

キウイフルーツの貯蔵方法と出庫後の 品質変化に関する試験*

真 子 正 史

M. MANAGO

Experiments on the storage method of Kiwi fruit (*Actinidia chinensis* planch) and the fruit quality after the storage.

I 緒 言

ウンシュウミカンの生産過剰とこれにともなう価格の低迷によって、ウンシュウミカンから他作物への転換が急速に進められている。転換作物の一つとして、近年キウイフルーツ (*Actinidia chinensis* Planch.) がカンキツ地帯 (愛媛県, 香川県, 宮崎県, 福岡県, 和歌山県, 静岡県, 神奈川県) を中心に導入され, 1981年には760ha (985t) に増加し, 日園連の予想では, '90年には1,980ha で27,400 tの収量が見込まれている。一方輸入量は '81年現在で年間4,000~5,000 tに達し, おもにニュージーランド (5月~12月) と米国 (12月~4月) から輸入されている。

キウイフルーツはビタミンC含量が高く, 果肉がエメラルドグリーンで美しく, これに類似した独得な色彩, 風味を有する果物が無いことから, 若年層に人気が高く今後とも加工用を含めて消費拡大が望めるとされているが, 日本への輸出を指向したニュージーランド, 米国の増産傾向と国内の作付増加により, 将来の価格低下が心配され, 早期に生産, 貯蔵および出荷体制の確立が要望されている。

本県へのキウイフルーツの導入は早く, '78年より市場出荷が行なわれ, '81年にはその量が約100 tに達してい

る。

キウイフルーツはカンキツや他の果実と違って, 収穫後, 一定期間貯蔵し, 追熟してから食されるため, 貯蔵方法, 追熟方法の確立が急務となっている。当場では, '78年度より, 収穫適期, 貯蔵条件, 出庫後の追熟生理, 包装資材と貯蔵性に関する試験を行ない, 一応の成績を得たのでここに報告する。

本試験の遂行にあたっては, 神奈川県柑橘農業協同組合連合会, 小田原市農協, あしがら農協, 湯河原中央農協のご協力を得, とくに小田原市農協の久野キウイフルーツ研究会のご協力に負うところが多かった。ここに記して謝意を表する。

II 材料および方法

1. 品種, 収穫時期の違いと貯蔵中の果実品質変化調査

小田原市久野産の品種, ブルーノ, アボット, ヘイワードを供試し, 10月25日, 11月10日, 11月25日の3回に分けて収穫した。収穫後ミカンの常温貯蔵庫 ($12 \pm 3^{\circ}\text{C}$, $80 \pm 5\% \text{RH}$) で12月25日まで貯蔵した。供試数は1区50果とし, 0.02mmのポリエチレンフィルムで包み, ミカンの貯蔵箱で貯蔵した。2週間ごとに果実の品質, 呼吸量, 果実からの揮発性物質を調査した。さらに収穫日の違いと出庫後の果実品質変化を検討するため, 同地域のヘイワードを11月10日と11月25日に収穫し, 出荷用のダ

*本報告の一部は昭和56年度園芸学会秋季大会に発表した。

ンボール箱 (3.5kg入, 41.0×33.5×5.7cm, 木箱又はダンボール) に詰めた後, 2~3℃, 80%RHの貯蔵条件で3月27日まで貯蔵した。3月27日に出庫し, 20℃および室温 (15~16℃) 下で追熟し, 追熟にともなう果実品質および呼吸量の変化を調査した。

2. 貯蔵温湿度条件の違いと果実の貯蔵性調査

小田原市久野産のヘイワードを11月10日に収穫後, 12時間以内に貯蔵庫に収納した。果重100~120gで, 出荷用のダンボール箱に詰めて貯蔵した。温度試験は3℃, 6℃, 常温 (3~12℃) 区を設け, 庫内湿度は80~95%RHで経過させた。湿度試験は果実をとりまく湿度がほぼ100%RH (0.02mmポリエチレン包装, 上ぶたあり) 区と90~95%RH区 (上下に新聞紙を置く) を設け, 温度は5~6℃に設定した。貯蔵中および出庫後の果実品質, 果重, 腐敗, 軟化果, 呼吸量, 食味を調査した。

3. 収穫時の果実条件の違いと貯蔵性調査

産地の違いと果実の貯蔵性について検討するため, 第1表に示される4地域に栽培されているヘイワードを11月5日~11月20日の間に収穫した中から, 100~120gの果実をダンボール箱で貯蔵した。

収穫時の果実形質と貯蔵性との関係について検討するため, 小田原市久野産のヘイワードを供試し, 収穫時の果実の形質によって, 風害程度 (10月26~27日にかけての強風のため, ほとんどすべてが落葉した樹の果実と, ほとんど落葉しなかった果実), 虫による被害の有無 (果実表面に虫によると思われるコルク状の被害), 収穫方法 (はさみ収穫, 手もぎ) によって果実を区分し, 貯蔵性を比較検討した。

貯蔵条件は3±0.5℃, 85±5%RH (ダンボール箱内はほぼ100%RH) に設定し, 11月~6月までの8か月間貯蔵して, 貯蔵中および出庫後の果実品質変化を調査した。

4. 低温貯蔵における果実品質の変化と出庫後の果実のガス代謝調査

小田原市久野産のヘイワードを11月15日に収穫し, 4時間以内に低温貯蔵庫に収納した。貯蔵条件は2±0.5

℃, 庫内湿度90~95%RHとし, 出荷ダンボール箱で7月まで貯蔵した。貯蔵中および出庫後の果実品質変化, 呼吸量, 果内ガス条件を定期的に調査した。

5. 包装資材の違いと果実の貯蔵性調査

小田原市久野産のヘイワードを11月17日に収穫し, 常温貯蔵 (12月~4月上旬, 3~10℃) と低温貯蔵 (2±0.5℃, 80±3%RH) した。包装資材には高密度ポリエチレンの20 (透明, 黒, 緑), 30, 50 μ , 塩化ビニール50 μ , 低密度ポリエチレン15 μ , 塩化ビニリデン系ラップ15 μ を供試し, 各区30果を用いた。果重目減り, 軟化果腐敗, 果実品質, 袋内ガス条件, 呼吸量について定期的に調査した。

6. 出庫時期の違いと出庫後の果実品質変化調査

5と同じ果実を供試し, 出荷ダンボール箱に詰め低温貯蔵した。貯蔵条件は2±0.5℃, 庫内湿度90~95%RHとし, 11月から8月まで貯蔵した。3月と5月に出庫して, 出庫後の果実品質変化を調査した。

