기후변화는 태양 복사에너지 변화, 지구 공전 궤도 변화, 해양 순환 변화 등 자연적인 원인도 있지만, 인간의 산업활동으로 과다 배출되는 온실가스도 지구온난화의 주 요인으로 밝혀지고 있다. (사진=언스플래쉬)

생분해성 플라스틱 제조 기술 개발 '기후변화 대응하는 실질적인 연구 될 것'

이 은 열
교수 · 화학공학

파키스탄이 지난해 6월 대홍수로 국토의 4분의 1이 물에 잠기기도 하고, 반대로 미국 서부 지역에서는 1200년 만에 가장 심한 가뭄이 발생하는 등 세계 곳곳에서 이상기후 현상들이 일어났다. 우리나라에서도 작년 8월 8일, 서울 지역에서의 폭우는 역대 최대 강우량을 기록했으며, 필자도 귀가 과정에서 극심한 어려움을 경험하기도 했다. 이러한 자연재해는 기후변화로 인한 재난의 명백한 징후라고 볼 수 있다. 기후변화로 인한 경제적 피해도 막대하다. 지난해 9월 미국, 쿠바 지역을 강타한 허리케인 '이언'으로 인한 경제적 손실만 하더라도 수십조가 넘는 것으로 추산되고 있다.

기후변화는 태양 복사에너지 변화, 지구 공전 궤도 변화, 해양 순환 변화 등 자연적인 원인도 있지만, 인간의 산업활동으로 과다 배출되는 온실가스도 지구온난화의 주 요인으로 밝혀지고 있다. 배출된 온실가스는 지구 복사열을 가두는 역할을 해서 지구온난화를 초래하므로 감축이 절대적으로 필요하다. 기후변화 대응을 위해 온실가스를 줄이자는 전 세계적 합의로 2015년에 '파리기후변화협정 (Paris Climate Agreement)'이 체결됐으며, 다양한 형태로 국제사회의 공동 노력이 진행 중이다. 파리 협약은 지구 평균기온 상승을 산업화 이전 대비 2도보다 낮은 수준으로 유지하고, 1.5도를 넘지 않도록 노력한다는 내용이다. 이를 위해 2050년까지 전 세계 탄소 배출량과 흡수량이 같아 탄소 순 배출량이 제로가 되는 탄소 중립을 달성하는 목표도 제안됐다. 그렇다면 우리나라가 연간 배출하는 온실가스 총 배출량은 얼마나 되는가? 2020년 기준 약 6억 5천 톤이며, 에너지, 철강·석유화학 등 산업공정, 농업, 폐기물처리 등 다양한 분야에서 온실가스가 배출되고 있다. 세계 10위권의 온실가스 배출을 하는 우리나라 역시 온실가스 감축이 필요하다. 우리 정부는 2021년 10월 영국 글래스고에서 개최된 26차 유엔기후변화협약 당사국총회(COP26)에서 2030년까지 2018년 대비 온실가스를 40% 감축한다는 '국가결정기여(NDC, Nationally Determined Contribution)'를 제출하고, 탄소 중립 정책을 추진하고 있다.

지구온난화를 유발하는 대표적인 온실가스는 이산화탄소와 메탄가스이다. 이산화탄소가 약 60%, 메탄이 약 20% 정도 지구온난화에 기여하고 있다. 기후변화 대응을 위해서는 이러한 온실가스 배출을 줄이거나 흡수·제거해야 하는데, 이 과정에서 막대한 비용이 든다. 온실가스를 보다 긍정적으로 바라보는 시각도 필요하다. 온실가스를 지구온난화 관련 오염 물질로만 보는 것이 아니라 유용한 물질을 만드는 데 사용할 수 있는 저가의 탄소 자원으로 본다면 새로운 기회를 얻을 수 있다. 바로 '온실가스의 탄소 자원으로의 활용 기술' 개발이다. 온실가스를 산업적으로 유용한 화합물로 전환시킴으로써 온실가스도 감축하고 부가가치도 창출하는, 일석이조(一石二鳥)의 기술이다.

화학공학과 나노바이오연구실에서는 기존의 화학 전환 기술과 비교해 더 친환경적인 바이오 기술로 이산화탄소와 메탄가스를 이용해 다양한 화학제품을 생합성하는 기술 개발을 진행하고 있다. 특히 메탄가스를 먹이로 사용할 수 있는 지구상 유일한 미생물인 메탄자화균(methanotrophs)을 이용해 상온 상압에서 온실가스 메탄으로부터 생분해성 바이오플라스틱을 합성하는 기술 개발을 진행 중이다. 이러한 기술은 온실가스 감축과 부가가치도 창출하고, 폐플라스틱으로 인한 환경 오염도 예방하는 일석삼조(一石三鳥)의 기술이라고 할 수 있다. 여기서 한 가지 더 재미있는 점은, 생분해성 플라스틱을 사용 후 혐기성소화조(anaerobic digestion)에서 폐기처분하면 메탄가스가 나오는데, 이 메탄가스를 다시 활용해 생분해성 바이오플라스틱을 제조할 수 있으므로 탄소 순환 경제(carbon circular economy)를 구현할 수 있는 기술이기도 하다. 그렇다면 일석사조(一石四鳥)의 기술이라고 볼 수 있다.

이산화탄소 대비 80배 이상 온실효과가 큰 것으로 알려진 메탄가스의 바이오 전환 기술의 특징 및 장점을 좀 더 살펴보면 다음과 같다. 메탄의 C-H 결합 에너지는 약 105kcal/mol로 매우 안정적이라 전환을 위한 활성화가 어렵다. 따라서 기존의 간접 화학 전환법에서는 800도의 높은 온도와 20기압 이상의 고압에서 메탄을 수증기 개질 반응을 통해 합성 가스로 전환한 다음, F-T 공정 등을 이용해 석유화학 제품이나 연료로 전환해 왔다. 반면에 메탄자화균이라는 미생물을 바이오촉매로 활용하면, 대기압과 상온에서 메탄을 바로 생분해성 바이오플라스틱으로 전환할 수 있어서 에너지 절약형 친환경 온실가스 메탄 전환 기술이라고 할 수 있다. 현재 대규모 국비 연구사업인 'C1 가스 리파이너리 사업단' 지원으로 연구가 진행 중이며, 상용화 가능성 평가를 위한 1톤 규모의 스케일업(scale-up) 연구를 진행하고 있다. 이러한 과정을 통해 상용화가 기대되는 원천기술을 확보하면, '온실가스의 자원화 및 상용화'라는 새로운 영역을 개척할 수 있을 것이다.

이러한 연구 사례처럼 '전 지구적 난제'인 기후변화 대응에 대해서 보다 긍정적 접근방식으로 문제를 푸는 것도 필요하다. 기후변화 대응을 엄청난 비용이 요구되는 문제로만 바라보지 말고, 새로운 '기후변화 산업' 창출의 기회로 바라보는 패러다임 전환이 필요하다.

> "기후변화 대응을 엄청난 비용이 요구되는 문제로만 바라보지 말고, 새로운 '기후변화 산업' 창출의 기회로 바라보는 패러다임 전환이 필요하다."

우리신문은 최근 3년 간 의미있는 연구로 학계의 주목을 받은 교수를 통해 연구 성과와 그 의미를 살펴보는 연재를 합니다.

① 김선광(교수·한의학) - 딥러닝 이용한 '자발통' 지표 개발 연구