

일본에 있어서 농수산물 포장의 연구와 기술개발의 현황

平田 孝
日本 京都大學 教授

Packaging Research and Technology for Agricultural and Fishery Products in Japan

Mr. Takashi Hirata

Associate Prof. Faculty of Agriculture Kyoto University Japan

식품의 안정성, 기호성, 건전성에 대한 소비자의 관심은 근래 부쩍 높아지고 있다. 특히 일본에는 건강에 대한 관심이 일반적으로 높고 세계에서 유례를 찾을 수 없을 만큼 고령화사회를 맞이하고 있어 식품의 생리기능에 대한 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 그 결과 인간의 항상성(恒常性:homeostasis)을 적극적으로 유지하고 움직일 수 있는 여러 가지 새로운 성분이 발견되었다. 따라서 포장 기술에 대해서도 새로운 성분을 보호 유지할 수 있는 높은 수준으로의 대응이 기대되고 있다. 또한 환경 문제도 많은 관심을 모으고 있는데, 사용한 포장재료의 회수시스템을 구축하고, 소각방법의 개선 및 리사이클링이 용이한 포장재료의 개발이 급진전되고 있다. 한편 환경에 매우 큰 부담을 주게 되는 근본적인 이유는 적정포장을 무시하거나 포장재료를 과다하게 사용하는 데 있다는 것이 재확

인되었으며 포장설계의 적정화가 강하게 요구되고 있다. 이러한 상황에 대하여 일본은 어떻게 대처해야 하는가, 몇 가지 사례와 함께 발표자가 관여한 연구를 중심으로 소개하고자 한다.

I. 기능성 포장재료

식품포장에 기대되는 기능은 매우 많고 기능성 포장재료도 다종다양하지만, 주로 식품의 품질유지와 관련된 것들을 <표 1>에 나타내었다.

식품의 열화요인으로써 공기중의 산소로 인한 산화는 매우 중요하다. 이를 위해 산소투과성이 낮은 포장재료의 개발이 오래전부터 적극적으로 추진되고 있다.

PVDC, EVOH, OV, PAN 등이 산소차단성이 높은 포장재료로서 진공포장, 가

Table 1. Important "value-added" packaging materials which contribute to the preservation of food quality.

Barrier (Permeant properties)	
Gas barrier	EVOH, PVDC, OV, PAN, Al, NMXD6, Vapor deposition (Al, SiO _x)
Water vapor barrier	HDPE, OPP, PVDC, Vapor deposition
Light barrier	PET, Titan derivatives-incorporated or Hydroxybenzophenone-incorporated film
Volatile barrier	PET, PC, PVDC, EVOH, OV, Vapor deposition
Smoke-permeable materials	Polymer alloy based on PA
Anti-microbes	Silver zeolite-incorporated materials
Anti-fog	Detergent-incorporated films
Water absorption	Inorganic filler-incorporated films
Heat resistance	CPET, PP, EVOH, PS, PVDC, PMP(TPX)
Low plastic odor	Oder-free sealant
Non-adsorption of flavor	Heat sealable EVOH, PET, PAN
Miscellaneous action	
Volatile emitting	Ethyl alcohol, Antioxidant, Hinokitiol, Flavor, Sorbate
Volatile emitting	Ethylene, off-odor
Chemical Reaction	Ethylene (Potassium permanganaete, Activated charcoal), Oxygen (Glucose oxidase, Hydrogen- Platinum, Dye-light,

스치환포장, 탈산소제 봉입포장 등에 이
용되고 있으며, 씻지 않은 쌀(無洗米),
백미(白米)포장 등 새로운 용도로의 쓰
임새가 예견되고 있다.

PET병은 주스, 콜라, 맥주, 와인 및 우
롱차 등에 이용되고 있지만, PET 단체에
서는 반드시 산소차단성이 충분하다고
할 수 없다. 따라서 PVDC나 SiO_x에 의
한 병의 코팅, PET수지에 NMXD6의 혼
합에 의한 차단성의 향상 등이 검토되고
있다. PET-NMXD6 혼합물에 나프텐산
코발트를 첨가하고 산소를 화학적으로
트랩(trap)하려는 시도도 있다.

EVOH는 낮은 온도에서는 매우 양호
한 산소차단성을 나타내지만, 레토르트
처리시에는 온도상승이 동반되므로 차단

성이 급속히 낮아진다. 이 문제를 해결하
기 위해 EVOH층을 필로린산 나트륨으
로 샌드위치하는 기술이 개발되어 있다.
또한 탈산소제를 필름내에 혼입시키는
시스템도 검토되고 있다.(〈그림 1〉참
조). 이들 산소흡수 포장재료 중 일본에
서 실용화된 예로써 무균포장 쌀밥(미
미)을 들 수 있는데, 종래의 탈산소재를
대신하여 사용되고 있다.

기체의 선택투과성이 높은 플라스틱의
개발도 행하여지고 있다. 통상 이용되는
소시지용 케이싱은 혼연성분(燻堧成分)
을 잘 투과시키지만 동시에 산소투과성
도 높다. 때문에 혼연 후에 산소투과성이
낮은 포장재료에 이중포장(二重包裝)
되어 유통된다. 따라서 혼연성분을 투과

하고, 산소투과성이 낮은 포장재료가 있다면 이중포장이 불필요하여 합리적인 포장 가능성이 가능해진다. <표 2>에 이러한 포장재료의 예를 나타냈다. 또한 발효식품, 청과물, 倍前커피 등은 이산화탄소의 투과성이 더욱 높은 용기가 요구되고 있고, 對산소투과비로 10배 이상의 선택투과성을 가진 플라스틱도 최근 개발되었다.

