

음료용기 폐기물의 관리현황과 문제점 및 대책방안

국내 도시쓰레기중 용기류가 차지하고 있는 비율이 3.2%로 재활용 가능한 폐기물로 분리수거할 수 있다. 특히 쓰레기 종량제의 실시로 음료용기의 분리수거는 국민들 사이에 잘 이루어 지고 있으며 생산자, 유통업자, 소비자 및 정부등도 효율적 관리에 많은 노력을 하고 있다. 그러나 이 가운데 문제점이 도출하여 해결 방안을 요하고 있어 본지는 지난 숭실대학교에서 열렸던 세미나에서 도갑수 교수(숭실대학화학공학과)가 발표한 내용을 소개한다.

도갑수 / 숭실대학교 화학공학과 교수

1. 서 론

주류, 청량음료, 먹는 샘물 등에 사용되는 음료용기를 재료별로 나누면 유리병, 금속캔, 플라스틱병, 종이팩 등으로 분류할 수 있다. 국내 음료용기의 역사를 살펴보면 유리병이 주종을 이루어왔으나[1], 1910년 통조림공장을 시초로하여 1950년대 각종 수출식품 개발로 금속캔이 도입[2]되어 급성장하여 왔다. 더욱이 1960년대 중반부터 국내 석유화학공업의 발달로 인하여 플라스틱 이용기술이 개발되면서 플라스틱, 플라스틱가공 종이, 플라스틱가공 알루미늄 등을 소재로 한 일회용 용기가 도입, 높은 신장 추세를 보이고 있다[3-5]. 용기류는 운반 및 보관의 편이성, 열적 안정성, 품질보존 및 위생성 등 여러가지 필요한 점이 많으나 최근 들어와서는 이들 용기류가 사용후 폐기될때 미치는 환경영향때문에 규제 대상으로 크게 논란의 대상이

됨과 동시에 세인의 관심이 집중되고 있다. 유리병, 금속캔, 플라스틱 병, 종이팩 가운데 동일 목적을 위하여 어느 것이 보다 더 환경친화적인 제품인가를 판단하는 것은 쉬운 일이 아니다. 이는 원료에서부터 사용후 마지막 폐기될때까지(from cradle to grave) 전 범위에 걸쳐 우리나라 실정에 맞는 전과정평가(life-cycle assessment, LCA)가 이루어져야 한다. 그러나 이들 용기 각각에 대하여는 고유의 성질이 있기 때문에 이를 사용하지 않을 수 없는 경우도 많다.

본 고에서는 이들 제품의 수명주기에 대하여 논하는 것이 아니고 필요불가결한 음료용기의 특성과 이들이 사용 또는 폐기될때 미치는 환경영향을 평가하면서 발생된 폐기물량과 이들의 관리현황을 살펴 보고 폐기물 특성분석과 외국의 관리사례를 참고로 하여 폐기된 음료용기폐기물의 효율적인 관리방안을 제시하면서 건전한 소비생활을

유도하여 음료용기 폐기물 문제를 해결하는데 도움을 주고자 한다.

2 음료용기 폐기물의 발생 및 관리현황

음료용기의 발생량을 얻는 방법에는 직접 발생원에서 발생량을 조사하거나 연간 음료용기의 생산량으로부터 추정하는 방법이 있으나 어느 경우도 정확한 수치를 얻기란 어려운 일이다. 음료용기는 대부분 일회용이므로 음료용기류 생산량이 곧 음료용기 폐기물 발생량으로 볼 수가 있다. 한국제관협동조합[6, 7], 한국제관협동조합[8], 한국테트라팩자료[9] 등 [10, 11]의 자료를 이용하여 각 용기류의 연도별 발생량을 나타내면 <표 1>과 같다. 용기류는 어느것이나 나름대로의 특성을 가지고 있으므로 절대적으로 우수하다고 단정 하는 것은 무리이다. 이에대한 판단은 제조원료로부터 사용후 폐기물이 되어 폐

기될 때까지의 전과정평가(Life Cycle Assessment, LCA)의 결과에 따라 결정할 수 있다.

이것도 나라마다 다르기 때문에 우리나라의 실정에 맞는 평가가 이루어져야 한다. 이와 같은 종합적인 평가가 없는 현재로는 어느 판단도 옳지 못하다. 일반적으로 용기의 특성을 비교하여 표로 나타내면 <표 2>와 같다[12]. 표에 나타난 장·단점보다 또다른 장·단점이 많을 수 있다는 사실도 명심하여야 한다. 국내 병류, 캔류, PET병 및 종이팩에 대하여 발생된 폐기물량과 재활용된 폐기물량을 동일 그림에서 비교해보면 [그림 1]과 같다. [그림 1]을 이용하여 발생 및 폐기된 용기류별 분포를 나타내보면 [그림 2]와 같다. 현재 국내 폐기물의 소각율이 약 2%이며 따라서 재활용되지 않고 폐기된 각종 용기류는 대부분 매립되고 있는 상태이므로 이에 대한 대책이 요망된다.

Franklin 연구소의 보고 [13]에서 미국의 도시쓰레기(MSW)가운데 발생된 용기 및 포장재의 세부적인 자료를 토대로 하여 용기류에 대하여 1990년도의 발생 및 재활용량을 그림으로 나타내면 [그림 3]과 같이 나타낼 수 있다.

재질 종류별 연도별 증가상태를 보면 유리용기는 1980년을 정점으로 하고 그 이후부터는 계속 감소하고 있으며 금속용기는 1970년을 정점으로 그 이후 감소하다가 최근에는 보합을 유지하고 있다. 이에 반하여 알루미늄 용기나 종이팩, PET병은 계속적인 증가세를 유지하고 있다. [그림 2]와 [그림 3]을 비교하면 전체적 용기류의 발생량은 미국이 우리나라의 약 22배 수

<표 1> 각종 음료용기류 폐기물의 발생현황

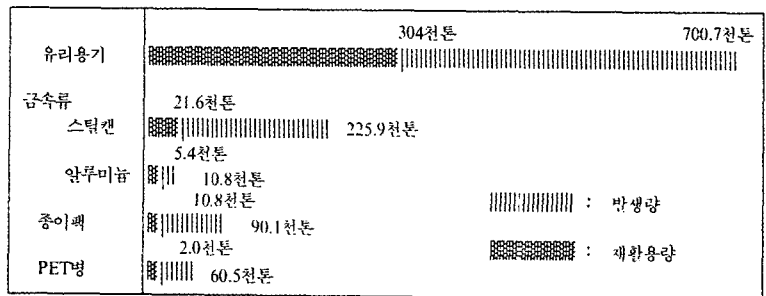
(단위 : 천톤)

