

リンゴの貯蔵に関する研究

第1報. リンゴ果実のポリエチレン包装による鮮度保持

神戸和猛登※・今 喜代治・久米靖穂・田口辰雄

目	次
I. 緒 言	1
II. ポリエチレン包装貯蔵の効果	3
1. 実験材料および方法	3
2. 実験結果	4
3. 考察	8
III. ポリエチレンフィルムの厚さおよび 袋の大きさが品質におよぼす影響	10
1. 常温貯蔵におけるフィルムの厚さ と貯蔵品質	10
(1) 実験材料および方法	10
(2) 実験結果	10
2. 低温貯蔵におけるフィルムの厚さ と貯蔵品質	12
(1) 実験材料および方法	12
(2) 実験結果	13
3. ポリエチレン袋の大きさと貯蔵品質	17
(1) 実験材料および方法	17
(2) 実験結果	17
4. 考察	18
IV. ポリエチレン包装貯蔵における消石 灰の封入量が果肉かつ変および鮮度 に及ぼす影響	19
1. 各種ガス吸着剤の封入が果肉かつ 変防止に対する効果	20
(1) 実験材料および方法	20
(2) 実験結果	20
2. ポリエチレン包装における消石灰 の封入が果肉かつ変および鮮度保 持に及ぼす影響	20
(1) 実験材料および方法	20
(2) 実験結果	21
3. 果肉かつ変障害に対する温度条件 と消石灰封入量の相互影響	24
(1) 実験材料および方法	24
(2) 実験結果	24
4. 考察	25
V. ポリエチレン冷蔵果実の開封後の品 質変化	27
1. 実験材料および方法	27
2. 実験結果	27
3. 考察	29
VI. 摘要	30
VII. 参考文献	31

I. 緒 言

リンゴは、果実類の中で最も貯蔵に耐えるものであるが、その新鮮な風味は永続的なものではない。とくに近年、生産量の増加しているスターキングデリシャスや本県の主要品種であるゴールデンデリシャス（以下ゴールデンという）はともに貯蔵性の乏しい品種である。

これらの品種が、長期間、つねに優れた鮮度を保持できるようにすることは、きわめてたいせつなことである。

これら貯蔵問題についてはすでに古くから論議されているように、果実の生活作用による自然的消耗と寄生的被害を、人為的方法によってどの程度まで抑制できるかに帰するわけである。筆者ら

は、このようなリンゴの鮮度保持に関する問題に興味をもっていたが、たまたまHardenburg(10)がポリエチレンフィルムを利用してゴールドンの減量および萎びを防止した成績に接し、これをリンゴの鮮度保持との関連において研究することにした。

この報告は1959年から継続試験を行なっているが、フィルムの包装貯蔵における問題点、貯蔵性に関係するフィルムの厚さ、および袋の大きさ、入庫の遅延との関係、密封によるCO₂過剰障害とその対策、貯蔵限界および開封後の品質変化など1962～1970年までの調査および研究結果をとりまとめたものである。ここに試験開始時の1959年から1973年までの年次別試験項目をあげると次のとおりである。

本研究を行なうにあたり、直接協力いただいた栽培科職員、実務生諸君に厚くお礼申しあげる。また、消費地調査に特別のご厚意をいただいた日園連関係者に心から感謝の意を表する。

また、本研究の一部については農林省総合助成制度による研究費の交付をうけた。記してお礼申し上げる。

年 次 別 試 験 項 目

年 次	課 題	項 目
1959	包装方法	1. 貯蔵方法と包装形態
1960	包装果実の貯蔵中の変化	1. 貯蔵温度、フィルム内湿度との関係
1961	包装果実の素質と条件	1. 成熟度と果実品質 2. 貯蔵温度、フィルム内湿度との関係 3. ポリ貯蔵の実用化
1962	フィルムの厚さと包装期間	1. フィルムの厚さ、包装期間と貯蔵品質 2. フィルム内の乾燥剤の多少と貯蔵品質 3. ポリエチレンの貯蔵方法
1963	添加剤と貯蔵法	1. 乾燥剤の封入量 2. ガス吸着剤の封入量 3. ビニロンフィルムによる貯蔵 4. スターキングへのポリ利用
1964	スターキングのポリ貯蔵	1. スターキングへのポリ利用
1965	包装果実の貯蔵品質向上と添加剤	1. N施用量、早期落葉との関係 2. 袋かけの有無との関係 3. 採収時期との関係 4. 果実の大きさ、熟度差との関係 5. ポリ袋の大きさと貯蔵品質 6. 乾燥剤の封入量 7. 果肉かつ変障害の発生条件 8. ガス吸着剤、乾燥剤封入による果肉かつ変障害の防止
1966	フィルムの厚さと貯蔵品質	1. 入庫時期の早晩と果実品質 2. フィルムの厚さと貯蔵品質 3. 果実の熟度、貯蔵温度と品質
1967 1968	フィルムの厚さと入庫時期	1. ゴールデンの入庫時期と貯蔵品質 2. スターキングの入庫時期と貯蔵品質 3. フィルムの厚さと貯蔵品質

年 次	課 題	項 目
1969	フィルムの厚さ、ガス吸着剤封入後の品質変化	1. フィルムの厚さと貯蔵品質 2. ガス吸着剤消石灰の封入量 3. ポリ冷果実の開封後の品質変化
1970	ガス吸着剤の封入量と貯蔵限界	1. 消石灰の封入量 2. 温度条件差と貯蔵障害 3. ポリ冷の貯蔵限界
1971	ポリ貯蔵におけるガスかつ変障害	1. ガスかつ変障害の発生時期 2. 果実の素質の差異とガスかつ変障害
1972	ポリ貯蔵における異臭	1. ガスかつ変障害の発生時期 2. 果実の素質の差異とガスかつ変障害 3. スターキングの異臭の発生条件 4. スターキングの異臭と吸着剤
1973	ポリ貯蔵における異臭と品種別適性	1. スターキングの異臭と吸着剤 2. 各品種のポリ貯蔵

Ⅱ. ポリエチレン包装貯蔵の効果

ポリエチレン包装によるリンゴの貯蔵法は、ポリエチレンフィルムのもつ貯蔵目的にとって好ましい性質の応用によるものである。とくにフィルムの気体透過率の差により果実周囲の空気組成を通常大気中の条件と異ならしめ、簡易CA貯蔵としての効果が期待されるので、ゴールデンを用いて温度条件を異にした包装貯蔵の効果と問題点について明らかにした。

1. 実験材料および方法

リンゴ果実は秋田県果樹試験場産のゴールデンを用い、ポリエチレン包装区は高圧法により製造されたフィルムで、厚さ0.05mm、大きさは900×850mmの袋型に約15kgの果実を入れ、閉じ口は折返して強く結束し密封した。(写真1)

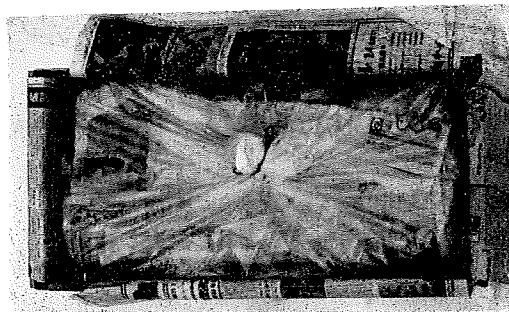


写真1 ポリエチレンフィルム包装による貯蔵

無包装区は従来の貯蔵法と全く同様に、果実をそのままリンゴ箱に詰めたものである。

温度条件は冷温貯蔵区、常温貯蔵区に区分し、冷温貯蔵区はフロンガスによる冷却装置で貯蔵温度は $0^{\circ}\pm 1^{\circ}\text{C}$ に保持され、採取当日に入庫した。常温貯蔵区は12月上旬まで建物北側に置き、その後普通貯蔵庫に搬入して果実の凍結を防止した。

なお、年次ごとの採取時期、貯蔵開始期、調査日は第1表の通りである。

第1表 試験材料の採取、試験開始日および調査日

年 次	採 取 日 (月日)	試験開始日 (月日)	調 査 日				
			封 入 時 (月日)	第 1 回 (月日)	第 2 回 (月日)	第 3 回 (月日)	第 4 回 (月日)
1962	10.22	10.23	10.23	11.16	12.15	1.8	2.5
1963	10.19	10.20	10.20	12.23	1.20	2.9	—

調査は毎月一回果実成分、貯蔵障害ならびに食味調査を実施し、空気組成については継続的に調査した。減量は果実の貯蔵中における重量変化を直接秤量して、その差をもって一定期間中の減量とした。果肉硬度は果実をはく（剥）皮後土壌硬度計を用い、果実の赤道面に沿って2カ所測定し kg/cm^2 で表わした。屈折計示度はリング果実を縦に二分し、一方の果肉をジュウサーで榨汁しガーゼ二枚で濾過した果汁について糖用屈折計で測定した。酸度は同一果汁10mlを $\frac{1}{10}$ N・NaOH で滴定しリンゴ酸に換算して表わした。官能検査は果色と食味について実施し、果色は1…緑色、2…緑白色、3…黄緑色、4…黄色の4階級に、食味の評価はパネルによって官能検査を行ない、その結果で注釈をつけた。ポリエチレン袋中および無包装区の箱中空気組成はOrsat氏ガス分析装置により O_2 および CO_2 について測定を行なった。

2. 実験結果

1. 果実の減量および果色の変化

ポリエチレン包装の減量抑制効果は明らかに認められた。減量率を貯蔵2カ月と4カ月後の成績と比較すると、常温区がもっとも著しく5.6%、6.1%の減量であった。果実の萎びは一部こうあ（梗窪）部にみられたが著しい萎びはなかったが、果こう（梗）はすべて萎び枯死状態であった。冷蔵区は4.2%、4.4%で果こうの萎びも箱上段の約20%でやや少なかった。ポリエチレン包装区は無包装に比して低い減量率を示し、ポリ常温区が2.7%、3.2%、ポリ冷蔵区はさらに少なく1.3%、1.8%と約 $\frac{1}{2}$ で萎びた果実は全くなかった。

果色は有袋果実のため緑色果はなく、採取当時の果色がすでに3.5と緑黄色まで進行し貯蔵中の変化が少なく明らかではないが第2表に示した。常温区は短期間に果色に変化し1カ月後に3.9とすべて黄色果同様であった。他の区間には顕著な差はみられなかったが、包装区は無包装区より優れた結果を示した。また、低温条件ほど果色の変化が抑制、遅延される傾向が認められた。

2. 果実の品質調査

各調査時期における果実品質の結果は第2、3表に示した。

(1) 果肉硬度：果肉硬度の変化は第1図に示したとおり貯蔵初期に著しい差がみられ、2カ年とも同じ傾向であった。調査回数が多い62年産果実と比較すると初期1カ月間で常温区は $0.23 kg/cm^2$ と著しく軟化し、果肉保持率では65.1%と約35%軟化していた。これに対してポリエチレン包装区は $0.14 kg/cm^2$ 軟化したにすぎず軟化率は22%と抑制されている。低温区は軟化速度が遅く、冷蔵果実

は $0.13\text{kg}/\text{cm}^3$ 軟化率 20.6% に対してポリ冷蔵区は $0.06\text{kg}/\text{cm}^3$ 、軟化率 9.6% と明らかに包装による軟化抑制効果が認められた。

貯蔵3～4カ月の後期では前期ほど顕著な差はなく、貯蔵期間の経過に伴って処理間の差は縮小する傾向がみられた。しかし、果肉硬度の保持はポリ冷蔵区がもっとも良好で冷蔵区、ポリ常温区、常温区の順位は変化しなかった。

第2表 ポリエチレン包装貯蔵におけるゴールデンデリシヤスの時期別品質調査(1962)

