

ISSN 0374-8731

Bulletin No. 37  
of the  
Kanagawa Horticultural Experiment Station

神奈川県園芸試験場  
研究報告

第 37 号

昭和 63 年 10 月

神奈川県園芸試験場  
(神奈川県中郡二宮町)

Kanagawa Horticultural Experiment Station  
Ninomiya-machi Kanagawa Japan

October 1988



## 序

わが国のカンキツ産業は生産量に合った消費量の伸びがないために価格は低迷し、オレンジの輸入攻撃とともに厳しい状況が続いております。このような中で本県のウンシュウミカンは減反によって生産量を減らしながら、一方では大津、青島といった優良系統への更新が積極的に進められております。これらの系統の栽培法の確立とともに、長期間の連続供給をねらった貯蔵法の確立が要望されております。

本研究は、ウンシュウミカンの長期貯蔵を確立するうえで、基礎的に解明しておかねばならない貯蔵適性果実の性状と成分、貯蔵予措効果の機作と予措時の温湿度などの環境条件、長期貯蔵における果実雰囲気の温度、湿度、風速などの好適条件、貯蔵中の病害発生と庫内環境との関係、低温貯蔵果の出庫時における果実生理変化と腐敗等について明らかにしたもので、ウンシュウミカン果実の生理学上の解析にとどまらず、貯蔵法の改善に役立つものが多いと考えております。

なお、本研究の進展のため忌憚のない御批判、御指導をいただければ幸いです。

昭和 63 年 10 月

神奈川県園芸試験場長

高 橋 基

# 神奈川県園芸試験場研究報告 第37号

## 目 次

第1章 緒 言 .....	1
1. ウンシュウミカン果実の生産と貯蔵 .....	1
2. ウンシュウミカンの貯蔵に関する従来の研究 .....	1
3. 本研究の目的と方針 .....	2
第2章 本研究に共通する調査、分析方法 .....	4
1. 果汁分析 .....	4
2. 果実形質調査 .....	4
3. 果実の形態調査 .....	4
4. 貯蔵中における果実の外観品質調査 .....	4
5. 貯蔵中における果重歩減り率及び腐敗率調査 .....	4
6. 果実の呼吸量 .....	5
7. 果実のガス代謝 .....	5
8. 温湿度及び風速の測定 .....	6
第3章 果実の貯蔵性の解析 .....	7
第1節 果実の形質、特に浮皮度、着色度、果皮厚と貯蔵性との関係 .....	7
1. 材料及び方法 .....	7
2. 結 果 .....	7
3. 考 察 .....	10
4. 摘 要 .....	12
第2節 果実のガス代謝 .....	12
1. 果実の形質と貯蔵中の果実空隙内ガス中のO <sub>2</sub> 及びCO <sub>2</sub> 濃度との関係 .....	12
(1) 材料及び方法 .....	12
(2) 結 果 .....	12
2. 果実の組織別ガス量及びガス濃度 .....	14
(1) 材料及び方法 .....	14
(2) 結 果 .....	15
3. 果皮のガス透過性 .....	19
(1) 材料及び方法 .....	19
(2) 結 果 .....	20

4. 果実内ガス量、組成と果実比量、浮皮度との関係	21
(1) 材料及び方法	21
(2) 結 果	21
5. 考 察	24
6. 摘 要	26
第3節 腐敗果の生態、特に <i>Penicillium</i> 属菌による発病と果皮のカリウム含量との関係	26
1. 材料及び方法	27
2. 結 果	27
3. 考 察	29
4. 摘 要	29
第4章 貯蔵予措方法とその効果の解析	30
第1節 予措が果実のガス代謝に及ぼす影響	30
1. 材料及び方法	30
2. 結 果	31
3. 考 察	34
4. 摘 要	35
第2節 予措における温湿度条件と予措効果	35
1. 予措方法と予措程度	35
(1) 材料及び方法	35
(2) 結 果	36
2. 均一予措方法について	38
(1) 材料及び方法	38
(2) 結 果	38
3. 考 察	41
4. 摘 要	42
第3節 貯蔵中の温湿度と“予措もどり”的発生及び果実のガス代謝との関係	43
1. “予措もどり”と貯蔵温湿度との関係	43
(1) 材料及び方法	43
(2) 結 果	43
2. “予措もどり”と果実のガス代謝	47
(1) 材料及び方法	47
(2) 結 果	47
3. 考 察	50
4. 摘 要	51
第4節 沈降性炭酸カルシウムの立木散布による浮皮抑制と貯蔵予措効果の向上	51

1. 材料及び方法	51
2. 結 果	52
3. 考 察	53
4. 摘 要	54
 第 5 章 本貯蔵方法及び出庫方法の改善	55
第 1 節 濕度、風速条件と果実の貯蔵性との関係	55
1. 濕度、風速条件と果実品質との関係	55
(1) 材料及び方法	55
(2) 結 果	55
2. 浮皮度別果実に対する湿度、風速条件と果実品質との関係	58
(1) 材料及び方法	58
(2) 結 果	58
3. 果実の各種箱詰め方法に適応する風速、湿度条件について	60
(1) 材料及び方法	60
(2) 結 果	60
4. 最適果重歩減り度と果実品質との関係	61
(1) 材料及び方法	61
(2) 結 果	62
5. 考 察	63
6. 摘 要	65
 第 2 節 腐敗果発生に伴う果実の生理変化と腐敗果発生量の推測	66
1. 材料及び方法	66
2. 結 果	67
3. 考 察	69
4. 摘 要	70
 第 3 節 出庫後の処理が果実の呼吸生理及び品質に及ぼす影響	70
1. 材料及び方法	70
2. 結 果	71
3. 考 察	74
4. 摘 要	74
 総 合 考 察	75
 引 用 文 献	82

## ウンシュウミカン果実の貯蔵性の解析

### 貯蔵法の改善に関する研究

真 子 正 史

Masafumi MANAGO

Studies on the analysis of the characteristics analysis of shelf life and improvement of various treatments during the storage of Satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc.) fruits.

## 第1章 緒 言

### 1. ウンシュウミカン果実の生産と貯蔵

ウンシュウミカン *Citrus unshiu* Marc. (田中分類) はミカン科 (Rutaceae) カンキツ属 (*Citrus*) 植物の1つであるが、その果実の形態特徴の1つとして、多くのカンキツ属植物の果実が緊皮性であるのに対して寛皮性であり、浮皮現象を呈することがあげられる。緊皮カンキツ果実と寛皮カンキツ果実とでは、樹上結果中から収穫後の果皮と果肉の発育、生理変化及び温度・湿度などの環境条件に対する反応が異なるため、果実の貯蔵に当たっては上記についての科学的な解明と基礎資料とを明らかにし、それらに基づいて、それぞれの貯蔵方法を確立しなければならないとされている。

寛皮性のマンダリン類のなかで最も生産量の多いウンシュウミカンはわが国を原生とし、しかもその世界における生産量の約80%はわが国において生産されている。よって、寛皮カンキツ、特にウンシュウミカンの栽培や、貯蔵に関する研究がわが国において独自に推進されてきたことは当然のことといえよう。

温帯に位置するわが国において、大別して西南暖地（九州・瀬戸内）、近畿南部、東海および南関東それぞれの地域に生産される果実は形質、品質が異なり、後者ほど多酸、厚皮、少浮皮であり、経験的に貯蔵性が高いとされている。東海、南関東地域では、11月中下旬から12月上旬に収穫した普通温州の生産量の30～40%が貯蔵越年して、3月、4月まで貯蔵されており、この地域を貯蔵ミカン産地と呼称している。ちなみに、そのため長期貯蔵専用のウンシュウミカン系統が育成選抜され、広く栽培されている。

わが国のウンシュウミカン（200～250万t／年）は、8月に施設栽培から供給される果実から、露地栽培の収穫最盛期に出荷される10～12月のものを経て、短期貯蔵果実が供給される1～2月、長期貯蔵果実が市場を占有する3～4月にかけて、約9ヶ月間にわたって流通する。そのためわが国の果実生産中最も多量に生産される基盤を持ち、価格が比較的に安定する生産ならびに販売構造をもつに至っている。しかしながら、より良品質で貯蔵性の高いウンシュウミカンを

生産するため、また過去に形成された長期貯蔵する技術を科学的に立証し、更に改良を加えていくための研究は今後とも重要な課題である。

## 2. ウンシュウミカンの貯蔵に関する従来の研究

ウンシュウミカン果実の常温貯蔵法は、明治末期より昭和のはじめにかけて篤農家によって組み立てられた。その後藤田ら(16, 17, 18, 19, 20)によって貯蔵用果実の具備すべき性状、予措方法、貯蔵管理法が科学的に調査された。昭和30年代にはより長期貯蔵のための低温貯蔵法に関する研究(21, 22, 27, 28, 66)が、昭和40年代にはCA貯蔵に関する研究(38, 39, 40, 62, 63)が行われた。しかしそれらによって良好な貯蔵成果を収めてきたとはいえない状態であった。しかし、これら一連の研究では、それまでの篤農技術的な常温貯蔵技術に強く拘泥し、視点を変えて新しく長期貯蔵用の果実形質、貯蔵条件と果実の生理・生態との関係、密閉型の貯蔵庫における庫内条件の均一化、出庫後の果実生理変化等について、植物生理学、形態学、生化学等に立脚した科学的解明が不十分であったため、実用性の高い貯蔵技術の体系が確立されていなかつたと言っても過言ではない。

## 3. 本研究の目的と方針

著者は長期貯蔵法の確立をはかるための研究として、まず貯蔵用果実の性状を明らかにするため、まず採収時の果実形質の違いと貯蔵性との関係について検討することとした。その検討の結果、果実の着果部位、浮皮度、着色程度との関係をまず明らかにしたので、それらを基礎に、果実の浮皮度と果実のガス代謝との関係について精査し、浮皮度が重要な要因であることの証明を行った。

次にウンシュウミカン果実の常温貯蔵法には、採収後2~3週間貯蔵予措を行うことを必須としているが、その効果として果皮水分の急激な減少が呼吸活性を低下させることがあげられ、予措時における適温と適正な関係湿度の範囲が藤田ら(16, 17, 18, 19)によって明らかにされているものの、呼吸、水分移動、有機酸や糖の消長などに対する予措の効果の生理、生化学的な機作が、必ずしも科学的に明確にされていなかった。このため温湿度や環境気体濃度を一定に制御できる低温貯蔵、CA貯蔵においてさえも予措の必要性の是非が問われていた。本研究では予措及び予措もどりについて生理生態面から検討し、効果的な予措方法の確立を試みようとした。

常温貯蔵技術は、庫内の果実雰囲気を適湿に保つために換気調節をどのように行うかが中心技術として発達してきたが、通風環境が不良な位置の貯蔵庫や、密閉度の高い貯蔵庫などでは庫内が高湿となるため、長期貯蔵しても腐敗、変質、色変わり果が多発して失敗する例が多かった。また近代的な様式の低温貯蔵庫ならびにCA貯蔵庫では、断熱性が良く、一定のガス組成を保持するために密閉度が高い。そのためミカン果実に適する湿度を庫内で均一にすることが一層望まれる。そこで庫内で湿度条件や庫内を循環させる空気の風速条件と、それら条件に反応する果実の形態的、生理的変化の状態との関係を明らかにして、最適湿度とその均一化、ならびに最適風速及び風量を検討した。

貯蔵中の果重歩減り率と腐敗果発生率との合計を100から減じたものが貯蔵期間中の貯蔵歩留り率であり、貯蔵にあたっては可能なだけその値を大きくすることが望まれる。また腐敗果数の増加及び果実り病部における菌密度の急激な増加とその面積拡大は、果実の蒸散量、エチレン生成量ならびに呼吸量を増加させ、貯蔵環境条件を悪化させて、健全果の商品性を著しく低下させてしまう。そこで腐敗果発生を防止する適正な温湿度条件を明らかにするとともにその維持方法とを確立した。

一方、長期貯蔵ミカンの出庫に際して、果実温と外気温との差が大きく、しかも湿度がある限界以上の時、果面に結露が生じる場合があるが、結露が果皮に吸収され甚だしい変質を招く、それを防ぐため、出庫にともなう果実生理の変化を明らかにしたうえで、低温の程度、果実温と外気温などの最適出庫法（温度“ずらし”法）とその後の日持ち性についても検討した。

以上のように、本研究は寛皮性カンキツのウンシェウミカン果実の長期貯蔵について、新しい貯蔵方法である低温貯蔵、CA貯蔵などの貯蔵技術を確立するうえで、基礎的に確立しておかねばならない貯蔵適正果実の性状と成分、貯蔵予措効果の機作と予措時の温湿度などの環境条件、長期貯蔵における果実密閉気の温度、湿度、風速などの条件、貯蔵中の病害発生と庫内環境との関係、低温貯蔵果の出庫時における温度、湿度変化に反応する果実成分変化や変質、腐敗等について明らかにしようとしたものである。あわせて貯蔵果実の生理反応を解明する場合に、有効な研究手段として新たに果実のガス代謝の測定方法を考案して、従来の研究とは異なった視点にたって検討することができたと考える。

### 謝 辞

本研究を行うに当たり、終始御指導いただき、論文の取りまとめに当たって御校閲の労を賜った筑波大学農林学系教授大垣智昭農学博士に対し、衷心より感謝の意を表する。また論文の取りまとめに当たって御校閲の労を賜った筑波大学農林学系教授花田毅一農学博士、同佐藤昭二農学博士、同農林工学系教授相原良安農学博士及び同吉崎繁農学博士に対し、衷心よりお礼申し上げる。

また本研究の遂行に当たり、前農林水産省食品総合研究所園芸化学研究室長萩沼之孝農学博士、前流通工学研究室長早川 昭氏、計測工学研究室長岩元睦夫農学博士、前農林水産省果樹試験場興津支場貯蔵研究室長伊庭慶昭農学博士、静岡大学農学部助教授兵藤 宏農学博士には多大な御意見、御指導を賜った。

また本研究は神奈川県園芸試験場根府川分場で行い、渡辺照夫元分場長、湯川 勇元分場長、二見重男前分場長、牛山欽司環境科長、広部 誠前専門研究員をはじめ、在場職員、研修生に負うところが大であり、ここに深謝の意を表すものである。

## 第2章 本研究に共通する調査、分析方法

本研究は貯蔵用の果実の貯蔵性解析と貯蔵条件の解明を目的とするため、各章、各節に共通する調査項目、分析方法が多く、また本研究実施中に分析方法を改良、変法したので、それらの関係を明確にするため、ここに取りまとめて記述することにした。

### 1. 果汁分析

#### (1) 1果ずつ分析する場合

果実をハンドジューサーで搾り、No.131のろ紙でろ過後、クエン酸換算値として表示できる果汁自動分析装置（三田村理化製PAT-P型）を用い、0.156NのNaOHで連続して滴定して測定し、屈折計示度は屈折計（0～20%，アタゴ製2005A型）で測定した。

#### (2) 処理の果実をまとめて分析する場合

1処理から15果を抽出し、果肉を(1)同様に処理して、透明果汁を得、次のように測定した。

クエン酸：N/10のNaOHで滴定し、クエン酸に換算した。

屈折計示度：屈折計により測定。

可溶性固形物：ボーメ比重計による果汁比重換算によった。

pH：ろ過果汁をpHメーター（日立製、M-5、ガラス電極法）にて測定。

全糖・還元糖：ソモギー変法(64)によった。

ビタミンC：ヒドラジン法(64)によった。

### 2. 果実形質調査

15果について、次の測定を行った。

果皮の着色割合：着色した果皮部分の面積割合で表し、完全着色を10分とし、全く着色しない果実を0分とした。

果皮の着色度：黄色（5）～濃橙色(10)に区分して調査するか、カラーチャート(23)（ウンシュウミカン用）で測定した。

果皮色値：測色色差計または色彩計でL, a, bの値を測定し、L値の明度、b/a値は色相、(a<sup>2</sup>+b<sup>2</sup>)は彩度として表した。

浮皮度：触感により浮皮無(1)～浮皮甚(5)の5段階に区分した。なお、果実比重も浮皮度を表す指標となるので、触感による方法と併用して浮皮度を判定した。

浮皮率：果周、果肉周、赤道部2ヶ所の果皮厚を測定し、{(果周一果肉周-(2π×平均果皮厚)} / 果肉周×

100%を算出した(47)。

果皮及び果肉のしおれ程度：しおれ無(1)～しおれ甚(5)の5段階とし、良好なしおれ程度3とした。

ヘタ枯度：ヘタ全体が変色した場合には緑色(1)～褐色(5)の5段階で、部分的に褐変化した場合は褐色無(1)～褐色甚(5)の5段階に分けて調査した。

果皮率：(果皮重/果重) × 100 (%) で表した。

果肉率：(果肉重/果重) × 100 (%) で表した。

果実比重：水中重法で測定し、果重 / (果重+カゴの水中重(100gになるように作成) (カゴと果実の水中重) で表した(第25図)。

果実硬度：木屋式果実硬度計(1cm<sup>2</sup>、円頭状針)で測定し、kg·cm<sup>-2</sup>で表した。

果皮及び果肉の水分含量：フィルム減圧乾燥法によった。また果皮中の油胞水分と果肉の砂じょう水分は70°Cで通風乾燥して求めた。

### 3. 果実の形態調査

果皮の気孔開口数：トルイジンブルー1000倍液で染色(41)後、実体顕微鏡25倍で、1視野当りの染色気孔数を3回繰り返して数えた。

果皮切片及び果皮表面の観察：果皮をFAAにて固定後、凍結切片を作成して果皮組織を顕鏡した。また果皮表面の気孔の開閉状況を調査するため、果皮表面をカミソリで切り取り、アルコールシリーズで脱水し、酢酸イソアミルアルコールで置換後、臨界点乾燥し、イオンコーターで金蒸着した。この資料を走査電子顕微鏡(日立・明石MINISEM 101)で観察した。

果皮のアルベド組織の崩壊度：崩壊程度を肉眼で無(1)：果皮のアルベド側に亀裂がない～甚(5)：果皮のアルベド側にたて、よこの亀裂が多く、油胞やフラベド組織が透けて見える、の5段階に分けた。

### 4. 貯蔵中における果実の外観品質調査

果実約100果について達観調査した。

果皮色程度：サンプル果を黄色果(a値32.9±1.0, b値35.8±1.0), 橙色果(a値36.7±1.0, b値33.7±1.0), 濃橙色果(a値39.4±1.5, b値31.7±1.3)の3段階に区分し、調査対照果実のそれぞれの果実割合を算出した。

果実の充実度：“予措もどり”果(果実を手で押して果皮の“ゆがみ音”がわかる果実で、果実は浮皮化し、

果皮のアルペド組織が崩壊している果実), 充実果(果実の浮皮度が低く, 果皮のしおれ程度が適切な果実で, 市場で秀品にランクされる果実), “しおれ過多”果(果皮のしおれ程度が5の段階の果実で, 明らかに鮮度が低下している果実)の3段階に区分して, それぞれの果実割合を算出した。

果皮の障害果: 油胞黒変果(油胞が水浸状に黒ずんだ果実), 色変わり果(果皮は黄色で光沢がなく,  $a$ 値 $31.5 \pm 1.1$ ,  $b$ 値 $34.7 \pm 0.6$ の果実), 水浸状果(果皮は黄色で光沢がなく, 煮沸したように軟弱になった果実), こはん症状果(部分的に油胞がつぶれてまわりの表皮組織が褐変した果実)の発生果割合を算出した。

### 5. 貯蔵における果重歩減り率及び腐敗率調査

果重歩減り率: 約100果詰めの貯蔵箱の中心部果実30果にラベル, 1カ月ごとに重量変化を調査した。

腐敗率: 約100果詰めの貯蔵箱を供試し, 1ヶ月ごとに腐敗果の種類と腐敗果数を調査したのち除去し, 腐敗果率を算出した。

### 6. 果実の呼吸量

次の各種方法により測定した。

(1) 密閉式呼吸量測定法: 7ℓ容のデシケーター中に2NKOHを25mℓ入れた蒸発皿を置き, 1.5kgの果実を入れ, 2~4時間静置した。あらかじめ約25%のBaCl<sub>2</sub>溶液を10mℓ入れておいた250mℓのメスフラスコにKOH溶液を直ちに移し, 蒸留水を加えて定容とし, 上澄液50mℓを取って0.2NのHClで滴定した。同時に試料の入っていないデシケーター中に置いたKOHについても滴定し, 両方の差を求めた。

(2) 杉山式通気式呼吸量測定法: 3ℓ容のデシケーターに5~10果(0.5~1.2kg)の果実を入れた。CO<sub>2</sub>除去用のソーダライム層を通過させた空気をサッカーでデシケーター中に吸引し, 1~2時間のCO<sub>2</sub>発生量を水酸化ナトリウム溶液に吸着させ, 酸滴定して算出した。

(3) 赤外線ガス分析計による通気呼吸量測定法: 7ℓ容のデシケーターに果実1kgを入れ, 植物同化作用測定装置(日立—堀場製ASSA—2型)でCO<sub>2</sub>濃度を測定し, 算出した。

(4) ガスクロマトグラフィーによる密閉式呼吸量測定法: 7ℓ容のデシケーターに果実1kgを入れ, 5~6時間後にエネマシンジンで容器内の空気を攪拌した後, 1mℓのガスシリジンで試料空気をサンプリングした。ガスクロマトグラフィー(モレキュラーシープ5Aと活性炭並列カラム, ヘリウムガス80mℓ·min<sup>-1</sup>, 80°C, TCD, GC—4 A)でCO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>を同時分析した。また全果

状態の呼吸量や果皮と果肉別の呼吸量を測定するため, 200~400mℓビーカーにすり合せとシリコンゴム栓を取りつけ, この中に定量の組織を一定時間入れ, (4)と同様に取扱ってガスクロマトグラフィーでCO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>を分析した。

(5) ワールブルク検圧計による組織呼吸量測定法: ワールブルク検圧計(太洋—C9型)を用い, 主室に0.5gの組織を入れ, 30°C下でのO<sub>2</sub>吸収とCO<sub>2</sub>放出量を測定した。

### 7. 果実のガス代謝

(1) 果実内空気組成分析 ① 直接サンプリング法—果実の果心部にガスシリジンを挿入し, 1mℓサンプリングして, 6—(4)と同様にガスクロマトグラフィーでCO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>濃度を測定した。② 水中の果実内空気捕集による分析法—水中で果実を割り, 水泡状態で上昇した空気を捕集瓶の上部の目盛り部に集め, 容量を測定後, 1mℓをサンプリングして, 6—(4)と同様にガスクロマトグラフィーでCO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>を分析した。③ 水中減圧下で捕集した空気の分析法—果実, 果肉, 果皮を水中で減圧し, 組織内から吸出発生した空気を捕集瓶上部に捕集し, 常圧下で容量を測定して, 6—(4)と同様にCO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>をガスクロマトグラフィーで分析した。

(2) 果皮のガス透過性: ① 6の(4)で示したすり合せのビーカー2個を用い, 果皮を糊で中央部にはりつけ, 果皮表面側のビーカーにCO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>の純ガスを100mℓ/minで流した。反対面側のビーカーからガスをサンプリングし, 両者のそれぞれの気体の濃度変化を6—(4)と同様に, ガスクロマトグラフィーで測定した。またビーカーの一方に所定濃度の混合ガスを封入し, その後のガス濃度変化について6—(4)と同様に測定した。② ブレートに果皮をはりつけ, カバーするポール内に純ガスを流し, 果皮内のガス濃度変化を①と同様に, ガスクロマトグラフィーで測定した。

(3) 挥発性ガス分析: 果実の呼吸量測定に用いたデシケーターやすり合せのビーカーに果実, 果皮, 果肉の一定量を入れ, 4~6時間放置し, 1~2mℓをサンプリングして, ガスクロマトグラフィー(ボラパックQ, 80×120メッシュ, 3mm×2mのガラスカラム, 100°C, FID, GC—4 A)で分析した。また果実内の揮発性物質については7の(1)に示した空気捕集法によって捕集し, 上記と同様にガスクロマトグラフィーによって分析した。

(4) 可燃性ガス分析: 可燃性ガス排出量を測定するため, デシケーターに1kgの果実を一定時間(20°C, 6~8時間)静置し, その後可燃性ガス検知機(TLV, バ

カラック社製)で吸引分析した。

#### 8. 湿度及び風速の測定

(1) 温度: いずれも標準温度計で検定したサーミスターか棒状温度計で測定した。また果実温や庫内の位置別の温度は径 0.5 mm の C C 热電対(横河電気製作所製, ER—187型)で測定した。

(2) 関係湿度: アスマン湿度計で検定した乾湿計と銳

感湿度計(横河電気製作所製, MF—38T型)を併用した。また低温貯蔵庫では隔測湿度記録計(神栄製, TRH—I C型)と自動平衡式記録計(日立製作所製, VKP—35型)で測定した。

(3) 風速: 热線微風速計(英弘精機製, 3H型)とサーミスター風速計(日立製作所製, F—75—U型)で測定した。

## 第3章 果実の貯蔵性の解析

### 第1節 果実の形質、特に浮皮度、着色度、果皮厚と貯蔵性との関係

ウンショウミカン果実の貯蔵性は採取時の果実形質の違いによって大きく異なると言われている(28, 20, 33, 41, 42)，着色度が進み，加えて浮皮度の未だ低い時期が貯蔵用果実の採取適期(28, 38, 42)とされ，実際栽培では，この時期に採取した樹の陽光部位着果の，大きさL L～M級果が長期貯蔵に向けられる。

ウンショウミカン果実の貯蔵性を左右する果実形質として，浮皮度，着色度，果皮厚といった要因が特に重要であると考え，これら形質の違いと貯蔵性との関係について，常温貯蔵の場合と低温貯蔵の場合について比較検討した。

#### 1. 材料及び方法

##### 試験1 常温貯蔵における果実の形質と貯蔵性

① 40年生の柏木系普通温州樹の果重110～120 g果(L級果)を11月27日に採取した。12月1日～20日に $8 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ,  $80 \pm 3\% \text{RH}$ で果重歩減り率4.8%を得るように予措し，予措後4月20日まで，121日間貯蔵した。

果実の形質として，果皮着色割合は6分(60%)，8分(80%)，10分(100%)着色に，浮皮率5.8%以上の浮甚，3.7±1.0%の浮中，0.8以下の浮無区に分けて貯蔵した。各区は果重歩減り率測定用に100果，果実品質分析用に200果，果皮色変化と腐敗果調査用に300果の計600果を供試したが，各形質に分けた毎の果実数が十分でなかったので反復ができなかった。調査は貯蔵中の果実品質，すなわち果実形質，果汁成分，腐敗果発生状況，果皮色の紅色化，浮皮度，果実外観，果皮及び果肉水分，気孔染色数，果重歩減り率あるいは油胞黒変果，色変わり果及び褐変果等の生理障害果の発生について第2章の方法に基づいて調査した。更に出庫後の果実の耐久性についても調査した。

② 果実の着果部位と浮皮度及び浮皮度と着色度との相互関係について調査するため，70年生尾張系普通温州樹から採取したL級果を供試し，樹の陽光部着果の浮甚果及び浮無果区，樹の日陰部着果の浮甚及び浮無果区，更にそれぞれの8分着色区，10分着色区を組み合わせて計8区を設定し，①と同様に貯蔵した。貯蔵中，出庫時及びその後の果重歩減り率，腐敗，果実品質，とくに果皮色，浮皮度の変化及び気孔開口数について調査した。

##### 試験2 低温貯蔵における果実の形質と貯蔵性

試験1と同じ樹から同様に採取して予措し，予措後から5月10日まで低温貯蔵( $3.0 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ,  $85\% \pm 3\% \text{RH}$ )した。処理区としては浮皮度を浮甚，浮中，浮無に，着色割合を6分，8分，10分着色に，果皮厚を3.4mm以上， $3.0 \pm 0.3\text{mm}$ ,  $2.6\text{ mm}$ 以下に，果皮色を濃橙色，橙色，黄色に分け，それぞれの区を試験1と同じ果数で設定した。試験1と同じように貯蔵中及び出庫後の果実品質変化について調査した。

#### 2. 結 果

##### 試験1 常温貯蔵における果実の形質と貯蔵性

###### ① 着色割合，浮皮度と貯蔵性

第1表に示すように予措処理による果重歩減り率は4.8～4.9%で供試果実の着色度による差はないが，浮皮度間では，浮皮度が強くなるほど予措歩減り率は高かった。着色割合の進んだ果実ほど，また，浮皮度が低くなるほど果皮のしおれ程度は強く，果重歩減りの結果とは一致しないが，着色が進み，浮皮の少ない果実において果重歩減り率と果皮のしおれ程度についての結果が一致した。

果皮色の進みについては，予措による果皮のしおれ程度が高い果実ほどL値は低下了が，a, b値には差がなく，貯蔵後期の4月20日には採取時に果皮の着色割合が進み，浮皮の少ない果実でL, b値は低く，a値は高くなり，濃橙色への果皮色の進みが認められた(第1表)。

貯蔵中の腐敗果率は採取時10分着色果，浮無果で貯蔵後期まで低いのに対し，着色が不良で，浮皮度の強い果実では3月中旬以降の腐敗果率は急激に高くなった。この傾向は着色割合間よりも浮皮度間で強かった(第1図)。

貯蔵後期の3月20日における果実外観品質の中で，浮皮度が低く，着色の進んだ果実ほど果皮のしおれ程度は高く，特に浮甚，浮中区で“予措もどり”果率が高かった(第2表)。

###### ② 果実の着果部位，浮皮度の相互関係と貯蔵性

第3表に示すように予措歩減り率は樹冠の陽光部位着果の果実では，浮無果に比べ，浮甚果で高いのに対し，日陰部着果の果実では逆の傾向を示した。4月12日の果

Table 1. Weight loss after prestorage conditioning and changes of rind color during ordinary storage in terms of rind coloration and puffing.

Prestorage	Prestorage conditioning (Dec. 20) <sup>v</sup>			Rind color				
	Weight loss after conditioning	Withering	L <sup>x</sup>	a <sup>w</sup>	b <sup>v</sup>	Dec. 20	Apr. 20 <sup>w</sup>	
			L	a	b	30.7	33.7	
Rind coloration	60%	4.9%	2.8	55.9	24.7	35.5	56.7	30.7
	80%	4.9	3.2	54.3	28.6	34.3	51.3	31.9
	100%	4.8	3.4	51.2	36.9	26.3	51.1	32.1
Rind puffing	Severe	6.1	2.8	54.1	27.2	35.3	57.3	30.5
	Middle	5.2	3.1	54.3	28.0	34.9	58.2	30.9
	None	4.9	3.3	52.9	28.7	34.6	51.4	31.9

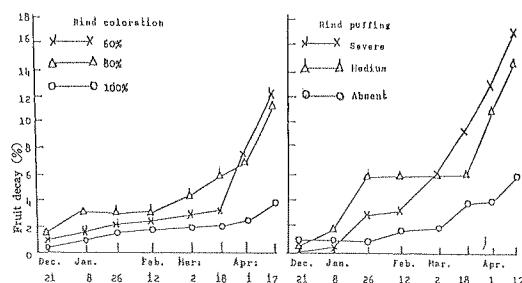
<sup>x, w and v</sup> : Determined by Hunter colorimeter<sup>v</sup> : Conditioning by prestorage from Dec. 1 to Dec. 20.<sup>w</sup> : Test completed on Apr. 20.

Fig. 1. Percentage of fruits decay during ordinary storage in terms of rind coloration and puffing.

重歩減り率は浮皮度間には差がなく、着果部位間では、日陰部の果実に比べて陽光部の果実で高かった。

腐敗果率は採取時の浮皮度間よりも着果部位間におけるほうが差が大きく、陽光部に比べ、日陰部着果の果実で明らかに高かった。

果皮面の気孔染色数は着果部位を異にする果実間よりも浮皮度を異にする果実間における差が大きく、浮基果に比べ、浮無果で多かった。

果皮、果肉水分含量は日陰部着果の果実では浮皮度間の差はなく、陽光部の果実では、浮基果に比べて浮無果で低かった。

4月12日の出庫時における果実外観品質は、予措もど

Table 2. Fruit changes at the end of ordinary storage (Mar. 20) in terms of rind coloration and puffing.

