

2007년도

EPS의 환경부하 분석

골판지 완충재를 사용하는 것보다 에너지 환경부하를 절감

일본 발포스티렌 재활용협회(JEPSRA: Japan Expanded Polystyrene Recycling Association)는 금년 4월 EPS제품의 환경부하(LCI) 분석 조사 보고서를 발표했다. TV완충재의 재질에 따른 환경부하와 EPS 단열재 사용으로 인한 에너지·환경 부하 절감 효과를 분석한 결과를 요약하여 2회에 걸쳐 소개한다. (편집자 주)

1. 분석 목적

본 조사는, 제품의 제조에서부터 사용, 폐기·처리에 이르는 종합적인 에너지·환경부하를 분석함으로써 EPS 제품의 환경에 대한 공헌을 명백히 합과 동시에, 앞으로 EPS 제품을 재활용하는 체제를 더욱 견고히 하기 위한 기초 자료로서 이용될 것을 목적으로 실시한 것이다.

2. 분석 내용

분석의 대상 사례는 액정 TV(32형)의 포장으로 했다. 분석, 즉, 구체적인 계산 내용은 EPS 완충재 및 골판지 완충재의 제조 및 폐기 처리 혹은 재활용에 관련된 소비 자원량, 소비 에너지량, 대기계의 환경부하(CO₂, NO_x, SO_x), 고형 폐기를 발생량으로 하였다. 완충재의 제조 공정에 관해서는, 자원 즉 EPS에서는 원유의 추출·채취, 골판지에서는 삼림의 벌채에서부터 각각의 완충재의 제조까지를 계산의 대상으로 하였다.

3. 분석 방법과 분석 결과

3-1. EPS 완충재와 골판지 완충재의 비교 분석

3-1-1. 기본적 전제와 분석 방법

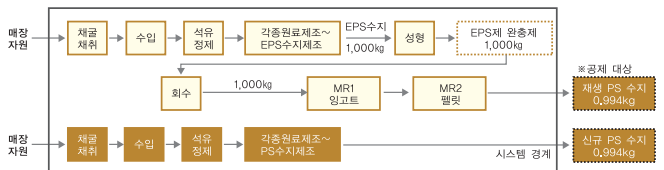
(1) 기본적인 전제

이번 분석에서는 32형 액정 TV 1대에 완충재로 사용되는 EPS 및 골판지의 사용 증량 실태를 조사한 결과 등을 바탕으로 하여 분석하였다. 사용 증량비는 실태 조사를 바탕으로 구체적으로는 EPS 완충재 1.0에 대해 골판지 완충재 4.1로 하였다. EPS의 경우, 재활용은 모두 MR로 행해진다고 가정하여 시산했다. 한편, 완충용 골판지의 경우에는 외장 라이너에 대해서는 ① 100% 신규 목재 칩을 사용하는 경우와 ② 폐지를 최대한 사용한 경우(결과적으로는 폐지 87%, 목재 칩 13%)의 2가지로 시산했다

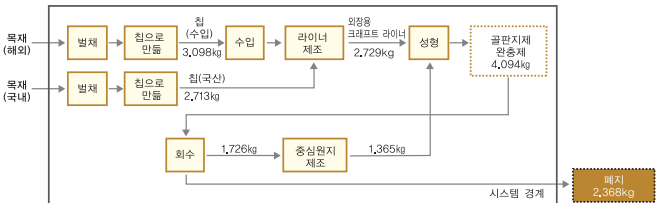
(2) 분석 방법

본 분석에서는 재활용까지를 포함한 LCI(Life Cycle Inventory) 분석을 실시하였다. LCI 분석을 실시한 시스템 환경을 그림 1에 나타냈다.

