



가전제품의 LCA적 사고방식

LCAfor household electrical appliances

佐竹一基 / 소니(주) 테크니컬 서포트 센터

1. 머리말

최근, 환경 관련 기사가 신문이나 잡지에 실리지 않는 날이 거의 없을 정도로 환경 문제에 대한 사회적인 관심이 높아지고 있다. 이 같은 분위기를 하에서, 제품이나 서비스의 환경 부하를 “요람에서 무덤까지” 평가하는 LCA(Life Cycle Assessment)가 주목을 받고 있다.

LCA는 용기나 포장재료에 대한 적용이 처음으로 시행되어 서서히 복잡한 과정을 갖는 재료나 제품에 적용되어 왔다.

본 보고서에서는 LCA의 가전제품에 대한 적용예를 제시하면서 그 특징을 제시함과 동시에 포장재 LCA와의 차이를 생각하고자 한다.

2. 가전제품의 특성

가전제품과 포장재를 비교해 보면, 포장재는 다종다양함과 동시에 거의 모든 업계에서 사용되고 있다.

또한, 사용 수량도 매우 많다. 하지만 포장재는 그러한 것에 의해 보호되는 제품이 고객에게 미치는 시점에서 그 역할을 거의 다 끝낸

다. 또한, 한 제품의 포장에 사용되고 있는 재료의 종류는 가전 제품에 비해 적은 것이 보통이다.

이에 대해 가전 제품은 매우 많은 부품(수백에서 수천점)에 의해 구성되고 있어 생산 수량도 많은(월 생산 수천에서 수십만) 것이 보통이다.

또한 더욱이, TV, 스테레오, 냉장고, 세탁기, 에어컨 등 목적이 다른 상품이 다수 존재하여 한 해에도 수 차례 신상품이 시장에 투입된다. 더욱이 큰 특징은, 제조 과정에 비해 통상적으로 일반 고객이 사용하는 기간이 긴 상품임과 동시에 이 단계에서 에너지를 소비하는 것이다. 이러한 특징은 가전 제품의 LCA를 생각할 때 그 복잡함의 원인이 되고 있다.

또한, 가전 제품에 있어서 포장재는 그러한 것을 구성하는 일부로 간주되는 것이 보통이라, LCA를 시행함에 있어서도 그 구성 요소 중 하나로서 취급된다.

[표 1] 가정용품 포장재의 특징

상품	상품종류	부품·소재수	사용기간
가전제품	많다	매우많다	에너지를 소비
포장재	매우많다.	적다	상품이 도착할때까지

[표 1]에는 가전 제품과 포장재의 LCA를 생 각함에 있어서 그 특징을 나타냈다.

3. 가전 제품의 LCA 특징

일본의 가전 업계 및 IT 업계에서는 1990년 이 조금 지나서 LCA의 사고방식이나 방법론에 대한 연구가 본격화되었다고 생각된다.

이는 포장재에 대한 적용이 1980년대에 이미 있었다는 것을 생각하면 늦다고 말할 수 있으나, 다른 업계에 비해 결코 늦었다고는 말할 수 없다.

LCA에 특화한 학회인 에코밸런스 국제회의 에서도 가전 각사는 수많은 발표를 하고 있고, 독자적인 LCA 소프트웨어를 판매하고 있는 회

사도 있어, 다른 업계보다도 꽤 발전한 부분도 있다.

하지만, 가전 제품의 LCA는 매우 복잡하고, 또 그에 따른 불완전성이 존재하는 것도 사실 이다.

가전 제품 LCA의 특징은 앞서 서술한 가전제 품 그 자체의 특징과 밀접하게 관련되어 있다.

우선, 첫 번째로 부품의 가지 수가 수백에서 수천에 이른다는 점이다.

