

생산자책임재활용제도(EPR)와 폐플라스틱 재활용

1. 서론

국내의 경우 급속한 인구의 증가와 산업화에 따른 대량생산, 다량소비로 인해 지난 수십년 간 유해폐기물과 생활폐기물 발생량은 매년 증가하고 있다. 특히, 플라스틱의 경우 다양한 기능적 우수성과 상대적으로 저렴한 가격으로 인하여 플라스틱의 사용범위와 사용량은 계속적으로 확대되어 현재 세계 5위 권에 이르는 합성수지생산 국가로 부상했다. 그러나, 우리나라의 폐플라스틱 재활용률은 17% 내외로 여타 소재에 비해서 매우 낮을 뿐 아니라 OECD 선진 각국에 크게 못 미치는 수준으로 상당량의 플라스틱 자원이 낭비되고 있으며 다양한 환경문제를 유발하고 있는 실정이다.

이에 따라, 정부는 '90년대부터 쓰레기 종량제, 예치금·부담금제도, 포장재 감량화 지침 등 폐기물감량·재활용정책을 중점 추진하였으며 2003년부터 자원순환형 사회구축이라는 장기정책 목표달성을 위해 "생산자책임재활용제도(EPR)"를 도입하여 폐플라스틱 및 기타 여러 폐기물의 효율적인 관리를 도모하고 있다. 본 보고서에서는 EPR제도의 개요 및 내용, 국내 폐플라스틱의 재활용 현황, 재활용 방법 등을 소개하며, 또한 향후 폐플라스틱에 대한 재활용 방향 등을 제시하고자 한다.

2. 생산자책임재활용제도의 개요 및 내용

생산자책임재활용제도(EPR)란 제품생산자나 포장재를 이용한 생산자에게 그 제품이나 포장재 폐기물에 대하여 일정량의 재활용의무를 부여하여 재활용하게

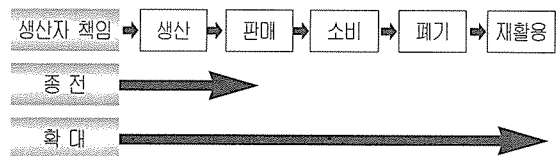


최우진
수원대 환경공학과 부교수
폐기물자원화기술연구 소장
wzchoi@mail.suwon.ac.kr

- Virginia Polytechnic Institute and State Univ. 연구교, 연구원
- Chemical Abstracts Service (CAS) 연구원
- 통상산업 에너지 및 자원 기술개발 자문위원
- 국립환경연구원 환경기술연구개발사업 평가위원

하고, 이를 이행하지 않을 경우 재활용에 소요되는 비용 이상의 재활용부과금을 생산자에게 부과하는 제도이다. 종전의 생산자들은 재활용이 쉬운 재질·구조의 제품을 생산하여 이를 판매하는 시점까지만 책임을 지고 사용 후 발생된 폐기물은 소비자의 책임이었으나, 이제는 사용 후 발생되는 폐기물의 재활용까지 생산자의 책임으로 범위를 확대한다는 의미이다(그림 1 참조).

(그림 1) 생산자책임재활용제도의 범위



폐기물 재활용에 대한 법적 의무는 생산자에게 있지만, 생산자가 수거부터 재활용 전과정을 직접 책임지라는 의미는 아니며, 소비자·지자체·생산자·정부가 일정부분 역할을 분담하여 제품의 설계, 포장재의 선택

등에서 결정권이 가장 큰 생산자가 재활용체계의 중심적 역할을 수행하도록 하는 것이다(그림 2 참조).

(그림 2) 생산자책임재활용제도의 개요

생산자의 의무재활용량 결정
<ul style="list-style-type: none"> ◆ 환경부장관은 관계부처와 협의하여 생산자가 재활용해야 하는 폐기물의 양을 결정·고시 • 제품 출고량, 지자체 및 민간의 분리수거량, 재활용여건 등을 고려



생산자의 재활용의무 이행방법
<ul style="list-style-type: none"> ◆ 생산자는 다음과 같은 방법으로 재활용의무 이행 ① 재활용의무이행계획서에 대해 환경부장관의 승인을 받고 이에 따라 직접 재활용하거나 재활용사업자에게 재활용 위탁 ② 재활용사업공제조합에 가입하여 자신의 의무량에 해당하는 분담금 납부 • 조합이 생산자의 재활용의무 대행



