



# PET병 재활용 물류시스템 구축을 위한 제언

## PET Bottle Recycle Logistics System

박 석 하 / 로지스파크닷컴 대표

### 1. 재활용 물류 실태 및 PET

#### 1-1. 재활용 폐기물 관리 현황

2002년 3월 확정된 국가폐기물관리종합계획은 폐기물 발생량 자체를 줄이고 발생된 폐기물을 자원화하여 재활용하는 '자원순환형 경제사회기반구축'을 정책방향으로 삼고 있다.

정책의 우선순위는 첫째, 폐기물의 원천적 감량, 둘째, 재이용·재활용 및 에너지 회수, 셋째, 발생된 폐기물의 안전처리로 구분하고 있다(환경부 환경백서 2003).

폐기물 처리에는 매립, 소각, 재활용 방법이 있으며, 이 중에서 재활용이 경제성 평가결과 사회적 비용이 가장 적게 드는 것으로 연구결과들이 보여주고 있다.

사적경제성은 개별기업 또는 기업군의 영업 이익을 따지는 것으로서 재무분석에 의해서 판단된다. 반면에 사회적 경제성은 국가전체차원에서 이익을 논하며 비용·편익 분석으로 평가한다.

우리나라의 향후 2011년까지의 폐기물 관리 목표 ((표 1) 참조)가 사업장폐기물은 증가하지만, 생활 폐기물은 2001년대비 감량하는 계획을 수립하고 있으며, 정책추진의 목표를 보면 재활용비율이 높아져 총량기준으로 볼 때 오히려 재활용량이 증가하기 때문에 하루 빨리 자원순환형 재활용 물류(Recycle logistics)시스템 구축이 요구되고 있다.

폐기물 '재활용'이라 함은 폐기물을 재사용·재생 이용하거나 재사용·재생 이용할 수 있는

(표 1) 폐기물관리 목표

(단위:톤/일, %)

구 분		2001(실적)	2005	2008	2011
생활폐기물	발생량	48,499	47,705	47,164	46,414
	재활용량 (목표)	20,922 (43.1)	21,944 (46.0)	23,582 (50.0)	24,597 (53.0)
사업장폐기물	발생량	212,258	271,930	297,690	327,900
	재활용량 (목표)	158,776 (74.8)	208,570 (76.7)	233,984 (78.6)	262,320 (80.0)



[표 2] 한국과 일본 협회 운영방식 비교

구분	(사)한국PET병 재활용협회	(재)일본용기포장리사이클협회
법인형태	사단법인	재단법인
관리형태	품목별 관리	통합관리
관리영역	수거처를 제외한 재활용사업자 관리 (재활용시장 전체 관리)	지자체와 연계한 재활용사업자 관리 (민간수집 및 위탁관리는 배제)
회원구성	생산자, 성형업자, 재활용업자	생산자, 성형업자
분담금	생산자(의무량 기준 100%)	생산자: 70%, 성형업자: 30% 분담
원료공급	시장경제원리에 의한 자유경쟁	지자체의 무상공급에 따라 협회에서 결정(PET: 무상, 캔, 유리: 유가거래)
위탁료	재활용업자 회원 전체량 기준 단가 결정 지급	입찰에 의거 지급

출처 : (사) 한국PET병 재활용 협회

상태로 만드는 활동 또는 폐기물로부터 환경부령이 정하는 기준에 따라 에너지이용합리화법 제2조 제1호의 규정에 의한 에너지를 회수하는 활동을 말한다(폐기물관리법 제2조 제6호).

본고에서는 관련법령 및 통상적으로 사용하고 있는 재활용을 물류측면에서 접근하는 의미에서 “재활용 물류(Recycle logistics)”라고 한다.

폐기물관리의 새로운 접근방법으로 생산자책임 재활용제도가 선진국에서부터 도입되었으며 우리나라에서도 2003년부터 시행되고 있다.

생산자책임재활용(EPR)제도란 생산자의 책임을 해당제품의 용도가 완료되고 폐기물의 형태로 배출된 이후까지 확대한다는 의미이다.

OECD는 생산자책임재활용제도의 목표를 ‘자원절약, 폐기물 저감, 환경친화적인 상품설계, 지속가능한 사회를 위한 자원 순환고리 형성’으로 제시한바 있으며, 폐기물관리 정책의 평가기준을 환경적 효과성, 경제적효율성, 정치적 수용성, 행정적 이행가능성, 혁신의 성취 다섯가지로 들고 있다.

즉, 라이프사이클 전과정에 걸쳐 환경친화적인 경제활동을 유도함으로써 Recycle 활동을 폐기물의 감량(Reduction), 재이용(Reuse), 재자원화(Recycling)를 촉진하여 “자원 순환형 경제·사회체제”를 도모하려는 제도이다.

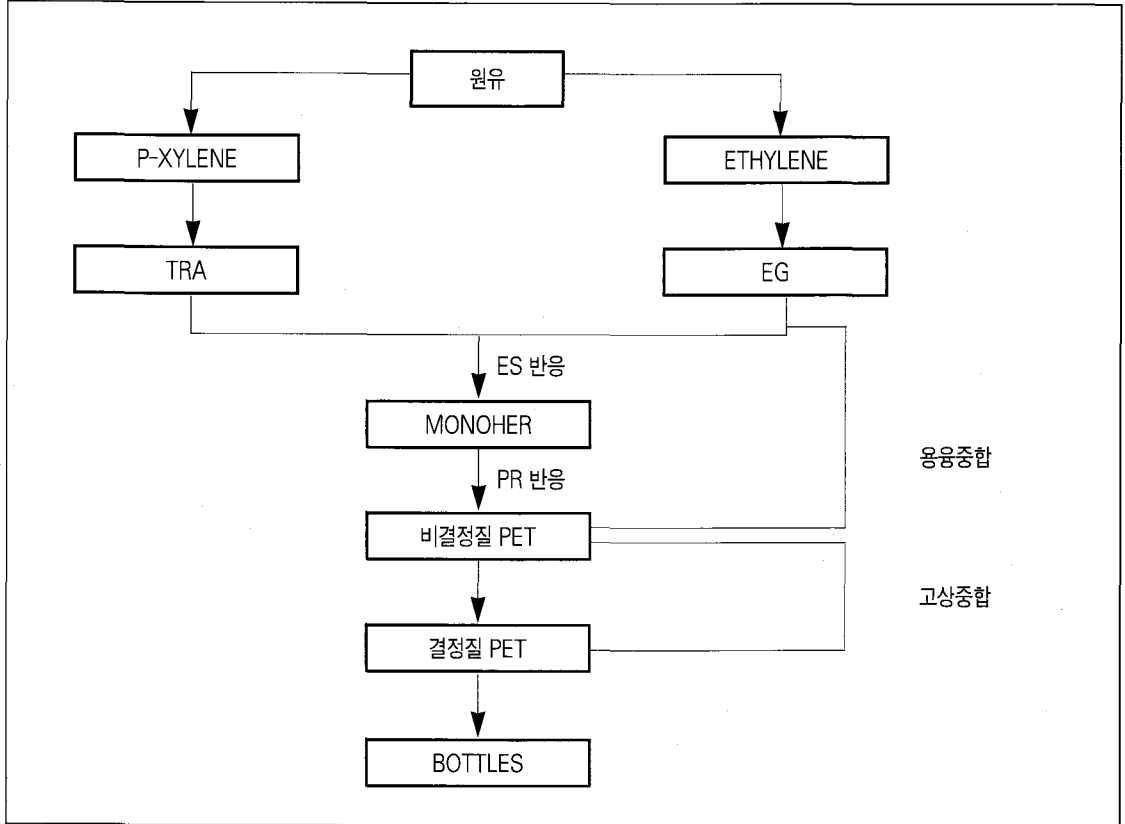
PET 병 재활용의 목적은 결국 석유자원의 투입량 삭감과 재활용을 확대함으로써 자원절약과 환경문제를 해결하는 방안으로 제시되고 있는 것이다.

