



# 종이제 용기포장에 의한 식품보존기술

## Preserving Foods with Paper-based Packaging

岩 崎 誠 / MIP컨설팅트사무소 대표

### 1. 서론

일본의 종이(판지를 포함) 생산량은 리먼 쇼크 이후 감소하고 있다.

2012년에는 2,700만 t정도로 피크 때인 2000년에 비해 500만 t 가까이 감소했다. 앞으로도 IT화, 핵가족화에 의해 종이 생산량이 증가할 것으로는 보이지 않기 때문에 일본의 종이펄프업계는 목재/종이가 지속가능하고 재생가능 천연 소재인 것을 내세워 다른 소재와의 복합화 등 종이 제품의 다각화, 다양화를 추진하고 있다.

이와 함께 목재에서부터 셀룰로오스(cellulose)나 헤미셀룰로오스(hemicellulose) 등의 구성성분을 추출하고, 그것을 이용한 바이오리파이너리(biorefinery) 전개도 모색하고 있다. 종이펄프업계에서는 목재를 펄프화하여 종이를 만드는 공정이 [그림 1]과 같이 바이오리파이너리 공정과 유사하기 때문에 그 도입이 용이하다고 보고, 셀룰로오스 나노파이버(cellulose nanofiber, 이하 CNF) 등의 연구 개발을 활발히 하고 있다. 다만 목재에서부터 성분을 분리 정제

해도 그것을 무엇으로 이용하는가는 큰 과제다. 예컨대 CNF의 경우, 높은 가스배리어성이라는 특징으로 인해 식품의 보존성(유통기한)에 많은 영향을 미친다.

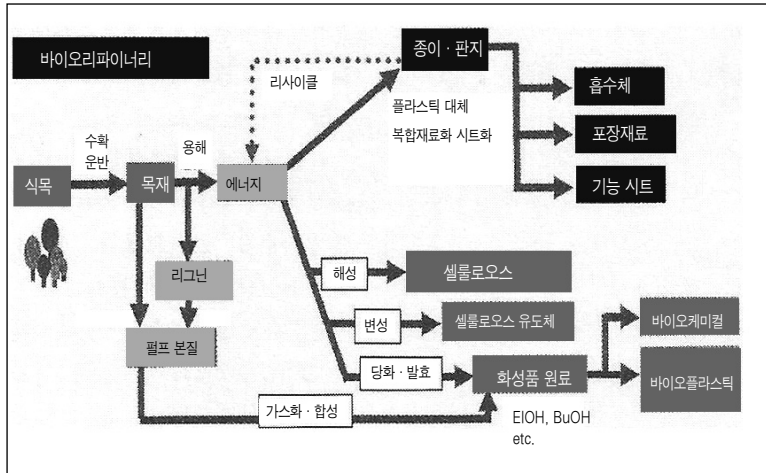
여기에서는 ① 종이 베이스 ② 종이와 다른 소재와의 복합화 ③ 목재나 비 목재에서부터 셀룰로오스 등의 성분을 추출해 그것 단독 또는 다른 소재와의 복합화에 의해 포장용기를 만들어 식품 로스 삭감에 공헌할 수 있는 기술을 소개한다.

### 1. 종이를 베이스로 한 기능화의 예

종이 자체에 기능을 부여해 지금까지와는 다른 포장재료로서의 이용법이다. 최근의 니즈 등을 중심으로 그 일부를 [표 1]에 나타냈다. 이외에는 스웨덴의 Billerud社가 개발한 소재(상품명 FiberForm)이 주목받고 있다. 이 소재는 FSC인 증된 목재 펄프 100%로 만들어지며 플라스틱과는 달리 촉감이 좋고 생분해성이며 리사이클도 가능하다. 또한 식품에 대한 직접 접촉도 인가되고 있다. 가공은 90℃로 하고, 종이의 신장율



[그림 1] 종이펄프공정과 목재 바이오리파이너리의 조합



25%까지 늘리는 기술이 완성되었기 때문에 지금까지 플라스틱으로밖에 사용할 수 없었던 제품에도 이용할 수 있다. 예컨대 영국의 Chesapeake社에서는 이 소재를 사용해 치즈용 투명 슬리브를 출시했다.

의 PLA와 펄프를 복합화할 때에 가열 조건이나 압축 조건을 바꿈으로써 플라스틱과 같은 특성(신축특성, 강성)을 가지게 하거나 종이와 같은 특성(흡수성, 신장성)을 가지게 하는 기술도 있다.

