

각종 폐기물의 재활용



도 감 수

(숭실대학교 교수, 공학박사, 기술사)

차 례

1. 폐기물 활용의 포텐셜
2. 유가 폐기물의 회수 및 재활용
3. 소각을 통한 열 회수
4. 퇴비화 가스 및 매립지 가스의 이용
5. 결 론

〈표 1〉 수입원가비중(%)

쌀	6.2	청량음료	25.8	면 직 물	47.0
연 탄	18.6	담 배	12.7	모 직 물	44.4
밀 가 루	76.6	전 력	41.5	편직내의	41.1
우 돈 육	15.0	수 도	26.6	혁재화류	39.5
야 채	7.1	도시가스	38.3	전 구	32.5
화학조미료	45.1	전 화	4.3	냉 장 고	20.1
소 금	12.6	비 누	55.7	선 풍 기	31.8
설 탕	71.0	합성세제	44.6	T V	43.8
일 음	18.6	가 공 지	44.6	승 용 차	38.9
라 면	42.0	노 트	41.6	목재가구	43.7
나 농 품	25.2	사무용지	46.9	합 판	75.5
빵 류	34.1	잉 크 류	26.9	도 료	48.8
과 일	8.5	문 구 류	36.1	시 멘 트	44.9
소 주	17.9	사무용품	59.2		
맥 주	10.0	인쇄용지			

2. 유가폐기물의 회수 및 재활용

그림 1에서 나타낸 바와 같이 폐기물의 양을 근원적으로 감소시키기 위해서는 발생원(사업장이나 가정)에서 유가폐기물을 직접 회수하여 재활용하여야 한다.

현재 우리는 많은 종류의 원자재를 외국의 수입에 의존하므로 생활필수품의 외화 의존도가 상당히 높은 편이다(표 1). 특히 종이류나 석유 화학제품은 40% 이상의 의존도를 나타내고 있다.

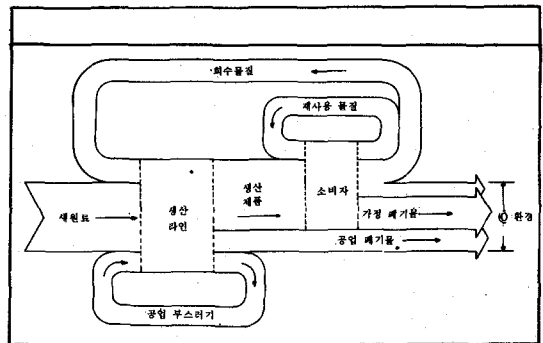


그림 1. 사회내의 물질흐름

생산 현장에서 많은 금속류나 합성수지류의 scrap들이 발생되고, 가정이나 공공기관에서 발생하는 일반 폐기물에도 종이류, 유리류, 금속류 및 합성수지가 다량으로 포함되어 있다. 또, 농업기술의 선진화로 각종 농업용 비닐을 많이 사용하므로 이들의 폐기량도 점점 증가 추세에 있다.

만약 폐합성수지가 토양에 묻히면 미생물의 번식 장애에 따른 안정화 저해나 농작물의 성장 방해를 일으키며, 하수구나 강에 버려지면 어 폐류의 치식장과 상·하수도 및 각종 발전시설의 고장을 일으키고, 또 적절한 시설없이 함부로 소각하면 유독가스와 매연 공해를 일으키게 된다. 유리류나 금속류도 그대로 방치되면 합성수지와 마찬가지로 환경에 나쁜 영향을 준다. 특히 이들 모두는 내구성이 크므로 장기간 영향을 미친다.

그러나 이들 모두는 회수하여 잘 처리하여 재 활용하면 아주 귀중한 새로운 자원이 될 수 있다. 사업장의 scrap는 직접 생산 line으로 공급 또는 다른 제품의 원료로 활용되나, 농업용 비닐이나 일반폐기물 중의 유기성분은 회수나 처리 및 처분에 상당한 대책이 요망되고 있다.

정부에서는 폐합성수지를 수집, 처리하여 폐기된 자원의 재활용과 자연환경의 보전을 위하여 합성수지 폐기물 처리 사업법(1979. 12, 법률 제3182호)을 제정 공포하였으며, 이 법률에 따라 한국 자원 재생공사(1980. 9)가 설립되어 폐합성수지 회수 및 처리 사업을 전담하게 되었다. 그후 1981년부터는 고철-폐지 회수사업에까지 확대하였으며, 금년부터는 농약병 회수 시상금 제도를 도입, 회수하기에 이르렀다. 지금까지 자원재생공사에 의한 농업용 폐수지의 수집 실적은 <표 2>와 같다.

주 수집원은 부락을 통한 수집으로 전체의 66%이고, 자생조직을 통한 수집도 13%나 된다. 통계자료에 의하면 농업용으로 사용된 수지는 약 22,600톤(1985년)이고, 이것이 폐기될 때

에는 많은 량의 흙과 수분이 부착하므로 량이 두배 이상이 된다. 1985년도에는 29,650톤을 수거하여 약 60%의 수거율을 얻었다.

