






생분해성 패키징 소재의 국내외 상용화 기술

주식회사 에이유

2009. 9. 25(금)
한국생산기술연구원 패키징센터
 부천 TP 3차 301동 2층

한경구 <http://www.au.co.kr> jghan@au.co.kr

지금은 플라스틱시대

- ◆ 시대의 변천 : 구석기시대-선석기시대-청동기시대-철기시대-플라스틱시대
- ◆ 플라스틱 사용량 : 1억3천만톤(석유화학제품류)
- ◆ 범용 플라스틱의 사용범위 : 일반생활용품(TV, 냉장고, 컴퓨터, 핸드폰, 자동차, 주방용품 등) 산업재 (건축자재-파이프, 토목용매립류-이중벽관 등) 농업용 (멀칭필름, 하우스용-장수무직필름) 포장재류 (석-채스, 아채, 제과, 제빙, 가공식품) 일회용 (컵, 도시락, 접시, 스푼, 포크, 소빙백)
- ◆ 친환경플라스틱 및 대체재의 필요성 : **자원전쟁의 시대 도래**
90년대 이후 무역규제 (그린라운드-환경규제)
전 세계적 환경규제 = 녹색성장, CO₂저감정책



합성 플라스틱의 발달

- 가공성 우수함.
- 반영구적 이다(250년~2500년).
- 중량이 가볍다.
- 합성에 따라 종류가 다양하다.
- 재성이 가능하다.

- ⇒ **폐기후 시각적 장애(부피크고, 중량 가볍다).**
- ⇒ **땅속에 매립시 토양오염.**
- ⇒ **소각시 환경오염 물질 발생.**
- ⇒ **재활용을 낮춤(일회용품 및 포장지).**
- ⇒ **자원을 낮춤(20% 이하).**

친환경 플라스틱 : 구분자랑을 가진 플라스틱을 저분자량으로(물, 열, 화학) => 저분자 단량체 => 분해(복합분해)

플라스틱 대체재 : 플라스틱 물질을 대체할 합성천연 고분자 - 전분, 목본, 유기물, 합성천연고분자, 천연고무

분해성 플라스틱의 분류

분해성 플라스틱

- 친환경고분자계
 - 전분과 변형수지 Novamont(이탈리아), Rodenburg(네덜란드), Earthshell(미국), Apeck, AVEBE(미국), 대성(한국) 등
 - 셀룰로오스: Mazzucchelli 184X(이탈리아) 등
 - 폴, 우유: Dupont Sorboplast(미국) 등
- 미생물합성계
 - PLA: P&G, Metabiolis Dupont(미국)
 - PHA: Natureworks(미국), 도요타, 미쓰비시 화학(일본), 도레이 케미칼(한국)
- 화학합성계
 - PEBAX 소피코폴리머(일본), 이테라화, SK에미칼(한국), 테코
 - PCL: 다이셀화학(일본), IJCC(미국)
 - PVA, PVA20X(영국)
 - PSA:
 - 방사중합-가교수지 Copolyester: BASF(독일), EASTMAN(영국)

자랑족 폴리락트산
 대포

생분해 플라스틱

- 전분-PCL 복합 : 전분 PCL, Novamont(이탈리아), SK(한국)
- 전분-변성폴리비닐알코올 : 전분 PCL, Novamont(이탈리아), SK(한국)
- 폴리 카프로락톤 - 폴리 아미드 : 전분 PCL, Novamont(이탈리아), SK(한국)

합성 플라스틱

- 미분-계통계열 : JE Gullet
- 에탈렌-CO₂ 계열 : Dow Chemical Dupont
- 방사중-계통계열 : Bio-Degradable Plastic 社
- 공속이온-계열 : Plantop(이스라엘)






