

機能性包装に関する研究

—折り曲げによる通気制限効果—

朝來壯一
食品産業担当

Studies on Functional Container and Packages

- Ventilation Limit Effect by the Plastic Film Folding -

Shoichi Asaki
Food Industry Division

We made the hand-wrap trapezoid form MAP (Modified Atmosphere Packaging) package with an adhesive tape on its flap for the larger size vegetables. This package flap controls the gas inside by vending its flap two times, and limiting the ventilation. We compared the gas permeability with the polyethylene (LDPE) using a packing model of polypropylene (OPP) to testify the ventilation restrictions function of this package.

As a result, with the LDPE film which had lower gas permeability than the OPP film, a ventilation limit effect by the folding of the air hole was accepted. The vegetable freshness extension of 20 degrees Celsius was more than four days by OPP Flap-seal package of 25 μ m (280 mm \times 150 mm \times 380 mm).

1. はじめに

青果物の鮮度保持包装では、包装した青果物の呼吸を制御するために包装全体のガス透過性を①フィルム素材のガス透過性で制御する、②フィルム面に微細な通気加工をする、③フィルムの接合部分の加工によって制御する方法が主体である。しかし、こうした包装は自動包装機の使用が必須であったり、個包装では特殊フィルムを使用したりするために高コストになりがちであった。また比較的厚みのないネギ類やニラなど長尺野菜用の包装が主体であった。こうしたことから著者らは量販店等の流通末端で使用できる個包装型包装であり、ハウレンソウ等の大型で厚みのある青果物を想定した鮮度保持包装(MAP: Modified Atmosphere Packaging)を開発した。

この開発においては、フラップ(蓋)部に粘着剤を塗布したフラップシール型簡易包装に鮮度保持性を付与する手法として、既に開発した自動包装機用の鮮度保持包装ベジプレスパックの通気制限機能を応用することとし、単純な折り曲げを複数回組み合わせる手法の有効性について検討することとした。

本包装はFig.1のように台形(trapezoid)を基本形としており、開口部に段差を設け上底開口部(フラップ)には粘着剤が塗布されている。このフラップの幅と下底幅(ボトム)及び2枚のフィルムの縦長の組み合わせ、さらに粘着剤の塗布位置で通気を制御する包装設計となっ

ている。フラップ部分これを折り返して1次折り曲げとし、さらに両端の小型の糊付き部分(リップ:Fig.2)を裏面に折り返して2段階折り曲げとすることで通気制限を行う設計である。これを包装内部からのガスの流れを中心に折り曲げ箇所を簡略化してFig.3に示した。

従来型の台形包装では開口部をそのままにしておくか、開口部を一方に折ってテープで一箇所留める一点留め包装が主体である。しかしこれでは通気性が高いためにフィルム包装内を鮮度保持包装の条件である高炭酸ガス+低酸素に導くことはできない。このフラップシール包装では内部のガスの流量を3段階で絞りこむ構造である。

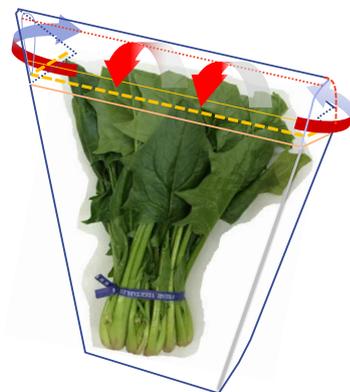


Fig.1 Flap Seal Package (trapezoid)

