

<p>주제</p>	<p>지속 가능한 친환경 신소재</p>
<p>가이드</p>	<p>1. 서론</p> <p>‘대기와 해양의 상호 작용’ 단원에서는 다양한 기후변화의 요인과 그에 따른 영향에 대하여 배웁니다. 그중에서도 우리가 주목할 부분은 ‘기후변화의 인위적 요인과 그 영향’입니다.</p> <p>산업혁명으로부터 시작된 지속적인 산업 활동과 무분별한 화석연료 사용 등의 인간 활동은 결국 온실 기체의 증가로 이어졌습니다. 이에 지구의 온실효과를 강화되어 지구의 평균 기온은 점점 높아졌습니다. 그 결과 해수면이 상승하고 생태계가 변화하며 태풍, 홍수, 가뭄 등의 기상 이변의 발생 횟수와 강도가 증가하는 결과를 맞이하게 되었음을 ‘대기와 해양의 상호 작용’ 단원에서 배울 수 있었습니다.</p> <p>변해가는 지구 환경 보존을 위한 노력의 일환으로 ‘탄소 중립’ 즉, 탄소를 배출하는 만큼 그에 상응하는 조치를 취하여 실질 배출량을 ‘0’으로 만드는 활동이 제안 및 실천되고 있습니다.</p> <p>우리는 이러한 ‘탄소 중립’을 실천할 수 있는 방안 중 하나로 ‘지속 가능한 친환경 신소재를 제안하고자 합니다.</p> <p>2. 본론</p> <p>1. 생분해성 신소재</p> <p>사용 후 폐기하기 어렵지만 사용량이 많아 지구 생태계에 좋지 않은 영향을 끼치던 플라스틱의 대안으로 ‘생분해성 플라스틱’이 등장했습니다. 하지만, 물성 및 유연성 강화를 위해 다른 플라스틱 소재나 첨가제를 섞어야 한다는 단점을 가지고 있는데 이를 보완한 ‘생분해성 신소재’가 개발되었습니다.</p> <p><u>생분해성 신소재는 100% 바이오 원료를 이용하여 합성된 소재로, 첨가제나 다른 고분자 소재와 섞지 않아도 투명성, 유연성, 생분해성을 만족할 수 있는 소재입니다. 공정을 크게 바꾸지 않고 개발 단계에서 소재의 물성을 조절할 수 있어 비닐봉지, 에어캡 완충재, 일회용 컵 등의 다양한 분야에서 응용될 가능성이 있는 신소재로 LG 화학에서 꾸준히 연구개발하고 있습니다. 이를 통해 자원 선순환 및 생태계 보호에 앞장서고 있습니다.</u></p>

2. CNF

최근 천연자원 식물인 케나프가 주목을 받고 있습니다. 케나프는 1년생 작물로서 성장이 빠르다 보니 이산화탄소 흡수 능력이 높아 이산화탄소 총량 중립화에 도움을 주는 등 다양한 경제적, 공익적 가치를 가지고 있습니다. 이 케나프라는 식물에서 수득한 셀룰로오스를 나노화하여 CNF를 제조하는 기술 또한 함께 주목받고 있습니다.

CNF는 식물의 구성 성분인 셀룰로오스를 분쇄, 분산, 균질화하여 만든 셀룰로오스 나노 섬유, 즉 바이오매스 유래 신소재로 지속 가능한 식물 자원 기반의 친환경 소재입니다. 이 소재를 복합소재로 사용하게 되면 무게는 가볍지만 철보다 다섯 배 강한 소재가 되고, 인장 강도뿐만 아니라 흡수성과 결합력 및 분산성 등이 크게 향상되어 다양한 분야에 사용될 수 있다는 장점이 있습니다.