슈퍼마켓 등 소매점의 조명은 근래 특히 밝아지고 있어 이에 따른 광선에 의한 식품의 열화가 문제가 되고 있다.

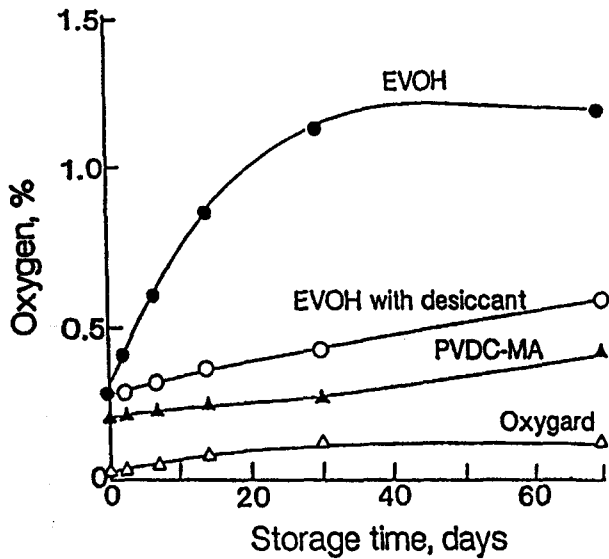


Fig 1. Changes in oxygen concentration in different packaging containers after retort treatment. (Koyama et al.)

이 때문에 티탄유도체나 하이드록시 벤조페논 등을 혼입한 자외선 흡수포장재료의 개발이 검토되고 있다.

그러나 현시점에서 광산화 방지효과는 그리 크지 않다고 보여진다.

식품의 맛에는 아미노산과 핵산과 같은 친수성(親水性) 성분뿐만 아니라 소수성(疎水性) 성분도 큰 역할을 하고 있다. 그러나 포장용기의 내면(內面) 재료로서 이용되는 폴리에틸렌이나 폴리프로필렌은 소수성 성하 요인이 되고 있다. 이 때문에 소수성 성분 비흡착성의 EVOH, PET, PAN등을 내면재료로 이용가능케 하는 기술이 개발되고 있다.

예를 들어 오렌지 주스의 맛성분에 중요한 리모넨은 PET나 PAN을 내면재료한 용기에서는 매우 안정적이지만, LDPE를 내면재료한 경우에는 저장중에 서서히 흡착이 진행된다. EVOH도 커피나 차 등의 포장용기의 내면재료 검토되고 있다. 또한 PET는 위스키 등 맛을 특히 중요시하는 주류의 종이포장 용기 내면재료로 실용화되고 있다.

최근 항균성 필름개발도 활발하게 추진되고 있다. 히녹티올, 아릴이소티오시아네이트, 은치환 제올라이트 등을 플라스틱에 혼입시키면 항균성을 갖게 된다.

Table 2. Some properties of smoke-permeable film (Nishino and Yoshii).

Unit	Value	condition	
Thickness	μ	30	
Permeability			
Water	$g/m^2 \cdot day$	60	40°C, 90% RH
Oxygen	$cc/m^2 \cdot day$	8	20°C, 60% RH
Heat shrinkage		10-15	Water at 80°C, 3min
		20-30	Water at 100°C, 3min

아릴이소티오티아네이트와 은치환 제올라이트는 항균스펙트럼이 넓고, 식품에서의 응용이 기대된다. 특히 은치환 제올라이트는 휘발성이 없으므로 포장재료에 혼입이 용이하다 (<그림 2> 참조).

은치환 제올라이트를 혼입한 항균성 필름에서는 균과 필름이 접촉하면 은이 균체에 달라붙어 정상적인 대사(大謝)를 저해시킨다고 여겨진다. 약 1% 정도의 은치환 제올라이트를 내면재에 혼입시

가 있다.

그래서 포장용기에 반응성을 부여하고 용기내의 조건을 적극적으로 변경하려고 하는 시도가 있었다. 산소를 트랩(trap)하는 포장재료의 예도 있지만, 내용물과 반응하여 식품의 품질을 바꿀수 있는 포장재료도 검토되고 있다. 이러한 포장재료를 반응성 포장재료라고 하며, 향후 연구개발의 중요한 분야가 될 것이라 생각한다.

