

# 생분해성 고분자의 국내의 연구동향과 학회동향

한라대학교 신소재화학공학과 심재호

## 섬유소재의 응용

폴리락트산 (PLA) 와 폴리글리콜산(PGA) 폴리카프로락톤(PCL)는 현재 가장 많이 쓰이고 있는 소재  
PGA 및 PLA 는 poly( $\alpha$ -hydroxy acid) 의 일종으로 지방족 폴리에스터(Aliphatic Acid)이다.  
지방족 폴리에스터는 일반적으로 열 및 수분에 약하며 가수분해될 수 있다.  
단위구조가 간단할수록 기계적 물성이 높고 극성이 클수록 분해가 빠르다.



- ✓ PLA는 체내 강도유지기간 약 6개월, 체내물질잔류기간 20개월로서 정형외과용 제품, 의약 방출조절제 등으로 사용
- ✓ PGA 는 의료분야에서 흡수성 봉합사로 개발되어 체내분해성 의료제품으로 사용 되고 있다.
- ✓ PLA와 PGA를 적당한 비율로 공중합하면 강도와 분해기간이 다양한 공중합체를 얻을 수 있어서, 또한, 이들 재료의 컴파운드 개발과 응용연구가 확대되고 있다.
- ✓ PCL sheet는 장기간의 생체에 독성이 없으며 조직친화성이 우수하며, 결정성이 낮고 강도가 약하고 유연성이 매우 좋으며 용점이 낮아 간단히 가열 성형, 고정 가능하므로 의료분야에서 정형외과의 상처고정대로 사용  
PCL은 구조상 친수성/소수성 단위가 같이 존재하므로 기타 플라스틱과 블렌딩이 가능하다.  
PCL은 장기간이 소요되는 상처 봉합용 스테플러 및 약물방출소재로 유용하게 사용된다.

### ● 흡수성(생체분해성) 봉합사

1970년대초 미국 American Cyanamid사는 PGA를 사용 세계 최초로 흡수성 봉합사를 상품화 (상품명: Dexon),

1987년부터 일본 메디칼 서플라이사가 PGA 재료의 봉합사를 출하 (상품명: Medifit)

우리나라 삼양사가 KIST와의 공동연구로 PGA봉합사를 2000년부터 상업화 (상품명: Trisorb)

### 생분해성 봉합사 전망

- ▶ 생분해성 소재의 봉합사는 다양한 소재의 개발로 인해 물성의 향상을 가져왔지만, 아직 물성면에서 보완해야 할 점이 남아있다. 미국에서는 봉합사 제품의 허가기준을 엄격한 기준인 Class III에서 완화된 기준인 Class II로 변경하는 등의 변화로 봉합사의 개발을 가속화하는 계기를 제공.
- ▶ 향후 새로운 composite suture, coated suture와 같은 봉합사 소재의 개발 및 기존 소재의 복합화 기술, 더 나아가 drug delivery suture와 같은 첨단 소재의 개발이 가속화 될 전망.

- ✓ PGA는 물성이 강하고 뽀뽀하여 단사 보다는 여러 가닥을 꼬아 합사 (braided) 한다.
- ✓ 합사형 봉합사는 박테리아가 섬유 사이 틈새에 끼어 감염시킬 확률이 증가된다. 이에 반해 단사형 봉합사는 감염이 적고 표면이 매끈하여 조직 반응이 감소되는 이점이 있다. 따라서 단사형 봉합사를 개발하기 위하여 PGA보다 부드러운 봉합사용 고분자를 개발하기 위하여 PGA, PLA의 공중합 또는 새로운 단량체의 개발에 주력하고 있다.

