

해외 플라스틱 리사이클 방법 및 업계 현황

일본에 있어서의 플라스틱 리사이클은 1995년 6월에 공표된 용기포장 리사이클법에 의해 제2종 지정 PET 병의 분별회수와 리사이클이 1997년 4월부터 개시되었으나 2000년 4월부터 PET병 이외의 기타 플라스틱에 대해서도 리사이클이 의무시 되어 지방자치체에 의한 리사이클이 개시되었다.

더욱이 2001년 4월부터는 가전 리사이클법의 시행으로 TV, 에어컨, 냉장고, 세탁기의 4품목에 대하여 리사이클이 의무화 되었다, 이 때문에 전기업계에서는 현재 리사이클을 위한 인프라 정비와 이들 제품에 사용되고 있는 재료의 리사이클화를 추진하고 있다.

1. 일본의 플라스틱 리사이클의 현상과 과제

일본의 플라스틱의 생산, 폐기, 리사이클, 처분의 현상에 대해서는 (社)플라스틱 처리 촉진협회로부터 매년 보고되고 있다. 최근 데이터에 의하면 폐플라스틱의 총배출량은 플라스틱의 생산량과 더불어 증가하고 있으며, 1997년의 폐플라스틱의 총배출량은 949만톤에 달하고 있다. 그 내역은 일반폐기물이 478만톤이고, 산업폐기물이 471만톤으로 거의 같은 양이다. 이들 폐 플라스틱의 유효 이용량은 399만톤으로 리사이클율은 42%이다. 리사이클의 내역은 Material Recycle(재생이용)이 113만톤으로 리사이클율은 12%이고, Thermal Recycle이 286만톤으로 30%정도이다. 또한 처리 및 처분에서는 단순소각은 225만톤, 매립처분은 325만톤이다

가. Material Recycle

Material Recycle은 회수 시스템, 분리 및 선별기술, 경제성, 용도확보 등의 제약으로 일본에서는 오염이 적은 산업 폐기물계의 폐 플라스틱 및 PET병 및 PSP Tray등 극히 소수의 분별된 특정제품의 일반 폐기물계의 폐 플라스틱만 행해지고 있으며, 현재로는 양적으로 많다고는 할 수 없다

1997년에 Material Recycle 된 것은, 일본의 폐 플라스틱 전체의 12%인 113만톤이다. 113만톤의 이용 형태로서는 92만톤이 재생재료, 21만톤이 재생품으로 사용되고 있으며, 이 중 18만톤은 해외에 수출되고 있다

이 113만톤의 배출원의 내역은 생산가공 LOSS(산업폐기물)이 81만톤, 사용을 마친 제품이 32만톤이다, 사용을 마친 폐기 제품 중 일반계 폐 플라스틱은 5

만톤이고, 나머지 27만톤은 산업계 폐플라스틱이다. 따라서 사용을 마친 제품만의 Material Recycle율로서는 일반계 산업폐기물에서는 1%로 적고, 산업계 폐 플라스틱도 7%에 지나지 않는다. 그러나 일본에서는 1997년 4월부터 PET병의 리사이클이 개시되었으며, 더욱이 2000년 4월부터는 PET병 이외의 용기포장용의 일반계 폐플라스틱의 리사이클도 개시되었고, 또한 2001년 4월부터는 TV, 에어컨, 냉장고, 세탁기의 가전 4제품의 리사이클도 의무시 되어 금후에는 Material Recycle율은 한층 향상 될 것으로 기대하고 있다.

나. Thermal Recycle

폐 플라스틱은 석유를 원료로 하며 발열량이 높기 때문에 Material Recycle 할 수 없는 것에 대해서는 가능한 한 Thermal Recycle 하여 에너지로서 회수하는 것이 바람직하다. Material Recycle은 기술적, 경제적, 용도적인 제약으로부터 그 양적 확대는 한계가 있어, 일본에서는 Thermal Recycle이 일찍부터 경제성이 있는 주요한 플라스틱 리사이클 방법으로서 추진 되 왔다. 1993년 에 공포 된 통산성의 폐플라스틱의 처리에 관한 21세기 비전에서는 21세기 초두에 있어서 일본의 Thermal Recycle 목표로서 에너지 회수율 약 70%를 내세우고 있다.

Thermal Recycle에 의해 에너지를 회수하는 기술에는 폐기물을 직접 연소하여 발생하는 열을 열원으로서 공급하는 “직접연소기술”과 폐기물을 다양한 기술에 의해 연료화 한 후에 연소시켜 열원으로 하는 “연료화 기술”로 대별한다. 후자는 폐기물을 고형화하여 고체연료로서 이용하는 RDF가 있다. RDF는 폐플라스틱 처리 및 리사이클의 경제적이고 유효한 수단으로서 주목되고 있다. 그러나 Thermal Recycle에 있어서는 다이옥신 및 유독 가스의 발생이 염려가 되어 이들 유해생성물이 발생하지 않는 조건 하에서 연소시키는 것이 핵심이며, 충분한 주의가 필요하다.

