

산학연 연구실 소개(2)

인하대학교 미세플라스틱 전주기제어 융합 교육연구단

주소: 인천시 미추홀구 인하로 100 인하대학교 공과대학 대학원 고분자환경융합공학 전공
전화: 032-860-8838, FAX: 032-860-9438
E-mail: njh0220@inha.ac.kr, Homepage: pen.inha.ac.kr



연구책임자 | **권용구** 교수
인하대학교 친환경고분자
고분자환경융합공학전공

1. 사업단 소개

본 인하대학교 미세플라스틱 전주기제어 융합 교육연구단(사업단장: 권용구)은 ‘미세플라스틱 산업문제를 현장에서 직접 해결할 수 있는 전문성을 지닌 인재를 양성’ 하는 것을 목표로 하여 2021년 BK Four 사업에 최초 선정되었으며, 2024년 재선정되어 차년도부터 2단계에 진입한다. 본 연구단은 미세플라스틱 문제의 심각성을 인지하고, 이를 해결하기 위해 세계 최초로 특성화된 교육 및 연구 프로그램을 운영하고 있다. SAT(Synthesis, Analysis, Treatment)라는 특화된 교과목 트랙을 통해 미세플라스틱 발생 억제, 위해성 분석, 처리 기술을 포함한 전주기적인 문제 해결 능력을 함양하는 교육을 제공하고 있다. 또한, 산학연계를 통해 실제 산업 현장에서 요구되는 전문성을 강화하며, 산업체와 협력하여 맞춤형 교육과정을 운영한다.

국내외 연구기관과의 공동 연구를 통해 미세플라스틱 문제 해결을 위한 다양한 연구 성과를 도출하고 있으며, 교수와 대학원생들이 참여한 다수의 국제 학술지 논문 게재와 기술 이전 성과는 본 연구단의 높은 연구 역량을 보여준다. 또한, 교육 연구단은 국제적인 인적 네트워크를 구축하고 있으며, 글로벌 수준의 미세플라스틱 전문가를 배출하고자 하는 목표를 달성하기 위해 지속적으로 매진하고 있다. 이와 함께 산학 협력 및 지역사회와의 적극적인 소통을 통해 미세플라스틱 문제를 해결하기 위한 구체적인 방안을 모색하고 있다.

2. 미세플라스틱

플라스틱은 1800년대 말 1900년대 초반에 처음 알려지기 시작해서 1930년대 후반에 본격적으로 상용화되기 시작하였고, 현대 인류 사회 및 문화의 모든 영역에 없어서는 안될 가장 중요한 소재이다. 플라스틱의 다양한 성능과 뛰어난 물성으로 인하여 그 양적인 수요가 이제는 우리가 통제하거나 가늠할 수 없는 상태에 이르고 있어서 최근 환경 및 생태계에 많은 부담을 주고 있다. 특히, 해양 생물이나 자연 생태계 내부에도 고분자 물질이 축적되어 많은 사회적 문제를 야기하고 있으며, 수계로 흘러 들어간 플라스틱 폐기물은 광분해 작용을 거쳐 5 mm 미만의 비분해성 플라스틱 조각(GESAMP, 2015)들로 환경에 방치되어 생태계에 미치는 영향에 대한 우려가 커지고 있다.

미세플라스틱은 의도적으로 제조된 1차 미세플라스틱, 그리고 플라스틱 쓰레기들이 풍화에 의하여 크기가 작아진 2차 미세플라스틱으로 구분되며, 미세플라스틱 내에 존재하는 첨가제, 잔류 유기물, 플라스틱 표면에 흡착된 유기 오염 물질 등의 침출에 의하여 생태계를 교란시킬 수 있는 유해성을 가지고 있다. 미세플라스틱이 환경에 방치되어 생태계에 미치는 영향에 대한 우려가 커지고 있으나 그 유해성에 대한 과학적인 결과 및 증거는 아직 확실하게 제시되어 있지 않은 상황이다.

