



용기포장 면에서 본 LCA적 고찰 사례

A Study of Packaging for Containers from the view of LCA

藤森 麻子 / 대일본인쇄(주) 포장종합 개발부 환경포재대책실

1. 서두

용기 포장에 있어서 LCA에 대한 연구의 필요성은 일찌감치 지적되어 선구적인 발표도 나와 있으나 아직 일부로 한정되어 있다. 포장 관계자에게 널리 인지될만한 계기가 된 것은 1995년 6월에 용기포장 재활용법이 제정됨으로써이다.

동법 중에 “LCA 수법의 확립과 정보제공(국가), LCA에 의한 제품 개발과 소비자에게 정보 제공(사업자) [제3조 제1항의 규정에 기초한 기본 방침 제7항]”에 의해 LCA가 처음으로 명문화되어 국가에 의해 그 필요성이 관계자의 책무로서 공표되었다.

당사는 용기포장 메이커로서, 환경부하 저감형 용기포장을 개발함에 있어서 객관성을 가진 설계 수법의 적용을 모색하던 중에 LCA 수법에도 눈을 돌려 일부 시험적인 사용을 시작하였다.

용기재활용법 제정을 계기로 아직 불완전한 채로 LCA를 적극적으로 활용할 방침을 세우고 본격적으로 연구를 개시하였다.

최근 ISO 규격이 발효됨에 따라 LCA의 내용이 ISO 규격을 준수할 것도 요구되고 있다.

LCA 소프트웨어의 개발이 진척되어, 퍼블릭 데이터 베이스의 구축도 왕성하게 진행되어 서서히 그 실시가 가능해지고 있다.

여기에서는 당사의 지금까지의 LCA 연구 현황을, 플라스틱 및 종이 용기 LCA를 사례로서 소개하겠다.

2. LCA에 대한 연구 사례

ISO 14040에 정의되어 있는 다음 네 단계에 따라 설명하겠다.

- (1) 목적과 범위 설정(Goal&Scope)
- (2) 인벤토리 분석(Inventory Analysis)
- (3) 환경영향 평가(Impact Assessment)
- (4) 결과의 해석(Interpretation)

2-1. 음료용 용기(PET 보틀과 종이 용기)의 LCA

2-1-1 목적과 범위 설정

실시 목적은 다음의 ① 및 ②로 하였다.

- ① 제품개량 효과 평가(용기의 경량화에 있어

서 효과 파악)

제품A1 Vs. 제품A2 및

② 복수 제품의 비교 평가(용기·포장재료의 선택)

제품A Vs. 제품B

조사 대상물 [표 1]에 나타났다. 기능 단위는 500ml인 청량음료수를 판매하기 위한 용기로 한다.

대상 용기로는, 플라스틱제 용기 중에서는 PET 보틀을, 종이 제질 용기 중에서는 액체종이 용기를 선택하였다.

또한 PET 보틀에 대해서는, 당사가 개발한 무균 충전 PET 보틀 충전 시스템용 비내열성 PET 보틀(이하, 무균 충전용 PET 보틀)과 종래의 핫 충전 시스템용 내열성 PET 보틀(이하, 핫 충전용 PET 보틀) 양쪽에 대해 평가하였다.

산출에 있어서 편의상, 각 용기 1,000개당에 대해 평가하였다.

조사범위를 [그림 1]에 나타냈다.

음료 용기의 라이프 사이클을 “자원 채취”, “원재료의 제조”, “포장용기 제조·가공”, “포장 용기의 사용(내용물의 충전)”, “폐기·재활용” 및 “각 공정간의 수송”으로 설정하였다. 지역 설정은 하지 않았다. 전력은 일본 평균치를 사용하였다.

“폐기·재활용”에 대한 것과 PET 보틀에 대한 것은, 플라스틱처리촉진협회의 조사 데이터 및 PET 보틀 재활용 추진협회의 예측 데이터를 기초로 [표 2]와 같이 설정하였다.