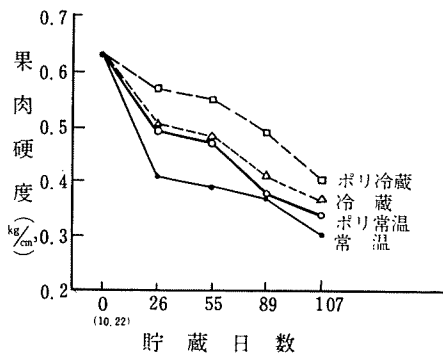
調査月日 (年月)	貯蔵方法	果重 (g)	果色	硬 度 (kg/cm^3)	糖 (%)	酸 (%)	保 持 率			食 味
							硬 度	糖	酸	
1962.10.22	※	347	3.5	0.63	13.2	0.60	100.0	100.0	100.0	良好
1962.11.16	常 温	329	3.9	0.41	14.2	0.43	65.1	107.5	71.6	良好
〃	ポリ常温	329	3.5	0.49	13.5	0.46	77.8	102.2	76.6	良好
〃	冷 蔵	359	3.6	0.50	13.8	0.44	79.4	104.5	73.3	良好
〃	ポリ冷蔵	354	3.5	0.57	13.7	0.49	90.5	103.7	81.6	良好
1962.12.15	常 温	328	3.9	0.39	13.0	0.43	61.9	98.5	71.6	やや不良
〃	ポリ常温	345	3.6	0.47	14.2	0.46	74.6	107.5	76.6	良好
〃	冷 蔵	322	3.7	0.48	13.7	0.44	76.2	103.7	73.3	良好
〃	ポリ冷蔵	344	3.5	0.55	14.1	0.46	87.3	106.8	76.6	良好
1963. 1.18	常 温	308	3.9	0.37	13.6	0.37	58.7	103.0	61.6	非常に不良
〃	ポリ常温	331	3.7	0.37	13.7	0.45	58.7	103.7	75.0	不良
〃	冷 蔵	338	3.6	0.41	12.9	0.42	65.1	97.7	70.0	やや不良
〃	ポリ冷蔵	340	3.6	0.49	13.5	0.43	77.8	102.2	71.6	良好
1963. 2. 5	常 温	322	3.9	0.30	12.3	0.37	47.6	93.2	61.6	非常に不良
〃	ポリ常温	345	3.7	0.34	13.5	0.44	53.9	102.2	73.3	不良
〃	冷 蔵	326	3.7	0.37	13.7	0.40	58.7	103.7	66.6	不良
〃	ポリ冷蔵	337	3.7	0.40	13.9	0.44	63.5	105.3	73.3	やや不良

※採取直後の調査は各区共通

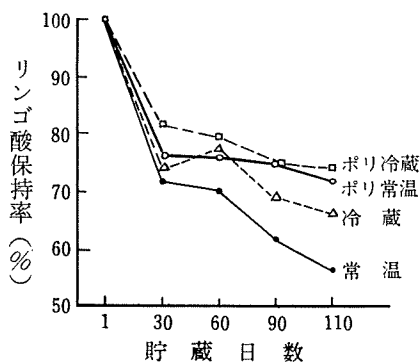
第3表 ポリエチレン包装貯蔵におけるゴールデンデリシヤスの時期別品質調査(1963)

調査月日 (年月)	貯蔵方法	果重 (g)	硬 度 (kg/cm^3)	糖 (%)	酸 (%)	保 持 率			ガス組成		食 味
						硬 度	糖	酸	O ₂	CO ₂	
1963.10.19	※	329	0.66	13.5	0.62	100.0	100.0	100.0	—	—	良好
1963.12.23	常 温	316	0.36	12.6	0.43	54.5	93.4	69.3	19.1	1.2	不良
〃	ポリ常温	310	0.45	12.6	0.48	68.2	93.4	77.4	7.7	5.3	良好
〃	冷 蔵	319	0.53	13.1	0.51	80.3	97.1	82.3	19.7	1.9	良好
〃	ポリ冷蔵	327	0.60	13.0	0.51	90.9	96.3	82.3	7.6	6.4	良好
1964. 1.20	冷 蔵	310	0.42	13.9	0.42	63.6	103.0	67.7	18.6	0.1	良好
〃	ポリ冷蔵	321	0.50	13.0	0.48	75.8	96.3	77.4	6.0	7.1	良好
1964. 2.10	常 温	297	0.33	12.8	0.32	50.0	94.8	51.6	19.4	0.2	不良
〃	ポリ常温	285	0.38	12.7	0.44	57.6	94.1	71.0	9.5	4.9	不良
〃	冷 蔵	319	0.38	13.2	0.40	57.6	97.8	64.5	19.9	0.3	良好
〃	ポリ冷蔵	311	0.42	13.1	0.46	63.6	97.1	74.2	7.4	6.8	良好

※採取直後の調査は各区共通



第1図 ポリエチレン包装がゴールドデリシヤスの果肉硬度に及ぼす効果 (1962)



第2図 ポリエチレン包装がゴールドデリシヤスのリンゴ酸保持率に及ぼす影響 (1962~63)

(2) 屈折計示度：貯蔵中における変化は果肉硬度のように著しく変化せず、また処理間にも明らかな差はみられなかった。

(3) 酸度：貯蔵中の酸度はいずれの果実も減少していくが、常温、冷蔵区ともに例外なくポリエチレン包装区の酸度保持率が高く、特に常温において著しい効果を示している。

減酸の程度は第2図からも明かなように貯蔵1カ月後で常温区が最も多く28%、ポリ常温区は23%、冷蔵区27%、ポリ冷蔵区はわずかに18%の損失であった。2カ月以降の調査では常温、冷蔵区は明らかに酸度の低下が認められるが、ポリエチレン包装による減酸抑制におよぼす効果は良好で顕著な減少は認められなかった。

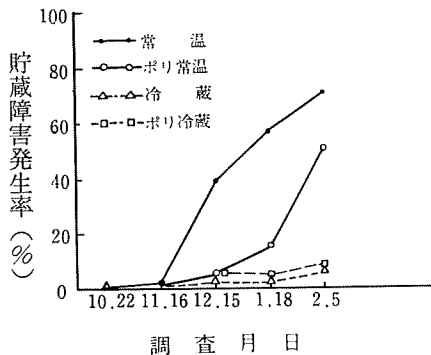
(4) 食味：食味については個人差もあり一概に判定を下すことはできないが、ポリエチレン包装区と対照区で比較すると包装区ははるかに新鮮味を保持し、食味良好期間が長かったことはフィルム包装の効果である。

調査時期別に検討すると、11月調査では貯蔵期間が短く、いずれの果実も食味は良好であった。12月調査では常温区が軟化し、果汁少なく、果肉はやや粉質化を呈し、歯ざわりが悪く食味は不良であったのに対し、他の区は適当な硬度を保ち、肉質も新鮮で、歯ざわりも食味も良好であった。1月調査ではポリ常温区も軟化し食味は不良となり、冷蔵区も果肉硬度が低下し新鮮味が感じられなく、やや良の判定となった。63年度産果実の1~2月調査では冷蔵区、ポリ冷蔵区とも食味では優劣の差が生じなかったが、新鮮度ではポリ冷蔵区が優れていた。したがって、ポリ冷蔵の場合は4カ月以上の鮮度保持も期待できる可能性がある。

しかし、ポリエチレン包装の一部の箱にはアルコール臭をおびた果実が混在していることは包装貯蔵の一つの問題点であり、このことについてはポリエチレン袋内のガス組成との関連において検討を要する。

3. 貯蔵障害の発生

リンゴ果実の貯蔵中に発生した障害については第4表に示した。貯蔵障害の発生は茶星病が最も多く、その他にヤケ病、腐敗果が認められた。ポリエチレン包装との関連においては常温貯蔵の12月調査でポリ常温区が茶星病の発生が顕著に少なく、抑制効果が認められたが、長期貯蔵果実



第3図 貯蔵方法がゴールデンデリシヤスの貯蔵障害の発生に及ぼす影響
(1962~1963)

では期待できなかった。冷温貯蔵では障害発生率が低く差は生じなかった。

時期別調査については第3図に示した。常温区は12月調査で約40%と急増したが、ポリ常温区は1月調査で15%と少なく、2月調査で50%と著しく商品果率を低下させている。一方冷蔵、ポリ冷蔵区は2月調査で10%以下と両区間に明らかな差は認められなかった。

なお、他のポリエチレン包装試験においてはゴールデンデリシヤスおよび紅玉に果肉の一部がかっ変する障害ならびに水分過剰な際には表皮が裂ける障害が認

められたことを付記しておく。

第4表 ポリエチレン包装貯蔵におけるゴールデンデリシヤスの障害発生率

調査月日 (年月)	貯蔵方法	調査果数	健全果率 (%)	障害果率 (%)			
				茶	星	腐敗果	ヤケ※
1963.12.23	常 温	177	54.0	44.3	0	1.7	
〃	ポリ常温	167	93.8	5.6	0	0.6	
〃	冷 蔵	164	97.5	2.5	0	0	
〃	ポリ冷蔵	160	92.7	7.3	0	0	
1964. 2.10	常 温	160	26.0	37.0	13.5	32.8	
〃	ポリ常温	165	49.9	33.5	1.8	20.6	
〃	冷 蔵	167	91.7	7.7	0.6	0	
〃	ポリ冷蔵	165	89.4	8.2	2.4	0	

※ヤケ状障害も含む

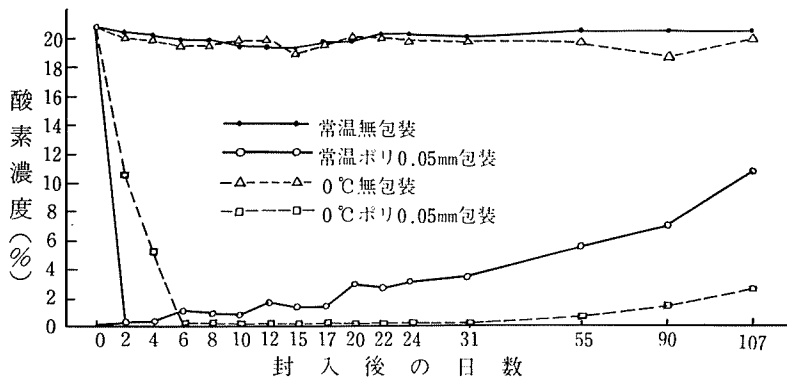
4. ポリエチレン袋内のO₂およびCO₂の変化

果実周囲の空気組成の推移は第4、5図に示した。予想されたごとく無包装区はともに普通大気中の比率とほぼ同じであるが、ポリエチレン包装区は袋内空気組成が変化し貯蔵温度の高いほどO₂の減少およびCO₂の増加に著しい変化がみられた。

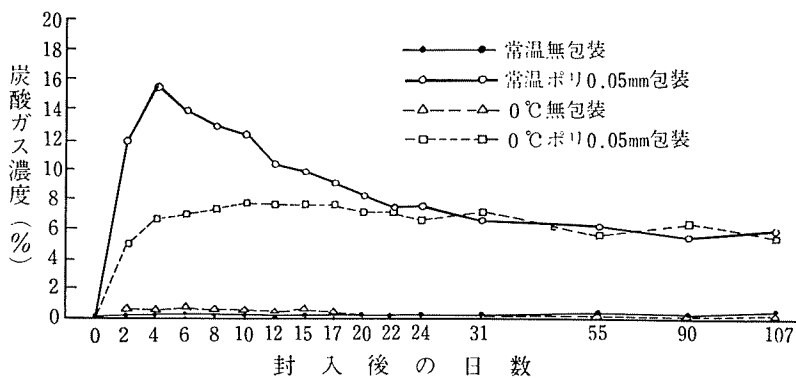
袋内のO₂濃度は貯蔵初期に急激な減少を示し、ポリ常温区は2日目で0.2%、ポリ冷蔵区はわずかに遅れたが、6日目で無O₂状態となり果実呼吸の盛んなことを示している。その後ポリ常温区はわずかに増加して20日目には約3%、1カ月後で3.5%になり約4カ月後には10.6%まで高まった。一方、ポリ冷蔵区は1カ月後まではほとんど無O₂状態がつづき、貯蔵4カ月後でもわずか2.4%と低濃度で維持している。

CO₂はO₂とは逆にポリ常温区は2日目で11.8%まで増加し、4日目で15.4%と最高濃度に達した。このことはCO₂過剰障害の危険性を考慮しなければならない。その後は漸減して貯蔵1カ月以降は約6%を上下し、ほぼ一定の濃度を保持している。ポリ冷蔵区は2日目で5.0%、10日目で7.2%と最高濃度になったが、ポリ常温区の約1/2で、しかも全期間にわたって同一濃度を保持して

いたことは貯蔵条件として非常に好ましいことである。



第4図 ゴールデンデリシヤスのポリエチレン包装貯蔵と O_2 濃度の変化



第5図 ゴールデンデリシヤスのポリエチレン包装貯蔵と CO_2 濃度の変化

3. 考察

リンゴ果実のフィルム貯蔵に関しては、古く1935年にBakerの報告があり、その後 Phillips、Plaggeら、Baghdadiら、McMahonにより果実の蒸散抑制および品質保持の研究が行なわれた。

ポリエチレンフィルムをリンゴの包装貯蔵に初めて応用したのは1944～45年にかけて行なった Smithの実験とされている。

この包装試験以来、にわかに関心が高まり、他の包装材料を含めて各種の包装貯蔵試験が進められたが、現在のところポリエチレンフィルムは他の材料に比較しても水蒸気の透過性が非常に小さいのに対し、 CO_2 をよく通すことからもっとも包装貯蔵に適したフィルムと考えられている。