용기류	1990	1991	1992	1993
유리병	705	816	764	701
캔류				
스틸캔	203	240	210	226
알루미늄캔	7.9	108	10.4	10.8
PET병	35.4	41.7	49.1	60.5
종이 pak	85.1	85.9	87.5	90.1

<표 2> 각종 음료용기의 특성비교

	유리병류	캔 류	플라스틱용기	종 이 팩
장점	· 재활용성이 좋다 · 소비자의 인식도가 좋고 고급스러 보인다	· 가볍다 · 압착시키면 부피가 적어진다	· 가볍다 · 압착시키면 부피가 적어진다	· 가볍고 위생적이다 · 부수적인 도구가 없이도 개봉이 가능하다
단점	· 무겁다(20mL 들이가 245g) · 깨질 우려가 있고 안전성에 문제가 있다	· 재활용성이 떨어진다 · 뚜껑분리형의 경우 안전성의 문제가 있다	· 재활용성이 떨어진다 · 폐기될 경우 분해되지 않는다	· 재활용성이 떨어진다 · 우유팩의 경우는 악취문제가 있다

[그림 1] 각종 용기류 발생 및 재활용량 (1993년)



준이며 재활용은 우리나라는 32.7%이나 미국은 19.6%로 우리나라가 훨씬 높은 편이다. 용기의 종류별로는 미국이나 우리나라 모두가 유리용기가 차지하는 비율이 가장 높는데 우리나라의 경우가 더 높은 점유율을 보여주고 있다. 둘째로 많은 것이 미국은 종이팩인데 우리나라는 스티캔이다. 미국에 비하여 낮은 점유율을 나타내고 있는 용기류는 종이팩, PET병, AI캔인데 국내에서도 이들의 증가세가 두드러지게 나타나므로 향후 미국과 비슷한 율로 증가 될 것이라 기대된다.

우리나라와 미국의 각종 용기류의 폐기량이 전체 도시쓰레기(MSW) 가운데 차지하는 비율을 산출하여 보면 <표 3>과 같다. 표에서 알 수 있는 바와같이 폐용기류가 도시쓰레기에서 차지하는 비중이 미국은 11.6%인데 비하여 우리나라는 3.2%로 아주 낮음을 알 수 있다. 1인당 연간 음료용기류 11.6%인데 비하여 우리나라는 3.2%로 아주 낮음을 알 수 있다. 1인당 연간 음료용기류 폐기량은 우리나라는 16.5kg이고 미국은 75.6kg으로 미국이 약 4.6배 많이 발생했다. 부피로 나타낼 경우에는 이보다 훨씬 더 높은 비율을 차지할 것으로 본다. 그러나 용기류가 가시적인 느낌만큼은 전체적으로 큰 비중을 차지하지 않는 셈이다. 환경적 영향은 뒷장에서 논하겠다.

일본의 포장재들의 생산은 <표 4>와 같이 점진적으로 증가하는 추세에 있으며 그 가운데 4대 품목인 종이, 판지류, 플라스틱류, 금속류, 유리류의 생산량이 90%이상을 차지하고 있다[13]. 근래 들어와서 일본에서도 폭발적으로 증가하고 있

는 것이 PET용기로 그 용도가 점차 넓어짐에 따라 기존의 금속캔 및 유리병이 차지하고 있는 부분을 잠식하고 있다. 향후 그 사용량이 늘어날 추세에 있다.

독일의 연간 포장재의 사용량과 폐기물로 폐기되는 량을 포장재의 종류별로 나타내면 <표 5>와 같다.

연간 11백만톤(0.380kg/인·일)을 사용하여 약 68%인 7.5백만톤(0.259kg/인·일)이 폐기된다. 목재나 유리의 폐기율이 낮고 복합재료, 플라스틱의 폐기율이 높다.

이 값은 독일의 가정쓰레기 발생량 26.6백만톤의 28.2%로 미국의 포장재가 차지하는 비중 29.2%(162.3백만톤의 폐기MSW중 47.4백만톤의 용기 및 포장재)와 비슷한 셈이다.

3 음료용기 폐기물의 특성과 환경영향

3.1 음료용기 폐기물의 특성

음료용기 폐기물의 특성은 물리적 특성, 화학적 특성 및 열적 특성으로 나눌 수 있다. 필자는 자원화 대상 관리체계개발[29], 재활용시대의 플라스틱[16], 고품생활폐기물 중 용기류에 관한 조사연구[22] 등을 통하여 이들 특성에 대한 자료를 많이 발표한 바 있다. 이들 중 중요 특성만을 요약하면 <표 6>과 같다.

<표 6>에 의하면 용기류를 열적 특성별로 분리시키면 가연성물질과 비가연성물질로 구분할 수 있다. 종이류와 플라스틱류가 가연성에 속하고 유리와 금속류가 비가연성에 속한다. 이들의 관리방법은 근본적으로 차이가 있다. 화학적 특성별

로는 더욱 복잡하다. 매립시에는 이들 모두를 혼합하여 처리할 수 있으나 소각시에는 가연성분과 비가연성 성분으로 분리하여야 하고 재활용을 위하여는 가능한 한 세밀하게 분리하는 것이 필요하게 된다. 음료용기 폐기물의 또 하나의 특징은 원형을 유지할 경우에는 유리용기를 제외하면 겉보기밀도(bulk density)가 100이하로 아주 작은 점이다. 그러나 이들 용기류에 압력을 작용하면 압축되어 부피를 1/5~1/20로 줄여 겉보기밀도를 크게 높일 수 있다. 이때 종이류, 플라스틱류의 경우에는 적은 힘으로도 압축시킬 수 있으나 약간 흔들리면 다시 풀리게 되므로 결속(baling)을 하여야 한다.

용기류의 경우 전체로 보면 몇가지 요소로 이루어지고 요소별 다른 재질로 구성되는 경우가 많다. 이 경우에는 재활용 공정은 더욱 복잡해지게 된다. 유리용기도 뚜껑, 몸체, 라벨의 재료가 다를 수 있고 금속용기도 복합형일 경우 재질이 다를 뿐만아니라 분리형의 경우 또다른 문제점이 있다. 종이팩의 경우도 gable top(pulp+PE), Tetra pak(pulp, PE, Al foil) 모두 복합재료로 되어있다. 가장 복잡한 것이 PET병인데 단 일형은 PET(몸체), PVC(라벨), AI(뚜껑), 복합형은 PET(몸체), HDPE(base cup), PVC(라벨), AI(뚜껑)으로 구성되어 있다.

