



# 폐기물의 재활용 기술 동향



임준혁  
부경대학교 응용화학공학부 부교수  
jhlim@pknu.ac.kr

## 1. 서론

폐기물의 재활용 또는 자원화는 폐기물에 적절한 기술을 적용하여 물질을 회수하거나 에너지를 회수하는 과정을 종합하여 부르는 말이라고 할 수 있다. 여기에는 용도 폐기되어 부가가치가 없어진 폐기물을 잠재적 자원으로 보는 발상의 전환이 필요하다. 폐기물의 재활용은 매우 오랜 역사를 갖고 있지만 환경보존과 유한자원의 보호 측면에서 보면 최근에 와서야 그 중요성을 인식하고 있다.

일반적으로 배출된 폐기물을 재활용하기 위해서는 여러 배출원으로부터 폐기물을 모으는 수집과정, 폐기물의 분쇄, 압축과정과 이용목적에 따라 분류하는 선별과정이 있어야 한다. 같은 종류의 폐기물이라 하더라도 재활용 또는 최종 자원화 목적과 용도에 따라 여러 가지 선별과정과 재처리 과정을 거치게 된다. 예를 들어 자동차의 경우 3만 여종의 부품으로 구성되어 있고 구성 재질도 금속, 유리, 플라스틱 등 다양한 종류가 있으므로 물질 회수나 분류과정이 복잡하고 여러 단계를 거치게 된다. 반면에 유리병이나 음료수 캔의 경우에는 비교적 쉽게 회수할 수 있다. 따라서 폐기물 재활용 기술에 대해 한마디로 정의하

는 것은 불가능하며 화학, 물리 및 생물의 기초과학부터 화공, 토목, 전기, 전자, 기계 등의 공학 분야가 모두 활용되는 종합 기술 분야로 보아야 할 것이다. 폐기물의 재활용 기술을 분류하는 방법은 여러 가지가 있지만 물질회수 기술과 에너지회수 기술로 가장 간편한 방법이 된다. (표 1 참조)

## 2. 폐기물 대상으로 분류한 재활용 기술

### 가. 음식물 쓰레기

현재 음식물 쓰레기량은 전체 쓰레기의 약 30%를 차지하며 연간 5백50만톤 이상으로 어림잡아 8조원어치를 낭비하는 실정이다. 지역 자치단체 별로 음식물 쓰레기의 처리를 위해 상당한 비용을 지출하고 있으나 높은 수분과 염분농도 때문에 처리에 어려움을 겪고 있다. 현재 음식물 찌꺼기 재활용 사업은 주로 발효제에 의존한 가정 내 처리방식, 퇴비화, 사료화, 생물가스 생산 등으로 분류할 수 있고 이중에서 사료화 사업이 많이 추진되고 있다. 퇴비화의 경우 염분농도 1% 이하를 유지해야 퇴비로 사용할 수 있으나 수분을 제거한 후 염분제거 공정 없이 기준에 맞춘 퇴



표 1. 폐기물 종류에 따른 재활용 방법 및 기술 예

폐기물 종류	재활용 대상 폐기물	적용기술
물질 회수	재생가능	유리, 종이, 비닐, 플라스틱, Can 재생가공이용
	금속함유 유해물질	건전지, 축매, 제련폐기물, 비철금속스크랩, 산·알칼리 폐액 유가금속회수 (추출, 자성분리, 전해)
	유기성	음식쓰레기, 식가공폐기물, 유기슬러지, 농축산폐기물 퇴비화, 사료화
	무기성	소각재, 석탄재, 폐석고, 건축폐기물, 무기슬러지 등 경량골재 생산 재활용 생산 및 무기물 원료화 도로로반재 재활용 매립지 복토재 활용
에너지 회수	복합	폐플라스틱 폐자동차 폐가전제품 금속회수 (유기금속, 비철금속)
	가연성 폐기물	가연성 쓰레기 페타이어 폐윤활유 폐플라스틱 소각에 의한 에너지 회수 (전처리 및 후처리 필요)

비를 생산하기는 쉽지 않다. 사료화의 경우에도 대상 동물의 선호도 문제가 있어서 짧은 시간 내에 점유율을 높이기는 어려운 실정이다. 또한 재활용 비용의 분담주체 및 확보방안이 확실하지 않다는 점도 현실적인 문제점으로 볼 수 있다.