Rind coloration	Rind Puffing rate	Degree of withering	Percentage	Yellowing of rind	Blackish oil gland of rind	Rate
			of rind puffing			
Rind coloration	60%	2.0%	2.5%	30%	7%	0 %
	80%	2.0	2.8	27	2	0
	100%	2.0	3.0	12	0	0
Significance		N S	*	**	*	N S
Rind puffing	Severe	4.5	1.0	70	15	2
	Medium	3.0	1.5	46	3	1
	No	1.0	3.0	9	0	0
Significance		**	**	**	**	*

\*\* and \* : Significant at 1% level and 5% level, respectively, and so forth.

Table 3. Fruit changes during ordinary storage in terms of rind puffing of fruits harvested from the outer and inner parts of the tree canopy.

Bearing part of tree canopy (A)	Rind puffing (B)	Weight loss	Weight loss (Apr. 12)	Fruits Decay (Apr. 12)	RInd color	Opening of stomata (Feb. 24)	Rate of without rind puffing fruits (Apr. 24)	Rate of fruits with rind puffing (Apr. 24)
Outer	Severe puffing	5.2%	19.6%	9.8%	66.7% Orange	4.8% Yellow	7.6% without rind puffing fruits (Apr. 24)	58.7% fruits with rind puffing (Apr. 24)
	No puffing	4.5	18.2	2.2	55.5 Orange	12.9 Yellow	10.1	64.6 fruits with rind puffing (Apr. 24)
Inner	Severe puffing	4.8	19.5	24.4	39.8 Orange	14.6 Yellow	3.8	51.8 fruits with rind puffing (Apr. 24)
	No puffing	6.8	21.7	28.8	48.3 Orange	13.8 Yellow	6.9	82.8 fruits with rind puffing (Apr. 24)
Significance		A	NS	NS	**	**	*	NS
		B	NS	NS	*	NS	**	*
		A × B	NS	NS	**	**	**	NS

x : Weight loss during prestorage conditioning.

y : Opening of stomata in rind (x 50).

Table 4. Fruit characteristics at the end of ordinary storage in terms of rind puffing of fruits harvested from the outer and inner parts of the tree canopy (Apr. 13).

Bearing part of tree canopy (A)	Rind puffing (B)	Fruit quality			Moisture <sup>z</sup>			Juice	
		Specific gravity	Flesh weight	Rind puffing fruit	Rind	Flesh	Brix	Citric acid <sup>y</sup>	Total sugar <sup>y</sup>
Outer	Severe puffing	0.73%	70.8%	17.3%	70.6%	86.4%	11.4%	0.68%	7.5%
	No puffing	0.78	70.3	11.2	72.3	85.9	11.6	0.58	7.4
Inner	Severe putting	0.71	70.7	13.1	74.4	86.7	10.2	0.54	6.6
	No putting	0.76	70.7	12.5	75.7	86.7	10.6	0.52	6.8
Significance		A	NS	NS	NS	*	NS	NS	NS
		B	*	NS	*	NS	NS	*	NS
		A × B	NS	NS	*	NS	NS	NS	NS

Storage tested from Nov. 28 to Apr. 13.

z : % per fresh weight.

y : g% in juice 100 g.

り果率、充実果率とも陽光部着果の果実の浮皮度間には差はないが、日陰部着果の果実では浮無果に比べ、浮甚果は“予措もどり”果率が高く、充実果率は明らかに低かった（第3表）。

第4表はまず、出庫時の果実形質の中で、果実比重、浮皮率は着果部位を異にする果実による差よりも浮皮度を異にする果実間の差が大きく、浮無果に比べ、浮甚果で果実比重は低く、浮皮率は高くなった。果皮、果肉のしおれ程度は採収時の浮皮度によるよりも着果部位間を異にする差が大きく、陽光部の果実でしおれ程度は良好であった。

果汁成分は採収時の浮皮度による差よりも着果部位による差のほうが大きく現れ、届折計示度、クエン酸、全糖、還元糖含量とも、日陰部果に比べ、陽光部の果実のほうが高かった（第4表）。

### ③ 果実の浮皮度、着色割合の相互関係と貯蔵性

第5表に示すように貯蔵中ににおける果皮色の濃橙色への進みは採収時の浮皮度の差よりも、着色割合のほうが差が大きく現れ、収穫時に着色不良の果実ほど、4月の黄色果率は高かった。

出庫時の果実形質に対しては果実の着色割合による差よりも浮皮度の差のほうが強く影響し、浮甚果に比べ、

Table 5. Fruit characteristics at the end of ordinary storage in terms of rind coloration and puffing (Apr. 12)

Rind puffing (A)	Rind coloration (B)	Fruit quality				Juice			
		Rate of yellowing of rind	Rind moisture	Specific gravity	Flesh weight <sup>z</sup> Fruit weight	Brix	Citric acid <sup>y</sup>	Total sugar <sup>y</sup>	Reducing sugar <sup>y</sup>
Severe	80%	39.2%	76.3%	0.68%	67.2%	10.0%	0.52%	6.3%	1.7%
	100%	12.9	74.4	0.70	69.1	10.8	0.49	6.7	1.7
No puffing	80%	36.4	76.4	0.81	71.9	10.5	0.62	6.8	1.7
	100%	4.1	73.4	0.75	70.6	11.0	0.54	7.0	1.9
Significance	A	*	NS	*	*	NS	NS	NS	NS
	B	*	NS	NS	NS	*	*	NS	NS
	A × B	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Storage tested from Nov. 28 to Apr. 12.

z ; y : As in Table 4.

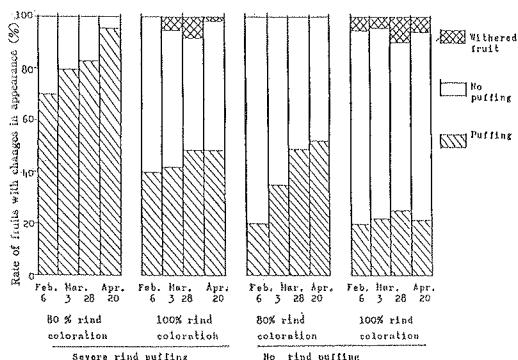


Fig. 2. Changes of fruits appearance during ordinary storage in terms of rind coloration and puffing.

浮無果の果実比重、果肉率は高く、浮皮率は低かった。これに対し果汁成分は浮皮度よりも着色割合を異にする果実による差が強く現れ、8分着色果に比べ、10分着色果で糖含量が高く、酸含量は低くなる傾向を示した（第5表）。

出庫時の果実外観形質は収穫時の着色割合よりも浮皮度との関係が強く、“予措もどり”果率は浮無果より浮甚果で高く、このため充実果率は低かった（第2図）。

### 試験2 低温貯藏における果実の形質と貯藏法

#### ① 果実の着色割合、浮皮度、果皮厚と貯藏性

第6表に示すように収穫時の果実の着色割合と貯藏性との関係については、果皮の着色が進んでいる果実ほど、予措の影響により果皮水分量の減少は大きく、果肉水分についても同様の傾向がみられたが、貯蔵後期には

一定の傾向がみられなかった。4月26日に果実の状態を比較したところ、収穫時10分着色では色変わり果、油胞黒変果の発生はみられないが、8分着色以下の果実ではそれらの発生がみられた。“予措もどり”果の発生は着色不良である果実ほど多く、とくに6分着色果は45%の“予措もどり”果の発生を示した。

浮皮度と貯藏性との関係について、浮皮度が強くなるほど予措処理による果皮、果肉水分含量の低下が少なく、貯蔵後期の4月24日においてもほぼ同様な傾向を示していた。予措終了時の果皮の気孔染色数は浮皮度が強い果実ほど少ない傾向を示したが、浮甚、浮中の間には差がなかった。果皮形態の比較では、“予措もどり”果、“油胞黒変”果の発生は収穫時の浮皮度が強いほど多く、特に浮甚果の“予措もどり”果率は96%を示し、そのうちで色変わり果率は25%であった。第3図に示すように、腐敗果率は3月下旬まで浮皮度間に差はみられなかつたが、4月下旬になると腐敗果率は高くなり、浮皮度が強くなるほど高かった。

果皮厚と貯藏性との関係については、厚皮の果実ほど予措による果皮、果肉水分含量の低下が多かった。4月における果皮の気孔染色数はうす皮で極端に少なかつた。貯蔵後期の4月26日における果皮の外観を観察すると、“予措もどり”果率は果皮厚が中の果実で最も低く、ついでうす皮の順であった。“色変わり”果率は果皮厚間に差はなかつたが“油胞黒変”果率は果皮厚がうすい果実ほど高かった。第3図に示すように、腐敗果率は果皮がうすい果実ほど明らかに高く、厚皮果の腐敗率は4月24日に2%であるのに対し、うす皮果のそれは

Table 6. Fruit characteristics, moisture content of the rind and flesh and the number of dyed stomata during and after low temperature storage in terms of rind coloration, rind puffing and rind thickness.

Fruit character at harvest time	Rate			Moisture <sup>z</sup>				Opening of stomata in rind (per a vision, x25)	
	Dis-colored fruits	Blackish oil gland fruits	Rind puffing fruits	Rind		Flesh			
				Dec. 20	Apr. 24	Dec. 20	Apr. 24		
Rind coloration	60%	4.2%	2.4%	45.1%	76.8%	80.7%	89.0%	89.2%	
	80%	6.1	2.4	19.5	76.6	75.6	88.6	87.1	
	100%	0	0	11.1	75.4	80.1	88.2	88.2	
Significance	**	*	*	NS	NS	NS	NS	*	
Rind puffing	Severe	25.0	6.0	95.7	78.4	83.2	88.8	88.1	
	Middle	3.9	1.2	25.4	75.4	78.5	88.0	88.8	
	No	0	0	5.0	75.3	76.2	87.8	88.0	
Significance	**	**	**	*	*	NS	NS	*	
Rind thickness	2.7mm	7.4	0	16.0	75.4	75.2	87.5	87.0	
	3.4mm	3.6	2.4	9.8	75.6	80.7	88.0	89.8	
	5.6mm	5.6	4.0	66.0	76.4	78.1	88.4	89.0	
Significance	*	**	**	NS	*	*	*	**	

Storage tested from Nov. 28 to Apr. 26.

z : As in Table 4.

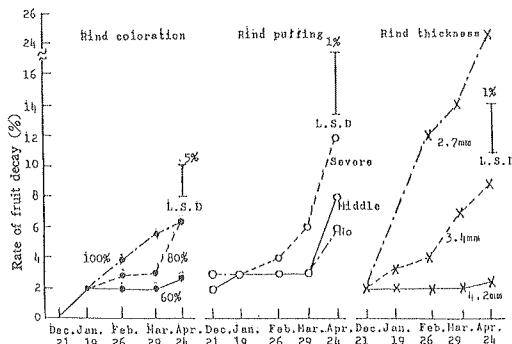


Fig. 3. Changes in fruit decay (%) during low temperature storage (3°C) in terms of rind coloration, rind puffing and rind thickness of fruits.

24.7%を示し、この中で *Penicillium* 属菌による腐敗は14.6%で、その他に灰色カビ病果、黒腐病果が認められた（第6表、第3図）。

## ② 果実の浮皮度、果皮厚の相互作用と貯蔵性

収穫果実の浮皮度と果皮厚の相互関係について、予措による果重減り率は浮皮度間に差がなく、果皮厚が厚いほど高くなる傾向がみられ、貯蔵中の果重減り率も

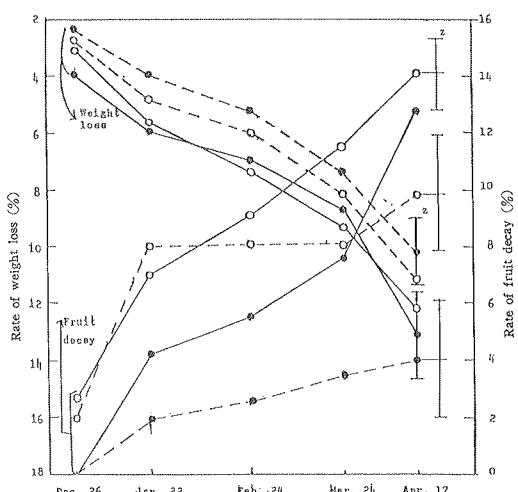


Fig. 4. Weight loss and decay of fruits during low temperature storage in terms of rind thickness and puffing (○—○: Fruits with severe puffing and thicker rind, ●—●: Fruits without rind puffing and thicker rind, □—□: Fruits with severe rind puffing and thinner rind, ●—●: No rind puffing and thinner rind).

z : Confident limit of population mean at the 95% level.

厚皮果において高かった。12~4月の腐敗率は、浮皮無しのうす皮果において低かった(第4図)。

貯蔵中の果実外観の比較では、収穫果の果皮厚間よりも浮皮度間のほうが外観に差が大きく生じ、浮無果に比べ、浮甚果の“予措もどり”果率が高く、充実果率は低かった。充実果率は浮無の厚皮果で最も高く、浮甚のうす皮果で最も低かった。貯蔵後期、4~5月における果実品質の比較では、果実形質の差は小さく、果汁成分について、うす皮果に比べて厚皮果で屈折計示度、クエン酸含量がともに高かった。しかしながら浮皮度間には差がなかった(第5図、第7表)。

### 3. 考 察

ウンシュウミカン果実の貯藏性を左右する果実形質としては着色度と浮皮度をあげることができる。着色割合で80%以上、浮皮の少ない果実が貯藏性に富む。果実がこのような状態の時期に収穫することが最適とされている(28, 38, 42, 47)。しかしながら、樹上における果実の発育成熟過程において、着色の進行と浮皮現象の発生と進行は、環境条件や樹体栄養の反応として現れる現象と

Table 7. Changes of fruit characteristics during low temperature storage (3 °C) in terms of rind puffing and rind thickness.

Rind puffing	Rind thickness	Fruit quality				Juice			
		Specific gravity		Rate of rind puffing		Brix		Citric acid <sup>z</sup>	
(A)	(B)	Apr. 14	May. 9	Apr. 14	May. 9	Apr. 14	May. 9	Apr. 14	May. 9
Severe	Thick	0.74	0.74	15.1%	12.4%	10.9%	11.6%	0.79	0.65%
	Thin	0.72	0.72	15.1	12.4	10.2	10.8	0.65	0.56
No puffing	Thick	0.76	0.76	11.5	13.2	10.3	11.2	0.74	0.64
	Thin	0.77	0.75	10.5	11.9	10.7	11.0	0.69	0.60
Significance	A	*	NS	*	NS	NS	NS	*	NS
	B	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	*
	A × B	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

<sup>z</sup> : As in y of Table 4.

しては相反する生育反応で、着色の進みが早い場合は浮皮度が強く現れ、とくに秋季に高温高湿状態で経過する場合にこの傾向が強い。

果実の着色割合、浮皮度と常温貯蔵における貯藏性との関係について検討した結果、予措処理が果実へ及ぼす効果は収穫時の着色割合よりも浮皮度が異なるほど差が大きく、予措による果重歩減率は浮皮度が強くなるほど高くなるが、予措本来の効果である果皮のしおれの程度が不足し、貯蔵中の“予措もどり”果の発生が多くな

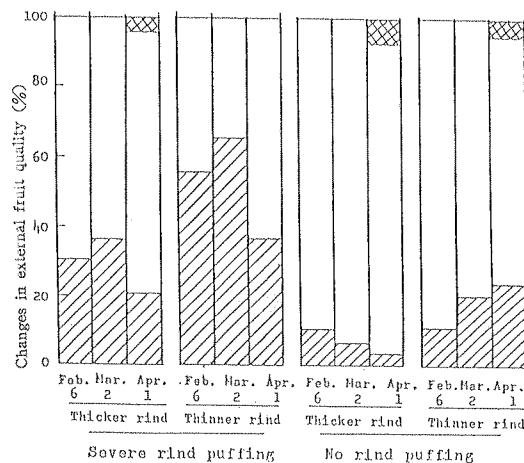


Fig. 5. Changes in external fruits quality during low temperature storage in terms of rind puffing and thickness of the fruits (xxxxx : Withered rind, — : No puffing, // : Puffing).

った。予措効果を高めるためには浮皮率が低く、すなわち果皮と果肉間の空隙がなく、果皮のアルベド組織が崩壊していないことが、前提となる。収穫時に着色度がよく、浮皮度が少ない果実ほど果皮色の濃橙色への進みがよく、色差値のa値は高くなる。果皮の成熟度が良好な陽光部着果の果実であって浮皮度の少ない果実の選果が貯蔵の基本だと考えられる。

果実の樹冠内の着果部位別に、異なる浮皮度の果実についての貯藏性を検討し、その相互作用を見たところ、

果実の貯藏性には浮皮度よりも着果部位の影響が強く現れることが明らかになった。果実の浮皮度は系統、栄養条件を別にすれば、成熟期の気象条件に大きく左右されるのに対し、果実品質は生育期を通しての葉、果実の状態と環境条件の影響との結果にもとづくものであるため、樹冠における着果部位別果実の成熟度、果実形質、果汁成分の違いが大きくなり、貯藏性にも浮皮度以上の影響を与えるものと思われる。貯蔵中の腐敗果の発生は陽光部着果の浮無果で最も少なく、日陰部着果の浮甚果で最も多いのは、予措効果等の差を介して間接的に、付傷部で発芽し、腐敗を招く *Penicillium* 属菌の発生量の多少に関係するものと思われる。

果実の形質と貯藏性との関係が低温貯蔵においてはどのように現れるかについても検討した。着色割合との関係では着色が進んでいる果実ほど予措による果皮、果肉のしおれ程度が適度で、貯蔵後期の“予措もどり”果の発生が少なく、一方、貯蔵用果実の収穫適期としては、着色の進みが不十分な6分着色以下の果実では、貯蔵中に黄色に色変わりする果実や、油胞黒変果の発生が多くなることが明らかになった。油胞黒変果の発生は常温貯蔵では少ないとから、果皮の熟度、または充実度不足の果実が、長期間低温におかれて生じた低温障害と考えられる。特に油胞が水浸状に黒みがかかるところから、油胞に含まれるオイル成分の変質に原因するものと思われる。収穫時の浮皮度と貯藏性との関係では、浮皮度が強くなるほど貯蔵後期の“予措もどり”果の発生が明らかに多くなり、更に“色変わり”、油胞黒変と劣化し、*penicillium* 属菌による腐敗はもとより全腐敗率も高くなることが明らかになった。特に出庫後の果実の日持ち性が常温貯蔵に比べて著しく低下し、それが浮皮度において一層差を大きくすることから、常温貯蔵の果実を入庫時に選果する程度以上に、低温貯蔵では果実の形質にもとづいて区別し、貯蔵することが必要である(46)。

収穫時の果皮厚の違いと貯藏性との関係については、果皮が厚い果実ほど予措による果皮、果肉のしおれ程度は適度で、果皮水分含量も低下し、貯蔵中の“予措もどり”果、腐敗果の発生は少なくなることが明らかになった。果皮厚は果実の樹冠内の着果部位との関係が強く、陽光部の果実の果皮は厚く、充実度がよい。日陰部の果皮は薄く、充実度が悪いため、果皮厚の違いと貯藏性との関係が着果部位との関係と同様の傾向を示したものと考えられる。果皮厚の違いによって果皮の気孔開口数が

大きく異なることから、果皮厚の違いと気孔分布及び開口度との関係について今後検討する必要がある。

果皮の浮皮度、果皮厚と貯藏性との相互関係について検討したところ、予措効果の現れ方は浮皮度間よりも果皮厚との関係が強く、特に果皮厚に比例するアルベド組織の厚さと充実度が予措効果を大きく左右するものと考えられる。貯蔵期間中及び後期の果実外観は果皮厚の差よりも浮皮度との関係が強く、浮皮度が強い果実ほど“予措もどり”、“色変わり”果の発生が多くなることから、果皮と果肉間の空隙量の多少が低温貯蔵中の果皮の外観変化に強く影響するものと思われる。このことについての詳細な研究を後章において展開した。果汁成分は浮皮度よりも果皮厚の違いとの関係が強く、厚皮果で屈折計示度は高く、クエン酸の貯蔵中の保持がよいことから、果実の着果部位による予措の効果に基づくものと思われる。

以上のことから、貯藏性のある果実とは、陽光部着果の果皮色良好な浮皮度の低い果実と言うことができる。常温貯蔵に比べ、低温貯蔵では収穫時の果実形質差の影響が貯蔵中に明らかに大きくなり、生理障害果の発生も多くなることから、果実形質の不良な果実はただ単に長期間貯蔵を求めるのではなく、貯藏性に応じた貯蔵期間を設定することが重要である。

#### 4. 摘 要

ウンシュウミカンの常温及び低温貯蔵における収穫時の果実の形質と貯藏性との関係について明らかにした。

1. 常温貯蔵の場合、果実の形質と貯藏性との関係では、着色割合が進み、浮皮度の少ない果実は貯藏性にとみ、“予措もどり”、“色変わり”，腐敗果の発生は少なかった。予措効果には着色割合よりも浮皮度との関係が強く現れ、浮皮度の少ない果実ほど果皮、果肉のしおれ程度は適度で、“予措もどり”果の発生は少なかった。貯蔵中の腐敗果の発生は陽光部着果の浮無果で最も少なく、日陰部の浮甚果で最も多かった。

2. 低温貯蔵の場合、収穫時の果実の形質と貯藏性との関係では、浮皮度の少ない、陽光部の着色良好な果実は貯藏性がすぐれていたが、常温貯蔵に比べ、果実形質間の差が強く現れ、とくに6分着色果、浮甚果、黄色果、薄皮果は“色変わり”、“油胞黒変”的発生がみられた。収穫時の果実形質差はおもに着果部位の環境条件に原因するため、低温貯蔵に当たっては、陽光部着果の完全着色果を貯蔵用として厳選することが基本である。

## 第2節 果 実 の ガ ス 代 謝

ウンショウミカン果実は果皮と果肉の生理作用や成熟の進み方が異なることを特徴とする。そして成熟期が近くなると果実は浮皮化して、果実内空隙量が増加する。とくに収穫前の高温高湿条件、貯蔵中における果実からの蒸散と呼吸による成分消耗を多くするような条件、貯蔵後期における高温高湿条件が生ずると、果実に含まれる気体量、すなわち果実内ガス量は急激に増加する(48)。従来からの貯蔵技術は果実の空隙内ガス量を少なくするよう、換気を中心に組み立てられていると言っても過言ではない。

ウンショウミカン果実の呼吸量は果実温度が一定である間はあまり変化しないが、果実の空隙部の容積、O<sub>2</sub>及びCO<sub>2</sub>濃度は果実形質、果実をとりまく環境温湿度、環境気体条件の違いによってつねに変化するものと考えられる。果実の果皮と果肉間の空隙量の間接的測定には、従来から浮皮率、果実比重の値が用いられてきたが、精度、測定時間等に一長一短があり、もちろん果実内のO<sub>2</sub>やCO<sub>2</sub>濃度を知ることは難しかった。果実内ガス状態の測定方法を明らかにしたうえで、収穫後の浮皮度、果実比重と果実内ガス量との関係、果実形態の違いとガス透過性との関係を明らかにし、貯蔵性の本質を追求した。

### 1. 果実の形質と貯蔵中の果実空隙内ガス中のO<sub>2</sub>及びCO<sub>2</sub>濃度との関係

果実空隙内のO<sub>2</sub>とCO<sub>2</sub>濃度は果実の呼吸量と果皮のガス透過性との関係によって決まる(14)と言われている。呼吸量がほぼ一定であるとすれば、果実内のそれらのガス濃度は果皮のガス透過性を支配する果皮の形態との関係が強いものと考えられる。果実内ガス状態と果実形質との関係を明らかにするため、果実の形質と果実内のO<sub>2</sub>及びCO<sub>2</sub>濃度との関係について検討した。

#### (1) 材料及び方法

##### 試験1 果実の形質と貯蔵中及び出庫後の果実空隙内に含まれるO<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub>濃度との関係

45年生の柏木系普通温州樹から採取したL級果を、12月1日から20日までの間、10±2°C、80~85%RH下で果重歩減り率4.3%に達するまで予措した、その後4月20日まで常温貯蔵した。果実の形質によって区別して貯蔵し、貯蔵後期から出庫時にかけての果実空隙内に含まれるO<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub>濃度及び果重歩減り率を測定した。外に2月15日出庫時、15~20°C 室温下においていた場合の5月

10日までの果実空隙内ガス濃度、果汁中のエタノール含量及び果皮水分含量についても同様に調査した。

#### 試験2 果実の着果部位と貯蔵中の果実内ガス量、O<sub>2</sub>及びCO<sub>2</sub>濃度と果実品質との関係

60年生の尾張系普通温州樹のL級果を11月28日に着果部位別に採取して、11月28日から4月20日まで常温貯蔵した。試験1と同様に果実内ガス量、O<sub>2</sub>及びCO<sub>2</sub>濃度、果実品質を調査した。

#### (2) 結 果

##### 試験1 果実の形質と貯蔵中及び出庫後の果実空隙内に含まれるO<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub>濃度との関係

試験中における果実空隙内のO<sub>2</sub>及びCO<sub>2</sub>濃度の変化は浮皮や果実の形質に関係なく、貯蔵温度が上昇し、貯蔵期間が長くなるほどO<sub>2</sub>%は低下し、CO<sub>2</sub>%は高くなり、つまりCA度(CA貯蔵のように空気組成よりもO<sub>2</sub>%が低下し、CO<sub>2</sub>%が高まっている状態、以下同様に記した)を強くした。果実形質間では、第1節の研究の結果、貯蔵性に富むとした粗皮、厚皮、浮無果で低O<sub>2</sub>、高CO<sub>2</sub>のガス濃度を示し、一方貯蔵性に乏しいとした果皮表面に凹凸の無い密皮、薄皮、浮甚果ではCA度は弱かった。貯蔵中の果実内ガス濃度変化はCO<sub>2</sub>の高まりに比べ、4月からO<sub>2</sub>%の低下が著しかった(第6図)。

第7図のように、2月15日に出庫後、室温15°C放置に伴う果実空隙内のガス濃度変化では、果実温の上昇にともないCO<sub>2</sub>%は1%から3%に、O<sub>2</sub>%は20%から16%に変化した。果実の形質による差については、浮無果、厚皮果及び粗皮果は浮甚果、薄皮果及び密皮果に比べ、

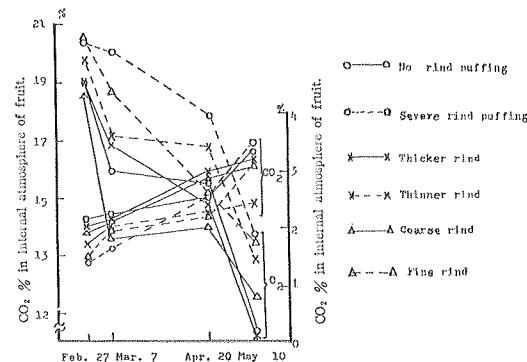


Fig. 6. Changes in CO<sub>2</sub> and O<sub>2</sub> concentrations in the internal atmosphere of fruits stored under ordinary storage (Storage started Dec. 20).

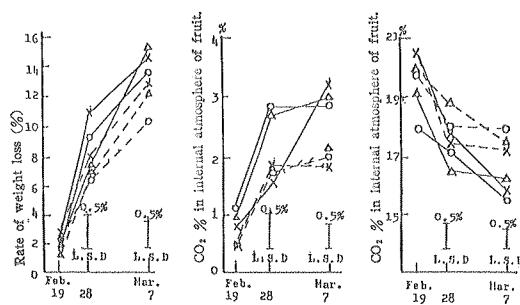


Fig. 7. Changes in  $\text{CO}_2$  and  $\text{O}_2$  concentrations in the internal atmosphere and weight loss of fruits exposed to temperature of  $15^\circ\text{C}$ – $20^\circ\text{C}$  for 54 days after transfer from ordinary storage on Feb. 15 (○—○: Severe rind puffing, ○—○: No rind puffing, ×—×: Thicker rind, ×—×: Thinner rind, △—△: Coarse rind, △—△: Fine rind).

$\text{CO}_2\%$ は約1%高く、 $\text{O}_2\%$ は1~2%低く、果実内のCA度は強くなった。

調査終了時の果実歩減り率は浮甚果、密皮果、薄皮果に比べ、浮無果、粗皮果、厚皮果で2~3%高かった(第7図)。

出庫22日後の果皮水分含量は果実形質が異なる場合に差が大きく、浮無果、粗皮果、濃橙色果、厚皮果はそれ

ぞれ相対する形質果に比べて低く、特に浮皮度、果皮の差による果皮水分含量の差が大きかった(第8表)。

#### 試験2 果実の着果部位と貯蔵中の果実内ガス量、 $\text{O}_2$ 、 $\text{CO}_2$ 濃度及び果実品質との関係

着果部位の違う果実を11月28日から常温貯蔵し、2月17日に果実内の $\text{O}_2$ 、 $\text{CO}_2$ 濃度、果実品質について調査したところ、果実内は $\text{O}_2$ 、 $\text{CO}_2$ とも着果部位の異なる果実間にはあまり差がなく、 $\text{O}_2$ は18~20%， $\text{CO}_2$ は0.8~1.3%を示した。果汁成分は収穫時における差とほぼ同様の傾向を示して推移し、屈折計示度は目通り部着果と頂部着果の果実で高く、クエン酸含量には差がなかった。果実形質のうち、果実比重は着果部位が頂部、目通り部に比べ、懷部、裾部の果実で高かった。果肉率は頂部果実で低く、果皮水分含量には差がなかった。果皮のアルベド崩壊度は着果位置が頂部、目通り部に比べ、懷部、裾部の果実で高かった(第9表)。

着果部位の異なる果実の果実内 $\text{O}_2$ 、 $\text{CO}_2$ 濃度、果実品質について調査した成績を第10表に示した。

2月の成績に比べ、 $\text{O}_2$ は2%低く、 $\text{CO}_2$ は0.8~1.0%高くなかった。頂部、目通り部に結実した果実は懷部、裾部のものに比べ、 $\text{O}_2\%$ は低く、 $\text{CO}\%$ は高く、特に頂部結実果実でこの傾向が強かった。果実形質については、果皮率との関係は少なく、果皮水分含量との関係が強かった。果皮水分含量の低い頂部、目通り部に結実している果実で低 $\text{O}_2$ 、高 $\text{CO}_2$ のガス濃度を示した。果汁成分含

Table 8. Changes in  $\text{CO}_2$  and  $\text{O}_2$  concentrations in internal atmosphere of fruits, ethanol contents in juice and rind moisture at 22 days after transfer from ordinary storage from Dec. 20 to Apr. 20.

Fruit rind characters	$\text{CO}_2$		$\text{O}_2$		Ethanol in juice <sup>z</sup>			Rind moisture <sup>y</sup>
	Apr. 20	May. 10	Apr. 20	May. 10	May. 7	May. 10	May. 12	May. 12
Non rind puffing	1.28%	1.96%	16.6%	13.1%	36mg%	67mg%	82mg%	70.3%
Severe rind puffing	1.55	2.20	17.5%	13.5	29	69	69	81.2
Coarse rind	1.62	2.16	15.3	12.3	37	58	74	72.5
Fine rind	1.45	2.13	15.2	13.1	35	53	65	75.7
Orange color <sup>x</sup>	1.98	2.20	13.7	10.0	39	65	69	68.2
yellow color <sup>x</sup>	1.45	1.96	15.6	14.6	27	52	55	70.4
Thicker rind	1.91	2.13	14.6	13.1	58	63	79	64.8
Thinner rind	1.31	1.43	17.7	13.6	30	62	63	76.8

<sup>z</sup>: mg%. juice 100g. FW<sup>-1</sup>.

<sup>y</sup>: As in z of Table 4.

Table 9.  $\text{CO}_2$  and  $\text{O}_2$  concentrations in internal atmosphere and characteristics of fruits harvested from various parts of the tree canopy in the middle period of ordinary storage (Feb. 17).

