



나노 콤포짓배리어필름 세빅스

A New High-Gas-Barrier Film, SEVIX

木原 勇人 / 주우화학공업(주) 폴리올레핀기능수지사업부 수지개발팀장

1. 서두

최근, 환경 의식이 고양됨에 따라 순환형 경제를 목표로 한 연구가 이루어지고 있는데 용기포장 재활용법도 그 실현을 위한 법 정비 중 하나이다. 용기포장 재활용법이 성립 시행됨에 따라 용기나 포장자재에는 환경 친화적인 소재, 재활용하기 쉬운 소재, 재활용하기 쉬운 구성이 요구되게 되었다.

그 때문에 시장으로부터 염소계 소재가 경원시되는 경향이 있어 이중 소재로 이루어진 복합, 복층 소재로부터 단일 소재(동종 소재) 사용에 대한 요구가 높아지고 있다. 더욱이 환경부하 감소의 관점에서 용기, 포장자재의 감량화에 대한 요구도 강해졌다. 또한 식품을 중심으로 내용물의 장기 보존도 넓은 의미에서의 환경부하 감소를 위해 포장 자재에 요구되고 있는 성능이라고 말할 수 있다.

최근 나노콤포짓 기술이 주목을 받고 있어 스미토모 화학은 나노콤포짓화 기술에 의해 신규 가스 차단성 소재를 검토해 왔다.

이번에 소개할 가스 배리어 필름 "세빅스"는 이 개발 성과 중 하나이다. 세빅스의 훌륭한 특

징을 말하자면 순환형 경제에 비염소계 소재, 포장자재의 감량, 동종 소재로의 전환을 제안할 수 있다는 것이다.

지금까지 스미토모 화학은 세빅스 시장을 개척해 왔는데 작년 8월부터, 관련 회사인 일본에 코랩에서 본격적인 세빅스 사업을 개시하였다.

이번에는 세빅스의 특징 및 구체적인 사례를 들어가며 그 이점을 소개하겠다.

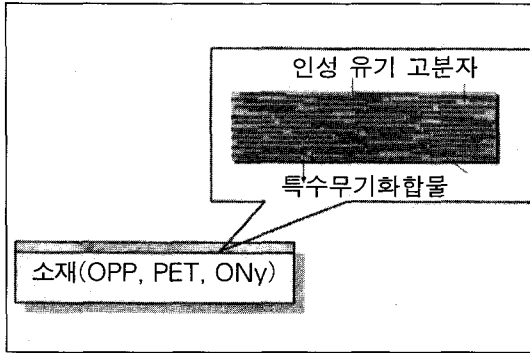
1. 세빅스란

세빅스는 스미토모 화학의 나노콤포짓 기술에 의해 개발한 신규 비염소계·비금속계 소재로 이루어진 라미네이트용 초하이 배리어 필름이다.

세빅스는 기체가 되는 수지 필름 상에 고인성(高靱性) 유기고분자와 완전한 기체차단성을 갖는 특수무기화합물을 나노콤포짓화 기술에 의해 나노오더로 분사시킨 배리어층을 갖고 있다.

배리어층의 두께는 수백nm로 종전의 코팅계 배리어 필름(폴리염화비닐덴이나 폴리비닐알콜)이나 다층공압 필름(에틸렌비닐알콜 공중합

(그림 1) 세빅스의 구조



체, 공중합 나이론)의 배리어 층이 수 μ m인 것에 비하면 초박막이다.

2. 차단성의 발현 기구

[그림1]에 차단층의 모식도를 제시해 놓았다.

특수 무기화합물은 완전히 기체를 차단하기 때문에 기체는 유기고분자 속을 용해, 확산한다.

[그림1]에 제시해 놓은 바와 같이 초미세 구조에서는 기체의 투과 경로가 차단층 두께의 수백배로 길어진다. 미로효과라 불리는 것으로서

차단층이 초박막이라 해도 기체의 투과도가 그 두께의 수백배 두께인 유기고분자 시트와 동등해진다.

3. 세빅스의 그레이드 소개

현재 출시되고 있는 혹은 앞으로 출시 예정인 세빅스의 그레이드를 [표 1]에 정리해 놓았다. OPP, PET, 나일론을 베이스로 한 그레이드로서, 각각 YOP-G2(20, 25 μ m), YPET-G2(12 μ m), YON-G2(15 μ m)를 갖추고 있다. 향후 호일, 레토르트 용도에서의 요망이 강하기도 해 호일, 레토르트 그레이드(YON-R2, YPET-R2)의 판매를 개시할 예정이다. 또한 수요 동향에 맞춰 그레이드의 확대를 도모해 나갈 예정이다.

