



초농축형 의료용 세제용기 환경영향평가

Environmental Impact Assessment of Containers for Super-Concentrated Liquid Laundry Detergent

佐藤 剛 / 라이온(주) 포장기술연구소

I. 서론

지구온난화문제를 시작으로 하는 환경문제에 관해서 주목도가 높아지고 있으며, 라이온은 2008년에 제조업으로써 처음으로 환경성으로부터 「에코·퍼스트기업」으로 인정받았다. 당사는 분말세제인 「툽」으로 대표되는 계면활성제의 식물원료화를 시작으로, 제품의 설계시점부터 환경부하의 경감을 적극적으로 행하고 있다.

이 중에서 소비자의 사용행동 변화에 수반되는 「액체의료세제」 시장은 이 5년 급격히 부풀고 있다(그림 1). 종래부터도 구미의 제품에 비교해서 2배에 농축한 의료용 액체세제(이하 액체세제)를 판매하고 있으나, 시장이 늘어나면서 「보다 환경에 좋은」제품의 개발이 필요하다고 생각되어, 이번의 「초농축」과 「고선정력」을 동시에 실현한 「툽 NANOX」를 개발했다.

「툽 NANOX」는 본사가 세계에서 처음으로 공업적 생산에 성공한 「MEE」(메틸에스테르옥시레이트)라고 하는 식물 유래원료의 노니온 계면활성제를 주 계면활성제로써 채용하고 있다. 이 계

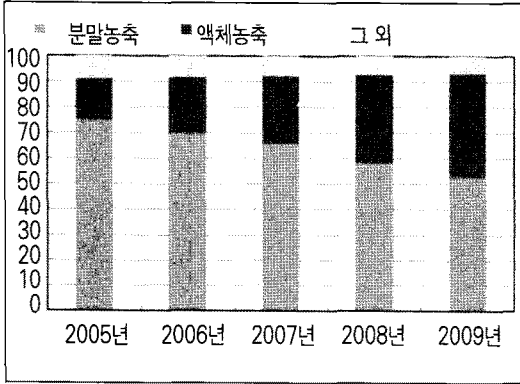
면활성제를 채용하는 것으로 세제 중의 계면활성제량을 통상의 2배 이상의 고농도 배합하는 것이 가능하게 되었다. 즉 「MEE」를 채용하는 것으로 「식물 원료화」와 「용기의 소형화」를 동시에 실현하고, 환경부하 경감을 실현한 것이다.

1. 툽 NANOX에 의한 환경부하 경감

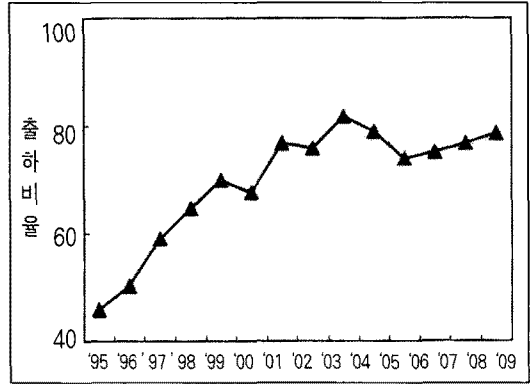
툽 NANOX의 본체용기는 “큐브 폼”보틀과 “라운드 폼”계량 캡을 채용하고, 「차세대를 짚어지는 선진감」, 「콤팩트 감」, 「높은 선정력을 이미 지 시킨 강한 힘」 더욱이 「심플한 조형」을 실현한 디자인이다. 내용물의 농축화에 수반되는 용기를 소형화하는 것으로 레귤러 폼에 비교하여 본체 병에서는 질량베이스로 34% 감소, 리필파우치는 47% 감소를 달성했다. 덧붙여 본체 병에 관해서는 종래대로 컴퓨터해석에 의한 형상의 최적화를 추구하고, 용기의 경량화를 철저히 했다.

이번의 용기의 소형화·경량화에 의한 환경부하경감효과를 보다 객관적으로 파악하기 위하여 LCI 수법(Life Cycle Inventories)을 사

[그림 1] 세제시장의 분액비율(본사 조사)



[그림 2] 액체의료용 세제 리필제품 출하비율



용하여 LCA 분석했기 때문에 그 결과에 관해서 보고한다.

농축 액체세제(이하 초농축 타입)가 되는 것에 의해 용기가 소형화한 효과를 파악한다.

2. 액체세제용기 LCI 목적과 범위

2) 현재 일본비누세제공업회에서 공표하고 있는 시장에서의 리필비율은 약80%에 달하고 있으며(그림 2), 리필에 의한 효과를 파악한다.

2-1. 목적

초농축 세제용기의 LCI분석에 의해 이하의 2점의 효과를 확인했다.