3. 사업단 비전

인하대학교 공과대학 BK Four 미세플라스틱 전주기제어 융합 교육연구단은 미세플라스틱 문제를 전주기적으로 제어하고 해결하는 것을 목표로, 사회문제 해결형 연구를 선도적으로 수행하고 있다. 이 연구단은 고분자공학과 환경공학의 융합을 바탕으로, 미세플라스틱의 발생 억제, 위해성 분석, 처리 기술에 이르기까지 다양한 연구를 수행하며, 친환경 소재와 폐기물 재활용을 활용한 복합재료 분야를 포함하여 산업에서 발생하는 미세플라스틱 문제를 실질적으로 해결할 수 있는 인재를 양성하고자 한다. 특히, 고분자/환경 융합 기술에 기반한 특성화된

연구와 교육을 제공하며, 이를 통해 미세플라스틱 발생을 억제할 수 있는 대체물질 개발, 미세플라스틱의 독성과 물성 분석, 미세플라스틱 처리 공정 등 3대 핵심 분야에 중점을 두고 있다. 이와 더불어 연구단은 SAT(Synthesis, Analysis, Treatment)라는 특화된 교과목 트랙을 통해 실질적이고 종합적인 문제 해결 능력을 강화하는 교육을 제공하고 있으며, 산업체 수요를 반영한 교과과정을 통해 현장 맞춤형 인재를 육성하고 있다.

사업단은 국내외 산학연계를 통한 실용적 연구를 강화하고 있으며, 산업체와의 협력을 통해 맞춤형 기술 이전과 연구



그림 1. 미세플라스틱 검출 현황.

교육연구단의 필요성 및 추진배경

자연과 생태계를 교란시키는 미세플라스틱으로부터의 위협에 효과적으로 대응하기 위하여 비분해성 플라스틱 대체 친환경 소재, 미세플라스틱 측정 및 분석, 고효율 플라스틱 처리의 미세플라스틱 전주기 제어 분야의 핵심기술에 능통하고 관련 산업사회 문제를 해결할 전문인력 양성 기관 구축이 시급히 필요함

미세플라스틱 전주기 제어기술

→

지자체/산업체

미세플라스틱 분석/물성 규명 기술

미세플라스틱 저감 친환경 소재 개발

미세플라스틱 생분해 증진 및 처리기술개발

평가위원회 연구위원회

산업사회문제로서의 미세플라스틱

- **미세플라스틱 정의**
수계로 흘러 들어간 플라스틱은 광분해 작용을 거쳐 미세플라스틱 배출. 미세플라스틱은 크기가 5mm 미만의 플라스틱 조각(GESAMP, 2015)으로 정의
- **세계 1년 생산량**
2022년 현재 4~5억톤 생산되며 생산되는 고분자의 대부분이 비분해성 고분자이고 1% 미만의 플라스틱이 생분해, 즉 자연에서 분해되는 고분자로 분류
- **미세플라스틱의 분류**
직경 5mm 이하로 제조되는 1차 미세플라스틱 뿐만 아니라 매크로 플라스틱(25mm 초과) 또는 메조 플라스틱(5mm 초과 25mm 이하)이 마모되거나 파단되어 2차 미세플라스틱을 형성함
- **우리나라 산업사회가 해결해야 할 두 번째 중요한 문제**
2019년 한국과총 설문조사 결과 "미세먼지" 다음으로 "페플라스틱"이 우리나라 산업사회가 해결해야 할 두 번째 중요한 문제로 선정됨
- **미세플라스틱 환경 오염 우려 증가**
유엔 환경계획 보고서에 의하면, 바다로 흘러든 미세플라스틱이 해양 생태계를 파괴하며 잠재적으로 인류의 건강에 치명적인 영향을 미칠 수 있음을 보고, 미세플라스틱을 섭취한 해양생물은 물리적인 상처, 장애, 섭식행동장애 등 여러 부작용을 겪을 수 있으며, 플라스틱소재의 잔류성 유기오염물질은 생물의 지방 조직에 축적되어 간과 갑상선, 신경계 장애를 유발할 수 있음

그림 2. 미세플라스틱 해결을 위한 전문 인력의 필요성.



그림 3. 인하대학교 미세플라스틱 전주기제어 융합 교육연구단의 비전.

