



# 식물유래 PET

## Plant Origin PET

片岡一成 / 도요타통상(주) 범용수지 · 바이오케미컬부 바이오케미컬G

### 1. 서론

도요타상사는 2013년부터 식물유래 PET의 판매를 본격적으로 개시했다. 식품포장분야에서의 적용이 확대하고 있는 가운데 기존 수지 원료의 식물화라는 동사 상품의 특징 · 현재 상황과 앞으로의 전개에 관해 소개한다.

⇒ PLA 등의 BIO Degradable Plastic 적용 무브먼트 발생 경향

· 소각처리

⇒ 식물유래 PET 등의 BIO Renewable Plastic 적용 시프트 경향

사용자의 식물유래 PET 사용수량 증대의 배경으로, 조달+가공=전체 비용 절감이 동기가 되는 경우가 많다.

### 1. 식물유래 PET 개론

#### 1-1. 식물유래 PET의 우위성

환경배려형 재료로써 자주 비교된 것은 PLA(Polylactic Acid 폴리유산) · PBS(폴리부틸렌숙시네이트)로 대표되는 생분해성 플라스틱⇒BIO Degradable Plastic과 동사가 취급하는 식물유래 PET⇒BIO Renewable Plastic이다.

다양한 관점으로 비교해 보고자 한다((표 1)).

각국의 환경배려 재료 적용 노력은 쓰레기 처리방법과 밀접하게 관련한다.

· 매립처리

#### 1-2. 서스테이너빌리티의 확보

a) 식물유래 PET는 물성면에서 석유유래 제품과 동등하다는 점은 앞에서 서술했다. 상품 개발 공정에서 가장 큰 차이는 LCA(Life Cycle Assessment)에 관한 개념이다.

b) 식물유래 PET는 적용을 검토하는 기업들은 석유유래 원료의 사용 삭감, CO<sub>2</sub> 배출 삭감, 식물유래 원료를 사용해 환경배려 등 상품에 새로운 부가가치를 부여하는 것 등을 중요한 상품 콘셉트로 생각하는 경우가 많다. 한편, 농지개발에 의한 삼림 채취나 토지이용 변화, 빈곤지역의 불법 노동이나 불법 이민, 열



[표 1] 식물유래 수지의 성능 비교

항목	BIO Degradable Plastic (PLA)	BIO Renewable Plastic (식물유래/PET)
가공성(성형성)	전용 설비가 필요	기존 설비 이용 가능
분해성	전용 퇴비화 설비에서의 분해 가능	생분해성 없음
리사이클성	특별한 루트·식별이 필요	기존 루트 이용 가능
소원료 안정성	(미국 옥수수)	(브라질 사탕수수)
① 증산 여력	소	대
② 식량이용도	고	저
③ 사료이용도	고	저
④ NON GMO 대책	없음	있음

