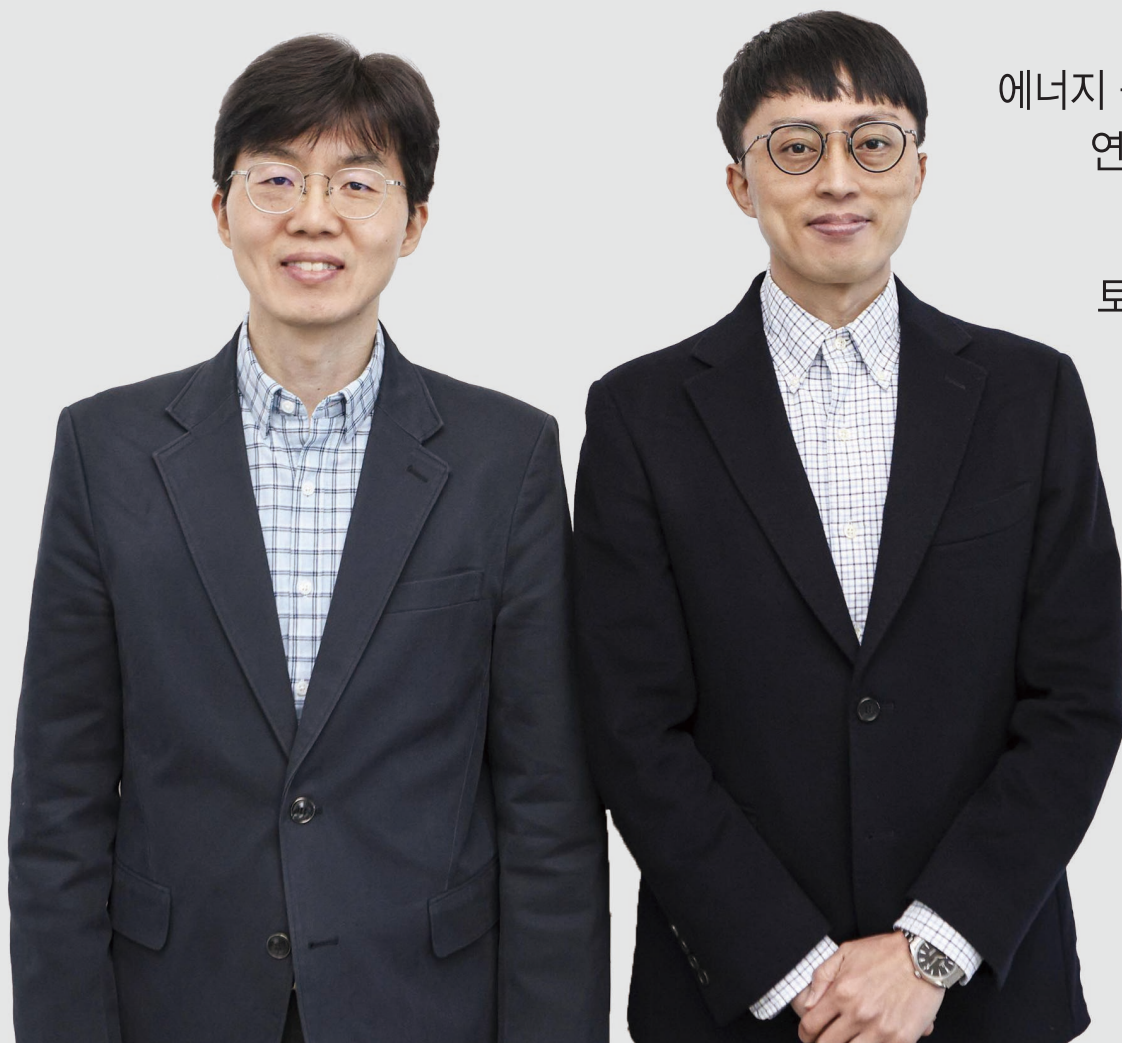


삼투, 이온교환, 축전식 탈염 공정의 보론 제거 성능 분석 (한국기계연구원)



에너지 공급형 하폐수처리장을 위한 미생물
연료전지 스케일 업의 최근 동향/전망
(전남대, 대진대)

토지이용형태에 따른 농업비점오염원
강우유출수 내 오염물질
유량가중평균농도의
통계학적 분석/고찰
(한밭대학교)

◀ 김유창, 임성일 (한국기계연구원)

3M

Liqui-Cel™
Membrane Contactors

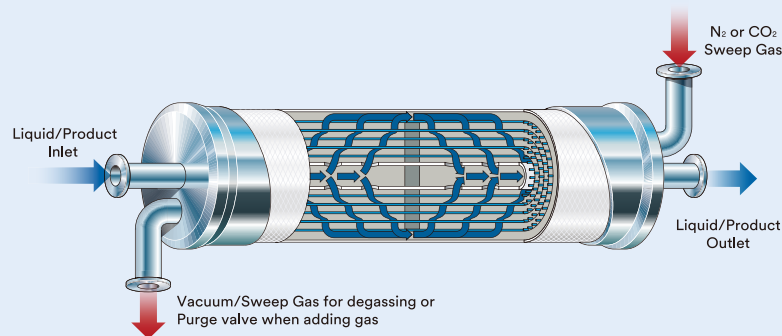
3M 멤브레인 탈기 기술은
경제적이고 효과적인 방법으로
액체 내 용존 가스를 제어 합니다.



한국쓰리엠주식회사

필터제품 사업팀
서울시 영등포구 의사당대로 82 하나금융투자빌딩 19층
TEL : 080-033-4114
http://3m.co.kr

QR코드를 스캔 하셔서
문의해 주세요.



멤브레인 탈기 기술 적용 분야

	발전소/보일러	전기전자	식음료	제약	산업용 잉크/코팅액
용존 O ₂ 제거	✓	✓	✓	✓	
용존 CO ₂ 제거	✓	✓	✓	✓	
CO ₂ / N ₂ 주입		✓	✓		
미세 버블 제거		✓			✓
용존 NH ₃ 제거	✓	✓	✓		
VOC 제거		✓	✓		

편집인의 말

JKSEE는 “J-K-SEE (제이-케이-씨)”로 불러주십시오.
JKSEE는 지금도 발전하고 있고 앞으로도 발전합니다.

코로나보다 강했던 대한환경공학회 학술대회

11월 들어 코로나 대응이 ‘코로나와 함께’ (우리 학회지는 가능한 한글을 쓰고자 노력합니다.)로 바뀌었습니다. 그 사이 2021년 대한환경공학회 학술대회가 성공적으로 치러졌습니다. 요즘 ‘성공적’이라 함은 많은 사람이 참여한 것보다 안전한 대회로 무사히 치러진 것입니다. 대한환경공학회의 철저한 방역과 회원들의 환경공학에 대한 열정이 코로나를 이긴 것입니다. 보이지 않는 곳에서 수고해 주신 많은 회원님의 수고에 박수를 보냅니다.

JKSEE가 『이달의 초점』과 『우리 환경기업』 새 판을 만들었습니다.

이번 호에 회원들의 자유스러운 기고문을 실는 『이달의 초점』과 우리 시대 환경보전의 역군을 담당하는 『우리 환경기업』을 소개하고자 새 판을 만들었습니다. 무엇이든 ‘판(版)’을 거듭할수록 새로워집니다. 또한, ‘판’은 뒤집을수록 새로움을 더합니다. JKSEE는 ‘판’을 계속 새롭게 하며 뒤집어 가겠습니다.

