



— 환경산업의 새로운 리더십을 위하여



최문진
BKT 경영총괄대표
mjc@bkt21.com

2020년 갑작스럽게 찾아온 신종 감염병은 전 세계를 경제적 충격에 빠뜨렸습니다. 점차 심각해지는 자연재해는 많은 사람들, 특히 가난하고 소외된 사람들에게 더 큰 고통을 안겨주고 있습니다. 이 모든 위협이 환경파괴와 오염, 기후변화로부터 시작됨을 알기에 우리 BKT는 환경기업으로서 지속가능성을 지켜 나가기 위한 사명감과 책임감을 누구보다 더 크게 느끼고 있습니다.

BKT는 20여 년간 오염된 물을 깨끗하게 만들기 위한 다양한 노력을 기울여 왔습니다. 10여년 전부터는 물을 깨끗하게 처리하는 데서 한 걸음 더 나아가 운영비 절감과 부지 절감 등의 경제성까지도 확보할 수 있도록 기술 혁신을 수행해 왔고 오염된 물을 처리하는 과정에서 걸러진 유기성 고형물의 에너지화 기술 개발에도 박차를 가했습니다.

이러한 적극적인 기술 개발과 도전은 최근 추진되고 있는 노후화된 도심 하수처리장의 현대화 사업이나 유기성폐기물 통합 에너지화 사업에 가장 적절한 솔루션으로 인정받으며 다양한 성공 사례들을 만들어 낼 수 있었습니다.

기존 하수처리장의 부지를 최대 85%까지 절감할 수 있는 Proteus/BBF 기술이나 에너지 발생량을 증가시키고 80% 이상 획기적인 슬러지 감량이 가능한 Draco(열가수분해) 기술, 에너지를 60% 이상 절감할 수 있는 질소 제거기술인 AMX는 이러한 솔루션의 핵심이 되고 있습니다. 이러한 기술들은 국내를 넘어서 해외에서도 여러 전문기관들을 통해 그 우수성과 혁신성, 사업적 가능성을 인정받았으며, 특히 탄소 저감, 신재생에너지 생산을 포함하는 한국판 그린뉴딜 정부정책과도 부합하여 BKT는 2020년 그린뉴딜 유망기업 100, 녹색혁신기업으로 선정되는 저력을 보이기도 했습니다.

이미 2016년, BKT는 UN SDGs Platform에 Tomorrow Water Project(TWP)라는 Initiative를 제시, 공식 의제로 채택된 바 있습니다. TWP는 Cost Stream이던 하수처리장을 에너지 생산과 절감, 유효물질의 회수와 재이용을 통해 Profit Stream으로 전환시키고자 하는 프로젝트입니다. 지난 5년간 BKT는 TWP Initiative를 실현하기 위한 많은 노력과 혁신을 통해 당시 아이디어에 불과했던 여러 기술들을 실현시켰고 비전 속에서만 존재하던 'Tomorrow'를 'Today' 기술로 만들었습니다.

이에 우리는 다시금 TWP v2.0으로 Tomorrow Water Project를 재정립하며, TWP가 로드맵이 아니라 우리의 비전이 됨을 선언합니다. TWP v2.0은 하수처리장을 중심으로 수처리, 신재생에너지 생산, 데이터센터 구축을 동시에 실현시키는 경제적인 모델로 선진국과 개도국 모두에 강화된 위생과 깨끗한 물, 신재생에너지, IT 인프라 격차 해소를 이뤄낼 것입니다.



2021년, 이러한 목표에 집중하며 UN SDGs의 슬로건이기도 한 'Leave No One Behind'를 BKT의 새로운 Vision 2028로 선포합니다. 우리는 TWP v2.0 달성을 통해 'Leave No One Behind' 비전을 실현하고 누구도 소외되지 않고 깨끗한 물과 에너지, 친환경적인 IT 인프라를 누릴 수 있도록 할 것입니다. 이런 'Tomorrow Water Project 2.0'의 완성을 위해 사업 포트폴리오 Downstream(물), Upstream(유기성폐기물), Upcycling, Digital Transformation의 4대 영역으로 다시금 정렬하고 연구개발과 사업화 등 모든 활동에서 혁신을 추진해 나갈 것입니다.

우리는 또한 성공적인 사업수행, 사회적 가치 실현, 구성원의 행복을 동시에 추구합니다. 이 세 가지 중 어느 하나라도 희생된다면 '맑고 아름다운 세상'을 만들려는 우리의 도전은 실패할 것이라고 믿기에 'Leave No One Behind'는 또 다른 특별한 의미를 갖기도 합니다. 이런 면에서 'Leave No One Behind'를 실현하기 위한 구체적인 달성 목표로 '지속가능성을 위한 수익(Profit for sustainability)', '사회적 가치 실현을 통한 리더십(Industry leadership)', 그리고 '구성원이 행복한 회사(Happy BKT)'를 설정했습니다. 우리는 이 세 가지 모두를 어느 하나도 소홀하지 않고 중단 없이 추진할 것입니다.

최근 많은 기업들이 ESG 경영을 화두로 환경 친화적이고 사회에 기여할 수 있는 새로운 사업과제 도출에 진력하고 있습니다. 환경을 업(業)으로 하며 'A Clean and Beautiful World Beyond Waste'를 사명으로 하는 BKT는 이미 SDGs 근간의 ESG 경영을 실천하고 있습니다.

그간 걸어진 길을 이어 '누구나 소외됨 없이 깨끗한 환경을 누릴 수 있는 지속가능한 발전'을 이끄는 BKT가 될 수 있도록 한 발자국 한 발자국 BKT WAY를 씩씩하게 걸어갈 것입니다.

감사합니다.

최문진



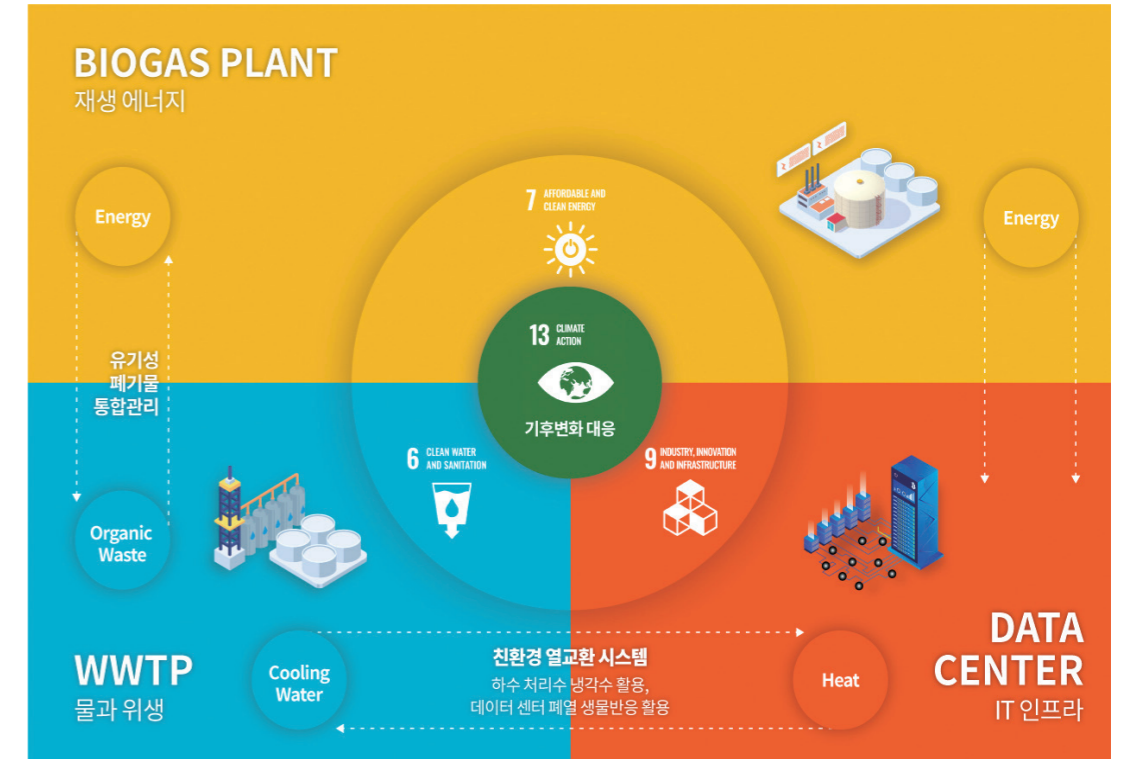
누구나 맑은 물을 누릴 권리



BKT는 사업 성공과 사회 기여, 구성원의 행복을 동시에 추구하는 환경기업이다. BKT는 최근 이 같은 기업 목적에 더욱 충실할 뿐만 아니라 COVID-19, 기후변화, 4차 산업혁명 등 인류가 직면하고 있는 문제에 지속가능한 해법 제시를 목표로 TWP(Tomorrow Water Project)와 UN SDGs(Sustainable Development Goals)를 통합한 'Vision 2028 : Leave no one behind'를 선포했다. 'Leave No One Behind(누구도 소외되지 않는 세상)'는 UN SDGs의 슬로건이다.

TWP는 BKT가 UN SDGs에 제안한 Initiative로 하수처리장의 Downstream과 Upstream에 Upcycling을 더하여 'From cost stream to profit stream', 즉 돈이 들어가던 하수처리장을 돈을 버는 곳으로 바꾸어 "누구나 맑은 물을 누리게 하겠다"는 목표를 갖고 있다. 물과 위생에 대한 권리는 차별없이 모든 사람에게 제공되어야 한다. BKT는 경제적인 이유 등으로 수질을 희생하는 것에 반대하며, 지속가능하지 않은 솔루션은 반드시 개선되어야 한다고 믿는다. TWP는 2016년 7월, UN 경제사회이사회(ECOSOC) 최고위급 회담(HLS)에서 '개도국을 위한 가장 경제적인 하수처리 솔루션'으로 평가받으며 만장일치 공식의견서로 채택되었다.

BKT는 지난 5년 동안 하수처리장을 활용하여 TWP를 실현하는 경제적이고 친환경적인 솔루션(기술 및 프로세스 포함) 개발과 이를 실제로 구현하는 전체 가치사슬 개선에 꾸준한 노력을 기울여 왔다. 그 결과 TWP 제안 당시에는 개념 수준으로 존재하거나 초기 연구단계에 머물렀던 Tomorrow water 기술들이 상당 부분 Today water 기술이 되면서 'Leave No One Behind'를 실현하는 UN SDGs 실현에 한 걸음 더 다가갈 수 있게 됐다. BKT는 이러한 성과를 인정받아 2018년에는 UN SDGs 기업이행상을 수상했으며, 2017년과 2018년에는 UN SDGBI(지속가능경영개발지수) 국내 최우수그룹으로, 2019년과 2020년에는 2회 연속 글로벌 최우수그룹으로 선정되었다.



Tomorrow Water Project 2.0 모델

BKT는 이 같은 성취 속에 올해부터 Tomorrow Water Project 2.0을 추진한다. TWP 2.0은 하수처리장과 바이오 가스 플랜트, 데이터센터를 한 부지에 지어 'Leave No One Behind'를 실현하는 UN SDGs 17개 목표 중 물과 위생(SDG #6), 신재생 에너지(SDG #7), 산업 인프라(SDG #9), 그리고 기후변화 대응(SDG #13)을 동시에 달성하기 위한 혁신 모델로 BKT의 핵심 프로젝트이다.

TWP 2.0에는 아직 Tomorrow water 기술과 Today water 기술이 공존하고 있다. Proteus와 Mainstream AMX를 결합한 가장 효율적인 수처리 프로세스와 AAD(혐기소화기술), Draco(열가수분해기술), Sidestream AMX를 기반으로 한 유기성 폐기물 통합 소화는 현재 BKT의 핵심 사업분야이다. BKT는 여기에 하수처리장과 바이오가스 플랜트, 데이터센터가 연계된 통합 공정을 구축하여 열 교환과 AI 기반의 설계, 시공, 운전을 통한 가치사슬 혁신으로 하수처리장 및 데이터센터의 에너지 소비를 대폭 절감하고 동시에 하수 슬러지와 음식물 쓰레기 등 각종 유기성 폐기물의 통합 소화를 통한 신재생 에너지 생산 극대화로 하수처리장의 경제성을 확보하고 기후변화에 적극 대응할 계획이다.

산기슭을 밟지 않고 산 정상에 오를 수 없듯이 오늘이 없는 Tomorrow는 존재할 수 없다. BKT는 생존을 위해 치열한 Today를 살아내면서도 Tomorrow를 Today로 만들기 위해 꾸준히 발걸음을 재촉하고 있다. 오랜 시간 기술을 개발하고 비전과 전략을 가다듬고 사업모델을 준비해 온 BKT의 노력들이 큰 결실을 맺어 누구도 소외되지 않고 맑은 물을 누리게 되는 그날까지 BKT의 도전은 계속될 것이다.



물과 위생에 대한 권리는 — 기술과 가치사슬의 경제성 확보에서부터



글_ 이정준
BKT Water Innovation
Center 파트장
jjl@bkt21.com

세계 인구의 1/3인 22억 명이 식수 부족을 경험하고 있고, 42억 명이 위생시설 없이 살아가고 있다. 최근 COVID-19 상황은 이러한 문제를 더욱 심화시키고 있는데, 인도의 경우 하루 10만 명에 육박하는 확진자가 발생하고 있는 상황이다. 질병의 확산을 억제하고 환경오염을 줄이려면 분뇨(배설물)를 안전하게 억제하고 효과적으로 처리해야 한다. 개도국에서는 각 개인이 매일 평균 6리터의 화장실 폐수를 발생시키고 있다. 안전한 위생시설을 이용할 수 없는 사람들의 수를 고려할 때, 처리되지 않은 분뇨로 오염된 폐수는 매일 140억 리터에 달한다. 이는 올림픽 규모의 수영장 5,600개에 들어갈 물의 양으로, 이렇게 처리되지 않은 폐수는 수인성 질병에 직접적인 원인이 되고 있다.

수인성 질병으로 인한 아동 사망률이 가장 높은 곳은 아프가니스탄, 인도, 콩고 민주 공화국 등 가난한 국가이다. 데이터가 없거나 신뢰할 수 없기 때문에 위생에 종사하는 실무자들조차 배설물이 어디로 흘러 배출되는지 알지 못하는 상황이다. 부적절한 위생은 인간의 건강 문제뿐만 아니라 환경에도 좋지 않은 결과를 야기한다. 선진국과 개도국에서 발생하는 약 80%의 폐수가 처리되지 않은 채 환경으로 흘러 들어가고 있다. 처리되지 않은 폐수에서 과도한 영양염류가 환경으로 방출되면 자연 생태계를 오염시키고 수생생물의 생태를 방해할 수 있다.

UN SDGs Goal 6(Clean Water & Sanitation)는 2030년까지 “물과 위생에 대한 권리는 차별 없이 모든 사람에게 안전하게 제공되어야 한다”는 내용을 담고 있다. 현재 많은 개도국들이 깨끗한 물과 위생의 부재로 고통받고 있다. 이를 해결하기 위해 IFC는 2030년까지 매년 \$4,100억(450조 원)의 투자가 필요하다는 조사 결과를 발표했다. 그만큼 상황이 심각한 수준이라는 것을 알 수 있다.

BKT는 누구도 소외되지 않고 맑은 물을 누릴 수 있는 권리를 확대하기 위해 2016년 Tomorrow Water Project(TWP 1.0)를 UN SDGs Initiative(#12177)로 제시하고, 깨끗한 물과 위생 확보를 위한 효과적이고 경제적인 솔루션과 이를 실제로 구현할 수 있는 가치사슬 혁신을 고민해 왔다.



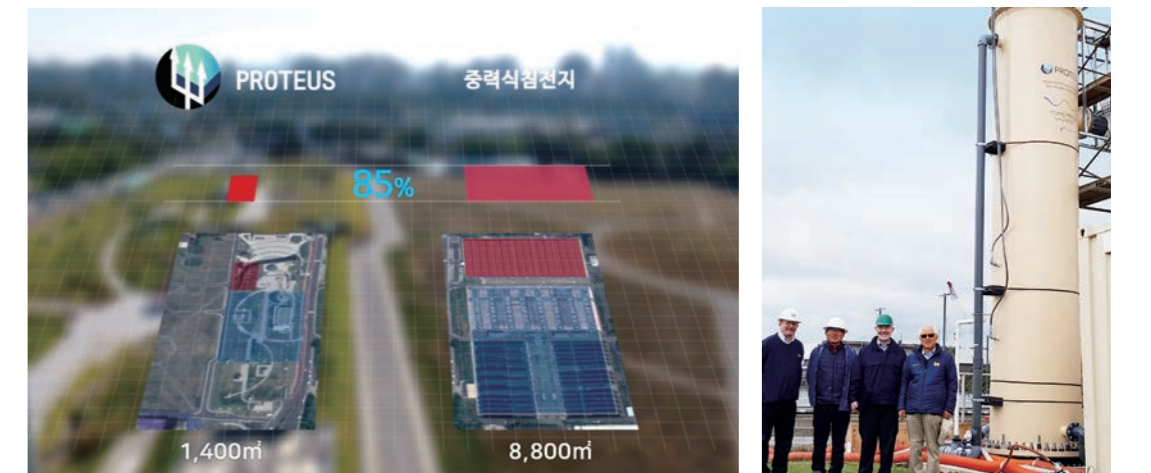
길이 2460km, 유역 면적 약 173만 km²에 달하고 주변 4억 명 인구의 생활 기반이 되어주는 인도 갠지스강은 인구집중과 산업시설의 밀집, 그리고 체계적인 오염물질 처리의 부재 등으로 인한 수질 오염으로 골머리를 앓고 있다. 인도정부는 지난 2016년부터 ‘나마미 갠지(Namami Gange)’ 등 갠지스강 정화 프로젝트를 300개 이상 진행하고 약2조 5천억 원 이상의 자금을 투입했지만 갠지스강은 여전히 세계에서 가장 오염된 강 중 하나로 손꼽히고 있다.

통상 개도국들은 시설 필요성이 있더라도 계획, 설계 등 엔지니어링 단계부터 적지 않은 비용이 들기 때문에 경제성의 논리에 의하여 해당 시설의 사업 추진이 어려운 경우가 많다. BKT는 개도국들이 처한 이 같은 문제점을 해결하기 위해 AIO(All In One) 프로세스를 제공하여 경제성을 확보하고 누구나 맑은 물을 누릴 수 있는 권리를 확장하려고 한다. AIO 프로세스는 Proteus/Proteus*, MS-AMX(Mainstream-Anammox), BGP(Bio Gas Plant), WAI(Water Artificial Intelligence) 기술로 구성된다.

2021년부터 추진되는 TWP 2.0은 한 장소에서 수처리, 신재생에너지 생산, 데이터센터 구축 등 모든 것들을 한 번에 해결하는 AIO의 상용화를 목표로 하고 있다. 기후변화 대응을 축으로 위생과 물, 신재생에너지, IT 인프라 격차 해소를 통해 ‘Leave No One Behind’를 실현할 수 있는 모델이다. TWP 2.0에 속해 있는 AIO 프로세스의 기술적 목표는 Downstream, Upstream, Value chain 전체에 대한 통합 솔루션을 모듈로 제공하여 설계, 시공, 운전 등 전체 가치사슬의 가장 큰 걸림돌인 경제성을 해결하는 것이다.

BKT는 세계 3대 수처리 기술로 손꼽히는 Proteus/Proteus* 기술을 보유하고 있다. 세계 최초로 1차 침전지를 대체하고 고형물을 빠른 속도로 제거하여 최대 85% 이상의 획기적인 부지 절감이 가능한 Proteus, 고속여과와 생물학적 처리를 한 반응조에서 해결하는 Proteus* 기술을 이용하여 고형물과 유기물뿐만 아니라 암모니아성 질소를 제거하며, MS-AMX를 추가하여 경제적인 질소 제거가 가능하도록 모듈화 할 예정이다. BGP를 통해 유기물의 바이오가스를 활용하여 에너지 비용 문제를 해결하며, WAI 기술을 이용해 저렴하면서도 신속한 설계와 지역/상황별 최적 운전이 가능하도록 할 것이다.

