

한림원의
목소리
제79호

플라스틱 문제에 대한
과학기술적 해결방안

플라스틱의 지속가능한 생산·소비 시스템을 구축해야한다



플라스틱 문제에 대한 과학기술적 해결방안

플라스틱의 지속가능한 생산·소비 시스템을 구축해야한다



플라스틱은 ‘신이 내려준 물질’ 혹은 ‘기적의 소재’라는 찬사를 들어 왔다. 경제성과 사용의 편리성으로 현대인에게 빼놓을 수 없는 물질이 되었으며 사용 분야 또한 지속적으로 확대되고 있다. 인류의 역사를 석기시대, 청동기시대, 철기시대로 구분한다면 현대는 플라스틱시대라고 말할 수 있을 정도로 플라스틱은 현대 문명을 지탱하는 핵심 소재이다.

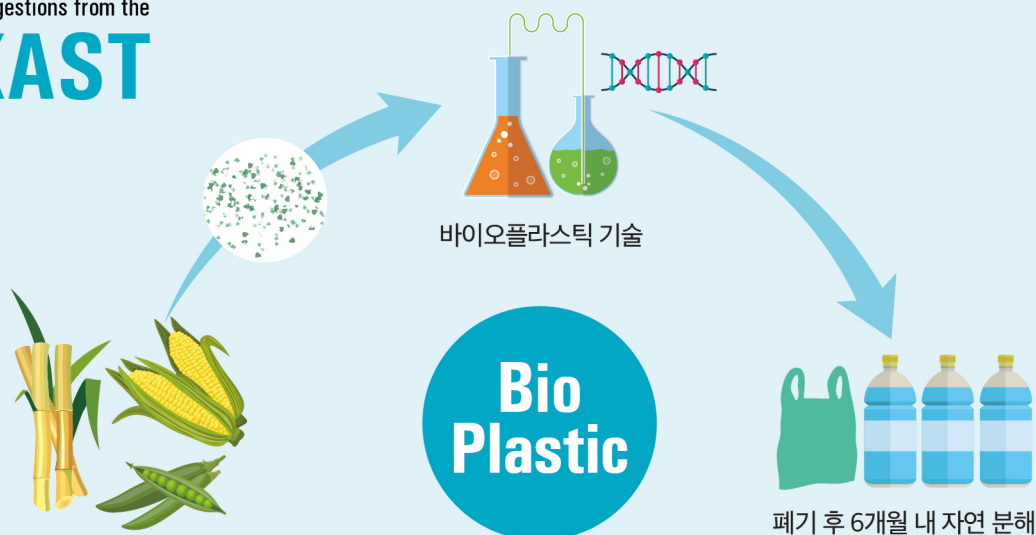
하지만 지난 100여 년 간 무분별하게 플라스틱을 소비한 결과, 우리에게 유용하도록 만들어진 이 플라스틱이 전 지구 생태계에 큰 위협이 되어 돌아왔다. 제대로 관리되지 못한 플라스틱 폐기물이 해양을 비롯한 환경에 방치되었고, 광분해와 부식 및 풍화 등의 과정을 거치며 잘게 쪼개져 ‘미세플라스틱’이 만들어졌다. 이를 플랑크톤이나 바닷새, 물고기 등이 먹이로 오인해 섭취하게 되고, 결국 미세플라스틱은 생태계 먹이사슬을 거쳐 우리의 밥상에까지 오르게 되었다. 2017년 한국해양과학기술원에서 실시한 조사에 따르면 패류 4종을 통한 1인당 연간 미세플라스틱 섭취량은 212개로 산정되며 2017년부터 2018년 초까지 국내에 시판된 천일염 중 조사대상이 된 6개 제품에서 모두 미세플라스틱이 검출되기도 했다. 그러나 아직까지 미세 플라스틱으로 인한 오염 실태나 인체 위해성에 대해 명확하게 밝혀진 것이 없어, 국민적 불안과 우려가 커지고 있다.

이에 따라 정부는 플라스틱 감축·관리를 위한 대책마련에 나서고 있다. 한국과학기술한림원은 한 발 더 나아가 보다 근원적이고 장기적인 대책 마련을 위해 지난해 관련 분야 전문가들을 필두로 ‘플라스틱 오염 현황과 그 해결책에 대한 과학기술 정책’ 연구를 수행한 바 있다. 이를 바탕으로 플라스틱 문제에 대한 과학기술적 해법을 단계별로 제안하고자 한다. ▲생산단계: 플라스틱 대체재 개발 ▲배출단계: 미세플라스틱의 생분해 방안 연구개발 ▲재활용단계: 폐플라스틱 수거시스템 구축 ▲생태계 영향단계: 독성 및 위해성 규명을 위한 체계적인 연구개발 등을 통해 지속가능한 플라스틱 생산·소비시스템을 구축해야 한다. 이를 통해 플라스틱 문제에 대한 과학기술적 대응기반을 마련하고 국민적 우려를 해소하는데 기여할 수 있기를 희망한다. 과학기술의 산물인 플라스틱 문제도 과학기술만이 해결할 수 있다.