JKSEE는 ‘판’을 계속 새롭게 하며 뒤집어 가겠습니다.

이번 달도 3편의 소중한 논문을 투고해 주신 연구자와 귀중한 시간을 할애하여 논문심사를 해주신 9분의 심사자에게 다시 감사드립니다. **여러분들이 있기에 JKSEE가 우리 곁에 있습니다.**

2021년 11월
편집위원장 정승우(군산대)



부 편집위원장



이원태(금오공대)



주진철 (한밭대)



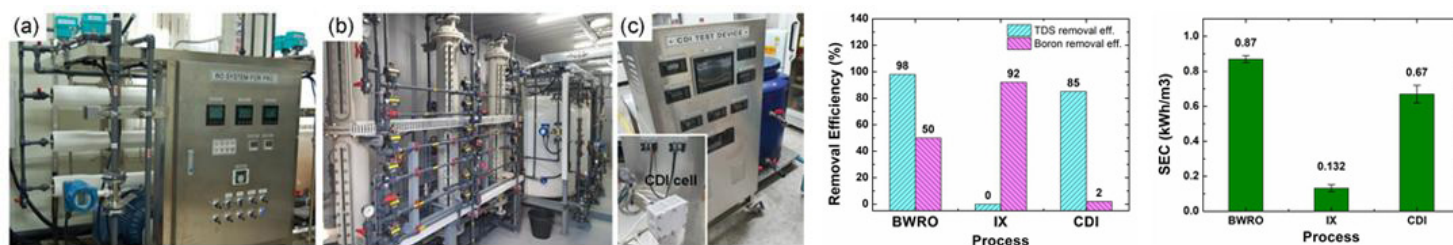
정석희 (전남대)



김상현 (연세대)

이달의 연구자

2021년 10월호 『이달의 연구』논문은 “역삼투, 이온교환, 축전식 탈염 공정의 보론 제거 성능 분석 (김유창 · 임성일 · 한방우 · 김상복 · 박인용 · 이진희 · 박대훈 · 홍기정)”입니다.



탄소 중립을 앞당길 수 있는 저에너지 해수담수화 기술 연구

대체 수자원을 확보하는 기술 중 해수담수화와 하폐수 재이용 기술은 기존의 수처리 기술보다 에너지 소비량이 큰 기술이어서 탄소중립을 위해 저에너지 해수담수화 기술이 요구되고 있다.

대부분의 역삼투 방식의 담수화 플랜트는 원수의 농도가 높을 때 해수용 분리막(seawater reverse osmosis membrane, SWRO)과 기수용 분리막(brackish water reverse osmosis membrane, BWRO)을 two-pass(2회 통과 방식)로 구성하여 사용하는데, 이렇게 분리막을 two-pass(2회 통과 방식)로 구성하여 사용하는 이유는 single-pass(1회 통과)로 처리해서는 생산수의 요구 수질을 맞추기 어렵기 때문이다. 특히 보론(boron)의 경우 낮은 배제율로 two-pass(2회 통과) 방식이 필요하다.

TDS가 35,000 mg/L인 해수 내 보론 농도는 대략 4.5 mg/L이며, 1st pass 보론농도는 대략 0.7~1.2 mg/L이다. '2회 통과' 역삼투 공정을 거쳐야 0.3~0.5 mg/L의 투과수를 얻을 수 있다. 보론에 대한 WHO 농도 기준은 현재 2.4 mg/L이하이지만, 담수화된 생산수가 사용되는 용도(음용, 경작용, 산업용 등)가 나라마다 다르며 작물에 따라 보론 대한 민감도가 달라 경작용으로 사용 시 생산수 보론 농도가 더 낮아야 한다.

본 연구에서는 BWRO 공정, 보론만 선택적으로 흡착하는 수지를 사용하는 IX(ion exchange) 공정, CDI(capacitive deionization) 공정이 해수담수화 공정의 2nd pass로 적합한지 여부를 분석하기 위해 각 공정의 보론 제거 성능을 실험하였다. 또한, 보론 제거 성능과 함께 가장 중요한 성능 지표인 에너지 소비량(specific energy consumption, SEC)을 분석하였다. 이러

한 실험적 분석과 함께 각 공정의 장/단점을 설계 및 운영 측면에서 비교하였다.

보론 제거 성능 측면에서 보면 검토된 세 공정중 IX 공정이 가장 우수한 것으로 보인다. 유입수의 pH를 조절하지 않아도 되며 수지가 파과점에 도달하기 전까지 안정적인 보론 제거율을 얻을 수 있었다. 다만, 보론만 선택적으로 제거하기 때문에 염소 이온의 추가 제거는 어려우며 재생을 위해 약품을 사용하여 재생폐액이 발생한다는 단점이 있다.

에너지 소비량 측면에서 보면 검토된 세 공정 중 IX공정이 가장 우수하였다. RO와 같은 가압형 공정이 아니며 CDI처럼 전기를 셀에 인가하는 공정이 아니기 때문에 에너지 소비량이 크지 않았다.

시스템 설비 측면에서 보면 RO공정은 분리막 세정 주기가 다른 공정보다는 길고 약품사용량이 상대적으로 적으며 관련 설비가 단순하며 운전이 용이하다는 장점이 있다. 상대적으로 CDI 공정과 IX 공정은 각각 전극 재생과 수지 재생 주기가 짧아 연속적으로 생산하기 위해서는 교대 운전이 가능하도록 설비가 구성되어야 한다.

역삼투식 해수담수화 공정의 2nd pass로 사용되기 위해서는 생산수가 사용되는 용도, 약품재생에 따른 환경문제, 설비 비용 등을 복합적으로 고려해야 한다.

본 편집위원회에서는 이 논문이 해수담수화의 문제점인 보론 배제율을 높이면서 저에너지 해수담수화 기술로 탄소중립을 앞당기고 있다는 점에 있어 '이달의 연구'로 선정하였습니다.

이달의 연구자



김유창

한국기계연구원에서 책임연구원으로 재직 중이며, 광주과학기술원에서 환경공학 석사, 한국과학기술원에서 바이오 및 뇌공학 박사학위를 취득하였다. 분리막 기반 해수담수화 및 폐수처리 관련 연구를 수행해 왔으며, 최근에는 해수담수화 후처리 기술인 보론 제거 및 미네랄 재보충 공정 연구를 수행하고 있다.

