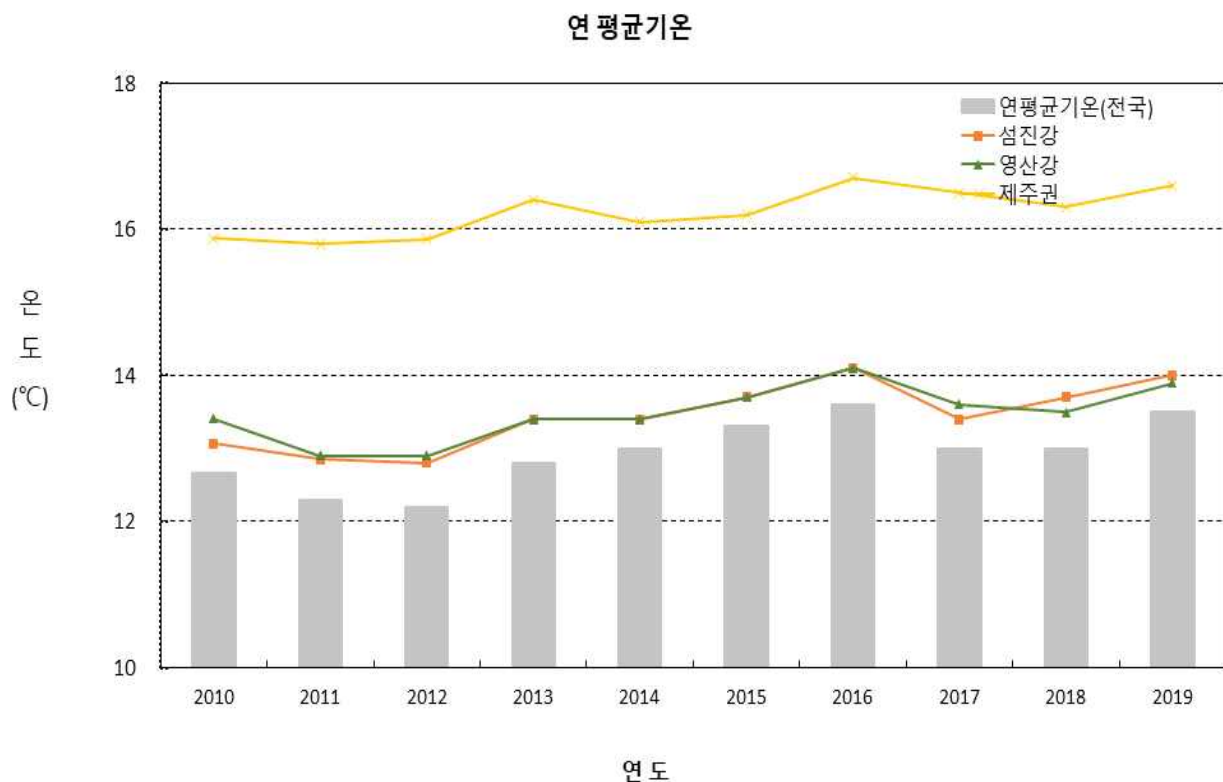
### 1.4.2 기온 현황

#### □ 영산강·섬진강

- 영·섬유역은 지리적으로 중위도 온대성 기후대에 한반도 남서부에 위치하여 전국 평균 기온 대비 비교적 온화한 기후를 가지고 있음
- 영산강의 최근 10년의 평균 기온은 12.9~14.1℃, 평균 13.5℃로 조사됨
- 섬진강의 최근 10년의 평균 기온은 12.8~14.1℃, 평균 13.4℃로 조사됨

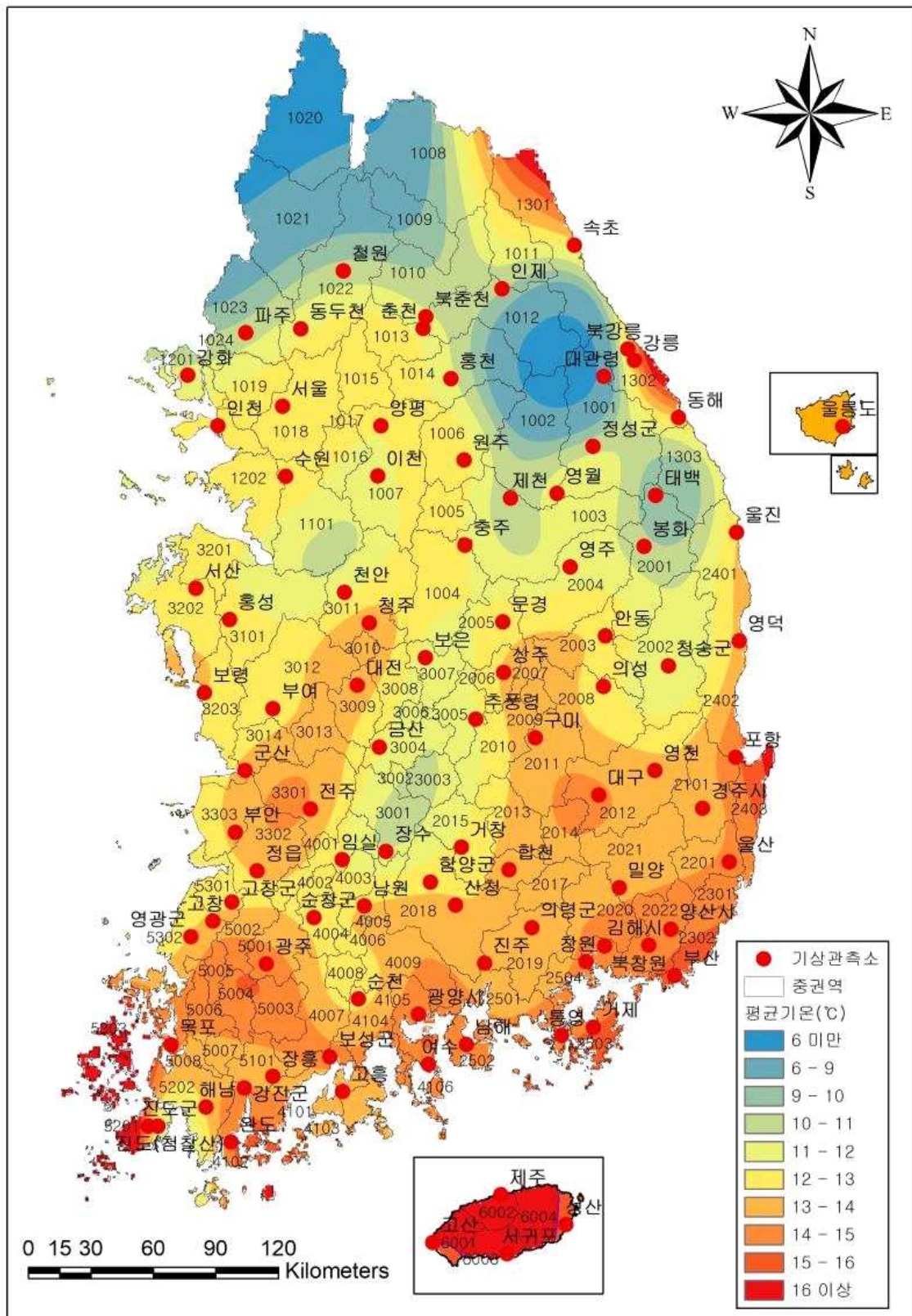
#### □ 제주권

- 수리적 위치, 난류의 영향, 섬 등의 이유로 해양성기후를 나타냄. 기온의 연교차나 일교차가 육지에 비하여 작으며 해륙풍의 발생빈도가 높고, 주위 바다에 안개가 끼는 날이 잦음
- 제주도의 최근 10년의 평균 기온은 15.8~16.7℃, 평균 16.2℃로 조사됨
- 제주도는 전국 평균(12.9℃)보다 약 3℃ 정도 높은 기온이 형성되어있고, 한라산의 지형효과로 풍계에 따라 풍상측과 풍하측의 기온 차이가 큼



출처 한국기후변화백서(기상청, 2011), 기상연보(기상청, 2019)

〈그림2-6〉 유역별 평균 기온



출처 2019년 하천유역조사 보고서(환경부 한강홍수통제소, 2020)

〈그림2-7〉 평균 기온 분포도



## 1.5 수리시설 현황

### 1.5.1 수자원시설 현황

□ 영산강은 다기능 보 2개소(승촌보, 죽산보), 홍수조절지 2개소(담양, 화순), 농업용 저수지 1,068개소 등으로 전체 수자원의 77%가 농업용수로 이용되는 등 수자원 활용에 있어 농업용 저수지 비중이 매우 높음

□ 섬진강은 다목적댐 2개소(섬진강댐, 주암댐), 용수댐 2개소(수어댐, 동북댐), 발전용 댐 1개소(보성강댐), 농업용 저수지 1,162개소 등

〈표2-13〉 영산강·섬진강 주요 수자원시설 현황

구 분	수계명	댐 명	높이 (m)	길이 (m)	유역면적 (km <sup>2</sup> )	총저수용량 (백만m <sup>3</sup> )	유효 저수용량 (백만m <sup>3</sup> )
총 계		-	-	-	-	2,433.2	1,910.0
다목적댐	영산강	장흥	53.0	403.0	193.0	191.0	171.0
	섬진강	섬진강	64.0	344.2	763.0	466.0	370.0
		주암	58.0	330.0	1,010.0	457.0	352.0
		주암(조)	99.9	562.6	134.6	250.0	210.0
발전전용댐	섬진강	보성강	11.9	274.0	275.0	5.7	4.7
생공용수 전 용 댐	영산강	평림	37.3	390.5	19.9	8.5	8.1
	섬진강	동북	44.7	188.0	189.0	99.5	92.0
		수어	67.0	437.0	49.0	27.5	22.2
하 굿 독 및 담 수 호	영산강	영산강 하굿둑	19.5	2,904.0	3,471.0	253.0	180.9
		영암호	25.9	2,220.0	355.0	244.6	138.8
		금호호	18.3	2,120.0	184.0	133.1	75.5
농 업 용 저 수 지	영산강	장성	36.0	603.0	123.0	89.7	84.8
		담양	46.0	305.5	66.0	66.7	64.8
		광주	25.0	505.0	41.0	17.4	15.2
		나주	31.0	496.0	105.0	91.2	87.8
	섬진강	동화	70.5	474.0	74.0	32.3	32.2
홍수조절지	영산강	담양	19.1	130.0	44.4	2.9	-
		화순	18.3	142.0	106.24	7.25	-

〈표2-14〉 다기능 보 현황

구 분	유역면적 (km <sup>2</sup> )	관리수위		상한수위 (EL.m)	계획홍수량(빈도) (m <sup>3</sup> /s)	계획홍수위 (EL.m)	제방고 (EL.m)
		수위(EL.m)	저수용량(백만 m <sup>3</sup> )				
승 촌 보	1,327	7.5	9.0	8.0	4,120(120yr)	11.58	14.34
죽 산 보	2,359	3.5	25.7	4.0	6,710(100yr)	7.10	8.82

출처 4대강 수자원활용 개선방안 보고서(국토교통부, 2017)

- 제주도는 지하수 4,818공, 용천수 9개소, 어승생저수지, 대체수자원 등으로 수자원 시설용량 중 지하수 시설용량이 90%, 용천수 7%, 어승생저수지 0.86%로 대부분 지하수를 이용하고 있음

〈표2-15〉 제주도 수자원개발 이용시설 현황

수원별		시설수(개소)	시설용량(천 m <sup>3</sup> /년)	비율(%)	이용량(천 m <sup>3</sup> /년)	구성비(%)
계		5,981	627,923	100.00	299,013	100.00
지하수	지하수	4,818	568,489	90.53	243,323	81.38
용천수	상수원	9	47,412	7.55	42,550	14.23
	농업용	-	-	-	-	-
어승생수원	어승생	1	5,400	0.86	3,153	1.05
지표수	저수지	4	-	-	-	-
대체수자원	빗물(의무)	49	-	-	7,037	2.35
	빗물(권장)	1,076	-	-	2,140	0.72
	하수방류수재이용	2	3,600	0.57	199	0.07
	담수화	3	621	0.10	269	0.09
	중수도	16	1,536	0.24	160	0.05
	계	1,146	5,757	0.92	9,805	3.28
온천	온천	3	864	0.14	182	0.06

\* 제주도 주요 저수지 4개(성읍저수지, 귀업저수지, 용수저수지, 광령저수지)는 모두 농업용수로 이용되고 있음

출처 제주도 수자원관리종합계획(제주특별자치도, 2019)

- 제주도 수원 중 가장 큰 비율을 차지하는 지하수 시설 이용 현황은 다음과 같음

〈표2-16〉 제주도 지역별 지하수 개발 및 이용 현황

(단위 : 공, m<sup>3</sup>/일)

구분		계	생활용	농어업용	공업용	먹는샘물제조용
계	공수	4,818	1,432	3,231	148	7
	허가량	1,579,137	642,524	905,981	26,833	3,800
제주시	공수	1,825	871	854	94	6
	허가량	841,131	384,455	438,943	14,033	3,700
서귀포시	공수	2,993	561	2,377	54	1
	허가량	738,007	258,069	467,038	12,800	100

출처 제주도 수자원관리종합계획(제주특별자치도, 2019)

## 1.5.2 취·정수시설 현황

## □ 광역 및 공업용수도 취수시설 현황

- 2019년 기준 광역 및 공업용수도 취수시설은 7개소로 시설용량은 2,015.5천 $\text{m}^3$ /일이고, 이용률 및 가동률은 각각 65.5%, 83.3%에 이르며, 지방상수도의 취수시설 이용률 80.5% 및 가동률 96.7%와 유사한 편임

〈표2-17〉 광역 및 공업용수도 취수시설 현황

구 분	취수장 시설용량 (천 $\text{m}^3$ /일)	일평균 취수량 (천 $\text{m}^3$ /일)	일최대 취수량 (천 $\text{m}^3$ /일)	취수장 이용률 (%)	취수장 가동률 (%)	취수 위치	공 급 정수장
계	2,015.5	1,450.9	1,758.0	65.5	83.3	-	-
평림댐	30.0	23.5	34.7	78.3	115.5	평림댐	평림
동화댐	52.0	31.8	38.5	61.2	74.0	동화댐	동화
주암	596.0	341.7	440.9	57.3	74.0	주암댐	화순
장흥댐	200.0	143.9	169.5	71.9	84.8	장흥댐	덕정
대불	57.5	13.9	23.2	24.1	40.3	영산호	대불
이사천	540.0	515.7	543.7	95.5	100.7	주암(조)댐	별량
다압(신)	540.0	380.4	507.5	70.4	94.0	섬진강	-

출처 2019년 수도관리연보(한국수자원공사, 2021), 2019 상수도통계(환경부, 2021)

## □ 지방상수도 취수시설 현황

- 2019년 기준 지방상수도 취수시설은 160개소에 시설용량은 1,191천 $\text{m}^3$ /일에 이르며, 연간 총취수량은 327,087천 $\text{m}^3$ /년이고 일평균 취수량 918천 $\text{m}^3$ /일과 일최대 취수량 1,142천 $\text{m}^3$ /일로 취수장 이용률은 80.5%, 가동률은 96.7%를 나타냄

〈표2-18〉 지방상수도 취수시설 현황

구 분	개소	설계시설 용량 (천 $\text{m}^3$ /일)	연간 총취수량 (천 $\text{m}^3$ /년)	일평균 취수량 (천 $\text{m}^3$ /일)	일최대 취수량 (천 $\text{m}^3$ /일)	취수장 이용률 (%)	취수장 가동률 (%)	연간 공급량 (천 $\text{m}^3$ /년)
계	160	1,191	327,087	918	1,142	80.5	96.7	327,087
광주광역시	3	403	106,696	310	345	76.8	85.6	106,696
전라북도 (남원,임실,순창군)	5	39	11,546	35	40	92.8	105.2	11,546
전라남도	79	277	69,880	192	248	69.1	89.5	69,880
경상남도 (하동군)	3	9	2,583	7	8	83.3	95.0	2,583
제주특별자치도	70	463	136,382	374	501	80.7	108.2	136,382

출처 2019 상수도통계(환경부, 2021)

□ 정수시설 현황

- 2019년 기준 정수시설은 120개소에 시설용량은 2,259천 $\text{m}^3$ /일에 이르며, 연간 총처리량은 590백만 $\text{m}^3$ /년이고 일평균생산량 1,567천 $\text{m}^3$ /일과 일최대생산량 1,933천 $\text{m}^3$ /일로 정수장 이용률은 82.6%, 가동률은 103.3%를 나타냄

〈표2-19〉 정수시설 현황

구 분	개소	설계시설 용량 (천 $\text{m}^3$ /일)	연간 총처리량 (천 $\text{m}^3$ /년)	일평균 생산량 (천 $\text{m}^3$ /일)	일최대 생산량 (천 $\text{m}^3$ /일)	정수장 이용률 (%)	정수장 가동률 (%)
계	120	2,259	590,746	1,567	1,933	82.6	103.3
광주광역시	3	760	181,418	493	591	64.9	77.8
전라북도 (남원,임실,순창군)	6	85	23,156	61	75	84.8	111.7
전라남도	92	1,065	254,070	654	818	62.8	93.4
경상남도 (하동군)	2	6	2,583	5	6	97.4	104.6
제주특별자치도	17	343	129,519	354	443	103.3	129.1

출처 2019 상수도통계(환경부, 2021)

□ 제주도 취수 및 정수시설 현황

- 제주도 상수도 취수시설은 총 146개소로 시설용량은 600,184 $\text{m}^3$ /일, 정수시설은 총 102개소(정수장 17개소 포함)로 시설용량은 총 462,981 $\text{m}^3$ /일임

〈표2-20〉 제주도 취수시설 및 정수장 현황

수 원	취수 허가시설 현황		정수시설 현황		비고
	취수원 (시설개소)	허가용량/시설용량 ( $\text{m}^3$ /일)	정수시설	시설용량 ( $\text{m}^3$ /일)	
합 계	146개소 (지하수 331공)	600,184	102개소 (정수장 17개소 포함)	462,981	
지하수	135개소 (331공)	451,984	94개소	325,981	
어승생	1개소	15,000	1개소	15,000	
용천수	9개소	131,700	6개소	120,500	
해수담수	1개소	1,500	1개소	1,500	추자도

출처 제주도 수자원관리종합계획(제주특별자치도, 2019)

## 1.5.3 하수처리시설 현황

## □ 공공하수처리시설 현황

- 2019년 기준 공공하수처리시설은 1,179개소에 시설용량은 1,836천 $\text{m}^3$ /일에 이르며, 유입하수량은 1,606천 $\text{m}^3$ /년이고 방류량은 1,492천 $\text{m}^3$ /일 그리고 처리효율은 93.7%를 나타냄

〈표2-21〉 공공하수처리시설 현황

구 분	개소	시설용량 (천 $\text{m}^3$ /일)	유입하수량 (천 $\text{m}^3$ /일)	방류량 (천 $\text{m}^3$ /일)	유입 BOD	방류 BOD	유입 T-N	방류 T-N	유입 T-P	방류 T-P	처리 부하량 (kgBOD/일)	처리효율 (%)
계	1,179	1,836	1,606	1,492	1,021	27.2	244.3	72.8	27.7	3.0	239,860	93.7
광주광역시	27	738	718	642	136.3	2.5	32.1	12.0	3.5	0.1	96,252	93.3
전라북도 (남원,임실,순창군)	130	73	64	59	397.7	7.7	102.7	31.4	11.6	1.1	7,348	95.9
전라남도	918	769	579	551	140.6	3.6	35.8	9.9	4.3	0.5	79,500	95.7
경상남도 (하동군)	63	14	12	11	98.5	3.7	20.5	7.4	2.4	0.5	1,138	94.6
제주특별자치도	41	242	233	229	247.5	9.7	53.2	12.1	5.9	0.8	55,622	88.9

출처 2019 하수도통계(환경부, 2020)



## 2. 수질 및 생태 현황

### 2.1 수질 현황

#### 2.1.1 수질 측정망 현황

- 영산강 유역은 418개소 중 지하수, 농업용수 비중이 77.8%, 섬진강 유역은 374개소 중 지하수, 농업용수 비중이 79.4%, 제주도의 49개소는 하천수 4개소를 제외한 45개소가 지하수 측정망으로 조사됨

〈표2-22〉 수질 측정망 지점 수

(단위 : 개소)

구 분	합 계	하천수	호소수	농업용수	도시관류	산단하천	지하수
전 국	4,787	914	191	955	37	70	2,620
영산강권역	418	69	22	135	-	2	190
50(영산강)	232	53	12	46	-	1	120
51(탐진강)	37	11	4	14	-	-	8
52(영산강남해)	54	1	6	30	-	1	16
53(영산강서해)	95	4	-	45	-	-	46
섬진강권역	374	56	15	144	-	6	153
40(섬진강)	195	43	11	59	-	-	82
41(섬진강남해)	179	13	4	85	-	6	71
제주도	49	4	-	-	-	-	45

출처: 물환경 운영계획(환경부, 2018), 지하수조사연보(환경부, 2019)

#### 2.1.2 하천수 수질 현황

- 최근 5년간 유역의 수질변화추이를 보면 BOD 기준 영산강은 평균 2.9, 섬진강은 0.9, 제주도는 0.34로 섬진강과 제주도는 최근 10년 동안 Ⅰa(매우 좋음) 등급으로 수질이 양호하지만, 영산강의 하천 수질 등급은 Ⅲ(보통)~Ⅳ(약간 나쁨) 수준으로 5대강 중 수질이 가장 열악한 상황

〈표2-23〉 최근 5년 상·중·하류 평균 BOD

구 분	영산강					섬진강					제주권				
	'16	'17	'18	'19	'20	'16	'17	'18	'19	'20	'16	'17	'18	'19	'20
BOD(mg/L)	2.6	3.1	3.1	2.8	2.7	1.0	0.9	0.9	0.9	0.8	0.4	0.3	0.3	0.4	0.3

출처: 물환경 정보시스템(환경부, water.nier.go.kr)

\* 상류-중류-하류의 평균BOD(섬진강: 관촌, 구례, 하동, 영산강: 담양, 나주, 무안2, 제주도: 동홍천, 옹포천, 외도천, 천미천)

### 2.1.3 지하수 수질 현황

- 생활용수 목적의 지하수 측정망은 총 1,611개소 중 1,493개소가 측정되었으며, 영산강 유역에서 107개소, 섬진강 유역에서 62개소 및 제주도에 36개소 위치. 또한, 수질 기준 만족도를 살펴보면, 전국적으로 97.9%를 보였으며, 영산강 유역 96.3%, 섬진강 유역 100%, 제주도가 100%의 달성률을 나타냄
- 공업용수 목적의 지하수 측정망은 총 248개소 중 240개소가 측정되었으며, 영산강 유역에서 6개소, 섬진강 유역에서 10개소, 제주도에 3개소 위치. 또한, 수질 기준 만족도를 살펴보면, 전국적으로 96.3%를 보였으며, 유역별로는 영산강 유역, 섬진강 유역, 제주도가 100%의 달성률을 나타냄
- 농업용수 목적의 지하수 측정망은 총 162개소 중 144개소가 측정되었으며, 영산강 유역에서 13개소, 섬진강 유역에서 18개소, 제주도에 4개소 위치. 또한, 수질 기준 만족도를 살펴보면, 전국적으로 97.2%의 달성률을 보였으며 영산강 유역, 섬진강 유역, 제주도는 100%의 달성률을 나타냄

〈표2-24〉 지하수 측정지점 목표 수질 달성 현황(국가 지하수 측정망)

(단위 : 개소, 달성률 :%)

구 분	생활용수					공업용수					농업용수				
	합 계	만 족	불 만 족	미 측 정	달 성 률 (%)	합 계	만 족	불 만 족	미 측 정	달 성 률 (%)	합 계	만 족	불 만 족	미 측 정	달 성 률 (%)
전 국	1,611	1,462	31	118	97.9	248	231	9	8	96.3	162	140	4	18	97.2
영산강권역	114	103	4	7	96.3	7	6	-	1	100.0	19	13	-	6	100.0
50(영산강)	78	75	1	2	98.7	6	5	-	1	100.0	7	7	-	-	100.0
51(탐진강)	2	1	-	1	100.0	1	1	-	-	100.0	-	-	-	-	-
52(영산강남해)	9	8	1	-	88.9	-	-	-	-	-	1	1	-	-	100.0
53(영산강서해)	25	19	2	4	90.5	-	-	-	-	-	11	5	-	6	100.0
섬진강권역	70	62	-	8	100.0	10	10	-	-	100.0	20	18	-	2	100.0
40(섬진강)	29	22	-	7	100.0	2	2	-	-	100.0	13	11	-	2	100.0
41(섬진강남해)	41	40	-	1	100.0	8	8	-	-	100.0	7	7	-	-	100.0
제주도	37	36	-	1	100.0	3	3	-	-	100.0	1	1	-	-	100.0

[주] 달성률 = 달성지점 / (전체 지점 - 미측정 지점)

출처 2019년 하천유역조사 보고서(환경부 한강홍수통제소, 2020), 물환경정보시스템(<http://water.nier.go.kr>)

## 2.2 생태 현황

### 2.2.1 생태환경 현황

- 영산강권역 최근 5년(2015~2019년) 대표지점 수생태계 건강성 등급 목표 기준 달성 비율은 평균 2.5%로 매우 낮으며, 지석천(B지석천8)을 제외한 7지점 달성 비율은 0%임

〈표2-25〉 영산강권역 수생태계 건강성 달성률

중권역명	목표기준 (어류기준)	2015년		2016년		2017년		2018년		2019년		목표기준 달성비율
		1회	2회	1회	2회	1회	2회	1회	2회	1회	2회	
영산강상류	C	D	D	D	D	E	E	E	E	D	E	0 %
황룡강	C	D	D	E	E	D	D	D	D	D	D	0 %
지석천	C	D	D	D	D	C	D	C	D	D	D	20 %
영산강중류	C	E	E	D	D	E	D	E	D	D	D	0 %
고막원천	C	D	D	D	E	D	D	E	E	D	D	0 %
영산강하류	A, B	D	D	D	D	D	E	D	E	E	E	0 %
영암천	A, B	E	D	E	D	E	E	D	E	E	E	0 %
영산강하구언	A, B	D	D	E	E	D	D	D	D	D	D	0 %

출처 환경부 ‘영산강·섬진강 대권역 물환경관리계획 수립연구 보고서(2016~2025), 물환경정보시스템

- 섬진강권역 최근 5년도(2015~2019년) 대표지점 수생태계 건강성 등급 목표 기준 달성 비율은 37.4%로 낮으며, 특히 섬진강댐 최상류(섬진강댐)와 섬진강 최하류 지점(섬진강 하류)의 달성 비율은 각각 10%, 0%로 매우 낮음

〈표2-26〉 섬진강권역 수생태계 건강성 달성률

중권역명	목표기준 (어류기준)	2015년		2016년		2017년		2018년		2019년		목표기준 달성비율
		1회	2회	1회	2회	1회	2회	1회	2회	1회	2회	
섬진강댐	A, B	D	D	C	C	E	D	B	D	E	C	10 %
섬진강댐하류	A, B	A	A	A	A	B	C	C	C	B	A	70 %
오수천	A, B	B	B	B	B	C	D	A	B	D	C	60 %
순창	A, B	B	A	B	B	D	B	B	C	D	C	60 %
요천	A, B	B	B	C	C	C	C	D	B	C	A	40 %
섬진곡성	A, B	C	C	B	B	B	B	B	C	D	D	50 %
주암댐	A, B	C	C	D	D	B	C	B	B	D	E	30 %
보성강	A, B	C	C	C	C	-	-	-	-	B	C	16.6 %
섬진강하류	A, B	C	D	D	D	C	C	D	C	C	D	0 %

출처 환경부 ‘영산강·섬진강 대권역 물환경관리계획 수립연구 보고서(2016~2025), 물환경정보시스템

- 제주도 최근 5년(2015~2019년) 대표지점 수생태계 건강성 등급 목표 기준 달성 비율은 제주 남해는 90%로 매우 높지만, 제주서해와 제주북해는 각각 0%, 10%로 매우 낮음

〈표2-27〉 제주도 수생태계 건강성 달성률

중권역명	목표기준 (어류기준)	2015년		2016년		2017년		2018년		2019년		목표기준 달성비율
		1회	2회	1회	2회	1회	2회	1회	2회	1회	2회	
제주서해	A, B	D	E	D	D	D	D	C	C	C	C	0 %
제주남해	A, B	B	B	B	B	B	B	B	B	C	B	90 %
제주북해	A, B	C	C	C	C	C	C	C	C	D	B	10 %

출처 환경부 ‘영산강·섬진강 대권역 물환경관리계획 수립연구 보고서(2016~2025)’, 물환경정보시스템

\* 제주동해는 건천으로 수생태계 건강성 등급 평가 제외

#### □ 식생

- 영산강 유역은 영산강상류 유역 일대가 189군락, 다음으로 황룡강, 지석천, 영산강중류, 영산강하류, 영암천, 영산강하구언, 영산강남해, 와탄천유역 일대에서 100여 군락이 확인됨
- 섬진강유역은 섬진강하류유역 일대에서 166군락, 섬진강서남해유역 일대에서 120여 군락, 섬진강댐, 주암댐유역 일대에서 110여 군락, 섬진강담하류, 섬진곡성유역 일대에서 90여 군락 확인됨
- 제주도의 경우에는 제주동해유역 일대에서 123군락, 다음으로 제주서해, 제주북해, 제주남해유역 일대에서 70여 군락이 확인됨
- 영산강·섬진강·제주권 법정 보호종(천연기념물, 멸종위기야생생물)은 없는 것으로 조사됨

#### □ 어류

- 영산강 유역은 지석천유역 일대에서 54종으로 가장 다양한 어류의 서식이 확인되었으며, 멸종위기야생생물과 천연기념물은 출현하지 않음
- 섬진강유역은 섬진강서남해유역에서 71종으로 가장 다양한 어류의 서식이 확인됨. 섬진강 유역에서 출현하는 멸종위기야생생물은 큰줄납자루 등 1종이며, 천연기념물은 출현하지 않음
- 다공질의 화산암 지대인 제주도의 경우에는 큰 하천이나 호소가 발달하지 못하여 육지와 비교하면 어류상이 빈약함. 제주동해유역 일대에서 18종으로 가장 다양한 어류의 서식이 확인됨. 제주도 전체에서 서식이 확인된 어종은 은어, 미꾸리, 버들치, 뱀장어 등 총 32종으로, 전체적으로 은어와 버들치가 우점종으로 나타났으며, 멸종위기야생생물과 천연기념물은 없음

#### □ 식물성 플랑크톤

- 영산강 유역은 탐진강유역 일대에서 370여 종, 황룡강유역 일대에서 160여 종, 영산강하류유역, 영암방조제유역 일대에서 90여 종이 서식

- 섬진강유역의 경우에는 순창유역 일대에서 360여 종, 수어천유역 일대에서 350여 종, 주암댐유역 일대에서 340여 종이 서식
- 제주도는 제주동해유역 일대에서 410여 종, 제주북해유역 일대에서 210여 종, 제주남해유역 일대에서 130여 종, 제주서해유역 일대에서 50여 종이 서식하는 것으로 조사됨

□ 동물성 플랑크톤

- 영산강유역에서는 영산강하류, 영암천, 탐진강유역 일대에서 100여 종 서식이 확인됨
- 섬진강유역에서는 섬진강하류, 수어천유역 일대에서 90여 종 서식이 확인됨
- 제주도의 경우에는 제주서해유역 일대에서 70여 종, 제주동해유역 일대에서 30종 출현

□ 저서성대형무척추동물

- 영산강 유역은 총 출현종 505종, 섬진강 유역 945종, 제주도 559종 서식하고 있고 천연기념물, 멸종위기야생생물이 출현하지 않음

□ 조류

- 영산강 유역 출현종은 각각 280여 종으로 천연기념물이 26종, 멸종위기종이 32종 서식
- 섬진강 유역 출현종은 각각 300여 종으로 천연기념물은 27종, 멸종위기종은 35종이 서식
- 제주도의 경우에는 총 260여 종의 조류가 조사되었으며, 천연기념물은 팔색조, 검독수리 등 17종이 출현하였고, 멸종위기야생생물은 솔개, 벌매, 독수리 등 26종이 서식

□ 포유류

- 영산강 유역 총 출현종은 30여 종으로 천연기념물은 2종, 멸종위기야생생물은 6종이 출현
- 섬진강 유역 총 출현종은 40여 종으로 천연기념물은 2종, 멸종위기야생생물은 5종이 출현
- 제주도유역은 24종의 포유류가 서식하고 있고 멸종위기야생생물 및 천연기념물은 출현하지 않음

□ 양서류 및 파충류

- 영산강 유역 총 출현종은 56종으로 구렁이, 남생이, 맹꽂이 등 3종의 멸종위기야생생물이 서식하는 것으로 나타났으며, 천연기념물은 1종이 출현
- 섬진강 유역 총 출현종은 48종으로 영산강유역과 같이 구렁이, 남생이, 맹꽂이 등 3종의 멸종위기야생생물이 서식하는 것으로 나타났으며, 천연기념물은 1종이 출현
- 제주도유역의 경우 29종의 양서·파충류가 서식하는 것으로 조사됨. 멸종위기야생생물로는 맹꽂이와 비바리뱀 등 3종 확인되었으며, 천연기념물은 출현하지 않음

〈표2-28〉 권역별 생태환경 현황

(단위 : 군락, 종)

구 분	식생	어류	식물성 플랑크톤	동물성 플랑크톤	저서성대형 무척추동물	조류	포유류	양서류 파충류	법정보호종	
									천연기념물	멸종위기 야생생물
영산강권역	411	93	757	361	505	289	36	56	29	43
50(영산강)	363	66	249	145	354	180	30	35	16	24
51(탐진강)	157	51	377	107	182	161	24	31	10	12
52(영산강남해)	115	57	103	74	184	207	26	31	18	28
53(영산강서해)	164	54	98	-	423	230	26	28	22	30
섬진강권역	337	97	1,440	286	945	306	40	48	30	51
40(섬진강)	229	85	825	200	568	225	35	35	22	30
41(섬진강남해)	170	83	829	91	728	254	35	34	20	34
제주도	141	32	699	82	559	267	24	29	17	30

출처 2019년 하천유역조사 보고서(환경부 한강홍수통제소, 2020), 국가수자원관리종합정보시스템(WAMIS) 「환경생태/생태환경」





## 제3장 추진전략 및 사업제시

1. 살아 움직이는 강
2. 생명이 숨쉬는 강
3. 맑은 물이 흐르는 강
4. 더불어 사는 강





## 제3장. 추진전략 및 사업제시

□ 대권역별 주요 추진과제

권역 주요 과제		영산강	영산강 서남해	섬진강	섬진강 남해	제주도
살아 움직이는 강	종적 연속성 회복	○	○	○	○	○
	영산강하구 자연성 회복	○				
	영산강보 개방에 따른 지하수 활용	○				
	횡적 연속성 회복	○	○	○	○	
	옛 물길 복원	○		○		
	자연유황의 회복	○	○	○	○	
	치수안전성 회복	○	○	○	○	○
생명이 숨쉬는 강	하천 건강성 회복 및 서식처 복원	○	○	○	○	○
	생태계거점 보전관리	○	○	○	○	○
	생태계교란생물 관리	○	○	○	○	○
	기수생태계 효율적 관리	○	○	○	○	
	복개하천 자연성 회복	○	○	○	○	○
	제주도 친환경적 하천관리					○
	제주도 우수하천 관리					○
맑은 물이 흐르는 강	물환경 모니터링체계 강화	○	○	○	○	
	LID/GSI 등 관리책임 강화 및 물순환관리 기법 확대	○	○	○	○	○
	물 재이용 활성화	○	○	○	○	○
	상수원 물환경관리 및 친환경 수처리기술 적용	○	○	○	○	
	제주도 용천수 수질 개선 및 오염원 저감방안 마련					○
	제주도 지하수 가치증대를 위한 수자원 이용 관리강화					○
더불어 사는 강	통합물관리를 위한 거버넌스 구축	○	○	○	○	○
	다양한 이해관계자 참여 방안	○	○	○	○	○

# 1. 살아 움직이는 강

## 1.1 영 산 강

### 1.1.1 종적 연속성 회복을 위한 협업사업

#### 가. 현황 및 문제점

- 강에는 수자원확보나 이용 등을 위해 하천의 연속성을 차단하는 다양한 하천구조물이 설치되었으나, 목적과 기능을 상실한 수리구조물의 방치로 하천의 연속성이 저해되고 있는 실정
  - 영산강 권역은 농업용수 확보 등을 위해 하천에 하천구조물 2,391개소(어도 541개소)가 설치되어 있음
  - 어류의 이동성을 위한 어도 설치와 관리가 미흡하여 실제 제대로 운영되고 있는 어도는 약 23%에 해당(국가어도정보시스템, 2020)
  - 설치된 어도가 대상 하천의 이용어류에 적절한 형태인지 검토 필요
- 사회·경제, 이수·치수, 수질·생태 등 다양한 측면의 모니터링과 면밀한 평가를 통해 철거·개선(개방 및 탄력운영 등) 등의 조치추진이 필요하며, 어도 개보수사업의 확대를 통해 하천의 연속성 회복을 위한 노력이 요구됨

〈표3-1〉 하천구조물 설치현황

대권역	하천 구조물	어도		평가등급			개보수 대상어도	개보수 필요율(%)
		개수	설치율	양호	미흡	불량		
전 국	33,914	5,393	15.9	1,618	3,206	556	3,762	69.8
한 강	7,104	1,355	19.1	390	798	165	963	71.1
낙동강	12,146	1,639	13.5	553	1,041	45	1,086	66.3
금 강	7,197	922	12.8	344	473	94	567	61.5
영산강	2,391	541	22.6	123	339	79	418	77.3
섬진강	5,076	931	18.3	206	552	173	725	77.9
제주도	0	5	0.0	2	3	0	3	60.0

출처 국가어도정보시스템(2020)

- 2021년 1월 18일 국가물관리위원회에서는 영산강의 자연성 회복을 위해 4대강사업으로 건설된 영산강 승촌보와 죽산보의 처리방안을 심의·의결 하였음

〈금강·영산강 보 처리방안 심의·의결문〉

- 승촌보는 상시 개방하되, 갈수기에 물 이용 장애가 없도록 개방 시기를 적절히 설정하며 조속히 지하수 및 양수장 등 용수공급 관련 대책을 추진하여야 합니다. 수질 및 지하수 수위 변화추이를 관측하며, 하천 용수공급 기능과 수질 관리대책도 병행해야 함
- 죽산보는 해체하되, 시기는 자연성 회복이라는 장기적 안목과 지역 여건을 고려하여 정하여야 합니다. 다만 정수성이 유지되는 상황을 고려하여 개방·관측을 지속하면서 수질·수생태 개선 효과를 검토해야 함

## 나. 추진 방향

### □ 기본방향

- 유역 상·하류 하천의 어류, 생물종 조사를 통한 연속성 필요 및 사업 구간을 설정하고 상·하류를 연계한 협업사업의 제안과 확대 필요
- 댐 상·하류 어류, 하천환경, 보 현황조사 등을 통해 시범사업 구간 선정·추진

### □ 환경부 주도의 하천 연속성 회복을 위한 법·제도적 정비

- 어도는 환경부, 국토교통부, 농림축산식품부 등 하천과 수로를 다루는 여러 부처에서 수생태계 보전, 생물다양성 증진, 하천·수리구조물 정비, 피해시설물 복구 등의 운영목적에 따라 개별 법률로 관리되어 통합적 어도 사업추진에 한계가 있는 실정
- 어도는 하천 연속성 확보에 있어 핵심적이며, 수질-수량-생태를 아우르는 통합물관리 측면에서 어도 관리를 통합할 수 있는 제도적 근거가 필요하므로, 환경부의 ‘물환경보전법’에 의해 큰 틀에서 정리가 되고, 하천복원(생태하천복원사업)까지 연계될 수 있도록 하는 것이 바람직함

〈표3-2〉 부처별 어도 관련 법 및 사업

구 분	환경부	해양수산부	국토교통부	농림축산식품부, 지자체	행정안전부
관련법	물환경보전법	내수면어업법	하천법	농어촌정비법	자연재해대책법
설치 목적	수생태계 보전 및 생물다양성 증진	수산생물의 이동통로 확보	생태적 기능을 고려한 하천정비	친환경적인 농업 수리시설물 정비	자연현상 파괴시설물 복구
사업명	생태하천 복원사업	어도 개보수사업	고향의 강 정비사업	농업생산 기반 정비사업	재해복구사업

□ 어도 협력사업 추진방안

- 「물관리기본법」의 제11조(유역별 관리)와 제13조(협력과 연계관리)에 따르면, 물은 유역 단위로 관리함을 원칙으로 하며, 국가와 지방자치단체는 물관리 정책 시행에 있어 유역 전체를 고려하여야 하며, 어느 한 지역의 물관리 여건변화가 다른 지역의 물순환 건전성에 나쁜 영향을 미치지 않도록 하여 유역·지역 간 연대를 이루어야 한다고 선언하고 있음
- 따라서 물관리는 유역특성을 반영한 지역 기반 계획이 필요하며, 유역 수준에서 토지이용과 물환경, 수질과 수량, 지류와 본류의 연계성을 고려한 통합관리를 추진해야 함(물환경관리기본계획, 2016)
- 수생태계의 건강성을 회복하기 위해서는 강의 전체적인 상·하류 간 연결성을 확보해야 하고 이로써 회유성 어종이 강의 하류에서 상류까지 이동할 수 있어야 하며 또한 본류에서 지류로의 국지적인 이동도 가능해야 함
- 따라서 하천의 상류에서 하류까지 물의 흐름과 회유성·이동성 어종의 이동을 가로막는 용도 폐기된 하천구조물을 개선하여 종적 연결성을 확보해야 함

□ 국가, 지자체, 기관 간 어도 협업사업 발굴 및 추진

- 보와 어도 등을 포함하는 하천시설물에 대한 관리·운영은 국가, 지자체, 기관 등 다양한 주체가 참여하고 있어 통합적인 관리가 어려움. 상·하류 간 연속성 확보 차원에서 해당 하천이나 수계별로 국가, 지자체, 기관 등이 시설물 관리나 어도 사업을 협력적으로 추진해야 함
- 수계의 상·하류 구간 하천시설물 관리 주체인 모든 기관이 사업에 참여하되, 환경부에서 주도하여 공통된 가이드라인에 따라 조사, 평가, 관리에 대한 기관 간 협력을 유도하며, 국가(환경부)에서 해당 기관의 역할 및 사업의 협력방안에 대한 지침을 작성하여 효율적인 사업추진을 유도하여야 함
- 유역에서 벌어지는 문제와 갈등 현안을 충분히 반영하기 위해서 지방자치단체 및 관련 기관은 지역 특성을 반영한 하천시설물 관리대책을 수립하고 추진하며, 중앙정부는 지방자치단체와 지역주민의 참여와 역할 확대를 유도하도록 할 필요가 있으므로 수계관리위원회를 포함하여 유역 단위의 민·관·학·연 거버넌스를 구축하여 민간부문의 활동 기반을 마련하며, 이를 중심으로 유역 계획수립과 이행 및 관련 연구 수행 시 사업자, 단체, 주민 등 이해관계 당사자의 참여를 확대하는 방안이 필요함

## 다. 추진전략 및 시범사업

### 1. 4대강 보 운영 수위에 따른 어도 개선방안 마련

- 국가물관리위원회에서 영산강 보 처리방안('21.1.18)이 결정되면서, 승촌보는 상시 개방하되 물이용 장애가 없도록 조정하고, 죽산보는 해체하게 됨


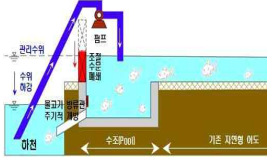
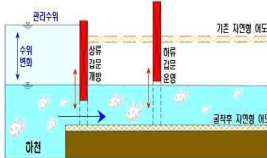

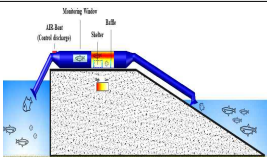

- 보 운영방안 결정에 따른 어도 개선 추진

- 다기능 보의 상시개방, 철거 등에 따른 승촌보 및 죽산보의 어도시설에 대해서도 상시 어도 기능 상실 및 어류 소통에 대한 영향조사와 개선대책을 마련 시행하여야 함
- 대상 지역에 적절한 어도 형식 연구 필요. 어도 개선방안으로는 타수계 및 유사사례를 검토하여 개선방안을 마련 후 사업추진

〈표3-3〉 승촌보 및 죽산보 어도시설 현황

수 계	보	어 도(제출자료)					보 관리수위 (EL.m)
		형 식	규모 (B×L, m)	월류언 (EL.m)	운영가능 수위 (EL.m)	위치	
영산강	승촌보	아이스하버	12.0×164.9	7.1	7.2	좌안	7.5
		볼랜드식	1.6 ×120.5	5.2	5.4	우안	7.5
	죽산보	아이스하버	5.0×104.0	2.8	2.9	좌안	3.5

〈표3-4〉 어도 개선방안 예시

개선방안	사례사진 / 모식도	장단점	사업비
수위 연동형		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 수위에 따라 어도 높이가 조절되어 상시 어도 기능 확보</li> <li>• 높이차가 클수록 사업비 및 규모 증가 (H2.6*L50m)</li> <li>• 시공사례 부족 및 신뢰도 낮음</li> <li>• 시범사업을 통한 효과 검증 후 점진적 확대</li> </ul>	133~153억
수중펌프 설치·운영		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 수조 및 수중펌프설치로 어도 용수공급 및 운영</li> <li>• 공사비 저렴 및 기간 최소화</li> <li>• 전력비 등 유지관리비(약 11백만원/월) 소요</li> </ul>	10억
하상굴착 및 갑문형		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전력비 등 유지관리비 최소화</li> <li>• 하상굴착 및 수문 설치로 공사비 고가</li> <li>• 하도 깊이 증가에 따라, 방문객 안전사고 위험 증</li> </ul>	100억
Fish Hole 천공		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기존 어도 활용 및 가물막이 불필요</li> <li>• 보 상류에 설치된 형태(Set-back형)만 가능</li> <li>• 시공 및 연구사례 없음 (K-water 자체 아이디어)</li> </ul>	0.3억
Fish Siphon		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 현 유인수로(3월, EL.5.0m이상 시 정상운영)에 설치 (D300)</li> <li>• 어도 및 유인수로(계단식어도)로 활용 가능</li> <li>• 홍수기 유지관리 등 운영안정성을 위한 추가시설 필요</li> </ul>	3.5억
채집 및 이동		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 산란기 포획, 및 선별(외래어종 퇴치) 후 상류에 방류</li> <li>• 다양한 어종 이동 가능</li> <li>• 지역어민, 전문가 활용한 지역협력사업 추진</li> <li>• 운영매뉴얼 부재 및 상시운영 불가능</li> </ul>	1.5억/년

2. 하천의 종적 연결성 확보사업

□ 현황

- 수계 내 하천구조물은 총 2,391개지만 이중 어도가 설치된 곳은 541개에 불과하며, 평가 결과가 양호한 어도는 123개로 전체 구조물의 약 5%에 해당함
- 영산강 본류, 지류 구간을 대상으로 수생태계 건강성 평가 결과 중 어류평가지수(FAI) 평가 결과 나쁨(D등급) 29개 지점, 매우 나쁨(E등급) 11개 지점으로 나타났음(하천 수생태계 현황조사 및 건강성 평가(XI) - 영산강·섬진강 대권역, 환경부, 2018)

〈표3-5〉 영산강 대권역 어류평가지수(FAI) 값 및 등급 분포

구 분	조사 구간수(개)	FAI		등급별 구간수(%)				
		평균	등급	매우좋음(A)	좋음(B)	보통(C)	나쁨(D)	매우나쁨(E)
본류	15	25.4	나쁨	0 (0.0)	1 (6.7)	0 (0.0)	9 (60.0)	5 (33.3)
지류	69	47.9	보통	2 (2.9)	23 (33.3)	17 (24.6)	20 (29.0)	6 (8.7)

\* 어류평가지수(FAI) : 출현 어종의 섭식특성, 내성도 특성, 서식지 특성을 적용하여 건강성평가 항목(8개)에 따라 산정 후 총합이 100점 만점이 되도록 계산하여 5등급으로 평가  
출처 하천 수생태계 현황 조사 및 건강성 평가(XI) - 영산강·섬진강 대권역,(환경부, 2018)



〈그림3-1〉 영산강 대권역 어류 평가결과

## □ 종적 연결성 확보사업 추진

- 보·어도 평가결과 및 어류평가 결과와 하천의 유황 등을 조사 후, 사업대상지 선정 및 사업추진 필요
  - (대상지 선정 예) 영산강 상류의 증암천의 경우 총 6개의 보가 설치되어 있으나, 이중 어도가 설치된 지점은 2개에 불과하며 평가도 미흡으로 개보수가 필요함. 또한, 증암천의 어류평가지수(FAI)는 25.1로 나뭇(D) 등급에 해당하여 하천의 수생태계 건강성 증진 및 종적 연속성 확보사업이 필요함
  - 대상지 선정 시 유황 조사를 통해 하천의 유황 상황 고려
  - (사업방안 예) 어도가 설치되어 있지 않은 보 중 높이가 상대적으로 높은 곳을 선정하여 어도를 우선 설치하고, 기존에 설치된 어도의 경우 어류의 소통이 용이할 수 있도록 개선 추진

〈표3-6〉 증암천 보 현황

명칭	행정구역	폭 (m)	길이 (m)	높이 (m)	재질	건축 연도	관리기관	평가등급	어도수
검	담양군 고서면	1.4	102	1.5	콘크리트	1955	농어촌공사	에이프런, 체체파손	0
교산	담양군 고서면	1.0	90	1.0	콘크리트	1955	농어촌공사	에이프런, 체체파손	0
둔전	담양군 고서면	1.3	100	1.4	콘크리트	1962	농어촌공사	양호	2
하신	담양군 봉산면	1.0	128	1.5	콘크리트	1968	농어촌공사	양호	0
유산	담양군 봉산면	1.0	149	3.0	콘크리트	1970	농어촌공사	양호	1
동운리	담양군 고서면	0.3	26	0.5	콘크리트, 돌쌓음	2010	담양군	양호	0

출처 국가어도정보시스템(2020)

〈표3-7〉 증암천 어도 현황

명칭	설치 보	폭 (m)	길이 (m)	높이 (m)	경사도 (°)	형식	건축 연도	관리기관	평가 등급	위치
둔전어도1	둔전	2.5	6	1.4	12	계단식	1962	농어촌공사	미흡	좌
둔전어도2	둔전	2.5	6	1.4	12	계단식	1962	농어촌공사	미흡	중
유산어도1	유산	2.0	30	3.0	7	기타	1970	농어촌공사	미흡	중

출처 국가어도정보시스템(2020)

## 라. 기대효과

- 하천을 종적으로 단절시키는 구조물을 줄이고, 스스로 물길을 형성하며 흐를 수 있게 되면 자연적인 유황이 생겨 역동성을 가지게 될 것으로 기대됨
- 또한, 역동성 회복은 다양한 산란처, 서식처를 만들어주고 이를 통해 수생태계 건강성이 증진
  - 자연스러운 서식처에서 다양한 생물들이 자유롭게 이동하는 등 생태계 서비스 가치의 실현도 기대



## 1.1.2 영산강하구 자연성 회복 방안 구상

### 가. 현황

- 하구(河口, Estuary)는 강물이 바다로 흘러 들어가는 어귀를 말하며 담수와 해수가 만나 혼합되는 전이수역으로 염분의 농도가 낮은 기수역(汽水域, Brackish water zone)을 의미
  - 하구는 하천과 연안에서 유입되는 퇴적물과 영양염류가 풍부하고 하천·호수·습지·갯벌 등 다양한 생태환경을 보유하며, 지구상의 생태계 중 단위면적당 생태적 가치가 큼
  - 생물다양성이 풍부한 하구는 회유성 어종을 비롯한 다양한 수산자원의 산란 및 서식처로도 중요한 역할을 하며 담수와 해수의 순환, 토양, 미생물 등 생태계 시스템을 통해서 각종 오염물질을 정화하는 기능을 수행하고 있음
- 영산강 유역 종합 개발 계획 사업 (영산강하구역의 미래현황 및 관리방안)
  - 사업의 목적
    - 댐과 하굿둑을 건설하여 한해와 홍수해방지
    - 영산강하구 및 서남해안 일대의 간석지를 개발하여 국토확장
    - 댐과 하굿둑의 물을 조절하여 수자원을 효율적 이용
  - 영산강 I 지구 개발사업
    - 본류에는 영산강의 최상류인 담양군 금성면에 담양호를 건설, 지류인 황룡강에 장성호, 지석강의 상류에 나주호, 광주의 무등산에서 흐르는 고서천에 광주호를 축조, 총저수량 265백만㎥를 확보, 34,500ha 관개
  - 영산강 II 지구 개발사업
    - 목포항 기점 6km 상류에 하굿둑을 건설, 담수호를 조성, 이를 용수원으로 한 농업용수를 개발
    - 하굿둑 : 전남 목포시 옥암동 ~ 영암군 삼호면 삼호리, 4,350m
    - 둑 높이 20m, 폭 최대 저면 200m, 체적 291만 4,000㎥, 만수 면적 3,460ha, 유효저수량 1.8억㎥
    - 둑의 좌안부에 설치된 배수갑문, 높이 13.6m 폭 30m 단일문비식 8련
    - 배수갑문의 최대 홍수배제능력 초당 5,600㎥
    - 통선문 갑실의 유효 폭 6.0m, 길이 30m, 이중 문비로 되어있으며 30톤급 선박이 내외수위 차와 관계없이 자유롭게 출입 가능
  - 영산강 III-1지구 대단위농업종합개발 사업
    - 영암방조제 유역은 영산강 III-1지구, 금호방조제 유역은 영산강III-2지구로 분리
    - 영암방조제 : 영암군 삼호읍 삼포리~해남군 산이면 구성리 민가도

- 길이 2,219m, 높이, 32.3m, 1993년 완공
- 담수호 만수 면적 4,286ha, 유역면적 35,500ha, 담수 능력 122백만 $\text{m}^3$ , 수해면적 13,160ha
- 배수갑문 1개소,  $10 \times 10.5\text{m} \times 9$ 련, 홍수량  $1,831\text{m}^3/\text{s}$  배제 가능
- 영산강 4개 댐에서 영산강 하굿둑을 거쳐 영암호와 금호호를 통해 바다로 방류하는 방식
- 영산호와 연락수로 4.4km와 제수문 30m 설치하여 수로를 연결
- 영산강 III-2지구 대단위농업종합개발 사업
  - 금호방조제 : 해남군 산이면 달도 ~금호도~해남군 화원면 영호리 별암
  - 금호 1, 2호방조제, 길이 2,120m, 높이 28.1m로 1994년에 완공
  - 담수호 만수 면적 2,330ha, 유역면적 18,400ha, 담수 능력 133백만 $\text{m}^3$ , 수해면적 7,840ha
  - 배수갑문 1개소,  $10\text{m} \times 10.5\text{m} \times 5$ 련, 홍수량  $887\text{m}^3/\text{s}$ 를 배제 가능
  - 영암호와 연락수로 9.55km를 설치
- 영산강하구역 구조개선사업
  - 기후변화에 의하여 영산강유역의 계획홍수량이 과거와 비교하면 50% 증가
  - 배수갑문 규모를 240m에서 480m 확장
  - 영암호 배수갑문 80m에서 410m로 확장, 영산-영암호 연락수로 폭도 15m에서 140m로 확장, 영암호 통선문, 생태수로식 어도 설치



〈그림3-2〉 영산강하구 현황

#### □ 영산강 하굿둑(1978~1981) 건설 및 효과

- 전라남도 목포시 옥암동과 영암군 삼호읍 나불리 사이의 영산강하구를 가로막은 둑으로서 영산강은 조석의 영향차가 너무나 커 나주 부근까지 미쳐 연안 농경지에 하천 범람, 농토 침식 등의 피해를 주기 때문에 건설

○ 하굿둑의 긍정적 효과

- 수자원 확보 : 영산호, 영암호, 금호호에 377백만㎥의 담수호 조성으로 수자원 확보하여 농업용수는 물론 생활용수, 공업용수 등 다목적 이용 가능
- 국토의 확장(토지자원 확보) : 방조제를 설치함으로써 해수와 담수가 분리됨으로써 담수호와 주변에 간척 토지가 조성
- 홍수, 가뭄 등의 재해방지와 염수침입 방지
- 식량 자급 및 주민 소득증대 기여 : 확보된 수자원을 이용하여 연간 55,000t 식량 증산
- 교통개선 : 영산강 하굿둑, 영암방조제, 금호방조제를 통해 목포-영암, 목포-해남-진도 간 도로망 확충
- 수자원, 토지자원, 도로 등 산업화의 기반 조성
- 철새의 서식 및 도래지 형성 : 광활한 간척농경지, 영산호, 영암호, 금호호, 고천암호 등과 같은 대규모 인공호수, 갈대숲의 형성 등과 같은 여건이 조성되면서 철새의 서식 및 도래지 형성
- 관광 개발 : 목포, 영산호, 두륜산, 월출산, 진도, 완도 등 산재된 관광자원을 연결하는 목포권 개발

○ 하굿둑의 부정적 효과

- 담수호 내 녹조 발생과 수질 문제 : 영산호가 조성된 이후 지금까지 많은 토사와 오니들이 퇴적되어 있으며, 중금속 물질의 퇴적, 퇴적층에서의 부영양화 물질의 용출, 저질에서 무산소층 발생
- 영산강하구 생태환경의 변화
- 영산강 하류 지역 주민의 생활양식 변화
- 영산강 관리기관의 분산에 의한 유역통합관리의 문제점 대두
- 영산강 하류 지역 고대문화유적 소멸, 훼손
- 하구와 만의 차단으로 선박 운항 제한
- 기수역의 소멸에 따른 물환경 변화 : 기수역에 사는 어종이 사라지고, 어류 이동의 제한
- 영산강 하구역의 조수의 물리적 환경변화 : 목포항 주변의 조위가 20~40cm 상승하여 해안 저지대의 침수피해 발생. 조수의 유속이 이전보다 약 50% 정도 감소

## 나. 문제점

□ 대규모 간척사업으로 인해 하구의 생태적 가치가 크게 훼손되었으며 타수계에 비해 훼손 정도가 심한 영산강하구의 환경 가치는 크게 감소

- 하천·호수, 습지, 갯벌 등을 보유한 하구는 지구상 생태계 중 생태적 가치가 가장 큼
- 대규모 간척사업, 하천유출량 감소 등의 영향으로 하구의 생태환경 악화
- 습지 면적이 크게 감소한 영산강하구의 환경 가치는 한강, 섬진강 하구의 1/6, 1/4 수준

- 영산강은 하구 생태계 복원논의의 단초를 제공했지만, 현재는 낙동강, 금강수계에 뒤쳐진 상황으로 지금부터라도 하구 생태계 복원을 위한 논의가 본격화되어야 함(광주전남연구원 리더스인포, 2016)
  - 전라남도는 국내에서 처음으로 영산강 하굿둑 복원을 위한 논의를 시작했지만, 4대강 사업 이후 중단
  - 낙동강, 금강수계는 부산시와 충남도를 중심으로 하구 수생태 복원을 핵심과제로 추진 중
- 영산강 하구역 관리 및 수환경의 변화
  - 영산강 상류에 4개 댐이 건설된 이후 하천유지수량 격감으로 수질 악화 및 생태계 변화 야기
  - 영산호 퇴적물의 오염도 심화
  - 영암만, 금호만의 갯벌 소멸, 담수와 해수가 교차하는 하구 생태계의 변화, 오염물질의 퇴적 등으로 하구 생태계의 변화 야기
  - 하굿둑, 방조제 건설에 의한 목포항 주변의 조위 상승으로 해안 저지대의 침수피해 발생, 담수호에 의한 국지기상의 변화 발생
  - 영산강 하류 지역주민 생활양식 변화, 영산강 주변 고대문화 유적 훼손 소멸, 영산강 주운기능 소멸

〈표3-8〉 영산강 하구역(영산강 및 영산호) 관리기관의 분산

관리 범위	주관부처
댐 및 하구호의 농업용수	농림축산식품부(한국농촌공사)
하천 및 호소의 수질관리	환경부(영산강유역환경청)
하천관리	국토교통부(익산지방국토관리청)
내수면 양식어업	기초자치단체
연안역 관리	해양수산부

- 영산강하구역의 하굿둑, 방조제 등의 건설에 따라 습지 면적이 1910년대 309km<sup>2</sup>에서 2000년대 73km<sup>2</sup>로 크게 감소하고 생물다양성이 훼손
- 습지면적과 생물다양성의 감소 등으로 영산강하구의 환경 가치는 하굿둑이 없는 한강하구와 섬진강 하구에 비해 매우 낮은 것으로 평가됨
- 하굿둑, 방조제 등으로 폐쇄된 하구는 담수와 해수의 순환이 차단되어 생태계의 단절, 기수생태계의 파괴, 생물다양성 훼손, 수질오염 등의 환경 문제 야기

## 다. 추진전략 및 시범사업

### 1. 영산강하구의 기능적 복원을 중심으로 한 자연성 회복

- 형태적 복원보다는 기능적 복원을 중심으로 자연성 회복 추진
  - 현재의 상태에서 갑문의 운영을 통한 해수유통으로 담수와 해수가 교환되는 기수역 확보방안
  - 현 상태에서 영산강하구의 거동 및 환경적, 사회적 여건(역사·문화자원 포함)에 대한 이해 필요
  - 이를 기본으로 갑문 운영에 따른 강-하구 연속성, 하구 순환의 변화 예측
- 하구 생태계의 복원을 위해서는 하구 환경 악화의 근본적인 원인인 하구순환 연결성을 고민해야 하며 하굿둑 건설의 당초 목적인 치수와 이수 목적을 현재 상태에서 재검토하고 치수와 이수에 저해되지 않는 범위 내에서 구조물의 활용방안을 모색할 필요가 있음
  - 수생태계 중심의 국토물길 회복, 토지이용과 연계된 지속가능한 수해 대책 마련, 건강한 물흐름을 고려한 물이용의 합리적 개선, 물길중심의 통합관리체계 마련 필요
  - 해수유통 방안은 수질 및 수생태개선 단일 목적으로 시행하기보다는 유역종합치수대책, 하굿둑 구조개선사업과 연계하여 다양한 해수유통 방안을 검토할 필요가 있음
  - 영산호, 영암호, 금호호 등을 포함한 영산강 하구역의 수환경 개선, 생태환경 복원 등 지속가능한 발전전략이 필요하며, 영산강은 수자원공급원, 자연생태의 보고, 친수공간, 역사문화의 중심지 등이 영산강의 미래상을 제시

### 2. 영산강 하구역의 통합관리체계 구축

- 영산강 하구역에서는 지역개발, 수자원 및 토지자원 개발 및 이용, 수질 및 생태환경 보전 등의 정책과 사업 관할 부서, 해당 자치단체 등에 따라 각각 분산 추진된 관리체계 통합 필요성 있음
  - 하구역 자연성 회복을 위한 방안은 수질 및 생태환경 보전 정책뿐만 아니라 개발중심의 패러다임을 획기적으로 전환하는 중대한 사안이기 때문에 다양한 이해관계자 간의 협력체계 구축과 충분한 조사연구를 통해서 신중하게 접근해야 함
- 영산강 국가계획에 포함된 사업의 내용을 수질 개선, 생태환경 복원사업과 연계하는 방안 도출
  - 상류 댐과 연계한 유량을 하천유지수량으로 확보하는 방안
  - 홍수조절지와 천변저류지를 수생식물 정화 습지로 병행활용
  - 영산호, 영암호 배수갑문과 연계한 해수유통, 어도 설치, 친수공간확보, 퇴적물 관리, 호소 내부의 유동촉진 등과 연계하는 방안 강구

□ 영산강 하구역 통합관리체계 구축을 통한 실행력 있는 정책 수립

- 영산강 하구역 지속가능한 발전을 위해 통합적 관리체계 구축이 필요하며, 여기에는 기능, 가치, 정부, 지역, 정책 등의 통합이 필요함
- 다양한 이해관계자들의 참여와 협력 촉진을 위해 협의 조정, 정책집행, 조사연구, 교육 및 홍보, 실천 등의 기능을 수행할 수 있는 기구 필요

### 3. 이해당사자 간 파트너십 구축 및 공감대 도출 방안

□ 이해당사자 간 협의체 구성 및 지속적 해결방안 도출

- 영산강하구는 관리체계가 매우 복잡하고 이해관계자도 다양함
- 하구 이용자를 포함한 이해관계자들의 의견 수렴 및 문제 대책 마련
- 하구의 연속성 회복을 위한 방안을 추진할 경우 관계기관(한국농촌공사, 목포지방해양수산청, 익산 지방국토관리청, 영산강유역환경청 등)과 농민, 어민 등의 다양한 이해관계자 간의 협력체계가 구축

□ 법제 정비 및 자원 확보

- 하구 환경의 개선, 복원, 지속가능한 이용 등의 하구역 정책을 통합적으로 추진하기 위한 제도적 인 장치 필요

## 라. 기대효과

□ 영산강하구의 기능적 복원을 통한 기수역 확보

- 현 상태의 영산강 하구시설의 환경적, 사회적 여건이 반영된 해수 유통방안 도출 및 지역 공감대 형성
- 하구의 기능적 방안과 수생태계의 보전을 위한 최적의 자연성 회복 방안 도출 및 필요시 하굿둑 기능개선을 통한 물길 연속성 확보

□ 이해관계자의 거버넌스 구축을 통한 영산강하구 생태보전방안 도출

- 다양한 이해관계자들의 참여와 협력 촉진을 위해 협의 조정, 정책집행, 조사연구, 교육 및 홍보, 실천 등의 기능을 수행할 수 있는 대책 마련 및 향후 모든 관계자가 공감하는 대안 도출 가능
- 이수, 치수, 수생태계를 함께 만족할 수 있는 수문운영에 따른 생태계 서비스 증진 및 국민의 삶의 질 향상 도모

□ 수생태계 중심의 국토물길 회복, 토지이용과 연계된 지속가능한 수해 대책 마련, 건강한 물흐름을 고려한 물이용의 합리적 개선, 물길중심의 통합관리체계 마련

### 1.1.3 영산강 보 개방에 따른 지하수 활용성 확보

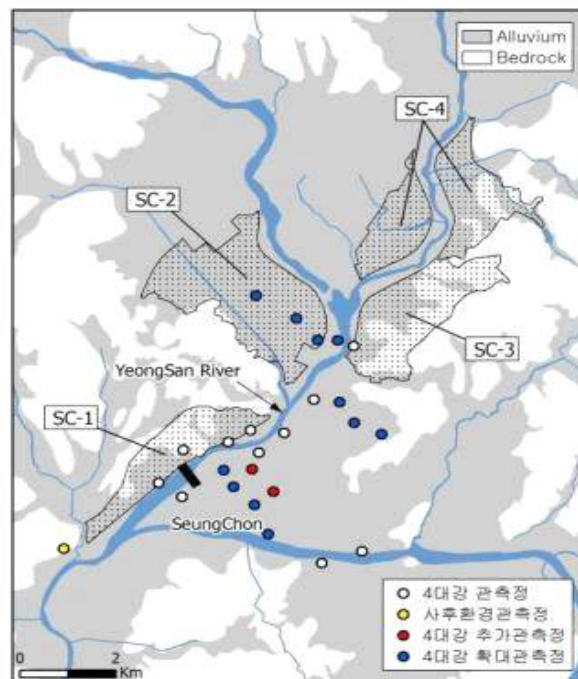
#### 가. 보 개방에 따른 지하수위 영향

##### □ 추진 배경

- 환경부는 2017년 6월부터 4대강의 수질 개선과 수생태계의 자연성 회복을 목적으로 4대강의 보 수문을 단계적으로 개방하고 있으며, 이 과정에서 일부 농경지의 지하수 취수량이 감소하는 피해가 발생
- 이에, 환경부는 지하수 영향 정밀조사(환경부, 2018)를 통해 장애 발생의 원인을 평가하여, 보 개방에 따른 지하수위 강하가 크지 않은 죽산보는 제외하고, 승촌보 4개 과업 지역을 대상으로 후속 과제(한강/영산강권역 지하수 영향분석 및 용수공급 표준모델 개발, 2019) 수행
  - 지하수 모델 개발을 통한 보 개방에 따른 지하수 영향 정량 평가
  - 모델의 예측 분석을 통한 지하수 이용 장애우려 지역, 관정 및 대책 제시

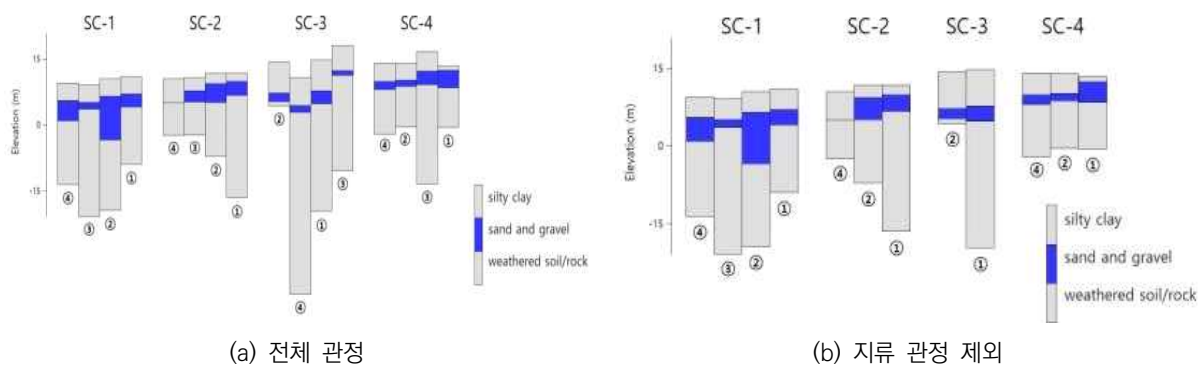
##### □ 현장조사 결과(한강/영산강권역 지하수 영향분석 및 용수공급 표준모델 개발, 2019)

- 보 개방에 따른 지하수 장애 우려 지역을 선별하여 영산강 승촌보 상류 주변에 위치한 4개 농경지(충적층)를 대상으로 지표수 변화에 따른 지하수 유동 검토
  - 영산강은 북쪽에서 남쪽을 가로지르며, 황룡강이 북쪽에서 남동진하다 영산강과 합류하며, 광주천, 지석천도 영산강 본류와 합류



〈그림3-3〉 영산강(승촌보) 과업 지역 분류

- 중생대 쥐라기와 백악기 화강암류가 기반암을 이루며, 연구지역 북쪽에 위치하는 광주지역은 선캄브리아 시대의 화강암질편마암이 북동쪽에서 남서쪽의 어등산 지역을 형성
- 조사지역 서쪽과 동쪽에 위치하고 있는 흑운모화강암은 선캄브리아 시대의 화강암질 편마암류를 관입하면서 연구지역 전반에 걸쳐 넓게 분포
- 암질조직은 조립질 내지 중립질의 입상 조직을 보이며, 장석의 색깔은 회백색이 우세하며 유색광물로는 흑운모를 함유하나 가끔 각섬석도 함께 산출
- 주변 모든 암층을 부정합으로 피복하고 있는 제4기 총적층은 하성 퇴적물로서 주로 점토, 모래, 자갈 등으로 구성되며, 영산강 물줄기를 따라 좌우 평야지대에 넓게 분포
- 4개 과업지역에서 총 16개 공의 시추조사를 통해 퇴적층 구조와 특성 파악
  - 4개 지역 모두 고투수성의 모래자갈층이 분포하고 있으며, 그 상부를 점토, 실트, 매립토 층이 분포하는 하상퇴적 구조를 보임
  - 풍화토층의 두께가 4.5~23.5m(평균 12.2m)로 두껍게 분포
  - 퇴적층의 두께는 하부의 풍화토를 포함하여 지역에 따라 6.5 ~ 26.5m의 범위를 보이며 평균 17.1m로 나타남
- 시추조사 결과를 이용한 지층단면은 총적층의 모래자갈층이 인근 영산강과 잘 연결되어 있으며, 이 지층을 통한 지표수-지하수 상호작용 매우 활발



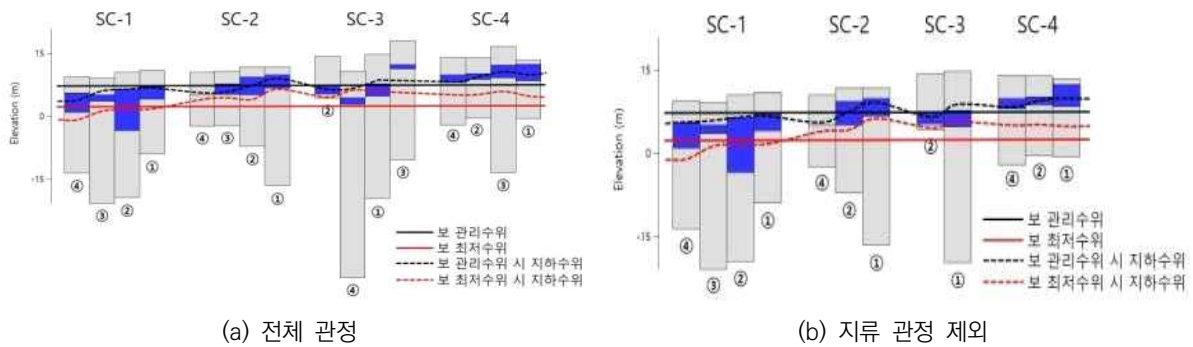
〈그림3-4〉 영산강 4개 과업지역 총적층 두께 및 고도 변화

- 〈그림3-4〉 그래프의 SC-1, SC-2와 SC-3은 영산강 우완에, SC-4는 양안에 위치
- 지류와 인접한 일부 관정을 제외하면 하류로 갈수록 총적층이 두꺼워지고 고도는 낮아지며, 모래자갈층은 미약하나마 두꺼워지는 경향을 보임
- 〈그림3-5〉 영산강수위는 승촌보 관리수위와 최저수위 시 과업지역의 하천수위와 지하수위로 구분 하였으며, 보 관리수위시 하천수위와 시추정에서의 지하수위 비교



- SC-1지역은 강물이 대수층으로 유출되는 손실하천, SC-4지역은 지하수가 강으로 유입되는 이득하천 유지하며, SC-2지역과 SC-3지역은 각 지역의 하류는 손실하천을 상류는 이득하천을 형성하는 점이적인 특징을 갖고 있음

\* 손실하천 : 하천주위의 지하수면이 하천 수위보다 낮게 있어 하천이 지하수로 유입되면서 하천 유량이 감소하는 하천 (이득하천과 반대되는 개념)



〈그림3-5〉 영산강 4개 과업지역 총적층과 보 수위 비교

- 보를 최저수위로 내렸을 때, 하천 수위와 함께 지하수위가 하강하지만, SC-1지역은 손실하천을 유지하고 있고 나머지 세 지역은 모두 이득하천이지만 지하수위는 대부분 모래자갈층 아래로 내려가고 있음
- 영산강 지역은 모래자갈층의 두께가 상대적으로 얇고 보 개방 폭이 커서, 보 개방 시 영산강의 수위가 모래자갈층 하부구간까지 하락함
- 영산강의 승촌보 지역은 본류와 떨어져 있는 시추정에서도 하천 수위 하강에 따른 지하수위 영향이 나타나고 있어 그 영향 범위가 넓기 때문에 보 수위 하강에 따른 지하수 장애 범위가 넓게 나타날 것으로 예상됨

#### □ 지하수 이용현황

- 연구지역 내 총 2,480공의 지하수공(불용공, 조사불가 제외) 존재(지하수전수조사(환경부, 2019))
- 지하수 이용량 산정기준을 적용한 결과 연간 약 5,264 천 $m^3$ /년의 지하수를 이용
  - 지하수 이용량 산정은 현장 기초조사 자료를 기본으로 하고, 유량계 미부착 등으로 현장에서 측정이 어려운 경우는 지하수 업무수행지침(국토부, 2015)의 지하수 이용량 산정기준을 적용
  - 지하수는 대부분 농업용수(5,045천 $m^3$ /년, 96%)로 사용하고 있으며, 다음으로 생활용(213천 $m^3$ /년, 4%), 기타용(5천 $m^3$ /년) 순으로 사용
  - 용도별로 보면 이용률이 가장 높은 농업용수의 경우 벼, 밭작물 재배용수로 사용하고 있으며, 생활용수는 학교, 가정용 등으로 이용
  - 특히, 영산강 주변의 시설재배단지의 경우 4계절 내내 작물 재배를 위해 지하수를 사용하고 있으며, 겨울철 난방을 위해 수막 용수로도 일부 사용

〈표3-9〉 승촌보 과업지역 지하수 이용 현황

(단위 : 공, 천㎥/년)

구분	계		생활용		농어업용		기타	
	공수	이용량	공수	이용량	공수	이용량	공수	이용량
계	2,361	5,063	321	185	2,036	4,873	4	5

## □ 지하수 흐름 모델 설계 및 예측

- 보 개방에 따른 지하수 영향을 평가하기 위하여 Visual MODFLOW를 이용하여 4개 과업지역에 대한 지하수 흐름 모델을 개발
- 과업지역의 지형, 지질 및 수문 자료와 대수층 수리상수 자료를 이용하여 현장을 지하수 모델에 반영하였으며, 현장 특성화, 개념 모델을 통한 모델 설계, 모델 보정 및 예측의 순서로 진행
- 지상펌프 장애 우려지역은 지상펌프로 양수가능한 포화대의 두께(PAT)로 표현하였으며, 이 값이 1m 이내인 지역은 지상펌프를 이용할 경우 지하수 이용이 어려운 지역으로 해석
- 또한, 보 개방에 따른 총적층의 투수량계수 변화율인 대수층 산출성 지수(API)를 이용하여 지하수 장애 우려 지역을 평가

## 나. 보 개방에 따른 지하수 이용 장애 평가

## □ 평가결과

- 승촌보 주변지역은 지하수를 주로 지상펌프를 활용하여 이용하고 있으며, 특히, 영산강 주변의 시설재배단지에서는 겨울철에 미나리, 토마토 등을 재배하는데 사용하는 지하수 이용량이 많아 겨울철 지하수위가 낮게 나타남
- 승촌보 개방 이후 지하수위 변화를 알아보기 위해 모델링을 수행한 결과 보 개방 전 지상펌프 장애 지역(PAT) 면적보다 개방 이후의 면적 증가
  - SC-1 지역의 경우는 보 개방 전에도 일부 지상펌프 장애 지역이 존재하였으나, 보 개방 이후에 더 넓어진 것으로 분석되었으며, SC-2 지역은 하천 주변 미나리 집중 재배지역에서 지하수위 하강이 두드러지게 나타남
  - SC-3, SC-4 지역도 지하수위가 낮아졌으나, 이들 지역 배후지의 경사도가 커서 지하수 함양이 낮게 이루어지는 것으로 판단
  - 또한, 보 개방 전후 대수층의 투수량계수 값이 20% 이상 감소한 대수층 고갈지역(API 0.8 이하) 면적도 크게 늘어남
  - SC-1 지역은 API 0.8 이하 면적이 215ha이며, 여기에 77공의 지하수 관정도 포함되어 있으며, SC-2 지역의 경우는 API 0.8 이하 면적 385ha에 포함된 관정이 1,122공으로 분석
  - SC-3 지역도 482ha 면적에 124공의 지하수 관정이 포함되어 있고, SC-4 지역도 대부분의 지역(4,261ha, 358공 포함)이 대수층의 투수량계수 값이 낮아진 것으로 분석

- 농가소득 증대를 위해 겨울철 지하수를 다량 이용하는 시설재배단지는 점차 늘어날 것으로 예상되며, 지하수 장애 우려지역도 점차 확대될 것으로 예상됨
- 보 개방 이후 지하수위가 낮아진 이들 우려지역에 대한 용수공급대책이 시급히 마련되어야 할 것으로 판단됨

## 다. 지하수 이용 장애 지역의 용수공급 대책을 위한 제안

### □ 지점별 용수공급 대책 제안

- 승촌보 4개 지역의 대수층의 특징, 지하수 이용현황, 농업현황, 보 수위 변화 따른 지하수 변화 모델링 결과에 따라 지하수 장애 우려정도 및 용수공급 방안 제시
- 주요대책으로 대체 관정개발, 대형관정 용수 공유, 지하수 인공함양, 기타용수원(저수지, 하천, 대형관정 등)을 공급하는 방법 제시
  - SC-1지역은 지상펌프를 이용하는 지역과 수중모터를 이용하는 지역을 구분하여 개발하거나, 농업용수 공급시기가 같은 작물, 재배시기가 동일한 작물, 재배단지별 대체 관정을 개발해주는 방법 고려
  - SC-2, SC-3지역은 관정개발 밀도가 높고, 겨울철 지하수를 많이 이용하는 시설재배단지가 밀집한 지역으로 물 수요기간이 같은 동일 작물을 재배하는 시설재배단지별로 그룹으로 묶어서 소규모 단지는 대체관정을 개발하고, 대규모 단지는 관정개발과 인공함양을 병행하는 방법 고려
  - SC-4 지역은 벼농사 위주의 농업이 발달하고 겨울철 지하수 이용률이 낮아 저수지나 인근 하천수 또는 기 개발 대형관정 등 타 용수원을 관로를 통해 끌어와 공급하는 방법 필요
  - 시설재배단지가 밀집된 SC-3 지역은 대체 관정개발이 어렵기 때문에 타용수원을 공급하는 방법도 고려해볼 필요가 있다.
- 결과적으로 SC-1은 대체 관정개발, SC-2과 SC-3은 대체 관정개발과 인공함양 병행, SC-4은 타 용수원 활용방법 적합
- 또한, 죽산보의 경우 국가물관리위원회 의결에 따라 해체가 되더라도, 지역 여건 등을 고려하여 지속적인 지하수위 모니터링 시행이 필요
- 보 개방에 따른 주변 지역의 지하수 장애를 근본적으로 해결하기 위해서는 물 공급자-수요자-관리자가 유기적으로 연결된 물 사용 거버넌스를 구축함으로써 영농용수의 수요와 공급이 원활히 유지

### 1.1.4 황적 연속성 회복

#### 가. 현황

##### □ 하천의 황적 구조 및 기능

- 자연하천은 침식, 퇴적, 운반의 물리적 작용이 오랫동안 반복되는 과정을 통해 형성되고 수역, 사주, 식생대 등으로 구분되며 식생대는 수중권, 수변권, 고수부지권, 하천제방권, 산지식생대 순으로 구분됨
- 하천의 황적 구조를 통해 자연정화, 생물서식처 제공, 육상·수생태계 전이대 기능 외에 심미적 가치 및 문화공간 제공, 범람 시 자연제방 등의 기능을 함



출처 한국의 하천식생 “식생조사와 평가방법” (이울경과 김종원, 2006)

〈그림3-6〉 하천의 단면 구분

- 국내에서는 산업화, 도시화에 따른 하천 직강화, 제방·호안 설치, 준설 및 댐 건설, 운영에 따른 조절 하천화로 자연적 지형구조를 유지하고 있는 하천이 매우 적음(이울경과 김종원, 2006)
- 또한, 침투홍수량 홍수 및 유사공급 억제 등으로 불안정 하도로 변화되었으며 기존의 모래, 자갈 이동상 사주의 형태는 고정화되고 하도구간에서 대규모 식생역이 활착하는 등 하천 고유의 황적 생태계 구조를 변형시킴



1971년(댐 건설 전)

2019년

〈그림3-7〉 낙동강 검암지구의 항공사진 비교 (K-water)

- 4대강 사업으로 하폭과 수심이 증가하는 등 하도 변화가 발생



2004년(4대강 사업 전)

2020년 (4대강 사업 후)

〈그림3-8〉 영산강 중류(승촌보 지점) 하도 변화 (K-water)

#### □ 하천의 횡적 공간 현황

- 하천의 횡적 연속성 진단을 위해서는 지형, 생태, 토지이용 등 광범위한 조사가 필요하며 다양한 요소의 상호작용으로 이루어지는 복잡계인 하천의 공간 특성, 차수별 형상 등 고려 시 표준화된 평가에는 어려움이 따름
- 국내에서는 환경부에서 시행 중인 “하천 수생태계 현황 및 건강성 평가(2019)”에 의거 서식 및 수변 환경, 수변 식생 조사 평가결과를 참고하여 수계 하천의 전반적인 횡적 공간 구조 현황을 파악할 수 있음
- 영산강수계는 하안공간과 식생발달 면적이 1.5~2.0배가량 유지되고 있으며, 저수로 하안공은 없는 자연상태이거나 자연소재로 정비된 구간이 지배적
- 많은 구간에 횡구조물이 일부 존재하나 어도가 잘 설치되어 있는 것으로 나타나고 있으며, 제내지의 토지이용이 복잡한 형태를 보임(환경부, 2019)
  - 서식수변환경지수 등급은 53.1로 5대강 중 낮은 편이며, 타권역에 비해 보통(C등급)이 52.8%로 많은 지점이 분포되어 있음
  - 수변식생지수는 좋음(A등급)의 건강성을 보였으며, 5대강 중에서 가장 높은 것으로 나타남
- 2003년부터 진행하고 있는 영산강·섬진강 수계 수변구역 토지매수 및 수변생태벨트 조성을 통해 생태계 연결성을 나타내는 지수인 ENN-MN\*분석결과, 패치 간 연결성은 높아지고 고립도가 낮아지고 있음

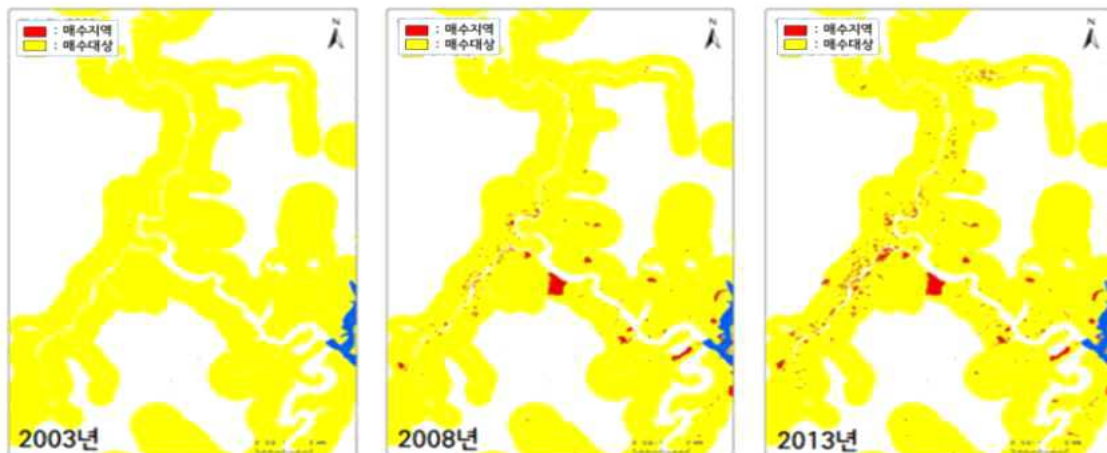


- \* ENN-MN : 경관을 이루는 기본단위인 패치(면), 코리더(선), 매트릭스(둘러싸는 요소) 중 패치를 중심으로 해당 패치에서 가장 가까운 동일 유형의 패치까지의 거리로 계산되며 패치의 고립도를 측정하기 위해 주로 이용되는 방법
- 기존 패치 간 거리는 약 630m('03)이었으나, 이후 약 146m('08)로 줄어들었다가 '13년에는 약 82m로 단축되면서 패치 간 거리가 점차 줄어들

〈표3-10〉 영산강·섬진강수계 시계열별 경관생태학적지수 산정 결과

구분	년도	NP	LPI(%)	TE(m)	LSI	TCA(ha)	ENN_MN(m)	SHAPE_MN
영산강 · 섬진강	2003	39	0.0013	9,340	7.88	3.11	630.84	1.32
	2008	1,302	0.0711	448,810	41.23	495.15	146.63	1.41
	2013	3,543	0.0713	1,115,560	74.95	761.93	82.36	1.44

출처 영산강·섬진강수계 제3차 수변구역 관리 기본계획 ('19~'23) (영산강유역환경청, 2018)



출처 토지매수사업 효율성 제고를 위한 성과평가·피드백 체계구축 마련 연구(4대강수계관리위원회, 2015)

〈그림3-9〉 영산강·섬진강수계 경관생태학적지수 산정 결과

〈표3-11〉 2019 대권역별 서식수변환경지수(HRI) 값 및 등급 분포

대권역명	조사 지점수(개)	HRI		등급별 지점수(%)				
		평균	등급	매우 좋음 (A등급)	좋음 (B등급)	보통 (C등급)	나쁨 (D등급)	매우 나쁨 (E등급)
전국	1,158	55.6	보통	90(7.8)	343(29.6)	522(45.1)	189(16.3)	13(1.1)
한강	444	58.6	보통	51(11.5)	148(33.3)	180(40.5)	62(14.0)	2(0.5)
낙동강	300	51.8	보통	17(5.7)	69(23.0)	137(45.7)	69(23.0)	8(2.7)
금강	199	53.5	보통	10(5.0)	52(26.1)	103(51.8)	32(16.1)	2(1.0)
영산강	106	53.1	보통	3(2.8)	30(28.3)	56(52.8)	16(15.1)	1(0.9)
섬진강	102	60.7	좋음	7(6.9)	43(42.2)	43(42.2)	9(8.8)	0(0.0)
제주	7	61.4	좋음	2(28.6)	1(14.3)	3(42.9)	1(14.3)	0(0.0)

출처 하천 수생태계 현황 및 건강성 평가 보고서-영산강·섬진강 대권역

〈표3-12〉 2019 대권역별 수변식생지수(RVI) 값 및 등급 분포

대권역명	조사 지점수(개)	RVI		등급별 지점수(%)				
		평균	등급	매우좋음 (A등급)	좋음 (B등급)	보통 (C등급)	나쁨 (D등급)	매우나쁨 (E등급)
전국	880	46.5	보통	102(11.6)	198(22.5)	450(51.1)	113(12.8)	15(1.7)
한강	308	44.3	보통	30(9.7)	63(20.5)	152(49.4)	53(17.2)	8(2.6)
낙동강	252	45.4	보통	18(7.1)	65(25.8)	128(50.8)	37(14.7)	4(1.6)
금강	159	48.9	보통	24(15.1)	35(22.0)	87(54.7)	12(7.5)	1(0.6)
영산강	77	51.1	좋음	15(19.5)	16(20.8)	40(51.9)	6(7.8)	0(0.0)
섬진강	78	50.6	좋음	15(19.2)	18(23.1)	39(50.0)	5(6.4)	1(1.3)
제주	6	38.3	보통	0(0.0)	1(16.7)	4(66.7)	0(0.0)	1(16.7)

출처 하천 수생태계 현황 및 건강성 평가 보고서-영산강·섬진강 대권역

#### □ 수변구역 현황

- 수변구역은 상수원으로 이용되는 댐 및 그 상류 하천변의 오염원 입지 제한을 위해 지정되며 토지매수, 녹지조성 등 친환경 관리를 통한 수질 개선을 목적으로 함
- 영산강·섬진강수계 수변구역은 총 299.394km<sup>2</sup>로 지정되어 있으며, 영산강유역환경청에서 5년 단위로 수변구역 관리 기본계획을 수립하여 관리하고 있음
  - 「영산강·섬진강수계 물관리 및 주민지원 등에 관한 법률」 제4조 제1항에 의거 주암호·동북호·상사호·수어호·장흥댐(계획홍수위선 기준)의 경계로부터 500m 이내의 지역
  - 토지매수 사업, 수변생태벨트 조성 및 관리, 수질 개선, 그 외 수변구역 관리 등

〈표3-13〉 영산강·섬진강수계 수변생태벨트 조성 현황

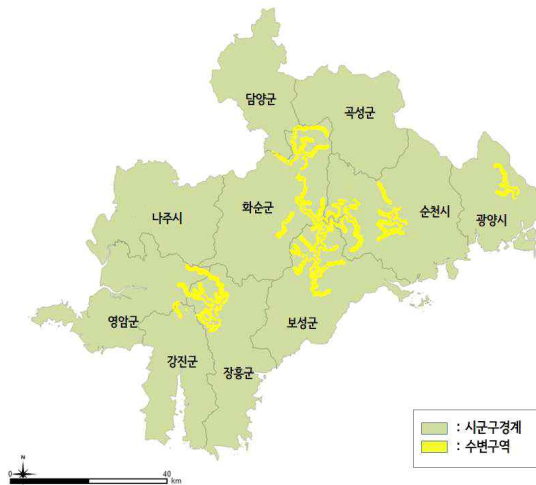
구 분		조성계획 면적(km <sup>2</sup> )	조성 면적(km <sup>2</sup> )	성과달성비율(%)
임야제외 녹지조성대상 면적(km <sup>2</sup> )		13.5	7.1	52.6
수변생태벨트 조성 면적 합계		5.2	7.1	136.5
2009년 이전		-	0.3	-
	소 계	5.2	6.8	130.8
	제1차 기본계획(2009~2013)	1.5	3.4	226.7
	제2차 기본계획(2014~2018)	3.7	3.4	91.9

출처 영산강·섬진강수계 제3차 수변구역 관리 기본계획 ('19~'23) (영산강유역환경청, 2018)

〈표3-14〉 8개 시·군 내 수변구역 면적 현황

구 분	강진군	광양시	담양군	보성군	순천시	영암군	장흥군	화순군	합 계
수변구역(km <sup>2</sup> )	3.620	17.240	2.280	67.847	70.480	14.297	49.700	73.930	299.394
비율(%)	1.21	5.76	0.76	22.66	23.54	4.78	16.60	24.69	100

출처 환경부 환경정책 - 4대강수계 수변구역 지정·고시 현황(2017.04.30.)



구 분	수변구역(km <sup>2</sup> )	비율(%)
탐진호	66.217	22.12
동북호	42.455	14.18
주암호	138.541	46.27
상사호	34.767	11.61
수어호	17.414	5.82
합 계	299.394	100

출처 환경부 환경정책 - 4대강수계 수변구역 지정·고시 현황(2017.04.30.)