액체 종이 용기에 대해서는 용기 포장 재활용 법 하에서 기타 제지 용기 포장 분류에 규정, 아직 대부분의 종이 용기가 분리 회수되고 있지 않

다는 점에서 100% 소각처리로 설정하였다.

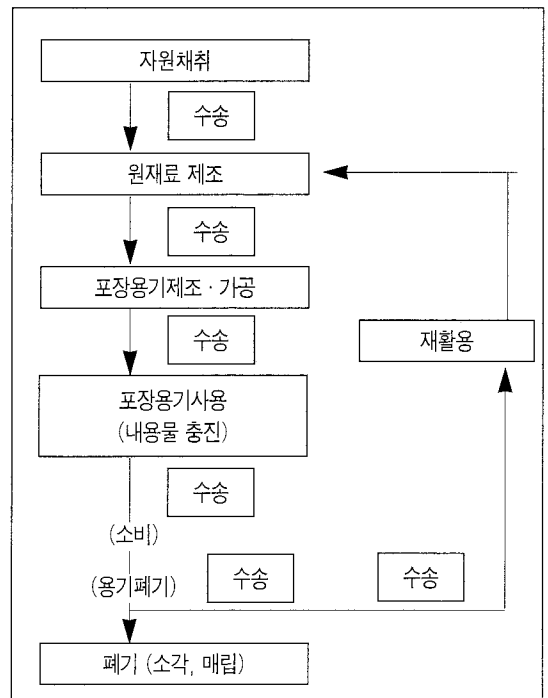
덧붙여, 메터리얼 리사이클의 결과 얻어진 재생 PET 플레이크(Flake) 원료에 대한 제품 비율은, (재)일본용기포장리사이클협회의 가이드

[표 1] 조사대상용기, 무균충진용

용기명	무균충전용	핫충전용	액체종이용기
	PET보틀	PET보틀	
내용량	500ml	500ml	500ml
1개당 중량	26.8g	36.0g	32.1g
재질	PET(보틀)	PET(보틀)	지다충 용기본체
	PE(캡)	PP(캡)	PP(캡)
	PS(라벨)	PS(라벨)	PE(주출부)

※ 1:PE/종이/PE/AL/PET/PE

[그림 1] 음료용 용기의 LCA 조사 범위





[표 2] 폐기단계의 선정조건

용기종류	부위명	처리방법 및 비율
PET보틀	보틀	Material Recycle 소각46%, 매립 22%
	캡, 라벨	소각78%, 매립 22%
액체종이용기	용기전체	소각100%

라인을 기초로 하여 70%로 설정하였다.

이상의 조건으로 인벤토리 분석을 실행하였다.

조사 항목과 데이터의 수집 대기권 배출물로서 이산화탄소, NOx, SOx를 조사하였다.

데이터 수집은 업계 데이터, 사내 데이터, 카탈로그 데이터, LCA 계산 소프트웨어·JEMAI-LCA Ver.1 데이터에 의존하였다. LCA의 계산에는 JEMAI-LCA Ver.1을 사용하였다.

2-1-2 인벤토리 분석 결과

[표 3] 및 [그림 2]에 인벤토리 분석 결과를 나타냈다.