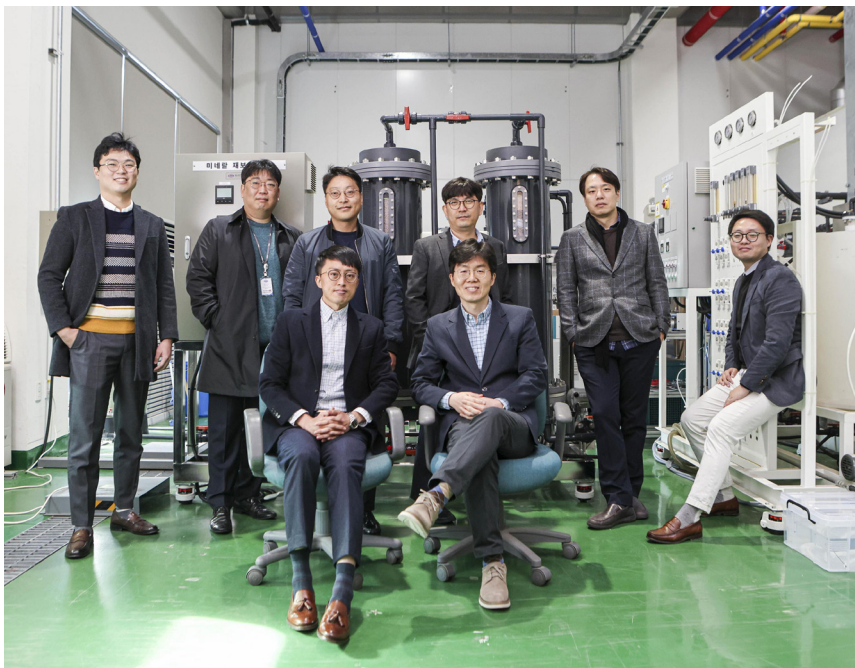


임성일

한국기계연구원에서 선임연구원으로 재직 중이며, 광주과학기술원에서 환경공학 석사, 호주 시드니공과대학교에서 토목환경공학 박사학위를 취득하였다. 해수담수화, 정수/폐수처리를 위한 고분자와 나노혼성 분리막 제조기술에 관한 연구를 수행해 왔으며, 최근에는 막 모듈 스케일업, 신개념 박막 제조기술 연구를 수행하고 있다.

이 달의 탐방 ...

한국기계연구원 환경기계연구실



맑고 깨끗하며 지속가능한 물과 대기를 만들기 위해 노력하는 환경기계연구실

한국기계연구원 환경시스템연구본부 내에 소속된 환경기계연구실은 물 및 대기 환경 문제를 해결하기 위한 국가 기간 기술 제공을 목표로 관련 분야 연구개발을 수행하고 있는 연구실입니다. 특히, 물환경 분야에서는 해수 및 폐수 처리 기술을, 대기환경 분야에서는 초미세먼지와 유해가스 처리 기술을 개발하고 있습니다.

지구온난화에 따른 기후변화는 수자원의 지역적 편차를 크게 증가시켜 해수담수화와 폐수재이용 기술의 적극적인 개발과 활용이 필요한 상황이 되었고, 그러한 처리과정에서 요구되는 막대한 에너지와 발생하는 다량의 환경오염물질이 새로운 문제로 대두되고 있는 상황입니다. 따라서 연구실내 **물환경을 연구하는 팀은 저에너지 해수담수화와 폐수재이용 공정의 개발과 유해농축수 배출을 최소화하기 위한 고효율 농축공정을 개발**하고 있습니다. 이를 위해 분리막을 기반으로 하는 “막분리 공정 및 시스템 설계 기술” 및 “평막 및 중공사막을 제조하기 위한 제막 기술”과 관련된 핵심 기술을 보유하고 있습니다. 또한, 역삼투식 해수담수화 공정의 후처리

공정으로 보론 선택적 레진을 사용하는 보론 제거기술과 방해석(calcite)을 이용하는 미네랄 재보충 기술도 개발하고 있습니다. 대기환경을 연구하는 팀은 **정전기 이용 초미세먼지/유해가스 처리 및 청정 환경시스템 기술, 초미세먼지 및 전구물질 동시 제거기술, 석탄 및 신재생 에너지 발전시스템 유해가스 처리기술 등을 개발하고** 있습니다.

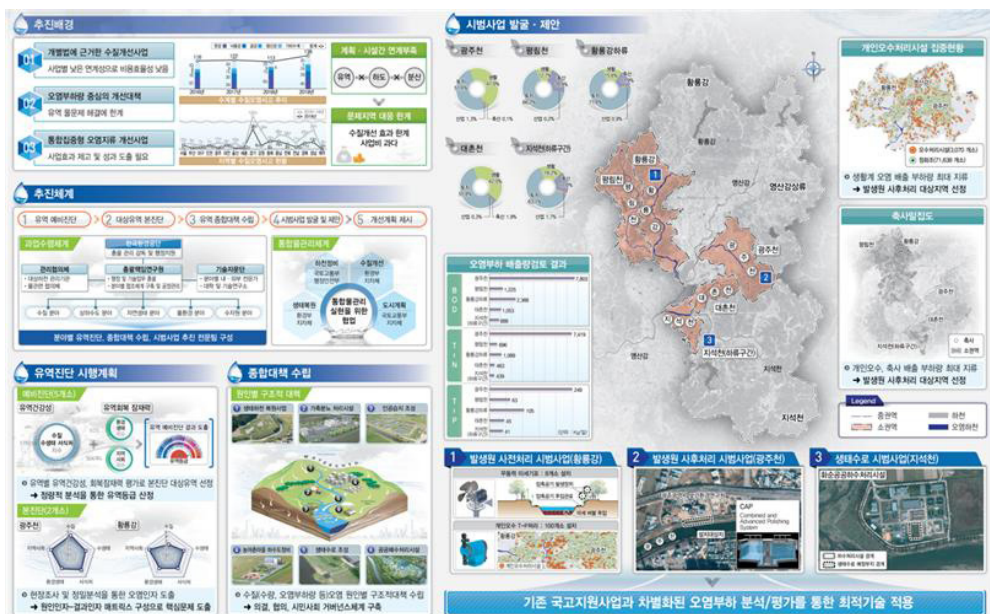
본 연구실은 기계공학, 환경공학, 화학공학, 바이오공학 등 다양한 전공의 박사급 18명과 석사급 5명 총 23명의 연구원이 다수의 다양한 정부부처 과제와 산업계 수탁연구를 수행하고 있으며 이를 통해 물 및 대기환경 문제 해결을 위한 국가 기간 기술을 개발하고 있습니다.

다가올 미래에는 인류의 지속가능한 생존을 위해 물과 대기의 양 및 질적인 향상이 반드시 요구되고 있는 상황이고, 더불어 물 및 대기환경 분야와 인공지능(AI), IoT, 디지털 기술 등과의 결합이 급격히 증가할 것으로 예상되기 때문에, 향후 이러한 융합기술 개발에 집중적으로 모든 역량을 기울일 계획입니다.

이달의 초점

(편집자 주: 회원들의 환경논평, 기고문, 연구 및 행사 추진 경과 기고를 환영합니다.)

기고문: 『영산강 권역 오염 우심 지류 지천 유역관리 방향』



〈그림 1. 영산강 권역 오염지류 유역진단 및 종합대책 수립(안)〉

지난 20년 7월 환경부의 기후변화·환경위기 대응 강화를 위해 깨끗하고 안전한 물관리 체계를 조성하겠다는 기조 아래 환경공단은 유역관리 최상위 계획인 “유역물관리 기본계획”에 수질, 수생태, 수량, 사회를 포괄하는 통합물관리 기반의 유역진단 제도를 도입하고자 유역진단 필요항목, 진단 방법, 항목별 연계 분석방안 등을 도출하는 “유역진단 매뉴얼”을 개발하였다. 유역진단 매뉴얼은 크게 예비진단, 본진단 및 사후평가

로 구성되어 있으며, 대상유역의 주요 오염원을 확인하고 이러한 오염원을 효율적으로 관리할 수 있는 수단을 제시하여준다. 환경공단은 21년 기준 한강, 영산강, 금강 및 낙동강의 4대 수계를 대상으로 총 21개의 오염지류에 대하여 중점관리 오염지류를 선정하고 대상 오염지류에 대한 유역진단 및 종합대책을 수립하는 용역사업을 추진하였다. 영산강 권역의 경우 3개 중권역(영산강 상류, 황룡강, 지석천)의 5개 오염지류 (황룡강 하류 등에 대하여 예비진단 및 본 진단을 수행하고 대응방안 및 시범사업안이 마련 중이다(그림 1).

