

제2호

2025년 6월

# WATER & TECH INSIGHT

## ISSUE & TREND

‘대형 산불’ 사태로 재조명되는 물의 전략적 가치

## DEEP DIVE

물이 흐르는 도시, 기술이 이끄는 미래 : 물 특화도시 Biz 모델  
고도화되는 로봇틱스 기술 기반의 미래 대응형 물 인프라 관리

## SNAP SHOT

‘물’의 무기화? 공유하천을 둘러싼 물 분쟁 격화  
수상태양광의 새로운 성장을 견인하는 ‘부유식 변전소’ 기술  
스마트한 위성 시대의 개막 : 군집형 초소형 위성 기반 수자원 감시  
탄소중립형 물 순환 시스템을 위한 LCA 기반 통합적 접근 필요성  
수량·수질 통합관리, 영주댐이 제시하는 물환경 관리의 청사진

## *Water&AI Special*

물 부족 해결에 나선 메타(Meta)의 AI 프로젝트  
경험해보지 못한 ‘극한 홍수’도 AI로 예측한다  
궁금한 모든 디테일을 설명해주는 AI 모델 ‘DAM’

## NEWS & EVENTS

# CONTENTS

## ISSUE & TREND

- ‘대형 산불’ 사태로 재조명되는 물의 전략적 가치 1

## DEEP DIVE

- 물이 흐르는 도시, 기술이 이끄는 미래 : 물 특화도시 Biz 모델 8
- 고도화되는 로봇틱스 기술 기반의 미래 대응형 물 인프라 관리 14

## SNAP SHOT

- ‘물’의 무기화? 공유하천을 둘러싼 물 분쟁 격화 21
- 수상태양광의 새로운 성장을 견인하는 ‘부유식 변전소’ 22
- 스마트한 위성 시대의 개막 : 군집형 초소형 위성 23
- 탄소중립형 물 순환을 위한 LCA 기반 통합적 접근 24
- 영주담이 제시하는 물환경 관리의 청사진 25
- 물 부족 해결에 나선 메타(Meta)의 AI 프로젝트 26
- 경험해보지 못한 ‘극한 홍수’도 AI로 예측한다 27
- 궁금한 모든 디테일을 설명해주는 AI 모델 ‘DAM’ 28

## Water&AI Special

## NEWS & EVENTS

- K-water연구원 주요 소식 30

본지에 게재되는 내용은 저자 개인의 견해이며,  
저자의 소속기관이나 본지의 공식 견해를 대변하는 것은 아닙니다.

# ISSUE & TREND

- ‘대형 산불’ 사태로 재조명되는 물의 전략적 가치

## ‘대형 산불’ 사태로 재조명되는 물의 전략적 가치

K-water연구원 상하수도연구소 이영주 수석, 김경필 수석, 전민정 선임, 정기문 선임, 형진석 선임  
K-water연구원 경영연구소 김현아 과장, 양우리 과장, 이옥진 대리

- 대형 산불은 화재로 인한 직접적 피해 뿐 아니라 경제 시스템 전반의 충격을 야기하며, 기후위기 심화로 인해 대형 산불의 위험성은 크게 증대될 전망
- 산불 피해 최소화를 위한 조기 진화에는 물이 필수적이거나 산불로 인한 물인프라 충격까지 동시 발생, 산불 대응과 피해 최소화를 위한 물의 전략적 관리 요구

### 1 ‘산불’ : 잣더미가 되는 것은 숲만이 아니다

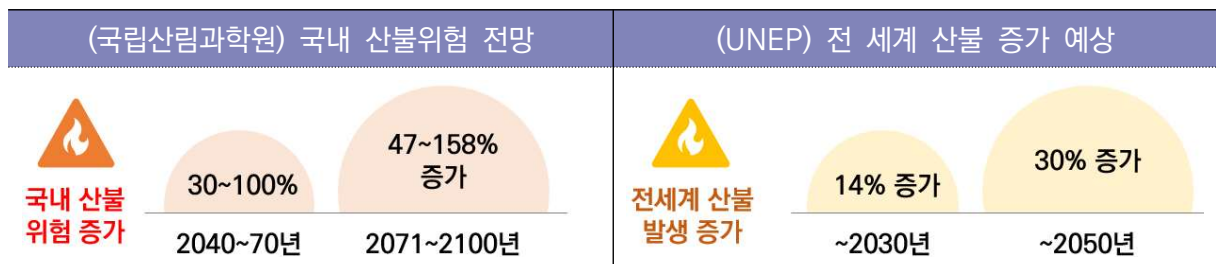
- (산불의 변화 양상) 큰 피해를 야기한 최근 영남지역 대형 산불\*, 문제는 기후 변화 가속화와 함께 이러한 산불은 더 자주, 더 넓게, 더 오래 지속되는 재난으로 진화

\* 약 4만 8천ha 훼손(서울 면적의 80%), 피해액 약 2조원(지난 30년간 산불피해 누적액에 육박)

- 기후 변화에 따른 극단적 건조-습윤 기후의 반복은 **산불 확산**에 최적 환경 형성, 유엔환경계획(UNEP) 등은 산불의 **지속적 증가**를 전망(일상화 · 연중화 · 대형화)

\* (예) 폭우로 인한 초목 대폭 성장 → 가뭄으로 인한 건조로 떨감 역할 → 산불 확산 조건 형성

#### 【 국내·외 환경 전문기관의 산불 증가 전망 】



➔ 실제로 국내 대형산불 발생건수가 2020년대는 과거 10년대비 연평균 3.7배 증가

- 또한 과거 국지적 재해로 인식되던 산불이 이제는 전력, 물 등 사회 **기반시설과 지역 경제**까지 마비시키는 사회 전반에 걸친 **복합 재난**으로 인식

\* 영남 산불시 산청과 하동지역 24시간이상 전력공급이 멈춘 ‘긴급 휴전’ 발생, 경북 의성과 안동 일부 지역 단수사태 발생(가압장이 휴전 조치로 중단되며 물공급 중단)



- **(산불의 경제적 피해)** 가시적으로는 ‘숲의 소실’과 같은 물리적 피해이나, 더 큰 문제는 시간에 따라 **산업 간 파급효과**를 야기, 지역 **경제시스템 전반의 구조적 위기**로 작동

【 산불로 인한 지역 경제시스템 파급효과(예시) 】



- 산불 피해에 관련된 연구에서도 기후변화와 사회발전 등 다각적 요인으로 **피해규모 증대 경향**, **경제적·정신적 회복기간도** 타 자연재해 대비 **더욱 장기간 소요**

【 산불의 경제적 피해 규모 및 회복기간 연구 사례 】

산불로 인한 직접손실과 간접손실		자연재해 종류에 따른 회복 기간	
한국방재학회('19, 2017년 산불 피해)		국립재난안전연구원('24)	
[직접 손실] <b>650억원</b> (화재피해, 복구·진화비용 등)	[간접손실] <b>722억원</b> (총생산 및 소비자후생감소 등)	태풍 힌남노('22) → 회복기간 10개월	동해안 산불('22) → 회복기간 16개월

## 2 '물' : 산불 피해 최소화를 위한 핵심 수단

- **(진화의 핵심 자원인 물)** 산불은 짧은 시간내 불씨가 인접 지역으로 확산되며 피해를 가중, 이때 **확산 속도와 피해를 늦추기** 위해 **‘물’의 역할**이 가장 중요
  - 헬기와 소방차를 활용한 소방용수 직접 살수, 방화선 주변 토양 습도 조절, 연소 지연제 희석 등 모든 진화 방식에서 **물은 필수 자원**
- **(소방 용수 확보의 제약)** 하지만 산불은 산림 지역 특성상 인접한 소화전이 없고, 인근 댐이나 저수지까지의 거리와 지형적 제약으로 인해 **용수 확보와 공급이 지연**
  - 특히 산불이 빈번한 건조 시기에는 **수원 고갈까지 겹쳐, 초기 진화 실패 위험 증대**
- **(소방 용수를 둘러싼 정책 갈등)** '25년초 美 LA 산불 당시에는 소방 용수 고갈, 물 수요 폭증에 따른 수압 저하로 소화전 가동 불가 등 **소방 용수 부족이 현실화**
  - 이에 대한 원인 진단과 해결 방안이 있어 캘리포니아 州 정부 및 美 연방 정부간 **정책 갈등으로 사회적 혼란도 발생**(3p 사례 참조)
  - 한국도 다목적댐, 발전·농업용 저수지 등 각 **수원별 관리 주체가 상이한 상황으로, 산불 등 상황시 신속한 정책 협력 필요성**은 강조되나 이를 위한 **제도적 기반 미비**\*
    - \* 국가물관리위가 물 관련 조정·심의를 주관하나 법적 강제력이 약해 물 관리 주체간 합의가 우선

【 캘리포니아 산불 진화용수를 둘러싼 정책 갈등 (2025. 1월~) 】

- 美 트럼프 대통령, 캘리포니아주 정부의 물관리 정책 실패가 산불 장기화의 원인으로 판단  
 ➔ 주법(州法)을 초월하여, 연방정부가 직접 물 공급을 주도하는 행정명령에 서명('25.1.24) 후  
 캘리포니아 주 북부 댐(카웨아, 석세스호)에서 남부 지역 방류 개시
- 캘리포니아주는 연방정부의 방류 명령은 향후 홍수·가뭄 대응에 역행하는 정책이라며 반발  
 ➔ 역으로 추가 수자원 확보를 위한 초과 유량 저수를 지시하는 州 행정명령 발동('25.1.31)

연방 정부의 주장	주·지방정부 주장
▶ 주정부의 어류 보호를 위한 하천유지 용수 공급이 물 부족을 초래 ➔ 화재 진압용 물 공급 지연, 화재 확산	▶ 강풍과 화재 진압시 물 수요 급증에 따른 소화전 수압 저하가 주원인 ➔ 가뭄 대비 위한 수자원의 고갈 우려
※ 현재도 물관리, 환경보전 등을 둘러싼 트럼프 정부 vs 캘리포니아주 및 환경단체간 갈등 지속중	

□ (새로운 방식의 소방 용수 확보) 슬로바키아는 산불 발생시 소방 용수 확보의 제약  
 요건 극복을 위해 '물 모이'(Water Retention Measure)를 대안으로 추진

- '05년 초대형 산불로 약 120km<sup>2</sup>의 산림을 잃은 슬로바키아는 '빗물'을 저장할 수  
 있는 인공적 소형 웅덩이를 10만개 이상 산림 곳곳에 구축하는 방식으로 산불 대비

\* 물 모이 : 산속에 흙과 돌, 나무 등을 활용해 작은 웅덩이를 만들고 빗물을 저장하여 주변  
 습도를 유지하고 산불시 초기 진화 용수로 활용(대구정책연구원)

### 3 '물 인프라' : 산불 진화의 주역이자 또 다른 피해자

□ (물 인프라마저 위협하는 산불) '물'은 산불 확산을 막고 사회적·경제적 피해를 줄일  
 수 있는 '전략적 인프라'임에도 산불 발생시 피해 위험에 노출

- 산불로 인한 열기와 유독가스는 관로, 정수장 등 물 공급 설비에 직접적 손상을  
 야기하고 산불의 잔해와 진화에 사용된 각종 화학물질은 수질 오염 유발의 위험
- 산불로 인한 물 인프라 측면의 피해는 '① 취수원 오염, ② 상수도 시스템 위협,  
 ③ 물 재해 위험 증가'의 3가지 양상으로 전개

【 산불로 인한 물 인프라 측면의 3대 위험 】

① 취수원 오염	② 상수도 시스템 위협	③ 물 재해 위험 증가
▶ 산불로 인한 잔해, 진화 목적 사용된 약품·화학물질 등 ➔ 하천 및 저수지 유입으로 수질 오염 유발 위험	▶ 산불로 인한 열기, 오염된 하천수의 정수장 유입 등 ➔ 관로 및 정수처리 과정 등 공급계통 문제 발생 위험	▶ 산불로 인한 식생 파괴로 산림내 물 흡수성 약화 ➔ 산불 이후 집중호우시 홍수와 산사태 빈도 증가

- **(취수원 오염)** 산불 이후 남겨진 숯과 그을음, 타버리고 남은 식생의 잔해가 빗물과 함께 하천으로 유입되며 탁도 상승, 조류 확대 등 **수질 오염**을 유발
- 또한 토사와 탄화물질이 저수지에 쌓이면서 **댐과 저수지의 저장 기능을 약화**

【 상수원 인근 산불로 인한 수질 오염 가능성 】

구 분	주요 영향
고형물, 탁도	산불 후 0~25,000배 이상 증가
수 온	평균 약 2배 증가하며 수생태 변화 야기
영양소	질소(77%), 인(66%) 증가로 부영양화 및 녹조 성장 촉발
방염물질	장기 난연제, 소화 거품, 소화 강화제 등에 포함된 방염 화학물질 유입
기 타	칼슘 등 이온, 전기전도도, pH/알칼리도, 유기탄소/유기질소 등 모두 증가