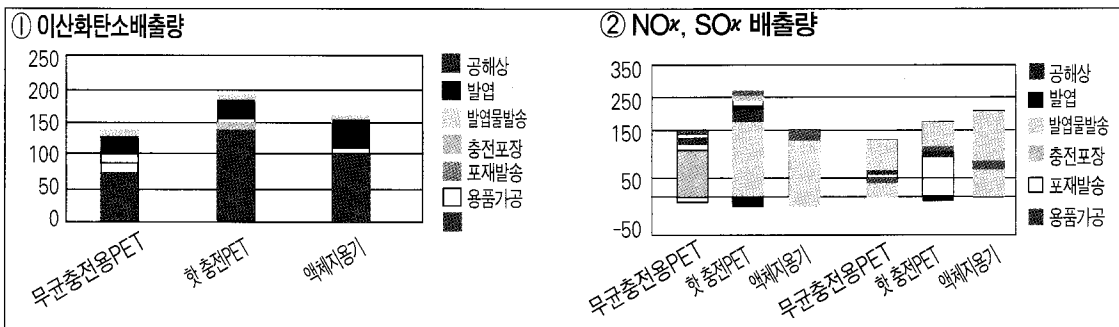
무균충전용 PET 보틀은 그 충전방식의 특성으로 인해 용기에 내열성을 부여할 필요가 없어 보틀의 스펙 다운(Spec Down)이 가능해진 점, 또는 수송에 있어서 프리 폼(Free Form) 형태로 운송할 수 있기 때문에 수송 효율이 대폭 상승한 점에서, 종래의 핫 충전용 PET 보틀에 비해 대기권 배출물을 대폭 줄일 수 있다는 것을 알았다.

한편, 액체 종이 용기는 소재 제조, 용기 가공에 있어서 대기권 배출물은 적지만, 폐기 후에 100% 소각할 경우에는 이산화탄소 총배출량에

[표 3] 음료용용기의 인벤토리 분석결과

구분	CO ₂ 배출량, kg			NO _x 배출량, g			SO _x 배출량, g		
	무균, 충전PET	핫 충전PET	액체지용기	무균, 충전PET	핫 충전PET	액체지용기	무균, 충전PET	핫 충전PET	액체지용기
소재제조 용기가공	86.344	150.570	97.769	123.700	187.600	135.600	49.500	92.700	89.300
포장재 수송	0.645	4.044	0.026	9.900	62.000	0.403	0.793	5.000	0.032
충전, 포장	11.573	5.399	6.041	7.000	3.300	3.700	3.700	4.100	0.005
폐기물 수송	0.304	0.424	0.004	4.700	6.500	0.064	0.064	0.521	0.005
폐기물	23.281	28.199	56.137	-19.800	-27.500	0.809	0.809	-3.522	1.000
공해상	3.517	5.163	9.562	3.600	5.100	10.200	10.200	50.300	125.000

[그림 2] 음료수 용기의 인벤토리 분석결과 (①,② 각용기 1,000당)



차지하는 폐기 단계의 비율이 커짐과 동시에 SOx 배출량이 PET 보틀보다 상회함을 알 수 있었다.

2-1-3. 환경영향 평가

환경영향 평가 결과는 [표 4], [그림 3]과 같다.

평가를 실시한 세 가지 용기 형태 중 무균충전용 PET가 지구온난화, 산성화의 카테고리에 있어서 카테고리 인디케이터 (Kategorie Indicator)가 낮음을 알 수 있었다.

2-1-4. 결과의 해석

이상의 결과로부터, 무균 충전용 PET 보틀 포장재의 수송 방법이나 용기의 비내열성화·경량화가 대기권 배출물의 저감에 유효하다는 것

을 알 수 있었다.

또한, 현재의 폐기처리 방법을 전제로 한 경우에는 무균 충전용 PET 보틀이 가장 대기권 배출물을 적게 억제할 수 있는 형태임을 알 수 있었다.