특히, 영산강 권역은 중점관리 오염지류 종합대책을 수립함에 있어 건전한 물순환 달성을 목표로 “자연과 인간이 함께 누리는 생물의 물”이라는 비전을 가지고 다음과 같은 기본원칙을 준용하여 구조적·비구조적 대응방안을 수립 중에 있다 (그림 2).

- ① 유역 내 모든 시민이 공평하게 물을 이용할 수 있도록 하며, 자연환경 및 미래세대를 고려하여 수립되어야 한다.
- ② 환경보전·경제성장·사회발전의 조화와 균형을 이루면서 물순환 왜곡을 최소화하고, 물수요 관리, 대체 수자원 개발 등 다양한 방법을 통해 물순환 건전성을 회복하도록 작성되어야 한다.
- ③ 수량-수질-수생태, 상류-하류, 물 이용-물 공급, 토지이용-물관리, 지표수-지하수, 자연계-인공계 물순환, 생활-공업-농업용수 등 다양한 수준과 요소의 통합물관리 방향을 고려하여야 한다.
- ④ 기후변화로 인한 물관리 취약성을 최소화하며, 가뭄·홍수 등으로 인하여 발생하는 재해를 효율적으로 예방하기 위한 유역 단위의 통합관리방안을 포함하여야 한다.
- ⑤ 수생태계 개선 및 복원 등을 위해 종횡적 연결성 회복, 수질 및 유량관리 등의 방안을 제시하여야 한다.
- ⑥ 유역별 현황·특성·쟁점 등 유역 공동체의 물 가치를 반영하고 유역 주민을 포함한 다양한 이해관계자의 참여 및 폭넓은 의견 수렴을 통하여 수립되어야 한다.
- ⑦ 유역별 수요관리를 고려한 물 공급체계를 확립하고, 물 사용자와 오염원인자의 합당한 비용 부담방안 및 모아진 재원을 물관리에 활용할 수 있는 방안 등을 포함하여야 한다.
- ⑧ 유역 내, 유역 간 물 분쟁 발생 시 갈등 해소방안을 제시하여야 한다.
- ⑨ 물에 관한 시민의 이해 증진방안, 미래 인재 육성을 위한 학교 교육 및 사회교육 방안 등을 제시하여야 한다.



〈그림 2. 영산강권역 오염지류 대상 구조적 · 비 구조적 대응방안〉

강은 기본적으로 사람과 못 생명의 생존에 필요한 물의 공급원이며 현대사회로 오면서 농경과 산업의 용수공급 기능이 강화되어 왔으며, 또한 자연의 혜택을 생태계와 사람에게 공평하게 제공하고, 홍수·가뭄 등 자연의 위협을 완화하는 가교로서도 기능 하고 있다. 강에 살아가는 수많은 각종 생물은 생태계 서비스의 원천이 되고 있다. 강은 아름답고 자연스러운 경관 제공과 친수 공간, 역사성을 간직한 공간으로써 문화의 원천으로서 **영산강권역 오염지류에 대한 정확한 유역진단을 통한 최적의 구조적 및 비구조적 적정기술 적용을 통한 강의 생태성 및 자연성 회복**은 영산강의 생태적 기능 회복과 복원, 자연의 복원력 기반 순응적 복원, 자연과 사람이 공생 공존하는 새로 관계로서의 패러다임 전환이 될 것으로 기대가 된다.

(※ 글쓴이들이 알립니다. 본 고는 환경부 “4대강 수계 중점관리 오염지류 유역진단 및 종합대책 수립” 사업의 지원 및 환경부 “우리 강 자연성 회복 및 유역 물관리 종합계획 수립”을 활용하여 작성되었습니다.)

글쓴이



김극태

수원대학교 환경에너지공학과
교수
kkt38@suwon.ac.kr



김선일

(주) 이 산
환경SOC부 부서장
상하수도기술사
ksi2344@naver.com

종합건설부문

주거 및 도시개발사업의
앞선 역량으로
대 용도로
내일을 건설하다

레저부문

종합리조트부터
레이싱 서킷까지
국내 레저문화의
가치를 높인다

물류부문

첨단기술과 창조적 열정으로
앞선 물류네트워크를 구축하다

환경부문

혁신적인 수처리 기술로
친환경 비전을 선도하다

건설의 한계를 넘어서

태영의 창조본능

건설을 넘어 환경, 레저, 물류까지 태영의 가능성은 끝이 없습니다

TAEYOUNG

태영건설

46th
태영건설 창립 46주년
www.taeyoung.com

Life Value Creator
TAEYOUNG

Design, Detail, **DESIGN**

우리 환경기업

(편집자 주: 환경공학은 환경기업에 의해 실현됩니다. 우리의 환경기업을 소개해 나가겠습니다.)

	에코비트	Wholesome Solution For Our Earth
--	------	----------------------------------

1. 회사소개/자랑/위치 :

에코비트는 올해 10월 [TSK코퍼레이션](#)과 [에코솔루션그룹](#)의 합병을 통해 공식 출범한 국내 최대의 종합환경회사입니다. 사명인 에코비트(ECORBIT)는 환경(eco)과 지구의 궤도(orbit)의 합성어로, 미래를 위한 건강한 생태계를 구축하겠다는 목표를 담고 있습니다. 고객, 지역사회 그리고 협력업체와의 지속가능한 상생을 추구하는 환경 시스템을 만들어 지구가 궤도(orbit)를 순환하듯이 깨끗하고 건강한 선순환 구조의 미래 환경을 만들겠다는 것이 에코비트의 비전입니다.

2. 회사대표 제품/서비스 :

에코비트는 기존 [TSK코퍼레이션](#)의 강점인 수처리, 매립역량과 ESG의 강점인 소각 역량을 통합해 주요 폐기물 처리 및 재활용 사업을 한 회사에서 포괄적으로 수행할 수 있다는 점이 강점입니다.

3. 환경공학학생에게/회사 인재 상 :

변화를 적극적으로 수용하며 창조적이고 효율적인 투자와 도전을 하는 인재, 담당직무에 대한 최고의 전문지식과 역량을 갖춘 인재, 글로벌 경영속에서 폭넓은 세계관과 국제적 안목을 갖춘 인재 이 세 가지가 [에코비트](#)인의 핵심가치입니다.



(주)이앤켐솔루션
ENVIRONMENT&CHEMISTRY

(주)이앤켐솔루션

“Wastes to Clean Water, Air and Hydrogen”

1. 회사소개/자랑/위치 :

(주)이앤켐솔루션은 지난 2007년 설립되어 화학을 기반으로 환경과 에너지 분야에 활용할 수 있는 기술을 개발하고 있으며, 이를 바탕으로 **바이오가스(소화가스, 매립가스) 정제용 탈황제 및 폐수처리용 흡착제**를 제조, 판매하는 중소기업입니다. 2017년 포천용정산업단지로 신축 이전하여 매출 신장을 이루고 있으며, 이에 안주하지 않고 중장기적으로 자원순환사회, 2050 탄소중립 선언에 맞춰 다양한 폐기물 재활용을 위한 연구 개발 및 바이오가스 유래 수소생산 전처리 공정과 이산화탄소 분리용 흡착제 연구 개발을 수행하고 있습니다.