Bearing part	Gas concentration		Juice		Fruit quality			
	$\text{O}_2$	$\text{CO}_2$	Rrix	Citric acid <sup>y</sup>	Specific gravity	Flesh weight Fruit weight	Rate of rind moisture	Breakdown albedo <sup>y</sup>
Top	18.0%	1.34	10.2%	0.71%	0.80	69.5%	77.0%	1.4
Outgr	19.5	0.88	11.9	0.73	0.81	72.2	77.7	1.2
Inner	18.9	0.84	9.8	0.76	0.84	73.9	76.6	2.0
Skirt	20.0	1.04	9.4	0.68	0.82	71.8	78.1	2.2
Significance			**	NS	NS	**	NS	**

z : Degree of breakdown of albedo.

y : As in Table 4.

Storage started on Nov. 28.

\*\* and \* : Significant at 1% level and 5% level, respectively, and so forth.

Table 10.  $\text{CO}_2$  and  $\text{O}_2$  concentrations in the internal atmosphere and characteristics of fruits harvested from various parts of the tree canopy at the end of ordinary storage.

Bearing part	Gas concentration		Ethanol in flesh <sup>z</sup>	Rind weight Fruit weight	Rind moisture	Juice		
	$\text{O}_2$	$\text{CO}_2$				Brix	Citric acid <sup>y</sup>	Brix
Top	16.5%	2.12%	53.7 mg%	31.8%	78.6%	10.0%	0.61%	16.2
Outer	17.4	2.54	127.6	28.9	77.3	10.6	0.58	18.3
Innef	17.6	1.69	191.8	28.1	79.6	9.7	0.62	15.6
Skirt	18.8	1.64	182.0	31.3	79.7	9.1	0.56	16.3
Significance	*	*	*	NS	*	*	NS	NS

z : mg% flesh 100g. FW<sup>-1</sup>.

y : As in Table 4.

量は2月の成績とほぼ同様の傾向を示し、果実の着果部位による差が大きく、果実空隙内ガス濃度との関係では、高い屈折計示度を示した着果部位の果実ほど果実空隙内CA度が強かった。

## 2. 果実の組織別ガス量及びガス濃度

ウンシュウミカン果実の貯蔵性は系統の違いによって大きく異なる。これまで果実形質の違いと貯蔵性との関係について、ガス代謝の様相としてとらえてきたが、品種、系統の異なる果実について、その組織別に収穫時期から貯蔵後期(4月)に至るまでのガス含量、 $\text{O}_2$ 、 $\text{CO}_2$ 濃度変化を調査し、品種、系統の貯蔵性の基礎試料を得ようとした。

### (1) 材料及び方法

興津系及び宮川系早生温州、ならびに藤中系、青島系及び西山系普通温州のそれぞれ20年生樹から、L級果を早生温州は11月10日に、普通温州は11月20日に採取した。採収後10±2°C、70~80%RHで果汁歩減率4.6%になるように予措を行い、4月20日まで7±4°C、85±5%RH、入庫率8%で常温貯藏した。

1ヶ月ごとに果実内ガス量、 $\text{O}_2$ 及び $\text{CO}_2$ 濃度、果実形質、果汁成分について調査及び分析を行った。

果実の組織別のガス量、 $\text{O}_2$ 及び $\text{CO}_2$ 濃度の分析は第9図に示す方法で行った。すなわち水中でガスを捕集し、ガス量を測定するため第8図に示すようなガス捕集ビンを作成した。果実をデシケーター内の捕集ビンに静置し、水流ポンプで10気圧に減圧して、果実からは3分

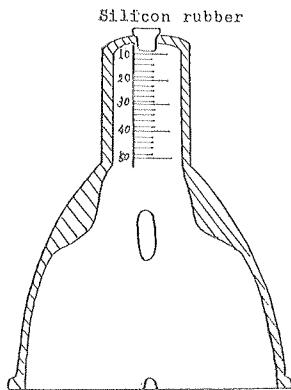


Fig. 8. Glass bell for gas collection.

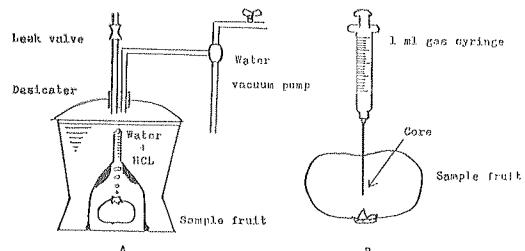


Fig. 9. Schematic diagram. A: Apparatus used for gas sampling from the internal atmosphere of fruit, B: Direct gas sampling method.

間、分離した場合の果皮からは2分間、果肉からは3分間ガスを捕集した後、1気圧下でガス量を測定した。ガス量は果実、果皮、果肉のそれぞれ新鮮重100 g当りの量に換算した。捕集したガスを0.5 mlサンプリングし、ガスクロマトグラフィーでCO<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>を同時分析した。なおデシケーター内の水は塩酸により弱酸性にして、CO<sub>2</sub>の溶解を防いだ。ガスクロマトグラフィーによる分析条件は第2章に示した通りである。果実の組織別のガス量測定は捕集ビンの中の水中ですばやく果皮と果肉に分け、果実全体と同様にガス量とO<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub>濃度を測定した。

## (2) 結 果

果重100 g当りのガス量の貯蔵中における変化について第10図に示した。ガス量は採取時以後、貯蔵中に次第に増加し、貯蔵後期の4月20日には30~40 mlを示し、採取時の2~3倍を示した。

早生温州は普通温州に比べ2月25日までは低く経過したが、4月20日にはガス量が急激に増加し、普通温州の早熟系に属する藤中系は他の系統に比べ果実内ガス量は

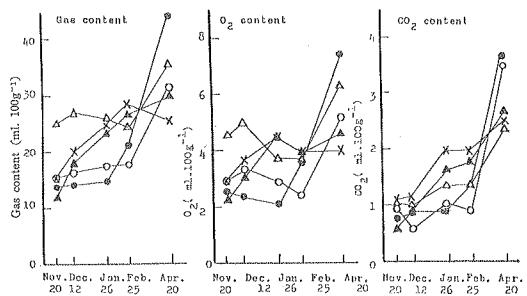


Fig. 10. Changes in gas content (air, O<sub>2</sub> and CO<sub>2</sub>) per fruits weight of the fruits during ordinary storage from Nov. 20 to Apr. 20  
 (○—○: Okitsu, ●—●: Miyagawa,  
 △—△: Fujinaka, ▲—▲: Aoshima,  
 ×—×: Nishiyama).

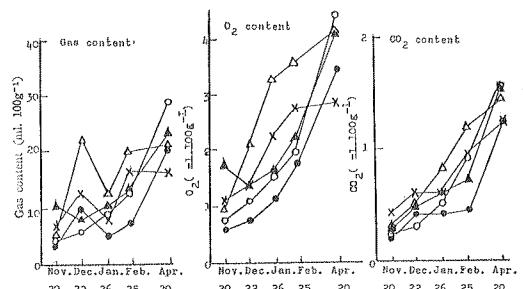


Fig. 11. Changes in gas content (air, O<sub>2</sub> and CO<sub>2</sub>) in internal atmosphere of fruits during ordinary storage from Nov. 20 to Apr. 20 (○—○: Okitsu, ●—●: Miyagawa, △—△: Fujinaka, ▲—▲: Aoshima, ×—×: Nishiyama).

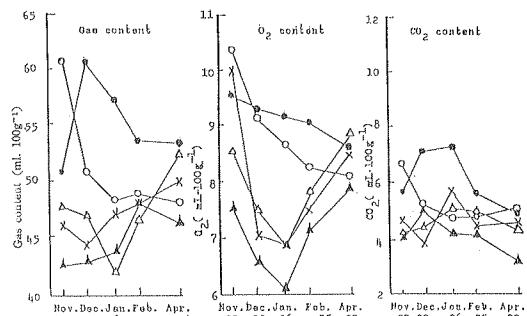


Fig. 12. Changes in gas content in the rind during ordinary storage from Nov. 20 to Apr. 20 (○—○: Okitsu, ●—●: Miyagawa, △—△: Fujinaka, ▲—▲: Aoshima, ×—×: Nishiyama).

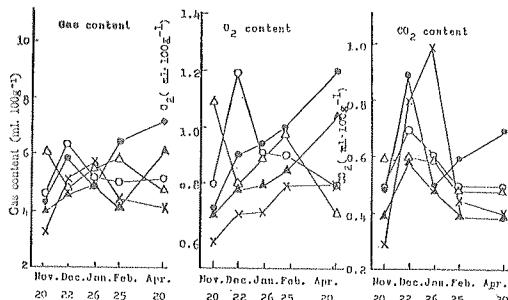


Fig. 13. Changes in gas content in flesh during ordinary storage from Nov. 20 to Apr. 20  
 (○—○: Okitsu, ●—●: Miyagawa,  
 △—△: Fujinaka, ▲—▲: Aoshima,  
 ×—×: Nishiyama).

多く、2月までは横ばいに経過した。貯蔵系統の青島、西山両系は貯蔵中に次第に増加した。

果実内ガスの中でO<sub>2</sub>量の貯蔵中の変化はガス量とほぼ同様の傾向を示し、早生系統では2月25日までは少なく、以後4月20日まで急激に増加し、興津早生に比べ、宮川早生は早くから増加する傾向を示した。藤中系は採取時から果実内のO<sub>2</sub>量が多く、4月20日に急増しているのに対し、貯蔵系統は次第に増加した。果実内のCO<sub>2</sub>量は採取時に果重100 g当り1 mlを示し貯蔵中に増加するが、4月20日の増加が著しく、貯蔵系統でこの傾向は強かった。

第11図に示したように、果実空隙内ガス量は採取時の5~10 mlから貯蔵後期の4月20日には20~30 mlに増加した。早生系統や貯蔵系統に比べ、藤中系は12~2月に高い空隙量で経過した。

果実空隙内に含まれるO<sub>2</sub>量は採取時の1 mlから4月には3~4 mlに増加した。貯蔵中期の2月25日までは早生系統でO<sub>2</sub>量は少なく、ついで貯蔵系統の順に多く、藤中系は他系統に比べ、明らかに多く経過した。

CO<sub>2</sub>量もO<sub>2</sub>量とほぼ同様の傾向を示した(第11図)。

果実を果皮と果肉に分け、貯蔵中の組織別ガス量の変化を第12図、第13図に示した。

果皮100 g当りのガス量は40~60 mlを示し、普通温州に比べ早生温州で多かった。早生温州のガス量が貯蔵中期から後期にかけて低下するのに対し、普通温州ではわずかに増加する傾向を示した。O<sub>2</sub>量は6~10 mlの範囲で経過し、早生温州では貯蔵中に漸減するのに対し、普通温州では採取時の11月20日から1月26日までは低下し、以後は貯蔵末期にむかって高くなっていた。普通温州中、青島系は他の系統に比べ低く経過した。CO<sub>2</sub>量

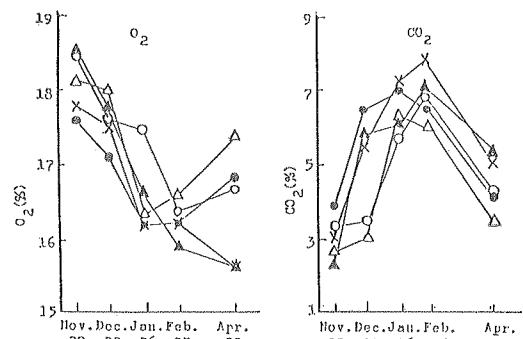


Fig. 14. Changes in O<sub>2</sub> and CO<sub>2</sub> concentration of fruits during ordinary storage from Nov. 20 to Apr. 20 (○—○: Okitsu,  
 ●—●: Miyagawa, △—△: Fujinaka,  
 ▲—▲: Aoshima, ×—×: Nishiyama).

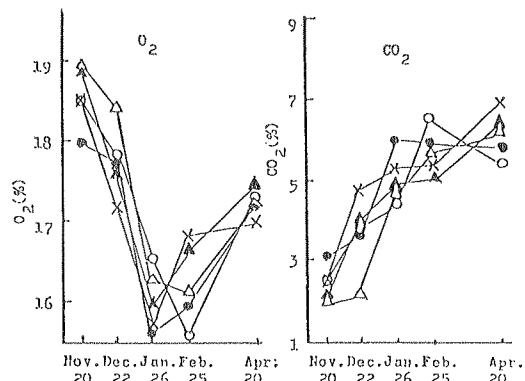


Fig. 15. Changes in O<sub>2</sub> and CO<sub>2</sub> concentration in internal atmosphere of fruits during ordinary storage from Nov. 20 to Apr. 20  
 (○—○: Okitsu, ●—●: Miyagawa,  
 △—△: Fujinaka, ▲—▲: Aoshima,  
 ×—×: Nishiyama).

は貯蔵中は3~7 mlで経過し、変化は少なかった。普通温州に比べて早生温州では高い量で経過した。

果肉100 g当りのガス量は3~7 mlを示し、ガスが果皮組織の約10%を占めることに相当し、貯蔵中の変化は少なく、系統間の差に一定の傾向はなかった。果肉のO<sub>2</sub>量は0.6~1.2 mlの範囲で経過し、果皮組織の約10%を占める量であった。系統による差は貯蔵系統の青島系、西山系で貯蔵中に次第に高くなるのに対し、早生系統と中生系統において増減の変化が大きかった。果肉のCO<sub>2</sub>量は採取時の11月20日に比べ、予措終了時の12月22日に最も高かったがその後は低下する。

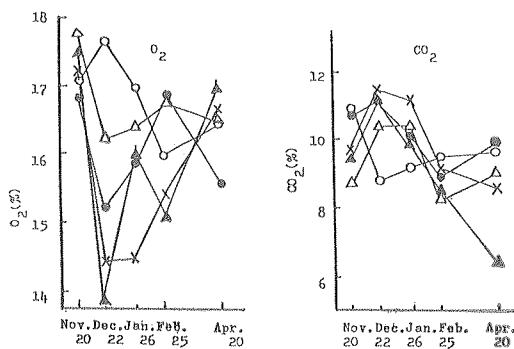


Fig. 16. Changes in  $O_2$  and  $CO_2$  concentration in the rind during ordinary storage from Nov. 20 to Apr. 20 (○—○: Okitsu, ●—●: Miyagawa, △—△: Fujinaka, ▲—▲: Aoshima, ×—×: Nishiyama).

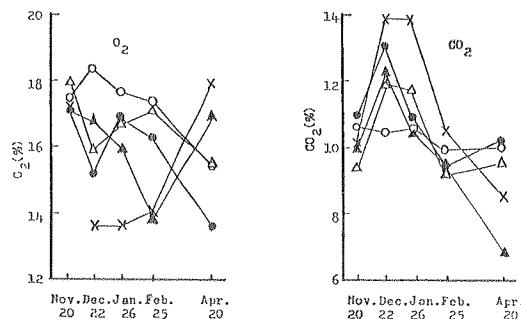


Fig. 17. Changes in  $O_2$  and  $CO_2$  concentration in the flesh during ordinary storage from Nov. 20 to Apr. 20 (○—○: Okitsu, ●—●: Miyagawa, △—△: Fujinaka, ▲—▲: Aoshima, ×—×: Nishiyama).

果実全体から減圧捕集したガスの  $O_2$ ,  $CO_2\%$  の変化について、 $O_2\%$  は貯蔵中に 18% から 16% に低下し、系統の違いによる差はあまりみられないが、2月25日以降、早生系統と中生系統の藤中系で  $O_2\%$  は高くなり、その後4月20日に低下した。系統間による差はあまりないが、2月25日以降は、西山、青島系で高く、藤中系で低く経過した(第14図)。

果実空隙内の  $O_2$ ,  $CO_2$  濃度変化は、 $O_2$  は採取時の 11 月 20 日から 2 月 26 日にかけて低下したが、その後は高くなかった。 $CO_2$  は採取時の 2~3% から 4 月 20 日には 5~7% と高くなり、系統による差はなかった(第15図)。

果皮組織内の  $O_2$ ,  $CO_2$  濃度の変化については、 $O_2$  は 14~18% の範囲で経過し、予措終了時に最も低く、その

後次第に高くなった。予措による  $O_2\%$  の低下は青島系、西山系で大きく、宮川早生と藤中系で小さかった。 $CO_2$  は予措終了時の 12~1 月にかけて高く、その後低下したが、2月以降の変化は少なかった。青島系では予措後、4月20日まで低下した(第16図)。

果肉組織内の  $O_2$ ,  $CO_2$  濃度変化について、 $O_2$  は早生系統と中生系統で貯蔵中に低下していくのに対し、貯蔵系統は 2 月 25 日まで低下し、その後高くなっていた。 $CO_2$  は採取時の 11 月 20 日から予措終了時の 12 月 22 日にかけて上昇し、その後低下した。予措終了後の低下は早生系統に比べ貯蔵系統で大きかった(第17図)。

### 3. 果皮のガス透過性

貯蔵中における果実空隙内のガス量とガス濃度は、果実形質、特に採取前の果実の着果部位の違いによる果皮厚、浮皮度、着色程度、果皮水分含量の違いによって異なり、貯蔵性に富む果実ほど果実空隙内ガス量は少なく、ガス濃度は低  $O_2$ , 高  $CO_2$  であることが本節の 1 と 2 で明らかになった。

果実内の  $O_2$ ,  $CO_2$  濃度は果実の呼吸活性と果皮のガス透過性によって支配されるものと思われるが、果実の呼吸活性があまり違わないとすれば、果皮のガス透過性によって果実内ガス濃度は決まると考えられるので、おもに果皮形態の違いと果皮のガス透過性との関係について明らかにしようとした。

#### (1) 材料及び方法

青島系普通温州の L L 級果を供試し、12月 3 日に採取後、 $7 \pm 3^{\circ}\text{C}$ , 80~90% RH で 3 月 20 日まで常温貯蔵した。果皮形態の違いとしては、採取時の着色割合で 6 分、8 分、10 分別に、果皮色では黄色果、橙色果、濃橙色果別に、果皮厚では 2.7, 3.4, 4.2 mm 別に、果皮のアルベド崩壊度として、甚、強、中、無の 4 段階に区分し、樹上の着果部位としては日陰果と陽光果に区別して、貯蔵終了時の 3 月 21 日に  $CO_2$  透過性を調査した。

ガス透過性装置は第18図に示すように、あらかじめガス吸入口とシリコンゴム栓を取り付けた三角フラスコまたはビーカーの縁をすり合わせ状態に加工し、果皮は市販の糊ではりつけ、上部のフラスコ(A)に  $CO_2$  ガスを一定流速で流すか、封入し、他方のフラスコ(B)の  $CO_2$  ガス濃度変化をガスクロマトグラフィーで継続調査した。すなわち A の  $CO_2$  が果皮を通して B に移行する量を  $CO_2$  濃度変化から算出しようとした。その結果、三角フラスコによる透過性測定装置は果皮表面積が小さく、果皮の部位による透過性の誤差が大きいこと、ビーカーで測定する装置は果皮表面積も広く、果皮表面からのガス代謝の測

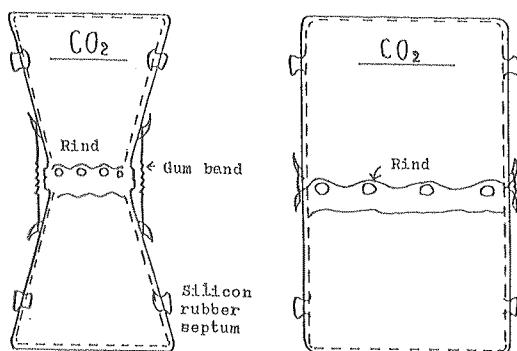


Fig. 18. Schematic diagram of the apparatus used for the determination of the diffusion coefficient of O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> and CO<sub>2</sub> through the rind of fruits (A).

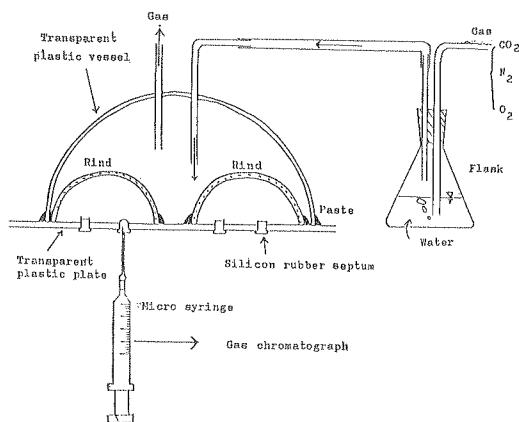


Fig. 19. Schematic diagram of the diffusion coefficient of O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, and CO<sub>2</sub> through the rind of fruits (B).

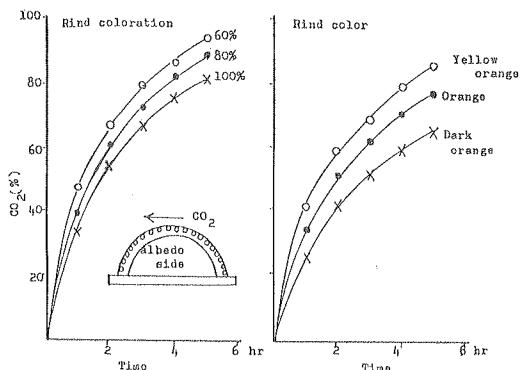


Fig. 20. Permeability of CO<sub>2</sub> through the rind and rind coloration of fruits at harvest (Mar. 10).

定にも有用であるが、容器内の圧力差によって果皮が外れやすいことが明らかになった。よって改善方法を考察し(37)、第19図に示すような装置を作成した。プラスチックのプレートにシリコンゴム栓をとりつけ、果皮を糊ではりつけた。この上にプラスチックの蓋をするか、またはデシケーター内に保持して第20図のように純ガスを流し、果皮外面から果皮内面を通って、果皮とプレートとの間に移行するCO<sub>2</sub>量を濃度変化から算出した。この方法であると果皮表面積が広く、果皮がプレートから外れず、一度に多くの点数を同一条件で測定することが可能であった。

## (2) 結 果

果皮の着色割合並びに着色度の違いとCO<sub>2</sub>透過性を調査したところ、第20図に示すように、CO<sub>2</sub>の透過性は果皮の着色割合が進むほど、また果皮色が濃橙色になるほど抑制される傾向を示した。

果皮厚及び果皮のアルベド組織の崩壊度の違いとCO<sub>2</sub>透過性を調査した。第21図に示すように、果皮が厚くなるほどCO<sub>2</sub>透過性は抑制され、更にアルベド崩壊度が高くなるほどCO<sub>2</sub>透過性は促進される傾向がみられた。濃度100%のCO<sub>2</sub>ガスを果皮外側に一定流速で流した場合、15~20°C下では6~8時間後に果皮内側のCO<sub>2</sub>濃度はほぼ100%近くになった(第21図)。

樹上における果実の着果部位として陽光部と日陰部に分けた場合、CO<sub>2</sub>透過性は日陰果の果皮に比べ陽光部の果皮で低かったが、差は小さかった(第22図)。

果皮100cm<sup>2</sup>当りのCO<sub>2</sub>透過量を求めた成績を第表11に示した。果皮の着色割合とCO<sub>2</sub>透過性との関係では、着色割合が高くなるほどCO<sub>2</sub>透過量は低下した。果皮の外観品質の違いとCO<sub>2</sub>透過量との関係では、果皮が充実していく、しづれ程度が強くなるほど果皮のCO<sub>2</sub>の透過量

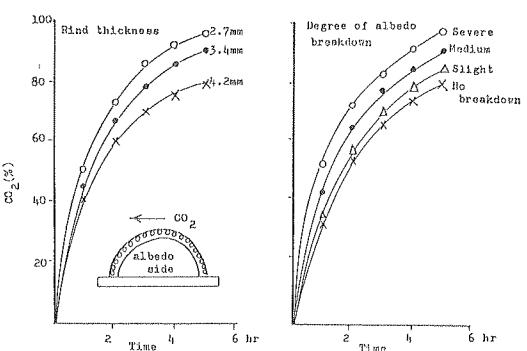


Fig. 21. Permeability of CO<sub>2</sub> through the rind and albedo breakdown of fruits at harvest (Mar. 10).

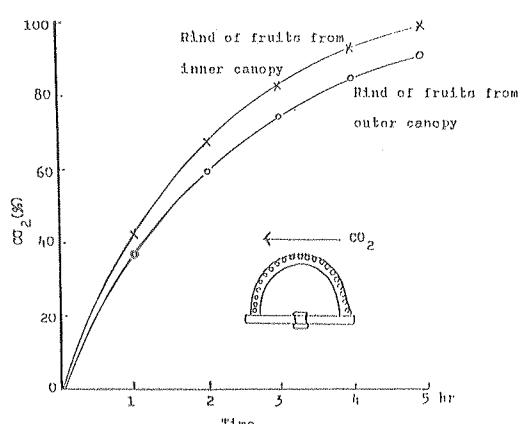


Fig. 22. Permeability of  $\text{CO}_2$  through the rind of fruits harvested from the inner and outer tree canopy (Mar. 10).

Table 11. Permeability of  $\text{CO}_2$  through the rind of fruits at harvest (Mar. 10).

Rind characters	I *	II **
60% rind coloring rate	20.2	22.7
80% "	19.4	19.3
100% "	16.9	19.9
Severe rind puffing	19.1	17.4
No rind puffing	16.9	17.5
Withered rind	15.0	20.0
Rind thickness 2.75mm	21.8	21.8
" 3.42mm	19.4	22.5
" 4.01mm	18.2	23.4
Outer setting	17.3	15.7
Inner setting	17.6	16.1

I \* :  $\text{CO}_2 \cdot \text{ml} \cdot 100\text{cm}^{-2} \cdot \text{hr}^{-1}$ .

II \*\* :  $\text{CO}_2 \cdot \text{ml} \cdot 100\text{cm}^{-2} \cdot 3\text{mm rind thickness}^{-1} \cdot \text{hr}^{-1}$ .

は低下する傾向を示した。果皮厚の違いと $\text{CO}_2$ 透過量との関係では、果皮厚が厚くなるほど $\text{CO}_2$ 透過量は低下したが、着色程度や果皮の外観の違いによる $\text{CO}_2$ 透過量の差よりその幅が小さかった。

果皮厚を3mm当たりに換算して比較したところ、着色割合では、8~10分着色果皮に比べ、6分着色果皮で透過量は低下し、果皮外観との関係では、しおれ程度の高い果皮で透過量は低かった。果皮厚との関係では、果皮厚の厚い果皮ほど透過量は高くなつたが、その差は小さかった(第11表)。

#### 4. 果実内ガス量、組成と果実比重、浮皮度との関係

ウンシュウミカンの貯藏性が、果実の採取前の樹における着果部位や果実形質の違いによって異なること、更に果実内のガス量、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{O}_2$ 濃度、果皮のガス透過性もそれらの違いによって異なることを本節の1、2及び3で明らかにしてきた。

果実の浮皮度を判定する方法として、浮皮率による方法、果実比重による方法、触感による方法などが用いられているが、それぞれに次にあげるような問題が多い。

第2章に説明した浮皮率測定法は果周、果肉周、果皮厚を測定して赤道部の果肉面積に対する空隙部分の面積割合を算出するが、果全体ではなく赤道部だけの測定であるため、果梗周辺が浮皮となっている浮皮状態を測定するには不向きである。更に果皮厚測定が難しく、誤差も大きい。

果実比重測定は水中重法で行われるが、水中の重量変化の感度が悪く、果実の大きさが違うと、得られた値は比較できない。

触感による達観法は個人差が大きく、実測値でないために絶対値での比較ができない。

このようなことから、これらの方法に比べ、正確で短時間に測定できる方法として、果実空隙内ガス量を測定する方法を創案し、従来からの浮皮率、果実比重測定法による浮皮度判定方法との比較を行った。

##### (1) 材料及び方法

試験1 着色割合、果実の大きさ別浮皮程度の異なる果実の貯蔵中の果実内ガス量と組成、浮皮率、果実比重の変化

藤中系、柏木系、辻村系普通温州を供試し、藤中系は11月14日に着色割合、浮皮度、果実階級別に採集し、直ちに果実内のガス量及び $\text{CO}_2$ 、 $\text{O}_2$ 濃度を測定した。柏木系と辻村系は11月27日に浮皮度、果実階級別に採集し、12月20日まで $10 \pm 2^\circ\text{C}$ 、 $80 \pm 5\%$ RHで予掛した。予掛後4月27日まで常温貯蔵し、貯蔵中の果実内ガス量、ガス濃度、浮皮率、果実比重の変化を測定した。

試験2 品種、系統と貯蔵中の果実内ガス量と組成、果実比重、浮皮率との関係

宮川早生温州、藤中系及び青島系普通温州を供試し、宮川早生は11月10日に、普通温州は11月27日に浮皮度別に採収し、4月1日まで常温貯蔵した。貯蔵中の果実内ガス量、果実比重、浮皮率の変化を測定した。果実空隙内ガス量は第2章に示した方法で測定した。

##### (2) 結 果

試験1 着色割合、果実の大きさ別浮皮度の異なる果

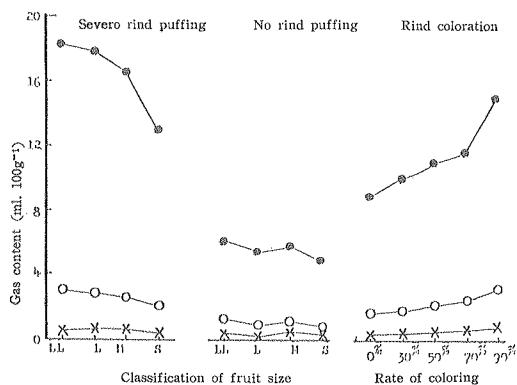


Fig. 23. Gas content in fruits with rind puffing and different rind coloration at harvest (Nov. 14) ( $\times$ — $\times$ :  $O_2$ ,  $\bigcirc$ — $\bigcirc$ :  $CO_2$ ,  $\bullet$ — $\bullet$ : Total gas).

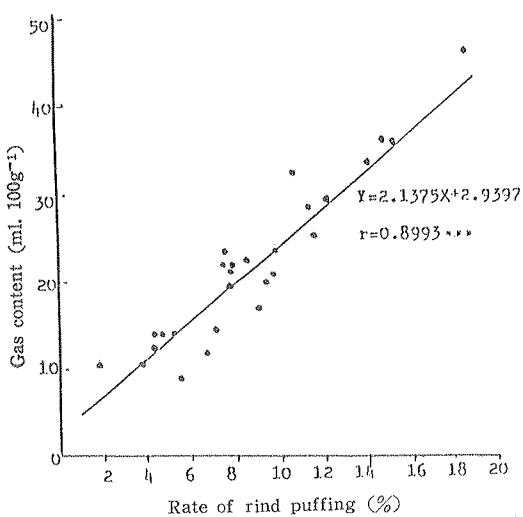


Fig. 24. Relationship between gas content in fruits and rate of rind puffing during ordinary storage.