## 2. 복합화의 예

종이에 다양한 소재를 도공, 라미네이트 또는 분산·혼합하는 것으로 종이만으로는 달성할 수 없는 특성을 가진 식품 포장재를 만드는 방법이 있어 소개하고자 한다.

최근의 흥미 있는 예를 [표 2]에 나타냈다.

이 중에는 스웨덴 Sodra社가 개발한 사탕수수 유래

[표 1] 종이를 베이스로 한 이용 예시

기업명	제품의 개요
FenugGreen (미국)	카비타 슈크라 여사가 개발한 식품의 보존기간을 연장하는 종이로, 냉장고 등에 부착해서 사용(상품명 : Fresh Paper)
Ahlstrom (핀란드)	PFOA-free 종이를 개발해 유성의 식품을 직접 랩핑 / 커버할 수 있는 연포장지
Cham Paper 그룹 (스위스)	종이에 직접 배리어성을 부여해 알루미늄/플라스틱의 대체가 가능(상품명 : Baramic)
다수의 골판지 기업(다이오제지 등)	초합 라이너의 종이 안에 열로 팽창시킨 마이크로캡슐을 내장하고 있다. 발포 스티롤의 대체를 목표로 개발
DS Smith Packaging (영국)	과일에서부터 발생한 에틸렌을 흡수할 수 있는 상자로, 상자 속 과일을 장기간 유지할 수 있다.
Keienburg (독일)	다층 음료용 원지(cardboard)로 만든 캔으로, 물뿐만 아니라 탄산음료에도 사용 가능

[표 2] 종이와 다른 소재와의 복합화

회사명	내용
STORA ENSO (스웨덴)	바이오베이스(버개스) PE로 도공한 크래프트판지를 Triplast/Ekmans와 공동으로 개발해 2013년 처음으로 생선용 포장용기에 사용하고 있다.
Graham paper/Tissue (미국)	종이에 필름 래미네이트/수지 도공해 내구성, 습윤강도, 인쇄성, 표면평활성 등을 향상시켜 식품 서비스 등의 패키지 소재로
Sonoco (미국)	높은 배리어성이 있는 경량 판지(100% 고지) 콤포지트 포장용기 → Mellita 커피캔의 대체
Sodra (스웨덴)	완전히 재생산 가능·생분해 가능한 구성재로 만든 바이오 복합재료, 펄프와 재생산 가능 바이오수지(PLA)를 합성해 제조한 제품으로, DuraPulp라고 한다.
Alce Nero (이탈리아)	Innovia Films社의 NatureFlex(셀룰로오스를 용해한 비스코스 유래)를 사용한 초콜릿 포장지(생분해성도 있음)에 사용

### 3. 목재 등의 성분을 분리해 이용하는 예

#### 3-1. 셀룰로오스의 이용

목재 등에서부터 셀룰로오스를 얻는 간단한 방법은 현재 종이펄프업계에서 하고 있는 약품으로 리그닌(lignin)을 제거한 후 표백하는 방법이다.

이것에 의해 셀룰로오스 90%의 하얀 펄프가 얻어진다. 진한 KOH 용액으로 처리해 헤미셀룰로오스를 제거하면 셀룰로오스 순도는 95% 이상이 된다. 이 셀룰로오스는 CMC 등의 유도체로 해 식품 등에 기존부터 사용되고 있다. 한편 최근에는 글루코오스로 분해해 유산이나 숙신산을 만들고, 바이오폴리머(PLA나 PBS)로써 식품포장재나 농업용 멀티필름으로 이용하고 있다. 또한 스웨덴의 Organoclick社에서는 셀룰로오스를 특수한 촉매로 개질해 내수성, 내유성이나 강도를 부여하고, 종이용기 등으로 이용하고 있다.

