

완전 분해성 수지의 실제 상업화

토양이나 물속에서 완전히 분해되는 고분자 물질은 수백만 톤 규모의 생산을 눈앞에 두고 있다

완전 생분해성인 고분자의 세계 시장 규모는 어려워 연간 140 만톤에 이른다. 이는 광분해성이나 녹말첨가형 수지 등의 반분해성 수지는 포함하지 않는 수치로서, 토양이나 물 속에서 100% 분해되는 것만을 의미한다. 그러므로 이들은 환경적 측면에서 전혀 폐해를 주지 않는다고 볼 수 있다.

수록된 표에 나타난 것과 같이, 9개의 회사가 완전 분해성 수지 개발과 상업화에 있어서 그 선두를 달리고 있다. 이 회사들의 생산물은 각각 매우 다양한 기본 물질(Building Block)을 이용하고 있다. 생분해성에 관한 근본개념의 보편 타당성을 확립하기 위하여, American Society for Testing & Materials (ASTM) 산하 분해성 플라스틱 소위원회와 ASTM 산하 Institute for Standards Research(ISR)의 분해성 고분자 프로젝트 자문위원회가 분해성의 정의, 분류, 분석 방법 확립에 관한 연구를 진행중이다. ISR 위원장이며 Du Pont 신사업개발부 책임자인 John Moore 박사는 "이 분해성 고분자 프로젝트는 궁극적으로 대규모 처리 장치에 있어서 고분자 물질 분해력의 과학적 증명에 관한 기본 근거를 제공할 것이다."라고 말하였다.

Composting(일본어: 腐熟)이야말로 그 안에서 분해성 고분자가 실제로 시험될 최초의 고체 폐기물 처리 방법이 될 것이다.

ICI에 의하면 유럽에서는 약 200개의 이러한 처리 설비가 가동중이다. (5%의 독일과 프랑스 일반 고체 폐기물과 15%의 네덜란드, 스위스, 오스트리아 일반 고체 폐기물을 수용하고 있다). Sao Paulo를 포함한 브라질의 도시에서는 약 50%의 폐기물을 이러한 방법으로 처리하여(일 500톤) 러시아의 Minsk와

St. Petersburg 역시 25% 정도를 담당하고 있다.

미국의 Washington D.C. 소재 Solid Waste Composting Council에 의하면 19개의 일반 고체 폐기물 composting 처리 설비가 미국 전역에 걸쳐 가동중이다. 총 처리 능력은 일 3,400톤에 이르고 있다. 아울러, 9개 설비가(일 1,600톤 규모) 건설중이며 일 8,600톤 규모의 33개 설비가 계획 초기 단계에 있다.

뿐만아니라, Ohio주 Cincinnati 소재 Proctor & Gamble사는 상당한 투자 계획을 발표하였는데 composting 처리가 가능한 기저귀 소재 등의 분해성 상품을 개발한다는 취지이다.

생분해성 물질은 어떤 것이 있는가.

완전 생분해성 고분자를 생산 판매하는 회사들은 모두 기존의 장비로 고분자 가공이 가능하고, 현재 사용중인 범용 수지와 그 물성이 상응하며 토양이나 물속에서 100% 분해된다고 주장하고 있다.

미국 Illinois주 Rockford 소재 Novon사는 지난 달 연산 45,000톤 공장 가동을 시작하여 녹말 유도체에 완전 분해성 첨가제인 천연 식물 수액이나 단백질을 가입한 물질군을 생산하고 있는데(April 90, Modern Plastics International, 25) 2020 발포용과 30 01 사출성형용 두가지의 유형이 있다. 또한, 필름용, 블로우성형용, 발포시트용 등이 현재 개발중에 있다. 가능한 응용 분야로는 의약품 캡슐, 방석재료, 태폰 시술구, 골프 티, 식품 포장 용기, 계란판, 기저귀용 필름 등이 있다.