実の貯蔵中の果実内ガス量と組成、浮皮率、果実比重の変化

藤中系普通温州について、採収時の11月14日における果実内ガス量の測定では果実の着色割合が進むほど果実内ガス量は増加し、特に完全着色果で多かった。第23図に示したように、果実内のガス量と濃度から、 $CO_2$ 、 $O_2$ 量を換算したところ、果重100 g 当り  $O_2$  は、1.4~1.6 ml,  $CO_2$  量は 0.3~0.6 ml を示し、着色割合が進むほど  $O_2$ 、 $CO_2$  量は増加した。

同様にして浮皮度、果実の大きさとガス量との関係を見ると、浮基果で 13~18 ml, 浮無果で 4~6 ml を示し、

浮基果は浮無果の約 3 倍のガス量を示した。果実の大きさとの関係では、果重 100 g 当りに換算したにもかかわらず、果実が大きいほど果実空隙内ガス量は多くなる傾向がみられ、浮無果では 4.2 ml~5.8 ml、浮基果では 12.8 ml~18.3 ml と、果実が大きくなるほどガス量は增加了。 $O_2$ 、 $CO_2$  量とも果実空隙内ガス量の多い浮基果で多く、特に  $O_2$  量でこの傾向は強かった。

柏木系及び辻村系普通温州について、12~4月の貯蔵中の果実空隙内ガス量と浮皮率の関係を見たのが第24図で、浮皮率が高いほど果実空隙内ガス量が増加しており、果実空隙内ガス量と浮皮率との間には  $r = 0.8993\cdots$  の高い相関が得られ、 $Y = 2.1375X + 2.9397$  の回帰式が得られた。

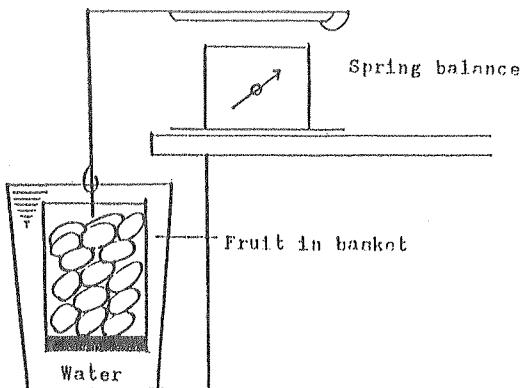


Fig. 25. Schematic diagram of measuring apparatus for specific gravity of fruits.

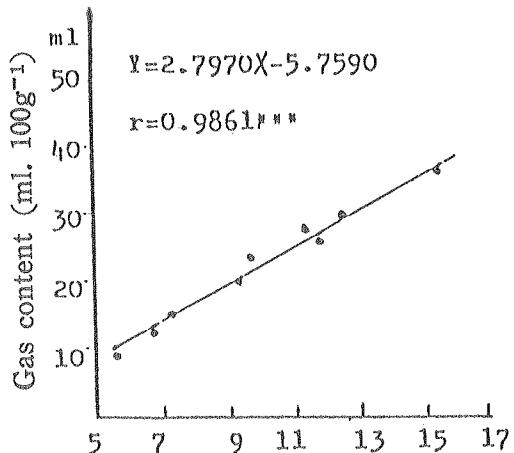


Fig. 26. Relationship between gas content in fruits and rate of rind puffing on Mar. 8 during ordinary storage (cv. Kashiwagi).

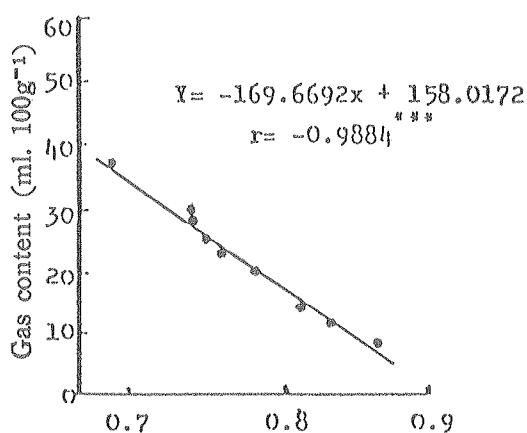


Fig. 27. Relationship between gas content in fruits and specific gravity on May. 8 during ordinary storage (cv. Kashiwagi).

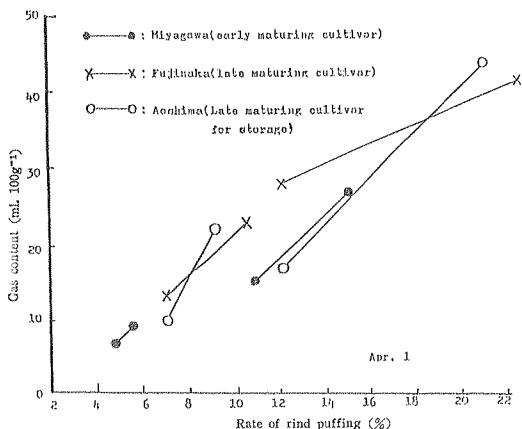


Fig. 28. Relationship between gas content in fruits and rate of rind puffing of fruits from early, middle and late cultivars at the onset and end of ordinary storage.

柏木系について、貯蔵中の3月8日における果実内ガス量と浮皮率との関係をみたのが第26図で、 $r = 0.9861 \cdots$ の高い相関係数と $Y = 2.7970X + 5.7590$ の回帰式が得られた。浮皮率5~6%で果実内ガス量は約10ml, 浮皮率15%で約36mlのガス量を示した。果実内ガス量と果実比重との関係は $r = -0.9984 \cdots$ の高い相関係数と $Y = -169.6692X + 158.0172$ の回帰式が得られ、果実比重の高いほどガス量が少なくなる高い相関関係であった(第27図)。

試験2 品種、系統と貯蔵中の果実内ガス量と組成、

#### 果実比重、浮皮率との関係

貯蔵初期の12月26日と後期の4月1日に調査した成績が第28図で、触感によって浮皮の少ない果実と浮皮の甚だしい果実の2種類に分けて調査したが、宮川早生では浮皮度間のガス量の差が小さいに対し、普通温州の藤中系と青島系では浮皮度が高くなるほど果実内ガス量は増加し、貯蔵後期の浮皮率の違いによる差は明らかに大きかった。宮川早生では果実内ガス量は浮無果と浮甚果とでは15ml~27ml、藤中系では同様に28ml~42ml、青島系では同様に17ml~43mlと、熟期の遅い系統ほど浮皮率の多少によるガス量の差は大きく、藤中系は浮皮の少ない果実でも28mlと他の系統に比べて果実内ガス量が多かった。

12月26日の成績では、果実内ガス量と果実比重との関係はほぼ直線的で、果実内ガス量と浮皮率との関係よりも強く、浮皮度、系統の違いにかかわらず、ほぼ直線関係を示した(第29図)。

4月1日の調査でもほぼ同様の傾向で、12月26日に比べ果実内ガス量は増加し、果実比重が低下し、ガス量と果実比重の果実間の差が大きくなるため、果実内ガス量と果実比重との関係より密接になった。宮川早生では果実比重0.78~0.88でガス量は15~24mlであるのに対し、藤中系は果実比重0.69~0.78でガス量は42~27mlであった(第30図)。

果実の果皮率を知ることによって浮皮度を判定できな

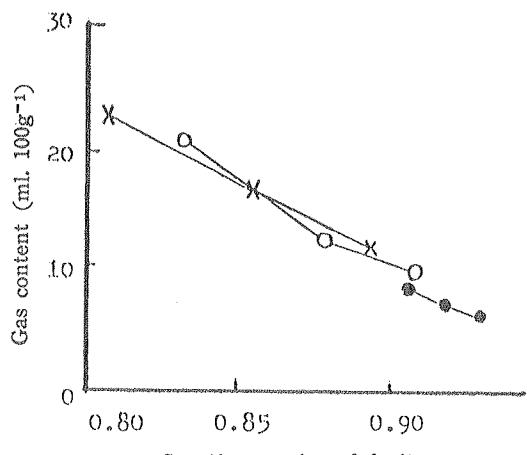


Fig. 29. Relationship between gas content in fruits and specific gravity of fruits from early, middle and late cultivars at the onset (Dec. 26) of ordinary storage (●—●: Miyagawa, ○—○: Fuji-naka, ×—×: Kashiwagi).

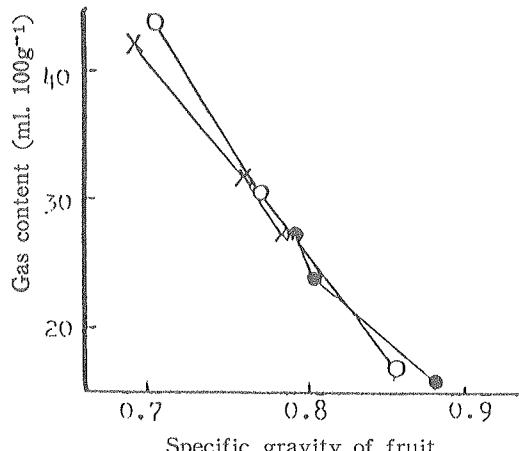


Fig. 30. Relationship between gas contents in fruits and specific gravity of fruits from early, middle and late cultivars at the end (Apr. 1) of ordinary storage (●—●: Miyagawa, ○—○: Fujinaka, ×—×: Kashiwagi).

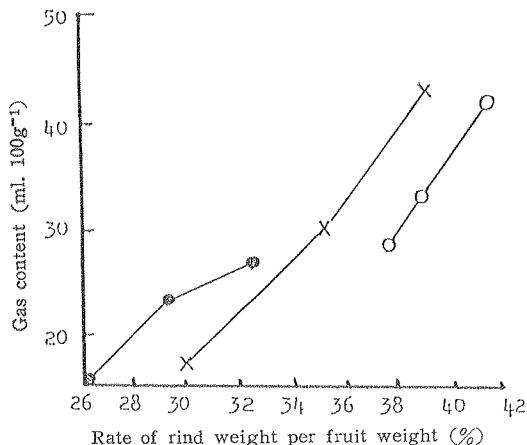


Fig. 31. Relationship between gas content in fruits and rate of rind weight to fruits weight in early, middle and late cultivars at the end (Apr. 1) of ordinary storage (●—●: Miyagawa, ○—○: Fujinaka, ×—×: Kashiwagi).

いかと考え、果実内ガス量と果皮率との関係について第31図に示した。

貯蔵後期4月1日の果皮率は果実の浮皮率の違いによって大きく異なり、浮皮度が高くなるほど果皮率は高く、特に藤中系でこの傾向が強かった。果皮率が高くなるほど果実内ガス量は多かった。

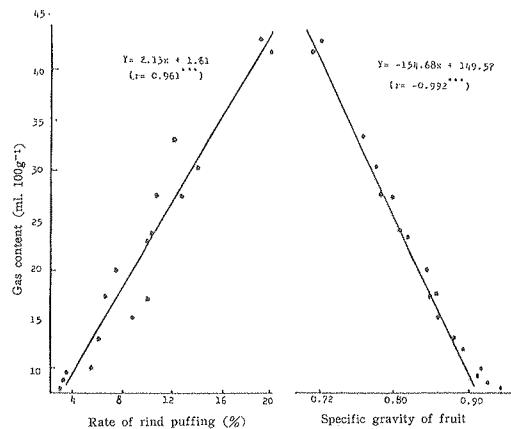


Fig. 32. Correlation and regressions were calculated from the data at the onset and end of storage in 3 cultivars.

3系統を通して、果実内ガス量と浮皮率、あるいは果実比重との関係について調査した成績を第32図に示した。果実内ガス量と浮皮率との間には  $r = 0.961\cdots$  の相関係数が得られ、 $Y = 2.13X + 1.61$  の単回帰式を示した。更に果実内ガス量と果実比重との間には  $r = 0.992$  の高い相関係数と  $Y = -154.68X + 149.57$  の回帰式が得られ、浮皮率との関係以上に高い相関関係が認められた(第32図)。

## 5. 考 察

### (1) 果実の形質と貯蔵中の果実空隙内ガス中のO<sub>2</sub>及びCO<sub>2</sub>濃度との関係

樹の陽光部に着果する果実で濃橙色で充実している果実ほど貯蔵中の屈折計示度は高く、クエン酸の保持はよいが、このような果実ほど果実内のCO<sub>2</sub>%は高く、O<sub>2</sub>%は低く、貯蔵中にこの傾向は強くなることが明らかになった。すなわち貯蔵性に富む陽光部着果の非浮皮、完全着色果ほど果実内のガス状態はCA度が強く、この結果、果実の呼吸活性は低下し、果汁成分の分解が抑制されるものと思われる。2月中旬までの中期貯蔵では、果実品質に対する果実内ガス濃度の影響は少ないが、長期貯蔵になるほどガス量とガス濃度の影響を強く受けるものと考えられる。

早生温州に比べ、着通温州の果実内ガス状態はCA度が強いが、普通温州に比べ早生温州は果皮がうすく、そのアルベド組織の崩壊度が高いことに原因するものと思われ、この結果、果汁成分の分解が早くなると考えられる。

果皮率が高く、果皮水分含量の低い、アルベド組織の

崩壊の少ない陽光部着果の果実で、果実内のCO<sub>2</sub>%は高く、O<sub>2</sub>%が低いことから、果実内ガス濃度は貯蔵庫内温度によって左右される果実温の影響を別にすれば、果皮のアルベド組織の充実度と果皮水分含量に大きく影響されるものと思われる。

貯蔵期間が長くなるほど果皮のガス透過性が低下し、果実温の高まりによる呼吸量の上昇によって貯蔵ミカンの果実内ガス濃度は高CO<sub>2</sub>、低O<sub>2</sub>%を示すものと考えられる。果実温と果実内ガス濃度との関係については梶浦(36)もナツダイダイ果実で同様の結果を得ている。

#### (2) 果実の組織別ガス含量及びガス濃度

果実全体に含まれるガス量は貯蔵中に15mℓから35mℓ、O<sub>2</sub>量は2.5mℓから6.0mℓ、CO<sub>2</sub>量は0.8mℓから3.0mℓに増加し、特に貯蔵後期の3～4月にかけてこの傾向が強い。系統間では浮皮度の低い早生温州でガス量は少なく、貯蔵中の増加も少ない。これに対し早熟系の普通温州の藤中系は貯蔵初期からガス量が多く、貯蔵中の増加も著しい。貯蔵用普通温州の青島系は貯蔵中に次第に増加し、ガス量も藤中系に比べ、明らかに少ないことを明らかにした。

果実内ガス量の増加は果皮が厚く、アルベド組織が崩壊しやすい貯蔵系統で多いことから、貯藏性に富む果実とは収穫時に果実内ガス量が少なく、貯蔵中環境条件に影響されることが少なく、果皮の形態が変化しにくい果実と言うことができる。

果実の組織別ガス量は果皮が100g当たり、30～50mℓ、果肉が100g当たり3～7mℓを示し、果皮で明らかに多かった。果皮、果肉とも貯蔵中のガス量の変化は少ないが、貯蔵期間が長くなるほど貯蔵中に多くなる果重歩減率を換算すれば、果皮重、果肉重の絶対量が減るので両組織内のガス量は増加する傾向を生ずる。果皮100g当たりのガス量は貯蔵中にあまり変化しないが、特にアルベド組織が充実し、崩壊の少ない貯蔵用の系統でこの傾向が強い。このことが果実の輸送性の増強に役立っていると言える。

果実の組織別のガス濃度では、O<sub>2</sub>%は果皮で14～17%、果実空隙内で16～18%，果肉で13～18%と組織によってあまり差はないが、CO<sub>2</sub>は果皮で7～12%，果実空隙内で3～7%，果肉で10～18%と組織による濃度差が大きく、果実空隙内のガス量とガス濃度の違いが貯蔵中の果実品質変化、すなわち、果皮及び果肉に含まれる糖や酸の分解に影響し、ガス量が少なく、CA度が強い果実ほど果皮及び果肉成分の分解は抑制されるものと考えられる。

#### (3) 果皮のガス透過性

果実内のガス濃度は果実温による呼吸量と果皮からのガス拡散との違いによって決定されることが明らかにされている(14, 15, 37)。ウンシュウミカンの果皮ガス透過性について河野ら(37)によると、果皮のガス透過量はCO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub>:N<sub>2</sub>比で1.9:1.1:1.0の値を示し、CO<sub>2</sub>のガス透過性が高く、透過係数は11月の調査で11.3×10<sup>-4</sup>cm<sup>3</sup>·cm<sup>-1</sup>·hr<sup>-1</sup>·cmHg<sup>-1</sup>であることを明らかにした。しかしながら、果実内濃度差を生じさせる原因として、果皮形態の違いと果皮のガス透過性との関係については不明であった。

本研究の結果、果皮のガス透過量は着色が進むほど、果皮厚が厚くなるほど、果皮水分含量が低下するほど抑制されることが明らかになった。果皮形態の違いによるガス透過量の差は果皮の充実度と果皮水分含量に大きく影響される。果皮の成熟が進み、アルベド組織の崩壊が少ない果皮ではガス透過性が小さく、このことが果実内ガス状態においてCA度を強くする原因と考えられる。果皮のガス透過が気孔を通して行われるとすれば、果皮組織におけるアルベド組織の充実度(反対に崩壊度)、果皮水分含量の違い及び気孔数とその開閉度に、ガス透過性は大きく影響されるものと考えられる。

果皮のガス透過性の低い果実ほど果実内のガス状態はCA度が強く、その結果、果汁成分の分解が抑制される。このことから貯藏性に富む果実とは果皮の成熟度が良く、アルベド組織の崩壊が少なく、果皮のガス透過量が抑制されやすい果実と言える。更にこれらのことから最適貯蔵条件とは貯蔵中の果実の鮮度を低下させない範囲の果皮水分含量に保ち、気孔開度を減少させ、雰囲気の環境条件の影響を受けにくくするような条件と言うことができる。今後は果皮のガス透過性と気孔開口数及び果皮温度との関係について検討する必要がある。

#### (4) 果実内ガス量、組成と果実比重、浮皮度との関係

樹上において、果皮の着色割合が高くなるほど果実空隙内ガス量は増加し、特に完全着色以降の果皮の浮皮化によって果実空隙内ガス量は急激に増加すること、及び果実空隙内ガス量は果実階級が大きいほど増加し、果実内のO<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub>量も増加することが明らかになった。

果実の成熟に伴って果皮のアルベド組織が崩壊することや、果肉の吸水能に比べ、果皮の吸水能が高く、果皮容積が拡大しやすいこと(45)に原因するものと思われる。果実の収穫適期は果皮が8分着色以上で、しかも浮皮度の低い時期であるとされているが、この時期は果実内ガス量が急増する前にあたるので、以上明らかにした

内容を応用し、今後は品種、系統別に果実内ガス量の変化について定期的に調査し、収穫適期を判定する必要がある。

果実内ガス量と浮皮率との関係には高い相関関係が認められ、貯蔵期間が長くなり、果実の浮皮度が高くなるほど両者の関係は強くなった。すなわち、果実内ガス量と果実比重との間には高い相関関係と、一次回帰式が得られ、両者の関係は浮皮率との関係より高く、果実比重の測定法が浮皮率測定法よりも誤差が小さいことに原因するものと思われる。果実比重測定法は果実の大きさが一定であれば果実の充実度を示す指標としては精度の高い方法と言えるが、果実の大きさが違う場合は比較が困難である。これに対し、果実内ガス量を測定する方法は単位果重当りに換算できるため、品種、系統、果実階級の違いにかかわらず、精度の高い値が得られ、さらに採集したガスをガス分析することによって果実のガス代謝も調査することができることから、この方法による浮皮率測定は今後大いに利用できる。

果実空隙内ガス量と果皮率の間にも高い相関関係が認められ、果皮率が高くなるほど果実空隙内ガス量は増加した。収穫時の果皮率に比べ、貯蔵中に果皮率が高くなる系統ほど果実内ガス量は増加することから、貯蔵中に生ずる浮皮現象は樹上に果実がある間に生ずる現象、すなわち果皮のアルベド組織の崩壊と果皮の吸水にもとづく浮皮とは違って、果肉水分の消失に伴う果皮率の高まりが原因と考えられる。このようなことから、これらの貯蔵用ウンシュウミカン系統の選抜にあたっては、果皮率の低い、果汁成分含量が高く着色の早いことが重要な要因として、あらたに加えられなければならない。

## 6. 摘 要

ウンシュウミカンの果実内ガス状態と貯蔵性との関係について明らかにするため、果実の形質と果実内ガス量、ガス濃度、果皮のガス透過性との関係について検討

した。更に果実の浮皮度、果実比重と果実内ガス量との関係についても検討し、より精度の高い浮皮度の測定方法を確立しようとした。

1. ウンシュウミカンの果実空隙内ガス濃度は、着色良好果、浮無果、厚皮果で高CO<sub>2</sub>、低O<sub>2</sub>のガス状態を示し、貯蔵期間が長くなり、果実温が高くなるほどこの傾向が強くなった。果実内ガス量が少なくなる果実形質の果実で、果皮水分含量の低い果実ほど高CO<sub>2</sub>、低O<sub>2</sub>のガス濃度を示した。

2. 樹上における果実の着果部位と果実内ガス濃度との関係では、日陰果に比べ陽光果で高CO<sub>2</sub>、低O<sub>2</sub>のガス濃度を示し、屈折計示度、クエン酸含量は高く保持された。

3. 果実内ガス量は貯蔵中に次第に増加し、特に貯蔵庫内温度が上昇する3月以降の増加が著しかった。果実内ガス量の増加に伴いO<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub>量とも増加した。

4. 果実空隙内ガス量も果実内ガス量の変化と同様の傾向を示し、果実内ガス量の50～60%が果実空隙内ガス量で、貯蔵中にこの割合は高くなかった。

5. 果皮100g当りのガス量は40～60mlを示し、早生温州では貯蔵中にあまり変化しなかった。

6. 果実の組織別ガス濃度は、果皮、果肉に比べ、果実内空隙部でCO<sub>2</sub>%は低く、O<sub>2</sub>%は高くなかった。

7. 果皮のガス透過性は、果皮の着色割合が進むほど、濃橙色果になるほど、果皮厚が厚くなるほど、アルベド組織の崩壊度が小さくなるほど、また果皮水分含量が低下するほど抑制された。

8. 果実内ガス量と浮皮率、果実比重との間には高い相関関係が認められ、特に果実比重との関係が強かった。果実内ガス量測定は浮皮率、果実比重測定に比べ、測定誤差が小さく、果実のガス代謝も検討できることから、特に浮皮度による貯蔵性の判定に有用と思われた。

## 第3節 腐敗果の生態、特に *Penicillium* 属菌による発病と果皮のカリウム含量との関係

ウンシュウミカン果実の貯蔵中における腐敗果の発生量と樹の栄養状態、ならびに施肥量との関係についてはカリウムとの関係が強いとされ(13)、カリ施用量が多く、果皮内のカリウム含量が高い果実ほど腐敗果発生量が少なくなること(31, 43, 57, 58)が明らかにされている。カリウム吸収量の増加が果実、特に果皮細胞膜の構成成分

に影響し、単位果重当りの乾物率で示されるような充実度が強化される結果、果皮における病原胞子の発芽抑制(58)ものとされている。そこでカリ施用量試験の果実を供試して、腐敗果発生の多少、及び果皮のカリウム含量と病斑の拡大との関係について明らかにしようとした。

## 1. 材料及び方法

試験1 カリ施用量を異にする樹の果実の青かび病接種後の菌糸発育部の拡大とそのカリウム含量との関係

以下に述べるところのカリ施用量試験の40年生辻村系と35年生杉山系普通温州樹のM級果を11月27日に収穫し、 $7 \pm 3^{\circ}\text{C}$ , 85~95%RHで常温貯藏した。3月20日に出庫し、直ちに接種処理を行った。供試糸状菌として用いた *Penicillium italicum* Wehmの菌株は神奈川園試根府川分場において牛山鉄司氏がウンショウミカン果実から分離したものであり、ポテトディキストロース寒天(PDA)培地に継代培養してきたもので、PDA培地の斜面上で形成させた分生胞子を接種に用いた。供試した果実の果頂部果皮表面3ヶ所に、木綿針3本をゴム栓の一端に約1.5mm突出させた接種用3点針で、深さ1.5mm、一辺1.5mmの三角状に胞子懸濁液を各区100果に付傷接種した。胞子懸濁液は殺菌脱イオン水に分生胞子を懸濁させたものである。接種後 $8 \pm 3^{\circ}\text{C}$ , 90±3%RH下で7日目及び12日目に病斑の拡大状況を調査した。

処理区として、辻村系では1区3~4樹を供試し、カリ施用量は10a当りカリ25kg/年施用の標準区、カリ無施用でイネわら1500kgマルチを行って、わらからのカリ溶出量のみを得たマルチ区、カリ無施用で常に清耕状態の無施用清耕区で、チッソは25~30kg/年、リン酸は21kg/年とした。杉山系では1区5本を供試し、10aにチッソ30kg、リン酸21kg、カリ25kg/年の標準量施用区と、カリ無施用区とを設けた。他の管理方法は普通栽培に準じた。

施用量試験園の土壤はA1層の黒色火山灰土壤、下層土は輝石安山岩を母岩とする壤土で、A1層の深さは20~30cmであった。土壤のA1層の化学性(深さ10cm)は全チッソ0.14%，有効性リン酸1.91mg，置換性カリ，115.7mg，石灰159.5mg，苦土72.1mg，腐植2.1%，pH 5.02(H<sub>2</sub>O)であった。

供試した処理区の葉内のカリウム乾物%は標準施用区で1.10、マルチ区1.04、無施用・清耕区0.86であった。これら無機成分の分析は試料を70°C通風乾燥後、チッソはケルダール法、リン酸はメタバナジン酸アンモニ法、カリウム、カルシウム、マグネシウムは原子吸光法によった。

また腐敗の進展は、接種後淡褐色になり、水浸状に軟化して拡大し、軟化した中央部分に白い菌糸が現れる時期(菌糸形成期とした)とその後青色の胞子糸が現れる時期(胞子形成期とした)とに区分けして調査した(60)。

試験2 カリ施用量を異にする樹の果実の青かび病接

## 種後の貯蔵温湿度と菌糸発育との関係

試験1と同じカリ施用量試験の辻村系樹からM級果実を供試し、試験1と同様に常温貯藏し、3月20日まで貯藏した果実について、試験1と同様に青かび病菌を3点接種した。接種後の湿度条件として、 $10 \pm 2^{\circ}\text{C}$ に85%RH, 90%RH,  $3 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ に85%RH, 90%RH, 95%RHの5区を設け25日間の病斑面積の拡大状況を調査した。

## 2. 結 果

試験1 カリ施用量を異にする樹の果実の青かび病菌接種後の菌糸発育部の拡大とそのカリウム含量との関係

青かび病菌接種後7日及び12日における菌糸の発育面積について調査した成績を第33図に示した。菌糸発育面積の直径は7日目までは1cm以下であるが、7~12日目にかけて3~4cmに拡がった。カリ施用量と菌糸発育面積の直径との関係は、施用量が少なくなるほど面積の拡大が早く、辻村系、杉山系とも同様の傾向を示した。

果実表面積に対する菌糸発育面積の割合はその直径と同様に、カリ施用量が少くなるほど菌糸発育面積率は高くなり、菌糸発育部分の拡大の早いことを示している。辻村系に比べ杉山系のほうが標準施用区と無施用区との差が小さかった。

菌接種部において胞子形成をした果実の果数の割合を

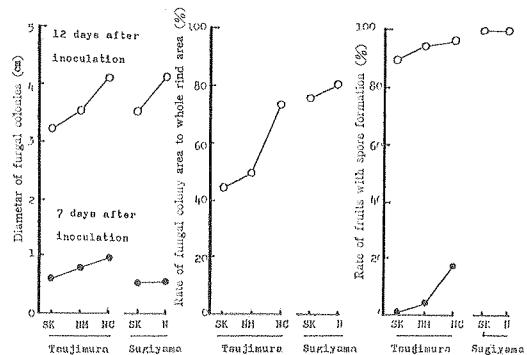


Fig. 33. Growth of fungal colonies of *Penicillium italicum* inoculated on Mar. 20 in the rind of fruits which were harvested from Satsuma mandarin trees treated with various amounts of potassium fertilizer and stored from Nov. 27 to Mar. 20 under ordinary storage.

Notes. SK: Standard amount of potassium application, NM : No potassium application and straw mulching, NC : No potassium application and no mulching, N : No potassium application.

7日目と12日目に調査した結果、7日目では杉山系は胞子形成が認められず、辻村系では標準施用区での胞子形成は認められないのに対し、無施用・深耕区では17%の形成率であった。12日目にはいずれも90%以上の形成率であった。7日目においてはカリ施用量が少ないほど胞子を形成する果実が早く現れ、胞子形成率が高かった。

青かび病菌接種12日後の発病果の果皮の菌糸発育部（菌体も含まれる）と健全部とに分け、そのチッソ、カリウム、カルシウム含量を分析したところ、第34図に示すように、果皮のカリウム含量は病斑部、健全部とも、カリ施用量が少ない樹の果実において少なく、果皮100g当たり700～1400mgの範囲であった。辻村系では健全部果皮のカリ施用量の異なる場合のカリウム含量差に比べ、菌糸発育部の果皮のカリウム含量差が大きく、辻村系に比べて杉山系でカリ施用量間のカリウム含量差は小さかった。健全部と菌糸発育部のカリウム含量を比較したところ、辻村系では標準量施用区果実の菌糸発育部でカリウム含量が健全部より高くなっていたほか、無施用区では健全部で高く、杉山系では施用量に関係なく菌糸発育部で高かった。

カルシウム含量はカリ施用量が少なくなるほど少しづつ高くなるが、300～400mgの範囲内で、カリ施用量による差も小さかった。

果皮のチッソ含量は果皮健全部では、カリウム施用量が少ない樹の果実ほど高く、菌糸発育部ではカリ施用量が少ない樹の果実ほど低下する傾向がみられた（第34図）。

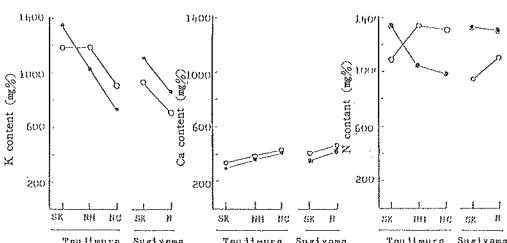


Fig. 34. potassium, calcium and nitrogen content of healthy rinds (○—○) and infected rinds at 12 days after inoculation (Mar. 20) of *Penicillium italicum* (●—●). The fruits used for the experiment were harvested from Satsuma mandarin trees treated with various amounts of potassium fertilizer and then stored from Nov. 27 to Mar. 20 under standard conditions.

Note : SK, NM, NC and N as in Fig. 33.

## 試験2 カリ施用量を異にする樹の果実の青かび病菌接種後の貯蔵温湿度と菌糸発育との関係。

青かび病菌接種後菌糸発育部の発育度、菌糸形成果率、分生胞子形成果率を調査した結果を第35図、第36図に示した。

10°C下では85% RH区に比べ、90% RHで菌糸発育の拡大が早く、接種7日、12日後とも同様に経過した。カリ施用量間の比較では特に90% RH区の12日後において無施用区の果実に比べ、標準施用区の果実の菌糸発育部の拡大はおぞい。

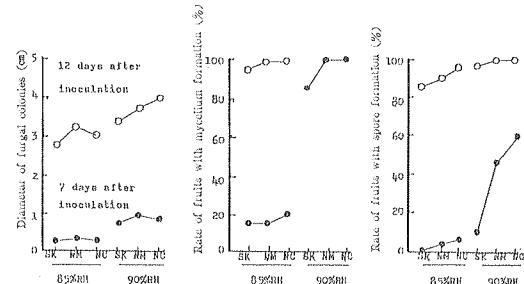


Fig. 35. Growth of fungal colonies of *Penicillium italicum* in inoculated on Mar. 20 in the rind of fruits which were harvested from Satsuma mandarin trees treated with various amounts of potassium fertilizer and stored from Nov. 27 to Mar. 20 under standard conditions (85% RH and 90% RH and 10°C). Note : SK, NM and NC as in Fig. 33.

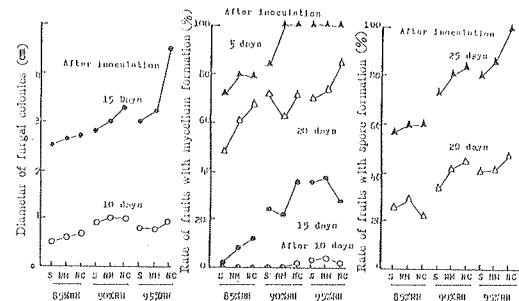


Fig. 36. Growth of fungal colonies of *Penicillium italicum* inoculated on Mar. 20 in the rind of fruits which were harvested from Satsuma mandarin trees treated with various amounts of potassium fertilizer and stored from Nov. 27 to Mar. 20 under standard conditions (85% PH, 90% RH and 95% RH and 3°C). Note : S, NM and NC as in Fig. 33.

