

분해성 포장재의 국내외 개발 및 이용 현황

주이엔포레코

2008. 11. 25(화)
한국 포장학회
고려대학교 하나스퀘어

유영선 <http://www.for-eco.com> tawake@naver.com

eCO 바이오 플라스틱 현황 및 향후 개선방향

배경 및 현황

시장 현황

- 환경 인식 변화, 환경 규제, 고유가 지속 등
- 바이오플라스틱에 **경쟁력 강화 요인**
- 석유계 플라스틱의 일부 대체 가능
- **분해 시장 공략** 가능

문제점

- 가격 경쟁력
- 원료 원천 : 현재 플라스틱 대비 2-3배
- 완제품 : 플라스틱 대비 3-7배
- 물리적 특성, 가공성 취약
- 기존 제품 대체 및 응용분야 확대 지연
- 재활용의 어려움

개선방안

주변 환경 움직임

- > 교토의정서 이후 전세계적인 **환경 규제 강화**
- 유럽, 일본을 중심으로 **시장 확대 지속**
- > 소비자의 환경에 대한 **관심 증대**

개발 방향

- > **물성 개선**
- 내열성, 가공성, 내충격성 보완
- > **가격 경쟁력 확보**
- 원가절감
- 공정개선을 통한 생산비용 절감
- > **가공기술 개발, 응용 분야 확대**
- 시장 확대 : 현재 플라스틱 시장 대비 1% 미만
- 10년후 현재 플라스틱 시장의 1.5~4.8% 예상 (Frost & Sullivan)

● **바이오 플라스틱**

- 바이오매스로부터 만들어진 플라스틱으로 **그린 플라스틱, 바이오 폴리머**라고도 불림
- 바이오매스 기반 성분이 100%인 것은 물론, 석유화학 기반 플라스틱 혼합된 것까지 포함

eCO 에코 패키징의 범주

친환경 대체 (Replacement)

- 생분해성
- 생분괴성
- 광분해성
- 화학적분해성

재활용 (Recycle) 재사용 (Reuse)

감량 (Reduce)

기능성 (선도유지, 개사자단성 등)

인체 무해성

◆ 에코패키징의 범주 : 4R(3R)

- 1순위 : Reduce (감량) 사용량 감량, 포장감량 등
- 2순위 : Recycle(재활용) 및 Reuse(재사용) 반복사용, 자원절감
- 3순위 : Replacement(대체) 원료 소재 대체

(1) 전부 대체 : 생분해, 생광분해

(2) 일부 대체 : 소각성 => 감량과 연계 움직임

* 인체 무해성, 유해 소재(PVC, PS 등) 사용 감량 또는 대체

eCO 분해성 포장의 소재 및 응용분야

◆ 생분해

- 미생물에 의한 고분자 분해
- ◆ **복합분해**
- 미생물, 광, 열, 산소 등
- 화학적작용 : 플라스틱 분해

◆ 생분해

- 생분해 수치 준용: 물성개선
- ◆ **생광분해**
- 생분해 제품 단점 극복
- 산업용 포장재 등 적용범위 확대

◆ 생분괴

- 생분해원료 + 플라스틱

◆ 광분해

- 광화학적반응 : 플라스틱분해

eCO 분해성 포장의 응용분야 변화

플라스틱의 진화

- > **내구성, 강도 증가, 경량화**
- 금속 수준 강도의 엔지니어링 플라스틱
- 자동차 등 경량화 실현
- > **기능성 부여**
- 항균성, 선도유지, 가스 배리어성, 난연성 등
- > **녹색바탕 : 최근 동향**
- 생분해성 수치, 식물성유 등 20~40% 사용
- 생분해 플라스틱을 함유하여 **환경오염 저감** 등
- **포장재 기본 기능** 유지

에코 패키징 제품 동향

- ◎ **사용 소재별 분류**
- 생분해성
- 무피복용, 포장 완충재, 식품포장
- 생광분해, FPP
- 산물 포장용 완충재, 산업용품
- 광분해, 복합분해
- 필름 포장재, 산업용 필름
- 복합분해
- 식품봉기, 합지 필름 등
- 고분자 + 섬유, 고무, 셀룰로오스
- 차량용품, 산업기타, 사무용품
- ◎ **국내의 산업용 제품**
- 국내 5사 : 에코콘
- 바이오플라스틱 40% 적용
- 케논, 도레이 등
- 바이오플라스틱 25% 적용
- 장류 등 식용용기
- 신규 소재 개발 적용 진행

eCO 분해성 플라스틱의 정의 (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 변화되어 그 성질 변화를 표준 시험 방법으로 측정 할 수 있는 플라스틱을 말하고, 이는 생분괴성(생광분해, 복합분해), 광분해성, 생분해성 플라스틱으로 구분하고 있음

ASTM

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

생분해성 플라스틱 : "박테리아, 곰팡이, 조류와 같은 천연 미생물의 작용으로 분해가 일어나 플라스틱"

* 정의가 다소 모호하나 ASTM이 제시하는 표준 시험방법은 이산화탄소, 메탄가스 발생량으로 생분해 정도를 측정하게 되어 있음

ISO

ISO 472 : 분해성 플라스틱

- 생분해성 플라스틱과 분해성 플라스틱으로 분류
- 최종 생분해**
- 미생물의 작용으로 유기물의 분과가 일어나고 최종적으로 이산화탄소, 물, 무기염 /생체물질 생성하는 과정으로 규정

bio 분해성 플라스틱의 정의 (2)