➔ 2025년 영남 산불시 K-water의 수질오염 대응 사례

- 산불로 인한 취수원 수질 오염 방지를 위해 댐 저수지 및 하천내 오염물질 유입을 막는 오타막 방지막 설치 등의 대응 체계를 조기 실행

구 분	주요 영향
① 댐 유입 저감	댐 유입부 오타막방지막 설치, 댐 유역 오염원 합동점검 및 조치
② 수질, 수생태 대응	탁수 조기 배제, 부유물 신속 수거, 어류폐사 대응
③ 녹조 대응	녹조제거선 조기 및 확대 배치, 조류제거물질 사전 승인, 수면 포기기 설치
④ 모니터링 강화	댐 수질 모니터링 강화 및 산불 댐수질 영향 조사, 피해지역 음용수 안전 조사

※ 자료원 : K-water 자체 생산(물환경관리처, '25.4)

- **(상수도 시스템 위협)** 열기로 인한 관로 및 부속물 파손, 누수 발생, 정수장으로 유입 되는 물의 수질 이상으로 정수처리 장애 등 **상수도 시스템 전반의 위험 증대**
- 실제 '18년 발생한 美 캘리포니아 '캠프 산불(Camp Fire)'시 산불 열기로 상수도 배관시스템이 손상되며 **벤젠** 등 발암성 물질이 **수돗물에서 검출**

【 산불로 인한 상수도 시스템의 주요 영향 및 문제점 】

구 분	주요 영향
정수장	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 원수 수질의 pH·탁도·유기물 상승에 따라 정수장 응집제 사용량 증가 및 소독 부산물 생성 증가 가능</li> <li>• 배출수 처리 시설 부하 증가, 전력 변동성으로 오존 등 모니터링 시스템 작동 저해</li> </ul>
공급계통	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 관로 및 부속물 파손으로 인한 누수 증가, 화재 진압용 소화전 개방으로 수압 저하, 정수장 가동율 상승, 벤젠 등 휘발성 유기화합물 위험 등</li> <li>• 관체(비금속관) 및 접합부(압륜 등) 가열로 인한 독성물질 용출 등 수질오염 가능</li> </ul>

➔ 2025년 영남 산불시 K-water의 상수도 시스템 대응 사례

- 산불 피해 지자체의 정수장, 관망 등 상수도 시스템 이상 유무 점검 및 공정 대응을 위한 K-water 기술지원 실시 → 수질·설비·관망 이상 없음 확인(낙동강유역수도지원센터, '25.4)

□ (물 재해 위험 증가) 美 기상청 등에 따르면 대형 산불 발생 이후, 장시간의 강수가 아닌 적은 양의 강수로도 산사태 및 돌발 홍수 위험 증가

◦ 산불 이후 토양이 약해져 빗물이 흙 속으로 스며들지 못하고 지표면으로 빠르게 흐르게 되며, 죽은 나무가 토양을 붙잡고 있는 힘이 약화되어 산사태에 취약

\* 최근 美 LA 대형 산불 이후에도, 호우로 인해 산사태·홍수 발생 우려로 인한 2차 피해 최소화를 위해 각종 행정조치 실시(철근 콘크리트 장벽 설치, 모래주머니 설치, 잔해물 신속제거 등)

#### 【 화재 후의 홍수(Flood After Fire) 】

① 일상 강우시	② 산불 발생 후	③ 산불 이후 폭우시	④ 산사태 및 홍수 발생
강우시 토양이 빗물을 흡수	▶ 타버린 식물과 토양이 방수층 형성, 물 흡수 차단	▶ 빗물이 토양에 흡수 되지 못하고 흐름	▶ 폭우로 인한 홍수, 토사 등이 섞인 산사태 가능

※ 자료 : 미국 연방재난관리청(FEMA)

## 4 물의 전략적 가치 강화를 위한 시사점

□ 산불은 단순 자연 재해를 넘어선 복합재난으로, ‘물’은 산불로 인한 경제적·사회적 피해 최소화를 위한 전략적 자원과 인프라

◦ 기후위기 시대 산불은 더 자주, 더 크게 발생 가능, 향후 소방 용수의 신속한 확보와 안정적 물 인프라 유지를 위한 체계적 관리방안 요구

□ 소방 용수 등 재난 상황시 안정적 물 수요 대응을 위해서는 재난 대응 관련 중앙정부·지자체·유관기관간 사전적 물 이용 조정·협력체계의 마련 선행

◦ 특히 재난상황시 서로 다른 수원·유역간 연계 공급을 위해 각 물 이용·관리 주체간 재난대응 물 공유체계 마련과 관련 정보의 연계\* 확대 필요

\* 소방청은 환경부(국가상수도정보시스템)의 GIS 기반 관망 및 소화전 위치 등 데이터 연계·활용중(‘23~)

□ 또한 산불 재난시 안정적 물인프라 유지를 위한 WWR\*(Wildfire-Watershed Risk) 평가 및 이에 기반한 물인프라 점검·대응체계\*\*의 사전 마련이 필요하며,

\* 산불의 규모/강도/위치에 따른 유역 수질/생태계/수자원이용 영향과 위험 수준 평가

\*\* 美 캘리포니아 산불 완화 및 대응 Toolbox

- 2020년 산불 사태 이후, 산불의 前-中-後 단계별로 수계내 완화 및 대응 조치 사전 정의·활용중

□ 보다 근원적 산불 예방 및 초기 진화를 위해서는 슬로바키아 ‘물 모이’ 사례와 같이 산림내 구축가능한 사방댐\* 등의 소규모 물인프라 구축 확대도 바람직한 대안

\* 계곡 상류의 산사태 등 방지를 위해 산간계곡 등에 설치 가능한 소규모 댐

【 참고 】美 캘리포니아의 산불 완화 및 대응 Toolbox 사례

- 개발 주관 : California Urban Water Agencies
- 주요 내용 : 상수원 또는 물 공급 서비스 지역 인근에서 발생한 화재에 대비 또는 대응하기 위해 산불 발생 전-중-후 각 단계별로 구체적인 산불 피해 완화와 대응 행동을 구체화

화재 발생 전(Before a Fire Event)		
수원 및 정수장 (Water Source and Treatment)	공급(급수) 계통 (Distribution System)	정보 및 교환 (Information and Exchange)
<b>점검항목</b> - 전원공급 장치, 약품 공급, 원격 운영시스템 등 5개 항목  <b>점검·조치사항</b> - 비상발전기 테스트, 약품 공급처 확보 등 21개 사항	<b>점검항목</b> - 전원공급 장치, 수질 2개 항목  <b>점검·조치사항</b> - 원수수질의 급수계통 영향 점검 등 10개 사항	<b>점검항목</b> - 조정 및 협업, 소통 2개 항목  <b>점검·조치사항</b> - 비상연락망 확보, 지자체·주민 소통채널 구축 등 11개 사항
화재 발생 중(During a Fire Event)		
수원 및 정수장 (Water Source and Treatment)	공급(급수) 계통 (Distribution System)	정보 및 교환 (Information and Exchange)
<b>점검항목</b> - 전원공급 장치, 원격운영시스템, 수질 3개 항목  <b>점검·조치사항</b> - 정전 원인지점 조사, 원수 수질 모니터링 등 7개 사항	<b>점검항목</b> - 전원공급 장치, 수질 2개 항목  <b>점검·조치사항</b> - 전력 손실지점 비상발전기 가동, 재연소 설비 확보 등 9개 사항	<b>점검항목</b> - 조정 및 협업, 소통 2개 항목  <b>점검·조치사항</b> - 사전 지원/협력 요청, 물 수요고 객 대상 통보 등 11개 사항
화재 발생 후(After a Fire Event)		
수원 및 정수장 (Water Source and Treatment)	공급(급수) 계통 (Distribution System)	정보 및 교환 (Information and Exchange)
<b>점검항목</b> - 원격운영시스템, 수질 2개 항목  <b>점검·조치사항</b> - 원수 수질 변화에 따른 정수처리 공정 변경 등 8개 사항	<b>점검항목</b> - 수질 1개 항목  <b>점검·조치사항</b> - 인프라 손상 수준 평가, 수질 모니터링 강화 등 3개 사항	<b>점검항목</b> - 조정 및 협업, 소통 2개 항목  <b>점검·조치사항</b> - 산불 대응 결과 브리핑, 산불후 관련 계획 갱신 등 5개 사항

참고자료 1) 2024년도 재난피해 회복수준 실태조사 결과 보고서('24. 11, 국립재난안전연구원)  
 2) 산불피해에 따른 산업 및 거시경제적 영향 분석('19, 한국방재학회 이상호 외 3인)  
 3) 美 트럼프 행정명령 「Emergency Measures to Provide Water Resources in California Improve Disaster Response in Certain Area」 ('25.1)  
 4) OPFLOW, 'Mitigate Wildfire Impacts on Drinking Water Quality and Operations (American Water Works Associations, '21. 6월)



# DEEP DIVE

- 물이 흐르는 도시, 기술이 이끄는 미래 : 물 특화도시 Biz 모델
- 고도화되는 로봇틱스 기술 기반의 미래 대응형 물 인프라 관리

## 물이 흐르는 도시, 기술이 이끄는 미래 : 물 특화도시 Biz 모델로 글로벌 도시사업 주도권 확보

K-water연구원 수자원환경연구소 이을래 소장, 장수형 팀장, 임광섭 수석연구원

- 기후위기 심화 등에 따른 글로벌 스마트시티 시장 확대\* 및 시장 주도권 확보를 위한 글로벌 물기업 경쟁 中

\* 2050년까지 약 4.76조 달러(6,550조원) 규모 성장 / 도시 물관리 부문은 연 11.3% 성장 예상

- 도시 물관리 시장 주도권 확보를 위한 글로벌 이슈, 해결방안 및 한계를 살펴보고 대상국(도시) 기술·경제 수준·단계별 확장성을 고려한 맞춤형 Biz 모델을 제안

### 1 도시 물관리의 변화: 위기에서 기회로

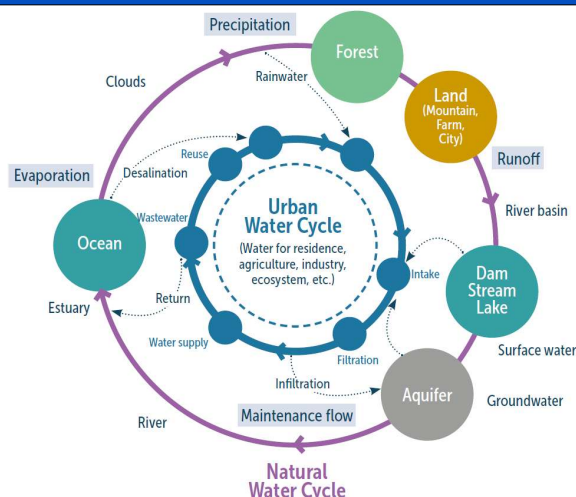
#### □ 급속한 도시 팽창, 피할 수 없는 현실

- 초고밀도 도시 급증('35년 55억명 돌파)으로 도심지 자원과 인프라의 한계에 도달하고 있으며, 도시화·산업화로 홍수 증가, 물 부족, 수질 악화 등 물 이슈는 심화

#### □ 복합적 도시 물 문제, 기존 해결방식은 한계에 봉착

- 자연계와 달리 도시 물순환 체계는 제한된 공간내 복잡·다양한 물 문제 해결 필요
- ➔ 도시 물 관리는 개별적 접근으로는 해결이 불가능하여, 기존 방식을 뛰어넘는 혁신적인 접근과 통합적·집약적 첨단 기술 기반의 다차원적인 전략 채택이 필수

#### 자연계와 도시의 물순환 체계



#### • 자연계의 물 순환

강우 → 토양침투·식생유입 → 지표유출·수체유입  
→ 저수·지하수 함양 → 취수·물이용 → 하천·해양  
방류 → 증발·증산 → 대기 → 강수

도시계로부터 반환 (침투, 하수 방류 등) ↔ 자연계로부터의 취수 (해수, 빗물, 하천수 등)