<표 2> 농업용 폐수지의 수집실적

단위: 톤

년도별 수집처별	'82	'83	'84	'85	'86 1~6월말	누 계	점유율 (%)
계	20,572	23,804	29,008	29,650	16,602	119,636	100
부 락	13,683	15,951	14,802	23,823	9,274	77,533	65
공 장	373	413	651	528	476	2,441	2
자생조직	1,653	1,864	5,073	2,211	5,077	15,878	13
학 교	1,141	1,108	860	870	460	4,439	4
단 체	1,421	1,657	3,677	237	921	7,913	6
청 소원	1,659	2,021	2,972	1,370	0	8,022	7
군 부대	31	6	42	52	49	180	-
기 타	611	784	931	559	345	3,230	3

* 자원재생공사 자료

우리나라의 철강재 생산량과 고철의 수거 및 이용실적을 <표 3>에 나타내었다. 1985년에는 1980년부터 불과 6년 사이에 약 72%를 신장한 13,539천톤을 생산하였고, 이와 동시에 고철이용량도 점차 증가하여 1985년도에는 총 8,121천톤이나 되었다. 이중 43.5%에 해당하는 3,532천톤을 외국에서 수입하므로 많은 량의 외화가 유출되고 있다.

<표 3> 우리나라의 철강재 생산 및 고철이용 실적*

단위: 천톤

연도별	구분 철강재 생산량	고철구입		수입의존도 (%)	비 고
		수 입	국 내		
1980	7,852	1,944	3,021	39.1	
1981	9,646	1,661	3,295	33.5	
1982	10,719	2,283	3,432	40.0	105
1983	11,809	2,901	3,557	44.9	120
1984	12,907	3,093	4,078	43.1	140
1985	13,539	3,532	4,589	43.5	116

* 한국철강협회 「철강통계년보」 자료

년도별 폐지 회수 및 사용실적은〈표 4〉와 같으며, 1985년도에 총 폐지 사용량은 약 1,518천톤으로 총 제지 생산량 2,294천톤의 약 66%를 점유하였다. 이 폐지 사용량 가운데 국산폐지와 수입폐지의 비율을 보면 54:46으로 수입폐지가 상당부분을 차지하였으며, 약 701천톤가량을 수입하여 98,700천달러의 외화특 소모하였다. 이와같이 수입폐지의 의존도가 높은 것은 국내 폐지의 회수율이 36%(1985년)로 매우 낮을 뿐만 아니라 품질면에서도 외국에 비하여 크게 떨어지기 때문이다.

〈표 4〉 년도별 폐지 수거 및 사용실적 단위: %

구분 \ 년도별							
	'80	'81	'82	'83	'84	'85	
지류생산실적	1,680,025	1,782,909	1,736,619	1,982,176	2,206,791	2,294,087	
폐지 사용	국산	582,035	562,696	552,910	684,400	782,604	817,139
	수입	489,929	609,698	565,007	574,197	627,093	701,320
실적	계	1,071,964	1,172,394	1,117,917	1,258,597	1,409,697	1,518,459
폐지사용율(%)	63.8	65.8	64.4	63.5	63.9	66.2	

국내의 폐유리의 수거 실적은 분명한 자료가 없다. 주류나 음료수병은 예약금제도로 90% 이상의 높은 수거율을 보이고 있으나, 농약병의 경우는 85년도에 총 55,000천병 가운데 14,000천병만을 회수하여 불과 27.3% 밖에 회수하지 못하였다. 환경청에서는 자원재생공사로 하여금 금년에는 70% 회수율로 38,000천병, 1988년도에는 76% 회수율로 45,000천병, 1990년도에는 85% 회수율로 60,000천병까지 수거할 계획으로 시상금제도를 도입하여 적극적인 회수를 유도하고 있다. 그러나 일반 유리조각의 회수는 아직도 아주 저조한 실정이다.

외국의 유가폐기물 회수 방법이나 실적을 살펴보면 서독, 스위스, 네델란드 및 일본 등에서는 유리병회수를 위한 컨테이너를 설치 운영하므로 유리회수율을 높이고 있으며, 서독에서는 유리 이외의 종이, 합성수지, 가죽 등을 회수하기 위한 녹색박스(green box)를 시도하고 있

다. 유럽 각국의 유리병 재순환 실적은 표5와 같고, 스위스나 폴란드는 40% 이상의 회수율을 나타내었으나 대부분의 나라에서는 아직 저조하며, 일본에서도 불과 25%의 회수율을 보일 뿐이다.

〈표 5〉 유럽의 유리병 재순환 실적 (천톤)

국 명	1981년		1982년		1983년		1984년	
	회수량	회수율	회수량	회수율	회수량	회수율	회수량	회수율
폴란드	175	41	200	47	210	48	230	53
스위스	92	36	105	42	112	42	127	45
벨기에	100	33	100	32	100	32	120	36
서독	673	24	750	28	832	30	884	31
오스트리아	43	20	43	20	44	20	47	30
프랑스	416	20	478	20	522	24	540	25
이탈리아	350	20	355	21	400	22	428	24
덴마크	20	8	21	10	23	10	25	20
스페인					123	12	124	13
포르투갈					28	12	23	10
영국	85	5	100	6	127	8	161	9
아일랜드	6	8	7	8	6	8	6	7
합계	1,960		2,169		2,527		2,715	
전년비(%)			110		116		107	

또 세계 주요국가의 폐지 회수율은〈표6〉과 같고, 40%가 넘는 나라는 홍콩, 일본, 포르투갈, 스페인, 스위스, 체코, 동독 등으로 이들은 모두가 지 및 판지의 수입국들이다.