4. 세빅스의 특징

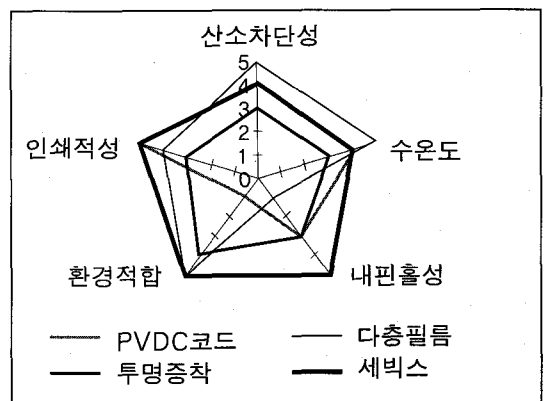
세빅스는 산소 차단성, 투습도, 내(耐)핀홀성 등의 실용제물성의 균형이 뛰어난 환경적합형

(표 1) 세빅스의 그레이드 일람

그레이드명	두께(μ m)	비면조사	특징	용도
YOP-G2	20, 25	유/무	일반하이배리어	과자, 반생과자 진미, 소세지
YOP-G2	20, (25)	유/무	일반하이배리어	스프, 반생과자 소세지
YPET-G2	12	유/무	일반하이배리어	잼, 미증 과자
YON-R2	15, (25)	유/무	보일, 하이배리어	절임류, 수점 뚜껑제
YPET-R2	12	유/무	보일, 하이배리어	절임류, 뚜껑제

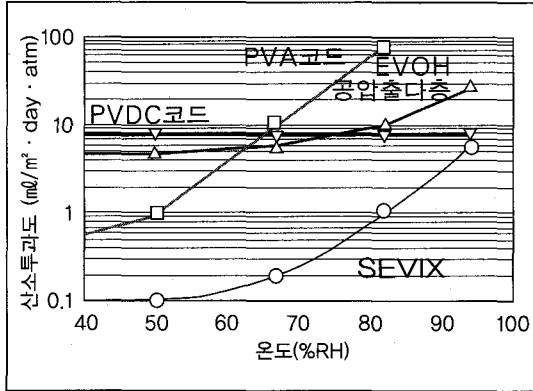
호일, 레토르트그레는(-R2) 개발중

(그림 2) 세빅스의 물성 밸런스(수치가 높을수록 양호)

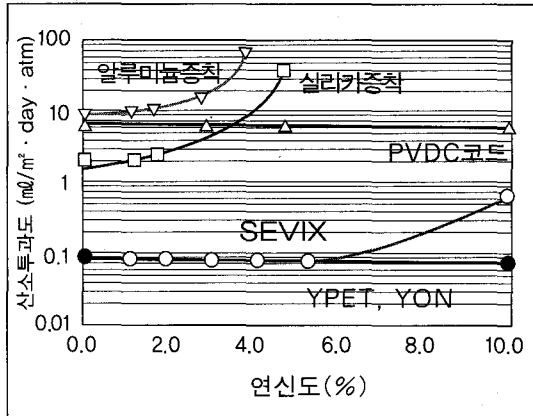




(그림 3) 산소투과도의 습도의존성(23℃)
(배리어 원판/DL/LL40 라미네이트 필름)



(그림 4) 세빅스의 연신 내크랙성



배리어 필름이다(그림 2). 지금부터 그 특징을 소개하겠다.

세빅스는 훌륭한 산소 차단성을 발휘하지만 산소투과도에 습도의존성이 있다. [그림 3]에 세빅스 및 종전 배리어 필름의 산소 투과도 습도의존성을 제시해 놓았다.

건조영역에서는 초하이 배리어성을 발휘하여 고습도에서도 종전의 폴리염화비닐덴 코팅 필름과 거의 같은 정도의 차단성을 유지하고 있다.

이에 따라 수분활성치가 낮은 내용물에서 높은 것까지 넓은 범위에서 포장 자재로서 사용될 길 바란다.

다음으로 종전의 배리어 필름은 인쇄, 라미네이트, 제대가공(製袋加工), 충전포장 등에서 연신(延伸), 혹은 히트 쇼크에 의해, 차단성이 열등화할 수도 있다는 것을 알 수 있었다.

