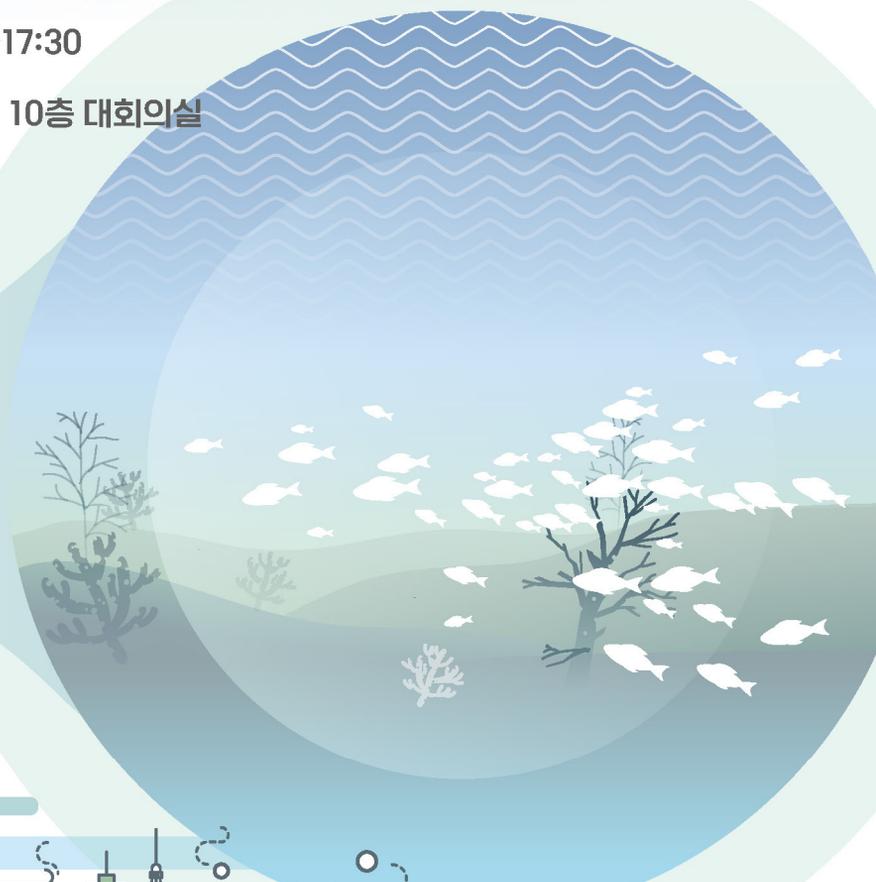
2024년 국가물관리위원회 제5차 정기세미나

말 못하는 수중생물과 미래세대를 위한 물환경관리 방향

| 일시 | 2024.12.13.(금) 14:30~17:30

| 장소 | 포스트타워(서울중앙우체국) 10층 대회의실



대통령직속 국가물관리위원회

2024년 국가물관리위원회 제5차 정기세미나

말 못하는 수중생물과 미래세대를 위한 물환경관리 방향

일시 2024. 12. 13.(화) 14:30~17:30 **장소** 포스트타워(서울중앙우체국) 10층 대회의실

PROGRAM

시 간	내 용	
14:30~14:35	인사말씀	배덕효 국가물관리위원회 위원장 사회 김진식 물관리위원회지원단장
14:35~14:40	기념사진 촬영	위원장님, 발제자, 토론자 등
14:40~16:00	세션 1 주제발표 (각 20분)	1. 탄소중립 실현과 가치창출을 위한 하수도 ㅣ 오재일 교수 (중앙대학교) 2. 국토 환경용량기반의 범부처 비점오염원 관리 ㅣ 최지용 교수 (서울대학교) 3. 환경기초시설 건설 이후의 수질오염총량관리제 발전 방안 ㅣ 이병국 박사 (KEI) 4. 사람과 수중생물과의 상생을 위한 통합물관리 과제 ㅣ 황순진 교수 (건국대학교)
16:00~16:10	휴 식	
16:10~17:20	세션 2 종합토론 (패널 및 청중토론)	주제: 수중생물과 미래세대와의 상생을 위한 물환경관리 - 좌장: 공동수 계획분과장 (국가물관리위원회) ※ 가나다순 표기 - 토론: 김경현 과장 (국립환경과학원 물환경평가연구과) 박규홍 위원 (국가물관리위원회) 박준홍 학회장 (한국물환경학회) 백선재 이사 (한국환경공단 물환경본부) 이상진 과장 (환경부 물환경정책과) 조영준 물관리지원단장 (한국농어촌공사)
17:20~17:30	마무리 말씀 및 폐회	

※ 상기일정 등은 변경될 수 있음

CONTENTS

주제발표

01. 탄소중립 실현과 가치창출을 위한 하수도 ····· 1
오 재 일 교수 (중앙대학교)

02. 국토 환경용량기반의 범부처 비점오염원 관리 ····· 21
최 지 용 교수 (서울대학교)

03. 환경기초시설 건설 이후의 수질오염총량관리제 발전 방안 ····· 35
이 병 국 박사 (KEI)

04. 사람과 수중생물과의 상생을 위한 통합물관리 과제 ····· 59
황 순 진 교수 (건국대학교)

토론문

01. 김경현 과장 (국립환경과학원 물환경평가연구과) ····· 83

02. 박규홍 위원 (국가물관리위원회) ····· 87

03. 박준홍 학회장 (한국물환경학회) ····· 91

04. 백선재 이사 (한국환경공단 물환경본부) ····· 97

05. 이상진 과장 (환경부 물환경정책과) ····· 105

06. 조영준 물관리지원단장 (한국농어촌공사) ····· 107

주·제·발·표

01

탄소중립 실현과 가치창출을 위한 하수도

오 재 일 교수 (중앙대학교)

2024년 국가물관리위원회 제5차 정기세미나
말 못하는 수중생물과 미래세대를 위한 물환경관리 방향

대통령직속 국가물관리위원회

제3차 국가하수도종합계획 수립을 위한 연구

탄소중립 실현과 가치창출을 위한 하수도

2024. 12. 13.

중앙대학교
오재일 교수

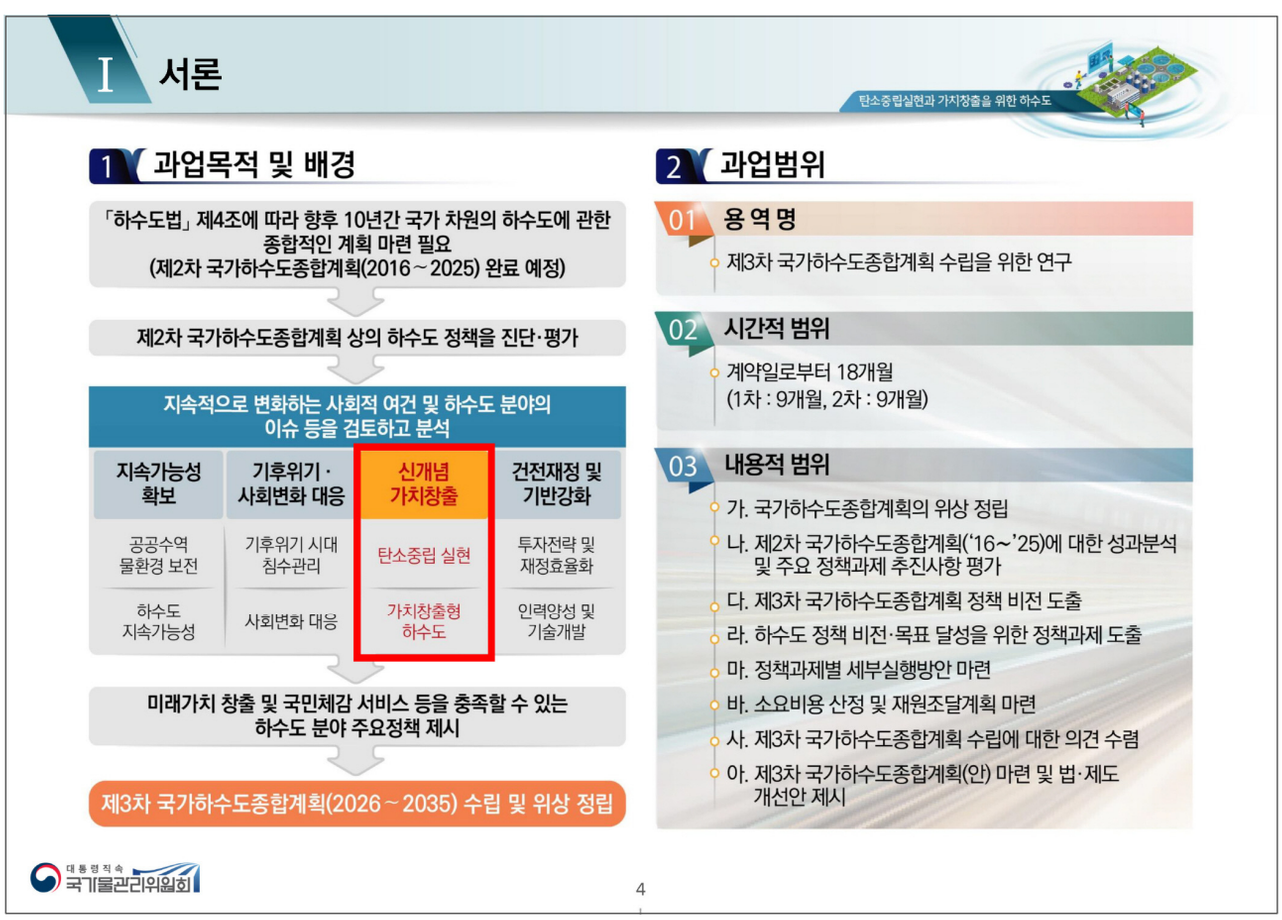
Contents

탄소중립실현과 가치창출을 위한 하수도

Ⅰ. 서론
Ⅱ. 탄소중립실현 하수도
Ⅲ. 가치창출형 하수도
Ⅳ. 맺음말

대통령직속 국가물관리위원회

국가물관리위원회
Presidential Water Commission
탄소중립실현과 가치창출을 위한 하수도
Ⅰ. 서 론


Ⅰ 서론
탄소중립실현과 가치창출을 위한 하수도
1 과업목적 및 배경
「하수도법」 제4조에 따라 향후 10년간 국가 차원의 하수도에 관한 종합적인 계획 마련 필요
(제2차 국가하수도종합계획(2016~2025) 완료 예정)
제2차 국가하수도종합계획 상의 하수도 정책을 진단·평가
지속적으로 변화하는 사회적 여건 및 하수도 분야의 이슈 등을 검토하고 분석
지속가능성 확보
공공수역 물환경 보전
하수도 지속가능성
기후위기·사회변화 대응
기후위기 시대 침수관리
사회변화 대응
신개념 가치창출
탄소중립 실현
가치창출형 하수도
건전재정 및 기반강화
투자전략 및 재정효율화
인력양성 및 기술개발
미래가치 창출 및 국민체감 서비스 등을 충족할 수 있는 하수도 분야 주요정책 제시
제3차 국가하수도종합계획(2026~2035) 수립 및 위상 정립
2 과업범위
01 용 역 명
제3차 국가하수도종합계획 수립을 위한 연구
02 시간적 범위
계약일로부터 18개월
(1차 : 9개월, 2차 : 9개월)
03 내용적 범위
가. 국가하수도종합계획의 위상 정립
나. 제2차 국가하수도종합계획('16~'25)에 대한 성과분석 및 주요 정책과제 추진사항 평가
다. 제3차 국가하수도종합계획 정책 비전 도출
라. 하수도 정책 비전·목표 달성을 위한 정책과제 도출
마. 정책과제별 세부실행방안 마련
바. 소요비용 산정 및 재원조달계획 마련
사. 제3차 국가하수도종합계획 수립에 대한 의견 수렴
아. 제3차 국가하수도종합계획(안) 마련 및 법·제도 개선안 제시
대통령직속 국가물관리위원회
4

Ⅰ 과업의 개요

3 주요내용

하나	국가하수도종합계획의 위상 정립	• 국가물관리기본계획, 물환경관리기본계획 등 **상위계획과의 부합성 검토 및 위상 정립** • 하수도 관련 제도, 계획간의 연계성 및 관련 법률 검토
둘	제2차 국가하수도종합계획에 대한 성과 분석 및 주요 정책과제 추진사항 평가	• 국가 및 유역별 하수도 주요 정책과제 현황 분석 및 이행여부 진단 및 평가 • **제2차 국가하수도종합계획 정책지표(6개 의제)에 대한 진단 및 평가**
셋	제3차 국가하수도종합계획 정책 비전 도출	• 향후 **10년간 미래 사회상 예측**을 통한 하수도 수요예측 등 장래 여건 전망 분석 • **새로운 패러다임**으로 하수도 정책을 전환하기 위한 정책 비전 및 목표 설정
넷	하수도 정책 비전·목표 달성을 위한 정책과제 도출	• **지속가능한 하수도서비스 제공** (공공수역 물환경 보전, 하수도 지속가능성) • **미래 기후 및 사회변화 대응** (기후위기 시대 침수관리, 사회변화 대응) • **하수도 신개념 가치 창출** (탄소중립 실현, 가치창출형 하수도) • **하수도 재정건전성 도모 및 기반강화** (투자 전략 및 재정 효율화, 인력양성 및 R&D 기술개발)
다섯	정책과제별 세부실행방안 마련	• 도출과제별 세부실행 방안 및 연차별 실행계획 마련 • **주요 정책과제 부문별 법·제도 정비 및 지원계획 마련**
여섯	소요비용 산정 및 재원조달계획 마련	• 과제별 개략사업비 산정 및 **우선순위 검토, 단계별 투자계획** 마련 • 각 사업비에 대한 **재원조달계획** 수립
일곱	3차 국가하수도종합계획 수립에 대한 의견 수렴	• 각 분야별 심층 논의를 위한 작업반 구성·운영 • 관계기관, 학계, 업체 등을 대상으로 **공청회** 실시
여덟	제3차 국가하수도종합계획(안) 마련 및 법·제도 개선안 제시	• 연구결과 등을 바탕으로 국가하수도종합계획(안) 마련 • 도출된 정책과제 추진을 위한 **하수도법 개정(안) 및 관련제도 개선(안)** 제시

대통령직속 국가물관리위원회

Ⅰ 과업의 개요

4 제안의 특징 및 장점

제3차 국가하수도종합계획 정책비전 도출 및 전략 제시

비 전 : 공유가치창출(CSV)을 통한 담대한 하수도 분야 구축 및 국민체감형 서비스 제공

Big Questions 도출

01 메가트랜드, 미래도시 관점의 하수도는?	02 기후위기시대에 대응하는 하수도는?	03 탄소중립 구현을 위한 청정에너지 생산 방안은?	04 도시재생을 위한 하수도의 새로운 가치창출 방안은?
05 사회변동(인구감소, 지방소멸 등)에 유연한 하수도 구축은?	06 물관리일원화 시대에 지속가능한 하수도 역할은?	07 재정 및 전문인력 부족 시대에 대응하는 하수도는?	08 국제경쟁력을 갖춘 하수도 물산업과 R&D 구현 방안은?

4대 분야·세부 추진전략

지속가능한 하수도서비스	미래기후 및 사회변화 대응	하수도 신개념가치 창출	하수도 건전재정 조성 및 기반강화
공공수역 물환경보전 • 강우시 미처리하수 관리 • 유역하수도 강화 • 방류수질기준 설정	**기후위기시대 침수관리** • 도시침수 대응 • 유역치수(하수도-하천 연계) • 유역하수도지원센터 역할정립	**탄소중립 실현** • 유기성폐자원 활용방안 • 처리시설 에너지생산 기지화 • e자립화 방안 제시	**투자전략 및 재정 효율화** • 하수도시설 재투자전략 수립 • 자산관리제도 고도화 • 하수도요금현실화 방안
지속가능한 하수도 • 노후하수관로 정비방안 • AI 하수도시설 운영·관리 • 공공하수도 유지·개선	**사회변화 대응** • 인구·지역 고려한 하수도 통합관리 • 개인하수도, 유역하수관리강화	**가치창출형 하수도** • 도시재생 및 가치창출을 위한 하수처리시설 성능개선 • 하수처리수 재이용 방안	**인력양성 및 R&D기술개발** • 국가직무능력표준 개발 • 하수도 BIM, AI적극도입 • 디지털전환 적극 추진

법, 제도 개선 : • 8대 Big Questions 도출과 함께 도시침수방지법, 물순환촉진법, 물재이용법, 바이오가스법 등과 연계한 국가하수도종합계획 구축 및 하수도법 개정(기후위기 및 미래도시 대응, 탄소중립 실천, 가치창출형 하수도, 지속가능한 하수도, 물환경 보존, 재정 효율화 등)

» 하수도 Big Questions 도출을 통한 국가하수도종합계획 방향성 및 미래 위상 정립

※ 공유가치창출(CSV)이란? '공유가치창출(CSV, Creating Shared Value)'은 경제적 가치와 사회적 가치를 동시에 추구하는 것을 의미하며, 하수도 분야의 지속가능성 확보를 위한 전략 내에서 미래 사회적, 환경적 가치를 통합하는 개념

대통령직속 국가물관리위원회

Ⅱ 탄소중립실현 하수도

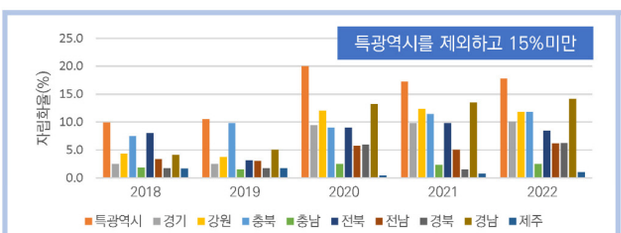
탄소중립실현과 가치창출을 위한 하수도

1 현황 및 문제점

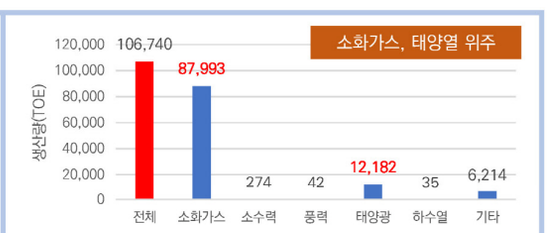
하수처리시설 에너지자립율 저조

(에너지 자립율) 하수처리시설 에너지 자립화율은 2018년 전국 4.1%에서 2022년 18.3%로 증가하였으나 **에너지 사용량 대비 생산량은 현저히 낮은 수준**

- ✓ **(지역현황)** 대형하수처리시설을 보유하고 있는 특광역시가 2022년 17.8%로 가장 높았으며, 제주도, 충청남도의 경우 각각 1%, 2.5%로 매우 낮은 실정 (방류수질 확보에 치중된 기술(공법)을 적용 → 처리장 운영에 과다한 에너지 사용)
- ✓ **(생산시설)** 2021년 운영조사결과표 분석결과 결과 **소화가스 생산량이 전체의 82%**로 가장 높았으며, 다음 설치 비율이 높은 태양광은 11% 수준. 나머지 부문은 생산량이 매우 저조한 실정



〈하수처리시설 에너지 자립율('18~'22)〉



〈에너지생산시설 종류별 생산량('21)〉

대응 전략

- ▪ 하수처리의 고도화, 전력 요금의 상승 등으로 운영비용은 지속적으로 증가할 것으로 예상됨.
- ✓ **(에너지 생산) 통합바이오가스 등 재생에너지생산시설 구축사업을 통해 에너지 자립화율 향상**
- ✓ **(에너지 믹스) 하수처리시설 내 재생에너지 생산 가능 시설 도입을 통해 다양한 에너지원 개발**

※ 참고자료 - 하수도통계(환경부)

대통령직속 국가물관리위원회

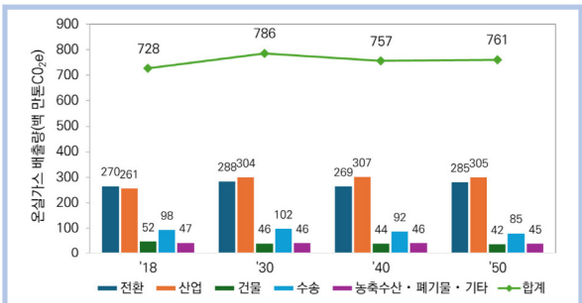
8

Ⅱ 탄소중립실현 하수도

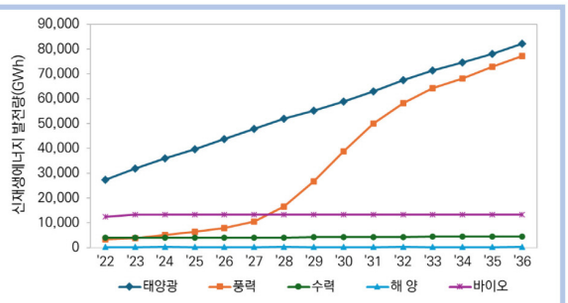
☑ 온실가스 저감 및 탄소중립 목표 달성 요구

(온실가스 증가 및 재생에너지 사용 확대) 지속적인 **온실가스 배출 증가** 및 탄소중립을 위한 **신재생에너지 발전 및 사용량 증대** 예상

- ✓ **(온실가스)** 2050년 배출량은 **761.4백만톤CO_2e**로 전망 (2018년 대비 약 **4% 증가**)
- ✓ **(신재생에너지)** 신재생에너지 발전량은 증가하지만, **"바이오" 에너지 발전량 비율 감소** 예측 ('22년 26.2% → '36년 **7.5%**)



〈온실가스 배출량 전망('18~'50)〉



〈탄소중립을 위한 신재생에너지 발전량 전망('22~'36)〉

대응 전략

- ✓ **(바이오가스) 통합소화 확대**를 통한 **바이오가스 생산량 증산** → 신재생에너지 발전량 증대, 탄소중립 기여
- ✓ **(에너지자립화)** 하수열 등 신재생에너지 생산-활용-절감을 통한 **현실적 목표 제시 및 달성 방안** 구축
- ✓ **(탄소배출량 감축)** 하수도의 국가 탄소배출 감축에 대한 **능동적 역할 재정립**

※ 참고자료 – 제1차 국가 탄소중립 녹색성장 기본계획(관계부처 합동, 2023)
제10차 전력수급기본계획(2022~2036)(산업통상자원부, 2023)

Ⅱ 탄소중립실현 하수도

1 탄소중립 구현을 위한 하수도 역할 강화 분야

1-1 공공하수처리시설 에너지자립화 극대화 (1/2)

목 표 하수처리시설 **에너지자립화 극대화를** 위한 총체적 방안 구축

현황 및 문제점	정책방향
• **공공하수처리시설의 계획 대비 낮은 에너지자립화율** – 17.5%('22년)로서 기존 계획 대비('20년 30%) 현저히 낮음 – 에너지소비량(90만 TOE) '07년(40만 TOE)대비 큰 폭 상승 – 바이오가스 중심(82.4%)의 자체 에너지 생산 • **바이오가스법 제정 및 통합바이오가스화 시설 확대** – 탄소중립 실현을 위해 2023년 바이오가스법령 제정 – 통합소화 국정과제(89-4)의 주요 추진 내용 • **바이오가스 생산 및 활용 기술의 한계** – 국내 총생산의 40%는 하수슬러지 유래이나 생산계수가 낮음 – 미연소량(14.6%), 열원활용(56.8%)→ 전력 활용 필요 • **현실적인 계획(목표) 수립 부재** – EU 목표 제시(2024.03): 2030년 20%, 2040년 40% ※ Council of the EU (Annex 7108/24): 목표치 35%까지 외부 재생에너지 공급 허용	***As-Is*** 바이오가스법 제정 및 통합소화시설 확충에 따른 생산량 증대 체계 도입 ***To-Be*** **기타 재생에너지 생산** 및 바이오가스의 **효율적인 활용, 현실적인** 에너지소비 절감을 통한 목표 에너지자립화율 달성 ('35 에너지자립율 25%)

Ⅱ 탄소중립실현 하수도

1-1 공공하수처리시설 에너지자립화 극대화 (2/2)

추진전략	하수처리시설 에너지자립 극대화를 위한 제도 개선	하수처리시설 에너지자립화 극대화를 위한 요소기술 개발
대상분야	법/제도/지침, 계획	조사/진단, 계획/설계/운영
세부 추진과제 (계획)	• 바이오가스 생산량 증대를 위한 신기술 검증 절차 완화 • 지자체 및 기업의 적극적 참여를 위한 제도 개선안 마련 • 자립화 효율 검토를 위한 전문가 협의체 구성 • 공공하수처리시설 에너지자립화 로드맵 구축	• 하수처리시설-연계 재생에너지자원 지도 작성 및 생산 실행계획 수립 • 통합소화시설 확대 계획안 마련 및 설계· 운영 표준화 • 하수슬러지 전처리 기술 개발 및 보급 확대 방안 마련 (바이오가스 생산계수 8.4→10.9 m^3/톤) • 바이오가스 회수 증진 및 효율적 이용 방안 마련 (미활용율(3%, 열병합발전)50%, 직접열이용(10%)) • 하수처리시설 에너지소비량 재조사를 통한 효율적 감축 방안 마련 • 소화액/반려수 처리 시, 에너지 저감 방안 기술 도입

[참고] '35년 공공하수처리시설 에너지자립화 목표 상세 내역 예시

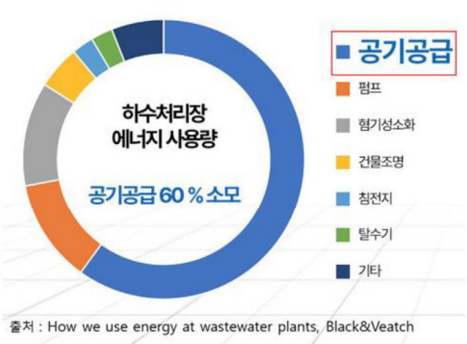
자립율 (%)	에너지 사용량 (TOE)	에너지 생산량 (TOE)						
		소계	소화가스	태양광	하수열	소수력	풍력	기타
25	930,000	235,600	173,500	25,000	25,000	2,000	100	10,000

- 소화가스: 바이오가스법 정책 참고, 음식물류폐기물 70%하수처리시설 연계
- 현재 대비 5% 에너지소비량 감축, 바이오가스의 70% 에너지생산 활용
- 태양광: 국내 태양광목표 발전량 0.15%, 하수열: 국내 하수잠재량의 1%
- 제10차 전력기본수급기본계획(2022~2036)35년도 목표치 참고

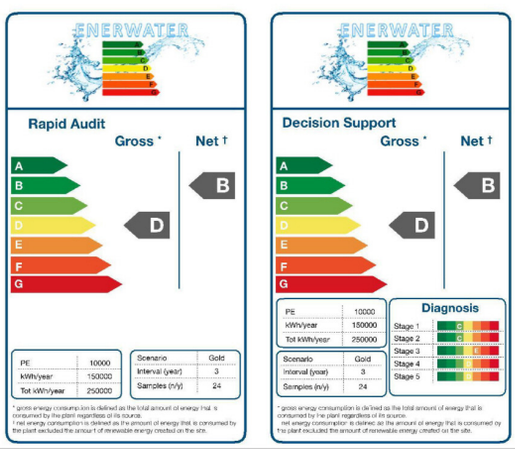
Ⅱ 탄소중립실현 하수도

☑ 하수처리장 에너지 관리 평가 – 에너지 절감, 에너지 효율화에 대한 평가

- 공공하수처리시설의 에너지자립화 성과 저조 원인은 현재까지의 에너지 정책 및 제도가 에너지 효율화 및 에너지 회수율 제고 보다는 신생에너지 도입에 주력했기 때문임.
- 공공하수처리시설의 전체 전력 사용량만을 실시간으로 측정하고, 단위공정별 에너지 계측장비가 미부착되어 상세 에너지 모니터링 시스템이 미흡한 것도 주요 요인.
- 하수도 운영관리 실태 점검 시 에너지 평가도 미흡.



출처 : How we use energy at wastewater plants, Black&Veatch



유럽의 ENERWATER – RA와 DS로 분류되어 RA에서는 하수처리장 유입과 유출수 조절을 평가하고, DS는 전처리, 1차~3차 처리, 반송슬러지, 악취처리 단계에 이르기까지 전체적으로 각 단계별로 에너지의 효율성을 평가

Ⅱ 탄소중립실현 하수도

☑ 탄소중립실현을 위한 재생에너지 생산 목표(안)

[참고] 공공하수처리시설내 바이오가스 생산목표량 산정 예시 (2035년)

원료	발생량 (톤/년)	생산계수[1] (Nm³/톤)	처리율[2] (%)	하수처리시설 연계 처리율(%)	생산목표량 (Nm³/년)
음식물류폐기물	5,220,000	102.7	50	70%	187,500,000
가축분뇨(돼지)	20,200,560	13.6	50	40%	55,000,000
하수슬러지[3]	35,299,807	10.9	80	100%	308,500,000
계					551,000,000

1) 바이오가스법 생산계수(하수슬러지는 전처리 적용 후)
2) 바이오가스법의 정책 이행 방향 참고
3) 하수슬러지 바이오가스화 처리 비율(51.7%) 및 하수슬러지의 소화조 공급량(50,000 톤/일)

대통령직속 국가물관리위원회

Ⅱ 탄소중립실현 하수도

1-2 하수도 탄소배출 감축 극대화 (1/2)

목 표 하수도 **탄소배출량 산정 방법** 도출 및 **감축 극대화를 위한 실효적 이행 방안 구축**

현황 및 문제점

- **객관적이고 합리적인 온실가스 배출 및 감축 인증 요구**
  - 전반적인 산업분야에서 Tier1에서 Tier2,3 상향 요구
    ※ Tier 1: 전세계고유값, Tier 2: 국가고유값, Tier 3: 공정 및 시스템의 다양성 고려
- **국내 하수처리시설 온실가스 배출량 산정법의 문제**
  - 획일화된 온실가스 배출 계수 적용, 통계 모집단수 부족
    ※ 소화조 유무에 따라 제거된 BOD의 1.5%(소화조 X), 18.5%(소화조O)
- **신규 탄소배출원(특히 메탄)에 대한 관심도 증대**
  - '24년부터 메탄의 지구온난화 지수 상승 (21→28)
  - 소화조 신규 설치 시 누수에 따른 탄소배출량 증대 우려
- **재생에너지 생산을 통한 탄소배출 감축 집중**
  - 재생에너지 생산 및 활용 시 간접배출량만 저감 가능
  - 직접배출량 감축을 위한 기술 적용 및 인증 제도 활성화 필요
  - 에너지 및 자원 회수 외부 활용 → 탄소감축 인증 연계 부재

정책방향

As-Is

하수도 분야의 **부정확한 탄소배출량** 산정 및
재생에너지 생산 중심 시설 투자
(탄소배출 감축 미비)

To-Be

공학적·통계적 근거 기반
탄소배출량 산정 방안 구축 및
전과정 평가 기반 탄소배출 감축

대통령직속 국가물관리위원회

Ⅱ 탄소중립실현 하수도

탄소중립실현과 가치창출을 위한 하수도

1-2 하수도 탄소배출 감축 극대화 (2/2)

추진전략	하수도 탄소배출 감축 활동 지원 체계 수립	하수처리시설 기인 탄소배출량 산정 정확성 강화	탄소중립 능동적 대응을 위한 하수도 역할 재정립
대상분야	법/제도/지침	조사, 개선/검증	산정시스템, 계획
세부 추진과제 (계획)	• 바이오가스 내·외부 활용에 대한 **탄소 감축 산정 방안** 마련 및 **차등적 인센티브 지급 방안** 마련 (외부활용: 바이오수소, 이산화탄소 활용 등) • **바이오가스** 및 **저탄소 에너지** 활용 활성화를 위한 **법적 규제** 완화 • 하수도 **직접배출량** 저감을 위한 모니터링 및 방법론, 인증 체계 구축 (직접배출량이 전체의 60% 이상)	• **모집단 증대 및 다중시스템 경계 도입**을 통한 탄소배출량 산정 **고도화** (1단계) • **단위 공정별 배출계수** 확보 및 **바이오가스 누출조사**를 통한 탄소배출량 산정 **고도화** (2단계) • **통합소화시설** 보유 하수처리시설 탄소배출량 산정 고도화 • 탄소배출량 검증을 위한 **실증규모** 시범사업 실시	• 하수도시설 탄소배출 **감축 로드맵** 구축 (하수도시설 내·외부 탄소중립 역할, 외부 재생에너지 하수처리시설 공급 효용성 평가, 바이오가스 누출 1% 미만 등) • 하수관로 등 **신규 탄소배출원** 포함을 통한 전체 잠재량 조사 및 감축 기술 도입 • 하수처리시설 **여유부지 활용** 및 **하수재이용**에 따른 탄소배출 감축 산정 방안 제시 • **전과정 기반 탄소배출 저감률** 평가 시스템 구축

