



믿고 마시는 아리수!

제305회 시의회 임시회
환경수자원위원회

2022 주요업무 계획

2022. 2.

서울물연구원

I. 일반 현황

조직 및 인력 : 2부 1센터 11과

서울물연구원 (74명)

(’22. 2월 기준)

수질분석부 (30명)

- 수질연구과
- 먹는물분석과
- 신물질분석과
- 미생물검사과

수도연구부 (23명)

- 수처리연구과
- 배급수연구과
- 재료연구과
- 물순환연구과

미래전략연구센터 (10명)

- 연구기획과
- 전략연구과

· 총무과(11명)

※ 현원/정원 : 74/90

예산 : 4,142백만원

구분		2021년	2022년	비고
합계		3,590	4,142	552 (15.4%)
투자사업	수질시험 연구장비 확충	1,707	1,392	△315 (△18.5%)
	수도시험 연구장비 확충	250	1,038	788 (315.2%)
경상사업	수질시험 연구	1,404	1,467	63 (4.5%)
	수도시험 연구	229	245	16 (7.0%)

※ 노후실험장비 교체 및 수도재료 성능평가 분석장비 구매 등 전년대비 15% 증가

공인 인증 : 5개 검사기관

- 먹는물 수질검사기관
- 국가공인 바이러스 검사기관
- 국가공인 노로바이러스 조사기관
- KOLAS 국제공인시험기관
- 국가공인 원생동물검사기관

실험기기 : 603대

구분	주요 실험기기	대수
수질분석분야	탁도계, 잔류염소계, 흡광광도계, 이온 크로마토그래프 등	350
수도연구분야	오존발생기, 전산유체역학시스템, 총유기탄소측정기 등	253

ILAC(International Laboratory Accreditation Cooperation) : 국제시험기관인정협력체

MRA(Mutual Recognition Arrangement) : 상호인정협정

KOLAS(Korea Laboratory Accreditation Scheme) : 국제공인시험기관

II. 추진방향

실용성과 현장성 중심 연구

과학적
수질관리

수처리공정
개발 및 배급수
고도화

기후변화
대응 및 디지털
전환 연구

과학적 수질관리

- 안전한 원수 확보를 위한 상수원 수질조사
- 서울시 감시항목 운영으로 품질관리 강화
- 미규제 신종물질 검사 확대로 수질관리 강화
- 수돗물 공급계통 모니터링 강화

수처리공정 개발 및 배급수 고도화

- 원수 위기상황 대비 신규공정 도입 연구
- 정수장 신설·개량 대비 공정 효율화 연구
- 상수도관 상태평가 연구
- 관망 수질영향 예측 및 대응 연구

기후변화대응 및 디지털 전환 연구

- 기후변화대응 상수도 탄소배출 저감 연구
- 스마트 상수도 구현 기반 연구
- 스마트 안전관리용 앱 적용 방안 연구
- 수질오염물질 및 조류발생 예측시스템 운영

Ⅲ. 중점 추진사업

1. 상수원에서 수도꼭지까지 체계적인 수질관리

2. 수돗물 공급계통 모니터링 강화

3. 수질안전성 확보를 위한 정수처리공정 개발

3-1. 다단계 방어시스템으로서 전오존 도입 연구

3-2. 정수장 신설(개량) 대비 공정 고효율화 연구

4. 배급수 진단 및 고도화 연구를 통한 선제적 위기관리

4-1. 상수도관 상태평가 연구

4-2. 관망 수질영향 예측 및 대응 연구

5. 기후변화대응 상수도 탄소배출 저감 연구

6. 데이터기반 상수도 디지털 전환 연구

6-1. 스마트 상수도 구현 기반 연구

6-2. 상수원 수질예측 시스템 구축운영 및 연구

취수 원수부터 공급계통까지 국제 가이드라인(WHO) 이상의 체계적이고 과학적인 수질검사로 고품질 아리수 제공에 기여

□ 안전한 원수 수질 확보를 위한 상수원 수질조사

- 취수원수 수질조사 : 5개 취수장, 316항목
- 상수원수계 하천수 : 16지점, 30항목
- 조류경보제 수질조사
 - 한강본류 대교 4지점, 9항목(주간)
- 맛·냄새물질 대응 한강 상류 특별조사
 - 남·북한강, 팔당호 5지점, 9항목(기준이상시)
 - ※ 정수 수질검사 : 345항목



□ 서울시 감시항목 운영으로 아리수 품질관리

- 근거 : 서울특별시 수도조례 제36조, 시행규칙 제40조(감시항목의 선정)
- 대상 : 12개소(취수장 5, 정수장 6, 병물 아리수 1)
- 항목 및 주기 : 서울시 감시항목 111항목, 분기 1회

