

## モノマテリアル包材によるメロンの長期保存技術

細川 真明, 山岸 暢, 吉田 昌充, 瀬野修一郎, 可児 浩

### Long-term Preservation Technology for Melons using Mono-material Packaging

Masaaki HOSOKAWA, Tohru YAMAGISHI, Masamitsu YOSHIDA,  
Shuichiro SENO, Hiroshi KANI

#### 抄 録

メロンは北海道各所で栽培されており、全国的に有名な道産青果物の一つである。道産メロンは高い人気があるものの、主に夏期に多く収穫され、秋にかけて急激に生産量は低下するため、冬期に道産メロンが出回ることはほとんどない。これまで現場を含めて多くの研究機関で、メロンを長期間にわたり鮮度保持することで出荷時期を調整する試みが繰り返されている。一方で、鮮度保持のためにはメロン果実の前洗浄や高価な包材などが必要となり、汎用的な鮮度保持体系の確立には依然大きなハードルを伴う。そこで本研究では、特殊な工程を使用せず、汎用フィルムと冷蔵設備のみで道産メロンを2ヶ月保持することを目的とした鮮度保持試験を行った。具体的には、汎用フィルムとして二軸延伸配向ポリプロピレン（OPP）製フィルムを使用し、メロンを完全密封することで、内部を低酸素状態にさせ、さらに保存温度を2℃まで下げることでメロン自体の腐敗の抑制を図った。試験の結果から対象試験区として設置した無包装の試験区が約1か月でカビを発生させたのに対し、本保蔵条件で保存したメロンでは2か月の保存が可能であった。

**キーワード：**ポリプロピレン, メロン, 鮮度保持

#### Abstract

Melons are grown throughout Hokkaido and are one of the most famous products in Japan. Although Hokkaido-grown melons are popular year-round, they are harvested mainly in the summer, and production declines sharply in the fall, so Hokkaido-grown melons are rarely available in the winter. Many research institutes, including ours, have repeatedly attempted to adjust the shipping time by keeping melons fresh for a long period of time. However, the establishment of a general-purpose freshness preservation system still faces major obstacles, since pre-washing and expensive packaging materials are required to keep melons fresh. In this study, A freshness retention test was conducted to keep Hokkaido-grown melons fresh for two months using only general-purpose film and refrigeration equipment, without using any special processes. Specifically, biaxially oriented polypropylene (OPP) film was used as the general-purpose film, and melons were completely sealed to allow them to absorb the oxygen, and the storage temperature was lowered to 2°C to prevent melon spoilage. The results of the test showed that the melons stored under this storage condition could be stored for two months, whereas the melon without packaging in the target test area developed mold in about one month.

**KEY-WORDS :** Polypropylene, Melon, Freshness retention

## 1. はじめに

北海道のメロンの国内生産量は茨城県、熊本県に次いで多く、北海道を代表する青果物の一つであるといえる。メロンは夏に多く収穫される作物であり贈答品（お中元、見舞品など）として主に夏期に出回ることが多いが、ケーキ、パフェといった加工品としても年中高い人気がある。こうした季節の違いの需要に応えるために、一部の農業従事者の中ではハウスを利用した抑制栽培やオーストラリア、メキシコからの輸入が行われている<sup>1)</sup>。しかし、抑制栽培には暖房のため、輸入には輸送のために大量の石油を必要とし、その費用は間接的にメロンの売価に上乘せられるため基本的に冬に販売されるメロンは夏の最盛期と比較して高価であり、3倍以上の価格で取引される（図1）。こうした背景から、北海道メロンの冬期販売は非常に有意義でありながらも達成されていない課題であるが、これを解決するためにメロンの長期鮮度保持技術が多く研究されている<sup>2-4)</sup>。メロンは一般的に追熟型の青果物であり、未熟果で収穫され出荷、流通、保管の過程で追熟が行われる。メロンは収穫後も活発に呼吸代謝を行い、徐々に果肉が柔らかくなっていくため、こうした呼吸代謝を遅らせることでより長い期間未熟果の状態を保ち、成熟速度を遅らせることで鮮度保持を行うことが可能である。果実の呼吸を抑制する手段としては、低温下で保存する冷蔵貯蔵<sup>5)</sup>、果実周辺の酸素、エチレン濃度を下げるControlled Atmosphere (CA) 貯蔵<sup>6)</sup>、多層フィルムでガス透過性を向上させた包材で青果物を包装し、内部の酸素及び炭酸ガス濃度を適度に調整するModified Atmosphere (MA) 貯蔵<sup>7)</sup>がある。これらを適切に駆逐することで収穫から通常2週間程度で腐敗するメロンを4週間～6週間鮮度保持することが可能である。しかしながら、MA包装は高コストでありリサイクル不可能なことから使用は限定的である。