2. 회사대표 제품/서비스 :

당사의 DeHyS(디하이스)[®] 는 다공성 무정형 수산화철($\text{Fe}(\text{OH})_3$)을 기반으로 제조된 건식흡착제로서 바이오가스 내 황화수소 및 실록산의 동시 제거가 가능하며, 황화수소 제거율 99.9% 및 실록산 제거율 95% 이상(D5 기준)을 달성할 정도로 성능이 우수합니다. (특허 등록 제 10-1754953호, 성능인증서(10-ABI0175))

3. 환경공학학생에게/회사 인재상 :

환경공학 학생들이 기존의 환경오염 문제 해결을 위한 지식 습득을 넘어 **자원순환사회 및 2050 탄소중립의 비전을 달성하기 위한 창의, 융합능력**을 갖추면 좋을 것 같습니다. 우리 회사는 환경 문제의 원인을 분석하고 해결점을 찾기 위해 필요한 분석력과 대안 제시능력, **지속적이고 반복적인 실험을 수행하기 위한 성실성과 인내심**, 그리고 새로운 도전 분야에 아이디어나 대안을 도출해내는 혁신성을 필요로 합니다.

4. 이앤켐솔루션에게 대한환경공학회란? (또는 바라는 점) :

대한환경공학회는 회사의 한해 기술을 보고하는 연례행사이다. 정기적으로 참석해야 한해의 일부를 채운 것 같은 느낌이 들기 때문이다.



〈수도권매립지관리공사 매립가스 전처리 시설(3단계), 187,200m³/d, 2020년 8월 준공〉



〈탄천물재생센터 혐기성 소화가스 전처리 시설, 40,000m³/d, 2019년 12월 준공〉



01

소재 개발 분야

- * 공정폐기물 재활용 소재 개발
- 폐탈황제(FeS) 기반 촉매제 개발
- * 광산배수슬러지 기반 흡착제 개발
- 바이오가스 탈황제 개발
- 비소흡착제 개발
- * 신규 소재 개발
- 이산화탄소 분리용 흡착제
- 혐기성소화조 황화수소 저감용 첨가제

02

대기환경 분야

- * 바이오가스 전처리 시스템 개발
- 바이오가스 내 황화수소, 실록산 동시제거 흡착제/촉매제 개발
- 2단 열교환기를 이용한 바이오가스 제습 공정
- 일체형 건식 흡착 장치
- * VOC's 계열 악취 저감 시스템 개발
- 폐플라스틱 재활용 발생 악취 제거
- 하수 저류조 유래 악취 제거

03

수질환경 분야

- * 폐탄산화반응물 무정형 황화철 촉매제 적용 공정 개발
- * 광산배수슬러지 기반 탈황제 및 비소흡착제 적용 공정 개발
- * 혐기성소화조 내 황화수소 저감용 수산화철계 첨가제 적용 연구

편집위원회가 알리는 말

- 2021년 SCIE 내 JKSEE 인용 현황 (연말에 『국제 논문 인용 상』을 드립니다.)

No.	교신저자	소속	건수	SCIE
1	정승우	군산대학교	3	AppliedSciences–Basel
2				Chemosphere
3				Process Safety And Environmental Protection
4	정석희	전남대학교	2	Chemical Engineering Journal
5				Journal Of Water Process Engineering
6	김성신	부산대학교	1	Electronics
7	김진경	영산대학교	1	Int. J. Environ. Res. Public Health
8	김진경, 한상호	영산대학교	1	Sustainability
9	류기상	세종대학교	1	Sustainability
10	맹승규	세종대학교	1	Environmental Science–Water Research & Technology
11	박덕신	한국철도기술연구원	1	International Journal Of Environmental Research And Public Health
12	박성직	한경대학교	1	Appl. Sci.–Basel
13	배현균	계명대학교	1	Environ. Eng. Res.
14	백기태	전북대학교	1	Chemical Engineering
15	손정익	서울대학교	1	FrontiersInPlantScience
16	안대희	명지대학교	1	Environmental Engineering Research
17	안윤주	건국대학교	1	Comp. Biochem. Physiol. C–Toxicol. Pharmacol.
18	오정은	부산대	1	Environ. Pollut.
19	유재구	중앙대학교	1	Sustainability
20	이수범	경희대학교	1	Sustainability
21	이주영	KIST	1	Journal Of Cleaner Production
22	임경재	강원대학교	1	Sustainability
23	장희준	Portland State University Portland State Univ, USA.	1	Hydrological Sciences Journal–Journal Des Sciences Hydrologiques
24	정용욱	경상국립대학교	1	Membranes
25	최희정	가톨릭관동대학교	1	Environmental Engineering Research
26	한희섭	세종대학교	1	International Journal Of Environmental Research And Public Health
27	홍정구	경북대학교	1	Energie
28	Alejandro Vega–Muñoz	Autonomous University of Chile, Chile	1	International Journal Of Environmental Research And Public Health
29	Bai, Zhijian	Macau Univ Sci & Technol, Fac Hospitality & Tourism Management, Peoples R China.	1	Sustainability
30	Cai, Xiaoxi; Peng, Y	Hunan First Normal Univ, Peoples R China.; Eindhoven Univ Technol, Netherlands.	1	Int. J. Environ. Res. Public Health
31	Chandran, Karthik	Sharda Univ, India.	1	Sustainable Energy Technologies And Assessments
32	Hafiz Muhammad Faisal	Universiti Teknologi Malaysia ,Malaysia.	1	Aslib Journal Of Information Management
33	Kumar, Sachin	Sharda Univ, India	1	Sustainable Energy Technologies And Assessments
34	Li, Shi–Weng	Lanzhou Jiaotong Univ, Peoples R China.	1	J. Water Process. Eng.
35	Ong, Soon–An	Univ Malaysia Perlis, Malaysia.	1	Sustain. Energy Technol. Assess.
36	Pandit, Soumya; Bhatia, Shashi Kant	Sharda Univ, India.; 건국대	1	Sustainability
37	Ranganathan, Panneerselvam	National Institute of Technology Calicut, India	1	Biomass Conversion And Biorefinery
38	Rodriguez–Vazquez, R	CINVESTAV, Mexico.	1	Journal Of Environmental Science And Health Part B–Pesticides Food Contaminants And Agricultural Wastes
39	Savari, Moslem	Agr Sci & Nat Resources Univ Khuzestan, Iran.	1	Int. J. Disaster Risk Reduct.
40	Shujuan Zhang	Nanjing University, Peoples R China.	1	Chemical Engineering
41	Sonawane, Jayesh M; Prasad, Ram	Univ Toronto, Ctr Global Engn, Canada.; Mahatma Gandhi Cent Univ, India.	1	Fermentation
42	Xiaoqing Liu, Xihong Lu	Sun Yat Sen University, Peoples R China.	1	Electrochimica Acta
43	Zhao, Xianbo	Cent Queensland Univ, Australia.	1	Eng. Constr. Archit. Manag.
44	Zhongqing Wei	Tongji University, Peoples R China.	1	EnvironmentalScienceAndPollutionResearch



• 2021년 우수 논문심사자 현황 (연말에 『우수 심사자 상』을 드립니다.)

