

# 에코스마트 상수도시스템 기술개발사업 최신 동향과 활용방안

취수원부터 수도꼭지까지 IT-ET 융합기술 기반 상수도 통합운영관리 시스템을 개발하여 향후 상수도 관리에 국내의 우수한 IT 기술을 적극 활용하고 국민의 환경정보에 대한 접근성을 개선할 수 있을 것으로 기대한다.

## 정연정 | 에코스마트 상수도시스템 개발사업단 기획관리팀장

연세대학교 환경공학과 환경공학 석사, 연세대학교 환경공학과 박사, 한국연구재단 개도국과학기술 지원 사업파견단원(캄보디아 국립 기술 대학) 오존 및 고도산화공정(AOP, Advanced Oxidation Processes)을 이용한 미생물 소독 및 소독 부산물 생성에 관한 연구, 저개발국 현지 실정에 적합한 마을 단위 정수 시스템 개발 등 연구  
tel. 033-760-5563 | chorong50@gmail.com

### 1 에코스마트 상수도시스템 개발사업 소개

에코스마트 상수도시스템 개발사업은 세계 최고 수준의 막여과-AOP 하이브리드 고도정수처리 기술을 확보하고, 취수원부터 수도꼭지까지 상수도 통합운영관리 시스템을 개발하며 국내 물기업의 해외 물시장 진출을 활성화하기 위하여 2011년 8월 환경부 R&D 사업 중 에코이노베이션 사업 글로벌 환경기술개발사업의 일환으로 시작하였다. 본 사업은 2011년부터 2021년까지 5년씩 2단계(Phase I, II)로 나누어 총 10년간 진행되며, 우선 Phase I 기간(2011~2016년) 동안 약 760억 원(정부출연금 450억 원, 민간부담금 310억 원) 가량 투입될 예정이다.

세계시장 선도형 정수 분리막 및 모듈 개발 기술, IT-ET 융합 기술을 기반으로 한 첨단 지능형 최적 정수처리 플랜트 기술, 수출시장 맞춤형 상수도 기술 등 세 개의 핵심 분야에 대해서 8개 세부과제(통합형 과제 2개, 개별과제 6개)를 진행 중에 있다. 그림 1에 본 사업으로 개발하고자 하는 에코스마트 상수도시스템의 개념도를 나타내었다. 에코스마트 상수도시스템은 다양한 취수원 중에 존재하는 오염물을 실시간으로 감시하여 수질사고의 발생을 예방함은 물론, 취수된 물의 특성에 따라 정수처리공정(표준정수처리공정, 막여과-AOP 고도정수처리공정)을 제어/관리하여 수용가에 안

정적으로 깨끗한 물을 공급할 수 있는 스마트 정수 플랜트와 취수원부터 수용가까지 상수도 전과정에서 물의 정확 및 이동을 중간에서 통합 감시하고 관리할 수 있는 IT기반 상수도 통합관리 시스템을 말한다.

이러한 사업을 통해 ET-IT-NT가 융합된 기술을 기반으로 글로벌 수준의 상수도 시스템을 개발하여 2020년까지 세계적인 물기업 8개를 육성하고자 한다. 이와 같은 목표 달성을 위해 에코스마트 상수도시스템 개발사업단은 국내 기업체들이 토털 솔루션을 제공할 수 있도록 취수원부터 수용가까지 상수도 사업 전반의 운영 및 관리(경영 포함)와 관련된 기술을 습득하게 하여 해외 물 시장 진출을 지원하는 것을 목표로 하고 있다.



그림. 1 에코스마트 상수도시스템: 상수도 통합운영관리 시스템

## 2

## 에코스마트 상수도시스템 개발사업 핵심 기술

## 2.1 세계시장 선도형 정수 막분리 기술

본 기술 분야에서는 정수처리 막공정에 사용되는 수도용 분리막 및 모듈 제조기술을 개발 중에 있다. 국내 분리막 및 모듈 제조 기술은 지난 환경부 수처리 선진화 사업단(Eco-STAR Project)을 통해 세계 수준의 70~80% 이상 도달하였고, 본 사업을 통해 세계 수준의 수도용 분리막 및 모듈 제조 기술을 확보하고자 한다. 본 기술에는 저에너지형 내오염성 정밀여과막 및 모듈(주관기관: 도레이케미칼(前웅진케미칼)) 고투과성/고강도 한외여과막 및 모듈(주관기관: 제일모직), 고농도 배출수 처리용 분리막 및 모듈 제조 기술(주관기관: (주)에코니티), 나노섬유 및 산화 그래핀 등 신소재를 이용한 산화 복합 분리막 및 모듈 제조 기술(주관기관: 계명대학교)을 개발하고 있다.

