

신진 연구자 소개

Introduction of Young Researchers

이번 호의 이슈레터에서는 한국물환경학회-대한상하수도학회 통합 미래위원회의 신규 위원 또는 위원으로부터 추천을 받은 신진 연구자를 소개하고자 한다.

이번 호의 이슈레터 소개 대상자는 아래와 같다.

(이름순으로 가나다순 정렬)

김혜원 박사후 연구원 / 한국과학기술연구원 물자원순환연구단

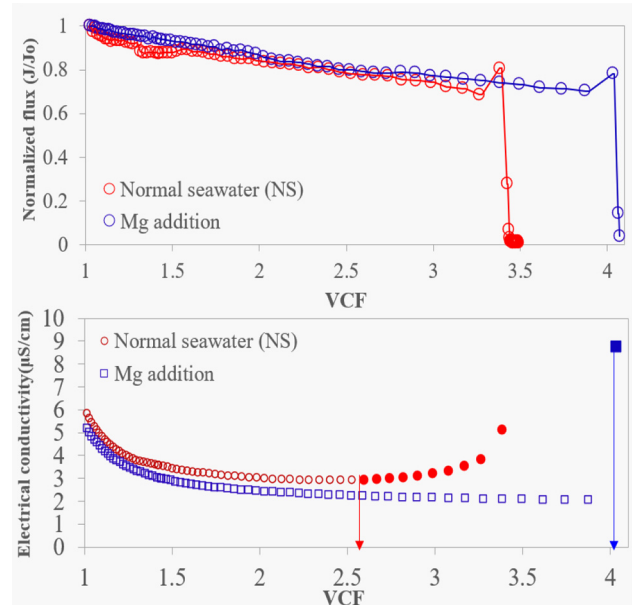
박새롬 전임연구원 / 한국건설기술연구원 환경연구본부

이종근 선임연구원 / 고등기술연구원 플랜트공정개발센터

최오경 연구교수 / 고려대학교 환경시스템공학과

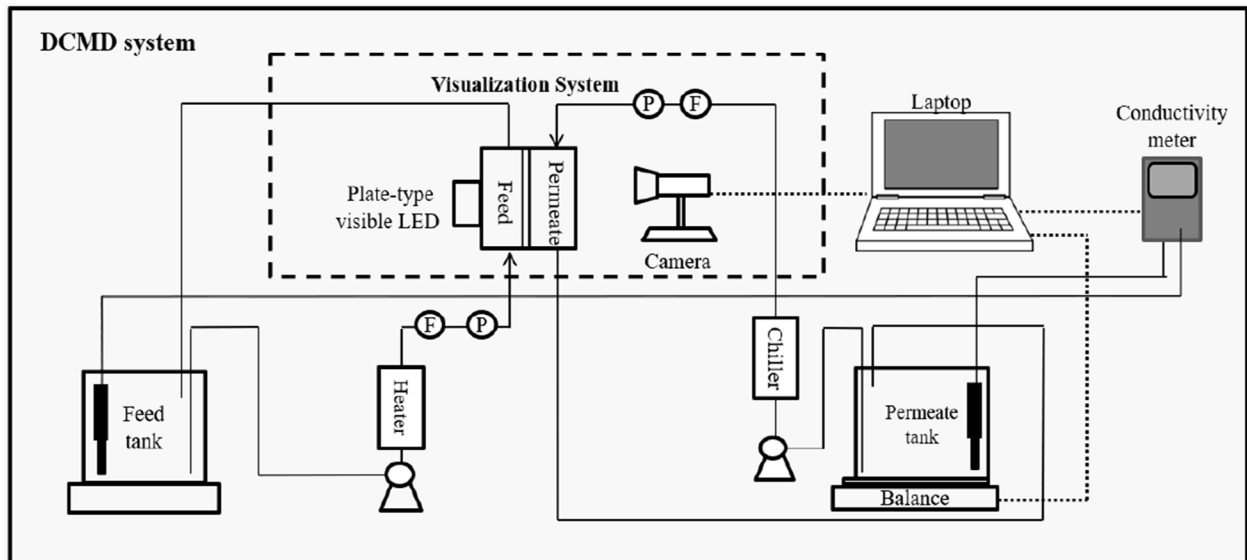
한국과학기술연구원

본 연구자는 막증발 공정에서 발생하는 막오염 및 막젖음 현상을 분석하고 제어하는 연구를 중점적으로 수행하고 있다. 특히 분리막 공정에서 필수적으로 발생하는 막오염과 막젖음 현상에 대한 이해도를 높이기 위해 실시간 모니터링 기술을 개발하는데 집중하였으며, 카메라와 광원을 이용한 시각화 시스템을 제안하였다. 해당 시스템은 막증발 공정의 막오염 및 막젖음의 상관관계를 규명하는데 시각적 근거로 이용되었으며, 현상에 대한 시공간적 정보 제공을 가능하게 하였다. 더불어, 해수의 Mg/Ca 비를 조절하여 막오염 및 막젖음을 제어하는 마그네슘 주입 전처리 기술을 개발하였다.



