

プラスチックフィルム密封包装による スモモ 'ソルダム' 果実の高温貯蔵

辻政雄* 小宮山美弘* 岩田隆**

Effect of Seal-Packaging with Plastic Films on Shelf Life of
'Sordum' Plum Fruit stored at 30 °C

Masao TSUJI*, Yoshihiro KOMIYAMA*, Takashi IWATA**

This investigation was carried out to know whether polyethylene film (PE) can keep the commercial quality of the 'sordum' plums stored at 30 °C.

No significant differences of changes in hardness, coloring of peel and flesh, titratable acidity and sugar content were found among fruits packed with three kinds of films, that is high density PE (thickness: 15 μm), low density PE (30 μm) and low density PE (60 μm). But organoleptic evaluations differed among them. The fruit packed with low density PE (60 μm) (oxygen permeability; 4,150ml/m²·24hr·atm) smelled nasty and kept the commercial quality only for 3 days, but the fruit packed with high density PE (15 μm) (oxygen permeability; 14,000ml/m²·24hr·atm) kept the commercial quality for 10 days.

Shelf life of the fruits was related with oxygen concentration in plastic bags, the oxygen concentration in the bag which kept high commercial quality of the fruit was in the range of 8 and 10%.

Keywords : Plum, High temperature storage, Plastic film, LDPE, HDPE, Shelf life

スモモ 'ソルダム' を厚さ 15 μm (HDPE)、30 μm (LDPE)、および 60 μm (LDPE) の各ポリエチレンフィルムで密封包装し、30 °C の高温下に貯蔵して品質変化を検討した。

その結果、果実硬度や果皮および果肉の色調変化さらに味覚成分である酸や糖の変化にはフィルム間に大きな差異は認められなかった。しかし、官能的には大きな相違がみられ、厚さ 60 μm にフィルム (LDPE) で包装した果実は、アルコールやエステルなどの異味、異臭が感じられ、品質劣化が最も早かった。一方、15 μm の薄いフィルム (HDPE) で包装したものは最も品質が良好に保たれ、約 10 日ほどの貯蔵性が認められた。

フィルム包装内の酸素濃度が高いほど貯蔵性が優れ、最も品質保持効果の高かった厚さ 15 μm HDPE 包装では、酸素濃度が 8~10 % の範囲であった。

キーワード : スモモ、高温貯蔵、プラスチックフィルム、低密度ポリエチレン、高密度ポリエチレン、貯蔵性

* 山梨県工業技術センター (〒400 山梨県甲府市大津町2094) : Department of Biotechnology, Yamanashi Industrial Technology Center, 2094, Otsu-cho, Kofu-shi, Yamanashi 400 **前大阪府立大学農学部 (〒590 大阪府堺市学園町1-1) : Previous address ; College of Agriculture, University of Osaka Prefecture, 1-1, Gakuen-cho, Sakai-shi, Osaka 590

1. 緒言

スモモ‘ソルダム’は、30℃の高温下に貯蔵すると、エチレン生成や呼吸のクライマクテリックライズがみられず、また果実の軟化や果皮および果肉の暗赤色化が抑制されるなどの追熟の進行が抑えられ、20℃では10日間程度が品質保持限界であるのに対して、30℃では2週間程度品質が保持されることを明らかにした¹⁾。また、これらの追熟抑制現象を、関連する酵素活性やタンパク質代謝などの生理・化学的变化^{2)~6)}からも検討してきた。

一方、30℃貯蔵を実用的に考えた場合、果実の水分蒸散を防止することが最も重要である。これまでガラス容器を用いて密封し、果実の低酸素環境下で発生する障害を防止するため、適宜空気を補給する方法⁶⁾を採用してきたが、これらの方法は実験室的で、一般的ではない。これを満足させる方法としては、すでに数種の果実では実用化^{7)~9)}されているが、プラスチックフィルム包装が考えられる。