[그림 1] 도요타통상의 식물유래 PET 생산 공정

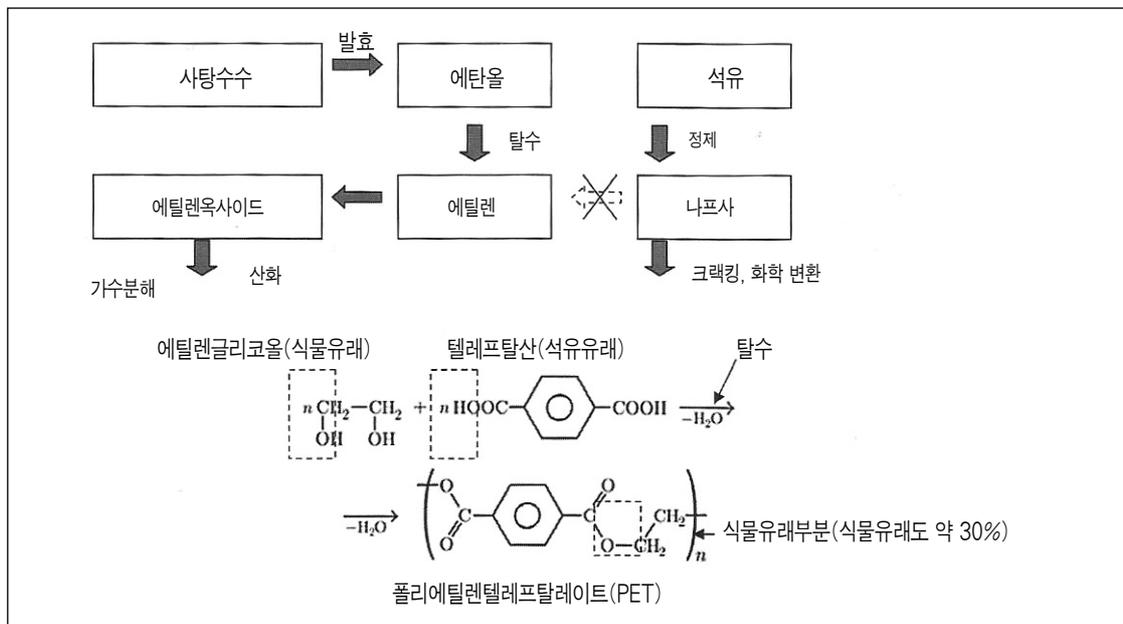


악한 노동조건에서 생산된 원료작물 등이 없다는 것을 증명하는 것은 적용기업에 있어서 중요한 개발 프로세스의 하나가 되고 있다.

c) 식물유래 PET의 원료(PET는 그 원료의 하나인 MEG)는 현재 100% 브라질산 사탕수수유래 바이오에탄올을 사용하고 있다. 조달한 모든 에탄올 원료는 생산자까지 특정하고 있다. 나아가 브라질에서 아시아까지의 수송 및 유통경로의 특정과 그것에 따른 CO<sub>2</sub> 배출량도 파악할 수 있다. 식물유래 PET의 적용을 검토하고 있는 거래 기업의 다수가 그 메리트를 판단할 수 있는 프로세스를 제공한다.

d) 앞으로는 식물유래 PET의 바이오 함유율을 세계적인 제3자인증기관을 통해 증명하는 것이 필요하다. 현재 바이오 함유율의 측정 방법에 ASTM D668612를 적용하고 있다. 이는 시험검체에 포함되는 식물유래 특유의 천연 방사성 탄소 C-14의 함유량을 측정하는 것으로, 바이오도를 측정하는 것이 일반적이다. 그러나 매번 시험비용과 시험시간이 필요하기 때문에 제3자인증기관을 구축해 생산한 제품에 대한 인증이 용이하게 이루어지도록 하면, 소비자도 안심하고 바이오 유래 제품을 구입할 수 있고, 보급 확대에 큰 도움이 될 것이다.

[그림 2] 식물유래 PET 원료 및 구조식



### 1-3. 원료 에탄올의 동향

식물유래 PET의 원료 소스인 바이오에탄올은 제1세대라 할 수 있는 옥수수, 사탕수수, 카사바(cassava), 사탕무, 단수수(sweet sorghum) 등의 가식성 원료에서부터 제2세대인 비가식성 바이오매스 원료를 이용하는 연구가 추진되고 있다. 제2세대 바이오에탄올 제조는 북미를 중심으로 상업화를 시작했다(2013년 5월 현재, 전 세계 10개 공장).

주요 원료에는 셀룰로오스라고 하는 식물 찌꺼기나 건축 폐자재 등이 있는데, 특히 식료·사료와의 경쟁을 우려하는 수요자들의 관심이 높다. 앞으로 연료 용도에서의 바이오에탄올 이용과 같이, 화학품 원료 용도에서도 제2세대 에탄올을 원료로 한 수요가 확대할 것으로 예

상된다. 또한 브라질 등 대규모 생산지에서 연료용 수요의 신장이 지속되어 가격이 오를 가능성이 있다.