도레이케미칼은 본 사업을 통해 수투과도가 900 LMH/bar 이상인 PVDF 중공사막 및 기압식 모듈을 개발하였으며, 구미 공장에 양산설비를 구축하여 연간 약 4,000개 이상의 분리막 모듈을 양산하여 사업화할 계획이다. 제일모직은 선진 분리막에 비해 보강재 임베딩 기술을 활용하여 막의 강도는 높이면서 무게를 30% 이상 줄여 막의 세척 효과를 높이고, 에너지 소모량을 저감시킬 수 있는 PVDF 중공사막 및 침지형 모듈을 개발하고 있다. 중소기업인 에코니티는 막여과 공정 및 정수처리 공정에서 배출되는 고농도 배출수 처리용 PVDF 소재의 고품질 침지형 MF 모듈을 개발하였다. 본 모듈은 집적도를 25%, Flux를 50% 증대시켜 막공정에 소요되는 에너지와 공간을 절감할 수 있는 모듈로 향후 인천 공촌 정수장에 1,000 m<sup>3</sup>/d 규모의 막여과 배출수 처리 파일럿 플랜트를 구축하여 성능 검증을 수행할 계획이다.

또한 계명대학교 및 전자부품연구원의 연구로 차세대 물질인 흑연 그래핀을 이용한 비소제거에 특화된 나노섬유/산화그래핀 복합 분리막 제조 원천 기술을 확보하였는데, 본 과제는 향후 후속 연구로 지원하여 본 원천기술을 양산화 및 상용화 할 수 있도록 할 계획이다.

## 2.2 첨단지능형 최적 정수처리 플랜트 기술

대림산업에서는 CECs 대비 정수공급을 위한 첨단 정수기술에서는 최근 이슈가 되고 있는 의약품물질, 내분비계 장애물질, 화장품 등 신종오염물질로 인한 음용수 안전성 확보 문제를 효과적으로 처리할 수 있는 정수처리공정 개발을 위하여 서울 강북아리수정수센터에 1,000 m<sup>3</sup>/d 규모 막여과-UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 고도정수처리시스템을 구축하여 연구를 진행 중에 있다. 본 연구를 통해 기존 막여과 고도정수처리 공정의 문제점을 파악하고, 회수율 99% 이상인 침전지 없는 막여과 응집공정(1단/2단 막여과)을 개발하였고, 2단 막여과 공정 특화를 통해 시스템을 컴팩트화 함으로써 슬러지 처리 계통을 생략할 수 있다. 본 기술 개발로 초기 투자비를 7~10% 절감시키고, 유지관리비를 25~30% 절감시킬 수 있을 것으로 기대된다.

한국수자원공사에서는 미량유기물, 맛·냄새 유발 물질, 경도, 중금속, 병원성 미생물 등 기존 공개 수질자료와 신규 분석 결과를 취합한 취수원 원수 수질의 DB를 구축하고, 취수원 원수 수질에 따라 수질 맞춤형 최적 정수처리공정(BAT: Best Available Technology)을 제안하고자 한다. 또한 전국 노후된 기존 정수처리장을 막여과 고도정수처리공정으로 개량(Retrofitting)하는 기술을 개발하여 향후 20년 이상 노후된 정수장의 고도화 시 본 기술을 활용하고자 한다. 더불어 상수원에서 화학물질 유입 사고 발생 시 사고대응 가이드라인을 제공할 수 있도록 해당 오염물질의 화학구조를 파악하여 정수장에서 해당 물질의 처리 가능성여부, 해당 물질을 처리하기 위한 최적 정수처리공정을 제시하는 수질오염사고 위기대응시스템을 개발하고 있다.

사업단은 막여과 정수처리 기술 개발과 토탈 솔루션 형태의 상수도 운영 관리 기술 습득을 위하여 2012년 3월 환경부, 사업단, 지자체 및 8개 민간기업(GS건설, 대우건설, 한화건설, 포스코건설, 대림산업, 코웨이, 포스코 ICT, SK건설) 간에 “물산업 육성 및 해외진출 기반 구축을 위한 에코스마트 상수도시스템 운영 상호협력 협약”을 체결하였다. 이를 기반으로

