

廢프라스틱의 再資源化 對策

金 英 彬

한국과학기술연구원

1. 序 言

프라스틱은 輕量, 堅固, 廉價 및 耐久性 등의 많은 特徵 때문에 容器, 包裝資材, 家庭用品, 住宅建材, 土木資材, 自動車部品, 家電製品 등 多様な 用途 때문에 産業分野와 國民生活의 구석구석까지 사용되고 있다.

廢棄物을 大部分 埋立에만 依存하여은 우리나라는 急增한 그 量 때문에 埋立地 壽命이 短縮되고 있다. 따라서 再生資源의 有效利用을 도모하고 廢棄物의 發生을 抑制 하자는 國民운동과 함께, 再活用促進法이 '92년말에 國회에서 통과를 보게 되었고 금년부터 施行될 예정으로 있다.

여기서는 外國의 廢프라스틱 對策, 事例 등을 略述하 겠으며, 이것이 環境보전을 위해 참고가 되었으면 한다.

2. 廢프라스틱의 現況

2.1. 排出源의 特徵 및 問題點

같은 프라스틱이라 할지라도 그 종류는 polyethylene, polypropylene, polystyrene, PVC 등의 熱可塑性 樹脂와

phenol, melamine 樹脂 등의 熱硬化性 樹脂로 大別되며, 또 各 樹脂마다 Homo-polymer, Co-polymer 등 物性差에 의해 여러 가지 제품이 존재된다. 더욱이, 그 加工제품 에는 發泡品, 架橋品, 複合品 등이 있으며, 수요에 따라 無數의 프라스틱 제품이 존재된다.

再資源化의 視点에서, 廢프라스틱이 排出源마다의 그 回收의 難易와 樹脂의 種類별의 回收難易 및 더러움의 程度를 표 1에 나타낸다.

産業系, 廢프라스틱 가운데서, 高分子關聯 제조업이나 非高分子系의 제조업 등, 이른바 公장에서 배출되는 폐 프라스틱은 폐기물의 管理를 잘만한다면 回收는 容易하 고 樹脂別의 分別도 可能하며 비교적 깨끗한 것을 얻을 수 있다.

그러나 都賣商, 市場 등의 流通系의 것은 그 責任이 애매하기 때문에 回收나 分別이 곤란하며, 일반 家庭이나 公園, 도로 등에서 排出되는 것은 더러움이 심하며, 수지 分別은 경제적으로 곤란하다. 또 主要한 프라스틱에 대한 그 제품의 壽命이 얼마나 되는가를 推定한 것이 표 2 이다. 이 표에 나타난 프라스틱은 全프라스틱 生産량의 약 70%에 상당한 것이다.

표 1. 廢프라스틱의 排出源과 그의 特徵

區分	排 出 源	內 容	回收性	樹脂別 回收性	더러움 程度
産 業 系 廢 棄 物	高分子關聯製造業(polymer maker, 一次, 二次加工 maker)	製品 scrap, 不合格品, 廢水處理回收品, 기타	容易	可能	小
	非高分子系의 製造業(自動車, 家電 등의 處理業 포함)	材料 scrap, 容器, 包裝材, 廢材, 기타	容易	可能	中
	流通系의 廢棄物(도매상, 倉庫, super market, depart, 魚市場) 農業, 漁業	container, 容器, 包裝材, 기타 農業用 film, 育苗箱, 魚網, 기타	약간 困難	可能하나 약간困難 가능하나 약간困難	中
一般系 (都市系) 廢棄物	家庭 公衆(公園, 道路), building街	食品包裝, bottle, 雜貨, 玩具, 기타 各種容器, 包裝材, 文房具, 기타	困難	不可能	大

(일본 프라스틱처리추진협회 자료)

표 2. 汎用 : 플라스틱 製品の 推定壽命

種 類		A : 1~2年에서 廢棄 (%)	B : 3~5年 (%)	C : 6~9年 (%)	D : 10年以上 (%)	1989年 生産量 (1,000 t)
熱 可 塑 性	LDPE	87	5	2	6	1,502
	HDPE	32	40	25	3	1,055
	PP	41	17	32	10	1,719
	PVC	18	10	13	59	1,940
	PS	52	10	35	3	1,153
熱 硬 化 性	Phenol樹脂	10	15	47	28	375
	Urea樹脂	2	22	47	26	481
上記 플라스틱의 平均比率		39	16	25	20	

