



# 생분해성 수증기 차단성 필름 개발

## Development of Biodegradable Moisture Barrier Film

小田嶋信 侷 / 화왕(주) 가공프로세스 개발연구소

### 1. 서론

환경문제의 중요성에 대한 인식이 높아지고 있는 가운데 생분해성 플라스틱이나 바이오매스 베이스 플라스틱의 보급 검토가 활발히 진행되고 있다.

이들 플라스틱은 콤포스트화나 메탄 발효 등의 바이오프로세스에 의한 폐기물의 유효활용이나 재생가능자원의 적극적인 활용을 지향하는 순환형 사회를 실현하기 위한 유효한 수단인 하나로서 기대되고 있다. 그러나 범용플라스틱에 비해 성능이 충분치 않기 때문에 본격적인 보급을 실현하기 위해서는 내열성 등의 물성개량이 필수이므로 소재 메이커를 중심으로 여러 가지 재질기술의 검토가 행하여지고 있으며 이 중에서도 식품이나 일용품의 토양에 사용할 경우에는 품질을 유지하는 수증기 차단성의 개선이 중요한 과제이다.

본 고에서는 생분해성 플라스틱 및 바이오매스 베이스 플라스틱의 생분해성을 손상시키지 않으면서 수증기 차단성을 부여한 '생분해성 수

증기 차단성 필름/시이트(이하 차단성 필름)'의 개발에 대하여 보고한다.

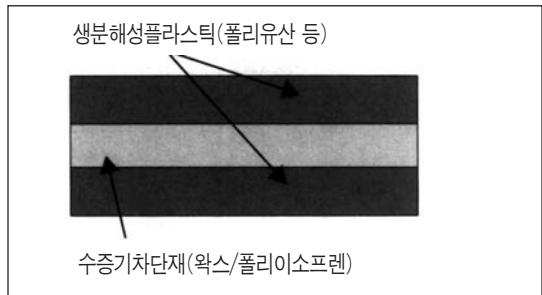
### 1. 차단성 필름 특징

#### 1-1. 차단성 필름 구성

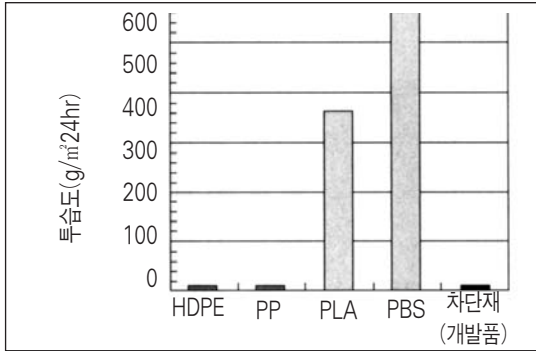
생분해성 차단성 필름의 개발에 있어서 굽음 등의 변형에 의한 차단성의 저하가 적고, 열성형가능한 필름을 목표로 하였다. [그림 1]은 차단성 필름 구성층의 일예이다.

생분해성 필름 사이에 새로 개발된 수증기 차단재(이하 차단재)를 라미네이션한 구성이다.

[그림 1] 생분해성 수증기 차단성 필름 구성



[그림 2] 수증기차단성 비교(두께 25 $\mu$ m)



차단재는 생분해성인 왁스와 생분해성 폴리머를 주체로 한 혼합물이며, 왁스는 수증기 차단성이 높고 생분해성을 가진다는 것이 알려져 있으나 단체로서는 취약하고 또 100도에 미치지 못하는 온도에서 용해하여 극히 점도가 낮은 액체로 되기 때문에 [그림 1]에 나타난 층구성을 안정적으로 유지하는 것은 곤란하다.

개발된 차단재는 이 왁스에 생분해성 폴리머를 개질제로서 복합하는 것으로 상기의 문제를 해결하고 있다. 차단재는 후술하는 방법으로 제조되며 차단재 속의 왁스와 폴리머는 미세한 상 분리 구조를 형성하고 있고, 내부에 형성된 왁스의 결점이 수증기 차단성을 폴리머가 굽힘 등에 대한 저항이나 생분해성 플라스틱 필름의 접착성을 부여하는 역할을 분담하고 있다.

왁스로서는 라이스 왁스 등의 천연 왁스나 마이크로크리스탈린 왁스 등의 석유 왁스를 생분해성 폴리머는 천연고무나 폴리이소프렌 등을 사용할 수가 있으며 차단재와 라미네이션하는 생분해성 플라스틱에는 폴리유산이나 폴리부틸렌석시네이트 등의 시판 플라스틱을, 용도에 따라 분리 사용하는 것이 가능하다.