	성명	소속	심사논문편수
1	황유훈	서울과학기술대학교	8
2	조은혜	전남대학교	6
	프라카시 가우탐	군산대학교	6
3	김준범	University of Technology of Troyes, France	4
	신승구	경상국립대학교	
	전강민	강원대학교	
	채규정	한국해양대학교	
4	Rishikesh Bajagain	군산대학교	3
	Tirath Raj	연세대학교	
	김진식	환경부 국가미세먼지정보센터	
	안용태	경상국립대학교	
	오현석	서울과학기술대학교	
	정상현	부산대학교	
	조경화	울산과학기술대학교	

편집위원장 및 부편집위원장 심사 현황

*우수심사자 수상 대상에서 제외

편집위원장	정승우	군산대학교	5
부편집위원장	김상현	연세대학교	11
	이원태	금오공과대학교	10
	정석희	전남대학교	7
	주진철	한밭대학교	5

이달의 초점

회원들의 환경논평, 기고문, 연구 및 행사 추진 경과 기고를 환영합니다.

대한환경공학회지(JKSEE)는 가능한 한글을 쓰겠습니다.

With Corona → ‘코로나와 함께’, 이달의 이슈 → ‘이달의 초점’, 이달의 퀴즈 → ‘이달의 질문’, 쿠폰 → ‘이용권’으로 바꾸었습니다.

독자공간



이달의 질문

추첨하여 아메리카노 이용권을 보내드립니다.

이달의 탐방 한국기계연구원 환경기계연구실에서 하지 않는 연구는?

- ① 저에너지 해수담수화 ② 슬롯 잭팟 ③ 미세먼지 제거 ④ 미네랄 보충

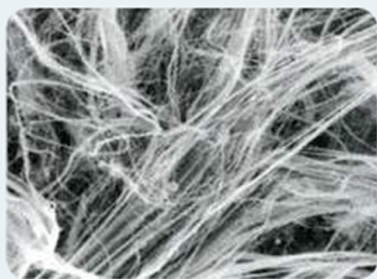
정답을 12월 15일까지 ksee@kosenv.or.kr로 성함, 소속, 휴대 전화 번호를 보내주시면 추첨하여 아메리카노 1잔 이용권을 보내드립니다.

교육·홍보위원회

기획 : 김종오(교육·홍보위원회 위원장, 한양대학교)

석면 바로알기

현미경으로 관찰한 석면섬유



‘석면’(石綿)은 돌(石)이지만 솜(綿)처럼 가볍고 부드러운 물질이라고 해서 붙여진 이름이다. 석면은 하나의 광물을 뜻하는 단어가 아니고 비슷한 특성을 지닌 섬유 모양을 한 광물들을 통틀어 부른다. 석면을 현미경으로 관찰해 보면 섬유가닥처럼 보인다. 이 석면 섬유가닥은 머리카락의 약 1/5,000 정도로 매우 가늘다(석면 섬유 지름 약 0.02 μ m).

석면은 영어로 에스베스토스(Asbestos)라고 한다. 이는 그리스어에서 유래했는데, A는 ‘~이 아니다(not)’, sbestos는 ‘소멸된다(destructible, extinguishable)’는 뜻을 지녀서 석면은 곧, ‘소멸되지 않는 물질’이라는 뜻이 된다. 자연에만 존재하는 광물이며 화학적으로 안정적인 구조를 갖고 있기 때문에 열과 화학약품에 강하다. 불에 잘 타지도 않는다. 전기가 잘 통하지 않고 잘 닳지도 않는다. 또한 증발하지 않고 물에도 녹지 않는다. 썩지도 않고 변질되지도 않는다. 게다가 자연에서 쉽게 얻을 수 있어 값도 매우 싸다. 이런 석면은 어떻게 생겨나는 것일까? 지금까지도 석면을 인공적으로 만들 수 있는 기술은 없다. 석면은 다만 암석틈으로 들어온 마그마와 접촉한 암석이 고온 고압의 환경에서 전혀 다른 성질을 가진 광물로 변하면서 생겼을 것이라고 추측된다. 석면은 무늬와 색 등에 따라 6가지 종류로 구분되는데, 어느 종류이던 기본적인 화학구조는 $Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$ 이다. 6가지의 석면 중 백석면, 청석면, 갈석면이 제일 많이 사용되며 사람의 몸에 해로운 정도는 청석면이 가장 크고, 다음으로 갈석면, 백석면 순이다.

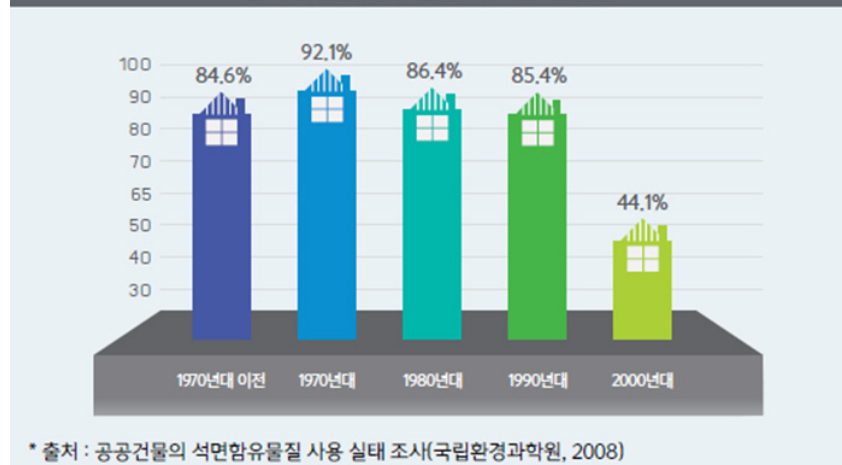
역사적으로도 석면은 다양하게 사용되어 왔는데 고대 그리스에서 의류나 램프 심지를 만드는데 사용하거나 이집트에서는 파라오의 수의를 만드는데 석면을 사용했다는 기록이 있다. 시간이 지나 중세에 들어서도 석면은 계속 사용되었다. 석면을 사용하면 갑옷의 보온성을 높일 수 있는 까닭에 갑옷을 만드는데 아주 중요한 재료로 사용되었다. 근대에 들어서는 석면이 본격적으로 이용되기 시작했다. 주로 마찰재와 단열재로 사용되었으며 특히 두차례의 세계대전 당시 군용 단열재로 사용되면서 생산이 급증했다. 우리나라에서도 석면 채광이 이루어졌으며 20세기 초에 들어서는 석면을 시멘트와 섞어 슬레이트처럼 가볍고 열에 강한 건축자재들로 이용되기 시작하였다.

