

カキ果実の貯蔵法に関する研究 (第2報)

富有の CA 貯蔵法に関する実験**

福長信吾・小田道宏・横沢弥五郎*

Studies on the Methods of Keeping the Quality of Persimmons in Storage. 2.

Test of the methods of the controlled atmosphere storage of "Fuyu"

Shingo FUKUNAGA, Michihiro ODA and Yagoro YOKOZAWA

緒 言

果実の CA 貯蔵に関しては、リンゴ、ナシ、モモ、ミカンそのほかについて多数の報告がある。カキでは常温下における炭酸ガス貯蔵法として、いくつかの報告^{4, 10, 13)}があるが、CA 貯蔵については樽谷¹⁷⁾の研究のみみられるだけである。樽谷は、その実験成果の実用化に当って、変型大気組成を自然的に調節するポリエチレン密封低温貯蔵法を考案し、その秀れた貯蔵性を解明した。

筆者ら⁷⁾は、大量の果実が人為的に調節された変型大気下において CA 貯蔵の実用化を検討するため、1966年に約2トンの富有を用いて実験を行つたが、果実の意外な軟化促進と微生物の繁殖や果面の黒変を生じたので、あらためて果実の熟度、大きさ、荷痛み⁸⁾大気組成などの貯蔵条件の検討が必要となつた。このため、1967年から2年にわたり実験を行つたので、これらの結果の概要を報告する。

材料および方法

実験 I (1967年度)

第1表 要因と水準(実験 I)

	第1水準	第2水準
収 獲 期	11月上旬	11月下旬
荷 痛 み	なし	あり
CO ₂	5%	10%
O ₂	2%	5%
活 性 炭	なし	あり

* 現岡山県立農業試験場

**本研究の要旨は昭和43年および44年度園芸学会(秋)で発表

本県平地部産(梶原市)の富有、180~205gのM級果実を用い、第1表の実験区分にしたがつて、各区約30kgの果実を厚み0.1mmのポリエチレン袋に密封し、1967年11月から翌年3月まで130日間にわたって、温度 $1.2 \pm 0.5^\circ\text{C}$ で貯蔵した。袋内のガスは毎日1回、所定組成のガスを各区に十分注入した。

検討すべき貯蔵条件として果実収穫時期の差、荷痛みの有無、大気組成としてCO₂およびO₂濃度、活性炭の有無の5要因、2水準を取上げ、直交配列L₁₆¹⁵⁾でもって実験区を構成した。これらの要因ならびに水準は次の通りとした。

要因1. 収穫時期

水準1 11月上旬:11月8日に収穫した。収穫時の果実性状は果皮橙黄色、糖度13.2%、果肉硬度2.9kg、アセトアルデヒド含量0.117mg%のやや未熟果で、甘味淡白、肉質やや粗剛であつた。

水準2 11月下旬:11月23日に収穫した。収穫時は果皮橙紅色、糖度14.5%、硬度2.4kg、アセトアルデヒド0.079mg%の適熟果で甘味濃厚、風味良好な果実であつた。供試果は手触りで果肉の硬いものを選んだ。

要因2. 荷痛み

水準1. 荷痛みなし:収穫後できるだけ果実をていねいに扱い、衝撃を与えないよう運搬し貯蔵した。

水準2. 荷痛みあり:上記のようにして運搬した果実を25cmの高さからゴム板上に落下させて、果実長径方向の両側面に人為的な衝撃を与えて貯蔵した。

要因3. 炭酸ガス濃度

水準1. 5%:CO₂をN₂と空気で稀釈し5%になるようにした。

水準2. 10%:上記の方法で10%にした。

要因4. 酸素濃度

水準1. 2% : CO₂ 濃度調整の際, 空気量を調整して2%になるようにした.

水準2. 5% : 上記の方法で5%にした.

要因5. 活性炭

水準1. 活性炭無挿入.

水準2. 400g の活性炭をガーゼに包み, 実験袋に挿入した. 活性炭は実験期間中, 交換しなかつた.

調査回数は貯蔵後30, 70, 100, 130日の4回とし, 各区より果実30~40個を抽出して食味, 色沢, 糖度, 果肉硬度, 病害果数, 汚染果数を調査した. 糖度はハンドレフレクターを用い, 果肉硬度はユニバーサル型硬度計で剥皮した果肉に直径3mm の円筒針を垂直に10mm貫通させたときの示度(kg)で示し, 収穫時との硬度差でもって軟化度とした. 病害率および汚染果率は調査個数の百分比で示し, また, CO₂ と O₂ の定量はオルザットを用いた.

実験II (1968年度)

実験Iと同じ平地部産の富有を用い, プラスチック容器に約20kgを詰め, 1968年11月から翌年3月まで約130日間, 温度0.5±1.0°Cで密封貯蔵した. 今回は貯蔵条件として収穫時期, 荷痛み, 果実の大きさ, CO₂ 濃度, 貯蔵前のCO₂ 衝撃の5要因を取上げ, それぞれ2水準として, 直交配列 L₁₆ で実験を行った. 第2表の各要因, 水準は次の通りとした.

第2表 要因と水準(実験II)

	第1水準	第2水準
収 獲 期	11月中旬	11月下旬
荷 痛 み	なし	あり
果実の大きさ	M	LL
CO ₂	10%	15%
CO ₂ 衝 撃	なし	あり

要因1. 収穫時期

水準1. 11月中旬: 11月18日に収穫した. 収穫時の果実はほぼ適熟果で果皮は橙ないし橙紅色で, 果肉硬度2.8kg, 糖度13.5%で肉質はやや粗かつた.

水準2. 11月下旬: 11月25日に収穫した. 収穫前に軽霜を数回受けたが霜害はみられなかつた. 果実は完熟果で, 果皮は橙紅色, 硬度2.4kg, 糖度14.5%で肉質はち密な硬い感じのものを供試果とした.

なお, 本年は9, 10月の多雨の影響を受けて蒂すき果が異常に多かつたが, 実験に供試した果実は蒂すき程度

の小さいものを用いた.

要因2. 荷痛み

水準1. 荷痛みなし: 収穫後, トラックに積載し約20分間, 通常で速度で運搬し貯蔵した.

水準2. 荷痛みあり: 上記果実をさらに30分間, トラック積載のまま粗悪路面を乱暴に運転して, 果実に強い衝撃と外傷を与えて貯蔵した. 運搬時の衝撃, 外傷による果実の外観上の損傷はみられなかつた.

要因3. 果実の大きさ

水準1. M級: 果重180~205gとした.

水準2. LL 級: 220~240gとした.

要因4. 炭酸ガス濃度

水準1. 10%: 実験Iと同じ方法で調整した. 空気量はO₂ 3%になるようにした.

水準2. 15%: 上記と同じ要領で調整した.

要因5. 炭酸ガス衝撃 (CO₂ short term treatment)

水準1. 衝撃なし: 果実に処理を行わず直ちに貯蔵した.

水準2. 衝撃あり: CO₂ 30%, O₂ 10~15% の空気組成下で室温で24時間おいたのち貯蔵した.

プラスチック内空気は毎日1回所定組成の調整空気を十分に注入交換し, 調査は12月25日, 1月25日, 2月27日, 3月31日の4回行ない, 貯蔵期間をそれぞれ30, 60, 90, 130日とした. 調査方法は, 実験Iと同じ要領で行つたが, 果実の軟化は手触りで区分し, 弾力を帯びたもの, 柔軟に感ずるものの合計を調査個数の百分比で軟化率とした.

実 験 結 果**実験I**

各要因ならびに水準間で貯蔵果の外観, 品質におよぼした影響は次の通りであつた.

I. 食味および色沢

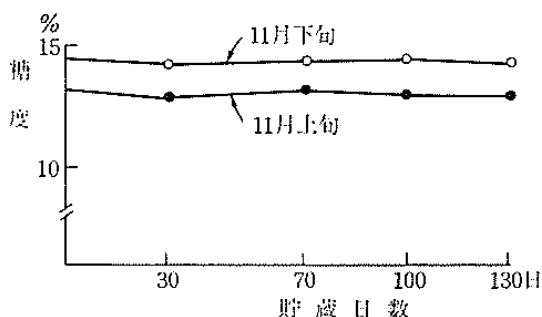
食味はいつれの区も実験期間中変化なく, カキの風味を失わなかつた. 果肉の軟化多汁質化はCO₂ 濃度で大差があり, CO₂ 5% 区で促進し, とくに, 熟度の進んだ下旬果で著しかつた. これに対し, CO₂ 10% 区では上旬果, 下旬果ともに最終調査時にやや多汁質となつた.

糖度は第1図の通りで, 貯蔵中, 次第に, 減じたが, 貯蔵130日後でも実験開始時と大差なかつた.