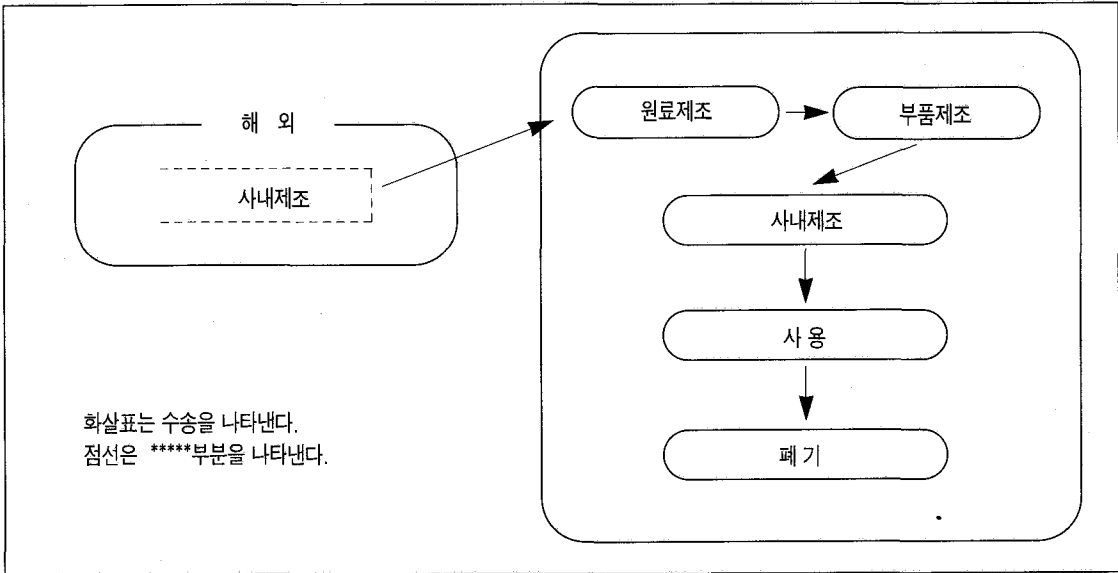
스피커는 동일한 것을 두 개 사용하고 있어, 저항이나 콘덴서와 같은 전자 부품은 몇 가지 똑 같은 것이 사용되고 있어, 인벤토리를 취해야 할 부품 수가 상당히 많아진다.

더욱이 전자 부품은 그 자체가 다종다양한 소 재로 되어 있다. 이 때문에 가전 제품의 LCA를

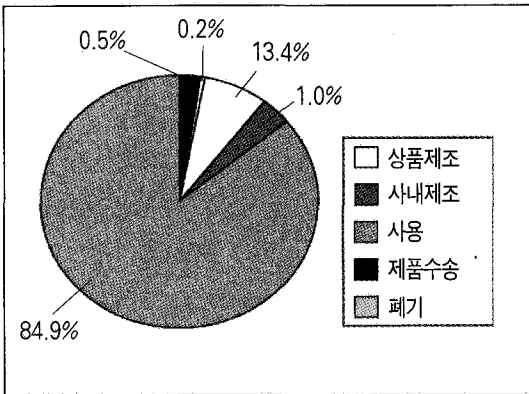
[그림 1] 컬러 텔레비전의 Life Cycle 흐름

구분	원재료	원재료조달 단계	제조 단계		유통 단계	사용 단계	폐기 단계	
경유	경유	가솔린	전력	기관	가솔린	경유	전력	
		경유						부품
경유	경유	전력	납땀	플렉스	트럭	수송	포장전력	정유
		중유						
경유	경유	목상자	종이층	납땀층	선석수송	SO _x	NO _x	철강
		트럭수송						
경유	경유	열차수송	스트롤	스트롤	수지층	NO _x	CO _x	플라스틱
		항공기						
		-NO _x						
		-HC						
		CO _x (CO·CO ₂)						
		SO _x						

[그림 2] TV의 LCA에 있어서 경계조건



[그림 3] TV의 life Cycle에 있어서 CO₂배출량비



정확하게 시행하려고 한다면, 필요한 인벤토리의 수는 방대해진다. 또한, 부품의 제조 장소가 분산되어 있어 해외에서 만들어지는 부품도 상당수 있다.