7. 調査方法

果実品質 (10果について)

果実硬度; ユニバーサルハードネスメーターで赤導部を2点調査

果実肉色; 肉眼で緑色程度, 種子のまわりの水浸程度を観察した。

糖度; 屈折計示度

クエン酸; 0.1 N NaOHによる酸滴定法

全糖, 還元糖; ソモジー氏変法

軟化果率; 手の感覚で軟化果, 硬果に分け, 全果数に対する軟化果割合で表示

腐敗調査; 定期的に点検し, 腐敗果を除去, 腐敗果率で表わした。

果重調査; 決められた15~30果について, 果重調査を定期的に行なった。

呼吸量調査; シリコンゴム栓を取り付けた特性ビーカーに果実を静置し, 一定温度下でCO₂放出, O₂吸収を測定した。CO₂, O₂は活性炭とモレキュラーシーブの並列カラムを使用し, ガスクロマトグラフィー (TCD) で測定した。

果実内ガス条件調査; 果実を水中に入れてガスを減圧捕集 (0.1気圧, 3分間) し, 常圧下でガス量を測定後ガスクロマトグラフィーでCO₂, O₂, N₂の分析を行ない, 果実100g当りのガス量を算出した。

揮発性物質調査; 果実を30分間, 50℃でインキュベートし, 果実からの揮発性物質の発生をガスクロマトグラフィーで分析した。カラムはボラバック Q (80~100

第1表 産地の立地条件

産地	海岸からの距離	気象条件	土壌条件
Yu	0.2km	温暖, 多雨	火山灰深い
S	1.5	温暖, 日照時間長い	火山灰深い, 排水良好
K	2.0	温暖, 冬季冷気停滞	火山灰深い
Ya	4.5	温暖, 冬季寒波強	火山砂土

メッシュ)を使用し、70~120°C(1分間に5°C)の昇温分析で行なった。

袋内ガス条件調査;ガスサンプラーで1mlをサンプリングし、CO₂、O₂を分析した。

III 成 績

1. 品種、収穫時期の違いと貯蔵中の果実品質変化

収穫時期を異にする果実はブルーノ、アボット、ヘイワードとも10月25日以降急激な品質変化を示した。果実硬度はブルーノにおいて変化が大きく、4kgから3kgに低下したが、アボット、ヘイワードの変化は小さかった。果肉色は黄緑色で、ブルーノは11月10日収穫からやや水浸状の緑色を示し、アボットは11月25日収穫果で同様の果肉色を示した。ヘイワードではあまり変化しなかった。果形指数はブルーノで0.50、アボットで0.52、ヘイワードで0.70を示し、収穫時期間には差がなかった。

果汁成分については、糖度は3品種とも収穫時期が遅くなるほど高くなり、10月25日から11月10日にかけて2倍の値を示した。11月25日には約14%の値を示し、品種間には差がなかった。クエン酸含量は収穫時期が遅くなるほど低下するが、糖度の変化に比べて小さく、10月25日の2.7~2.9%から2.2~1.8%に低下した。品種間では、ブルーノの低下が大きく、ヘイワードの低下は小さかった(第2表)。

11月10日と11月25日収穫の果実を貯蔵して、12月25日に果実品質を比較したところ、果実硬度は収穫日間には差がなく、いずれも2.0kgcm⁻²以下の値を示し、ブルーノ、アボットに比べ、ヘイワードで高かった。

第2表 収穫時期別果実品質の比較

品種	収穫日	果実硬度 kgcm ⁻²	種子色	果肉色	果心色	果形指数	屈折示度 %	クエン酸 %
ブルーノ	10月25日	4.2	茶紫	黄緑	乳白色	0.49	6.7	2.79
	11月10日	3.2	茶黒	緑浸状	〃	0.49	12.8	2.28
	11月25日	2.9	茶	水浸状	〃	0.52	13.7	2.16
アボット	10月25日	4.1	茶紫	黄緑	〃	0.52	5.6	2.71
	11月10日	3.8	茶黒	〃	〃	0.52	10.4	2.32
	11月25日	3.6	茶	やや水浸状	乳白水浸	0.53	14.5	1.81
ヘイワード	11月10日	3.8	茶黒	黄緑	乳白色	0.70	13.5	2.88
	11月25日	3.7	茶	〃	〃	0.71	14.8	2.52

第3表 貯蔵中の収穫時期別の果実品質比較(12月25日)

品種	収穫日	果実硬度 kg/cm ²	屈折示度 %	クエン酸 %	全糖 %	還元糖 %	還元糖率 %	甘味比
ブルーノ	11月10日	1.1	17.4	1.46	13.1	11.0	83.7	11.9
	11月25日	1.1	17.7	1.45	11.4	9.8	86.0	12.2
アボット	11月10日	1.3	16.6	1.46	11.3	10.4	91.7	11.4
	11月25日	1.1	18.7	0.58	14.6	12.4	84.8	32.2
ヘイワード	11月10日	1.5	16.0	1.39	10.5	10.0	95.1	11.5
	11月25日	1.7	18.7	1.30	12.1	11.8	98.4	14.4

果汁成分については、糖度はほぼ17~19%で、品種間に差がなかった。収穫日間では、11月10日収穫果に比べ11月25日収穫果で高く、品種では、ブルーノで小さく、アボット、ヘイワードで大きかった。クエン酸含量は11月10日収穫果では、品種間に差はないが、11月25日収穫果では、アボットで0.58%と低い値を示した。全糖、還元糖含量は品種、収穫日間に一定の傾向はみられなかった。還元糖率は80%以上を示し、ヘイワードでとくに高かった(第3表)。

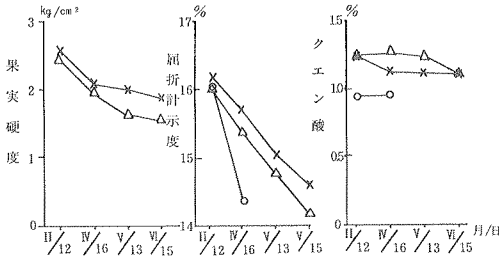
収穫日の異なる果実を低温貯蔵し、3月27日に出庫したところ、果実のCO₂放出、O₂吸収とも収穫日間には差がなく、室温(15~16°C)に比べ、20°C下で高かった。