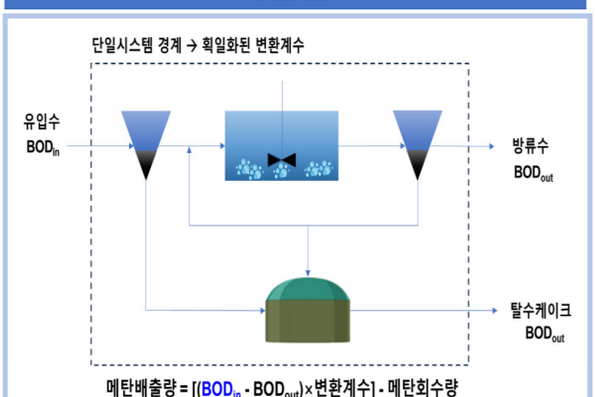
대통령직속 국가물관리위원회

Ⅱ 탄소중립실현 하수도

탄소중립실현과 가치창출을 위한 하수도

공공하수처리시설 탄소배출량 산정법 개선방안

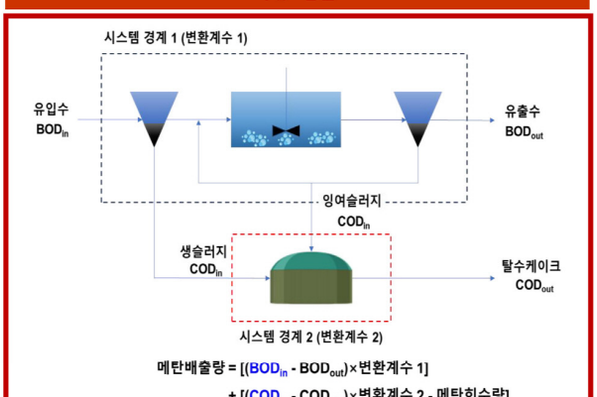
AS-IS



메탄배출량 = [(BOD_{in} - BOD_{out})×변환계수] - 메탄회수량

- BOD의 1.5%(소화조 X), 18.5%(소화조 O)가 직접배출 시 변환계수 고정
- 통합소화 시설 확대 시 과학적 배출량 산정법 부재

TO-BE



메탄배출량 = [(BOD_{in} - BOD_{out})×변환계수 1]
+ [(COD_{in} - COD_{out})×변환계수 2 - 메탄회수량]

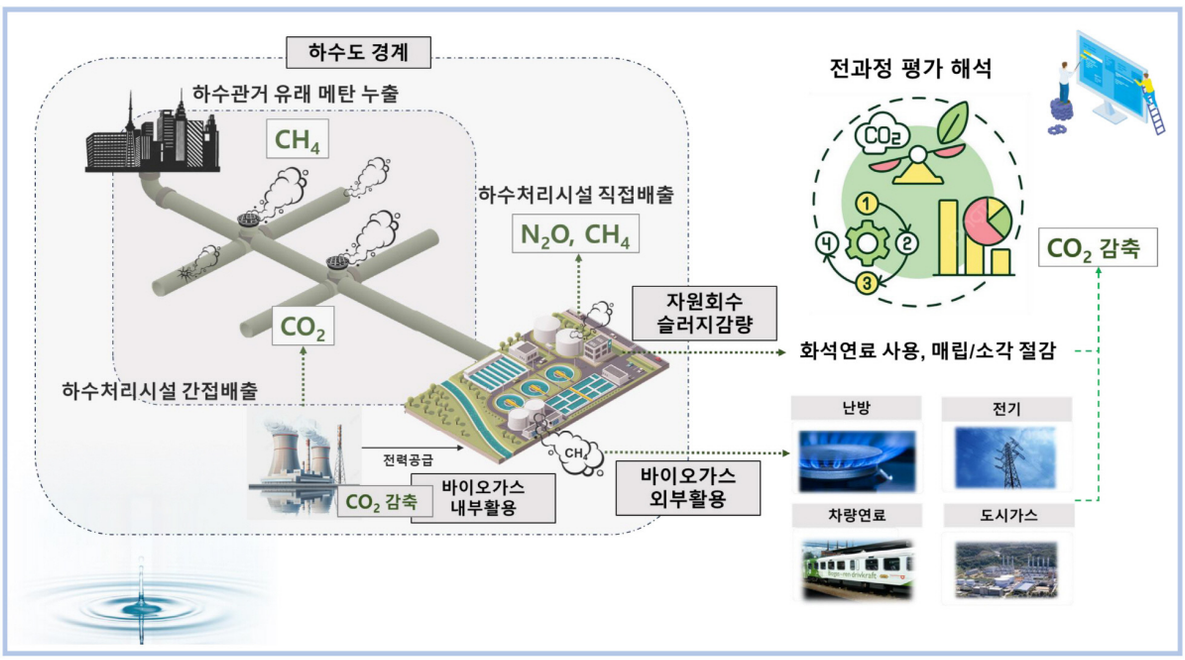
- 다중 시스템 경계 도입
- 통계학적/과학적 해석 (Tier 3 지향)
- 단위 공정별 배출계수 확보

대통령직속 국가물관리위원회

Ⅱ 탄소중립실현 하수도

탄소중립실현과 가치창출을 위한 하수도

☑ 하수도의 능동적 탄소중립 효과 확대(안)



대통령직속 국가물관리위원회

17

국가물관리위원회 Presidential Water Commission

탄소중립실현과 가치창출을 위한 하수도

Ⅲ. 가치창출형 하수도

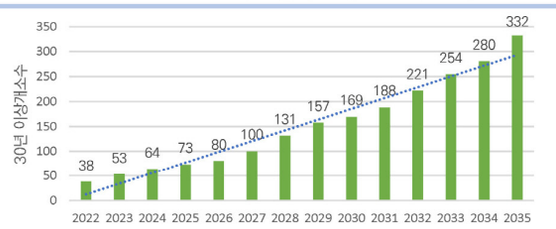
Ⅲ 가치창출형 하수도

1 현황 및 문제점

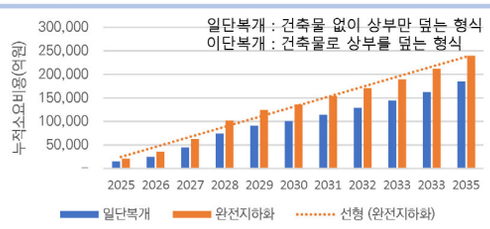
시설 노후화

(시설 노후화) 과거 집중 설치된 하수도 시설의 **노후화가 급증**함에 따라 하수도시설의 **급격한 성능저하** 문제 발생, 다른 도시인프라 수준에 비해 상대적으로 낙후된 하수도 시설

- ✓ **(하수처리시설)** 2022년 기준 30년 이상 경과된 하수처리시설 38개소 → 전체 시설대상의 5%
  2035년 기준 30년 이상 경과된 하수처리시설 332개소 → 전체 시설대상의 **47%로 급증**
- ✓ **(개 축 비 용)** 2025년 이후 향후 10년간 30년 이상 경과된 하수처리시설 개축에 소요되는 비용은
  일단복개 형식의 경우 : 약18조, 완전지하화 형식의 경우 : 약 23조



〈30년 이상 경과되는 하수처리시설(~'35)〉



〈30년 이상 경과되는 하수처리시설 누적개축비용(~'35)〉

대응 전략

- ✓ **(성능개선) 시설 노후화에 따른 하수처리시설 성능개선 적기 추진으로 지속가능한 하수도 서비스 확보**
- ✓ **(운영관리) 최신 기술을 활용한 지능형 운영관리 및 자산관리체계 구축으로 운영관리 효율 극대화**
- ✓ **(가치창출) 상부공간 및 여유부지 등을 활용한 창의적인 도시공간 창출 및 재생에너지 공급방안 마련**

대통령직속 국가물관리위원회

※ 참고자료 - 2022 하수도통계(환경부, 2023), 공공하수처리시설 실태조사 및 중장기 개선방안 로드맵 마련 연구(2023)

Ⅲ 가치창출형 하수도

신개념 부가가치창출 공간 조성 필요

(녹지공간) 도심지는 각종인프라시설을 구축하기에는 부지가 한정되어 **도시내 녹지공간이 점차 축소**

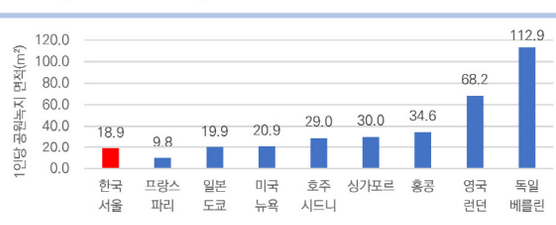
- ✓ **(도심지 녹지공간)** **서울시(18.5%)**의 1인당 도시녹지면적 검토 결과 다른 국가들의 주요도시에 비해 낮은 수준임

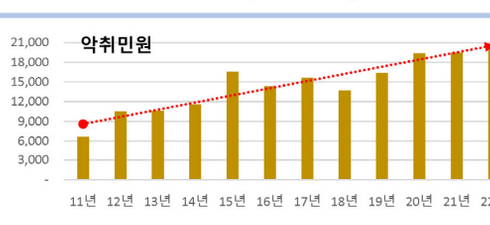
(하수도 민원) 도시화에 따른 하수처리시설 위치 변경에 따라 도심지 **하수도 민원 지속적 증가**

- ✓ **(악취민원)** 악취민원 **2011년 6,641건 → 2022년 20,550건**으로 **3배 이상 증가**

(처리시설 상부) 지역 여건에 상관 없이 하수처리시설 상부 **주민편의시설 위주로 설치**

- ✓ **(상부공간 활용)** 주민친화시설 설치면적은 처리장면적의 22%로서 대부분 **생태공원, 운동시설, 휴게시설**로 활용





대응 전략

- ✓ **(창의적 도시공간 조성) 도심지 하수처리시설 성능개선 시 주민편의시설, 공편익시설(Co-Benefit), 상용시설 등 공간적 부가 가치창출방안 모색 (하수도시설 공간의 혁신으로 도시공간의 품격 향상)**
- ✓ **(부가가치 창출) 하수열 등 에너지 공급 및 질소 · 인 등 자원회수를 통한 새로운 부가가치 창출 방안 모색**

※ 참고자료 - 국가통계포털, 하수도통계(환경부)

대통령직속 국가물관리위원회

Ⅲ 가치창출형 하수도

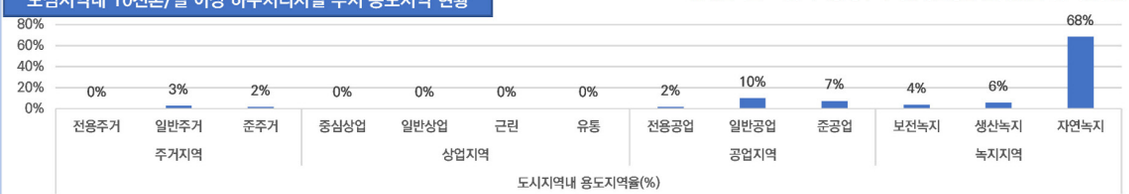
☑ 신개념 부가가치창출 공간 조성을 위한 법령 검토 필요

(용도지역) 10천톤/일 처리시설의 용도지역 중 도시지역내 자연녹지지역 (68%)으로 **행위제한 문제** 발생

✓ **(행위제한)** 국토계획법 시행령에 따라 건폐율 25%, 용적율 50~80%이고 4층 이하의 건축물만 설치 가능

도심지역내 10천톤/일 이상 하수처리시설 부지 용도지역 현황

※ 참고자료 – 하수처리장 상부의 복합개발 방안 연구(LH토지주택연구원)



하수처리시설 복합개발을 위한 시설 도입시 고려사항

고려사항	세부 내용	검토 법령
면적, 층수 기준 유무	✓ 용도지역 내 설치 가능한 규모에 대한 제한조건이 있는 경우	국토의 계획 및 이용에 관한 법률시행령
환경오염 여부	✓ 환경오염물질을 배출하여 하수처리시설의 기능에 지장을 주거나, 주민에 피해를 유발하는 경우	환경오염시설의 통합관리에 관한법률(환경오염 배출시설의 정의)
이격거리 여부	✓ 악취, 소음, 보안 등의 이유로 도로, 건축물 등과의 이격을 통해 완충공간을확보할 필요가 있는 경우	개발행위허가 운영지침
제도 부합 여부	✓ 현재 제도적 여건상 도입이 불가능하여 수요에도 불구하고 도입할 수 없는 경우	국토의 계획 및 이용에 관한 법률시행령 등 관련 법령 및 자치법규

대응 전략

✓ **(법령 및 제도 개선) 도심지 하수처리시설 상부공간 활용을 위한 법•제도 개선 등 필요**

→ **관련부처와 협의 후 하수처리시설 상부공간 활용을 위한 행위제한 등 변경 등 협의방안 마련**

대통령직속 국가물관리위원회

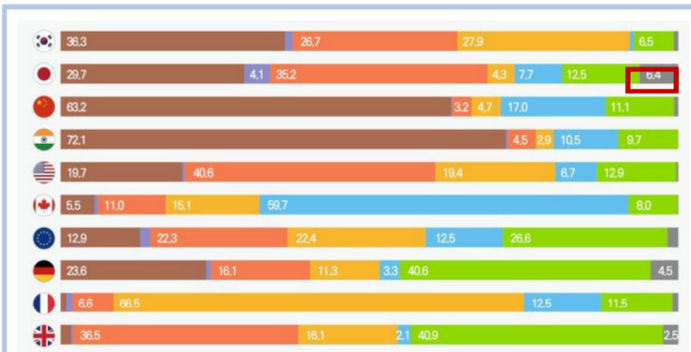
Ⅲ 가치창출형 하수도

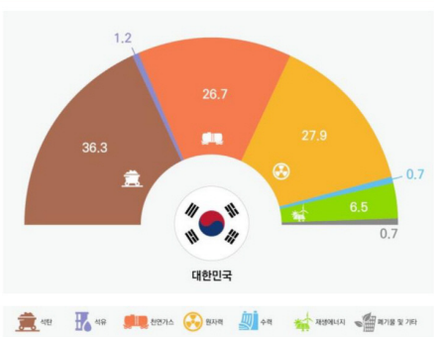
☑ 신재생에너지 사용율 활성화 필요

(에너지믹스) 사용량이 다른 국가에 비해 현저히 저조한 것으로 확인

✓ 주요10개국 검토 결과 **우리나라의 재생에너지 비율이 6.5%**(2020년 기준)로 최저

➔ 하수처리시설내 **에너지생산시설 설치 활성화로 재생에너지 비율 향상**이 필요한 시점





자료:한국에너지정보문화재단

대응 전략

✓ **우리나라도 탄소중립 실현을 위해서 하수처리시설내 생산 가능한 에너지 또는 설치 가능한 에너지 생산시설을 최적화로 재생에너지 비율 향상 필요**

✓ **에너지생산 및 자원회수 등을 통해 공공하수처리시설의 신개념 가치창출 방안 마련 필요**

대통령직속 국가물관리위원회

Ⅲ 가치창출형 하수도

2 새로운 가치창출형 하수도 구축

1-1 창의적 도시공간 연계형 하수도 구축 (1/2)

목 표 하수도시설의 지속적인 관리와 혁신으로 **도시계획 등과 연계한 창의적인 도시공간 구축**

현황 및 문제점	정책방향
• 각종 개발계획 등 도시계획에 따른 **도심지 녹지공간 부족** - 각종 인프라시설 구축에 따른 도시내 녹지공간 점차 축소 - 세계주요도시 1인당 공원녹지면적 검토결과 서울시 19%수준 - 성능개선 사업시 상부공간 및 여유부지 활용방안 필요 • 도시화로 하수처리시설 위치 변경 → **악취민원 지속적으로 증가** - 2011년 6,641건 → 2022년 20,550건으로 3배 급증 - 시설노후화에 따른 구조적, 비구조적 문제로 악취민원 증가 - 악취저감사업 추진에도 악취민원 완전 해결 부족 • 공공하수처리시설 **상부공간 활용시 각종 행위제안 문제** - 10천톤/일이상 처리시설 중 자연녹지지역이 51%이상 차지 - 자연녹지지역의 건폐율 국토계획법 시행령에 따라 건폐율20%, 용적율 50~80% 4층 이하 건축물만 허용되어 개발 한계	*As-Is* 하수처리시설 상부공간 및 여유부지 활용도 저조 지역주민의 민원 급증 (악취 Zero화, 파크골프장, 교육시설, 편의시설 등) 도심지 사회기반 인프라 설치 공간 부족 *To-Be* 공공하수처리시설 성능개선 사업시 **지역주민 Needs, 공편익(Co-Benefit),** **상용 부가가치 창출 등과 연계된** **창의적인 도시공간 구축 방안 마련 및 행위제안 해결을 위한 제도 개선 필요**

대통령직속 국가물관리위원회

Ⅲ 가치창출형 하수도

1-1 창의적 도시공간 연계형 하수도 구축 (2/2)

공편익(Co-Benefit) : 특정정책이나 수단을 실행할 때 본래 목적과는 별개로 부가적으로 발생하는 편익

추진전략	지역주민 요구에 대응 가능한 주민친화형 하수도 구축	공편익(Co-Benefit) 기반의 도시계획 연계형 하수도 구축	상용부가가치 창출과 연계된 자립형 하수도 구축
대상분야	하수처리시설 상부공간활용 (주민편의 제공)	하수처리시설 상부공간활용 (도시공간 창출)	하수처리시설 상부공간활용 (부가가치 창출)
세부 추진과제 (계획)	• 하수처리시설 주변 지역주민 서비스 요구수준을 반영한 **주민친화형 편의시설 구축** • 하수처리시설 주민편의시설 이용률 분석을 통한 **효율적인 공간 조성 방안** 마련 • 하수처리시설 주변 및 상부공간내 **실시간 악취 모니터링 및 저감 방안** 마련 파크골프장 물놀이시설	• 하수처리시설내 지역주민의 요구에 부응하는 **공공기관 인프라 구축 방안** 마련 • 지역주민 복지형상 및 지역사회 참여 활성화를 위한 **도시공간 창출 방안** 마련 • 하수처리시설 성능개선사업에 적용 가능한 **공공 인프라 사업 추진방안**을 위한 **법, 제도 등 개선** 주차빌딩 공공도서관	• 하수처리시설 위치, 부지여건, 용량 등 분석을 통한 **상부공간 가치창출을 위한 수요 및 유치가능 여부 분석** • 하수처리시설 내 데이터센터, 물류센터, 스포츠센터, 기타시설 등 설치에 따른 **부가가치 창출 방안** 마련 • 상용부가가치 창출을 위한 시설유치 확대를 위한 **법, 제도 등 개선(관계부처 협의 필수)** 물류센터 데이터센터

대통령직속 국가물관리위원회

Ⅲ 가치창출형 하수도

창의적인 도시공간 창출 예시

주민의 요구에 대응하는 시설

공편익(Co-Benefit)시설

상용 부가가치창출시설

Ⅲ 가치창출형 하수도

탄소중립실현과 가치창출을 위한 하수도

1-2 물-에너지-식량 넥서스 기반의 다가치 창출형 하수도 구축 (1/2)

목 표 물-에너지-식량 넥서스 기반의 **다가치 창출형 하수도 구축**으로 미래 하수도 패러다임 전환

현황 및 문제점

- **에너지믹스 분석결과 재생에너지 사용량 최저수준**
  - 주요10개국 중 재생에너지 사용율 6.5%로 최저
  - 영국, 독일, EU의 경우 재생에너지 비율이 40% 이상 차지
  - 하수처리시설내 에너지 생산시설 설치로 재생에너지 활용 필요
- **국내하수처리시설의 에너지사용량 대비 에너지생산량 저조**
  - 하수처리시설 에너지 자립율 매우 저조 16.1%
  - 에너지 생산의 대부분 소화조, 태양광에 한정되어 있음.
  - 하수처리시설내 다양한 에너지 생산을 위한 방안 모색 필요
- **대체수자원으로 가능한 하수처리수 재이용 활성화 필요**
  - 최근 5년평균 하수처리수 재이용율은 15.7%에 불과하며 이중 대부분은 장내용수 및 하천유지용수로 활용
  - 대체수자원으로 공급 가능한 하수처리수 재이용 활성화 필요

정책방향

As-Is

하수처리시설은 에너지 다소비 시설!!
재생에너지 사용율 최하위!!
소화가스, 태양광 위주의 생산으로는 부족
하수처리수 재이용 무관심

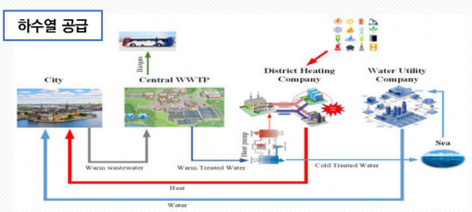
To-Be

하수처리시설 성능개선 사업시
다양한 재생에너지 생산으로 **지역내 에너지 공급**,
하수처리수 재이용 극대화,
하수처리과정에서 발생하는 **자원회수**를 통해
다가치 창출형 하수도 구축

Ⅲ 가치창출형 하수도

탄소중립실현과 가치창출을 위한 하수도

1-2 물-에너지-식량 넥서스 기반의 다가치 창출형 하수도 구축 (2/2)

추진전략	하수열 등을 활용한 에너지 믹스형 하수도 구축	스마트 농업 등과 연계한 자원순환형 하수도 구축
대상분야	에너지 생산 및 공급	자원회수, 재이용수 , 에너지 공급
세부 추진과제 (계획)	• 하수열 등 재생에너지를 지역내 에너지원으로 활용 가능한 지역 및 하수처리시설 실태분석을 통한 **에너지 믹스형 하수도 구축방안** 마련 • 지자체 및 민간기업과의 협력을 강화하여 하수열 등 **재생에너지 공급이 활성화 될 수 있는 인프라 구축 방안** 마련 • 도심지내 인구 밀집지역에 매설된 하수관내 **생활하수**에 의해 발생되는 **하수열을 열원으로 활용**하는 방안 마련 * 데이터 센터, 수영장, 지역난방 등 하수열 공급 	• 농업지역 또는 수도권 인근 하수처리시설 부지 또는 주변에 **스마트 팜** 유치를 통해 하수처리시설과 연계한 **필요 에너지 및 자원 공급 방안** 마련 • 하수처리시 회수된 질소, 인 등 영양분을 활용하여 **스마트 농업기술 등과 연계한 시설 구축** 방안 마련 * 수직농장 (수경재배, 아쿠아포닉스 등) • 주민과 농업관계자를 대상으로 친환경 자원순환 농업의 필요성 및 영양분 재활용에 대한 **교육 및 홍보 방안** 마련 수경재배 아쿠아포닉스

대통령직속 국가물관리위원회

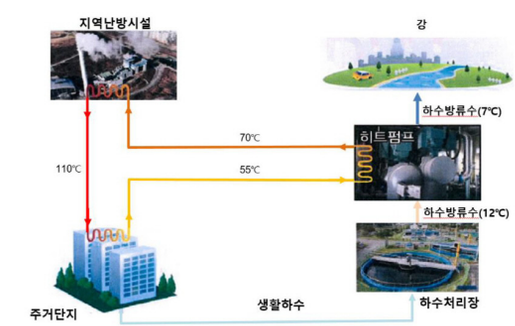
Ⅲ 가치창출형 하수도

탄소중립실현과 가치창출을 위한 하수도

물-에너지-식량 넥서스 기반의 다가치창출형 하수도 예시

하수열 등 재생에너지 공급시설

국내하수열 사례(탄천물재생센터)



히트펌프

지역난방시스템

스마트 농업기술과 연계한 자원순환형 시설

수직농장

수경재배

아쿠아포닉스

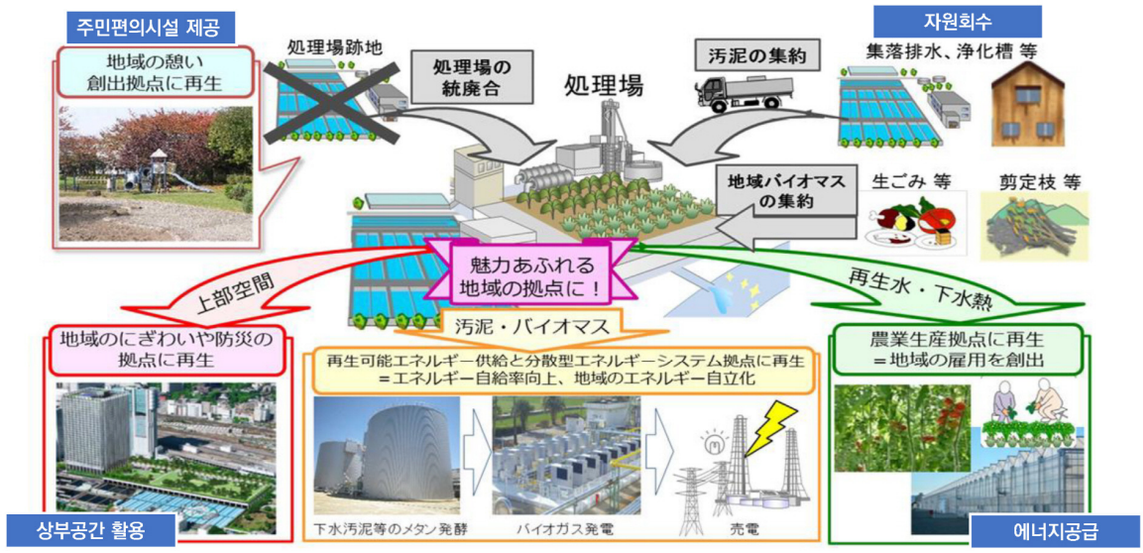
대통령직속 국가물관리위원회

Ⅲ 가치창출형 하수도

탄소중립실현과 가치창출을 위한 하수도

참조1 도심지내 하수도 바이오매스 및 하수열 등의 이용촉진 (일본사례)

하수도 자원 활용 촉진을 위해 "하수도 리노베이션 추진 종합사업 " 으로 지역 바이오매스 집약화와 지역 에너지 활용 목표로 계획 수립



출처 : 국토교통성의 지구 온난화 대책, https://www.mlit.go.jp/common/001386820.pdf

대통령직속 국가물관리위원회

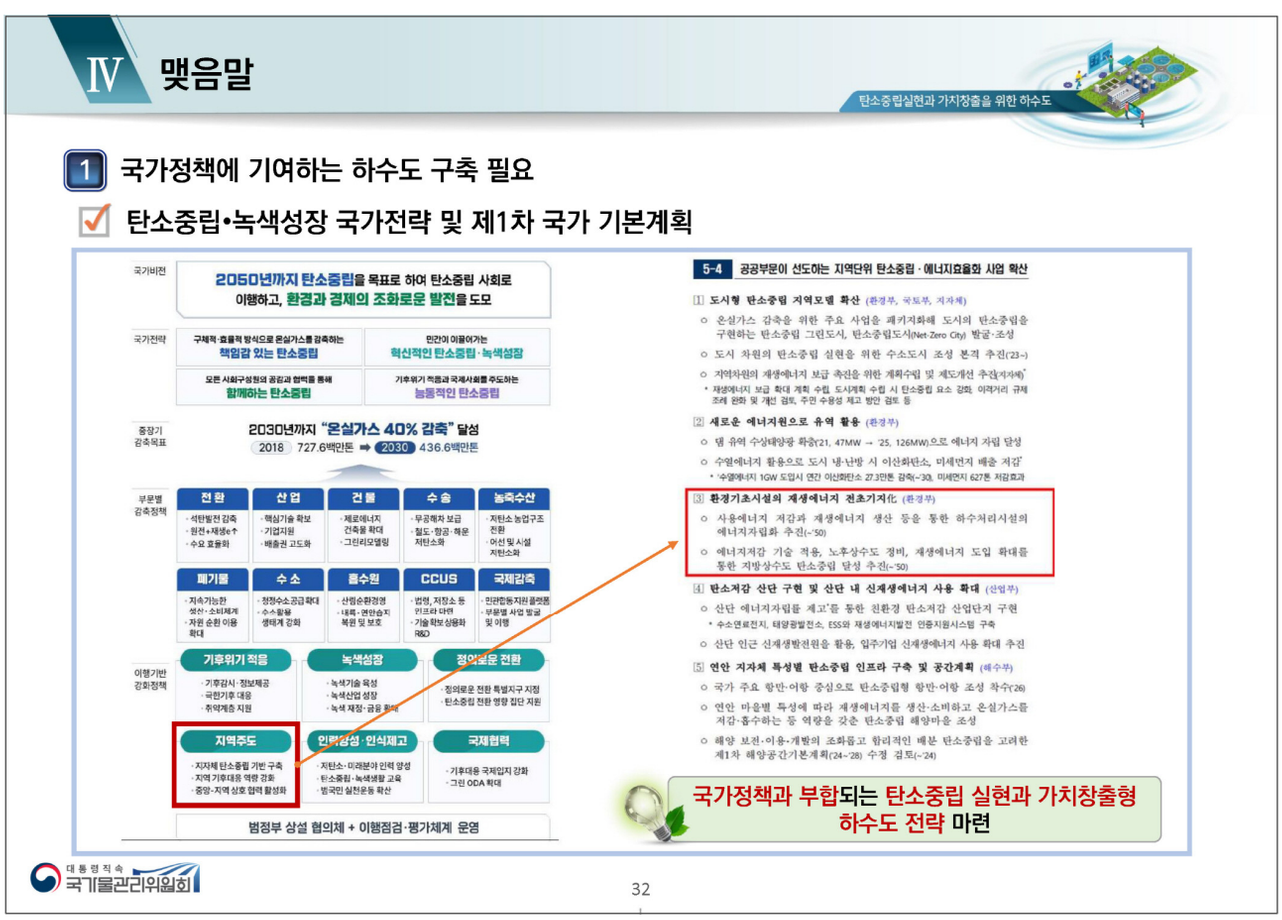
Ⅲ 가치창출형 하수도

탄소중립실현과 가치창출을 위한 하수도

참조2 미래 하수처리시설 예시

대통령직속 국가물관리위원회

국가물관리위원회
Presidential Water Commission
탄소중립실현과 가치창출을 위한 하수도
Ⅳ. 맺 음 말


Ⅳ 맺음말
탄소중립실현과 가치창출을 위한 하수도
1 국가정책에 기여하는 하수도 구축 필요
탄소중립•녹색성장 국가전략 및 제1차 국가 기본계획
국가비전
2050년까지 탄소중립을 목표로 하여 탄소중립 사회로 이행하고, 환경과 경제의 조화로운 발전을 도모
국가전략
구체적·효율적 방식으로 온실가스를 감축하는 책임감 있는 탄소중립
민간이 이끌어가는 혁신적인 탄소중립·녹색성장
모든 사회구성원의 공감과 협력을 통해 함께하는 탄소중립
기후위기 적응과 국제사회를 주도하는 능동적인 탄소중립
중장기 감축목표
2030년까지 "온실가스 40% 감축" 달성
2018 727.6백만톤 ➡ 2030 436.6백만톤
부문별 감축정책
전 환
산 업
건 물
수 송
농축수산
폐기물
수 소
흡수원
CCUS
국제감축
이행기반 강화정책
기후위기 적응
녹색성장
정의로운 전환
지역주도
인력양성·인식제고
국제협력
범정부 상설 협의체 + 이행점검·평가체계 운영
5-4 공공부문이 선도하는 지역단위 탄소중립·에너지효율화 사업 확산
[1] 도시형 탄소중립 지역모델 확산 (환경부, 국토부, 지자체)
[2] 새로운 에너지원으로 유역 활용 (환경부)
[3] 환경기초시설의 재생에너지 전초기지化 (환경부)
[4] 탄소저감 산단 구현 및 산단 내 신재생에너지 사용 확대 (산업부)
[5] 연안 지자체 특성별 탄소중립 인프라 구축 및 공간계획 (해수부)
국가정책과 부합되는 탄소중립 실현과 가치창출형 하수도 전략 마련
대통령직속 국가물관리위원회
32

Ⅳ 맺음말

탄소중립실현과 가치창출을 위한 하수도

제3차 국가하수도 종합계획비전(안)

하수도의 뉴 노멀(New Normal)을 향한 담대한 도전(여정)

– 목표(안) –
지속가능한 하수도 서비스 제공 및 신개념가치창출형 하수도 구축

지속가능한 하수도서비스 제공	미래 기후위기 및 사회변화 대응	하수도 신개념 가치 창출	하수도 건전재정 도모 및 기반강화

8대 추진전략

전략 1 지속가능한 하수도 서비스 구축	전략 3 기후위기 시대 도시침수 대응 강화	전략 5 탄소중립 구현을 위한 하수도 역할 강화	전략 7 튼튼한 하수도 재정 구축
전략 2 공공수역 물환경·물순환 보전 강화	전략 4 사회적 변화 대응에 유연한 유역하수도 구축	전략 6 새로운 가치 창출형 하수도 구축	전략 8 하수도산업 활성화를 위한 기반 강화

대통령직속 국가물관리위원회

33

Ⅳ 맺음말

탄소중립실현과 가치창출을 위한 하수도

제3차 국가하수도 종합계획 VISION(안)

하수도의 뉴 노멀(New Normal)을 향한 담대한 도전

분야 : 하수도 신개념 가치창출

전략5. 탄소중립 구현을 위한 하수도 역할 강화
- 공공하수처리시설 에너지자립화 극대화
- 하수도 탄소배출량 감축 극대화

전략6. 새로운 가치창출형 하수도 구축
- 창의적 도시공간 연계형 하수도 구축
- 물-에너지-식량 넥서스 기반의 다가치 창출형 하수도 구축

에너지 자립화 및 탄소중립 실현
도시재생에 발맞춘 새로운 가치창출

대통령직속 국가물관리위원회

34

대통령직속
국가물관리위원회
Thank you!

주·제·발·표

02

국토 환경용량기반의 범부처 비점오염원 관리

최 지 용 교수 (서울대학교)

2024년 국가물관리위원회 제5차 정기세미나
말 못하는 수중생물과 미래세대를 위한 물환경관리 방향

국가물관리위원회
제5차 정기세미나

국토 환경용량기반의 범부처 비점오염원 관리

2024.12.13.