### <섬유용 생분해성 소재의 물성>

생분해성 원료	융점 (Tm, °C)	유리전이 온도 (Tg, °C)	결정화 온도 (Tc, °C)	강도 (g/d)	영율 (g/d)
PLA	168	105	58	5.5	70
PCL	58	22	-60	4.8	15
PBS	115	75	-5	5.0	20
PET	255	170	70	5.0	100

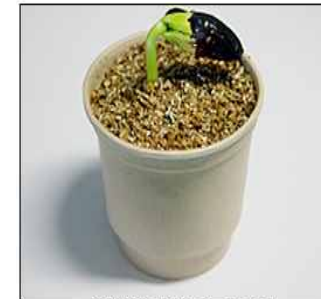
## 농업용품의 응용

### 벼 부산물로 친환경 농자재 개발

#### 잘 썩는 생분해성 육묘용 포트·멀칭비닐 (농진청)

육묘용 포트와 멀칭용 바이오필름은 생분해성 성분이 최대 95~ 100% 함유된 친환경제품으로, 작물 생육과 더불어 토양 중에서 자연스럽게 생분해 된다.

바이오 멀칭필름은 토양 피복용 멀칭비닐에 비해 인장력은 절반 정도지만, 필름의 강도는 3배 이상 강해 잘 찢어지지 않으며, 특히 폐비닐 1t당 16만~ 20만원에 달하는 처리비용 등 생산에서 폐기까지 모든 비용을 고려하면 일반 비닐 대비 30% 이상의 예산 절감 효과가 있다고 한다.



생분해성 화분 모종용 포트



바이오필름의 포장 시험 사진

## 산업용품의 응용



### 삼성전자의 리클레임 폰

2009년 삼성전자에서는 핸드폰외장 40%를

PLA 컴파운드를 사용 하고 있으며 또, 전체 단말기의 80%를 재활용 할 수 있는 바이오

플라스틱으로 제작한 리클레임 폰 (Reclaim phone) 을 미국에서 출시하였음

## SKC의 친환경 생분해필름

- ✓ SKC에서는 친환경의 생분해필름을 미국 프리토레이사 썬칩의 스낵용 포장재로 세계 최초로 양산하였고, 2009년 대한민국 신기술대상을 수상
- ✓ 발효된 옥수수에서 추출한 전분을 중합해 제조한 PLA가 핵심 원료로 NatureWorks사가 개발했으며, 이를 수입하여 사용



생분해성필름 적용 스낵

## LG하우시스의 옥수수 및 천연원료 사용 건축재 출시

- ✓ LG하우시스는 세계 최초로 PLA와 천연원료를 사용한 건축재인 (지아마루7) 고급 목질 바닥재 출시



## 웅진케미칼의 스트레치 원사 개발

- ✓ 2010년 신축성이 우수하고, 내구성과 내약품성이 뛰어난 잠재 신축성 바이오플라스틱 원사를 개발



## E.I Corp. 친환경 생분해성 유아용품 판매

환경호르몬 및 유해물질로 부터 안전한 어린이용 식기류 및 용품을 2011년 부터 생산 판매하고 있으며, 기타 CS 동양, 한진화학 등에서 국내 대형마트에 동일 제품류를 판매하고 있다.

## 인천국제공항사 친환경 생분해성 항공화물 포장비닐

✓ 인천국제공항사가 인천공항 내 조업사인 한국공항, 스위스포트, AACT에 친환경 생분해성 항공화물 보급했다.

그린카고허브 사업은 항공화물경량화로 CO2 배출 감소, 친환경 장비 공급 등을 통한 항공 화물 분야에서의 녹색성장을 도모하고 녹색성장 선도공항으로서의 브랜드 위상 제고를 위해 인천공항공사가 2009년부터 시행해 온 사업이다. 2010년까지 항공사 및 조업사에 약 400기의 경량형 항공화물 컨테이너를 보급 하여 연간 28,000톤의 CO2, 를 절감하여 왔으며, 이후 친환경 생분해성 · 광분해성 항공화물 포장 비닐 보급 사업 이 진행돼 왔다.