果実硬度、糖度、クエン酸含量とも収穫日間には差がなく、室温下では出庫17日後が最も食味が良く、硬さも適度であるのに対し、20°C下では10日後の食味が良く、出庫17日後にはクエン酸含量が低く、果実硬度も1.0kg以下で食味上、適期を過ぎていた(第4表)。

2. 貯蔵温湿度条件の違いと果実の貯蔵性

第4表 収穫日の違いが出庫後の呼吸量、果実品質に及ぼす影響

収穫日	出庫後の温度	呼吸量 (mikg ⁻¹ hr ⁻¹)	呼吸量		果実硬度 (kgcm ⁻²)		屈折示度 (%)		クエン酸 (%)	
			10日後	17日後	10日	17日	10日	17日	10日	17日
11月10日	室温	CO ₂ 放出	2.7	3.0	2.2	1.6	14.8	14.3	1.21	1.04
		O ₂ 吸収	2.8	3.0						
	20°C	CO ₂ 放出	4.0	11.8	1.6	0.8	14.5	14.2	0.92	0.83
		O ₂ 吸収	3.7	8.9						
11月25日	室温	CO ₂ 放出	1.9	2.5	2.1	2.0	14.7	14.2	1.04	1.05
		O ₂ 吸収	2.1	3.5						
	20°C	CO ₂ 放出	5.9	8.7	1.8	1.0	14.1	14.6	1.22	0.88
		O ₂ 吸収	6.2	8.8						



第1図 貯蔵温度と貯蔵中の果実品質変化との関係
(×-× 3°C, △-△ 6°C, ○-○ 常温)

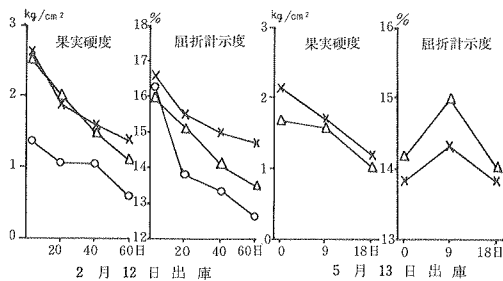
貯蔵温度と貯蔵中の果実との品質関係では、果実硬度は温度が高くなるほど低下し、常温では4月に1kg以下となり、食味の点から適期を過ぎていた。3°Cと6°Cではあまり差はないが、6月5日の調査で3°Cは1.9kg、6°Cは1.6kgを示した。

糖度は温度が高くなるほど低下し、とくに常温区での低下が大きかった。

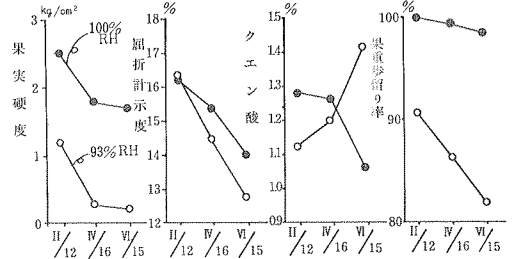
クエン酸含量は3°Cと6°C間にはあまり差がなく、常温区では2月以降1%以下であった(第1図)。

2月と5月に在庫して、出庫後の果実品質を調査したところ、硬度は2月出庫では、3°Cと6°C区で出庫後60日目まで1.0kg以上の値を示し、常温区では40日目まで1kgの値を保ったのに対し、5月出庫では、出庫18日後で約1kgの値を示した。硬度の点から、2月出庫では出庫後40~50日、5月出庫では20日が食味の点で限界であった。

2月出庫の糖度は出庫後すぐに低下するのに対し、5月出庫ではほとんど低下せず、出庫9日目には高くなった。2月出庫では、貯蔵温度が高くなるほど糖度は低くなり、14%以下になったのは常温区で出庫20日目頃、6°C区で出庫40日目以降であった。3°C区は出庫後14%



第2図 貯蔵温度の違いが出庫後の果実品質変化に及ぼす影響
(×-× 3°C, △-△ 6°C, ○-○ 常温)



第3図 貯蔵中の湿度の違いが果実品質変化に及ぼす影響(5~6°C)

以上に保持された。5月出庫では、3°C区に比べ、6°C区で高く経過した(第2図)。

貯蔵湿度と果実品質との関係では、果実歩留り率は100%RH区で99%、93%RH区で82%と、10%以上の差がみられた。

果実硬度は湿度が低くなるほど明らかに低下し、93%RHでは、2月が限界であるのに対し、100%RH下では7か月後でも1.7kgを示し、十分な硬度を保持していた。

糖度は貯蔵中に低下し、この傾向は100%RH区に比べ93%RH区で強かった。

クエン酸含量は100%RH区は次第に低下するのに対し、93%RHでは貯蔵中に高くなった(第3図)。

貯蔵温度と果実歩留り率との関係では、3°Cと6°C区で7か月後でも99%以上の歩留り率を示すのに対し、常温区では、5か月後に97%を示した。

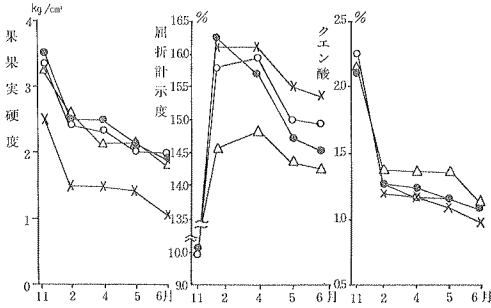
貯蔵中の軟化果率は貯蔵温度が高くなるほど多くなり、とくに常温貯蔵では4月に22%と高かったが、3°C及び6°C区では7か月後でも3%以下であった。湿度間では、100%RH区に比べ、93%RH区で軟化果率は明らかに高く、7か月後には86%を示した(第5表)。

3. 収穫時の果実形質の違いと果実品質

産地の違いと貯蔵中の果実品質を比較したところ、果

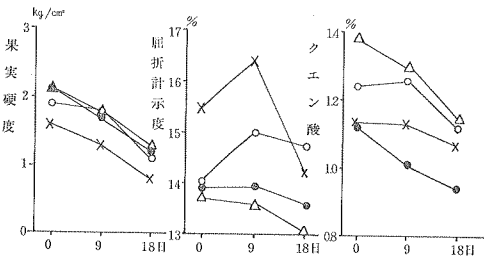
第5表 貯蔵中の湿度の違いが果実歩留り率・軟化果率に及ぼす影響

貯蔵条件	果実歩留り率 (11月7日を100)			軟化果率		
	2月 12日	4月 16日	6月 15日	2月 12日	4月 16日	6月 15日
3°C	99.7	99.5	99.4	0	0	1
6°C	99.5	99.2	99.1	0	2	3
常温	98.7	97.0	—	3	22	—
93% RH	90.9	85.7	82.9	2	44	86
98~100%RH	99.5	99.2	99.0	0	2	2