현탁액의 경우 화장품, 고강도 박막필름, 코팅제, 친환경 페인트, 관수식물 토양 보습제, 과수봉지 등으로 활용되며, 파우더의 경우 응집과 수축을 최소화하여 재해리성이 높아 엔지니어링 플라스틱, 필름, 비닐용 마스터배치, 경량 강화 내외장재, 의료용구, 특수섬유(방탄복), 고흡수제(SAP), 친환경 타이어, 매트(차음, 안전) 등 굉장히 다양한 분야에 활용될 수 있습니다.

3. 결론

‘대기와 해양의 상호 작용’ 단원을 배우며 우리의 행동 하나하나가 기후 및 생태계 즉, 지구 환경을 변화하게 만드는 활동이라는 것을 깨달을 수 있었습니다. 그중에서도 온실기체의 배출이 지구 온난화의 중심적인 요인이 되며, 이를 완벽히 해결할 수는 없겠지만 완화할 수 있는 한 가지 방법이 바로 ‘탄소 중립’이라는 것을 알게 되었습니다.

탄소 중립을 위해 일상생활에서 대중교통 이용을 생활화하고, 일회용품 사용을 줄이기 등을 실천할 수 있지만, 더 적극적인 방법도 궁금해졌습니다. 희망진로와 연관지어 탄소중립을 실천에 도움을 주는 ‘지속 가능한 신소재’에 대하여 더 탐구하였습니다.

이 과정에서 최근에는 지속 가능한 미래를 위한 친환경 신소재를 개발하려는 움직임이 굉장히 커지고 있다는 것을 실감하게 되었으며, 실제 사례들 또한 많이 접할 수 있었습니다. 이번 탐구를 통해 미래에 탄소 중립에 도움이 될 수 있는, 지속 가능한 미래를 위한 새로운 소재를 개발해보고자 하는 다짐을 하는 계기가 되었습니다.

자료1. 탄소중립의 정의 및 필요성

1. 탄소중립이란

탄소중립의 정의

탄소 배출량을 줄이고 대기 중으로 배출되는 탄소를 제거·흡수해 순 배출량을 '0'으로 만드는 것



탄소배출량 감소
태양광발전 등 친환경 발전원 확대
고효율기기 도입 등 에너지 효율향상
전기자동차 전환 등 화석연료 감축

탄소 제거·흡수
탄소포집 및 저장 활용(CCUS)
산림자원 조성 확대
맹글로브, 해초·해조류 등 블루카본 확대

2. 탄소중립의 필요성

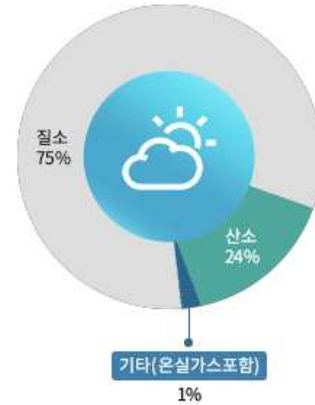
탄소중립 필요성에 대한 국제사회 논의 확산

지구온난화의 주범으로 꼽히는 온실가스는 대기 구성요소 중 1% 미만에 불과합니다. 그러나 산업화 이후 온실가스가 계속 늘어나면서, 120년간 지구 평균온도가 약 1.2도 상승했습니다.

UN산하 IPCC가 작성한 '지구온난화 1.5도씨 특별보고서'에 따르면, 이러한 추세로는 2100년에는 지구 온도가 약 3 °C 상승하며 2 °C 이상 상승할 시 폭염, 홍수, 해수면 상승 등 기후재앙이 도래한다고 합니다.

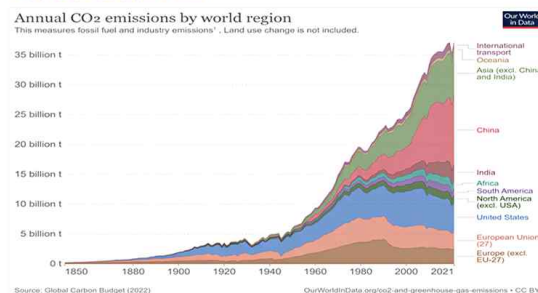
이를 예방하기 위해서는 지구온도 상승을 1.5 °C 이내로 억제해야 하며, 그 방안으로 2050년 이전 탄소중립 달성을 주목하고 있습니다.

