

우리나라 資源리사이클링의 現況과 課題

吳 在 賢

延世大學校 名譽教授
(社)韓國資源리사이클링學會 名譽會長

Current Status and Future Prospects for Resources Recycling in Korea

Jae-Hyun OH

Dr., Professor Emeritus of Yonsei University
Honorary President of The Korean Institute of Resources Recycling

ABSTRACT

In order to prospect current recycling status in Korea, wastes generation and recycling rate were reviewed. Approximately 188,600 ton/day of wastes was generated in 1998; 44,600 ton/day of domestic waste and 144,000 ton/day of industrial waste. During the last five years, waste management laws such as recycling law and environment friendly industry law were prepared. In this article, concerning over waste generation and recycling, the problems and technological developments associated with recycling were summarized.

1. 머리말

우리나라에 있어서 현대산업의 시작은 1970년대라고 말할 수 있다. 1970년 7월 7일 서울과 부산간의 고속도로 개통식에 참가하고, 현대조선소의 다크공사, 포항제철소의 파일토목공사를 참관한 기억이 새롭다. 그리고 1975년 현대자동차가 한국형 승용차 "Pony"를 생산하여 처음으로 市場에 나왔을 때 감격은 대단하였다. 1979년에는 대규모의 銅製鍊所(LG금속)와 亞鉛製鍊所(고려아연)가 건설, 준공되었다. 이와 같이 1970년대가 되어서 중공업을 비롯하여 여러 가지 산업이 일어나고, 그에 수반하여 산업폐기물이 발생하게 되었다. 그러나 산업폐기물이 공해로서 심각한 사회문제화로는 미치지 못하였다. 즉, 공해 때문에 산업의 발전을 저해해서는 안 된다는 마인드가 일반적이었던 것으로 사료된다.

그로부터 20여년이 지난 지금은 환경오염을 방지하기 위하여, 자원과 에너지를 절약하기 위하여, 그리고 資源의 循環型社會를 구축하기 위하여 자원리사이클링

이 중요한 과제로 대두되고 있다.

현대에 있어서 비즈니스와 자연과의 충돌, 경제학과 생태학과의 충돌의 주된 원인은, 자연은 순환형인데 대하여, 오늘의 산업시스템은 선형(線型)인데 있다고 지적하고 있다. 우리는 자연에서 관찰할 수 있는 순환패턴을 배워야 한다. 생태계 중에서는 어떤 종류가 배출하는 폐기물이 다른 종류에 있어서 식량이 되는 경우와 같이, 지속 가능한 비즈니스 사회에서도 어떤 산업의 폐기물이 다른 산업의 자원이 되어야 한다. 그런 까닭에 우리는 리사이클링 산업을 개발하고 발전시켜야 한다.

2. 폐기물(부생물)의 발생

2.1. 폐기물의 발생량

폐기물의 발생현황은 Table 1에서 보는 바와 같이, 생활폐기물은 1990년대에 들어 폐기물 감량화를 위해서 도입된 "중량제"의 시행과 연탄사용의 감소로 인해서 점진적으로 감소되고 있다. 반면에 사업장폐기물은 제조업과 서비스업의 발전으로 인해서 매년 10%이상의 높은 증가율을 보이고 있다.

* 1999년 12월 15일 접수, 2000년 1월 30일 수리

* E-mail: recycl@unitel.co.kr

Table 1. 국내 폐기물 발생 추이

(단위 : 천톤/일)

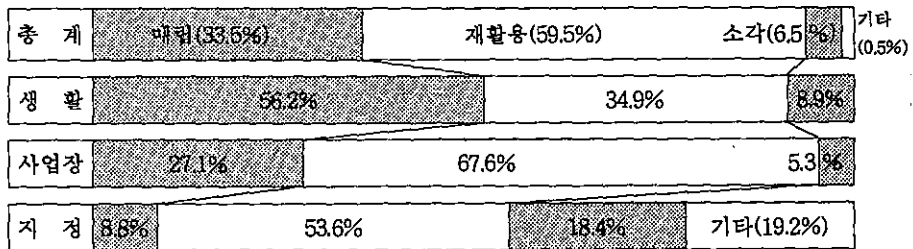
구 분	'92	'93	'94	'95	'96	'97	'98
계	144.5	141.4	147.1	148.1	180.8	194.7	188.6
생활폐기물	75.1	62.9	58.2	47.8	49.9	47.9	44.6
사업장 폐기물	소계	69.4	78.5	88.9	100.3	130.9	144.0
	일반	48.0	56.0	85.2	95.8	125.4	138.7
	지정	21.4	23.4	3.7	4.5	5.5	5.3

주 : 1. 1994년 폐기물분류체계 조정에 따라 오프류, 폐석고류 등 지정(특정)폐기물 중 80% 이상이 사업장 일반폐기물로 전환
 2. 1996년 사업장 폐기물 중 일반폐기물이 급증하게된 이유는 건설폐기물 관리강화에 따른 신고량이 늘어섬.
 3. 사업장폐기물 발생량은 추정치임.
 자료 : 환경부(1999), 환경백서

