

廢PET병의 리사이클링

허 종 오

(주)삼양사

Recycling of Used PET-Bottles

Jong-oh Heo

요 약

PET병은 투명성, 경량성, 안전성, 내약품성 등이 우수하여 94년 현재 약 1,330 백만개가 사용되었으며 연평균 20%의 증가율을 나타내고 있으며 국내 PET병의 재활용율은 약 3%로 재활용체의 영세성, 시장변동 및 기술개발능력 부족 등의 문제를 안고 있다. PET병의 재활용기술은 Hydrocyclone process, Flotation process, Solution washing process 등이 있으며 PET병을 생산하고 있는 삼양사에서는 Solution washing process를 도입하여 처리량 8,000 톤/년의 재활용 공장을 가동하여 재생 fiber용 뿐만 아니라 포장재용 등에 사용 가능한 재활용 제품을 생산하고 있다.

ABSTRACT

The paper reviews various aspects of recycling of used PET bottles. First, it lists the kinds of PET bottles and the amounts used in Korea. It also reviews the recycling policies and current recycling status of various countries such as the USA, Taiwan, Japan and Korea. A brief flowsheet of recycling process for PET bottles is presented. Problems associated with recycling these bottles are discussed and various improvements required to make such a recycling process better are also suggested and discussed.

1. PET병의 개요

1.1. PET병의 특징

1974년 미국 듀폰사에 의해 최초로 상업화
1979년 한일공업사에 의해 간장용기로 국내 처음 소개
PET병의 장점인 투명성, 경량성, 안전성, 내약품성 등이 우수하여 시장규모 급성장
국내 재활용산업의 미비로 환경오염문제 대두

1.2. PET병의 구성성분

PET병의 몸체 : PET
라벨 : OPP, PVC, 종이
마개 : 알미늄, PE, PP
BASE CUP : HDPE
접착제 : EVA

1.3. PET병의 종류

상압병-소주병, 먹는샘물(생수)병, 간장병 등
내압병-탄산음료병(콜라, 사이다, 향음료 등)
내열내압병-우유탄산음료병, 저과즙탄산음료병
내열병-과즙음료, 스포츠음료병

1.4. PET병 소비량

(단위 : 백만개)

| | 1986 | 1988 | 1990 | 1992 | 1994 | 년평균 |
|----|-------|-------|--------|--------|--------|-----|
| 한국 | 300 | 670 | 920 | 1,020 | 1,330 | 20% |
| 미국 | 7,200 | 8,900 | 11,000 | 12,500 | 15,000 | 10% |
| 일본 | 1,090 | 1,620 | 2,330 | 2,740 | 3,250 | 15% |

* 자료 : 한국 PET 용기 협의회 등

유리병 대체 및 생활의 간편화 추세로 상당기간 수요증가 예상

2. PET병 재활용의 국가별 현황

2.1. 재활용산업의 필수요소

안정적인 원료확보

Virgin Material에 근접한 물성을 유지시킬 수 있는 기술 확보

재생제품을 안정적으로 소비시킬 수 있는 시장의 확보

2.2. 재생 PET의 시장

재생Fiber : 재생 PET의 가장 큰 소비처(1.5 d~20 d)

비음료용 Bottle : 성장하고 있는 고순도 PET의 용도-음료용도 현재 생산중

포장자재 : 급속히 성장하고 있는 시장

엔지니어링 플라스틱 : 미국 DUPONT, GE 등을 중심으로 수요확산

기타 . 폴리올, Spunbond 등

2.3. 국가별 현황

2.3.1. 미국

1) 수거 체계

• Deposit System

- 우리나라 공병보증금제와 동일한 제도
- 수거율을 80~90% 까지 향상 가능

• Curbside System

- 우리나라 분리수거와 유사한 방식(자치단체에서 재활용품 수거)
- 수거비용은 주정부에서 부담
- 수거율을 40%까지 올릴수 있는 방법, 미국 대부분 주에서 실시

• Drop-Off System

- 대중 밀집지역에서 분리수거함을 설치하여 수거하는 방법
- 수거율은 10~15%로 그다지 높지 않음

2) 재활용 현황(94년 기준)