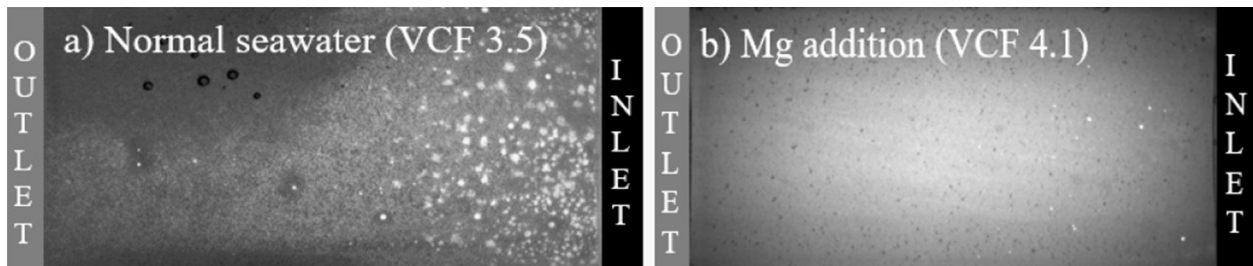
자세히보기

〈실험수에 마그네슘 주입 전처리를 적용하여 막오염 및 막젖음의 발생 시점을 효과적으로 지연시켰음(Kim et al., Water Research 175 (2020) 115677)〉



〈막증발 공정 및 시각화 시스템의 통합 공정도(Kim et al., Desalination 454 (2019) 59–70)〉

자세히보기



〈실시간 시각화 시스템에서 얻은 이미지를 통해 막오염 및 막젖음의 발생정도 및 시점에 대한 정보를 제공함(Kim et al., Water Research 175 (2020) 115677)〉

자세히보기

[주요 연구 과제]

MD 막오염 저감 기술 개발 (2015년 11월 ~ 2018년 6월)

역삼투 농축수의 저감을 위해 막증발 공정의 막오염 제어 및 세정 기술을 개발하는 것으로 목표로 한다.



〈MD 막오염 저감 기술 개발 과제 개요〉 [자세히보기](#)

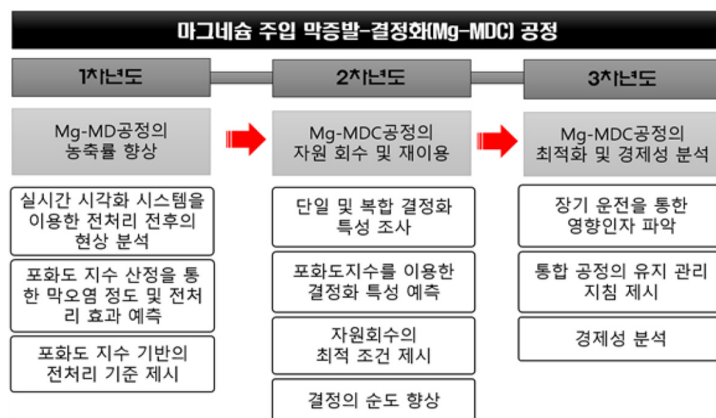
메콩델타 지역 소규모 해수담수화 기술 개발 (2019년 5월 ~ 현재)

베트남 메콩델타 지역의 담수 및 농업용수 확보를 위해 부표형 막증발 공정과 역삼투 공정의 성능을 확인하고, 해당지역의 환경 특성을 고려한 최적의 소규모 담수화 기술을 제안하는 것을 목표로 한다.

[개인 연구 과제]

마그네슘주입 막증발 결정화 공정의 개발 (2021년 9월 ~ 현재)

마그네슘 주입 막증발 공정의 최적화를 통해 역삼투 농축수의 농축물을 향상시키고, 역삼투 농축수로부터 유가자원과 전처리액에 사용된 마그네슘을 회수하여 재이용하는 것을 목표로 한다.



〈마그네슘 주입 막증발-결정화 공정 개발〉 과제 개요 [자세히보기](#)



한국과학기술연구원
박사후연구원 김혜원

한국건설기술연구원은 1983년 창립된 연구원으로 국내 유일
건설기술 분야의 '정부출연연구기관'입니다. 건설 및 국토관리
분야의 원천기술 개발과 성과확산을 통해 건설산업 발전과 국민
삶의 질 향상 및 국가 경제·사회 발전에 기여하는 임무를 수행
하고 있습니다.

박새롬 박사가 속해있는 ‘환경연구본부’는 기후변화 및 환경오염으로 인한 물, 대기, 폐기물, 온실가스 문제에 대응하는 첨단 환경기술을 개발하여, 국가와 사회가 직면한 현안과제의 해결책을 제시하는 비전을 갖고 있습니다. 주요 연구 분야로는 1. (수처리, 수환경 및 물순환) 건전한 국토 물관리체계 조성, 2. (국민안전) 안전하고 지속가능한 국민생활환경 확보, 3. (에너지·자원화) 탄소중립·자원순환사회 실현, 4. (환경IT융합) 환경정보 지능화 및 디지털화 입니다. 총 75명과 4개의 실험동 (국토환경실험동, 환경소재실험동, 녹색수생태실험동, 현장 실증플랜트)으로 구성되어 있습니다.



자세히보기



The collage displays various scientific equipment and facilities:

- Top Left:** Exterior view of a large building with the text "KAIST" visible.
- Row 1 (Left to Right):**
 - Kryo-EM Cryo-ET Cryo-TEM (Cryo-electron microscopy, Cryo-electron tomography, Cryo-transmission electron microscopy)
 - GC-MS GC-TOF MS (Gas chromatography-mass spectrometry, Gas chromatography-time-of-flight mass spectrometry)
 - Multiscale Nanoscopy (Multiscale nanoscopy)
- Row 2 (Left to Right):**
 - Electron Spectroscopy (Electron spectroscopy)
 - X-ray Diffraction Spectroscopy (X-ray diffraction spectroscopy)
 - High-resolution TEM (High-resolution transmission electron microscopy)
- Bottom Row (Four Large Images):**
 - Semi pilot plant (Semi-pilot scale industrial process facility)
 - Material Science Research Center (Materials science research center)
 - Chemical Engineering Research Center (Chemical engineering research center)
 - Biotechnology Research Center (Biotechnology research center)

Figure 1. Laboratory facilities at the Korea Research Institute of Chemical Technology (KRICT).