Table 2. 국내 폐기물 처리현황

연도	폐기물 형태		매립 (%)	소각 (%)	재활용 (%)	기타 (%)
1995	생활폐기물		72.3	4.0	23.7	-
	사업장 폐기물	일반	32.6	5.9	61.5	-
		지정	4.9	15.5	48.2	31.4
1996	생활폐기물		68.3	5.5	26.2	-
	사업장 폐기물	일반	25.5	5.8	68.7	-
		지정	7.3	13.5	46.4	32.8
	건설폐기물		38.6	3.0	58.4	-
1997	생활폐기물		63.8	7.1	29.0	-
	사업장 폐기물	일반	36.1	5.8	58.1	-
		지정	9.7	13.1	51.2	26.0
	건설폐기물		20.4	3.0	76.5	-

자료 : 환경부, 전국 폐기물 발생 및 처리현황, 1998
 환경부, 전국 지정폐기물 발생 및 처리현황, 1998



* 사업장폐기물발생량은 추정치임.
 자료 : 환경부(1999), 환경백서

Fig. 1. 폐기물처리실태(1998).

2.2. 폐기물의 처리현황

국내 발생 폐기물의 처리현황은 Table 2 및 Fig. 1 과 같다. 발생된 폐기물은 생활폐기물의 경우 시장, 군수 및

구청장의 책임하에 그리고 사업장폐기물은 사업자 책임 하에 처리되고 있다. 전체적인 폐기물 처리구조를 보면, 매립처리비율이 크게 낮아지고 재활용이 확대되는 한편,

소각처리율도 점진적으로 증가하는 추세에 있다.

3. 資源리사이클링의 現況과 과제

3.1. 포장폐기물

3.1.1. 페플라스틱

우리나라의 플라스틱생산량은 미국, 일본, 독일에 이어 세계 제4위 생산국이다.

전세계 플라스틱소요량 1억2,940만톤 중 29%를 미국에서, 11%를 일본이, 8%를 독일이 그리고 우리나라는 전세계의 6%인 약 8백만 톤을 생산한다.

1997년도 우리나라의 페플라스틱 발생량은 약 301만 톤으로 추정되며 이중 약 50만 톤이 재활용되어 재활용률이 16.6%에 이를 것으로 예상된다(Table 3).

플라스틱은 값이 싸기 때문에 재생원료로 만들어도 신원료(virgin material)값과 경쟁력이 될 수 없어 잘 팔리지 않는 것이다. 재활용이 안되기 때문에 재활용율이 낮은 것이 아니라 신제원료값이 싸기 때문에 재활용

이 안되고 있는 것에 불과하다. 페플라스틱의 재활용율을 증대시키기 위해서는 페플라스틱의 재활용 방법이 다양화되어야 한다. 현재의 재생원료화 관념에서 벗어나야 하며 고품연료화(예, 용광로 취입 등)나 유화·가스화(thermal recycle)의 도입이 시급하다. 재생재료화도 복합 재질로 목재 대용재로 사용하는 방안 등이 개발되고 플랜트화 되어야 한다. 그렇게 할 때만이 재활용율을 증대시킬 수 있다.

3.1.2. 유리병

Table 4 에 페유리 리사이클링 현황을 표시하였다.

1997년과 1998년의 유리병 생산량은 IMF라는 국제적 경제 악화 상황으로 다소 감소하였으나, 반면에 리사이클링은 더욱 활성화되어 페유리 사용율에 있어서는 선진국 수준이 되어 있고, 또한 우리의 리사이클링 부분은 정부에서 지정한 목표치를 이미 달성하였으며, 이러한 리사이클링 증가 추세는 기술의 개발과 더불어 더욱 가속화될 것으로 예측된다.

3.3.3. 금속캔

Table 3. 연도별 페플라스틱 재활용 실적 (단위 : 천톤)

연도별	발생대상량	재활용량	재활용률
'90	1,885	176	9.3%
'91	2,031	174	8.5%
'92	1,943	173	8.9%
'93	2,392	207	8.6%
'94	2,769	374	13.5%
'95	2,800	440	15.7%
'96	3,020	487	16.1%
'97	3,010	500	16.6%

Table 4. 페유리 리사이클링 현황 (단위 : 천톤, %)

구분	연도			
	1995년	1996년	1997년	1998년
국내 유리병 생산량	880	834	825	618
페유리 사용량	440	484	541	399
페유리사용률(%)*	50.0	58.0	65.6	64.5

(자료출처: 한국유리공업협동조합 유리재활용협의회)

*페유리 사용률은 국내 유리병 생산량에 대한 페유리 사용량의 비율임.

Table 5. 금속캔 재활용 및 목표율*

(단위 : 백만개, 천톤)

			'94	'95	'96	'97	'98	'99	2000
소비량 (내수)	수 량	계	5,501	6,051	6,653	5,987	4,789	5,268	5,795
		ST	4,319	4,840	5,324	4,579	3,663	4,029	4,432
		AL	1,182	1,211	1,329	1,408	1,126	1,239	1,363
	소재량	계	319	357	398	373	299	328	361
		ST	302	339	375	352	282	310	341
		AL	17	18	23	21	17	18	20
재활용량 (천톤)	계	41.8	63.5	114.6	180.7	200	213.5	231	
	ST	35.2	60	110	173.4	190.8	203	220	
	AL	6.8	3.5	4.6	7.3	9.2	10.5	11	
재활용율(%)			13.1	17.8	28.8	48.4	66.9	65.1	64.0

*'94~'99는 실적치이고, 2000은 목표율이다.