두 번째로, 가전 제품은 기술 혁신이 빠른 분야이다. 특히, 최근에는 디지털화나 IT화가 급속

하게 진전되고 있다. 해마다 신기종이 등장하고 이러한 새로운 기술은 신속하게 받아들여지고 있다. LCA를 이 같은 기술혁신이 빠른 제품에 적용시키면, LCA의 결과가 나올 즈음에는 제품이 이미 차세대가 되어 있는 옷지 못할 일도 나오고 있다.

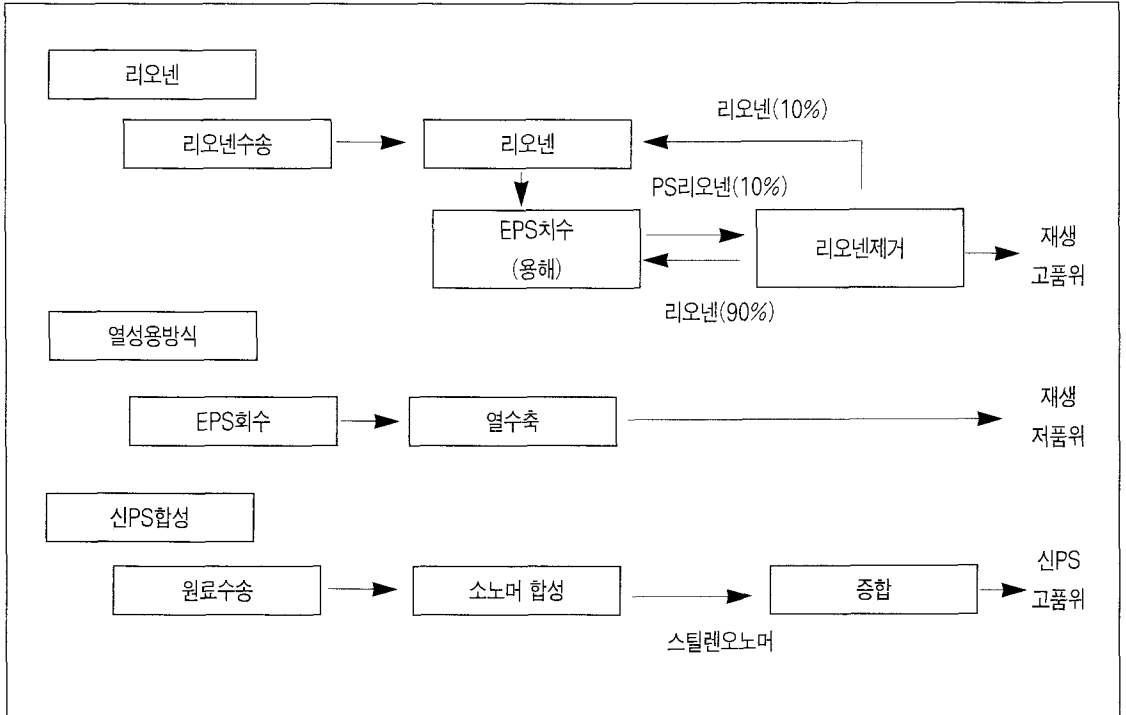
세 번째로, 가전 제품은 실제로 상품을 사용할 때에 에너지를 소비하기 때문에 이 사용시 발생하는 부하를 파악하는 것이 매우 중요하다.

마지막으로, 통칭 “가전 재활용법”은 금년도부터 실행되고 있으나, 폐기·재활용에 관한 인벤토리는 아직 부족한 것이 현실이다.

“가전 재활용법”의 대상물인 냉장고, 세탁기, 에어컨, TV에 관해서는 서서히 정보가 수집될 것이다.

