

일본의 소재별 특성 및 리사이클 대응 현황

1. 기본적인 사고

현재 생활에서 이용하고 있는 다양한 제품은 다양한 특성을 갖는 소재로 구성 되어 있으며, 리사이클에 대한 대응은 이들 구성소재에 의존하는 바가 크다. 따라서 재료에 착안하여 그 특성 및 리사이클에 관한 현황에 대하여 분석을 행하였다. 검토 대상으로는 주요 소재로서 아래의 항목을 추출하여, 다음의 ①~⑥의 관점에 기초하여 소재마다의 특성 및 리사이클 등에 관한 상황에 대하여 검토하였다

◆ 대상이 되는 소재

- 철
- 비철금속(알루미늄, 동, 아연, 납, 카드뮴)
- 플라스틱 (폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리스타일렌,PVC,PET,FRP)
- 종이
- 유리(판유리, 유리병)
- 시멘트

◆ 검토의 시점

- ① 일반적인 특성 및 리사이클, 적정처리의 관점으로부터의 특성
- ② 생산량
- ③ 주요 용도
- ④ 배출량 및 최종 처리량
- ⑤ 리사이클 양
- ⑥ 소재의 리사이클을 위한 사업자의 대응

2. 소재마다의 특성 및 리사이클 관련 현황

가. 소재특성

소재에는 각각이 갖고 있는 특성이 있다. 일반적으로는 가공의 용이성, 강도, 내구성, 경량성 때문에 이용되는 제품 또는 그 부위에 요구되는 특성을 갖는

동시에 경제성도 갖춘 소재가 선택된다.

한편, 리사이클 및 적정처리의 실시 관점에서는 예를 들면 아래와 같은 특성에 대하여 유의할 필요가 있다

① 자원으로서의 유용성

철, 알루미늄, 철 등 금속 및 종이 등은再生资源으로서 유가로 회수되는 경우가 많아 이들 소재는 자원으로서 유용성이 높다고 할 수 있다. 그러나, 소재의 자원으로서의 가치가 높은 경우에도, 제품의 구조 등으로부터 회수 및 재자원화의 경제성이 낮은 경우도 있어, 일반적으로는 판단할 수 없는 것에 유의할 필요가 있다. 또한, 폴리에틸렌 등의 플라스틱에 대해서는 높은 발열량을 갖는다는 특성에 유의할 필요가 있다.

② 분별의 용이성

철이나 알루미늄과 같이 자석 등을 이용하여 기계로 용이하게 분별을 행하는 것이 가능한 것이 전형적인 예이다. 단일소재로 되어 있는지, 다른 소재가 복합하여 이용되고 있는지 등의 제품의 형태가 커다란 요소이다

③ 리사이클의 용이성

소재 중에는 플라스틱의 일부 및 시멘트와 같이 리사이클을 행할 때에 원래의 소재로서는 재자원화가 곤란한 것도 있다. 또한 종이나 플라스틱과 같이 리사이클을 반복하는 것에 의해 필연적으로 열화(劣化)를 초래하여 최종적으로는 원래의 소재로서 리사이클이 곤란한 것도 있다. 금속계의 소재는 기본적으로는 반복하여 원래의 소재로서 재자원화가 가능하지만, 불순물의 잔류 등에 의한 품질의 열화를 피하기 위해서는 다시 비용이 요구되는 경우가 있다.

④ 적정처리의 필요성

납이나 카드뮴 등 일전 조건 하에서 환경 및 인체에 대하여 유해한 성질을 갖는 소재에 대해서는 제품으로 사용 시에 유의할 필요가 있을 뿐 아니라 리사이클 및 최종 처분 시에 환경 중으로 배출을 극소화하기 위한 대응이 필요하다. 한편 폐기 후 자연계의 미생물에 의해 물과 이산화탄소로 분해하는

생분해성 플라스틱과 같은 소재도 있다

나. 생산량 등

일본에 있어서 소재 중에서 가장 대량으로 생산 및 사용되는 것은 철강이다, 이어서 시멘트, 종이의 순이다

기타 소재로 생산량이 백만 톤 이상의 것으로는 유리, 비철금속에서는 알루미늄, 동, 플라스틱에서는 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, PS, PVC, PET등을 들 수 있다. 일반적으로는 생산량은 일관하여 증가 기조였으나 근년에는 신장이 둔화 하는 경향이 있어, 소재의 리사이클의 장래성을 검토할 때에는 중요한 포인트가 된다. 또한 소재의 생산량 외에 소재의 수출량 및 수입량, 소재사용 주요제품의 수출량 및 수입량에 대해서도 함께 검토 할 필요가 있다.