ここにポリエチレンフィルムを使用し、常温貯蔵と冷温貯蔵を組合わせてゴールデンの貯蔵試験を行なった結果、ポリエチレン包装による水分蒸散の防止効果は非常に明かで、減量は無包装の約半分の損失にとどまり、萎びは全くみられなかった。減量への効果については、ポリエチレン自体の性質による水蒸気の透過性の低いことによる報告が多く (5、10、11、13、21、23、27、32)、ゴール

デンについては Hardenburg(10) は 6 カ月貯蔵したポリエチレン内装箱の果実は重量の損失がわずかに 1.4% で萎びはほとんどなかった。また、フィルムは密封した場合に比較して密封しない場合の果実も同じくらい有効であったと報告している。しかし、その後さらに試験をくり返した結果、密封することによって減量が少ないことを明らかにしている。

果実の地色はポリエチレン包装することによって変化が少なく、外観は採取時に近く抑制力の高いことを示している。このことはこれまでの Hardenburg(10)、Porritt ら(29)、Ryall(30) の報告と変わりはなかった。地色の変化が抑制されていることは、おそらくフィルム内部に蓄積した CO_2 によって代謝作用が抑制され、その結果クロロフィルの消失が遅延し、キサントフィルの生成も少なくなったことによるものと考えられる。

果実品質への効果についてはポリエチレン包装の効果が認められている。果肉硬度に関しては、Hardenburg(10) はゴールドデンを用いて 3～6 カ月間貯蔵した場合、さらに店頭に陳列したと同様に 21°C に 6 日間密封、開封別に調査した結果、いずれの場合もポリエチレン包装果実は硬度を保持し効果が認められている。邨田ら(23) はリンゴ(紅玉)を用いて、ポリエチレン包装の有無の影響は肉質にもっともよく現われて、無包装果は果汁少なく、ゴム質状を呈し、歯ざわりが極めて不快であるのに対し、包装果実は適当な硬度を保ち、肉質も新鮮で歯ざわりも良好であったと述べている。本試験においても短期貯蔵ではポリ常温区でも冷蔵区とほぼ同等の果肉硬度を保持していることが明らかになり、また、ポリ冷蔵区は貯蔵期間に換算すると常温区に比較して約 4 倍の硬度保持効果が実証され、ポリエチレン包装と冷蔵を併用することによってすぐれた効果が認められた。

糖分は糖用屈折計で測定したが処理間に差異は認められなかった。岡本ら(24) は糖分は呼吸における CO_2 の発生源となることは十分考えられるが、長期間貯蔵して食味の著しく低下したリンゴ果実でも、かなりの糖分を含有していることが認められるので、貯蔵リンゴの品質保持という点では、糖の直接的役割はあまり重要視できないと報告している。

貯蔵中の酸度が低下することは多くの調査研究で明らかにされている。ポリエチレン包装をしても減酸は認められるが、貯蔵 1 カ月以降の酸度の損失はきわめて少なく、フィルム包装による減酸抑制効果が明らかに認められた。貯蔵中の減酸は果実中の遊離酸の減少であり、しかも、遊離酸の減少は CO_2 の排出作用とよく一致していることが明らかとなっている。したがって、ポリエチレン包装におけるリンゴ果実は自己の呼吸により周囲の空気組成を変化させて呼吸が抑えられるため酸度を高く保持する結果となる。

食味は官能検査により判定したが、ポリエチレン包装果実は対照果実に比して果肉硬度を保持し肉質も新鮮で、歯ざわりもよく食味は良好であった。とくに鮮度を保持していることが食味の良好な期間を延長させている。しかし、包装果実が軟化した場合は食味が淡白を強く感ずるようになる。したがって食味の低下を防ぐためにも冷温貯蔵と併用することが望ましい。

貯蔵障害としては茶星、青かびおよび灰かびによる腐敗が発生し、常温貯蔵においてはポリエチ

レン包装による抑制効果が認められたが、冷温貯蔵では発生率が低く関係が明らかではなかった。ヤケについては多くの報告があり、一般にヤケはフィルム包装によって抑制されるようで、さらに油紙、鉱油処理、ヤケ防止剤浸せき（漬）などは効果があると報告されている。本実験では常温区のみが発生し、対照区より包装区が少なく抑制されたように考えられる。

フィルム包装果の食味の結果はフィルム包装した果実に一部のパネルは異臭を感じたし、感じないパネルもあった。この障害は多分袋内の O_2 欠乏によって果実が分子間呼吸を行なった結果生じるものと考えられる。さらに、ガスの蓄積障害と推察される果肉かっ変についても十分な注意が必要である。

フィルム内の空気組成についてはHardenburgら(12)、邨田ら(23)の報告と同じ傾向を示し、対照木箱の O_2 、 CO_2 は大気と極めて似ており O_2 は約20%、 CO_2 は0.5%以下であった。密封したポリエチレン袋内の O_2 、 CO_2 は密封後短期間に著しく変化し、 O_2 は極端に低濃度となり、 CO_2 はガス貯蔵における理想値よりかなり高濃度に増加した。その結果リンゴ果実の周囲の空気組成はガス貯蔵の状態になって果実の呼吸を抑制した効果により、無包装の果実は黄変化し、貯蔵病害などの発生により商品性を失うようになって、ポリエチレン包装果実は鮮度を保持し、とくに冷温貯蔵と併用したポリ冷蔵果実は明らかに鮮度を良好に保っていることは注目に値する。

Ⅲ. ポリエチレンフィルムの厚さおよび袋の大きさが品質に及ぼす影響

ポリエチレン包装の効果は、ポリエチレン自体の水分不透性による蒸散の抑制と袋内に蓄積した主として CO_2 濃度の差異によって得られたものと考えられる。したがって、フィルムのガス透過性が余りよすぎるとガス貯蔵の効果が失われ、逆にガス透過性が悪いと袋内の CO_2 が過剰蓄積されることから生理障害を生ずる危険性が高まる。ポリエチレンフィルムの O_2 および CO_2 の透過性は厚さによって異なることから温度条件にもっとも効果的なフィルムの厚さを決定することが必要である。

1. 常温貯蔵におけるフィルムの厚さと貯蔵品質

(1) 実験材料および方法

リンゴ果実は1964・65年とも秋田県果樹試験場産のゴールデンを用い、ポリエチレンは高圧法により製造された、厚さは0.02mm～0.1mm、大きさは900×950mmの箱型フィルムに約15kgの果実を密封包装し、対照は無包装区を設けて常温貯蔵を行なった。

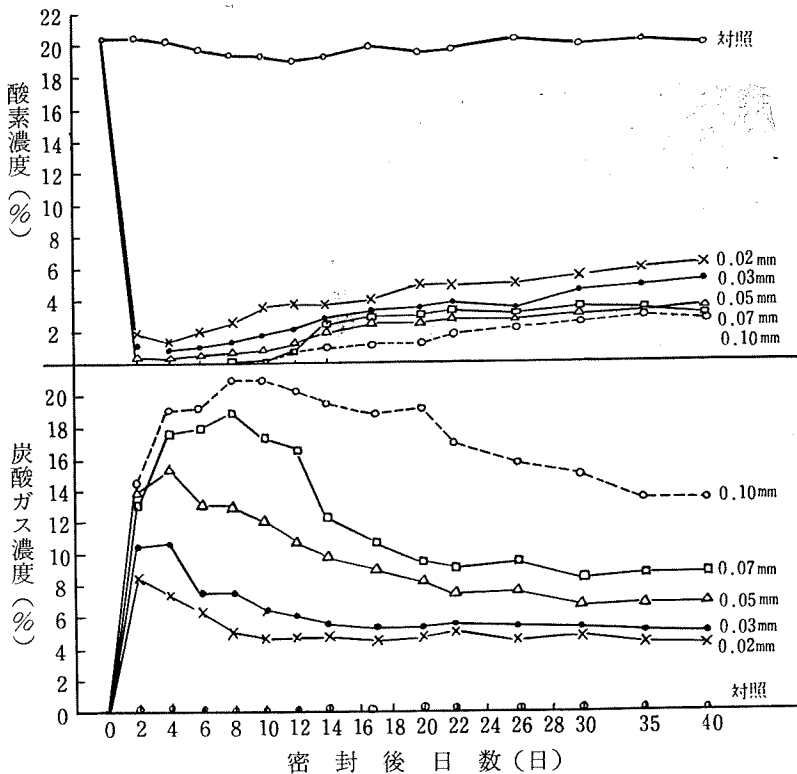
調査は12月上旬に開封し、一区1箱より10果ずつ計20～30果について果肉硬度、屈折計示度、リンゴ酸含量を前記Ⅰの方法に準じて行なった。貯蔵障害は外観より調査した後、残り全果実を切断して果肉かっ変障害果を調査した。袋内の空気組成はOrsat氏ガス分析装置により O_2 および CO_2 について試験開始後から継続的に測定した。

(2) 実験結果

(1) ポリエチレン袋内の O_2 および CO_2 の変化

袋内の空気組成は密封後短期間に著しい変化が認められ、第6図のとおり常温条件では O_2 濃度は急激に減少し2日後で2%、4日後には最低の0.5%前後となり、その後は漸増している。 CO_2 濃度は逆に4~8日後に最高に増加し、その後は時間の経過に伴って平衡ないし漸減している。

フィルムの厚さと O_2 および CO_2 濃度の推移との関係を見ると、 O_2 は顕著な差は認められないが、傾向としてはフィルムの厚いほど低 O_2 濃度を維持していることは明らかである。一方 CO_2 は濃度差が明瞭で最高濃度で比較すると0.02mmは8.2%、0.03mmは10.4%、0.05mmは15.4%、0.07mmは18.6%、0.1mmは20.9%と後者ほど高かった。したがって第6図のとおりフィルムが厚いほどフィルム特有のガス透過性にしたがって CO_2 濃度は高くなり、ピークに達するまでの期間がわずかに長く、また、ガス濃度が一定値に近くなるまでの漸減期間が長いことが明らかとなった。



第6図 常温貯蔵におけるポリエチレンフィルムの厚さと袋内のガス組成の変化(品種 ゴールデンデリシャス 1965)

(2) 果実品質(果肉硬度、屈折計示度、酸度)に及ぼす影響

果肉硬度については第5表に示したとおり包装区はいずれも硬度を保持しており、フィルムの厚さとの関係については0.05mm~0.07mm区が硬く、0.1mmを除いてはフィルムの厚い区ほど硬度を保持している傾向が認められた。0.1mm区は後述の果肉かつ変障害が著しく果肉に異状を起こしたこ

とが軟化の原因と考えられる。

酸含量は包装を行なうことによって著しい減酸抑制効果が認められている。フィルムの厚さとの関係は 0.02mm ～ 0.03mm 区が高く、 0.05mm ～ 0.1mm の厚いフィルム区が減酸していることは硬度と同様に果肉かっ変障害が原因しているように思われる。

(3) 貯蔵障害

短期間の貯蔵であるが茶星および果肉かっ変の貯蔵障害がみられた。茶星は無包装区に27.6%発生したのみで、フィルム包装区には全くみられなかった。果肉かっ変障害は写真2のとおり外観は立派であるが、果肉は食用に供し得ない果実で、貯蔵障害としては非常に悪質である。果肉かっ変の発生は 0.05mm 以上のフィルムに発生し、とくに 0.1mm 区は98.2%とほとんど全果実に認められた。

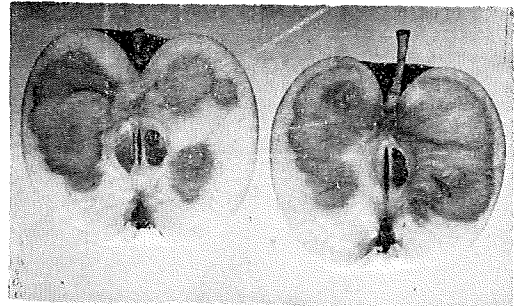


写真2 ゴールデンの果肉かっ変障害

第5表 ポリエチレンフィルムの厚さがゴールデンデリシャスの貯蔵品質に及ぼす影響

フィルムの厚さ	平均果重 (g)	果肉硬度 (kg/cm ²)	屈折計示度 (%)	リンゴ酸 (%)	貯蔵障害 (%)			食 味
					茶 星	果肉かっ変		
無包装	322	0.35	12.1	0.379	27.6	0		不良
0.02%	317	0.44	12.8	0.498	0	0		やや良好
0.03%	320	0.41	12.3	0.501	0	0		やや良好
0.05%	333	0.54	12.2	0.477	0	35.8		やや良好
0.07%	317	0.56	12.1	0.478	0	76.4		不良
0.10%	324	0.47	12.2	0.447	0	98.2		不良