第4図 産地の違いと貯蔵中の果実品質の比較

○—○ S地区, ●—● K地区, △—△ Yu地区 X—X Ya地区



第5図産地の違いと出庫後の果実品質の関係 (5月13日出庫)

X—X Ya地区, ○—○ S地区, ●—● K地区, △—△ Yu地区

第7表 低温貯蔵における果実品質の経時変化 (2 ± 0.5°C ハイワード)

調査月日	果実硬度 kg cm ⁻²	屈折計示度 %	クエン酸 %	全糖 %	還元糖 %	甘味比
12月23日	2.5	13.1	1.85	9.31	8.27	7.1
1月19日	2.0	14.0	1.15	9.94	8.94	12.2
3月3日	2.1	14.2	1.05	9.97	8.90	13.5
4月4日	2.1	15.2	1.13	10.49	10.10	13.5
5月8日	1.7	15.3	1.15	10.70	10.32	13.5

その後の低下は少なかった。地区間では Yu 地区で高めに経過した (第4図)。

出庫後の果実品質の比較では、果実硬度は出庫後低下するが、貯蔵中に低く経過した Ya 地区では、出庫後も低く、出庫9日後が限度であった。他の3地区では出庫18日後まで良好な果実硬度を示した。

糖度は Yu, K 地区で低く、出庫後あまり変化せず、次第に低下したのに対し、Ya, S地区は出庫9日後に高くなり、その後低下し、Ya 地区の低下が大きかった。

クエン酸含量は出庫時の差が大きく、K地区で低く経過した (第5図)。

果実の風害程度間では、果実硬度、糖度には差がなくクエン酸含量は「風害少」に比べ、「風害甚」で低く経過した。収穫方法間では、果実硬度、糖度、クエン酸含量とも差はなかった。

虫の被害の有無と果実品質の比較では、果実硬度は無被害果に比べ、被害果で貯蔵中の低下が早く、クエン酸含量の低下も早かった。糖度は差がなかった (第6表)。

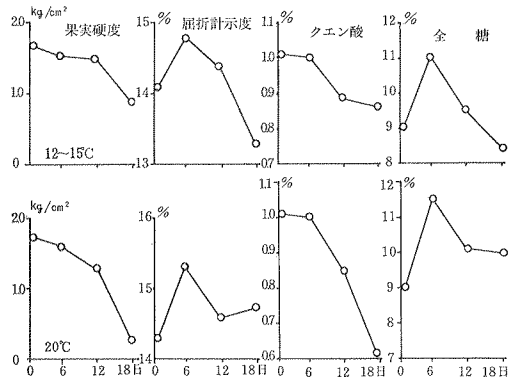
実硬度は S, K, Yu 地区間には差がなく、Ya 地区で貯蔵中低く経過した。

糖度は11月の10%程度から1月には14%以上になり、S, K, Ya 地区に比べ、Yu 地区の上昇が少なかった。1~3月まではあまり変化せず、5~6月にかけて低下した。6月の調査では、Ya>S>K>Yu 地区の順に高かった。

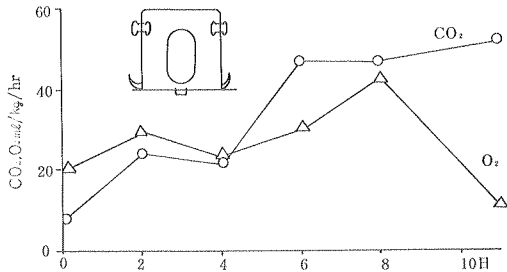
クエン酸含量は11月から2月にかけて約1%低下し、

第6表 果実の風害程度、収穫法、虫害の有無と果実品質

収穫前後の	果実硬度 (kg cm ⁻²)	屈折計示度 (%)	クエン酸 (%)
果実状況	2月 4月 6月	2月 4月 6月	2月 4月 6月
風害 甚	2.0 1.4 1.3	15.9 14.6 14.9	1.08 0.98 0.84
風害 少	1.9 1.5 1.2	16.2 14.7 14.6	1.25 1.14 1.12
収穫 ハサミ	2.2 1.9 1.8	13.7 13.2 13.0	1.40 1.38 1.23
手もぎ	2.3 2.0 1.9	14.6 13.5 13.3	1.34 1.47 1.28
虫害 被害	1.3 1.2 1.0	15.8 15.7 14.0	1.00 0.97 0.96
虫害 無被害	2.5 2.0 1.8	16.2 15.4 14.6	1.25 1.33 1.12



第6図 出庫後の追熟温度と果実品質変化の関係 (3月3日出庫)



第7図 出庫後の果実のO₂吸収とCO₂放出 (22~26°Cで追熟)

4. 低温貯蔵における果実品質の変化と出庫後の果実のガス代謝

貯蔵中の果実品質変化では、果実硬度は2kg前後で経過し、1月以降はあまり変化しなかった。

糖度は12月の13%から4月、5月には15%に上昇し貯蔵中に1~2%高くなった。

クエン酸含量は次第に低下し、1月以降は1.1%前後で経過し、ほとんど低下しなかった。

全糖は貯蔵中に約1.4%高まり、還元糖は約2%増加した(第7表)。

低温貯蔵した果実を3月に出庫し、12~15°Cと20°Cで追熟したところ、果実硬度は12~15°C区に比べ、20°C区で早く低下し、12~15°C下では約20日、20°C下では12~14日が限度であった。