페금속캔(특히 스틸캔)은 포장용기 중 재활용성이 가장 좋은 자원으로서 수집, 회수, 처리(선별 압축·매각) 과정에서 경제성 창출이 가능하며 80%이상 재활용이 가능한 것으로 판단되고 있다. 문제는 경제적인 폐캔의 수집, 회수, 처리시스템을 구축하는 일이며 이를 원활히 하기 위해서는 ① 일정 재원 확보 ② 제도적인 보완 ③ 조직의 활성화 ④ 정부자치단체 및 관련업계의 유기적인 협조체제 구축이라 할 수 있다.

이를 위하여 포항제철 주관 하에 (사)한국금속캔재활용협회의 발족(1994년 6월, 소재, 제관, 식음료사 참여)과 관련업계의 적극적인 지원으로 금속캔의 재활용율이 60% 대에 이르고 있다. (사)한국금속캔재활용협회가 설정한 재활용율 및 목표율은 Table 5 와 같으며 이는 일본에 비하여 13년을 단축시킨 것으로써 그 활성화의 전망은 매우 유망하다고 사료된다.

3.3.4. 발포스티렌(스티로폴)

페스티로폴의 재활용율을 보면 1993년 14%에서 1998년 41.9%로서 빠른 속도로 증가하였다. 이는 발

포스티렌의 소재 및 형물업체로 구성된 사단법인 한국발포스티렌재활용협회가 1993년 4월에 발족하여 그간 페스티로폴 자원화 촉진 활동을 성공적으로 수행한 것과, 행정개혁위원회에 의해 페스티로폴의 재활용가능품목 지정 결정에 따라 1996년 3월부터 전국적인 분리수거 제도가 실시되어 각 지자체의 회수를 증대 및 재활용기술의 개발보급에 기인된 것이라 할 수 있다. 페스티로폴의 연도별 재활용 현황은 Table 6 과 같다.

3.2. 古紙

일반 가정에서 배출되는 폐기물 중, 분리매출·수집의 주류를 차지하고 있는 것이 신문지와 단불지이다. 1998년도의 국내 고지 사용량은 3,869천톤이고, 58.2%의 재활용율을 나타내고 있다. Table 7 은 고지 재활용의 실적을 표시한 것이다.

3.3. 철스크랩

고철은 전기로에서 철강, 합금철 제조시 사용할 수

Table 6. 연도별 페스티로폴의 재활용현황

(단위 : 톤)

구 분	1993 년	1994 년	1995 년	1996 년	1997 년	1998 년
총발생량	36,800	38,200	40,000	40,130	46,476	38,193
재활용량	5,000	8,010	10,420	13,280	16,889	16,012
재활용률	14%	21%	26%	33.1%	36.3%	41.9%

Table 7. 국내 연도별 지류수급·펄프 및 고지수급 현황

(단위 : 千MT)

구분 년도	연도별 지류수급				펄프수요		고지수급				수입 고지 금액 (천\$)	종이 인당 소비량 (kg)	
	공 급		수 요		공 급		자급율 (%)	자급량	수입	자급율 (%)			국내 회수율 (%)
	생산	수입	내수	수출	생산	수입							
'89	4,017	247	3,565	401	301	951	24.0	1,619	1,324	55.0	42.5	272,237	90.0
'90	4,524	274	4,050	483	301	1,156	20.7	1,875	1,467	56.1	43.4	271,712	101.0
'91	4,922	412	4,454	458	323	1,216	21.0	2,094	1,550	57.5	43.0	249,751	112.5
'92	5,503	489	4,793	602	310	1,456	17.6	2,325	1,608	59.1	44.0	240,309	121.6
'93	5,803	494	5,125	695	449	1,474	23.3	2,701	1,542	63.7	46.3	208,209	127.5
'94	6,434	562	5,542	952	521	1,649	24.0	3,305	1,399	70.3	50.5	216,521	137.3
'95	6,877	697	5,726	994	500	1,718	22.5	3,662	1,283	74.1	53.2	404,561	143.2
'96	7,681	676	6,121	1,384	560	1,966	22.2	3,943	1,448	73.0	54.7	281,226	150.2
'97	8,364	548	6,352	2,076	610	2,080	22.7	4,530	1,556	74.4	56.8	239,013	150.0
'98	7,750	258	5,018	2,765	468	1,756	21.0	3,869	1,895	67.1	58.2	22,000	113.6

자료출전 : 제지공업 현황(한국제지공업연합회)

있게 됨에 따라 고철 사용량은 증가하는 추세이다. 다만 1998년에는 전반적인 경기침체에 따라 철재소비량이 감소하였고 이에 따라 고철사용량도 크게 감소하였다. 1998년 고철사용량(Table 8)은 15,607천톤으로, 이 중 64.3%인 10,035천톤이 국내에서 조달되었고 35.7%인 5,572천톤은 수입하여 사용하였다. 한편 1998년 국내 고철사용률은 철재소비량 대비 38.6%로 1997년과 비슷한 수준이다.

3.4. 폐윤활유

윤활유 제조회사가 중심이 되어 만든 한국윤활유공업협회가 19개의 정제업자에게 회수 및 재활용을 의탁하고 있다. Table 9 에 연도별 폐윤활유 회수 및 회수 실적을 표시하였다.