넓은 의미를 부여한 정의
 모든 물질은 분자량이 작으면 자연계에서 생물체에 의해 완전 분해 가능
 따라서, 고분자가 생물체의 작용이 없이 저분자로 분해되면, 생분해와 같은 개념이 됨

폴리락티드 (PLA)
 다른 화합물의 성질이 없이 물과 고분자 사이의 반응에 의해 가수분해
 => 생분해 라기 보다 가수분해의 측면이 강하다고 할 수 있음

분해성 플라스틱 : 4가지 범주로 분류

- ① 광분해성 플라스틱(Photo-Degradable Plastic)
 태양광에 의한 광산화, 케톤 광분해 등 화학반응에 의한 분해성 플라스틱
- ② 산화분해 플라스틱(Oxidatively-Degradable Plastic)
 온도 등의 영향에 의한 산화반응에 의해 분해되는 플라스틱으로 생분해, 생분해, 독성분해라는 개념과 유사
- ③ 가수분해 플라스틱(Hydrolytically-Degradable Plastic)
 가수분해반응에 의해 분해되는 플라스틱
- ④ 생분해 플라스틱(Bio-Degradable Plastic)
 미생물, 효소 등에 의해 분해되는 플라스틱

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

* BEDPS : Bio/Environmentally Degradable Polymer Society

bio 분해성 플라스틱의 연구개발 배경

- 플라스틱은 금속, 목재, 세라믹보다 가볍고 가공 성형이 우수한 장점과 또한 비교적 값에 안정하고 녹이 슬지 않으며, 빛 또는 물에 의해 분해되지 않는 **우수한 내구성**으로 일반 소비재, 산업용 재료로 널리 사용되고 있음
- 반면, **우수한 내구성**을 가진 플라스틱은 분해기간이 매우 긴 것이 단점으로 작용하고, 포장용, 생활용 및 농업용 플라스틱이 재활용이 미비하여 **환경오염**이 심각함
- 폐플라스틱은 **난분해성**으로 인해 매립지 안정화 저해, 매립지 자연연한 감소, 소각의 경우 고열이나 다이옥신, 유해가스 발생으로 적정 처리가 어렵고, 특히 해양 등에 버려진 플라스틱은 자연 생태계에 심각한 위해가 됨
- 폐플라스틱과 관련된 **환경오염의 재반 문제를 해결**하기 위해 국내는 물론 전세계적으로 환경보전의 필요성 및 방법 등에 대한 관심이 증대되었고, 일반 플라스틱처럼 간편하게 쓸 수 있고 사용 후에는 **토양중의 미생물에 의해 분해**되는 환경 친화적이고 무해한 분해성 플라스틱의 실용화 및 의무화의 압력이 거세지면서, 각국의 정부 산하 연구기관, 학계 그리고 산업계에서 분해성 플라스틱의 연구 개발이 활발하게 진행되고 있음

bio 분해성 플라스틱의 종류 및 업체현황

구분	원본계	PLA	PCL	AP	Alo/Al	Bio-PDO	PU
제조방법	전분 복합체를 압출기>고온, 고압반응기	젖산 또는 락타이드를 축적 또는 효소로 개질	카프로락톤 개질	Diol, 유기산을 축적	AP에 방향족 용기 반응	전분당->Propanediol	유래된 지방산과 AP 중합
주재료	전분, AP 등	전분, 락타이드	카프로락톤	부탄디올, 에탄올, 헥사메틸렌, 유기산	AP, 방향족 화합물	전분, PDO	유래된, AP
생산장처	대성, 노바코르, 이엔포레코, SK 등	네이처텍스, 미치비화학	UCC, 다이셀 등	이엔화학, 소화 등	바스프, 이엔지 등	듀폰-Tate & Lyle 등	바스프, 소렐코 등, 세정제현 등
주요제품	사출용, 필름, 시트, 식용성형	용기, 용기, 생필품, 시트, 식용성형	필름, 시트 등	필름, 사출용, 필름	생유, 크리, 산, 필름, 생유	자동차내장재, 전자제품, 생유	필름, 사출용, 필
가격	250~350만/톤	250~350만/톤	450~550만/톤	450~480만/톤	450~500만/톤	300~450만/톤	450~500만/톤
특징	4PE, PP 유사 내열성 :110~130	-PS와 유사 내열성 :110~130	-PS와 유사 내열성 :110~130	HDPE와 유사	탄성 우수	전유계 1,3-propanediol (3차원)	탄성, 신율 우수
장점	분해성 우수, 조차기, 고분자 혼합	투명성, 강도 우수	투명성, 강도 우수	투명성, 유연성 우수	적용범위 넓음	상수분 고분자 적 용성 우수	내열성, 물성 우수
단점	투명성, 성형기 공차 제약	고분자 상용성, 가공성, 내열성 제약	저용량, 가공성 제약	저용량, 가공성 제약	분해속도 느림	투발 재질, 응용면 적 필요	경도, 가공성 제약

