



플라스틱 재활용 현황

Present Status of Recycling of Plastics

勝亦/花王株式会社 포장용기개발연구소 기능 디자인 개발센터

1. 서두

최근, 국내외적으로 폐기물량의 증대와 매립 처리장에 대한 압박을 배경으로, 폐기물의 감량화와 재자원화·재활용에 대한 요청이 높아지고 있어, 이를 위한 법률 제정이나 법규제가 시행되게 되었다.

일본에서는 용기 포장 재활용법에 의한 PET 보틀의 분리 수집 재생품화(법률에 기초한 재활용)가 1997년 4월부터, 기타 플라스틱 용기 포장의 분리 수집 재생품화가 2000년 4월부터 개시되었다. 또한 같은 해에는 순환형 사회 형성촉진 기본법 등, 일련의 새로운 법률 제정 또는 기존의 법률 개정이 시행되어, 순환형 사회에 대한 사회의 관심이 한층 높아져 순환형 사회 원년이라 불리는 해가 되기도 했다. 더욱이 2001년 4월부터는 새롭게 가전 재활용법에 의한 가전 4품목의 재생품화도 개시되어 재활용에 대한 요청이 한층 높아지고 있다.

본고에서는 플라스틱에 관해 재활용을 포함하여 보다 폭 넓은 개념에서 다른 재자원화 방법에 대해 서술한 후 폐플라스틱의 발생·배출·재자원화·처리처분 현황에 대해 소개하고, 더불어 플라스틱 용기 포장의 재생품화에 대해서도 잠깐 짚고 넘어갈까 한다.

2. 플라스틱 재자원화의 방법에 대해

플라스틱의 생산이나 가공시 정규 제품이 되지 못한 경우, 또한 플라스틱 제품이 가정이나 사업소 등에서 사용되고 그 역할을 다해 폐품이 된 경우, 폐플라스틱으로 배출된다. 이러한 것을 다시 자원으로서 이용하는 것이 재자원화인데, 거기에는 재사용, 재생 이용, 원료 이용, 열회수 등이 있다. 재사용이란 한 번 사용한 비닐 봉지를 다시 쇼핑 봉투로서 사용하거나 배달 용기를 반복해서 사용하는 것인데, 여기에서는 재사용 이외의 재자원화 방법에 대해 간단히 소개하겠다.

2-1. 재생 이용(Material Recycle 또는 Mechanical Recycle)

폐플라스틱의 재활용 방법으로서 가장 대표적인 방법은 재생 이용으로, 단순 재생과 복합 재생이 있다. 이러한 방법은 재생품화의 한 가지 방법으로서 인정받고 있다.

① 단순 재생

폐플라스틱을 종류별로 분류하여 파괴 또는 용융(溶融) 펠릿(Pellet:환약)화하여 성형 재료로서 단독, 또는 새로운 펠릿(Pellet:환약)과 혼합하여 사용하는 방법이다.

이 방법은 옛부터 해오던 방법인데, 플라스틱 생산이나 가공 시에 발생하는 미사용 폐플라스틱이나 이미 사용을 끝낸 폐플라스틱의 오염이 적은 일부분에 응용된다.

② 복합 재생

폐플라스틱을 반드시 종류별로 나누지 않고도 물성이 비슷한 것만 모아서 배합하여 용융 성형하는 방법으로서, 미사용 폐플라스틱 외에 이미 사용이 끝난 폐플라스틱에도 응용된다.

2-2. 원료 이용(Chemical Recycle 또는 Feed Stock Recycle)

열분해 등의 화학적인 공정을 거쳐 폐플라스틱을 화학공업 원료 등으로 되돌리는 방법으로써, 생성물을 연료로 이용하는 경우도 있는데, 이 때에는 써멀 리사이클(Thermal Recycle)의 한 형태로 간주할 수도 있다.