## 1-2. 수증기 차단성

[그림 2]는 범용수지, 생분해성 플라스틱, 개발한 차단재의 투습도를 비교한 그래프이다.

차단재는 생분해성플라스틱에 비해 투습도가 작아 폴리에틸렌 수준의 수증기 차단성을 가지고 있다는 것을 알 수 있다.

예를 들면 이축연신 PLA/차단재/이축연신 PLA(15/50/15 $\mu$ m)의 구성에서 4g/m<sup>2</sup>·24hr 정도의 투습도를 갖는다.

## 1-3. 열성형성

차단성 필름은 진공성형 등의 열성형에 의해 컵이나 트레이 등의 용기를 만들 수 있다.

[그림 3]은 폴리유산/차단재/폴리유산(250/150/250 $\mu$ m) 시이트를 진공성형한 컵의 사진이다.

필름이나 시이트 단독으로 용기를 하는 이외에 펄프몰드법 등으로 만들어진 종이제 용기 내면에 진공성형에 의해 라미네이트 하는 것도 가능하다.

[그림 4]는 펄프몰드제 용기에 각각의 두께의 차단성 필름을 진공성형으로 라미네이트 하기 전후의 투습도를 나타낸다. 성형 전후의 투습도는 두께에 반비례하는 하나의 곡선에 놓여져 있으며 성형 전후에 차단성 필름의 수증기 차단성은 변화지 않은 것을 알 수 있다.

## 1-4. 투명성

차단성 필름은 특수가공을 하여 투명성을 대폭적으로 향상시킬 수가 있다.

개발 당초에는 헤이즈가 약 80정도로 거의 불투명하였으나 가장 좋은 조건으로 가공한 것은



[그림 3] 폴리유산/차단재/폴리유산 진공성형컵



헤이즈 15까지 투명성을 향상시킬 수가 있으며 투명성의 향상은 차단재 속의 왁스와 폴리머에 의한 상분리구조를 제어하는 것으로 실현하고 있다.

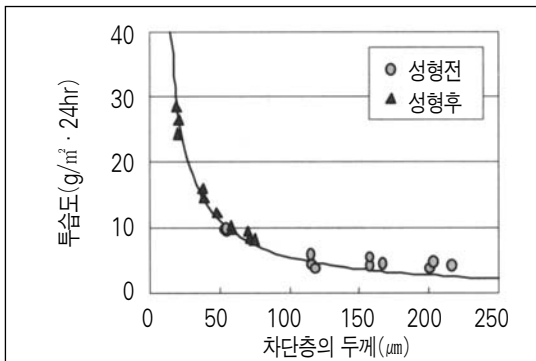
### 1-5. 생분해성

[그림 5]는 차단성 필름의 토양속에서의 생분해시험 결과이다.

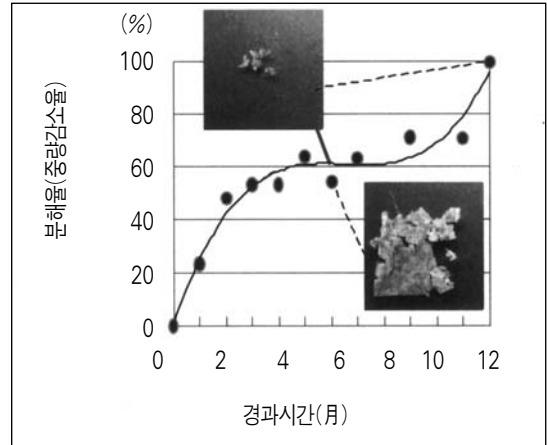
샘플은 폴리부틸렌석시네이트/차단재/폴리부틸렌석시네이트 구성이며 폴리에틸렌제 네트에 샘플을 넣어 약 10cm 깊이로 땅속에 묻었다.

다시 꺼낸 샘플은 잘 씻어서 충분히 건조시킨

[그림 4] 진공성형 전후 투습도 변화



[그림 5] 토양속 생분해 시험 결과



후에 분해상해의 관찰과 중량측정을 하였으며 약 1년후에 거의 완전히 분해한다는 것을 알 수 있다.

## 2. 차단재 및 차단성 필름 제조방법

### 2-1. 차단재 제조방법

왁스와 폴리머(폴리이소프렌)를 혼합하는 방법으로서는 다음과 같다.