1) EPS 완충재



2) 골판지 완충재 (①번 경우 : 외장 라이너를 100% 신규 칩으로 제조한 경우)



3) 골판지 완충재 (②번 경우 : 외장 라이너를 원칙적으로 폐지로 제조한 경우)

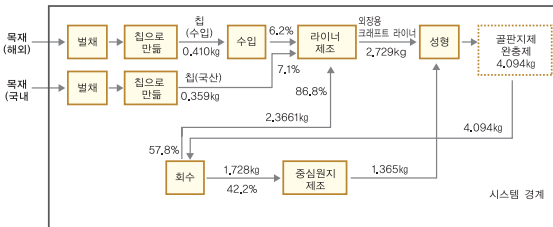


그림 1 EPS 및 골판지 완충재의 제조·처리 흐름도

주 1 : 같은 기능을 원수하기 위해 필요한 완충재 량의 증량비는 EPS

1.0에 대하여 골판지는 4.1

주 2 : 사용이 끝난 물건의 회수율은 100%

주 3 : 외장용 크래프트라이너의 중심원지의 사용비율은 2:1

3-1-2. 분석 결과

EPS 완충재와 골판지 완충재의 환경부하를 소비 에너지량, 대기계의 환경부하(CO₂, NO_x, SO_x), 고형 폐기를 발생량으로 나타내었다. 골판지 완충재는 외장 라이너를 100% 신규 목재 칩을 사용한 경우(①번 경우)와 폐지를 최대한으로 사용한 경우(②번 경우)의 2가지로 산출했다.

1) 소비 에너지

액정 TV 1대를 포장하는 데 필요한 공정 소비 에너지를 비교했을 경우, EPS 완충재는 37.8MJ, 골판지 완충재는 ①번 경우는 71.1MJ, ②번 경우는 59.1MJ가 되어, EPS 완충재로 포장을 한 쪽이 소비 에너지가 각각 46.9%, 36.0%가 적다

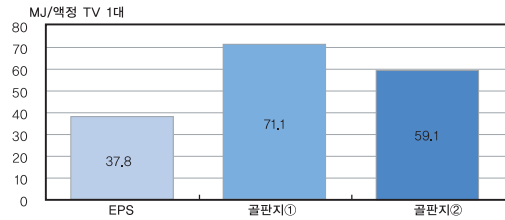


그림2 소비 에너지 비교

소비 에너지의 공정별 내역은 EPS 완충재에서는 제조시에 48.7MJ, 사용이 끝난 물건의 회수·재생 시에 6.2MJ로, 합계 54.9MJ가 된다. 여기서 얻어진 재생 PS수지는 새롭게 석유에서 제조되는 PS수지를 대체한 것으로 간주하여, 합계에서 신규 PS수지의 제조에 관련된 소비 에너지 17.1MJ를 공제하면, 최종적인 계산 결과는 37.8MJ가 된다. 한편, 골판지 완충재는 ①번 경우와 ②번 경우에서 제조 시에는 각각 61.2MJ, 48.8MJ가 되고, 사용이 끝난 물건의 회수·재생 시에는 9.9MJ, 10.2MJ가 되어, 합계는 각각 71.1MJ, 59.1MJ가 된다.

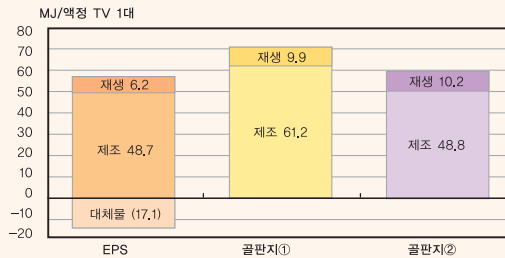


그림3 공정별 소비 에너지 비교

2) 대기계 환경 부하

① 이산화탄소 (CO₂)부하

EPS 완충재의 CO₂ 배출량은 2.44kg, 골판지 완충재의 CO₂ 배출량은 ①번 경우에는 3.87kg, ②번 경우에는 2.67kg이 되어, EPS 완충재 쪽이 CO₂ 배출량이 각각 36.9%, 8.6% 적다.

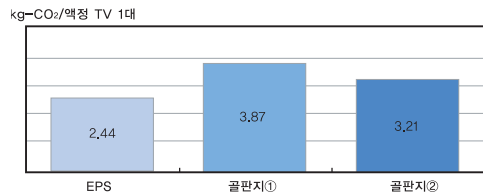


그림4 CO₂ 배출량 비교

CO₂ 배출량의 공정별 내역은 EPS 완충재에서는 제조할 때 3.13kg, 사용이 끝난 물건을 회수·재생할 때 0.48kg으로, 합계 3.61kg이 된다. 재생 PS수지에 의한 신규 수지 대체분 1.17kg을 공제하면, 최종적인 계산 결과는 2.44kg이 된다. 한편, 골판지 완충재는 ①번 경우와 ②번 경우가 제조할 때 3.35kg, 2.67kg, 사용이 끝난 물건을 회수·재생할 때 0.52kg, 0.54kg으로 되어, 합계가 각각 3.87kg, 3.21kg이 된다.