2019. 8.

한국과학기술한림원



01

생산단계: 플라스틱 대체재 개발

자연분해와 지속가능한 순환형 플라스틱 대체재를 상용화해야 한다

자연분해가 가능한 플라스틱 소재를 상용화하여 가까운 시일 내에 비닐봉투나 PET병부터 친환경 소재로 바뀌어나가야 한다. 소모성 플라스틱의 대체재로서 바이오플라스틱은 물성, 가공성 및 생산성 개선을 통한 상용화 기술개발이 필요한 단계로, 친환경 제품에 대한 소비자 인식을 높임으로써 시장을 키워나가야 하는 시점이다. 따라서 정부는 산·학·연·관 협력체계를 구축하여 지속적인 바이오플라스틱의 물성 개량과 대량생산기술 확보를 위한 연구가 계속될 수 있도록 해야 하며, 바이오플라스틱 기술을 확보한 연구소나 기업체는 정부나 지자체의 지원책을 적극 활용할 필요가 있다.

현재까지 개발된 바이오플라스틱은 기존 석유기반 플라스틱 소재에 비해 물성이 열등하기 때문에 활용성 면에서 많은 제한이 따르고 가격경쟁력이 떨어진다는 단점이 있다. 중·단기적으로는 상용화 연구개발을 통해 이러한 단점이 해소된 생분해성 플라스틱 소재를 생산하고, 사용한 후에는 자연분해가 가능한 플라스틱의 생산 시스템이 정착되어야 한다.

장기적으로는 석유기반의 플라스틱을 대체할 수 있는 완전히 새로운 소재의 개발을 통해 세계 시장을 선도할 수 있는 플라스틱 대체재 산업 분야를 개척하고, 새로운 소재산업이 창출되도록 하여야 한다. 이를 통해 지속가능한 순환형 플라스틱 대체재의 생산 및 소비 시스템을 구축할 수 있을 것이다.

바이오플라스틱이란?



재생가능한 원재료로 만들어지는 플라스틱으로 1)바이오베이스 플라스틱과 2)생분해성 플라스틱으로 구분된다. 바이오베이스 플라스틱은 옥수수 등 식물에서 유래된 바이오매스를 20~25% 함유한 플라스틱으로 생산·분해 과정에서 이산화탄소와 유해물질이 기존 플라스틱에 비해 적게 배출된다. 생분해성 플라스틱은 바이오매스를 50~70% 이상 함유한 플라스틱으로 흔히 말하는 '썩는 플라스틱'이다. 사용 후 땅이나 물에 폐기하면 6개월 내 분해된다.

02

배출단계: 미세플라스틱의 생분해 방안 연구

플라스틱을 먹는 미생물과 효소 등의 연구개발에 대한 지원이 필요하다

자연 상태에서 플라스틱은 분해되는데 300~400년 이상 걸린다. 영국 포츠머스대 존 맥기헌 교수 연구진은 2018년 PET를 분해하는 효소의 구조를 밝히는 과정에서, 효소 1L로 하루에 PET 수 mg을 분해할 정도로 효율이 낮기는 하지만 분해 능력이 향상된 변종 효소를 만들어 냈다. 2019년 국내 연구진은 꿀벌해충인 ‘꿀벌부채명나방’에서 비닐과 플라스틱을 분해하는 효소를 발견하여 미세플라스틱 문제 해결의 실마리를 제공하기도 했다.

이러한 미생물과 효소를 통한 플라스틱 분해방안은 상대적으로 속도는 느리지만 작동을 한다는 희망이 있으므로, 분해능 개선과 생산비용 절감을 위한 추가 연구를 통해서 발전시켜야 한다. 더불어 플라스틱 분해능이 있는 신규 미생물 균주들을 해저, 극지방, GPGP(Great Pacific Garbage Patch, 태평양 쓰레기 섬) 등에서 탐색, 발굴 할 수 있도록 관련 연구에 대한 지원이 필요하다.