* PLA (poly Lactic Acid), PCL (Poly Capro Lactone), AP (Aliphatic Polyester), Alo/Al (Aromatic/Aliphatic copolyester)
 Bio-PDO (Propanediol), PU (Poly Urethane)
 * TPS (Thermo Plastic Starch), PHV (Poly Hydroxy Valerate), PHA (Poly Hydroxy alkanooate; PHB의 copolymer), PHB (Poly Hydroxy butyrate)

bio 분해성 플라스틱의 장단점 비교(필름을 중심으로)

	플라스틱	생분해	광분해	복합분해	생광분해
분해 원리	광화학에 의한 분해기간 300년이 상->난분해	미생물 분해	광화학 분해	광, 열, 미생물 및 화학 분해	광분해후 미생물 분해
원료	플라스틱	전분, PCL, PLA, PU 등	플라스틱, 광분해제	복합분해제, 생분해 수지, 플라스틱	광분해제, 생분해 수지, 플라스틱
생산성	기계, 온도 의존성이 낮아, 우수	기계, 온도 의존성이 낮아, 우수	기계, 온도 의존성이 낮아, 우수	기계, 온도 의존성이 낮아, 우수	기계, 온도 의존성 등으로 중간 수준
재활용	생산시 95%, 사용후 수거율 80% 이상	재활용 어려움	생산시 95%, 사용후 수거율 70% 이상	생산시 95%, 사용후 수거율 70% 이상	재활용 일부 용이
분해 기간	-광조건난분해 -매립: 300년!	-광조건: 4~12달 -매립: 3~6달	-광조건: 1~2년 -매립: 50년!	-광조건: 1~2년 -매립: 1~5년	-광조건: 1~2년 -매립: 일부 1~5년
장점	-가격 경쟁력 -생산성 우수	-분해성 우수 -인체 무해	-가격 경쟁력 -생산성 우수	-분해기간 조절 -생산성/가격 경쟁력	-가격 경쟁력
단점	-난분해성 -환경호르몬 등	-내수성 취약 -고가, 물성저하	-광조건 필요 -필름 이외: 난분해	-분해기간 장기간	-물성 저하
경제성	-제조원가 저렴 -생산비용 저렴 -재활용성 우수	-제조원가 고가 -성형가공비 상승 -재활용 어려움	-제조원가 일부상승 -생산비용: 플라스틱 과 유사 -재활용성 우수	-제조원가 일부상승 -필름, 비닐 등 -기타 용융제품 가능	-제조원가 일부상승 -생산비용 일부상승

bio 분해성 플라스틱의 용도

일회용품, 소모성 플라스틱
 식생활에 사용되는 식생활용품, 접화분, 각종 포장재 등

회수, 재이용이 어려운 분야
 식품포장재 등 산업용 포장재, 위생용품 등

환경 배려 분야
 농업, 토목, 건축자재, 레저용품 등

구분	종류	비고
일반 이용 분야	- 농수산 분야 : 이식용 육묘묘, 낚시용(미끼용), 화분 등 - 토목건축 분야 : 단열재, 산·바다 등 원수인양 지역의 토목공사용 방벽, 토사용과 방지재 등 - 의료/경기 분야 : 골프, 낚시, 해양스포츠, 등산 등의 일회용품 - 산업용품 : 완충재, 완충재, 수송용 전자제품 충격 완충재(폼), 성형품 등 - 각종 용기류 : 각종 환경용 용기, 상류용기, 농약용, 의약품 용기 등	농수산용품 산업용품
-회수 및 재이용 어려운 분야 -비내열에 유용한 분야	- 식품포장용 필름, 사출용 용기 : 신선식품 트레이, 인스턴트 식품 용기, 플라스틱용 용기, 도시락 용기, 조리용 용기 등 - 사출용, 압출용, 연구용 용기류 : 케이스, 컵, 스프레이통, 완충재, 일회용 면도기, 연승용 탄피(비탄 등), 장난감 등	일회용품 필름용품 생활용품
특수 용도	- 서방성 : 의약품, 농약, 비료 등의 피복재 - 보수성, 흡수성 : 사막, 황무지 등의 식목용 소재	
기타	- 어린이 장난감, 알약 포장 용기, 일회용 주사기, 디지용품(정질러, 레저용품) 등	

bio 에코 패키징 제품 응용예

- **비닐, 필름류**
 (이미지: 비닐 포장재, 필름 등)
- **농업용, 연예용 포장재**
 (이미지: 농업용 포장재, 연예용 포장재 등)
- **식품포장재, 일회용품 등**
 (이미지: 식품포장재, 일회용품 등)
- **산업용품, 전자제품, 포장재 등**
 (이미지: 산업용품, 전자제품, 포장재 등)

국내외 규제 현황 (1)

