



# 완전생분해성완충재 ‘에코 폼’의 과제와 전망

## THE IMPROVEMENT OF ‘ECO-FOAM’ FULLY BIODEGRADABLE LOOSEFILL AND THE FUTURE PROSPECT.

岩崎廣司 / 王子製袋株式會社 營業本部 物流資財販賣部 部長

### 1. 머리말

완충재는 모든 포장공정 중에서 사용되고 있으며 그 중에서 발포스티롤(EPS)은 특히 그 편리성과 가격적인 면에서 다른 재료와 경쟁이 되지 않을 정도로 사용되고 있어 확고한 위치를 구축하고 있다.

루즈필완충재에 관해서는 사용 후 거의 리사이클되는 경우가 없고 사용 후 즉시 불연쓰레기로서 처분되지만 부피가 크기 때문에 비산되기 쉽고 폐기물로서 소각시 검은 연기가 문제가 되고 있으며 때로는 해양투기 등에 의해 오염이 문제가 되고 있다.

지난 4월부터 용기포장리사이클법이 완전 시행되었지만 그린조달 등 순환형사회의 구축을 위해 규제, 사회적 환경대응니즈의 높음에 대해 EPS로부터 소재의 변경이 적극적으로 검토되고 있으며 종이와 함께 분해성·붕괴성 수지 등을 사용한 각종 제품이 시판되고 있다.

당사는 1993년부터 지구환경 및 인간환경으

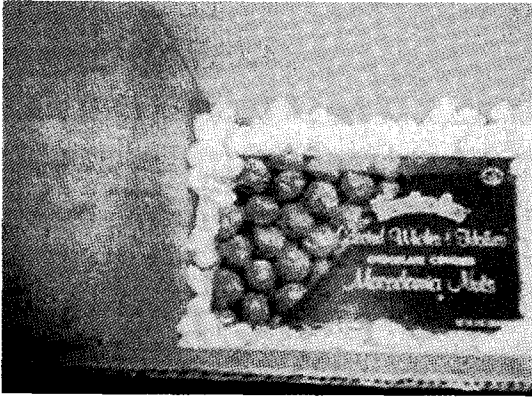
로의 배려 등을 염두에 둔 ‘완전생분해성’이라는 새로운 특성을 살린 루즈필완충재 ‘에코 폼’을 시장에 도입함으로써 최종 유저에 대해 재생 자원순환형의 한가지 제안을 해왔다.

### 2. 개발과 시장 접근

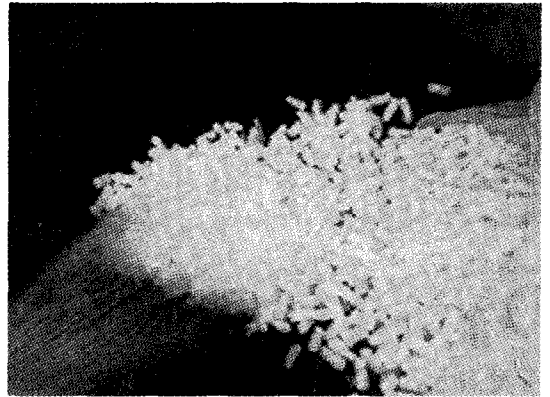
많은 유저로부터 ‘에코 폼’이 획기적인 진보성의 제품이라는 평가와 동시에 내습성이 없어 사용하기 어렵다는 평가를 받고 있다.

개발은 미국의 National Starch & Chemical 社(NSC社)에 의해 2년 이상 추진되었지만 그것은 하이 아미로스 전분이 특이한 성질 - ‘EPS와 닮은 특성을 가지고 있다’는 것을 발견하고 나서 가장 좋은 루즈필완충재를 만들어내기 위해 제품의 성분이나 배합 및 여러 가지 형상에 관해 평가를 거쳐 1988년에 특허 출원했다.

게다가 규모가 커져 미국에서의 시장투입에 즈음해서는 5천개의 골판지상자에 반신용 엽서를 넣어 전미 각지에 발송했다.



[사진 1] 택배포장 예



[사진 2] 정원에서의 물처리

결과는 기대를 웃돌아 '에코 폼'이 뛰어난 '생분해성'의 특성으로 이해되어 포장재로서의 기능에 문제는 없었다.