✓ 하수정질품 초고처리 시설

- 위치: 일산4차수처리장
- 운영기간: 2016년 ~
- 규모: 20 천톤/일

✓ 하수처리용 제염소 시설

- 위치: 일산4차수처리장
- 운영기간: 2021.6. ~
- 내용: 제염소 4천 CDI 설치 및 운영

✓ 하수이오조각, 에너지화 시설

- 위치: 일산4차수처리장
- 운영기간: 2021.8. ~ 2022.1
- 규모: 1,000 Nt/day

✓ 배양산소시스템

- 위치: 약북도
- 운영기간: 2019~2023
- 규모: 20 천톤/일

✓ 수질개선용 에어리프트 시스템

- 위치: 약북도
- 운영기간: 2019~2023
- 규모: 20 천톤/일

✓ 학교 청결공간환경기 생활용 테스트로

- 위치: 약북도
- 운영기간: 2021.05.01 ~
- 내용: 학교생활용 테스트로, 2개소

✓ 정수장용 슬러지용 전처리 시스템

- 위치: 구리정수장
- 운영기간: 2021.06. ~
- 규모: 100 t/day

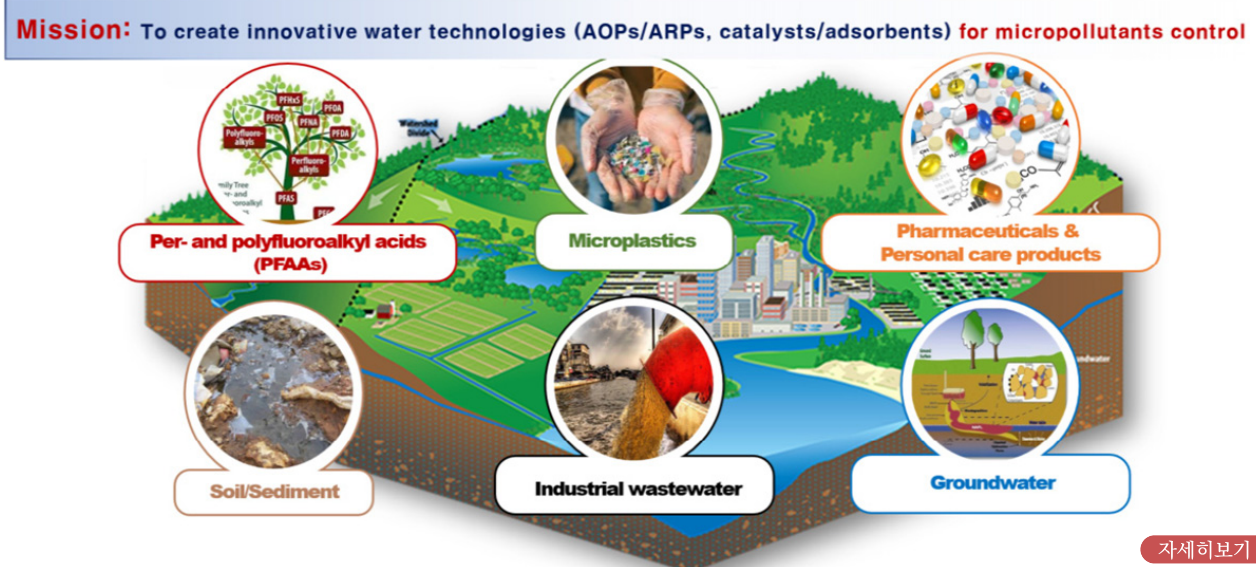
✓ 하수 정수처리용 전처리 시스템

- 위치: 구리정수장
- 운영기간: 2021.06. ~
- 규모: 100 t/day

Water4FutureCity

박새롬 박사는 2009년 고려대학교 생명과학대 환경생태공학부 학사를 취득하였고, 2011년부터 2017년까지 Purdue University, Department of Agronomy, Linda. S. Lee 교수님 지도하에서 난분해성 물질인 '과불화화합물로 오염된 지하수 복원을 위해 원 위치 적용이 가능한 수처리 기술'에 대해 연구하였습니다. 2017년부터 2019년까지 University of Georgia와 한국과학기술연구원 에서 박사 후 연구원 과정을 보냈으며 해당 연구기간 동안에는 '지중환경 불포화대 내 오염물질(질산성 질소) 거동 평가 기술 개발 연구'를 수행하였습니다.

현재, 한국건설기술연구원에서는 '미세플라스틱과 미량오염물질'에 관한 연구과제 1. 지중환경 미세플라스틱 오염 취약성 평가 기술 개발(과학기술정보통신부), 2. KICT-CSIRO-KU 공동 인류유래 신중유해인자(미세플라스틱) 환경감식 연구(한국연구재단), 3. 오존 마이크로버블 시스템 성능평가 및 빅데이터 기반 자동화 운영 프로그램 개발(환경부), 4. Pandemic 대응 하수기반역학 체계 구축 (한국건설기술연구원)을 수행하고 있습니다.