糖度は出庫6日目まで高まり、その後低下した。12~15°C区では次第に低下するのに対し、20°C下では12~14日目以降の変化が少なかった。

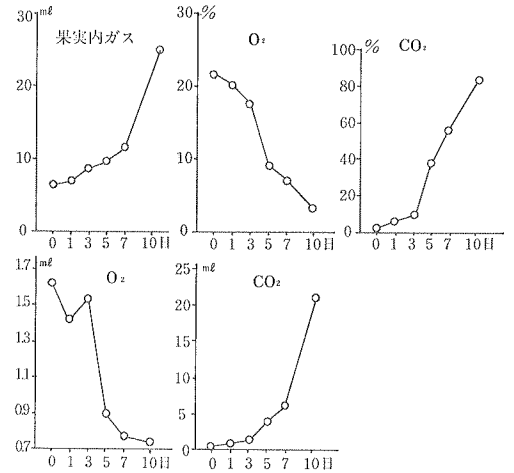
クエン酸含量の低下は12~15°C下に比べ、20°C下で明らかに早く、20°C下では出庫12日目が限界であった。

出庫時の全糖含量は6日目まで高まり、その後低下したが、18日後では、12~15°C下で低く、20°C下で約1%高まった(第6図)。

低温貯蔵庫からの出庫後、果実温は次第に上昇した。このため果実の呼吸量は増加したが、出庫後4日間はCO₂放出に比べ、O₂吸収量が多く、その後CO₂放出量が多く経過した。6日目以降のCO₂放出量はほぼ50mg kg⁻¹hr⁻¹で経過したのに対し、O₂吸収量は8日目以降低下した(第7図)。

出庫ともない、果実内ガス量は7日目までは次第に上昇し、その後急激に増加した。出庫当日の6ml100g⁻¹に対し、10日目には25mlで、約4倍に増加した。

果実内に含まれるガス内のO₂は出庫時の21%から、10日目には3%に低下した。CO₂は出庫時の1%から、



第8図 出庫後の果実内ガス量、ガス濃度変化 (6月13日出庫 120°C)

第8表 出庫にもなう果実揮発物質発生の変化

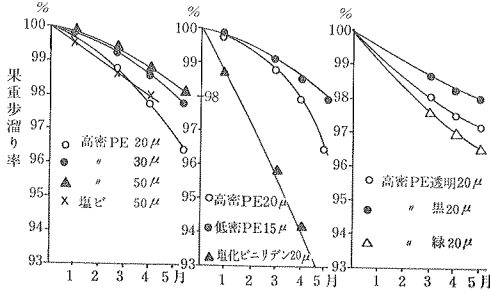
(20°C, ハイワード)

出庫後の 日数	果実からの揮発物質 (ピークの高さ)					果実内の揮発物質 (ピークの高さ)				
	エ チ レ ン	ア ル デ ハ イ ド	メ タ ノ ル	エ タ ノ ル	ブ タ ノ ル	エ チ レ ン	ア ル デ ハ イ ド	メ タ ノ ル	エ タ ノ ル	ブ タ ノ ル
0日	5	7	1	1	tr	32	0	1	10	tr
1日	24	3	5	7	tr	37	3	3	12	tr
3日	39	3	14	4	tr	720	4	6	16	tr
5日	656	13	52	31	12	3,648	10	16	8	19
7日	593	70	246	191	57	12,288	42	26	12	25
10日	98	53	334	147	88	7,936	8	12	6	68

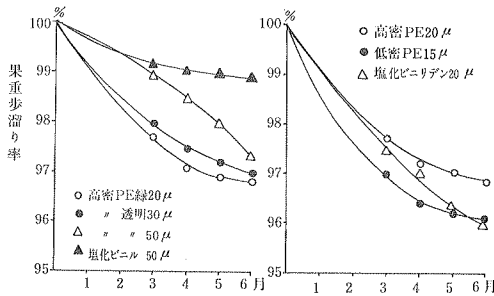
10日目には80%をこえた。出庫から3日目までは10%以内であったが、その後急激に上昇した。

果実内ガス量とガス濃度から、CO₂、O₂量を算出したところ、O₂は出庫3日目まで次第に減少し、その後5日目まで急激に減少した。CO₂は果実内ガス量とほぼ同様の傾向を示し、出庫時の1mlから、10日目には21mlまで増加した。とくに7日目以降の増加が著しかった(第8図)。

出庫後、果実の追熟開始によって、果実内の揮発性物質は著しく増加し、その大部分がアルデハイド、アルコール様物質であった。出庫から3日目まではエタノール



第9図 包装資材の違いと果重歩留り率との関係(常温)



第10図 包装資材の違いと果重歩留り率との関係(低温)

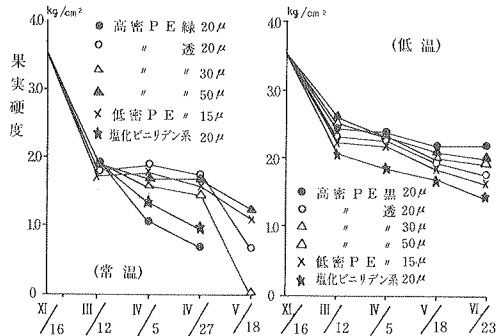
ル、メタノールの発生が多かったが、5日目以降ブタノールの発生が増加した。エチレンは出庫後次第に増加しとくに出庫3~7日間のエチレン発生が多かった。

果実からの揮発性物質の揮散も、果実内揮発性物質の増加とはほぼ同様の傾向を示した(第8表)。

5. 包装資材の違いと果実の貯蔵性

第9表 包装資材の違いと貯蔵中の障害果の発生袋内ガス組成、果汁成分との関係(低温貯蔵)

包装資材の種類	障害果(6月23日)		袋内ガス条件(4月16日)		屈折計示度		クエン酸	
	軟果率	腐敗率	CO ₂	O ₂	5月18日	6月23日	5月18日	6月23日
高密PE 緑 20	0	0	0.05	21.7	15.4	14.7	1.21	1.10
〃 黒 20	0	0	0.06	20.7	14.3	14.7	1.06	1.19
〃 透 20	3	0	0.11	20.6	15.2	15.0	1.18	1.04
〃 30	0	0	0.11	20.6	15.0	15.0	1.14	1.00
〃 50	0	0	0.10	21.2	15.1	15.0	1.23	1.08
〃中低圧50	0	0	0.05	21.0	15.1	15.2	1.14	1.14
塩化ビニル 50	0	0	0.07	21.9	15.1	14.9	1.13	1.09
低密PE 15	0	0	0.25	20.7	14.7	14.2	1.13	0.86
塩化ビニリデン系 20	0	0	0.16	21.2	15.0	15.0	1.21	1.05