果面および蒂の色沢は第3表の通り, 下旬果の変化が早く, なかでも CO₂ 5% 区で光沢のそう失がいちじるしく, 100日後では濃紅色となり軟熟が明らかであつた. これに対し, 上旬果はいつれのCO₂ 濃度においても変

第3表 収穫期およびガス組成の違いと貯蔵中の果実色沢の変化(1967—68)

	ガス組成		色 沢			
	CO ₂	O ₂	30日	70日	100日	130日
11月上旬	5%	2%	良	良	良	良
	5	5	良	良	良	良
	10	2	良	良	良	良
	10	5	良	良	良	良
11月下旬	5	2	良	やや鈍る	鈍, 濃色	鈍, 濃色
	5	5	良	〃	〃	〃
	10	2	良	良	良	やや鈍る
	10	2	良	良	良	〃



第1図 貯蔵中の糖度変化(1967—68)

化が少なく、130日後でも収穫時と大差がなかった。この色沢の変化は果実荷痛みや活性炭による影響は少ないと思われた。

2. 汚染果

貯蔵中、果皮に線状ないし小斑紋状の黒変を生じた。黒変部は果皮にとどまり、樽谷¹⁷⁾が黒変果として扱った

ものと同一のものと思われるが、収穫前、果実着色期に降雨等、多湿気象条件下で発生する黒色汚染果¹⁹⁾と同一のものともみられるので、これを汚染果とした、筆者ら²⁰⁾の調査では汚染部は果皮のクチクラ層に肉眼で識別しにくい微少な傷があり、その直下の表皮細胞が黒変するのを見とめている。汚染果は70日後に一部の区で軽度のものを生じたが、この時点では調査しなかつた。100日後に至つて要因間に顕著な差を生じた。100、130日後における有意な差のみられた要因を第4表にまとめ、その要因が汚染発生に影響した割合を寄与率¹⁵⁾として示した。以下、各要因の影響度を寄与率として表示する。

第4表のとおり、汚染果の発生はCO₂濃度、活性炭、収穫時期、荷痛みのいづれにも影響を受け、O₂濃度は荷痛みの有無と関係した。これらの要因のうち、CO₂濃度の影響が非常に大きく、寄与率は100日後で56.4%、130日後で74.5%と全体の大半を占め、ついで

第4表 貯蔵果の汚染発生に関係した要因と寄与率(1967—68)

	貯蔵100日			貯蔵130日		
	F値	有意性	寄与率	F値	有意性	寄与率
CO ₂	251.6	**	56.4%	324.9	**	74.5%
活性炭	56.6	**	12.5	49.9	**	11.8
CO ₂ ×活性炭	56.6	**	12.5	20.7	*	4.5
収穫期	16.0	**	3.4	—	—	—
収穫期×CO ₂	8.4	*	1.7	—	—	—
収穫期×活性炭	17.7	**	3.8	14.2	*	3.0
荷痛み	6.9	*	1.3	—	—	—
荷痛み×CO ₂	6.9	*	1.3	—	—	—
荷痛み×O ₂	17.7	**	3.8	11.9	*	2.5
その他	—	—	3.3	—		3.7

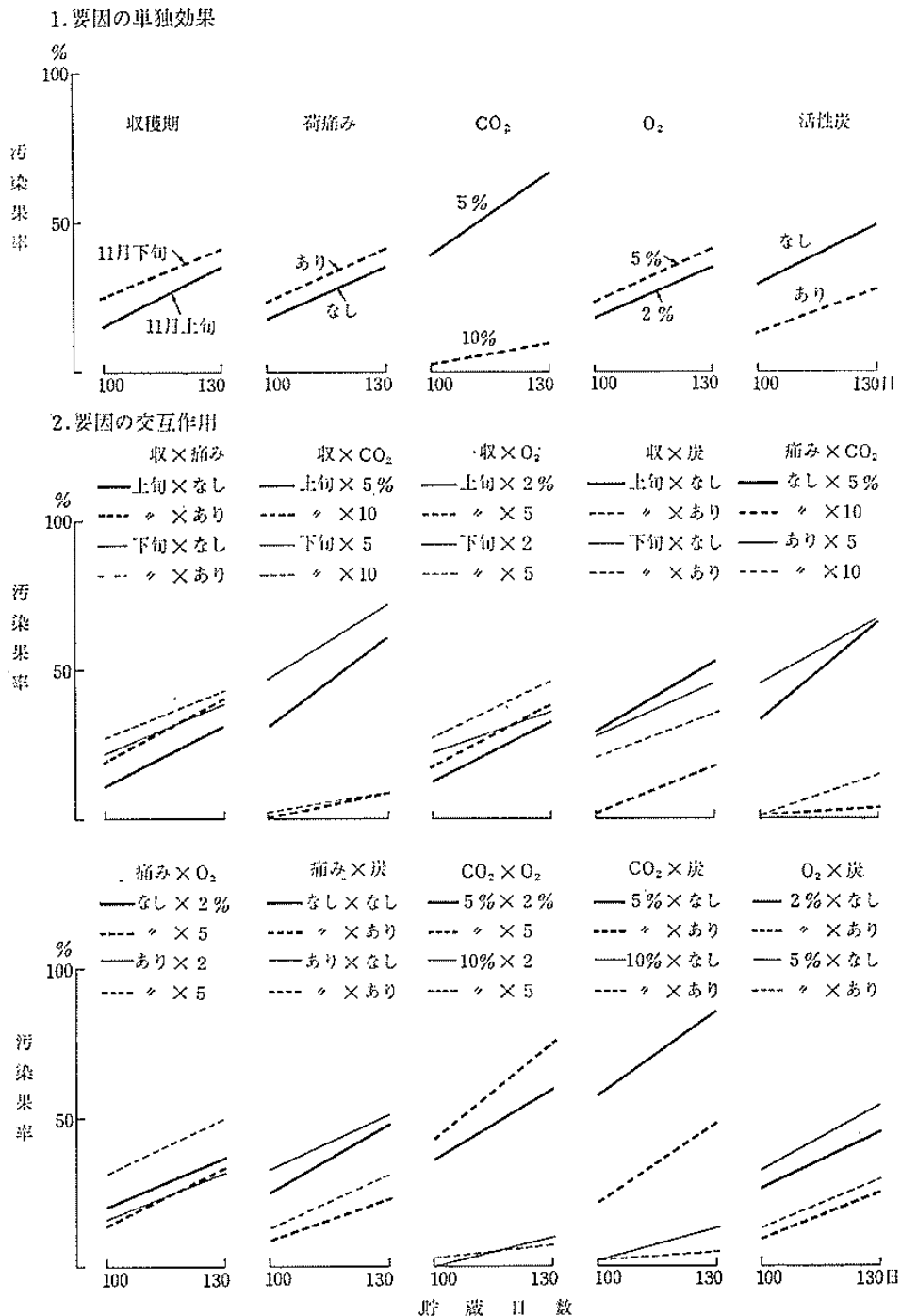
** 1%水準で有意差を認める
* 5%水準で有意差を認める

活性炭の12.5%であつた。また、この CO₂ 濃度と活性炭との交互作用も大きく現れた。これらに比較すれば、収穫時期などそのほかの要因および、その交互作用の寄与率は低く、実用的に無視できる程度のものであつた。

これらの要因による汚染平均発生率は第 2 図に示すとおりで、CO₂ 5% 区が10%区に比しいちじるしく高く、CO₂ 10% は汚染発生を抑制する作用が強かつた。活性

炭は、これを挿入することによつて発生を少なくしたが、CO₂ 10% 区では活性炭の効果はみられなかつた。

収穫時期、荷痛み、O₂ 濃度のそれぞれの要因では、熟度の進んだ下旬果が上旬果より、荷痛みを受けたものが受けなかつたものより、O₂ 5%区が2%区より、いずれも汚染果率の高い傾向がみられ、荷痛みをうけたものは O₂ 高濃度区で発生を助長した。



第 2 図 貯蔵中の汚染果平均発生率と要因との関係 (1967—68) .

第5表 貯蔵果の病害発生に関係した要因と寄与率(1967—68)

	貯蔵100日			貯蔵130日		
	F 値	有意性	寄与率	F 値	有意性	寄与率
CO ₂	42.7	**	38.2%	250.9	**	79.0%
O ₂	8.0	*	6.4	4.0	—	1.0
活性炭	12.8	*	10.8	37.4	**	11.3
収穫期	6.3	*	4.9	—	—	—
収穫期×活性炭	10.3	*	8.6	—	—	—
荷痛み	10.4	*	8.7	14.4	**	4.2
CO ₂ ×O ₂	—	—	—	5.9	*	1.5
その他	—	—	22.4	—	—	3.0

** 1%水準で有意差を認める

* 5%水準で有意差を認める

3. 病害果

病害果は果面の微少な傷に寄生したカビによるもので、病害菌の大部分は *Penicillium* sp. *Botrytis* sp. *Alternaria* sp. で一部 *Fusarium* sp. を検出した。

病害果の発生は汚染果のそれとよく似た傾向を示し、貯蔵100日以後に発生をみとめ、要因間に有意な差を生じた。これを第5表に示したが、100日後では、この実験に取上げたすべての要因が、また130日後では収穫期とO₂濃度を除いたほかの要因が単独に、あるいは交互作用として病害発生に関係した。病害発生に最も強く影響したものはCO₂濃度で、その寄与率は130日後には79.0%にも達した。ついで活性炭が寄与率11.3%であった。これらに較べれば、ほかの要因の寄与率はいずれも低かった。

第3図に貯蔵日数と平均病果率との関係を示したが、CO₂ 10%区は5%区より発病が少なかった。しかし、10%区においても100日以後、病害果が激増した。活性炭は挿入により発生を抑制したが、汚染果にみられたようなCO₂濃度との交互作用は現れなかった。

荷痛み、O₂濃度と病果率との関係は、荷痛みを受けたものが、またCO₂ 5%区がいずれも病果率の高い傾向がみられた。なお、荷痛みを受けた部分は罹病腐敗しやすかった。収穫時期別では、100日後では下旬果が上旬果より病害果が多かったが、その後、上旬果の罹病果が急増して、130日後には下旬果との差がみられなくなった。

4. 果実の軟化

果肉の硬さは実験開始期において、すでに上旬果と下旬果で大きな差があつたが、貯蔵中の軟化度(果肉硬度の低下)が要因間に有意な差を生じたのは70日以後で、

これらの要因の寄与率は第6表に示した。すなわち、軟化度に関係した要因は収穫時期およびCO₂濃度と両者の交互作用で、このうち収穫時期が最も強く影響し、130日後における寄与率は49.6%になつた。荷痛み、O₂濃度、活性炭の影響は、調査の時期によつて有意性のみられることもあつたが、寄与率はいずれも低かつた。