유가성분을 양질로, 또 효율적으로 회수하기 위하여는 발생원에서 철저한 관리를 하여 분별수거(source separation)를 실시하고, 또 제대로 댓가(보상)를 주고 받는 유통단계의 체계화가 무엇보다 중요하다. 일본에서는 분별수거를 실시하여 폐기물의 관리나 유가물질의 회수에 상당한 효과를 거두었다.

그러나 우리나라에서는 서울시가 1984년부터 구청별 4~5개씩 87개 동을 시범 동으로 정하여 실시하고 있으나 큰 성과를 얻었다고는 할 수 없다.

〈표 6〉 세계 주요국의 고지 회수율 실적 (단위: %)

국명 \ 년도	1980	1981	1982	1983	1984
캐나다	17.4	17.6	20.0	19	20
미국	26.2	25.9	26.6	27	27
벨기에·룩셈부르크	28.5	33.9	32.9	31	32
덴마크	24.5	24.4	26.6	29	29
프랑스	27.4	28.2	30.3	28	34
서독	34.0	36.3	36.6	36	38
이탈리아	29.6	33.9	30.4	27	26
네델란드	43.2	43.5	44.7	46	46
영국	32.0	31.7	30.4	28	28
핀란드	20.9	19.5	38.4	24	21
노르웨이	24.7	22.6	19.6	20	21
스웨덴	29.9	33.3	36.5	36	38
오스트리아	31.5	34.7	37.6	37	39
스페인	37.2	37.7	40.3	44	42
스위스	35.3	38.8	44	44	44
소련	19.4	19.7	-	40	18
한국	37.8	34.8	36.0	35	33
일본	46.2	47.3	48.1	49	50
대만	48.9	50.2	53.4	48	45
호주	26.4	27.1	-	29	22
뉴질랜드	17.0	17.1	13.5	17	22
타이	21.0	19.0	28.5	23	24
인도	19.6	19.7	22.1	23	30
필리핀	15.8	15.2	16.9	13	11
아르헨티나	28.7	31.4	35.4	33	32
멕시코	28.8	34.4	42.6	40	41
브라질	41.4	43.3	-	37	37
터키	44.7	30.0	34.5	32	26
남아프리카	26.4	27.3	28.6	29	29

* 한국제지공업 연합회 자료

일본 Toyohashi 시의 분별 수거 방법을 소개하면 〈표 7〉과 같다.

한편, 유가성분을 완전히 회수할 경우에는 남은 폐기물의 질이 상당히 변하므로 이의 처리 및 처분에 세심한 주의가 요망된다.

끝으로 도금공장, 안료공장, 금속공장 및 제련공장 등에서 배출되는 슬러지에는 다종의 중

〈표 7〉 일본 Toyohashi 시의 분별 수거

폐기물	수거빈도	내 용
가연성	2회/1주	주방쓰레기, 플라스틱, 종이조각, 나무조각
자원회수	1회/1달	유리병, 빈강통, 잡지, 신문, 낡은옷
비가연성	1회/1달	가구류, 자동차 등 대형
유독성물질	5회/년	건전지, 온도계, 거울, 형광등

금속이 포함되어 있어서 이들의 자원화 회수와 처리가 필요하다. 이를 위하여는 많은 새로운 기술개발이 필요하며 지금까지 알려진 몇가지 방법을 간단히 소개하면 표 8과 같다.

〈표 8〉 유해중금속 제거 및 자원화기술

방 법	특 징	회수가능한 금속	회수가능한 금속외도
염화취발법	先和프로세스 도금슬러지+황산소광+CaCl ₂ 5%+Ca(OH) ₂ 5%→1100~ 1200℃ 배소→ 분리	Zn, Pb, Cd, Cu, Fe	저농도-직접염 취발법
Welt 3 법	중금속슬러지→ 건조→Cokes와 함께 소결(1300 ℃, 4~6시간) →냉각→선별→ Cokes, 석회석, 분자와 용융 (1400℃)→분리	Zn, Pb, Cd, Cu, Ni	저농도는 회수가 어렵고 고농도일 때 유리
日新製鋼法	제강집진 flyash +산세폐수슬러지→혼연 briquette(환원 제)→소성(전기 로)→분리	Cu, Ni, Cr, Fe	저농도일 경우 경제적으로 불이 의

또, 농도가 고농도이면 산이나 알칼리 처리를 하여 용액상태로 만들어 ① 전기분해법 ② 전기투석법 ③ 역삼투법 ④ 이온교환 수지법 등으로 회수할 수 있다.