이 과정에서 생산자들은 환경부로부터 부여받은 재활용의무를 ① 직접 재활용하거나 ② 의무생산자별로 재활용 사업자들에게 위탁하거나 ③ 재활용사업공제조합을 설립하여 공제조합에 분담금을 납부하는 방법으로 의무를 이행하게 되는데 PET의 경우에는 (사)한국PET병 재활용 협회가 재활용공제사업조합으로 인가를 받아 업무를 하고 있다.

〈 EPR 제도로 인한 효과 〉

도시 폐기물관리에 있어서 중요한 것은 “되도록 쓰레기 배출량을 최소로 줄이고, 일단 발생한

[그림 2] PET 생산공정



쓰레기는 효율적으로 수거 운반 처리함으로써 쓰레기 때문에 국민전체가 치러야 하는 경제적 부담을 최소화 하는 것이다. 국민경제 전체적인 입장에서 보았을때 쓰레기 수거·운반·처리에 소요되는 총비용의 크기는 누가 이일을 주관하느냐에 따라 현저하게 달라질 수가 있다(이정전, 2000' 환경경제학, 박영사).

기존의 처리방식에서 EPR 전환은 재활용업자의 수집, 처리비용을 생산자회수기구가 대신 지불하기 때문에 이 자체로는 사회적인 관리비용의 변동내용은 없다고 보여질 수 있지만 실제

로는 발생비용이 변동하게 된다. 즉 각 개별 재활용 사업자에서 생산자로 관리주체를 이전함에 따라 관리의 효율성을 증대시킨다면 오히려 사회적 관리비용은 줄어 들 수 있다는 점과 재활용업자와 생산자가 수행하는 재활용을 노동의 기회비용이라는 관점에서 본다면 관리비용은 추가적으로 증가하게 된다는 점이다.

즉 재활용업자의 수집행위는 일의 특성상 노동의 기회비용이 없는 것으로 간주되어 사회적으로 볼 때 수집비용이 영이다.

현재 재활용업의 근무조건을 매우 열악하여



[표 3] PET병 수요 분석

구분	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07
PET	1154	1231	1245	1302	1351	1403	1464	1521
PACK	533	474	473	473	473	473	473	473
CAN	2905	3142	3251	3339	3424	3518	3616	3717
GLASS	607	695	551	580	584	613	613	613
합계	5199	5542	5520	5694	5832	6007	6166	6324

직업상 결코 선호되지 않는 직종으로서 이 분야 종사자들은 재활용업이 아니면 실업상태가 된다고 볼 수 있다(김동건, 1997 '비용·편익분석' 박영사).

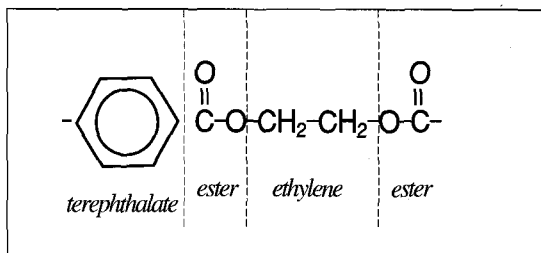
정책적인 면에서 EPR제도의 사회적 경제성을 높이기 위해서는 지방자치단체가 직접 수행하는 재활용업무를 생산자에게 많이 이전시킬수록 유리하다.

지방자치단체의 역할을 완전 이양형으로 할때와 일부분담형으로 할 상황으로 나누어서 경제성을 평가한 결과 전자의 경우가 후자보다 경제성이 월등히 높다는 것을 많은 연구들이 제시하고 있다.

### 1-2. PET병

PET(Poly-ethylene terephthalate)는 포화 폴리에스테르 소재 중 하나로서 폴리에스테르

[그림 1] PET 구조



섬유의 응축을 통하여 고순도 테레프탈(PTA)과 에틸렌글리콜(EG), 디메틸테레프탈레이트(DMT)와 에틸렌글리콜(EG)의 두 가지 중합법에 의하여 제조하는 수지를 말한다.

PET는 선형 열가소성 물질이므로 긴 원자 연쇄를 포함하는 분자가 일정한 단위를 반복하는 것으로 구성된다. 가소성수지는 열을 가해서 1차 성형을 하고 나서 굳어진 뒤 다시 2차로 열을 가해도 쉽게 성형이 되는 플라스틱을 말한다.

이러한 성질을 이용해서 원하는 형상의 물건을 만들 수가 있는데 이를 성형(成形)이라 하며, 이 수지는 고분자 소재를 용점 이하, 유리 전이점 온도 이상으로 2축연신함으로써, 역학적 강도, 내용물 보존성(가스배리아성), 투명성 등의 물리적 성능을 비약적으로 향상시킬 수 있다.

### 1-3. PET병 실적 및 향후 예상 추이

PET병 재활용 향상은 결국 석유자원의 투입량 삭감과 이를 위하여 계속확대 되어가는 (음료시장등의) 재활용에 있는 것으로 보여진다.