〈그림3-10〉 수변구역 지정현황

- 광범위 면적의 무단점용에 대한 관리가 어려워 상수원 수질 보전에 영향을 미치며, 생태계 위해종 번식 등 생태계 보전 측면에 제약이 많음
- 주요 상수원 관리의 중요성은 점점 증대되고 있으며, 댐 저수구역 홍수조절용지는 물과 맞닿아 있어 비점오염원 저감, 생물서식처, 생태관광 및 체험공간 활용 등 복합적 기능 수행을 위한 잠재력 큰 공간임

#### □ 하천 횡적 연속성 관련 제도 현황

- 국내에서 하천 횡적 연속성 증진 도모를 위해 물환경보전법, 4대강 수계법을 통해 상수원 보호, 수생태 보전, 복원 등을 위해 하천, 호소 경계 1km 이내 지역을 매수, 조성관리 할 수 있도록 규정하고 있으나 제내지로 한정하고 있음
- 하천법에서도 보전, 복원지구에 대해 하안복원, 홍수터, 제방복원 등 사업 근거를 마련하고 있으나 제외지에 한정, 제내지까지 온전한 횡적 복원을 위해 개별법에 따른 복원을 연계 통합할 수 있도록 근거가 마련되어야 함

〈표3-15〉 관련 제도 현황

구 분	물환경보전법	영산강·섬진강 수계법	하천법
내 용	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 법 제19조의3 (수변생태구역의 매수·조성)</li> <li>○ 시행령 제25조 (수변생태구역 매수 등의 기준 등)</li> <li>○ 시행령 제31조의4 (수생태계 연속성 확보에 필요한 조치 등)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 법 제4조 (수변구역의 지정·해제 등)</li> <li>○ 법 제4조의2 (수변구역관리 기본계획의 수립·시행)</li> <li>○ 법 제4조의3 (수변생태벨트 시행계획의 수립·시행 등)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 법 제45조 (보전지구 등의 관리) 하천환경 보전, 복원사업</li> <li>○ 시행령 제25조 (보전지구·복원지구 안에서의 사업) 저수로, 하안복원, 홍수터, 제방복원 등</li> <li>○ 법 제84조(폐천부지 등의 관리)</li> </ul>



## 나. 하천의 횡적 연속성 회복 추진방향

### □ 기본방향

- 기존 하도구간 내 변형된 단면 구조, 하안, 홍수터 등을 복원하고 제외지에 국한된 하천관리를 극복하여 제방으로 단절된 제내지의 옛 홍수터를 회복하고 궁극적으로는 하천유역 전체가 복원 대상의 공간이 되어야 함
- 다양한 토지이용 실태 감안, 우선적으로 하천, 호소 훼손, 교란된 제내지 홍수터를 복원하고 단계별로 제내지까지 확대 연계하는 통합형 완충지대를 구축

### □ 횡적 연속성 회복을 위한 핵심전략



〈그림3-11〉 新수변생태벨트 핵심전략

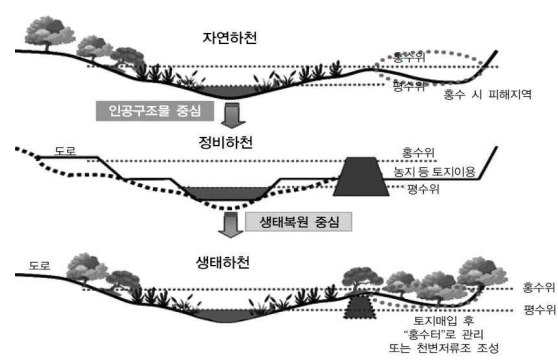
## 다. 추진전략 및 시범사업

### □ 하안 복원 및 수변완충지대 확대

- 제외지 중심의 하천 홍수터를 공간 개념으로 복원하여 환경사제방 조성, 하천 폭 확대, 휴경지 매입 등을 통한 제방 후퇴, 천변저류지 조성 등 도모
- 제방 후퇴, 자연형 홍수터 확보 등은 제내지 수변구역 등의 기매수 지역과 폐천부지 등 국공유지를 적극적으로 활용하고 도시화, 농경지에 대해서는 매수를 위해 대규모 재정 소요 및 사회적 합의 등을 고려 장기적으로 추진



제방 후퇴



생태하천

출처 환경백서(환경부, 2018)

〈그림3-12〉 하폭 확대 및 제방 후퇴 개념복원도

- 하도 내 육역화로 인한 과대 식생대, 낮아진 하상 구조를 복원하기 위해 홍수터를 복원하여 모래, 자갈 사주 등 재현, 유사공급을 장기적으로 추진



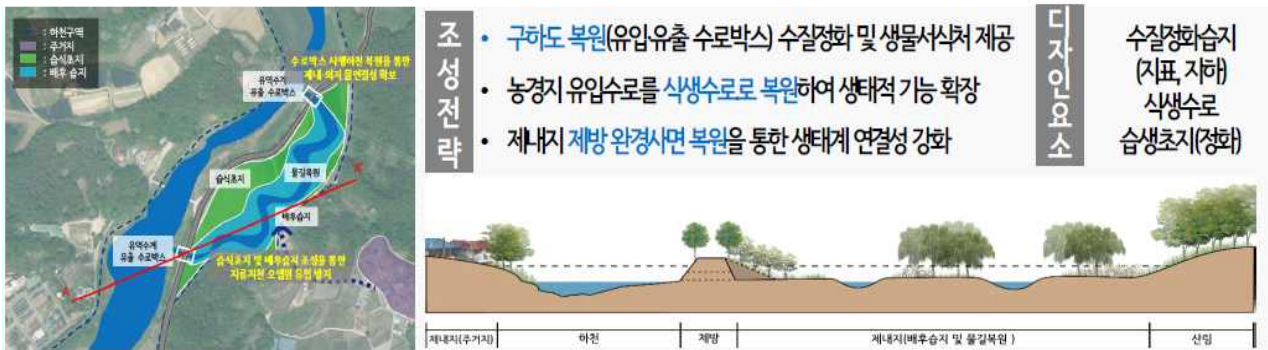
미국 트리니티강 하상 복원



독일 이자르강 폭 넓히기 및 하상 복원

〈그림3-13〉 하상 복원사례

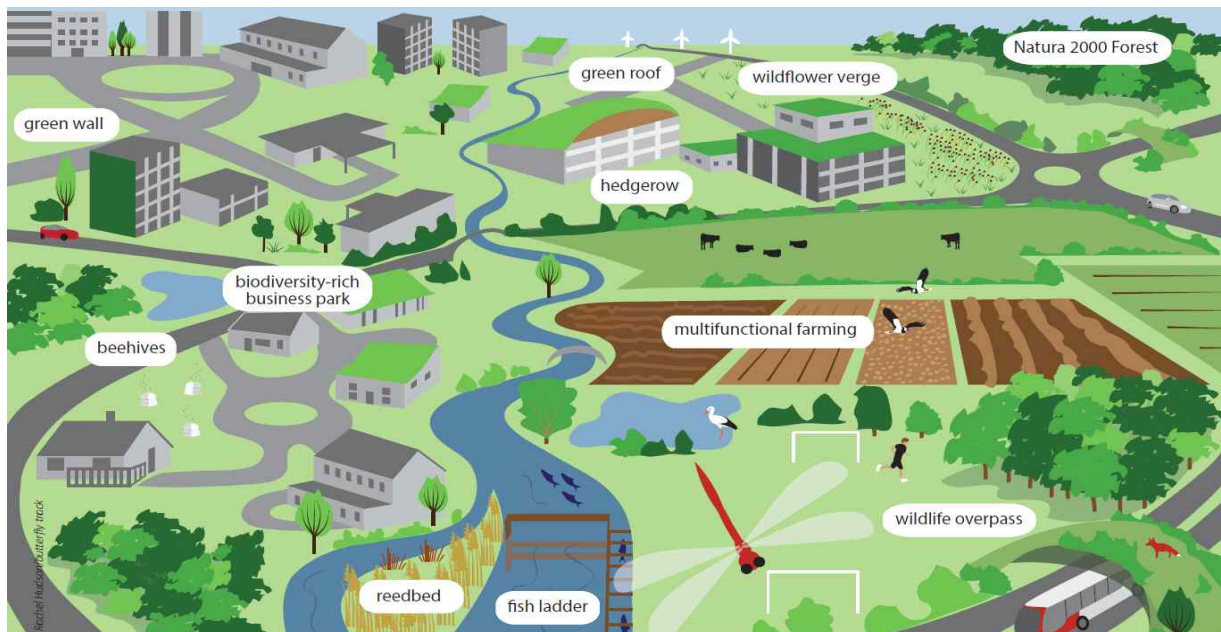
- 하천 제외지와 제내지를 연계한 수변림, 초지, 습지 조성을 통해 수역과 육역간의 생태적 추이대 기능을 하는 통합형 수변완충지대를 확대 복원
- 이때 하천 차수, 홍수터·제방 형태 및 제내지의 토지이용 양상을 고려하여 수변완충지대를 유형화하고 대상지별 현황에 맞는 복원사업을 추진



〈그림3-14〉 통합형 수변완충지대 모델 예시

#### □ 기후변화 대응 Green - Blue 네트워크 체계구축

- 수변구역, 상수원 보호구역 등이 인접한 하천, 댐 구간의 경우, 기존 매수토지 등과 단계별로 연결하는 Green-Blue Network형 수변완충지대를 구축
- \* (Green-Blue Network, GBN) 하천 등 수공간과 녹지, 생태공원 등 그린인프라와 연결되면서 자연의 연결성이 확대되고, 생태계의 연속성이 확대되는 개념



출처 EU Biodiversity Strategy to 2020 (EU, 2011)

〈그림3-15〉 유역 그린-블루 네트워크 개념



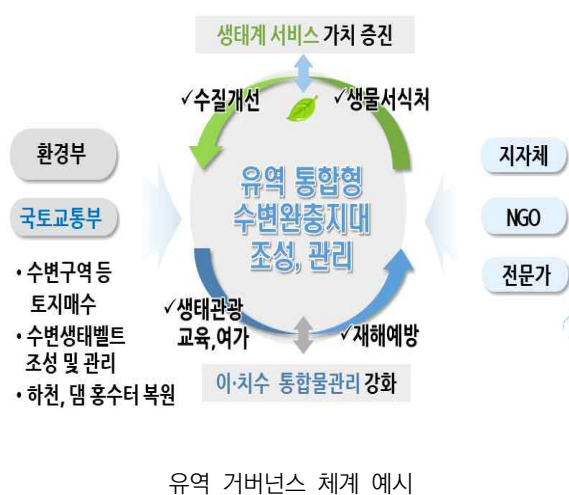
## □ 수변완충지대의 생태·인문·자원화

- 수변완충지대는 생태네트워크 구축의 거점 역할이 가능한 그린인프라이며, 환경 생태적 가치뿐만 아니라 인문·사회적 가치를 확산시킬 수 있는 자원임
- 생태관광과 생태탐방 등의 공간적 거점으로써, 탐방객들에게 자연생태의 체험, 힐링의 즐거움을 제공할 수 있는 자원임
- 따라서 거점과 네트워크로서의 가치를 확산할 수 있는 체계적인 전략을 수립하고 실천할 수 있는 수변생태벨트를 조성해야 함



〈그림3-16〉 함양상림

- 수변완충지대의 지속성을 유지하기 위해 직접적 이해당사자인 주민들이 충분한 정보를 공유하고 의사결정에 참여할 수 있도록 인적네트워크를 구축하여 소통과 협력을 통한 복원 추진



〈그림3-17〉 Nbs(Nature-based solutions) 기반의 댐 홍수터 개선체계 및 관리 예시

- 지역주민이 직접 참여하는 지역 거버넌스 구성과 함께 친환경 수변완충지대와 연계한 주민 지원사업 및 소득 창출 방안을 마련하여야 함



수변생태벨트 안내판 설치



수변생태벨트 활용 생태교육

〈그림3-18〉 수변완충지대 인문·자연화 예시

〈표3-16〉 수변완충지대를 활용한 지역 거버넌스 사업 예시

구 분	사업명	내용
단기	정화활동	주변 쓰레기 제거, 예·제초 생태계교란종 제거 등
	안내 시설물 설치	수변완충지대 개념 및 해설 수변완충지대 현황, 주의사항 등
	조성 공모전	대학생, 일반인, 전문가 등을 대상으로 시행 지역민의 의견을 적극 반영
중·장기	생태계 모니터링	동·식물 변화상 관찰 환경변화 모니터링
	생태계교란종 제거	가시박, 단풍잎돼지풀 등 주요 생태계교란종의 지속적인 제거
	활용 생태교육	하천, 호소 수변의 기본현황 동·식물상 현황 연계 프로그램 운영
	홍보	SNS, 홈페이지, 팸플릿 등 지역 신문 및 방송 등
	주민 역량 강화 프로그램 운영	참여자 역량에 맞는 인식→실천→주도의 단계별 맞춤형 교육 실천 활동에 필요한 기초적 부분 지원
	주민 감시원	동·식물 포획 및 채취, 쓰레기 불법 투기 생태계교란종 제거, 기타 환경보전 관련 불법행위 감시
	환경 컨설팅	마을 활성화를 위한 지원 및 협력 활성화 프로그램 진행, 컨설팅 및 모니터링

## □ 시범사업 추진 시 고려사항

- 하도 내 하상 복원은 국내외 관련 기술을 접목하여 적용이 가능하나 제방고 하향, 후퇴 등은 제내지 토지이용 여건 및 사회적 공감대를 바탕으로 단계별로 추진되어야 함
- 제내지와 제외지를 연계한 통합형 수변완충지대는 우선적으로 영산강·섬진강 수계법에 의거 수변구역 또는 상수원 보호구역으로서 매수가 가능한 토지를 활용한 시범사업이 가능할 수 있음

## 1. 하천 구간 시범사업 대상지 (승촌보 구간)

- 승촌보 및 죽산보 모니터링을 위한 상시개방과 보 처리방안 결정에 따라, 승촌보 직하류 수변공원이 수위 저하로 인해 육지화 진행 중
- 승촌보 구하도의 물길을 수변공원 쪽으로 유도하여 육지화 진행 중인 수변공원 기능 복원과 영산강 수질 개선에 기여



〈그림3-19〉 승촌보 구간 수변공원 복원

## 라. 기대효과

## □ 강의 생태적 연결성 증진

- 강을 횡적으로 단절시키는 구조물을 줄이고 제방으로 둘러싸인 강폭을 확대하여 강 스스로의 물길 형성을 유도하고 자연적인 유황이 생겨나 강 스스로가 변화와 역동성을 갖게 됨
- 이러한 역동성의 회복은 다양한 산란처, 서식처를 만들어주고 이를 통해 수생태계 건강성을 증진하고 육역과의 생태적 네트워크를 증진

- 탄소 저감(흡수), 비점오염 저감, 생태계 건강성, 녹색 일자리 창출, 민·관 협치 등 생태계서비스 측면의 조성 효과 기대

## 1.1.5 옛 물길 복원 대상지 선정 및 기본구상 수립

### 가. 현황

- 수자원 확보나 이용, 발전 등을 위한 수리 구조물\*이 설치·운영 중에 있어 강의 연속·역동성이 저해되고 있음 (「우리 강 자연성 회복 기본구상(환경부, 2020)」)

\* 염수침입 방지 등을 위해 낙동강, 금강, 영산강 등에 설치된 하굿둑, 농업용수 등의 확보를 위해 하천에 설치된 33,913개의 보(국가어도정보시스템, 2020) 및 다수의 하상유지공, 「4대강 살리기 사업」으로 설치된 16개 대형 보 등

- 국가하천 제방정비 비율은 한강 86.0%, 낙동강 80.6%, 금강 80.9%, 영산강 82.4%, 섬진강 61.4% 순이고, 지방하천 제방정비 비율은 한강 54.6%, 낙동강 47.9%, 금강 48.0%, 영산강 42.9%, 섬진강 35.5% 제주도 66.3% 임 (「한국하천일람(국토교통부, 2020)」)

- 국가하천을 중심으로 물길 복원 잠재지(사행가능구간) 수충 지역은 피해방지를 위해 제방정비가 이루어져 있고 제내지는 경작, 주거 등의 재산권 형성

- 하천생태계 및 수환경 보전을 위해 국가하천 및 주요 지류에 하천유지유량을 점진적으로 고시 및 확대

- 25개 하천 60개소(2006년), 66개 하천 76개소(2015년), 71개 하천 114개소(2018년) 고시

- 인위·자연적 원인 유로변경으로 인해 유역에는 많은 폐천부지 존재(환경부, 2016)

- 폐천부지는 대부분 옛 물길 지역으로 하천구역에 편입될 경우 매입비용이 절감될 수 있기 때문에 옛 물길 복원 대상의 현실적 대안이 될 수 있음

〈표3-17〉 유역 폐천부지 필지수 및 면적 현황

유역	합계		국가하천		지방하천	
	필지수	면적(㎡)	필지수	면적(㎡)	필지수	면적(㎡)
영산강	742	611,006	739	608,710	3	2,296

출처 전자관보(2002~2016) 고시, 전라북도청(2016), 익산지방국토관리청(2016)

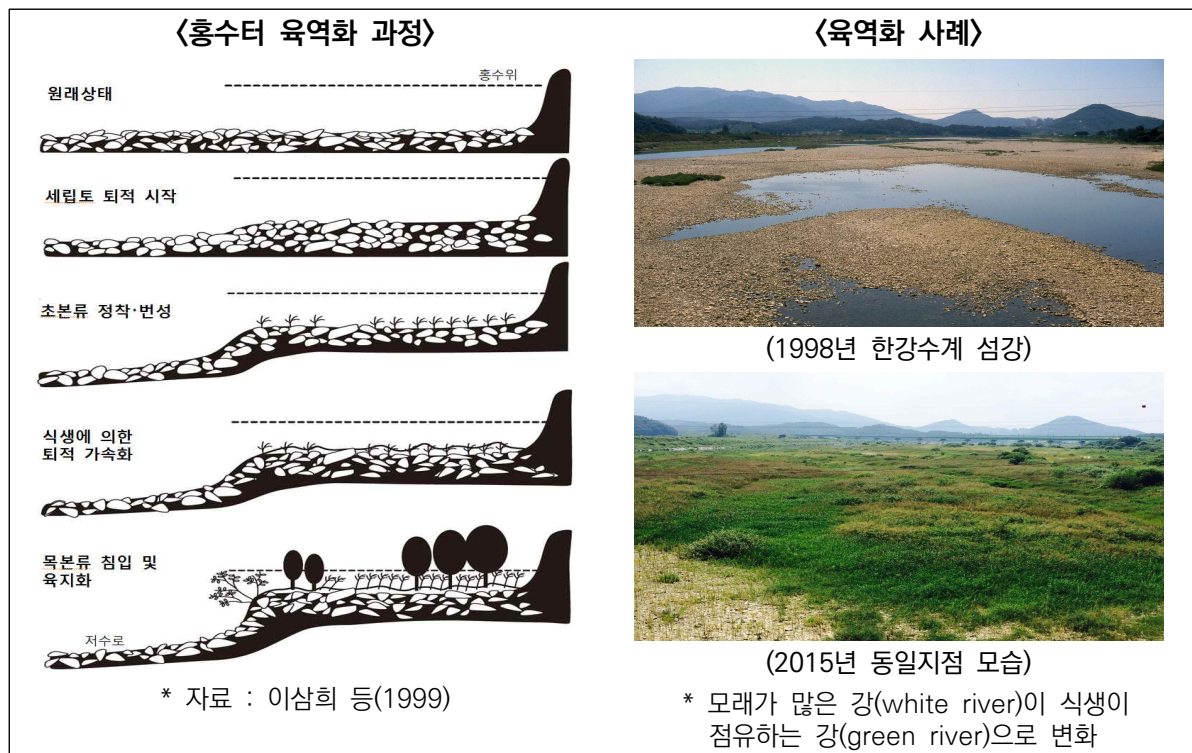
※ 폐천부지는 정부 기관 및 지자체에서 제공하나, 폐천부지의 하천에 대한 정보는 기관별 차이가 있어 산정하지 않음

### 나. 문제점

- 상류의 댐·저수지에서 방류량을 조절해 중·소규모의 홍수가 줄어드는 등 하천 흐름의 변화를 나타내는 유황이 단순해져 하상 변화 감소, 식생 침입 등 강의 육역화 현상이 심화(환경부, 2020)로 대안 필요

- 2013년 기준 62개 국가하천의 식생점유면적은 33.8%(한국건설기술연구원, 2015)





출처 우리 강 자연성 회복 구상(환경부, 2020)

〈그림3-20〉 하천 육역화 발달 단계 및 사례

- 강에 대한 과도한 통제는 수질·수생태에 부정적인 영향을 미치고 홍수방어 측면에서도 불리
  - 물흐름의 정체와 부유물 퇴적으로 인해 녹조현상이 심화되고 강의 자정능력 저하
  - 수생태 측면에서는 상·하류간 생태계가 단절되어 생물종의 다양성과 건강성 저하
  - 자연유황의 상실은 유사(流砂) 이동과 강의 역동성을 저하시켜 어류를 포함한 다양한 생물들의 서식처와 산란처 감소
  - 유황의 단순화로 강에 과도한 식생이 유입되고, 홍수위 상승 등 홍수방어력이 저하될 뿐 아니라, 자연경관 훼손과 사람의 접근성 저해 문제 발생

## 다. 추진전략 및 시범사업

- 옛 물길 복원을 위한 4가지 활용 기법(① 폐천을 활용한 옛 물길 복원, ② 점진 확대되는 하천 유지유량을 활용한 옛 물길 복원, ③ 범람원 수용을 통한 옛 물길 복원, ④ 국민공유·지역 활성화 위한 옛 물길 복원 스토리텔링 적용) 제시
- 옛 물길 복원의 기본방향은 자연적인 모습에 가까워지며 회복력을 높여 교란된 생태계가 스스로 조정·적응 가능하도록 공간적 조건에 맞게 여건을 조성하는 것으로 특정 시점으로의 회귀를 의미하지 않음

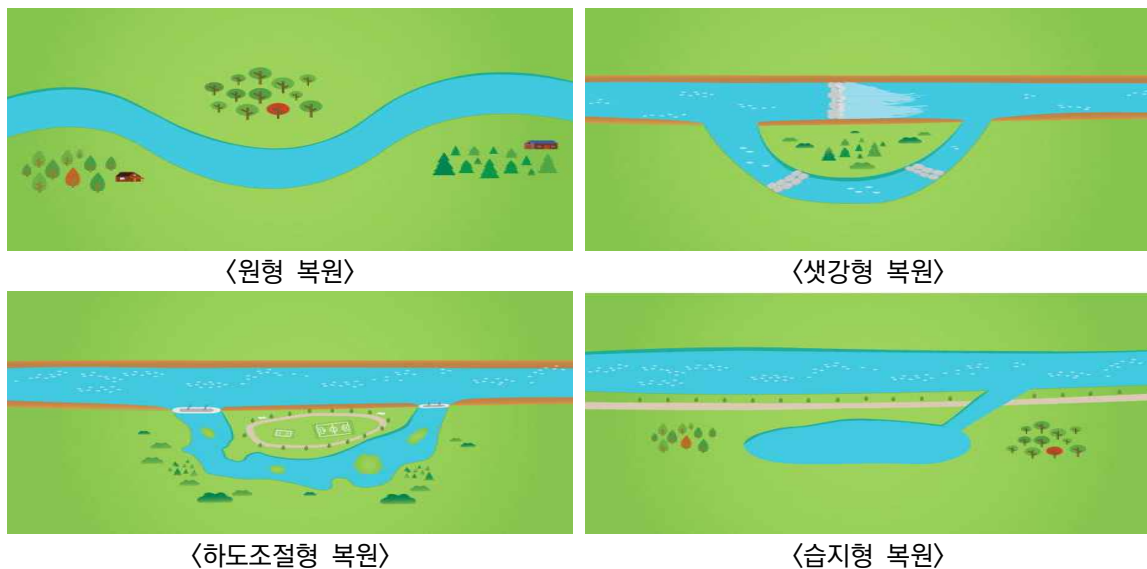


## 1. 폐천을 활용한 옛 물길 복원

- 환경부「옛 물길(터) 복원 기본계획(2016)」에 제시한 시범사업지를 옛 물길로 복원하고 모니터링 후, 기법 보완 및 전수조사를 통해 확대 적용
  - (복원모델) 물리·수리적 인자, 유형, 국내외 사례 분석 등을 통해 복원 방향 제시

〈표3-18〉 물리적 복원유형에 따른 복원 수준

기능적 평가항목	물리적 복원유형(안)			
	원형 복원	샛강형 복원	하도 조절형 복원	습지형 복원
하천물리구조 (사행복원)	상	중/상	중	하
생태복원	상	중/상	중	중/상
친수기능 확보	중하	중/상	상	중/상
치수기능	중/상	중/상	중/상	중/상



〈그림3-21〉 물리적 복원유형(안)

- 환경부 기본계획에 제시된 영산강수계 2개 후보지를 선도사업 대상지로 선정
  - (후보지 1) 중규모 지역으로 황룡강 구간 직선거리 2.167km
    - 주 소 : 광주광역시 광산구
    - 토지피복 : 농경지, 구하도는 현재 농수로로 활용 중
    - 사 유 : 사업 대상 지역이 대부분 농경지 및 초지로 이루어져 사업 수행 용이(접근성, 부지확보 가능), 현재 구하도(농수로 활용)의 농수로 활용 중(복원 시 사업 효율성 증대), 부지 활용을 통한 다양한 기능성 제시 가능(생태, 친수 등), 교통 발달(사업 수행 용이)



〈그림3-22〉 영산강 유역 후보지 1 황룡강 중류 (— 옛 물길)

- (후보지 2) 소규모지역으로 황룡강 구간 직선거리 0.830km
  - 주 소 : 전라남도 장성군 황룡면 월평리/와룡리
  - 토지피복 : 주지 및 농경지, 하류측에 '장성군 맑은 물 관리사무소' 위치, 구하도는 현재 농수로로 활용 중
  - 사 유 : 사업 대상 지역이 대부분 농경지 및 초지로 이루어져 사업 수행 용이(접근성, 부지확보 가능) 현재 구하도(농수로 활용)의 농수로 활용 중(복원 시 사업 효율성 증대), 부지 활용을 통한 다양한 기능성 제시 가능(생태, 친수 등), 교통 발달(사업 수행 용이)



〈그림3-23〉 영산강 유역 후보지 2 황룡강 중상류 (— 옛 물길)

## 2. 점진 확대되는 하천유지유량을 활용한 옛 물길 복원

- 「우리 강 자연성 회복 기본구상(환경부, 2020)」에 제시한 자연유황의 회복을 위한 방법으로 계절적 특성과 수요에 따라 변동 가능한 하천유지유량(환경생태유량) 설정으로 육역화를 방지하여 옛 물길과 같이 지속적으로 물이 흐르는 환경 유지
  - 수량과 수질을 동시에 고려하여 댐 용수 비축기준을 개선하고 대하천 위주에서 중소하천 저류시설 까지 용수공급 대상으로 확대 고려
  - 물관리기관 간의 시설연계를 통해 자연유황의 회복에 필요한 하천유지용수 확보 추진

- 협력 기반 댐-보-저수지 연계 운영의 고도화를 통해 하천유지용수를 최대한 확보(예 : 수양제(농공) → 평림댐(K-water), '17년)하고, 유훈저수지의 조사·재개발·활용(예 : 남수저수지(농공)을 K-water 보완 후 용수공급('22년~)) 추진

미국 애리조나주(州) 정부가 24시간 동안 글렌 캐니언 댐 하부 배사문을 개방하여(1200m³/초 방류) 댐 상류에 퇴적된 약 5억m³ 규모의 토사 및 침전물을 방출하고, 하류 수위를 약 5일 동안 높게 유지하는 등 중·소규모 홍수를 인공적으로 일으키는 실험 시행

⇒ 실험 결과, 단기적으로는 하류의 어류와 수력발전 감소 등 단점도 있으나, 장기적으로는 자연적 사주생성 등 환경에 이로운 효과가 있는 것으로 나타남



〈그림3-24〉 미국 글렌 캐니언(Glen Canyon) 댐의 인공홍수 사례(2012. 11)

### 3. 범람원 수용을 통한 옛 물길 복원

- 「우리 강 자연성 회복 기본구상(환경부, 2020)」에 제시한 강 지형의 자연성 회복 방법으로 제방 후퇴정책에 따라 휴경지 매입 등을 시행하여 옛 홍수터 확보 및 옛 물길 복원에 기여
  - 홍수 교란과 식생전환 등에 의한 자연환경의 변화를 고려하여 과거의 강 지형에 가장 적합한 방법으로 하상 회복 추진



〈그림3-25〉 Matsuura 강 중류 Azame no se 습지 복원

### 4. 국민공유·지역 활성화를 위한 옛 물길 복원 스토리텔링 적용

- 이·치수 사업 및 현재 이용으로 인해 끊어진 옛길을 스토리텔링으로 재현하여 국민과 소통공간 마련 및 지역 활성화로 연계 추진

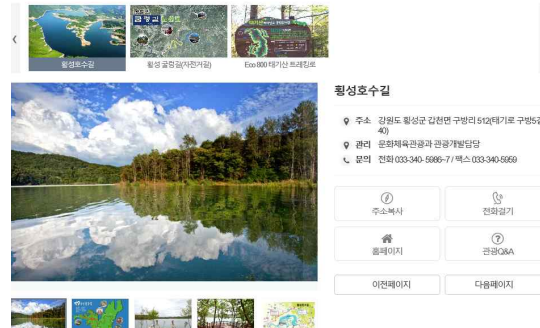
- 유역 하천·댐 주변 과거 옛길을 이야기로 풀어낸 국민소통 복원 시설을 조성하여 지역 활성화에 기여

#### 산막이옛길은



괴향 대를 신모퉁이길 산막이옛길은 충북 괴산군 칠성면 괴산의 서오릉 마을에서 산골마을인 산막이 마을까지 연결했던 총 길이 10마의 옛길로서 본격적인 낚이옛길에 옛그림을 그리듯 그대로 복원된 산책로이며 옛길 구간 대부분을 나무판형(데크)으로 만드는 친환경 공법으로 환경훼손을 최소화하여 살아있는 자연미를 그대로 보여주고 있을 뿐만 아니라 산막이옛길을 따라 펼쳐지는 산과 물, 숲이 어우러지는 아름다운 괴산의 백미로 즐길 수 있는 곳이다.

괴산군 홈페이지



황성군청 홈페이지

〈그림3-26〉 댐 주변 옛길을 스토리텔링으로 조성한 사례

## 라. 기대효과

### □ 옛 물길 확보 및 생태계 건강성 회복

- 서식처 물리 구조 개선, 흐름 다양성 확보, 홍수터 확대, 하천 종횡 연결 등에 따른 수생태 건강성 및 생물다양성 증대
- 자연하천에서의 홍수터, 옛 물길 복원으로 하천 본연의 홍수 저류 능력 회복을 통해 자연재해 예방 및 복구비용 저감
- 기존 제외지 내 친수 위주의 획일화된 하천관리에서 벗어남으로써 생태하천복원사업 효과 증대 및 다양화 도모

### □ 옛 생태 친수공간 조성 및 활용

- 기재역의 하천 관련 역사·문화적 가치를 높이고, 환경개선을 회복함으로써 사회적 수요에 부응하는 수변공간 및 생태 친수공간 제공
- 국민이 직접 체험할 수 있는 생태하천 공간 조성으로 여가, 생태체험, 교육 등 생태계 서비스 증진 및 국민의 삶의 질 향상 도모
- 생태적, 역사·문화적 공간 확대로 하천 주변 지역의 경제가치 및 지역경제 활성화 제고

### □ 자연성 회복을 기반으로 한 국가 하천사업 확대 기여

- 지방하천 수생태 건강성 및 생물다양성 증대는 국가하천으로 연계·확대됨으로 순기능 역할 제고
- 생물다양성 위기, 에너지 및 자원고갈, 기후변화 및 자연재해 등 글로벌 이슈에 대응하는 국가적 하천사업계획 확대 기여 등

## 1.1.6 자연유황의 회복

### 가. 현황

#### □ 자연유황의 변동

- 상류의 댐·저수지에서 방류량을 조절해 중·소규모의 홍수가 줄어드는 등 하천 흐름의 변화를 나타내는 유황이 단순해지고 있음
- 댐·저수지의 건설에 따른 저류량 증가, 방류량의 인공적인 조정 등으로 인해 건설 전·후 하천의 유량변동계수(최대유량/최소유량)는 감소하는 형태

〈표3-19〉 댐건설 전·후 유량변동계수 변화

하천명 (지점)	유량변동계수		
	댐 건설전*	'80~'90**	'95~'14***
한강 (한강대교)	390	90	115
낙동강 (진동)	372	260	101
금강 (공주)	300	190	71
영산강 (나주)	320	130	214
섬진강 (송정)	390	270	272

【주】 \* 한강 '19~'43, 낙동강 '19~'27, 금강 '18~'79, 섬진강 '18~'64, 영산강 '16~'75 자료 이용

\*\* 『댐건설로 인한 5대수계 본류의 유황변화 분석』(대한토목학회 논문집 제13권 제3호, 1993)

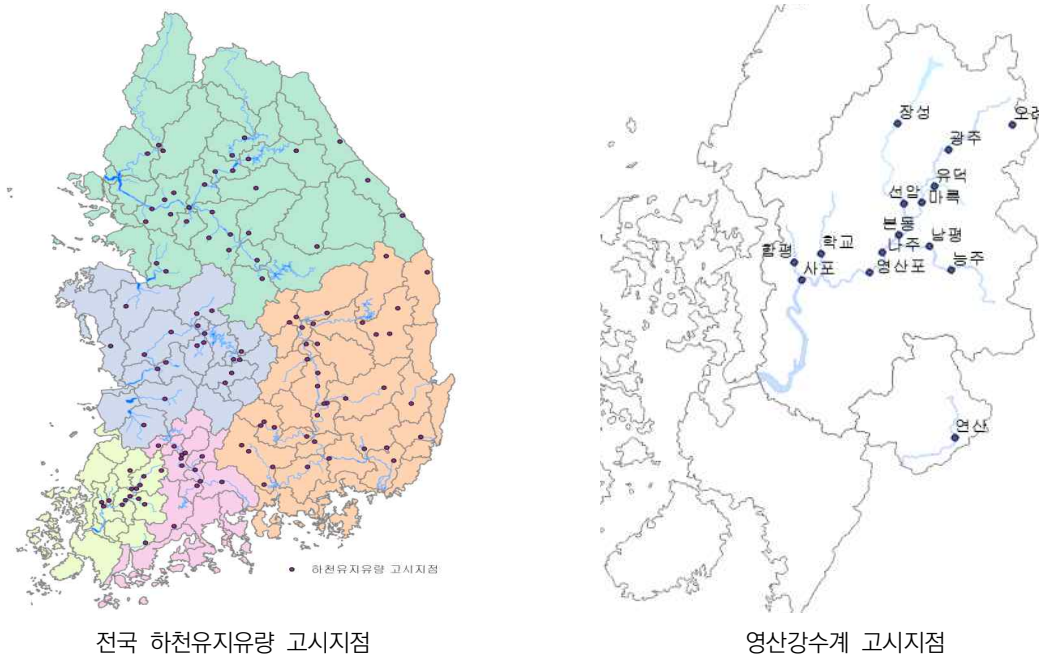
\*\*\* 한국수문조사연보 자료('95~'14)를 이용하여 지점별 유량변동계수를 산정

출처 수자원장기종합계획 (국토교통부, 2016)

#### □ 하천유지유량 확보

- 하천의 다양한 기능들이 조화롭게 유지될 수 있도록 하천을 종합적으로 계획하고 관리하기 위해 하천유지유량 개념 도입
- 하천유지유량은「하천법」상 생활·공업·농업·환경개선·발전·주운 등의 하천수 사용을 고려하여 하천의 정상적인 기능 및 상태를 유지하기 위하여 필요한 최소한의 유량으로 정의되고 있으며, 하천유지유량의 확보를 위해 국가는 하천유지유량 제도를 도입('99) 및 고시하였음(주요하천 본류 '06, 주요 지류 '15)
- 전국 하천유지유량 고시지점은 114개소로, 한강 33개소, 낙동강 35개소, 금강 18개소, 영산강 15개소(탐진강 1개소 포함) 및 섬진강 13개소 운영 중





〈그림3-27〉 하천유지유량 고시지점 현황

## 나. 문제점

### □ 자연유황 변동에 따른 하천환경·생태계 영향

- 물흐름의 정체와 부유물 퇴적으로 인해 녹조현상이 심화, 강의 자정 능력은 저하되고, 하상 변화 감소, 식생 침입 등 강의 육역화 현상이 심화되고 있으며 수생태 측면에서는 상·하류 간 생태계가 단절되어 생물종의 다양성과 건강성이 악화되고 있음. 자연유황의 상실은 유사(流砂) 이동과 강의 역동성을 감소시켜 어류를 포함한 다양한 생물들의 서식처와 산란처가 사라지고 있음
- 또한, 유황의 단순화로 강에 과도한 식생이 유입되고, 이로 인해 홍수위 상승 등 홍수방어력이 저하될 뿐 아니라, 자연경관 훼손과 사람의 접근성 저해도 문제
- 횡적 변화가 차단됨으로써 저수로에 물흐름이 집중되어 하상의 지속적인 저하 문제도 발생하며, 이로 인해 지하수위 저하, 육역화 등의 문제가 더욱 고착·심화

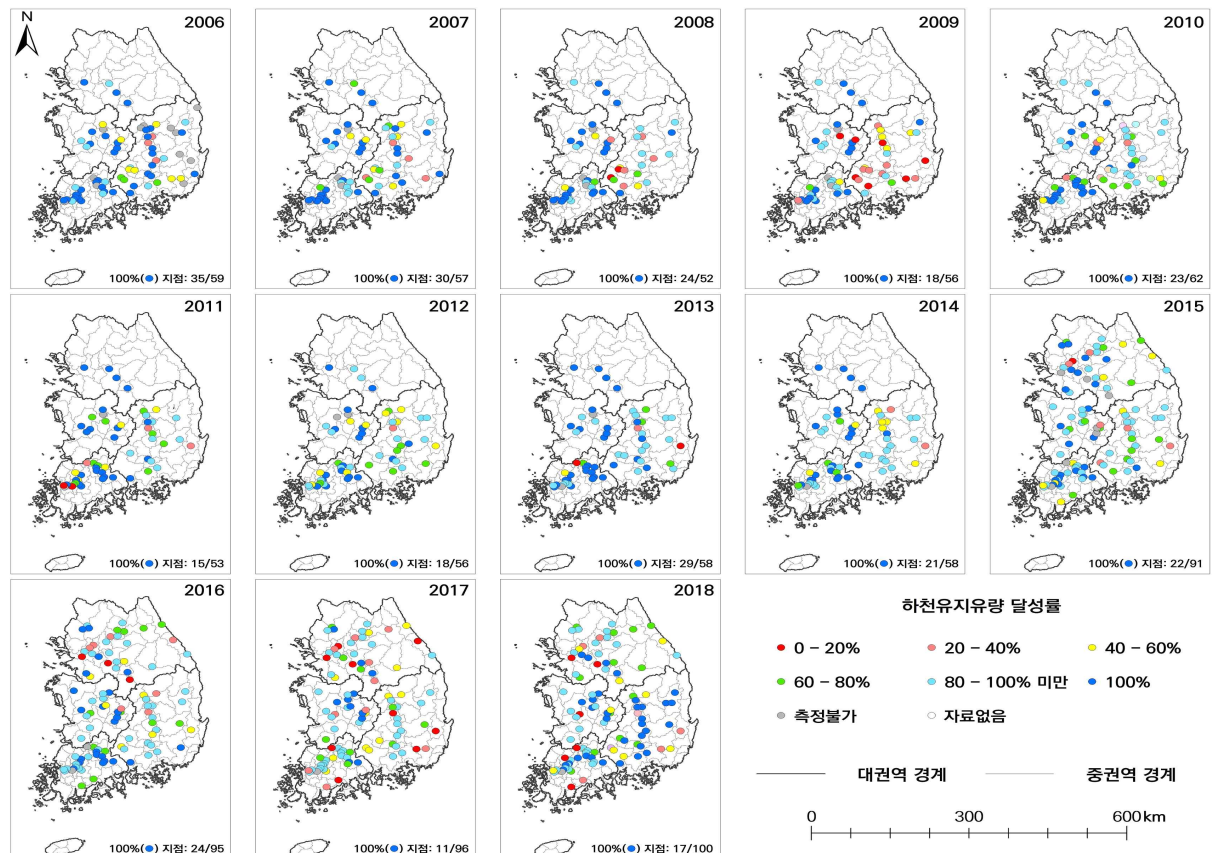
### □ 하천유지유량 달성률 저조

- '06~'18년 동안 전체 측정지점 대비 365일 중 하천유지유량을 100% 달성하는 지점의 평균 비율은 약 44.6%이며, 275일 이상 달성하는 지점의 평균 비율은 81.6%로 갈수량이 아님에도 하천유지유량의 상시확보가 저조
- 본류 구간은 대부분 유지 유량이 갈수량을 기준으로 고시되어 달성률이 높으나, '15년 새롭게 고시된 지점 중 특정 지류를 중심으로 달성률은 저조

〈표3-20〉 2006~2018년 영산강 하천유지유량 달성률(%) 평가

연도		'06	'07	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	평균
측정지점 총개수*		11	11	11	11	11	11	12	11	11	14	14	14	14	12.0
하천유지유량 달성률(달성지점 총개수/측정지점 총개수*100, %)															
365일 달성지점 비율(%)		82	91	73	64	64	36	33	55	36	36	29	0	29	48.2
275일 이상 달성지점 비율(%)		100	100	91	82	82	45	67	91	82	79	100	64	79	81.6
반년 이상 달성지점 비율(%)		100	100	100	91	100	64	100	100	91	93	100	86	86	93.1
365일 중 달성일 수 비율별 지점수	100% (365일)	9	10	8	7	7	4	4	6	4	5	4	0	4	5.5
	75%~ (275일~)	2	1	2	2	2	1	4	4	5	6	10	9	7	4.2
	50%~ (183일~)	0	0	1	1	2	2	4	1	1	2	0	3	1	1.4
	25% (91일~)	0	0	0	1	0	2	0	0	1	1	0	1	0	0.5
	<25% (90일 이하)	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	2	0.4

출처 수문조사연보('06~'18년, 환경부), 국가물관리기본계획(2021), 연도별 측정 불가 또는 결측 지점 미포함



출처 제1차 국가물관리기본계획(2021~2030)(관계부처 합동, 2021)

〈그림3-28〉 2006~2018년 하천유지유량 달성률의 분포

## 다. 추진전략 및 시범사업

### □ 자연유황-하천생태계 관련성 연구 추진

- 하천유황은 하도 및 홍수터에서 물과 유사한 이송을 통하여 하천 내 물질 이동, 하상 형태 등에 영향을 끼침으로써 하천생태계를 조직화하고 범위를 설정
- 인공구조물로 인해 왜곡된 하천유황과 유사량의 변동 정도와 이 수문 특성치들의 변화 - 하천 생물 등 생태계 영향 정도에 관한 심층연구가 선행되어야 자연유황의 회복 수준 도출이 가능
- 국내 하천복원은 치수 사업에 의해 훼손된 하천들이 주로 대상이 되어왔으나, 하천의 보전과 복원을 위한 패러다임이 자연유황의 역할이 중요시되는 것으로 바뀌면서 하천생태계 건전성 확보를 위한 하천복원은 자연유황의 특성과 생태계 연관연구가 필수
- 대하천에서부터 중소하천의 자연유황은 저수지의 건설, 하천수 취수량 증가로 인해 상당히 변화하였으나, 이들에 관한 연구는 미진한 부분이 있으며, 생태계를 고려한 하천복원을 위해서는 생태수문학적 전문분야의 발전이 필요

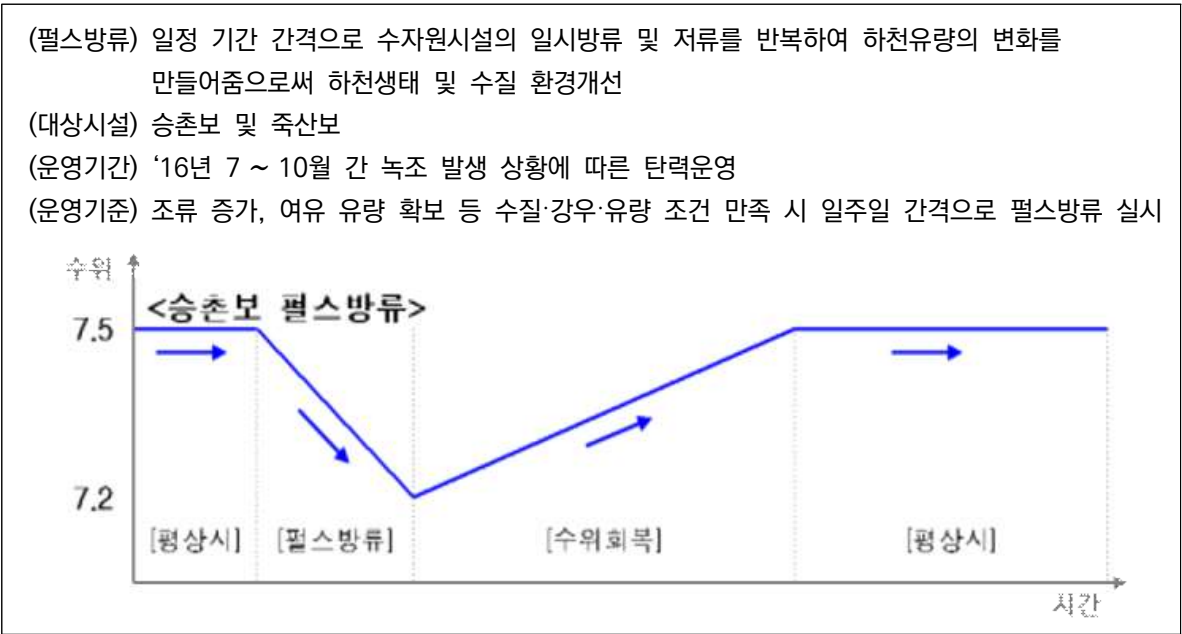
### □ 자연유황 회복을 위한 환경생태유량 산정

- 최근 용수공급뿐만 아니라 생태, 경관, 친수에 대한 물 수요가 증가함에 따라 수생태계 건강성에 관한 관심이 증가되고, 관련 법 제도의 정비가 진행
- 특히, 2017년 물환경보전법의 개정에 따라 수생태계 건강성 유지를 위해 필요한 최소한의 유량을 환경생태유량으로 정의하고 이를 하천관리에서 고려할 수 있도록 법제화하였음
- 제2차 물환경관리 기본계획에서는 전국의 수생태계 건강성을 양호(B)등급 이상으로 유지하는 것을 목표로 하고 있으며, 이를 유지하기 위해서는 연중 제공되는 자연유황의 생태적 기능이 확보되어야 하며 전국 환경생태유량 취약지점을 파악하고 하천의 자연유황의 특성과 유사량 등 각 요소들이 가지는 생태적 기능 등을 고려한 환경생태유량에 대한 산정과 하천관리로의 반영이 필요
- '환경생태유량 시범사업 및 제도 운영방안 연구'(17년, 환경부)을 통해 수계별 2개 지점을 선정하여 시범 모니터링 시행 및 제도 운영체계 구축방안 검토

### □ 수자원시설의 탄력적 운영을 통한 하천 역동성 회복

- 강의 역동성과 생태계 건강성을 위해 유황의 회복 추진, 이를 위해 계절적 특성과 수요에 따라 변동 가능한 하천유지유량(환경생태유량)을 설정하고, 이에 따라 아·치수에 부담이 없는 한도에서 댐·저수지 등의 방류패턴을 개선
- 또한, 육역화를 막기 위해 강별 특성과 수요에 맞추어(홍수방어, 경관 유지, 친수, 생태계 보전 등) 과도한 수준의 식생을 방지할 수 있도록 식생 조사와 육역화 예측·방지 등 적정수준의 관리를 병행





〈그림3-29〉 하천의 수환경개선을 위한 펄스형 보 시범운영 사례(영산강)

- 현재 하천유지유량은 평상시 유지 유량의 전량을 방류하는 방식으로 운영 중이며 이 경우 하천유지 유량 기준을 초과하여 비효율적으로 운영되고 있으나, 공급방식을 개선하여 하천유지유량 전량 방류 하는 공급방식에서 개선하여, 기존 댐 방류량에 유지 유량 부족분만을 방류하는 방식(가변적 하천유 지유량 공급)을 검토하고 효율적인 운영을 통해, 갈수기에 공급할 수 있는 유지 유량 확보 가능

〈표3-21〉 가변적 하천유지유량 공급 예시

예시	기존 하천유량	댐 방류량	총 하천유량	하천유지유량	계
당초	10	15 (기준유지유량 방류)	25	15	기준유량 초과만족
변경	10	5 (부족분 방류)	15	15	10만㎥의 저수량 확보가능

- 『하천법』 개정 등을 통하여 하천유지유량의 안정적인 유지를 위해 대표지점의 지속적인 모니터링 과 결과 보고 및 조치 등에 대한 체계구축, 하천유지유량 미달성 구간별 수질, 수생태, 친수, 하 류의 물이용 등 영향평가 기반 마련 및 지속적 평가

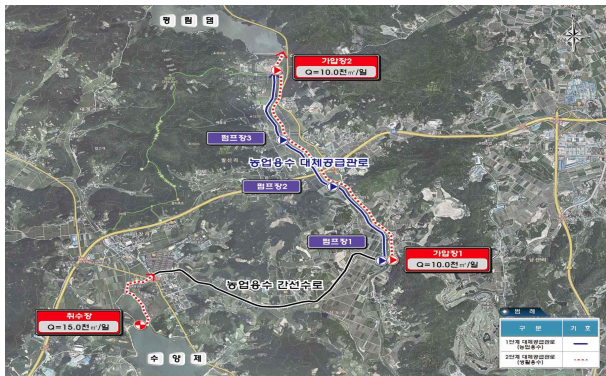
□ 하천유지유량 산정지점 확대

- 하천이 가지는 고유기능(수생태조성, 경관 등)의 관점이 중요해지고 있으며, 물관리 범위도 본류에 서 지류 하천까지 아우르는 유역 단위로 확대되었음. 확대된 관리 범위에 맞추어 대하천에서부터 소규모지류 하천까지 다양한 생물종의 서식지, 인간의 거주성(Amenity), 하천환경 보존, 건천화 방지 등을 위해 유지 유량 관리지점 확대 추진

## □ 수자원시설의 효율적 운영을 통한 하천유지유량 확보

## ○ 시설 간 연계 운영

- 하천유지유량 확보를 위한 신규 수자원개발은 사회적 갈등으로 어려운 상황으로, 기존 수자원의 효율적인 활용이 절대적으로 필요함.물관리기관 간의 협력을 기반으로 한 댐-보-저수지 연계 운영의 고도화를 통해 하천유지용수를 최대한 확보하고 필요시기에 방류할 수 있으며, 이용 중이지 않은 유허저수지의 조사·재개발·활용을 통해 하천유지유량 확보 가능



(시설물간 연계) 수양제(농공)→평림댐(수공) 연계시설  
구축('17년), 활용 중



(유허저수지 활용) 용도 폐지 남수저수지(농공)을 수공이  
매입·보강 후 용수공급 예정(22~)

〈그림3-30〉 비상연계시설 및 유허저수지 활용 사례

## ○ 건전화된 도심하천의 자연유형 회복

- 본류의 풍부한 유량을 이용해 도시 내 불투수면적 증가 등으로 인해 건전화된 하천에 유지용수로 활용하여 하천생태계 복원 유도 및 물길 복원을 통한 도심 편의성 증진 가능

- (사업목적) 도시하천은 불투수면적 증가로 홍수기 제외 대부분 건천의 형태로, 유지용수 공급을 통해 하천 본연의 친수, 생태기능을 살리기 위함
- (정비방향) 제방보강 및 고수부지 환경정비, 도심물길복원으로 구분하여 시행
- (추진현황) '10년 4대강 수계별 시범지구 1개소씩 시행
- (추진계획) '20년까지 시범지구 및 우선사업지구 20개소에 대해 사업 시행 예정



〈물 순환형 하천정비사업 사례, 구미 금오천〉

출처 지역활성화를 위한 지방하천 정비사업 개선 방향 연구(차주영 외, 2013)

〈그림3-31〉 물 순환형 하천정비사업

〈표3-22〉 물 순환형 하천정비사업 시범 및 우선사업 지구 현황

수계별	대상 하천	전체 사업구간(km)
한강	• 5개소 (소양천, 가평천, 마석우천, 창릉천, 학곡천)	28.0
낙동강	• 7개소 (금오천, 광암천, 다방천, 대리천, 대명천, 송평천, 천내천)	43.8
금강	• 4개소 (중교천, 제민천, 내창천, 왕포천)	13.5
영산강	• 3개소 (광주천, 풍영정천, 나주천)	13.0
4대강 외	• 1개소 (건산천)	15.7

□ 자연유량 회복을 위한 법·제도 정비 방안

- 하천유지유량과 환경생태유량 통합관리
  - 하천유지유량 중심으로 환경생태유량 통합관리 방안 마련과 하천법 등 관련 법률 정비 필요, 중·소 유역 단위 하천 유량 확보 및 유지를 위한 모니터링체계 구축 및 정량적 평가방법 마련
- 하천유지용수 우선순위 조정안 마련
  - 댐의 현재의 가뭄 ‘주의’ 단계 시 하천유지용수 공급 전량 삭감 방식에서 사회적 수용성과 생태계의 중요성을 종합 고려한 단계별 삭감 방식 추진 필요, 수량과 수질을 동시에 고려하여 댐 용수 비축기준을 개선하고 대하천 위주에서 중소하천 저류시설까지 용수공급 대상으로 확대 고려

## 라. 기대 효과

- 강의 연속성과 역동성을 회복하고, 수생태계 건강성을 지속 확보하여 하천 활용뿐만 아니라 생태서식지 등 하천의 본래 기능을 충족
  - 하천의 인공적인 활용으로 인해 단순화된 하천 흐름의 변동성을 회복
  - 자연유황에 의한 유사이송, 생태용수 도입 등으로 다양한 수생물 서식지 확보
  - 하천유지유량 지점의 확대 적용으로 사람과 가까운 친수하천의 조성

### 1.1.7 치수안전성 확보

#### 가. 치수안전성 확보 노력

□ 수재해 피해를 저감 시키기 위해 홍수조절용량 확보, 하천 정비 시행

- 다목적댐과 홍수조절지 건설을 통해 홍수조절용량 총 56억 $\text{m}^3$  확보 및 기후변화에 대비하여 치수 능력 증대사업 실시
  - 홍수조절능력을 갖춘 시설 중 다목적댐(20개)과 홍수조절 댐(5개)의 홍수조절량이 약 53억 $\text{m}^3$ 로 홍수 조절능력 대부분(90% 이상)을 담당

〈표3-23〉 댐 및 저수지 용도별 홍수조절량

구 분	전국	다목적댐	용수전용댐	발전전용댐	농업용 저수지	하굿둑·담수호	홍수전용댐
홍수조절량 (백만 $\text{m}^3$ )	5,597	2,296	24	276	19	-	2,982

출처: 댐건설장기계획(2012~2021) 수정계획, 환경부(2018)

- 하천유역의 홍수피해 예방을 위해 지속적인 투자 및 정비 시행으로 국가하천은 81.4%, 지방하천은 48.1%가 정비를 완료하였으며, 하천기본계획 수립률은 87.0% (한국하천일람, 2020 기준)

□ 홍수예보 첨단화로 홍수피해 사전예방

- 비구조물적 대책의 하나로 빈도별 홍수범람에 따른 침수지역의 범위와 깊이 등을 제공하기 위한 홍수위험지도 제작 추진, 홍수특보지점(55개소) 및 각종 홍수정보의 신속한 제공을 위해 홍수정보지점(120개소)을 운영
- 강우의 이동, 발달 상황 등이 가능한 강우 레이더를 설치·운영하여 홍수예보 정확성 향상

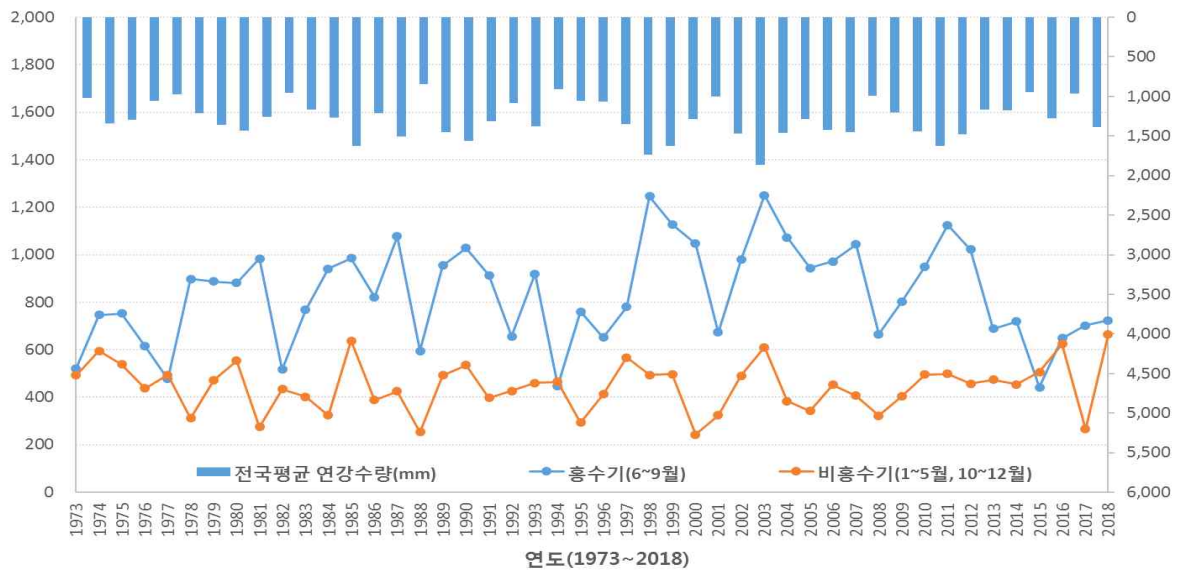
□ 재해로부터 안전한 하수도 시설 보급 및 관리

- 상습침수구역의 하수도정비 중점관리지역 지정('13~'19, 77개소) 및 지역별 특성을 반영한 도시 침수 예방사업 추진
  - '17년 제주시 삼양동, 화북동 일대(삼화 배수분구, 2.9 $\text{km}^2$ ) 하수관로 통수능 부족으로 내수배제 곤란을 사유로 중점관리지역 지정

#### 나. 문제점

□ 기후변화에 따른 호우빈도와 규모 상승

- 최근 약 50년간(1973~2018) 연평균강수량은 증가하는 경향을 보이거나 연변동량이 매우 크며, 2000년 초반부터는 전국평균 연강수량이 감소하는 추세를 보임
  - 2000년 초반부터 연 강수량의 감소는 홍수기 강수량의 감소로부터 기인

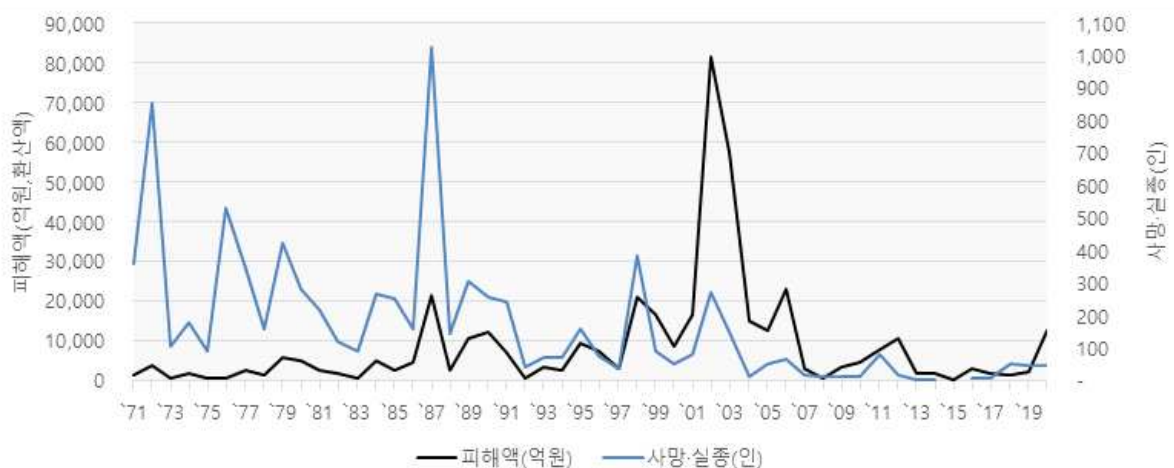


출처 우리 강 자연성 회복 구상 (환경부, 2020)

〈그림3-32〉 최근 50년간 국내 강수량 변화

#### □ 홍수 취약성 증가

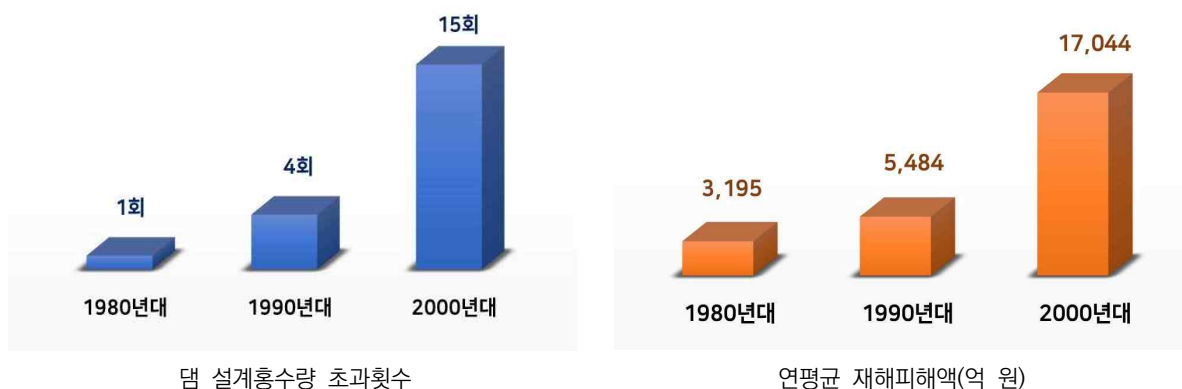
- 치수관리는 국가나 정부의 공공의 이익 증진을 위한 물관리 부문 중 하나이며, 치수적 측면에서는 지속적인 하천정비로 침수면적이 감소하고 있으나, 기후변화로 인한 강우특성 변화, 도시화·산업화 등으로 홍수위험에 대한 취약성은 증가하고 있음
- 지난 50년간(1971~2020) 인명피해와 홍수피해액을 살펴보면 지속적 치수사업 투자로 1990년대 이후 인명피해는 감소하고 있으나 경제발전에 따라 자산가치가 상승하면서 피해금액은 증가
- 이상기후로 인한 국지적 강우 등으로, 홍수 등 물 재해 발생빈도는 증가 추세로 과거 대비 집중호우 빈도 및 강우 강도가 증가하며, 이러한 강우특성 변화로 홍수피해 가능성 증대



출처 2019 재해 연보(행정안전부, 2020), 기후변화에 따른 풍수해 대응 혁신 종합대책(관계부처 합동, 2020)

〈그림3-33〉 최근 50년간 홍수피해 추이

- 환경부 ‘지속가능한 통합물관리 비전 마련을 위한 포럼운영 최종보고서(2018)’에 따르면 집중호우 추이는 60회/년(‘80년대)에서 133회/년(‘11년)으로 연간 집중호우 횟수가 ‘80년대 대비 약 2.2 배 증가하였으며, 기후변화로 인해 하천시설물 설계빈도 이상의 홍수 증가로 대규모 피해 발생
  - \* ‘02년 태풍 “루사” (강릉 870mm/일 강우), ‘06년 태풍 “에위니아” (남해 265mm/일 강우)
  - ‘16년 태풍 “차바” (대암댐 계획홍수량 초과유입(1,620m³/s), 태화강 200년 빈도 홍수)
- 기후변화에 적응하고, 유역 및 지역 중심의 홍수 및 가뭄재난관리 실현을 위해서는 물재해 취약지역에 관한 과거 사례(기간, 심도 등) 및 취약성 평가가 선행되어야 하며 취약 정도에 따른 맞춤형 대책 마련 및 집중적인 정책 추진 필요



출처 국민의 물관리 혁신 방안 (K-water, 2019)

〈그림3-34〉 기후변화에 따른 홍수빈도·피해 변화

#### □ ‘20년 홍수피해 분석

- 집중호우로 인한 하천범람피해
  - ‘20년은 기록적인 강수량으로 인해 모든 하천유역에서 예년 대비 1.7 ~ 2배의 강수량을 기록하였으며, 주요 지점에서도 종전 최대치 기록을 초과하는 형태를 보였음

〈표3-24〉 섬진강댐, 용담댐, 합천댐 유역 강수량

유역	면적	과거 최대강수량	2020년 강수량	대비
섬진강댐	763km²	295mm (‘02년)	341mm	116%
하류 지역	4,151km²	252mm (‘02년)	350mm	139%
용담댐	930km²	270mm (‘04년)	378mm	140%
하류 지역	1,297km²	229mm (‘11년)	230mm	100%
합천댐	929km²	259mm (‘18년)	304mm	117%
하류 지역	403km²	308mm (‘02년)	251mm	81%

출처 풍수해 대응 종합대책(관계부처 합동, 2020)

- 과거의 강우 패턴을 토대로 국가하천 100~200년, 지방하천 50~80년 홍수빈도로 수립한 홍수방어



계획이 기후변화에 따른 강수량 증가 양상을 반영하지 못하였고, 국가하천(총 3,602km) 정비율 79.6% 대비 지방하천(총 26,252km)은 47.7%, 소하천(총 34,689km)은 45.5%로 정비율이 낮은 등 자치단체가 관리하는 지방하천, 소하천, 세천 등에 대한 제방보강, 준설 등의 홍수 예방 투자 및 정비가 부족하였음

- 또한, 수문 방류 개시 3시간 전까지 방류 시기, 방류량 등을 포함한 방류계획을 관계기관, 하류 주민에게 통보 후 방류 시까지 하류 주민의 대피 등 대응시간이 충분하지 않았던 점도 피해를 키우는 요인이 되었음
- 배수시설 능력을 초과한 강우로 인한 도시침수
  - 하수도, 우수저류시설, 배수펌프시설 등 배수시설 용량을 초과한 집중호우로 부산, 대구 등 대도시에서 빗물이 역류하여 침수피해 발생하였으며(부산 7월 23일, 대전 7월 30일) 배수시설의 유지관리 소홀 및 운영상의 미흡과 집중호우 시 침수·범람이 우려되는 시설 및 지역에 대한 통제가 미흡하여 인명(부산 지하철도 3명 사망(7월 23일) 등) 및 재산피해 발생



섬진강댐 하류 (남원시 금지면)



합천댐 하류 (합천군 울곡면)



용담댐 하류 (금산군 제원면)



용담댐 하류 (영동군 양산면)

〈그림3-35〉 2020년 8월 집중호우로 인한 피해 전경

## 다. 추진전략 및 시범사업

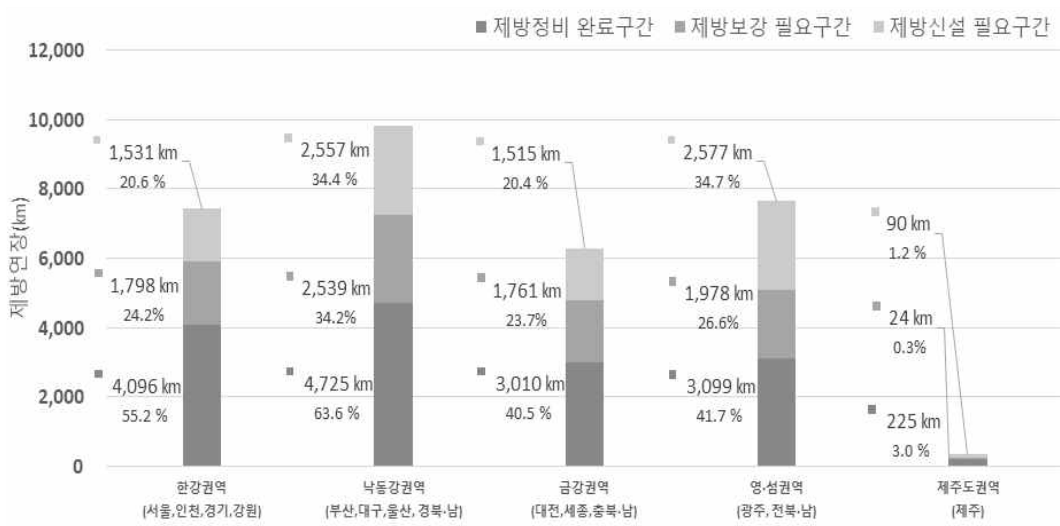
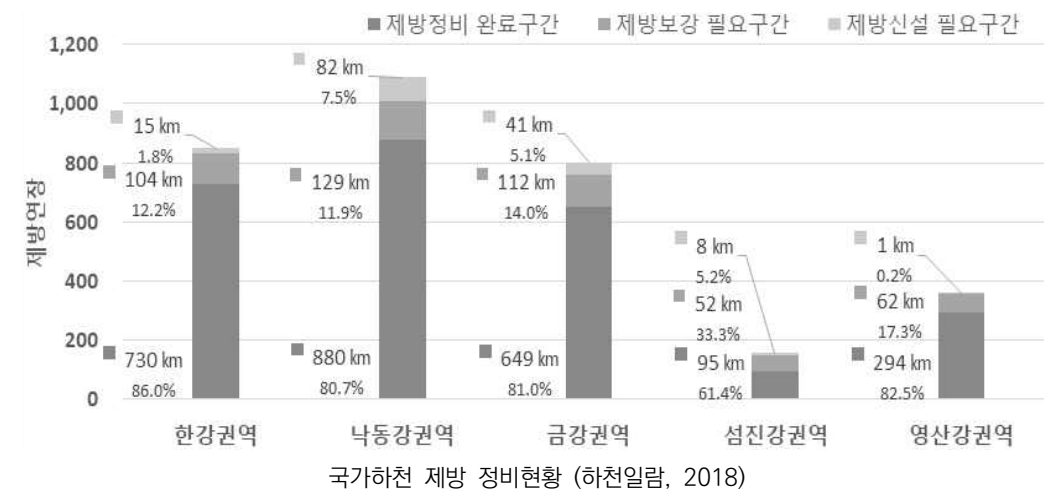
### □ 사전 예방적 홍수 방어체계 구축

- 하천 정비율은 하천 홍수 예방을 위한 지속적인 투자를 통해 국가하천 81.4%, 지방하천 48.1%가 정비되었으며, 최근의 기후급변에 따른 영향을 고려한 하천기본계획의 재수립 및 홍수빈도의 상향 조정을 통한 하천정비 필요

〈표3-25〉 하천기본계획 수립 현황

연대	계		수립구간			미수립구간	
	개소수	연장(km)	개소수	연장(km)	수립율(%)	개소수	연장(km)
합계	3,833	29,853	3,457	26,150	87	1,240	3,703
국가	63	3,012	63	2,991	99	2	21
지방	3,770	26,840	3,394	23,158	86	1,238	3,682

출처 한국하천일람(국토교통부, 2020)



지방하천 제방 정비현황 (하천일람, 2018)

〈그림3-36〉 하천정비(제방) 현황

- 계획홍수빈도의 상향에 따른 국가·지방하천 제방축조 및 보강을 통해 홍수에 안전한 하천 구간을 확대함에 있어, 하천 공간의 생태·친수·문화 기능, 하천과 주변 도시와의 네트워크 강화 등 하천 활용 요소를 고려한 제방 공간의 확보 추진
- 국가·지방하천 종합정비계획(국토교통부, 2016) 상 하천제방정비율을 26년까지 국가하천 97%, 지방하천 70% 수준으로 높일 것을 계획



〈표3-26〉 국가하천 정비계획

구 분		제방 신설·보강	하도정비(구간연장, 준설량)
한강수계 (서울,인천,경기,강원)	사업량	77(km)	26(km) / 1,403만(m³)
	사업비	1,147억 원	3,085억 원
낙동강수계 (부산,대구,울산,경북·남)	사업량	84(km)	61(km), 932만(m³)
	사업비	1,183억 원	2,902억 원
금강수계 (대전,세종,충북·남)	사업량	30(km)	-
	사업비	494억 원	-
영·섬수계 (광주,전북·남)	사업량	31(km)	2(km) / 29만(m³)
	사업비	633억 원	46억 원

출처 국가·지방하천 종합정비계획('16~'26) 2016, 국토교통부



〈표3-27〉 지방하천 정비계획

구 분		제방 신설·보강	하도정비(구간연장, 준설량)
한강수계 (서울,인천,경기,강원)	사업량	1,286(km)	9.2(km), 128만(m³)
	사업비	20,549억 원	205억 원
낙동강수계 (부산,대구,울산,경북·남)	사업량	2,268(km)	28(km), 123만(m³)
	사업비	37,110억 원	197억 원
금강수계 (대전,세종,충북·남)	사업량	1,637(km)	17(km), 23만(m³)
	사업비	25,373억 원	36억 원
영·섬수계 (광주,전북·남)	사업량	1,594(km)	18(km), 63만(m³)
	사업비	23,647억 원	100억 원
제주수계 (제주)	사업량	92(km)	-
	사업비	1,551억 원	-

출처 국가·지방하천 종합정비계획('16~'26) 2016, 국토교통부

- 홍수조절용량 확보를 위한 강변저류지·홍수터 설치
  - 강변저류지는 하천 연안의 저지대를 활용하여 하천의 계획홍수 초과 발생 시 일시 저류하는 기능의 시설물로, 하천 변에 접하여 있는 위치적 특성으로 홍수조절 효과가 확실하고, 설치 가능 대상지가 많으며 기존 하천의 홍수터를 복원하여 본래의 홍수조절기능을 회복·활용할 수 있는 시설
  - 하천의 자연성 회복의 일환으로 기존 하천의 홍수터 복원을 통해 홍수소통공간을 추가로 확보함과 더불어 과거의 하천 형상으로 회복 및 하천환경 개선
  - 국가하천은 투자우선순위 평가 기준에 따라 국고를 배분하고, 지방하천은 치수안전도 확보를 최우선적으로 고려하고, 중요도를 고려하여 광역지자체별로 투자우선순위를 결정
  - 제주특별자치도 풍수해저감종합계획(2014)에서는 하천재해 위험지구 22개소를 설정하고, 하천계획 및 필요성에 따른 하천 정비 및 강변저류지 설치를 계획

\* 하천재해 위험지구 22개소, 축제 및 보축, 교량재가설 및 저류지 신설 등

기능	강변저류지	홍수터
개념도		
활용	하도홍수분담, 야생생물서식지 생태연못·관찰데크 설치, 자연학습원 등	하천 형상 복원, 홍수소통공간 확보 친수공간 활용 등

출처 국가·지방하천 종합정비계획('16~'26) (국토교통부, 2016)

〈그림3-37〉 강변저류지·홍수터 활용방안

〈표3-28〉 지방하천 강변저류지, 홍수터 확보(안)

구 분		강변저류지	홍수터
한강수계 (서울, 인천, 경기, 강원)	사업량	4개소, 656만(㎡)	28개소, 74만(㎡)
	사업비	1,806 억원	291 억원
낙동강수계 (부산, 대구, 울산, 경북·남)	사업량	6개소, 17만(㎡)	12개소, 10만(㎡)
	사업비	64 억원	16 억원
금강수계 (대전, 세종, 충북·남)	사업량	10개소, 32만(㎡)	8개소, 16만(㎡)
	사업비	77 억원	94 억원
영·섬수계 (광주, 전북·남)	사업량	22개소, 252만(㎡)	18개소, 6만(㎡)
	사업비	487 억원	15 억원
제주수계 (제주)	사업량	12개소, 203만(㎡)	-
	사업비	390 억원	-

출처 국가·지방하천 종합정비계획('16~'26) (국토교통부, 2016)

〈표3-29〉 지방하천 정비 연차별 투자계획

(단위 : 억 원)

구 분(억원)		계	'16년	'17년	'18년	'19년	'20년	'21~25년
국가하천		40,000	3,900	4,000	4,000	4,000	4,000	20,100
지방하천	광주	1,194	172	119	119	119	119	546
	전북	14,388	1,456	1,439	1,439	1,439	1,439	7,176
	전남	16,210	1,458	1,621	1,621	1,621	1,621	8,268

출처 국가·지방하천 종합정비계획('16~'26) (국토교통부, 2016)

## □ 댐·하천 홍수방어기준 강화 및 댐 운영체계 개선

## ○ 홍수방어기준 강화

- 유역별로 증가하는 홍수량 가중치를 산출하고, 홍수량 증가 정도를 고시, 댐·하천 설계에 반영 필요.

국가하천 주변의 사회·경제적 가치 평가 후 중요지역의 방어목표 대폭 상향(최대 200년 → 500년 빈도) 등 차등화된 목표 적용하고 지방하천의 계획빈도(50 ~ 80년)도 권역별 하천 기본계획을 재검토하여 현실에 맞게 상향

- 부유식 시설물에 대한 하천 점용허가 기준 설정 및 제방의 구조안전성 점검체계 개선(제방 내부 토질여건 종합평가 등)을 통해 하천시설물의 안전한 설치 및 관리를 위한 안전기준 강화
- 댐 운영체계 개선
  - 댐의 홍수대응용량 확보를 위해 용수이용 등 댐의 이용에 영향 없는 범위 내에서 홍수기 제한수위를 하향하는 것을 검토(섬진강댐 시범 적용 → 他댐 확대 적용)하고, 댐 물을 특정용도에 사용하도록 부여한 댐 사용권의 재배분과 저수용량이 감소한 댐의 퇴적토 제거(영천댐, 대암댐)를 추진함으로써 홍수조절 역량을 강화
  - 댐 방류 시 하류 지역 피해 예방을 위한 댐관리자-하류 지역 지자체-주민 간 댐 운영협의회를 운영하고, 수문 방류 예고제를 도입하여 방류 가능성을 1~2일 사전에 안내, 위험지역 내 정보 제공
  - 이상기후 등을 반영하여 댐 운영 의사결정 기준, 기준수위 초과 시 조치사항 등 구체화 및 드론, AI·빅데이터 분석 등을 활용한 댐 안전관리 스마트화 추진

#### □ 도시침수 예방

- 도시 수방 성능 제고
  - 증가하는 강수량과 강수 패턴을 고려하여 자치단체별 방재성능목표(지역이 감당할 수 있는 강우) 상향 검토하고 방재 시설 성능 평가를 통해 목표에 미달하는 시설 집중 개선, 상습침수지역의 하수관로 설계빈도 상향(30~50년)
  - 재해영향평가 협의 개선으로(심의위원회 투명성 강화, 이행실태점검, 업무지침 보강 등) 행정계획, 개발사업으로 인한 도시침수 사전 차단
- 침수 예방사업 확대
  - 펌프장(행안부), 하수도(환경부), 하천(국토부) 등 종합 정비가 필요한 지역에 대한 마을 단위 풍수해 생활권 종합정비사업 확대하고, 도심의 상습침수구역의 하수도정비 중점관리지역 지정 및 지역별 특성을 반영한 도시침수 예방사업 추진
  - 노후하수관로 정비대책 수립, 집행 및 유지관리를 추진하여 긴급보수가 필요한 노후하수관로를 정비하고, 하수관로 운영관리시스템의 시범 적용을 통한 표준모델 개발, 실시간 유량 모니터링, 빗물펌프장 자동운전 관리 등을 위하여 ICT 기반 「스마트 하수관로 관리시스템」 구축을 추진하여 침수, 지반 침하로부터 안전한 하수도 시설 관리

#### □ 재난 대응체계 개선

- 상황관리시스템 스마트화
  - 재난안전통신망을 통하여 현장 대응기관 간, 현장과 상황실 간 실시간 정보(영상 등) 공유 및 신속 대

- 응 지원, 재해 우려 지역의 지능형 CCTV 확충으로 위기징후 조기 포착·전파체계 강화 및 급경사지, 저수지 등에 설치한 IoT 센서와 전자지도(GIS) 상황판을 연계하여 전국 재난정보를 동시에 표출·분석
- 그간 축적된 풍수해 정보의 정제·표준화(~ '25년)를 통하여 빅데이터 기반의 상황관리 추진 및 정책 결정 지원
  - 데이터 기반의 예보시스템 지능화
    - 다원화된 기상관측 통합관리 및 관측정보 공유 확대를 통한 데이터 협업·연계 강화 및 예보 기간, 지역에 한정되지 않는 시공간 통합형 수치예보모델 개발 추진
    - 풍수해관리시스템을 피해 규모, 범위, 양상 등 위험요소를 모델링하여 피해 정도를 예측하는 예측·예보형으로 고도화하여 과학적 피해 예측 및 예방사업 효과 분석

## 라. 기대 효과

- 태풍·이상 강우 등으로 인한 극한의 홍수가 발생하더라도 국민의 생명·재산피해를 최소화할 수 있는 치수안전성을 확보
  - 기후변화에 따른 대형 태풍 등 대응기준 마련 및 체계구축
  - 기반시설 홍수 안전 강화 및 예방 투자 확대
  - 도시홍수관리체계 강화하여, 도시의 침수 예방 능력 강화
  - 홍수예보체계의 고도화를 통해 선제적인 홍수대응 체계 마련

## 1.2 섬진강

### 1.2.1 종적 연속성 회복을 위한 협업사업

#### 가. 현황 및 문제점

- 강에는 수자원 확보나 이용 등을 위해 하천의 연속성을 차단하는 다양한 하천구조물이 설치되었으나, 목적과 기능을 상실한 수리구조물의 방치로 하천의 연속성이 저해되고 있는 실정
  - 섬진강 권역에는 농업용수 확보 등을 위해 하천에 하천구조물 5,076개소(어도 931개소)가 설치되어 있음
  - 어류의 이동성을 위한 어도 설치와 관리가 미흡하여 실제 제대로 운영되고 있는 어도는 약 22%에 해당(국가어도정보시스템, 2020). 설치된 어도가 대상 하천의 이용어류에 적합한 형태인지 검토 필요
- 사회·경제, 이수·치수, 수질·생태 등 다양한 측면의 모니터링과 면밀한 평가를 통해 철거·개선(개방 및 탄력운영 등) 등의 조치추진이 필요하며, 어도 개보수사업의 확대를 통해 하천의 연속성 회복을 위한 노력이 요구됨

〈표3-30〉 하천구조물 설치현황

대권역	하천 구조물	어도		평가등급			개보수 대상어도	개보수 필요율(%)
		개수	설치율	양호	미흡	불량		
전 국	33,914	5,393	15.9	1,618	3,206	556	3,762	69.8
한 강	7,104	1,355	19.1	390	798	165	963	71.1
낙동강	12,146	1,639	13.5	553	1,041	45	1,086	66.3
금 강	7,197	922	12.8	344	473	94	567	61.5
영산강	2,391	541	22.6	123	339	79	418	77.3
섬진강	5,076	931	18.3	206	552	173	725	77.9
제주도	0	5	0.0	2	3	0	3	60.0

출처 국가어도정보시스템(2020)

#### 나. 추진방향

- 기본방향
  - 유역 상·하류 하천의 어류, 생물종 조사를 통한 연속성 필요 및 사업 구간을 설정하고 상·하류를 연계한 협업사업의 제안과 확대 필요
  - 댐 상·하류 어류, 하천환경, 보 현황조사 등을 통해 시범사업 구간 선정·추진

## □ 환경부 주도의 하천 연속성 회복을 위한 법·제도적 정비

- 어도는 환경부, 국토교통부, 농림축산식품부 등 하천과 수로를 다루는 여러 부처에서 수생태계 보전, 생물다양성 증진, 하천·수리구조물 정비, 피해시설물 복구 등의 운영목적에 따라 개별 법률로 관리되어 통합적 어도 사업추진에 한계가 있는 실정
- 어도는 하천 연속성 확보에 있어 핵심적이며, 수질-수량-생태를 아우르는 통합물관리 측면에서 어도 관리를 통합할 수 있는 제도적 근거가 필요하므로, 환경부의 ‘물환경보전법’에 의해 큰 틀에서 정리가 되고, 하천복원(생태하천복원사업)까지 연계될 수 있도록 하는 것이 바람직함

〈표3-31〉 부처별 어도 관련 법 및 사업

구 분	환경부	해양수산부	국토교통부	농림축산식품부, 지자체	행정안전부
관련법	물환경보전법	내수면어업법	하천법	농어촌정비법	자연재해대책법
설치 목적	수생태계 보전 및 생물다양성 증진	수산생물의 이동통로 확보	생태적 기능을 고려한 하천정비	친환경적인 농업 수리시설물 정비	자연현상 파괴시설물 복구
사업명	생태하천 복원사업	어도 개보수사업	고향의 강 정비사업	농업생산 기반 정비사업	재해복구사업

## □ 어도 협력사업 추진방안

- 「물관리기본법」의 제11조(유역별 관리)와 제13조(협력과 연계관리)에 따르면, 물은 유역 단위로 관리함을 원칙으로 하며, 국가와 지방자치단체는 물관리 정책 시행에 있어 유역 전체를 고려하여야 하며, 어느 한 지역의 물관리 여건변화가 다른 지역의 물순환 건전성에 나쁜 영향을 미치지 않도록 하여 유역·지역 간 연대를 이루어야 한다고 선언하고 있음
- 따라서 물관리는 유역 특성을 반영한 지역 기반 계획이 필요하며, 유역 수준에서 토지이용과 물환경, 수질과 수량, 지류와 본류의 연계성을 고려한 통합관리를 추진해야 함(물환경관리기본계획, 2016)
- 수생태계의 건강성을 회복하기 위해서는 강의 전체적인 상-하류 간 연결성을 확보해야 하고 이로써 회유성 어종이 강의 하류에서 상류까지 이동할 수 있어야 하며 또한 본류에서 지류로의 국지적인 이동도 가능해야 함
- 따라서 하천의 상류에서 하류까지 물의 흐름과 회유성·이동성 어종의 이동을 가로막는 용도 폐기된 하천구조물을 개선하여 종적 연결성을 확보해야 함

## □ 국가, 지자체, 기관 간 어도 협업사업 발굴 및 추진

- 보와 어도 등을 포함하는 하천시설물에 대한 관리·운영은 국가, 지자체, 기관 등 다양한 주체가 참여하고 있어 통합적인 관리가 어려움. 상·하류 간 연속성 확보 차원에서 해당 하천이나 수계별로 국가, 지자체, 기관 등이 시설물 관리나 어도 사업을 협력적으로 추진해야 함

- 수계의 상·하류 구간 하천시설물 관리 주체인 모든 기관이 사업에 참여하되, 환경부에서 주도하여 공통된 가이드라인에 따라 조사, 평가, 관리에 대한 기관 간 협력을 유도하며, 국가(환경부)에서 해당 기관의 역할 및 사업의 협력방안에 대한 지침을 작성하여 효율적인 사업추진을 유도하여야 함
- 유역에서 벌어지는 문제와 갈등 현안을 충분히 반영하기 위해서 지방자치단체 및 관련 기관은 지역 특성을 반영한 하천시설물 관리대책을 수립하고 추진하며, 중앙정부는 지방자치단체와 지역주민의 참여와 역할 확대를 유도하도록 할 필요가 있으므로 수계관리위원회를 포함하여 유역 단위의 민·관·학·연 거버넌스를 구축하여 민간부문의 활동 기반을 마련하며, 이를 중심으로 유역 계획수립과 이행 및 관련 연구 수행 시 사업자, 단체, 주민 등 이해관계 당사자의 참여를 확대하는 방안이 필요함

## 다. 추진전략 및 시범사업

### 1. 하천의 종적 연결성 확보사업

#### □ 현황

- 수계 내 하천구조물은 총 5,076개지만 이중 어도가 설치된 곳은 931개에 불과하며, 평가결과가 양호한 어도는 206개로 약 22%에 불과
- 섬진강 본류, 지류 구간을 대상으로 수생태계 건강성평가 결과 중 어류평가지수(FAI) 평가결과 나뭇(D등급) 이하는 본류 3개소(33%), 지류 3개소(3%)



〈그림3-38〉 섬진강 대권역 어류 평가결과

〈표3-32〉 섬진강 대권역 어류평가지수(FAI) 값 및 등급 분포

구 분	조사 구간수(개)	FAI		등급별 구간수(%)				
		평균	등급	매우좋음(A)	좋음(B)	보통(C)	나쁨(D)	매우나쁨(E)
본류	9	48.3	보통	0 (0.0)	1 (1.1)	5 (55.6)	3 (33.3)	0 (0.0)
지류	116	65.8	좋음	20 (17.2)	57 (49.1)	36 (31.0)	3 (2.6)	0 (0.0)

\* 어류평가지수(FAI) : 출현 어종의 섭식특성, 내성도 특성, 서식지 특성을 적용하여 건강성평가 항목(8개)에 따라 산정 후 총합이 100점 만점이 되도록 계산하여 5등급으로 평가

출처 : 하천 수생태계 현황조사 및 건강성 평가(XI) - 영산강·섬진강 대권역 (환경부, 2018)

#### □ 종적 연결성 확보사업 추진

- 보·어도 평가결과 및 어류평가 결과와 하천의 유황 등을 조사 후, 사업대상지를 선정 및 사업추진 필요
  - (대상지 선정 예) 보성강 지류인 용춘천의 경우 총 8개의 보가 설치되어 있으나, 이중 어도가 설치된 지점은 3개에 불과하며 평가도 미흡 1개소, 불량 2개소로 개보수가 필요함. 또한, 용춘천의 어류평가지수(FAI)는 34.4로 나쁨(D) 등급에 해당하여 하천의 수생태계 건강성 증진 및 종적 연속성 확보사업이 필요함
  - 대상지 선정 시 유황 조사를 통해 하천의 유황 상황 고려
  - (사업방안 예) 어도가 설치되어 있지 않은 보 중 높이가 상대적으로 높은 곳을 선정하여 어도를 우선 설치하고, 기존에 설치된 어도의 경우 어류의 소통이 용이할 수 있도록 개선 추진

〈표3-33〉 용춘천 보 현황

명칭	행정구역	폭(m)	길이(m)	높이(m)	재질	건축연도	관리기관	평가등급	어도수
복다리1	순천시 주암면	0.5	12.0	2.5	콘크리트, 돌쌓음	2010	순천시	양호	0
복다리2	순천시 주암면	0.5	13.0	1.3	콘크리트, 돌쌓음	2010	순천시	제체파손	0
복다리3	순천시 주암면	1.0	13.0	0.7	콘크리트	2010	순천시	양호	1
복다리4	순천시 주암면	1.8	15.0	0.7	콘크리트	2010	순천시	양호	1
복다리5	순천시 주암면	1.5	16.0	0.8	콘크리트	2010	순천시	양호	1
복다리6	순천시 주암면	0.5	38.0	1.1	콘크리트	2010	순천시	양호	0
복다리7	순천시 주암면	0.8	38.0	0.8	콘크리트	2010	순천시	양호	0
쌍산	순천시 주암면	-	-	-	-	-	농어촌공사	-	-

출처 국가어도정보시스템(2020)



〈표3-34〉 용촌천 어도 현황

명칭	설치 보	폭 (m)	길이 (m)	높이 (m)	경사도 (°)	형식	건축 연도	관리기관	평가 등급	위치
복다리3어도1	복다리3	3	19	1.3	4	기타	2010	순천시	불량	중
복다리4어도1	복다리4	3	15	1.0	5	기타	2010	순천시	미흡	중
복다리5어도1	복다리5	3	20	1.5	2	기타	2010	순천시	불량	중

출처 국가어도정보시스템(2020)

## 라. 기대효과

- ☐ 하천을 종적으로 단절시키는 구조물을 줄이고, 스스로 물길을 형성하며 흐를 수 있게 되면 자연적인 유황이 생겨 역동성을 가지게 될 것으로 기대됨
- ☐ 또한, 역동성 회복은 다양한 산란처, 서식처를 만들어주고 이를 통해 수생태계 건강성이 증진
  - 자연스러운 서식처에서 다양한 생물들이 자유롭게 이동하는 등 생태계 서비스 가치의 실현도 기대

## 1.2.2 황적 연속성 회복

### 가. 현황

#### □ 하천의 황적 구조 및 기능

- 자연하천은 침식, 퇴적, 운반의 물리적 작용이 오랫동안 반복되는 과정을 통해 형성되고 수역, 사주, 식생대 등으로 구분되며 식생대는 수중권, 수변권, 고수부지권, 하천제방권, 산지식생대 순으로 구분됨
- 하천의 황적 구조를 통해 자연정화, 생물서식처 제공, 육상·수생태계 전이대 기능 외에 심미적 가치 및 문화공간 제공, 범람 시 자연제방 등의 기능을 함



출처 한국의 하천식생 “식생조사와 평가방법” (이울경과 김종원, 2006)

〈그림3-39〉 하천의 단면 구분

- 국내에서는 산업화, 도시화에 따른 하천 직강화, 제방·호안 설치, 준설 및 댐 건설, 운영에 따른 조절 하천화로 자연적 지형구조를 유지하고 있는 하천이 매우 적음(이울경과 김종원, 2006)
- 또한, 침투홍수량 홍수 및 유사공급 억제 등으로 불안정 하도로 변화되었으며 기존의 모래, 자갈 이동상 사주의 형태는 고정화되고 하도구간에서 대규모 식생역이 활착하는 등 하천 고유의 황적 생태계 구조를 변형시킴



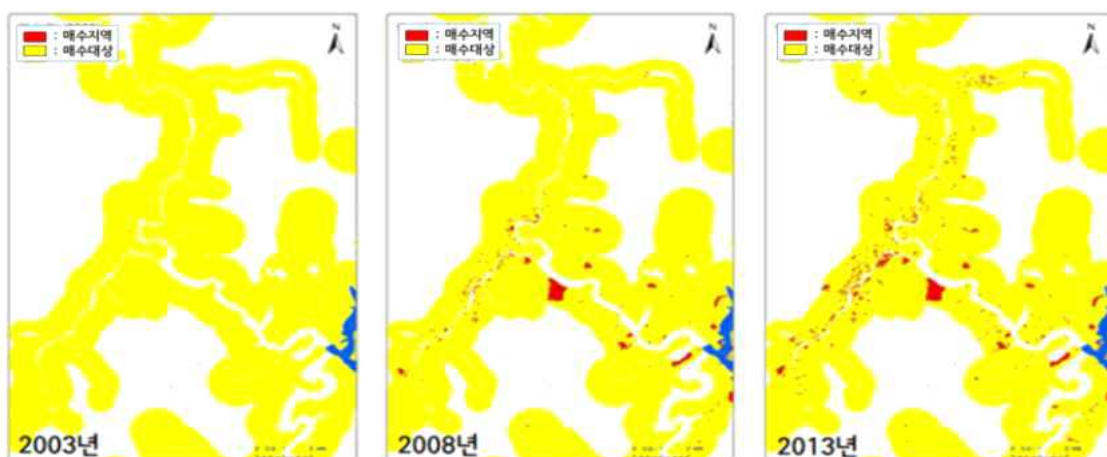
1971년(댐 건설 전)

2019년

〈그림3-40〉 낙동강 검암지구의 항공사진 비교 (K-water)

## □ 하천의 횡적 공간 현황

- 하천의 횡적 연속성 진단을 위해서는 지형, 생태, 토지이용 등 광범위한 조사가 필요하며 다양한 요소의 상호작용으로 이루어지는 복잡계인 하천의 공간 특성, 차수별 형상 등 고려 시 표준화된 평가에는 어려움이 따름
- 국내에서는 환경부에서 시행 중인 “하천 수생태계 현황 및 건강성 평가(2019)”에 의거 서식 및 수변 환경, 수변 식생 조사 평가결과를 참고하여 수계 하천의 전반적인 횡적 공간 구조 현황을 파악할 수 있음
- 섬진강수계는 전반적으로 수생태계 건강성은 좋음으로 평가되며, 하천변의 수변공간은 1.5~2.0배 이상 넓게 유지되고 있으며 섬진강 대권역이 가장 높은 비율의 구간에서 비교적 하천제방의 식생 발달공간이 넓게 유지되고 있는 것으로 나타남
- 본류의 경우 대부분 구간에서 횡구조물이 없으나, 지류의 경우 그렇지 못한 지점의 비율이 높게 나타났으며 전반적 하천 횡적 특성은 5개 강 중 섬진강 대권역이 가장 높은 점수를 보임. 또한, 제외지 토지이용 자연성은 본류와 지류의 큰 차이 없이 건강성이 높게 평가됨(환경부, 2019)
  - 서식수변환경지수 등급은 좋음이며 5대강 중 가장 높은 지수를 보였고, 지점 대부분이 보통이상으로 나타남
  - 수변식생지수는 좋음(B등급)의 건강성을 보였으며, 타 수계에 비해 상대적으로 나쁨(D등급) 지점이 상대적으로 낮게 나타남
- 2003년부터 진행하고 있는 영산강·섬진강 수계 수변구역 토지매수 및 수변생태벨트 조성을 통해 생태계 연결성을 나타내는 지수인 ENN-MN\*분석결과, 패치 간 연결성은 높아지고 고립도가 낮아지고 있음
  - \* ENN-MN : 경관을 이루는 기본단위인 패치(면), 코리더(선), 매트릭스(둘러싸는 요소) 중 패치를 중심으로 해당 패치에서 가장 가까운 동일 유형의 패치까지의 거리로 계산되며 패치의 고립도를 측정하기 위해 주로 이용되는 방법
  - 기존 패치 간 거리는 약 630m('03)이었으나, 이후 약 146m('08)로 줄어들었다가 '13년에는 약 82m로 단축되면서 패치 간 거리가 점차 줄어들



출처 토지매수사업 효율성 제고를 위한 성과평가·피드백 체계구축 마련 연구(4대강수계관리위원회, 2015)

〈그림3-41〉 영산강·섬진강수계 경관생태학적지수 산정 결과

〈표3-35〉 영산강·섬진강수계 시계열별 경관생태학적지수 산정 결과

구분	년도	NP	LPI(%)	TE(m)	LSI	TCA(ha)	ENN_MN(m)	SHAPE_MN
영산강 · 섬진강	2003	39	0.0013	9,340	7.88	3.11	630.84	1.32
	2008	1,302	0.0711	448,810	41.23	495.15	146.63	1.41
	2013	3,543	0.0713	1,115,560	74.95	761.93	82.36	1.44

출처 영산강·섬진강수계 제3차 수변구역 관리 기본계획 ('19~'23) (영산강유역환경청, 2018)

〈표3-36〉 2019 대권역별 서식수변환경지수(HRI) 값 및 등급 분포

대권역명	조사 지점수(개)	HRI		등급별 지점수(%)				
		평균	등급	매우좋음 (A등급)	좋음 (B등급)	보통 (C등급)	나쁨 (D등급)	매우나쁨 (E등급)
전국	1,158	55.6	보통	90(7.8)	343(29.6)	522(45.1)	189(16.3)	13(1.1)
한강	444	58.6	보통	51(11.5)	148(33.3)	180(40.5)	62(14.0)	2(0.5)
낙동강	300	51.8	보통	17(5.7)	69(23.0)	137(45.7)	69(23.0)	8(2.7)
금강	199	53.5	보통	10(5.0)	52(26.1)	103(51.8)	32(16.1)	2(1.0)
영산강	106	53.1	보통	3(2.8)	30(28.3)	56(52.8)	16(15.1)	1(0.9)
섬진강	102	60.7	좋음	7(6.9)	43(42.2)	43(42.2)	9(8.8)	0(0.0)
제주	7	61.4	좋음	2(28.6)	1(14.3)	3(42.9)	1(14.3)	0(0.0)

출처 하천 수생태계 현황 및 건강성 평가 보고서-영산강·섬진강 대권역

〈표3-37〉 2019 대권역별 수변식생지수(RVI) 값 및 등급 분포

대권역명	조사 지점수(개)	RVI		등급별 지점수(%)				
		평균	등급	매우좋음 (A등급)	좋음 (B등급)	보통 (C등급)	나쁨 (D등급)	매우나쁨 (E등급)
전국	880	46.5	보통	102(11.6)	198(22.5)	450(51.1)	113(12.8)	15(1.7)
한강	308	44.3	보통	30(9.7)	63(20.5)	152(49.4)	53(17.2)	8(2.6)
낙동강	252	45.4	보통	18(7.1)	65(25.8)	128(50.8)	37(14.7)	4(1.6)
금강	159	48.9	보통	24(15.1)	35(22.0)	87(54.7)	12(7.5)	1(0.6)
영산강	77	51.1	좋음	15(19.5)	16(20.8)	40(51.9)	6(7.8)	0(0.0)
섬진강	78	50.6	좋음	15(19.2)	18(23.1)	39(50.0)	5(6.4)	1(1.3)
제주	6	38.3	보통	0(0.0)	1(16.7)	4(66.7)	0(0.0)	1(16.7)

출처 하천 수생태계 현황 및 건강성 평가 보고서-영산강·섬진강 대권역

□ 수변구역 현황

- 수변구역은 상수원으로 이용되는 댐 및 그 상류 하천변의 오염원 입지 제한을 위해 지정되며 토지매수, 녹지조성 등 친환경 관리를 통한 수질 개선을 목적으로 함
- 영산강·섬진강수계 수변구역은 총 299.394km<sup>2</sup>로 지정되어 있으며, 영산강유역환경청에서 5년 단위로 수변구역 관리 기본계획을 수립하여 관리하고 있음
  - 「영산강·섬진강수계 물관리 및 주민지원 등에 관한 법률」 제4조 제1항에 의거 주암호·동북호·상사호·수어호·장흥댐(계획홍수위선 기준)의 경계로부터 500m 이내의 지역

〈표3-38〉 영산강·섬진강수계 수변생태벨트 조성 현황

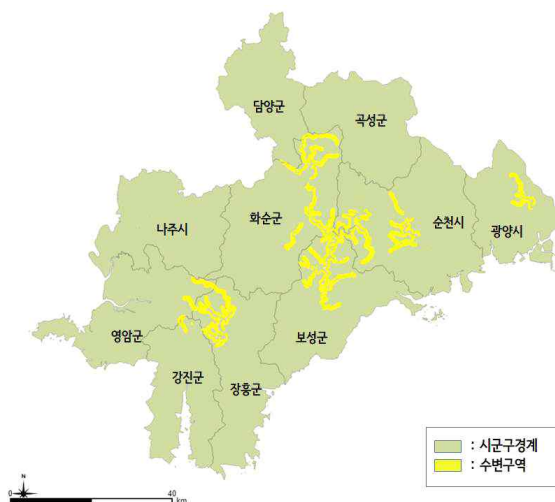
구 분		조성계획 면적(km <sup>2</sup> )	조성 면적(km <sup>2</sup> )	성과달성비율(%)
임야제외 녹지조성대상 면적(km <sup>2</sup> )		13.5	7.1	52.2
수변생태벨트 조성 면적 합계		5.2	7.1	137.1
2009년 이전		-	0.3	-
	소 계	5.2	6.8	131.6
	제1차 기본계획(2009~2013)	1.5	3.4	224.1
	제2차 기본계획(2014~2018)	3.7	3.4	94.0

출처 영산강·섬진강수계 제3차 수변구역 관리 기본계획 ('19~'23) (영산강유역환경청, 2018)

〈표3-39〉 8개 시·군 내 수변구역 면적 현황

구 분	강진군	광양시	담양군	보성군	순천시	영암군	장흥군	화순군	합 계
수변구역(km <sup>2</sup> )	3.620	17.240	2.280	67.847	70.480	14.297	49.700	73.930	299.394
비율(%)	1.21	5.76	0.76	22.66	23.54	4.78	16.60	24.69	100

출처 환경부 환경정책 - 4대강수계 수변구역 지정·고시 현황(2017.04.30.)



