CNI세미나 2022-099

금강유역 시·도연구원 연구성과 공유 및 협력방안 마련을 위한

물환경 전문가 워크숍

일 시 2022. 12. 14(수) 10:00~12:00

장 소 충남연구원 1층 회의실

충남연구원
ChungNam Institute

금강유역 시·도연구원 연구성과 공유 및 협력방안 마련

물환경 전문가 워크숍 개최계획(안)

1 개 요

❍ **목 적** : 금강유역 시·도연구원 연구성과 발표 및 논의를 통한 공동 협력방안 마련

❍ **일 시** : 2022년 12월 14일(수), 10:00~12:00

❍ **장 소** : 충남연구원 1층 회의실(충남 공주시 소재)

❍ **참 석 자** : 금강유역 시·도연구원 물환경 분야 발표자, 토론자, 주관기관 연구자 등

2 추진일정

시 간	내 용	비 고
10:00~10:10	개회 및 참석자 소개	사회자
10:10~10:25	세종시 도시하천 유역의 홍수대응기준 수립 연구	대전세종연구원 **송양호**
10:25~10:40	충북 수생태계 건강성 주요 구간 선정 및 관리방향	충북연구원 **김미경**
10:40~11:55	금강유역 통합물관리를 위한 생태계서비스 적용 방향	전북연구원 **천정윤**
11:55~11:10	금강수계 환경기초조사사업 5단계 기본계획 수립 연구	충남연구원 **김영일**
11:10~12:00	종합토론	토론자, 참석자
12:00~	폐회	사회자

3 참석자(발표, 토론)

구분	성 명	소 속	직위/직급
발표자	송양호	대전세종연구원 세종연구실	연구위원
	김미경	충북연구원 상생발전연구부	연구위원
	천정윤	전북연구원 지역개발연구부	연구위원
	김영일	충남연구원 물환경연구센터	연구위원
토론자 및 주관기관 연구자	이상진	충남연구원 공간환경연구실	수석연구위원(좌장)
	이재근	대전세종연구원 지속가능연구실	책임연구위원
	이윤희	대전세종연구원 세종연구실	책임연구위원
	배명순	충북연구원 상생발전연구부	수석연구위원
	김보국	전북연구원 지역개발연구부	선임연구위원
	장남정	전북연구원 지역개발연구부	선임연구위원
	유지민	충남연구원 물환경연구센터	연구원
	이지현	충남연구원 물환경연구센터	연구원

※ **위치** : 충청남도 공주시 연수원길 73-26(금흥동 101)

세종시 도시하천 유역의 홍수대응기준 수립 연구

대전세종연구원 송양호 연구위원

대전세종연구원
DAEJEON SEJONG RESEARCH INSTITUTE

세종시 도시하천 유역의 홍수대응기준 수립 연구

2022. 12. 14.

송 양 호
세종연구실/연구위원

PART

Ⅰ 연구의 배경 및 목적 • 04 page

Ⅱ 도시하천 홍수대응 정책 및 기술 동향 • 08 page

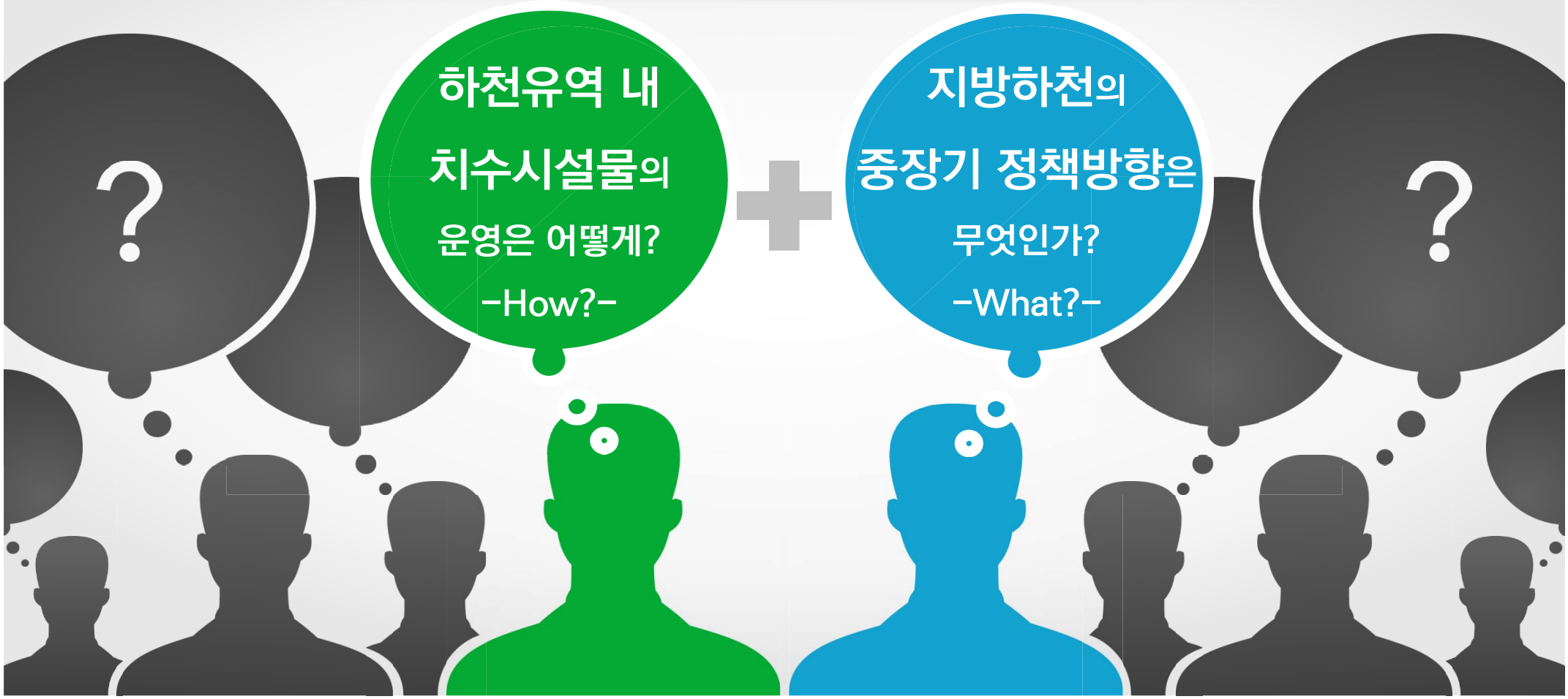
Ⅲ 세종시 조천유역 홍수대응기준 개선 • 18 page

Ⅳ 홍수대응계획 수립을 위한 미래전략 • 31 page

Ⅴ 종합 및 정책제언 • 39 page

들어가며

두 가지 핵심 질문



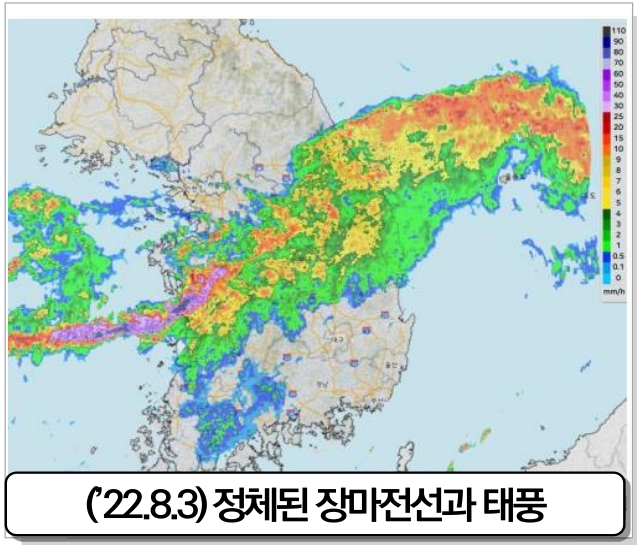
Ⅰ 연구의 배경 및 목적

- 과제 개요
- 연구배경 및 필요성

미래기후의 극단성, 강수량 증가에 따른 수재해 위험도 증가

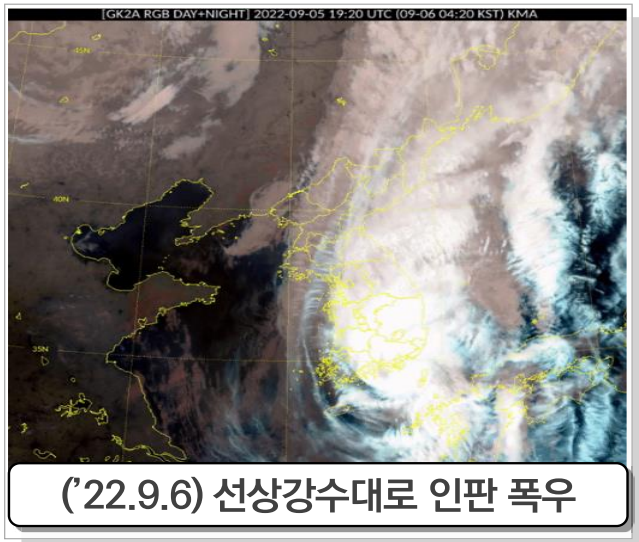
□ 기후변화로 장기간에 걸친 돌발성 이상강우 발생

- 장마전선과 국지성 돌발호우의 영향으로 장기적인 호우 발생
- 6~7월까지 가뭄, 7월부터 이어진 집중호우와 태풍의 영향으로 장기간 집중호우 발생
- 선상(線狀)강수대로 인하여 지속시간별 역대 최대 강우량 발생



('22.8.3) 정체된 장마전선과 태풍

('20.8.3) 태풍과 집중호우의 병합

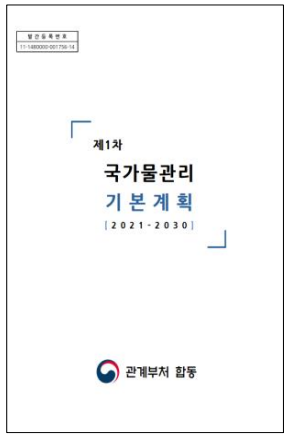


('22.9.6) 선상강수대로 인판 폭우

기후위기 시대, 홍수대응을 위한 새로운 재난관리전략 필요

□ 돌발홍수 등에 대응하기 위한 예경보 범위 확대 및 대응시간 확보 등 선제적 조치방안 수립 필요

- 홍수는 복합적 원인으로 발생함에 따라 예방이 어려울 뿐만 아니라,
- 피해규모나 복원역량이 지역·계층적으로 불균형해질 우려가 큼
- 국가(중앙정부, 지자체)가 홍수재난관리를 책임지며, 이해당사자의 재난관리에 참여 유도 필요
- 포용적 물 복지를 지향



■ 유역 단위 홍수관리체계 구축

- 이상호우와 도시개발 등으로 증가하는 홍수량을 유역 내에서 효과적으로 관리하기 위해 사회적 공감대 형성과 제도개선 검토 등을 통하여 홍수총량제(또는 분담제) 도입 추진
  - 유역물관리종합계획 및 하천유역수자원관리계획 수립 과정에서 유역별 홍수총량제 도입 방안을 강구
- 댐-하천, 본류-지류 합류부(소하천-지방하천, 지방-국가하천)에 대한 통합관리체계 구축
  * 국가하천 및 지방하천은 둘 이상의 시·군·구를 관통하여 흐를 경우, 「특정하천유역치수계획」으로 특별관리하고 있으며, 소하천-지방하천-국가하천 접합구간은 행안부의 「풍수해 생활권 종합정비사업」으로 추진 중

■ 홍수 특보지점 확대 및 예보 능력 강화

- 하천의 홍수특보지점을 대폭 확대(현재 66개 → 100개)하고, 홍수피해 우려가 높은 전국 지류하천 등을 대상으로 수위관측소 추가 설치
- AI 기반의 홍수예보기술 개발 및 홍수예보 플랫폼을 구축하고, 시범운영을 거쳐 본격 운영
- 홍수 예보관 제도 마련 및 홍수기 홍수통제소의 비상근무제 강화

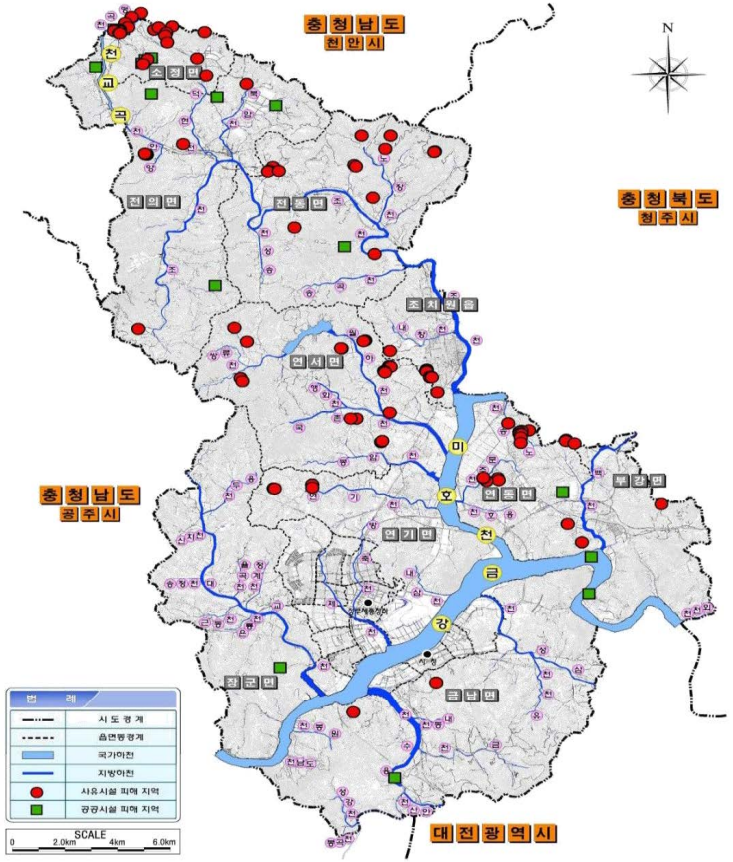
■ 강우레이더 확충 등을 통한 국지성 돌발홍수 예측력 제고

- 대형 레이더 저층의 관측공백 해소와 국지성 돌발홍수 예측성 향상을 위해 소형 강우레이더 확대 설치(2기→9기, ~'25년)
- 도심·돌발홍수 정보 제공을 위한 강우레이더 활용기술 개발, 시범운영 및 확대 적용

〈"국가물관리기본계획('21~'30) 내 하천분야 추진전략〉

세종시 홍수경보시스템 운영 현황과 집중호우 피해사례(2020)

〈세종시 홍수경보시스템 운영현황〉



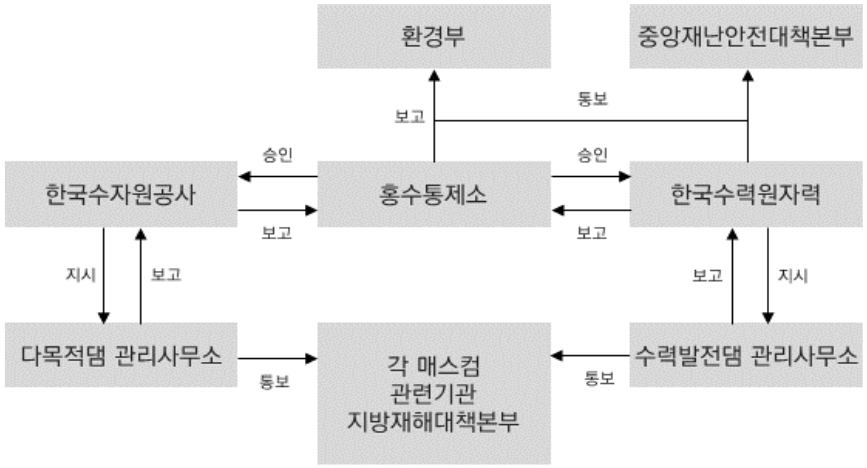
〈2020년 집중호우 및 태풍 마이삭, 하이선 피해현황〉

II 도시하천 홍수대응 정책 및 기술 동향

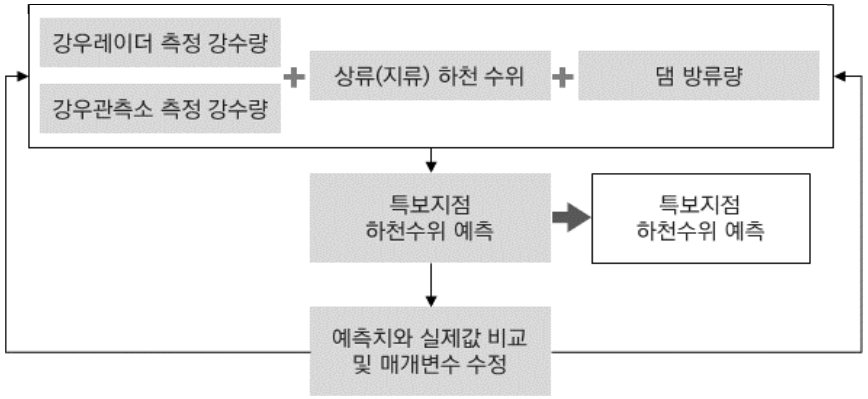
- 국가·지자체 단위 홍수예경보 검토
- 스마트 홍수대응 기술 동향

국내 홍수예보 체계 및 발령기준 검토

하천관리업무의 **환경부 일원화**에 따라 현재 물관리정책실의 수자원관리과가 담당,
4개의 **홍수통제소(한강, 낙동강, 영산강 및 금강)**가 관련 기관과의 협력을 통해 **홍수예보**를 수행



〈홍수예보 체계〉

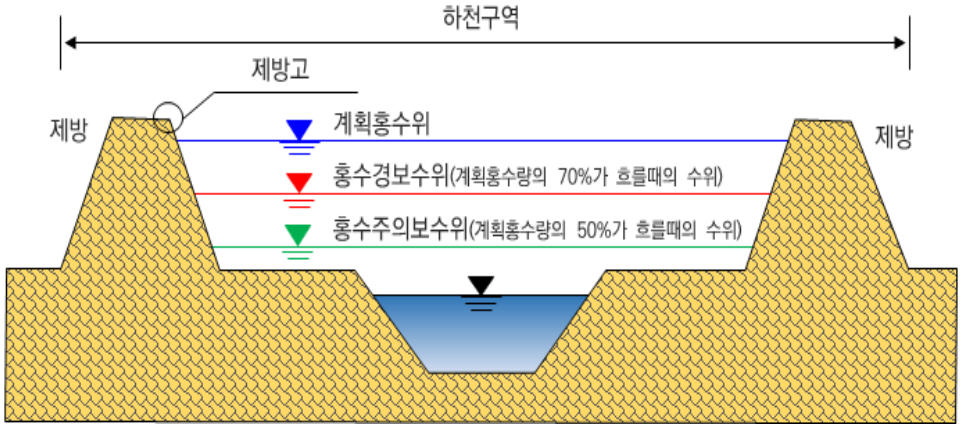


〈현행 홍수예보 기법〉

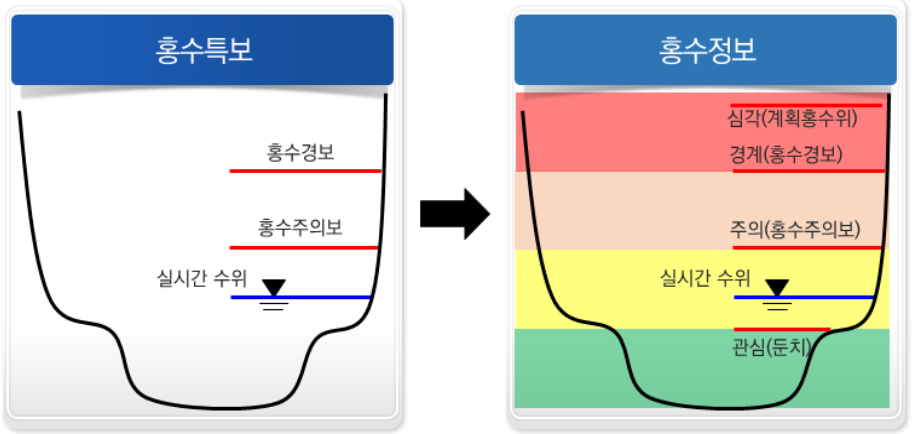
- 홍수예보의 절차는 **지역별 강수량계와 강우레이더 등을 통해 수집된 수문자료를 유·무선 통신을 바탕으로 수문자료를 각 지역의 홍수통제소로 취합, 홍수분석**을 실시
- 지점별 **예보(특보·정보)를 위한 정보를 지자체 등으로 전파**하는 형태로 이루어짐

국내 홍수예보 체계 및 발령기준 검토

홍수예보는 목적과 내용 그리고 수문(강수량·수위) 분석에 따라 **홍수특보와 홍수정보로 구분**됨,
대상지점에서 강우에 의하여 발생하는 **홍수의 수위, 유량, 발생시각, 지속시간 등을 미리 알리는 것**을 포함



〈홍수특보 기분수위 관계도〉



〈홍수특보와 홍수정보의 발령 기준〉

- [특보] 하천수위 상승 예측을 통해 범람위험 가능성을 사전에 제공하는 것을 가리킴, **국내에 2021년 4월 기준 총 66개소가 운영 중**, 세종시를 담당하는 **금강홍수통제소의 경우 14개소**를 담당
- [정보]하천별 둔치, 천변주차장 등 하천범람 전에도 침수피해가 발생 우려지역에 대한 침수정보를 실시간 하천수위를 바탕으로 제공하는 것을 가리키며, **홍수 정보지점은 전국 534개 지점**을 운영

국내 홍수예보의 한계점

홍수예보 절차에서 가장 중요한 사항은 **경보발령을 위한 정보수집 시설의 설치와 유지관리,**
홍수예보 시행의 정확성, 그리고 정보 전달에 대한 과정의 신속성임

〈홍수예보 절차〉

〈홍수예경보 프로세스에 따른 유관기관의 역할〉

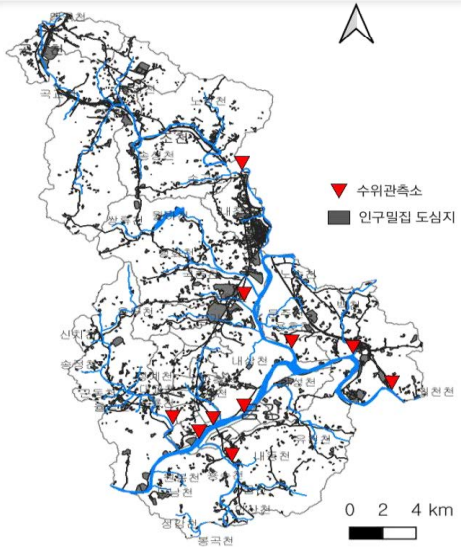
〈도시홍수 대책 수립 관련 법정계획〉

구분	행정안전부	국토교통부 → 환경부	환경부	환경부
법정 계획	자연재해저감 종합계획	하천기본계획	하수도정비기본계획	특정하천유역 치수계획
수립 근거	「자연재해대책법」 제 16조	「하천법」 제 25조	「하수도법」 제 5조	「수자원법」 제 20조
수립 목적	홍수 등 자연재해 종합대책 수립	하천 정비를 통한 외수침수 예방	우수배제를 통한 도시 내수침수 예방	도시침수 예방을 위한 종합대책 수립
수립 주체	시장, 군수	하천관리청 (국토교통부, 지자체)	특별시장, 광역시장, 시장, 군수	환경부 장관
수립 시기	10년 (5년마다 재검토)	10년 (5년마다 재검토)	20년 (5년마다 재검토)	-
수립 대상	하천, 하수관거, 우수저류시설 등	국가 및 지방하천	하수관거, 빗물펌프장, 우수저류시설 등	도시하천유역

- 우량·수위관측소에서 매 분단위로 생성되는 **기상·수문자료를 바탕으로 유출량을 산정**, 인근에 위치한 **댐 저수량을 고려**하여 주요 지점의 수위와 홍수발생 가능성을 검토(홍수예보를 **담당하는 실무자에 의한 경보 발령**이 이루어짐)
- 하천의 수위가 단계별 **기준수위 이상**이 예상될 때 **홍수예보 발표 상황을 유관기관에 전파**

국내 홍수예보의 한계점

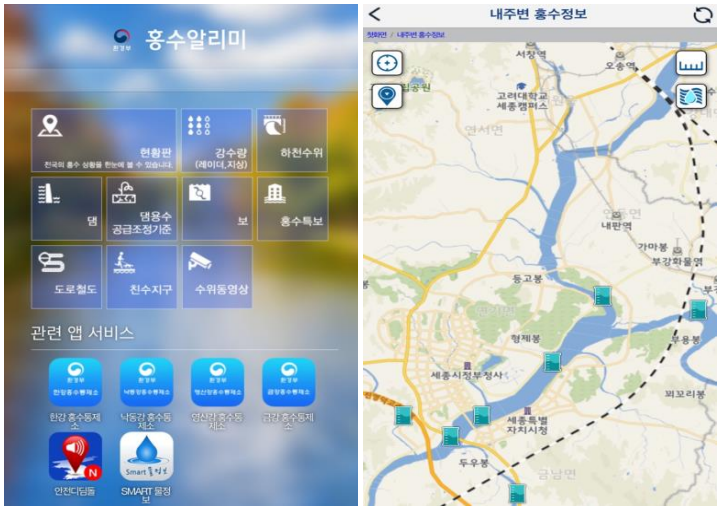
국가하천의 경우 **교량 중심의 수위표를 통해 홍수예보가 운영**되어 왔으나,
지류하천을 담당하는 **지자체의 홍수예보에 대한 연계 발령은 미흡**한 실정임



〈인구밀집 도심지역과 경보시스템 분포도〉

〈금강홍수통제소 관할 세종시 수위관측소〉

관측소명	주소	하천구분
금남교	세종시 연기면 세종리 금남교	국가
도암교	세종시 금남면 도암리 도암교	지방
미호교	세종시 연동면 예양리 미호교	국가
상조천교	세종시 조치원읍 신안리 상조천교	지방
월산교	세종시 연기면 세종리 23-3	국가
햇무리교	세종시 연기면 세종리 햇무리교	국가
노호리	세종시 부강면 노호리 423	국가
명학리	세종시 연동면 명학리 963	국가
산봉교	세종시 장군면 봉안리 산봉교	지방
세종보하	세종시 연기면 세종리 학나래교	국가
월암교	세종시 연서면 봉암리 월암교	지방

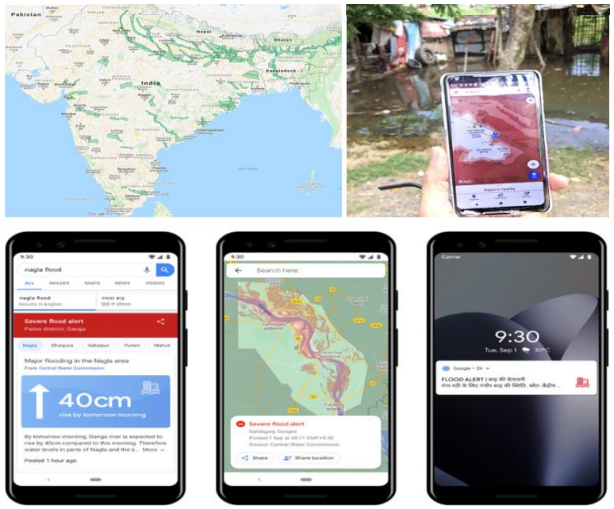


〈'홍수알리미' 앱을 통한 세종시 정보 제공 현황〉

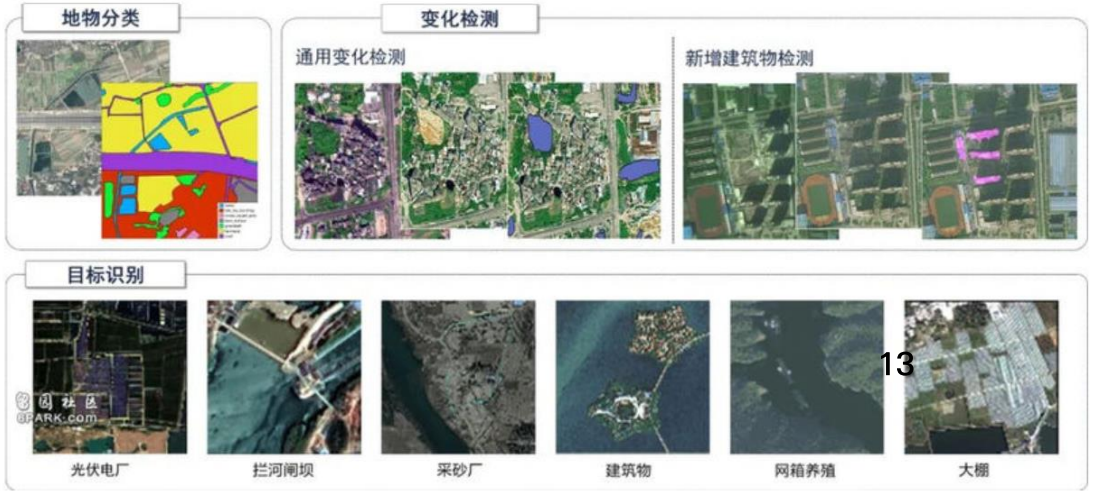
- **[한계점]** 국가하천을 중심으로 운영, **중·소하천을 기준으로 한 홍수예보**는 여전히 **부족**(교량 중심의 수위표를 통해 홍수예보가 운영, 지자체 연계 발령 미흡)
- 홍수경보 발령지점을 지방하천의 확대 및 중상류 지점으로 확장하려는 노력이 지속적으로 이루어지고 있으나, 수리·수문학적 수치모형을 바탕으로 예측하기 위한 **예측기법의 부정확성**과 **전문인력 확보의 어려움**이 존재함

인공지능 홍수예보 기술 및 정책 동향

[국외] **맵과 피드 기능**을 통해 인근 하천의 수위 예측, 홍수범람 위험지역에 대한 침수심, 비상 연락처 제공과 함께 경고 메시지 기능을 제공



〈Google AI 알고리즘에 따른 홍수경보〉



〈알리바바 원격 감지 AI 기술의 하천 상황을 검측 결과〉

- [핵심] **하천 주변 주택지의 대피계획**을 수립할 수 있도록 **홍수예측 정보**를 제공
- 원격 감지 영상을 바탕으로 하천·경작지·주택·댐 등에 대한 신속한 재해 발생 가능성을 평가함과 동시에 해당 지역에 거주하는 시민들의 **대피 계획을 수립하는데 많은 노력**을 기울이고 있음

인공지능 홍수예보 기술 및 정책 동향

[국내] **시나리오 기반의 홍수예측**을 위해 IoT 기반의 멀티통신을 이용하여 수위계·우량계·경보계 등이 포함된 일체형 홍수 자동 예·경보 장치를 개발·보급

〈AI기반 일체형 홍수 자동 예·경보 장치경보〉

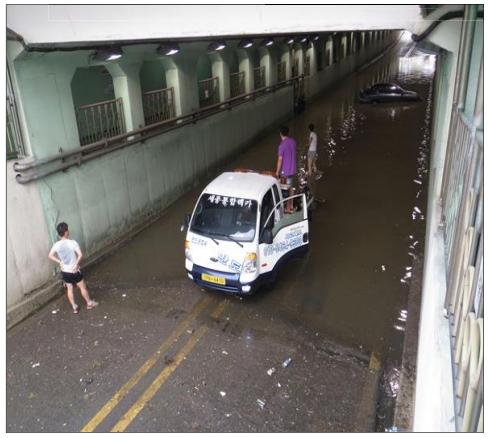
〈수재해 피해 저감을 위한 전파강수계 및 측정 시스템〉

- [핵심] **'인공지능(AI) 홍수예보 조기경보체계 구축'**을 통해 홍수예보 **인프라 확충을 통한 재해 취약지역의 문제를 해소**하고자 노력
- 센서기반의 관측데이터는 다양한 멀티통신을 이용하여 AI기반의 홍수예측 알고리즘을 RTU에 탑재하여 **현장에서 실시간으로 수집되는 강우 및 수위정보를 기반**으로 **홍수예측 분석**을 수행하고 **자동으로 홍수 예·경보를 발령**하는 기능을 탑재

스마트 홍수대응 기술 동향 ③

홍수예보의 공간적 확대? 지자체 홍수피해경감을 위한 방재업무 지원?