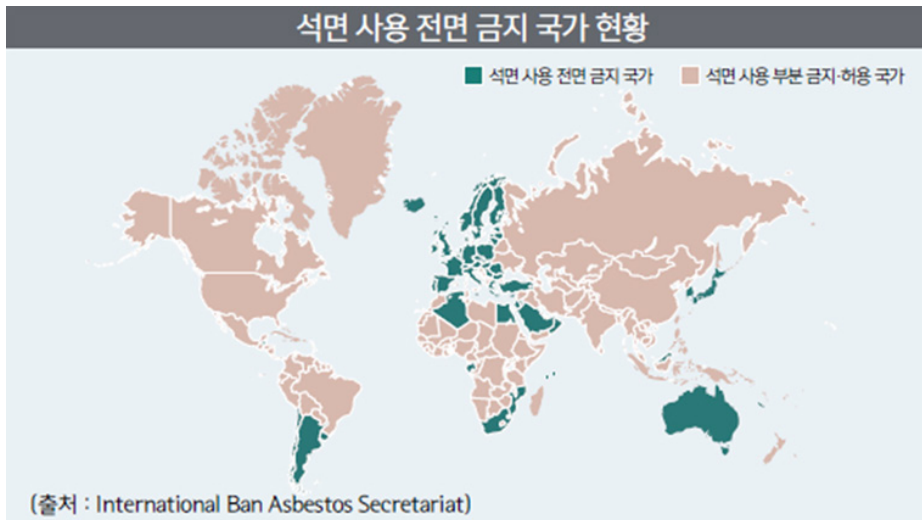
이러한 석면의 사용은 1970년대 이후 석면의 해로움이 전 세계적으로 밝혀지면서 급격히 제한되기 시작했다. 우리나라에서도 1990년 유해물질로 규정하면서 사용이 급격하게 줄었고 2007년 이후부터는 석면 함유량이 제품중량의 일정 비율 이상 함유된 마찰재 등의 제품의 제조·사용 및 수입을 전면 금지하였다.

우리가 보통 숨을 쉴 때 몸 안으로 들어온 먼지는 코털이나 기관지 섬모에서 걸러지고 가래로 배출되어 폐 안으로 들어가지 못한다. 그러나 지름이 2.5 μ m 이하인 석면 조각은 폐 안으로 들어가 폐포(허파꽂리)까지 도달할 수 있다. 폐포에 일반적인 먼지가 들어오면 이물질에 대한 공격과 청소를 담당하는 폐조직의 대식세포(macrophage)가

활동하기 시작한다. 대식세포는 먼지를 먹어서 소화분해하거나, 먼지를 먹은 상태로 점막이나 림프관 등 다른 장소로 옮긴다. 이와 같이 일반 먼지의 경우에는 폐 안으로 들어오더라도 우리 몸이 어느 정도는 스스로 정화할 수 있다. 하지만 석면 같은 광물질은 먼지와 달리 광물 먼지가 세포막과 접촉할 때 막이 손상된다. 석면은 산이나 알칼리 등에도 부식되지 않기 때문에 반영구적으로 우리 몸속에 남아 계

건축시점별 공공건물의 석면 검출률





속 손상을 준다. 특히 석면섬유의 경우 길이가 길어 하나의 대식세포로는 석면섬유를 제거하기 어렵다. 오히려 석면섬유를 감싸는 과정에서 대식세포가 손상을 입게 된다. 또한 석면은 대식세포가 분비하는 효소에 파괴되지 않는다. 석면 소체는 폐뿐만 아니라 편도와 흉부 및 복부의 림프마디, 흉막, 복막, 간, 췌장, 비장(지라), 신장(콩팥), 부신, 소장 등에서도 검출된다. 이렇게 우리

몸에 남은 석면소체는 수십년의 잠복기를 거쳐 석면폐증, 폐암과 악성중피종, 흉막비후와 같은 질병을 유발한다.

그러나 발암물질로 분류되었다고하여 지나친 공포심을 갖기보다는 석면에 대한 정확한 정보를 바로 아는 것이 필요하다. 한번만 노출되어도 석면질환에 걸릴 수 있다고 인식되고 있는 경우가 많은데, 짧은 시간 동안에 수백억 개의 석면섬유를 들이 마시는 경우가 아니면 단 한 번의 노출로 석면 질환에 걸릴 가능성은 거의 없다. 특히, 우리나라에서는 석면 사용을 금지하고 있고, 이미 사용된 석면도 안전하게 관리하고 있어 석면섬유를 대량 흡입할 가능성에 대해 지나치게 걱정할 필요는 없다. 또한, 자연발생석면(지질작용 등 자연활동으로 인하여 토양 또는 암반에 붙어 있는 석면)을 파악하기 위해 2010년부터 지질도를 작성하고 있으며, 이 지질도는 지방자치단체와 환경청에서 확인할 수 있다. 추가적으로 환경부나 광역지방자치단체는 지역별로 석면으로 인한 위해성의 정도를 조사할 수 있다. 위해성이 클 것으로 판단되는 경우에는 환경부가 그 지역을 “자연발생석면 관리지역”으로 지정하고 “자연발생석면 관리지역”에서 개발이 진행될 경우 광역지방자치단체는 주민의 건강관리와 피해 예방을 위해 석면안전 관리계획을 수립하고 시행하여야 한다. 폐석면광산 주변과 석면함유가능지역의 토양·지하수 등에 대한 정밀조사도 지속적으로 시행되고 있다. 정밀조사 결과, 석면의 위해성이 확인되는 경우 오염토양 정화 사업을 실시한다.

관리가 지속적으로 이루어지고 있지만 혹시 건물에 석면이 사용됐는지 의심이 된다면 “석면관리종합정보망(<http://asbestos.me.go.kr>)”에서 석면조사 의무대상 건축물의 석면조사 결과를 확인할 수 있다. 또한, 석면이 사용된 건물을 수리하거나 철거할 때는 석면이 함유된 자재가 부서지지 않도록 작업하여야 하며, 작업 중에 습윤제를 사용하여 석면 가루가 날리지 않도록 해야 한다. 석면 철거 작업이 있을 경우 밀폐 공간에서 작업을 하는지 확인한다. 만약 석면 함유 자재를 마구 철거할 경우에는 시·군·구청이나 노동부 근로 감독관 등에게 즉각 신고할 수 있다. 혹시라도 석면 철거 현장과 같은 곳에서 석면 가루를 흡입한 사람이 있을 때에는 그 사람을 우선 오염되지 않은 곳으로 즉시 옮겨야 한다. 만약 호흡을 하지 않을 경우 인공호흡을 하고 즉시 의사의 치료를 받도록 해야 한다. 눈이나 피부가 노출되었을 경우에는 오염된 의복과 신발을 벗고 즉시 15분 이상 비누와 물로 씻어내고 내원치료를 받도록 한다. 오염된 의복과 신발은 재사용하기 전에 철저히 세탁해야 한다. 석면에 노출된 사람은 정기적으로 건강검진을 받아야 하며, 폐렴과 독감 예방 접종을 받아 폐질환이 걸리지 않게 조심해야 한다.

〈출처〉

환경부석면소책자 2016.5

공공건물의 석면함유물질 사용 실태 조사(2008) 국립환경과학원

기획위원회

기획: 강석태(기획위원회 위원장, KAIST)

Water Industry Technologies & Market Insights No. 8

저자 : K-water연구원 스마트워터연구소

하수로부터의 수소 생산: 호주의 수소경제 마스터플랜- Hydrogen from wastewater: NSW's economic masterplan (GWI 9월호, p.37)

◎ 호주 NSW주의 그린 수소 생산 허브 구축을 위한 계획

- 8월 NSW(New South Wales) 주(州)정부 회의에서 수소 생산 허브 구역(신재생 에너지 발전 및 폐수처리장 건설)의 지정을 통한 수소 경제 계획을 발표- 그린수소 계획의 일부로써, 새로운 상업지구 및 산업 기반 시설을 위한 전용 구역을 '특별 활성화 지역'(special activation precincts)으로 설정
- 현재 호주의 수소 생산은 화석연료 공급 및 처리 과정에서 발생하는 그레이수소로써, 1년에 약 65만톤의 생산에 그치고 있지만, 그린수소 허브 로드맵에 따르면 향후 10년 이내 NSW주에서 국가 전체 생산량의 약 40배에 달하는 2500만톤/년의 수소 생산을 목표로 설정
 - * 그린수소 : 수전해를 통해 수소를 생산, 신재생 에너지로부터 발생된 전기 에너지를 사용
 - * 그레이수소 : 화석연료를 활용하여 수소를 생산, 이산화탄소를 배출(1kg H₂생산 시 10kg 배출)
 - * 블루수소 : 화석연료를 활용하여 수소를 생산하지만 CO₂ 포집기술을 적용, 탄소 배출을 억제