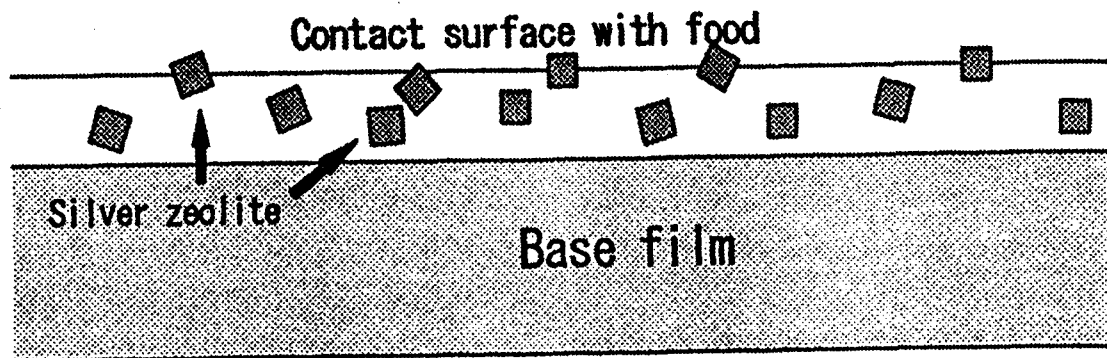


Fig 2. A schematic cross section of silver zeolite-containing plastic film

기면 효과적인 항균작용을 기대할 수 있다. (<표 3> 참조).

이 필름의 급성독성 시험은 이미 종료되고 안전성이 확인되었다. 만성독성시험도 끝났지만 데이터를 분석중에 있다. 현재 은제올라이트는 식품용도 이외에 대해서 많은 용도로 쓰여지리라 예상되는데, 미네라워터, 중국차(<표 4> 참조), 수산물 등의 식품에 대한 효과가 확인되었고, 일부는 실용화되고 있다.

이외에도 가열해도 이취(異臭)가 발생하지 않는 포장재, 수분흡수 포장재 등 다양한 기능을 가진 포장재료가 개발되고 있다. 그러나 플라스틱 수지의 화학구조와 합성후의 물리적 처리를 변경하여 여러가지 기능을 갖게 하는데에도 한계

청과물의 선도보호를 목적으로 근래에 많은 기능성 포장재료가 개발되고 있다. 청과물 포장에는 과잉호흡과 혐기호흡을 동시에 억제하는 설계가 필요하다. 이를 위한 포장에는 산소투과성이 높은 폴리에틸렌등이 쓰이고 있다. 그러나 10°C ~ 상온대에서는 30 μ 정도의 폴리에틸렌을 사용해도 투과성이 충분하지 않고 혐기조건이 되기 쉽다.

그래서 미세한 구멍을 가진 有孔필름이 개발되고 있다. 천공기술(구멍 뚫는 기술)은 비공개되는 것이 대부분이지만, 무기 충전재와 수지를 혼합하여 막(膜) 형태로 만든 것을 연신시키고 제막 필름의 레이저처리 등을 생각할 수 있다.

이러한 미세공 필름을 이용한 경우의

Table 3. The antimicrobial effect of plastic film containing silver zeolite.

Bacteria	Film	Ohr.	24HR
E. coli	1	7.5×10^5	1.3×10^6
	2	7.5×10^5	< 10
	ref.	7.5×10^5	1.5×10^5
S. aureus	1	5.8×10^5	6.7×10^4
	2	5.8×10^5	< 10
	ref.	5.8×10^5	1.5×10^5
S. gallinarum	1	3.6×10^5	5.2×10^5
	2	3.6×10^5	< 10
	ref.	3.6×10^5	4.6×10^5
V. parahaemolyticus	1	1.8×10^5	7.0×10^5
	2	1.8×10^5	< 10
	3	108×10^5	5.8×10^5

* 1:PE(25)/PE(5)

2:PE(25)/PE(5) with 1% silver zeolite

ref:pe(30)

Table 4. Effects of silver zeolite on survival of several bacteria in Chinese tea. *

Temperature	Bacteria	Silver zeolite * *	Survivor (cells/g)			
			Ohr	5hr	24hr	48hr
25°C	Viable cells	+	1.7×10^5	4.4×10^5	7.6×10^4	3.9×10^7
		-	1.7×10^8	6.5×10^5	7.6×10^4	3.9×10^7
	E.coli	+	3.6×10^5	1.2×10^4	0	0
		-	3.6×10^5	1.9×10^4	5.0×10^3	> 106
10°C	Viable cells	+	1.7×10^6	3.6×10^5	8.4×10^4	4.0×10^4
		-	1.7×10^6	7.1×10^5	1.5×10^5	2.3×10^4
	E.coli	+	3.6×10^5	5.6×10^3	52	4
		-	3.6×10^5	5.8×10^3	8.0×10^2	1.6×10^2

* Chinese tea was packaged with plastic pouch containing 2% silver zeolite and stored for 48 hours.

** Zeolite 10%-replaced with silver.

포장설계에 대해서는 종래의 포장재료와는 다른 관점에서 바라볼 필요가 있으므로 뒤에 언급하기로 한다.

청과물의 증산(蒸散)과 호흡억제를 위하여 사용되는 많은 플라스틱에는 수분이 내면에 결로되기 쉽고 미생물의 온상이 되면 미관상 좋지 않다. 이 때문에 개면활성제를 필름에 혼입하거나 표면에

코팅한 방진필름이 널리 이용되고 있다. 이외에도 청과물용 기능성 포장재료에는 많은 종류가 있으며(<표 5> 참조) 이용목적도 다양하다.

그러나 이러한 선도보존 효과를 올바르게 평가하기란 쉽지 않으며 특히 에틸렌흡수성이 있는 것은 원적외선 발생계의 광물질 흡입 포장재료에 대해서 실

Table 5. Active packaging materials for fresh produce.