2-2. 평가대상

효과평가의 대상으로서는 본사에서 판매하고 있는 「레귤러 타입」과 「초농축 타입」을 선정하

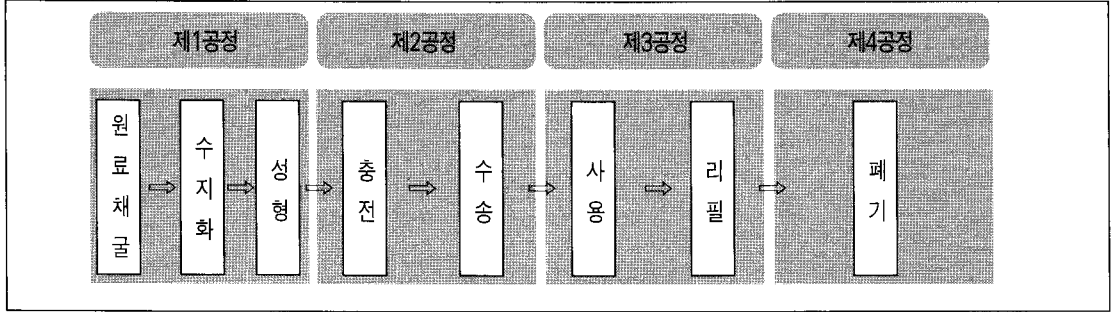
1) 「농축 액체세제」(이하 레귤러 타입)가 「초

[표 1] 액체세제용기외관

구분	본체 보틀		리필 파우치	
	레귤러 타입	초농축 타입	레귤러 타입	초농축 타입
제품외관				
용량	1,000g	500g	900g	400g
수지량합계	115g	76g (△34%)	19g	10g(△47%)
재질	PE, PP	PE, PP	PE, PET, PA	PE, PA



[그림 3] 포장재료에 관한 라이프사이클 흐름



고, 본체 보틀(이하 본체)과 리필 파우치(이하 리필)를 각각 평가대상으로 했다(표 1). 또 이번의 평가는 용기의 소형화·리필의 효과를 파악하기 위하여「용기만」을 대상으로 하고 있으며, 내용액의 평가는 대상 외로 했다.

2-3. 환경부하 항목

환경부하항목으로써는 에너지 소비량과 GHG 배출량을 대상으로 했다.

- 1) 에너지 소비량(고위발열 베이스) [MJ]
- 2) 대기권으로의 배출물(온실효과가스: GHG)CH₄, CO₂, N₂O [kg]

단지 화석연료의 연소에 수반되는 CH₄ 및 N₂O의 배출량은 제로로 한다(연소에 수반되는 환경부하의 배출은 CO₂만을 고려).

또 환경영역(지구온난화·오존층 파괴 등)마다의 환경영향을 산출하는 라이프사이클 영향평가(LCIA)는 행해지고 있지 않다.

2-4. 산출방법

원료의 제조부터 폐기까지의 라이프사이클플로를 [그림 3]에 표시한다. 1) 원료·용기의 제조, 2) 충전·수송 3) 사용 그리고 4) 폐기의 네

가지 공정으로 나누어 해석했다.

또 해석에 있어서는 일반적으로 공개되고 있는 LCA데이터를 사용하는 것으로 했다.

3. 환경부하 산출결과

3-1. 용기의 수지화, 성형(제1 공정)

(1) 원료수지의 제조

보틀·캡의 재질인 고밀도 폴리에틸렌(HDPE) 및 폴리프로필렌(PP)에 관해서는 어느 쪽도 플라스틱 처리촉진협회 [1999]의 데이터를 인용했다.

(2) 각 부위의 제조

본체의 각 부위의 제조에 관해서 보틀은 플로 성형, 캡은 사출성형이며, LCA일본품 [2008]의 원재료 및 유틸리티의 투입량을 인용하여 에너지 소비량 및 GHG 배출량을 산출했다. 덧붙여 쉬링크필름·리필용 필름은 캐스트필름 가공으로 간주하여 산출했다.

(3) 제1공정의 경우 환경부하의 산출결과 각 제품의 본체·리필 1병을 제조하는 것에 수반되는 에너지소비량 및 GHG 배출량을 [표 2]에 표시한다.

[표 2] 포제생산의 경우 1병마다의 에너지 소비량 및 GHG

(에너지 (KJ))

구분	초농축 타입	레귤러 타입
본체	2,412.2(△31%)	3,500.5
리필	528.7(△48%)	1,022.0

(GHG (g))

구분	초농축 타입	레귤러 타입
본체	126.6(△31%)	183.2
리필	26.0(△48%)	50.1

[표 3] 세제제품의 수송에 관련된 전제조건

트럭	적재량	10t
	연료	경유
	연비	3.5km/L
수송거리		181km(당사시산)

그 결과 소형화의 효과로써 본체 : 약 30%, 리필 : 약 48%의 용기 에너지환경부하(이하 환경부하) 감소가 되었다.