대표 연구성과

1. S. Park 외 4명, Biogeochemical alteration of an aquifer soil during in situ chemical oxidation by hydrogen peroxide and peroxymonosulfate, Environmental Science & Technology (2021)
2. S. Park 외 4명, Microfluidic pore model study of precipitates induced by the pore-scale mixing of an iron sulfate solution with simulated groundwater, Chemosphere (2021)
3. S. Park 외 3명, Evaluating perfluorooctane sulfonate oxidation in permanganate systems, Environmental Science and Pollution Research (2020)
4. S. Park 외 2명, Alternate reductants with vitamin B12 to transform C8 and C6 perfluoroalkyl sulfonates: Limitations and Insights into Isomer-specific transformation rates, products and pathways Environmental Science & Technology (2018)
5. S. Park 외 2명, PFOS removal with Pd0/nFe0 nanoparticles: Adsorption and Aqueous Fe-complexation, Not transformation? Journal of Hazardous Materials (2018)

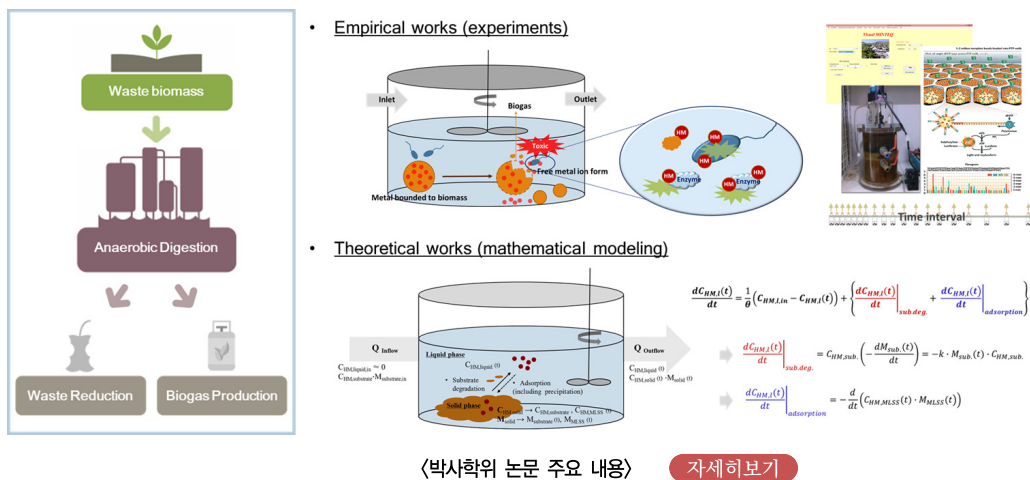


한국건설기술연구원 환경연구본부
전임연구원 박새롬

고등기술연구원 플랜트공정개발센터

이종근 박사는 서울시립대학교 환경공학부와 서울대학교 건설환경공학부에서 각각 공학사와 공학박사 학위를 취득하고, 건국대학교와 Columbia University in the City of New York에서 박사후연수과정을 거쳐 현재는 고등기술연구원 플랜트공정개발센터에서 선임연구원으로 근무하고 있다.

박사학위 과정 중에는 안전하고 지속 가능한 폐기물의 처리와 자원순환 방안을 마련하기 위한 다양한 연구에 참여하였으며, 특히 중금속을 함유하는 식물체부산물의 혐기성소화를 통한 폐바이오매스의 감량화 및 바이오가스 생산에 관한 연구를 중점적으로 수행하였다(학위논문 제목: Anaerobic digestion for the treatment of heavy metal-containing crop residues, 지도교수: 김재영). 이 과정에서 식물체부산물 체내에 포함되어 있는 중금속이 혐기성미생물의 대사 활동에 미치는 영향을 파악하기 위한 다양한 실험적 연구뿐 아니라, 이론적 계산을 바탕으로 하는 기질의 혐기성 분해와 시스템 내 중금속 농도 상호 간 변화를 예측하는 수학적 모형의 개발을 함께 함으로써 생물학적 반응 공정을 기반으로 하는 폐바이오매스 처리와 바이오가스 생산 공정 전반에 대한 깊이 있는 이해를 목적으로 연구를 수행하였다.



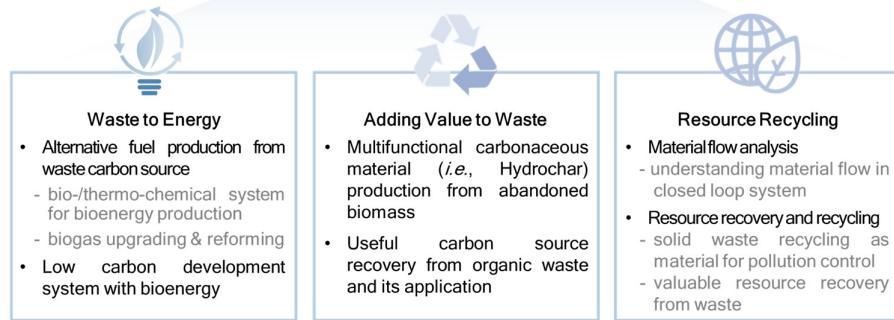
이후에는 건국대학교에서 박사후연수연구원과 학술연구교수로 근무하며 생물학적 반응 공정 뿐 아니라, 열화학적 반응 공정을 이용한 폐기물의 처리와 자원순환 방안에 대해 연구스펙트럼을 확장시켜 왔다. 이를 통해 궁극적으로 최근 폐기물 및 자원순환 분야에서 이슈화되고 있는 순환경제 모델(circular economy)을 구축하고 탄소중립 사회 실현에 기여할 수 있는 다양하고 흥미로운 연구주제들을 개발하여 수행하고 있다.