세빅스는 차단층이 초박막이라는 점 및 차단층이 그림1에 제시해 놓은 바와 같이 초미세 구조를 취하고 있다는 점에서 연신, 굴곡, 마찰에 대한 내크랙(Crack)성이 뛰어나다.

[그림 4]에는 세빅스와 타 배리어 필름의 연신 이력(履歷)에 따른 산소투과도의 변화를 제시해 놓았다.

무기증착계 배리어 필름과 비교해 세빅스는 유기폴리머계 배리어 필름과 같이 10%의 연신 후에도 산소투과도가 낮은 수준으로 유지된다.

또한 [표 2]에 제시해 놓은 바와 같이 굴곡이나 마찰에 의한 핀홀 발생에 대해서도 양호한 내성을 갖고 있다. 구체적인 사례 중 하나인 내핀홀성에 대해서는 뒤에 서술하겠다.

유기고분자계 배리어 필름은 고결정성 고분자로 이루어진 것이 많아 기체가 그 비결정 성분을 투과한다.

그 때문에 온도가 높아지면 비결정 성분의 운동성이 증대하여 기체의 확산이 용이하게 일어나게 되므로 차단성이 저하함을 알 수 있다.

이것에 대해 [그림 5]에 제시해 놓은대로 세빅스의 기체투과도 온도의존성은, 무기증착계 배리어 필름과 같은 정도라 온도가 높아져도 차단성의 저하가 낮아진다.

세빅스는 사용하게 될 주변 상황이 비교적 높

[표 2] 세빅스의 내핀흡성(굴곡, 마찰, 찢림)

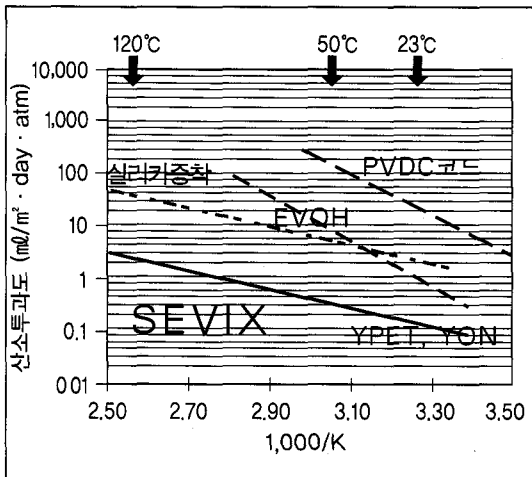
구분	세빅스	K 코드
내핀흡성 ¹⁾ /A4	2,000회후	핀볼 0개
내마모성 ²⁾ (ml/m ² ·day·atm)	OPP측금	1이하
	배리어층	1이하
내찢림성 ³⁾ kg	OPP측금	1.2
산소투과도 ⁴⁾ ml/m ² ·day·atm	1이하	8

- 1) 내핀흡성: 배리어 원판/접착제/LL40, 24℃, 25%RH
- 2) 내마모성: 원판, 23℃, 50%RH; 샘플을 4개 접은 후, 각 부위를 1cm 접어서 구부러, 70g의 하중으로 OPP와 100번 마찰, 마모 테스트(진폭30mm)
- 3) 내찢림성: 원판, 10℃, 23%RH, 오토그래프 사용 50mm/min, 비늘 1mmφ, R0.5mm
- 4) 산소투과도: OXTRAN10/50, 23℃, dry환경 하에서 측정 투명증착 필름(에코시일)

은 온도인 포장형태에 적합하다.

산소투과도와 같이 세빅스의 투습도도 습도의존성이 있다. 그 때문에 라미네이트 필름의 구성차이나 방향에 따라 투습도에 차이가 생긴다.

[그림 5] 각종 배리어 필름 산소투과도의 온도의존성



[그림 6]에는 차단층 만의 투습도 습도의존성을 제시해 놓았다. 라미네이트 필름에 있어서 기재(基材) 필름과 실란트의 투습도 차이에 따라 차단층이 느끼는 상대 습도가 바뀐다. [표 3]에 기재에 OPP 및 나일론 필름을 이용한 구성 예를 제시해 놓았다.

