

생분해성 고분자의 연구개발 현황

김영하/한국과학기술원 고분자 설계 연구실장

1. 환경과 고분자

고분자는 가공성이 뛰어나고 가벼우며 화학적으로 상당히 안정성을 지니고 있다. 또한 부식되지 않고 썩지 않는 장점을 지녔지만, 반면에 환경오염을 야기하는 문제점이 있다.

이러한 환경오염 문제를 해결하기 위해서는 첫째 폐기물 절감 노력이 필요하다. 둘째로 매립(93퍼센트)에 절대적으로 의존하고 있는 폐기물 처리 방법을 개선해야 한다. 셋째로 폐플라스틱의 회수 및 재생 시스템 구축과 기술 개발로 재활용률을 높여야 한다. 넷째로 분해성 고분자의 개발인데 현재까지 개발된 폐품들은 범용 합성고분자보다 가격이 비싸고 가공성이 떨어지지만 환경보전과 비분해성 포장재에 대한 국제 규제에 대비

하기 위해서는 필수적인 분야부터 개발 목표를 설정해 계속 추진해 나가야 한다.

2. 첨가형 분해성 플라스틱의 장단점

첨가형(충전형) 분해성 플라스틱의 장단점은 다음과 같다.

<장점>

- ▲경제적: 원가상승폭이 10~20퍼센트에 불과하다.
- ▲가공성과 물성이 기존 플라스틱과 동등하다.
- ▲기존 가공기계 및 기술로 생산이 용이하다.

<단점>

- ▲단기간에 완전 분해 어렵다.
- ▲소비자 욕구 및 환경보전 측면에서 제품 개발 수준이 미흡하다.

표1. 분해성 플라스틱 개발 현황

구분	종류	외국회사명(상품명, 천톤/연)	국내현황
생분해	첨가형	천연고분자 전분 및 다당류 St. Lawrence Starch (Ecostar) Archer Daniels Midland (Polyclean) 미국농무성-Agri-Tec, 일리노이대, Iowa대, 스위스 바텔 연구소	선일포도당/한양대(상업화) 유공
	합성고분자	폴리카프로락톤 및 지방족 폴리에스터 PEO UCC(tone Polymers 5) Planet Pacdaging Tech. (Enviroplastic 2.5)	
해성matrix분해형	천연고분자 전분계 고분자	Novamont (Mater-Bi23) Warner-Lambert (Novon 45)	
	미생물고분자 PHB(Polyhydroxybutyrate)	ICI(Biopol, 0.3).	고려합섬, 유전현연, KAIST등
	합성고분자 지방족 폴리에스터 PL(Polylactic acid) PVA acryl 공중합체	Shaowa 고분자(Bionolle 3) Cargill, Ecochem(0.7) Air Products & Chemicals(Vinex 84) Belland(20)	선경인더스트리 KIST 등 동양화학
광분해성	첨가형	금속계 Ampacet (Poly-Grade) Ideamaster(Plastigone) Princeton Polymer Lab. Bio Degradable plastic	조양홍산, 대림, 호남석유화학
	matrix분해형	ECO(ethylene/CO) 케톤계 UCC(ECO), Dow DuPont, Bayer Ecoplastic(Ecolyte), Eastman Kodak	석유화학회사/대학

▲분해 생성물의 안정성에 문제 있다.
특히 광분해성은 매립시 분해 어렵다.