採収 1965.10.27 調査 12.10 常温貯蔵

2. 冷温貯蔵におけるフィルムの厚さと貯蔵品質

(1) 実験材料および方法

冷温貯蔵におけるフィルムの厚さと、貯蔵品質に関しては1966～69年の4カ年にわたって行なった。供試果実はゴールデンおよびスターキングデリシャスの各無袋果実を用いた。採取時期は年によって適熟期が多少異なりゴールデンは10月16日～22日、スターキングデリシャスは10月10日～16日に行ない、採取当日あるいは翌日中に大きさ、果色を揃え各厚さのフィルムに密封した。ポリエチレンは高圧法により製造されたフィルムで、厚さ 0.03mm ～ 0.06mm (1969年は 0.06mm 欠) と無包装に区分して、 $900 \times 950\text{mm}$ 袋型のフィルムを木箱の内側に入れ果実約 15kg を封入し、1区3反覆で行なった。貯蔵は $0^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ の冷温貯蔵庫に入庫して翌年2月20日頃まで4カ月間継続した。

調査は1部12月に行ない、他は2月に実施した。調査項目は袋内の空気組成、果色、減量、果実

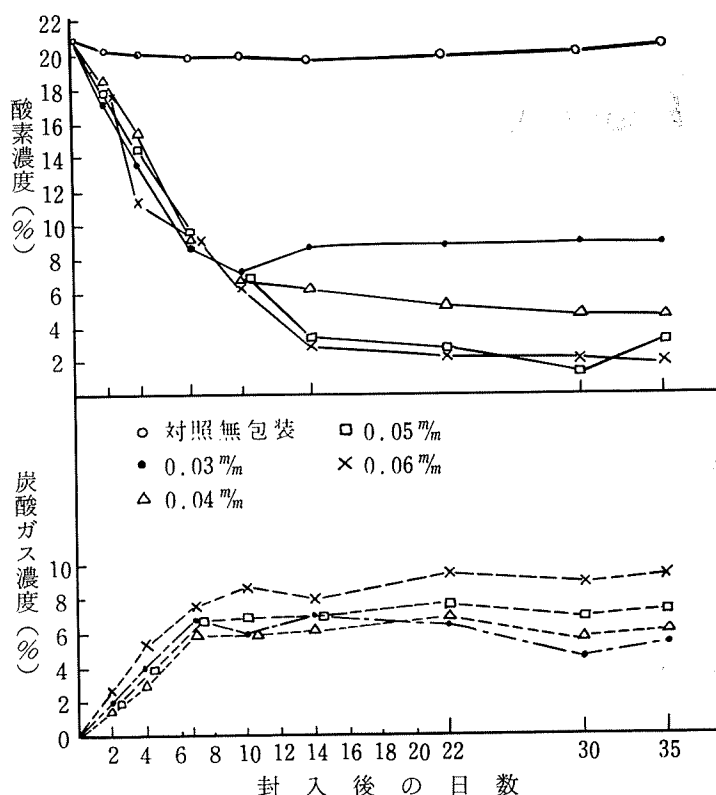
形質および貯蔵障害について行ない、その方法は空気組成および果肉硬度以外は前記試験に準じて行なった。空気組成は注射器により1回20mlを袋内より採取し、ガスクロマトグラフィーによって O_2 および CO_2 濃度を継続的に測定した。果肉硬度は、はく(剥)皮後Magness—Taylor硬度計(%インチ)を用い、果実の赤道面に沿って2カ所測定し、平均値をポンドで表わした。

(2) 実験結果

(1) ポリエチレン袋内の O_2 および CO_2 の変化

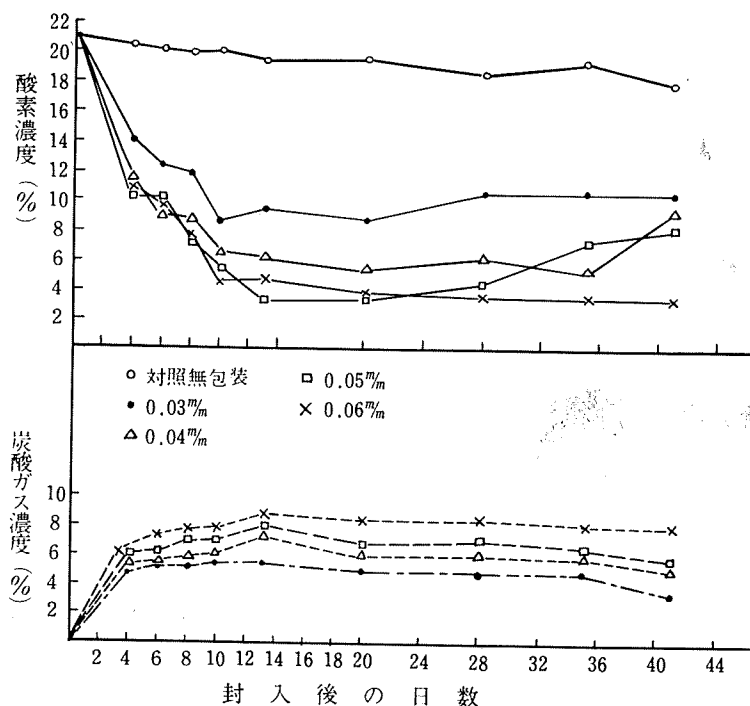
低温貯蔵における厚さ別袋内の空気組成は第7、8図のとおり低温で呼吸量が少ないため封入直後の O_2 の減少および CO_2 の増加曲線は緩慢であった。

ゴールデンにおける O_2 濃度の変化は密封後約10日間はフィルム thickness に関係なくほぼ同一濃度で減少し、その後は0.03mm~0.04mm区は平衡状態に入り、厚いフィルムはさらに減少した後一定に近づきフィルムの厚さによる濃度差は明らかに認められた。 CO_2 濃度は逆に密封後6日~10日間で著しい増加が認められ、その後は漸増ないしは平衡状態の濃度にはほぼ一定している。フィルムの厚さ別にみると密封初期から明らかに厚いフィルムほど増加が著しく高濃度となり、一定濃度に近づいた後も0.06mmは約9.0%、0.05mmは約7.5%、0.04mmは約6.0%、0.03mmは6.0~5.0%と厚いフィルムほど CO_2 濃度を高く保持していた。



第7図 ポリエチレンフィルムの厚さとガス組成の変化 (品種 ゴールデンデリシヤス)

スターキングデリシヤスは第8図のとおり、ゴールドンと同じ傾向を示したが、ゴールドンに比較すると O_2 はわずかに早く最低濃度となり、平衡状態以後も低 O_2 で経過している。 CO_2 は逆に急増し一定値に近づいた後は0.06mmで約8.0%、0.05mmで7.0~6.0%、0.04mmで6.0~5.0%、0.03mmは5.0%以下となりゴールドンより低い CO_2 濃度で保持経過した。



第8図 ポリエチレンフィルムの厚さとガス組成の変化 (品種 スターキングデリシヤス)

(2) 果実品質 (果色、減量、硬度、糖、酸度)

i) ゴールドンデリシヤス

果色は無包装果実のみ5Y%に近く黄色化した、フィルム包装区は果色の変化が少なく0.03mm区がわずかに7.5Y%で、他の厚いフィルム包装区は10Y%が多く採取時の果色とほとんど差はみられなかった。

減量は第6表のとおり、無包装果実が3.4%と多く、フィルム包装果実はすべて1%以下で果こう(梗)、果実とも萎びは全くなく外観は非常に良好である。

果肉硬度は採取時期と比較すると軟化した、特に無包装果実がもっとも軟化した。フィルム包装果実は2カ月および4カ月後調査でも第6、7表のとおり厚いフィルムほど硬度を保持している傾向がみられ、各年の平均値でも無包装果実が9.9ポンド、0.03mmは10.9ポンド、0.04mmは11.4ポンド、0.05mmは11.9ポンド、0.06mmは11.7ポンドで0.05mm区がもっとも果肉硬度を保持している。

第6表 ポリエチレンフィルムがゴールデンデリシヤスの貯蔵品質におよぼす影響

フィルムの厚さ (mm)	果 重 (g)	減 量 (%)	果肉硬度 (ポンド)	屈折計示度 (%)	リンゴ酸 (%)
無包装	304	3.4	9.6	14.0	0.327
0.03	293	0.3	10.7	13.9	0.431
0.04	288	0.6	11.3	13.8	0.456
0.05	309	0.6	11.8	13.9	0.469
0.06	295	0.8	11.1	13.9	0.432
採取 1968.10.20 調査 1969.2.20 貯蔵温度 0°C ± 0.5°C					

第7表 ポリエチレンフィルムがゴールデンデリシヤスの貯蔵品質におよぼす影響 (Ⅱ)

調査時期	フィルムの厚さ (mm)	果 重 (g)	果肉硬度 (ポンド)	屈折計示度 (%)	リンゴ酸 (%)
12月15日	無包装	264	9.4	13.4	0.488
	0.03	264	11.3	14.0	0.541
	0.04	269	11.8	13.4	0.507
	0.05	252	11.9	14.2	0.547
2月24日	無包装	260	9.8	13.6	0.440
	0.03	258	10.8	13.8	0.471
	0.04	271	10.5	13.4	0.490
	0.05	264	11.6	13.9	0.482
採取 1969.10.22 貯蔵温度 0°C ± 0.5°C					

糖度は屈折計によって測定したところポリエチレン袋の有無、フィルムの厚さによる差は認められなかった。

酸度はポリエチレン包装により保持しておりフィルム包装の効果がみられた。フィルムの厚さと減酸抑制効果の関係は、傾向としては薄いほど酸含量は低下する傾向がみられるが、余り明らかではなかった。

ii) スターキングデリシヤス

果実の外観はいずれも良好で、地色の変化は無包装果実のみわずかに黄変化のきざしが見られたが、フィルムの厚さには差は見られなかった。

減量は無包装区が3.7%と多く、フィルム包装果実の処理間には一定の傾向は見られなかった。

スターキングデリシヤスの果肉硬度は第8、9表のとおり厚いフィルムほど硬度を保持していることは明らかである。貯蔵4カ月後における3カ年の平均硬度は無包装区11.8ポンド、0.03mmは12.4ポンド、0.04mmは12.6ポンド、0.05mmは13.0ポンド、0.06mmは13.1ポンドと、厚いフィルムほどガス濃度が高く0.05mm～0.06mmがもっとも良好であった。

(3) 貯蔵障害

ゴールデンの貯蔵障害は腐敗果(茶星病も含む)、ヤケ病、果肉かっ変が主な障害である。貯蔵

第8表 ポリエチレンフィルムの厚さがスターキングデリシヤスの貯蔵品質に及ぼす影響

フィルム の厚さ (mm)	果 重 (g)	減 量 (%)	果肉硬度 (ポンド)	屈折計示度 (%)	リンゴ酸 (%)
無包装	281	3.7	11.7	12.3	0.252
0.03	298	0.5	12.1	12.4	0.313
0.04	291	0.9	12.5	12.6	0.291
0.05	295	0.6	12.6	12.3	0.282
0.06	299	0.7	12.7	12.6	0.277
採取 1968.10.16	調査	1969.2.20	貯蔵温度	0°C ± 0.5°C	

第9表 ポリエチレンフィルムがスターキングデリシヤスの貯蔵品質に及ぼす影響

調査時期	フィルム の厚さ (mm)	果重 (g)	果肉硬度 (ポンド)	屈折計示度 (%)	リンゴ酸 (%)
12月25日	無包装	270	11.3	12.3	0.302
	0.03	271	11.9	12.2	0.299
	0.04	295	12.0	12.3	0.301
	0.05	292	13.1	12.5	0.305
2月24日	無包装	274	11.8	12.4	0.236
	0.03	291	12.1	12.4	0.262
	0.04	281	12.3	12.3	0.294
	0.05	274	13.4	12.2	0.271
採収 1969.10.16 貯蔵温度 0°C±0.5°C					

障害の結果は1968年の調査を第10表に示した。腐敗果は軽微であったが、果肉かっ変は0.04mm区に2.8%、0.05mmに16.8%、0.06mm区がもっとも多く29.8%と、厚いフィルムほど多発することが明らかに認められた。他の年度においても発生が認められ、66年は0.05mmに13.6%、69年は0.05mmの12月調査で34.8%、2月調査で18.6%といずれも厚いフィルムに発生している。67年は果肉かっ変は認められないが、ガス障害と考えられる軽微な空どう（洞）障害が認められた。