A : 包裝材, 一回用容器 등, B : 家庭雜貨, 玩具 등, C : container, 自動車, 電氣製品 등, D : 파이프, 建材, 電線, 家具 등(일본 플라스틱처리촉진협회 자료)

표 3. 歐美에 있어서 廢프라스틱의 規制別

◦ 독일 包裝材 削減法案		
包裝用 플라스틱	回收目標	리사이클 目標
'93	全使用量 30%	回收의 30%(全使用量 9%)
'95	全使用量 80%	回收의 80%(全使用量 64%)
◦ 이태리 飲料用 플라스틱 容器 리사이클法		
'92	生産量の 40% 回收 · 리사이클(10万t/yr)	
'95	리사이클링 未達の 경우는 課微金 100리라/	
◦ 미국 플라스틱 工業會(SPI)		
'95	프라스틱 容器 25% 리사이클 品種別의 識別記号의 表示(一種容積 以上の 容器)	

표에서 보듯이 1~2년에 폐기물이 되는 것이 39%인데, 이는 包裝이나 일회용 容器 등이다. 家庭雜貨 등 3~4년의 것을 합치면 55%나 된다.

프라스틱의 長點인 耐久性과는 正反對로 短壽命으로 사용되어 폐기됨을 알 수 있다. 이러한 폐기물은 우리나라에서는 거의 埋立에, 일본에서는 燒却과 埋立에 依存하여 왔는데, 그 量이 많아짐에 따라 프라스틱 特有의 問題點이 생기고 있다.

燒却處理

- 종이나 나무에 비해서 發熱量이 높기 때문에 소각로 爐壁의 損傷이 심하다.
- 燒却에 의한 有害가스나 腐食性가스가 발생한다.
- 燒却제에 有害物이 殘留한다.

埋立處理

- 부피가 크고 부식되지 않기 때문에 埋立地가 잘

다져지질 않는다.

- 有害物의 溶出의 可能性이 있다.(廢水)
- 매립지 확보의 어려움이 있다.

따라서 폐기물 중에서도 廢프라스틱의 문제가 새롭게 대두되게 되었으며, 이를 再利用하자는 프라스틱 리사이클이 세계의 주요한 과제가 되어 있다.

그 예로서 표 3에 구미에서의 廢프라스틱 중 처리가 어려운 포장용이나 bottle의 리사이클링에 대한 規制를 나타냈다.

특히 독일에서는 프라스틱 리사이클에 대해서 가장 엄한 規制를 하고 있는데, 포장에 사용되는 bottle이나 容器 등의 프라스틱을 '95년에는 80% 回收하여, 그 80%를 리사이클한다는 目標을 세우고 있다. 중요한 것은 이러한 움직임이 이태리, 미국 그리고 일본에까지도 파급되어 PET bottle, 발포 polystyrene, PVC bottle 등의

표 4. 汎用樹脂 種類別 생산량 推移 (단위: 천톤)

種 類	'89	'90	'91
LDPE	288	371	501
HDPE	345	495	696
PP	539	616	814
PVC	465	526	600
PS	446	509	644
ABS	172	206	250
合計	2,255	2,723	3,505

표 5. 廢프라스틱의 연도별 발생량 推定 (단위: 천톤)

年度	LDPE	HDPE	PP	PVC	PS	合計
'86	220	85	148	132	68	653
'87	268	99	160	167	91	785
'88	307	110	180	196	110	903
'89	315	131	206	180	112	942
'90	342	160	234	179	135	1,049
增加率	11.7	17.1	12.1	7.9	18.7	12.6

(한국자원재생공사 '92)

회수와 리사이클의 model적인 試圖가 싹트기 시작한다는 점이다.

2.2. 우리나라 現況

가) 生産量과 폐기물 發生量

국내 프라스틱 생산량은 최근에 와서 급격히 증가되었는데, 특히 '90년의 270만톤에서 '91년도에 와서는 표 4와 같이 350만톤이란 높은 증가율을 보여 주고 있다.

제품별로 보면, 包裝용으로 많이 쓰이는 필름류, 용기류, 緩衝材 등이 殆半이며, 기계 부품류, 파이프류, 건축 자재 등의 순으로 되어 있다.

廢프라스틱의 발생량은 한국자원재생공사가 추정한 자료에 따르면 표 5와 같다.