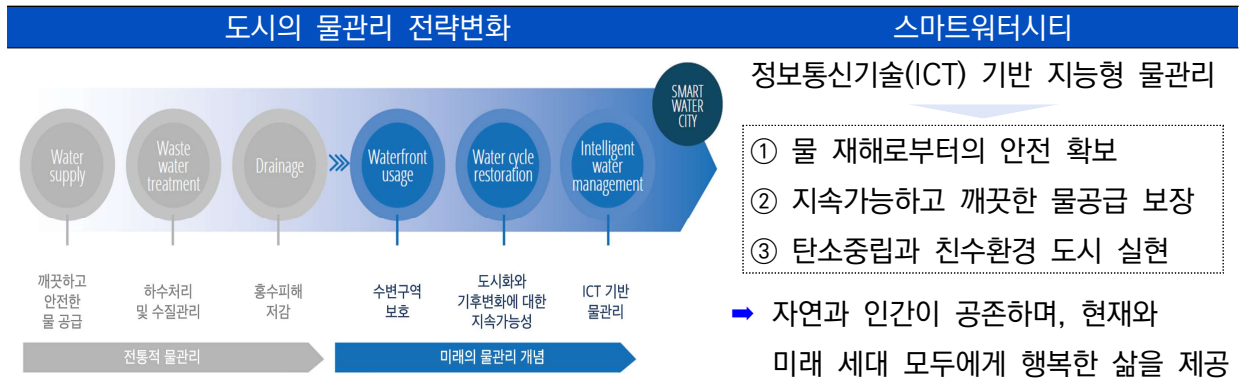
#### • 도시 물 순환

원수 취수 → 정수화(수처리) → 급수 및 수자원  
이용 → 생활 하수 발생 → 하수 고도처리 →  
재이용 또는 자연계 환원

## 2 스마트워터시티: 글로벌 물시장의 게임체인저

### □ 스마트워터시티?

- ‘스마트시티’는 국가별 상황과 여건에 따라 달리 정의되나 일반적으로, “정보통신 기술(ICT)과 사물인터넷 기술(IoT) 등을 활용, 다양한 도시 서비스\*를 제공하여 삶의 질 향상과 도시의 지속가능성 및 효율성을 개선한 도시”로 정의 가능  
\* 스마트시티의 도시 서비스는 교통, 에너지, 환경, 행정, 안전 등 폭넓은 분야에서 제공
- ‘스마트워터시티’는 도시 ‘물 문제’ 및 ‘물 순환 구축’에 초점을 맞춘 스마트시티로써, “모두를 위한 비접촉 지능형 물 관리 실현 도시”로 정의  
(‘Smart Water City Project’, K-water-IWRA-AWC 공동, 2022)



### □ 글로벌 물시장의 블루오션인 ‘스마트워터시티’

- 스마트시티는 IT, 건설, 교통, 환경, 보건 등 쏠 산업 분야를 아우르는 **종합산업**으로 각국의 **정책 역량과 투자가 집중**되며, 2050년 4.76조 달러 규모까지 성장 전망\*  
\* Mordor Intelligence, Smart Cities Market – Growth, Trends, and Forecasts(2024~2030)

#### [ 주요 국가의 스마트 도시 정책 동향 ]

국가	정책 목표	핵심 스마트시티 정책
EU	기후변화 등 사회적 도전과제 해결	100개의 기후중립 스마트 도시 전환(‘21~’27)
일본	인구감소에도 필수 도시서비스 지속적 공급	데이터 연계·활용 기반 ‘슈퍼시티’ 발표(‘20)
중국	도시화, 산업화 등 도시문제 해결 및 내수진작	290개 스마트도시 시범지역 선정(‘13~’15)
미국	민간기술협력, 국제협력 추진 등	국가 전략, 스마트시티 이니셔티브 선언(‘15)

※ 자료원 : 제4차 스마트도시 종합계획(2024. 5, 국토교통부)

- 물 분야에서는 AI 등의 디지털 기술 도입이 확대되며 **디지털 물관리 시장 급 성장**중  
\* Bluefield Research(2022) : 디지털 물관리 시장은 연평균 8.8% 성장, 기존 대비 3배 빠른 속도
- 스마트시티와 디지털 물관리 시장의 성장 추세가 서로 맞물리며, ‘스마트워터시티’가 글로벌 물 시장에서의 **새로운 블루오션**으로 떠오르는 중

### 3 스마트워터시티 사업화의 현실과 제약사항

#### □ 現 스마트시티 관점에서 물 분야는 ‘포괄적 물 순환’을 고려하지 못하는 한계점

- 현재 각 국에서 추진되고있는 스마트시티 사업내 물 분야는 당면한 물 문제(홍수, 노후 인프라, 물공급, 수질 등) 해결을 목적으로 **부분적이고 단편적 기술**의 도입에 국한됨에 따라 **‘포괄적인 물 순환 기능’** 구축은 미비

\* 스마트시티 추진시 물 분야는 여전히 SDG6(물과 위생)의 달성에만 초점


#### □ 스마트워터시티에 대한 국제표준 및 인증제도의 부재

- 글로벌 사업화를 위해서는 각 국과 기업이 **동일하게 활용 가능한 기술 인증체계와 표준이 선행**되어야 하나, 물 관리 쏠 분야를 포괄하는 인증체계와 국제 표준 부재

\* 국제인증기구(ISO 등) 및 비영리단체(GBCI 등) 등은 도시 전체를 포괄하는 범용 지표를 제정·관리중

- 또한 현재 활용중인 도시분야 국제표준 및 인증체계는 대상국(도시)의 **인프라, 기술, 경제 수준 및 발전 가능성** 등이 고려되지 못하여, **사업화 기술 지침**으로써 한계

#### 【 전 세계 국제표준 및 인증체계의 한계점 】

구분	한계점
	<b>평가수준</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 지속가능성(평균 수준 목표) - 물 분야 특화X</li> <li>▪ 포괄적(환경, 에너지, 교통 등) 인증제</li> </ul>
	<b>평가기준</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 도시 물관리 전 분야 포괄 한계</li> <li>▪ 스마트 물관리 기술 평가 한계</li> </ul>
	<b>실행기술</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 기술 사업실행을 위한 지침 부재</li> <li>▪ 도시의 물관리 역량(기술, 경제 등) 미 고려</li> </ul>

#### □ 스마트워터시티 개념의 글로벌 사업화를 위한 전제 요건

- 기술의 사업화를 위한 **Business Model**의 사전적 정의와 도출을 위해,
- 물 관리 쏠 분야에 대한 도시의 수준 평가, 가능한 우선 사업의 도출, 도시의 기술·경제 수준과 단계별 확장성을 고려한 사업연계형 Biz 모델 마련이 시급

#### 【 스마트워터시티 기술 인증 및 실행을 위한 한계점 】

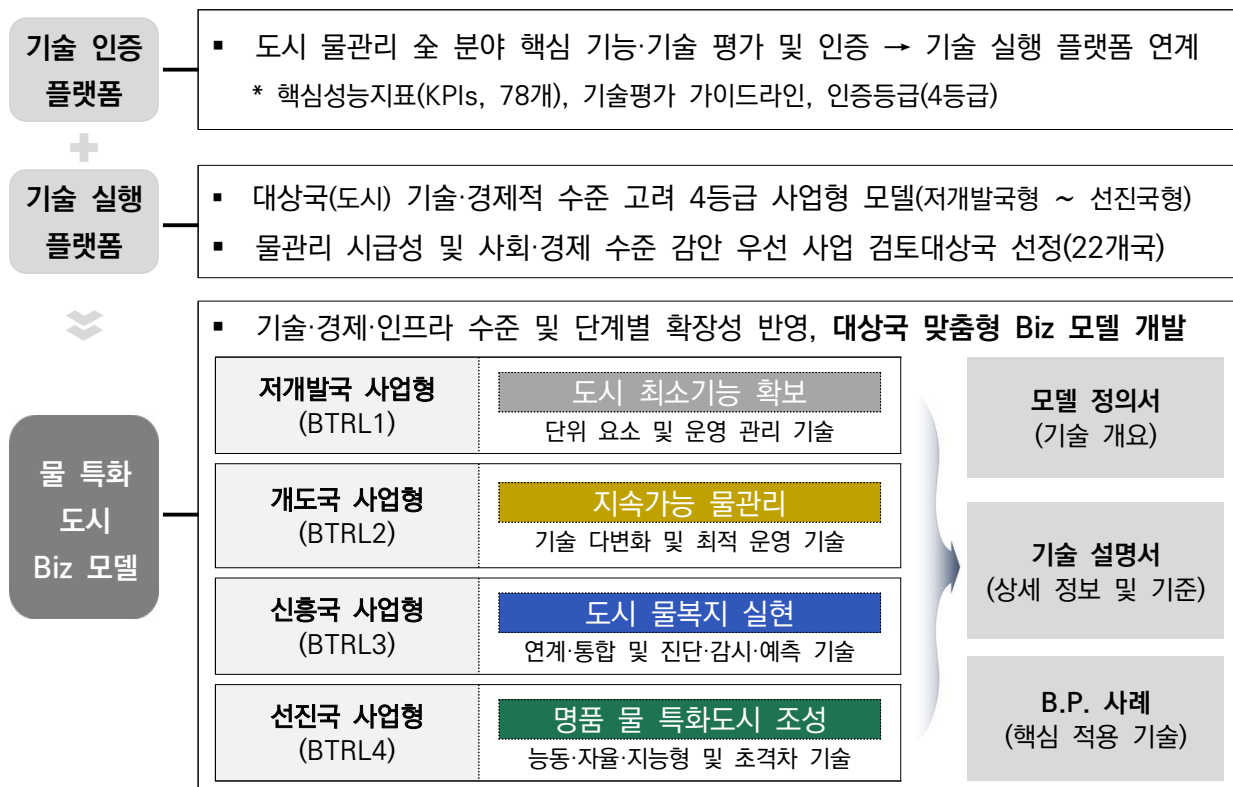
기술 인증 (진단·평가)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 국제기구(ISO 등) 인증제는 포괄적(환경, 안전, 에너지, 교통 등), 지속가능성(SDG) 중심 운영(평균 수준 목표)으로 <b>사업화 한계</b></li> <li>▪ 물 특화 도시의 핵심 기능 및 스마트 기술에 대한 평가와 최적 솔루션 탐색, 사업 실행을 위해 플랫폼과 연계된 <b>글로벌 인증제는 부재한 상황</b></li> </ul>
기술(사업) 실행	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 대상지 현황(인프라·기술·경제 등) 및 사업 단계별 <b>최적 기술 제공 플랫폼 無</b></li> </ul>

## 4 스마트워터시티 사업화의 길잡이 : 물 특화도시 Biz 모델 플랫폼

### □ 물 특화도시 Biz 모델 플랫폼?

- 사업 대상국(도시)의 기술 및 경제 수준과 향후 확장성까지 고려한 전 세계 최초의 스마트워터시티 사업화를 위한 플랫폼으로써,
- ① 기술 수준 평가·인증(=“인증 플랫폼”), ② 맞춤형 사업 기술 제공(=“실행 플랫폼”)의 2개 플랫폼으로 구성되며, 이를 통해 맞춤형 물 특화 도시 Biz 모델까지 제시

#### 【 물 특화도시 Biz 모델 플랫폼 구성】



※ BTRL(Business Technology Readiness Level): 저개발~선진국 맞춤형 사업형 기술

### □ 기술 인증 플랫폼 : 도시 물관리 분야별 수준 평가·인증 및 맞춤형 사업 도출 플랫폼

- ‘지속가능성’과 ‘스마트 솔루션 수준’의 2개 관점에서 도시 물관리 핵심기능과 운영 관리 능력에 대한 평가·인증 및 우선사업 도출에 활용

\* 정량적 수준 진단 → 분야별 취약성 평가 → 컨설팅(솔루션 개발) → 우선사업 도출

분야	도시 물순환	물 재해관리	물 공급/처리
평가 관점	물순환 과정별 정보·데이터 수집 및 운영·관리 능력 평가	극한 물 재해에 대응한 시설 및 운영·관리 능력 평가	안정적 물 공급 및 처리시설 운영·관리 능력 평가
대상	강수·지표수·하천·지하수	홍수·가뭄·기후변화	수원·정수·하수·관망·재이용
인증	중분류 6, KPI 36	중분류 3, KPI 14	중분류 5, KPI 28



□ 기술 실행 플랫폼 : 대상국 맞춤형 우선사업의 ‘실행’을 위한 Biz 모델 플랫폼

- 3개 물관리 분야(물 안전, 물 공급, 물 상생)를 중심으로 7개 사업군과 대상국(도시)의 기술·경제적 수준에 따른 4등급 사업 모델(저개발국~선진국형) 제시

분 야	물 안전	물 공급	물 상생
사업군	홍수방어, 가뭄저감	정수처리, 하수처리, 상수관망	탄소중립, 친수환경
BTRL	Level 1~4(저개발국~선진국)	Level 1~4(저개발국~선진국)	Level 3이상(신흥국~선진국)
Biz모델	8개 Biz 모델	12개 Biz 모델	2개 Biz 모델