성과를 창출하고 있다. 또한, 미세플라스틱 문제 해결을 위해 국제적인 공동 연구 네트워크를 구축하여, 글로벌 연구 성과를 도출하고 이를 통해 국제적인 경쟁력을 갖춘 전문가 양성을 목표로 한다. 현재 인하대학교 고분자공학과 9명의 교수와 환경공학과 5명의 교수가 참여하고 있으며, 대학원생들이 연구에 전념할 수 있도록 다양한 지원을 제공하고 있다. 향후 3년 동안 연구단은 미세플라스틱 문제를 해결할 수 있는 기술 개발과 인재 양성에 매진하여, 산업계 문제 해결에 실질적으로 기여하는 연구 성과를 도출할 계획이다. 이를 통해 미세플라스틱 전주기 제어를 위한 연구를 더욱 심화시켜 국제적인 연구 협력 및 산학협력의 장을 넓히며, 미세플라스틱 문제 해결에 앞장설 예정이다.

4. 사업 내용

인하대학교 미세플라스틱 전주기제어 융합 교육연구단은 “고분자”와 “환경” 융합 기술에 대한 심도 있는 연구와 교육을 통해, 미세플라스틱 및 플라스틱 폐기물 문제의 근본적인 해결을 목표로 하고 있다. 이 연구단은 비분해성 플라스틱을 대체할 수 있는 친환경 생분해성 플라스틱 소재를 개발하여 미세플라스틱의 발생을 억제하는 데 중점을 두고 있으며, 이를 위해 대체물질 개발(Synthesis), 발생된 미세플라스틱의 독성 및 물성 분석(Analysis), 그리고 고효율 플라스틱 처리 기술 확립(Treatment)이라는 3대 핵심 분야를 특성화하여 연구와 교육을 진행하고 있다. 이를 바탕으로 미세플라스틱의 발생부터 처리까지 전주기적인 제어 방안을 제시하고, 이를 해결할 수 있는 전문 인력을 양성하는 데 집중하고 있다.

특히, 사업단은 미세플라스틱 분야에서 국내외 우수한 교육 및 연구기관과의 협력을 확대하고, 국제 공동 연구 및

교육 프로그램을 통해 글로벌 네트워크를 구축하여 최신 연구 동향에 신속하게 대응하고 있다. 이러한 국제 교류는 연구뿐만 아니라 교육에서도 큰 비중을 차지하며, 대학원생들은 세계적인 수준의 교육과 연구 환경에서 학습하고 연구에 참여할 수 있다. 산업체 및 지자체와의 유기적인 협력 또한 중요한 요소로, 지역사회와의 연계를 통해 미세플라스틱 문제를 현장에서 직접 해결할 수 있는 실질적인 기술을 개발하고, 이를 통해 산업계의 문제 해결에 기여할 수 있는 전문 인력을 배출하고 있다.

더 나아가 인천 지역의 연안 및 해양 특성을 활용한 지역 특화형 산관학 협력 모델을 발전시키고 있으며, 이를 통해 지자체, 산업체, 그리고 지역사회를 아우르는 자립형 연구 기관으로서의 성장을 목표로 하고 있다. 연구단은 지역 산업과의 긴밀한 협력을 바탕으로 미세플라스틱 문제에 대한 맞춤형 해결책을 제시하고, 관련 기술을 발전시키기 위해 산업체와 공동으로 연구 프로젝트를 수행하고 있다. 또한, 지역 기업과의 협력을 통해 현장에서 요구되는 기술과 지식을 제공하고, 산학협력 프로그램을 통해 미세플라스틱 문제 해결에 실질적으로 기여할 수 있는 전문 인력을 양성하고 있다.

사업단은 미세플라스틱 전주기 제어를 위한 교육 및 연구 프로그램을 기반으로, 고분자 및 환경공학 분야의 학제 간 융합 교육을 제공하여 차세대 미세플라스틱 전문가를 양성하고 있다. 또한, 산업계의 요구에 부응하는 실용적이고 맞춤형 교육을 통해 산업체에서 바로 적용 가능한 기술을 개발하며, 이를 통해 산업체의 경쟁력을 높이는 데 기여하고 있다. 이와 더불어, 산학연 심포지엄, 산학 협력 강의 및 세미나 등을 정기적으로 개최하여 학문적 성과를 산업 현장에 적용하고, 지속 가능한 미세플라스틱 제어 기술을 발전시키고 있다.