そこで今回、厚さ及びガス透過率の異なる各種のポリエチレンフィルムを用いて、30℃における密封包装の品質保持効果を検討した。

2. 実験方法

2.1 材料

スモモ‘ソルダム’は、山梨県塩山市で1986年8月6日に収穫した出荷適熟果を使用した。

2.2 包装材料

包装材料はTable 1に示した3種類のポリエチレンフィルムを用いた。なお、フィルムは、製品科学研究所から試験研究用⁹⁾として提供された物性値の明らかな高密度ポリエチレン(HDPEと略記)と低密度ポリエチレン(LDPEと略記)である。

Table 1 Properties of polyethylene films used

No.	Film	Thickness (μ m)	Moisture permeability ($g/m^2 \cdot 24hr$)	Oxygen permeability ($ml/m^2 \cdot 24hr \cdot atm$)
1	HDPE*	15	32	14,000
2	LDPE**	30	22	8,300
3	LDPE**	60	11	4,150

* HDPE: High density polyethylene

** LDPE: Low density polyethylene

2.3 貯蔵方法

果実5個(約400g)を各フィルムに入れ、16cm×20cmの大きさとなるように電熱シーラーで密封後、30℃の恒温器に1試験区50~60個の果実を貯蔵し、経時的に品質変化を調査した。なお、フィルム内の湿度は90~95%であった。

2.4 分析方法

(1) 包装内の酸素濃度は、フィルムの表面に粘着ゴムバンドを貼り、ここからガスタイト注射器でヘッドスペースガスを10ml採取し、東レ(株)製酸素濃度計LC-700Fで測定した。

(2) エチレン排出量は酸素濃度測定と同様にガスタイト注射器で5mlを採取し、(株)島津製ガスクロマトグラフGC-

9Aで分析した。カラムはガラス製の3×1,000mmで、充填剤は活性アルミナ(80~100メッシュ)を用いた。キャリアガスは窒素で、流量は50ml/min、カラム室、試料室および検出器の温度は50℃に保持した。検出器は水素イオン化検出器(FID)を用い、水素及び空気の圧力は、それぞれ0.6kg/cm²及び0.5kg/cm²とした。

- (3) 果実硬度は木屋製作所製果実硬度計で直径12mmの円錐形針頭を使用し、1個体につき3ヶ所を5個体について測定し、平均値で示した。
- (4) 果皮色の測定は日本電色工業(株)製の色差計ND-K6Bを用いて、L(明度)、a(赤色度)及びb(黄色度)値を求め、それぞれ5個体の平均値で示した。
- (5) 果肉色の測定は果肉20gをpH1.0の塩酸-塩化カリウム緩衝液とメタノールの等量混合液とともにホモジナイズし、遠心分離後一定容とした色素液を510nmの吸光度で測定した。
- (6) 食味評価は当所職員5名をパネルーとし、甘味、酸味、異味、外観及び硬さなどを総合して評価し、うまい、普通、食用不可の3点法で行った。なお、今回の食味評価では普通を商品性保持限界とした。
- (7) 滴定酸度及び糖含量測定用の試料は、種子を除いた果肉200gを10倍容の80%メタノールとともに攪拌、破碎抽出してろ過した。その後、ろ液を減圧濃縮して100mlに定容したものをを用いた。

滴定酸度は、pHメーターでpH8.5まで0.1Nの水酸化ナトリウム溶液で滴定し、

得られた値をリンゴ酸に換算して示した。

糖は、(株)日立製の高速液体クロマトグラフ635型を用いて分析した。カラムは8×500mm、充填剤は陽イオン交換樹脂(Na型)2618を用いた。移動相は脱気した蒸留水を用い、流量は0.6ml/min、圧力は12kg/cm²、カラム及び検出器の温度は40℃に保持した。検出器は示差屈折(RI)を用いた。分析に際しては0.45μmのメンブランフィルターを通過させた試料を用いた。