생분해성 패키징 소재의 종류

구분	전분계	PLA	PCL	PEU
제조방법	전분 복합제를 압출기->고온, 고압변형가공	젯산 또는 락타이드를 축합 또는 효소로 개환	카프로락톤 개환 반응 및 중합	우레탄 저분자와 AP 중합
주재료	전분, AP 등	전분, 락타이드	카프로락톤	우레탄, AP
생산업체	노바몬트, 이엔프레코, 바이오올라스트, 노보 등	네이처웍스, 미쯔이 화학, 에콜그린, 대일방직 그룹	UCC, 다이셀화학, 슐베이 등	바스프, 소희고분자, 세정씨연명
적용제품	사출품, 발포재, 시트, 진공성형	용기, 성형품, 산업용품	필름, 사출 등	필름, 열
가격	280~360만/톤	280~380만/톤	450~550만/톤	450~500만/톤
특징	-PE, PP 유사 물성 -내열성: 110~130	-PS, PET와 유사 물성 -경도 우수	융점이 높아 전분, PLA 등 혼합 사용 용도	탄성, 신율 우수
장점	분해성 우수, 중저가, 고분자 혼용성	투명성, 광도 우수	분해성, 신장률 우수	내열성, 물성우수
단점	투명성, 성형가공성 취약	고분자 상용성, 가공성, 내열성 취약	자극성, 가공성 취약	경도, 가공성 취약

◆ **천연 고분자(Naturally Occurring Polymers)**
 : 식물 유래의 셀룰로오스(Cellulose), 펙틴(Pectin), 헤미셀룰로오스(Hemicellulose), 리그닌(Lignin), 전분(Starch), 다당류 (Polysaccharide), 맛염, 효모, 두부박, 콩피커기, 완두, 옥수수대, 콩팥 및 동물유래 키틴 (Chitin) 등

◆ **PLA (Polylactacid, 폴리락산), PCL (Polycaprolactone, 폴리카프로락톤), PEU (Polyurethane, 폴리우레탄)**

생분해성 패키징이란? (1)

- ◆ 전세계적으로 논의가 계속 : 국내외적으로 **명확한 규정은 없음**
- ◆ 미국 ASTM (American Society for Testing And Materials) 규정
- 특정 환경 조건에서 일정시간 동안에 화학적 구조가 상당히 변형되어 그 성질 변화를 표준 시험 방법으로 측정 할 수 있는 플라스틱을 말하고, 이는 생분해성(생물분해, 복합분해), 광분해성, 생분해성 플라스틱으로 구분하고 있음

ASTM

분해성 플라스틱 : "일정기간 동안 특정 환경 조건에서 화학구조가 상당히 변화되어 표준 시험 방법으로 측정이 가능한 성질이 손실을 가져오도록 고안된 플라스틱"

생분해성 플라스틱 천연고분자 : "박테리아, 곰팡이, 효류와 같은 천연 미생물의 작용으로 분해가 일어나는 플라스틱(천연고분자)"



• 정의가 다소 모호하나 ASTM이 제시하는 표준 시험방법은 **이산화탄소, 메탄가스 발생량**으로 **생분해 정도를 측정**하게 되어 있음

ISO 472 : 분해성 플라스틱

- 생분해성 플라스틱과 분해성 플라스틱으로 분류

최종 생분해
 - 미생물의 작용으로 유기물질 분과가 일어나고 최종적으로 **이산화탄소, 물, 무기염 / 생체유체를** 생성하는 과정으로 규정

(1)분해속도, (2)이생물이 고분자 분해에 어느 단계에 작용해야 하는지, (3)분해는 어느 수준까지 일어나야 하는지 등에 관한 구체적인 언급은 하지 않음

생분해성 패키징이란? (2)

- ◆ 넓은 의미를 부여한 정의
- 모든 물질은 분자량이 작으면 자연계에서 생물체에 의해 안전 분해 가능
- 따라서, 고분자가 생물체의 작용이 없이 저분자로 분해되어 물, 이산화탄소, 생체물질로 변환되는 고분자를 생분해성 고분자(Biodegradable polymer)라고 함
- ◆ **일부 생분해성 고분자**
 - 다른 화합물의 영향이 없이 물과 고분자 사이의 반응에 의해 가수분해 => 생분해 리기 보다 가수분해의 측면이 강하다고 할 수 있음 (PVA)