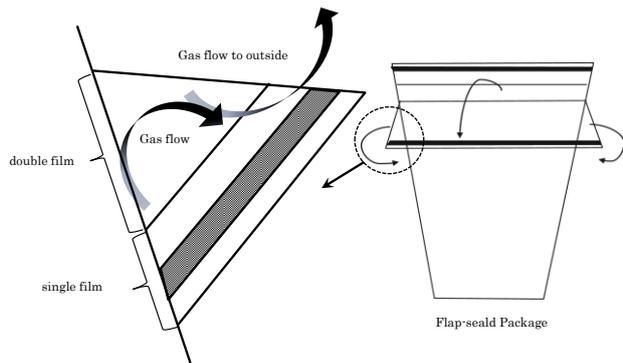


Fig.2 Gas flow of Flap and Lip of the package

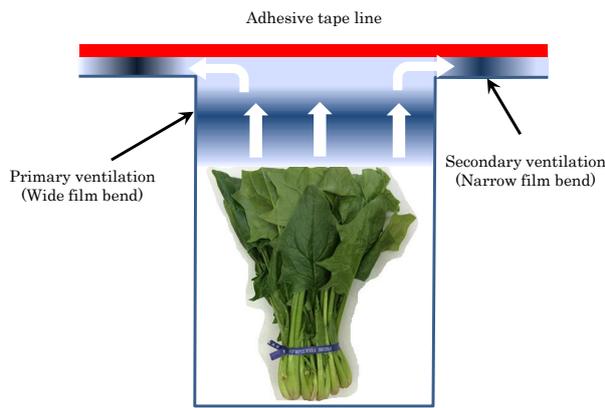


Fig.3 Ventilation restrictions of Flap-seal Package

包装内青果物の呼吸で生じた CO₂ は最初の折り曲げ部 (Primary ventilation) を通過後 2 番目の折り曲げ部 (Secondary ventilation) を通って両端のリップ (Fig. 2) 部に流れる. さらに粘着テープとフィルム間に形成される通気道を経由して外に排出される.

この両端の裏側に形成されたリップは包装の台形形状により形成されるものであり, その大きさが決定される. フィルム長や粘着テープの位置により, このリップの通気量に変化させることが可能と考えられる. 本報では特にフィルムの折り曲げによる通気制限の効果と量産レベルで試作した包装の保存性能について報告する.

2. 実験方法

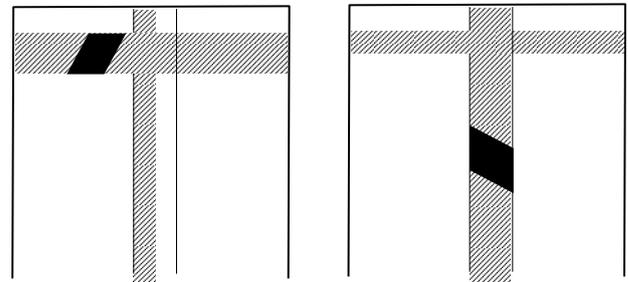
2.1 通気制限効果の検討

フラップシール包装はフラップを 2 回折り曲げることで通気制限を行い包装内ガスの制御を行っている. その折り曲げの効果を評価するために包装モデルを作製し, 一定幅の通気道を入れて折り曲げたものと, 密封包装及び通気道を折り曲げない包装でその通気特性を比較した. フィルムは OPP に対して比較のため低密度ポリエチレン及び折り曲げ処理を行った OPP でモデルを作製した. 使用フィルムの一般的特性は Table. 1 に示した.

Table.1 Gas permeability of plastic film

Plastic Film	Gas Permeability(g/m ² 24h/1atm)		Water Vapor Permeability(g/m ² 24h)
	O ₂	CO ₂	
LDPE	13~16	70~80	16~22
HDPE	4~6	20~30	5~10
OPP	5~8	25~35	8~12

*OPP (Polypropylene), PE (Polyethylene) THE ENGINEER'S BOOK 抜粋



A: non bend air passage (6mm Top-seal)

B: Bend air passage (6mm Center-seal)

Fig.4 Single hole on top and center of model package

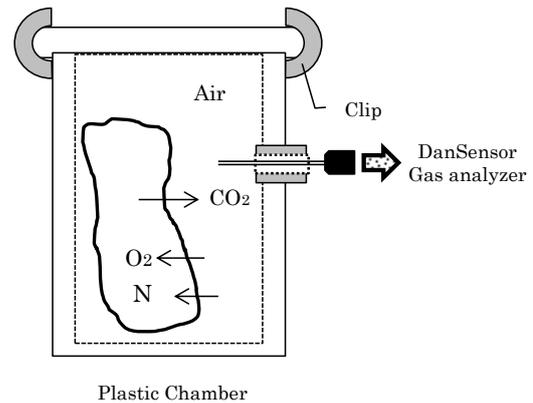


Fig.5 Package permeability measuring apparatus

1) モデル包装の作製方法

折り曲げの通気制限効果低密度ポリエチレン (LDPE) およびポリプロピレン (OPP) の 25 μm を 60 mm×120 mm の長方形モデル包装を作製した. ヒートシーラを用いてその長径の一カ所に 6 mm 幅, 長さ 10 mm の通気道を作製した (Fig. 4).