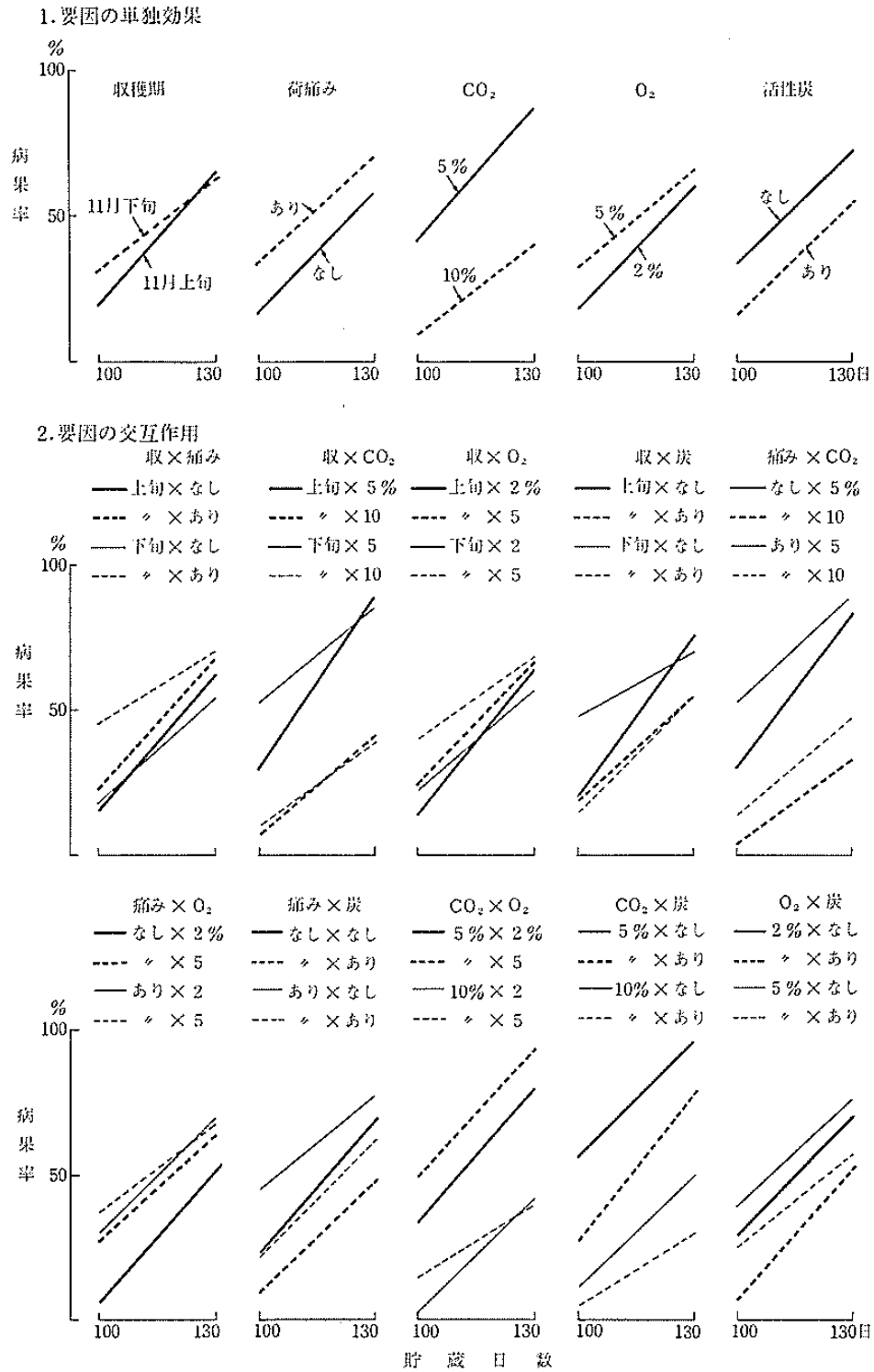
第4図に貯蔵日数と果肉硬度との関係を示したが、硬度の低下は30日を過ぎて下旬果でいちじるしく、とくにCO₂ 5%区でいちじるしかつた。すなわち、70日後に硬度1.2kgとなり、商品としての必要最低硬度1.6kg前後にまで低下したのは貯蔵後50~60日頃と思われる。これに対し10%区は100日後で硬度1.7kg、130日後で1.4kgに低下したが、5%区に較べ硬度低下を幾らか抑制した。しかし、この場合も必要最低硬度は、110日前後で失つたと思われる。一方、組織の硬い上旬果の硬度低下は緩慢で130日後においても2.0kg以上を保ち、CO₂濃度による影響もほとんどみられなかつた。

荷痛み、O₂濃度、活性炭の影響は、有意性のみられた場合でもそれぞれの水準間差は第5図のとおり0.2kg以下で、硬度計の能力からみて、ほとんど誤差範囲と考えられる。したがつて、これらの要因の軟化に及ぼす影響は無視できるであろう。

5. 生理障害

果頂部の黒変はCO₂濃度が高いか、あるいは、O₂濃度が非常に低いかによつて生ずるようであり^{3,4,10,13,17)}、村谷¹⁷⁾はこれを生理障害果とした。症状は平核無のガス脱波の際みられる軟化現象¹¹⁾とよく似ているが黒変部は軟化しない。

本実験では、貯蔵期間中、いずれの要因にも生理障害の発生はみられなかつた。したがつて、果実にアルデヒ



第 3 図 貯蔵中の病害果平均発生率と要因との関係 (1967—68)

ド臭を感ずることはなかつた。

実験Ⅱ

各要因ならびに水準間で貯蔵果の外観、品質に及ぼした影響は次の通りであつた。

1. 食味および色沢

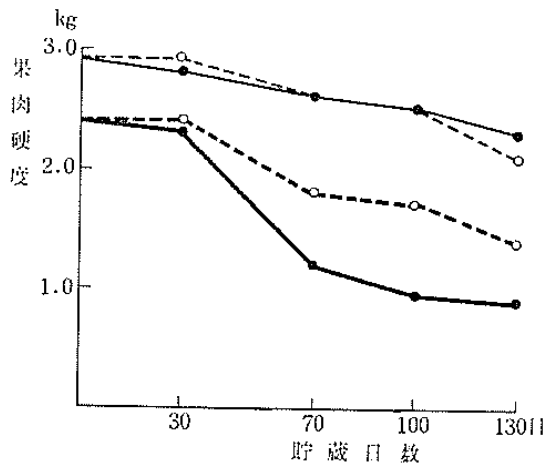
食味は60日後まで変化がみられなかつたが、90日以後軽微な酸酵臭を CO₂ 15% 区で感ずることがあつたが、果実の風味を害するほどでなかつた。糖度は第 6 図に示したが、実験Ⅰと同様、漸減した。しかし、130日後で

第6表 貯蔵果の軟化に関係した要因と寄与率(1967—68)

	貯蔵70日			貯蔵100日			貯蔵130日		
	F 値	有意性	寄与率	F 値	有意性	寄与率	F 値	有意性	寄与率
収穫期	47.2	**	29.7%	174.6	**	50.3%	57.0	**	49.6%
CO ₂	11.3	**	6.6	56.4	**	16.2	5.8	—	5.0
収穫期×CO ₂	12.1	**	7.1	64.5	**	18.3	23.1	**	19.8
活性炭×O ₂	3.5	—	1.6	—	—	—	—	—	—
活性炭×荷痛み	—	—	—	15.1	**	4.0	—	—	—
荷痛み×CO ₂	5.7	*	2.9	—	—	—	—	—	—
O ₂	—	—	—	19.4	**	5.3	—	—	—
その他	—	—	53.1	—	—	5.9	—	—	25.6

** 1%水準で有意差を認める

* 5%水準で有意差を認める



第4図 貯蔵中の果肉硬度と収穫期、炭酸ガス濃度との関係(1967—68)

——上旬果・炭酸ガス 5%
 // . // 10%
 ——下旬果・ // 5%
 // . // 10%

も収穫時と大差なかった。

色沢は果皮、蒂とも実験終了時まで当初の状態を保った。

2. 果面の亀裂

90日以降、果面に細かい亀裂が一部の区に生じた。第7表は130日後の要因との関係を示したものであるが、この実験に取上げた要因のすべてが亀裂に関係した。このうち、最も強く影響したものは収穫時期で、寄与率23.0%を示し、ついでCO₂濃度の18.2%で、この両者間の交互作用もかなり大きく現れた。果実大きさ、およびCO₂衝撃は単独作用としては亀裂に関係しなかつた