국내 청량음료시장은 PET와 CAN이 성장을 이끌고 있으며, 전체 음료시장의 성장세는 1998~2002년 연평균 3.7%의 성장세이다.

향후에는 PET, CAN 시장에서도 저성장기 예상되고 있다. 국내 PET병은 1998년 외환위기

이후 2000년까지 PET병의 소형화 및 내열음료의 다양화로 년 19%의 고성장을 하였으나 2000년~2002년까지 탄산음료시장 감소의 영향에 따라 년 4%의 저성장세를 유지하고 있다.

향후에는 내열음료 개발의 한계 및 소형화 추세 둔화로 년 4%의 성장이 예상된다. 국내 생수 시장은 음료 소비 패턴의 변화로 2002년까지 년 15%의 고성장을 지속하였으며 향후에도 년 8%대의 지속 성장이 예상된다.

1) 1998년부터 2003년까지 국내 청량 음료 용기별 수요 분석

1998~2003년 사이의 연평균 성장을 실적을 살펴보면 전체 5%, CAN 7.1%, PET 11.2%, PACK -1%, GLASS -8.2% 로서 98년 부터 2003년 까지 청량음료의 생산량의 증가는 5%이지만 PET병 용기의 증가는 약 11%에 달한다.

2) 2004년부터 2007년까지 국내 청량 음료 용기별 수요 예상 분석

2004~2007년 연평균 성장률은 전체적으로

2.8%, CAN 2.5%, PET 4.2%, PACK 0%, GLASS 1.7%가 예상되고 있다.

3) 향후 음료시장의 저 성장성과 PET, CAN 시장의 성장세 둔화가 되고 PET의 성장은 약 4% 정도로 예상된다.

4) PET병 재활용 의무총량

[표4]는 환경부에서 고시한 재활용 의무총량으로 음료시장의 변화와 더불어 PET병 전체 회수 의무총량이 15.7% 증가세를 보이고 있다.

향후 PET병의 사용량은 일반의 예측을 훨씬 뛰어 넘을 것으로 예상된다.

2000년 기준 리사이클율은 세계최고수준으로 나타나고 있다. 또한 (사)한국PET병 재활용협회는 109%의 회수율 계획을 수립하고 있다.

5) 갈색 맥주 PET병 출시에 따른 재활용 문제  
맥주생산업체에서 지난해 11월부터 갈색 페트병을 출시하고 있는 데 “현재 생산자책임재활용제도(EPR)에서는 2년 전 출고량을 기준으로 재활용 의무량을 산정하도록 규정하고 있기 때문에 전례가 없는 갈색 페트병은 맥주생산업체의

[표 4] 포장재별 재활용 의무총량

(단위 : 톤)

품 목		2003년 의무총량	2004년 의무총량
금 속 캔		180,000	172,000
유 리 병		298,798	313,284
종 이 팩		15,500	20,730
합성수지 포장재	폴리에틸렌테레프탈레이트	71,800	83,114
	발포폴리스틸렌	10,100	11,063
	폴리스틸렌페이퍼	2,000	2,585
	폴리비닐클로라이드		1,878
	기타합성수지	80,715	70,614
복합재질	20,726		



의무량조차 정해지지 않고 있고 재활용 비용이 많이 들어 전국 40여개 페트병 재생업체가 골치를 앓고 있다. 국내 양대 맥주업체인 OB와 HITE는 “맥주의 신선도 유지를 위해 자외선 차단과 공기 투과를 막을 수 있다”며 갈색 페트병을 외국에서 수입해 사용하고 있다.

연말연시 회식과 명절 및 여행철을 맞아 수요가 급증한 대용량 맥주는 지난달에만 HITE가 87만 상자(6병들이), OB가 55만~60만 상자 정도 판매해, 어림잡아 850만~900만개의 페트병이 발생한 것으로 추정하고 있다. 재활용업체 쪽은 시판 초기 전체 페트병 수거량의 1~2% 정도였던 갈색 맥주병이 하루가 다르게 늘어 요즘은 10%에 육박하고 있다며 생산업체에서 책임을 지지 않는다면 소각처리 할 수 밖에 없다고 밝히고 있다.

## 2. 관련 Recycle물류 사례

### 2-1. 유럽에 있어서 Recycle 물류 사례

#### 2-1-1. 스위스 Migros Distribution 사례

##### 1) 센터에 있어서 폐기물 처리 계획

센터에서 배출된 폐기물(포장재료가 중심)을 ① 플라스틱 ② 골판지 ③ 일반지 ④ 고급지(컴퓨터 용지등) ⑤ ①~④ 이외의 5가지로 분류하여 배출하고 있다. ①~④의 폐기물에 대해서는 압축하여 배출한다.

① 플라스틱과 ③ 일반지에 대해서는 리사이클 기업이 무료로 인도해 온다. ② 골판지와 ④ 고급지는 역 유상으로 리사이클 기업에 인도한다.

⑤ 그 외 폐기물은 월간 약 40톤을 배출, 미

그로의 “회수 센터” 트럭이 회수, 동센터가 1톤당 280CHF를 지불하고 회수·소각처리를 위탁한다.

##### 2) 그룹 전체 폐기물처리

스위스 폐기물 처리는 지방자치단체의 책무이지만, 소비재의 제조·판매에 관한 사업소에 대해서는 주정부와 지방자치단체의 폐기물 적정처리에 대한 지시가 있다.

그룹내 지역을 구분하고 국내에 10개소의 “회수센터”를 보유 운영하고 있고 그룹의 폐기물 전부를 회수센터가 회수 적정 처리하고 있다.

회수센터는 자원을 순환적으로 재이용하는 것을 목적으로 ① 폐기물의 분류 ② 리사이클 기업으로 인도 ③ 그 외 폐기물의 소각처리를 하고 있다. 행거는 점포에서 회수하고 재이용할 수 있는 것은 유통센터 등에 돌려주고 그대로 재이용하고 부서진 것은 리사이클 기업(철 등 재material화)으로 인도한다.

폐가전품에 대해서는 점포와 유통센터에 직접 가지고 간것에 대해서는 전부 무료로 인수하고 회수센터에서 소재별로 분류하고 각각의 리사이클 기업에 인도된다.

단, 소비자 가정에서의 회수와(수송을 위한) 재 포장에 필요한 대형가구의 인수에 대해서는 소비자로부터 요금을 징수한다.