Function	Material
Anti-cloud	Surfactant
Anti- Microbes	Silver zeolite, Hinokitiol, Ally Isothiocyanate
Freshness control	
Oxygen control	Microperforation
Carbon dioxide control	Microperforation
Ethylene control	Inorganic compounds, Organic compounds, (coral, ceramics etc.)
Miscellaneous	Hinokitiol, Ally Isothiocyanate, For infrared
Off-oder control	Deodorant

용성 문제가 지적되고 있다. 최근 몇 개 인가의 학문적인 보고가 있었고, 이들 내용도 적극적인 선도유지 효과를 부정하고 있다. 에틸렌 제거효과가 특히 크다고 하는 결과는 없고, 오히려 광물질 혼입에 의한 가스투과성 증대가 선도유지 효과와 상관이 있다고 할 수 있다.

검토대상 청과물이 브로콜리 등에 한정되기 때문에 청과물의 종류에 따라서는 효과를 기대할 수 있는 가능성도 남아 있지만, 그것도 가스투과성을 포함한 기본적인 데이터를 수집하여 검토할 필요가 있다. 원적외선 방사나 에틸렌 제거 포장 이외의 기능성 포장재료의 학술적 검토결과가 기대된다. 예를 들면, 일반적으로 포장내의 결로가 발생하면 미생물 생육의 온상이 되고, 포장재에 항균성을 부여하면 청과물의 부패를 방지할 수 있다고 한다. 발표자가 검토하고 있는 은치환 제올라이트 포장재료는 높은 항균성(제균성)을 가지고 있지만, 청과물 포장에 도움이 될 것인지 검토해야 한다고 생각한다.

또한, 은으로 치환한 제올라이트를 과실 포장용 발포완충네트(net)에 혼입하

여 과실의 미생물 방지에 이용하고 있고, 효과도 확인되고 있다.

II. 적정포장 설계의 방향

환경친화적인 포장을 확립하기 위해서 현재까지 많은 연구가 있어왔다. 사용 후 포장재료의 회수시스템을 구축함과 동시에 소각법의 개선이나 리사이클이 용이한 포장재료의 개발 등도 빠른 속도로 추진되고 있다. 또한 회수가 어려운 포장재료에 대해서도 스테이션템과 같은 분산방지법, 혹은 생분해성 포장재료의 개발 등의 대책이 검토되고 있다. 예를 들면 일본의 농림수산성에서는 「식품산업에콜로지컬 패키징기술연구조합」의 설립을 지원하고, ① 분해성 플라스틱을 사용한 음료·식품용기의 개발, ② 스낵식품류의 에콜로지컬 패키지의 개발, ③ 분해성 플라스틱을 이용한 용기의 개발(I유제품용기), 분해성 플라스틱을 이용한 용기의 개발(II냉동식품용기), ④ 재생이 용이한 포장재료에 의한 음료용기의 개발, ⑤ 저연소 칼로리의 플라스틱 박육성형 용기의 개발, ⑥ 포장의 환경에 대한 부하

저감책, ⑦ 음압용 논디터처블 캡의 개발, ⑧ 식품용 포장, 용기에서의 분해성 소재 이용기술의 개발, ⑨ 회수 플라스틱을 이용한 식품용 포장재 및 용기의 개발이라는 9가지의 주제에 대해서 4년 동안 연구가 진행되었다.

이들의 성과는 금년 11월 18일에 발표될 예정이지만, 이중 몇 가지의 성과는 이미 실용 단계에 있고, 환경문제에서의 대응이 기대되고 있다. 한편 적정포장을 무시한 포장재료의 과다한 사용이 환경에 큰 부담을 준다는 것을 말할 것도 없다. 즉, 포장설계를 적절히 행하고, 필요한 만큼의 포장을 하여 환경문제의 개선에 크게 기여할 수 있을 것이라 생각한다. 그러나 이러한 시점에서 포장과 환경과의 관계를 추적하여, 그 해결을 위한 과학적이고 정량적인 검토를 실시한 예는 적다. 이를 위해 컴퓨터 시뮬레이션을 이용한 품질의 보호유지를 위한 적정포장설계 기법에 대하여 청과물포장을 중심으로 최근 많은 연구가 진행되고 있다. 포장에 의해 청과물의 호흡을 억제하고 선도유지가 가능하지만, 과잉포장에서는 혐기성 호흡에 의해 이취(異臭)가 생성되고, 더불어 품질저하가 진행된다. 발표자는 적정포장 설계를 하기 위해 다음의 3가지 관점에서 검토하였다.

1. 포장내의 가스(gas) 조성평가

MA포장에 있어서 적정 산소농도는 1~3% 정도이다. 따라서 포장 속의 저산소농도를 정밀하게 분석할 필요가 있다. 가스크로마토그래프로 분석할 경우에는 산소와 아르곤의 분리 및 무기가스에 대한 TCD의 상대감도의 파악을 해야 한다.