#### 나. 고철

국내 철강 산업은 IMF 이후에도 점진적인 발전을 유지하고 있다. 현재 철강 생산량의 약 40% 이상은 고철을 원료로 생산하고 있음에도 불구하고 조강 생산량의 60% 이상은 수입(철광석 및 고철)에 의존하고 있다.

고철은 품질을 안정화 시키고 가공 및 수집과정의 규격화를 위하여 형상과 발생원별에 따라 공업규격(KSD2101)으로 분류되고 있다. 그러나 유통업체의 영세성과 수집능력의 현실적인 한계 때문에 표준화를 통한 고철 수집을 향상에 어려

움을 겪고 있는 실정이다. 고철 품질 향상을 위해 Cu와 Sn이 매우 낮은 고로 용선이나 직접환원철로 희석하는 소극적 방법과 고철 중 Cu, Sn를 제거하는 적극적 방법이 제안되고 있다.

#### 다. 폐유리

주로 유리 폐기물로 발생하는 것은 폐건축자재에서 나오는 판유리와 유리 용기이다. 무색유리의 대부분은 재이용 되고 있지만 녹, 무색 등의 것은 생산량이 적기 때문에 재활용되고 않고 있다. 또한 판유리 중에서 단재는 파쇄하여 유리메이커에서 재활용되고 있지만 창유리로서 사용된 것은 회수되고 있지 않다. 최근에는 건축폐기물 중의 유리를 타일 블록의 원료에 이용하고, 텔레비전과 컴퓨터의 브라운관 및 형광등을 회수하여 재이용하고 있다. 폐유리를 아스팔트 포장용 기초골재로 이용하거나 고강도 초경량 골재의 제조 및 타일 및 블록의 제조 등의 재활용기술이 실용화되었다. 또한 폐유리를 제올라이트 합성에 원료로 사용하는 연구가 한국지질자원연구원 등을 통하여 활발하게 진행되고 있다.

#### 라. 폐플라스틱

우리나라는 세계 4위의 플라스틱 생산국이고, 국민1인당 사용량도 세계 8위 수준으로 대략 국민 1인당 연간 100kg 정도의 플라스틱을 소모하고 있다. 플라스틱은 일반 쓰레기에 포함되어 배출되는 양이 많아 대략 매립 78.2%, 소각 4.3%의 비로 처리되고 있다. 그러나 폐플라스틱의 재활용율은 96년 기준 16.1%로 선진국에 비해 매우 낮은 수준이다. 특히 국내에 비중이 높은 매립의 경우 썩지 않을 뿐만 아니라, 첨가물에 의한 지하수 오염 및 매립지 부족 등으로 한계를 보여주고 있다.

폐플라스틱의 대부분은 6종의 범용수지인데 발생량 순으로 HDPE(고밀도폴리에틸렌), PP(폴리프로필렌), PS(폴리스티렌), PVC(폴리염화비닐),

LDPE(저밀도폴리에틸렌) 및 ABS가 있다. 이 중에서 ABS 수지는 감소 추세에 있고 HDPE는 가장 높은 증가추세를 보여주고 있다. 폐플라스틱의 재활용에 관한 기술로는 분리 분별, 재생 원료화, 모노머 회수, 오일 회수, 열회수 등이 개발되어 실용화 되었다. 최근에는 모노머 및 오일회수 부분에 많은 연구가 진행되고 있는데 국내의 경우 촉매를 이용한 공정이 많이 연구되었고 BASF와 ROYCO Korea에서는 무촉매 열분해로 회수하는 공정을 상용화 하였다.