최지용
서울대학교
SEOUL NATIONAL UNIVERSITY

〈 목 차 〉

1. 우리나라 비점오염원 관리대책

2. 부문별 비점오염원 관리실태

3. 국토 환경용량을 고려한 부문별 대응

1 우리나라 비점오염원 관리대책

- 비점오염원 관련 대책 및 계획
- 단계별 비점오염원 관리 대책
- 국가물관리기본계획에서 비점오염원 관리

1.1 비점오염원 관련 대책 및 계획

분야	비점오염관리 종합대책	수질오염총량제		물환경관리 기본계획	국가물관리 기본계획	국가 물순환촉진방침
담당부처	관계부처합동	환경부		환경부	관계부처합동	환경부
1998				4대강 물관리 종합대책		
1999						
2000						
2001						
2002						
2004	4대강 비점오염원 관리 종합대책 (제1차 비점종합대책 2004~2011)					
2005						
2006		3대강 1단계 총량제		물환경관리 기본계획 - 4대강 대권역 수질 보전 기본계획		
2007						
2008						
2009						
2010						
2011						
2012	제2차 비점오염원 관리 종합대책 (2012~2020)	3대강 2단계 총량제	한강 1단계 총량제			
2013						
2014						
2015						
2016						
2017		3대강 3단계 총량제		제2차 물환경관리 기본계획 (가이드라인적 성격)		
2018						
2019						
2020						
2021	제3차 비점오염원 관리 종합대책	3대강 4단계 총량제	한강 2단계 총량제		제1차 국가물관리 기본계획	
2022						
2023						국가물순환촉진 기본방침
2024						
2025						
2026	제4차 비점오염원 관리 종합대책			제3차 물환경관리 기본계획		
2027						
2028						
2029						
2030						

4

1.2 단계별 비점오염원관리 종합대책 주요 비교

제1차~제3차 비점오염원관리 종합대책 주요 내용

◆ 주요 내용

- **[제1차 비점대책] 비점오염원 관리를 위한 기본제도 도입, 오염원별 관리의무 부여를 목적으로 하였으며, 설치 신고제도, 국고보조사업, 환경영향평가와 수질총량제도 연계 등의 성과 달성**
- [제2차 비점대책] 발생후 처리에서 발생원 관리로 전환, 물순환개선, 과학적 비점관리, 거버넌스 구축을 목적으로 하였으며, 저영향개발, 비점측정망, 성능검사, 농업 거버넌스 구축 등의 성과 달성
- **[제3차 비점대책] 제1차~제2차 대책의 성공적인 수행을 기반으로, 통합물관리 시대에 부응 추진 중**

[제1차~제3차 비점오염원 종합대책 주요 내용]

	제1차 4대강 비점오염원관리 종합대책	제2차 비점오염원관리 종합대책	제3차 강우유출 비점오염원관리 종합대책
계획기간	2004~2011년	2012~2020년	2021~2025년
비전	4대강 물관리 목표 수질 달성	통합적 비점오염관리를 통한 건강한 물환경조성	수질개선이 체감되는 비점오염원관리
수질개선 전략	- 4대강 유역 사업 집중 - BOD 집중 관리	- 4대강 및 타 유역으로 확대 - T-N, T-P 관리 강화 - 농도 저감에서 유출량 저감으로 전환	- 기후변화 대응, 물순환 등 통합 물관리 원칙 반영 - 강우유출수 집중 관리 - 물순환율 관리 및 양분관리
관리분야	제도마련, 시범·관리사업 (도시/농촌/산림/도로/하천/기타), 조사연구, 교육 및 홍보	도시, 농촌, 산림·하천·댐, 연구·개발, 홍보·교육, 공통	도시, 농·축산, 산림, 관리기반
추진과제	10개 분야 34개 추진과제	6개 분야 53개 추진과제	4개 분야 71개 추진과제
정책위상	- 점오염원관리 이후 선진적 유역·수질 관리체계 구축	- 4대강 정부지원협의회 ('11.1.6) - 4대강 수질관리 및 쾌적한 친수공간 조성	- 법정 종합 대책화 ('18.1.17) - 비점오염원 관리 실효화 및 물순환 제고

5

1.3 국가물관리기본계획에서의 비점오염원 관리

제1차 국가물관리 기본계획 (2021-2030)

〈 제1차 국가물관리기본계획(2021-2030) 비전 체계도 〉

추진전략별 세부과제

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

6

2 부문별 비점오염원 관리실태

- 비점관리 종합대책 목표 및 관리지표
- 물순환관리 이행체계 구축
- 종합대책 이행지표 분석

2.1 비점관리 종합대책 목표 및 관리지표

제3차 비점오염원관리 종합대책

◆ 분야별 대표 관리지표

- 2025년 T-P 배출부하량 전망치인 52.7 ton/day로부터 2.6 ton/day (5%)를 저감하는 것을 목표
- 이를 위해, 4개 분야 (도시, 농·축산, 산림, 관리기반) 관리지표에 대해 관리목표를 설정

중점관리분야 및 추진과제		분야별 관리지표 및 관리목표		목표
분야	추진과제	관리지표	관리목표	
도시	물순환목표제 등 21개 추진과제	불투수면적률 (%)	불투수면적률 감축 ('17) 40.3% → ('30) 37.6%	비점오염 배출부하량 T-P 5% 저감 (2.6 ton/day)
농·축산	양분관리제 등 14개 추진과제	비점오염 관리지역 (개소)	농축산분야 비점오염관리지역 지정 확대 ('20) 9개소 → ('25) 20개소	
산림	흙탕물 관리 등 10개 추진과제	고랭지 흙탕물 배수구역 (㎢)	흙탕물 관리 배수구역 확장 ('20) 379 ㎢ → ('25) 472 ㎢	
관리기반	거버넌스 구축 등 26개 추진과제	지역 거버넌스 (개소)	주민참여형 거버넌스 구축 ('20) 7개소 → ('25) 50개소	

[제3차 비점오염원관리 종합대책의 목표]

8

2.1 비점관리 종합대책 목표 및 관리지표

제3차 비점오염원관리 종합대책

◆ 주요 추진과제 및 세부내역

분야	추진 과제개수 및 관련부처	기대 효과 비점오염원 배출부하량 저감 T-P (ton/day)	세부 내역
1. 도시	21 환경부, 국토부	0.8 (물순환 관리, 도로청소, 분류식 우수관리 도입 등)	- 비점오염저감시설 설치 국고보조사업 - 비점오염원 설치신고 기반 저영향개발기법 - 도로 청소 - 물순환 선도도시 사업 - 생태공장 사업
2. 농·축산	14 환경부, 농식품부	1.7 (양분관리, 주민참여형 집중관리사업 등)	- 농업환경보전프로그램 - 양분관리제 2단계 시범사업 예시, 3단계 시범사업 - 농업비점오염원 집중관리사업
3. 산림	10 환경부, 산업부, 산림청	0.1(흙탕물 저감 등)	- 흙탕물 저감 사업 - 경작지 복구 및 매수 사업
4. 관리기반	26 환경부	-	- 제도마련/교육·홍보/연구/기술개발 등에 따른 간접효과
합계	71	2.6 (5% 저감)	

9

2.2 물순환관리 이행체계 구축

소권역별 우선관리지역 물순환 상태 파악

● 불투수면적률 25%이상 소권역 연도별 현황

✓ 2023년 기준 불투수면적률 25% 이상 소권역은 52개소이며 평균 불투수면적률은 약 39%로 산정되었음

- 이는 2017년 대비 7개소가 증가한 수준이고 평균 불투수율은 다소 감소하였음
- 지난 6년간 한강권역 내 증가율이 가장 높았음 (22 → 29개소)
- 한강, 낙동강, 영산강 권역에서 2017년에 비해 낮아지거나 유사한 수준으로 나타남

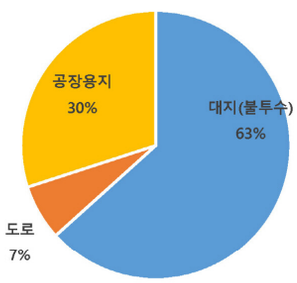
대권역	2017년*		2021년			2022년			2023년			2030년*	
	25% 이상 (개소)	평균 불투수 면적률 (%)	25% 이상 (개소)	평균 불투수 면적률 (%)		25% 이상 (개소)	평균 불투수 면적률 (%)		25% 이상 (개소)	평균 불투수 면적률 (%)		25% 이상 (개소)	평균 불투수 면적률 (%)
				사업 전	사업 후		사업 전	사업 후		사업 전	사업 후		
한강	22	40.93	26	39.64	39.64	30	39.49	39.48	29	39.20	39.17	30	38.49
낙동강	10	44.01	10	43.37	43.37	12	40.45	40.45	11	40.69	40.68	14	38.14
금강	8	34.12	9	33.51	33.47	9	35.33	35.29	9	34.30	34.08	9	35.93
영산강	5	39.91	3	36.03	36.03	3	37.13	37.13	3	36.14	36.14	9	35.42
합계	**45**	**40.32**	**48**	**39.04**	**39.03**	**54**	**38.92**	**38.91**	**52**	**38.55**	**38.50**	**62**	**37.57**

10

2.2 물순환관리 이행체계 구축

소권역별 우선관리지역 관리지표 변화 전망 분석 및 물순환 상태 파악

- **전국 소권역 불투수면적률 변동 요인 분석**
  - ✓ 불투수면적률 증가는 세종보, 한천, 청담천 소유역 등에서 5% 이상으로 두드러지게 나타남
  - ✓ 불투수면적률 증가 상위 30개소의 주요 변동 요인
    : 대지(불투수) 63%, 공장용지 30% 등



[불투수면적률 증가 상위 30개소의 주요 변동 요인]

[불투수면적률 주요 변동 요인 분석]

순위	소권역 코드	소권역명	불투수면적률(%)			주요 변동 요인
			2018	2023	Δ	
1	301201	세종보	15.46	24.10	8.64	대지(불투수)
2	301101	한천	24.03	30.80	6.77	공장용지
3	102212	청담천	23.65	29.49	5.84	대지(불투수)
4	110110	기흥댐	25.22	29.85	4.63	대지(불투수)
5	202001	진동수위표	2.83	7.38	4.55	대지(불투수)
6	500401	승촌보	11.44	15.93	4.49	공장용지
7	110115	진위천	23.84	28.20	4.36	대지(불투수)
8	310111	천안천	40.65	44.89	4.24	대지(불투수)
9	101903	황구지천하류	25.61	29.52	3.91	대지(불투수)
10	110113	진위천합류전	23.88	27.63	3.75	대지(불투수)
11	110108	탄천하류	36.43	40.08	3.65	공장용지
12	101806	공릉천하류	23.27	26.90	3.63	대지(불투수)
13	101905	평택수위표	19.44	23.04	3.60	대지(불투수)
14	110107	왕숙천	21.68	25.27	3.59	대지(불투수)
15	101803	만경강중류	18.87	22.27	3.40	도로
16	330111	장수천	27.63	30.95	3.32	공장용지
17	120103	곡교천하류	11.40	14.32	2.92	대지(불투수)
18	310115	신천하류	48.49	51.36	2.87	공장용지
19	201216	포천천상류	17.40	20.25	2.85	대지(불투수)
20	102208	임진강합류전	24.33	27.11	2.78	공장용지
21	101906	시화방조제	4.06	6.78	2.72	대지(불투수)
22	120204	포내천	21.10	23.81	2.71	대지(불투수)
23	120101	동연교수위표	9.85	12.55	2.70	공장용지
24	110114	오산천	36.86	39.51	2.65	공장용지
25	110111	중랑천합류전	43.06	45.67	2.61	대지(불투수)
26	101807	조만강	22.69	25.21	2.52	대지(불투수)
27	202206	곤지암천	10.76	13.22	2.46	대지(불투수)
28	101604	창룡천	15.59	18.02	2.43	도로
29	120206	반월천	12.38	14.75	2.37	공장용지
30	101901	자안천	18.34	20.69	2.35	대지(불투수)

11

2.3 종합대책 이행지표 분석

종합대책 목표 및 관리지표 달성도

◆ 분야별 관리지표 점검

- **2023년 이행실적을 기반으로 분야별 관리지표를 점검한 결과, 4개 관리지표 모두 정상추진 중이나 2025년 목표달성을 위해서는 지속적인 관심과 적극적인 추진이 필요함**

[3차년도 분야별 관리지표 점검 결과]

분야	관리지표	관리목표	2021년	2022년	2023년
도시	불투수면적률 (%)	불투수면적률 감축 ('17) 40.3% → ('30) 37.6%	39.0%	38.9% (▼0.12%)	38.6% (▼0.37%)
농·축산	비점오염 관리지역 (개소)	농축산분야 비점오염관리지역 지정 확대 ('20) 9개소 → ('25) 20개소	11개소	13개소 (▲2개소)	16개소 (▲3개소)
산림	고랭지 흙탕물 배수구역 (㎢)	흙탕물 관리 배수구역 확장 ('20) 379 ㎢ → ('25) 472 ㎢	409 ㎢	409 ㎢ (-)	414 ㎢ (▲4 ㎢)
관리기반	지역 거버넌스 (개소)	주민참여형 거버넌스 구축 ('20) 7개소 → ('25) 50개소	11개소	26개소 (▲10개소)	31개소 (▲5개소)

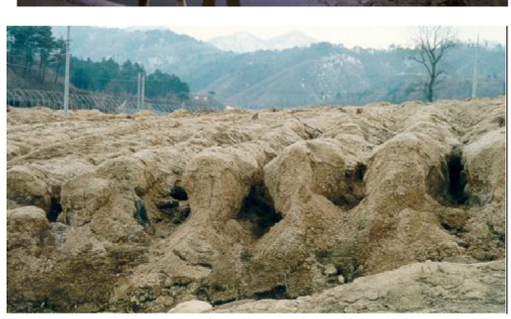
12

3 환경용량을 고려한 부문별 대응

- 부문별 비점오염원
- 국토 환경용량을 고려한 비점오염원 관리
- 제4차 종합대책 수립 전략 마련

3.1 부문별 비점오염원

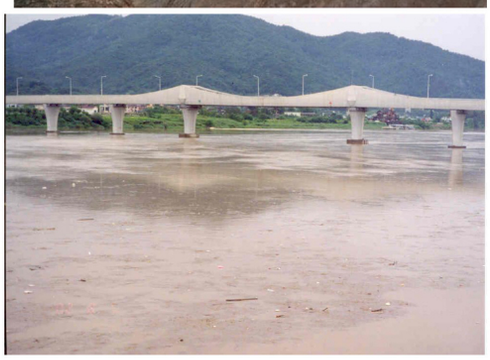
농촌 부문



14

3.1 부문별 비점오염원

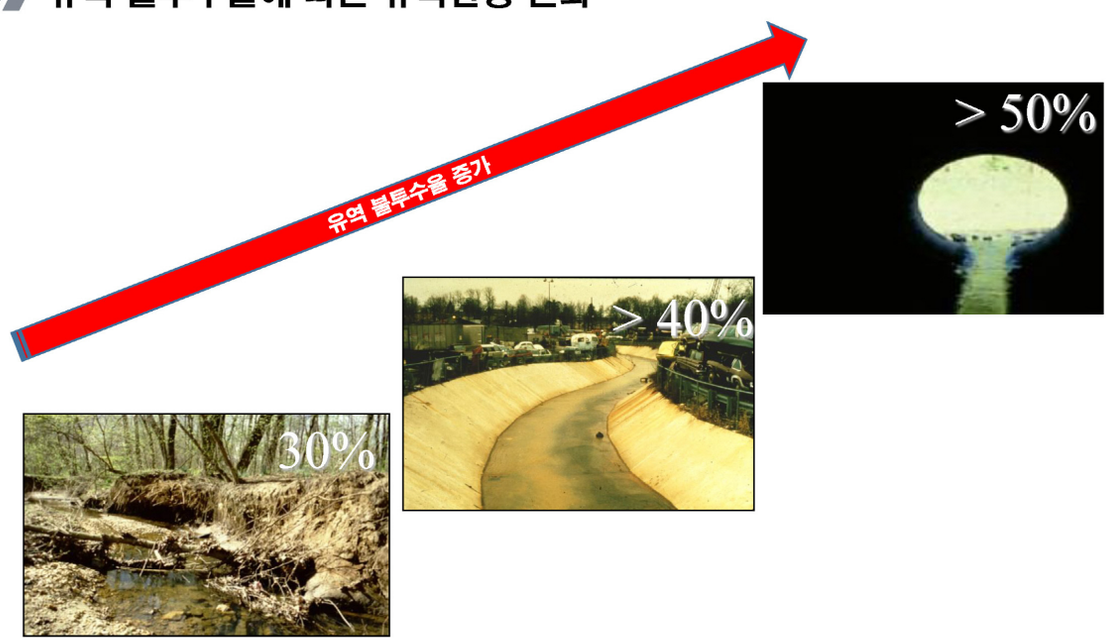
개발 부문



15

3.1 부문별 비점오염원

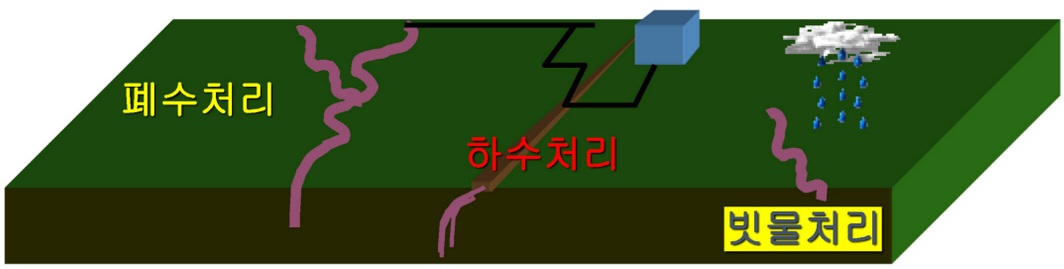
유역 불투수율에 따른 유역환경 변화



16

3.2 국토 환경용량 활용한 비점오염원 관리

빗물까지 처리하는데 $$$ => 수질개선



국토 환경용량을 활용한 비점오염원 관리

오염은 모든 곳, 각 부문별로 발생하고, 가장 큰 처리장 국토 환경

17

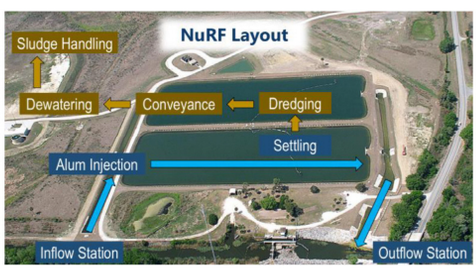
3.2 국토 환경용량 활용한 비점오염원 관리

부문별 환경용량을 활용한 비점오염원 관리

18

3.2 국토 환경용량 활용한 비점오염원 관리

저감시설의 단일목적에서 다목적 개보수와 유지관리 강조



19

3.3 제4차 종합대책 수립 전략

차기 비점종합대책 관리 목표 및 원칙

- 환경용량을 활용한 제4차 비점대책 관리 목표

회복 비점오염원으로 인해 훼손된 유역을 개선 및 복원

보호 손상되지 않은 유역의 비점오염 관련 손상을 방지 또는 보호

N	P	S
Needs	Priority area	Support
필요 사항 (차별화 전략)	훼손된 우선 관리 유역	자원 지원 (재정, 기술, 정책)

20

3.3 제4차 종합대책 수립 전략

기존 종합대책 분석 및 4차 대책 연계방안

수질개선 기반 비점오염원 관리 → 물순환, 수생태개선 등 유역건강성 제고와 기후변화 대응 연계 비점오염원 관리

	제1차 비점종합대책 ('04~'11)	제2차 비점종합대책 ('12~'20)	제3차 비점종합대책 ('21~'25)	제4차 비점종합대책 ('26~'30)
수질개선	➢ 4대강 유역사업 집중 ➢ BOD 중점 관리	➢ 4대강 및 타유역 확대 ➢ 총인/총질소 관리강화	➢ 수질-수량-수생태 통합 물순환 ➔ 불투수면적율 등	➢ 유역기반 비점관리강화 ➔ 미량, 유해물질관리 등
기후변화 환경위협		➢ 강우 유출수 집중관리	➢ 폭염/미세먼지 등 이상환경 동시 개선 ➔ 비점사업의 성과 타 정책연계 확대	➢ 비점시설의 기후변화 대응기능 강화 ➔ 탄소저감, 생태서비스 기능 제고 등
비점오염원 관리사업	➢ 7개 부처 12개분야 34개 추진과제	➢ 8개 부처 6개부문 53개 추진과제	➢ 8개 부처 4개부문 60개 이상의 과제도출 ➔ 년차 평가시행/관리강화	➢ 8개 부처 환경용량을 고려한 적극적 과제도출 ➔ 가시적 성과 도출
정책위상	➢ 오염물질 관리 및 환경기준 강화 ➔ 선진적인 유역수질관리체계 구축	➢ 4대강 정부지원협의회 (11.1.6) ➔ 4대강사업의 수질관리/쾌적한 친수공간 조성	➢ 법정 종합 대책화(18.1.17) ➔ 비점오염원 관리의 실효성 및 물순환 제고(불투수면적 및 물순환율 도입)	➢ 다목적 효과 고양 ➔ 물순환, 수생태 개선 등 유역건강성 제고

3.3 제4차 종합대책 수립 전략

부문별 시사점 및 정책 수요

분야	주요 시사점	정책 수요
도시	•LID 적용 활성화 및 확대 필요 •**물순환 촉진법과 비점오염원 저감 연계 필요** •비점오염저감을 위한 다양한 기법 적용 필요 •**비점저감과 물순환 제고를 위한 재원 확보 필요**	➢ 인센티브 연계 **민간토지**에 대한 물순환 관리 ➢ 물순환촉진사업과 **비점관리사업 연계성** 강화 ➢ 지역별 **물순환** 목표제, 도로 등 비점관리 확대 ➢ 비점과 물순환 관리를 위한 **요금체계** 개선
농축산	•**사전예방적 비점관리 추진 미흡** •흙탕물 저감을 위한 유관기관(밭기반정비, 산림경영 등) 연계 •경종-축산 연계를 통한 양분관리제 추진 •**농업부문 비점오염원 관리를 위한 원인자 관리의무 강화**	➢ 농업부문 "**필수관리의무**" 도출과 정착 ➢ 흙탕물저감사업 유관기관 **연계체계** 구축 ➢ **양분관리제** 시행 방안 마련 ➢ 기계화, 시설화 등 **여건변화**를 반영한 관리기법
산림·하천·습지	•산림기인 비점오염원화 방지 대책 추진 •산림개간으로 인한 토양유실 연계 표토관리 필요 •하천 고수부지 및 습지의 비점 저감기능 제고 •폐광 및 이행광산의 자연기반해법을 통한 비점관리	➢ **산림경영**시 비점오염원 관리 추진 ➢ 고랭지 민감토지 **완충벨트** 조성 ➢ 산지, 하천부지 등 민감지역 **자연기반해법** 적용 ➢ 광산 등 연계 비점유발, **표토유실 대책** 마련
관리기반	•**기후변화와 지역특성을 반영한 비점저감기술 개발 필요** •**원인자 관리의무에 대한 제도화 필요** •도시, 농촌, 산촌 등 특성을 고려한 맞춤형 교육 및 홍보 필요 •비점오염관리를 위한 참여형 거버넌스 구축 필요 •비점오염저감시설 설치전 검사제도 등 필요 •비점오염저감시설의 평가를 통한 유지관리대책 마련 필요 •**비점오염원 관리재원 확보**	➢ 비점오염 관리여건을 고려한 **필요기술 개발 적용** ➢ 비점기여도에 기반한 **관리의무** 부여 ➢ 지역별, 대상별, 매체별 **맞춤형 홍보** 추진 ➢ 비점오염관리 여건을 반영한 **참여형 거버넌스** 운영 ➢ **맞춤형** 비점오염 **최적저감시설** 설치 ➢ 시설별 **다목적** 기능유지를 위한 유지관리 추진 ➢ 비점오염원관리를 위한 **빗물요금제** 도입

감사합니다

주·제·발·표

03

환경기초시설 건설 이후의 수질오염총량관리제 발전 방안

이 병 국 박사 (KEI)

2024년 국가물관리위원회 제5차 정기세미나
말 못하는 수중생물과 미래세대를 위한 물환경관리 방향

국가물관리위원회 세미나 (2024. 12. 13)

환경기초시설 건설 이후의 수질오염총량관리제 발전 방안

이병국

KEI 한국환경연구원
Korea Environment Institute

Page 1

Ⅰ. 서 론

Ⅱ. 주요 물환경 정책 변화와 수질오염총량관리제

Ⅲ. 환경기초시설 건설을 촉진한 수질오염총량관리제 성과와 한계

Ⅳ. 환경기초시설 건설 이후의 수질오염총량관리제 발전 방안

Page 2

Ⅰ. 서 론

수질오염총량관리제

● (물환경보전법 제4조) 환경부 장관은 물환경 목표기준 달성 여부를 평가한 결과 그 기준을 달성·유지하지 못한다고 인정되는 수계에서 배출되는 수질오염물질을 총량으로 관리할 수 있다.

- 수질오염총량관리제 도입 배경, 취지, 한국의 특징
  - 수계특별대책을 뒷받침하기 위한 대책의 일환으로 시작
  - 임의제로 시작해서 의무제, 그리고 자발적 시행으로 발전
  - 의무제 도입 배경 – 기본적으로 미국의 Total Maximum Daily Loads 개념을 도입
  - 특징과 시행 과정 – 시행 지역에서 개발 압력에 의한 오염부하 증가를 환경기초시설 건설로 해소
  - 기타

- 수질오염총량관리제 성과와 한계, 그리고 향후 발전 방안
  - 성과 – 실질적인 수질오염물질 배출 부하 저감으로 수질개선 목표 달성
  - 한계 – 지속적인 물환경 개선보다 허용된 환경용량을 최대한 확보하는 것으로 인식
  - 문제점 – 관리 대상 오염물질 종류 제한, 유량 조건을 고려한 수질목표 달성 평가 불가

Ⅱ. 주요 물환경 정책 변화와 수질오염총량관리제

2-1. 법령과 정책 변화
2-2. 조직과 정책 변화
2-3. 이슈와 정책 변화
2-4. 시기별 물환경 정책의 변화

Page 5

2-1. 법령과 정책 변화

- 환경보전법(1977~1990)
  - 1977년 이전에는 1963년에 제정된 「공해방지법」으로 오염행위 관리.
  - 1970년대 도시화와 산업발전으로 환경오염과 훼손이 심화되면서 「환경보전법」을 제정하여 수질, 대기, 자연환경 등 환경보전과 환경오염을 관리.
  - 「환경보전법」은 당시 환경의 전 분야를 대상으로 하는 전문 11장 70조 및 부칙으로 구성.
    - 환경오염 또는 자연생태계의 변화가 현저한 지역을 특별대책지역으로 지정.
    - 배출시설의 오염물질이 허용기준을 초과하는 경우 시설개선과 조업중지, 사업장 이전, 배출부과금 부과.
    - 수질분야 환경기준 항목(환경보전법 제4조2항 및 시행령 제3조): 수소이온농도, 생물화학적 산소요구량 또는 화학적 산소요구량, 용존산소, 대장균군, 특정유해물질 등
    - 배출시설의 설치허가(환경보전법 제15조): 환경청장에게 배출시설설치허가 신청
    - 환경감시(환경보전법 제25조 및 시행령 18조): 환경청장 또는 시도지사가 환경감시원을 임명하여 배출시설 감시 및 운영, 환경오염 조사

"한국의 물환경 정책 발전과정과 KEI 관련 연구 분석(2022)" 인용

Page 6

● 수질환경보전법(1990~2007)

- 「환경보전법」을 「환경정책기본법」과 개별법으로 구분하면서 수질보전 조항을 「수질환경보전법」으로 제정
- 오염물질 총량규제 및 오염이 심화된 호소의 특별관리 등 기존 규정상 일부 미비점을 보완
- 수질오염으로 인한 국민건강 및 환경상의 위해 예방
  - 특별배출허용기준 : 특별대책지역 안에서는 기존 환경기준의 유지와 관계 없이, 엄격한 배출허용기준을 적용
  - 오염물질 총량규제 : 오염물질을 총량으로 규제할 수 있도록 함.
  - 폐수 위탁처리 : 폐수를 위탁처리 할 수 있도록 하고, 위탁처리하는 경우 방지시설의 설치의무를 면제
  - 폐쇄명령 이행 : 무허가배출시설 등에 대한 실질적인 이행강제수단인 단전·단수조치를 관계기관 장에게 요청
  - 특정호소 : 특정호소 및 수질관리구역 지정, 특정호소수질보전종합계획 수립·시행

- 2005년 전면 개정
  - 비점오염원을 수질오염물질로 분류
  - 주민에 대한 수질환경정보 제공 및 자발적 수질보전활동 유도
  - 수질오염경보제도 도입
  - 수계영향권별 수질보전계획 수립
  - 비점오염원의 관리

"한국의 물환경 정책 발전과정과 KEI 관련 연구 분석(2022)" 인용

Page 7

● 수질 및 수생태계 보전에 관한 법률(2007~2016)

- 4대강 수계 외의 수계에 대하여도 총량관리를 실시할 수 있는 근거와 절차 마련
- 수질 및 수생태계의 조사, 수질 및 수생태계 보전에 필요한 조치의 권고, 오염된 공공수역에서의 행위제한의 권고를 할 수 있도록 하는 등 수질 및 수생태계 보전을 위한 제도적 기반 마련

  - 제명의 변경 : 법 명칭에 "수생태계"를 명시
  - 4대강 수계 외의 수계에 대한 총량관리
  - 수질 및 수생태계 목표기준의 결정 및 평가
  - 수질 및 수생태계 정책심의위원회의 설치
  - 공공수역의 생태적인 관리 기반 구축
  - 오염된 공공수역에서의 행위제한 권고
  - 측정기기 부착 대상자 및 측정기기 운영·관리기준

"한국의 물환경 정책 발전과정과 KEI 관련 연구 분석(2022)" 인용

Page 8

- 물환경보전법(2017~현재)
  - 법률 명칭을 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」에서 「물환경보전법」으로 변경
  - 수생태계 건강성 유지를 위하여 환경부장관은 하천의 대표 지점 환경생태유량을 국토교통부장관과 공동 고시
  - 환경부장관은 국가물환경관리기본계획 10년마다 수립하도록 함
    - 오염총량초과 부과금 제도를 오염총량초과 과징금 제도로 전환
    - 수생태계 연속성의 조사
    - 환경생태유량의 확보
    - 국가 물환경관리기본계획의 수립

"한국의 물환경 정책 발전과정과 KEI 관련 연구 분석(2022)" 인용

Page 10 Page 9

- 수계특별법(1999~현재)
  - 1999 ~ 2002년에 걸친 수계수질개선특별대책을 뒷받침하기 위해 특별법을 제정
    - 「한강수계 상수원수질개선 및 주민지원 등에 관한 법률」, 「ㅇㅇㅇ수계 물관리 및 주민지원 등에 관한 법률」
    - 계속되는 수질악화와 팔당호 등 상수원 수질 사회문제화 → '4대강수계 물관리종합대책'
      - '팔당호 등 한강수계 상수원 수질개선 특별종합대책 (1998.8, 환경부)', '낙동강수계 물관리종합대책(1999.12, 정부합동)', '금강수계, 주암호 등 영산강수계 물관리종합대책(2000.10, 정부합동)'
    - 수계관리위원회를 구성하여 유역관리 기반 구축
    - 물이용부담금 부과 및 수계관리기금 조성
    - **수질목표기준 초과 유역에 대해 수질오염총량관리제 시행**
    - 상수원보호를 위해 수변구역 지정 및 토지매수 후 수변생태벨트 조성
- 물관리기본법(2018~현재)
  - 유량, 수질, 생태 등 모든 물관리 관련법과 계획의 기본 방향을 제시하는 기본법 제정 및 물관리 일원화
    - 유역관리위원회 설치 및 국가물관리기본계획 수립
- 수도법(1962~현재), 하수도법(1966~현재)

"한국의 물환경 정책 발전과정과 KEI 관련 연구 분석(2022)" 인용

Page 10 Page 10

2-2. 조직과 정책 변화

- 1980년 이전 : 보건사회부 환경관리관실 수질보전담당관
- 1980년 환경청 설립 : 수질보전국(수질제도과·수질관리과·토양관리과·폐기물처리과·해양보전담당관)
- 1990년 환경처 설립 : 수질보전국(수질제도과·폐수관리과·오수관리과·해양보전과)
- 1994년 환경부 승격 : 수질보전국(수질정책과·상수원관리과·산업폐수과·생활오수과·해양보전과), 상하수도국(수도정책과·상수도과·음용수관리과·하수도과) 이관
- 1996년 해양보전과를 해양수산부로 이관
- 1998년 수질보전국(수질정책과·환경조사과·산업폐수과·생활오수과), 상하수도국(수도정책과·상수도과 ·음용수관리과·하수도과)
- 2002년 수질보전국(수질정책과·유역제도과·산업폐수과·생활오수과), 상하수도국(수도정책과·수도관리과·하수도과)
- 2008년 물환경정책국(물환경정책과·유역총량제도과·수생태보전과·산업수질관리과), 상하수도정책관(수도정책과·물산업육성과·생활하수과·토양지하수과)
- 2018년 물관리일원화 : 물환경정책국(물환경정책과·유역총량과·수생태보전과·수질보전과), 상하수도정책관(수도정책과·생활하수과·토양지하수과·물산업클러스터추진단), 수자원정책국(수자원정책과·수자원개발과·수자원관리과)
- 2019년 물통합정책국(물정책총괄과·물이용기획과·토양지하수과), 물환경정책국(물환경정책과·수질관리과· 수생태보전과·생활하수과), 수자원정책국(수자원정책과·수자원관리과·물산업협력과·물산업클러스터추진기획단)
- 2019년 국가물관리위원회
- 2022년 물관리정책실 물통합정책관(물정책총괄과·물이용기획과·토양지하수과), 물환경정책관(물환경정책과·수질관리과·수생태보전과·생활하수과), 수자원정책관(수자원정책과·하천계획과·수자원관리과·물산업협력과)
- 2023년 물관리정책실 수자원정책관(물관리총괄과·수자원개발과·하천계획과·물재해대응과·하천안전팀), 물환경정책관(물환경정책과·수질수생태과·생활하수과), 물이용정책관(물이용정책과·수도기획과·토양지하수과·물산업협력과)