연구단은 국제 공동 연구와 국내외 산학협력을 통해 미세플라스틱 문제를 해결하기 위한 기술을 세계적으로 선도하는 기관으로 자리매김하고 있으며, 미세플라스틱 문제를 해결하기 위한 다양한 프로그램을 운영하여 학계, 산업계, 그리고 지역사회와의 긴밀한 협력을 강화하고 있다. 이러한 활동을 통해 연구단은 미세플라스틱 문제를 해결하는 글로벌 리더로 성장하고 있으며, 향후에도 지속 가능한 연구 및 교육 프로그램을 통해 미세플라스틱 문제를 해결하기 위한 혁신적인 기술 개발에 앞장설 것이다.

5. 향후 발전 방안

플라스틱 폐기물과 미세플라스틱을 효과적으로 제어하기 위해서는 미세플라스틱 발생 요인을 연구하고, 수계에 있는 대부분의 미세플라스틱이 지표면에 노출되어 있는 플라스틱 폐기물에 기인하므로 육상에서 수계로 이동하는 플라스틱 폐기물을 어떻게 하면 효과적으로 제어할 수 있는지 고민해야 한다. 또한 수계에 노출되어있는 플라스틱 사용 연한을 제어하고 노후 플라스틱을 적극적으로 교체해야 하며 환경 친화형 물질로 대체하는 연구가 진행되어야 한다. 또한 미세플라스틱이 발생하는 요인 중의 하나인 섬유 세탁 과정에서 먼, 양모 등 천연물을 제외한 합성고분자 물질의 세탁 시에는 세탁기에 필터 부착을 의무화하거나 세탁 시 사용하는 세제 및 섬유 유연제 물질을 대체하기 위해 천연 및 생분해 화합물의 제조에 대한 연구도 적극적으로 진행되어야 한다. 본 교육연구단은 이와 같은 플라스틱 폐기물과 미세플라스틱의 발생을 억제하는 대체물질 개발, 미세플라스틱의 독성 및 물성 분석, 그리고 처리 공정에 걸친 미세플라스틱 전주기적인 제어를 모색하고자 한다.

교육 역량 강화: 미세플라스틱 전주기제어 융합 교육연구단은 SAT(Synthesis, Analysis, Treatment)라는 특화된 교과목을 더욱 체계화하고, 이를 기반으로 학제 간 융합 교육을 지속적으로 강화할 예정이다. 특히, 교육과정을 트랙화하여 고분자공학과 환경공학의 융합 교육을 발전시키고, 산학 맞춤형 교과과정을 체계적으로 운영함으로써 현장 맞춤형 인재를 양성할 계획이다. 이러한 교육 체계는 산업체의 요구를 반영하여 설계되며, 이를 통해 미세플라스틱 문제 해결에 필요한 실질적이고 전문적인 역량을 지닌 인재를 배출할 것이다.

연구 역량 강화 및 특성화: 연구단은 미세플라스틱 전주기 제어 기술에 대한 연구 특성화를 지속적으로 추진할 예정이다. 연구 논문의 질적 수준을 높이는 동시에, 미세플라스틱 발생 억제, 독성 분석, 처리 기술 개발의 3대 분야를 중심으로 세계 최고 수준의 연구 경쟁력을 확보할 계획이다. 이를 위해 국내외 연구기관과의 공동 연구를 확대하고, 국제 학술지에 다수의

연구 성과를 발표하여 글로벌 연구 리더십을 강화할 예정이다.