또 시장테스트를 확대한 후 1990년에 시카고에서 개최된 'PACK EXPO'에 전시해 '천연소재 제품으로서 좋은 점을 가지면서 완충성을 겸비, EPS의 설비를 그대로 이용할 수 있다. 그래서 어린이나 동물이 잘못해서 섭취하더라도 중대한 위험을 초래하지 않고 재이용과 폐기처분의 선택 여지를 주는 것'이라고 관람객들에게 감명을 준 것이 최초이다. 지금까지 전분은 생분해성을 가진 잘 알려진 물질이지만 포장재료에 필요한 물성이 부족하다는 이유로 인해 유저에게 보급되지 않았다.

### 3. 생분해성에 관한 검증

'생분해성'이라는 것은 화합물의 생명체(생물, 미생물) 및 또는 천연환경인자에 의한 파괴 감수성, 예를 들면 화합물의 박테리아, 균류, 사상균 및 효모에 의해 파괴되는 능력 등을 말

한다. 현재 '생분해성'에 관한 정의는 정해져 그 측정을 정비해가고 있지만 '에코 폼' 시장투입 당초는 '생분해성'이라는 물성을 세계에서 받아들인 정의도 없고 또 궁극적인 생분해성을 증명할 DIN 또는 ISO에 기초한 시험법도 존재하고 있지 않았다.

'에코 폼'의 시장투입 당초는 95% 이상이 하이브리드 콘스타치(아미로스분 70% 중량분)로 유연성의 부여를 위해 소량의 수용성 유기폴리머 '폴리비닐알콜(PVA)'이 첨가되어 있었다.(현재는 추출발포기술의 확립과 형상의 변경에 의해 품질이 안정되었기 때문에 100% 천연물로 생산하고 있다)

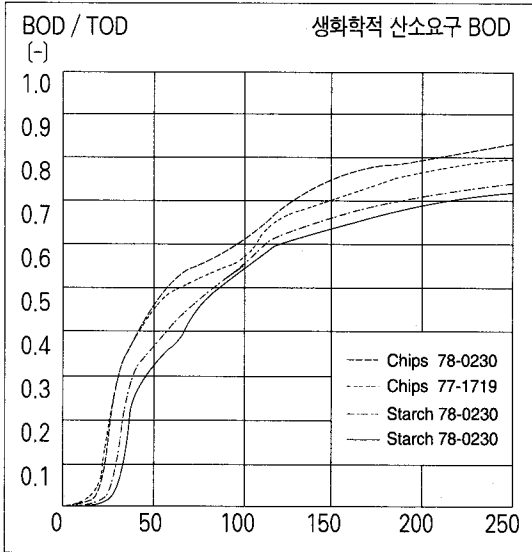
PVA가 분해에 요하는 시간은 온도라든가 수분의 존재 조건에 의해 다르지만 1930년대로 거슬러 올라가 뒷받침하고 있다.

'에코 폼'에 있어서 PVA는 성분이 극히 적은 부분을 구성하기에 불과하다고 생각되지만 PVA의 첨가품(77-1719)과 100% 스타치폼(78-0230)을 비교해 생분해성의 평가를 검증했다.

검증은 원료와 제품에 관해서 독일의 한 연구



[그림 1] BOD의 측정



소에서 당시 기술수준에 따라 '생분해성'의 평가에 가장 적합한 다음의 시험방법으로 검증했다.

- ① 전기식 레스필로메터를 이용한 장기간 BOD의 측정 ('Sapromat-Test')
- ② 시험재료의 호기성 균에 의한 분해에 의해 만들어지는 이산화탄소의 측정 ('수정 Sturm-Test')
- ③ DIN53739에 의한 토중 매설시험에 의한 생분해성 평가

'Sapromat-Test' 및 수정 'Sturm-Test'는 미생물에 의한 신진대사의 종합적 파라메타(효소의 소비 또는 이산화탄소의 형성)를 측정하는 것에 의해 호기성 생분해율을 평가하는 것이며 이 방법은 시험재료가 미생물에 의한 신진대사를 위한 유일한 탄소원인 경우만 타당한 방법이라 할 수 있기 때문에 시험재료 이외의 탄소원을 생분해성 평가분석에 이용하지 않고 했다.