영등포 아리수정수센터와 강동 수도상업소 및 목동배수지(주관기관: 대우건설) 및 화곡 지역 상수관망(주관기관: 한화건설), 서울 광암아리수정수센터와 오금배수지(주관기관: SK건설), 대구매곡정수장(주관기관: GS건설)에 막여과-AOP 고도정수처리 플랜트(1,000 m<sup>3</sup>/d 이상) 및 상수관망 관리 시설 증단지를 구축하여 운영 중에 있으며, 향후 상수도 통합관리 시스템 최적화에 중점을 두고 기술을 개발할 계획이다. 또한 추가적으로 청도군 운문정수장, 광주광역시 각화정수장에 막여과 고도정수처리 플랜트를 구축하여 이 지역의 수질 특성에 적합한 고도정수처리 플랜트 기술을 개발한다. 해외의 경우, 현대 엔지니어링이 스리랑카 폴로나루와 정수장에 실증 단지를 구축하여 개발도상국에 적합한 정수장의 수질센서 및 통합 모니터링 시스템에 기반한 전문가 시스템(H-Eco Water supply control system)을 개발하였으며, 이번 4월에 과제가 종료되어 개발된 H-Eco system을 사업화하기 위해서 노력 중에 있다.

본 사업에서는 막여과-AOP 고도정수처리시스템 이외, 취·송수펌프 최적화를 통한 에너지 절감 기술, 관말 자동되수 시스템, 상수관망 해석관리 시스템, 증강현실 기법을 활용한 상수관망 사고대응 시스템 등 정수처리 플랜트 기술 이외에 ET-ICT 융합기술을 활용하여 상수관망을 효과적으로 대처할 수 있는 소프트웨어 또한 개발 중에 있다.

### 2.3 수출시장 맞춤형 상수도 기술

한국건설기술연구원에서는 재개발국 맞춤형 소규모 정수처리 패키지 시스템, 홍수, 가뭄, 지진 등 재난대비 이동형 정수처리 패키지 시스템, 분산형 정수처리 시스템 및 통합관리 기술을 개발 중에 있다. 수온이 낮고, 중금속 오염이 있는 극한지역 또는 원수 탁도가 높은 열대강우지역 특성에 맞춰 정수처리공정을 구성하여 20 ft 표준 컨테이너 내에 탑재하도록 함으로써 현지에 설치와 이동이 용이한 시스템을 개발하고 있다. 이를 위해 현재 몽골 울란바토르 58번 학교 내에 24 m<sup>3</sup>/d 용량의 파일럿 플랜트를 설치하여 운전 중에 있으며, 이는 하루 물

소비량이 4~8 L/인이라 가정할 때 3,000 ~ 6000 명에게 깨끗한 물을 공급할 수 있는 용량이다.

전국의 소규모 급수시설은 2011년 기준 약 19,128 개소에 이르며, 대부분 관리가 주민 자치에 의해 이뤄지고 있고, 완속여과, 막여과와 같은 정수설비를 보유하고 있는 시설은 전체 소규모 급수시설의 약 7%에 불과하다. 따라서 전국민의 물복지라는 차원에서 원수의 오염에 적극 대응할 수 있는 정수시스템과 원격제어를 통한 무인화 관리가 필요하다. 이러한 배경을 가지고 한국건설기술연구원에서는 마을 상수도의 관리 및 성능의 효율성을 위해 계측기를 활용하고 원격지에서 간이상수도의 상태를 감시 및 제어할 수 있는 분산형 통합관리시스템을 개발하고 있으며, 우선 파주시 및 원주시에 막여과 기반 소규모 정수처리 패키지 시스템을 설치하여 운영 중에 있다.

## 3

### 기대효과 및 활용방안

사업단은 3개 분야 기술 개발로 기술적 측면에서는 차세대 정수처리 원천 기술 확보를 통해 기술 경쟁력을 확보하고 해외 시장 진출의 기반을 구축할 수 있으며, 최근 점차 상수원수에서 문제시되는 신종미량오염물질(맛·냄새 유발물질, 의약물질, 소독부산물 등)의 분석법과 DB 구축 및 제거 기술을 개발할 수 있을 것이다. 또한 저에너지 소모형 분리막 모듈 개발 및 고도정수처리 플랜트 자동 설계/운영 기술 개발을 통해 기존 대비 에너지 소모량이 30% 이상 절감될 수 있는 막여과-AOP 고도정수처리 기술을 확보할 수 있을 것으로 기대된다. 궁극적으로는 취수원부터 수도꼭지까지 IT-ET 융합기술 기반 상수도 통합운영관리 시스템을 개발하여 향후 상수도 관리에 국내의 우수한 IT 기술을 적극 활용하고 국민의 환경정보에 대한 접근성을 개선할 수 있을 것으로 기대한다.

또한 본 사업을 통해 국내 우수 물기업들이 지자체에 실증단지를 구축하여 연구하고 지자체로부터 정수장 운영관리 실적(O&M 실적)을 획득함으로써 해외 물시장에 진출할 수 있는 기반을 마련할 수 있을 것이다.