상황에 맞는 적정기술의 필요성을 절감하면서도 개도국들은 경제적인 한계로 인해 충분히 안전하고 깨끗하지 못한 환경 속에서 살아가고 있다. 상상에 머물던 많은 Tomorrow Water 기술들은 Today Water 기술이 되었지만 BKT는 여전히 한 층 새로운 Tomorrow Water 기술을 향해 나아가고 있다. AIO 프로세스는 그 발걸음을 인도해 줄 등대가 되어줄 것이다.



(좌) 중력식 1차 침전지 대비 85% 이상의 부지 절감이 가능한 Proteus (250,000m³/d 기준)
(우) 미국 제네시 카운티 Anthony Ragnone Treatment Plant에서 단일 반응조에서 유기물과 고형물을 처리하여 1시간 내에 BOD, SS < 30ppm을 실현한 Proteus*



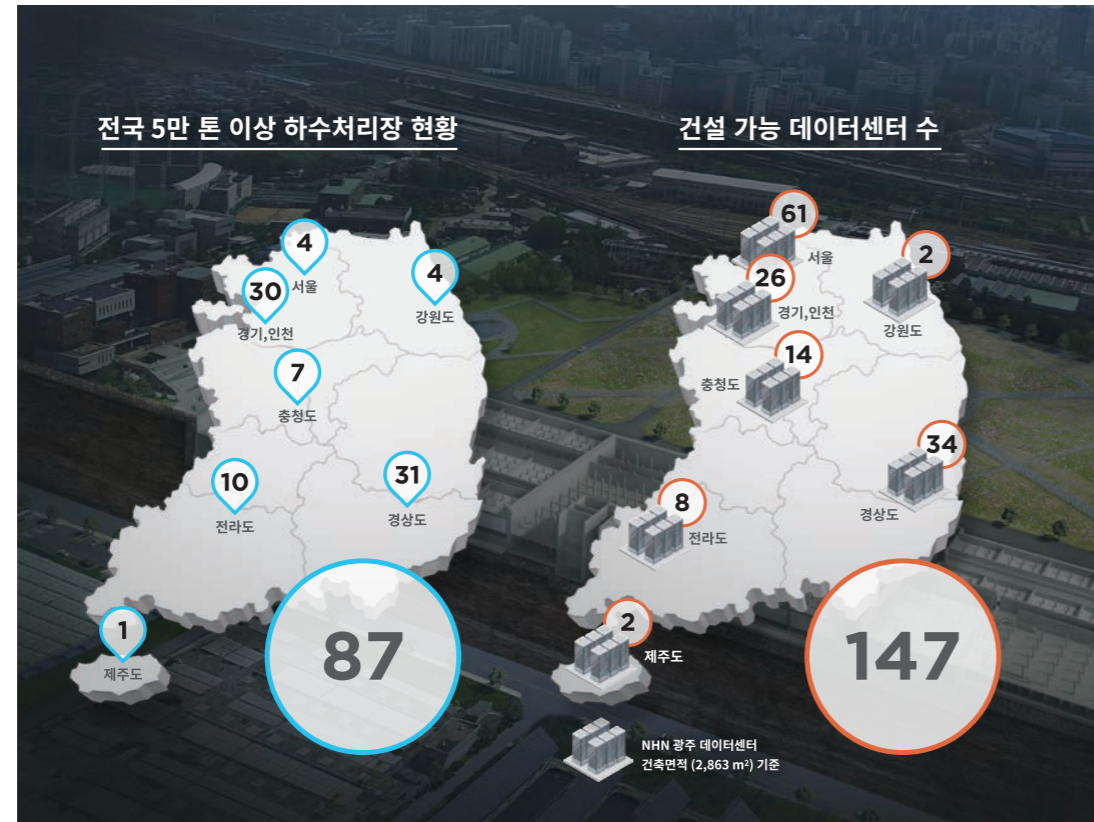
하수처리장과 데이터센터의 접목



글_ 김정훈
BKT Co-Flow TF팀장
& Water AI팀 리더
jhk2@bkt21.com

BKT는 하수처리장과 데이터센터를 친환경 열교환 시스템으로 접목하여 물과 열 에너지, 데이터가 함께 흐르는 'Co-Flow' 프로젝트를 진행하고 있다. Co-Flow 프로젝트는 하수처리장 지하화를 사업의 근간으로 하여 BKT의 기본적인 경제적 목표를 충족하고 그 동안 노력해 왔던 에너지 재이용과 디지털 트랜스포메이션 실증이라는 기술적 목표와 누구나 양질의 가치 있는 자원을 이용할 수 있는 사회적 목표도 함께 완성하고자 하는 사업이다.

데이터센터의 경우 최근 산업환경 재편에 따라 그 수요가 폭발적으로 늘어나고 있으며 건설 입지는 데이터 전송 거리, 수익성, 엣지 컴퓨팅 수요 증가 등에 따라 교외지역에서 대도시 인근으로 변화하고 있다. 데이터센터를 도시에 건설할 때 난관 중 하나는 부지 확보 문제인데 최적의 해법을 제시할 수 있는 곳이 바로 하수처리장이다.



하루 5만 톤 이상 하수처리장의 1차 침전지 부지에 건설 가능한 데이터센터 수: 전국 87개 하수처리장에 설치된 기존 1차 침전지를 신기술로 대체할 경우 기준 부지 면적의 86.7%를 절감하여 최근 집약화된 NHN 광주 데이터센터 규모 기준 148개, 국내 대표적 데이터센터인 삼성 SDS 마포 상암 기준으로 93개의 데이터센터가 조사 대상 하수처리장 내에 들어설 수 있다.

모든 도시는 기초 사회간접시설인 하수처리장을 보유하고 있고 대도시의 경우 도시 팽창으로 처리장들이 도심에 자리잡고 있는 경우가 흔하다. 그리고 오래된 하수처리장들은 대부분 노후시설 현대화, 기후변화 및 새로운 규제에 대한 대응에 고심하고 있다. 하수처리장에 데이터센터를 건립하면 부지를 찾고 있는 민간기업과 하수처리장 개선을 고민하는 지방정부가 서로 상생할 수 있다. 민간은 최적의 입지에 데이터센터를 짓고 지방정부와 주민은 토지 장기임대 수익 등을 통해 경제적 부담을 줄일 수 있기 때문이다.



이미 도심으로 편입된 노후화된 하수처리장을 현대화하는 사업에서 관련 시설을 지하화해 혐오 기피 시설이던 하수처리장을 시민친화적 환경공간으로 재창조하고 있는 BKT는 하수처리장 내 1차 침전지 부지를 획기적으로 줄여 친환경 데이터센터를 건립하는 Co-Flow 프로젝트 추진에 가장 적합한 사업 여건을 갖추고 있다.

단순히 유휴 부지를 활용하는 것이 아닌 하수처리장과 데이터센터 상호 간 폐열 및 냉각수 등 에너지를 재활용하는 것을 목표로 한다. 데이터센터에서 발생하는 열을 엄청난 에너지를 써서 냉각시키는 대신 데이터센터의 열을 하수처리장에서 생물학적 반응 도움 및 건조 등 다양한 용도로 활용하도록 한다. 한편 하수처리장 처리수를 이용하여 데이터센터 냉각을 하기 때문에 데이터센터뿐만 아니라 하수처리장의 에너지 비용 절감 효과를 동시에 가져올 수 있다. 여기에 복수의 냉각방식을 최적화하는 Water AI팀의 최적 운영 솔루션을 적용할 수 있다.

가상 화폐 채굴과 비교해 보자. 현재 전기료가 싸다는 이유로 CPU와 그래픽카드를 대규모로 장착한 많은 채굴장이 개도국에 건설되고 있다. 비트코인 채굴의 경우 아르헨티나 전체보다 더 많은 에너지를 소비하고 있고, 이로 인한 이산화탄소 배출량이 매년 약 2,200만 톤이 넘는다고 한다. 개도국이 값싼 자원을 제공하면서 탄소 가스로 오염되는 상황을 초래할 수 있다.

BKT는 최근 'Vision 2028: Leave No One Behind' 실현을 위해 물과 위생뿐만 아니라 개도국의 정보기술 격차해소를 목표로 하수처리장과 데이터센터를 연계하는 Co-Flow 프로젝트를 Tomorrow Water Project의 핵심 사업모델로 추진하기로 했다. BKT에서 진행하던 "누구도 소외되지 않고 맑은 물을 누릴 수 있도록 하겠다"는 사업전략에 누구나 양질의 가치 있는 데이터 또한 이용할 수 있게 하는 목표가 추가된 셈이다.

향후 Co-Flow 프로젝트는 IoT 기반의 물 산업과 접목되어 긍정적인 변화를 이끌어낼 것이다. 기존의 비효율적인 처리장별 전산실 대체, 표준화된 플랫폼 구축, 소규모 처리시설 데이터 연계, 스마트 팜과의 접목 등 그린 뉴딜과 디지털 뉴딜을 동시에 만족시키는 한국형 뉴딜의 모범사례가 될 것이다.



— 환경선진국 미국에서 입증한 Proteus+ 성능



글_ 유대환
BKT 미국 법인
Tomorrow Water CTO
dhr@bkt21.com

기후변화에 따른 강우 강도 및 빈도가 증가하고 수계로 유입되는 오염 부하가 가중되면서 초기우수의 생물학적 처리에 대한 관심이 점점 높아지고 있다. 이에 따라 최근 미국에서 진행된 현장평가에서 세계 최초로 초기우수에 대한 생물학적 처리 효율을 입증한 Proteus+가 기후변화에 대응하는 수처리 기술로 주목받고 있다.

한국과 다른 미국의 수질 규제 방식

한국은 하수처리장 방류수의 수질을 BOD, COD, SS, TN, TP 등 다각적인 기준으로 규제하고 있다. 그러나 미국의 경우 지난 1972년부터 발효된 Clean Water Act를 통해 연방차원에서 전국적으로 규제하고 있는 방류수 수질 기준은 BOD 30mg/L와 TSS 30mg/L가 전부다. 이런 내용만 놓고 보면, 미국의 수질 기준이 한국에 비해 매우 허술하다고 볼 수 있지만 실상은 그렇지 않다. 한국과 미국의 규제 방법에 큰 차이가 있기 때문이다.

한국은 상수원에 미치는 영향을 고려해 다소 차등을 두고는 있지만 기본적으로 전국에 일률적인 수질기준을 적용하고 있고 규제 항목도 거의 같다. 아마도 국토 면적이 넓지 않아 가능한 일일 것이다. 반면, 국토가 광대한 미국은 한국처럼 중앙정부가 모든 수질 항목을 일률적으로 정해 강제하기 어렵다. 따라서 연방정부는 기본 항목만 법으로 정해 규제하고 주정부나 도시, 카운티가 지역특성에 맞게 세세한 방류수 수질 기준을 정해 시행하는 이원적 구조를 갖게 됐다. 결과적으로 미국의 모든 공공, 민간 하수처리장은 연방정부가 정한 수질 기준을 충족시키면서 방류 수계의 수질보전을 위해 지방정부가 정한 보다 까다로운 수질 기준도 충족시켜야 한다.

미국에서 개별 하수처리장의 인가 수질은 방류 수계의 수질보전이라는 근본적인 목표를 달성하기 위해 정해지는데, 계절에 따라 방류 수계의 용존 산소(DO)를 관리하고 어류에 치명적 영향을 미칠 수 있는 암모니아 농도도 규제한다. 호수의 경우에는 부영양화를 방지하기 위해 추가적으로 인을 규제하기도 한다. 미국 내에 이러한 개별적인 수질 기준이 적용되는 하수처리장이 대략 만 곳이 넘는데, 이는 만 개 이상의 수질 기준이 존재한다는 것을 의미한다. 이렇듯 미국 내 수질 기준의 다양성은 미국 동부에서는 TN을 3.0mg/L로 규제하지만 서부에서는 아예 규제기준 자체가 없는 등 규제의 다양성을 만들어 내고 있다.

한국과 미국은 처리 유량에 대한 접근 방식도 매우 상이하다. 한국은 강우 시 유입 하수량이 증가할 경우 설계 유량의 3배(2Q는 1차 처리만, 1Q는 2차 처리까지 수행)를 처리하고 초과 유량은 합법적으로 By-Pass가 가능하다. 또한 초기우수(2Q)에 대한 방류수 수질 기준과 2차 처리(1Q)에 대한 방류수 수질 기준이 다르게 적용된다. 미국의 경우에는 관거로 유입되어 하수처리장에 도달하는 우수를 포함한 모든 하수를 By-Pass 없이 전량 처리해야 하고 처리수가 배출되는 방류구도 1개로 제한된다. 초기우수에 대한 별도의 수질 규제가 존재하지 않는다. 따라서 미국 하수처리장은 강우 시 유입된 유량을 최대한 2차 처리 공정으로 유입시켜 처리하고, 2차 처리 용량을 초과하는 유량에 대해서는 별도의 처리를 거친 후 2차 처리수와 합쳐(blending) 방류하고 있다.

한국과 미국 간 하수처리장의 방류수 수질을 규제하는 매우 근본적인 차이는 여기서 그치지 않는다. 한국은 모든 시점에 방류수 수질 기준을 지켜야 한다. 일년 내내 인가기준을 지켜도 단 한 순간 기준치를 초과하면 법 위반이다. 하지만 미국은 일 최대(Daily Max), 주 평균(Weekly Average), 월 평균(Monthly Average), 년 평균(Annual Average) 기준을 적용한다. 방류수 수질 기준은 지역에 따라 한국보다 훨씬 까다로울 수 있지만 하수처리장 관리는 보다 용이할 수 있다. 이는 하수처리장의 유량 및 수질 변화와 계절에 따른 운전 조건의 변화, 방류 수계의 계절적 수질 변화를 고려한 것으로 방류 수계의 수질보전이라는 취지에 보다 충실한 합리적이고 실질적인 규제방식이라고 할 수 있다.

Proteus/Proteus+, 미국에서 현장평가 진행

미시간주 제네시 카운티에 위치한 Anthony Ragnone Treatment Plant(이하 ARTP) 사례[표 1]를 보면, 수질 기준이 계절별로 다르고 30일 평균 및 일 최대 수질이 다르게 책정되어 있는 것을 알 수 있다.

	CBOD (mg/L)		NH ₄ -N (mg/L)
	30 day	Max Day	30 day
May - October	8	12	3.6
November	19	29	6.0
Dec - March	22	33	6.8
April	20	30	7.8

[표1] Anthony Ragnone Treatment Plant 방류수 인가 기준

지구 온난화에 따른 기후변화로 강우 강도가 증가하고 있고 이에 따라 수계로 유입되는 오염 부하가 증가하고 있다. 이러한 이유로 미국에서도 초기우수 처리에 대한 관심이 증대되고 있고 현재 연방정부 차원에서 초기우수를 포함한 하수처리장 방류수 수질기준을 개정하기 위한 절차를 진행하고 있다. 새로 적용되는 기준은 기존보다 강화되는 방향으로 진행되고 있다. 특히 미시간의 경우 5대호와 인접해 있어 매우 엄격한 수질 기준이 적용될 것으로 예상된다. 아직 구체적인 내용이 공표된 것은 아니지만 우수를 포함해 하수처리장으로 유입되는 모든 하수를 2차 처리(생물학적 처리)해야 하는 방향으로 진행되고 있는 것으로 알려져 있다. 즉 초기우수의 경우에도 2차 처리 수준의 방류수질 기준을 적용한다는 것을 의미하는 것인데 이는 설계 및 운영적 측면에 매우 큰 도전이 되는 과제다.



[그림1] ARTP전경

제네시 카운티 ARTP[그림 1]는 이러한 규제 변화에 대응하기 위해 BKT 미국 법인Tomorrow Water의 Proteus 기술에 대한 현장평가를 진행했다. 평가는 2019년 4월에서 2020년 6월까지 2단계로 나누어 진행됐다. 1단계에서는 다양한 수질조건에서 Proteus 공정의 처리효율을 평가하기 위해 하수처리장 유입수에 2차 처리수 및 1차 슬러지를 투입하여 유입 농도를 변경하며 평가를 수행했다. 2단계에서는 ARTP의 운영 특성을 고려해 1차 침전지 유출수의 처리효율 평가를 진행했다. 이는 이 처리장의 경우 초기우수 유입량을 전량 1차 침전지로 유입해 처리한 후 2차 처리시설의 처리능력을 초과하는 유량의 경우에만 별도의 소독을 거친 후 방류되도록 설계/운영되고 있기 때문이다. 다행히 2차 평가기간 중 강우가 발생해 실제 초기우수에 대한 Proteus 공정의 대응성 및 효율을 평가할 수 있었다. 현장평가에는 1차 처리 기술인 Proteus와 1차 처리와 생물학적 처리가 결합된 초기우수 처리 기술인 Proteus+가 적용되었으며 [그림 2], 3차 평가 및 자문위원으로 미시간 대학의 Glen T. Daigger교수가 참여했다.



[그림2] 현장에 설치된 Proteus와 Proteus+ 파일럿

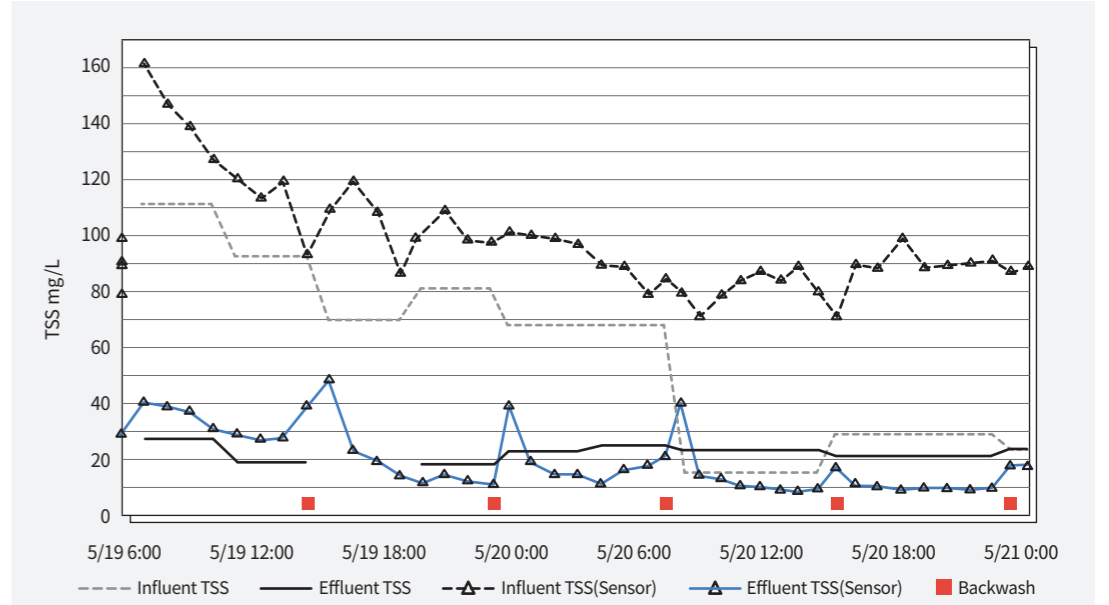
Proteus+, 뛰어난 초기우수 처리 효율 입증

현장평가 결과, Proteus와 Proteus+ 공정 모두 BOD, SS를 안정적으로 제거하는 것으로 나타났다. [표 2]에 제시된 대로 1차 처리 공정인 Proteus는 BOD 69%, SS 78%의 효율을 나타냈으며, 초기우수 처리 기술인 Proteus+는 BOD 81%, SS 84%를 제거하는 것으로 나타났다. 1차 처리의 경우 서울 중랑물재생센터에서 운전 중인 Proteus보다 처리 효율이 높게 나타났는데, 이는 미국의 유입 하수 농도가 한국에 비해 높기 때문이다. Proteus+도 BOD 및 유기물의 안정적 처리, Fecal Coliform 45~78% 제거, 소독용 염소 사용량 80% 감소라는 높은 효율을 보였다. 이는 소독에 필요한 약품비를 절감하고 대장균에서 안전한 수질을 확보할 수 있음을 의미한다. 타 기술의 경우 초기우수의 불규칙한 수질 특성에 따라 처리 효율이 불규칙하게 나타나 염소 소독 공정의 운전이 어려운 것으로 알려져 있는데, Proteus+의 경우에는 이러한 문제가 없는 것으로 나타나 운전의 편리성도 높은 것으로 평가됐다.