구 분	수변구역(km <sup>2</sup> )	비율(%)
담진호	66.217	22.12
동북호	42.455	14.18
주암호	138.541	46.27
상사호	34.767	11.61
수어호	17.414	5.82
합 계	299.394	100

출처 환경부 환경정책 - 4대강수계 수변구역 지정·고시 현황(2017.04.30.)

- 광범위 면적의 무단점용에 대한 관리가 어려워 상수원 수질보전에 영향을 미치며, 생태계 위해종 번식 등 생태계 보전 측면에 제약이 많음
- 수계 주요 상수원 관리의 중요성은 점점 증대되고 있으며, 댐 저수구역 홍수조절용지는 물과 맞닿아 있어 비점오염원 저감, 생물서식처, 생태관광 및 체험공간 활용 등 복합적 기능 수행을 위한 잠재력 큰 공간임

#### □ 하천 횡적 연속성 관련 제도 현황

- 국내에서 하천 횡적 연속성 증진 도모를 위해 물환경보전법, 4대강 수계법을 통해 상수원 보호, 수생태 보전, 복원 등을 위해 하천, 호소 경계 1km 이내 지역을 매수, 조성관리 할 수 있도록 규정하고 있으나 제내지로 한정하고 있음
- 하천법에서도 보전, 복원지구에 대해 하안 복원, 홍수터, 제방복원 등 사업 근거를 마련하고 있으나 제외지에 한정, 제내지까지 온전한 횡적 복원을 위해 개별법에 따른 복원을 연계 통합할 수 있도록 근거가 마련되어야 함

#### 〈표3-40〉 관련 제도 현황

구 분	물환경보전법	영산강·섬진강 수계법	하천법
내 용	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 법 제19조의3 (수변생태구역의 매수·조성)</li> <li>○ 시행령 제25조 (수변생태구역 매수 등의 기준 등)</li> <li>○ 시행령 제31조의4 (수생태계 연속성 확보에 필요한 조치 등)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 법 제4조 (수변구역의 지정·해제 등)</li> <li>○ 법 제4조의2 (수변구역관리 기본계획의 수립·시행)</li> <li>○ 법 제4조의3 (수변생태벨트 시행계획의 수립·시행 등)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 법 제45조 (보전지구 등의 관리) 하천환경 보전, 복원사업</li> <li>○ 시행령 제25조 (보전지구·복원지구 안에서의 사업) 저수로, 하안복원, 홍수터, 제방복원 등</li> <li>○ 법 제84조(폐천부지 등의 관리)</li> </ul>

## 나. 하천의 횡적 연속성 회복 추진방향

### □ 기본방향

- 기존 하도구간 내 변형된 단면 구조, 하안, 홍수터 등을 복원하고 제외지에 국한된 하천관리를 극복하여 제방으로 단절된 제내지의 옛 홍수터를 회복하고 궁극적으로는 하천유역 전체가 복원 대상의 공간이 되어야 함
- 다양한 토지이용 실태 감안, 우선적으로 하천, 호소 훼손, 교란된 제내지 홍수터를 복원하고 단계별로 제내지까지 확대 연계하는 통합형 완충지대를 구축

### □ 횡적 연속성 회복을 위한 핵심전략



〈그림3-42〉 新수변생태벨트 핵심전략



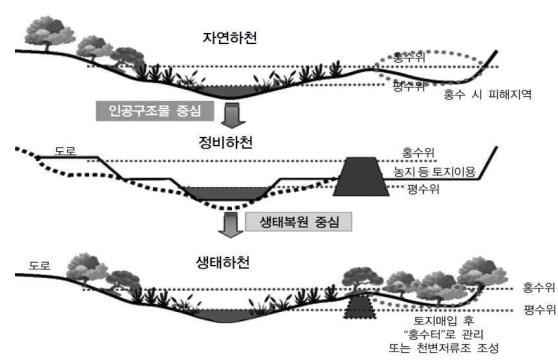
## 다. 추진전략 및 시범사업

### □ 하안 복원 및 수변완충지대 확대

- 제외지 중심의 하천 홍수터를 공간 개념으로 복원하여 환경사제방 조성, 하천 폭 확대, 휴경지 매입 등을 통한 제방 후퇴, 천변저류지 조성 등 도모
- 제방 후퇴, 자연형 홍수터 확보 등은 제내지 수변구역 등의 기매수 지역과 폐천부지 등 국공유지를 적극적으로 활용하고 도시화, 농경지에 대해서는 매수를 위해 대규모 재정 소요 및 사회적 합의 등을 고려 장기적으로 추진



제방 후퇴



생태하천

출처 환경백서(환경부, 2018)

〈그림3-43〉 하폭 확대 및 제방 후퇴 개념복원도

- 하도 내 육역화로 인한 과대 식생대, 낮아진 하상 구조를 복원하기 위해 홍수터를 복원하여 모래, 자갈 사주 등 재현, 유사공급을 장기적으로 추진



미국 트리니티강 하상 복원

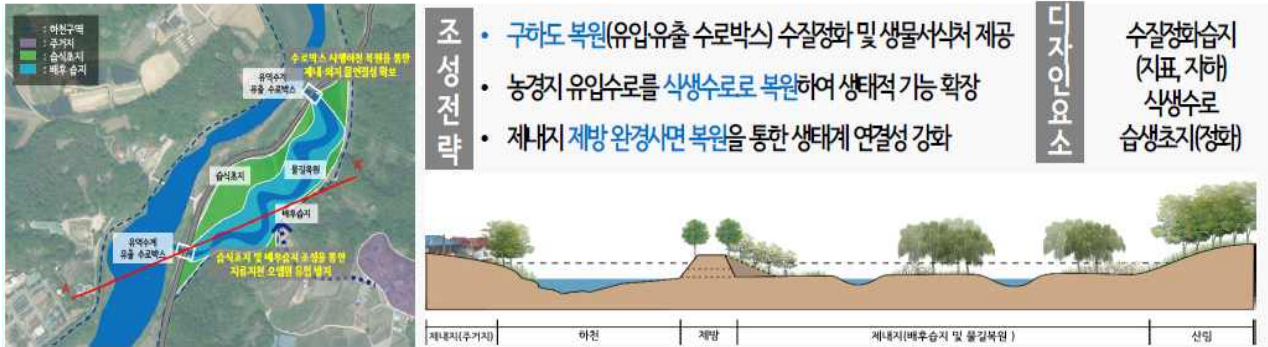


독일 이자르강 폭 넓히기 및 하상 복원

〈그림3-44〉 하상 복원사례



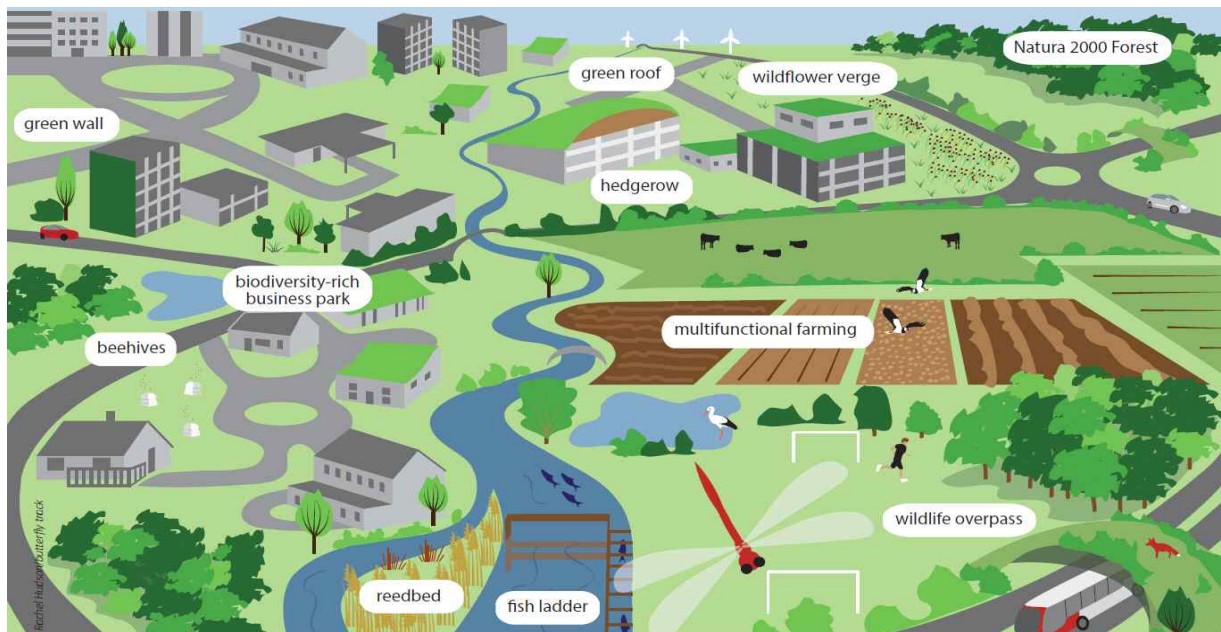
- 하천 제외지와 제내지를 연계한 수변림, 초지, 습지 조성을 통해 수역과 육역간의 생태적 추이대 기능을 하는 통합형 수변완충지대를 확대 복원
- 이때 하천 차수, 홍수터·제방 형태 및 제내지의 토지이용 양상을 고려하여 수변완충지대를 유형화하고 대상지별 현황에 맞는 복원사업을 추진



〈그림3-45〉 통합형 수변완충지대 모델 예시

#### □ 기후변화 대응 Green - Blue 네트워크 체계구축

- 수변구역, 상수원 보호구역 등이 인접한 하천, 댐 구간의 경우, 기존 매수토지 등과 단계별로 연결하는 Green-Blue Network형 수변완충지대를 구축
- \* (Green-Blue Network, GBN) 하천 등 수공간과 녹지, 생태공원 등 그린인프라와 연결되면서 자연의 연결성이 확대되고, 생태계의 연속성이 확대되는 개념



출처 EU Biodiversity Strategy to 2020 (EU, 2011)

〈그림3-46〉 유역 그린-블루 네트워크 개념

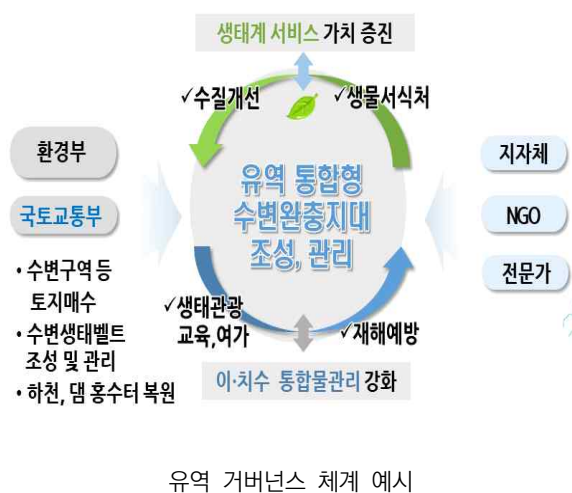
## □ 수변완충지대의 생태·인문·자원화

- 수변완충지대는 생태네트워크 구축의 거점 역할이 가능한 그린인프라이며, 환경생태적 가치뿐만 아니라 인문·사회적 가치를 확산시킬 수 있는 자원임
- 생태관광과 생태탐방 등의 공간적 거점으로써, 탐방객들에게 자연생태의 체험, 힐링의 즐거움을 제공할 수 있는 자원임
- 따라서 거점과 네트워크로서의 가치를 확산할 수 있는 체계적인 전략을 수립하고 실천할 수 있는 수변생태벨트를 조성해야 함



〈그림3-47〉 함양상림

- 수변완충지대의 지속성을 유지하기 위해 직접적 이해당사자인 주민들이 충분한 정보를 공유하고 의사결정에 참여할 수 있도록 인적네트워크를 구축하여 소통과 협력을 통한 복원 추진



〈그림3-48〉 Nbs(Nature-based solutions) 기반의 댐 홍수터 개선체계 및 관리 예시

- 지역주민이 직접 참여하는 지역 거버넌스 구성과 함께 친환경 수변완충지대와 연계한 주민 지원사업 및 소득 창출 방안을 마련하여야 함



수변생태벨트 안내판 설치



수변생태벨트 활용 생태교육

〈그림3-49〉 수변완충지대 인문·자연화 예시

〈표3-41〉 수변완충지대를 활용한 지역 거버넌스 사업 예시

구 분	사업명	내용
단기	정화활동	주변 쓰레기 제거, 예·제초 생태계교란종 제거 등
	안내 시설물 설치	수변완충지대 개념 및 해설 수변완충지대 현황, 주의사항 등
	조성 공모전	대학생, 일반인, 전문가 등을 대상으로 시행 지역민의 의견을 적극 반영
중·장기	생태계 모니터링	동·식물 변화상 관찰 환경변화 모니터링
	생태계교란종 제거	가시박, 단풍잎돼지풀 등 주요 생태계교란종의 지속적인 제거
	활용 생태교육	하천, 호소 수변의 기본현황 동·식물상 현황 연계 프로그램 운영
	홍보	SNS, 홈페이지, 팸플릿 등 지역 신문 및 방송 등
	주민 역량강화 프로그램 운영	참여자 역량에 맞는 인식→실천→주도의 단계별 맞춤형 교육 실천활동에 필요한 기초적 부분 지원
	주민 감시원	동·식물 포획 및 채취, 쓰레기 불법 투기 생태계교란종 제거, 기타 환경보전 관련 불법행위 감시
	환경 컨설팅	마을 활성화를 위한 지원 및 협력 활성화 프로그램 진행, 컨설팅 및 모니터링



## □ 시범사업 추진 시 고려사항

- 하도 내 하상 복원은 국내외 관련 기술을 접목하여 적용이 가능하나 제방고 하향, 후퇴 등은 제내지 토지이용 여건 및 사회적 공감대를 바탕으로 단계별로 추진되어야 함
- 제내지와 제외지를 연계한 통합형 수변완충지대는 우선적으로 영산강·섬진강 수계법에 의거 수변구역 또는 상수원보호구역으로서 매수가 가능한 토지를 활용한 시범사업이 가능할 수 있음

## 1. 하천 구간 시범사업 대상지

- 섬진강 시범사업 대상지는 섬진강 본류 전라남도 구례군 구례읍 봉서리 구간을 대상으로 선정
- 하천 구간 내 홍수터에 이용 위주의 산책로 및 초화원 등이 조성되어 있으나 수역과 제내지 도시화 구간사이에 수질 정화, 생태적 완충 기능이 부족하며 홍수터 내에 길이 약 600m의 대규모 대나무숲이 존치되어 있음
- 제내지 상수원 보호구역 내 대규모 농경지가 입지하여 이를 영산강·섬진강 수계기금을 통해 매수하여 기존 천변 대나무 수림대와 연계 시 유역오염원의 자연적인 정화 및 섬진강수계의 핵심 생태축으로 조성 가능



〈그림3-50〉 섬진강 구례읍 봉서리 시범사업 대상지 및 기존 대나무 숲

## 2. 댐 구간 시범사업 대상지

- 섬진강수계의 댐을 대상으로 한 시범 연구 대상지는 주암댐 상류 전남 보성군 북내면 북내리 일원을 선정함
- 제외지 홍수터 주변으로 제내지 복원 필요지역이 위치하고 있으며, 인근 주거지 및 대규모 농경지로 인한 오염 유입 가능성이 높은 지역임
- 인근 기 조성한 수질정화습지 및 주암호 생태습지가 위치하여 핵심 거점으로 조성 가능
- 기 수변구역 매수 후 조성 녹지와 수질정화습지, 주암호 생태습지(자연환경보전지역)의 통합적 수변생태벨트 조성하고 산림·습지와 연계한 식생군락 및 논습지 조성으로 생물다양성 증진

\* 논습지, 식생수로, 경관림, 버드나무군락 복원, 바이오매스림, 마을숲 등



〈그림3-51〉 주암댐 상류(전라남도 보성군 북내면 북내리 일원) 시범대상 추진 방향

- 수계 거점 수변생태벨트 사업으로 추진 중인 전라남도 화순군 백아면 옥리 일원에 대해 제내지 계획과 연계하여 하천 구간 하폭 확대 및 제방 후퇴 후 자연 홍수터, 완경사 호안 등을 통해 수역에서 주변 산림까지 이어지는 자연형 하안으로 수변완충지대 시범 복원



〈그림3-52〉 전남 화순군 백아면 옥리 일원 구상

## 라. 기대효과

- 강의 생태적 연결성 증진
  - 강을 횡적으로 단절시키는 구조물을 줄이고 제방으로 둘러싸인 강폭을 확대하여 강 스스로의 물길 형성을 유도하고 자연적인 유황이 생겨나 강 스스로가 변화와 역동성을 갖게 됨
  - 이러한 역동성의 회복은 다양한 산란처, 서식처를 만들어주고 이를 통해 수생태계 건강성을 증진하고 육역과의 생태적 네트워크를 증진
- 탄소저감(흡수), 비점오염 저감, 생태계 건강성, 녹색 일자리 창출, 민·관 협치 등 생태계서비스 측면의 조성 효과 기대

### 1.2.3 옛 물길 복원 대상지 선정 및 기본구상 수립

#### 가. 현황

- 수자원 확보나 이용, 발전 등을 위한 수리 구조물\*이 설치·운영 중에 있어 강의 연속·역동성이 저해되고 있음 (「우리 강 자연성 회복 구상(환경부, 2020)」)

\* 염수침입 방지 등을 위해 낙동강, 금강, 영산강 등에 설치된 하굿둑, 농업용수 등의 확보를 위해 하천에 설치된 33,913개의 보(국가어도정보시스템, 2020) 및 다수의 하상유지공, 「4대강 살리기 사업」으로 설치된 16개 대형 보 등

- 국가하천 제방정비 비율은 한강 86.0%, 낙동강 80.6%, 금강 80.9%, 영산강 82.4%, 섬진강 61.4% 순이고, 지방하천 제방정비 비율은 한강 54.6%, 낙동강 47.9%, 금강 48.0%, 영산강 42.9%, 섬진강 35.5% 제주도 66.3% 임 (「한국하천일람(국토교통부, 2020)」)

- 국가하천을 중심으로 물길 복원 잠재지(사행가능구간) 수층 지역은 피해방지를 위해 제방정비가 이루어져 있고 제내지는 경작, 주거 등의 재산권 형성

- 하천생태계 및 수환경 보전을 위해 국가하천 및 주요 지류에 하천유지유량을 점진적으로 고시 및 확대

- 25개 하천 60개소('06), 66개 하천 76개소('15), 71개 하천 114개소('18) 고시

- 인위·자연적 원인 유로변경으로 인해 유역에는 많은 폐천부지 존재(환경부, 2016)

- 폐천부지는 대부분 옛 물길 지역으로 하천구역에 편입될 경우 매입비용이 절감될 수 있기 때문에 옛 물길 복원 대상의 현실적 대안이 될 수 있음

〈표3-42〉 유역 폐천부지 필지수 및 면적 현황

유역	합계		국가하천		지방하천	
	필지수	면적(㎡)	필지수	면적(㎡)	필지수	면적(㎡)
섬진강	191	72,444	81	27,642	110	44,802

출처 전자관보(2002~2016) 고시, 전라북도청(2016), 익산지방국토관리청(2016)

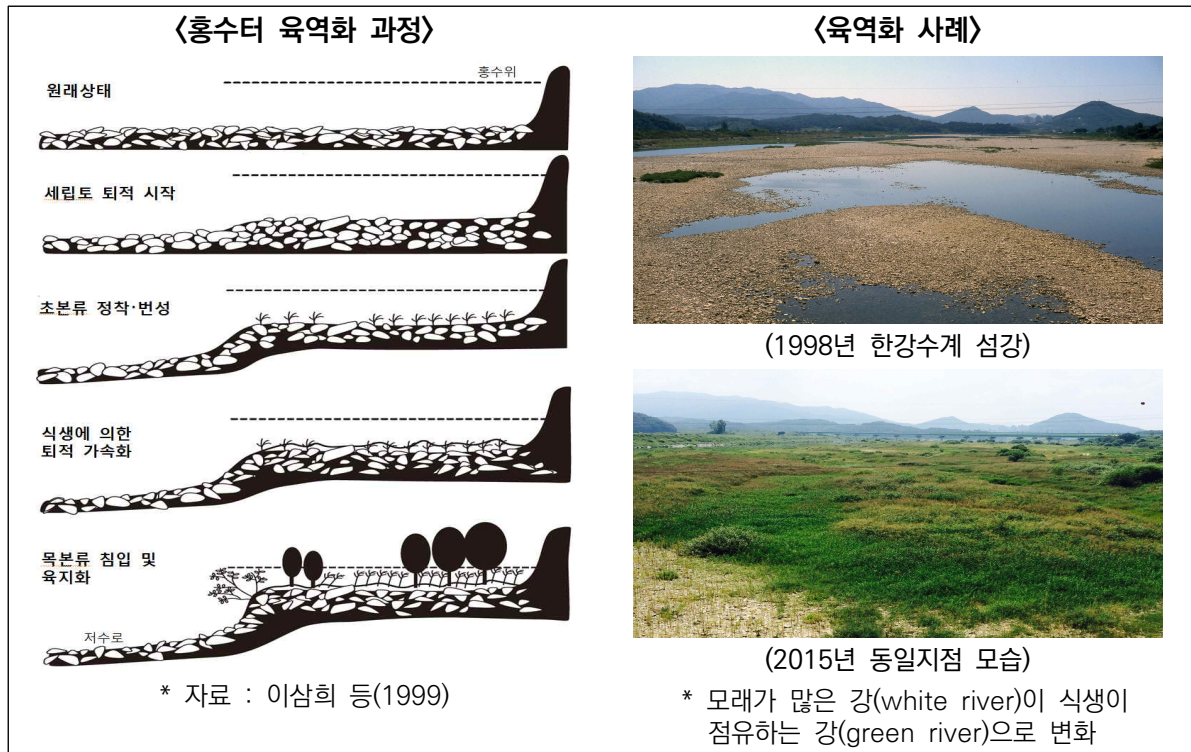
※ 폐천부지는 정부기관 및 지자체에서 제공하나, 폐천부지의 하천에 대한 정보는 기관별 차이가 있어 산정하지 않음

#### 나. 문제점

- 상류의 댐·저수지에서 방류량을 조절해 중·소규모의 홍수가 줄어드는 등 하천 흐름의 변화를 나타내는 유황이 단순해져 하상 변화 감소, 식생 침입 등 강의 육역화 현상이 심화(환경부, 2020)로 대안 필요

- 2013년 기준 62개 국가하천의 식생점유면적은 33.8%(한국건설기술연구원, 2015)





출처 우리 강 자연성 회복 구상(환경부, 2020)

〈그림3-53〉 하천 육역화 발달 단계 및 사례

- 강에 대한 과도한 통제는 수질·수생태에 부정적인 영향을 미치고 홍수방어 측면에서도 불리
  - 물흐름의 정체와 부유물 퇴적으로 인해 녹조현상이 심화되고 강의 자정능력 저하
  - 수생태 측면에서는 상·하류 간 생태계가 단절되어 생물종의 다양성과 건강성 저하
  - 자연유황의 상실은 유사(流砂) 이동과 강의 역동성을 저하시켜 어류를 포함한 다양한 생물들의 서식처와 산란처 감소
  - 유황의 단순화로 강에 과도한 식생이 유입되고, 홍수위 상승 등 홍수방어력이 저하될 뿐 아니라, 자연경관 훼손과 사람의 접근성 저해 문제 발생

## 다. 추진전략 및 시범사업

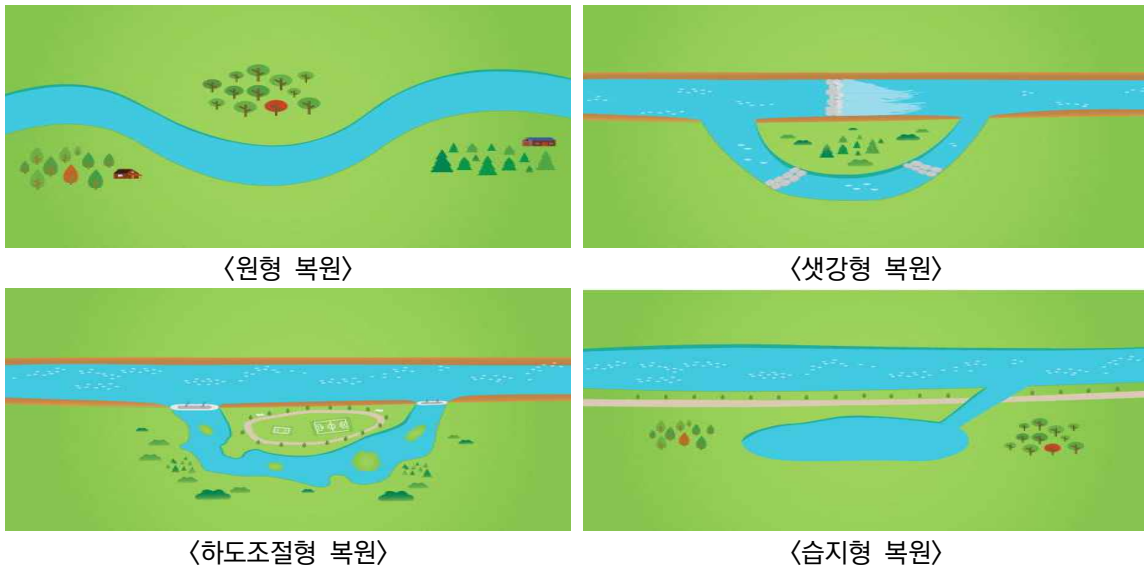
- 옛 물길 복원을 위한 4가지 활용 기법(① 폐천을 활용한 옛 물길 복원, ② 점진 확대되는 하천 유지유량을 활용한 옛 물길 복원, ③ 범람원 수용을 통한 옛 물길 복원, ④ 국민공유·지역 활성화 위한 옛 물길 복원 스토리텔링 적용) 제시
- 옛 물길 복원의 기본방향은 자연적인 모습에 가까워지며 회복력을 높여 교란된 생태계가 스스로 조정·적응 가능하도록 공간적 조건에 맞게 여건을 조성하는 것으로 특정 시점에서의 회귀를 의미하지 않음

## 1. 폐천을 활용한 옛 물길 복원

- 환경부「옛 물길(터) 복원 기본계획(2016)」에 제시한 시범사업지를 옛 물길로 복원하고 모니터링 후, 기법 보완 및 전수조사를 통해 확대 적용
  - (복원모델) 물리·수리적 인자, 유형, 국내외 사례 분석 등을 통해 복원 방향 제시

〈표3-43〉 물리적 복원유형에 따른 복원 수준

기능적 평가항목	물리적 복원유형(안)			
	원형 복원	샛강형 복원	하도 조절형 복원	습지형 복원
하천물리구조 (사행복원)	상	중/상	중	하
생태복원	상	중/상	중	중/상
친수기능 확보	중하	중/상	상	중/상
치수기능	중/상	중/상	중/상	중/상



〈그림3-54〉 물리적 복원유형(안)

## 2. 점진 확대되는 하천유지유량을 활용한 옛 물길 복원

- 「우리 강 자연성 회복 기본구상(환경부, 2020)」에 제시한 자연유황의 회복을 위한 방법으로 계절적 특성과 수요에 따라 변동 가능한 하천유지유량(환경생태유량) 설정으로 육역화를 방지하여 옛 물길과 같이 지속적으로 물이 흐르는 환경 유지
  - 수량과 수질을 동시에 고려하여 댐 용수 비축기준을 개선하고 대하천 위주에서 중소하천 저류시설 까지 용수공급 대상으로 확대 고려



- 물관리기관 간의 시설연계를 통해 자연유황의 회복에 필요한 하천유지용수 확보 추진
  - 협력 기반 댐-보-저수지 연계 운영의 고도화를 통해 하천유지용수를 최대한 확보(예 : 수양제(농공) → 평림댐(K-water), '17년)하고, 유희저수지의 조사·재개발·활용(예 : 남수저수지(농공)을 K-water 보완 후 용수공급('22년~)) 추진

미국 애리조나주(州) 정부가 24시간 동안 글렌 캐니언 댐 하부 배사문을 개방하여(1200m³/초 방류) 댐 상류에 퇴적된 약 5억m³ 규모의 토사 및 침전물을 방출하고, 하류 수위를 약 5일 동안 높게 유지하는 등 중·소규모 홍수를 인공적으로 일으키는 실험 시행

⇒ 실험 결과, 단기적으로는 하류의 어류와 수력발전 감소 등 단점도 있으나, 장기적으로는 자연적 사주생성 등 환경에 이로운 효과가 있는 것으로 나타남



〈그림3-55〉 미국 글렌 캐니언(Glen Canyon) 댐의 인공홍수 사례(2012. 11)

### 3. 범람원 수용을 통한 옛 물길 복원

- 「우리 강 자연성 회복 기본구상(환경부, 2020)」에 제시한 강 지형의 자연성 회복 방법으로 제방 후퇴정책에 따라 휴경지 매입 등을 시행하여 옛 홍수터 확보 및 옛 물길 복원에 기여
  - 홍수 교란과 식생전환 등에 의한 자연환경의 변화를 고려하여 과거의 강 지형에 가장 적합한 방법으로 하상 회복 추진



〈그림3-56〉 Matsuura 강 중류 Azame no se 습지복원

### 4. 국민공유·지역 활성화를 위한 옛 물길 복원 스토리텔링 적용

- 이·치수 사업 및 현재 이용으로 인해 끊어진 옛길을 스토리텔링으로 재현하여 국민과 소통공간 마련 및 지역 활성화로 연계 추진

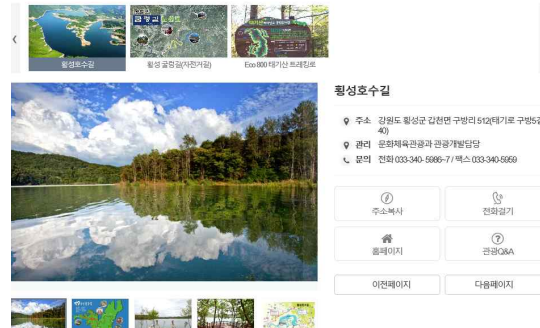
- 유역 하천·댐 주변 과거 옛길을 이야기로 풀어낸 국민소통 복원 시설을 조성하여 지역 활성화에 기여

산막이옛길은



괴향 대를 산모퉁이길 산막이옛길은 충북 괴산군 칠성면 외서의 시오령 마을에서 산골마을인 산막이 마을까지 연결했던 총 길이 10마의 옛길로서 흔적처럼 남아있는 옛길에 옛그림을 그리듯 그대로 복원된 산책로이며 옛길 구간 대부분을 나무판형(데크)으로 만드는 친환경 공법으로 환경훼손을 최소화하여 살아있는 자연미를 그대로 보여주고 있을 뿐만 아니라 산막이옛길을 따라 펼쳐지는 산과 물, 숲이 어우러지는 아름다운 괴산의 백미로 즐길 수 있는 곳이다.

괴산군 홈페이지



황성군청 홈페이지

〈그림3-57〉 댐 주변 옛길을 스토리텔링으로 조성한 사례

## 라. 기대효과

### □ 옛 물길 확보 및 생태계 건강성 회복

- 서식처 물리 구조 개선, 흐름 다양성 확보, 홍수터 확대, 하천 종횡 연결 등에 따른 수생태 건강성 및 생물다양성 증대
- 자연하천에서의 홍수터, 옛 물길 복원으로 하천 본연의 홍수 저류 능력 회복을 통해 자연재해 예방 및 복구비용 저감
- 기존 제외지 내 친수 위주의 획일화된 하천관리에서 벗어남으로써 생태하천복원사업 효과 증대 및 다양화 도모

### □ 옛 생태 친수공간 조성 및 활용

- 기지역의 하천 관련 역사·문화적 가치를 높이고, 환경개선을 회복함으로써 사회적 수요에 부응하는 수변공간 및 생태 친수공간 제공
- 국민이 직접 체험할 수 있는 생태하천 공간 조성으로 여가, 생태체험, 교육 등 생태계 서비스 증진 및 국민의 삶의 질 향상 도모
- 생태적, 역사·문화적 공간 확대로 하천 주변 지역의 경제가치 및 지역경제 활성화 제고

### □ 자연성 회복을 기반으로 한 국가 하천사업 확대 기여

- 지방하천 수생태 건강성 및 생물다양성 증대는 국가하천으로 연계·확대됨으로 순기능 역할 제고
- 생물다양성 위기, 에너지 및 자원고갈, 기후변화 및 자연재해 등 글로벌 이슈에 대응하는 국가적 하천사업계획 확대 기여 등

## 1.2.4 자연유황의 회복

### 가. 현황

#### □ 자연유황의 변동

- 상류의 댐·저수지에서 방류량을 조절해 중·소규모의 홍수가 줄어드는 등 하천 흐름의 변화를 나타내는 유황이 단순해지고 있음
- 댐·저수지의 건설에 따른 저류량 증가, 방류량의 인공적인 조정 등으로 인해 건설 전·후 하천의 유량 변동계수(최대유량/최소유량)는 감소하는 형태

〈표3-44〉 댐건설 전·후 유량변동계수 변화

하천명 (지점)	유량변동계수		
	댐 건설전*	'80~'90**	'95~'14***
한강 (한강대교)	390	90	115
낙동강 (진동)	372	260	101
금강 (공주)	300	190	71
영산강 (나주)	320	130	214
섬진강 (송정)	390	270	272

【주】 \* 한강 '19~'43, 낙동강 '19~'27, 금강 '18~'79, 섬진강 '18~'64, 영산강 '16~'75 자료 이용

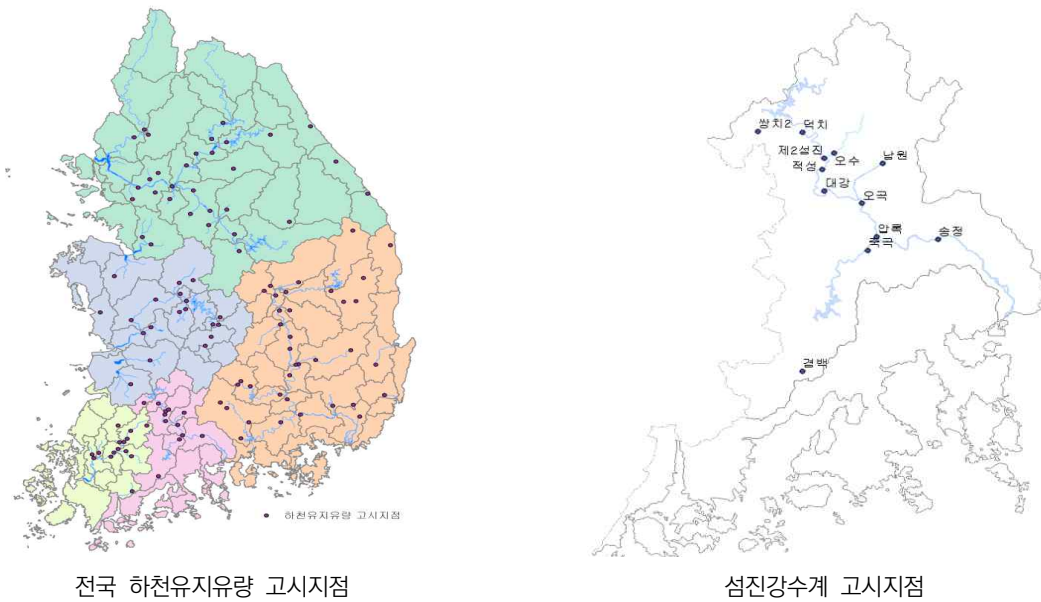
\*\* 『댐건설로 인한 5대수계 본류의 유황변화 분석』(대한토목학회 논문집 제13권 제3호, 1993)

\*\*\* 한국수문조사연보 자료('95~'14)를 이용하여 지점별 유량변동계수를 산정

출처 수자원장기종합계획 (국토교통부, 2016)

#### □ 하천유지유량 확보

- 하천의 다양한 기능들이 조화롭게 유지될 수 있도록 하천을 종합적으로 계획하고 관리하기 위해 하천유지유량 개념도입
- 하천유지유량은「하천법」상 생활·공업·농업·환경개선·발전·주운 등의 하천수 사용을 고려하여 하천의 정상적인 기능 및 상태를 유지하기 위하여 필요한 최소한의 유량으로 정의되고 있으며, 하천유지유량의 확보를 위해 국가는 하천유지유량 제도를 도입('99) 및 고시하였음(주요하천 본류 '06, 주요 지류 '15)
- 전국 하천유지유량 고시지점은 114개소로, 한강 33개소, 낙동강 35개소, 금강 18개소, 영산강 15개소(탐진강 1개소 포함) 및 섬진강 13개소 운영 중



〈그림3-58〉 하천유지유량 고시지점 현황

## 나. 문제점

### □ 자연유황 변동에 따른 하천환경·생태계 영향

- 물흐름의 정체와 부유물 퇴적으로 인해 녹조현상이 심화, 강의 자정 능력은 저하되고, 하상 변화 감소, 식생 침입 등 강의 육역화 현상이 심화되고 있으며 수생태 측면에서는 상·하류 간 생태계가 단절되어 생물종의 다양성과 건강성이 악화되고 있음. 자연유황의 상실은 유사(流砂) 이동과 강의 역동성을 감소시켜 어류를 포함한 다양한 생물들의 서식처와 산란처가 사라지고 있음
- 또한, 유황의 단순화로 강에 과도한 식생이 유입되고, 이로 인해 홍수위 상승 등 홍수방어력이 저하될 뿐 아니라, 자연경관 훼손과 사람의 접근성 저해도 문제
- 횡적 변화가 차단됨으로써 저수로에 물흐름이 집중되어 하상의 지속적인 저하 문제도 발생하며, 이로 인해 지하수위 저하, 육역화 등의 문제가 더욱 고착·심화

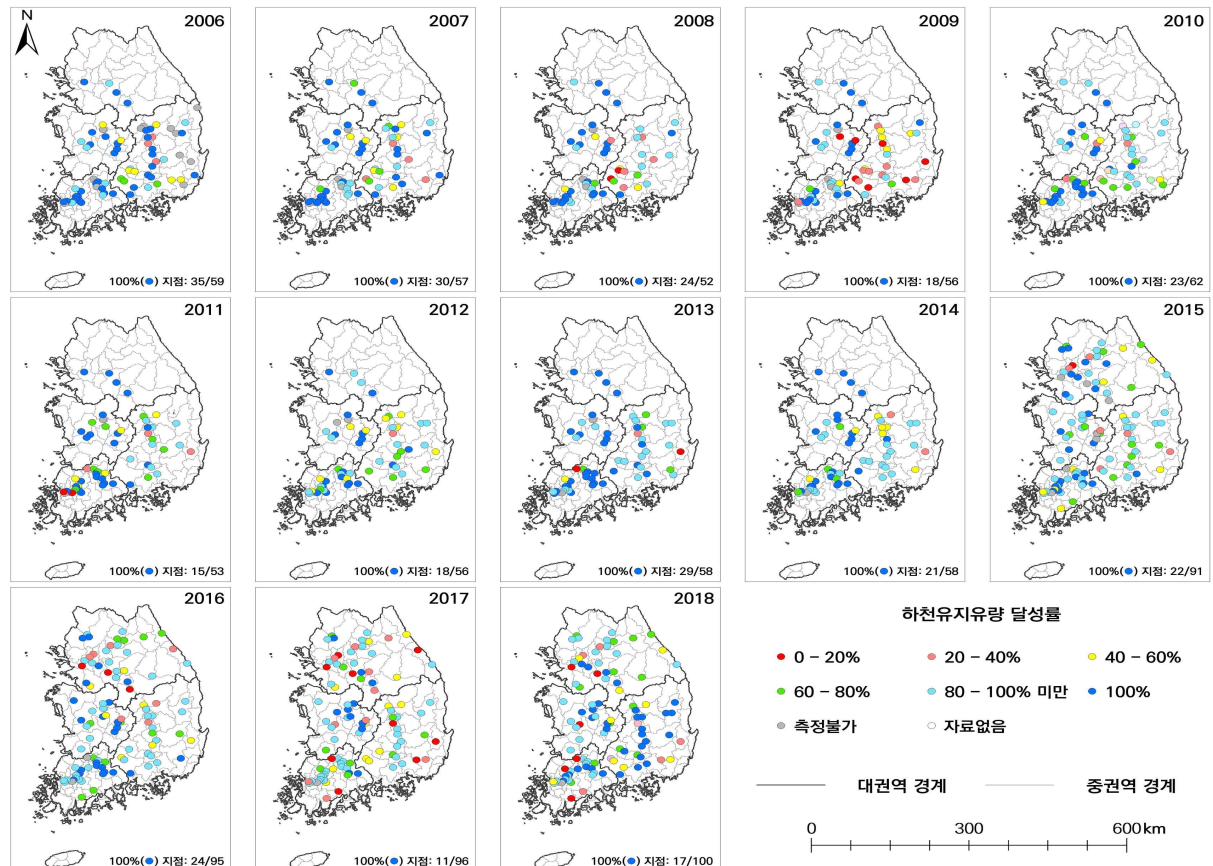
### □ 하천유지유량 달성률 저조

- '06~'18년 동안 전체 측정지점 대비 365일 중 하천유지유량을 100% 달성하는 지점의 평균 비율은 약 44.6%이며, 275일 이상 달성하는 지점의 평균 비율은 81.6%로 갈수량이 아님에도 하천유지유량의 상시확보가 저조
- 대하천 분류 구간은 대부분 유지 유량이 갈수량을 기준으로 고시되어 달성률이 높으나, '15년 새롭게 고시된 지점 중 특정 지류를 중심으로 달성률은 저조

〈표3-45〉 2006~2018년 섬진강 하천유지유량 달성률(%) 평가

연도		'06	'07	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	평균
측정지점 총개수*		7	7	8	8	11	11	10	11	10	11	11	12	12	9.9
하천유지유량 달성률(달성지점 총개수/측정지점 총개수*100, %)															
365일 달성지점 비율(%)		71	29	50	25	64	36	50	73	50	36	55	17	25	44.6
275일 이상 달성지점 비율(%)		100	100	100	75	73	64	80	91	90	73	82	67	67	81.6
반년 이상 달성지점 비율(%)		100	100	100	88	91	91	90	91	100	100	100	83	83	93.6
365일 중 달성일 수 비율별 지점수	100% (365일)	5	2	4	2	7	4	5	8	5	4	6	2	3	4.4
	75%~ (275일~)	2	5	4	4	1	3	3	2	4	4	3	6	5	3.5
	50%~ (183일~)	0	0	0	1	2	3	1	0	1	3	2	2	2	1.3
	25% (91일~)	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0.2
	<25% (90일 이하)	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	2	1	0.5

출처 수문조사연보('06~'18년, 환경부), 국가물관리기본계획, 연도별 측정 불가 또는 결측 지점 미포함



출처 제1차 국가물관리기본계획(2021~2030)(관계부처 합동, 2021)

〈그림3-59〉 2006~2018년 하천유지유량 달성률의 분포



## 다. 추진전략 및 시범사업

### □ 자연유황-하천생태계 관련성 연구 추진

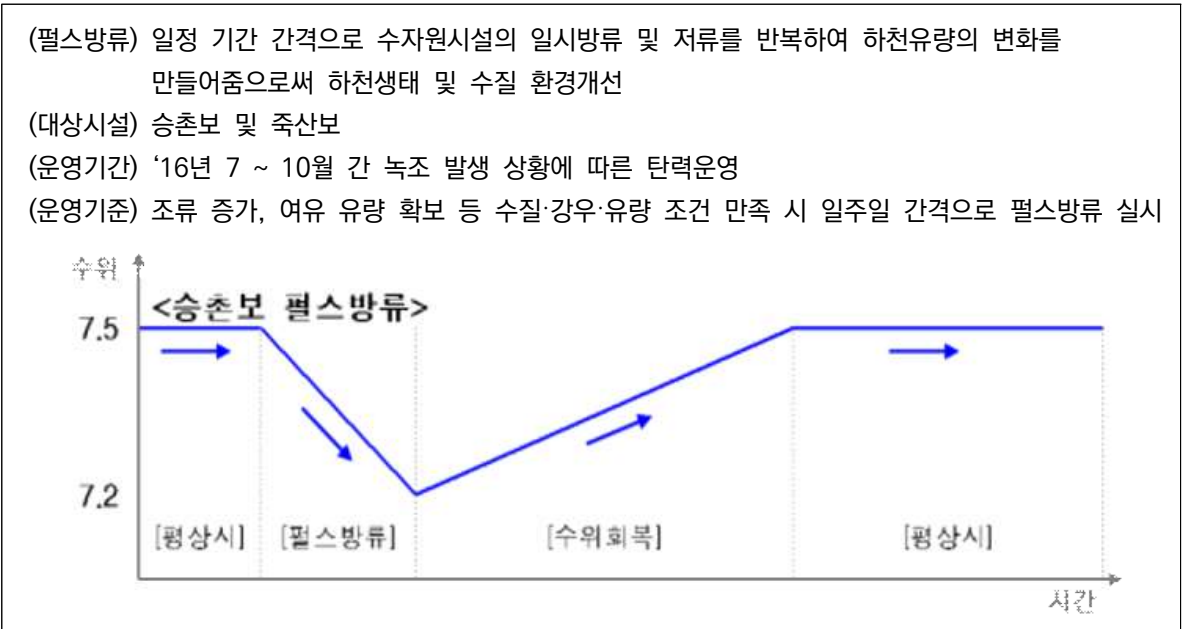
- 하천유황은 하도 및 홍수터에서 물과 유사한 이송을 통하여 하천 내 물질 이동, 하상 형태 등에 영향을 끼침으로써 하천생태계를 조직화하고 범위를 설정
- 인공구조물로 인해 왜곡된 하천유황과 유사량의 변동 정도와 이 수문 특성치들의 변화 - 하천 생물 등 생태계 영향 정도에 관한 심층연구가 선행되어야 자연유황의 회복 수준 도출이 가능
- 국내 하천복원은 치수 사업에 의해 훼손된 하천들이 주로 대상이 되어왔으나, 하천의 보전과 복원을 위한 패러다임이 자연유황의 역할이 중요시되는 것으로 바뀌면서 하천생태계 건전성 확보를 위한 하천복원은 자연유황의 특성과 생태계 연관연구가 필수
- 대하천에서부터 중소하천의 자연유황은 저수지의 건설, 하천수 취수량 증가로 인해 상당히 변화하였으나, 이들에 관한 연구는 미진한 부분이 있으며, 생태계를 고려한 하천복원을 위해서는 생태수문학적 전문분야의 발전이 필요

### □ 자연유황 회복을 위한 환경생태유량 산정

- 최근 용수공급뿐만 아니라 생태, 경관, 친수에 대한 물 수요가 증가함에 따라 수생태계 건강성에 대한 관심이 증가되고, 관련 법제도의 정비가 진행
- 특히, 2017년 물환경보전법의 개정에 따라 수생태계 건강성 유지를 위해 필요한 최소한의 유량을 환경생태유량으로 정의하고 이를 하천관리에서 고려할 수 있도록 법제화하였음
- 제2차 물환경관리 기본계획에서는 전국의 수생태계 건강성을 양호(B)등급 이상으로 유지하는 것을 목표로 하고 있으며, 이를 유지하기 위해서는 연중 제공되는 자연유황의 생태적 기능이 확보되어야 하며 전국 환경생태유량 취약지점을 파악하고 하천의 자연유황의 특성과 유사량 등 각 요소들이 가지는 생태적 기능 등을 고려한 환경생태유량에 대한 산정과 하천관리로의 반영이 필요
- '환경생태유량 시범사업 및 제도 운영방안 연구'(17년, 환경부)을 통해 수계별 2개 지점을 선정하여 시범 모니터링 시행 및 제도 운영체계 구축방안 검토

### □ 수자원시설의 탄력적 운영을 통한 하천 역동성 회복

- 강의 역동성과 생태계 건강성을 위해 유황의 회복 추진, 이를 위해 계절적 특성과 수요에 따라 변동 가능한 하천유지유량(환경생태유량)을 설정하고, 이에 따라 아·치수에 부담이 없는 한도에서 댐·저수지 등의 방류패턴을 개선
- 또한, 육역화를 막기 위해 강별 특성과 수요에 맞추어(홍수방어, 경관유지, 친수, 생태계 보존 등) 과도한 수준의 식생을 방지할 수 있도록 식생 조사와 육역화 예측·방지 등 적정수준의 관리를 병행



〈그림3-60〉 하천의 수환경개선을 위한 펄스형 보 시범운영 사례(영산강)

- 현재 하천유지유량은 평상시 유지 유량의 전량을 방류하는 방식으로 운영 중이며 이 경우 하천유지유량 기준을 초과하여 비효율적으로 운영되고 있으나, 공급방식을 개선하여 하천유지유량 전량 방류하는 공급방식에서 개선하여, 기존 댐 방류량에 유지유량 부족분만을 방류하는 방식(가변적 하천유지유량 공급)을 검토하고 효율적인 운영을 통해, 갈수기에 공급할 수 있는 유지유량 확보 가능

〈표3-46〉 가변적 하천유지유량 공급 예시

예시	기존 하천유량	댐 방류량	총 하천유량	하천유지유량	계
당초	10	15 (기준유지유량 방류)	25	15	기준유량 초과만족
변경	10	5 (부족분 방류)	15	15	10만큼의 저수량 확보 가능

- 『하천법』 개정 등을 통하여 하천유지유량의 안정적인 유지를 위해 대표지점의 지속적인 모니터링 과 결과 보고 및 조치 등에 대한 체계구축, 하천유지유량 미달성 구간별 수질, 수생태, 친수, 하류의 물이용 등 영향평가 기반 마련 및 지속적 평가

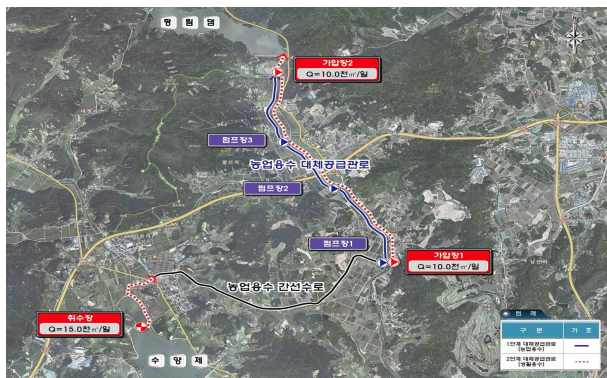
□ 하천유지유량 산정지점 확대

- 하천이 가지는 고유기능(수생태조성, 경관 등)의 관점이 중요해지고 있으며, 물관리 범위도 본류에서 지류하천까지 아우르는 유역단위로 확대되었음. 확대된 관리범위에 맞추어 대하천에서부터 소규모지류 하천까지 다양한 생물종의 서식지, 인간의 거주성(Amenity), 하천환경 보존, 건전화 방지 등을 위해 유지유량 관리지점 확대 추진

## □ 수자원시설의 효율적 운영을 통한 하천유지유량 확보

## ○ 시설 간 연계 운영

- 하천유지유량 확보를 위한 신규 수자원개발은 사회적 갈등으로 어려운 상황으로, 기존 수자원의 효율적인 활용이 절대적으로 필요함.물관리기관 간의 협력을 기반으로 한 댐-보-저수지 연계 운영의 고도화를 통해 하천유지용수를 최대한 확보하고 필요시기에 방류할 수 있으며, 이용 중이지 않은 유향저수지의 조사·재개발·활용을 통해 하천유지유량 확보 가능



(시설물간 연계) 수양제(농공) → 평림댐(수공) 연계시설 구축('17년), 활용 중



(유향저수지 활용) 용도폐지 남수저수지(농공)을 수공이 매입·보강 후 용수공급 예정(22~)

〈그림3-61〉 비상연계시설 및 유향저수지 활용 사례

## ○ 건전화된 도심하천의 자연유형 회복

- 본류의 풍부한 유량을 이용해 도시 내 불투수면적 증가 등으로 인해 건전화된 하천에 유지용수로 활용하여 하천생태계 복원 유도 및 물길복원을 통한 도심 어메니티 증진 가능

- (사업목적) 도시하천은 불투수면적 증가로 홍수기 제외 대부분 건천의 형태로, 유지용수 공급을 통해 하천 본연의 친수, 생태기능을 살리기 위함
- (정비방향) 제방보강 및 고수부지 환경정비, 도심 물길 복원으로 구분하여 시행
- (추진현황) '10년 4대강 수계별 시범지구 1개소씩 시행
- (추진계획) '20년까지 시범지구 및 우선 사업지구 20개소에 대해 사업 시행 예정



〈물 순환형 하천정비사업 사례, 구미 금오천〉

출처 지역 활성화를 위한 지방하천 정비사업 개선 방향 연구(차주영 외, 2013)

〈그림3-62〉 물 순환형 하천정비사업



〈표3-47〉 물 순환형 하천정비사업 시범 및 우선사업 지구 현황

수계별	대상 하천	전체 사업구간(km)
한강	• 5개소 (소양천, 가평천, 마석우천, 창릉천, 학곡천)	28.0
낙동강	• 7개소 (금오천, 광암천, 다방천, 대리천, 대명천, 송평천, 천내천)	43.8
금강	• 4개소 (중교천, 제민천, 내창천, 왕포천)	13.5
영산강	• 3개소 (광주천, 풍영정천, 나주천)	13.0
4대강 외	• 1개소 (건산천)	15.7

□ 자연 유량 회복을 위한 법·제도 정비 방안

- 하천유지유량과 환경생태유량 통합관리
  - 하천유지유량 중심으로 환경생태유량 통합관리 방안 마련과 하천법 등 관련 법률 정비 필요, 중·소 유역 단위 하천 유량 확보 및 유지를 위한 모니터링체계 구축 및 정량적 평가방법 마련
- 하천유지용수 우선순위 조정안 마련
  - 댐의 현재의 가뭄 ‘주의’ 단계 시 하천유지용수 공급 전량 삭감 방식에서 사회적 수용성과 생태계의 중요성을 종합 고려한 단계별 삭감 방식 추진 필요, 수량과 수질을 동시에 고려하여 댐 용수 비축기준을 개선하고 대하천 위주에서 중소하천 저류시설까지 용수공급 대상으로 확대 고려

## 라. 기대 효과

- 강의 연속성과 역동성을 회복하고, 수생태계 건강성을 지속 확보하여 하천활용 뿐만 아니라 생태서식지 등 하천의 본래 기능을 충족
  - 하천의 인공적인 활용으로 인해 단순화된 하천 흐름의 변동성을 회복
  - 자연유황에 의한 유사이송, 생태용수 도입 등으로 다양한 수생물 서식지 확보
  - 하천유지유량 지점의 확대 적용으로 사람과 가까운 친수하천의 조성

## 1.2.5 치수안전성 확보

### 가. 치수안전성 확보 노력

□ 수재해 피해를 저감 시키기 위해 홍수조절용량 확보, 하천 정비 시행

- 다목적댐과 홍수조절지 건설을 통해 홍수조절용량 총 56억 $\text{m}^3$  확보 및 기후변화에 대비하여 치수 능력 증대사업 실시
  - 홍수조절능력을 갖춘 시설 중 다목적댐(20개)과 홍수조절댐(5개)의 홍수조절량이 약 53억 $\text{m}^3$ 로 홍수 조절능력 대부분(90% 이상)을 담당

〈표3-48〉 댐 및 저수지 용도별 홍수조절량

구 분	전국	다목적댐	용수전용댐	발전전용댐	농업용 저수지	하구둑·담수호	홍수전용댐
홍수조절량 (백만 $\text{m}^3$ )	5,597	2,296	24	276	19	-	2,982

출처: 댐건설장기계획(2012~2021) 수정계획, 환경부(2018)

- 하천유역의 홍수피해 예방을 위해 지속적인 투자 및 정비 시행으로 국가하천은 81.4%, 지방하천은 48.1%가 정비를 완료하였으며, 하천기본계획 수립율은 87.0% (한국하천일람, 2020 기준)

□ 홍수예보 첨단화로 홍수피해 사전예방

- 비구조물적 대책의 일환으로 빈도별 홍수범람에 따른 침수지역의 범위와 깊이 등을 제공하기 위한 홍수위험지도 제작 추진, 홍수특보지점(55개소) 및 각종 홍수정보의 신속한 제공을 위해 홍수정보 지점(120개소)을 운영
- 강우의 이동, 발달 상황 등이 가능한 강우 레이더를 설치·운영하여 홍수예보 정확성 향상

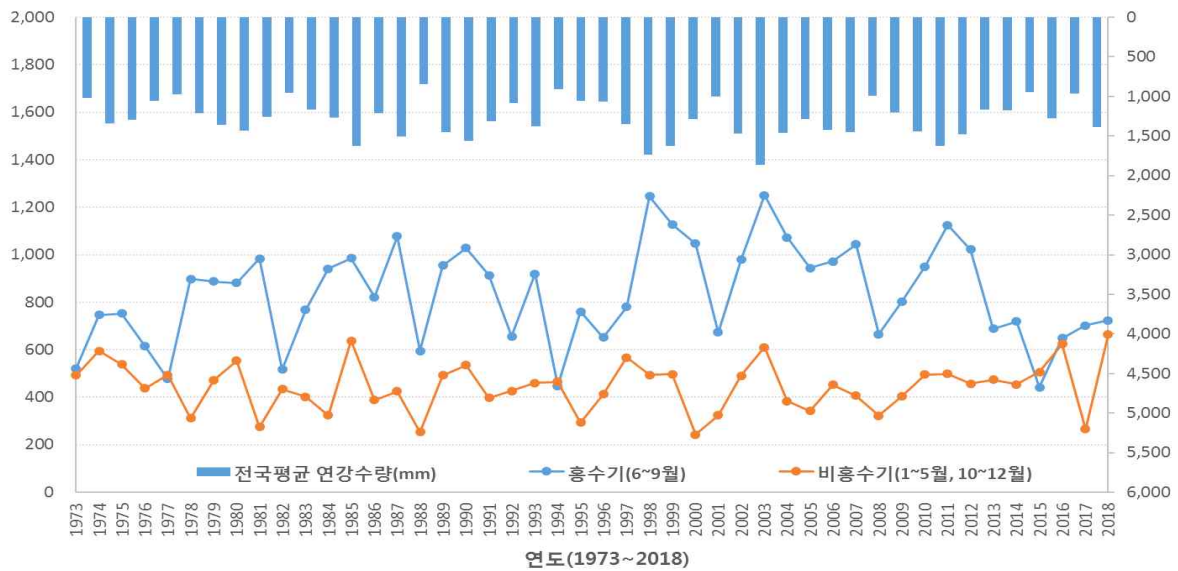
□ 재해로부터 안전한 하수도시설 보급 및 관리

- 상습침수구역의 하수도정비 중점관리지역 지정('13~'19, 77개소) 및 지역별 특성을 반영한 도시 침수 예방사업 추진
  - '17년 제주시 삼양동, 화북동 일대(삼화 배수분구, 2.9 $\text{km}^2$ ) 하수관로 통수능 부족으로 내수배제 곤란을 사유로 중점관리지역 지정

### 나. 문제점

□ 기후변화에 따른 호우빈도와 규모 상승

- 최근 약 50년간(1973~2018) 연평균강수량은 증가하는 경향을 보이거나 연변동량이 매우 크며, 2000년 초반부터는 전국평균 연 강수량이 감소하는 추세를 보임
  - 2000년 초반부터 연 강수량의 감소는 홍수기 강수량의 감소로부터 기인

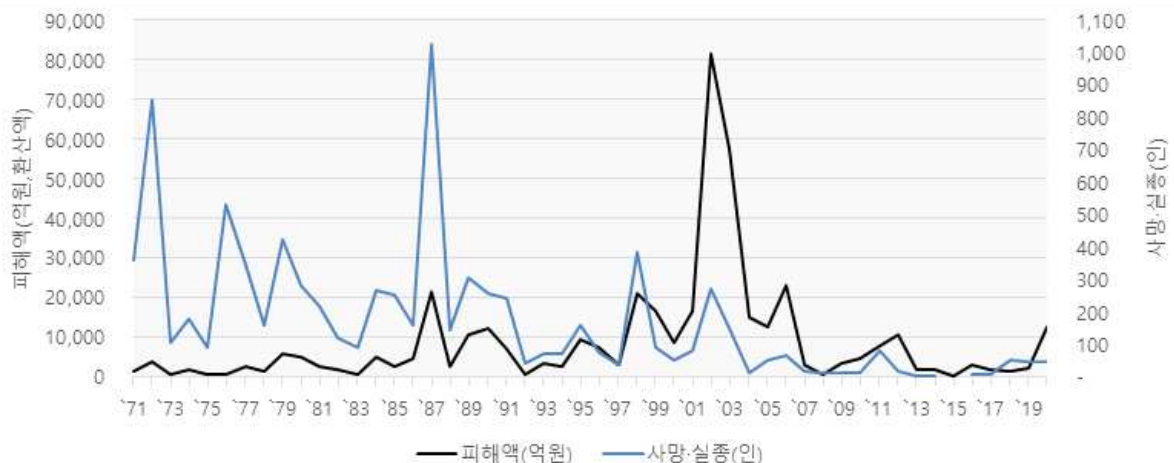


출처 우리 강 자연성 회복구상 (환경부, 2020)

〈그림3-63〉 최근 50년간 국내 강수량 변화

#### □ 홍수 취약성 증가

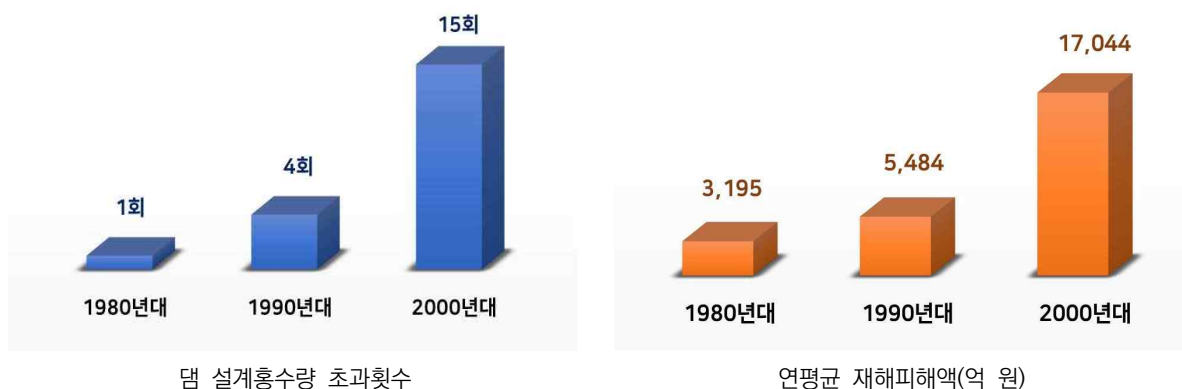
- 치수 관리는 국가나 정부의 공공의 이익 증진을 위한 물관리 부문 중 하나이며, 치수적 측면에서는 지속적인 하천정비로 침수면적이 감소하고 있으나, 기후변화로 인한 강우특성 변화, 도시화·산업화 등으로 홍수위험에 대한 취약성은 증가하고 있음
- 지난 50년간(1971~2020) 인명피해와 홍수피해액을 살펴보면 지속적 치수 사업 투자로 1990년대 이후 인명피해는 감소하고 있으나 경제발전에 따라 자산가치가 상승하면서 피해 금액은 증가
- 이상기후로 인한 국지적 강우 등으로, 홍수 등 물 재해 발생빈도는 증가 추세로 과거 대비 집중호우 빈도 및 강우 강도가 증가하며, 이러한 강우특성 변화로 홍수피해 가능성 증대



출처 2019 재해 연보(행정안전부, 2020), 기후변화에 따른 풍수해 대응 혁신 종합대책(관계부처 합동, 2020)

〈그림3-64〉 최근 50년간 홍수피해 추이

- 환경부 ‘지속가능한 통합물관리 비전 마련을 위한 포럼운영 최종보고서(2018)’에 따르면 집중호우 추이는 60회/년(‘80년대)에서 133회/년(‘11년)으로 연간 집중호우 횟수가 ‘80년대 대비 약 2.2 배 증가하였으며, 기후변화로 인해 하천시설물 설계빈도 이상의 홍수 증가로 대규모 피해 발생
  - \* ‘02년 태풍 “루사” (강릉 870mm/일 강우), ‘06년 태풍 “에위니아” (남해 265mm/일 강우)
  - ‘16년 태풍 “차바” (대암댐 계획홍수량 초과유입(1,620m³/s), 태화강 200년 빈도 홍수)
- 기후변화에 적응하고, 유역 및 지역 중심의 홍수 및 가뭄 재난관리 실현을 위해서는 물 재해 취약지역에 관한 과거 사례(기간, 심도 등) 및 취약성 평가가 선행되어야 하며 취약 정도에 따른 맞춤형 대책 마련 및 집중적인 정책 추진 필요



출처 국민의 물관리 혁신방안 (K-water, 2019)

〈그림3-65〉 기후변화에 따른 홍수빈도·피해 변화

#### □ ‘20년 홍수피해 분석

- 집중호우로 인한 하천범람피해
  - ‘20년은 기록적인 강수량으로 인해 모든 하천유역에서 예년 대비 1.7 ~ 2배의 강수량을 기록하였으며, 주요 지점에서도 종전 최대치 기록을 초과하는 형태를 보였음

〈표3-49〉 섬진강댐, 용담댐, 합천댐 유역 강수량

유역	면적	과거 최대강수량	2020년 강수량	대비
섬진강댐	763km²	295mm(‘02년)	341mm	116%
하류 지역	4,151km²	252mm(‘02년)	350mm	139%
용담댐	930km²	270mm(‘04년)	378mm	140%
하류 지역	1,297km²	229mm(‘11년)	230mm	100%
합천댐	929km²	259mm(‘18년)	304mm	117%
하류 지역	403km²	308mm(‘02년)	251mm	81%

출처 풍수해 대응 종합대책(관계부처 합동, 2020)

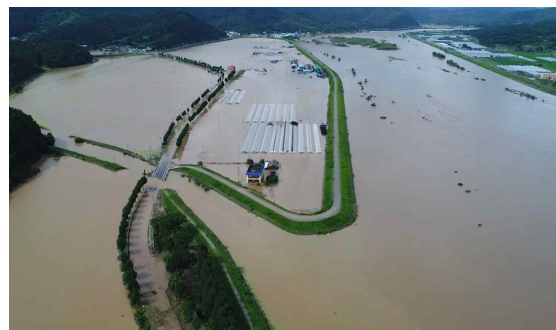
- 과거의 강우 패턴을 토대로 국가하천 100~200년, 지방하천 50~80년 홍수빈도로 수립한 홍수방어계획이 기후변화에 따른 강수량 증가 양상을 반영하지 못하였고, 국가하천(총 3,602km) 정비율 79.6% 대비

지방하천(총 26,252km)은 47.7%, 소하천(총 34,689km)은 45.5%로 정비율이 낮은 등 자치단체가 관리하는 지방하천, 소하천, 세천 등에 대한 제방보강, 준설 등의 홍수 예방 투자 및 정비가 부족하였음

- 또한, 수문 방류 개시 3시간 전까지 방류 시기, 방류량 등을 포함한 방류계획을 관계기관, 하류 주민에게 통보 후 방류 시까지 하류 주민의 대피 등 대응시간이 충분하지 않았던 점도 피해를 키우는 요인이 되었음
- 배수시설 능력을 초과한 강우로 인한 도시침수
  - 하수도, 우수저류시설, 배수펌프 시설 등 배수시설 용량을 초과한 집중호우로 부산, 대구 등 대도시에서 빗물이 역류하여 침수피해 발생하였으며(부산 7월 23일, 대전 7월 30일) 배수시설의 유지관리 소홀 및 운영상의 미흡과 집중호우 시 침수·범람이 우려되는 시설 및 지역에 대한 통제가 미흡하여 인명(부산 지하철도 3명 사망(7월 23일) 등) 및 재산피해 발생



섬진강댐 하류 (남원시 금지면)



합천댐 하류 (합천군 율곡면)



용담댐 하류 (금산군 제원면)



용담댐 하류 (영동군 양산면)

〈그림3-66〉 2020년 8월 집중호우로 인한 피해 전경

## 다. 추진전략 및 시범사업

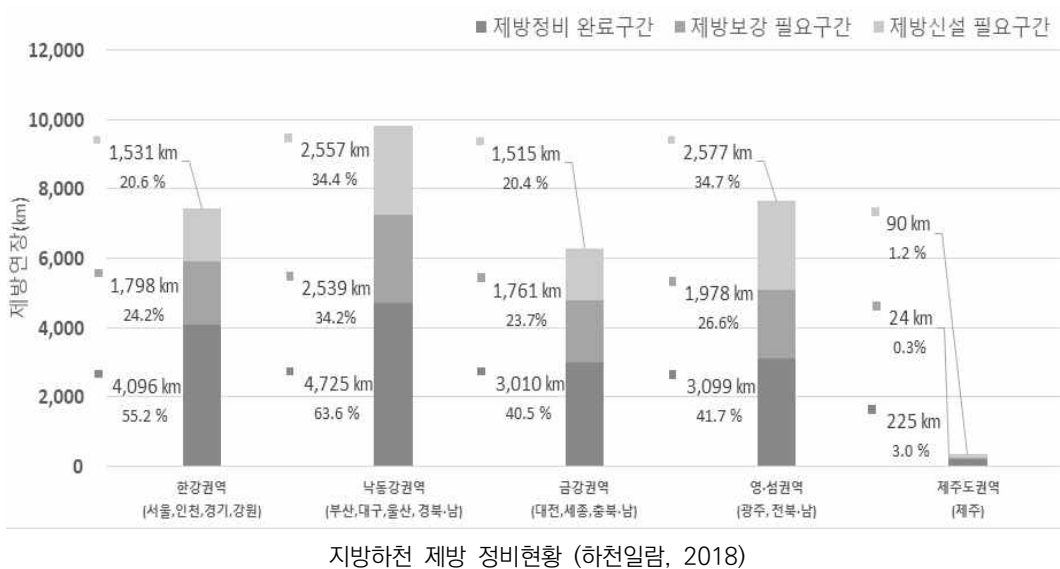
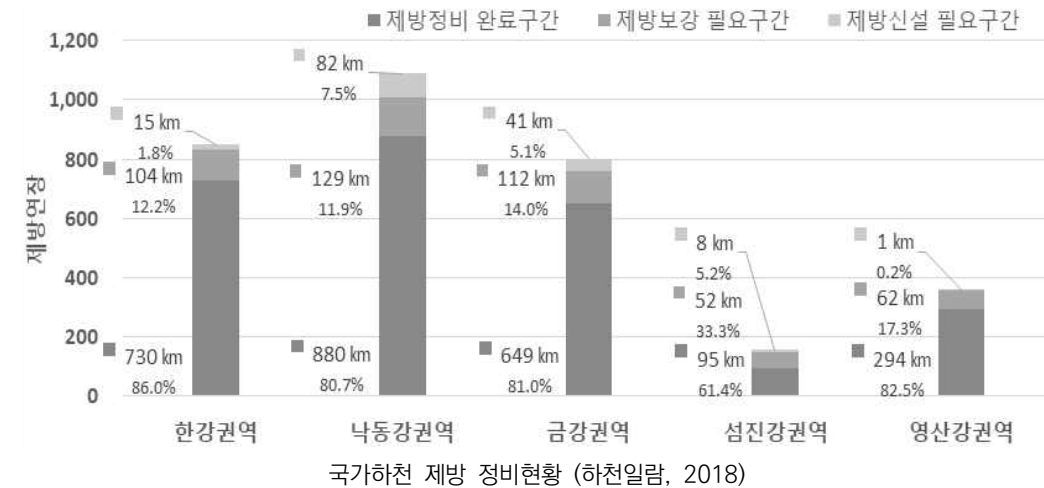
### □ 사전 예방적 홍수 방어체계 구축

- 하천 정비율은 하천 홍수 예방을 위한 지속적인 투자를 통해 국가하천 81.4%, 지방하천 48.1%가 정비되었으며, 최근의 기후급변에 따른 영향을 고려한 하천기본계획의 재수립 및 홍수빈도의 상향 조정을 통한 하천정비 필요

〈표3-50〉 하천기본계획 수립 현황

연대	계		수립구간			미수립구간	
	개소수	연장(km)	개소수	연장(km)	수립률(%)	개소수	연장(km)
합계	3,833	29,853	3,457	26,150	87	1,240	3,703
국가	63	3,012	63	2,991	99	2	21
지방	3,770	26,840	3,394	23,158	86	1,238	3,682

출처 한국하천일람(국토교통부, 2020)



〈그림3-67〉 하천정비(제방) 현황

- 계획홍수빈도의 상향에 따른 국가·지방하천 제방축조 및 보강을 통해 홍수에 안전한 하천 구간을 확대함에 있어, 하천 공간의 생태·친수·문화 기능, 하천과 주변 도시와의 네트워크 강화 등 하천 활용 요소를 고려한 제방 공간의 확보 추진
- 국가·지방하천 종합정비계획(국토교통부, 2016) 상 하천제방정비율을 26년까지 국가하천 97%, 지방하천 70% 수준으로 높일 것을 계획

〈표3-51〉 국가하천 정비계획

구 분		제방 신설·보강	하도정비(구간연장, 준설량)
한강수계 (서울, 인천, 경기, 강원)	사업량	77(km)	26(km) / 1,403만(m³)
	사업비	1,147억 원	3,085억 원
낙동강수계 (부산, 대구, 울산, 경북·남)	사업량	84(km)	61(km), 932만(m³)
	사업비	1,183억 원	2,902억 원
금강수계 (대전, 세종, 충북·남)	사업량	30(km)	-
	사업비	494억 원	-
영·섬수계 (광주, 전북·남)	사업량	31(km)	2(km) / 29만(m³)
	사업비	633억 원	46억 원

출처 국가·지방하천 종합정비계획('16~'26) 2016, 국토교통부



〈표3-52〉 지방하천 정비계획

구 분		제방 신설·보강	하도정비(구간연장, 준설량)
한강수계 (서울, 인천, 경기, 강원)	사업량	1,286(km)	9.2(km), 128만(m³)
	사업비	20,549억 원	205억 원
낙동강수계 (부산, 대구, 울산, 경북·남)	사업량	2,268(km)	28(km), 123만(m³)
	사업비	37,110억 원	197억 원
금강수계 (대전, 세종, 충북·남)	사업량	1,637(km)	17(km), 23만(m³)
	사업비	25,373억 원	36억 원
영·섬수계 (광주, 전북·남)	사업량	1,594(km)	18(km), 63만(m³)
	사업비	23,647억 원	100억 원
제주수계 (제주)	사업량	92(km)	-
	사업비	1,551억 원	-

출처 국가·지방하천 종합정비계획('16~'26) 2016, 국토교통부

- 홍수조절용량 확보를 위한 강변저류지·홍수터 설치
  - 강변저류지는 하천 연안의 저지대를 활용하여 하천의 계획홍수 초과 발생 시 일시 저류하는 기능의 시설물로, 하천 변에 접하여 있는 위치적 특성으로 홍수조절 효과가 확실하고, 설치 가능 대상지가 많으며 기존 하천의 홍수터를 복원하여 본래의 홍수조절기능을 회복·활용할 수 있는 시설
  - 하천의 자연성 회복의 일환으로 기존 하천의 홍수터 복원을 통해 홍수소통공간을 추가로 확보함과 더불어 과거의 하천 형상으로 회복 및 하천환경 개선
  - 국가하천은 투자우선순위 평가 기준에 따라 국고를 배분하고, 지방하천은 치수안전도 확보를 최우선적으로 고려하고, 중요도를 고려하여 광역지자체별로 투자우선순위를 결정
  - 제주특별자치도 풍수해저감종합계획(2014)에서는 하천재해 위험지구 22개소를 설정하고, 하천계획 및 필요성에 따른 하천 정비 및 강변저류지 설치를 계획
- \* 하천재해 위험지구 22개소, 축제 및 보축, 교량재가설 및 저류지 신설 등



기능	강변저류지	홍수터
개념도		
활용	하도홍수분담, 야생생물서식지 생태연못·관찰데크 설치, 자연학습원 등	하천 형상 복원, 홍수소통공간 확보 친수공간 활용 등

출처 국가·지방하천 종합정비계획('16~'26) (국토교통부, 2016)

〈그림3-68〉 강변저류지·홍수터 활용방안

〈표3-53〉 지방하천 강변저류지, 홍수터 확보(안)

구 분		강변저류지	홍수터
한강수계 (서울, 인천, 경기, 강원)	사업량	4개소, 656만(㎡)	28개소, 74만(㎡)
	사업비	1,806 억원	291 억원
낙동강수계 (부산, 대구, 울산, 경북·남)	사업량	6개소, 17만(㎡)	12개소, 10만(㎡)
	사업비	64 억원	16 억원
금강수계 (대전, 세종, 충북·남)	사업량	10개소, 32만(㎡)	8개소, 16만(㎡)
	사업비	77 억원	94 억원
영·섬수계 (광주, 전북·남)	사업량	22개소, 252만(㎡)	18개소, 6만(㎡)
	사업비	487 억원	15 억원
제주수계 (제주)	사업량	12개소, 203만(㎡)	-
	사업비	390 억원	-

출처 국가·지방하천 종합정비계획('16~'26) (국토교통부, 2016)

〈표3-54〉 지방하천 정비 연차별 투자계획

(단위 : 억 원)

구 분(억원)		계	'16년	'17년	'18년	'19년	'20년	'21~25년
국가하천		40,000	3,900	4,000	4,000	4,000	4,000	20,100
지방하천	광주	1,194	172	119	119	119	119	546
	전북	14,388	1,456	1,439	1,439	1,439	1,439	7,176
	전남	16,210	1,458	1,621	1,621	1,621	1,621	8,268

출처 국가·지방하천 종합정비계획('16~'26) (국토교통부, 2016)

## □ 댐·하천 홍수방어기준 강화 및 댐 운영체계 개선

## ○ 홍수방어기준 강화

- 유역별로 증가하는 홍수량 가중치를 산출하고, 홍수량 증가 정도를 고시, 댐·하천 설계에 반영 필요.

국가하천 주변의 사회·경제적 가치 평가 후 중요지역의 방어목표 대폭 상향(최대 200년 → 500년 빈도) 등 차등화된 목표 적용하고 지방하천의 계획빈도(50 ~ 80년)도 권역별 하천 기본계획을 재검토하여 현실에 맞게 상향

- 부유식 시설물에 대한 하천 점용허가 기준 설정 및 제방의 구조안전성 점검체계 개선(제방 내부 토질여건 종합평가 등)을 통해 하천시설물의 안전한 설치 및 관리를 위한 안전기준 강화
- 댐 운영체계 개선
  - 댐의 홍수대응용량 확보를 위해 용수이용 등 댐의 이용에 영향 없는 범위 내에서 홍수기 제한수위를 하향하는 것을 검토(섬진강댐 시범 적용 → 他댐 확대 적용)하고, 댐 물을 특정용도에 사용하도록 부여한 댐 사용권의 재배분과 저수용량이 감소한 댐의 퇴적토 제거(영천댐, 대암댐)를 추진함으로써 홍수조절 역량을 강화
  - 댐 방류 시 하류 지역 피해 예방을 위한 댐관리자-하류 지역 지자체-주민 간 댐 운영협의회를 운영하고, 수문 방류 예고제를 도입하여 방류 가능성을 1~2일 사전에 안내, 위험지역 내 정보 제공
  - 이상기후 등을 반영하여 댐 운영 의사결정 기준, 기준수위 초과 시 조치사항 등 구체화 및 드론, AI·빅데이터 분석 등을 활용한 댐 안전관리 스마트화 추진

#### □ 도시침수 예방

- 도시 수방 성능 제고
  - 증가하는 강수량과 강수 패턴을 고려하여 자치단체별 방재성능목표(지역이 감당할 수 있는 강우) 상향 검토하고 방재 시설 성능 평가를 통해 목표에 미달하는 시설 집중 개선, 상습침수지역의 하수관로 설계빈도 상향(30~50년)
  - 재해영향평가 협의 개선으로(심의위원회 투명성 강화, 이행실태점검, 업무지침 보강 등) 행정계획, 개발사업으로 인한 도시침수 사전 차단
- 침수 예방사업 확대
  - 펌프장(행안부), 하수도(환경부), 하천(국토부) 등 종합 정비가 필요한 지역에 대한 마을 단위 풍수해 생활권 종합정비사업 확대하고, 도심의 상습침수구역의 하수도정비 중점관리지역 지정 및 지역별 특성을 반영한 도시침수 예방사업 추진
  - 노후하수관로 정비대책 수립, 집행 및 유지관리를 추진하여 긴급보수가 필요한 노후하수관로를 정비하고, 하수관로 운영관리시스템의 시범 적용을 통한 표준모델 개발, 실시간 유량 모니터링, 빗물펌프장 자동운전 관리 등을 위하여 ICT 기반 「스마트 하수관로 관리시스템」 구축을 추진하여 침수, 지반 침하로부터 안전한 하수도 시설 관리

#### □ 재난 대응체계 개선

- 상황관리시스템 스마트화
  - 재난안전통신망을 통하여 현장 대응기관 간, 현장과 상황실 간 실시간 정보(영상 등) 공유 및 신속 대

- 응 지원, 재해 우려 지역의 지능형 CCTV 확충으로 위기징후 조기 포착·전파체계 강화 및 급경사지, 저수지 등에 설치한 IoT 센서와 전자지도(GIS) 상황판을 연계하여 전국 재난정보를 동시에 표출·분석
- 그간 축적된 풍수해 정보의 정제·표준화(~ '25년)를 통하여 빅데이터 기반의 상황관리 추진 및 정책 결정 지원
  - 데이터 기반의 예보시스템 지능화
    - 다원화된 기상관측 통합관리 및 관측정보 공유 확대를 통한 데이터 협업·연계 강화 및 예보 기간, 지역에 한정되지 않는 시공간 통합형 수치예보모델 개발 추진
    - 풍수해관리시스템을 피해 규모, 범위, 양상 등 위험요소를 모델링하여 피해 정도를 예측하는 예측·예보형으로 고도화하여 과학적 피해 예측 및 예방사업 효과 분석

## 라. 기대 효과

- 태풍·이상 강우 등으로 인한 극한의 홍수가 발생하더라도 국민의 생명·재산피해를 최소화할 수 있는 치수안전성을 확보
  - 기후변화에 따른 대형 태풍 등 대응기준 마련 및 체계구축
  - 기반시설 홍수 안전 강화 및 예방 투자 확대
  - 도시홍수관리체계 강화하여, 도시의 침수 예방 능력 강화
  - 홍수예보체계의 고도화를 통해 선제적인 홍수대응 체계 마련

## 1.3 제 주 권

### 1.3.1 종적 연속성 회복을 위한 협업사업

#### 가. 현황 및 문제점

- ☐ 제주권에는 어류의 이동성을 위한 어도 설치와 관리가 미흡하여 실제 제대로 운영되고 있는 어도는 약 40%에 해당(국가어도정보시스템, 2020)
  - 설치된 어도가 대상 하천의 이용어류에 적절한 형태인지 검토 필요
- ☐ 사회·경제, 이수·치수, 수질·생태 등 다양한 측면의 모니터링과 면밀한 평가를 통해 철거·개선(개방 및 탄력운영 등) 등의 조치추진이 필요하며, 어도 개보수사업의 확대를 통해 하천의 연속성 회복을 위한 노력이 요구됨

〈표3-55〉 어도 설치현황

대권역	하천 구조물	어도		평가등급			개보수 대상어도	개보수 필요율(%)
		개수	설치율	양호	미흡	불량		
전 국	33,914	5,393	15.9	1,618	3,206	556	3,762	69.8
한 강	7,104	1,355	19.1	390	798	165	963	71.1
낙동강	12,146	1,639	13.5	553	1,041	45	1,086	66.3
금 강	7,197	922	12.8	344	473	94	567	61.5
영산강	2,391	541	22.6	123	339	79	418	77.3
섬진강	5,076	931	18.3	206	552	173	725	77.9
제주도	0	5	0.0	2	3	0	3	60.0

출처 국가어도정보시스템(2020)

#### 나. 추진방향

- ☐ 기본방향
  - 제주권 하천의 어류, 생물종 조사를 통한 연속성 필요 및 사업 구간을 설정하고 상·하류를 연계한 협업사업의 제안과 확대 필요
- ☐ 환경부 주도의 하천 연속성 회복을 위한 법·제도적 정비
  - 어도는 환경부, 국토교통부, 농림축산식품부 등 하천과 수로를 다루는 여러 부처에서 수생태계 보전, 생물다양성 증진, 하천·수리구조물 정비, 피해시설물 복구 등의 운영목적에 따라 개별 법률로 관리되어 통합적 어도 사업추진에 한계가 있는 실정

- 어도는 하천 연속성 확보에 있어 핵심적이며, 수질-수량-생태를 아우르는 통합물관리 측면에서 어도 관리를 통합할 수 있는 제도적 근거가 필요하므로, 환경부의 ‘물환경보전법’에 의해 큰 틀에서 정리가 되고, 하천복원(생태하천복원사업)까지 연계될 수 있도록 하는 것이 바람직함

〈표3-56〉 부처별 어도 관련 법 및 사업

구 분	환경부	해양수산부	국토교통부	농림축산식품부, 지자체	행정안전부
관련법	물환경보전법	내수면어업법	하천법	농어촌정비법	자연재해대책법
설치 목적	수생태계 보전 및 생물다양성 증진	수산생물의 이동통로 확보	생태적 기능을 고려한 하천정비	친환경적인 농업 수리시설물 정비	자연현상 파괴시설물 복구
사업명	생태하천 복원사업	어도 개보수사업	고향의 강 정비사업	농업생산 기반 정비사업	재해복구사업

#### □ 어도 협력사업 추진방안

- 「물관리기본법」의 제11조(유역별 관리)와 제13조(협력과 연계관리)에 따르면, 물은 유역 단위로 관리함을 원칙으로 하며, 국가와 지방자치단체는 물관리 정책 시행에 있어 유역 전체를 고려하여야 하며, 어느 한 지역의 물관리 여건변화가 다른 지역의 물순환 건전성에 나쁜 영향을 미치지 않도록 하여 유역·지역 간 연대를 이루어야 한다고 선언하고 있음
- 따라서 물관리는 유역특성을 반영한 지역 기반 계획이 필요하며, 유역 수준에서 토지이용과 물환경, 수질과 수량, 지류와 본류의 연계성을 고려한 통합관리를 추진해야 함(물환경관리기본계획, 2016)
- 수생태계의 건강성을 회복하기 위해서는 강의 전체적인 상-하류 간 연결성을 확보해야 하고 이로써 회유성 어종이 강의 하류에서 상류까지 이동할 수 있어야 하며 또한 본류에서 지류로의 국지적인 이동도 가능해야 함

#### □ 국가, 지자체, 기관 간 어도 협업사업 발굴 및 추진

- 보와 어도 등을 포함하는 하천시설물에 대한 관리·운영은 국가, 지자체, 기관 등 다양한 주체가 참여하고 있어 통합적인 관리가 어려움. 상·하류 간 연속성 확보 차원에서 해당 하천이나 수계별로 국가, 지자체, 기관 등이 시설물 관리나 어도 사업을 협력적으로 추진해야 함
- 수계의 상·하류 구간 하천시설물 관리 주체인 모든 기관이 사업에 참여하되, 환경부에서 주도하여 공통된 가이드라인에 따라 조사, 평가, 관리에 대한 기관 간 협력을 유도하며, 국가(환경부)에서 해당 기관의 역할 및 사업의 협력방안에 대한 지침을 작성하여 효율적인 사업추진을 유도하여야 함
- 유역에서 벌어지는 문제와 갈등 현안을 충분히 반영하기 위해서 지방자치단체 및 관련 기관은 지역 특성을 반영한 하천시설물 관리대책을 수립하고 추진하며, 중앙정부는 지방자치단체와 지역주민의 참여와 역할 확대를 유도하도록 할 필요가 있으므로 수계관리위원회를 포함하여 유역 단위의 민·관·학·연 거버넌스를 구축하여 민간부문의 활동 기반을 마련하며, 이를 중심으로 유역 계획수

립과 이행 및 관련 연구 수행 시 사업자, 단체, 주민 등 이해관계 당사자의 참여를 확대하는 방안이 필요함

## 다. 추진전략 및 시범사업

### 1. 하천의 종적 연결성 확보사업

#### □ 현황

- 수계 내 하천구조물은 없고, 어도가 설치된 곳은 5개이며, 평가결과가 양호한 어도는 2개에 해당함
- 제주수계를 대상으로 수생태계 건강성 평가결과 중 어류평가지수(FAI) 평가결과 좋음(B등급) 1개 지점, 보통(C등급) 2개 지점으로 나타났음(하천 수생태계 현황조사 및 건강성 평가(XI) - 영산강·섬진강 대권역, 환경부, 2018)

〈표3-57〉 제주권 어류평가지수(FAI) 값 및 등급 분포

구 분	조사 구간수(개)	FAI		등급별 구간수(%)				
		평균	등급	매우좋음(A)	좋음(B)	보통(C)	나쁨(D)	매우나쁨(E)
제주	3	54.2	보통	0 (0.0)	1 (33.3)	2 (66.7)	0 (0.0)	0 (0.0)

출처 하천 수생태계 현황 조사 및 건강성 평가(XI) - 영산강·섬진강 대권역 (환경부, 2018)



〈그림3-69〉 제주 수계 어류 평가결과

## □ 종적 연결성 확보사업 추진

- 보·어도 평가결과 및 어류평가 결과와 하천의 유황 등을 조사 후, 사업대상지를 선정 및 사업이 추진 필요(제주도의 경우 상시하천이 거의 없어 사업 필요 여부 상세 검토 필요)
- (대상지 선정 예) 제주도의 경우 총 5개의 어도가 설치되어 있으나, 이 중 3개소가 미흡
- (사업방안 예) 기존에 설치된 어도의 경우 어류의 소통이 용이할 수 있도록 개선 추진

〈표3-58〉 제주수계 어도 현황

명칭	폭 (m)	길이 (m)	높이 (m)	경사도 (°)	형식	건축 연도	관리기관	평가 등급	위치
어시천1 어도1	2.8	9.8	2.7	180	강남식	2014	제주특별자치도	양호	좌
어시천2 어도1	2.8	7.1	2.7	180	강남식	2014	제주특별자치도	양호	우
무태장어 서식지 어도	2.6	23.9	2.4	0	기타	2018	제주특별자치도	미흡	중
무태장어 서식지 어도	2	14.1	1.1	0	기타	2018	제주특별자치도	미흡	우측중앙
무태장어 서식지 어도	2	13.8	1.1	0	기타	2018	제주특별자치도	미흡	우측중앙

출처 국가어도정보시스템(2020)

## 라. 기대효과

- 하천을 종적으로 단절시키는 구조물을 줄이고, 스스로 물길을 형성하며 흐를 수 있게 되면 자연적인 유황이 생겨 역동성을 가지게 될 것으로 기대됨
- 또한, 역동성 회복은 다양한 산란처, 서식처를 만들어주고 이를 통해 수생태계 건강성이 증진
  - 자연스러운 서식처에서 다양한 생물들이 자유롭게 이동하는 등 생태계 서비스 가치의 실현도 기대



## 1.3.2 치수안전성 확보

### 가. 치수안전성 확보 노력

#### □ 홍수예보 첨단화로 홍수피해 사전예방

- 비구조물적 대책의 일환으로 빈도별 홍수범람에 따른 침수지역의 범위와 깊이 등을 제공하기 위한 홍수위험지도 제작 추진, 홍수특보지점(55개소) 및 각종 홍수정보의 신속한 제공을 위해 홍수정보 지점(120개소)을 운영
- 강우의 이동, 발달 상황 등이 가능한 강우레이더를 설치·운영하여 홍수예보 정확성 향상

#### □ 재해로부터 안전한 하수도시설 보급 및 관리

- 상습침수구역의 하수도정비 중점관리지역 지정('13~'19, 77개소) 및 지역별 특성을 반영한 도시 침수 예방사업 추진
- '17년 제주시 삼양동, 화북동 일대(삼화 배수분구, 2.9km<sup>2</sup>) 하수관로 통수능 부족으로 내수배제 곤란을 사유로 중점관리지역 지정