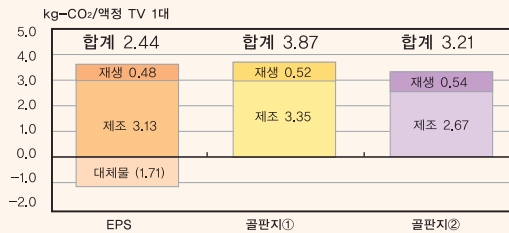


그림5 공정별 CO₂ 배출량 비교

② 황산화물(SOx) 부하

EPS 완충재의 SOx 배출량은 1.57g, 골판지 완충재의 SOx 배출량은 ①번 경우에는 3.11g ②번 경우에는 2.63g이 되어, EPS 완충재 쪽이 SOx 배출량이 각각 49.2%, 42.7% 적다

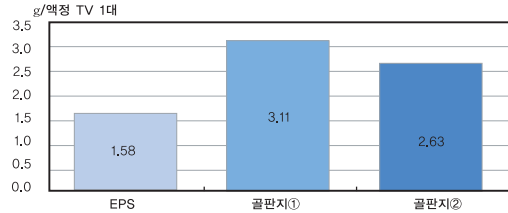


그림6 SOx 배출량 비교

EPS 완충재의 SOx 배출량의 내역은 제조할 때 3.43g, 사용이 끝난 제품을 회수·재생활 때 0.18g이며, 합계 3.61g이 된다. 재생 PS 수지에 의한 신규 수지 대체는 203g을 공제하면, 최종적인 계산결과는 1.58g이 된다. 한편, 골판지 완충재는 ①번 경우와 ②번 경우에서 제조할 때 2.70g, 2.23g, 사용이 끝난 물건을 회수·재생활 때 0.40g, 0.40g이 되어 합계가 각각 3.11g, 2.63g이 된다.

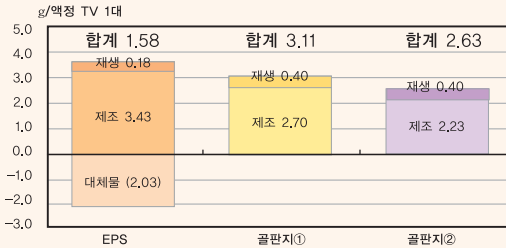


그림7 공정별 SOx 배출량 비교

③ 질소산화물(NOx) 부하

EPS 완충재의 NOx 배출량은 2.11g, 골판지 완충재의 NOx 배출량은 ①번 경우에는 4.28g ②번 경우에는 3.63g이 되어, NOx 환경 부하는 EPS 완충재 쪽이 각각 50.8%, 41.9% 적다.

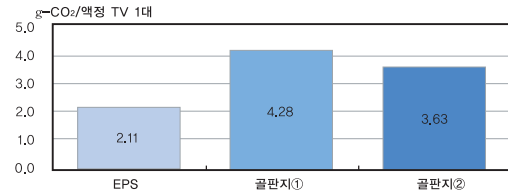


그림8 NOx 배출량 비교

NOx 배출량의 공정별 내역은 EPS 완충재에서는 제조할 때 3.90g, 사용이 끝난 제품을 회수·재생활 때 0.38g으로 합계 4.28g이 되며, 재생 PS 수지에 의한 신규 수지 대체분 217g을 공제하면, 최종적으로는 2.11g이 된다. 한편, 골판지 완충재는 ①번 경우와 ②번 경우에서 각각 제조할 때 ①은 3.72g, ②는 0.56g, 사용이 끝난 물건을 회수·재생활 때 ①은 0.56g, ②는 0.58g이 되어 합계가 ①은 4.28g, ②는 3.63g이 된다.

