



포장기능의 LCA적 고찰

沖 慶 雄 / 東洋製罐株式會社

1. 머리말

포장재료에 관한 LCA적 연구는 내외에서 비교적 넓게 행해져 왔다. 그러나 대부분의 연구에서는 포장재료의 상품이 소비된다면 순식간에 폐기물이 되고 폐기물처리의 곤란함이 포장무용론으로까지 논의되고 있는 중에서의 연구이기 때문에, 포장의 기능에까지 논급된 연구는 없는 것이나 다름없다.

포장에는 뛰어난 많은 기능이 있고 거기에서 레토르트식품이나 새로운 각종 음료 등 새로운 시대의 니즈를 충족시켜 개발된 새로운 산업이 생겨난 것은 긴 설명이 필요없을 것이다.

포장업계에 있어서 포장기능의 유용성이 사회에 미치는 영향의 중요성을 사실로서 실감할 수 있을 것이다.

그러나 소비자에 있어서 포장기능은 어느 정도의 가치를 주고 있는 것인지, 소비자는 상품의 가치를 인정해 가격이라는 척도에서 가치의 판정을 하고 있고 편리성 등 포장의 기능을 가리키더라도 그 가치는 가격으로 끼워넣기 때문에 새삼스럽게 포장의 기능이 유용하다고 말하더라도 망설일 뿐이다.

LCA연구의 경과를 보아도 환경부하를 저감시키기 위한 유용한 틀로서 활용할 수 있도록 하는 연구에 힘을 기울여 왔다. 라이프사이클 전체의 메타리얼플로를 파악하는 것이 중요하고 그 데이터베이스를 확립하는 것이 긴급한 과제가 되고 있다.

그러나 쌓아 올리는 방식에 의한 데이터베이스에는 시장경제하에서 상품의 유통 드라이빙포스로서의 시장가치에 관한 고찰이 없다. 산업연관표를 이용한 경우에는 가격으로서의 물품의 추적이기 때문에 가격을 나타낸 부가가치나 인건비로서의 노동력을 가리키고 있는 것으로서 LCA를 틀로서 이용하기에는 너무 거시적이어서 이용하기 어렵다.

특히 포장재료는 여러가지 다른 기능을 가지고 있기 때문에 간단한 비교는 큰 실수를 하게된다.

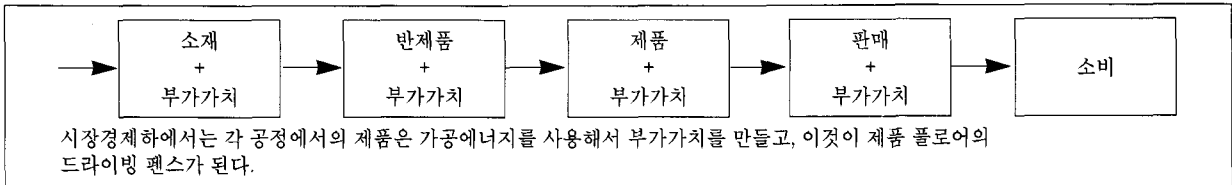
포장재료의 LCA를 행함에는 큰 틀로서의 개선과 어떠한 목적에 관해서 하는 것인가 하는 고찰이 중요할 것이다.

특히 기술의 개발이 자유경쟁하에서 환경에 적합한 제품의 개발을 촉진하기 위해서는 개발된 제품의 시장가치가 확립되지 않으면 안된다.