さらに各年度を通して厚いフィルムの一部果実に異臭が感じられた。

第10表 ポリエチレンフィルムがリンゴ果実の貯蔵障害に及ぼす影響

品 種	フイルム の 厚 さ (mm)	調査果数 (果)	健全果率 (%)	障害果率 (%)		
				腐敗果	ヤケ病	果肉か っ 変
ゴールデン デリシヤス	無包装	177	98.8	1.2	0	0
	0.03	178	99.4	0.6	0	0
	0.04	187	97.0	0.6	0	2.8
	0.05	176	85.2	0	0	16.8
	0.06	171	70.2	0	0	29.8
スターキング デリシヤス	無包装	156	94.0	0.8	5.2	0
	0.03	175	97.1	0.5	2.6	0
	0.04	172	98.3	1.7	0	0
	0.05	184	98.5	1.5	0	0
	0.06	179	98.5	1.5	0	0
貯蔵温度	0°C ± 0.5°C	調査	1969.2.20			

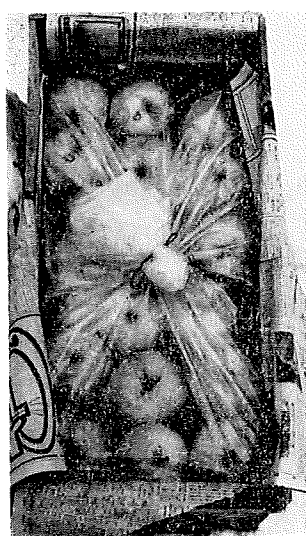
3. ポリエチレン袋の大きさと貯蔵品質

ポリエチレン袋の大きさは貯蔵品質、作業上などいろいろ関係するが、実用性を考慮して大袋と小売店まで継続効果をねらった小袋包装について検討した。

(1) 実験材料および方法

供試果実是有袋のゴールデンを用い、1964年10月22日に採取し、当日果実をそろえて各々密封包装を行なった。ポリエチレンは厚さ 0.05mm を使用し、大袋は $900\times 950\text{mm}$ 袋型フィルムを木箱の内側に入れ果実 15kg を封入した。小袋は $150\times 180\text{mm}$ の袋型フィルムに果実を1個封入し、木箱に54果ずつ詰めた後、普通貯蔵を行なった。(写真3参照)

調査は12月22日と1月20日の2回に分け調査方法はIに準じて行なった。



大袋区 (箱単位)



小袋区 (果実1個詰め)

写真3 ポリエチレン袋の大きさによる貯蔵方法

(2) 実験結果

果実の外観は、大袋に比較して小袋果実は果色の変化が著しく黄色に変わり、特に1月調査では果面が脂質となり老化がうかがわれた。果肉硬度は第11表のとおり小袋果実が軟化著しく大袋果実の1月調査と小袋果実の12月調査の果肉硬度はほぼ同一で、小袋区の鮮度保持効果の低いことを示している。貯蔵障害の一つである茶星は小袋果実に発生が多く、軟化を含めて小袋果実の貯蔵品質は著しく劣った。

第11表 ポリエチレン包装袋の大きさがゴールデンデリシャスの貯蔵品質に及ぼす影響

調査時期	ポリエチレン袋の 大きさ	平均重量 (g)	茶 星 (%)		果肉硬度 (kg/cm ²)	糖 分 (%)	りんご酸 (%)
			少	計			
12月22日	大 小 袋 袋	298.0	0	0	0.47	13.3	0.496
		308.5	0	0	0.35	12.2	0.415
1月20日	大 小 袋 袋	286.4	0	0	0.36	11.9	0.360
		281.5	35.0	50.0	0.25	12.0	0.362

4. 考 察

リンゴはガス貯蔵に好適な果実であり、この貯蔵性に関する研究は非常に多く、1930年頃から理論的裏づけがなされ、その後の研究結果によりガス貯蔵条件としてはO₂濃度2～3%、CO₂濃度2～5%で温度は0～4℃の時がもっとも良好な品質を保つことができると報告されている。

ポリエチレン包装は果実自体の初期の呼吸作用によって、袋内のO₂を減少させ、CO₂を増加しガス貯蔵と同様な効果が得られることが明らかになっている。

(1) 各種条件が袋内の空気組成に及ぼす影響

フィルムのガス透過性は厚さによって異なっており、O₂、CO₂ともわずかな差はあるが、0.02mmに対して0.05mmで約1/2、0.1mmで1/4程度に減少し、フィルムの厚いほど透過性は悪く、袋内のガス保持率は高くなっている。

フィルムの厚さとガス濃度差についてはHardenburgら(12)、岡本ら(28)の報告で述べているが、フィルムの厚さに応じて一定期間後にはフィルム特有のガス透過性をもつことからCO₂は外部に拡散して、フィルム内のガス濃度は一定値を保つようになる。

本実験における冷温貯蔵の袋内O₂濃度はフィルムの厚いほど低濃度で密封10日頃から一定値に近づき0.04～0.06mmでは2～5%の範囲を保持し理想的な濃度に近い。CO₂濃度は逆にフィルムの厚いほど高濃度で、密封1週間頃から一定値に近づき0.06mmがもっとも高濃度で8～9%、0.02mmでも5～6%と、いずれの厚さにおいても理想的な濃度を上廻っている。

フィルムの大きさとガス濃度に関しては小袋区が一個詰で空気組成を分析できなかったが、果実重量当たりフィルムの表面積が異なることから大袋ほどCO₂濃度は高く、O₂濃度は低く保持しているものと考えられる。

貯蔵温度との関係はRyallら(31)、岡本ら(28)の報告で述べているのと同じように貯蔵温度のいかにかわらず同じ厚さのフィルムについては一定期間後には袋内のガス濃度はほぼ一定値に近づいている。ただし、両氏らの調査は2～4週間後から調査を開始しているが、本実験は密封2～4日後から調査した結果、密封初期における常温と冷温の比較をすると温度条件差が明らかに認められ、温度の高い常温区は一時的に著しく高濃度となり温度によって影響されていることが確かである。この点については、後述する果肉から変障害が封入後10日位で発生することが認められており、初期の極端な低O₂、過剰CO₂による障害の危険性は無視することはできない。

さらに、 CO_2 濃度は外部に拡散して一定濃度に達し平衡を保つことから、袋の外気組成の CO_2 濃度が異なると当然袋内 CO_2 濃度にも影響されることも明らかである。

(2) フィルムの厚さおよび大きさが鮮度保持に及ぼす影響

ポリエチレン包装による効果は主に CO_2 濃度によって決定されるといわれている。ポリエチレンの厚さに関してはHardenburgら(12)有馬ら(4)岡本ら(28)の報告がある。有馬はリンゴ(紅玉)について厚さ0.03~0.10mmの4段階について常温貯蔵した結果、厚いフィルムほど明らかに硬度を保持したと述べている。岡本らはリンゴ(国光)を用いて厚さと温度条件を組み合わせで行なったが、フィルムの厚さと果肉硬度の間には余り明瞭な差異は見られなかったことを報告している。

本実験のスターキングデリシャスはフィルムの厚いほど果肉硬度を保持し、肉質も新鮮で歯ざわりも良好で、ポリエチレンフィルムの厚さは0.05mmが理想的と考えられる。ゴールデンは果肉かっ変の著しい0.06mmを除いては厚いフィルムほど果肉硬度を保持していた。けれども0.04mm以上のフィルムには年によって果肉かっ変障害の発生が認められている。この障害発生果実は商品性を欠くため安全圏を考慮すると0.03mmのフィルムが適正ということになる。しかし、0.03mmでは果肉硬度の保持効果が劣るため今後は厚いフィルム内の CO_2 濃度を調節できる方法について検討したい。

フィルム包装単位の大きさと鮮度保持の関係は大袋が果実重量当たりフィルムの表面積が小さくガス透過面積が少ないため早期にガス貯蔵の状態に空気組成が変化し、呼吸作用を抑制する結果、果肉硬度を保持し、食味も良好であったものと考えられる。ポリエチレン包装を実施する場合の実用性を考慮しても採収直後に包装することが鮮度を低下させないことであり、作業上からみても箱単位の大袋が望ましい。

(3) フィルムの厚さが貯蔵障害に及ぼす影響

貯蔵病害である青かび、灰色かびによる腐敗はフィルム包装によって減少したが、フィルムの薄いものでは抑制効果が劣っている。また、フィルム包装による直接的障害としてはゴールデンに果肉かっ変の発生が見られている。この障害はゴールデン以外の紅玉、レッドゴールド、ふじ、国光などの品種にも発生している。しかし、スターキングデリシャスは全く発生が認められないことは品種間差異の存在するものと思われる。果肉かっ変の発生原因については明らかではないが、フィルムの厚い高 CO_2 下のかっ変障害であることから CO_2 過剰障害と推察される。

さらに、一部果実に異臭が感じられたことは、袋内の O_2 欠乏によって果実は分子間呼吸をし、それによって発酵臭を生じたものと考えられる。

Ⅳ. ポリエチレン包装貯蔵における消石灰の封入量が果肉かっ変および鮮度に及ぼす影響

リンゴ果実を厚いポリエチレンフィルムで密封し低温貯蔵すると、鮮度保持の点で優れた効果が認められる。反面、ゴールデンは CO_2 障害と推察される果肉かっ変が認められ商品性を失うことがある。ポリエチレン包装では袋内に CO_2 が蓄積し、 O_2 が不足することが利点でもあり欠点とも

なっている。この点を改良するには袋内に消石灰を入れて過剰な CO_2 を吸収する方法とパーホレートしたフィルムを用いる方法がある。本試験は消石灰による CO_2 の吸収により果肉かっ変の防止法について検討した。

1. 各種ガス吸着剤の封入が果肉かっ変防止に対する効果

フィルム貯蔵中における果肉のかっ変障害は CO_2 過剰などによって誘発される恐れがあるので果実の鮮度保持効果を低下させることなく、障害を完全に防止できるガス吸着剤を検索する。

(1) 実験材料および方法

供試果実はゴールデン、国光、ふじを用い、採取当日にガス吸着剤（紙袋封入）をガス透過性の少ないデシケーターあるいは0.07～0.08mmの厚いポリエチレンフィルムに密封して常温貯蔵を行なった。1964～68年までに検討したガス吸着剤と1箱当たり封入量は次のとおりである。

品 名	1箱当たり封入量				
アルミノ硅酸ゼオライト	50 g	100 g	300 g		
ゼオライト	100 g	200 g	300 g		
ゼオライトーS	100 g	250 g	500 g		
ゼオライトーSS	100 g	250 g	500 g		
ゼオライトーSSS	100 g	250 g	500 g		
活性炭（粒状）	150 g	300 g	500 g		
活性炭（粉状）	250 g				
消石灰	50 g	100 g	150 g	200 g	300 g
酸性白土	500 g				
パーライト	500 g				
硅藻土	500 g				
タルク	500 g				
木炭	500 g				
モレキュライト4P	100 g	250 g	500 g		

調査は密封後1カ月以上経過してから開封し、全果実を切断して果肉かっ変障害の発現を調査した。

(2) 実験結果

ガス吸着剤14種類について箱当たり封入量別に32処理を反覆検討した結果、消石灰、活性炭（粉末）およびゼオライト500gの一部に効果が認められた。さらに反覆試験を実施した結果、袋内の CO_2 濃度の低い消石灰区のみ完全に防止効果が認められた。

2. 消石灰の封入量が果肉かっ変および鮮度保持に及ぼす影響

果肉かっ変は炭酸ガス障害と考えられ、消石灰によって防止できることが明らかになったので、さらに果肉かっ変防止と鮮度保持の相互に及ぼす影響を明らかにして適正な封入量を決定する。

(1) 実験材料および方法

供試果実はゴールデンおよびスターキングデリシャスの無袋果実を用い1969、70年の2年間にわ

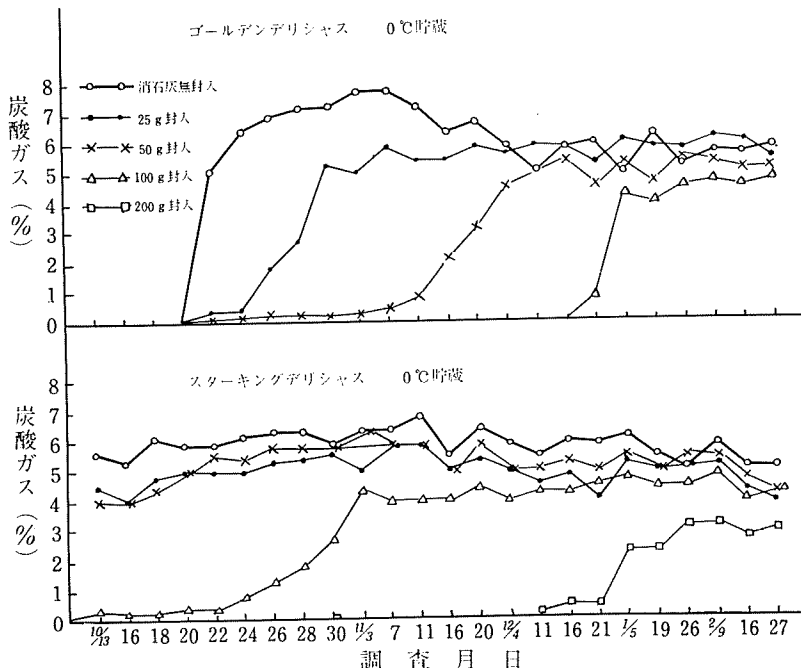
たって実施した。採取はゴールデンデリシャスが10月22日と10月20日、スターキングデリシャスは10月15日と10月11日に行ない当日処理した。包装は厚さ 0.05mm 、大きさ $900\times 950\text{mm}$ 袋型のポリエチレンフィルムを木箱の内側に入れ、果実は大きさおよび果色をそろえた果実 15kg を詰め、最上段に新聞紙を敷き、その上に消石灰（紙袋封入）を入れて密封した。消石灰は市販の製品を購入し、封入量は1箱当たり 25g 、 50g 、 100g 、 200g （70年のみ実施）と無封入を設け1区3反覆で $0^{\circ}\text{C}\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ の冷蔵庫に入庫した。