최근에는 미국 Columbia University in the City of New York의 Prof. Kartik Chandran 그룹에서 음식물쓰레기의 혐기성 발효를 통한 휘발성지방산(VFAs, volatile fatty acids) 생산 및 적정기술을 기반으로 하는 VFAs의 분리·정제와 이를 수처리공정 중 질소 제거에 필요한 외부탄소원으로 활용하는 방안에 대한 연구를 수행하였으며, 현재까지 활발하게 해당 국제 공동연구를 수행하고 있다.

현재는 고등기술연구원 플랜트공정개발센터에서 선임연구원으로 재직하며, 혐기성소화 공정으로부터 생산된 바이오가스의 고품질화 및 수소 생산을 위한 열화학적 개질 기술의 개발과 상용화에 대한 연구를 수행하고 있다.

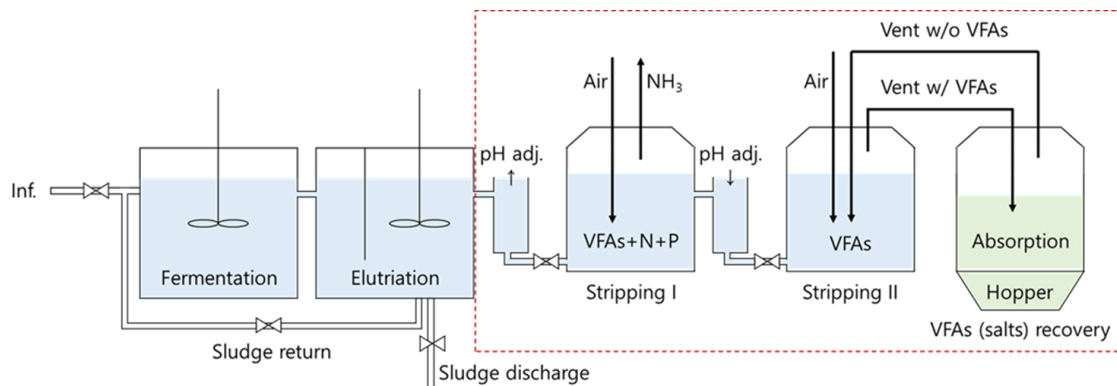
“Carbon Neutrality based on the Circular Economy”

“Sound, Sustainable, Safe, and Secure” Waste Management



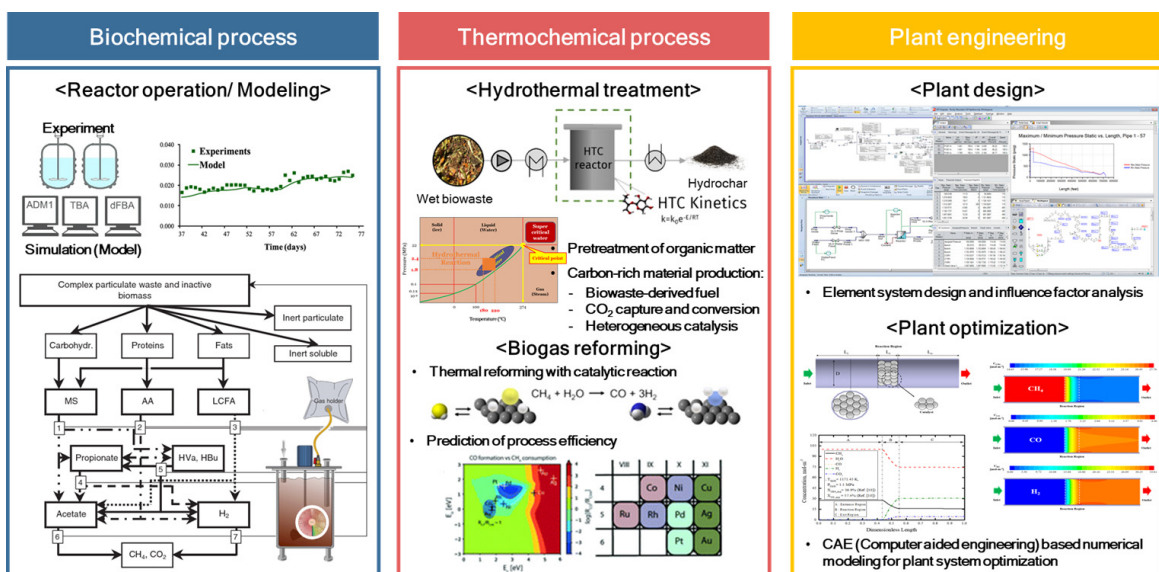
〈주요 관심 연구분야〉

[자세히보기](#)



〈국제 공동연구 수행 내용〉

[자세히보기](#)