구분	규제 내용
미국	-스티로폼 포장재 및 일회용품 사용 규제 (사용 금지 또는 과세) 시행종: 3개주 (Minnesota, Florida, Maine) 경도종: 3개주 (New York, Pennsylvania, Wisconsin) -공공 기관에서 사용 금지 (Massachusetts) -플라스틱에 사용 금지 (California 및 Oregon 의 각 1개 시) -일회용 비닐봉투, 컵 사용 금지 (New Jersey 의 Seabright NJ) -플라스틱 식품 포장에 대한 과세 부과 (Wisconsin주)
독일	-지방 정부에서 일회용품 사용 억제 위해 지방소비세 명목으로 플라스틱 포장재 부과 -일회용 봉투 유상 판매 : 보통제품 : 400원/bag, 비닐코팅 고급제품 : 800원/bag -난분해성 플라스틱 소재 일회용품에 폐기물세 부과 (3 DM/kg) Kassel, Bonn 등 다수의 지자체
이탈리아	-소형팩과 플라스틱 병에 분해성 플라스틱 사용 의무화(1999) -'94.3부터 합성수지 비닐봉투에 과세(분해성은 제외:100리타/bag) -'89년부터 포장재, 병, 용기류를 재사용할 수 없는 것은 제조 금지하고, 플라스틱 용기에 원재료 재질 표시 의무화
유럽	-별기에: 난분해성 일회용 면도기에 세금 부과(10BF) -덴마크: 플라스틱 용류 용기, 스티로폼 사용금지 -스위스: PVC 의 포장용도 사용금지 -오스트리아: 슈퍼마켓 등에서 일회용봉투 유상판매(약 250-300원) -영국: 2006년부터 환경 인쇄티브 제도 도입
대만	-식품 접촉업소에 재활용 장려 및 플라스틱 사용 자체 유도 -간편용기의 40%를 종이용기로 대체 -식당, 백화점, 슈퍼마켓, 편의점, 그리고 레스토랑등을 포함한 약 75,000여 시설에서 플라스틱 봉지의 무료 배포와 일회용 식탁용 식기류의 사용 금지

국내외 규제 현황 (2)

구분	규제 내용
중국	- 1998.9부터 열차, 여객선 등에서 스티로폼 도시락 용기 사용금지 - 2002년 부터 전국적으로 스티로폼 용기 사용 금지 - 2008.1.1: 정부구입 모든 제품 환경 친화성 제품 구입 의무화 결정
일본	-일회용품 사용 자체 및 재활용 권장 재활용법(91) : 시장차, 공급자가 기본적으로 영문의 재사용 표시, 분해가 용이한 재질 사용 규정 일부 지방자치단체에서는 행정지도로서 일회용품 사용 자체-재사용 권장 -2000년부터 플라스틱 재활용 의무화(분해성은 예외)
한국	-쓰레기 봉투 30% 분해도 적용 추진 의무화 -일회용품 사용억제 및 유상제공금지('03.11), 적반사 과태료 부과 및 신고포상금 지급('04.1) -스티로폼 일회용 도시락 전면 규제('03.7.1), '08년 해제 -백화점, 대형점,소매점,도매점,시장 및 기타 대규모 점포 내에서 영업하는 식품제조 가공업 축적판매제조,가공업체의 1회용 합성수지용기 사용금지 ('03.7.1) -합성수지 재질 포장재 연차별 줄이기 (생산형 대비) 청과,축산,수산물 포장집시 ('03년 10%, '05년 20%, '07년 25% 이상) 계란 난좌 ('03년 60%, '05년 70%, '07년 80% 이상) 계란 박 ('03년 35%, '05년 40%, '07년 45% 이상) 면류 용기를 합성수지가 아닌 재질로 대체 의무 부과 ('03년 20%, '05년 30%, '07년 35% 이상) -오디오,비디오,휴대폰 등 전기용품의 포장용 연중재 스티로폼 사용 전면금지 ('04년 : 포장면적 2만cm ² 이하, '06년 : 포장면적 3만cm ² 이하, '08년 : 포장면적 4만cm ² 이하)

자료 : J. of KOWREC, Vol 9, No. 1, 2001, 한국기술거래소, 환경부 보도자료(2003.6), J. of KOWREC, Vol 9, No. 1, 2001, 한국환경기술정보센터 (2007)

국내외 시장 전망

- ◆ **전세계 환경 규제 강화 움직임**
 - 교통 의장서를 비롯하여 이산화탄소 감량, 지구 온난화 등 영향
 - 바이오 플라스틱 시장의 잠재력을 현실화시키는 **기후제로 작용** 가능성
- ◆ **유가 상승**
 - 기존 플라스틱을 대체하여 친환경적인 바이오 플라스틱의 채택 요인
- ◆ **시장 확대**
 - 환경 규제가 강한 유럽, 일본을 중심으로 형성되어 있음 : 특히 **유럽시장은 바이오 플라스틱이 시장의 약 60%** 차지
 - 아메리카, 아시아 국가 들로 시장이 확대 개편 움직임
- ◆ **유럽 2005년 2월 바이오 플라스틱 시장확대를 위한 자율 협정 체결**
 - 참여 기업 : BASF, Cargill, Novamont 등
 - 고분자 생산시 국제적으로 인정된 표준 준수 선언
 - (1) 생분해가 가능한 유럽규격인 'EN 13432'를 준수
 - (2) 별도 인증제도 도입
 - (3) 라벨링 제도를 도입하여 인증에서 통과 제품을 대한 정보를 소비자에게 제공
 - 자율협정은 주로 포장재와 일회용 봉투 규제로 포커스