調査は袋内空気組成の推移を確かめるために注射器で1回 20ml ずつ採取し、継続的にガスクロマトグラフィーによって分析測定した。果実調査は69年12月25日と翌年2月25日の2回、70年は3月1日に開封して果肉から変障害および果実品質について前記方法に準じて行なった。

(2) 実験結果

(1) 消石灰の封入量による袋内 CO_2 および O_2 の推移

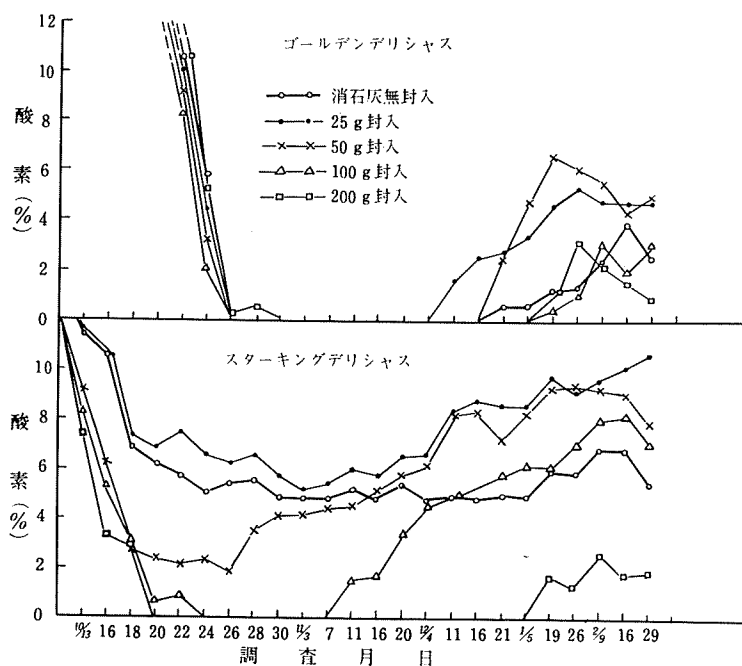
空気組成の推移は兩年ともほぼ同じ傾向を示しており、調査回数の多い1970年の結果を示した。 CO_2 の推移は第9図のとおり、ゴールデンは消石灰の封入量の差が明らかで CO_2 の吸着効果が認められる。無封入区は密封後前記の結果と同じように急増しているが、封入区は急増が遅れその差は 25g で約5日、 50g で20日、 100g では2カ月、 200g では実に4カ月間殆ど無 CO_2 状態で経過している。さらに 200g を除いた封入区の平衡状態における CO_2 は4～6%と貯蔵条件からみて望ましい濃度となっている。



第9図 リンゴのポリエチレン貯蔵における消石灰の封入量と袋内の CO_2 濃度の推移

スターキングデリシャスの CO_2 濃度はゴールデンと多少異なり、無封入とともに25g、50g区もほぼ同時に急増している。100gではじめて CO_2 吸着の効果がみられ10日後から漸増している。期間中の平均濃度は無封入区を除けば4～6%で経過している。しかし、200g区は2ヵ月後から漸増して約3%で平衡状態となった。

O_2 の推移については第10図のとおり、ゴールデンはいずれの区も急激な減少を示し、その後約1ヵ月間は無 O_2 状態で経過して再び上昇している。スターキングデリシャスも消石灰の封入量が多い100g、200g区は同じように長い無 O_2 期間が継続している。全体的な O_2 濃度はゴールデンに比較して高い濃度を示しているが、平衡状態がなく O_2 の平均濃度は決定し難い推移を示した。



第10図 リンゴのポリエチレン貯蔵における消石灰の封入量と袋内の O_2 濃度の推移

(2) 消石灰の封入量による果肉かっ変の防止効果

結果は第12～14表のとおり果肉かっ変障害の発生はゴールデンのみでスターキングデリシャスは2カ年とも全くみられなかった。ゴールデンの果肉かっ変は2カ年とも消石灰の無封入区は18.6～34.8%発生したが、消石灰封入量のもっとも少量である25gも4.5～12.1%の比率で発生している。しかし、50g以上の各区にはかっ変障害は全くみられなかった。

第12表 ゴールデンデリシヤスのポリエチレン包装貯蔵における消石灰の封入量が貯蔵品質、障害に及ぼす影響

調査月日	消石灰封入量 (g)		果 重 (g)	果肉硬度 (ポンド)	屈折計示度 (%)	リンゴ酸 (%)	果肉かつ変 (%)
12月25日	無包装	0	264	9.4	13.4	0.488	0
	P	0	252	11.9	14.2	0.547	34.8
	P	25	248	13.0	13.7	0.498	0
	P	50	264	12.5	13.4	0.551	0
	P	100	259	11.9	13.4	0.531	0
2月25日	無包装	0	260	9.8	14.6	0.440	0
	P	0	264	11.6	13.9	0.482	18.6
	P	25	255	12.1	13.0	0.481	12.1
	P	50	249	12.4	13.1	0.512	0
	P	100	274	11.7	13.3	0.522	0

P…ポリエチレン包装0.05mm 採収 1962.10.22 貯蔵温度 0°±0.5°C

第13表 スターキングデリシヤスのポリエチレン包装貯蔵における消石灰の封入量が貯蔵品質に及ぼす影響

調査月日	消石灰封入量 (g)	果 重 (g)	果肉硬度 (ポンド)	屈折計示度 (%)	リンゴ酸 (%)	果肉かつ変 (%)	
12月25日	無包装	0	270	11.3	12.3	0.302	0
	P	0	292	13.1	12.5	0.305	0
	P	25	323	13.3	12.2	0.328	0
	P	50	322	13.1	12.6	0.301	0
	P	100	319	13.2	12.8	0.342	0
2月25日	無包装	0	274	11.8	12.4	0.236	0
	P	0	284	13.4	12.2	0.271	0
	P	25	286	13.2	12.2	0.261	0
	P	50	275	12.7	12.6	0.299	0
	P	100	282	13.5	12.1	0.293	0

P…ポリエチレン包装0.05mm 採収 1969.10.15 貯蔵温度 0°±0.5°C

第14表 リンゴのポリエチレン包装貯蔵における消石灰の封入量が果肉かつ変、鮮度保持に及ぼす影響

品種	消石灰封入量 (g)	果 重 (g)	果肉硬度 (ポンド)	屈折計示度 (%)	りんご酸 (%)	P H	果肉かつ変 (%)
ゴールデン デン	無封入	280.8	13.2	14.6	0.45	3.46	20.0
	25	273.9	13.1	14.5	0.47	3.42	4.5
	50	275.4	13.7	14.5	0.46	3.41	0
	100	283.0	12.8	14.5	0.45	3.45	0
	200	273.4	13.2	14.3	0.47	3.43	0
スター キング グ	無封入	286.5	12.0	12.6	0.23	3.85	0
	25	290.8	12.1	12.4	0.24	3.84	0
	50	277.3	13.0	12.6	0.25	3.83	0
	100	292.0	12.1	13.0	0.24	3.87	0
	200	289.2	13.0	13.0	0.24	3.85	0

ポリエチレンフィルム0.05mm 貯蔵温度 0°±0.5°C 調査 1971.3.1

(3) 消石灰の封入量が品質に及ぼす影響

ゴールデンおよびスターキングデリシャスの品質については第12～14表のとおりである。消石灰を封入して CO_2 を吸収することによってフィルム内の CO_2 濃度が低下し、鮮度保持効果に影響することを懸念したが、両品種とも対照の無封入区に比較して果肉硬度の軟化したものはなく、リンゴ酸含量の差も認められなかった。

3. 果肉かっ変障害に対する温度条件と消石灰封入量の相互影響

CO_2 は消石灰によって吸収できるが、果実の呼吸量によって消石灰の封入量が異なる。袋内の CO_2 濃度も密封初期の温度によって左右されることから、多少異常な温度条件下でも安全に果肉かっ変を防止できるような封入量の検討が必要である。

(1) 実験材料および方法

供試果実はゴールデンを用い、1970年10月20日に採取し、厚さ0.07mm、大きさ900×950mm袋型ポリエチレンフィルムを木箱の内側に入れ、果実約15kgを詰めて最上段に新聞紙と消石灰を入れて密封した。消石灰は市販の製品を購入し、封入量は1箱当たり50g、100g、200gと無包装に区分し温度条件は0℃、5℃、15℃で15日間貯蔵し、その後は0℃に移行した3段階を相互に組み合わせて検討した。

調査は袋内の空気組成の変化を観察するため注射器で1日20mlずつ継続的に採取し、ガスクロマトグラフィーによって測定した。果実調査は3月1日開封し全果実を切断して果肉かっ変の発現を調査した。

(2) 実験結果

温度条件と消石灰の封入量を異にした場合の袋内空気組成は第15表に示した。 CO_2 濃度は密封初期に高温の場合は呼吸が旺盛で CO_2 の排出量が多いため消石灰による吸収能力が短期間に失われて袋内の CO_2 は漸増する。貯蔵温度の低い0℃、5℃区では消石灰の封入量が多いほど漸増する時期が遅れている結果が明らかである。

O_2 濃度は一定の傾向は認められず、15℃→0℃区は後半より漸増し、5℃区は全期間無 O_2 状態であった。0℃区は無封入区と200g区がいずれも10%以上の濃度で経過したが、その原因は不明である。

果肉かっ変障害はいずれの温度でも消石灰の無封入区は53.2～100%発現し、さらにフィルムが0.07mmと厚い関係から50g封入区もすべての温度条件で6.0～13.3%の発現が認められた。消石灰の封入量の多い100～200gでも温度が高い場合は発現の危険性を示している。(第16表)

第15表 ゴールデンデリシヤスのポリエチレン貯蔵における温度条件、消石灰の封入量とO₂およびCO₂の変化

空気組成	貯蔵温度	消石灰封入量(g)	10/24	28	11/1	5	11	16	20	12/4	1/5	2/9	2/27
酸素濃度(%)	0°C	0	14.7	13.0	11.7	10.0	10.1	10.8	10.7	12.5	11.6	13.8	12.7
		50	12.5	6.9	0	0	0	0	0	0	2.4	0	0
		100	13.3	7.0	0	0	0	0	0	0	2.9	7.3	9.2
		200	12.0	10.1	10.9	9.4	9.4	8.6	9.6	—	13.8	14.6	15.6
	5°C	0	10.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		50	9.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		100	8.5	0	0	0	0	0	0	0	1.5	4.3	—
		200	9.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0.4	0
	15°C 15日間 ↓ 0°C	0	1.5	0.3	0	0	2.0	2.7	3.8	2.7	—	1.5	1.9
		50	2.8	0	0.5	0	0.5	0	0.1	5.5	4.2	—	1.4
		100	1.6	0.3	0	0	1.3	1.6	3.1	9.7	10.2	7.6	6.1
		200	5.6	1.2	0	0.1	7.4	10.0	9.6	—	11.2	13.6	12.3
炭酸ガス濃度(%)	0°C	0	3.6	5.0	6.0	6.3	7.2	7.3	6.8	6.3	6.5	6.1	5.5
		50	0	0	0.6	0.4	2.7	4.0	5.1	6.8	6.2	6.6	6.5
		100	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0	5.7
		200	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0.4	1.6	3.9
	5°C	0	7.0	10.0	13.5	12.2	11.3	11.5	12.8	11.7	9.2	8.6	8.2
		50	0.8	0.9	0.8	3.1	7.2	8.6	10.8	9.9	7.0	6.6	7.1
		100	0.2	0.2	0.1	0	0.4	0.8	1.2	5.4	6.5	6.3	7.5
		200	0	0	0	0	0	0	0	0	6.2	7.7	8.5
	15°C 15日間 ↓ 0°C	0	13.2	15.8	20.2	19.0	11.7	10.4	10.2	7.7	6.2	6.1	6.0
		50	1.3	7.7	15.9	16.5	11.3	9.5	9.0	6.3	5.1	7.0	6.0
		100	0.8	1.3	9.0	16.3	10.8	9.0	8.0	5.9	6.2	4.9	5.0
		200	0.2	0.2	0.2	0.9	0.4	0.2	0.3	4.2	5.5	6.6	6.2