#### 2-1-2. 취리히시영 폐기물처리, 리사이클 센터

##### 1) 리사이클 시스템

리사이클의 대상이 되는 자원 쓰레기는 ① 유리병(배출단계에서 3분류) ② 캔(알루미늄과 철은 센터에서 분류) ③ 페트병 ④ 古紙 ⑤ 골판지

④, ⑤에 대해서는 특정 수집일에 회수 ⑥ 전지가 있다.

①, ②, ③은 각각 트럭운송사업자(시가 입찰에 의해 계약)가 회수하여 센터에서 분류·집약하고 ① 유리병은 그대로 메이커에게 ② 캔은 재료로서 금속거래 시장으로 ③ 페트병은 리사이클 기업에 각각 판매하고 있다.

④ 고지 ⑤ 골판지는 시 차량이 회수하고 리사이클 기업에 팔고 있다.

⑥ 전지는 메이커에 회수·리사이클. 최종처리의 의무가 부과되어 있다.

폐가전품에 대해서는 센터에 소비자가 직접 가지고 가게되어 있고센터에서는 해체·분류한 후에 각각의 소재 시장으로 나가든지 리사이클 기업에 판매하고 있다.

## 2) 폐기물 물류 시스템

취리히 시는 폐기물의 회수(수집·운반) 및 처리시설간의 대량수송은 일부를 제외하고 민간의 트럭운송사업자에게 위탁하고 있다.

계약은 입찰이 전제가 되며 근교시가지와 국외의 물류사업자의 참가도 인정하고 있기 때문에 경쟁은 치열하다. 이러한 경쟁원리를 가지고 폐기물의 처리 코스트를 내릴수 있었다(자원쓰레기 이외의).

폐기물의 수집·운반 및 대량수송을 행하는 데는 사용하는 차량의 내구성, 배출가스가 적은 것 등을 요건으로 하고, 지방자치단체의 허가가 필요하다.

스위스 국내에 연간 약 30만대의 통과교통이 있고 교통혼잡과 배출가스 등이 문제가 되고 있다.

## 2-1-3. VIVO 사례

### 1) 리사이클 시스템

리사이클 가능한 자원 쓰레기는 동사가 회수하는 폐기물 총량의 약 75%를 차지하고, 회수·처리는 모두 무료이다.

자원쓰레기는 ① 바이오 쓰레기(퇴비화가 가능한 생쓰레기, 생쓰레기의 수목, 나뭇잎사귀 등도 포함) ② 고지 ③ 유리병 ④ 플라스틱의 시트와 용기(우유팩도 포함된다) ⑤ 캔 등 금속제의 용기의 5품목이다. ① 바이오쓰레기의 배출자는 그 양에 따라서 80~140리터의 "바이오 용기"를 구입 각 가정으로부터 회수는 1주일에 1회 실시한다.

이 시스템에 참가는 임의이지만, 현재상태는 군 인구의 약 80%가 참가하고 있고 회수량은 일반가정에서부터 연간 약 10,000톤, 공원 등에서 수목쓰레기가 연간 약 5,000톤에 이른다.

동사는 회수한 바이오쓰레기를 퇴비화하는 처리장을 가지고 회수에서부터 7주간에 걸쳐 생산된 "콘포스트 제품"(퇴비)는 50리터 가득채워서 근교의 야채재배농가와 가디닝재료를 생산하는 공장에 판매하고 있다.

② 고지(신문,골판지,혼합 포함)는 분류 컨테이너를 150개소의 집적장소에 배치하여 배출자 자신이 투입하고 컨테이너 단위로 회수한다. 회수된 고지는 시장의 상장가격으로 매각한다. 고지시장은 변동이 심하지만 현재(2000년 11월)의 매각량은 연간 약 100,000톤에 이르고 동사의 중요한 수입원이 되고 있다.

③ 유리병은 3분류된 컨테이너를 150개소의 집적장소에 비치하여 배출자 자신이 투입, 컨테이너 단위로 회수한다. ④ 플라스틱(페트병 포



## 세미나

함)과 캔에 대해서도 동사가 집적장소에 놓은 전용 컨테이너로 회수하고 조성과 소재별로 분류한다.

③ ~ ④의 리사이클은 연방의 “용기·포장 리사이클 법”의 적용대상이 되기 때문에 리사이클은 모두 메이커·유통업자의 의무(단, 리사이클 코스트는 판매가격에 상승시키는 것이 인전되고 있다).

메이커와 유통업자의 “라이선스 료”에 따라서 운영되고 있는 “독일 용기·포장 리사이클 협회”(DSD)가 전부 관리하고 있다. 리사이클 프로세스에 있어서 동사의 역할은 바이오쓰레기를 제외하면 지역으로부터 회수와 분류는 한정적인 것이고 자원쓰레기의 회수·분류 코스트는 매각수입을 상회하여 적자이지만, 이들의 폐기물의 리사이클 비용전체를 소각과 매립 등의 처분비용과 비교하면 지금의 리사이클 비용이 낮다.

이들 자원쓰레기의 회수는 전부 동사와 계약한 민간의 트럭운송사업자에게 위탁하고 있고 입찰에 참가하기 위해서는 지자체에 의한 수집운반의 허가가 필요하다.

### 2-1-4. 오스 트리아 Maiistratsabteilung 48

빈 시청 제 48부의 사례에서 나타난 리사이클 시스템에 대해 살펴보면 자원쓰레기는 ① 유리병, ② 고지 ③ (퇴비가능한) 바이오쓰레기 ④ 금속 캔 ⑤ 플라스틱(페트병 포함) ⑥ 섬유제품 등이고, ①, ②에 대해서는 가두에 설치한 분류 컨테이너로 소비자가 투기한다. ③, ④, ⑤는 전용의 지정집적장소에 소비자가 가지고 온다. ② 중 골판지와 ⑤중 발포스티롤 TV 모니터, 타이

어, 대형수목, 그 외 가전제품, 건설폐기물, 가구 등의 대형쓰레기는 처리장에 가지고 가고 아직 사용할 수 있는 것은 중고품으로서 시민에게 판매한다.

매각을 위한 프리 마켓도 제 48가 개척하고 있다. ③ 바이오쓰레기의 회수량은 연간 약 3.5만톤이고 야채쓰레기와 수목·나무잎 등을 주체로서 동물성 단백질 과 익은 야채 등 조리쓰레기는 포함되지 않는다.

자원쓰레기는 전체의 40%를 차지하지만, 이들의 회수는 모두 무료로 하고 있다.