2-2. 상품 형태별 LCA

2-2-1. 목적과 범위 설정

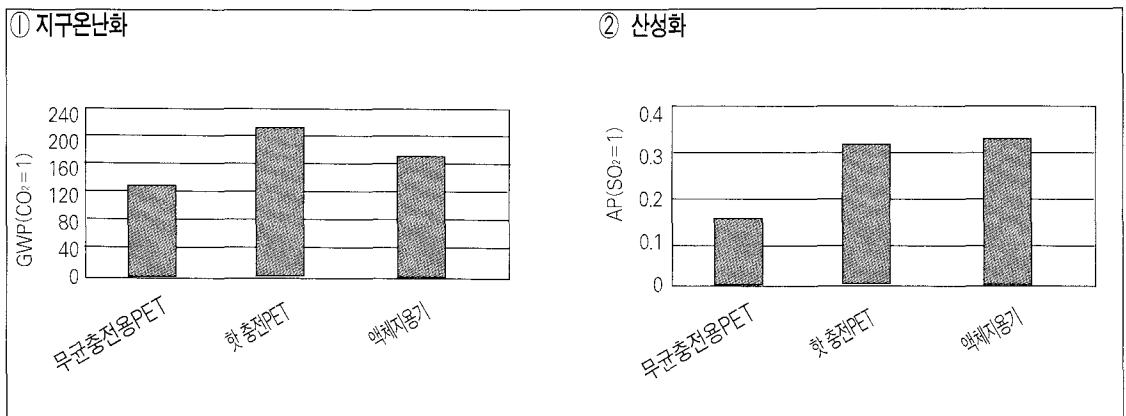
어떤 식품을 무균 충전 상품, 레토르트 살균 상품, 냉동 유통 상품이라는 세 종류의 상품 형태로 판매한다고 가정하고, 형태별로 공정마다의 환경 부하를 비교함으로써 환경 부하가 높은 공정을 추출하고 또한 그 개선안을 책정한다. 실시 목적을 다음의 ①, ②로 하였다.

- ① 기준치·목표치 달성을 위한 제품 체크 제품A Vs. 기준치·목표치

[표 4] 음료용 용기 LCA에 있어서 Kategorie Indicator

impact Kategorie	특성화계수명	무균충전용 PET	핫충전용PET	액체종이용기
지구온난화	GWP(CO ₂ =1)Eco95	128.36	197.56	173.1
산성화	AP (SO ₂ =1)	0.18	0.31	0.33

[그림 3] 음료용 용기 LCA에 있어서 Kategorie Indicator(①, ②)





[표 5] 조사대상용기

용기명	무균충전상품 (무균)	레토르트살균상품 (레토르트)	냉동유통상품 (레토르트)
살균조건등	무균충전포장	레토르트살균	충전, 동결
유통조건	상온	상온	동결 (-30℃, 1과정)
1개당중량	200g	200g	200g
플라스틱다름	플라스틱다름	플라스틱다름	플라스틱다름

※ 2 : PET12/ONy15/AI7/ CPP60
 ※ 3 : PET12/VMPE60
 봉투사이즈 130mm×170mm
 유통조건 : 4t 차량 100Km선행

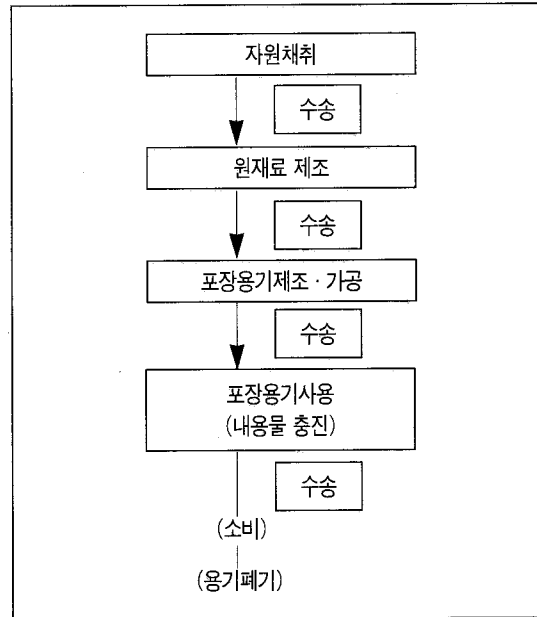
② 개선 목표치 추출을 위한 제품에 대한 현재의 영향 분석

조사 대상을 [표 5]에 나타냈다. 기능 단위는 파우치 포장 식품 200g으로 한다. 산출 편의상, 각 용기 1,000개당에 대해 평가하였다.

조사 범위를 [그림 4]에 나타냈다.