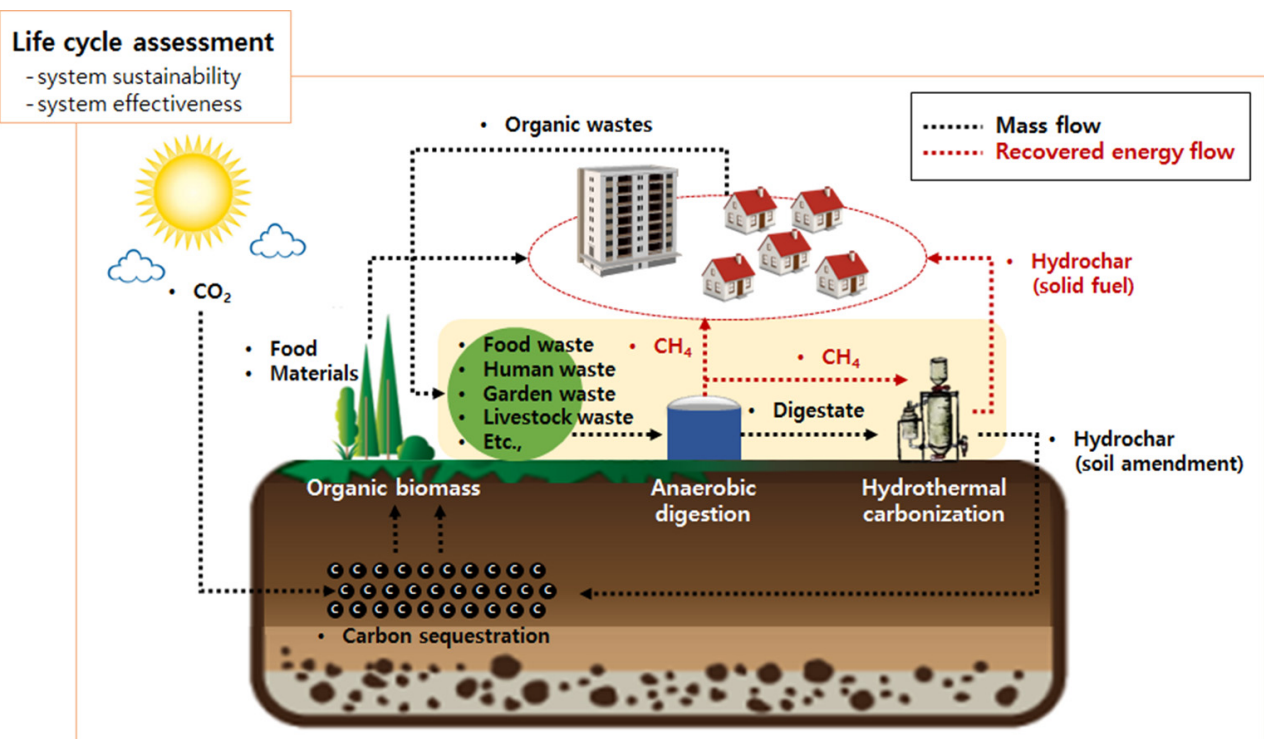


〈주요 연구 활용 방법론〉

[자세히보기](#)

주요 연구과제

- 혐기성소화 및 잔류물 수열탄화를 통한 지속가능한 탄소순환공정 개발, 학문후속세대양성사업(한국연구재단), 연구책임자, 2018.09. ~ 2020.08
 - 기존 저부가가치적 에너지소비형 유기성폐기물 처리 공정의 한계를 극복하고 지속가능한 탄소순환공정을 도모할 수 있는 미래지향적 유기성폐기물 처리에 대한 패러다임을 제시
 - 혐기성소화를 통한 유기성폐기물의 감량화 및 에너지 회수를 실시함과 동시에, 소화 잔류 슬러지를 탄소 보유능이 높고 고형연료로서 활용 가치가 있는 탄화물질로 전환하여 활용하는 지속 가능한 탄소순환공정 개발

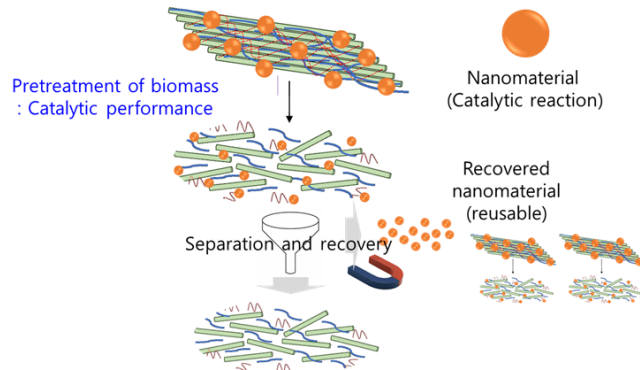


〈지속가능한 탄소순환공정 연구개발 개념도〉

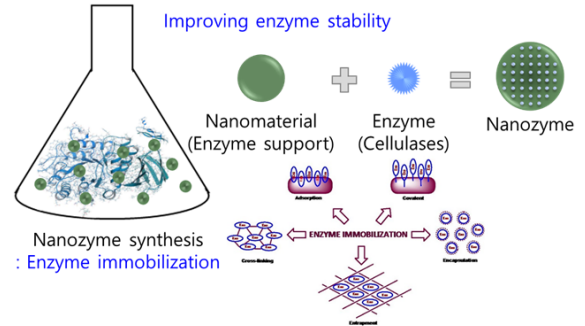
[자세히보기](#)