## SK케미칼(주), 세계 최초로 바이오매스 유래 친환경, 내열, 고투명수지 “ECOZEN®” 상업화 및 바이오플라스틱 인증 획득

✓ SK케미칼은 최근 4년여의 연구개발을 통해 미래 성장 동력 확보를 위해 기존 고기능성 PETG수지의 장점인 투명성, 가공성, 내화학성을 가지면서, 동시에 내열성과 친환경성을 보유한 획기적 신제품 'ECOZEN®'을 세계최초로 상업화 에 성공했다.



에코젠은 식품용기 및 가전용도를 중심으로 한 다양한 기술 적용과 원료 수확을 추진하고 있다. [사진 예코젠]



## 국내의 동향

### ▣ 정책적 시사점

- ✓ 국내 바이오화학산업분야의 기술개발과 산업화가 추진되고 있으나, 일부기업에서의 사업화 사례를 제외하고, 체계적인 중장기적 기술개발전략이 부족한 상황
- ✓ 산업바이오 공통기술은 선진국의 35% 수준임
  - SK, LG화학, GS칼텍스, CJ제일제당 등 바이오플라스틱 제품 연구 시작
- ✓ 산업원천 (바이오매스기반 PLA, 바이오 2,3-BDO, 바이오 내열성 플라스틱), 바이오화학실용화센터 구축 등 일부 R&D 및 인프라 구축이 진행중이나 인프라 -R&D-인증-융합기술을 포괄하는 지원이 필요
- ✓ 국산 바이오화학제품은 미국 NatureWorks사가 개발한 원료를 전량 수입하여 제품화를 진행하고 있어, 향후 신규 시장에서 주도권 선점 및 수입대체 등의 효과를 제고하기 위해 바이오화학분야 기술개발이 시급함
- ✓ 산업바이오 핵심기술의 개발에는 초기투자 부담, 오랜 기술개발 기간의 소요 및 결과의 불확실성이 존재하여 기업이 독자적으로 기술개발을 수행하기에는 리스크가 너무 큼
  - 우리나라 기업들이 NatureWorks사로부터 전량수입하고 있는 PLA규모는 2010년 4,500톤 규모로 NatureWorks사 전체생산량 14만 톤의 3.2%임

## 학회 동향

국내의 관련 학회는 사단법인 한국플라스틱협회 (Korean Bioplastics Association, KBPA)가 있으며 협회의 주요 사업의 아래와 같다.



### ▣ 주요사업

1. 바이오플라스틱의 연구개발 및 용도 확대를 통한 산업의 활성화
2. 바이오플라스틱의 올바른 인식을 위한 홍보활동
3. 바이오플라스틱 산업의 진흥을 위한 정책 제안
4. 바이오플라스틱의 응용확대를 통한 온실가스배출 저감에 기여
5. 바이오플라스틱의 개발동향 및 규격에 관한 국내외 정보 수집
6. 바이오플라스틱의 표준규격 및 인증에 관한 제반 사항
7. 플라스틱의 LCA 평가를 통한 지속가능사회 구축에 기여
8. 기타 본회의 목적 달성에 필요한 사업

### ▣ 국내 바이오소재 적용현황

- ▶ 쓰레기 종량제봉투 30% 분해도 시행지침 발표 ('99.05)
- ▶ 일회용봉투 사용제한 및 유상판매 (20~100원/BAG)
- ▶ 환경부 100% 생분해성 ROLL BAG 도입 검토 중
- ▶ 자원의 절약과 재활용 촉진법 시행령 보완 시행
  - 일회용품 규제 (용기, CUP, TRAY - 생분해성 재질은 예외)
  - 비분해성 일회용 식탁보 사용 금지 (생분해성 재질은 예외)
  - 합성수지재질로 된 포장재의 연차별 줄이기 (생분해성 재질은 예외)
  - 폐기물 부담금제 (생분해성 재질은 예외)