재활용의무 미이행자에 대한 제재
<ul style="list-style-type: none"> ◆ 재활용의무 미이행자로부터 재활용부과금 징수 ① 재활용의무를 이행하지 않은 생산자 및 조합원의 재활용의무를 대행하지 않은 재활용사업공제조합 ② 재활용의무량을 달성하지 못한 생산자 ◆ 재활용부과금 = 재활용 미이행량 × 품목별 부과율 ※ 품목별 부과율은 실제 재활용비용에 30%까지를 가산한 금액

그림 2에서 알 수 있듯이 EPR 대상품목으로 지정된 폐기물은 정부가 지자체의 분리수거량·재활용여건 등을 감안하여 사회적으로 바람직한 재활용의무총량을 설정하여 고시하며, 특히 개별사업자의 재활용의무량의 경우 제품출고량·포장재사용량, 제품별 수거체계 등을 고려하여 산정한 후 제품·포장재 생산자에게 폐기물 재활용의무를 부과한다. 재활용의무 이행은 생산자가 재활용사업공제조합에 가입하여 의무량에 해당하는 분담금을 납부하거나, 이행계획서를 제출하고 환경부장관의 승인을 얻어 스스로 또는 재활용사업자에 위탁하여 재활용하는 방법으로 운영된다.

생산자책임재활용제도는 독일·프랑스·영국 등 서부 유럽 국가 대부분, 체코·헝가리 등 동부 유럽, 일본, 호주, 뉴질랜드 뿐 아니라 멕시코·브라질·페루 등 남미지역까지 확대되고 있는 세계적인 추세이다.

우리나라의 경우 완전히 새로운 개념의 제도가 아니라 이미 생산자책임원칙에 의해 1992년부터 운영해 오고 있는 예치금제도를 보완·개선한 제도이다.

3. 플라스틱의 생산자책임재활용제도

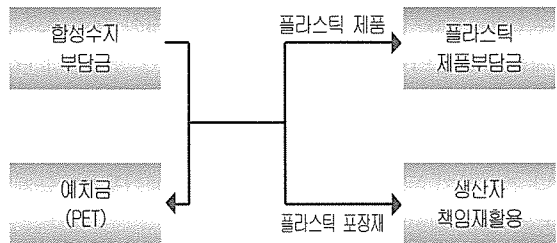
3.1 국내 플라스틱 재활용 정책방향

현재 국내 플라스틱 정책 방향은 플라스틱 제품과 제품을 담은 포장재로 구분하여 재활용이 상대적으로 용이한 플라스틱 포장재는 '생산자재활용품목'으로 편입하고 나머지 제품에는 부담금을 부과하는 정책을 기본 방향으로 추진하고 있다.

플라스틱 포장재의 경우 올해 1월부터 생산자책임재활용 품목으로 편입되어 포장재 외 제품에는 부담금을 부과하고 원료부담금인 현행 합성수지 부담금은 폐지하였다.

따라서, 국내의 플라스틱 폐기물의 재활용 방향은 플라스틱 폐기물 부담금제도의 개선과 병행하여 생산자책임재활용제도를 통해 플라스틱의 재활용 확대를 위한 종합적인 대책을 추진하고 있는 추세이다(그림 3 참조).

(그림 3) 국내의 플라스틱 재활용 정책 기본방향



3.2 플라스틱의 EPR 대상품목

플라스틱 포장재는 2003년 1월부터 EPR 대상품목으로 편입되었으며 합성수지 재질의 포장재, 즉 용기류, 트레이, 필름시트용 포장재 등이 포함되었다. 표 1은 EPR제도의 재활용 의무대상 포장재의 종류 및 용도를 나타내고 있다.

재활용 의무대상 포장재 대상품목은 표 1의 B(포장재 용도)와 같은 내용물을 담거나 보호하거나 싸는 데 사용하여 출고 시부터 그 내용물과 함께 소비자에게 제공할 목적으로 사용되는 A(포장재 종류)류의 포장재료·용기 일체를 말한다.