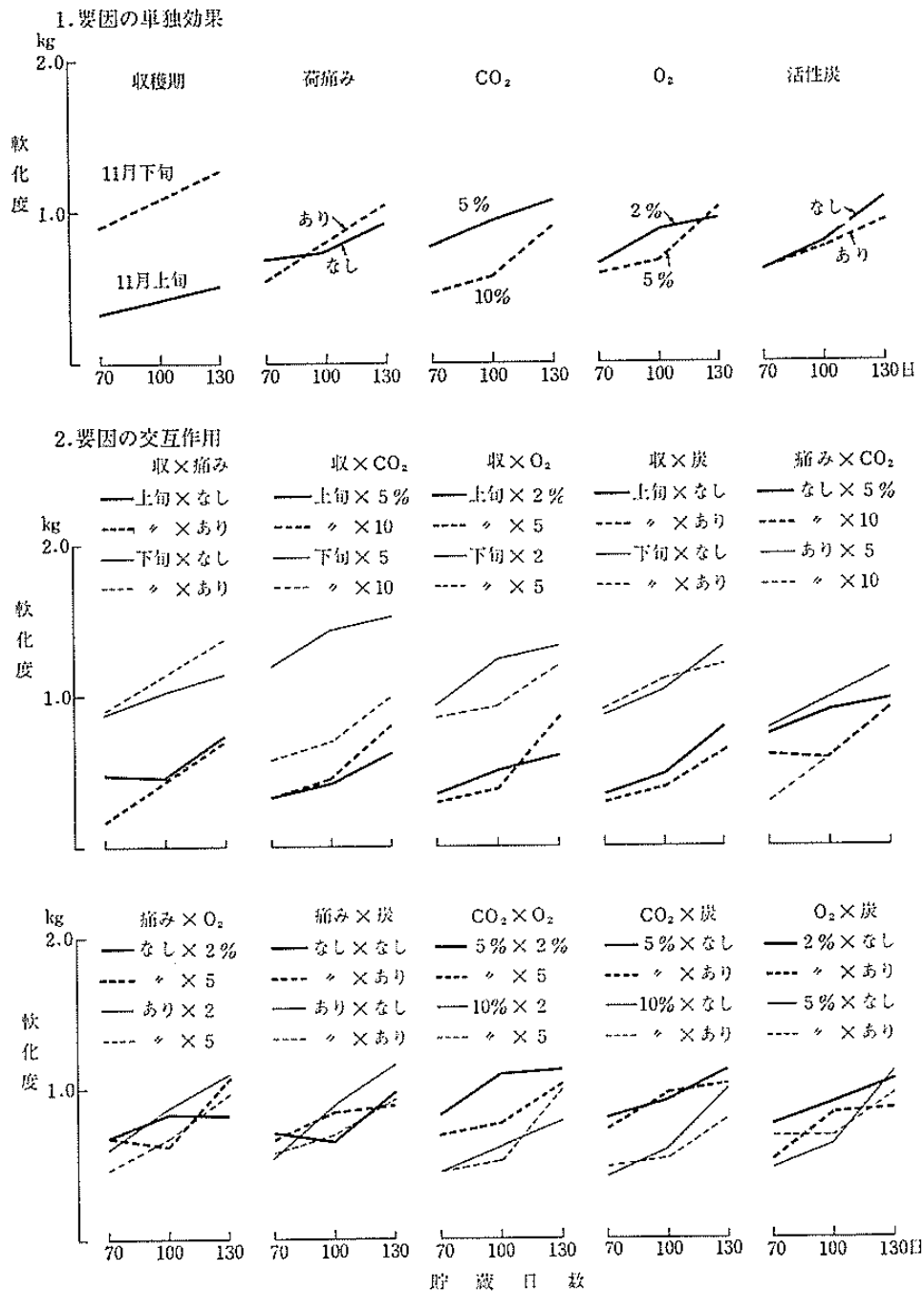
が、両者間に交互作用がみられた。荷痛みも単独あるいは収穫時期またはCO₂濃度との間で交互作用がみられたが、寄与率はいずれも低かつた。

要因と亀裂果率との関係は第7図に示した。収穫時期では中旬果の発生率が33.4%で下旬果より高く、荷痛みでは荷痛みを受けたものが、また、CO₂濃度間では高濃度の15%区がいずれも亀裂果の発生を高めた。これらの要因間では、CO₂15%区で荷痛みを受けたものが高い傾向があり、ことに若い中旬果でいちじるしかつた。CO₂衝撃の有無および果実大きさの大小との水準間には大差がなく有意差がなかつたが、両要因間の交互作用は比較的大きく、衝撃なしのM級果と衝撃ありのLL級果に発生率の高い傾向をみとめた。

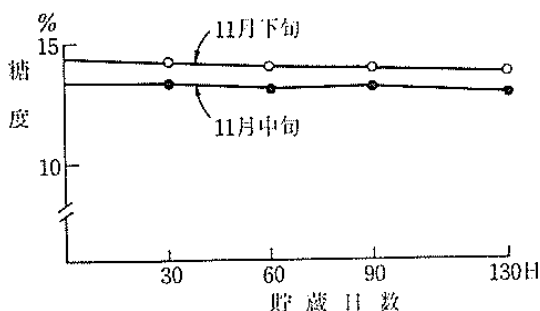
3. 病害果

病害果は90日後に発生をみとめ、以後急増した。病原菌は実験Iと同じであり、発生時期およびその後の繁殖は実験Iと同じような傾向がみられた。要因間では収穫時期、果実の大きさ、および両者の交互作用に有意差があり、ほかの要因とその交互作用は影響がみられなかつた。第8表に示すとおり、寄与率は収穫時期が最も大きく、130日後で53.0%を示した。これにくらべ、果実の大きさ、および大きさと収穫時期の交互作用の寄与率は10%以下で低かつた。この実験では実験IにみられたようなCO₂濃度および荷痛みの影響が現れなかつた。これはCO₂10%以上の高濃度に設定したためと思われる。

病果率と要因との関係を第8図に示した。収穫時期では下旬果より中旬果に発生が多く、また、発生の時期も早かつた。果実の大きさではLLの大果よりM果に発生が多く、ことに、M果の中旬果では90日後7.7%、130日



第5図 貯蔵中の軟化度と要因との関係 (1967—68)



第6図 貯蔵中の糖度変化 (1968—69)

後33.0%と急増したのに対し、LL の下旬果では90日後には発生なく、130日後でも6.3%にとどまった。

4. 果実の軟化

果肉硬度の低下は実験Iとほぼ似た経過を示したが、時期的な硬度低下は若干、実験Iと様相を異にした。すなわち、下旬果は30日後までに、中旬果は30日から60日後の間に硬度の急速な低下がみられ、実験Iよりも低下の時期が早かった。しかし、その後の低下は実験Iよりも少なく、130日後では中旬果で2.0kg以上、下旬果で

第7表 貯蔵果の亀裂発生に関係した要因と寄与率(1968—69)

	亀裂果率		
	F 値	有意性	寄与率
収穫期	49.3	**	23.0%
CO ₂	39.2	**	18.2
収穫期×CO ₂	30.2	**	13.9
荷痛み	24.2	**	11.1
収穫期×荷痛み	14.3	**	6.3
荷痛み×CO ₂	19.6	**	8.9
大きさ×CO ₂ 衝撃	26.1	**	11.7
その他	—	—	6.9

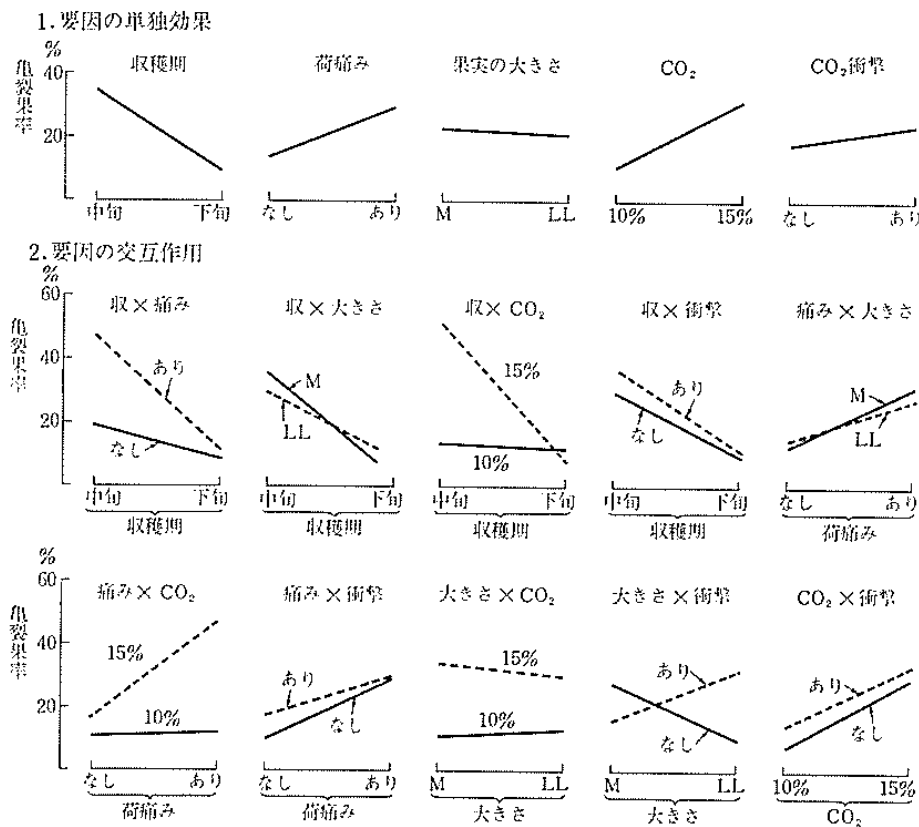
** 1%で有意差をみとめる
* 5%で有意差をみとめる

も1.8kg以上の硬度を保った。この実験ではCO₂濃度間に大差はみられなかった。これらの関係は第9図に示した。

手の触感による軟果の発生経過は病害果と同じく貯蔵90日以後で、軟化に関係した要因は90日後と130日後とで異った。これを第9表に示したが、貯蔵全期間にわた

って軟化に強く影響したものは荷痛みであった。すなわち、90日後では寄与率28.2%で最も高く、130日後では19.4%となり収穫時期の34.2%について高かった。このような荷痛みの強い影響は実験Iではみられなかった。収穫時期の影響は90日後ではほとんどみられず、130日後に強く現れた。CO₂濃度、CO₂衝撃、[果実の大きさについては、時期によりそれぞれ影響がみられたが、寄与率はいずれも低かった。