□ 미규제 신종물질 검사확대로 아리수 수질관리 강화

- 대상 : 12개소(취수장 5, 정수장 6, 병물 아리수 1)
- 항목 및 주기 : 신종물질 170항목, 반기 1회

▶ 165항목('21년) → **170항목('22년)**

※ '22년 신규검사 항목 : 실테나필, 타다라필, 3-클로로BPA, 3,3'-디클로로BPA, 3,5-디클로로BPA

※ WHO 166항목, LA시 200항목, 뉴욕시 330항목



작성자

수질분석부장 이상미 ☎3146-1710, 먹는물분석과장 이수원 ☎1750, 담당 황광호 ☎1751
신물질분석과장 정관조 ☎1760, 담당 장도일 ☎1762

정수처리공정 및 공급계통별 원생동물, 소형생물 및 소독부산물 모니터링을 통한 생물제어 자료 제공 및 수질안전성 확인

□ 상수도계통 소형생물 관리 강화

○ 수계별, 정수처리공정별 소형생물 정기 모니터링

– 대상 : 정수센터(6) 원수, 침전수, 여과수, 오존처리수, 활성탄수, 정수
수도사업소(8), 지역배수지(31개) 유출(유입)수



〈정밀분석시스템〉

– 주기 : 월1회(지역배수지는 5~9월 3단계시 분석)

– 검사량 : 원수 및 역세척수 500L, 공정수 5,000L, 배수지 24시간

– 분석방법 : 거름망→현미경관찰→사진촬영→개체분리→보존처리(유전자분석)

□ 수계별 소독부산물 감시 강화

○ 염소 분산주입에 따른 소독부산물 감시

– 대상 : 암사 및 강북 수계 18지점(배수지 및 가압장 - 투입 전 6, 투입 후 12)

– 항목 및 주기 : 4항목(염소산이온, 아염소산이온, 브롬산염, 브롬이온), 월 1회

○ 하절기 수온 상승기 대비 소독부산물 특별조사

– 대상 : 정수 7, 수돗물 24

– 항목 및 주기 : 3항목(수온, THMs, 잔류염소), 연 1회(5~9월)

□ 정수처리공정에서의 생물(미크로바이옴 및 매크로바이옴) 연구

○ 대상 : 구의정수센터 공정수, 입상활성탄 부착 생물

※ 여과수, 오존처리수, 활성탄수 및 정수

○ 항목 : 세균류(차세대염기서열분석), 원생동물, 소형생물

○ 주기 : 현미경검사 월1회, 균집분석 분기1회



세균

원생동물

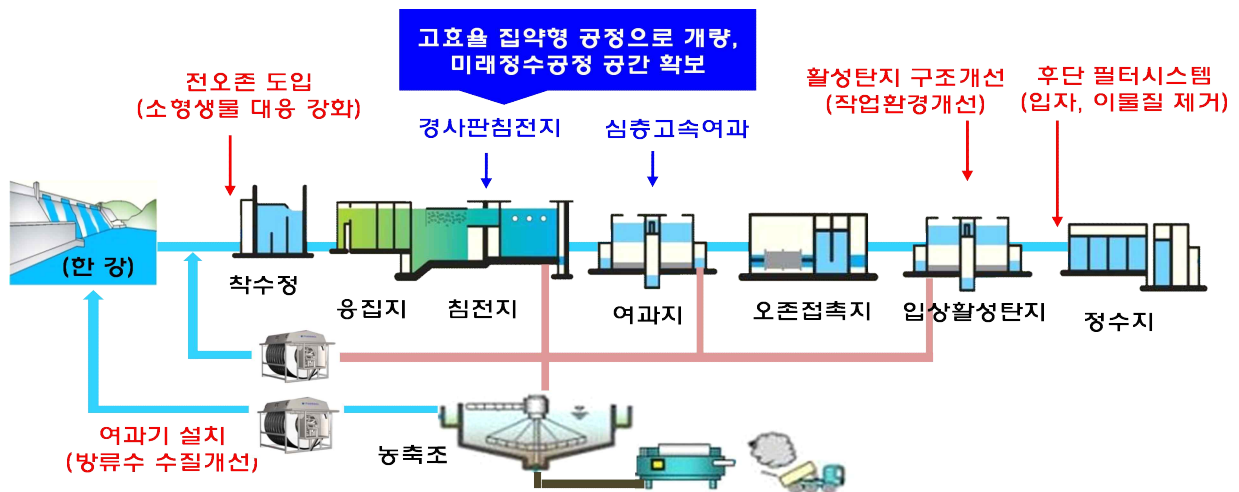
소형생물

작성 자

수질분석부장 : 이상미 ☎3146-1710 먹는물분석과장 : 이수원 ☎1750 담당 : 황광호 ☎1751
미생물검사과장 : 백영애 ☎1780 담당 : 한지선 ☎1784

