



# 액티브 배리어 기능을 가지는 포장용기 사례

## Active-Barrier Packaging

山田俊樹 / 동양제관 그룹 종합연구소 제 2 연구실

### 1. 서론

포장용기는 우리들의 생활에 빼놓을 수 없는 중요한 역할을 다하고 있다. 그 중에서도 플라스틱 용기는 경량이라는 것, 떨어뜨려도 파손이 없다는 안전성, 의장성이나 편리성 부여를 위한 형태 자유도, 내용품을 시인할 수 있는 투명성이라고 하는 많은 요구 특성을 모두 함께 가지는 매력적인 용기이다. 그러므로 주로 식품, 음료 용기에 있어서 금속, 유리에서 플라스틱으로 재질 대체가 진행되어 왔다. 그러나 이 때 직면하는 큰 문제가 플라스틱에는 유한의 기체 투과가 존재한다고 하는 것이다. 플라스틱의 가스배리어성을 금속, 유리에 다가갈 수 있는가 하는 관점은 예전에도 지금도 포장 용기 기술 개발의 메인 테마이다.

### 1. 플라스틱 용기에 있어서 액티브 배리어 기술

플라스틱 용기에의 배리어성 부여 기술은 여러 가지가 있는데 크게는 패시브 배리어 기술과 본

고의 주제인 액티브 배리어 기술로 나눌 수 있다.

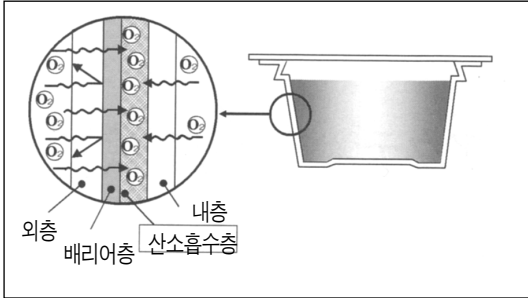
패시브 배리어 기술은 배리어성의 발현 원리를 재료가 있는 고유의 물리적 특성치에 의존한 것이다. 주로 열가소성 폴리머에 의해 형성되는 플라스틱 용기에 있어서는 패시브 배리어 수지로서 에틸렌 비닐 알코올 공중합체(EVOH), 폴리메타자일렌 아디프아미드(MXD6)가 적용되어 왔다.

그 이유는 단순히 패시브 배리어성이 높다는 것 뿐만 아니라 많은 요구 특성을 발란스 좋게 만족할 수 있다는 것이다. 패시브 배리어 기술의 이점으로서 그 효과가 특정의 가스에 한정되지 않는 것이나 영구적으로 지속하는 것을 들 수 있다.

한편 액티브 배리어 기술은 재료가 갖는 화학적 특성에 의해서 투과 가스에 적극적인 동작을 하는 것에 의해 배리어성을 발현시키는 기술이다. 액티브 배리어 기술에 있어서는 많은 경우 특정 가스로 타겟이 좁혀지는데 특히 식품, 음료 용기에 있어서는 산소가 대상이 되는 경우가 많다.

그 이유는 산소가 내용품을 산화열화시켜 변색, 유효 성분의 활성 저하라고 하는 문제를 일으

[그림 1] Oxy Guard의 기본층 구성



키기 때문이다. 산소를 대상으로 하는 액티브 배리어 기술은 산소를 포착하는 것에 의해 외부로부터의 침입산소를 저장해 나아가서는 용기 내부에 잔존하는 산소도 제거할 수 있는 가능성을 가져 플라스틱 용기에 금속, 유리 용기를 넘는 배리어 퍼포먼스를 부여하는 것이 가능하다.

## 2. 각종 액티브 산소 배리어 기술로 보는 용기 설계 지침®

액티브 배리어 기술은 적절한 재료, 용기 설계에 의해서만 그 우수한 능력이 발휘된다. 여기에서는 동양제관(주)가 시판하는 3종의 액티브 산소 배리어 기술을 예로 들어 그 재료, 용기 설계의 포인트를 개관한다.

### 2-1. Oxy Guard®2

〈재료〉

Oxy Guard 기술에서는 철의 산화 반응이 산소 흡수 메카니즘으로서 사용되고 있다. 산소흡수성 수지 파렛트는 산소 투과성이 높은 올레핀계 수지에 철분이 혼련 분산된 폴리머 컴포지트이다. 철계 흡수제의 메리트로서 산소흡수속도,

흡수가능량이 큰 것, 무기재료이기 때문에 내열성이 높은 것, 수분에 의한 트리거 기능(특정 자극에 의해 산소흡수능이 개시하는 기능)을 사용할 수 있는 것, 위생성이 우수하다고 하는 점을 들 수 있다.