第10図に要因と軟果率との関係を示した。90日後、130日後ともに荷痛みを受けたものに軟果率が高く、収穫運搬途上での衝撃などによる果実の痛みが軟化を促進した。収穫時期別では130日後で中旬果の7.6%に対し、下旬果は16.3%となり、実験Iと同様、下旬果で促進し、90日以後の軟化が顕著であるように思われた。この点、手の触感による軟化判定と硬度計によるそれとは一致しないようであった。CO₂濃度間ではいちじるしい差が現れなかったが、平均軟果率は90日後で10%区が3.3%、15%区が5.8%、130日後で10%区が10.4%、15%区が13.5%と僅かながら15%の高濃度区に軟化傾向がみられた。果実の大きさ別では130日後には有意な差がみられなかったが、全体の傾向としてLL級果に軟



第7図 貯蔵130日後の亀裂平均発生率と要因との関係 (1968—69)

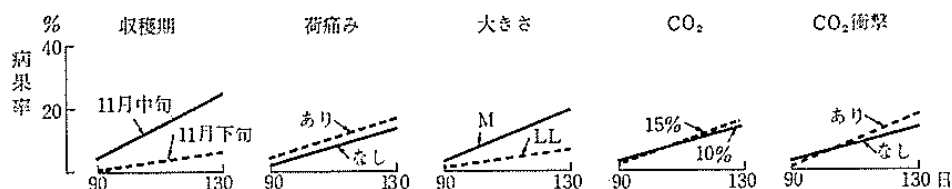
第8表 貯蔵果の病害発生に關係した要因と寄与率(1968—69)

	貯蔵90日			貯蔵130日		
	F 値	有意性	寄与率	F 値	有意性	寄与率
収穫期	19.7	**	24.2%	38.5	**	53.0%
大きさ	6.9	*	11.2	7.2	*	8.7
収穫期×大きさ	6.9	*	11.2	8.1	*	10.0
その他	—	—	53.4	—	—	28.3

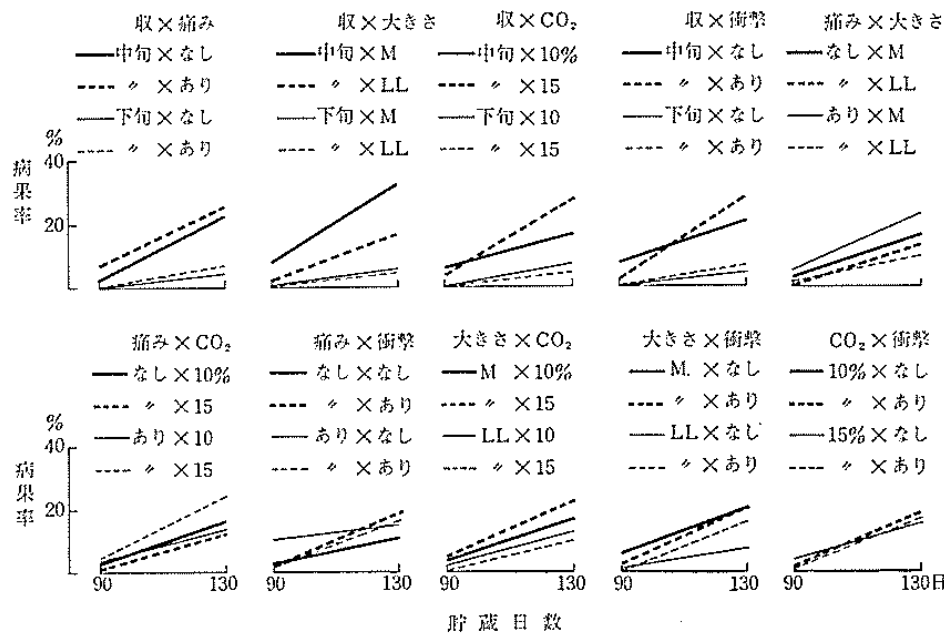
** 1%で有意差をみとめる

* 5%で有意差をみとめる

1. 要因の単独効果



2. 要因の交互作用



第8図 貯蔵中の病害果平均発生率と要因との関係 (1969).

果率が高かった。CO₂ 衝撃の有無と軟果とは130日後に有意差があり、衝撃を与えることによつて軟果率の高くなる傾向がみられた。

5. 汚染果ならびに生理障害果

汚染果ならびに生理障害果は、いづれの区も実験期間中、発現しなかつた。実験Iの結果と照合して、CO₂ 10~15%の範囲で O₂ 3%であれば、汚染果は発生しな

いと思われる。しかし生理障害果は CO₂ 15% 区で貯蔵後期にアルデヒド臭を感じているので、さらに長期間の貯蔵となると15%区で発生する可能性がある。

考 察

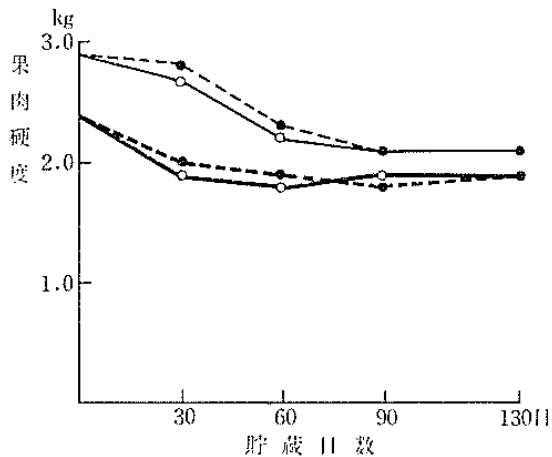
樽谷¹⁷⁾は富有の生果貯蔵における好適温湿度は温度 0°C、湿度100%付近とし、大気組成は自然の空気組成に

第9表 貯蔵果の軟化に関係した要因と寄与率(1968—69)

	貯蔵90日			貯蔵130日		
	F 値	有意性	寄与率	F 値	有意性	寄与率
収穫期	4.0	—	3.6%	29.0	**	34.2%
荷痛み	25.0	**	28.2	17.2	**	19.4
CO ₂	11.1	*	11.6	3.8	—	3.4
大きさ	9.0	*	9.3	—	—	—
CO ₂ 衝撃	—	—	—	6.6	*	6.9
収穫期×CO ₂	11.1	*	11.6	—	—	—
荷痛み×CO ₂	—	—	—	8.3	*	9.0
大きさ×CO ₂ 衝撃	13.4	**	14.7	5.9	*	5.9
その他	—	—	21.0	—	—	21.2

** 1%で有意差をみとめる

* 5%で有意差をみとめる



第9図 貯蔵中の果肉硬度と収穫期、炭酸ガス濃度との関係(1968—69)。

——中旬果・炭酸ガス10%
 " " " 15%
 ——下旬果・ " " 10%
 " " " 15%

近いと、汚染、軟化、微生物の繁殖を助長し、一方、CO₂濃度を高めると果頂部の黒変する生理障害果の発生を促し、O₂ 5%、CO₂ 5~10%の範囲にあるとき、最も良い貯蔵成績が得られ、また、貯蔵用の果実は果肉の硬いことが必要で、果実の貯蔵性はやや未熟果が優るけれども、着色の進んだ完熟に近い果実であっても、果肉が硬ければ十分貯蔵性に富むことを指摘した。筆者ら⁷⁾は1966年、富有のCA貯蔵を行った際、着色が橙ないし橙紅色となった果実を用いて、O₂ 5%、CO₂ 5%、温度 2℃、湿度95%前後の条件で実験を進めたところ、果皮の着色が進行し、わずか50日前後で軟熟果、病害

果、汚染果のいちじるしい発生をみて、長期貯蔵の目的を果すことができなかった。この原因として、果実の熟度が進んでいたこと、産地と貯蔵場所との距離が50km以上あり、トラック輸送中の荷痛みがかなり大きかったと推定されること、貯蔵温度がやや高かったこと、変型大気組成が適当でなかったことなどが考えられ、カキのCA貯蔵には多くの未解決の問題点が存在するように思われた。

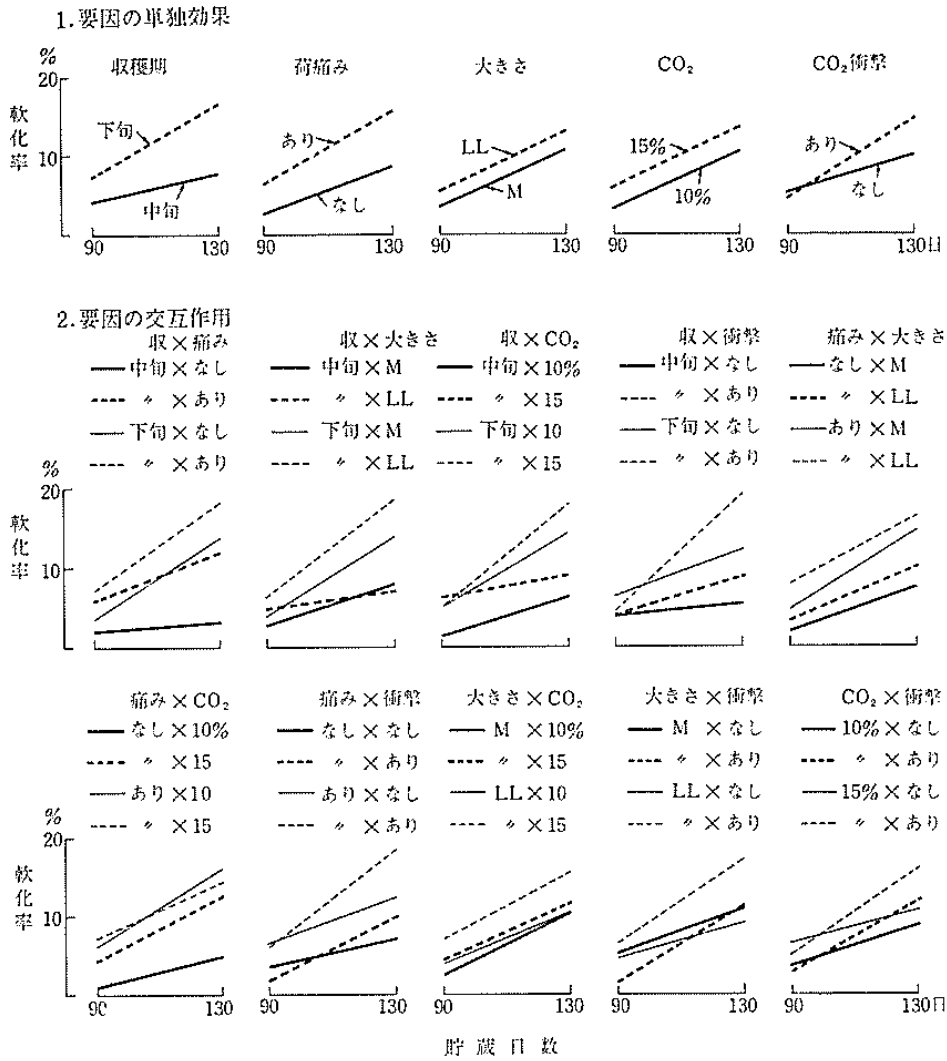
1967年度に行つた実験(実験I)は、果実の熟度、荷痛み、大気組成と果実の貯蔵性に重点をおき、果実から大気中に揮散する揮発性物質の吸収剤としての活性炭挿入効果もあわせて検討した。その結果、果実の外観、品質にいちじるしい影響のあつたものは、CO₂濃度と果実の熟度と活性炭であつた。