2) ガス透過特性評価法

包装モデルはそれぞれ①密封 PE, ②密封 OPP, ③有孔 OPP, ④通気道に折り曲げのある OPP の各包装体とした. これらを CO₂ で十分に満たして密封可能なアクリルチャンバーに移した. これをインキュベータ 25 °C で保存し, 石川らの方法 (Fig. 5) を用いてチャンバー内の CO₂ と O₂ の濃度変化を 24 時間二酸化炭素/酸素濃度計 (Checkmate II Dansensor) で測定した.

アクリル製気密チャンバーとモデル包装内のガスには差圧があり, モデル包装に充填した CO₂ はフィルムや

通気道を経由してチャンバーに移動し、チャンバー内の N_2 と O_2 は逆にモデル包装へ移動する。これらのガス移動は最終的に平衡に至る。その間のガス移動特性を評価比較するためチャンバー内のガス濃度を経時的に測定した。

2.2 鮮度保持性 (ビタミンC 指標)

フラップシール包装の鮮度保持性は外観目視による 5 段階評価法 (5:収穫時の鮮度~3:商品限界~1:腐敗) で評価を行ってきたが、還元型アスコルビン酸 (ビタミンC) を指標とした鮮度評価を行った。

1) 供試プラスチック包装

280 mm×150 mm×380 mm の 25 μ m 厚の OPP 製の台形フラップシール包装 (協和包材㈱及び第一包装㈱製) の試作品および LDPE 製ハウレンソウ用包装を供試した。

2) ハウレンソウ

当日収穫の 1 包装 250 g 規格の大分県産ハウレンソウ (品種不明) を各試験区当たり 10 包装を供試した。

3) 保存方法

インキュベータ (タバイエスペック製) を 10℃ 及び 20℃ 設定とし、6 日目まで保存した。

4) ビタミンC の測定

ビタミンC は還元型アスコルビン酸 (mg/100 g) を測定することとした。1 包装 250 g を全量細断攪拌した後その 50 g を分析試料として 3 倍量の 10 % (W/W) メタリン酸で磨砕した遠心上清を分析に供した。分析は RQ フレックス (関東化学) を用いた。

3. 調査結果及び考察

3.1 折り曲げの通気制限効果

青果物の包装に一般的に使用されているフィルムは OPP (ポリプロピレン) であり、20 μ ~25 μ の防曇加工したものが普及している。これらはポリエチレンに比較してガス透過性は小さいが、コストおよび取り扱いの容易さから青果物用として普及している。フラップシール包装では OPP を基準素材として想定している。

<LDPE 密封包装モデル>

モデル包装からチャンバー内への CO_2 移行は 2 時間で 5%, 6 時間で 10% に到達し、10 時間で平衡に至った。密封の場合、一般的に LDPE は OPP よりガス透過性である (Table. 1)。このため密封包装で比較した場合、LDPE は OPP に比べてガス透過性であると考えられた。

<OPP 密封包装モデル>

OPP の一般的なガス透過性は LDPE の半分以下である (Table. 1)。このため密封 OPP からチャンバーへの CO_2 移行も遅く、24 時間経過後もチャンバー内の CO_2 濃度は