3-2. 보틀의 충전, 수송(제2 공정)

(1) 충전프로세스

충전프로세스에 관해서는 본체·리필과 함께 기존의 설비를 사용하고 있으며, 에너지소비량·GHG 배출량은 기존과 같기 때문에 산출하지 않았다.

(2) 수송프로세스

본사에서는 한 번에 대량의 수송이 가능하며, 환경부하가 적은 철도·선박을 적극적으로 사용하고 있다. 그렇지만 특히 중거리수송의 경우에는 트럭에 의한 물류에 의지하는 것이 많다. 여기서 트럭수송에 의한 물류형태에서의 환경부하를 산출했다.

수송전제조건을 [표 3]에 표시하고, 연비에 관해서는 플라스틱처리촉진협회[1993]의 데이터

[표 4] 수송공정의 경우 1병마다의 에너지 소비량 및 GHG

(에너지 (KJ))

구분	초농축 타입	레귤러 타입
본체	285.8(△58%)	685.9
리필	257.2(△40%)	428.7

(GHG (g))

구분	초농축 타입	레귤러 타입
본체	19.8(△58%)	47.5
리필	17.8(△40%)	29.7

[표 5] 각 수지 자체의 연소 시의 경우 CO₂배출량

수지	CO ₂ 배출량(kg-CO ₂ /kg)	출전·비고
PE	2.849	플라스틱 처리촉진협회(2001)
PP	3.142	
PET	1.419	
PA	2.336	분자구조를 기본으로 시산

를 인용했다. 시산결과를 [표 4]에 표시한다. 소형화의 효과로써는 본체: 약 58%, 리필: 약 40%의 환경부하감소가 되었다.

3-3. 사용-리필(제3 공정)

용기사용 시에는 에너지 소비량 및 GHG배출량은 어느 쪽도 「0」이다. 단 병보다 환경부하가 적은 파우치안의 내용물을 채워 넣는 것으로 1회의 세척마다의 환경부하가 줄어간다. 이 리필의 효과에 관해서는 4장에서 검증한다.

3-4. 폐기(제4 공정)

(1) 용기의 폐기형태

사용이 끝난 포장 재료의 폐기처리에 관해서는 소거 처리되는 것으로 생각되었다. 그 때문에 포장 재료를 구성하는 각 수지자체의 연소 시에 발생하는 CO₂의 양은 표대로 하였다[표 5]. 또 소



[표 6] 용기폐기의 경우 1병마다의 에너지 소비량 및 GHG

〈에너지 (KJ)〉

구분	초농축 타입	레귤러 타입
본체	0.5(△38%)	0.8
리필	0.1(△0%)	0.1

〈GHG (g)〉

구분	초농축 타입	레귤러 타입
본체	4.7(△31%)	6.8
리필	0.7(△37%)	1.1

거처리에 필요한 유틸리티에 관해서도 플라스틱 처리촉진협회[2001]의 데이터를 인용(전력 : 0.0321kWh/kg, C중유 : 0.000174L/kg)했다.

각 포장 재료의 폐기처리프로세스의 경우 에너지소비량 및 GHG 배출량을 산출하고 [표 6]에 표시했다.

그 결과 소형화에 의한 본체: 약38%의 환경부하감소가 되었다.

4. 1회의 세제마다의 환경부하

4-1. 용기의 소형화의 효과

3장에서 산출한 제1공정부터 제4공정까지의 환경부하결과를 집계한 결과를 [표 7]에 표시한다. 이상의 결과로부터 용기를 소형화하는 것에 의해 에너지·GHG와 함께 본체 : 36%, 리필 : 46%의 환경부하감소가 되는 것이 확인되었다.

4-2. 리필효과

먼저 표시한 환경부하는 「용기단체」의 결과이며, 「리필」에 의한 효과는 포함되어있지 않다.

그 때문에 의료용액체세제의 리필비율이 약 80%인 것부터 본체1병에 대한 리필이 4병판매

[표 7] 용기 1병마다의 수지량·에너지 소비량 및 GHG

〈수지량 (g)〉

구분	초농축 타입	레귤러 타입
본체	76g(△34%)	115g
리필	10g(△47%)	19g

〈에너지 (KJ)〉

구분	초농축 타입	레귤러 타입
본체	2,698.6(△36%)	4,187.2
리필	786.0(△46%)	1,450.9

〈GHG (g)〉

구분	초농축 타입	레귤러 타입
본체	151.0(△36%)	237.4
리필	44.5(△45%)	80.9

되고 있는 것으로 생각되어, 본체용기로의 리필 횟수는 4회로 간주되며, 「1회의 세제마다(물 30L마다)의 총 환경부하」에 변환하는 것으로 「리필을 가미한 환경부하」를 계산했다. 결과를 [표 8]에 표시한다. 이상의 결과로부터 「본체만」과 비교하여 「본체와 리필을 병용」하는 것으로 약 50%의 환경부하감소가 되는 것이 확인되었다. 덧붙여 「본체와 리필을 병용」의 경우 레귤러타입과 농축타입을 비교한 경우의 차는 약 38% 삭감이 되었다.