근년 구미에 있어서도 다이옥신 배출량이 $0.1\text{ng}/\text{m}^3$ 이하의 크린한 소각은 비용도 들지 않고 공해도 배출하지 않는 에너지 회수로서 재조명 되고 있다.

다. Chemical Recycle

Chemical Recycle은 기술적으로는 열에 의한 분해(열분해)와 촉매 및 용매에 의한 화학분해(해중합)으로 나눌 수 있다. 또한 독일이나 일본에서 실용화 되고 있는 제철업에 있어서 고로의 환원제로서 폐플라스틱의 사용은 feed stock 리사이클로 Chemical Recycle의 범주에 들어간다.

이 제철고로의 환원제로서의 폐 플라스틱의 사용은 용기포장 리사이클법에 의한 “기타 플라스틱”의 혼합플라스틱등 Material Recycle이 곤란한 폐 플라스틱의 경제성이 풍부한 리사이클법으로서 크게 기대되고 있다. 더욱이 유화 및 가스화에 의한 Chemical Recycle 플랜트의 건설도 진행되고 있다. 또한 PET 및 나일론등의 축능합계의 폴리머에서는 용이하게 해중합하여 원료 모노머로 환원할 수 있는 것이 있으며, 그 공업화의 검토가 구미를 중심으로 진행되고 있다. PET에 대해서는 이미 상업 플랜트가 건설되어 가동되고 있다. 미국 DUPONT에서는 금년 3월에 나일론의 Chemical Recycle 플랜트의 건설을 발표하였다. 일본에서는 PET Chemical Recycle의 공업화는 금후 과제로 되고 있다

2. 산업계의 동향

일본에서는 1991년 리사이클법, 1995년에 용기포장 리사이클법, 1998년에 가전 리사이클법이 공포되어 리사이클에 대하여 법적으로 의무화 된 사업자부담의 체제가 되어 자원리사이클이 국가의 제도로써 작동하고 있다. 이 때문에 일본의 관련기업은 제품의 사용후의 리사이클을 행하기 위하여 다양한 대응을 행하고 있다,

가. 용기포장업계

용기포장 리사이클법에 의해 1997년4월부터 청량음료, 주류, 식용유등에 사용되는 PET병의 분별수집, 재생품화가 실시되고 있다. 또한 2000년 4월부터는 PET병 이외의 용기포장용 폐 플라스틱의 리사이클이 의무시 되었다. 이것에 대응하기 위하여 관련업계에서는 Material Recycle 외에 유화, 가스화, 고로환원제로서의 이용등 Chemical Recycle 및 Thermal Recycle 방법 등이 검토되고 있다.

이같이 용기포장용 폐 플라스틱의 리사이클을 위한 기술개발 및 인플라정비는 근년 적극적으로 행해지고 있으나 기술적문제도 해결하면서, 회수량과 리사이클 능력이 맞지 않아 회수한 폐플라스틱의 적체문제 및 리사이클 플랜트에의 공급량부족에 의한 문제등도 발생하여 금후 해결할 문제는 많다

나. 자동차업계

폐차 리사이클은 일본에 있어서 가장 커다란 사회문제의 하나이다. 현재 폐차의 리사이클율은 종량으로 약 75% 정도이나 나머지 25%는 슈레더더스트로서 최종적으로 매립 처분된다. 슈레더더스트는 플라스틱의 함유량이 종량으로 34%, 용

적으로 52%로 많기 때문에 자동차업계에서는 플라스틱부품의 리사이클에 의한 슈레더더스트의 감량화와 유효이용을 중요과제로서 대응하고 있다. 자동차용 플라스틱부품의 리사이클에서는 범퍼 리사이클의 회수 시스템 구축이 행해져, 계열딜러에서 회수된 보수용 교환범퍼의 리사이클이 넓게 행해지고 있다. 그러나 말단 소비자로부터 폐차의 범퍼 리사이클은 해체 및 회수비용의 문제와 인플라의 미 정비 때문에 현실적으로는 실시되고 있지 않다. 이것은 금후의 커다란 문제가 되고 있다.

현재 자동차메이커는 통산성의 “사용을 마친 자동차 리사이클 및 이니셔티브”와 업계의 “자주행동계획”에 기초하여 유해물질 사용량의 삭감, 슈레더더스트의 감량화, 자동차 리사이클율의 향상등의 검토가 행해지고, 또한 신차의 설계 및 재료선택으로 리사이클을 용이하게 하기 위한 다양한 대응도 하고 있다.

다. 전기 및 전자업계

1998년의 가전 리사이클법의 제정으로 2001년 4월부터 TV,에어컨,냉장고, 세탁기등 4품목에 대하여 리사이클이 의무화 되었다. 이 법률은 가전제품을 대상으로 한 세계 최초의 본격적인 리사이클법으로 세계적으로도 주목되고 있다. 현재는 상기 4품목이 대상이지만, 장래에는 기타의 폐가전 및 퍼스컴등의 OA기기도 대상이 될 것이다.