때문에 전 세계적으로 2050년 탄소중립을 추진하고 있습니다.



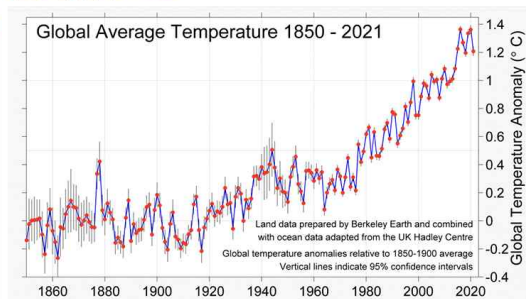
※ 출처 : 「Earth Fact Sheet」, NASA

전세계 온실가스 배출 추이 1850~2021



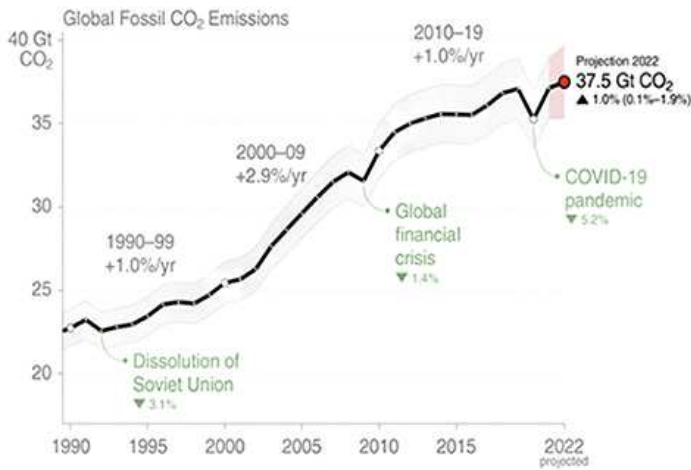
※ 출처 : 「Global Carbon Budget 2022」, Global Carbon Project

글로벌 평균기온 추이 1850~2021



※ 출처 : 「Global Temperature Report for 2021」, Berkeley Earth

Global CO2 Emissions form fossil fuels, 1990~2022



코로나 팬데믹으로 전 세계 생산과 운송이 멈췄던 2020년에도 온실가스 배출은 전년 대비 고작 5.2% 감소에 그쳤습니다.

이를 100% 줄여야 하는 탄소중립은 매우 어렵고 도전적인 과제입니다.

※ 출처 : 「Global Carbon Budget 2022」, Global Carbon Project

출처

<https://home.kepco.co.kr/kepco/CB/A/htmlView/CBAAHP001.do?menuCd=FN440101>

<https://home.kepco.co.kr/kepco/CB/A/htmlView/CBAAHP002.do?menuCd=FN440102>

자료2. 지속가능한 신소재 사례 - 1. 생분해성 신소재

1) 생분해성 신소재란?

기존 생분해성 플라스틱을 뛰어넘다! 생분해성 신소재?

최근 들어 기존 생분해성 플라스틱을 뛰어넘는 생분해성 신소재도 속속들이 개발되고 있습니다. 기존 생분해성 소재의 경우 물질이 가진 성질인 물성이나 유연성을 강화하기 위해 다른 플라스틱 소재나 첨가제를 섞어야 했습니다. 이에 따라 공급 업체에 따라 물성과 가격이 달라지기도 했습니다. 또한, 생분해성 플라스틱으로 가공된 뒤에는 투명성을 띠지 못했습니다. 식자재에 쓰이는 친환경 포장재의 경우 기존 생분해성 플라스틱이 가진 불투명한 성질로 인해 식자재의 상태를 소비자가 확인하기 어려웠습니다.