- 플랫폼은 모델 정의서, 기술 설명서, B.P 사례로 구성되어 사업 홍보와 사업 단계별 맞춤형 설계 등 적용 가능성과 실효성을 확보

구 분	특 징
핵심구성	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 모델 정의서 : 단계별(BTRL 1~4) 사업 정의, 목표, 범위, 개념 및 적용 가능 기술</li> <li>▪ 기술 설명서 : 설계가 가능한 수준의 상세 기술 설명(기능, 특징, 법·기준, 소요비용 등)</li> <li>▪ B.P 사례 : 실제 사업 적용사례(대상, 사업비, 범위, 절차 및 내용, 성능, 효과 등)</li> </ul>
활용방법	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ BTRL 수준과 일치하는 프로젝트를 선정하고 사업 우선순위 부여</li> <li>▪ 사업화 단계: 표준모델 제시 → 글로벌 마케팅 → 맞춤형 모델구축 → 사업화 추진</li> </ul>

※ 물 특화도시 Biz 모델 플랫폼 이용 방법

- 원문은 국립중앙도서관(<http://nl.go.kr>)에서 누구나 검색 및 다운로드 가능
- 검색 : 물 특화 도시(SWC) Biz 모델 플랫폼(ISBN 979-11-87701-25-5)

※ Biz 모델 플랫폼의 가치 인정 → 월드워터챌린지 2024 대상 수상

- 전 세계 물 문제 해결을 위한 최적 방안 탐색을 목적으로 개최된 ‘월드워터챌린지’ 경연에서 2024년도 대상 선정(대한민국 국제물주간중)



## 5 물 특화도시 Biz 모델 : 적용 사례

□ 기술 인증 플랫폼의 2개 도시 적용 사례 : 부산 에코델타시티, 인도네시아 스마랑시

구 분		부산 에코델타시티	인도네시아 스마랑시
평가 기간		2023년 3월~6월	2023년 6월~11월
도시 특성		신도시형 스마트시티	개발도상국 내 기존 도시
도시물관리영역	도시물순환	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 수문·수질 데이터 수집체계 및 수변·물재이용 인프라 우수(88.4점)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 기초센서 일부 적용, 데이터 오류 및 누락 존재, 수질관리 미흡(55.5점)</li> </ul>
	물재해관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 홍수·가뭄 조기경보 체계와 통합관리·운영, 기후적응형 전략 우수(92.9)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 재난 대응 기본계획은 있으나, ICT의 적용 및 실행력 부족(54.2점)</li> </ul>
	물공급, 처리	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 스마트미터, 누수관리, 고도처리 일부 운영·수질 데이터 접근성 양호(86.0점)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 전통적 인프라 중심, 자동화·데이터 공개체계 미비(44.7점)</li> </ul>

구 분	부산 에코델타시티	인도네시아 스마랑시
권장사항	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 수문·수질·지하수 관측소 커버리지 확대 및 자동화 신뢰도 향상 필요</li> <li>■ 도시 수재해 대응 물인프라 확대</li> <li>■ 스마트 하수처리 시스템 도입 확대 및 물 재이용 방안 개선</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 수질·수량 데이터 정확성과 접근성의 개선 및 표준화 필요</li> <li>■ 하수처리시설 확대 및 관리체계 개선</li> <li>■ ICT 기반 재난대응 시스템과 물관리 거버넌스 체계 도입 필요</li> </ul>
종합점수 및 총평	<p>■ 종합점수 : 88.9점</p> <p>➔ 총 기술지표 기반 평가 결과, 기초 인프라·데이터·ICT 역량 우수</p> <p>“도시 물관리 시스템 전반에 대한 과학적 진단 가능성 입증”</p>	<p>■ 종합점수 : 51.3점</p> <p>➔ 수처리 시설 확대, 수질·수량 데이터 품질 제고 및 표준화, 법·제도 정비, ICT 확대 필요</p> <p>“향후 기술 도입을 위한 사전 정책 설계 가능성 제시”</p>

## 6 주요 시사점

- 스마트워터시티의 사업화와 경쟁 시장에서의 주도권 확보를 위해서는 대상국(도시)의 기술·경제 수준과 각 단계별 확장성을 동시에 고려한 **맞춤형 Biz 모델 플랫폼**이 중요

사업화를 가로막는 장벽		Biz 모델 플랫폼
글로벌 인증 모델(ISO 등)은 기술 성능의 규정과 지표화에 초점	➔ 도시가 실제로 기술을 도입·운영 하기 위한 ‘비즈니스 모델’ 부재	기술 성능 인증
실제 기술의 적용과 확산은 국가별 재정·기술 수준에 따라 결정	➔ 범용적 인증·평가 체계로는 구체적 사업방안 도출의 구조적 한계	+ 도시별 여건 고려
		+ 비즈니스 모델 도출

- 전 세계 최초인 K-water의 사업 연계형 기술 인증 및 실행 플랫폼은 **국제기구 연계 및 도시사업 패키지형 모델**로서 잠재적 확장 가능성이 큼
- 도시 물관리 전 분야에 대한 평가 기준 및 기술 지침으로서 MDB(WB, ADB 등) 등 **국제기구와의 연계성이 높고 실질적 협력 사업 추진의 기반**
  - **기술 실행 플랫폼**은 단순한 설계 도구가 아닌 정책+기술+사업모델이 결합된 **통합 수출플랫폼**이자 ‘진단-맞춤형 설계-실행-확산’의 **사업화 프로세스** 구축은 물론,
    - 실제 도시 단위 협력 프로젝트로 연계 가능한 **수출형 패키지 모델**로 전환 가능

※ 자료원 : 본 기술 인증·실행 플랫폼은 K-water연구원 주도로 자체 개발 결과(IWRA 등 협업)

- 국립중앙도서관(<http://nl.go.kr>) : 물 특화 도시(SWC) Biz 모델 플랫폼(ISBN 979-11-87701-25-5)

- IWRA : Smart Water Cities Final Report

(<https://www.iwra.org/wp-content/uploads/2025/02/Rapport-complet-PART3-final.pdf>)

## 고도화되는 로봇틱스 기술 기반의 미래 대응형 물 인프라 관리

K-water연구원 물인프라안전연구소 임정열 소장, 임은상 팀장, 유호준 선임

- 복합재난과 수자원 인프라 노후화로 인해 기존 인력 중심 점검 방식의 한계가 드러나면서, 안전성과 효율성을 갖춘 로봇틱스 기반 점검 기술 도입이 필수화
- 드론, ROV, USV 등과 AI·센서 기술을 융합한 자동화 점검 체계의 사례 분석을 통해 로봇틱스 기술 기반 물 인프라 관리에 대한 과제와 시사점을 제시

\* ROV(Remotely Operated Vehicle, 원격조종차량), USV(Unmanned Surface Vehicle, 무인수상차량)

### 1 물리 AI로 더 강력해지는 ‘로봇틱스 기술’

#### □ 아이언맨의 만능 비서, ‘자비스’를 꿈꾸는 로봇틱스 기술

[아이언맨의 만능 조수 ‘자비스’]

- 로봇틱스는 인간이 하기 위험하거나 어려운 일을 대신 수행할 수 있는 로봇을 제작·응용하는 기술로써,
- 다양한 센서로 주변 환경을 인식하고 정해진 알고리즘에 따라 행동을 결정 한 후 기계적인 실제 작업을 수행



\* 전문적 정의 : 복잡한 임무를 수행하도록 설계된 자동 기계(로봇)를 생성-설계-조작-사용하는 공학

#### □ 로봇틱스 기술은 ‘물리 AI’\*와 융합하며 모든 산업과 인간 삶 속으로 확장

- AI 발달로 로봇의 지능·자율성 강화, 로봇틱스 기술의 적용 가능성 비약적 증대

\* 물리 AI : 컴퓨터 안에서만 작동하는 AI가 아닌, 현실 세계에서 움직이며 일할 수 있는 AI를 의미

※ NVIDIA CEO 젠슨 황 : “언어 모델 기반의 AI 다음은 물리 AI”, “로봇틱스는 단순한 도구가 아닌, 문제 해결을 함께하는 동반자” - CES 기조연설(2025)

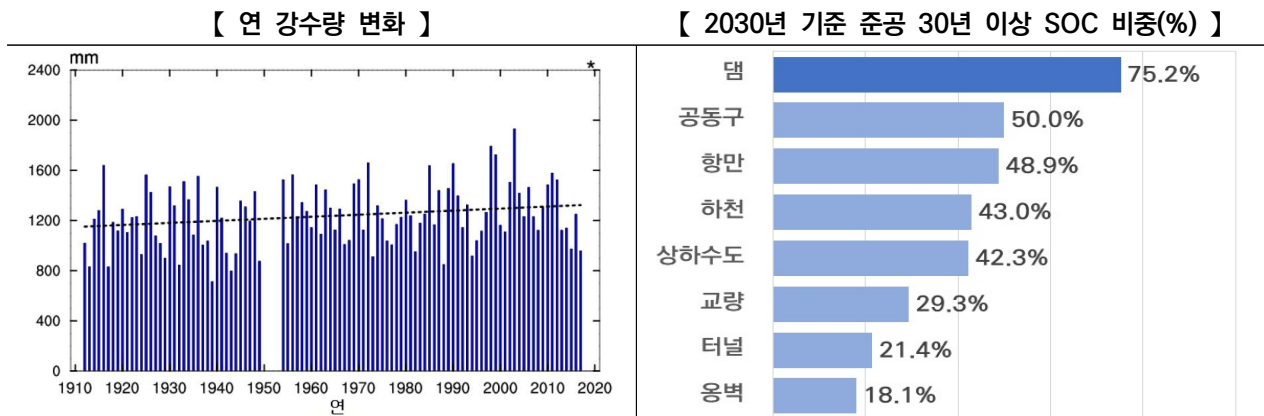


자율주행	지능형 로봇틱스	물류 로봇
자율주행 로봇이 주변환경을 독립적으로 탐색 및 운행	AI가 실시간 정보를 기반으로 스스로 작업 최적화 판단	내비게이션 시스템과 조합, 운영비용과 시간을 최소화
		
(건국대학교 : 자율주행 로봇배송)	(에스엘엠 : 수중 선체청소로봇)	(아마존 : 물류 로봇)

## 2 물인프라 관리에 파고드는 로봇틱스 기술

### □ 기후위기 가속화와 인프라 노후화 상황 속, 로봇틱스 기술의 중요성은 증대

- ① 전 지구적 기후변화로 인해 설계 기준을 초과하는 극한 홍수와 가뭄 빈번, 이로 인한 기존 물 인프라 전반의 설비 및 구조물 리스크 급격히 증가
- ② 국내 주요 사회기반시설에 대한 노후화 전망 결과 ‘댐’의 노후화가 가장 심각, 재료 열화·균열·누수 등 구조적 성능 저하와 재난 위험성 증가



### □ 기존 인력과 경험 중심의 물인프라 관리는 신뢰성/위험도/확장성 측면의 한계 보유

- ① 숙련자의 경험에 의존하는 점검방식은 주관성을 배제할 수 없으며, 고지대·수중·밀폐 공간 등 점검·관리 상황시 안전 사고의 위험이 상시 내재
- ② 기존 아날로그 방식 관리는 가속화되는 AI 전환 시대, 새로운 디지털 기술의 수용과 연계가 어렵고, 미래 예측을 위한 데이터 학습 및 알고리즘 개발에도 장애요인

### □ 로봇틱스 기술은 이와 같은 물인프라 관리 측면의 모든 이슈에 대한 솔루션을 제시

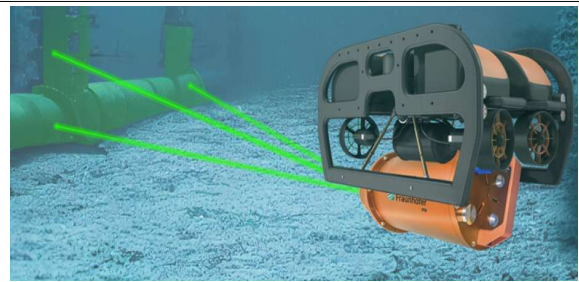
전통적 방식의 한계점	로봇틱스 기술의 해결 방식
고위험 작업	• 드론/ROV/USV를 활용한 비접촉 점검, 인명 위험 최소화
데이터의 부정확성	• 센서 기반 정량 데이터 확보, AI 분석 가능
기록 불명확	• 영상 및 센서 데이터 자동 저장으로 디지털 이력 구축
점검 범위 제한	• 광범위 지역을 신속·정밀 조사 가능
사고시 점검이력 미흡	• 디지털 트레이서빌리티 확보로 점검의무 이행 증거화
고령화 및 기술인력 부족	• 자율시스템 반복 점검 및 24시간 무인 운영으로 효율성·지속성 확보
디지털 전환 미흡	• 점검 결과의 디지털화로 시계열 분석, AI 예측 모델 등과 연계 가능
열화 추적 한계	• 로봇 점검 기반 열화상태 누적 기록 및 정량적 유지관리 의사결정