[그림 1]에는 TV의 라이프 사이클 플로우(Life Cycle Flow)를 제시하였다. 이 그림은 강

[그림 4] 발포스티롤 리사이클 기술 프로세스 시나리오



의 상류라고 볼 수 있는 원료 단계로 올라감에 따라 간략하게 그려져 있다.

통상 LCA를 실행할 때는 ISO 14040에 규정되어 있는 바와 같이, 처음에 “목적 및 조사 범위 설정”을 해야만 한다.

가전 제품의 LCA에서는 매우 많은 인벤토리의 종류를 사용하고 있기 때문에 몇 개의 가정이나 통계치에 의한 추정, 및 생략이 이루어지고 있다.

이 때문에 특히 이 단계를 명확하게 규정해 둘 필요가 있다.

[그림 1]에 제시한 TV의 LCA를 실행하려고 한 경우, 처음에 필요하다고 생각되는 정보(인벤토리)는 다음과 같다.

- 1) 제품을 구성하는 부품의 정보(무게, 재질 등)
- 2) 제품을 제조하는 과정의 정보
- 3) 제품을 구성하는 소재의 정보
- 4) 제품을 제조하는 과정의 정보

[표 2] 각 프로세스 시나리오의 결과 비교 (폴리스티렌)

구분	지구온난화계수	산성비계수	에너지소비(MJ)	PS그레이드
리오넨	0.79	0.0042	12.8	고
열감응방식	1.12	0.01	16.1	저
신폴리스티렌합성	2.23	0.0056	76.5	고(신)



- 5) 제품, 부품, 소재의 수송 정보
- 6) 제품 사용 정보
- 7) 폐기·재활용 정보
- 8) 전력 등 에너지 정보

이러한 정보는 LCA를 시행하는 TV를 스테이지마다 그 라이프 사이클을 생각한 경우에 당연히 고려해야만 할 항목이다.

하지만, 제품의 라이프 사이클을 잘 생각해 보면 이러한 항목 이외에도 고려해야만 할 항목이 있다는 것을 알 수 있다.

예를 들면, 제품이나 제조에 있어서 설비나 장치의 제조 과정을 고려할지, 제조소에서 나온 폐기물의 처리에 관한 정보는 어떻게 다루어야 할지 등이다. 가전 제품의 LCA에서는 조사의 복잡함에서 많은 경우 이러한 항목은 통상 조사 범위에 덧붙여지지 않는다.

이러한 것은 확실히 “조사 범위의 설정”에 귀속되는 항목이므로 구체적인 LCA를 실행할 때에는 주의를 기울여야만 한다.

따라서, 가전 제품의 LCA는, 많은 경우 제품 그 자체의 요소만으로 추정할 수 있는 범위를 다루는 간략화된 LCA(Streamlined LCA)인 경우가 많은 것 같다.

다음으로 “인벤토리 분석”을 실시하는 것인데, 앞서 서술한 바와 같이 가전 제품의 경우, 부품 수가 많기 때문에 통상 이 인벤토리 분석을 간략화하기 위한 처리를 한다.

특히, 가전 회로를 구성하고 있는 수 많은 전자 부품에 대해서는 환경 부하를 추정하기 때문에 산업 관련표를 이용하는 수법이나 공업 통계로부터 사용 에너지를 추정하는 수법 등을 이용하는 경우도 많다.

또한, 부품 수송도 부품을 제조하고 있는 제조소는 일본 뿐 아니라, 해외에도 전개되어 있으므로 상세한 정보를 모으는 것이 매우 곤란하다.

따라서, 대표치에 의한 근사나 거리와 수송 수단만을 갖고도 추정이 이루어진다.

“인벤토리 분석” 후 얻어진 데이터에 대해 환경에 관련된 “영향평가”를 실시하게 된다. 이 부분은 무엇을 환경 영향으로서 문제 삼고, 그것에 얼마나 무게를 실어줄 것인지 하는 것이 매우 중요하다.

지구 온난화 계수와 같이 일반적으로 인지도가 낮은 환경 측면은 드물다. 예를 들면 생태계의 파괴라는 환경 측면은 무엇을 갖고 평가하는가 하는 것 만으로도 어려운 문제이다.