따라서, 플라스틱의 EPR 대상품목은 위 기준을 만족하는 합성수지 재질 포장재에 한정된다. 재활용 의무

〈표 1〉 재활용 의무대상 포장재

A. 포장재 종류	B. 포장재 용도
<ul style="list-style-type: none"> • 종이팩 • 금속캔 • 유리병 • 합성수지 재질 포장재 	<ul style="list-style-type: none"> • 음식료품류 <ul style="list-style-type: none"> - 식품공전상의 식품 - 축산물가공처리법에 의한 식육가공품·유가공품·알가공품 - 먹는물관리법에 의한 먹는 샘물 • 농·수·축산물(음식료품류를 제외한 1차 생산물) • 세제류 • 화장품 및 애원동물용 샴푸·린스(유리병 제외) • 의약품 및 의약품외품 • 부탄가스 • 살충·살균제(금속캔에 한함) • 전자제품의 완충재(발포합성수지 포장재에 한함)

자료 : 한국자원재생공사 (2003)

대상 품목에서 제외된 포장재로는 수출용 제품의 포장재, 연구기관·단체의 연구용 제품의 포장재 견본품, A와 같은 종이팩, 금속캔, 유리병, 합성수지 재질 포장재이지만 B의 용도로 사용되지 않는 페인트통·농약병·쓰레기봉투 등의 포장재, B의 제품 포장에 사용되고 있지만 A에 속하지 않는 종이박스·도자기·목재 등의 포장재, 제품과 함께 소비자에게 제공되지 않고 단지 제품의 운반이나 수송을 위하여 사용되어 공급자가 다시 회수하는 음료수상자·주류상자, 제품의 출고자가 아닌 판매자가 판매 시 소비자에게 제공하는 쇼핑백이나 걸포장지 등이 있으며 이 중 일부는 폐기물부담금제도를 통해 재활용되고 있다.

4. 폐플라스틱의 재활용

4.1 국내 폐플라스틱 발생 및 처리현황

가. 국내 폐플라스틱 발생 현황

국내 플라스틱의 사용량은 연간 약 400만 톤이며 이중 포장재, 용기류, 가정/생활용품으로 판매·사용되는 생활계 플라스틱은 254만 톤으로 전체 생활폐기물 발생량의 20%에 이르는 것으로 추정된다. 그림 4에서 보여주듯이 생산되는 플라스틱 판매현황 중 포장재의 경우 35%로 가장 많이 사용되고 있으며, 주택/건설 20%, 가정/생활용품 15%, 전기전자 10%, 용기류 7% 순으로 판매되고 있는 것으로 나타난다.

(그림 4) 플라스틱 제품별 판매현황

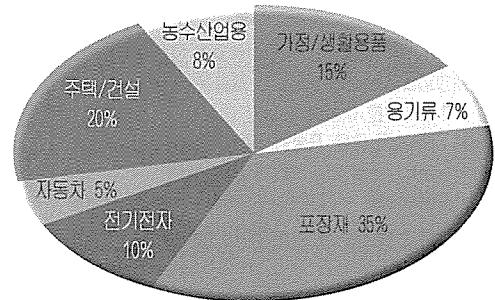


표 2는 생활계 폐플라스틱(포장재, 용기류, 가정/생활용품)을 재질료로 비교한 것으로 포장재에 대한 비율이 59%로 가장 높게 나타났으며, 재질별로는 PE 및 PP의 사용량이 가장 큰 것을 알 수 있다.

나. 국내 폐플라스틱 처리·처분 현황

국내 플라스틱 전체 재활용률은 환경부 자료에 의하면 26%로 나타나지만 재활용품 분리시설에서 분리되고 순수하게 재활용되는 양을 고려하면 20% 미만으로 유럽 등 선진국(약 32%)에 비해 낮은 수준이다(표 3 참조). 재활용률이 낮은 이유 중 하나는 폐플라스틱이 대부분 물질재활용에 의존하고 있어 에너지 회수 및 화학적 재활용이 매우 낮기 때문이다. 국내 폐플라스틱 재활용(물질재활용)은 다양한 종류 및 성상의 플라스틱 제품이 과도한 이물질과 함께 발생하며 녹는 온도가 다르고 열경화성 플라스틱이 혼합되어 있고 수거 및 운반

〈표 2〉 생활계 폐플라스틱 재질별 발생현황

(단위 : 톤/년)

대분류	PE		PP	PS		PVC	ABS	PET 용기	합계	비율(%)
	LDPE	HDPE		PS	EPS					
포장재	499,576	316,846	364,396	277	75,450	96,461	-	-	1,353,006	59
용기류	6,584	122,104	39,749	77,662	836	26,790	5,573	92,246	371,544	16
가정/생활용품	71,651	23,454	240,106	64,313	-	124,966	54,209	-	578,699	25
계	577,811	462,404	644,251	142,252	76,286	248,217	59,782	92,246	2,303,249	100

자료 : 2000 전국폐기물 발생 및 처리현황, 환경부, 2001

〈표 3〉 폐플라스틱 발생 및 재활용 현황

(단위 : 천톤)

구분	96	97	98	99	2000
발생량(A)	3,020	3,010	2,078	2,517	2,376
재활용량(B)	487	500	510	609	782
재활용률(B/A)	16.1%	16.6%	24.5%	24.2%	26.3%

자료 : 플라스틱재활용협회, '96, '97, 전국폐기물발생 및 처리현황, '98, '99, 2000

상의 경제성이 맞지 않는 문제점이 있다. 따라서, 현재 개발되고 있는 폐플라스틱 재활용기술 즉, 물질재활용, 화학적 재활용, 열적 재활용 등 이들 방법의 적용에 대한 검토가 요구되고 있다.