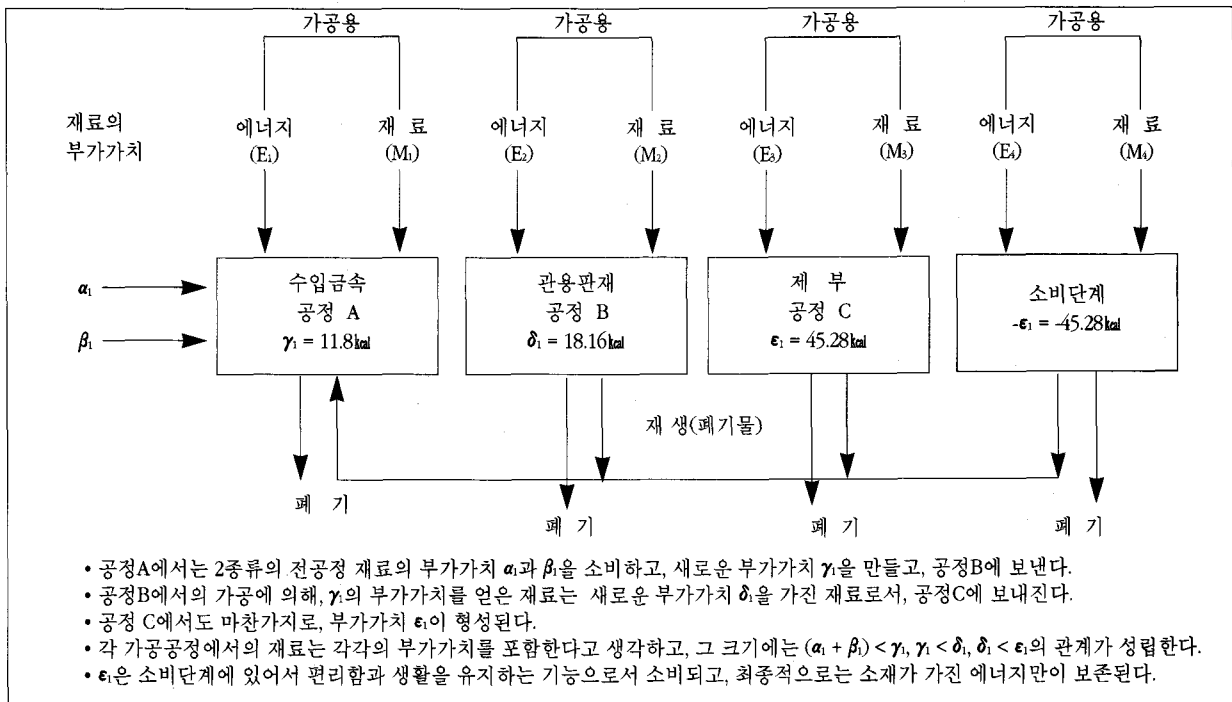
포장재료같이 시장가치가 포장재

이 글은 최근 관심이 높아지고 있는 LCA에 대한 것으로 일본 「포장기술」에서 발췌한 것이다.

[그림 1] 시장경제에서의 부가가치의 의미



[그림 2] 부가가치의 변환과 소비(알루미늄캔의 사례)



료가 가진 기능에 의해서 성립되고 있는 제품에 있어서는 한층 더 기능 가치가 LCA에 반영되지 않으면 안된다.

LCA가 보다 고기능으로 환경에 적합한 포장재료의 개발에 유용한 틀이 되기 위해서는 문제점의 해명이 필요하다.

이하 이것들의 모든 점에 관해서 고찰해 보자.

2 기능의 무용과 평준화의 문제

LCA연구 중에서 가장 넓게 행해지고 있던 것은 각종 용기간의 비교이

다. 여기에서 문제가 되는 것은 비교할 다른 용기의 기능이 일치하고 있지 않기 때문에 매우 강하게 기능의 무용과 표준화를 끝까지 밀고 나가지 않으면 안되는 것이다.