각종 형태의 상품에 사용되는 포장 라이프 사이클을 “자원채취”, “원재료의 제조”, “포장 용기의 제조·가공”, “포장 용기의 사용(내용물의

[그림 4] 상품형태별 LCA 조사범위



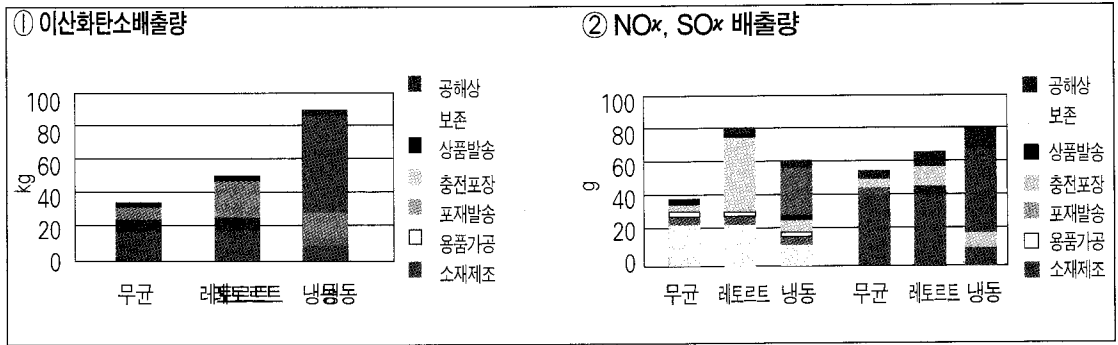
충전), “상품 수송”, “보존”으로 설정하였다. “폐기” 이후는 공통으로 하고, 계산에서 제외하였다.

지역 설정은 하지 않았다. 전력은 일본 평균치를 사용하였다. 이상의 조건으로 인벤토리 분석

[표 6] 상품형태별 LCA에 있어서 인벤토리 분석 결과(각 용기 1,000개당)

구 분	CO ₂ 배출량, kg			NO _x 배출량, g			SO _x 배출량, g		
	무균	핫 충전PET	액체지용기	무균, 충전PET	핫 충전PET	액체지용기	무균, 충전PET	핫 충전PET	액체지용기
소재제조	17.98	17.98	4.20	22.80	22.80	7.00	40.60	40.00	2.30
용기가공	6.83	4.21	2.91	8.70	8.70	2.70	4.30	2.90	2.00
포장재 수송	0.07	0.07	0.05	1.10	1.10	0.74	0.09	0.00	0.06
충전, 포장	2.96	23.60	13.21	1.80	48.60	8.00	2.30	11.50	10.10
상품수송	0.07	0.07	0.06	1.10	1.10	0.92	0.09	0.09	0.07
보존	0.00	0.00	66.65	0.00	0.00	40.30	0.00	0.00	50.80
공해상	0.08	0.69	1.73	0.86	0.86	2.00	7.30	9.60	14.20

[그림 5] 상품형태별 LCA 에 있어서 인벤토리 분석 결과



을 시행하였다.

조사 항목과 데이터 수집 대기권 배출물로서 이산화탄소, NOx, SOx를 조사하였다.

데이터 수집은 업계 데이터, 사내 데이터, 카타로그 데이터, LCA 계산 소프트웨어·JEMAI-LCA Ver.1 데이터에 의존하였다. LCA의 계산에는 JEMAI-LCA Ver.1을 사용하였다.

2-2-2. 인벤토리 분석 결과

[표 6] 및 [그림 5]에 인벤토리 분석 결과를 나타냈다.

“무균”, “레토르트”에서는 포장 용기의 소재 제조 및 용기 가공에 있어서 대기권 배출물이 많은 데에 비해, “냉동”에서는 그 단계에서의 대기권 배출물은 적지만, 보존에 있어서 다량의 에너지를 소비하기 때문에 대기권 배출물량의 값도 커짐을 알 수 있었다. 그것에 의해, 라이프 사이클을 통해 본 경우에 세 가지 상품 형태 중에서 가장 대기권 배출물 양이 많아졌다.