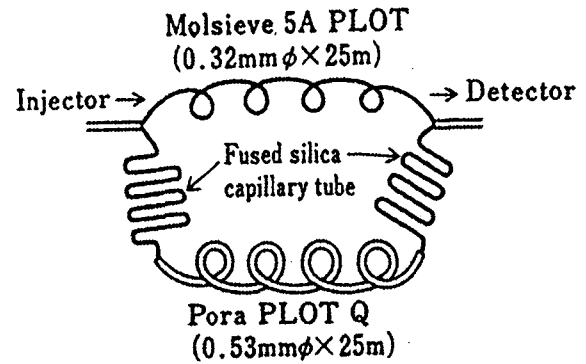


Fig 3. A schematic diagram of the column system simultaneously separating four gases.

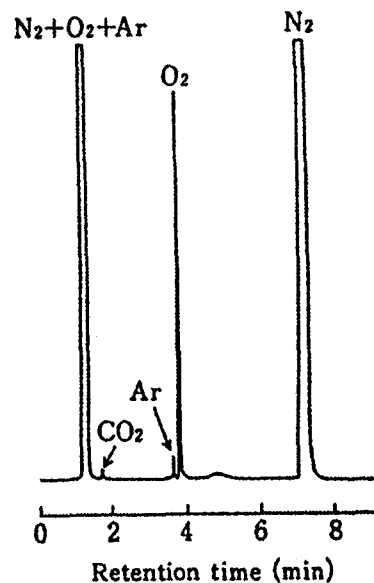


Fig 4. A gas chromatogram of a fresh air

발표자는 스티렌디비닐벤젠코폴리마의 칼럼을 이용한 산소, 질소, 이산화탄소, 아르곤의 동시 분석법을 확립하고, 또한 molecular sieve와 pora pack의 capillary 평행컬럼에서도 동시 분석이 가능한 것을 나타내었다.(〈그림 3,4〉참조).

2. 청과물의 흡수량의 평가

포장내의 평행 가스(gas)조성은 포장재료의 가스투과성과 청과물의 흡수량에 따라 결정된다. 따라서 청과물의 흡수량

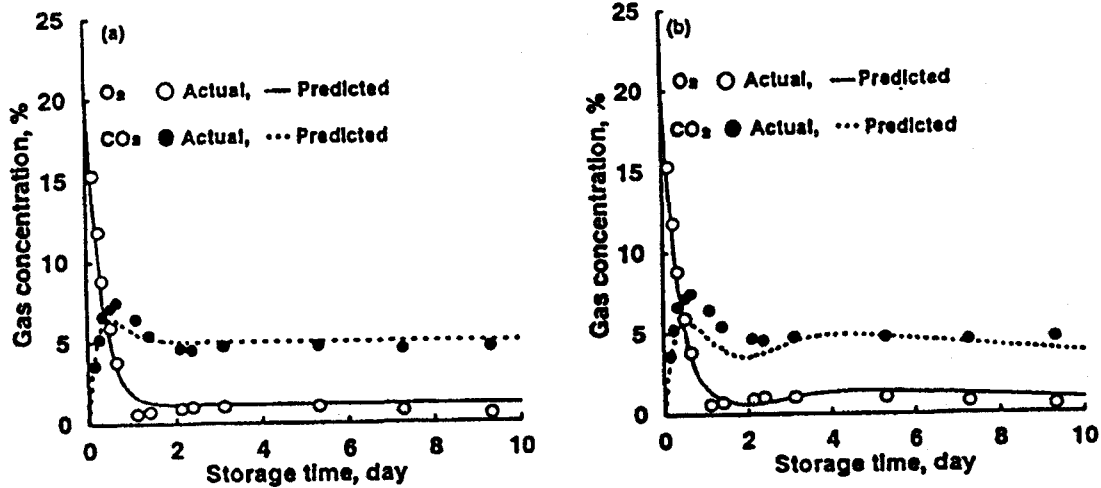
을 구하는 것은, 중요하지만, 포장저장증에 있어서 흡수량을 평가한 예는 거의 없다.

또한 개봉한 청과물을 데시게이터 등에 옮겨 측정하는 것은 포장내의 흡수량을 측정하는 것에 지나지 않는다. 발표자들은 포장내에서의 흡수량을 개봉되지 않은 채로 연속적으로 평가하는 방법을 개발했다. 이 방법에 의하면 가스투과성이 다른 몇 개의 필름의 준비하고, 다수의 산소와 이산화탄소의 농도를 조합시켜 흡수량을 간단하게 구할 수가 있다. 즉, 저장중에 MA포장대 내의 산소는 감소하고

변화율과 그 시점에서 산소와 이산화탄소의 농도를 알면 흡수속도를 가스농도의 함수로서 나타낼 수 있다.

또한 이 방법에는 구한 흡수model을 사용하여 브로콜리의 MA포장내의 가스조성의 변화를 예측한 결과는 실측치와 일치한다는 것도 확인되었다. (<그림 5> 참조)

이 방법에 의하면 여러 가지의 산소, 이산화탄소 농도하에 있어서 흡수량을 쉽게 알 수 있기 때문에 흡수모델을 용이하게 구출할 수가 있다. 그러나 이러한 방법은 선형, 비선형의 회귀곡선에 의한



Model	Equation
1 = O ₂ consumption rate	$M_{R_{O_2}} = -1.882 [O_2] - 95.03 [CO_2]^{1/3} + 60.82 [O_2]^{1/3} + 2.41 [CO_2]^2 - 0.563T \cdot [O_2] + 129.02$
2 = CO ₂ evolution rate	$M_{R_{O_2}} = 0.415^M R_{O_2} + 22.95$
3 = CO ₂ evolution rate	$M_{R_{O_2}} = 55.1 [O_2]^{1/3} - 0.366 [O_2] \cdot [CO_2] - 0.822T \cdot [O_2] - 1.606T + 66.51^{1/3} + 0.13 [CO_2]^2 - 1.464T \cdot [CO_2] - 88.91$

Fig 5. Predicted and actual changes in oxygen and carbon dioxide concentrations.