더욱이 오존층의 파괴, 자원의 고갈 등 몇 가지 환경 측면간의 비교는 지금까지도 연구 단계에 있다.

한편 “인벤토리 분석”에 의해 얻어진 정보는 현실에 한정되어 있어 모든 환경 측면을 평가하는데 정보가 충분한 경우는 많지 않다.

이 때문에 가전 제품의 LCA에서는 특정한 몇 가지 환경 부하 항목에 대한 영향을 보거나, 혹은 기존의 통합화 수법을 이용하는 수단을 취하기도 한다. 또한, “인벤토리 분석”에서 직접 “해석”으로 나아갈 경우도 있다.

예를 들면 당사의 28인치 TV(4:3)를 [그림 2]와 같은 경계 조건에서 간략화된 인벤토리 분석을 실시하면 라이프 사이클에 있어서 이산화탄소 배출량의 비는 [그림 3]과 같이 된다.

단, 가전 재활용법 시행 전 평가에서 사용 연수를 10년으로 평가하고 있다. [그림 3]의 TV에서는 이산화탄소 배출량이 많은데, 이는 사용

단계에서의 에너지 소비에 기인하고 있음을 알 수 있다.

또한, 이산화탄소 배출량 비는 실제로 TV를 만드는 제조소에 기인하는 부분보다 외부에서 조달하는 부품에 기인하는 부분이 압도적으로 많다는 것도 알 수 있다.

LCA의 이용방법으로서는 마케팅에도 이용되는데, 오히려 기업 내에서 제품의 설계 개선에 의한 환경 부하의 경감이나 전체로서의 개량중점 항목의 특정 등에 이용되고 있다고 생각된다.

4. 가전 제품용 포장재의 LCA

가전 제품에 있어서는 앞서 서술한 바와 같이 포장재는 통상 전체 LCA의 한 요소로서 취급된다.

하지만, 포장 재료는 고객에게 상품이 도착한 시점에서 그 역할을 일단락짓는다. 이 때문에 제품의 포장 기술에 있어서 LCA 평가는 개별적으로 다루어지는 경우도 있다.

[그림 4], [표 2]에는 당사에서 개발된 d-리모넨(Limonene)에 의한 발포 스티롤의 재활용 기술에 관한 LCA 시나리오와 그 결과를 나타냈다.

상세한 조건이나 사고 방식은 문헌(6)을 참조하기 바란다. 이러한 한정된 조건에서는 시나리오 간의 비교나 환경 부하 요인의 특정도 용이하고, 개선점의 발견도 비교적 간단하다.

이에 대해, “발포 스티롤과 골판지는 어느쪽이 환경에 좋은지”라는 질문을 자주 듣는다.


이 같은 폭 넓은 일반적인 질문에 단일한 대답

을 내는 것이 LCA에서는 곤란한다. 나라면, “그 두 가지 소재를 포장재로서 사용하는 대상품과 어떠한 환경 측면을 중시하는가에 따라 대답은 달라진다”라고 답할 것이다.

실제로, 포장재와 같은 비교적 간단한 구성 재료와 부품 가지 수가 적은 LCA를 실시한다 해도 상당한 노력을 필요로 한다.

이것은 “목적”을 위해서는 구성 요소의 데이터를 일일이 정확하게 쌓아올릴 필요가 있기 때문이다.

5. 맺는말

가전 제품에 있어서 LCA의 특징과 그 사고방식을 설명해 왔다. 가전 제품 LCA의 경우 생략이나 추정이 있다고는 하나, 적절한 “목적”을 갖고 LCA의 사고방식으로 제품의 환경 부하를 생각하고 이해하여 개선해 나가는 것이 중요하다. LCA는 하나의 도구이기 때문에 잘 활용해 가는 것이야말로 중요하다고 생각한다. 

기술원고를 모집합니다.

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

편집실 : (02)835-9041