3. 結果

3.1 重量減少率に及ぼすフィルムの影響

貯蔵7日後の果実の重量減少率をTable 2に示した。減少率が最も大きい試験区は厚さ15μmHDPEで1.9%、その他のものは1.4~1.5%の範囲であった。一般に重量減少率5%が青果物の商品性限界⁷⁾とされているが、いずれのフィルム包装区とも5%以内に保持されており、30℃貯蔵下においてもポリエチレンフィルム包装による蒸散防止効果が認められた。

Table 2 Weight loss of 'Sordum' plum after 7 days of storage at 30℃

No.	Film	Thickness (μm)	Weight decrease (%)
1	HDPE*	15	1.9
2	LDPE**	30	1.4
3	LDPE**	60	1.5

* HDPE: High density polyethylene

** LDPE: Low density polyethylene

3.2 フィルム包装内の酸素濃度

フィルム包装内の酸素濃度の結果をFig. 1に示した。フィルム間に大きな差異がみられ、薄いフィルムで包装した区ほど高い値を示した。すなわち、最も酸素濃度の高い試験区は厚さ15 μ mHDPEで、8~10%の値を示し、厚さ30 μ mLDPEでは4~7%であった。一方、最も酸素濃度が低かったのは厚さ60 μ mLDPEで、貯蔵期間中約2%で推移した。

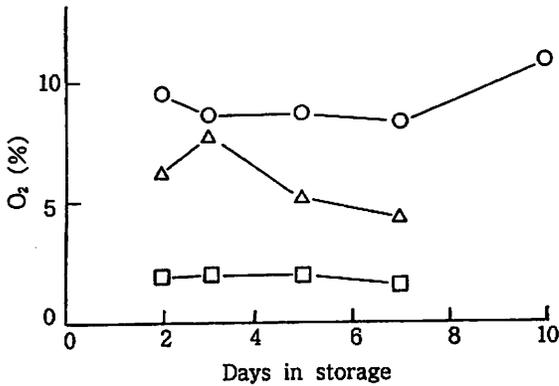


Fig. 1 Changes in oxygen concentrations in sealed polyethylene bags in which plum fruits were packed

○—○ : HDPE 15 μ m
 Δ — Δ : LDPE 30 μ m
 \square — \square : LDPE 60 μ m

3.3 フィルム包装内のエチレン濃度

エチレン濃度はFig. 2に示したようにフィルム間で差異がみられ、厚さ15 μ mHDPE包装が最も高く0.4~0.6ppmの範囲で推移し、厚さ60 μ mLDPE包装が最も低く、0.1~0.3ppmの範囲であった。エチレンの生成は、低酸素下では阻害¹⁰⁾されると言われているが、今回の実験でも酸素濃度が低い包装区ほどエチレン生成が抑制されており、酸素濃度とエチレン生成との関係が認められた。

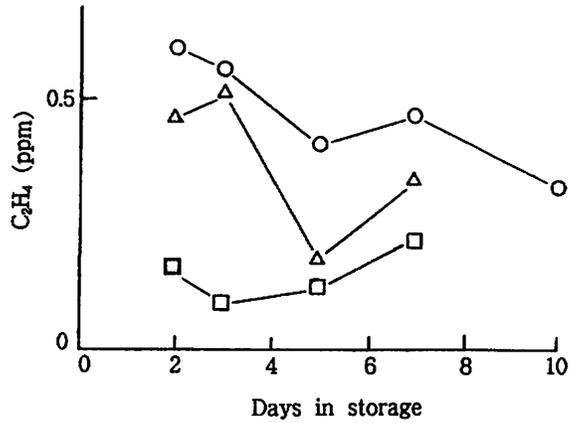


Fig. 2 Changes in ethylene concentrations in sealed polyethylene bags in which plum fruits were packed