새롭게 연구, 개발된 생분해성 신소재는 이런 단점을 개선하였습니다. 옥수수 성분의 포도당 및 폐글리세롤을 활용한 바이오 함량 100%의 생분해성 소재이면서 다른 플라스틱 소재나 첨가제를 섞지 않고 단일 소재로 적용 가능하여 투명성을 유지합니다. 특히 기존 생분해성 플라스틱 대비해 유연성이 최대 20배 이상 개선되었으며, 가공 후에도 투명성을 구현할 수 있어서 생분해성 플라스틱이 주로 쓰이는 친환경 포장재에 큰 파급 효과를 줄 것으로 예측됩니다. 해당 생분해성 신소재는 독일의 생분해성 소재 국제 인증 기관인 '딘 서스코(DIN CERTCO)'에서 120일 이내 90% 이상 생분해되는 결과도 확인되었습니다.

우리의 미래를 위해 다양한 생분해성 신소재 연구 필요

생분해성 플라스틱은 이제 반드시 필요한 소재입니다. 시장조사업체 등에 따르면 생분해성 플라스틱 시장은 2019년 4조 2천억 원에서 2025년 9조 7천억 원으로 연평균 약 15% 성장할 것으로 전망됩니다. 플라스틱에 의한 해양 오염과 미세 플라스틱으로 인해 폐해 등을 막기 위해, 또한 지구 생태계를 위해서 기존 생분해성 플라스틱에서 나아가 더욱 뛰어난 물성과 생분해성을 갖춘 생분해성 신소재가 필요합니다. 우리의 미래를 위해서는 생분해성 신소재를 위한 연구 및 개발 등이 꾸준히 이루어져야 할 것입니다.

출처

<https://terms.naver.com/entry.naver?docId=6225103&cid=63839&categoryId=63839>

2) 생분해성 신소재 예시

Q) 최근 새롭게 개발한 생분해성 신소재에 대해 자세한 설명 부탁드립니다.

•김철웅 책임: 저희가 개발하고 있는 신소재는 100% 바이오 원료를 이용하여 합성된 소재로, 첨가제나 다른 고분자 소재와 섞지 않아도 투명성, 유연성, 생분해성을 모두 만족할 수 있는 소재입니다. 기존 시장에 있는 생분해성 소재 중에도 특정 물성이 좋은 소재들은 있었지만, 앞서 언급한대로 단일 소재로 물성을 구현할 수 있는 소재는 저희가 개발한 이 유일한 소재입니다. 게다가 공정을 크게 바꾸지 않고 개발 단계에서 소재의 물성을 조절할 수 있어 다양한 분야로 응용될 수 있을 것으로 생각합니다.

Q) 생분해성 신소재 개발에서 유연성 및 투명성 개선이 가능할 수 있었던 기술과 제조공법은 구체적으로 무엇인가요?

•최정윤 선임:가장 대표적인 생분해성 소재인 PLA(Polylactic Acid)는 바이오 원료로 합성이 가능할 뿐 아니라, 강도도 우수하고 투명해서 일회용 컵 제작이나 3D 필라멘트 등으로 많이 활용되고 있습니다. PLA에 가장 취약한 물성이 유연성인데 이를 개선하기 위하여 첨가제나 고분자를 섞어서 사용하고 있고, 이 과정에서 고유의 투명한 특성을 잃게 됩니다. 저희는 유연성을 개선하면서도 투명성을 유지하기 위하여 유연성이 좋은 단량체와의 공중합체를 형성하고 있는데요. 실제로 같은 소재로 컴파운딩할 때는 소재가 불투명했지만, 공중합체를 형성하게 되면 투명성을 유지하는 걸 확인할 수 있었습니다.

Q) LG화학이 세계 최초로 신소재 개발에 성공할 수 있었던 데는 생분해성 핵심 물질에 대

한 고유의 원천기술이 큰 역할을 했다고 들었는데요. 신소재 개발에 적용된 대표적인 기술은 어떤 게 있는지 궁금합니다.