홍수에 취약한 **지류·지방하천을 중심으로 홍수정보 수집센서를 확충**하고 빅데이터·AI 등을 적용하여 **홍수예보 자동화** 추진(* 전국 주요 하천지점 218개소에 대해 홍수특보(주의보·경보 등) 추진)



〈조치원일대 피해사례〉

〈일본의 시정촌 단위 치수대책〉

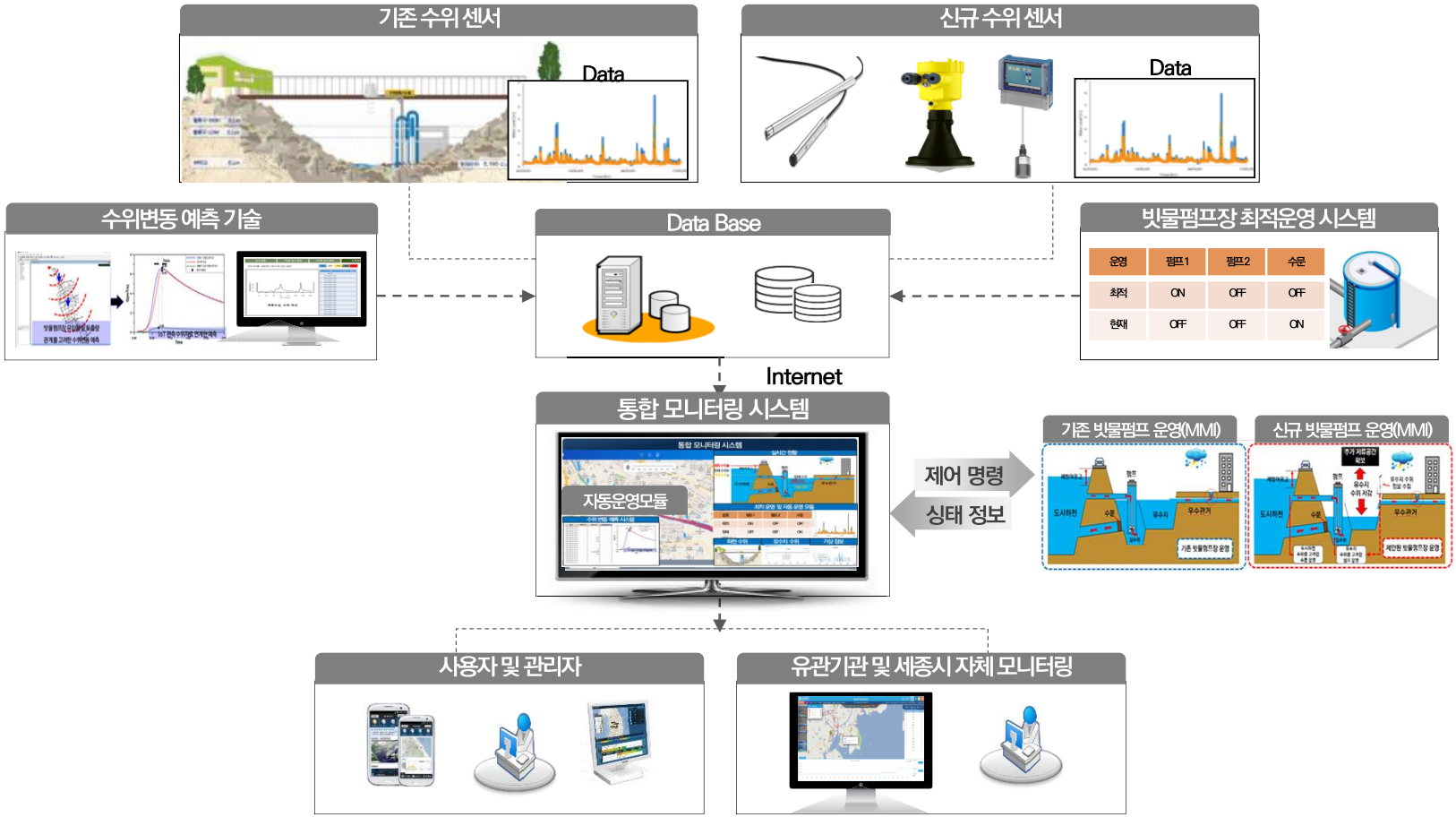
- 국가하천의 경우 교량 중심의 수위표를 통해 홍수예보가 운영, 지류하천을 담당하는 지자체의 홍수예보에 대한 연계 발령은 미흡
- 하천의 **수위-유량 형성조건보다 더 빠르게 나타나면서 짧은 도달시간**을 갖는 특성을 지니며, 하천수위 변화에 대한 신속한 관측을 바탕으로 예측기법의 고도화 필요
- 일부 지자체에 대한 **특정구간을 중심으로 시도·도입**되고 있으며, 지역적 확산을 위해서는 많은 노력이 필요함

IoT 기술 기반의 스마트 배수펌프장 구축의 필요성

	As is	To be
치수능력 증대	▪급격한 도시화와 기후변호로 인한 침수피해 증가로 구조적 대책만을 통한 홍수방어	▪실시간 수문자료의 해석 및 반영을 통한 비구조적인 대응 방안을 통해 내배수시설의 효율적인 펌프/수문 운영
자동운영 시스템 개발	▪지류하천의 수문 및 상류 관거의 계측자료와의 연계 미흡	▪지류하천의 수문 및 상류 관거의 계측자료와의 연계를 통한 효과적인 자동운영 시스템 개발
융복합 체계 구축	▪유량, 수위 계측 등의 정보의 단순 확인	▪센싱 네트워크 구축에 따른 수문변동 상황의 수집을 통한 데이터 관리 및 분석 진행
의사결정	▪우수관거, 유수지, 펌프장 등의 단순 룰에 의한 개별 수동 운영	▪다중 수문관측센서를 통한 통합 운영방안 마련으로 공공의 목적에 부합하는 의사결정 지원 기술 개발
홍수 예경보	▪수위 정보를 통한 홍수통제소의 일괄 전파	▪IoT를 이용한 홍수예경보를 활용하여 시민생활에서 쉽게 활용될 수 있는 생활밀착형 홍수정보 공유 가능

〈배수펌프장 자동운영관리시스템의 구축 방향〉

IoT 기술 기반의 스마트 배수펌프장 구축의 필요성

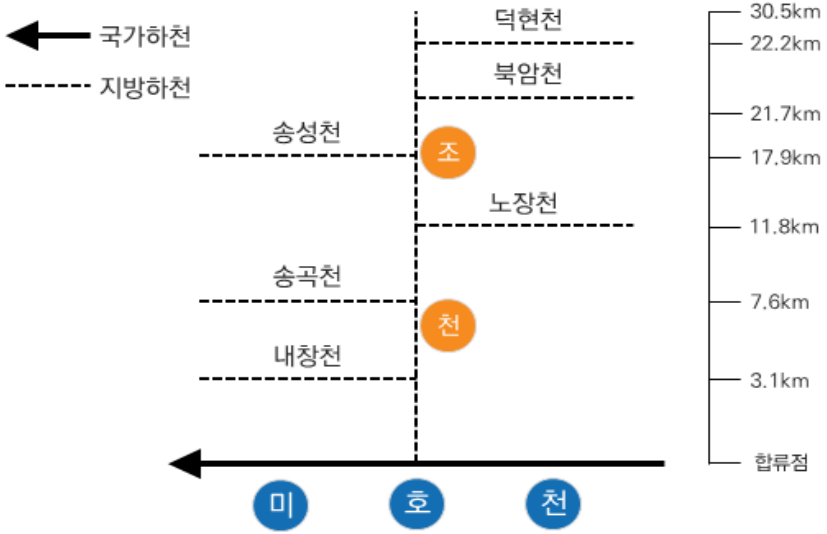


〈배수펌프장 자동운영관리시스템의 실증 계획(안)〉

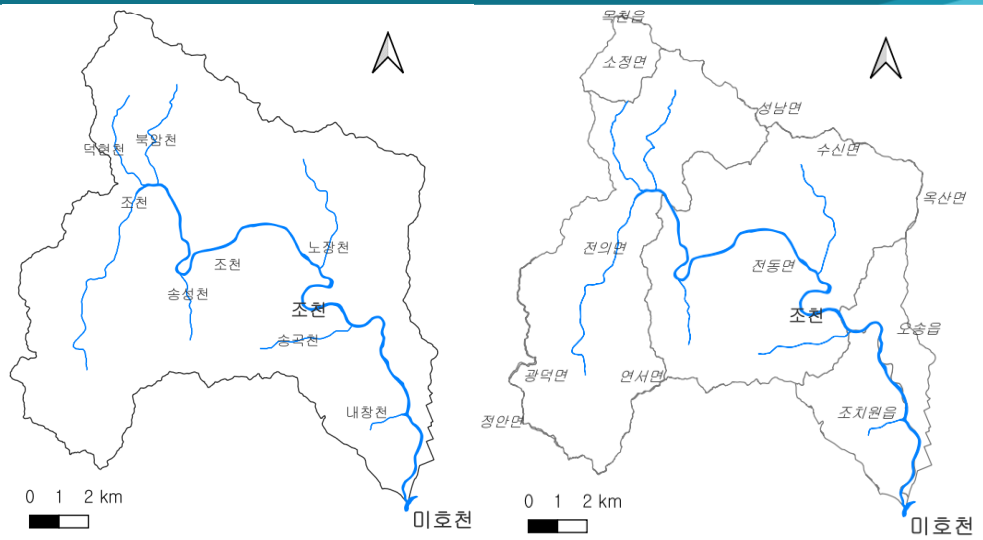
Ⅲ 세종시 조천유역 홍수대응기준 개선

- 조천유역의 일반현황
- 홍수위험 검토를 통한 대응기준 수립

조천유역의 특성



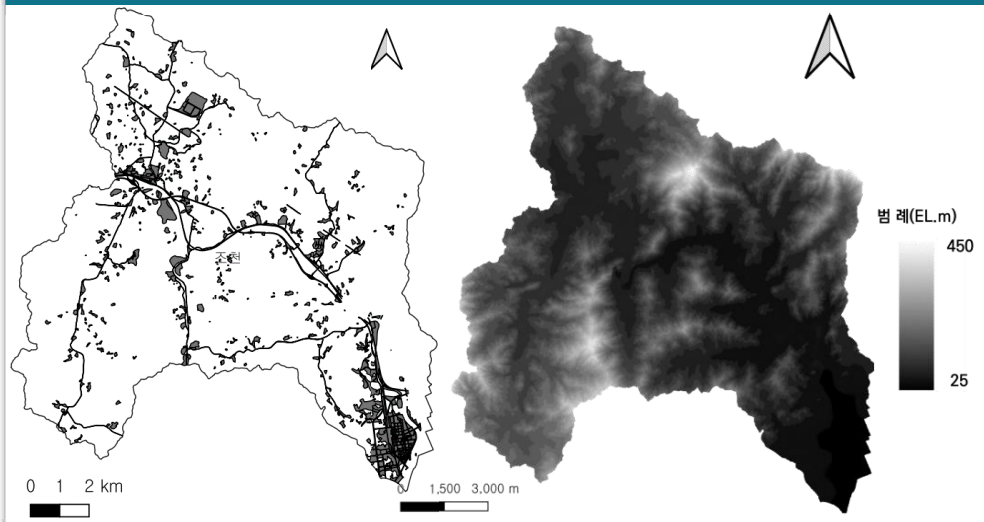
〈조천유역 수계모식도〉



〈조천유역 하천망도(좌) 및 행정구역 경계(우)〉

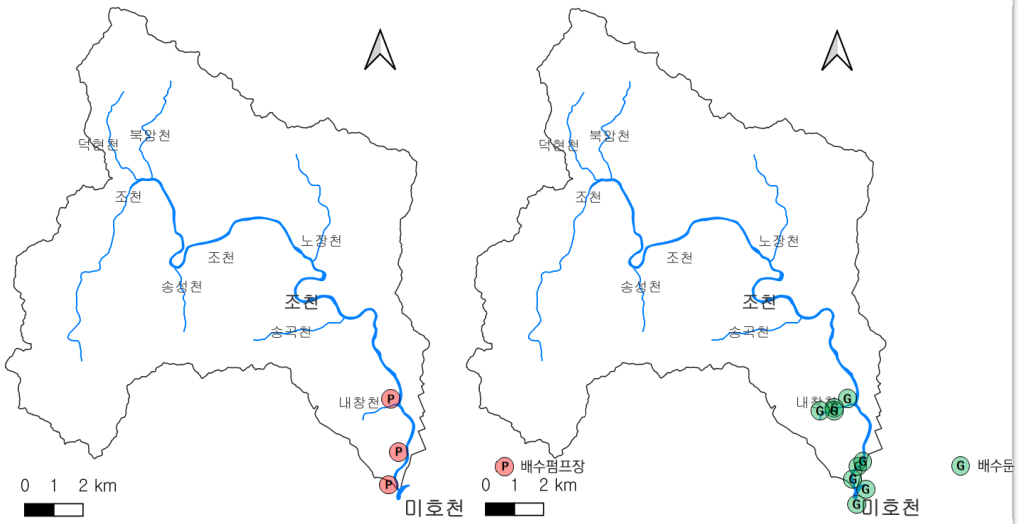
- 세종시 조치원읍 일대의 경우 지방하천인 조천이 위치하고 있으며, **조천에는 6개의 지방하천이 유입**되고 있음
- 조천은 국가하천 미호천의 우안으로 합류하는 금강의 2지류로, 미호천이 금강에 합류하는 지점으로부터 약 8.6km 상류에 위치함
- 지류로는 **덕현천, 북암천, 송성천, 노장천, 송곡천** 및 **내창천**이 있으며,
- 조천유역은 2개읍과 3개면을 포함, 이 중 **오송읍은 충청북도 청주시 행정구역**에 속하며, **조치원읍·소정면·전의면 및 전동면은 세종시**의 행정구역에 속함
- 태풍과 집중호우시 오봉산 등에서 급속히 유입되는 우수로 인하여 구배가 낮게 형성된 시가지 관로 내에서의 지체현상 발생 문제와 함께 방류수역인 **하천 외수위 상승에 따른 수재해 위험도**가 매우 높은 지형적 특성을 지님

조천유역의 특성



〈조천유역 도시화지역 분포도(좌) 및 표고분포도(우)〉

- 내창천유역의 경우 전체면적의 약 17%가 도시화가 진행된 것으로 나타났으며, 조치원읍의 경우 약 32%가 도시 및 주거지역으로 나타나 불투수면적에 대한 관리가 필요한 것으로 나타났음
- 전반적으로 표고가 낮은 평탄지에 위치한 조치원읍 지역은 단기간에 집중되는 호우 발생에 따른 돌발홍수의 발생 위험이 높은 편이며, 하천재해 및 내수재해 위험성이 높을 위험지역으로 분류

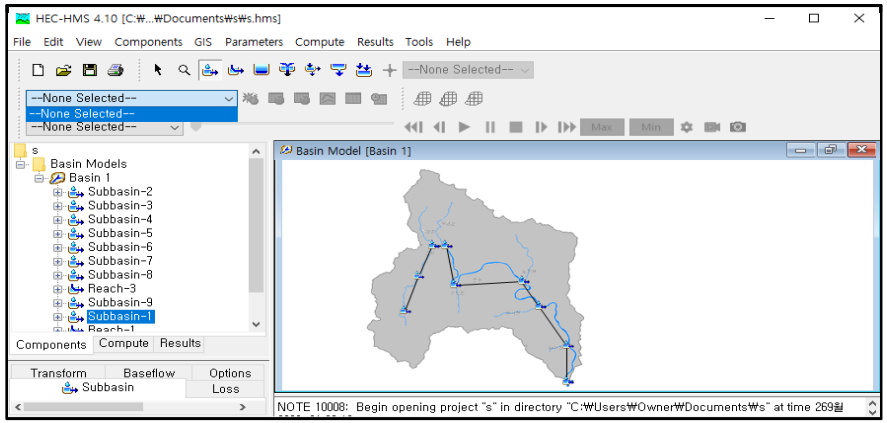


〈조천유역 내 배수펌프장 위치도(좌) 및 배수문 위치도(우)〉

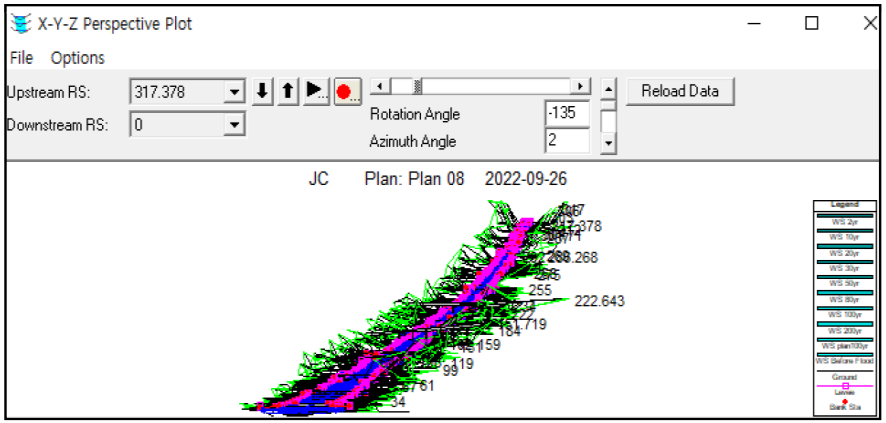
- 조천유역에는 번암, 남리 및 서창 배수펌프장 3개소가 설치되어 있으며, 이들 배수펌프장 중 남리펌프장을 제외한 두 개의 펌프장은 세종시 방재성능목표(30년 빈도)에 대해 만족하지 못하는 것으로 확인
- 조천유역 내 배수문은 조치원읍 내에 10개소가 있는 것으로 조사됨
- 10개소의 배수문 중 5개소(신안, 죽림1, 죽림2, 죽림3 및 번암2)는 조천에,, 나머지 5개소(서창2, 서창3, 침산1, 침산2 및 침산3)는 내창천에 위치함

조천유역의 해석모형 구축

「미호천 하류권역 하천기본계획 보고서(2019)」에 수록된 매개변수 기반의 홍수량-홍수위 해석모형 구축,
유역 특성을 반영한 유출량을 산정하기 위해서는 다양한 수문학적 매개변수를 적용, **검·보정**이 매우 중요



〈조천유역 홍수량 분석모델 구축〉



〈조천 홍수위 분석모델 구축〉

- 자연재해저감종합계획은 다양한 자연재해를 대상으로 하므로 **재해 유형별로 서로 다른 공학적 기법**을 적용
- 실무에서는 **HEC-RAS, HEC-HMS(하천재해)**, XP-SWMM(내수재해), RUSLE(토사재해) 모형을 활용

- 홍수위 산정에는 미국육군공병단의 **HEC-RAS 모형**이 가장 널리 사용
- 미호천 하류권역 지방하천의 계산홍수위는 **표준축차법에 기초**하여 배수위를 계산하는 HEC-RAS 프로그램을 이용해 부등류 흐름으로 계산
- 하천 흐름 특성에 따라 상류 및 사류로 구분하여 계산

제방여유고 분석에 따른 월류위험구간 검토

조천유역에 대한 하천정비 현황을 조사한 결과, 전반적으로 **제방의 보강이 필요한 구간이 다수 존재**,
덕현천·노장천·송곡천의 경우 기존 하천 구간 대비 **약 50% 내외로 제방의 신설**이 필요한 것으로 나타났음

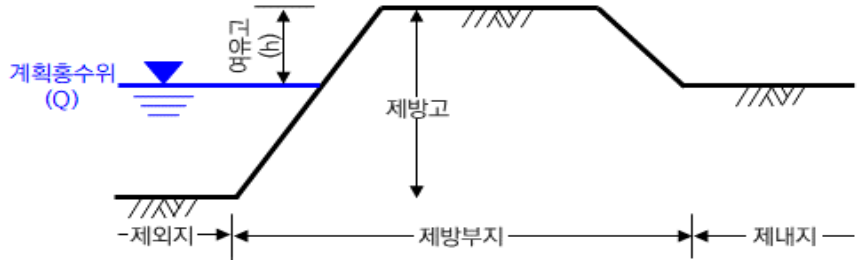
〈조천유역 제방시설물 현황〉

하천명	제방연장 (km)	제방정비 완료구간		제방보강 필요구간		제방신설 필요구간	
		(km)	(%)	(km)	(%)	(km)	(%)
조천	60.87	42.49	69.80	9.43	15.49	8.95	14.70
덕현천	6.50	3.37	51.85	0.46	7.08	2.67	41.08
북암천	8.64	3.97	45.95	1.35	15.63	3.32	38.43
송성천	3.54	1.97	55.65	0.21	5.93	1.36	38.42
노장천	5.47	1.88	34.37	0.78	14.26	2.81	51.37
송곡천	8.34	1.88	22.54	1.93	23.14	4.53	54.32
내창천	6.35	0.35	5.51	6.00	94.49	-	-

〈계획홍수량에 따른 여유고 기준〉

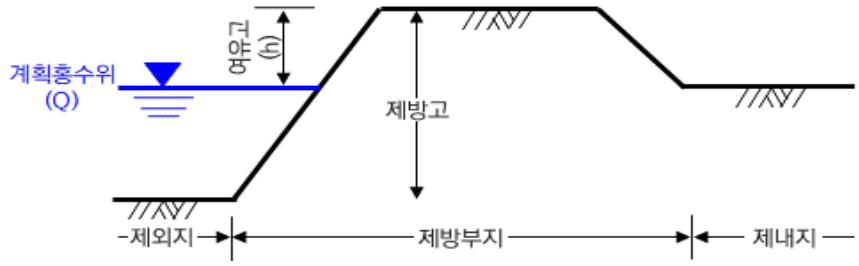
계획홍수량(CMS)	여유고(m)
200 미만	0.6 이상
200 이상 ~ 500 미만	0.8 이상
500 이상 ~ 2,000 미만	1.0 이상
2,000 이상 ~ 5,000 미만	1.2 이상
5,000 이상 ~ 10,000 미만	1.5 이상
10,000 이상	2.0 이상

Q 〉 500 m^3/s 일 때, h=1.0m 이상



〈계획홍수량이 200 CMS 미만일 경우 〉

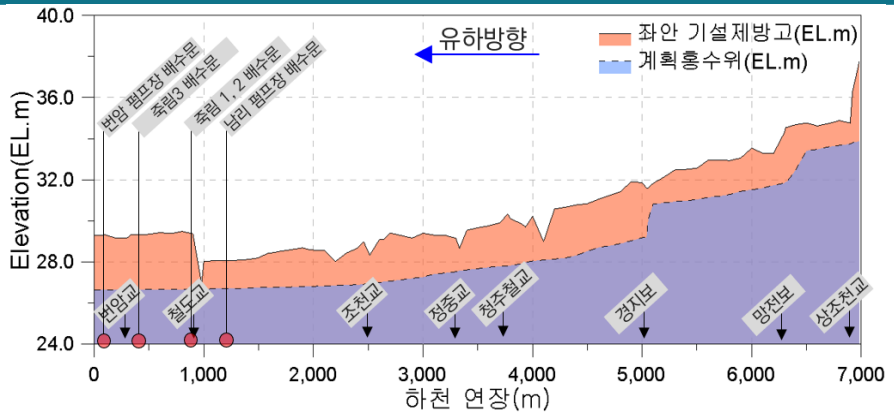
Q 〈 200 m^3/s 일 때, h=0.6m 이상



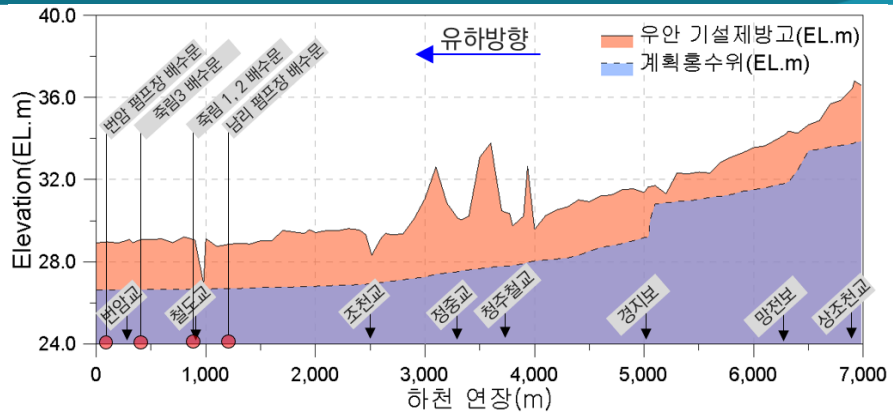
〈계획홍수량이 500 CMS 이상일 경우 〉

홍수위험 검토를 통한 대응기준 수립 ②

제방여유고 분석에 따른 월류위험구간 검토

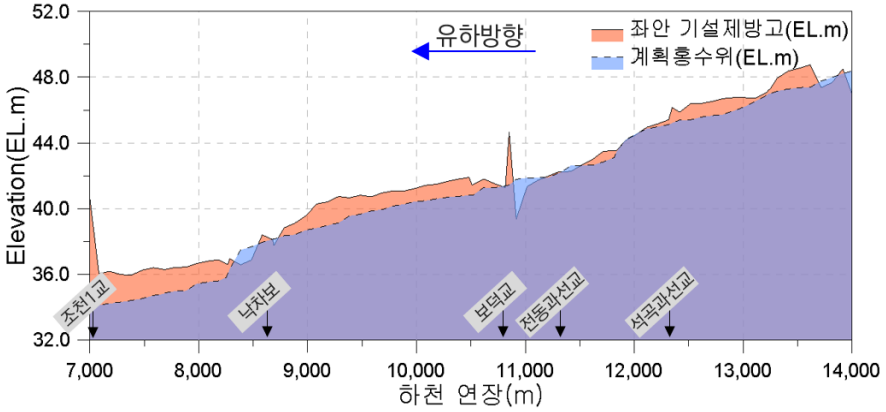


(좌안)

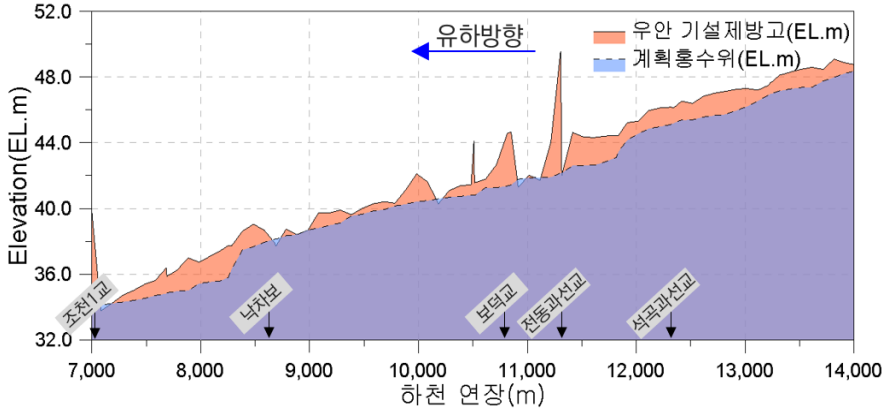


(우안)

〈조천유역 제방여유고 분석 결과(미호천 합류점~7,000m 구간)〉



(좌안)

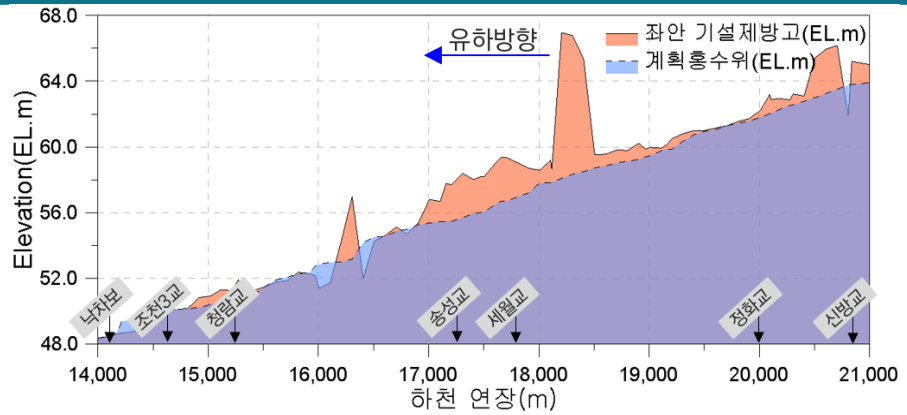


(우안)

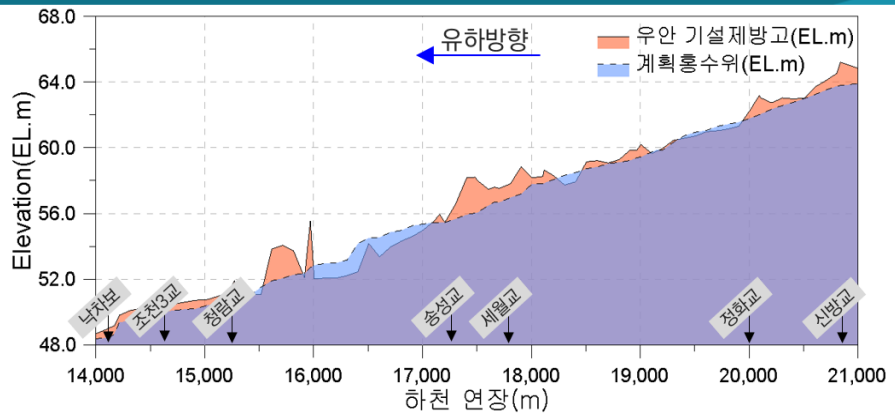
〈조천유역 제방여유고 분석 결과(7,000~14,000m 구간)〉

홍수위험 검토를 통한 대응기준 수립 ③

제방여유고 분석에 따른 월류위험구간 검토

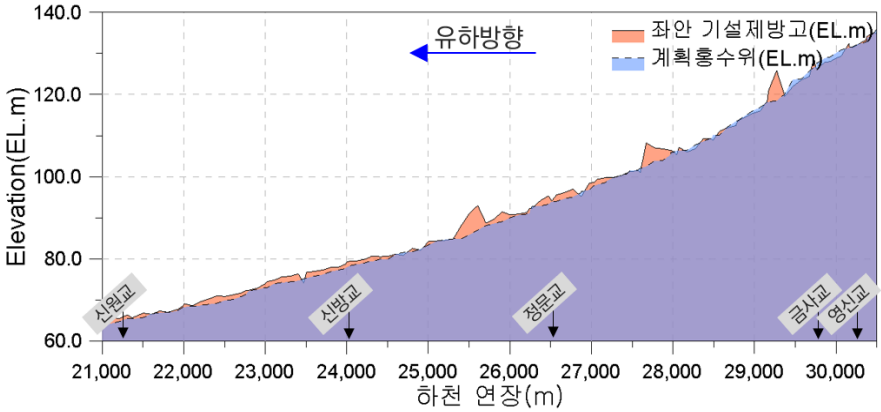


(좌안)

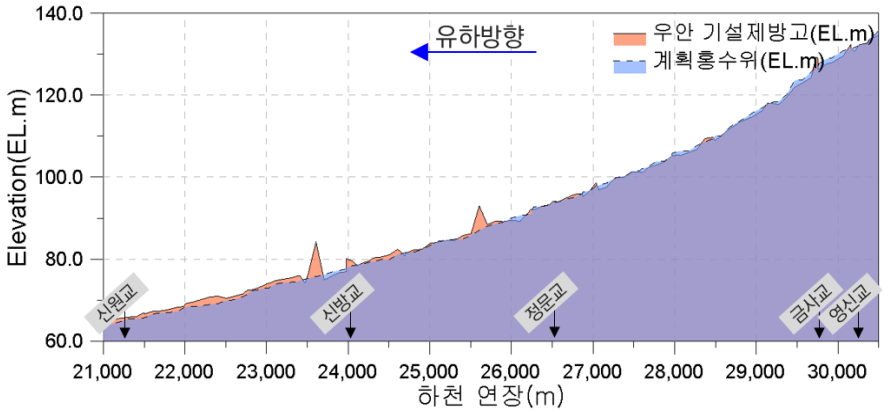


(우안)

〈조천유역 제방여유고 분석 결과(14,000~21,000m 구간)〉



(좌안)



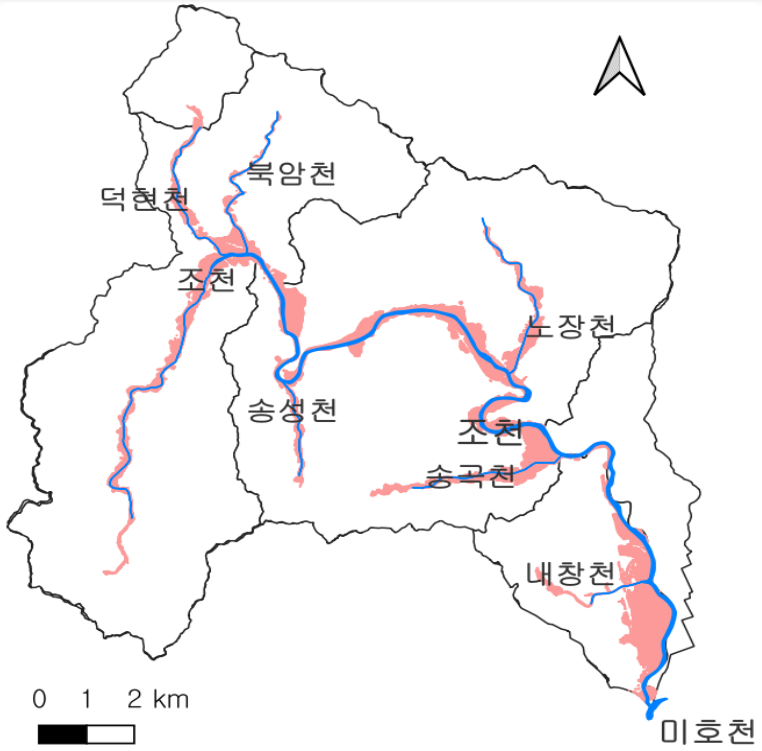
(우안)

〈조천유역 제방여유고 분석 결과(21,000~30,400m 구간)〉

홍수위험 검토를 통한 대응기준 수립 ④

제방여유고 분석에 따른 월류위험구간 검토

홍수위험지도 작성이 중요한 이유는 **지역민 대피경로의 수립**이 되어야 하기 때문,
미국의 경우 100년 빈도를 기준으로 하여 홍수범람구역을 설정, 대피경로를 구축 후 시민들에게 제공