○—○ : HDPE 15 μ m
 Δ — Δ : LDPE 30 μ m
 \square — \square : LDPE 60 μ m

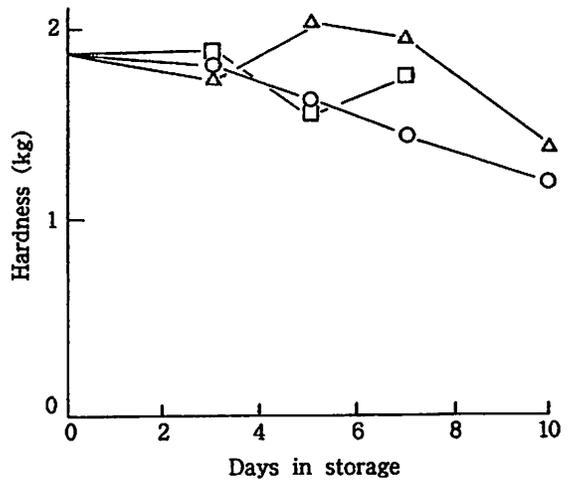


Fig. 3 Comparison of different films for packaging effect on flesh hardness of 'Sordum' plum stored at 30°C

○—○ : HDPE 15 μ m
 Δ — Δ : LDPE 30 μ m
 \square — \square : LDPE 60 μ m

Conical plunger (12 mm dia.)

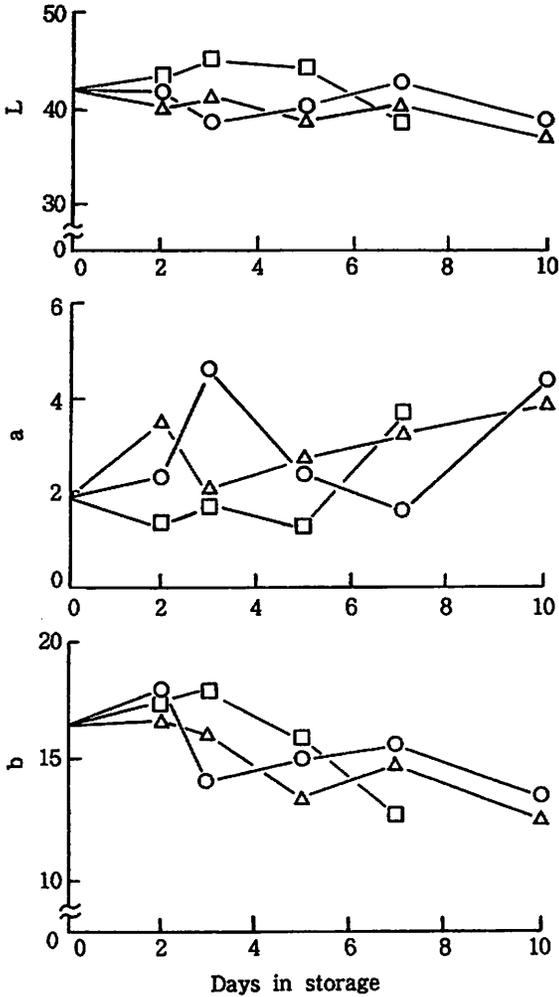


Fig. 4 Comparison of different films for packaging effect on coloring of peel of 'Sordum' plum stored at 30°C

○—○ : HDPE 15 μm
 △—△ : LDPE 30 μm
 □—□ : LDPE 60 μm

3.4 果実硬度

果実硬度に及ぼすフィルム包装の影響を Fig. 3 に示した。果実硬度は貯蔵初期には各フィルム包装間に大きな差異はみられないが、中期から後期にかけてHDPE包装区がその他の試験区に比較して減少傾向が大きかっ

た。しかし、貯蔵10日後においても官能的には十分な硬度を保持していた。

3.5 果皮色

果皮色の変化を Fig. 4 に示した。各フィルム包装区とも同様な傾向を示し、L値は横這い、a値はバラツキがあるが微増傾向、b値はわずかながら減少傾向を示した。すなわち収穫時の果実とほとんど同様な果皮色を呈しており、いずれのフィルム包装においても追熟による着色は認められなかった。