나) 再活用 現況

국내 廢프라스틱 再利用은 산업계에서 발생하는 것이라 할 수 있다. 비교적 종류별로, 깨끗한 것을 量的으로도 안전된 것을 쉽게 구입할 수 있기 때문이다. 이러한 재생 프라스틱업은 單一종류로 良質의 것이 요구되므로 큰 제조업과 강한 유대 관계가 있게 마련이다. 주로 熱可塑性 樹脂를 原料로 하여 pellet 狀 顆粒狀으로 만든다. 그러나 이러한 특정업소 이외에 壓出機 1~2대의 영세 업소가 거의 대부분을 차지하며 그 수는 200여개소에 달하고 있다.

표 6은 재생프라스틱의 생산량을 한국 프라스틱 공

표 6. 再生프라스틱 주요제품 생산량 추이 (단위: 천톤)

品目	'87	'88	'89	'90	'91
再生原料	76	78	84	73	67
아크릴(M.M.A.)	11	12	13	12	13
PVC 제품	10	30	13	13	12
농공용기 제품	18	18	19	19	19
기타 제품	13	14	22	18	15
合計	128	152	151	135	126

大體로 排出量의 10% 미만이 再生利用이 되고 있으며 原料로서의 이용이 대반 이상이 된다.

업협회에서 추정한 것이다. 한편, 농업용 폐필름을 수집 처리하고 있는 한국자원재생공사에서는 최근에도 연간 4~5만톤씩 수집하고 있으나 대부분을 매각처분하고 있다.

또 최근에 급신장되고 있는 PET병은 '91년에 약 4만 5천톤에 이르고 있다. 分別·收集도 문제이거나 용량이 크고 보니 운반에 어려움이 있다. 再生技術이 빨리 확립되어야 할 분야이다.

2.3. 日本의 現況

가) 處理와 再資源化

일본의 프라스틱 생산량은 1988년에 1,102만톤으로 이의 처리 현황을 보면 다음과 같다.

○ 생산량	1,102万톤
○ 排出量	488万톤 (이중 一般系 276万톤, 産業系 212万톤)
○ 再生利用量 (産業系만)	* 58万톤(12%)
○ 燒却量	317万톤(65%) (이중 發電利用量 * 72万톤(15%))
○ 埋立量	113万톤(23%)

- () 内는 排出量에 대한 比率임.

- * 표는 再資源化量 130万톤(27%)

- 일본 프라스틱 處理促進協會의 推計임.

내용을 보면 배출량 488만톤 중, 58만톤이 再生 pellet, 再生加工 등에 再生利用되고 나머지 317만톤이 燒却, 113만톤이 埋立處理되고 있다. 또 燒却處理 중 72만톤에 대해서는 發電에 의해서 에너지 回收가 되고 있기 때문에 再資源化 되고 있는 것은 130万톤(排出量의 27%)에 이르고 있다.

농업용 폐필름은 연간 10만톤이 발생하는데, 이중 3.8만톤이 床材 등 저품위품으로 再利用되고 나머지는 매립

및 소각되고 있다. 生鮮箱子에 사용되는 發泡 styrol은 연간 1만톤이 소각 및 熔融固化處理되는데 熔融固化된 發泡 styrol의 일부는 雜貨 등의 저품위품으로 사용되고 있다. 연간 7만톤의 수요가 있는 PET병은 回收·再資源化 試驗을 실시하고 있는데 3個 업소에서 7000톤/년의 處理能力 規模이다.

일본의 廢프라스틱의 再資源화를 요약하면, 산업계 배출물의 再生利用 외에, 배출량의 2/3를 燒却處理하고 있으며 一部는 發電 등으로 回收가 되고 있다는 점이다. 또 廢프라스틱의 油化, 가스화, 固形燃料 등이 研究開發 되어 각각 工業化를 향하고 있는 실정이다.

나) 規制動向과 措置

일본은 폐기물처리 施設整備事業의 期間을 '90년부터 5개년 더 연장하였다. 이 제 7차 7개년 계획기간 중의 사업비는 2.8兆円이며, 이는 제 6차의 1.9兆円에 비해서 150% 증가된 금액이다.

주로 폐기물처리 센타가 制度化됨에 따른 처리설비정비에 사용된다.

'91년에 폐기물 처리법이 改正되고, 이와 함께 資源의 再生을 促進하기 위한 Recycle法이 施行되었다.

改正된 폐기물처리법을 요약하면 다음과 같다.