#### 마. 폐유

폐유에는 폐윤활유, 폐압연유, 폐연소유, 폐용제 및 폐식용유 등이 있다. 이 중에서 재생가능한 폐유의 비중은 폐윤활유와 폐식용유가 가장 높다. 윤활유는 윤활기유와 첨가제로 구성되어 있으며 초기 주입량의 70~80%가량이 폐기물로 발생한다. 이 중에 95%는 재생처리 업체를 통하여 재활용되는 것으로 보고 되어있다. 폐윤활유를 이용한 연료유 제조, 강판 압연 폐유의 연료화, Scum 폐유의 고효율 벽면 연소기술 등은 현재 실용화 되었고, 폐식용유를 이용한 연료화 기술은 현재 BioDiesel 등의 명칭으로 상용화 단계에 있다. 폐식용유의 경우 폐기물의 회수 부분이 아직 일반화 되어 있지 않으므로 앞으로 해결해야 할 부분이다.

#### 바. 폐종이

국내의 고지 자급률은 점차 증가하고 있으나 종이류의 수요 증가가 높아 많은 양을 수입에 의존하고 있다. 고지의 지종별 수급실적에 있어서 국내 신문지용 고지의 자급률이 절반에 불과한 반면 골판지 상자용 고지는 약 70%이상 점하고 있으며 종이 팩의 리사이클링, 사무실 폐기 문서를 이용한 위생종이 제조, 폐지를 이용한 펄프몰드, 고지를 이용한 경량 고강도 판넬, 고지에 플라스틱을 배합한 성형품 개발 등의 기술이 실용화되어 있다.

#### 사. 건설 폐기물

건설폐기물의 50% 이상은 폐콘크리트이며 목재, 흙, 플라스틱, 유리, 세라믹 무기재 등도 포함된다. 건설폐기물은 환경오염과 유해성이 다른 폐기물에 비하여 작기 때문에 발생한 상태로 직접 재활용하거나 비교적 간단한 중간처리 과정을 거쳐 재활용될 수 있는 특징을 갖고 있다. 재활용은 도로기반재, 보조기층재 등으로 재활용하는 방식이 50% 이상을 차지하고 있으며, 나머지는 주로 매립하고 있다.

#### 아. 슬래그

슬래그는 석회석이나 기타 성분이 고온에서 용융, 산화하여 산화물형태로 응고된 것을 말하며 고로슬래그, 제강 슬래그 등으로 분류할 수 있다. 이 중에서 고로 슬래그는 시멘트의 원료 및 첨가물로 재활용하거나 도로기반재 및 골재로 사용할 수 있다. 현재 좀더 높은 부가가치를 물질로 전환하는 연구가 활발하게 진행 중에 있다. 특히 슬래그는 냉각과정에 따라 매우 안정한 산화물로 응고되므로 기반재가 아닌 건축재로 활용하는 연구도 진행되고 있다.

### 3. 맺는 말

지구상의 자원은 모두 그 양이 한정되어 있다. 특히 동, 식물 등의 자연자원은 사용 후에 그 효용가치를 잃게 되고 환경에 부담을 주는 독이 되고 있다. 폐기물의 재활용이나 자원화는 단순한 기술적인 관점에서 볼 대상이 아니라 인류의 생존과 국가 발전이 걸려있는 범국가 project의 시각으로 접근해야 한다. 이런 측면에서 최근에 시작하는 “생산자책임재활용제도”의 도입이나 재활용사업의 인증제도 및 표준화는 매우 긍정적인 정책의 변화라고 볼 수 있다. 또한 일부 대기업에서 고려하고 있는 Zero emission 방안이 단순한 홍보차원의 이벤트가 아니길 바라고 자원의 재활용은 가정에서 시작된다는 것을 상기하며 글을 맺는다.

기획 : 권혁성 편집위원 hskwon@horizonlow.com