3.5. 페타이어

타이어제조회사가 중심이 되어 구성된 대한타이어공업협회가 전국 22개소의 집하장으로부터 회수한 페타이어를 재활용업자에게 공급하고 있다. 1998년도 페타이어 발생량 2,073만개의 65.7%에 해당하는 1,363만개를 회수 재활용하고 있다. Table 10 에 연도별 페타이어의 재활용 실적을 나타내고 있다.

최근 페타이어를 시멘트 소성로의 유연탄 대체 열원으로 활용도록 하는 움직임이 활발하다. 2002년에는 예상 페타이어 발생량의 35%인 약 1,000만 개를 처리하려는 시도가 쌍용양회공업(주) 영월공장에서 적극적으로 추진되고 있다.

3.6. 폐차

Table 8. 연도별 고철 재활용 실적

(단위 : 천톤, %)

구 분		'95	'96	'97	'98
철재소비량		37,306	39,387	39,900	26,018
고철사용량	계	17,906 48.0%	18,942 48.1%	22,080 55.3%	15,607 60.0%
	국 내	12,879	13,827	15,543	10,035
	수 입	5,027	5,115	6,537	5,572
	수입의존도	28.1%	27.0%	29.6%	35.7%
국내고철사용률		34.5%	35.1%	38.9%	38.6%

자료 : 한국철강협회, 한국철scrap공업협회

Table 9. 연도별 폐윤활유 회수 및 정제실적

(단위 : 드럼)

구분 년도	윤활유 판매량	폐유 발생량	폐유 회수량	회수율 (%)	폐유 처리량	정제유현황	
						생산량	판매량
'90(8-12)	670,015	435,510	38,109	8.8	4,255	3,262	2,808
'91	1,144,016	743,610	177,561	23.9	85,143	74,448	63,715
'92	1,410,305	916,698	311,398	34.0	282,486	248,576	247,777
'93	1,414,927	919,703	458,802	50.0	510,489	469,483	472,972
'94	1,514,065	984,142	602,079	61.2	636,233	594,702	600,736
'95	1,586,729	1,031,374	738,677	71.6	790,564	733,504	720,205
'96	1,635,090	1,062,809	874,511	82.3	866,681	789,244	789,259
'97	1,696,457	1,187,520	1,131,530	95.3	1,121,422	995,436	1,001,600
'98	1,285,398	899,779	951,135	105.7	977,113	866,828	862,406

- *1. 윤활유판매량: '90.8-'96(자동차용), '97(자동차용+선박용)
- *2. 폐유발생량: '90.8-'96(윤활유판매량 대비 65%) '97-현재(윤활유판매량 대비 70%)
- *3. '98윤활유 판매량은 추정치임.
- *4. 폐유회수량에는 수분이 포함됨

Table 10. 페타이어 용도별 재활용 현황

(단위 : 천개)

		'94 년	'95 년	'96 년	'97 년	'98 년
발 생 량		12,770	13,960	15,388	17,584	20,729
가공이용	재생타이어	-	1,100	1,200	1,076	1,180
	고무분말	686	757	694	1,615	2,166
	뺏 줄	228	237	281	312	365
	소 계	914	2,094	2,175	3,003	3,711
열이용	실멘트킬른	120	-	-	1,009	3,860
	건류소각	324	380	305	329	194
	소 계	444	380	305	1,338	4,054
원형이용	수 출	297	956	975	1,084	754
	토목공사	6,552	7,080	6,539	4,238	4,283
	매 립 장	-	493	788	859	824
	소 계	6,849	8,529	8,302	6,181	5,861
합 계		8,207	11,003	10,782	10,522	13,626

(대한타이어공업협회 '99)

Table 11. 연도별 차종별 폐차대수

(단위 : 대)

차종별 연도	승용	승합	화물	특수	계
'86	41,271	6,759	22,809	191	71,030
'87	58,307	7,341	34,121	303	100,072
'88	46,623	7,980	34,550	186	89,338
'89	50,057	12,096	38,718	287	101,158
'90	90,960	21,078	58,895	288	171,221
'91	109,508	28,175	79,840	460	217,983
'92	123,236	33,588	95,440	505	252,769
'93	165,081	40,187	102,447	537	308,252
'94	198,757	42,887	110,369	569	352,582
'95	242,581	46,894	116,168	412	406,055
'96	302,493	56,684	129,374	627	489,178
'97	389,431	59,797	135,309	1,152	585,689
'98	419,688	44,335	96,744	1,485	562,252

Table 11 은 연도별, 차종별, 폐차대수를 보인 것이다. '86년도 폐차 대수는 71,030대였으나, 매년 증가하여 '97년도 585,689대에 이르렀다. 그러나 '98년도에는 약간 감소하여 562,252대로 후퇴하였다. 차종별에 있어서는 승용차가 압도적이며 '98년도 폐차대수의 약

Table 12. 가전제품 판매 추이

(단위 : 천대)

구 분	1994 년	1995 년	1996 년	1997 년	1998 년
칼라텔레비전	2,892	3,149	2,743	2,350	2,488
세탁기	1,502	1,520	1,502	1,295	877
냉장고	2,052	2,140	1,723	1,478	1,359
룸 에어컨	182	260	539	571	446
VTR	1,630	1,744	2,244	1,189	659
전자레인지	1,057	1,094	903	926	656
계	9,315	9,907	9,654	7,809	6,485

자료 : 한국전자산업진흥회

75%를 차지하고 있다. 우리나라 자동차 폐차장의 가장 큰 특징은 폐차장수의 급증과 영세성에 있다. 1996년 1월부터 폐차 해체업의 면허제가 등록제로 변경됨으로 기본적으로 자동차 해체업의 신규참가가 용이하게 되었다.