- 폐기물의 減量化, 再生의 推進
- 폐기물의 適正處理의 확보
- 최종 처분장 등의 폐기물처리 시설의 확보

이를 위해서 關係者の 債務, 規定을 強化하고, 積荷目録制(manifest制)를 하며 關係諸法規를 強化하기로 하였으며 폐기물처리센타를 制度化한다는 것이다.

Recycle法은 다음과 같은 네 기등으로 되어 있다.

- 特定業種(再生資源의 原材料로서의 이용의 促進)
- 第一種指定製品(리사이클 容易한 構造·材質로 강구해야 할 製品)
 - …自動車, 家電製品 등
- 第二種 指定製品(分別回收를 위해 表示를 해야할 製品)
 - …프라스틱 容器, PET병 등
- 特定副産物(工場 등의 副産物中, 有效利用 促進이 되어야만 하는 物質)

이들 特定 및 指定에 대해서는 어디까지나 業界와 協議를 거쳐 guideline을 定하고, 指導, 助言을 하며 부득이 할 때 그 내용을 公表, 命을 하기로 한다는 骨子이다.

以上 이들 두 法은 차의 두 바퀴처럼 잘 움직여야 그 實効를 거둘 수 있다 한다.

現在 講究되고 있는 措置는 다음과 같다.

- 프라스틱 處理促進協會를 통해 再生利用技術 및 處理技術의 研究開發, 技術情報의 提供, 再生加工業의 育成, 各種調査, 普及啓蒙活動 등을 實施하고 있다.
- 프라스틱의 性能改良, 加工技術의 改良, 成型品の 設計支援 등에 의한 製品의 薄肉化, 長壽命化 등, 또 再使用製品(returnable 제품)의 開發 등을 통한 폐기물 발생량의 削減을 도모한다.
- 再生利用이 困難한 廢프라스틱과 다른 폐기물과의 燒却處理에 따른 에너지 回收에 관한 具體的 檢討를 한다.

2.4. 再資源化的 問題點

산업계에서의 再生利用과 燒却에 의한 에너지 回收에 가능성이 있는 방법은 熱分解에 의해서 燃料油 등으로 만드는 것으로 fuel recycle라고도 부른다. '70년대의 石油危機 때부터 연구 개발이 시작되었으며, 독일, 미국, 일본 등 세계 각국에서 개발이 되고 있다.

分解의 과정에서 觸媒를 사용한다든가, 水素添加 등을 하여, 보다 效率 좋고 良質의 기름을 얻고자 하고 있다. 일본에서는 후지·리사이클社, 日本理化學연구소 등에서 油化還元 시스템이 개발되어 pilot plant 실험을 하고 있다.

후지 리사이클社의 소개를 하면, 原料는 PP, PS, PE, 14톤/일 規模의 多段階熱分解方式의 連續式의 것으로 大体로 廢프라스틱 1kg에서 1l의 기름(가소린 50%, 灯油 25%, 輕油 25%)을 얻을 수 있다.

또 일본의 다꾸마社 등 3개사가 共同으로 개발한 固形燃料(50톤/일 規模)는 廢프라스틱을 成型加工 할 것으로 大型보일러의 熱源으로 이용하고 있다.

그러나 熱分解方法은 設備가 高度化 되기 때문에 施設投資가 많다. 독일 등에서는 化學工場의 일반적 方法인 規模의 大型化로 經濟性을 찾고자 하고는 있다. 그러나 對象이 廢프라스틱인 만큼 그만큼 規模에 相當한, 分別된 特定物이 必要하게 되며 가령 10萬톤/년의 原料가 필요하다면 中間貯藏所, 輸送 등에서 역시 經濟性이 문제가 될 수 있다. 原來, 프라스틱은 石油를 熱分解해서 ethylene, propylene과 같은 單純物質로 하여 이를 強度를 올려 다시 重合反應시켜 PE, PP 등의 프라스틱을 利用하는 것이다.

石油 그대로 混合物로서의 有效利用은, 燃料로서 燒却해서 에너지를 回收하는 것이, 原油값이 安定된 現實에 있어서의 方法이 될 수 있다 하겠다. 即, 熱分解 등은 現實의 廢프라스틱의 社會的 規模의 리사이클의 技術로서의 可能性과는 全然 다르다는 認識이 重要하다.

농업 폐필름도 일본에서는 약 4만톤 정도가 床材 등 저품위품으로 再利用되고 있기는 하지만 그 採算性은 어려워져서 農協 등에서의 補助로 成立되고 있는 實情이다.