생활계 플라스틱에 대한 재활용률은 표 4와 같이 품목별로는 용기류 19.5%, 제품류 40.3%가 재활용되고 있으며 특히, 라면용기, 과일난좌, 일회용접시, 식품포장용기 트레이(Tray) 등으로 많이 사용되고 있는 폴리스티렌 페이퍼(PSP)의 경우 전체 사용량 6만 톤 중 재활용량이 천 톤에 불과하여 재활용률이 매우 낮은 실정이다.

〈표 4〉 국내 생활계 플라스틱 재활용량 및 재활용현황 (2000년도)

(단위 : 천톤)

구분	재활용량	재활용률(%)
합계	450	25.7
용기류	소계	230
	음료용기(PET)	51
	일반용기	120
	스티로폼(EPS)	27
	발포용기(PSP)	1
	상자 및 케이스	15
	일반포장	16
제품류	소계	220
	가정생활용품	120
	완구·문구류	25
	농업용 필름	50
	기타	25

자료 : 한국플라스틱재활용협회 내부자료, 2002

플라스틱 포장재는 2003년 1월부터 생산자책임재활용품목으로 편입되었으며 EPR 대상품목은 합성수지재질의 포장재, 즉 용기류, 트레이, 필름시트형 포장재 등이 포함되었다. 2003년부터 컵라면용기나 전자제품용 스티로폼 등의 플라스틱 포장재는 분리수거 및 재활용이 의무화되었으며, 플라스틱 필름류의 경우 2004년부터 분리수거가 의무화된다. 2003년도 폐합성수지 포장재의 재활용의무량은 표 5와 같다.

〈표 5〉 합성수지 포장재 재활용 의무총량

(단위 : 톤)

품목		2001년 총 출고량	2003년 의무량
합성수지 포장재	폴리에틸렌	117,793	71,800(60.95%)
	테레프탈레이트(PET)		
	발포폴리스티렌(EPS)	18,947	10,100(53.30%)
	폴리스티렌페이퍼(PSP)	11,871	2,000(16.85%)
	기타합성수지	203,947	80,715(39.58%)

자료 : 환경부, 2003

발포폴리스티렌(EPS)의 경우 현재 재활용률이 51%를 넘고 있어 2003년 의무량을 달성하는 데는 문제가 없을 것으로 예상되나, PSP의 경우 재활용방법의 개발이 요망되고 있다. 국내의 경우 용기포장 및 포장재로서 폐기되는 양이 약 87만 톤(2002년 경우에 이를 것으로 추정되고 있다. 이 중 물질재활용 17만 톤, 농촌 폐비닐에서 회수되는 양 약 10만 톤, 에너지 회수용 약 1만 톤 정도로 추정하면 나머지 59만 톤은 소각 또는 매립되고 있는 실정이다.

4.2 폐플라스틱 재활용방법

플라스틱 제품은 열을 가하면 녹기 때문에 플라스틱 원료로 사용할 수 있으며 원자재가 석유로 되어 있어 석유나 석탄의 대체 에너지로 활용하는 등 재활용 방법

이 매우 다양하다. 폐플라스틱의 재활용기술은 그림 5에서 보여주듯이 크게 물리적 회수(Material Recycle), 화학적 회수(Chemical Recycle), 에너지 회수(Thermal Recycle)로 나뉘어진다. 그러나, 앞에서 언급하였듯이 폐플라스틱은 다양한 종류 및 성상과 상용성의 결여, 과도한 이물질, 높은 온도의 불일치, 열경화 플라스틱의 혼재 등으로 인해 재활용에 어려움을 겪고 있으므로 효율적인 재활용기술에 대한 연구개발이 필요한 것으로 판단된다.