第11図 包装資材の違いが貯蔵中の果実硬度に及ぼす影響

高密度ポリエチレンの厚さが増すほど果重歩留り率は高く、低温、常温とも同様の傾向が認められたが、常温に比べ、低温でより高かった。高密度ポリエチレンと塩化ビニルでの比較では、常温では高密度ポリエチレンの果重歩留り率が高く、低温では逆に塩化ビニルで高かった。

包装資材として、高密度ポリエチレン、低密度ポリエチレン、塩化ビニリデン系ラップを比較したところ、常温では、低密度ポリエチレン>高密度ポリエチレン>塩化ビニリデン系ラップの順に果重歩留り率は高く、とくに塩化ビニリデン系ラップの果重目減りが多かった。低温では、低密度ポリエチレンに比べ、高密度ポリエチレンで果重歩留り率は高く、塩化ビニリデン系ラップは貯蔵期間が長くなるほど果重目減りが多くなる傾向を示した。

第10表 常温貯蔵における障害果の発生と袋内ガス組成

包装資材の種類	軟化果率		腐敗率		袋内ガス条件		果実状況
	4月27日	5月18日	4月27日	5月18日	4月16日		
高密PE 緑 20	10	100	0	0	6.7	1.45 20.1	全体しおれ、軟化
〃 透 20	0	20	0	0	1.02	20.4	毛じにかび
〃 30	0	30	0	0	1.12	20.0	10%果肉水浸
〃 50	0	0	0	0	1.40	21.1	良好
塩化ビニル 50	0	50	0	0	1.36	19.9	良好
低密PE 白 15	0	0	0	0	0.92	18.2	全体にうすいかび
ビニリデン系ラップ 20	40	100	0	0	0.58	21.0	全体にやわらかい

包装資材の色彩と果重歩留り率との関係では、黒色>透明>緑色の順に果重歩留り率は高かった(第9, 10図)。

低温貯蔵における包装資材の違いと果実品質との関係では、7か月の貯蔵でも軟化果、腐敗果の発生がほとんどみられず、包装資材間に差はなかった。

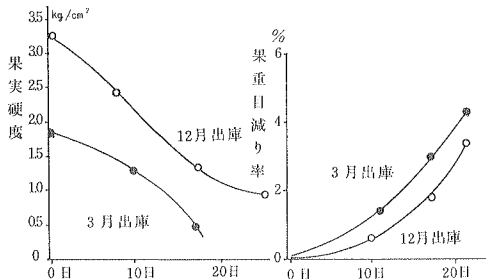
袋内のCO₂は0.05~0.25%、O₂はほぼ21%で、包装資材間に差はみられず、空気組成に近いガス状態を示した。

糖度は5, 6月とも14~15%を示し、包装資材間には差がなかった。クエン酸含量も1.0~1.2%を示し、包装資材間には差がなかった(第9表)。

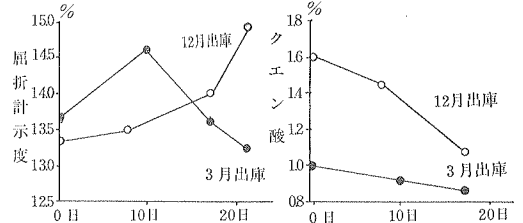
常温貯蔵での果実硬度の比較では、3~4月まではあまり変化しないが、5月に低下し、緑色20μでの高密度ポリエチレン(以下PEと記述)、塩化ビニリデン系ラップでこの傾向が強かった。高密度PE50μと低密度PE15μで良好に保たれた。

第11表 包装資材の違いと貯蔵中の果実品質、呼吸量の関係 (常温貯蔵)

包装資材の種類	屈折示度		クエン酸(%)		呼吸量(mlkg ⁻¹ hr ⁻¹)		香食味, かたさ	
	4月5日	4月27日	4月5日	4月27日	CO ₂	O ₂		
高密度PE μ								
緑	20	14.9	14.0	1.01	1.00	11.6	10.3	やわらかい, 味
透	20	14.3	13.9	1.29	1.23	5.6	9.9	+ かたい, すっぱい
30	14.5	14.2	1.29	1.21	6.4	10.2	+ " "	
50	14.4	13.4	1.28	1.29	5.0	7.0	+ " "	
塩ビ	50	14.4	14.0	1.30	1.15	5.7	5.6	+ ややすっぱい
低密度PE								
白	15	14.2	13.6	1.25	1.29	7.3	11.5	+ " "
塩化ビニリデン系	20	15.2	13.8	1.23	1.24	6.9	9.2	+ じしおれ



第12図 出庫時期の違いと出庫後の果実硬度, 果重目減り率の比較



第13図 出庫時期の違いが出庫後の屈折示度, クエン酸に及ぼす影響

低温貯蔵では高密度PE黒20μ>高密度PE透明50μ>高密度PE透明30μ>高密度PE透明20μ>低密度PE15μ>塩化ビニリデン系ラップ20μの順に果実硬度は大きく、包装資材間に最高0.7kgの差がみられた(第11図)。

常温貯蔵における包装資材と果実品質との関係では、4月27日調査では緑色20μの高密度PEは10%、塩化ビニリデン系ラップは40%の軟化果が発生し、その他のフィルムでは発生が認められなかった。5月18日の調査では高密度PE50μと低密度PE15μで軟化果の発生はみられず、その他のフィルムでは20~100%の発生であった。

腐敗果は4月まで発生せず、5月には緑色20μの高密度PEで6.7%の発生がみられ、その他のフィルムでは発生しなかった。

袋内のガス濃度は低温に比べ、高CO₂、低O₂となり、CO₂は1%前後の値を示し、塩化ビニリデン系ラップで0.58%と低かった。

4月27日における果実状況は緑色20μの高密度PEで果皮がややしおれ、軟化する傾向がみられた。塩化ビニリデン系ラップは果実全体がしおれ気味で、果皮表面だけが軟化気味であった。透明50μの高密度PEと塩化ビニル50μは入庫時と何ら変らなかった(第10表)。

貯蔵中の果実品質の経時変化では、糖度は4月5日に比べ、4月27日には低下する傾向がみられ、フィルム間には差がなかった。クエン酸含量は1.2~1.3%を示し、緑色20μの高密度PEでわずかに低い値を示した。