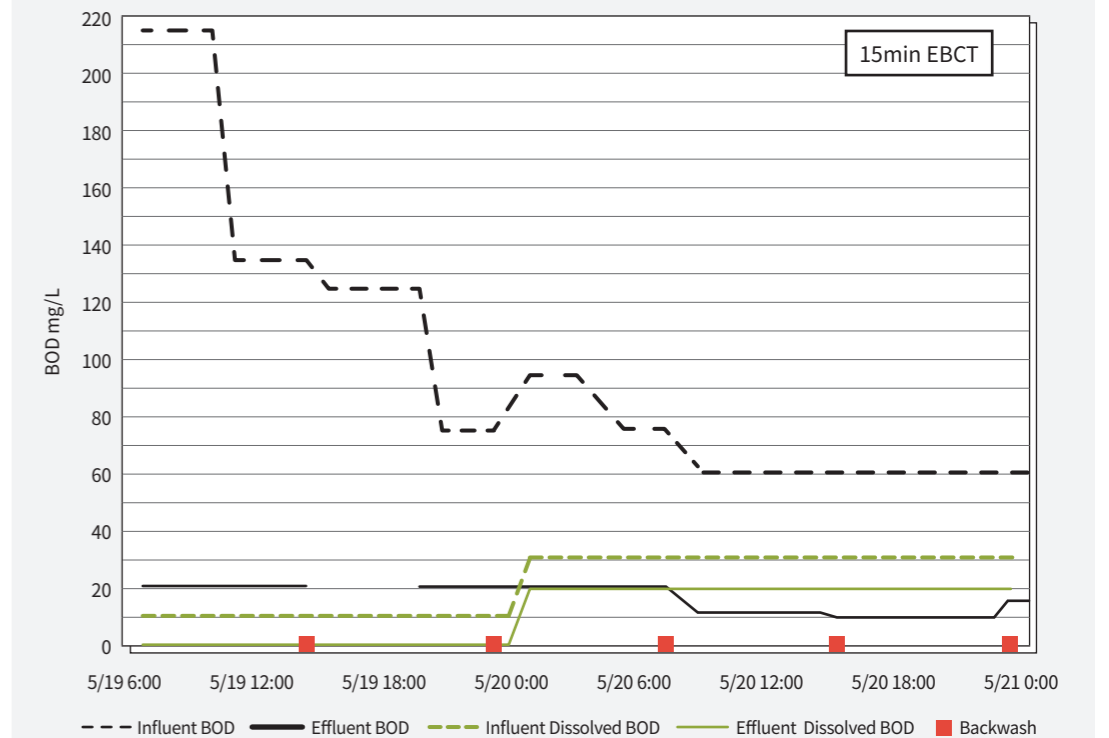
Removal	Phase 1 (Raw) Influent (mg/L)	Phase 2 (PE) Influent (mg/L)	Primary Filter Removal		Biological Filter Removal	
			Raw Water	Primary Effluent	Raw Water	Primary Effluent
TSS	185	76	78%	71%	84%	84%
BOD	161	64	69%	51%	81%	60%
Total P	5.1	3.2	45%	37%	54%	51%
Fecal Coliform	7.5 CFU/mL	2.3 CFU/mL	51%	NA	79%	45%
Chlorine Demand	0.67	NA	70%	NA	88%	NA

[표2] Proteus와 Proteus+의 현장평가 결과

2020년 5월 19일에는 실제로 비가 내리면서 초기우수가 하수처리장으로 유입되는 환경에서 Proteus+의 대응성 및 처리 효율 평가를 진행했다. 건기 시 미생물 활성을 유지하는 방안으로 2주 동안 미생물의 활성 유지에 필요한 최소한의 유량만 유입하다가 실제 초기우수가 유입되었을 때 Proteus+가 어떤 효율을 달성하는지 평가했다. 처리결과가 [그림3]과 [그림4]에 나타나 있는데, SS, BOD 모두 미국의 수질기준(NPDES)인 BOD 30mg/L, SS 30mg/L를 만족하는 것으로 나타났다.



[그림3] 초기우수 처리 효율(SS)



[그림4] 초기우수 처리 효율(BOD)

미국 미시간주 ARTP에서 진행한 이번 현장평가를 통해 Proteus 공정이 고농도 미국 하수를 매우 효율적으로 처리할 수 있고 규제가 엄박한 초기우수처리 분야에서도 발군의 성능을 발휘한다는 점을 증명할 수 있었다. 아직까지 미개척지로 남아 있는 거대한 미국 환경 시장에 우수하고 혁신적인 한국 기술이 진출할 수 있고 전 지구적 차원에서 직면하고 있는 기후변화에 대응하는 선봉에 설 수 있다는 자신감은 이번 현장 평가에서 얻은 가장 큰 부수입이라고 할 수 있을 것이다.



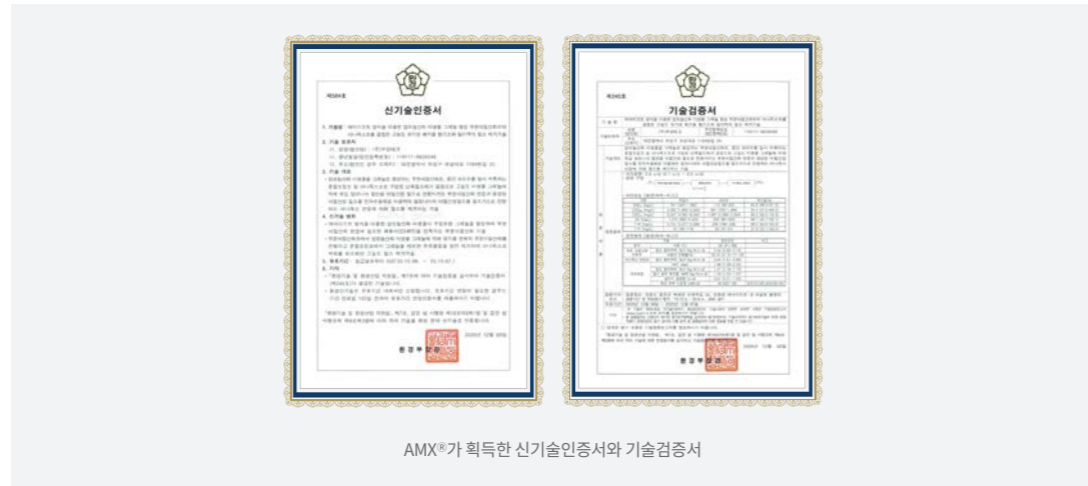
AMX[®]: 가장 안정적이고 경제적인 아나목스 기술



글_ 오태석
BKT AMX팀장
tso@bkt21.com

AMX팀은 지난 한 해 코로나 상황에도 불구하고 바쁜 가운데 의미 있는 시간을 보냈다. AMX[®]는 상반기 한국일보 주최 대한민국 우수특허 대상을 시작으로 하반기에는 특허청으로부터 특허기술 대상인 세종대왕상을 수상했으며, 10월 'WEFTEC 2020' 논문 발표에 이어 연말에는 한국환경산업기술원으로부터 신기술 인증 및 기술 검증을 획득했다. 또 올 1월에는 AMX[®] 관련 2편의 연구 논문이 해외 유명 저널에 잇달아 실리는 등 국내를 넘어 세계적으로도 기술력과 혁신성을 인정받으며 세계에서 가장 안정적이고 경제적인 아나목스 기술로서의 입지를 다져가고 있다.

AMX[®], 국가에서 인정한 기술



AMX[®]가 획득한 신기술인증서와 기술검증서

BKT는 전 세계에서 유일하게 가축분뇨와 음식물 폐기물 병합소화 후 발생하는 폐수 처리에 AMX[®]를 적용한 실적을 바탕으로 국내 최초로 환경신기술 인증(2019.6) 및 기술 검증(2020.12)을 획득했다.

환경신기술 인·검증 제도는 개발된 신기술을 현장에 적용하기 전에 국가에서 직접 평가하여 기술의 신규성 및 우수성, 현장 적용성을 인증해주는 제도로 공신력 있는 객관화된 성능 실적을 의미한다. 「공공시설의 신기술 적용 촉진을 위한 업무 처리규정」과 「환경기술 및 환경산업 지원법 시행령」 제18조의 규정에 의해 입찰 참가 시 기술검증서가 발급된 환경신기술 중 하·폐수 처리기술은 평가받은 시설 규모의 100배 이내에서 현장 적용이 가능한 기술로 인정받는다. AMX[®]는 환경신기술 검증 평가기간 동안 평균 2.6 m³/d의 물량을 처리하여 총 260 m³/d의 공사 실적을 인정받을 수 있게 됐다. 또 「국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률 시행령」 제26조 제1항과 「지방자치단체를 당사자로 하는 계약에 관한 법률 시행령」 제25조 제1항에 따라 수의계약도 가능해져 AMX[®]의 국내 병합소화 폐수처리 시장 진출이 탄력을 받을 것으로 기대된다.

고농도 유기성 폐기물을 혐기소화 공정에 적용할 경우 많은 양의 바이오가스 생산이 가능하다. 하지만 이 과정에서 발생하는 고농도 질소를 제거하기 위해서는 다량의 에너지가 소요된다. AMX[®]는 기존 기술에 비해 투입되는 에너지를 60% 이상 절감하고 바이오 에너지 생산성을 획기적으로 높인 새로운 차원의 기술이다. BKT는 운영비에 부담을 느끼는 지자체의 고민을 해결하기 위해 2018년 3월부터 홍천 친환경에너지타운에서 가축분뇨와 음식물 폐기물을 병합 소화하고 이후 발생하는 폐수 처리에 AMX[®]를 적용하는 테스트를 진행해 왔다.

BKT는 객관적인 기술 검증을 위해 2019년 12월, 검증기관인 한국환경산업기술원과 업무협약을 체결하고 한국환경산업기술원과 공인분석기관인 한국환경수도연구원 입회 하에 총 30회의 현장 채수를 진행했다. AMX[®]는 전체 채

수 기간 동안 평균 유입질소 부하율(NLR, Nitrogen Loading Rate)은 1.47kgN/m³/d, 평균 유입질소 2,700mg/L에 대한 제거효율은 89.2%를 나타냈다. 이는 아나목스 기술 중 전 세계적으로 가장 많이 적용된 Demon의 질소 부하율(0.8kgN/m³/d)보다 1.8배 정도 높은 수치다.

현재 상용화된 아나목스 기술 대부분의 한계처리 질소농도는 1,000~2,000mg/L로 그 이상의 농도에서는 희석해 처리해야 한다. 국내의 경우 유기성 폐기물(하수 슬러지, 가축분뇨, 음식물 등)의 병합소화 후 발생하는 폐수의 질소 농도는 대부분 2,000~3,000mg/L로 기존 상용화된 아나목스 기술을 국내 병합소화 처리시설에 적용할 경우 처리수를 반송하는 등의 희석을 진행해야 한다. 그러나 AMX[®]는 별도의 희석이나 전처리 없이 안정적으로 신기술 현장 검증을 통과함으로써 국내 업계는 물론 해외에서도 큰 주목을 받으며 유기성 폐기물을 통한 바이오가스 에너지화 사업에 새바람을 불어넣고 있다.

AMX[®], 특허청에서도 인정한 기술



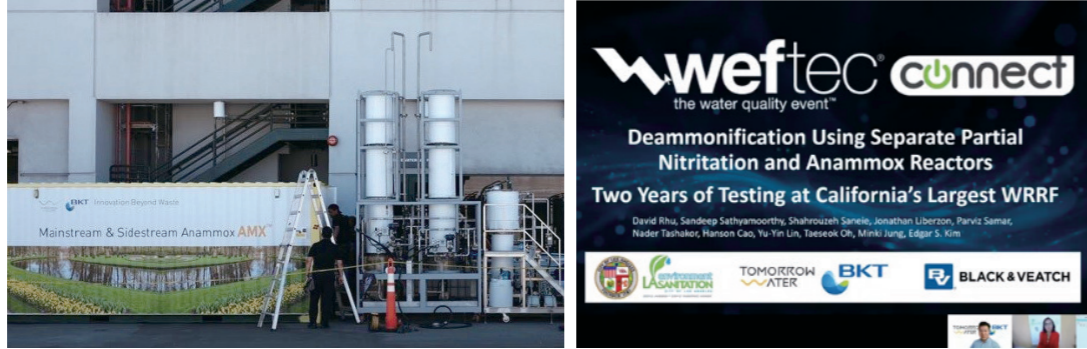
AMX[®]가 획득한 '2020 하반기 특허기술상' 대상(세종대왕상) 상패와 상장

'2020 특허기술상 시상식'에서 AMX[®]가 특허청으로부터 최고의 영예인 세종대왕상을 수상하며 하폐수 처리 분야 차세대 핵심기술로 인정받았다. 특허기술상은 발명자 및 창작자의 사기 진작과 범국민적 발명 분위기 확산을 위해 1992년 제정됐다. 특허청은 매년 특허청에 등록된 발명 중에서 출원인 등의 신청과 담당심사관의 추천 및 심사회의 회의 심사를 거쳐 상반기와 하반기 두 차례 우수 기술을 선정, 시상하고 있다. 이번 하반기 특허기술상 심사에 오른 특허는 345건으로 29대 1의 높은 경쟁률을 보였다.

특허청은 AMX[®]의 대상 선정 이유로 "종래 기술 대비 산소 공급량 65%, 외부 탄소원 투입 100%, 슬러지 발생량 80%, 소요 부지 70% 감소 등 하수처리 및 유지관리 비용을 최대 80%까지 절감할 수 있는 기술"이라고 밝혔다. 이 단반응조 형태의 AMX[®]는 부분아질산화와 아나목스 반응조를 분리함으로써 비상 시 신속한 대응과 유지보수가 가능할 뿐만 아니라 대부분의 해외 기술이 채택하고 있는 단일반응조 AMX를 뛰어넘는 경제성을 갖고 있다.

한편, AMX[®]는 2021년 1월 현재, 아나목스 배양 관련 특허를 포함해 총 15개의 공정 관련 특허를 출원하고 12개의 특허 등록을 완료했다. 해외에서는 미국, 인도, 중국 등에서 7건의 PCT 출원이 완료되어 이 중 5건의 등록 절차가 진행되는 등 국내외적으로 기술력을 인정받고 있다.

AMX®, 환경선진국 미국에서도 인정한 기술



(좌) 미국 하이페리온 하수처리장 Mainstream AMX(20m³/일), Sidestream AMX(5m³) 파일럿 전경, (우) WEFTEC 2020에서 하이페리온 현장평가 성과 논문 발표

대부분의 아나모क्स 적용 실적은 온도에 민감한 아나모क्स 미생물의 특성상 하수의 Sidestream(소화 슬러지 탈리액)에 집중되어 있다. 그러나 BKT는 하수 Sidestream 외에도 Mainstream, 가축분뇨와 음식물 처리 폐액, 매립장 침출수, 고농도 산업폐수 등 다양한 분야에 AMX®를 선도적으로 적용하고 있다.

미국 법인 Tomorrow Water(이하 TW)는 미국 인디애나주 대형 목장 B-dairy에서 가축분뇨에 AMX®를 적용하는 프로젝트를 성공적으로 수행했다. 가축분뇨에 AMX®를 적용한 것은 BKT가 세계 최초일 것이다. 국내에서는 수도권 매립지관리공사와 공동으로 AMX®를 적용해 외부 탄소원을 절감하는 연구를 수행했으며, 세계적인 전자회사인 삼성전자와는 폐수에서 질소를 제거하는 테스트를 진행하고 있다.

하수 Mainstream 분야에서는 최초의 상용기술 개발을 위해 세계적인 아나모क्स 선도기업들과 경쟁하고 있다. TW는 하이페리온 하수처리장에서 세계적인 엔지니어링 그룹 Black & Veatch와 공동으로 수행한 현장평가 결과를 북미 최대 물 산업 컨퍼런스인 'WEFTEC 2020'에서 발표해 주목을 받았다. 하이페리온은 과거 타사와 진행했던 테스트에서 혐기소화조의 높은 온도가 Sidestream의 온도와 TSS, COD 농도를 높여 이를 희석하지 않으면 AMX 처리 효율이 저조한 것으로 나타났지만, BKT의 중온과 AMX®를 적용할 경우 희석하지 않고도 높은 TSS와 COD 농도에서 효과적인 처리가 가능할 뿐만 아니라 질소부하량도 기존 업계의 부하 농도를 훨씬 초과하는 것으로 나타났다.

AMX®, 해외 학계에서도 인정한 기술



BKT와 국내외 수처리 전문가들이 공동 연구한 AMX® 논문 2편이 해외 유명 저널인 Water Science & Technology와 Chemosphere에 게재됐다

을 1월에는 AMX® 관련 논문 2편이 잇달아 해외 유명 저널에 게재됐다. 국내 B시에 설치된 70톤/일 규모의 AMX® 실증시설에서 2년 간 운전한 결과를 정리한 논문은 Water Science & Technology에 실렸다. 연구 결과 반류수 처리에 AMX®를 적용할 경우 처리 가능한 질소부하량이 기존 업계의 부하 농도를 훨씬 초과하는 것으로 나타났다. 이는 BKT AMX팀을 비롯해 고려대학교 김성표 교수 연구진과 TW에서 Advisor로 활동하고 있는 강신조 박사, 미국 미시건 대학의 Glen Daigger 교수 등 국내외 수처리 전문가들의 공동연구와 자문을 통해 얻어진 성과로, 향후 추가적인 공동연구가 예정돼 있어 그 결과 또한 주목된다.

BKT AMX팀과 충남대학교 최영균 교수 연구진이 공동 수행한 연구 논문은 Chemosphere에 게재됐다. Chemosphere는 저널의 인용 정보를 수치로 나타내는 Impact Factor가 5.778로 Environmental Engineering 관련 저널에서는 Top 10 저널로 꼽힌다. 연구팀은 아나모क्स 미생물이 외부 충격에 노출되었을 때 받게 되는 스트레스를 수치화하여 외부 충격과 스트레스의 상관 관계를 규명했다. 이는 실제 플랜트에서도 활용도가 높을 것으로 예상되어 학계뿐만 아니라 환경업계에도 큰 도움이 될 전망이다.

국내 첫 AMX® 상용화 현장은 지금



부산 녹산하수처리장 소화조 설치 사업 조감도

국내 최초로 AMX®를 적용하는 프로젝트로 기대를 모은 부산 녹산하수처리장 슬러지 감량화 사업 중 반류수 처리 설비의 준공이 지연되고 있다. 당초 이 사업은 2019년 11월 공사 완료 후 시운전을 거쳐 2020년 중반 준공될 예정이었지만 소화조 재시공으로 준공 일정이 2022년 말로 미뤄졌다.