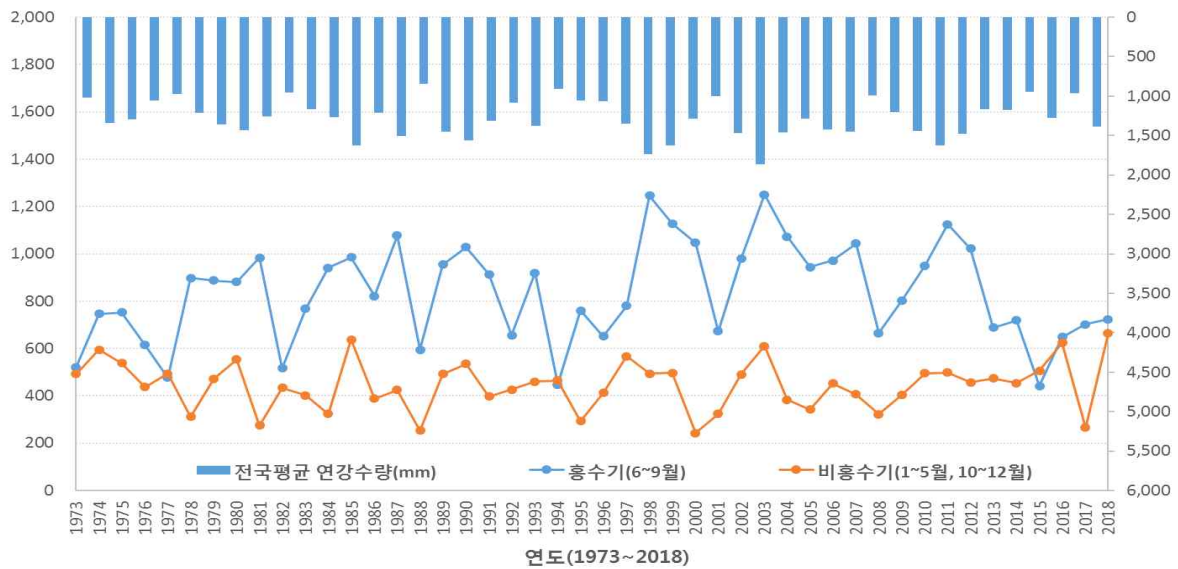
#### □ 제주도 특성에 맞는 치수계획 수립

- 제주특별자치도에서는 제주지역의 방재성능목표를 기준으로 '제주특별자치도 풍수해저감종합계획(現자연재해저감 종합계획), 2014'를 수립
- 방재성능목표란 홍수 등 재해를 예방하기 위한 방재정책 등에 적용하기 위해, 처리 가능한 시간당 강우량 및 연속강우량의 목표로 정량적인 지표
- '제주특별자치도 풍수해저감종합계획'에서는 제주지역의 현 방재성능 수준을 검토하기 위해 과거 호우 특성, 내수재해 발생 가능성 등을 분석, 방재성능을 평가하고, 성능 향상을 위한 대책을 수록하였음
- 구조적 저감대책(도시지역 내수침수방지대책) 및 비구조적 저감대책(도로 우수받이관리, 재해취약시설 점검·관리강화, 하천기본계획 수립 및 재수립 등) 제시
- 현재는 자연재해저감 종합계획으로 명칭이 변경되어 '제2차 제주특별자치도 자연재해저감 종합계획(2021~2031)'을 수립 중

### 나. 문제점

#### □ 기후변화에 따른 호우빈도와 규모 상승

- 최근 약 50년간(1973~2018) 연평균 강수량은 증가하는 경향을 보이거나 연변동량이 매우 크며, 2000년 초반부터는 전국평균 연강수량이 감소하는 추세를 보임
- 2000년 초반부터 연 강수량의 감소는 홍수기 강수량의 감소로부터 기인

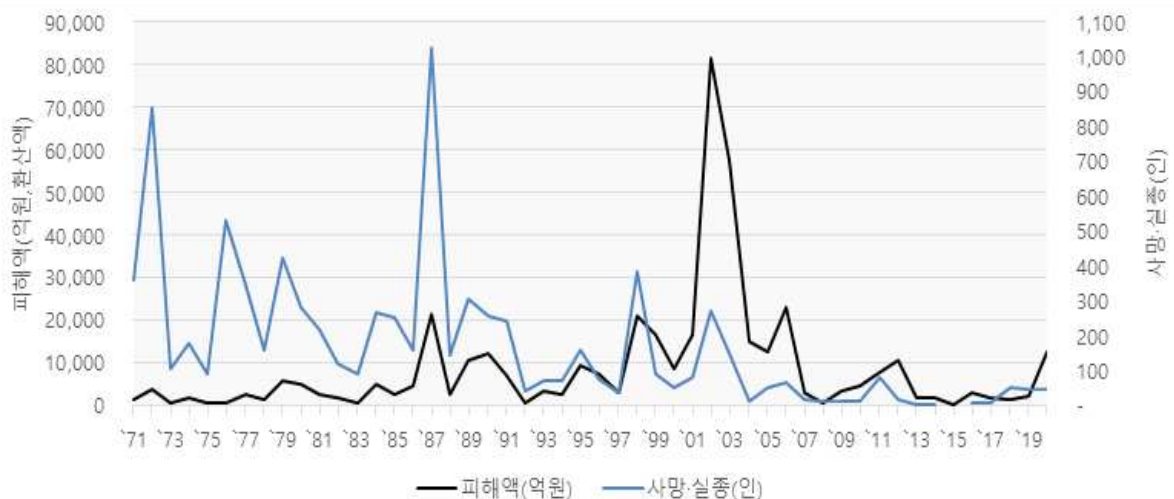


출처 우리 강 자연성 회복 구상 (환경부, 2020)

〈그림3-70〉 최근 50년간 국내 강수량 변화

#### □ 홍수 취약성 증가

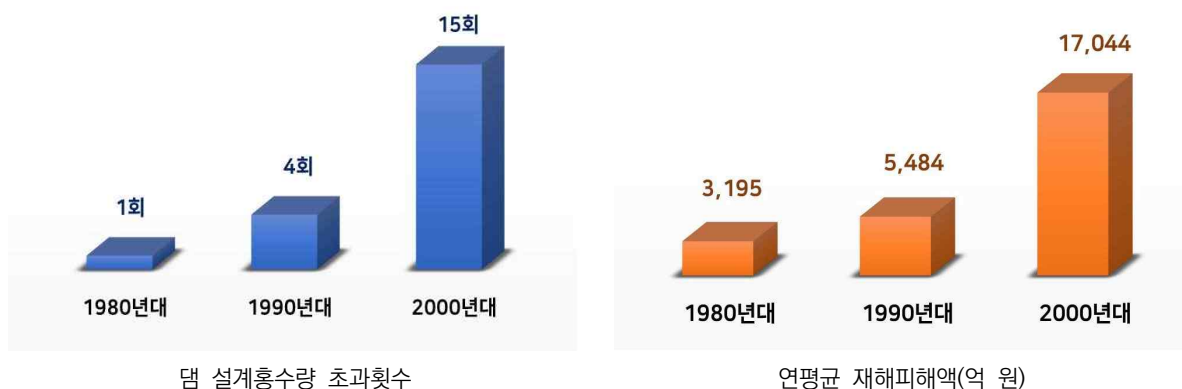
- 치수관리는 국가나 정부의 공공의 이익 증진을 위한 물관리 부문 중 하나이며, 치수적 측면에서는 지속적인 하천정비로 침수면적이 감소하고 있으나, 기후변화로 인한 강우특성 변화, 도시화·산업화 등으로 홍수위험에 대한 취약성은 증가하고 있음
- 지난 50년간(1971~2020) 인명피해와 홍수피해액을 살펴보면 지속적 치수사업 투자로 1990년대 이후 인명피해는 감소하고 있으나 경제발전에 따라 자산가치가 상승하면서 피해금액은 증가
- 이상기후로 인한 국지적 강우 등으로, 홍수 등 물 재해 발생빈도는 증가 추세로 과거 대비 집중호우 빈도 및 강우 강도가 증가하며, 이러한 강우특성 변화로 홍수피해 가능성 증대



출처 2019 재해 연보(행정안전부, 2020), 기후변화에 따른 풍수해 대응 혁신 종합대책(관계부처 합동, 2020)

〈그림3-71〉 최근 50년간 홍수피해 추이

- 환경부 ‘지속가능한 통합물관리 비전 마련을 위한 포럼운영 최종보고서(2018)’에 따르면 집중호우 추이는 60회/년(‘80년대)에서 133회/년(‘11년)으로 연간 집중호우 횟수가 ‘80년대 대비 약 2.2 배 증가하였으며, 기후변화로 인해 하천시설물 설계빈도 이상의 홍수 증가로 대규모 피해 발생
  - \* ‘02년 태풍 “루사” (강릉 870mm/일 강우), ‘06년 태풍 “에위니아” (남해 265mm/일 강우)
  - ‘16년 태풍 “차바” (대암댐 계획홍수량 초과유입(1,620m³/s), 태화강 200년 빈도 홍수)
- 기후변화에 적응하고, 유역 및 지역 중심의 홍수 및 가뭄재난관리 실현을 위해서는 물재해 취약지역에 관한 과거 사례(기간, 심도 등) 및 취약성 평가가 선행되어야 하며 취약 정도에 따른 맞춤형 대책 마련 및 집중적인 정책 추진 필요

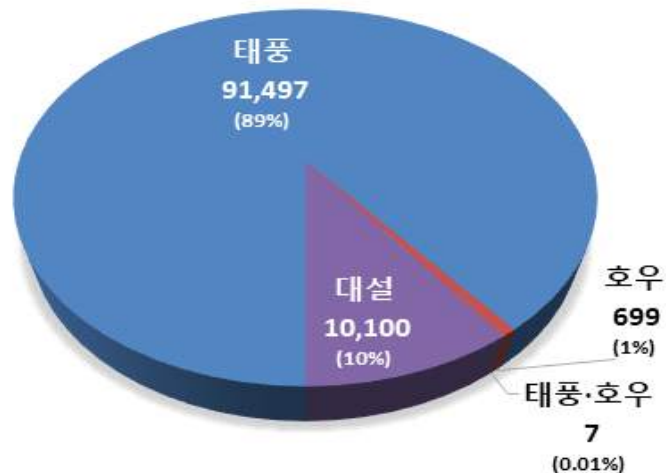


출처 국민의 물관리 혁신 방안 (K-water, 2019)

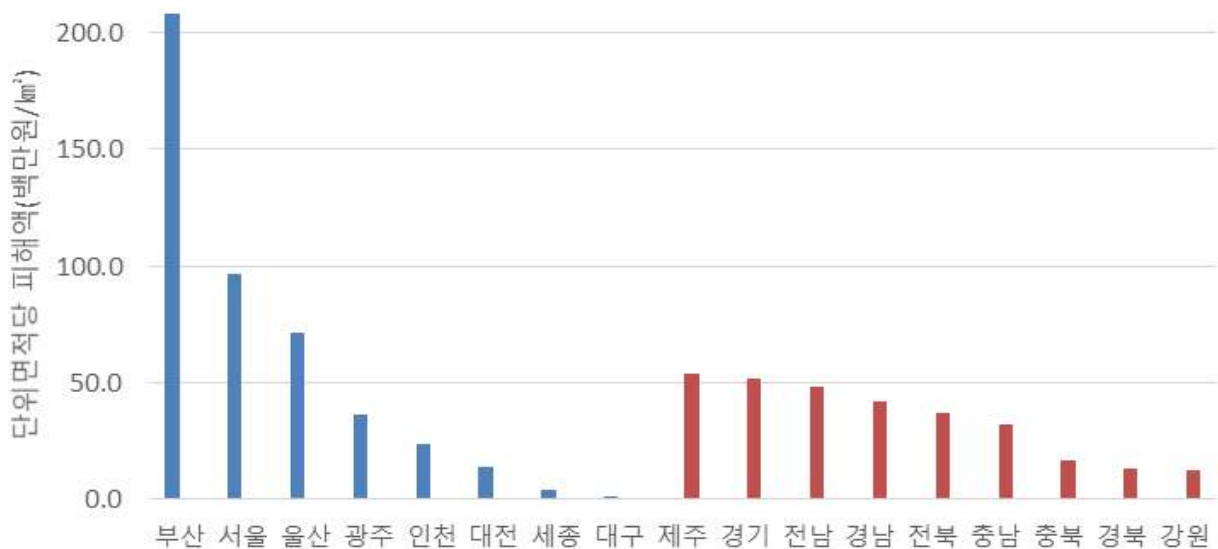
〈그림3-72〉 기후변화에 따른 홍수빈도·피해 변화

#### □ 제주도 풍수해 피해 현황

- 제주도는 국내 최남단, 태풍의 발생지와 가까운 지리적 특성상 태풍(‘07년 태풍 ‘나리’ 등)으로 인한 피해가 빈번하고 그 규모가 큰 편임
- 제주도의 최근 10년간(‘10~‘19년) 원인별 피해액 기준 태풍에 의한 피해가 전체 태풍, 호우, 대설 피해액의 89%를 차지하고, ‘15년, ‘17년을 제외한 모든 해에서 태풍에 의한 피해가 발생하여 피해가 빈발하였음
  - ‘12년 태풍「볼라벤」 등에 의한 피해액이 약 591억 원으로 최근 중 가장 큰 편이었고, ‘16년 태풍 「차바」 등에 의한 피해액이 196억여 원으로 그 뒤를 이음
- 타 시도 대비 단위면적 당 피해액(과거 10년 평균)이 큰 편으로 도 단위 광역지자체 중, 단위면적당 평균 피해액이 가장 높았으며, 광역시 등을 포함하였을 때 전국에서 4번째로 높은 피해액을 보임



〈그림3-73〉 제주도의 10년간 원인별 피해액(백만 원) (재해 연보, 2019)



〈그림3-74〉 광역지자체 별 단위면적당 풍수해(태풍, 호우, 대설 등) 피해액 (재해 연보, 2019)

#### □ 제주도 태풍피해에 취약

##### ○ 태풍 ‘나리(NARI)’ 피해

\* 태풍 ‘나리(NARI)’에 의한 제주도 홍수피해 원인분석 및 대책(물과 미래, 2017.11)

- 2007년 제14호 태풍 나리(NARI) 내습으로 9월 15~17일에 거쳐 전라남도과 제주도에 많은 비를 내려 큰 피해를 입혔음. 특히 제주도는 1일 최대 420mm~542mm의 집중호우와 최대 초속 50m가 넘는 강풍이 발생하여 사망 13명, 1,300억 원의 재산피해가 발생하였음
- 태풍피해의 주요 원인은 하천의 설계빈도(제주시 주요하천 80년 빈도)를 훨씬 초과하는 500~1,000년 빈도의 호우 발생이었음, 또한 복개된 하도 내 시설물 및 퇴적된 토사 및 유송잡물 등이 하도 통수능을 축소시켜 수위 상승에 의한 홍수피해를 가중 시킴

- 태풍 ‘볼라벤(BOLAVEN)’ 피해 \* 재해연보(2012)
  - 2012년 8.25~30일 기간 제15호 태풍 볼라벤(BOLAVEN)에 의한 강한 바람·파랑으로 제주 및 전북·남 지역의 해안가 주변의 시설물이 큰 피해를 입었으며 특히, 제주도는 해당 기간 동안 약 572억 원의 재산피해가 발생하였음
- 태풍 ‘차바(CHABA)’ 피해 \* 재해 연보(2016)
  - ‘16년 태풍「차바」는 1시간 최대 강수 172mm의 역대 최대강수량과 순간 최대풍속 56.5m/s의 강풍을 동반한 기상재해였으며, 제주도 내 다양한 피해를 유발시킴
  - 태풍「차바」로 인해 제주시 도심하천인 한천교 범람, 인근 소하천의 도로유실, 농경지·가옥 침수피해가 발생하였고, 정전·단수 사태가 발생하여 약 196억 원가량의 태풍피해가 발생



한천 범람



교량 파손(서중천 새가름교)

출처 태풍 차바로 인한 제주도 홍수피해와 대책(양성기 외, 2017)

〈그림3-75〉 2016년 태풍「차바」에 의한 제주도 피해

## 다. 추진전략 및 시범사업

### □ 사전 예방적 홍수 방어체계 구축

- 하천 정비율은 하천 홍수 예방을 위한 지속적인 투자를 통해 국가하천 81.4%, 지방하천 48.1%가 정비되었으며, 최근의 기후급변에 따른 영향을 고려한 하천기본계획의 재수립 및 홍수빈도의 상향 조정을 통한 하천정비 필요

〈표3-59〉 하천기본계획 수립 현황

연대	계		수립구간			미수립구간	
	개소수	연장(km)	개소수	연장(km)	수립률(%)	개소수	연장(km)
합계	3,833	29,853	3,457	26,150	87	1,240	3,703
국가	63	3,012	63	2,991	99	2	21
지방	3,770	26,840	3,394	23,158	86	1,238	3,682

출처 한국하천일람(국토교통부, 2020)



- 계획홍수빈도의 상향에 따른 국가·지방하천 제방축조 및 보강을 통해 홍수에 안전한 하천 구간을 확대함에 있어, 하천 공간의 생태·친수·문화 기능, 하천과 주변 도시와의 네트워크 강화 등 하천 활용 요소를 고려한 제방 공간의 확보 추진
- 국가·지방하천 종합정비계획(국토교통부, 2016) 상 하천제방정비율을 26년까지 국가하천 97%, 지방하천 70% 수준으로 높일 것을 계획

〈표3-60〉 지방하천 정비계획

구 분		제방 신설·보강	하도정비(구간연장, 준설량)
한강수계 (서울, 인천, 경기, 강원)	사업량	1,286(km)	9.2(km), 128만(m³)
	사업비	20,549억 원	205억 원
낙동강수계 (부산, 대구, 울산, 경북·남)	사업량	2,268(km)	28(km), 123만(m³)
	사업비	37,110억 원	197억 원
금강수계 (대전, 세종, 충북·남)	사업량	1,637(km)	17(km), 23만(m³)
	사업비	25,373억 원	36억 원
영·섬수계 (광주, 전북·남)	사업량	1,594(km)	18(km), 63만(m³)
	사업비	23,647억 원	100억 원
제주수계 (제주)	사업량	92(km)	-
	사업비	1,551억 원	-

출처 국가·지방하천 종합정비계획('16~'26) 2016, 국토교통부

- 홍수조절용량 확보를 위한 강변저류지·홍수터 설치
  - 강변저류지는 하천 연안의 저지대를 활용하여 하천의 계획홍수 초과 발생 시 일시 저류하는 기능의 시설물로, 하천 변에 접하여 있는 위치적 특성으로 홍수조절 효과가 확실하고, 설치 가능 대상지가 많으며 기존 하천의 홍수터를 복원하여 본래의 홍수조절기능을 회복·활용할 수 있는 시설
  - 하천의 자연성 회복의 일환으로 기존 하천의 홍수터 복원을 통해 홍수소통공간을 추가로 확보함과 더불어 과거의 하천 형상으로 회복 및 하천환경 개선

기능	강변저류지	홍수터
개념도		
활용	하도홍수분담, 야생생물서식지 생태연못·관찰테크 설치, 자연학습원 등	하천 형상 복원, 홍수소통공간 확보 친수공간 활용 등

출처 국가·지방하천 종합정비계획('16~'26) (국토교통부, 2016)

〈그림3-76〉 강변저류지·홍수터 활용방안

〈표3-61〉 지방하천 강변저류지, 홍수터 확보(안)

구 분		강변저류지	홍수터
한강수계 (서울, 인천, 경기, 강원)	사업량	4개소, 656만(㎡)	28개소, 74만(㎡)
	사업비	1,806 억원	291 억원
낙동강수계 (부산, 대구, 울산, 경북·남)	사업량	6개소, 17만(㎡)	12개소, 10만(㎡)
	사업비	64 억원	16 억원
금강수계 (대전, 세종, 충북·남)	사업량	10개소, 32만(㎡)	8개소, 16만(㎡)
	사업비	77 억원	94 억원
영·섬수계 (광주, 전북·남)	사업량	22개소, 252만(㎡)	18개소, 6만(㎡)
	사업비	487 억원	15 억원
제주수계 (제주)	사업량	12개소, 203만(㎡)	-
	사업비	390 억원	-

출처 국가·지방하천 종합정비계획('16~'26) (국토교통부, 2016)

- 국가하천은 투자우선순위 평가 기준에 따라 국고를 배분하고, 지방하천은 치수안전도 확보를 최우선적으로 고려하고, 중요도를 고려하여 광역지자체별로 투자우선순위를 결정
- 제주특별자치도 풍수해저감종합계획(2014)에서는 하천재해 위험지구 22개소를 설정, 축제 및 보축, 교량재가설 및 저류지 신설 등 하천계획 및 필요성에 따른 하천 정비 및 강변저류지 설치를 계획

〈표3-62〉 지방하천 연차별 투자계획

(단위 : 억 원)

구 분(억원)	계	'16년	'17년	'18년	'19년	'20년	'21~25년
국가하천	40,000	3,900	4,000	4,000	4,000	4,000	20,100
제주(지방하천)	3,581	360	358	358	358	358	1,789

출처 국가·지방하천 종합정비계획('16~'26) (국토교통부, 2016)

□ 하천 홍수방어기준 강화 및 댐 운영체계 개선

○ 홍수방어기준 강화

- 유역별로 증가하는 홍수량 가중치를 산출하고, 홍수량 증가 정도를 고시, 하천 설계에 반영 필요. 국가하천 주변의 사회·경제적 가치 평가 후 중요지역의 방어목표 대폭 상향(최대 200년 → 500년 빈도) 등 차등화된 목표 적용하고 지방하천의 계획빈도(50 ~ 80년)도 권역별 하천 기본계획을 재검토하여 현실에 맞게 상향
- 부유식 시설물에 대한 하천 점용허가 기준 설정 및 제방의 구조안전성 점검체계 개선(제방 내부 토질여건 종합평가 등)을 통해 하천시설물의 안전한 설치 및 관리를 위한 안전기준 강화

□ 도시침수 예방

○ 도시 수방 성능 제고

- 증가하는 강수량과 강수 패턴을 고려하여 자치단체별 방재성능목표(지역이 감당할 수 있는 강우) 상



향 검토하고 방재 시설 성능 평가를 통해 목표에 미달하는 시설 집중 개선, 상습침수지역의 하수관로 설계빈도 상향(30~50년)

- 재해영향평가 협의 개선으로(심의위원회 투명성 강화, 이행실태점검, 업무지침 보강 등) 행정계획, 개발사업으로 인한 도시침수 사전 차단
- 침수 예방사업 확대
  - 펌프장(행안부), 하수도(환경부), 하천(국토부) 등 종합 정비가 필요한 지역에 대한 마을 단위 풍수해 생활권 종합정비사업 확대하고, 도심의 상습침수구역의 하수도정비 중점관리지역 지정 및 지역별 특성을 반영한 도시침수 예방사업 추진
  - 노후하수관로 정비대책 수립, 집행 및 유지관리를 추진하여 긴급보수가 필요한 노후하수관로를 정비하고, 하수관로 운영관리시스템의 시범 적용을 통한 표준모델 개발, 실시간 유량 모니터링, 빗물펌프장 자동운전 관리 등을 위하여 ICT 기반 「스마트 하수관로 관리시스템」 구축을 추진하여 침수, 지반 침하로부터 안전한 하수도 시설 관리
- 제주특별자치도 풍수해저감종합계획(2014)에서는 도심지침수 방지를 위한 내수재해 위험지구 36개소를 설정하고, 우수관거 재정비 등을 통해 도심지 침수피해 방지 추진

#### □ 재난 대응체계 개선

- 상황관리시스템 스마트화
  - 재난안전통신망을 통하여 현장 대응기관 간, 현장과 상황실 간 실시간 정보(영상 등) 공유 및 신속 대응 지원, 재해 우려 지역의 지능형 CCTV 확충으로 위기징후 조기 포착·전파체계 강화 및 급경사지, 저수지 등에 설치한 IoT 센서와 전자지도(GIS) 상황판을 연계하여 전국 재난정보를 동시에 표출·분석
  - 그간 축적된 풍수해 정보의 정제·표준화(~ '25년)를 통하여 빅데이터 기반의 상황관리 추진 및 정책 결정 지원
- 데이터 기반의 예보시스템 지능화
  - 다원화된 기상관측 통합관리 및 관측정보 공유 확대를 통한 데이터 협업·연계 강화 및 예보 기간, 지역에 한정되지 않는 시공간 통합형 수치예보모델 개발 추진
  - 풍수해관리시스템을 피해 규모, 범위, 양상 등 위험요소를 모델링하여 피해 정도를 예측하는 예측·예보형으로 고도화하여 과학적 피해 예측 및 예방사업 효과 분석

#### □ 태풍피해 저감 대책 수립

- 제주도의 하천 홍수 유출특성을 반영한 하천시설 개선
  - 기설된 저류지의 기능검토와 지하로의 투수율을 고려한 제주형 천변 저류지의 기준 설정 필요
  - 폭우 시 상류부로부터 다량의 토사, 자갈, 거석 및 부목의 이송에 의한 하천 및 저류지의 홍수능 영향을 검토하고 방재단(부유물스크린 등) 구상·이행 필요





저류지 설치(한천 제1저류지)



유목 방지 스크린(독사천)

〈그림3-77〉 태풍피해 저감을 위한 시설 대책

- 제주도 수문특성 연구
  - 내륙과 달리 대부분 하천은 평상시 건천 상태, 짧은 유로 길이, 급한 경사 등으로 인해 태풍으로 피해가 매년 발생 중인 반면,
  - 하천 대부분은 미계측 상태로, 장기간 지속적인 하천 수문 조사를 통해 수문 정보(현장 유량 관측, 하천 조도 계수, 하상 형태 등)의 확보가 필요

## 라. 기대 효과

- 태풍·이상 강우 등으로 인한 극한의 홍수가 발생하더라도 국민의 생명·재산피해를 최소화할 수 있는 치수안전성을 확보
  - 기후변화에 따른 대형 태풍 등 대응기준 마련 및 체계구축
  - 기반시설 홍수 안전 강화 및 예방 투자 확대
  - 도시홍수관리체계 강화하여, 도시의 침수 예방 능력 강화
  - 홍수예보체계의 고도화를 통해 선제적인 홍수대응 체계 마련

## 2. 생명이 숨 쉬는 강

### 2.1 영 산 강

#### 2.1.1 하천 건강성 회복 및 서식처 복원

##### 가. 현황

- 유역관리사업에서는 수질 개선 및 이·치수 관리 등을 주된 목적으로 둔 사업이 많아 하천의 건강성 회복 또는 재자연화에 대한 개념은 부족함
- 영산강 유역 내 일부 하천에서 생태하천복원사업, 수변생태벨트 조성 및 관리 사업 등 복원을 통한 건강성 회복 사업이 진행됨
- ‘수생태계 건강성 조사 및 평가’ 사업을 통해 매년 영산강·섬진강 유역(제주권역 포함) 내 약 260여 개 지점의 부착돌말류, 저서성 대형무척추동물, 어류, 식생, 생물 서식환경, 수변 환경 등을 조사하여 건강성을 파악하고 있지만 낮은 등급의 지점들을 대상으로 한 서식처 복원 또는 건강성 회복을 위한 사업은 진행되지 않음
- 하천 건강성 회복 및 서식처 복원에 대한 목표설정이 없어 개별지구의 복원사업이 진행되더라도 수생태계 연결성 확보 또는 생태 네트워크 구축 등 광의의 개념을 적용하는 데 한계가 있음



복원 전



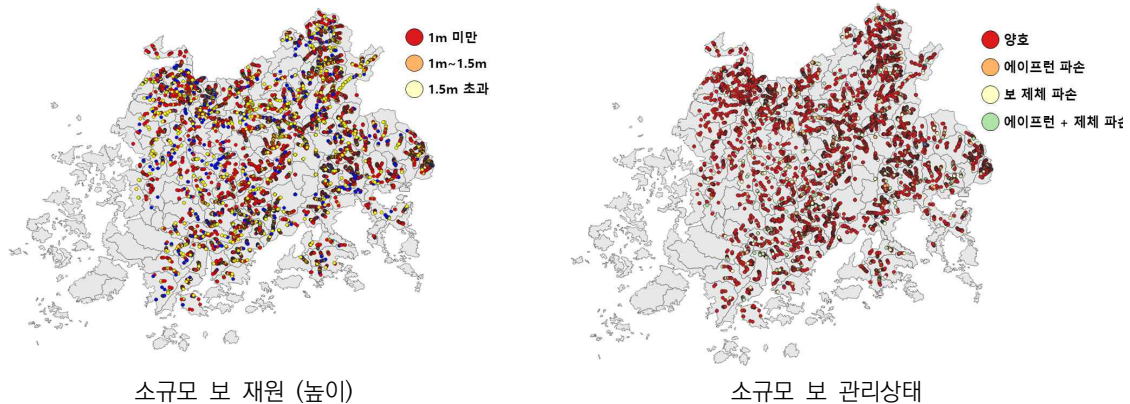
습지복원 후

〈그림3-78〉 영산강·섬진강 유역 생태복원사업 사례

## 나. 추진 방향

### □ 기본방향

- 하천 건강성 회복을 통해 수생태계 다양성을 확보하고 재자연화를 통한 유역-강-연안 생태축 복원을 목표로 함
- 기존에 진행하고 있는 토지매수사업, 수변생태벨트 조성 및 관리 사업 등을 연속적으로 진행함으로써 생태계 거점을 중심으로 연결성 확보를 통한 생태네트워크를 구축할 수 있음. 하천의 종적-횡적 연결성 확보를 위한 구조물의 철거를 통한 하천의 재자연화 과정이 필요함
- 「영산강·섬진강·제주권 유역물관리종합계획(2021~2030)」을 수립하고 있어 종합계획의 내용 중 서식처 복원 또는 재자연화 사업을 성실히 이행하는 것이 하천 건강성을 회복하는 데 도움이 될 것으로 판단됨



〈그림3-79〉 영산강·섬진강 유역 내 소규모 보 위치와 자원 및 관리상태

## 다. 추진전략 및 시범사업

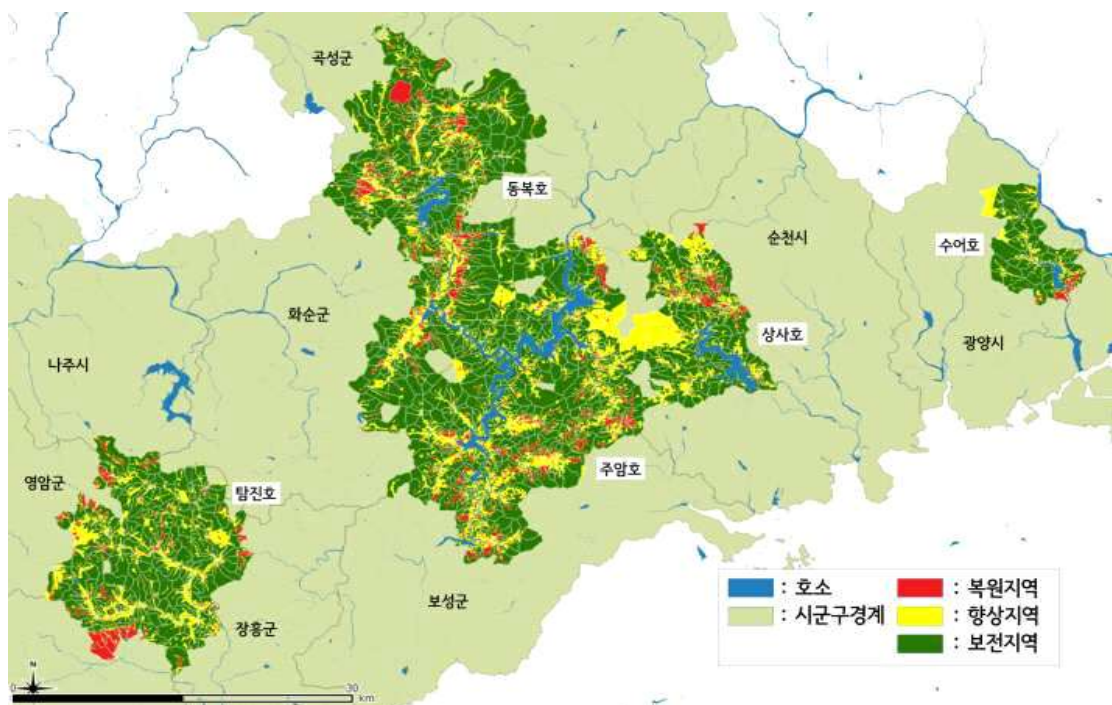
### 1. 생태복원 대상지 선별 및 평가

#### □ 현황

- 매년 녹조와 악취, 수질오염 등 심각한 환경 문제를 반복적으로 일으키는 영산강 생태 현안에 대한 실질적인 대안을 마련하기 위해 영산강 생태복원 계획 등을 수립하고 있지만, 본류의 복원사업 보다는 지천의 복원사업이 일부 추진됨
- 하굿둑 개방과 같이 해수유통을 통해 생태계를 복원하고자 하는 계획도 제시되고 있으며 목포 하굿둑 개방에 따른 최적의 해수유통 방안을 마련하고 영산강과 영산호를 생명이 살아 숨 쉬던 자연 모습 그대로 복원, 지역의 새로운 성장 동력 자원으로 활용하는 것을 고려하고 있음

## □ 생태복원 대상지 선별 및 평가실시

- ‘수생태계 건강성 조사’ 조사 결과 나뭇(D), 매우나뭇(E)에 해당하는 지점을 중심으로 복원대상지를 선정할 수 있음
- 수변생태벨트 조성 및 관리 사업과 같이 기존에 서식지 평가 사업을 통해 획득된 정보를 활용하여 우선순위를 판단할 수 있음
- 생태복원 대상지는 하천의 종적-횡적 연결성 확보를 최우선으로 선정하고 생태계거점지역과 연결하는 방안을 마련함



출처 영산강·섬진강수계 제3차 수변구역관리 기본계획('19~'23) (영산강유역환경청, 2018)

〈그림3-80〉 영산강 유역 내 호소 주변 소단위 보전가치 평가결과

- 주요 과제
  - 복원 가능지점 선별
    - 복원대상지 발굴 및 평가지침 마련
    - 수계, 중권역, 대권역 단위 대표 복원대상지 선정
  - 소규모 보 철거 (현재 관리상태가 불량한 소규모 보 철거를 통한 연결성 확보)
  - 옛 물길복원사업 (우선 사업대상지에서 획득한 복원모델을 적용)



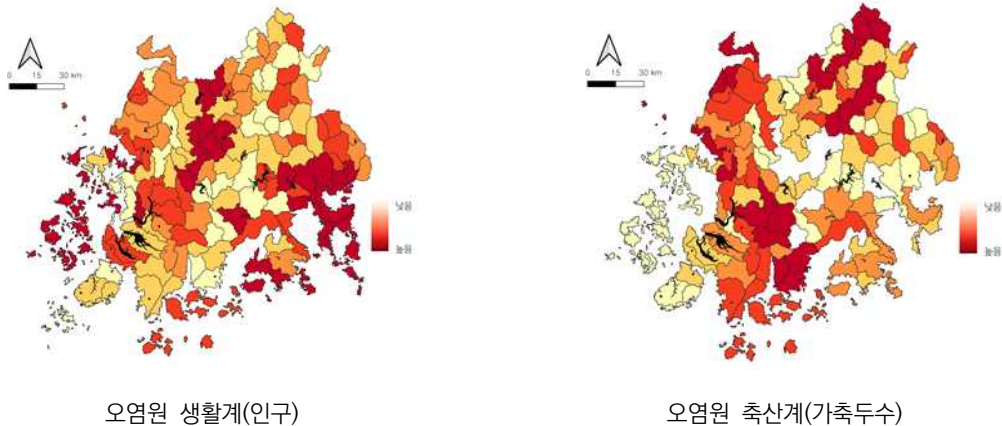
## 2. 오염원 현황조사 및 생태 독성 및 위해성 평가 기준 마련

### □ 현황

- 전국 공공수역영향권의 물 환경정책 수립을 위한 기초자료 확보하고 수질오염총량관리, 환경기초 시설 투자계획 수립 등 중요자료로 활용하기 위해서 전국오염원조사를 실시하고 있음
- 수질오염총량관리, 환경기초시설 투자계획 수립 등 중요자료로 활용되고 있지만, 수생태계 관리 또는 서식처 복원에서는 이들 오염원의 관리가 통합적으로 진행되고 있지 않음

### □ 오염원 현황조사 및 평가 시행

- 물리적인 하천 및 호소 복원과 함께 하천 건강성 회복을 위한 비점오염원 현황조사가 필요함
- 영산강의 복원사업 또는 생태거점 관리 등에서도 오염원 현황을 정보로 활용할 수 있도록 유도



〈그림3-81〉 영산강·섬진강 소유역권 내 오염원 현황

### □ 생태 독성 및 위해성 평가 기준 마련

- 영산강 유역에서는 유해화학물질을 비롯하여 의약품, 농약 등의 무단폐기 현황 및 영향조사를 시행. 생태 독성 및 위해성 평가에 관한 기준점을 마련하여 오염원 저감 시 생태계 회복과정 등을 모니터링함

- 주요 과제
  - 비점오염원 조사
    - 하천수계별 정밀조사
    - 유해화학물질(의약품, 농약) 무단폐기 현황 및 영향조사
  - 생태 독성 및 위해성 평가 기준 마련
    - 영산강 유역 내 생태 독성 평가 기준 및 평가절차 마련

## 라. 기대효과

- ☐ 수생태계 복원을 통한 생물다양성 관리 및 수질 개선 등의 효과를 기대할 수 있음
- ☐ 영산강 유역의 특성을 반영한 복원 가이드라인을 수립하여 장기적으로 수생태계를 관리할 수 있는 체계를 마련할 수 있음

## 2.1.2 생태계거점 보전관리방안

### 가. 현황

- 수생태계의 기능인 홍수저감, 생물다양성 유지, 지표수-지하수 정화 등은 생태계거점(Ecological hub)를 중심으로 서식지 간의 에너지와 물질, 종의 이동에 의해 연결된 프레임워크에 따라 달라짐. 생태계거점과 주변의 생태계 질에 의해서 네트워크의 강도와 역할이 결정됨에 따라 생태계거점의 관리가 중요
- 현재 수생태계의 건강성을 파악하기 위한 호소수질측정, 수생태계건강성조사, 호소환경조사 등 다양한 자연환경조사사업을 실시하고 있고 조류경보제, 상수원호소, 중점관리저수지, 농업용 중점 관리저수지 등을 지정하여 수생태계의 거점으로 역할을 수행할 수 있는 지점들을 관리하고 있음
- 환경부 수생태건강성조사 결과를 보면 영산강·섬진강 유역 내 조사지점 중 조사항목별 ‘ 좋음(B)’ 등급 이상 지점의 비율이 타 수계에 비해 낮음. 특히 영산강 유역의 환경이 악화되어 있어 생태적으로 우수한 지점을 발굴하여 거점으로 환경이 나쁜 지역들의 기능을 증대시킬 수 있는 네트워크 구축이 필요함

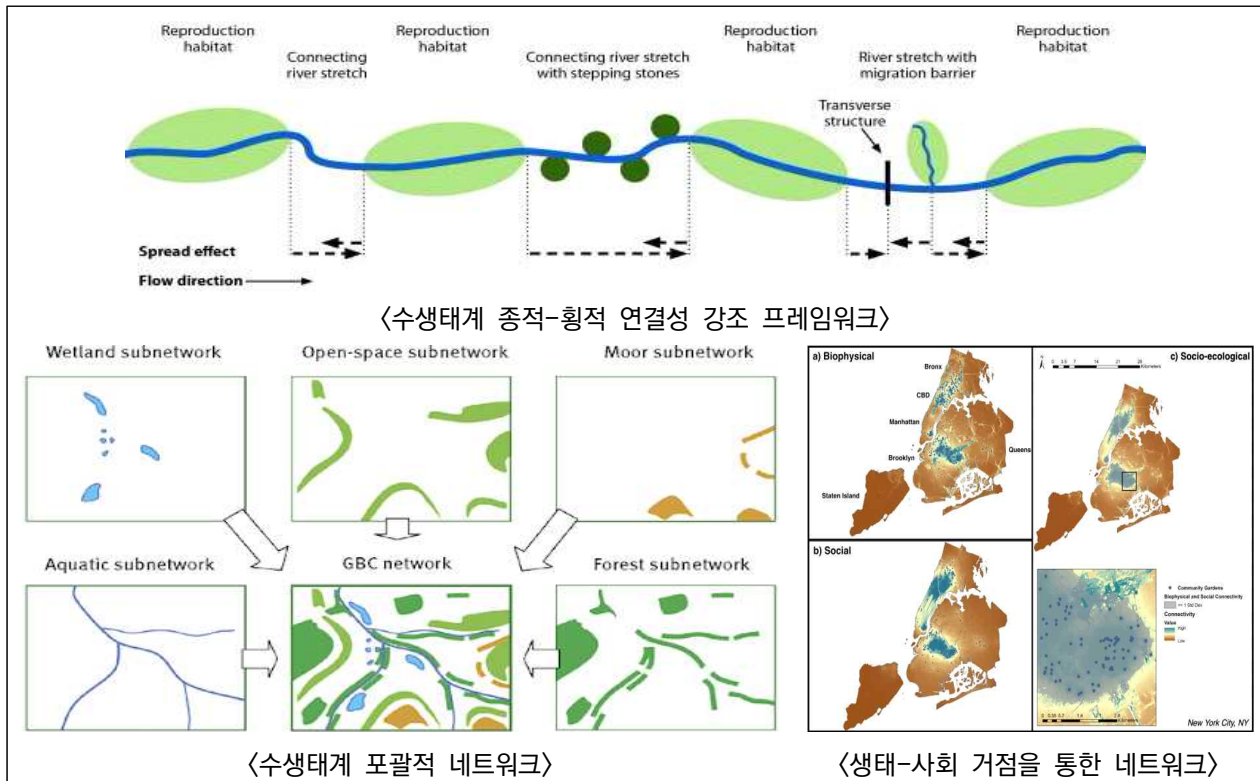
〈표3-63〉 5대강 권역별 수생태건강성 조사 결과 ‘ 좋음(B)’ 등급 이상 지점 비율

구분	전체	영산강	섬진강	한강	낙동강	금강
어 류	53%	28%	52%	62%	54%	37%
저서동물	52%	42%	62%	58%	55%	43%
부착돌말	41%	7%	56%	46%	50%	23%
서식·수변환경	31%	23%	32%	38%	27%	29%

출처 2019년 수생태건강성 (환경부, 2019)

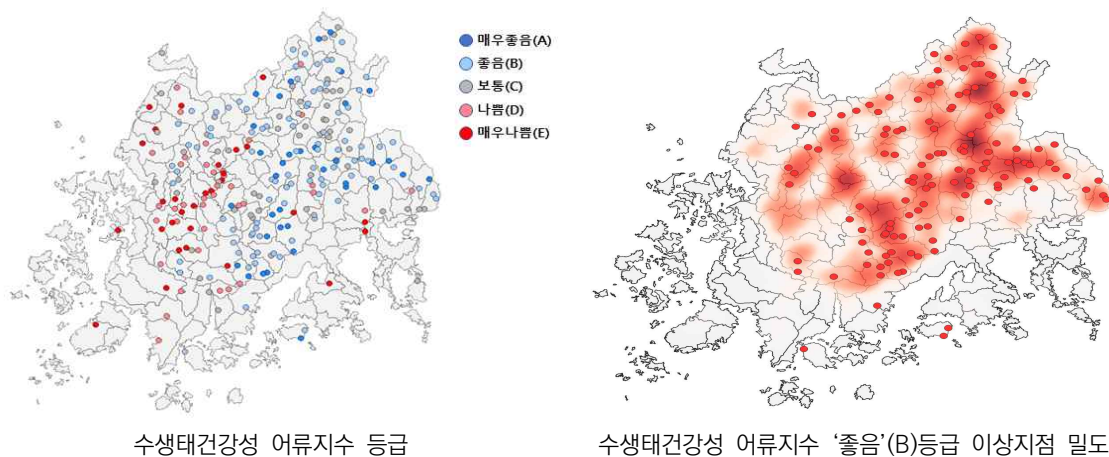
### 나. 추진방향

- 기본방향
  - 수생태계연결성 확보를 위한 복원사업도 종적-횡적 연결성을 확보해 생태계거점에서 타 지점으로의 네트워크를 형성하여 생태계의 기능을 확대 및 강화하기 위한 방안의 일환으로 진행됨. 수생태계연결성 확보보다 포괄적인 개념에서 수생태계구성요소 뿐만 아니라 주변 경관을 포괄하는 네트워크 구축이 필요



〈그림3-82〉 수생태계 거점을 이용한 생태네트워크 구축

- 거점을 중심으로 토지이용, 경관구조, 비오톱 구성 등을 고려해 수생태 네트워크를 구성할 수 있는 지점을 생태거점으로 지정. 중권역별로 수생태계유형(하천, 호소, 습지) 등이 상호연계될 수 있는 이동통로를 파악
- 기존에 법으로 지정된 수변구역, 습지보호지역, 상수원보호구역, 생태경관보전지역 등 기존의 보호지역을 활용하여 네트워크 체계를 구축할 수 있음. 생태거점네트워크 시범사업 등을 통해 생태거점의 중요성을 이해하고 네트워크 구성 시 효과성을 검증



출처 수생태건강성조사 어류 항목 2010~2019년 결과 취합

〈그림3-83〉 수생태건강성조사 어류 항목 영산강·섬진강 유역 내 우수생태계지점



## 다. 추진전략 및 시범사업

### 1. 생태거점 발굴 사업

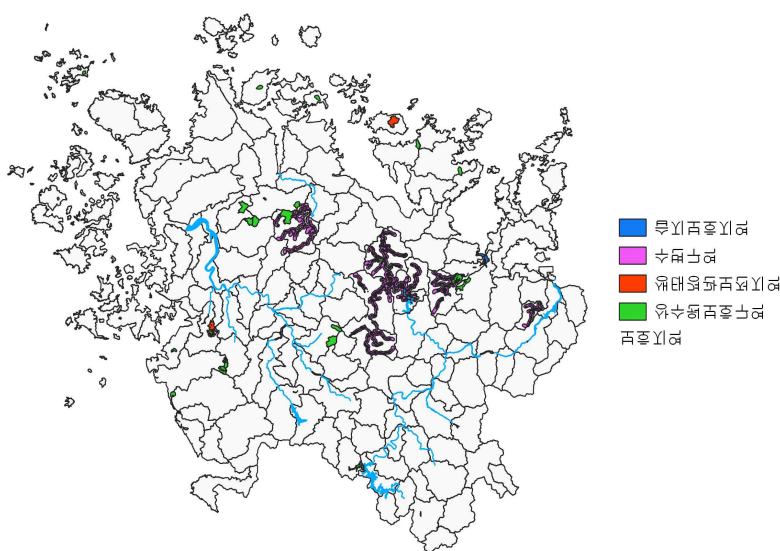
#### □ 현황

- 영산강·섬진강수계 상수원 수질에 영향을 미치는 지역(상수원관리지역)에 대해 토지매수사업을 추진하고('03년) 있으며 상수원 수질을 개선하고자 오염물질 유입 최소화 및 차단할 수 있도록 매수 토지에 수변생태벨트를 조성('05년) 사업이 진행 중
- 영산강 분류, 지류 구간을 대상으로 수생태계 건강성평가 결과 중 어류평가지수(FAI) 평가 결과 나쁨(D등급) 29개 지점, 매우 나쁨(E등급) 11개 지점으로 나타났음(하천 수생태계 현황 조사 및 건강성 평가(XI) - 영산강·섬진강 대권역, 환경부, 2018)

〈표3-64〉 영산강 대권역 어류평가지수(FAI) 값 및 등급 분포

구 분	조사 구간수(개)	FAI		등급별 구간수(%)				
		평균	등급	매우좋음(A)	좋음(B)	보통(C)	나쁨(D)	매우나쁨(E)
영산강	15	25.4	나쁨	0 (0.0)	1 (6.7)	0 (0.0)	9 (60.0)	5 (33.3)

\* 어류평가지수(FAI) : 출현 어종의 섭식특성, 내성도 특성, 서식지 특성을 적용하여 건강성평가 항목(8개)에 따라 산정 후 총합이 100점 만점이 되도록 계산  
출처 하천 수생태계 현황 조사 및 건강성 평가(XI) - 영산강·섬진강 대권역(환경부, 2018)



〈그림3-84〉 영산강·섬진강 대권역 내 수생태계 연계 보호지역 위치

## □ 생태계거점 발굴

- 다분류군(Multi-Taxa)-다경관(Multi-Landscape)기준을 통한 생태거점을 파악해야함. 단일분류군 또는 멸종위기야생동식물을 기준으로 생태거점을 선정하는 것이 아니라 다분류군이 종합적으로 안정적으로 서식하고 서식환경 역시 다분류군을 지지할 수 있는 지점을 생태거점으로 선정
- 기존의 보호지역 또는 관리지역간의 연결성확보를 통한 네트워크 구축이 가능하므로 하천을 연결 통로(edge)로 활용해서 연결노드(node)로서 수변-생물-문화를 상호 연결할 수 있는 방안을 제시

## □ 생태계거점 발굴 지침 및 평가 지침 개발 사업

- 생태계거점을 발굴하기 위한 지침이 우선 마련되어야 함. 평가지침은 다분류군-다경관특성을 모두 반영할 수 있도록 작성되어야 함
- 발굴된 생태거점은 생태-문화-경관이 포괄적으로 네트워크를 구성할 수 있도록 다중평가체계를 기본으로 함

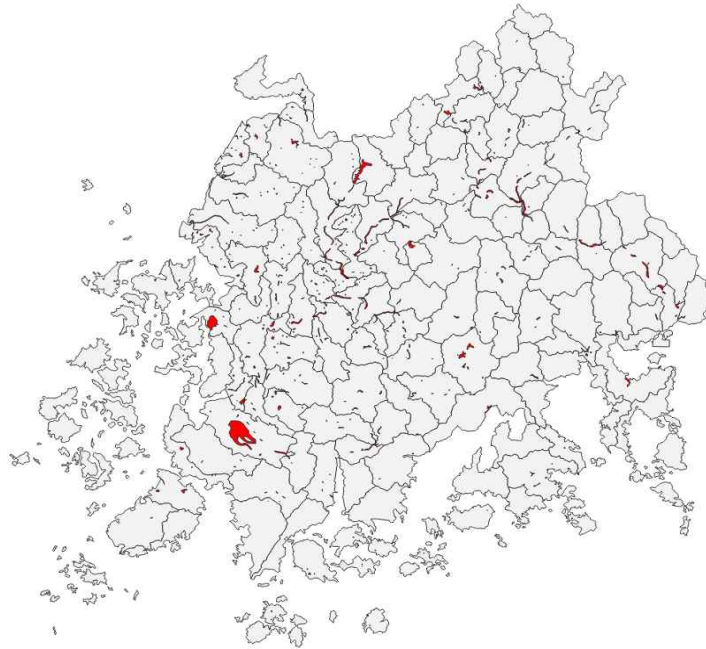
## ■ 주요 과제

- 생태계거점 발굴 지침
  - 유역별 (중권역별), 생태계유형별(유수-정수생태계, 수변생태계) 거점 발굴
  - 다분류군-다경관 기준 발굴 지침 개발
- 생태계거점 평가지침
  - 수생태계 종적-횡적연결성 기반 평가지침 마련
  - 다중평가지침(multi-matrix) 개발

## 2. 우수 습지생태계 보존

## □ 현황

- 영산강·섬진강수계에는 약 119개의 습지가 기록되어 있으며 이중 신안 장도산지습지, 고창 운곡습지, 순천 동천하구, 섬진강 침실습지, 광주광역시 장록과 같이 습지보호지역으로 지정되어 관리되는 습지생태계가 위치함
- 습지보호지역은 생물다양성이 풍부하며 습지원형이 잘 보전된 습지들로 이들 습지의 관리는 습지에 의존해서 서식하는 동식물을 보전하는 차원을 넘어서 보호지역 주변 지역주민들의 참여형 보전 사업을 진행하는데 핵심적 역할을 수행할 수 있음



정읍 월영습지



순천 동천하구

출처 국립생태원 에코뱅크 (<http://www.nie-ecobank.kr/opn/file/list.do?svclId=103>)

### 〈그림3-85〉 영산강·섬진강 대권역 내 습지 분포와 습지보호지역

#### □ 습지보호지역 확대

- 영산강 대권역 내 우수습지를 발굴하여 습지보호지역을 확대함으로써 정수생태계의 보전을 실시
- 하구와 갯벌이 발달한 유역의 특성을 반영하여 갯벌 중 생태계가 우수한 지역을 선별하여 추가적으로 보호지역을 확대해 나감

#### □ 보호지역 주민지원사업 발굴

- 습지보호지역은 5년마다 습지 보전계획을 수립하여 관리하고 있지만, 보호지역 인근 주민들의 지원 또는 협업을 통한 보전사업 진행은 부족한 실정임
- 생물다양성 보전과 함께 보호지역 주변 주민의 요구사항을 반영하여 효과적인 보호지역 관리체계를 마련

#### ■ 주요 과제

- 습지보호지역 확대
  - 하천 및 연안 습지 중 우수 습지발굴을 통한 보호지역 확대
- 보호지역 주변 주민지원사업
  - 지역민과 함께 하는 보전사업 발굴

### 3. 생태정보 거점(Eco-info hub) 및 네트워크 구축

#### □ 현황

- 생태계거점과 관련된 조사사업이 유역환경청, 국립생태원 등에서 산발적으로 진행되고 있고 진행된 사업들의 정보가 통합관리되지 않아 네트워크구축을 위한 정보를 확보하는 데 어려움이 있음
- 물환경정보시스템을 통해서 수계의 주요 지점에 대한 수질, 퇴적물, 방사성물질, 생물, 수리 수문, 기상 정보를 파악할 수 있지만 일부 과제에서 도출된 정보만을 활용하고 있음. 환경기초조사사업을 비롯한 단일사업으로 진행되는 사업을 결과들을 포괄적으로 수집할 수 있는 플랫폼이 부재하므로 생태정보를 취합 및 활용할 수 있는 허브를 마련

#### □ 생태정보 거점 (Eco-info hub) 플랫폼 개발 및 네트워크 구축사업

- 생태계거점 선정 및 평가 시 자료를 활용하고 개발 연구자들의 정보 역시 QC를 거쳐 공유할 수 있는 플랫폼 개발
- 생태정보 네트워크를 구축을 위해 활용기관 간 네트워크를 구성하고 생태거점 보전관리 시범사업 등에 생태정보를 활용할 수 있도록 지원
- 개발된 플랫폼은 전문가 또는 관련자를 위한 원자료를 제공하고 일반인을 위한 요약된 인포그래픽을 제공하여 사용자의 접근성을 향상시킴

#### □ 생태계거점 보전관리 시범사업 추진

- 수계, 종권역, 대권역 단위 생태계거점 발굴 후 생태계거점을 중심으로 한 보전사업을 실시할 수 있는 시범대상지 선정. 시범대상지를 대상으로 한 과제에서 도출된 결과를 바탕으로 생태계거점 선정 및 평가지침 마련
- 서식처 안정성, 주변 경관, 문화 등 복합적 요인을 고려한 시범사업 대상지 선정

##### ■ 주요 과제

- 생태정보 거점 (Eco-info hub) 플랫폼 개발
  - 공개가능 원자료 (raw data) 업로드 및 활용
  - 생태계거점 관련 생태-문화-사회 자료 통합
- 생태정보 네트워크
  - 생태정보 활용기관 간 네트워크 구성
  - 생태거점 보전관리 시범사업 등의 선발 및 평가 시 공동활용
- 생태계거점 보전관리 시범 사업대상지 선정
  - 생태계거점 선정 및 평가지침 마련을 위한 시범대상지
  - 시범대상지를 통한 관리기법 개발

## 라. 기대효과

- ☐ 생태거점을 중심으로 수생태계를 관리할 수 있는 기회 마련
- ☐ 생태거점을 통한 생태-문화-사회 통합체계를 구축할 수 있어 수생태계 관련 환경쟁점에 대한 이해관계자 간 소통기회 확대 가능

### 2.1.3 생태계교란생물 관리

#### 가. 현황

- 최근 외래생물이 다양한 경로로 국내에 유입되고 그 수가 지속적으로 증가(2009년 894종 → 2011년 1,109종 → 2018년 2,160종)함에 따라 이에 따른 생태계 위해 우려도 커지고 있음
- 외래생물 관리는 생태계교란생물 지정·관리, 조절·퇴치사업 추진 등 도입된 외래생물의 사후관리 중심으로 추진되어 생태계위해성이 있는 외래생물의 국내 유입을 효과적으로 방지하는 데 한계가 있음
- 국내 생태계교란생물로 지정된 생물은 포유류 (1종), 양서류·파충류 (4종), 어류 (2종), 갑각류 (1종), 곤충류 (5종), 식물 (16종)으로 총 29종으로 8종이 수환경에 영향을 끼칠 수 있는 종임. 영산강과 섬진강, 제주권역에는 뉴트리아를 비롯하여 황소개구리, 파랑볼우렁, 큰입배스 등이 관찰되고 있고 최근 미국가재(*Procambarus clarkii*)가 발견되어 생태계교란생물 관리의 중요성이 강조되고 있음

〈표3-65〉 외래종 관련 용어 정의

용어	정의
생태계교란야생동·식물 (야생동·식물보호법)	외국으로부터 의도적 혹은 비의도적으로 들어와 생태계의 균형을 교란시키거나 교란할 우려가 있는 것과 유전자의 변형을 통하여 생산된 유전자변형생물체로서 생태계의 균형을 교란시키거나 교란할 우려가 있어 환경부령이 정하는 것
침입종 (IUCN)	자연적인 혹은 반(半)자연적인 생태계나 서식지에 정착하여 변화를 일으키고, 토착 생물다양성을 위협하는 외래종
외래종/침입종 (미국 Executive Order 13112)	외래종: 해당 생태계에 자생하지 아니한 종자, 난자, 포자 혹은 기타 생물학적 물질을 포함하여 번식 능력이 있는 종 침입종: 해당 생태계에 자생하지 않거나 외래적인 것으로, 그 유입이 경제적 혹은 환경적으로 피해와 인간의 건강에 대해 위협을 주거나 줄 수 있는 종
침입외래종 (일본)	외국에서 들어온 결과로 원래의 서식지 밖에서 존재한다고 내각정령에 의해 규정된 것으로서 일본에 독특한 서식지를 가진 생물체와는 다른 특성 때문에 생태계에 역효과를 준다고 인식되거나 그러할 우려가 있는 개체(내각정령에서 정한 난자, 종자 기타를 포함, 살아있는 것에 한정됨)와 그 기관(이 법에서 생태계에 역효과를 예방하기 위한 규칙과 같은 조치를 필요로 하는 것에 한정, 내각정령에서 정한 것, 살아있는 것에 한정됨)

출처 국내 도입 외래동물 정보수집 및 종합검색시스템 구축 (환경부, 2008)

- 환경부를 생물다양성위협 외래생물 관리기술개발 사업은 환경부를 주관으로 농촌진흥청, 산림청, 농림축산검역본부 등이 참여함. 예산은 2020년까지 꾸준히 증가하고 있고 국내 유입된 외래생물의 모니터링, 자연생태계 확산 및 영향 예측, 위해성평가, 제거 등의 외래생물 관리 전반 기술개발을 시행하고 있음

〈표3-66〉 국내 외래종 관련 법

관계법	주요 내용	주요 한계점
환경정책기본법	환경영향평가, 환경훼손, 보전, 국제협력 및 지구환경보전 등의 기본법	-
자연환경보전법	생태계위해외래종 지정, 관리, 규제	사후 규정, 생태계위해성평가제도 미비, 이미 들어온 종에 대한 대책의 미비, 분명하지 않은 용어
야생동·식물보호법	생태계교란 야생동·식물의 지정, 관리, 규제, 자연환경보전법의 생태계위해외래종 관련 조문들의 이양 및 포괄적 정책대상화	집행권자의 권한, 예방 및 사후관리의 미비
조수보호 및 수렵에 관한 법률	조수의 수출입 또는 반입허가 등의 규정	조수의 수출입 및 반입허가 등의 규정을 뒷받침하여 줄기타 유관법의 근본체계

〈표3-67〉 생물다양성위협 외래생물 관리기술개발 사업 개요

부처	세부사업	사업관리기관	연도별 예산 (억원)			
			17년	18년	19년	20년
환경부	생물다양성 위협 외래생물 관리 기술개발	한국환경산업기술원	20	20	10.06	35.4
농식품부 (검역본부)		검역본부	4	18	18.1	18.2
농진청		농진청	4	38	38	34
산림청		한국임업진흥원	2	3	3	3



〈표3-68〉 국내 생태계교란생물

구 분	종 명	주요서식지	영향수계
포유류	가. 뉴트리아 <i>Myocastor coypus</i>	수생태계	영산강 제주권역
양서류 · 파충류	가. 황소개구리 <i>Rana catesbeiana</i> 나. 붉은귀거북속 전종 <i>Trachemys</i> spp. 다. 리버쿠티 <i>Pseudemys concinna</i> 라. 중국줄무늬목거북 <i>Mauremys sinensis</i>	수생태계	영산강 제주권역
어 류	가. 파랑볼우럭(블루길) <i>Lepomis macrochirus</i> 나. 큰입배스 <i>Micropterus salmoides</i>	수생태계	영산강 제주권역
갑각류	가. 미국가재 <i>Procambarus clarkii</i>	수생태계	영산강
곤충류	가. 꽃매미 <i>Lycorma delicatula</i> 나. 붉은불개미 <i>Solenopsis invicta</i> 다. 등검은말벌 <i>Vespa velutina nigrithorax</i> 라. 갈색날개매미충 <i>Pochazia shantungensis</i> 마. 미국선녀벌레 <i>Metcalfa pruinosa</i>	육상생태계	영산강 제주권역
식 물	가. 돼지풀 <i>Ambrosia artemisiaefolia</i> var. <i>elator</i> 나. 단풍잎돼지풀 <i>Ambrosia trifida</i> 다. 서양등골나물 <i>Eupatorium rugosum</i> 라. 털물참새피 <i>Paspalum distichum</i> var. <i>indutum</i> 마. 물참새피 <i>Paspalum distichum</i> var. <i>distichum</i> 바. 도깨비가지 <i>Solanum carolinense</i> 사. 애기수영 <i>Rumex acetosella</i> 아. 가시박 <i>Sicyos angulatus</i> 자. 서양금혼초 <i>Hypochoeris radicata</i> 차. 미국쑥부쟁이 <i>Aster pilosus</i> 카. 양미역취 <i>Solidago altissima</i> 타. 가시상추 <i>Lactuca scariola</i> 파. 갯줄풀 <i>Spartina alterniflora</i> 하. 영국갯끈풀 <i>Spartina anglica</i> 거. 환삼덩굴 <i>Humulus japonicus</i> 너. 마늘냉이 <i>Alliaria petiolata</i>	육상생태계 수변생태계	영산강 제주권역

## 나. 추진방향

### □ 기본방향

- 국내 대형하천은 많은 보에 의해 흐름이 조절되는 조절강 생태계로서 수문학적-기상학적 요인에 민감하게 반응하며, 특히 최근 4대강 살리기 사업 이후 하천 구조 변형에 의해 외래종의 증가와 같은 다양한 생태·환경 문제가 발생함.
- 생태계교란생물 관리 사업은 생태계교란생물의 유입부터 확산, 영향평가, 제거 등 전주기에 대응할 수 있도록 방향성을 수립함
- 유역환경청, 생태원 등 관련기관에서 조사하고 있는 생태계교란생물의 정보를 통합관리할 수 있는 플랫폼 개발



〈그림3-86〉 생태계 교란생물 관리 방향

## 다. 추진전략 및 시범사업

### 1. 생태계교란생물 사전예방

#### □ 현황

- 2018년 영산강 수계에서 처음 발견된 미국가재처럼 기존에는 유입되지 않은 종에 대해 사전에 예방하기 위한 사업 추진
- 외래유입 생물뿐만 아니라 타수계에서 이입되는 종들의 관리를 위해서 지속적인 관리가 요구됨. 한강, 금강, 임진강을 원분포지로 하는 대농갱이(Leiocassis ussuriensis)가 영산강과 섬진강 수계에 이입되어 보고됨

## □ 생태계교란생물 사전예방 모니터링사업 추진

- 영산강수계를 중심으로 한 생태계교란생물 모니터링과 함께 주요 항만시설 (목포항, 광양항 등)과 도심지 인접 하천 내 특정지점 선별 후 생태계교란생물 및 이입생물종 모니터링
- 영산강수계 내 이입생물종 유전자 확보를 통해 유입경로를 파악하고 지역관리 방안 제시

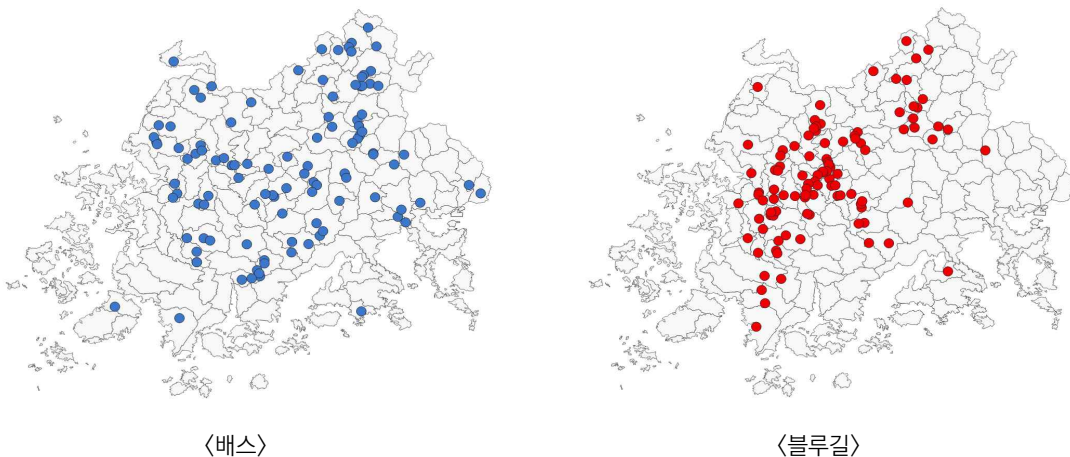
## ■ 주요 과제

- 항만 및 주요 유입 가능 (도심하천) 지점 주변 수생태계 모니터링
- 영산강 이입가능 생태계교란생물 모니터링 (유전정보 기반 이입생물종 모니터링)

## 2. 생태계교란생물 모니터링

## □ 현황

- 환경부 하천 수생태계 현황조사 및 건강성 평가 (2013년~2019년)를 종합한 결과 영산강·섬진강 유역 내 하천의 100여 개 지점에서 블루길과 배스가 기록됨
- 이미 유입된 외래종과 생태계교란생물의 예찰과 위해성을 평가하기 위한 사업을 추진하여 효과적인 생태계교란생물 관리를 실시. 기존에 실시된 사업과 같이 분포파악 중심의 모니터링에서 생물 확산 및 변화를 예측하고 각 생물의 영산강·섬진강 유역 내 위해성을 평가함



출처 하천 수생태계 현황조사 및 건강성 평가, 2013년~2019년 자료 취합

〈그림3-87〉 생태계교란생물 중 배스와 블루길의 기록지점

## □ 생태계교란생물 모니터링사업 및 위해성 평가 추진

- 수계 내 유입된 생태계교란생물을 모니터링 하기 위한 고정지점을 선정하여 주기적인 조사 실시
  - 유역별 (중권역별), 생태계유형별(유수-정수생태계, 수변생태계) 대표 고정지점을 선정하여 생태계교

란생물의 개체군 동태를 파악하고 이들 생물의 확산 방향을 파악함

- 장기적 관점에서 생태계교란생물을 추적할 수 있는 기술을 개발하여 인력을 대체하고 객관적인 자료를 제공할 수 있는 방안 제시
- 수계 유입된 생태계교란생물과 유입 및 이입이 가능한 생물들에 대한 위해성을 정량적(경제적, 생태적)으로 파악하여 피해를 예측
- 타 수계로부터 유입이 가능한 생물군의 목록 파악
- 타 수계 생물군의 유전적 정보를 파악하여 유입경로 파악

■ 주요 과제

- 수계 유입 생태계교란생물 모니터링
  - 생태계교란생물 모니터링 고정지점 선정
  - 유역별 (중권역별), 생태계 유형별(유수-정수생태계, 수변생태계) 대표 고정지점
- 수계 유입 생태계교란생물 확산 및 변화 예측
  - 환경 정밀조사(토양, 수질, 경관)를 기반으로 한 생태계교란생물 확산 모델 개발
  - 중권역 단위 예측 및 시나리오 제시
  - 생태계교란생물 추적 기술개발
- 수계 유입 생태계교란생물 위해성 평가 (정량적(경제적, 생태적) 피해 파악)

### 3. 생태계교란생물 제거 및 퇴치

□ 현황

- 생태계교란생물은 대부분 물리적인 기술을 통해 제거하고 있음. 인력이 대규모로 투입되어야 하는 한계가 있어 퇴치기술 개발 및 적용이 필요함
- 물리적, 생물학적 기술을 통한 생태계교란생물 제거 및 퇴치가 가능한 시범대상지를 선정해 특정 종의 제거 효과 등을 과학적으로 증명. 퇴치에 따른 중장기 수생태계 변화를 모니터링하고 퇴치생물의 바이오매스를 활용할 수 있는 기술 역시 필요함
- 현재까지 생태계교란생물 제거 및 퇴치는 확산저지의 차원에서 진행되었다면 앞으로는 수생태계의 횡적-종적 연결성 확보를 위해 생태계교란생물을 관리하고 건강성 회복의 생태계 증거로 활용할 수 있는 포괄적 개념을 개발할 필요가 있음

□ 생태계교란생물 제거 및 퇴치사업 추진

- 단기적으로 생태계교란생물의 집중적인 퇴치작업을 유역 단위 또는 생태계 단위로 시범사업을 추진
- 중장기적으로 완전퇴치 구간을 선정하여 주기적이고 일시적인 퇴치사업을 진행하여 효과를 검증

- 새롭게 개발되는 생태계교란생물 제거기술을 시범사업에 적용하여 제거기술의 안정성을 확보하고 적용대상지를 확대해 나감
- 수생태계 내에서 생태계교란생물의 위해성을 기반으로 퇴치 및 제거에 대한 개념과 절차를 마련하여 횡적-종적 연결성 확보를 위한 차원에서 생태계교란생물을 관리

■ 주요 과제

- 생태계교란생물 제거
  - 유역별 (중권역별), 생태계 유형별(유수-정수생태계, 수변생태계) 제거 및 퇴치 시범대상지 선정
  - 완전퇴치 구간 선정 (단기-중기-장기)
- 수계 유입 생태계교란생물 제거기술 개발
  - 물리적, 생물학적 제거기술 개발
  - 대상 생물 선정 및 시범사업 시행
- 수계 유입 생태계교란생물 제거 개념개발(횡-종적 연결성 확보를 위한 생태계교란생물 관리 개념도입)

## 라. 기대효과

- ☐ 효과적인 생태계교란생물 관리를 통한 유역 내 수생태계의 건강성을 향상시킬 수 있을 것으로 기대됨
- ☐ 생태계교란생물 관리기술 개발 및 적용을 통해 수생태계의 생물다양성 증진에 기여
- ☐ 생태계교란생물 관리 사업의 효율성을 검증하여 장기적인 관점에서 생물관리 가능

## 2.1.4 기수생태계 효율적 관리

### 가. 현황

- 대규모 간척사업으로 인해 하구의 생태적 가치가 크게 훼손되었으며 타수계보다 훼손 정도가 심한 영산강하구의 환경 가치는 크게 감소
  - 하천·호수, 습지, 갯벌 등을 보유한 하구는 지구상 생태계 중 생태적 가치가 가장 큼
  - 대규모 간척사업, 하천유출량 감소 등의 영향으로 하구의 생태환경 악화
  - 습지 면적이 크게 감소한 영산강하구의 환경 가치는 한강, 섬진강 하구의 1/6, 1/4 수준
- 영산강은 하구 생태계 복원논의의 단초를 제공했지만, 현재는 낙동강, 금강수계에 뒤처진 상황으로 지금부터라도 하구 생태계 복원을 위한 논의가 본격화되어야 함(광주전남연구원 리더스인포, 2016)
  - 전라남도는 국내에서 처음으로 영산강 하굿둑 복원을 위한 논의를 시작했지만, 4대강 사업 이후 중단
  - 낙동강, 금강수계는 부산시와 충청남도를 중심으로 하구 수생태 복원을 핵심과제로 추진 중

### 나. 추진 방향

- 형태적 복원보다는 기능적 복원을 중심으로 자연성 회복 추진
  - 현재의 상태에서 갑문의 운영을 통한 해수유통으로 담수와 해수가 교환되는 기수역 확보방안
  - 현 상태에서 영산강하구의 거동 및 환경적, 사회적 여건(역사·문화자원 포함)에 대한 이해 필요
  - 이를 기본으로 갑문 운영에 따른 강-하구 연속성, 하구 순환의 변화 예측
- 하구 생태계의 복원을 위해서는 하구 환경 악화의 근본적인 원인인 하구순환 연결성을 고민해야 하며 하굿둑 건설의 당초 목적인 치수와 이수 목적을 현재 상태에서 재검토하고 치수와 이수에 저해되지 않는 범위 내에서 구조물의 활용방안을 모색할 필요가 있음

### 다. 추진전략 및 시범사업

- 영산강하구의 기능적 복원을 중심으로 한 자연성 회복
  - 형태적 복원보다는 기능적 복원을 중심으로 자연성 회복 추진
    - 현재의 상태에서 갑문의 운영을 통한 해수유통으로 담수와 해수가 교환되는 기수역 확보방안
    - 현 상태에서 영산강하구의 거동 및 환경적, 사회적 여건(역사·문화자원 포함)에 대한 이해 필요

- 이를 기본으로 갑문 운영에 따른 강-하구 연속성, 하구 순환의 변화 예측
- 영산강 국가계획에 포함된 사업의 내용을 수질 개선, 생태환경 복원사업과 연계하는 방안 도출
  - 상류 댐과 연계한 유량을 하천유지수량으로 확보하는 방안
  - 홍수조절지와 천변저류지를 수생식물 정화 습지로 병행활용
  - 영산호, 영암호 배수갑문과 연계한 해수유통, 어도 설치, 친수공간확보, 퇴적물 관리, 호소 내부의 유동촉진 등과 연계할 수 있는 방안 강구
- 영산강 하구역 통합관리체계 구축을 통한 실행력 있는 정책 수립
  - 영산강 하구역 지속 가능한 발전을 위해 통합적 관리체계 구축이 필요하며, 여기에는 기능, 가치, 정부, 지역, 정책 등의 통합이 필요함
  - 다양한 이해관계자들의 참여와 협력 촉진을 위해 협의 조정, 정책집행, 조사연구, 교육 및 홍보, 실천 등의 기능을 수행할 수 있는 기구 필요
- 이해당사자 간 협의체 구성 및 지속적 해결방안 도출
  - 영산강하구는 관리체계가 매우 복잡하고 이해관계자도 다양함
  - 하구 이용자를 포함한 이해관계자들의 의견 수렴 및 문제 대책 마련
  - 하구의 연속성 회복을 위한 방안을 추진할 경우 관계기관(한국농촌공사, 목포지방해양수산청, 익산 지방국토관리청, 영산강유역환경청 등)과 농민, 어민 등의 다양한 이해관계자 간의 협력체계가 구축
- 법제 정비 및 자원 확보
  - 하구 환경의 개선, 복원, 지속가능한 이용 등의 하구역 정책을 통합적으로 추진하기 위한 제도적 인 장치 필요

## 라. 기대효과

- 하구 생태계 개선을 통한 하구역 일대 경제활동의 지원이 가능한 정책 수립 가능
- 하구의 기능적 방안과 수생태계의 보전을 위한 최적의 자연성 회복 방안 도출 및 필요시 하굿둑 기능개선을 통한 물길 연속성 확보
- 다양한 이해관계자들의 참여와 협력 촉진을 위해 협의 조정, 정책집행, 조사연구, 교육 및 홍보, 실천 등의 기능을 수행할 수 있는 대책 마련 및 향후 모든 관계자들이 공감하는 대안 도출 가능

## 2.1.5 복개하천 자연성 회복

### 가. 현황

#### □ 하천의 복개로 인한 치수·생태 취약성

- 복개(覆蓋)하천이란 하천 상부의 전부 또는 일부를 콘크리트 구조물로 덮은 하천을 말함. 복개하천 구간은 주로 도로, 주차장, 상업지역 등으로 이용되고 있음
- 복개는 하천의 본모습을 훼손하여 하천부지가 축소 및 손실되었고, 하천생태계를 단절시킴. 햇빛이 차단되고 공기의 순환이 잘되지 않고 유량이 감소하여 하천의 자정 기능이 상실되며, 오염수 유입을 관리하기가 어려워 하천 수질오염 악화
- 이뿐만 아니라 복개사업을 진행하며 불투수성 면적이 증가로 인해 도시 물순환을 방해하고 있으며, 도심지 열섬현상 심화 됨
- 홍수 때 복개 구간 내 구조물 등으로 인해 통수 단면이 작아져 병목현상이 생겨 침수피해를 유발해 도심지 침수피해의 주원인이기도 함
  - 구조물 철거가 제시되고 있으며 일부 하천의 복개하천 복원이 진행되고 있음
- 영산강 유역의 주요 도시인 광주광역시는 70년대부터 복개하천 사업이 시작됨. 광주천을 시작으로 양지천, 동계천, 서방천, 극락천, 용봉천 등 15곳의 도심하천이 복개됨.
- 2020년 8월 폭우로 인해 광주천의 복개 구간인 양동시장 상가, 신안교 인근 등에서 홍수피해가 심했음. 광주천 외에도 광주 하천복개지역 곳곳이 침수피해를 봄

### 나. 산지천 하천 복원사례

#### □ 추진 배경

- 산지천 근처에 주거가 밀집되면서 인구가 늘어나, 하천 주변이 오염되면서 1996년 동문교를 중심으로 약 600m 구간을 복개하였고, 복개된 곳에 시장과 상가들을 지어 경제 활성화 지역으로 활용
- 90년대에 들어서며 복개구조물 부식으로 인한 붕괴 위험, 하천의 생태계 파괴, 홍수범람 시 도시 침수, 하천 오염 등의 문제 발생
- 각계 전문가(문화재, 조경, 환경 등)와 지역주민으로 구성된 자문위원회 회의결과 도심 속 자연형 생태하천으로 복원 결정

#### □ 복원 후 변화

- 산지천을 통과한 하천수의 연안은 환경기준 3등급을 초과하였으나, 복원 후에는 산지천을 흐르는 용천수는 제주 연안을 환경기준 1등급 수준으로 끌어올림



- 자연형 생태하천으로 복원을 통해 현재는 생태학적으로 새와 물고기가 찾아들고, 시민들에게 도심 속의 휴식공간으로 자리매김하였고, 주변의 목관아 문화재·탐동 시민공원 및 사라봉 공원과 연계한 관광명소가 됨



출처 제주도 제주시 산지천(생태복원 우수사례) (환경부, 2003)

〈그림3-88〉 복개된 산지천 복원 전후 사진

〈표3-69〉 산지천 복원사업 주요 내용

- 1996년 3월 복개지역 산지천 복원사업 시작하여 2002년 7월 준공
- 총사업비 36,332백만 원(국비 7,493, 도비 2,000, 시비 26,839)
- 복개 건물 철거 14개 동, 하천정비(L=474m, B=21~36), 도로개설(L=474m, B=15m),
- 공원시설(7,323㎡), 음악분수대 1개소, 나무다리 2개소, 돌다리 1개소, 폭포수 1개소, 발래터 1개소, 선착장 1개소, 낙차 보 1개소 설치

## 다. 추진방향

### □ 복개하천 자연성 회복

- 하천의 복개는 수질오염, 생태계 변화, 대규모 침수피해 등을 유발하는 행위. 복개하천은 1999년도에 처음으로 하천법으로 금지하였으며 2009년도에는 법을 개정하여 하천 복개 금지에 대한 사항을 구체화하였으며 금지하기 이전에 개발된 복개하천의 근본적 해결방안은 복개를 철거하고 하천을 원래의 형태로 되돌리는 사업 진행 중
- 도시개발계획, 도시재생사업, 주거환경개선사업 등과 연계하여 복원 우선 지역 선정 및 복원 필요
- 이처럼, 서울 청계천, 제주시 산지천, 병문천 등과 같이 복개 구간을 철거하고 복원하는 것은 하천관리에서 선택이 아닌 필수사항임을 인식하고, 하천이 치수·이수 기능 외 친수·환경기능을 향상하여 자연과 사람이 공존하고 상상할 수 있는 공간으로 변화되도록 산·학·연과 인근 지역주민들의 지속적인 관심과 노력이 필요

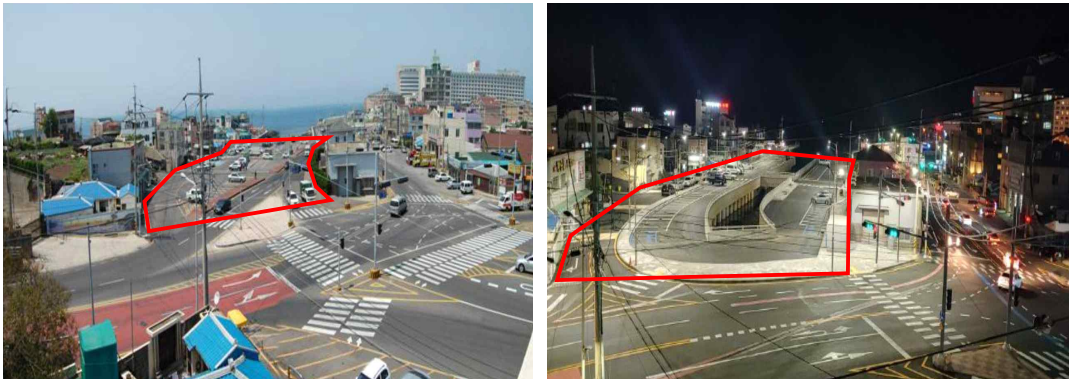
〈 병문천 부분복원 사례 〉

□ 추진 배경

- 1993~1995년 병문천 복개사업으로 도로와 주차장 활용
- 2012년 1월 정밀안전진단결과 하류부 구간 D등급 판정으로 복개구조물의 구조적 안전성 문제 제기 및 홍수 시 통수 단면 부족 등으로 침수피해 우려

□ 복원 추진내용

- 2016년 12월 병문천 하류 재해 예방사업 착공, 2021년 4월 준공
- 총사업비 239억 원(국비 143, 지방비 96)
- 복개구조물(L=132m)을 철거하고, 반복개구조물(L=111m)로 정비하여 주차면(93면)을 조성 등 주변 도로환경 개선 시행
- 경간장 및 100년 빈도의 홍수에 따른 여유고(H=0.8m) 확보로 치수적 안전성 및 구조물 안전성 확보



〈그림3-89〉 복개된 병문천 부분복원 전후 사진

라. 기대효과

- 도심지의 복개하천을 되살린다면 홍수 예방, 수질 개선, 도시 온도 저감, 생태 공간 확보 등 기후위기에 대응하며 하천의 자연성도 회복할 것으로 기대

## 2.2 섬진강

### 2.2.1 하천 건강성 회복 및 서식처 복원

#### 가. 현황

- 유역관리사업에서는 수질 개선 및 이·치수 관리 등을 주된 목적으로 둔 사업이 많아 하천의 건강성 회복 또는 재자연화에 대한 개념은 부족함
- 섬진강 유역 내 일부 하천에서 생태하천복원사업, 수변생태벨트 조성 및 관리 사업 등 복원을 통한 건강성 회복 사업이 진행됨
- ‘수생태계 건강성 조사 및 평가’ 사업을 통해 매년 영산강·섬진강 유역(제주권역 포함) 내 약 260여 개 지점의 부착돌말류, 저서성 대형무척추동물, 어류, 식생, 생물 서식환경, 수변 환경 등을 조사하여 건강성을 파악하고 있지만 낮은 등급의 지점들을 대상으로 한 서식처 복원 또는 건강성 회복을 위한 사업은 진행되지 않음
- 하천 건강성 회복 및 서식처 복원에 대한 목표설정이 없어 개별지구의 복원사업이 진행되더라도 수생태계 연결성 확보 또는 생태 네트워크 구축 등 광의의 개념을 적용하는 데 한계가 있음



복원 전



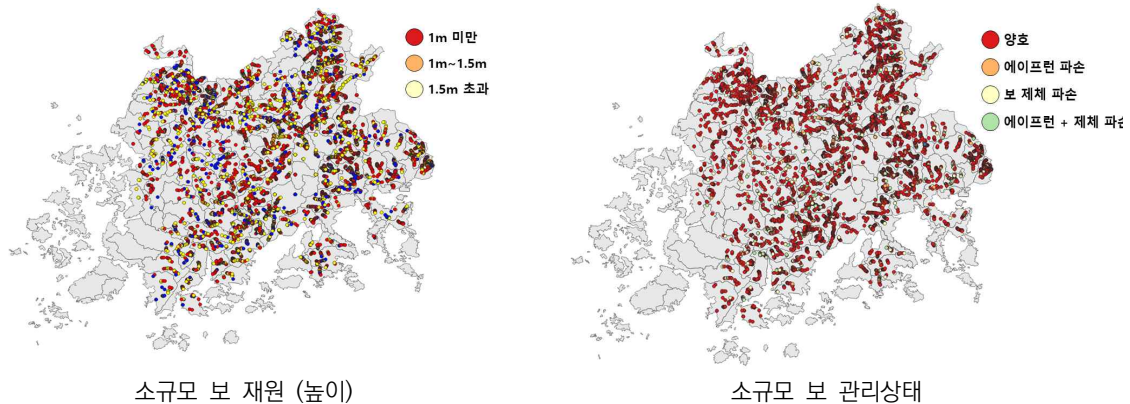
습지복원 후

〈그림3-90〉 영산강·섬진강 유역 생태복원사업 사례

## 나. 추진 방향

### □ 기본방향

- 하천 건강성 회복을 통해 수생태계 다양성을 확보하고 재자연화를 통한 유역-강-연안 생태축 복원을 목표로 함
- 기존에 진행하고 있는 토지매수사업, 수변생태벨트 조성 및 관리 사업 등을 연속적으로 진행함으로써 생태계 거점을 중심으로 연결성 확보를 통한 생태네트워크를 구축할 수 있음. 하천의 종적-횡적 연결성 확보를 위한 구조물의 철거를 통한 하천의 재자연화과정이 필요함
- 「영산강·섬진강·제주권 유역물관리종합계획(2021~2030)」을 수립하고 있어 종합계획의 내용 중 서식처 복원 또는 재자연화 사업을 성실히 이행하는 것이 하천 건강성을 회복하는 데 도움이 될 것으로 판단됨



〈그림3-91〉 영산강·섬진강 유역 내 소규모 보 위치와 자원 및 관리상태

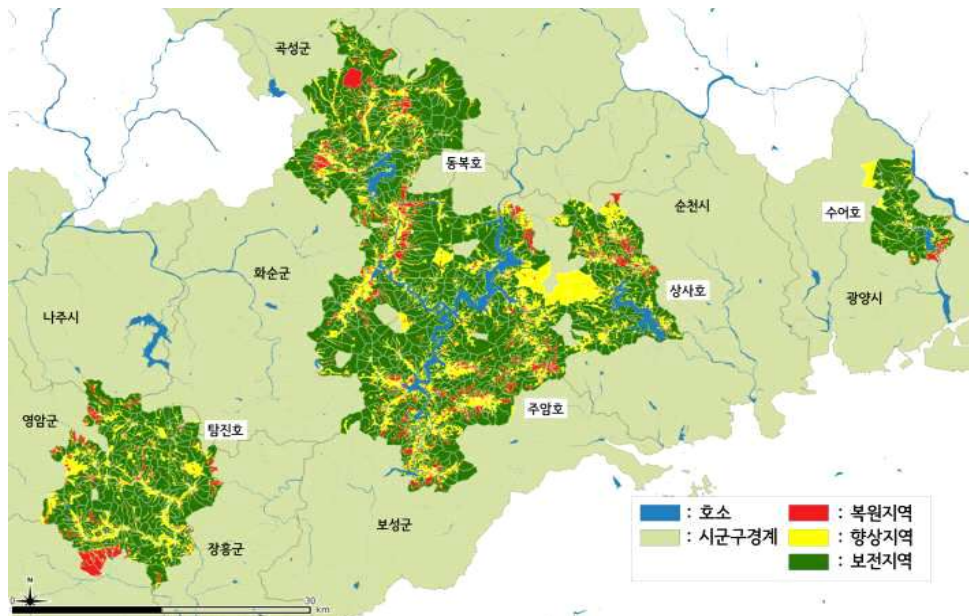
## 다. 추진전략 및 시범사업

### 1. 생태복원 대상지 선별 및 평가

#### □ 생태복원 대상지 선별 및 평가실시

- ‘수생태계 건강성 조사’ 조사 결과 나쁨(D), 매우나쁨(E)에 해당하는 지점을 중심으로 복원대상지를 선정할 수 있음
- 수변생태벨트 조성 및 관리 사업과 같이 기존에 서식지 평가 사업을 통해 획득된 정보를 활용하여 우선순위를 책정할 수 있음
- 생태복원 대상지는 하천의 종적-횡적 연결성 확보를 최우선으로 선정하고 생태계 거점지역과 연결할 수 있는 방안을 마련함





출처 영산강·섬진강수계 제3차 수변구역 관리 기본계획('19~'23) (영산강유역환경청, 2018)

〈그림3-92〉 섬진강 유역 내 호소 주변 소단위 보전가치 평가결과

- 주요 과제
  - 복원 가능지점 선별
    - 복원대상지 발굴 및 평가지침 마련
    - 수계, 중권역, 대권역 단위 대표 복원대상지 선정
  - 소규모 보 철거 (현재 관리상태가 불량한 소규모 보 철거를 통한 연결성 확보)
  - 옛 물길복원사업 (우선 사업대상지에서 획득한 복원모델을 적용)

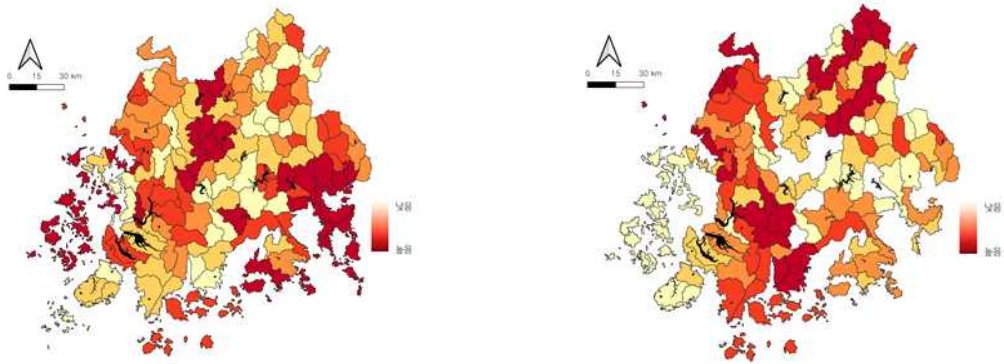
## 2. 오염원 현황조사 및 생태 독성 및 위해성 평가 기준 마련

### □ 현황

- 전국 공공수역 영향권의 물 환경정책 수립을 위한 기초자료 확보하고 수질오염총량 관리, 환경기초시설 투자계획 수립 등 중요자료로 활용하기 위해서 전국오염원 조사를 실시하고 있음
- 수질오염총량 관리, 환경기초시설 투자계획 수립 등 중요자료로 활용되고 있지만, 수생태계 관리 또는 서식처 복원에서는 이들 오염원의 관리가 통합적으로 진행되고 있지 않음

### □ 오염원 현황조사 및 평가실시

- 물리적인 하천 및 호소 복원과 함께 하천 건강성 회복을 위한 비점오염원 현황조사가 필요함
- 섬진강의 복원사업 또는 생태거점 관리 등에서도 오염원 현황을 정보로 활용할 수 있도록 유도



오염원 생활계(인구)

오염원 축산계(가축두수)

〈그림3-93〉 영산강·섬진강 소유역권 내 오염원 현황

#### □ 생태 독성 및 위해성 평가 기준 마련

- 섬진강 유역에서는 유해화학물질을 비롯하여 의약품, 농약 등의 무단폐기 현황 및 영향조사를 시행. 생태 독성 및 위해성 평가에 관한 기준점을 마련하여 오염원 저감 시 생태계 회복과정 등을 모니터링함

- 주요 과제
  - 비점오염원 조사
    - 하천 수계별 정밀조사
    - 유해화학물질(의약품, 농약) 무단폐기 현황 및 영향조사
  - 생태 독성 및 위해성 평가 기준 마련
    - 섬진강 유역 내 생태 독성 평가 기준 및 평가절차 마련

## 라. 기대효과

- 수생태계 복원을 통한 생물다양성 관리 및 수질 개선 등의 효과를 기대할 수 있음
- 섬진강 유역의 특성을 반영한 복원 가이드라인을 수립하여 장기적으로 수생태계를 관리할 수 있는 체계를 마련할 수 있음

## 2.2.2 생태계거점 보전관리방안

### 가. 현황

- 수생태계의 기능인 홍수 저감, 생물다양성 유지, 지표수-지하수 정화 등은 생태계거점 (Ecological hub)을 중심으로 서식지 간의 에너지와 물질, 종의 이동에 의해 연결된 프레임워크에 따라 달라짐. 생태계거점과 주변의 생태계 질에 의해서 네트워크의 강도와 역할이 결정됨에 따라 생태계거점의 관리가 중요
- 현재 수생태계의 건강성을 파악하기 위한 호소 수질측정, 수생태계 건강성 조사, 호소환경조사 등 다양한 자연환경조사사업을 실시하고 있고 조류경보제, 상수원호소, 중점관리 저수지, 농업용 중점 관리 저수지 등을 지정하여 수생태계의 거점으로 역할을 수행할 수 있는 지점들을 관리하고 있음
- 환경부 수생태건강성조사 결과를 보면 영산강·섬진강 유역 내 조사지점 중 조사항목별 ‘ 좋음(B)’ 등급 이상 지점의 비율이 타 수계에 비해 낮음. 생태적으로 우수한 지점을 발굴하여 거점으로 환경이 나쁜 지역들의 기능을 증대시킬 수 있는 네트워크 구축이 필요함

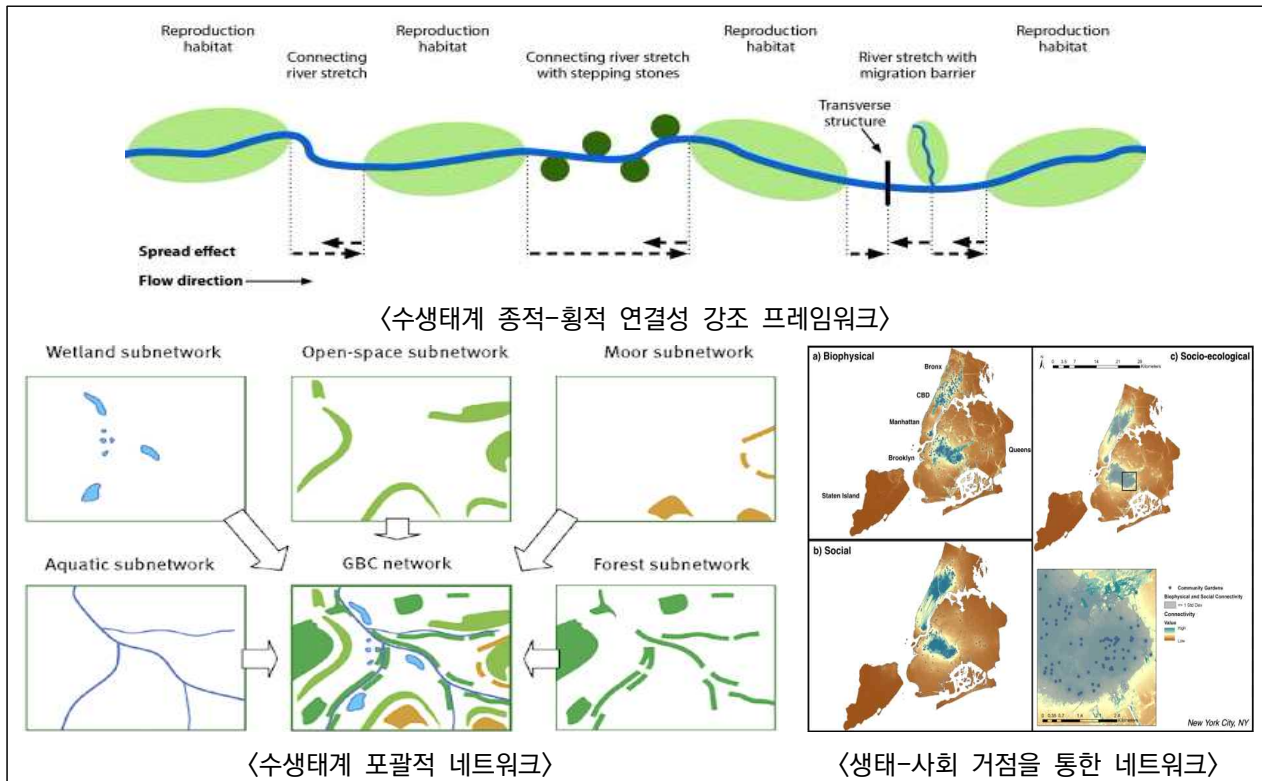
〈표3-70〉 5대강 권역별 수생태 건강성 조사 결과 ‘ 좋음(B)’ 등급 이상 지점 비율

구분	전체	영산강	섬진강	한강	낙동강	금강
어 류	53%	28%	52%	62%	54%	37%
저서동물	52%	42%	62%	58%	55%	43%
부착돌말	41%	7%	56%	46%	50%	23%
서식·수변 환경	31%	23%	32%	38%	27%	29%

출처 2019년 수생태 건강성 (환경부, 2019)