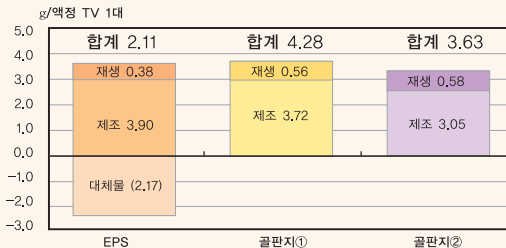


그림9 공정별 NOx 배출량 비교

3) 고행 폐기물

고행 폐기물 발생량은 EPS 완충재에서는 0.127g, 골판지 완충재는 ①번 경우에는 1.43g ②번 경우에는 1.08g이 된다. 그리하여 고행 폐기물량은 EPS 완충재 쪽이 각각 ①은 91.1%, ②는 88.2% 적다.

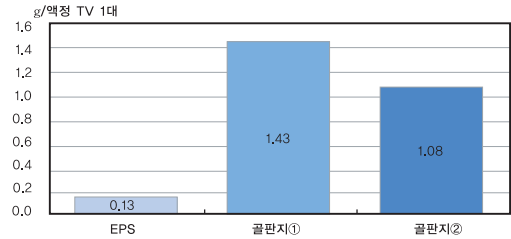


그림10 고행 폐기물량 비교

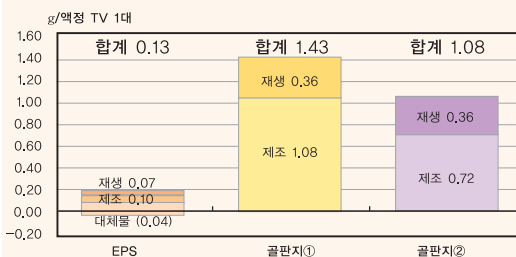


그림11 고행 폐기물 발생량 비교

고행 폐기물량의 공정별 내역은 EPS 완충재에서는 제조할 때 0.098g, 사용이 끝난제품을 회수·재생활 때 0.071g으로 합계 0.179g이 되며, 재생 PS 수지에 의한 신규 수지 대체분 0.042g을 공제하면, 최종적으로는 0.127g이 된다. 한편, 골판지 완충재는 ①번 경우와 ②번 경우에서 각각 제조할 때 ①은 1.08g, ②는 0.72g, 사용이 끝난 물건을 회수·재생활 때 ①은 0.36g, ②는 0.36g이 되어 합계가 ①은 1.43g, ②는 1.08g이 된다.

3-1-3. 총괄

(1) EPS 완충재와 골판지 완충재의 비교

EPS 완충재를 사용·폐기한 후 MR에 의해 재활용되어 신규 PS 수지 시장을 대체한다는 가정에 기초하면, 골판지 완충재를 제조할 때의 외장 라이너의 원료 조건에 관계없이(100% 신규 칩으로 제조되든, 폐지가 최대한으로 사용되든 불문하고), EPS 완충재와 골판지 완충재의 에너지 환경 부하적인 측면에서 아래의 관계가 확인된다. 완충재를 제조할 때의 모든 공정 소비 에너지(자원의 채굴·채취에서부터 완충재 제조, 폐기 후의 재생)는 EPS 완충재 쪽이 골판지 완충재에 비교하여 40% 정도 적다. 그리고 CO₂ 배출량에서는 30% 전후, NO_x 및 SO_x 배출량은 40% 정도로 에너지와 마찬가지로의 경향을 보였으며, 고행 폐기물의 경우에도 우위성은 변함이 없었다.

골판지 완충재의 경우에 외장 라이너의 원료 조건에 있어서의 차이는 100% 신규 칩(①번 경우)을 사용할 때 쪽이 폐지를 최대한으로 사용할 때(②번 경우)보다도 소비 에너지 및 환경부하가 크다. 그 원인은 ②번 경우에는 외장 라이너 원료로서 사용되는 신규 칩 양이 감소하고, 회수된 폐지의 투입량이 증대하기 때문이다. 액정 TV의 완충재 사용 사례는 EPS 완충재의 대표적인 것이며, 폐기 후의 MR도 또한 동일 완충재의 MR의 대표적인 사례이다. 따라서 EPS 완충재의 처리 루트로서 MR로 한다면, 골판지 완충재를 사용하는 것보다 에너지 환경부하를 절감할 수 있게 되어 지구 환경 보전에 한층 공헌할 것이 기대된다.