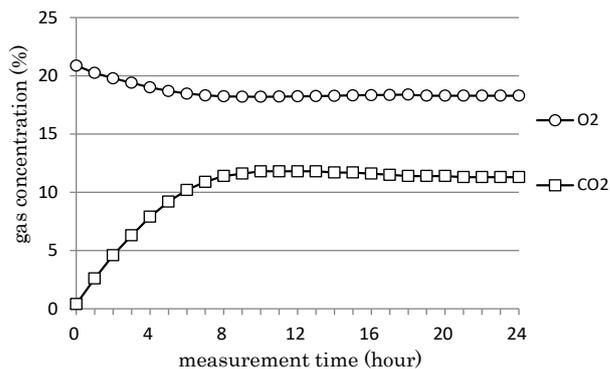


Fig.6 Gas permeability of full-seal LDPE envelope

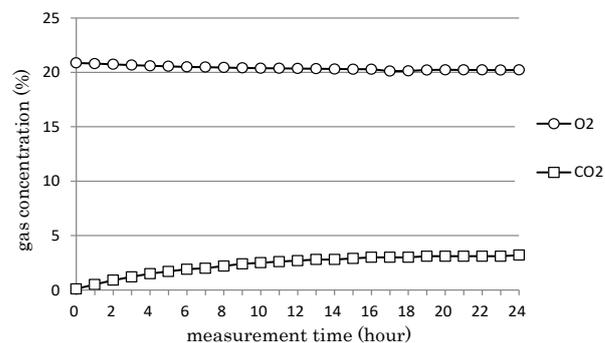


Fig.7 Gas permeability of full-seal OPP envelope

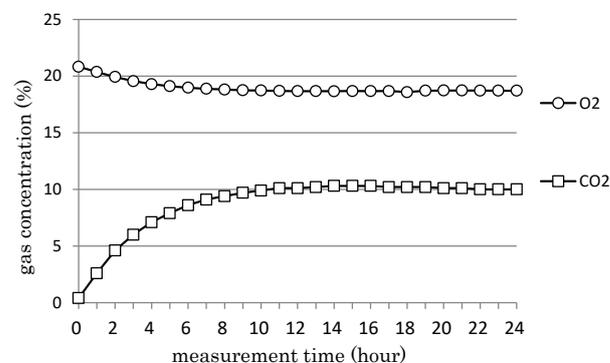


Fig.8 Gas permeability of non-bend OPP envelope

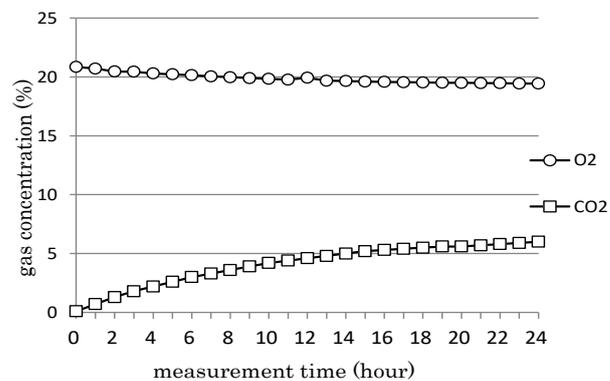


Fig.9 Gas permeability of bended OPP envelope

3%であり 5%を超えることはなかった (Fig. 7). OPP の密封包装は青果物の呼吸による酸欠をもたらすことが多く, OPP 密封包装を避ける理由ともなっている.

<通気道を折り曲げない OPP 包装モデル>

LDPE 密封包装の特性に近似した特性を示した (Fig. 8). チャンバーの CO₂ は 2 時間で 5 %に達し, 約 10 時間で平衡に至った. LDPE に対する OPP のガス透過性を考慮すれば, 若干の通気障害は認められるもののトップシールでの通気制限効果は少ないと考えられた.

<通気道を折り曲げた OPP 包装モデル>

CO₂ の 5 %到達時間は折り曲げない 2 時間に対して, 7 倍の 14 時間を要した (Fig. 9). さらに 24 時間後も平衡に至らず, 通気の抑制効果が観察された.

このモデルの通気道はセンターシールに配置されており, 折り曲げがある以外は密封包装と同じ条件で製袋されている. 一方ガス移動は緩慢であること, さらに密封包装モデルほどの通気制限には至らないものの近似したガス透過特性であることから折り曲げによって通気が制限されていると推察された.

3.2 鮮度保持性 (ビタミン C 指標)

<保存温度とビタミン C>

一般に青果物にとって 20°C は品質に影響する温度帯である. このためホウレンソウで広く使用される 1 点留め OPP 包装 (開放包装) で 20°C と 10°C 保存の還元型アスコルビン酸の消長を比較したものを Fig. 10 に示した.

10°C ではアスコルビン酸の減少は少ないが, 20°C 保存では保存 2 日目から減少が始まり 5 日目には約 50%まで減少し, 水分減耗も進行する. また, 5 日経過後の外観上の変化は Fig. 11 のように緑葉は萎凋し細胞の破壊 (トロケ) も進む. 1 点留めを含め開口部の大きい開放系包装の場合, 温度依存性が高く, 20°C を越える温度では還元型アスコルビン酸の減少が顕著であった.

<フラップシール包装の鮮度保持性>

20°C は還元型アスコルビン酸の減少を含め, ホウレンソウの外観上の劣化も進む温度帯と考えられる. そこで 20°C でのフラップシール包装の鮮度保持効果を検討するため 1 点テープ留め包装と 20°C 保存でのホウレンソウの還元型アスコルビン酸の消長を比較した.