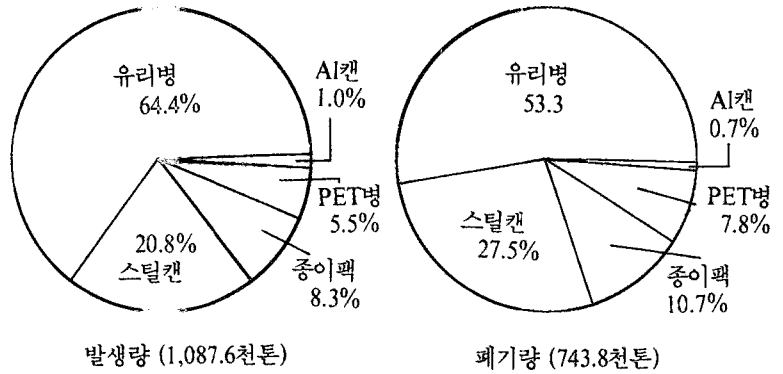
3.2 음료용기 폐기물의 환경적 영향

음료용기를 폐기시 미치는 환경적 영향을 무단폐기할 경우와 재활용, 소각 열회수, 위생매립과 같은 위생적으로 처리할 경우로 고려할

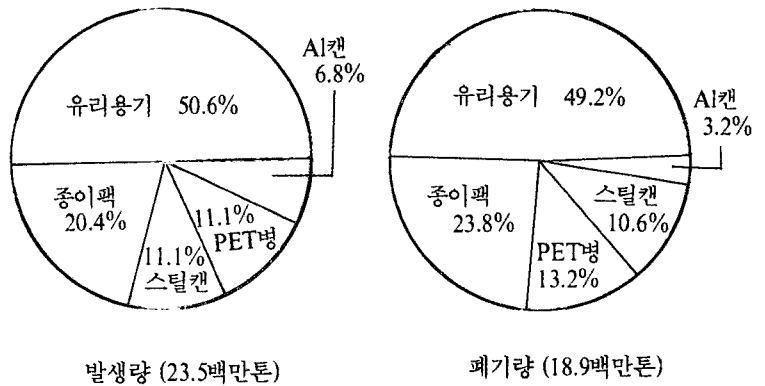
수 있다. 먼저 이들을 무단 폐기할 경우는 환경에 미치는 영향은 종류에 관계없이 대동소이 하다. 우선 거니나 산하(山河)에 무단 방기될 때 시각적인 불결이 무엇보다 크다. 이들이 아무 조치없이 땅속에 매립될 경우에는 공기나 물의 흐름을 차단할 뿐만아니라 뿌리의 성장을 저해하고 분해하는데 시간이 장기간되어 토양의 안정화를 저해하며 비옥도를 감소시킨다. 또한 이들이 분해될 경우에는 그속에 포함된 각종 중금속류나 이물질이 용출 또는 씻겨나가서 토양이나 수질을 오염시키게 된다. 이들이 하천이나 바다로 흘러들어가면 플라스틱류 등은 배의 screw를 파괴하여 선박의 해난사고를 일으킬 수도 있고 1984년 이탈리아의 고래사건[14]과 같은 동물사고를 유발할 수도 있다. 우리나라의 서해 페리호 침몰사건도 폐어망에 의한 screw고장에 의해 야기되었다고 사고원인을 밝히고 있다. 호주의 이안 키어난(요트선수)이 바다에 떠다니는 플라스틱류를 보고 Clean up World운동을 전개하게 된 것도 결코 우연한 일은 아니다[15].

위생적인 처리로는 재활용, 소각 열회수 및 위생매립을 생각할 수 있다. 재활용은 처리와 비교하여 경제적인 (+)효과를 가져와야 한다. 그러나 재활용의 전제조건은 분리수거(source separation)가 잘 이루어져야 하며 재활용산업이 육성되고 재활용제품의 구매가 원만하여야 한다. 그러나 재활용산업도 상당한 부분이 공해산업이므로 절대적으로 환경적으로 유리하다고 판단하기는 어렵다. 소각시에는 금속캔이나 유리병의 경우에도 문제가 발생

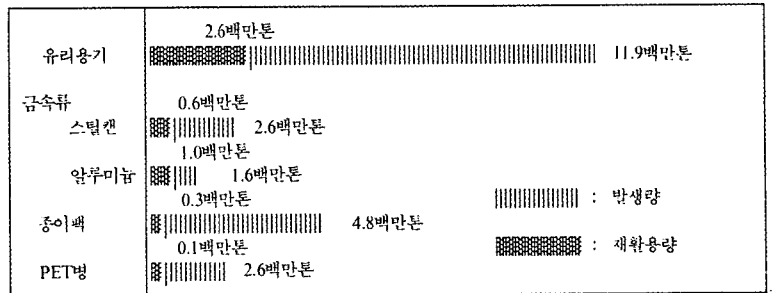
[그림 2] 발생 및 폐기된 용기류별 분포 (1993년)



[그림 3] 미국의 발생 및 폐기된 용기류의 분포 (1990년)



[그림 4] 각종 미국 도시폐기물중 용기류의 발생 및 재활용 현황 (1990년)



한다. 이들이 용융하여 화상(grade)이 막힐(plugging) 우려도 있고 이 속에 포함된 각종 안료는 용융·증발하여 mist로 방출하거나 부유분진(TSP)에 포획되어 배출될 수 있고 바닥재(bottom ash)속에 포함되어 배출될 수도 있다[16].

플라스틱이 소각에 미치는 영향은 아주 다양하다. 이를 요약하면 다음과 같다.

1) 발열량이 높아 벽과 노상의 고온에 의한 spotting이나 cracking현상을 야기시킬 수 있다.

2) 이론공기량이 크므로 공급공기량을 충분히 하지 않으면 불완전연소나 그르름이 발생하기 쉽다.

3) 이들 공기량을 충분히 감당할 수 있는 송풍장치와 통풍시설 및 굴뚝을 구비하여야 한다.

4) HCl, dioxins/furans등 유해가스를 발생시킬 가능성이 있으므로 이에 대한 대책을 강구하여야 한다.