금번의 가전 리사이클법에서 의무화 한 리사이클율은 중량으로 에어컨 60%, 브라운관식 TV가 55%, 냉장고와 세탁기가 각각 50%로 되어 있다. 가전메이커는 사용을 마친 가전제품을 인수하여 이 기준이상의 중량을 리사이클 할 의무가 있다. 리사이클의 대상이 되는 물질은 현재는 철,알루미늄, 동, 유리의 4종으로 플라스틱에 대해서는 현재는 리사이클이 어려운 것으로 판단되어 대상물질에서 제외되었다. 그러나 다음의 개정에서는 플라스틱의 리사이클도 의무시되어 2008년을 목표로 대상물질에 포함 될 예정이다. 플라스틱류가 리사이클 대상에 포함되면 최종적으로 80-90% 이상의 리사이클율이 가전업계에 부가되게 된다. 이 때문에 가전업계에서는 현재 리사이클을 위한 기술개발 및 인플라 정비에 힘을 쏟고 있다

또한 퍼스컴 및 OA기기 메이커에서도 장래의 OA기기 리사이클 법제화를 감안하여 異업종과 제휴하여 리사이클 기술 및 회수루트를 개발, 구축할 움직임이 확대되고 있다.

라. 토목 및 건축업계

토목 및 건축업계는 현재는 아직 자동차업계나 가전업계정도의 리사이클 대응은 행되고 있지 않다. 그러나 자동차 및 가전의 업계에 이어 검토해야 할 업계가 토목 및 건축업계일 것으로 추측 된다. 토목 및 건축업계에서도 개별의 법제화를 통하여 폐기물 리사이클을 진행할 방침으로, PVC관의 리사이클 등 리사이클에 관한 움직임이 최근 진행되고 있다.

또한 폐 플라스틱 재생품의 용도에서는 토목 및 건축업계는 중요한 수요처로 되고 있다. 疑목재나 공원의 벤치등에 사용되고 있으나 포장재나 아스팔트, 에코시멘트 등의 폐 플라스틱 이용이 검토되고 있어 폐 플라스틱의 커다란 수요처로서 기대되고 있다

3. 구미의 플라스틱 리사이클 현황

최근의 구미의 리사이클 현상에 대해서 알아보면 유럽은 2000년 1월에 발표된 유럽 플라스틱생산자협회(APME)가 발표한 최근 데이터에 기초하였으며, 미국에 대해서는 2000년 3월에 디트로이트의 SAE WORLD Congress에 의한 자동차기술에 관한 국제회의와 전시회에서 DUPONT가 발표한 나일론의 Chemical Recycle에 대하여 기술한다

가. 유럽의 리사이클 최근 동향

유럽에서는 Mechanical Recycle(Material Recycle), Feed stock Recycle(Chemical Recycle) 및 에너지회수(Thermal Recycle)의 전부를 합친 폐기 플라스틱 폐기물(Post-user waste)의 전 회수율은 1997년부터 1998년에 걸쳐서 13% 증가하여 510만 톤에 달하고 있다. 이것은 폴리머의 소비증가보다도 빠른 것이다. 사용을 마친 폐기 플라스틱의 전 회수율은 29.1%이며, 주요 처리방법은 에너지 회수이다. 폐 플라스틱의 전 회수율 증가는 폐기 플라스틱의 생산속도보다도 빠른 속도이므로 매립되는 폐 플라스틱은 현저히 감소하고 있다.

서유럽에 있어서 사용을 마친 플라스틱 폐기물의 Mechanical Recycle은 1997년부터 1998년에 걸쳐서 10.6% 증가하여 160만 톤에 달했다. 이것은 버진 폴리머의 가격이 낮음에도 불구하고 폐기물 회수시스템의 개발이 된 것이 기여하였다. 1998년에는 생성하는 폐플라스틱의 9.2%가 Mechanical Recycle 되고 있다. Mechanical Recycle과 Chemical Recycle을 합친 리사이클율은 1998년에는 11.3%이다. Mechanical Recycle의 87%는 DSD 등의 폐기물처리 조직에 의해 회수 된 포

장폐기물에 의한 것이다. 폐차(ELV)와 전기 및 전자기기폐기물(WEEE)의 1998년의 리사이클율은 각각 10% 및 4%로 낮다. 1997년에 비하여 커다란 증가가 보이지 않는다.

나. 미국의 리사이클 최근 동향

DUPONT사에서는 2000년 3월7일 디트로이트에서 개최된 미국 자동차기술회(Society of Automotive Engineers: SAE)에 의한 자동차기술에 관한 국제회의와 전시회에서 나일론의 Chemical Recycle 시설을 예정대로 캐나다의 온타리오주에 건설한다고 발표하였다. 동사에서는 나일론의 Recycle 프로세스는 DUPONT에서 개발된 Ammonolysis기술을 사용한 것으로, 카펫에 사용되는 나일론6 및 나일론66 수지를 원래의 모노머로 환원하는 것이 가능하여 대단히 가치가 있는 것이다. DUPONT은 리사이클재 함유 나일론6 및 나일론66 수지를 내년 2001년까지 제조하여 자동차용도에서의 품질평가를 행하기로 하였다.

* 다음 논문에서 발췌한 내용입니다.

Norihisa Kusakawa, p17, Vol. 51, No. 7, Japan Plastics