90%RH下では接種7日後にはほぼ100%の菌糸形成率を示すのに対し、85%RH下では7日後に、15~20%，12日後に100%を示した。湿度が低くなるほど菌糸形成は抑制された。カリ施用量間ではあまり明確な傾向はないが、無施用区に比べ、標準量マルチ区でやや抑制される傾向がみられた。

胞子形成率は85%RH下で接種7日後には0~5%，90%RH下では10~60%，12日後には85%RH下で85~95%，90%RH 95~100%の値を示し、90%RH下に比べ、85%RH下で胞子形成は明らかに抑制された。カリ施用量の多い樹の果実では特に90%RH下、7日後において胞子形成は抑制された。

より低温の3°C下では菌糸発育部の拡大は湿度が高くなるほど早く、カリ施用量が多い樹の果実ほど病斑拡大は抑制され、この傾向は湿度が高くなるほど強かった。

菌糸形成率は菌接種後10日後で0~4%，15日後で2~38%，20日後で46~86%，25日後で75~100%と、10°C下に比べ、3°C下では発病がかなりおくれる傾向を示した。湿度間では湿度が高くなるほど菌糸形成率は明らかに高かった。カリを、施用しない区に比べ、カリ標準施用区で菌糸形成率は低いが、肥料としてのカリを無施用のマルチ区と清耕区間に差がなかった。

胞子形成率は接種20日後で22~49%，25日後で57~100%を示し、10°C下に比べ、3°C下での胞子形成はかなりおくれる傾向を示した。湿度間では85%RH下での胞子形成はかなりおくれるが、90%RH以上では増加する傾向がみられた。菌糸発育部拡大、菌糸形成と同様に、カリ施用量が少ない樹の果実ほど胞子形成が早くなり、胞子形成率も高かった。

### 3. 考 察

カリ施用量の異なる樹の果実を供試し、青かび病菌接種後の菌糸発育面積拡大を調査した結果、カリ施用量が少なくなるほどその拡大が早く、胞子形成も高くなることから、カリ施用が病斑拡大に対して抑制効果を示すものと考えられる。石原ら(31)も長期カリ施用量試験の結果、カリ施用量の多い樹の果実はほど貯蔵中の腐敗果発生は少なくなることを明らかにしている。

菌糸発育部が拡大後、発病果の果皮を菌糸発育部と健全部に分けてカリウム含量を比較したところ、辻村系のカリ標準量施用樹の果実は、健全部に比べ菌糸発育部でカリウム含量が高いのに対し、カリ無施用の果実は健全

部で高くなることから、菌糸発育部の拡大に対して果皮内のカリウムが抑制物質として作用するのではないかと思われる。

青かび病菌接種によって、菌糸発育部が拡大した果実の果皮について、菌糸発育部からの距離ごとに果皮内カリウム含量を分析した結果、健全部に比べて菌糸発育部でカリウム含量は高いことはもちろん、菌糸発育部から約3cmの所まで順次低下していることから考えて、カリウムが菌糸発育部に向かって移動するものではないかと推論される。とくにカリ無施用区の果実の菌糸発育部と健全部のカリウム含量差が大きく、病斑の拡大が早いことは果皮内のカリウム不足に原因するものと考えられる。

浮皮度の高い果皮ほど健全部、菌糸発育部ともカリウム含量が高い傾向がみられる(43)反面、菌糸発育も早くなることから、カリウム以外の成分についての検討も必要であろう。更に浮皮果の果皮アルベド組織の崩壊度とカリウムの果皮内移動との関係についても考慮する必要があろう。

腐敗の進みは温湿度が高いほど早く、軟化、菌糸形成、胞子形成が早くなることがわかり、伊庭ら(27), 伊庭(28)も同様の傾向を認めている。特に10°C以上、関係湿度が90%以上の条件下でこの傾向が強いことから、腐敗果発生と菌糸発育の抑制のためには果皮の低温高湿度障害の発生しない範囲での温湿度の設定が重要である。

### 4. 摘 要

1. 青かび病菌接種後の菌の発育はカリ施用量の少ない果実ほど菌糸発育の面積の拡大は早く、胞子形成率は高かった。カリ施用量の多い樹の果実の果皮ほどカリウム含量は高く、逆にカルシウム含量は低かった。青かび病菌接種果のカリウム含量は同一果において健全部に比べ、菌糸発育部で高く、カルシウム含量には差がなかった。

2. 10°C以下では、85%RHに比べ90%RH下で菌糸発育拡大が早く、菌糸形成率、胞子形成率も高かった。3°C以下でも同様の傾向がみられたが、10°C以下に比べ青かび病菌の発育はかなり抑制された。10°C及び3°C下ともカリ無施用樹の果実に比べ、カリ標準施用樹の果実で菌糸発育拡大はおそく、菌糸形成率、胞子形成率は低かった。

## 第4章 貯蔵予措方法とその効果の解析

### 第1節 予措が果実のガス代謝に及ぼす影響

ウンシュウミカンの貯蔵では、予措処理が慣行作に業なっており、その効果が認められているが、予措の生理作用機作についての解明は少ない。年により予措時の環境条件や果実の形質によって予措効果は一様でなく、その生理作用の解明が要望されている。

著者は先に、予措が貯蔵中の果実の生理生態に及ぼす効果について検討したところ(43)、 $8.3^{\circ}\text{C}$ ,  $76.7\%$  RHで20日間に果重歩減り率3.6%を得る予措処理によって果皮水分含量が1~3%減少し、果皮が収縮して果肉に密着するため、果肉から果皮への水分及び揮発性物質の移行が抑制され、その結果、気孔開口数と開口度が抑制されるため果皮と果肉の生理活性がともに低下することを明らかにした。

ここでは予措処理が特に第3章第2節で明らかにしたような果実のガス代謝にどのような影響を及ぼし、それが予措効果としてどのように貯蔵果実の生理状態を変えるかについて検討した。

#### 1. 材料及び方法

試験1 予措程度と予措中、後の果実のガス代謝、果実品質との関係ならびに貯蔵後期の果実のガス代謝、果実品質、果汁成分

40年生辻村系普通温州樹のL級果で8分着色以上の果実を11月27日に収穫し、12月1日から予措した。予措程度として、 $8 \pm 3^{\circ}\text{C}$ ,  $80 \pm 5\%$  RHに14日間、木箱に平づめし、棚に静置する方法で果重歩減り3%とした処理(以下3%予措区という、他の歩減り率についても同

じ)、20日間 $10 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ,  $80 \pm 5\%$  RHとし加えてファンを用いて送風し(果実面で $15 \sim 30\text{cm/sec}$ )、果重歩減り率5%とした処理、20日間 $10 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ,  $75 \sim 80\%$  RHとし加えてファンを用いて送風状態下におき果重歩減り7%とした処理、 $10 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ,  $95 \sim 100\%$  RHの状態においてあった20kg入りコンテナの中央部に位置し、果重歩減り1.6%の果実を供試した無予措処理の4区を設定した。予措終了後、庫内容積50m<sup>3</sup>のユニットクーラー方式低温貯蔵庫( $3 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ,  $90 \pm 3\%$  RH、入庫率8%)で5月10日まで貯蔵した。また、5%予措区と無予措区に果皮色割合として、60, 80, 100%果と浮皮の甚だしい果実を設定し、予措中及び予措後の果実空隙内のO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>濃度変化についても検討した。

予措中の果実の呼吸量、果皮と果肉の水分含量、果実内空隙のCO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>濃度については第2章の方法と同様に調査した。更に貯蔵中の腐敗、果肉率、果実の外観品質、果汁成分変化、果汁及び果実内空隙に含まれるエタノール含量についても調査した。なお果汁中のエタノールは Davis(8)らの方法で分析した。

#### 試験2 予措程度と果皮のガス透過性との関係

40年生柏木系普通温州樹のL級果を11月27日に収穫し、12月15日まで14日間、 $8 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ,  $80 \pm 5\%$  RHで果重歩減り率4.3%に処理した予措区と、同期間 $8 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ,  $95 \sim 100\%$  RHにおいて1.6%果重歩減りとしたコンテナ中心部の果実、すなわち無予措区の2区を設定し、試験1と同じ低温貯蔵庫で5月10日まで貯蔵した。

Table 12. Gas concentration of fruits and ethanol content of juice of fruits subjected to prestorage conditioning (10 and 20 days after the onset of conditioning).

Weight loss (%)	Prestorage conditioning	Gas concentration				Ethanol in juice	
		Dec. 10		Dec. 20		Dec. 20	Mar. 20
		O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>		
1.6%	No conditioning	19.2%	1.22%	16.5%	2.50%	5.5mg%	55.2mg%
3% z-14	days	18.5	1.73	15.2	2.30	7.2	67.2
5%-20	days	18.5	1.56	16.3	2.40	7.2	64.2
7%-20	days	18.0	1.60	16.2	2.52	10.2	59.4

z : Rate of weight loss of fruit during prestorage conditioning.

12月25日に予措、無予措の貯蔵果の果皮のガス透過性について第3章第3節と同じ、すなわち、第18図のような方法で調査した。また収穫時に浮皮果と非浮皮果とに区別しておいた予措果と無予措果について、果皮内に封入したO<sub>2</sub>12%, CO<sub>2</sub>1%ガスの変化を調査した。

## 2. 結 果

試験1 予措程度と予措中、後の果実のガス代謝、果実品質との関係ならびに貯蔵後期の果実のガス代謝、果実品質、果汁成分

① 予措中の果実の呼吸量を予措開始10日後、20日後の果実について調査したが、果実の呼吸量は無予措区に比べ、予措区でわずかに低いが、予措歩減り程度間には一定の傾向がなかった。予措終了時の果実について組織別に呼吸量を比較したところ、予措処理した場合果肉に比して果皮の呼吸量は約3倍の値を示し、予措程度間では3%予措区、5%予措区は無予措区に比べて果皮の呼

吸量は低く、7%予措区は果皮、果肉の呼吸量は無予措区に比べ高い傾向を示した。

果皮水分含量は無予措区に比べて予措区で低く、予措3~5%区で無予措区より、0.8~1.0%低く、7%予措区は約3%低かった(第12表)。

果実内空隙のガス中、O<sub>2</sub>濃度は予措程度が強くなるほどわずかに低下する傾向であり、CO<sub>2</sub>濃度は予措途中において高くなる傾向がみられたために果実空隙内のCA度は強くなった。試みに予措終了後の果実を室温下に3日間放置した場合、果実内空隙のO<sub>2</sub>濃度は空気組成21%に比べ約4%低く、CO<sub>2</sub>は空気組成の0.03%より2~3%高くなかった。

果汁に含まれるエタノール含量は、予措終了時には予措程度が強くなるほど多くなる傾向がみられたが、それらの果実を貯蔵末期の3月20日に調査したところ、差が少なくなっていた(第13表)。

Table 13. Respiration rate and moisture content of fruits subjected to prestorage conditioning (10 and 20 days after the onset of conditioning).

Prestorage conditioning		Respiration rate (CO <sub>2</sub> mg·kg <sup>-1</sup> ·hr <sup>-1</sup> )				Moisture content(%)	
Weight loss (%)	conditioning time	Whole fruit		Rind	Flesh	Rind	Flesh
		Dec. 10	Dec. 20	Dec. 20	Dec. 20	Dec. 20	Dec. 20
1.6%	No conditioning	21.4	15.9	10.6	16.1	76.2%	89.7%
3% <sup>z</sup> -14	days	20.9	13.3	43.8	15.7	75.1	90.3
5%-20	days	20.6	15.0	48.5	15.5	75.3	90.0
7%-20	days	21.4	13.1	51.9	21.3	73.5	89.9

z : As in Table 12.

Table 14. CO<sub>2</sub> and O<sub>2</sub> concentration in the internal atmosphere during (Dec. 10-25) and after (Jan. 17) prestorage conditioning of fruits classified by the degree of rind coloration and rind puffing at harvest time.

Prestorage conditioning	Fruit characters	During prestorage conditioning						After prestorage conditioning		
		Dec. 10		Dec. 18		Dec. 25		Jan. 17		
		O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	
Treated	Rind coloration	60%	18.7%	0.7%	18.3%	1.0%	13.8%	3.1%	14.3%	2.1%
		80%	18.0	0.7	18.0	1.2	14.4	2.8	14.2	1.5
		100%	18.4	1.0	17.0	1.4	14.7	2.1	14.3	1.4
Not treated	Severe rind puffing	18.3	0.8	17.4	0.9	15.7	1.5	15.7	1.5	
	Rind coloration	60%	19.7	0.4	18.2	1.0	19.3	1.1	18.3	1.1
		80%	19.1	0.6	18.8	0.8	17.8	0.9	16.8	1.0
	100%	18.3	0.8	18.8	0.8	16.8	1.0	17.6	0.9	
	Severe rind puffing	17.8	0.9	17.7	1.0	19.0	0.6	19.0	0.6	

5%予措の効果が果実の形質によって異なることを第3章で明らかにしたので、浮皮度の甚だしい果実及び着色割合の異なる果実の予措処理、無予措処理別に果実内空隙のガス濃度について調査したところ、全体的に予措区果実は予措後期にいたってO<sub>2</sub>濃度は低下し、CO<sub>2</sub>濃度は高くなつた。これに対し無予措区果実はO<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub>濃度ともほとんど変化せず、予措区に比べてO<sub>2</sub>濃度は高く、CO<sub>2</sub>濃度は低かった。着色割合の異なる果実の場合、予措果ではO<sub>2</sub>濃度の差がなく、CO<sub>2</sub>濃度は着色割合が進むほど低い傾向がみられた。それに対し、無予措果ではCO<sub>2</sub>濃度には差が少なく、O<sub>2</sub>濃度は着色割合が進んでいる果実ほど低かった。浮皮果の無予措果はO<sub>2</sub>濃度が高く、CO<sub>2</sub>濃度は低く、12~1月にかけての変化が少ないのでに対し、その予措果は低O<sub>2</sub>、高CO<sub>2</sub>の濃度で経過し、C A度は強かつた(第14表)。

② 予措時に比べて貯蔵後期の果実内ガス濃度はCO<sub>2</sub>濃度は高く、O<sub>2</sub>濃度は低下していた。このため果実内のC A度は著しく強くなつた。予措程度間では、無予措区に比べて3つの予措区で高CO<sub>2</sub>、低O<sub>2</sub>状態を示し、予

措程度間には差がなかった(第15表)。

予措程度の違いによる貯蔵後期の果実形質への影響は、予措3%区、5%区で濃橙色果率は高く、黄色果率は低かったが、予措7%区はむしろ前者が低くなり、後者が高くなつた。油胞黒変果率は予措程度が強い果実ほど低く、貯蔵中に浮皮が甚だしくなつた果実(予措が戻つた、と称する)の割合は無予措区で47%と高く、予措程度が強くなるほどかなり低くなつた。したがつて逆に浮皮のない充実果の割合は予措処理した3区で60%以上の値を示すのに対し、無予措区は約40%であった。果皮のしおれ果率は予措5%、7%区で高かつた(第16表)。

貯蔵後期の果実形質のうち、果肉率は無予措区に比べて予措区で高く、5%予措が最も高い果肉率を保持していた。果実比重は無予措区に比べて予措区で高く、予措による果重歩減り率が高くなるほど高かつた(第37図)。

貯蔵中、後期の果汁成分のうち、屈折計示度及び全糖含量は予措処理による差が少ないので、クエン酸含量は3%予措区で高く保持していた(第17表)。

Table 15. Effect of prestorage conditioning on CO<sub>2</sub> and O<sub>2</sub> concentration and ethanol content in the internal atmosphere of fruits at the late period of standard storage.

Weight loss (%)	Prestorage conditioning time	Gas concentration				Ethanol contents <sup>y</sup>	
		CO <sub>2</sub>		O <sub>2</sub>		Apr. 20	May. 10
		Apr. 20	May. 10	Apr. 20	May. 10		
1.6%	No conditioning	1.38%	2.21%	15.7%	12.8%	1.0mm	8.0mm
3% <sup>z</sup> -14	days	1.85	2.23	14.8	9.1	1.5	—
5%-20	days	1.95	2.36	16.0	9.2	1.0	0.6
7%-20	days	1.90	2.28	13.2	9.0	0.5	—

z : As in Table 12.

y : Peak height of chromatogram.

Table 16. Effect of prestorage conditioning on the quality and decay of fruits at the end (Apr. 20) of standard storage.

Weight loss (%)	Prestorage conditioning time	Rind color		Rind puffing		Blackish oil gland <sup>y</sup>	Withered rind <sup>y</sup>	Decay <sup>y</sup>
		Orange <sup>y</sup>	Yellow <sup>y</sup>	Severe <sup>y</sup>	No <sup>y</sup>			
1.6%	No conditioning	35.6%	14.9%	47.1%	41.4%	9.2%	4.6%	4.6%
3% <sup>z</sup> -14	days	42.0	13.6	22.2	66.7	8.6	11.0	3.7
5%-20	days	40.2	11.5	13.8	63.2	2.4	23.0	4.6
7%-20	days	30.7	21.6	12.5	67.0	2.3	20.5	6.8

z : As in Table 12.

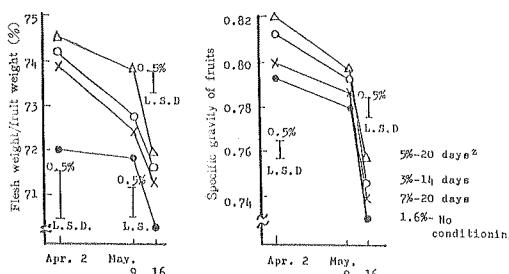
y : Value are percentage of fruit.

Table 17. Effect of prestorage conditioning on the changes of juice components of fruits during standard storage.

Prestorage conditioning Weight loss (%)	time	Brix		Citric acid <sup>y</sup>			Total sugar <sup>y</sup>	
		Feb. 26	Apr. 2 <sup>x</sup>	Feb. 26	Apr. 2	Apr. 12	Feb. 26	Apr. 2
1.6%	No conditioning	10.1%	10.4%	0.93%	0.87%	0.64%	6.3%	7.2%
3% <sup>z</sup> -14 days		10.2	10.5	1.10	0.95	0.76	6.4	6.8
5%-20 days		10.5	10.8	0.90	0.88	0.68	6.5	7.2
7%-20 days		10.3	10.3	0.88	0.82	0.68	6.7	6.8
Significance		*	*	*	*	NS	NS	NS

<sup>z</sup>: As in Table 12.<sup>y</sup>: g · 100g<sup>-1</sup>.<sup>x</sup>: 10 days after removal from storage room.

\*: Significant at 5% level, respectively.

Fig. 37. Effect of prestorage conditioning on the rate of flesh weight to fruits weight and specific gravity of fruits in the late period of standard storage.  
<sup>z</sup>: Weight loss % conditioning period.

貯蔵中の果実内空隙のガス濃度の変化は、O<sub>2</sub>%は貯蔵期間を経過するほど低下し、貯蔵初期の18~19%から後期には14~16%を示した。CO<sub>2</sub>%は貯蔵期間を経過するほど高くなり、貯蔵初期の2%前後から、後期には4~5%を示した。O<sub>2</sub>濃度の低下とCO<sub>2</sub>濃度の上昇により、果実内空隙のC A度は強くなった。予措処理間では、無予措区に比べて予措区でO<sub>2</sub>濃度は低く、CO<sub>2</sub>濃度は高く経過した。予措による果重歩減り率が高くなるほどこの傾向が強かった(第38図)。

### 試験2 予措程度と果皮のガス透過性との関係

N<sub>2</sub>ベースのCO<sub>2</sub>1%, O<sub>2</sub>12%のガスを第18表のI側に封入し、果皮内面から果皮外面へのガス透過性を調査したところ、無予措果では4時間後にCO<sub>2</sub>濃度はほぼ平衡状態に達したのに対し、予措果皮では4時間後でも平衡状態に達しなかった。

浮皮、非浮皮の果実間についても予措の有無の影響を

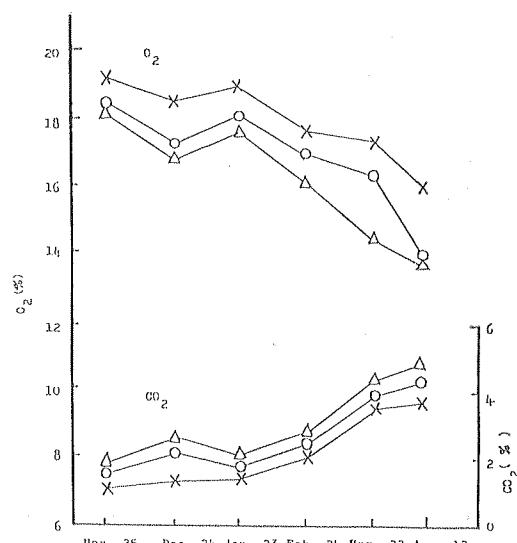


Fig. 38. Effect of prestorage conditioning on the changes of the gas concentration in the internal atmosphere of fruits during standard storage (x—x: No-prestorage conditioning, 1.6% weight loss, ○—○: 3% weight loss during 14 days of prestorage conditioning, ×—×: 5% weight loss during 20 days of prestorage conditioning).

調べてみると、無予措区では浮皮の甚だしい果実の果皮で内部のO<sub>2</sub>濃度は1日後に平衡状態に達するのに対し、非浮皮の果実では2日後に平衡状態に達し、予措区に比べいざれも早かった(第19表)。

Table 18. Effect of prestorage conditioning on the gas permeability through the rind of fruits determined on Dec. 25 during low temperature storage.

Prestorage conditioning	Side <sup>x</sup>	After gas introducing (I)		
		0.1hr	4 hr	23 hr
Treatment <sup>z</sup>	I	O <sub>2</sub> 14.7%	14.4%	15.0%
		CO <sub>2</sub> 2.65	2.30	3.08
	II	O <sub>2</sub> 18.2	17.9	14.4
		CO <sub>2</sub> 0.12	1.10	2.63
	No treatment <sup>y</sup>	I O <sub>2</sub> 12.9	13.6	13.7
		CO <sub>2</sub> 2.13	1.80	2.62
	1.6%	II O <sub>2</sub> 17.6	18.7	14.4
		CO <sub>2</sub> 0.20	1.20	2.80

<sup>x</sup> : Fruits harvested on Nov. 27 were maintained under a regime of 8±2°C and 80±5% RH for 14 days.

<sup>y</sup> : No-treated fruits were maintained under a regime of 8±2°C and 95–100% RH for 14 days.

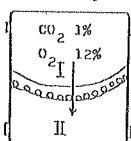
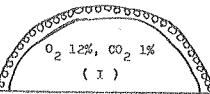
<sup>x</sup> : 

Table 19. Effect of prestorage conditioning on gas permeability through the rind of fruits with rind puffing.

Prestorage conditioning	Rind puffing	After gas introduction (I) <sup>x</sup>		
		1 day	2 day	3 day
Treatment <sup>z</sup>	Severe rind puffing	O <sub>2</sub> 17.1%	17.3%	17.6%
		CO <sub>2</sub> 1.1	1.1	1.1
	Non-rind puffing	O <sub>2</sub> 13.8	17.0	17.0
		CO <sub>2</sub> 1.4	1.9	1.1
	Severe rind puffing	O <sub>2</sub> 19.3	17.0	18.0
		CO <sub>2</sub> 1.2	1.2	1.2
	Non-rind puffing	O <sub>2</sub> 9.2	9.7	9.2
		CO <sub>2</sub> 2.0	2.4	2.5

<sup>x</sup> and <sup>y</sup> : As in Table 18.

<sup>x</sup> : 

### 3. 考 察

予措処理によって果実の果実内空隙のO<sub>2</sub>濃度は低下し、CO<sub>2</sub>濃度は高くなったが、これは予措による果皮水分含量の低下と果皮萎縮に伴う果実容積の縮小によって果実内ガス量が少なくなること、更には果皮水分含量の低下によって果皮細胞の膨張が低くなり、油胞間隙の通気や気孔の機能が低下して、ガスの透過性を抑制することに原因するものと思われる。

予措による果重歩減り率が多くなるほど果実空隙のCA状態が強くなるから、果皮のガス透過性は果皮水分含量の低下によって抑制されるものと考えられる。

予措と呼吸との関係について、鈴田(53)は予措による果実呼吸量の低下はあまりないとしているが、一方ウンシュウミカンのCA貯蔵において、大垣ら(62)、久保ら(39)、井上ら(26)、本多ら(25, 26)も低O<sub>2</sub>、高CO<sub>2</sub>条件下で呼吸量は低下することを認めており、本実験の結果、予措によって果実内空隙が大気より低O<sub>2</sub>、高CO<sub>2</sub>の状態になっていること、更に予措によって果皮のガス透過量が抑制されることが観察されたこと、予措によって果実の呼吸量は低下し、この傾向は果皮のアルベド組織や果肉組織でとくに強くなるものと考えられた。予措と果実の呼吸量を組織別に比較する場合は、実際の果皮及び果皮をとりまくガス状態、すなわち所定の温度における果実空隙内のCO<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>濃度下で検討する必要がある。

予措処理した果実の果汁中のエタノール含量は一時的に高くなつたが、予措によって果肉内部のガス状態のCA度が強くなり、果皮のガス透過性が抑制されたためだと思われる。このことについて梶浦(36)はナツダイダイ果実の果皮膜処理によって、アルコールが集積することを認め、Willsら(68)も果皮水分消失によるアルコール揮散の減少、すなわち予措処理と同じようにアルコール濃度の高まりを認めている。

貯蔵の後期になるほど果実内空隙のガス状態は低O<sub>2</sub>、高CO<sub>2</sub>となり、この傾向は無予措果に比べて予措果で強く、同じように予措を施した果実内では、予措の程度が強く現れ、果肉の萎凋度の強い果実ではCA度は強くなつた。貯蔵後期になるほど貯蔵庫内の温度が高くなつて呼吸量が多くなることや、果皮組織の変化によってガス透過性が抑制されることに原因するものと考えられる。

更に本実験で得られた予措と果実品質との関係については、予措3%果でクエン酸の保持が良く、充実果率も高くなつた。これは予措による果実内空隙量の減少と、果肉組織をとりまく雰囲気のCA度の強まりに原因するものと思われる。予措7%~20日処理の果実は短期間に

水分含量を低下させた処理であったため、果皮及び果肉組織が萎縮した。しかしその状態は果皮細胞の生理変化を伴わないので、予措による水分消失の分量だけその後短期間に果皮は吸水し、貯蔵中、後期に予措もどりを生ずる。この結果予措によって果汁成分を保持するという効果が減殺されるものと考えられる。このことから、予措の影響が貯蔵後期まで持続し、果汁成分の分解を抑制する効果を生じさせるためには、比較的長い2~3週間の期間をかけ、果重歩減り率で3~5%の予措を行い、予措後の庫内湿度を適正に保って、空隙量を少なくし、しかも果実内空隙を高CO<sub>2</sub>、低O<sub>2</sub>の濃度に維持することが大切である。

果皮のガス透過性については、予措処理によって果皮のガス透過性は低下するが、单一ガスの一定流量下での調査でないため、ガスの種類ごとの透過性については明らかにできなかった。Forthら(15)はツルコケモモの果実組織からのガス透過性を調査し、品種、年次の違いによって拡散係数は異なり、CO<sub>2</sub>とO<sub>2</sub>で違った傾向があるとしているが、それぞれの純ガスでの検討が必要であると考える。

以上のことから、予措処理によって果皮水分含量が低下し、果皮が果肉に密着するため、果実内空隙量は少な

くなり、果皮のガス透過性の低下と果実内の低O<sub>2</sub>、高CO<sub>2</sub>のガス状態、つまり、CA度の強い状態によって果実の生理活性は低下するものと思われる。この結果、果汁成分の分解抑制と腐敗果率の低下をもたらすものと推察される。

#### 4. 摘要

ウンシュウミカンの貯蔵予措が果実空隙量、ガス濃度、果皮のガス透過性、果実の呼吸量に及ぼす影響について検討し、予措効果との関係を明らかにしようとした。

1. 予措程度が強くなるほど果実内空隙量は少くなり、低O<sub>2</sub>、高CO<sub>2</sub>のガス状態を示し、CA度は強くなった。

2. 貯蔵中の果実内空隙のガス濃度は、貯蔵期間が長くなるほど高CO<sub>2</sub>、低O<sub>2</sub>のガス状態を示し、この傾向は無予措果に比べて予措果で強かった。

3. 果皮のガス透過性は予措処理によって抑制され、この傾向は浮基果に比べて浮無果で強かった。

4. 以上の結果から、予措処理は果実内空隙量を少なくし、果実内空隙のガス状態としてはCA度を強くする結果、果実の生理活性を低下させ、果実品質を良好に保つとともに腐敗果発生を少なくするものと思われる。

## 第2節 予措における温湿度条件と予措効果

藤田ら(16, 17, 18, 19)によって理論的あるいは実用的に検討されてきた予措方法は、収穫後ただちに約5°C, 80RHで短期間のうちに3%程度の果重歩減りをさせることである。それによって果実の呼吸消耗が減じ、貯蔵中の果重歩減り、腐敗が少なくなり、比較的長期にわたり良品質を維持することができるとしている。

しかしながら、同一程度の予措処理を行っても、年次ならびに収穫時の果実形質の違いによってその効果が一様ではない。慣行予措は常温貯蔵庫の地下換気道、横窓、天窓などの換気装置を開放し、新鮮で乾燥した空気を導入するのが一般的であるが、貯蔵庫の立地条件、貯蔵庫構造とそれに用いられている資材、庫内容積に対する果実の入庫率などによって予措程度が異なり、均一予措は難しい。

本節では、まず予措方法と予措程度を明らかにし、つづいて均一予措方法について検討した。

### 1. 予措方法と予措程度

年次間の気象の違いによって予措時の温湿度条件が異

なり、予措の効果は一様ではない。そこで効果的な予措方法を確立するため予措時の最適温湿度条件について検討した。

#### (1) 材料及び方法

40年生柏木系普通温州樹のL級果を11月28日に収穫し、直ちに無予措を含めて次の4つの処理を行った。すなわち(1)10±2°C, 77±3%RHで予措し、20日間で果重歩減り率5.6%にした高温低湿予措区、(2)3±0.5°C, 75±5%RHで予措し、20日間で果重歩減り率4.6%にした低温低湿予措区、(3)7±2°C, 75±5%RHで予措し、20日間で果重歩減り率4.0%にした慣行予措区である。対照として、(4)予措期間中貯蔵箱を重ねて20日間密閉し、その中は7±1°C, 95~100RHで果重歩減り率2.0%にとどめた無予措区を設けた。予措終了後、6±3°C, 85±5%RHの常温貯蔵庫で4月20日まで貯蔵した。貯蔵中における果皮の気孔染色数、果皮色、果皮及び果肉水分、果実形質、果重歩留り率、腐敗果発生率、果汁成分、果実の呼吸量について調査した。

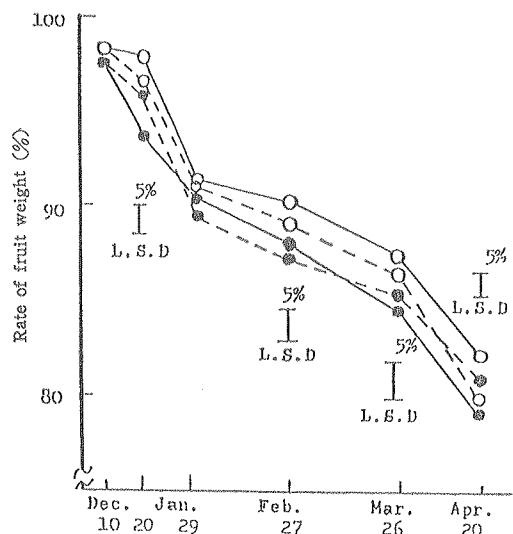


Fig. 39. Effect of prestorage conditioning on the weight of fruits during ordinary storage from Dec. 10 to Apr. 20.