① 유화

폴리에틸렌(PE), 폴리프로필렌(PP), 폴리스틸렌(PS) 등의 폐플라스틱을 열분하여, 증류시켜 남아 있는 유분 등을 회수하는 방법이 유화이

다. 얻어진 제품은 장래에 석유화학공업 원료로서 이용하는 것도 검토되고 있는데, 현재는 연료로써 이용되고 있다. 이 방법은 재생 이용과는 달리, 폐플라스틱의 약간의 오염은 허용된다. 하지만 폴리염화비닐(PVC), 폴리에틸렌 테레프타레이트(PET)나 열경화성 수지는 유화되지 않기 때문에 예비적인 선별 또는 전처리 과정이 필요하다. 또한 이 방법은 산업계 폐플라스틱을 대상으로 종래에도 소규모로 실행되어 왔다.

② 용광로 연료화

제철용 용광로에서 철광석(산화철)을 환원하기 위해 사용하는 원료 코크스(Koks:해탄)의 일부를 폐플라스틱으로 대체하는 것이 용광로 원료화이다. 이 경우 PE, PP, PS 등의 폐플라스틱은 환원제로서 작용한다. 이 방법에서도 원료 폐플라스틱의 오염은 재생 이용의 경우만큼 문제가 되지 않아, PVC, PET나 열경화성 수지도 이용할 수 있다. 그러나, PVC는 전처리 과정이 필요하다. 이 방법은 1998년 가을부터 산업계 폐플라스틱을 대상으로 실용화가 시작되었다.

③ 코크스화로 연료화

코크스 제조 시 원료 석탄의 일부를 폐플라스틱으로 대체하는 것이 용광로 원료화이다. 이 방법은 2000년 가을부터 실용화가 시작되었다. 이 방법은 용광로 원료화와 공통된 점이 많아 코크스 이외의 부생물까지도 포함하여 모든 것을 효과적으로 이용할 수 있는 시스템이 갖춰져 있다는 것이 특징이다.

④ 가스화

가스화의 방법으로는, 가압이단 가스화 시스템(EUP)과 천철(川鐵) 써모 셀렉트(Thermo Select) 방식이 있다. 전자는 PVC를 포함하는



폐플라스틱을 저온과 고온의 두 단계에서 부분 산화·가스화하여 수소, 일산화 탄소, 염화수소 등을 회수하여, 암모니아, 메타놀, 염화 암모늄 등의 화학 공업 원료로 만드는 것으로써, 1999년 12월부터 실증 운전이 시작되었다. 후자는 폐플라스틱을 포함하는 일반 폐기물이나 산업 폐기물을 압축·건조·탈가스화한 후, 고온에서 열분해하여 수소, 일산화 탄소 등을 회수하여 더불어서 폐기물 속에 포함되어 있는 금속류를 메탈이나 슬래그(Slag: 쇠늪, 쇠똥)로서 회수하는 것으로, 평성 1999년 9월부터 플랜트의 가동이 시작되었다.

⑤ PET의 해중합(解重合)

PET 바틀을 분쇄·세정한 후 에틸렌그리콜로 해중합하여 BHET(비스-히드록시 에틸렌 테레프탈레이트) 모노머(Monomer)를 추출, 회수하여 이것을 다시 PET의 중합 원료로서 이용하는 것이 이 방법이다. 이 방법은 2000년 7월에 파일릿 플란트가 완성하여 실증 운전이 시작되었다. 이 방법에서는 원료 속에 들어 있는 PET 이외의 불순물이 회수 정제 공정에서 분리 제거되기 때문에 회수한 모노머를 중합하여 얻어지는 PET는 다시 바틀로 되돌릴 수 있다는 이점이 있다.

2-3. 열회수(Thermal Recycle)

폐플라스틱을 단독 또는 다른 폐기물 등과 혼합 소각하여 그 때 발생한 열을 이용하는 방법으로써, 재생 이용(Material Recycle)과는 달리, 반복 이용하는 것이 가능하지는 않지만, 재자원화의 방법으로서는 유효하여 머테리얼 리사이클(Material Recycle)과 대비하여 써멀 리사이클

(Thermal Recycle)이라 불리고 있다. 열회수에도 직접 소각 발전, 소각 외부 열 이용, 시멘트 키른 이용, 기타 일단 고형연료화한 후에 연료 열회수하는 방법 등이 있다.

① 직접 소각 발전

이 방법은 폐플라스틱을 포함하고 있는 폐기물을 소각 처리할 때에 발생하는 열을 이용해서 발전을 돌리는 것으로써 전국의 약 1,800개의 일반폐기물 소각 시설 중 약 1할 정도에 발전 설비가 부설되어 있다. 또한 산업 폐기물 소각 시설에도 발전 설비를 부설한 것이 있다.