### 2-1-5. 아오모리 히로사키 시 사례

가연,불연, 금속 폐기물 3가지로 나누어 수집하던 것을 2000년 부터 용기 포장 리사이클법에 의한 분리 수거를 도입 하여 12가지의 쓰레기로 나누어 수집하는 방법으로 전환하였다.

12가지 중 9종류가 포장용기이며, 이것들은 모두 재활용되어 새로운 원료와 소재로서 다시 사용하고 있다.

그 종류는 캔(스틸,알루미늄), 병(무색, 갈색, 기타) 종이(팩,골판지, 기타), 플라스틱(PET병, 기타 플라스틱) 여기에 태울수 있는 쓰레기, 태울수없는 쓰레기, 금속성 쓰레기로 12가지로 나누어져 있다.

히로사키 시의 쓰레기 수거에는 인구의 30%가 집에서 분리하면, 나머지는 2,500개의 집적소에서 수집하고 있다.

쓰레기가 아닌 자원이 된다는 점을 시민들에게 확실하게 인식시키기 위하여 투명 가방을 사용하여 단품을 수집한다는 것이 히로사키시의 가장 특징적인 점이다.



히로사키 시내의 슈퍼와 백화점의 쇼핑백은 거의 투명 가방으로 바뀌었으며, 시민들은 이 가방을 자원 쓰레기 배출용으로 사용하고 있다.

분리수거 개시에 즈음하여 300개가 넘는 구와 동에 설명하기 위하여 매일 저녁마다 시의 직원들이 직접 나가 설명을 하였다는 후일담이 있다.

2003년 4월부터는 히로사키 지구 환경센터를 설치하여 넓은 지역의 자원화를 위한 중간 처리를 실시하고 있다

### 2-1-6. 도쿄의 코토구 사례

코토 구는 2002년~2009년의 “신생 코토 PLAN” 기본 계획을 책정하고, 자원 순환형 사회의 형성을 목표로 하고 있다. 그 가운데서도 쓰레기의 발생, 배출, 억제와 자원의 재이용, 재이용의 적극적 추진을 들 수 있다.

쓰레기 매립지를 다른 지구에 가진 코토구는 쓰레기 자원화 역시 적극적으로 연구하고 있으며, 1996년에는 “코토구 재활용 파크” 를 가동시켜 PET병과 병, 캔의 분리 수거도 활발하게 실시하고 있다.

2002년 4월부터는 구 전역의 40만명을 대상으로 주 1회 자원수집을 실시하고 있다. 구내의 약 7,500개소의 쓰레기 집하장에서 PET병, 캔, 병을 자원으로서 분리하여 수집하고 있다.

좁은 골목길에 있는 집적소에서 경량의 트럭을 사용하여 수집하고, 이것을 넓은 도로에서 대기하고 있는 수집차에 운반하여 수거하는 등의 방법을 통하여 대도시에서의 분리 수집을 위해 노력을 기울이고 있다.

구 전체의 노력이 성과를 거두어 PET병의 경우, 2001년 상반기 수집량 390톤이 2002년도

같은 기간에는 590톤으로 증가하였다.

수집된 PET병 또한 뚜껑이 모두 분리되어 있을 뿐만 아니라 병속도 깨끗이 세척되어 있는 것들이 대부분이다.

쓰레기 배출 도우미 사업을 통해 고령자와 장애를 가진 분들이 직접소까지 쓰레기 배출을 위해 나오는 것이 곤란한 경우에는 청소 사무소 직원이 각 가정의 현관 까지 수집을 위해 방문하는 세심한 서비스까지 실시 하고 있다.

### 2-1-7. 정리

유럽의 리사이클은 경제성장에 동반한 폐기물량의 확대, 최종처리의 높은 비용(및 코스트의 상승) 유한자원의 순환이용을 목적으로 추진되어 왔다.

일반가정에서 배출된 폐기물의 회수는 그 거의가 자치단체(군, 구 등)가 맡고 있고 최종처분(소각, 매립) 및 리사이클 대상이 되는 자원쓰레기를 분류하고 리사이클 기업에 인도하는 것도 자치단체의 역할인 경우도 많다.

폐가전품, 컴퓨터, 가구, 폐차, 전지등의 대형쓰레기, 유해쓰레기는 소비자가 자치단체 운영의 처리장에 직접 가져오던가 메이커, 판매업자가 무료로 인수하는 경우가 많고 이들은 처리장에서 소재별로 분류되고 각각의 리사이클 기업에 인도된다.

유럽내에서는 수출입의 양이 많고 메이커 자신이 리사이클을 행하는 것은 거의 없다.

자원쓰레기로서 회수·분류되고 리사이클로 회수되는 것은 ① 유리병(3분류) ② 플라스틱(페트병 포함) ③ 고지(품질에 따라 몇 단계로 분류) ④ 골판지 ⑤ 생쓰레기 ⑥ 대형쓰레기(폐



## 세미나

가전품, 컴퓨터, 가구, 폐차 등)이고 이 중 용기·포장폐기물에 대해서는 메이커, 유통업자에 리사이클이 의무화되고 EU내에서는 비용부담과 트레이드를 위한 국내별 조치가 있다.

폐기물 리사이클의 효율화는 "분류"의 정도에 있다고 생각되고 있고 그 물류(로지스틱스)는 어느 단계에서 어느 정도의 분류를 행하는가를 중심으로 구성되어 있다.

폐기물 회수는 다양한 컴포넌트를 사용하여 행하고 있고 소비자단계에서의 배출은 거리각에 각각의 분류 컴포넌트를 투입, 전용회수차에 의한 수집운반으로 행해지고 있고 처리장내에서 분류된 각종의 리사이클 소재도 컴포넌트 component를 사용하여 수송이 행해지는 등 물류분문에서는 생력화가 꾀해지고 있다.

리사이클에 드는 비용은 자원쓰레기의 경우는 메이커, 유통업자가 담당하지만 지방자치단체는 주민으로부터(세금과는 별도로) 폐기물처리요금을 징수하고 있고 최종처분의 비용과 함께 일부 리사이클 비용(특히 회수비용)을 징수하고 있다.

각국의 리사이클 활동자체의 높은 비용구조가 지적되고 있고, 발생의 억제와 중심과제가 되고 있다.

이 때문에 리사이클을 전제로 한 정맥물류로부터 동맥물류자체를 어떻게 변화해 가는가 문제가 되고 있다.

## 2-2. 일본 PET병 RECYCLING 실태

### 2-2-1. PET병 회수율 상승세

PET 병의 재활용은 "용기포장 RECYCLE"법을 근거로 추진되고 있다.