- 세계에서 PET병 재활용이 가장 활발한 국가
- 약 20여개의 재활용업체 가동중

2.3.2. 대만

- 아시아에서 PET병의 수거 및 재활용이 가장 활발한 국가

1) 수거 체계

- Buyback System으로 미국의 Deposit System과 유사
- 처음에는 Scavenger System이었으나 수거율이 낮아 Retail Buyback System으로 변경실시(20% 미만 →70%로 대폭 증가)

- 슈퍼마켓 중 Chain Store는 의무적으로 Retail Buyback Program에 참여하도록 법으로 규정

2) 재활용현황

- 재활용량 · 8,000 Ton(재활용율 : 40%)
- 재활용업체 : TRC(TAIWAN RECYCLING CORPORATION)

3) PET병 재활용업체에 대한 정부의 지원

- 수거된 PET병의 5년간 무상공급
- 투자비의 50% 저리융자(연리 3%)
- 수입설비의 판매면제
- 5년간 각종세금 면제

2.3.3. 일본

1) 수거 체계

- PET병의 본격적인 재활용은 최근부터 실시
- 회수방법은 거점회수, 분리수거, 혼합수거 실시⇒수거율 저조

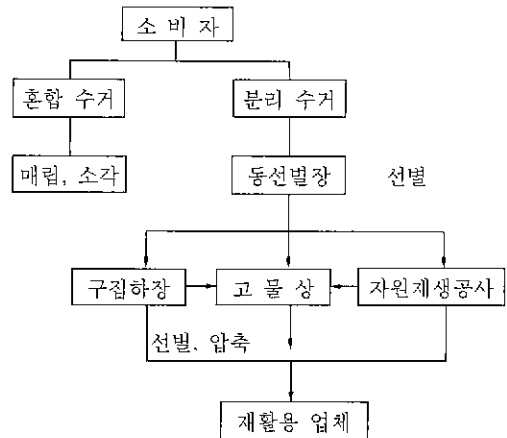
• 재활용 현황

- 재활용율 약 5% 미만
- PET BOTTLE협의회와 WITH WASTE JAPAN이 합작으로 PET병 재활용체인 WITH PET BOTTLE RECYCLING 설립(1983)
- 처리능력 : 8,000 Ton/년

× 소비자, 국가, 기업의 역할분담-소비자의 분리배출, 정부의 분리수거, 기업의 재활용 책임

2.3.4. 한국

1) 수거 체계



- 2) 쓰레기증량제 실시에 의한 분리수거 방식
 - PET병은 산재성(散在性) 폐기물로 수거비용 막대
- 3) 수거체계의 문제점
 - 수거체계의 이원화(자치단체, 재생공사)
 - 집하장의 선별, 압축시설 미비
 - 재활용품의 전국적인 관리체계 미구축
 - 일반 플라스틱과 혼합되어 선별비용 과다. 소비자의 분리배출 참여도 미흡(쓰레기 혼입문제 심각)
 - 수거체계가 복잡하여 재활용품 가격상승
- 4) 재활용현황
 - '94. 재활용율 . 약 3%(PET병 소비량 . 64,000 Ton)

(단위 : Ton/년)

| | 삼양사 | 성진INTL | 서광산업 | 기타 | 계 |
|------|------------------|--------|--------|--------|--------|
| 처리능력 | 8,000 | 2,000 | 1,000 | 2,000 | 13,000 |
| 처리기술 | Solution washing | 비중차 분리 | 비중차 분리 | 비중차 분리 | |

- 재활용업체의 영세성으로 투자에 한계
- 재생제품의 시장변동의 적응력에 한계(시장여건에 따라 주기적인 공장가동, 폐업 반복)
- 재활용 기술개발 능력 부족(현재 주용도 : 재생 FIBER 용)
- 환경오염방지설 미비로 환경오염 가중
- 5) 재활용 법규
 - PET Resin 생산업체
 - PET Resin 매출액의 0.7%를 폐기물 부담금으로 납부
 - PET병 생산업체
 - 연간 1,000 Ton 이상 Bottle용으로 PET Resin을 사용하는 업체는 년차적으로 재생 PET Resin을 사용해야 함

| 1995. 12. 31.까지 | '96. 1 ~'97. 12 | '98. 1. 부터 |
|-----------------|-----------------|------------|
| 10% | 25% | 55% |