국내외 시장 전망

- ◆ **일본의 환경 규제 강화 및 제품화 현상**
 - 일본 기업들은 일회용 봉투, 식품포장재에 국한되어 있던 바이오 플라스틱의 물성 개선
 - **전자 제품, 사무용품** 등에 확대 적용하고 있음 : 워크맨 카메라, DVD, 노트북 외장재 등
 - 미쓰비시 플라스틱 : PLA와 생분해 소재를 배합하여 내열성 개선 => 소니가 신형 **워크맨 외장재** 채택
 - 미쓰이 화학이 개발한 PLA => 산소가 재해하여 **DVD** 생산
 - 후지자와 도레이 : 내열성이 우수하고 가공성이 좋으며 내충격성 있는 바이오 플라스틱 => **휴대폰 및 노트북 외장재**
 - 도요타 : 스펀이 타이어 커버 등 **자동차 부품**에 바이오 플라스틱 적용
 - : 기타 테니스 라켓줄, 식용 재배용기, 음식장시, 컵용기 PLA를 제조 판매
- ◆ **한국의 시장 전망**
 - 유럽, 일본, 미국 등에 비하면 느리지만 **지속적 시장 확대**가 기대됨
 - 기존 일회용품, 식품 용기에서 벗어나 **산업용품**에 적용 확대중임
 - 삼성전자 : 바이오 플라스틱을 이용한 **휴대폰** 개발
 - 2007년 4월 바이오라미너너리 시범사업 추진 발표
 - : 바이오매스를 원료로 하여 바이오 기반 화학 제품을 생산하는 기술을 집중 육성 방향
- ◆ **산업 바이오(White Bio) 확대**
 - 현재 산업바이오 생산규모는 화학제품의 5%에 해당하는 500억 원 규모이지만, 2015년 4300억 원(세계 화학제품의 25%)로 대폭 증대할 것으로 예상

친환경 식별 표시 제도

- ◆ **친환경 식별 표시**
 - : 일반 플라스틱과 구별하여 환경 부하가 적은 제품에 부여하는 표시
- ◆ 1977년 독일에서 처음 시행되어 현재 일본, 캐나다, 유럽연합(EU), 싱가포르, 인도 등 30여개 국가에서 성공적 실시중임
- ◆ **각국의 식별 표시**
 - 한국 '환경마크', 일본의 '그린 프러(그린플라)', 캐나다 'Environmental Choice', 미국 'Compostable Logo', 벨기에 'OK Compost', 독일 'DIN CERTO', 핀란드 'Apple Core' 등

국가별 친환경식별표시제도 및 국제 표준화

- ◆ **한국의 환경마크 제도**
 - KSM 3100-1을 인증기준으로 하여 1992년 6월부터 시행, 환경부와 **친환경상품진흥원**이 담당 운영
- ◆ **미국의 Compostable 식별 표시 제도**
 - ASTM D 6400-99를 인증 기준으로 하는 제도 발족, 인증 및 로고 발행 기관은 BPS와 USCC(U. S. Compost Council)
 - **퇴비화(Compostable)**까지 추진하는 것이 특징
- ◆ **독일의 Kompostierbar 식별 표시 제도**
 - EU13432 (포장 자체의 퇴비성에 관한 시험 계획 및 규격)를 기준, **DIN CERTO**에 의해 Kompostierbar(퇴비화 가능)인 것이 인증되고, 인증 제품은 로고와 마크로 식별
- ◆ **일본의 그린플라 식별 표시 제도**
 - 그린플라 식별 표시 제도는 생분해성 플라스틱 제품의 제품 구성, 생분해성, 환경 안전성의 기준
 - 생분해성 플라스틱 제품으로, 심벌 마크, 로고의 사용을 인증하고, 등록을 명시 : 일반플라스틱 제품과 식별
- ◆ **식별 표시 제도의 국제 표준화 움직임**
 - 분해성 플라스틱 제품의 국제간 유통을 원활하게 하고, 분해성 플라스틱의 보급을 촉진
 - : 각국의 식별 표시 제도를 국제적으로 표준화하려는 움직임이 시작
 - 우선 2개국간의 각시는 **미국-독일**(2000년 11월), **일본-독일**(2001년 3월), **일본-미국**(2001년 4월)으로 체결, 다음에 상 호인증을 위하여 3개국간 각국의 식별 표시 제도에 중립성을 부여하기 위해 협력하는 협정이 조인('01. 12)
 - 각국의 인증 제도의 차이
 - * 일본의 규격 기준은 '생분해성'에 머무르는 반면, 구미에서는 '퇴비화'이라는 표현을 사용
 - * 즉 일본은 구미에는 없는 환경 안전성(분해물 안정성 경구 독성 환경 독성)을 제정하였으나, 퇴비화 과정에 있어 분해 성과 퇴비 품질에 관한 기준이 없는 것임, 이는 사회적인 기반 시설인 퇴비화 시설의 정비가 일본에서는 늦어지고 있음을 반영함, BPS는 그린플라 식별 표시 제도의 국제 중립성을 중요한 과제로 확정하고 반드시 합의가 외기를 바라고 있음

국내외 시장 규모

구분	현재 시장규모('08)	예상 시장규모('10)
세계시장	16,400억원	60,000억원
국내시장	10,370억원	20,000억원

※ 세계시장은 생분해성 고분자, 한국시장은 생분해성 + 1회용품

※ 자료: 일본경제신문, 미쓰비시 종합연구소(1999), The Freedom Group "Degradable Plastics to 2008", KOTRA 2005. 7, 통계청 2007, 환경기술정보센터, KISTI

예코 패키징 분야 시장 전망 (단위: 억원)