원수위기상황 대비 수질 안전성 확보를 위한 **다단계 방어시스템 구축** 및 신규공정 추가 도입을 위한 **고효율, 집약형 정수공정 개발**

- ▶ 그간 소형생물 대응 등 **현 정수처리 운영최적화**를 위한 매뉴얼 개발 및 보급에 기여한 바 있으며,
- ▶ 이젠 10년간 진행되는 **정수센터 신설 및 정비사업('22.~'32.)**에 필요한 **정수공정 처리공법 개발**에 주력하고자 함



3-1. 다단계 방어시스템으로서 전오존 도입 연구

- 조류, 미량유해물질, 소형생물 증가 등 원수단계에서 부터 안정적 수질개선 필요
- 실증플랜트 오존접촉조 실험 추진
 - 접촉조 흐름방식(좌우, 상하) 효율비교
 - 수질개선효과 분석(소독부산물, 소형생물 등)
- 전오존 설계인자 제공 및 효율적 오존운영방안 제시



전오존 시설
(발생기, 방전관)

3-2. 정수장 신설(개량) 대비 공정 고효율화 연구

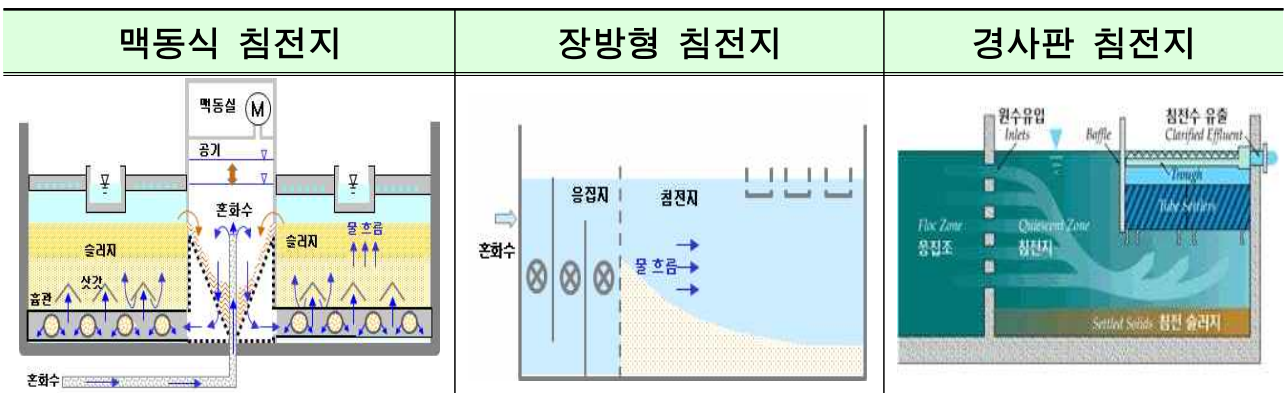
□ 혼화도 향상을 위한 이산화탄소 설비개선 연구

- 원수 pH 조절에 활용되는 이산화탄소를 직접 주입하여 용해율 감소
 - 주입방식(용해율) : 직접 주입(약 40%), 용해수 주입(약 80%)
 - ※ 이산화탄소 계약단가 전년대비 65% 상승(185원/kg ⇨ 306원/kg, '21년)
- 이산화탄소 직접 주입방식을 이산화탄소 용해수 방식으로 개선 검토
 - 혼화과정에서의 원수와 이산화탄소 흐름해석 및 용해율 평가
 - 혼화, 응집효율 개선을 통한 침전수 탁도 개선 기대
- 이산화탄소 용해율 향상 및 예산절감에 기여

이산화탄소 현황분석	원수, 이산화탄소 흐름해석	이산화탄소 용해도 증가방안
▶ 시설, 운영, 수질현황 ▶ 2D 설계도 분석	▶ 3D설계, 흐름특성 ▶ 유속·압력분포, 난류강도 분석	▶ 이산화탄소 용해율 평가 ▶ 효율적인 주입위치 검토