작년 10월 Cargil사는 polylactic acid 생산에 옥수수나 그외 재생 가능한 물질(renewable resource)을 사용할 수 있는 공정을 발표하였다. 부사장이며 중앙연구소의 총책임자인 Steve McCurry에 따르면, Cargil사는 생분해성이라는 용어사용을 피하고 있는

데 그 이유는 이 용어가 오용된 적이 많았기 때문이라고 한다. 그 대신 compostable이라는 말을 선호하고 있다고 한다.

물질 자체가 투명하고 물에 쉽사리 녹지 않기 때문에 포장용이나 도장용에 응용될 수 있고 종이 제품 회수 재활용에 크게 도움을 줄 것이라고 말했다. Pilot plant 규모의 생산이 다음달이면 가동을 시작하게 되며, 대량 생산은 94년을 목표로 하고 있다고 한다.

이와 유사한 물질이 Etochem 사(Du Pont Con/Agra 합작 투자)에서 개발중이다. 이 회사 소유 기술에 의한 Polylactide를 기본으로 한 단중합체와 공중합체는 식품 포장용으로 개발되고 있으며 다른 분야 응용 개발도 진행중이다.

Etochem사의 사장인 Mark Montgomery는 이 물질을 사용하면 여러가지 종이 제품의 회수 재활용이 기존 방법(종이에 사용된 잉크, 토너, 접착제, 도장제 등이 잔재이므로)과는 달리 훨씬 경제적인 방법으로 가능하다고 말했다. Polylactide를 수거물로부터 추출하여 동일한 포장용 수지로 재구성(reformulation)할 수 있다고 한다.

Etochem사와 Du Pont사는 Du Pont사가 공장을 건축하고 분리 기술을 제공할 예정인 합작 투자에 합의하였다. 그러나, 구체적인 시기는 아직 정해져 바 없다.

ICI사의 polyhydroxybutyl valerate(PHBV) 지방족 polyester(July 90, Modern Plastics International, 8)는 영국의 신축 공장에서 생산될 예정인데 초기 생산량은 연간 230톤으로 현재 장소를 모색중이다.

ICI사는 Biopol의 수위가 급격히 늘어나 90년대 중반에 이르면 연간 5,000톤 수준이 될 것이라고 예상하고 있다. 목표하고 있는 생산품은 수세식 화장실에서 바로 버릴 수 있는 여성 생리용품과 유아용 기저귀를 포함하고 있다.

Novamont사의 Mater-Bi(July 90, Modern Plastics International, 8) 중에는 중량비로 60%의 식물 성분과 나머지는 분해성 합성 물질로 구성되어 있는 것이 이미 상품화되어 있다. 이 회사는 최근 필름용

수지를 소개하였는데 기존 제품보다 내열성이 향상되었다고 하며 일회용 기저귀 등에 응용할 수 있는 흡습성 물질과 접촉되는 필름 제조를 그 목표로 하고 있다. 이 수지는 9내지 15 micron 두께로 압출 블로우가 가능하다.

Union Carbide사의 Tone Polycaprolactone은 20년 이상이나 도장재나 elastomer 등으로 사용되어 왔는데 현재는 생분해성 필름 분야 역시 응용 대상이 되고 있다고 이 회사의 판매 책임자인 Joe Rocky가 말하였다.

Tone Polymer의 생분해성은 단독 또는 blend 형태로 mulching용 등 필름, 화학 약품의 조절 방출 매체로서 매우 유용하다.