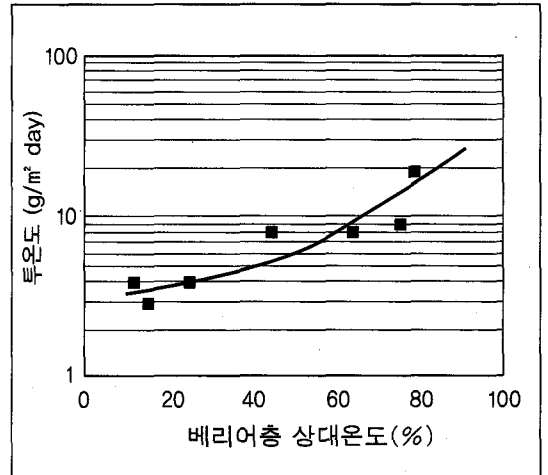
OPP의 경우는 기재로부터 실란트로의 투습도가 작고, 나일론의 경우는 역으로 실란트로부터 기재로의 투습도가 작다는 것을 알 수 있다.

즉 세빅스의 OPP 베이스는 내용물의 습도 방지에, 나일론 베이스는 내용물의 건조 방지나 감량 방지에 유효하다.

세빅스는 내용제성(耐溶劑性)이 뛰어나기 때문에 인쇄 잉크의 용제에 의한 차단성의 열등화가 없다. 또한 앞으로 환경 적합성 면에서 주류가 될 수성 잉크의 인쇄적성도 충분히 있다.

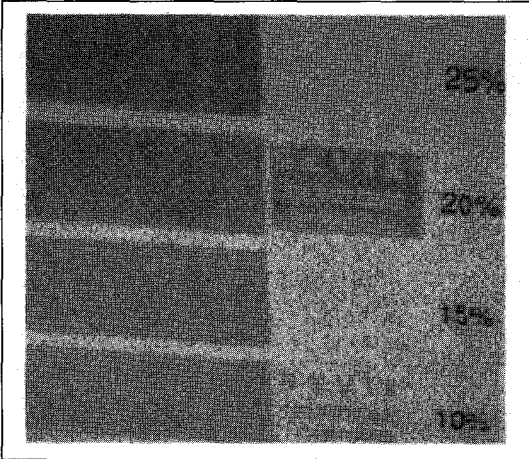
게다가 차단층이 초박막이기 때문에 투명성도 좋고 다색인쇄, 특히 반조(半調)인쇄 적성이 뛰어나다. [그림 7]에 반조인쇄의 테스트 예를 제

[그림 6] 각종 배리어 필름 산소투과도의 온도의존성





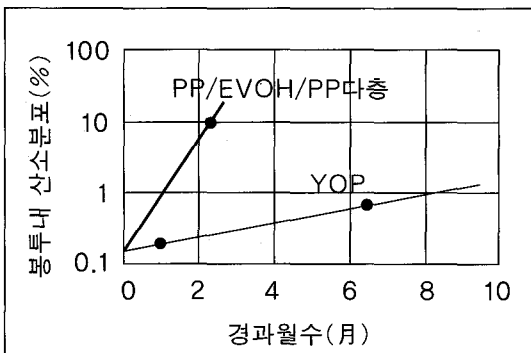
(그림 7) 반조인쇄 예



시해 놓았다.

세빅스의 라미네이트 가공은 드라이 라미네이트 및 추출 라미네이트 어느것이나 대응 가능하다. [표 4]에 제시해 놓은 바와 같이 세빅스는

(그림 8) 전자(低煮: 삶기)포장봉투 내 산소분압의 시간 경과에 따른 변화



샘플 : 세빅스 YOP 라미네이트 필름에 의한 전자포장봉투
 PP/EVOH/PP 다층 필름을 사용한 시판품
 보관조건 : 23℃, 50%RH보관(초기 봉투내 산소분압 0.2%)
 측정 : 산소분압측정기: 東レ(주)에서 제조한 LC700F를 이용하여 시간이 경과한 후 봉투 내의 산소분압을 측정

(표 3) 투습도 이방성

구분	YOP/LL		YON/LL	
	실란드 90%	기재 90%	실란드 90%	기재 90%
기재필름투습도	8	8	200	200
실란드투습도	20	20	20	20
베리어층체감온도	64	26	8	82
베리어층투습도	10	4	4	10
라미네이트필름투습도	4	2	3	13

투온도단위 : $g/m^2 \cdot day$, 온도단위 : %RH

(표 4) 각종용제

필름			MEK	IPA
세빅스	99.5	99.2	99.6	100
K코팅필름	91.0	0.2	96.2	100
OPP필름	86.4	0.0	95.7	100

테스트방법: A6 사이즈의 라미네이트 봉투를 작성하여 용제 40g을 충전하여 23℃에서 한 달 후의 유지율을 산출구성: 베리어재/접착제/LL40 - 액체 타입 우레탄 접착제

종전 배리어 필름에 비해 용제(유기화합물)의 차단성도 뛰어나기 때문에 인쇄 혹은 라미네이트 가공에 있어서 용제의 건조가 종전의 라미네이트용 필름의 가공 조건에서는 불충분해질 가능성이 있다.