가. 물질재활용(Material Recycle)

물질재활용이란 폐플라스틱의 종류별로 분류된 양질의 폐플라스틱 원료를 사용하여, 재생 펠릿 등으로 가공하여 플라스틱 제품의 성형용 원료로 사용하는 것이다. 플라스틱 제품 제조에는 상기 원료만을 단독으로 사용하거나 신품 수지와 혼합하여 사용한다. 대상 수지는 다른 플라스틱 종류에 비하여 사용량이 많은 PE, PP, PS 등 주로 열가소성의 범용수지이다. 물질재활용 기술은 이물질의 제거에 특별히 주의하여야 하고, 단일 수지의 재생에 한정되지 않고 다른 수지, 신품수지, 첨가제 등을 추가하여 내충격성 및 유동성을 증가시키기도 한다.

우리나라에서 일반적인 폐플라스틱 재활용기술은 제품생산공정에서 발생하는 격외품이나 성형불량품, 잉여제품 등 비교적 이물질이 혼합되지 않은 단일재질의 폐플라스틱이 매물로 유통되어 전문재생업체가 재생압출기로 펠릿화한 것과 생활에서 발생되어 수집된 비료포대, 농업용 필름, 용기 일부가 세척과정을 거쳐 재생 펠릿 등으로 생산된다. 복합재질의 경우 생활폐기물에서 수거된 혼합폐플라스틱을 용융하여 저급의 플라스틱제품 정화조나 건축자재 등을 생산한다. 한국자원재생공사에서는 농어촌 폐비닐을 수집하여 재생원료화하고 있으며 일부 발포스티렌(EPS/PSP)은 지자체에서 수집, 잉고트화하여 재이용하고 있다. 그밖에 PET 병 경우는 펠릿으로 만들지 않고 플레이크 상태로 재활용되고 있다.

일본의 경우 총 플라스틱 배출량 949만 톤('97) 중 약 12%가 물질재활용되고 있으며 주로 농업용비닐, 포장필름, 상자류, PSP, ESP, PET병 등이다. 독일의 경우는 1991년 포장폐기물법령이 시행되고 DSD사의 회수, 재활용 인프라가 구축되면서 물질적 재활용이 크게 확대되었다. 현재 총 배출량의 약 42.7%가 물질회수로 재활용되고 있으나 점차 연료화, 기름회수로 전환되고 있다.

(그림 5) 폐플라스틱 재활용 방법



나. 화학적 재활용(Chemical Recycle)

화학적 재활용은 폐플라스틱의 고분자 사슬을 끊어 연료로 재활용하는 유화처리기술과 석유화학 원료로 재자원화하는 방법을 말한다. 플라스틱의 원천은 석유계에서 출발되었음을 기본적인 전제로 하여 시작된 유화기술은 크게 열분해, 수소화, 가스화의 3가지의 공정으로 나눌 수가 있다. 여기에서 흔히 알고 있는 유화공정이라 함은 단순히 열에 의한 열분해 방식의 유화를 의미하고, 수소화 공정은 공정 진행에 수소를 가하여 반응시키는 방식이며, 끝으로 가스화 방식은 산소를 첨가하여 생성유를 얻어내는 기술적 특징을 갖고 있다. 분리 선별이 어려운 혼합폐플라스틱, 각종 불순물들로 인해 물질재활용이 불가능한 하급 폐플라스틱으로부터 양질의 연료유 회수가 가능한 유화기술은 액체연료 형태로 에너지를 회수하기 때문에 저장, 수송이 용이하다는 장점을 가지고 있다.

(1) 열분해(Pyrolysis)

열분해 방식은 전세계적으로 가장 일반화되어 있는 유화공정으로 단순히 열을 이용하여 폴리머 사슬을 끊어 나가는 형태의 공정이다. 먼저 원료인 폐플라스틱을 전처리, 파쇄한 다음 가열하여 용융 상태로 만든 후 공기를 차단한 상태에서 내부온도를 400~500℃로 승온하면 용융 폐플라스틱은 건류, 가스화한다. 이 기화가스를 냉각장치를 통하여 냉각, 응축시켜 재생유를 생산하는 방식이다.