"한국의 물환경 정책 발전과정과 KEI 관련 연구 분석(2022)" 인용

Page 11

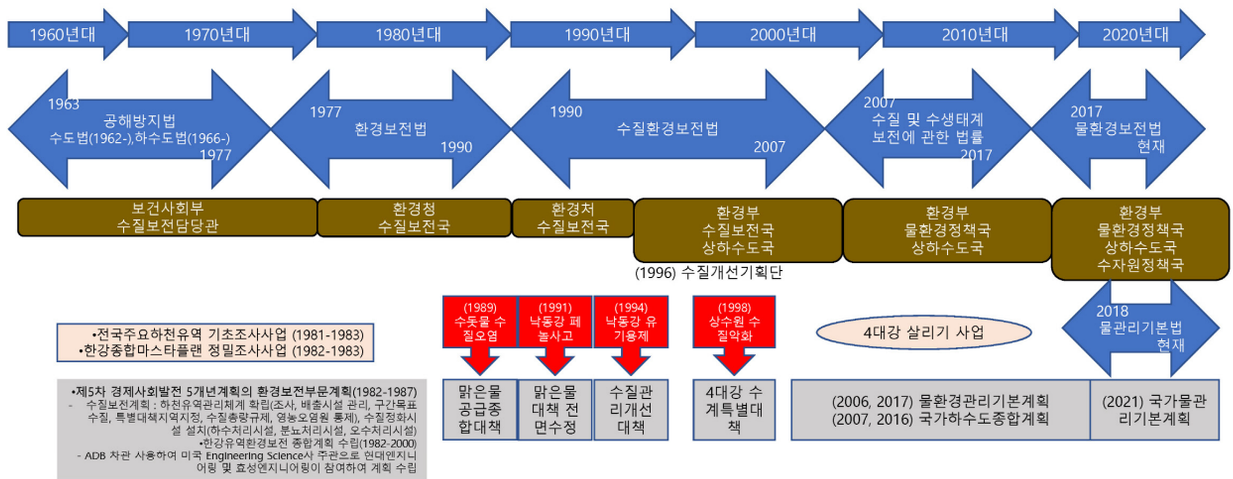
2-3. 이슈와 정책 변화

- 1989년 이전 : 악화된 수질환경이 사회 이슈화되지 않음
- 1989년 : 수돗물 수질오염 사회문제화 → '맑은물 공급종합대책(1989.9)'
- 1991년 : 낙동강 페놀오염 사고 → '맑은물 공급종합대책 전면 수정(1993.7)'
- 1994년 : 낙동강 유기용제 사고 → '수질관리개선대책(1994.1, 국무총리실)'
- 1998-2002년 : 계속되는 수질악화와 팔당호 등 상수원 수질 사회문제화 → '4대강 물관리종합대책'
  - 1998년 : 팔당호 수질 악화 사회문제화 → '팔당호 등 한강수계 상수원 수질개선 특별종합대책 (1998.8, 환경부)'
  - 1999년 : 낙동강 수질 악화와 식수원 오염 사회문제화 → '낙동강수계 물관리종합대책(1999.12, 정부합동)'
  - 2000년 : 금강, 영산강 등 수질악화와 상수원 수질 개선 필요 → '금강수계, 주암호 등 영산강수계 물관리종합대책(2000.10, 정부합동)'
- 2008-2012년 : 4대강 살리기 사업
- 2017년 : 4대강 사업 이후 16개 보 녹조, 수생태계 영향 등에 대한 사회적 논란 → 4대강 재자연화
- 2018년 : 물관리기본법 제정 및 환경부로의 물관리 일원화
- 2015년 이후 : 지반 침하 사고 반복 발생, 충남서부권 가뭄(2015년)
- 2019년 이후 : 수돗물 적수(2019년), 수돗물 유충(2020년), 집중 호우 도시 침수(2021년 -)

"한국의 물환경 정책 발전과정과 KEI 관련 연구 분석(2022)" 인용

Page 12

2-4. 시기별 물환경 정책의 변화

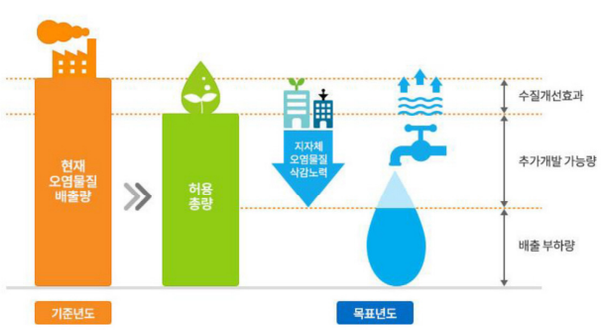


"한국의 물환경 정책 발전과정과 KEI 관련 연구 분석(2022)" 인용

Page 13

Ⅲ. 환경기초시설 건설을 촉진한 수질오염총량관리제 성과와 한계

3-1. 수질오염총량관리제 도입 배경과 제도 시행
3-2. 수질오염총량관리제 성과
3-3. 수질오염총량관리제 한계



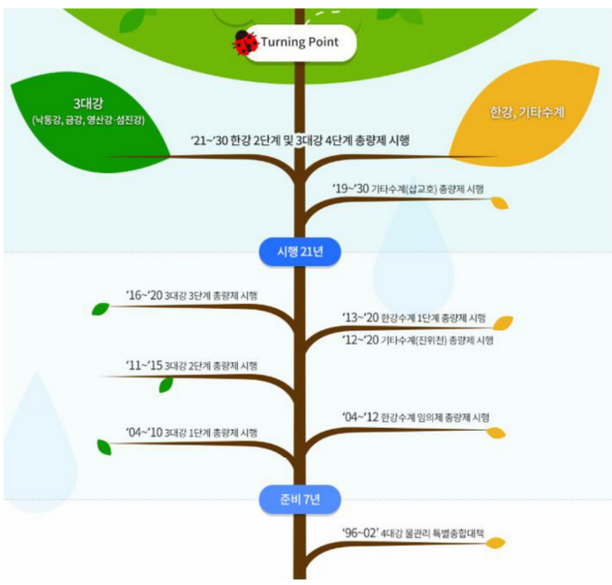
Page 14

3-1. 수질오염총량관리제 도입 배경과 제도 시행

- 7년의 준비, 21년간 시행
- 공동수 이병국 이창희 정동일 최지용; 지역 관계자
- 관련 초기 연구와 계획

▪ 낙동강 시군 오염총량관리 시행계획
▪ 경기도 광주시 수질오염총량관리계획 이행평가(2005.12)
▪ 금강·영산강수계 광역시도 오염총량관리 기본계획(2005.4)
▪ 3대강수계 오염총량관리시행계획 수립 매뉴얼 작성 연구(2005.3)
▪ 낙동강 광역시도 오염총량관리 기본계획(2004.2)
▪ 금강·영산강수계 오염총량관리제 시행방안 연구(2002.11)
▪ 낙동강수계 오염총량관리제 시행방안 연구(2001.11)
  ▪ 낙동강 물이용조사단(2000)
▪ 경기도 광주시오염총량관리계획(2001.3)
▪ 한강수계 오염총량관리제 시행방안 연구(2000.1)

▪ 낙동강수계 물관리종합대책(1999.12)
  ▪ 3-3 오염물질총량관리제도 실시
    ▪ 환경친화적인 지역개발과 수질목표 달성이 조화를 이룰 수 있도록 오염총량관리제 실시
    ▪ BOD를 원칙으로 하되 COD, 잘소, 인, 기타 오염물질로 확대 검토
▪ 팔당호등 한강수계 상수원수질개선 특별종합대책(1998.10)
  ▪ 지역별 오염물질 총량관리제도 도입
    ▪ 시·군별로 허용오염총량을 할당하고 이 할당량 범위내에서는 환경친화적인 지역개발을 허용



'물환경정보시스템 수질오염총량관리제도' 웹사이트 인용

Page 15

3-1. 수질오염총량관리제 도입 배경과 제도 시행

기존 수질관리 문제		수질오염총량관리제 도입
입지규제에 따른 민원 증가와 개발압력 -팔당특별대책지역의 민원, 규제 타당성 재검토	⇨	**입지규제 완화를 위한 안전판 마련** -목표수질 달성을 전제로 한 입지규제 완화 추진
농도 위주 규제(사후처리)의 한계 -오염원의 누적, 수역의 환경용량 한계	⇨	**부하량(농도X유량) 중심의 수질관리** -수역의 환경용량을 고려한 관리로 전환
비점오염원의 수질영향 고려 부재 -정체수역(댐,호소)의 비점오염원 영향 증가	⇨	**점오염원과 더불어 비점오염원도 관리** -비규제 영역인 비점오염원 관리강화
지역개발(오염원 증가) 제어의 필요 -지역개발-하수처리장 용량 초과-수질악화의 악순환	⇨	**지역개발-수질악화 악순환의 고리 차단** -선 처리, 후 개발의 원칙 실현
수질과 규제기준과의 연관성 확보 부재 -모호한 목표수질, 배출허용기준과 인과 이해 부족	⇨	**수질관리의 과학적 기반과 투명성 확보** -수질과 부하량 인과관계 이해를 바탕으로 한 관리
· 맑은물공급 종합대책(1989-1997) · 4대강대권역별수질보전계획(1992-1996) · 맑은물공급종합대책(수정) (1989-1997) · 물관리종합대책(1997-2011) · 팔당호등한강수계상수원수질관리특별대책(1998) · 낙동강수계(1999) 및 금강·영산강수계(2000) 물관리종합대책	⇨	· 팔당호등한강수계상수원수질개선및 주민지원에관한법률(1999) · 낙동강수계(2000) 및 금강·영산강수계수질개선및주민지원에관한법률 · 수질및수생태계보전에관한법률(2007) (기타수계)

"물환경관리 법.제도 40년 평가 및 발전방안 연구(2020)" 발표 자료 인용

Page 16

3-1. 수질오염총량관리제 도입 배경과 제도 시행

[오염총량관리 시행절차]

오염총량관리기본방침
- 오염총량관리 목표
- 관리 대상 (BOD,TP)
- 기준유량의 적용(저수기,평수기)
- 안전율의 적용(허용배출의 10%)
- 목표수질 지점의 수질측정 등

⇒

목표수질 설정
- 시도경계지점: 장관
- 경계구역내지점:장관/시도지사
- 시도경계 24개 지점
- 경계구역내지점: 72개 지점

⇒

총량관리기본계획
- 수립:시도지사
- 검토:오염총량관리조사연구반
- 승인:장관
- 내용: 단위유역별 허용배출부하량 산정 및 시군별 할당

⇒

총량관리시행계획
- 수립:시장군수
- 검토:오염총량관리조사연구반
- 승인:시도지사/유역환경청장
- 내용: 시군별 허용배출부하량을 개별 오염원별 할당

⇓

불이행 제재(오염자)
- 의무적 수질유량 모니터링 및 지도점검 자료에 근거
- 할당부하량 초과시 과징금
- 조시, 개선명령

⇓

이행평가보고서 제출
- 광역시장/시장/군수(매년) → 유역환경청장

⇓

불이행 제재(지자체)
- 개발사업 인허가 제한
- 일정규모 이상 건축제한

[오염총량관리 시행현황]

	단계	기간	대상물질	대상지역
낙동강, 금강, 영산강·섬진강	1	'04~10년	BOD	-낙동강,금강 & 영산강·섬진강 수계 전 지역 -2단계 금강 수계 T-P는 대청호 상류 지역만 적용
	2	'11~15년	BOD, T-P	
	3	'16~20년	BOD, T-P	
	4	'21~30년	-	
한강	임의제	'04~12년	BOD	팔당호특별대책지역 내 자치단체
	1	'13~20년	BOD, T-P	서울, 경기, 인천
	2	'21~30년	BOD, T-P	서울, 경기, 인천, 강원, 충북
기타(진위천)	임의제	'12~20년	BOD	수원, 화성 등 8개 자치단체
기타(삽교호)	임의제	'19~30년	BOD	천안, 아산, 당진

"물환경관리 법.제도 40년 평가 및 발전방안 연구(2020)" 발표 자료 인용

Page 17

3-1. 수질오염총량관리제 도입 배경과 제도 시행

- 2030년 수질오염총량관리 목표

금 강 수 계(mg/L)		
단위유역	BOD	T-P
금본C	1.0	0.014
금본D	1.0	0.019
금본F	1.0	0.016
유등A	1.2	0.032
갑천A	4.1	0.118
금본G	2.2	0.062
병천A	2.3	0.105
미호B	4.0	0.089
금본H	2.9	0.083
금본K	3.1	0.078

영산강·섬진강 수계(mg/L)		
단위유역	BOD	T-P
영본A	2.4	0.082
황룡A	2.2	0.060
영본B	4.6	0.145
섬본C	1.4	0.038
요천B	1.5	0.054
섬본E	1.1	0.030

한 강 수 계(mg/L)		
단위유역	BOD	T-P
한강A	1.1	0.028
한강D	1.0	0.034
섬강B	1.7	0.070
북한C	1.4	0.020
홍천A	1.0	0.020
한강G	1.7	0.039
중랑A	4.0	0.220
탄천A	4.0	0.314
안양A	6.2	0.320
한강I	3.8	0.214
굴포A	3.9	0.486
한탄A	1.4	0.056

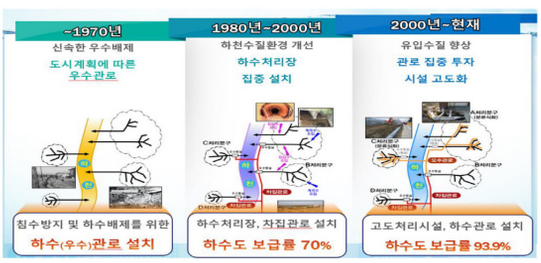
낙 동 강 수 계(mg/L)		
단위유역	BOD	T-P
낙본A	1.4	0.044
낙본F	1.9	0.040
금호B	3.0	0.072
금호C	3.4	0.098
낙본G	2.6	0.056
회천A	1.2	0.038
밀양A	1.3	0.031
낙본L	2.6	0.049

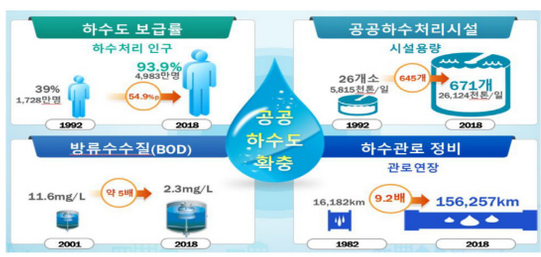
"한국의 수질오염총량관리제와 하수처리시설 관리 강화 (김석규, 2021)" 발표 자료 인용

Page 18

3-2. 수질오염총량관리제 성과

- 하수처리시설 건설로 수질오염 개선



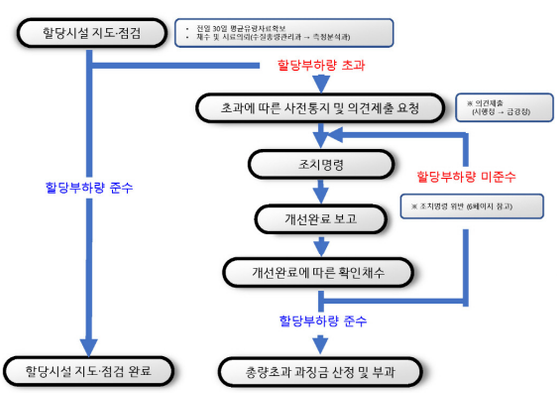


"한국의 수질오염총량관리제와 하수처리시설 관리 강화 (김석규, 2021)" 발표 자료 인용

Page 19

3-2. 수질오염총량관리제 성과

- 수질오염총량관리제 할당시설 지정 현황 (2020년)
  - 목표수질 달성을 위한 시행계획 지역의 200㎥/일 이상 공공하폐수처리시설 및 민간배출시설에 대해 법적배출기준보다 강화된 오염부하량 할당(지자체 및 개인사업장과 협의)
  - 763개 시설에 대해 할당시설 지정 및 관리 (대부분의 대규모 시설 포함)



수질 TMS로 실시간 원격 감시

"한국의 수질오염총량관리제와 하수처리시설 관리 강화 (김석규, 2021)" 발표 자료 인용

Page 20

3-2. 수질오염총량관리제 성과

- 수질오염총량관리제 할당 시설 할당량 초과시 총량초과과징금 부과 및 강력 조치
  - 지도 점검 사항
    - 할당오염부하량 및 지정배출량 준수 여부
    - 측정기기 부착 규정에 따른 측정기기 부착 및 정상 운영 여부
    - 측정기기의 측정결과 기록 보관 및 적정 기록 여부
    - 조치 명령 등 행정처분 적정 이행 여부

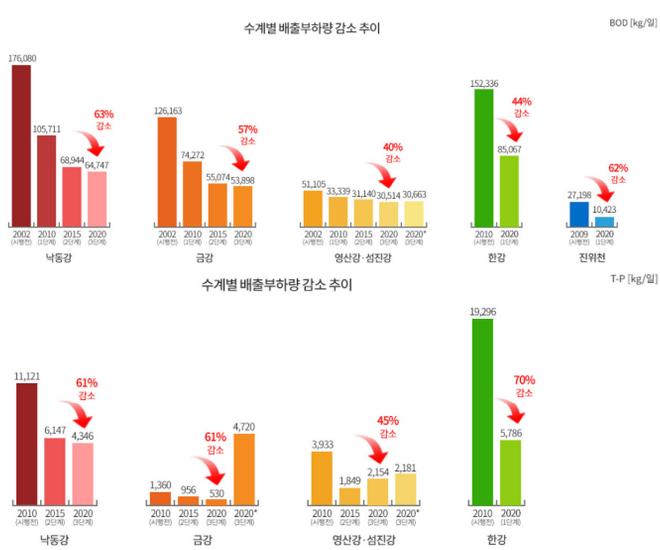
  - 초과 배출 시설 관리
    - 방류수 수질기준 초과시 하수도법에 따른 과태료 부과
    - 수질오염총량 할당에 따른 수질 기준 초과시
      - 과태료 부과, 총량초과과징금 부과
        - ○○처리시설(12억), ○○처리시설(2.4억), ○○처리시설(2.3억)
      - 조업정지, 폐쇄, 개발사업 협의 중지 등

"한국의 수질오염총량관리제와 하수처리시설 관리 강화 (김석규, 2021)" 발표 자료 인용

Page 21

3-2. 수질오염총량관리제 성과

- 수질오염배출부하량 감소
  - 3대강 3단계, 한강 및 진위천 1단계 평가결과, 총량제 시행전 대비 2020년 오염배출량은 BOD 40%~63% 감소, T-P 45% ~ 70% 감소
  - 환경기초시설 신·증설 및 하수처리구역 확대, 오염물질 배출시설 방류수질 개선, 오염물질 저감기술 적용, 친환경 개발 장려 등에 따른 감축



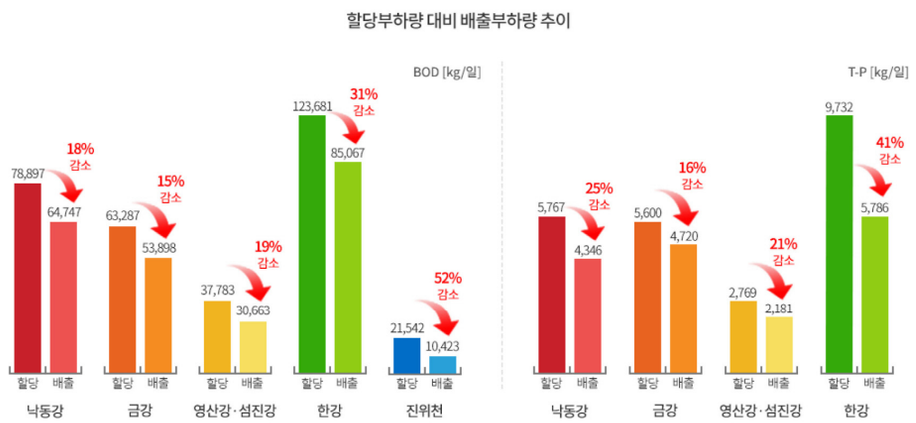
'물환경정보시스템 수질오염총량관리제도' 웹사이트 인용

Page 22

3-2. 수질오염총량관리제 성과

● 할당부하량 대비 배출부하량 감소

- 2020년 오염배출부하량은 할당량 대비 BOD는 15% ~ 52%, T-P는 16% ~ 41% 적게 배출



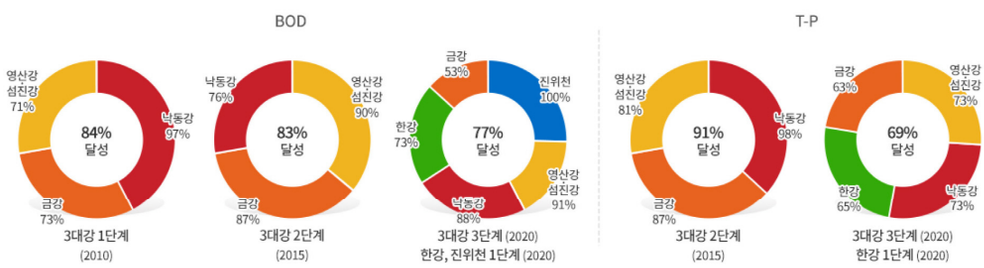
'물환경정보시스템 수질오염총량관리제도' 웹사이트 인용

Page 23

3-2. 수질오염총량관리제 성과

● 목표 수질 달성율

- 3대강 1단계 평가 결과, BOD 92개 단위유역 중 77개(84%) 목표수질 달성
- 3대강 2단계 평가 결과, BOD는 92개 단위유역 중 76개(83%), T-P는 70개 단위유역 중 64개(91%) 목표수질 달성
- 3대강 3단계, 한강 및 진위천 1단계 평가 결과, BOD는 120개 단위유역 중 92개(77%), T-P는 119개 단위유역 중 82개(69%) 목표수질 달성
- 총량제 단계가 진행될수록 목표수질이 강화되어 달성율은 감소하는 추세

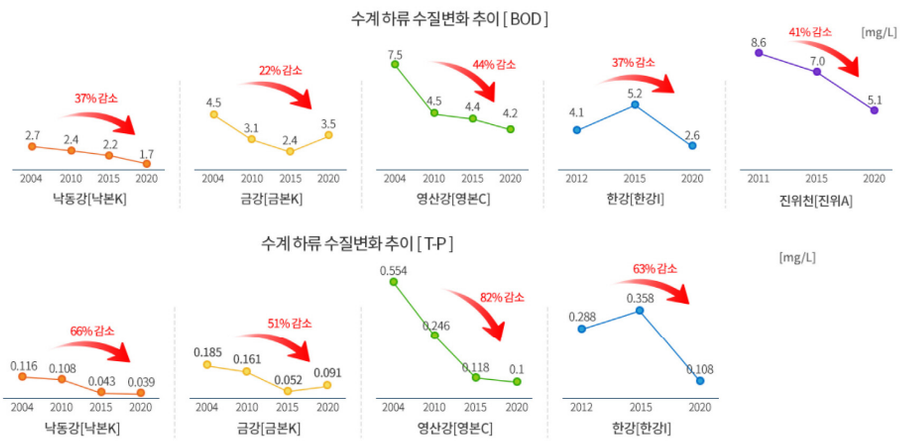


'물환경정보시스템 수질오염총량관리제도' 웹사이트 인용

Page 24

3-2. 수질오염총량관리제 성과

- 수계 하류 지점 수질 개선 효과
  - 수질오염총량관리제 시행 후 4대강 및 진위천 하류 수질은 BOD 22% ~ 46% 개선, T-P 51% ~ 82% 개선(2020년 기준)



'물환경정보시스템 수질오염총량관리제도' 웹사이트 인용

Page 25

3-2. 수질오염총량관리제 성과

- 가시적인 본류 수질개선에 기여
  - BOD 목표수질 달성율: 낙동강수계(1단계 약 97%, 2단계 약 76%), 금강수계(1단계 약 73% , 2단계 87%) 영산강·섬진강 수계 (1단계 71%, 2단계 90%)
  - 낙동강수계 제외하면 1단계보다는 2단계 목표수질 달성율 제고됨 .
  - 본류 구간의 목표수질 달성율에 비해 지류 구간의 달성율이 상대적으로 미흡
- 수체의 환경용량을 고려한 예방적 수질관리로 전환
  - 수역 수질과 부하량 간의 이해화 과학적 방법론을 통한 배출허용부하량의 추정과 할당
  - 특별대책지역에서 입지규제의 실질적 완화 실현
  - 공공처리시설의 조기 확충과 계획적 지역개발을 통해 선처리 후개발의 원칙을 정립
- 유역관리체제로의 전환에 일조
  - 유역단위의 수질관리계획의 수립과 행정구역 단위의 시행체제 확립
  - 목표수질 달성을 위해 관련 자치단체간 협력 및 책임 분담 체제 정립
  - 총량관리 시행과정에서 총량관리 담당자들의 자발적인 삭감방안 개발에 참여 유인

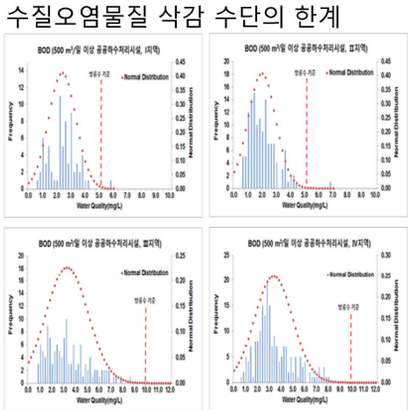
"물환경관리 법.제도 40년 평가 및 발전방안 연구(2020)" 발표 자료 인용

Page 26

3-3. 수질오염총량관리제 한계

- 기존 공공하수도의 오염부하 처리 능력 한계점 도달
  - 법적 방류수 기준 준수율 99.7%
  - 방류수 수질 5 mg/L 이하 89.4%

- 수질오염물질 삭감 수단의 한계



오염원	삭감 수단
생활계	○ 하수처리구역 확대
	○ 공공 하수처리시설 신·증설
	○ 공공 하수 및 분뇨 처리시설 방류수질 개선
	○ 개인하수처리시설 방류수질 개선
	○ 정화조 처리효율 제고
	○ 월류수(CSO) 저감
	○ 관로 누수율 저감
	○ 중수도 시설 설치 기준 확대
	○ 하수처리수 재이용 확대
산업계	○ 공공 폐수처리시설 신·증설
	○ 공공 폐수처리시설 방류수질 개선
	○ 개별 폐수배출시설 처리효율 제고
	○ 폐수처리수 재이용 확대
축산계	○ 가축분뇨 공공처리시설 신설
	○ 가축분뇨 공공처리시설 방류수질 개선
	○ 개별 정화시설 방류수질 개선
	○ 신고·허가시설의 농지유출 후단 처리효율 제고
	○ 가축분뇨 고체분 에너지화사업 확대
토지계	○ 그린인프라, LID, 비점오염저감시설, 산업단지 완충저류시설 설치 확대
	○ 도로 청소를 통한 오염물질 저감

"한국의 수질오염총량관리제와 하수처리시설 관리 강화 (김석규, 2021)" 발표 자료 인용

Page 27

Ⅳ. 환경기초시설 건설 이후의 수질오염총량관리제 발전 방안

4-1. 수질오염총량관리제의 방향 – 지속적인 물환경 개선
4-2. 수질오염총량관리제 발전 방안 – 과학적 근거, 항목

Page 28

국가물관리기본계획의 수질오염총량관리제

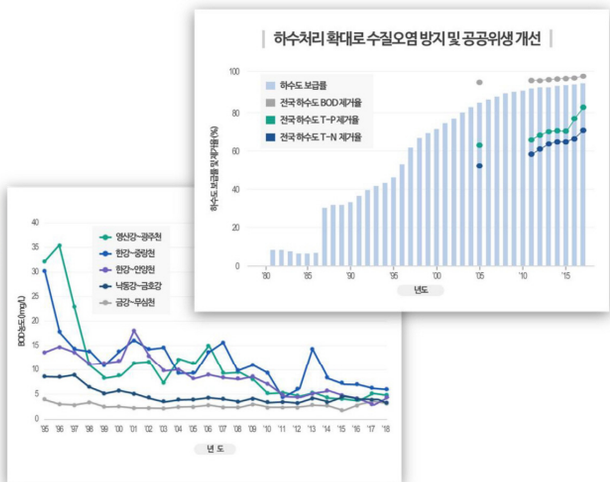
02 그간의 물관리 성과

공업화·산업화로 급격히 악화되던 수질 회복에 기여

환경기초시설

하수관로·하수처리시설분·분뇨처리장·개별하수처리

하수관로총연장	156천km	개별하수처리시설	2,731천개
펌프시설	8,391개	공공폐수처리시설	208개
하수처리장	4,111개	가축분뇨공공처리시설	105개
분뇨처리장	186개	비점오염원시설	3,261개



좋은물달성도		하수도보급률	생태하천복원 연장
현재(2018) 하천(BOD)	현재(2018) 호소(COD/TOC)	현재(2018)	현재(2018)
84.3%	87.8%	93.9%	1,538km
과거(2007)	과거(2007)	과거(2007)	과거(2007)
74.6%	75.5%	87.1%	346km

"제1차 국가물관리기본계획 (2021)" 발표 자료 인용

Page 29

국가물관리기본계획의 수질오염총량관리제

02 그간 물관리 한계

인간 중심·개발 중심 ➡ 유역 자연성 훼손, 수질관리 사각지대 지속

하천 종·횡적 단절

종적 연속성 단절

- 하천의 0.9km마다 설치된 인공구조물로 하천의 종적 연속성 훼손 야기
  * 33,914 개의 보 ('19, 국가어도정보시스템)
- 기능·목적 상실 폐기 및 파손된 구조물 방치
  * 파손·방치 보 5,800 여개, 서류상 폐기된 보 3,800여개 ('18, 국가어도정보시스템)

횡적 연속성 단절

- 제방 및 도로로 인한 하천의 고착화 및 저수로와 홍수터 분리 복단면 조성
- 하천개수 사업으로 인한 옛물길 단절, 치수중심 하천정비에 의해 홍수터 축소
  * 4대강 중소하천 591개 조사한 결과 472개 하천의 1,314개소의 옛물길터가 육화됨 ('16, 환경부)

수생태 건강성 훼손

전국 낮은 수생태 건강성

- 전반적으로 보통(C) 수준에 불과('18)

생물 다양성 감소

- 전체 멸종위기종 수의 증가 ('19, 국립생물자원관)
  92('89) → 246('12) → 267 (27종-어류, '17)
- 생태계 교란 생물의 지속적 증가
  '98년 외래종 최초 지정후 현재 21종

전국 하천 훼손

- 생태직 훼손 추정

전국 지방하천의 35%

하천 자연도

우리나라 전국 하천 85% 평가

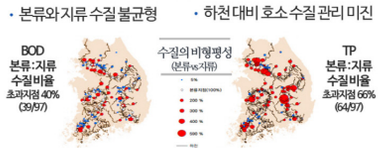
- 평가 하천의 93%
  → 자연도 3-4등급

1등급 전국하천의 0.2%

수질 격차 & 新 오염물질

지역간 수질 관리 격차 고착화

- 유역 간 불균형 : 영산강, 낙동강은 타 하천에 비해 수질이 나쁜 편
- 본류와 지류 수질 불균형
- 하천 대비 호소 수질 관리 미진



비점오염원 관리 미흡

- 도시불투수면 증가, 하수관거 강우유출, 농촌지역 축산·토지계 오염등
  * 전국 수질오염 배출량 중 비점오염 배출비율 (BOD 67.6%, T-P 72.1%)

미량오염물질 출현

- 난분해성 유기물 증가, 미량오염물질 증가

미세플라스틱 | 의약물질 | 유해화학물질

"제1차 국가물관리기본계획 (2021)" 발표 자료 인용

Page 30

국가물관리기본계획의 수질오염총량관리제

부문별 전략 및 과제 물환경 관리

1-1 물환경의 자연성 회복 | 이렇게 하겠습니다!