- 나노물질을 활용한 목질계 폐바이오매스의 수소 발효 효율 향상 연구, 우수신진연구지원사업(한국연구재단), 연구책임자, 2020.03. ~ 2023.02
 - 나노물질의 촉매 반응 및 효소 안정화 효과를 적용한 폐목질계 바이오매스로부터의 바이오수소 생산 효율 향상 방안 마련
 - 나노물질의 촉매반응을 기반으로 하는 폐목질계 바이오매스 전처리 기술 개발, 나노자임 합성 (나노물질 표면 효소부착)을 통한 폐목질계 바이오매스 가수분해효소 안정화, 그리고 나노물질 활용 기술 기반의 전처리된 바이오매스와 안정화된 효소 간 반응을 통한 바이오수소 생산 효율 향상 방안 등 개발

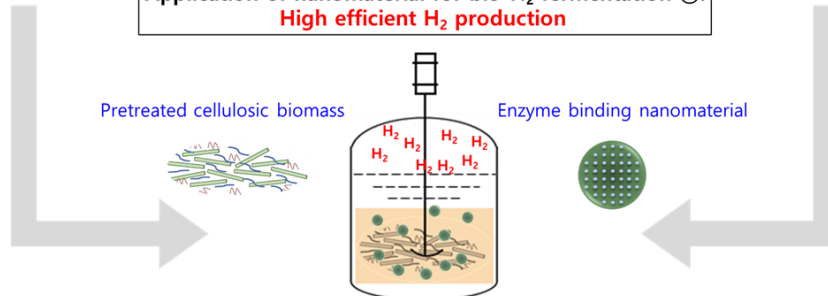
Application of nanomaterial for bio- H_2 fermentation ①:
Catalytic pretreatment effect



Application of nanomaterial for bio- H_2 fermentation ②:
Enzyme immobilization onto nanoparticle



Application of nanomaterial for bio- H_2 fermentation ③:
High efficient H_2 production



〈나노물질 활용 바이오수소 생산 효율 향상 방안 연구개발 개념도〉

[자세히보기](#)



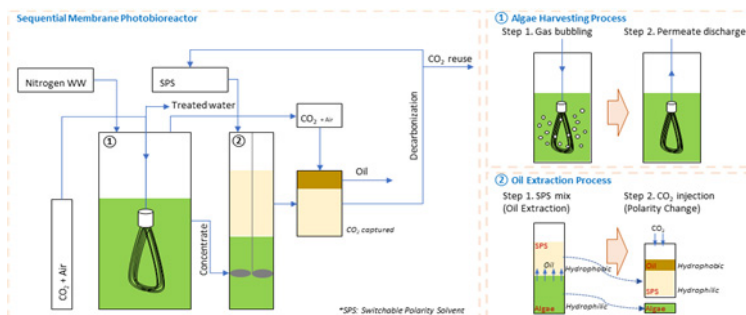
고등기술연구원 플랜트공정개발센터
선임연구원 이종근

고려대학교 환경시스템공학과

최오경 박사는 고려대학교 환경공학과에서 박사학위를 취득하였으며, 미국 노스캐롤라이나주의 Research Triangle Institute 연구소에서 Post-doc으로 재직 후 현재 고려대학교 환경시스템공학과에 연구교수로 재직 중이다. 주요 연구분야는 수처리 시스템에서 발생하는 유기성 자원으로부터 에너지 회수/절감 및 자원순환 기술 및 유기용매를 이용한 바이오연료화 및 담수화 연구에 집중하고 있다. 이와 관련하여 하수슬러지나 미세조류와 같이 지질을 다량 함유하고 있는 유기성 폐자원으로부터 바이오지질 및 무기성 자원의 회수를 위한 다양한 기술 개발에 노력을 기울이고 있으며, 저에너지-자원순환형 지질 회수 기술 개발에 관한 연구를 수행하고 있다. 최근에는 작은 환경변화에서 용매의 극성과 친수성이 변하는 특수한 성질의 용매를 이용하여 해수 또는 고염도 폐수로부터 염 이온을 제거하고 담수를 회수하거나, 분별증류 과정 없이도 용매로부터 지질을 분리해내는 기술에 대한 연구과제를 수행하고 있으며, Deep learning 기법을 활용하여 상기와 같은 특성을 가지는 용매를 발굴하는 기술을 병행하여 개발 중에 있다. 또한 미세조류 이미지 정보를 이용하여 수계에서 자동으로 미세조류의 종 정보 및 특성을 파악할 수 있는 AI (Artificial Intelligence) 기반의 자동형 조류 측정 기술 연구 등 4차 산업에서 요구되는 신규 기술들을 접목한 환경공학 기술을 연구 개발 중에 있다. 현재까지 Bioresource Technology, Journal of Hazardous Materials, Desalination, Renewable Energy 등 국제 저명학술지 논문 19편과 국내학술지 논문 3편을 게재하였으며, 한국폐기물자원순환학회 국제위원회 위원을 역임하고 있다.

〈주요 연구 과제〉

- 미세조류 지질 회수를 위한 저에너지 단일 배양 공정 기술 개발 (2021.03.01. ~ 2023.02.28.)
 - 본 연구는 미세조류 성장 및 회수율을 향상시키기 위하여 SMPBR (Sequential membrane photobioreactor)를 이용하여 고농도의 미세조류를 배양하고, 배양된 미세조류를 극성전환 용매(Switchable polarity solvent, SPS)를 이용하여 지질을 회수하는 미세조류 지질 회수 단일 배양 공정을 개발하는 것을 목표로 한다.