② 소각 외부 열 이용

이 방법은 폐플라스틱을 포함하고 있는 폐기물을 소각 처리할 때에 발생하는 증기나 온수를 소각 시설의 외부에서 이용하는 것으로써 일반 폐기물을 소각 처리할 경우에는 온수 풀, 노인복지 시설 등에 이용되는 경우가 많다.

③ 시멘트 키른 이용

시멘트 제조용 키른에서 대량으로 사용하는 연료 석탄 등의 일부를 폐플라스틱으로 대체하는 것이 이 방법이다. 이 경우에도 제품 속 염소분의 규격이 있기 때문에 폐플라스틱 속의 PVC는 미리 선별 또는 열분해 전처리 과정을 거칠 필요가 있다. 또한 시멘트 키른에서 PVC를 재활용하는 시스템도 개발되어 실증 실험이 이루어지고 있다.

④ 고형 연료

이 방법은 폐플라스틱을 포함하고 있는 폐기물을 분쇄·압축·성형하여 고형 연료로 만들어 보일러 등의 연료로 쓰는 것이다. 폐기물을 직접 연소할 경우에 비해 비용은 들지만 연료로서의 저장성이나 수송성이 높고, 연소 관리가 쉽다는 이점이 있다.

3. 폐플라스틱의 발생·배출·재자원화·처리처분 상황

3-1. 플라스틱 전체로서의 재자원화·처리 처분 현황

(사)플라스틱 처리촉진협회에서는 매년 공적인 통계 데이터, 독자적인 앙케이트 조사, 추계 계산 등에 기초하여 플라스틱 제품·폐기물·재자원화 플로우 차트를 작성하여 공표하고 있다. 2001년 4월에 공표된 1999년판 플로우 차트에 의하면 수치 생산량이 1,457만t

국내 수치제품 소비량이 1,081만t인 데에 비해, 사용 완료 제품 배출량은 888만t, 생산·가공 로스(Loss) 배출량은 88만t으로, 합쳐서 폐플라스틱 총배출량은 976t이다.

이것을 주로 가정에서 배출되는 일반 폐기물과 그 외의 산업 폐기물로 나누면 일반 폐기물이 486만t, 산업 폐기물이 490만t이다. 더욱이 일반 폐기물과 산업 폐기물을 합친 976만t의 처리 처분 내역을 보면, 재생 이용 134만t(14%), 유화·용광로 원료 4만t(사사오입해도 1%에 미치지 못함), 고품연료 9만t(1%), 발전부 소각 169만t(17%), 열이용 소각 136만t(14%), 이것들을 합친 유효 이용 폐플라스틱이 452만t(46%)이 된다.

그 외에 단순 소각 206만t(21%), 매립 318만t(33%)으로 이러한 이용하지 못한 폐플라스틱이 524만t(54%)이 된다.

또한, 일반 폐기물 486만t만을 보면, 재생 이용 10만t, 유화·용광로 원료화(사사오입해도 1만t에 미치지 못함), 고품 연료 3만t, 발전부 소각 161만t, 열이용 소각 39만t, 단순 소각 168

만t, 매립 105만t이 되고, 재생 이용은 아직 양적으로 적어 발전부 소각 등 열 회수가 큰 부분을 차지하고 있음을 알 수 있다.

단, PET 바틀 이외의 플라스틱 용기 포장의 분리 수집 재생품화는 평성 1999년에는 아직 시작되지 않았다.

3-2. 플라스틱 용기 포장의 재생품화 현황

플라스틱 용기 포장(PET 바틀 이외의 기타 플라스틱과 플라스틱 용기 포장)의 재생품화에는 자주 회수 루트, 독자 루트로 나누어져 있는데, 통상은 (재)일본용기포장 재활용협회(지정법인) 루트에서 이루어진다.

그 경우, 소비자가 분리 배출하고 시읍면이 분리 수집하여 보관한 분리 기준 적합물을 사업자가 법률에 의해 인정된 방법으로 이용하여 다시 제품으로서 팔아 넘기는 것을 재생품화라고 한다. 바꾸어 말하면 재활용이 재생품화이고, 그 실시에 있어서는 많은 단계가 필요하다.