“레토르트”의 경우, 충전, 살균 공정에 있어서 다량의 에너지를 소비하기 때문에 그에 따른 대기권 배출물도 많아진다. 단, “무균”, “레토르

트”는 상품 수송 및 보존은 상온에서 할 수 있기 때문에 상품 수송 단계에서의 에너지 소비를 적게 억제할 수 있다. 거기에 비해 “냉동”에서는 상품 수송 및 보존을 냉동 조건하에서 시행할 필요가 있기 때문에 에너지 소비가 크고, 거기에 대응해 대기권 배출물도 다량 발생하여 합계에서 “무균” “레토르트”를 크게 상회하는 결과가 나왔다.

2-2-3. 환경영향 평가

환경영향 평가 결과는 [표 7], [그림 6]과 같이 나왔다.

비교한 세 가지 상품 형태 중, “무균”의 경우 지구 온난화, 산성화 어느 것에 있어서나 카테고리 인디케이터가 낮아짐을 알 수 있었다.

2-2-4. 결과의 해석

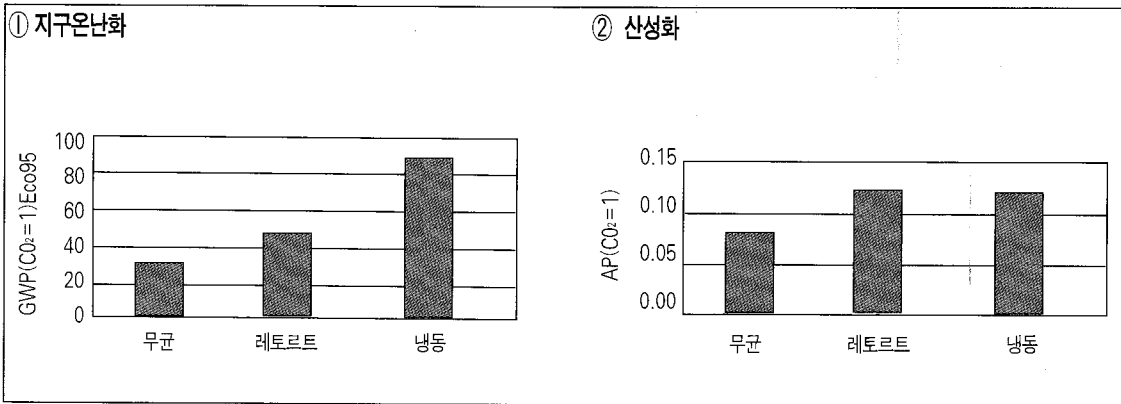
이상의 결과로부터, LCA를 사용하여 제품이 원료·자재 조달·생산·수송·보관·소비(폐기·재활용)되는 모든 과정을 통해 환경에 미치는 부하를 수치화·정량화하여 판단의 기준으로 하는 것의 중요성이 시사되었다.



[표 7] 상품형태별 LCA에 있어서 Categorie Indicator

Impact Categorie	특성화계수명	무균	레토르트	냉동
지구온난화	GWP(CO ₂ =1)Eco95	29.51	48.79	89.54
산성화	AP (SO ₂ =1)	0.08	0.12	0.12

[그림 6] 상품형태별 LCA에 있어서 Categorie Indicator



“냉동”의 경우 수송, 보존에 있어서 다량의 전력을 사용하기 때문에 전력 사용량을 가능한한 낮게 억제하는 것이 대기권 배출물 양을 저감, 더욱이 환경 부하를 저감하는 데 유효함이 밝혀졌다.

또한 “레토르트”의 경우는 충전포장 단계에서의 NO_x 배출량이 월등하게 크기 때문에 NO_x를 낮추기 위한 대책을 세우는 것이 중요하다는 것을 알 수 있었다.(증기사용량, 배수량의 저감 등)

3. 정리 및 향후 과제

LCA는 평가 시의 조건 설정 방법에 따라 결과가 크게 달라진다. 특히 폐기 후의 조건 설정에 영향받는 부분이 크다.