01 오염원 관리 강화를 통한 목표 수질 달성

목표: 하천, 호소 목표 수질 달성률 20%p 이상 개선

과제:
- 양분관리제 도입 등을 통한 가축분뇨 관리 체계 선진화
- 제3차 비점오염원관리 종합대책 추진으로 수질개선
- 유역 특성을 고려한 맞춤형 하수처리시설 관리
- 유해물질 중심의 산업폐수 관리
- 유역별 문제해결형 오염총량제 도입 추진

02 안전하고 깨끗한 상수원 확보 및 지하수 보전관리

새로운 유해물질의 위협에도 국민 걱정 ZERO

- 상수원 내 미량 유해물질 및 유해조류 선제적 관리
- 유역단위 통합형 수질관리체계 구축 및 참여형 거버넌스 구축
- 상수원 및 지하수 입지 규제 제도 합리화
- 오염취약지역 지하수 수질관리 강화

"제1차 국가물관리기본계획 (2021)" 발표 자료 인용

Page 31

국가물관리기본계획의 수질오염총량관리제

(환경 분야1-1-5-1). 문제해결형 오염총량제(TOC) 도입・확대

- TOC 총량제 시범사업 추진 및 전국 확대여부 검토
  - 단기(2021-2023), 중기(2024-2026); 강화 과제
- BOD 중심 지표로 유기물질 관리에 한계가 있어서 TOC를 총량으로 관리
  - 4대강 BOD는 유지 또는 개선 추세이나 TOC는 악화 추세
  - 지역 중심의 물환경 문제 해결 및 지속성 확보 방안
- 난분해성물질 오염도가 높은 지류에 대해 시범 도입 후 단계적 확산
  - (2022-2025) 시범사업 추진, (2026) 종합평가 및 전국 확대 여부 검토

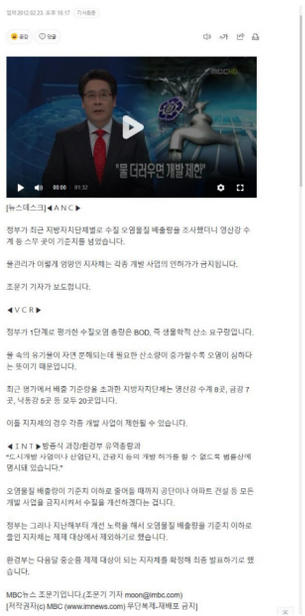
일정	계획	비고
2021년	◦ 방사선 동위원소를 활용한 TOC 오염물질 기원 추적	
2022년	◦ TOC 모델개발 및 총량관리 목표설정 ◦ 오염원 및 수질 악화구간 정밀조사	
2023년	◦ TOC 총량관리계획 수립 ◦ 총량제 시범운영	
2024년	◦ 총량제 시범운영 및 이행사항 평가	
2025년	◦ 총량제 시범운영 및 이행사항 평가	
2026년 이후	◦ 시범사업 종합평가 및 전수계 도입방안 검토	

"국가물관리기본계획 이행상황 자체평가보고서 (2023)" 인용

Page 32

4-1. 수질오염총량관리제의 방향

- 모든 수질항목에 대한 수질오염총량관리제 확대 기반 조성
  - 지류 중심의 물환경 목표(생태 기준 포함) 설정 체계
  - 지역 중심의 물환경 문제 해결 및 지속성 확보 방안
- 철저한 과학적 증거 기반의 오염물질 항목별 전과정 관리
  - 계획수립 과정의 자료의 불확실성에 따른 안전율 차등 적용
  - 확률 기반 평가와 관리
  - 공간적, 시간적 측정 감시 기술 활용
- 수질개선 체감도 향상
  - 지류 수질 개선
  - 기존 수질평가 방법 보완



[뉴스데스크]◀ANC▶

정부가 최근 지방자치단체별로 수질 오염물질 배출량을 조사했더니 영산강 수계 등 스무 곳이 기준치를 넘었습니다.

물관리가 이렇게 엉망인 지자체는 각종 개발 사업의 인허가가 금지됩니다.

조문기 기자가 보도합니다.

◀VCR▶

정부가 5단계로 평가한 수질오염 총량은 BOD, 즉 생물학적 산소 요구량입니다.

물 속의 유기물이 자연 분해되는데 필요한 산소량이 증가할수록 오염이 심하다는 뜻이기 때문입니다.

최근 평가에서 배출 기준량을 초과한 지방자치단체는 영산강 수계 8곳, 금강 7곳, 낙동강 5곳 등 모두 20곳입니다.

이들 지자체의 경우 각종 개발 사업이 제한될 수 있습니다.

◀INT▶방충식 과장/환경부 유역총량과
"도시개발 사업이나 산업단지, 건설지 등의 개발 허가를 할 수 없도록 법률상에 명시돼 있습니다."

오염물질 배출량이 기준치 이하로 줄어들 때까지 공단이나 아파트 건설 등 모든 개발 사업을 금지시켜서 수질을 개선하겠다는 겁니다.

정부는 그러나 지난해부터 개선 노력을 해서 오염물질 배출량을 기준치 이하로 줄인 지자체는 제재 대상에서 제외하기로 했습니다.

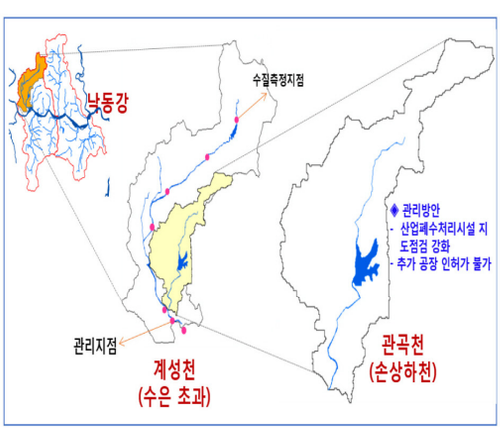
환경부는 다음달 중순을 제재 대상이 되는 지자체를 확정해 최종 발표하기로 했습니다.

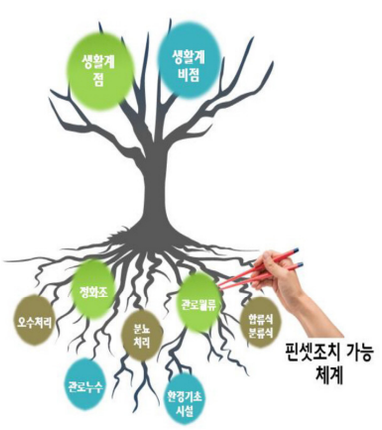
MBC뉴스 조문기입니다.(조문기 기자 moon@imbc.com)
[저작권자(c) MBC (www.imnews.com) 무단복제-재배포 금지]

Page 33

4-2. 수질오염총량관리제 발전 방안

- 오염물질별 맞춤형 수질오염총량관리제 시행
  - 환경기초시설 건설 이후 지속적으로 증가하는 난분해성 유기물질을 반영하는 TOC 총량제 등 지역 주민들이 체감할 수 있는 손상 하천 규명 및 대상물질(중금속, 병원균, 토사 등)별 최적 관리 방안 마련



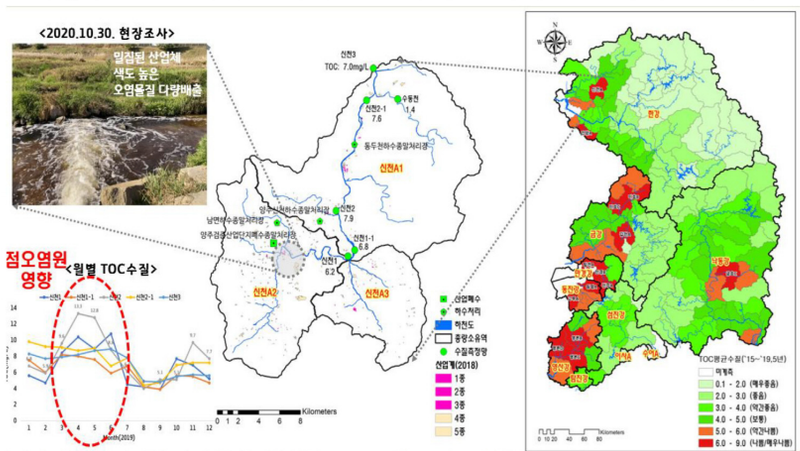


"한국의 수질오염총량관리제와 하수처리시설 관리 강화 (김석규, 2021)" 발표 자료 인용

Page 34

4-2. 수질오염총량관리제 발전 방안

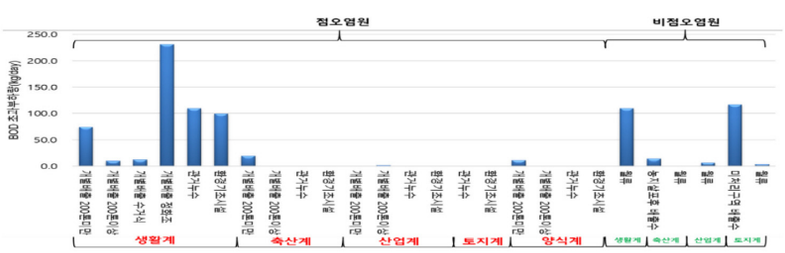
- 수질오염총량관리 대상의 확대
  - 환경기초시설 건설 이후 지속적으로 증가하는 난분해성 유기물질을 반영하는 TOC 총량제 등
    * TOC(mg/L) : 금호강 5.9('08) → 6.8('17), 남강 3.8('08) → 4.3('17), 물금 3.5('08) → 4.2('17)



"한국의 수질오염총량관리제와 하수처리시설 관리 강화 (김석규, 2021)" 발표 자료 인용

4-2. 수질오염총량관리제 발전 방안

- 총량관리 실효성 제고를 위해 오염원 특성을 고려한 정밀 평가 시행
  - 주요 오염하천의 오염원 특성 확인 및 추적 조사 (관로 누수, 가축분뇨 관리 미흡, 오염처리시설 부적정 운영, 토사 및 퇴비 유출, 쓰레기 투기 등



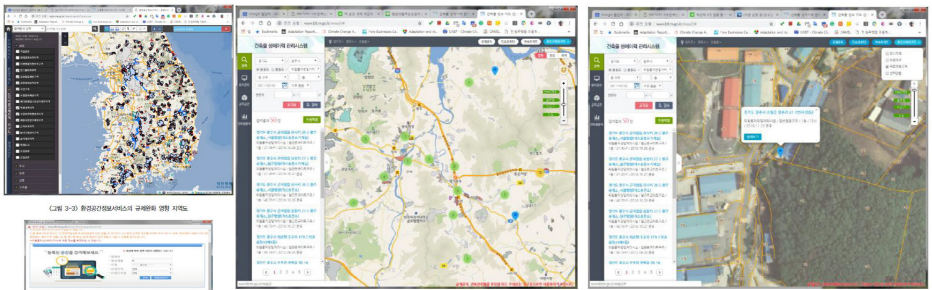
① 시행계획	② 이행평가	③ 정밀평가 대상지역	④ 현장조사
◦기본계획에 따라 연차별 할당부하량 배분 등 시행계획 수립	◦할당부하량(BOD, T-P, 점&비점 등) 만족 여부 평가	◦정밀평가 지역지역 선정 - 할당부하량 초과(오염원별, 대상물질별 구분) - 해당 소유역의 오염원 또는 오염부하량이 급격히 증가된 지역	◦원인을 분석하기 위한 현장조사 실시

⑤ 원인 분석		⑥ 조치
◦무허가 축사, 하수관거 월류·누수, 불명수과다 유입 등 오염원 누락 및 오류		◦추가 삭감계획 및 개발부하량 축소 등 기본(시행)계획 변경
◦가축분뇨 등 관리 미흡, 하폐수처리시설 부적절 운영, 쓰레기 투기		◦유역관리대책(현장 지도·점검 등) 마련 ◦지류총량제 시행(현행 총량제와 연계)

"한국의 수질오염총량관리제와 하수처리시설 관리 강화 (김석규, 2021)" 발표 자료 인용

4-2. 수질오염총량관리제 발전 방안

- 자료의 측정보고검증(MRV) 신뢰도 향상
  - 수질 TMS
  - 새로운 오염원조사 및 관리 방식 (건축물 대장과 최근 Big data 자료 연결 - 2002년 공동수와 공동 작업 행망 전산화, 2019년 기초 과제)



〈그림 3-3〉 환경공간정보서비스의 규제완화 영향 지역도

〈그림 3-1〉 FactoryOn 시스템의 경기도 내 떡 공장 검색 사례

〈그림 3-2〉 건축물 생애이력 관리시스템의 경기도 광주시 위험물저장및처리시설 검색 사례

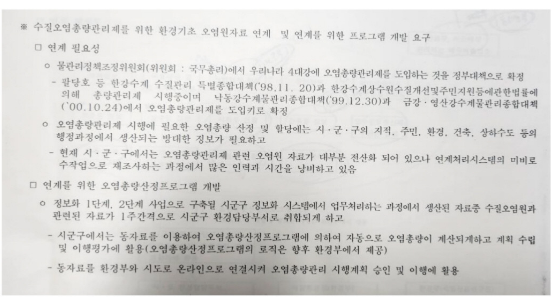
〈그림 4-1〉 건축물 생애이력 관리시스템의 용도별 시설 연속지적도 수준 검색 사례

- 신뢰도가 높은 수질오염총량관리계획에는 안전율에 대한 인센티브 제공

"물환경 분야 규제 완화에 의한 영향분석 및 제도개선 방안 (이병국, 2019)" 인용

4-2. 수질오염총량관리제 발전 방안

- 20년 전의 오염총량산정프로그램과 시군구 정보화 시스템
  - 전국오염원조사 결과의 실시간 활용 필요
    - 2002년 이미 시도했으나 시행 못함



※ 수질오염총량관리제를 위한 환경기초 오염원자료 연계 및 연계를 위한 프로그램 개발 요구

□ 연계 필요성

ㅇ 물관리정책조정위원회(위원회 : 국무총리)에서 우리나라 4대강에 오염총량관리제를 도입하는 것을 정부대책으로 확정

- 팔당호 등 한강수계 수질관리 특별종합대책('98.11. 20)과 한강수계상수원수질개선및주민지원등에관한법률에 의해 총량관리제 시행중이며 낙동강수계물관리종합대책('99.12.30)과 금강 · 영산강수계물관리종합대책(`00.10.24)에서 오염총량관리제를 도입키로 확정

ㅇ 오염총량관리제 시행에 필요한 오염총량 산정 및 할당에는 시 · 군 · 구의 지적, 주민, 환경, 건축, 상하수도 등의 행정과정에서 생산되는 방대한 정보가 필요하고

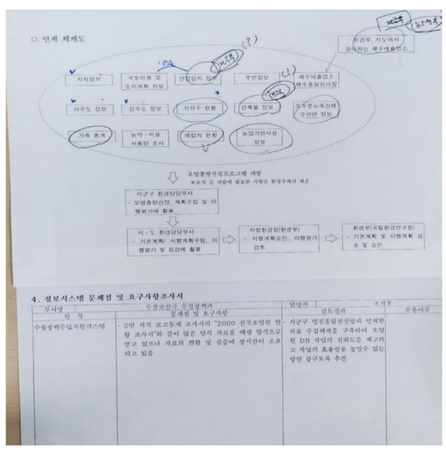
- 현재 시 · 군 · 구에서는 오염총량관리제 관련 오염원 자료가 대부분 전산화 되어 있으나 연계처리시스템의 미비로 수작업으로 재조사하는 과정에서 많은 인력과 시간을 낭비하고 있음

□ 연계를 위한 오염총량산정프로그램 개발

ㅇ 정보화 1단계, 2단계 사업으로 구축될 시군구 정보화 시스템에서 업무처리하는 과정에서 생산된 자료중 수질오염원과 관련된 자료가 1주간격으로 시군구 환경담당부서로 취합되게 하고

- 시군구에서는 동자료를 이용하여 오염총량산정프로그램에 의하여 자동으로 오염총량이 계산되게하고 계획 수립 및 이행평가에 활용(오염총량산정프로그램의 로직은 향후 환경부에서 제공)

- 동자료를 환경부와 시도로 온라인으로 연결시켜 오염총량관리 시행계획 승인 및 이행에 활용



4. 정보시스템 문제점 및 요구사항조사서

부서명	수질보전국 수질정책과	담당자	조석호
항 목	문제점 및 요구사항	검토결과	수용여부
수질정책수립지원시스템	- 2번 서식 보고통계 조사서의 "2000 전국오염원 현황 조사서"와 같이 많은 양의 자료를 엑셀 형식으로 받고 있으니 자료의 취합 및 검증에 장시간이 소요되고 있음	- 시군구 행정종합전산망과 연계한 자료 수집체계를 구축하여 오염원 DB 작업의 신뢰도를 제고하고 작업의 효율성을 높일수 있는 방안 강구토록 추진	

4-2. 수질오염총량관리제의 발전 방안

- 목표수질지점의 수질변동 측정·확인 방법(시행규칙13조 관련)
  - 2002.7.29 법 제정 당시 수질평가 방법의 2011년부터 강화되는 유예 규정이 2008.12.31 개정시 사라짐

[별표 3] <개정 2008.12.31>

목표수질지점의 수질변동 측정·확인 방법(제12조 관련)

1. 목표수질지점에 대한 수질 측정은 기본방침 및 「환경분야 시험·검사 등에 관한 법률」 제6조제1항제5호에 따른 환경오염공정시험기준에 따른다.
2. 목표수질지점별로 연간 30회 이상 측정하여야 한다.
3. 제2호에 따른 수질 측정 주기는 8일 간격으로 일정하여야 한다. 다만, 홍수, 결빙, 갈수(渴水) 등으로 채수(採水)가 불가능한 특정 기간에는 그 측정 주기를 늘리거나 줄일 수 있다.
4. **제1호부터 제3호까지에 따른 수질 측정 결과를 토대로 다음과 같이 평균수질을 산정하여 해당 목표수질지점의 수질변동을 확인한다.**

○ 평균수질 = $e^{(\text{변환평균수질} + \frac{\text{변환분산}}{2})}$

○ 변환평균수질 = $\frac{\ln(\text{측정수질}) + \ln(\text{측정수질}) + \cdots}{\text{측정횟수}}$

○ 변환분산 = $\frac{\{\ln(\text{측정수질}) - \text{변환평균수질}\}^2 + \cdots}{\text{측정횟수} - 1}$

비고: 측정수질은 산정 시점으로부터 과거 3년간 측정한 것으로 하며, 그 단위는 리터당 밀리그램(㎎/L)으로 표시한다.

[별표 3]

목표수질지점의 수질변동 측정·확인 방법(제13조관련)

1. 목표수질지점에 대한 수질측정은 기본방침 및 수질환경보전법 제7조의 규정에 의한 수질오염공정시험방법에 의한다.
2. 목표수질지점별로 연간 30회 이상 측정하여야 한다.
3. 제2호의 규정에 의한 수질측정주기는 8일 간격으로 일정하여야 한다. 다만, 홍수, 결빙, 갈수(渴水) 등으로 채수가 불가능한 특정기간에는 그 측정주기를 늘리거나 줄일 수 있다.
4. 제1호 내지 제3호의 규정에 의한 수질측정결과를 토대로 다음과 같이 평균수질을 산정하여 당해 목표수질지점의 수질변동을 확인한다.

○ 평균수질 = $\exp(\text{변환평균수질} + \frac{\text{변환분산}}{2})$

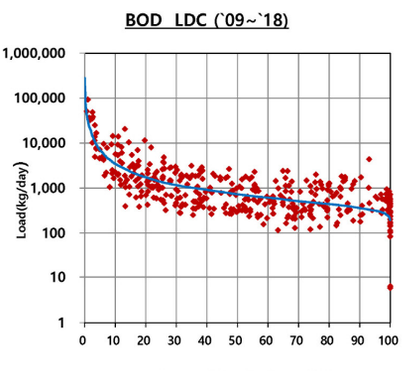
○ 변환평균수질 = $\frac{\log(\text{측정수질}) + \log(\text{측정수질}) + \cdots}{\text{측정횟수}}$

○ 변환분산 = $\frac{\{\log(\text{측정수질}) - \text{변환평균수질}\}^2 + \cdots}{\text{측정횟수} - 1}$

※ 비고 : 1. 측정수질은 산정시점으로부터 과거 3년간 측정한 것으로 하며, 그 단위는 리터당 밀리그램(㎎/L)으로 표시한다.
2. 변환평균수질과 변환분산 산식의 log는 자연대수를 말한다.
3. 2011년 1월 1일부터 적용되는 평균수질은 $\exp(\text{변환평균수질} + 0.675 \times \sqrt{\text{변환분산}})$로 한다.

4-2. 수질오염총량관리제 발전 방안

- 유량을 고려한 목표수질 평가로 수질개선 체감도 향상
  - 1단계 수질오염총량계획 수립시에는 저유량 자료 신뢰도가 매우 낮았음
  - 수질오염총량계획 도입으로 저유량시 소하천 유량 측정 자료 확보됨
  - 부하지속곡선(Load Duration Curve) 기법을 이용한 목표 수질 평가



"한국의 수질오염총량관리제와 하수처리시설 관리 강화 (김석규, 2021)" 발표 자료 인용

감사합니다.

Page 41

주·제·발·표

04

사람과 수중생물과의 상생을 위한 통합물관리 과제

황 순 진 교수 (건국대학교)

2024년 국가물관리위원회 제5차 정기세미나
말 못하는 수중생물과 미래세대를 위한 물환경관리 방향

목차

1. 들어가기: 국내외 물 관련법과 정책 내에서 수생태 의미와 위상
2. 우리나라 수생태계 건강성 현황
3. 우리나라 수생태 제도 주요내용
4. 수생태 관련 계획, 제도 개선방향 및 과제
5. 결론 및 제언

2

1. 들어가기: 국내외 물 관련법과 정책 내에서 수생태 의의와 위상

- 미국과 유럽의 물관리법에서의 수생생물(수생태계)
- 국내 물관리(물환경) 법과 정책 내에서 수생생물(수생태)
- 수체의 건강성과 온전성 개념

미국: Clean Water Act (1972년 제정)

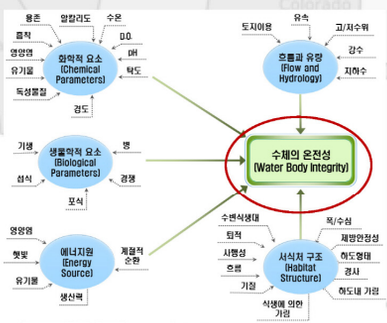
미국 전역 수계로의 오염물질 배출과 표층수 수질을 규제하는 기본틀 제시

- The goal of the Clean Water Act was to restore and maintain the chemical, physical, and biological integrity of the Nation's waters.
  - ✓ The interim goals of the Clean Water Act were to achieve "fishable and swimmable" waters by 1983 and eliminate all discharges of pollutants into navigable waters by 1985.
  - ✓ "Fishable and swimmable" means that a level of water quality should be achieved "for the protection and propagation of fish, shellfish, and wildlife, and to provide for recreation in and on the water."
- The Water Quality Standards program acts as a road map for achieving the goals of the Clean Water Act by doing three specific things: (1) designating uses of each water body in the state, (2) establishing numeric, biological, and narrative criteria to protect those uses, and (3) protecting levels of good water quality in waters that already meet their designated uses.
  - ✓ If a waterway is assessed and doesn't meet the water quality criteria established to protect its designated use, it is considered impaired. (303d list)
  - ✓ Each state is responsible for identifying and writing clean up plans for impaired waters.

4

미국 CWA 목표: 수체의 온전성 회복, 유지

- "깨끗한 물로는 충분하지 않다."(James Karr, 1995) → (수량 + 수질 + 수생태) 통합
- 깨끗한 물 뿐만 아니라 생태계의 온전성을 달성해야(US EPA, 2003)
- 수체의 온전성은 수량, 수질, 구조, 서식처 및 생물을 모두 망라(Yoder, 1995)
- 수생생물 보호를 포함하는 Fishable and swimmable waters 달성
- 수질기준 계획 내 생물 기준의 확립
- 훼손수체의 목록화(303d list)를 통한 개선 전략 수립



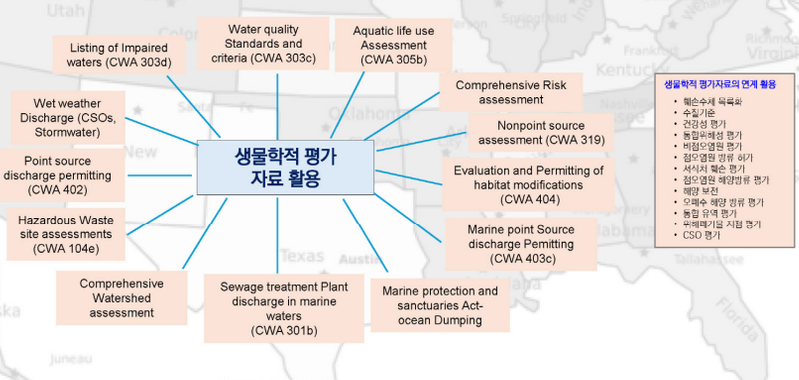
* Source: Yoder (1995)

* Source: USEPA (2003)

5

생물기준과 생물학적평가

- **생물 기준(Biocriteria):** 수서생물의 생존과 번영의 유지를 목표로, 이수목표가 지정된 수계에 서식하는 생물들의 상태를 보호하기 위해 제정된 수치(정량적 기준) 또는 서술적 설명(서술적 기준)
- **생물학적 평가(bioassessment):** 수서생물은 다양한 stressor들의 누적영향을 통합
  - 이는 물환경을 종합적으로 평가하는 개념적 틀이 상호 연결되는 모든 존재하는 스트레스들에 반응하는 생물학적 건강성을 포함해야함을 강조 (USEPA, 2003)
  - 미국은 주(state)의 모든 수체에 대한 생물학적 모니터링 의무화



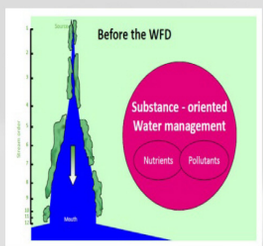
* Source: USEPA (2003)

6

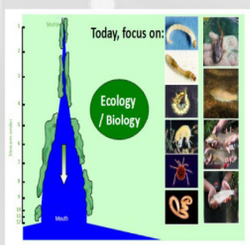
유럽(EU): 생물-생태계 기반 통합 물관리

- Water Framework Directive (WFD) (2000)
- Bioassessment (biological elements)
- Integrative management (RBMP: River Basin Management Plan)

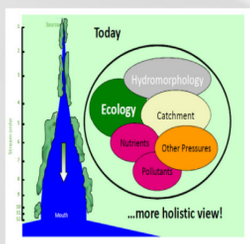
- '물관리지침(WFD)'으로 물환경 관리 정책과 방향의 대전환 (European Commission, 2000)
  - ✓물환경 관리의 핵심을 "수생태계 보전"으로 패러다임 전환 → 통합 물관리 추진
  - ✓2015 (→2030) 년까지 모든 EU 국의 물에 대해 "좋은상태(Good)"를 달성을 목표
  - ✓지역 및 국가의 경계를 넘어 자연 유역을 기반으로 물관리 시스템을 수립, 추진
  - ✓생물을 이용한 물환경 상태 평가방법 채택(혁신) (One out, all out: 최저등급 기준 평가)



수질(이화학) 위주 평가 및 관리



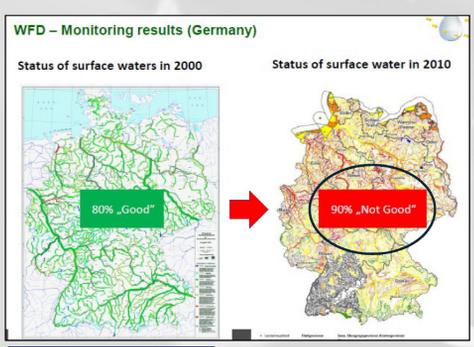
수중생물에 근거한 물환경 평가



수문-지형-유역-수질-생태계 통합관리

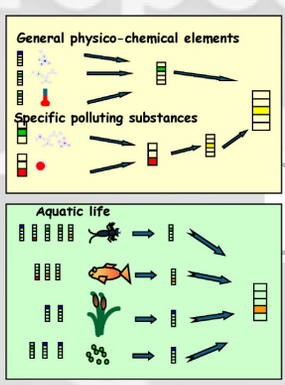
7

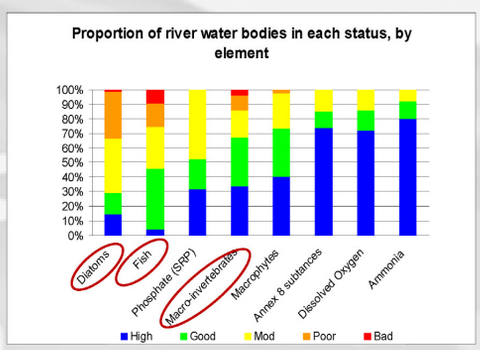
이화학적 평가와 생물학적 평가 결과 비교(독일 사례)



기존의 생물학적 평가(저서동물)

One out, all out. (최저등급 기준 평가)





8

한국: 물관리기본법 (2019. 6. 시행)

제1장 총칙

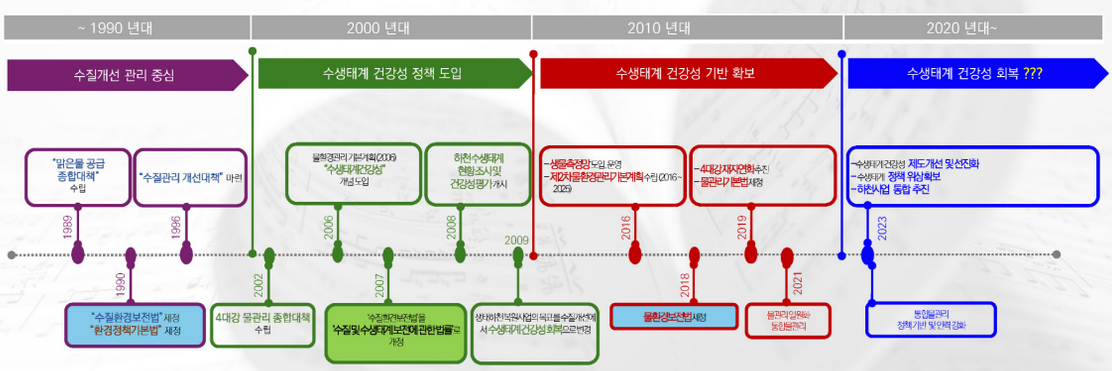
- **제1조 (목적)** 이 법은 물관리의 기본이념과 물관리 정책의 기본방향을 제시하고 물관리에 필요한 기본적인 사항을 규정함으로써 물의 안정적인 확보, 물환경의 보전 · 관리, 가뭄 · 홍수 등으로 인하여 발생하는 재해의 예방 등을 통하여 지속가능한 물순환 체계를 구축하고 국민의 삶의 질 향상에 이바지함을 목적으로 한다.
- **제2조 (기본이념)** 물은 지구의 물순환 체계를 통하여 얻어지는 **공공의 자원**으로서 **모든 사람과 동 · 식물 등의 생명체가 합리적으로 이용**하여야 하고, 물을 관리할 때에는 그 효용은 최대한으로 높이되 잘못 쓰거나 함부로 쓰지 아니하며, 자연환경과 사회 · 경제 생활을 조화시키면서 지속적으로 이용하고 보전하여 그 가치를 미래로 이어가게 함을 기본이념으로 한다.
- **제3조 (정의)** "물관리"란 **모든 사람과 생명체가** 물을 자연환경의 구성요소 및 사회 · 경제 활동의 필요요소이자 자원으로서 보전하고 경제적으로 이용하며, 가뭄 · 홍수로 인한 재해를 줄이거나 예방하는 일을 말한다.

제2장 물관리의 기본원칙

- **제10조 (수생태 환경보전)** 국가와 지방자치단체는 물관리를 위한 정책을 수립 · 시행하는 경우 **생물 서식공간**으로서의 물의 기능과 가치를 고려하여 **수생태계 건강성**이 훼손되는 때에는 이를 개선 · 복원하는 등 지속가능한 **수생태환경의 보전**을 위하여 노력하여야 한다.
- **제12조 (통합물관리)** (3) 국가와 지방지치단체는 물관리를 할 때 수량확보, 수질보전, 가뭄 및 홍수 등으로 발생하는 재해방지, 기후 · 토지 · 지원 · **환경 · 식생 등과 같은 자연 환경**, 경제 · 사회 등에 미치는 영향 등을 종합적으로 고려하여야 한다.
- **제14조 (물의 배분)** 국가와 지방자치단체는 물의 편익을 골고루 누릴 수 있도록 물을 합리적이고 공평하게 배분하여야 하며, 이 경우 **동 · 식물 등 생태계의 건강성 확보를 위한 물의 배분**도 함께 고려하여야 한다.