〈층 구성〉

Oxy Guard용기의 층 구성(그림 1)에 있어서의 포인트는 패시브 배리어 층을 산소 흡수층의 외층 측에 배치하는 것에 있다. 패시브 배리어 층에 의해 저장된 용기 바깥으로부터의 침입 산소는 산소흡수층에 의해 확실히 보호된다. 또한 그 산소 흡수 능력은 밀폐 시에 용기 내에 남겨진 산소의 제거에도 영향을 미친다.

산소 흡수성 파렛트는 공압출 성형이나 다층 블로우 성형이라고 하는 공성형, 또한 라미네이트, 압공 성형 등 통상과 같은 성형법이 적용 가능하고 다층 구조를 가지는 필름, 시트, 컵, 보틀이라고 하는 용기에 성형이 가능하다. 또한 용기는 철을 함유하면서도 전자렌지 적성을 가지고 있다.

〈성능〉

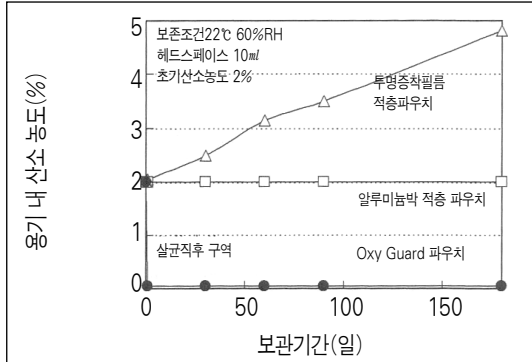
Oxy Guard 기술의 성능을 나타내는 한 예로서 Oxy Guard 파우치의 성능을 [그림 2]에 나타낸다.

알루미늄박 적층 파우치는 보관 기간 중의 헤드스페이스 산소 농도의 증가는 없지만 초기 농도대로 잔존하고 있다. 또한 투명 증착 파우치에서는 조금이지만 용기 밖으로부터의 가스 침입에 의해 서서히 산소 농도가 상승해간다.

한편 패시브 배리어 층으로서 투명 증착 PET 필름을 사용한 Oxy Guard 파우치에서는 초기에 잔존하고 있던 산소는 단기간의 레토르트 살균



[그림 2] Oxy Guard 파우치의 성능



중에 흡수되어 보관 기간중의 용기 외부로부터의 침입 산소는 산소 흡수층에 포착되어 용기 내 산소 농도는 거의 0대로 유지된다.

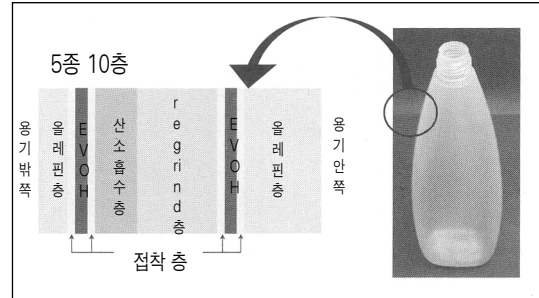
## 2-2. 멀티블록

<재료>

멀티블록 기술에 있어서 이용되고 있는 산소 흡수 메카니즘은 폴리에틸렌의 자동 산화 반응이다. 통상, 폴리에틸렌은 천이 금속 촉매 공존하에서도 실용상 유의한 산소 흡수능을 나타내지 않는데 여기에 스티렌계 폴리머를 블렌딩하면 폴리에틸렌이 산소 흡수능을 발현하게 된다. 이 때, 조성물의 대부분을 점하는 폴리에틸렌이 산소 흡수능을 발현하기 때문에 폴리머계 산소 흡수재 중에서도 극히 높은 레벨의 산소 흡수 가능량을 나타낸다.

투명 올레핀 용기 분야에서 액티브 배리어를 실현하는 경우, 높은 흡수 가능량과 투명성을 양립할 수 있는 폴리머계 산소 흡수재가 필요하기 때문에 멀티 블록에서는 상기와 같은 재료 설계가 적용되고 있다.