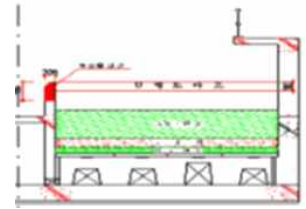
□ 경사판 침전지 개량을 위한 침전효율 향상방안 연구

- 침전지 효율분석을 통한 고효율 집약화가 가능한 침전지 개량방안 마련
- 침전방식별(경사판, 장방형, 맥동식) 운영 데이터 분석 및 CFD 입자해석 시스템 활용 분석
 - 침전수 수질, 소형생물 제거율 등 효율평가
 - 슈퍼컴퓨터 활용, 고효율 침전지 설계 : 경사판 개수, 면적, 표면부하율 등
- 정수장 개보수시 침전지 효율 개선을 위한 설계자료 제공



□ 이중여재 고속여과지 개선방안 연구

- 수질과 수량을 동시 확보하는 고효율 여과지로 개량 필요
 - 기존 비팽창 역세척 모래여과지의 여과사 유실 및 처리수 탁도 불안정 문제점을 개선하고자 함
- 정수센터 운영자료 분석, 실증 Pilot 운영
 - 하부집수장치(스트레이너블록, 유공블록)별 효율분석
 - 여과방식별(기존 모래여과, 이중여과) 효율비교
 - 정수장 현장여건 고려 개량방안(여재구성, 여과속도, 역세척) 도출



이중여재



유공블록

□ 수도재료 특성 데이터베이스 구축

- 상수도시설 노후화 대응을 위해 다양한 수도재료의 경년변화에 따른 특성연구 필요
- 상수도 시설물 열화 상세분석 등 재료특성 데이터베이스 구축으로 시설물 유지관리 기능강화 및 수질안전 확보
 - 수도재료 열화 표면구조 및 구성성분, 부식생성물 등 물리화학적 특성 상세분석
 - 수도재료 구조분석 자료를 활용하여 내구성 예측 및 적정 수도재료 선정
- 장비 조기구매 활용
 - 장비구매 및 설치 : ~ '22. 6.
 - 대상장비(구매액) : FE-SEM(6억원), XRD(2억원)
 - ※ FE-SEM : 전계방사형 주사전자현미경 원소분석기, XRD : X선 회절분석기
 - 구매방법 : 조달청 외자 공개경쟁입찰

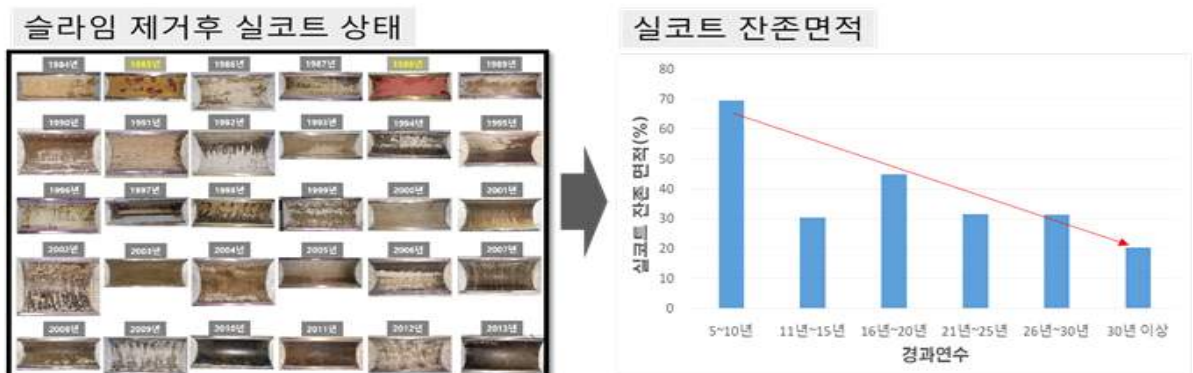
<p>FE-SEM</p>	<p>분석사례 - 활성탄표면구조(上) - 구성원소분석(下)</p>	<p>XRD</p>	<p>분석사례 - 철 부식생성물</p>

상수도 공급계통에서 수도관 상태 및 수질영향을 평가하고 기술 개발을 통해 체계적이고 과학적인 관리방안 마련

4-1. 상수도관 상태평가 연구

□ 노후 상수도관 실태조사 및 평가 연구

- '84년 이후 교체한 내식성관(CML-DCIP)의 내용연수 30년 초과비율 증가
 - ※ CML-DCIP : 시멘트 모르타르 라이닝 덕타일 주철관
- “CML-DCIP 노후도 평가 기준 설정연구('18~'21년)” 결과 관 내부 실코트 박리에 의한 수질영향성 평가 필요
 - CML은 양호하나, 실코트가 10년 경과 후 70% 미만, 20년 경과 후 45% 잔존