5) 걸보기밀도가 크므로 공급장치 설계에 신중을 기하여야 하며 노의 용량 결정에 있어서도 주의하여야 한다.

폐유리병이나 금속캔은 재활용이 우선이고 플라스틱용기나 종이팩은 재활용과 소각을 동시에 고려할 수 있으나 상당량은 현실적으로 매립할 수 밖에 없다. 연구자는 이들 용기류가 매립될 때 가전제품과 같이 직접적으로 수질이나 대기오염에 미치는 영향은 분해성쓰레기에 비하여 훨씬 적다는 것을 보고한 바 있다[17, 18]. 그러나 앞서도 언급한 바와같이 이들 용기류 폐기물은 걸보기밀도가 작기 때문에 이들을 매립할 때 압축을 하지 않을 경우 매립지용량을 많이 차지하며

난분해성이므로 안정화되는데 많은 시간이 요구되게 된다. 그러나 압축을 하는 경우 그 용량을 크게 줄일 수 있고 파쇄하여 흙과 혼합 매립을 할 경우 건축을 하는 이외의 용도로는 오히려 안정한 토지로 활용할 수도 있다.

4. 음료용기 폐기물의 관리대책 및 문제점 분석

4.1 음료용기 폐기물의 관리대책

음료용기 폐기물에 대한 공통적 대책으로는 생산자, 소비자, 유통업자 및 정부가 취하여야 하는 대책이 있다.

가. 생산자

생산자는 폐기물을 적게 발생시키고 재활용이 용이한 재질이나 구조를 가진 제품 즉 환경친화적인 제품을 생산토록 노력하여야 하며 생산공정에서도 각종 폐기물을 적게 배출시키는 환경친화적인 공정을 개발토록 노력하여야 한다. 특히 용기류의 원료가 되는 금속류, 플라스틱류, 종이류 등은 고순도를 요구하기 때문에 대체로 에너지 소비가 높은 편이다. 따라서 이들 소재재산업자, 용기생산업자는 일정용량의 제품을 위생적이고 안전하게 저장하면서도 무게를 줄이기 위한 재질향상, 두께감소에 노력하여야 하고 음료제조업체에서도 뚜껑 분리형은 부착형으로 변경하며 선전을 위한 도색을 가능한 단순히 하며 재질표시를 하여 누구나 쉽게 재질을 판단할 수 있게 한다. 특수한 경우를 제외하고는 구성재질을 단순화(예, PET병의 뚜껑을 알루미늄에서 plastic으로 변경)하여 분리를 용이하게 하여야 한다.

나. 소비자

용기류에는 공병보증금대상과 폐기물회수처리 예치금대상 및 부담금대상이 있다. 그 내용을 정리하면 <표 7>과 같다. 공병보증금은 주세법에 의한 맥주병, 소주병, 과실주 및 청주병과 식품위생법에 의한 청량음료병 즉 재사용용기(returnable bottle)에 적용되는 제도이고[19], 이 제도는 외국의 예치금제도(deposit-refund system)와 같은 제도이다[20]. 폐기물회수처리 예치금제도는 1992년에 폐기물관리법 시행령에 의해 실시된 것으로 외국의 예치금과는 달리 생산자 동기부여 제도의 성격을 띠고 있으며, 1992년 자원의 절약과 재활용 촉진에 관한 법률의 제정으로 동법 시행령에 의하여 1993년 6월에 그 대상과 요율이 일부 변경되어 오늘날 실시하고 있다. 부담금제도는 1983년부터 시행되어온 배출부담금제도(수질, 대기)를 비롯하여 환경개선 부담금, 환경오염방지비용 부담금제도, 합성수지 폐기물처리 부담금제도, 폐기물처리 부담금제도 등이 있다. 폐기물처리 부담금제도는 1993년 6월 제정된 자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률시행령에 대상품목과 요율을 정하였으며 1994년 1월부터 적용하였다. 공병보증금제도는 소비자가 구매를 할 경우 보증금만큼을 미리 예치시켰다가 사용후 병을 인근가게나 슈퍼마켓에 가져가면 일정 경비를 제하고 반환해주는 제도이며 폐기물 회수·처리 예치금제도는 생산자(음료제조업자)가 일정액을 정부에 예치시켰다가 소비자가 사용후 발생된 폐기물(폐 용기류 등)을 회수 처리할 경우 예치한 예치금을

반환해 주는 제도이고, 부담금제도는 생산자가 생산된 제품에 대하여 일정액의 폐기물처리비용을 부담하고 정부는 이를 이용 폐기물을 처리하는데 일부 충당하는 제도이다. 이 부담금은 반환이 없으므로 준조세의 성격을 띄고 있으며 물가인상 요인이 될 수 있다고 보겠다.

우리 소비자들은 이와같은 제도를 잘 인식하여 소비자에게 돌아오는 경제적비용이 최소가 되도록 노력하여야 한다. 특히 1995년 1월 1일부터 실시한 종량제에서는 이들 각 용기류는 재활용품으로 분리되므로 이들을 별도 재활용 용기에 투입하거나 재활용제품 회수기간에 일정장소에 내놓으면 수수료가 면제되므로 이에 협조하여야 할 것이다. 동시에 분리배출할 경우에도 다른 재질의 뚜껑은 분리시키고 용기안에 이물질이 들어있지 않도록 깨끗이 유지하거나 씻어서 배출하고 우유팩은 용기를 펼친후 내용물을 깨끗이 씻어 제거하고 말린후 다른 종이와는 분리하여 배출하는 등[21] 지방자치단체가 안내하는 분리수거 요령을 지켜주어야 재활용이 경제적으로 이루어질 수 있다.

다. 유통업체

유통업체는 생산자와 소비자 사이를 연결시켜 주는 역할을 하므로 소비자에게는 직접적인 원인 제공자라고 볼 수 있다. 따라서 발생된 폐용기를 다시 생산라인에 연결시키는데는 판매시스템을 역으로 운영하는 역유통경로체계(reverse route system)를 이용할 수 있다. 이 역유통경로체계는 [그림 5]와 같이 나타낼 수 있는데 이를 모든 제품에 적용할 수는 없다.

