

요 약 문

I. 연구개요

- 본 연구개발과제는 물속에 존재하는 초미세플라스틱(비스페놀 A, 나이트로페놀, 프탈레이트)을 선택적으로 결합하는 특성을 이용한 초미세플라스틱 검출용 센서 개발을 목적으로 함
- 인간이나 동물에게 미량으로도 내분비 교란을 일으킬 수 있는 초미세플라스틱에 대한 최첨단 검출 기술로써 현장에서 실시간 분석할 수 있는 고도화된 기술자가 아니어도 조작성이 가능한 방법을 개발하였음
- 개발된 센서를 활용하여 천수만과 인근 하천에 대한 초미세플라스틱 센싱이 정상적으로 작동하는지 확인하였음
- 향후 개발된 초미세플라스틱센서에 ICT와 간단한 로봇 모듈을 융합한다면 초미세플라스틱에 대한 실시간 정량·정성 분석이 가능할 것으로 판단됨
- 본 연구개발과제의 첫 번째 단계로써 비스페놀 A, 나이트로페놀, 프탈레이트가 특이적으로 결합하는 나노 복합체를 개발하고 이를 초미세플라스틱 센서에 적용할 수 있도록 최적화하는데 목표를 두었음

II. 연구의 필요성 및 목적

- 초미세플라스틱의 독성이 서서히 밝혀지다
 - 최근 많은 연구자들에 의해서 미세플라스틱이 잘게 쪼개질수록 생물에 대한 독성은 더 커지는 것으로 밝혀지고 있음
 - 게다가 해양에서만뿐만 아니라 강, 하천 등에서도 나노미터 수준의 초미세플라스틱이 떠다니고 있는 것으로 밝혀져 인체에 미칠 악영향에 우려가 점점 커지고 있음
 - 프랑스 가톨릭대의 메시카 라벨 교수 (Messika Revel)가 Environmental Science & Health 저널에 쓴 논문에는“인간이 사용한 플라스틱이 여러 외부 환경 요인 때문에 잘게 부서진다는 보고는 계속 나오고 있다며 이제는 눈에 보이지 않는 수준인 나노미터(nm, 1nm는 10억분의 1m)’단위로 쪼개지는 것으로 나타났다고 밝힘
- 본 과제는 천수만을 비롯한 인근 강이나 하천, 호소의 수중 환경과 공장 및 각 사업장 또는 중국으로부터의 서해 오염 등에서 공공 수역과 국지적 배출원 내에 존재하는 초미세플라스틱을 선택적으로 실시간 감지할 수 있는 전기화학 기반의 센서를 개발하는데 목적이 있음
 - 앞서 초미세플라스틱의 위험성을 설명했듯이 그 심각성이 전 세계적으로 대두되고 있지만, 그것들을 실시간 감지할 수 있는 센서는 거의 없는 실정
 - 그 이유는 초미세플라스틱을 현장에서 감지할 만한 고성능, 저비용, 사용 용의성을 만족하는 센서가 아직 없기 때문임
 - 일반적으로 미세 플라스틱이나 환경 호르몬을 분석하기 위해서는 시료를 채취하여

실험실로 가져가 GC-MS나 고성능 액체크로마토그래피(HPLC)와 같은 고가의 장비를 활용해야 정량·정성 분석이 가능 하지만 그마저도 검출 한계 농도가 높아 미량의 경우 그 양을 측정하는데 어려움이 있고, 극성이 높고 휘발성이 낮은 물질의 경우 분석의 정확도가 낮은 단점 존재

- 또한 그와 같은 방법으로는 시료를 채취한 순간의 농도만 알 수 있을 뿐, 수질의 실시간 변화 추이는 알 수가 없는 단점을 가지고 있음
- 본 연구개발과제에서는 대표적 초미세플라스틱인 비스페놀A(BPA), 나이트로페놀(4-Nitrophenol), 프탈레이트(Dibutylphthalate) 등을 나노복합촉매 제조 기술과 최신 전기화학적 방법 기술 등을 통해 수중의 농도를 실시간으로 측정할 수 있을 만한 센서를 개발함