연도	2008	2010	2012	2014	2016	2018
시장규모	16.69	18.29	20.17	22.24	24.51	27.06

세계시장 규모 전망과 한국 및 세계 패키징 시장 점유율(1.3%) 적용하여 추정

- 패키징 분야는 세계 시장 성장률(CAGR 5%)과 유사하게 증가할 것으로 예상
- 2008년에는 약 16.59억원, 2020년에는 약 29.80억원에 이를 것으로 전망됨

국내외 특허 현황 : 소재 및 포장재

◆ 주요 국가 연도별 출원 동향

- 한국 특허는 증가 추세, 한국과 미국은 1980년 중반부터 급격한 상승세를 보임
- 국가별 특허 점유율: 미국(등록특허)이 977건, 32%로 가장 많고 한국이 946건, 31%, 일본이 941건, 30%, 유럽이 227건, 7%의 순이었음
- 분석구간: 한국, 일본, 유럽특허: 1977-2007(출원년도), 미국등록특허: 1976-2007(등록년도)

미국등록: 977; 32%
한국: 946; 31%
일본: 941; 30%
유럽: 227; 7%

국내외 주요 출원인 : 소재 및 포장재

◆ 친환경 패키징 기술 분야의 상위 순위 분석 결과

- 특허출원(등록)의 활발한 연구주체: 일본 Mitsubishi, 이탈리아 Novamont, 스위스의 Tetra Laval Holdings & Finance SA
- 국가별 출원건수가 많은 기술혁신 기업: 한국은 영지 화학, 미국은 E. Khashoggi IND., 일본은 Mitsubishi, 유럽은 Novamont SPA가 1위이었음

순위	출원인	건수	출원인	건수	출원인	건수	출원인	건수
1	영지화학(한국)	24	E. KHASHOGGI INDUSTRIES(미국)	41	MITSUBISHI(일본)	89	NOVAMONT S.p.A (이탈리아)	5
2	MITSUBISHI(일본)	14	MITSUBISHI(일본)	20	TOPPAN PRINTING(일본)	56	Asahi Kasei Chemicals(일본)	4
3	Dow Global Tech (미국)	11	PLASTIPAK PACKAGING(미국)	14	DANIPPON PRINTING(일본)	46	DAICEL CHEM IND (일본)	4
4	3M INNOVATIVE PROPERTIES(미국)	9	CONTINENTAL PET TECH. (미국)	11	SUMITOMO(일본)	25	MITSUBISHI(일본)	4
5	E.I. DU PONT DE NEMOURS AND COMPANY(미국)	9	TETRA LAVAL HOLDINGS & FINANCE SA(스위스)	10	MITSU(일본)	24	Nakamura, Kenji (일본)	4
6	MITSUI CHEMICALS (일본)	8	THE COCA-COLA (미국)	9	IDEMITSU PETROCHEM(일본)	21	Amcor Flexibles Europe(영국)	3
7	현대자동차(한국)	8	GENERAL MILLS(미국)	8	SEKISUI(일본)	19	MITSU(일본)	3
8	THE DOW CHEMICAL (미국)	6	International Paper (미국)	8	NIPPON SODA (일본)	11	TETRA LAVAL HOLDINGS & FINANCE SA(스위스)	3
9	상생화학(한국)	6	Gigac & Vermeer, L.P. (미국)	7	NIPPON PETROCHEM(일본)	10	MATSUSHITA(일본)	2
10	양원동	6	NOVAMONT S.p.A (이탈리아)	7	ASAHI CHEM IND (일본)	9	SONY (일본)	2

국내외 주요 출원인 : 소재 분야

◆ 친환경 소재 특허 출원 동향

- 1990년도부터 출원이 크게 증가하여 최근까지 550여건이 넘는 특허가 출원되고 있었으며, 특히 2003년에는 관련 특허가 급격하게 증가한 것으로 나타남
- 2006년 이후 출원건수 감소현상은 출원주 공개까지 행정절차가 18개월이 소요되는 규정때문으로 보이며, 이 기간내의 출원정보는 미공개 상태로 분류되기 때문에 일정기간이 경과후 정확한 출원건수가 파악됨
- 분석구간: ~2007년까지 한국, 미국, 일본, 유럽특허(출원년도 기준)

분해성 플라스틱의 경쟁력 강화 과제

◆ 가격 경쟁력 확보

- 기존 석유화학 제품에 대한 가격 경쟁력 확보
- 최근 고유가 지속과 바이오 플라스틱의 기술 발전으로 시장 친화력 상승

◆ 물성 개선, 원가절감, 시험 방법 등 기술 개발

- 강도, 유연성, 내열성, 분해기간 조절 등
- 재활용 측면의 개선, 다른 고분자와 상용성 개선
- 비교적 초기 단계인 국내 기업, 대학, 연구소의 활발한 연구개발 필요
- 고가의 시험 비용 및 시험소 기간으로 인한 업체의 부담의 경감을 위해 보다 신속하고 저렴한 시험방법의 개발
- 해외 인증기관과의 협력을 통한 국내 환경마크의 해외 교차 인증

◆ 환경 규제 강화

- 폐기물 부담금, 환경 부담금 등 현실적인 규제 강화
- 환경 규제가 강한 유럽, 일본을 중심으로 형성되어 있음: 특히 유럽시장은 바이오 플라스틱이 시장의 약 60% 차지
- 아메리카, 아시아 국가들로 시장이 확대 개편 움직임

◆ 새로운 시장의 개척

- 스포츠, 레저용품 산업
- 바이오 플라스틱의 다양한 용도 개발 등

첨부 : 분해성 플라스틱의 종류 및 특성

◆ 분해성 플라스틱은 사용하는 원료 등에 따라

1. 천연고분자재, 2. 화학합성 고분자재, 3. 미생물생산 고분자재, 4. 견본과 생분해성 고분자의 혼용, 5. 복합 분해계, 6. 광분해계 크게 6가지 형태로 분류할 수 있다.