표2. 전분충전형 분해성 플라스틱

회사명	상품명	기술수준	용도(현재/잠재)
St. Lawrence (캐나다)	ECOSTAR	열가소성 범용수지, 변성전분(6~15%) 및 첨가제로 조성	쓰레기 봉투, 쇼핑백, 음료병
	ECOSTAR PSUS	전분 및 광분해 첨가제로 조성	
Ferruzzi (이탈리아)	GREEN CHEMICAL	PCL, 옥수수 전분 (10~15%) 및 식물성 기름 등으로 조성	비닐백, 포장용 비닐, 플라스틱 용기
ADM (미국)	POLYCLEAN	PE, 전분 및 첨가제로 조성	쓰레기 봉투, 쇼핑백
AMPACET (미국)	POLY-GRADE I	"	농업용 필름, 쓰레기 봉투, 쇼핑백
Agri-Tech (미국)		EAA(PE 부분 대체) Gel화 전분 등으로 조성	농업용 필름
Battolic (스위스)		전분이 주원료	포장필름
BODATA OY (핀란드)	BIOFILM		농업용 필름
선일포도당	크린-플라스, 마이로그린	전분, 지방산 및 광분해 첨가제로 조성	필름, 쇼핑백 PE
유공	그린폴	변성전분	PE, PP 필름, 사출, 중공 성형술

표3. 광분해성 고분자의 종류와 제품

광분해성	회사(제품명)
Vinyl Ketone Copolymers	Eco Plastics(ECOLYTE)
Ethylene/CO공중합체	DuPont, Dow Chemical, Union Carbide(ECO), Bayer
Metal complex, 광증감제 첨가형 (TiO ₂ , Ni-Fe)	Ampacet(POLYGRADE)
Metal Complex(Ti-Zn) benzophenone 첨가형	Princeton Polymer Lab.
Ceriumstearate 광증감제 첨가형	Rhone Poulenc
Metal Complex/antioxidant 첨가형	Ideamaster(PLASTIGONE)
Aromatic carbonyl 광증감제 첨가제	Biodegradable Plastics
금속착화합물제	조양홍산, 대림산업, 호남석유화학

전분충전형 생분해성 플라스틱의 특성

유영득/(주)유공 인천고분자연구소 책임연구원

1. 머리말

현재 플라스틱은 가장 많이 쓰이는 생활·산업소재이고 그 중에서도 PE와 PP는 국내 생산능력이 연간 396만톤, 사용량은 연간 170만톤에 이르는 가장 범용화된 플라스틱이다. 따라서 폐기되는 양도 가장 많다.

더욱이 PE와 PP는 비중이 0.91~0.97g/cm³ 정도로 가벼운 소재이기 때문에 매립지에서 차지하는 부피는 무게에 비하면 엄청나다. 또한 PE와 PP는 황산과 같은 약품에도 부식이 되지 않을 정도로 내약품성이 뛰어나고, 매립되어진 후 분해되는 데는 수백년이 걸린다고 알려져 있기 때문에 폐플라스틱으로 인한 환경 문제가 심각하게 대두되고 있는 것이다.

국내에서도 폐플라스틱으로 인한 환경오염 문제를 해결하고자 하는 많은 노력이 진행되고 있지만 철저한 분리수거를 전제로 하는 재활용과 대규모 시설투자가 필요하고 민원을 야기시키는 소각은 현실적으로 요원한 상태다. 그러므로 폐플라스틱으로 인한 환경오염을 최소화하기 위한 분해성 플라스틱의 사용이 크게 요구된다. 적정함량 이상의 전분을 충전한 전분충전형 생분해성 플라스틱은 사용후 폐기되어 매립되면 일차적으로 미생물에 의해 전분이 3~6개월만에 분해되어 다공질화되고 제품형태를 유지하지 못하여 부피감소가 일어난다. 이렇게 되면 표면적이 현저히 증가하여 기침가되어 있는 자동산화제/분해촉진제의 작용에 의해 쉽게 분해되기 때문에 기존 PE/PP에 비하여 분해속도가 수십배 가속화되어 5~10년 정도면 분해가 완결되게 된다. 더욱이 쓰레기백과 같은 용도로 사용되면 매립된 쓰레기백이 작은 입자상태로 일차 붕괴되어 내용물을 토양에 노출시켜 미생물에 의한 내용물 분해를 촉진시키고, 부피감소로 인하여 매립지의 공간 활용도를 높여준다. 또