9

물환경관리 정책, 제도 발전 경과

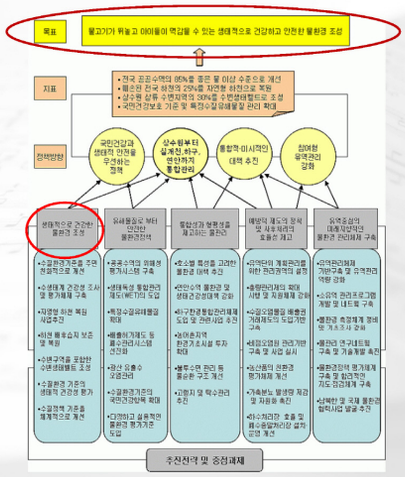


10

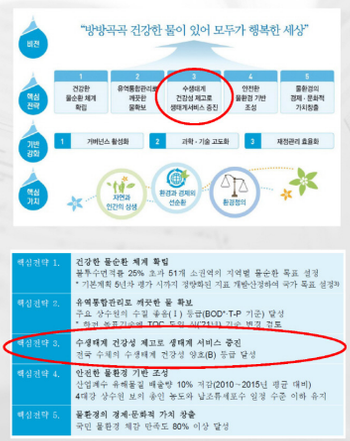
국가 물관리 계획

- **제1차 물환경관리 기본계획**: 「수질 및 수생태 보전에 관한 법률」 제24조에 따른 4대강 대권역계획을 한데 묶어 기본계획으로 명명. 수생태계 건강성 개념 도입
- **제2차 물환경관리 기본계획**: 수질, 수량관리 및 수생태계 보전을 구분. 주요 물환경 관리 대책 수립의 지침서 역할
- **물관리 기본계획**: 수량-수질-수생태 통합 물관리에 대한 전략과 목표 제시

제 1차 물환경관리기본계획(2006~2015)



제 2차 물환경관리기본계획(2016~2025)



물관리기본계획(2021~2030)

11

생태계 온전성, 생태계 건강성 개념

Ecosystem integrity (생태계 온전성)

a system's wholeness, including presence of all appropriate elements and occurrence of all processes at appropriate rates (Angermeier and Karr, 1994)

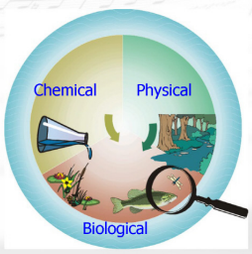
- ✓ 시스템의 완전성 : 모든 적절한 요소가 갖추어져 있으며, 모든 과정이 적절한 속도로 이루어지는 상태를 의미
- ✓ 이화학 및 수문지형적 온전성에 의해 유지되는 생물학적 온전성을 담보

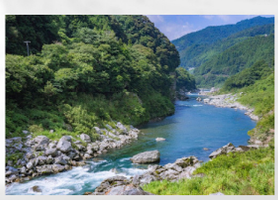
≈

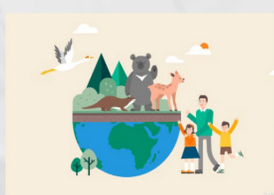
Ecosystem health (생태계 건강성)

the state or condition of an ecosystem in which its dynamic attributes are expressed within normal ranges of activity relative to its ecological state of development (Society of Ecological Restoration, 2002)

- ✓ 생태계의 동적 속성이 해당 생태계의 발달 상태에 따라 정상적인 활동 범위 내에서 표현되는 상태 또는 조건을 의미
- ✓ 사회적 가치와 결합된 지속가능성의 핵심 요소

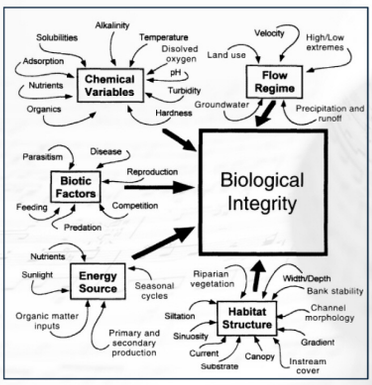




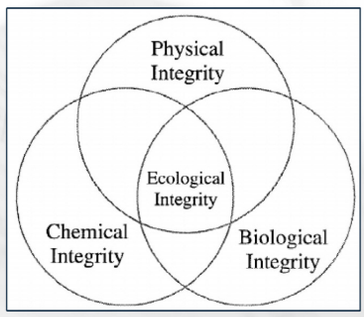


12

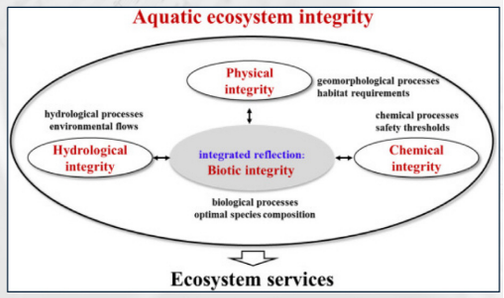
Ecological integrity (통합/생태 기반개념)



Five principal factors that influence and determine the integrity of surface water resources.
Yoder and Rankin (1999)
https://doi.org/10.17226/5147.



Measuring the attainment of biological integrity in the USA: A critical element of ecological integrity.
Barbour et al. 2000. Hydrobiologia
DOI: 10.1023/A:1017095003609



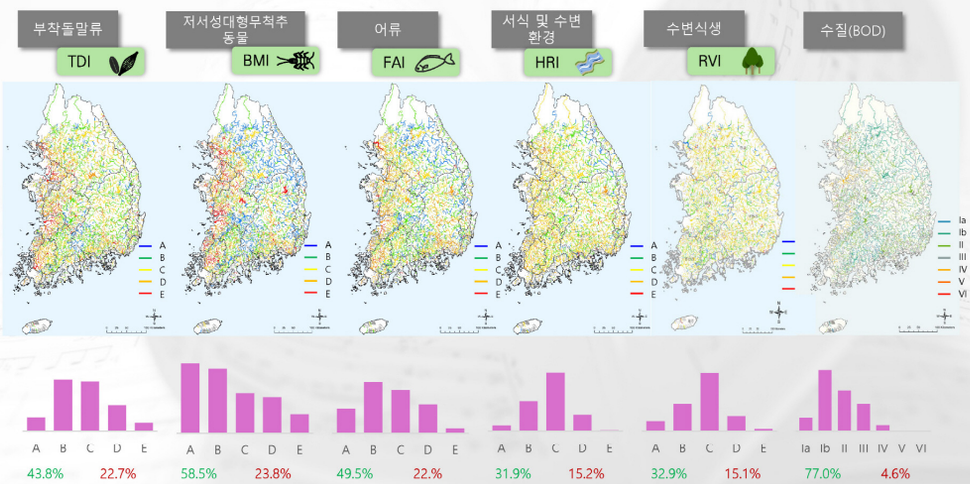
The concept of aquatic ecosystem integrity.
Hong-Zhu Wang, 2024, Water Biology and Security.
doi.org/10.1016/j.watbs.2023.100230

13

2. 국내 수생태계 건강성 현황

- 하천 수생태계 건강성 현황
- 하천 수생태계 건강성 훼손 현황 및 원인

우리나라 하천 수생태계 건강성 현황



- BOD는 77.0%가 II등급 이상, 수생태계 건강성 'B등급' 이상 지점인 지점은 부착돌말류 43.8%, 저서성 대형무척추동물 58.5%, 어류 49.5%, 서식 및 수변환경 31.9%, 수변식생 32.9%으로 수질에 비해 수생태계 건강성이 낮게 평가
- 지역적으로 백두대간 및 소백산맥 인근에 위치한 하천들의 건강성이 좋으며 서울, 경기, 부산 등 대도시에 위치한 지점들의 건강성이 불량

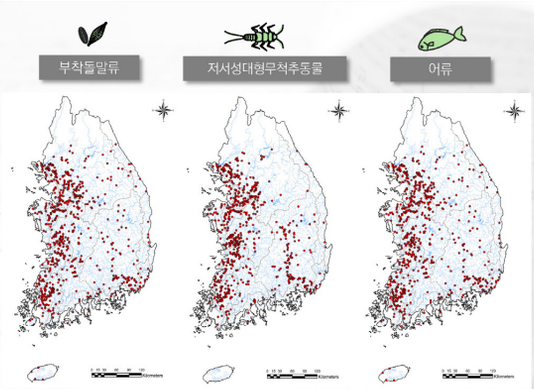
자료: 하천 수생태계 현황 조사 및 건강성 평가(2019~2021) (국립환경과학원)

15

하천 수생태계 건강성 훼손 현황

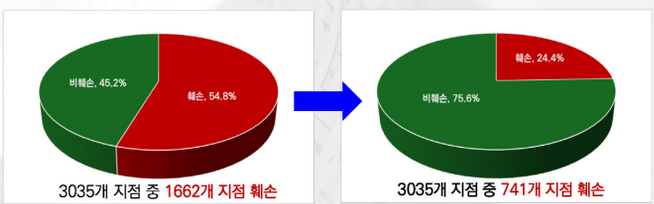
전국 수생태계 건강성 훼손하천의 훼손 유형별 분류

- 2019~21년 기준 전국 3,035개의 생물측정망 지점 중 1,622개 지점의 수생태계 건강성 훼손 (최소 1개 생물군 이상 훼손)

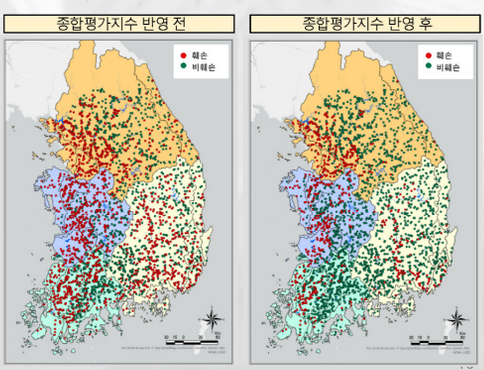


'19~'21 생물군 별 훼손지점 분포 현황

▮ 종합평가지수 반영한 훼손하천 현황 ('19~'21 기준)



[종합평가 반영 전] [종합평가 반영 후]



하천 수생태계 건강성 훼손 원인

수생태계 훼손원인 진단 사례에서 나타난 훼손원인

- **한강수계 지류지천 훼손원인 진단에서의 훼손근원과 주요 훼손원인**
  - 한강 수계의 지류지천의 훼손근원
    : 농경지의 비료, 가축 분뇨 등 비점오염원, 공공하수처리시설, 폐수 유입 등의 점오염원, 훼손된 지천의 합류로 인한 오염, 수변토지피복 변경
  - 주요 훼손원인
    : 댐, 저수지 등 상류 저수로 인한 유량 부족, 가뭄, 홍수 등 기후변화, 하상 공사, 재해방지 공사, 하천 정비 공사 등 하천 공사
  - 생물군별 주요 훼손원인
    : 부착돌말 – 과도한 유기물 및 영양염 유입, 저서성 대형무척추동물 – 물리적 서식처 교란과 하상의 단순화,
    어류 – 급격한 수위변동, 하상교란, 높은 기질 매몰도

한강수계 지류지천 훼손원인 진단에 의한 생물군별 주요 훼손원인

- 부착돌말 - 하천 내 유기물 증가, 영양염 증가, 탁도 증가, 기질 매몰도 증가, 광조도 증가, 세립질 하상 증가
- 저서동물 - 물리적 서식처 교란 증가, 하상의 단순화, 수온 증가, 유속 감소, 하천 내 유기물 증가
- 어류 - 급격한 수위 변동, 세립질 하상 증가, 수서곤충 감소, 수온 변화, 이입종 증가, 하상 교란 증가, 하천 흐름의 단순화 증가

17

3. 우리나라 수생태계 제도 주요내용

- 수생태계 건강성
- 수생태계 연속성
- 환경생태유량
- 수생태계 복원

수생태계 건강성

- **규정과 운영현황**
  - ✓ 수계의 생물서식 현황과 서식환경, 수변환경을 조사하여 수질 및 수생태에 대한 종합적 평가. 관리체제를 구축하고, 하천의 보전과 복원의 기초 자료로 활용하기 위해 운영

관련법/규정

- 환경정책기본법 제 22조(환경상태의 조사 · 평가 등)
- 물환경보전법 제 9조의 3(수생태계 현황 조사 및 건강성 평가)
  - 시행규칙 제24조의 2(수생태계 현황조사)
  - 시행규칙 제24조의 3(수생태계 건강성 평가)
- 환경부
  - 물환경측정망 운영계획(2017) **(생물측정망)**
- 국립환경과학원 고시
  - 제 2019-51호 및 제 2019-52호(수생태계 현황 조사 및 건강성 평가 방법 등에 관한 지침)

운영현황

- 2008년부터 '수생태계 건강성 조사 및 평가'사업으로 하천 및 하구에 대한 모니터링 실시
- 2022년 '생물측정망' 하천, 하구 및 호소로 구분하여 운영(총 3,856지점)
  - 하천: 3,035지점, 하구: 660지점(325하구), 호소: 180지점
- 하천생물 및 서식환경 등으로 구분하여 조사 및 평가
  - (하천) 부착돌말류, 저서성대형무척추동물, 어류, 수변식생, 서식 및 수변환경, 기초수질 및 수리
  - (하구) 부착돌말류, 저서성대형무척추동물, 어류, 수변식생, 기초수질
  - (호소) 평가방법 정립 진행 / 현재 호소환경조사지침에 따른 모니터링 추진

성과

- 물환경 정책 범위 확대 및 선진화
  - 물환경관리에 수생태계 분야 도입
- 하천 수생태계 건강성 조사 평가 추진 및 결과 활용
  - 생태적으로 건강하고 유해물질로부터 안전한 물환경 조성을 구현하기 위한 초석의 역할
- 수생태계에 대한 국민적 인식 제고
  - 다양한 홍보물 제작, 건강성 체험 교육 등 다양한 방면에서 활용하여 수생태계에 대한 국민적 인식을 제고하고 물환경분야에서 그 중요성을 확대하는데 기여

한계

- 수생태 건강성 회복에 관련된 여러 제도, 정책들 간의 연계성 부족
  - 수질 정책들과 상호 연계성이 미흡하여 전체 물환경정책 내에서 통합적 추진과 관리를 이루어 내기에 한계 (제도적 한계)
- 물환경정책 및 사업 내에서 수생태계 고려 미흡
  - 실질적인 수생태계 정책 실현의 어려움
- 수생태계 건강성 회복을 추진하는 현장(지자체)에서 수생태계 관리에 대한 인식과 전문성 부족
  - 사업의 실효성을 거두기 어려움
- 수생태계에 대한 홍보 교육 및 인식 미흡
  - 사업 확대, 발전에 어려움

19

수생태계 연속성

- **규정 및 운영현황**
  - ✓ 하천에 건설된 수많은 횡구조물로 인하여 하천의 연속성이 감소. 하천 횡단구조물은 수생태계 연속성 단절의 주요인으로 수생태계 건강성 훼손 야기
  - ✓ 하천의 종횡적 연결성을 확보하여 생물의 이동 통로를 확보 및 하천 건강성 증진을 목표로 도입
  - ✓ 그러나 국내 하천의 실질적인 수생태계 연속성 파악이 미흡하며 연속성 확보사업 추진 미흡

관련법/규정

- 물환경보전법 제22조의 2(수생태계 연속성 조사 등)
  - 시행규칙 제31조의 2(수생태계 연속성 조사방법 등)
- 내수면어업법 제19조의 2, 3, 4, 5, 6, 7
  - 이동통로 확보, 어도종합관리계획 등의 수립·시행, 실태조사, 관리 DB 구축 등

[관련 사업]

- 수생태계 연속성 조사평가사업
- 생물이동통로(어도 등) 설치사업

운영현황

- 2017년「물환경보전법」에 수생태계 연속성 조사(물환경보전법 제22조의2) 에 대한 법적 근거를 마련
- 2017년「수생태계 연속성 조사·확보 제도 마련 연구」(환경부) 에서 국내·외 하천 수생태계 연속성에 대한 조사·평가방법 기술. 국내 적용가능한 평가방법 제시
- 2018년「하천 수생태계 연속성 조사·평가 마련 연구」(환경부)에서 프랑스의 ICE방법을 변형한 '국내 하천 수생태계 조사·평가 방법'을 제시
- 2019년 시범사업을 등해 제작된 평가방법을 검증·보완
- 2020년 수생태계 연속성 조사 및 평가 용역사업 수행

20

환경생태유량

- **규정 및 운영현황**
  - ✓ 계절적인 강우편중이 심하고 가뭄 시기에는 수질악화 및 수생태계의 훼손이 심각
  - ✓ '제2차 물환경관리 기본계획'에서는 환경생태유량을 정의하고 그 확보의 당위성을 적시. 생태적 기능을 고려한 유량 관리 기반 마련
  - ✓ 그러나 아직까지 환경생태유량 조항이 고시되지 못하고 있고, 제도 및 시행기반이 미비. 또한 환경생태유량과 하천유지유량의 개념의 구분 불명확하여 실행에 혼선. 수생태계 복원과 실질적인 연계성 미흡

관련법/규정	운영현황
• 물환경보전법 – 제22조의 3(환경생태유량의 확보) – 제29조의 4(환경생태유량의 산정) • 하천법 제 51조 1(하천유지유량)	• 「환경생태유량 산정을 위한 모니터링 체계 및 통합 모델 구축 방안 마련(환경부, 2016)」를 통하여 환경생태유량 확보방안에 대한 계획을 수립하고, 2017년부터 환경생태유량 산정을 위한 시범사업 진행 중

21

수생태계 복원

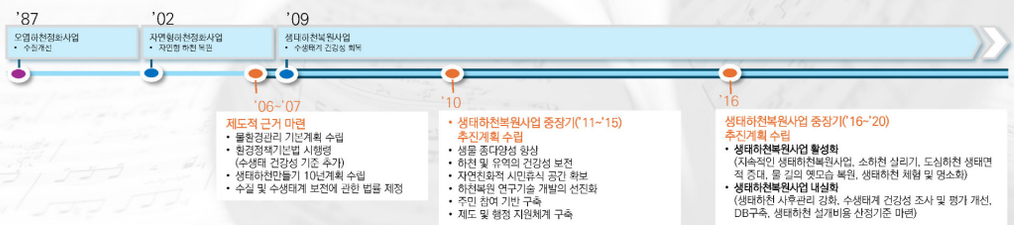
- **규정 및 관련계획(사업)**
  - ✓ 하천유역 통합관리 차원에서 수질개선 및 수생태계 연결, 수질개선을 위한 자정기능, 동 · 식물 서식처로서 생태적 기능, 심미적 공간으로서 친수기능의 향상을 위한 생태하천으로 복원을 통해 '자연과 사람이 상생하는 하천'으로 조성함을 목적

관련법/규정	관련계획 및 사업
• 물관리기본법 : 물환경 보전 및 관리, 복원 – 법 제27조 및 시행령 제13조 (국가물관리기본계획의 수립 등) – 법 제28조 및 시행령 제14조 (유역물관리기본계획의 수립) • 물환경보전법 : 물환경 현황 및 수생태계 건강성 파악, 관리 – 법 제22조(국가 및 수계영향권별 물환경 관리) – 법 제23조2(국가 물환경관리기본계획의 수립) – 법 제24조, 25조, 26조 권역별 수질 및 수생태계 보전을 위한 기본계획 10년마다 수립 – **법 제27조의2, 시행령 제 29조의 6(수생태계 복원계획*의 수립 등)** • 하천법 – 제6장 하천환경의 보전 관리 제43조(자연친화적인 하천공법) 제44조(자연친화적 하천조성을 위한 보전지구 등의 지정	[관련계획] • 국가물관리기본계획 : 수생태 환경의 보전 – 하천-하구·연안 통합관리 강화 – 수질-수량-수생태를 동시 고려하도록 하천 및 하천시설 제도 정비 • 물환경관리기본계획 : 하천을 넘어 수생태계 전반에 대한 복원을 지향 – 건강성 훼손 하천 원인규명 및 복원 체계 확립 – 수생태계의 종·횡적 연결성 제고 • 하천기본계획(수립 지침): 하천의 치수, 이수, 환경보전 및 기후변화에 대응한 친수적 활용을 포함한 종합적 전략 설정 [관련사업] • 생태하천복원사업 (환경부) • 국가/지방하천 정비 사업 (국토교통부) • 소하천정비사업 (소방방재청, 지자체)

22

수생태계 복원

- **추진과정, 성과 및 한계**
  - ✓ 1987년 오염하천 정화사업으로 시작하여, 2002년 자연형하천 정화사업으로 발전, 2006년에 이르러 생태하천 개념 도입 및 이후 생태하천복원사업으로 추진



성과	한계
• 하천의 수질 및 수생태계 개선 – 전국 하천 1,621 km 복원 – 안양천, 전주천, 무심천 등 많은 하천에서 수질이 개선되고 어류 등 서식 생물종이 증가하며 친수 · 문화공간이 확대	• 실질적인 수생태계 복원 사업 추진에 대한 조항과 구체적 내용은 부재 (수생태계 복원 실행 계획 부재) → 일관성 있는 건강성 증진, 복원에 한계 • 사전, 사후 평가 미흡, 추진체계 내 훼손 진단 과정 누락 • 지자체 이양으로 인한 사업 동력 약화 및 운영관리 시스템 약화 • 하천정비사업과 충돌

23

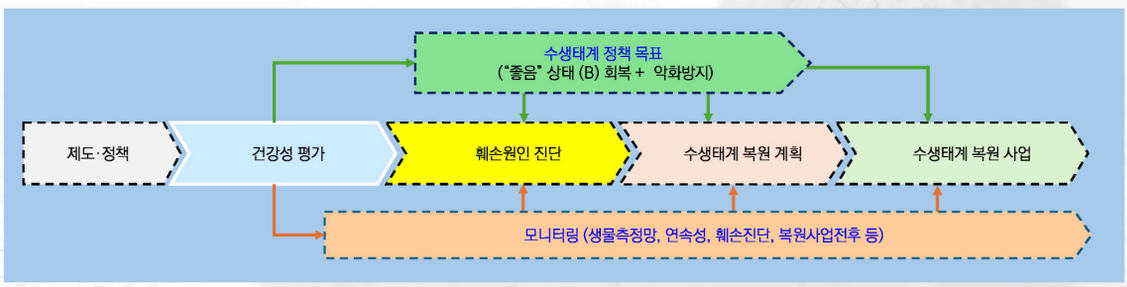
4. 수생태 관련 계획, 제도 개선방향 및 과제

- 수생태 관련 제도 개선 및 주류화 방안
- 하천기본계획 연계방안
- 계획 간 유사내용 통폐합 등 정비 방향

수생태 관련 제도 개선 및 주류화

수생태계 복원 추진체계

제도화 및 실행방안 미흡 ------
현재 제도하에서 실행중 _____



제도, 정책

- 물관리기본법에 따른 통합물관리 실행 계획 수립 추진
  - 수생태계복원계획 + 하천기본계획
  - 생태하천복원사업 + 하천정비사업
- 환경정책기본법 내 수생태 관리 목표 기준 설정
  - 생물기준 도입
  - 기존 생물이해표 수정

건강성 평가

- 참조하천상태의 기준값 도출
  - 하천유형별 복원모델 도출
- 수생태계 복원 우선대상하천 선정
- 생물학적 온전성 기반 건강성 평가 방법 개선, 수생태 건강성 종합평가 방안 마련
- 수생태계 건강성 예측 모델 개발

훼손원인 진단

- 훼손하천목록 작성
  - 수생태계 복원 우선대상하천 선정
  - 하천훼손기준, 훼손하천 선정
- 훼손원인 진단 프로그램 운영
  - 훼손하천 대상
  - AI 등 이용한 훼손원인 예측
- 훼손하천관리종합계획 수립 운영

수생태계 복원계획

- 수생태계 건강성 회복을 위한 유역 단위의 계획 수립
- 생물평가, 하천 연속성 , 환경생태유량(또는 하천유지유량), 유역평가 등을 활용한 훼손원인진단 결과를 바탕으로 복원계획 수립
- 하천복원 청사진 활용

수생태계 복원사업

- 생태하천복원사업 + 하천정비사업 정비 통합추진 → (가칭)하천정비복원사업
- 훼손하천 복원 목표 설정을 통한 장기 복원로드맵 작성
- 훼손하천복원 추진
- 주요한 내용에 대한 시범 사업 추진

자료: 수생태계복원 종합계획 수립 연구 (2021), 수정

25

수생태관리 목표 및 전략 설정

비전: 수생태계 건강성 회복을 통한 자연과 인간의 상생

유역 및 수생태 현황 및 문제점

- 토지이용은 대도시를 중심으로 시가지 비율이 증가하며 불투수 면적 비율이 증가
- 오염원 중 비점오염의 배출부하량이 크며 오염부하량은 증가 전망
- 강수량 및 호우일수, 가뭄 빈도가 증가하며 계절적 변화가 큼(기후변화)
- 수질은 과거에 비해 개선
- 제방의 인공화, 횡구조물 설치 등으로 종적, 횡적 연결성 저해
- 수질에 비해 수생태계 건강성이 낮게 평가
- 권역별, 지역별 건강성 훼손 정도가 다르게 나타남. 대도시의 경우 3개 생물군 모두 훼손된 지점의 비율이 높은 경향을 보임
- 하천 수생태계 훼손은 점, 비점오염원으로 인한 영양염 유기물 유입, 탁도 증가, 준설 등 서식처 교란 등이 주원인
- 수생태계 건강성 관련 제도 및 추진 사업의 유기적 연계성 미흡
- 수생태계 건강성 훼손 진행
- 수생태계 관리 및 건강성 평가 연계 낮음
- 수생태계 자료의 활용도 낮음
- 수생태계 건강성 회복을 위한 운영 지원조직 미비

개선 방안

- 하천과 유역단위 종합적 오염원 관리
- 수생태계 종 . 횡적 연속성 확보
- 기후변화 취약 생물 및 수생태계 관리
- 수생태계 건강성 목표기준의 설정 및 후속 계획(조치) 수립
- 수생태계 건강성 물환경 보호의 범위 확대: 모든 지표수(강(하천), 호수, 전이역(하구) 및 연안 포함
- 수생태계 건강성 회복을 위한 제도적 장치의 연계
- 건강성 종합평가체계 마련
- 훼손진단 체계 법제화
- 하천 유역 단위(대권역, 중권역, 소권역 등)로 회복 계획 수립 및 목표 제시
- 생태하천복원사업-하천정비사업을 연계 통합하여 사업 중복성 제거 및 효율성 확보
- 하천법 및 관련계획(하천기본계획)내 수생태계 보전 및 복원 내용 내재화
- 수생태계 복원 시민과학 기반 마련
- 주민공감형 수생태 복원 및 관리 지표 개발
- 수생태계 건강성 평가, 훼손진단, 회복 계획 수립 및 운영 지원조직 신설

수생태계 복원 목표 및 전략 설정

1. 수생태계 복원 주류화
2. 유역과 경관을 고려한 종합적 수생태계 복원
3. 기후변화 적응 및 탄소중립형 수생태계 복원
4. 수생태계 건강성 회복 거버넌스 확립
5. 수생태계 가치 및 서비스 증진

자료: 수생태계복원 종합계획 수립 연구 (2021), 수정

26

생물학적 기준 도입

- 배경
  - 현행 생물학적 특성 이해표의 한계 → 개정 필요성 및 시급성에 대한 전문가 공감대 확인
  - 사람 건강보호 중심의 현행 환경기준 개선을 위해 EU, 미국 등 선진국처럼 이화학적 기준과 병행하여 '생물학적 기준(biocriteria)' 신설이 바람직
  - 생물학적 기준을 도입하여 수생태계 건강성 관리 목표를 명시하고, 기준 미달성 지역에 대한 후속조치 제도화 가능

- 생물학적 기준 도입 방식
  - 생물학적 특성 이해표를 생활환경기준에서 분리하고, 생태계 내용 중심으로 재구성하여 기준화
  - 생물학적 온전성 기반 다항목평가지수(MMI)를 이용한 하천 건강성 평가방법을 개선하여 생물학적 상태의 등급화
  - 매우좋음(A) ~ 매우나쁨(E)의 다섯 등급으로 '수생태계 상태'를 분류
  - 중권역 목표기준: 어류평가지수 등급 구간 → 종합건강성지수 특정 등급
  - 건강성 평가 기법에 관한 세부 사항은 하위 고시로 설정

- 생물학적 기준 도입을 위한 수질 수생태 환경기준 개정안
  - ⑴사람의 건강보호기준(하천·호소 공통), ⑵생활환경기준(하천·호소 구분) 및 ⑶생물학적 기준(하천)으로 환경기준 체계를 개편
  - 생활환경기준 비고의 등급별 상태는 수생태계를 제외한 수질 중심으로 재작성

3. 수질 및 수생태계
가. 하천
1) 사람의 건강보호기준
2) 생활환경기준
비고 1. 등급별 수질 및 수생태계 상태
2. 상태개릭터도안
3. 수질 및 수생태계 상태별 생물학적 특성 이해표

→

3. 수질 및 수생태계
가. 하천
1) 사람의 건강보호기준
2) 생활환경기준
비고 1. 등급별 수질 및 수생태계 상태
2. 상태개릭터도안
3) 생물학적 기준

자료: 수질 수생태계 환경기준 적정성 검토 최종보고회 (KEI, 2024. 11.)

27

수생태 관련 제도 개선 및 주류화

1. 사업간 통합 및 연계

1-1. 하천정비사업과 생태복원사업의 통합

- 대분류 조정 및 유사사업 통합
- 치수와 생태하천조성이 상충되지 않도록 계획을 수립하는 것을 기본방향으로 설정
- 퇴적토 준설은 수질개선 효과가 미미한 반면 수중생태계에 큰 영향을 주기 때문에 가급적 지양되어야 하며 홍수예방을 위해 불가피한 경우에 한해 시행
- 취수 등을 위한 하천시설물은 하천연속성의 단절을 최소화하는 방향으로 개선 및 보강
- 기존 하천정비사업의 '자연형 하천' 부문의 사업들은 생태복원사업에 통합 및 조정

국가·지방하천종합정비계획(2016-2025)

구분	주요 사업내용
홍수예방 및 유량개선 (190,434)	제방보강
	하도정비(퇴적토 준설 등)
	강변저류지
	우회수로
	홍수터
	하천 합류부 개선(시범사업)
	하천시설물 보강
자연형 하천 (6,867)	복개하천 생태복원
	초지조성
	여울·소
	하천환경 정비
	자전거길·탐방로
지역발전 및 하천복지	하천가치 향상
	하천복지 선도사업

+

생태하천 복원사업 중기 종합계획 (2021~2025)

복원목표	세부사업명
수생태계 건강성 회복	멸종위기종 및 고유종 서식처 복원사업
	생태계교란 야생생물 관리사업
	멸종위기종 보호사업
	담수생물 유전자 자원확보 사업
	수생태계 복원 연구(사업단) 발족 및 운영
	수생태계 건강성 회복 Net-zero 그린인프라 조성기술개발 사업
하천 중심의 종 · 횡적 연속성 확보	수생태계 연속성 실증 및 시범사업
	수생태계 연속성 확보 기술개발 및 실증화 사업
	회유성 어종 복원을 위한 수생태계 연속성 확보사업
	폐천부지(구하도) 및 옛 물길복원 사업
유역개념의 통합적 하천관리	유역 잠재력을 활용한 하천특성 살리기 사업
	특수목적 생태하천복원 활성화 사업
생태하천복원 사업 활성화	소하천 살리기 사업
	도시하천 복원사업
	도심 복개하천 복원사업
	생태하천 체험 및 명소화 사업
	하천 생태네트워크 복원사업
	생태하천복원 교육사업

→

하천 정비 복원사업 (가칭) (안)

구분	주요 사업내용	
홍수예방 및 유량개선	• 제방보강 • 하도정비(퇴적토 준설 등) • 강변저류지 • 우회수로 • 홍수터 • 하천 합류부 개선(시범사업) • 하천시설물 보강	
생태하천 복원사업	수생태계 건강성 회복	• 멸종 위기종 및 고유종 서식처 복원사업 • 생태계교란 야생생물 관리사업 • 멸종위기종 보호사업 • 담수생물 유전자 자원확보 사업 • 수생태계 복원 연구(사업단) 발족 및 운영 • 수생태계 건강성 회복 Net-zero 그린인프라 조성기술개발 사업
	수생태계 종 · 횡적 연속성 확보	• 수생태계 연속성 실증 및 시범사업 • 수생태계 연속성 확보 기술개발 및 실증화 • 회유성 어종 복원을 위한 수생태계 연속성 확보사업 • 폐천부지(구하도) 및 옛 물길복원 사업
	유역개념의 통합적 하천관리	• 유역 잠재력을 활용한 하천특성 살리기 사업 • 특수목적 생태하천복원 활성화 사업
	생태하천복원 사업 활성화	• 소하천 살리기 사업 • 도시하천 복원사업 • 복개하천 생태복원 • 생태하천 체험 및 명소화 사업 • 하천 생태네트워크 복원사업 • 생태하천복원 교육사업
지역발전 및 하천복지	• 자전거길·탐방로 • 하천가치 향상 • 하천복지 선도사업	

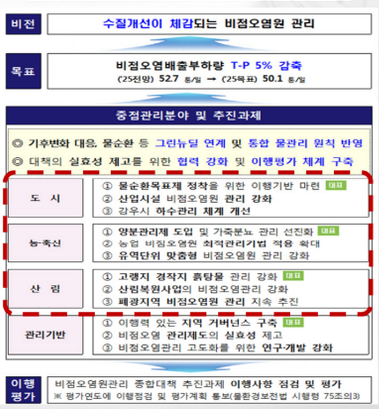
자료: 수생태계복원 종합계획 수립 연구 (2021), 수정

수생태 관련 제도 개선 및 주류화

1-2. 물순환 개선 및 비점오염 저감과 수생태계 평가 연계

- 물순환의 개선 및 강우 시 비점오염원으로부터의 오염물질 유출을 저감하기 위하여 6개 부처(환경부, 국토교통부, 농림축산식품부, 산업통상자원부, 산림청, 농촌진흥청) 합동으로 최근 '제3차 강우유출 비점오염원관리 종합대책(2021~2025)'을 수립하고 2021년 1월 1일부터 시행 중
  - ✓ 각 부문별 주요 사업내용에 따라 평가대상 지역을 정하여 대표하천 및 평가지점을 설정하여 영향인자의 저감에 따른 수생태계의 건강성 회복정도를 평가하고 그 결과를 바탕으로 대책을 보완하는 환류체계 수립

제3차 강우유출 비점오염원관리 종합대책 (2021~2025)



비점오염관리와 수생태계 건강성 회복 평가 체계 (안)

부문	주요 사업내용	평가대상 지역	수생태계 건강성 회복도 평가사항
도시	• 물순환 개선	• 불투수율이 높은 지역 • 건천화가 심한 지역	• 환경생태유량 효과 • 불투수율 저감 효과
	• 산업시설 비점오염원 관리 강화	• 생태위해성이 큰 산업단지	• 유해물질 저감 효과
	• 관거월류수 관리 강화	• CSOs 영향이 큰 지역	• CSOs 저감 효과
농·축산	• 가축분뇨 관리 선진화	• 대책 축산단지 지역	• 축산분뇨 저감 효과
	• 농업 BMP 적용 확대	• 주요 BMP 적용 지역	• 농업 BMP의 효과
	• 유역단위 비점오염원 관리 강화	• 친환경관리 계약제 시행지역	• 농경지 식생화 또는 친환경농법 효과
산림	• 고랭지 경작지 퇴탕물 관리 강화	• 비점오염원관리지역	• 탁수저감 효과
	• 산림복원사업의 비점오염원관리 강화	• 수변관리지역 • 수원함양림 지역	• 산림지역 NOM 저감 효과 • 녹색댐 기능의 효과
	• 폐광지역 비점오염원 지속관리	• 광해방지사업 대상지역	• 폐광산 유출영향 저감 효과