BEDPS

분해성 플라스틱 : 4가지 범주로 분류

- ① **광분해성 플라스틱(Photo-Degradable Plastic)**
 : 태양광에 의한 광산화, 캐본 광분해 등 화학반응에 의한 분해성 플라스틱
- ② **산화분해 플라스틱(Oxidatively-Degradable Plastic, Oxo Biodegradable Plastic)**
 : 온도 등의 영향에 의한 산화반응에 의해 분해되는 플라스틱으로 생분해, 생광분해, 촉발분해라는 개념과 유사
- ③ **가수분해 플라스틱(hydrolytically-Degradable Plastic)**
 : 가수분해 반응에 의해 분해되는 플라스틱
- ④ **생분해 플라스틱(Bio-Degradable Plastic)**
 : 미생물, 효소 등에 의해 분해되는 플라스틱

* **분해성 플라스틱** : 상기의 1가지 이상 분해기작, 2가지 이상의 경우 복합 분해 플라스틱

Au [et:]jú
Alchemists Vision

생분해:PLA

◆ PLA

- 제조과정: 전분 => 발효 => 젖산(Lactic acid) => 중합 => Poly Lactic Acid
- 사용분야: 내열성이 낮거나, 자가용 포장제품(PLA 연화점: 66.5도)
- 제품의 특징점
 - (1) 맑은 투명도 유지 가능
 - (2) PS와 유사한 경도 유지
- 제품의 보완점
 - (1) 열에 약한 단점
 - (2) 제품이 잘 깨지는 특징.

◆ 사용처

- 일회용: 도시락용기, 스펀, 포크, 필름류, 물병, 지퍼, 쇼핑백
- 일반제품: 용기류
- 소가전: 하우징류

13

Au [et:]jú
Alchemists Vision

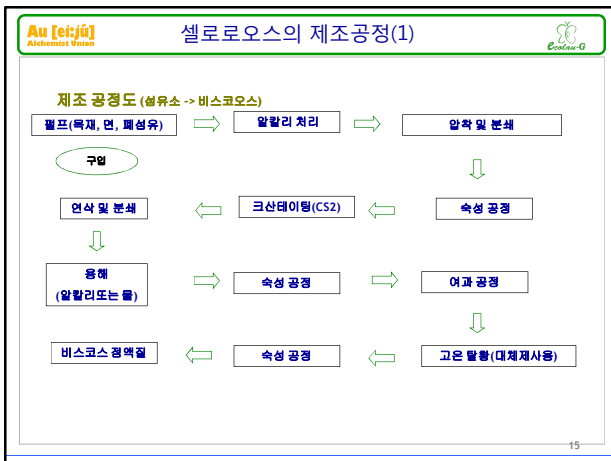
생분해:셀룰로오스

◆ 셀룰로오스

- 제조과정: 목재(폐목재), 면화등 => 증숙 및 알칼리 처리 => 압착 및 분쇄 => 숙성 => 여과 => 숙성 => 셀룰로오스 침액질 => 펄렛, 필름, 사출물 등 완제품
- 사용분야: 셀룰로오스 대체, 약봉지, 투명 우편장봉투, 식품용 연포장 등
- 제품의 특징점
 - (1) 맑은 투명도 유지 가능
 - (2) 셀로판의 대체재로 최적 (동일한 목재 등 섬유소 원료)
 - (3) 종이+비닐코팅(코팅제)=종이쇼핑백, 종이+비닐 => OPP/PET필름 대체로 재성을 중대
- 제품의 보완점
 - (1) 열실링성 개선
 - (2) 강도, 신율 보완
 - (3) 고분자와 친화력 부여



14



Au [et:]jú
Alchemists Vision

바이오플라스틱-용기/트레이

◆ 바이오 플라스틱

- 제조과정: 전분, 산화제, 생분해 수지 등 => 익스트루더(컴파운딩) => 분해성 바이오 첨가제 펄렛 제조 => 바이오 첨가제 & 기존 수지(브랜딩) => 사출물, 진공성형물, 비닐 필름 등 완제품
- 사용분야: 각종 포장재
- 제품의 특징점
 - (1) 기존 플라스틱과 유사한 물성 유지, 수지 안정성 탁월, 생산량 증대
 - (2) 가격 경쟁력 우수
 - (3) 생분해 기간 조절: 유통기한이 길거나, 산업용 포장재에 최적
- 제품의 보완점
 - (1) 생분해 기간을 6개월 이내로 단축 필요