자동차 리사이클링은 자동차 메이커측과 폐차업계 측 양쪽에서 접근이 바람직하다. 그러기 위해서 한국 자동차공업협회는, 폐차업계가 참가한 자동차 재활용 협의회를 설치 운영하고 있다. 이 협의회가 도출한 우리나라 자동차 리사이클링 촉진방안은 다음과 같이 요약된다.

자 동 차 리싸이클링 촉진 방안	자동차 메이커	<ul style="list-style-type: none"> 리사이클링을 고려한 자동차설계의 지속 부품회수 및 해체의 용이성 개발 수지종류의 低減 및 재질표시
	폐차업체	<ul style="list-style-type: none"> 부품회수의 확대 부품재활용 확대를 위한 폐차제도 개선 부품관리 및 판매의 전산화 선별기술의 기계화 개발
	공 동	<ul style="list-style-type: none"> 폐차처리산업의 고도화 폐차장의 재정적, 기술적 지원 슈레더 더스트의 발생량 低減 및 재생이용 확대 폐차 리사이클링율을 75%→90% 목표 설정 비전 제시. Zero waste 접근

3.7. 폐가전제품

가전제품의 총 판매는 1998년도에 6,485천대였으며 이중 내수가 97%, 수출이 3%를 차지하고 있다 (Table 12).

가전제품 중 텔레비전, 냉장고, 세탁기 그리고 에어컨의 주요 4품목의 폐기량은 1998년에 약 17만 5천톤에 이를 것으로 추산되며 실제 회수량은 4만 5천톤으로 회수율 25%에 불과하다(Table 13).

3.8. 전기로제강 더스트

국내 전기로 회사로부터 발생하는 더스트량을 Table 14에 나타내었다. 그리고 이 표에는 철강생산량, 더스트 발생 원단위, 활용방법 등을 표기하였다.

더스트로부터 아연을 회수하는 리사이클링 플랜트는 없고 매립처리, 시멘트원료 및 아스콘충전재로서 이용

되고 있다. 그러나 아스콘충전재로서의 이용은 바람직한 방법이라고 할 수 없어 많은 환경단체로부터 지탄을 받고 있다.

최근 더스트 처리에 관한 관심이 높아지고 있다. 포항산업과학연구원(RIST)의 연구팀은 Extended Arc Plasma를 이용한 더스트 처리기술을 확립하여 10,000 t/년 규모의 파이롯플랜트를 운전중이다. 고려아연(주)은 1995년에 Ausmelt Process를 도입하여 세계 최초의 Ausmelt Process의 산업화에 성공하였다. 현재, 자기공장에서 발생한 아연잔사(125,000 t/년)를 처리하여 아연을 회수하고 있다. 위의 양 프로세스 모두 이제부터 매우 기대되는 방법이다.

3.9 제철소 폐기물

3.9.1. 슬래그

제철슬래그는 철광석, 코크스, 석회석을 원료로 하여 고로에서 선철을 만들어 내는 제선공정의 고로슬래그와, 전로에서 철강을 제조하는 제강공정발생 전로슬래그, 고철을 주원료로 사용하는 전기로의 전기로슬래그로 크게 세 가지로 나눌 수 있다. Table 15는 포항제철의 고로 및 전로슬래그의 발생 및 처리현황을 표시한 것이다.

고로슬래그는 연간 약 815만톤이 발생하여 시멘트원료 및 도로용 골재등 용도가 다양하고 시장성이 있어 리사이클링에는 별로 어려움이 없다. 그러나 '98년과 같은 건설경기 등이 부진할 때에는 시멘트생산량의 감축으로 잉여량에 대한 단순 도로용 골재로의 리사이클링에는 한계를 가지고 있다. 전로슬래그는 연간 461만톤이 발생하였으며 많은 부분이 매립에 의존해 왔으나

Table 13. 폐가전제품 회수율

(단위 : 톤)

구분	96 년도			97 년도			98 년도		
	86 년도 판매 중량	96 년도 회수 중량	회수율 (%)	87 년도 판매 중량	97 년도 회수 중량	회수율 (%)	88 년도 판매 중량	98 년도 회수 중량	회수율 (%)
TV	17,249	2,987	17	21,529	4,355	20	29,871	4,137	14
냉장고	71,004	27,451	39	81,754	27,157	33	90,977	25,799	28
세탁기	23,119	13,211	57	31,958	15,190	48	48,012	14,431	30
에어컨	3,360	140	4	8,820	315	4	6,345	299	5
계	114,732	43,789	38	144,061	47,017	33	175,205	44,666	25

주 1. 회수중량 : 지자체물량+가전업체 물량+가정가구협회회 물량
 2. 가전제품 내구연수는 10년으로 가정
 3. 98년도 회수중량은 전년대비 5% 감소 가정