1968年度に行つた実験(実験II)は、果実熟度と荷痛みの影響をさらに検討するとともに、大気中のCO₂濃度をより高い水準において、あわせて、果実の大きさ、貯蔵前の子措効果についても検討した。その結果、果実貯蔵性に熟度と荷痛みが大きく影響することがみとめられた。

両年度にわたる、これらの実験結果を要因別にまとめると次のようになる。

1. 収穫期(果実の熟度)

果実の熟度と貯蔵中の軟化速度とは密接な関係があり、熟度が軟化に決定的な影響を与えている。実験Iでは熟度の進んだ下旬果の硬度低下がいちじるしく、130日間の貯蔵期間内に商品として必要な最低硬度を下廻る結果となつた。これに対して、やや未熟な上旬果では軟化抑制効果の低いCO₂ 5%区でも、130日後においても



第10図 貯蔵中の軟果平均発生率と要因との関係 (1968—69)

十分な硬さを保っており、適熟果が貯蔵性に劣ることは明らかである。このような熟度の差による貯蔵中の軟化の遅速は実験Ⅱにおいても同様な傾向があり、手の触感による軟化判定では明らかに下旬果が中旬果より軟果率が高かった。このように風味佳良な果実の貯蔵を眼目におけば、軟化しやすい欠点を技術的にどこまで調節できるかが大きな問題点になるであろう。後述する CO₂ 濃度、荷痛みの程度も軟化を抑制する重要な条件にはなるが貯蔵温度が軟化速度を支配する大きな要素を持つていると思われる。すなわち、硬度測定結果では下旬果に対し軟化抑制効果のあつた CO₂ 10% 区で、130日後の果肉硬化は実験ⅠとⅡでいちじるしい開きがみられる。両年度の供試果実の生産条件は、実験Ⅱでは収穫前の多雨で滞すき果が多発し、果実の貯蔵性にとっては実験Ⅰより、むしろ不良であつた。にも拘らず貯蔵中の硬度保持は実験Ⅰより良好であつた。実験Ⅰでは1.2℃、実験Ⅱ

では0.5℃であり、いずれも ±0.5~1.0℃ で、後者の方がより低温に長く置かれたことによるものであろう。樽谷はカキの貯蔵適温を0℃としていることから、適熟果にとって、0℃に近いというのではなく、0℃にすることが軟化抑制にきわめて重要な条件のひとつと考えられる。

収穫期と微生物の繁殖との関係は、実験Ⅰでは若い上旬果より下旬果にいくらか繁殖が多い傾向がみられる。しかし、130日後には両者の間に全く差がなく、いづれも罹病果が全体の60%を越えるほどに激増した。実験Ⅱでは、その趣きは全く異なり、中旬果より下旬果でいちじるしく病果の発生が低い。この年は下旬果の収穫前すでに数回にわたり軽い霜に遭つており、収穫時で大半の葉は落葉の状態にあつたが、この降霜と微生物の繁殖との間に、何らかの関係があるように思われる。たとえば降霜によりミカンの予措効果に似た果皮の萎凋などが原

因で、菌が寄生しやすい果皮裂開部(クチクラの亀裂)の閉塞、あるいは表皮組織抵抗の増強などに関係があるのではなからうか。収穫時期による果実熟度の差と罹病の難易とは、さらに検討を要する。

収穫期と汚染果との関係は、実験Ⅰでは下旬果が上旬果よりやや出易い傾向がみられたが、統計処理的には、ほかの要因より遙かに寄与率は小さく、130日後には統計的にも有意差は現れていない。したがって、汚染果が熟度の進んだ果実に現れやすいとは明言できない。しかし、仮に熟度に関係があるとしても、実験Ⅱでは汚染果の発生が皆無であったことから明らかなように、汚染果の実際的な発生防止対策は十分に可能である。

2. 荷痛み

実験Ⅰで行なつた荷痛みは、果実をゴム板上に落下させて瞬間的な衝撃を人為的に与えただけのものである。この程度の痛みでは、果肉軟化をいくらか助長する傾向がみられたが、統計的には痛みなし区と有意差は現れなかつた。しかし、実験Ⅱでは、中旬果、下旬果とも荷痛みによる軟化がいちじるしかつた。この場合、相当時間、トラック上で強制的な衝動を与え、実験Ⅰよりも、かなり強い衝撃、傷害を果実に与えたものである。供試果実も実験Ⅰよりも適熟果か、それに近い果実を用いた。手の触感による軟化判定では、明らかに下旬果が中旬果より軟果率の高い傾向がみられる。このことから、荷痛みの程度が強く、果実の熟度が進んでおれば、貯蔵中の軟化は助長されると考えられる。したがって、適熟果で十分果肉の硬いものであつても、収穫、運搬時の扱いには十分な注意が必要であらう。

痛みの有無と微生物の繁殖との間には、実験Ⅰでは痛みが繁殖を容易にする傾向がみられた。しかし、その程度はCO₂濃度間の差に較べれば小さいものである。実験Ⅱでは痛みの程度が強いにも拘らず、痛みなし区との間に病果率は統計的な差は全く現れていない。このことは、微生物の繁殖に関する限り大気中のCO₂濃度でかなり調節できることを示すものであり、実際的には、痛みと罹病果発生の難易とを問題にするほどではないと考えられる。

痛みと汚染果との関係も、微生物繁殖の場合と全く同じ傾向であり、したがって結論も、それと同様のことがいえるであらう。

3. 炭酸ガス濃度

CO₂はカキ貯蔵においてきわめて重要な影響をもつことが実験Ⅰ、Ⅱから知られた。すなわち、微生物の寄生、汚染果の発生、果肉硬度の低下など、果実の外観、品質に影響するところきわめて大きかつた。

濃度と微生物の繁殖との関係は、実験Ⅰで鮮明な傾向を示した。すなわち、5%区は罹病果の発生がいちじるしかつたのにくらべ、10%区は発生を相当に抑え、かつ病徴も軽かつた。実験Ⅱでは濃度設定を10%以上としたため、罹病果の発生抑制が顕著であつた。微生物の寄生状況をみると必ず果皮外傷部、あるいはクチクラの裂開部から侵入してゆくのが観察される。樽谷ら¹⁸⁾も同様のことを報告しており、収穫、運搬時の丁重、粗暴の扱い方の差が貯蔵果の病害発生に影響するであろうことは想像に難くない。しかし、CO₂は病原菌の発芽、生長を抑制し、これが低温下では一層顕著に現れることは古くから知られているところである¹⁾。カキの場合、その抑制効果が5%では不十分で、それ以上の高濃度においてほぼ満足できる効果が期待できるものと思われる。後述するように、CO₂5%は汚染果、軟果の発生に対しても抑制不十分であり、また、別に行つた実験^{8,9)}でCO₂8%で良好な貯蔵成績を得たことから推定して、樽谷¹⁷⁾がCO₂好適濃度を5~10%にしたことについて、人為的な大気調節貯蔵では、濃度下限を7%程度に引上げるべきだと考えられる。このように、濃度を高めても、実験Ⅰ、Ⅱから明らかなように、約100日を過ぎて罹病果の増大する傾向はさけられない。したがってCO₂と殺菌剤の併用効果の検討が必要である。

汚染果の発生との関係も、微生物の繁殖と酷似した傾向を示し、10%区は5%区より発生をいちじるしく抑制した。しかも、その抑制効果は100日を過ぎても顕著であつた。実験Ⅱにおいては、ほとんど発生をみなかつたのはCO₂を高濃度に設定したためであらう。汚染症状も果皮クチクラの裂開(傷)が原因するものであり²⁰⁾、その部分に果皮の酸化酵素による酸化物質が生成されるものと考えられている⁶⁾。したがって、炭酸ガスが酸化酵素活性に抑圧的に働くものと思われる。この場合も5%は効果不十分である。

軟化との関係では、実験Ⅰにみられたように熟度の進んだ下旬果において、10%区が5%区より軟化速度をいちじるしく抑制した。しかし、その効果は十分でなく果肉の必要最少硬度を保持し得た期間は110日程度に過ぎなかつた。この期間は5%区の2倍に相当する。これに対しやや未熟な上旬果は5%で十分であつた。15%区は実験Ⅱにみられるように、10%区にくらべむしろ軟化しやすい傾向があり、後述する食味、果面の亀裂も生じやすい傾向がある。したがってこの濃度は病害果、汚染果の発生抑制には十分な効果を有するが、カキ貯蔵の場合CO₂上限濃度を10%とすべきであらう。