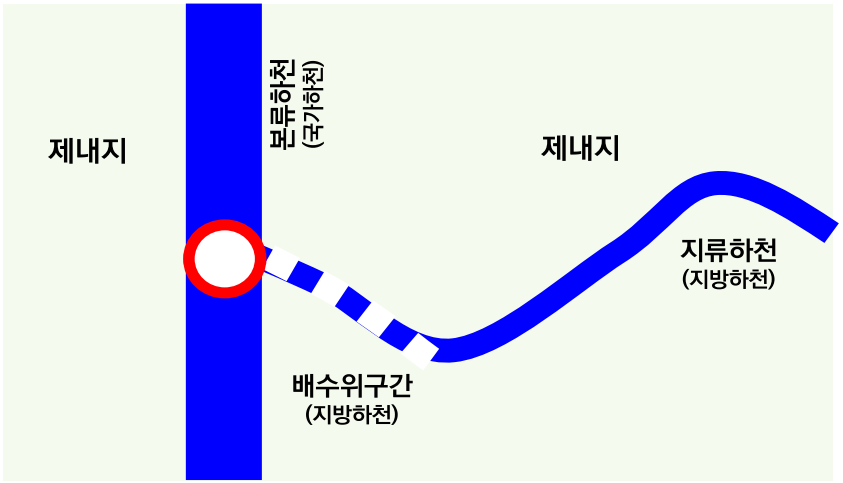


〈조천유역 하천범람지도(100년 빈도)〉

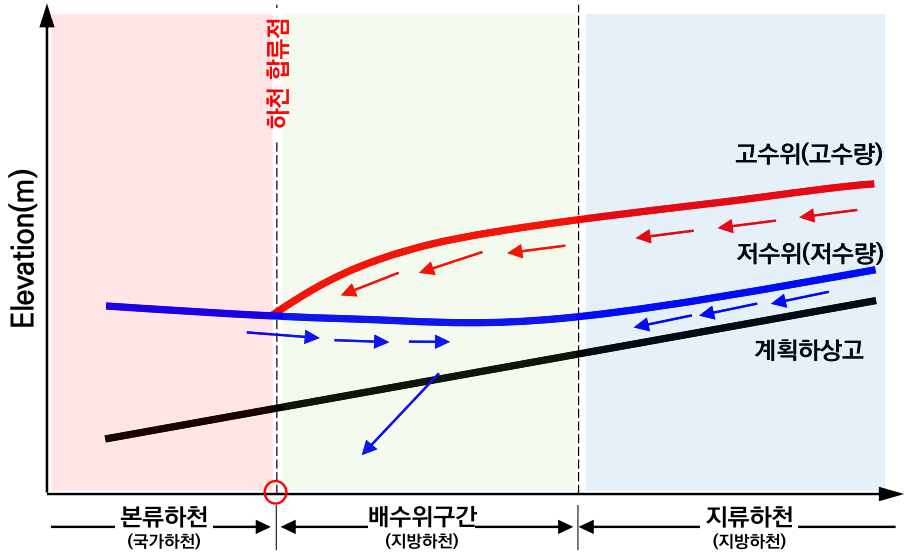
- 홍수위험지도는 최악의 홍수상황을 사전에 대비하고 **인명 및 재산피해를 최소화하기 위한 자료구축의 일환**임
- 지역단위 재해지도 제작, 홍수 관련 보험의 기초자료를 제공 및 수해방지대책 수립 등에 활용 등 **홍수 대비를 위한 근거자료**에 해당함
- 홍수위험지도의 **제방붕괴 등의 홍수 예상 시나리오는 실제 하천제방의 안정성과 무관**하며, **구조물적 대책이 실패한다는 최악의 경우를 가정**한 것으로서 홍수 시 가상의 최대 범람 범위를 산정하기 위한 목적을 지님
- 재해지도를 통해 지속적인 **하천인근의 범람위험을 파악하고 있으며, EAP 수립 등의 비상대피계획을 수립이 필요**함

배수문 지점별 개폐기준 적용 및 검토

상류단 경계조건으로는 HEC-HMS 모형으로 얻어진 설계강우에 따른 첨두홍수량을 입력,
하류단 경계조건으로는 배수위 조건에 따른 기점수위를 입력하여 하도 수리분석을 실시



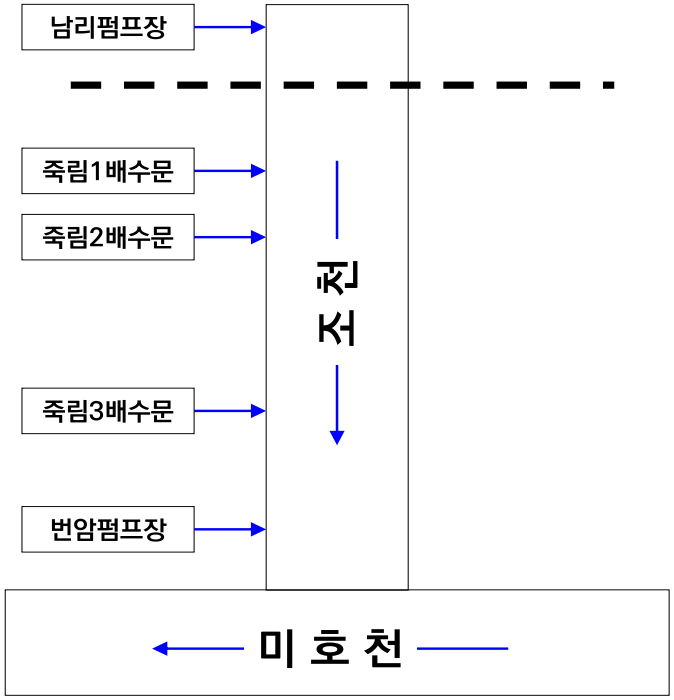
〈하천 합류에 따른 배수위구간 모식도〉



〈하천 합류에 따른 수위상승 변화 모식도〉

배수문 지점별 개폐기준 적용 및 검토

조천의 **홍수위는 표준축차법**에 기초하여 **미호천의 배수위**를 고려,
부등류 흐름의 계산을 통해 빈도별 홍수위를 산정하였음



〈조천 유역 하류 일대 모식도〉

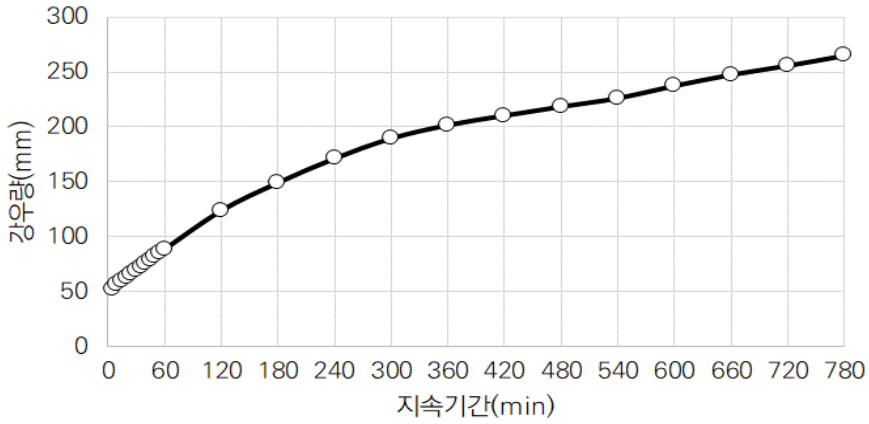
〈조천 유역 하류 일대 측점정보〉

하천 단면번호	측점거리(m)	누가거리(m)	구분
0	-	-	합류점
1	100	100	1) 번암 펌프장 배수문단면
2	100	200	-
3	100	300	-
3.271	27.1	327.1	-
3.331	6	333.1	-
4	66.9	400	2) 죽림3 배수문 단면
5	100	500	-
6	100	600	-
7	100	700	-
8	100	800	-
9	100	900	3, 4) 죽림1,2 배수문단면
9.669	66.9	966.9	철도교 하단
9.789	12	978.9	철도교 상단
10	21.1	1000	-
11	100	1100	-
12	100	1200	5) 남리 펌프장 단면

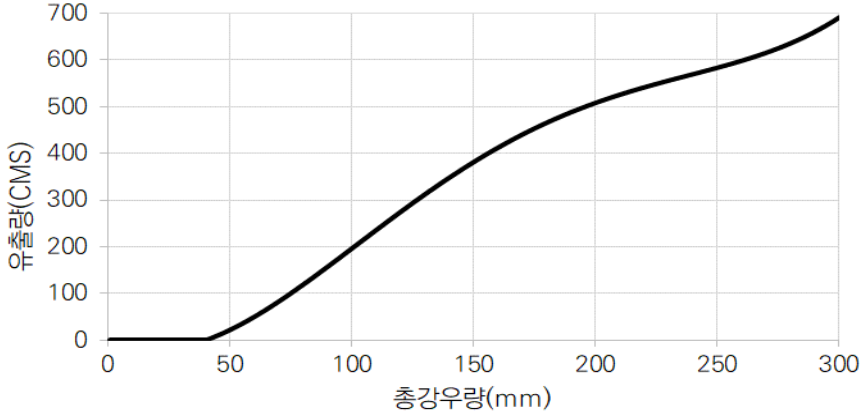
홍수위험 검토를 통한 대응기준 수립 ⑦

배수문 지점별 개폐기준 적용 및 검토

강우량과 유출량에 대한 분석을 위해 4차 다항식을 활용한 **총강우(Total Rainfall)-유출량(Q)곡선을 도출**



〈지속시간-강우량 관계곡선(100년 빈도)〉

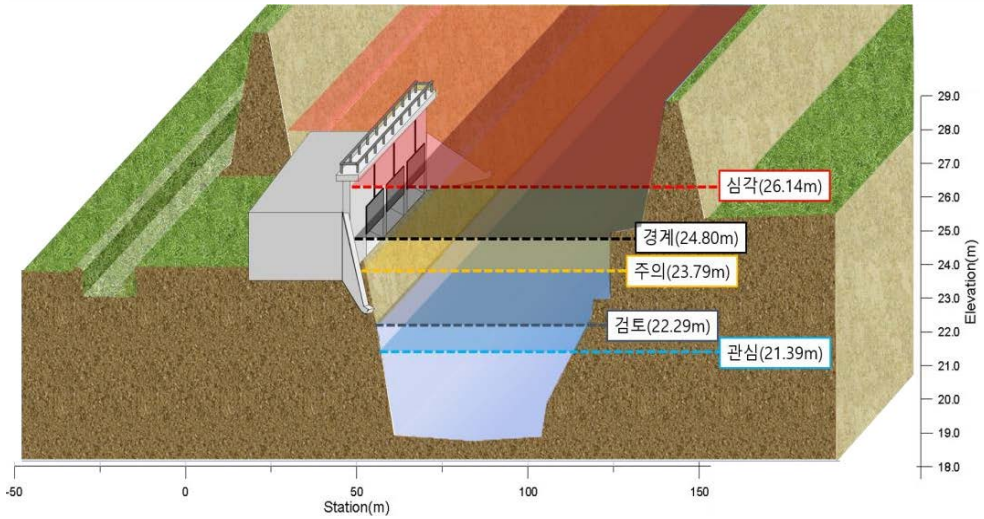


〈강우량-유출량 관계곡선(100년 빈도)〉

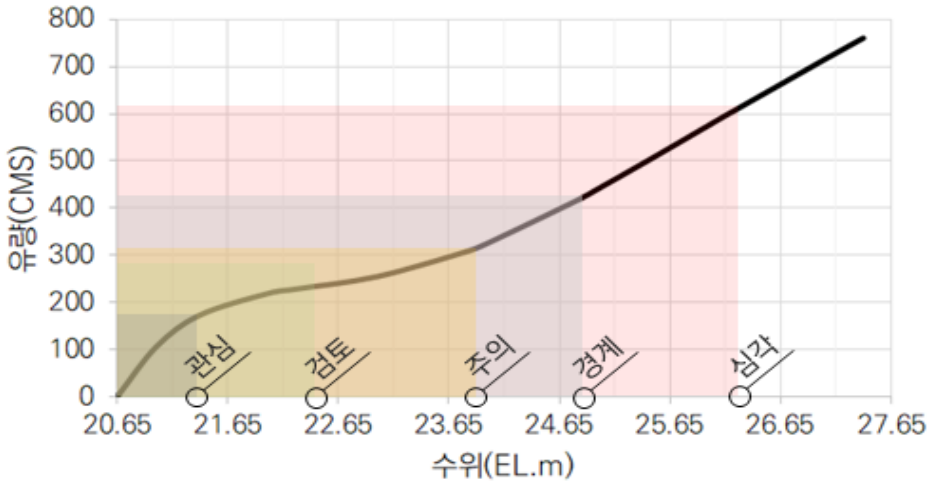
- 계획홍수량은 **재현기간 100년의 확률강우량을 사용**, 구축된 강우자료와 HEC-HMS 모의를 통해 산정된 유출량을 기반으로 **조천유역의 총강우량과 유출량 간의 분석**을 진행
- 모의 결과를 통해 **배수문 단면별 수위-유량 곡선을 작성**하는 과정에서 각 **배수문이 위치한 단면의 유량에 따른 수위변화를 양상을 중심으로 결과를 도출**

배수문 지점별 개폐기준 적용 및 검토

배수문 개폐기준을 개선하기 위해 **홍수예경보 단계를 기반으로 배수문 개폐기준**을 수립



〈남리 배수펌프장 단계별 분석결과〉

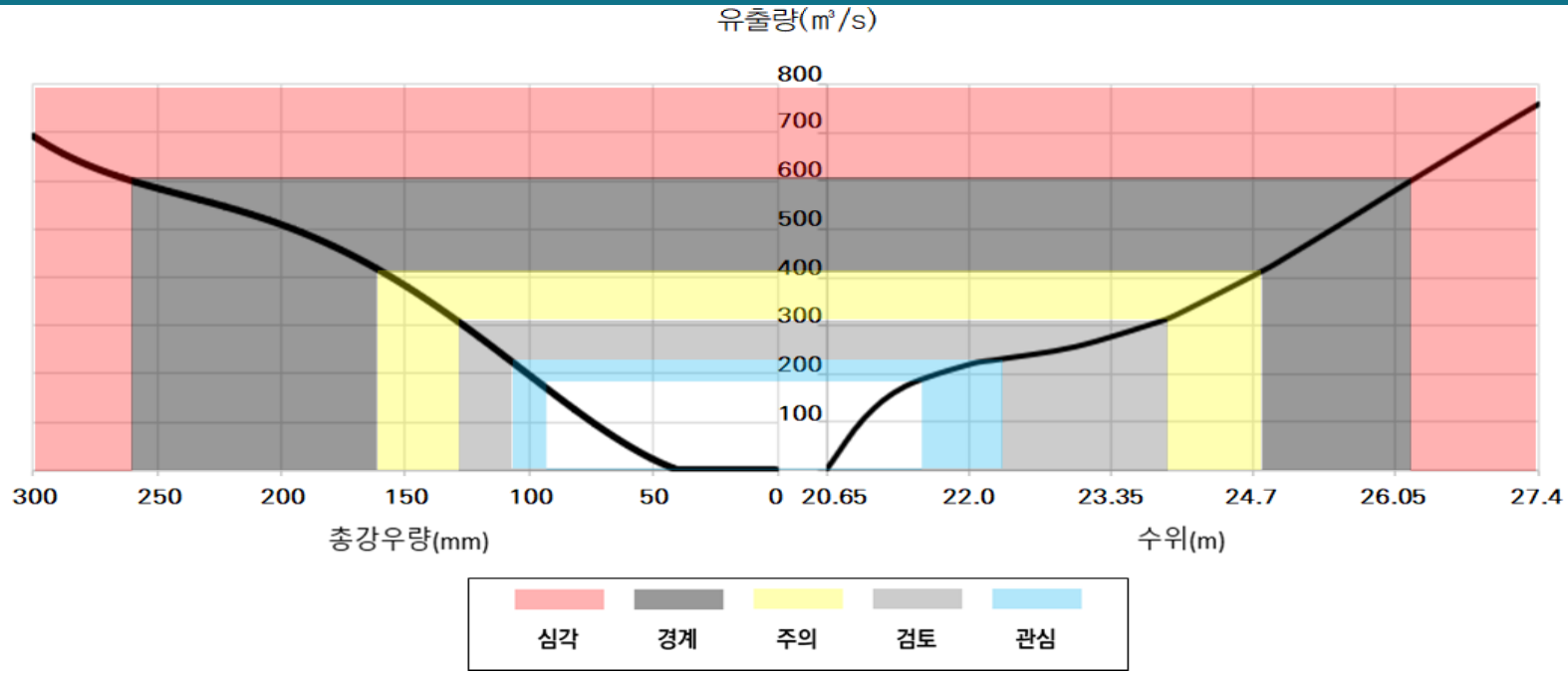


〈남리 배수펌프장 배수문 단면 기준 수위-유량 관계곡선〉

- 강우-유출-수위곡선 기반 배수문 수위 예측은 크게 4단계로 구분
- 1단계 : 조천유역의 **강우발생** / 2단계 : 제시된 조천유역의 **배수문 단면별 강우-유출-수위곡선** 작성,
- 3단계 : 조천유역의 **배수문 단면별 강우량에 따른 수위분석** / 4단계 : 배수문 단면에 따른 **홍수단계 분석**으로 정의

홍수위험 검토를 통한 대응기준 수립 ⑨

배수문 지점별 개폐기준 적용 및 검토



〈남리 배수펌프장 배수문 단면에 대한 홍수대응기준 분석 결과〉

- 단면의 관심단계 수위(EL.21.39m)에 도달하는 유량은 174.2㎥/s, 약 96.0㎜의 강우가 발생하는 경우 유량이 174.2.4㎥/s에 도달
- 검토단계 수위(EL.22.29m)에 도달하는 유량은 230.6㎥/s로, 약 109.0㎜의 강우가 발생시 해당 유량이 나타날 것으로 나타남
- 약 258.0㎜의 강우가 발생하는 경우 유량은 595.0㎥/s, 수위는 심각단계(EL.26.14m)에 도달

Ⅳ 홍수대응계획 수립을 위한 미래전략

- ICT 기술을 활용한 지능형 하천방재관리시스템 구축
- 첨단 기술을 활용한 수문자동화 및 재난예방 통합관리 방안

스마트 홍수관리시스템의 활용성 검토 및 한계점 고찰

스마트 홍수관리 시스템의 성능은 **정보통신 기술** 외에도 **관측 및 예측 자료의 양과 질, 위험 예측 정보, 위험 판단 기준 및 대응 방법** 등에 좌우됨

〈ICT 기반 세종형 스마트홍수관리시스템 사업 추진 상황〉

구축 단계	구축 내용(계획 포함)
[1단계: '15년~'19년] 스마트 홍수재난관리시스템 인프라 조성	■ 배수펌프장(4개소) 통합관제시스템 구축 ■ 실시간 수문정보 모니터링시스템 구축 ■ 배수문(30개소) 원격제어시스템 구축
[2단계: '20년] 스마트 홍수재난관리시스템 고도화 사업 추진	■ 수위센서, CCTV를 활용하여 강우 상황과 하천 수위에 따라 배수문 자동개폐
[3단계: '21년~'23년] 스마트 홍수재난관리시스템 서비스 구현	■ 단순 원격제어에서 자동제어로 운영방식 고도화 사업 확대 ■ 휴대용 IOT 카메라(영상+음성) 영상모니터링 도입 ■ 빅데이터를 활용하여 지역별 맞춤형 홍수예측 대응시스템* 구축 *침수흔적도, 홍수지도, 하천수위, 강우량, 대청댐 방류량 등을 활용하여 위험지역 사전 출입통제 및 대피, 홍수 대비 재난문자 발송 등 실시

- 기존 **수동, 非 전문가에 의한 배수 시설의 운영 방식**을 디저털화 및 자동화하여 보다 **합리적인 상황판단과 확실한 위험 관리**를 할 수 있다고 판단됨
- 다만, 현재까지 구축된 스마트 **홍수관리시스템은 기존 관측자료의 연계, 저장 및 시각화 수준**으로 판단되어 실무 홍수관리에 **활용성이 매우 높을 거라 예상하기는 어려워 보임**
- 강우, 수위 등의 관측 현황 외에도 홍수의 위험에 대한 빠른 인지와 판단이 가능한 **돌발홍수 위험예측 정보, 홍수 및 침수 위험 예측 정보와 같은 직관적인 위험 정보의 연계를 통한 활용 시스템 구축이 필요**한 상황임

스마트 홍수관리시스템의 활용성 검토 및 한계점 고찰

➢ 활용성 한계의 첫 번째 이유는, **배수시설의 자동화를 통한 배수 성능 최적화를 위해서는 내외수의 예측정보가 필요하나 이에 대한 부재로 긴급 대응 외에는 효과 극대화에는 한계**가 있음

– 정확한 내외수 변동 예측을 위해서는 **강우 외에도 조밀한 수위, 침수심 등의 관측·예측 수문 자료가 필요**하나 절대적으로 부족함

– 대표적인 예로 아래 그림에서 보듯이 2020년 7~8월 집중호우 기간 중 상대적으로 많은 피해가 집중된 관내 북부지역의 소정면, 전의면 지역의 곡교천 및 조천 등 수위 등 관측 시설이 미비한 상태임

➢ 두 번째 이유는, **피해를 유발하는 직접적인 요소인 기상, 수문 인자 외에 침수 피해의 정도를 규정하는 지형적, 사회적 인자에 대한 정보 구축 및 연계가 미흡**함

– **저지대, 지하공간(지하차도 및 건축물) 등에 대한 정보가 같이 연계**되어야 만이 스마트한 홍수관리시스템으로 활용이 가능함

➢ 세 번째 이유는, **내·외수 예측정보와 따른 위험 판단 기준과 행동 양식이 명확히 규정되어야 하는데 이러한 대책이 부재**함

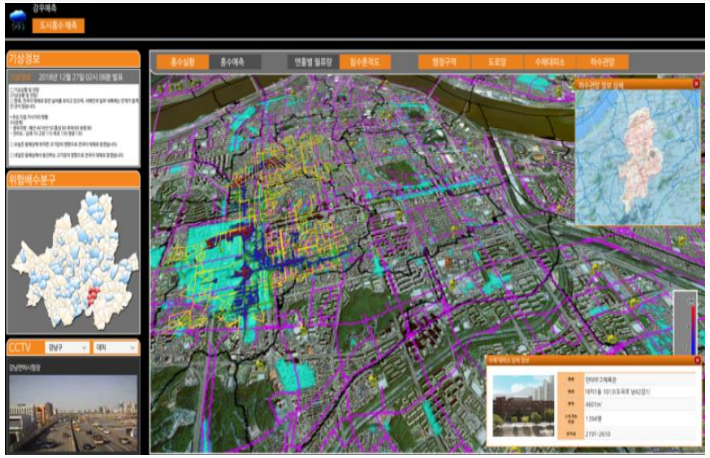
– 엄청난 피해를 초래하는 폭우의 빈도는 수십 년에 한 번이며, 피해 형태를 좌우하는 강우의 시공간적인 패턴은 방대하기 때문에 **경험에만 의존한 위험 산정은 매우 어렵고, 강우 유출에서 범람에 이르는 물리 과정은 불확실성으로 인해 다양한 피해의 발생 가능성을 지님**

– **강우레이더 관측 및 시나리오 기반 도시 및 중소하천(지방하천) 홍수위험 예측 기술의 적용**이 필요

스마트 홍수관리시스템의 활용성 검토 및 한계점 고찰

세종시 홍수관리시스템의 개선을 위해서는 **타 지자체에서 선행 구축한 홍수관리시스템**을 **검토**, 시사점을 도출을 통해 올바른 **추진 방향성**을 **정립**할 **필요**가 있음

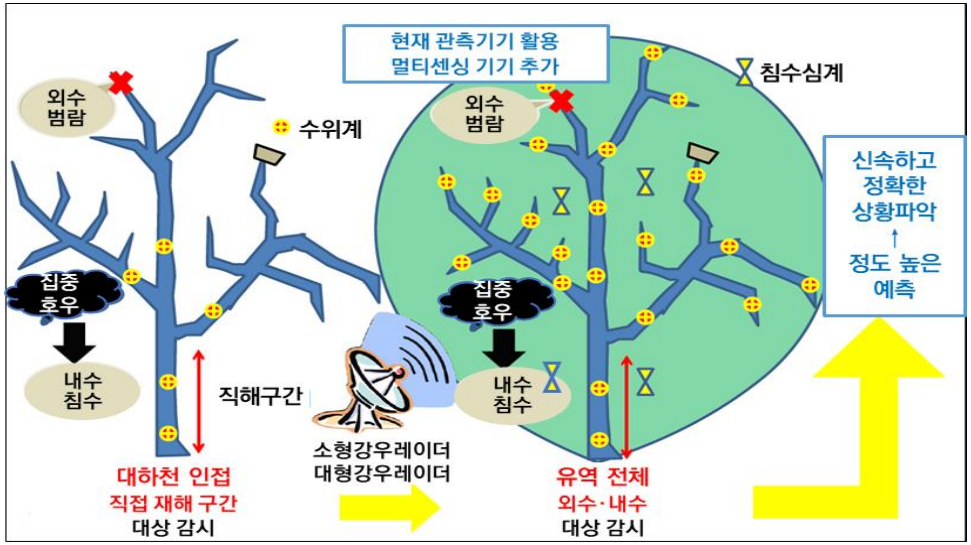
〈청주시 홍수통합관리시스템〉



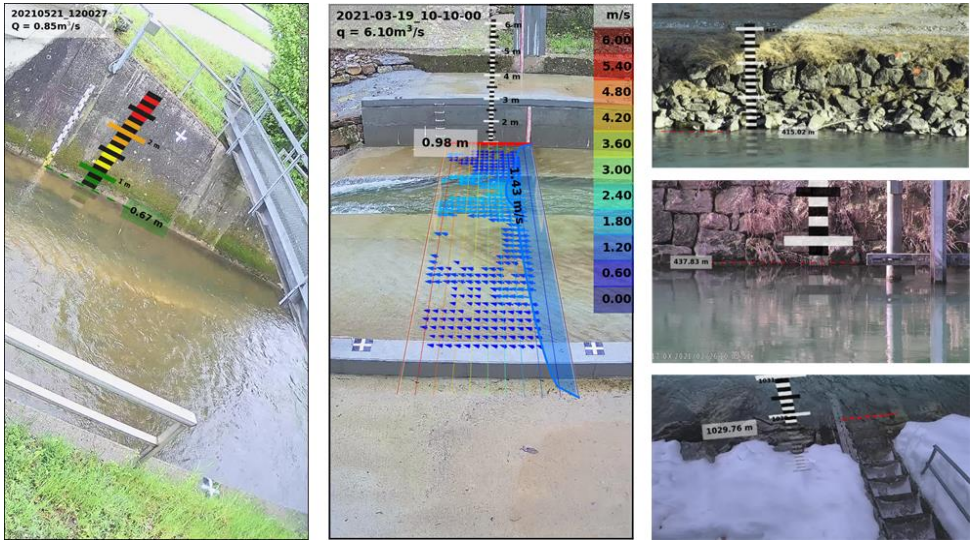
〈서울시 스마트 도시홍수관리시스템〉

- 최근 10년간 **반복적으로 홍수피해를 경험한 지자체들의 공통점**은 지자체 특성에 부합하는 지역맞춤형 홍수관리시스템을 구축함으로써 **지자체 독립적인 홍수대응 체계를 구축**해 나아가고 있음
- 기상청 호우특보와 지상방재기상관측정보(AWS)를 사용하는 초기단계의 홍수대응 시스템의 형태로 청주시의 「홍수통합관리시스템」, 울산시의 「ICT기반 홍수재해관리시스템」, 서울시의 「스마트 도시홍수관리시스템」 등이 있음

스마트 홍수관리시스템의 활용성 제고를 위한 개선 방향



〈스마트 수문관측 및 홍수관리 플랫폼 개념도〉



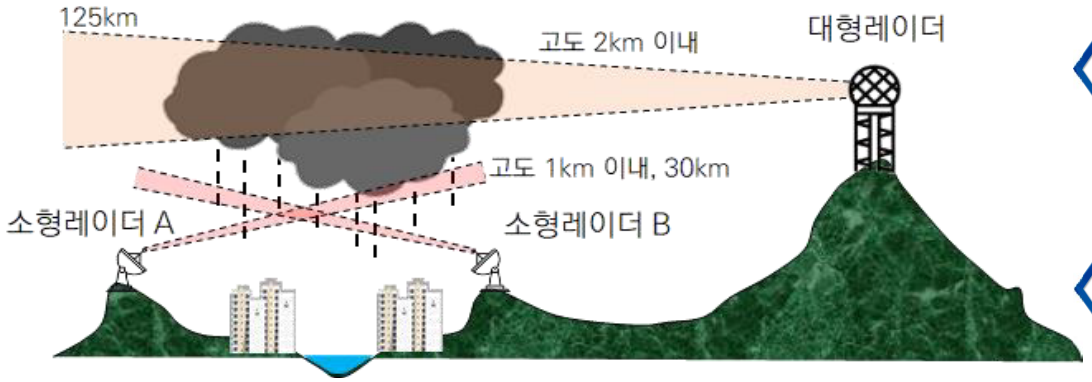
〈영상 기반의 스마트 수문관측 예시〉

- 홍수 발생 정보를 **피해 예상 지역에 정확하고 신속하게 전달할 수 있는 첨단 관측 체계**를 구축 필요, 홍수피해 우려가 높은 관내 **지류하천 등에 스마트 수문관측소의 설치를 확대**
- 중소 하천의 수해 위험 정보를 명확히 함으로써 주민의 적절한 **피난 행동 유도**하고 **용수댐, 저수지 및 연계 중소규모 하천의 원활한 정보 공유**를 통해 **댐관리 효율 및 홍수시 하류 하천 안전도를 강화**해 나아갈 필요
- 시나리오별 침수 예상 정보를 기반으로 인공지능을 활용, 실제 호우 특성에 따른 침수 정보를 제공하기 위한 기술의 적용 필요

스마트 홍수관리시스템의 활용성 제고를 위한 개선 방향

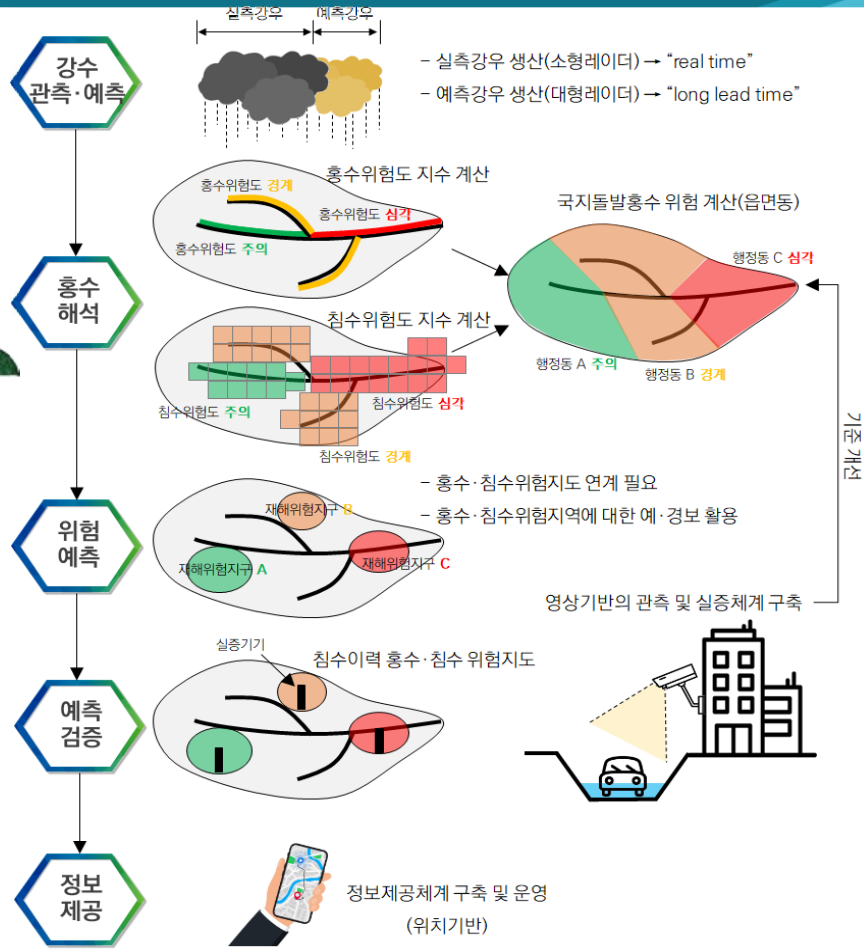
〈세종형 스마트 통합홍수관리의 미래상〉

AI 기반 의사결정지원시스템 구축 방향



〈돌발홍수 관측을 위한 소형강우레이더 관측 개념도〉

〈고밀도 IoT 센서 기반 도시 돌발홍수예측 개념도〉

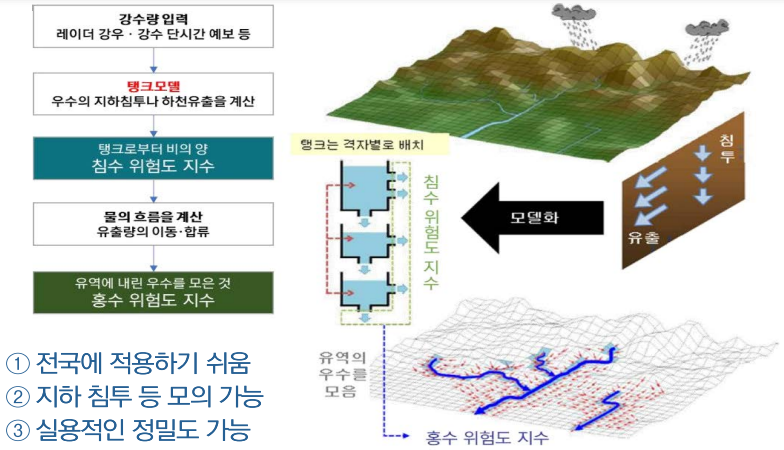


〈스마트 도시 홍수관리를 위한 홍수위험 예측정보의 생산 및 활용 방안〉

첨단 기술을 활용한 수문자동화 및 재난예방 통합관리 방안 ②

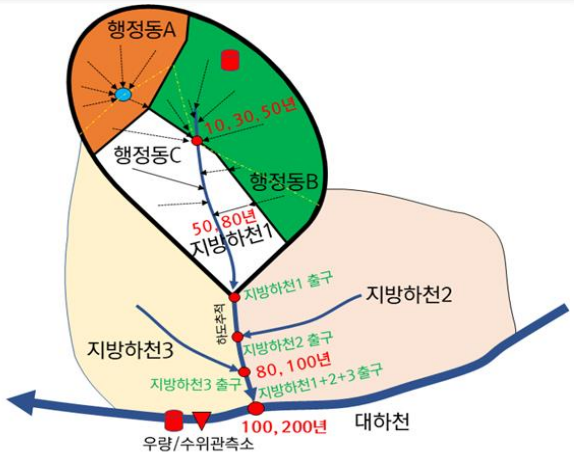
AI 기반 의사결정지원시스템 구축 방향

적절한 대피·통제 **기준의 설정이나 제도화가 미비**한 경우 적시에 **수행이 불가**,
기본적인 대피·통제 기준은 **도시 배수 체계가 확률강우량을 기준으로 설정**, 적극 활용하는 것이 효과적임