(2) 수소화(Hydrogenation)

수소화 반응이란 유화처리 중수소를 첨가하여 폐플라스틱을 분해하여 오일로 변환시키는 기술이다. 서로 다른 폐플라스틱의 긴 폴리머 사슬이 300~450℃의 온도에서 작은 조각으로 깨어지게 되는데, 높은 수소의 압력 때문에 깨어진 폴리머 사슬은 수소에 의해 포화된다. 이러한 수소화 조건 속에서 포화된 탄화수소는 액상으로 존재하게 되는데, 수소화 반응에 의해 PVC로부터 염소, 또는 폴리아미드나 폴리우레탄으로부터 질소 등이 변환되어 HCl과 NH₃를 얻는다. 그리고 무기질 충전제와 같은 것들은 주 폴리머 사슬로부터 분리되어져 증류탑 바닥에 농축되고, 플라스틱에 붙어있는 덩치가 큰 입자들은 플라스틱이 용해되거나 열분해 전후에

비중에 의해 분리된다. 전체공정은 Depolymerisation, Liquid-phase Hydrogenation, Gas-phase Hydrogenation의 3가지 공정으로 나누어진다. 먼저 Depolymerisation 공정은 폐플라스틱이 용융, 분해되는 공정으로 PVC부분은 염소가스로 분해되고, 이것은 다시 HCl로 변환된다. 다음 단계인 Liquid-phase Hydrogenation(LPH) 공정에서는 충분한 수소압 하에서 숙성되게 되는데 이때 남아있던 염소분자들이 HCl로 변환되거나 분리된다. 마지막 단계인 Gas-phase Hydrogenation(GPH)에서 대부분의 생성물들은 증기화된 후 유화축매와 반응하여 석유제품을 얻는다.

(3) 가스화(Gasification)

원래 가스화 공정은 석탄을 가스화시키기 위해 개발된 공정으로 메탄올, 수소, 기타 기초화학약품의 원료로 사용되는 합성가스의 생산에 이용된다. 즉, 액상의 탄화수소에 산소나 수증기를 혼합해서 반응기 가운데로 분사하면, 1,350~1,600℃의 온도, 150bar의 압력조건에서 액상 탄화수소 일부가 수소와 일산화탄소로 변환하게 된다. 일본에서 열분해 유화 실용화 사례는 후지리싸이클로프로세스가 유명하며 폐플라스틱을 원료로 열분해와 축매분해를 결합하여 가솔린, 경유, 등유 혼합물의 생성유를 얻고 있다. 가스화 기술은 가와사끼중공업에서 혼합폐플라스틱을 가스화하여 가스연료로 사용하거나 메탄올을 합성하여 연료와 공업연료로 이용하고 있다. 일본 NKK에서는 PVC수지를 분별하는 탈염화처리를 95% 달성하여 염화비닐제품도 고로에 함께 사용하는 방안을 실증실험하고 있다. 독일에서는 현재 5기의 대형 Feedstock 리싸이클링 장치가 가동 중이며 약 22만 톤의 플라스틱을 이 분야에서 재활용하고 있다. 또한, 폐플라스틱을 제철소의 고로환원제로 이용 확대가 추진되고 있다.

국내의 유화기술은 자체 개발하였거나 일본 또는 중국으로부터 도입한 사례가 많으며 대부분 전처리시설을 갖추지 않았는데, 앞으로는 생산자책임재활용제도(EPR)의 시행이 폐플라스틱 유화공정 활성화에 큰 영향을 미칠 것으로 예상하는 바, 폐플라스틱의 안정적 수급, 재생연료유의 판로 등이 해결해야 할 과제로 대두되고 있다.

다. 열적 재활용(Thermal Recycle)

플라스틱은 다른 석유연료와 마찬가지로 연소 시 높은 발열량을 가지며, 소각열을 전기 및 열에너지 형태로 회수하여 이용할 수 있다. 혼합폐플라스틱을 재생 펠릿으로 활용하기 위해서는 재질 선별이나 이물질제거를 위한 코스트 상승문제가 따르기 때문에 에너지 회수식 소각에 의한 재활용 방법도 중요하다. 쓰레기를 70% 이상 소각하는 일본에서 폐플라스틱을 조연제로 활용하여 수증기나 온수생산 또는 전기 발전에 사용하고 있으며, 독일의 경우 제철소의 고로용으로도 활용하고 있다. 연료화기술로는 폐플라스틱을 일반 가연성 쓰레기와 함께 혼합한 RDF(Refuse Derived Fuel)와 폐플라스틱만 사용하는 RPF(Refuse Plastic Fuel) 또는 분쇄화하여 석탄이나 석유보일러의 대체 연료로 사용하는 방법 등이 있다.