•김철웅 책임: 저희 소재를 중합하기 위해 이용되는 단량체 중 하나가 바이오매스를 이용한 미생물 발효로 생산됩니다. 이 단량체의 경우 고순도, 고수율로 생산이 어렵고, 정제가 복잡해 이를 이용하여 소재 양산 개발에 성공한 사례가 없었습니다. 이를 이용한 고분자 중합 기술 또한 연구가 부족한 상황이었습니니다. 미래기술센터에서는 오랜 연구로 이러한 단량체의 생산 및 정제 기술을 확보해왔습니다. 그래서 이를 이용한 공중합체 합성 연구가 가능했던 것 같습니다. 실제로 공중합체에 대한 물질 원천 특허를 보유하고 있고 이와 관련한 조성물, 제조 방법 관련하여 특허 포트폴리오를 강화하기 위해 노력하고 있습니다.

Q) 이번에 개발된 생분해성 신소재는 단일 소재이며 품질과 용도별 물성을 갖췄다고 하었는데요. 그럼, 앞으로 플라스틱(합성수지)을 완전히 대체할 수 있을까요?

•최정윤 선임: 앞서 말씀드렸듯이 신소재의 구조 조절로 용도에 따른 기계적 물성을 용이하게 구현할 수 있습니다. 이를 이용해 그레이드(Grade, 품질)를 달리하여 기존 생분해성 소재가 적용된 필름이나 용기, 컵 같은 패키징 분야에 다양하게 적용할 수 있으리라 기대됩니다. 하지만 여전히 내열성(높은 온도에서 변하지 않고 견뎌내는 성질)이나, 내부식성(녹이 지정된 한계를 넘지 않도록 보호하거나 처리하는 능력) 등이 취약하기에 단일 소재만으로 모든 합성수지를 대체하기는 어렵습니다. 단일 소재로 해결하지 못하는 부분은 다른 소재와 조합해서 물성을 보완해 나가야 합니다. 점차 다양한 분야에 생분해성 소재를 적용할 수 있도록 연구를 진행할 생각입니다.

출처

<https://post.naver.com/viewer/postView.naver?volumeNo=29978312&memberNo=29922182&vType=VERTICAL>

자료3. 지속가능한 신소재 사례 - 2. CNF

<지속가능한 식물자원 기반의 친환경 신소재 개발>

<https://www.issuemaker.kr/news/articleView.html?idxno=34587>



주식회사 모빅신소재기술은 국내산 케나프에서 추출한 셀룰로오스(Cellulose)를 나노화하여

CNF(Cellulose NanoFiber·나노셀룰로오스)를 제조하는 기술을 개발했다. © 전북농업기술원

케나프(Kenaf·양마)에서 발견한 미래 신소재의 희망

최근 환경에 대한 관심이 높아지며 경제 선진국에서는 재생이 가능하고 생분해될 수 있는 바이오 복합재 연구에 대한 관심이 증대하고 있다. 실제로 지난 2016년 발표된 '파리협정' 이후 '2050 탄소중립 목표 기후동맹'에 121개의 국가가 가입하고 다양한 친환경 대책을 마련하는 움직임이 포착되고 있다. 바이오 복합재나 바이오 신소재의 개발 역시 이러한 활동의 일환이다. 끊임없는 R&D가 진행되고 있지만 아직 개척해야 할 소재와 성분은 너무나 많다.

최근 천연자원 식물인 '케나프'(Kenaf·양마)도 이러한 관점에서 주목받고 있다. 케나프는 1년에 3m~5m까지 자라나는 1년생 작물로서 경제적 기대 가치가 매우 높고 각종 산업 전반에 활용되며 기후 위기 대응과 경제적·공익적 가치를 모두 충족시키는 식물로 알려져 있다. 성장이 빠르다 보니 이산화탄소 흡수 능력이 월등히 높아 이산화탄소 총량 중립화에도 많은 영향을 끼친다. 미세먼지 발생 억제와 물 정화, 토질 정화 능력도 우수하다. 가축 사료, 친환경 비료로 이미 널리 사용되고 있고, 물만으로도 건강하게 성장하기에 재배의 편의성도 매우 높다.