3.6 果肉色

'ソルダム'は果皮色と同様に、追熟に伴って果肉が黄色から赤色さらに暗赤色化する品種であるが、各フィルムで包装した果実の果肉色の変化を Fig. 5 に示した。その結果、各フィルム包装区ともOD (510nm) 値が減少する傾向を示し、いずれも果肉の赤色化はみられなかった。フィルム間では貯蔵初期から中

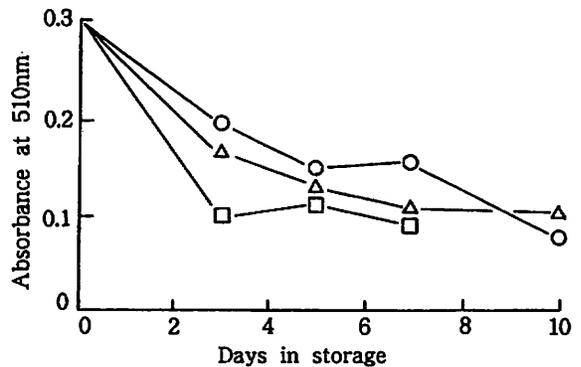


Fig. 5 Comparison of different films for packaging effect on absorbance at 510 nm of the solution extracted from flesh of 'Sordum' plum stored at 30°C

○—○ : HDPE 15 μm
 △—△ : LDPE 30 μm
 □—□ : LDPE 60 μm

期にかけてHDPEが、その他の試験区に比較してゆるやかな減少傾向を示した。

3.7 滴定酸度

滴定酸度の変化はFig. 6に示したように各フィルム包装区ともほぼ同様な傾向で減少し、収穫時には1.3%であったが、貯蔵10日後では約1/2の値を示した。

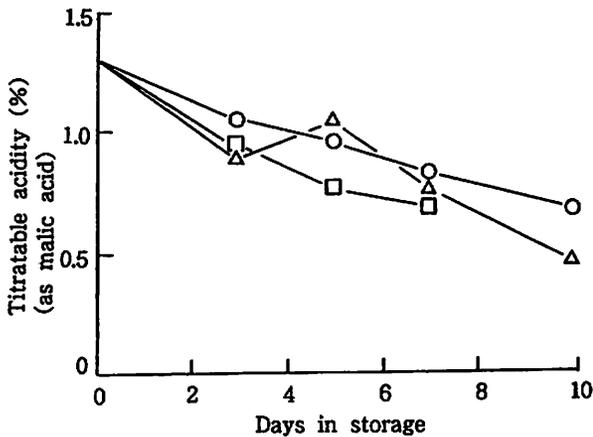


Fig. 6 Comparison of different films for packaging effect on titratable acidity of 'Sordum' plum stored at 30°C

○—○ : HDPE 15 μm
 △—△ : LDPE 30 μm
 □—□ : LDPE 60 μm

3.8 糖含量

糖は、酸とともに果実の呈味に大きな影響を及ぼす成分であるが、その結果をFig. 7に示した。全糖含量は各フィルム包装間の差異がみられず、いずれも減少傾向を示した。構成糖ではショ糖がいずれのフィルム包装でも急激な減少を示し、貯蔵10日後には1/2以下の値を示した。しかし、ブドウ糖と果糖はショ糖とは反対に増加する傾向がみられ、果実内でショ糖の加水分解が生じていることが推察された。

一方、ソルビトールはいずれのフィルム包装でも変化が少なく、その含有量が0.5~1.0%と低かった。

3.9 食味評価

食味評価の結果をFig. 8に示した。フィルムの種類により著しい差異が認められ、商品性限界からそれぞれのフィルム包装による貯蔵期間を求めると、厚さ15 μmHDPE包装区が約10日、30 μmLDPE包装区が約7日、60 μmLDPE包装区が約3日となり、HDPE包装区が最も貯蔵性がよかった。このようにフィルム間に著しい貯蔵性の差異がみられたが、果実硬度、果皮および果肉色や酸、糖含量にはフィルム間に大きな差異は認められなかつ