예를 들면, 소각 처리시에 배출되는 이산화탄

소 양의 비율이 큰 값일 것, 머티리얼 리사이클의 결과 얻어지는 재생 수지의 양에 따라 에너지 소비량이 크게 저감할 수 있을 것 등에 의해, 여러 종류의 용기와 비교했을 때 결과에 크게 영향을 끼친다.

그같은 이유에서, 폐기 후의 처리 방법을 가능한한 정확하게 파악하고, LCA를 실시하는 것의 중요성을 통감하고 있다.

용기 포장 재활용법에 기초한 회수, 재활용은 아직 궤도에 올라와 있지 않으므로, 사업자, 시업면, 소비자가 서로 협력하여 서둘러 재활용 시스템을 구축하는 것이 중요하다. 이것은 가능한한 공평한 평가를 실시하여 환경 부하가 적은 용기 형태를 선택할 때에 필요불가결한 것이다.

용기 포장은 재질·형태가 다르면, 기능도 달라지므로, 내용물과 용량이 같다고 해서

LCA를 실시하여 비교할 경우, 불공평해지는 경우가 많이 발생한다. 또한 감성에 호소하는 부분도 많이 차지하고 있기 때문에, 꼭 “잘 팔리는 상품”이 환경 배려형 상품과 일치한다고는 말할 수 없다.

단, 환경 부하의 경감은 자원유효이용촉진법, 용기재활용법 등에서 말하는 사업자의 책무인 이상, 당사에서는 앞으로도 문제점이나 과제를 명확히 해나가면서 적극적으로 LCA를 활용해 나갈 생각이다.


많은 사업자가 활용하여 그 결과를 공표함에 따라서 LCA의 공평성·투명성이 높아지고, 결과로서 환경부하 저감에 기여한다고 생각하기 때문이다. 그 때에, 정확한 데이터 수집은 매우 중요하고, 특히 서둘러 갖춰야 할 퍼블릭 데이터베이스의 구축이 바람직한 것이다.

또한, 최근 규격화되고 있는 각종 에코 라벨의

보급도 이러한 연장선상에 위치하고 있음은 두 말할 여지도 없다.

지금까지 다양한 단체에서 LCA에 관한 발표가 이루어져 왔다. 이러한 활동도 퍼블릭 데이터베이스 구축의 기초가 된다.

예를 들면, 일본생활협동조합 연합회, (주)노무라종합연구소는, 간장, 우유, 맥주 용기의 라이프 사이클 분석 실시하고, 용기간비교연구회는 LCA 수법에 의한 용기간 비교 보고서를 발표하였다.

앞으로도 당사는 이미 공개된 퍼블릭 데이터를 우선적으로 이용하여 LCA를 환경배려형 제품 개발 시, 평가 툴로서 활용해 나갈 생각이다. 그리고, 계속적으로 퍼블릭 데이터 수집에 노력을 기울이는 한편, 용기간 비교 시 이용 가능한 데이터베이스 구축에 적극적으로 참가할 생각이다. 

롤 막힘 완전 해결!!

롤(roll)막힘, 오염, 기타 세척에 대해 애로를 느끼고 계십니까?
그러시다면 바로 click 하십시오.

www.yerim.com

세척서비스

- Biojet(완벽한 물리적 세척)
- 잠작상태로 세척
 - 탈착하여 세척

셀 막힘 테스트

- 오염정도를 확인가능
Ravol (셀 용적측정 장비)

세정액

- Biojet(화학적 세척)
- 인체에 무해한 무용제 타일
- 수성임크용, 유성임크용, UV임크용

보조부품

- 브러시 (효과적인 세척)
- 스테인레스 솔 : 세라믹물용
 - 구리 솔 : 크롬물용
- 휴대용 현미경(100배)

예림상사

전화 : 031-424-4505 팩스 : 031-423-8169

Home page : www.yerim.com e-mail : kjchoi@yerim.com