기본적으로 전무한 상태에서의 출발이었으며 국내외의 실태조사, 사업화 조사, 모델 수집 사업, 모델 재 상품화 시설의 건설, 재 상품 용도의 개발 PET병 상품화 설계 가이드 라인의 제정 등 PET병 협의회가 중심이 되어 20여년 전부터 연구해 온 것이다.

1997년부터는 "용기포장 리사이클링 법"이 PET병에도 적용됨에 따라 일반 폐기물의 감량화와 자원의 효과적인 이용 촉진을 도모하는 순환형 사회의 구축을 위하여 전국적으로 연구 범위를 넓히게 되었다

시행 이전에는 한자리에 불과했던 회수율이 최근 수년간 해마다 급성장하여 2002년 시, 군, 구에 의한 회수율은 45.6%에 이르게 되었다. 동시에 PET병의 분리 수거를 실시하고 있는 곳이 2,747개에 이르며 그 수가 84.9%까지 증가 추세에 있다.

### 2-2-2. 세계 최고 수준 회수율 유지

분리 배출시에는 뚜껑을 분리하고 내용물이 남지 않도록 병 속을 가볍게 물로 행귀 이물질이 섞이지 않도록 하는 것이 가장 중요한 점이다.

[표 5] 분리수거 회수율

구분	'97	'98	'99	'00	'01	'02
PET생산	219	282	332	362	403	413
분리수거	21	48	76	125	162	188
회수율(%)	9.8	16.9	22.8	34.5	40.1	45.6

분리 수거된 PET병은 시, 군, 구 등의 중간 처리장에서 압축 포장하여 압축품으로 만든다.

가장 좋다는 평가를 받는 A급 품은 톤 구성비로 보면 2002년에는 70.1% 이었다. 조사를 개시한 1998년 35.8%와 비교하면 압축품의 품질 개선이 빠르게 이루어지고 있다.

일본의 회수율은 매년 급속히 상승하고 있으며, 2002년 실적치는 45.6%로 2001년의 40.1% 를 크게 상회 하고 있다. 또 확인을 거친 사업장 회수량 32천 톤을 더하면 회수율은 53.4% 에 이른다.

미국의 경우는 2001년의 22.1%에서, 2002년에는 19.9%로 감소하였다.

유럽은 2001년의 20.7% 에서 25%로 상승하였다. 일본의 PET병의 회수 시스템이 다른 선진국가에 비해 출발이 늦지만 , 단기간 내에 회수율이 세계 최고 수준에 도달하였다

### 2-2-3. 일본 수집방법

수집용구로서는 지정포대, 플라스틱 커네이너 및 네트 수집을 사용하고 있으며 알맹이를 보기 쉽게하고 스테이션 회수방식을 위한 공간확보가 필요하다.

배출형태로는 단품수집과 혼합수집은 유리병과 동일구분의 경우 배출부터 중간처리까지의 단계 어딘가에 병이 부딪쳐 품질이 저하될 우려

가 있기 때문에 분리 수거가 필요하다. 수집장소는 Station 회수 방식과 판매점 점두의 거점 회수 방식으로 나눌 수 있다.

## 3. 재이용품 동향

### 3-1. 재활용품 용도

#### 3-1-1. 섬유

일본의 경우 그림구입법의 지정제품(제복, 작업복), 작업장갑, 카페트, 커튼, 매트리스 등이 지정되어 사용되고 있다. 의류, 인테리어 제품이 외에도 부직포에 재이용되고, 뱃의 도수관 등 다용도로 재생 PET 수지가 재이용되고 있다.

#### 3-1-2. 시트

계란, 과일 등의 트레이, 박판 및 후판에도 사용되어 장식용 판자재, 문구의 펜 트레이 등에 재이용된다.

#### 3-1-3. 성형품

사출성형의 성형방법에서 다양한 제품을 만들 수 있다. 재료는 주로 폴리프로필렌, 폴리에틸렌이라는 플라스틱 수지가 사용되지만 그 대체재로서 재생 PET 수지가 사용되고 있다. 용도는 문방구, 간판, 하수도 등의 뚜껑, PET병용 진령 트레이 등 다양하다.

[표 6] 일본/미국/유럽 PET병 리사이클 비교

구분	'97	'98	'99	'00	'01	'02
일본 회수율(%)	9.8	16.9	22.8	34.5	40.1	45.6
미국 회수율(%)	27.1	24.8	23.7	22.3	22.1	19.9
유럽 회수율(%)	10.8	14.1	15.2	16.6	20.7	25

자료: 일본 -(사)PET병 리사이클추진협의회, 미국 - MAPCOR, 유럽 - PET CORE



## 세미나

### 3-1-4. 기타

수지 메이커가 개발하여 제품화된 '분류 수집용 쓰레기 봉투'가 각 지방자치단체에서 채용되고 있다.

### 3-2. 새로운 리사이클(BOTTLE TO BOTTLE)

분리 수거된 식품용 PET병을 자원으로 활용하여 다시 깨끗한 PET 수지 및 병으로 재활용하는 것은 순환형 사회형성을 위해 중요한 과제라 할 수 있다. 식품용으로 사용된 병을 재생하여 다시 식품용으로 사용하는 것을 BOTTLE TO BOTTLE 이라 칭한다.

PET의 재활용 추진을 의무화하는 추진 협의

회의 입장에서는 BOTTLE TO BOTTLE의 실현은 이전부터 중요한 과제로 인식되어 왔으며, 지금까지 다각적인 관점에서 검토 하고 있다.

PET병의 재 상품화 방법의 하나로 화학 분해법이 2001년 5월에 공식적으로 승인(2002년 재무성, 후생 노동성, 농림 수산성, 경제 산업성, 환경성 : 고시 제2호 및 동 제3호) 되어 커다란 진척을 보이고 있다.