RDF의 경우 폐기물로부터 회수하는 에너지의 경제성 및 이용효율을 개선할 목적으로 개발되었으며 저장과 수송성이 우수해 미국이나 유럽, 일본 등에서 고품연료가 활발히 사용되고 있다. RDF의 조성폐기물은 문화 차이에 따라 큰 차이가 있으며 미국과 유럽의 RDF 원료는 함수율이 30% 정도로 낮기 때문에 RDF 제조에 유리한 반면 일본과 한국은 함수율이 높은 음식물폐기물이 다량 포함되어 있기 때문에 RDF 공정이 크게 차이가 나고 있다. 서양의 RDF 공정은 선별, 파쇄 후 성형하는 간단한 공정으로 구성되는 반면, 일본은 건조공정이 추가되고, 따라서 에너지 소모율은 상대적으로 서양보다 높다. 일본의 경우 RDF 기술은 1973년경 미국에서 소개되었으며, 1994년 RDF 시설을 폐기물처리국고보조지원시설로 지정되어 현재는 약 50여 개의 RDF 시설이 가동 및 건설 중이며 생활계 폐기물과 사업장계 폐기물로 분류하여 RDF를 제조하고 있다. 미국의 경우, 앞서 지적했듯이 발생하는 폐기물에 수분이 적고 가연분이 많기 때문에 발열량이 높으며 RDF의 시장성 및 유통시스템이 잘 확립되어 RDF 산업이 지난 10년 간 급속히 발전하였다. 현재 대형 RDF 플랜트 15개, 석탄혼합연소 RDF 플랜트 12개, 중소형 RDF 플랜트 14개 등이 공식적으로 알려져 있다. 최근의 연구는 RDF 연소시스템 개선을 위한 보일러 개발, 시멘트킬른

의 활용 및 배연가스처리를 위한 후처리기술을 개발하고 있다. 그 외에 RDF를 하수슬러지와 혼합하여 혐기성 소화공정을 거쳐 메탄을 생산하는 기술을 개발하여 100톤/일급 파일릿 플랜트를 운영하고 있다. 유럽의 경우는 생활폐기물에 종이류가 많이 포함되고 있고 제조된 RDF는 영국이나 북유럽에서 가정연료나 중소기업용 보일러 연료, 지역난방용 연료로 사용되고 있다.

국내의 경우 혼합폐플라스틱에 함유된 PVC가 약 2.4%에 이르고 있어 RDF로 이용 시 리사이클에 커다란 제약이 되고 있다. 따라서, PVC 제거를 위한 전처리 선별공정의 투입 및 HCl 제거를 위한 기술개발 노력이 요구되고 있다. 최근 고품연료화기술(RDF)이 일본과 독일 등지에서 급속히 확대되고 있으며 플라스틱만을 사용하는 RPF는 일반 폐기물보다 열량이 높아 그 기대가 점점 커지고 있다. 한국플라스틱리사이클링협회를 중심으로 폐플라스틱 재활용사업 추진을 위해 RDF 고품연료화, 유화 등에 대한 시범사업을 수행하고 있다. 그러나 현재 국내의 RDF 제조시설 규모는 업체당 약 20톤/일로 영세하며, 제조공정에서 발생하는 각종 기술적 문제 및 수요처 확보, 인건비 부담 증가 등의 경제적 문제점에 직면하고 있다. 일반적으로 RDF 제품의 질을 향상시키기 위해서는 분리수거 시 금속, 유리 등 불순물의 혼입을 최소화시켜야 하고, RDF 제조공정에서 전처리 및 선별공정을 효율적으로 적용, 운용하여야 하며 특히 산업체의 중형순환유동층 보일러에서 석탄을 대체하여 RDF의 사용가능성에 대한 검토가 이루어져야 할 것이다. RDF 외에 쌍용양회에서 폐플라스틱을 분쇄하여 석탄과 혼입하는 방법으로 에너지를 회수한 예가 있다.

5. 결론

생산자책임재활용제도의 성공적인 정착을 위해서는 사회구성원의 적극적인 참여와 역할 수행이 관건이며 각 주체에 대한 적절한 유인책이 필요하다. 생산자에 대하여는 생산자책임재활용제도를 이윤증대의 기회로 인식하게 하는 일이 필요하며 재활용산업의 육성을 통한 재활용사업자의 유인 및 배출제도 개선을 통한 소비

자의 참여가 필요하다. 실제로 캐나다 앨버타주의 폐유 회수사업의 예를 살펴보면 폐유 처리업자가 발생된 폐유의 수거비용을 부담하고, 수거된 폐유는 재생하여 사용함으로써 EPR제도가 성공적으로 정착되어 다른 주로 확대되고 있으며 전국적으로 확대·시행될 것으로 예상된다.