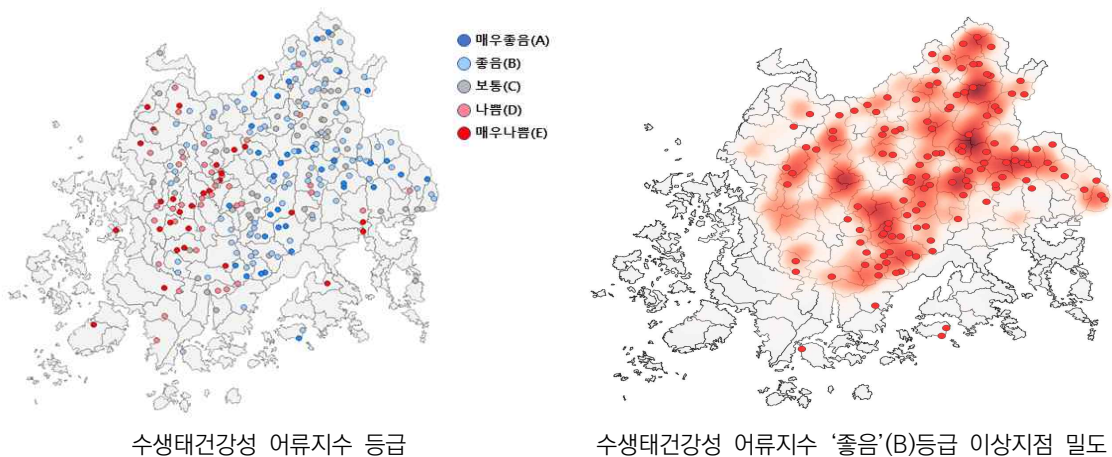
### 나. 추진방향

- 기본방향
  - 수생태계 연결성 확보를 위한 복원사업도 종적-횡적 연결성을 확보해 생태계거점에서 타 지점으로의 네트워크를 형성하여 생태계의 기능을 확대 및 강화하기 위한 방안의 일환으로 진행됨. 수생태계연결성 확보보다 포괄적인 개념에서 수생태계 구성요소뿐만 아니라 주변 경관을 포괄하는 네트워크 구축이 필요



〈그림3-94〉 수생태계 거점을 이용한 생태네트워크 구축

- 거점을 중심으로 토지이용, 경관구조, 비오톱 구성 등을 고려해 수생태 네트워크를 구성할 수 있는 지점을 생태거점으로 지정. 중권역별로 수생태계유형(하천, 호소, 습지) 등이 상호연계될 수 있는 이동통로를 파악
- 기존에 법으로 지정된 수변구역, 습지보호지역, 상수원 보호구역, 생태경관보전지역 등 기존의 보호지역을 활용하여 네트워크 체계를 구축할 수 있음. 생태거점네트워크 시범사업 등을 통해 생태거점의 중요성을 이해하고 네트워크 구성 시 효과성을 검증



출처 수생태건강성조사 어류항목 2010~2019년 결과 취합

〈그림3-95〉 수생태건강성조사 어류항목 영산강·섬진강 유역 내 우수생태계지점



## 다. 추진전략 및 시범사업

### 1. 생태거점 발굴 사업

#### □ 현황

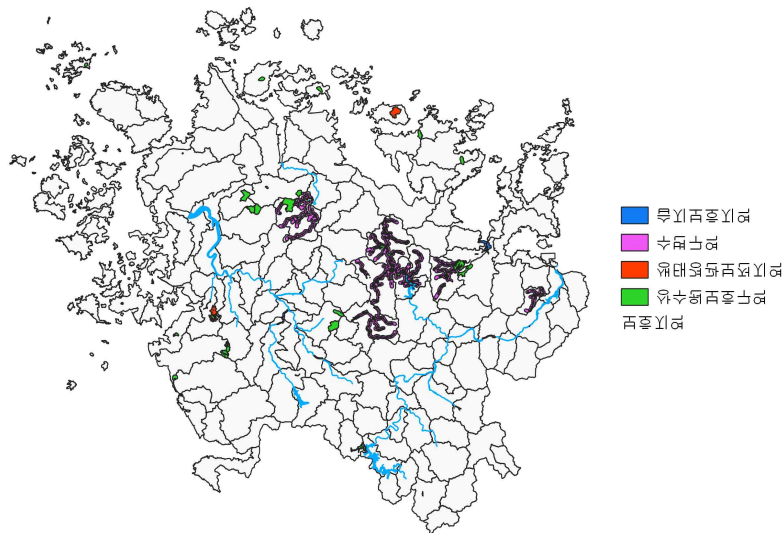
- 섬진강수계 상수원 수질에 영향을 미치는 지역(상수원관리지역)에 대해 토지매수사업을 추진하고('03~) 있으며 상수원 수질을 개선하고자 오염물질 유입 최소화 및 차단할 수 있도록 매수토지에 수변생태벨트를 조성('05~) 사업이 진행 중

〈표3-71〉 섬진강 대권역 어류평가지수(FAI) 값 및 등급 분포

구 분	조사 구간수(개)	FAI		등급별 구간수(%)				
		평균	등급	매우좋음(A)	좋음(B)	보통(C)	나쁨(D)	매우나쁨(E)
섬진강	9	48.3	보통	0 (0.0)	1 (1.1)	5 (55.6)	3 (33.3)	0 (0.0)

\* 어류평가지수(FAI) : 출현 어종의 섭식특성, 내성도 특성, 서식지 특성을 적용하여 건강성평가 항목(8개)에 따라 산정 후 총합이 100점 만점이 되도록 계산

출처 하천 수생태계 현황 조사 및 건강성 평가(XI) - 영산강·섬진강 대권역(환경부, 2018)



〈그림3-96〉 영산강·섬진강 대권역 내 수생태계 연계 보호지역 위치

#### □ 생태계거점 발굴

- 다분류군(Multi-Taxa)-다경관(Multi-Landscape)기준을 통한 생태거점을 파악해야함. 단일분류군 또는 멸종위기야생동식물을 기준으로 생태거점을 선정하는 것이 아니라 다분류군이 종합적으로 안정적으로 서식하고 서식환경 역시 다분류군을 지지할 수 있는 지점을 생태거점으로 선정

- 기존의 보호지역 또는 관리지역간의 연결성확보를 통한 네트워크 구축이 가능하므로 하천을 연결 통로(edge)로 활용해서 연결노드(node)로서 수변-생물-문화를 상호 연결할 수 있는 방안을 제시

□ 생태계거점 발굴 지침 및 평가 지침 개발 사업

- 생태계거점을 발굴하기 위한 지침이 우선 마련되어야 함. 평가지침은 다분류군-다경관특성을 모두 반영할 수 있도록 작성되어야 함
- 발굴된 생태계거점은 생태-문화-경관이 포괄적으로 네트워크를 구성할 수 있도록 다중평가체계를 기본으로 함

- 주요 과제
  - 생태계거점 발굴 지침
    - 유역별 (중권역별), 생태계유형별(유수-정수생태계, 수변생태계) 거점 발굴
    - 다분류군-다경관 기준 발굴 지침 개발
  - 생태계거점 평가 지침
    - 수생태계 종적-횡적연결성 기반 평가지침 마련
    - 다중평가지침(multi-matrix) 개발

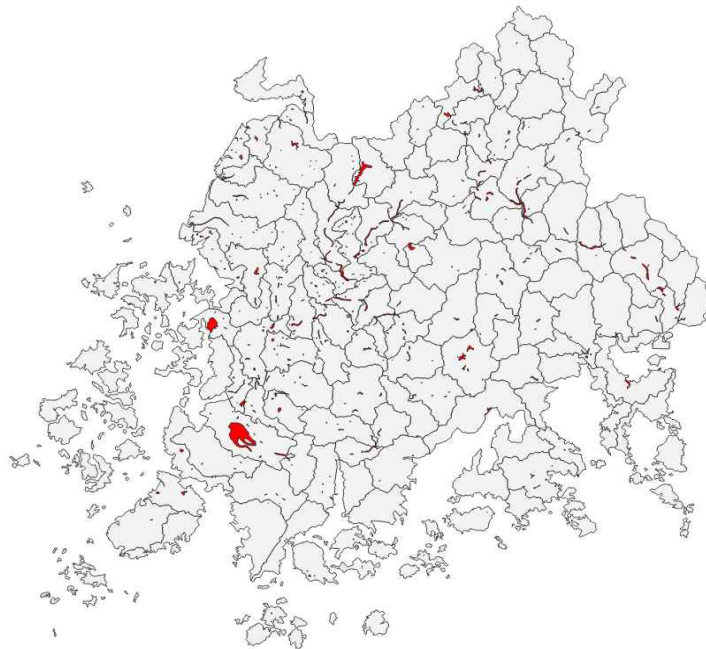
## 2. 우수 습지생태계 보존

□ 현황

- 영산강·섬진강수계에는 약 119개의 습지가 기록되어 있으며 이중 신안 장도산지습지, 고창 운곡 습지, 순천 동천하구, 섬진강 침실습지, 광주광역시 장록과 같이 습지보호지역으로 지정되어 관리 되는 습지생태계가 위치함
- 습지보호지역은 생물다양성이 풍부하며 습지원형이 잘 보전된 습지들로 이들 습지의 관리는 습지에 의존해서 서식하는 동식물을 보전하는 차원을 넘어서 보호지역 주변 지역주민들의 참여형 보전 사업을 진행하는데 핵심적 역할을 수행할 수 있음

□ 습지보호지역 확대

- 섬진강 대권역 내 우수습지를 발굴하여 습지보호지역을 확대함으로써 정수생태계의 보전을 실시
- 하구와 갯벌이 발달한 유역의 특성을 반영하여 갯벌 중 생태계가 우수한 지역을 선별하여 추가적으로 보호지역을 확대해 나감



정음 월영습지



순천 동천하구

출처 국립생태원 에코뱅크 (<http://www.nie-ecobank.kr/opn/file/list.do?svclId=103>)

〈그림3-97〉 영산강·섬진강 대권역 내 습지 분포와 습지보호지역

#### □ 보호지역 주민지원사업 발굴

- 습지보호지역은 매 5년마다 습지보전계획을 수립하여 관리하고 있지만, 보호지역 인근 주민들의 지원 또는 협업을 통한 보전사업 진행은 부족한 실정임
- 생물다양성 보전과 함께 보호지역 주변 주민의 요구사항을 반영하여 효과적인 보호지역 관리 체계를 마련

##### ■ 주요 과제

- 습지보호지역 확대
  - 하천 및 연안 습지 중 우수 습지발굴을 통한 보호지역 확대
- 보호지역 주변 주민지원사업
  - 지역민과 함께 하는 보전사업 발굴

### 3. 생태정보 거점(Eco-info hub) 및 네트워크 구축

#### □ 현황

- 생태계거점과 관련된 조사사업이 유역환경청, 국립생태원 등에서 산발적으로 진행되고 있고 진행된 사업들의 정보가 통합관리되지 않아 네트워크구축을 위한 정보를 확보하는데 어려움이 있음
- 물환경정보시스템을 통해서 수계의 주요 지점에 대한 수질, 퇴적물, 방사성물질, 생물, 수리수문, 기상 정보를 파악할 수 있지만 일부과제에서 도출된 정보만을 활용하고 있음. 환경기초조사사업을 비롯한 단일사업으로 진행되는 사업을 결과들을 포괄적으로 수집할 수 있는 플랫폼이 부재하므로 생태정보를 취합 및 활용할 수 있는 허브를 마련

#### □ 생태정보 거점 (Eco-info hub) 플랫폼 개발 및 네트워크 구축 사업

- 생태계거점 선정 및 평가시 자료를 활용하고 개발 연구자들의 정보 역시 QC를 거쳐 공유할 수 있는 플랫폼 개발
- 생태정보 네트워크를 구축을 위해 활용기관 간 네트워크를 구성하고 생태거점 보전관리 시범 사업 등에 생태정보를 활용할 수 있도록 지원
- 개발된 플랫폼은 전문가 또는 관련자를 위한 원자료를 제공하고 일반인을 위한 요약된 인포그래픽을 제공하여 사용자의 접근성을 향상시킴

##### ■ 주요 과제

- 생태정보 거점 (Eco-info hub) 플랫폼 개발
  - 공개가능 원자료 (raw data) 업로드 및 활용
  - 생태계거점관련 생태-문화-사회 자료 통합
- 생태정보 네트워크
  - 생태정보 활용기관 간 네트워크 구성
  - 생태거점 보전관리 시범사업 등의 선발 및 평가 시 공동활용
- 생태계거점 보전관리 시범사업 대상지 선정
  - 생태계거점 선정 및 평가 지침 마련을 위한 시범대상지
  - 시범대상지를 통한 관리기법 개발

#### □ 생태계거점 보전관리 시범사업 추진

- 수계, 중권역, 대권역 단위 생태계거점 발굴 후 생태계거점을 중심으로 한 보전사업을 실시할 수 있는 시범대상지 선정. 시범대상지를 대상으로한 과제에서 도출된 결과를 바탕으로 생태계거점 선정 및 평가지침 마련
- 서식처 안정성, 주변경관, 문화 등 복합적 요인을 고려한 시범사업 대상지 선정

- 주요 과제
  - 생태계거점 보전관리 시범사업 대상지 선정
    - 생태계거점 선정 및 평가지침 마련을 위한 시범대상지 선정
    - 시범대상지를 통한 관리기법 개발

## 라. 기대효과

- ☐ 생태거점을 중심으로 수생태계를 관리할 수 있는 기회 마련
- ☐ 생태거점을 통한 생태-문화-사회 통합체계를 구축할 수 있어 수생태계 관련 환경쟁점에 대한 이해관계자 간 소통기회 확대 가능

## 2.2.3 생태계교란생물 관리

### 가. 현황

- 최근 외래생물이 다양한 경로로 국내에 유입되고 그 수가 지속적으로 증가(2009년 894종 → 2011년 1,109종 → 2018년 2,160종)함에 따라 이에 따른 생태계 위해 우려도 커지고 있음.
- 외래생물 관리는 생태계교란생물 지정·관리, 조절·퇴치사업 추진 등 도입된 외래생물의 사후관리 중심으로 추진되어 생태계위해성이 있는 외래생물의 국내 유입을 효과적으로 방지하는 데 한계가 있음
- 국내 생태계교란생물로 지정된 생물은 포유류 (1종), 양서류·파충류 (4종), 어류 (2종), 갑각류 (1종), 곤충류 (5종), 식물 (16종)으로 총 29종으로 8종이 수환경에 영향을 끼칠 수 있는 종임. 영산강과 섬진강, 제주권역에는 뉴트리아를 비롯하여 황소개구리, 파랑볼우렁, 큰입배스 등이 관찰되고 있고 최근 미국가재(*Procambarus clarkii*)가 발견되어 생태계교란생물의 관리의 중요성이 강조되고 있음

〈표3-72〉 외래종 관련 용어 정의

용어	정의
생태계교란야생동·식물 (야생동·식물보호법)	외국으로부터 의도적 혹은 비의도적으로 들어와 생태계의 균형을 교란시키거나 교란할 우려가 있는 것과 유전자의 변형을 통하여 생산된 유전자변형생물체로서 생태계의 균형을 교란시키거나 교란할 우려가 있어 환경부령이 정하는 것
침입종 (IUCN)	자연적인 혹은 반(半)자연적인 생태계나 서식지에 정착하여 변화를 일으키고, 토착 생물다양성을 위협하는 외래종
외래종/침입종 (미국 Executive Order 13112)	외래종: 해당 생태계에 자생하지 아니한 종자, 난자, 포자 혹은 기타 생물학적 물질을 포함하여 번식 능력이 있는 종 침입종: 해당 생태계에 자생하지 않거나 외래적인 것으로, 그 유입이 경제적 혹은 환경적으로 피해와 인간의 건강에 대해 위협을 주거나 줄 수 있는 종
침입외래종 (일본)	외국에서 들어온 결과로 원래의 서식지 밖에서 존재한다고 내각정령에 의해 규정된 것으로서 일본에 독특한 서식지를 가진 생물체와는 다른 특성 때문에 생태계에 역효과를 준다고 인식되거나 그러한 우려가 있는 개체(내각정령에서 정한 난자, 종자 기타를 포함, 살아있는 것에 한정됨)와 그 기관(이 법에서 생태계에 역효과를 예방하기 위한 규칙과 같은 조치를 필요로 하는 것에 한정, 내각정령에서 정한 것, 살아있는 것에 한정됨)

출처 국내 도입 외래동물 정보수집 및 종합검색시스템 구축 (환경부, 2008)

- 환경부를 생물다양성위협 외래생물 관리기술개발 사업은 환경부를 주관으로 농촌진흥청, 산림청, 농림축산검역본부 등이 참여함. 예산은 2020년까지 꾸준히 증가하고 있고 국내 유입된 외래생물의 모니터링, 자연생태계 확산 및 영향 예측, 위해성평가, 제거 등의 외래생물 관리 전반 기술개발을 시행하고 있음

〈표3-73〉 국내 외래종 관련 법

관계법	주요 내용	주요 한계점
환경정책기본법	환경영향평가, 환경훼손, 보전, 국제협력 및 지구환경보전 등의 기본법	-
자연환경보전법	생태계위해외래종 지정, 관리, 규제	사후 규정, 생태계위해성평가제도 미비, 이미 들어온 종에 대한 대책의 미비, 분명하지 않은 용어
야생동·식물보호법	생태계교란 야생동·식물의 지정, 관리, 규제, 자연환경보전법의 생태계위해외래종 관련 조문들의 이양 및 포괄적 정책대상화	집행권자의 권한, 예방 및 사후관리의 미비
조수보호 및 수렵에 관한 법률	조수의 수출입 또는 반입허가 등의 규정	조수의 수출입 및 반입허가 등의 규정을 뒷받침하여 줄기타 유관법의 근본체계

〈표3-74〉 생물다양성위협 외래생물 관리기술개발 사업 개요

부처	세부사업	사업관리기관	연도별 예산 (억원)			
			17년	18년	19년	20년
환경부	생물다양성 위협 외래생물 관리 기술개발	한국환경산업기술원	20	20	10.06	35.4
농식품부 (검역본부)		검역본부	4	18	18.1	18.2
농진청		농진청	4	38	38	34
산림청		한국임업진흥원	2	3	3	3

〈표3-75〉 국내 생태계교란생물

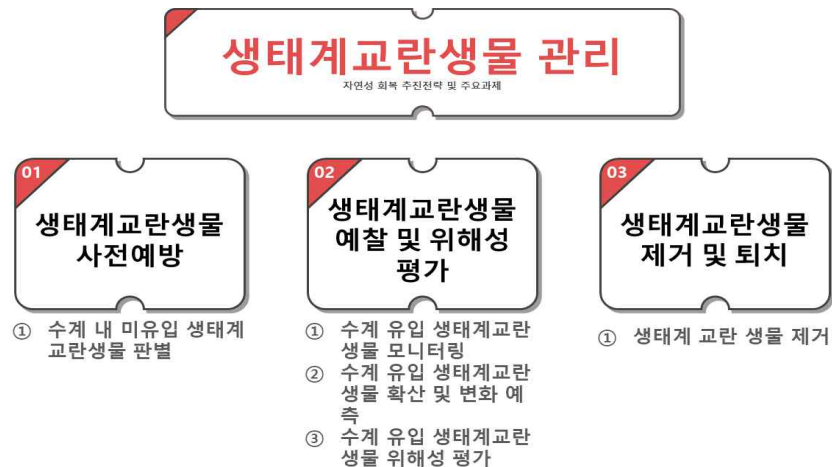
구 분	종 명	주요서식지	영향수계
포유류	가. 뉴트리아 <i>Myocastor coypus</i>	수생태계	영산강 제주권역
양서류 · 파충류	가. 황소개구리 <i>Rana catesbeiana</i> 나. 붉은귀거북속 전종 <i>Trachemys</i> spp. 다. 리버쿠티 <i>Pseudemys concinna</i> 라. 중국줄무늬목거북 <i>Mauremys sinensis</i>	수생태계	영산강 제주권역
어 류	가. 파랑볼우럭(블루길) <i>Lepomis macrochirus</i> 나. 큰입배스 <i>Micropterus salmoides</i>	수생태계	영산강 제주권역
갑각류	가. 미국가재 <i>Procambarus clarkii</i>	수생태계	영산강
곤충류	가. 꽃매미 <i>Lycorma delicatula</i> 나. 붉은불개미 <i>Solenopsis invicta</i> 다. 등검은말벌 <i>Vespa velutina nigrithorax</i> 라. 갈색날개매미충 <i>Pochazia shantungensis</i> 마. 미국선녀벌레 <i>Metcalfa pruinosa</i>	육상생태계	영산강 제주권역
식 물	가. 돼지풀 <i>Ambrosia artemisiaefolia</i> var. <i>elatior</i> 나. 단풍잎돼지풀 <i>Ambrosia trifida</i> 다. 서양등골나물 <i>Eupatorium rugosum</i> 라. 털물참새피 <i>Paspalum distichum</i> var. <i>indutum</i> 마. 물참새피 <i>Paspalum distichum</i> var. <i>distichum</i> 바. 도깨비가지 <i>Solanum carolinense</i> 사. 애기수영 <i>Rumex acetosella</i> 아. 가시박 <i>Sicyos angulatus</i> 자. 서양금혼초 <i>Hypochoeris radicata</i> 차. 미국쑥부쟁이 <i>Aster pilosus</i> 카. 양미역취 <i>Solidago altissima</i> 타. 가시상추 <i>Lactuca scariola</i> 파. 갯줄풀 <i>Spartina alterniflora</i> 하. 영국갯끈풀 <i>Spartina anglica</i> 거. 환삼덩굴 <i>Humulus japonicus</i> 너. 마늘냉이 <i>Alliaria petiolata</i>	육상생태계 수변생태계	영산강 제주권역



## 나. 추진방향

### □ 기본방향

- 국내 대형하천은 많은 보에 의해 흐름이 조절되는 조절강 생태계로서 수문학적-기상학적 요인에 민감하게 반응하며, 특히 최근 4대강 살리기 사업 이후 하천 구조 변형에 의해 외래종의 증가와 같은 다양한 생태·환경 문제가 발생함.
- 생태계교란생물 관리 사업은 생태계교란생물의 유입부터 확산, 영향평가, 제거 등 전주기에 대응할 수 있도록 방향성을 수립함
- 유역환경청, 생태원 등 관련기관에서 조사하고 있는 생태계교란생물의 정보를 통합관리할 수 있는 플랫폼 개발



〈그림3-98〉 생태계 교란생물 관리 방향

## 다. 추진전략 및 시범사업

### 1. 생태계교란생물 사전예방

#### □ 현황

- 2018년 영산강 수계에서 처음 발견된 미국가재처럼 기존에는 유입되지 않은 종에 대해 사전에 예방하기 위한 사업 추진
- 외래유입 생물뿐만 아니라 타수계에서 이입되는 종들의 관리를 위해서 지속적인 관리가 요구됨. 한강, 금강, 임진강을 원분포지로 하는 대농갱이(Leiocassis ussuriensis)가 영산강과 섬진강 수계에 이입되어 보고됨

## □ 생태계교란생물 사전예방 모니터링사업 추진

- 섬진강 주요 수계를 중심으로 한 생태계교란생물 모니터링과 함께 주요 도심지 인접 하천 내 특정지점 선별 후 생태계교란생물 및 이입생물종 모니터링
- 섬진강수계 내 이입생물종 유전자 확보를 통해 유입경로를 파악하고 지역관리 방안 제시

### ■ 주요 과제

- 항만 및 주요 유입 가능 (도심하천) 지점 주변 수생태계 모니터링
- 섬진강 이입가능 생태계교란생물 모니터링 (유전정보 기반 이입생물종 모니터링)

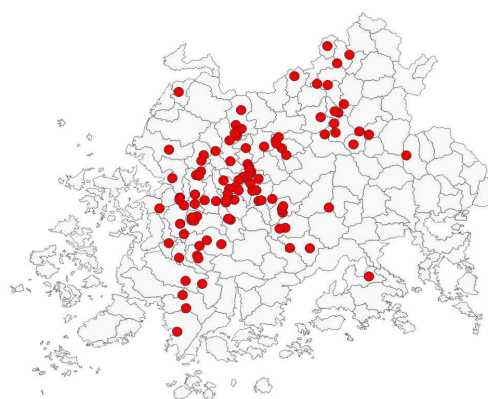
## 2. 생태계교란생물 모니터링

### □ 현황

- 환경부 하천 수생태계 현황 조사 및 건강성 평가 (2013년~2019년)를 종합한 결과 영산강·섬진강 유역 내 하천의 100여개 지점에서 블루길과 배스가 기록됨
- 이미 유입된 외래종과 생태계교란생물의 예찰과 위해성을 평가하기 위한 사업을 추진하여 효과적인 생태계교란생물 관리를 실시. 기존에 실시된 사업과 같이 분포파악 중심의 모니터링에서 생물 확산 및 변화를 예측하고 각 생물의 영산강·섬진강 유역 내 위해성을 평가함



〈배스〉



〈블루길〉

출처 하천 수생태계 현황 조사 및 건강성 평가, 2013년~2019년 자료 취합

〈그림3-99〉 생태계교란생물 중 배스와 블루길의 기록지점

## □ 생태계교란생물 모니터링사업 및 위해성 평가 추진

- 수계 내 유입된 생태계교란생물을 모니터링 하기 위한 고정지점을 선정하여 주기적인 조사 실시
  - 유역별 (중권역별), 생태계유형별(유수-정수생태계, 수변생태계) 대표 고정지점을 선정하여 생태계교란생물의 개체군 통태를 파악하고 이들 생물의 확산 방향을 파악함
  - 장기적 관점에서 생태계교란생물을 추적할 수 있는 기술을 개발하여 인력을 대체하고 객관적인 자료를 제공할 수 있는 방안 제시
- 수계 유입된 생태계교란생물과 유입 및 이입이 가능한 생물들에 대한 위해성을 정량적(경제적, 생태적)으로 파악하여 피해를 예측
  - 타 수계로부터 유입이 가능한 생물군의 목록 파악
  - 타 수계 생물군의 유전적 정보를 파악하여 유입경로 파악

## ■ 주요 과제

- 수계 유입 생태계교란생물 모니터링
  - 생태계교란생물 모니터링 고정지점 선정
  - 유역별 (중권역별), 생태계유형별(유수-정수생태계, 수변생태계) 대표 고정지점
- 수계 유입 생태계교란생물 확산 및 변화 예측
  - 환경 정밀조사(토양, 수질, 경관)를 기반으로 한 생태계교란생물 확산 모델 개발
  - 중권역 단위 예측 및 시나리오 제시
  - 생태계교란생물 추적 기술 개발
- 수계 유입 생태계교란생물 위해성 평가 (정량적(경제적, 생태적) 피해 파악)

## 3. 생태계교란생물 제거 및 퇴치

## □ 현황

- 생태계교란생물은 대부분 물리적인 기술을 통해 제거하고 있음. 인력이 대규모로 투입되어야 하는 한계가 있어 퇴치기술 개발 및 적용이 필요함
- 물리적, 생물학적 기술을 통한 생태계교란생물 제거 및 퇴치가 가능한 시범대상지를 선정해 특정 종의 제거 효과 등을 과학적으로 증명. 퇴치에 따른 중장기 수생태계 변화를 모니터링하고 퇴치생물의 바이오매스를 활용할 수 있는 기술 역시 필요함
- 현재까지 생태계교란생물 제거 및 퇴치는 확산저지의 차원에서 진행되었다면 앞으로는 수생태계의 횡적-종적 연결성 확보를 위해 생태계교란생물을 관리하고 건강성회복의 생태계 증거로 활용할 수 있는 포괄적 개념을 개발할 필요가 있음

□ 생태계교란생물 제거 및 퇴치사업 추진

- 단기적으로 생태계교란생물의 집중적인 퇴치작업을 유역 단위 또는 생태계 단위로 시범사업을 추진
- 중장기적으로 완전퇴치 구간을 선정하여 주기적이고 일시적인 퇴치사업을 진행하여 효과를 검증
- 새롭게 개발되는 생태계교란생물 제거기술을 시범사업에 적용하여 제거기술의 안정성을 확보하고 적용대상지를 확대해 나감
- 수생태계 내에서 생태계교란생물의 위해성을 기반으로 퇴치 및 제거에 대한 개념과 절차를 마련하여 횡적-종적 연결성 확보를 위한 차원에서 생태계교란생물을 관리

■ 주요 과제

• 생태계교란생물 제거

- 유역별 (중권역별), 생태계 유형별(유수-정수생태계, 수변생태계) 제거 및 퇴치 시범대상지 선정
- 완전퇴치 구간 선정 (단기-중기-장기)

• 수계 유입 생태계교란생물 제거기술 개발

- 물리적, 생물학적 제거기술 개발
- 대상 생물 선정 및 시범사업 실시

• 수계 유입 생태계교란생물 제거 개념개발(횡-종적 연결성 확보를 위한 생태계교란생물 관리 개념도입)

## 라. 기대효과

- 효과적인 생태계교란생물 관리를 통한 유역 내 수생태계의 건강성을 향상시킬 수 있을 것으로 기대됨
- 생태계교란생물 관리기술 개발 및 적용을 통해 수생태계의 생물다양성 증진에 기여
- 생태계교란생물 관리 사업의 효율성을 검증하여 장기적인 관점에서 생물관리 가능

## 2.2.4 기수생태계 효율적 관리

### 가. 현황

- 섬진강은 우리나라 5대강(한강, 낙동강, 금강, 영산강, 섬진강) 중 유일하게 하굿둑이 없는 열린 하구로 해수의 영향으로 강물의 염분 농도가 변함. 섬진강 하류의 염도 상승 등 하천환경 변화로 재첩, 뱀굴, 장어 등의 생산량이 줄고 농작물 피해가 지속해서 발생
- 현재 섬진강 하류 염해 피해를 해결하기 위해 섬진강 유역 3개의 댐(섬진강댐, 주암댐, 보성강댐)에서 댐의 저수량이 기준저수량 이상일 경우 댐의 물을 방류하여 섬진강 본류의 유량을 증가
- ‘섬진강 하류 염해 원인조사 및 대책 마련을 위한 연구’ 용역을 통해 섬진강 하구 및 하천에서 수행된 각종 사업(섬진강수계 유하량 변화, 준설, 매립, 건설사업, 호안 및 하상 정비 등)과 자연환경변화 등이 섬진강수계 염분도 변화에 미치는 영향을 파악하고 섬진강 하류에 필요한 필요수량 확보 등 섬진강 염분도 최소화 방안을 마련

### 나. 추진 방향

- 기후변화 등 물관리 여건을 고려한 하천 유지용수 재산정 및 배분으로 생태계의 지속가능성과 기수역의 염분 농도 증가로 인한 염해 피해를 최소화하고, 경제활동까지 동시에 확보 가능한 방안 마련
- 하천-하구 연결성을 고려한 복원사업을 진행하여 국내 댐 방류, 취수시간 조절 등 기존의 사업의 효율을 극대화하는 방안 제시

## 다. 추진전략 및 시범사업

### 1. 기수생태계 모니터링

- 현황
  - 2010년~2014년 섬진강수계 중권역 물환경관리계획에 ‘섬진강 하류 생태복원을 통한 수생태계 건강성 회복에 관련한 총 6개의 사업을 계획하였으나, 이행평가 보고서에는 하구 염해 피해에 대한 대책 마련, 섬진강 하류 동식물 생태계 관련 사업은 이행되지 않음

□ 염분 구매 스마트 모니터링체계 구축

- 섬진강 하구 기수역의 경우 낙동강 하구 염분모니터링 시스템과 같은 기수역의 염분 농도와 수소이온농도(pH), 용존산소(DO), 수위 등 각종 환경자료를 실시간으로 측정해 비교자료 등 활용 및 IT와 스마트기술을 이용한 스마트 원치시스템으로 수심에 따라 여러 가지 항목을 측정하는 방안 필요

□ 지역민 고충 모니터링체계 구축

- 염분 피해 접수 및 민원 해결을 위한 플랫폼 개발, 경제활동-기수생태계 관리-생물다양성 증진을 위한 새로운 관리 개념도입으로 염분 피해 예방 및 수생태계 관리방안 제시

- 주요 과제
  - 기수생태계 모니터링
    - 하천에서 하구까지 연결되는 생태계 종합 모니터링
    - 복원 및 관리 효율성 증진을 위한 분류군 선정 및 평가방법 개발
  - 염분 구매 스마트모니터링 체계구축
    - 고정모니터링지점 선정
    - IoT 기술 기반 모니터링 기술개발
  - 지역민 고충 모니터링체계 구축 (염분 피해 접수 및 민원 해결을 위한 플랫폼 제시)

## 2. 섬진강 하구 염수 피해 최소화 노력

□ 현황

- 섬진강 유역을 따라 대단위 시설 하우스단지가 형성되어 다량의 지하수를 농업용수로 사용하고 있고 이에 따라 섬진강에 역류된 해수 성분의 지하수대 침투와 이로 인한 지하수의 해수 오염이 광범위하게 진행되고 있으며 그 피해가 점차 확산되고 있는 추세
- 지속적으로 제기되었던 섬진강 재첩 서식지의 염해 피해를 최소화하도록 간만조에 따른 바닷물의 영향을 고려하여 취수시간대를 조정하여 수량을 탄력적으로 운영하는 방안의 일환으로 다압취수장(광양시 다압면)의 취수시간대를 조정하는 시범운영을 실시
- 섬진강수계 및 섬진강댐의 합리적인 물 운영을 위해 현재 대상 유역의 자연적·인위적 수문 변화가 반영된 유역의 현황 분석이 필수적이며 섬진강댐 관련 사업 및 연구자료 조사·분석을 통해 주요 이해 당사자별 입장정리도 필요

□ 하천유지유량-생태유량 관리

- 우리나라 5대강 중 자연 하구가 보존된 유일한 강인 섬진강을 살리는 방법은 적정한 하천의 유량 방류로 염분 농도를 최소화 방안 필요

## 라. 기대효과

- 하구의 기능적 방안과 수생태계의 보전을 위한 최적의 자연성 회복 방안 도출
- 다양한 이해관계자들의 참여와 협력 촉진을 위해 협의 조정, 정책집행, 조사연구, 교육 및 홍보, 실천 등의 기능을 수행할 수 있는 대책 마련 및 향후 모든 관계자들이 공감하는 대안 도출 가능

## 2.2.5 복개하천 자연성 회복

### 가. 현황

#### □ 하천의 복개로 인한 치수·생태 취약성

- 복개(覆蓋)하천이란 하천 상부의 전부 또는 일부를 콘크리트 구조물로 덮은 하천을 말함. 복개하천 구간은 주로 도로, 주차장, 상업지역 등으로 이용되고 있음
- 복개는 하천의 본모습을 훼손하여 하천부지가 축소 및 손실되었고, 하천생태계를 단절시킴. 햇빛이 차단되고 공기의 순환이 잘되지 않고 유량이 감소하여 하천의 자정 기능이 상실되며, 오염수 유입을 관리하기가 어려워 하천 수질오염 악화
- 이뿐만 아니라 복개사업을 진행하며 불투수성 면적이 증가로 인해 도시 물순환을 방해하고 있으며, 도심지 열섬현상 심화 됨
- 홍수 때 복개 구간 내 구조물 등으로 인해 통수 단면이 작아져 병목현상이 생겨 침수피해를 유발해 도심지 침수피해의 주원인이기도 함
  - 구조물 철거가 제시되고 있으며 일부 하천의 복개하천 복원이 진행되고 있음

### 나. 산지천 하천 복원사례

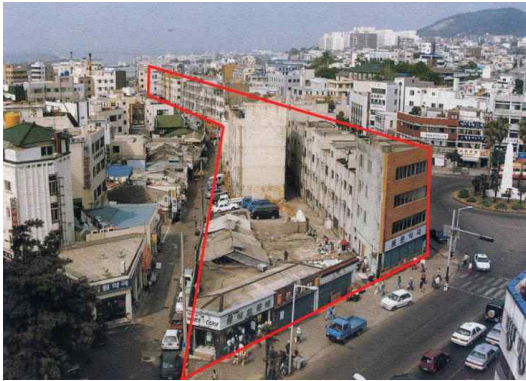
#### □ 추진 배경

- 산지천 근처에 주거가 밀집되면서 인구가 늘어나, 하천 주변이 오염되면서 1996년 동문교를 중심으로 약 600m 구간을 복개하였고, 복개된 곳에 시장과 상가들을 지어 경제 활성화 지역으로 활용
- 90년대에 들어서며 복개구조물 부식으로 인한 붕괴 위험, 하천의 생태계 파괴, 홍수범람 시 도시 침수, 하천 오염 등의 문제 발생
- 각계 전문가(문화재, 조경, 환경 등)와 지역주민으로 구성된 자문위원회 회의결과 도심 속 자연형 생태하천으로 복원 결정

#### □ 복원 후 변화

- 산지천을 통과한 하천수의 연안은 환경기준 3등급을 초과하였으나, 복원 후에는 산지천을 흐르는 용천수는 제주 연안을 환경기준 1등급 수준으로 끌어올림
- 자연형 생태하천으로 복원을 통해 현재는 생태학적으로 새와 물고기가 찾아들고, 시민들에게는 도심 속의 휴식공간으로 자리매김하였고, 주변의 목관아 문화재·탐동 시민공원 및 사라봉 공원과 연계한 관광명소가 됨





출처 제주도 제주시 산지천(생태복원 우수사례) (환경부, 2003)

〈그림3-100〉 복개된 산지천 복원 전후 사진

## 〈표3-76〉 산지천 복원사업 주요 내용

- ☐ 1996년 3월 복개지역 산지천 복원사업 시작하여 2002년 7월 준공
- ☐ 총사업비 36,332백만원(국비 7,493, 도비 2,000, 시비 26,839)
- ☐ 복개 건물 철거 14개 동, 하천정비(L=474m, B=21~36), 도로개설(L=474m, B=15m),
- ☐ 공원시설(7,323㎡), 음악분수대 1개소, 나무다리 2개소, 돌다리 1개소, 폭포수 1개소, 빨래터 1개소, 선착장 1개소, 낙차 보 1개소 설치

## 다. 추진방향

### ☐ 복개하천 자연성 회복

- 하천의 복개는 수질오염, 생태계 변화, 대규모 침수피해 등을 유발하는 행위. 복개하천은 1999년도에 처음으로 하천법으로 금지하였으며 2009년도에는 법을 개정하여 하천 복개 금지에 대한 사항을 구체화하였으며 금지하기 이전에 개발된 복개하천의 근본적 해결방안은 복개를 철거하고 하천을 원래의 형태로 되돌리는 사업 진행 중
- 도시개발계획, 도시재생사업, 주거환경개선사업 등과 연계하여 복원 우선 지역 선정 및 복원 필요
- 이처럼, 서울 청계천, 제주시 산지천, 병문천 등과 같이 복개 구간을 철거하고 복원하는 것은 하천관리에서 선택이 아닌 필수사항임을 인식하고, 하천이 치수·이수 기능 외 친수·환경기능을 향상하여 자연과 사람이 공존하고 상상할 수 있는 공간으로 변화되도록 산·학·연과 인근 지역주민들의 지속적인 관심과 노력이 필요

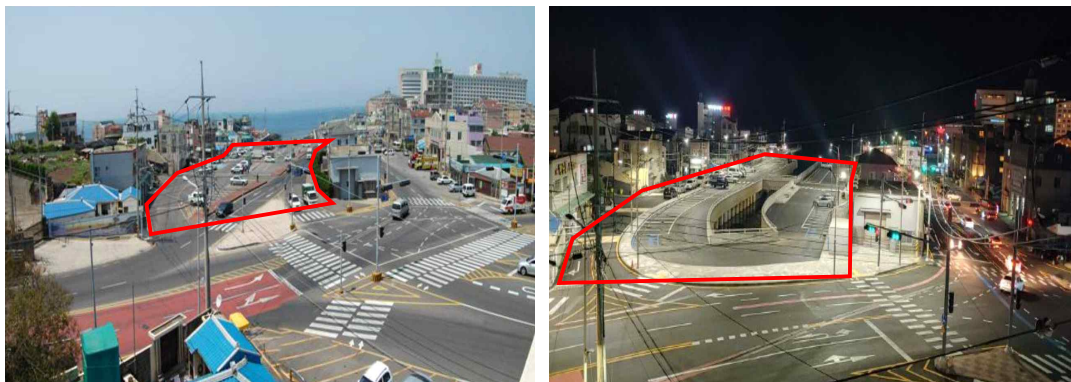
〈 병문천 부분복원 사례 〉

□ 추진 배경

- 1993~1995년 병문천 복개사업으로 도로와 주차장 활용
- 2012년 1월 정밀안전진단결과 하류부 구간 D등급 판정으로 복개구조물의 구조적 안전성 문제 제기 및 홍수 시 통수 단면 부족 등으로 침수피해 우려

□ 복원 추진내용

- 2016년 12월 병문천 하류 재해 예방사업 착공, 2021년 4월 준공
- 총사업비 239억 원(국비 143, 지방비 96)
- 복개구조물(L=132m)을 철거하고, 반복개구조물(L=111m)로 정비하여 주차면(93면)을 조성 등 주변 도로환경 개선 시행
- 경간장 및 100년 빈도의 홍수에 따른 여유고(H=0.8m) 확보로 치수적 안전성 및 구조물 안전성 확보



〈그림3-101〉 복개된 병문천 부분복원 전후 사진

라. 기대효과

- 도심지의 복개하천을 되살린다면 홍수 예방, 수질 개선, 도시 온도 저감, 생태 공간 확보 등 기후위기에 대응하며 하천의 자연성도 회복할 것으로 기대

## 2.3 제 주 권

### 2.3.1 하천 건강성 회복 및 서식처 복원

#### 가. 현황

- 유역관리사업에서는 수질 개선 및 이·치수 관리 등을 주된 목적으로 둔 사업이 많아 하천의 건강성 회복 또는 재자연화에 대한 개념은 부족함
- ‘수생태계 건강성 조사 및 평가’ 사업을 통해 매년 영산강·섬진강 유역(제주권역 포함) 내 약 260여 개 지점의 부착돌말류, 저서성 대형무척추동물, 어류, 식생, 생물 서식환경, 수변 환경 등을 조사하여 건강성을 파악하고 있지만 낮은 등급의 지점들을 대상으로 한 서식처 복원 또는 건강성 회복을 위한 사업은 진행되지 않음
- 하천 건강성 회복 및 서식처 복원에 대한 목표설정이 없어 개별지구의 복원사업이 진행되더라도 수생태계 연결성 확보 또는 생태 네트워크 구축 등 광의의 개념을 적용하는 데 한계가 있음



복원 전



습지복원 후

〈그림3-102〉 영산강·섬진강 유역 생태복원사업 사례

#### 나. 추진 방향

- 기본방향
  - 하천 건강성 회복을 통해 수생태계 다양성을 확보하고 재자연화를 통한 유역-강-연안 생태축 복원을 목표로 함
  - 기존에 진행하고 있는 토지매수사업, 수변생태벨트 조성 및 관리 사업 등을 연속적으로 진행함으로써 생태계 거점을 중심으로 연결성 확보를 통한 생태네트워크를 구축할 수 있음. 하천의 종적-횡적 연결성 확보를 위한 구조물의 철거를 통한 하천의 재자연화과정이 필요함

## 다. 추진전략 및 시범사업

### 1. 제주권 건천 복원

#### ☐ 현황

- 제주도 143개 하천 중 8개 하천을 제외한 전 하천은 건천의 형태를 이루고 있어 건천 서식지 복원 추진 필요
- 홍수피해 방지를 위해 추진하는 하천 정비 공사 과정에서 원형 및 환경파괴 등에 대한 문제를 제기하고 있음
- 제주도 건천의 특성을 반영한 복원을 위한 가이드라인이 부재하여 적절한 복원이 진행되지 못함

#### ☐ 가이드라인 개발 및 시범대상지 선정

- 문화-생태거점지를 중심으로 복원이 가능한 건천지를 선별하고 건천의 복원 가이드라인을 수립하고 시범사업대상지를 선정하여 복원에 따른 자연성 회복과정을 모니터링

- 주요 과제
    - 건천 복원 가이드라인 수립
      - 지하수-지표수 연계 복원기술 개발
      - 건천 복원 후 모니터링 지침 개발
    - 건천 복원 시범사업대상지 선정
      - 생태계거점 대상지 연결을 위한 복원
      - 복원 후 생태계 변화양상 모니터링

## 라. 기대효과

- ☐ 수생태계 복원을 통한 생물다양성 관리 및 수질 개선 등의 효과를 기대할 수 있음
- ☐ 제주권역의 특성을 반영한 복원 가이드라인을 수립하여 장기적으로 수생태계를 관리할 수 있는 체계를 마련할 수 있음

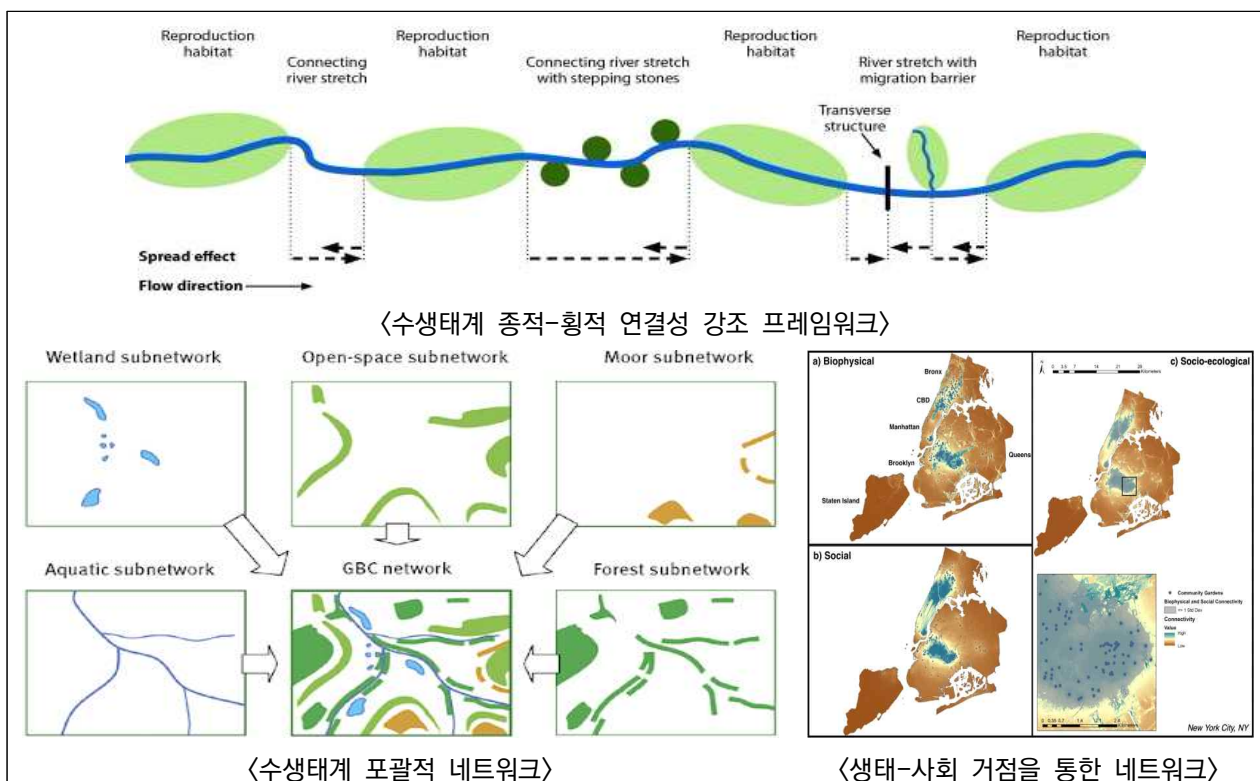
## 2.3.2 생태계거점 보전관리방안

### 가. 현황

- 수생태계의 기능인 홍수 저감, 생물다양성 유지, 지표수-지하수 정화 등은 생태계거점 (Ecological hub)을 중심으로 서식지 간의 에너지와 물질, 종의 이동에 의해 연결된 프레임워크에 따라 달라짐. 생태계거점과 주변의 생태계 질에 의해서 네트워크의 강도와 역할이 결정됨에 따라 생태계거점의 관리가 중요
- 현재 수생태계의 건강성을 파악하기 위한 호소 수질측정, 수생태계 건강성 조사, 호소환경조사 등 다양한 자연환경조사사업을 실시하고 있고 조류경보제, 상수원호소, 중점관리 저수지, 농업용 중점관리 저수지 등을 지정하여 수생태계의 거점으로 역할을 수행할 수 있는 지점들을 관리하고 있음

### 나. 추진방향

- 기본방향
  - 수생태계연결성 확보를 위한 복원사업도 종적-횡적 연결성을 확보해 생태계거점에서 타 지점으로의 네트워크를 형성하여 생태계의 기능을 확대 및 강화하기 위한 방안의 일환으로 진행됨. 수생태계연결성 확보보다 포괄적인 개념에서 수생태계구성요소 뿐만 아니라 주변 경관을 포괄하는 네트워크 구축이 필요



〈그림3-103〉 수생태계 거점을 이용한 생태네트워크 구축



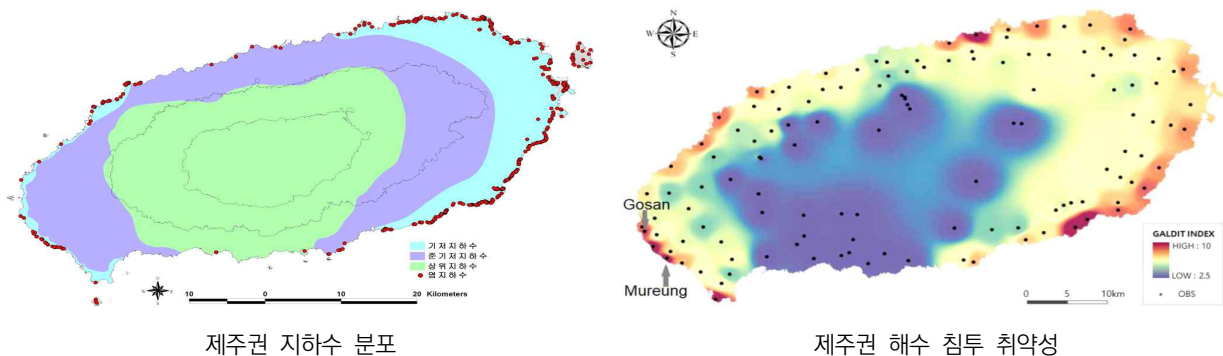
- 거점을 중심으로 토지이용, 경관구조, 비오톱 구성 등을 고려해 수생태 네트워크를 구성할 수 있는 지점을 생태거점으로 지정. 중권역별로 수생태계 유형(하천, 호소, 습지) 등이 상호연계될 수 있는 이동통로를 파악
- 기존에 법으로 지정된 수변구역, 습지보호지역, 상수원 보호구역, 생태경관보전지역 등 기존의 보호지역을 활용하여 네트워크 체계를 구축할 수 있음. 생태거점 네트워크 시범사업 등을 통해 생태거점의 중요성을 이해하고 네트워크 구성 시 효과성을 검증

## 다. 추진전략 및 시범사업

### 1. 생태거점 발굴 사업

#### □ 현황

- 제주권역은 대부분 하천이 건천의 특성을 나타내 수생태계 내 생물다양성 측면에서는 우수생태계를 선정하는 데 어려움이 있음
- 하지만, 한라산-지하수의 연계를 통해 관리가 필요한 생태거점을 발굴할 수 있음. 이·치수의 관점이 아닌 수생태계 관리 차원에서 거점발굴이 반드시 필요함



〈그림3-104〉 제주권 지하수 분포와 해수 침투 취약성

#### □ 생태계거점 발굴

- 제주도의 경우 문화-생태 연결을 강조한 거점을 발굴하고 제주의 건천 특성을 반영하여 지하수-하천-경관을 연계한 방사형 생태거점 마련
- 제주권역의 특성을 반영한 생태거점 발굴 특별지침 마련하고 관광자원으로서의 생태계도 함께 고려

- 주요 과제
  - 생태계거점 발굴
    - 한라산-지하수 분포를 고려한 수생태계 거점발굴
    - 다분류군-다경관 기준 발굴 지침 개발
  - 제주권역을 위한 생태계거점 발굴 특별지침 마련
    - 관광자원 또는 생태계서비스를 고려한 생태계거점 발굴

## 라. 기대효과

- ☐ 생태거점을 중심으로 수생태계를 관리할 수 있는 기회 마련
- ☐ 생태거점을 통한 생태-문화-사회 통합체계를 구축할 수 있어 수생태계 관련 환경쟁점에 대한 이해관계자 간 소통기회 확대 가능

## 2.3.3 생태계교란생물 관리

### 가. 현황

- 최근 외래생물이 다양한 경로로 국내에 유입되고 그 수가 지속적으로 증가(2009년 894종 → 2011년 1,109종 → 2018년 2,160종)함에 따라 이에 따른 생태계 위해 우려도 커지고 있음
- 외래생물 관리는 생태계교란생물 지정·관리, 조절·퇴치사업 추진 등 도입된 외래생물의 사후관리 중심으로 추진되어 생태계위해성이 있는 외래생물의 국내 유입을 효과적으로 방지하는 데 한계가 있음
- 국내 생태계교란생물로 지정된 생물은 포유류 (1종), 양서류·파충류 (4종), 어류 (2종), 갑각류 (1종), 곤충류 (5종), 식물 (16종)으로 총 29종으로 8종이 수환경에 영향을 끼칠 수 있는 종임. 영산강과 섬진강, 제주권역에는 뉴트리아를 비롯하여 황소개구리, 파랑볼우렁, 큰입배스 등이 관찰되고 있고 최근 미국가재(*Procambarus clarkii*)가 발견되어 생태계교란생물의 관리의 중요성이 강조되고 있음

〈표3-77〉 외래종 관련 용어 정의

용어	정의
생태계교란야생동·식물 (야생동·식물보호법)	외국으로부터 의도적 혹은 비의도적으로 들어와 생태계의 균형을 교란시키거나 교란할 우려가 있는 것과 유전자의 변형을 통하여 생산된 유전자변형생물체로서 생태계의 균형을 교란시키거나 교란할 우려가 있어 환경부령이 정하는 것
침입종 (IUCN)	자연적인 혹은 반(半)자연적인 생태계나 서식지에 정착하여 변화를 일으키고, 토착 생물다양성을 위협하는 외래종
외래종/침입종 (미국 Executive Order 13112)	외래종: 해당 생태계에 자생하지 아니한 종자, 난자, 포자 혹은 기타 생물학적 물질을 포함하여 번식 능력이 있는 종 침입종: 해당 생태계에 자생하지 않거나 외래적인 것으로, 그 유입이 경제적 혹은 환경적으로 피해와 인간의 건강에 대해 위협을 주거나 줄 수 있는 종
침입외래종 (일본)	외국에서 들어온 결과로 원래의 서식지 밖에서 존재한다고 내각정령에 의해 규정된 것으로서 일본에 독특한 서식지를 가진 생물체와는 다른 특성 때문에 생태계에 역효과를 준다고 인식되거나 그러할 우려가 있는 개체(내각정령에서 정한 난자, 종자 기타를 포함, 살아있는 것에 한정됨)와 그 기관(이 법에서 생태계에 역효과를 예방하기 위한 규칙과 같은 조치를 필요로 하는 것에 한정, 내각정령에서 정한 것, 살아있는 것에 한정됨)

출처 국내 도입 외래동물 정보수집 및 종합검색시스템 구축 (환경부, 2008)



- 환경부를 생물다양성 위협 외래생물 관리기술개발 사업은 환경부를 주관으로 농촌진흥청, 산림청, 농림축산검역본부 등이 참여함. 예산은 2020년까지 꾸준히 증가하고 있고 국내 유입된 외래생물의 모니터링, 자연생태계 확산 및 영향 예측, 위해성 평가, 제거 등의 외래생물 관리 전반 기술개발을 시행하고 있음

〈표3-78〉 국내 외래종 관련 법

관계법	주요 내용	주요 한계점
환경정책기본법	환경영향평가, 환경 훼손, 보전, 국제협력 및 지구환경보전 등의 기본법	-
자연환경보전법	생태계 위해 외래종 지정, 관리, 규제	사후 규정, 생태계 위해성 평가제도 미비, 이미 들어온 종에 대한 대책의 미비, 분명하지 않은 용어
야생 동·식물 보호법	생태계 교란 야생 동·식물의 지정, 관리, 규제, 자연환경보전법의 생태계 위해 외래종 관련 조문들의 이양 및 포괄적 정책 대상화	집행권자의 권한, 예방 및 사후관리의 미비
조수보호 및 수렵에 관한 법률	조수의 수출입 또는 반입허가 등의 규정	조수의 수출입 및 반입허가 등의 규정을 뒷받침하여줄 기타 유관 법의 근본체계

〈표3-79〉 생물다양성 위협 외래생물 관리기술개발 사업 개요

부처	세부사업	사업관리기관	연도별 예산 (억원)			
			17년	18년	19년	20년
환경부	생물다양성 위협 외래생물 관리 기술개발	한국환경산업기술원	20	20	10.06	35.4
농식품부 (검역본부)		검역본부	4	18	18.1	18.2
농진청		농진청	4	38	38	34
산림청		한국임업진흥원	2	3	3	3

〈표3-80〉 국내 생태계교란생물

구 분	종 명	주요서식지	영향수계
포유류	가. 뉴트리아 <i>Myocastor coypus</i>	수생태계	영산강 제주권역
양서류 · 파충류	가. 황소개구리 <i>Rana catesbeiana</i> 나. 붉은귀거북속 전종 <i>Trachemys</i> spp. 다. 리버쿠티 <i>Pseudemys concinna</i> 라. 중국줄무늬목거북 <i>Mauremys sinensis</i>	수생태계	영산강 제주권역
어 류	가. 파랑볼우럭(블루길) <i>Lepomis macrochirus</i> 나. 큰입배스 <i>Micropterus salmoides</i>	수생태계	영산강 제주권역
갑각류	가. 미국가재 <i>Procambarus clarkii</i>	수생태계	영산강
곤충류	가. 꽃매미 <i>Lycorma delicatula</i> 나. 붉은불개미 <i>Solenopsis invicta</i> 다. 등검은말벌 <i>Vespa velutina nigrithorax</i> 라. 갈색날개매미충 <i>Pochazia shantungensis</i> 마. 미국선녀벌레 <i>Metcalfa pruinosa</i>	육상생태계	영산강 제주권역
식 물	가. 돼지풀 <i>Ambrosia artemisiaefolia</i> var. <i>elator</i> 나. 단풍잎돼지풀 <i>Ambrosia trifida</i> 다. 서양등골나물 <i>Eupatorium rugosum</i> 라. 털물참새피 <i>Paspalum distichum</i> var. <i>indutum</i> 마. 물참새피 <i>Paspalum distichum</i> var. <i>distichum</i> 바. 도깨비가지 <i>Solanum carolinense</i> 사. 애기수영 <i>Rumex acetosella</i> 아. 가시박 <i>Sicyos angulatus</i> 자. 서양금혼초 <i>Hypochoeris radicata</i> 차. 미국쑥부쟁이 <i>Aster pilosus</i> 카. 양미역취 <i>Solidago altissima</i> 타. 가시상추 <i>Lactuca scariola</i> 파. 갯줄풀 <i>Spartina alterniflora</i> 하. 영국갯끈풀 <i>Spartina anglica</i> 거. 환삼덩굴 <i>Humulus japonicus</i> 너. 마늘냉이 <i>Alliaria petiolata</i>	육상생태계 수변생태계	영산강 제주권역

## 나. 추진방향

### □ 기본방향

- 국내 대형하천은 많은 보에 의해 흐름이 조절되는 조절강 생태계로서 수문학적-기상학적 요인에 민감하게 반응하며, 특히 최근 4대강 살리기 사업 이후 하천 구조 변형에 의해 외래종의 증가와 같은 다양한 생태·환경 문제가 발생함.
- 생태계교란생물 관리 사업은 생태계교란생물의 유입부터 확산, 영향평가, 제거 등 전주기에 대응할 수 있도록 방향성을 수립함
- 유역환경청, 생태원 등 관련 기관에서 조사하고 있는 생태계교란생물의 정보를 통합 관리할 수 있는 플랫폼 개발



〈그림3-105〉 생태계교란생물 관리 방향

## 다. 추진전략 및 시범사업

### 1. 생태계교란생물 사전예방

#### □ 현황

- 제주지역에는 황소개구리, 큰입배스, 붉은귀거북, 미국 썩부쟁이, 가시박, 애기수영 등 총 12종의 생태계교란종이 있는 것으로 확인
- 최근 '공비단뱀'이라 불리며 가장 대중적인 애완 파충류가 제주 도심지에서 발견되는 것처럼 인위적 방생에 의해 유입되는 생물이 보고됨

## □ 외래생물 사전예방 모니터링사업 추진

- 제주권에서는 항만시설 (제주항) 주변과 주요관광지를 중심으로 인위적으로 방생되는 외래생물을 파악하기 위한 사전예방 모니터링 추진
- 제주도 입도객에 의한 유입이 대부분을 차지할 것으로 판단되어 배를 이용하여 입도하는 관광객이 소지한 생물의 검사 강화

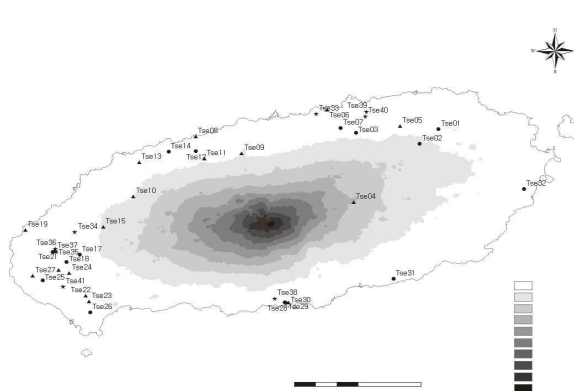
### ■ 주요 과제

- 항만 주변 수생태 외래생물 모니터링
- 입도객에 의해 유입되는 생물종 관리 (입도객 소지 생물종 관리강화)

## 2. 생태계교란생물 모니터링

### □ 현황

- 제주도 생태계교란종인 블루길은 애월읍 하가리 연화못에 처음 유입이 확인된 이후 인근의 광령저수지와 수산저수지 등 주변으로 확산하는 추세임
- 제주도 내 붉은귀거북은 총 32개 지점에서 발견되었고 연못을 중심으로 저수지와 웅덩이 등지에서 발견되고 있음. 기존에 붉은귀거북이 발견되지 않았던 장소에서 새롭게 기록되고 있어 확산의 우려가 있음



붉은귀거북



황소개구리

출처 침입외래종 붉은귀거북의 제주도 내 분포 및 현황(한국환경생물학회지, 오홍식 등, 2017), 국립생태원 홈페이지

〈그림3-106〉 제주권 내 생태계교란생물 분포

## □ 생태계교란생물 모니터링사업 및 위해성 평가 추진

- 생태계교란생물이 기존에 보고된 장소의 수가 비교적 적으므로 이들 장소를 모두 모니터링 지점으로 선정하여 개체군 동태를 파악
- 확산의 범위가 상대적으로 제한되어 있어 확산경로를 파악하는데 유의하므로 일부 생태계교란생물의 경우 기존의 추적장치 등을 활용하여 생물의 이동에 대한 정보를 확보
- 제주권 내에서는 유입된 생물 또는 생태계교란생물의 위해성이 차이가 있으므로 영산강·섬진강 수계에 적용되는 위해성 평가방법과 독립적인 평가방법을 개발

## ■ 주요 과제

- 수계 유입 생태계교란생물 모니터링 (기존에 생태계교란생물이 보고된 전 지점 모니터링)
- 수계 유입 생태계교란생물 확산경로 예측 (생태계교란생물 추적 (붉은귀거북에 telemetry 기법 적용)
- 수계 유입 생태계교란생물 위해성 평가 (정량적(경제적, 생태적) 피해 파악)

## 3. 생태계교란생물 제거 및 퇴치

## □ 현황

- 1998년부터 블루길과 황소개구리의 퇴치사업을 진행해 왔으며 최근 1만 마리 이상의 황소개구리를 포획하는 사업을 진행 중
- 도내 생태계교란생물 어종이 발견되는 애월 수산저수지, 광령저수지, 용수저수지 등지에서 일반도민과 학생이 참여하는 낚시대회를 개최하고 잠수부의 작살을 이용한 포획 등도 진행되고 있음
- 하지만 퇴치사업의 효과에 대한 검증은 진행된 바 없음

## □ 생태계교란생물 제거 및 퇴치사업 진행

- 생태계교란생물은 대부분 물리적인 기술을 통해 제거하고 있음. 인력이 대규모로 투입되어야 하는 한계가 있어 퇴치기술 개발 및 적용이 필요함
- 제주권역 내 생태계교란생물은 하천보다는 저수지 또는 연못 중심으로 확산되어 있으므로 특정 장소에 일시적으로 대규모 인력 및 자금을 투입해서 성공적인 퇴치작업을 진행
- 제주권 내에서 개발된 정수역 내 생태계교란생물 퇴치기술을 영산강·섬진강에 적용

- 주요 과제
  - 생태계교란생물 제거
    - 정수생태계 내 생태계교란생물 제거 및 퇴치 시범대상지 선정
    - 완전퇴치 구간 선정 (단기-중기-장기)
  - 제주권 유입 생태계교란생물 제거기술 개발
    - 물리적, 생물학적 제거기술 개발
    - 대상 생물 선정 및 시범사업 시행
  - 제주권역 내에서 개발된 생태계교란생물 제거기술의 확산
    - 영산강과 섬진강 내 정수생태계 내 생태계교란생물의 퇴치사업에 적용

## 라. 기대효과

- ☐ 효과적인 생태계교란생물 관리를 통한 유역 내 수생태계의 건강성을 향상시킬 수 있을 것으로 기대됨
- ☐ 생태계교란생물 관리기술 개발 및 적용을 통해 수생태계의 생물다양성 증진에 기여
- ☐ 생태계교란생물 관리 사업의 효율성을 검증하여 장기적인 관점에서 생물관리 가능

## 2.3.4 복개하천 자연성 회복

### 가. 현황

#### □ 하천의 복개로 인한 치수·생태 취약성

- 복개(覆蓋)하천이란 하천 상부의 전부 또는 일부를 콘크리트 구조물로 덮은 하천을 말함. 제주도의 경우 지형적 특성으로 해안지역에 도시가 발달하였고 그에 따라 복개하천도 하천의 하류부 도시지역에 주로 위치
- 복개하천 구간은 주로 도로, 주차장, 상업지역 등으로 이용되고 있음
- 복개는 하천의 본모습을 훼손하여 하천부지가 축소 및 손실되었고, 하천생태계를 단절시킴. 햇빛이 차단되고 공기의 순환이 잘되지 않고 유량이 감소하여 하천의 자정 기능이 상실되며, 오염수 유입을 관리하기가 어려워 하천 수질오염 악화
- 이뿐만 아니라 복개사업을 진행하며 불투수성 면적이 증가로 인해 도시 물순환을 방해하고 있으며, 도심지 열섬현상 심화 됨
- 홍수 때 복개 구간 내 구조물 등으로 인해 통수 단면이 작아져 병목현상이 생겨 침수피해를 유발해 도심지 침수피해의 주원인이기도 함
  - 구조물 철거가 제시되고 있으며 일부 하천의 복개하천 복원이 진행되고 있음

### 나. 산지천 하천 복원사례

#### □ 추진 배경

- 산지천 근처에 주거가 밀집되면서 인구가 늘어나, 하천 주변이 오염되면서 1996년 동문교를 중심으로 약 600m 구간을 복개하였고, 복개된 곳에 시장과 상가들을 지어 경제 활성화 지역으로 활용
- 90년대에 들어서며 복개구조물 부식으로 인한 붕괴 위험, 하천의 생태계 파괴, 홍수범람 시 도시 침수, 하천 오염 등의 문제 발생
- 각계 전문가(문화재, 조경, 환경 등)와 지역주민으로 구성된 자문위원회 회의결과 도심 속 자연형 생태하천으로 복원 결정

#### □ 복원 후 변화

- 산지천을 통과한 하천수의 연안은 환경기준 3등급을 초과하였으나, 복원 후에는 산지천을 흐르는 용천수는 제주 연안을 환경기준 1등급 수준으로 끌어올림
- 자연형 생태하천으로 복원을 통해 현재는 생태학적으로 새와 물고기가 찾아들고, 시민들에게 도심 속의 휴식공간으로 자리매김하였고, 주변의 목관아 문화재·탐동 시민공원 및 사라봉 공원과 연계한 관광명소가 됨



출처 제주도 제주시 산지천(생태복원 우수사례) (환경부, 2003)

〈그림3-107〉 복개된 산지천 복원 전후 사진

#### 〈표3-81〉 산지천 복원사업 주요 내용

- 1996년 3월 복개지역 산지천 복원사업 시작하여 2002년 7월 준공
- 총사업비 36,332백만원(국비 7,493, 도비 2,000, 시비 26,839)
- 복개 건물 철거 14개 동, 하천정비(L=474m, B=21~36), 도로개설(L=474m, B=15m)
- 공원시설(7,323㎡), 음악분수대 1개소, 나무다리 2개소, 돌다리 1개소, 폭포수 1개소, 빨래터 1개소, 선착장 1개소, 낙차 보 1개소 설치

## 다. 추진방향

### □ 복개하천 자연성 회복

- 하천의 복개는 수질오염, 생태계 변화, 대규모 침수피해 등을 유발하는 행위. 복개하천은 1999년 도에 처음으로 하천법으로 금지하였으며 2009년도에는 법을 개정하여 하천 복개 금지에 대한 사항을 구체화하였으며 금지하기 이전에 개발된 복개하천의 근본적 해결방안은 복개를 철거하고 하천을 원래의 형태로 되돌리는 사업 진행 중
- 제주시에서도 2016년 태풍 ‘차바’ 내습으로 인한 집중호우로 하천, 병문천, 광령천 등 주요하천이 범람하여 대규모 홍수피해를 유발하자 ‘제주도 하천 등 시설물 정밀진단용역’을 통해 복개하천 복원대상지를 선정하고 사업을 추진 중
- 도시개발계획, 도시재생사업, 주거환경개선사업 등과 연계하여 복원 우선 지역 선정 및 복원 필요
- 이처럼, 서울 청계천, 제주시 산지천, 병문천 등과 같이 복개 구간을 철거하고 복원하는 것은 하천관리에서 선택이 아닌 필수사항임을 인식하고, 하천이 치수·이수 기능 외 친수·환경기능을 향상하여 자연과 사람이 공존하고 상상할 수 있는 공간으로 변화되도록 산·학·연과 인근 지역주민들의 지속적인 관심과 노력이 필요



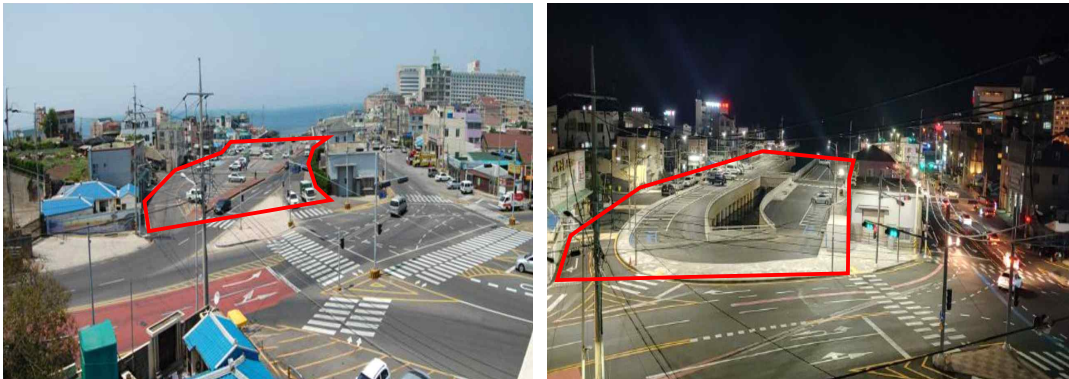
## 〈 병문천 부분복원 사례 〉

## □ 추진 배경

- 1993~1995년 병문천 복개사업으로 도로와 주차장 활용
- 2012년 1월 정밀안전진단결과 하류부 구간 D등급 판정으로 복개구조물의 구조적 안전성 문제 제기 및 홍수 시 통수 단면 부족 등으로 침수피해 우려

## □ 복원 추진내용

- 2016년 12월 병문천 하류 재해 예방사업 착공, 2021년 4월 준공
- 총사업비 239억 원(국비 143, 지방비 96)
- 복개구조물(L=132m)을 철거하고, 반복개구조물(L=111m)로 정비하여 주차면(93면)을 조성 등 주변 도로환경 개선 시행
- 경간장 및 100년 빈도의 홍수에 따른 여유고(H=0.8m) 확보로 치수적 안전성 및 구조물 안전성 확보



〈그림3-108〉 복개된 병문천 부분복원 전후 사진

## 라. 기대효과

- 도심지의 복개하천을 되살린다면 홍수 예방, 수질 개선, 도시 온도 저감, 생태 공간 확보 등 기후위기에 대응하며 하천의 자연성도 회복할 것으로 기대

## 2.3.5 제주도 친환경적인 하천관리

### 가. 현황

#### □ 하천 정비사업을 통한 원형 훼손 심각

- 제주도는 2005년 8월 ‘자연 친화적 하천 정비사업 추진 방침’을 수립하였지만, 여전히 하천 정비사업으로 하천원형 파괴(제주도 특유의 하상 형태인 기암괴석과 소(沼)가 훼손되고, 하천에 사는 생물의 이동통로 차단)
- ‘자연 친화적 하천 정비사업 추진 방침’에는 ① 자연 친화적인 하천 정비로의 전환, ② 생태계·경관 훼손 최소화, ③ 하천 정비계획 수립 시 지역 특성을 살리고 설계 시 전문가와 지역주민 의견 수렴 등을 제시
- 이수 및 치수 사업에 집중하여 자연 친화적인 정비보다 재해 예방, 용수공급을 위한 공사로 자연성 유지는 고려되지 않고 하천의 하상을 훼손하는 상황
- 부분적인 구간별 하천 정비는 오히려 하류에 재해를 일으킬 수 있고, 배수 위주의 하천 정비는 제주도의 주 수원인 지하수의 함양비율을 감소시킬 수 있는 우려가 있음



〈그림3-109〉 강정천 공사현장(좌), 한천 하천 정비사업(우)

### 나. 추진 방향

#### □ 친환경적인 하천관리

- 하천 정비 시 하천의 치수와 생태기능을 동시에 고려하여야 하며, 수해의 원인을 확실하게 규명한 이후 사업을 진행
- 또한, 하천 정비사업은 경관과 생태계를 최대한 보전하는 방향으로 설계·시공해야 하며, 제주도에 서 수립한 ‘자연 친화적 하천 정비사업 추진 방침’에서 제시한 원칙들을 준수하여 사업을 시행 - ① 자연 친화적인 하천 정비로의 전환, ② 생태계·경관 훼손 최소화, ③ 하천 정비계획 수립 시 지역 특성을 살리고 설계 시 전문가와 지역주민 의견 수렴

- 하천 인근의 상습침수지역은 국가에서 토지를 매입해 관리하는 방안 등이 검토되어야 하고, 체계적인 관리와 국고지원을 위해서는 제주도 하천의 국가하천 지정 검토 필요
- 제주도 내 지방하천 60개소 중 가장 길고 큰 천미천(총연장 25km, 유역면적 126.14km<sup>2</sup>)의 경우 대규모 홍수피해(2007년 태풍 ‘나리’ 54억 원, 2014년 태풍 ‘산바’ 40억 원)가 발생

〈표3-82〉 대권역 기준 하천 현황

구 분	개소		연장(km)		유역면적 기준 지방하천(개소)
	국가하천	지방하천	국가하천	지방하천	100km <sup>2</sup> 초과
영산강권역	7	372	237.4	2022.5	14
50(영산강)	6	165	203.3	1073.0	7
51(탐진강)	1	35	34.1	169.4	1
52(영산강남해)	0	50	0.0	216.8	2
53(영산강서해)	0	122	0.0	563.4	4
섬진강권역	3	420	237.9	2402.1	16
40(섬진강)	3	280	237.9	1706.1	12
41(섬진강남해)	0	140	0.0	696.0	4
<b>제주도</b>	<b>0</b>	<b>60</b>	<b>0.0</b>	<b>616.5</b>	<b>1</b>

출처 2019년 하천유역조사 보고서(환경부, 2020)

- 제주도의 하천은 제주도만의 특색을 지닌 생태학적으로 우수한 자원으로, 제주특별자치도, 시민단체, 지역주민 모두의 관심과 함께 근본적인 연구와 조사가 선행된 이후, 하천의 생태학적 가치 훼손이 최소화되는 범위 내에서 하천 정비사업을 추진해야 함

## 2.3.6 제주도 유수하천의 종합적 관리방안

### 가. 현황

#### □ 하천 생태환경 측면 관리체계 부족

- 국내 최다우 지역인 제주도는 연평균 강우량이 육지부의 1.5배에 달하여 자연재해가 빈번한 지역으로 그간 하천은 치수 관리에 주로 초점
- 과거 하천정비기본계획과 재정비계획은 하천의 수계별이 아닌 구간별로 수립되어 시행. 제주시와 서귀포시에서 각각 하천기본계획을 수립

#### □ 유수하천

- 제주도의 대부분 하천은 평소에 강우기를 제외하고는 물이 흐르지 않는 건천으로 하천수가 거의 없는 독특한 지역으로, 비율이 적은 상시 물이 흐르는 유수하천에 대한 관리방안 부족
- 상시하천은 일시적으로 지하에 침투한 강우가 지하수로 함양되었다가 용출하면서 나타남. 이러한 하천수는 지하수의 수온과 거의 같고 수질도 양호하여 가뭄에도 지속적인 유출을 보임
- 유수하천 : 도근천, 옹포천, 창고천, 도순천, 악근천, 중문천, 연외천, 동홍천 (8곳)



출처 제주 미래비전(제주특별자치도, 2016)

〈그림3-110〉 제주도 하천 및 유수하천 현황

## 나. 추진방향

### □ 기본방향

- 상시 물이 흐르는 유수하천의 경우 친수활용성과 공공성 등을 고려하여 치수뿐 아니라 생태·환경적 측면까지 고려된 종합적인 관리체계 필요
- 유수하천에 대한 중요성 인식과 차별화된 관리방안 마련 필요

## 다. 추진전략 및 시범사업 제시

### □ 유수하천에 대한 종합적인 관리체계 마련

- 제주도의 주요 유수하천 8개 대상 종합적인 관리방안 도입
- 하천을 크게 이용, 보전, 복원으로 구분하여 하천의 특성에 맞는 관리계획 수립
- 하천의 특성에 맞게 우수한 자연환경을 가지는 하천은 최대한 보전하되, 활용가치가 높은 하천은 청정과 공존의 가치를 훼손하지 않는 범위 내에서 이용하며, 복원이 필요한 하천은 생태적으로 복원하는 계획을 수립
- 미국 오리건주의 경우, 특별관리가 필요한 하구에 대해, 자연관리유닛, 개발관리유닛, 보존관리유닛으로 구분하여 허용되는 행위에 대해 세부적으로 규정하고 있음

## 라. 기대효과

- 하천을 차별화된 관리체계를 수립함으로써 유수하천에 대한 관리역량을 집중시켜 체계적인 관리와 하천 전반의 가치 상승 도모
- 하천 정비사업 추진 시 이수, 치수 그리고 생태환경까지 고려한 사업으로 안전하고 친환경적인 하천 공간으로 정비
- 유수하천에 대한 종합적인 관리체계로 하천 자연환경 사유화 등에 대한 조치가 가능하고, 하천을 도민들을 위한 공적인 공간으로 유지

### 3. 맑은 물이 흐르는 강

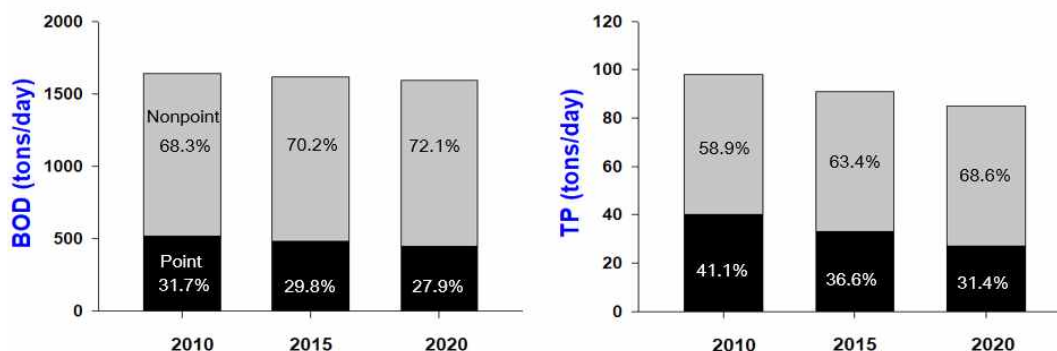
#### 3.1 영 산 강

##### 3.1.1 물환경 모니터링체계 강화

###### 가. 현황

###### □ 국내 수질 오염원 변화

- 점오염원에 비해 비점오염 기원의 수질오염물질 배출부하량 비중 증가 추세
- 생활계 배출부하량은 감소하는데 반해 축산계, 토지계는 증가 전망



출처 제2차 비점오염관리 종합대책(환경부, 2012)

〈그림3-111〉 비점오염원 부하율

###### □ 국가 물환경측정망 현황

- 국가 물환경측정망에는 수질측정망 1,936개소, 총량측정망 337개소, 자동측정망 70개소, 비점측정망 24개소 운영 중

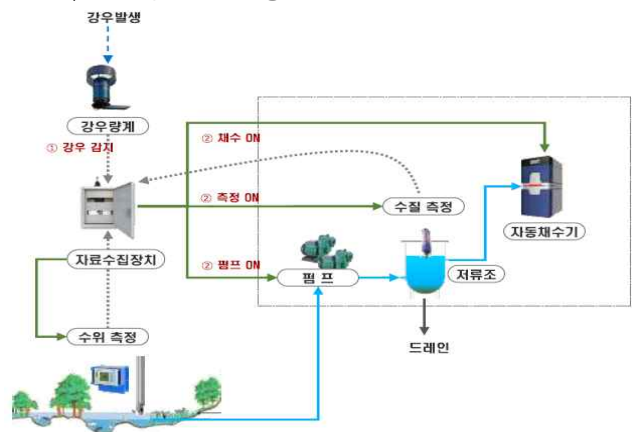
〈표3-83〉 국가 물환경측정망 운영현황

측정망 종류	운영개소	운영목적	측정항목
수질측정망	1,936	수질현황/추세파악, 환경정책 수립의 기초자료 확보	수질
총량측정망	337	수질현황/추세파악, 총량관리 이행평가/기초자료 확보	수질, 유량
자동측정망	70	수질오염사고 시 신속한 대응조치	수질
비점측정망	24	비점오염물질 유출특성 파악, 비점모델 및 정책수립 기초자료 확보, 비점저감대책 효과분석	수질, 유량

- 이 중 비점오염물질의 유출특성과 부하평가 등 비점오염 영향평가 및 관리를 위한 측정망은 비점오염물질 측정망분임

☐ 국가 비점오염물질 측정망

- 법적근거
    - 「환경정책기본법」 제22조(환경상태의 조사·평가 등)
    - 「물환경보전법」 제9조(수질의상시측정), 시행규칙 제22조 제1항 제1호(비점오염원에서 배출되는 비점오염물질 측정)
  - 비점오염물질 측정망 도입 경과
    - '07.12.28 : 비점오염물질 측정망을 환경부 장관이 설치 운영하는 측정망으로 규정
    - '14. 4.14 : 비점오염물질 측정망 설치 운영계획 마련
    - '14.4~'17.12 : 비점오염물질 측정망 시범 시설 모니터링사업 추진
    - '17. 11 : 비점오염물질 측정망 마스터플랜 수립
    - '18. 6 ~ : 비점오염물질 측정망 운영(2개 지점) 및 확대 설치 중
  - 시스템 구성 다항목수질측정기, 자동분석기, 자동채수기, 강우량계, 수위계, 유량계, 원격 무선통신, 자료수집장치로 구성됨
- 

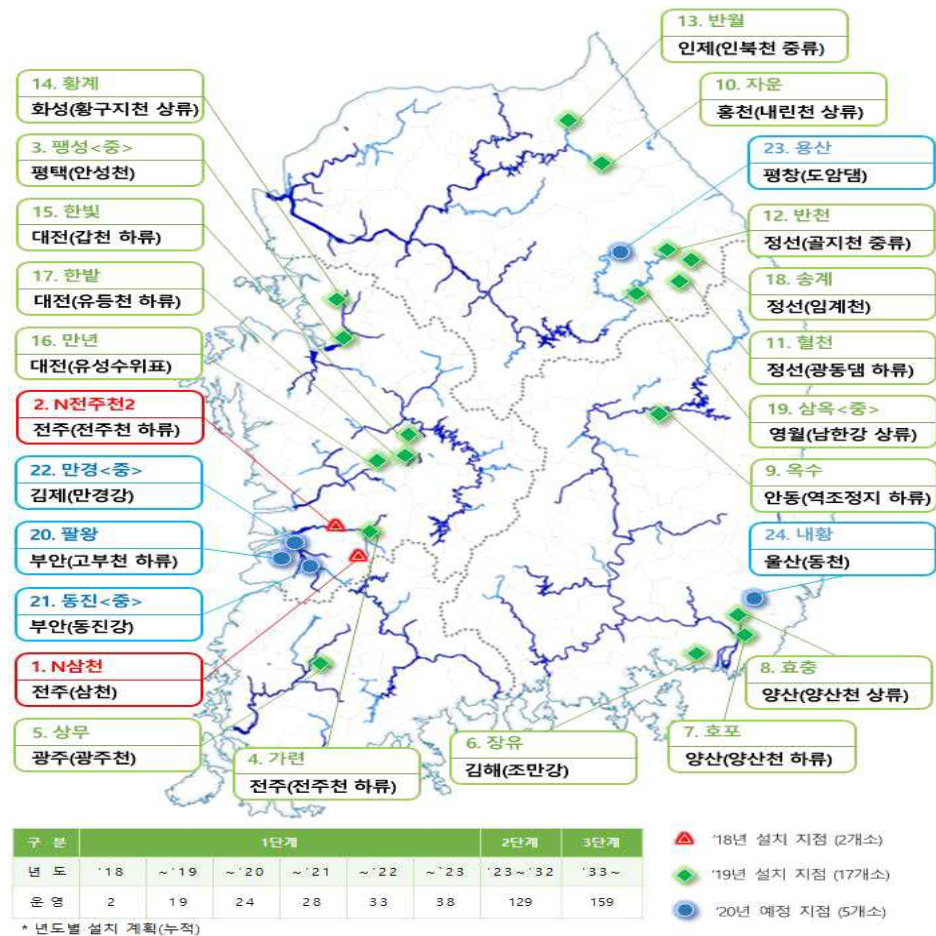


- 구축 운영현황
  - 구축지점 : 중권역(4개소) 및 소권역(20개소) 총 24개소('18~'20)
  - 운영주체 : 국립환경과학원
  - 운영방식 : 실시간 센서 기반 및 자동분석(측정)과 수분석 병행 운영

〈표3-84〉 비점오염원 측정 구축 운영현황

시료채취/측정기	측정/분석항목	측정/분석방법	운영형태
다항목수질측정기	수온, pH, DO, EC, 탁도	자동채수-센서감지	실시간 (10분 간격)
자동분석기	TOC, TN, TP	자동채수-자동분석	실시간 (1시간 간격)
자동채수기	TOC, TN, TP, BOD, SS	자동채수-수동분석	청천시 (8일 간격) 강우시 (2시간 간격)
강수량계	강우	센서감지	실시간 (10 간격)
수위(유량)계	수위 및 유량	센서감지	실시간 (10 간격)





출처: 유역 내 오염원 관리를 위한 수질수량 정밀모니터링 및 분석방법(박배경, 최광순, 2020)  
〈그림3-112〉 국가 비점오염물질 측정망 구축 운영 현황

□ 비점오염물질 측정망 확대계획 : 비점오염 관리 고시지역(15개지점)을 우선 구축

- (중권역 규모) 119개 중권역 중에서 80개 지점 선정
- (소권역 규모) 850개 소권역 중에서 비점우심지역 79개 지점 선정

〈표3-85〉 비점오염원 측정지점 확대계획

단 계	기 간	규모	지점수	주요 지점
1단계	2018년~2022년	중권역	12	▸ 비점오염원 관리지역 전체 ▸ 물순환선도도시
		소권역	26	▸ 비점오염원 관리지역 전체 ▸ 물순환선도도시(조만강 등)
2단계	2023년~2032년	중권역	38	▸ 녹조발생지역 ▸ 관리 필요지역
		소권역	53	▸ 관리 필요지역
3단계	2033년~	중권역	30	▸ 기타수계 제외한 전지역
		소권역	-	-
계			159	-

출처: 국가 비점측정망 사업 소개(환경부, 한국환경공단, 2017)



## 나. 문제점 및 필요성

### □ 비점오염 영향 파악 및 관리의 한계

- 현행 배출부하량(원 단위) 방식의 비점오염 영향분석은 수계 및 강우특성이 반영되지 않아 과학적인 비점오염 관리에 한계
  - \* 비점오염원 관리·대책 수립을 위한 비점오염 유출특성, 부하량 등 기초자료 필요
- 국가 물환경측정망은 대부분 저·평수기 위주의 모니터링체계로 비점오염물질 관리 및 대책 수립을 위한 강우 시 비점오염 유출특성 파악, 부하량 산정, 비점유출모델 검·보정 등의 기초자료 활용에 한계
- 총량측정망은 수질과 유량은 8일 간격으로 측정하고, 대부분(80%) 무강우시에 수행되며, 10mm 이상의 강우시 측정이 10% 미만(2017, 환경부 & 환경관리공단)

#### ✓ 강우시 측정 성과 분석

: 총량측정망의 강우시 측정  
성과 분석 결과 10mm 이상  
강우시 측정된 경우는 전체  
측정의 **10%미만**

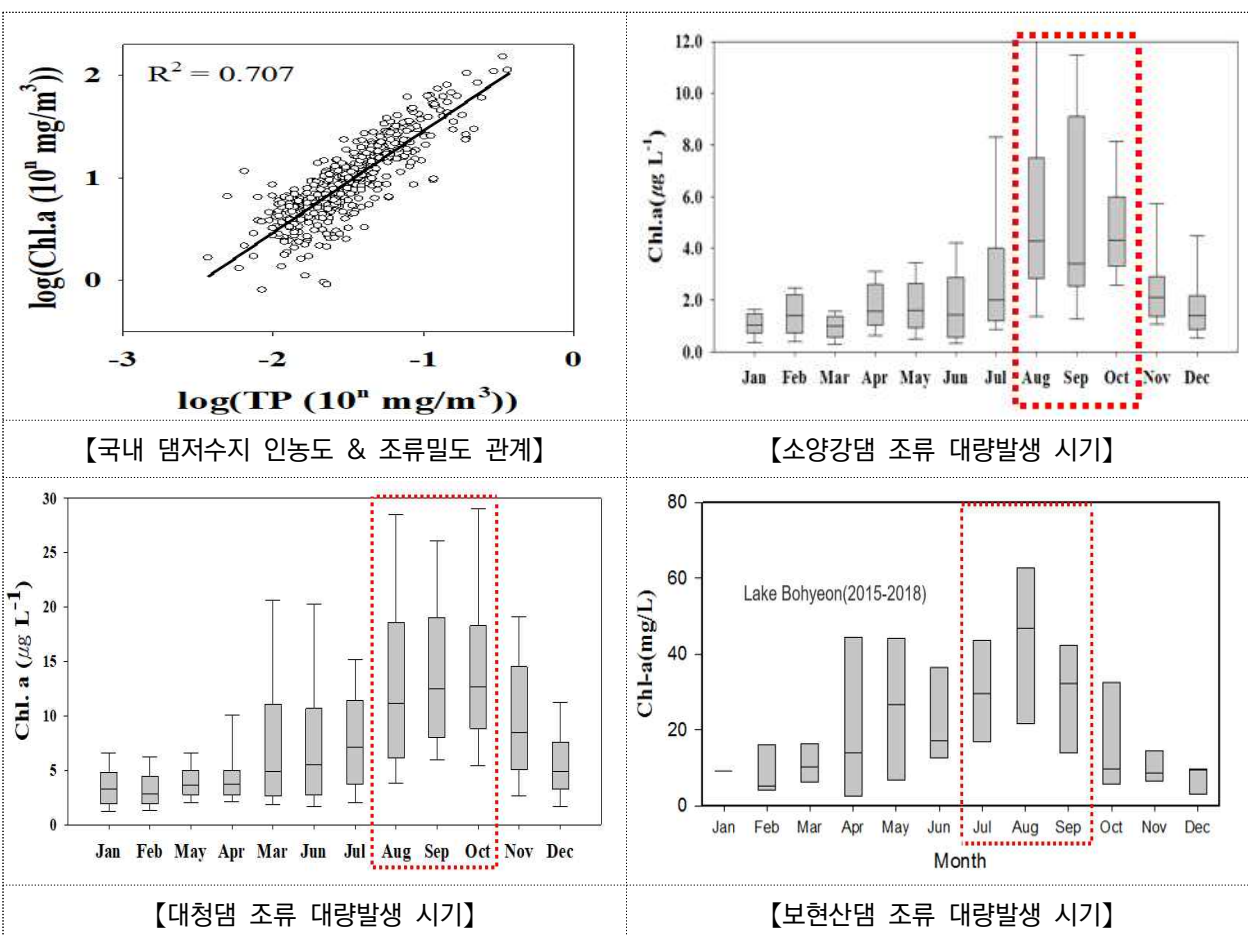


출처 국가 비점측정망 사업 소개(환경부, 한국환경공단, 2017)

〈그림3-113〉 유역별 강우시 측정 성과 분석

### □ 현행 비점 모니터링 한계점

- 국가 비점오염물질 측정망이 2018년부터 구축되어 2020년에 24개 지점에 대해 운영 중이고, 향후 159개소에 확대 구축 예정이지만, 비점오염의 영향이 큰 댐저수지에 대한 비점측정망은 부족한 실정으로 댐저수지 상류 유역에 대한 비점오염 부하평가를 위한 비점오염물질 측정망이 보다 강화되어야 함
  - 댐저수지 유역은 인구가 적은 반면 축산 및 농업 활동이 많아 점오염원에 비해 비점오염 배출 부하 비중이 큼 (K-water 26개 댐저수지 평균 90.6%)
  - 홍수기 유입된 비점오염물질(특히 인)이 댐저수지 부양영화의 주요 원인
  - 댐은 하천에 비해 체류 시간이 길어 유입된 비점오염물질이 조류성장에 미치는 영향이 큼
  - 국내 댐저수지에서 홍수기 이후 1~2개월 후에 조류(남조류) 대발생
  - 하천에서는 체류 시간이 길어지는 갈수기에 하수처리장 방류수 등 점오염원에 기인하여 조류 발생
  - 영산강수계의 과학적인 수질·녹조 관리를 위해서는 댐저수지를 포함한 상류 유역의 비점오염 모니터링 중요



출처 국내 하천 저수지 녹조현상의 원인과 대책(김범철, 2018), K-water 조사자료 (2015~2018)

〈그림3-114〉 비점오염원 모니터링 예시

- 국가 비점오염물질 측정망 시범사업 모니터링 결과 「자동채수-자동분석」과「자동채수-수동분석」간 오차(TOC 9.1%, TN 6.6%, TP 33.6%)가 발생

- (중권역규모) 「자동채수-자동분석」과 「자동채수-수동분석」 병행하고, 추후 기술적 한계가 개선되면 「자동채수-자동분석」방식만 적용
- (소권역규모) 「자동채수-수동분석」을 기본으로 운영

- 현재 구축된 비점모니터링 시스템은 장시간-고비용 방식이며 고탁도 대표성 결여 문제가 발생
- 자동채수-수분석 : 시료 채취 및 분석 등 자료 생산에 최소 2~3일 소요
- 자동채수-자동분석 : 고비용(2억/분석기 1대), 시료 대표성 결여
  - \* 자동분석기는 100 $\mu\text{m}$  이상 입자 시료 배제시킨 후 분석, 강우시 농도 저평가
- 실시간-저비용-고빈도 방식의 모니터링 고도화 필요