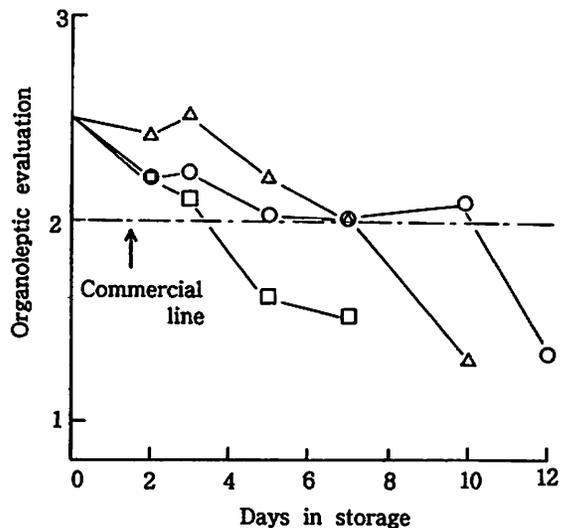


Fig. 8 Comparison of different films for packaging effect on organoleptic evaluation of 'Sordum' plum stored at 30°C

○—○ : HDPE 15 μm
 △—△ : LDPE 30 μm
 □—□ : LDPE 60 μm

Rating scale : 1 = spoiled ; 2 = likable ;
 3 = very likable

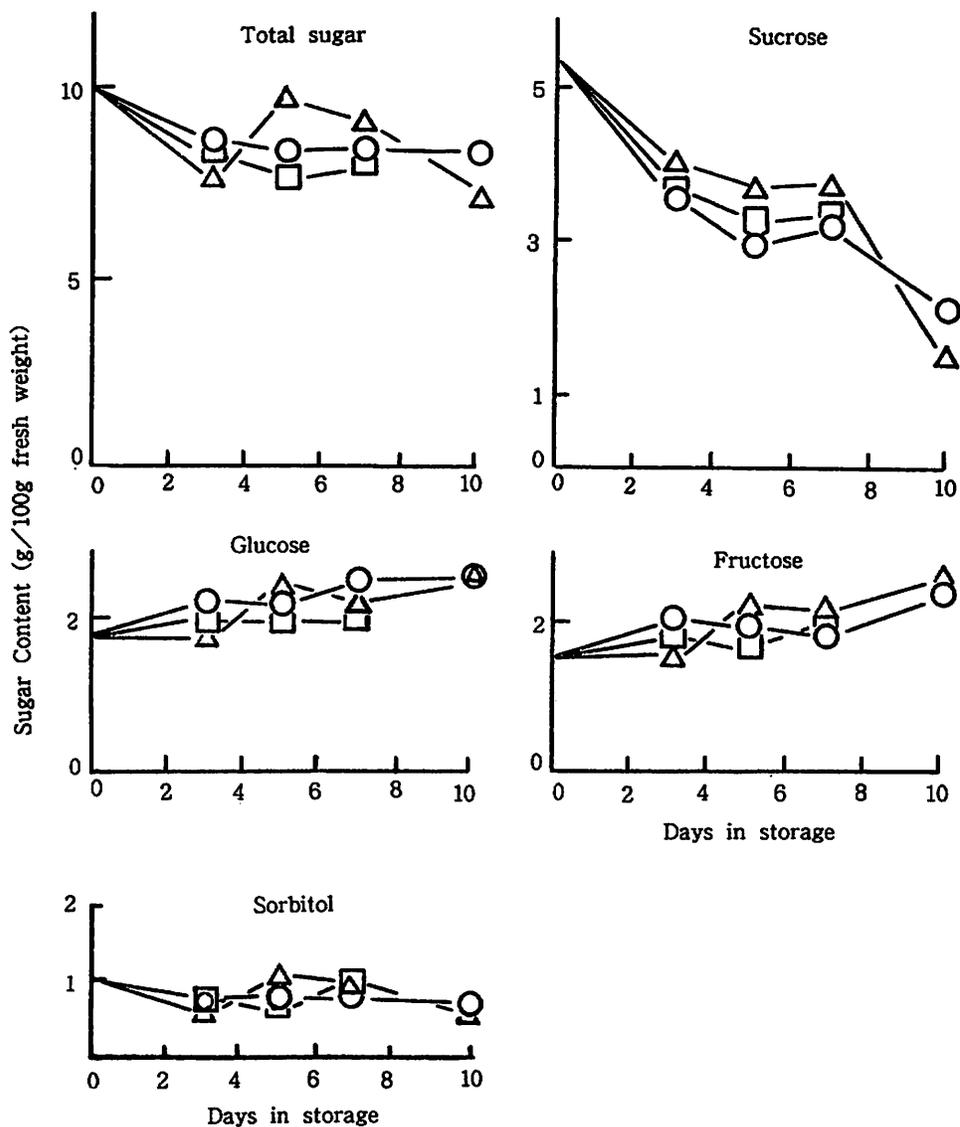


Fig. 7 Comparison of different films for packaging effect on sugar content of 'Sordum' plum stored at 30°C

○—○ : HDPE 15 μm
 △—△ : LDPE 30 μm
 □—□ : LDPE 60 μm

た。これは、官能的に品質の低下した果実では、果実内発酵により生じたと思われるアルコールやエステルなどの異味、異臭が強く感じられ、これらオフ・フレーバーが食味評価

を大きく低下させており、しかも厚いフィルムで包装した果実ほどこれらオフ・フレーバーの生成が早いことが貯蔵性の差異に現れたと考えられた。

4. 考 察

果実のポリエチレン包装は、かんきつ類、リンゴ、ナシ、カキ⁷⁾等で多く研究されているが、スモモについてはみられず、しかも30℃以上でのフィルム包装は、いずれの果実においても報告されていない。