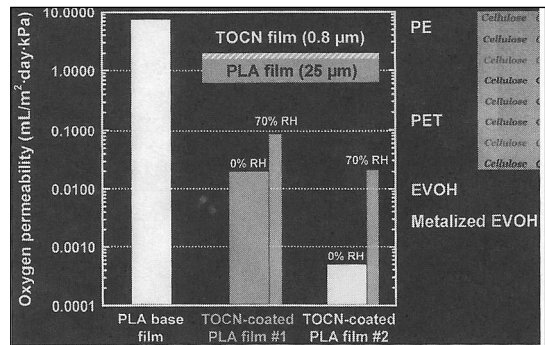
#### 3-2. 셀룰로오스 나노파이버의 이용

목재의 세포벽 표면에는 폭 3nm, 길이 2~3μm

의 셀룰로오스 마이크로 파이버가 목음을 이뤄 존재하고 있다. 이 파이버를 단독 또는 그 목음을 목재나 필름에서부터 꺼내면 폭 3~20nm, 길이가 수μm, 결정화도 70~90%의 셀룰로오스 나노파이버(이하 CNF)라고 하는 극세섬유가 얻어진다.

이 CNF는 기존의 섬유에 비해 ① 비표면적이 크기 때문에 흡착능력이 높고 반응 사이트가 많다 ② 분자가 가지런하며 결정성이 높아 탄성률이나 강도가 높고 고강도의 아라미드섬유(케블

[그림 2] TOCN 복합화에 의한 산소배리어성 향상 효과





러)에 필적할 정도다 ③ 열팽창계수가 석영유리에 필적할 정도로 낮고 치수 변화가 적다 ④ 섬유 폭이 빛 파장의 1/10정도로 짧고 빛이 투과하기 때문에 투명성이 높다. 그것에 더해 목재 유래로 리사이클할 수 있다는 특징이 있다. 목재나 펄프에서부터 CNF를 추출하는 방법은 기계적인 방법과 산 처리 방법의 두가지로 나눌 수 있다. 일반적으로 기계적인 방법으로 얻어진 CNF는 나노파이브릴셀룰로오스(NFC)라고 하고, 산 처리에 의해 얻어진 CNF는 나노크리스탈셀룰로오스(NCC)라고 한다.

두 가지 모두 폭이 4~50nm이지만, 길이는 NFC는 수 $\mu$ m, NCC는 100~500nm로 짧다. NFC는 주로 일본과 북유럽에서 검토되고 있으며, NCC는 캐나다와 미국이 중심이다. NFC의 제조에는 많은 전력이 필요해 제조비용이 높기 때문에 이에 대한 삭감법이 활발히 검토되고 있다. 펄프를 차아염소산 하에서 TEMPO라고 하는 특수 촉매로 처리하면 글루코오스의 특정 수산기만이 카르복실기가 되고, 마이크로 파이버릴이 서로 정전기적으로 반발하게 된다. 일본에서는 이러한 방법을 통해 전력비용을 삭감하고 있다. 그 결과 폭 3~4 $\mu$ m의 CNF를 얻고 있다. 이 CNF는 기존의 NFC나 NCC와 제법만이 아니라 물성도 다르기 때문에 TOCN(TEMPO 산화 CNF)라고 하고 있다.

### 3-3. CNF와 플라스틱과의 복합화

앞에서 서술한 TOCN을 PLA 등의 필름에 도포하면 [그림 2]와 같이 산화 투과성이 낮아지게 된다. 다만 TOCN도 포함해 CNF는 표면에 다수의 산화기를 가지고 있기 때문에 습도가 높아

지게 되면 산화 배리어성이 저하한다는 문제가 있다. 그 대책으로써 TOCN에 고하전량의 무기 입자나 개질제를 첨가해 베이스 필름에 도포하면 고습도 조건에서도 산소배리어성뿐만 아니라 수증기배리어성의 저하도 억제할 수 있다는 사실을 알게 되었다.

이처럼 CNF의 복합화에 의해 고습도 하에서의 가스배리어성을 향상할 수 있게 되었고, 소량으로도 강도가 충분하기 때문에 포장재료, 특히 식품포장재료로의 전개가 기대된다. 더욱이 일본 제지가 연산 30 t의 플랜트를 지난해 말 가동시켜 CNF의 이용에 박차를 가할 것으로 예상된다.