## 다. 추진전략 및 시범사업

### 1. 비점오염 모니터링 강화를 위한 시스템 구축

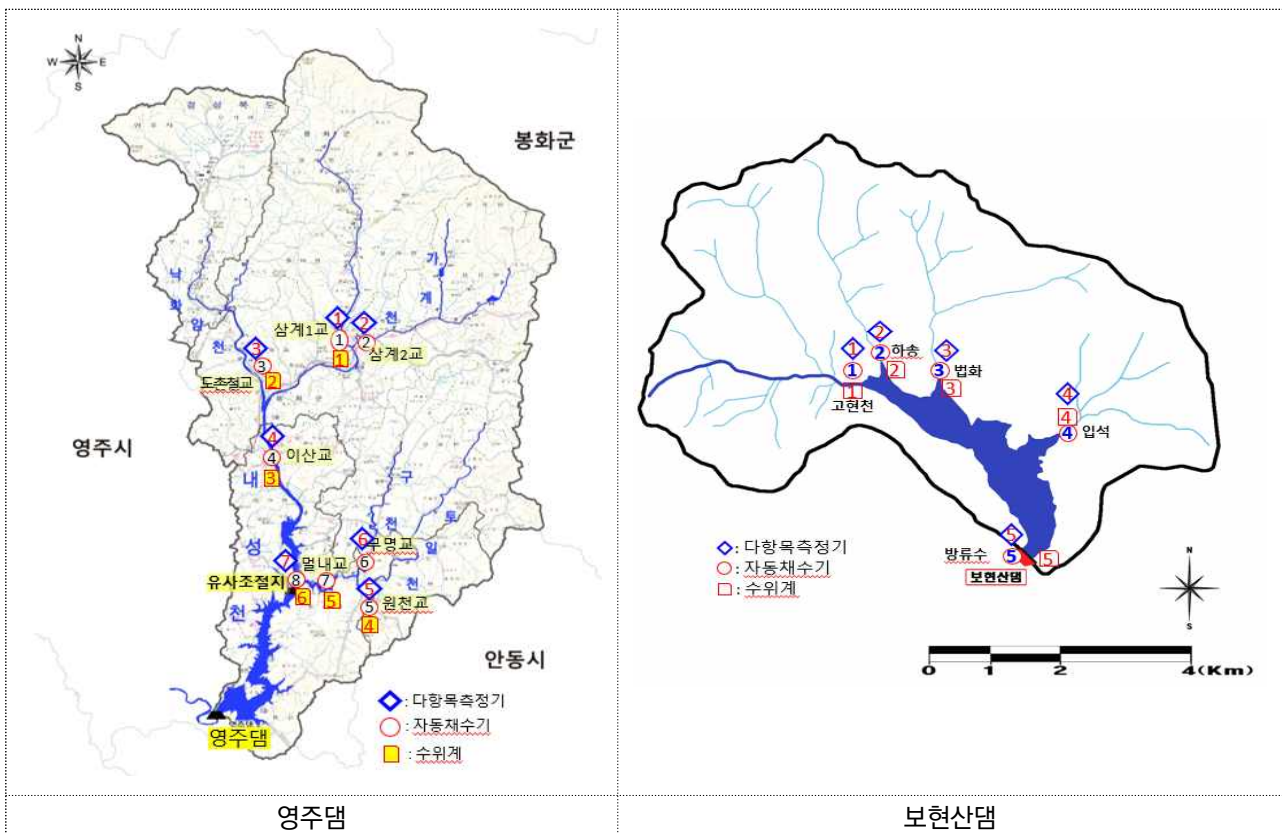
#### □ 영산강 상류 댐 유역 단위 비점 오염모니터링 시스템 구축

- 국가 비점오염물질측정망과 연계하여 비점오염부하가 큰 댐저수지를 우선으로 선정하여 구축
- 국가 비점오염물질 측정망 등 국내 비점오염모니터링 구축 및 연구사례 등을 검토하여 댐 상류 소권역을 기본 유역으로 선정

#### □ K-water 비점오염물질 모니터링 시스템 구축사례

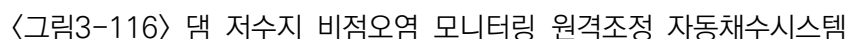
- 댐 소유역별 비점오염물질 유입특성 및 부하량 산정을 위해 영주댐(8개소)과 보현산댐(5개소)에 설치하고, 다항목 수질 측정기, 수위관측시스템, 원격자동채수기시스템으로 구성·실시간 측정 중

시료채취/측정기	측정/분석항목	측정/분석방법	운영형태
다항목수질측정기(11)	수온, pH, DO, EC, 탁도	자동채수-센서감지	실시간 (10분 간격)
자동채수기(13)	TOC, DOC, POC, TN, NO3-N, NH3-N, TP, PO4-P, SiO2, SS	자동채수-수동분석	강우시 (1~2시간 간격)
강수량계(13)	강우	센서감지	실시간 (10 간격)
수위계(10)	수위 및 유량 산정	센서감지	실시간 (10 간격)



〈그림3-115〉 K-water 비점오염원 모니터링 사례

▶(시스템구성) 자동채수기 외함 및 본체(무선모뎀내장) 저류수조 강수량계, 수중펌프, 관제센터



- 유량은 국가 수문정보시스템 및 K-water 수자원통합시스템 자료 활용, 미계측 지점은 수위계 신  
규설치하여 수위-유량관계식으로부터 유량 산정 및 DB화

〈그림3-117〉 댐 저수지 비점오염 모니터링 유량 자료 구축방법



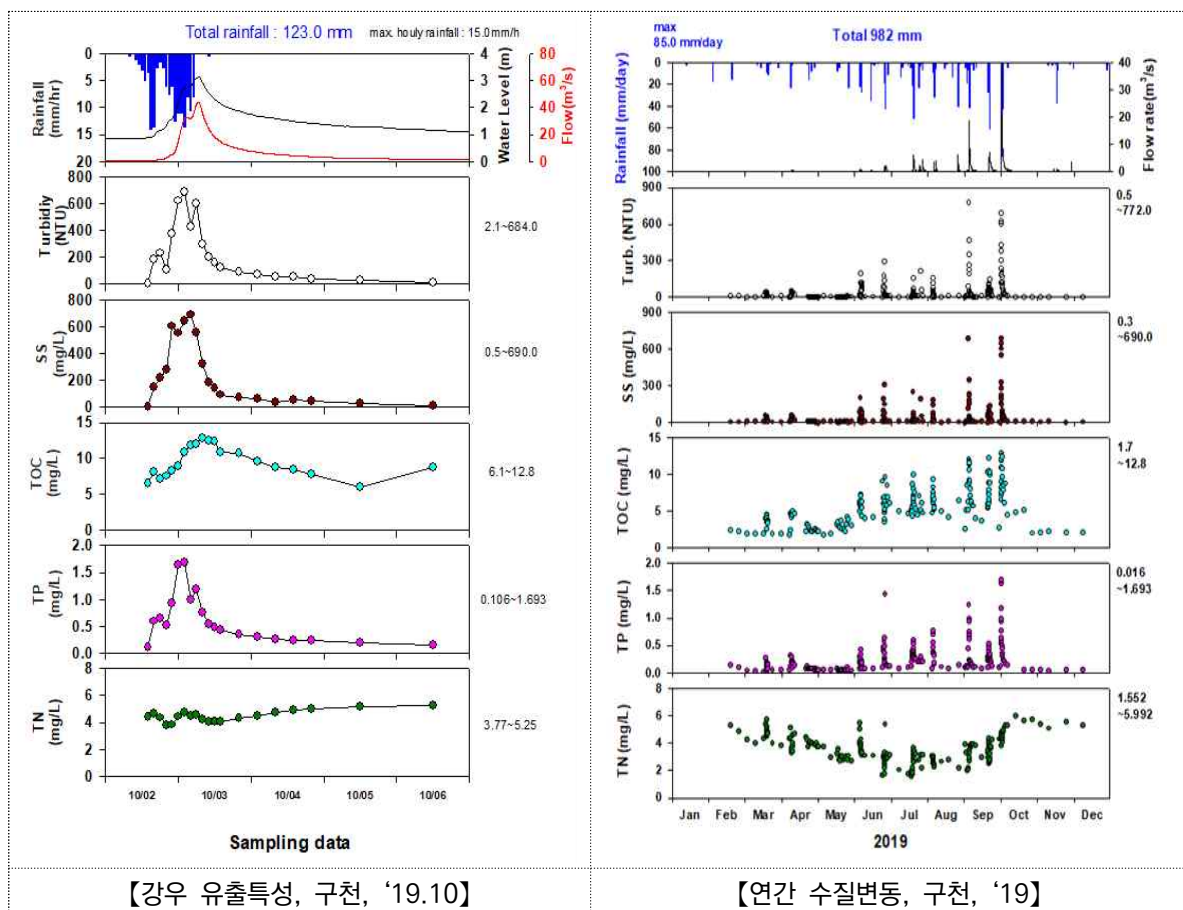
## □ 비점모니터링 시스템을 활용한 댐저수지 유역 비점오염 모니터링 연구사례

## ○ 모니터링 개요

- 모니터링 대상 : 영주댐
- 조사기간/지점 : 2019.2~12/내성천 본류 3개 지점, 지류 5개 지점
- 강우시조사 : 총 11회 강우사상, 강우량 16~112 mm, 원격자동채수기 활용

## ○ 모니터링 결과

- 비점오염물질 유출특성
  - 강우시 유출피크 소요시간은 2~15시간 범위로 조사지점과 강우사상에 따라 상이하게 나타남
  - 강우시 탁수 유출과 동반하여 탁도, SS, TOC, TP 증가
- \* 평수기 대비 TP 증가 : 영주댐 구천 105배(최고 1.693 mg/L, 10월 3일)
- TN은 큰 변동 없고, 일부 지점 강우 전보다 감소
- \* 질소 대부분이 용존상태로 강우 영향 적음. 겨울에 농도 높고, 여름 강우시 낮음



출처 과학적 녹조 발생 원인 규명 및 예측기술 고도화 연구(3차년도)(K-water, 2019)

〈그림3-118〉 영주댐 모니터링 결과

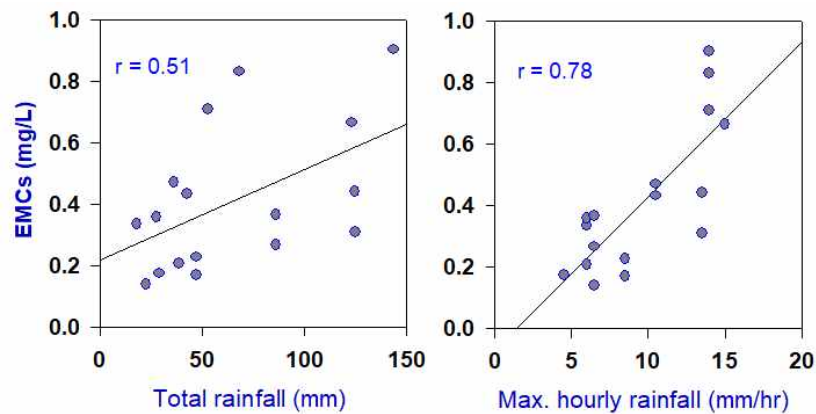
- 소유역별 및 강우사상별 유량가중평균농도(EMC, mg/L)의 변동이 큼
- \* 소유역별 평균 EMC(TP) : 구천(0.492) > 토일천(0.357) > 가계천(0.232) > 내성천 상류(0.132)
- ☞ 영주댐 유입하천에서 강우시 평균 EMC는 하수처리장 방류수 기준(0.2 mg/L)보다 높음
- \* 토일천의 경우 10개 강우사상의 EMC는 0.139~0.883 mg/L로 6.4배 차이를 보임

〈표3-86〉 토일천 강우와 EMC 현황

토일천		강우사상		EMC (mg/L)			
번호	강우기간	총 강우량 (mm)	시간당 최대강우량 (mm/hr)	SS	TOC	TP	TN
1	3/20~3/21	22.5	6.5	87.5	3.5	0.139	4.472
2	4/9~4/11	29.0	4.5	111.7	4.2	0.175	3.994
3	6/6~6/8	47.0	8.5	63.3	5.4	0.170	4.427
4	6/27~7/1	38.5	6.0	63.2	6.4	0.207	3.084
5	7/20~7/23	125.0	13.5	154.8	7.7	0.310	4.189
6	8/7~8/8	36.0	10.5	148.3	6.4	0.471	3.136
7	8/27~8/28	18.0	6.0	160.7	6.0	0.335	2.545
8	9/5~9/9	68.0	14.0	508.1	10.1	0.833	4.424
9	9/21~9/25	86.0	6.5	84.4	6.9	0.267	3.081
10	10/2~10/6	123.0	15.0	394.2	8.6	0.666	4.519
평균				177.6	6.5	0.357	3.787

출처 과학적 녹조 발생 원인 규명 및 예측기술 고도화 연구(3차년도)(K-water, 2019)

- 강우시 비점오염물질(TP)의 유출농도는 강우량보다 강우 강도에 영향을 받는 것으로 나타남



〈그림3-119〉 강우량 및 강우 강도와 EMCs와의 상관관계\_토일천

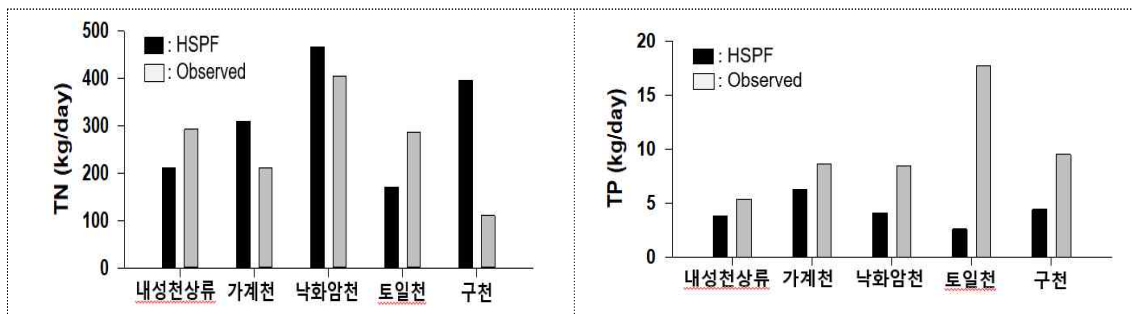
- 일일 유입 오염부하량
- 평갈수기에 비해 강우시 오염부하량이 매우 높은 것으로 나타남
- \* 연중 오염부하가 50mm 이상의 강우시에 집중
- 소유역별 평균 일일 유입부하량은 수질 항목에 따라 차이를 보임
- \* TOC와 TP는 토일천에서 많은 반면 TN은 낙화암천에서 큰 것으로 나타남

〈표3-87〉 내성천 일일 유입부하량

구분	소유역명	일일 유입부하량 (kg/day)					
		TOC		TN		TP	
		범위	평균	범위	평균	범위	평균
내성천	상류	0.5~ 9,864	343	0.87~ 6,689	293	0.01~ 463.4	5.4
지류	가계천	0.5~11,095	295	0.47~ 4,917	212	0.01~ 576.7	8.6
	낙화암천	0.0~ 6,147	333	0.00~ 2,519	405	0.00~ 217.7	8.4
	토일천	6.0~34,199	389	6.81~17,031	288	0.07~2,787.6	17.7
	구천	3.1~19,369	181	3.40~ 7,228	111	0.10~1,618.6	9.5

출처 과학적 녹조 발생 원인 규명 및 예측기술 고도화 연구(3차년도)(K-water, 2019)

- 유역모델(HSPF) 모의결과와 실측 부하량과의 비교 분석
- 본 연구의 실측 유입부하량과 유역모델 모의 값과 비교한 결과, TN은 최대 3.6배, TP는 6.8배 차이를 보임
- TN 부하량의 차이는 소유역별 상이한 양상을 보인 반면, TP는 모든 소유역에서 모의결과가 적었고, 낙화암천, 토일천, 구천에서 뚜렷



출처 K-water 연구원 분석자료

〈그림3-120〉 HSPF 모의 값은 10년간(2008~2017) 평균치

- 연간(단위면적당) 유입 오염부하량
- 소유역별 TOC와 TP의 연간 유입부하량은 토일천에서 가장 컸고, TN은 낙화암천에서 가장 컸음
- 한편, TOC와 TP의 단위면적당 부하량은 토일천의 지류인 구천에서 가장 크게 나타남
- 단위면적당 유입오염부하량으로 볼 때 토일천의 지류인 구천이 우심지류를 볼 수 있으며, 영주댐 유역오염원 대책방안 시행 시 우선 고려해야 함

〈표3-88〉 단위면적당 연간 유입부하량

구분	소유역명	유역면적 (km <sup>2</sup> )	연간 유입부하량 (kg/yr)			단위면적당 연간 유입부하량 (kg/yr/km <sup>2</sup> )		
			TOC	TP	TN	TOC	TP	TN
내성천	상류	81.70	125,369	1,984	106,956	1,535	24	1,309
지류	가계천	71.07	107,837	3,135	77,454	1,517	44	1,090
	낙화암천	95.30	121,610	3,070	147,948	1,276	32	1,552
	토일천	74.01	142,148	6,459	105,172	1,921	87	1,421
	구천	32.05	66,255	3,449	40,707	2,067	108	1,270

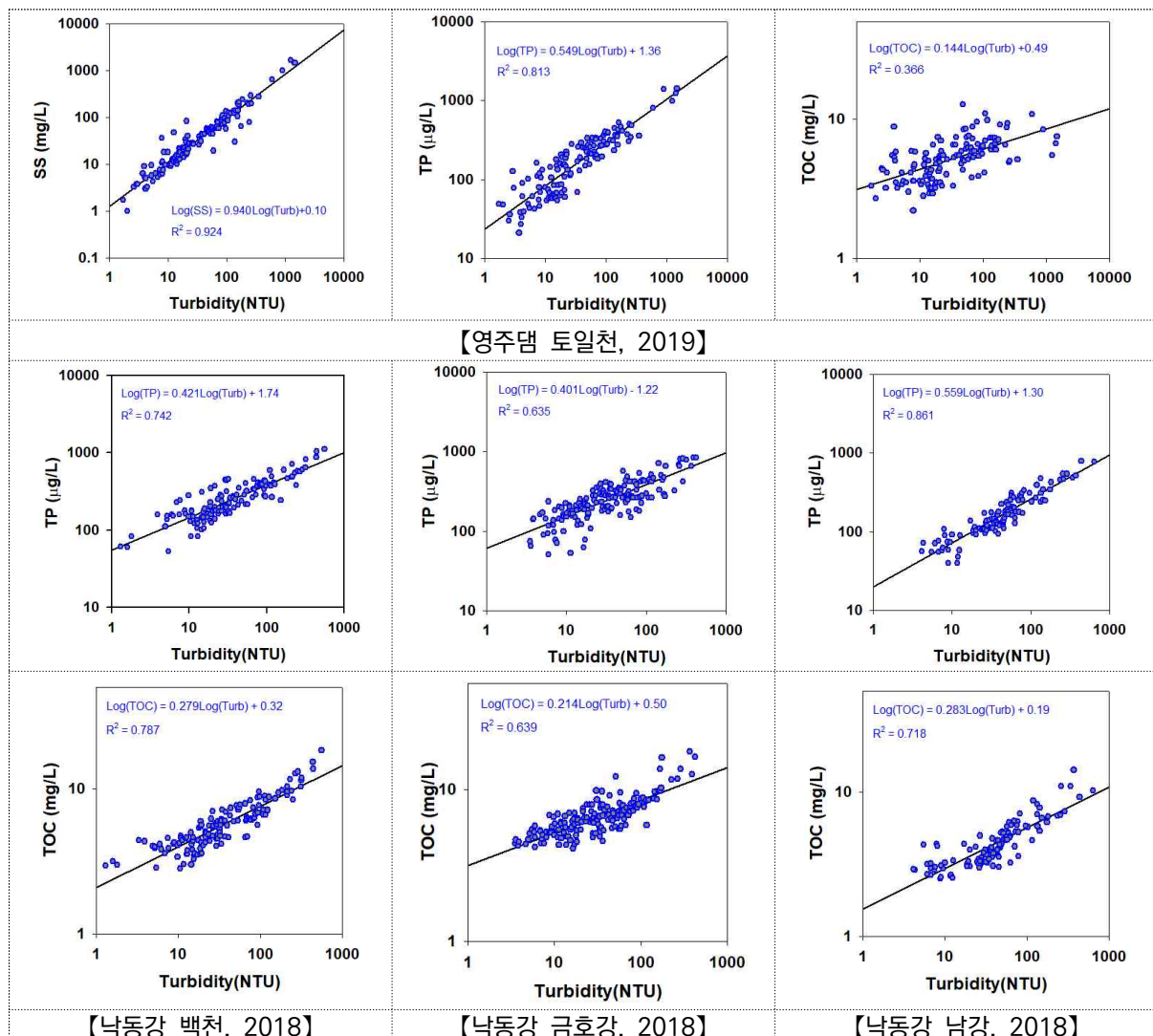
출처 과학적 녹조 발생 원인 규명 및 예측기술 고도화 연구(3차년도)(K-water, 2019)

○ 모니터링 자료 활용

- 실측기반의 댐저수지 유역오염 부하량 산정 및 유역오염원 대책방안 수립에 활용
- 유역모델 개선을 위한 검정·보정 자료로 활용
- 비점오염저감시설 설치 위치(우심지류), 설치용량 산정 등 설치계획 수립에 활용

## 2. 센서(탁도) 기반의 비점모니터링 고도화 방안

- 탁도는 강우시 일부 비점오염물질 농도와 매우 높은 상관성을 보이고, 센서 기반의 온라인 모니터링이 가능하므로, 효율적인 비점모니터링 기반을 마련할 수 있을 것으로 판단됨
- 접촉식 탁도계는 고탁도 시료 측정 시 센서 이상으로 오·결측 발생하는 실정으로 표면산란광 방식 등 비접촉식 탁도계를 활용한 비점모니터링 기술개발 필요



출처 K-water 연구원 분석자료

〈그림3-121〉 탁도 기반의 비점모니터링



## 3. 시범사업

## □ 댐 상류 비점오염물질 측정망 구축사업

- 댐별 및 소권역별 비점오염물질 측정망 구축을 위한 우선순위 배점 기준표를 마련하여 선정

〈표3-89〉 댐별 우선순위 배점 기준표

항 목	총점	평가기준	배점
① 단위면적당 비점발생량 BOD	5	발생량이 큰 상위 20% 이상	5
		20% 미만 - 40% 이상	4
		40% 미만 - 60% 이상	3
		60% 미만 - 80% 이상	2
		80% 미만	1
② 단위면적당 비점발생량 T-P	5	발생량이 큰 상위 20% 이상	5
		20% 미만 - 40% 이상	4
		40% 미만 - 60% 이상	3
		60% 미만 - 80% 이상	2
		80% 미만	1
③ 댐상류 유역면적	5	1,000km <sup>2</sup> 이상	5
		500km <sup>2</sup> 이상	4
		100km <sup>2</sup> 이상	3
		50km <sup>2</sup> 이상	2
		50km <sup>2</sup> 미만	1
④ 조류경보발령일수	5	발생량이 큰 상위 20% 이상	5
		20% 미만 - 40% 이상	4
		40% 미만 - 60% 이상	3
		60% 미만 - 80% 이상	2
		80% 미만	1
⑤ 수질목표달성률	5	달성율 60% 미만	5
		60% 이상 - 70% 미만	4
		70% 이상 - 80% 미만	3
		80% 이상 - 90% 미만	2
		90% 이상	1
⑥ 상수원보호구역	3	상수원보호구역 지정	3
		미지정	0
⑦ 비점관리지역	3	비점관리지역 지정	3
		미지정	0
⑧ 산업단지	3	발생량이 큰 상위 30% 이상	3
		30% 미만 - 60% 이상	2
		60% 미만	1
⑨ 채광지역	3	발생량이 큰 상위 30% 이상	3
		30% 미만 - 60% 이상	2
		60% 미만	1
⑩ 가축사육업	3	발생량이 큰 상위 30% 이상	3
		30% 미만 - 60% 이상	2
		60% 미만	1
⑪ 댐평균 탁수유입 (30NTU 초과횟수)	5	200회 초과	5
		100회 초과	4
		50회 초과	3
		0회 초과	2
		미측정, 0회	1
합 계	45	합계가 같으면 단위면적당 비점 발생량(T-P)값이 높은 소권역을 우선순위로 선정	

출처 비점(강우유출) 오염물질 통합관측소 설치·운영방안 수립 용역(K-water, 2020)

〈표3-90〉 댐 수권역별 우선순위 배점기준표

항 목	총점	평가기준	배점
❶ 단위면적당 비점발생량 BOD	5	발생량이 큰 상위 20% 이상	5
		20% 미만 - 40% 이상	4
		40% 미만 - 60% 이상	3
		60% 미만 - 80% 이상	2
		80% 미만	1
❷ 단위면적당 비점발생량 T-P	5	발생량이 큰 상위 20% 이상	5
		20% 미만 - 40% 이상	4
		40% 미만 - 60% 이상	3
		60% 미만 - 80% 이상	2
		80% 미만	1
❸ 소권역 말단부로부터 댐까지의 유하거리	5	유하거리가 가까운 소권역 상위 20% 이상	5
		20% 미만 - 40% 이상	4
		40% 미만 - 60% 이상	3
		60% 미만 - 80% 이상	2
		80% 미만	1
❹ 중심하천	3	댐으로 직접 유하하는 대표하천	3
		기타 지류하천	0
❺ 소권역 면적	5	400km <sup>2</sup> 이상	5
		300km <sup>2</sup> 이상	4
		200km <sup>2</sup> 이상	3
		100km <sup>2</sup> 이상	2
		100km <sup>2</sup> 미만	1
❻ 수위관측소 연계	5	소권역 내 위치함	5
		위치하지 않음	0
❼ 산업단지	2	소권역 내 위치함	2
		위치하지 않음	0
❽ 채광지역	2	소권역 내 위치함	2
		위치하지 않음	0
❾ 가축사육업	2	소권역 내 위치함	2
		위치하지 않음	0
❿ 조류경보제	2	소권역 내 위치함	2
		위치하지 않음	0
⓫ 상수원보호구역	2	소권역 내 위치함	2
		위치하지 않음	0
⓬ 비점관리지역	2	소권역 내 위치함	2
		위치하지 않음	0
합 계	40	합계가 같으면 단위면적당 비점 발생량(T-P)값이 높은 소권역을 우선순위로 선정	

출처 비점(강우유출) 오염물질 통합관측소 설치·운영방안 수립 용역(K-water, 2020)

## □ 설치계획(안)

- 영산강 유역 비점오염물질 측정망 시범사업은 댐저수지 유역을 대상으로 함
- 이전에 설치되어 운영 중인 국가 비점오염 물질측정망 및 K-water에서 구축한 비점오염 물질측정망은 댐별 우선순위와 관계없이 시범사업으로 구분하여 기 설치된 것으로 보고 사업계획에서 제외
- 비점오염물질측정망은 현장여건을 고려하여 채수시설 방식(교각이용방식, 캔틸레버) 및 관측소 타입별을 선정
- 정부에서 추진 중 또는 추진예정인 정책사업 2건과 연계하여 댐별 연차별 사업계획을 수립
- 「녹조우심지역 오염원 관리체계 구축사업(환경부, '20년~)」이하 “녹조우심지역 사업”
- 「수질-수량 통합감시체계 구축사업(환경부, '21년(예정))」이하 “그린뉴딜 사업”

〈표3-91〉 영산강·섬진강 비점오염원물질측정망 추가 설치 계획

사업구분	우선순위	댐명	소권역	시범사업 (소권역수)	설치계획					
					21년	22년	23년	24년	25년~	계
녹조우심	1	섬진강	9	-	5	4	-	-	-	9
	2	주암	7	-	-	-	3	4	-	7
	3	주암(조)	1	-	-	-	-	1	-	1
	4	장흥	1	-	-	-	-	1	-	1
	계	-	18	-	5	4	3	6	-	18
그린뉴딜	1	평림	1	-	-	-	1	-	-	1
	2	수어	1	-	-	-	-	-	1	1
	계	-	2	-	-	-	1	-	1	2
총합계			20	-	5	4	4	6	1	20

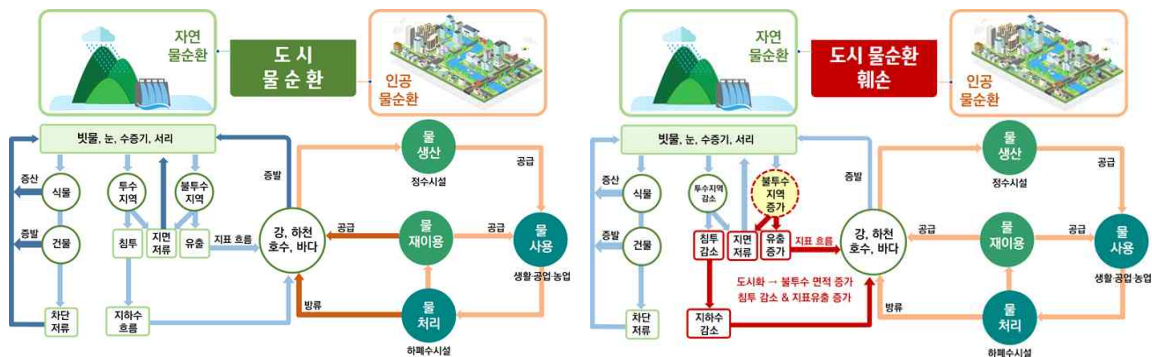
## 라. 기대효과

- 고빈도 비점오염모니터링 자료 확보를 통한 유역 비점오염물질 경로 파악 및 체계적인 관리방안 마련
- 유역-하천 모델 기초자료 확보를 통한 과학적인 수질 관리기반 마련
- 비점오염 관리를 통한 영산강 본류 수질 개선 기여

### 3.1.2 LID / GSI 등 관리책임 강화 및 물순환관리 기법 확대

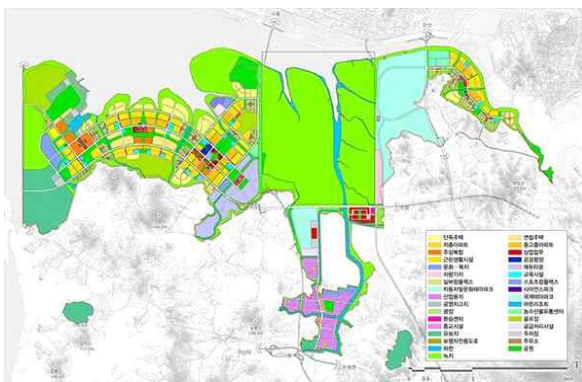
#### 가. 현황

- 물관리일원화와 수자원, 수량, 수질, 방재, 수생태계 등에 걸친 지속가능한 통합물관리 체계로 물정책 방안의 패러다임이 전환되는 시점임
  - 도시 회복력(Resiliency) 강화 및 수질·수생태 건강성 회복, 재해방지 등 도시 물순환 체계 수립을 위한 관련 전 분야의 종합적 관리 전략을 수립
  - 개발에 따른 자연 물순환의 왜곡을 최소화하기 위해 환경부는 2016년부터 도시개발 및 정비시 저영향개발기법(LID)을 도입하고 있으며, “빗물 제로화, 물순환 선도 도시” 등의 시범사업 추진 중이며 시범도시 및 행복 도시, 3기 신도시 등 신규 공공택지 전체에 확대 적용되고 있음
- 도시 물순환은 자연 물순환과 인공 물순환이 복합된 형태로 강, 바다, 빗물 등을 수원으로 활용하여 사용 목적에 맞게 물을 생산·공급하며 사용된 물은 적정처리 후 재이용 또는 강이나 바다로 방류되며 순환함



〈그림3-122〉 도시 물순환 체계

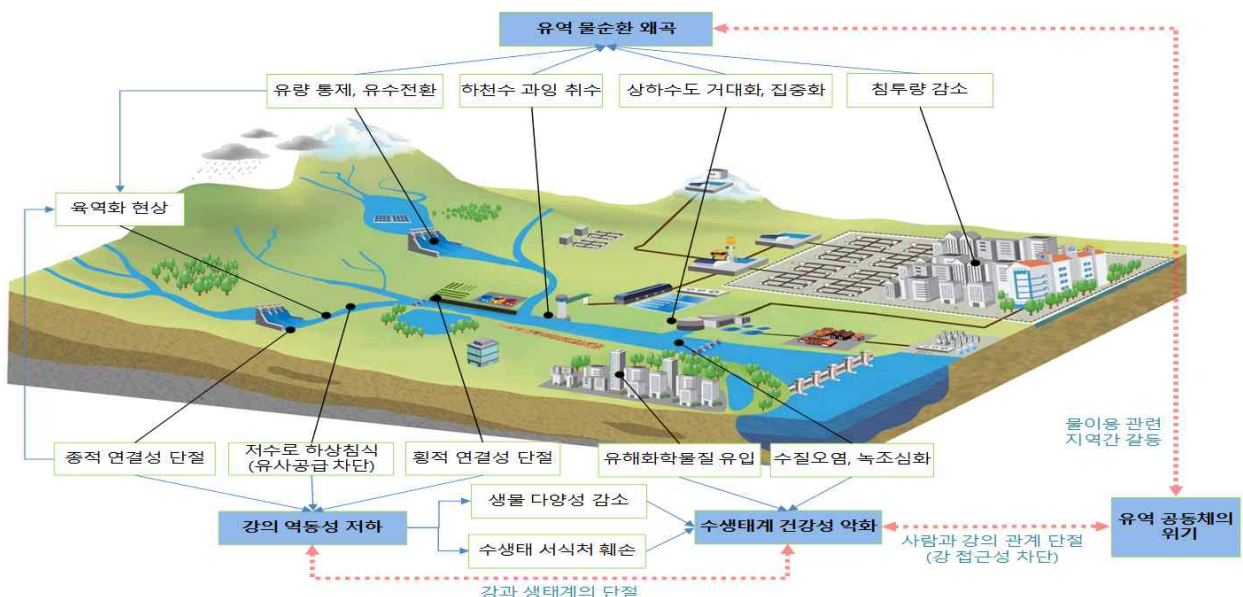
- K-water에서는 이와 같은 정부의 정책과 도시민의 삶의 질 향상 도모하여 현시점의 패러다임 변화를 반영하여 부산 에코델타시티, 송산그린시티 등 물순환 도시 조성 사업을 수행 중임



〈그림3-123〉 송산그린시티 토지이용계획

## 나. 문제점

- 도시화로 인한 불투수면적 증가와 기후변화에 따른 단기 집중호우 증가로 도시 내수침수 피해는 지속적으로 증대되는 경향임
  - 도시 물순환을 왜곡되는 현상으로는 불투수 면적 증가에 따른 지표면 유출률 증가, 침투량 및 기저유량, 지하수량의 저하, 도달 시간 및 지체 시간 감소, 증발산량의 왜곡 등 및 침투량 감소, 산림 증발산량 증가 및 기저유출 감소, 지하수량 감소 등을 지적할 수 있음
- 도시 물순환의 소과정(강우-유출-도심하천-관망-취수-정수-하수-재이용)을 종합적으로 설계·관리할 수 있는 도시 물순환 체계구축 필요
  - 도시유역의 자연성 회복을 위해서는 단순 불투수면 관리 및 비점 저감 차원을 넘어 도시유역의 수재해 대응, 도시하천 건천화 등과 연계하여 통합적인 도시 물관리 체계를 수립해야 함
    - \* 저영향개발(Low Impact Development, LID) : 신도시개발 또는 기존 도시 재생 시 도시 물순환을 복원하고 기존의 빗물펌프장이나 하수처리장 등의 집중형물관리 개념에서 벗어나 도시유역 및 발생원에서부터의 물순환 시설설치 및 관리를 통하여 도시홍수 저감, 비점오염 저감, 그리고 탄소 저감을 도모하는 물관리 기법
    - \* 그린 빗물 인프라(GSI Green Stormwater Infrastructure) : 도시지역에 녹색공간, 생태 공간 등의 확대를 통해 증발산, 재이용, 침투 등을 증가시켜 빗물의 유출 감소를 유도하고 물순환을 개선하는 자연형 시설



출처 우리 강 자연성 회복구상 (환경부, 2019)

〈그림3-124〉 도시 물순환 과정

- 물순환 왜곡 심화는 물리적, 공학적으로 발생하는 물문제뿐만 아니라 사회·경제적 문제로 확산되어 도시민의 삶의 질을 저해하는 요소로 지적되고 있으며, 물순환 회복에 필요한 관리비 문제와 자연성 훼손 우려 증가, 물사용 관련한 복잡한 사회적 이슈로 부각되고 있음

## 다. 추진전략 및 시범사업

### 1. 유역 단위 물순환 건전성 체계 수립

#### □ 실행력 있는 유역 단위 관리체계 수립

- 과거 단순한 ‘개발-공급-관리’ 개념에서 도시 물 환경 회복과 기능증진 등 지속가능한 자연성 회복성 관리를 고려한 패러다임 전환 기반 마련
- 자연 회복성을 위해서는 물순환 전 과정을 연계·보완하여 물관리 건전성을 회복하고 물순환 관리 체계가 확립된 모델 제시
- 유역의 물순환 건전성 평가체계 구축하기 위한 유역 수자원(수질, 수량, 생태)이 종합적으로 포함된 물순환 표준지표 마련
- 유역 자연 회복성 진단 및 평가할 수 있는 정량적 평가체계 개발

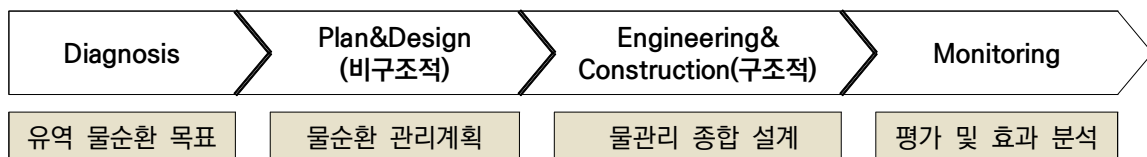
#### □ 사업추진을 위한 착안 사항

- 단순 불투수면 관리 및 비점 저감 차원을 넘어 유역의 수재해 대응, 도시하천 건전화 등 유역 특성을 고려한 종합 물순환 관리체계 수립 필요
- 유역 권역별로 물순환 전 과정을 연계하여 관리 및 모니터링 운영할 수 있는 중장기 계획수립

### 2. 자연 회복성을 고려한 LID 및 SGI 계획

#### □ 개발 및 관리방안

- 계획부터 설계, 시공 및 유지관리까지 관리할 수 있는 실행체계 구축
  - 진단→계획→설계→건설→모니터링에 대한 물순환 전반 프로세스 계획·설계



- 유역 물순환 건전성 진단·평가 사업화 방안
  - ① 강우·유출, 침투, 지체, 저류, 지하수 연계 등의 자연계 인자 분석
  - ② 배수량, 하수도 방류 및 재이용, 지하수 연계 유량, 상수도 계획 및 관리량, 하천 및 도심 수로 활용, 취수, 생태·환경 유량 등의 인공계 인자 분석
  - ③ 자연계 물순환 정량화 및 평가  
[표면유출량 = 모형의 표면유출량 분석결과 - 빗물이용시설저류량 - 하수관거 차집 우수량]
  - ④ 인공계 물순환 정량화 및 평가

[유역 총 물사용량 = 상수와 지하수 사용량 + 빗물사용량 + 중수도사용량 + 하수처리수재사용량]

\* 유역 물순환(도심 유출, 침투, 저류, 관로 네트워크, 배수 등) - SSARR 모델 등

\* 상세 물수지·배분 (수요, 공급, 배분, 이용 등) - ModSim 모델 등

⑤ 권역별 물순환 지표별 Data Base화

⑥ 시공간적 취약성 평가 및 개선방안(사업화) 도출

#### □ 주요 추진전략 및 과업 제시

- 유역-하천-하구의 이치수 및 생태 연결성을 고려한 종합계획수립
  - 권역별 물순환 중장기 목표 수립 및 정책 기준 정립
  - 유역 수환경 정비기술의 체계적 관리를 위한 감인증제 도입
- 자연 회복성을 고려한 도시지역 중심의 건전한 물순환 및 빗물 확보-이용 실행계획 수립
  - 유역 전반의 저영향개발계획 수립 및 자연형 인프라 관리체계 구현
  - 수질-수환경 자동 모니터링 및 예·경보 시스템 구축
  - 조류예방 및 유역 비점오염 저감 대책 강화
- 수자원장기종합계획(2011-2020)에서는 건전하고 다면적인 물이용 체계 확대를 위해 하천유지유량 확대 고시, 하천시설물 개선을 통한 하천유량 확보 등의 전략을 제시

## 라. 기대효과

- 자연의 수문학적인 기능, 즉 증발, 침투, 저류 및 유출 등의 기능들을 회복하여 불투수면적에서의 우수 및 비점오염의 집중유출을 제어하고 물순환을 회복
  - 도시 계획을 고려한 강우 유출 분산형 관리체계구축
  - 투수층을 통한 우수 침투로 인해 지하수위의 안정적 유지 가능
  - 식생 기반 저영향개발 기술을 통한 도시 강우 유출량 저감
- 도시내 발생하는 우수를 효율적으로 이용하여 수자원 확보·이용 및 수환경 개선 효과 창출
  - 저류된 우수를 중수로 대체하여 활용함으로써 가용 수자원 확보
  - 자연형 시설을 활용한 도시 내 비점오염 저감 및 자연 서식처 확보 효과
  - 지역주민에게 친환경 자연형 시설(생태공원, 자연형 습지 등) 공급 및 친수활동 활성화 프로그램 활용

### 3.1.3 물 재이용 활성화

#### 가. 현황

##### □ 하수처리 현황

- 2019 하수도 통계상, 국내 공공하수처리시설은 BOD기준 98%의 효율에 달하는 반면, 영산강·섬진강·제주권은 국내 평균치보다 낮은 각각 96.0%, 95.8%, 96.1%의 효율로 BOD 처리 중
- 전국 하수도 보급률(94.3%)은 영산강·섬진강 (제주권 포함) 수계의 공공하수처리구역 보급률(89.2%)과 5.1%의 차이를 보이고 있으며, 농어촌마을 등 취약지역에 대해 소규모하수처리시설 등의 지속보급을 통해 격차를 줄여나가야 함

〈표3-92〉 2019 하수처리 수질 현황

항목	유입 평균(mg/L)				유출 평균(mg/L)				처리효율 평균(%)			
	전국 평균	영산강	섬진강	제주권	전국 평균	영산강	섬진강	제주권	전국 평균	영산강	섬진강	제주권
BOD	163.9	121.3	109.5	247.5	3.3	4.8	4.6	9.7	98.0	96.0	95.8	96.1
COD	93.5	81.9	77.5	122.7	9.1	10.8	10.4	15	90.3	86.8	86.6	87.8
SS	165.6	133.6	100.2	207.9	3.1	4.8	4.7	8.2	98.1	96.4	95.3	96.1
T-N	39.83	37.63	37.41	53.22	10.65	12.21	11.53	12.07	73.3	67.6	69.2	77.3
T-P	4.251	4.489	4.261	5.876	0.290	1.138	1.178	0.810	93.2	74.6	72.4	86.2

출처 2019 하수도통계 (환경부, 2020)

#### 나. 문제점

##### □ 방류수 수질 관리 선진화 필요

- 공공수역 수질 상에 COD 등 난분해성 물질은 개선 효과가 BOD에 비해 뚜렷하지 않음. 더불어, TOC, T-P, T-N 등의 관리강화 필요성은 증가하고 있으나, 하수처리시설은 법적 최소기준만을 달성하는 수준으로 운전하며, 시설별 최적 기법, 유역 목표 수질을 고려한 방류수 수질 기준 차등 적용을 권장할 유인 대책이 부족
- 유역 하수도 정비계획과 연계하여 하수처리시설 신설 또는 개선 시 최적가용기법(BAT) 적용 등 환경청과 지방자치단체 간 협의하여 처리 시설별 방류수 수질 기준 설정, 녹조 발생지역, 지류 총량제 시행지역 등 수질 민감지역 중심의 영양염류(T-N, T-P 등) 방류수 기준 강화방안 검토 등 필요

##### □ 소규모하수처리시설 설치·운영 관리화 필요

- 마을 하수처리시설의 공법 및 운전방법이 상이하고 너무 다양하여 유지관리 어려움. 정화조의 경우 수세식 변기 이외의 오수는 처리되지 않으며, 전국 하수발생량의 약 4.7%(749천톤/일)의 오수가 미처리된 채로 수계로 방류



- 하수도법 시행령 제24조 제2항에 따르면, 하수처리구역 밖에서 1일 오수발생량 2㎥ 이하인 경우 정화조만 설치 가능. 1일 오수발생량 2㎥이하인 건축물 등에 대해서도 정화조 대신에 오수처리시설을 설치하도록 하는 방안 검토하는 등 수질 관리가 시급한 지역부터 점진적으로 시설전환 추진

## 다. 추진전략 및 시범사업

### 1. 유역 단위 하수도 관리체계 수립

#### □ 실행력 있는 유역 단위 관리체계 수립

- 현 하수도 관리체계는 유역 내 지자체의 하수도정비 기본계획을 바탕으로 취합하는 형태로 수립되는 등 유역 계획으로서의 차별화가 부족하며, 유역 계획수립 후에도 행정구역 단위로 하수도 관리를 수행하여 유역 계획의 이행실태를 평가하고 계획 간 연계성 등 문제점 개선을 위한 시스템 부재
- 유역 내 단독 하천유역(지방하천 중심, 소유역) 규모의 ‘유역 하수도 중점추진지역’ 선정 시범운영 및 시설 간 연계 운영, 유역의 목표 수질을 고려한 방류수 수질 기준 설정 등 유역 하수도 최적 관리 모델 개발 필요
- 지자체 조합, 민간위탁, 지방공사, 공사·민간 공동위탁 등 통합 관리조직을 활용한 실행체계 마련 필요. 향후 통합관리 참여 지자체에 하수도 신규, 정비·개량 사업 국고 우선지원 등 인센티브 부여 방안과 수질오염총량제와 연계한 단위유역별 관리방안 마련 검토, 하수처리 비용분담 방안 등 실질적 추진계획 마련 필요

### 2. 하·폐수처리수 재이용을 통한 유역 물환경 개선

#### □ 현황 및 여건

- 시설 및 행정구역 중심의 제한된 재이용 체계를 개편하여 유역기반 수질 관리 수단으로 활용 필요
  - 유역물관리종합계획, 물환경관리계획, 유역하수도정비계획 등 물환경 관련 계획과 제도가 유역기반으로 수립 및 이행되고 있으나 현행 물 재이용계획과 운영은 이를 고려하지 못함
- 물환경관리체계와 연계하기 위한 하수처리수 재이용의 오염부하량 저감 및 수질 개선 효과에 대한 과학적·객관적 자료 미흡하여 하수처리수 재이용 연계 및 역할에 대한 객관적 평가 불가
- 재이용계획과 수질오염총량관리계획 간의 효율적 연계체계 부족
  - 하수처리수 재이용은 안정된 부하량 삭감방법임에도 수질오염총량 삭감방안의 활용도가 낮고 삭감승인에 대한 비효율적 절차로 인해 적극적 반영이 부족
  - 연계체계 부재로 삭감량 발생에 대한 총량제도 반영이 어려움

□ 정책 방향

- 유역물관리종합계획, 물환경관리계획 등 물환경 관리체계와 연계한 유역기반 하수처리수 재이용수 활용방안 마련
  - 용도별 기준 및 항목을 유역 내 수질 관리 개선체계와 연동하여 조정할 수 있도록 제도개선
  - 하수처리수 재이용을 활용한 오염부하량 저감 및 수질 개선 관련 자료 구축 확대 및 효과 평가
- 하수처리수 재이용의 수질오염총량관리제 삭감승인 활성화
  - 수질오염총량 기본방침, 오염총량 관리기술 지침 등에 하수처리수 재이용을 우선적 삭감수단으로 활용하도록 제도개선
  - 하수처리수 재이용계획 수립 또는 변경 시 총량기본계획 및 시행계획에 반영할 수 있도록 절차 개선

### 3. 하·폐수처리수 재이용을 활용한 하천 건천화 개선

□ 현황 및 여건

- 생태하천 조성 및 건천화 방지 등을 위해 다양한 하천 복원사업을 추진해 왔으나 지속가능한 하천유지유량 확보수단으로 하수처리수 재이용을 활용한 노력은 미흡
  - '18년 기준, 하수처리수 생산량 7,164백만㎥ 중 1,113백만㎥이 재이용되며(하천유지용수 433백만㎥), 6,051백만㎥은 인근 하천에 방류되고 있으며, 여전히 건천화로 인해 연간 2,153백만㎥의 하천 유지유량이 부족한 상황

〈표3-93〉 하천유지용수 부족량

구분 (단위:백만㎥/년)	계	특광역시	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남
하수 재이용 하천유지용수 공급량	433	204	136	-	9	18	33	8	16	9
하천 유지부족량	2,153	-	671	187	112	52	79	107	850	94

출처 제2차 물재이용기본계획(2021~2030)(환경부, 2020) \* 제주도 따로 고시된 내용이 없음

- 하수처리수의 수질(냄새, 색도 등) 적정성과 친수용수로서의 심미적 거부감 등에 따라 지류 지천 관리를 위한 하수처리수 재이용 활성화 미흡
  - 하수처리 방류수 수질 기준과 연계한 하천유지용수 및 친수용수 수질 기준 개선 및 주민 인식개선 필요
  - 물순환 관점에서 건천화 방지를 위한 실수요 기반의 하천 유지용수 공급계획 수립 필요

□ 정책 방향

- 물순환/물수지 분석 기반 체계적 하천 유지용수 공급 타당성 검토 및 활용방안 마련
  - 지자체별 물재이용관리계획 수립 시 하천 건천화 현황조사 및 체계적 개선 계획 수립

- 하수처리수 재이용수의 하천유지용수 공급 합리적 수질기준 및 실효성 있는 대책 마련
  - 하천유지용수 수질기준은 공급대상 하천의 수질특성을 반영하여 수질 악화를 유발하지 않는 목표 수질 등에 대한 가이드라인 마련 등

□ 하수처리수 재이용 하천유지용수 공급사업

- 물 부족 하천 인근 하수처리시설에 대해 검토 결과 영산강·섬진강 유역 5개 지역 하천에 재이용수 공급가능량 15백만㎥/년(총사업비 307억 원 규모)

〈표3-94〉 2030 영산강·섬진강 유역 하천유지용수 공급 목표

구 분	합계	전라북도		전라남도		
		임실	남원	구례	산동 (지리산온천)	순천
공급량(천㎥/년)	14,850	900	4,500	180	270	9,000
사업비(억 원)	307	38	106	15	12	136

출처 제2차 물재이용기본계획(2021~2030) (환경부, 2020)

- 관련 법정계획, 현황 및 물 수급계획 조사·분석을 통해 사업 타당성 검토 후 사업 우선순위 선정 및 사업모델 마련하여 하수재이용사업 시행

## 라. 기대효과

- 하천 건천화 해소로 수생태 보존 및 친수공간 증대
- 하수처리수 재이용을 통한 하천유지용수의 안정적 공급은 소하천의 건천화 해소와 더불어 수질 개선 효과를 제공하며, 하천유지용수에 적합한 하수처리를 통해 하수처리시설의 점오염 배출부하량의 저감효과를 도모할 수 있음
- 물재이용-수질 관리 연계 강화로 인한 유역의 수질 개선 확대
- 유역관리 삭감수단 확대를 통한 재이용제도 활성화 및 수질 개선

### 3.1.4 상수원 물환경 관리 및 친환경 수처리기술 적용

#### 가. 현황 및 전망

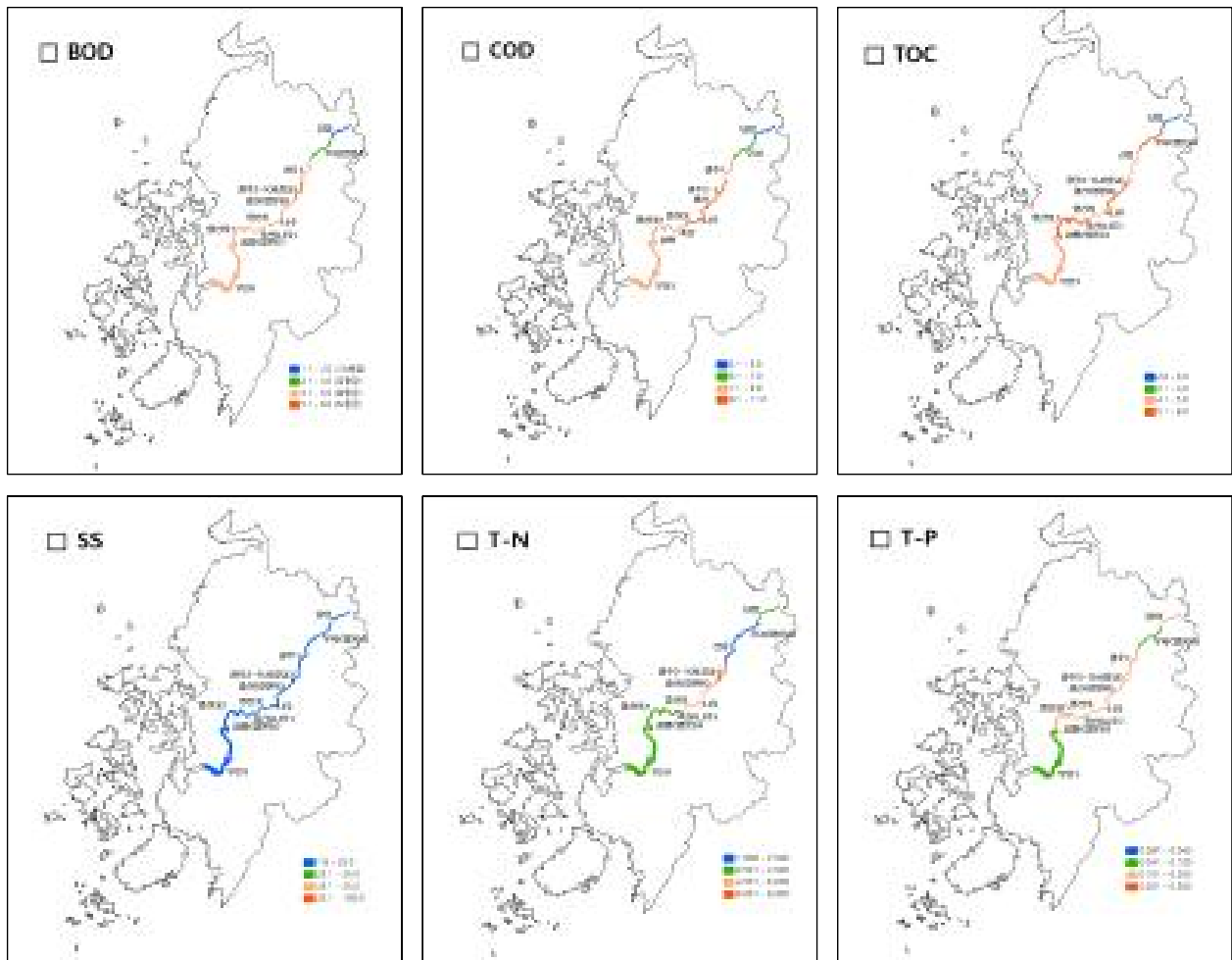
##### □ 영산강 유역 수질 현황

- 영산강 본류 구간의 물환경 측정망 지점에 대해 2015년부터 2019년까지(5개년) 수질 평균자료를 분석한 결과, 상류에서 하류로 흐르면서 광주 제1 하수처리장 방류수가 유입되는 광주1 ~ 광주2 구간에서 수질이 급격히 악화되는 것을 알 수 있음
  - (BOD 기준 Ⅲ(보통) 등급 → Ⅳ(약간나쁨) 등급, 광주1(BOD 3.4mg/L, T-P 0.103mg/L) → 광주2(BOD 5.8mg/L, T-P 0.148mg/L))
- 또한, 광주 제2 하수처리장 방류수 유입 후인 광산지점 이후에서 하류로 흐르면서 수질이 전반적으로 개선되는 것으로 나타났음
  - (BOD 기준 Ⅳ(약간나쁨) 등급 → Ⅲ(보통) 등급, 광주2-1(BOD 5.6mg/L, T-P 0.179mg/L) → 광산(BOD 4.9mg/L, T-P 0.156mg/L) → 죽산(BOD 4.2mg/L, T-P 0.118mg/L) → 무안1(BOD 3.5mg/L, T-P 0.087mg/L))

〈표3-95〉 영산강 물환경측정망 지점별 평균자료(2015~2019년)

항목		수온 (℃)	pH	DO (mg/L)	EC (μs/cm)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	TOC (mg/L)	SS (mg/L)	Chl-a (mg/m³)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
상 류	담양	16.2	7.6	11.4	240	1.6	4.5	2.6	7.8	12.2	2.732	0.127
	우치	15.7	7.4	10.1	291	2.6	6.6	5.3	9.4	24.5	2.067	0.097
	산동('19)	20.1	8.0	11.6	249	3.2	7.6	4.5	11.2	33.2	1.976	0.116
	광주1	16.5	7.9	11.1	255	3.4	7.8	4.2	14.3	37.7	2.106	0.103
	광주2	18.0	7.5	10.1	371	5.8	9.1	4.9	13.2	32.5	7.352	0.148
	광주2-1	18.2	7.5	10.3	379	5.6	9.5	5.1	14.1	47.3	7.916	0.179
중 류	광산	17.3	7.3	9.3	361	4.9	9.1	7.1	13.8	48.1	5.603	0.156
	나주	17.1	7.7	11.0	326	5.0	9.3	6.3	13.3	61.1	4.613	0.128
	영산포	17.6	7.9	11.7	306	4.5	9.3	4.7	15.3	61.5	4.570	0.114
	죽산	16.7	7.6	10.1	316	4.2	8.8	6.7	14.6	46.6	4.235	0.118
	영산포-1	16.7	7.6	9.7	311	4.3	8.4	6.6	16.4	50.7	4.143	0.117
하 류	함평	16.6	7.6	9.6	305	4.0	8.1	6.4	17.0	40.3	3.930	0.109
	무안1	17.0	7.9	10.9	305	3.5	8.2	4.5	18.4	41.9	3.841	0.087
평균		17.0	7.6	10.5	313	4.1	8.2	5.3	13.9	41.9	4.385	0.123

출처: 물환경정보시스템



출처: 인공습지를 이용한 영산강 하수처리장 방류수 수질개선방안 연구(영·섬수계관리위원회, 2020)

〈그림3-125〉 영산강 물환경측정망 5년 평균 현황지도

- 「제2차 물환경관리기본계획(2016~2025), 환경부」에 따라 2025년까지 주요 상수원 수질 개선으로 ‘좋음(Ⅰ)’ 등급이 목표로 설정되었으나, 수계 내 장흥댐을 제외한 나머지 상수원 목표등급 미달성
  - 수계 내 5개 상수원의 수질은 TOC기준(호소의 생활환경기준) Ⅰa(매우좋음)~Ⅰb(좋음) 등급, T-P 기준 Ⅰa(매우좋음)~Ⅱ(약간좋음) 등급으로 조사됨
  - 특히 T-P 기준으로 장흥댐을 제외한 나머지 상수원 목표등급 미달성으로 댐별 점·비점오염원 및 배출부하량 저감을 위한 개선대책 마련 필요

〈표3-96〉 영·섬 주요 상수원 5개소 수질 추이

구분	섬진강댐		주암댐		장흥댐		평림댐		수어댐	
	TOC (mg/L)	T-P (mg/L)	TOC (mg/L)	T-P (mg/L)	TOC (mg/L)	T-P (mg/L)	TOC (mg/L)	T-P (mg/L)	TOC (mg/L)	T-P (mg/L)
'16	1.6	0.010	1.9	0.017	1.8	0.022	2.0	0.016	1.4	0.011
'17	1.9	0.010	2.0	0.014	1.9	0.013	2.5	0.012	1.8	0.009
'18	2.2	0.010	2.1	0.023	1.9	0.015	2.4	0.031	1.7	0.010
'19	2.3	0.015	2.1	0.016	1.9	0.016	2.3	0.024	1.5	0.012
'20	2.2	0.015	1.8	0.014	1.8	0.014	2.1	0.030	1.4	0.018
평균	2.0	0.012	2.0	0.017	1.9	0.016	2.3	0.023	1.6	0.012
목표 기준	2이하 (I a)	0.01이하 (I a)	2이하 (I a)	0.01이하 (I a)	3이하 (I b)	0.02이하 (I b)	3이하 (I b)	0.02이하 (I b)	2이하 (I a)	0.01이하 (I a)
달성 여부	달성	미달성	달성	미달성	달성	달성	달성	미달성	달성	미달성

출처: 물환경정보시스템('16~'20), 호소 내 지점 연평균 수질

## 나. 문제점

### □ 영산강 하수처리장(점오염원) 방류수 수질 개선 필요

- 영산강은 농업용수 위주의 물공급 체계로 하천유지용수가 부족하며, 이로 인해 고질적 수질 문제를 일으키고 있음
- 수계 상류 지역에 4개의 농업용 댐에 약 2.5억 톤을 담수하고 있으나, 유효저수량의 극히 일부(약 3%)만 하천유지용수로 공급함
- 또한, 갈수기에 영산강 유량(105만㎥/일)의 약 70%를 광주하수처리장(72만㎥/일)의 방류수가 차지함에 따라 하수처리장 방류수 수질 개선을 통해 영산강 수질 개선 필요함
- 국가 수질계획 상 영·섬수계 내 일부 상수원의 수질 목표등급 미달성으로 수질 개선방안 마련이 필요하며 현재 유역관리 체계보완을 통한 실질적 성과도출을 위해 단위사업 중심이 아닌 유역 전반을 아우르는 통합 물환경 관리 대책 수립 필요

## 다. 추진전략 및 시범사업

### 1. 친환경 수처리기술을 활용한 공공하수처리장 방류수 재처리

- 2020년 환경기초조사사업으로 추진된 「인공습지를 이용한 영산강 하수처리장 방류수 수질 개선 방안 연구」(영산강·섬진강수계 관리위원회)를 통해 공공하수처리장 방류수 재처리 방안을 마련
  - 친환경 수처리기술(인공습지, 에코필터링 등)을 활용하여 하수처리수 비율 감소(71% → 41%)시키고, 자연성 회복 효과 도모 필요

〈표3-97〉 하수처리장별 방류수 재처리 방안(안)

구분	시설용량 (m³/일)	방안	처리용량 (m³/일)	습지면적 (m²)
광주제1하수	600,000	인공습지(제내지)	160,000	160,000
		에코필터링(수직여과)	40,000	40,000
나주하수	22,500	인공습지(제내지)	20,000	20,000
담양하수	9,000	인공습지(제내지)	9,000	9,000
함평하수	9,000	인공습지(제내지)	6,000	6,000
화순하수	19,000	에코필터링(인공함양)	19,000	26,600
도곡온천	6,000	인공습지(제내지)	6,000	6,000

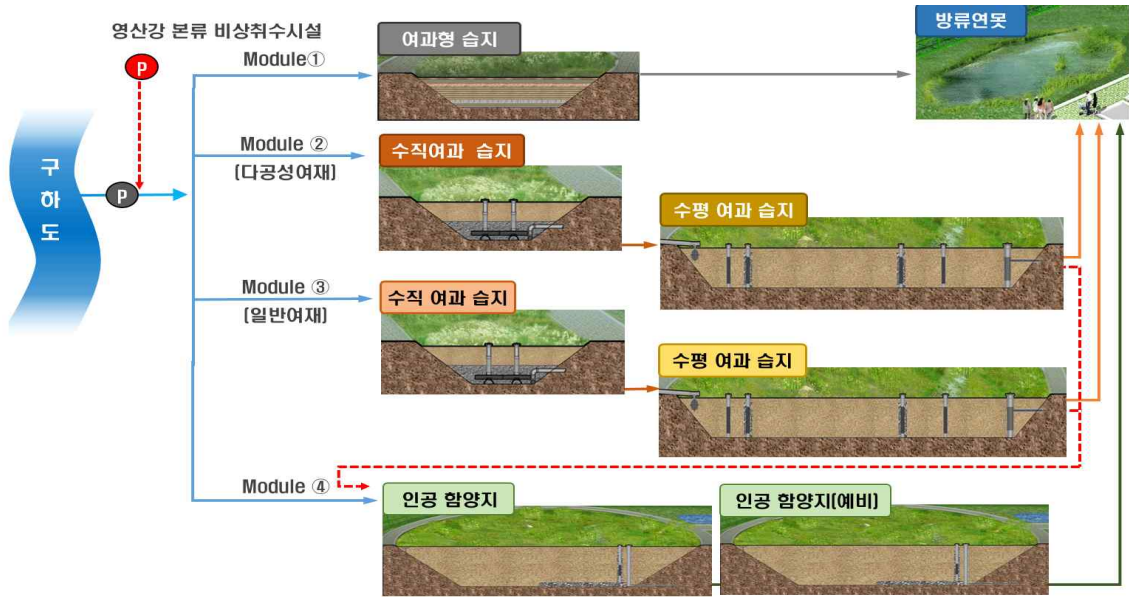
〈표3-98〉 친환경 수처리기술(에코필터링) 개요(승촌보 가늠터)

구 분	승 촌 보
시설규모	340톤/일, 4.7천m²
추진현황	(공사) '18.10 ~ '19.4월, 시운전(5월), (모니터링) '19.6월 ~ '20.12월
요소기술	① 여과형습지(네덜란드) - 식생, 여과를 이용한 자연정화, 다공성여재를 통한 N, P 제거 - 소규모 하수처리기술로 하천수질개선에 대한 효과 연구
	② 수직여과습지(수직흐름) - 식생, 여재(굴폐각)를 통한 자연정화, 지표下 흐름으로 외기영향 방지 - 호기성 반응을 통한 오염물질 제거
	③ 수평여과습지(수평흐름) - 식생, 여재(굴폐각)를 통한 자연정화, 지표下흐름으로 외기영향 방지 - 혐기성 반응을 통한 오염물질 제거
	④ 인공함양지 - 모래층 여과 및 미생물 분해로 오염물질 제거

## 2. 친환경 수처리기술을 활용한 정수장 방류수 재처리

□ 정수장 방류수는 수질오염물질 “배출허용기준” 및 공공폐수처리시설 “방류수 수질기준”을 만족하지만, “하천 생활환경기준”의 V(나쁨) 등급에 해당하여 수질 개선 필요

- 수질 개선 효과가 검증된 친환경 수처리 신기술을 정수장 방류수에 시점 적용하여, 정수장 방류수의 수질을 “하천 생활환경기준 II(약간 좋음) 이상”으로 개선하여 건전한 물순환 체계구축
- 처리대상은 옥외 개방형 구조인 에코필터링 특성상 초기 또는 강우 시 처리 수질 불안정 및 강우에 의한 “불법 희석배출” 논란을 방지하고자 수질 TMS 지점 후단 최종방류수로 선정
- 영산강수계의 평림정수장을 대상으로 방류수 재처리 시범사업을 추진하여, 향후 영산강·섬진강 수계 내 확대 적용 추진



〈그림3-126〉 승촌보 에코필터링 가늠터 개념도

〈표3-99〉 평림정수장 방류수 재처리 시범사업(안)

시설용량 (천㎥/일)	'19년 방류량 (㎥/일)	적용 공법(안)	설계제원 (일, m/일)	설치위치	소요부지 (㎡)	처리물량 (㎥/일)	소요금액 (억원)
30	249 (최대 567)	여과형 습지	여과유속 0.5㎥/㎡·일, 깊이 2m	관리동 옆 습지부지	1,000	> 500	23.7

### 3. 댐별 맞춤형 물환경 관리 종합대책 마련

- 댐별 수질 목표기준 달성, 조류 발생, 저수용량, 오염원 현황 등 종합적으로 고려한 결과를 바탕으로 유역관리 추진 우선순위 결정을 통한 통합형 유역개선 대책 수립
  - 댐별 특성·오염분포 등 기초조사 : 유역특성, 상류 오염원 분포, 정부·지자체의 수질 개선대책, 수질 조사 결과 등 댐별 개선대책 수립을 위한 기초자료 확보
  - 수질 목표등급 달성기준 검토 : 유역모형을 기초 댐별 오염 배출부하량 산정, 수질 목표 달성을 위한 삭감부하량 검토
  - 댐별 맞춤형 저감 대책(점·비점) 수립: 오염 기여율, 개선 효과, 실행력 등을 고려한 댐별 맞춤형 대책 수립, 자원배분 및 사업 시행 우선순위 산정
- \* 점대책(환경공영제, 하수처리 강화 등), 비점 대책(저감시설 도입), 기타대책(양분·농업관리 등)



## 라. 기대효과

- ☐ 댐별 맞춤형 수질 개선방안 제시로 국가정책목표(제2차 물환경관리계획 수질 목표 ' 좋음') 달성을 제고에 기여
- ☐ 영산강 유역 대규모 하수처리장 방류수의 재처리를 통해 본류의 하수처리수 비율 감소, 재자연화 및 지역 균형적 수질 수준 달성 기여
- ☐ 하천으로 직접 유입되는 하수처리장 및 정수장 방류수 재처리를 통한 수질 개선 도모

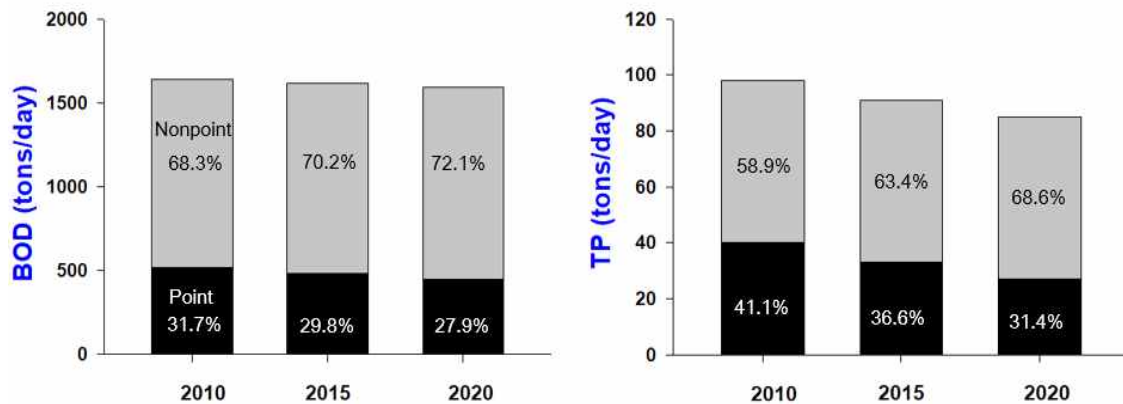
## 3.2 섬진강

### 3.2.1 물환경 모니터링체계 강화

#### 가. 현황

##### □ 국내 수질 오염원 변화

- 점오염원에 비해 비점오염 기원의 수질오염물질 배출부하량 비중 증가 추세
- 생활계 배출부하량은 감소하는데 반해 축산계, 토지계는 증가 전망



출처 제2차 비점오염관리 종합대책(환경부, 2012)

〈그림3-127〉 비점오염원 부하율

##### □ 국가 물환경측정망 현황

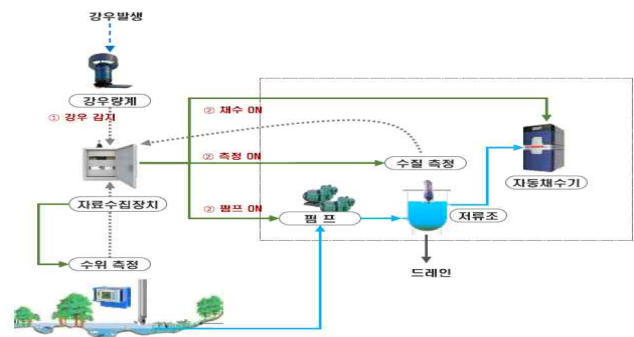
- 국가 물환경측정망에는 수질측정망 1,936개소, 총량측정망 337개소, 자동측정망 70개소, 비점측정망 24개소 운영중

측정망 종류	운영개소	운영목적	측정항목
수질측정망	1,936	수질현황/추세파악, 환경정책 수립의 기초자료 확보	수질
총량측정망	337	수질현황/추세파악, 총량관리 이행평가/기초자료 확보	수질, 유량
자동측정망	70	수질오염사고 시 신속한 대응조치	수질
비점측정망	24	비점오염물질 유출특성 파악, 비점모델 및 정책수립 기초자료 확보, 비점저감대책 효과분석	수질, 유량

- 이 중 비점오염물질의 유출특성과 부하평가 등 비점오염 영향평가 및 관리를 위한 측정망은 비점오염물질 측정망분임

## □ 국가 비점오염물질 측정망

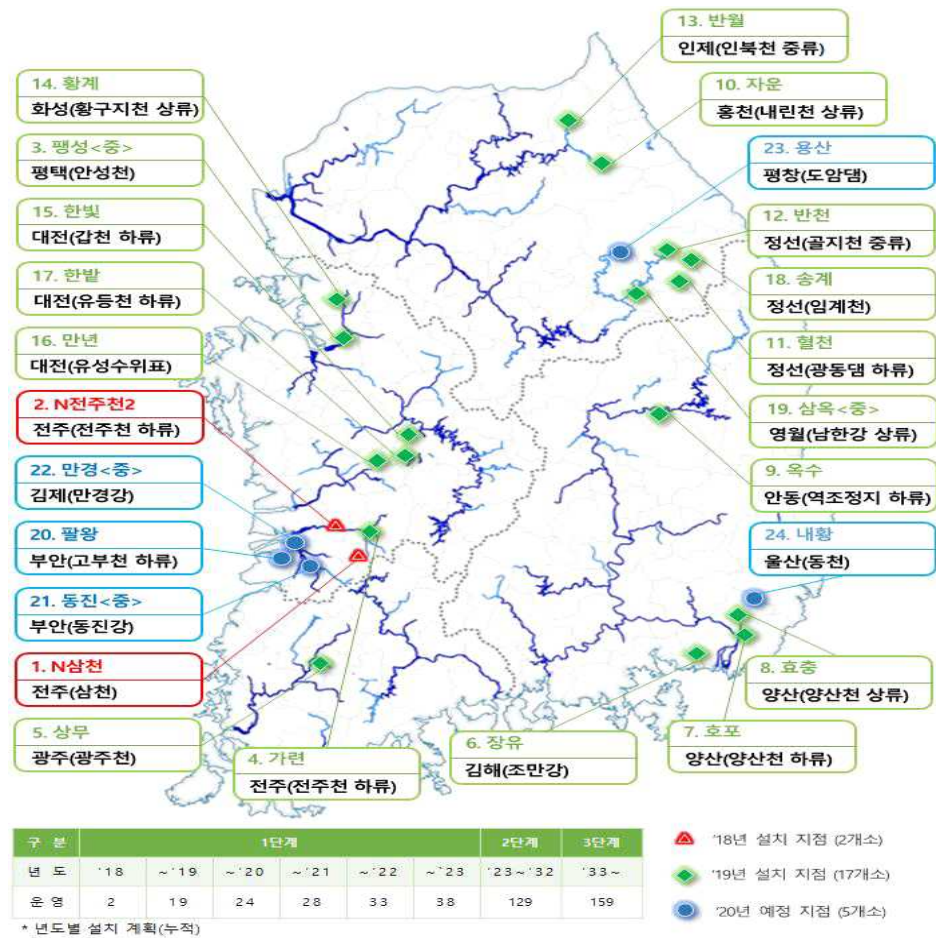
- 법적 근거
  - 「환경정책기본법」 제22조(환경상태의 조사·평가 등)
  - 「물환경보전법」 제9조(수질의상시측정), 시행규칙 제22조 제1항 제1호(비점오염원에서 배출되는 비점오염물질 측정)
- 비점오염물질 측정망 도입 경과
  - '07.12.28 : 비점오염물질 측정망을 환경부 장관이 설치 운영하는 측정망으로 규정
  - '14. 4.14 : 비점오염물질 측정망 설치 운영계획 마련
  - '14.4~'17.12 : 비점오염물질 측정망 시범 시설 모니터링사업 추진
  - '17. 11 : 비점오염물질 측정망 마스터플랜 수립
  - '18. 6 ~ : 비점오염물질 측정망 운영(2개 지점) 및 확대 설치 중
- 시스템 구성 다항목수질측정기, 자동분석기, 자동채수기, 강수량계, 수위계, 유량계, 원격 무선통신, 자료수집장치로 구성됨



- 구축 운영 현황
  - 구축지점 : 중권역(4개소) 및 소권역(20개소) 총 24개소('18~'20)
  - 운영주체 : 국립환경과학원
  - 운영방식 : 실시간 센서 기반 및 자동분석(측정)과 수분석 병행 운영

〈표3-100〉 비점오염원 측정 구축 운영현황

시료채취/측정기	측정/분석항목	측정/분석방법	운영형태
다항목수질측정기	수온, pH, DO, EC, 탁도	자동채수-센서감지	실시간 (10분 간격)
자동분석기	TOC, TN, TP	자동채수-자동분석	실시간 (1시간 간격)
자동채수기	TOC, TN, TP, BOD, SS	자동채수-수동분석	청천시 (8일 간격) 강우시 (2시간 간격)
강수량계	강우	센서감지	실시간 (10 간격)
수위(유량)계	수위 및 유량	센서감지	실시간 (10 간격)



출처: 유역 내 오염원 관리를 위한 수질수량 정밀모니터링 및 분석방법(박배경, 최광순, 2020)  
〈그림3-128〉 국가 비점오염물질 측정망 구축 운영현황

□ 비점오염물질 측정망 확대계획 : 비점오염 관리 고시지역(15개지점)을 우선 구축

- (중권역 규모) 119개 중권역 중에서 80개 지점 선정
- (소권역 규모) 850개 소권역 중에서 비점우심지역 79개 지점 선정

〈표3-101〉 비점오염원 측정지점 확대 계획

단 계	기 간	규모	지점수	주요 지점
1단계	2018년~2022년	중권역	12	▸ 비점오염원 관리지역 전체 ▸ 물순환선도도시
		소권역	26	▸ 비점오염원 관리지역 전체 ▸ 물순환선도도시(조만강 등)
2단계	2023년~2032년	중권역	38	▸ 녹조발생지역 ▸ 관리 필요지역
		소권역	53	▸ 관리 필요지역
3단계	2033년~	중권역	30	▸ 기타수계 제외한 전지역
		소권역	-	-
계			159	-

출처: 국가 비점측정망 사업 소개(환경부, 한국환경공단, 2017)

## 나. 문제점 및 필요성

### □ 비점오염 영향 파악 및 관리의 한계

- 현행 배출부하량(원 단위) 방식의 비점오염 영향분석은 수계 및 강우특성이 반영되지 않아 과학적인 비점오염 관리에 한계
  - \* 비점오염원 관리·대책 수립을 위한 비점오염 유출특성, 부하량 등 기초자료 필요
- 국가 물환경측정망은 대부분 저·평수기 위주의 모니터링체계로 비점오염물질 관리 및 대책 수립을 위한 강우 시 비점오염 유출특성 파악, 부하량 산정, 비점유출모델 검·보정 등의 기초자료 활용에 한계
- 총량측정망은 수질과 유량은 8일 간격으로 측정하고, 대부분(80%) 무강우시에 수행되며, 10mm 이상의 강우시 측정이 10% 미만(2017, 환경부 & 환경관리공단)

#### ✓ 강우시 측정 성과 분석

: 총량측정망의 강우시 측정  
성과 분석 결과 10mm 이상  
강우시 측정된 경우는 전체  
측정의 **10%미만**

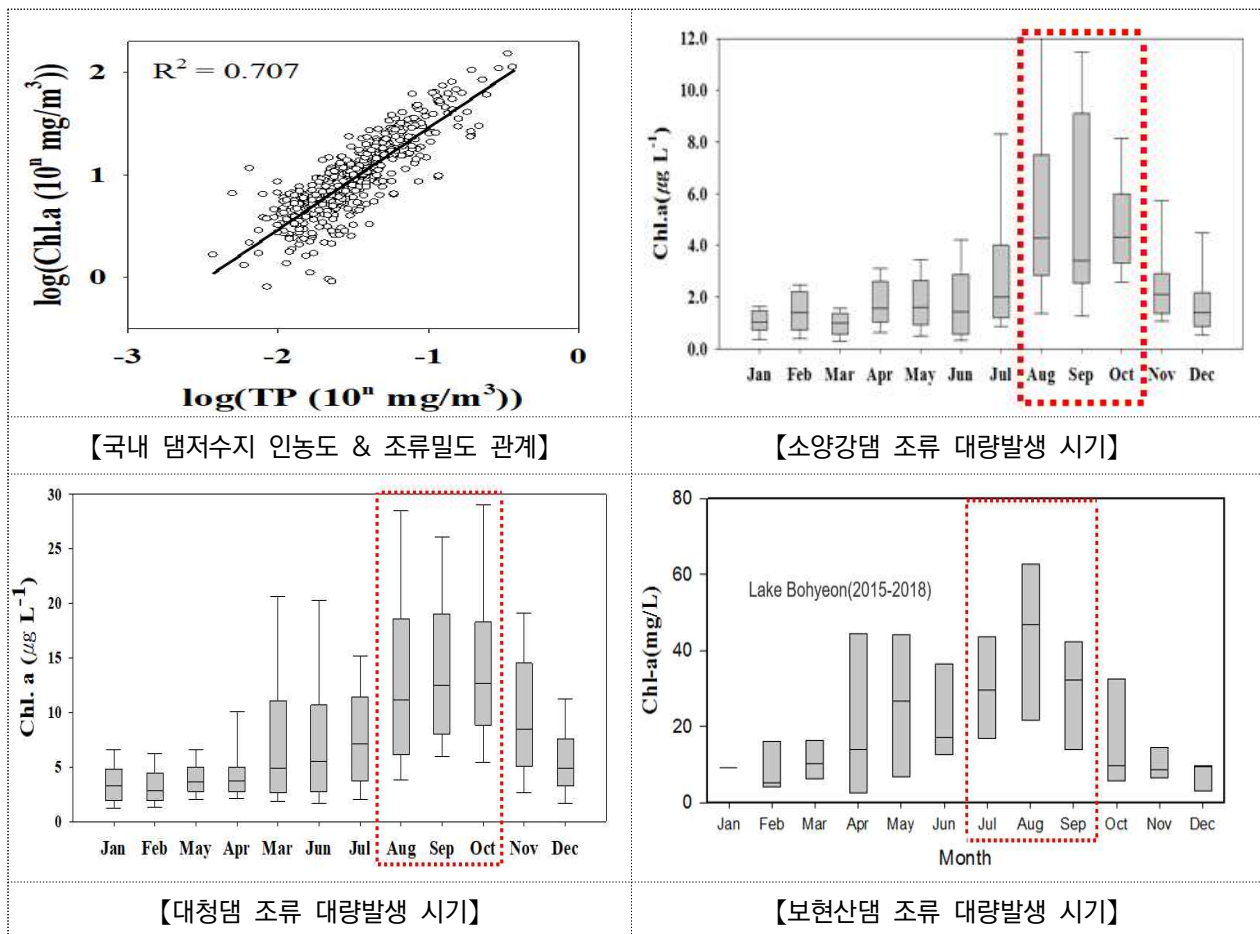


출처 국가 비점측정망 사업 소개(환경부, 한국환경공단, 2017)

〈그림3-129〉 유역별 강우시 측정 성과 분석

### □ 현행 비점 모니터링 한계점

- 국가 비점오염물질 측정망이 2018년부터 구축되어 2020년에 24개 지점에 대해 운영 중이고, 향후 159개소에 확대 구축 예정이지만, 비점오염의 영향이 큰 댐저수지에 대한 비점측정망은 부족한 실정으로 댐저수지 상류 유역에 대한 비점오염 부하평가를 위한 비점오염물질 측정망이 보다 강화되어야 함
  - 댐저수지 유역은 인구가 적은 반면 축산 및 농업 활동이 많아 점오염원에 비해 비점오염 배출 부하 비중이 큼 (K-water 26개 댐저수지 평균 90.6%)
  - 홍수기 유입된 비점오염물질(특히 인)이 댐저수지 부양영화의 주요 원인
  - 댐은 하천에 비해 체류 시간이 길어 유입된 비점오염물질이 조류성장에 미치는 영향이 큼
  - 국내 댐저수지에서 홍수기 이후 1~2개월 후에 조류(남조류) 대발생
  - 하천에서는 체류 시간이 길어지는 갈수기에 하수처리장 방류수 등 점오염원에 기인하여 조류 발생



출처 국내 하천 저수지 녹조현상의 원인과 대책(김범철, 2018), K-water 조사자료 (2015~2018)

〈그림3-130〉 비점오염원 모니터링 예시

- 국가 비점오염물질 측정망 시범사업 모니터링 결과 「자동채수-자동분석」과「자동채수-수동분석」간 오차(TOC 9.1%, TN 6.6%, TP 33.6%)가 발생

- ▶ (중권역규모) 「자동채수-자동분석」과 「자동채수-수동분석」 병행하고, 추후 기술적 한계가 개선되면 「자동채수-자동분석」방식만 적용
- ▶ (소권역규모) 「자동채수-수동분석」을 기본으로 운영

- 현재 구축된 비점모니터링 시스템은 장시간-고비용 방식이며 고탁도 대표성 결여 문제가 발생
- 자동채수-수분석 : 시료 채취 및 분석 등 자료 생산에 최소 2~3일 소요
- 자동채수-자동분석 : 고비용(2억/분석기 1대), 시료 대표성 결여

\* 자동분석기는  $100\mu\text{m}$  이상 입자 시료 배제시킨 후 분석, 강우시 농도 저평가

- 실시간-저비용-고빈도 방식의 모니터링 고도화 필요

○



## 다. 추진전략 및 시범사업

### 1. 비점오염 모니터링 강화를 위한 시스템 구축

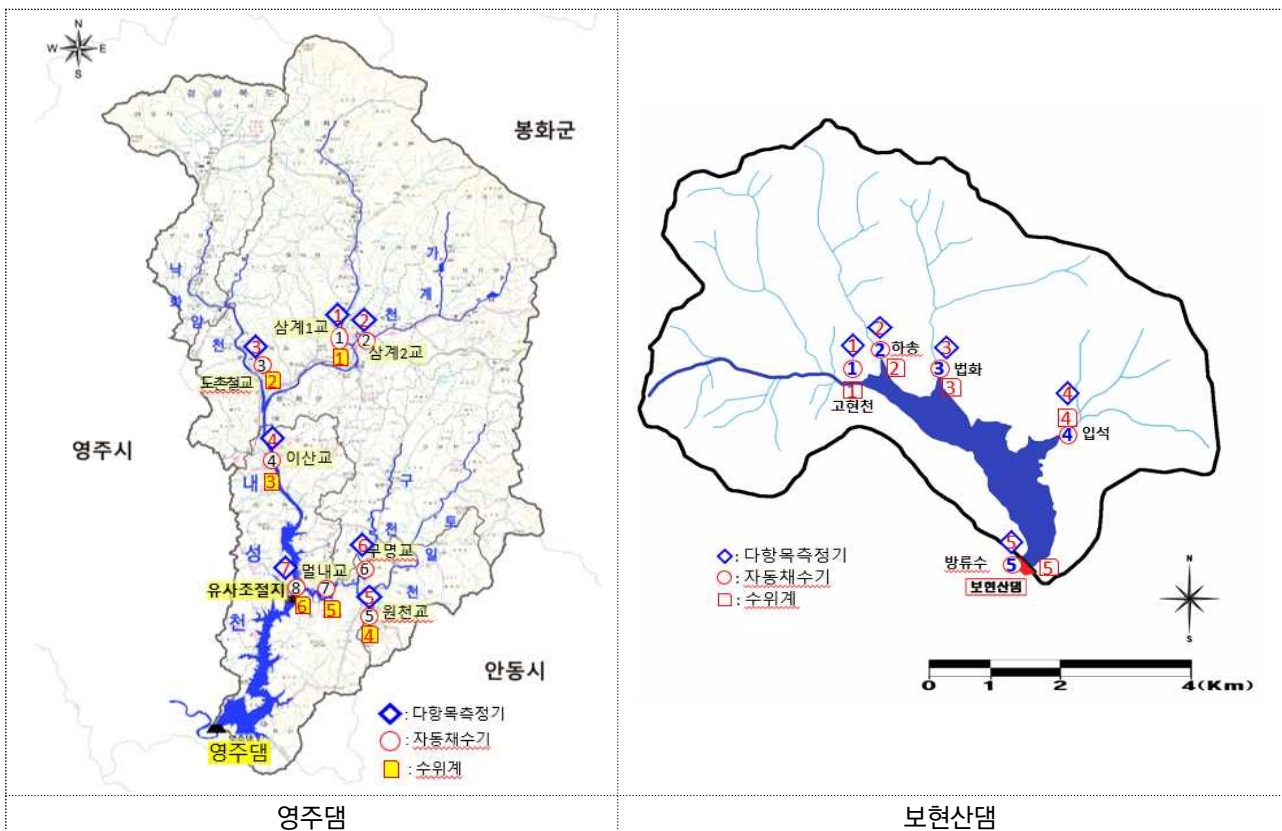
#### □ 섬진강 상류 댐 유역 단위 비점 오염모니터링 시스템 구축

- 국가 비점오염물질측정망과 연계하여 비점오염부하가 큰 댐저수지를 우선으로 선정하여 구축
- 국가 비점오염물질 측정망 등 국내 비점오염모니터링 구축 및 연구사례 등을 검토하여 댐 상류 소권역을 기본 유역으로 선정

#### □ K-water 비점오염물질 모니터링 시스템 구축사례

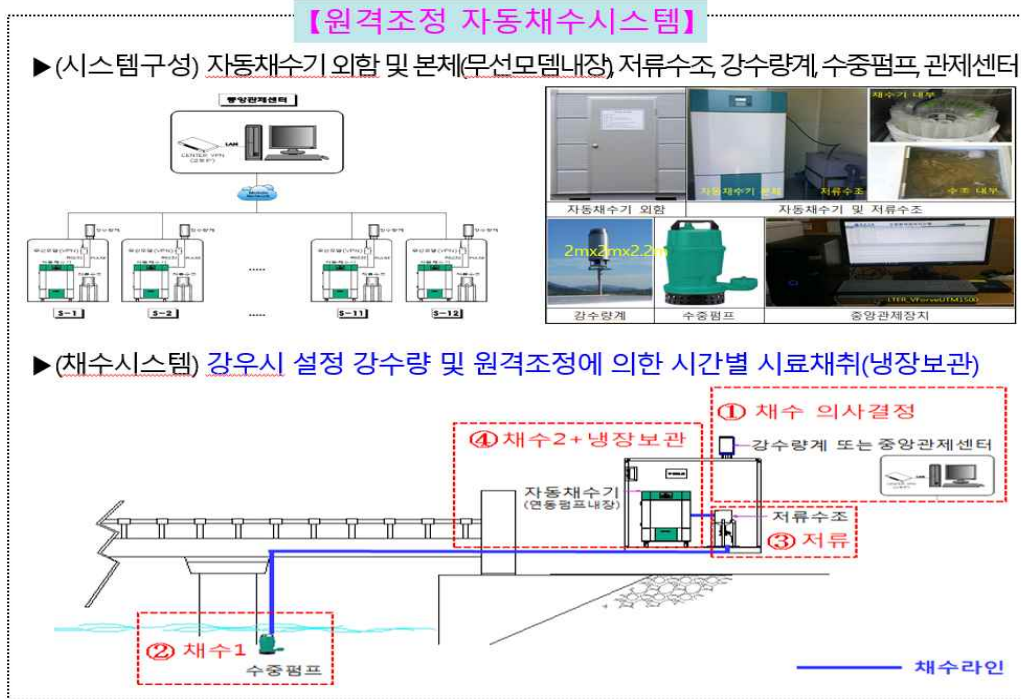
- 댐 소유역별 비점오염물질 유입특성 및 부하량 산정을 위해 영주댐(8개소)과 보현산댐(5개소)에 설치하고, 다항목 수질 측정기, 수위관측시스템, 원격자동채수기시스템으로 구성·실시간 측정 중

시료채취/측정기	측정/분석항목	측정/분석방법	운영형태
다항목수질측정기(11)	수온, pH, DO, EC, 탁도	자동채수-센서감지	실시간 (10분 간격)
자동채수기(13)	TOC, DOC, POC, TN, NO3-N, NH3-N, TP, PO4-P, SiO2, SS	자동채수-수동분석	강우시 (1~2시간 간격)
강수량계(13)	강우	센서감지	실시간 (10 간격)
수위계(10)	수위 및 유량 산정	센서감지	실시간 (10 간격)



〈그림3-131〉 K-water 비점오염원 모니터링 사례

- 채수는 자동채수기와 관제센터 간 무선통신을 통한 원격 및 자동운전



〈그림3-132〉 댐 저수지 비점오염 모니터링 원격조정 자동채수시스템

- 유량은 국가 수문정보시스템 및 K-water 수자원통합시스템 자료 활용, 미계측 지점은 수위계 신규설치하여 수위-유량관계식으로부터 유량 산정 및 DB화



〈그림3-133〉 댐 저수지 비점오염 모니터링 유량 자료 구축방법



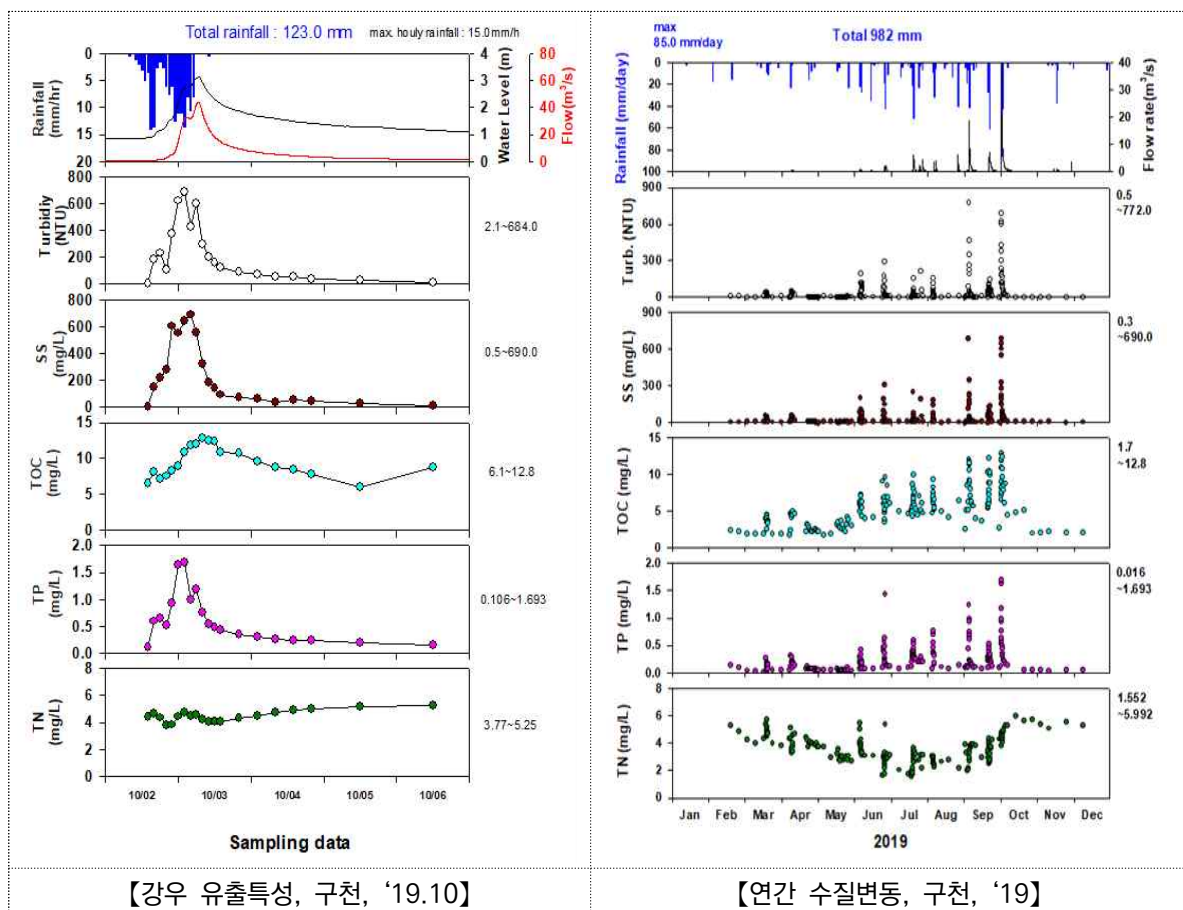
## □ 비점모니터링 시스템을 활용한 댐저수지 유역 비점오염 모니터링 연구사례

## ○ 모니터링 개요

- 모니터링 대상 : 영주댐
- 조사기간/지점 : 2019.2~12/내성천 본류 3개 지점, 지류 5개 지점
- 강우시조사 : 총 11회 강우사상, 강우량 16~112 mm, 원격자동채수기 활용

## ○ 모니터링 결과

- 비점오염물질 유출특성
  - 강우시 유출피크 소요시간은 2~15시간 범위로 조사지점과 강우사상에 따라 상이하게 나타남
  - 강우시 탁수 유출과 동반하여 탁도, SS, TOC, TP 증가
- \* 평수기 대비 TP 증가 : 영주댐 구천 105배(최고 1.693 mg/L, 10월 3일)
- TN은 큰 변동 없고, 일부 지점 강우 전보다 감소
- \* 질소 대부분이 용존상태로 강우 영향 적음. 겨울에 농도 높고, 여름 강우시 낮음



출처 과학적 녹조 발생 원인 규명 및 예측기술 고도화 연구(3차년도)(K-water, 2019)

〈그림3-134〉 영주댐 모니터링 결과

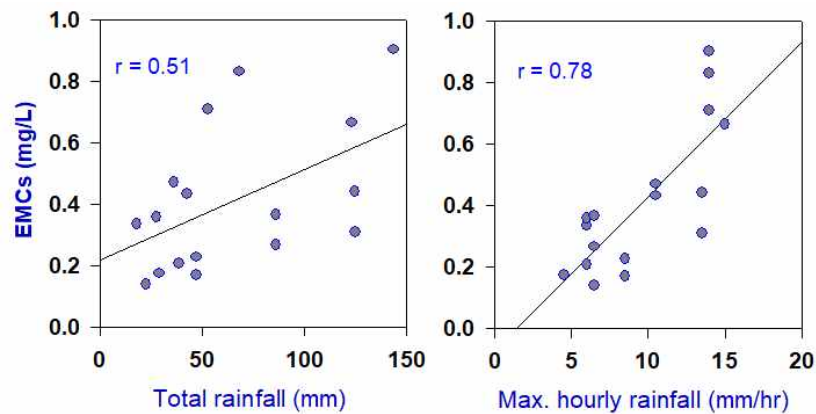
- 소유역별 및 강우사상별 유량가중평균농도(EMC, mg/L)의 변동이 큼
- \* 소유역별 평균 EMC(TP) : 구천(0.492) > 토일천(0.357) > 가계천(0.232) > 내성천 상류(0.132)
- ☞ 영주댐 유입하천에서 강우시 평균 EMC는 하수처리장 방류수 기준(0.2 mg/L)보다 높음
- \* 토일천의 경우 10개 강우사상의 EMC는 0.139~0.883 mg/L로 6.4배 차이를 보임