유기성 폐기물 780톤(하수 슬러지 580톤/일, 음폐수 200톤/일)을 통합소화하고 이후 발생하는 반류수 처리에 AMX®를 적용하는 부산 녹산 반류수 처리 설비가 가동에 들어가면 부산시는 82%의 질소제거율을 달성하고 연간 10억 원의 운영비를 절감할 수 있게 된다. BKT는 국내 첫 실증 프로젝트의 성공을 위해 AMX® 기술을 꾸준히 향상시키며 만반의 준비를 하고 있다.



— 녹색혁신기업 선정... 그린뉴딜 프로젝트 가동



글_ 정민기
BKT Upstream팀장
mkj@bkt21.com

‘그린뉴딜 유망기업 100’이란?

그린뉴딜 3대 분야 중 하나인 ‘녹색산업 혁신 생태계 구축’을 위해 2개 부처가 공동으로 추천하는 사업.

환경부는 ‘녹색혁신기업’, 중기부는 ‘그린벤처’를 선정하여 연구개발에서 사업화까지 성장 전 주기를 지원.

그린뉴딜 3대 분야

- ① 도시·공간·생활 인프라 녹색 전환
- ② 자원순환·탄소중립 에너지 확산
- ③ 녹색산업 혁신 생태계 구축

(출처 : 환경부 공식 포스터)

최근 정부는 환경과 사람이 중심이 되는 지속 가능한 발전을 위해 ‘그린뉴딜(Green New Deal)’ 정책을 발표했다. 그린 뉴딜은 ‘그린(Green)’과 ‘뉴딜(New Deal, 미국의 루스벨트 대통령이 1930년대 대공황을 극복하기 위하여 추진한 일련의 경제정책)’의 합성어로 기후변화와 환경 위기에 적극 대응하고, 환경과 사람이 중심이 되는 지속가능한 발전을 위한 정책 사업이다. 즉, 기존 경제·산업 시스템에 대한 대변혁으로, 저탄소 경제구조로 전환하면서 기후 위기와 환경 문제에 대응하자는 것이다.

그린뉴딜 프로젝트의 일환으로 환경부와 중소벤처기업부는 미래 기후변화와 환경 위기에 전략적으로 대응할 수 있는 ‘그린뉴딜 유망기업’을 선정했다. 2020년 41개사(환경부 21개사, 중소벤처기업부 20개사)를 시작으로 2022년까지 총 100개사를 선정·육성할 계획이다.

‘그린뉴딜 유망기업’은 그린뉴딜 3대 분야 중 하나인 ‘녹색산업 혁신 생태계 구축’을 위해 추진되는 사업으로, 환경부는 사업화 지원 중심의 ‘녹색혁신기업 성장 지원 프로그램’을 통해 녹색산업 5대 선도 분야 중소기업을 집중 육성할 계획이다. 또한 중소벤처기업부는 연구 개발(R&D) 지원 중심의 ‘그린벤처 프로그램’을 통해 녹색기술 분야 혁신형 중소기업을 중점 지원할 계획이다.

미국 환경 컨설팅·연구기관인 EBI (Environmental Business International)는 세계 녹색 산업 시장은 약 1조 2000억 달러 규모로 반도체 시장의 약 3배로 보고하고 있고, 녹색산업은 전 세계적인 실물 경기 침체에도 매년 4% 내외로 성장 중이며 미국의 에이컴, 프랑스의 베올리아, 독일의 지멘스 등은 녹색 분야에서 수조 원의 수익을 올리고 있다. 양 부처의 그린뉴딜 유망기업 선정은 우리나라에서도 녹색산업을 이끌 선도 기업이 나올 수 있는 혁신 생태계를 구축하기 시작한 것이라 보면 되겠다.

‘그린뉴딜 유망기업’ 1차 선정 41개 기업은 어디?

환경부 (21개사)	청정대기 8개	자원순환 6개	스마트 물 6개	생활 중 기타 1개	
중소기업벤처부 (20개사)	신재생에너지 4개	환경보호 및 보전 4개	그린 IT 3개	탄소저감 2개	첨단수자원 2개

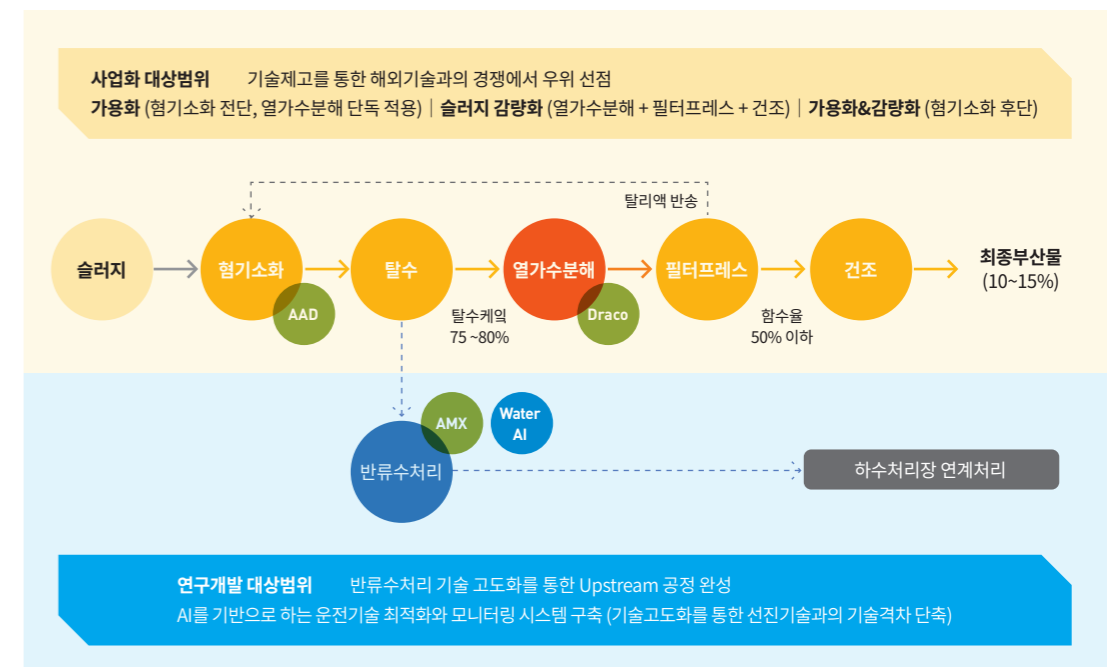
선정기준 : 녹색산업 5대 선도 분야 중소기업을 대상으로 공고하여 선정
*선정기준 : 10대 녹색기술분야 혁신형 중소기업을 대상으로 공고하여 선정

(출처 : 환경부 공식 포스터)

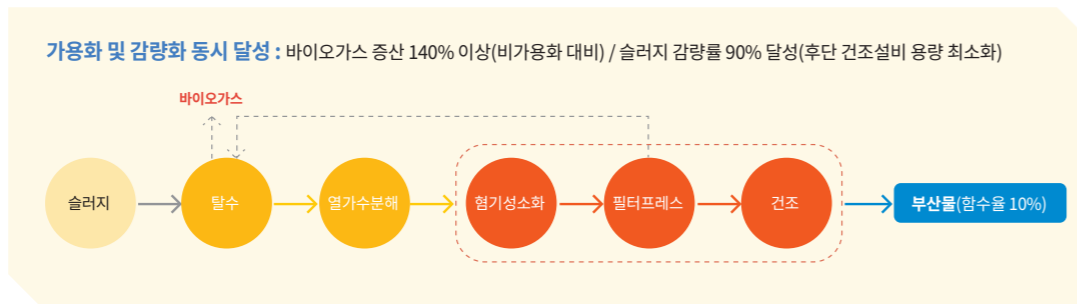
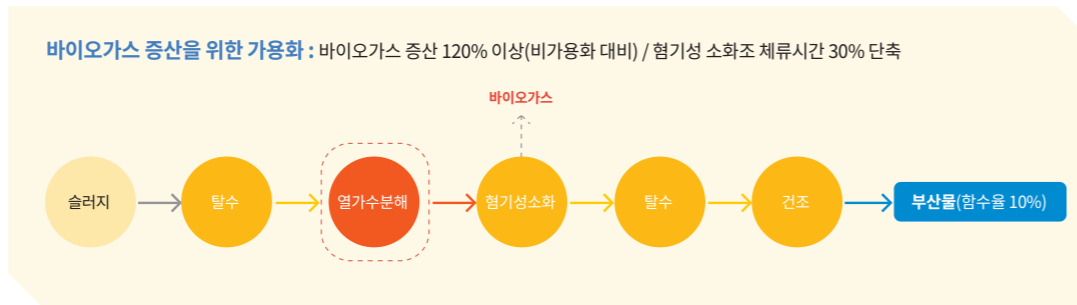
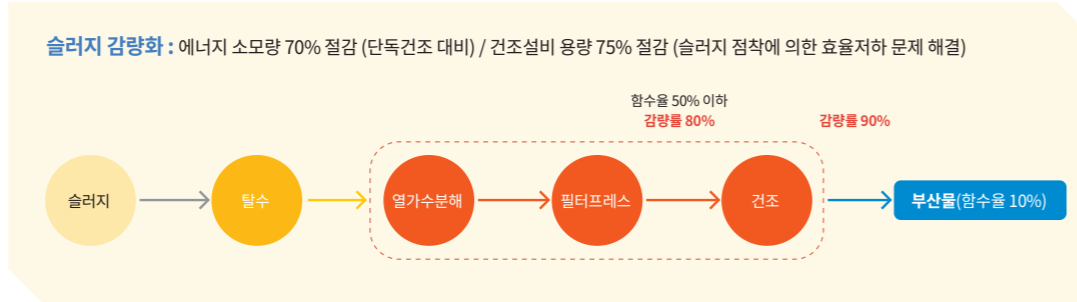
녹색혁신기업 선정

BKT는 탄소중립 핵심기술인 열가수분해기술(Draco), 혐기소화기술(AAD), 그리고 경제적인 질소 제거 기술인 아나모스 기술(AMX) 등 신기술을 조합하여 유기성 폐기물에서 에너지 생산을 극대화하고 경제적으로 폐수를 처리하고 슬러지를 감량하는 등 복합적인 환경문제를 해결할 수 있는 통합 패키지 형태의 Upstream 공정을 개발해 상용화하고 있다.

이처럼 차별화된 열가수분해기술(Draco)을 기반으로 한 유기성 폐기물의 에너지화 및 폐기물 감량화 사업은 그린 뉴딜 정책에 부합했을 뿐만 아니라 혁신 성장에 대한 사업성도 인정받아 BKT는 2020년 환경부의 ‘녹색혁신기업’에 선정되었다. 녹색혁신기업은 그린뉴딜 유망기업 사업의 일환으로 사업화와 연구개발비로 3년간 총 30억 원(사업화 22.5억 원, 연구개발 7.5억 원)을 집중 지원받는다.



사업화 과제 주요내용



환경부 ‘녹색혁신기업’의 ‘녹색혁신기업 성장 지원 사업’으로 명명된 사업화 과제는 시제품 제작/개선, 성능평가, 기술사업화 촉진 컨설팅 및 해외시장 진출 등 기업의 개발 기술 사업화를 통해 매출이 증대되도록 자금을 지원하는 사업이다.

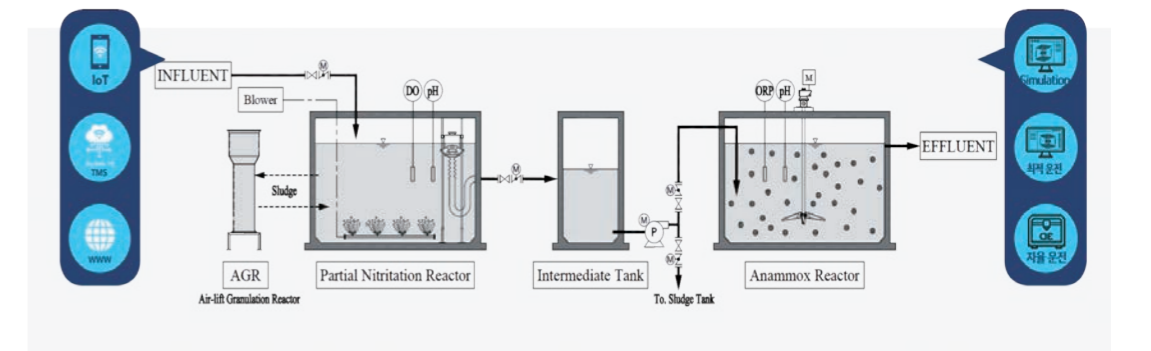
BKT는 최근 하수처리장의 에너지 자립화 확대와 슬러지 감량화 요구에 따라 기술개발이 완료된 Draco를 중심으로 한 Upstream 기술의 사업화를 추진할 계획이다. 하수 슬러지 바이오가스 증산 및 감량화를 위한 사업화 기술은 민간과 지자체가 공동으로 추진하는 민관합작투자사업(PPP, Public-Private Partnership) 및 민간투자개발사업(PFI, Private Finance Initiative)에 매우 적합하고, 새로운 사업모델 구축을 통해 정체된 환경산업의 활성화에도 기여가 가능하다.

Upstream 공정의 출발이자 핵심기술인 Draco는 운전조건에 따라 혐기소화조 전단 에너지화 공정에 적용하면 혐기소화조 체류 일수를 줄이고 바이오가스 발생량을 증대할 수 있다. 혐기소화조 후단 감량화 공정에 적용하면 필터프레스를 거쳐 함수율 50% 이하의 탈수 케이크를 만들어 기존 기술 대비 슬러지 반출량을 70~80% 감소시킴으로써 최근 지속적으로 상승하고 있는 슬러지의 외부 처리비용을 획기적으로 절감할 수 있다.

BKT는 사업화 과제 지원기간 동안 3건의 사업 수주와 200억 원(매출 100억 원 이상) 이상의 수주 목표를 달성하기 위해 기술 개선 및 성능 검증을 수행하고 있다. 최근에는 Draco와 필터프레스 탈수기를 이용한 슬러지 감량화 성능을 인정받아 D 폐수처리장 슬러지 감량화 사업에 민간투자 제안서를 제출했으며, 슬러지를 위탁 처리하는 민간 처리업체에도 사업제안서를 제출한 상태이다. 또한 대규모 하수처리장의 혐기소화 전단 에너지화 공정에 Draco를 적용하는 대형 프로젝트를 추진 중에 있어 사업화 과제 목표를 뛰어 넘는 성과를 도출하고 회사 매출에도 크게 기여할 수 있을 것으로 기대하고 있다.

연구개발 과제 주요내용

<p>IoT 기반의 감시 제어</p> <p>수질 센서 추가 설치 후 자료 수집 SCADA 인터페이스를 위한 IoT 장치</p>	<p>AMX 특화 모델링</p> <p>AMX 특화 모형 구축 실제 PN - AMX 적용 및 검증</p>	<p>에너지 효율분석 SW</p> <p>머신러닝을 통한 최적화 ABAC제어 시스템 적용</p>
<p>SCADA 인터페이스 SW</p> <p>기존 SCADA/HMI 연계 SW 개발 기존/추가 데이터 전송</p>	<p>WEB기반 통합 시스템</p> <p>공정 및 수질 감시 분석결과 및 운전지도</p>	<p>AMX 자율 운전</p> <p>IDP기반 운전기술 딥러닝 기반 자율운전 성능 평가</p>



환경부 ‘녹색혁신기업’의 사업화 과제와 패키지 형태로 지원되는 연구개발 과제(유망 녹색기업 기술혁신 개발사업)는 녹색산업 분야 우수기업의 기술 고도화 및 첨단기술 확보를 위한 실용화, 실증화 기술개발 지원사업이다.

BKT는 Upstream 공정에서 발생하는 폐수를 경제적으로 처리하는 AMX®를 적용해 보다 경제적인 통합시스템을 구축하고 있다. 하지만 아나모क्स 기술의 경우 해외에서는 다양한 처리장에 적용되어 많은 운전 데이터와 자동 운전에 대한 노하우가 축적된 상태이나, 국내에서는 실증 시설에 적용되는 초기단계이므로 선진기술과의 기술격차가 벌어져 있는 상태이다. 이러한 기술격차를 단축하고 해외시장 진입을 위해서 전통적인 물 산업에 4차산업 기술을 융합한 Water AI 플랫폼 구축을 추가해 기술의 고도화를 달성하여 해외선진기술과의 기술격차를 단축하고 BKT만의 독특한 Upstream 공정을 완성하기 위한 연구개발을 진행할 계획이다.



새로운 물 산업 패러다임, Water AI

Water AI(I): 패러다임 변화

이 글은 2020년 대한환경공학회 인터넷 월간지 7월호와 8월호에 2회에 걸쳐 게재된 논문으로, 저자와 대한환경공학회지의 양해를 얻어 다시 게재하였다.



공동저자 _ 유창규
경희대학교 환경공학과 교수
ckyoo@khu.ac.kr

유창규 교수는 Water AI 기반 설계/제어/최적화/자율 제어에 대한 원천기술을 연구하고 있다.



공동저자 _ 박민석
BKT Water AI팀장
msp@bkt21.com

박민석 팀장은 BKT에서 하수처리분야 제안/설계 자동화 프로그램 'WAI Design' 및 하수처리시설에 가상물리시스템(CPS) 기법을 적용한 'WAI Operation' 프로그램 개발을 총괄하고 있다.

세계적으로 데이터 정보의 중요성이 강조되고 세계 시장에서 물 산업 분야의 기술들이 소프트웨어 기술 및 저비용 고효율 기술 분야로 이동하는 추세이다. 이에 따라 국내외 물 환경 시스템 분야의 패러다임은 기술응용에서 원천기술 개발로 전환되어야 한다. Water digitalization을 통해 세계 물 시장을 선점하고 패러다임 변화 주도 및 신시장 창출을 위해 전통적 엔지니어링에 4차 산업혁명 기술(AI, 빅데이터, AR/VR, 드론 등)을 적용하는 것이 현재 글로벌 트렌드로 자리를 잡아가고 있다[1]. 물 산업 분야에서 AI 응용 분야는 크게 관거/관망, 정수 및 하수처리시설, 수계로 나눌 수 있고 본 기고에서는 하수 Water AI를 중점적으로 다루고자 한다.