1 点留め包装では 2 日経過後から還元型アスコルビン酸が減少して 5 日目には約 50%が失われるが, フラップシール包装では初期の水準 (30mg/100g) を 5 日目まで保持されていた. また外観上の鮮度も Fig. 13 に示すように葉面の萎凋もなく, 細胞破壊も認められなかった. フラップシール包装は劣化が促進される 20°C でも, 従来型包装に比べてビタミン C 指標で 4 日以上鮮度を維持した.

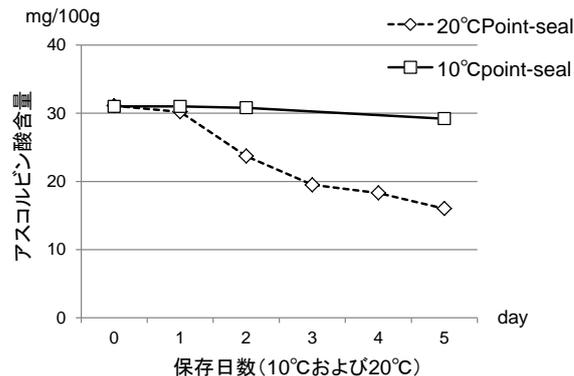


Fig.10 Storage temperature and VC (Open pack)



Fig.11 Open pack 5-day storage 20°C (right:5days)

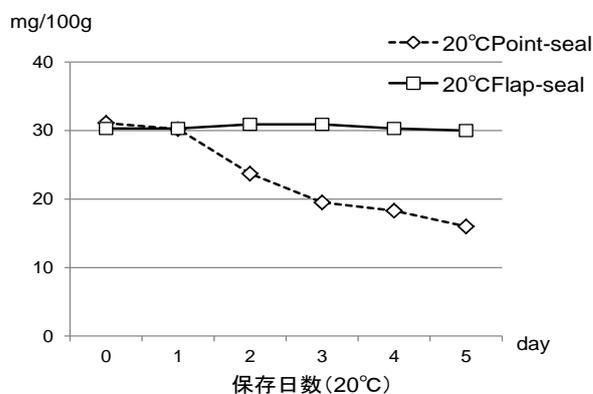


Fig.12 Influence of the package on ascorbic acid



Fig.13 Flap-seal pack 5-day 20°C (right:5days)

要 旨

- 1) ホウレンソウなどの大型青果物のフィルム包装において、手貼りでも使用できる鮮度保持包装を開発する目的で台形包装のフラップ部分に粘着剤を塗布した台形フィルム包装を試作した。これはフラップを折って通気を制限することにより包装内のガスを制御する包装である。
- 2) この包装の通気を制限するフィルムを折り曲げて通気を制限する効果について、ポリエチレン及びポリプロピレンフィルムの包装モデルを用い、通気条件を変えてガス透過性を比較検討した。
- 3) その結果、ポリエチレンフィルムよりガス透過性が低いポリプロピレンフィルムでは、通気道の折り曲げはOPP 密封包装並みの通気制限が認められた。
- 4) 280 mm×150 mm×380 mm の 25 μ m 厚のポリプロピレン (OPP) 製のフラップシール包装で 20℃における鮮度延長は4日以上であった。

追 記

本研究の一部は平成 27 年度日本食品科学工学会年次大会シンポジウム及び宮崎県工業技術センター研究成果報告会で発表した。

謝 辞

本研究を実施するにあたってフィルム包装に関する技術的課題の解決および包装の試作に多大なるご支援を頂いた協和包材株式会社および第一包装株式会社九州支店大分営業所に心より御礼申し上げます。

参考文献

- (1) 牧野義雄他;日本包装学会誌 Vol. 4 No. 1 (1995)
- (2) 石川豊他;日本包装学会誌 Vol. 6 No. 4(1997)
- (3) 永井耕介;日本食品保蔵科学会誌 Vol. 23 No. 3 (1997)
- (4) 住友ベークライト;公開特許公報:特開 2001-278354
- (5) 池田浩伸;福岡県農業総合試験場特別報告第 28 号 (2008)
- (6) 朝來壯一;大分県産業科学技術センター研究報告書 (2013)
- (7) 朝來壯一;大分県産業科学技術センター研究報告書 (2014)
- (8) 朝來壯一;大分県産業科学技術センター研究報告書 機能性包装に関する研究 (非公表) (2015)