[표 8] 에너지 소비량 및 GHG(사용+수송+폐기: 수사용량 30L)

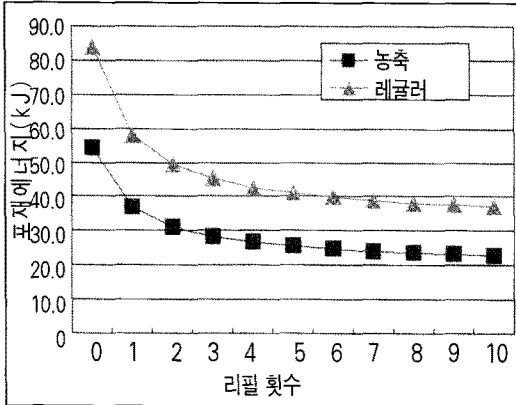
〈에너지 (KJ)〉

구분	초농축 타입	레귤러 타입
본체	26.5(△51%)	42.5(△51%)
리필	54.0	83.7

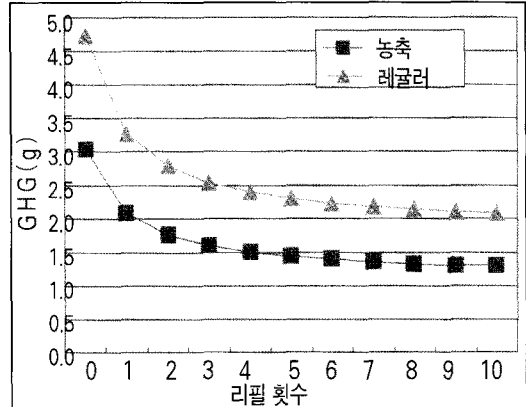
〈GHG (g)〉

구분	초농축 타입	레귤러 타입
본체	1.5(△50%)	2.4(△49%)
리필	3.0	4.7

[그림 4] 리필 회수별 에너지 소비량



[그림 5] 리필 회수별 에너지 소비량



5. 리필회수 증가 경부하 산출결과

상기 시산은 리필회수 4회를 기준으로 했으나, 리필회수가 늘어나는 것에 의해 환경부하는 더욱 경감한다고 생각되어, 리필회수 10회까지의 「1회의 세계 마다(물 30L 마다)」의 환경부하를 계산했다(그림 4, 그림 5). 그림에 표시한대로 리필회수 4회로 에너지소비·GHG 배출량이 거의 수축한 상황이 되는 것을 알았다. 덧붙여 수축치는 「리필」의 환경부하치이다.

6. 정리하며

「툽 NANOX」는 내용물을 지금까지의 2배로 농축하여, 용기를 소형화하는 것으로 본체보틀 △ 34%·리필파우치 △ 47%의 수지량 감소를 달성했다. 더욱이 이것을 LCA분석하는 것으로 보다 객관적인 환경부하경감량을 수치로써 유도해내는 것이 가능했다. 이번에 평가한 내용으로써는 「용기의 소형화효과」 「리필용기의 효과」이며 각각 아래에 표시한 것과 같은 결과가 되었다.

1) 초농축세제 「툽 NANOX」은 레귤러타입에 비교하여 「용기의 소형화」에 의해 본체용기에 관해서는 에너지·GHG와 함께 △ 36%, 리필용기에 관해서는 에너지△ 46%·GHG△ 45%의 환경부하경감이 되었다.

2) 본체용기와 리필용기를 병용하는 것으로 환경부하는 △ 약 50%삭감(본체와 리필병용)되었다. 또 「본체용기와 리필용기를 병용」하는 경우 레귤러타입과 농축타입을 비교한 경우의 차는 △ 약 38%의 삭감이 되었다.

3) 본체만을 사용한 경우에 비교하여 리필회수 4회로 용기의 환경부하는 약 50%로 수축하는 것을 알았다. 덧붙여 수축치는 리필의 환경부하치에 의존한다. 최후에 「툽 NANOX」은 용기의 소형화·박육화 만을 주목시키지 않고, 식물 유래의 신계면활성제의 채용 등, 폭넓은 기술을 활용하여 제품 토탈로써의 환경부하경감을 실현시키고, 2010년 1월20에 상시되었다. 본사는 「에코·퍼스트 기업」으로써 업계의 선두에서, 지구온난화방지를 위하여 이후에도 환경부하경감에 적극적으로 대처해 나갈 것이다. [ko]