○—○: No-conditioning...fruits weight decreased by 2.0% for 20 days, ●—●: Prestorage conditioning, 10°C and 75-80% RH...fruits weight decreased by 5.6% for 20 days, ○---○: Prestorage conditioning, 7°C and 80-85% RH...fruits weight decreased by 4.0% for 20 days, ○---○: Prestorage conditioning, 3°C and 75% RH...fruits weight decreased by 4.6% for 20 days.

## (2) 結 果

予措処理時の温湿度条件が予措中の果重歩減り率と貯蔵中の果重歩留り率に及ぼす影響との関係についてみると

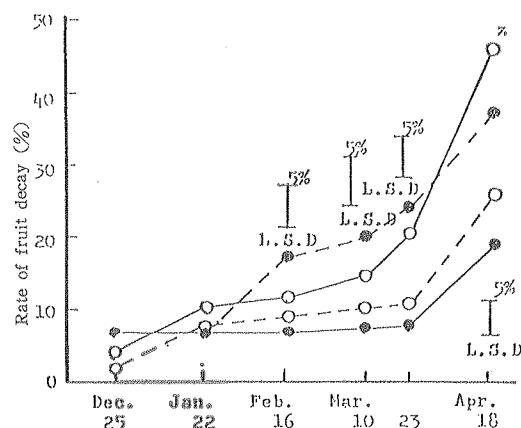


Fig. 40. Effect of prestorage conditioning on the decay of fruits during standard storage from Dec. 10 to Apr. 20.  
z : As in Fig. 39.

と、貯蔵中の果重歩減り率は高温低湿予措で最も大きく、ついで低温低湿予措、慣行予措、無予措の順であった。予措時に高温低湿条件であるほど貯蔵中の果重歩減り率は高かった。しかし予措期間中の果重歩減り率を貯蔵中～末期の果重歩留り率から差し引くと、おおむね同じ率となることから、予措処理法が異なることによる貯蔵中の果重歩減り率の差異はみられなかった(第39図)。

貯蔵中の腐敗果発生率は無予措区、慣行予措区に比べ、低温低湿予措区、高温低湿予措区で低かった。特に高温低湿予措区は予措終了時の腐敗果率が高かったが、その後の発生が少なかった(第40図)。

貯蔵中の果皮色についてみると、1月28日においては無予措区、慣行予措区、高温低湿予措区、低温低湿予措

Table 20. Effect of prestorage conditioning on the changes of the rind color of fruits during ordinary storage from Dec. 10 to Apr. 20.

Prestorage conditioning	Rind color				Value (Mar. 20) <sup>x</sup>	Hue	Chroma
	Jan. 28	Orange fruit	Yellow fruit	Apr. 25			
A <sup>z</sup>	23.2%	11.6%	51.7%	0%	56.1%	0.94%	45.2%
B <sup>z</sup>	25.5	6.1	45.8	7.2	58.5	0.93	46.8
C <sup>z</sup>	27.0	48.0	47.1	4.0	56.8	0.97	46.4
No conditioning <sup>y</sup>	31.3	4.1	39.0	14.6	58.8	1.02	48.9

z : A...Prestorage conditioning, 10°C and 75-80% RH, fruit weight decreased by 5.6% for 20 days,  
B...Prestorage conditioning, 10°C and 80-85% RH, fruit weight decreased by 4.0% for 20 days,  
C...Prestorage conditioning, 3°C and 75% RH, fruit weight decreased by 4.6% for 20 days.

y : No-conditioning, fruit weight decreased by 2.0% for 20 days.

x : Determined by Hunter colorimeter.

Table 21. Effect of prestorage conditioning on the dyed stomata and moisture content of rind during ordinary storage of fruits from Dec. 10 to Apr. 20.

Prestorage conditioning	Dyed stomata (Per vision, $\times 25$ )		Rind moisture content		
	Dec. 20	Apr. 22	Jan. 6	Mar. 22	Apr. 22
A <sup>z</sup>	91.5%	40.6%	74.8%	74.6%	73.6%
B <sup>z</sup>	40.8	28.0	75.8	76.8	74.8
C <sup>z</sup>	54.8	53.0	74.7	75.8	74.0
Non <sup>y</sup>	27.8	20.0	79.8	78.2	76.4
Significance	**	*	*	*	*

<sup>z</sup> and <sup>y</sup> : As in Table 20.

\*\* and \* : Significant at 1% level and 5% level, respectively, and so forth.

Table 22. Effect prestorage conditioning on the respiration rate and water transpiration of fruits during ordinary storage from Dec. 10 to Apr. 20.

Prestorage conditioning	Respiration rate				Transpiration rate	
	Whole fruit		Rind		Dec. 20	Feb. 12
	Apr. 20	Dec. 20	Feb. 12	Apr. 20	Dec. 20	Feb. 12
A <sup>z</sup>	CO <sub>2</sub> mg·kg <sup>-1</sup> ·h <sup>-1</sup>	7.2%	7.5%	8.6%	10.7%	0.533% 1.130%
B <sup>z</sup>		9.4	10.6	14.4	16.0	0.683 0.970
C <sup>z</sup>		9.3	7.5	8.7	11.9	0.551 1.000
Non <sup>y</sup>		11.0	13.3	14.6	14.5	0.662 0.990

<sup>z</sup> and <sup>y</sup> : As in Table 20.

区の順に濃橙色果率が高く、果皮色の進み方は良好であった。貯蔵を終った4月25日になると高温低湿予措区では濃橙色果率が高くなつた。これに対し、無予措、慣行予措区では濃橙色への果皮色の進みが不良で、黄色で浮皮化する傾向を示した。3月20日における色差計による調査でも、貯蔵後期における果皮色の進みが良好な高温低湿予措区で明度、色相、彩度とも高くなつてゐた(第20表)。

第21表によると、予措処理によって果皮水分含量は4~5%低下した。その後無予措区も果皮水分含量が低下するため、処理間の果皮水分含量の差は小さくなるが、高温低湿及び低温低湿の予措区で低く経過した。

予措直後(12月20日)の果皮の気孔染色数は無予措区に比べ、全ての予措区で多く、特に高温低湿予措区で多かった。貯蔵後期の結果もほぼ同様の傾向を示した(第21表)。

果皮の活性についてみると、第22表のように果皮の呼吸量は貯蔵中に果実温が高まる後期になるにつれてわざ

かに高くなるが、処理間では無予措区に比べ、予措区で低く、特に高温低湿及び低温低湿の両区で低く経過した。貯蔵終了時の4月20日の果実全体の呼吸量は無予措区に比べていずれの予措区も低く、特に高温低湿予措区でこの傾向が強かつた。

一方果実からの蒸散量は、予措完了時には慣行予措、無予措区で多いが、貯蔵中期の2月12日には高温低湿及び低温低湿予措の両区でともに多くなつてゐた(第22表)。

調査した果実形質の中で、貯蔵果として高いほうが望ましい果実比重は貯蔵中に低下していくが、予措方法のちがいでは高温低湿予措区が最も高く、ついで低温低湿予措区、慣行予措区、無予措区の順であった。果肉率は3月10日まであまり変化せず、その後低下したもののが予措、慣行予措で低く、高温低湿予措区で高く経過した。浮皮率は3月3日までは低く経過したが、その後高くなり、無予措区で最も高く、ついで慣行予措区、低温低湿予措区の順であった(41図)。

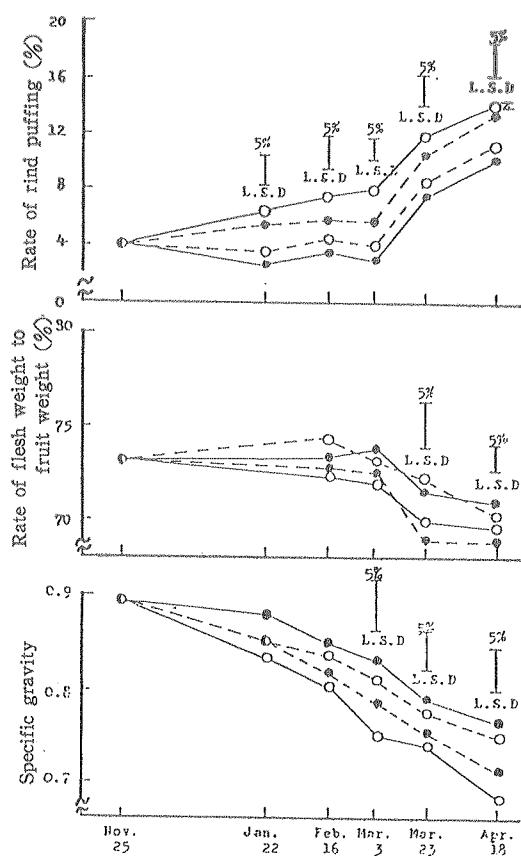


Fig. 41. Effect of prestorage conditioning on the fruits characters during ordinary storage from Dec. 10 to Apr. 20.  
z : As in Fig. 39.

果汁成分では、屈折計示度と全糖、還元糖含量は処理間にあまり差はなかったが、貯蔵後期に高温低湿予措の果実で、特に還元糖が高く、高温及び低温低湿予措の両

区に比べ、慣行予措、無予措の両区は最高値に早く達し、その後の低下も早かった（第23表、第24表）。クエン酸含量は2月28日までは処理間の差は少なかったが、3月以降は慣行予措、無予措区で早く低下し、少酸となった（第25表）。

## 2. 均一予措方法について

貯蔵庫内の位置にかかわらず、均一な予措効果を得るための予措方法を確立するため、新鮮外気を導入し、庫内を循環させる装置によって予措の均一性を得ることができるかどうか、またこの処理がその後の果実の貯蔵性に及ぼす影響について検討した。

### (1) 材料及び方法

41年生柏木系普通温州樹のL級果で完全着色果を12月14日に収穫し、85果入りの平箱に一段の詰めとし、12月19日から22日間予措した。予措方法は第42図に示すような商品名オレンジキーパー（520×53B型、圧力型換気扇径48cm、 $150 \text{ m}^3/\text{hr}$ ）の換気扇により庫外部から新鮮空気を吸い、ダクトからチャンバー内に送風して、網目状の布製のチャンバーを通して微風を果実にあてる予措装置による予措区（5.8~7.0°C, 78~83% RH）と、通常の自然換気予措区（3.6~8.0°C, 80~86% RH）を設けた。予措後、3月23日まで $4 \pm 3^\circ\text{C}$ 、 $85 \pm 5\%$  RH下で常温貯蔵した。

調査は第42図に示すように、庫内の貯蔵箱の上段、中段、下段と、入口すなわち換気扇に近い前列（第1列）、中央列（第5列）、もっとも遠い後列（第9列）とを組み合わせて9ヶ所の位置に、熱線微風計と自記温湿度計を設定し、風速、温湿度を調査した（第26表、第27表）。貯蔵中の果実品質として果重歩減り、果皮色、腐敗、果実形質、果汁成分を第2章に示した方法で調査した。

### (2) 結 果

予措装置を運転した場合の庫内温湿度の変化を第43図

Table 23. Effect of prestorage conditioning on the total sugar content in juice during ordinary storage of fruits from Dec. 10 to Apr. 20.

Prestorage conditioning	Dec. 27	Jan. 12	Feb. 28	Mar. 24	Apr. 20	Total sugar content
A <sup>z</sup>	6.44%	6.72%	6.99%	6.62%	6.55%	
B <sup>z</sup>	6.41	6.64	6.97	6.89	6.55	
C <sup>z</sup>	6.31	6.64	6.85	6.90	6.04	
Non <sup>y</sup>	6.35	6.54	6.93	6.63	6.33	
Significance	NS	NS	NS	NS	NS	

z and y : As in Table 20.

Table 24. Effect of prestorage conditioning on the reducing sugar content in juice during ordinary storage of fruits from Dec. 10 to Apr. 20.

Prestorage conditioning	Reducing sugar content				
	Dec. 27	Jan. 12	Feb. 28	Mar. 24	Apr. 20
A <sup>z</sup>	1.93%	2.04%	2.18%	2.00%	2.15%
B <sup>z</sup>	2.16	2.04	1.97	1.83	1.80
C <sup>z</sup>	2.11	2.07	2.01	2.09	1.95
Non <sup>z</sup>	1.90	2.04	1.99	1.98	1.97
Significance	*	NS	NS	NS	*

<sup>z</sup> and <sup>y</sup> : As in Table 20.

Table 25. Effect of prestorage conditioning on the citric acid content in juice during ordinary storage of fruits from Dec. 10 to Apr. 20.

Prestorage conditioning	Citric acid content <sup>x</sup>				
	Dec. 27	Jan. 12	Feb. 28	Mar. 24	Apr. 20
A <sup>z</sup>	1.19%	1.10%	0.87%	0.82%	0.71%
B <sup>z</sup>	1.18	1.07	0.87	0.70	0.59
C <sup>z</sup>	1.31	1.22	0.88	0.85	0.69
Non <sup>y</sup>	1.22	1.05	0.80	0.79	0.62
Significance	*	*	NS	NS	*

<sup>z</sup> and <sup>y</sup> : As in Table 20.

<sup>x</sup> : g · 100g<sup>-1</sup>.

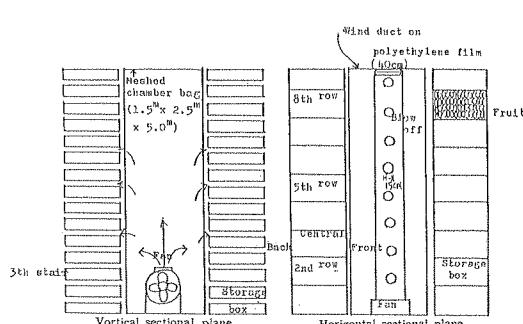


Fig. 42. Schematic diagram of the apparatus used for artificial air ventilation inside and outside of the storage room for prestorage conditioning.

に示した。貯蔵庫内温度は、自然換気予措期間中に8.0°Cから3.6°C 次第に低下するのに対し、予措装置による予措区は7.0°Cから5.8°Cに低下し、前者に比べて温度低下が少なく、その変化も少なかった。このことから高温予措用としてはすぐれていた。関係湿度は予措方法間に

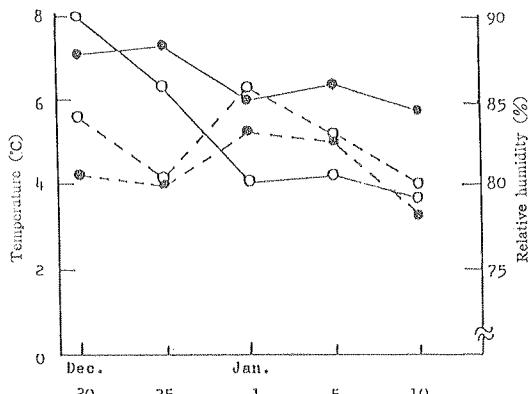


Fig. 43. Changes in temperature and humidity from Dec. 20 to Jan. 10 in a standard storage room with artificial ventilation (●—● : Temperature after artificial ventilation, ●---● : Relative humidity after artificial ventilation, ○—○ : Temperature under natural ventilation, ○---○ : Relative humidity under natural ventilation).

Table 26. Distribution of artificial wind velocity in ordinary storage room.

Stair <sup>z</sup>	2nd row <sup>y</sup>			5th row			8th row		
	Front	Central	Back <sup>x</sup>	Front	Central	Back	Front	Central	Back
$\text{cm} \cdot \text{sec}^{-1}$									
19th	6	1	6	5	2	9	2	1	9
11th	2	4	5	2	1	7	2	4	7
3th	5	3	7	5	1	7	12	4	9
Average	4	3	6	4	1	8	5	3	9

<sup>z</sup>, <sup>y</sup> and <sup>x</sup> : As in Fig. 42.

Table 27. Distribution of artificial wind velocity in low temperature storage room.

Stair <sup>z</sup>	2nd row <sup>y</sup>			5th row			8th row		
	Front	Central	Back <sup>x</sup>	Front	Central	Back	Front	Central	Back
$\text{cm} \cdot \text{sec}^{-1}$									
19th	4	9	12	8	5	4	6	2	6
11th	14	18	33	11	17	15	6	12	7
3th	34	21	21	11	6	9	6	12	9
Average	17	16	22	10	9	9	6	9	7

<sup>z</sup>, <sup>y</sup> and <sup>x</sup> : As in Fig. 42.

Table 28. Distribution of relative humidity in low temperature storage room.

Stair <sup>z</sup>	2nd row <sup>y</sup>	5th row	8th row	Average
%RH				
19th	88.8	88.8	89.0	88.9
11th	88.2	88.2	88.6	88.3
3th	89.0	88.0	88.2	88.4
Average	88.7	88.3	88.6	88.5

<sup>z</sup> and <sup>y</sup> : As in Fig. 42.

はあまり大きな差はないが、自然換気予措区に比べ、予措装置による予措区でわずかに低く経過し、予措期間中の変化が少なかった。

予措装置による庫内環境他の均一化の性能をみるために、庫内風速を調査して第26表に示した。密閉度の低い常温貯蔵庫では1~13cm/secの風速分布を示し、貯蔵庫の箱内中央部で風速は低く、貯蔵箱の後方で速くなる傾向を示した。箱の貯蔵庫内の位置では特に高さによる大きな差はみられなかった。ちなみに密閉度の高い低温貯蔵庫においても予措装置を設置して風速分布を調べてみたが、第27表のように常温貯蔵庫に比べて風速が速く、4~33cm/secの風速分布を示した。風速の箱内分布は箱の位置によって傾向は異なるものの、常温貯蔵庫に比

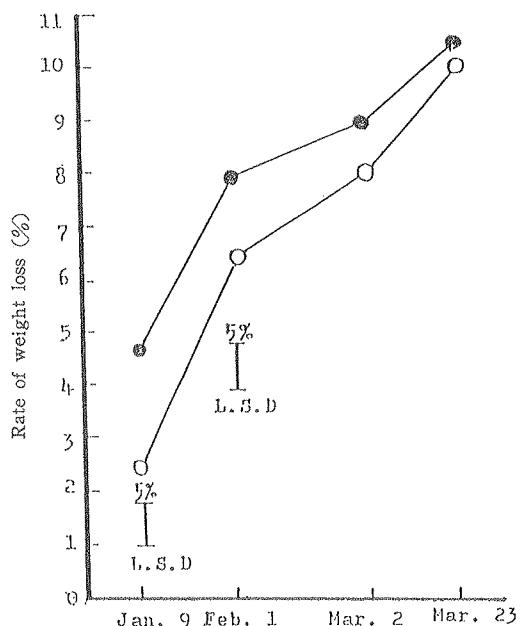


Fig. 44. Effect of prestorage conditioning with artificial air ventilation on the weight loss of fruits during ordinary storage  
 (●—●: Artificial ventilation,  
 ○—○: Natural ventilation).

Table 29. Effect of prestorage conditioning with artificial air ventilation on the fruit characters and decay of fruits after transfer from ordinary storage on Mar. 23.

Prestorage conditioning	Decay	Rind withering	Rind puffing	Discolorating of fruits	Browning of calyx
P-A	4.8%	2.7	2.0	0%	1.1
P-N	6.9	1.7	3.0	2.0	1.4
Significance	*	*	*	*	NS

P-A : Prestorage conditioning with artificial ventilation.

P-N : Prestorage conditioning with natural ventilation.

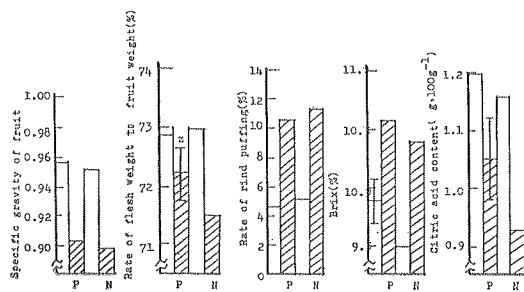


Fig. 45. Effect of prestorage conditioning with artificial air ventilation on the characteristics of fruits during ordinary storage (P:Prestorage conditioning with artificial ventilation, N:Prestorage conditioning with natural ventilation, ▨: Jan. 29, ▨: Mar. 23).

べ、箱の前、中、後による風速の差は小さかった。貯蔵箱の列間の風速分布では、換気扇近くの2列目で風速が速く、入口から離れるほど風速は遅くなる傾向を示した。貯蔵庫内の高さとの関係では、換気扇近くの下段ほど風速が速く、高段になるほど遅くなる傾向を示した。

庫内の関係湿度分布を調査した成績が第28表で、箱の位置による差はほとんどなかった。

第44図の1月9日の成績に示されている予措期間中の果重歩減り率は自然換気予措区が2.5%と低い値を示すのに対し、予措装置による予措区は4.8%と予措程度として十分な果重歩減りを示した。予措中の果重歩減りが大きい予措装置予措区では予措後の果重歩減り量も多いが、貯蔵期間が長くなるほど差は小さくなり、3月23日にはほとんど差はなかった(第44図)。

出庫時の腐敗率は自然換気予措区の6.9%に対し、予措装置予措区は4.8%と低かった。果実の外観品質の比較では、果皮のしおれ程度は自然換気予措区でしおれ不足の傾向で貯蔵性の限界を示すのに対し、予措装置によ

る予措区は適度のしおれ程度を示した。このため予措装置による予措区で果実の浮皮度が低く、色変わり果の発生も少なかった。更に果実の“生きすぎた”場合に平行して発生する黄色ヘタ枯果の発生が少なかった(第29表)。

果実品質を比較したところ、果実比重は自然換気予措区に比べ、予措装置による予措区で高めに経過した。果肉率は1月29日に両区に差はなかったが、3月23日には予措装置による予措区で高かった。更に浮皮率は予措装置による予措区で低かった。屈折計示度、クエン酸とともに予措装置による予措区で高く保持されていた(第45図)。

### 3. 考 察

予措時の温湿度条件としては10°C前後の比較的高温かつ低温80%RHで、20日間に果重歩減り5%率とする予措が貯蔵中の腐敗果発生を少なくし、果皮色の進みが良く、果実品質が良好に保持されることが明らかになったが、貯蔵中の果重歩減りを抑制するにはいたらなかった。藤田ら(16, 17, 18, 19)は予措処理による貯蔵中の果重歩減り抑制効果を認めているので、このことについてはより長期の貯蔵で検討する必要があろう。高温低温予措で腐敗の発生が低く抑えられたのは、予措時の高温のために傷果が早めに腐敗し、早期に除去されて伝染源がなくなったことも原因しているものと思われ、長谷川ら(23)も同様の傾向を認めている。

予措処理によって貯蔵初期の果皮色の濃橙色への進みは抑制され、無予措果で果皮色は良好であるが、貯蔵後期になるにしたがい予措果の橙色化が進むのに対し、無予措果では黄色果の割合が高くなる傾向がみられた。3°Cと比較的の低温で同様に低温条件で20日間に4.6%の果重歩減り率に予措した果実では貯蔵初期の果皮色の進みが不良であることから、着色不良の年や着色のおそい系統の場合には10±2°Cと比較的高温の予措の方が望ましい。

果皮の気孔染色数は予措処理中は多く、その後少なくなることは第1節で明らかにした。この傾向は高温低湿予措で顕著であり、気孔の開きは高温乾燥に伴う蒸散量の増加に原因するものと思われ、本貯蔵中の温湿度条件が適正であれば、貯蔵後期まで気孔開口数は少なく経過する。しかし高温低湿( $10 \pm 2^{\circ}\text{C}$ , 80% R H)予措以外の低温低湿予措や急激に果重歩減りを生じさせるような予措をした果実は、高温高湿条件下では果皮の生理活性が比較的早くから高くなり、果皮成分の消耗につれて、気孔開口が正常な状態より減り、ために果皮の水分量、特に油胞水分含量が高くなり、果皮のフラペドの通道組織が油胞によって圧迫され、アルペド組織が崩壊する。酸素分圧の低い状態での糖分解によって、エタノール生成がさかんになり、その増加に伴って、じょうのう膜の膜透過性が異常となり、異味化じょうのう表面の、いわゆる“ぬるぬる”現象を生じさせるものと思われる。

貯蔵温度が後期に高くなることを加味すると果皮の呼吸量は貯蔵中に減少しない。このため貯蔵後期になるにしたがい果実に対する果皮の割合が増加するため、久保ら(40)が述べているように、果実呼吸に占める果皮の呼吸の割合が高くなるものと思われる。このことは“予措もどり”に伴う果皮呼吸の高まりと果皮水分含量の高まりとも一致する。

同じ強さの予措が貯蔵庫内の果実すべてに均一に行われるためには庫内温湿度の均一性が要求される。そのためには循環送風による雰囲気の調節か、移動式棚による果実の移動による雰囲気の調節で達成するしかない。

予措促進装置(商品名 オレンジキーパー)の利用によって、自然換気予措に比べて庫内温湿度差は小さく、予措期間中やや高温低湿に経過することが明らかになった。予措温湿度条件としては、 $10 \pm 2^{\circ}\text{C}$ , 80% R H条件が望ましいことを明らかにしたが、この点からも予措装置利用による温湿度の適正化が期待できる。

庫内温湿度の均一化と果実雰囲気の水蒸気膜の除去の点からは、約 $10\text{cm/sec}$ 以上の風速が望ましいと言われている(28, 52, 54, 67)。予措装置による循環送風の風速が $1 \sim 12\text{cm/sec}$ で、箱間の差も小さく、特に密閉度の高い貯蔵庫では $4 \sim 33\text{cm/sec}$ と風速が速くなることから、プロックや新建材利用の密閉度の高い常温貯蔵庫や、立地条件によって換気能率の低い貯蔵庫で予措装置の利用が有効と考えられる。

自然換気予措に比べ、予措装置による予措は常時循環

送風下で行うために、果実のうける予措程度が強く果重歩減りも大きいが、庫内の位置にかかわらず比較的均一に予措が行われた結果、貯蔵中の果実品質は浮皮率が低く、果実比重と果肉率の高い、いわゆる充実した果実の状態で経過し、果汁成分では屈折計示度及びクエン酸含量が高く、味の淡白化も少なくなることが明らかになった。

予措装置の利用によって貯蔵中に果皮色の濃橙色への進みが良くなるが、これは予措時の高温に原因するものと考えられ、長谷川ら(23)はウンショウミカンで、別府ら(1), 長谷川ら(24)は宮内イヨ、大谷イヨの果実で同様の傾向を認めている。果皮色を進めるためだけを考えるならば、予措装置を外気温が $10 \sim 15^{\circ}\text{C}$ の時に稼動させることが得策であろう。

#### 4. 摘要

効果的な予措方法と、庫内の果実に均一な予措を行うための予措装置の利用方法を確立するため、予措時の温湿度条件、循環ファン利用による温湿度条件の均一化について検討し、予措方法の改善に資そうとした。

1. 高温低湿予措果は貯蔵中の果重歩減りは大きいが、貯蔵中における果皮色の濃橙色への進みが良く、黄色果率が低かった。更に貯蔵中期から後期にかけての“予措もどり”果、腐敗果の発生が少なかった。

2. 果実及び果皮の呼吸量は無予措果に比べ、予措果で低く経過した。予措中期と貯蔵後期の気孔染色数は予措果で多く、特に低温予措区でこの傾向が強かった。

3. 果実品質の中で果実比重、果肉率は高温低湿予措果で高く、クエン酸含量も高く保持された。

4. 貯蔵中の果皮色を進め、腐敗果、“予措もどり”果の発生を抑制し、果汁成分含量を高く保持する最適予措条件として、 $10 \sim 12^{\circ}\text{C}$ , 75~80% R Hにより、果重歩減り率5%に予措することがすぐれていた。

5. 予措装置の運転によって庫内の温湿度条件は均一化され、日変化も小さかった。自然換気予措に比べ高温低湿に経過した。このため予措中の果重歩減り率は大きくなつたが、果皮及び果肉のしおれ程度は適度で、貯蔵中の充実果の割合が高く、果汁成分も高く保持された。

6. 循環ファン運転によって、密閉度の低い貯蔵庫では庫内風速は $1 \sim 12\text{cm/sec}$ の範囲で分布し、密閉度の高い貯蔵庫では $4 \sim 33\text{cm/sec}$ で分布し、果実雰囲気の温湿度勾配を除去するに十分な風速であった。

### 第3節 貯蔵中の温湿度と“予措もどり”的発生及び果実のガス代謝との関係

本章の第2節で、ウンシュウミカン果実においては、予措方法の良否が果実の貯蔵性を左右する重要な要因であることを明らかにしてきたが、他の重要な要因として常温貯蔵では2月～3月に温湿度が上昇し、これに伴う“予措もどり”果の発生がある(45)。

“予措もどり”を招く原因として、貯蔵期間の長さ、貯蔵適正でない果実形質、貯蔵中の温湿度の不良が考えられるが、ここでは貯蔵後期の温湿度と“予措もどり”との関係、及び“予措もどり”に伴う果実内ガス状態の変化について検討した。

#### 1. “予措もどり”と貯蔵温湿度との関係

常温貯蔵では、2月から3月にかけての庫内温湿度の上昇につれて果皮が吸水し、いわゆる果皮の黄色化、浮皮化といった“予措もどり”現象を生じ、果実の貯蔵性と商品性は著しく低下する。“予措もどり”を生じさせやすい温湿度条件について検討し、長期貯蔵において予措効果を保持するための適正な温湿度条件を明らかにするため、次の実験を行った。

##### (1) 材料及び方法

第1実験は40年生辻村系普通温州樹のL級果を11月27日に収穫し、 $8 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ,  $80 \pm 5\% \text{RH}$ の条件下で12月1日から20日まで、果重歩減率4.6%を得る予措を行

い、予措後、常温貯蔵庫の $6 \pm 3^{\circ}\text{C}$ ,  $85 \sim 92\% \text{RH}$ 下で3月2日まで貯蔵した。3月2日から $3^{\circ}\text{C} - 90\% \text{RH}$ ,  $3^{\circ}\text{C} - 97\% \text{RH}$ ,  $10^{\circ}\text{C} - 90\% \text{RH}$ ,  $10^{\circ}\text{C} - 97\% \text{RH}$ の4処理区を設け、“予措もどり”果の発生状況を調査した。

更に精密に温湿度条件との関係を知るため、第2実験として、41年生辻村系普通温州樹のL級果を11月28日に収穫し、 $8 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ,  $80 \pm 5\% \text{RH}$ の常温貯蔵庫で12月1日～20日の間、果重歩減率4.4%を得る予措を行った。予措後同貯蔵庫で2月20日まで貯蔵し、2月21日から3種の温度 $3 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ,  $7 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ,  $10 \pm 1^{\circ}\text{C}$ と3種の湿度 $85 \pm 2\% \text{RH}$ ,  $90 \pm 3\% \text{RH}$ ,  $95 \pm 3\% \text{RH}$ を相互に組合せた9区を設けた。果実は1区250果を供試し、処理後1ヶ月間の“予措もどり”果の発生状況を調査した。

各温湿度条件設定後の果皮色の進み、果実外観の変化、油胞黒変果の発生、腐敗果発生、果皮及び果肉水分含量、気孔染色数、果皮及び果肉の呼吸量、果実形質、果汁成分について第2章に述べた方法によって調査した。

##### (2) 結 果

第30表に示すように、3月2日からの温湿度処理によって、処理開始後18日には $90\% \text{RH}$ 区、 $97\% \text{RH}$ 区とも

Table 30. Effect of temperature and relative humidity in the late period of ordinary storage on the occurrence of discoloration of fruits rind and change of oil gland to darkish grey color.  
Treatment applied during 36 days in fruits stored from Dec. 1 to Mar. 2.

Temp.	Relative humidity	Rate of A <sup>z</sup>		Rate of B <sup>y</sup>		Rate of C <sup>x</sup>	
		(A)	(B)	18 days	36 days	18 days	36 days
$3^{\circ}\text{C}$	97%	59.8%	100%	26.5%	30.0%	40.2%	67.5%
	90%	53.2	62.7	19.5	25.5	25.0	62.8
$10^{\circ}\text{C}$	97%	66.2	100	28.4	50.0	0	0
	90%	40.0	49.0	11.2	26.5	0	0
Significance	A	N S	N S	N S	*	**	**
	B	**	**	*	*	N S	N S
	A × B	*	N S	N S	N S	N S	N S

<sup>z</sup>: Fruits in which the effects of prestorage conditioning ("Yoso-modori") are disappearing.