Ⅲ. 연구의 내용 및 범위

- 초미세플라스틱 등의 저분자 물질의 분석을 위해 고성능액체크로마토그래피(HPLC), 가스크로마토그래피 (GC), 액체크로마토그래피 (LC) 등과 같이 기기분석을 이용한 정성·정량적 분석의 시도가 이어져 왔음. 그러나 이들을 감지하는 시스템은 개발된 사례가 드문 상태임
- 분광광도계나 HPLC의 UV 검출기를 이용할 경우, 그 정성확인에 많은 문제를 내포하고 있으며, 검출 한계 농도가 높아 (50 ng) 환경호르몬이 생태계 내에 미량으로 존재할 경우 그 양을 측정하는데 어려움이 있음. GC, GC/MS 방법의 경우 극성이 높고 휘발성이 낮은 물질의 경우 분석이 어렵기 때문에 분석 물질에 따른 한계가 있음
- 기체크로마토그래피 (gas chromatography, GC)의 경우 분석하고자 하는 화합물의 화학적 구조에 따라 다양한 검출기를 사용해야함. GC의 경우 기계 자체가 고가일뿐더러 크기 또 한 비대함
- 최근에는 높은 감도와 간섭물질을 효과적으로 배제하면서 여러 화합물을 동시에 정량할 수 있는 기체크로마토그래피/질량분석법 (GC/Mass spectrometry, GC/MS)이 많이 활용되고 있으며 이는 정성분석의 정확성과 정량분석의 정밀성을 확보할 수 있기 때문임. GC/MS 법은 다른 분석법에 비해 감도가 매우 높으므로 초미량의 시료 만으로도 스펙트럼의 기록이 가능하지만 시료가 화학반응에 사용되므로 분석 후 시료를 회수하지 못하는 단점이 있어 본 연구개발을 통해 실시간 분석이 가능한 3가지 종류의 초미세플라스틱을 검출할 수 있는 센서를 개발함

IV. 연구결과

- 초미세플라스틱 3종에 대한 센서를 성공적으로 개발하였으며, 천수만 및 인근 하천 (갈산)에서 직접 측정하였음
- 현장 측정 결과 초미세플라스틱 3종에 대해 다행히 불검출되었으며, 현장 시료에 3종의 초미세플라스틱을 첨가하여 측정한 결과 센서가 정상적으로 기능하고 있는 것을 증명하였음