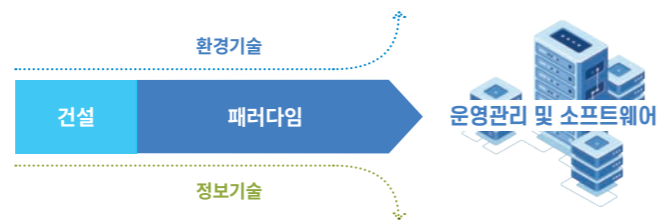


Fig. 1. 물 산업 분야 패러다임 변화

스마트 물 산업(Smart Water Industry)은 Water industries에 AI 주요 기술인 ICT, 설비 및 자동화 솔루션이 융합돼 시장과 물 산업 수요자가 요구하는 시점에 물을 생산하여 제공하고, 운영자가 처리할 수 있도록 실시간 의사결정과 운영체계가 최적화된 인공 지능형 물 생산 및 처리하는 산업을 지칭한다 [2,3]. 스마트 물 생산 및 스마트 물 처리 시스템은 Fig. 2에 물리적 시스템과 연결된 디지털 트윈 인프라 개념과 Cyber-Physical System(CPS) 상에서 정합성에 기반한 상세 Virtual Model을 통해 가능하다. 이러한 Water Digital Twin은 물 산업에 인공지능 기반 Planning/Design/Construction/Maintenance/Operation을 제공하여 반도체 같은 제조산업에서 설비 인프라와 같은 역할을 한다[4]. 특히, 설계 및 Project Management(PM)분야에 AI·빅데이터를 활용한 지능화/정보화 및 3D 설계 분야와 CPS 시뮬레이션 활용을 통한 Smart Operation & Management(O&M) 분야가 물 산업에서 인공지능 기술이 가장 적용이 용이한 분야이다. 3D BIM기법을 도입한 설계 및 시공관리 분야가 EPC사업에 중요성이 대두되고 있어서 3D BIM 하수처리시설 자동 설계 (Water AI Design)[1]와 하수처리시설 CPS 개념을 적용한 하수처리시설 운영관리 (Water AI O&M)가 개발되고 있다. [8]

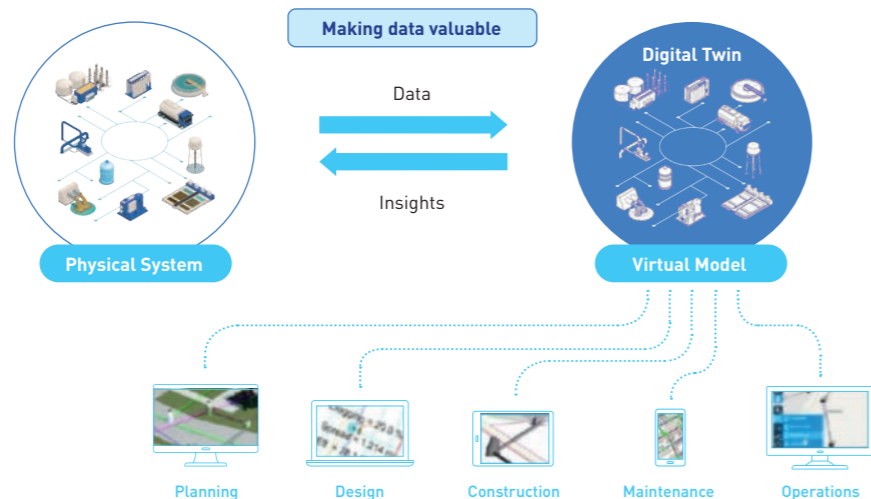


Fig. 2. Digital Twin Infrastructure-Delivering Maximum Value for the Water Industry

Water AI Design 개념은 하수처리 시설 기본설계를 위해 필요한 최적 공정 선정 및 공사비, 유지관리비, 도면 등의 성과품을 자동으로 제공하는 개념이다. 설계 담당자 또는 사업을 검토하는 담당자가 먼저 해당 프로젝트의 기본적인 유입 및 유출 수질을 입력한다. 이후 수온 정보, 약품 및 응집제 투입 여부, 계열화 여부 등의 선호 사항 및 기초 정보를 추가하면 된다. Water AI Design은 입력 정보를 토대로 하수처리장 설계에 필요한 다양한 단위 공정의 조합을 사용자에게 제시하게 된다. 다음으로 추가적인 상세정보를 입력하고 해당 프로젝트의 계획 부지를 배경으로 구조물을 3D기반으로 레이아웃 배치를 하면 시공에 필요한 수준의 3D도면과 공사비 등의 내역서를 정확하게 자동으로 산출할 수 있다.

Water AI기반 3D 자동 설계 프로그램은 실제 하수처리시설 운영 및 Worst scenario에 대한 가상 운영 결과 데이터를 종합하여 최적 운영방안 도출이 가능하게 한다. Water AI Design은 하수처리시설 가상물리시스템 기반의 하수 인공지능 운영(Water AI O&M)과 연계하여 Water big data 및 Smart Water Factory에 필요한 주요 기능을 제공할 수 있다. Fig. 3에 하수처리 Smart Water Factory 구축에 필요한 물 환경 빅데이터 및 Water AI 주요 원천기술이 설명되어 있다.

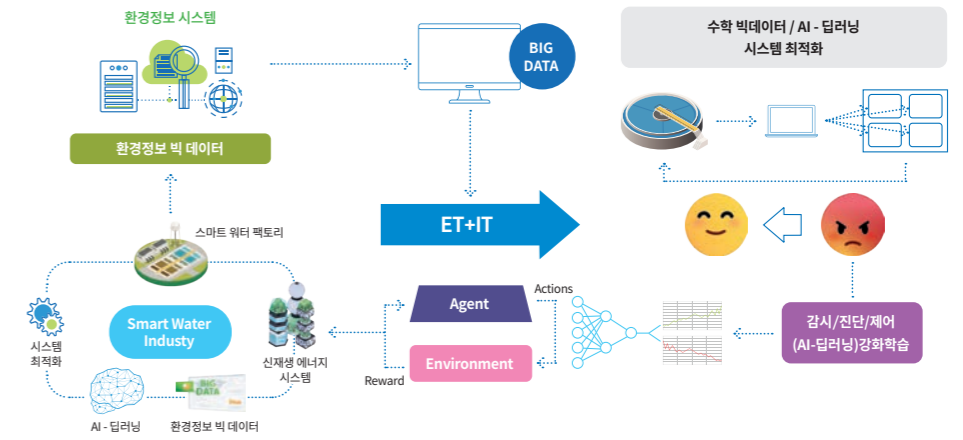


Fig. 3. 환경정보 빅데이터 및 Water AI기반 Smart Water Factory 개념도

물 환경 분야는 Veolia나 Suez와 같은 세계적 규모의 환경기업이 환경 AI 시장을 선도하고 있으나, 유역 및 관거/관망 등 인프라 관리 측면의 개발에 집중되고 있다. 따라서 많은 물 공급을 위한 핵심 설비인 하수처리시설 설계/운영 분야는 대한민국이 환경 시장의 4차 산업혁명을 선도할 수 있는 분야이다. 낮은 산이지만, 우리가 먼저 Point source 하수처리 분야에 AI 깃발을 선점할 수 있다면, 환경 산업의 특성상 상수/관망/관거/수계/담수화 등 다양한 물 환경 타 분야로의 Water AI 확산 파급효과를 기대할 수 있을 것이다.

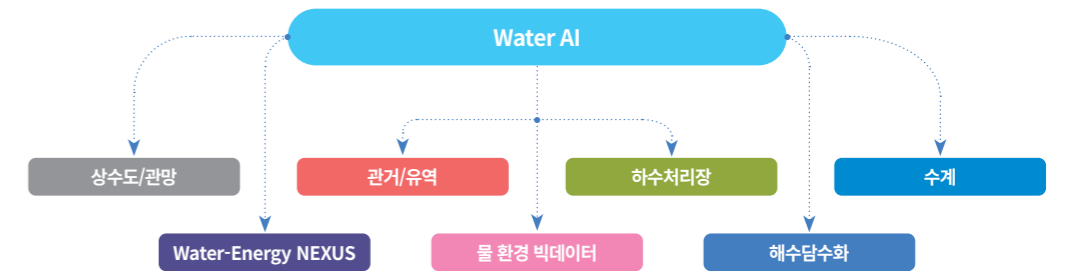


Fig. 4. Water AI 응용 분야

Water AI(III): AI기반 설계 자동화와 자율 운전

일반적으로 수처리 플랜트를 건설하기 위한 첫 단계인 제안 및 설계는 숙련된 공정 설계 인력의 노하우에 크게 의존하며 많은 양의 문서 작성과 계산, 도면 수정 작업과 같은 단순 반복 업무가 수반되어 대표적으로 효율성이 떨어지는 업무로 알려져 왔다. 물 산업 분야의 업무 효율 증가와 시변성이 강한 처리장 부하 변동에 따른 운전 효율성 증가를 위해 모델링 및 AI 기술을 이용한 수처리 플랜트의 설계 자동화와 자율 운전은 Water AI 적용에 매우 적합한 분야로 보고되어 왔다[1].

본 기고 내용은 4차 산업혁명기술과 물 산업의 융합 연구인 Water AI의 수처리 플랜트 응용 사례를 소개하고자 한다. Water AI 응용 사례로 3D BIM 기법을 도입한 하수처리장 설계 자동화 사례와 AI 자율 운전 연구 사례를 소개하고자 한다. 첫 번째 케이스는 Water AI Design 자동 설계로 하수처리 플랜트 빅데이터 정보(유입수 정보, 공정 부하, 처리 효율/공법 등)를 하수처리 설계 인자로서 feedback하여 하수처리장의 3D 도면을 통한 BIM(Building Information Modeling) 설계 자동화 사례를 소개하고자 한다. 두 번째 응용은 AI기반 Smart O&M으로 유입 수질, 처리효율 및 운전 데이터를 바탕으로 인공지능 에이전트를 통해 최적 운영 전략을 수립하는 Water AI 자율 운전 플랜트(Water AI-based Autonomous plant)를 소개하고자 한다.

CASE I : AI기반 설계 자동화(3D-BIM)

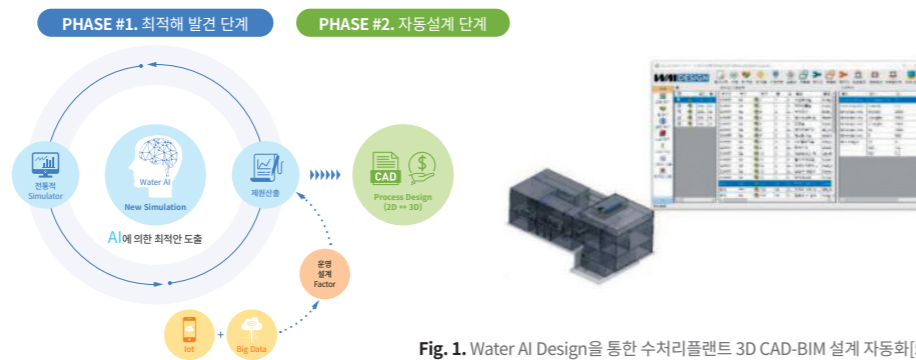


Fig. 1. Water AI Design을 통한 수처리플랜트 3D CAD-BIM 설계 자동화[5]

수처리 분야의 AI를 도입한 하수 처리장 설계 자동화는 설계 빅데이터와 강화 학습에 기반한 AI agent가 처리장 계획 부지 및 유입수 수질 등의 조건에 따라 모델링 기반 시뮬레이션에 따른 프로젝트 맞춤형 최적 공정 및 3D CAD 도면을 제공하고 다양한 설계 변경 및 제원/물량을 자동화하여 평가함으로써 신속한 의사결정을 가능케 한다. 설계 자동화는 크게 최적 공정 선정 및 제원 산출 단계, 3D 도면의 레이아웃 배치/검토, 3D 도면 및 내역서 자동 산출 단계로 구성된다(Fig. 1). 실제 하수처리 시설 건설에 설계 자동화 기술을 도입할 경우, 기존 설계 대비 물질 수지 및 용량 계산, 기기 선정 및 레이아웃, 공사비 및 유지관리비, 도면작업까지 약 280시간의 작업시간이 소요되었으나, 자동화 프로그램을 통해 약 9~12시간 이내로 단축하여 기존 소요시간 대비 약 95% 이상의 man-hour를 단축할 수 있음을 보였다. Water AI Design 설계 자동화 tool은 3D 설계 산출을 통한 체계화된 관리로 플랜트 엔지니어링 시간 및 소요비용을 절감할 뿐만 아니라 3D 모델링을 통한 구조물 간섭 여부를 확인하여 직관적인 오류 및 Human Error를 줄일 수 있어서 다양한 수처리 공정의 효율적인 설계를 가능케 한다.

CASE II : AI기반 하수처리장 자율 운전

생물막 반응조(membrane bioreactor, MBR) 공정은 오염물질 제거 효율이 높으나 막 오염으로 인해 공정 운영 비용이 크게 증가하는 대표적인 수처리 공법으로 특히, 막 오염(membrane fouling)을 저감하는 운전 전략이 MBR 공정 운영에 가장 중요한 운전 인자로 알려져 있다. MBR 공정은 유입 부하 예측 모델과 강화 학습을 결합한 자율 운전 인공지능 기술 응용을 통하여 다양한 운전 변수(용존 산소 농도, 반송/내부 슬러지량, 외부탄소원, 막 공정 운영 set-points 등)의 최적 운영 전략을 제공함으로써, MBR 공정 운전 시 operating expenditure(OPEX)의 획기적인 저감이 가능한 것으로 보고되어 있다[6]. 특히 빅데이터 해석 및 인공지능 모델링을 통한 공정 효율 예측과 막 오염 진단/막 교체 정보는 MBR 공정의 예지 정비(Preventive Maintenance, PM) 주요 기술로 응용될 수 있다.

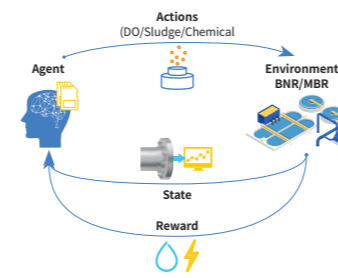


Fig. 2. Water AI기반 처리장 자율운전시스템 [6]

Water AI 자율 운전 목표: 인공지능(AI) 학습을 통하여 Agent가 플랜트 상황을 스스로 판단해 공정 변수의 매 순간 최적치를 자율 결정하는 AI 기반 자율 운전 시스템 개발

1) AI기반 하수처리 유입 부하 예측 모델링

DATA-AI를 접목한 Multimodal and ensemble deep learning(MEDL) 기반의 유입 Load 예측 모델이 Fig. 3에 설명되어 있다[7]. 개발된 DATA-AI 기반 예측 모델은 Empirical mode decomposition 방법을 통해 시변성과 비선형성이 강한 유입 부하 빅데이터를 분해하여 Temporal patterns에 따른 유입수의 주기 특성을 추출하였다. 이를 Sliding window 기법을 이용하여, 분해된 유입 부하 데이터를 예측 모델의 학습에 최적인 데이터 구조로 Reconstruction하였다. MEDL 기반 Load 예측 모델은 구조 및 시간적 패턴 인식에 특화된 인공신경망인 CNN과 GRU를 합성하여, 전처리된 M시 하수처리장 유입 Load 빅데이터의 동 특성을 학습시켰다. MEDL 유입 부하 예측 모델은 엔지니어의 사전 지식과 개입 없이, 측정된 데이터만을 가지고 사용자의 필요에 맞게 다양한 Forecasting horizons에 대하여 유입 Load를 정확히 예측할 수 있었으며, 기존의 인공지능 기술을 이용한 유입수 예측 모델과 비교하여 90% 이상의 높은 예측 성능과 뛰어난 모델 적합성을 보였다.

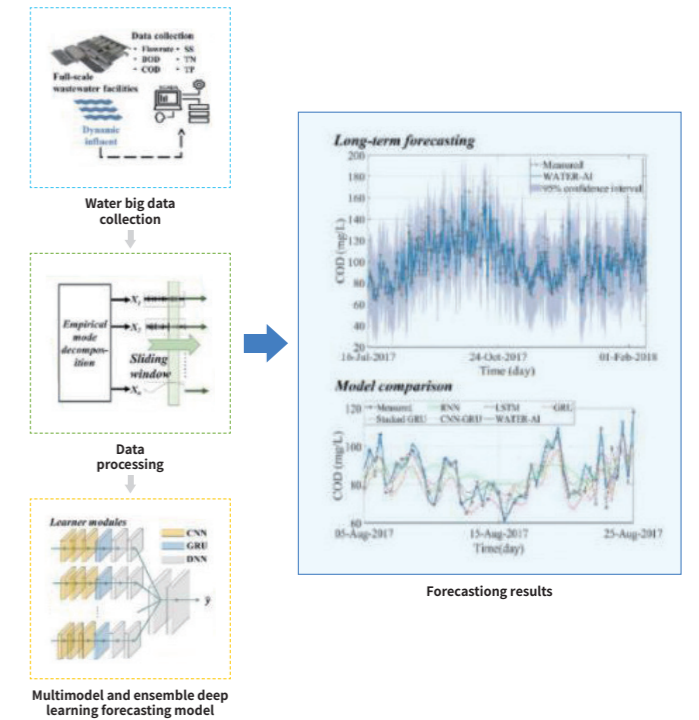


Fig. 3. Water AI기반 처리장 자율운전시스템 [7]

2) Deep-RL 기반 MBR 최적 자율 운전 시스템

딥 강화 학습 알고리즘은 MBR 공정에서 수집된 유입수, 폭기 강도, 유출 수질, 에너지 소모 등의 환경 빅데이터를 토대로 O&M 달성을 위한 보상 함수를 지정하고, 유입수 농도에 따른 폭기 강도와 보상값을 경험 메모리에 저장한다. Deep Q network 에이전트는 보상 값이 최대가 되도록 스스로 학습하며, 학습된 강화학습 에이전트는 MBR 공정 예측 유입수에 따라 자율적으로 용존 산소 농도 제어 전략을 수립한다. MBR 공정에 딥 강화 학습을 적용 시 실시간으로 공정 운영자의 개입 없이 유입 수질에 따라 폭기량을 제시하여 유출 수질 개선과 동시에 운영 비용을 약 30% 저감할 수 있었다. 기존 하수처리장 내 물리적 공정 구조의 변경 없이, 최적 자율 운영 O&M 시스템 적용으로 key performance indicator(KPI)를 효율적으로 달성하는데 활용이 가능하다.

현재 연구가 진행 중인 빅데이터와 AI를 이용한 Water AI 연구분야는 수처리 플랜트를 시작으로 상수/간망/관거/수계/담수화/기후변화 같은 수처리 분야에 확대 적용하여 수처리 분야의 AI 설계 자동화와 자율 운전 원천기술을 확보 및 환경 분야 고부가 가치화의 breakthrough technology로서 기여할 수 있을 것으로 기대한다.

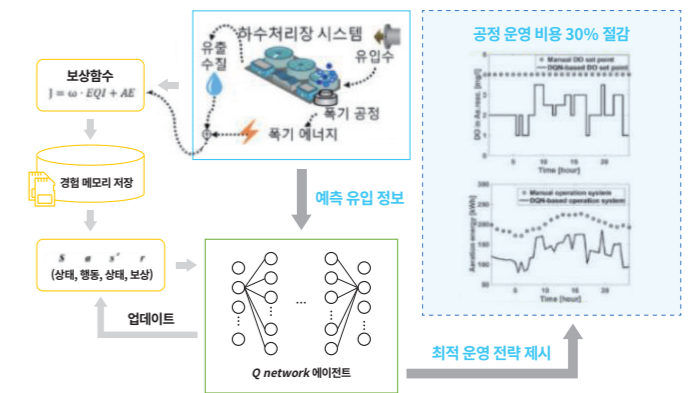


Fig. 4. MBR 하수처리장 AI 기반 최적운영시스템 [8]

[참고자료]

- [1] Sarni, W. et al., Digital Water, International water association (IWA), 2019
- [2] Benyon H.R., Digital Water-Capitalizing on the commercial opportunities, UK water partnership, 2020
- [3] WATER 4.0, German water partnership, 2019
- [4] Paul Boulos, Digital Twin infrastructure-Delivering Maximum Value for the Water Industry, 2019
- [5] Water AI (4차 산업 기술과 물 산업의 융합), www.bkt21.co.kr/wai, 2020
- [6] 유창규, AI를 활용한 MBR 관리 및 운전 최적화 관련 알고리즘 및 소스코드 개발, SECL, 2019
- [7] SK Heo, KJ Nam, Jorge Loy-Benitez and CK Yoo*, Data-Driven Hybrid Model for Forecasting Wastewater Influent Loads Based on Multimodal and Ensemble Deep Learning, IEEE Transactions on Industrial Informatics 2020 (in revision)
- [8] KJ Nam †, SK Heo †, and CK Yoo*, An autonomous operational trajectory searching system for MBR plant using deep reinforcement learning, Water Science and Technology, 81(8), 1578, 2020 (Editor's choice: 표지 논문)



FMX ZLD, — 경제성과 효율성 다 잡다



글_ 김상욱
BKT Water Innovation
Center 파트장
swk@bkt21.com

I. 탈황 폐수 무방류 공정

BKT가 FMX를 적용한 탈황폐수 무방류(FGD ZLD) 공정의 효율성 및 경제성 달성에 성공했다. BKT는 2019년 4월 당진화력발전소와 협약을 체결하고, 2019년 7월부터 2020년 6월까지 탈황폐수 처리 및 재이용을 위한 와류발생형 분리막 장비(FMX) 시범사업을 진행했다. 그 결과 FMX 무방류 공정에 대한 적용성 테스트에서 뛰어난 경제성과 우수한 처리수질을 확인했다.

