

## 青果物の流通技術に関する研究

### —各種シール法による青果物フィルム包装のガス透過性(第1報)—

朝来壮一  
食品産業担当

## Freshness Distribution Engineering for Fruits and Vegetables

### - Permeability of Sealed Film Package for Vegetable (1st.Report) -

Shoichi ASAKI  
Foods Industry Group

#### 要 旨

青果物のフィルム包装における鮮度保持技術の開発を目的として、フィルム包装の鮮度保持適性を判定し、最適条件を決定するため、OPP フィルムと各種センターシール法の組み合わせによるフィルム包装のガス透過特性を調査した。このため、OPP フィルムを間に挟むように上下一定容量のチャンバーを持つ簡易測定装置を新たに試作した。その結果、県産のいらやこねぎで使用されている OPP+ゴザ目、CP 目シールは、ガス透過性が高く、急激に平衡状態に近づく「対数回帰型」の特性を持ち MA 包装には不適であったが、OPP+縦目、横目シールは、ガスが漸減する「直線回帰型」の特性を持っており、MA 包装適性が認められた。

#### 1. はじめに

大分県産業科学技術センターでは、JA を中心とする地域の青果物流通産業のための技術支援を行っているが、その一環として本県で使用される青果物用フィルム包装の特性について検討した。

青果物の鮮度保持は、エチレン制御によるところが大きく、いら、こねぎなどエチレン産生は少ないものでも呼吸に伴ってエチレン生成が活発化する。このため、青果物の輸送では、低温管理を基本とし、フィルム包装によって呼吸制御を行う MAP (Modified Atmosphere Packaging) が普及している。但し、近距離圏への輸送など、必ずしも厳密な低温管理を必要としない場合では、包装内の結露回避のために、上部開口型の包装を用いることが多い。

本県では、福岡市、大阪市などの大都市圏にいらを出荷しているが、同時に県と JA が連携して全県統一の生産・出荷・流通を目指したシステム化も進められている。

こうした広域生産流通システムでは、低温と包装等による鮮度保持対策が重要であるが、実際に行われている体系では主に低温化に重点を置き、真空予冷装置による包装後予冷体系になっている。このため、包装は破裂を回避するため近距離向きの開口包装になっている。これらは真空予冷後、関西など大都市圏に低温で輸送されているが、依然夏場の品質劣化の問題は解決されていない。

そこで、本報では低温化に併せて用いる鮮度保持包装に関する技術支援のため、低コストで実施することを前提

に、県内で既に青果物の包装に使用されているフィルムとシール法について検討した。また、フィルム及びシールの密封条件でのガス透過性を確認するため、簡易なガス測定装置の試作を行った。

#### 2. 実験方法

##### 2.1 センターシールのガス透過性調査

##### 2.1.1 簡易ガス透過性測定器の試作

各種シール面からのガス透過特性を検討するため、一定の面積のシール部分を持つフィルムを挟んで上下二つのチャンバーで固定できるように、植物の呼吸測定

用の既製品アクリルチャンバーを2つ組み合わせて中央部をくりぬき、クリップで固定して直径 100mm のフィルムが露出するようにした (Fig.1)。上下のチャンバーには、ガス測定装置に導入する微量ガスをサンプリングするためのセプタムを設け、ニードルで内部ガスを分取できるように

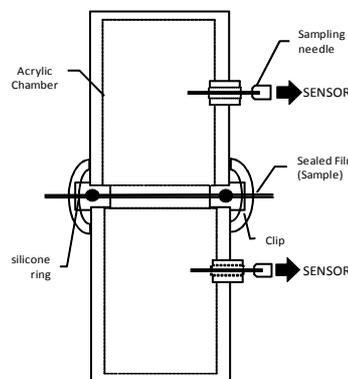


Fig.1 Gas Permeability Measurement Chamber

装置に導入する微量ガスをサンプリングするためのセプタムを設け、ニードルで内部ガスを分取できるように

した。ガス測定は、CO<sub>2</sub>とO<sub>2</sub>の濃度を測定できるジルコニアガスセンサー（DANSENSOR）を用いた。測定時には内部ガスを少量分取（2ml以下）するためチャンバーの上下に圧力差を生じる。このため、シール面を挟む上下接合部分にはシリコンリングを埋め込んでリーク及び外気侵入を遮断し、上下チャンバーから同時に等量のガスをサンプリングできるようにした。

測定時には、シール目を中心に20cm四方のフィルムを包装から切り出しておき、簡易ガス透過性測定装置の下部チャンバーにCO<sub>2</sub>濃度で52~53%、O<sub>2</sub>濃度で10%程度になるように標準CO<sub>2</sub>を付加充填すると同時に、フィルムを上下チャンバー間に固定した。上部チャンバーは、初期組成は大気と同じCO<sub>2</sub>0.1%以下、O<sub>2</sub>21%であるが、下部チャンバーはCO<sub>2</sub>圧が高くなっているため、上下チャンバー間でガス交換が起こる。やがて上下は平衡状態に達するが、その間測定装置を20℃のインキュベータに保存して、経時的に上下チャンバーのCO<sub>2</sub>とO<sub>2</sub>の濃度変化を8時間測定した。