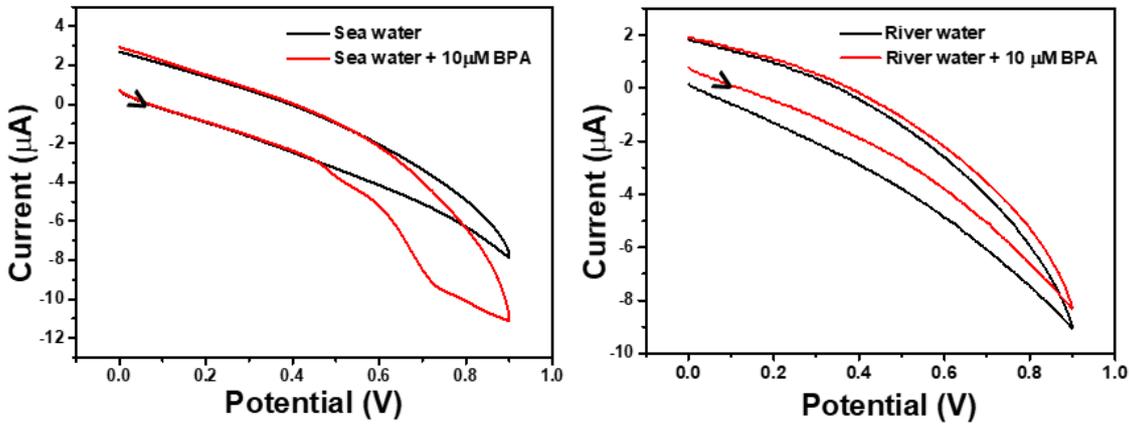


그림 1. 천수만과 인근하천에 대한 BPA 검출 결과

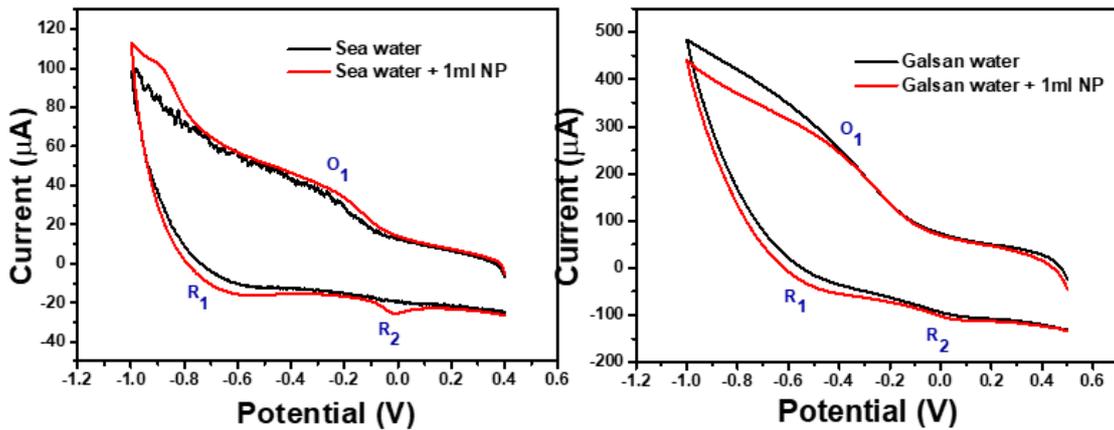


그림 2. 천수만과 인근하천에 대한 NP 검출 결과

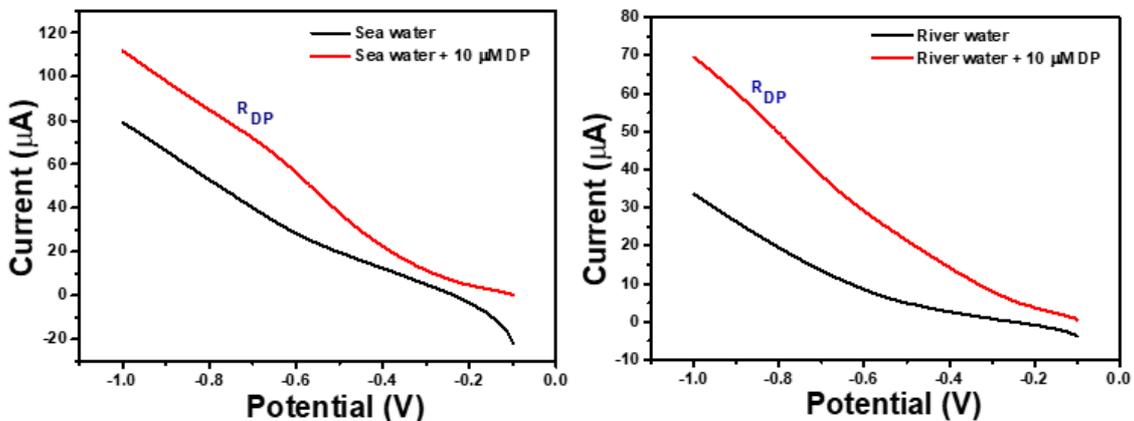


그림 3. 천수만과 인근하천에 대한 Phthalate 검출 결과

V. 연구결과의 활용계획

활용내용(계획)	활용기관	활용가능기간/대상
<ul style="list-style-type: none"> ◦ 충남 천수만 등의 연안의 초미세플라스틱 농도에 대한 결과를 정책수립, DB 확보 및 지역 현안 연구개발사업 등에 활용 	충남녹색환경지원센터	계속
<ul style="list-style-type: none"> ◦ 본 초미세플라스틱 감지 센서 시스템을 활용 해양 및 호소 등의 모니터링 및 알람시스템으로 사용이 가능 	충남 환경 단체 및 지자체	계속
<ul style="list-style-type: none"> ◦ 간편하게 독성시험에 사용가능하며 보건학적으로 중요한 물질의 스크리닝으로 편리하게 사용되어 빠른 공중보건 문제에 대처 	질병관리본부 또는 지역 보건 기관	계속
<ul style="list-style-type: none"> ◦ 휴대화/자동화가 가능한 초미세플라스틱 감지시스템으로 개발되면 수요가 명확한 현재 상황에서 실용화, 상용화, 이익창출 가능 	환경 관련 기업 및 창업	계속
<ul style="list-style-type: none"> ◦ 친환경 물질을 사용한 휴대용 자동화 검출 시스템을 통한 다중 초미세플라스틱 검출을 통한 신규 진단법 개발을 위한 초석 마련 	수자원공사 및 환경오염 분석 기관	계속