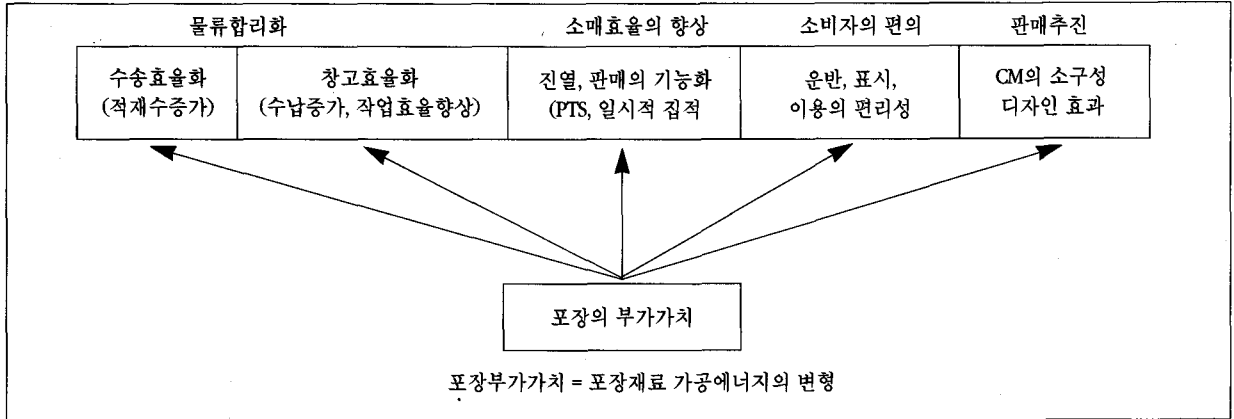
이제까지 행해진 많은 포장재료의 LCA적인 연구에 있어서 동일한 포장재료에서의 공정개선이나 동일 목적에 대한 포장재료 자체의 개발에 의한 신평포장재료와의 비교 등이 되고, 그 대로 활용이 되고 있지만 포장재료간의 비교 등에 있어서 소기의 목적이 충분히 달성되지 않는 것은, 기능이 다른 포장재료의 비교를 시험해 보면

많은 것이 지적된다.

각종 공정에서의 에너지 밸런스나 재료 밸런스를 생각할 때, 비교 대상물이 동일한 목적으로 사용되는 것이 명확하지 않다면 설정하는 전제 조건에 언밸런스된 불공평이 된다.

탄산음료용기로서 금속캔과 유리병은 내압용기로 기능적인 비교가 가능하고 이것들은 살균가능한 용기이기 때문에 적어도 1년 이상의 보존이 가능하다. 이 기능을 갖지 않는 종이 용기와 비교할 수 없고 통상의 종이용기는 냉장보존이 필요하고 상온보존할 수 있는 어셉틱제품으로서도 90일

(그림 3) 포장부가가치의 분산



을 넘어서의 판매는 허락되지 않는다는 등의 문제도 존재한다.

특히 음료용기는 기후의 변동, 유행으로의 대응 등 신속한 대량공급을 다하지 않으면 안되는 독특한 문제도 내재돼 있다. 대량공급이라고 하는 생산성 등이 어떠한 기능으로 평가될지는 이제부터의 문제이다.

그리고 동일한 목적에 대해서 금속 캔의 소재인 스틸과 알루미늄, 유리병, 다소 이용범위는 감소한 PET병과 종이용기가 같은 테두리에서 경합하고 있는 것이 현상이다.

이들 각종 용기에는 여러가지 뛰어난 특성과 부족한 성질이 있음에도 불구하고 결점은 부수된 기술에 따라서 보완돼 이용되고 있다. 한 예로, 스틸 캔이나 유리병은 기계적 강도와 내압성을 기본으로 하면,

◎알루미늄캔에서는 경량화를 추진하면 캔의 강도가 부족하고 레토르트살균이 불가능하기 때문에 내용품의 충전시에 질소가스를 봉입해 내압을 높혀 스틸캔과 같은 내압성을 실현하고 있다.

◎PET병의 내열성 부족에 대해서는 口部, 低部결정화 등에서 대응

하더라도 부족한 내열성은 무균충전법(어셉틱)의 채용으로 실용화되고 있다.

적재하중의 부족에 대해서는 외장골판지상자의 강도증가나 플라스틱의 크리에이트 채용으로 보충하고 있다.

◎종이용기는 본질적으로 내압성이 없기 때문에 사용이 한정되고 내열성도 없기 때문에 상온보존할 수 있는 열살균을 할 수 없다. 여기에서 용기의 살균에는 과산화수소가 사용되고 음료 등의 충전법으로서 어셉틱법이 채용됨과 동시에 대개는 냉장유통이 의무화되고 있다.