### 3 물인프라 분야에서의 로봇틱스 도입 동향과 사례

- (국외) 미국과 유럽, 일본 등에서는 각 국가별 물 인프라 특성을 반영하여 USV, ROV\* 및 AI 분석기술 등을 활용, 점검 및 진단 기술 고도화중

\* USV(Unmanned Surface Vehicle, 무인수상차량), ROV(Remotely Operated Vehicle, 원격조종차량)

<b>미 국</b>  <b>USACE</b> 육군공병단, NOAA <sup>해양대기청</sup> <ul style="list-style-type: none"> <li>자율 USV, ROV를 활용 구조물 실시간 모니터링 및 수질·수생태 변화 정보 자동 수집</li> <li>➔ 접근이 어려운 구조물 비접촉 정밀 진단, 비상상황 대응 및 상태 정밀도 동시 확보</li> </ul>	<b>덴마크</b>  <b>Blue Atlas Robotics</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>3D 스캔 및 균열 분석 기능이 내장된 ROV를 항만과 보 구조물 진단에 활용</li> <li>➔ 유지보수 주기 최적화, 시각화 기반 정량적인 보고체계 확보</li> </ul>
<b>프랑스</b>  <b>EDF</b> <sup>프랑스 전력공사</sup> <ul style="list-style-type: none"> <li>AI 기반의 균열 탐지 모델이 내장된 ROV 활용 수중 영상 고해상도 수집</li> <li>➔ 영상 자동 분석 기반 수중 콘크리트 구조물 박리, 슬릿, 손상, 침식 등 상태 정밀 진단</li> </ul>	<b>독 일</b>  <b>Fraunhofer IPM</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>자율 수상 플랫폼과 LiDAR 기반 정밀 스캔, AI 영상분석을 통합한 점검 기술 개발</li> <li>➔ GPS 기반 위치인식 및 단면 변화 감지 등 중소 인프라 최적 모듈형 점검 기술로 주목</li> </ul>
<b>【美 자율 USV 활용 실시간 모니터링 시스템】</b>	<b>【독일 Fraunhofer IPM ROV】</b>



※ 자료원 : US Army Corps of Engineers (usace.army.mil) / Fraunhofer IPA (ipa.fraunhofer.de)

- (국내) ROV/USV를 활용한 수중 상태조사·점검, 드론을 활용한 3차원 공간정보 구축 및 정량화 등에 로봇틱스 기술 적극 도입·활용중

#### ◦ ROV/USV를 활용한 수중 상태 조사

ROV를 활용 물인프라 수중 진단	자율주행 USV 활용 수중 지형 정밀 조사
<ul style="list-style-type: none"> <li>입체 구조를 정밀 구현하여 균열, 침식, 박리, 생물 부착 등 결함과 침식 상태 정밀 진단</li> <li>➔ 비균일 조명 보정, 색 수차 제거, 디노이징 및 기하보정 기술 활용 고도화 중</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>초음파 수심계 기반으로 자율 항해하며, 수심 및 하상의 지형 단면을 고정밀 측정</li> <li>➔ 수심 정보와 드론의 3차원 모델링 결과 통합 분석으로, 구조물 안전성 평가 등에 활용</li> </ul>

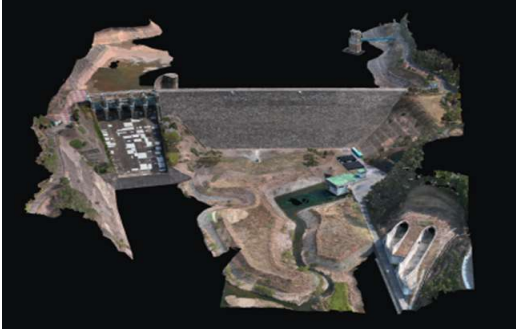
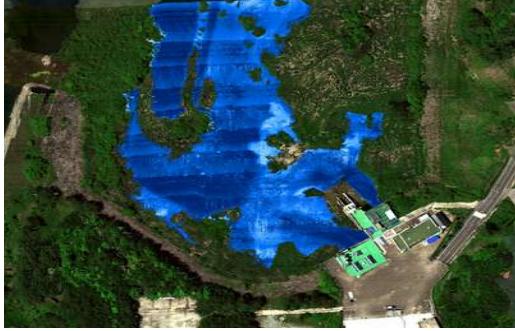
#### ※ K-water 개발 수중 터널용 ROV(2024)

- 조사수심 : 최대 100m, 조사거리 : 최대 5,000m
- 주요장비 : 360도 측면카메라, 전후방 카메라, 소나, 수질측정기, 청음기, 레이저 스케일러, 다관절 매니퓰레이터





## ◦ 드론을 활용한 3차원 공간정보화 및 정량화

드론 광학영상 기반 3차원 공간정보화	드론 초분광 영상 기반 정량화 기술
<ul style="list-style-type: none"> <li>드론 활용 물인프라 시설 고해상도 광학영상 수집, SfM기법(Structure from Motion)을 적용한 3차원 점군과 메시 데이터를 생성*</li> <li>* 여러 각도의 영상·사진을 활용, 퍼즐처럼 물체의 위치·모양을 점으로 표시 및 연결로 공간을 구성 【 드론 광학영상 기반 3차원 공간정보화 】</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>드론 탑재 초분광 센서를 통해 다양한 파장의 정보를 획득·분석, 물 인프라의 상태를 정량적으로 분석하는 기술을 개발·활용</li> <li>* 반사율-수심 상관모델을 기반으로 수중 구조물의 침하 여부나 하상변동 등을 고해상도로 파악 【 드론 기반 초분광 영상을 활용한 수심 측정 】</li> </ul>
	

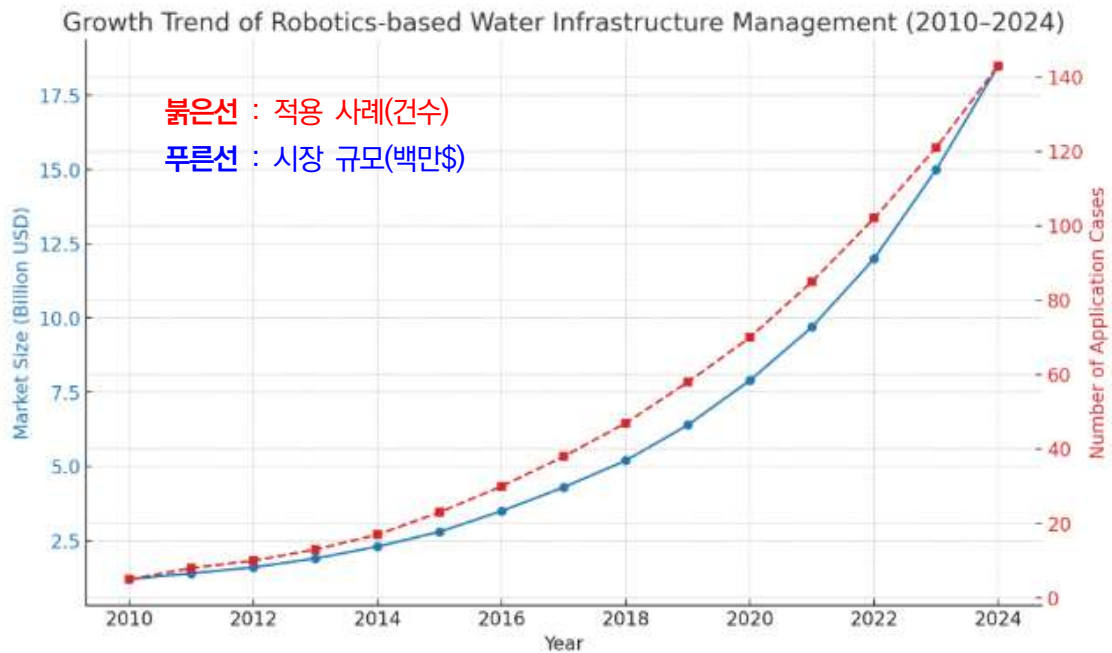
- 드론을 통해 확보된 영상과 데이터 기반, AI를 활용한 손상정보 추출 및 분류
  - 딥러닝 기반 객체 탐지 알고리즘을 적용, 인프라 균열, 변위, 박리 등 손상 형태를 자동 추출하며, 손상 유형에 따라 위험도 분류 및 시각화된 분석 결과 제시

## 4 물인프라 분야 로봇틱스 기술의 성장 가능성

### □ 글로벌 기술 수요와 시장은 지속적인 확대 추세

- 기후재난 대응과 기반시설 노후화에 따라 로봇틱스 기반 물인프라 관리 수요는 지속 확대되며, 글로벌 시장 규모와 실제 적용 사례가 지속 증가중
  - (시장 규모) '10년 1.2억 달러에서 '24년 18.5억 달러로 추정되며, 연간 약 22%의 급 성장 추세 기록
  - (적용 사례) '10년 5건에서 '24년 143건 이상으로 적용 사례 급증, 주로 인프라 노후화가 진행된 선진국 중심으로 기술도입 실증 및 관련 규제 등 법제화 병행
- 특히 로봇틱스 기술은 단순한 점검 효율화를 넘어, 재해·재난 대응에 있어 물인프라 복원력 확보 및 조기 대응을 가능케 하며 정책적·기술적 투자 필요성이 증대
  - \* 여수로 조절 자동화(미국), 구조물 침식 감지(유럽), 지진 직후 취수탑 점검(일본) 등은 기후변화에 따른 복합재난 대응에 효과적인 자율점검 체계의 사례로 주목

## 【 로봇틱스 기반 물인프라 관리 기술 성장 전망 】



※ 자료원 : UN Climate Technology Centre, World bank Reports, AI for Water SDGs 등 종합 추정  
(보수적 예측 모델 기반 추정, 데이터가 부족하여 복수의 보고서를 참고하여 지수 함수적 확산을 가정함)

### □ 기술적으로는 “AI 및 자율주행 기술과의 융합”을 통한 고도화 전망

- 미국은 AI 센서 네트워크, 유럽은 정밀 시각화 기반 3D 진단, 일본은 AI 영상 인식 기술을 중심으로 고도화가 진행, 공통적으로 자동 수집-분석-판단 체계로 진화 중
- 드론, USV, ROV, AUV\* 등 다양한 환경 대응형 로봇의 융합 사용이 확대되고 있으며, 수중-수상-공중 플랫폼을 복합 구성하는 멀티플랫폼 시스템이 실증되고 있음

\* USV(Unmanned Surface Vehicle, 무인수상차량), ROV(Remotely Operated Vehicle, 원격조종차량), AUV(Autonomous Underwater Vehicle, 수중무인잠수정)

### □ 물인프라의 강한 공공성 고려시, 관련 정책과 제도적 기반은 선행 필요

- 미국 USACE, 일본 국토교통성, 유럽 환경청 등은 공공기관이 주도하여 실증하고 있으며, 각국은 AI 기반 점검 결과를 법적 평가 기준으로 반영하는 제도화를 추진
- 유럽은 디지털 트윈 기반 인프라 모형을 통해 예측형 유지보수를 실현하고 있으며, 국내에서도 제도 연계와 기술 실증이 병행되어야 함

\* 국내에서도 민간과 공공이 함께 참여하는 기술 실증과 제도 정비가 병행될 경우, 로봇틱스 기술의 정착과 내재화가 빠르게 진전될 전망

## 5 향후 과제와 시사점

### □ AI 분석과 판단 기능의 고도화 및 통합 운영 플랫폼 구축

- 예측형 유지관리 체계 구현을 위해서는 수집된 점검 데이터를 실시간으로 분석하여 이상 징후를 자동 판단할 수 있는 **AI 알고리즘의 정밀도 향상**과,
  - \* 점검 결과의 주관성 최소화, 시설물 열화 패턴의 조기 감지로 유지보수 시기 정량적 결정 가능
- 각 로봇틱스 장비, 센서, AI 분석 시스템이 유기적으로 연계된 **통합 플랫폼 구축** 및 이와 연동된 **점검-분석-예측-보고 체계 구축** 필요
  - \* 디지털 트윈과 연동된 공공기관의 점검 의무 이행과 시설물 이력 관리 자동화 가능

### □ 관련 제도의 수용성과 기술표준 정립

- 기술 확산을 위해서는 **법적·제도적 수용성**과 함께 점검 방법론의 **기술표준 제정**이 선행되어야 하며, 이는 **법적 근거와 행정 실효성**을 동시에 확보하는 기반이 됨
- 특히 **AI 분석 결과의 법적 효력 인정**, **로봇틱스 점검 결과의 기록 및 증빙 체계**에 대한 **명확한 기준**이 마련되어야 기술 상용화가 가능