Table 14. 1996년도 제강더스트발생량, 발생원단위, 활용현황 (한국철강협회 및 각 제강회사, 1997)

회사명	발생공장	발생량 (t)	제품 생산량 (t)	더스트발생 원단위 (kg/t)	재활용율	활용방법
포항제철	STS	19,200	732,500	26.2	100%	위탁처리
	mini mill	2,200	84,000	26.2	0%	-
인천제철	제강	53,300	3,543,500	15.0	82.9%	안정화, 아스콘
동북제강	제강	38,600	2,318,200	16.7	45.6%	아스콘
강원산업	제강	29,900	2,341,000	12.8	85.8%	시멘트, 아스콘
한보철강	제강	30,600	2,902,000	10.5	49.5%	시멘트, 아스콘
한국철강	제강	33,300	1,479,000	22.5	19.8%	아스콘
삼미특수강	제강	7,200	435,000	16.6	3.8%	아스콘
기아특수강	제강	8,000	331,000	24.2	16.6%	아스콘
서울제강	제강	2,800	150,800	18.6	0%	-
한국제강	제강	6,800	359,900	18.9	81.4%	아스콘
대한제강	제강	8,200	450,700	18.2	0%	-
한국중공업	제강	1,600	339,000	4.7	0%	-
환영철강	제강	4,500	493,000	9.1	97.7%	아스콘
합 계		246,200	15,959,600	평균 15.43		-

Table 15. 포항제철의 슬래그발생 및 처리현황(98) (단위: 천톤/년)

구분	포항제철소			광양제철소		
	발생	활용	활용율 (%)	발생	활용	활용율 (%)
고로	3,963	3,963	100	4,188	4,188	100
전로	2,381	2,011	84.5	2,233	1,717	76.9
합계	6,344	5,974	94.2	6,421	5,905	92.0

Table 16. 제철 분진의 발생량(98)

조강 생산량 (천톤)	공정별 분진 발생량 (천톤)						발생 원 단위(kg/ton)
	소결	고로	제강	석회 소성	코크스	계	
25,575	326.5	379.2	264.5	45.6	52.1	1,067.9	41.8

Table 17. 제철분진의 처리 실적

발생량(천톤)	리사이클링(%)		매립(%)
	제철소내	사외 판매	
1,067.9	83.5	11.9	4.6

98년에는 성토용도의 수요개발을 촉진함에 따라 전년 전로슬래그 재활용율 40%대비 약 2배정도 증가한 82%를 기록하였다.

3.9.2. 분진

제철분진이 발생하는 공정은 소결공정, 고로공정 및 제강공정이다. 연간 조강 생산능력은 2,800만톤이나, 1998년도에는 Table 16에 나타난 바와 같이, 2,557만여톤의 조강을 생산하였다.

제철분진의 발생원별로 구분하면 소결공정 31%, 고

로공정 35%, 제강공정 25%이며, 이외에 석회소성 및 코크스공정 9%로 구성된다.

각 공정에서 포집된 분진 총발생량은 1998년 현재 약 107만톤이다. 이에 따라 조강 톤당 분진의 발생원단위는 41.8 kg/ton-steel 수준으로 이와 같이 낮은 값은 집진기의 추가 설치 등 지속적인 환경설비의 투자활성화에 기인한다. 한편 발생 분진에 대한 처리 내역은 Table 17에 나타난 바와 같이 제철소 내 자가활용이 83.5%, 사외 판매 11.9%, 매립 4.6%이다.

Table 18. '98년도 발전소별 석탄회 재활용 실적

발전소		석탄 사용량 (톤)	석탄회 발생량 (톤)	석탄회 발생률 (%)	재활용량 (톤)	재활용률 (%)	재활용 분야
무연탄	서천	995,346	348,402	35.0	11,690	3.4	성토용골재, 시멘트원료, 시멘트2차제품
	영동	733,413	261,788	35.7	2,742	1.0	주물제련용
	영월	386,104	180,612	46.8	189,129	104.7	시멘트원료
	군산	140,119	52,886	37.7	12,209	23.1	성토용골재
	동해	272,319	126,968	46.6	81,613	64.3	시멘트원료
	소계	2,527,301	970,656	38.4	297,383	30.6	
역청탄	보령	7,391,221	771,680	10.4	494,121	64.0	콘크리트혼화재
	삼천포	8,395,288	685,097	8.2	232,223	33.9	콘크리트혼화재 시멘트원료
	여수1발전	1,039,600	79,488	7.6	-	0	
	태안	4,600,280	560,348	12.2	149,249	26.6	콘크리트혼화재
	하동	4,253,094	595,676	14.0	4,932	0.8	콘크리트혼화재
	소계	25,679,483	2,692,289	10.5	880,525	32.7	
합계		28,206,784	3,662,945	13.0	1,177,908	32.2	
'96년 실적		21,461,439	2,921,869	13.6	640,202	21.9	
'97년 실적		25,011,741	3,197,904	12.8	868,677	27.2	

Table 19. 용도 및 발전소별 재활용 실적('98년도)

(단위 : 톤)