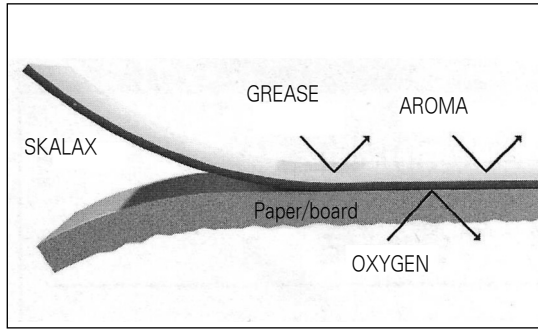
### 3-4. 헤미셀룰로오스의 이용

목재 중의 헤미셀룰로오스는 셀룰로오스와 달리 헤테로폴리머이며, 분자량도 낮다. 또한 광엽수와 침엽수로 종류도 다르고, 광엽수는 자일란(xylan)이 25~30%, 침엽수는 글루코만난(glucomannan)이 15~20% 포함되고 있다. 현재 헤미셀룰로오스는 목재에서부터 적극적으로 추출·이용되지 않고 있다. 다만 셀룰로오스를 DP용으로 정제할 때의 방해자가 되고 있다.

현재 세계에서 생산량이 많은 DKP(KP 베이스의 용해 펄프)로는 펄프화에 앞서 목재를 열수, 알칼리 또는 산으로 가수분해·제거하는 방법이 일반적으로, 목재 안의 헤미셀룰로오스는 20% 전후에서부터 3~4%까지 감소한다. 스웨덴의 Xylophane社에서는 자일란시트의 산소투과방지 능력이 높기 때문에 식품포장용 산소배리어제로써 판매하는 것을 목적으로 개발하고 있다.

당초 자일란은 목재에서부터 추출하는 방법을 검토했지만, 비목재의 자일란 가공 적성이 좋아

[그림 3] 고지 유래의 판지에 자일란(상품명 Skalax)을 도공했을 때의 효과



서 현재는 벗짚(세계에 250만 t있음)을 사용하고 있다. 알칼리로 추출한 자일란은 코로나방전을 해 접착성이 개량된 PE와 압출기로 추출해 성형 된다.

용도는 유지를 포함한 향신료, 스낵, 홍차/커피 등의 드라이 푸드용 포장용기다. 알루미늄/EVOH 대신으로 PE/자일란(상품명 Skalax)을 사용하는 것으로 식품의 냄새 성분이 이동하는 것을 제어할 수 있다.

또한 고지를 식품용 포장에 사용한 경우에는 잉크가 식품을 오염할 우려가 있지만, 자일란필름은 잉크의 이동도 억제할 수 있기 때문에([그림 3]) 식품포장용에도 많은 고지를 사용할 수 있다.

독일에서 실시된 테스트에서는 이동(migration)을 90%가량 억제할 수 있었다. 다만 배리어성은 CNF와 마찬가지로 고습도에서 저하하기 때문에 대책이 필요하다.

현재 파일럿 브랜드로 한번에 30kg정도의 자일란을 만들어 포장용기로써 평가하고 있으며, 2014년에 EFTA에서부터 발표된 안전기준에

적합할 수 있도록 준비하고 있다. 이러한 것들이 완료되면 2014년에는 출시할 수 있을 것으로 보인다.

한편 침엽수의 헤미셀룰로오스의 만난도 에스테르화하면 투명해지기 때문에 바이오 베이스의 열가소성 고분자로써의 이용이 검토되고 있다.

#### 4. 마치며

현재 식품포장용 소재의 대부분은 석화베이스로, 바이오베이스 소재로 전환하려는 세계적인 흐름이 있다. 예컨대 유럽에서는 바이오베이스의 식품포장재의 양을 늘리기 위해 ADCELLPACK라는 컨소시엄이 설립되고 열가소성이 있는 셀룰로오스 유래(90% 이상)의 포장재료의 개발 등이 이루어지고 있다. 이 컨소시엄은 2012년 말부터 2년 동안 진행되는 프로젝트로, EU 각국에서부터 제지, 바이오플라스틱 성형, 가공과 관련한 제조사와 식품 제조사가 참여하고 있다.

일본에서는 CNF 등 바이오피라이너리에 관한 연구 개발이 활발히 이루어지고 있지만, 타깃이 명확하지는 않은 상황이다. 목재·종이는 석화를 대신할 바이오 소재로, 새로운 목표가 필요하다.

바로 식품포장용기로의 이용으로 식품 로스의 삭감에 공헌하는 것이다. 이를 위해 일본에서도 ADCELLPACK와 같은 컨소시엄을 만들고 적극적인 개발을 할 필요가 있다. ☐

신제품 및 업체 소개

월간 포장계 편집실

(02)2026-8655~9

E-mail : kopac@chollian.net