〈표 3〉 각종 용기류가 도시쓰레기중에 차지하는 비율

(단위 : 톤%)

종 류	한 국 (1993)	미 국 (1990)
유리용기	396.7천 (1.7)	9.3백만 (5.7)
금속류	209.7천 (0.91)	2.6백만 (1.6)
스틸캔	204.3천 (0.89)	2.0백만 (1.2)
알루미늄	5.4천 (0.02)	0.6백만 (0.4)
종이팩	79.3천 (0.35)	4.5백만 (2.8)
PET병	58.5천 (0.25)	2.5백만 (1.5)
기타 쓰레기	22,228.8천 (96.8)	143.4백만 (88.4)
연간발생량	22,973.0천 (100)	162.3백만 (100)

〈표 4〉 일본의 포장재 원료별 사용량

원료	1988		1989		1990	
	생산량 (천톤)	비율 (%)	생산량 (천톤)	비율 (%)	생산량 (천톤)	비율 (%)
지·판지류	11,155.7	55.3	11,674.8	55.2	12,122.0	54.7
플라스틱류	2,779.8	13.8	3,026.9	14.3	3,265.1	14.8
금속류	2,048.9	10.2	2,150.4	10.2	2,321.6	10.5
유리류	2,302.7	11.4	2,461.2	11.6	2,597.0	11.7
목재류	1,573.5	7.8	1,549.5	7.3	1,520.5	6.9
섬유류	200.6	1.0	194.0	0.9	189.9	0.9
셀로판	39.6	0.2	39.3	0.2	39.3	0.2
기타포장재	70.5	0.3	68.7	0.3	68.7	0.3
총 계	20,170.4	100.0	21,164.8	100.0	22,124.4	100.0

〈표 5〉 독일의 포장재 종류별 사용량 및 폐기량 (1990년)

포장재의 종류	사용량 (백만톤)	폐기량 (백만톤)	폐기율
종이	3.9	3.1	80
유리	3.1	1.7	55
목재	1.5	0.7	45
plastic	1.2	1.0	90
금속	0.9	0.6	65
복합재료	0.4	0.4	100
계	11.0	7.5	68

역유통경로에 의하여 자원화대상 폐기물의 유통경로를 취할 경우 사전에 생산자·소비자·유통업자 사이의 역할분담과 비용분담의 한계가 명확히 합의되어야 할 것이며 이에 소요되는 부지확보를 위한 입지제한 완화, 세제지원, 금융지원 등의 법적·제도적 조치가 이루어져야 한다.

라. 정부, 재활용업체 및 처리업체

정부(중앙정부 및 지방자치단체)는 발생한 쓰레기 처리를 위하여 국가관리의 일환으로 기획·운영하여야 한다. 물론 쓰레기의 관리 책임은 지방자치단체장에게 주어져 있다. 직접 운영하거나 대행업체로 하역금 위탁처리도 가능하다. 그러나 총괄적인 계획을 통하여 주민들에게 편리하고 위생적인 처리·처분이 이루어질 수 있도록 배출에서부터 수집·수거, 운반, 처리·처분에 이르기까지 종합적으로 관리하여야 한다. 그러나 중요한 것은 폐기물처리의 기본틀인 발생억제, 재활용, 소각열회수, 위생적 매립을 통합관리하도록 계획을 세움과 동시에 국가목표(national goal)를 정하여 적극 추진하는 일이다.

현재 소각 열회수시설과 매립시설은 국가에서 시설하여 운영하는 것이 대부분이다. 그러나 앞으로는 처리시설의 확대보급과 처리효율 향상 및 운영의 경제성을 위하여 민간자본을 SOC차원에서 유치·운영할 필요가 있다고 본다. 지금까지는 청소 수수료와 처리비용의 차이로 효율적인 폐기물처리가 곤란하였으나 앞으로는 종량제와 더불어 폐기물 처리비용이 현실화 되

면 이것이 가능하리라 기대된다. 재활용업체나 처리업체도 완벽한 시설을 갖추고 적절한 처리를 하도록 노력하여야 한다. 물론 이들 업체를 보호 육성할 수 있는 재정적, 기술적, 인적지원 대책은 정부의 몫이라 하겠다.

각종 용기류별 특성이 있기 때문에 용기 재료별 강구하여야 할 대책이 있다. 필자는 고품생활폐기물 중 용기류에 관한 조사연구[22]에서 이에 대하여 상세히 제시하였으므로 여기서는 지면관계로 생략한다.

4. 2 음료용기 관리에 따른 문제점 분석

앞서 대책에서도 밝힌 바와같이 생산업체, 소비자, 유통업체 및 정부는 음료용기 폐기물의 효율적인 관리를 위하여 노력하고 있다. 그러나 이들 가운데 문제점으로 드러나고 있는 것을 도출하여 이의 해결방안을 제시하면 다음과 같다.

가. 폐기물 회수·처리 예치금 제도

1993년도 폐기물 회수·처리 예치금 대상별 회수·처리 예치금의 부과, 납부 및 반환실적은 예치금 납부액은 27,800백만원으로 이는 부과액 23,425백만원의 97.8%의 높은 실적을 올렸다. 이에 반하여 반환액은 2,230백만원으로 반환율은 7.8%에 불과하였다. 그 가운데 전지, 타이어, 운환유를 제외한 가전제품은 0.03%, 살충제·부탄가스 0.16%, 유독물 0.9%, 음식물류·주류·화장품 용기는 1.5%로 아주 낮았다. 이와같이 반환율이 낮으므로 폐기물 회수·처리 예치금제도가 실패한 것이 아니냐고 비판하는

사람도 많다. 그러나 1991년 도입 당시에는 순수한 예치금제도가 아닌 폐기물 발생억제와 재활용 촉진과 더불어 열악한 폐기물 관리예산을 지원할 폐기물 관리기금을 조성하기 위한 이중적인 성격 즉 예치금+제품부담금(product charge)의 역할이었다. 최근 대상폐기물의 재활용율이 점진적으로 올라갈 뿐만 아니라 1994년에는 약 100,000백만원의 폐기물 관리기금이 조성되었다. 이 기금을 만약 잘 운영한다면 이 제도 도입이 결코 잘 못된 것이라고만 평가할 수는 없다. 1992년 자원의 절약과 재활용 촉진에 관한 법률의 제정과 더불어 제품 부담금 제도가 도입되므로 <표 7>에서와 같이 화장품 용기, 살충제·부탄가스·유독물 용기 등이 부담금으로 전향되고 PET병 등이 회수·처리 예치금으로 새로 추가되었다. 따라서 현재 음료용기는 대부분 폐기물 회수·처리 예치금대상인 셈이다. 환경부와 일부 소비자는 예치금요율이 낮아 반환율이 낮다고 주장하는 반면 생산업체에서는 예치효율을 인상하더라도 반환율이 크게 향상되지 않을 뿐만 아니라 이와같이 될 경우 불가인상을 초래하여 소비자에게 피해를 줄 수 밖에 없다고 주장하고 있다. 정부는 예치금요율을 단계적으로 인상할 계획을 관계부처와 협의함과 동시에 행정쇄신 위원회에 심의를 요청하여 1차적으로 결론이 난 상태이다. 이를 요약하면 가전제품(TV, 세탁기, 에어컨)은 부담금으로 전향하고 냉장고를 추가하는 문제를 고려하며, 용기류에 대하여는 환경부, 통상산업부, 한국식품공업협회가 공동 참여하에서 수행된 전문연구기관의 연

구결과에 따라 예치요율, 예치요율 인상기간 및 장래 재활용 목표를 추후 결정하는 것이다.