産業系의 再生利用도 利益이 있었기 때문에 오래 전부터 再生業이 成立되었다. 그러나 再生製品이 단지 棒이나 板과 같은 것을 再生하여서는 收支가 맞지 않기 때문에 어떤 機能을 가지는 附加價値가 높은 製品을 開發했을 때 採算이 맞게 된다.

이와 같이 採算이 맞는 것은 廢프라스틱을 사용해서 利益이 나는 것을 選擇한 경우만이며, 이것이 廢프라스틱을 리사이클 하는 것을 目的으로 하고 있지는 않다는 것이다.

3. 結 言

前述한 바와 같이 일본은 오래 전부터 폐기물처리 施設 整備事業을 해왔으며 금년은 제 7차 5개년기간('90~'95, 사업비 2.8兆円)에 해당된다.

또 매년 1兆円의 금액이 쓰이고 있으며 매일 10万명의 인원이 폐기물 처리를 위해 일하고 있는데, 可燃物을 全量焼却을 原則으로 하고 焼却재와 不燃物만 埋立하고 있다. 그래도 埋立地의 不足을 느끼고 있는 實情이다.

우리도 폐기물 센타와 같은 中間基地가 많이 있어야만 된다. 여기서 分別·收集, 減溶化가 되고 有價物은 自然

的으로 處理業者가 適正價格으로 引受하면 된다. 나머지는 프라스틱 專用 焼却爐, 一般폐기물, 混合焼却爐에서 燃燒되어 에너지 回收와 無公害處理가 되어야 되겠다.

勿論, 製造業者의 省資源化(再使用製造의 開發, 薄肉化, 構造改善 등) 등의 努力이 있어야 되겠으며, 이보다 重要한 것은 폐기물 campaign이 一過性에 그치지 않고 리사이클 社會構築으로 이어 나가야만 하겠다.

참고문헌

1. 今後の廢棄物處理·再資源化 對策のあり方(日本通商省 立地公害局 編)
2. 再生資源の需要動向に關する 調査報告書(日本 프라스틱 處理促進協會)
3. ゴミ處理ゼツネス(シー엠シー)
4. 稱業武司: 리사이클法と 再資源化推進に向けて取り取り. 化學工業 6月(1992年)
5. 佐伯康治: 廢棄物處理の 現状と 問題點. 化學裝置 12月(1992年)
6. 飯島林藏: プラスチックのりサイクルの問題點と 今後の課題. 化學工業 11月(1992年)
7. G. トングス, 藤李明男: ドイツに あける プラスチック・リサイクルの 動き. 化學經濟 8月(1992年)
8. 李源杰: 産業의 發展과 再活用對策, 資源리사이클링 12月(1992年)
9. 伊奈川秀和: 廢棄物處理法の改良と どのポイント, 公害と對策 5月(1991年)

◎ 地域별 하천관리청 신설 추진 ◎

환경처는 맑은 물 공급대책의 일환으로 건설부의 수자원관리 및 상·하수도 정책기능을 환경처로 이관하는 내용의 '물관리체계 일원화계획'을 추진키로 했다.

30일 환경처가 밝힌 물관리체계 일원화계획에 따르면 환경처의 수질보전국과 건설부의 수자원국 및 상·하수도국을 통합하고 환경처 산하에 지역별 하천관리청을 신설, 수질개선사업을 효율화시킨다는 것이다.

현재 식수공급업무는 상수원의 경우 건설부와 환경처가 공동관리하고 취수장에서 가정의 수도전까지는 건설부, 내무부, 보사부 등이 중복 관리하는 등 산만한 체제로 운영되고 있으며 이 때문에 맑은 물 공급에 근본적인 제약이 따른다는 지적을 받아왔다.

환경처는 현행 식수공급체계 중 건설부와 환경처가 공동관리하는 상수원을 환경처 소관업무로 일원화해 수량과 수질을 동시에 관리하는 한편, 수질문제를 완전 해소하기 위해 장기적으로 상수원에서 수도전까지의 공급경로도 단일 부처가 관리할 수 있도록 제도를 개선해 나갈 계획이다.

이와 함께 수질을 고려하지 않은 수자원 개발계획을 원칙적으로 봉쇄하고 현행 양 위주의 상수도정책을 질 위주로 전환하기로 했다.

한편 영국, 프랑스 등 선진국 대부분은 물관련 업무를 환경처가 통합관리하고 있는 것으로 알려졌다.