色沢、食味の変化と濃度との関係では、下旬果は光沢

の純化、澱色化が5%区で速かにおこり、一見して過熱の様相を呈した。この過熱化と果肉硬度の低下とは、よく符合した。上旬果に対しては、5%区も10%区も良好な状態で貯蔵された(実験I)。食味は130日後においても5%区も10%区も異味を感じることはなかつたが、15%区では、貯蔵後期に至つて僅かながら酸酵臭を感じた(実験II)。15%区はO₂3%に調節したことにも問題はあつたが、この濃度では分子間呼吸を強制し、果実の品質劣化を招きやすいと思われる。なお、いずれの濃度区においても、果実糖度は貯蔵経過とともに漸減したが、収穫時と大差はなかつた。

4. 酸素濃度

O₂5%区は2%区にくらべ、微生物の繁殖、果皮汚染のいづれにも、これを助長する傾向がみられたが、統計的な有意差は両濃度間にほとんどないか、あつても低かつた。したがつて、実験Iに設定したCO₂濃度範囲では、2%と5%の良否をとくに検討する必要はないように思われる。しかし、高田¹⁶⁾がカキ正常呼吸の最少必要酸素濃度(critical O₂ level)を2.5%としているし、一方、軟化に関係するエチレンの生成⁹⁾を抑制的にする立場から、O₂濃度は低い方がよい¹²⁾。したがつて、カキ貯蔵のO₂濃度は樽谷¹⁷⁾の5%よりも低く、3%前後にする方がよいであろう。とくに、適熟果の場合は良好な貯蔵結果が得られるであろう。

5. 活性炭

活性炭を封入することにより微生物の繁殖、果皮汚染の発生がいちじるしく抑制された。一方、果肉軟化の抑制効果は現れなかつた。微生物の繁殖も、果皮汚染も多湿下で生じやすい。活性炭はその吸湿力によつて大気を低湿状態においたものと思われる。事実、活性炭を挿入したポリエチレン袋は水滴の付着が無挿入区より明らかに少なかつた。筆者ら⁹⁾は多湿下においたカキのCA貯蔵で罹病果が増加するのを観察し、裸出状態でカキを貯蔵する場合、減量、罹病果率などから大気の湿度は80~90%が好ましいと考えている。活性炭の挿入により過湿状態にならなかつたのは明らかで、これが好結果を生んだに過ぎず、CO₂10%区では、ガス効果の方が強く現われるので、活性炭の有用性はないであろう。むしろ、エチレンなどの揮発性物質の吸収による軟化抑制の効果を期待したが、Fidler²⁾がリンゴで行つたような臭素添加をしていないこともあつて、効果は現れなかつた。

6. 果実の大きさ

実験IIで大きさM級とLL級の果実を比較したが、LL果に軟化の傾向がみられた。またLL果が罹病果率の低い傾向もみられた。常識的に大果の貯蔵性は劣ると

されているが、この実験では軟化も微生物の繁殖もほかの要因の寄与率からみれば、果実大きさの寄与率は小さく、実際的には大きさを問題視するほどではないと思われる。

7. 炭酸ガス衝撃処理(予措)

CO₂衝撃は果皮硬化による軟化抑制を期待したが、実験IIにみられるとおりに、130日後には僅かながら処理により軟化が進む傾向が現れ、また、果面の亀裂も助長し、果実の貯蔵性を高めることができなかつた。CO₂衝撃処理(CO₂ short term treatment)は果実の貯蔵性、輸送性を増強するとされ、ガス濃度、処理時間、処理温度は果実の種類、品種によつて異なる¹⁴⁾。カキの場合にも、濃度、時間、温度など処理方法に問題はあろうが、これによつて、カキ貯蔵性の飛躍的な向上があるとは思えない。したがつて、このような予措をとくに必要とする理由はないと考えられる。

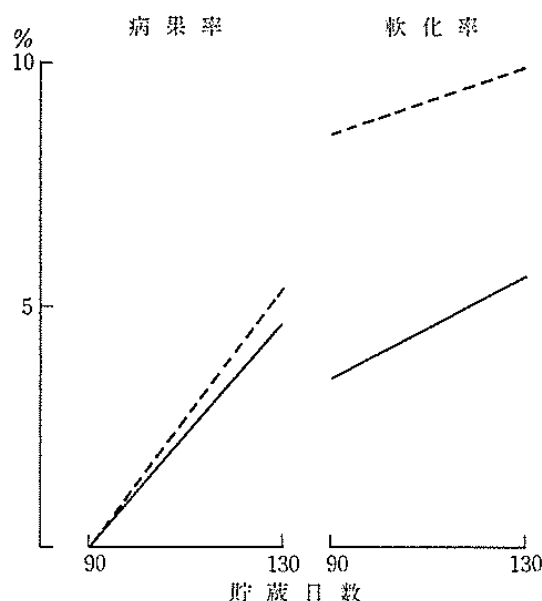
以上、本実験に取上げた各要因とその効果について検討を加えたが、結論的には、カキの貯蔵において、微生物の繁殖、汚染果、軟化に対して、果実の熟度、荷痛み、CO₂濃度が重要な影響をもつことが明らかである。貯蔵中の汚染果発生については、ほぼCO₂濃度で解決されるであろう。微生物については、CO₂10~15%でかなり抑制することができたが、なお力不足の面があり、それ以上の高濃度では果実呼吸に支障を招くようである。殺菌法の解明と併せてCO₂の力不足の部分を解決する必要がある。問題は適熟果の軟化防止である。元来 senescence(老化現象)に入つた果実は、その進行をとめることができない。貯蔵中の硬度低下からみて、実験Iの上旬果はまだ senescence に入つていなかったとみられるし、実験IIの中旬果、下旬果はいづれもすでに進行中であつたと考えられる。climacteric patternの不鮮明なカキでは貯蔵性からみた成熟段階の制定は非常に難かしいが、供試した果実を分類すると、(a)着色では黄から黄橙。果汁少なく肉質粗剛。糖度は13度以下。果肉硬度2.9kg以上。この段階のものは、いわゆる未熟で senescence には達していない。(b)橙から紅が少しかかり、果汁やや多いが肉質粗。糖度13.5度付近、硬度2.6~2.8kg。この段階のものは senescence が始まりかけた直後のものと思える。(c)橙紅色で果汁多く肉質ち密。糖度14~15度、硬度2.4~2.5kg。この期に至つて始めて富有特有の風味が現れる。senescenceの初期段階をすでに進行中のものと思われる。(d)紅色、多汁軟質。糖度15度以上、硬度2.3kg以下。これは senescence がかなり進んだ段階のものと思われる。この分類はあく

まで供試果を対象にしたもので生産地の気象条件、管理条件で相当に変異するものであるから普遍的ではない。しかし、これを基準にして富有の貯蔵適期を判断すれば、(a)はまづ無難な果実であるが風味に乏しく品質が劣る。(b)の段階が貯蔵果の収穫適期と考えられるが、なお風味に欠ける。(c)、(d)は貯蔵に適さないと考えられる。このように貯蔵性からみた果実の採取適期は品質的にやや未熟の段階にある。しかし、消費者からみれば(c)の段階のものを貯蔵せざるを得ない。当然、この段階のものは貯蔵期間が短命に終らざるを得ないが、貯蔵条件によつては、ある程度、期間を延長できること、実験Ⅱの下旬果の示すところである。岩田ら⁵⁾はカキの軟化は果実内のエチレン生成の増大が始まるとともに進行するとし、果実自体のエチレン生成量はせいぜい0.5ppmの微量であることから、カキはエチレンにきわめて敏感であるとしている。このことは、カキがエチレンに敏感であるにせよ、すでに senescence に入つた果実は貯蔵中にも進行するエチレンの生成をできる限り抑制し得る条件の整備を意味するであろう。下川¹²⁾は果実内のエチレン生成は高CO₂濃度、低O₂濃度の気相条件で抑制し得ると述べている。本実験の結果から適熟果(c)の貯蔵に当つて下記のような条件設定が必要だと思われる。

- (1) 貯蔵温度は0±1°Cであること。
- (2) 気相はCO₂ 7~10%、O₂ 3±1% であること。
- (3) 果肉は十分硬いこと。
- (4) 収穫、運搬時の荷扱いはていねいにして強い衝撃を果実に与えないこと。
- (5) 収穫後できるだけ速かに予冷すること(2~5°C)。
- (6) 収庫後すみやかに大気調整を行ない所定組成に近づけること。
- (7) 庫内大気は適宜、排除して新鮮な大気と置換すること。

これらは、エチレン生成に対し抑制的に働き、かつ、生成されたエチレンが他に害を及すのを防ぐ上に効果的であろうと思われる。

さて、このような条件で適熟果がどの程度、貯蔵できるものであろうか。これに近い条件として実験Ⅱから、CO₂ 10%、O₂ 3%、予措なし、下旬 LL 果の条件について Ω 法¹³⁾により、荷扱い粗暴にしたものと、しないものの130日後の損失果を求めると、第11図のような推定図を得た。すなわち、果実を乱暴に扱った場合は軟果率は倍増するが、ほかの障害果率は差なく、乱暴に扱わない場合の損失は軟化率5.6%、病果率4.7%、亀裂果率5.1%、合計15.4%となり、減量損失を含めても全損失20%にとまると推定され、3月末までの経済貯蔵は可