- 관로내 이물질에 대한 신뢰성 있는 분석방법 마련 및 관내부 상태 조사
 - 7개소 선정 : 수질민원 발생 소블록 4개소
장기사용 수도관 비율 높은 소블록 3개소
 - XRF, FT-IR, ICP-MS 등을 이용한 효율적인 이물질성분 분석방안 마련
 - 수질 자동측정(탁도, 입자수), 내시경 및 관체 조사(실코트, 중성화)
- 관사용성 평가방안 수립
 - 관사용 연수, 수질악화 원인 및 관의 물리적 특성 등을 고려한 관사용성 평가 방안 마련(점수평가법 등)

□ 상수도 코팅제 부식평가 장치 현장 적용성 연구

- 상수도 코팅제 부식평가는 육안 평가로 수치화가 어려워, 현장에서 활용 가능한 장치 부재로 부식평가 장치 개발 필요
 - 부식평가 실험장치 개발(특허 2건 등록) 및 전기화학 실험장치 구축('21.12.)
- 개발된 실험장치를 활용한 상수도 코팅제 방식 성능 평가(실험실/현장실험 병행)
 - 대형관로, 배수지 내면 도막(코팅제) 대상
- 부식평가 실험장치 현장 적용방안 마련



[코팅제 부식평가 장치]

4-2. 관망 수질영향 예측 및 대응 연구

□ 대수용가 유량변화가 상수도관망에 미치는 영향 평가

- 아파트 등 대수용가 관로내 유속변화에 의한 수질변화 실태조사 및 대책마련 필요
- 아차산 배수지 수계 배수관로 현장 실험 4개소 실시('21)
 - 유입 관경 350mm, 길이 6km, 1987년 매설
 - 평상시 유속 0.1m/sec 이나 최대 물사용 시간에 7배 이상 증가
 - 실험지점의 유속 및 수압변동에 따른 탁도 변화는 크지 않음
- 혼탁수 민원발생 고려한 지점선정 및 현장 실험('22)
 - 동부 및 강동수도사업소 내 아파트 대수용가 4개 지점 실험 예정
 - 수질변화 큰 지점에 대한 유량조절 등 개선방안 제시

□ 급수계통 저유속 관로(정체구역)의 수질 개선 연구

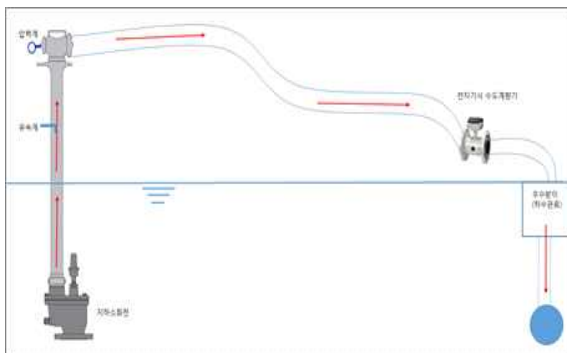
- 관말지역 등 정체관로의 퇴적된 이물질에 의한 돌발적인 수질사고 위험에 대책수립 필요
- 저유속 관로에 대한 현장 실시간 수질(탁도, 잔류염소) 측정실험('21)
 - 대상 : 2개소(아차산 및 길동 배수지 수계의 관말지역)
 - 소블록 관말(퇴수주기 30일) 퇴수 전·후 수질(탁도, 잔류염소) 변화는 크지 않음

- 저유속 관로 현장 실험 및 수도계량기 스트레이너 이물질 수집 분석
 - 동절기 이후 관말 퇴수 전·후 수질모니터링(2개소) 및 2개소 추가 실험
 - 수도계량기 스트레이너 이물질 수집 및 퇴적량 분석 : 길동배수지 수계의 관말지역
 - 관말지역 퇴수주기 조정 등 수질개선 방안 제시

□ 소블록 세척 효율 평가장치 개발 및 활용방안 연구

- 소블록 세척 효율 평가를 위한 장치 개발 및 기준 마련 필요
- 세척 효율 평가를 위한 유속유량 측정장치 개발
 - 장치 구성 : 유속·유량계, 65mm 배관, 장치 지지대, 밸브
 - 유속·유량계 규격 : 유속 0~10m/sec, 정확도 $\pm 0.2\%$
 - 소블록 물세척 과정에서 퇴수구 하단에 개발 장치 설치 및 시범 실험 성공