다. 주요 용도

각 소재의 용도는 그 특성등에 따라 아래와 같이 다양하다.

- 금속계 소재 중 철강, 알루미늄, 동 등의 용도로서는 건축,토목관련이 점하는 비율이 비교적 크다., 자동차, 기계등에도 많이 사용되지만, 이들의 용도에서는 기타 소재와의 복합도가 높게 된다, 알루미늄 캔 재료 등은 거의 단일소재 이다, 아연, 납, 카드뮴의 용도 중 도금이나 무기약품등에는 비교적 單體 또는 금속화합물로서 사용되지만, 금속으로서 보면 희박성, 소실성이 높다.
- 플라스틱 소재는 용기포장 등에 이용되는 경우는 소실성이 높다.자동차, 기계 등의 부품에 사용되는 경우에는 기타 소재와의 복합도가 높게 된다, PVC나 FRP는 배관 및 주택설비 기기로서 건축관련에 이용되는 것이 많다. 생분해성 플라스틱은 현재 개발 및 보급 도상의 소재이다.
- 종이는 코팅 등으로 타 소재와 복합하여 사용되는 경우도 있으나 기본적으로는 단일소재로 이용되는 경우가 많다
- 유리에 대해서는 판유리가 자동차 및 건축등에 이용되는 한편, 유리병은 단일소재의 제품으로서 사용된다

- 시멘트는 대부분이 건축 및 토목관계에 이용된다

라. 배출량 및 최종 처리장

기본적으로는 소재의 생산량과 소재 사용제품의 평균 사용 년 수에 따라 배출된다. 주로 사용을 폐기 제품으로서 배출되지만, 제조과정 및 유통단계에서의 가공 손실 등으로서 배출되는 것도 포함된다

이 중 건축관련을 비롯한 평균 사용 년 수가 긴 용도에 사용되는 소재에 대해서는 배출까지 시간이 필요하므로, 그 사이에는 국내에 축적되게 된다, 예를 들면 건축관련의 용도에 사용되는 철, 시멘트, PVC등이 이들에 해당하지만, 이 중 생산량이 많은 철강에 관해서는 현재의 일본 국내의 축적량은 12억 톤에 이를 것으로 추정된다.

이 같은 소재에 대해서는 자원의 유효이용을 도모하기 위하여 장래의 배출량을 예측한 대응이 요구된다 또한 유리의 재수거 병과 같이 반복 사용하는 것을 전제로 한 제품도 있다. 최종 처리량은 기본적으로 이들 소재의 배출량으로부터 리사이클 되는 양과 감량화 되는 양을 제외한 것이다.

마. 리사이클 양

소재의 리사이클 양은 소재가 이용되고 있는 제품의 리사이클과 밀접하게 관련한다. 일반적으로는 제품의 소재 구성이 비교적 단순하여 제품 또는 회수를 위한 시스템이 성립 되 있는 경우에 리사이클율은 높다.

또한 리사이클 방법으로서 원재료로서 재 자원화를 행하는 물질 외에 플라스틱과 같이 그 자체가 에너지를 갖는 소재에 대해서는 소각하여 그 소각열을 에너지로서 이용하는 Thermal Recycle이 존재한다. 소재의 리사이클에서는 경제성 및 리사이클을 포함한 라이프사이클 전체로의 환경부하특성이 이들 방법의 선택에 있어서 중요한 요인이 된다

각 소재의 리사이클 상황을 보면 다음과 같다

- 배출량에 비하여 상대적으로 리사이클 양이 많아, 원 재료로서의 재 자원화를 도모하는 Material Recycle 의 대응이 적극적으로 행해지는 소재는 , 금속계 중에서는 철, 알루미늄, 동, 납이다. 금속계 소재이여도 예를 들면 주요 용도가 도금으로 기타의 소재에 부수한 형태로 희박하게 사용되는 아연 등은 리사이클의 곤란성이 높아 리사이클 양이

적다, 또한 유리 및 종이의 리사이클 양은 배출량이 비하여 비교적 크다

- 한편, 플라스틱계의 소재와 같이 단일소재로 배출되는 것은 Material Recycle로 대응하고 있으나, 일반폐기물을 중심으로 분별 등이 곤란한 것에 대해서는 소각되어, 결과적으로 그 소각열이 에너지로서 이용되는 소재도 있다