① 전국에 적용하기 쉬움
② 지하 침투 등 모의 가능
③ 실용적인 정밀도 가능

〈스마트 수문관측 및 홍수관리 플랫폼 개념도〉



〈영상 기반의 스마트 수문관측 예시〉

- 기존 **강수량(특히 레이더 강수량) 정보를 확률강우량 빈도로 표출**하여 **세종시 통합 홍수대응 시스템에 활용**하는 방법을 고려해야 함
- 강우레이더 기반 확률빈도 변환 표출 시스템은 한국건설기술연구원에 개발한 바 있으며, 이를 활용하면 쉽게 적용이 가능함
- IoT 기반 정보제공 체계를 활용하면 **적시에 신속하고 정확한 정보 전달과 안전한 대피 유도가 가능**함
- 결과적으로 모니터링을 통해 피해규모를 신속한 파악은 **실시간 안전감시체계의 구축을 위한 토대**가 됨

V 종합 및 정책제언

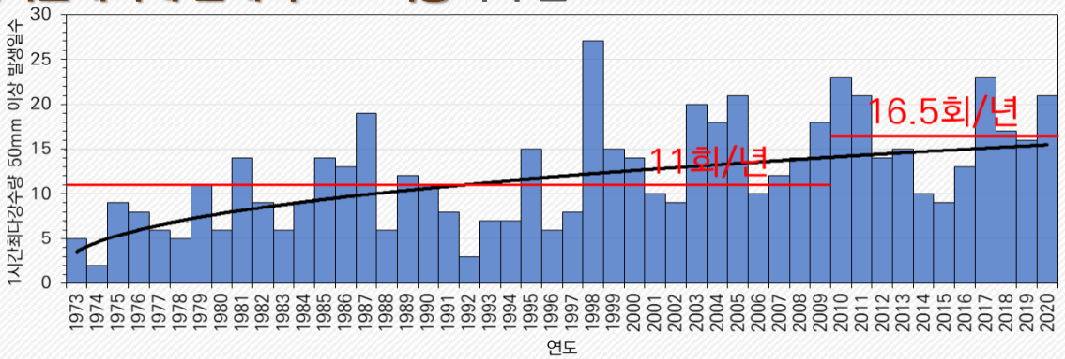
- 하위 실행계획 수립 및 구체화
- 자연재해 대응 정책·연구기반 강화

지능형 하천방재관리시스템 개선 방향

- **수문관리 자동화 시스템을 구축 중**이나, 단순히 수위를 기준으로 수문이 자동으로 개폐되도록 제어하는 **전통적인 운영기준**을 따르고 있음
- **시시각각으로 변화하는 수문정보로부터** 보다 유연하게 통문을 운영하기 위해서는 예측 및 계측되는 **수리수문정보, 배수(통)문 배수구역의 규모 및 특성, 배수구역 내 위험정보를 종합적으로 활용한 자동운영** 기준을 마련, 시스템의 반영이 필요함
- 시스템을 최적으로 구현하기 위해서는 **예측 강수 및 시나리오 기반 홍수량 예측 기술, 스마트 운영을 위한 수위예측 기술, 스마트 통합 플랫폼 구축 및 운영 기술** 등의 접목이 필요함
- 예) 선행시간 3시간 확보를 위한 인공지능 기반 강우 예측 및 시나리오 생산 기술, 정보전이를 활용한 미계측유역 소규모 배수구역의 홍수량 예측기술, 빅데이터 기반 원격탐사 지형자료를 활용한 실시간 3차원 침수예측시스템 개발, 디지털 트윈 기반의 스마트 배수문(Gate) 운영 지원 플랫폼 구축 기술 도입이 필요

홍수 대응 계획에 기후변화 영향 반영 명시화

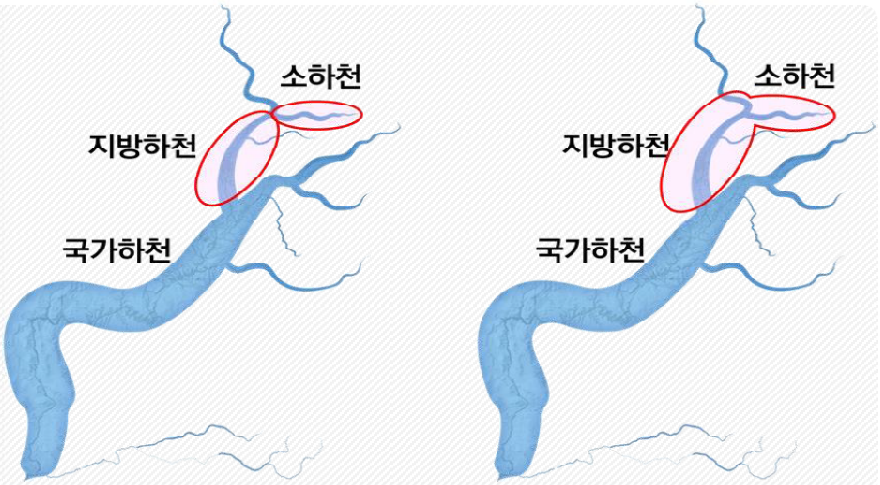
- 기후변화에 따른 취약성·불확실성 대응력 강화를 위해 첨단 기술을 접목한 **홍수 대응 방향(지자체 단위의 준비사항) 등을 명확히** 할 필요가 있음
- 기후위기 대응 홍수 방어기준 상향의 일환으로 기후변화에 따른 홍수 증가량을 홍수방어시설 설계 등에 반영하기 위해 증가된 **홍수량 등 위험요소에 대한 대응 가능수치를 분석**하고, 홍수량 증가 정도를 하천 정비 등 각종 홍수 관련 계획 수립 시 **증가된 홍수량을 반영하도록 의무화**해야 함
- 더불어 하천 주변의 차등화된 방어목표를 적용하기 위해 **사회·경제적 가치 평가방식 마련 및 등급별 설계빈도 세분화, 권역별 하천기본계획에 단계적으로 적용**해야 함



〈6~9월 1시간최대강수량 50㎜ 이상 발생일수〉

세종시 관내 댐-하천, 본류-지류 합류부에 대한 관리방향 명확화

- **댐-하천, 본류-지류 합류부(소하천-지방하천, 지방-국가하천)에 대한 관리방향을 명확히 설정**해야 함
- 상습 홍수 피해 중소하천과 홍수발생 시 예상 피해 규모가 큰 **중소하천 선정 및 해당 하천 설계빈도 개선 등 홍수 대응력 증대 방안을 수립** 필요(현재는 하천 등급에 따라 하천 중요도가 판단)



〈소하천 정비사업 추진 체계 비교(좌:상하류구간별, 우:상하류통합)〉

- 치수계획규모(설계빈도)의 격차 발생을 저감하기 위한 **본류-지류 합류부 등 종합적인 홍수 대응 규모 향상 방안**을 마련해야 함
- 소하천 정비사업의 사업 효과 평가 지표를 개발이 필요(국가하천 및 지방하천은 둘 이상의 시. 군. 구를 관통하여 흐를 경우, **『특정하천유역치수계획』**으로 특별관리하고 있으나, 소하천은 연계 체계가 부재함)

초과홍수 고려 저류 및 배수 시설 확충 및 토지이용·건축규제 대책 수립

- 2022년 8월 서울 강남 등에서 발생한 초과홍수로 인한 피해 사례와 같이 기존에 경험하지 못한 기록적 홍수가 최근 발생하고 있고 이로 인해 기존 홍수 대응 체계의 효율적 운영만으로는 감당하기 어려운 상황에 직면함
- 하천으로 유출을 최대한 억제하기 위한 **방재용 저류지, 공공시설 저류 공간 확보, 저류·분담 시설 개발 및 각 지자체의 방재계획 반영 방안의 마련, 고민**이 필요
- 더불어 홍수가 예상되는 지역의 토지 이용이나 건축에 대한 규제와 안내의 시행, 계획된 조절 수준을 초과하는 홍수에 대응하기 위한 **토지나 건물 관리 대책의 제안**이 필요

한남동 배수펌프장 증설 및 복층화

침수예방 목적의 투수성 포장 시공사례

지금까지 경청해 주셔서

[감사합니다.]

대전세종연구원
DAEJEON SEJONG RESEARCH INSTITUTE

충북 수생태계 건강성 주요 구간 선정 및 관리방향

충북연구원 김미경 연구위원

충북 수생태계 건강성 주요 구간 선정 및 관리방향

2022. 12. 14

CRI 충북연구원 CHUNGBUK RESEARCH INSTITUTE
김 미 경

발표순서

01. 현황

02. 구간 선정

03. 관리 방향

01

수생태계 건강성 현황

01. 수생태계 건강성 현황

개요

- 출현 생물에 대한 평가와 그 생물이 살아가는 서식 및 수변환경 평가
- 기존의 화학적 항목(BOD, T-P)에 의한 평가방법의 한계점 보완
- 2008년부터 환경부에서 평가를 수행
- 환경부에서 국가 단위(대권역, 중권역)에서 분석

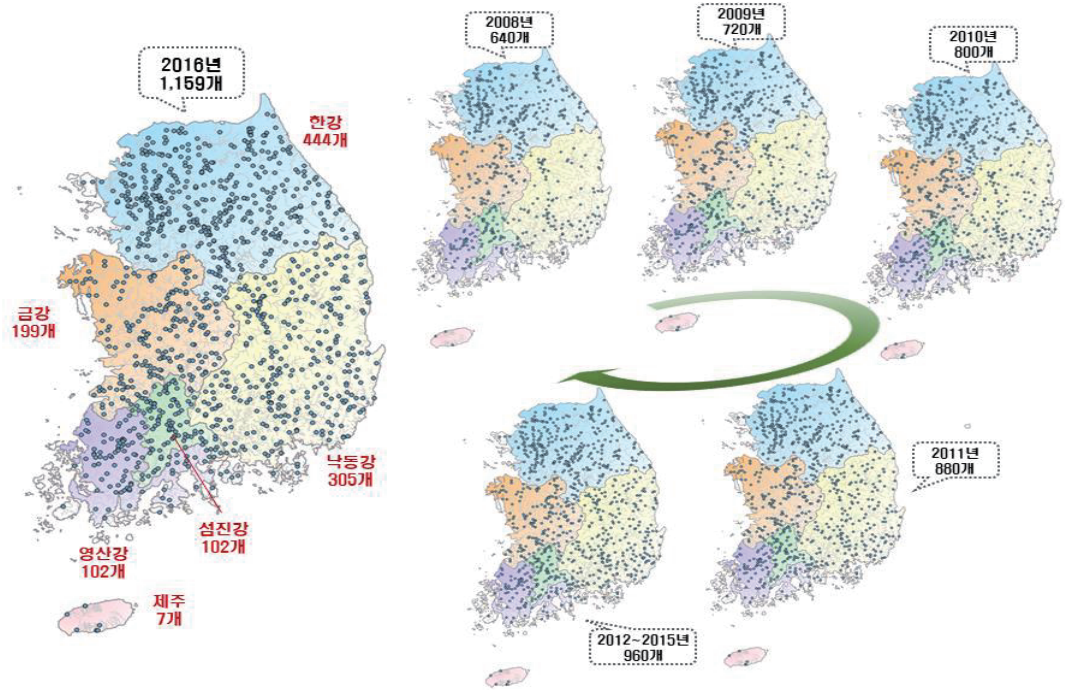
생물 등급	환경상태	수생생물			하천환경		표시색
		부착돌말류 (TDI)	저서성 대형무척추동물 (BMI)	어류 (FAI)	수변식생 (RVI)	서식 및 수변환경 (HRI)	
A	매우좋음	90 ≦	80 ≦	80 ≦	65 〈	80 〈	Blue
B	좋음	70 ≦	65 ≦	60 ≦	50 〈	60 〈	Green
C	보통	50 ≦	50 ≦	40 ≦	30 〈	40 〈	Yellow
D	나쁨	30 ≦	35 ≦	20 ≦	15 〈	20 〈	Orange
E	매우나쁨	〈 30	〈 35	〈 20	≦ 15	≦ 20	Red

※ 출처 : 국립환경과학원(2017), 공고 제2017-439 생물측정망 조사 및 평가지침

01. 수생태계 건강성 현황

물환경측정망 운영계획

➢ 2008년 4대강 수생태계 건강성 조사를 시작으로 점차 측정망 조사구간 확대(2016년 기준 3,039개)

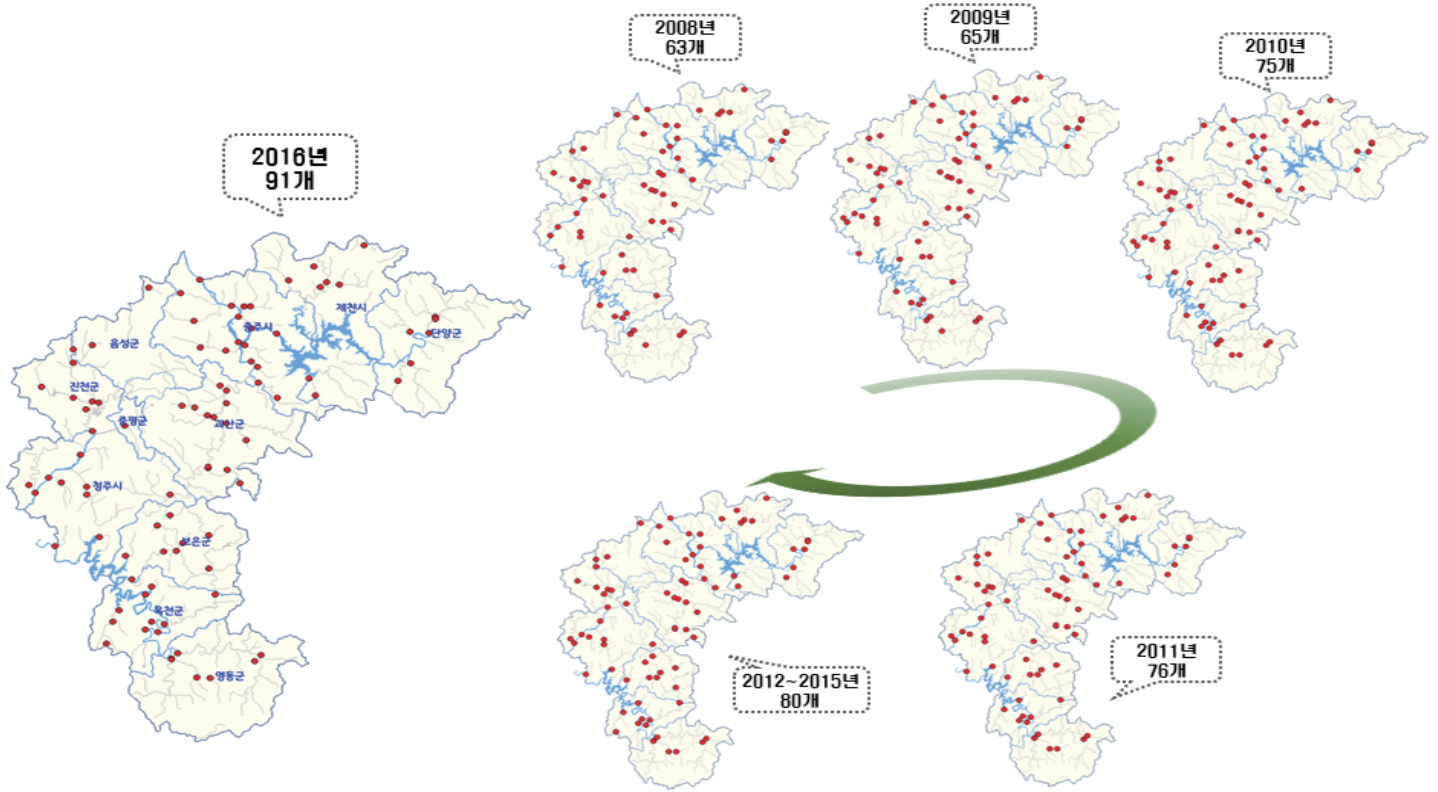


대권역	2008년	2009년	2010년	2011년	2012년~2015년	2016년
전국	640	720	800	880	960	1,159
한강	320	320	340	350	360	444
낙동강	100	130	150	200	250	305
금강	100	130	150	160	170	199
영산강	58	70	83	85	92	102
섬진강	59	64	71	79	81	102
제주	3	6	6	6	7	7

01. 수생태계 건강성 현황

물환경측정망 운영계획

➢ **충북은 91개 지점으로 전국의 7.9% 차지**



지역	2008년	2009년	2010년	2011년	2012년~2015년	2016년
전국	640	720	800	880	960	1,159
충북	63	65	75	76	80	91
비율(%)	9.8	9.0	9.4	8.6	8.3	7.9

01. 수생태계 건강성 현황

물환경측정망 현황

- **이용자료 : 물환경정보시스템 및 국립환경과학원 협조(2016년~2018년)**
- **물환경측정망 : 충북 91개(전국 3,039개)**
- **수질 현황**

– BOD : 평균 1.9 mg/L(전국 2.3 mg/L)

구 분		평균 (mg/L)	BOD 등급						
			매우좋음 (Ia)	좋음 (Ib)	약간좋음 (II)	보통 (III)	약간나쁨 (IV)	나쁨 (V)	매우나쁨 (VI)
전국	지점수(개)	2.3	464	1,439	876	545	90	14	17
	비율(%)		13.5	41.8	25.4	15.8	2.6	0.4	0.5
충북	지점수(개)	1.9	24	106	50	17	1	0	0
	비율(%)		12.1	53.5	25.3	8.6	0.5	0.0	0.0

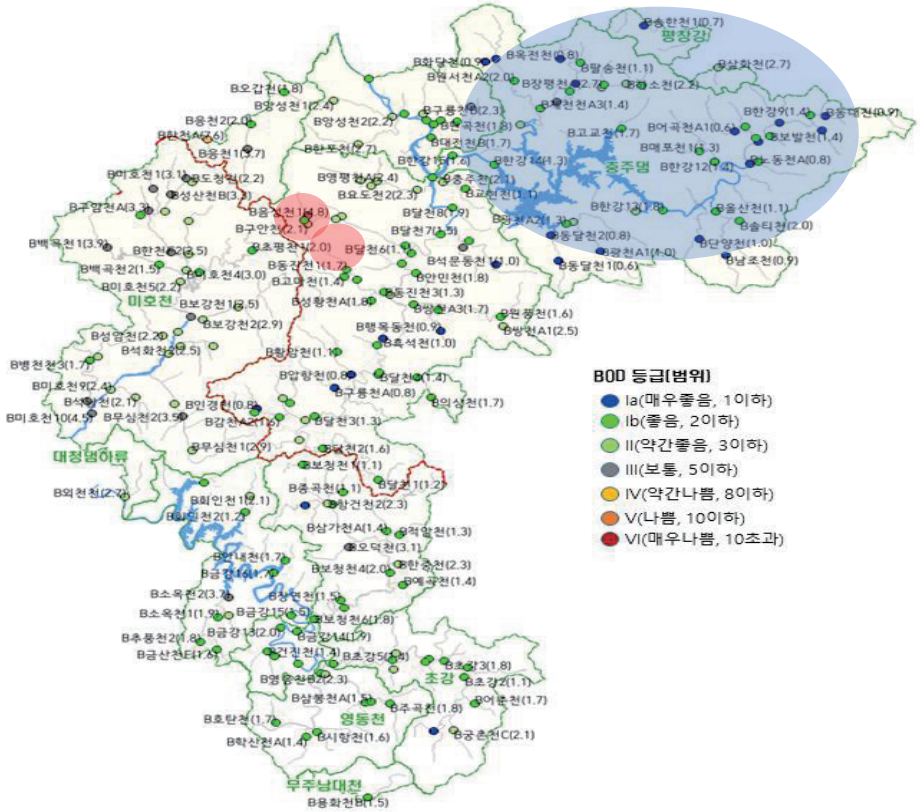
– T-P : 0.043mg/L(약간좋음, Ib)

구 분		평균 (mg/L)	T-P 등급						
			매우좋음 (Ia)	좋음 (Ib)	약간좋음 (II)	보통 (III)	약간나쁨 (IV)	나쁨 (V)	매우나쁨 (VI)
충북	지점수(개)	0.043	47	73	62	16	0	0	0
	비율(%)		23.7	36.9	31.3	8.1	0.0	0.0	0.0

01. 수생태계 건강성 현황

물환경측정망 현황

- 이용자료 : 물환경정보시스템 및 국립환경과학원 협조(2016년~2018년)
- 물환경측정망 : 충북 199개(전국 3,039개)



01. 수생태계 건강성 현황

수생태계 건강성 현황

➢ 부착돌말류 : 보통(C등급, 58.6점)

구 분		평균	부착돌말지수(TDI)				
			매우좋음 (A등급)	좋음 (B등급)	보통 (C등급)	나쁨 (D등급)	매우나쁨 (E등급)
전국	지점수(개)	58.9 (C등급)	230	1,073	959	719	479
	비율(%)		6.6	31.0	27.7	20.8	13.8
충북	지점수(개)	58.6 (C등급)	8	57	65	55	13
	비율(%)		4.0	28.8	32.8	27.8	6.6

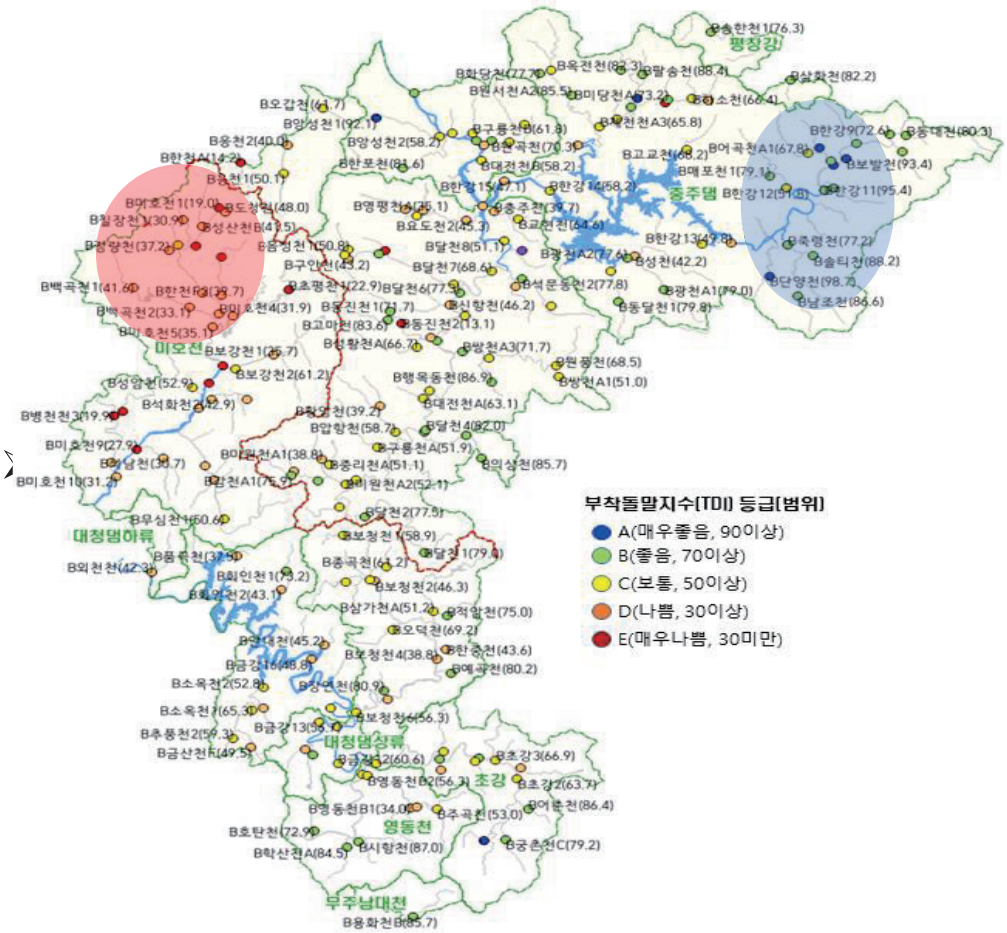
➢ 저서성 대형무척추동물 : 좋음(B등급, 69.8점)

구 분		평균	저서동물지수(BMI)				
			매우좋음 (A등급)	좋음 (B등급)	보통 (C등급)	나쁨 (D등급)	매우나쁨 (E등급)
전국	지점수(개)	62.3 (C등급)	842	920	694	593	419
	비율(%)		24.3	26.5	20.0	17.1	12.1
충북	지점수(개)	69.8 (B등급)	69	66	30	23	10
	비율(%)		34.8	33.3	15.2	11.6	5.1

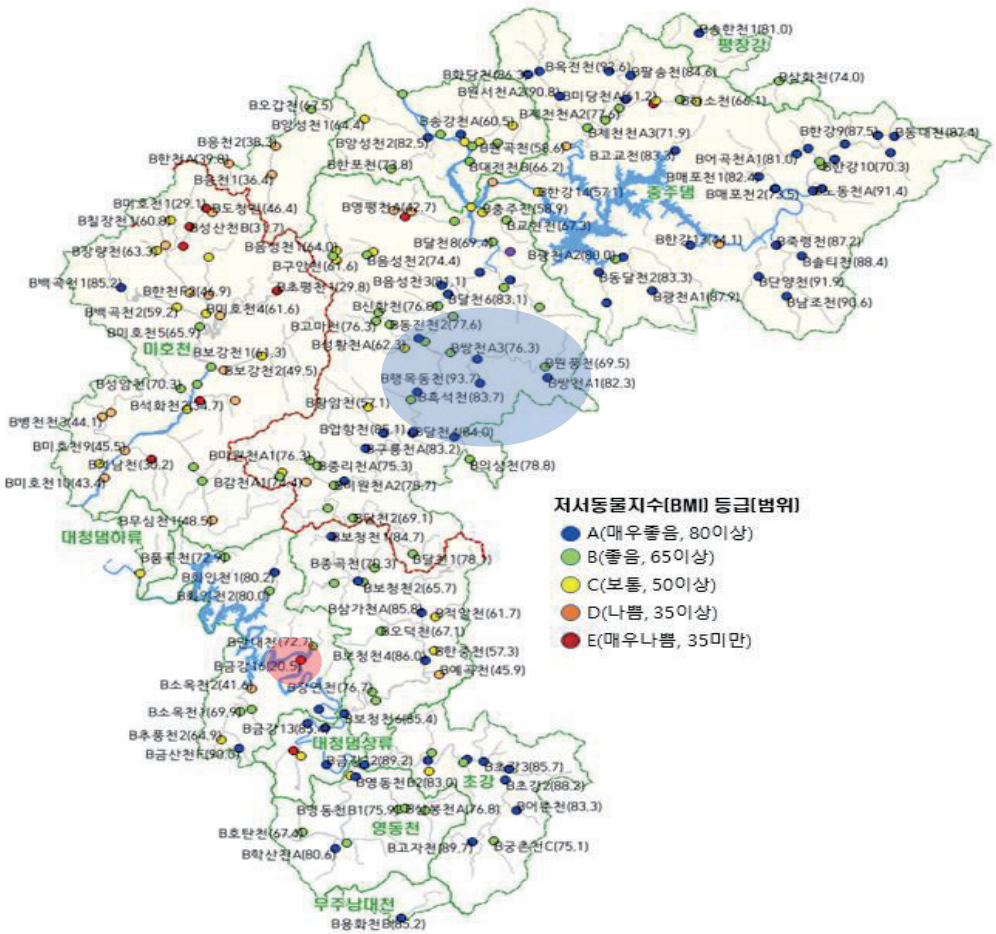
01. 수생태계 건강성 현황

수생태계 건강성 현황

➢ 부착돌말류 : 보통(C등급, 58.6점)



➢ 저서 : 좋음(B등급, 69.8)



01. 수생태계 건강성 현황

수생태계 건강성 현황

➢ 어류 : 좋음(B등급, 60.2점)

구 분		평균	어류생물지수(FAI)				
			A등급 (매우좋음)	B등급 (좋음)	C등급 (보통)	D등급 (나쁨)	E등급 (매우나쁨)
전국	지점수(개)	54.0 (C등급)	478	965	1008	811	208
	비율(%)		13.8	27.8	29.0	23.4	6.0
충북	지점수(개)	60.2 (B등급)	30	78	59	28	2
	비율(%)		15.2	39.6	29.9	14.2	1.0

➢ 서식 및 수변환경 : 보통(C등급, 56.7점)

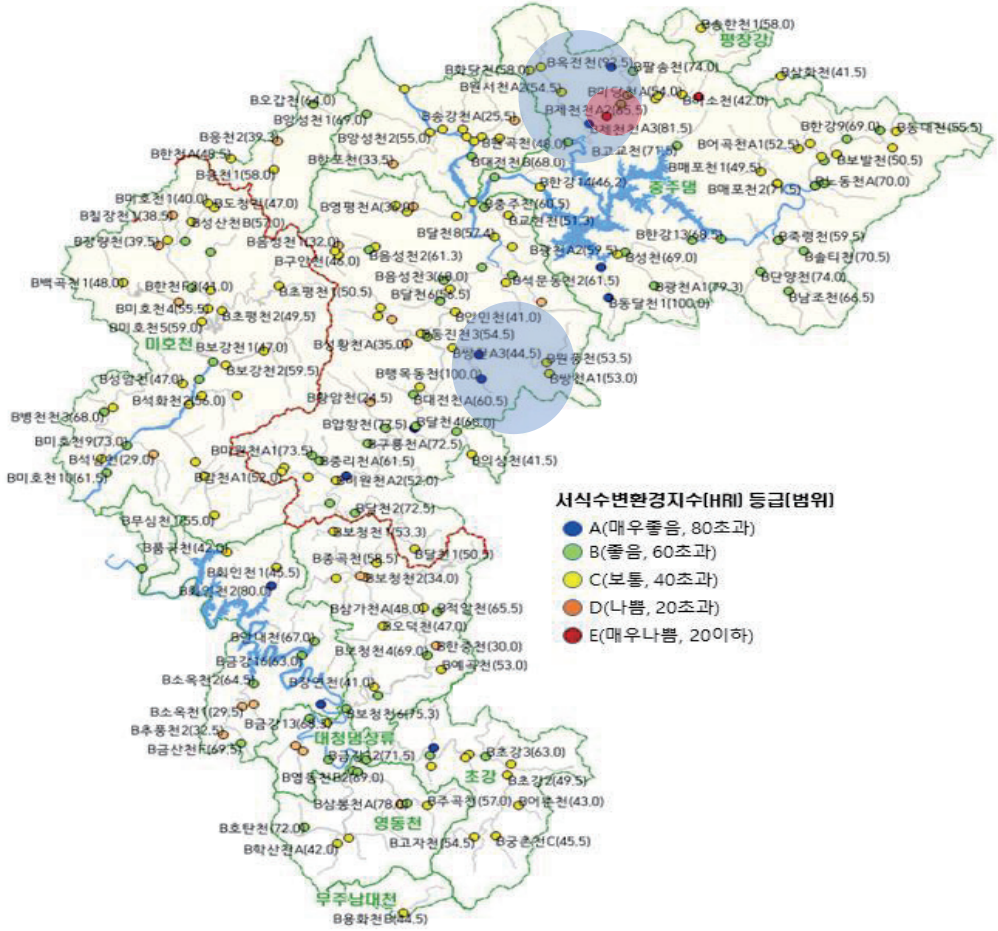
구 분		평균	서식수변환경지수(HRI)				
			A등급 (매우좋음)	B등급 (좋음)	C등급 (보통)	D등급 (나쁨)	E등급 (매우나쁨)
전국	지점수(개)	53.0 (C등급)	199	881	1706	632	54
	비율(%)		5.7	25.4	49.1	18.2	1.6
충북	지점수(개)	56.7 (C등급)	11	66	98	22	2
	비율(%)		5.5	33.2	49.2	11.1	1.0