분해성 플라스틱의 분해 경쟁력

- (1) C-C 주쇄로 되어 있는 부가 중합체는 생분해성이 거의 되지 않음
 - 따라서 PE, PP, PS, PVC 등 많은 경제적인 범용수지를 분해성에서 배제함
- (2) C-C 주쇄형 고분자가 직선형이고 분자량이 낮을 때(분자량 40,000 이하) 생분해성의 가능성이 있음.
 - 고분자는 기계적 물성의 필수조건이며, 적절한 가교 및 결사율로써 수지의 용융점도를 조절하는 것이 필요한 경우, 분해성에는 불리함
- (3) 주쇄에 탄소이온의 원자기를 갖는 부가 중합체는 생분해성이 있음
 - 개환형 부가 중합체가 있으나 단량체의 가격이 상대적으로 고가인 단점
- (4) 축중합형태의 수지에 있어서 그 형태에 따라서 분해성이 달라짐
 - 황학구조에 따라 esters>ethers>amides>urethans 순으로 분해성이 감소
 - 분자량이 작을수록 빨리 분해됨 (기계적 물성과 배지)
 - 비정형이 결정성보다 빨리 분해됨. (결정성을 피할 수 있는 수지를 많음)
 - Tg가 낮을수록 잘 분해됨. (Tg>100℃를 요구하는 용융도가 많음)
 - 전수성이 높을수록 잘 분해됨. (이로써 많은 수용액성 제품의 용기개발에 큰 제약이 있음)
- (5) 특수한 광학이성질체는 분해가 용이함.
 - 촉매를 이용, 제어하는 공정은 선택도 및 촉매의 수명, 생산 원가면에서 불리함

첨부 : 분해성 플라스틱의 종류 및 특성

1. 천연고분자계(Naturally Occurring Polymers)

- 식물유래 고분자인 셀룰로오스(Cellulose), 펙틴(Pectin), 헤미셀룰로오스(Hemicellulose), 리그닌(lignin), 전분(starch)을 기초 만들어 진 생분해성 고분자를 말함
- 대표적 업체 : 전분을 이용한 Novamont(이탈리아), 셀룰로오스를 이용한 Mazzucchelli 1849(이탈리아), 콩 등을 이용한 Dupontsoy(미국) 등
- 전분이 생분해성 플라스틱의 주원료로 부각된 이유
 - (1) 전분이 생분해성 플라스틱의 원료 중에서 생분해도가 가장 우수하다는 점
 - (2) 가격이 타 원료에 비해 매우 저렴
 - (3) 자원의 풍부성과 공급의 용이성
 - : 전분은 고갈 위기에 처해있는 석유 자원에 비해, 무한한 공급 가능성
 - (4) 천연계로서 원료 자체의 무독성인 점

2. 화학 합성 고분자계(Chemically Occurring Polymers)

(1) 화학 합성 고분자류

- PCL(Polycaprolactone), PLA(Polylactidic), PGA(Polyglycolic acid), PBS(Polybutylene succinate), Diol/Diacid계 AP (Aliphatic polyester), Aro/AI(Aromatic/Aliphatic copolyester), Poly(phosphate ester) Poly(phosphazene) 등 다양한 종류가 개발되었는데 모두 지방족계 폴리에스테르의 중간계열

첨부 : 분해성 플라스틱의 종류 및 특성

(2) 특징

- 지방족계 폴리에스테르는 지방족 분자(탄소가 채워져 있는 분자)가 에스테르 결합을 한 고분자
- 방향족계 폴리에스테르라고 불리는 보통의 폴리에스테르처럼 분자구조 중에 방향족환(벤젠환)을 포함
- 생분해성 특징
 - : 공기 중에서는 그다지 영화(劣化)가 진행되지 않기 때문에, 실제 사용단계에서 대부분 중산의 재료과 동일하게 사용가능한 그러나 동양(해면, 물에서는 생분해성 플라스틱의 종류에 따라 차이가 있지만, 필름 형태의 경우 수주간에서 수개월, 1mm 두께 정도의 필름의 물집 또는 섬유로서는 1년에서 몇 년에 걸쳐 분해됨

3. 미생물 생산 고분자계(Microbiologically Occurring Polymers)

- (1) 미생물이 만들어내는 분해성 고분자(바이오플라스틱)를 활용하여 플라스틱과 같은 기능을 갖는 물질을 만드는 것으로써, 분해성과 물성에서 뛰어난지만 생산성과 용도가 제한되며, 가격이 고가의 단점이 있음
- (2) PHA(Poly-hydroxyalkanoate), PHB(Poly-hydroxybutyrate), Pullulan 등 다당류(Polysaccharides)
 - PHB는 영국의ICI사가 최초 개발한 Bipol01 대표적인 PHB 계열의 생분해성 플라스틱이다. 그러나 높은 생산 원가로 인해 상용화가 성립하였고, Zeneca를 거쳐 Monsanto가 인수하여 상용화를 시도하였으나 결국 1999년 생산이 중단되었고 2001년도에 MetaboliX에 매각됨
 - PHA 계열의 고분자를 생산해내는 회사는 MetaboliX의 MetaboliX PHA, P&G의 NODAX등이 있으나 높은 원가로 인해 현재는 연산 100톤미만의 파일럿플랜트 수준이고 현재 양산을 통해 생산원가 인하를 추진하고 있는 단계