최근 미세먼지가 국가적인 이슈로 떠오르면서 화력발전소가 환경오염 시설이라는 인식이 확산되고 있고 탈황 폐수에 대한 무방류 설비 도입이 추진되고 있다. 그러나 기존 무방류 공정에 도입된 증발건조공법은 시설비 및 유지관리비가 높고 RO+증발건조공법 구성 시 막 막힘 현상이 발생하는 등 운영상의 어려움이 있었다. FMX 무방류 공정은 기존 공정의 이러한 문제점을 해결할 수 있을 것으로 기대된다.

FMX 무방류 공정 구성 시 당진화력발전소에서 발생하는 탈황폐수에 적합한 멤브레인 선정이 중요하다. BKT는 나노 멤브레인을 장착해 RO 장비의 전처리 설비로 구성함으로써 RO에서 발생하는 막 오염문제를 해결하고 RO 회수율을 75%까지 향상시켰다. 후단 증발건조설비로 유입되는 처리 용량은 40%까지 감소시켜 유지관리비를 60%까지 절감했다. 또한 무방류 공정 적용 시 기존 공정에서 어려움을 겪고 있는 중금속과 T-N이 안정적으로 제거되는 것을 확인했다.



[Figure 1] 당진화력발전소 시범사업에 적용된 FMX-P 모델

BKT가 당진화력발전소에 적용한 공정은 미국 에너지담당 부서에서 탈황폐수 배출기준 강화를 앞두고 적정기술 공지를 위해 진행했던 공정이자. BKT 미국법인 Tomorrow Water는 미국의 3개 발전소(Southern company, Duke energy, American Electric Power(AEP))에서 FMX 공정을 테스트하고 미국 탈황폐수에 포함된 셀레늄 같은 환경 호르몬과 중금속 제거에 적합하다는 인정을 받았다.

이 공정을 국내에 적용하려면 국내 전력연구원과 과제를 통해 기술검증을 받아야 한다. BKT는 과제 개발을 위한 첫 시발점으로 전력연구원과 당진화력발전소 시범사업을 통해 공정 데이터를 산출했다. BKT는 시범사업 결과를 바탕으로 당진화력발전소, 전력연구원과 함께 정부과제를 개발하고 증발건조공정이 설치되지 않은 당진화력발전소에 본 개발 공정이 적용될 수 있도록 추진하고, 향후 중국과 동남아시아 발전소의 대부분을 차지하는 화력 발전소에도 진출할 계획이다.

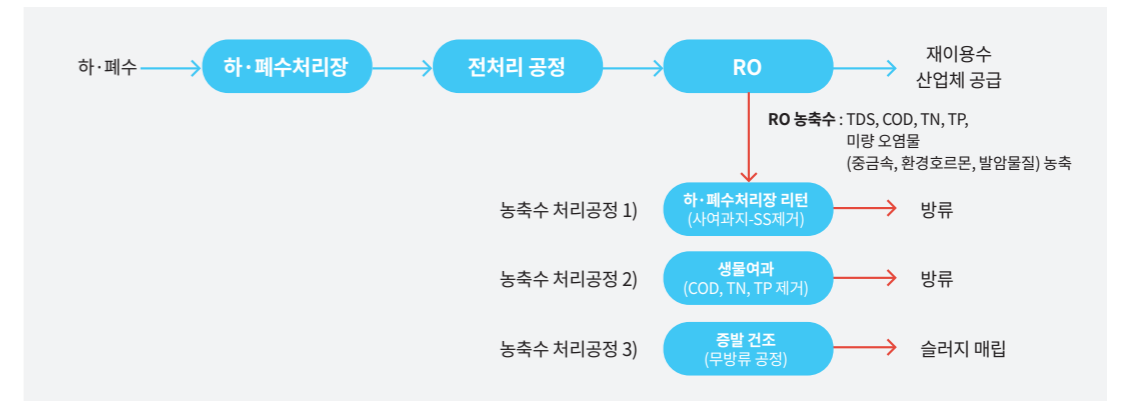
II. 성서 산단 폐수 무방류 공정

국내 산업구조가 반도체, 디스플레이, 소재분야 등 고부가가치 산업으로 전환되면서 일반 공업용수 수질이 아닌 순수 수질을 공업용수로 활용하는 기업과 산업단지가 증가하고 있다. 이에 따라 부족한 수자원 확충을 위해 근처 하수처리장과 폐수처리장에서 방류수를 끌어와 순수 수질로 재처리하여 공정에 활용하는 사례가 늘고 있다.

구분	용량	공법/농축수 처리	수요처
구미 하수처리수 재이용	9만톤/일	공법: 응집+드럼 스크린+RO 농축수 처리: 구미하수처리장 사여과지	LG Display 외 7개 수요처
포항 하수처리수 재이용	10만톤/일	공법: 응집+MF+RO 농축수 처리: BBF(생물여과)	포항제철소, 포항철강공단
파주 하수처리수 재이용	4만톤/일	공법: 응집+MF+RO 농축수 처리: BBF(생물여과)	LG Display 외
울산 용암 폐수 처리수 재이용	2,400톤/일	공법: UF+RO+EDI 농축수 처리: 용암폐수처리장	롯데비피화학 외
아산 신도시 물환경센터	2.8만톤/일	신도시 하수처리장: 4.5만톤 하수 처리수 재이용 시설: 2.8만톤	아산 디스플레이 시티
인천 가좌하수처리수 재이용	1.2만톤/일	공법: 응집+MDF+MMF+RO	현대제철

[Table 1] 하수처리수 재이용 사례 (RO기술 적용 공업용수 활용 부분)

하수처리장의 방류수를 순수에 가까운 고급 공업용수로 재처리하는 공법은 주공정인 RO(Reverse Osmosis)공정과 RO공정 앞단의 전처리 공정과 후단의 농축수 처리공정으로 구성된다.



[Figure 2] 하수처리수 재이용 공정 (고급 공업용수 활용 부분)

[Figure 2]는 RO공정을 활용하여 고급 공업용수를 생산하는 하수처리수 재이용 공정을 개략적으로 보여주고 있다. 전처리 공정은 RO에서 발생하는 파울링 물질(막 오염 물질)을 제거하기 위한 공정(주로 응집 침전, 연수화, MF(Micro-Filtration)여과막으로 구성)으로 구성되고, 주처리 공정인 RO공정과 RO공정에서 배출되는 농축수를 처리하기 위한 후처리 공정으로 구성된다.

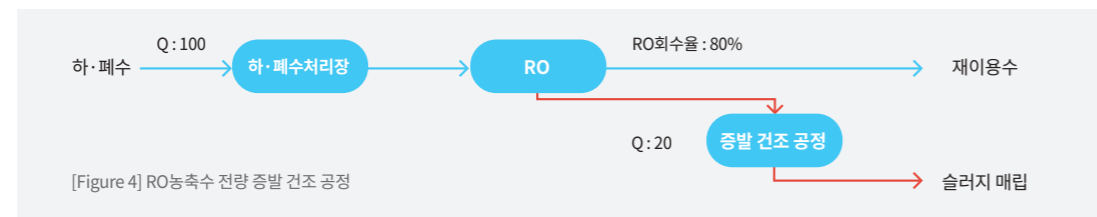
RO공정은 필연적으로 오염물이 농축된 농축수를 발생시키는데, 이 농축수에 포함된 물질에 따라 처리공정이 선정된다. BKT는 농축수 처리기술로 BBF(생물여과)를 통해 오염물을 제거한 후에 방류하는 공정과 FMX를 통해 농축수를 추가 농축하여 농축 수량을 최소화한 후 증발건조시키는 무방류 기술을 제공하고 있다.

무방류 공정은 RO농축수를 모두 증발건조시키는 공정으로 가장 운영비가 많이 드는 기술이다. 1톤 처리에 RO공정은 3~5kW/m³의 전력이 소요되고, 증발건조공정은 30~40kW/m³로 RO공정 10배의 전력이 소요된다. 그러나 높은 운영비에도 불구하고 증발건조를 통해 농축수가 포함하고 있는 모든 오염물질들을 건상 슬러지로 배출하여 매립 처리할 수 있는 장점이 있다.

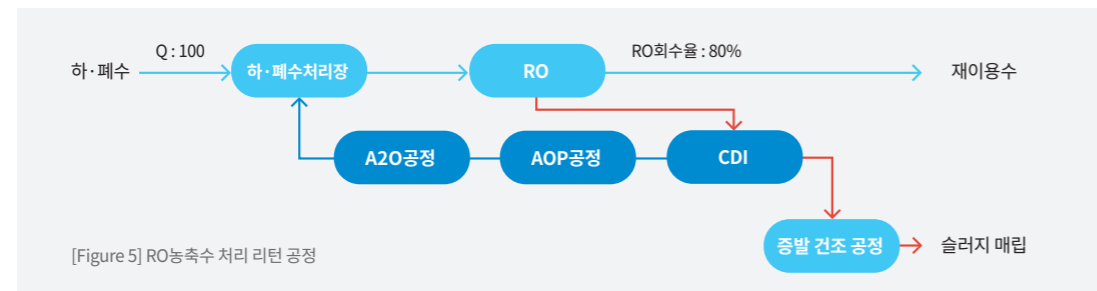
BKT는 무방류 공정의 효율화(공정 단축, 운영비 감소)를 위해 BKT의 대표적인 막 여과기술인 FMX를 적용한 무방류 효율화 공정을 개발하고, 대구 성서산업단지에서 조성된 수자원공사의 폐수 무방류 오픈 플랫폼 파일럿에 1년 여에 걸쳐 성능 검증을 진행했다.



[Figure 3] 대구 성서폐수처리장 오픈 플랫폼 파일럿

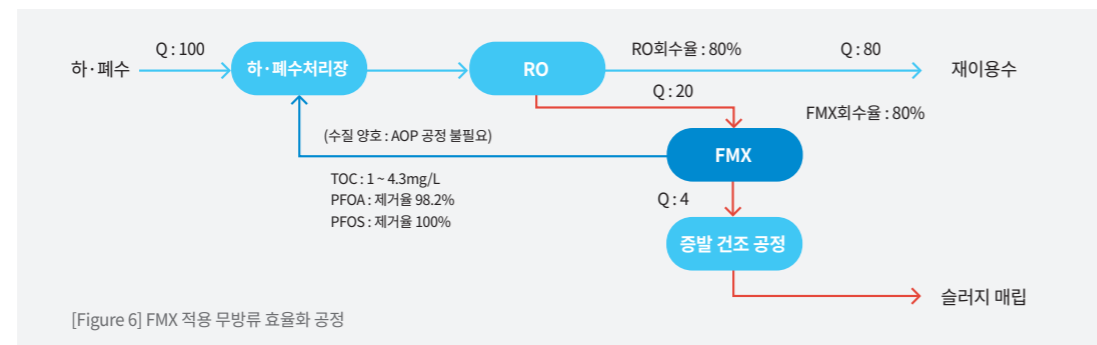


[Figure 4] RO농축수 전량 증발 건조 공정



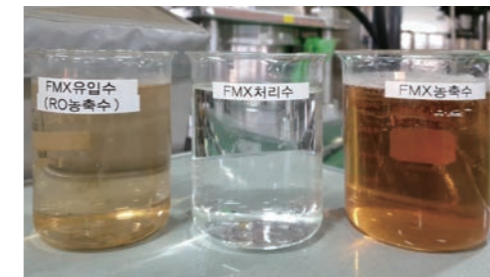
[Figure 5] RO농축수 처리 리턴 공정

하폐수 재이용 공정을 무방류 공정으로 구성할 경우 1)[Figure 4]와 같이 RO 농축수 전량 증발 건조 시 운영비 과다 및 처리비용 상승, 2)[Figure 5]와 같이 농축수 처리 후 처리수 리턴 시 추가 처리 공정 필요 및 시설비 상승과 같은 문제점들이 나타났다. CDI(Capacitive Deionization)를 통해 TDS(Total Dissolved Solids)를 제거한 후 난분해성 물질과 질소 제거를 위해 AOP(Advanced Oxidation Process)공정과 A2O(Anaerobic Anoxic Oxidation Process)공정을 추가하여 시설비가 상승했으며, 과불화화합물은 AOP공정을 구성하더라도 제거가 불가능한 것으로 나타났다.



[Figure 6] FMX 적용 무방류 효율화 공정

BKT는 FMX를 적용한 무방류 효율화 공정을 [Figure 6]과 같이 구성하여 위 문제점을 해결했다. 나노 멤브레인을 장착한 FMX는 농축수를 5분의 1로 농축하여 증발건조공정에서 전체 유입 유량의 4%만 건조하면 되기 때문에 증발 건조에 소요되는 전력비를 80% 감소시켰다. FMX 추가 농축 공정에 소요되는 전력비 또한 7kW/m³로 증발건조를 위한 소요전력 30~40kW/m³에 비해 5분의 1 정도로 경제적이었다.



[Figure 7] FMX의 유입수, 처리수, 농축수

FMX는 난분해성 물질인 색도까지 제거하여 맑은 상태로 배출했고 처리수를 앞단 공정으로 리턴 시 AOP공정의 추가 시설은 필요하지 않았다. RO의 스케일 유발물질인 경도 성분까지 90% 이상 제거하여 처리수를 앞단 공정으로 리턴할 때 스케일 물질이 누적되는 문제도 해결했다.

항목	유입수(RO농축수)	FMX처리수	제거율(%)
Conductivity (mS/cm)	9.26 ~ 10.97	3.69 ~ 5.58	44.8 ~ 52.4
TOC (mg/L)	34.6 ~ 52.4	1.0 ~ 4.3	91.4 ~ 97.2
경도 (mg/L CaCO ₃)	849 ~ 1,900	56 ~ 170	88.5 ~ 95.7
T-N (mg/L)	18 ~ 52.8	11.8 ~ 35.2	13.1 ~ 34.4

[Table 2] FMX의 RO농축수 처리 수질

*미국 먹는 물 권고기준(PFOS+PFOA): 0.07 ug/L

항목	유입수(RO농축수)	FMX처리수	제거율(%)
과불화탄산염(PFOS) ug/L	0.064	불검출	100%
	0.508	0.013	97.4
과불화탄산(PFOA) ug/L	2.953	0.054	98.2
	3.723	0.09	97.6

[Table 3] FMX의 과불화화합물 제거율

성서폐수처리장 파일럿에서 배출된 RO농축수의 과불화화합물(PFOS+PFOA)의 농도는 4.2 ug/L로 미국 먹는 물 권고기준인 0.07ug/L보다 60배 높은 농도를 나타내 산업단지 폐수의 경우 무방류를 구성하지 않고 일반 수처리를 통해 처리 후 방류했을 때 처리되지 않은 높은 농도의 과불화화합물이 수계로 배출된다는 것을 확인할 수 있었다. FMX는 난분해성 발암물질인 과불화화합물에 대한 제거율이 97% 이상으로 과불화화합물 제거 공정 구성에 대안을 제시했다.

낙동강 물을 상수원으로 사용하는 시민들의 안전을 위해 환경부가 추진하고 있는 낙동강 주변 공단 폐수에 대한 무방류 사업 적용 검토는 부족한 수자원의 효율적인 운영을 위한 하폐수 처리수 재이용 사업의 확장과 함께 상수원 보호를 위해 반드시 검토되어야 하는 공정이다. BKT의 FMX를 적용한 무방류 효율화 공정은 무방류 공정의 걸림돌이었던 경제성을 확보함으로써 상수원 주변 공단의 하·폐수 처리수 재이용 무방류 공정에 최적 기술을 제공할 수 있을 것이다.

무방류 공정은

- 1) 산업단지에서 배출되는 폐수처리장의 방류수를 재이용하는 경우
- 2) 농축수를 배출하는 지역이 상수원에 위치해 있는 경우
- 3) 과불화화합물 같은 발암물질, 환경호르몬물질, 난분해성 오염물이 포함되어 있는 경우에 농축수를 재처리하여 다시 수계로 방류하기보다 무방류 공정을 구성하여 유해물질로부터 상수원을 보호하고 유해물질 배출사고를 원천 차단하기 위해 반영되어야 한다.



— ‘BKT Innovation Week 2020’을 마치며



글_ 황호재
BKT CTO &
Water Innovation
Center 센터장
hjh@bkt21.com

BKT는 1999년 중소기업청이 지원하는 중소기업 기술혁신개발사업을 시작으로 현재까지 20년이 넘는 기간 동안 지속적으로 물·환경산업분야의 기술연구개발과 상용화에 매진해 왔다. 최근 3년 간 매년 30건 이상의 연구개발과제를 발굴 수행해 왔는데 2020년에도 국책 연구과제 7건, 팀별 자체 연구개발과제 23건을 수행했다. 국책 연구과제의 경우 회사의 중장기 사업 전략과 시장 수요를 반영하여 개발 기술 실증화와 상용화에 초점을 맞추고 있고, 자체 연구개발과제의 경우는 기존 공정기술의 개량이나 성능 개선을 위한 소재, 설비 개발과 새로운 시장 창출을 위한 신기술 획득 도전 과제들로 구성되어 추진해 왔다.

매년 상당한 규모의 유의미한 연구개발과제들이 진행되고 있는 상황에서 연구성과를 체계적으로 정리하여 사내 전 부문에 확산, 응용하기 위해 2020년부터 BKT Innovation Week 행사를 기획 추진하게 되었다. 한 해 동안 진행해 온 과제들을 마감하면서, 연구개발성과를 공유하고 시공, 영업, 기획 등 사업 각 분야의 혁신성공사례를 발굴 평가하고, 우수사례 발표회를 개최하여 정보를 교류할 수 있는 기회로 삼기 위함이다. 성공사례만이 아니라 실패의 경험도 공유 하면서 사업 전반의 효율성을 향상시키고, 새로운 도전과제를 만들어내는 시너지 효과도 노렸다. 이러한 노력은 궁극적으로 새로운 사업 아이디어로 이어질 것으로 기대된다.

2020년 BKT Innovation Week에서는 대상 연구과제 30여 건과 사업 전반의 혁신우수사례에 대해서 연구개발 목표, 결과, 성과, 개선사항 등을 정리한 초록을 받아서 1차 평가를 진행했다. 기술개발과제의 경우는 사내 기술평가위원들이 목표 대비 달성도, 사업화 기여도, 기술혁신성, 자원 투입 대비 효율성, 개량 고도화 가능성 등의 5대 지표로 평가하여 구두 발표 및 포스터 전시 가능한 과제들을 선정하였다. 사업분야에서의 혁신사례는 시공, 영업, 기획, 홍보 등 각 분야에서 자원 신청을 받아 선정하였다. 또한 다음 사업연도에 추진할 도전 과제(Challenging Project) 제안서도 미리 접수해 사전에 공감대를 형성할 수 있는 기회도 제공하고자 했다.

당초 연구개발성과와 혁신우수사례 발표회는 12월 21일부터 23일까지 3일에 걸쳐 구두 발표와 포스터 전시를 하면서 당사와 협력 개발을 수행하고 있는 대학 및 연구소 등의 연구책임자들을 초청해 강연을 듣는 자리를 기획했다. 연구개발 및 사업성과의 확산을 위한 관심을 고조시키기 위해 연관 지식을 겨루는 BKT 골든벨 행사도 열 예정이었다. 하지만 코로나-19 확산으로 인해 다중의 모임이 금지되면서 비대면 영상 발표회와 제한된 포스터 전시로 진행되어 약간의 아쉬움이 있었다.