01. 수생태계 건강성 현황

수생태계 건강성 현황

➢ 어류 : 좋음(B등급, 60.2점)

➢ 서식수변 : 보통(B등급, 56.7)

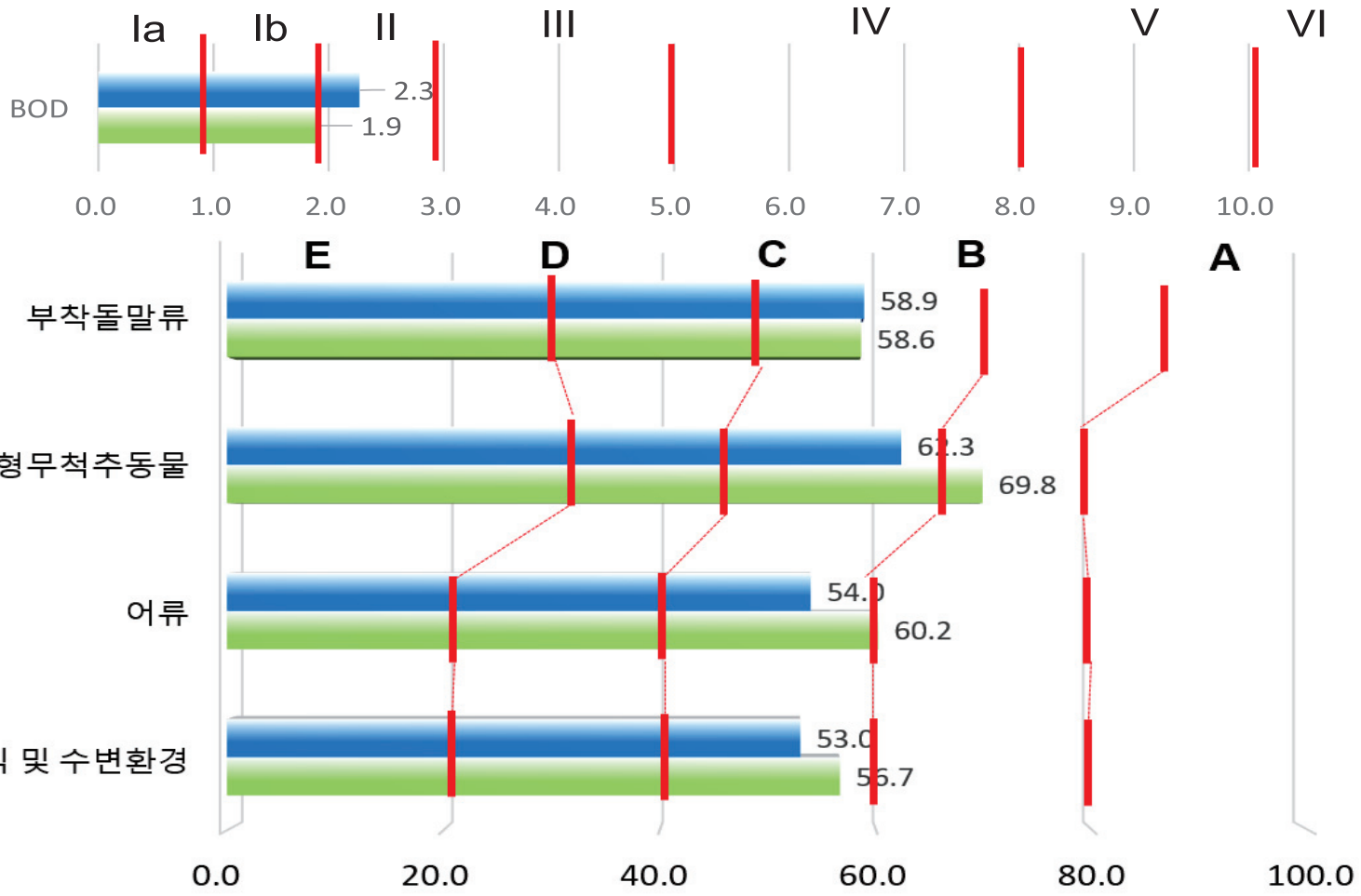


01. 수생태계 건강성 현황

수생태계 건강성 현황

➢ **종합 : 전국과 비교 시 충북이 상대적으로 양호**

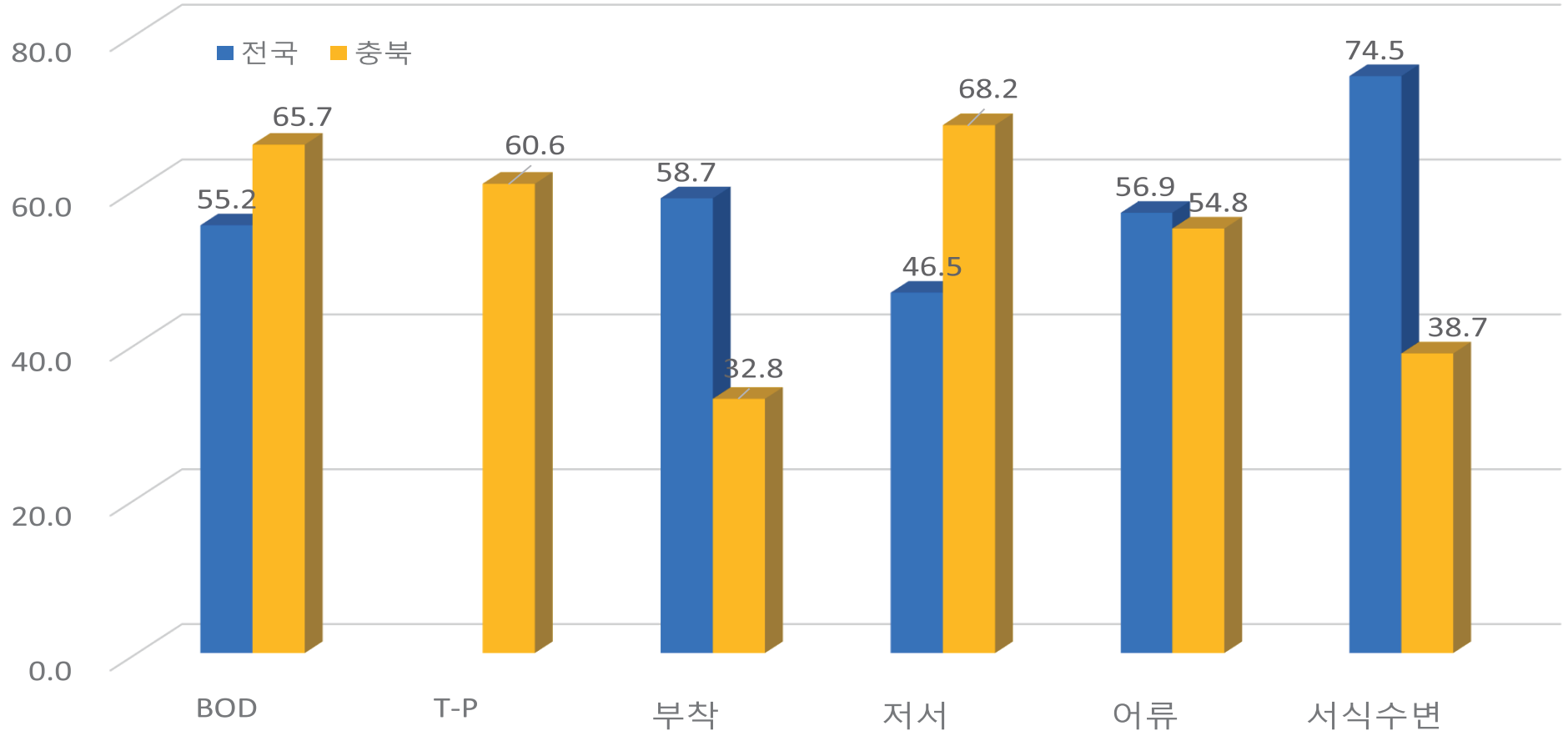
- BOD : 양호 비율 65.7%
- 부착 : 양호 비율 32.8%
- 저서 : 양호 비율 68.2%
- 어류 : 양후 비율 54.8%
- 서식 및 수변 환경 : 양호 비율 38.7%
- 저서, 어류 분야 전국보다 양호



01. 수생태계 건강성 현황

수생태계 건강성 현황

➢ **종합 : 전국과 비교 시 충북이 상대적으로 양호**

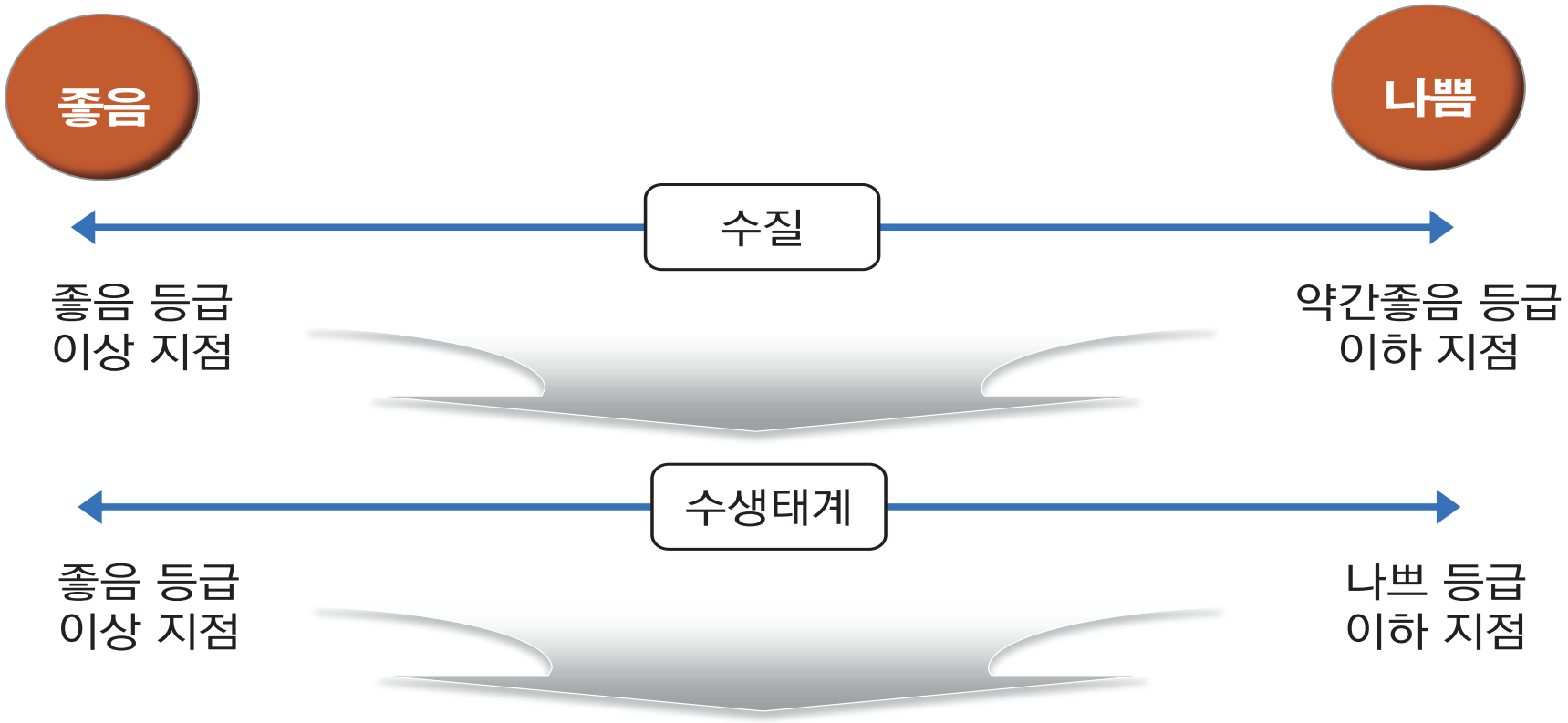


02

주요구간 선정

02. 주요구간

선정 방법



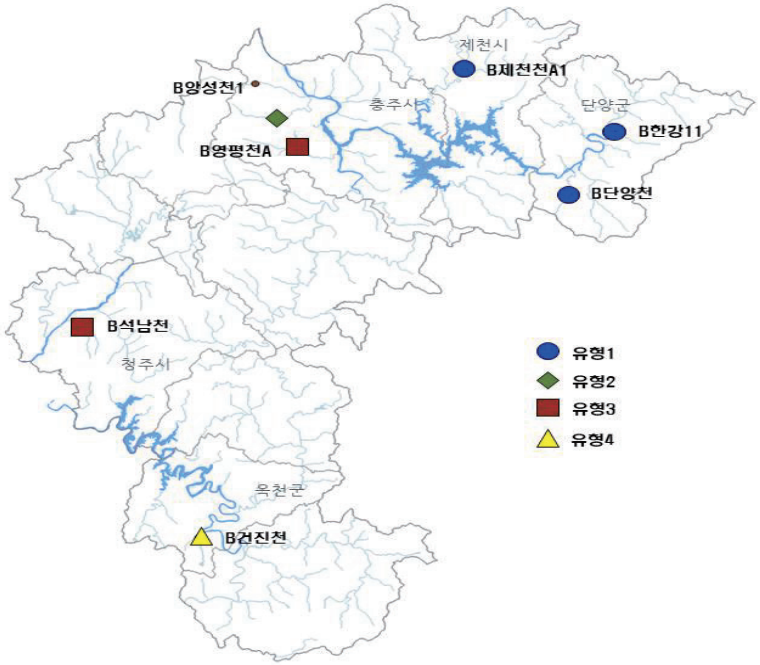
위의 기준에 따라 해당유형 지점이 없을 경우 1등급

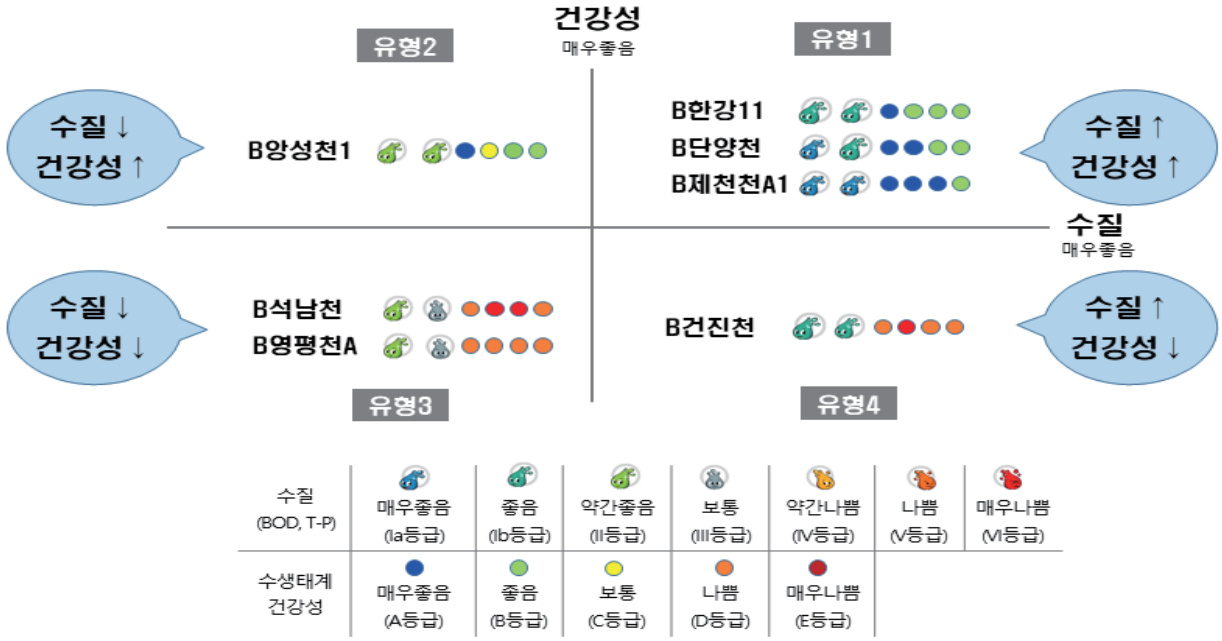
상,하를 조정하여 선별

02. 주요구간

선정 구간

유형1	유형2	유형3	유형4
수질과 수생태계 건강성이 모두 좋은 구간	수질은 나쁘나 수생태계 건강성은 좋은 구간	수질과 수생태계 건강성이 모두 나쁜 구간	수질은 좋으나 수생태계 건강성이 나쁜 구간





02. 주요구간

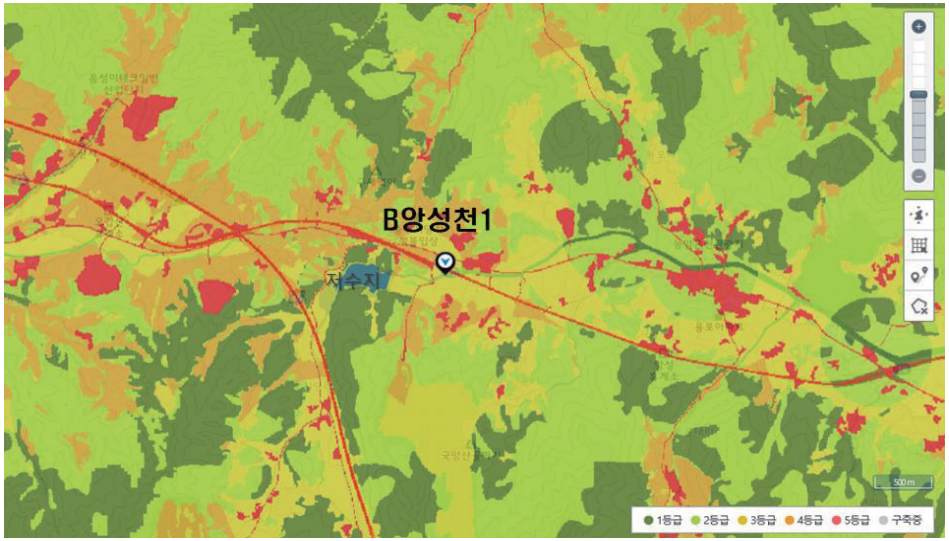
환경 현황

➢ 유형1 : 단양군 대강면 가산리

- 토지 : 80% 이상이 숲
- 하상 : 60% 정도 자갈
- 정비하지 않은 자연 사행하천
- 환경생태적인 보전핵심, 녹지거점 지역
- 국토환경성평가지도 1등급 지역

➢ 유형2 : 충주시 앙성면 본평리

- 토지 : 90% 이상이 대지
- 하도 정비되었으나, 저수로는 사행 유지
- 제방 : 콘크리트 하안 재료
- 제내지 : 대부분 경작지 및 공원
- 상류에 저수지 위치



02. 주요구간

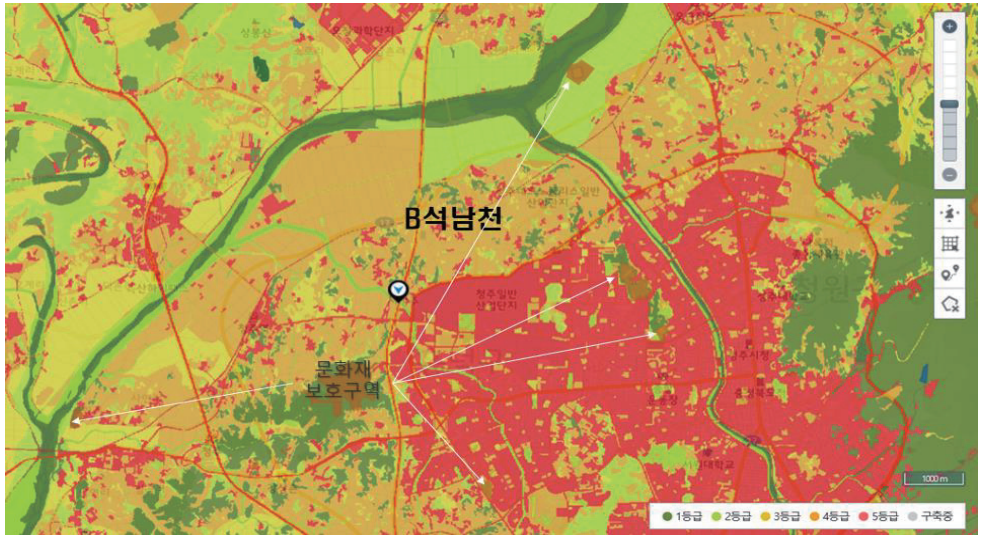
환경 현황

➢ 유형3 : 청주시 석남천

- 하상 : 90% 이상이 모래, 실트 등
- 위치 : 도시 중심지
- 저수로 하안공과 하안 : 불투수성 콘크리트
- 제내지 : ½ 이상이 시가지와 주거지
  주거지 관통, 환경시설 및 하수 방류구 위치

➢ 유형4 : 옥천군 건진천

- 총 6회 중 2회 자료 결과 활용
- 산지전용제한지역, 문화재보호지역, 자연환경보전지역, 상수원상류 공장설립 및 승인지역 분포



03

관리 방향

03. 관리 방향

유형별 관리 방향

➢ **유형1 : 수질 ↑, 건강성 ↑**

- 자연성 우수
- 환경보전지역 및 국토환경성평가지도 1등급 분포지역 비율이 높음
- 유역관리 차원에서 유역의 고유한 자연 특성 부각
- 자연성을 유지, 개발 최소화
- 자연 환경과 사람 모두에 대한 지속가능성 확보
- 관련 사업

  : 자연환경보전사업(수생태계 조성사업, 생태계 복원 및 보전을 위한 사업 등)

  : 습지 보전 및 관리

➢ **유형2 : 수질 ↓, 건강성 ↑**

- 대부분 경작지와 공원
- 유역 내 환경기초시설을 포함한 오염원 저감
- 수질 개선을 우선적으로 고려
- 수생태계 보전 및 건강성 훼손 방지
- 관련 사업

  : 오염원 저감사업

  : 수질개선사업

  : 물순환 사업 등

03. 관리 방향

유형별 관리 방향

➢ **유형3 : 수질 ↓, 건강성 ↓**

- 단기적으로 수질 개선과 인위적인 복원을 우선적으로 고려
- 장기적으로는 수생태계 건강성 회복을 통한 자연성 회복
- 오염원 저감 및 도시 생태계 복원
- 지역 여건에 맞는 융복합 사업
- 민관 거버넌스 구축을 통한 현안 해결
- 관련 사업
  : 저영향개발 사업
  : 물환경 생태도시 조성
  : 비점오염저감사업
  : 물순환도시 및 인프라 구축 등

➢ **유형4 : 수질 ↑, 건강성 ↓**

- 수생태계 건강성의 자연적인 회복을 위한 장기적인 계획
- 생태하천복원사업
- 수생태계 회복을 위한 지속적인 관리
  : 수생태계 훼손 후 복원까지 장기간의 회복시간과 10배 이상의 회복비용 소요
- 지속적인 모니터링 및 유지관리 필요

03. 관리 방향

종합

➢ 지속적인 모니터링 및 분석

– 3년 주기로 전국 조사 수행, 사업효과 분석, 환경 활용을 위한 기초자료 제공

➢ 중점관리구간 시계열 분석

– 보전 및 훼손 관리가 필요한 구간을 대상으로 시계열 분석을 통한 상태 판단

➢ 훼손원인 정밀 분석 및 진단

– 모든 분야가 훼손된 구간에 대한 환경요인 및 분야별 분석(물리, 화학, 생물학적 요인)

➢ 지방측정망 확대

– 국가에서 운영 중인 측정망 외 지방측정망 운영

감 사 합 니 다

금강유역 통합물관리를 위한 생태계서비스 적용 방향

전북연구원 천정윤 연구위원

2022년 금강유역 시·도 연구원
연구성과 공유 워크숍

금강유역 통합 물관리를 위한 생태계서비스 적용 방향

2022. 12. 14.
전북연구원 천정윤 연구위원
jychun@jthink.kr

물관리 이슈

- 산업화 시대 이후 치수와 다양한 용수 이용을 위해 댐, 제방, 보, 하굿둑 등을 건설해 옴
- 기존 물관리는 사람 중심의 관점: 생활용수, 공업용수, 가뭄 대비, 홍수 조절 등
- 그러나 유속 저하로 녹조 발생, 수생태계 저하, 마을 수몰로 지역 문화/공동체 상실 등 각종 문제점 발생
- 최근 수생태계, 생물다양성 등 자연 관점으로 변환 요청 -> 가뭄 대응, 용수 공급 등 기존 관점과 마찰

다목적댐 및 용수댐 현황(2015, K-water)

	단 위	금 강	
		대 청	용 담
《유역》			
유 역 면 적	㎢	4,134 (3,204)[1)]	930
수계 점유율	%	32.7	9.48
연평균 유입량	CMS	77.7	24.4
	10^6㎥	2,450.5	769.5
연평균 강우량	㎜	1,230.0	1,259.7
연간 용수공급량	10^6㎥	1,649	650.43
- 생 공		1,300	492.75
- 관 개		349	-
- 유 지		-	157.68
용수공급목표년도	년	2001	2021
사 업 기 간	년.월	'75. 3~ '81. 6	'90.10~ '06.12

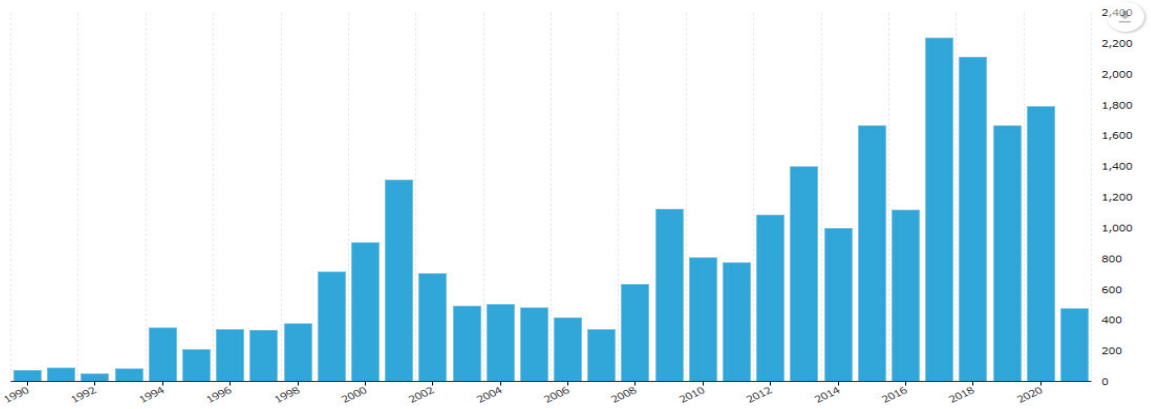
연합뉴스 2018-09-06

식수원 진안 용담댐 쓰레기와 녹조현상으로 몸살

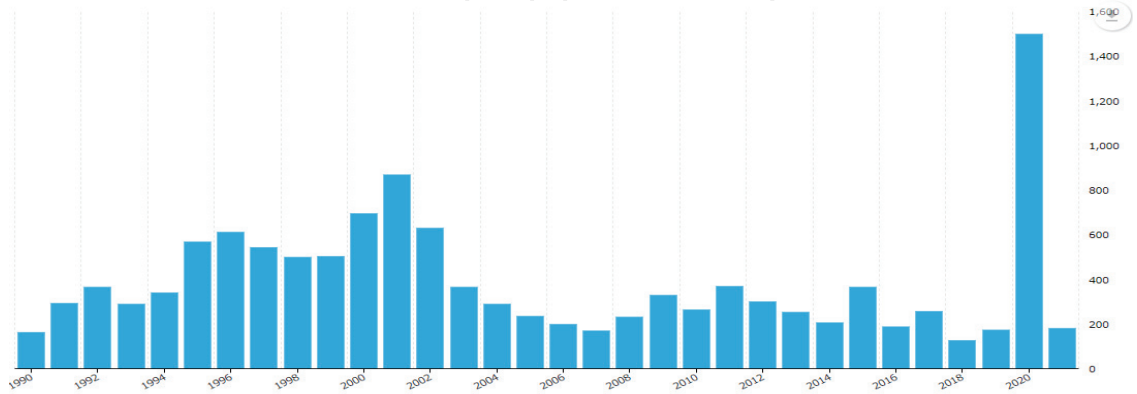
https://www.yna.co.kr/view/AKR20180906110200055

물관리 - 빅데이터 키워드 분석

- 사람들의 관심도 파악 위해 한국언론진흥재단의 빅카인즈(BIGKinds) 키워드 분석(1990.1.1.~2021.5.24.)
- “물관리” 키워드 빈도는 27,089건으로 2008년 이후 증가 추세: **농업용수, 물관리일원화, 기후변화** 거론
- “용담댐” 키워드 빈도는 13,205건으로 수몰 시점인 2001년까지 증가된 후 감소, 2020년에 급증
  → 연관어: **전북도/충청권, 진안군, 방류량, 피해보상, 수몰민들, 주민들** 등의 키워드 거론

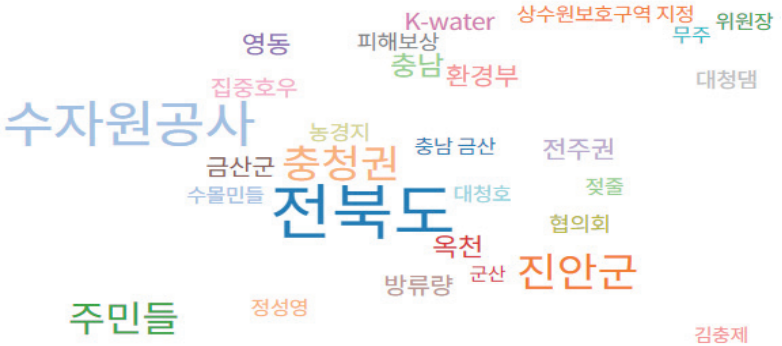


“물관리 " 키워드 트렌드 변화



“용담댐 " 키워드 트렌드 변화

“물관리 " 키워드 연관어 분석 결과



“용담댐 " 키워드 연관어 분석 결과

금강 수계 물관리 주요 이슈

- 용담댐 물관리 문제, 금강하굿둑 개방문제:
  → 인간 중심 관점 vs. 자연생태 중심 관점 중 무엇이 더 중요한가의 문제이며,
  → 나아가, 상류지역 vs. 하류지역 주민의 이해관계의 충돌 문제도 있음

- **종합적 관점**: 즉 **인간과 자연** 및 **상류와 하류지역의 주민** 모두를 이해시킬 수 있는 관리정책 수립이 필요함

구분	인간	자연
상류	개발행위 자율성 증진	수질, 수생태계 보전 환경생태유량 확보
하류	생활, 공업용수 안정적 공급	기수역 등 수생태계 유지 생물서식공간 확보

우리나라의 물(환경)관리 정책 및 한계

1989

- 수돗물 수질오염의 사회적 이슈화
- 수계(drainage system)를 중심으로 수량과 수질 관리 중점

1990s ~ 2000s

- 수질에 영향을 주는 인간 기인 압력 요인 관리정책
  (수변구역제도, 물이용부담금제, 상수원지역 지원, 토지매수제)

2007

- 수질환경보전법 -> 수질 및 수생태계 보전에 관한 법률 개정
- 수생태계 건강성 평가, 도심하천 생태복원 사업

2009

- 4대강 특별법 -> 하나의 통합 법률로 변경

2016

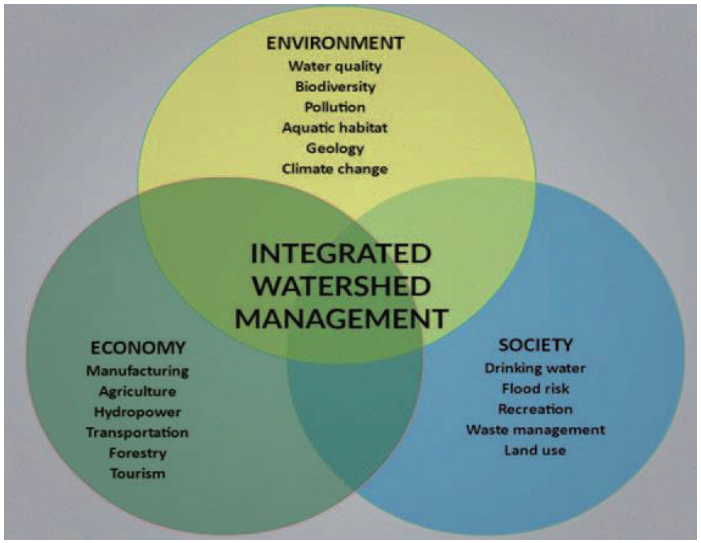
- 제2차 물환경관리기본계획(2016~2025)에서 "환경생태유량" 정의
  → 수생태계 건강성 유지와 수생태계 제공 서비스 강조
  ※ 유역 내 육상생태계가 주는 서비스에 대한 내용은 미흡