そこで本研究ではより汎用的な単層の包装フィルムを使い鮮度保持を行うことを目的として、メロンの新しい鮮度保持体系の確立を試みた。具体的には二軸延伸配向ポリプロピレン (OPP) 製フィルムを使用し、包材内の酸素及び炭酸ガ

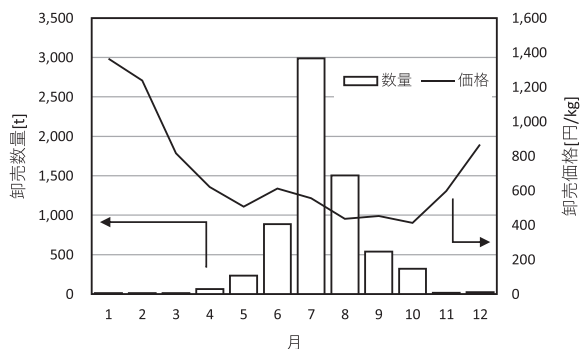


図1 R2年道産メロンの月別卸売数量及び価格（「北海道農林水産統計年報」より作成）

ス濃度を調整し、さらに保存温度を2℃まで下げることでメロン自体の腐敗の抑制を図った。

## 2. 実験方法

### 2.1 試験条件

今回設定したメロン貯蔵の試験区を表1に示す。密封状態の程度を評価するために設置した試験区①～③では道産メロン（レノン）を使用し、比較指標の測定のため、収穫日当日のメロン（初期）と1週間室温で追熟を行ったメロン（1週間追熟）を別途用意した。貯蔵と追熟の組み合わせによる鮮度保持効果を評価するために設置した試験区④及び⑤では道産メロン（レッド113）を使用し、こちらも初期及び1週間追熟のメロンを用意した。包材は、密封度合いと鮮度保持効果を比較するため、市販の青果物包装用OPPフィルム（容量：約2L、膜厚20μm）に、φ0.5 mmの針で上部に一か所のみ穿孔したもの（細孔あり）としていないもの（細孔なし）をそれぞれ用いた。当日に収穫されたメロンを低温室内で室温2℃で一晩予冷したのち、そのままOPPフィルムに入れ、開口部をヒートシールし、貯蔵を開始した（図2）。

表1 貯蔵試験の各貯蔵条件

試験区	包材	細孔	初期鮮度	鮮度評価時期
① なし	無し	-	未熟	貯蔵直後
② 細孔なし	OPP	無	未熟	貯蔵直後
③ 細孔あり	OPP	有 (0.5mmφ)	未熟	貯蔵直後
④ 追熟後 9週間貯蔵	OPP	無	完熟	貯蔵直後
⑤ 9週間貯蔵 後追熟	OPP	無	未熟	貯蔵後5日後

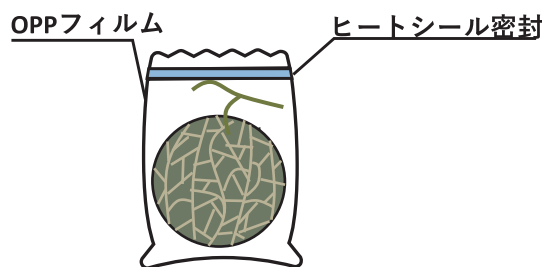


図2 メロンの新規包装体系

### 2.2 各種鮮度指標の評価

貯蔵期間中の包材内の温度及び湿度推移を評価するため、温度湿度データロガー（㈱ティアンドデイ製、RTR507S）を各試験区に同梱し、15分おきに温湿度をモニターした（図3）。測定50日付近で停電による一時的な室温上昇が起こっているが、試験をそのまま継続している。外観は1週間おきにカビや変色の度合いを観察した。貯蔵中の包材内ガス雰囲気を測

定するため、ハンドヘルド型エチレン分析計（東横化学㈱製、F-950）を用いて、9週間の貯蔵中の包材内の酸素、二酸化炭素及びエチレン濃度を測定した。蒸散による水分の減少量を比較するため、貯蔵前後のメロン果実の重量を測定し、その比を重量損失とした。貯蔵前後の果肉硬度を比較するため、フォースゲージ（日本電産シンボ㈱製、FGP-5）に外径20mmのステンレス押し治具を取り付けて使用し、果肉中心部から表皮側へ治具を約15mm押し込んだときの最大応力を果肉硬度とした。貯蔵前後の果肉糖度を比較するため、ポケット糖度計（㈱アタゴ製、PAL-1）を使用し、果肉断面の果梗、赤道、花痕付近の果汁から3か所のBrix糖度を測定した。