종이용기의 적재강도의 부족은 플라스틱플레이트를 채용해서 보충하고 있다.

이렇게 범용용기로서 동일한 용도에 사용되고 있는 것이라도 소재가 다름에 따라 각종의 수단으로 부족한 기능을 보완하고 있는 것이다.

따라서 이들 주변기술을 도입한 시스템으로서의 LCA평가가 되지 않으면 신뢰성있는 데이터베이스는 구축할 수 없다.

3. 포장재료의 기능과 부가가치

포장재료에 한하지 않고 현재 시장경제하에서 상품의 제조에 생산자가 의욕을 계속 가질 수 있는 것은 그것에 따라서 발생하는 잉여에서 필요경비나 사회경비인 세금 등을 공제하고 이익이 있기 때문이다. 여기에서는 이 잉여를 일반적으로 알기 쉽게 부가가치라는 말로 설명해 보자.

이 부가가치가 있다고 하는 것은 시장경제하에서 경쟁으로의 수요가 있는 것, 즉 소비자에 의해서 받아들이는 것을 의미하고 있는데 이 관계를 [그림 1]에 나타냈다.

[그림 2]에서는 알루미늄캔의 각 공정에서의 부가가치를 에너지 환산해 나타냈다. 이 에너지 사용량과 가격의 탄성치는 업계분야나 시장가격의 변동에서 반드시 일치하지는 않다.

포장의 기능에 대한 가치 설정은 가치를 향수하는 입장에서 분담하고 있어야 할 것이다.

소비자가 누적된 부가가치를 정리해서 지불하고 있는 것은 틀림이 없지만 제품이 소비자에게로 넘어가는 각 단계(물류, 판매 등)에서도 포장재료

[표 1] 케이스2의 경우 모델 가정의 라이프사이클 에너지 양 (가정쓰레기 수집량 1,022천톤, 수집인구 3,272천명)

| 처리·처분과정 | 종류 | 처리·처분량 (10 ³ 톤/년) | 처리·처분 투입에너지량 (Gcal/년) | 처리·처분의 라이프사이클 에너지량 | | |
|---------|---------|---------------------------------|-----------------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
| | | | | 쓰레기 수집 (Mcal/년) | 쓰레기 처리 (Mcal/년) | 모델가정당 (Mcal/년) |
| 설비 | 진개수집·중계 | 1.022 | 9.981 | 9.77 | 3.03 | 12.12 |
| | 소거처리 | 1.022 | 28.667 | 28.05 | 8.69 | 34.76 |
| | 반출 | 338 | 1.018 | 0.99 | 0.31 | 1.24 |
| | 매립·처분 | 376 | 502 | 0.49 | 0.15 | 0.60 |
| | 계 | | 40.168 | 39.30 | 12.18 | 48.72 (11.7%) |
| 운용(관리) | 진개수집·중계 | 1.022 | 38.404 | 37.58 | 11.65 | 46.60 |
| | 소거처리 | 1.022 | 245.909 | 240.62 | 74.59 | 298.36 |
| | 탄반출 | 338 | 5.783 | 5.66 | 1.75 | 7.02 |
| | 매립·처분 | 376 | 14.199 | 13.89 | 4.31 | 17.22 |
| | 계 | | 304.295 | 297.75 | 92.30 | 369.20 (88.3%) |
| 합계 | | | 344.463 | 337.05 | 104.48 | 417.92(100%) |

가 가진 기능은 유용하게 활용되고 있다. (그림 3)은 이 부가가치의 분담을 개념적으로 가리킨 것이다.

소비자가 포장재료에 지불하고 있는 것은 재료+기능의 가치에 대해서이며 이것은 곧 포장의 부가가치에 대해서이지만 이제와서 편리성에도 대가가 필요하다고 말할 수 있더라도 가치가 더블카운트라고 소비자가 납득하지는 않을 것이다.

포장의 기능이 되고 있는 편리성이나 표시 등은 여러가지의 상품에 있어서 중요한 가치를 가지고 있음은 말할 나위도 없다.