이 경우 잉크 밀착 불량 혹은 라미네이트 강도가 낮아지는 상황이 발생할 수도 있다.

(표 5) 포장대내 산소농도의 변화색조

구분	배리어재	산소농도(%)			색조측정(30일)		
		1일분	10일분	30일분	c*	a*	b*
보관환경	KOP	0.33	0.35	0.15	61.6	13.7	29.1
		YOP	0.34	0.35	0.18	56.6	17.8
냉장고	KOP			0.15	62.5	14.8	31.7
		YOP			0.34	55.0	17.2
향온실	KOP			0.34	53.5	14.9	35.8
		YOP			0.26	55.0	13.7

색조측정: 기타, 컴퓨터

[표 6] 도라야키(일본 음식 이름) 포장에 있어서 봉투내 알콜 및 산소 농도

구분	상대농도				산소농도(%)
	10일후	20일후	30일후	40일후	40일후
YOP	1.0	0.98	0.97	0.64	0.38
KOP	0.94	0.90	0.84	0.60	1.53
MXD소Ny	0.68	0.58	0.48	0.42	2.65

샘플: 도라야키 10봉투를 갖고 측정하여, 평균치를 내었다.

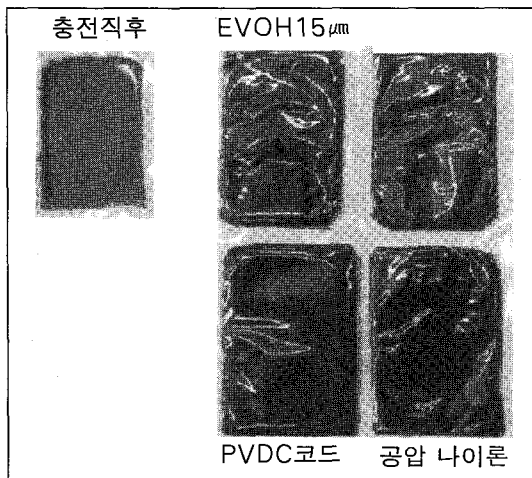
알콜 농도: 가스크로매트그래피에 의해 상대농도측정(YOP의 10일 후 농도를 1.0으로 한 상대치)

島津제작소 제작 CHROMATOPAC C-R4산소농도: 飯島전자(주) 제작 산소농도계 RO-102-S에 단위: %

더욱이 라미네이트 필름의 잔류용제량이 높아질 수도 있다.

하이 배리어의 대표인 알루미늄박 라미네이트와 같은 주의가 필요하리라 본다.

[그림 9] 각종 포장미증경시초도



테스트 조건: 각종 라미네이트 필름의 A6 봉투에 흰색 된장을 질소치환상태로 100g 충전

항온실(23℃, 50RH)에 보관하여 시간이 경과함에 따른 색상 측정 및 100일 후 눈으로 관찰(사진 참조)하였다.

5. 세빅스에 의한 포장 상의 장점

아래에 구체적인 포장에 있어서의 세빅스를 이용한 경우의 이점을 소개하겠다.

세빅스는 고습도 하에서도 산소투과도가 낮기 때문에, 비교적 수분활성치가 높은 식품을 포장할 경우에는 신선도 유지가 가능하다. 그림8에는 전자(佃煮:수분활성치 0.87 이상) 포장에 있어서 시간에 따른 봉투 내의 산소농도의 변화를 제시해 놓았다.

6개월 후에도 봉투 내의 산소농도는 1% 이하를 유지하고 있다. 산소농도가 0.5% 이상이 되면, 식품의 맛, 풍미를 떨어뜨리는 곰팡이, 생균이 증식하기는 시작하나, 세빅스를 이용하는 것이 식품의 장기 보존에 유효하다.

[사진1]에는 각종 차단 필름에 포장한 된장의 100일 후 사진을 제시해 놓았다.