〈개념도〉



〈제작품〉



- 사업소별 유속유량 측정장치 현장 적용성 평가 실험 및 조건표 작성
 - 수도사업소별 현장 적용성 실험 수행
 - 수도관경별 유속평가 조건표 작성 및 유속별 제거 대상 물질표 작성
 - 개발된 측정장치를 활용하여 소블록 세척 효율 평가 활용

□ 여의도 원격검침 활용한 수용가 옥내 누수 탐지기술 분석 툴 개발

- 옥내누수 조기발견으로 민원해소 및 원격검침 활용 확대
- 옥내누수 탐지기술 분석 툴 개발 및 적용성 평가 추진
 - 실제 옥내 누수인지 분석 및 판정 기능 등 기술 개발
 - 개발된 기술을 여의도 혁신지구 원격검침 수용가에 적용하여 적용성 평가
- 개발된 기술을 타지역에 확대 적용하여 상수도 서비스 개선

기후변화에 대응하여 상수도 현장에 도입되거나 도입 예정인 최신 기술을 조사분석하여 기후변화 대응전략 수립에 활용

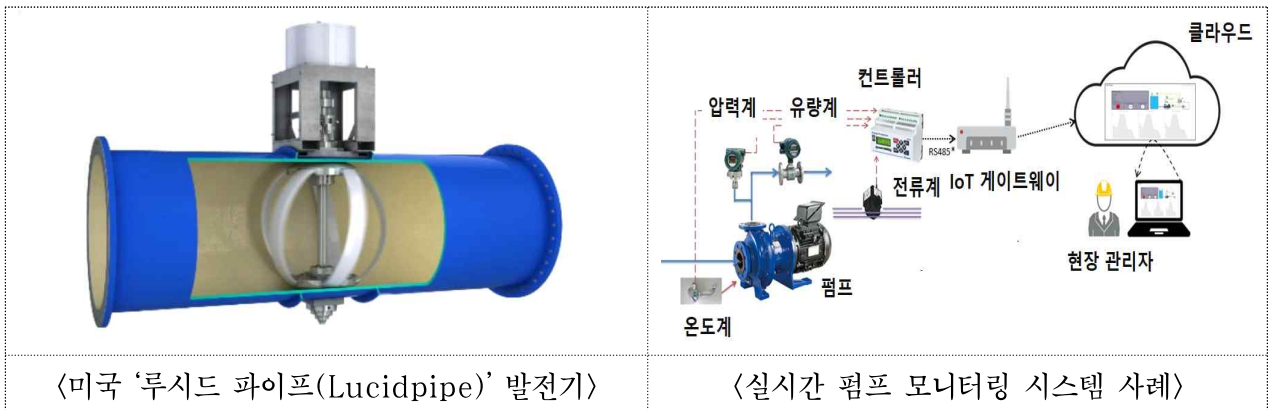
□ 에너지 효율 분석과 관로 잔류수압을 이용한 탄소 배출 저감 연구

○ 정수장 공정별 에너지 저감 기술 분석

– 고효율 응집기 및 슬러지 수집기, 스마트 조명 제어 현장 적용 검토

○ 펌프 운영 조건(조합운전, 밸브 개도 조절 등)에 따른 에너지 사용 분석

– 미국 ‘루시드 파이프(Lucidpipe)’ 사례와 같은 관로 상 발전기 도입 가능성 검토



□ 상수도 위기에측 및 대응전략 연구

○ 기후위기에 대응하여 국내외 탄소중립 요구 증가

– 환경부 「지방상수도 탄소중립 기본계획 수립 용역(2021)」 추진

– 수돗물 생산 및 공급과정에서도 저탄소화 요구가 증가하고 있음

○ 기후 변화가 상수도에 미치는 영향 조사

– 운영 온도가 10℃ 상승할 때마다 모터의 절연수명은 절반으로 감소

(미국 네바다주) 2070년까지 시설의 냉각 비용 12~23% 증가 예측

– 시설물 수명, 수처리 공정 에너지 사용량 변화 등 조사 검토

데이터 표준화와 요소기술 확보를 통해 상수도 디지털 전환 가속화에 기여

6-1. 스마트 상수도 구현 기반 연구

□ 상수도 데이터 표준화 연구

- 생산·공급 과정에서 생산되는 데이터(수질, 유량 등) 표준 필요
 - 시스템 구축업체마다 서로 다른 데이터 체계로 구축하여 시스템간 연계가 어려워 데이터 융합 활용이 제한적
- 생산·공급과정에서 계측 및 저장되는 데이터 현황 조사
 - 데이터 형식, 크기, 측정 및 저장주기, 보관기간 등
- 표준화 대상 데이터 선정 및 코드 설계
 - 데이터의 정의, 형식(타입, 길이 등), 규칙(발생 가능한 값) 등 설계