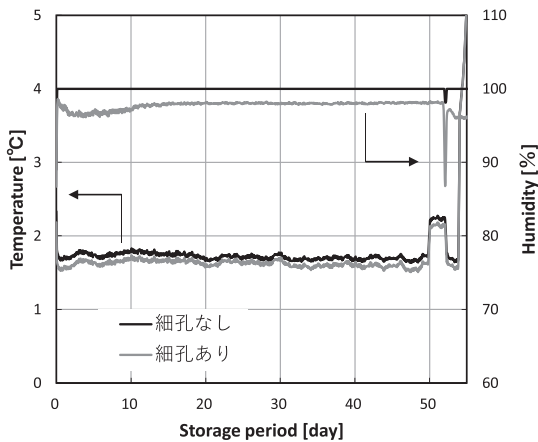


図3 貯蔵中の温湿度推移

### 3. 結果と考察

#### 3.1 貯蔵中の外観変化

メロンの鮮度保持試験での外観を図4に示す。①（包装なし）は、約一か月で低温障害にみられる黒いピッチングが確認された（図中破線部）。③（細孔あり）の試験区では低温障害は見られなかったが、約4週間で表皮上部に黒カビを生じており、鮮度保持は不可能であった（図中破線部）。一方で、②（細孔なし）の試験区では低温障害、カビの発生はともに確認されず貯蔵から9週間後もきれいな外観を保っていた。果肉断面についても①及び③の試験区では低温障害とカビの浸食による果肉の腐敗が進行していた。

#### 3.2 貯蔵前後のメロンに関する鮮度指標の評価

表2に各試験区での貯蔵前後での鮮度保持指標を示す。外観については3.1節で言及したとおり9週間の貯蔵で腐敗やカビを発生しなかったのは試験区②のみであった。また、果肉糖度に関しては試験前後、試験条件にかかわらず大きな変化を示さなかった。重量損失においては、包装なしの試験区①では1週間追熟と同様蒸散よりメロン重量が減少していることがわかる。一方で細孔なしの試験区②と細孔ありの試

験区③では目立った重量損失の差が見られなかった。これは細孔の有無にかかわらず包装することにより内部が高湿状態になり、蒸散が起こりづらくなったためである。また、一般的にメロンの果肉硬度は2~4kgfで完熟果としてちょうどよい状態であるが、未熟果であっても追熟することで果肉が柔らかくなる。しかし、外観及び重量測定で最も高い鮮度保持効果を得られた試験区②においては果肉硬度の減少は小さく、すなわち追熟が進行していないことを示していた。貯蔵中のメロンの呼吸を極端に抑制することができた試験区②の場合は、腐敗だけでなく追熟も同時に阻害するためであると考える。