된장은 산소에 의해 갈색으로 변하는 것을 알 수 있으나 세빅스를 이용한 경우의 색 변화 정도는 종전에 이용되었던 폴리염화비닐덴 코팅 필름 혹은 에틸렌비닐알콜 공중합체 필름의 경우와 같은 정도이다. 한편 공추출 다층 필름의 경우는 좀 더 빨리 갈색으로 변화된다.

더욱이 이러한 색차계(色差計)로 측정한 각 색상의 성분 면화를 보면 세빅스를 이용한 경우는 색의 농도가 종전의 폴리염화비닐덴 코팅 필름과 같은 정도이나 황색미(黃色味)의 저하는 훨씬 적어졌다.

즉세빅스를 이용함으로써 된장의 갈변에 의한 색상의 칙칙함이 적어짐에 따라 상품 가치를 유지할 수 있다.

[표 5]에 소세지 포장의 각종 보존조건 하에

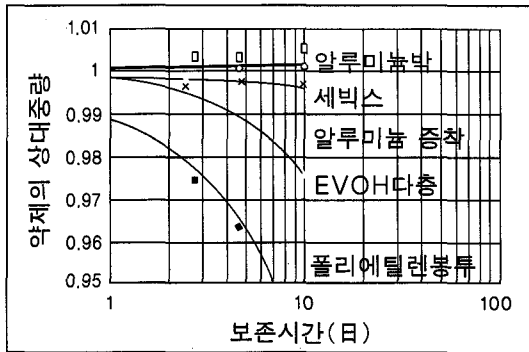


[표 7] 수분량 과산화율과 변화

항 목	샘플	경시조건	
		충진 후과후 (10일 경과)	45℃ 50%RH 40일후
수분율	세믹스YPET	2.6	2.3
	실리카증착	2.2	2.8
	알루미늄증착	3.3	3.5
과산화율	세믹스YPET	5	105
	실리카증착	3	113
	알루미늄증착	6	111

- 1) 수분률 : 컬 핏셔법, 단위g/100g
- 2) 과산화물가단위 : 초산-크로로호일법(추출액의 과산화물가) 단위 meq/kg

[그림 10] 승화성 유기산(상온고체) 안정성 시험결과



서의 산소농도 및 소세지의 시간에 따른 색상 변화를 제시해 놓았다.

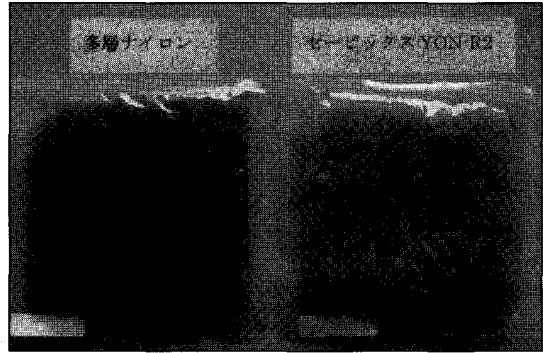
스모크 소세지는 산소에 의해 퇴색됨을 알 수 있고 더욱이 형광등 빛에 의해 퇴색 반응이 촉진 된다.

세믹스는 폴리염화비닐덴 코팅 필름을 이용한 경우와 마찬가지로 봉투 내의 산소농도는 증가하지 않고 소세지의 퇴색도 볼 수 없다.

반생과지는 수분활성치가 비교적 높은 식품 중 하나이다. 예로서 도라야키(일본 과자이름)의 포장을 들어 보겠다.

신선도유지제로서 알콜이 사용되고 있다. [표 6]에는 도라야키 포장의 보존 테스트에 있어서

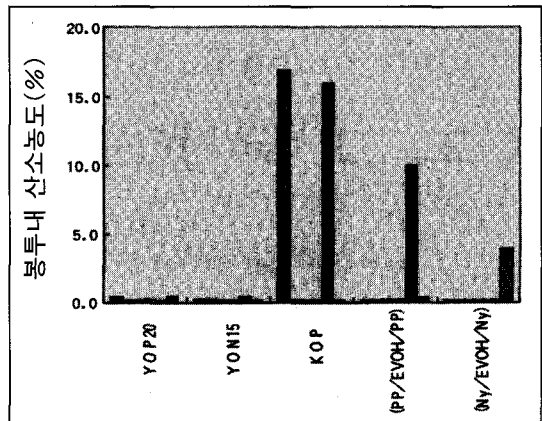
(사진 2) 라미네이트 필름에 절임류 충전후 90℃에서 30분 끓인 모습



봉투 내 알콜 농도와 산소농도를 제시해 놓았다.