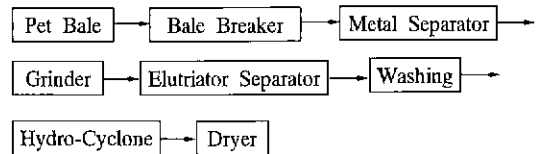
- '95. 1 부터 모든 용기의 밑바닥 또는 측면부에 재질 분류표시를 해야함
- PET병 사용업체
 - PET용기 제품 출고량에 따라 폐기물 예치금을 납부 (PET병 사용업체가 PET병을 회수, 재활용시 반환해주는 제도)
- 0.5 / 미만 · 3원
- 0.5-1.5 / : 5원

- 1.5 / 초과 : 7원
- '97. 1부터 용량별로 2원/개 인상예정
- PET병 사용업체는 판매 역루트를 이용하여 PET병을 회수 하도록 규정

3. 재활용 기술

3.1. Hydrocyclone process

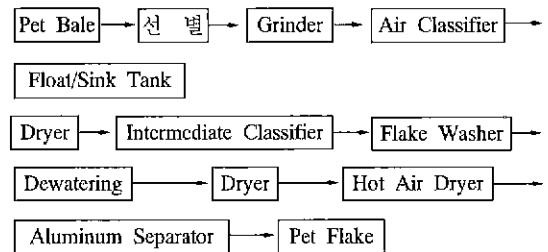
1) Process



- 2) 특징
 - 플라스틱의 비중차를 이용하여 이물질 분리
 - 재생 FIBER용
 - 불순물 혼입
 - HDPE 재활용 불가

3.2. Floatation process

1) Process



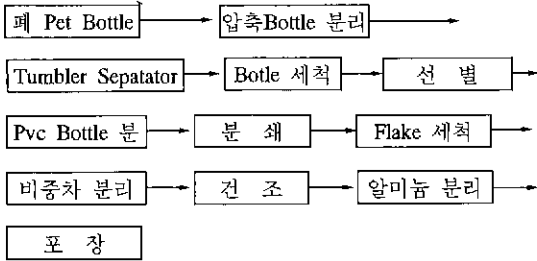
- 2) 특징
 - 불순물 함유량 높음
 - 용도가 FIBER, COMPOUND용으로 한정
 - HDPE재활용 불가

3.3. Solution washing

1) Process

2) 특징

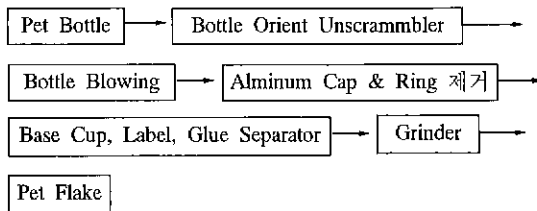
- HDPE (BASE CUP) 재활용 가능
- 고순도 재생제품 생산가능
- LABEL 및 접착제의 효과적인 분리



고순도 제품생산에 적합

3.4. Arc(Automated Recycling Coporation) process

1) Process



2) 특징

압축되어 병입구가 손상된 PET병 적용 불가(압축PET병 사용불가)

중간집하장에서 공장까지 운송비 과다

HDPE재활용 가능

세척공정의 미비로 GLUE 완전제거 어려움(FLAKE 색상 불량)

알미늄 함량을 낮출 수 있음

3.5. 재활용의장애요인

HDPE, LABEL 등의 혼합(구성성분 복잡)-점도저하, 품질 손상

접착제의 사용-점도저하, 투명도저하

수거된 PET병의 오염-백도저하

재활용 공정후 물성저하-저GRADE 용도

알미늄 마개의 사용-설비손상, 품질저하

PET병이 여러가지 색상으로 구성-선별비용 과다

• PET병의 구성성분을 명확히 파악해야

적합한 재생 PROCESS 설계가능

적합한 세척제 등 선택가능

고순도 제품 생산가능

최적의 공해방지시설 설계가능

4. 삼양사 PET병 재활용 사업

4.1. 사업추진 배경

PET병 생산산업체로서 PET병으로 인한 환경오염문제 해결로 기업 이미지 제고

재생 CHP의 자체 소진 가능

초보단계인 재활용산업의 지속성장 예상

4.2. 추진 실적

서울시 및 자원재생공사와 원료 공급계약 체결

안산 시화공단에 부지 매입

미국 PTI의 기술 도입

재활용공장 가동중(95. 10)