29

자료: 수생태계복원 종합계획 수립 연구 (2021), 수정

수생태 관련 제도 개선 및 주류화

1-3. 수생태계 복원 중심의 통합·집중형 지류지천 사업 전환

현황 및 필요성

- 통합·집중형 오염하천 개선사업 오염된 하천에 하수도, 가축분뇨처리, 비점오염저감, 빗물이용, 생태하천복원, 습지보호, 저영향개발(LID) 기법 등 다양한 개선사업을 단기간(3년~5년)에 집중 지원하는 묶음형 수질개선 사업으로 추진
- 대상지 선정, 사업계획, 모니터링 과정에서 수생태계를 고려하고 있으나 재정사업은 수질개선에 우선투자

통합·집중형 오염하천 개선사업 예시(당진 서곡천)

통합·집중형 오염하천 개선사업 내 수생태계 복원 추진체계

- 대상지 선정 — 생물등급 '좋음~보통' 미달 여부 고려
- 사업 계획 — 개선 계획에 생태하천 복원사업, 건강성 모니터링 계획 포함
- 모니터링 — 지원 첫해부터 개선사업 종료후 3년간 수생태계 건강성 모니터링, 평가, 관리

추진방향

- 생물의 물리적 서식처 복원을 위한 투자도 수질개선과 동일 수준에서 이루어지도록 추진
- 사업의 추진
  - ✓ 현재 지침의 추진체계를 따름
  - ✓ 사후관리 및 모니터링 추진

30

자료: 수생태계복원 종합계획 수립 연구 (2021), 수정

수생태 관련 제도 개선 및 주류화

2. 수생태계 복원 관련 제도 개선

2-1. 훼손원인진단과 참조하천 등의 도구 활용 증대

수생태계 복원을 위한 훼손원인 진단: 국내 진단관련 제도

- 「물환경보전법 시행령」제29조의6(수생태 복원계획의 내용 등)에서 수생태계 복원계획에 포함되어야 하는 사항의 변경이 필요
- 법 제29조의6제1항의 현행 2. 수질 현황 또는 수생태계 훼손 현황에 **"훼손원인 진단"** 개념을 포함, 수생태계 복원계획에서 훼손원인 진단을 활용할 수 있는 법적 근거 마련 필요
- 구체적인 훼손원인 진단 대상, 절차 등은 환경부 혹은 국립환경과학원 고시 등을 활용하여 수생태계 복원계획 실행 시 법적 구속력을 확보해야 함

「물환경보전법 시행령」 제29조의6 변경 (안)

현행	변경
2. 수질 현황 또는 수생태계 훼손 현황	2. 수질 현황 또는 수생태계 훼손 현황 및 **"훼손원인"**

수생태계 복원을 위한 훼손원인 진단 : 물환경기본계획 및 업무추진지침 개정

- 물환경관리기본계획, 대권역·중권역·소권역 물환경관리계획 등 상위계획 수립 시: **진단 결과 활용** → 상위계획에서 하위 계획까지의 연계성이 향상된 복원 목표 설정
- 물환경기본계획 등 수생태계 건강성 복원을 위한 절차: 훼손원인 진단 수행 후 훼손하천에 대한 유역 및 하천 복원종합계획이 수립되도록 복원계획 체계 개정 필요
- 특히 생태하천복원사업 업무추진 지침: 훼손원인 진단에 대응한 복원계획을 수립하도록 개정 필요
- 훼손하천에 대한 복원 및 관리방안 계획 시: 훼손원인 진단 결과를 토대로 부정적 효과의 저감방안을 제시하는 체계 필요

자료: 수생태계복원 종합계획 수립 연구 (2021), 수정

31

수생태 관련 제도 개선 및 주류화

2. 수생태계 복원 관련 제도 개선

2-2. 참조하천 목록 및 훼손하천 목록 고시화

- 참조하천은 하천의 정비사업, 복원사업 및 생태하천 복원사업에 빈번하게 사용되었으나 국가참조하천목록의 부재로 그간의 사업에서는 임시방편으로 각 사업대상 하천과 동일한 수계에서 훼손정도가 낮은 하천을 참조하천으로 선정
- 국가 생물측정망 중 수생태계 건강이 매우 우수한 하천과 매우 불량한 하천 국가에서 지정하여 보존대책과 복원대책 수립

참조하천 목록 고시화

① 국가 생물측정망 자료를 바탕으로 수생태계 건강성이 매우 우수한 하천과 그 유역 대한 목록을(**"국가 참조하천 목록"**) 환경부 장관이 작성
② 이에 대한 별도의 세부적인 보존 및 관리계획을(「물환경 보전법 시행규칙」, 예산지원 포함) 수립
③「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」제8조에 (다른 법률에 따른 토지이용에 관한 구역 등의 지정 제한)에 **"참조하천 구역"을 지정하여 보존**하여야 함
④ "국가 참조하천"은 일반적인 하천정비 사업뿐만 아니라 "생태하천 복원사업" 이나 "수생태계 훼손원인 진단"에도 필수적으로 활용되는 하천임
⑤ **"국가 참조하천 목록"은 생물측정망 모니터링 결과에 기초하여 환경부 혹은 국립환경과학원 고시로 법제화하고 장관이 매 5년마다 갱신**

훼손하천 목록 고시화

① 국가 생물측정망 자료를 바탕으로 수생태계 건강성이 매우 불량한 하천에 대한 목록을(**"국가 훼손하천 목록"**) 환경부 장관이 작성(「물환경보전법」)
② 훼손하천에 대한 "훼손원인 진단" 종합계획의 수립 및 "훼손원인 진단" 사업을 시행 (「물환경보전법 시행규칙」, 예산지원 포함)
③ **"국가 훼손하천 목록" 또한 생물측정망 모니터링 결과에 기초하여 환경부 혹은 국립환경과학원 고시로 법제화하고 환경부 장관이 매 5년마다 갱신**

「물환경보전법 시행령」 제29조의6 2항 추가 (안)

현행	변경
② 법 제27조의2제5항에 따른 시행계획에는 다음 각 호의 사항이 포함되어야 한다. 1. 복원사업의 대상 지역 및 해당 복원사업을 통한 수질·수생태계의 복원 목표	가. 수질·수생태계의 복원 목표는 환경부장관이나 국립환경과학원장이 작성한 참조하천목록을 참고해야 한다.

「물환경보전법」 제27조의2 변경 (안)

현행	변경
① 환경부장관, 시·도지사 또는 시장·군수·구청장은 제9조 또는 제9조의3에 따른 측정·조사 결과 수질 개선이 필요한 지역 또는 수생태계 훼손 정도가 상당하여 수생태계의 복원이 필요한 지역을 대상으로 수생태계 복원계획(이하 "복원계획"이라 한다)을 수립하여 시행할 수 있다.	가. 법제27조의2 1항에서 "수질 개선이 필요한 지역 또는 수생태계 훼손 정도가 상당하여 수생태계의 복원이 필요한 지역"이란 환경부장관이나 국립환경과학원장이 작성한 훼손하천목록을 말한다.

자료: 수생태계복원 종합계획 수립 연구 (2021), 수정

32

수생태 관련 제도 개선 및 주류화

2-3. 하천공간 관리계획의 지구지정 개선

- 하천법. 제6장 하천환경의 보전. 관리, 제44조(자연친화적 하천조성을 위한 보전지구 등의 지정)
- 하천기본계획수립지침. 4장 하천정비 및 관리계획 4.4 하천공간관리계획에는 지구 구분 및 지구 세분화할 수 있으며, 보전/복원/친수지구 지정방안에 대하여 제시
- 현재, 지구지정은 정성적 방법으로 지정하도록 되어 있고, 하천공간을 이용적 측면에서 더욱 활용하고자 하는 요구가 증가되고 있는 상황

개선방안

- 지구지정은 수생태계의 보전적 관점에서 접근 필요
- 보전지구의 범위에 수생태계보전지역을 포함시켜 지구지정
- 수생태계건강성/물리특성/수질특성 평가결과를 바탕으로 정량적 지구지정

지구의 구분

구 역 명	주요 내용
보전지구	이용보다는 보전 중심으로 관리하는 수생태계보전지구로 인공적 정비와 인간의 활동은 최소화하고 자연상태로 유지하는 지구
복원지구	직강화, 콘크리트호안, 복개 등으로 인해 파괴된 생태계, 역사. 문화, 경관의 복원 또는 개선이 중점적으로 필요한 지구
친수지구	자연과 인간이 조화를 이루는 곳으로 시민들의 접근이 용이하여 주민을 위한 휴식·레저공간 등으로 이용하는 지구

하천환경평가 등급에 따른 지구지정(안)

분야별 점수 산정(가중치)					총 점수에 따른 하천환경 자연도 등급	지구지정	
평가등급	등급점수	분야별 등급에 따른 점수(등급점수 x 가중치)			총 점수 구간 (수생태계건강성+물리특성+수질)		
		수생태계건강성(4)	물리특성(4)	수질(2)			
1	5	20	20	10	46 ~ 50	보전	
2	4	16	16	8	36 ~ 45	보전	
3	3	12	12	6	26 ~ 35	복원	보전 친수
4	2	8	8	4	16 ~ 25	복원	친수
5	1	4	4	2	10 ~ 15	복원	친수

자료: 수생태계복원 종합계획 수립 연구 (2021), 수정

33

수생태계 관련 제도개선 및 주류화

3. 수생태계 복원업무 및 추진체계 개선

3-1. 제도 및 사업 간 수생태계 업무 연계

- 하천정비사업과 생태복원사업의 효율적 통합
  - 수생태계 건강성 증진 목표 정립, 사전/사후 모니터링 강화
- 소하천정비계획에서 수생태계 조사의 실효화 및 수생태계 건강성 평가 반영
- 환경영향평가제도에 수생태계 건강성 평가 지표 추가
- 수질오염총량관리 대상에 생물서식처 손상도 포함
- 수질오염총량관리기술지침에 수생태계 건강성 평가 연계
- 하수도정비기본계획에서 수생태계 건강성 평가
  - 수생태계 개선을 위한 방류수질 협의기준 연계
- 비점오염관리 지역 관리, 통합집중형오염지류개선 사업의 계획 및 이행평가에 수생태계 건강성 평가 연계
- 농업용수 수질개선 사업에서 수생태계 건강성 평가 반영
- 물환경측정망에 기후변화 진단 수생태계 모니터링 측정지점 신설·운영 등 생물측정망 운영 효율화 및 확대

출처: 수생태계복원 종합계획 수립 연구 (2021), 수정

34

수생태 관련 제도 개선 및 주류화

3-2. 개별 관련 법·제도/계획 및 사업의 수생태계 업무 강화

하천법과 물환경보전법의 연계 강화

〈물환경보전법〉

- (제27조의 2) 수생태계의 복원이 필요한 지역을 대상으로 수생태계 복원계획을 수립하여 시행

➢ 비용지원 규정 부재, 위임규정 미흡

- 수생태계복원계획의 경우에는 비용지원에 관한 규정 명시 부재 → 법정계획으로 '수생태계복원종합계획' 수립 규정 필요
- 개별 사업별 복원사업 목표만 제시, 실제 수생태 복원의 목표와 방식의 사업타당성 확보 한계 → 수생태계복원종합계획 수립 필요
- 수생태계 건강성 확보 / 복원의 개념 정의 (법적 정의 , 기준 등) 우선 설정과 그에 따른 하천생태복원의 절차나 방법 , 기준 , 사후관리 등에 관한 법규와 제도 정비 필요
- 「 생태하천복원사업 추진지침 」은 법령 위임근거가 부재하고 , 지자체 보조금 교부관리 수단으로서의 한계를 가짐 → 하위규정으로 위임 필요

〈하천법〉

- (제25조)하천기본계획) 이수·치수·환경을 고려하여 수립하며, **자연친화적 하천 조성에 관한 사항이 포함**되어야 함('08년 신설)
- (제43조)자연친화적 공법) 하천의 **공사 등을 시행**하는 경우 **자연친화적인 공법 사용**('04년 신설)
- (제44조)보전지구 등 지정) 하천환경 등의 보전, 복원이나 하천공간의 활용 등을 위해 필요한 경우 **보전지구·복원지구 및 친수지구 지정**('08년 신설)
- (제45조)보전지구 등 관리) **보전지구와 복원지구** 안에서는 **하천환경 등을 보전하거나 복원하는 사업**을 시행할 수 있음('08년 신설)

➢ 환경 , 생태적 요소의 고려 미흡

- 하천의 이 · 치수와 수질개선 및 수생태계 복원까지 동시에 달성할 수 있도록 통합하천관리 사업 추진
  ☞ 하천 관련 부서간 역할분담, 법령, 계획, 사업, 예산 등이 통합하천관리 방향에 부합될 수 있도록 개선
- 「 물환경보전법 」상 수생태계복원계획이 수립된 경우, 하천기본계획 및 하천공사시행계획 수립 시 동 계획을 반영할 것을 의무화 규정

35

출처: 수생태계복원 종합계획 수립 연구 (2021), 수정

수생태 관련 제도 개선 및 주류화

환경영향평가제도의 수생태계 건강성 평가 강화

- 최근의 환경영향평가서 작성 및 검토 매뉴얼(KEI, 2017)에는 생물학적 수환경 평가가 포함
  - 사업별로 다른 평가지수를 적용하거나 현재 공식적으로 사용하지 않는 지수를 적용하고 있어 개선 필요
  - 개발사업에 대한 서식처파괴, 생물다양성 감소, 녹조발생 등 환경문제 발생 예측 및 개선 필요
  - 「사후환경영향조사결과 통보서 작성 매뉴얼」에도 수환경 평가 결과를 제시하도록 규정하여 사업 후 수생태의 건강성 변화를 정량적으로 평가할 수 있도록 하여야 함

구분		현행	개선안
항목명		수환경 평가	수생태계 건강성 평가
사업별 평가 지수	도시개발	한국오수생물지수(KSI) 등을 이용한 생물학적인 수환경질 평가	• 부착조류지수(TDI) • 저서동물지수(BMI) • 어류평가지수(FAI)
	산업단지	한국오수생물지수(KSI), ESB 등을 이용한 생물학적인 수환경질 평가	
	관광단지	한국오수생물지수(KSI), ESB 등을 이용한 생물학적인 수환경질 평가	
사후환경영향조사		수생태계 건강성 평가에 대한 구체적 명시 없음	환경영향평가서의 수생태계 건강성 조사와 동일한 수준의 조사·분석 명시

수생태계 건강성 기반의 수질오염총량관리 구축

- 국내의 수질오염총량관리는 여전히 물질(BOD_5, T-P) 총량관리에 머무르고 있음
- 생물학적 TMDL 체계는 1) 수체의 손상도 평가를 생물학적인 결과로 판단, 2) 수생태계에 영향을 미치는 교란요인을 분석, 3) 교란요인에 대한 저감 목표를 설정하고 대책을 수립하여 시행, 4) 목표 달성도 평가 및 수생태계 건강성 평가하는 과정을 포함
- 장단기적으로 구분하여 단계적인 접근을 통하여 수질오염총량관리에 수생태계 건강성을 접목하는 방안을 강구해야 함
- 기존의 '지류총량제' 제도 재검토 및 활성화 방안 검토

	사업유형	시행단계/세부사항	사업효과 분석
단기	-	• 기본계획/시행계획수립	• 총량관리단위유역의 소유역별 수생태계 건강성 조사계획 반영
	-	• 이행평가	• 총량관리단위유역의 소유역별 수생태계 건강성 조사 및 평가
장기	• 생태지표 확립 • 생태지표와 교란요인간 관계 분석	• 염오염, 산성화, 부유물질, 중금속 등 다양한 교란요인을 반영할 수 있는 생태지표의 확립 • 교란요인의 정도와 수생태계 손상도간 관계분석 및 영향평가	• 수생태계 손상도 평가 • 수생태계 교란요인 분석
	• 수질오염총량관리 대상 다원화 • 지류총량제 정착	• BOD_5, T-P외 다양한 교란요인에 대한 총량관리 기술 확립 • 손상수체의 지역 특이적 총량제 시행기반 확립	• 교란요인에 대한 저감 목표 설정
	• 모니터링과 계획수정의 환류체계 구축	• 교란요인의 저감도 및 수생태계 변화를 모니터링하고 계획 수정이 필요한 경우 보완하는 체계 확립	• 목표 달성도 평가 및 수생태계 건강성 평가와 시행계획 변경

출처: 수생태계복원 종합계획 수립 연구 (2021), 수정

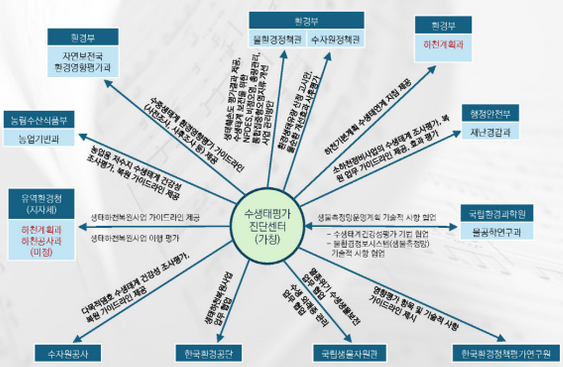
36

수생태 관련 제도 개선 및 주류화

3-3. 수생태계 건강성 개선업무 효율화를 위한 추진체계 조정

- 2022년 국토교통부의 하천관리 업무의 환경부 이관대비 효율적인 업무 체계 검토
- 하천관리 일원화 후속과제
  - 「하천법」, 하천기본계획 등 제도 정비
    → 치수·이수 위주에서 수질·수생태 등 개념 포함
  - 분야별 연계된 하위의 실행계획 수립
  - 하천공간 관리, 하천복원 등 개념 정립 제도화
  - 다학제간 물분야 융합연구, 관련 학회간 소통 강화

- 환경부 자연정책, 물통합정책국, 물환경정책국, 수자원정책국의 부서 간의 수문, 수질, 생태에 대한 조사·증진 업무의 효율적 연계
- 행정안전부의 소하천정비 업무 부서, 농림축산식품부의 농업용수 수질개선 업무 부서와의 관련 업무 효율적 연계
- 환경부 소속기관, 국립환경과학원, 유역(지방)환경청, 홍수통제소, 국립생물자원관과 환경부 산하 수자원공사, 한국환경공단, 국립생태원의 관련 업무 연계
- 수생태평가진단센터 설립을 통한 하천, 하구, 호수 건강성 조사 평가 수행, DB관리, 결과 활용 등 업무 전담 방안 검토
- 관계기관 전문가 네트워크 구축
- 환경부 내 정기적 포럼 운영



출처: 수생태계복원 종합계획 수립 연구 (2021), 수정

수생태 관련 제도 개선 및 주류화

4. 훼손하천 복원 및 관리 중장기 기본계획 수립

배경 및 제도 개선

- 훼손하천 복원사업은 유역 내 토지이용, (점)비점오염원, 상하수도 등 하천 유역에서의 훼손 근원 및 원인을 제어하기 어려움
- 훼손하천 복원 및 관리 중장기 계획을 통한 훼손하천 선정, 복원 및 관리 방안, 관련 상위계획 및 관련 법령 간 연계 등 체계적으로 접근이 필요
- 제도 개선을 위해 물환경보전법 상 사업계획 및 사업시행 관련 내용 추가 필요

「물환경보전법」 사업계획 및 사업시행 관련 내용 추가

추가 (사업계획)	추가 (사업 시행)
"전국 하천 수생태계 훼손하천 복원 및 관리 중장기 계획 " 을 매 10년마다 수립토록 하고 매 5년마다 재정비 계획을 수립해야 한다.	"하천 수생태계 훼손원인 진단" 사업은 위 중장기 기본계획에 기초하여 시행하고 이는 "국가 훼손하천 목록 " 과 연계해야 한다.

사업 계획 및 시행

- 1단계 (국가 훼손하천 목록)
  - 하천 수생태계 훼손원인 진단 사업을 위해 국가 단위의 훼손하천 목록을 작성 및 이를 기초로 하천 복원사업을 위한 전국 훼손하천 목록 고시
- 2단계 (복원 우선순위 하천 선정)
  - 하천의 훼손 정도, 규모, 유역 특성 등 복원 우선순위 선정 기준에 따라 선정
- 3단계 (유역 평가 및 훼손원인 진단)
  - 유역평가, 하천 연속성, 생물종복원 등을 포함하는 훼손하천 및 하천 유역에 대해 종합적으로 유역 평가 및 훼손원인 진단
- 4단계 (기본 및 실시 설계, 시공)
  - 설계 및 시공은 하천 수생태계 종합복원 설계 지침서(개정)의 설계 및 시공 부문에 따라 수행
- 5단계 (관리 및 모니터링)
  - 하천 수생태계 종합복원 설계 지침서(개정)의 관리 및 모니터링 부문에 따른 훼손하천 및 하천 유역에 대한 포괄적 하천 관리 및 모니터링
- 전국 하천 수생태계 훼손하천 복원 및 관리 사업계획은 중장기(중기 5년, 장기 10년)적으로 훼손하천 목록, 유역평가 및 훼손원인 진단, 기본 및 실시설계, 시공, 모니터링의 단계를 거쳐 전국의 훼손하천에 대한 복원 및 관리 시행

출처: 수생태계복원 종합계획 수립 연구 (2021), 수정

하천기본계획 연계방안

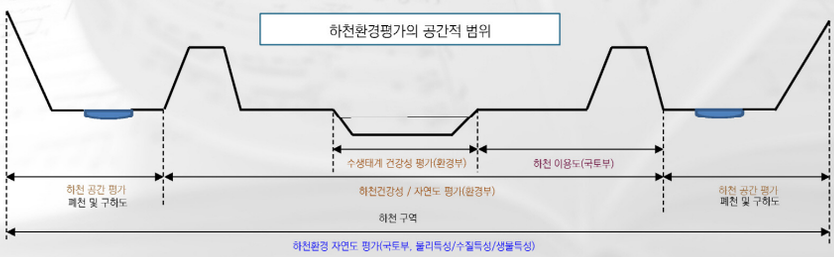
하천환경 평가방법 일원화

배경 및 필요성

- 기존 하천유역수자원관리계획 및 하천기본계획 수립에서는 하천환경자연도를 반영하고, 생태하천복원 사업에서는 수생태계건강성 평가 및 훼손하천진단을 반영
- 이원화된 평가를 통하여 사업의 목표와 방향을 정해왔기 때문에 하천복원 및 정비사업의 효율성이 저하되고 사업 간의 연계성 부족 발생. 하천환경평가기법의 일원화 필요

법적 근거

- 물환경보전법 제9조의3(수생태계 현황 조사 및 건강성 평가), 시행규칙 제24조3(수생태계 건강성 평가)
- 하천법 제25조(하천기본계획) 및 시행령 제24조(하천기본계획의 수립)에 따른 「하천기본계획수립 지침」 및 「하천설계기준 ·해설」
- 수자원 조사법 18조 하천유역수자원관리계획에 따른 동법 시행령 제8조(하천유역수자원관리계획의 고시)에 '하천유역의 주요 구역별 하천환경자연도'를 규정



출처: 수생태계복원 종합계획 수립 연구 (2021), 수정

39

하천기본계획 연계방안

연계방안(일원화 방안)

- 하천기본계획수립지침 개정을 통하여 하천환경자연도 평가의 생물특성 및 수질특성 방법을 개정
- 하천기본계획수립시, 생물특성은 그간 축적되어온 생물측정망을 통한 수생태계건강성 자료 활용 및 확보를 위하여 수생태계 건강성 평가등급 활용
- 하천기본계획수립시, 물리특성은 하천환경자연도 물리특성 방법을 활용하여 평가
- 유역수자원관리계획에서는 상기 방법을 활용 종합한 종합등급지표를 제시할 수 없는 상황이기 때문에 유역의 경향만을 제시 및 파악
- 하천환경자연도의 각 분야별 통합지표 산정 및 가중치 부여 등 전문가의 협의를 통하여 재산정이 필요

하천환경 자연도 산정 체계(안)

분야별 점수 산정(가중치)				
평가등급	등급점수	분야별 등급에 따른 점수(등급점수 x 가중치)		
		수생태계건강성(4)	물리특성(4)	수질(2)
1	5	20	20	10
2	4	16	16	8
3	3	12	12	6
4	2	8	8	4
5	1	4	4	2

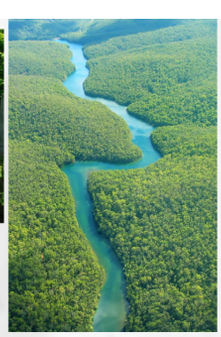
출처: 수생태계복원 종합계획 수립 연구 (2021), 수정

40

5. 결론 및 제언

- 자연환경을 고려한 수생태계 정책은 물관리 정책의 핵심 축. 그러나 현재는 수생태 정책의 목표 부재 및 실행방안 미흡, 혼란
- 국가 수생태 목표기준 설정을 통한 수생태 복원 및 건강성 회복 후속조치 마련 필요
- 하천물환경보전법과 하천법의 연계를 통한 하천기본계획 내 수생태 복원계획의 내재화 및 복원사업 주류화 필요(평가, 관리, 복원)
- 환경부 내 '수생태보전과' 회생
- 통합물관리 후속조치 마련 (계획 및 로드맵)

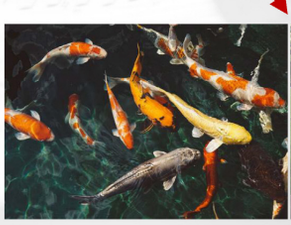
수생태계에 대한 여러 서로 다른 관점



전문분야: Ecology, Hydrology, Engineering
(natural system: eco + channel + watershed)

제도/정책: 이해당사자, 사회 (Socio-ecosystem)

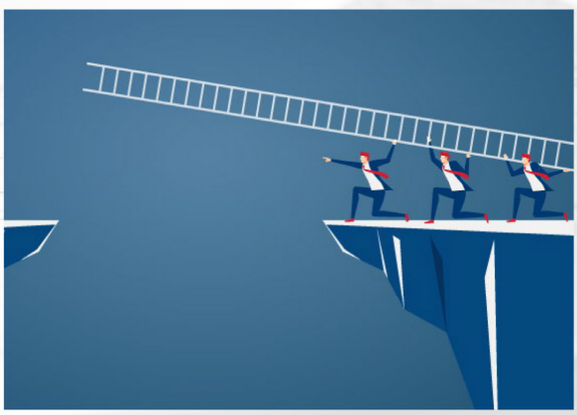
국민: Recreation, Biology



42

수생태계의 인식 제고 필요

→ 전문가, 공무원, 국민, 이해당사자간 이해 격차 해소

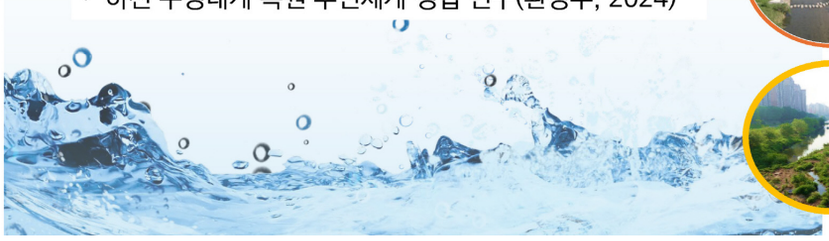


43

경청해 주셔서 감사합니다

참고 및 활용 자료

- 하천 수생태계 현황조사 및 건강성 평가 (2016~2021)
- 수생태복원 종합계획수립연구 (환경부, 2021)
- 수생태계 건강성 포럼 운영(2022)
- 하천 수생태계 복원 추진체계 정립 연구(환경부, 2024)



토·론·문

01

수중생물과 미래세대와의 상생을 위한 물환경관리

김 경 현 과장 (국립환경과학원 물환경평가연구과)

2024년 국가물관리위원회 제5차 정기세미나
말 못하는 수중생물과 미래세대를 위한 물환경관리 방향

토론문 01

국가물관리위원회 제5차 정기세미나 토론자료

김 경 현

국립환경과학원 물환경평가연구과 과장

물관리 일원화 이후 6년여가 지났음에도 유량 관리와 오랫동안 분리되었던 기존의 수질 또는 수생태 관리의 개념이 크게 바뀌지 않은 것 같습니다. 적어도 물환경 분야 정책 실무에서는 그렇습니다. 물환경 분야의 주요 정책 주제들 예를 들면 오늘 세미나에서 다루어지고 있는 수질오염총량제도, 비점오염관리, 수생태 관리 등에서의 논의가 물관리 일원화 이후 크게 달라진 점을 찾기 어렵습니다. 관련 법과 제도들이 유량은 우리가 관리할 수 없는 변수로 상정된 조건에서 만들어지고 다듬어진 이유가 크리라고 생각됩니다. 그러나 이제 이런 제약에서 벗어나도록 노력해야 한다고 봅니다.

이런 관점에서 수질오염총량제도에 대해 말씀드리겠습니다. 기존 총량제에서의 유량은 오염원으로부터 오염물질을 이송하여 오염부하량을 이루는 요소로서 관리의 대상이 되는 측면이 있습니다. 총량관리의 기본 개념이기 때문입니다. 그런데 하천의 유지유량과 수생태 관점에서는 저갈수기 유량을 추가로 확보함으로써 얻는 편익이 있습니다 (최근 물순환 촉진법의 제정도 이런 측면이 반영되었습니다). 현재의 총량제에서는 유역에서 유량을 관리한다는 목표가 없습니다. 그러나 총량제 적용의 목표가 단순한 수질의 개선이 아니라 궁극적으로는 건강한 수생태의 회복에 있고, 총량제 외에 유역관리의 강력한 수단이 없다는 점을 고려한다면 유량 관리, 나아가 수생태 관리의 개념으로 확장된 총량제의 고민이 필요하다고 생각됩니다.

유역 내 물순환 촉진을 위한 물순환 목표관리제가 있습니다. 그러나 설정된 목표를 달성하기 위해서 지자체가 적극적으로 LID를 적용하기 위한 동인이 부족합니다. 총량제에서는 오염부하 측면에서만 LID를 평가하기 때문에 마찬가지로 인센티브가 빈약합니다. 그러나 사실 LID를 통해 확보되는 저갈수기 유량은 수질과 수생태 측면에서 이점이 큽니다. 따라서 총량제도 오염물질 관리에서 유량관리와 수생태 건강성 관점에서 관리의 목표를 확장시킬 필요가 있으며 그러한 관점이 통합 물관리와 부합됩니다.

뉴저지주는 하천에서 수생태의 손상 문제를 해결하기 위해 손상의 요인들을 대신하여 수문학적 변화를 대리지표로 사용하는 hydro-TMDL을 적용한 사례가 있습니다. TMDL의 목적을 수질개선 이런 것이 아니라 수생태의 회복으로 두었고, 수생태 손상의 다양한 불명확한 요인을 대표할 수 있는 대리지표로 하천 유량 변화를 제시하였습니다. 달성해야 할 유량 지표 산정은 인간 활동에 영향을 받지 않은 자연상태의 유량의 변동 범위, 예를 들어 25~75분위 유량의 범위를 기준 유량으로 산정한 후 이 범위를 벗어나는 최대 허용 편차의 %로 목표값을 설정했습니다. 유량의 편차는 불투수층이 많은 유역의 하천이나 상류에 댐과 저수지가 많은 유역의 경우 크게 나타나게 됩니다. 그래서 이 목표로 제시된 최대 허용 편차를 만족하기 위해 LID를 적용하거나 댐과 저수지 운영의 수정을 통해 고유량과 저유량 시기를 조정한다거나 과도한 지하수 사용을 제한한다거나 하는 등의 개선 방안을 시행하게 됩니다.

우리의 경우 현행 수질오염총량제도 내에서도 물순환을 위한 LID 적용 촉진이 가능하지 않을까 합니다. LID 시설에 대해서 기존 평가 대비 2~3배의 총인 삭감량을 인정하는 방안을 생각할 수 있습니다. LID 시설에 의해 지표유출수 총인의 농도가 저감되는데 현재 총량제는 이 부분만 평가합니다. 그러나 토양에 저류되거나 침투된 물이 시간차를 두고 하천으로 유출되면 하천의 총인 농도를 희석시켜주는 효과를 인정해 줄 수 있을 것입니다. 더 나아가 맞춤형(지류) 총량제를 시행한다면 뉴저지주의 경우와 같이 수생태 지표 개선을 목적으로 하는 총량제를 시행할 수 있을 것입니다. 사실 지금까지는 수생태 등급의 경우 중권역 목표를 설정만 할 뿐 평가 대상('물환경 목표기준 평가 규정' 상 평가항목은 BOD 또는 TOC, TP)이 아니기 때문에 물환경관리 기본계획 상의 목표 수질 달성을 위한 총량제에서 고려할 필요성이 적었습니다. 그런데 수질 뿐 아니라 유량과 수생태를 아우르는 통합지표로 목표를 설정한다면 수생태 지표 개선을 직접 목표로 하는 총량제가 가능할 것입니다. 제1차 국가물관리기본계획(2021~2030)에서 차세대 통합 물환경 지표를 개발하도록 하고 있어 국립환경과학원에서 수질-유량-수생태에 대한 통합지표안을 마련하였습니다. 통합지표안을 3차 물환경기본계획(2025~2035)에서 지표로 채택(보조 지표로 채택하는 경우 포함)한다면 hydro-TMDL과 같은 다양한 형태의 총량제의 실행도 기대해 볼 수 있을 것입니다.

얼마 전 어느 세미나에서 하천유지유량에 대한 전문가 발표를 듣고 설정된 유량을 확보하는 방안에 대해 질의했는데 분명한 답을 듣지 못한 기억이 있습니다. 누군가 저에게 답보 상태인 하천 수질을 더 개선시킬 방안이 있냐고 묻는다면 마찬가지로 시원하게 답하기 어려울 것 같습니다. 그러나 통합물관리의 새로운 시각에서 고민한다면 어쩌면 해법을 찾을 수 있을 것입니다. 감사합니다.