<sup>y</sup>: Fruits with discolored rind.

<sup>x</sup>: Fruits with oil gland color changing to darkish grey.

\*\* and \*: Significant at 1% level and 5% level, respectively, and so forth.

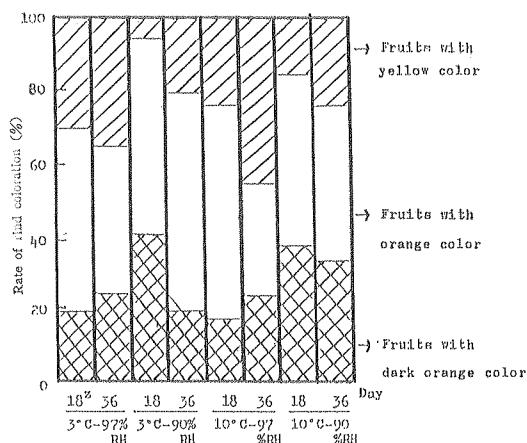


Fig. 46. Effect of temperature and relative humidity in the late period of ordinary storage on the changes in the rind coloration.

Treatment applied during 36 days in fruits stored from Dec. 1 to Mar. 2.

Table 31. Effect of temperature and relative humidity in the late period of ordinary storage on the occurrence of fruits decay.

Temp.	Relative humidity	Rate of fruits decay	
		18 days <sup>z</sup>	36 days
(A)	(B)		
3°C	97%	6.7%	11.7%
	90%	0.7	2.5
10°C	97%	14.2	33.2
	90%	7.3	10.7
Significance	A	**	**
	B	*	*
	A × B	NS	NS

Treatment : As in Table 30.

供試果数の40~70%の範囲で“予措もどり”果が発生した。湿度との関係は明らかではなかったが、処理後36日になると97%RH区は3°C、10°C区とも全果が“予措もどり”となったのに対し、90%RH区は処理後18日に比べて3°C区の発生割合が高かった。

“予措もどり”について果皮は全体的に黄色化、つまり色変わり状態を示し、この色変わり果の発生は10°C-97%RHで多く、3°C区の発生は少なく、更に3°C下では湿度間に発生の差はなかった。

油胞黒変果の発生は3°C区のみで認められ、処理後18日には90%RH区より97%RH区で高かった(第30表)。処理開始後黄色果の割合が高くなつてゆき、湿度別には90%RH区に比べ、97%RH区で明らかに高かった。温度別では湿度別ほどの差はみられないが、3°Cより10°C区で高かった。高温高湿条件になるほど果皮は黄色化する傾向を示した(第46図)。

処理開始後の腐敗果発生率は処理期間が長くなるほど高くなり、90%RH区より97%RH区で腐敗率は明らかに高かったが、3°C区より10°C区の方が高かった。湿度に比べ温度の影響が強く、処理後36日には3°C-90%RH区で2.6%の発生に対し、10°C-97%RH区は33.2%の発生を示した(第31表)。

処理開始後36日の果皮、果肉水分含量は“予措もどり”程度によって異なり、“予措もどり”程度の高い果実で果皮水分含量は高く、この傾向は90%RH区より97%RH区で強かった。果肉水分含量も“予措もどり”程度の高い果実で高かったが、果皮に比べてその差は小さかった(第32表)。

“予措もどり”すると、果実の浮皮度が強くなり、低温では油胞黒変、10°C以上の高温では色変わりを生じ、じょうのう膜の水質化、すなわちじょうのう表面が手でさわると“ぬるぬる”することが観察され、味変わりを感じる。以上のような“予措もどり”につれて果皮1視野あたり気孔染色数は少なくなり、果皮表面の気孔を通し

Table 32. Effect of temperature and relative humidity in the late period of ordinary storage on the rind and flesh moisture content at 36 days after treatment.

Temp.	Relative humidity	Degree <sup>z</sup>	Moisture contents	
			Rind	Flesh
3°C	97%	Severe	80.8%	88.4%
		Slight	77.2	88.2
	90%	Severe	78.2	90.8
		Slight	76.0	89.2
10°C	97%	Severe	79.6	92.6
		Slight	79.4	88.6
	90%	Severe	78.4	88.4
		Slight	76.0	88.0

Treatment : As in Table 30.

z : Degree of “Yoso-modori”.

Table 33. Effect of temperature and relative humidity in the late period of ordinary storage on the appearance of rind lesions and number of dyed stomata of these rind at 36 days after treatment.

Temp.	Relative humidity	Lesions on rind	Dyed stomata
			(Per a vision, x 25)
3°C	97%	No rind puffing	45.6
		Severe rind puffing	8.6
		Blackish oil gland	27.3
	90%	Physiological disorder	24.5
10°C	97%	No rind puffing	27.3
		Severe rind puffing	11.7
		Blackish oil gland	24.9
	90%	No rind puffing	35.5
	97%	Severe rind puffing	4.6
	90%	No rind puffing	26.0
		Severe rind puffing	6.2

Treatment : As in Table 30.

Table 34. Effect of temperature and relative humidity in the late period of ordinary storage on the respiration rate and flesh with lesions at 36 days after treatment.

$O_2 \text{ ul} \cdot g^{-1} \cdot hr^{-1}$					
	No rind puffing	Severe rind puffing	Yellowish rind puffing	Blackish oil gland	Physiological disorder
Rind	12.10	13.40	12.50	12.75	25.12
Flesh	0.33	0.63	0.93	0.50	0.94

Treatment : As in Table 30.

Table 35. Effect of temperature and relative humidity in the late period of ordinary storage on the fruit characteristics at 30 days after treatment.

Temp.	Relative humidity	Specific gravity	Flesh weight	Rate of rind	Juice			
			Fruit weight	puffing	Brix	Citric acid	Total sugar <sup>z</sup>	Reducing sugar <sup>z</sup>
3°C	97%	0.75	69.4%	13.8%	8.6%	0.58%	6.22%	1.78%
	90%	0.78	73.4	9.1	9.0	0.70	6.74	1.91
10°C	97%	0.72	65.5	14.7	8.5	0.47	6.04	1.59
	90%	0.74	70.5	11.0	8.9	0.52	6.49	1.73
Significance	A	N S	N S	N S	N S	*	N S	N S
	B	N S	*	*	*	N S	*	*
	A × B	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S

Treatment : As in Table 30.

<sup>z</sup> :  $g \cdot 100 g^{-1}$ .

ての水及びガスの透過性が抑制される傾向を示した(第33表)。

果実新鮮重当りの呼吸量は正常果に比べ、"予措もどり"果、黄色浮皮果、油胞黒変果でわずかに高く、水腐れ症状の障害果はかなり高い呼吸量を示し、異常代謝の傾向を示した。果肉組織の  $O_2$  吸収量は果皮組織に比べて明らかに低く、また"予措もどり"果の果肉は正常な果肉に比べて、2~3倍であった(第34表)。

処理30日後の果実形質の比較では、温度の違いによりあまり差はなく、湿度別では90%RH区より97%RH区で浮皮率は高く、果実比重、果肉率は低かった。果汁成分含量でも温度間には差がなく、湿度間では屈折計示度、クエン酸、全糖、還元糖とも97%RH区に比べ、90%RH区で高く、"予措もどり"を生じやすい湿度下での品質低下は著しかった(第35表)。

以下第2実験の成績について、まず第36表では、処理後30日の腐敗率は温湿度の上昇によって高くなる傾向を示し、なかでも *Penicillium* 属菌による腐敗が多かった。3°C下での腐敗果発生はほとんどみられず、7°C下でも湿度間の差は小さくて4~10%の腐敗率を示し、10

Table 36. Effect of the temperature and relative humidity in the late period of ordinary storage on the occurrence of fruits decay and fruits appearance at 30 days after treatment.

Relative humidity (A)	Temp. (B)	Total fruits decay	Rind puffing <sup>x</sup>	Browning of calyx <sup>y</sup>	Yellowish rind <sup>x</sup>
85%	3°C	0 % ( 0 % ) <sup>z</sup>	31.8%	1.8%	14.5%
	7°C	4.0 ( 2.0 )	25.0	1.8	25.0
	10°C	14.0 ( 14.0 )	28.6	2.0	22.0
92%	3°C	0 ( 0 )	50.0	0.0	34.5
	7°C	10.0 ( 10.0 )	23.8	1.7	14.3
	10°C	16.0 ( 10.0 )	44.9	2.2	18.4
97%	3°C	0 ( 0 )	72.2	0.6	35.2
	7°C	10.0 ( 10.0 )	41.7	1.0	29.2
	10°C	22.0 ( 20.0 )	67.4	2.2	28.2
Significance	A	*	**	NS	*
	B	**	**	**	NS
	A × B	*	*	NS	*

Fruits stored from Dec. 1 to Jan. 20 were treated for one month.

z : Decay caused by *Penicillium italicum* and *P. digitatum*.

y : 1 (No) - 5 (Severe).

x : Value are percentage of fruits.

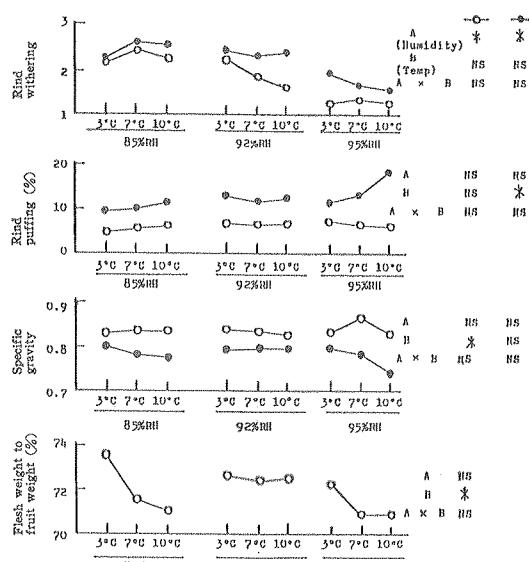


Fig. 47. Effect of the temperature and relative humidity in the late period of ordinary storage on the fruits quality at 10 and 30 days after treatment (○—○: 10 days, ●—●: 30 days).

\*\* and \*: Significant at 1% level and 5% level, respectively.

3°C下では湿度が高くなるほど腐敗率は明らかに高かった。

“予措もどり”による貯蔵浮皮果の発生率は85%RH下で25~32%, 92%RH下で23~50%, 95%RH下で41~72%と、湿度が高くなるほど高くなり、温度については7°C下で低かった。

ヘタ枯程度は湿度よりも温度に強く影響を受け、温度が高くなるほどヘタ枯程度が甚だしくなり、高温、高湿下ではヘタ全体が黄化する傾向を示し、先の実験の結果、適温とされた85%RH下ではヘタの先端部が黒変したにとどまった(第36表)。

果実形質の比較では、処理後の日時の経過とともに果実比重は低下し、浮皮率は高くなった。果実比重は85%RHと92%RH下では差が少ないが、95%RH下では高温ほど低下する傾向を示した。浮皮率は処理後10日には差がなく、処理後30日には湿度が高くなるほど浮皮率は高くなり、95%RHでは高温ほど浮皮率は高くなつた。高温の影響は処理後20~30日で明らかに強くなり、この傾向は高温下ほど強かった(第47図)。

果汁成分のうち、屈折計示度は85%RH, 92%RH下では湿度が高くなるほど低下する傾向がみられ、95%RH下では10°C下で低かった。クエン酸含量は湿度間には

Table 37. Effect of the temperature and relative humidity in the late period of ordinary storage on the juice components at 40 days after treatment.

Storage method		Brix	Citric acid content	Total sugar content	Reducing sugar content
Relative humidity (A)	Temperature (B)				
85%	3°C	9.9%	0.89%	6.04%	1.40%
	7°C	9.4	0.78	6.74	1.89
	10°C	9.2	0.74	5.16	1.34
92%	3°C	10.0	1.04	5.62	1.28
	7°C	9.7	0.85	5.98	1.84
	10°C	9.6	0.73	5.97	1.72
95%	3°C	9.8	0.87	5.07	1.89
	7°C	10.1	0.66	5.43	1.50
	10°C	9.0	0.74	6.74	1.86
Significance	A	NS	*	NS	NS
	B	*	**	NS	NS
	A × B	NS	*	NS	NS

差がみられず、温度間では高温ほど低かった。全糖、還元糖含量には処理間に一定の傾向はなかった(第37表)。

## 2. “予措もどり”と果実のガス代謝

本節の第1項の実験において“予措もどり”が92%RH以上の湿度条件で発生し、3°C以下の低温では果実の浮皮度が高くなり、黄色果や油胞黒変果の発生が多く、異味異臭を発生するにいたる。また10°C以上の高温下では“色変わり”果の発生が多くなり、果汁は消失しやすいことを明らかにした。

よって“予措もどり”は果皮が吸水膨張することによって果実内空隙量が増加し、その結果、果汁の消失と分解を早めるものと考えられ、更に代謝物質が空隙内に蓄積された結果として異味化につながるものと思われる。

“予措もどり”に伴う果実内空隙量の変化とガス濃度変化について検討した。

### (1) 材料及び方法

45年生柏木系普通温州樹のL級果を11月27日に収穫後、11月28日から12月18日まで8±3°C、80~85%RH下で果重歩減り率4.8%の予措を行った。その後5±3°Cの常温区と3±1°Cの低温区を設けて3月10日まで貯蔵した果実について、それぞれに3月11日から5月5日まで85±3%RHの適湿区と90~95%RHの高湿区とを設け、5月5日に後者の処理による“予措もどり”に伴う果実の腐敗、果重歩留り率、形質変化及び果実のガス代謝について、適湿区で予措効果を保っている果実の

それらと比較した。

### (2) 結 果

3月11日以降湿度を90~95%RHに上げた処理区では果実のほとんどが“予措もどり”現象を呈したので“予措もどり”果とし、85%RHの適湿度区は“予措もどり”が少ないので予措効果保持果と見なし、貯蔵中の果実形態変化を調査した。その成績を第38表、第39表に示した。

果重歩留り率は予措効果保持果に比べ、“予措もどり”果で5~6%高く、常温区、低温区とも同様であった。腐敗率は“予措もどり”果で明らかに高く、低温区に比べて常温区でこの傾向は強く、中でも *Penicillium* 属菌による腐敗が多かった。

果肉率、果実比重は“予措もどり”果で明らかに低く、この傾向は低温区より常温区で強かった。また浮皮率は“予措もどり”果で明らかに高く、低温下に比べ、常温下での湿度別の浮皮率の差は大きかった(第38表)。

貯蔵中における果皮色の濃橙色への進み具合は“予措もどり”果で進まず、橙色果率が低く、黄色果率は高かった。橙色果率の差は低温区に比べ常温区で大きいのに対し、黄色果率は低温区での差が大きかった。低温高湿条件になるほど果皮色の濃橙色への進みは抑制され、黄色果割合が高くなる傾向がみられた。

果実外観品質の中で、“予措もどり”果率は高温区に比べて低温区で高い傾向を示した。充実果率は予措効果

Table 38. Fruits decay, weight and quality of fruits exposed to 90-95%RH and 85%RH until Mar. 5 after ordinary and low temperature storage from Dec. 18 to Mar. 10.

Storage method		Fruits decay			Weight yield		Fruits characters		
Temp.	Relative humidity	May. 5	Mar. 10	Mar. 5	Flesh weight fruits weight	Specific gravity	Rind puffing		
Ordinary	85±3%RH 5±3°C	61.7% (23.5) <sup>x</sup> 24.7 (5.9)	88.9% 89.6	84.7% 78.5	70.6% 72.7	0.722 0.747	10.6% 8.1		
Low Temp.	85±3 3±1°C	42.2 (26.5) 10.3 (10.3)	90.5 89.6	87.3 82.0	75.0 77.8	0.767 0.772	7.1 6.5		

x : Decay caused by *Penicillium spp.*

Table 39. Fruits appearance and moisture content of fruits exposed to 90-95%RH and 85%RH until May 5 after ordinary and low temperature storage from Dec. 18 to Mar. 10.

Storage method		Rind color		External fruits quality			Moisture content	
Temp.	Relative humidity	Orange	Yellow	A <sup>z</sup>	B <sup>y</sup>	C <sup>x</sup>	Rind	Flesh
Ordinary	85±3%RH 5±3°C	25.8% 51.9	29.0% 3.9	9.7% 21.2	7.7% 74.2	82.6% 4.6	81.8% 79.0	90.4% 90.5
Low temp.	85±3 3±1°C	29.2 35.7	45.8 12.9	2.1 18.6	5.7 72.9	92.2 8.5	82.0 79.9	90.9 89.2

z : Rate of fruits withered rind.

y : Rate of fruits without rind puffing and acceptable rind withering.

x : Fruits in which the effects of prestorage conditioning are disappearing ("Yoso-modoryi").

保持果で明らかに高く、しおれ果率も同様であった(第39表)。

果実の呼吸量は低温区に比べ常温区で高く、常温下において3月29日には予措効果保持果より“予措もどり”果で呼吸量が高いのに対し、4月25日には前者のほうが高かった。低温区では3月、4月とも“予措もどり”果で高かった。果皮の呼吸量は3月には予措効果保持果に比べて“予措もどり”果皮で高く、4月25日における乾物重当りの呼吸量は常温区では“予措もどり”果の果皮において高く、低温区では予措効果保持果の果皮で高かった。果肉の呼吸量は3月29日には常温区、低温区とも予措果保持果の果肉に比べて“予措もどり”果の果肉で高かったが、4月25日には逆転した。果実の呼吸量は

“予措もどり”発生後20~30日間は予措効果保持果に比べて高く経過するが、それ以降になると“予措もどり”果で低下し、特に果肉の呼吸量でこの傾向は強くなり、この結果として、果汁成分の分解は早くなる傾向であっ

た(第40表)。

高湿処理による“予措もどり”に伴い果実内空隙量は増加し、この傾向は低温区に比べ、常温区で強かった。果実内空隙に含まれる無機ガスの中で、O<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub>とも処理間にあまり大きな差はないが、常温区では予措効果保持果より“予措もどり”果でCO<sub>2</sub>量が多かった(第48図)。

果実全体に含まれるガス量は果実内空隙のガス量とほぼ同様の傾向を示し、処理期間が長くなるほどガス量は増加し、予措効果保持果に比べて“予措もどり”果で多くなった。果実内に含まれるガス量の中でCO<sub>2</sub>量は処理間にあまり差がないが、O<sub>2</sub>量は“予措もどり”果で多かった(第49図)。

果実内、果実空隙内ガス濃度を比較したところ、果実空隙内では処理期間が長くなるほどO<sub>2</sub>%は低く、CO<sub>2</sub>%は高くなつた。この傾向は低温区に比べて常温区で強かった。“予措もどり”果に比べ予措効果保持果でO<sub>2</sub>%

Table 40. Respiration rate of the rind, flesh and whole fruits after exposed to 90-95%RH and 85%RH until May 5 after ordinary and low temperature storage from Dec. 18 to Mar. 10.

Storage method	Temp.	Whole fruit		Rind (Apr. 25)		Flesh (Apr. 25)	
		Relative humidity	CO <sub>2</sub> ml·kg <sup>-1</sup> ·hr <sup>-1</sup>	CO <sub>2</sub> ml·kg <sup>-1</sup> ·hr <sup>-1</sup>	CO <sub>2</sub> ml·d.w 100g <sup>-1</sup> ·hr <sup>-1</sup>	CO <sub>2</sub> ml·kg <sup>-1</sup> ·hr <sup>-1</sup>	CO <sub>2</sub> ml·d.w 100g <sup>-1</sup> ·hr <sup>-1</sup>
			Mar. 29	Apr. 25			
Ordinary	85±3%RH	28.2	31.3	134.4	739	60.0	625
5±3°C	90-95	25.0	35.1	138.4	659	62.3	656
Low temp.	05±3	16.0	14.7	147.0	831	72.8	700
3±1°C	90-95	12.4	11.4	177.4	883	74.7	692

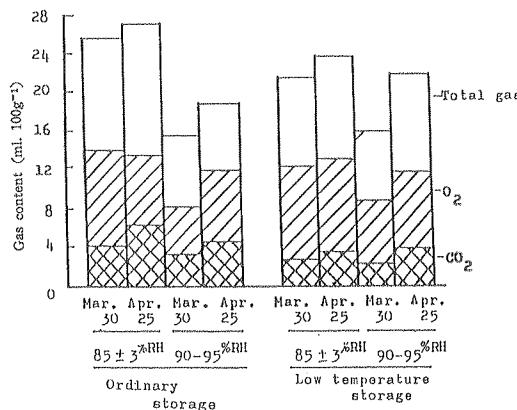


Fig. 48. Gas content in the internal atmosphere of fruits exposed to 90-95% RH and 85% RH until May. 5 after ordinary and low temperature storage from Dec. 18 to Mar. 10.

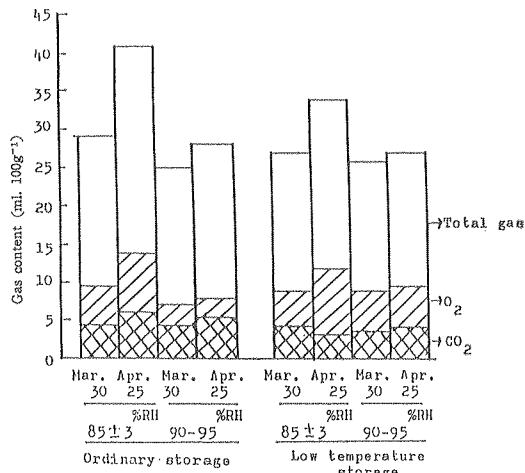


Fig. 49. Gas content in whole fruits exposed to 90-95% RH and 85% RH until May. 5 after ordinary and low temperature storage from Dec. 18 to Mar. 10.

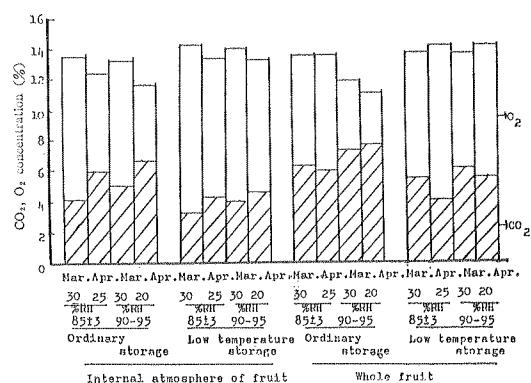


Fig. 50. CO<sub>2</sub> and O<sub>2</sub> concentration in the internal atmosphere of fruits exposed to 90-95% RH and 85% RH until May. 5 after ordinary and low temperature storage from Dec. 18 to Mar. 10.

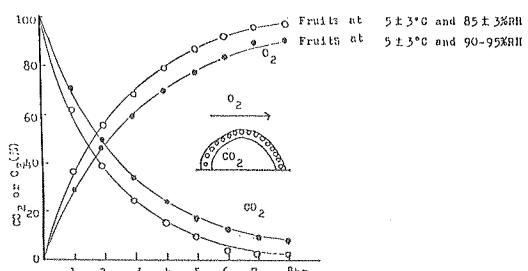


Fig. 51. Gas permeability through the rind of fruits exposed to 90-95% RH and 85% RH until Apr. 10 after ordinary storage from Dec. 18 to Mar. 10.

は低く、CO<sub>2</sub>%は高かった。温度間ではO<sub>2</sub>%は常温区に比べて低温区で高く、CO<sub>2</sub>%は低い傾向がみられ、予措効果保持果と“予措もどり”果のガス濃度差は低温区に比べて常温区で大きかった。果実空隙内ガス濃度に比べ、果実内ガス濃度のほうが大きく、CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>%と

Table 41. Gas permeability per 100cm<sup>2</sup> through the rind of fruits exposed to 90–95% RH and 85% RH until May. 5 after ordinary and low temperature storage from Dec. 18 to Mar. 10.

Storage method			$\text{CO}_2 \text{ ml} \cdot 100\text{cm}^2 \cdot \text{hr}^{-1}$	$\text{CO}_2 \text{ ml} \cdot 100\text{cm}^2 \cdot \text{hr}^{-1}$	$\text{O}_2 \text{ ml} \cdot 100\text{cm}^2 \cdot \text{hr}^{-1}$
Temp.	Relative humidity				
Ordinary	$85 \pm 3\%$ RH		15.07	6.99	6.45
5 ± 3 °C	90–95		12.45	6.45	5.41
Low temperature	85 ± 3		12.74	—	—
3 ± 1 °C	90–95		12.13	—	—

も低温区に比べて常温区で処理間の差が大きかった。果実内、果実空隙内とも処理期間が長く、果実温が高くなるほどO<sub>2</sub>%は低下し、CO<sub>2</sub>%は高くなり、この傾向は“予措もどり”果に比べて予措効果保持果で強く、果実内のガス量も少なかった(第50図)。

果皮のガス透過性の比較では、果皮内面から外面へのCO<sub>2</sub>透過性は予措効果保持果に比べて“予措もどり”果の果皮の方がガス濃度は早く低下し、逆に、果皮外面から内面へのO<sub>2</sub>透過性は、予措効果保持果に比べて“予措もどり”果の方がO<sub>2</sub>濃度は早く高くなる傾向を示した。予措効果保持果に比べ“予措もどり”果の果皮でガス透過性は良くなる傾向を示した(第51図)。

果皮100cm<sup>2</sup>当りのガス透過量は“予措もどり”果皮に比べ、予措効果保持果の果皮で少なく、低温区より常温区で大きかった。O<sub>2</sub>透過量よりCO<sub>2</sub>透過量はわずかに高かった(第41表)。

### 3. 考 察

すでに貯蔵庫内の温湿度条件と“予措もどり”との関係に関する研究の結果において示されたように、貯蔵後期、特に2月下旬から3月上旬にかけての環境湿度が90%RH以上では“予措もどり”的発生が多くなる。97%RH下では処理30日後にほとんどの果実が“予措もどり”状態となり、果皮が膨張して、手で押すと音がするほどになり、果皮水分、特に油胞水分が多くなった。果皮水分含量の高まりが外気の高湿条件に伴う吸水によるものなのか、または果肉水分の果皮への移動によるものなのかは明らかではないが、伊庭(28)、畠田(53)は果実乾燥による減量分と呼吸基質の消耗量分だけ、高湿条件下では外部から果皮に水分が侵入し、果皮は浮皮化している。果肉水分量には処理間にあまり差はない点からすると、外気水分の吸収に原因するものと考えられるが、長期貯蔵ミカンでは、低湿条件下の果実でも浮皮

化して果皮水分含量は高くなり、果肉は萎縮して果肉水分含量は低下する現象が時に認められることから、果皮水分の高まりは個々の果実の果実形質、特に果皮の形質、貯蔵期間、貯蔵条件によって異なると思われ、今後、果皮吸水の機作について検討する必要がある。

“予措もどり”現象の進展に伴い、高温下では黄色浮皮化、低温下では油胞黒変が発生する。高温下における果皮の黄色化は高湿条件下での果皮呼吸量の高まりによって果皮成分と果皮色素の早期分解に原因するものと考えられる。低温下での油胞黒変現象は低温障害の一種と考えられ、油胞水分含量の高まりに伴う酸素分圧の低下と、低温による果皮代謝の抑制によって、油胞成分が変質するものと考えられる。

“予措もどり”果や生理障害果は正常果に比べ、気孔開口数が少なくなるが、これが気孔開閉能力の低下に原因するのか、果実の形質に原因するのかは明かでない。貯蔵中における果皮形態変化に伴う気孔開閉度の変化や、通気、透水性との関係についても検討する必要がある。

“予措もどり”後の期間が長くなるにしたがい、果実の食味は異味化、すなわち味がわりを生じるようになる。この味がわりは果皮水分含量の高まりによる代謝物質の空隙内蓄積と果実内空隙量の増加、及び高温による呼吸量の増加に原因するものと思われる。梶浦ら(35, 36)、岩田ら(34)、大垣ら(61)、Davis(9, 10) Davisら(11, 12)、Normanら(59)、Norman(60)が指摘しているように、アルコール様物質の蓄積や果実内の低酸素、高炭酸ガス条件が原因と思われる。

“予措もどり”に伴い果実の呼吸量は予措効果保持果に比べ高く経過したが、常温下では“予措もどり”後の期間が長くなるにしたがい低下し、一方低温下では高いまま経過することから、貯蔵後期の“予措もどり”果は呼吸基質としての糖、酸含量が高い間は果皮、果肉の呼吸

量が高いが、呼吸基質としての糖、酸含量が不足するようになると予措効果保持果よりも呼吸量が低下するものと思われる。低温条件下の果実で糖、酸含量とも高く保持されることはすでに畠田(53)よっても明らかにされている。

“予措もどり”に伴い果実空隙量は多くなるが、これは高湿条件による果皮水分、特に油胞水含量の高まりと、果肉水分消失に伴う果肉の萎縮に原因するもので、果実が高い生理活性を強いられる常温下でこの傾向は強くなることが明らかになった。

予措処理が果皮、果肉水分含量を低下させ、果実内ガス量を少なくし、果実内ガス状態としてはCA度が高くなり、この結果、果汁成分の分解が抑制され、耐病性が保持されることを第1、2節で明らかにしたが、“予措もどり”現象はこの逆の反応と言うことができる。

果実内のガス濃度は“予措もどり”果で高O<sub>2</sub>、低CO<sub>2</sub>状態を示し、高温下でこの傾向が強く、低温下では果実の呼吸量が低く、果皮を通してのガス透過が平行的に進んでいるものと考えられる。

“予措もどり”に伴ってアルベド組織は崩壊し、果皮と果肉の空間隙部が大きくなると果肉からの水蒸気蒸散が多くなり、果肉の萎縮は著しくなる。果肉は空隙と接触が広く、高O<sub>2</sub>、低CO<sub>2</sub>%のガス状況下におかれるため、果汁成分の分解は早くなり、代謝物としてのアルコールやアルデバイドの蓄積が多くなる。この結果、じょうのう膜の膜透過性が破壊され、いわゆるじょうのう膜の“ぬるぬる”現象を生じさせるものと考えられる。更に果実内ガス量が果重100 g当たり20mlを越えると湿度を低下させても果肉から果実空隙部、更に果皮への水分移動が容易になり、果肉の萎縮は一段と進むようになる。果皮のアルベド組織の崩壊によってガス透過性は高くなり、果実内空隙量の増加とあいまって果実内は高O<sub>2</sub>、

低CO<sub>2</sub>%のガス濃度で経過するものと思われる。

#### 4. 摘要

ウンシュウミカンの貯蔵では、貯蔵後期の温湿度の上昇に伴い“予措もどり”果が発生し、果実品質は低下し、腐敗の発生が多くなる。貯蔵温湿度と“予措もどり”果発生との関係について検討した。更に“予措もどり”に伴う果実内ガス状態の変化を明らかにするため、果実内ガス量、ガス濃度、果皮のガス透過性についても検討した。

1 “予措もどり”は高温高湿条件になるほど多く発生したが、“予措もどり”的初期発生は温度よりも湿度の影響が強く、92%RH以上での発生が多く、高温下では浮皮度が高くなり、果皮色は黄色へと色変わりするのに対し、低温下では色変わりから油胞黒変へと進み、いずれも果汁成分の分解が早く、食味は異味程度が強くなつた。

2 “予措もどり”について果皮の気孔染色数が減少し、果皮水分含量は高くなつたが、果肉水分含量には差がなかつた。果皮水分含量の高まりが外気水分の吸水によるものか、果肉水分の移行によるものかは明らかでなかつた。

3 “予措もどり”に伴って果実内空隙量が増加し、果実内は高O<sub>2</sub>、低CO<sub>2</sub>のガス濃度を示し、この傾向は低温下に比べ、高温下で強かつた。

4 果実の呼吸量は予措効果保持果に比べ、“予措もどり”果で高かつたが、“予措もどり”後の貯蔵期間が長くなるにしたがつて低下し、この傾向は低温下に比べて高温下で強かつた。

5 果皮のガス透過性はCO<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>とも予措効果保持果に比べ、“予措もどり”果で高かつた。O<sub>2</sub>のガス透過性に比べ、CO<sub>2</sub>のガス透過性がわずかに高く、選択性を示した。

### 第5節 沈降性炭酸カルシウムの立木散布による浮皮抑制と予措効果の向上

ウンシュウミカンの貯蔵予措は着果位置などによって異なる果実形質、あるいは予措時の温湿度条件と庫内温湿度の均一性によって、その効果が異なってくる。予措効果を十分に得る方法として、従来から果実の箱詰め方法、箱積み方法、換氣方法等がいろいろと検討されてきたが、果実の浮皮度を少なくし、予措効果の促進をはかるような薬剤の探索は少なかつた。

沈降性炭酸カルシウム（以下、商品名であるクレフノ

ンと呼称する）を供試して増糖効果を検討したところ、増糖効果よりも果実の貯蔵性に及ぼす影響が大きいと考えられたので、クレフノンの収穫前散布による果実の浮皮の抑制、予措効果の促進について、散布時期、散布濃度、散布回数との観点から検討した。

#### 1. 材料及び方法

試験1 クレフノン散布による貯蔵予措促進効果について

40年生尾張系普通温州樹を供試し、クレフノン50倍液の10月28日散布区、11月8日散布区、11月15日散布区、石灰硫黄合剤100倍液の10月28日散布区、クレフノン100倍液の10月28日と11月15日の2回散布区、無散布区の6区を設け、1区に1樹を用い、4回反復で処理した。11月27日に採収し、常温貯蔵庫において $8 \pm 3^{\circ}\text{C}$ 、 $80 \pm 3\%$ RHで21日間予措した。その後4月5日まで $7 \pm 3^{\circ}\text{C}$ 、 $85 \sim 90\%$ RHで常温貯蔵し、予措中の果重歩減り量、貯蔵中、後期の果重歩減り、腐敗、果実形質について調査した。

#### 試験2 クレフノンによる浮皮抑制効果について

10年生藤中系普通温州樹を供試し、クレフノン50倍液の2回散布を行った。各月の2日に散布することとし、処理区として、8月・9月区、9月・10月区、10月・11月区、8月・10月区、11月区、9月・11月区、無散布区の7区を設け、主枝単位に5回反復を行った。また気孔開閉状況を比較するため、石灰硫黄合剤の100倍液、11月15日散布区を設けた。11月27日に採収して、果実形質を調査するとともに、果皮の気孔開閉状況について走査電顕観察を行った。

## 2. 結 果

#### 試験1 クレフノン散布による貯蔵予措促進効果について

クレフノン散布果実はその後予措処理による果重歩減り率が高く、散布日が遅くなるほどこの傾向は強かった。更に50倍液1回散布区に比べ、100倍液2回散布区で果重歩減り率は多くなり、収穫時にクレフノンの付着程度が多いと観察される果実ほどその後の予措処理によ

る果重歩減り率は高くなり、予措程度は強くなっていた。果皮のしおれ程度はクレフノン処理区で明らかに強く、特にクレフノン50倍液の1回散布区で強かった。果実の浮皮率はクレフノン散布区で低くなり、特に50倍液の1回散布区で低く、逆に果実比重は高かった。50倍液1回散布の散布日による差は11月8日散布区で浮皮抑制効果が高く。更にこの区の果実比重は最も大きく、腐敗率も低かった(第42表)。

第43表に示すように、貯蔵後期の4月10日に果実形質を調査したところ、果皮水分含量は無散布区に比べて、クレフノン50倍液1回散布で約1%，100倍2回散布で2%低く、浮皮率は無散布区に比べてクレフノン散布区で低かったが、クレフノン散布日間には差がなかった。果実比重は浮皮率の低いクレフノン散布区で高かったが、散布日間には差がなかった(第43表)。

#### 試験2 クレフノンによる浮皮抑制効果について

クレフノンの2回散布の時期が果実品質に及ぼす影響について検討したところ、果実形質の中で果実比重は2回散布で高くなり、2回の散布日がともに遅くなるほど果実比重は高くなる傾向を示し、特に10月2日と11月2日の2回散布区で高かった。果肉率は無処理に比べて処理区で高く、果実比重と同様の傾向を示した。このため浮皮率は無処理区に比べ、クレフノン2回散布区で明らかに低く、なかでも10月2日と11月2日の2回散布区で1.7%と低かった。クレフノン散布によって浮皮度がかなり抑制され、収穫期に近い散布でその効果は高かった。予措処理による果皮のしおれ程度は無散布区で少なすぎ、クレフノン散布区で適度となった(第44表)。

Table 42. Effect of preharvest application of sedimented  $\text{CaCO}_3$  on the fruits quality in the early period (Jan. 19) of ordinary storage.