	발전소	콘크리트혼화재	시멘트 원료	시멘트 2차제품	지반·성토재	기타	계
무연탄	서천	66	3,426	4,685	1,577		11,690
	영동					2,742	2,742
	영월		188,942	187			189,129
	군산				12,209		12,209
	동해		81,613				81,613
	소계	66	273,981	4,872	13,786	4,678	297,383
역청탄	보령	494,121					494,121
	삼천포	88,550	143,596			77	232,223
	태안	149,249					149,249
	하동	4,932					4,932
	소계	736,852	143,596			77	880,525
합계		736,918	417,577	4,872	13,786	4,755	1,177,907
구성비 (%)		62.6	35.4	0.4	1.2	0.4	100
'97년실적	합계	589,957	260,093	8,428	4,969	5,230	868,677
	구성비 (%)	67.9	29.9	1.0	0.6	0.6	100

☞ 재활용 증가분야; 태안 정제설비준공, 동해 및 서천 시멘트원료로 신규공급
*기타; 합관접착제, 수요개발연구용 등

3.10. 석탄회

Table 18 은 발전소별 석탄회 재활용현황(98년도)을 표시한 것이다. 석탄회는 이용분야가 많은 자원임에도 '98년도 재활용율은 32.2%인 118만톤에 불과해 선진국과 비교 할 때 저조한 실적을 보이고 있다.

Table 19 는 '98년도의 용도 및 발전소별 재활용 실적을 표시한 것이다. 재활용 총량은 1,177,908톤이고, 이중 콘크리트 혼화제가 736,918톤(62.6%), 시멘트원료가 417,577톤(35.4%)을 차지하고 있다.

3.11. 산화철

현재 국내에 사용되고 있는 알파산화철의 공급원은 대부분 냉연공장의 열연코일의 산세공정시 발생하는 염산폐액으로부터 제조된 산화철이 사용되고 있으며, 이에 대한 수급동향 및 공급전망을 Table 20 과 Table 21 에 나타내었다.

하드 페라이트용 및 저급안료용 산화철은 소프트 페라이트용에 비해 불순물이 상대적으로 높은 산화철이 이용되고 있으며, 현재 국내 하드 페라이트용 산화철의 대부분은 POSCO(포항 냉연공장), 동부제강, 연합철강의 산재생공정에서 생산되고 있다. 공급량은 년평균 약 8%의 성장을 나타내고 있으며 1999년도부터 현대강관의 신냉연공장의 준공으로 2000년도에는 약 36,000톤을 생산할 것으로 예상된다.

3.12. 슬러지

Table 22 는 우리나라 슬러지의 발생량과 처리방법을 종합한 것이다. 연간 4,183,000톤의 폐수 슬러지가 발생하여, 생활하수, 제지폐수, 제철폐수 및 염색폐수 슬러지의 순으로 발생한다. 이들의 처리방법은 해양투기, 매립, 소각, 위탁처리 및 재이용으로 분류할 수 있으나 재이용은 POSCO 제철 슬러지를 제외하면 아주 미미한

Table 20. 국내 산화철 분말의 수급전망

(단위 : 톤/년)

구 분		년 도 별					년평균 증가율 (%) (95-2000)
		1995	1996	1997	1998	2000	
S/F 용	수요	26,300	29,300	28,700	36,000	44,900	11.6
	공급	23,400	23,400	28,000	37,400	45,200	12.6
H/F 및 저급안료용	수요	43,500	42,400	32,100	38,100	44,300	1.5
	공급	27,100	28,300	26,900	34,200	36,200	8.1
계	수요	69,800	71,700	60,800	74,100	89,200	4.8
	공급	50,500	51,700	54,900	71,600	81,400	11.4

S/F : soft ferrite, H/F : hard ferrite

Table 21. 국내 철강업체에 있어서 산화철 분말의 회사별 공급 전망

(단위 : 톤/년)

구 분		년 도 별				
		1995	1996	1997	1998	2000
S/F용	POSCO (광양냉연공장)	23,400	23,400	28,000	37,400	37,400
	동부제강(신냉연)	-	-	-	-	7,800
	소 계	23,400	23,400	28,000	37,400	45,200
H/F 및 저급안료용	POSCO (포항, 광양냉연공장)	16,200	17,400	16,000	20,500	16,000
	동부제강	5,500	5,500	5,500	5,500	3,000
	연합철강	5,400	5,400	5,400	7,200	7,200
	현대강관	-	-	-	1,000	10,000
	소 계	27,100	28,300	26,900	34,200	36,200
계	50,500	51,700	54,900	71,600	81,400	

Table 22. 슬러지의 발생량과 처리방법

종 류	발생량 천톤 / 년	처 리 방 법 (%)					비고
		해양투기	매립	소각	위탁처리	재이용	
생활하수	1,090	15.3	80.4	-	-	4.4	수분 80%
제지	953	-	2.0	51.0	40.0	7.0	수분 60%
제철 (POSCO)	751	-	60.0	-	-	40.0	
염색	620	100.0	-	-	-	-	수분 80%
기타	769						제련, 피혁, 도금 등
계	4,183						

자료 : 산자부, 자원기술개발의 추진전략 및 지원방안연구(II), P319(1999.2)

상태이다.