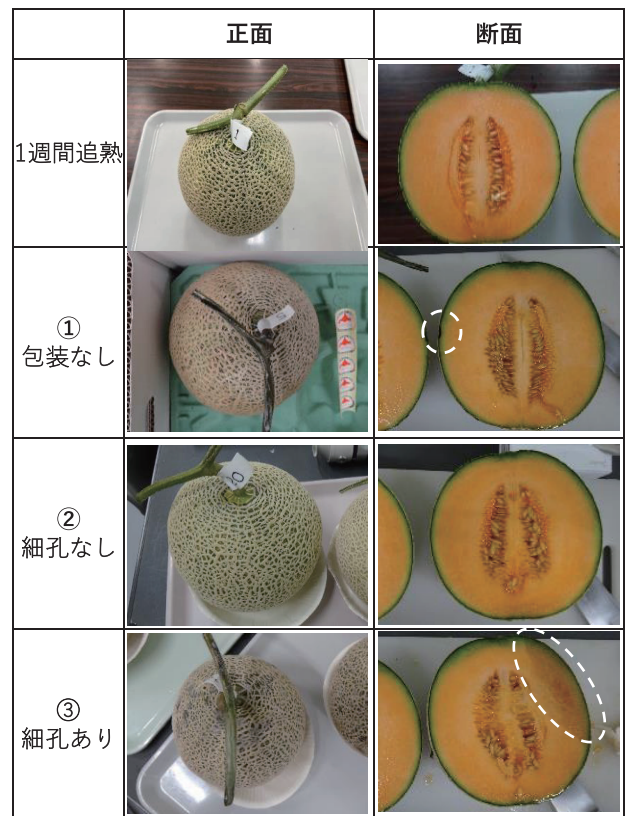


図4 9週間貯蔵後のメロンの外観  
破線部は腐敗またはカビの発生箇所を示す

表2 貯蔵試験前後の各種試験

	外観	重量損失	果肉硬度	果肉糖度
	-	%	kgf	Brix %
初期（レノン）	良好	-	7.7	16.4
1週間追熟（レノン）	良好	3.5	3.4	16.0
① 包装なし	不良	3.4	4.0	15.6
② 細孔なし	良好	1.4	7.8	16.1
③ 細孔あり	不良	1.7	1.8	16.4

図5には貯蔵から9週間経過後の包装内部のガス雰囲気濃度を示す。試験区①は包装されていないため冷蔵室内部のガス雰囲気を示している。試験区①では、酸素濃度、二酸化炭素濃度は大気とほぼ同等の値である。一方でフィルム包装を行った試験区②、③では、エチレン濃度及び二酸化炭素濃度がより高く、酸素濃度がより低くなっていることから、メロンの呼吸により包装内部の酸素が消費され、エチレンと二酸化炭素が放出されていることがわかる。このような条件下に長時間メロンを保存しておくことは、メロンの呼吸速度を下げるため、鮮度保持に有効な保存条件となる。特に試験区②の細孔なしの試験区ではメロンを完全に密封しているため、酸素濃度が7.9%と非常に低くなっている。これによってカビの繁殖に必要な酸素が極端に少ない雰囲気となり、カビの繁殖を防止することにつながったと考える。一方でメロンの貯蔵における極端な低酸素、高二酸化炭素雰囲気ではメロンが嫌気呼吸を行い、腐敗（発酵）を引き起こす要因となることがあるが、本試験で採用した2℃という低温条件では発酵による腐敗臭や食味の悪化は認められなかった。

を保っていたが、その後室温（約22℃）で5日間追熟した結果、急激に腐敗を生じ、果実下部から果汁を滲出させ、それによりカビも同時に発生した。一方で試験区④では5日間の追熟によって蔓がしなびていたが、9週間の貯蔵後も腐敗やカビの発生もなく高い品質を保っていた。また、両試験区の貯蔵後の果肉硬度を表3に示す。いずれの試験区も2～4kgf

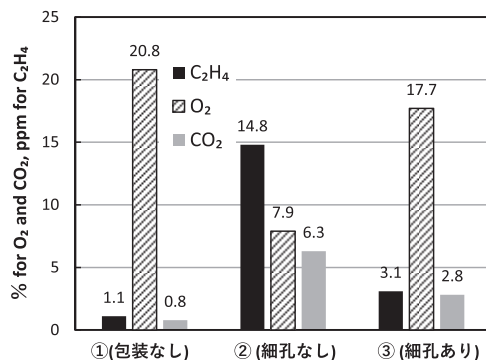


図5 貯蔵から9週間経過後のガス組成

### 3.3 追熟を組み合わせた鮮度保持効果の検証

3.2節ではメロンをOPPフィルムで完全密封することで9週間という高い鮮度保持ができることを示した。一方で貯蔵後の果肉は比較的硬く、成熟していないことが判明したため、貯蔵時期の調整による鮮度保持試験を試みた。すなわち、未熟果のメロンを追熟させたのち鮮度保持を行った場合と、鮮度保持を行った後追熟させた2条件による食味改善の可能性を検証した（表1 ④、⑤）。図6には5日間追熟した完熟メロンの9週間の貯蔵（試験区④）と、9週間貯蔵後に5日間追熟したメロン（試験区⑤）の外観を示している。試験区⑤は9週間の貯蔵後も試験区③と同様にカビや腐敗がない状態

表3 追熟と9週間貯蔵試験後の各種試験

	外観	重量損失	果肉硬度	果肉糖度
	-	%	kgf	Brix %
初期 (レッド113)	良好	-	7.7	15.5
1週間追熟 (レッド113)	良好	2.2	2.7	14.9
④ 追熟後 9週MA貯蔵	良好	3.0	2.2	14.9
⑤ 9週MA貯蔵 後追熟	不良	3.0	3.0	15.6