[그림 3] 멀티 블록의 층 구성



<층 구성>

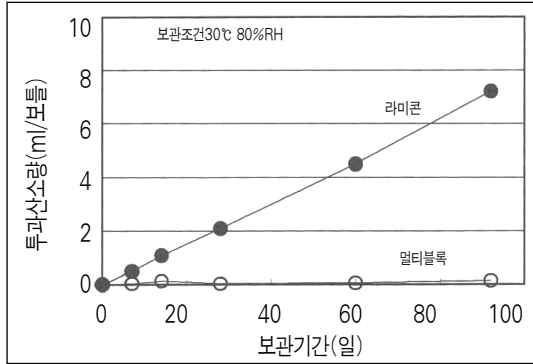
멀티 블록 용기의 기본 구성을 [그림 3]에 나타낸다. 층 구성에 있어서의 포인트는 패시브 배리어층(EVOH층)에서 산소 흡수층을 샌드위치 하고 있는 것을 들 수 있다.

앞서 기술한 대로 산소 흡수층은 폴리에틸렌을 베이스로 하기 때문에 그 패시브 배리어성을 기대할 수 없다. 그러므로 침입 산소량을 줄여 산소 흡수재의 부담을 경감하기 위해서는 별도 패시브 배리어 층을 배치할 필요가 있다. 또한 중공용기는 충전 전의 공기 노출이 용기 내면에도 영향을 주기 때문에 내외 양면으로부터의 침입 산소에 의해 흡수 성능이 떨어지기 쉬워져 이것을 억제하기 위해 2층으로 나누어 설정할 필요가 생긴다. 한편 EVOH층을 분할하는 것에 의해 통상보다 많은 접착 층을 배치하지 않으면 안된다고 하는 결점도 있다. 이 점에서도 비교적 층 구성의 자유도가 높은 공압출 성형을 적용할 수 있는 보틀, 시트를 개입시킨 컵 등의 투명 올레핀 용기가 실시에 적합한 성형체라고 할 수 있다.

<성능>

멀티 블록의 성능을 나타내는 한 예로서 산소 배리어성의 평가 결과를 [그림 4]에 나타낸다.

[그림 4] 멀티블록의 산소 배리어 성능



여기에서 비교 대상으로 한 라미콘이란, EVOH만을 적층한 패시브 배리어 용기이다. 질소 치환 후 밀봉한 보틀을 보관해, 용기 내에 침입한 산소량을 가스 크로마토그래피로 측정했다.

라미콘 보틀은 시간 경과와 함께 용기 안에 산소가 투과해 오는 것에 대해, 멀티 블록에서는 장기간에 걸쳐서 거의 산소 투과 제로로 양호한 산소 배리어성을 유지하고 있다는 것을 알 수 있었다.

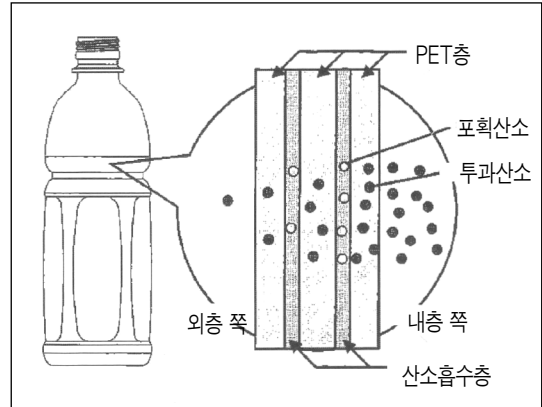
### 2-3. 옥시블록4)

<재료>

옥시블록에 있어서 산소 흡수 조성물은 패시브 배리어제인 MXD6을 매트릭스로 해, 여기에 산소 흡수 성분인 불포화 이중결합 성분과 천이 금속 촉매가 분산하는 구조로 되어 있다. MXD6을 주성분으로 한 이유는 그 높은 패시브 배리어 성능에 더해, PET와의 공성형 가공에 적합한 열 특성, 음료 PET보틀 용도에서의 리사이클 적성이 높은 것을 들 수 있다.