2018 ~

- 물관리기본법 제정, 국가물관리기본계획 수립
- 수량-수질 통합 측면에서 "통합 물관리(Integrated Water Management; IWM)" 추진
  → 물환경, 물이용(공급/배분), 물산업 등 개별 내용간 통합성 부족한 실정

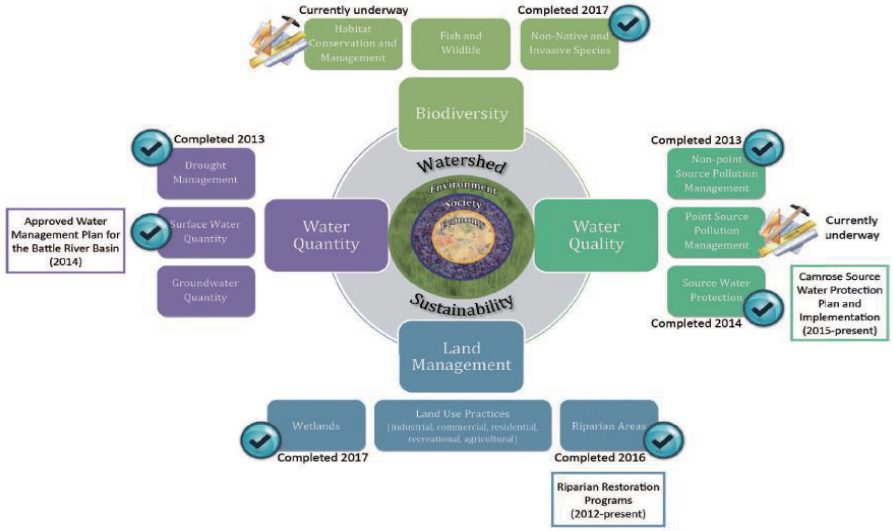
우리나라의 물(환경)관리 정책 및 한계

- ✓ 기후변화, 침입외래종, 생물다양성, 생태계서비스 등 다양한 이슈 반영 미흡
- ✓ 하천생태계는 유기체들의 군집과 물리적 환경 요소로 연계되어 있음 (Slocombe, 1993)
- ✓ 생태계 또는 경관 단위를 구성하는 **전체 생물적, 물리적, 사회경제적 구성요소와 그들이 제공하는 혜택을 통합적인 관점에서 접근** 필요함
- ✓ (Caldwell, 1970; McIntosh, 1985; Slocombe, 1993)



온타리오 통합유역관리(IWM)의 구성요소

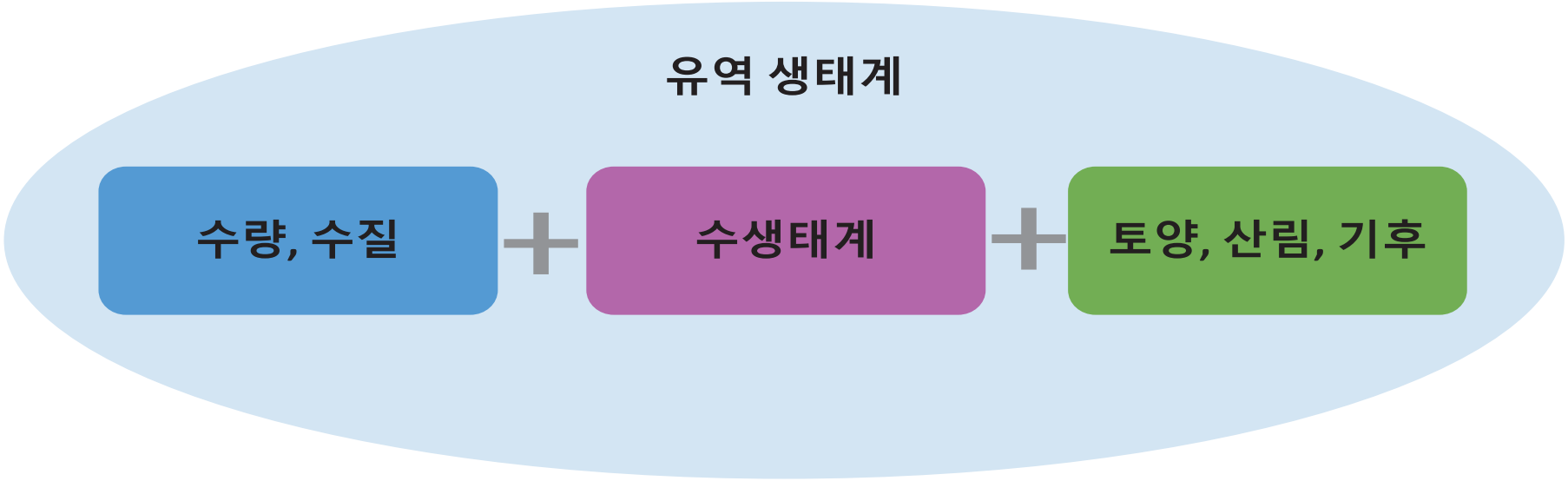
자료: Conservation Ontario, 2020



캐나다 배틀강 유역 연합(BRWA)의 유역관리계획(WMP) 절차

자료: BRWA, 2020

유역 생태계와 유역 생태계서비스



- 통합적, 다학제적으로 접근, 분석(환경-경제-사회적 요인 간 연계)
- 생태계 기반 관리(Ecosystem Based Management)

✓ 유역(watershed) 단위로,
✓ 유역생태계의 구성 요소와 기능을 파악하고,
✓ 유역생태계가 지역사회(인간)에 제공하는 생태계서비스를 분석해야 함

생태계서비스(Ecosystem Service) 개념

- **자연이 인간에게 제공하는 유·무형의 모든 혜택(MA, 2005)**

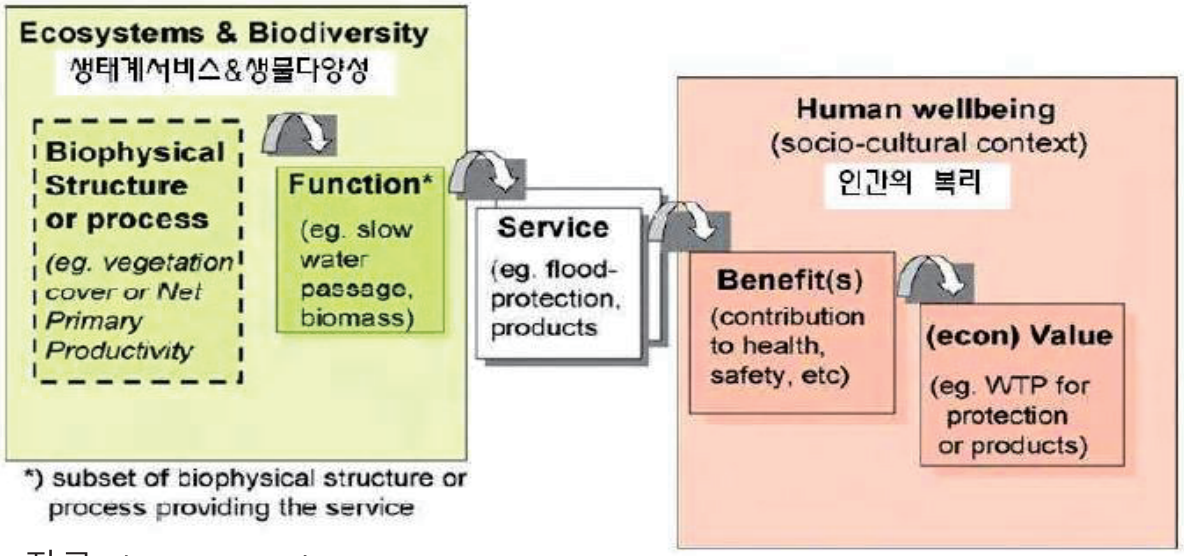
- 인간생활 충족을 위해 요구되는 생물다양성과 재화의 생산을 유지하기 위한 자연 생태계의 **조건과 과정**(Daily, 1997)

- 인간이 생태계기능으로부터 **직접 또는 간접적**으로 이끌어내는 **편익**(Costanza et al., 1997)

- 인간의 필요를 충족시키기 위한 **자연적 과정**과 요소의 **생산능력**(de Groot et al., 2002)

자료: 김충기, 2019

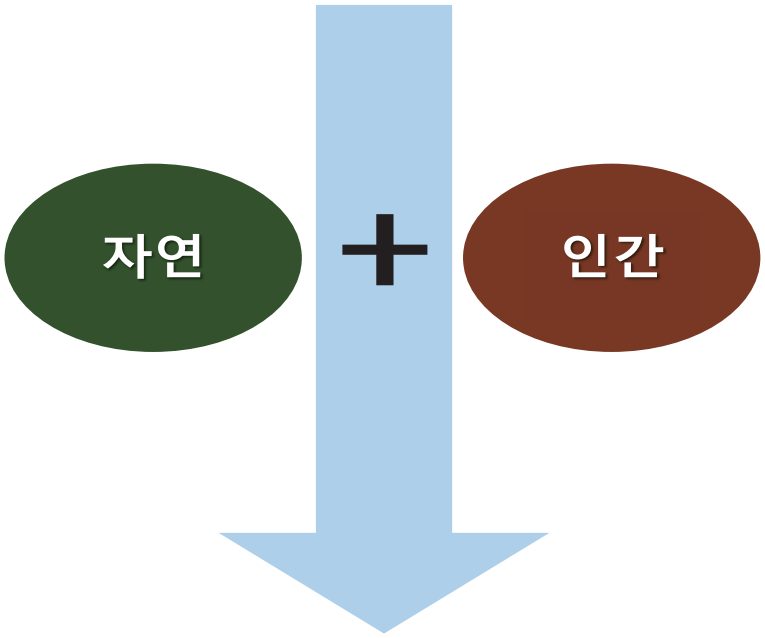
생태계서비스(Ecosystem Service) 평가 방법



자료: de Groot et al., 2010

자료: MA, 2005; 국립생태원, 2017

물 이용 중심 → 사람 관점 관리
(Human Based Management)

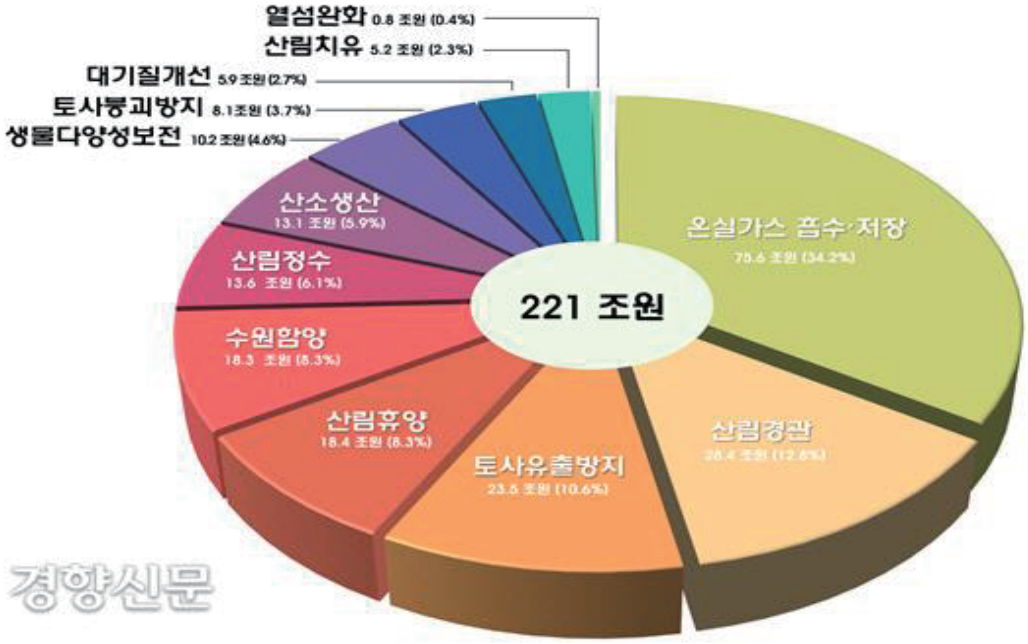


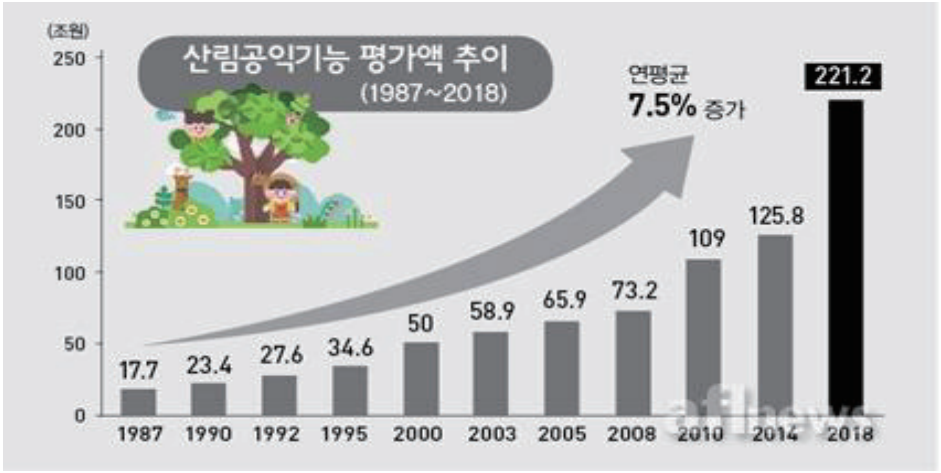
생태계 중심 → 자연 관점 관리
(Nature Based Management)

우리나라 생태계 유형별 생태계서비스(Ecosystem Service) 가치

산림 생태계서비스

- 산림의 공익적 가치 2018년 기준 연간 221조원...국민 1인당 428만원 혜택
- GDP의 11.7%, 농림어업 총 생산액(34.5조원)의 6배, 임업 총 생산액(2.4조원)의 93배
- 온실가스 흡수·저장기능 75.6조원(34.2%)으로 1위 > 산림경관 > 토사유출방지 순





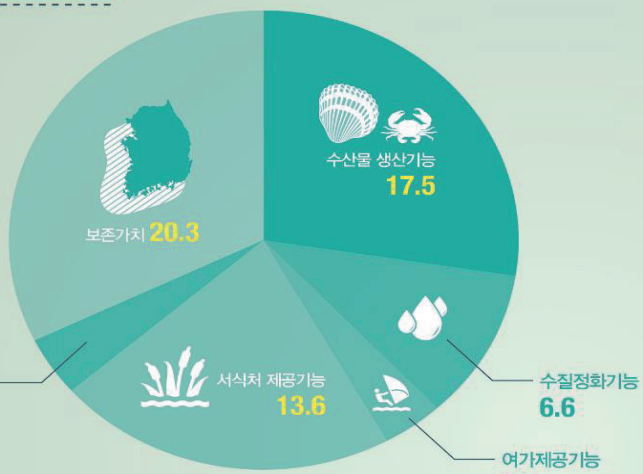
(국립산림과학원, 2020)

우리나라 생태계 유형별 생태계서비스(Ecosystem Service) 가치

갯벌 생태계서비스

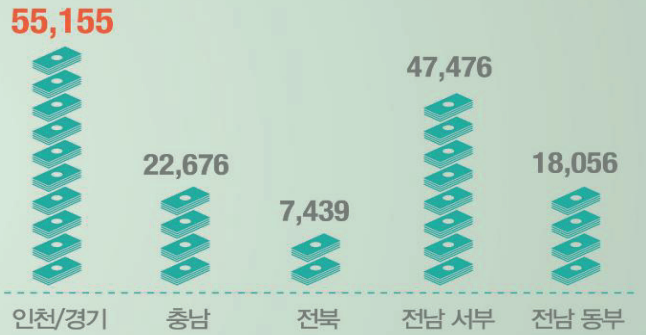
우리나라 갯벌의 가치

- 연간 경제적 가치
  총 **16조원**
- 단위면적당(1km²)
  63억원



(2012년 12월 기준 / 단위:억)

권역별 가치는 **인천·경기 갯벌**이 가장 우수



(2012년 12월 기준 / 단위:억)

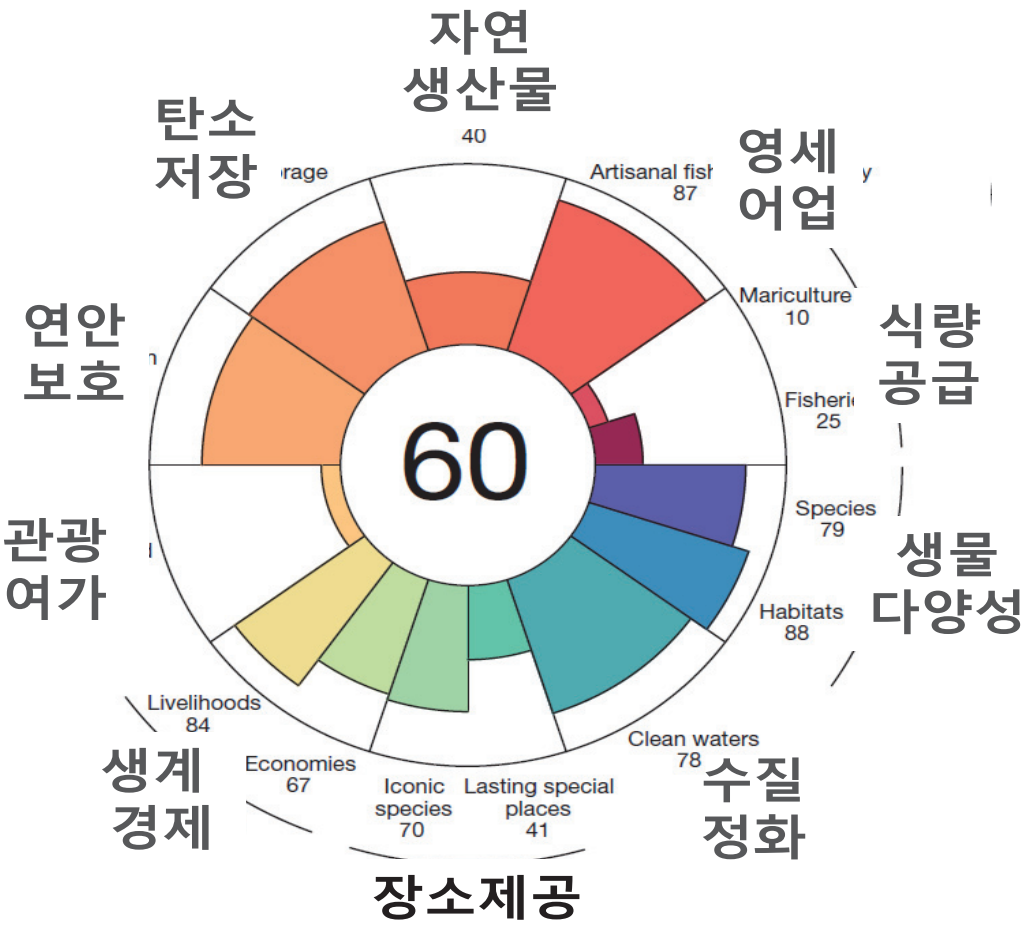
갯벌의 경제적 가치 평가

갯벌의 단위면적당(1km²) 생태적 가치 (Nature, 1997)

(해양수산부, 2013)

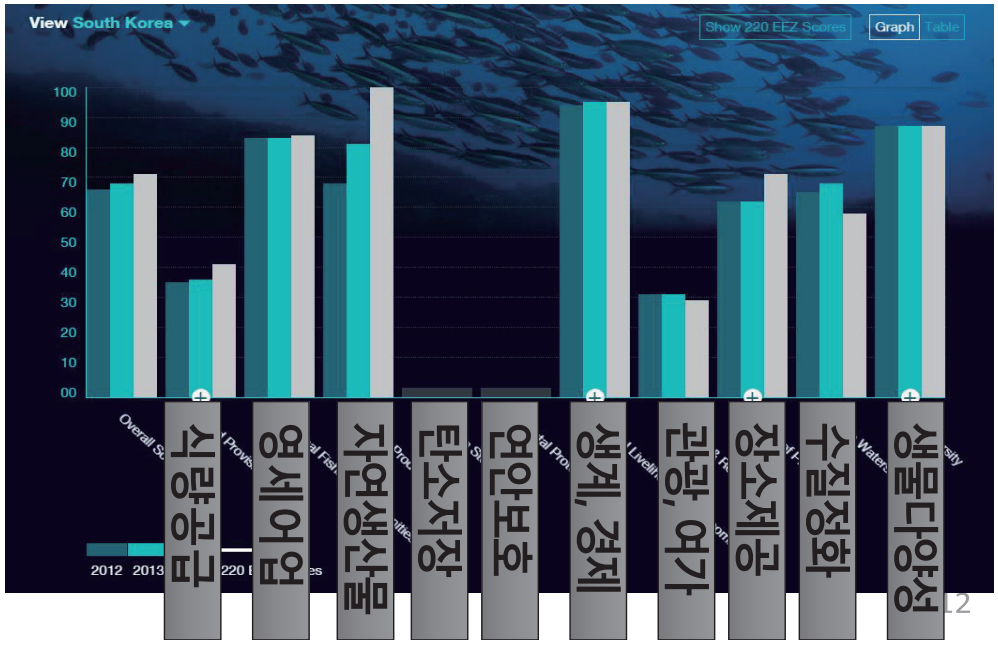
우리나라 생태계 유형별 생태계서비스(Ecosystem Service) 가치

연안 및 해양 생태계서비스



전 세계 평균 해양건강도 지수

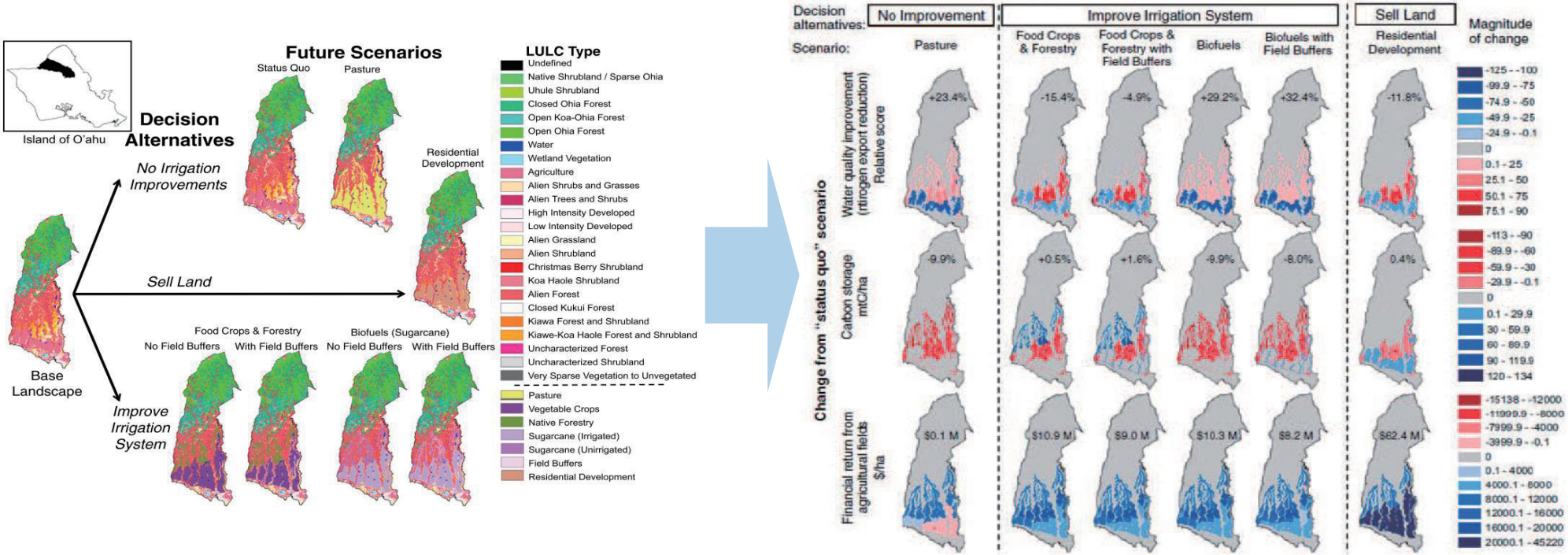
(Halpern et al. 2012, Nature)



유역 생태계서비스 평가 및 관리 사례

미국 하와이 kamehameha School

- 오아후섬 북해안 10,600ha 사유지를 유역 단위의 생태계서비스 평가 실시
- InVEST 모델링 기법 이용, 토지이용 시나리오에 따른 가축, 주거지 개발, 임업/농업 진흥, 바이오 연료 생산 각각의 생태계서비스 변화 및 트레이드오프 관계를 예측함
- 공공 부문과 민간 부문의 혜택 균형을 유지할 수 있는 토지이용계획 대안 도출

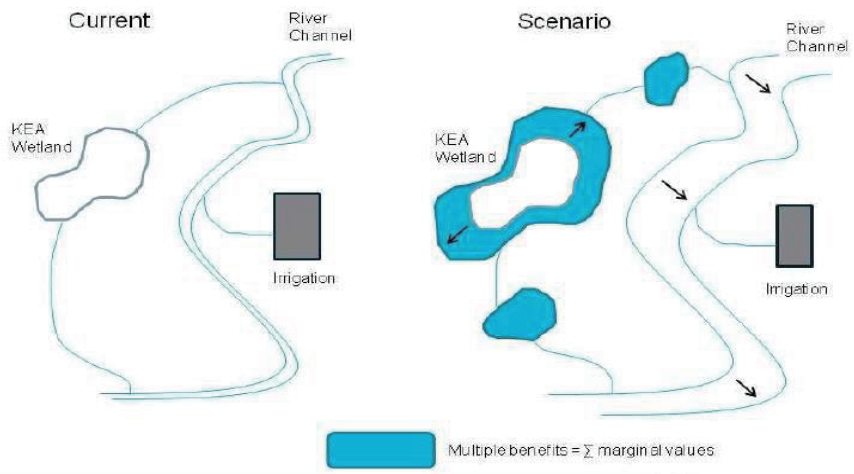


자료: Goldstein et al., 2012

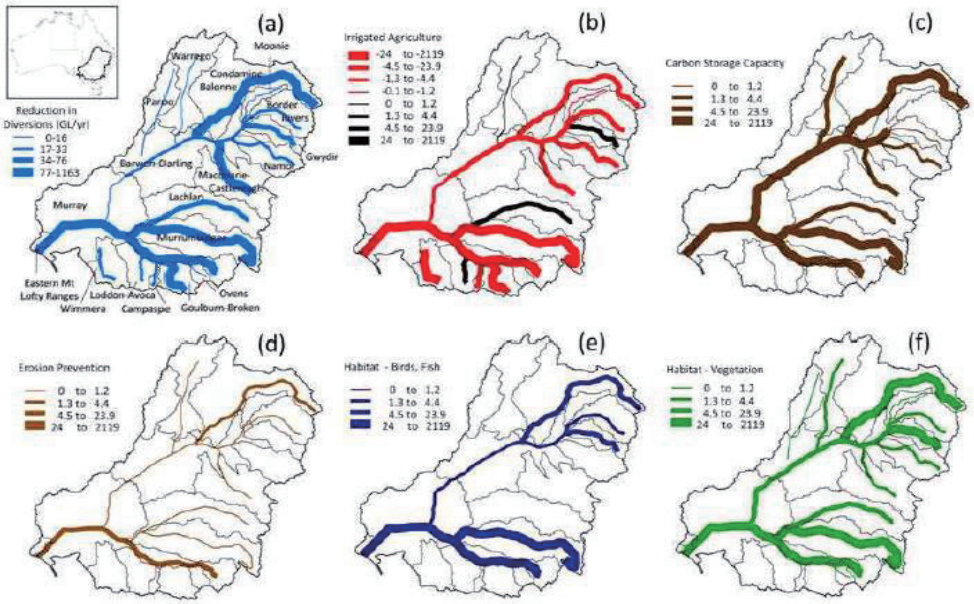
유역 생태계서비스 평가 및 관리 사례

호주 Murray-Darling Basin

- 핵심 습지(KEA Wetland)와 유역 습지를 늘리고 관계농업을 줄였을 때 생태계서비스 항목별(관개용수 전환 감소, 관개농업, 탄소흡수, 침식방지, 서식처(조류,어류,식생)) 변화 분석
- 분석 결과 하천 본류로 더 많은 양의 수량을 보유하게 되고, 서식처 질 개선, 탄소흡수, 심미, 관광, 수질 개선 등의 효과 창출



호주 Murray-Darling Basin의 현재 및 시나리오 설정



시나리오에 따른 6가지 생태계서비스별 변화

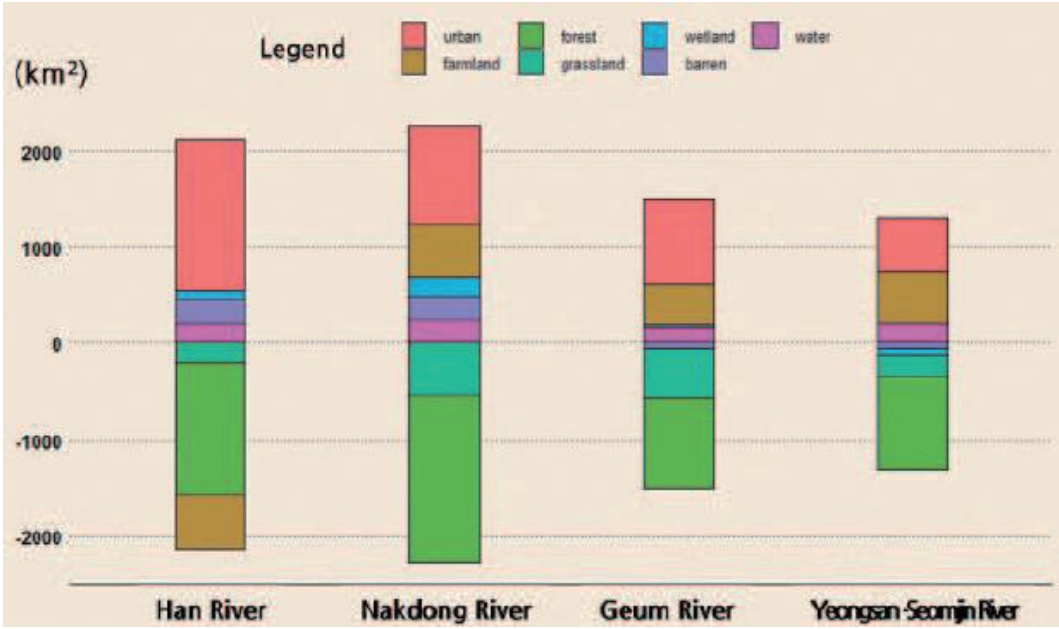
자료: CSIRO, 2014

우리나라 4대강 유역의 생태계서비스 분석

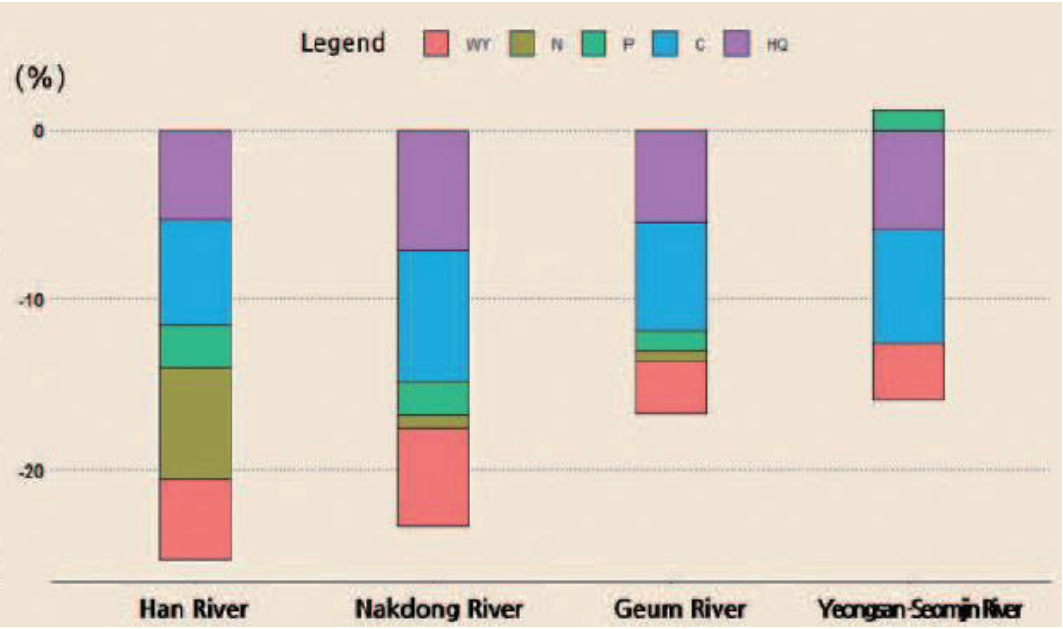
- 1989~2009년간 4대강 유역별 토지이용변화에 따른 생태계서비스 변화량을 평가
- 토지피복: 대체적으로 4대강에서 도시, 농지는 증가하고 산림, 초지, 수역은 감소
- 수량 공급, 질소 저류, 인 저류, 탄소 저장, 서식처질서비스 모두 감소