第11図 要因の組合せと Ω 法による損失果率の推定(1968—69)。

—LL, 下旬, CO₂10%, O₂3%, 予措なし, 荷箱みあり。
〃・〃, 〃, 〃, 〃
 荷箱みなし。

能と考えられる。なお、実験Ⅱに現れた亀裂果の原因は不明であつた。

摘 要

1967および1968両年度にわたり、カキ富有のCA貯蔵条件を検討すべく、果実の熟度、大きさ、荷痛み、ならびにCO₂衝撃(予措)、貯蔵中の大気組成、活性炭の挿入と果実貯蔵性との関係について、両年度とも約130日間のCA貯蔵実験を行なつた。その結果は次の通りであつた。

1. 貯蔵果は収穫時の熟度およびCO₂濃度によつて強い影響を受けた。
2. 貯蔵果の外観、品質に及ぼすCO₂の影響は決定的で、濃度5%では容易に微生物の繁殖、果皮の汚染、軟化を生じたが、10%では、それらの損失は激減した。15%では軟化しやすい傾向がみられ、130日後には軽い酸酵臭を感じた。そこでCO₂濃度は7~10%が適当であると考察した。
- O₂濃度の影響は小さく、5%では病害果、汚染果を生じやすい傾向がみられたが、5%と2%の濃度間に有意差はなかつた。果実の呼吸ならびにエチレン生成の面から3%前後が適当であると考察した。
3. 果実収穫時の熟度は貯蔵果の軟化に大きく影響

し、熟度の進んだ果実ほど軟化しやすかった。適熟果に対する CO_2 10% の軟化抑制効果は、温度 1.2°C では十分でなかったが (1967~68), 0.5°C では満足できる結果を得た (1968~69)。このことから、好適温度は $0 \pm 1^\circ\text{C}$ であると考察した。

果実収穫時期と病害果の発生との関係は、年により相異した。この関係については、さらに検討が必要と思われる。

4. 収穫、運搬時の果実の荷痛みは、軟化を助長する傾向があり、これは適熟果でいちじるしかった。適熟果に対する荷扱いは注意する必要があると考えた。

5. 果実の大きさは、LL 果はM果より軟化しやすく、また、病害果が少ない傾向があつた。しかし、寄与率は低く、これらの傾向を重視する必要はないと考えた。

6. 活性炭は、汚染果、病害果の発生を CO_2 5% 区でいちじるしく抑制したが、これは取湿によるものと思われた。軟化抑制には効果がなかつた。活性炭は挿入の必要がないと考察した。

7. 貯蔵前の予措として CO_2 衝撃を行なつたが、効果はなく、予措は不必要と考えた。

8. 貯蔵中、果面に亀裂を生ずることがあつたが、その原因は明らかでなかつた。

これらの結果ならびに考察から、適熟果に対する CA 貯蔵条件を次のように設定した。

1. 温度は $0 \pm 1.0^\circ\text{C}$ 、大気組成は CO_2 7~10%, O_2 $3 \pm 1\%$ 、とし、果実の入庫後は速やかに、庫内の気相をこの大気組成に近づけること。

2. 果実は十分、果肉が硬いもので、収穫、運搬時の強い荷痛みをさけ、速やかに予冷すること。

このような条件で適熟果を貯蔵した場合、病害、汚染、軟化、減量などによる損失は、130日後で約20%と推定した。

本研究の実施に当つて、問題の分析、計画、推進全般にわたつて、絶えずご指導をいただいた農林省三浦洋技官、北尾次郎技官、神奈川農試望月英雄技師、香川大樽谷隆之教授ならびに試験費の一部を与えられた科学技術庁に対し、深謝の意を表す。

文 献

- BROWN, W. 1922. On the germination and growth of fungi at various temperatures and in various concentrations of oxygen and carbon dioxide. *Ann. Bot. (London)*. 36 : 257
- FIDLAR, J.C. 1949. Studies of the physiologically-active volatile organic compounds produced by fruits (II). *Jour. Hort. Sci.* 25 : 81-110.
- 福長信吾・小田道宏・飯室聡・横沢弥五郎 : 1968. カキ果実の貯蔵法に関する研究 (第1報). *奈良農試研報* 2 : 10-16.
- 本田 昇・岡崎光良 : 1957. ガス貯蔵中のカキ果の特性について. *昭和32年度園芸学会 (春) 要旨*.
- 岩田 隆・中川勝也・緒方邦安 : 1968. 果実の収穫後における成熟現象と呼吸型の関係 (第1報). *園学雑* 38 : 194-201.
- 北川博敏 : 1970. カキの栽培と利用. *養賢堂* : 141
- 奈良県 : 1967. 甘柿の CA 貯蔵に関する実験調査書 : 1-2
- _____ : 1968. 1967年度甘ガキ CA 貯蔵に関する実験成績報告書 : 2-13.
- _____ : 1969. 昭和43年度甘柿の CA 貯蔵実験成績書 : 3-4.
- 岡崎光良・小池正澄 : 1957. 富有柿のガス貯蔵に関する研究 (第2報). *岡山大農学報* 10 : 69-76
- 佐藤敬雄・伊藤三郎・志村 勲 : 1962. カキ果の炭酸ガス脱波に伴う軟化現象防止に関する研究. *園試報* B1 : 48-55.
- 下川敬之 : 1969. 植物とエチレン. *京大食科研報*. 32 : 64-65.
- 白水 光 : 1938. 柿の密貯蔵試験 (第II報). *農及園* 13 : 1035-1042.
- SMITH, W.H. 1963. The use of carbon dioxide in the transport and storage of fruits and vegetables. *Adv. Food Res.* 12 : 95-108.
- 田口玄一 : 1962. 実験計画法. 丸善.
- 高田峰雄 : 1969. 果実の呼吸および成熟に対する酸素濃度の影響. *玉川大農研報* 9 : 45-53.
- 樽谷隆之 : 1965. カキ果実の貯蔵に関する研究. *香川大農紀* 19 : 1-54.
- _____. 北川博敏・福田和彦 1970. カキ果実の利用に関する研究 (VIII). *香川大農学報* 21 : 34-39
- 山下忠男・上野晴久・石崎政彦 1963. カキ (富有) 果実の汚染現象について. *昭和38年度園芸学会 (春) 要旨*.
- 横沢弥五郎・福長信吾・福島忠昭 1966. 富有ガキの汚染果に関する試験. *昭和37・38年度果樹試験研究年報 (農林省園試)* : 252-253.

Summary

In 1967 and 1968, in order to investigate the conditions for the controlled atmosphere storage of "Fuyu" persimmon, controlled atmosphere storage experiments were made for about 130 days in both years, concerning to the maturity and size of the fruits, damages on the fruits in harvesting, CO₂ short term pre-treatment thereon, composition of the atmosphere during storage, relation between the insertion of activated charcoal and the efficiency in storage of the fruits, etc., and the results were as follows:-

1. Stored fruits were strongly influenced by the maturity of the fruits at harvest, as well as by CO₂ concentration in atmosphere.

2. The influence of CO₂ concentration in atmosphere was decisive against the appearance and quality of the stored fruits. Namely, in the case of 5% concentration, stored fruits were easily infected with fungi and bacteria and were accompanied with browning of peels and softening of flesh, but in the case of 10% concentration, such damages on the fruits were greatly decreased. Further, in the case of 15% concentration, stored fruits were apt to become softened and fermental smelling was slightly felt after storage for 130 days. So, 7 to 10% concentration of CO₂ was considered as the most advisable.

The influence of the oxygen concentration was slight. In the case of 5% concentration, there was a tendency of the stored fruits being apt to become diseased or browned, but no significant difference was found between the influences of 5% concentration and those of 2% concentration. From the point of view of breathing of the fruits and growing of ethylen therein, concentration of about 3% was considered as the most advisable, in the case of oxygen concentration.

3. The maturity of the fruits at harvest had a great influence on the softening of stored fruits, and according to the maturity of the fruits, stronger tendency to the softening was found. At the temperature of 1.2°C, 10% concentration of CO₂ was found not satisfactory (in 1967—68) in order to control the softening of the moderately matured fruits, but at 0.5°C, satisfactory results was obtained (1968—69). From this, the proper temperature was considered as $0 \pm 1^\circ\text{C}$.

The relation between harvest and growing of the diseased fruits was yearly different from each other. So, further studies are considered as necessary.

4. There was a tendency that any damage given to the fruits at harvest, in picking and in transit was apt to promote the softening of the fruits, and such tendency was serious for the moderately matured fruits. Therefore, very careful handling was considered as especially necessary for the moderately matured fruits.

5. Also, there was a tendency that fruits of larger sizes (LL size) were apt to be softened, as compared with those of smaller size (M size), but less become diseased. Anyhow, such tendency was considered as unnecessary to think so much, since the influence was not so serious.

6. The activated charcoal could successfully control the growing of the browned or diseased fruits, in the district of 5% concentration of CO₂. This, however, was consider-

ed as the result of absorption of moisture. The charcoal could not control the softening of the fruits. Thus, it was considered as unnecessary to insert the activated charcoal into the storage chamber.

7. CO₂ short term treatment was carried into effect, as pre-treatment prior to storing, but no effect was obtained. So, this pre-treatment was considered as unnecessary.

8. During storage, some fruits were found with cracks on their surfaces, but the cause was not clear.

From these results and observations, it was concluded that the best conditions for controlled atmosphere storage of the moderately matured fruits should be as follows:-

1. Temperature is to be $0 \pm 1^{\circ}\text{C}$, and composition of atmosphere to be 7—10% CO₂ and $3 \pm 1\%$ Oxygen. The storage chamber should be arranged with speed in conformity with these conditions, after storing of the fruits.

2. Fruits should be of satisfactorily hard flesh and be pre-cooled prior to storing, avoiding the damages thereon at harvest, in picking and in transit.

It was assumed that, if and when the moderately matured fruits were stored under such conditions as above, the loss resulting from disease, browning, softening and decrease in weight, would be about 20% only of the whole, after storage for 130 days.