- 소재특성에 있어서도 이들 소재의 리사이클에 있어서는 리사이클 시에 소재의 품질변화가 생기는 경우가 있다. 이 같은 리사이클의 행태는 원래 품질의 소재로서는 리사이클 할 수 없는 것에 착안하여 계단식 리사이클이라 부른다. 이것은 리사이클에 따라 고분자재료인 플라스틱의 품질이 열화 하거나 종이나 섬유류의 열화 및 미세화가 진행되는 것과 같은 경우 및 골재와 복합되어 콘크리트 형으로 이용되므로, 시멘트를 이용한 콘크리트는 시멘트로서가 아니고 콘크리트 덩어리로서 리사이클을 할 수 밖에 없는 경우가 해당한다.

또한 철이나 알루미늄, 동, 납 등 금속계 소재와 같이 본래는 원래의 품질을 갖춘 소재로서 재이용 할 수 있는 것에서도, 이물의 혼입 및 불순물의 잔류등에 의해 기술적, 경제적 이유로부터 동일 소재에서도 품질이 저하 한 것으로서 재자원화를 행하는 경우가 있다. 더욱이 유리와 같이 판유리와 유리병에서 그 조성이 달라 각각 독자의 리사이클 루트를 형성하고, 또한 유리병 중에서도 색에 의해 리사이클 용도가 제한되는 경우가 있다.

플라스틱계의 소재에 대해서는 종류 수가 많아 정밀도가 높은 분별이 곤란한 점 및 용기포장으로 이용되는 경우에는 이물의 혼입을 피할 수 없는 등으로부터 기술적, 경제적인 이유로부터 Material Recycle 중에서 cascade 리사이클의 실시, 나아가서는 Thermal Recycle 이라는 형으로 cascade 리사이클이 행해진다고 할 수 있다

이같이 같은 소재라 해도 용도에 따라 필요로 하는 리사이클 자원의 특성은 다르기 때문에 소재 전체로서의 리사이클 자원의 수급 밸런스 외에 요구품질, 용도 마다 리사이클 자원의 수급 밸런스도 배려하여, Thermal Recycle도 포함하여 적절한 리사이클 루트를 형성해 가는 것이 중요하다.

- 전반적으로는 리사이클 양은 일관하여 증가하지만 Material Recycle 및 Thermal Recycle이라는 구별에 한정되지 않고 cascade 리사이클인가 아닌가 라는 리사이클의 형태와 리사이클 자원의 수급 밸런스로부터 본 장래 가능성도 유의할 필요가 있다

바. 리사이클을 위한 사업자의 대응

소재의 유효이용을 위해 사업자는 종래보다 다양한 대응을 행하고 있다.

- 예를 들면 자원절약의 관점으로부터는 제품에 소재의 사용량을 줄이는 것을 가능하게 하는 박육화 및 장기 수명화 등 소재성능의 향상에 관련한 기술개발 및 제품설계를 실시하는 동시에 소재 또는 제품의 제조 공정에서 손실의 극소화를 도모하고 있다
- 또한 소재의 리사이클 용이성을 높이기 위하여 소재의 제조단계에 있어서의 배려로서 플라스틱이나 합금의 종류의 삭감, 제품에 사용하는 소재의 종류 삭감, 소재 중의 유해물질의 제거를 위한 제품설계 및 기술개발, 소재에 관한 정보의 표시등의 대응을 행하고 있다
- 또한, 폐기 및 리사이클 단계의 대응으로서, 리사이클 시스템의 확립을 위한 회수거점의 정비 및 회수를 위한 자치체 및 소비자등과의 제휴를 실시하고 있다.
- 소재의 리사이클 용도에 대해서도 Material Recycle을 행할 때의 품질유지를 위하여 기술개발을 하는 동시에 cascade 리사이클이 되는 경우에서도 보다 부가가치가 높고 품질 열화가 적은 형태로 리사이클을 가능하게 하기 위한 기술개발에도 대응하고 있다
- 여기에 시멘트산업과 같이 기타 산업에 있어서 폐기물을 소재의 원재료로서 적극적으로 활용하고 있다.

이들은 개개 소재의 제조사업자 만이 아니고 업계로서의 대응, 소재산업과 가공조립산업과의 제휴, 유통 및 물류사업자 및 일반소비자, 국가, 자치체 등과의 제휴 등 다양한 주체의 상호 협력관계 하에서 대응해 가는 것이 요구된다