또 토중 매설테스트는 DIN53739에 따른 평가(질량의 손실, 물성의 변화)는 루즈필모양 재료의 형상에는 불가능했다.

육안에 의한 변화를 기술하고 있지만 테스트한 '에코 폼'이 천연퇴비 중에서 생물적으로 고도에 분해 가능한 것이지만, 정성적으로 확인되었다. 게다가 멸균된 퇴비 흙을 이용해 병행적으로 행한 복수의 테스트 결과에서 루즈필완충재의 분해는 단순히 고습의 환경조건에서 용해되는 것으로 일어나는 것은 아니라고 하는 것이 판명되었다.

적용된 각종 시험법에서 테스트 결과는 단독 폼과 PVA의 첨가품 양쪽 모두 퇴비특유의 미생물(천연 환경)에 의해 고도로 생분해 특성을 나타내는 것을 알았다.

### 4. 안전성과 불활성화

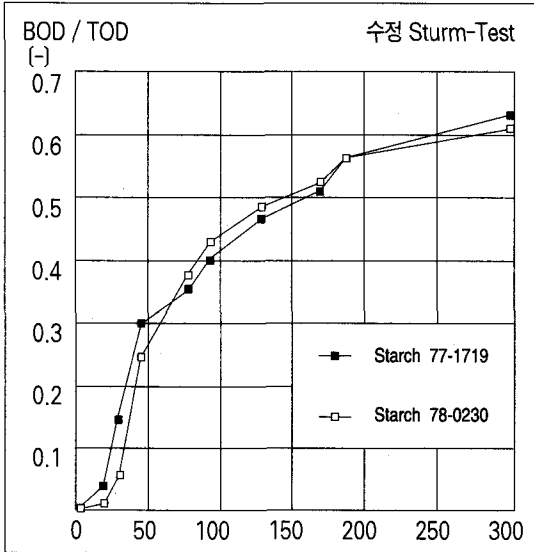
'에코 폼' 전분은 옥수수를 세정한 후 껍질을 벗겨 탱크에 옮겨 약한 산성용액에 담근다.

용액에 담겨진 옥수수는 분쇄되어 배아를 제거한 후 재 분쇄하고 체질해 껍질을 없애서 글루텐과 전분의 슬러리를 남겨 이것을 원심 분리한다. 전분의 슬러리는 화학적, 물리적인 변성을 위한 반응탱크로 옮겨 정제는 세정용 원심분리기로 행한다.

이어 바스켓 원심분리기로 탈수되어 대형 링크식 드라이어로 건조되어 가루모양으로 균일화된다. 전분은 본질적으로 불활성이어서 쥐, 바퀴벌레를 불러들이지 않는다.

제품인 '에코 폼'에 관해서도 공적 기관에서

(그림 2) CO<sub>2</sub>의 측정



실증테스트를 실시해 타사의 전분계 완충재와 비교해 고도로 우위에 있는 것이 확인되었다.

'에코 폼' 전분은 당초 산업자재여서 식품이 아닌 것으로 알려져 있지만 사실은 환경에 우수할 뿐만 아니라 안전하다는 것은 1990년 제3차 적 입장에서 어느 독일의 MB연구소에서 검증했다. 이 결론은 '에코 폼'의 LD50은 5g/kg으로, 이것은 '에코 폼'이 FDA의 규정 16CFR 1500.3(C)(2)(i)에 따라 비독성으로 판단되었다. 또한 일본식품센터 등에서도 안전성이 확인되었다.

최근 환경호르몬, 다이옥신, 유전자교체 등 환경에 관한 문제가 점차 표면화되고 있으며 생분해성 루즈필완충재는 그 사용 특성으로 어린이들이나 동물이 있는 가정까지 폭넓게 접할 수가 있기 때문에 상시에 즈음해 충분히 확인할 필요가 있다.

많은 전분 혼합형계 유사품이 상품화되고 있지만 '생분해성' '안전성'을 충분히 검증해 올바른 상품설명을 하고 있는지 의문이다.