採取 1970.10.20 当日密封 ポリエチレンフィルム 0.07mm

第16表 ゴールデンデリシヤスのポリエチレン貯蔵における温度条件、消石灰の封入量と果肉かつ変の発生

貯蔵温度	0°C		5°C		15°C(15日間)→0°C	
消石灰封入量	調査果数	果肉かつ変障害(%)	調査果数	果肉かつ変障害(%)	調査果数	果肉かつ変障害(%)
無封入	174	53.2	169	100.0	65	100.0
50g	171	6.0	162	11.0	60	13.3
100g	170	0	168	3.0	60	5.0
200g	168	0	159	1.3	63	1.6

採取 1970.10.20 ポリエチレンフィルム 0.07mm 調査 1971.3.1

4. 考 察

高炭酸ガス下のかつ変障害に関する報告は多いが、不明な点が多い。かつ変の症状について梶浦(16)は2種類のかつ変が見られるとし、①心皮組織中央より発生するかつ変は境界が明瞭で、果心内に拡大するが、果肉に拡大すると外周はおうとつが著しい。②果実の肩に境界のおうとつが著しい濃かつ変部があると述べている。

本実験のかつ変は写真2に示したとおり、果実の肩の部分に近い果肉中央部にはじまることが多

く、かっ変部は表皮下にわずかに健全部を残して発生するが、果心部の発生は特に著しい被害果以外は少なかった。かっ変部の境界は比較的明瞭で濃かっ色を呈している。外観からの判定は困難であるけれども、著しい被害果は弾力を生ずる。

果肉かっ変の発現する時期は高い CO_2 条件では10日後位から認められ、その後急増する傾向は明らかである。Faustら(8)は高温ほど発生しやすく、かっ変部が乾燥して空洞を生ずることも挙げている。また、果肉かっ変の発生する原因については明らかでないが、 CO_2 濃度と果肉かっ変の発生関係については梶浦(16)は主として CO_2 20%区に見られ、5、10%区の一部にも軽い症状が見られたと報告している。本実験では袋内 CO_2 濃度が10%以上で著しいかっ変が発生し、6%以上に増加した区にも軽微であるが発生が認められている。さらに消石灰のような CO_2 吸収剤によって防止できることから推察すると、炭酸ガスの過剰障害と考えられる。

したがって過剰な CO_2 を何かの方法によって除去できれば袋内の CO_2 濃度を一定にすることができ、その結果果肉かっ変障害を防止できることになる。ポリエチレン袋内の空気組成の調節に関してはEaves(7)は新鮮な消石灰と塩化Ca、さらにポリエチレンに穴をあけることによって CO_2 と過剰な水分を調節し、 O_2 を補充することによってフィルム内の空気組成を一定に保持できたと報告している。その後、Hardenburg(14)はリンゴなどと共に消石灰を封入しフィルム内の CO_2 の調節を試みている。その結果、リンゴ果実1ブッシュル当たり消石灰を $\frac{1}{2}$ ポンド封入することによって2~3カ月間1%またはそれ以下に保つことができ、消石灰を1ポンド封入することによって5~6カ月間 CO_2 は1%以下であったと述べている。

本実験においても適量の消石灰を封入することにより密封直後の CO_2 急増を制御していることは明らかである。ゴールデンの場合は果実15kg当たり消石灰50gを封入すると20日、100g封入した場合は2カ月間 CO_2 1%以下に保持することが実証され、その後も4~5%と理想的な濃度範囲で経過している。袋内の CO_2 濃度を調節するために消石灰を封入することにより内部かっ変を防止し鮮度を十分期待できることは、これまでの報告と一致した。

鮮度保持に対する消石灰の封入量についてはHardenburg(14)の成績によると消石灰を封入しても、少なくとも果肉硬度には差がみられなかった。消石灰の封入によって CO_2 濃度を低下させることは、ガス貯蔵の理論からは軟化の可能性も十分考えられるが、果実15kg当たり200g以下では全く影響はみられなかった。しかし、ガス吸着剤の検索時に行なった消石灰300g封入した果実は軟化が認められているので、過剰量の封入は危険性を伴うことになる。

消石灰の封入量を決定する際、二つの考え方がある。一つは密封直後の著しい呼吸により CO_2 が増加するけれども、この初期急増期の過剰 CO_2 のみ吸収させる補助的使用であるか、他の一つは急増期以後も含めて積極的に CO_2 を低濃度で維持できるだけの封入量で決定するかによって異なる。著者らは後者の考え方を主体に、密封初期に温度条件が異なって呼吸量が増しても必ず過剰な CO_2 を蓄積させないためにも封入量にはゆとりを持たせることが大切である。

以上のことから0.05mmのポリエチレンフィルムを使用する場合ゴールデンに対する消石灰の封入量は果実15kg当たり消石灰100gが適量と考えられる。ただし、早期に果温を低下させるように管理するとともに消石灰は一般に市販されているものを利用するが、できるだけ新鮮な消石灰（年度の新しい）を用いることがCO₂吸収量を多くする。逆に新鮮でなければ吸収力が低下して役立たないこともあるから注意が必要である。

V. ポリエチレン冷蔵果実の開封後の品質変化

リンゴ果実はポリエチレン包装冷蔵することによって、その品質は長期間保持される。しかし、開封後は果実周囲の環境が変わるために開封後急激に品質変化を起こすか否かを把握しておくことは実用上大切なことである。

1. 実験材料および方法

供試果実はゴールデンとスターキングデリシヤスを用い、冷蔵区は裸実のまま箱詰、ポリエチレン冷蔵区はゴールデンが0.04mm、スターキングデリシヤスは0.05mmのフィルムに密封、ポリエチレン冷蔵消石灰封入区は両品種とも0.05mmのフィルムを使用し、消石灰50gをクラフト紙袋に詰めて果実の最上段に入れ、フィルムを密封して直ちに0°C±0.5°Cの冷蔵庫に入庫した。

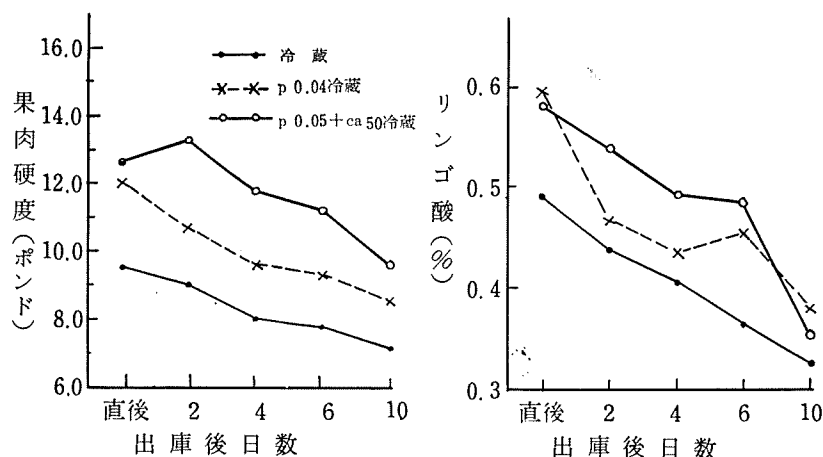
調査は12月と2月の2回に分けて開封し、各調査果実を20°C恒温槽の中に置き10日後まで5回にわたって品質を測定した。

さらに消費地東京における輸送後の品質を調査するため、1969年産果実は翌2月20日に開封し直ちに発送した。3月2日と11日の2回、日本園芸農業協同組合連合会の協力によって日園連、荷受会社、仲買人などによって官能検査を行なった。その評価は鮮度のみに限定し、非常に良好（10点）～非常に悪い（2点）まで5段階に分けて採点を行なった。

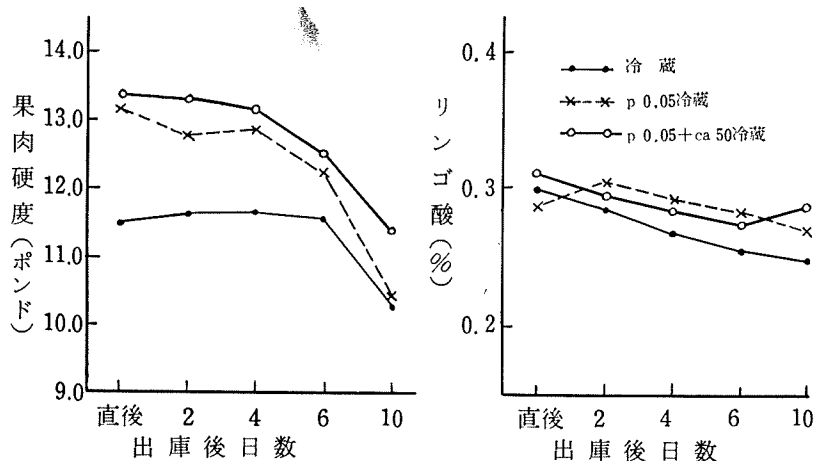
1970年産果実は翌2月1日、3月5日、3月24日の3回、同様に官能検査を行なった。項目は外觀、果実硬度、食味、商品性に分け、各項目について、①よい（10点）②普通（6点）③悪い（2点）に区分し、得点に判定人数を乗じて平均値を算出し指数で示した。

2. 実験結果

開封後の品質変化は店頭に陳列した場合と同じようにやや高温の20°Cで10日間調査を行なった。結果は第11、12図に示したとおりで、両品種とも時間の経過に伴って果肉硬度、リンゴ酸とも低下している。果実の鮮度を代表する果肉硬度で比較するとゴールデン、スターキングデリシヤスともポリエチレン包装果実は環境の変化にもかかわらず急激な変質はまったくみられなかった。ゴールデンは冷蔵果実に比べて10日後でも明らかに果肉硬度差は認められ縮小されることはなかった。スターキングデリシヤスも同様な傾向が認められたが、その差は6日後まで明らかで10日後調査では著しく軟化し差はほとんどなかった。両品種とも消石灰封入区は他区に比して優れた貯蔵性を示している。



第11図 ポリエチレン冷蔵果実の出庫後の品質変化 (品種 ゴールデン)



第12図 ポリエチレン冷蔵果実の出庫後の品質変化 (品種 スターキング)

消費地における品質調査は第17表に示した。鮮度指数で比較すると、ゴールデンの第1回調査はポリ冷蔵が9.0と非常に良好に集中し、普通冷蔵は6.0とやや良好に集中した。第2回はポリ冷蔵が少し分散したが、その差は明らかに認められた。スターキングデリシヤスも開封20日後でも差は認められている。

第17表 ポリエチレン冷蔵果実の消費地における品質評価 (I)

果実の鮮度	第1回調査				第2回調査			
	ゴールデン		スターキング		ゴールデン		スターキング	
	普通冷	ポリ冷	普通冷	ポリ冷	普通冷	ポリ冷	普通冷	ポリ冷
非常に良好 (10点)	1	10	1	10	1	5		
良好 (8点)	1	4	8	6	1	4		9
やや良好 (6点)	11	2	7	1		2	10	4
悪い (4点)	3				11	2	3	
非常に悪い (2点)								
平均点	6.0	9.0	6.7	9.1	4.6	7.1	5.3	7.3

1970年産果実の結果は第18表の通りである。ゴールドデンは鮮度指数でみると特に果肉硬度は各調査時期とも硬く有意な差が認められている。スターキングデリシヤスは2月1日調査では各項目に有意な差がみられたが、その後の調査では顕著でなかった。しかし、開封後著しい品質変化はなかった。

第18表 ポリエチレン冷蔵果実の消費地における品質評価(Ⅱ)

ゴールドデンデリシヤス

試食月日	項 目	外 観		果肉 硬 度		食 味		商 品 性		判定人数
		普通冷	ポリ冷	普通冷	ポリ冷	普通冷	ポリ冷	普通冷	ポリ冷	
2月1日	指 有 意 性	4.0	6.3	2.0	9.2	4.5	8.5	2.6	8.8	10~13人
		※		※※※		※※※		※※※		
3月5日	指 有 意 性	8.8	6.9	4.3	8.0	8.0	8.3	7.1	7.7	13~14人
		※		※※※		N S		N S		
3月24日	指 有 意 性	7.9	6.2	3.3	7.6	6.3	7.8	5.5	7.3	15~17人
		※		※※※		§		§		