17

Au [et:]jú
Alchemists Vision

바이오플라스틱-비닐류

◆ 생분해 과정



◆ 광분해 과정



18

Au [e:ʃju]
Alchemists Vision

바이오플라스틱-생활용품

19

Au [e:ʃju]
Alchemists Vision

바이오플라스틱-농업용(1)

◆ **비닐 필름류**

- 제조공정 : 생분해 및 바이오 첨가제 필렛 => 압출(필름 완제품)
- 사용분야 : 멀칭필름(뿌리덮개필름)
- 제품의 특징점 (생분해 필름 및 바이오 필름)
- 생분해 기간 조절 : 기후에 민감하여 사전조사 필요

구분	미생물 배양실험 ASTM G20 38도, 30일 배양 SEM 1000배 사진	멀칭 실험 농업진흥청 포장실험 고추 알성 (7개월)
일반 플라스틱		
복합분해 플라스틱		
생분해 플라스틱		

멀칭 초기 사진

20

Au [e:ʃju]
Alchemists Vision

바이오플라스틱-농업용 (2)

■ 멀칭 필름 사용에

파종전 경작중 수확후

■ 필름 미생물 실험 과정

최초의 sample 30일 경과후 60일 경과 후

미생물공격(Aspergillus Niger 또는 Aspergillus flavus 사용) (ASTM균)
(Polymer matrix가 약해지고 표면적이 증가로 인해 미생물이 소화 할 정도로 분자량이 감소)

21

Au [e:ʃju]
Alchemists Vision

바이오플라스틱- 문구 화일류

◆ **제조공정 선결과제**

- 필름(속지)/씨트(표지)/사출(장식,폴데) .
- 접착(초음파) 가능여부.
- 백화현상 방지.
- 속지 및 씨트의 투명성고려.
- 유통기한 고려.

22

Au [e:ʃju]
Alchemists Vision

에코패키징대체시 선결과제-정리본

공정상 분야별 구분

◆ **원자재 (유화사, 컴파운드사)**

- 일반플라스틱 레진(PP,PE,EA,SAN,ABS,PET,NY,PVC,PS,PC 등).
- 복합/바이오/분해성플라스틱(바이오+산화+열+화학) = 현재 일반적으로 가장 많이 사용
- 100% 생분해성 물질-(변성/열가소성)전분,PLA,세로로스,PCL,PEU 등
- 플라스틱대체 물질-나노급무기물류(caco₃, 알기, sio₂, 실리카), 목분 등.

◆ **1차 성형품 = 완제품 (중소기업 -플라스틱 성형설비 보유사)**

- 필름 : 일회용/포장재/산업용/농업용.
- 사출 : 일상생활용품,가전제품하우징,산업용,공업용,자동차.
- 시트 : 일회용(진공성형품),문구류,건축용
- 블로우몰드:일반용기류,산업용용기-PET병,제약,세제.

◆ **1차 성형품+피포장물(상품),성형품=생활용품,산업및산업 부품 개발및 실용화단계에서 선결과제**

- ◆ 소재의 특징에 따른 제조설비 운영방법 습득 (설비변형 및 장치추가).
- ◆ 항상 산업용설비에서 최종적 물성 안정도 및 생산성 실험.
- ◆ 친환경대체소재 선택시 2차오염 고려
예: PS-스타이렌(오노노)산, PVC-프탈레이트,염소가스, PET-테라프탈레이트, PC 등
- ◆ 1차 성형품의 개발이나 완제품에 적용하기전 최종유통 및 피포장물의 특징 고려
예: 통기성,발효식품,유지성분,식품첨가물-글리세린등과 같이 점투성이 강한물질.

23