발표자는 행정쇄신위원회의 조치가 당연한 조치라 생각하며 향후 아래사항을 고려하는 방향으로 발전하도록 제안하고자 한다.

(1) 음료용기는 소재생산자, 용기 제조자, 음료제조자가 공동으로 책임져야 함과 동시에 유통업체와 소비자의 협조가 절대적으로 요망되므로 이를 고려한 제도가 도입되어야 한다.

(2) 종량제 실시와 더불어 음료용기에 대한 분리수거가 철저히 이루어질 것을 기대할 수 있으므로 정부는 이들 분리수거된 재활용가능 폐기물을 소화할 재활용산업의 육성방안을 강구하면서 재활용율을 평가한 후 회수·처리 예치요율의 인상이부를 결정하여야 한다.

(3) 예치금의 경우 일정목표를 정하여 놓고 이를 달성할 경우 예치금대상에서 면제하고 이를 달성하지 못할 경우에는 다시 부과하는 탄력성있는 운영방안이 요망된다.

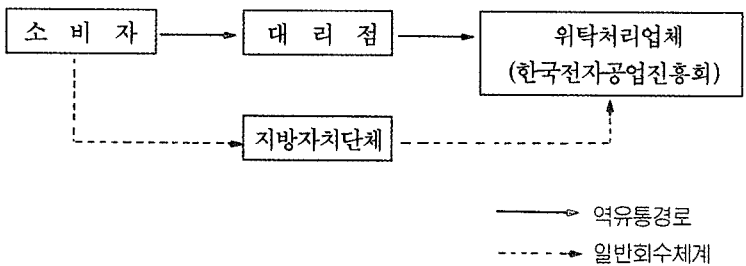
(4) 현 종량제 체제에서는 분리배출을 하지 않는 소비자는 청소수수료를 부담하는 셈이므로 이 수수료와 생산자 예치금을 합하여 실제 처리비용을 능가하게 된다. 또한 부담금 성격을 띤 예치금은 물가인상의 요인이 되므로 이는 바로 소비자에게 돌아가게 된다. 결국 소비자는 2중부담을 하게 된다.

(5) 예치된 예치금의 반환대상을 확대하고 반환절차를 간소화하여 반환에 다른 소모성 비용을 최소화 하므로 반환을 포기하는 일이 없도록 한다.

〈표 6〉 용기류 폐기물의 중요특성 요약

용 기 재 료	겉보기밀도 (kg/m ³)	성분 분석 (중량 %)			발열량(HHV) (kcal/kg)
		수 분	가연분	회 분	
유리용기 재사용병	887	-	-	-	-
일회용병	849	-	-	-	-
금속용기 스틸캔	193	-	-	-	-
알루미늄캔	52	-	-	-	-
종이팩 gable top	35	2.0	97.3	0.7	5,650
Tetra	35	7.0	80.0	13.0	5,476
PET병 단일형	44	1.5	96.5	2.0	5,196
복합형	41	0.5	98.0	1.5	5,879

〔그림 5〕 역유통경로체계를 이용한 회수체계 예



나. 환경 관련 마크에 대한 소비자 인지도

정부에서는 폐기물의 분리수거나 분리처리를 효율적으로 수행하기 위하여 [그림 6]과 같은 재활용 가능 마크(1995년 2월부터)와 용기류의 재질 분류표시 마크(캔류: 1994년 2월, 플라스틱류: 1994년 12월까지 100%)를 사용하고 있는 환경친화적인 제품에 대하여는 환경마크(1992년 6월부터)를 사용하고 있다[24]. 그런데 이와같은 내용을 소비자들이 잘 모르고 있다. 정부에서도 이에 대한 홍보를 계속하여야 하겠지만 소비자들도 이에 대하여 무관심하게 보고 넘기지 말고 마크의 필요성을 인식하면서 분리수거를 수행하거나 물건을 구입할 때 참고로 하여야 한다. 더욱이 음료용기에는 식별이 용이한 유리용기와 수입용기를 제외하고는 제2종 지정 제품으로 전 제품이 재질 분류표시 마크를 부착하고 있다.

다. 종합관리시스템의 구축

음료용기 폐기물은 다른 폐기물과는 달리 소형이며 분산성이 크다. 따라서 이들 폐기물은 회수·수집에서부터 수거·수송, 재활용산업에 원료로 공급되기 까지 개개 생산업체별로 수행할 수 없고 품종별이나 전 품종에 대하여 종합적 관리시스템이 이루어져야 한다. 재활용산업의 원료가 되는 재활용가능 폐기물의 수집을 원활히 하면서 수송경비를 최대한 줄이기 위하여는 발생원에서의 분리배출은 더 말할 것도 없고, 분리배출된 용기류를 재료의 종류별로 압축 또는 압출·결속하여 감용화시켜야 한다. 금년 1월 1일부터 종량제가 실시한 이후 1일 300kg이상의 다량 배출원을 제

외하고는 음료용기의 분리배출이 잘 이루어지고 있으나 종합관리시스템의 구축이 잘 이루어지지 않아 후속 조치가 미흡하여 큰 성과를 올리지 못하고 있는 실정이다. 최근 국제 원자재 가격의 폭등으로 종이, 금속, 유리 등의 재활용가능 폐기물은 거래에 큰 무리가 없으나 종이팩, 스틸캔, 플라스틱 용기는 아직도 재활용 공장이나 시설의 부족으로 처리에 많은 제약이 있는 것이 현실이다. 한국유리공업협동조합, 스틸캔 재활용협회, 한국재생플라스틱협동조합, 한국PET협회 등 각종 관련 제조조합이나 재활용 단체가 결성되어 공동으로 폐기물 종류별로 노력하고 있으나 이것 역시 한계가 있다. 독일, 프랑스 등이 채택하고 있는 정부, 생산자, 소비자 등 모든 개체가 공동으로 참여하고 있는 종합관리시스템의 구축이 절대적으로 필요하다고 본다.