### □ 다양한 학제간·기관간 융합연구 및 실증 확대

- 로봇틱스, 수리·수문학, 토목공학, 컴퓨터비전, AI 등의 융합 연구가 요구되며, **기술 간 연계성**을 고려한 **복합형 실증 과제**가 필요함
- 또한 국내에서는 아직 초기단계인 기술 분야별 격차 해소를 위한 **정부·공공·민간**이 **동시에 참여하는 사업모델**을 확대함으로써 **상용화 및 기술 주도** 가능

【 국내외 기술수준 및 대응체계 비교 】

구분	국내		국외
장비 활용도	드론, ROV, USV 활용 초기단계	↔	AI, 센서 결합 시스템 장착
데이터 처리	수집 중심	↔	AI 기반 분석 자동화
정책 지원	기반시설관리법에 일부 포함	↔	기후 레질리언스 전략에 적극 반영
유지관리 예산	예산 부족 및 사후 대응 위주	↔	예측정비(PdM*) 중심 시스템 운영
로봇 기술 자체 개발	외산 의존, 일부 국산화	↔	독자 기술 다수 보유, 상용화

※ 예측정비(Predictive Maintenance) : 설비 상태를 수시 또는 상시로 점검, 유지관리 시점·수량 결정 체계

참고자료 1) 한반도 100년의 기후변화 보고서 (국립기상과학원)

2) 글로벌 지표로 본 한국 인프라 경쟁력 현황 및 시사점 (한국건설산업연구원)

3) MarketsandMarkets (2022), Underwater Robotics Markets – Global Forecast to 2027

4) World Bank Report (2019), Water Infrastructure Resilience

5) ResearchAndMarkets (2021), Smart Water Management Market

6) UNCTAD/UNESCO Reports (2018–2022) on SDGs and AI in water systems

# SNAP SHOT

- ‘물’의 무기화? 공유 하천을 둘러싼 물 분쟁 격화
- 수상태양광의 새로운 성장을 견인하는 ‘부유식 변전소’ 기술
- 스마트 위성 시대의 개막 : 군집형 초소형 위성 기반 수자원 감시
- 탄소중립형 물 순환 시스템을 위한 LCA 기반 통합적 접근 필요성
- 수량·수질 통합 관리, 영주댐이 제시하는 물환경 관리의 청사진
- 물 부족 해결에 나선 메타(Meta)의 AI 프로젝트
- 경험해보지 못한 ‘극한 홍수’도 AI로 예측한다
- 궁금한 모든 디테일까지 설명해주는 AI 모델 ‘DAM’

*Water&AI  
Special*

## ‘물’의 무기화? 공유 하천을 둘러싼 물 분쟁 격화

K-water연구원 경영연구소

- 전 세계적 물부족 확대로 국가간·지역간 물분쟁 빠르게 증가(‘20~23년 785건 발생)
- 물이 국가간 정치·사회적 긴장의 원인이자 전략 자산으로 작용 → “물의 무기화”

### □ [미국 vs 멕시코] 무역 전쟁으로까지 비화가 우려되는 물 공유 조약 위반

※ (배경) 콜로라도·티후아나 강, 리오그란데 강 이용 조약(1944년)

- 미 국 : 콜로라도 강을 통해 물을 멕시코로 공유(연 19억㎥)
- 멕시코 : 리오그란데 강을 통해 물을 미국으로 공유(연 4.3억㎥)



- (멕시코의 상황) 기후위기로 인한 멕시코 가뭄 장기화로 수자원 고갈, 자국 농업과 산업내 물 부족 해결을 위해 조약 미이행 → 약정량의 약 30%만을 공유
- (미국의 반격) 美 트럼프 정부, 콜로라도 강물 멕시코 공유 중단 및 관세 제재 예고
  - \* 이에 멕시코 정부는 일부의 물이라도 우선 공급 후 향후 우기시 추가 공급 등 합의안을 美 측에 제시하였으나(‘25.4), 멕시코 자국내 물부족 심화 우려로 인한 반대 여론 직면중

### □ [인도 vs 파키스탄] 전쟁도 불사하는 위협 수단으로 치달은 인더스강 물 분쟁

※ (배경) 인더스강 조약(1960년)

- 인더스강은 인도와 파키스탄을 가로지르는, 양국 모두에게 수력발전 및 용수공급의 핵심 수원(水源)
- ‘인더스강 조약’을 통해 6개 인더스강 지류 중 3개는 인도가, 3개는 파키스탄이 이용권을 갖는 것으로 합의(세계은행이 중재)



- ▶ ①, ②, ③ → 인도
- ▶ ④, ⑤, ⑥ → 파키스탄

- (인도의 입장) 인도 카슈미르 총기 테러사건\*(‘25.4.22) 배후로 파키스탄을 지목하며, ‘인더스강 조약’을 일방 중지, 파키스탄으로 흐르는 물줄기 차단 가능성 언급
  - \* 인도 카슈미르 관광지내 과격 이슬람단체 무장괴한이 총을 난사, 최소 26명이 사망
- (파키스탄의 반격) 인도의 물줄기 차단 위협은 ‘전쟁 행위’로 간주, 전면적 대응 예고
  - \* 5월 7일 양국간 군사충돌 발생 → 美·中 등 중재로 5월 10일 휴전 → 현재 국지전 전개중

▶ 오늘날 물 분쟁은 단순한 자원 갈등을 넘어서, 정치·사회적 분쟁의 원인이자 경제·군사적 수단까지 활용되는 수준, 물 안보(Water Security) 중요성 인식 제고 필요

자료원 : 아시아투데이, 조선일보 등 관련 언론 보도자료 종합

## 수상태양광의 새로운 성장을 견인하는 '부유식 변전소' 기술

K-water연구원 물에너지연구소

- 수상태양광은 최초 상업발전('11) 이후 기술 진보를 통한 사업 확장기 진입
- 수면→육상으로의 송전 경제성 확보를 위해, '부유식 변전소' 기술 중요성 증대

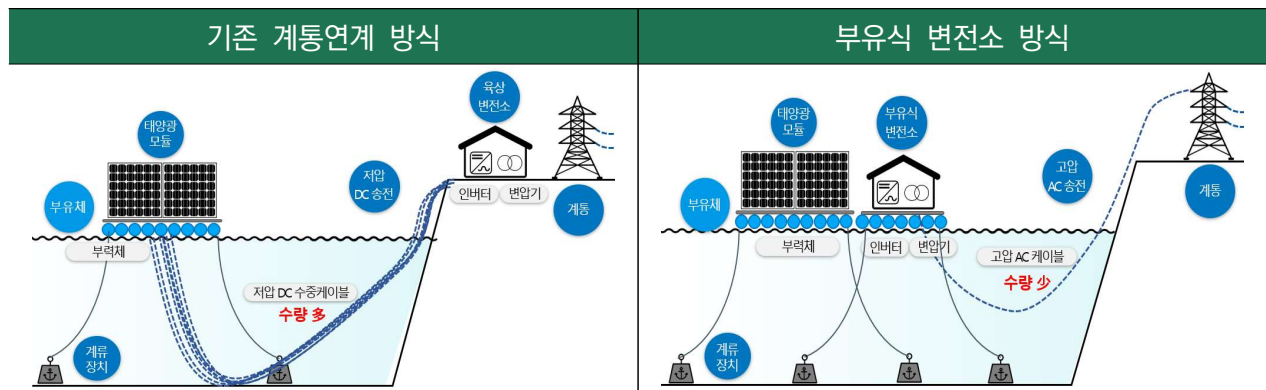
- 입지 부족, 산림 훼손 우려 등에 직면하는 육상태양광에 비해, 수면(水面) 위에 태양광 모듈을 띄워 설치하는 '수상태양광'이 재생에너지 확대를 위한 새로운 대안으로 각광

\* 글로벌 수상태양광 잠재량은 4TW로 예측 → 원전 약 4천기 해당 용량(신고리1·2호기 기준)

- 수상태양광 시장의 성장과 동시에 설비 용량도 대규모화 됨에 따라, 현재는 발전설비가 설치된 수면에서 육지까지 전력 송전 과정에서의 경제성이 새로운 이슈로 대두

\* 육상 변전소까지 저압 수중케이블로 송전 → 회선 및 송전 거리 증가 → 경제성 및 송전 효율 감소

- 이러한 이슈 극복을 위해, '변전소' 자체를 수면 위에 설치하는 '부유식 변전소' 기술이 대안으로 제시, 다만 신규 기술임에 따라 관련 기술 기준 등 미비로 단기 확산에 한계



- |    |   |
|----|---|
| 기대 | ① 경제성 향상 : 수중케이블 회선 및 거리 감소로 총사업비의 10% 이상 절감 예상         |
| 효과 | ② 송전효율 향상 : 고압 송전(22.9kV급)으로 효율 향상 및 기존 전력망까지 장거리 연계 가능 |

- ▶ 부유식 변전소 기술의 상용화를 위한 핵심기술 개발과 실증, 표준화된 국가 기술 기준의 신속한 정립을 통해 수상태양광 잠재량 개발 활성화 촉진 필요

\* K-water연구원 : 부유식 변전소 기술 개발 및 트랙레코드 확보 연구 총괄중('24~'28)

자료원 : Solar Power Europet('23), MarkNtel Advisors('24), 에너지기술개발계획 기술로드맵('25)



## 스마트한 위성 시대의 개막 : 군집형 초소형 위성 기반 수자원 감시

K-water연구원 수자원위성센터

- 과거 ‘중·대형’ 위성 중심에서 ‘초소형’ 위성으로의 기술 트렌드 변화
- 기후위기에 따른 수자원 감시 중요성 증대, 초소형 위성 중심 감시체계 구축 활발

- 컴퓨터에서 스마트폰으로의 변화처럼, 위성도 중대형에서 초소형으로의 전환중
  - [기존] 제작과 운용에 오랜 시간과 비용이 소요되는 ‘중·대형 위성’(500kg ↑) 중심, 하나의 임무에 맞춰 하나의 큰 위성을 만들어서 운영(통신, 기상위성 등)
  - [현재] 초경량·저전력·저비용의 ‘초소형 위성’(10~100kg)을 다수 제작하여 ‘군집형’ 관측 체계\*로 전환 추세 → 기후위기와 수문학적 변동성 대응을 위한 지구 관측에 최적
- 특히 EU, 미국 등 위성 선진국은 ①전자광학(EO), ②영상레이더(SAR) 센서, ③AI Onboard 기술 등을 활용, 초소형 위성 기반의 수자원 감시체계를 활발히 개발 중

- ① [EO = 전자광학] 근적외선과 가시광선을 활용, 육안으로 보는 것과 유사하게 수질·토양 등 관측
- ② [SAR = 영상레이더] 마이크로파를 활용, 야간 및 악천후(구름 등)에 관계없이 상시 촬영 가능
- ③ [AI Onboard] 위성 내 AI 영상처리 기술을 탑재, 자료 전송량을 줄이고 실시간 처리능력 향상

### 【 수자원 관리 목적의 초소형급 위성 개발 현황 】

위성 명칭	운용국가	위성 규모	센서	주요 목적
ANSER	스페인	나노위성	EO (다중분광)	습지·저수지 감시
NeuSAR	싱가포르	마이크로위성	SAR (X-band)	고해상도 수체 관측
ICEYE	핀란드	마이크로위성	SAR (X-band)	전천후 관측
PhiSat-1/2	유럽	나노위성	EO (AI Onboard)	구름·수체 관측
EOS SAR	미국	마이크로위성	SAR (X/S-band)	환경 변화 감시
HydroSAR	대한민국	마이크로위성	SAR (C-band)	고해상도 수체 감시
K-waterSAT	(K-water)	나노위성	EO (AI Onboard)	수질 및 유역 감시

- ❑ 심화되는 기후위기와 글로벌 위성기술 트렌드 등을 고려, 우리나라도 군집형 초소형 위성 및 EO/SAR 기술 등을 활용한 수자원 감시체계 확장 필요

\* K-water연구원 : 초소형+중형급 위성 동시 활용, ‘통합형’ 수자원 감시체계 마련 추진중(‘21~)

자료원 1) eoPortal: ESA Earth Observation satellite missions (<https://www.eoportal.org>)  
2) EO4SD : ESA Water Resources Management (<https://eo4society.esa.int>)

## 탄소중립형 물 순환 시스템을 위한 LCA 기반 통합적 접근 필요성

K-water연구원 상하수도연구소

- 도시 물순환 시스템의 온실가스 배출량의 정량적인 산정 및 관리체계 부족
- 물순환 시스템 전 과정에서의 탄소 측정 및 관리를 위한 전략적 접근방안 중요