  → 수질에 영향을 미치는 질소, 인 등 영양염류 저류 기능이 토지이용 변화와 함께 감소함을 의미

  → 산림, 초지 감소에 따른 탄소 저장 감소는 기후변화 영향 저감 능력이 줄어들고 있음을 의미



4대강 토지피복 변화량(1989~2009)



4대강 생태계서비스 변화(1989~2009)

자료: 천정윤 외, 2020

금강유역 생태관리를 위한 생태계서비스 평가

모델링 기반 평가

- 생태계와 생물다양성, 환경 분야 전문가가 평가항목에 대한 정량적 자료(proxy dataset)를 수집·구축하고, 과학적인 모델링 기법을 활용하여 생태계서비스를 모의하여 평가하는 방법
- 생태계의 구조, 기능, 서비스, 편익, 가치로 이어지는 프로세스를 고려한 통합 생태계서비스 평가 모델을 활용하여 평가

모델명	평가항목	경제적 가치평가	이해관계자 참여	트레이드오프 분석	공간 스케일	시간 스케일	생태계 범위	사용자 편의성
InVEST	14	가능	가능	가능	유역, 지역, 국가, 전지구	Static	육상/해양	높음
ARIES	10	가능	가능	가능	유역, 지역, 국가, 전지구	Static	육상/해양	낮음
MIMES	17	가능	가능	가능	유역, 지역, 국가, 전지구	Dynamic	육상/해양	낮음
EcoPath/ EcoSim	3	–	가능	가능	지역	Dynamic	해양	중간
Ocean Health Index	10	–	가능	가능	국가, 지역, 전지구	Static	해양	높음
IMAGE	8	–	–	가능	전지구	Static	육상/해양	낮음

자료: 천정윤 외, 2020

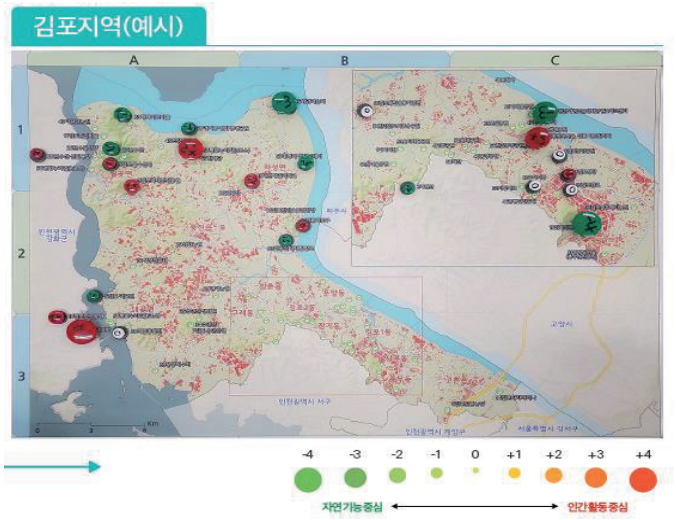
금강유역 생태관리를 위한 생태계서비스 평가

시민참여 기반 평가

- 지역의 자연을 가장 잘 아는 사람은 전문가가 아닌 그 지역에서 오랜 시간 삶을 영위하며 자연을 경험한 시민임을 고려한 생태계서비스 평가 방법(국립생태원, 2018)
- 시민의 의견이 지역 환경 정책과 계획을 수립하는데 활용할 수 있다는 데에 의미가 있음

시민들이 선정한 생태자산을 자산의 성격에 맞게 배치한 사례
(경기도 광주시)

생태자산별 평가결과
(경기도 김포시)



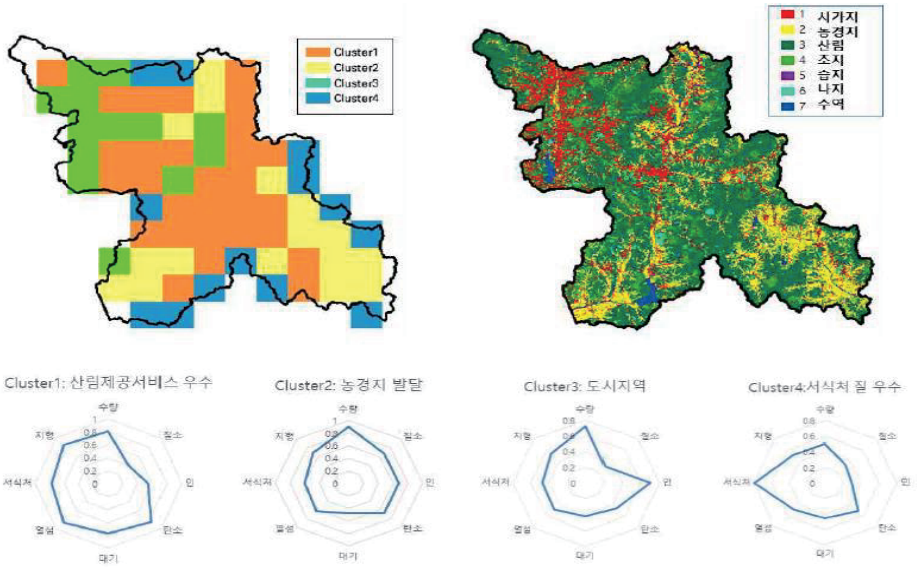
자료 : 국립생태원(2018)

금강유역 생태관리를 위한 생태계서비스 평가

평가결과 활용

- (기초자료 제공) 번들 평가를 활용, 금강유역 통합물관리 정책 의사결정에 기초자료로 활용
- (사업추진 결정) 생태계서비스 평가(트레이드오프)를 활용한 수변구역 토지매수사업 추진 활용
- (유역 생태복원) 유역생태계 훼손지역 생태복원사업 추진에 활용
- (생태계서비스지불제) 상류-하류 균형발전, 생태계서비스 수혜자-공급자 이해관계 불일치 해소
- (시민참여) 생태계서비스 평가지도 및 인포그래픽 활용, 시민들의 자연혜택 제공현황 홍보, 교육

생태계서비스 번들평가



자료 : 환경부(2020)

생태계서비스 평가 인포그래픽

자료 : 김충기(2022)

감사합니다!

금강수계 환경기초조사사업 5단계 기본계획 수립 연구

충남연구원 김영일 연구위원

금강유역 시·도연구원 물환경 전문가 워크숍

금강수계 환경기초조사사업 5단계 기본계획 수립 연구

2022. 12. 14.

충남연구원 ChungNam Institute

김 영 일 연구위원

발표순서

1. 연구개요
2. 기본계획 추진실적 분석
3. 금강수계 환경기초조사사업 5단계 기본계획

01

연구개요

01 연구배경 및 필요성

- 환경기초조사사업의 효율적인 수행을 위해 5단계 기본계획 수립 필요
  - 통합물관리 추진에 따른 물환경 변화를 반영한 환경기초조사사업 조사 · 연구 방향을 체계적 · 구체적으로 설정하기 위해 5단계 기본계획 수립 필요
- 1~4단계 환기조사업 연구성과 및 국가 물관리 계획 등의 반영을 통해 제5단계 금강수계 환경기초조사사업 기본계획 추진방향 설정 필요
  - 1~4단계 환기조사업, 국가물관리기본계획 및 금강유역물관리종합계획(안), 4대강수계 환기조사업 등의 분석을 통해 5단계 기본계획 비전, 목표, 연구분야 및 추진과제 도출 필요
- 지난 3년간(2020~2022년) 물환경 전문가 포럼에서 제안된 연구분야 및 주제 반영을 통해 유역 맞춤형 기본계획 수립
  - 금강수계에 적합한 연구분야 및 주제 발굴을 통해 맞춤형 기본계획 수립 가능

02 연구목표 및 내용

1~4단계 기본계획 평가

- ✓ 1~4단계 추진실적 및 사업평가
- ✓ 1~4단계 성과 및 실적 분석
- ✓ 개선방안 도출

중점 연구분야 및 과제 도출

- ✓ 금강수계 현황 및 여건변화 분석
- ✓ 5단계 기본계획 중점 연구분야 및 연구과제 도출, 로드맵 설정
- ✓ 연구 과제별 RFP 작성

T/F 구성 및 운영

- ✓ 금강수계 5단계 기본계획 수립 T/F 구성 및 운영(자문단, 기획단)
- ✓ 환경기초조사사업 물환경 분야별 전문가 포럼 위원 자문단 활용

금강수계 환경기초조사사업 5단계 기본계획 수립

03 주요 연구내용(1)

- 금강수계 환경기초조사사업 기본계획(1~4단계) 추진실적 분석 및 평가
  - 1~4단계 기본계획에 대한 추진실적 및 사업평가
  - 1~4단계 추진 과제별 성과 및 활용 실적 분석
- 5단계 환경기초조사사업 기본계획 수립 T/F 구성 · 운영
  - 기본계획 수립을 위한 T/F 내 기획단 및 자문단 구성 운영
  - 지역 및 분야 등을 고려하여 기존 금강수계 물환경 전문가 포럼위원 적극 활용

연구자

전문가

관리자

04 주요 연구내용(2)

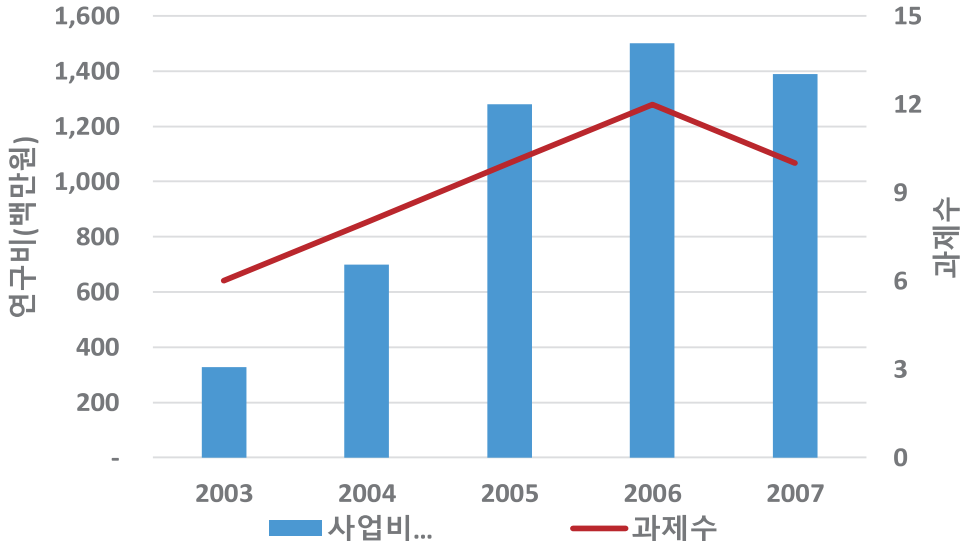
- 금강유역 현황 분석 및 5단계 기본계획 연구과제 도출
  - 금강유역 현황 및 물환경 여건(오염원, 인문사회 등) 변화 분석
  - 국내 · 외 물환경 관련 연구동향 분석
  - 5단계 기본계획 목표, 추진전략 및 중점 추진 분야 설정
  - 중점 분야별 연구과제 도출 및 로드맵 설정
- 5단계 환경기초조사사업 운영체계 마련
  - 5단계 환경기초조사사업 연구과제 추진체계 마련
  - 연구과제 관리(진도 관리, 평가 등) 방안 마련
  - 5단계 연구과제 성과물 활용방안(활용도 제고 등) 및 기대효과 분석

02

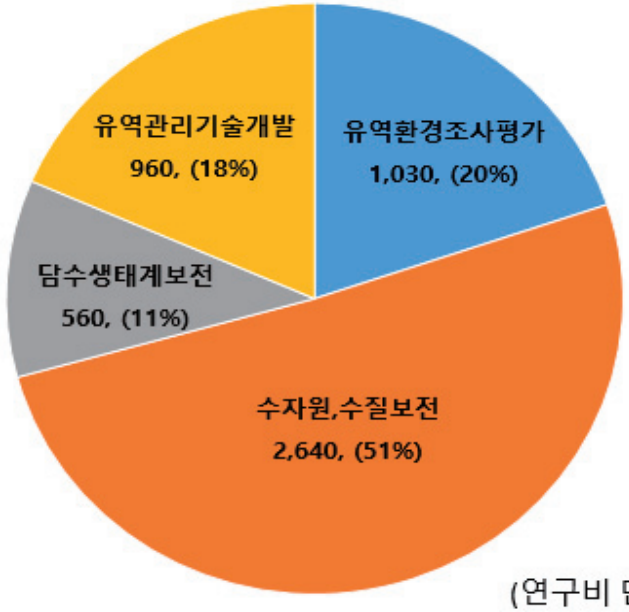
기본계획 추진실적 분석

01 1단계 추진계획 및 현황(1)

1) 추진계획



총 46개(계속 과제 포함) 과제,
5,190 백만원
(1억1천3백만원/과제)

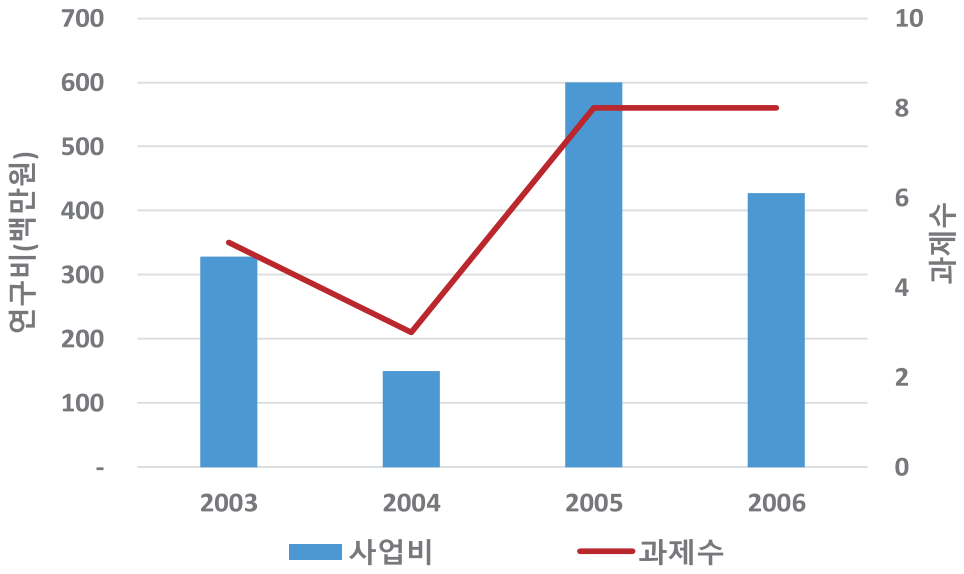


(연구비 단위: 백만원)

주요내용
- 오염원 조사, 분석
- 상시측정 모니터링 시설
- 물 관리 네트워크 구축 운영

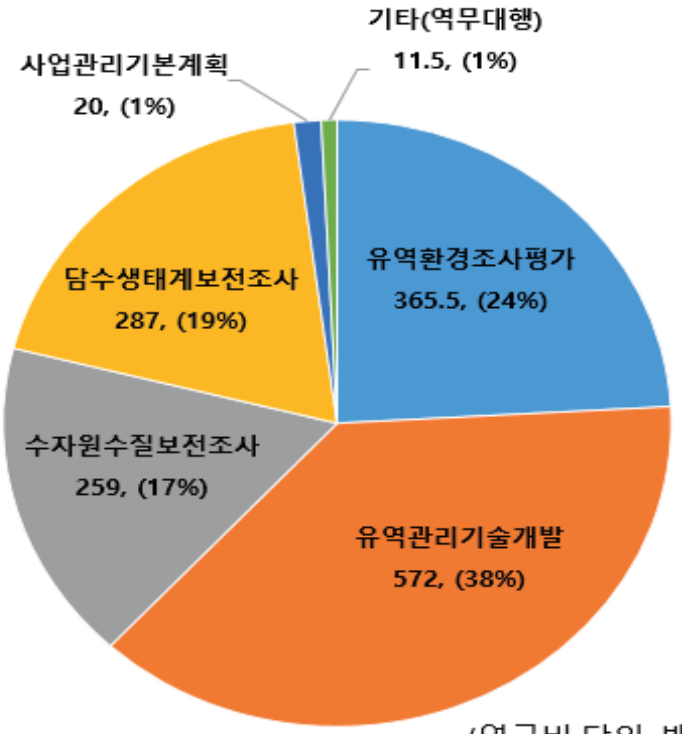
02 1단계 추진계획 및 현황(2)

2) 추진결과



주요내용
- 오염원 조사, 분석
- 상시측정 모니터링 시설
- 물 관리 네트워크 구축 운영

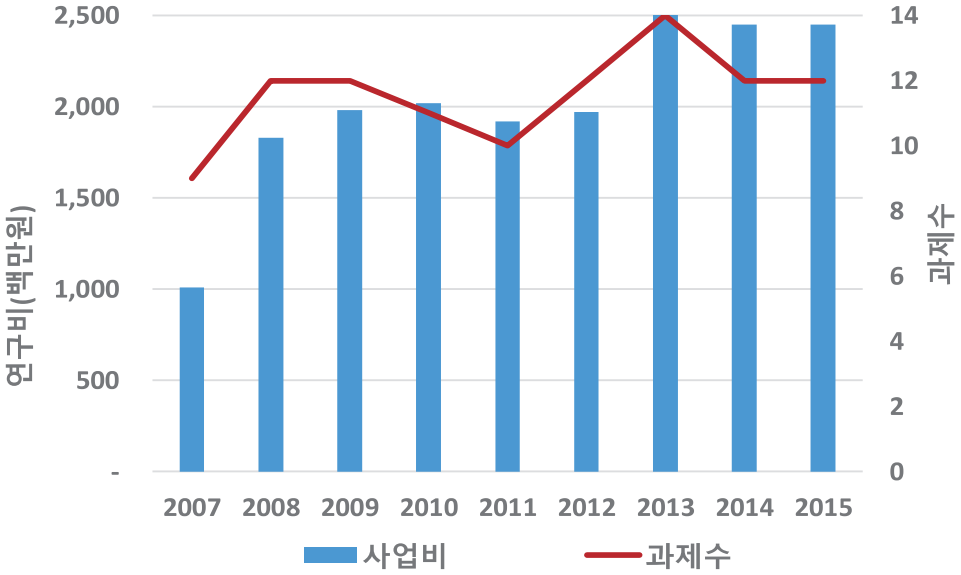
총 25개 과제, 1,515 백만원



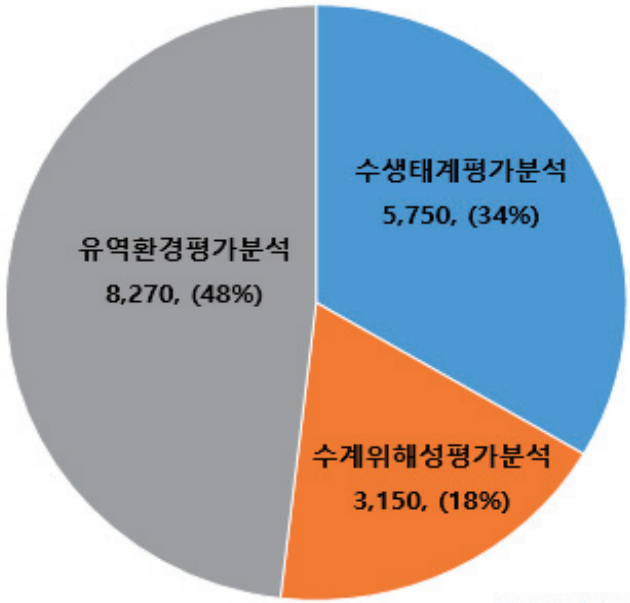
(연구비 단위: 백만원)

03 2단계 추진계획 및 현황(1)

1) 추진계획



총 98개(계속 과제 포함) 과제,
17,170 백만원
(1억7천5백만원/과제)

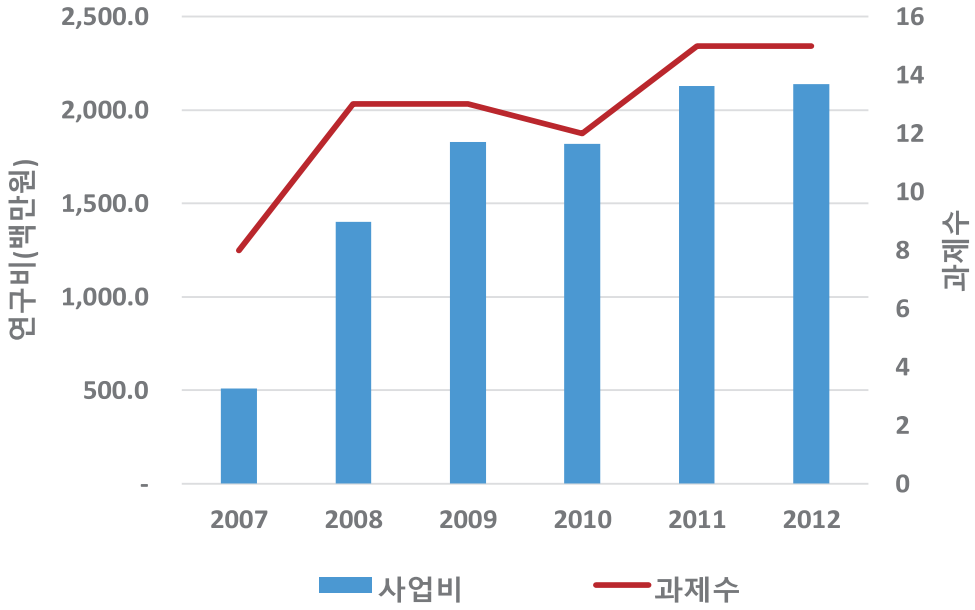


(연구비 단위: 백만원)

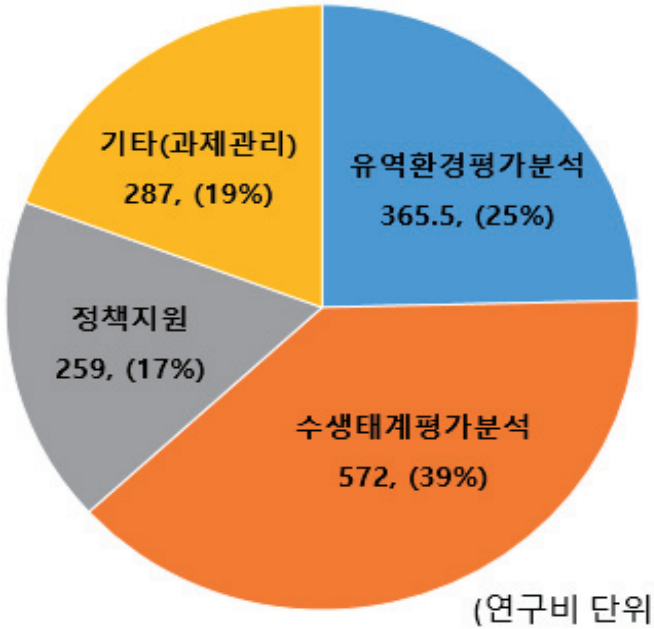
주요내용
- 사업특성에 따른 3개 사업분야 도출
- 3개 사업분야별 TRM 작성
- 분야별 19개 세부과제 도출

04 2단계 추진계획 및 현황(2)

2) 추진결과



총 76개(계속 과제 포함) 과제,
10,004.5 백만원
(1억3천1백만원/과제)

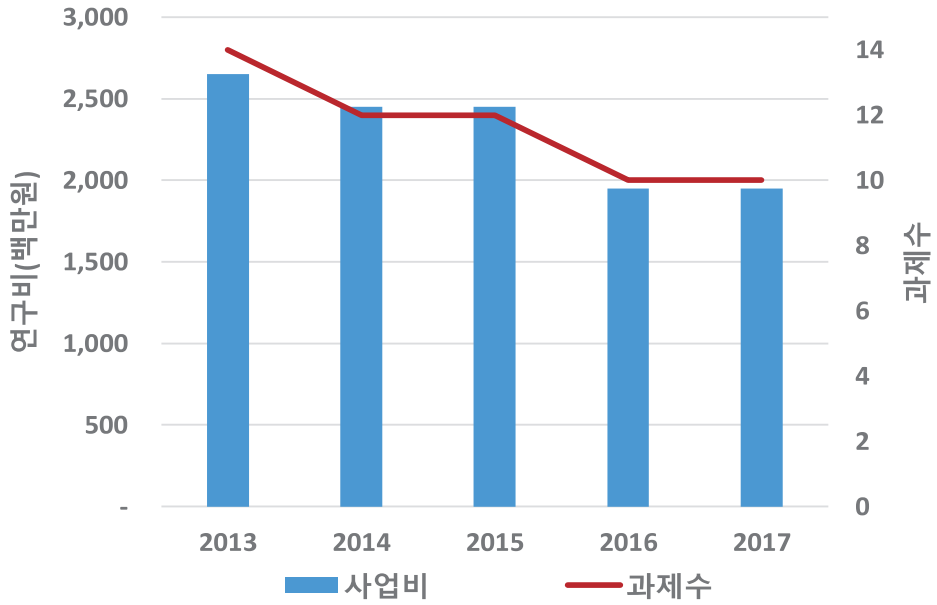


(연구비 단위: 백만원)

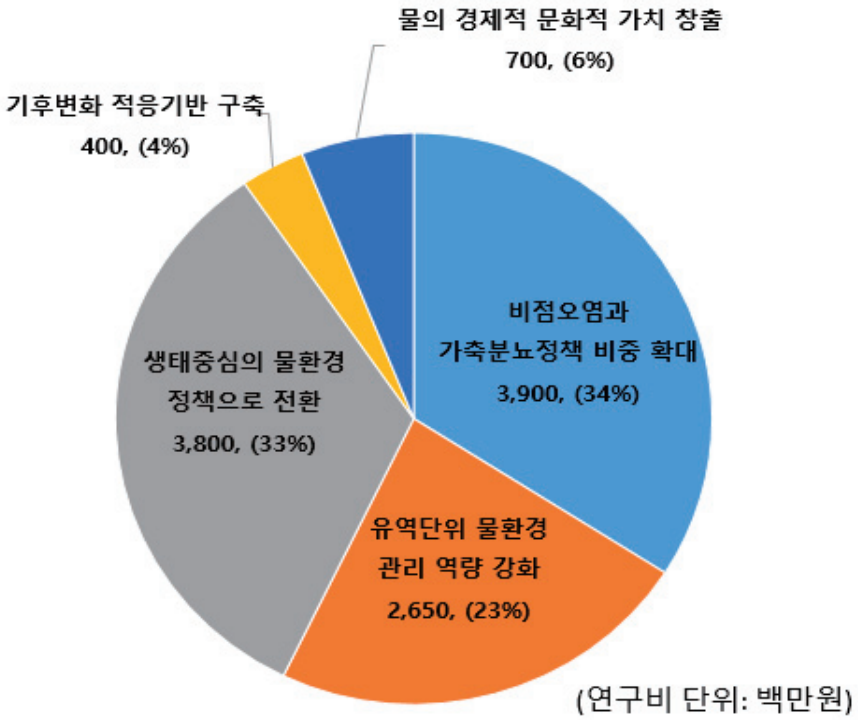
주요내용
- 사업특성에 따른 4개 사업분야 도출

05 3단계 추진계획 및 현황(1)

1) 추진계획



총 58개(계속 과제 포함) 과제, 11,450 백만원



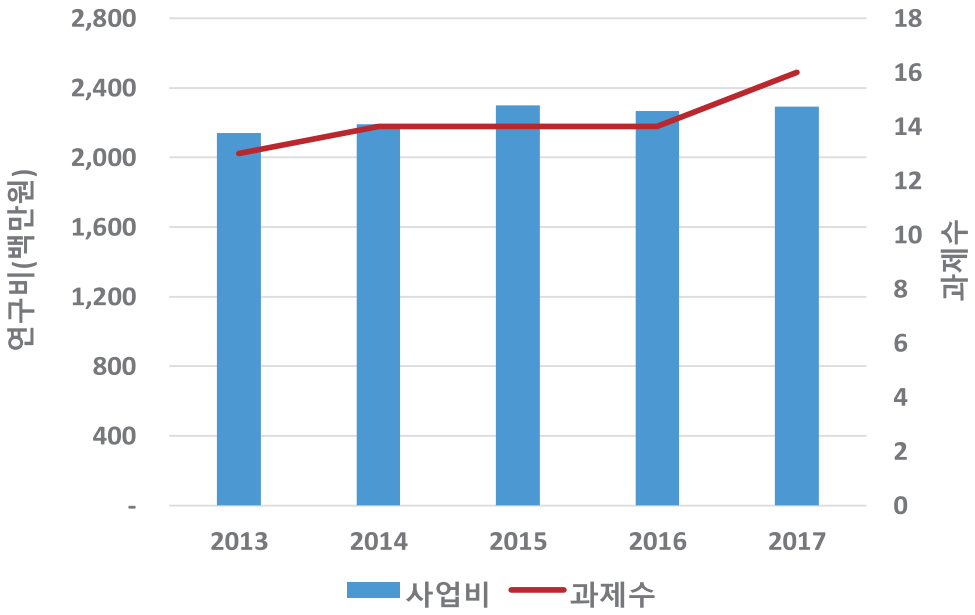
(연구비 단위: 백만원)

주요내용

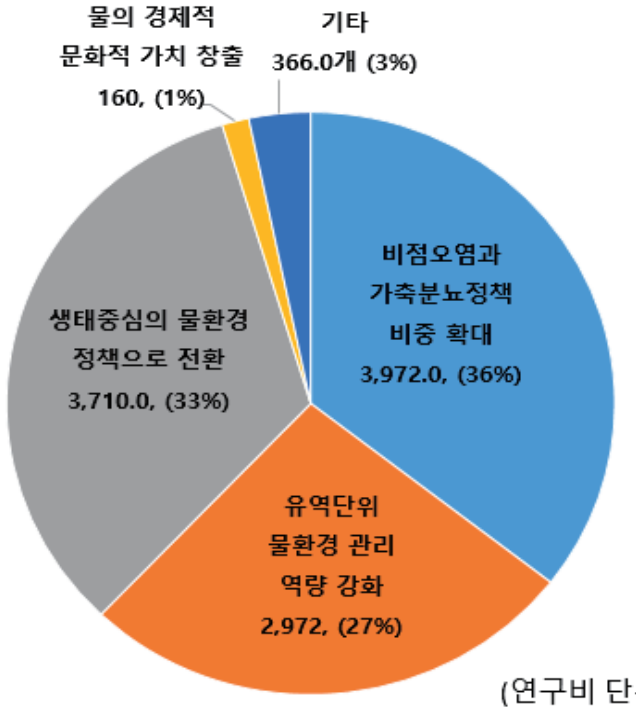
- 총 20개 세부과제 도출(공통과제 7개,
  특성과제 10개, 전파과제 3개)

06 3단계 추진계획 및 현황(2)

2) 추진결과



총 71개(계속 과제 포함) 과제, 11,180 백만원 (1억6천5백만원/과제)



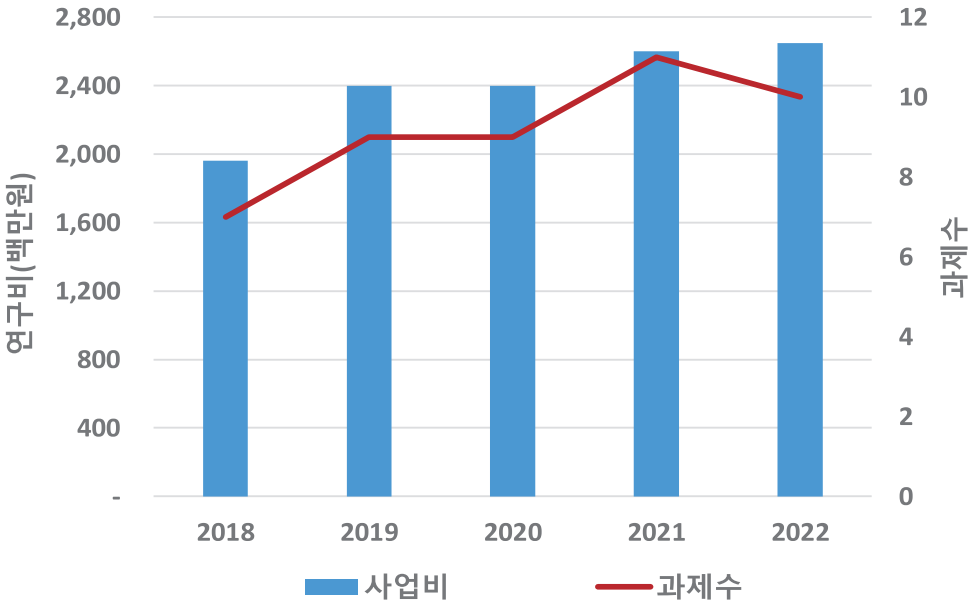
(연구비 단위: 백만원)