(a) Predicted by Models 1 and 2

(2) Predicted by Models 1 and 3

이산화탄소는 증가한다. 흡수량은 대(袋) 속의 산소와 아산화탄소의 농도에 의해 결정된다. 따라서 어느 시점에서 가스농도

맞추기를 반복할 필요가 있고, 적절한 곡선의 선택이 정도(精度)를 향상시킬 수 있기 때문에 중요하다.

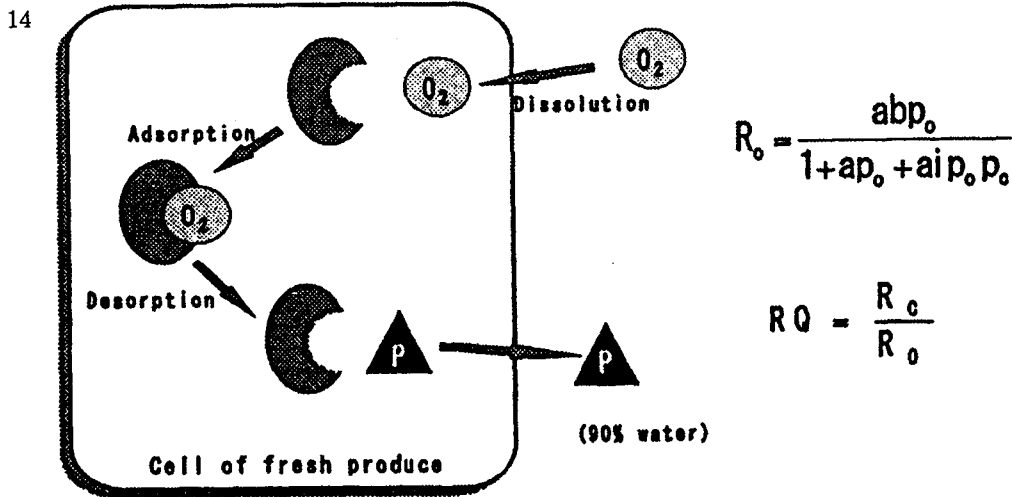
3. 포장재료의 가스(gas)투과성

가스투과성의 측정에는 시중에서 판매되는 많은 장치를 이용할 수 있다. 발표자들은 포장재료를 투과하는 가스에 의해 압력증가를 검지한다. 이른바 차압식(差壓式)가스투과 측정장치를 이용하고 있다. 압력을 검지하는 시스템이기 때문에 가스의 종류를 선택하지 않는 것이 이점이다. 한편, 특별한 장치가 없어도 측정대상 필름을 적절한 크기로 봉지(袋)를 만들어 이산화탄소를 넣어 순간적으로 밀봉하고, 경시적인 가스농도 변화를 측정하여 투과성을 평가하는 방법도 널리 이용되고 있다. 봉지내의 가스농

고 있다.

이상과 같이 가스조정 평가, 흡수량 평가, 가스투과성 평가에서 수식(數式)모델을 구축하여 컴퓨터 시뮬레이션에 의해 적정 포장설계가 가능하게 되는 것이다.

지금까지 이들 모델에서 얻어진 호흡 모델은 거의 전부가 경험식이다. 산소농도와 이산화탄소 농도를 다양하게 조합시켜 흡수속도를 측정하고 일차식 혹은 이차식 등에서 관련지어진 것으로 이론적인 의미는 거의 없다. 산소흡수나 이산화탄소 등의 발생은 청과물내의 매우 복잡한 대사활성의 결과이고, 이것을 이론식으로 나타내는 것은 곤란하다고 생



RO : Oxygen consumption rate (mmol · kg⁻¹ · h⁻¹), RC:Carbon dioxide production rate (mmol · kg⁻¹ · h⁻¹),
 pO : Partial pressure of oxygen (kPa),
 pC : Partial pressure of carbondioxide (kPa), a,
 i : Parameters of rates (kPa⁻¹),
 b : Maximum oxygen consumption rate (mmol · kg⁻¹ · h⁻¹)
 RQ : Respiration quotient

Fig 6. Respiration models of fresh produce based on Langmuir's absorption theory and their feasibility to prediction of gas change in MAP of fresh produce.

