

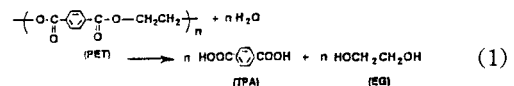
PET병의 리사이클

Poly(ethylene terephthalate)(PET)는 섬유, 플라스틱 필름, 각종 음료 등의 제조에 널리 쓰이는 주요 고분자 재료 중의 하나다. 최근 환경과 쓰레기에 대한 관심이 높아짐에 따라 PET로 만들어진 각종 청량 음료병의 리사이클에 대한 많은 조사와 연구가 보고되고 있다. 본 TOPICS에서는 미국과 일본의 PET병 리사이클 기술 동향을 살펴보고자 한다.

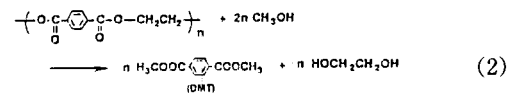
미국에서 1989년 현재 음료 용기로 사용되는 PET 수지는 약 30만6천톤 규모이며, 이 가운데 28%인 8만5천톤이 재활용되고 있는 것으로 보고되고 있다. 확립된 분리수거 시스템을 통하여 수집된 PET병은 분쇄 후 이물질의 분리 및 세척 과정을 거친 후 다양한 용도로 재활용되고 있다. 일본에서도 PET 수지는 각종 음료 용기로 사용되는 양이 증가 추세이며 1991년에는 12만 5천톤에 이르는 것으로 보고되고 있다. 그러나 아직 회수 시스템이 정착되지 않았고 리사이클도 본격적으로 이루어지지 않는 것으로 보인다. 다만 'PET병 사업 조합'에서 연산 5,000톤 규모의 재생 공장 설립을 추진하기 시작한 것으로 최근 보고되고 있다. 이러한 일본의 부진한 실적은 연간 70만톤의 PET를 사용하는 섬유 업계와 25만톤의 PET를 사용하는 필름 업계에서 발생하는 스크랩의 재활용량만도 연간 4만톤 정도로 이미 재생품 시장이 거의 포화이기 때문인 것으로도 볼 수 있다.

PET병의 재활용방법은 재생재료 리사이클, 소각(燒却), 화학적 리사이클 등으로 나누어 볼 수 있다. 재생 재료 리사이클의 경우 PET병을 분리 수거하고 이물질을 제거하는 시스템이 중요하다. 즉, PET 이외의 물질로 알미늄 마개, 고밀도 폴리에틸렌 바닥캡, 라벨 등의 분리가 효과적으로 이루어져야 하는 것이다. 일반적으로 분쇄된 PET병을 물에 넣고 저으면서 세척과 함께 비중차를 이용한 분리 방법을 택하고 있다. 라벨 또는 바닥캡의 부착에 접착제를 사용한 경우 분쇄 전 톨루엔 등을 사용하여 이들을 제거하기도 한다. 재생 원료의 대표적인 용도로는 카페트 제조용 섬유, 화섬면, 타슈지와 블렌드한 엔지니어링 플라스틱 제조 등을 들 수 있다. 소각의 경우 연소를 통하여 열 에너지를 회수한다. Poly ethylene(PE), poly styrene(PS), poly propylene(PP) 등의 경우 발열량이 10,000 kcal/kg 정도이나 PET 수지는 5,000kcal/kg 정도로 낮은 편이다. 그러나 일본에서는 PE, PS, PP, PVC 등과 함께

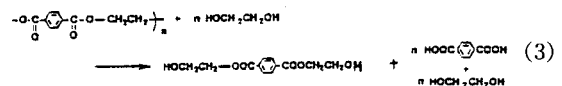
PET의 소각 처리 기술 개발이 진행 중인 것으로 알려져 있다. 화학적 리사이클의 경우 가수분해, 메탄올리시스, 글리콜리시스 등으로 나누어 볼 수 있다. 가수분해는 PET를 terephthalic acid(TPA)와 ethylene glycol(EG)로 해중합하는 것으로 다음의 반응식(1)과 같이 나타낼 수 있으며, 흔히 반응 속도를 높이기 위하여 산 또는 알칼리 촉매를 사용하고, 150~250℃에서 4시간 정도 소요된다.



메탄올리시스는 다음의 반응식(2)과 같이 나타낼 수 있으며, dimethyl terephthalate(DMT)와 EG가 회수된다. 반응 조건은 160~240℃, 20~70 기압에서 한시간 이내이며, 99% 모노머로 회수가 이루어진다. 메탄올리시스에 의하여 회수된 모노머들은 PET 제조에 사용하는 경우 식품 포장용으로 사용이 가능할만큼 순도가 높아 향후 많은 응용이 이루어질 것으로 보인다.



글리콜리시스는 EG를 사용하는 경우 다음의 반응식(3)과 같이 나타낼 수 있으며, 대개 금속 염을 촉매로 사용한다. 얻어진 생성물은 dibasic acid와의 축중합을 통하여 불포화 폴리에스터 수지 및 경질 우레탄 폼 용 폴리올의 제조 등에 사용한다.



PET병의 리사이클은 효과적인 분리수거가 선행되어야 하며, 이를 위하여는 홍보는 물론, 재질 표시 등을 일반인이 이해하기 쉽도록 해야만 할 것이다. 또한 PET병의 제조에 있어 가능하면 다른 물질의 사용을 최소화되도록 하는 것도 요구되고 있다. 다양한 리사이클 방법에 의한 PET병의 재활용을 위하여는 지속적인 용도개발과 관련 산업의 정책적인 보호 육성도 필요할 것이다.

(일본 「硫酸と工業」誌 1994년 2월호 내용을 중심으로)

〈전북대학교 공업화학과 이대수〉