첨부 : 분해성 플라스틱의 종류 및 특성

4. 견본과 화학합성 또는 미생물 생산 고분자의 혼합형

- 일반 포장재 용도로써 생분해성 플라스틱의 최근 개발 방향은 이태리의 노바몬트, 바스프, SK, 이엔포레코, 대성 등을 중심으로 이루어지고 있으며, 가격이 저렴하며 생분해성이 우수한 전분을 이미 개발된 다른 생분해성 고분자와 혼합하여 비용 절감, 생분해도 향상, 물성 개량 등을 꾀할 수 있는 기술 개발 및 활용이 점점 증가 추세임
- 적용하고자 하는 각각의 용도나 보유기술에 따라 전분과 PLA, 전분과 PCL, 전분과 Diol/Diacid계 Aliphatic Polyester 등의 혼합물에 대한 혼합 비율이나 기술적 방법이 다소 차이가 있다.
- 미생물 생성 PHB와 PCL의 혼합은 PCL 단독보다 내열성이 있고 가공 물성도 좋아서 미생물로 PHB 공중합체를 만드는 것 보다 간단히 일정한 생분해성 플라스틱을 얻을 수 있어 평가 절감의 이점이 있음

5. 복합 분해성 고분자(Multi Degradable Polymers)

- 기존 생분해성 제품의 제품 응용 및 생산성 저하, 광분해제품의 단점, 고가의 합성 고분자 제품의 단점을 보완하여, 기존 양산설비 사용, 제조원가 절감, 강도 등 물성이 약한 단점 극복 등을 통한 실용화 기술로 전세계적으로 기술 개발이 활발함. 기존 평용 플라스틱에 생분해성 수지, 분해첨가제를 사용하여 제품을 생산하고 그 분해 메커니즘은 열, 광, 미생물, 효소, 화학 반응 등의 복합적 분해 작용에 분해가 촉진되는 기술
 - 분해 메커니즘은 다음과 같다.
 - 1단계 : 분해성 고분자의 직접분해(분과 상태)
 - 2단계 : 온도, 화학물, 광, 산소 등에 의한 자동산화 등 화학분해(분자량 감소 및 이입자로 분해)
 - 3단계 : 미생물 및 효소에 의한 완전분해(최종적으로 물, 이산화탄소 및 바이오메스)

첨부 : 분해성 플라스틱의 종류 및 특성

6. 광분해성 고분자(Photo Degradable Polymers)

- 광분해성 플라스틱은 기본적으로 태양광선의 자외선에너지를 이용, 고분자 고리를 끊어 수지의 물리적 성질을 저하시키고 궁극적으로 분자량이 낮게되어 분해되는 플라스틱을 의미함
- 광분해 플라스틱은 자외선 안정제와 광분해 활성제 이 두가지 성분을 조화있게 활용, 원래의 물리적 성질을 유지하면서 원하는 일정기간에 분해가 가능하도록 만든 플라스틱의 일종임
- 광분해 플라스틱의 분해에 이용되는 빛에너지는 보통 290nm ~315nm 사이의 자외선이다. 모든 플라스틱은 각기 고유속도로 서서히 광분해되는 데 그 화학적 구조에 따라 자외선을 잘 흡수하는 것과 그렇지 못하는 것이 있음. 광분해성 고분자는 금속 이온계 고분자 마스터배치 첨가제, 비닐 케톤계 공중합 MB 첨가제, 에틸렌-알신화 탄소 공중합체가 있음. 고분자 마스터배치 첨가제는 전이 금속을 첨가하여 금속 이온이 고분자쇄중 산화로 생성된 peroxide나 carboxy기의 분해 촉매 작용을 일으킨 것이다. 비닐 케톤계 공중합 MB 첨가제와 에틸렌-알신화 탄소 공중합체형 고분자는 고분자에 자외선 흡수 관능기 (Et-CO)가 도입되었음
- 광분해 플라스틱에 관한 연구는 1970년대부터 시작되어 미국 DOW, Dupont, Unioncarbide등의 회사는 알신화 탄소와 PE를 공중합하여 E/CO 분해 활성물을 만들었고, 이후 캐나다 토론토대학의 Guillet 교수와 1978년 영국 대학의 G. Scott 교수는 광분해성 플라스틱을 개발, 제조 하였음. 이런 종류의 광분해성 플라스틱은 가공성과 분해 성능면에서 아직 부족하여 G. Scott는 이스트잉의 Dan Gilead와 합작하여 Plastogil자를 만들고 여기에서 Fe와 Ni등을 배합 사용하는 광분해기술을 개발하였으나, 그러나 이 기술 역시 광분해후 바이오플라스틱이 그대로 남아있어 토양 오염을 완전히 해결하지는 못하였음. 최근에는 개발된 기술에 의한 제품이 출시되어 광분해에서 생분해로 전이되는 메커니즘에 의해 생분해 범주에 포함시키는 경우도 있음