산학협력 및 국제화 확대: 산학협력 및 국제화를 통해 연구단의 글로벌 네트워크를 확장할 계획이다. 국내외 우수 연구기관 및 산업체와의 공동 연구를 통해 실제 현장에서 발생하는 미세플라스틱 문제를 해결하는 데 중점을 두고 있다. 또한, 지자체 및 산업체와의 긴밀한 협력을 통해 미세플라스틱 문제 해결에 실질적으로 기여할 수 있는 기술을 개발하고, 이를 통한 기술 이전 및 산업체 적용을 활성화할 계획이다. 연구단은 미세플라스틱 문제를 해결하기 위한 다양한 국제 교류 프로그램을 통해 글로벌 연구역량을 더욱 강화할 것이다.

지역사회와의 연계 강화: 인천 지역의 해양 및 연안 특성을 활용하여, 지자체 및 지역 산업체와의 협력을 강화할 예정이다. 이를 통해 미세플라스틱 문제를 해결하는 지역 특화형 산관학 협력 모델을 구축하고, 자립형 연구기관으로서의 성장을 목표로 한다. 연구단은 지역사회와의 소통을 통해 지역 맞춤형 해결책을 제시하고, 지속 가능한 발전을 도모할 계획이다.

6. 미세플라스틱 전주기 제어 융합 교육연구단 참여 교수 소개

 <p>권용구 (교수, 사업단장) 공학박사 (Case Western Reserve Univ.) 친환경고분자 합성 및 물성 연구 Tel: 032-860-7482 Email: ykkwon@inha.ac.kr</p>	 <p>김현준 (교수) 공학박사 (인하대학교) 천연고분자, 탄화공정, 에너지저장소재 Tel: 032-860-7483 Email: hjjin@inha.ac.kr</p>
 <p>이진균 (교수) 이학박사 (Univ. of Cambridge) 포도레지스트 합성 및 공정, 불소화 재료 Tel: 032-860-7481 Email: jkl36@inha.ac.kr</p>	 <p>김상원 (부교수) 공학박사 (Univ. of Minnesota) 블록공중합체, 박막, 고분자전해질 Tel: 032-860-7489 Email: sangwon_kim@inha.ac.kr</p>
 <p>최우혁 (부교수) 공학박사 (Pennsylvania State Univ.) 고분자 물리, 고분자 전해질 및 에너지 소재 Tel: 032-860-7485 Email: uhyeok@inha.ac.kr</p>	 <p>김희중 (조교수) 공학박사 (서울대학교) 생분해 고분자, 플라스틱 재활용, 고분자 바인더 Tel: 032-860-7488 E-mail: heejeong@inha.ac.kr</p>
 <p>강홍석 (조교수) 공학박사 (한국과학기술원) 불소 소재 (고분자, 유체, 가스), 기능성 고분자 나노 소재 Tel: 032-860-7484 E-mail: hskang@inha.ac.kr</p>	 <p>신광수 (조교수) 공학박사 (서울대학교) 고분자 합성, 나노재료 합성, 생체재료 및 의생명공학 Tel: 032-860-7479 E-mail: kwangsoo.shin@inha.ac.kr</p>
 <p>오동엽 (조교수) 공학박사 (POSTECH) 탄소중립소재, 자가치유소재, 복합재료 Tel: 032-860-7486 Email: d.oh@inha.ac.kr</p>	 <p>김광 (교수) 공학박사 (Univ. of Queensland) 토양 및 지하수 오염 모델링, 오염 복원 Tel: 032-860-7561 Email: cgk@inha.ac.kr</p>
 <p>김정환 (교수) 공학박사 (Univ. of North Carolina at Chapel Hill) 분리막, 환경공학 Tel: 032-860-7502 Email: jeonghwankim@inha.ac.kr</p>	 <p>전기준 (교수) 공학박사 (Univ. of Florida) 가스센서, 수소전지 응용 Tel: 032-860-7509 Email: kjeon@inha.ac.kr</p>
 <p>한창석 (부교수) 공학박사 (Univ. of Cincinnati) 환경나노기술, 미세플라스틱 Tel: 032-860-7505 Email: hanck@inha.ac.kr</p>	 <p>이한돌 (조교수) 공학박사 (Univ. of Minnesota) 압자오염제어, 대기측정 Tel: 032-860-7504 Email: leehd@inha.ac.kr</p>