## 2.2 供試フィルム

延伸ポリプロピレンフィルム（以下OPPと記す）の20μm厚のものを用いた。シール目の種類は県内で実際に使用されているものを選定した。すなわち①ゴザ目（にら、こねぎ）②CP目（にら、こねぎ）③縦目Y及びBタイプ（水耕ねぎ）④横目（土耕ねぎ）⑤パーシャルシール（比較用：高知県MAP包装）。

一般的なシール目をFig.2に示した。比較に用いたパーシャルシールは、高知県でMA包装に用いられているもので、包装内のCO<sub>2</sub>とO<sub>2</sub>のガス交換性を考慮して溶封間隙を調整した縦目シールである。

一般に逆ピロー型自動包装機には、各種形状のヒートシーラーが装着されておりセンターシールとトップシールで製袋する機構になっている。本実験で用いた

フィルム包装は、すべて逆ピロー型自動包装機で製袋されたものである。

## 3. 実験結果

OPPは青果物で一般に使用されている包装用フィルムであり、通常25μm厚が標準である。最近では、20μmや18μmも用いられるが、主にコスト面を考慮したものである。OPPの一般的性能は、酸素透過度（25℃、90%RH）8~20cc/24hr・atm、水蒸気透過度（25℃、90%RH）6g/m<sup>2</sup>・24hrであり、ポリエチレン（以下PEと記す）の酸素透過度（25℃、90%RH）6000cc/24hr・atm、水蒸気透過度（25℃、90%RH）18g/m<sup>2</sup>・24hrよりも低い。つまり、酸素透過性が低く、水蒸気を通しにくい特性がある。密封であればしおれ防止効果は高いが、低酸素になりやすい特性を持つ。鮮度保持包装を行うために密封する場合は、ガス透過性、溶着ムラ（タグ）やピンホールを考慮して20μm厚以上のフィルムを選択することが多い。

大分県のにはゴザ目とCP目、水耕ねぎでは縦目、土耕ねぎではCP目と横目が広く採用されており、ほとんどの包装は結露対策のためにせん孔するかトップシールに通気口が設けられている。

一般に密封度を高める場合、横目シールを用いるが、シール速度によってシール部分の溶着度が増える。すなわちシーラーの通過速度が速いと溶着度は低く、遅いと高くなる。高知県のパーシャルシールは、広範囲に用いられている縦目シールの通気性に着目し、溶着間隔を対象青果物に最適化してシールする方法を用い、トップシールには通常の横目を採用して密封度を高めている。これらのガス透過特性を示すCO<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>濃度の変化をFig.3からFig.8に示した。

ゴザ目、CP目、横目、縦目およびパーシャルのガス組成変化を示したが、下部チャンバーに52~53%で付加充填したCO<sub>2</sub>が上部チャンバーに移動し、上部O<sub>2</sub>は下部チャンバーに移動するガス交換が起こり、やが