토·론·문

02

수중생물과 미래세대와의 상생을 위한 물환경관리

박 규 홍 위원 (국가물관리위원회)

2024년 국가물관리위원회 제5차 정기세미나
말 못하는 수중생물과 미래세대를 위한 물환경관리 방향

토론문 02

토론문

박 규 홍

중앙대학교 교수, 국가물관리위원회 위원

1. 10여년 전 하수도분야에서의 탄소중립이 거론되기 시작할 즈음에 많은 전문가들이 법적인 방류수수질기준을 준수해야 하는데 거기에 덧붙여 에너지도 적게 소비하고 탄소배출도 저감해야 하는 부담을 하수도에 지우는 것은 불합리하다는 주장을 펴기도 하였다. 하지만, 전지구적인 기후변화에 따른 위기상황에서 물관리와 하수도분야에서도 탄소중립 실현이라는 주제가 배제될 수 없으며 필수적인 고려가 된 듯하다.

공공하수처리시설에서 다양한 질소 제거 공정이 적용되고 있음에도 불구하고, 실험실 규모부터 대규모 시설까지 다양한 단위에서 질소 손실이 자주 보고되고 있으며, 이는 무시할 수 없는 문제이다. 생물학적 질소 제거 공정에서 불균형한 질소 수지로 인해 예측할 수 없는 질소 손실이 보고된 바 있다. 대부분의 경우, 이는 질소 제거 과정에서 질산염 또는 아질산염의 불완전한 환원, 아산화질소(N_2O)의 생성, 아나목스를 통한 암모니아의 N_2로의 전환, 호기성 조건에서의 탈질, 미생물 동화 및 기타 질소 화합물 간의 상호작용과 관련이 있다. 외부 질소 제거는 공기 공급 없이 또는 유기 탄소원 수요를 줄여 더 많은 질소를 제거할 수 있으며, 이는 에너지와 비용을 절감할 수 있다. 반대로, 일부의 경우에는 질소 손실이 발생하면 원치 않는 부산물이 생성되어 생물학적 질소 제거 효율이 감소할 수 있다. 아산화질소(N_2O)는 이산화탄소보다 300배 강한 효과를 가진 온실가스로, 하수처리과정 중에 배출될 수 있으며 생태환경에 심각한 위협을 줄 수 있다. 따라서 질소 손실 이벤트를 방지하기 위해 효율적인 조치를 취해야 한다. 질소 손실의 잠재적 경로를 이용해 복잡한 미생물 네트워크를 통해 질소 제거 효율을 촉진할 수 있는 반면, N_2O 배출로 인한 질소 손실은 효율적인 조치를 통해 방지해야 한다. 새로운 생물학적 기술의 개발 및 적용으로 질소 손실 과정에 대한 깊은 이해와 메커니즘에 대한 성과가 증가하고 있다. 그러나 질소 손실의 다양한 경로, 잠재적 메커니즘 및 주요 영향 요인에 대한 포괄적인 요약 및 논의 기여에 대한 정보가 거의 없으므로 하수처리과정에서 질소 손실 경로에 대한 제어 전략과 목표를 수립하는 것이 필요하다.

2. 미국과 캐나다에 걸쳐있는 호수수질관리를 위한 국제공동위원회는 USEPA의 인 중심 총량제(TMDLs)의 실효성에 의문을 제기한 바 있다. 우리나라도 인 중심의 녹조관리체계를 추구해왔으나 그리 성공적이라고 할 수는 없는 듯하다. 이에 질소 관리에 초점을 두어 수행한 국립환경과학원(2024)의 '하수처리시설 방류수의 녹조발생 기여도 평가 시범연구'에 의하면, 낙동강 달성보, 합천창녕보, 창년함안보의 상류지역의 하수처리시설 방류수의 총질소를 방류수수질기준농도값보다 50% 저감하여 배출하는 경우에 대해 시뮬레이션해보니 보 구간 하천의 총질소 농도가 5~26%p 감소하고, 유해남조류는 약 2%p 감소하는 것으로 나타났다. 즉, 하수처리시설의 방류수 총질소 기준의 강화에 따른 공공수역의 녹조 저감효과는 미미한 것으로 예측되고 있어, 결국 비점오염원관리대책의 효율화 및 양분관리제 등을 통해 녹조문제를 해결해야 할 것이다. 국내 수계에서 질소오염원 추적을 위한 질소기원 추적조사 연구의 활성화가 필요하며, 농림축산식품부와 환경부가 공동의 노력을 기울일 수 있도록 국가물관리위원회가 촉진제 역할을 잘 수행하기를 기대한다.

3. 물관리의 재정 건정성 확보가 중요하다, 물관리에 사용되는 Cash flow의 약 95%는 상하수도요금에 기인한 특별회계에 의한 것이라고 한다. OECD Environment Working Papers에 의하면 물 서비스의 비용회수원칙으로 3T(Tax, Tariff, Transfer)원칙이 주요하게 인용된다. 하천유역 침수, 도시 침수, 비점오염원 관리의 비용은 국가 또는 지자체가 부담하는 것이 바람직하므로 일반회계에서, 수돗물 이용의 비용은 수익자부담원칙에 따라 사용자가 수도요금을, 오수배제 및 오수처리의 비용은 오염자부담원칙에 따라 하수도요금으로 하수도사업이 특별회계에 의해 이루어지도록 하는 것이 합리적이다.

합류식하수도는 분류식하수도보다 비점오염원 저감을 위해 유리하지만, 우리 정부는 하수도의 분류식화사업을 20년 이상 추진해왔다. 분류식화에도 불구하고 하수에서 오수와 우수의 분리는 그리 쉬운 일이 아니다. 그럼에도 불구하고 오수는 오염자부담원칙, 우수는 국가와 지자체에서 비용을 부담하도록 하는 철학의 정립이 필요하다. 분류식 우수관리 대책 사업은 일견 점오염원인 듯하지만, 비용부담은 기본적으로 국가과 지자체가 해야 할 것이다. 불투수면적의 소유 정도에 따른 빗물배제부담금 또는 비점오염부담금 부과제도의 도입을 통해 도시지역의 2017년 불투수면적률 40.3%에서 2030년 37.6%의 초과 달성을 기대할 수 있다. 또한 지방소멸 및 거대도시화에 대비하여 도시 한계를 넘어서 유역단위의 불투수면적율 및 유역환경용량에 대한 관리제도 도입이 필요하다.

토·론·문

03

수중생물과 미래세대와의 상생을 위한 물환경관리

박 준 홍 학회장 (한국물환경학회)

2024년 국가물관리위원회 제5차 정기세미나
말 못하는 수중생물과 미래세대를 위한 물환경관리 방향

토론문 03

토론문

박 준 홍

연세대학교 건설환경공학과 교수, 한국물환경학회 20대 회장, 국가물관리위원회 위원

오늘 세미나는 국가물관리기본계획의 비전과 목표인 자연과 인간의 공존, 물순환 건전성 회복에 핵심되는 주제인 수질과 수생태의 정책의 현재와 개선 방안을 주제로 다루어서 매우 뜻깊은 행사라고 생각합니다.

기후변화는 강우패턴의 변화에 따른 비정상적 집중강우에 의한 홍수 및 침수 피해 뿐 아니라 고수온에 의한 상수원 수질 악화와 수생태 교란을 가져 오고 있습니다. 이러한 기후위기의 시대에 우리 물관리기반시설들이 노후화되었고 인구소멸의 지역에서는 재정부족으로 노후시설의 개선이 늦어지고 있습니다. 이러한 기후와 인구 복합위기 시대에 국가 물환경 정책의 대전환이 우리 미래 세대를 위해서 필요합니다.

발제 주제 순서별로 제 의견을 제안해 보겠습니다.

(하수도 부문)

제2차 하수도종합계획의 평가 내용을 보면, 하수도보급율은 95% 이상으로 OECD국가들 중에서도 상위권입니다. 하지만 하수의 실제 처리율은 통계청 기준으로 약 70% 수준으로 OECD 국가들 평균 수준이라고 합니다. 그런가 하면 많은 하수도 전문가들은 현재의 데이터로는 하수의 실제 처리율을 파악하기 힘들다라고 합니다. 강우시 미처리되어 수계로 유입되는 오염부하량에 대해서 충분히 계량이 되고 있지 않고, 지하수의 하수관거로의 유입에 대해서도 자료가 충분하지 않습니다. 제3차 하수도종합계획에서는 하수도보급율과 같이 국가성장단계의 정책지표를 버리고, 수계 유입되는 오염부하의 저감을 강화하는 정책지표로의 전환이 필요합니다. 이를 위해서는 하수량과 오염부하량을 지금보다 더 촘촘하게 할 수 있는 스마트 모니터링을 위한 계획 수립과 이를 위한 인력과 예산 마련의 선결이 필요합니다. 이러한 과학기술적 데이터에 근거해서 지자체 하수도관리를 평가하여 인구소멸 위기의 소도시들의 하수도를 국가가 관리할 수 있는 혹은 국가의 관여가 지금 보다는 큰 “유역하수도” 관리시스템 구축과 운영을 위한 법/제도 정비와 예산 마련이 필요합니다.

(비점오염관리 부문)

녹조 대책 마련을 위해서 수계 유입되는 오염부하를 분석하다 보면, 비점오염관리가 매우 중요하고 동시에 계획 수립과 이행이 매우 어렵다는 생각입니다. 우선 농업지역과 도시지역의 비점오염관리는 농림부와 국토부의 국가정책과 연계해야만 하는 범부처 정책이어야 하고, 더구나 지자체와 주민들의 자발적 참여을 유도할 수 있는 사업들이여만 성공할 겁니다. 현재처럼 환경부만 주도하는 비점오염관리 정책은 결국은 규제로만 작동하기 때문에 농업지역 지자체와 도시지역 지자체 입장에서는 부정적이기 때문입니다. 이를 개선하기 위해서는 지역 활성화에 도움되는 비점오염관리 사업이거나 비점오염관리를 강화하면 지역 활성화에 도움되는 인센티브를 제공하는 사업들을 환경부가 컨트롤타워로서 아이디어를 마련하고 사업은 농림부, 국토부, 행안부가 추진하게 하고 이들 정책 및 사업의 총괄적 기획, 평가를 국가물관리위원회에서 주도한다면 작동이 될 것 같습니다. 이를 위한 법/제도 기반은 충분하다고 생각하지만 지역의 비점오염관리의 이행상황의 모니터링과 현지 기술지원을 위한 조직과 인력이 부족하므로 이에 대한 대책 마련은 필요해 보입니다. 기술적으로는 오염이 비점화가 되면 사실 공학적 해결이 어렵습니다. 이에 대한 대책으로 (i) 산업단지 포함한 전국의 오염원 관리 강화와 (ii) 대규모 저류시설과 같은 비점오염의 점오염화하는 사업들을 발굴하고 추진하는 것을 제안해 봅니다. 이 과정에서 민간투자와 창업의 기회들로 함께 모색이 되면 좋겠습니다. 현재의 정책들이 물순환과 비점관리 목적들이 혼재되어 있어서 모호한 면이 있습니다. 비점오염관리 정책과 사업은 수계 유입 오염관리에 집중해서 녹조 저감과 같은 실효성 있는 성과 달성을 위한 목표 수립이 되어 추진이 되면 합니다.

(수질오염총량제)

내년 한국물환경학회 40주년을 기념해서 대한민국 물환경 공헌이 큰 물환경정책을 선정하여 이에 기여하신 개인과 담당하고 있는 부서에 공헌상을 드리는 이벤트를 준비하고 있습니다. 수질오염총량제가 국가물관리일원화와 더불어 대한민국 물환경 공헌상 정책으로 선정되었습니다. 개도국이었던 대한민국이 수질오염총량제 도입으로 지역 활성화와 물환경 보전을 조화롭게 발전할 수 있게 하였고 그 결과 오늘에 와서는 경제 선진국으로 진입하게 하는 기반이 되었다 평가합니다. 하지만 인간 중심, 개발 중심으로 진행되어 온 수질오염총량제는 이제는 유역 자연성 회복과 사각지대 없는 수질관리로 전환해야 대한민국이 경제 선진국을 넘어서 환경 선진국으로 진입할 것으로 생각됩니다. 첫째, 선진국 수준으로 관리대상 수질 항목으로 확대할 필요가 있습니다. 암모니아 질소와 미세플라스틱, PFAS 등의 유해미량오염물질에 대한 관리가 강화되야 합니다. 둘째는 유역 통합적으로 수질오염을 저감하지만 지역에 현황에 맞은 수질 항목과 규제를 정할 수 있고 수질오염부하량을 지역간에도

거래할 수 있는 유연하지만 강화된 유역통합적 정책이 필요합니다. 셋째는 수질 사각지대가 없기 위해서는 하천 본류 뿐 아니라 지천에서의 수질 모니터링이 강화되야 하고 이를 위한 스마트 기술 개발도 병행되야 합니다. 또한 물환경관리기본계획, 오염총량제, 하수도관리계획, 비점오염관리제도, 하천유량관리계획 등 관련 법정계획들간에 사각지역이 있는지에 대해서도 현장 관점에서 면밀한 검토가 필요하다.

(수생태관리 부문)

환경부는 수생태과를 복원해야 한다. 기후변화에 의해서 생태계가 망가진다면, 수인성 미생물 질병 확산이나 식량위기 등으로 홍수나 상수원 수질 악화 보다 심각한 위기를 초래할 수 있다. 수생태 건전성에 대한 과학적 자료의 불충분으로 정책 마련과 효과 분석이 쉽지 않은 점이 해당 정책에 대해서 지금의 정부가 투자를 주저하고 있는 듯 하다. 하지만 수질 관리의 목표 설정하기 위해서는 수생태 건강성에 미치는 영향에 대한 정보가 선행되야 하므로 수생태 건강성 평가와 관리는 과학합리적으로 필수 사항이다. 기후위기 시대에 자연 생태계의 회복은 국가의 경쟁력이고 이를 위한 정책 마련과 추진을 위해서는 지속적인 수생태 건전성에 대한 모니터링이 이루어져야 하며 이를 기반으로 한 수생태관리 정책이 지금 보다 훨씬 강화되야 한다. 그런데 환경부에 컨트롤타워 부서가 없다. 환경부에서 수생태관리과는 하루 속히 복원되야 한다. 그리고 다소 늦은 감은 있지만 국가 물환경정책을 현재의 식수원 수질 중심에서 친수활동과 식량생산에 안전한 수질 관리로 국가 수질관리의 파라다임을 확대 전환해야 할 것이다.

토·론·문

04

수중생물과 미래세대와의 상생을 위한 물환경관리

백 선 재 이사 (한국환경공단 물환경본부)

2024년 국가물관리위원회 제5차 정기세미나
말 못하는 수중생물과 미래세대를 위한 물환경관리 방향

토론문 04

(주제) 수중생물과 미래세대와의 상생을 위한 물환경관리

백 선 재

한국환경공단 물환경본부 이사

국가물관리위원회 제5차 정기세미나의 발제는 국내 물환경관리의 4대 핵심 분야인 하수도(점오염원), 비점오염원, 수질오염총량관리제, 수생태를 아울러 수중생물과 미래세대와의 상생을 위한 물환경관리 방안을 제시하고 있다. 이중 수질오염총량관리는 '24년 물환경보전법 시행규칙 개정으로 '25년부터 한국환경공단의 본격적인 참여를 통해 그 기능을 강화하여 물환경 개선에 크게 기여할 수 있을 것으로 본다.

각 발표 주제별 의견을 아래와 같이 제시 하고자 한다.

□ (주제 1) 탄소중립 실현과 가치창출을 위한 하수도

○ 탄소중립 실현을 위한 하수도

2050년 탄소중립 목표 선언 이후, 명확한 탄소중립 방향성 제시와 추진력 확보를 위해 국가탄소중립·녹색성장 기본계획이 수립되었다. 이를 기초로 하수도 분야에서 탄소중립 실현을 위한 다양한 방안을 모색하고 있으며, 그 중 하수처리시설은 에너지 생산과 소비 감축 측면에서 중심 역할을 할 수 있는 잠재력을 가지고 있다. 아시다시피 하수처리시설은 넓은 부지를 보유한 에너지 다소비 시설이자 다양한 에너지원을 확보할 수 있는 잠재적인 에너지 생산시설이라 할 수 있다.

하지만 발표 내용과 같이 에너지 자립율은 20%에도 미치지 못하고 있는 실정이며, 이는 그간 태양광 중심 재생에너지 확대에 치중했고, 지자체에 대한 유인책 등이 부족했기 때문이라 생각된다.

이러한 점을 반영하여 최근에는 바이오가스 생산 확대와 제도 개선이 이뤄지고 있다. 바이오가스법에 따른 통합바이오가스 시설을 확대하고 타 지자체와 연계(광역)처리 시 국고 보조율 추가지원 정책을 검토하는 등 유인책이 마련되고 있으며, 하수도정비기본계획 내 하수처리시설의 탄소중립 및 에너지자립화 계획과 이행에 관한 사항을 의무적으로 제시토록 지침이 개정되었다.

하수도정비기본계획 수립지침 개정('24.3)
- (에너지자립화 계획) 에너지 다소비 시설인 하수처리시설에 녹색기술을 적용하여 에너지를 절감하고, 청정에너지를 생산하는 에너지자립화계획(목표 설정, 목표달성을 위한 시설계획) 수립

아울러, 에너지 사용량을 절감하기 위한 스마트 하수처리장 시범사업도 마무리 단계에 이르고 있다. 앞서 발표해 주신대로 하수처리장의 에너지 사용 대부분은(약 60%) 송풍기 전력이라 할수 있으며, 시범사업을 통해 실시간으로 변동하는 여러 운전 인자 등을 계측하여 송풍기를 효율적으로 제어하는 것으로 전력 사용량을 약 10% 절감할 수 있는 효과가 나온 것으로 알고 있다. 다만, 시범사업에서는 기계설비 개선 없이 운전방법만으로 사업이 국한되어 아쉬운 점이 있다고 할수 있다.

이처럼 에너지 생산 확대, 에너지 소비 절감 등 탄소중립을 위한 다양한 방안이 추진되고 있으며, 하수처리시설이 가진 잠재력을 지속적으로 찾아보고 발전시켜 나아가야 할 것이다.

○ 가치창출을 위한 하수도

두 번째로, 하수도의 가치가 바로 앞서 말씀드린 하수도의 잠재력과 같은 의미라 생각된다. 하수도의 가치를 과연 어떤 방안으로 창출할 것인가에 대해서는 그간 여러 의견이 있어 왔다. 발제에서는 도시공간 연계형 하수도와 물-에너지-식량 기반의 다가치 창출형으로 제시해주셨는데 도시공간 연계형 하수도의 경우 관련 법령이나 제도가 개선된다면 최근 많이 설치되고 있는 공원이나 체육시설 이외에 정말 다양한 주민친화, 주민편의시설 설치가 가능할 것으로 생각된다. 이는 하수도의 가치 창출 이외에 하수도에 대한 주민의 인식변화에도 큰 역할을 할 수 있을 것으로 보인다.

다가치 창출형 하수도는 환경적 여건이나 지역적 특성에 따라 맞춤형으로 적용이 가능할 것 같다. 도시지역의 경우 에너지를 생산하여 전력이나 난방을 공급하고, 농업중심 지역은 질소나 인을 회수하여 비료로 활용, 물 재이용을 통한 농업용수 활용 등이 좋은 예가 될 수 있다. 각 지역의 요구와 자연적 조건을 반영하면 시민 참여 플랫폼으로서 지역사회의 경제발전뿐만 아니라 물환경의 자연성 회복, 지속가능한 물순환 체계 구축이라는 물이 가진 본연의 가치도 더욱 빛날 수 있을 것으로 본다.

□ (주제 2) 국토환경용량기반의 범부처 비점오염원 관리

비점오염원관리 종합대책은 2017년 물환경보전법 개정에 따라 5년 단위의 법정 대책으로 지정되었고, '25년은 제3차 강우유출 비점오염원관리 종합대책의 마지막 해로 환경부는 제4차 종합대책 수립을 준비 중이다. 제4차 종합대책 수립 시 이번 발제의 국토 환경용량을 고려한 비점오염원의 관리를 충분히 반영할 필요가 있다고 생각된다.

국토 환경용량이라는 개념은 1930년대부터 생태, 인구, 관광, 환경계획 등에서 다양한

형태로 응용되고 있고, 자연환경의 보전가치에 따라 인간생활을 건전한 방향으로 이끌며 보호할 수 있는 범위로 정의되고 있다.

> 환경용량은 수용력과 한계용량으로 구분할 수 있는데 수용력은 어떠한 대상의 심각한 저하나 파손 없이 물리적 개발을 흡수할 수 있는 자연 또는 인공 시스템의 능력으로 정의되고 한계용량은 자연환경 생태계의 안정을 유지하는 것과 같은 절대적인 자연능력의 한계

환경용량을 확보하기 위해서는 지속가능한 개발이 가능한 LID(저영향개발기법), NbS(자연기반해법)을 선제적으로 활용할 필요가 있다고 하겠다.

○ **저영향개발기법(Low Impact Development) 확대를 통한 비점오염원 관리**

불투수면적률이 25%를 넘어설 경우 하천의 수로 안정성, 수질 및 생물학적 다양성에 악영향을 주며(KEI, 2003), 발표자료에서는 '30년까지 평균 불투수면적률은 감소하나 불투수면적률이 25% 이상인 소권역은 증가하는 것으로 제시되어 있음. 이에 불투수면과 수질관리를 위해서는 현행 제도를 활용하여 저영향개발기법을 적극 적용하는 방안을 검토해 볼 필요가 있다.

비점오염저감시설의 일종으로 적용되고 있는 저영향개발기법은 소규모의 시설로 비점오염물질의 저감을 통한 수질관리 효과뿐만 아니라 침투, 증발산 등으로 물순환을 촉진하는 효과가 있고, 지하수의 함양을 통한 하천 건천화 예방 등을 동시에 수행할 수 있다. 특히 저류, 침투 기능을 통해 직접유출을 감소시킬 수 있어 하수관망 개선 등과 같이 적용할 경우 최근 많이 발생하는 도시침수 등에도 효과적으로 대응할 수 있다. 최근 물순환 촉진법 시행과 더불어 이러한 저영향개발기법을 확대 보급한다면 유역의 불투수면적과 수질관리에 효과적으로 대응할 수 있다고 생각된다.

○ **자연기반해법(Nature-based Solution)을 활용한 비점오염원 관리**

제8차 세계물포럼(2018년)에서 UN은 통합물관리 차원에서 '자연기반해법'을 확대하는 것이 선진국이든 개도국이든 모두 가야할 길이라고 선언하며, 물관리 효율성, 물안보, 수질오염, 식량 안보와 인간의 건강성, 재난 물관리 등 전반에 걸쳐 자연기반해법을 적용할 수 있다고 정의하였다.

> NbS는「생태계를 보호, 지속가능하게 관리, 복원하여 기후변화, 식량, 물, 재해위험, 건강, 생물다양성 등 사회 문제를 효과적, 적응적으로 해결하고 동시에 인류복지와 생물다양성 혜택을 얻는 것」으로 최초 정의(Cohen-Shacham, 2016, IUCN)

또한, 국제사회의 탄소중립을 고려할 때 인공습지, 저류시설 등의 자연형 비점오염저감시설을 설치하는 것은 탄소배출량 저감과 흡수량을 증가시킬 수 있는 방안이 될 수 있으며, 나아가 수생태계 보전 및 가뭄, 홍수 등의 물문제 해결에도 큰 도움이 된다.

기업의 ESG 경영의 관점에서도 비점오염원 설치신고시 장치형 시설을 설치하는 것보다 자연형 비점오염저감시설을 설치함으로서 친환경 경영과 사회적 책임 등을 동시에 만족할 수 있는 방안이 될 수 있을 것이다.

□ (주제 3) 환경기초기설 건설 이후의 수질오염총량관리제 발전 방안

총량제 개선 방안으로 ▵오염원 조사를 시스템 기반으로, 더욱 신속하게 이행결과를 평가 ▵TOC를 비롯한 중금속, 병원균, 토사 등 맞춤형 총량제 시행 ▵유량을 고려한 목표수질 달성 평가(LDC) 기법 도입 등의 좋은 의견을 제시해 주셨다고 생각된다.

추가적 총량제 개선 의견으로 석포제련소와 같이 중금속 유출 등 지역별 물문제 해결을 위해서는 총량제에서 수질항목이나 대상지역을 다양화(BOD, TP→TOC, TN, 중금속 등)하거나 맞춤형으로 설정하고, 필요시 공공시설 뿐만 아니라 민간시설까지도 할당을 확대하고, 관리강화를 검토 할 필요가 있다고 생각한다.

또한, 총량제는 10년을 단위로 목표를 설정하고, 매년 이행결과를 평가하는데 상당히 많은 행정력과 시간 그리고 비용이 소요되고 있음. 이제부터는 수질TMS나 수질자동측정망, 유량자동측정망 등의 새로운 기술들을 적용한 자동측정장치와 시스템 기반의 실시간에 가까운 신속한 총량제도를 고민해야 한다.

이러한 과제들을 체계적으로 추진하기 위해서 다른 물관리 제도(국가물관리기본계획, 국가물환경관리기본계획, 국가하수도종합계획 등)처럼 총량제 역시 마스터 플랜 성격의 “국가단위의 중장기 총량계획”을 수립하도록 법제화하는 방안도 검토하여, 개선이 필요한 과제들을 체계적으로 반영하고 다듬어 갈 필요가 있다고 생각한다.

※ (참고) 총량제는 현재 총량 ‘기본방침(고시형태)’을 마련하여 제도를 운영중이나, 중장기 개선과제 등에 대한 체계적인 국가 계획을 마련하는 제도가 없음

□ (주제 4) 사람과 수중생물과의 상생을 위한 통합물관리 과제

「물관리기본법」의 물관리 기본원칙 중 “건전한 물순환”, “수생태계 보전”, “물의 배분”이 수생태 환경 보전과 관련이 큰 원칙이라 할 수 있다. 「물관리기본법」 제정 이전에도 하천법에 하천유지유량이 규정되어 “하천의 정상적인 기능 및 상태를 유지하기 위하여 필요한 최소한의 유량”을 고시토록 하였으며, 2017년에는 물환경보전법에 환경생태유량을 ”수생태계 건강성 유지를 위하여 필요한 최소한의 유량“으로 정의하고 하천 대표지점에 고시할 수 있도록 제도화하였다. 즉 물을 배분할 때 하천의 정상적인 기능과 수생태계 건강성 유지를 위한 유량, 물관리기본법 물관리 기본원칙을 고려한 수생태계를 위한 유량이 배분되어야 한다. 그러나 가뭄시에는 물의 배분 우선순위가 생공용수, 농업용수, 하천유지용수 순으로 조정되어 수생태계에 대한 고려는 미흡한 것이 현실이다.

이번 세미나의 대주제인 ”수중생물과 미래세대와의 상생을 위한 물환경관리“의 일환으로 가뭄시에도 수생태계 보전을 고려한 수량을 확보토록 물의 배분, 효율적 이용, 물의 재이용 확대를 제안한다. 즉, 물이 풍족한 평상시에도 댐 용수는 생활용수로 공급하고 공업용수, 농업용수는 물의 재이용을 통해 공급토록 물의 배분을 조정하면 댐 용수의 여유가 발생하고 하천유량이 증가하게 되어 수생태계 보전 기여와 가뭄시 댐 여유량 증가로 용수공급을 안정화할 수 있을 것으로 생각된다.

아울러 환경부에서도 제3차 국가물환경관리기본계획 기본구상에 종합물환경지표로 하천유지유량 달성률을 검토 중인 것을 고려하고, 국가물관리기본계획의 “물환경 관리 기준 및 관리체계 개선” 전략의 “수질-수생태-수량의 통합관리체계 마련 및 관리지표 평가 기반 확대” 추진과제에 맞추어 하천유역수자원관리계획의 하천환경자연도(물환경분야 관리지표)에 하천유지유량(또는 환경생태유량) 설정을 제안한다.

국가물관리기본계획
(1) 물환경의 적정성 및 지속가능성 제고
(전략 5) 물환경 관리 기준 및 관리체계 개선
□ 수질-수생태-수량의 통합관리체계 마련 및 관리지표 평가 기반 확대
◦ 이화학적요인(수질), 생물학적 요인(생물), 물리적 서식환경(서식지, 유량 등), 친수환경 등을 종합적으로 고려한 관리지표 마련

토·론·문

05

수중생물과 미래세대와의 상생을 위한 물환경관리

이 상 진 과장 (환경부 물환경정책과)

2024년 국가물관리위원회 제5차 정기세미나
말 못하는 수중생물과 미래세대를 위한 물환경관리 방향

토·론·문

06

수중생물과 미래세대와의 상생을 위한 물환경관리

조 영 준 물관리지원단장 (한국농어촌공사)

2024년 국가물관리위원회 제5차 정기세미나
말 못하는 수중생물과 미래세대를 위한 물환경관리 방향

토론문 06

토론문

조 영 준

한국농어촌공사 물관리지원단장

국가 수자원 이용에 있어서 농업용수의 비중이 50% 이상으로 가장 많은 양을 차지하고 있는 만큼 농업용수 수질에 대한 관심도 증대되고 있습니다. 특히 농촌유역에서 발생하는 비점오염과 농경지 배수의 오염부하는 하천수질에 영향을 미치는 요소입니다.

그러나 농식품부와 한국농어촌공사 등 농업용수 관련기관은 용수공급 관리기관으로서 수질관리 관점에서 볼때는 역할이 제한적일 수밖에 없습니다. 다만, 농업용저수지 둑높이기 사업을 통해 저수용량을 확보한 다수의 저수지에서 하천수량 확보 및 수질개선을 위한 환경용수를 공급하고 있으며, 보다 깨끗한 농업용수를 공급하기 위해 농업용저수지 수질개선사업을 시행하는 등의 한정된 범위에서의 수질개선 노력을 하고 있습니다.

금일 논의 주제 또한 탄소중립 관련 내용 일부와 오염부하량 및 비점오염원 관리 등을 주요 내용으로 삼고 있어 농업용수 공급관리와 밀접하게 연관되는 부분은 크지 않으나, 이와 관련된 농업용수 분야의 활동에 대해 몇 가지 말씀드리는 것으로 토론을 대신하고자 합니다.

우선 탄소중립과 관련해서는 기후변화대응·탄소중립 2050 계획을 수립하여 태양광발전 등을 통한 신재생에너지 생산, 히트펌프 보급 등 농어가 에너지절감시설 확대, 친환경에너지마을 조성 등을 추진하고 있으며, 중간물떼기, 논물 얕게 걸러대기, 바이오차 투입 지원 등을 포함하는 탄소중립프로그램을 관리하고 있습니다.

이 중 탄소중립프로그램은 논에서의 탄소발생을 줄임과 동시에 농업용수 사용량을 감축함으로서 하천으로 배출되는 농경지 오염부하량 감소에 기여할 것으로 기대되고 있습니다. 다만, 축산, 벼재배, 농경지토양 등 크게 3가지로 구별되는 농업분야 탄소배출원 중 절반 가량을 차지하는 축산배출량은 오염원관리 등 별도의 방법을 적용할 필요가 있습니다.

다음으로 수질개선 노력과 관련하여 대표적인 것은 농업용저수지 수질개선사업을 들 수 있습니다. 이 사업은 인공습지, 인공섬 등을 이용하여 상류에서 저수지로 유입되는 물의 수질을

개선하기 위한 사업으로 60여 개 저수지에서 완료 또는 시행 중입니다. 그러나 이러한 수질개선사업을 시행하여도 상류 유입수의 오염부하량이 많거나 일시적으로 증가하는 때에는 목표수질을 미달하는 경우도 발생합니다.

이러한 일을 방지하기 위해서는 상류 유역관리가 동반되어야 하는데 이는 지자체장의 역할이며, 시설(수면)관리자는 관여할 근거가 부족한 부분이 있습니다. 이에 공사에서는 지자체를 대상으로 상류유역 가축사육 제한구역 설정이나, 양식장 배출수 기준 조례제정 등을 건의하고 있으나 지역주민의 반대 등으로 추진여건은 어려운 실정입니다.

이상과 같이 시설관리자 입장에서는 농촌지역 수질관리에 어려움이 많으며, 이는 물관리 일원화 이전과 비교하여도 변화된 부분을 찾기 어려운 부분입니다. 시설관리자의 역할, 지자체의 역할, 환경부의 역할 등으로 세분화된 수질관리 체계에 대해 검토해야 할 필요성이 있다고 할 수 있습니다.

마지막으로, 최근 농업용수 사용량 등 수량관리에 관한 관심이 증대되는 만큼 농업용수 수질관리도 더 적극적으로 접근할 필요가 있다는 점을 말씀드리고 싶습니다. 이는 농업용수 관련시설이나 물이용에 관한 관리가 아닌 유역관리 차원에서 접근하여야 함을 의미하며, 농업용저수지 수질개선사업, 농업환경보전프로그램, 농업비점오염원 집중관리사업, 흙탕물저감사업, 경작지 복구 및 매수사업 등 농촌지역을 대상으로 시행되고 있는 기존의 사업들의 유기적 연계를 꾀해야 함을 의미합니다.

농촌지역은 오염부하의 발생범위가 넓고, 발생원과 배출원을 특정하기 어렵기 때문에 수계를 이루는 농촌공간을 대상으로 하는 관리대책을 수립하고 그 대책의 틀 안에서 관련부처 및 기관들의 역할을 정립하는 노력이 필요하다 하겠습니다.

MEMO

MEMO

MEMO

MEMO