재활용단계: 폐플라스틱 수거시스템 구축

ICT기반 수거시스템을 구축, 재생 가능한 자원으로 전환해야한다

03

플라스틱의 원료가 되는 고분자수지에 대한 생산과 유통은 이미 관리되고 있지만, 플라스틱 제품의 생산, 유통, 수거, 폐기 또는 재활용 여부는 일부 특정 품목 (PET병 등)을 제외하고는 정확한 정보가 없다. 그러므로 플라스틱 제품의 생산부터 폐기, 재활용까지 추적하여 정확하게 파악하고 효율적으로 관리할 수 있는 시스템을 구축해야한다. 생산단계부터 친환경적 소재로 생산하는 노력이 가장 중요하지만, 효과적인 수거 및 재활용 방안에 대해서도 지속적으로 고민해야 한다.

수거 시스템의 효율화를 위해 플라스틱 쓰레기의 발생현황과 이동경로를 분석하여 플라스틱 분포지도도를 작성하고 수거작업에 활용할 수 있다. 이를 토대로 정보통신기술(ICT) 기반 모니터링 체계로 전환하고 체계적으로 전주기를 관리해야한다. 이렇게 수거된 폐플라스틱은 화학물질, 열, 압력의 정밀한 조합을 통해 재생 가능한 자원으로 전환하여 재사용할 수 있으며, 새로운 플라스틱을 만들면서 나오는 탄소 배출을 감소시키는 효과까지 기대할 수 있다.

04

생태계 영향단계: 미세플라스틱의 독성 및 위해성 규명을 위한 체계적인 연구개발 인체 독성 및 위해성에 대한 연구가 이뤄져야한다

플라스틱 제조 시에 사용되는 원료물질과 첨가제의 독성에 관한 연구 결과는 보고되어 왔으나, 미세플라스틱 섭취에 의한 인체 위해성에 대해서는 연구가 부족한 실정이다. 미세플라스틱은 생물축적을 통해 해양생태계뿐만 아니라 인간에게도 커다란 위협이 되고 있다. 그러므로 미세플라스틱에 의한 인체 독성 및 위해성에 대한 다양한 연구가 필요하다. ▲입자 크기에 따른 위해성을 규명할 필요가 있고 ▲미세플라스틱의 체내 흡수 및 분포 경로를 파악해야 하며 ▲미세플라스틱의 잠재적 독성과 용출 가능성이 있는 첨가제들의 독성, 미세플라스틱에 흡착된 잔류성 유기오염물질들(POPs)의 독성 등이 명확히 분석되어야 한다. 이를 바탕으로 미세플라스틱에 의한 독성 및 위해성 가이드라인을 제정해야 한다. 더불어 이미 체내에 다양한 경로를 통해 섭취된 미세플라스틱이 잔류해 있을 수 있음을 고려할 때, 체내 미세플라스틱을 배출하고 독성을 해독할 수 있는 치료법에 대한 연구도 필요할 것이다.

한편 관리되지 못한 플라스틱은 최종적으로 해양으로 흘러들어가기 때문에 연안과 도서지방은 내륙지방에 비해 해양의 미세플라스틱에 직·간접적으로 노출이 많이 되어 있을 수밖에 없다. 연안 양식장의 해조류나 어패류 내의 미세플라스틱 종류와 농도를 분석하여 미세플라스틱의 생태계에 대한 영향을 조사할 수 있을 것이다. 뿐만 아니라, 연안·도서지방 주민의 미세플라스틱 섭취에 대한 표본조사와 질병발생 현황 등 역학조사가 선행되어야 한다.



한국과학기술한림원은

과학기술 분야 한국을 대표하는 석학단체로서 1994년 설립되었습니다.

10000여 명의 각 분야 연구 리더들이 한림원의 회원이며, 각자의 역량과 지혜, 리더십을 결집하여 기초과학진흥을 위해 뛰고 있습니다. 국회와 정부 등 국가정책기관에 전문가 의견을 제시하고, 과학기술 분야 국제교류와 민간외교 활성화를 위해 노력 중이며, 국민들에게 한 발 더 다가가는 기관이 되기 위해 고민하고 있습니다.



한림원의 목소리는

한국과학기술한림원이 과학기술분야의 사회적 이슈에 대한 석학들의 전문 의견을 제시하고, 첨예한 논쟁에 직면한 쟁점들에 대해 과학기술적 해결 방안과 정책 대응, 관련 법규 및 제도의 개선 방안 등을 건의하기 위해 마련되었습니다. 본 사업은 과학기술진흥기금 및 복권기금으로 지원되고 있습니다.

한림원에 대해 더 자세한 내용 보기



홈페이지 www.kast.or.kr
블로그 kast.tistory.com
포스트 post.naver.com/kast1994
페이스북 www.facebook.com/kastnews