도 변화율을 미분곡선으로 부터 엄밀하게 구하여 보다 정도(精度)가 높은 가스 투과율을 구하는 방법도 최근에 발표되

각하는 것은 당연하다. 그러나 예를 들면 복잡한 다수의 산소반응을 거친 결과인 미생물의 흡수나 조효소의 반응을 단순

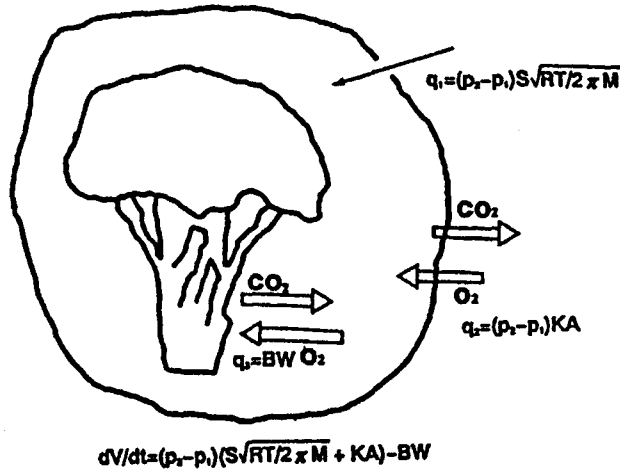


Fig 7. Gas balance in MAP system with a perforation

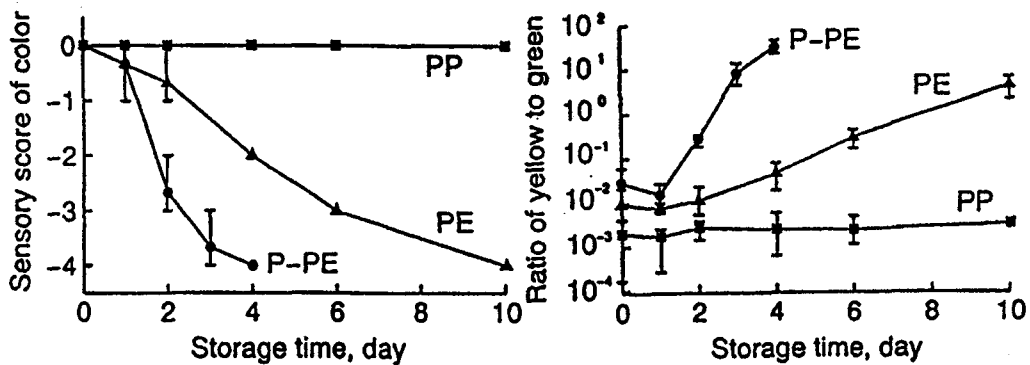


Fig 8. Comparison between sensory color scores and computerized image analysis of fresh broccoli packaged with plastic materials during storage at 15°C

한 Michael-Menten식으로 나타내고, 발효공업의 프로세스 제어 등의 행해지고 있는 것도 사실이다.

여기에서 발표자들은 청과물의 산소소비를 세포내의 효소흡착 활성점에서 산소흡착이라 가정하고 산소소비의 이론모델을 제안하고 있다(〈그림 6〉 참조).

활성흡착점을 모델을 사용하여 기존의 흡수데이터를 해석한 결과 매우 정확한 모델인 것으로 밝혀졌다. 이 모델은 가스장애를 발생하는 조건이나 혐기호흡 조건하에서는 적용할 수 없지만, 간단하기 때문에 일정한 범위내에서 이용 가능하다고 생각한다.

MA포장은 CA(Controlld Atmosphere)

저장에 비해서 훨씬 저렴한 비용으로 선도유지를 할 수 있는 기술이다. 희망하는 MA조건을 얻으려면 필름의 가스투과성이 중요하지만, 기존 필름은 산소와 이산화탄소의 투과비과 일정한 경향을 볼 수 있다. 따라서 선택투과성을 높인 필름이나 미세공(微細孔)필름 등을 개발해야 할 필요가 있다.

최근 발표자들은 MA포장용 미세공필름에 대한 가스투과 모델을 이론적으로 보고하고 있다. 즉, 포장내의 가스분자를 가장 단순한 분자운동법칙, Maxwell-Boltzman의 분포법칙에 따라 판정하고 미세공에서의 가스의 수지(收支)와 필름 표면에서의 가스 수지를 합계한 모델을

나타내었다. (<그림 7> 참조).

모델을 사용하여 각종 야채의 호흡에 따른 포장내 가스농도를 시뮬레이트 하고 청과물의 품질을 직접 제어할 수 있는 모델은 적다. 여기서 포장된 브로콜리를 대상으로 비파괴적면상 해석을 시도해 보았다. 화소(畫素)를 해석처리한 결과 몇 개의 모델이 관능검사와 일치하는 것을 알 수 있었고 (<그림 8> 참조).. 황화율(黃化率)을 정확하게 예측하는데, 성공했지만, 전체의 색조변화를 시각적으로 나타낼 수 있는 모델을 개발중에 있다.

이상과 같이 컴퓨터의 이용으로 품질 변화를 예측하고, 예측결과를 근거로 최적 포장조건을 구하는 것으로 합리적인 포장이 가능하다.

품질예측을 목적으로 한 계산을 할 경우 컴퓨터 하드상의 제약은 거의 문제가 되지 않을 것이다. 가장 중요한 것은 (1) 품질지표를 결정하고, 920 품질지표와 각종 환경인자와의 관계를 모델화할 것, (3) 컴퓨터에 입력한 품질지표와 초기치를 정확하게 평가할 것 등이다. 따라서 보다 적절한 품질 지표와 탐색, Arrhenius식과 같은 범용성 높은 환경 model의 구축, 초발품질(初發品質)의 신속평가법 등의 개발을 향후에도 지속적으로 해야만 고품질의 청과물을 공급할 수 있을 뿐 아니라, 포장과 관련된 환경 문제의 개선에도 공헌할 수 있을 것이다.