## 2. 식물유래 PET 현황 및 전망

### 2-1. 동시 가동 상황

도요타통상그룹은 2013년 3월부터 브라질 산 사탕수수유래의 바이오에탄올(에탄올 함유량 : 약 95vol%)에서부터 바이오폴리에틸렌 테레프탈레이트(이하 “식물유래 PET”)의 원료가 되는 바이오모노에틸렌글리콜(1, 2-에탄디올/이하 “식물유래 MEG”)의 상업 생산을 대만에서 개시했다. 이 공장의 생산능력은 7만 t/년으로, 테레프탈산과의 축합중합에 의해 최



종적으로 생산된 PET 베이스 수량은 약 20만 t/년의 규모가 된다((그림 1) 참조).

## 2-2. 시장 환경

### 1) 주요용도

식물유래 PET가 사용된 용도는 이하

- ① 음료, 육실용품, 화장품 등의 보틀 용도
- ② 식품용기나 블리스터라고 하는 일반포장 자재 등에 사용되는 시트, 필름용도
- ③ 자동차 내장재를 포함한 폴리에스테르/합성섬유용도

이것은 기본물성이 거의 동등하기 때문에 기존 석유유래 PET가 사용되고 있는 시장이 대상시장이 된다는 것을 의미한다.

### 2) 식물유래 PET의 특징과 개발 동향

현재 상업화되고 있는 식물유래 PET는 도요타통상그룹 등에서 제조된 식물유래 MEG와 일반 석유정제 시에 발생하는 방향족 화합물인 파라크실렌을 원료로 한 텔레프탈산과의 탈수 축합중합에 의해 만들어지고 있다. 따라서 중합 후 식물유래 MEG의 중량비율분만이 식물유래이고, 식물유래 PET의 바이오도는 이론상 31.25%(\*)가 상한이 된다.

\* 바이오도(wt%) = (MEG 분자량(62)-H<sub>2</sub> 분자량(2)) \* 바이오 유래에 해당 ÷ PET 분자량(192) = 31.25%

이론 상 중합 시에 MEG의 수산기가 분해하고, 두 가지 수소가 PTA의 2가지 카르보기와 결합해 2H<sub>2</sub>O가 발생(탈수)한다((그림 2) 참조).

한편 PTA의 원료인 파라크실렌을 바이오매스 원료에서 이소부탄올을 경유해 합성하는 방

법이나 100% 식물유래 플라스틱의 폴리에틸렌프라노에이트(PEF) 등의 개발 등 파일럿 레벨에서의 제조에 성공했다. 이러한 것들에 의해 바이오도 100%의 식물유래 PET가 실현되었다. 현재 미국의 벤처기업 등이 출시를 위해 준비하고 있다.

## 2-3. 식품포장용기에서의 적용 상황(음료업계)

2009년부터 코카·콜라는 식물유래 PET의 적용을 발표하고 “PlantBottle”이라는 명칭으로 판매하고 있다.

세계 각지에서 판매 개시, 2010년에는 세계 9개국, 2015년 6월 시점에서 세계 38개국으로 확대 적용되고 있다.

전체 판매수량은 약 350억 병. 현재 세계 최대의 식물유래 PET 유저이다. 2020년에는 세계에서 유통하고 있는 모든 자사 PET보틀을 리사이클 또는 식물유래로 바꾼다는 계획을 가지고 있다. 2020년 자사에서 사용될 450만t PET의 대부분을 식물유래 PET로 바꿀 가능성이 있다.

2015년 이탈리아 밀라노의 박람회에서 100% 바이오 PET를 발표해 동사의 향후 움직임에 대한 관심이 높다. 또한 2012년 6월부터 코카·콜라, 하인츠, 포드, 나이키, P&G가 컨소시엄을 구성, 식물유래 PET 이용·보급을 위한 워킹그룹 활동을 시작했다. 업계를 넘어 앞으로의 적용·보급을 촉진하는 활동을 추진해나갈 예정이다.