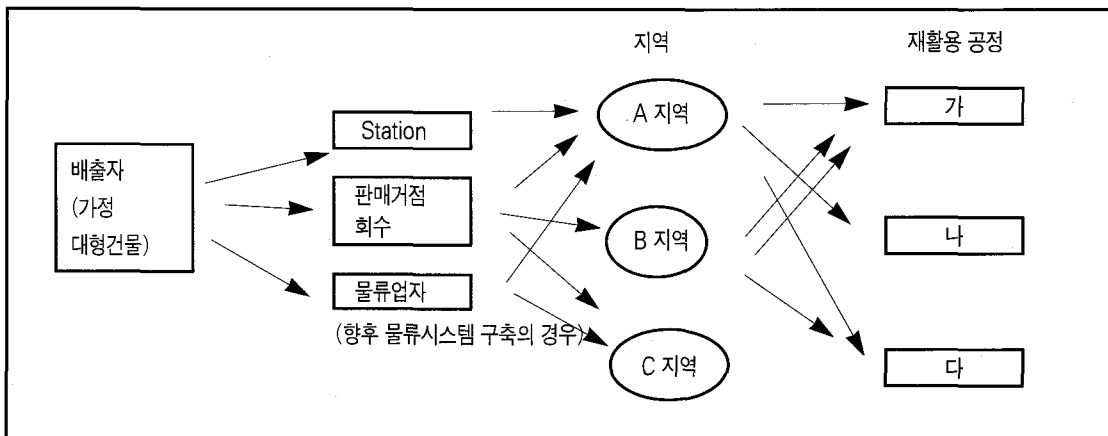
화학법에 의해 만들어진 PET 수지는 석유를 원료로 하여 만들어진 수지와 동등한 품질일 뿐만 아니라, 병으로서 아무런 문제없이 이용될 수 있는 것으로 여겨지고 있다. 이 PET 수지의

[표 7] 일본 재활용 제품 용도별 사용량

(단위: 천톤)

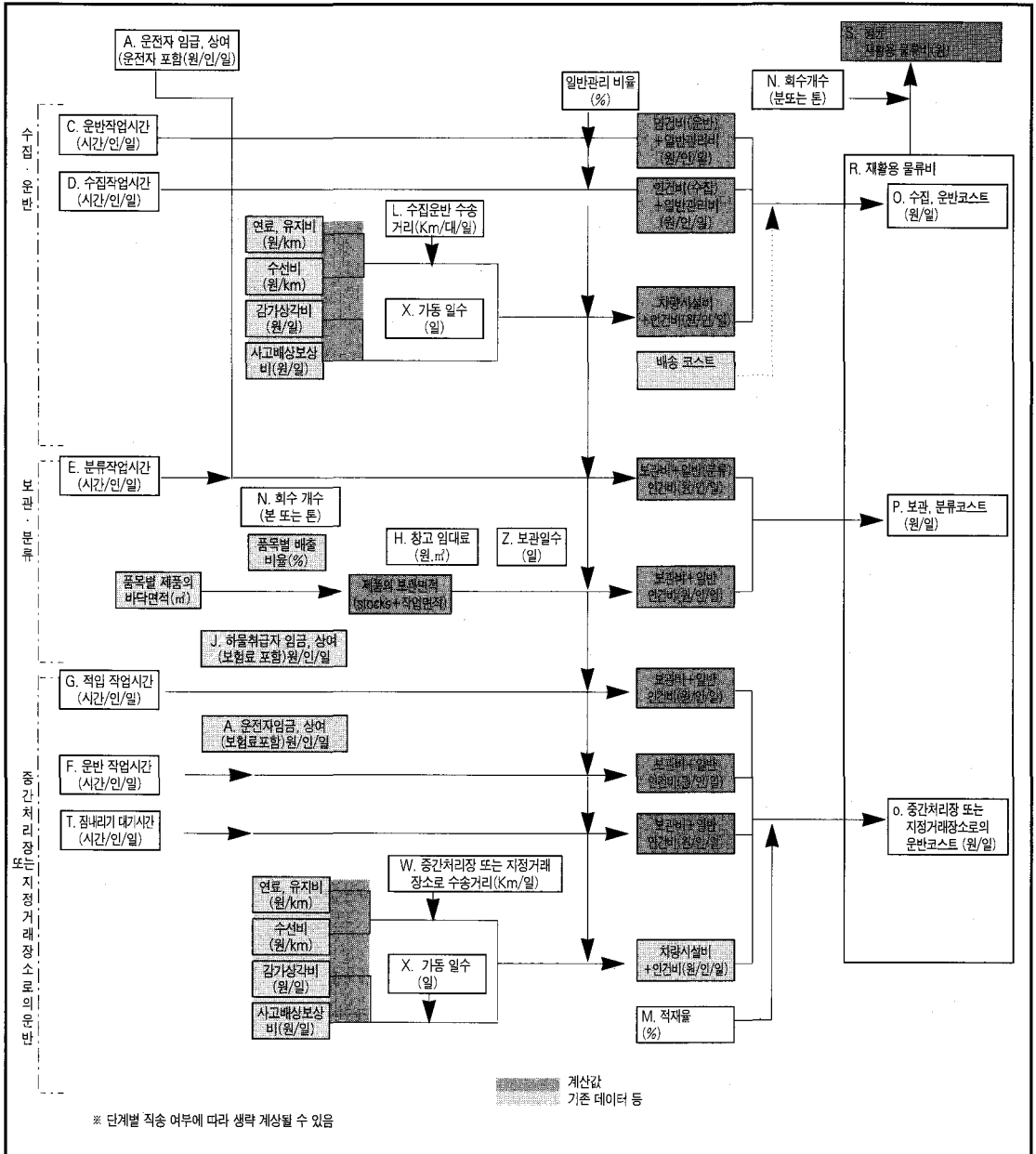
용도	2000년		2001년		2002년		2003년 예상	
	중량	%	중량	%	중량	%	중량	%
섬유	38.3	55.8	48.7	51.3	58.9	52.3	65.0	38.4
Sheet	23.4	34.1	37.5	39.5	45.6	40.5	60.0	35.4
건축자재	6.5	9.5	8.4	8.8	7.3	6.5	14.0	8.3
비식용병	0.3	0.6	0.4	0.4	0.6	0.7	0.4	0.2
식용병	-	-	-	-	-	-	30.0	17.7
계	68.6	100	94.9	100	112.5	100	169.4	100

[그림 2] 물류 시스템 개략도



안전 위생성에 대해서는 시험적으로 제작한 병을 사용 엄격한 확인 시험을 신중하게 실시하여, 국내외의 법률, 기준에 적합하다는 것을 확인하였다.

[그림 3] 재활용 물류비 계산방법





## 세미나

실용성 확인을 위한 내용물을 충전한 관능 시험을 통해 품질을 확인 받았다.

### 1) Material법

음료에 직접 접촉하는 내면에 새로운 수지를 사용하여 리사이클 수지를 강도·두께를 지탱하는 중간층으로 사용하고 있다.