다만 아직 국내에서는 케나프에 대한 인식이 높지 않아 재배 농가가 많지 않고, 활용할 수 있는 분야 역시 제한적이다. 해외에서는 섬유 펄프와 바이오 복합소재 등의 제품을 만드는데 이미 널리 사용되고 있는데도 말이다. 이러한 가운데 국내의 한 친환경소재 스타트업이 국내산 케나프에서 수득한 셀룰로오스(Cellulose)를 나노화하여 CNF(Cellulose NanoFiber·나노셀룰로오스)를 제조하는 기술을 개발해 이목이 집중되고 있다. 화학적 처리가 아닌 비화학적 처리 기술로 대량생산 체제를 갖춰나가고 있는 주식회사 모빅신소재기술의 송인갑 대표를 이슈메이커가 조명해보았다.

Q) 국내에서 보기 드문 친환경소재 스타트업을 이끌고 계십니다. 소개를 부탁드립니다.

“반갑습니다. 주식회사 모빅신소재기술(이하 모빅)의 대표 송인갑 입니다. 현재 모빅은 식물의 구성 성분인 셀룰로오스를 분쇄, 분산, 균질화하여 만든 셀룰로오스 나노섬유, 즉 바이오매스 유래 신소재를 개발해 고도화해나가고 있습니다. 이를 쉽게 말씀드리자면 지속 가능한 식물자원 기반의 친환경 신소재인 CNF(나노셀룰로오스)로서 이를 복합소재로 사용하면 무게는 가볍지만 철보다 다섯 배 강한 소재가 되고, 인장강도뿐 아니라 흡수성과 결합력 및 분산성 등이 크게 향상되어 다양한 분야에 사용되게 됩니다. 대표적으로 친환경, 고 흡수 소재의 특성을 갖고 있으며 휘는 소재, 복합 소재, 대체 소재, 특수 소재 등으로 활용됩니다. 다시 말해 CNF는 어느 한 분야에만 적용되지 않고 매우 다양한 산업에 적용되는 첨단소재이며 천연자원을 활용한 소재로써 소재 산업의 활성화와 다변화에 지대한 영향을 끼칠 수 있다는 전망이 지배적이죠”

Q) 활용 범위가 상당히 넓을 것으로 사료됩니다.

“섬유 형태로 정제 및 가공한 셀룰로오스라는 재료에 모빅의 혁신공정이 더해져 생산된 CNF는 다양한 산업에 대체소재 및 복합소재로서 가공 없이 바로 사용할 수 있도록 현탁액(1~4wt%) 또는 건조(CNF 파우더, 혼합 파우더) 형태로 공급됩니다. **현탁액의 경우 화장품, 고강도 박막필름, 코팅제, 친환경 페인트, 관수식물 토양 보습제, 과수봉지 등으로 활용되며, 파우더의 경우 응집과 수축을 최소화하여 재해리성이 높아 엔지니어링 플라스틱, 필름, 비닐용 마스터배치, 경량강화 내외장재, 의료용구, 특수섬유(방탄복), 고흡수제(SAP), 친환경 타이어, 매트(차음, 안전) 등의 분야에 활용됩니다.** 이들 모두 국내뿐 아니라 해외시장의 요구가 많은 분야이기에 수출에도 큰 성과가 있을 것이라 전망하고 있습니다. 때문에 모빅은 이 방대한 시장에 진입하기 위해 기술력을 계속 키워나가고 있는데요. 창업 초기부터 TIPS(민간주도형 기술창업지원) R&D 과제와 산업통상자원부 주관의 연구과제 및 행정안전부 주관의 지역균형뉴딜 우수사업 등에 연이어 선정되어 기술력 강화에 박차를 가할 수 있는 기회를 얻기도 하였습니다”