〈표3-102〉 토일천 강우와 EMC 현황

토일천		강우사상		EMC (mg/L)			
번호	강우기간	총 강우량 (mm)	시간당 최대강우량 (mm/hr)	SS	TOC	TP	TN
1	3/20~3/21	22.5	6.5	87.5	3.5	0.139	4.472
2	4/9~4/11	29.0	4.5	111.7	4.2	0.175	3.994
3	6/6~6/8	47.0	8.5	63.3	5.4	0.170	4.427
4	6/27~7/1	38.5	6.0	63.2	6.4	0.207	3.084
5	7/20~7/23	125.0	13.5	154.8	7.7	0.310	4.189
6	8/7~8/8	36.0	10.5	148.3	6.4	0.471	3.136
7	8/27~8/28	18.0	6.0	160.7	6.0	0.335	2.545
8	9/5~9/9	68.0	14.0	508.1	10.1	0.833	4.424
9	9/21~9/25	86.0	6.5	84.4	6.9	0.267	3.081
10	10/2~10/6	123.0	15.0	394.2	8.6	0.666	4.519
평균				177.6	6.5	0.357	3.787

출처 과학적 녹조 발생 원인 규명 및 예측기술 고도화 연구(3차년도)(K-water, 2019)

- 강우시 비점오염물질(TP)의 유출농도는 강우량보다 강우 강도에 영향을 받는 것으로 나타남



〈그림3-135〉 강우량 및 강우 강도와 EMCs와의 상관관계\_토일천

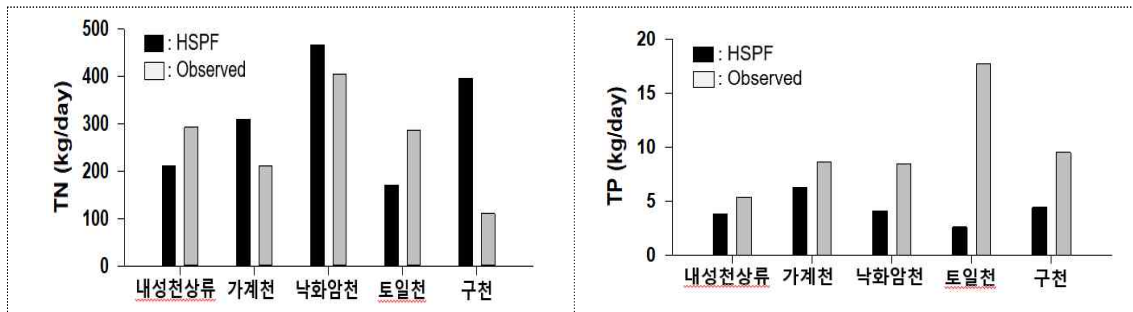
- 일일 유입 오염부하량
- 평갈수기에 비해 강우시 오염부하량이 매우 높은 것으로 나타남
- \* 연중 오염부하가 50mm 이상의 강우시에 집중
- 소유역별 평균 일일 유입부하량은 수질 항목에 따라 차이를 보임
- \* TOC와 TP는 토일천에서 많은 반면 TN은 낙화암천에서 큰 것으로 나타남

〈표3-103〉 내성천 일일 유입부하량

구분	소유역명	일일 유입부하량 (kg/day)					
		TOC		TN		TP	
		범위	평균	범위	평균	범위	평균
내성천	상류	0.5~ 9,864	343	0.87~ 6,689	293	0.01~ 463.4	5.4
지류	가계천	0.5~11,095	295	0.47~ 4,917	212	0.01~ 576.7	8.6
	낙화암천	0.0~ 6,147	333	0.00~ 2,519	405	0.00~ 217.7	8.4
	토일천	6.0~34,199	389	6.81~17,031	288	0.07~2,787.6	17.7
	구천	3.1~19,369	181	3.40~ 7,228	111	0.10~1,618.6	9.5

출처 과학적 녹조 발생 원인 규명 및 예측기술 고도화 연구(3차년도)(K-water, 2019)

- 유역모델(HSPF) 모의결과와 실측 부하량과의 비교 분석
- 본 연구의 실측 유입부하량과 유역모델 모의 값과 비교한 결과, TN은 최대 3.6배, TP는 6.8배 차이를 보임
- TN 부하량의 차이는 소유역별 상이한 양상을 보인 반면, TP는 모든 소유역에서 모의결과가 적었고, 낙화암천, 토일천, 구천에서 뚜렷



출처 K-water 연구원 분석자료

〈그림3-136〉 HSPF 모의 값은 10년간(2008~2017) 평균치

- 연간(단위면적당) 유입 오염부하량
- 소유역별 TOC와 TP의 연간 유입부하량은 토일천에서 가장 컸고, TN은 낙화암천에서 가장 컸음
- 한편, TOC와 TP의 단위면적당 부하량은 토일천의 지류인 구천에서 가장 크게 나타남
- 단위면적당 유입오염부하량으로 볼 때 토일천의 지류인 구천이 우심지류를 볼 수 있으며, 영주댐 유역오염원 대책방안 시행 시 우선 고려해야 함

〈표3-104〉 단위면적당 연간 유입부하량

구분	소유역명	유역면적 (km <sup>2</sup> )	연간 유입부하량 (kg/yr)			단위면적당 연간 유입부하량 (kg/yr/km <sup>2</sup> )		
			TOC	TP	TN	TOC	TP	TN
내성천	상류	81.70	125,369	1,984	106,956	1,535	24	1,309
지류	가계천	71.07	107,837	3,135	77,454	1,517	44	1,090
	낙화암천	95.30	121,610	3,070	147,948	1,276	32	1,552
	토일천	74.01	142,148	6,459	105,172	1,921	87	1,421
	구천	32.05	66,255	3,449	40,707	2,067	108	1,270

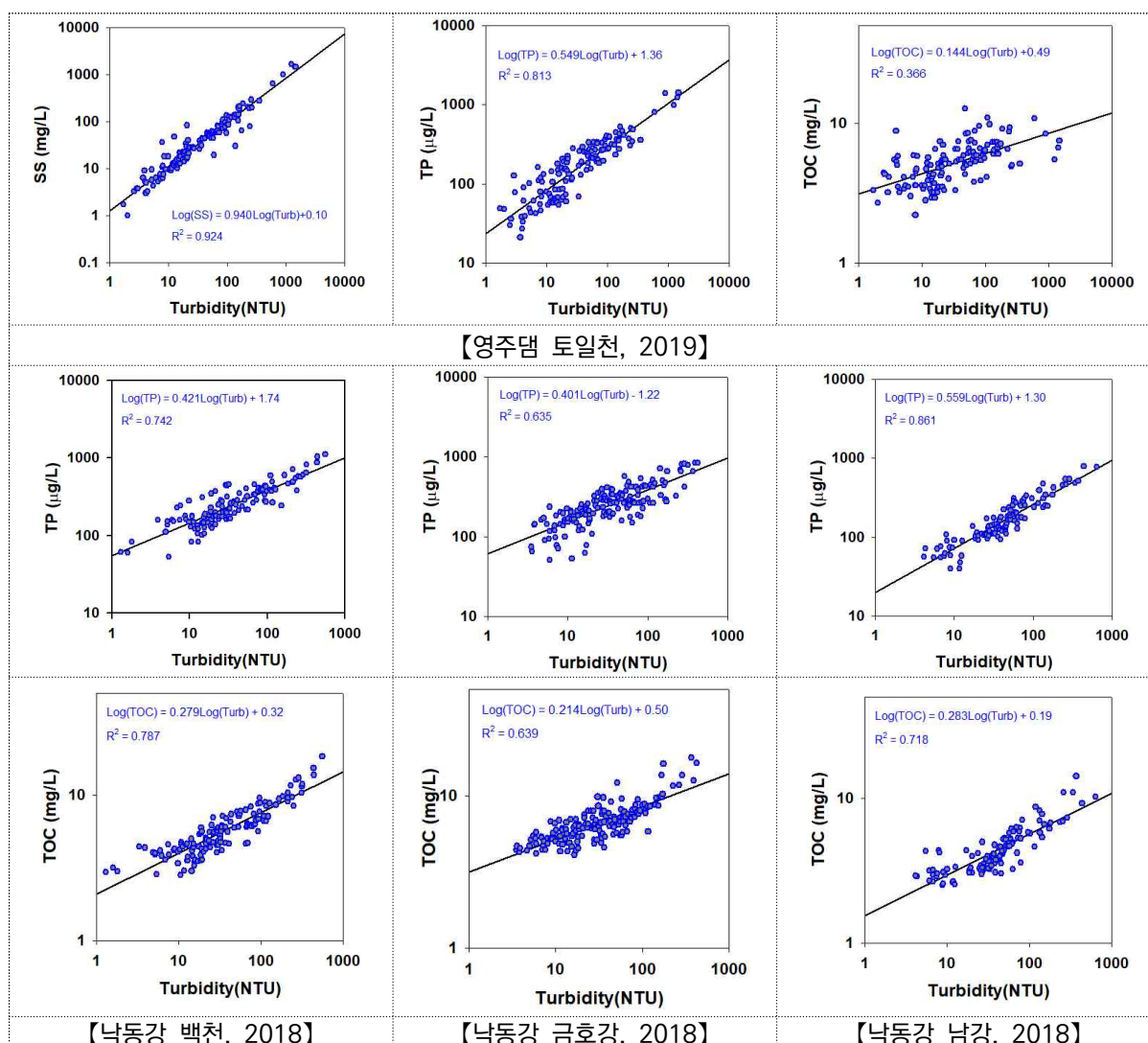
출처 과학적 녹조 발생 원인 규명 및 예측기술 고도화 연구(3차년도)(K-water, 2019)

○ 모니터링 자료 활용

- 실측기반의 댐저수지 유역오염 부하량 산정 및 유역오염원 대책방안 수립에 활용
- 유역모델 개선을 위한 검정·보정 자료로 활용
- 비점오염저감시설 설치 위치(우심지류), 설치용량 산정 등 설치계획 수립에 활용

## 2. 센서(탁도) 기반의 비점모니터링 고도화 방안

- 탁도는 강우시 일부 비점오염물질 농도와 매우 높은 상관을 보이고, 센서 기반의 온라인 모니터링이 가능하므로, 효율적인 비점모니터링 기반을 마련할 수 있을 것으로 판단됨
- 점축식 탁도계는 고탁도 시료 측정 시 센서 이상으로 오·결측 발생하는 실정으로 표면산란광 방식 등 비점축식 탁도계를 활용한 비점모니터링 기술개발 필요



출처 K-water 연구원 분석자료

〈그림3-137〉 탁도 기반의 비점모니터링 (K-water 연구원 분석자료)

## 3. 시범사업

## □ 댐 상류 비점오염물질 측정망 구축사업

- 댐별 및 소권역별 비점오염물질 측정망 구축을 위한 우선순위 배점 기준표를 마련하여 선정

〈표3-105〉 댐별 우선순위 배점 기준표

항 목	총점	평가기준	배점
① 단위면적당 비점발생량 BOD	5	발생량이 큰 상위 20% 이상	5
		20% 미만 - 40% 이상	4
		40% 미만 - 60% 이상	3
		60% 미만 - 80% 이상	2
		80% 미만	1
② 단위면적당 비점발생량 T-P	5	발생량이 큰 상위 20% 이상	5
		20% 미만 - 40% 이상	4
		40% 미만 - 60% 이상	3
		60% 미만 - 80% 이상	2
		80% 미만	1
③ 댐상류 유역면적	5	1,000km <sup>2</sup> 이상	5
		500km <sup>2</sup> 이상	4
		100km <sup>2</sup> 이상	3
		50km <sup>2</sup> 이상	2
		50km <sup>2</sup> 미만	1
④ 조류경보발령일수	5	발생량이 큰 상위 20% 이상	5
		20% 미만 - 40% 이상	4
		40% 미만 - 60% 이상	3
		60% 미만 - 80% 이상	2
		80% 미만	1
⑤ 수질목표달성률	5	달성율 60% 미만	5
		60% 이상 - 70% 미만	4
		70% 이상 - 80% 미만	3
		80% 이상 - 90% 미만	2
		90% 이상	1
⑥ 상수원보호구역	3	상수원보호구역 지정	3
		미지정	0
⑦ 비점관리지역	3	비점관리지역 지정	3
		미지정	0
⑧ 산업단지	3	발생량이 큰 상위 30% 이상	3
		30% 미만 - 60% 이상	2
		60% 미만	1
⑨ 채광지역	3	발생량이 큰 상위 30% 이상	3
		30% 미만 - 60% 이상	2
		60% 미만	1
⑩ 가축사육업	3	발생량이 큰 상위 30% 이상	3
		30% 미만 - 60% 이상	2
		60% 미만	1
⑪ 댐평균 탁수유입 (30NTU 초과횟수)	5	200회 초과	5
		100회 초과	4
		50회 초과	3
		0회 초과	2
		미측정, 0회	1
합 계	45	합계가 같으면 단위면적당 비점 발생량(T-P)값이 높은 소권역을 우선순위로 선정	

출처 비점(강우유출) 오염물질 통합관측소 설치·운영방안 수립 용역(K-water, 2020)

〈표3-106〉 댐 수권역별 우선순위 배점기준표

항 목	총점	평가기준	배점
❶ 단위면적당 비점발생량 BOD	5	발생량이 큰 상위 20% 이상	5
		20% 미만 - 40% 이상	4
		40% 미만 - 60% 이상	3
		60% 미만 - 80% 이상	2
		80% 미만	1
❷ 단위면적당 비점발생량 T-P	5	발생량이 큰 상위 20% 이상	5
		20% 미만 - 40% 이상	4
		40% 미만 - 60% 이상	3
		60% 미만 - 80% 이상	2
		80% 미만	1
❸ 소권역 말단부로부터 댐까지의 유하거리	5	유하거리가 가까운 소권역 상위 20% 이상	5
		20% 미만 - 40% 이상	4
		40% 미만 - 60% 이상	3
		60% 미만 - 80% 이상	2
		80% 미만	1
❹ 중심하천	3	댐으로 직접 유하하는 대표하천	3
		기타 지류하천	0
❺ 소권역 면적	5	400km <sup>2</sup> 이상	5
		300km <sup>2</sup> 이상	4
		200km <sup>2</sup> 이상	3
		100km <sup>2</sup> 이상	2
		100km <sup>2</sup> 미만	1
❻ 수위관측소 연계	5	소권역 내 위치함	5
		위치하지 않음	0
❼ 산업단지	2	소권역 내 위치함	2
		위치하지 않음	0
❽ 채광지역	2	소권역 내 위치함	2
		위치하지 않음	0
❾ 가축사육업	2	소권역 내 위치함	2
		위치하지 않음	0
❿ 조류경보제	2	소권역 내 위치함	2
		위치하지 않음	0
⓫ 상수원보호구역	2	소권역 내 위치함	2
		위치하지 않음	0
⓬ 비점관리지역	2	소권역 내 위치함	2
		위치하지 않음	0
합 계	40	합계가 같으면 단위면적당 비점 발생량(T-P)값이 높은 소권역을 우선순위로 선정	

출처 비점(강우유출) 오염물질 통합관측소 설치·운영방안 수립 용역(K-water, 2020)

## □ 설치계획(안)

- 섬진강 유역 비점오염물질측정망 시범사업은 댐저수지 유역을 대상으로 함
- 이전에 설치되어 운영중인 국가비점오염물질측정망 및 K-water에서 구축한 비점오염물질측정망은 댐별 우선순위와 관계없이 시범사업으로 구분하여 기 설치된 것으로 보고 사업계획에서 제외
- 비점오염물질측정망은 현장여건을 고려하여 채수시설 방식(교각이용방식, 캔틸레버) 및 관측소 타입별을 선정
- 정부에서 추진 중 또는 추진예정인 정책사업 2건과 연계하여 댐별 연차별 사업계획을 수립
- 「녹조우심지역 오염원 관리체계 구축사업(환경부, '20년~)」이하 “녹조우심지역 사업”
- 「수질-수량 통합감시체계 구축사업(환경부, '21년(예정))」이하 “그린뉴딜 사업”

〈표3-107〉 영산강·섬진강 비점오염원물질측정망 추가 설치계획

사업구분	우선순위	댐명	소권역	시범사업 (소권역수)	설치계획					
					21년	22년	23년	24년	25년~	계
녹조우심	1	섬진강	9	-	5	4	-	-	-	9
	2	주암	7	-	-	-	3	4	-	7
	3	주암(조)	1	-	-	-	-	1	-	1
	4	장흥	1	-	-	-	-	1	-	1
	계	-	18	-	5	4	3	6	-	18
그린뉴딜	1	평림	1	-	-	-	1	-	-	1
	2	수어	1	-	-	-	-	-	1	1
	계	-	2	-	-	-	1	-	1	2
총합계			20	-	5	4	4	6	1	20

## 라. 기대효과

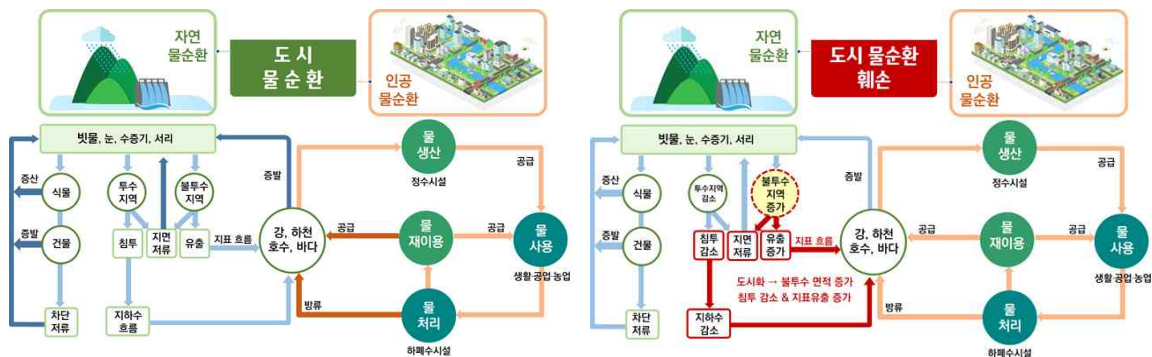
- 고빈도 비점오염모니터링 자료 확보를 통한 유역 비점오염물질 경로 파악 및 체계적인 관리방안 마련
- 유역-하천 모델 기초자료 확보를 통한 과학적인 수질 관리기반 마련
- 댐 상류 유역의 비점오염 관리를 통한 수질 개선 기여



### 3.2.2 LID / GSI 등 관리책임 강화 및 물순환관리 기법 확대

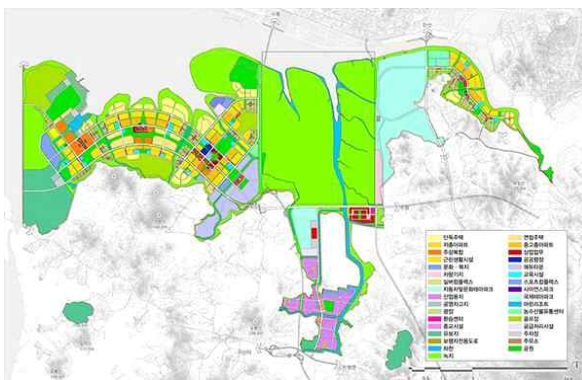
#### 가. 현황

- 물관리일원화와 수자원, 수량, 수질, 방재, 수생태계 등에 걸친 지속가능한 통합물관리 체계로 물정책 방안의 패러다임이 전환되는 시점임
  - 도시 회복력(Resiliency) 강화 및 수질·수생태 건강성 회복, 재해방지 등 도시 물순환체계 수립을 위한 관련 전 분야의 종합적 관리 전략을 수립
  - 개발에 따른 자연 물순환의 왜곡을 최소화하기 위해 환경부는 2016년부터 도시개발 및 정비시 저영향개발기법(LID)을 도입하고 있으며, “빗물 제로화, 물순환 선도 도시” 등의 시범사업 추진 중이며 시범도시 및 행복 도시, 3기 신도시 등 신규 공공택지 전체에 확대 적용되고 있음
- 도시 물순환은 자연 물순환과 인공 물순환이 복합된 형태로 강, 바다, 빗물 등을 수원으로 활용하여 사용 목적에 맞게 물을 생산·공급하며 사용된 물은 적정처리 후 재이용 또는 강이나 바다로 방류되며 순환함



〈그림3-138〉 도시 물순환 체계

- K-water에서는 이와 같은 정부의 정책과 도시민의 삶의 질 향상 도모하여 현시점의 패러다임 변화를 반영하여 부산 에코델타시티, 송산그린시티 등 물순환 도시 조성 사업을 수행 중임

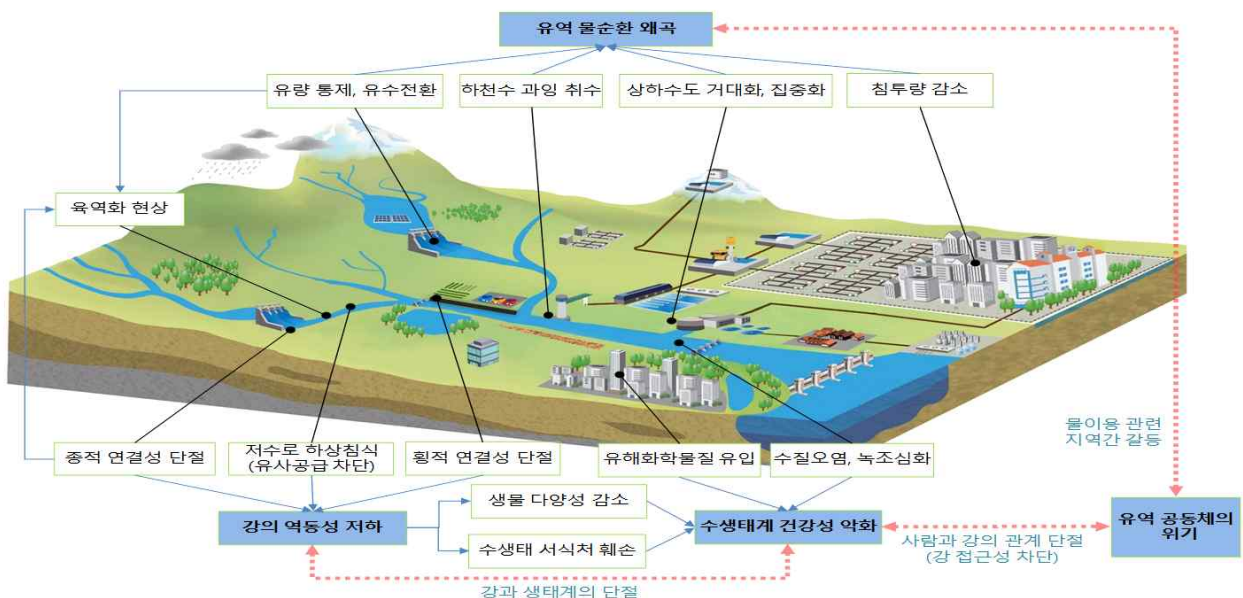


〈그림3-139〉 송산그린시티 토지이용계획



## 나. 문제점

- 도시화로 인한 불투수면적 증가와 기후변화에 따른 단기 집중호우 증가로 도시 내수침수 피해는 지속적으로 증대되는 경향임
  - 도시 물순환을 왜곡되는 현상으로는 불투수 면적 증가에 따른 지표면 유출률 증가, 침투량 및 기저유량, 지하수량의 저하, 도달 시간 및 지체 시간 감소, 증발산량의 왜곡 등 및 침투량 감소, 산림 증발산량 증가 및 기저유출 감소, 지하수량 감소 등을 지적할 수 있음
- 도시 물순환의 소과정(강우-유출-도심하천-관망-취수-정수-하수-재이용)을 종합적으로 설계·관리할 수 있는 도시 물순환 체계구축 필요
  - 도시유역의 자연성 회복을 위해서는 단순 불투수면 관리 및 비점 저감 차원을 넘어 도시유역의 수재해 대응, 도시하천 건천화 등과 연계하여 통합적인 도시 물관리 체계를 수립해야 함
    - \* 저영향개발(Low Impact Development, LID) : 신도시개발 또는 기존 도시 재생 시 도시 물순환을 복원하고 기존의 빗물펌프장이나 하수처리장 등의 집중형물관리 개념에서 벗어나 도시유역 및 발생원에서부터의 물순환 시설설치 및 관리를 통하여 도시홍수 저감, 비점오염 저감, 그리고 탄소 저감을 도모하는 물관리 기법
    - \* 그린 빗물 인프라(GSI Green Stormwater Infrastructure) : 도시지역에 녹색공간, 생태 공간 등의 확대를 통해 증발산, 재이용, 침투 등을 증가시켜 빗물의 유출 감소를 유도하고 물순환을 개선하는 자연형 시설



출처 우리 강 자연성 회복 구상(환경부, 2019)

〈그림3-140〉 도시 물순환 과정

- 물순환 왜곡 심화는 물리적, 공학적으로 발생하는 물문제뿐만 아니라 사회·경제적 문제로 확산되어 도시민의 삶의 질을 저해하는 요소로 지적되고 있으며, 물순환 회복에 필요한 관리비 문제와 자연성 훼손 우려 증가, 물사용 관련한 복잡한 사회적 이슈로 부각되고 있음

## 다. 추진전략 및 시범사업

### 1. 유역 단위 물순환 건전성 체계 수립

#### □ 실행력 있는 유역 단위 관리체계 수립

- 과거 단순한 ‘개발-공급-관리’ 개념에서 도시 물 환경 회복과 기능증진 등 지속가능한 자연성 회복성 관리를 고려한 패러다임 전환 기반 마련
- 자연 회복성을 위해서는 물순환 전 과정을 연계·보완하여 물관리 건전성을 회복하고 물순환 관리 체계가 확립된 모델 제시
- 유역의 물순환 건전성 평가체계 구축하기 위한 유역 수자원(수질, 수량, 생태)이 종합적으로 포함된 물순환 표준지표 마련
- 유역 자연 회복성 진단 및 평가할 수 있는 정량적 평가체계 개발

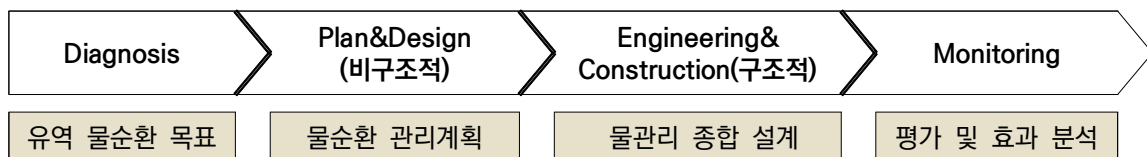
#### □ 사업추진을 위한 착안 사항

- 단순 불투수면 관리 및 비점 저감 차원을 넘어 유역의 수재해 대응, 도시하천 건전화 등 유역 특성을 고려한 종합 물순환 관리체계 수립 필요
- 유역 권역별로 물순환 전 과정을 연계하여 관리 및 모니터링 운영할 수 있는 중장기 계획수립

### 2. 자연 회복성을 고려한 LID 및 SGI 계획

#### □ 개발 및 관리방안

- 계획부터 설계, 시공 및 유지관리까지 관리할 수 있는 실행체계 구축
  - 진단→계획→설계→건설→모니터링에 대한 물순환 전반 프로세스 계획·설계



- 유역 물순환 건전성 진단·평가 사업화 방안
  - ① 강우·유출, 침투, 지체, 저류, 지하수 연계 등의 자연계 인자 분석
  - ② 배수량, 하수도 방류 및 재이용, 지하수 연계 유량, 상수도 계획 및 관리량, 하천 및 도심 수로 활용, 취수, 생태·환경 유량 등의 인공계 인자 분석
  - ③ 자연계 물순환 정량화 및 평가
 

[표면유출량 = 모형의 표면유출량 분석결과 - 빗물이용시설저류량 - 하수관거 차집 우수량]
  - ④ 인공계 물순환 정량화 및 평가

[유역 총 물사용량 = 상수와 지하수 사용량 + 빗물사용량 + 중수도사용량 + 하수처리수재사용량]

\* 유역 물순환(도심 유출, 침투, 저류, 관로 네트워크, 배수 등) - SSARR 모델 등

\* 상세 물수지·배분 (수요, 공급, 배분, 이용 등) - ModSim 모델 등

⑤ 권역별 물순환 지표별 Data Base화

⑥ 시공간적 취약성 평가 및 개선방안(사업화) 도출

#### □ 주요 추진전략 및 과업 제시

- 유역-하천-하구의 이치수 및 생태 연결성을 고려한 종합계획수립
  - 권역별 물순환 중장기 목표 수립 및 정책 기준 정립
  - 유역 수환경 정비기술의 체계적 관리를 위한 감인증제 도입
- 자연 회복성을 고려한 도시지역 중심의 건전한 물순환 및 빗물 확보-이용 실행계획 수립
  - 유역 전반의 저영향개발계획 수립 및 자연형 인프라 관리체계 구현
  - 수질-수환경 자동 모니터링 및 예·경보 시스템 구축
  - 조류예방 및 유역 비점오염 저감 대책 강화
- 수자원장기종합계획(2011-2020)에서는 건전하고 다면적인 물이용 체계 확대를 위해 하천유지유량 확대 고시, 하천시설물 개선을 통한 하천유량 확보 등의 전략을 제시

## 라. 기대효과

- 자연의 수문학적인 기능, 즉 증발, 침투, 저류 및 유출 등의 기능들을 회복하여 불투수면적에서의 우수 및 비점오염의 집중유출을 제어하고 물순환을 회복
  - 도시 계획을 고려한 강우 유출 분산형 관리체계구축
  - 투수층을 통한 우수 침투로 인해 지하수위의 안정적 유지 가능
  - 식생 기반 저영향개발 기술을 통한 도시 강우 유출량 저감
- 도시내 발생하는 우수를 효율적으로 이용하여 수자원 확보·이용 및 수환경 개선 효과 창출
  - 저류된 우수를 중수로 대체하여 활용함으로써 가용 수자원 확보
  - 자연형 시설을 활용한 도시 내 비점오염 저감 및 자연 서식처 확보 효과
  - 지역주민에게 친환경 자연형 시설(생태공원, 자연형 습지 등) 공급 및 친수활동 활성화 프로그램 활용

### 3.2.3 물 재이용 활성화

## 가. 현황

### □ 하수처리 현황

- 2019 하수도 통계상, 국내 공공하수처리시설은 BOD기준 98%의 효율에 달하는 반면, 영산강·섬진강·제주권은 국내 평균치보다 낮은 각각 96.0%, 95.8%, 96.1%의 효율로 BOD 처리 중
- 전국 하수도 보급률(94.3%)은 영산강·섬진강 (제주권 포함) 수계의 공공하수처리구역 보급률(89.2%)과 5.1%의 차이를 보이고 있으며, 농어촌마을 등 취약지역에 대해 소규모하수처리시설 등의 지속보급을 통해 격차를 줄여나가야 함

〈표3-108〉 2019 하수처리 수질 현황

항목	유입 평균(mg/L)				유출 평균(mg/L)				처리효율 평균(%)			
	전국 평균	영산강	섬진강	제주권	전국 평균	영산강	섬진강	제주권	전국 평균	영산강	섬진강	제주권
BOD	163.9	121.3	109.5	247.5	3.3	4.8	4.6	9.7	98.0	96.0	95.8	96.1
COD	93.5	81.9	77.5	122.7	9.1	10.8	10.4	15	90.3	86.8	86.6	87.8
SS	165.6	133.6	100.2	207.9	3.1	4.8	4.7	8.2	98.1	96.4	95.3	96.1
T-N	39.83	37.63	37.41	53.22	10.65	12.21	11.53	12.07	73.3	67.6	69.2	77.3
T-P	4.251	4.489	4.261	5.876	0.290	1.138	1.178	0.810	93.2	74.6	72.4	86.2

출처 2019 하수도통계 (환경부, 2020)

## 나. 문제점

### □ 방류수 수질 관리 선진화 필요

- 공공수역 수질 상에 COD 등 난분해성 물질은 개선 효과가 BOD에 비해 뚜렷하지 않음. 더불어, TOC, T-P, T-N 등의 관리강화 필요성은 증가하고 있으나, 하수처리시설은 법적 최소기준만을 달성하는 수준으로 운전하며, 시설별 최적 기법, 유역 목표 수질을 고려한 방류수 수질 기준 차등 적용을 권장할 유인 대책이 부족
- 유역 하수도 정비계획과 연계하여 하수처리시설 신설 또는 개선 시 최적가용기법(BAT) 적용 등 환경청과 지방자치단체 간 협의하여 처리 시설별 방류수 수질 기준 설정, 녹조 발생지역, 지류 총량제 시행지역 등 수질 민감지역 중심의 영양염류(T-N, T-P 등) 방류수 기준 강화방안 검토 등 필요

### □ 소규모하수처리시설 설치·운영 관리화 필요

- 마을 하수처리시설의 공법 및 운전방법이 상이하고 너무 다양하여 유지관리 어려움. 정화조의 경우 수세식 변기 이외의 오수는 처리되지 않으며, 전국 하수발생량의 약 4.7%(749천톤/일) 의 오수가 미처리된 채로 수계로 방류
- 하수도법 시행령 제24조 제2항에 따르면, 하수처리구역 밖에서 1일 오수발생량 2㎥ 이하인 경우 정화조만 설치 가능. 1일 오수발생량 2㎥이하인 건축물 등에 대해서도 정화조 대신에 오수처리시

설을 설치하도록 하는 방안 검토하는 등 수질 관리가 시급한 지역부터 점진적으로 시설전환 추진

## 다. 추진전략 및 시범사업

### 1. 유역 단위 하수도 관리체계 수립

#### □ 실행력 있는 유역 단위 관리체계 수립

- 현 하수도 관리체계는 유역 내 지자체의 하수도정비 기본계획을 바탕으로 취합하는 형태로 수립되는 등 유역 계획으로서의 차별화가 부족하며, 유역 계획수립 후에도 행정구역 단위로 하수도 관리를 수행하여 유역 계획의 이행실태를 평가하고 계획 간 연계성 등 문제점 개선을 위한 시스템 부재
- 유역 내 단독 하천유역(지방하천 중심, 소유역) 규모의 ‘유역 하수도 중점추진지역’ 선정 시범운영 및 시설 간 연계 운영, 유역의 목표 수질을 고려한 방류수 수질 기준 설정 등 유역 하수도 최적 관리 모델 개발 필요
- 지자체 조합, 민간위탁, 지방공사, 공사·민간 공동위탁 등 통합 관리조직을 활용한 실행체계 마련 필요. 향후 통합관리 참여 지자체에 하수도 신규, 정비·개량 사업 국고 우선지원 등 인센티브 부여 방안과 수질오염총량제와 연계한 단위유역별 관리방안 마련 검토, 하수처리 비용분담 방안 등 실질적 추진계획 마련 필요

### 2. 하·폐수처리수 재이용을 통한 유역 물환경 개선

#### □ 현황 및 여건

- 시설 및 행정구역 중심의 제한된 재이용 체계를 개편하여 유역기반 수질 관리 수단으로 활용 필요
  - 유역물관리종합계획, 물환경관리계획, 유역하수도정비계획 등 물환경 관련 계획과 제도가 유역기반으로 수립 및 이행되고 있으나 현행 물 재이용계획과 운영은 이를 고려하지 못함
- 물환경관리체계와 연계하기 위한 하수처리수 재이용의 오염부하량 저감 및 수질 개선 효과에 대한 과학적·객관적 자료 미흡하여 하수처리수 재이용 연계 및 역할에 대한 객관적 평가 불가
- 재이용계획과 수질오염총량관리계획 간의 효율적 연계체계 부족
  - 하수처리수 재이용은 안정된 부하량 삭감방법임에도 수질오염총량 삭감방안의 활용도가 낮고 삭감승인에 대한 비효율적 절차로 인해 적극적 반영이 부족
  - 연계체계 부재로 삭감량 발생에 대한 총량제도 반영이 어려움

#### □ 정책 방향

- 유역물관리종합계획, 물환경관리계획 등 물환경 관리체계와 연계한 유역기반 하수처리수 재이용수

#### 활용방안 마련

- 용도별 기준 및 항목을 유역 내 수질 관리 개선체계와 연동하여 조정할 수 있도록 제도개선
- 하수처리수 재이용을 활용한 오염부하량 저감 및 수질 개선 관련 자료 구축 확대 및 효과 평가
- 하수처리수 재이용의 수질오염총량관리제 삭감승인 활성화
  - 수질오염총량 기본방침, 오염총량 관리기술 지침 등에 하수처리수 재이용을 우선적 삭감수단으로 활용하도록 제도개선
  - 하수처리수 재이용계획 수립 또는 변경 시 총량기본계획 및 시행계획에 반영할 수 있도록 절차 개선

### 3. 하·폐수처리수 재이용을 활용한 하천 건천화 개선

#### □ 현황 및 여건

- 생태하천 조성 및 건천화 방지 등을 위해 다양한 하천 복원사업을 추진해 왔으나 지속가능한 하천유지유량 확보수단으로 하수처리수 재이용을 활용한 노력은 미흡
- '18년 기준, 하수처리수 생산량 7,164백만㎥ 중 1,113백만㎥이 재이용되며(하천유지용수 433백만㎥), 6,051백만㎥은 인근 하천에 방류되고 있으며, 여전히 건천화로 인해 연간 2,153백만㎥의 하천유지유량이 부족한 상황

〈표3-109〉 하천유지용수 부족량

구분 (단위:백만㎥/년)	계	특광역시	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남
하수 재이용 하천유지용수 공급량	433	204	136	-	9	18	33	8	16	9
하천 유지부족량	2,153	-	671	187	112	52	79	107	850	94

출처 제2차 물재이용기본계획(2021~2030)(환경부, 2020) \* 제주도 따로 고시된 내용이 없음

- 하수처리수의 수질(냄새, 색도 등) 적정성과 친수용수로서의 심미적 거부감 등에 따라 지류 지천관리를 위한 하수처리수 재이용 활성화 미흡
- 하수처리 방류수 수질 기준과 연계한 하천유지용수 및 친수용수 수질 기준 개선 및 주민 인식개선 필요
- 물순환 관점에서 건천화 방지를 위한 실수요 기반의 하천 유지용수 공급계획 수립 필요

#### □ 정책 방향

- 물순환/물수지 분석 기반 체계적 하천 유지용수 공급 타당성 검토 및 활용방안 마련
  - 지자체별 물재이용관리계획 수립 시 하천 건천화 현황조사 및 체계적 개선 계획 수립
- 하수처리수 재이용수의 하천유지용수 공급 합리적 수질기준 및 실효성 있는 대책 마련
  - 하천유지용수 수질기준은 공급대상 하천의 수질특성을 반영하여 수질 악화를 유발하지 않는 목표 수질 등에 대한 가이드라인 마련 등

□ 하수처리수 재이용 하천유지용수 공급사업

- 물 부족 하천 인근 하수처리시설에 대해 검토 결과 영산강·섬진강 유역 5개 지역 하천에 재이용수 공급가능량 15백만㎥/년(총사업비 307억 원 규모)

〈표3-110〉 2030 영산강·섬진강유역 하천유지용수 공급 목표

구 분	합계	전라북도		전라남도		
		임실	남원	구례	산동 (지리산온천)	순천
공급량 (천㎥/년)	14,850	900	4,500	180	270	9,000
사업비(억 원)	307	38	106	15	12	136

출처 제2차 물재이용기본계획(2021~2030) (환경부, 2020)

- 관련 법정계획, 현황 및 물 수급계획 조사·분석을 통해 사업 타당성 검토 후 사업 우선순위 선정 및 사업모델 마련하여 하수재이용사업 시행

## 라. 기대효과

- 하천 건천화 해소로 수생태 보존 및 친수공간 증대
- 하수처리수 재이용을 통한 하천유지용수의 안정적 공급은 소하천의 건천화 해소와 더불어 수질 개선 효과를 제공하며, 하천유지용수에 적합한 하수처리를 통해 하수처리시설의 점오염 배출부하량의 저감효과를 도모할 수 있음
- 물재이용-수질 관리 연계 강화로 인한 유역의 수질 개선 확대
- 유역관리 삭감수단 확대를 통한 재이용제도 활성화 및 수질 개선

### 3.2.4 상수원 물환경 관리 및 친환경 수처리기술 적용

#### 가. 현황 및 전망

##### □ 섬진강수계 수질 현황

- 「제2차 물환경관리기본계획(2016~2025), 환경부」에 따라 2025년까지 주요 상수원 수질 개선으로 '좋음(Ⅰ)' 등급이 목표로 설정되었으나, 수계 내 장흥댐을 제외한 나머지 상수원 목표등급 미달성
- 수계 내 5개 상수원의 수질은 TOC기준(호소의 생활환경기준) Ⅰa(매우좋음)~Ⅰb(좋음) 등급, T-P 기준 Ⅰa(매우좋음)~Ⅱ(약간좋음) 등급으로 조사됨
- 특히 T-P 기준으로 장흥댐을 제외한 나머지 상수원 목표등급 미달성으로 댐별 점·비점오염원 및 배출부하량 저감을 위한 개선대책 마련 필요

〈표3-111〉 영·섬 주요 상수원 5개소 수질 추이

구분	섬진강댐		주암댐		장흥댐		평림댐		수어댐	
	TOC (mg/L)	T-P (mg/L)	TOC (mg/L)	T-P (mg/L)	TOC (mg/L)	T-P (mg/L)	TOC (mg/L)	T-P (mg/L)	TOC (mg/L)	T-P (mg/L)
'16	1.6	0.010	1.9	0.017	1.8	0.022	2.0	0.016	1.4	0.011
'17	1.9	0.010	2.0	0.014	1.9	0.013	2.5	0.012	1.8	0.009
'18	2.2	0.010	2.1	0.023	1.9	0.015	2.4	0.031	1.7	0.010
'19	2.3	0.015	2.1	0.016	1.9	0.016	2.3	0.024	1.5	0.012
'20	2.2	0.015	1.8	0.014	1.8	0.014	2.1	0.030	1.4	0.018
평균	2.0	0.012	2.0	0.017	1.9	0.016	2.3	0.023	1.6	0.012
목표 기준	2이하 (Ⅰa)	0.01이하 (Ⅰa)	2이하 (Ⅰa)	0.01이하 (Ⅰa)	3이하 (Ⅰb)	0.02이하 (Ⅰb)	3이하 (Ⅰb)	0.02이하 (Ⅰb)	2이하 (Ⅰa)	0.01이하 (Ⅰa)
달성 여부	달성	미달성	달성	미달성	달성	달성	달성	미달성	달성	미달성

출처 물환경정보시스템('16~'20), 호소 내 지점 연평균 수질

#### 나. 문제점

- 섬진강수계의 경우 특정 지역에 오염원이 집중되어 있지 않고 농경지, 축산이 불규칙적으로 분산되어 있어 비점오염에 의한 비중이 높아 비점오염원에 의한 수질 영향 저감방안 마련이 필요
- 전반적으로 타유역에 비해 오염도 및 자연생태계에 미치는 영향이 심각하지 않으므로, 특정 지역에 대한 중점관리보다는 오염원 방지를 위한 사전 예방적 대책이 필요한 상황으로 판단됨(섬진강 유역 비점오염 현황 및 관리방안, 전북연구원, 2016)
- 다만 국가 수질계획 상 영·섬수계 내 일부 상수원의 수질 목표등급 미달성으로 수질 개선방안 마련이 필요하며 현재 유역관리 체계보완을 통한 실질적 성과도출을 위해 단위사업 중심이 아닌 유역 전반을 아우르는 통합 물환경 관리대책 수립 필요



## 다. 추진전략 및 시범사업

### 1. 댐별 맞춤형 물환경 관리 종합대책 마련

- 댐별 수질 목표기준 달성, 조류 발생, 저수용량, 오염원 현황 등 종합적으로 고려한 결과를 바탕으로 유역관리 추진 우선순위 결정을 통한 통합형 유역개선 대책 수립
  - 댐별 특성·오염분포 등 기초 조사 : 유역 특성, 상류 오염원 분포, 정부·지자체의 수질 개선대책, 수질 조사 결과 등 댐별 개선대책 수립을 위한 기초자료 확보
  - 수질 목표등급 달성기준 검토 : 유역모형을 기초 댐별 오염 배출부하량 산정, 수질 목표 달성을 위한 삭감부하량 검토
  - 댐별 맞춤형 저감 대책(점·비점) 수립: 오염 기여율, 개선 효과, 실행력 등을 고려한 댐별 맞춤형 대책 수립, 자원배분 및 사업 시행 우선순위 산정

\* 점대책(환경공영제, 하수처리 강화 등), 비점 대책(저감시설 도입), 기타대책(양분·농업관리 등)

### 2. 친환경 수처리기술을 적용한 마을 하수도 방류수 재처리

- 댐별 맞춤형 대책을 토대로 수질 목표 달성을 위한 실질적 개선 효과가 있는 유역 내 오염원 저감사업실행이 필요
  - 댐 상류 소규모 마을 하수도에 친환경 수처리기술(에코필터링 등)을 적용한 재처리 사업을 통해 유입 오염원 저감 추진
  - 주암댐 상류의 마을 하수도를 대상으로 시범사업을 추진하고, 섬진강수계 내 확대 적용



〈그림3-141〉 마을 하수도 방류수 재처리 개념도

## 라. 기대효과

- 댐별 맞춤형 수질 개선방안 제시로 국가정책목표(제2차 물환경관리계획 수질 목표 ' 좋음') 달성을 제고에 기여
- 댐 상류에 있는 소규모 마을 하수도 방류수의 수질을 개선함으로써 유입하천 및 상수원수의 수질 개선 도모

- ☐ 마을 하수도 방류수의 재처리를 통해 본류의 하수처리수 비율 감소, 재자연화 및 지역 균형적 수질 수준 달성 기여

### 3.3 제 주 권

#### 3.3.1 물 재이용 활성화

##### 가. 현황

###### □ 하수처리 현황

- 2019 하수도 통계상, 국내 공공하수처리시설은 BOD기준 98%의 효율에 달하는 반면, 영산강·섬진강·제주권은 국내 평균치보다 낮은 각각 96.0%, 95.8%, 96.1%의 효율로 BOD 처리 중
- 전국 하수도 보급률(94.3%)은 영산강·섬진강 (제주권 포함) 수계의 공공하수처리구역 보급률(89.2%)과 5.1%의 차이를 보이고 있으며, 농어촌마을 등 취약지역에 대해 소규모하수처리시설 등의 지속보급을 통해 격차를 줄여나가야 함

〈표3-112〉 2019 하수처리 수질 현황

항목	유입 평균(mg/L)				유출 평균(mg/L)				처리효율 평균(%)			
	전국 평균	영산강	섬진강	제주권	전국 평균	영산강	섬진강	제주권	전국 평균	영산강	섬진강	제주권
BOD	163.9	121.3	109.5	247.5	3.3	4.8	4.6	9.7	98.0	96.0	95.8	96.1
COD	93.5	81.9	77.5	122.7	9.1	10.8	10.4	15	90.3	86.8	86.6	87.8
SS	165.6	133.6	100.2	207.9	3.1	4.8	4.7	8.2	98.1	96.4	95.3	96.1
T-N	39.83	37.63	37.41	53.22	10.65	12.21	11.53	12.07	73.3	67.6	69.2	77.3
T-P	4.251	4.489	4.261	5.876	0.290	1.138	1.178	0.810	93.2	74.6	72.4	86.2

출처 2019 하수도통계 (환경부, 2020)

##### 나. 문제점

###### □ 방류수 수질 관리 선진화 필요

- 공공수역 수질 상에 COD 등 난분해성 물질은 개선 효과가 BOD에 비해 뚜렷하지 않음. 더불어, TOC, T-P, T-N 등의 관리강화 필요성은 증가하고 있으나, 하수처리시설은 법적 최소기준만을 달성하는 수준으로 운전하며, 시설별 최적 기법, 유역 목표 수질을 고려한 방류수 수질 기준 차등 적용을 권장할 유인 대책이 부족
- 유역 하수도 정비계획과 연계하여 하수처리시설 신설 또는 개선 시 최적가용기법(BAT) 적용 등 환경청과 지방자치단체 간 협의하여 처리 시설별 방류수 수질 기준 설정, 녹조 발생지역, 지류 총량제 시행지역 등 수질 민감지역 중심의 영양염류(T-N, T-P 등) 방류수 기준 강화방안 검토 등 필요

□ 소규모하수처리시설 설치·운영 관리화 필요

- 마을 하수처리시설의 공법 및 운전방법이 상이하고 너무 다양하여 유지관리 어려움. 정화조의 경우 수세식 변기 이외의 오수는 처리되지 않으며, 전국 하수발생량의 약 4.7%(749천톤/일)의 오수가 미처리된 채로 수계로 방류
- 하수도법 시행령 제24조 제2항에 따르면, 하수처리구역 밖에서 1일 오수발생량 2㎥ 이하인 경우 정화조만 설치 가능. 1일 오수발생량 2㎥이하인 건축물 등에 대해서도 정화조 대신에 오수처리시설을 설치하도록 하는 방안 검토하는 등 수질 관리가 시급한 지역부터 점진적으로 시설전환 추진

## 다. 추진전략 및 시범사업

### 1. 유역 단위 하수도 관리체계 수립

□ 실행력 있는 유역 단위 관리체계 수립

- 현 하수도 관리체계는 유역 내 지자체의 하수도정비 기본계획을 바탕으로 취합하는 형태로 수립되는 등 유역 계획으로서의 차별화가 부족하며, 유역 계획수립 후에도 행정구역 단위로 하수도 관리를 수행하여 유역 계획의 이행실태를 평가하고 계획 간 연계성 등 문제점 개선을 위한 시스템 부재
- 유역 내 단독 하천유역(지방하천 중심, 소유역) 규모의 ‘유역 하수도 중점추진지역’ 선정 시범운영 및 시설 간 연계 운영, 유역의 목표 수질을 고려한 방류수 수질 기준 설정 등 유역 하수도 최적 관리 모델 개발 필요
- 지자체 조합, 민간위탁, 지방공사, 공사·민간 공동위탁 등 통합 관리조직을 활용한 실행체계 마련 필요. 향후 통합관리 참여 지자체에 하수도 신규, 정비·개량 사업 국고 우선지원 등 인센티브 부여 방안과 수질오염총량제와 연계한 단위유역별 관리방안 마련 검토, 하수처리 비용분담 방안 등 실질적 추진계획 마련 필요

### 2. 하·폐수처리수 재이용을 통한 유역 물환경 개선

□ 현황 및 여건

- 시설 및 행정구역 중심의 제한된 재이용 체계를 개편하여 유역기반 수질 관리 수단으로 활용 필요
  - 유역물관리종합계획, 물환경관리계획, 유역하수도정비계획 등 물환경 관련 계획과 제도가 유역기반으로 수립 및 이행되고 있으나 현행 물 재이용계획과 운영은 이를 고려하지 못함
- 물환경관리체계와 연계하기 위한 하수처리수 재이용의 오염부하량 저감 및 수질 개선 효과에 대한 과학적·객관적 자료 미흡하여 하수처리수 재이용 연계 및 역할에 대한 객관적 평가 불가

- 재이용계획과 수질오염총량관리계획 간의 효율적 연계체계 부족
  - 하수처리수 재이용은 안정된 부하량 삭감방법임에도 수질오염총량 삭감방안의 활용도가 낮고 삭감승인에 대한 비효율적 절차로 인해 적극적 반영이 부족
  - 연계체계 부재로 삭감량 발생에 대한 총량제도 반영이 어려움

#### □ 정책 방향

- 유역물관리종합계획, 물환경관리계획 등 물환경 관리체계와 연계한 유역기반 하수처리수 재이용수 활용방안 마련
  - 용도별 기준 및 항목을 유역 내 수질 관리 개선체계와 연동하여 조정할 수 있도록 제도개선
  - 하수처리수 재이용을 활용한 오염부하량 저감 및 수질 개선 관련 자료 구축 확대 및 효과 평가
- 하수처리수 재이용의 수질오염총량관리제 삭감승인 활성화
  - 수질오염총량 기본방침, 오염총량 관리기술 지침 등에 하수처리수 재이용을 우선적 삭감수단으로 활용하도록 제도개선
  - 하수처리수 재이용계획 수립 또는 변경 시 총량기본계획 및 시행계획에 반영할 수 있도록 절차 개선

### 3. 하·폐수처리수 재이용을 활용한 하천 건천화 개선

#### □ 현황 및 여건

- 생태하천 조성 및 건천화 방지 등을 위해 다양한 하천 복원사업을 추진해 왔으나 지속가능한 하천유지유량 확보수단으로 하수처리수 재이용을 활용한 노력은 미흡
- 하수처리수의 수질(냄새, 색도 등) 적정성과 친수용수로서의 심미적 거부감 등에 따라 지류 지천관리를 위한 하수처리수 재이용 활성화 미흡
  - 하수처리 방류수 수질 기준과 연계한 하천유지용수 및 친수용수 수질 기준 개선 및 주민 인식개선 필요
  - 물순환 관점에서 건천화 방지를 위한 실수요 기반의 하천 유지용수 공급계획 수립 필요

#### □ 정책 방향

- 물순환/물수지 분석 기반 체계적 하천 유지용수 공급 타당성 검토 및 활용방안 마련
  - 지자체별 물재이용관리계획 수립 시 하천 건천화 현황조사 및 체계적 개선 계획수립
- 하수처리수 재이용수의 하천유지용수 공급 합리적 수질기준 및 실효성 있는 대책 마련
  - 하천유지용수 수질기준은 공급대상 하천의 수질특성을 반영하여 수질 악화를 유발하지 않는 목표 수질 등에 대한 가이드라인 마련 등

☐ 제주도 하수재처리수 활용 확대

- 하수재처리수를 도심지 숙박 시설의 청소용수, 기타용수와 조경용수, 친수용수 등 다양한 용도로 활용 확대

## 라. 기대효과

☐ 하천 건천화 해소로 수생태 보존 및 친수공간 증대

☐ 하수처리수 재이용을 통한 하천유지용수의 안정적 공급은 소하천의 건천화 해소와 더불어 수질 개선 효과를 제공하며, 하천유지용수에 적합한 하수처리를 통해 하수처리시설의 점오염 배출부하량의 저감효과를 도모할 수 있음

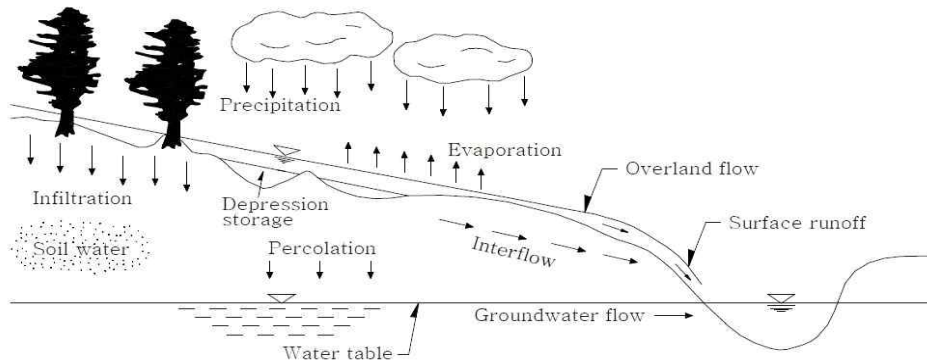
☐ 물재이용-수질 관리 연계 강화로 인한 유역의 수질 개선 확대

☐ 유역관리 삭감수단 확대를 통한 재이용제도 활성화 및 수질 개선

### 3.3.2 제주도 용천수 수질 개선 및 오염원 저감방안 마련

#### 가. 현황

- 제주도는 연평균 강우량이 2,162mm에 이를 정도로 비가 많이 내리는 지역이지만 지질특성으로 하천이 없고 대부분 지하수를 이용함.
- 중산간 이상의 지역에서 강수가 지하로 침투되어, 대수층을 흐르던 지하수가 지층에서 용출되는 것이 용천수가 됨
- 용천수는 제주도가 상수도가 보급되기 이전에는 주요 식수원으로 이용되었으나, 상수도 발달로 용천수 이용률이 떨어지고 산업개발이 진행되면서 훼손 및 방치되는 상황



출처 제주지역 하천유출수 활용을 위한 수문 및 수질특성 기초연구(제주발전연구원, 2009)

〈그림3-142〉 용출수 개념도

#### □ 용천수 분포 현황

- 제주도 내 용천수 총 678개소 (한라산국립공원 내 24개소 포함)이 중 13개소 매립 또는 멸실, 9개소는 위치확인 불가, 총 656개소 확인
- 지역별로 보면 제주시 372개소(56%) 296천 $\text{m}^3$ /일(61%), 서귀포시 260개소(39%) 184천 $\text{m}^3$ /일(38%)로 조사 됨

〈표3-113〉 지역별 용천수 분포 현황

구 분	계	위치확인		매립/멸실	확인불가
	개소	개소	용출량( $\text{m}^3$ /일)	개소	개소
계	678	656	480,499	13	9
제주시	389	372	296,097	11	6
서귀포시	265	260	184,402	2	3
한라산국립공원	24	24	-	-	-

출처 용천수 전수조사 및 가치 보전 활용방안 마련(제주연구원, 2020)

## □ 용천수 이용현황

- 현존하는 678개소 중 상수원으로 이용되고 있는 곳은 17개소(5천<sup>m³</sup>/일), 생활용 100개소(114천<sup>m³</sup>/일), 농업용 44개소(56천<sup>m³</sup>/일), 이용하지 않는 용천수는 508개소(304천<sup>m³</sup>/일)임
- 인구가 많은 제주시와 서귀포시 동지역에 상수원 또는 생활용으로 이용되는 용천수가 집중

〈표3-114〉 제주 용천수 이용현황

(단위 : 개소, <sup>m³</sup>/일)

구 분		합 계	생활용	농업용	상수원	미이용	확인불가
계	개소	678	100	44	17	508	9
	용출량	480,499	114,536	56,489	5,199	304,274	
제주시	개소	404	58	10	14	316	6
	용출량	296,097	76,214	2,329	3,635	213,920	
서귀포시	개소	274	42	34	3	192	3
	용출량	184,401	38,322	54,160	1,564	90,355	

출처 용천수 전수조사 및 가치 보전 활용방안 마련(제주연구원, 2020)

## □ 용천수의 수질

- 용천수 수질은 따로 기준이 있는 것은 아니지만 지하수 용도별 수질기준에서 볼 때 전체 고도에서 질산성질소, 염소이온 모두 먹는물 수질기준을 충족함
- 200m이하 표고 구간의 질산성질소 평균값은 점차 감소하고 중산간 일대에서 농도가 높게 검출됨
- 화학비료와 가축분뇨 등의 인위적인 오염원에 의해 제주도의 지하수 중의 질산성질소 농도가 증가
- 용천수의 염소이온은 주로 해수에 의해 높은 농도값을 갖음. 따라서 해안 저지대에서 고지대로 가면서 표고 구간별 염소이온 평균값이 감소하는 변화 추세가 나타남
- 50m 이하 고도구간에서의 평균 염소이온 농도는 해수에 의한 혼합으로 높게 검출됨

〈표3-115〉 지하수 용도별 질산성 질소, 염소이온 수질 기준

(단위 : mg/L)

구 분	먹는물	생활용수	농·어업용수	공업용수
질산성질소	10	20	20	40
염소이온	250	250	250	500

〈표3-116〉 표고별 용천수 질산성질소 및 염소이온 분석결과

(단위 : mg/L)

구 분	0m	0~50m	50~200m	200~600m	600m초과
질산성질소	4.8	7.7	7.5	1.7	1.3
염소이온	173.3	104.3	19.3	7.7	9.8

출처 용천수 전수조사 및 가치 보전 활용방안 마련(제주연구원, 2020)

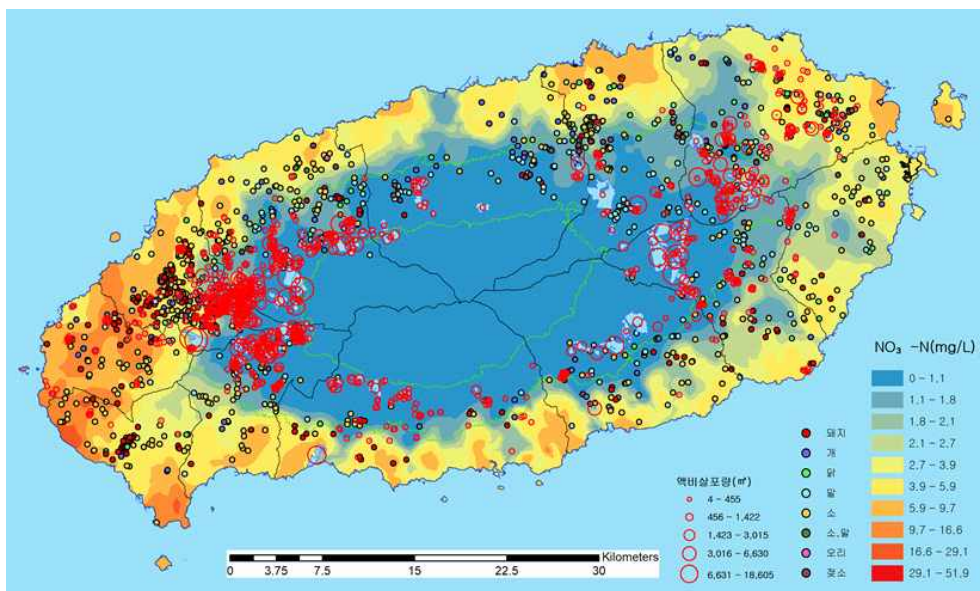


- 지하수는 강수가 토양 및 지질 구조를 투과하는 중에 다양한 성분들이 용해되며, 주요 양이온은 나트륨, 마그네슘, 칼슘, 칼륨 등이 있고, 주요 음이온은 중탄산, 질산성질소, 염소, 황산이온으로 이들 성분이 용존이온의 90% 이상을 차지함
- 산업이 발달된 동부지역에서 양이온, 음이온이 골고루 높은 값을 나타내고 있음
- 축산단지와 농경지가 서부지역에 밀집하고 있어 서부지역의 질산성질소가 높게 검출됨

〈표3-117〉 제주도 용천수 수질 현황

지역	Na <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> -N	Sr	B	Rb
평균	538.9	70.7	32.9	21.8	899.8	133.4	31.3	413.3	222.7	14.1
동부	2,162.7	263.2	95.1	77.3	3,620.8	507.2	24.1	1,404.3	877.8	29.9
서부	284.6	42.3	28.6	13.7	481.9	66.2	47.6	301.5	123.2	11.4
남부	61.8	10.5	10.2	3.9	94.2	35.7	15.6	92.3	29.5	7.7
북부	540.6	71.7	32.8	22.3	901.9	132.0	32.9	410.1	222.5	14.9

출처 제주형 물순환 기본계획(제주특별자치도, 2018)



출처 지하수 수질 개선 및 오염방지 방안 연구 보고서(제주연구원, 2019)

〈그림3-143〉 가축분뇨 배출시설과 액비살포량 및 질산성질소 농도

## 나. 문제점

### □ 관리를 위한 법·제도 부족

- 「제주특별자치도 지하수 관리조례」 제 6조에 따르면 용천수로부터 반경 50m 이내 지역에서는 새로운 지하수 개발 및 이용허가를 제한하고 있으나, 법적으로 관리하고 제재할 수 있는 장치 부족으로 빈번하게 개발사업으로 용천수가 훼손되고 수질이 악화되고 있음.

- 국제 자유도시 종합계획, 도시기본계획 등 법정계획에 용천수 보전이나 관리에 관한 내용 제시되어 있지 않으며, 「제주특별자치도 용천수 활용 및 보전에 관한 조례(2014.1.15. 제정)」는 상위법령에 근거하지 않고 제정·시행되고 있어 실제로 집행하기에는 어려움이 있음
- 용천수 정비사업 기준 및 제도 없이 부적절한 방법으로 시행된 곳들이 많음. 대한 구체적인 정비사업 기본지침과 가이드라인 필요

□ 용천수 훼손

- 관광산업 발달로 인해 급격한 개발 및 정비사업으로 해안매립, 해안도로 개설, 관광지 개발 등이 이루어지면서 많은 용천수가 훼손되고 있으며, 무분별한 관정개발 등으로 지하수를 끌어가며 용출량이 줄어들거나 고갈되는 상황
- 용천수 보호에 관심이 높아지며 정비사업을 곳곳에서 시행하였지만 대부분 부적절한 방법으로 시공되어 용출량 감소, 녹조 발생, 물 썩음 또는 고임, 부적절한 자재 사용, 원형 훼손 등으로 관리 필요

□ 용천수 수질 악화

- 용천수 주변 및 상류 지역의 도시화, 농경지화와 각종 오염물질의 유입 등으로 수질이 악화된 용천수들 증가
- 중산간 지역은 가축분뇨 액비 살포 지역이 많이 분포되어 있고, 서부지역 가축분뇨 배출시설이 많이 분포하고 있어 지하수의 질산성질소 농도가 높은 값을 나타내고 있음. 개인 하수처리시설의 경우 제주시 애월, 한림, 조천 등 도심지와 관광지 쪽에 밀집되어 있어 처리시설 배출수에 의한 오염도 우려됨.

## 다. 추진전략 및 시범사업

□ 용천수 보존구역 지정

- 용천수를 보전 관리하기 위해서 관리구역을 지정하고 상태에 따라 조치 방안 수립 필요
- 용천수 보존구역에는 용천수 보호구역(수량-수질에 직접적인 영향을 미치는 지역)과 유역 보호지역(용천수로 지하수를 공급해주는 지역) 모두 고려하여 설정할 필요가 있으며, 보존구역 지정을 위해 수량, 수질, 보전 정도, 유래, 특이성, 주민과의 친밀도 등 평가기준 수립 필요
- 용천수는 대부분 해안에 집중되어 있으므로 주거지에 인접한 경우가 대부분임. 용천수 보존구역 지정은 현실적인 단계적 접근. 중산간 지대에 있는 용천수를 우선으로 선정하여 단계적으로 접근하는 것이 필요

〈표3-118〉 보존구역 지정기준 예시

평가 분야	점수	평가항목
역사·문화적 가치	3	과거 용천수 개발·이용과 관련된 역사적 기록이나 기념비가 있어 역사적·문화적 보전가치가 높음
	2	전설, 설화, 유래(항토지, 마을지)가 전해져 내려옴
	1	역사·문화적 가치에 대한 자료가 없음
	0	역사·문화적 가치가 없음
접근성	3	접근이 용이하고 언제든지 이용 및 관찰이 가능
	2	접근은 용이하나 만조 시 바닷물에 잠김
	1	절벽, 하천(계곡)에 위치하여 접근성이 나쁨
	0	접근성은 있으나 용출이 되지 않아 평가 불가
용출량	3	1일 1,000t 이상
	2	1일 500~1,000t
	1	1일 500톤 미만
	0	용출량 측정 불가
수 질	3	질산성질소 농도 10mg/L 이하, 염소이온 250mg/L 이하, 또는 전기전도도 500 $\mu$ S/cm 이하
	2	질산성질소 농도 10~20mg/L, 염소이온 250~500mg/L, 또는 전기전도도 500~1,000 $\mu$ S/cm
	1	질산성질소 농도 20mg/L 이상, 염소이온 500mg/L 이상, 또는 전기전도도 1,000 $\mu$ S/cm 이상
	0	용출이 되지 않아 수질측정 불가
주민 이용도	3	보호 및 이용시설이 양호하고 상시 이용
	2	보호 및 이용시설이 다소 미흡하고 비정기적 이용
	1	보호 및 이용시설이 없고, 이용하지 않음
	0	용출이 되지 않아 이용 불가
관리상태	3	주변 환경 관리(주기적 청소) 양호
	2	주변 환경 관리(청소 불량, 녹조류 번식) 다소 미흡
	1	주변 환경 관리 미흡(이용시설 내 쓰레기/이물질, 시설 훼손)
	0	관리되지 않고 방치된 상태

출처 용천수 관리계획(제주특별자치도, 2016)

## □ 용천수 보전·관리 법적 근거 마련

- 용천수 보호구역 지정 및 관리, 용천수 이용 가이드라인, 용천수 정비사업 가이드라인, 용천수 수질 관리기준 등이 실효성 있게 운영되기 위한 법적 근거 필요
- 「지하수법」에 준하는 용천수 관련 법 제정 또는 지하수법에 용천수와 용출부가 관리범위에 포함 되도록 지정 및 명시 필요
- 용천수의 체계적인 관리를 위해 행정체계 개선과 업무 배분, 행정기관의 용천수 관련 전문가 배치 등 조직의 전문성을 확보해야 함

## □ 오염원 저감방안 마련

- 용천수는 강수가 지표를 통해 침투하여 지하수 형태로 이동하기 때문에 용천수 수질 개선을 위해서는 용천수(지하수)에 영향을 미치는, 지층으로 침투되는 오염원 관리가 필수이므로, 토지이용이 지하수에 영향을 미치는 용천수 유역에 대하여 제주도 토양 특성에 맞춘 영향분석 및 평가 필요

- 용천수 주변 관정에 따른 수질, 수량, 오염에 대한 영향조사 후 오염원인이 되는 관측정 정비계획 수립 및 시행

□ 수질 모니터링체계 구축 및 수질 기준 제정

- 현재 관측된 용천수 모니터링 자료는 강수에 의한 수위 변동을 파악하는 용도로밖에 사용할 수 없으며, 관측의 뚜렷한 목적성을 찾아보기 어려움
- 따라서 모니터링을 함에 있어 목적성을 명확히 하고 체계적으로 관측 방법을 마련할 필요가 있음
- 특히, 현재 제주도 용천수와 관련하여 활용 가능성 수질오염 조석 영향 등의 문제가 이슈화되고 있으며 이와 관련한 문제를 해결하기 위해서는 다음과 같은 목적과 관측 방법이 적용되어야 함
  - 용천수 활용 : 용출량 조사 및 수질 검사(생활 및 농업용 등 활용 용도 고려)
  - 수질오염 : 주요 수질오염 지표에 맞게 월 또는 분기별 수질 모니터링
  - 조석 영향에 의한 수량 및 수질변동 분석 : 용출량 및 전기전도도(또는 염소이온)

□ 용천수 흐르는 하천, 습지 생태조사

- 용천수가 흐르는 곳의 경우 내륙습지가 형성된 곳이 많음. 은어, 송어 등의 어류부터 동식물 플랑크톤까지 고유의 생태구조를 형성하고 있음
  - 용천수는 수질이 우수해서 용천수로 이루어진 외도천, 강정천에는 은어가 서식하는 것으로 조사됨
- 생태학적 관점에서 용천수에 서식하는 동식물 생태 현황과 기수역(용천수와 바닷물이 섞이는 지점)의 생태구조에 대한 조사 필요
  - 기수역에는 은어 등의 어류뿐만 아니라 다양한 생물이 서식하는 생태계가 형성됨
  - 특히, 옹포천, 화북천 등 기수역 지역에서는 환경부 지정 멸종위기종 2급인 기수갈고둥이 서식하고 있음

□ 용천수 정비사업 추진

- 용출지점 현황 및 운영실태를 조사 후 훼손 또는 정비가 필요한 지점에 수립되는 용천수 정비사업 가이드라인에 따라 정비사업 추진
- 용출지점을 훼손하지 않으면서 용천수 고유의 자연성이 유지되고, 용천수의 흐름이 유지되어 녹조, 물 고임 등의 현상이 발생하지 않으며, 주변 경관과 조화를 이루도록 인위적인 시설물을 자제하고 역사적 가치가 훼손되지 않도록 해야 함
- 정비사업 시행 전 용천수 정비 관련 전문 업체를 사전 심의를 통해 선정하고 정확한 지침에 따라 정비될 수 있도록 감독 필요
- 정비사업의 지속성을 위해 용천수 정비 후 정기적으로 용천수 용출량, 관리상태, 추가 개선사항 등 모니터링 필요

## □ 용천수 회복 시범사업 추진

- 보존가치를 지닌 용천수를 우선 대상으로 하여 용천수 자연성 회복 시범사업 추진하고, 용천수 보존구역 지정에 위한 평가결과를 토대로 회복 가치가 있는 용천수를 사업 대상 용천수로 선정하여 시범사업 추진
- 수량-수질 복원기술 연구, 오염원 정비사업과 연계하여 사업 추진계획 수립하고, 복원 후 수량-수질 모니터링과 연계하여 사후 검토 및 경제성 분석

## □ 용천수 향토유산 또는 문화재 지정

- 산업개발로 매립 또는 고갈되거나 지형 변형 등 다양한 이유로 용천수가 소실되고 있으므로 보존 및 관리 필요
- 「제주특별자치도 향토유산 보호 조례 (이하 '향토유산 조례')」에 따른 향토유산으로 지정 시 향토유산 조례에 따라 관리자를 지정, 원형이 변형되지 않도록 보존·관리, 연 1회 이상 정기점검 및 필요한 조치 등의 관리를 할 수 있음
- 이에 따라, 용천수를 향토유산으로 지정한다면 정기적인 점검과 원형 보존 등 관리 가능

## 라. 기대효과

## □ 용천수 보전 및 관리방안 개선

- 용천수의 수량·수질을 법적 제도를 통해 체계적인 보전·관리 가능
- 용천수의 자연성을 유지·회복시킬 방안이 마련되어 용천수의 자연성 회복
- 향후 제주도의 각종 개발사업 시행 시 지침으로 활용함으로써 용천수에 미치는 영향 최소화 가능

## □ 용천수 수질 개선

- 제주도의 토지이용에 따른 오염원 조사 및 저감방안 마련으로 용천수 관리기반 구축
- 용천수의 수질 변화를 관리할 수 있는 모니터링체계 구축으로 수질 변화에 대응 가능

### 3.3.3 제주도 지하수 가치증대를 위한 수자원 이용 관리강화

#### 가. 현황

##### □ 제주 수자원의 가치 강화

- 마시는 물은 청정가치를 더욱 높이고 쓰고 버리는 물은 재활용하여 이용할 수 있는 지속가능한 물순환체계를 구축하고 미래세대와 가치를 공유하며 보다 안전하고 책임감 있는 수자원 관리체계 확립

##### □ 환경·사회 여건변화로 지하수 오염요인 증가와 갈수기 시기의 지하수 공급 부족

- 제주는 투수성이 좋은 다공질 화산암층으로 지하수 함양률이 전체 평균 44.5%를 나타내고 이는 내륙지역 평균 지하수 함양률보다 3배 높은 수치
  - 관정에서 채수 가능한 지하수량은 내륙지역보다 10배 정도 많지만, 지하수 채수에 따른 수위 강하량은 미미함
  - 지역적 지하수 오염요인 증가와 갈수기의 일시적 지하수 부족 현상은 지속적으로 발생

#### 〈 지하수 현황 〉

- 총강수량 : 연간 39억 5천 2백만 톤 (연평균강수량 2,162mm)
- 증발산량 : 연간 13억 7천 9백만 톤 (총 강수량의 34.9%)
- 직접유출량 : 연간 9억 7천만 톤 (총 강수량의 24.5%)
- 지하수 함양량 : 연간 16억 4백만 톤 (총 강수량의 40.6%)
- 지하수 지속이용 가능량 : 연간 6억 5천 2백만 톤 (지하수 함양량의 40.6%)

출처 2018~2022 제주특별자치도 수자원관리종합계획(보완), 1998~2017년 분석자료

##### □ 증가하는 농업용수의 수요는 지하수에만 전적으로 의존하고 있는 제주도의 수자원 이용·공급에 위협요인으로 작용함

- 지하수 이용량 중 생활용이 56.5%, 농어업용이 41.9%, 공업용이 1.3%로 나타남
- 다량의 농업용수를 필요로 하는 작물 재배 및 시설작물 재배 면적이 증가하면서 갈수기 농업용수 최대 수요시 취수원의 수량이 급격히 줄어드는 현상 발생
- 현재 농업용수 개발 및 공급체계가 소규모 관정 위주의 독립적 운영체제로 구축되어 있어 지하수 개발 허가량 대비 용수의 광역적 공급 및 효율적 활용이 어려움
  - 지하수 이용 의존도를 낮출 수 있는 대체수자원이 필요하지만, 용천수 19만 톤(11%), 빗물, 지표수 등 대체수자원 이용률은 10만 톤(6%)으로 미미한 수준임
  - 특히 농업용수의 대체수자원 공급 대책으로 저수지를 이용하고 있으나, 수질 상태가 나빠 공급이 원활하지 못하며, 농업용 물 저장시설 사업과 용천수의 농업용수 전환이용도 미미함

## □ 여건변화에 따른 지속가능한 물관리 및 이용 패러다임으로의 전환 필요

- 제주특별법 제정·운용으로 제주지역 특성과 여건에 맞는 지하수 관리체계 확립
- 2013년 ‘제주특별자치도 수자원관리종합계획’을 시작으로 수자원의 통합적 관리로 전환하고 있는 단계이며 보다 실효성 있고 지속가능한 수자원 관리 필요
  - 기존 제주도 수자원관리정책은 지하수 용수이용 측면에 의존하여 기후변화에 따른 호우, 가뭄 및 해수면 상승, 수질오염에 따른 능동적인 대처가 미흡함
- 장기적이고 체계적인 지하수 조사 및 관리계획 등 시행을 통해 지하수 수량관리의 틀을 마련하였으나, 기후변화 및 제주도의 여건변화(관광객 및 인구증가, 개발사업 시행 등)에 따른 기존 관련 계획의 예측이 현황과 달라짐

## 나. 문제점

## □ 지하수의 오염방지와 수자원의 체계적 관리를 위해 더욱 강화된 공공의 역할 필요

- 개발사업으로 인한 지하수 오염요인 증가로 취수원 수질이 악화됨
- 일정 기간마다 지하수 개발·이용 기간 연장 허가를 진행하고 있으나 실제 이용량을 고려한 허가량을 조정하지 못하고 있으며, 지하수의 배타적 독점적 이용인식은 공공관리를 어렵게 하는 요인으로 작용
  - 2014년 기준 지하수 개발·이용허가량 대비 실제 이용량은 37.4 %에 불과
  - 지하수를 공공의 자원으로 규정하고 있으나 기 허가자에게 불필요한 기득권 보장과 새로운 지하수 개발 수요 차단, 지하수 지속이용가능량 잠식, 미이용 관정 정비 기피 등으로 지하수 개발 이용에 대한 공공적 관리가 어려움
  - 도시지역의 경우 시가지화 또는 업종변화 등으로 장기간 지하수를 사용하지 않거나 소량 사용 관정이 다수 존재하여 체계적 관정 정비가 시급함

〈표3-119〉 지하수 개발·이용 허가 및 이용량 현황

(단위: 천㎥/일, %)

구분		계	생활용	농어업용	공업용	먹는샘물 제조용
계	공수	4,818	1,432	3,231	148	7
	허가량	1,579.1	642.5	906.0	26.8	3.8
공공	공수	1,389	457	923	3	6
	허가량	1,217.6	503.4	709.2	1.4	3.7
사설	공수	3,429	975	2,308	145	1
	허가량	361.5	139.2	196.8	25.4	0.1

출처 2018~2022 제주특별자치도 수자원관리종합계획(보완), 2017년말 자료

□ 상수도 시설의 노후화와 상수원의 분산운영으로 불안정한 용수공급 발생

- 노후 상수관은 1,784km로 총연장 5,048km 대비 약 35%이며 균열에 의한 파손 등으로 인해 수질 악화 및 누수 현상이 발생하고 있으나 관망에 대한 정확한 현황 및 누수 지점에 대한 파악이 어려움
- 제주의 지리적 특성상 자연유하 방식의 상수 공급체계를 갖기 어려우므로 정수장 및 광역상수도 관망에서 배수지까지 가압이 필요하며 이에 따른 에너지 소비와 수압에 따른 누수 문제 발생 가능성이 높음
- 상수원이 마을 단위로 분산되어 있고 용수공급체계의 연계성이 미흡하여 갈수기 및 여름철 물사용량이 많은 최대용수 수요기에 일부 지역에서 물 부족 발생

□ 지하수 오염요인의 증가로 선제적 대응을 반영한 방지대책 마련 시급

- 하수 관로 및 관련 시설 조성 및 개선을 추진하고 있으나 개인 하수처리시설과 가축분뇨 공공처리시설 등에 대한 공공관리의 한계가 나타남
- 농작물 지배에 따른 화학비료 사용, 축산분뇨 등에 의한 영향으로 지하수의 질산성 질소의 농도가 증가하고 있음
  - 지하수의 질산성 질소 농도는 제주 서부지역에서 높은 값을 나타내는데 이는 이 지역의 농경 및 축산활동에 따른 오염으로 추정됨
- 지하수에 대한 의존도가 높은 제주도의 특성상 비효율적 농업용수 및 상수공급은 지하수 과다이용의 원인이 되고 쓰고 버리는 물에 대한 부적절한 처리와 비료와 농약 등으로 인한 토양오염은 지하수 오염의 원인이 됨
  - 지하수의 보전·관리 및 효율적 이용, 상수공급체계의 효율성 증대, 발생하수와 축산분뇨의 청정한 처리가 지속가능한 제주도 물이용의 기본이 될 것으로 판단

## 다. 추진전략 및 시범사업

□ 지하수 청정가치 극대화를 위한 보전·관리 강화

- 지하수의 질적 가치 보전을 위하여 공공 주도 관리강화
  - 지하수 청정지역의 보전을 위해 지하수자원 특별관리구역 추가 지정 및 재평가 등을 통한 선제적 관리체계 강화
  - 사설 지하수 개발의 신규허가를 억제하고 지하수 이용 용도 변경 제한을 통한 지하수 관리강화 제도를 개선
  - 물이용 용도에 따른 대체수자원 활용 증진을 위해 지역별로 활용 가능한 수자원(빗물, 하천유출수, 하수처리장 방류수 등)의 이용률을 높이기 위한 지원방안 필요



- 지하수를 개발과 이용 대상에서 보전과 관리의 대상으로의 지속적인 인식 전환 필요

#### □ 건강하고 안정적인 용수공급체계 마련

- 사회적 여건과 기후변화에 대응하기 위한 안정적인 용수 공급계획 수립
  - 인구 및 관광객 증가에 대응하여 안정적 용수공급을 위한 정수시설 고도화 및 수원 다양화
  - 지하수 오염 가능지역에 안정적인 용수공급을 위한 방안 마련
  - 농업용수의 지하수 이용 비중을 점차적으로 축소하기 위하여 권역별(마을 단위) 농업용 저수조와 공급체계 구축
- 청정 수자원의 보전과 효율적 공급을 위한 상수도 공급체계 정비
  - 취수원 수질 모니터링 강화 및 지역 간 물 이송 체계구축으로 상수원 보전 및 지역별 용수공급 불균형 해소

## 라. 기대효과

#### □ 제주의 자원과 생태적 가치를 유지하고 관련된 정책 방향 제시

- 자연의 가치를 존중하면서 보전과 이용을 조화할 수 있는 정책 방향 제시
- 제주의 핵심자원인 지하수가 미래에도 고부가가치화 자원으로 활용될 수 있도록 오염되거나 가치저하가 되는 것을 방지
- 한정된 수자원을 보전하고 효율적으로 이용하기 위해 지하수 함양량 변화, 기온 상승에 따른 물 수요량, 해수면 상승에 따른 염수 침투에 선제적 대응 가능

#### □ 기본적 물공급 개념에서 건강 보건, 방재, 접근성, 수원의 다변화 등과 같은 사회 수요의 변화에 대응하기 위한 수자원의 관리체계

- 여건변화에 따른 지속가능한 물관리 및 이용 패러다임으로의 전환 필요
- 증가하는 농업용수의 수요는 지하수에만 전적으로 의존하고 있는 제주도의 수자원 이용·공급에 위협요인으로 작용함
- 지하수 오염의 원인이 되는 점·비점 오염원의 대응 강화

## 4. 더불어 사는 강

### 4.1 영 산 강

#### 4.1.1 통합물관리를 위한 거버넌스 구축

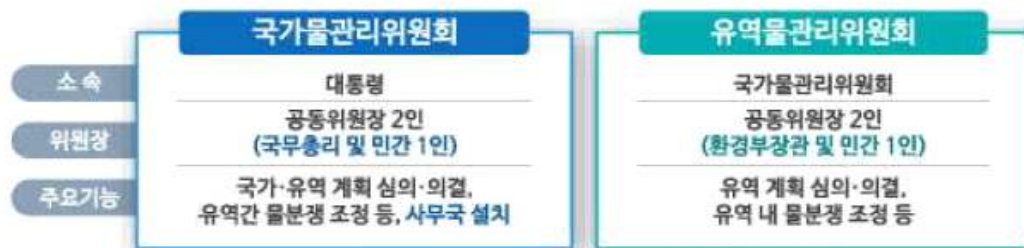
##### 가. 거버넌스 현황

###### □ 영산강·섬진강 유역물관리위원회

- 2019년 9월 16일 유역물관리위원회가 출범하여 물관리기본법에 제시하고 있는 유역물관리종합계획의 수립, 지자체장이 제출한 유역 내 물관리 관련 계획의 해당 유역계획과의 부합 여부, 물의 적정 배분을 위한 유역 내 물 이동 등을 심의·의결하며, 유역 내에서 발생한 물분쟁을 조정하는 역할 수행
- 영산강·섬진강유역 물관리위원회는 ‘물관리 기본법’에서 제시하고 있는 물관리의 기본 원칙 중 하나인 유역 단위 물관리를 실현하기 위해 구축되었고, 민간위원, 유역 내 관계 시·도지사, 중앙부처 소속 공무원, 공공기관으로 구성되었으며, 유역 내에서 발생한 물분쟁을 조정하는 역할을 수행

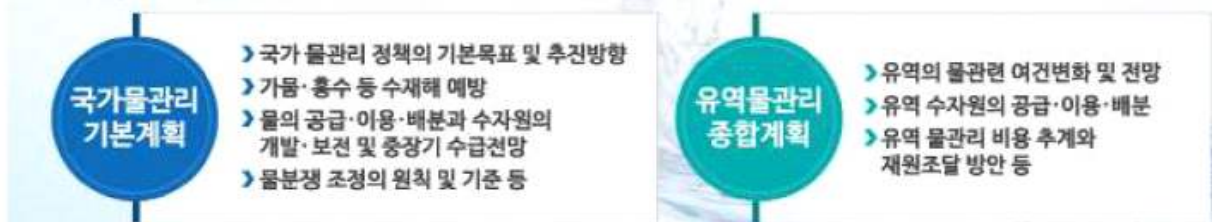
##### 국가·유역물관리위원회

국가·유역물관리기본계획의 심의·의결, 물분쟁 조정, 국가계획 이행여부 평가 등 물관련 최상위 기구



##### 국가·유역물관리기본계획 등

국가, 유역단위 통합물관리를 위한 최상위 계획으로 활용



출처 통합물관리 비전 포럼 4차 전체 회의 (송현근, 2018)

〈그림3-144〉 물관리기본법에 따른 국가 및 유역물관리위원회 구성 및 역할

## □ 수계관리위원회

- 영산강·섬진강수계 물관리 및 주민지원 등에 관한 법률('02.1.14), 영산강·섬진강수계관리위원회 규정('02.8.8) 등에 따라 설립됨. 수계관리위원회, 실무위원회, 자문위원회로 구성되어있음
- 영산강·섬진강수계 상수원 수질 관리를 위한 현안 사항 협의·조정을 목적으로 영·섬 수계의 수질 개선을 위한 오염물질 삭감 종합계획과 물이용부담금의 부과 및 징수에 관한 사항, 수계관리기금의 운용 및 관리에 관한 사항, 수변구역 등의 토지매수에 관한 사항, 규제지역의 주민지원사업 계획에 관한 사항, 수질 보전을 위한 민간단체의 수질 감시활동의 지원에 관한 사항을 중심으로 운영 중



〈그림3-145〉 수계관리위원회 구성체계

〈표3-120〉 기구별 구성 및 역할

기 구	구 성		역 할	비 고
수계관리위원회	환경부차관 국토교통부 관련국장 산림청 관련국장 광주광역시 부시장	전라북도 부지사 전라남도 부지사 한국농어촌공사 사장 한국수자원공사 사장	수계관리 현안사항 협의·조정	법 제35조
실무위원회	영산강 유역환경청장 전북지방환경청장 익산지방국토관리청 관련국장 서부지방산림청장	광주광역시, 전라북도, 전라남도 관련국장 한국농어촌공사, 한국수자원공사, 한국산업단지공단 상임이사	위원회 상정안건 실무적 검토·조정	위원회 규정 제6조
자문위원회	주민대표, 시민사회단체 대표 산업체 대표, 환경관련전문가		위원회 안건의 전문적인 조사·연구 및 자문	위원회 규정 제4조
사무국	별도 조직 구성없이 영산강유역환경청장이 업무 대행		물이용부담금 부과·징수, 수계관리기금 운용	위원회 규정 제7조

□ 영산강·섬진강 상생협력위원회

- 영산강·섬진강 상생협력위원회는 유역 내 행정구역인 전북, 전남, 경남, 제주지역의 NGO, 학계, 물 전문가 및 언론, 법조계 인사 등으로 구성되어 갈등관리 현황과 사례의 주제 발표 및 토론을 통한 문제 해결 제언을 목적으로 운영되고 있으며, 영산강권역의 거버넌스 협력 강화를 추진 중
- 수량과 수질의 불균형으로 발생했던 지역 간 물 관련 오래된 쟁점이 유역 통합물관리 측면에서 유역 내 물 문제를 공유하고 대안을 마련해 성공적인 상생의 플랫폼을 추진 중

## 나. 문제점

□ 기존 거버넌스 체계 소통 부족

- 거점별 정책 결정 기관과 주요 이해관계자 간 상시 소통·협의·의견 수렴·피드백 등이 부족하므로, 이를 확립하여 정책참여 촉진체계의 마련이 필요
- 다양한 주체의 책임성 있는 참여가 보장되지 않아, 유역 차원에서 현장 실행형 거버넌스 구축이 어려우므로 지속가능성이 확보되지 않음
- 물관리위원회는 통합물관리 방안에 중점을 두고 있고, 상생위원회는 개별안건에 대한 논의를 추진하여 협의체 간 정책 및 유기적인 연계가 부족

## 다. 추진전략

### 1. 통합거버넌스 구성·운영

□ 영산강 통합 유역 거버넌스 확립

- 제2차 물환경관리 기본계획에 따라 수계관리위원회를 중심으로 통합 유역거버넌스를 확립을 추진 중
- 중앙정부 주도의 정책(Top-down)방식에서 벗어나 지역 상생발전과 연계한 유역 중심의 거버넌스 구축 및 다양한 이해관계자가 참여하고 수요에 대응할 수 있는 유역 차원의 물관리 의사결정의 거버넌스 원칙 확립 및 공감에 대한 확산을 추진 필요
- 국가·유역 물관리위원회 등 민·관·학 거버넌스 체계 정비 및 활성화를 추진해야 하며, 지역 특화된 합리적 대안 마련을 위한 유역 자치모델의 자연성 회복과 유역별 물 갈등 현황 분석 및 관리 방안을 마련 필요
- 상·하류 주민, 전문가, 시민단체 등 다양한 이해관계자와 환경·사회·경제적 평가 및 대안 마련을 위해 거버넌스 체계를 정비하고 활성화 필요

## □ 중소유역 거버넌스 연계 운영

- 중소유역 주민참여형 거버넌스에서는 대상 지역 주변에 살면서 현장의 문제를 가장 잘 알고 있는 지역주민으로 하여금 유역 거버넌스의 일원으로서 활동하여 문제의 원인을 정확하고 구체적으로 파악 및 지역주민 환경의식 고취 가능
- 유역위원회와 중소유역 거버넌스 활성화를 위해 다양한 방안 검토
  - 지역 특성을 반영하여 하부구조가 될 수 있는 방안을 제시하여야 함
  - 하부구조에서 제안하는 현장 물문제를 해결할 수 있는 행정의 새로운 루트를 만들어 행정구역의 협의를 통해 적절한 운영방안 마련이 필요함



출처 통합물관리를 위한 한강 유역 거버넌스 구축방안 (강원연구원, 2018)

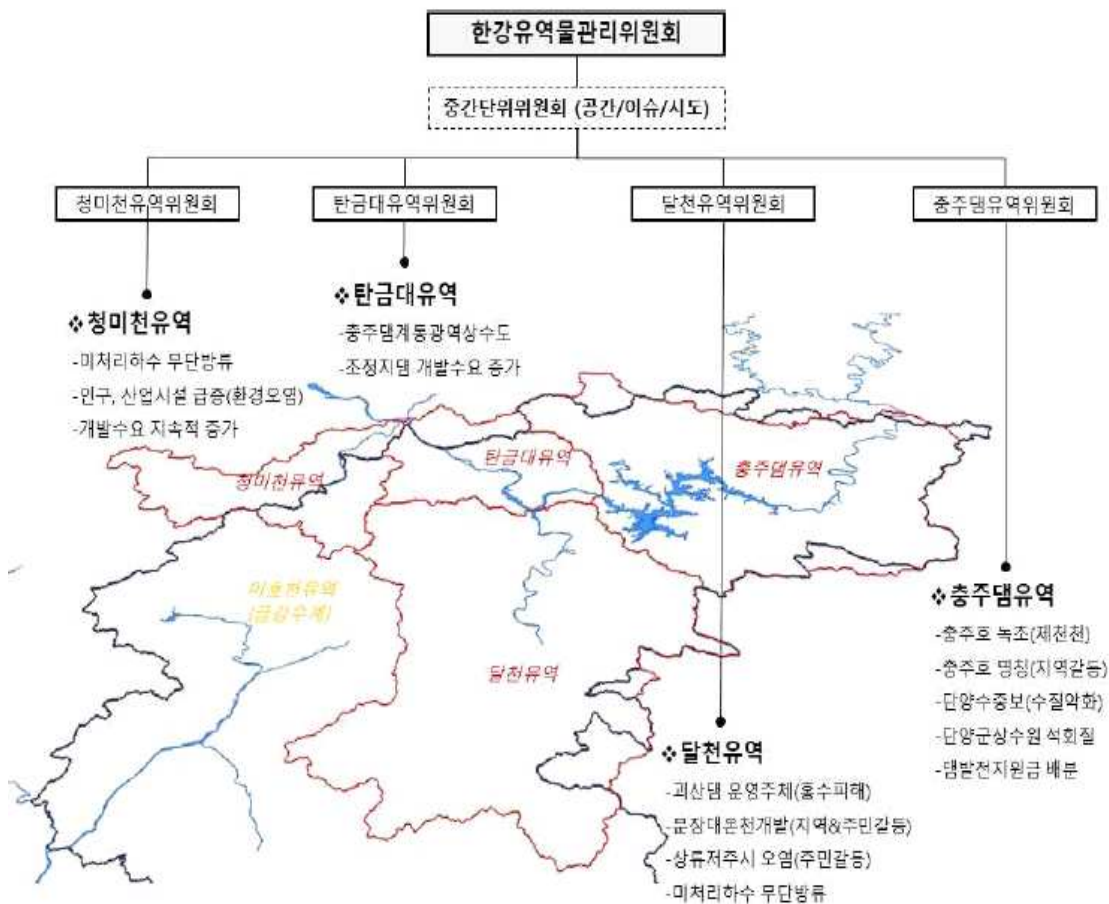
〈그림3-146〉 중소유역 거버넌스 프로세스

- 중소유역 거버넌스, 중간조직, 유역물관리위원회로 기본 틀을 구축하여 현장 물문제 해결을 위한 체계를 구축하여야 함
  - 영산강 보 처리 방안에 대해 지역주민 중심의 물관리 거버넌스를 시범 구성·운영하여 농업 저감기술 시범 적용, 하천 수질 모니터링 등 하천환경 개선에 이바지할 수 있음
  - 지역주민 등 소유역 물관리 거버넌스를 통해 수계위원회의 환경기초조사사업에 보 처리 방안으로 시금해진 현안 과제 수행 및 유기적인 협업을 추진하여야 함



〈그림3-147〉 중소유역 거버넌스 구성체계

- 행정기관에서 담당하기 어려운 현장문제 파악 및 해결의 한계점을 해소할 수 있으며, 지역의 언론, 지방의회 등과 연계하여 관심 촉진이 가능하도록 하여야 함
- 중소유역 거버넌스 영산강 유역에 해결해야 할 물문제가 있는 지역이 자발적으로 문제를 도출하고 해결책을 제시하도록 하여야 함
- 중간조직은 중소유역 거버넌스와 영산강 유역물관리위원회를 연결하는 역할로 중소유역 거버넌스가 발굴한 사항을 취합·정리 후 추진 방향을 확립하여 영산강 유역물관리위원회에 상정하는 역할 수행 하여야 함