종전부터 사용되고 있는 폴리염화비닐덴 코팅 필름이나 공추출 다층 배리어 필름과 비교해도 알콜의 유지성이 뛰어나 산소 차단성이 뛰어나다.

[그림 11] 소세지 포장 봉투의 수증기 내핀출성



JIS Z 0200-1987(JIS Z 0232): 포장하물의 평가시험포장통칙에 준거
진동 조건: 4.5Hz, 진동가속도 1.0G(하물자동차 상단), 수평방향, 5~10℃, 120분

골판지: 13cm폭×13cm 높이×22cm 길이

샘플: A5 사이즈의 4방 씨일 포장에 소세지를 질소치환 충전.

봉투의 라미네이트 구성: 차단재/접착제/실란트 LL40

마찬가지로 카스테라 등의 포장에는 탄산 가스를 봉입해 넣을 경우가 있는데 이것을 MA포장이라 한다.

세비스는 탄산가스 차단성이 좋아, 봉투 매 가스 조성도 적고 내용물의 중량 감소도 적음을 알 수 있다.

한편 건조한 식품이라도 기름을 사용하고 있는 것에는, 습기 방지와 산화방지 성능이 요구된다.

예를 들면 튀김 찌꺼기도 그 중 하나이다. [표 7]에는 튀김 찌꺼기 포장에 있어서 각종 보존측진 테스트 시 튀김 찌꺼기의 수분 양과 과산화물가의 측정 결과를 제시해 놓았다.

투습도, 산소 차단성이 뛰어난 투명증착 필름(알루미나계와 실리카계)과 세비스를 비교해 보아도 세비스는 투명증착 필름에 손색이 없는 성능을 갖고 있다.

또한 향료나 유기화합물의 차단성이 양호하기 때문에 향료의 유지 보존 포장, 의농약 포장에도 적용 가능하리라 본다. [그림 10]에서는 유기화합물의 보존유지율을 알루미늄 및 에틸렌비닐알콜 공중합체 필름과 비교하고 있다.

세비스는 알루미늄박과 같은 유지율을 보이고 있어 알루미늄박을 사용할 수 없는 화합물일 경우 알루미늄 복합 소재의 대체로서 세비스가 유효하다.

배리어 필름을 사용한 포장 제품은 상온 혹은 쿨드 상태로의 수송이 일반적이다. 이러한 수송 시에는 포장 봉투가 골판지나 제품끼리에 의한 마찰 혹은 굴곡, 내용물(가볍고 날카로운 식품, 포장지 등)에 의한 찢림에 의해 핀홀이 발생하는 것이 문제이다.

또한 충전, 곤포 공정 중에도 포장 봉투의 핀홀 발생이 있을 수 있어 이 또한 문제시되고

있다.

세비스의 내크랙성, 내핀홀성을 먼저 서술했는데 이러한 실제 포장에 있어서도 그 이점이 발휘된다. [그림 11]에 소세지를 충전한 포장 봉투의 수송 테스트(진동시험) 결과를 제시해 놓았다.

종전에 이용되었던 폴리염화비닐덴 코팅 필름이나 공추출 다층 필름과 비교해 보아도, 핀홀 발생 가능성이 낮다.

마지막으로 보일 레토르트 그레이드(YON-R2)에서의 절임류 포장에 관한 예를 제시해 놓았다.

라미네이트 필름에 절임류를 충전하여 그 포장 봉투를 90℃에서 30분 끓인 후 시간을 경과 시킨 것을 [사진 2]에 제시해 놓았다.

EVOH계 다층 나일론을 사용한 경우와 비교해 봤을 때 절임류의 변색이 억제되고 있다. 또한 내용물의 냄새도 밖으로 새나가지 않아 보향성(保香性)도 양호하다.

6. 정리

이상 소개한 초박막 유기/무기 나노콤포짓계 배리어 필름인 세비스는 비연소계이고 산소차단성, 투습도가 뛰어나며 내핀홀성 또한 뛰어나기 때문에 앞으로 많은 분야에서의 적용이 폭넓어지리라 생각한다. ☐

광고 및 정기구독문의
월간 포장계 편집실
(02)835-9041~5