4. 기능-무형인 것-정보전달의 기능

특히 표시는 정보의 미디어로서 위탁된 포장의 기능이고 재료로서의 물적성질 이상으로 가치가 있는 것으로서 인식되고 있다.

그리고 이 기능은 포장이 이용된 후까지 지속되지 않는다. 이 포장의 기능같이 모양이 없는 것의 가치에 관해서는 옛부터 여러가지로 연구돼 왔

지만 가장 가까이 있는 포장재료에 관한 연구는 거의 없다고 해도 좋을 정도이다.

사람의 욕망과 그것이 충족된 때의 가치라든가 그 경제적 효과에 관해서 의 고찰 등은 '기호론(記號論)'으로서 알려져 있다.

소비자가 품은 물적요구에 따라서 상품 중 실체화된 기능이나 성능은 무게, 품질이란 물적인 유용성이 소비자에 의해서 취득될 때 소비된다고 돼 있다.

이러한 물적유용성에 따라서 형성되는 물적가치는 소비자에게 가져오는 효용의 수준에 따라서 경제가치로서 측정된 가격에 반영되고 있었다.

그러나 최근의 마케팅 입장에서의 소비 현실은 물적가치와는 관계가 없이 디자인, 색, 브랜드네임, 용기의 형상에 의해서 나타내는 감각성이나 이미지에 의해서 소비자에게 선택되는 경우가 많아졌다.

그 많은 CM에 의해 소비자에게 이미지가 주입되고 그것을 파는 곳에서 본능적으로 생각나게 하는 CM소급성의 대소가 소비자에 의한 상품선택

의 커다란 동기가 되고 있다.

이러한 각종의 요소가 마케팅상에서의 상품차별화전략으로 이용되고 소비자가 받는 외관의 차, 이미지의 차가 소비자에 따라서 상품의 선택이나 구매의 기준으로서 인식되고 있다.

이같은 감각적 이미지의 작용은 '기호성'이라고 불리고 이 기호성에 의해서 형성되는 가치를 '기호적 가치'라고 하며 현대의 소비자는 물적 가치만은 아니라 이러한 '기호적 가치'도 소비하고 있는 것이다.

이 기호론에 관해서는 잔 보드랄이 선구적인 연구를 하고 있다. 그는 소비의 대상이 되는 것(물=상품)은 단순히 유용성만이 아니고 상품에 부여된 의미, 즉 상품이 시장에서 경제적 교환이 되는 계기는 유용성을 가리키는 사용가치보다도 이 기호성에 의해서 형성되는 교환가치에 있다고 말할 수 있다.

유감스럽지만 이 가치론은 경제성이라는 구체성이 부족하고 일정한 유용성에 관해서도 여러가지 경제의 가치가 존재하고 무형인 것에도 가치가 존재한다는 개념의 존재는 인정될 수

[표 2] 각종용기의 회수 에너지 비교

| 용기종류 | 용량(ml) | 중량(g) | 설비소거(kw/g) | 전력연료(kw/g) | 노동력(kw/g) | 합계(kw/g) | 용량당 |
|--------|--------|-------|------------|------------|-----------|----------|------|
| 스틸캔 | 350 | 25.9 | 0.31 | 34.55 | 12.85 | 47.71 | 0.14 |
| 알루미늄캔 | 350 | 12.0 | 0.03 | 14.53 | 12.97 | 27.53 | 0.08 |
| 유리병 | 633 | 605.0 | 1.82 | 13.31 | 129.89 | 145.02 | 0.23 |
| 종이용기 | 1,000 | 28.6 | 0.20 | 20.88 | 16.45 | 37.52 | 0.04 |
| PO 용기 | 1,000 | 55.1 | 1.93 | 26.50 | 93.34 | 121.77 | 0.12 |
| PS 용기 | 150 | 15.0 | 0.83 | 40.43 | 53.69 | 94.94 | 0.63 |
| PET 용기 | 1,500 | 59.0 | 1.83 | 178.48 | 92.28 | 272.58 | 0.18 |