- 도시 물 순환 시스템에서 배출되는 온실가스는 전체 배출량의 약 2% 차지
    - ‘취수-도수-정수처리-송배수-하수집수-하수처리-방류-재이용’ 과정에서의 온실가스 배출량을 ①활동자료, ②배출계수, ③지구온난화지수를 통해 측정 가능
- |  |   |
|--|---|
| ① 활동자료(Activity Data)  | : 온실가스 배출을 야기하는 인간활동의 ‘양’ 데이터(연료사용량, 폐기물량 등)      |
| ② 배출계수(Emission Factor)  | : 활동 단위당 발생하는 온실가스 배출량(Tier 1~4단계 구분, 높을수록 정확도 ↑) |
| ③ 지구온난화지수(GWP)   | : 온실가스 종류별 온난화 효과를 나타내는 지수(CO <sub>2</sub> 대비)    |
| ➔ 배출총량(GHG) = 활동자료(Activity Data) × 배출계수(Emission Factor) × 지구온난화지수(GWP) |   |
- 상수도에서는 전력 사용으로 인한 CO<sub>2</sub>(이산화탄소) 배출이 100%를 차지하며,
  - 하수도에서는 전력 사용 및 하수처리 과정에서 배출되는 CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O(아산화질소), CH<sub>4</sub>(메탄)이 각각 43%, 32%, 25%를 차지(GWI, 2022)
- 도시 물 순환 시스템에서의 온실가스 배출 감소를 위해서는 물 절약, 운영효율 향상, 에너지 회수 기술의 적용 등이 핵심 수단
    - 운영효율 향상 : 스마트 수요관리, 펌프 가변속 제어, 고효율 처리 신기술 도입 등
    - 에너지 회수 : 바이오가스 생산, 하수 방류수 열에너지 회수, 소수력 발전 등
  - 중요한 것은 물 순환 시스템의 계획-설계-운영-폐기까지 전 과정을 포괄하는 관점(LCA)에서 각 온실가스 배출 감소 기술들의 특성을 고려한 탄소 저감 전략 수립 필요
    - \* LCA(Life Cycle Assessment) : 생애주기 전 과정에서 발생하는 환경영향의 정량적 분석·평가 방법
    - 특히 배출량의 정확한 측정과 관리를 위한 정량적 탄소 회계와 진단 도구 개발, Tier 3~4 수준 배출계수 고도화 및 온실가스 직접 측정 확대 등도 중요

■ 현재는 도시 물순환 시스템에 대한 탄소 배출량의 정량적 분석 및 관리체계 부족으로 전략적 탄소 저감 추진이 어려운 상황, 이를 위한 통합적 기술 접근이 시급

\* K-water연구원 : 탄소 중립 실현을 위한 탄소발생량 분석 및 평가 툴 개발 중

자료원

1) GWI, 2022, Water's Carbon Footprint

2) IWA, 2021, Assessing the Carbon Footprint of Urban Water Utilities

# 수량·수질 통합 관리, 영주댐이 제시하는 물환경 관리의 청사진

K-water연구원 수자원환경연구소

- 영주댐 건설 전 대비 변화된 댐 상·하류 여건을 반영한 댐운영 개선 방안 필요
- 시뮬레이션 기반 최적 운영방안 도출 및 시범 운영 실시로 수질개선 기대

□ **[검토 배경]** 영주댐은 계획 시점('09년) 대비 변화된 수리·수질 여건으로 녹조 저감과 하류 하천(내성천, 낙동강)의 수질 보전을 위한 **환경개선용수 최적 공급 방안 검토 필요**

- 상류여건) 유역 비점오염원 증가(한우 사육 급증)로 담수 이후 녹조 확산 및 수질 악화 논란
- 하류여건) 낙동강 하류 '남지'지점 2급수 달성을 목표로 설계되었으나, '남지' 목표수질 既달성

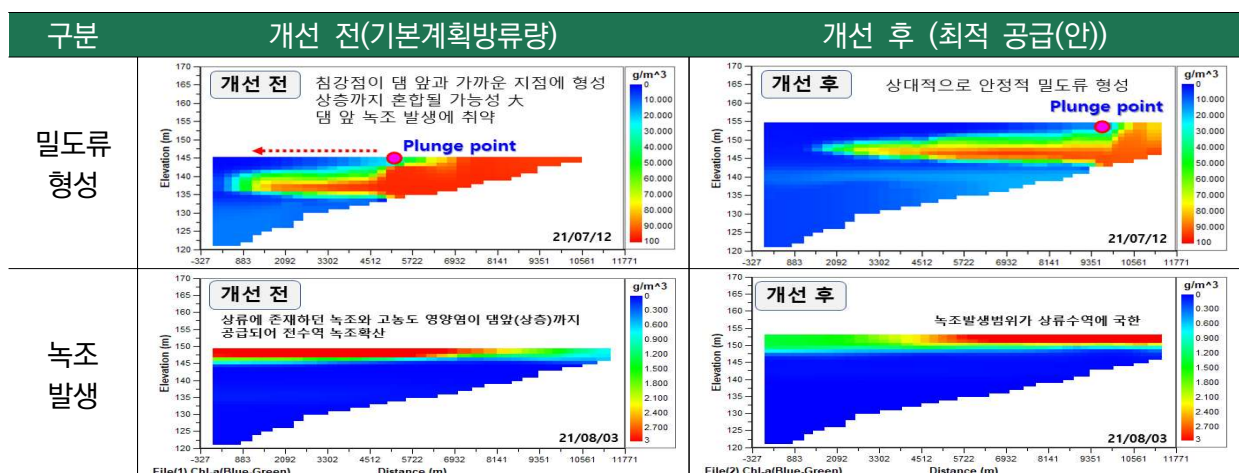
◦ (분석방법) 시뮬레이션 기반 36개 시나리오 분석으로 댐 상·하류 통합 최적 공급방안 검토

□ **[검토 결과]** 환경개선용수 공급 총량(연간 1.5억㎥)은 유지하되 기존 공급시기(11~6월)의 공급량 50%를 7~8월에 추가 균등 배분하여 홍수기 전 최대수위를 확보하는 대안이 우수

◦ (개선방안) 홍수기(7~8월) 전 적정 수위 확보로 고농도 비점오염수 중층 유입 유도  
→ 취수탑을 통한 집중 배제로 총인 농도 감소 및 녹조 저감 → 방류수질 개선

▶ (수질효과) 연평균 Chl-a 최대 댐내 30%, 내성천 56%, 상주보 6% 개선 예측

【 영주댐 운영 개선 전후 오염원 거동 및 녹조 발생 예측 비교 】



▶ 유역환경 및 여건 변화를 반영한 용수공급방안 최적안 운영으로 하절기 녹조저감 및 하류 수질개선 기대, 향후 하류 하천 모니터링 통해 필요시 공급방안 지속적 개선 예정

\* 낙동강수계 댐-보 연계운영협의회 개선(안) 심의 의결 후 영주댐 운영방안 개선 시행('25.4)

자료원 : 낙동강 중상류 수질 보전을 위한 환경개선용수 활용과 댐 운영에 관한 연구(K-water연구원, '25.5)

## 물 부족 해결에 나선 메타(Meta)의 AI 프로젝트

K-water연구원 AI연구센터

- 글로벌 기업 메타, AI 기반 누수 탐지 기술 도입을 위해 FIDO Tech와 협약
- AI를 활용한 물 보전 및 회복 프로젝트를 통해 글로벌 물 문제 해결 기여중

- Facebook으로 유명한 **글로벌 기업 메타(Meta)**는 콜로라도강 유역의 물 부족 문제 해결을 위해 **AI 기반 누수 탐지 기술**을 활용하는 **프로젝트 참여** 협약 체결('25.2)
  - 메타는 FIDO Tech\*와 협력하여 미국 뉴멕시코주 파밍턴시의 300km 길이의 상수도망에서 누수를 감지하고 관리하는 **AI 솔루션(FIDO Plus\*\*)** 도입 예정
    - \* AI 및 머신러닝 기반 누수 탐지 등 상수도 관망 운영·관리 솔루션을 제공하는 영국 SW 기업
    - \*\* 기업과 지역 유틸리티를 연결하여 AI 기술을 활용한 누수 감지 및 감축을 통해 지역 사회의 물 복원력을 높이고, 투명한 검증 데이터를 제공
  - 이 프로젝트는 AI를 활용, 물 부족을 해결하고자 하는 글로벌 민-관 협력 이니셔티브인 **'Water United'**\*의 지원을 받아 추진되며, **향후 10년간 지속될 계획**
    - \* 마이크로소프트, 펩시코, FIDO Tech, Oldcastle Infrastructure, Water Foundry 등 글로벌 기업과 협력하여 AI를 활용한 수자원 관리 개선을 목표로 함
- 이번 협력은 공공 및 민간이 합동으로 콜로라도강 유역 전반에 AI 기반 물관리 모델 구축을 목표로 하며, **누수 등 비수익 용수(NRW = Non-Revenue Water)** 감축에 집중
  - 메타는 FIDO와의 협력을 통해 2030년까지 **Water Positive**를 달성하고 물 부족이 심각한 지역에서 **소비하는 물의 200%를 반환**하겠다는 약속을 이행할 계획
- **FIDO Plus 프로젝트**는 이미 애리조나와 네바다에서 성공적으로 운영되고 있으며, **파밍턴시 프로젝트**는 뉴멕시코주 최초 사례로서 콜로라도강 유역 물 안보 기여 예정

▶ 글로벌 기업 주도 **AI 기반 물 관리 모델**의 전 세계적 확산 가능성이 높아지는 중, 누수 저감 뿐 아니라 다양한 물관리 분야내 적극적 **AI 기술 도입·활용** 시도 중요

자료원 : 「Meta Joins effort to leverage AI for water scarcity in Colorado River Basin ('25.2.11)」

## 경험해보지 못한 ‘극한 홍수’도 AI로 예측한다

K-water연구원 AI연구센터

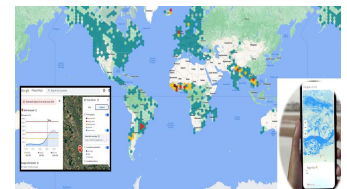
- 글로벌 기업과 주요국 중심으로 홍수 예측·대응을 위한 AI 기술 도입 활발
- 예측 불가능한 극한 재난도 AI로 예측해내기 위한 기술적 진보 지속 시도중

□ [기술 도입 현황] 주요 선진국과 글로벌 기업 중심, AI 기반 홍수 예측·대응 확산중

- (Google) AlphaGO('16)를 통해 전 세계에 AI를 각인 시킨 이후, 산업별 AI 접목을 가속화하며 2022년에는 AI 홍수 예측 플랫폼 「Flood Hub」 서비스 개시

\* Flood Hub : ‘지형·위성·기상정보+딥러닝’ 기술 기반, 홍수 조기 경보 서비스 무료 제공중(80개국 7억명)

[ Google Flood Hub ]



- (7Analytics) 노르웨이 소재 기후테크 스타트업으로 미국·유럽 등 40여개 보험·금융사와 협력하여, 부동산 홍수 리스크 평가를 통한 보험 상품개발 및 보상 등에 활용

[ 7Analytics FloodCube ]



- (일본) ‘후지쯔’(Fujitsu)와 ‘일본공영’(Nippon KOEI)도 각각 2022년, 2023년 AI 홍수 예측 시스템을 개발, 수위·유량·범람 예측 및 홍수시 대피경로 안내 등 활용중
- (우리나라) 2024년부터 AI 홍수예보(환경부) 서비스 개시, 하천 수위를 10분마다 자동으로 예측하여 홍수특보(주의보·경보) 발령에 활용중

□ [기술적 한계] 과거 데이터 기반의 AI 홍수 예측 모델은 기후위기 심화로 인해 향후 발생가능한 대형 홍수 등의 극한 기후 현상(Extreme Event)에 대한 학습과 예측 불가

- 이를 보완하기 위해 극한 강우 시나리오 데이터를 합성하여 AI를 학습시키거나, 극한 홍수 메커니즘을 포함하는 Hybrid AI(다양한 AI 기술간 결합) 기술 개발이 활발

▶ 극한 기후 대응, 홍수 예측 분야 AI 기술 개발 가속화중, 댐 방류 의사결정 및 복잡한 도시 홍수 예측 등 우리나라 특성에 맞는 AI 기술 고도화 및 연계 필요

\* K-water연구원 : 댐 상·하류의 AI 홍수 예측 및 도시 홍수 해석 특화 기술 개발 추진 중

자료원

1) Helping more people stay safe with flood forecasting (Google, '23.5)