우수 성과로 선정된 구두 발표 5건, 현장혁신사례 7건에 대해서는 발표 후 현장 평가를 통해 각 부문 금, 은, 동상을 선발하여 포상했다. 포스터 전시 사례 10건에 대해서도 장려상 3건을 선정했다. 도전과제에 응모한 4건의 제안 발표는 모두 2021년 도전과제로 선정해 사업계획에 반영했다.



기술개발 우수사례로 선정된 수상자들과 함께 기념촬영을 하고 있는 모습

기술개발 우수사례로 금상을 수상한 ‘AGS(호기성 그래놀 슬러지) 급속배양 연구’는 당사의 전통적인 수처리 공법인 BCS-SBR 공법을 혁신할 미래 모델로 좋은 평가를 받았다. 현장혁신 우수사례로 금상을 수상한 ‘소통과 협업으로 고객만족 실현’은 사내 최초의 대형 민수사업인 S사 슬러지 감량화 사업을 위해 영업, 기술 및 설계, 시공 및 운영, 홍보 분야 등에서 애자일 시스템을 적용하여 각자의 역할과 역량 극대화를 통한 협업과 소통으로 사업 수주에 성공한 사례를 보여주었다.

포스터 세션에서는 장기간 탄천 물재생센터에 나가 Proteus 초기우수 처리 공정의 개발과 설계 반영을 위해 노력했던 황정준 리더, 고농도 AMX 공정 환경신기술 인·검증을 얻기 위해 장장 3년에 걸쳐 흥천 가축분뇨처리장을 오가며 실증시설을 운영하고, 성능 검증에 참여했던 AMX팀과 새신랑 임윤수 리더, 3차원 유동해석기술을 활용해 설비 개량을 위한 다양한 분석을 지원하고, 필요하다면 뭐든지 찾아 만들어주는 BKT의 맥가이버 성경환 박사를 선정하여 노고를 치하하고 아쉬움을 달랬다.

한편 도전과제로는 스마트 양식장용 양식폐수 처리기술 개발 및 사업화, 그린 암모니아 회수기술, BBF 공정 효율화를 위한 하부노즐 개발, 약취저감용 산소전달 시스템 개발 등 4개 과제가 제안 발표를 가졌고, 부강인들의 열렬한 성원과 기대 속에 연구개발을 시작할 수 있게 되었다. 이렇게 자발적으로 도전과제를 만들어 제안하고 약속한 기간 내에 목표를 달성하여 성과를 창출하는 제안팀에게는 연말 평가에서 다양한 인센티브는 물론 사내 벤처 창업의 기회까지 부여할 수 있도록 제도를 정비할 계획이다.

BKT Innovation Week는 한 해의 연구개발과제 및 사업혁신 성과를 정리, 평가하는 주요 행사로 매년 말에 지속적으로 개최될 예정이다. 사업 성과와 경험, 정보를 공유하고 혁신과 도전 의지를 단단히 다지는 장으로 지속되기 위해서는 구성원들의 열의와 적극적인 참여가 무엇보다 중요하다. 이를 위해 다양한 형태의 재미있고 유익한 내용들을 채워 나갈 계획이다.

※ BKT Innovation Week 각 부문 수상자 명단

구분	수상	성명	소속	과제명
기술개발 우수사례	금상	이정준	WIC	AGS 급속 배양 연구
	은상	김상욱	WIC	성서 무방류 공정 효율화 기술 개발
	동상	박민석	WAI	IoT기반 통합하수처리시설 최적에너지관리
현장혁신 우수사례	금상	박인근	TT	소통과 협업으로 고객만족 실현
	은상	김민균	WIC	OPG seed sludge 급속배양을 위한 최적 조건 확립
	동상	김대희	CMT	일차처리와 초기우수 병합처리 시설에서의 운전방안
포스터	장려상	황정준	BBF	탄천물재생센터 초기우수 처리시설 공정계획 기술개발
	장려상	임윤수	AMX	AMX 환경신기술 검증
	장려상	성경환	CMT	vMIXER 약품혼화 효율 확인을 위한 유동해석



— 파로호를 걷는 사람들



글/사진_ 김석우
BKT 자회사(주)오딘 CTO
swk1@bkt21.com

등산, 자전거, 스쿠버, 캠핑 등의 아웃도어 활동을 다른 의미로 재해석을 한다면 '자연으로의 한걸음 더 다가가기'라고 할 수 있다. 바쁘고 힘든 회사 생활 속에서 자연으로 다가가는 재충전과 스트레스 해소의 소중한 탈출구라 할 수 있다. 주말 침대 위에서 아무리 자도 피로는 풀리지 않고, 지나친 잠으로 인해 깨진 생활 리듬은 피로회복과는 거리가 먼 경험을 다들 해봤을 것이다.

'천천히'라는 말을 몸으로 느끼기에 카누(Canoe)만한 것이 없다. 양쪽으로 노를 저을 수 있는 카약(Kayak)에 비해, 카누는 한쪽 방향으로만 노를 저을 수 있기에 그만큼 속도가 느리다. 구조적으로 속도를 낼 수 없는, '천천히'를 표방하는 아웃도어 스포츠이다. 카약을 타는 사람을 카약커(Kayaker), 카누를 타는 사람을 카누리스트(Canoelist)라고 한다. 그리고 카누리스트에겐 하나의 별명이 더 있다. 워터 워커(Water Walker), 물 위를 걷는 자다. 멋지지 않나? 물 위를 걷는 자. 이 멋진 역설적 시적 표현은 한겨울 남한 최북단 양구군과 화천군에 걸쳐 있는 파로호로 우리를 초대했다. BKT에서 이번 원정(?)에 참여한 분들은 몇 가지 조건을 통과해야 했다. 캠핑과 백패킹을 즐겨야 하고, 한겨울 가장 추운 지방에서도 한뼉잠을 잘 수 있어야 한다. 자신의 배를 몰고 무인도까지 갔다가 돌아와야 하는 정신력과 체력도 요구된다. 여러 직원들로부터 추천을 받아 추리고 추려 선발되었다. 한창 백패킹에 빠져 있는 김세영 이사, 박민석 팀장, 그리고 오토캠핑을 즐기는 박인근 리더이다.

파로호는 바람이 세기로 유명한 곳이다. 카누에는 좋지 않은 환경이다. 하지만 날씨만 도와준다면 세상에서 보기 힘든 물안개와 상고대로 유명한 곳이기도 하다. 캠핑장이 아닌 무인도로 들어가 자기 때문에 화장실은 없고, 텐트 칠 만한 변변한 땅을 찾기도 힘들다. 당연히 먹을 물조차도 가지고 들어가야 하며, 물이 없으면 파로호의 물을 정수해서 마셔야 한다. 그나마 다행인 것은 카누는 200kg 정도를 싣고도 물에 떠서 갈 수 있다. 오후가 되면 바람이 세지기 때문에 아침에 출발을 해야 한다. 아침 일찍 화천의 파로호 선착장에 모여서 간단한 카누 교육과 주의사항을 전달한다. 모터나 엔진을 이용하는 보트가 지나가면 생기는 파도에 대처하는 방법도 얘기해준다. 카누가 뒤집혀 몸이 물에 젖으면 원정은 중단된다. 저체온증으로 인한 사고 우려가 있기 때문이다. 빠졌을 때의 대처 방법에 대해 얘기를 하다 보니 모두의 표정이 굳어진다. 모른 척하고 빨리 빨리 짐을 싣고 물 위를 걷기 시작한다. 생각이 많아지면 공포라는 동물은 눈덩이처럼 몸을 불러 가기 때문이다. 때에 따라서는 생각에 앞서 발걸음을 땔 필요가 있다.





카누에 타서 노질(Paddling)이 익숙해지면 그제서야 경치가 눈에 들어온다. 강원도 북부 산의 장쾌한 산등성이가 눈 앞에 펼쳐진다. 높은 산의 파노라마를 가장 낮은 자세로 바라본다는 건 여러 의미를 각자에게 줄 것이다. 영화 <죽은 시인의 사회>에서 책상 위에 올라가 학생들에게 다양한 관점과 시각을 요구했던 키팅 선생님처럼 카누는 반대로 가장 낮은 관점을 선사한다. 아마 카누나 카약처럼 낮은 관점을 보여주는 아웃도어는 드물 것이다. 낮게 보면 산은 더 거대하고 커 보인다. 모두가 부지런히 노질을 하며 무인도를 향해 간다. 각자의 속도로 각자의 방향으로 열심히 노를 젓는다. 다들 자연의 압도적인 아름다움을 즐긴다. 꼭 말로 표현하지 않아도 느껴지는 감정이 있다.

무인도에 도착하자마자, 짐을 내려 야영 준비를 한다. 겨울은 해가 빨리 지기 때문에 부지런히 잘 곳과 먹을 것에 대비를 해야 한다. 사람이 살 수 없기에 무인도이다. 그 알량한 1~2평의 평평한 땅을 찾을 수 없다. 별 수 없이 기울어지고 좁은 곳에 각자의 텐트를 친다. 텐트를 치자마자 곧바로 저녁을 준비한다. 먹을 것을 보면 그 사람의 아웃도어 내공이 보인다. 먹을 준비를

하다가 한가지 제안을 해본다. 회사 동료다 보니 호칭이 서로 부담스럽다. 나이, 직급에 관계없이 영어 이름을 써 보기로 한다. 영어 이름은 뒤에 '님'자를 붙일 필요가 없다. 자연 속에선 서로가 동등하니 우리의 호칭도 동등하게 해보는 것이다. Paul, Daniel, Bob, William으로 각자 영어 이름을 소개한 후엔 저녁을 준비한다. 오랜 백 패킹 경험을 가지고 있는 Paul은 음식 준비와 요리를 담당한다. 준비에 들인 공을 생각하니 고마운 마음이 절로 난다. 주변에 우리만 있으니 음악도 크게 틀 수 있다. Daniel과 Bob은 드럼과 베이스 기타를 친다는 것도 알게 됐다. 각자의 음악 취향도 알게 된다. 모닥불을 피워 놓고 음악을 듣고 얘기를 하다 보니 마치 오랫동안 만난 사이처럼 편해진다. 노를 젓느라 다들 힘들었나 보다. 모두 일찍 잠자리에 든다.

새벽, 눈을 뜨니 파로호는 잔잔하다. 기대했던 물안개는 없다. 그래도 새벽 카누잉(Canoeing)을 포기할 수 없다. Paul과 Daniel이 미심쩍은 듯이 나가지만 이내 새벽 카누잉의 매력에 빠져든다. 사람들은 다른 듯 비슷하다. 이 아름다운 공간에서의 카누잉이 어찌 싫을 수 있을

까? 멀리 산 너머에서 여명으로 달려오는 해를 느끼며 카누를 타 본다.

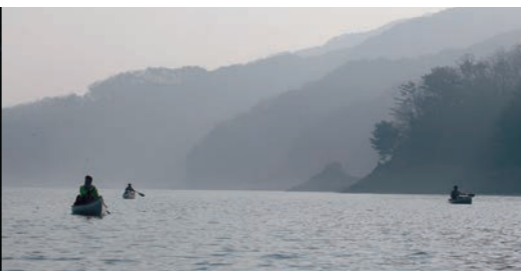
아침은 어제 저녁에 먹지 못한 식재료를 모아 Bob이 솜씨를 발휘했다. 가능하면 쓰레기 없이 돌아가게 먹어 치운다. 바람이 세지기 전에 돌아가기 위해 서둘러 짐을 정리해 카누를 탄다. 일찍 서둘렀지만 파로호의 악명 높은 바람이 불기 시작한다. 카누 경험이 적은 원정대는 속절없이 바람에 밀려 가고자 하는 방향으로 카누를 몰지 못한다. 바람에 밀려 고생하는 모습을 보면서도 도와주지 못한다. 스스로 이겨내야 한다. 돕고 싶어도 돕지 못한다. 화가 나고 욕이 나오는 것을 옆에서 묵묵히 지켜본다. 어차피 스스로 이겨내야 한다. 어제보다 2~3배의 시간과 힘을 쏟은 후에 모두가 선착장에 도착했다. 모두의 얼굴엔 고단함과 낭패감이 더해 이겨냈다는 성취감이 합쳐져 있다. 카누는 이론도 중요하지만 몸으로 익히는 게 최고다. 바람을 거슬러 오며 나아지는 노질을 보니 이들은 또 하나의 산을 넘고 성장하고 있었다. 고생을 성취로 승화시킬 수 있는 자만이 자연을 즐길 수 있다. 카누는 온전히 몸으로 자연을 즐기는 아웃도어이며 땀을 흘려야만 앞으로 가는 운동이다.

Paul _ 우리는 모두 '길'을 간다. 우리는 인생이라는 길 위에 있는 사람들이다. 아무도 가지 않는 길 위에 선다는 건 무섭고 떨리기도 하지만 그만큼의 설렘과 즐거움이 가득하다. 카누에 의지하며 자연이 빚어낸 길 위에서 자연에 대한 고마움과 인생의 길을 생각해 본다. 사랑하는 사람과 함께라면 그 길은 분명 설레고 행복한 길이 된다.

Leave No One Behind & Leave No Trace

Daniel _ 정말 정신 없고 뒤죽박죽이던 일상에 나에게만 집중할 수 있는 시간이 되었습니다. 바람에 밀려나는 어려움도 있었지만 중도에 포기할 수 없고, 스스로 헤쳐 나가야 하는 카누는 결국 해냈다는 성취감을 맛보게 해주었습니다. 정말 소중한 감사한 경험이었습니다

Bob _ 제가 도전한 모든 것들 중에 가장 임팩트가 큰 거 같습니다! 아무리 힘을 주어 노를 젓더라도 방향을 제대로 못 잡으면 목적지에 갈 수 없다. 카누 따위(?)에 인생을 배우다니. ^^
Leave No Canoeing Behind!



(주)오딘 설립 및 탈취시장 진출



BKT가 2월 13일 자회사(주)오딘(대표 임채형)의 법인설립 등기를 완료하고 탈취 시장에 진출했다. BKT는 2019년 9월 미국 시카고에서 열린 'WEFTEC 2019'에서 대구시, 미국 기업 BioLargo, BKT 미국 법인 Tomorrow Water와 함께 물 산업 발전과 한미 합작법인 설립을 위한 양해각서(MOU)를 체결했다.

(주)오딘은 BioLargo의 자회사 Odor No More의 대표 제품인 산업용 산화 탈취제를 국내에서 제조해 중국, 일본, 베트남 등 아시아 전 지역에 독점 공급한다. BioLargo는 미국 정부로부터 연구자금을 지원받아 최근 이슈가 되고 있는 PFAS와 AOS 등 지속가능한 수처리 기술을 개발하는 환경 엔지니어링 기업으로 4개의 자회사를 거느리고 있다. BioLargo의 자회사 Odor No More는 미국에서 산업용 탈취시장 부동의 1위 회사로 최근 오딘과 동일한 성분을 가진 향균 스프레이 제품 Clyraguard의 FDA 승인을 획득하고 방역시장에도 진출하고 있다.

창립 22주년 기념, 한마음 체육대회 개최

5월 22일, 창립 22주년을 기념하는 '한마음 체육행사'가 개최됐다. BKT는 환경 산업에 진출한 1998년 6월 1일을 창립일로 정하여 기념하고 있다.

전 임직원이 참여한 가운데 진행된 이날 기념식에서 5년, 10년, 20년 장기근속자들에게 감사패와 여행상품권이 전달됐다. 특히 최문진 경영총괄대표를 비롯한 20년 장기근속자 8명에게는 부상으로 언제든지 사용할 수 있는 1년 유급 안식년도 함께 주어졌다. 해마다 진행되는 '한마음 체육대회'는 농구, 탁구, 게임 등 다채로운 프로그램 구성으로 임직원들에게 휴식과 단합의 시간을 제공하고 있다.

'BKT WAY 컨퍼런스 콜' 진행



김동우 설립자의 'BKT WAY 컨퍼런스 콜'이 5월 11일부터 6월 22일까지 모두 7회에 걸쳐 온라인으로 진행됐다. 김 설립자의 제안으로 진행된 이번 'BKT WAY 컨퍼런스 콜'은 사무실뿐 아니라 거래처나 시공 현장에 출장 중인 직원들까지 차안이나 카페 등 다양한 장소에서 다양한 방식으로 참여하며 BKT WAY에 대한 높은 관심을 반영했다.

BKT의 가치체계이자 운영원리인 BKT WAY는 BKT가 지난 20여년 동안 수많은 위기를 극복하며 생존할 수 있었던 성공 DNA를 찾아 정립한 것으로 미션(A clean and beautiful world beyond waste)과 비전(Leave no one behind), 3대 핵심가치(차별화, 효율성, 책임정신)와 3대 핵심활동(마케팅, 이노베이션, 빌드업)으로 구성되어 있다.

김 설립자는 컨퍼런스 콜에서 세계가 직면하고 있는 COVID-19, 기후변화, 4차 산업혁명의 높은 파고를 BKT WAY의 내재화를 통해 함께 극복할 수 있다고 강조하고, 팀별로 BKT WAY에 입각한 사업전략을 수립하고 공유하는 시간을 가졌다.



환경의 날, 육군에 전한 수처리 노하우



6월 5일, 환경의 날을 맞아 육군본부 소속 환경과 관계자들이 BKT를 방문했다. BKT는 오수 적정처리 방법을 고민하는 군 관계자들에게 적용가능한 공법 및 주요 공법에 적용된 수처리 기술들을 소개하고 그동안 쌓아온 노하우를 전수했다. 관계자들은 오수처리 시설 관리를 획기적으로 개선할 수 있는 TMS 적용 방법과 음식물 쓰레기 등 유기성 폐기물을 활용한 에너지 생산기술에 큰 관심을 나타냈다.

군부대는 대부분 상수원 및 하천 상류에 위치하고 있어 오수의 적정처리가 절실히 요구되지만 그동안 미처리된 오수가 방류되어 하천 수질 오염을 가중시켜 왔다. 군은 BKT 방문이 선진 환경기술 도입으로 군 환경인프라를 개선하고 환경보호에 기여하는 계기가 될 것으로 기대감을 나타냈다.

나노 코리아 2020 참가



7월 1일부터 3일까지 일산 KINTEX에서 '제18회 국제 나노 기술 전시회(나노 코리아 2020)'가 개최됐다. 세계 3대 나노 융합 국제행사 중 하나인 나노 코리아 2020은 첨단 나노기술의 현주소와 미래 트렌드를 한눈에 확인할 수 있는 전시회다.

FMX팀은 나노 물질을 효과적으로 분리/농축/세정할 수 있는 FMX-B Auto 모델과 FMX-B5 모델을 선보이고, 100여 건의 상담 실적을 달성했다. 한편, 코로나 감염 확산에 맞춰 FMX팀이 준비한 산화 탈취제 오딘(Odin)은 방문 고객들로부터 좋은 반응을 얻었다.

구미시 가축분뇨 공공처리시설 준공



BKT의 BCS 공법이 적용된 구미시 가축분뇨 공공처리 시설이 6월 15일 준공됐다. 구미시는 관내 축산 약취 저감과 축산농가의 경쟁력 강화를 위해 하수처리장 내에 150톤/일 규모의 가축분뇨 공공처리시설을 설치했다.

국내 가축분뇨 공공처리분야에서 시장점유율 1위를 유지하고 있는 BCS(Smart SBR)는 고객맞춤형 공정 구성으로 소규모 하수처리시설부터 고농도 가축분뇨 공공처리 시설, 산업폐수 처리시설, 자원화시설에 이르기까지 다양한 수처리 분야에 적용되고 있는 기술이다.