□ 디지털 전환을 위한 공정진단 및 기술도입 방안 연구

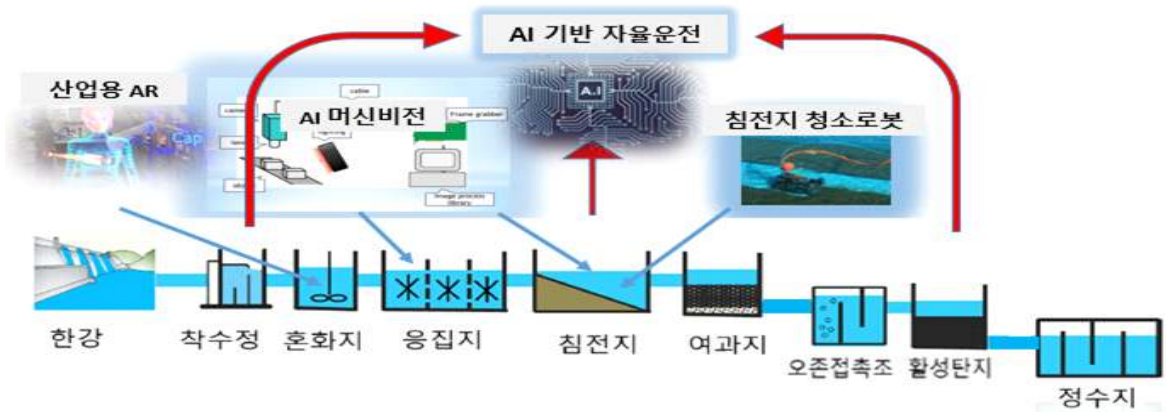
- 다양한 4차 산업 기술을 효율적으로 도입하기 위해서는 내부 디지털 활용 수준 및 수요에 맞춘 단계별 도입 필요
- 정수장 공정별 운영 현황 분석을 통한 디지털 기술도입 수요 조사
 - 개별 정수처리 공정에 대한 업무 프로세스 진단
 - 인력 투입 업무, 자동화 수준, 측정 데이터 현황, 디지털 전환 적용기술 등
 - 분야별 외부 전문가 현장 진단 및 자문 실시

○ **국내·외 디지털전환 기술현황 및 상수도 적용성 검토**

- 국내외 물 기업 및 선도 민간기업 도입 계획·사례 조사
- 대상기술 : 인공지능, 머신비전, 가상현실·증강현실, 드론, 디지털 트윈 등

○ **정수장 디지털 전환 방안 및 도입 단계 제시**

- 사업 리스크 및 비용 분석에 따른 공정별 도입 우선순위 제안
- 도입 지연요인 분석 및 선행 인프라 구축 등 개선 방안 제시



□ **스마트 안전관리용 앱 적용 방안 연구**

○ **중대재해처벌법 시행('22. 1.27.)에 따른 안전관리 강화 필요**

- 국내외 상수도 사고사례 분석을 통한 사고 원인 및 작업 환경 분석

○ **4차 산업혁명 기술을 적용한 산업안전보건 사례 조사 및 적용성 검토**

- 웨어러블 기술(스마트 안전모, 스마트 안전조끼 등), 가상현실 등

○ **상수도시설물 공사·유지보수 작업현장 적용을 위한 안전관리 매뉴얼, 체크리스트를 조사 검토하여 알고리즘 개발**

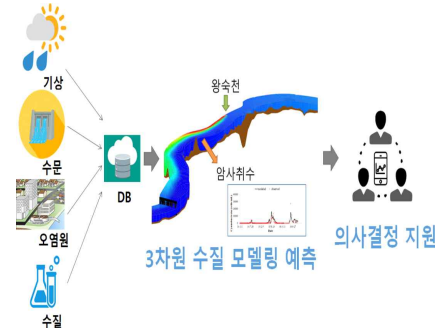


6-2. 상수원 수질예측 시스템 구축운영 및 연구

□ 수질오염물질 및 조류 발생 예측시스템 운영

○ 추진현황

- 수질오염사고 영향 예측시스템
 - 도심천 수질사고 발생('17. 3.) 시 영향 예측
 - 왕숙천 수질사고 발생('21. 4.) 시 영향 예측
- 3차원 수질 및 조류예측 시스템 구축('17~'21년)



○ 수질사고 발생시 취수장별 도달시간 및 농도예측 결과 전파('22)

○ 취수지점 유해남조류 수질예보 운영('22. 6. ~ 10.)