III. 식품기능의 제어

건강에 대한 관심이 높아지고 고령화 사회가 가까이 도래하였기 때문에 식품

의 생리기능에 관한 연구가 활발히 추진되고 있다. 청과물 중에서도 기능성 성분의 존재가 명확하게 밝혀졌지만, 유통 중의 안전성에 대해서는 거의 검토되고 있지 않다.

영양, 기호, 생리기능의 균형을 유지한 청과물공급을 위해서는 생리적 기능성분의 움직임에 대해서 확실하게 해야 할 필요가 있을 것이다. 즉, 영양, 기호성분이 유통중의 움직임에 대해서는 방대한 데이터가 있고, 현재까지도 계속 검토되고 있지만, 생리기능성분의 움직임의 해명에 대해서도 향후 많은 노력을 해야 할 것이라고 생각한다.

연구의 어프로치에는 2가지 방법이 있다. 하나는 먼저 평가하는 기능을 선정하여 포장중의 기능변화를 추적하는 방법이다. 즉, 항산화활성, 면역부활활성 등을 평가하여 포장중에 변동이 큰 활성이 있으며 그 본체를 명확히 한다. 더불어 그 변동 메커니즘을 해명하여 제어기술의 개발에 결부시켜 나가려는 방법이다. 또 다른 하나는 기능이 밝혀져 있는 성분을 선정하여 그 움직임과 변동요인을 해명해 가려는 방법이다. 발표자들은 결과가 명확한 제2의 방법론을 채용하여 기능성분 선정의 기준으로서 다음의 5가지를 채택하고 있다.

- (1) 아스콜빈산이나 β 카로틴 등과 같은 영양성분으로써의 연구축적이 있는 성분은 제외
- (2) 뜨거운 체내에서의 기능이 명확한 성분
- (3) 경구섭취(經口攝取)시에 효과가 명확한 성분

(4) 일반식품 중에 일정수준 이상이 함유되어 있는 성분

(5) 일반적으로 안전하다고 생각되는 성분

이들의 기준에서 글루타치온을 선정하고 포장 속에서의 움직임, 변동 메커니즘, 제어기술 등을 검토중이다. 현재까지 브로콜리를 이용한 실험에서는 글루타치온은 선도유지에 적절한 종래의 MA조건에서 비교적 안정적으로 유지되는 것으로 밝혀졌다.

그렇지만 산소농도 1% 이하에서는 현저하게 감소되는 것이 확인되었다.

한편 영양성분이나 기호성분은 0.5~1.0%가 가장 적당하다는 보고도 있다. 즉, 1% 정도의 매우 낮은 산소농도를 정확하게 조절하는 것이 영양성분, 기호성분, 기능성분을 균형있게 유지하기 위해서 필요하다.

다양한 모델을 구축하여 시뮬레이션하는 것으로 정확한 포장조건은 밝힐 수 있을 것이다.

식품의 유통은 포장이 없이는 성립될 수 없다. 특히 플라스틱필름 포장은 간편하고 가격이 저렴하기 때문에 포장은 간편하고 가격이 저렴하기 때문에 20세기 후반에 식품품질 보전의 중요한 수단이었다.

21세기를 맞아 이제까지 대수롭지 않게 여겼던 큰 문제-환경, 자원, 식량-제기되고 있다. 우리가 극복해야 할 과제는 산적해 있다. 21세기에도 플라스틱 포장이 넓게 인지도된 기술로써 필요로 하게 될 것인지, 혹은 필요악으로써 존재할 것인지, 일본·한국을 망라한 전세계의 연구자가 기술자의 협력이 필요하다.

인용문헌

- 1) 石川 豊·佐 博實·石谷孝佑·平田 孝 MA포장 브로콜리의 호흡평가, 일본포장학회지, 1(2), 143-153(1992)
- 2) T.Hirata, T.Nishiyama, H.Sato, Y.Ihikawa, T.Shiina and T.Ishitani, A fast gas chromatographic method for the separation of nitrogen, oxygen, carbon dioxide and argon and its application to in-package modified atmosphere, J.Pack,Sci. Technol., 2(1) 15-24(1993).
- 3) 石川 豊·佐 博實 平田 孝. 필름포장 브로콜리의 호흡모델. 일본포장학회지, 2(1), 25-34(1993)
- 4) 吉野典生·新居住孝·平田 孝. キャピラリー-ガスクロマトグラフィーによる질소, 산소, 이산화탄소, 아르곤의 동시 분석과 포장내 가스조성의 평가에의 응용, 일본식품과학공학회지, 41(12), 865-870(1994).
- 5) Y.Makino, K.Iwasaki and T.Hirata., Trans. ASAE. in press
- 6) Y.Makino, K.Iwasaki and T.Hirata. Trans. ASAE. submitted.
- 7) 石川 豊·牧野義雄·佐 博實·平田 孝. 화상 해석에 의한 포장 브로콜리의 과색변화의 평가. 일본식품과학공학회지.
- 8) 石川 豊·平田 孝·仲谷敦志·山田千夏子. 勝浦堆ソニア, MA포장브로콜리 중의 색소, 아스콜빈산, 글루타치온의 거동. 일본포장공학회지.