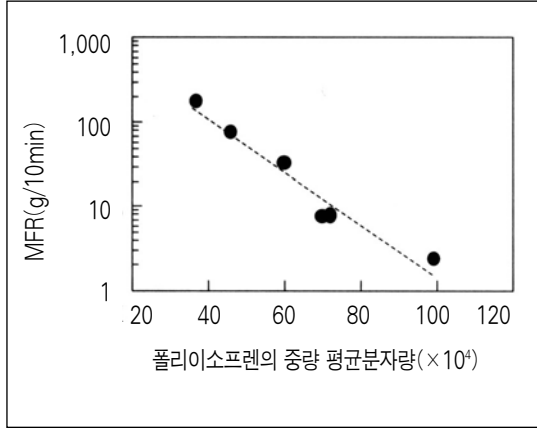
- ① 왁스와 폴리머를 용융시킨 상태에서 혼합
- ② 유기용제에 양자를 용해시켜 혼합한 후에 용제회발
- ③ 왁스와 폴리머를 에멀존 상태에서 혼합하여 건조 등의 방법이 있으나 이들의 방법에는 이하의 점에 과제가 있다.

▷ 용융혼합의 경우, 폴리이소프렌은 분자량이 크기 때문에 온도를 올려도 절도가 내려가지 않아 혼합에 시간을 요한다.

▷ 용제혼합의 경우, 작업환경이나 잔류용제가 문제가 된다.

▷ 에멀존 혼합의 경우에는 왁스와 폴리머를

[그림 6] 폴리이소프렌 분자량과 MFK 관계



미세한 수준으로 분산할 수가 있다.

▷ 상기 어느 방법도 용해나 건조를 위하여 가열이 필요하여 제조에 사용되는 에너지가 크다.

▷ 용융혼합 및 용제혼합의 경우 혼합공정에서 폴리머의 분자량 저하가 일어나기 쉬워서 차단재의 용융점도가 저하, 생분해성 플라스틱과의 라미네이션시 가공성이 저하한다([그림 6] 125도, 1.25kg에서 측정)

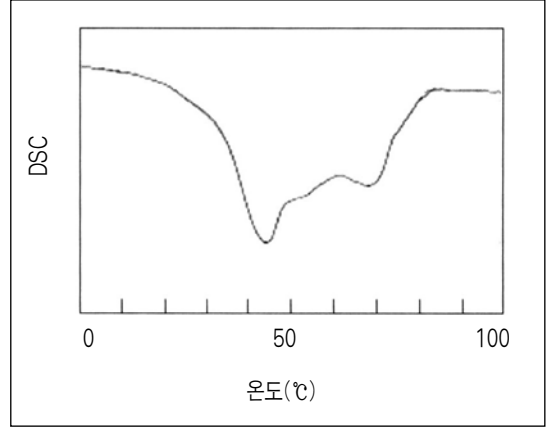
그래서 당사는 상기의 과제를 해결키 위해 차단재의 새로운 제조방법을 개발하였다.

[그림 7]은 차단재에 사용가능한 왁스의 DSC 측정결과와 일례이다.

이 왁스의 경우 약 80도에서 완전 용해되나 예를 들면 40도 정도 온도에서는 일부의 결정이 용해하고 미용융의 결정과 용액이 혼재하는 것으로 고점도의 가소상태를 나타낸다.

개발된 차단재의 혼련기술은 왁스의 일부가 용해하는 낮은 온도에서 혼련하는 것으로서 왁스와 폴리이소프렌 등의 폴리머와의 점도차가

[그림 7] 왁스 DSC 측정



현저히 없어서 단시간에 균일한 분산상태를 가지는 차단재를 제조할 수가 있다.

## 2-2. 차단성 필름 제조방법

생분해성 플라스틱과 차단재가 라미네이션된 차단성필름은 압출라미네이트나 고압출성형으로 제조가 가능하다.

## II. 결론

폴리에틸렌 수준의 수증기 차단성을 가지는 생분해성 수증기 차단재와 생분해성플라스틱필름이 라미네이트 된 생분해성 차단성 필름을 개발하였다.

차단성 필름은, 열성형성을 가지며 투명성을 높이는것도 가능하다. 열성형컵이나 트레이, 종이와의 라미네이트, 연포장재로 사용할 수가 있다. 차단재의 제조기술로서 무용제이면서 성에너지 제조프로세스인 저온 혼련기술을 개발하였다. [K]