- 예보지점/주기 : 4개 취수지점(강북, 암사, 풍납, 자양)/주 1회
- 녹조발생 취약시기 예보 실시 : 유해남조류 번성 가능 시기(6~10월)

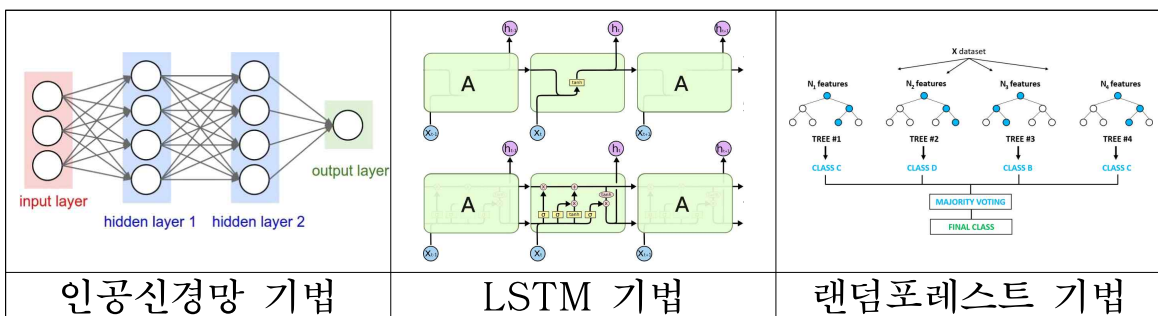
□ 맛·냄새물질 농도 사전예측 모델 개발

○ 기후변화대응 : 원수에서 고농도 맛·냄새물질 발생 가능성 증가

- '18. 11. 취수원수에서 맛·냄새물질 관리기준 '관심' 단계 발령

○ 인공지능 활용 : 원수 냄새물질 농도 사전예측으로 정수처리 선제대응

- 적용 가능한 통계적 기법 및 머신러닝 기법 검토



※ LSTM(Long Short-Term Memory) 기법 : 시계열 예측 인공신경망 기법

○ 예측 기법에 따른 활용 데이터 선정 및 정리

- '04~'18년 시계열 데이터 DB 구축(기상, 댐방류량, 냄새물질 등)

○ 예측정확도 및 가용데이터 확보를 고려한 최적 예측모델 선정

〈별첨〉

물연구원 연구개발과제 현황

'22년 연구개발과제 : 총 15과제(신규 7건, 계속 8건)

〈'22년 1월. 현재〉

연번	구분	연구개발과제명	부서명	시작	종료	기간
1	신규	정수처리공정에서의 마이크로바이옴 및 매크로바이옴 거동 연구	미생물검사와	'22-01	'23-12	2년
2	신규	다단계 방어시스템으로서 전오존 도입 연구	수처리연구과	'22-01	'22-12	1년
3	신규	경사관 침전지 개량을 위한 침전효율 향상방안 연구	수처리연구과	'22-01	'22-12	1년
4	신규	이중여재 고속여과지 개선방안 연구	수처리연구과	'22-01	'22-12	1년
5	신규	입자성물질 제거를 위한 최종단계 필터시스템 연구	수처리연구과	'22-01	'24-12	3년
6	신규	기후변화 대응 상수도 탄소 배출 저감기술 적용 연구	전략연구과	'22-01	'22-12	1년
7	신규	정수생산 공정의 디지털전환 방안 연구	전략연구과	'22-01	'22-12	1년
8	계속	대수용가 유량변화가 상수도관망의 탁도에 미치는 영향평가	배급수연구과	'21-01	'22-12	2년
9	계속	배급수 관망에서 저유속 관로의 수질 개선방안 연구	배급수연구과	'21-01	'22-12	2년
10	계속	정수처리공정 약품 투입률 자동 결정 시스템 연구	전략연구과	'21-01	'23-12	3년
11	계속	맛·냄새 물질 사전대응 가능한 한강 원수예측 모델 개발	수질연구과	'20-07	'22-12	2년 6월
12	계속	상수도 수질서비스 품질 향상을 위한 민원 사례 분석	수질연구과	'20-01	'22-12	3년
13	계속	관망해석 신뢰도 향상을 위한 실증시험 및 성능개선 연구	배급수연구과	'20-08	'22-12	2년 5월
14	계속	디지털 트윈 기반 정수처리 시스템 개선	수처리연구과	'19-01	'22-06	3년 6월
15	계속	정수센터 입상활성탄 품질변화 조사 및 교체주기 선정	재료연구과	'16-01	계속	3년 이상

※ 긴급현안 발생시 매년 현장적용을 위한 현안과제 100여건 수행중