## 5. 폐기물의 감소와 리사이클

많은 사람이 고�형폐기물의 문제에 대해 발생원의 감소와 리사이클을 위해 노력하고 있지만 문제의 발본적인 해결이 잘 되지 않는 것이 현상이다. 특히 루즈필완충재와 같은 제품은 드넓은 유통과 경량성으로 회수가 곤란하다.

따라서 될 수 있는 한 적은 양을 사용하는 것과 사용 후 분해되어 버리는 재생자원순환형 제품을 사용하는 것이나 가능한 분야에서 EPS품을 천연의 제품으로 대체 사용하는 것은 의미있는 것은 아닐까?

이것이 생분해성 '에코 폼'의 변치 않는 제안이다.

## 6. 처분의 선택과 LCA

환경부하를 라이프사이클어세스먼트(LCA), 연소 칼로리 등 EPS와의 비교가 제품의 가치·편리성과 함께 문제가 되어 왔다. '에코 폼'은 EPS보다 처분방법의 선택 폭이 넓은 루즈필완충재이다.

EPS의 경우는 소각하면 문제가 되고 재 용해 리사이클하는 것은 아니고 그대로의 상태에서 재이용하든가 매립하는 것이 일반적이다.

생분해 '에코 폼'의 경우 재이용 또는 매립 처분도 가능하지만 그 외에 환경면에서 안전한 처



(표 1) 매설실험

노출일수	전 연 퇴 비 토 중	멸 균 퇴 비 토 중
0	각종 8개씩 매설	각종 8개씩 매설
7	각 재료 모두, 작고, 하얗고, 부드러운 조각을 알아 볼 수 있다. (원래치수의 1/2~1/3의 크기)	각종 재료모두, 원래 하얀 칩을 알아 볼 수 있었다. 조각이 되어 없어졌지만, 수축해 연화되어 있었다.
14	각 재료모두, 하얀 조각은 이미 알아볼 수 없었으며, 유연하고 여러가지 잔유물만이 퇴비에 부착되어 있었다.	각종 재료모두, 원래 하얀 칩을 알아 볼 수 있었다. 조각이 되어 있었지만 고도로 수축해 연화되어 있었다.
22	각 칩 재료모두, 육안으로 알아 볼 수 있었다. 극히 조금 유연하고 여러가지 잔유물만이 퇴비에 부착되어 있었다.	14일째의 관찰결과와 같음.
28	각종 칩 재료모두, 이미 육안으로는 알아 볼 수 없었다.	22일째 관찰결과와 같음. 모든 견본은 회수되었다. 그러나 매우 수축되어 퇴비 흙 위에 굳어져 부착되어 있었다.

분도 가능하다. 가장 좋은 것은 '에코 폼'을 퇴비로 처분하는 것이 단기적으로 자연에 발생하는 박테리아가 '에코 폼'을 이산화탄소와 물로 분해한다.

이것이 본래의 리사이클이고 퇴비로서의 가치는 없지만 자연에 분해되어 인간, 동물, 지하수를 위협에 처하게 하지 않는다.

질적인 가치판단에서 제품의 생산에서 폐기까지 전 생산을 통해 환경에 주는 부하를 파악해 제품이나 생산자를 평가하는 LCA를 '에코 폼'과 EPS와 비교 분석을 했다.

네덜란드의 라이덴대학 환경연구센터에 의해 개발된 환경으로의 9항목 임팩트 어세스먼트를 화학적인 환경평가기술에 의해 조사, 결론과 권고가 제시되었다.

'에코 폼'은 EPS와의 비교에서는 환경면에서의 최적화를 전제로서 교체폐기물(폐기처분 중에 만들어지는 것으로 본질적으로 생분해성이지만 탄화수소자원의 손실이 된다)을 제외, '에코 폼'은 EPS보다 환경에 주는 포텐살이 현저하게 낮은 것이 밝혀졌다. EPS에서는 소각프로세스

에 관계하는 공기로의 탄화수소가 높은 수준의 배출, 물로의 금속 및 탄화수소의 배출이 높다.

'에코 폼'은 매년 재생되는 원료를 원천으로 해 이미 '생분해'라는 이점을 가지지만 가장 좋은 선택을 위해서는 과제로서 집약적 농업의 구제제 및 비료의 감소, 경량화의 촉진과 함께 바른 콤포스트화 처리시스템의 이해를 포함한 올바른 접근이 필요하다.