### 2) Mechanical법

Material 재활용에서 얻은 수지를 열·진공, 가스로 충분히 세정하여 BOTTLE TO BOTTLE용의 수지로 사용한다.

### 3) 화학적 분해법

화학 분해법은 PET병을 화학적으로 분해하여 PET 원료로 환원하여 다시 PET 수지를 만드는 방법이다. PET병의 화학 분해에는 메틸알콜, 에틸렌글리콜, 물 등이 사용된다. 분해된 성분을 증류와 흡착을 통해 정제하여 2001년 5월, 종래의 방법과 더불어 화학 분해법이 재생품화 방법으로 공식적으로 승인을 얻게 되었다.

## 4. PE병 재활용 물류시스템 구축

### 4-1. 우리나라 재활용 물류시스템 문제

생산자 회수기구의 재활용 가능 폐자원 회수 효율을 향상시키기 위해서 현행 재활용체계의 회수비용을 절감할 수 있는 방안을 마련해야 한다. 현재의 재활용 여건하에서 유통비용이 많이 소요되는 이유는 크게 두가지로 볼 수 있다.

하나는 재활용이 용이한 환경 친화적인 제품 표준화가 이루어지지 않고 분리배출표시제도가 정착되

지 못한 상태에서 분리배출의 여지가 아직 많다.

둘째, 이를 선별 처리하는 과정이 수 작업에 전적으로 의존하고 있어서 분리, 선별하는데 소요되는 비용이 많이 든다.

우리나라의 수거방식은 개방형으로 아파트 단지 등 수익성이 있는 지역에서는 부녀회 또는 관리사무소에서 재활용사업자와 계약을 하며, 단독주택 또는 수익성이 떨어지는 지역에서는 지자체에서 처리하고 있다. 수익성을 따지는 경우를 보면 재이용을 위해서는 PET 표시가 되어 있는 제품별로 수집을 해야하나 현재는 많은 경우 PET, CAN 등을 동시에 수거하고 있다.

따라서 재활용 시스템이 추구하는 재이용, 감용화, 재활용 중에서 중점적으로 추진해야 할 분야인 재이용이 원천적으로 어려운 실정이다.

세제, PET병 제품의 생산량 중 약 15%의 유색병(Green)이 혼재, 현재 소량의 백색 탁주병의 혼입이 PET Flake의 품질저하를 초래하고 있다.

### 4-2. 재활용 물류시스템 구축

2000년 서울시의 자료를 보면 총 유통비용 중에서 수집운반과 선별 처리비용이 전체의 97%를 차지하고 있으며 수집운반 비용중에서는 96%가 선별처리 과정에서는 81%가 인건비에 해당한다. 일반적으로 수작업에 의존하는 작업은 작업량에 비례해서 인건비가 증가하기 때문에 폐기물 유통시장에서 재활용양과 회수비용간의 관계를 비례관계가 성립할 수 있다.

재활용 유통비용이 많은 이유는 재활용이 용이한 환경친화적인 표준화가 이루어지지 않고 분리표시제도가 정착되지 못한 상태에서 분리배

출의 여지가 많다. 이를 선별처리하는 과정이 수작업에 전적으로 의존하므로 분리, 선별하는데 비용이 많이 든다.

첫째, 재활용 사업자의 다양한 기술개발이 필요하며, 분리수거의 적극적인 홍보가 필요하다.

현재처럼 PET, 캔 등을 동시에 수거해서는 자원의 가장 효율적인 활용방법인 재이용은 원천적으로 불가능한 시스템이 된다.

분리수거 대국민 홍보를 통한 분리배출에 대한 재활용의식 고취 및 지방자치단체의 폐기물 수거의 책임 논리를 정립하여 과다한 입찰경쟁 혹은 수거업체로의 이양 등을 지양할 수 있는 협조체계 구축에 노력해야 한다.

인건비 절감을 위해서는 수집 운반단계에서는 재활용 가능 폐자원의 배출지점이 분산되어 있을 수록 각 가구에 가까울수록 수거비용이 많이 든다. 소비자가 판매처에 재활용 가능 폐자원을 보호하거나 주거지 근처의 일정지점에 재활용 수집처를 마련하고 여기에 소비자가 반환하면, 이를 수거해가는 분리배출 및 수거시스템의 새로운 변화가 필요하다.

둘째, 선별처리비용의 경우에는 환경친화적인 제품표준화를 통해서 분리배출단계에서 분리배출을 높일수 있는 상황을 개선해 주는 것이다.

셋째, 재활용 설비의 자동화가 필요하다.

재활용 물류비용이 많이 드는 이유는 대부분이 수작업으로 이루어지고 있기 때문이며 따라서 재활용사업자 업체 간 통합 등으로 설비의 대형화를 유도하므로써 우량업체의 양성과 3D업종이라는 이미지에서 벗어날 수 있도록 유도하여야 한다.

인적자원이 많이 필요한 선별공정을 색상 및

이물질 자동선별 등의 자동화 체계를 구축하여 인적자원의 단점을 보완하고 경제적인 이득을 구가하여야 한다.

넷째, 재활용제품의 품질강화가 이루어져야 한다. 분리수거가 정확히 이루어지고 재생 Flake의 품질기준이 정립되면 재활용사업자를 차등 관리함으로써 고부가가치의 이익을 창출할 수 있는 Bottle To Bottle 및 Sheet류 포장재 등으로의 사용을 유도한다.

다섯째, 근본적으로는 PET 재활용 물류시스템분야를 국가적인 폐기물 물류시스템 구축의 한 분야로 인식하고 접근해야 한다. 아파트 단지 등이 별도로 계약하는 것은 부분적으로는 이득이 있을 수 있으나 전체 물류비 절감분야에서 보면 낭비요소가 발생할 여지를 다분히 가지고 있다. 이를 위한 시스템 구축((그림 2)참조)과 더불어 정확한 재활용 물류비 계산을 ((그림 2)참조) 실시하여 재활용 코스트의 기본적인 사고방식 코스트 부담의 정도를 구체적으로 파악하여야 한다. ☐

※ 참고 자료

- <http://www.hani.co.kr>
- <http://www.petrecycle.or.kr>
- <http://www.petbottle-rec.gr.jp>
- <http://doosanpack.co.kr>
- <http://www.jcpra.or.jp>
- 환경부 환경백서 2003
- (사)전 일본 트럭협회 보고서
- 두산 테크백
- 오용선 박사학위논문, '생산자 책임확대제도에 의한 재활용가능 폐플라스틱 관리의 사회적 경제성평가 2002