今回、スモモ‘ソルダム’の高温貯蔵試験を各種のポリエチレンフィルムで検討したところ、果実硬度や果皮および果肉の色調変化さらに果実の味覚成分である酸や糖の変化は、フィルム間に大きな差異は認められなかった。しかし、官能的には大きな相違がみられ、厚さ15 μ mHDPE包装は最も品質保持効果が高く、約10日ほどの貯蔵性が認められた。一方、厚さ60 μ mLDPEで包装した果実は、品質劣化が早く貯蔵性が低かった。

フィルム包装した果実の貯蔵性は、フィルム包装内の酸素濃度との関連性が高く、貯蔵性が最も高かった15 μ mHDPE包装区は、酸素濃度が8~10%の範囲であった。

最後にフィルムの提供をしていただいた元長野県食品工業試験場長の松橋治郎氏に感謝致します。

<文 献>

- 1) 辻政雄、原川守、小宮山美弘、園芸学会雑誌、52 (4), 469 (1984)
- 2) 辻政雄、原川守、小宮山美弘、日本食品工業学会誌、30 (12), 688 (1983)
- 3) 小宮山美弘、原川守、辻政雄、日本食品工業学会誌、31 (4), 241 (1984)
- 4) 辻政雄、小宮山美弘、日本食品工業学会誌、37 (12), 940 (1990)
- 5) 辻政雄、小宮山美弘、日本食品工業学会誌、38 (11), 1013 (1991)
- 6) 辻政雄、原川守、小宮山美弘、山梨県食品工業指導所報告、13, 35 (1981)
- 7) 樽谷隆之、日本食品工業学会誌、10 (5), 186 (1963)
- 8) 久米靖穂、伊庭慶昭、“果実の成熟と貯蔵”(伊庭慶昭、福田博之、垣内典夫、荒木忠治編者)、養賢堂、p249 (1985)
- 9) 包装連合部会食品包装分科会、製品科学研究所、日本ポリオレフィンフィルム工業組合、“統一標準フィルムによる食品包装試験”、p2 (1986)
- 10) 茶珍和雄、日本食品低温保蔵学会誌、15 (2), 87 (1989)

(原稿受付 1992年 9月 2日)

(審査受理 1992年10月12日)