하수슬러지는 그 특성상 재활용을 고려할 시에는 반드시 처리개념이 동시에 수반되어 검토되어야 한다. 즉 감량화, 안정화, 무해화하는 처리개념에서 발생하는 각종 부산물(소각재 등)등을 재가공 및 재처리하여 재활용하는 것이다. 우리나라는 현재 매립 및 해양투기에 의존하여 처리방법이 다양화되지 못했으나, 2001년도부터 해양투기와 매립이 금지됨에 따라 다양한 기술이 검토되고, 개발되어 보급될 것으로 예측된다. 이러한 점에서 폐수 슬러지 처리시 가장 문제시되는 것은 탈수 문제이므로 효과적인 탈수를 위한 방법 및 기기 개발이 요구되고, 슬러지의 탈수에 관한 기초적 또는 응용연구가 지속적으로 수행되어야 한다.

3.13. 음식물찌꺼기

'97년 현재 생활 폐기물 발생량 47,895톤/일 중에서 음식물찌꺼기 발생량은 13,063톤/일로서 생활쓰레기 발생량의 27.3%이다. 음식물찌꺼기 리사이클링량은 1,275톤/일(발생량의 9.8%)이다.

음식물찌꺼기 리사이클링율(Table 23)을 지자체별로 보면 대부분의 시도가 9~12% 수준이며, 충남이 19.8%로 가장 높고 경기, 부산은 전국 평균리사이클링율인 9.8%를 상회한다. 서울, 인천, 광주, 대전이 5~6%로 낮은 편이다. 시도별 음식물찌꺼기 배출량은 서울(3,522.1톤/일), 경기(2,022톤/일), 부산(1,396톤/일) 순으로 많다.

“음식물찌꺼기로 없어지는 자원의 경제적 가치는 연간 8조원에 달한다”라는 말이 있다. 그 근거라든가 실태의 상세는 뒤로하고 한국 음식문화의 문제점과 음식물찌꺼기 발생량이 많다는 데는 의문의 여지가 없다. 이 음식물찌꺼기 문제는 컴포스트화 등 리사이클링 기술의

Table 23. 시도별 음식물 찌꺼기 리사이클링 현황(97)

(단위 : 톤/일, %)

	총발생량	리사이클링량	비 율
전국	13062.7	1274.6	9.8%
서울	3522.1	217.1	6.2%
부산	1396	160	11.5%
대구	698.8	90	12.9%
인천	715.4	39	5.5%
광주	391	23	5.9%
대전	440.4	25.4	5.8%
울산	308.8	32.7	10.6%
경기	2029	318.2	15.7%
강원	344.7	0	0.0%
충북	354	41.1	11.6%
충남	459.4	91	19.8%
전북	399.2	17.2	4.3%
전남	488.6	59.7	12.2%
경북	600.6	44.2	7.4%
경남	761	95.6	12.6%
제주	162.7	20.4	12.5%

**전국폐기물 발생 및 처리현황(환경부, '97년) **

개발과 더불어 식생활습관의 개선이 매우 요망된다.

슬러지의 리사이클링이 산업폐기물 처리에서 중요함과 같이 음식물찌꺼기의 처리는 생활폐기물 리사이클링의 당면 과제이다.

4. 맺는말

필자는 수도권공업단지의 폐기물 현황을 조사하여, 다음과 같은 점을 지적한 바 있다.

1. 리사이클링에 관한 의욕과 노력이 부족하다.
2. 폐기물의 배출에 있어서 폐기물 성분의 확인이 불

충분하다.

- 3. 조업내용의 공개를 불필요하게 기피하고 있다.
- 4. 리사이클링 처리기술의 교육과 폐기물처리업자의 육성이 소홀하다.

폐기물정보의 수집 제공을 조직적으로 운영하고, 재자원화 정보의 교류를 도모해야 한다. 그리고 산업폐기물에 관한 자격인정강습회의 실시 및 매니페스트시스템의 보급 촉진 등에 의한 리사이클링사회의 구축을 서둘러야 한다.

참고문헌

- 1. 인용표시가 없는 표, 그림의 출처는 (사)한국자원리사이클

링학회, 리사이클링백서 1999, 문지사 발행(1999. 11.)에 의한다.



吳 在 賢

- 와세다대학(日本) 공학사
- 와세다대학 공학박사
- 인하대학교 교수
- 금속연료종합연구소 책임연구원
- 연세대학교 교수(금속공학과)
- (사)한국자원리사이클링학회 회장
- 현재 연세대학교 명예 교수
- 현재(사)한국자원리사이클링학회 명예회장

〈광 고〉 본 學會에서 發刊한 자료를 판매하오니 學會사무실로 문의 바랍니다.

* EARTH '93 Proceeding(1993) 457쪽, (International Symposium on East Asian Recycling Technology)	價格 : 20,000원
* 자원리사이클링의 실제(1994) 400쪽,	價格 : 15,000원
* 학회지 합본집 I, II, III (I: 통권 제1호~제10호, II: 통권 제11호~제20호, III: 통권 제21호~제30호)	價格 : 40,000원, 50,000원(비회원)
* 한·일자원리사이클링공동워크샵 논문집(1996) 483쪽,	價格 : 30,000원
* 한·미자원리사이클링공동워크샵 논문집(1996) 174쪽,	價格 : 15,000원
* 자원리사이클링 총서I(1997년 1월) 311쪽,	價格 : 18,000원
* 日本의 리사이클링 産業(1998년 1월)395쪽,	價格 : 22,000원, 발행처-文知社
* 리사이클링백서(자원재활용백서) 440쪽	價格 : 15,000원 "