(주) 野村총합연구소 「포장폐기물의 리사이클에 관한 정량적 분석」 자료를 기초로 계산

환산치

| | | | |
|-------|----------|--------|-------------------------------------|
| 원가상거비 | Kcal / 円 | 1.046 | 1.046 × 1,000Kcal / 100만円 |
| 연료비 | Kcal / 円 | 실적치 | |
| 인건비 | Kcal / 円 | 32.398 | 20만円/월, 연간 2,400시간 취로, 총사용 에너지/취업입구 |

있지만 하나의 유용성에 대해서도 다양한 가치가 존재하고 있기 때문에 무형인 것, 포장의 기능에 관해서의 가치평가 등 구체성이 있는 상호평가의 연구를 기다릴 수 있다. 현대에서는 물적가치와 '기호적 가치'가 입장을 대신해 버린 것이다. 소비자가 유용성의 가치를 깊이 인식하지 않은 채 가격에 포함되고 있는 대가를 지불하고 있는 것에 문제가 있고 유용성을 넘은 '기호성'의 확대에 의해서 여러 가지 문제가 생긴 것이다.

5. 부가가치의-형태로서의 시간

포장재료의 기능으로 물류의 효율화를 들 수 있다.

특정의 포장기계에 사용되는 플라스틱필름의 미끄러짐성이 개선된 것만으로, 종래는 1시간 걸렸던 작업이 10분으로 끝나게 됐던 예가 가리키듯이 새로운 필름은 신규 표면처리가 시행되고 있다. 당연히 이 필름이 재래의 필름보다는 가공공정이 늘어난 것만큼 에너지소비량도 크고, 환경으로의 부하물질 배출도 크다. 그러나 한편

으로는 1시간 걸렸던 작업이 10분으로 가능하게 돼 50분의 시간을 절약할 수 있게 되었다.

이 50분의 가치를 어떻게 배분할 것인가. 시간의 자원화라고 하는 관점에서의 산업 본연의 자세가 의논되고 있을 때, 기능의 평가에 관해서 고찰이 필요할 것이다.

현재의 문제는 단순히 포장재료만의 문제는 아니고 모든 산업에 관한 문제이다.

지금까지는 각종의 상품제조, 수송, 저장에 있어서도 포장재료가 가진 기능은 유용한 활동을 해왔다. 그리고 그것들이 각 단계에서의 부가가치를 살리는 작용을 발휘해온 것은 확실하다.

이것에 대해서 자원으로서 시간의 생각은 이미 國連經濟計算중에도 '경제단위의 시간사용에 관한 데이터가 포함된다' '환경문제의 분석에 있어서 시간과 공간이 매우 중요한 차원이다' 라고 강조되고 있고, 밀접한 우리들의 라이프스타일을 문제삼더라도 시간요인에서는 커다란 변화를 볼 수 있다. 경제기획청이 '시간의 자원화'

라고 하는 것을 말하고 있고 현대는 '시간창조형 소비'로서 '유용한 시간은 경제성장을 가져온다' 라고 서술하고 있다.

현실적으로 東京에서 大阪(오사카)까지 新幹線으로 3시간 걸리고, 고속버스로 9시간 걸렸다고 한다면, 그 차의 6시간이 신간선을 타는 것의 부가가치로서 우리들은 자신의 것이라고 할 수가 있는 것이다.

이 예에 한하지 않고 성능이 좋은 기계를 사용하는 것으로 생산성의 향상은 곧 시간자원의 창조라는 것을 의미하고 있다.

이 부가가치로서 생긴 시간의 가치에 관해서는 각각의 분야에 따라서 평가가 정해지는 것이고 경제성이나 LCA에서의 직접평가에는 받아들일 수 없다. 단지 고기능의 설립 도입에 의한 생산성의 향상은 충분히 LCA의 평가 대상이 된다. 낮잠시간의 경제성이라 말하면 곤란하지만. 이 같이 현대기술의 전망은 이 시간을 유효하게 사용하기 위한 기술이라도 있었던 것을 재확인해보는 것이 필요할 것이다.