또한, 생산자책임재활용제도의 효율적 관리를 위해서는 제도 시행에 대한 경제성·환경성 평가를 수행하여 환경적 효과성, 경제적 효율성, 행정관리 용이성 등을 제고할 수 있는 사후평가체제의 마련이 필요하다. 지난해 12월 OECD 회원국 12개국에서 40명이 참가하여 개최된 일본 동경국제포럼에서는 생산자책임재활용제도의 제도적·사회적 효과, 경제학적 평가, 생태학적 효과를 포함하여 평가하는 다차원평가기준분석에 의한 평가수법의 효과적 도입을 토론하였으나, 이 평가수법의 적용에 대해서는 논의를 계속할 필요가 있다고 의견이 모아졌다. 이는 EPR제도가 여러 나라에서 다양한 제품에 대하여 시행되고 있지만, 이에 대한 경제성·환경성 평가가 아직 제대로 이루어지지 않고 있는 실정임을 보여주고 있다.

우리나라의 경우 '92년에 예치금제도가 도입되었고 최근에는 자발적 협약에 의해 유리병, 금속캔, 형광등 등에 대하여 생산자책임제도가 도입되었다. 또한 2003년 1월부터는 플라스틱제품에 대한 생산자책임재활용제도를 시행 중에 있으며 앞으로 확대 적용할 계획에

있어 페플라스틱의 재활용이 활발히 이루어질 것으로 예상된다. 표 5에 이미 제시된 것처럼 EPR 대상품목으로 지정된 합성수지 재질 포장재의 경우 의무량을 달성하기 어려울 것으로 예상되어 재활용 방법의 개발이 요망되고 있다. 특히, 혼합페플라스틱 종말품의 경우 PVC의 함유량이 약 2.4%에 달하고 있어서 이들 페플라스틱의 재활용에 커다란 장애요인이 되고 있다. 따라서, 재활용이 어려운 혼합페플라스틱에 대한 선별기술을 개발하여 적용할 경우 일부는 재생원료화하고, 일부는 유화, 고로환원제, 제철연료화, 가스화, 시멘트소성로 연원료 및 보일러 에너지원 등 다양한 방면에 활용이 가능할 것으로 기대된다.

고형연료화기술(RDF)의 경우 일본과 독일 등지에서 급속히 확대되고 있으며 플라스틱만을 사용하는 RPF는 일반폐기물보다 열량이 높아 그 기대가 점점 커지고 있다. 국내에서도 페플라스틱의 재활용을 위해 한국플라스틱리사이클링협회를 중심으로 RDF, 유화 등에 대한 시범사업을 수행하고 있어 생산자책임재활용제도 대상품목으로 지정된 플라스틱 포장재 및 혼합페플라스틱의 재활용에 효과적으로 적용될 것으로 판단된다. 따라서, 향후 EPR제도의 건전한 정착 및 페플라스틱의 재활용을 위해서는 EPR제도 시행에 대한 경제성과 환경부하 등을 포함한 평가수법의 개발과 이를 평가하기 위한 기초자료의 수집 및 RDF와 같은 효율적 재활용 기술개발이 조속히 추진되어야 할 것으로 사료된다.

참고문헌

1. 페플라스틱의 환경친화적 관리방안에 관한 연구(II), 국립환경연구원 (2002)
2. 생산자책임재활용과 플라스틱 재활용 활성화, 제2회 재활용 국제 심포지엄, 산업폐기물재활용기술개발 21C 프론티어 사업단 (2002)
3. 재활용산업 활성화를 위한 생산자책임재활용제도 현황 및 발전방향, 제9회 국제환경 경산업전 (2001)
4. PSP용기 再活用 事業推進 計劃書(案), (사)한국플라스틱리사이클링협회 (2001)
5. 손영배, 페플라스틱의 처리와 재활용 - 무엇이 문제이고 어떻게 해야 하는가, (주)일보코리아 (2001)
6. 폐기물 재활용의 오늘과 내일, 자원순환형 사회구축을 위한 국제 심포지엄 (2002)
7. 혼합페플라스틱의 재활용 촉진을 위한 RDF산업의 활성화 방안 연구, (사)한국플라스틱리사이클링협회 (2003)
8. 포장폐기물 발생억제를 위한 실무편람, 환경부 (2003)
9. 플라스틱 관련 환경규제 제도와 재활용 활성화 방안, (사)한국플라스틱리사이클링협회 (2000)
10. 페플라스틱의 자원회축진을 위한 LCA 기법개발 및 적용방안 연구, 산업폐기물재활용기술개발사업단 (2003)