라. 기술개발의 한계

음료용기 폐기물 관리방안도 다른 폐기물과 같이 발생억제(source reduction), 재활용(recycling), 소각열회수(WTE incineration) 및 위생적인 매립(sanitary landfill)이 통합관리(integrated management)되는 방향으로 추진되어야 한다. 발생억제를 위하여는 보다 양질의 소재를 개발하여 보다 얇게 하면서 소기의 목적을 달성할 수 있는 소재, 재활용이 용이한 소재개발이 수행되어야 하고 용기제조사는 이들 소재를 이용하여 분리나 재활용이 용이한 용기를 제조함과 동시에 음료제조사인 용기사용자는 가능한 단일재료를 사용함과 동시에 상품광고도 단순화하도록 노력한다. 이에 는 유리, 금속, 종이, 플라스틱 등 소재마

다 특성있는 기술개발이 수행되어야 할 것이다. 일단 발생된 폐기물은 재활용을 촉진시킬 수 있는 기술개발이 요구된다. 이에 는 세가지 단계가 요구된다. 첫째는 재활용 전 처리단계로 발생원에서 분리·압축·결속 및 파쇄기술, 둘째는 이들을 수송할 수 있는 수송시스템개발이며 마지막으로 소재별 재활용 기술개발이다. 이와같은 기술의 국내개발수준은 선진국에 비하여는 열악한 것이 사실이며 체계적으로 수행되지 못하였다. 환경부가 추진하고 있는 선도기술개발계획(H-7 project)의 자원화기술 개발연구에서도 이 분야에 대한 연구는 부족하다. 필자는 폐기물자원화전처리 및 제품화기술 개발과제를 수행하면서 폐기물자원화전처리기술로 사전압축기의 국산화, 다기능 중형 압축결속기 개발, 이동식 파쇄·압축·결속을 연계한 수송시스템 개발 및 제작을 (주)진도와 함께 제품개발을 성공하여 시운전회를 가진 바 있다[25].

이 자원화전처리기술개발의 성과품은 금년부터 실시하는 종량제 전국실시와 더불어 공공기관이나 기업체에서 요구되는 장비는 200여 곳 이상 적기에 공급하므로 연구결과가 크게 종량제 정착에 기여하였다고 판단된다. 아울러 제품화기술 개발에는 PET의 파쇄·세척·분리·건조연속시스템 및 장치개발을 추진중에 있으며 시간당 1톤을 처리할 수 있는 실증프렌트를 건설 중에 있다. 용기류의 발생억제나 재활용분야에 절실히 요구되는 기술 개발분야를 소개하면 다음과 같다[26-30].

· 유리병에 부착된 이물질 제거설

비 개발

- 파유리 색선별설비 개발
- 석판에서 주석의 양을 줄이거나 크롬, 니켈로 대체하는 기술
- 사용된 AI캔 scrap으로부터 고순도 AI 제조기술
- 사용된 스틸캔 scrap 사용기술
- 혼합플라스틱 재활용기술
- 혼합플라스틱 열분해기술
- 복합재료 분리 및 재활용기술
- 종이팩(Tetra pak) 재활용기술
- 고열량 RDF 제조 및 응용기술



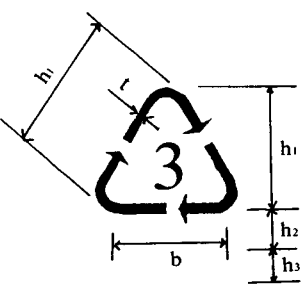
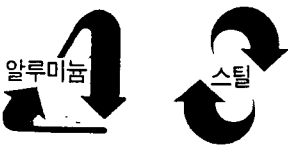
5 결 론

지금까지 국내외의 음료용기 폐기물 발생 및 관리현황과 음료용기 폐기물의 특성과 이들이 미치는 환경영향을 살펴보았다. 국내의 각종 용기류 폐기물이 도시쓰레기에서 차지하는 비율은 8.2%로 미국, 유럽국가보다는 낮고, 1인당 폐기량도 16.5kg으로 미국이나 유럽국가에 비하여 1/5정도 밖에 되지 않는다. 용기류는 그 편리성, 위생성, 운반성에 비하여 환경에 미치는 영향은 미약하다고 판단된다. 그러나 매립시 무게에 비하여 매립면적을 과다 차지하고 각종 첨가물이 침출수 속에 용출될때는 수질이나 토양을 오염시키고, 이들을 소각시 대기오염을 야기시킬 수 있으므로 이에 대한 대책도 게을리 하여서는 않된다. 더욱이 용기류는 모두 고순도의 원료로 구성되어 있으므로 이를 분리수거하면 좋은 제3의 자원이 될 수 있다. 종량제 실시 이후 이들 용기류는 대부분 재활용가능 폐기물로 분리배출할 수 있으므로 쓰레기 수수료의 면제혜택을 받을 수 있다. 종류가 다양하고 아주 분산성이 큰

〈표 7〉 용기류에 해당하는 공병보증금, 예치금 및 부담금제도

제 도	대 상	내 용 (개당비용)	관련법규	실시시기	
공병 보증금 제도	주 류 병	500mL미만 : 35원이하 500mL~1L : 50원이하 1L이상 : 100원이하	주세법	맥주병(85. 8) 소주병(81.12) 과실주 및 청주(91.8)	
	청량음료병	190mL~300mL : 40원 300mL~640mL : 50원 640mL~1L : 60원 1L이상 : 80원	식품 위생법	1988. 10	
폐기물 회수 처리 예치 제도	음식료류 주 류 의 약품	가.종이팩 나.금속캔 다.유리병 라.PET병	250mL이하 : 20전 250mL초과 : 40전 뚜껑부착형 : 2원 뚜껑분리형 : 4원 100mL이하(의약품에 한함) : 1원 50전 350mL이하 : 2원 350mL초과 : 3원 500mL이하 : 3원 500mL~1,500mL : 5원 1,500mL초과 : 7원	(폐기물 관리법) 자원의 절약과 재활용 촉진에 관한법률	(1992. 6) 1993. 6
부담금 제도	화장품 용기	가.유리병 나.금속 용기	100mL이하 : 2원 100mL초과 : 3원 분사형금속용기 : 6원 기타금속용기 : 4원	자원의 절약과 재활용 촉진에 관한법률	1994. 1