Fig2 Variation of Heat-seal Pattern

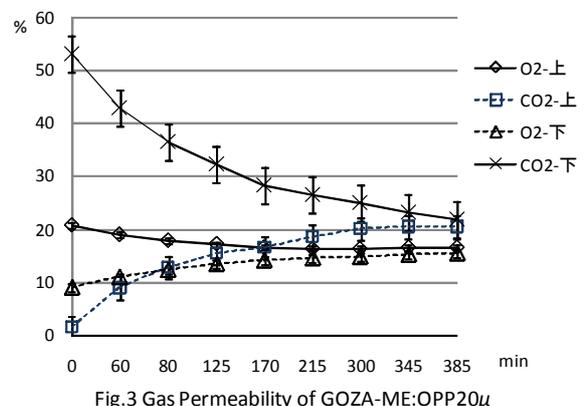
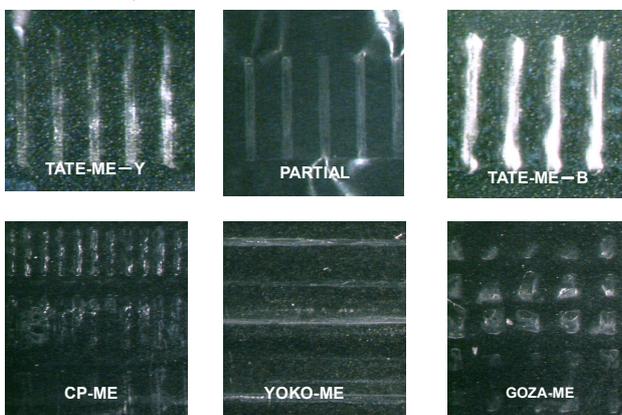
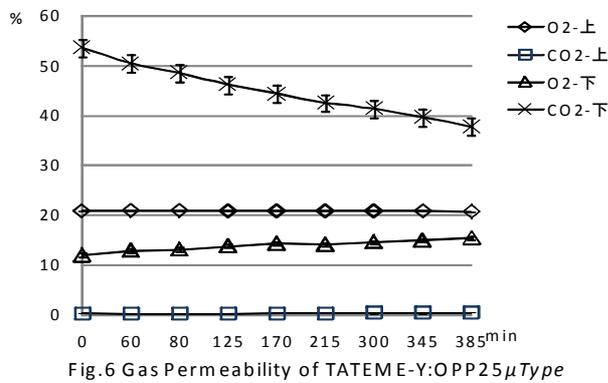
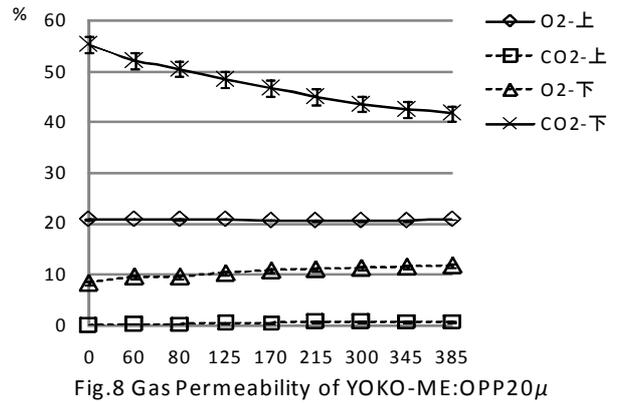
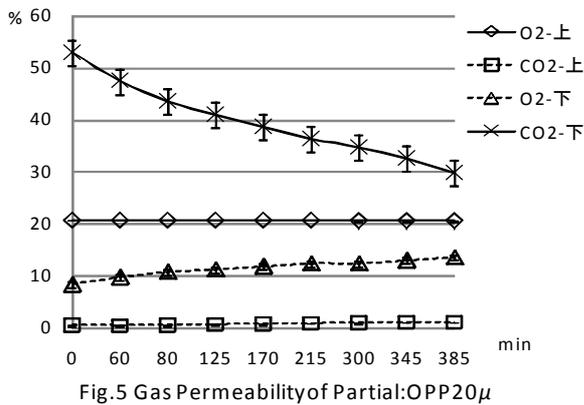
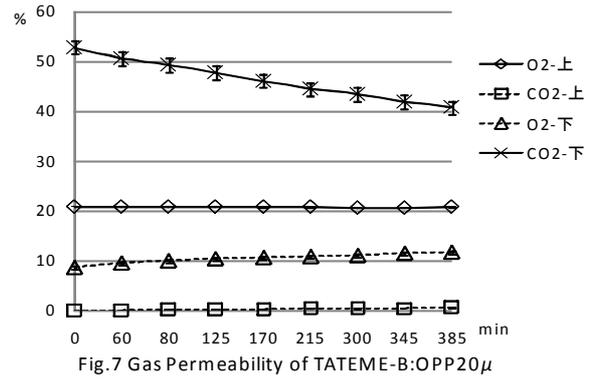
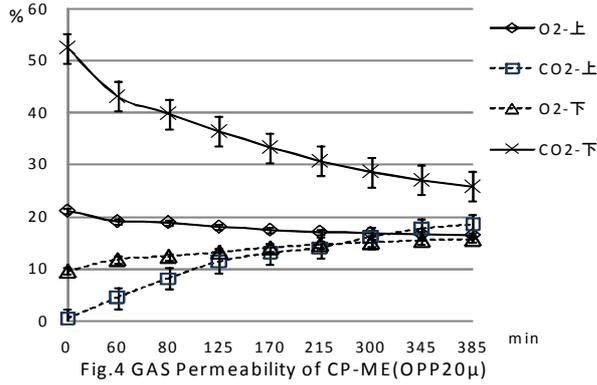


Fig.3 Gas Permeability of GOZA-ME:OPP20μ



て平衡に達するが、その間の下部チャンバーの CO<sub>2</sub> が移動し、減少する傾向にガス透過特性が現れている。ゴザ目 (Fig.3) と CP 目 (Fig.4) は充填した CO<sub>2</sub> が

急速移動する対数変化であるのに対して、縦目-Y、縦目-B 及び横目は直線的な線形変化を示した。パーシャルシールは、その中間的な変化を示した。

CP 目とゴザ目は 52~53%に付加充填した CO<sub>2</sub> が 2 時間程度で濃度 30% レベルまで減少したのに対して、パーシャルや縦目、横目シールは漸減傾向で、パーシャルは 6 時間、縦目、横目は 8 時間以上を要した。