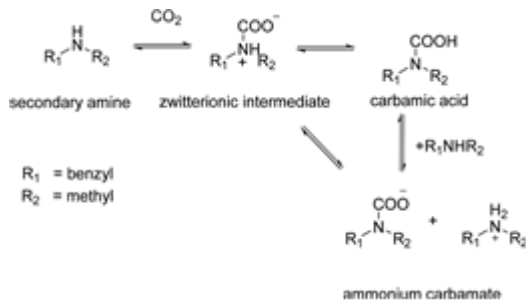


〈미세조류 지질 회수를 위한 단일 배양 공정 개요〉

[자세히보기](#)

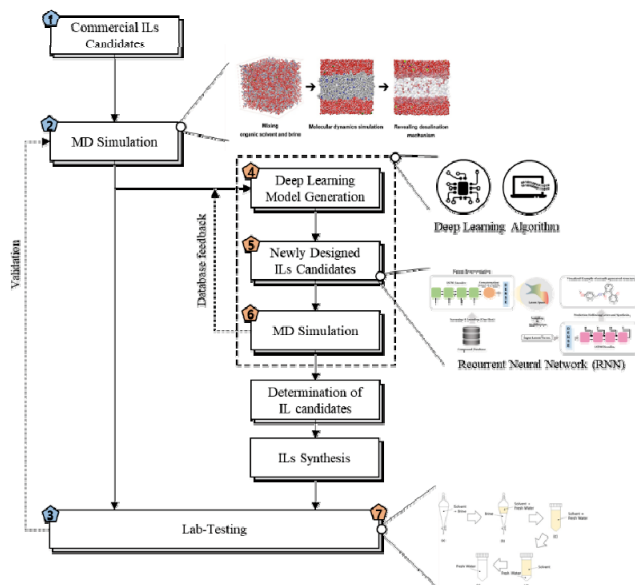
- SMPBR 반응조는 Hallow-fiber membrane을 이용하여 ① 공기와 CO₂를 공급하는 배양 공정과 ② membrane에서 배양액을 배출하는 순차적인 단계를 진행함으로써, 막 표면에 발생하는 bio-floc을 제거하고, fouling의 발생을 최소화하여 고농도의 미세조류를 배양하는 방식이다.
- 극성전환 용매로 사용되는 아민 계열 용매는 CO₂와의 화학적 결합을 통해 용매의 특성이 비극성에서 극성으로 전환될 수 있다. 이러한 용매의 특성을 이용하면 지질을 추출한 용매를 분별증류 과정 없이도 용매로부터 지질을 분리할 수 있어 에

너지 소모를 줄일 뿐만 아니라 공정 단계를 간소화할 수 있는 장점이 있다.



〈아민 용매의 극성 전환 메커니즘〉 [자세히보기](#)

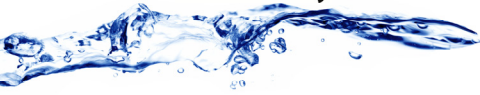
- Ionic Liquids for Solvent Extraction Desalination (2021.07.01. ~ 2023.06.30.)
 - 본 연구는 기능성 용매의 개발 및 활용 방안을 확보하기 위하여 기존의 아민 용매를 대체할 수 있는 신규 이온성 용매 (Ionic liquid)를 발굴하는 것을 목표로 한다. 담수화 용매의 작용 메커니즘 연구를 통하여 확보한 주요 인자들을 기반으로 Deep learning 기법을 적용하여 동일한 기작을 가질 수 있는 신규 용매 후보들을 선정하고, 분자물리학적 시뮬레이션 (Molecular Dynamics Simulation)을 이용하여 담수화 가능성을 평가한다.
 - MD simulation을 이용하여 기능성 용매가 고농도 염수로부터 물을 선택적으로 흡수하기 위한 hydrogen bonding interaction을 계산하고, 물 분자의 거동을 추적함으로써 용매추출 담수화를 위한 주요 인자들을 도출하고, 해당 인자들은 Deep learning 기법을 이용하여 비슷한 기작을 재현할 수 있는 이온성 용매를 찾는데 이용된다. 이온성 용매는 기존의 아민계열 용매에 비해 수중에서의 잔류성을 현저히 낮출 수 있어 처리수의 수질을 개선할 수 있는 방안으로 기대되고 있다.
 - 현재까지 용매추출 기법을 활용한 담수화 기술과 지질 회수 기술, MD simulation 결과는 Desalination, Journal of Hazardous Materials 등과 같은 국제 저명 학술지 논문 2편과 국내 학술지 논문 2편에 게재되었다.



〈Deep learning 기반 담수화 용매 발굴 기법 개발 개요〉 [자세히보기](#)



고려대학교 환경시스템공학과
연구교수 최오경



한국물환경학회-대한상하수도학회 통합 미래위원회

위원장 | 이재우, 최용주

위 원 | 김상현, 김영진, 김이중, 김형일, 명재욱, 박새롬, 박성직, 박제량, 박주영, 배성준, 배효관, 부찬희,
손아정, 윤석환, 이태권, 정석희, 정성필, 조강우, 조경화, 최정권

Water4FutureCity 2021년 4호

한국물환경학회 서울특별시 종로구 삼봉로 81 두산위브 파빌리온 1137호

Tel. 02-389-4250 | Fax. 02-385-3702 | E-mail, kswe@kswe.org

대한상하수도학회 서울특별시 강남구 광평로 280 로즈데일빌딩 1323호

Tel. 02-507-1170 | Fax. 02-502-1170 | E-mail, ksww@ksww.or.kr

※ 본 이슈레터는 2019년 1호부터 한국물환경학회와 대한상하수도학회가 공동으로 운영하는 통합 미래위원회에서 발간합니다.