果実呼吸では、緑色20μの高密度PEでCO₂放出、O₂吸収量とも多く、透明50μ高密度PE、塩化ビニル50μ区で少なかった。

食味調査では、緑色20μの高密度PE、塩化ビニリデン系ラップで香りが高く、高密度PE50μ、塩化ビニール50μ区で低かった(第11表)。

6. 出庫時期の違いと出庫後の果実品質変化

果実硬度は、12月出庫区は出庫20日後でも1kg以上の値を示したのに対し、3月出庫では13日目に1kg以下に

なり、貯蔵期間が長くなるほど果実硬度は小さくなり、出庫後の追熟又は可食期間が短くなる傾向がみられた。果重目減り率は12月出庫に比べ、3月出庫で高かった(第12図)。

屈折計示度では、12月出庫区は出庫20日目まで上昇したのに対し、3月出庫区は出庫10日目に上昇し、その後低下して、出庫時点より低くなった。

クエン酸は12月出庫に比べ、3月出庫の低下が少なかった(第13図)。

IV 考 察

わが国におけるキウイフルーツの収穫適期については水野ら^(3, 4)によって検討され、果実の呼吸量の面からみて収穫後短期間に Climacteric rise を生じる時であるとし、果実の成分面からは澱粉含量が最も高くなり、澱粉糖化を開始する時であるとし、両者の時期は一致することを明らかにした。さらに品種別の収穫時期について検討し、ブルーノは9月下旬～10月上旬、モンティは10月中旬、アボットは10月下旬、ヘイワードは11月上旬～中旬であることを明らかにした。さらに品種別の収穫時期について検討し、ブルーノは9月下旬～10月上旬、モンティは10月中旬、アボットは10月下旬、ヘイワードは11月上～中旬であることを明らかにした。10月25日～11月25日にかけて収穫適期を検討したが、収穫時期がおかれるほど果実硬度は小さくなり、糖度は急激に高くなり、貯蔵中の軟化は早まることが明らかになったが、品種間差は明らかにすることができなかった。JETRO⁽⁵⁾によればニュージーランドでは糖度が6.25%を越える時を収穫適期としている。昭和53年産の果実は夏季の乾燥と日照時間が長かったために糖度は高くなり、11月10日には11%の糖度を示したことから、この年の収穫適期は10月下旬頃であったと思われる。昭和55～57年に糖度が7%になったのは11月10日～20日の間であったことから、収穫適期是水野ら⁽⁴⁾が明らかにした時期とは必ずしも合致せず、年次間の差が大きいものと思われる。ニュージーランドでは6.25%の糖度を示す時期が年次間で約1か月違うことをJETRO⁽⁵⁾が紹介している。神奈川県産の果実では水野ら⁽⁴⁾のような品種間の成熟度の差はあまり認められなかったが、昭和53年の夏季の乾燥、昭和55、56年の夏秋季の低温という異常気象下での果実であったため、今後さらに検討する必要がある。

貯蔵温度との関係では、3～12℃の範囲では、貯蔵温度が低くなるほど果実硬度、糖度は高く保持されること

が明らかになった。貯蔵温度と品質については寺井ら⁽⁶⁾が低温ほど呼吸量は低く、10℃以下ではエチレンの発生が少なく、追熟が開始しないことから、5～10℃が貯蔵適温であるとし、さらに-1.5℃の1日処理で約30%が凍結することから、5～10℃が貯蔵適温であるとしている。本試験の結果では、6か月以上の貯蔵の場合は3℃前後、および4～5か月では5～6℃の低温貯蔵、3～4か月では3～10℃の常温貯蔵が経済面からも最適であると思われる。水野ら⁽⁴⁾は1℃の貯蔵では収穫おくれの果実は軟化速度が早まり、果肉の緑色はうすくなることを明らかにした。著者も実用規模の貯蔵庫で1.5℃に設定したところ、果肉の緑色が早くうすくなり、冷気が停滞する位置では果実の凍結を観察した。福井⁽¹⁾はニュージーランドでは0～2℃に貯蔵していると報告しているが、凍結を防ぐ循環装置が完備されているのか、果実の生育条件が良いために凍結しにくいのか明らかにしていない。日本産に比べ、ニュージーランド産の果実は果肉の緑色が濃いことを著者も観察した。

貯蔵湿度は蒸散を生じるような条件下では果重歩減りが多く、果皮表面はしおれ、果実の軟化が早まることから、蒸散を防ぐ湿度、すなわちほぼ100%が良く、この条件では7～8か月の貯蔵でも果重歩留り率は98.6%以上で、果実硬度、糖度の変化が小さいことが明らかになった。福井⁽¹⁾によればニュージーランドでは、庫内湿度を95%RHに保ち、ポリエチレン包装でほぼ100%RHで貯蔵するとしている。庫内湿度についての検討は少ないが、ウンシュウミカンの貯蔵庫で本試験を行なったことからすれば、80%以上の湿度であれば問題はないものと思われる。

福井⁽¹⁾によればニュージーランドでの適地は海洋性気象の無霜地帯で、年間の気温較差が小さく、風害を受けないような、排水良好な耕土の深い土壌であると報告している。果実の貯蔵力は産地によって異なり、耕土が深く、海岸に近い、日照時間の長い産地の果実ほど貯蔵中の果実硬度、糖度は高く保持され、果肉色も良好に保持されることが明らかになった。

低温貯蔵庫から出庫すると果実温の上昇によって、呼吸量は高まり、果実内のガス量は増加する。CO₂、O₂、N₂の組成割合は呼吸量の増加によって変化し、果実内は低O₂、高CO₂条件になることが明らかになった。このため果実内の嫌気条件は強められ、アルコール代謝がさかんになり、低分子のアルコールが発生している間は香りが強いが、高分子のアルコールが発生してくると果実から果汁が溢出し、異臭が強くなり、食味に耐えなく

なることが明らかになった。

出庫後の果実の追熟速度は15°C下に比べ、20°C下で早く、また12月出庫に比べ、3月出庫で早まることが明らかになり、寺井ら(6)も同様の傾向を認めた。このことから出庫後の果実の可食期間は貯蔵期間が長くなるほど短かくなり、2～3か月の貯蔵で20～30日、4～5か月の貯蔵で10～15日、6～7か月で2～3日が可食適期と思われる。

低温貯蔵及び出庫後の果実品質変化から、食味が最も良好な果実条件は、糖度14%以上、果実硬度1.0～1.3 kg cm⁻²の範囲で、クエン酸1.0～1.3%、果心部の種子周辺がやや水浸状になり、果実の緑色が濃く、芳香が感じられる果実と言える。