4.3. 사업 규모

투자비 : 약 100억원(순수 우리사 자본)

처리량 : 8,000 Ton/년(16시간 가동기준)

공장위치 · 경기도 안산 시화공단

처리기술 · 미국 PTI사 기술(Solution Washing Process)

4.4. 재활용 계획

(단위 : Ton, %)

| | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 증가율 |
|----------|--------|--------|--------|--------|-----|
| PET병 발생량 | 63,000 | 69,000 | 76,000 | 83,000 | 10 |
| 우리사 재활용량 | 8,000 | 12,000 | 16,000 | 20,000 | 36 |
| 비율 | 13 | 17 | 20 | 24 | |

4.5. 가동 현황

수도권(서울, 경기, 인천지방)을 중심으로 수거된 폐PET 병 처리

가동 초기에는 폐PET병의 수출로 원료확보 및 단가 상승에 상당한 어려움이 있었으나 세계적인 섬유경기의 퇴조와 함께 섬유류 가격이 폭락함에 따라 수출이 중지되어 원료 확보가 용이

기술적으로는 문제없이 재활용하고 있으나 일부 재질을 사용한 PET병은 가공비용 상승문제 발생

수거된 폐PET병의 품질은 외국과 비교하여 불량

생산제품 품질면에서는 재생Fibr용 뿐만 아니라 포장재 용 등에 사용 가능한 제품 생산

계획은 연차적으로 증설할 계획이나 수익성 악화 및 폐PET병의 수출재개 우려 때문에 과감한 투자 어려움

4.6. 재생 PET의 물성(Clear PET)

| | IV | 알미늄 함량 | PVC 함량 | 부유물 | 수분율 |
|----|-----------|-----------|-----------|-------|---------|
| 단위 | | ppm | ppm | ppm | wt% |
| 규격 | 0.74~0.76 | Max 10 | Max 5 | Max 5 | Max 0.1 |

4.7. 재활용 문제점

선별상태가 불량하여 재생가공비 및 쓰레기 처리비 과다
PET병의 Label 중 PVC Label이 많아 완벽한 제거에 어려움이 많고 최종 제품의 품질에 미치는 영향이 큼

또한 대부분의 PET병 마개가 알미늄으로 구성되어 있어 설비 투자비 및 가공비 상승의 원인이 되며 또한 완전한 제거가 사실상 불가능하여 재생제품의 부가가치 향상에 장애가 되고 있음

PET병 중 사실상 재활용이 안되는 품목(막걸리용 백색 PET병, 농약병, 접착성 라벨을 사용한 세제병)이 많아 폐기물 처리비용 과다

PET병의 색상이 여러종류로 구성되어 선별비용 과다

4.8. 개선 방법

PET병의 PVC Label을 OPS Label로 대체

PET병 마개를 알미늄에서 플라스틱(PE, PP) 재질로 변경

모든 용기에 사용 중인 재활용 표시를 재활용 가능 품목에만 사용할 수 있도록 법제화 필요

PET병의 색상은 내용물에 영향이 없는 한 무색투명한 재질로 한정사용 유도

향후 폐기물예치금 부과시, 재질별 재활용 가능성 등을 비교평가하여 예치금 차등부과 필요

5. 재활용 활성화 방안

재활용업체에 안정적인 원료 공급(정부의 분리수거 책임)

- 재활용 가능제품의 통합관리

자치단체의 선별, 압축시설 투자(권역별 대형 집하장 설치)

민간에게도 재활용품 집하장용으로 그린벨트 사용 허용
정부(수거, 선별 및 감용), 소비자(분리배출), 기업(재활용)의 역할분담

정부의 재활용업체에 대한 금융 및 세제 지원

폐기물 예치금 및 부담금을 폐PET병 회수비용으로 사용하고 재활용업체에는 대면과 같이 원료 무상공급 실시

3D 업종으로 인력난·대기업에도 산업연수생 활용 문호 개방

재생제품의 소비자 외면·정부의 우선구매 촉진

재활용이 용이한 포장 및 상품개발업체에 인센티브 제공
재활용산업의 보호육성 필요(한 품목에 1개 업체씩 모델 업체를 선정하여 육성)

정부에서 원료의 안정적인 공급보장을 통한 재활용업체의 투자 유도