〈표 6〉 용기류 폐기물의 중요특성 요약

구분	도 안	관 계 법 령	기 능
재 활 용 마 크	 <p>이 종이는 재활용이 가능합니다.</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 소비자보호법 제8조 · 자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률 시행령 제4조 제10조 및 관련 고시 개정 예정 	<ul style="list-style-type: none"> · 물품을 사용한 후에 발생하는 폐기물 중에서 재활용이 가능한 물품을 소비자가 쉽게 구분할 수 있도록 종이류, 캔류, 고철류, 합성수지류에 표시 · 한국자원재생공사 신청
환 경 마 크		<p>환경기술개발 및 자원에 대한 법률 제11조</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 같은 종류의 다른 제품에 비해 생산· 사용 폐기과정에서 환경오염을 덜 시키거나 에너지 및 자원절약과 관련있는 저공해 제품에 표시 · 현황 환경마크 부여 상품: 30개, 상품군 217개 상품('94년 12월말 현재) · (사)환경마크협회 신청
재 질 분 류 표 시 마 크	<p>· 합성수지 용기류의 재질품류</p>  <p>· 금속캔의 재질분류 표시 〈알루미늄〉 〈철캔〉</p> 	<p>자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률 제9조</p> <p>자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법 시행령 제7조</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 재활용이 가능한 폐기물을 재활용 업자 등이 쉽게 재질을 구분(알루미늄캔, 철캔, 플라스틱 종류별) 할 수 있는 마크 · 제2종 지정사업자(금속캔 및 합성수지 용기의 제조, 수입, 가공, 수리 또는 판매자)가 환경부, 상공자원부 통합고시인 제2종 지정 사업자의 재활용 지침의 규정에 의해 표시

음료용기 폐기물은 생산자, 소비자, 정부 어느 누구 하나만의 힘으로는 완벽한 문제해결이 어렵고 예치금이나 부담금제도의 도입이나 이들의 효율 인상만으로도 해결할 수 없다. 다만 현행제도의 장점을 최대한 살리면서 점차 종합적 관리시스템으로 전향하여 소재생산자, 용기 제조자, 음료제조자, 소비자, 유통업자, 정부의 공동체 의식에서 범국가적으로 풀어나가야 한다. 이를 위하여 제도적 뒷받침이 마련되어야 하고 이를 수행할 수 있는 기술개발이 수반되고, 모든 국민들의 의식개혁이 이루어져야 한다.

참고문헌

1. 경실련 환경개발센터, 유리병 재활용 활성화 방안에 관한 연구, 1993(9)
2. 도갑수, 캔 재활용을 위한 기업과 정부의 역할, 캔 재활용을 위한 세미나(한국제관공업협동조합), p107, 1992(12)
3. 도갑수, 폐기물자원화 전처리 및 제품화기술 개발(G-7과제) I, II, 1993. 1994
4. 한정원, 폐종이팩 재활용에 관한 연구, 숭실대학교 석사학위논문, 1993(6)
5. 도갑수, 홍준식, 고온하에서 폐 PET의 가수분해반응에 관한 연구, 한국폐기물학회지, 11권 째 (1995년 3월 발간예정)
6. 한국유리공업협동조합자료, 1994
7. 남재우, 공병보증금제도의 폐기물 관리효과에 관한 연구, 한국폐기물학회지, 10(3), p367(1993)
8. 한국제관협동조합자료, 1994
9. 한국테트라팩자료, 1994
10. The Plastic Bottle Institute(The Society of Plastic Industry Inc.), Plastic Bottle Recycling Directory and Reference Guide, 1987
11. 이한규, 폐 PET병의 재활용을 위한 기계적분리, 숭실대학교 산업대학원 석사학위논문, 1993(6)
12. 정재춘, 유리병의 재활용 증진 방안, 유리병 사용 입법화 추진 공청회(21세기 환경연구소), p9, 1993(3)
13. 한국자원재생공사(산업디자인 포장개발원), 포장폐기물 발생억제를 위한 조사 연구, 1992(6)
14. 스틸캔 재활용협회 자료, 1994. 6
15. 월간폐기물 편집부, 공해없는 플라스틱 개발을 위한 연구와 각국 환경기구의 움직임, 월간폐기물, p12, 1993. 6
16. 도갑수, 플라스틱 폐기물의 발생현황과 환경영향, 분해성 플라스틱의 포장재료로서의 환경적합성 평가(경실련), p28, 1994. 10. 5
17. 금성사(도갑수의), 가전제품 환경평가에 관한 연구, 1993(8)
18. 삼성전자(도갑수의), 가전제품 환경영향평가 및 Recycle법 대응 상품개발 기술 연구, 1994(8)
19. 남재우, 공병보증금제도의 폐기물 관리효과에 관한 연구, 한국폐기물학회지, 10(3), p367(1993)
20. OECD, Economic Instrument in Solid Waste Management, 1981
21. 서초구, 쓰레기 분리수거요령, 1994. 12
22. 한국식품공업협회(도갑수의), 고품생활폐기물 중 용기류에 관한 조사연구, 1995(2)
23. 환경처, 환경백서(1994년도), p172, 1994
24. 환경처, 1994년도 폐기물 관리기금 운용계획, 1993(6)
25. (주)진도, 숭실대학교 폐기물자원화연구센터, G-7 성과품 시운전회, 1995. 2. 17
26. 대한금속학회 포항지부, 철강스크랩 사용 및 리사이클링 기술, 1993(11)
27. 김성우, 캔 재활용 추진 현황과 문제점, 캔재활용을 위한 세미나(한국제관공업협동조합), p67, 1992. 12. 3
28. 현대중공업(도갑수의), 쓰레기 소각설비의 배출가스영향과 처리대책, 1994(12)
29. 한국자원재생공사(도갑수의), 자원화대상 폐기물의 관리체계 개발, 1994(9)
30. 한국자원재생공사, 간담회자료, 1995. 4. 27
31. R. Pidgeon, So you thought you knew all about Europe's packaging waste laws? Packaging Week, p29, June 16, 1994
32. 에리크기론(에코 엔바라주사), 프랑스 가정 포장폐기물의 리사이클링 계획, 환경공업신문, 1995. 4. 17. 4. 24