2013년 5월, 산토리는 남 알프스의 천연수에 식물유래 PET를 적용한 상품을 출시했다. 이 상품은 ① 바이오올 30%를 명확하게 구현하고

있고, ② 패키지 보틀의 박육화로 일본 최경량 보틀을 실현해 석유유래 원료의 사용을 기존대비 40% 삭감해 「가장 석유유래 원료를 사용하지 않는 보틀」이라는 콘셉트로 상품화 했다.

식품포장재 분야에서는 리스팩이 자사 상품인 「바이오PET 후레아이」, 「바이오컵 라부」에 식물유래 PET를 적용하고 있다. 업계 최초로 식물유래 PET를 활용한 폭넓은 상품개발을 하고, 타사와의 차별화를 도모하고 있다.

다른 용도에서는 욕실용품 분야나 화장품 분야에서 적용되고 있으며, 포장재로의 폭넓은 적용을 기대하고 있다. 음료업계에서는 식물유래 PET와 머티어리얼 리사이클 PET를 혼합한 상품 개발, 패키지재료에 석유유래 원료를 일절 사용하지 않는 PET보틀을 개발하고 있는 제조사도 있으며, 식물유래 PET를 사용한 새로운 상품 콘셉트 제안이 확대되고 있다.

#### 2-4. 동업 타사 동향

도요타통상그룹이 취급하는 식물유래 PET 원료인 식물유래 MEG사업을 중심으로 동업 타사의 상황에 관해 서술한다.

① 인도의 India Glycols Limited사는 2009년에 식물유래 MEG의 상업화에 성공, 대형 음료제조사나 자동차 내장부품 제조사를 중심으로 적용하고 있다.

② 브라질의 JBF Industries Ltd.사는 현재 바이오에탄올의 조달 및 MEG 제조공장 건설을 준비 중이라고 발표했다. 동사에서 최대 50만t/년의 식물유래 MEG 생산을 계획하고 있다.

③ 그밖에 아시아에서는 석유화학제조사 및

개사가 식물유래 MEG 제조에 투자, 신규 진입을 검토하고 있다고 보도되었는데, 구체적인 내용은 없다. 따라서 현재 상업 규모에서의 식물유래 MEG를 제조·판매할 수 있는 기업은 도요타 통상그룹과 IGL사의 2개사뿐이라 할 수 있다.

### 3. 총괄

식물유래 PET는 기존 생분해성 수지와 달리 기존 PET수지와 분자구조나 물성이 완전히 같기 때문에 그 용도 전개나 리사이클성의 적용범위가 넓은 것이 특징이다.

또한 식물유래 PET의 시장 인지도 상승+유저에게 메리트를 가져다주기 때문에 식물유래 PET 유저의 적용 동기를 올리기 위해서 관련 정부기관과의 정기적인 정보교환회 개최와 보조금 확립에 대한 움직임을 지속적으로 추진해 야 한다.

신문·업계지 등을 통한 적극적인 홍보 활동, BIO Renewable Plastic의 우위성을 알기 쉽고, 확대하기 위한 영업활동, 유저에게 서스테이너빌리티·트레이서빌리티를 알기 쉽게 전달하기 위한 인증 지원 등을 적극적으로 추진해 간다.

또한 적용 각사도 3R(리터너블 보틀의 적용/Reuse, 박육·경량화/Reduce, 리사이클·회수 시스템의 구축/Recycle)을 잘 조합하면서 자사가 생각하는 가장 서스테이너블한 상품화를 목표로 하고 있다. 도요타통상그룹에서 취급하는 식물유래 PE와 PET의 이용을 통해 제4의 R(식물유래/Renewable)로써, 각 업계에서 서스테이너블 상품 개발에 도움이 되길 바란다. ☐