출처 통합물관리를 위한 한강 유역 거버넌스 구축방안 (강원연구원, 2018)

〈그림3-148〉 (사례) 중소유역 거버넌스 적용

## 2. 자연성 회복 모니터링단 운영

### □ 지역이 만들어가는 자연성 회복 모니터링단

- 시범 구간 선정 후 자연성이 회복되는 과정 모니터링
  - 장기 생태모니터링 방안 및 생태계교란종 관리 등 수생태계 생물종 보전에 대한 종합계획을 위해 모니터링단을 운영하여 지속적인 관리가 이루어져야 함

- 주요 지역별 생물다양성 보전관리가 필요하며, 야생동물의 서식지 및 이동 경로 확대를 위한 정밀 모니터링 추진
- 유역의 민간전문가 중심으로 구성하여 자연성 회복 도모
- 우리나라 대부분의 실질적 추진 주체는 관이고, 관과 유기적인 협력관계를 위한 거버넌스 구조를 확대 시행 필요
- 지자체, 주관단체, 시민단체 등의 역할을 명확히 하고, 유역의 민간전문가를 확대 운영하여 민간주도 형을 자연성 회복 도모 방안을 구축 필요

## 라. 기대효과

### □ 통합물관리 실현

- 하부구조에서 제기되는 현장 물문제는 물관리의 한 분야가 아닌 여러 가지 사업을 조합해야 해결할 수 있으므로 통합물관리의 실현이 가능함
- 정체되거나 축소가 예상되는 물관련 사업의 재도약을 위한 기회를 하부구조에서 찾을 수 있을 것으로 기대됨

## 4.1.2 다양한 이해관계자 참여 방안

### 가. 현황

#### □ 현황 및 여건

- 국민참여 세미나, 주민토론회, 국민참여 행사 및 포럼 등이 운영 중으로 기존 위원회는 국민이 참여할 수 있는 방안이 마땅치 않으며, 간접적 참여만 가능하도록 제한적으로 운영 중임
- 대국민 공감대 형성, 국민 의견 수렴 및 소통 등이 선행되어야 하나 현재는 전문가 중심의 참여로 진행 중



〈그림3-149〉 영산강 유역 주민토론회, 포럼 현황

### 나. 문제점

#### □ 국민참여 가능성 부족

- 국민과 지역민이 원하는 Needs를 파악 후 이를 기반으로 한 자연성 회복이 필요함에 따라 국민 참여 기회를 넓히고, 수준의 제고가 필요
- 온라인, 오프라인 등 국민참여 방식이 협소하며, 자연성 회복을 위한 중앙정부와 지자체의 중·장기계획·정책 수립 단계에서부터 국민의 직접 참여가 이루어지고 있지 않음
- 국가수자원관리위원회, 4대강수계관리위원회, 소하천관리위원회 등 각 법률에 근거한 거버넌스는 전문가와 시민 참여의 기반을 구축하였으나, 분야 간 소통 부족, 정책 철학에 대한 논의를 충분히 담보하지 못하는 한계점도 있으며, 정부와 시민 간의 협력적 분위기가 원활하지 않은 것이 문제
- 다양한 주체들이 참여할 수 있는 참여 센터 등 거점 마련, 주민 기초단체의 기획 실행 역량 강화 등 중소유역 단위의 실질적 참여를 촉진하기 위한 장치 마련이 미흡



## 다. 추진전략 및 시범사업 제시

### □ 국민참여단 운영계획 수립

- 제5차 국토종합계획 수립 시 국민참여단을 구성하여 계획수립 단계부터 국민이 함께 참여하여 진행



출처 제5차 국토종합계획수립 (정부부처합동, 2021)

〈그림3-150〉 계획단계 시 국민참여 사례(국토계획현장)

- 소통·협력을 통한 계획으로 계획수립 과정에서 관계부처, 지자체 공무원, 지방연구원, 전문가뿐만 아니라 일반 국민, 특히 미래세대인 청소년의 직접 참여와 온라인 소통장 등 ‘국민참여단’ 운영을 통한 계획수립이 필요함
- 정책 현장에서 국민·시민사회·지역전문가가 함께 추진 가능한 모델을 개발하고, 국민참여가 필요한 정책·사업에 대해 홍보를 강화

### □ 소통플랫폼 구축 및 운영

- 경영·사업 전반에 국민 의견이 반영될 수 있도록 국민과 다양하게 소통하는 온라인 양방향 소통 채널 구축이 필요함

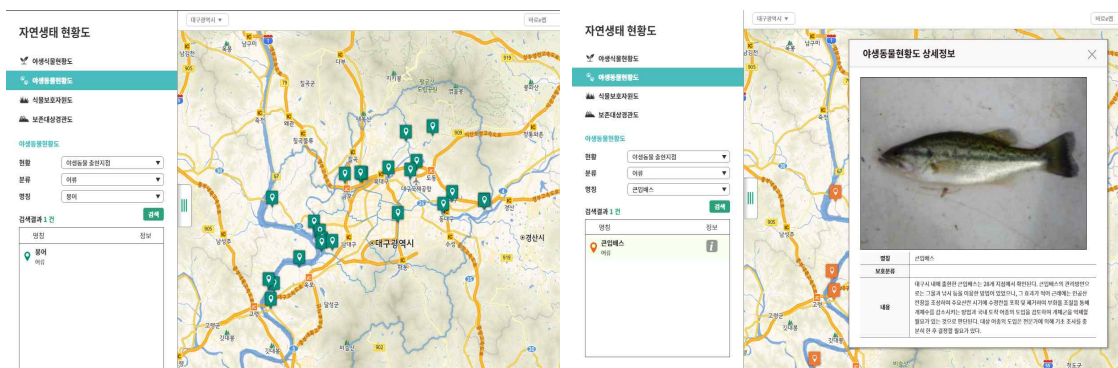


〈그림3-151〉 소통플랫폼 사례(K-water 단비톡톡)

- K-water는 소통플랫폼을 구축하여, 국민의 의견 청취를 통해 국민이 체감할 수 있고 실제 필요로 하는 콘텐츠를 제작하고 이를 향후 어린이 및 일반인 대상 강문화·생태체험 교육 콘텐츠로 활용할 수 있도록 추진함
- 아이디어제안에서 발전, 실행까지 모든 과정을 국민과의 소통으로 혁신을 만들어가는 참여 채널로 소통플랫폼을 구축, 운영을 추진하여야 함

#### □ 강문화생태지도 개발 및 대국민 서비스 추진

- 국민참여형 강문화 생태지도 추진
  - K-water는 국민참여 예산제도 공모 통해 댐 유역 하천에 서식하는 생물을 한눈에 볼 수 있도록 GIS 기반의 생물정보를 구축, 댐별 현황 및 생태정보 지도화 서비스를 실행 중
  - 동네 하천에 하천 내 식물, 생물정보를 포함한 생태 환경지도를 하천 입구, 중간, 종점에 설치하여 산책, 운동하는 주민들에게 정보 제공 및 어린이들에게 교육환경 제공 중
  - 강 주변 생태자원을 확대하여 문화·생태지도를 작성 실시간 정보 제공과 국민이 참여할 수 있는 교육 프로그램 추진이 필요



〈그림3-152〉 국민참여형 강문화생태지도 참고 예시 (K-water 하천유역생태지도(안))

## 라. 기대효과

#### □ 국민과의 소통 및 자연성 회복

- 국민참여와 소통의 장 등이 마련되면 유역 내 갈등을 보다 원활하게 해소할 수 있을 것으로 기대됨
- 국민참여 시 공감대 형성 및 전문인력 양성과 함께 생물다양성·생태계 서비스 인식 및 가치가 증진됨
- 국민 주도의 강문화·생태 회복 및 활성화의 참여로 미래세대까지 강 보전의 자발적 지지를 이끌어낼 수 있는 기반 조성하여 지속적인 자연성 회복 도모가 가능함
- 다양한 문화·생태 정보를 제공함으로써 친수문화 활성화 주변 지역 활성화 도모할 수 있음. 더불어 사는 강

## 4.2 섬진강

### 4.2.1 통합물관리를 위한 거버넌스 구축

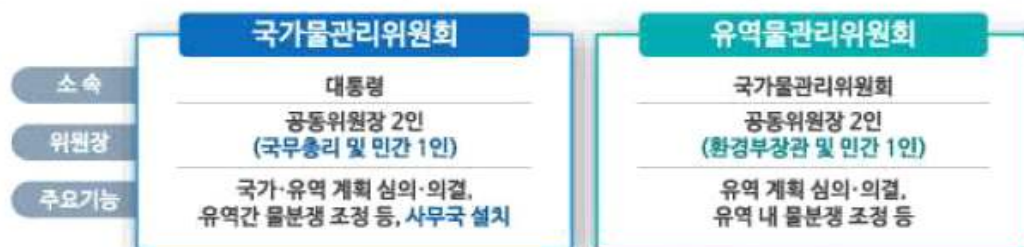
#### 가. 거버넌스 현황

##### □ 영산강·섬진강 유역물관리위원회

- 2019년 9월 16일 유역물관리위원회가 출범하여 물관리기본법에 제시하고 있는 유역물관리종합계획의 수립, 지자체장이 제출한 유역 내 물관리 관련 계획의 해당 유역계획과의 부합 여부, 물의 적정 배분을 위한 유역 내 물 이동 등을 심의·의결하며, 유역 내에서 발생한 물분쟁을 조정하는 역할 수행
- 영산강·섬진강유역 물관리위원회는 ‘물관리 기본법’에서 제시하고 있는 물관리의 기본 원칙 중 하나인 유역 단위 물관리를 실현하기 위해 구축되었고, 민간위원, 유역 내 관계 시·도지사, 중앙부처 소속 공무원, 공공기관으로 구성되었으며, 유역 내에서 발생한 물분쟁을 조정하는 역할을 수행

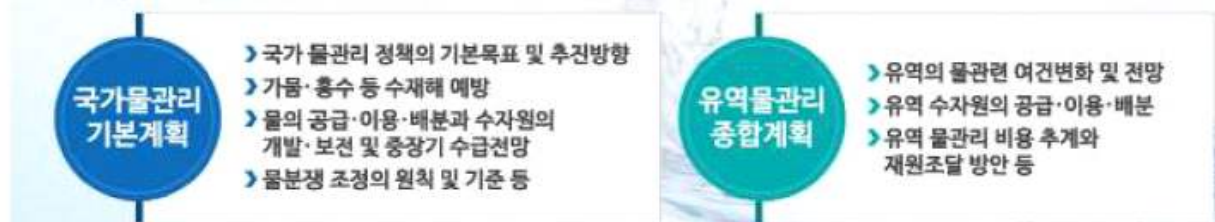
#### 국가·유역물관리위원회

국가·유역물관리기본계획의 심의·의결, 물분쟁 조정, 국가계획 이행여부 평가 등 물관련 최상위 기구



#### 국가·유역물관리기본계획 등

국가, 유역단위 통합물관리를 위한 최상위 계획으로 활용



출처 통합물관리 비전 포럼 4차 전체 회의 (송현근, 2018)

〈그림3-153〉 물관리기본법에 따른 국가 및 유역물관리위원회 구성 및 역할

□ 수계관리위원회

- 영산강·섬진강수계 물관리 및 주민지원 등에 관한 법률('02.1.14), 영산강·섬진강수계관리위원회 규정('02.8.8) 등에 따라 설립됨. 수계관리위원회, 실무위원회, 자문위원회로 구성되어있음
- 영산강·섬진강수계 상수원 수질 관리를 위한 현안 사항 협의·조정을 목적으로 영·섬 수계의 수질 개선을 위한 오염물질 삭감 종합계획과 물이용부담금의 부과 및 징수에 관한 사항, 수계관리기금의 운용 및 관리에 관한 사항, 수변구역 등의 토지매수에 관한 사항, 규제지역의 주민지원사업 계획에 관한 사항, 수질 보전을 위한 민간단체의 수질 감시활동의 지원에 관한 사항을 중심으로 운영 중



〈그림3-154〉 수계관리위원회 구성체계

〈표3-121〉 기구별 구성 및 역할

기 구	구 성		역 할	비 고
수계관리위원회	환경부차관 국토교통부 관련국장 산림청 관련국장 광주광역시 부시장	전라북도 부지사 전라남도 부지사 한국농어촌공사 사장 한국수자원공사 사장	수계관리 현안사항 협의·조정	법 제35조
실무위원회	영산강 유역환경청장 전북지방환경청장 익산지방국토관리청 관련국장 서부지방산림청장	광주광역시, 전라북도, 전라남도 관련국장 한국농어촌공사, 한국수자원공사, 한국산업단지공단 상임이사	위원회 상정안건 실무적 검토·조정	위원회 규정 제6조
자문위원회	주민대표, 시민사회단체 대표 산업체 대표, 환경관련전문가		위원회 안건의 전문적인 조사·연구 및 자문	위원회 규정 제4조
사무국	별도 조직 구성없이 영산강유역환경청장이 업무 대행		물이용부담금 부과·징수, 수계관리기금 운용	위원회 규정 제7조

## □ 영산강·섬진강 상생협력위원회

- 영산강·섬진강 상생협력위원회는 유역 내 행정구역인 전북, 전남, 경남, 제주지역의 NGO, 학계, 물 전문가 및 언론, 법조계 인사 등으로 구성되어 갈등관리 현황과 사례의 주제 발표 및 토론을 통한 문제 해결 제언을 목적으로 운영되고 있으며, 영산강권역의 거버넌스 협력 강화를 추진 중
- 수량과 수질의 불균형으로 발생했던 지역 간 물 관련 오래된 쟁점이 유역 통합물관리 측면에서 유역 내 물 문제를 공유하고 대안을 마련해 성공적인 상생의 플랫폼을 추진 중

## 나. 문제점

## □ 기존 거버넌스 체계 소통 부족

- 거점별 정책 결정 기관과 주요 이해관계자 간 상시 소통·협의·의견 수렴·피드백 등이 부족하므로, 이를 확립하여 정책참여 촉진체계의 마련이 필요
- 다양한 주체의 책임성 있는 참여가 보장되지 않아, 유역 차원에서 현장 실행형 거버넌스 구축이 어려우므로 지속가능성이 확보되지 않음
- 물관리위원회는 통합물관리 방안에 중점을 두고 있고, 상생위원회는 개별안건에 대한 논의를 추진하여 협의체 간 정책 및 유기적인 연계가 부족

## 다. 추진전략

## 1. 통합거버넌스 구성·운영

## □ 섬진강 통합 유역 거버넌스 확립

- 제2차 물환경관리 기본계획에 따라 수계관리위원회를 중심으로 통합 유역거버넌스를 확립을 추진 중
- 중앙정부 주도의 정책(Top-down)방식에서 벗어나 지역 상생발전과 연계한 유역 중심의 거버넌스 구축 및 다양한 이해관계자가 참여하고 수요에 대응할 수 있는 유역 차원의 물관리 의사결정의 거버넌스 원칙 확립 및 공감에 대한 확산을 추진 필요
- 국가·유역 물관리위원회 등 민·관·학 거버넌스 체계 정비 및 활성화를 추진해야 하며, 지역 특화된 합리적 대안 마련을 위한 유역 자치모델의 자연성 회복과 유역별 물 갈등 현황 분석 및 관리방안을 마련 필요
- 상·하류 주민, 전문가, 시민단체 등 다양한 이해관계자와 환경·사회·경제적 평가 및 대안 마련을 위해 거버넌스 체계를 정비하고 활성화 필요

□ 중소유역 거버넌스 연계 운영

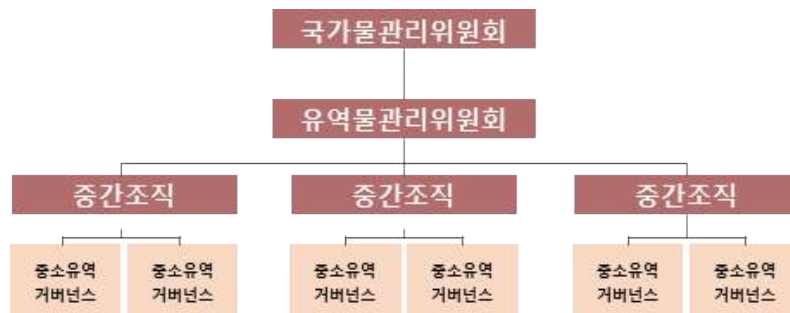
- 중소유역 주민참여형 거버넌스에서는 대상 지역 주변에 살면서 현장의 문제를 가장 잘 알고 있는 지역주민으로 하여금 유역 거버넌스의 일원으로서 활동하여 문제의 원인을 정확하고 구체적으로 파악 및 지역주민 환경의식 고취 가능



출처 통합물관리를 위한 한강 유역 거버넌스 구축방안 (강원연구원, 2018)

〈그림3-155〉 중소유역 거버넌스 프로세스

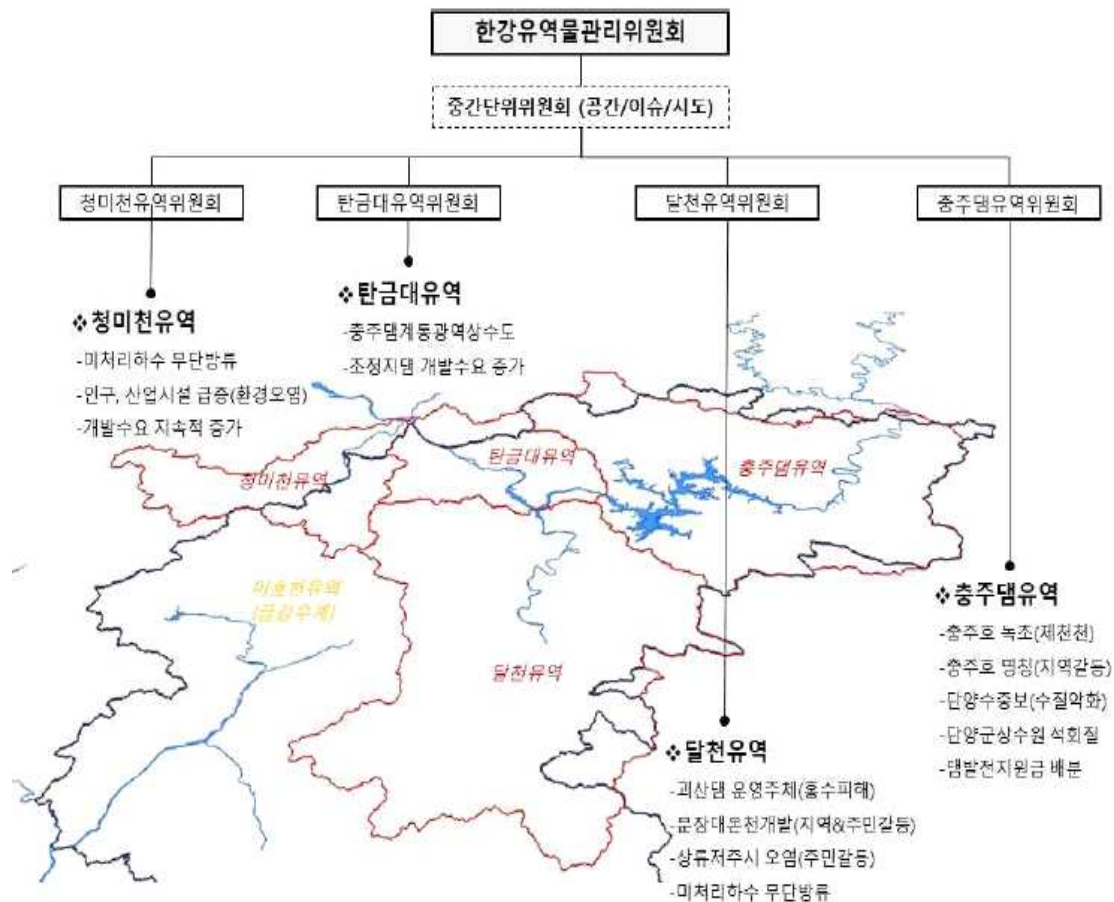
- 유역위원회와 중소유역 거버넌스 활성화를 위해 다양한 방안 검토
  - 지역 특성을 반영하여 하부구조가 될 수 있는 방안을 제시하여야 함
  - 하부구조에서 제안하는 현장 물문제를 해결할 수 있는 행정의 새로운 루트를 만들어 행정구역의 협의를 통해 적절한 운영방안 마련이 필요함
- 중소유역 거버넌스, 중간조직, 유역물관리위원회로 기본 틀을 구축하여 현장 물문제 해결을 위한 체계를 구축하여야 함



〈그림3-156〉 중소유역 거버넌스 구성체계

- 행정기관에서 담당하기 어려운 현장문제 파악 및 해결의 한계점을 해소할 수 있으며, 지역의 언론, 지방의회 등과 연계하여 관심 축진이 가능하도록 하여야 함
  - 중소유역 거버넌스 영산강 유역에 해결해야 할 물문제가 있는 지역이 자발적으로 문제를 도출하고 해결책을 제시하도록 하여야 함
  - 중간조직은 중소유역 거버넌스와 영산강 유역물관리위원회를 연결하는 역할로 중소유역 거버넌스가 발굴한 사항을 취합·정리 후 추진 방향을 확립하여 영산강 유역물관리위원회에 상정하는 역할 수행 하여야 함





출처: 통합물관리를 위한 한강 유역 거버넌스 구축방안 (강원연구원, 2018)

〈그림3-157〉 (사례) 중소유역 거버넌스 적용

## 2. 자연성 회복 모니터링단 운영

### □ 지역이 만들어가는 자연성 회복 모니터링단

- 시범 구간 선정 후 자연성이 회복되는 과정 모니터링
  - 장기 생태모니터링 방안 및 생태계교란종 관리 등 수생태계 생물종 보전에 대한 종합계획을 위해 모니터링단을 운영하여 지속적인 관리가 이루어져야 함
  - 주요 지역별 생물 다양성 보전관리가 필요하며, 야생동물의 서식지 및 이동 경로 확대를 위한 정밀 모니터링 추진
- 유역의 민간전문가 중심으로 구성하여 자연성 회복 도모
  - 우리나라 대부분의 실질적 추진 주체는 관이고, 관과 유기적인 협력관계를 위한 거버넌스 구조를 확대 시행 필요
  - 지자체, 주관단체, 시민단체 등의 역할을 명확히 하고, 유역의 민간전문가를 확대 운영하여 민간주도 형을 자연성 회복 도모 방안을 구축 필요

## 라. 기대효과

### ☐ 통합물관리 실현

- 하부구조에서 제기되는 현장 물문제는 물관리의 한 분야가 아닌 여러 가지 사업을 조합해야 해결할 수 있으므로 통합물관리의 실현이 가능함
- 정체되거나 축소가 예상되는 물관련 사업의 재도약을 위한 기회를 하부구조에서 찾을 수 있을 것으로 기대됨



## 4.2.2 다양한 이해관계자 참여 방안

### 가. 현황

#### □ 현황 및 여건

- 국민참여 세미나, 주민토론회, 국민참여 행사 및 포럼 등이 운영 중으로 기존 위원회는 국민이 참여할 수 있는 방안이 마땅치 않으며, 간접적 참여만 가능하도록 제한적으로 운영 중임
- 대국민 공감대 형성, 국민 의견 수렴 및 소통 등이 선행되어야 하나 현재는 전문가 중심의 참여로 진행 중



〈그림3-158〉 섬진강 유역 포럼 현황

### 나. 문제점

#### □ 국민참여 가능성 부족

- 국민과 지역민이 원하는 Needs를 파악 후 이를 기반으로 한 자연성 회복이 필요함에 따라 국민 참여 기회를 넓히고, 수준의 제고가 필요
- 온라인, 오프라인 등 국민참여 방식이 협소하며, 자연성 회복을 위한 중앙정부와 지자체의 중·장 기계획·정책 수립 단계에서부터 국민의 직접 참여가 이루어지고 있지 않음
- 국가수자원관리위원회, 4대강수계관리위원회, 소하천관리위원회 등 각 법률에 근거한 거버넌스는 전문가와 시민 참여의 기반을 구축하였으나, 분야 간 소통 부족, 정책 철학에 대한 논의를 충분히 담보하지 못하는 한계점도 있으며, 정부와 시민 간의 협력적 분위기가 원활하지 않은 것이 문제
- 다양한 주체들이 참여할 수 있는 참여 센터 등 거점 마련, 주민 기초단체의 기획 실행 역량 강화 등 중소유역 단위의 실질적 참여를 촉진하기 위한 장치 마련이 미흡

## 다. 추진전략 및 시범사업 제시

### □ 국민참여단 운영계획 수립

- 제5차 국토종합계획 수립 시 국민참여단을 구성하여 계획수립 단계부터 국민이 함께 참여하여 진행



출처 제5차 국토종합계획수립 (정부부처합동, 2021)

#### 〈그림3-159〉 계획단계 시 국민참여 사례(국토계획헌장)

- 소통·협력을 통한 계획으로 계획수립 과정에서 관계부처, 지자체 공무원, 지방연구원, 전문가뿐만 아니라 일반 국민, 특히 미래세대인 청소년의 직접 참여와 온라인 소통장 등 ‘국민참여단’ 운영을 통한 계획수립이 필요함
- 정책 현장에서 국민·시민사회·지역전문가가 함께 추진 가능한 모델을 개발하고, 국민참여가 필요한 정책·사업에 대해 홍보를 강화

### □ 소통플랫폼 구축 및 운영

- 경영·사업 전반에 국민 의견이 반영될 수 있도록 국민과 다양하게 소통하는 온라인 양방향 소통 채널 구축이 필요함



〈그림3-160〉 소통플랫폼 사례(K-water 단비특독)

- K-water는 소통플랫폼을 구축하여, 국민의 의견 청취를 통해 국민이 체감할 수 있고 실제 필요로 하는 콘텐츠를 제작하고 이를 향후 어린이 및 일반인 대상 강문화·생태체험 교육 콘텐츠로 활용할 수 있도록 추진함
- 아이디어제안에서 발전, 실행까지 모든 과정을 국민과의 소통으로 혁신을 만들어가는 참여 채널로 소통플랫폼을 구축, 운영을 추진하여야 함

#### □ 강문화생태지도 개발 및 대국민 서비스 추진

- 국민참여형 강문화 생태지도 추진
  - K-water는 국민참여 예산제도 공모 통해 댐 유역 하천에 서식하는 생물을 한눈에 볼 수 있도록 GIS 기반의 생물정보를 구축, 댐별 현황 및 생태정보 지도화 서비스를 실행 중
  - 동네 하천에 하천 내 식물, 생물정보를 포함한 생태 환경지도를 하천 입구, 중간, 종점에 설치하여 산책, 운동하는 주민들에게 정보 제공 및 어린이들에게 교육환경 제공 중
  - 강 주변 생태자원을 확대하여 문화·생태지도를 작성 실시간 정보 제공과 국민이 참여할 수 있는 교육 프로그램 추진이 필요



〈그림3-161〉 국민참여형 강문화생태지도 참고 예시 (K-water 하천유역생태지도(안))

## 라. 기대효과

#### □ 국민과의 소통 및 자연성 회복

- 국민참여와 소통의 장 등이 마련되면 유역 내 갈등을 보다 원활하게 해소할 수 있을 것으로 기대됨
- 국민참여 시 공감대 형성 및 전문인력 양성과 함께 생물다양성·생태계 서비스 인식 및 가치가 증진됨
- 국민 주도의 강문화·생태 회복 및 활성화의 참여로 미래세대까지 강 보전의 자발적 지지를 이끌어낼 수 있는 기반 조성하여 지속적인 자연성 회복 도모가 가능함
- 다양한 문화·생태 정보를 제공함으로써 친수문화 활성화 주변 지역 활성화 도모할 수 있음. 더불어 사는 강

## 4.3 제 주 권

### 4.3.1 통합물관리를 위한 거버넌스 구축

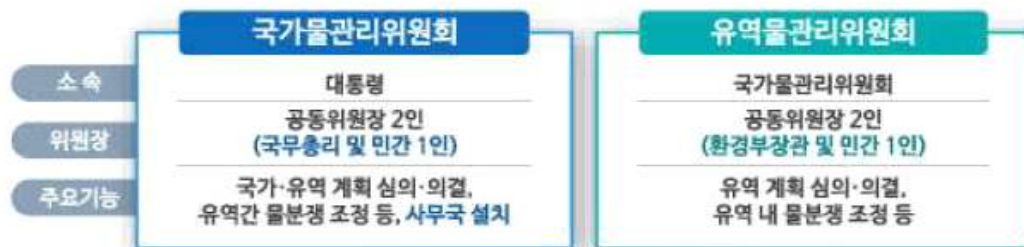
#### 가. 거버넌스 현황

##### □ 영산강·섬진강 유역물관리위원회

- 2019년 9월 16일 유역물관리위원회가 출범하여 물관리기본법에 제시하고 있는 유역물관리종합계획의 수립, 지자체장이 제출한 유역 내 물관리 관련 계획의 해당 유역계획과의 부합 여부, 물의 적정 배분을 위한 유역 내 물 이동 등을 심의·의결하며, 유역 내에서 발생한 물분쟁을 조정하는 역할 수행
- 영산강·섬진강 유역 물관리위원회는 ‘물관리 기본법’에서 제시하고 있는 물관리의 기본 원칙 중 하나인 유역 단위 물관리를 실현하기 위해 구축되었고, 민간위원, 유역 내 관계 시·도지사, 중앙부처 소속 공무원, 공공기관으로 구성되었으며, 유역 내에서 발생한 물분쟁을 조정하는 역할을 수행

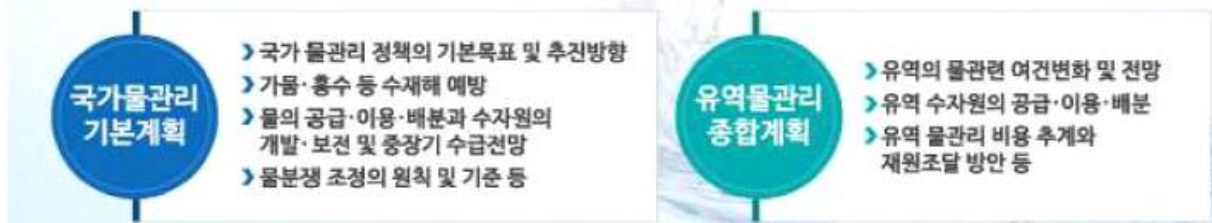
#### 국가·유역물관리위원회

국가·유역물관리기본계획의 심의·의결, 물분쟁 조정, 국가계획 이행여부 평가 등 물관련 최상위 기구



#### 국가·유역물관리기본계획 등

국가, 유역단위 통합물관리를 위한 최상위 계획으로 활용



출처 통합물관리 비전 포럼 4차 전체 회의 (송현근, 2018)

〈그림3-162〉 물관리기본법에 따른 국가 및 유역물관리위원회 구성 및 역할

## □ 영산강·섬진강 상생협력위원회

- 영산강·섬진강 상생협력위원회는 유역 내 행정구역인 전북, 전남, 경남, 제주지역의 NGO, 학계 물 전문가 및 언론, 법조계 인사 등으로 구성되어 갈등관리 현황과 사례의 주제 발표 및 토론을 통한 문제 해결 제언을 목적으로 운영되고 있으며, 영산강권역의 거버넌스 협력 강화를 추진 중
- 수량과 수질의 불균형으로 발생했던 지역 간 물 관련 오래된 쟁점이 유역 통합물관리 측면에서 유역 내 물 문제를 공유하고 대안을 마련해 성공적인 상생의 플랫폼을 추진 중

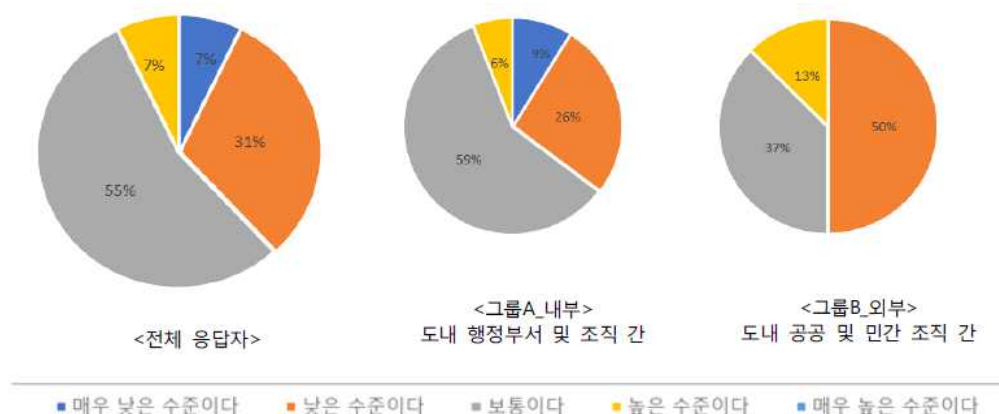
## 나. 문제점

## □ 기존 거버넌스 체계 소통 부족

- 거점별 정책 결정 기관과 주요 이해관계자 간 상시 소통·협의·의견 수렴·피드백 등이 부족하므로, 이를 확립하여 정책참여 촉진체계의 마련이 필요
- 다양한 주체의 책임성 있는 참여가 보장되지 않아, 유역 차원에서 현장 실행형 거버넌스 구축이 어려우므로 지속가능성이 확보되지 않음
- 물관리위원회는 통합물관리 방안에 중점을 두고 있고, 상생위원회는 개별안건에 대한 논의를 추진하여 협의체 간 정책 및 유기적인 연계가 부족

## □ 물관리 주요 이해관계자 간의 낮은 정보공유 수준

- 제주형 통합물관리 거버넌스 구축평가 보고서(제주특별자치도, 2018년)에 따르면 현재 도내 물관리 주요 이해관계자 간의 정보공유 수준에 대해 행정부서 담당 설문 결과 ‘보통이다’라고 응답한 비율이 55%, ‘낮은 수준이다’로 응답한 비율이 31% 순으로 물관리 주요 이해관계자 간의 정보공유가 전반적으로 낮은 것으로 나타남



출처 제주형 통합물관리 거버넌스 구축평가 (제주특별자치도, 2018)

〈그림3-163〉 제주 물관리 관련 이해자 간의 정보공유 수준



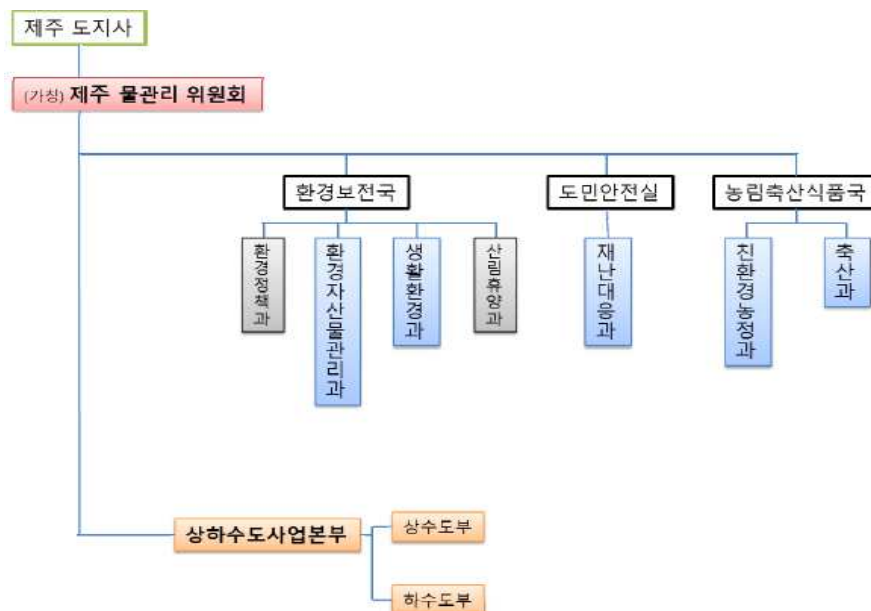
- 물관련 정책 기획 및 종합 조정 요구
  - 물관련 정책 기획 담당자 설문 조사 결과(제주형 통합물관리 거버넌스 구축평가 보고서(제주특별자치도, 2018년)) 현재 기능별, 용도별로 분산된 물관리 체계의 종합적, 체계적 관리를 위해 중점적으로 필요한 사항에 ‘물관리 정책 기획 및 통합·조정’으로 응답한 비율이 68% 달하여 이에 대한 문제 해결을 위한 대응방안 마련이 시급한 것으로 해석됨
- 공간적, 물리적 한계에 따른 제한적 논의
  - 현재 제주유역 관련 운영되고 있는 거버넌스는 영산강 유역, 섬진강 유역, 제주도유역을 포함하여 운영하고 있음에 따라 제주도 하천 특성과 지역 현안 등에 대한 면밀한 논의에 한계가 있음

## 다. 추진전략

### 1. 통합거버넌스 운영

#### □ 제주 물관리위원회 구축

- 제주형 통합물관리 거버넌스 구축평가(제주특별자치도, 2018년)에 따르면 (가칭) 제주 물관리위원회를 신설하여 물관련 부서로부터 독립하여 물관리종합계획의 수립과 그에 따른 물관련 법정 실행계획의 부합성을 심의·조정하며, 물 관련 분쟁에 대한 조정 기능을 가지도록 제안
- 현재 제주자치도 특별법 및 관련 조례 등에 따른 관련 법령 개정이 필요하며 타 유역물관리위원회 구성과 동일하게 관련 공무원, 공공기관, 전문가, 시민단체, 지역주민 등 이해관계자 포함

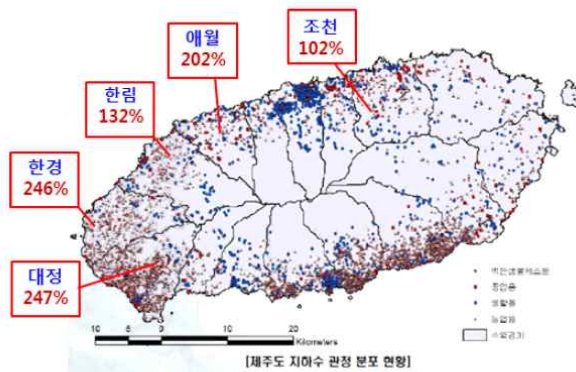


출처 제주형 통합물관리 거버넌스 구축평가 (제주특별자치도, 2018)

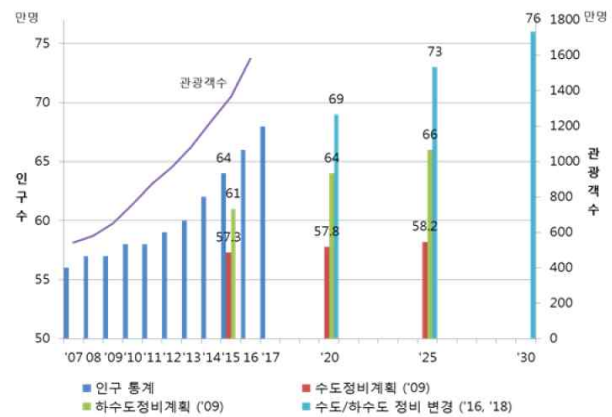
〈그림3-164〉 제주 물관리위원회 신설(안)

## □ 중소유역 거버넌스 제안

- 유역위원회와 중소유역 거버넌스 활성화를 위해 다양한 방안 검토
  - 지역 특성을 반영하여 하부구조가 될 수 있는 방안 제시
  - 하부구조에서 제안하는 현장 물문제를 해결할 수 있는 행정의 새로운 루트를 만들어 행정구역의 협의를 통해 적절한 운영방안 마련 필요
- 중소유역 거버넌스, 중간조직, 유역물관리위원회로 기본 틀을 구축하여 현장 물문제 해결을 위한 체계구축
- 소유역 거버넌스 활용하여 지하수 취수허가량 초과지역에 대한 지속가능한 이용방안 도출이 필요



자료: 제주특별자치도청 내부자료



출처 제주형 통합물관리 거버넌스 구축평가 (제주특별자치도, 2018)

〈그림3-165〉 취수허가량 초과지역 제주도 인구증가 추이

## 라. 기대효과

## □ 통합물관리 실현

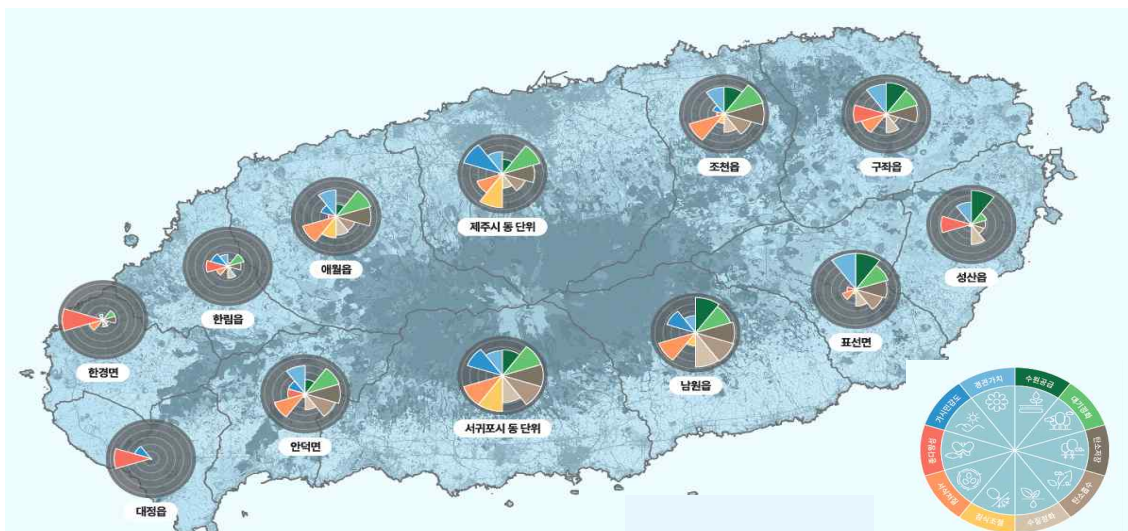
- 하부구조에서 제기되는 현장 물문제는 물관리의 한 분야가 아닌 여러 가지 사업을 조합해야 해결할 수 있으므로 통합물관리의 실현이 가능함
- 정체되거나 축소가 예상되는 물관련 사업의 재도약을 위한 기회를 하부구조에서 찾을 수 있을 것으로 기대됨

## 4.3.2 다양한 이해관계자 참여 방안

### 가. 현황

#### □ 현황 및 여건

- 제주도를 지역의 생태자산 소개 및 생태계서비스에 대한 국민의 이해도와 만족도를 높이고자 지역 주민이 참여한 ‘제주도 생태자산 100곳의 생태계서비스 평가지도’를 제작함
- 제주도 생태계서비스 평가지도는 지역의 생태 가치 평가 및 인식 증진을 도모하기 위해 금능으뜸원 해변 등 제주도 생태자산 100곳을 지역활동가와 국민이 평가한 결과를 반영



출처 제주도 100곳 생태자산 평가결과 (환경부 보도자료, 2020)

〈그림3-166〉 제주도 지역별 생태계서비스 제공량



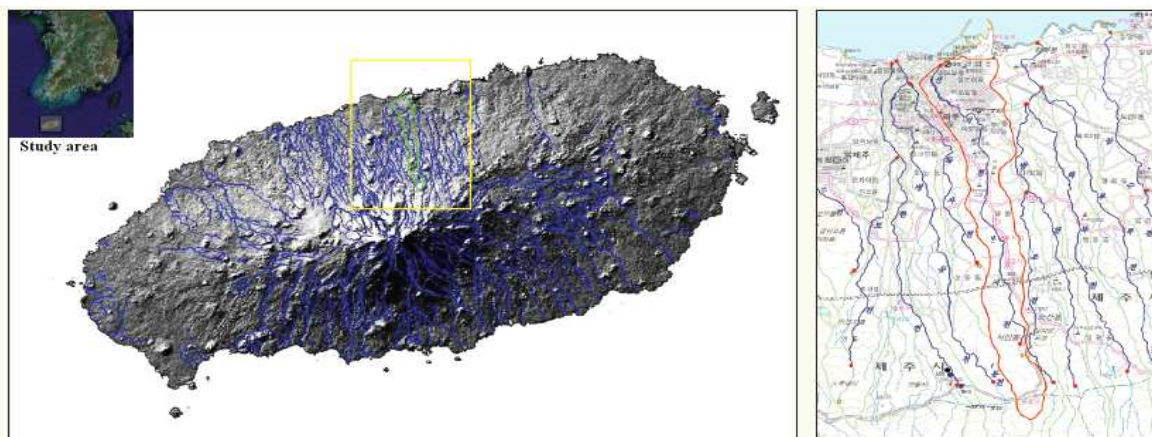
출처 제주도 100곳 생태자산 평가결과 (환경부 보도자료, 2020)

〈그림3-167〉 지역주민이 느끼는 생태자산 위험도, 지역주민의 생태자산 선호도



○ 주민참여를 통한 산지천 생태복원

- 산지천은 한천, 병문천과 함께 제주시의 3대 하천 중 하나로 제주의 역사, 문화가 발상하였던 탐라 역사의 중심 하천으로 산지천 하류부의 도시개발로 인한 복개로 구조물의 노후화와 오·폐수, 악취 등이 심각한 사회문제로 대두되어 2002년에 산지천의 역사적, 문화적 옛 모습으로의 복원을 위한 국내 최초의 복원사업으로 준공
- 하천환경을 개선하기 위해서는 이·치수의 기능과 조화를 이루며, 맑은 하천을 유지하고 풍요로운 환경자원을 공유하여야 한다는 산지천 되살리기 시민운동이 전개되었으며, 복원방안에 대해 각계의 전문가 및 시민들의 의견을 공모하여 진행



출처 산지천의 생태하천 복원과 하천 정비 (하천과 문화, 2010)

〈그림3-168〉 제주특별자치도의 하천 수계와 산지천 유역도

## 나. 문제점

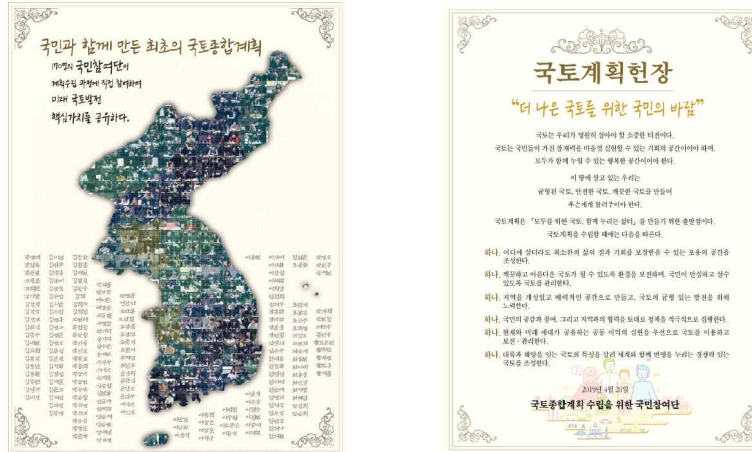
### □ 국민참여 가능성 부족

- 국민과 지역민이 원하는 Needs를 파악 후 이를 기반으로 한 자연성 회복이 필요함에 따라 국민 참여 기회를 넓히고, 수준의 제고가 필요
- 온라인, 오프라인 등 국민참여 방식이 협소하며, 자연성 회복을 위한 중앙정부와 지자체의 중·장 기계획·정책 수립 단계에서부터 국민의 직접 참여가 이루어지고 있지 않음
- 국가수자원관리위원회, 4대강수계관리위원회, 소하천관리위원회 등 각 법률에 근거한 거버넌스는 전문가와 시민 참여의 기반을 구축하였으나, 분야 간 소통 부족, 정책 철학에 대한 논의를 충분히 담보하지 못하는 한계점도 있으며, 정부와 시민 간의 협력적 분위기가 원활하지 않은 것이 문제
- 다양한 주체들이 참여할 수 있는 참여 센터 등 거점 마련, 주민 기초단체의 기획 실행 역량 강화 등 중소유역 단위의 실질적 참여를 촉진하기 위한 장치 마련이 미흡

## 다. 추진전략 및 시범사업 제시

### □ 국민참여단 운영계획 수립

- 제5차 국토종합계획 수립 시 국민참여단을 구성하여 계획수립 단계부터 국민이 함께 참여하여 진행



출처 제5차 국토종합계획수립 (정부부처합동, 2021)

#### 〈그림3-169〉 계획단계 시 국민참여 사례(국토계획현장)

- 소통·협력을 통한 계획으로 계획수립 과정에서 관계부처, 지자체 공무원, 지방연구원, 전문가뿐만 아니라 일반 국민, 특히 미래세대인 청소년의 직접 참여와 온라인 소통장 등 ‘국민참여단’ 운영을 통한 계획수립이 필요함
- 정책 현장에서 국민·시민사회·지역전문가가 함께 추진 가능한 모델을 개발하고, 국민참여가 필요한 정책·사업에 대해 홍보를 강화

### □ 소통플랫폼 구축 및 운영

- 경영·사업 전반에 국민 의견이 반영될 수 있도록 국민과 다양하게 소통하는 온라인 양방향 소통 채널 구축이 필요함



〈그림3-170〉 소통플랫폼 사례(K-water 단비특특)

- K-water는 소통플랫폼을 구축하여, 국민의 의견 청취를 통해 국민이 체감할 수 있고 실제 필요로 하는 콘텐츠를 제작하고 이를 향후 어린이 및 일반인 대상 강문화·생태체험 교육 콘텐츠로 활용할 수 있도록 추진함
- 아이디어제안에서 발전, 실행까지 모든 과정을 국민과의 소통으로 혁신을 만들어가는 참여 채널로 소통플랫폼을 구축, 운영을 추진하여야 함

#### □ 강문화생태지도 개발 및 대국민 서비스 추진

- 국민참여형 강문화 생태지도 추진
  - K-water는 국민참여 예산제도 공모 통해 댐 유역 하천에 서식하는 생물을 한눈에 볼 수 있도록 GIS 기반의 생물정보를 구축, 댐별 현황 및 생태정보 지도화 서비스를 실행 중
  - 동네 하천에 하천 내 식물, 생물정보를 포함한 생태 환경지도를 하천 입구, 중간, 종점에 설치하여 산책, 운동하는 주민들에게 정보 제공 및 어린이들에게 교육환경 제공 중
  - 강 주변 생태자원을 확대하여 문화·생태지도를 작성 실시간 정보 제공과 국민이 참여할 수 있는 교육 프로그램 추진이 필요



〈그림3-171〉 국민참여형 강문화생태지도 참고 예시 (K-water 하천유역생태지도(안))

## 라. 기대효과

#### □ 국민과의 소통 및 자연성 회복

- 국민참여와 소통의 장 등이 마련되면 유역 내 갈등을 보다 원활하게 해소할 수 있을 것으로 기대됨
- 국민참여 시 공감대 형성 및 전문인력 양성과 함께 생물다양성·생태계 서비스 인식 및 가치가 증진됨
- 국민 주도의 강문화·생태 회복 및 활성화의 참여로 미래세대까지 강 보전의 자발적 지지를 이끌어낼 수 있는 기반 조성하여 지속적인 자연성 회복 도모가 가능함
- 다양한 문화·생태 정보를 제공함으로써 친수문화 활성화 주변 지역 활성화 도모할 수 있음. 더불어 사는 강





## 제4장 제도적 기반의 구축

1. 생태유량 확보방안
2. 수자원의 합리적 비용부담체계 개선방안
3. 효율적 하천관리를 위한 관리주체 정립방안



## 제4장 제도적 기반의 구축

### 1. 생태유량 확보방안

#### □ 기존 댐(다목적댐, 농업용 저수지)의 여유 수량 활용방안

- 기존 댐의 여유 수량 활용방법은 가장 효율적이며 현실적인 방안이 될 수 있음
  - 기존 댐의 여유 수량과 장기적 용도별 물 수요에 대한 정확한 파악이 필요한데, 이는 적정한 비용부담 규칙 설정이 선행 필요
  - 댐의 비용 배분이나 용수 재배분 등의 행정절차가 필요하나 아직은 대규모의 환경생태유량의 수요가 발생하지는 않은 만큼 현재의 물사용 질서 내에서 생·공용수나 농업용수 일부를 활용할 여지가 있음
  - 신규 댐 건설의 경우, 환경생태유량을 위한 물량 확보는 최근의 물 수요의 패러다임을 반영한다는 측면에서 필수적임. 향후 수자원장기종합계획에 환경생태유량의 수요가 반영되면 이의 실행을 위한 용수 재배분의 절차가 이루어지는 것이 바람직

#### □ 기존의 다목적댐뿐만 아니라, 발전용 댐이나 소규모 저수지 등의 활용을 통한 여유 물량 확보도 필요

- 일본의 경우에는 농업용수를 전용해서 환경생태유량으로 사용하는 경우가 매우 많음. 농번기 이외에는 농업용수의 환경생태유량으로 전환하여 사용하는 것은 기존 수자원을 최대한 활용한다는 측면에서 바람직한 방안으로 평가됨. 일본의 경우 용수 재배분과 관련하여 과거 25년간 1급 하천에서 많은 양의 수리권 전용이 이루어졌는데, 그 내용은 다음의 <표4-1>과 같음

<표4-1> 일본의 1급 하천 수계에서의 수리권 전용

구 분	감 량	신규허가	증 감
수도용수	-	51.4cms	51.4cms
공업용수	21.8cms	10.1cms	11.7cms 감소
농업용수	71.6cms	-	71.6cms 감소
하천환경개선	-	32.4cms	32.4cms
기타	1.2cms	0.7cms	05.cms 감소

- 우리나라에서도 농업용 저수지 재개발을 통한 환경생태유량의 확보를 유력한 방안의 하나로 거론할 수 있음. 농업용 저수지의 재개발은 합리적 치수 및 용수의 추가 확보 측면에서 수자원의 효율적 관리에 기여하는 바가 있으며, 농촌 지역의 생활환경 개선 차원 및 수리시설의 효율적 이용 측면에서도 필요
- 환경개선용수의 개념이 댐법에 댐의 기능에 포함되면서 앞으로의 농업용 저수지 재개발은 생·공용수나 홍수조절의 기능이 없이도 필요한 농업용수와 환경생태유량을 공급할 수 있으면 다목적댐으로 전환할 수 있으므로 향후 이에 대한 실행방안 마련 필요
- 농업 목적으로 설치된 하천보 중 기능상실 또는 환경에 부정적인 보는 철거하는 등 환경복원에 기여 필요성이 증대하고 있어 저수지 재개발 관련 사업의 타당성이 높아지고 있음

□ 수계 간 유량 이동 방안

○ 가장 단기적으로 실행 가능한 방법

- 이 방법은 수원을 확보하는 방법이 아닌 만큼 댐의 여유 물량을 활용하거나 하수처리장의 배수를 활용하는 등 다른 방안과 같이 병행되어 추진
- 수계 간 유량 이동은 100%의 감수구간을 가져오기 때문에 타 수리이용자들의 권리를 침해할 수 있음. 따라서 이러한 방법을 사용하기 위해서는 수원에 대한 물이용 상황에 대한 철저한 현황조사 필요

□ 하수처리장 배수를 고도처리 후 환경생태유량으로 재활용하는 방안

○ 수량 확보가 용이하고 하천 수질 개선의 효과가 있다는 장점이 있음. 다만 경제적인 측면이나 환경 영향 측면에서 환경생태유량 확보의 주요한 수단이 되기 어려우며 단기적으로 실행되기보다는 중장기적으로 추진될 수 있는 방법

- 일반적으로 하수처리장은 하천의 하류 지역에 위치하고 있기 때문에 하수처리장의 배수를 하천의 전체 구간에서 환경생태유량으로 사용하기 위해서는 하수처리장의 배수를 고도처리 후 하천 상류로 송수하는 시스템의 설치 필요
- 하수처리를 위해 고도처리를 추가로 해야 하는 등 경제적인 측면에서 비효율적인 면이 있음. 또한, 지역적으로 다른 수원에 의존하는 것보다 하수처리장 배수를 이용하는 것이 유리한 경우에 적용할 수 있으므로, 하천의 본류보다는 지천에서 적용을 검토하는 것이 바람직
- 하수처리장의 처리수를 환경생태유량으로 사용하는 경우 처리수에 포함된 영양염류의 영향으로 식물 플랑크톤이 증가하여 부영양화를 일으키는 등의 수질 악화 문제 및 수온 등의 변화로 재래종과는 다른 어류의 번식 등 생태계에 주는 영향 주의
- 이 방안을 활용하기 위해서는 인체에 해가 없을 것, 이용자에게 불쾌감을 주지 않고 심미성을 가질 것, 그리고 기기에 대한 부식 및 폐쇄 등 시설의 기능에 장애가 없을 것 등의 조건 필요(박재로 외, 2003)

□ 빗물, 지하수 활용방안으로 빗물의 재활용 방안

○ 빗물저류수 및 빗물침투수의 이용은 이용범위가 광범위하여 이용량의 증가가 예상

- 환경생태유량 이용에 있어서는 강우 상황에 좌우되기 때문에 정량적인 이용에는 부적절하며, 보조적인 수단에 머무를 수밖에 없는 한계
- 빗물침투수는 자연적인 용수를 가져와 자연형 하천 등의 재생, 창출에 기여하는 등 자연스러운 물순환체계에 순응하는 환경생태유량 이용을 가능하게 하나, 현실적으로 강우가 많은 시기에는 환경생태유량이 그다지 필요하지 않다는 점에서 공급과 수요에 시차가 존재하게 되며, 결과적으로 인위적인 빗물 저장시설이 설치되어야 하는 것이 과제
- 지하수를 환경생태유량으로 이용하는 것은 지하수의 이용 가능량 측정, 지하수를 환경생태유량 사용 지역까지 공급할 수 있는 시스템의 설치 등에 따른 효용성 여부가 활용의 관건



- 특히, 계절별 지하수 수위의 변동과 환경생태유량의 필요시기, 필요량 등을 고려할 때 이 역시 소량의 환경생태유량 사용 또는 보조적인 수단에 머무를 수밖에 없는 한계

#### □ 신규 댐 건설로 환경생태유량을 공급하는 방안

- 중단기적인 여러 가지 보조 수단들로 환경생태유량의 확보가 불가능한 경우 장기적으로 고려해 볼 수 있는 방안
  - 환경생태유량의 확보를 위한 댐 건설의 경우 댐건설장기종합계획에 반영되어야 하며 이를 위해서는 수자원장기종합계획에 환경생태유량의 수급에 대한 분석과 계획반영 필요
  - 신규 댐 건설로 환경생태유량을 공급할 경우 대규모 다목적댐의 건설이 필요한 것이 아니라 중소규모 댐으로 충분할 것으로 고려
  - 일본의 경우에도 단지 홍수를 조절하면서 레크리에이션을 위한 유량 확보 목적으로 댐을 건설

#### □ 하천 하류에서의 취수 및 도수를 통해 환경생태유량을 공급하는 방안

- 취수구 이전을 통한 감수구간 발생을 방지하는 경우인데 일반적으로 하류에 위치한 지역(예를 들어 부산시, 인천시 등)에 적용하기에 적절한 방안으로 고려
- 환경생태유량의 사용지역으로부터 하류 취수구까지의 도수관로 설치에 따른 경제성 여부가 가장 중요

〈표4-2〉 대안별 장·단점 비교

확보수단	장점	단점	비고
댐용수	안정적인 용수확보	물값 지불	원수요금 53.7/㎥
하천수	용수확보 용이	용수의 안정적 확보 어려움	무상사용 가능
농업용 저수지	지역환경용수의 이용	물값의 지불, 안정적 유량의 확보 불확실	원수요금 지불
저류지	용수확보 용이	용수 안정적 확보 어려움	
수리권 전용	신규용수 개발 불필요	수리권 전용절차의 어려움 예상	
농업용수의 전환	용도 폐기된 용수의 활용	적정 수요처의 확보 어려움	수리권 해소
하수재처리수	하천수의 재생산	공급단가 상승 우려	수질 문제 발생 (가뭄시 악취)
해수유통	용수확보 용이	해안지역에 국한	
하천유지유량의 증대	가장 합리적인 방법	여유유량의 확보가 어려움	
수요관리를 통한 절수량의 활용	건전한 물순환 기여	기존 물 사용자 협조 필요	

## 2. 수자원의 합리적 비용부담체계 개선방안

- 하천유지용수에 대하여는 하천관리자(국가, 지자체)가 비용부담이 타당
  - 하천유지용수는 법체계상 하천관리청(국가, 지자체)이 하천법에 따라 고시 및 관리하게 되어있어 적정량의 하천유지용수 확보는 하천관리청의 의무
    - 개정된 하천법에는 하천수의 사용 용도에 하천유지용수가 제외되어 있는데, 그 이유는 하천유지용수는 사용대상이 아니기 때문
- 환경생태유량은 지자체, 특정 단체 등 특정 이용자가 국가에 하천수 사용허가를 얻어 이용하는 것으로 수익자가 비용을 부담하는 방안
  - 원칙적으로 하천의 자연적 기능을 유지하는데 필요한 유량은 하천관리청의<sup>1)</sup> 의무이므로 하천관리청이 부담하며 인위적 기능을 유지하는데 필요한 유량은 수익자 또는 원인자의 부담(한국수자원공사, 1995)
    - 이러한 기본원칙에 따르면, 환경생태유량은 인위적인 기능을 유지하는데 필요한 유량이니만큼 수익자 또는 원인자부담이 타당
    - 하천관리청의 기능은 하천에 기본적으로 필요한 하천유지용수에 대한 확보와 이에 따른 비용부담이고 이를 넘어서는 기능에 대해서는 수익자가 부담하는 것이 일반적
    - 환경생태유량은 그 자체가 외부경제(external economies)를 가져오기 때문에 외부효과를 내재화할 필요가 있으며 이런 측면에서 공공부문의 참여 필요
- 환경생태유량과 같은 불특정 다수에게 미치는 환경 편익에 대해서는 국가가 비용을 부담하여 공급하는 방안
  - 환경생태유량 공급을 하천유지용수의 공급과 동일한 형태로 간주하여 국가의 기본기능으로 산정하고, 홍수조절기능과 같이 국가에서 댐 건설비 중 환경생태유량 부문에 대한 건설비를 부담하고 댐 건설 후에는 관리비를 부담하는 방안 고려
    - 환경생태유량은 개념적으로 환경피해를 복구하는 용수가 아닌 환경 편익을 증가시키는데 사용되는 용수이며 편익 수혜 대상자가 불특정 다수인 공공재적 성격
    - 이 경우는 기 홍수조절부문의 건설비 및 관리비 부담 사례<sup>2)</sup>에 준하여 처리할 수 있음. 참고로, USACE(2000)에 따르면, 어류 및 생태계보호를 위한 건설비 부담은 전적으로 국가(연방정부)에서 부담하여야 한다고 언급

1) 국가하천은 하천관리청이 국가(국토교통부장관)이며 지방1·2급하천은 관할 구역의 시·도지사 임

2) 정부는 홍수부문의 유지관리비에 대하여 2001년 4백만 원을 처음 부담한 이후 매년 4,600-4백만 원을 부담해왔음

- 환경생태유량 공급에 대한 비용부담의 국가 책임은 금호강 수질 개선을 위한 영천 도수로 사업의 경우 국가에서 건설비와 관리비를 부담하고 있으며, 서울 청계천 유지용수 사용에 대한 중앙하천위원회의 공익성 인정에 따라 무상공급 추진

〈표4-3〉 무상공급에 따른 재원 및 비용부담 등

대상	비용부담	재원	환경부문 건설비 부담	용수 배분
국가, 지방자치단체	환경부문 관리비 부담	국고	국가	① 농업 → 환경 ② 생·공 → 환경
	사용료 지불	물이용부담금 및 지원금	수공	생·공 → 환경

- 환경생태유량에 대한 부담방법을 논의할 때 우선 환경생태유량의 수원(水源)을 기준으로 판단하여야 함
  - 일반적으로 환경생태유량의 수원은 다목적댐, 하수처리장, 빗물, 농업용 저수지, 지하수 및 기타 하천으로 구분할 수 있음. 현행법 체계상 빗물이나 지하수를 제외하고는 이들 수원으로부터 공급되는 물에 대한 사용료를 부과할 수 있음
  - 다만, 사용료를 부과하는 범위가 물에 대한 부과인지 아니면 도수로를 포함한 공급시설에 대한 대가인지는 명확지 않으며, 물의 용도에 대한 구분도 명확지 않음
  - 향후 물의 재이용을 통한 물순환 체계구축을 위해서 빗물 및 지하수 등의 환경생태유량으로의 사용을 촉진하려는 추세에 있는 만큼 빗물 및 지하수에 의한 환경생태유량 공급에 대한 세부적인 비용부담방안 마련 필요

#### □ 환경생태유량 확보를 위한 용수 재배분 방안

- 농업용 댐 사용권에 여유량이 있는 경우에는 이를 먼저 전용하고 그다음에 생·공용수에서 환경생태유량으로 전용하는 방안이 합리적
  - 생·공용수를 환경생태유량으로 전용하는 경우에는 앞에서 언급한 절차에 따른 재산권 처리 필요
  - 생·공용수의 경우, 환경생태유량에 대한 수요량 증대로 용수 재배분이 불가피하여 댐 사용권의 추가 설정이 필요하여 생·공용수의 댐 사용권의 증감자 또는 평가보상 등의 경우에 댐용수요금의 기저(基底)를 이루는 자산가치의 증감으로 인해 요금 수준의 변동 예상
- 하천의 기본적인 기능을 벗어나는 ‘환경생태유량’을 무상으로 사용토록 하는 것은 지양
  - 물 사용의 낭비와 물관리의 비효율을 수반할 수 있으므로, 무상공급으로 인해 발생하는 ‘공유재산의 비극(tragedy of the commons)’을 방지하기 위해서는 하천점용 허가에 의한 환경생태유량 사용 승인과 주기적으로 사용량 및 수요량에 대한 철저한 파악 및 타 용도로의 사용에 대한 제한 등 필요
  - 환경생태유량을 무상으로 공급한다고 하더라도 환경생태유량의 확보를 위한 건설비 및 관리비가 필요한 만큼, 궁극적 수요자인 국가나 지방자치단체로 관련 비용부담 귀결

#### □ 수계기금을 활용한 비용부담

- 환경생태유량은 수계의 환경개선 등 지역의 자원 보호 및 생태자원 개발을 위한 용도로 사용할 수 있는 지역 용수 개념이므로 물이용부담금<sup>3)</sup>에서 환경생태유량의 사용에 대한 사용료를 지급할 수 있도록 할 수도 있음(권형준, 2007)
- 이는 환경생태유량의 개념이 국가가 국민들에게 기본적으로 제공해야 하는 최소한의 의무를 넘어서 삶의 질의 향상과 연계되어 있으며, 환경생태유량은 질(質)적인 측면이 강하여 수질 향상이 환경생태유량의 기능 제고에 직접적인 영향을 미치기 때문
- 우리나라의 경우 환경생태유량과 관련하여 참고할 수 있는 기금으로 4대강 수계기금이 있음
- 4대강 수계기금은 ‘한강수계 상수원 수질 개선 및 주민지원 등에 관한 법률’, ‘금강수계 물관리 및 주민지원 등에 관한 법률’, ‘영산강·섬진강수계 물관리 및 주민지원 등에 관한 법률’ 및 ‘낙동강수계 물관리 및 주민지원 등에 관한 법률’에 근거
- 수계기금의 부과 목적 및 취지는 수계 내 상수원의 수질 개선과 주민지원사업 추진을 위한 재원을 마련하고, 수계 내 수자원과 오염원을 적정하게 관리하면서 주민지원사업을 효율적으로 추진하여 상수원 상류의 수질을 개선하는 목적으로 수질 개선을 위한 상류 지역주민의 고통과 비용을 물을 사용하는 하류 지역주민들도 부담하는 차원에서 한강은 1999.8.9, 금강, 영산강·섬진강 및 낙동강은 2002.7.15.부터 부과
- 수계기금의 재원은 물이용부담금, 매수토지 수익 등, 국가 이외의 자의 출연금 등, 일시 차입금, 자금 운용 수입금으로 구성되어있으나, 물이용부담금이 전체 기금의 대부분을 차지하고 있어 일반적으로 수계기금을 물이용부담금과 동일시
- 물이용부담금의 부과 주체는 일반가정 및 공장의 경우 수도사업자인 시장, 군수, 수공이 되며, 전용수도 설치자의 경우에는 4대강수계관리위원회<sup>4)</sup>가 주체
- 수계기금의 부과 대상으로는 첫째, 대통령령이 정하는 공공수역<sup>5)</sup> 으로부터 취수된 원수를 직접 또는 정수하여 공급받는 최종 수요자, 둘째, 동 공공수역에서 취수하는 전용수도 설치자이며, 부과 방식은 수도사업자가 수도요금 고지서에 포함하여 부과·징수하여 수계관리위원회에 납부
- 물이용부담금의 현재 부과 단가는 170원/㎥이나, 각 수계관리위원회에서 2년마다 부과금액을 변경, 고시

3) 물이용부담금은 수계 내 상수원의 수질 개선과 주민지원사업 추진을 위한 재원으로 사업운영비, 주민지원사업비, 수질 개선 기반조성사업 및 수질 개선 지원사업에 사용한다.

4) 수계관리위원회 구성은 수계마다 조금씩 다른데, 한강수계는 환경부 장관, 서울시장, 인천시장, 경기, 강원, 충북도지사, 수자원공사 사장, 한전 사장이며, 낙동강수계는 환경부장관, 건교부 차관, 부산시장, 대구시장, 울산시장, 경북, 경남, 강원도지사, 수자원공사 사장이고 영산강·섬진강 수계는 환경부장관, 건교부 차관, 광주시장, 전북, 전남도지사, 농촌공사 사장, 수자원공사 사장이고 영산강·섬진강 수계는 환경부장관, 건교부 차관, 광주시장, 전북, 전남도지사, 농촌공사 사장, 수자원공사 사장으로 구성된다.

5) 한강 : 팔당호 및 팔당댐 하류의 한강본류 하천 구간, 낙동강 : 낙동강 본류, 수계 내 광역상수원으로 이용하는 댐, 수계 다목적댐, 이들 댐에서 낙동강 본류까지의 하천, 이들 구간 복류수, 금강 : 금강 본류, 수계 내 광역상수원으로 이용하는 댐, 영산강·섬진강 : 주암호, 동북호, 상사호, 이사천의 역조정지댐, 수어호, 탐진호(장흥댐) 등

〈표4-4〉 물이용부담금 징수현황

(단위:백만 원)

구 분	계	2010년 이전	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
총 계	13,539,512	5,737,121	810,775	828,161	833,344	837,688	866,158	885,699	890,801	925,493	924,272
한 강	7,528,126	3,425,372 (80~160원)	430,860 (170원)	443,187 (170원)	444,701 (170원)	443,462 (170원)	457,664 (170원)	462,307 (170원)	466,519 (170원)	477,535 (170원)	476,519 (170원)
낙동강	3,324,299	1,307,483 (100~150원)	212,033 (160원)	210,641 (160원)	210,651 (160원)	214,084 (160원)	223,877 (170원)	234,304 (170원)	229,267 (170원)	243,108 (170원)	238,887 (170원)
금 강	1,529,088	563,389 (110~160원)	94,637 (160원)	99,184 (160원)	101,932 (160원)	102,600 (160원)	105,766 (160원)	108,719 (160원)	111,823 (160원)	119,178 (170원)	121,860 (170원)
영산강	1,157,999	440,877 (110~170원)	73,245 (170원)	75,149 (170원)	76,096 (170원)	77,542 (170원)	78,851 (170원)	80,369 (170원)	83,192 (170원)	85,672 (170원)	87,006 (170원)

\* ( )는 톤당 부과금액임

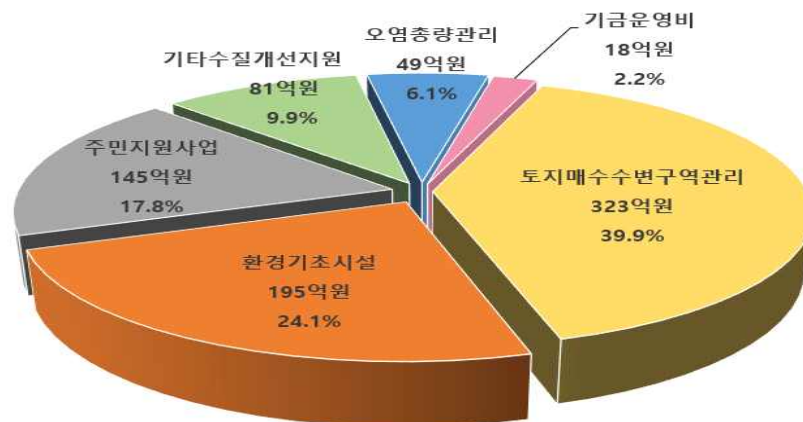
- 현행 4대강 수계기금법에는 한강수계법을 제외하고 낙동강, 금강 및 영산강·섬진강 수계법에는 환경부장관이 강수량의 부족, 조류 발생 등으로 상수원의 수질이 악화되거나 악화될 우려가 있는 경우 지자체 또는 수도사업자나 관리자에게 댐 방류량 증대, 수원의 준설, 조류 제거 및 상수원 주변 및 수면의 청소 등을 요청할 수 있으며 이 경우 이행에 필요한 비용을 수계기금에서 집행할 수 있도록 하고 있음<sup>6)</sup>
- 수계기금의 운용 주체는 각 수계관리위원회이며 기금의 사용 용도는 ① 사업운영비(교육 및 홍보사업, 물이용부담금 징수비용 교부 등), ② 주민지원사업, ③ 수질 개선 기반 조성(토지 등의 매수, 환경기초시설 설치비 및 운영비 지원), ④ 수질 개선 지원사업(환경친화적 청정산업, 녹조방지사업, 수변 녹지조성, 상수원 보호구역 관리, 수질 보전 및 감시활동 지원)으로 구성
- 한강수계법은 동일한 내용에 대하여 개선명령을 하도록 하고 있으며 이행에 필요한 비용 집행에 대해서는 명시하지 않고 있음.<sup>7)</sup> 다만, 각 위원회가 선정한 사업에 대하여 기금을 집행할 수 있도록 하고 있어, 환경생태유량의 공급으로 인해 수질 개선의 효과가 있는 경우 수계기금을 환경생태유량 공급에 따른 재원으로 활용
- 이와 유사한 사례로 한강수계 상수원인 다목적댐에 유입된 부유 쓰레기의 청소에 드는 비용 일체를 수계기금으로 집행토록 수계위원회에서 의결한 바 있음<sup>8)</sup>
- 수계기금과 같은 공공기금을 이용한 환경생태유량의 비용부담을 도모하는 것은 현행 제도 하의 수계기금의 사용 목적에 부합하는 사항임. 또한, 환경생태유량의 사용에 대해 비용을 지불하게 함으로써 효율적으로 사회에 필요한 만큼의 환경생태유량 공급 가능
- 호주의 경우 기후변화를 대비하여 환경용수 비축제도를 운영하고 있으며 이를 위해 재원을 들여 환경용수 수리권을 구입하여 운영

6) 낙동강수계법 제35조 및 제41조 제1항, 금강수계법 제33조 및 제38조 제1항, 영산강·섬진강 수계법 제33조 및 제38조 제1항.

7) 한강수계법 제28조

8) 소양강, 충주, 횡성댐의 부유쓰레기 처리비용으로 한강수계 기금 56억 원이 집행되었음(2006.9).

- 가뭄시 부족한 수량으로 인해 각 물 이용 주체 간에 갈등이 발생할 가능성이 높으며 간접적인 편익을 제공하는 환경생태유량이 후순위로 밀려날 가능성이 큼
- 재원을 들여 타 수리권자와 같이 환경생태용수의 수리권을 확보할 경우, 가뭄 시에도 건강한 수생태계를 보전할 수 있음
- 기존의 수계기금 지출 용도를 개선하여 기존 사업 효과성을 제고하고 환경생태유량 확보 및 신규 사업을 허용할 수 있도록 새로운 접근방식이 필요
- 수계관리기금을 통한 환경생태유량 확보를 고려해 볼 필요가 있으며 물이용부담금의 지출에서도 수질오염에 대해서는 명확한 오염자부담원칙을 적용하고 수질 개선의 편익증진을 위한 활동에 대해서 지원하는 명확한 지출원칙 설정 필요



〈그림4-1〉 2020 회계연도 영산강·섬진강 수계관리기금 집행현황<sup>9)</sup>

- 이외에도 댐용수 요금과 같은 물값으로 부담하는 방안이 있을 수 있으나, 요금부과 방안은 국가나 지방자치단체가 공익적 목적으로 환경생태유량 사용이 아닌 일반 수요자가 환경생태유량을 사용하는 경우에 적용할 수 있는 방안
- 이는 수익자부담원칙 또는 원인자부담원칙에 의해서 환경생태유량으로부터 발생하는 편익의 귀속 주체가 분명하기 때문<sup>10)</sup>

9) 18억 1백만 원으로 지출계획 19억 53백만원 대비 92.2%, 전년도 지출액 15억 56백만원 대비 115.7% (운영경비 4억 65백만원(25.8%), 물이용부담금 징수비용교부 13억 36백만원(74.2%)) (출처 : 2020회계연도 영산강·섬진강 수계관리기금 결산 보고서)

10) 영주댐의 경우와 같이 하천환경을 위해 환경생태유량을 사용하는 경우에는 적절하지 못한 방법이라 할 수 있다.

### 3. 효율적 하천관리 관리 주체 정립방안

#### 가. 현황

- 현행 하천관리 체계의 가장 큰 문제점으로는 종합적인 계획수립이 곤란하고, 예산도 행정단위 또는 구간별 안배 위주로 배정·집행되기 때문에 하천의 상류·하류 간 또는 본류·지류 간의 연계성 미흡하고 지역별로 예산 배분 상이
- 지자체의 하천관리 과부담도 개선해야 할 사항으로, 이는 하천별로 하천의 등급을 지정하고 관리함에 따라 하천을 관리하는 주체가 불명확함에 따라, 국가하천의 유지관리업무를 지자체에 위임하기 때문
  - 대부분의 하천관리 업무를 지자체가 담당하지만, 지자체는 하천관리 인력과 예산 및 전문성이 부족한 상황
    - 예를 들어, 기초지자체 하천관리 인원은 1~3인 수준으로, 하천감시원 1인당 관리구간이 35km로 일본의 인당 관리구간인 1.1km에 비교하면 구간이 상당히 넓은 현실
    - 대부분의 지자체가 하천수입금을 일반회계로 편입하여 관리하여 하천관리에 사용 가능한 수입금이 극히 적고, 위임된 국가하천의 유지관리에 필요한 국고지원도 부족한 실정
    - 공무원의 잦은 인사이동 및 하천관리 업무 기피 등으로 인한 전문성 확보의 어려움은 하천관리와 관련한 여러 가지 연계 계획 간 검토 부족으로 이어져 예산과 인력의 낭비를 초래할 수 있어 하천관리 업무에 어려움을 가중시키는 요소가 됨

#### 나. 제도개선

- 효율적 하천리 주체 정립을 위해 하천등급 및 등급에 따른 관리 주체 구분 통합이 필요
  - 도랑-지류-분류-하굿둑 국가하천-지방하천-소하천-도랑에 걸쳐 유역 단위의 효율적이고 일관된 하천관리를 위하여 궁극적으로 하천등급을 폐지 필요
- 하천관리 기능별 역할을 분리와 명확화가 필요
  - 하천관리 기능은 크게 정책(계획수립 및 조사), 규제, 집행업무로 분리
    - 하천관리의 효율화 및 전문성 확보를 위하여 공권력이 요구되는 정책·규제 기능과 집행기능을 분리하는 것이 바람직
    - 외국의 경우 전문기관이 하천관리 집행기능을 담당하는 경우가 많음
    - 정부는 정책 수립과 규제(수량, 수질, 요금, 서비스 기준, 인허가 등) 기능을 보다 전문화하여 담당하는 것이 바람직하다고 할 수 있음

〈표4-5〉 하천관리 기능 역할분담 방향(안)

구분	현행						변경(안)				
	중앙부처	지방조직	지자체	안전처	전문기관		중앙부처	지방조직	지자체	안전처	전문기관
정책 (계획·조사)	○	○	△	◎			○	○	△	◎	
규제		○	△		○ (일부)	→	○		△		
집행			◎						△		○

주 : ○ 국가하천, △ 지방하천 이하, ◎ 국가하천·지방하천 모두

#### □ 국가하천 구간 확대 방안

- 국가 차원의 계획에 의거 국가하천-지방하천-소하천-도랑에 걸쳐 유역 단위의 일관된 하천관리가 이루어질 수 있도록 제도개선 추진 필요
  - 국가하천 구간을 확대하는 한편, 중앙정부 부처별 중복 및 상충하는 법령체계 정비할 필요가 있음
  - 계획 간 연계 규정을 두는 것에서 나아가 실질적으로 연계되도록 지원하고 전문기관을 활용하는 방안 모색 필요
  - 하천 정비 및 생태하천복원 등의 하천공사는 하천정비기본계획을 반영해야 하나, 인력 및 예산 등의 원인으로 하천정비기본계획을 수립하지 않았거나, 전문성 부족으로 인해 하천관리 계획을 연계하여 검토하지 못하고 있는 실정 개선 필요
- 장기적으로 부처별-행정 단위별 관리 및 예산 배분을 유역 중심의 관리 및 예산체제로 재편 필요
  - 하천법 제92조(권한의 위임·위탁 등) 3항은 국가하천 공사업무에 대한 전문기관 위탁 관련 조항을 추가하여 전문성과 경험을 갖춘 전문기관이 하천관리 집행업무를 수행할 수 있도록 조정한 바 있으며, 현재 하천법상 유역조사, 수문 조사 등의 조사업무, 홍수위험지도 작성 및 하천 유지보수 업무는 위탁할 수 있다는 조항이 있음 (제92조 3항)

〈표4-6〉 국가하천 구간 확대 제도개선(안)

1단계	▶ ‘하천법 제7조’에 의한 국가하천 지정기준 만족 지방하천을 국가하천으로 승격 * 국가하천 연장확대 : 현행 2,995km(약 10%) → 11,680km(약 39%)
2단계	▶ 치수나 이수에 있어 중요한 지방하천을 국가하천으로 관리 가능하도록 국가하천 지정기준 변경을 위한 하천법 개정 * 감사원(2003)「자연재해 대비실태」감사결과 국가하천 규정 관련 권고사항
3단계	▶ 장기적으로 더욱 효율적인 하천관리를 위하여 하천등급제 폐지 * 미국 자연경관수계제도와 같이 하천을 생태적 보전가치에 따라 야생수계구역, 경관수계구역, 휴양수계구역 등으로 구분 관리하는 방안 등 검토



## □ 부처·기관 역할 조정

- 국가가 하천관리 관련 종합계획수립 및 조사 등의 정책기능 및 규제기능을 담당하는 것이 효율적
  - 통합물관리 시행국가들의 경우, 국가(연방정부) 차원에서 종합계획 및 정책 방향을 제시하고, 지방정부가 실천계획을 수립하는 형태를 갖춘
  - 하천관리를 위한 객관적 자료의 확보 및 축적을 통해 효율적인 하천관리 종합계획을 수립할 필요 필요 있음. 이러한 하천 정보의 조사, 데이터베이스 구축 및 모니터링은 전문화가 필요한 부분이나, 지자체는 전문인력 및 조사를 위한 재정적 여력이 충분하지 않기 때문에 국가 차원에서 전문인력을 활용하여 신뢰성 있는 자료를 구축 및 관리하여 하천관리에 효과적으로 활용할 수 있도록 해야 함
  - 실질적으로 집행업무 주체와 규제업무 주체를 분리하여 운영하여 하천관리 전문화 필요
- 지자체는 지정 권한이 있는 시·도 지방하천, 시·군·구 소하천 등에 대한 전반적인 관리 수행 필요
  - 현재 지자체는 하천관리 인력, 예산, 전문성이 부족하여 실질적인 하천관리 역량이 부족하므로 장기적으로 국가하천 구간을 확대하여 국가 차원의 하천관리 실현 필요
  - 전문기관을 통해 국가하천관리 기능 중 집행업무를 수행하고, 장기적으로 현 집행업무 수행기관(국토지방청, 홍수통제소 등)들을 유역 단위로 재편 필요
  - 전문기관 자원조달 능력과 전문화된 기술력 및 인력을 통해 하천관리 효율화 및 전문화 모색 필요



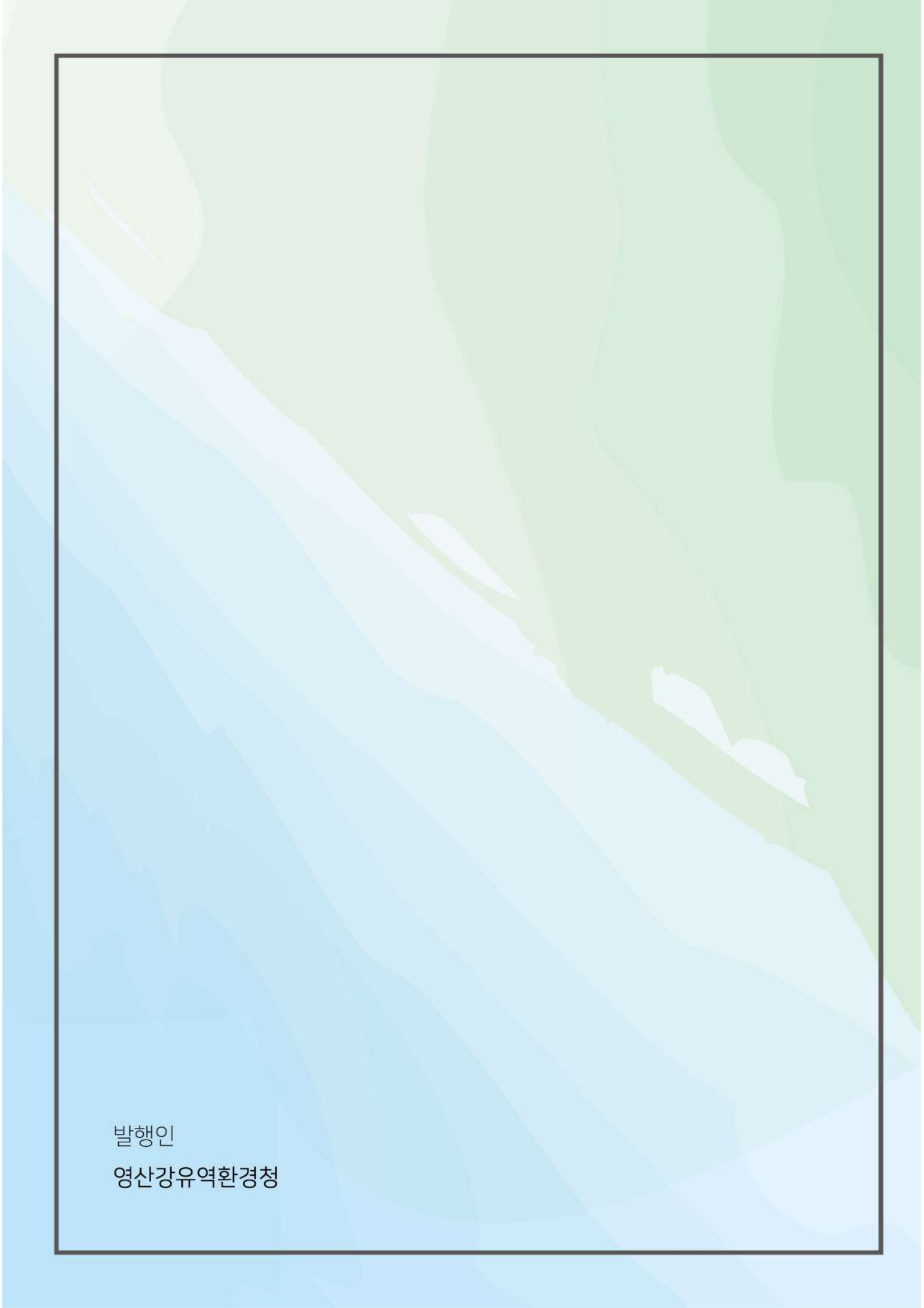
## - 참 고 문 헌 -

- 4대강수계관리위원회(2015), 「토지매수사업 효율성 제고를 위한 성과평가·피드백 체계구축 마련 연구」
- 강원연구원 외(2018), 「통합물관리를 위한 한강 유역 거버넌스 구축방안」
- 국가물관리위원회(2020), 「금강·영산강 보 처리 방안 심의·의결」
- 국립생태원(2020), 「제주 생태자산 100 리플릿」
- 국정기획자문위원회(2017), 「문재인 정부 국정운영 5개년 계획」
- 국토교통부(2015), 「하천유지유량 검토 보고서」
- 국토교통부(2016), 「제4차 수자원장기종합계획(2001~2020) 제3차 수정계획(2016~2020)」
- 국토교통부(2016), 「(2016~2025) 국가·지방하천 종합정비계획(보완)」
- 국토교통부(2017), 「4대강 수자원활용 개선방안 보고서」
- 국토교통부(2020), 「한국하천일람」
- 국토환경연구소(2005), 「효율적인 하천 유지관리 방안 (국토환경연구소/최동진)」
- 국토연구원(2007), 「환경용수 확보를 위한 중앙정부와 지방정부의 역할 분담과 정책과제」
- 관계부처 합동(2020), 「기후변화에 따른 풍수해 대응 혁신 종합대책」
- 관계부처 합동(2021), 「제1차 국가물관리기본계획(2021~2030)」
- 광주전남연구원(2016), “영산강·섬진강 하구 생태계 복원 위해 정부와 지자체 머리 맞대야” 「광전 리더스 인포」
- 금강수계관리위원회(2021), 「금강 수질개선을 위한 댐 유입 홍수터 기초조사 및 수변생태구역 활성화 방안 연구(1차년도) 보고서」
- 기상청(2011), 「한국기후변화백서」
- 기상청(2019), 「기상연보」
- 김범철(2018), 「국내 하천 저수지 녹조현상의 원인과 대책」
- 김원(2018), 「국외 하천복원 사례 및 4대강 복원방향」
- 김원근(2013), 「다목적댐의 경영성과 제고를 위한 환경개선용수의 비용분담 및 요금 부과방안」
- 대한민국 정부(2019), 「제5차 국토종합계획」
- 박재현(2020), “강 자연성 회복을 위한 3가지 방향” 오마이뉴스 기고문
- 반권수 외(2020), 「댐 호소, 하천 수변완충지대의 지속가능한 복원 및 관리방안 연구 : 한국환경복원 기술학회 학술대회 논문집」
- 서울특별시(2017), 「한강 생태계 조사연구」
- 송현근(2018), “물관리일원화 현황 및 향후방향” 「통합물관리 비전 포럼 4차 전체 회의 」

- 양성기(2007), “제주도의 하천관리와 개선방안”, 「하천과 문화」, vol.3, 한국하천협회
- 양성기(2010), “산지천의 생태하천 복원과 하천정비”, 「하천과 문화」, vol.6, 한국하천협회
- 양성기 외(2017), “태풍 차바로 인한 제주도 홍수피해와 대책”, 「대한토목학회지」, 65(1), 대한토목학회
- 영·섬수계관리위원회(2007), 「영산호 수질 개선 타당성 조사」
- 영·섬수계관리위원회(2020), 「인공습지를 이용한 영산강 하수처리장 방류수 수질개선방안 연구」
- 염정섭(환경부 4대강 자연성 회복을 위한 조사·평가단), 「4대강 자연성 회복 마스터플랜 수립을 위한 선진화 사례 연구」
- 이울경과 김종원(2006), 「한국의 하천식생」
- 장문현(2013) 「수계권 역사문화공원의 시공간적 분포 특성 비교 연구」
- 전문용 외(2016), 「제주도 지질공원 지질 트레일 활성화 사례연구」
- 조여진 외(2003), “주민참여로 생태하천으로 복원된 제주 산지천”, 「대한토목학회지」, 51(4), 대한토목학회
- 조을생(2019), 「숙의적 접근을 통한 하천 자연성 회복 정책도출 연구」
- 제주발전연구원(2009), 「제주지역 하천유출수를 활용을 위한 수문 및 수질특성 기초연구」
- 제주발전연구원(2013), 「올레길·숲길·둘레길 등 생태 문화 탐방길 적정 수요 분석 연구」
- 제주발전연구원(2016), 「풍수해 저감을 위한 제주지역 방재성능 향상 방안, 정책이슈브리프」
- 제주연구원(2019), 「지하수 수질 개선 및 오염방지 방안 연구 보고서」
- 제주연구원(2020), 「용천수 전수조사 및 가치 보전 활용방안 마련」
- 제주특별자치도(2016), 「용천수 관리계획」
- 제주특별자치도(2016), 「제주미래비전(청정과 공존사회를 향한 제주의 전략)」
- 제주특별자치도(2018), 「제주형 물순환 기본계획」
- 제주특별자치도(2018), 「제주형 통합물관리 거버넌스 구축평가」
- 제주특별자치도(2019), 「제주도 수자원관리종합계획」
- 제주특별자치도(2021), 「2021 제주미래비전 시행계획 실천 전략과제」
- 차주영 외(2013), 「지역활성화를 위한 지방하천 정비사업 개선방향 연구」
- 최광순 외(2020), “유역 내 오염원 관리를 위한 수질수량 정밀모니터링 및 분석방법”, 「한국물환경학회, 대한상하수도학회 2020년 공동학술발표회 발표자료」
- 하천학회 (2011), “하천생태복원기술의 선진국 동향”, 「2011 하천관리 정기세미나」
- 한국수자원공사(2007), 「댐 하류 하천 하도내 사주 및 식생 정비계획 보고서」
- 한국수자원공사(2017), 「댐 수질개선을 위한 정화림 조성방안 및 수질개선 효과 연구」
- 한국수자원공사(2019), 「과학적 녹조 발생 원인 규명 및 예측기술 고도화 연구(3차년도)」
- 한국수자원공사(2019), 「국민의 물관리 혁신방안」

- 한국수자원공사(2020), 「비점(강우유출), 오염물질 통합관측소 설치·운영방안 수립 용역」
- 한국수자원공사(2020), 「통합 물관리 측면의 수변생태벨트 모델 연구 용역」
- 한국수자원학회(2018), “하굿둑의 현황 및 미래 관리 방향”, 「제20회 하천관리포럼 발표자료」
- 한국하천협회(2011), “하천생태복원기술의 선진국 동향”, 「2011 하천관리 정기세미나」
- 한국환경공단(2010), 「수변 생태복원 외국 사례 모음」
- 환경부(2003), “제주도 제주시 산지천(생태복원 우수사례)” 보고서
- 환경부(2016), 「영산강·섬진강 대권역 물환경관리계획 수립연구(2016~2025)」
- 환경부(2016), 「옛 물길(터) 복원 기본계획」
- 환경부(2016), 「옛물길(터) 복원을 위한 조사연구」
- 환경부(2017), 「제2차 물환경관리 기본계획(2016~2025)」
- 환경부(2018), 「댐건설장기계획(2012~2021) 수정계획」
- 환경부(2018), 「물환경 운영계획」
- 환경부(2018), 「섬진강댐 중권역 물환경관리계획 수립 연구(2019~2023)」
- 환경부(2018), 「영산강·섬진강수계 제3차 수변구역 관리 기본계획」
- 환경부(2018), 「오수천 중권역 물환경관리계획 수립 연구(2019~2023)」
- 환경부(2018), 「요천 중권역 물환경관리계획 수립 연구(2019~2023)」
- 환경부(2018), 「하천 수생태계 현황조사 및 건강성 평가(XI) - 영산강·섬진강 대권역」
- 환경부(2019), 「환경백서」
- 환경부(2019), 「지하수조사연보」
- 환경부(2019), 「가축분뇨공공처리시설 설치 및 운영현황」
- 환경부(2019), 「한강/영산강권역 지하수 영향분석 및 용수공급 표준모델 개발」
- 환경부(2019), 「2019년 수생태건강성」
- 환경부(2019), 「하천 수생태계 현황 및 건강성 평가 보고서- 영산강·섬진강 대권역」
- 환경부(2020), 「2019 하수도통계」
- 환경부(2020), 「2019년 하천유역조사 보고서」
- 환경부(2020), 「2020 기후위기 대응 홍수방어대책 백서」
- 환경부(2020), 「우리 강 자연성 회복 구상」
- 환경부(2020), 「제2차 물재이용기본계획(2021~2030)」
- 환경부(2020), 「제주도 100곳 생태자산 평가결과 보도자료」
- 환경부(2020), 「2019 수문조사연보」

- 환경부(2021), 「2019 상수도통계」
- 환경부(2021), 「2020 회계연도 한강수계관리기금 결산보고서」
- 환경부(2021), 「2020 회계연도 금강수계관리기금 결산보고서」
- 환경부(2021), 「2020 회계연도 낙동강수계관리기금 결산보고서」
- 환경부(2021), 「2020 회계연도 영산강섬진강수계관리기금 결산보고서」
- 환경부·한국환경공단(2017), 「국가 비점측정망 사업 소개」
- 행정안전부(2018), 「유인도서현황」
- 행정안전부(2020), 「2019 재해 연보」
- 허재영(2019), “강의 자연성 회복을 위해” 한겨레 기고문
- European Union(2011), 「EU Biodiversity Strategy to 2020」
- KONETIC, 「독일 이자르강 정비 및 하천생태계 복원 운영사례」
- Whol et al.(2015). 「The science and practice of river restoration」



발행인  
영산강유역환경청