주요내용

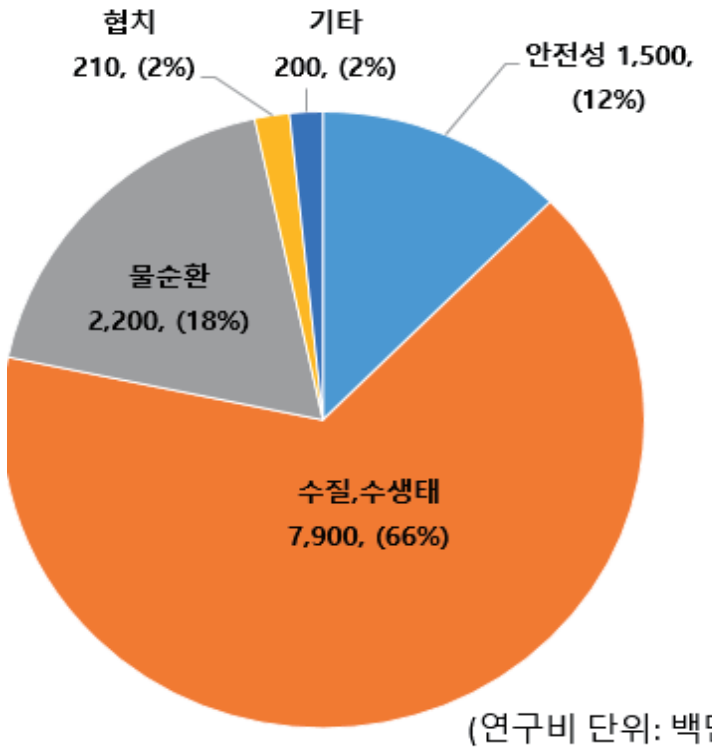
- 사업특성에 따른 5개 사업분야 도출

07 4단계 추진계획 및 현황(1)

1) 추진계획



총 46개(계속 과제 포함) 과제, 12,010백만원

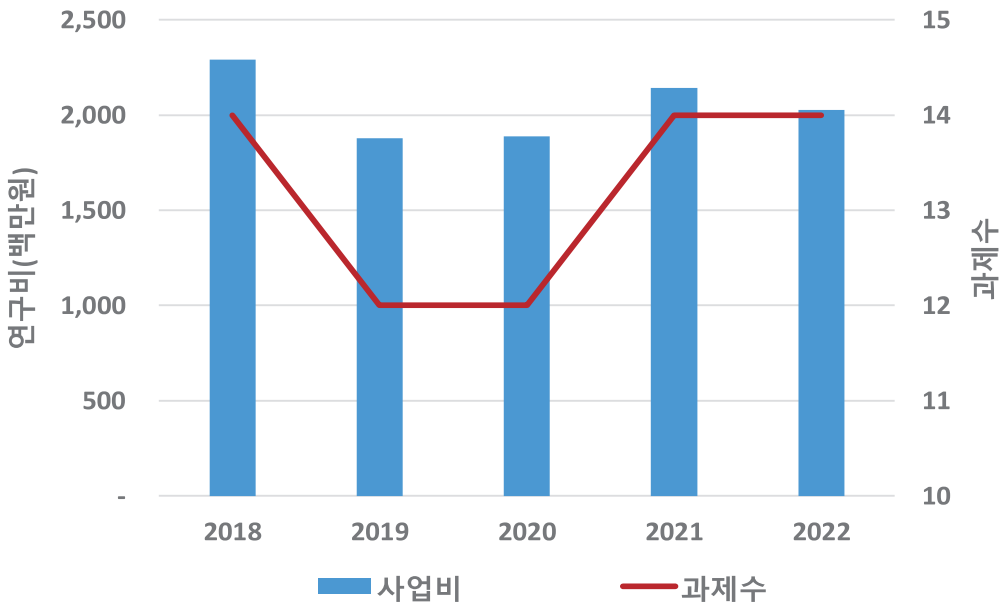


(연구비 단위: 백만원)

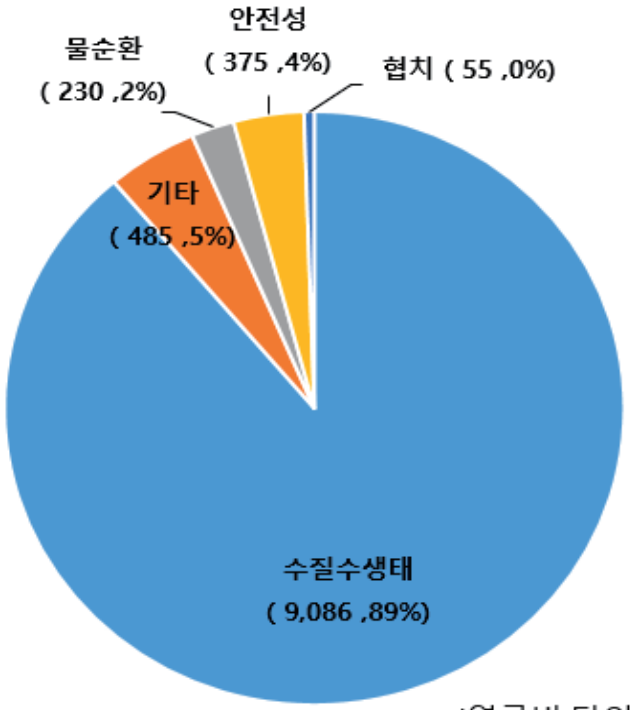
주요내용
- 안전성, 수질/수생태, 물순환, 협치분야

08 4단계 추진계획 및 현황(2)

2) 추진결과



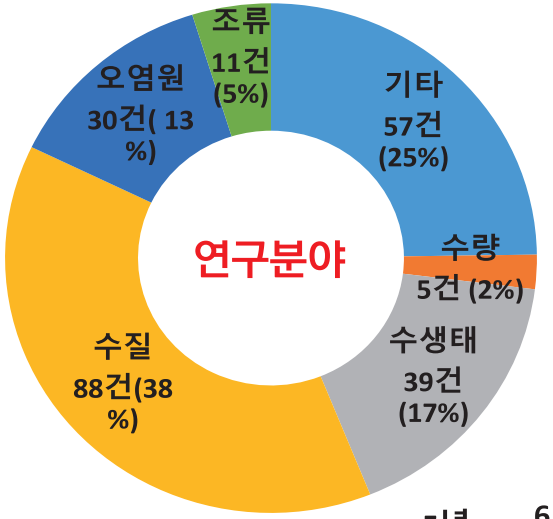
총 66개(계속 과제 포함) 과제, 10,231 백만원

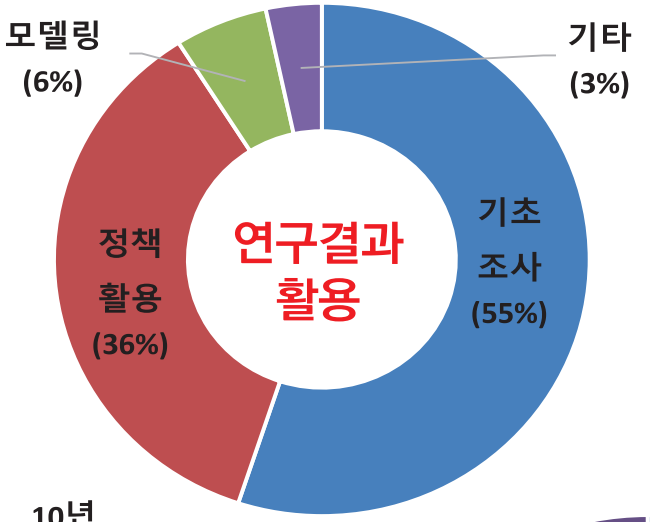


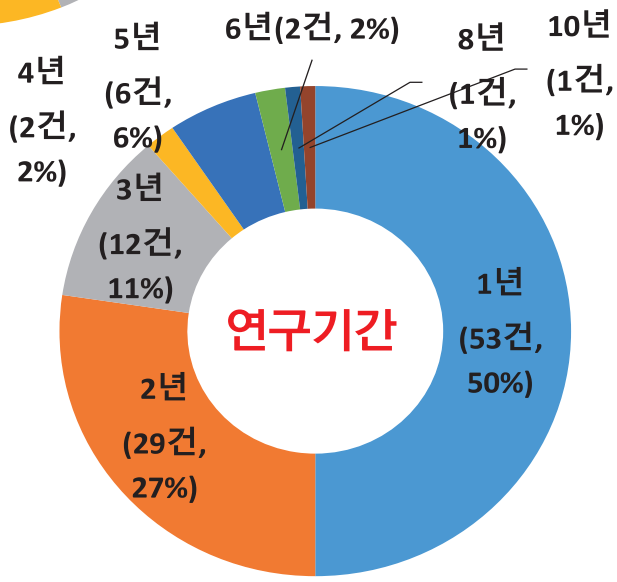
(연구비 단위: 백만원)

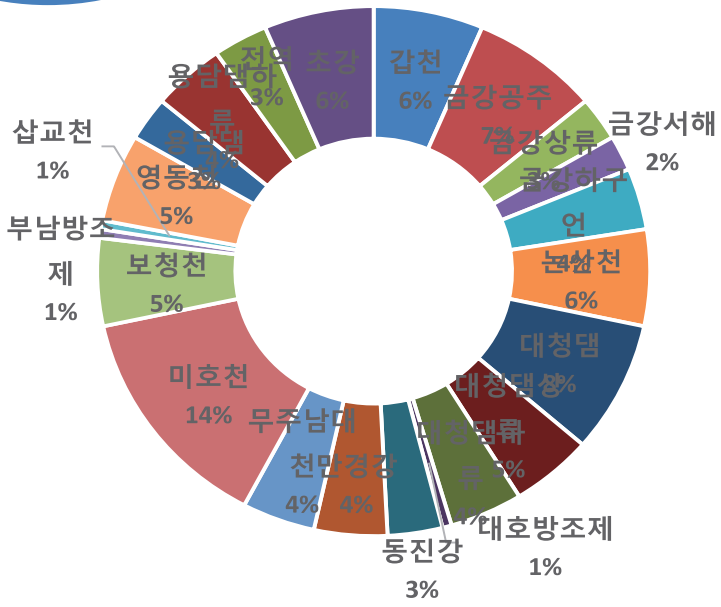
주요내용
- 사업 특성에 따른 5개 사업분야 도출

09 1~4단계 추진실적 분석









03

금강수계 환기조사업 5단계 기본계획

01 기본계획 수립방향

- 기존 연구 및 계획 검토를 통해 중점 추진 연구분야 설정
  - 국가 및 금강유역 물환경계획 검토를 통해 5단계 기본계획 수립방향 설정
  - 지난 3년간(2020~2022년) 물환경 전문가 포럼 운영을 통해 제안된 의견을 반영하여 5단계 기본계획 목표, 추진전략, 중점 추진 연구분야 설정
- 5단계 기본계획 연구분야 및 추진과제 발굴 및 선정
  - 1~4단계 환경기초조사사업 분석결과, 기존 물환경계획, 환경기초조사사업 물환경 전문가 포럼 위원의 다양한 의견 등을 반영
  - 자문단을 중심으로 주기적인 회의 및 논의를 통해 연구과제별 RFP 작성
  - 금강수계 환경기초조사사업 5단계 기본계획에서 추진할 주요 연구분야 및 추진과제 발굴 및 선정

02 T/F 구성 · 운영

- 기본계획 수립 T/F 구성 및 역할
  - T/F 내 기획단 및 자문단을 구성하여 기본계획 수립시까지 지속 운영

1) 기획단

■ 구성 : 환경부(금강수계위 사무국), 국립환경과학원(금강물환경연구소), (5개)광역시 · 도, 전문가(포럼위원), 연구수행기관 등으로 구성

■ 역할 : 환경기초조사사업 5단계 기본계획 연구과제 최종 확정

2) 자문단

■ 구성 : 환기조사업 물환경 분야(물환경, 물이용, 물안전) 전문가 포럼위원 48명, 연구수행기관(간사) 등으로 구성

■ 역할 : 정기적인 회의(전체 연구기간 중 최소 2회 이상 추진) 및 논의를 통해 연구분야, 연구주제, 연구과제(RFP) 발굴 및 검토

03 기본계획 수립 추진경과

2022. 11
- 제5단계 환기조사업 기본계획 수립을 위한 연구과제 심의회 취진 및 선정
  – 14개 연구과제 대상 심의를 통해 최종 연구과제 우선순위 선정
- 제5단계 기본계획 추진 연구과제별 기술지도(TRM) 작성

2022. 10
- 제안과제 수정 · 보완 및 통 · 폐합 등을 통해 심의대상 연구과제 선별
  – 부합성, 필요성, 시급성, 활용성 등을 고려하여 심의대상 연구과제 선별(14개)
- 연구과제 최종보고회 개최

2022. 9
- 환기조사업 제안과제 전문가 검토회의
  – 필요성, 시급성, 정책 활용도, 예산의 적정성 등 평가를 통해 제안과제 검토
- 금강수계 환경기초조사사업 5단계 기본계획 T/F 2차 화상 회의
  – 과제별 수정 · 보완, 통 · 폐합 및 분야별 세분화 (24개 제안과제)
- 사무국 수요조사 → 7개 연구과제 접수

2022. 7~8
- 제안 과제 24개(제안 17개, 추가 공모 7개) 정리 분석

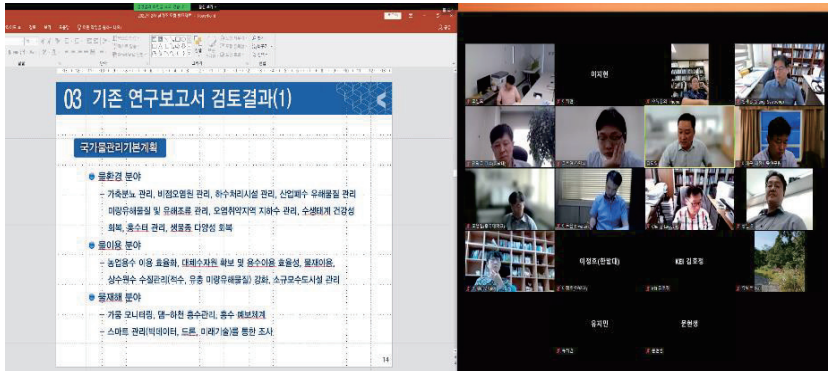
2022. 5~6
- 금강수계 환경기초조사사업 5단계 기본계획 수립을 위한 연구과제 추가 공모
  – 관내 지자체, 대학교, 연구소, 시민단체 등 → 7개 연구과제 접수

2022. 4
- 금강수계 환경기초조사사업 5단계 기본계획 T/F 1차 화상회의
  – 중점 연구분야, 범위 등 설명 및 연구과제 RFP 요청 → 17개 연구과제 제안
- 연구 추진방향 논의를 위한 착수보고회 개최

2022. 2~3
- 연구과제 발굴 · 검토를 위한 자문단 구성 및 운영
  – 물환경(수질, 수생태), 물이용(물수요 및 공급), 물안전(치수, 재난) → 총 48인

04 중점 연구분야 도출(1)

- 환기조사업 물환경 전문가포럼 운영을 통한 연구과제 도출
  - 2021~2022년 포럼 개최(4회)를 통해 연구분야, 연구지역, 연구주제 도출
  - 물환경/물이용/물안전/기타를 중점연구분야로 분류



05 중점 연구분야 도출(2)

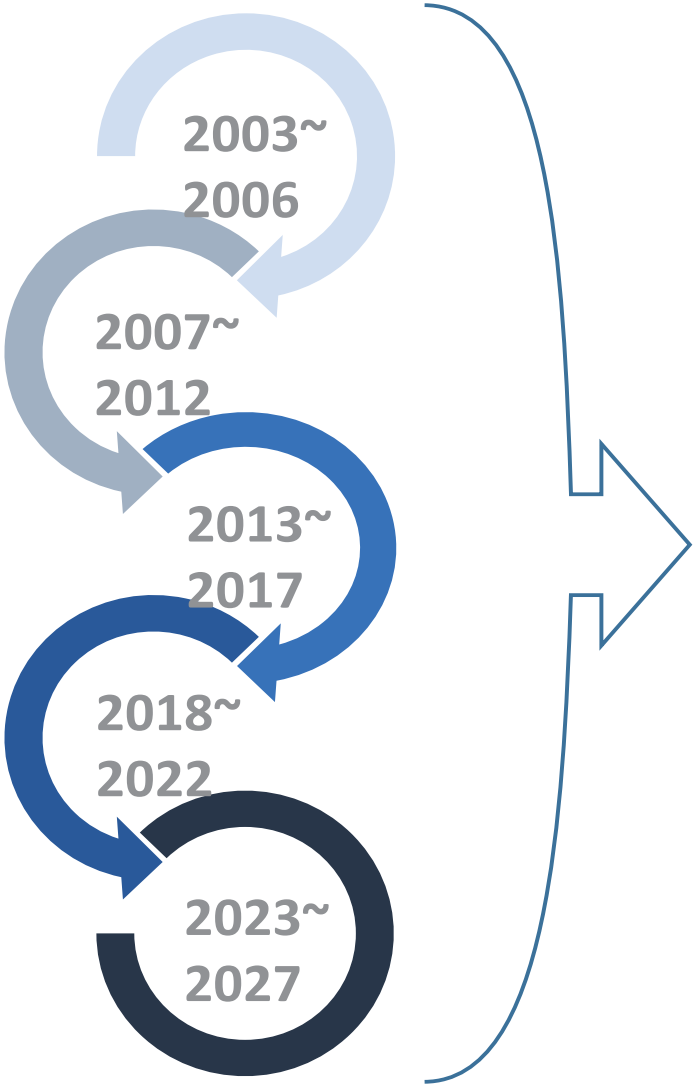
1) 연구분야/연구지역/연구주제

- 물환경 분야 → 연구주제 다원화 및 기후변화 대응 마련 필요
  - 대청호 내부 오염물질(녹조, 퇴적물, 미량오염물질, 부유쓰레기) 관리
  - 대청호 외부 유입 유기물질(비료, 축산), 불명오염원(호르몬, 항생물질) 관리
  - 기후변화에 따른 수리시설 운영에 따른 하천 및 생태계 영향
  - 수계별 환경기준 설정 및 분야별 종합평가
  - 국가측정망에서 모니터링 하지 않는 미규제 물질 및 신규물질 조사
- 물이용 및 물안전 분야 → 기후변화에 따른 영향 조사
  - 물 배분에 따른 수자원의 체류시간 및 수질영향
  - 하천 유지유량 산정, 집중호우에 따른 소하천 안정성 조사, 물안전체계 구축
  - 강우에 따른 비점오염원 유입관계 조사
  - 지하수 이용 및 함양 관련 물 배분 기초조사
- 물환경, 물이용 및 물안전 분야간 기초자료 구축 및 연계조사

06 중점 연구분야 도출(3)

1~4단계 기본계획 추진과제 Word Cloud

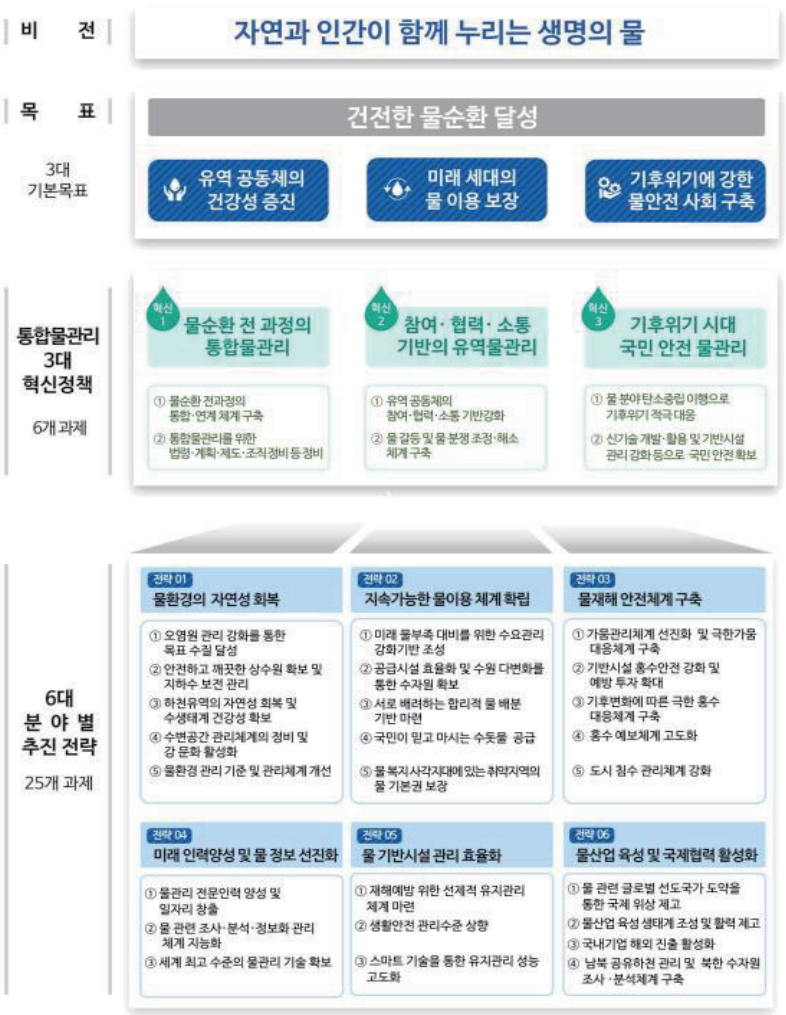
07 중점 연구분야 도출(4)



1 단계	수질오염총량관리 기초조사, 오염원(물질) 조사, 생태계조사, 오염물질 배출특성
2 단계	점/비점오염원 모니터링, 호소 환경 · 생태조사, 유해물질, 보 구간 영향 조사
3 단계	비점오염원 모니터링, 호소 환경 · 생태조사, 지류 · 지천 모니터링, 녹조 및 유해물질 조사
4 단계	축산 및 농업 비점오염원, 지류 · 지천 모니터링, 미량오염물질, 하천 유량 및 가뭄 · 홍수 조사
5 단계	(추진방향) 통합물관리, 유역 관리 등

08 중점 연구분야 도출(5)

국가물관리기본계획



금강유역물관리종합계획(안)

09 중점 연구분야 도출(6)

국가 및 유역계획 추진과제 Word Cloud

10 중점 연구분야 설정

금강유역 현안/문제점	핵심전략/정책(국가) / 핵심전략(금강유역)	중점 연구분야
■ 대청댐, 용담댐 녹조 및 수질문제 ■ 금강 자연성회복 및 농업용수 문제 ■ 축산 및 농촌 비점오염원 수질영향 ■ 농업용 저수지 및 담수호 수질악화 ■ 수생태계 건강성 악화	물환경의 자연성회복 자연과 사람의 공존성 확보 유역과 하천의 자연성 강화	물환경
■ 대청댐, 용담댐 등 상수원 집중화 ■ 농업 및 축산용수 수요 증가 ■ 물이용의 광역 의존도 증가 ■ 수자원 편중 및 높은 물 이동	지속가능한 물이용 체계 확립 안정적 물확보로 물이용의 합리성 보장	물이용
■ 높은 불투수면적률로 물순환 왜곡 ■ 도시 불수투면적 증가로 내수침수 및 하천 건천화 심화 ■ 높은 지하수 이용에 따른 물순환 건전성 악화	물순환 전과정의 통합물관리 통합적 물환경관리로 자연과 사람의 공존성 확보	물순환
■ 지류 · 지천의 홍수 대응능력 약화 ■ 기후변화로 가뭄, 홍수 증가 ■ 도시침수 위협 증가 ■ 물 관련 시설 노후화 심화	물재해 안전체계 구축 기후변화에 대응한 가뭄과 홍수에 안전한 사회구축	물안전

11 비전, 목표 및 연구분야

비 전

자연과 사람이 공유하는 금강수계의 물

물환경 개선 및 자연성회복

안정적인 물이용 및 공급

지속가능한 물순환체계 구축

기후변화 대응 안전한 물관리

물환경

- 지류지천 수질개선 및 수생태계 복원
- 농·축산 비점오염원 저감 및 관리

물이용

- 유역 내 안정적 물 확보방안 마련
- 물이용 안정성 및 배분체계 개선

물순환

- 건전한 물순환체계 구축
- 기저유출을 고려한 물순환방안 마련

물안전

- 가뭄 및 홍수 등 재해 예방
- 기후변화에 대응한 물안전체계 구축

12 연구과제 수요조사 및 공모

- 금강수계 환기조사업 5단계 기본계획 연구과제 수요조사 추진
  - 환경기초조사사업 물환경 전문가 포럼위원(5단계 기본계획 자문단) 대상으로 연구과제 RFP를 요청하여 총 17개 연구과제 RFP 접수
- 금강수계 환기조사업 5단계 기본계획 수립을 위한 연구과제 추가 공모
  - 관내 지자체, 대학, 연구소 등을 대상으로 연구과제 추가 공모를 통해 총 7개 연구과제 RFP 추가 접수
- 금강수계관리위원회 사무국 대상으로 연구과제 수요조사 추진
  - 금강수계관리위원회 사무국에서 총 7개 연구과제 RFP 제출
- 수요조사 및 공모를 통해 접수된 총 31개 연구과제 대상으로 선정절차 추진
  - 전문가, 관내 지자체, 대학, 연구소, 시민단체, 금강수계관리위원회 사무국에서 총 31개 연구과제 RFP를 대상으로 선정절차 추진

13 연구과제 수요조사 결과 분석

연구제안서(RFP)

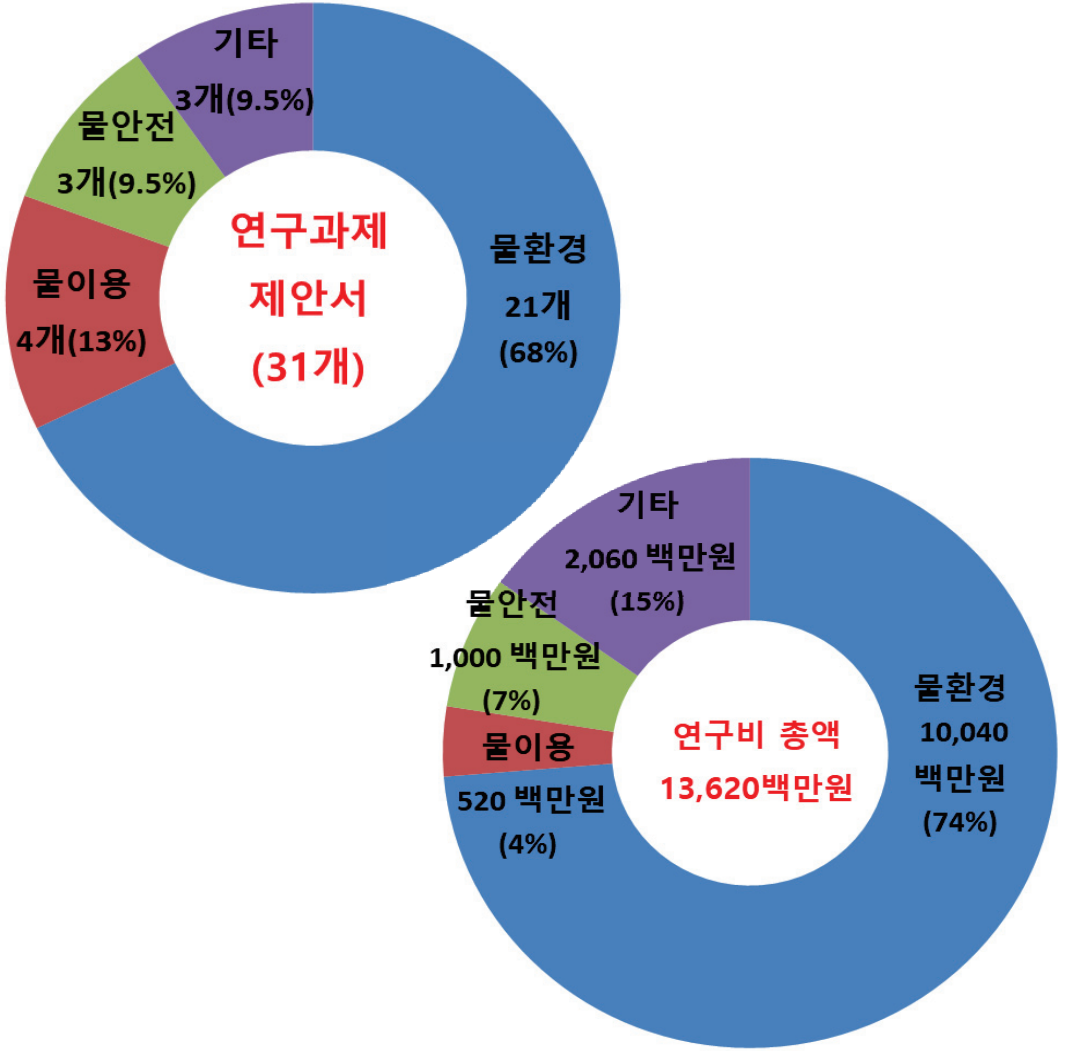
– 31개 과제, 136.2억원

1) 물환경 : 21개 과제, 100.4억원

2) 물이용 : 4개 과제, 5.2억원

3) 물안전 : 3개 과제, 10억원

4) 기 타 : 3개 과제, 20.6억원



14 최종 연구과제 선정

- 금강수계위 사무국 및 연구진의 제안과제 RFP 사전검토
  - 환경기초조사사업의 합목적성, 필요성, 추진 가능성 등을 고려하여 제안과제 31개 RFP 사전검토
- 분야별(물환경, 물이용, 물안전) 전문가 검토 및 평가
  - 제안된 31개 RFP에 대한 사전검토 의견을 고려하여 우선 추진과제 검토
  - 필요성, 시급성, 정책활용도, 예산의 적정성 등을 고려
- 사무국, 연구진, 전문가 의견을 반영하여 심의대상 제안과제 선정
  - 사무국 및 연구진 사전검토, 전문가 검토의견을 반영하여 5단계 기본계획에 반영 가능한 심의대상 14개 제안과제 선정

  ※ 금강수계위 사무국 제안과제(7개)는 우선 추진예정으로 심의대상에서 제외
- 과제심의회(기획단)를 통해 연구과제 우선순위 평가 및 연구비를 고려한 기본계획 추진과제 최종 선정
  - 과제심의회 평가 및 연구비를 고려하여 금강수계 환경기초조사사업 5단계 기본계획 연구과제 총 14개(세부 19개) 최종 확정

15 5단계 기본계획 연구과제(1)

3개 분야 총 14개(세부 19개) 과제(총 9,720백만원)

연번	분야	과제명	사업비(백만원)					
			계	2023	2024	2025	2026	2027
1	물환경	공공하수처리시설 실태조사 및 개선방안 연구	300	100	100	100	-	-
2		금강권역 물환경측정망 신설 변경을 위한 기초연구	900	180	180	180	180	180
3		금강유역 도랑살리기사업 기본계획 수립	100	100	-	-	-	-
4		드론을 활용한 수계 오염원조사 및 물환경 관리방안	450	150	150	150	-	-
5		금강하구 부유쓰레기 유입실태조사 및 처리계획 수립	50	50	-	-	-	-
6		대청호 상류 가축분뇨 자원순환체계 구축을 통한 수질개선방안	1,300	250	250	250	250	300
7		금강수계 개인하수도 처리시설 운영실태 조사 및 관리방안	1,200	0	200	200	400	400
		금강수계 개인하수도 처리시설 운영실태 조사 및 관리방안 마련 연구	800	-	200	200	200	200
		불명오염원 현황조사 및 인벤토리 구축	400	-	-	-	200	200
8		오염 우심지역 오염원 기초조사 및 관리방안 마련 연구	1,100	250	250	0	300	300
		오염 우심 하천유역 오염원 기초조사 및 관리방안 마련 연구	600	-	-	-	300	300
		오염 우심 호소유역 오염원 기초조사 및 관리방안 마련 연구	500	250	250	-	-	-

16 5단계 기본계획 연구과제(2)

연번	분야	과제명	사업비(백만원)					
			계	2023	2024	2025	2026	2027
9		농업환경보전프로그램을 활용한 농촌지역 비점오염 개선 효율 분석 연구	300	-	150	150	-	-
10	물환경	금강수계 상수원 관리지역 미량오염물질 모니터링 및 관리방안	1,550	0	200	400	450	500
		금강수계 환경호르몬 모니터링 및 관리방안 마련 연구	400	-	200	200	-	-
		금강수계 PPCP 모니터링 및 관리방안 마련 연구	600	-	-	200	200	200
		금강수계 미세플라스틱 모니터링 및 관리방안 마련 연구	550	-	-	-	250	300
11		금강수계 상수원 중금속 모니터링 및 관리방안 마련 연구	750	-	-	250	250	250
12	물순환	금강수계 물순환 영향 모니터링 및 개선방안 마련 연구	1,200	-	300	300	300	300
		금강수계 도심지역 불투수면적 개선을 통한 물순환 개선방안	600	-	300	300	-	-
		지표수-지하수 간 물순환 영향 모니터링 및 관리방안	600	-	-	-	300	300
13	기타	금강수계관리기금 중장기('25~'29) 운용계획 수립	120	120	-	-	-	-
14		환경기초조사사업 기본계획 수립 및 전문가 포럼 운영을 통한 성과 홍보방안 마련 연구	400	80	80	80	80	80
합 계			9,720	1,280	1,860	2,060	2,210	2,310

감사합니다

MEMO

MEMO

MEMO