현재 문제는 LCA의 계산에 있어서 중요한 사항이다.

일본의 포장재료 사용량중에서 50%에 달하는 종이재료에 대한 LCA 계산에서는 자원의 채취에서 폐기까지의 원칙에 따라 成木의 벌채에서 계산되고 있던 미국 제지연합회의 R. E. Strat회장이 종이자원의 고갈 문제에 대해 미국의 제지업은 통계적으로 1952년 이후 각지의 목재자원은 벌채를 상회해 성육되고 있다고 지적하고 제지원료는 20년 정도의 식림에 의한 순환이 성립되고 있다고 서술했다. 게다가 이 20년간 공기중에서의 이산화탄소생산량을 계산해 보면, 종이는 지구온난화 제어에도 크게 기여하고 있는 것이라고 서술하고 있다.

즉 이 생각은 20년이라는 시간을 고려해야 하는 것이다.

이것은 곧, 폐기물처리 후의 문제와도 밀접하게 결합된다.

시간을 20년간 앞당기면, 전체를 폐기로 끝내지 않고 폐기물처리에 의해서 배출되는 환경오염물질의 영향을 고려해야 한다라는 생각이다. 세계의 주류를 점하고 있는 매립폐기까지라고 하는 생각에서 매립에서의 환경오염물질의 배기 등에도 눈을 돌리려고 하는 것이다. 10년간 자연의 분해를 고려하면 대개의 재생 자원의 탄소순환이 성립해서 Input와 Output가 동일하게 돼버렸기 때문에 더 단기간에 설립하는 것이 필요할 것이다.

매립지에 있어서 미생물의 유기물 분야의 작용, 호기성균이나 혐기성균에 의한 메탄이나 이산화탄소의 배출에 까지 관심이 가는 것이다.

생분해성폴리머 등도 화석연료에

의하지 않고 제2의 자원으로 중요 한 것이지만 분해되어 자연으로 되돌아가기 위한 환경적합형으로서의 이 유가 약해져 버리는 것도 생각할 수가 있다.

이같은 것을 계획적으로 건설된 매립지에 폐기하게 되면 매립지의 건설 에너지와 운용에너지를 어떻게 부담 시키는가가 중요한 것이 된다. 또 쓰레기로서의 소각을 생각하게 되면 소각장의 건설과 운용에너지를 똑같이 생각하지 않으면 안될 것이다.

최근의 과학기술청위탁조사로서 자원협회가 조사한 '가정생활의 라이프사이클에너지'에 의하면 매립지의 건설과 운용에너지나 소각장의 건설과 운용에너지에 관해서 조사하고 있다 [표 1].

6. 회수·재생의 비용과 소비 에너지

용기포장리사이클법이 성립하고 자원의 재생이용이 추진되고 있다.

현단계에서는 회수·재생의 시스템이 명확하지 않기 때문에 이 문제에 관한 계산에는 많은 가정을 포함시키지 않으면 안된다.

최근 野村총합연구소의 조사는 이 문제에 처음으로 파고 들었다고 해도 좋을 것이다. 운용의 비용과 소비 에너지의 양면에서 환경부하를 계산하고 있다. 지금까지의 많은 LCA연구는 어느 때 들면 분별됐던 폐기물의 산이 출현한다고 하는 것 같은 가정을 만들기도 하고 처음부터 리사이클을 고려하지 않은 연구가 많았고 구체적인 고찰에 이용하기에는 많은 오해를 부르기 쉽다는 보고가 많았다.

野村총합연구소의 데이터를 기초로 회수·재생의 비용을 노동력에너지로서 환산해 총소비에너지를 구해 봤다 [표 2].

여기에서의 설비제조에너지와 耐用償却年數 등도 문제점에 포함될 것이다.

포장재료 하나를 가지고 보더라도 많은 문제가 산적해 있다. 이같은 데이터베이스의 구축이 현재 가장 추구하고 많은 연구가 발표되는 것에 따라서 데이터의 투명성이 보증되고, 모두 사용할 수 있는 틀로서의 LCA가 확립되는 것이 기대된다. [6]