우선 해당 년도에 있어서 전국 시·읍·면의 분리 수집 예정량을 취합한 분리 수집계획이 있고, 한편 재생품화 사업자의 재생품화 능력을 취합한 재생품화 계획이 있다. 그러한 것들 중 어느 것이든 적은 양을 기초로 재생품화 의무 총량이 산출되고, 더욱이 특정 사업자(용기포장 이용 사업자, 용기 제조 사업자, 용기 및 용기 포장을 이용한 상품 수입 판매 사업자)마다의 배출 예상량을 감안하여 재생품화를 위한 위탁료가 계산되고, 특정 사업자는 지정 법인에 재생품화를 위탁하게 된다.

또한 편으로는 분리 수집을 실시한 시·읍·면은 일부 재생품화 의무 적용 용도 외의 부분에



대한 비용을 부담하여 지정 법인에 분리 기준 적 합물 거래를 신청하고 거기에 대한 재상품화 사업주들에 의한 입찰이 이루어져 재상품화 실적에 맞춰 지정 법인을 경유하여 재상품화 사업주에 재상품화 비용이 지불된다. 2000년도의 플라스틱 용기 포장 분리 수집 계획은 23.9만, 재상품화 계획은 15.3만이었으나, 실제로는 시·읍·면이 지정 법인으로 거래 신청한 양은 10.7만이었다.

또한 지정 법인의 취합 결과에 따르면 동년도의 거래 실적은 6.7만, 재상품화 제품량(실제로 이용되고 또한 팔아 넘겨진 양)은 4.4만이었다.

또한 플라스틱 용기 포장의 재상품화 대상 내역을 보면, 기타 플라스틱 98.7%, 플라스틱 용기 포장 1.3%였다.

더욱이 재상품의 방법 내역은 기타 플라스틱에서는 재생 이용 11.6%, 유화 8.0%, 용광로 원료화 56.6%, 코크스 화로 원료화 22.3%, 가스화 1.5%이고, 플라스틱 용기 포장에서는 재생이용 97.8%, 유화 2.2%였다.

플라스틱 용기 포장의 분리 수집 재상품화는 아직 시작 단계라, 폐플라스틱의 유효 이용량 전체에서 차지하는 비율은 아직 작다.

재상품화의 방법 중에서는 용광로 원료화와 코크스 화로 원료화의 합계가 약 8할로 다른 방법에 비해 압도적으로 큰 비율을 점하고 있다.


또한 플라스틱 용기 포장의 재상품화를 실시함에 있어서는 그 식별 표시·재질 표시가 중요한데, 자원 유효 이용촉진법에 따라 2001년 4월부터 2년 동안의 유예 기간을 두고 식별 표시가 의무화 되어, 재질 표시는 사업자의 자주적인 연구에 의해 실시하기로 하였다.

4. 끝으로

플라스틱 용기 포장을 포함하는 플라스틱 전체로서의 재자원화, 재상품화를 지향하여 법적인 정비와 함께 소비자, 시읍면, 관련 업계 등의 노력에 의해 그 체제가 정비되어가고 있다. 플라스틱 용기 포장의 분리 수집 재상품화는 2000년 4월에 시작되어 얼마 안 되었고, 또한 2001년 4월부터 시작된 가전 제품의 재상품화는 반드시 특정 소재를 대상으로 하는 것은 아니지만, 향후 가전 제품이나 건축 자재도 포함하여 폐플라스틱의 삭감, 재자원화, 재상품화가 한층 더 진전되기를 기대해 본다.

바뀌어가고 있다는 점이 데이터로도 명백하게 용기포장 식별 표시 업계 가이드라인

주류업계 기타 종이 용기 포장·기타 플라스틱 용기 포장 식별 표시 운용 매뉴얼

PET 보틀 재활용 추진 협의회 

기술원고를 모집합니다.

포장과 관련된 신기술을 발표할 업체와 개인은 '월간 포장계' 편집실로 연락주시기 바랍니다.

편집실 : (02)835-9041

E-mail:kopa@netsgo.com