スターキングデリシヤス

2月1日	指 有 意 性	7.2	10.0	4.5	9.1	4.8	7.8	5.1	8.8	10~13人
		※※※		※※※		※※		※※		
3月5日	指 有 意 性	8.3	8.3	6.3	7.1	7.7	7.4	6.9	8.3	13~14人
		N S		N S		N S		※		
3月24日	指 有 意 性	7.2	7.7	5.5	7.5	4.5	6.0	6.3	6.5	15~17人
		N S		§		§		N S		

調査は日園連で実施した

有意性は ※※※ 0.1%レベルで有意、※※ 1%レベルで有意、※ 5%レベルで有意

§ 20%レベルで有意

3. 考 察

品質変化の基本となるものは、リンゴ果実の生体代謝の指標となる炭酸ガスの排出量、すなわち呼吸量の変化である。開封後の呼吸量については邸田ら(23)が調査している。その結果は開封直後に呼吸量が一時増大し、その後比較的安定した呼吸状態を示すことから、ポリエチレン封入中における呼吸作用になんらかの影響を与えていることがうかがわれると述べている。冷蔵果実については松本は出庫後における呼吸作用の変調は、早いものは4~5日、おそければ7~10日かかることを報告している。この点についてもポリエチレン包装の有利性が示されている。

開封後の果肉硬度についてはHardenburg(10)はゴールドデンを開封後70°F 40~50%の湿度で6日間置き販売期間を考慮したが、ポリエチレン包装果実は無包装に比較して果肉硬度を保持している。本実験でもポリエチレン冷蔵果実と冷蔵果実は同じ傾向で軟化するが、ポリエチレン冷蔵果実が硬く鮮度保持期間の長いことを示している。さらに、開封後、消費地に送り調査した結果も鮮度保持の差が認められ、貯蔵効果が消費地まで届いていることは貯蔵目的を果たしていることになるし、実用的にも十分可能性が期待できる。

なお、ポリエチレンフィルムの年次別販売量は、秋田県南部だけでも毎年、平均2万枚程度使用されている。

ポリエチレンフィルムの販売数量 (秋田県果樹協会取扱量)

年次	販売枚数	年次	販売枚数
1963	7,528	1969	27,777
1964	22,400	1970	14,016
1965	41,020	1971	8,000
1966	23,457	1972	21,700
1967	5,294	1973	30,000
1968	30,144	1974	13,100

Ⅵ. 摘 要

本研究はリンゴ果実のポリエチレン包装による鮮度の保持を主体に、フィルムの厚さ、大きさの決定、フィルム包装によるガス障害とその防止法、開封後の品質変化について1962～70年に行なった調査および研究結果を取りまとめたものである。

1. リンゴ果実の鮮度保持に及ぼすポリエチレン包装の効果はきわめて顕著で、減量の抑制、果色変化の抑制、果肉硬度の保持、酸含量の損失防止など鮮度保持効果が明らかで、特に冷温貯蔵と併用することによって、さらに効果が向上し、かつ安定する。

2. ポリエチレン袋内の O_2 および CO_2 の推移は封入直後の数日は温度に影響されて空気組成が著しく変化するが、一定期間後は温度に影響されことなく一定値の濃度で平衡状態になることが明らかとなった。

3. フィルムの厚さによって袋内 O_2 および CO_2 の組成が異なり、薄いフィルムは鮮度の保持効果が劣り、逆に厚いフィルムは果肉の軟化を抑制する効果は大きい。ゴールデンデリシャスは果肉にかっ変障害の発生がみられ、最適の厚さは0.05mmであった。

4. ポリエチレン容器の比較では大きな容器は小さな容器よりも明らかに鮮度の保持に効果があった。実用的にはリンゴ木箱の内装袋が理想的である。

5. 果肉のかっ変障害の発生は袋内 CO_2 濃度が密封直後の急増期では10%以上、平衡状態以後は6%以上の際に危険性を伴う。果肉かっ変の発生原因は CO_2 の過剰障害と推察される。

6. 果肉のかっ変障害はポリエチレン袋内に適量の消石灰を封入することにより過剰な CO_2 を吸収しかっ変を防止することができた。消石灰の適量はポリエチレン0.05mmの厚さでは果実15kgに対して消石灰100gである。

7. 袋内に消石灰を封入することにより、袋内の CO_2 および O_2 が一定期間著しく低濃度となるが鮮度保持効果は劣らなかった。

8. 開封後の品質変化は普通冷蔵に比較して20°C10日間放置並びに開封20日後の消費地(東京)における官能検査でも包装の効果が持続されている。

9. ポリエチレンフィルム of 年次別販売量 (果樹協会調) は秋田県南部だけでも毎年、平均20,000枚程度使用されている。

Ⅶ. 引 用 文 献

1. 秋田県果樹試験場業務報告 1962~1970. 第6巻~14巻.
2. Anderson, R. E. 1967. Experimental storage of eastern-grown 'Delicious' apples in various controlled atmospheres. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 91; 810-820.
3. 浅見与七 1935. 園芸生産物の瓦斯貯蔵 農及園 10 (1); 277~288.
4. 有馬昭三、東城喜久 1960. ポリエチレン袋などによるリンゴの貯蔵効果について. 園芸学会発表要旨 (35年春)
5. — 1960. ポリエチレン袋のリンゴ貯蔵. 果実日本 15 (9); 34-36.
6. Blanpied, G. D., and R. M. Smock. 1961. Two factorial experiments on controlled atmosphere storage of McIntosh apples. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 78; 35-42.
7. Eaves, C. A. 1960. A modified-atmosphere system for packages of stored fruit. J. Hort. Sci. 35 (2); 110-117.
8. Faust, M., C. B. Shear, and M. W. Williams. 1969. Disorder of carbohydrate metabolism of apples. Bot. Rev. 35; 168-194.
9. 原田順厚、小山内たか、岡本辰夫 1967. リンゴ果実のControlled Atmosphere (CA) 貯蔵に関する研究 (第6報) 弘大農報 13; 7-13.
10. Hardenburg, R. E. 1956. Polyethylene film box liners for reducing weight losses and shriveling of Golden Delicious apples in storage. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 67; 82-90.
11. ——— and H. W. Siegelman. 1957. Effect of polyethylene box liners on scald, firmness, weight loss, and decay of stored Eastern apples. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 69; 75-83.
12. ——— and R. E. Anderson. 1959. Evaluation of polyethylene box liners and diphenylamine for storage of apples. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 73; 57-70.
13. ——— and ——— 1963. A comparison of polyethylene liners and covers for storage of Golden Delicious apples. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 82; 77-82.
14. ——— 1963. Controlling carbon dioxide concentration within sealed polyethylene-lined boxes of apples, oranges, and lettuce with hydrated lime inserts. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 82; 83-91.
15. 薮花雄. 1971. CA貯蔵リンゴの出庫後における取扱と品質変化. 農及園 46 (7); 43-47.
16. 梶浦一郎 1972. 果実に及ぼすガス濃度の影響 (第6報) 園学雑. 41 (3); 301-311.
17. ——— 1972. 果実に及ぼすガス濃度の影響 (第8報) 園芸学会発表要旨 (47年秋).
18. ——— 1972. 果実に及ぼすガス濃度の影響 (第9報) 園芸学会発表要旨 (47年秋).
19. 神戸和猛登 1966. ゴールデンデリシヤスりんごのポリ冷温貯蔵. 果実日本 21 (12); 22~24.
20. ———、久米靖穂 1968. リンゴのCA貯蔵における炭酸ガスと酸素の適正濃度について. 秋田県果樹業務報告 12; 123-126.
21. 今喜代治、神戸和猛登、明沢誠二、佐藤悦子. 1960. リンゴ「ゴールデンデリシヤス」の貯蔵に関する研究 (第1報) 園芸学会発表要旨 (35年春).
22. ——— 1960. ゴールデンデリシヤスの貯蔵. 果実日本. 15 (8); 28-34.
23. 邨田卓夫、蔡平里、緒方邦安 1961. ポリエチレン包装によるリンゴ果実の貯蔵に関する研究. 農産技研誌. 8; 138-144.

24. 岡本辰夫、原田順厚 1959. 貯蔵リンゴの生化学的研究. 農化 33 (9) ; 753-756.
25. ———、——— 1961. 貯蔵リンゴの生化学的研究 (第2報). 農化 35 (14) ; 1350-1354.
26. ——— 1961. 貯蔵リンゴの生化学的研究 (第3報). 農化 35 (14) ; 1355-1360.
27. ———、堀津圭佑、原田順厚 1961. リンゴ果実のポリエチレン袋による貯蔵について. 弘大農報 7 ; 23-28.
28. ———、———、——— 1962. リンゴ果実のポリエチレン袋による貯蔵について (第2報) 弘大農報 8 ; 29-38.
29. Porritt, S. W., and D. V. Fisher. 1959. Effect of maturity and postharvest treatment on color, firmness and flavor of Golden Delicious apples. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 74 ; 113-120.
30. Ryall, A. L., and M. Uota. 1955. Effects of sealed polyethylene box liners on the storage life of Watsonville Yellow Newtown apples. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 65 ; 203-210.
31. ——— and ——— 1957. Further studies with sealed polyethylene liners for Pajoro Valley Yellow Newtown apples. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 69 ; 84-90.
32. Smock, R. E., and G. D. Blanpied. 1958. A comparison of controlled atmosphere storage and film liners for the storage of apples. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 71 ; 36-44.
33. 樽谷隆之 1966. ポリエチレン包装で果実の貯蔵性の向上. 果実日本. 21 (1) ; 36-42.
34. ——— 1967. ポリエチレン冷蔵法に関する研究 (第5報). 園芸学会発表要旨 (42年秋).

Studies on the storage of apple fruits

I. Retention of apple fruits freshness by polyethylene packing.

Kazumoto Kanbe, Kiyoji Kon, Yasuho Kume and Tatsuo Taguchi

Summary

This study deals with the retention of apple fruits freshness by polyethylene packing as the main subject, and also deals with the effect of film packing, determination of thickness or size of film concerned with the storage quality, gas injury by film packing and its protection method, and the change of quality after opening the polyethylene containers. The study was executed from 1962 through 1970, and the results obtained are as follows:

1. It was clearly observed that polyethylene packing was evidently effective on the retention of apple fruits freshness, such as preventing of weight loss and shriveling and fruit color change, retention of flesh firmness, and protection of acidity loss etc. These effects were further promoted and stabilized by being used with cold storage.

2. From the results of investigation on the change of O_2 and CO_2 in Polyethylene bags, it was clarified that the composition of gas markedly changed by the variation of temperature for a few days immediately after fruits were packed in film, but after a certain period it was kept under the equilibrium condition with a constant concentration and was not influenced by temperature.

3. The composition of O_2 and CO_2 in bags varied with the thickness of film and the effect on fruit freshness was inferior in thin film and reversely the effect on preventing the flesh softening was greater in thick film, but occurrence of the browning disorder in flesh was recognized in some samples of Golden Delicious. It seemed to be most effective to use polyethylene film of 0.05mm thick to keep quality of stored apples.

4. As for the polyethylene container size, the retardation of fruits freshness in large size polyethylene container (15kg fruits weight per polyethylene box liners) was more remarkable than small size polyethylene container (one fruit per polyethylene bag). Polyethylene box liners in wooden box (15kg fruits weight per box) of apples are most practicaly.

5. With respect to the occurrence of browning disorder in flesh, it was 10% in the period of sudden increase and when it attained over 6% under the equilibrium condition, high risk was accompanied. It was estimated that the cause of browning in flesh is the excessive injury of CO_2 .

6. The disorder of browning in flesh could be protected by the absorption

of excessive CO_2 by enclosing a proper quantity of fresh hydrated lime in polyethylene box liner. The proper quantity of fresh hydrated lime was 100g per 15kg of fruit weight in case of 0.05mm thickness of polyethylene film.

7. By enclosing the fresh hydrated lime in polyethylene box liners, the concentration of CO_2 and O_2 in containers became remarkably low for a certain period, but the effect of freshness retention was not inferior.

8. With respect to the quality after opening the containers compared with the case of ordinary cold storage, the effect of packing was retained for 10 days of leaving at 20°C after opened the containers, and it was recognized by the sensory test at the consuming city (Tokyo) that it was still retained for 20 days after opening the containers.

9. According to the investigation of the Fruit Tree Society, on the average about 20,000 bags of polyethylene film have been annually on sale in the south of Akita prefecture alone.