これらの CO<sub>2</sub> ガス移動の近似曲線を作成し、そのグラフ特性を比較した。最もガス透過性の高いものを 1 とし順位付(Grade)を行ったものを Table.1 に示した。

ガス透過性は、主に 3 つに分類され、対数特性を示す「対数回帰型」グループ、直線特性を占める「直線回帰型」グループとその「中間型」グループに分けられた。ゴザ目と CP 目は Fig.3, Fig.4 でも明らかなよう

Table.1 Regression of Gas Permeability

REGRESSION	SEAL TYPE	APPROX	R <sup>2</sup>	Grade
LOGARITHM	GOZAME(OMORI)	$y = -14.3\ln(x) + 52.6$	0.996	1
	CP-ME(POLYSTAR)	$y = -12.0\ln(x) + 52.40$	0.996	
LINEAR/LOGARITHM	PARTIAL(IBARAGI)	$y = -10.1\ln(x) + 54.03$	0.982	2
	PARTIAL(IBARAGI)	$y = -2.638x + 52.83$	0.968	
LINEAR	TATEME-Y(SHINWA)	$y = -1.920x + 54.55$	0.988	3
	YOKOME(OMORI)	$y = -1.675x + 55.69$	0.976	4
	TATEME-B(SHINWA)	$y = -1.493x + 53.78$	0.995	

\*B:Beppin-negi, Y:Yufu-negi Grade:Gas Permeability 1>4

に、強い対数曲線特性をもっており、極めてガス透過性が高い。このため包装の両端にトップシールを施しても、高いガス透過性のために MAP による鮮度保持効果は得られにくい。

また、縦目と横目の回帰線は線形性を持っており、緩やかなガス透過性を示している。パーシャルシールはその中間であり、ガス透過性は縦目、横目と同等かやや高い。ガス透過性の最も高いものはゴザ目であり、最も低いものは縦目-B と横目であった。

これらのことから、ガス透過性の少ない既存シールのうち縦目や横目を選定し、さらにトップシールを施して密封度を増すことにより、既存包装に MAP 機能を付与することが可能と考えられた。また、簡易ガス透過性測定装置によるフィルムシールの評価で、包装に用いるフィルムの厚さ、シール形状に関わらず MAP 適性を予測することが可能と考えられた。

#### 4. まとめ

1. 既存の青果物の呼吸測定用アクリルチャンパーとジルコニアセンサーガス測定装置を組み合わせ、フィルムシール面のガス透過特性を確認する簡易な装置を試作した。これにより大分県内で使用される各種シールを施した青果物用フィルムのガス透過特性を検討した。
2. 簡易ガス透過測定装置は、シール部分を含む包装フィルムのガス透過特性が確認でき、MAP 効果の予測が可能であり、青果物用の包装の評価に利用できる。
3. ゴザ目、CP 目、縦目、横目、パーシャルシール（比較）を施した 20 $\mu$ m 厚の OPP フィルムのガス透過性を測定した結果、ゴザ目、CP 目のガス移動パターンは急激にガスが移動する対数回帰性を示した。
4. 縦目、横目、パーシャルのガス移動パターンは、ガスが徐々に減少する線形回帰性を示し、また縦目、横目はパーシャルよりもガス透過速度は遅かった。
5. 密封条件下のガス透過特性から、ゴザ目、CP 目は MAP に適さず、縦目、横目はパーシャルと同等の MAP 化が可能と考えられた。

#### 謝 辞

本研究の実施に当たり、フィルムの試作についてご協力をいただいた協和包材(株)、フィルム包装の提供をいただいた由布こねぎ生産組合、全農べっぴんねぎ寺尾農業組合、また調査用のにらの提供をいただきました大分県農林

水産研究センター野菜茶業研究所に感謝申し上げます。

#### 参考文献

- 1). 秋元浩一他：園芸学雑誌(J.Japan.Soc.Hort.Sci.) 69(5):646-652(2000)
- 2). 椎名（小野寺）武夫他：園芸学雑誌(J.Japan.Soc.Hort.Sci.)56(4):486-492(1988)
- 3). 鈴木芳孝：高知県農業技術センター特別研究報告第 5 号(2005)
- 4). 水口眞一：包装機械とメカニズム 276-299(2002)日本包装機械工業会編
- 5). 石川豊：食糧—その科学と技術—41-57(1998)農林水産省食品総合研究所編
- 6). 徳田正樹他：大分県産業科学技術センター試験研究成績書(2009)
- 7). 名和義彦他：微細孔機能性フィルムを利用した個包装技術の開発(1997)農林水産省食品総合研究所編