수용성 고분자의 재등장

Belland사는 선택적 수용성 acryl 공중합체를 위한 대규모의 생산 및 재생 시설을 독일의 Sachsen-Anhalt 지역에 신축하고 있는데 연간 20,000톤 규모의 이 공장은 올해 중반에 가동을 시작할 것이다. 또한, 1996년까지 258,000톤 규모로 증설할 계획이다. 이러한 증설 계획은 독일의 포장재 폐기물 수집 및 재처리법 시행과 Duales System Deutschland라고 하는 국립 재생 단체의 창립(January Modern Plastics International, 10)에 의거하였다. Belland사의 1차 목표는 맥주 상표나 sample pack과 같은 소량 응용이지만, 새로운 법이 시행되면 사용량이 크게 증대되어 궁극적으로는 압출, 사출 성형, 발포, 접착제, 도장재, 섬유, 인쇄 잉크 등에 광범위하게 사용될 것으로 기대하고 있다.

이 회사 사장인 Roland Belz는 초기 단계에서는 5% 정도의 회수 수지를 처녀 수지와 혼합할 예정이지만 50%까지 함유도 가능할 것이며, 5내지 10%의 재생 수지 생산이 손익분기점이 될 것이라고 말했다.

수용성 수지인 polyvinyl alcohol은 Air Products & Chemicals사(June 91, Modern Plastics International, 28)에 의하여 제조되고 있는데 블로우성형 필름, 캐스팅 필름, 압출 도장, 섬유, 병이나 사출 성형품 등에 응용되고 있다. Vinex라고 불리우는 이

수지는 생분해성이라고 주장되고 있다.

PVOH로 만들어진 필름은 미국 Indiana주 Gary 소재 Chris-Craft사에 의하여 냉수용성 유연 봉투 포장재 등으로 가공되고 있다.

수용성이며 회수 가능한 물질로서 Enviroplastic, polyethylene oxide수지, 그외의 수지가 Planet Pac-

kaging Technologies사에 의하여 판매되고 있다. 사장이며 Enviroplastic의 발명자인 Robert Petcavich는 작년이래 220개 회사로부터의 관심표명이 있었다고 말하였다.

(Modern Plastics International, February, 30, 1992)
(두산 기술원, 안중우)

Table 1. 총 185,000톤 규모의 완전 분해성 고분자

생 산 자	기본물질(상품명)	규모(100톤)	비 고
Air Product & Chemicals, Allentown, PA, USA	Polyvinyl alcohol	84 ^a	수용성 compostable
Belland Solothurn, Switzerland	Acrylic copolymer	20 ^b	“선택적 수용성” 알칼리 용액에서 녹고 재식출 가능, 수지 회수 및 재활용 가능, compostable시트
Cargill, Minneapolis, MN, USA	Polylactic acid		compostable 포장재, 도장재
Echochem, Willmington, DE USA	Poly lactide	0.7 ^d	composting장치내 또는 노천에서 분해가능, 회수 및 재활용 가능
ICI, Willmington, DE, USA	Hydroxybutyrate/vale-rate(PHBV) Biopol outside North America	0.3	고내습성 고분자, 순수천연산
Novamont, Milan, Italy	60% cornstarch-based thermoplastic(Mater-Bi)	23	성형용 Melt flow값 향상, 필름용 내열성 향상
Novon Products Div. Morris Plains, NJ, USA	Starch-based polymer (Novon)	45	compostable, 수용성 두 유형 가능
Planet Packaging Technologies, San Diego, CA, USA	Polyethylene oxide blends(Enviroplastic)	2.3~2.7	수온에 따라 수용성 변화
Union Carbide, Danbury, CT, USA	Polycaprolactone(Tone Polymers)	4.5	compostable 비수용성

a : 32,000톤 규모의 미국 Texas주 Pasadena소재 생산 설비 및 52,000톤 규모의 미국 Kentucky주 Calvert City 소재 설비 포함, 추가로 미국 Pennsylvania주 Allentown에 건설 계획중.

b : 독일 Sachsen-Anhalt에 92년 중반 가동을 목표로 건설중.

c : 92년 4월 세계의 pilot plant가동 예정.

d : 미국 Delaware주 Willmington소재 Etochem의 pilot plant 생산 가능량, 94년까지 45,000톤 규모 생산 설비 계획중.