2) 올해부터 AI 활용 홍수예보·예보지점도 224곳으로 대폭 확대(대한민국 정책브리핑, '24.5)



## 궁금한 모든 디테일까지 설명해주는 AI 모델 ‘DAM’(Describe Anything Model)

K-water연구원 AI연구센터

■ 사진과 영상의 전체적 맥락을 기반으로 사용자가 궁금해하는 ‘모든 영역’에 대해 ‘자세한’ 설명이 가능한 AI 모델 등장, 인간 활동 대체 가능성에 또 한걸음 진보

□ 기존 AI 모델은 이미지, 사운드, 영상을 종합적으로 설명하는데 우수한 성능을 보였지만, 사용자가 관심있는 ‘특정 부분’에 대한 디테일을 설명하는 데에는 한계

<p><b>기존 AI 모델</b></p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• 눈알? 씨? 수박?</li> </ul>				<p><b>NVIDIA DAM 기술</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 거북위 위에 앉은 개구리의 오른쪽 눈으로써, 눈은 어두운, 거의 검은색에 가까운 동공을 가지고 있고…………</li> </ul>
--	---	---	---	---

□ NVIDIA에서 개발한 AI 모델 DAM(Describe Anything Model)은 사용자가 설명을 원하는 이미지의 특정 부분에 대해서도 전체 이미지 맥락을 이해하여 설명가능한 모델

◦ DAM 모델의 핵심 기술은 ①포컬 프롬프트와 ②지역화된 비전 백본으로 구성

① 포컬(초점) 프롬프트 (Focal Prompt)	② 지역화된 비전 백본 (Localized Vision Backbone)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전체 이미지와 특정 영역의 확대 이미지를 동시에 AI에게 보여줌으로써,</li> <li>➡ 전체 맥락과 특정 영역의 이미지 정보를 모두 획득 가능한 기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전체 이미지와 특정 영역별 이미지를 효과적으로 합침으로써,</li> <li>➡ 정보 손실을 최소화하고 특정 영역별 특징을 정확히 파악할 수 있는 기술</li> </ul>

□ DAM 모델은 다양한 이미지와 영상 설명에 사용되는 7개의 벤치마크에서 최고 성능 (SOTA, State of the Art) 달성

▶ NVIDIA에서 DAM 모델의 연구 결과 관련 데이터와 분석 코드를 공개, 위험상황 감지를 위한 CCTV 영상 분석 등 다양한 분야에서의 실제 적용 가능성 검토 필요

자료원 1) Describe anything: Detailed Localized Image and Video Captioning (Meta, '25.4)



NEWS & EVENTS



## 01 미래 물 전문가 육성을 위한 ‘미래 R&D 인재 캠프’ 시작 [5~10월]

K-water연구원은 미래 연구자인 대학원생들을 대상으로 전문가 멘토링과 실무 경험 제공을 통한 연구 역량 강화와 진로 탐색을 지원하기 위한 ‘미래 R&D 인재 캠프’ 프로그램을 새롭게 시작하였다.

이번 캠프에는 총 46명의 대학원생이 선발되어 참여하고 있으며, 지난 5월 14일 오리엔테이션을 시작으로 앞으로 5개월간 멘토링, 전문가 특강, 미래 물기술 아이디어 기획 등 다양한 프로그램이 진행될 예정이다.

## 02 주한 EU 대표부, 회원국 대사 초청 글로벌 R&D 협력 논의 [5.13]



K-water는 5월 13일 대전 본사와 연구원을 방문한 주한 EU 및 4개 회원국\* 대사 대표단에 초격차 물관리 기술과 연구개발 역량을 선보이며, 국제협력 확대방안을 논의했다.

\* 슬로바키아, 슬로베니아, 벨기에, 그리스

이날 K-water연구원은 수자원위성 등 첨단 물관리 시스템과 글로벌 R&D 추진 현황을 공유하고, 각 EU 회원국의 물 분야 이슈와 연계한 연구 협력 논의를 진행하였다.

## 03 K-water-美 육군공병단 물관리 상호협력 MOU 체결 [4.16]



K-water는 美 육군공병단(USACE)과 물 관리 분야의 국제협력 강화를 위해 지난 4월 16일, 10년 기한의 장기 업무협약을 체결하였다.

이번 협약을 통해 양 기관은 디지털 트윈(DT) 등 물관리 신기술 정보 및 인력 교류, 공동 프로젝트 기획, 연구 시설·장비·서비스 공유 등을 통해 공동연구와 기술 교류를 추진할 계획이다.



## 04 국제대댐회(ICOLD) 제28회 총회 및 제93회 연차회의 참여 [5.16~.23]

K-water연구원과 환경부, 대전광역시, 대전관광공사 등은 5월 16일부터 23일까지 중국 청두에서 개최된 국제대댐회(ICOLD) 총회 및 연차회의에 참여하였다.

특히 이번 회의에서는 2027년 대전에서 개최 예정인 연차회의의 성공적 개최를 위해 글로벌 기술교류와 네트워크를 강화하고, 차질없는 개최 준비 노력과 의지를 국제대댐회 주요 관계자 등을 대상으로 입증하였다.

## 05 광역상수도 디지털 전환의 경제적 가치 연구 최종보고회 개최 [4.18]



K-water연구원 경영연구소는 4월 18일 광역상수도 디지털 전환의 경제적 가치 추정을 위한 연구성과의 최종보고회를 개최하였다.

이번 연구에서는 광역상수도 사업의 디지털 전환 효과와 이로 인한 재무적·경제적 가치를 분석하였으며, 첨단기술 기반의 상수도 운영 관리에 대한 객관적 타당성 확보를 통해 향후 정책 결정자 등에게 주요 정책 의사결정 기준을 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

## 06 “뇌의 비밀과 뇌 200% 활용법”, 서울대 이인아 교수 특강 [5.27]



5월 27일에는 뇌의 ‘해마’ 분야 세계적 권위자인 서울대학교 뇌인지과학과 이인아 교수를 초청하여 “뇌의 비밀과 뇌 200% 활용법”을 주제로 특강을 진행하였다.

이번 강연에서는 해마의 학습과 기억 기능, 과거의 경험을 활용하는 인간의 사고 체계와 우리의 뇌를 제대로 활용하는 방법 등에 대한 이해를 넓히는 시간을 가질 수 있었다



## 07 물기술 미래비전 수립 전담반 출범 [4.17]



물 분야 미래를 선도할 수 있는 기술 분야의 선제적 고민과 장기적 R&D 방향 수립을 위해, K-water연구원에 각 분야별 전문가가 모두 참여한 물기술 미래비전 수립 전담반이 지난 4월 17일 출범하였다.

본 전담반은 2025년 12월까지 미래 이슈를 고려한 신규 과제 도출 및 기존 과제 방향성 보완 등의 이정표 역할을 할 예정이다.

## 08 기후변화 시대의 스마트 수자원 전략 워크숍 개최 [5.12]



지난 5월 12일 K-water연구원 물인프라 안전연구소는 K-water 관련 부서 및 외부 전문가들과 함께 기후변화 시대 스마트 수자원 전략 도모를 위한 워크숍을 개최하였다.

워크숍에서는 디지털, AI 기술 등 기반의 물인프라 관리 기술 혁신을 통한 성능 복원력 강화 등 지속가능한 수자원 활용 확대에 관한 논의가 이루어졌다.

## 09 초순수 플랜트 트러블슈팅 전문가 세미나 개최 [5.20]



K-water연구원 상하수도연구소에서는 지난 5월 20일 초순수 플랜트 트러블슈팅 사례 분석과 예방방안에 대해 공유하는 전문가 세미나를 개최하였다.

초순수 플랜트 설계, 시공, 운영 과정에서 발생 가능한 트러블에 대해 국내 전문가간 심도 있는 논의가 향후 플랜트 운영 안정성과 에너지 절감에 기여할 것으로 기대된다.

## 10 한국수자원학회 2025년 학술발표회 K-water 성과 공유 [5.21~5.23]



5월 21일부터 23일까지 진행된 한국수자원학회 2025년 학술발표회에서는 K-water연구원이 10개 기획세션을 주도하며 다양한 물 분야 연구성과를 공유하였다.

금번 발표회에서는 특히 디지털 기반 재난재해 모니터링, 수자원 위성 활용 등 분야의 성과 공유와 유역별 대응 전략에 대한 논의가 집중적으로 진행되었다.



# 「대전, 그리고 물」 공모전

'25.4.18.(금) ~ 6.16.(월)

기간연장

## 공모대상

- 대전시민 누구나, 대전소재 대학(원)생 및 직장인 포함
- 개인 또는 단체로 참여 가능

## 공모분야

구분	① 숏폼영상 분야	② 제안서 분야
공모주제	2027년 대전에서 개최되는 국제대담회 연차회의 참가자에게 나의 대전을 소개합니다!	내가 바라는 대전, 그리고 물
공모내용	대전의 먹거리, 볼거리, 즐길거리 등 소개	대전의 댐, 하천 등 물과 연계한 대전광역시 브랜딩 방안
출품규격 및 양식	가로, FHD 1920 * 1080 90초 이내, MP4	제안서 양식 활용 (별도 제공)

## 참가방법

- 온라인 접수 | 네이버 폼으로 참가 신청 후 이메일로 자료 제출

- 네이버폼(QR코드) 접속 후 참가 신청 제출
- 공모자료와 관련 서류를 이메일로 제출

제출처 : [daejeonandwater@kwater.or.kr](mailto:daejeonandwater@kwater.or.kr)

참가신청



## 시상규모

구분	숏폼영상	제안서	시상내역
대상	1편	1건	대전사랑카드 100만원
최우수상	2편	2건	대전사랑카드 50만원
우수상	3편	3건	대전사랑카드 30만원
장려상	5편	5건	대전사랑카드 10만원
참가상	50편	50건	선착순, 기프티콘 1만원

## 문의처

- K-water연구원 경영연구소 042-870-7359, 7380

\* 2개 분야에 중복 참여할 수 있으며, 이 경우 참가신청서를 분야별로 작성하여 제출

K-water연구원은 한국수자원공사 산하 부설 연구기관으로,  
과학적인 물관리 기술 연구를 기반으로 기후위기 대응을 선도하고 있습니다

K-water연구원

연구관리처  
(AI연구센터)

경영연구소

수자원환경  
연구소

상하수도  
연구소

물인프라  
안전연구소

물에너지  
연구소

수자원위성  
센터

## AI 연구

물관리 디지털 전환 핵심 AI 기술 확보

- | 물관리 수과정 디지털 전환 위한 표준 AI 모델 개발
- | 드론과 AI를 활용한 댐 디지털 트윈(DT) 구축
- | AI 자율운영 기반의 스마트 정수장 구축

청정 新재생에너지 리딩

## 물에너지

- | 수열, 수력, 수상태양광  
설계 · 운영 기술 개발
- | 재생에너지 연계한  
그린수소 생산 · 정제기술

선도형 수자원·환경 기술 기반  
물재해 대응력 강화

## 수자원·환경

- | 수자원 해석 분야 기술  
디지털화 및 DT 플랫폼  
탑재 기술
- | 유역통합 물환경 개선 및  
생태가치 증진 기술

세계 최초 위성 기반  
수자원 관리

## 수자원 위성

- | 수자원위성 개발과  
수재해 감시에 필요한  
인프라 · 활용기술 구축
- | 접경지역 하천, 녹조 등  
수자원 현황 모니터링

Global Think-tank

## 연구협력

- | 글로벌 물전문기관과 협력
- \* 2027년 국제대담회 연차회의  
대전시 유치 등 성과

안전하고 깨끗한 물공급

## 상하수도

- | 첨단용수 생산 및  
신종 미량물질 제거 기술
- | 디지털 기반  
상수도 인프라 안정성 및  
효율성 제고 기술

## 경영·정책·경제

국민체감형 물정책 발굴

- | 국민 맞춤형 통합 물서비스 제공 위한 물정책 연구 및 물산업  
육성방안 제시
- | 경제성 분석 통한 新사업 추진 및 미래 사업전략 개발

## 물인프라 안전

극한기후 속 스마트 안전관리

- | 시설 안전성 향상 및 노후화 대응 댐 안전성 강화 기술
- | AI & 로봇틱스 기반 수자원시설 무인화 점검체계 구축



---

## Water&Tech INSIGHT 제2호(2025년 6월)

주 관 K-water연구원

발행처 K-water연구원 경영연구소

발행인 원장 김병기

발행일 2025년 6월 1일

문 의 K-water연구원 경영연구소 (042-870-7372)

홈페이지 <http://www.kwater.or.kr/kiwe>

---

※ K-water연구원의 사전 동의 없이 본 보고서의 내용을 무단 전재하거나  
제 3자에게 배포하는 것을 금합니다.