## 7. 완충재 시장과 환경대응

루즈필완충재분야는 소재의 변경이 가장 많이 진전되고 있다. 포스트플라스틱완충재로서 종이·분해성·붕괴성의 수지를 사용한 것이 점점 개발되어 시판되고 있지만 '환경에 적합하다'라는 프레이즈만으로는 살아 남기 어렵다. 사회적, 유저의 선고기준은 점점 엄격해지고 모든 면에서 균형이 맞는 제품이 살아남을 것이라 생각된다.

메이커의 판매전략을 위해 EPS제품은 흑연과 자연환경 하에서는 분해되지 않고 폐기물로서 가장 눈에 뜨인다는 것은 마이너스 이미지로 환

경과과의 장본인과 같이 간주되어 현재 각종 '생분해성' 제품이 상시되고 있지만 지나친 PR 과 판매경쟁 때문에, 상품명에 같더라도 소재를 변경하거나 전분계에 의한 안이한 '생분해성' 이미지만의 판매전략이 선행되고 있다.

앞으로 소재·첨가제의 정확한 설명과 생분해·안전성의 검증에 의한 '생분해성완충재'와 '생분괴성완충재'의 설명이 필요하다고 생각한다.

## 8. 시장에서의 인식

'에코 폼' 전분은 NSC社가 개발한 특수한 하이드록시스타치로 만들어지지만 타사 제품은 소비자가 일반 상점에서 살 수 있는 아미로스가 20% 이하의 보통 콘스타치를 이용하고 있으며 전분의 품질특성이 다르다.

그 특성을 살려 다른 분해성완충재와 다른 완충성을 단독으로 얻을 수가 있다. 그러나 '에코 폼'을 다습환경 하에서 장기간 두면 수축되고 또 물에 넣으면 바로 용해된다.

용해된 후는 희석되어 콘스타치용액이 남을 뿐이어서 그것은 식품·동물에 전혀 무해하지만 실용특성으로서는 사용환경에 주의를 요하기 때문에 EPS의 대체에 있어서는 주저되는 경우가 많다. 타사 제품은 전분 단독으로는 완충성을 가질 수 없기 때문에 합성수지와 각종 첨가제를 이용하고 있다. 내습성이 부여되어 사용특성이 향상되지만 안전성에는 의문이 남는다.

현재는 택배의 충실, 특성의 이해에 의해 장기적으로 문제가 없이 사용되고 있지만 이용 확대를 위해서는 환경대응상품이라는 것으로 코스트

가 높아지는 것의 이해를 구한 개발 당초부터 '실제 제품'을 코스트 밸런스가 좋은 상품으로서 제안해 나갈 필요가 있다.

NSC社에서는 에코 폼의 개발 당초부터 안전을 기초로 한 일관된 방침으로 개발을 추진하고 있으며 축적된 화합기술을 살려 과립화기술의 개발, 내수성과 내습성의 개발, 저가격 원료의 개발 등을 추진하고 있다. 시장에서 유사품이 많이 나돌고 있으며 특허전략을 포함한 생분해 시장을 확대하고 있다.

## 9. 향후 전망

생분해성 루즈필완충재가 EPS로부터의 대체가 추진되고 있지만 코스트의 문제는 특히 크고 불황이 장기화되고 있는 현재에 있어서 많은 기업은 그 도입을 주저하고 저렴한 제품을 포함한 다른 완충재로 이행하는 경향은 부정할 수 없다.

진짜 생분해시장이 신장되기 위해서는 환경대응의 흐름에 '생분해'가 받아들여지는 인프라스트럭처와 관련된 법률이 정비되는 것이 필요하지만 처리를 포함한 저가격화가 필요조건이다.

개발 당초부터 저코스트화를 추진해 왔지만 앞으로도 제조코스트중에서 가장 많은 부분은 원료가격의 저감을 실현, 유저 접근형의 제안과도 맞춰 안심하고 이용할 수 있도록 노력해 나가고 싶다.

또 환경문제를 바르게 받아들여 새로운 소재인 '생분해'의 올바른 이해와 앞으로 EPS와의 냉정한 판단에 의한 '바른 사용'의 질서 있는 제안을 추진할 계획이다. ☐