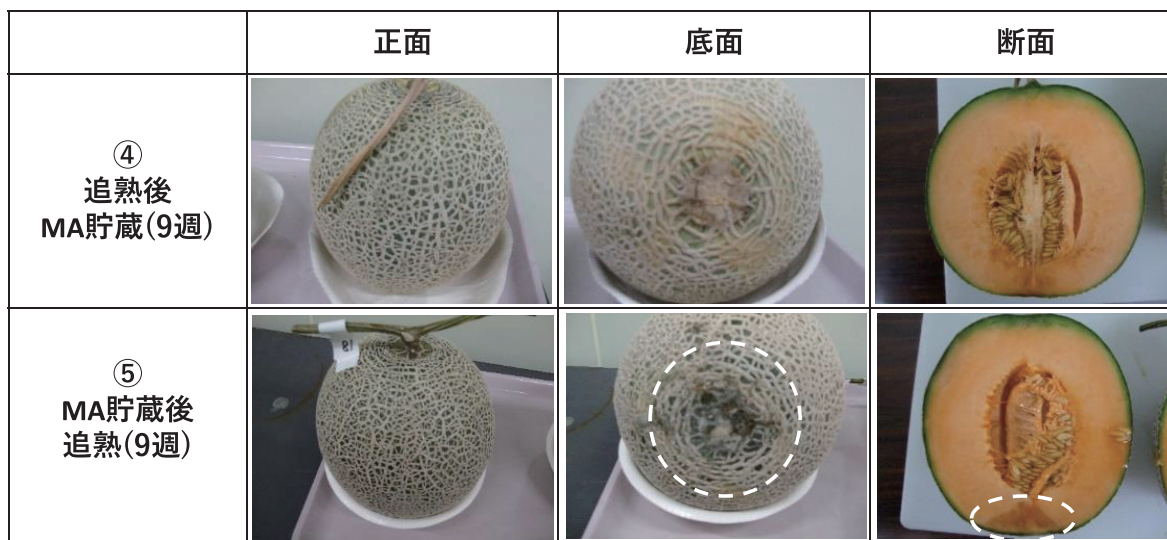


図6 追熟と9週間貯蔵試験後のメロンの外観

⑤ MA貯蔵後追熟した試験区では果実下部の表皮にカビ、内部（破線部）に腐敗が認められる。

と完熟果に等しい硬度であったことから追熟が進行していることを確認した。以上の結果から、メロンの事前の追熟によって果肉硬度を下げつつ9週間の鮮度保持が可能であることが確認できた。一方で、貯蔵後のメロンは未熟果、完熟果にかかわらず急速に腐敗が進行するため、貯蔵後の追熟は困難であった。

#### 4. おわりに

本研究結果では、本来高価な鮮度保持フィルムを使用して行われていたメロンの長期鮮度保持を汎用フィルムで行い、さらに従来手法よりも長期の鮮度保持が可能であった。以下に本研究の要点を示す。

- OPPフィルムによる完全密封と2℃以下の冷蔵貯蔵を組み合わせるにより、メロンの9週間（2か月）にわたる長期鮮度保持を達成した。
- 貯蔵後のメロン果肉が柔らかくならないという課題に対して、メロンを事前に追熟させることで鮮度保持効果を失うことなく、果肉を柔らかくすることができた。

これらメロンの鮮度保持に関する技術は材料費、設備費の観点からも導入が容易であるため、各地の農業従事者に公開することで実用化を目指していく。

#### 参考文献

- 1) 財務省貿易統計  
<https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/kokusai/index.html>
- 2) 沢村正義, 宮本裕子, 他: 季節別マスクメロンの保蔵特性及び鮮度保持紙の効果について, 園芸学会雑誌, 61巻1号, pp.167-174, (1992)
- 3) 執行達弘, 森 武士, 他: メロンの長期輸送・貯蔵への調湿材の適用, 第31回日本吸着学会研究発表会講演要旨集, p.54, (2017)
- 4) 伊藤和彦, 樋元淳一: 野菜の鮮度保持に関する研究 (第2報), 農業機械学会誌, 56(5), pp.43-50, (1994)
- 5) 永田雅靖: 青果物の鮮度に関する収穫後生理学, 食糧, 56巻, pp.43-56, (2018)
- 6) 邨田卓夫, 上田悦範: 青果物のCA-貯蔵に関する研究, 園芸学会雑誌, 36巻4号, pp.449-454, (1967)
- 7) 伊藤和彦, 樋元淳一: 野菜の鮮度保持に関する研究 (第2報), 農業機械学会誌, 56巻5号, pp.43-50, (1994)
- 8) Rokhani Hasbullah, Gardjito, et al.: Gas Permeability Characteristics of Plastic Films for Packaging of Fresh Produce. 農業施設, 31(2), pp.79-86, (2000)