◎ NSW주 정부 및 DEPI 차원의 지원

- NSW주의 DEPI(Department of Planning, Industry and Environment)는 '대량 수소 생산'을 위한 그린수소 허브 계획의 핵심은 수자원을 공급할 수 있는 다수의 하수처리장이라고 밝힘
- DEPI에 따르면 5월부터 해당 계획 출범을 위해 산업계 구성원과 협력 중이며, 최종 적용 및 평가 기준 확립 단계로, 수개월 내에 해당 프로젝트가 시작될 예정
- NSW주 전역에서 수소 산업이 성장함에 따라, 이를 위해 그린수소 생산 허브 프로젝트는 수소 생산을 위한 저렴하고 지속 가능한 물 공급원으로 하수처리장의 처리수를 활용 예정
- NSW주 정부의 DPIE는 수소 허브 프로젝트의 개발과 확대를 위해, 최근 하수 시설 사업자를 포함하는 수소 협업 플랫폼을 출범
- 올 10~11월 중 수소생산 허브를 위한 전략이 개시되며, NSW주가 수소 산업 성장을 적극 지원하여, 그린수소 생산의 주역이 될 것임을 천명

◎ 한국 정부의 수소경제 계획 및 규모

- 한국 정부는 2019년 수소경제 활성화 로드맵(‘19.1.17.)을 통해, 현재 생산되는 부생수소 5만톤으로 수소경제 사회 준비 물량으로 활용하며, 대규모·거점형 수소생산기지를 구축할 것이라고 발표
- 2040년까지 526만톤/년으로 공급량을 확대시키며, 19년 1조 규모이던 수소경제 시장 규모는 22년 16조원, 2030년 25조원, 2040년 43조원으로 증가할 것이라고 전망

◎ 시사점

- 호주는 세계 4위의 갈탄 생산국이며 천연가스 매장량이 많아 수소 생산에 유리한 지리적 장점을 보유하고 있으나, 이는 수소 생산 과정에서 탄소를 배출하는 그레이수소로 탄소중립 아젠다에 부합하지 않음
- NSW주 정부의 그린수소 생산 허브 계획은 신재생 에너지 생산 단지와 하수처리장의 결합을 통한 수소 생산 전략으로 탄소 중립 이행 가능성이 매우 높음
- 그러나, 수소 생산 시 사용하는 용수는 정제수(초순수)로 높은 수준의 하수처리가 요구될 것으로 보여지며, 이제 따르는 하수 처리 비용 상승 및 원수에 의한 기술적 극복 사항 등의 추적 관찰이 필요할 것으로 예상됨



학회소식

2021 대한환경공학회 국내학술대회

명칭	2021 대한환경공학회 국내학술대회
기간	2021년 11월 3일(수) ~ 5일 (목) / 3일간
장소	제주 신화월드
주제	탄소중립시대를 준비하는 미래환경공학기술
주최	(사)대한환경공학회
후원	제주컨벤션뷰로, 한국과학기술단체총연합회, 한국수자원공사, 에코비트, 에코니티, 테크로스, (주)태영건설, 금호건설(주), 코오롱글로벌(주), GS건설(주), 빈텍코리아, (주)부강테크, 포스코건설, (주)그린기술, 주원, 환경에너지솔루션(주), 디엘이앤씨, (주)태성종합기술, 해성엔지니어링, 환경시설관리주식회사, (주)에스지알테크
주요행사	개회식, 기조강연, 구두 발표, 포스터 발표, 특별세션, Capstone Design, 경품추첨 등
기조강연	김갑수((주)이산 상임고문) ‘한·일 하수도역사의 변천과 미래’
두산연강학술상 시상식	대상: 안윤주(건국대) 우수상: 최성득(UNIST), 홍승관(고려대)
경품추첨	1등: 전강* (강원대) 상품: 갤럭시Z 플립3
등록 및 발표	등록자수: 1,485명 발표논문수: 918편



〈고석오 회장의 개회사〉



〈김갑수 고문의 ‘한·일 하수도역사의 변천과 미래’ 특강〉



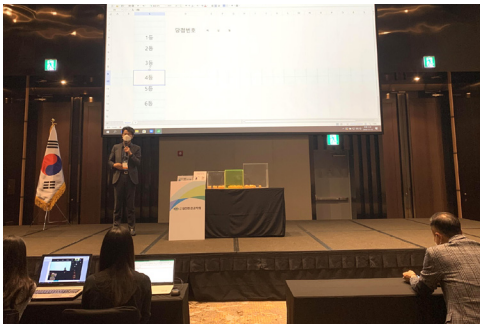
〈두산연강환경학술상 시상〉



〈좌장 및 발표자 사진〉



〈발열체크 및 제주안심코드 등록〉



〈폐회식 및 경품 추천〉

2021년 5차 확대이사회 개최

2021년 11월 4일(목) 제주신화월드 랜딩컨벤션센터 랜딩볼룸A에서는 5차 확대이사회 회의가 개최되었다. 36명 참석 및 25명 위임으로 이사회가 성립되었으며, 총무, 재무, 상임위원회 업무보고가 진행되었다. 신입회원 및 종신 회원 총 405명에 대한 인준이 진행되었다.

2021년 2차 물환경정책포럼 개최

2021년 11월 3일(수), 대한환경공학회 물위원회에서는 ‘탄소중립 지향을 위한 물환경정책 현황 및 필요성 도출’이라는 주제로 2021년 2차 물환경정책포럼을 개최하였다. 오프라인 & 온라인 비대면 포럼으로 진행되었으며, 대한환경공학회 외에 10개의 학회에서 공동으로 주관하였다. 고석오 학회장의 인사말이 있었으며, 박재현 환경부 물환경정책국장의 개회사가 있었다.

테크로스 워터앤에너지

환경산업의 내일을 만든다

국내외 순수·조순수급 산업용수 공급, 하폐수처리, 하수재이용 등의 수처리 사업과 폐기물 처리 및 에너지화, 대기오염 방지 사업, 신재생에너지 사업의 사업개발·파이낸싱·설계·시공에 이르는 통합 솔루션을 제공합니다.

■ 산업용수

- 공업용수 공급
- 순수 & 초순수 생산
- 해수담수화 생산
- 상수관망 구축

■ 하폐수 처리

- 하수 처리
- 폐수 처리
- 하폐수 재이용
- 하수관로 구축

■ 폐기물 처리 및 에너지화

- 폐기물 소각 & 발전
- 매립지 조성 & 복원
- 유기성 폐자원 처리
- 토양 정화

■ 신재생에너지

- 태양광 (PV)
- 에너지 저장장치(ESS)
- 연료전지

■ 대기 오염 방지

- 사이클론
- 스크러버 & SDR
- 활성탄 흡착탑
- 백필터 & 바이오 필터
- RTO & RCO

TECHCROSS
테크로스 워터앤에너지
www.techcross.com