MXD6은 천이 금속 chraodkh 공존하면 산소

[그림 5] 옥시블록의 층 구성



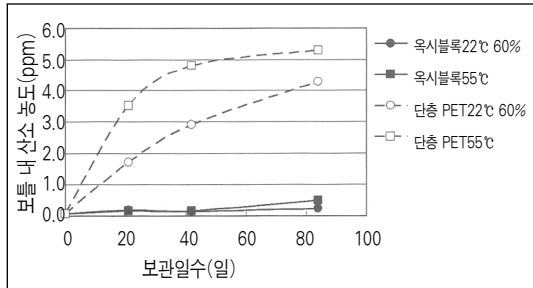
흡수재로서 작용한다는 사실이 알려져 있는데, 그 말단 아미노기(AEG) 양에 의해 산소 흡수 성능을 제어할 수 있다. 저 AEGMXD 6의 높은 산화 반응성은 우수한 산소 흡수 성능을 가져오는 반면, 분자량 저하에 수반하는 취성 발현이나 용융성형 중의 용융 점도 저하라고 하는 문제가 있다.

옥시블록에서는 매트릭스에 산화 반응성이 낮은 고 AEGMXD6을 선택하는 것으로 MXD6의 순수한 패시브 배리어성만을 이용해, 산화 열화에 부수되는 문제를 회피해, 안정된 배리어 성능을 발현시키고 있다. 중요한 산소 흡수 성능은 소량 더해진 불포화 이중 결합 성분이 맡게 되어 이 자동 산화 반응이 옥시블록 기술의 산소 흡수 메카니즘이 된다.

불포화 이중 결합 성분은 천이 금속 촉매 공존 하에서 쉽게 산화 반응을 나타내 그 흡수 가능량이 크다는 것에서부터 액티브 배리어 기술에 있어서의 적용 예가 많다. 그러나 PET보틀 용도에서의 적용에 있어서는 기재 수지와 상용성의 부족에 의해서 그 투명성을 잃는 케이스가 많다. 옥



[그림 6] 옥시블록 보틀의 산소 배리어 성능



시블록 기술에서는 구성 성분 선택, 컴파운드 조건, 층 구성의 제어 등에 의해 통상 PET보틀과 손색 없는 투명성을 확보하고 있다.

〈층 구성〉

옥시블록 용기의 층 구성 예를 [그림 5]에 나타낸다.

다층 PET보틀의 층 구성은 공사출 성형 시에 형성되는데 성형 원리상, 층 구성의 자유도는 적다. 그 때문에 산소 흡수 층에 패시브, 액티브의 양 배리어성을 집약시킬 필요가 있다. 다행히도 연신된 PET 내 외 층은 올레핀계 수지와 비교하면 높은 배리어성을 가지고 있으므로 공용기 시의 산소 흡수층 실패에의 배려는 적어도 괜찮다.

〈성능〉

옥시블록 보틀의 성능을 나타내는 한 예로서 350ml 용량의 보틀에 무산소수를 충전해 22°C, 55°C로 보관한 후의 용존 산소 농도의 경시 변화를 [그림 6]에 나타낸다.

단층 PET보틀의 용기 내의 침입 산소량은 보관 온도의 상승과 함께 증가해, 고온 보관 거의 산소 침입에 의해 내용품의 열화가 진행되기 쉽다. 한편, 옥시블록에서는 양 보관 조건에 있어서 용기 내에 거의 산소가 침입하지 않아 고온 보

관 거의 단층 보틀에 대한 배리어 향상 효과가 크다는 것을 확인할 수 있다. 이 이유는 산소 흡수 메카니즘이 화학 반응이기 때문에 온도 의존성을 가져 온도가 상승하는 만큼 산소 흡수 속도가 빨라졌다는 결과로 보관 온도, 살균 온도라고 하는 환경 온도의 상승을 산소 흡수의 트리거로서 이용할 수 있다는 것을 나타내는 하나의 예이다.

### 3. 마치며

액티브 배리어 기술은 플라스틱 용기의 배리어 성 부족을 채우는 유효한 수단인 반면, 대상 가스가 한정되는 것이나 그 효과가 유한하다고 하는 단점도 있다.

액티브 배리어 기술의 특성을 최대한으로 끌어올리기 위해서는 재료 설계와 용기 설계가 서로 피드백을 받으면서 최적화될 필요가 있다. 그 중에서도 특히 플라스틱 용기는 재료종, 용기 형태, 살균 조건, 사용 상황 등이 여러 가지 있기 때문에 적용되는 액티브 배리어 기술에도 항상 케이스 바이 케이스의 시점이 요구된다.

이후로도 우리들은 액티브 배리어 기술을 시작으로 포장 용기 개발을 통해, 사회에 공헌해 갈 것이다. ☐

〈일본포장기술협회 발간 포장기술〉

**신제품 및 업체 소개**  
**월간 포장계 편집실**  
**(02)2026-8655~9**  
**E-mail : kopac@chollian.net**