COPHEX 2020 참가



BKT는 '나노 코리아 2020'에 이어 7월 28일부터 30일까지 일산 KINTEX에서 열린 제15회 국제 제약, 바이오, 화장품 기술 전시회(COPHEX 2020)에도 참가했다. FMX팀은 COPHEX 2020에서 미생물/추출물 농축과 세정을 한 번에 수행할 수 있는 FMX B 모델(Lab scale)과 B5(Pilot & Small scale)를 선보이고 고객들과 소통하는 시간을 가졌다.

2006년 개최를 시작으로 올해 15회를 맞은 COPHEX 2020은 해마다 4만여 명의 업계 관계자들이 참여하는 행사로 제약, 바이오, 화장품의 공정, 제조, 연구 개발 등 전 과정을 한 자리에서 살펴볼 수 있는 전시회다.

대한민국 우수특허 대상 수상



7월 14일, AMX®가 한국일보가 주최한 ‘제14회 대한민국 우수특허대상’에서 대상을 수상했다. 한국특허정보원과 한국특허전략개발원이 후원한 ‘2020 상반기 대한민국 우수특허대상’에는 총 310여개의 기업이 참여해 86개 기업/기관의 우수 특허기술이 최종 선정됐다.

AMX®는 생활, 전기/전자, 기계/건설, 생명공학/화학 등 4개 분야로 진행된 평가에서 생명공학/화학 부문 중 환경분야 대상을 차지했다. 심사위원단은 전문성, 경쟁력, 생산성, 지적재산권 등 기술성과 상품시장 마케팅, 품질 인증 경영 등 사업성 및 제품디자인과 브랜드 등을 종합적으로 평가했다고 밝혔다.

김동우 설립자, 글로벌 지속가능 혁신기업 리더 2년 연속 선정

김동우 BKT 설립자 겸 미국 법인 TW 대표가 2년 연속 ‘글로벌 지속가능 혁신기업 리더 100’에 선정됐다. 유엔 경제사회이사회 특별협의지위기구 UN SDGs 협회는 전 세계 주요 리더 2,000명, 주요 글로벌 기업 3,000개를 대상으로 ‘2020 글로벌 지속가능 리더·기업·브랜드 100 리스트’를 발표했다.

글로벌 지속가능리더 100에서 >혁신기업 리더에는 김동우 설립자를 비롯해 로즈 마카리오(Rose Marcario) 파타고니아 전 CEO, 팻 브라운(Pat Brown) 임파서블 푸드 설립자 겸 CEO 등 10명이 선정됐다. 김동우 설립자는 록시땅 설립자인 올리비에 보송(Olivier Baussan)과 더불어 2년 연속 선정되며 글로벌 리더로 자리매김했다.

UN SDGs 협회는 이번 글로벌 지속가능 리더·기업·브랜드 100은 “코로나 19 감염병이라는 전대미문의 큰 위기를 맞으며, 사람들의 일상과 제품을 구매하는 기준이 크게 달라진 것에 주목했다”며, “이러한 상황에서 향후 인류와 지구환경이 나아갈 방향을 가장 정확히 제시하고 미래를 선도할 지속가능 리더·기업·브랜드를 선정했다”고 밝혔다.

김해시 생림·상동 맑은물순환센터 증설사업 준공



김해시에 위치한 생림·상동 맑은물순환센터 증설사업이 7월 21일 나란히 준공됐다. 생림 맑은물순환센터는 BKT의 BCS와 BBF(총인) 기술을 적용해 하루 처리용량을 기존 500m³에서 1,100m³로, 상동 맑은물순환센터는 BCS와 vDAF(총인) 기술을 적용해 1,100m³에서 1,800m³로 각각 증설했다.

생림과 상동 맑은물순환센터는 이번 증설사업으로 하수 유입 확대에 따른 추가 유입 하수를 적정 처리함으로써 방류 하천의 수질을 안정적으로 확보하고 주민들에게 쾌적한 환경을 제공할 수 있게 됐다. BKT는 두 현장 모두 관거 정비와 완료되지 않고 성능 보증기간 동안 비가 많이 내려 유량 변동이 심한 상황에서도 시운전 기간 동안 BOD1 이하, SS 불검출, TN 1이라는 놀라운 수질 성능을 통해 높은 기술력을 입증했다.



서산시 자원순환형 바이오가스화 시설 준공



BKT의 폐수처리기술(BCS+VAF)이 적용된 서산시 자원순환형 바이오가스화 시설이 8월 25일 준공됐다. 가축 분뇨 100톤/일, 음식물 쓰레기 50톤/일, 분뇨 70톤/일, 하수 슬러지 100톤/일 등 유기성 폐자원 320톤/일을 통합 소화하여 바이오가스를 생산하고 폐수는 서산 공공하수처리시설로 연계 처리하는 시설이다.

이번 바이오가스화 시설 준공으로 서산시는 연간 11억 원에 달하는 운영비를 절감하고 서산 지역의 방류수 수질 및 퇴액·비 살포에 따른 악취 문제가 크게 개선될 것으로 기대하고 있다. 서산시는 그동안 하루에 발생하는 음식물 쓰레기 43톤 가운데 기존 시설에서 처리하지 못하는 20톤 가량을 민간에 위탁 처리하여 연간 9억 원을 지출하고, 기존 슬러지 건조화 시설에서는 LPG 가스비로 연간 2억 원을 지출해왔다.

녹색혁신기업 선정

BKT가 정부가 추진하는 ‘그린뉴딜 유망기업 100’ 프로젝트에서 ‘녹색혁신기업’에 선정됐다. ‘그린뉴딜 유망기업 100’은 그린뉴딜 3대 분야 중 하나인 ‘녹색산업 혁신 생태계 구축’을 위해 2개 부처가 공동으로 추진하는 사업이다. 환경부는 ‘녹색혁신기업’을, 중소벤처기업부는 ‘그린벤처’를 선정해 연구개발에서 사업화까지의 성장 전주기를 지원한다.



환경부는 총 21개의 ‘녹색혁신기업’을 선정했다. BKT는 차별화된 열가수분해기술(Draco)을 기반으로 한 유기성 폐기물의 에너지화 및 폐기물 감량화 사업이 그린뉴딜 정책에 부합하고, 혁신 성장에 대한 사업성을 인정받아 선정됐다. 녹색혁신기업으로 선정된 기업들은 사업화 지원 및 이와 연계된 연구개발로 3년간 총 30억 원을 집중 지원받아 녹색산업 혁신 성장을 이끌게 된다.

WEFTEC 2020 논문 발표

북미 최대 물산업 컨퍼런스이자 전시회인 ‘WEFTEC 2020’이 10월 5일부터 9일까지 WEFTEC 역사상 최초로 온라인 상에서 개최됐다. BKT 미국 법인 TW는 미국 미시간주 ARTP 하수처리장에서 수행한 Proteus+ 현장평가와 미국 서부 최대규모의 Hyperion 하수처리장에서 수행한 AMX® 현장평가 성과를 정리한 논문 2편을 발표했다.



TW의 Proteus+ 현장평가 논문은 BlueTech Research의 ‘주목해야 할 베스트 프레젠테이션 Top 10’에도 선정되며 초기우수 처리에 대한 높은 관심도를 반영했다. Proteus+는 미국 ARTP 하수처리장에서 1차 침전지를 대신하여 안정적인 SS(84%)와 BOD(81%), 대장균(45~78%) 처리 효율을 나타내 전통적인 하수처리와 달리 단일반응조에서 단 15분 - 20분이라는 짧은 체류 시간을 통해 고흡물뿐만 아니라 용존성 유기물까지도 최대 10mg/L까지 처리가 가능한 기술임을 입증했다. 이는 일반 하수는 물론 실제 초기우수(WWF)를 처리하며 오랜 기간에 걸쳐 입증해낸 결과다.

WEFTEC 2020에서 발표된 모든 내용은 녹화되어 1년 동안 온라인 공간에 전시된다. 참관 등록을 했던 사람들 중 개인적인 사정이나 프로그램 시간 중복으로 아쉽게 놓쳐야 했던 Technical Session과 Exhibition Booth를 언제든지 재 방문해서 둘러볼 수 있고 무한 반복 재생도 가능하다.

한편, ARTP 테스트 성과를 정리한 논문의 공동 저자이자 WEFTEC 2020 공동 발표자로 참여한 Joe Goergen ARTP 하수처리장 소장과 발주처가 임명한 3rd party evaluator인 Glen Daigger 미시간대학 교수, TW에서 Advisor로 활동하고 있는 강신조 박사는 Proteus+ 홍보영상 제작에도 참여했다. 세 사람 모두 수처리 분야에서는 세계적인 명망을 지닌 전문가들로, 장시간 현장에서 직접 확인한 Proteus+의 성능을 객관적으로 입증해 주었다.

UN SDGBI 글로벌 최우수그룹 2년 연속 선정

BKT가 '2020 UN 지속가능개발목표경영지수(SDGBI) 글로벌지수 최우수그룹에 2년 연속 선정됐다. UN SDGs 협회는 전 세계 3,000개 기업 중 300개 기업이 글로벌 지수에 편입되었으며, BKT는 28개 글로벌 기업과 함께 최우수그룹에 선정됐다고 발표했다.



2016년 이후 매년 발표되는 SDGBI는 세계 최초의 UN SDGs 기반의 경영분석지수로 2019년 유엔 본부 지속가능고위급 정치회담(UN HLPF)에 공식 소개되며 전 세계에 알려졌다. 또한 유엔 아·태경제사회이사회(UN ESCAP) SDG Help Desk의 지속가능경영 측정도구(Sustainable Business Tools and Methodologies)로 지정된 세계적인 공신력의 ESG 평가지표다.

BKT는 국내 환경기업으로서 유일하게 글로벌 지수에 편입되어 2년 연속 최우수그룹에 선정됐다. 이번에 글로벌 지수 최우수그룹에 선정된 주요 기업에는 세계 최대 반도체 기업 인텔, 세계 최대 IT·전자기업인 삼성전자, 마이크로소프트, 세계적인 컨설팅·회계법인 PWC를 비롯해 글로벌 금융 플랫폼 비자 등이 이름을 올렸다.

(주)오딘, 대구 국가물산업클러스터 입주

(주)오딘이 대구 국가물산업단지 입주했다. (주)오딘은 대구 물산업클러스터에 입주한 최초의 해외 합작법인으로 국가 물산업클러스터의 세계화에 기여할 전망이다. (주)오딘은 국내는 물론이고 중국을 비롯한 아시아 전역에 BioLargo 탈취 제품의 독점 제조 및 판매 권한을 보유하고 있다.



(주)오딘은 서울, 의정부, 안양 등 대형 하수처리장과 세종 등곡, 제주 서귀포 등의 음식물 처리장, 가축분뇨처리장 등에서 오딘(제품명)의 악취 제거 성능을 입증하고 판매를 시작했다. 또한 제품에 최적화된 탈취 장비와 AI 기술을 활용한 살포시스템을 KAIST, 모회사 BKT 등과 공동개발 중이며 대구시에서 진행 중인 음식물폐기물 자원화 연구 프로젝트에도 참여한다.

오딘은 하수처리장 등 환경기초시설, 축산농가, 산업체에서 발생하는 악취 제거에 탁월한 성능을 보여준다. 환경부는 이들 시설에서 악취로 인한 민원이 급증하자 오는 2028년까지 전국의 악취 민원을 2017년 대비 57% 감축하겠다고 발표했다. 오딘은 정부의 악취 감축 계획을 달성하는 데 큰 역할을 할 것으로 기대되고 있다.

(주)오딘은 BKT와 함께 아프리카 돼지열병과 구제역 등 축산 방역분야에도 진출해 '지속가능한 축산'에도 기여할 계획이다. 강력한 산화력을 갖는 요오드를 기반으로 하는 오딘은 냄새 제거와 동시에 병원성균과 바이러스까지 제거하는 살균력을 갖고 있어 축산농가의 가장 큰 골칫거리인 탈취와 방역을 한 번에 해결할 대안이다. (주)오딘은 현재 가축분뇨 분석을 통한 바이러스 조기진단 기술을 개발 중에 있다.

특허청 주관 하반기 특허대상 '세종대왕상' 수상



AMX®가 특허청과 중앙일보가 공동 주최한 '2020 특허기술상 시상식'에서 대상인 '세종대왕상'을 수상했다. 이번 하반기 특허기술상 심사에 오른 특허는 345건으로 29대 1의 높은 경쟁률을 보였다. 특허청은 AMX®의 대상 선정 이유로 "종래 기술 대비 산소 공급량 65%, 외부 탄소원 투입 100%, 슬러지 발생량 80%, 소요 부지 70% 감소 등 하수처리 유지관리 비용을 최대 80%까지 절감할 수 있다"고 밝혔다.

특허청은 특허기술상 수상자에게 상금과 함께 특허기술거래 컨설팅, 우선구매추천, 특허기술평가 지원, 지식재산 활용전략 지원, IP금융 등 발명장려사업 선정 시 우대 혜택과 사업화 및 마케팅 지원을 위한 수상 마크를 제공하고 있다.

AMX®, 국내 최초 환경신기술 인·검증 획득



AMX®가 가축분뇨와 음식물 폐기물 병화소화 이후 발생하는 폐수처리 적용실적을 바탕으로 국내 최초로 환경신기술 인증 및 기술 검증을 획득했다. BKT는 지자체의 하수처리장 운영비 부담을 줄이기 위해 2018년 3월부터 홍천 친환경에너지타운에서 가축분뇨와 음식물 폐기물 병화소화 이후 발생하는 폐수 처리에 AMX®를 적용하는 테스트를 진행하고, 이 데이터를 토대로 신기술 인증(2019.6)과 기술 검증(2020.12)을 획득하는 데 성공했다.



AMX®는 환경신기술 검증 평가기간 동안 평균 2.6 m³/d의 물량을 처리하여 이번 환경신기술 검증 획득으로 총 260 m³/d의 공사 실적을 인정받을 수 있게 됐다. 또한 「국가 당사자로 하는 계약에 관한 법률 시행령」 제26조 제1항과 「지방자치단체를 당사자로 하는 계약에 관한 법률 시행령」 제25조 제1항에 의거, 수의계약도 가능해져 AMX®의 국내 병화소화 폐수처리시장 진출에 청신호가 켜졌다.

'BKT Innovation Week 2020' 개최

BKT 전 임직원이 온라인으로 참여한 가운데 'BKT Innovation Week 2020'이 12월 21일부터 23일까지 개최됐다. 'BKT Innovation Week'은 한 해 동안 진행됐던 연구개발 과제 및 사업혁신 성과를 공유하고 다음 사업년도에 진행할 도전과제들을 발굴할 목적으로 마련됐다.



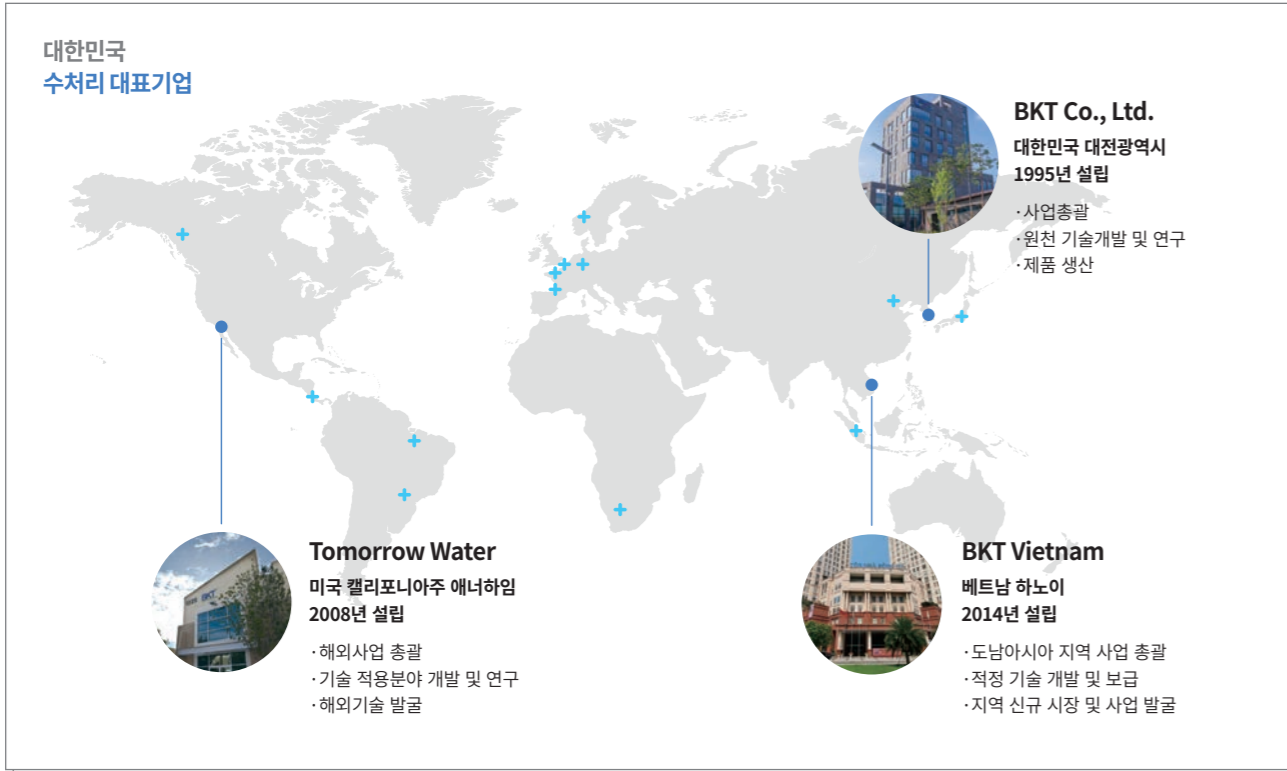
BKT는 이번 행사를 위해 2020년에 진행됐던 30여건의 연구개발과제와 시공, 영업, 기획 등 각 분야별 혁신사례를 대상으로 사내 기술평가위원들이 목표 대비 달성도, 사업화 기여도, 기술혁신성, 자원 투입 대비 효율성, 개량도도화 가능성 등 5대 지표로 사전 평가를 진행하고, 이 중 기술개발 우수사례 5건, 현장혁신사례 7건, 포스터 전시 10건, 그리고 도전과제 4건을 선정해 구두 발표와 포스터 전시 기회를 제공했다.

BKT는 매년 말 한 해 동안 진행한 연구개발 과제 및 사업혁신 성과를 공유하고 임직원의 노고를 격려하는 한편 신사업을 위한 도전과제 발굴을 위해 'BKT Innovation Week' 개최를 정례화할 예정이다.



ABOUT BKT

01. 법인 현황



02. 4대 전략 사업 영역



03. R&D

국내외 정부 R&D 과제

환경부, 산업통상자원부, 중소기업청 등 과제 수행

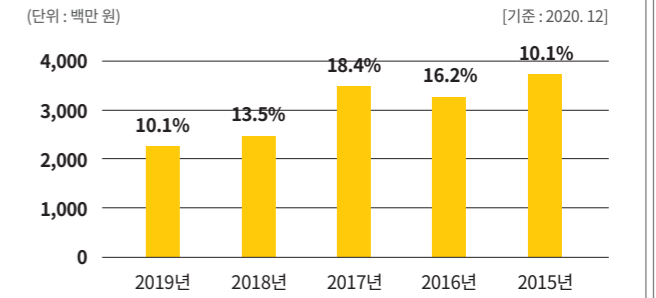
에너지기술평가원

- 도시·생활계 바이오메스 기반 바이오가스 생산 기술
- 안정성 및 효율 향상 실증 연구

미국 에너지성(DOE)

- "Advanced Treatment of Shale Gas Fracking water to Produce NPDES Quality Water" 등

매출 대비 R&D 투자비율 평균 업계최고 14%



04. 지적 재산권

국내외에서 입증된 혁신 기술 및 기업 경쟁력



05. HR (Human Resource)

업계 최고의 만파워 임직원 40% 이상 석·박사