以上のことから、キウイフルーツの収穫適期は品種間にはあまり差がなく、果実硬度は3～4 kg cm⁻²、糖度は6.5～7.0%の時期で、年次間、地域間の差が大きいこと、貯蔵に当っては、風や落下、害虫による障害果をよく選果する必要があり、貯蔵温度は2～3°Cが最適条件であるが、貯蔵期間の長短によって変えうること、湿度は歩減りを生じさせないようなほぼ100%RHが最適であること、産地によって貯蔵性は異なること、包装資材によって果重歩減り、袋内ガス組成は異なり、低温に比べ、常温で袋内は低O₂、高CO₂濃度になること、出庫後の追熟速度は15°Cに比べ、20°Cで早く、貯蔵期間が長くなるほど早まること、出庫後は果実温の上昇によって呼吸量は多くなり、果実内は高CO₂、低O₂ガス状態になりアルコール代謝が活発になることが明らかになった。

今後、貯蔵期間の長さに応じた貯蔵方法、包装資材、腐敗防止、収穫果の早期追熟法、果肉の緑色保持等の検討が必要である。

V 摘 要

キウイフルーツの貯蔵方法と出庫後の日持ち性を明らかにするため、収穫時期、産地、貯蔵温湿度および包装資材の違いと貯蔵性との関係、出庫時期、追熟温度の違いと果実品質変化との関係について検討した。

1. 収穫適期は果実硬度で3～4 kg cm⁻²、糖度6.5～7.0%の時期で、年次間、産地間の違いが大きかった。
2. 貯蔵最適温度は2～3°Cで、温度が高くなるほど貯蔵中の果実硬度、糖度の低下が早かった。
3. 貯蔵最適湿度は蒸散を防ぐ上でほぼ100%RHで、これ以下の湿度条件下では、果重歩減りが多く、果皮はしおれ、果実の軟化速度は早まった。

4. 2°C、99～100%RHの貯蔵条件では、6～7か月の貯蔵が可能で、果重歩減り率は1～2%、腐敗果の発生はなく、軟化果率は1%以下であった。貯蔵中糖度は14%以上、クエン酸1.1%、果実硬度2.0 kg cm⁻²に維持された。7か月以上になると果肉の緑色がうすくなる傾向がみられた。

5. 出庫後の果実の追熟速度は15°Cに比べ、20°Cの方が早く、貯蔵期間が長くなるほど出庫後の追熟速度は早く、可食期間は短かくなった。

6. 出庫後、果実温の上昇により呼吸量は増加し、果実内は高CO₂、低O₂の状態を示し、アルコール代謝が活発になった。

7. 包装資材の種類によって果重歩減りは異なり、低温下に比べ、常温下で果重歩減りの違いが大きかった。常温下で袋内はCO₂ 1%、O₂ 20%を示したのに対し、低温下では大気組成とあまり差がなかった。

8. 低温下では、包装資材の違いにあまり関係なく、約7か月の貯蔵が可能であったが、常温下では、庫内湿度が10°Cを越えない範囲で、4か月の貯蔵が可能であった。常温では厚さ50μmのフィルムがすぐれていた。

引用文献

1. 福井正夫(1979). わが国におけるキウイ栽培技術の方向, ニュージーランドのキウイ栽培の実態と比較しながら, 果実日本, 1～26.
2. 真子正史(1981). キウイフルーツの果実管理, 収穫から貯蔵, 出庫まで, 農及園, 55(1): 36～42.
3. 水野 進・寺井弘文・福井正夫(1981). キウイフルーツの成熟ならびに貯蔵に関する研究(第2報), 果実の肥大と内容成分の変化について, 昭和56年秋園芸学会発表要旨, 367～368.
4. 水野 進・蔡龍 銘・寺井弘文・福井正夫(1982). キウイフルーツの成熟ならびに貯蔵に関する研究(第3報), 収穫期と貯蔵ならびに追熟との関係, 昭和57年春園芸学会発表要旨, 424～425.
5. 日本貿易振興会(JETRO)(1981). ニュージーランドのキウイフルーツ, 1～53.
6. 寺井弘文・水野 進(1978). 輸入果実の流通技術に関する研究(第1報), キウイフルーツの貯蔵温度について, 昭和53年春園芸学会発表要旨, 394～395.
7. 渡辺慶一・広田才之・高橋文次郎(1982). キウイ果実のクロロフィル, カロチノイドについて, 昭和57年春園芸学会発表要旨, 426～427.

Summary

To clarify the efficient storage system of Kiwi fruit, fruit quality during storage was examined in relation to the harvest time, produced area, air conditions of store room and the packing film. Relations between the change of quality after storage and the time of taking out of cool storage, and temperature for ripening were investigated.

1. The best harvest time was that the fruit hardness was $3\sim 4\text{ kgcm}^{-2}$ and brix contents was 6.5-7.0%. There was yearly differences in the time. According to the produced area the best time for harvest differed.

2. The most suitable temperature for storage was $2\sim 3^{\circ}\text{C}$. In accordance with the increase of the storage temperature, the fruit hardness and the brix contents became lower.

3. When the relative humidity was 99-100% transpiration of fruit was efficiently controlled. The lower humidity brought about the decrease of fruit weight, withered peel and softened fruit.

4. Fruit stored in the best condition i.e, 2°C and 99-100%, could be stored 6-7 months. In this case, fruit weight decreased only 1-2%, no decayed fruit was recognized and the percentage of softening fruit was 1%. Brix contents of the fruit was higher than

1.4% citric acid contents was kept at 1.1%. The fruit hardness was kept at 2.0 kgcm^{-2} . However, green color of fresh came out by the storage longer than 7 months.

5. Fruit ripening after storage in 20°C was earlier than in 15°C . The longer the cold storage, the shorter the fruit life became after storage.

6. After taking out of cold store room, O_2 concentration decreased and CO_2 concentration increased because of the higher fruit temperature and transpiration rate. Alcohol synthesis was accelerated.

7. Fruit weight was influenced by the kind of packing film. This difference was greater when fruit was stored in natural temperature. CO_2 and O_2 concentration in the packing film was 1% and 20% respectively in the natural temperature. On the other hand, the concentration of each gas was not differed with the natural air in the cold storage.

8. In the cold storage, the fruit quality was kept well about for 7 months regardless of kinds of packing film, but in the ordinary storage fruit quality was kept at good condition for 4 months keeping lower than 10°C . The suitable thickness for packing film was 50μ .