Chemical	Application	Rind withering	Rind puffing	Specific gravity	Weight loss by prestorage conditioning	Fruits decay
$\text{CaCO}_3$ 2%	Oct. 28	3.1%	5.8%	0.830	5.4%	0.6%
	Nov. 8	3.0	5.0	0.844	6.3	0.3
	Nov. 15	3.2	6.0	0.888	6.6	0.6
Limesulphur 1%	Oct. 28	2.6	6.5	0.825	6.1	1.4
$\text{CaCO}_3$ 1%	Oct. 28 and Nov. 15	2.4	6.5	0.837	7.2	0.3
	Control	1.8	7.9	0.810	5.0	1.4
Significance <sup>z</sup>		**	*	**	*	NS

<sup>z</sup> : \*\* and \* Significant at P 0.01 and P 0.05, respectively.

Table 43. Effect of prehavest application of sedimented  $\text{CaCO}_3$  on the fruits quality in the later period (Mar. 10) of ordinary storage.

Chemical	Application time	Rind moisture	Rate of flesh weight to fruits weight	Rind puffing	Specific gravity	Rind color
$\text{CaCO}_3$ 2%	Oct. 28	77.8%	73.0%	9.2%	0.792	8.0
	Nov. 8	77.5	73.2	8.6	0.805	8.2
	Nov. 15	77.6	72.5	8.2	0.804	8.1
Limesulphur 1%	Oct. 28	77.8	71.7	9.7	0.776	8.4
$\text{CaCO}_3$ 1%	Oct. 28 and Nov. 15	76.9	70.8	9.0	0.805	8.4
Control		78.7	72.0	10.0	0.787	8.0
Significance <sup>z</sup>		*	N S	*	*	N S

<sup>z</sup> : As in Tabl 42.

Table 44. Effect of double application of sedimented  $\text{CaCO}_3$  before harvest on the fruits quality at harvest time (Dec. 27).

Application time	Specific gravity	Rate of flesh weight to fruts weight	Rind puffing	Rind Withering
$\text{CaCO}_3$ 1%	Aug. 2 + Sep. 2	0.857	74.7%	3.5%
	Sep. 2 + Oct. 2	0.848	73.9	3.9
	Oct. 2 + Nov. 2	0.876	77.0	1.7
	Aug. 2 + Oct. 2	0.857	75.5	4.3
	Aug. 2 + Nov. 2	0.860	76.4	2.8
	Sep. 2 + Nov. 2	0.859	75.6	3.4
Control	0.827	73.1	5.4	1.9
Significance	** <sup>z</sup>	**	**	**

<sup>z</sup> : As in Table 42.

クレフノンを散布した果皮表面の付着状況を走査電子顕微鏡で観察したところ、クレフノン粒子は果皮表面に付着するものと気孔の孔辺細胞内に取り込まれたものが認められたもこれに対し、石灰硫黄合剤は果皮表面に結晶化して付着していた(第52図)。

### 3. 考 察

クレフノン50倍液の収穫前立木散布によって果実の浮皮度が少なくなり、予措処理による果重歩減り率が高くなることから、クレフノン散布は浮皮抑制と予措促進効果を持つことが明らかになった。クレフノンの散布時期による効果にはあまり差がみられなかったことから、浮皮を助長するような高温高湿条件になる前の散布時期が

効果的で、実際栽培においては10月から12月にかけての気象条件をよく検討することが必要である。

本剤の散布によって散布後の葉面や果面の乾燥が早くなることや、同様に降雨後の乾燥が早くなる現象が認められることから、本剤の浮皮抑制効果は果皮表面からの水分蒸散を促進することによって得られるものと考えられる。走査電子顕微鏡による果皮表面の観察では気孔内にとりこまれたクレフノン粒子が認められることから、気孔が開いたままで経過することを強いるものと考えられる。本剤の浮皮抑制の機作が果実からの水分蒸散の促進によるものとすれば、高温、高湿条件における果皮の吸水による浮皮には効果的であると思われるが、成熟期

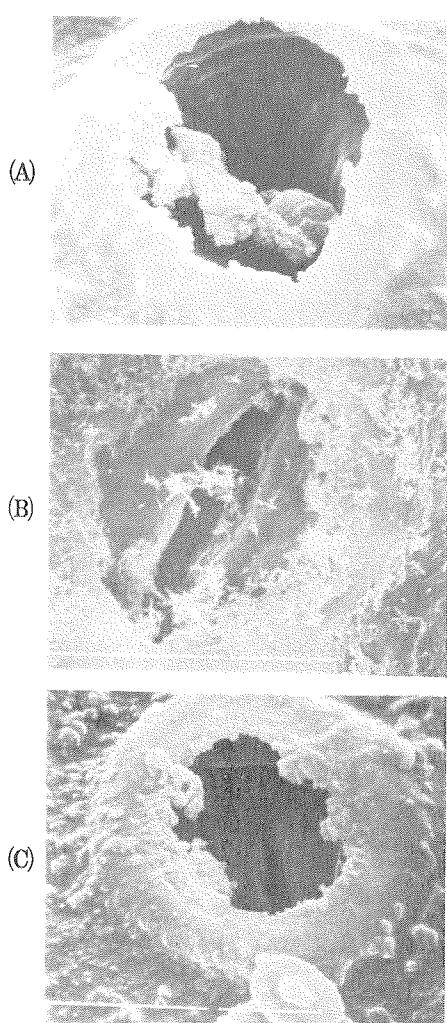


Fig. 52. Observation by scanning electron microscopy of stomata of rind surface of fruits treated with sedimented Calcium carbonate and Calcium sulfate (A...Crystalline Calcium carbonate in stomata  $\times$  6000, B...Crystalline Calcium sulfate on rind surface,  $\times$  4000, C...Control,  $\times$  4000).

にいたっても高温、高湿条件が続く場合には、葉からの光合成産物の移動、根からの吸水によって果皮細胞が肥大しているような厚皮果の浮皮抑制には影響が少ないものと考えられる。

本剤の散布濃度は100倍液では効果が不足し、50倍液での効果は高いが、浮皮抑制に効果的な散布濃度については再度検討する必要があろう。本剤散布の果実は予措処理によって果重歩減り率が高くなり、この傾向は散布

時期が遅くなるほど強くなることや、更に散布回数が多くなるほど歩減り率が高くなることから、クレフノン粒子の果皮表面への付着量の差に原因するものと考えられる。予措による歩減り率の高い果実ほど、貯蔵中の果重歩減り率も高く、しおれ果の発生も多くなることから、散布濃度や散布回数は適度な果重歩減りを生ずる範囲内で決定する必要がある。クレフノンの散布により、果皮水分含量は1~2%低下して予措促進効果が得られるため、貯蔵中の“予措もどり”果の発生は少なくなるが、乾燥しやすい貯蔵庫で85%RH以下の湿度下では萎凋過多の果実が多くなり、湿度管理には注意が必要である。

硫黄剤の散布による着色促進効果は認められるが、予措促進効果は認められないことから、クレフノンと硫黄剤の前後散布によって予措促進と着色促進の両効果が期待できる。硫黄剤の1回散布は果実の貯蔵性に及ぼす影響が小さく、2回散布で予措促進効果を示すことから、貯蔵性向上に対してはクレフノン50倍液の1回散布と石灰硫黄合剤の2回散布とが同等の効果を有するものと考えられる。

#### 4. 摘要

ウンシュウミカン果実へのクレフノン散布による浮皮抑制及び予措効果の促進について明らかにするため、散布時期、散布濃度、散布回数について検討した。

1 クレフノン50倍液の11月上旬散布によって、果実の浮皮度は抑制され、予措促進効果も認められた。この結果、貯蔵中の“予措もどり”果の発生が少なく、充実果、すなわち秀品果率が高かった。

2 クレフノン散布によって予措中の果重歩減り率が高くなり、果皮水分含量は1~2%低くなかった。クレフノン50倍液の2回散布では果重歩減り率が高く、貯蔵後期にしおれ果率が高くなかった。

3 クレフノンと石灰硫黄合剤の併用の場合の散布方法としては、クレフノン50倍液の10月下旬~11月上旬散布と石灰硫黄合剤の11月上~中旬散布の組合わせで浮皮抑制、着色促進、予措促進効果が高かった。

4 クレフノン主成分である炭酸カルシウム粒子は果皮表面に付着し、気孔内に侵入して、半開き状態の気孔を多くし、一方石灰硫黄合剤は果皮表面に針状結晶として付着していた。クレフノン粒子の気孔内侵入によって、半開き状態の気孔が多くなるため、果皮表面からの水分蒸散が多くなり、このことが散布液の乾燥や降雨後の乾燥を早くし、浮皮抑制と予措効果の促進を生じさせるものと考えられた。

## 第5章 本貯蔵方法及び出庫方法の改善

### 第1節 湿度、風速条件と果実の貯蔵性との関係

ウンシュウミカンの果実の貯蔵環境条件では、適正温度と最適湿度の維持が管理上重要である。従来からの常温長期貯蔵においては、適正湿度の維持のために貯蔵庫の立地条件、その構造、入庫率、果実の箱詰め方法、箱積み方法及び換気方法が工夫されてきた。特に新鮮空気の導入と換気には地下通風道、床窓、上下窓と前室の横窓、天窓及び換気扇が利用され、貯蔵庫の立地条件や貯蔵庫構造に応じた管理ができるように工夫されてきている。

ウンシュウミカン貯蔵の最適湿度は85%RH前後にあり(28, 55, 62, 67)とされ、この湿度を維持するために、換気回数は1時間に1回(28)、入庫率は7~8%(63)という標準が定められてきているが、長期間貯蔵中の貯蔵庫内湿度の均一化についての検討は少ない。よって、基礎的に最適湿度及び庫内貯蔵条件の均一化のための風速の違いについて、果実の貯蔵性及び貯蔵中の果重歩減り量と果実品質との関係から検討した。また簡易な均一化装置の探索をも併せて行った。

#### 1. 湿度、風速条件と果実品質との関係

現在行われているウンシュウミカン果実の長期貯蔵技術は換気を中心とした技術と言っても過言ではない。低温貯蔵においてさえも、時に外気を導入して湿度調整が行われている。このため3月中旬以降、外気の温湿度が高くなると壁材質の断熱力にもよるが、庫内温湿度を適正に保つことが困難となり、調節できても庫内温湿度の均一化が難しく、高温、過湿な部分を生じて貯蔵に失敗する例が多い。

果実空気と庫内空気間の湿度勾配をなくし、しかも適正な湿度条件を保つ方法として、循環送風と機械的に果実を循環移動させる方法が考えられるが、ここでは前者の方法について最適湿度との関係を検討する。

#### (1) 材料及び方法

35年生柏木系普通温州樹のL級果を11月28日に収穫し、常温貯蔵庫で $8 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ,  $75 \pm 5\%$ RH, 12月1~20日に果重歩減り4.6%になるように予措した。予措後12月21日から5月28日まで $3 \pm 1^{\circ}\text{C}$ , 85~90%RHで低温貯蔵した。

第1実験は処理区としては90%RHの風速20cm/sec,

50cm/sec, 87%RHの風速20cm/sec, 50cm/secの4区を設け、湿度及び風速は湿度計と風速計で測定後、所定の湿度、風速となる条件の場所に網袋入りの果実を15果静置した。

更に第2実験として、風速条件について精査するため、同じ様に果実を供試し、低温貯蔵した。処理区は90%RHの風速10cm/sec, 30cm/sec, 50cm/sec, 87%RHの風速10cm/sec, 30cm/sec, 50cm/secの6区とし、湿度の設定は2つの低温貯蔵庫を利用し、風速は庫内循環ファンの回転数で調節した。

共に貯蔵中の果重歩減り、腐敗、色わり果、油胞黒変果、果皮及び果肉水分、果実形質、果汁成分、果皮色の進みについて第2章で述べた方法によって調査した。

#### (2) 結 果

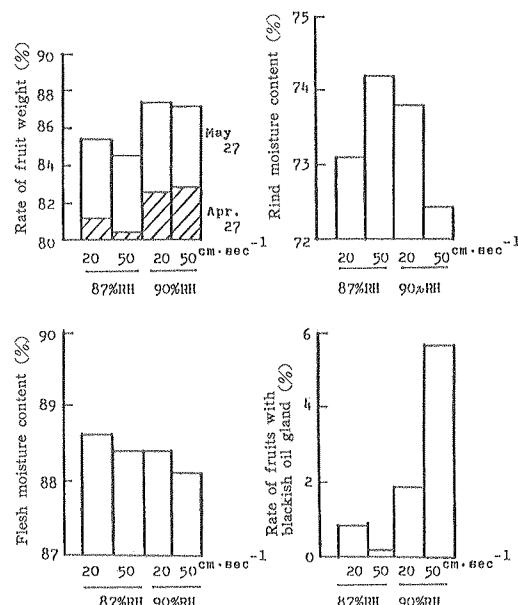


Fig. 53. Weight of fruits, moisture content of rind and flesh and occurrence of blackish oil gland in fruits stored under various conditions of artificial air ventilation and relative humidity during low temperature storage.

第1実験の結果から、貯蔵中の果重歩留り率は湿度が高くなるほど、風速が小さくなるほど高かった。風速よりも湿度の影響を強く受け、湿度間の果重歩留り率のほうが大きかった。果肉水分含量も処理間にほとんど差はない、88~89%を示した。油胞黒変果率は87%RH区に比べて90%RH区で明らかに高く、風速間にははっきりとした傾向はないが、90%RH下では、風速が速くなるほど油胞黒変果の発生は明らかに高かった(第53図)。

第54図に果実品質への影響を示したが、果肉率は貯蔵末期の4月30日には湿度が高く、風速が速くなるほど低下する傾向がみられたが、出庫後の5月29日には処理間に差がなくなっていた。4月30日における果実比重は90%RH下に比べて87%RH下で高く、87%RH下では風速間には差がないが、90%RH下では風速が速くなるほど果実比重は高いものの出庫後には逆の状態を示した。浮皮率は風速間には一定の傾向がみられなかった。貯蔵中の果皮色の進みはより低湿度の87%RH区で良く、出庫後には差がなかった。

果汁成分のうち、屈折計示度は処理間に差ではなく、クエン酸含量は90%RH下に比べ、87%RH下で貯蔵中にわずかに高かったが、出庫後の低下が早かった。風速間には明確な傾向はないが、90%RH下では風速が速くなるほどクエン酸含量の保持は良かった(第54図)。

貯蔵中における果皮色の濃橙色化は貯蔵初期(1月13日)には処理間に差が少なく、貯蔵後期の4月28日には87%RH下に比べ、90%RH下で濃橙色果率は高く、黄色果率は低かった。風速については20cm/secに比べ50cm/sec

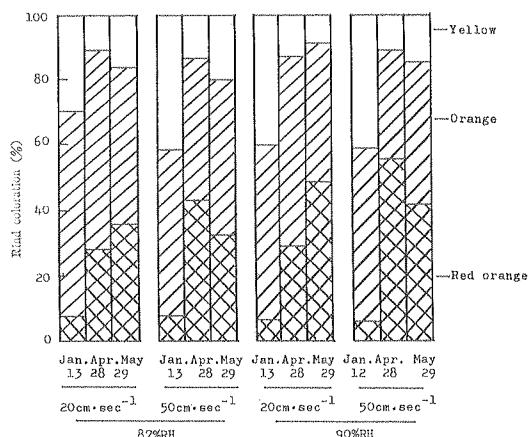


Fig. 55. Development of rind color of fruits stored under various conditions of artificial air ventilation and relative humidity during low temperature storage.

sec区で濃橙色果率は高くなり、87%RH下より90%RH下で風速間の差は大きく、風速が速いほど果皮色の進みは良かった(第55図)。

第2実験においては、風速を3段階に分けて貯蔵中の果実品質変化を調査して第45表に示した。貯蔵中の果重歩減り率は95%RH下よりも87%RH下で大きく、風速間には差が少なく、特に95%RHの10cm/sec区で果重歩減りは小さかった。

4月までの腐敗果は95%RH下に比べ、87%RH下で明らかに低く、風速が速くなるほど低く、この傾向は95%RH下において強かった。5月になると腐敗率は急激に高くなり、処理間に一定の傾向はみられないが、87%RH下で低く、特に87%RHの30~50cm/sec区は13~17%の腐敗率であった。

油胞黒変果率は4月までには87%RH下で発生がみられず、95%RH下では1~4%の発生を示し、風速50cm/sec区での発生が多かった。5月にはいずれの区でも発生が認められ、87%RH下に比べ95%RH下で発生率が明らかに高く、87%RH下では風速10cm/sec区で発生が多く、95%RH下では風速間に一定の傾向はみられなかった(第45表)。

また貯蔵後期の外観品質との関係について調査した成績を第46表に示した。果皮色では濃橙色果率は風速間に一定の傾向はないが、湿度間では95%RH下に比べて87%RH下で高かった。黄色果率は湿度、風速間に有意な差はないが、30cm/sec区で低い傾向にあった。

果実外観品質を萎凋果、予措効果保持果、“予措”もど

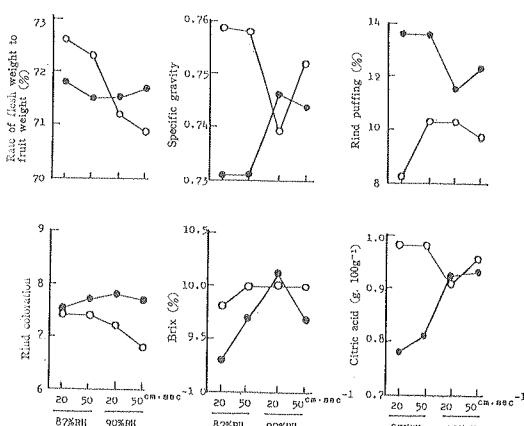


Fig. 54. Quality of fruits stored under various conditions of artificial air ventilation and relative humidity during low temperature storage.

Table 45. Effect of changes in artificial air velocity and relative humidity on the fruits weight and the occurrence of fruits decay and blackish oil gland during low temperature storage.

Relative humidity (A)	Air ventilation (velocity) (B)	Weight		Rate of fruits decay		Blackish oil gland	
		Apr. 5	May. 17	Apr. 5	May. 17	Apr. 5	May. 17
95% R H	10 cm·sec <sup>-1</sup>	2.1%	9.5%	10.0%	27.8%	1.5%	25.6%
	30	5.8	12.3	8.0	26.2	1.5	6.5
	50	5.4	12.0	5.8	29.2	4.5	17.6
87% R H	10	5.7	13.5	4.3	25.9	0	14.0
	30	7.2	13.4	4.3	13.1	0	0
	50	7.3	13.5	2.9	16.9	0	1.9
Significance	A	*	NS	NS	NS	*	NS
	B	*	NS	*	NS	*	NS

\*\* and \* : Significant at 1% level and 5% level, respectively, and so forth.

Table 46. Effect of changes in air velocity and relative humidity on the fruits appearance and the moisture content of the fruits during low temperature storage.

Relative humidity	Air ventilation (velocity)	Rind coloration (Apr. 5)		Fruits appearance (Mar. 17)			Moisture content (Apr. 7)	
		Orange	Yellowish	1 <sup>z</sup>	2 <sup>y</sup>	3 <sup>x</sup>	Rind	Flesh
95% R H	10 cm·sec <sup>-1</sup>	44.8%	11.9%	59.0%	41.0%	0 %	82.4	88.2%
	30	42.6	5.9	51.6	45.2	3.2	80.8	88.9
	50	47.8	7.2	76.5	33.0	0	78.9	89.7
87% R H	10	59.4	8.7	53.4	41.9	4.7	76.8	89.3
	30	58.0	4.3	81.2	11.3	7.5	76.5	89.4
	50	55.1	10.1	77.8	11.1	11.1	76.0	89.7
Significance	A	**	NS	*	**	**	*	NS
	B	NS	NS	**	**	NS	NS	NS
	A × B	NS	NS	**	**	NS	NS	NS

z : Fruits disappearing to have the effects of prestorage conditioning ("Yoso-modori").

y : Fruits appearing to have the effects of prestorage conditioning.

x : Fruits of withered rind.

り”果に類別したところ、予措効果保持果、“予措もどり”果率は湿度、風速間に有意差がみられ、予措効果保持果率は87% R Hの30cm/sec区、95% R Hの50cm/sec区で高く、“予措もどり”果率は95% R H下に比べて87% R H下で低く、風速間では風速が速くなるほど低くなる傾向がみられたが、湿度との組合せでこの傾向は異なり、95% R Hの50cm/sec区、87% R Hの30~50cm/sec区で“予措もどり”果の発生は少なかった。果皮水分含量は87% R H下に比べて95% R H下で高く、風速間には有

意性がみられないが、風速が速くなるほどわずかに低下する傾向を示した(第46表)。

つづいて貯蔵中の果実品質との関係を調査した成績が第56図で、果実比重は95% R H下に比べて87% R H下でわずかに高く、4月、5月とも同様の傾向を示したが、風速間には一定の傾向がみられなかった。

浮皮率は4月には処理間にあまり差はないが、5月には95% R Hの30cm/sec、50cm/sec、87% R Hの10cm/sec区で15%以上の値を示した。87% R H下では風速が速く

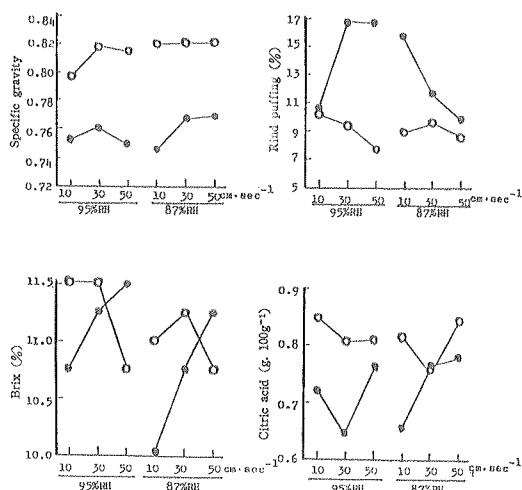


Fig. 56. Effect of changes in artificial air velocity and relative humidity on the quality of fruits during low temperature storage.

なるほど浮皮率は低下するのに対し、95%RH下では風速が速くなるほど浮皮率は高くなる傾向を示した。

屈折計示度は4月、5月とも87%RH下に比べ95%RH下で高く、風速間では4月には一定の傾向はないが、5月には風速が速くなるほど屈折計示度は高かった。クエン酸含量は風速、湿度間に一定の傾向がみられなかつた(第56図)。

## 2. 浮皮度別果実に対する湿度、風速条件と果実品質との関係

ウンシュウミカン果実の貯藏性は浮皮度、着色程度の違いによって異なることを第3章においてすでに明らかにし、完全着色で浮皮度の少ない果実ほど貯藏性に富むとした。更に最適貯蔵条件として、温度は3~5°C、湿度は87%RH前後で、この最適貯蔵条件を均一化するには20~50cm/secの風速が必要であることを前項で明らかにした。ここでは浮皮度の異なる場合の風速条件と貯蔵中の果実品質との関係について検討し、浮皮度別の最適湿度と風速を明らかにしようとした。

### (1) 材料及び方法

#### 試験1 果実比重別果実の品質変化に及ぼす風速の影響

40年生柏木系普通温州樹のL級果を11月27日に収穫し、12月1日~20日に8±2°C、80±5%RH、果重歩減り率4.4%となる予措を行ひ、その後、水中重法で果実比重を測定し、果実を果実比重0.840以上、0.800~0.839、0.799以下の3区に分け、低温貯蔵庫内の連続運

転ファンを利用して、風速100, 50, 20cm/secを受ける位置にそれぞれ静置した。1区30果を供試し、1ヶ月ごとに果重歩減り、腐敗、果実外観品質、果実形質、果汁成分を調査した。

#### 試験2 浮皮度別果実の品質変化に及ぼす風速、湿度条件の影響

40年柏木系普通温州樹のL級果を11月28日に収穫し、12月17日まで10±2°C、80~85%RH、果重歩減り率4.6%となる予措を施した。その後5月10日まで3±1°Cで低温貯蔵した。処理区として果実の浮皮度は触感によって浮甚、浮中、浮無に、風速は50~60, 20~30, 0~10cm/secに、湿度は87%RH、95%RH区を設け、1区30果を供試し、貯蔵中の果重歩減り率や果実品質、形質変化を調査した。

### (2) 結 果

#### 試験1 果実比重別果実の品質変化に及ぼす風速の影響

この試験の貯蔵中、1ヶ月おきに調査した結果のうち、とくに貯蔵終期(4月14日)における果重歩減り率、腐敗率、果実比重、屈折計示度の結果を第57図に示した。風速20cm/sec下では、貯蔵初期の果実比重の差がそのまま貯蔵後期まで維持されたが、風速50, 100cm/sec下では果実比重0.84以上の果実では貯蔵後期まで果実比

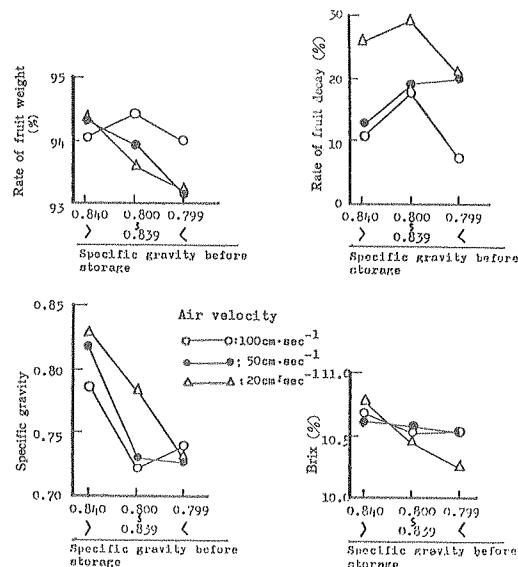


Fig. 57. Effect of prestorage conditioning and changes in air velocity on the specific quality of fruits in the final period (Apr. 14) of low temperature storage.

重が高く、0.839以下の果実では低くなっていた。風速間では20cm/sec下で果実比重が高かった。

果重歩留り率は風速による差はないが、風速20cm/sec, 50cm/sec下では貯蔵初期に果実比重の高い果実ほど果重歩留り率が高かった。

腐敗率は風速により明確な傾向は生じないが、風速が速くなるほど腐敗率は低く、貯蔵前の果実比重による差は小さかった。

屈折計示度は風速の違いによる明確な傾向はないが、風速が速くなるほど、貯蔵前の果実比重間の屈折計示度

の差が大きくなり、果実比重の高い果実ほど屈折計示度は高かった(第57図)。

### 試験2 浮皮度別果実の品質変化に及ぼす風速、湿度条件の影響

第47表に示すように、貯蔵中の果重歩留り率は高湿条件で明らかに高く、風速間にあまり差はないが、風速が速くなるほど果重歩留り率は低く、この傾向は95%RH下に比べて低湿の87%RH下で強かった。浮皮度間では、0~5cm/sec下において差がないが、87%RHの50~60cm/sec及び95%RHの20~30cm/sec区で、浮皮度

Table 47. Effect of prestorage conditioning and changes in air velocity and relative humidity on the weight and moisture content of fruits with 3 grades of rind puffing during the final period (Mar.14) of low temperature storage.

Rind puffing (C)	Air velocity (B)	Relative humidity (A)	Moisture content		Rind	Flesh
			Weight	Rind		
Severe	50-60	87	88.7	71.5	89.8	
		95	92.1	73.6	90.9	
		87	87.0	65.8	88.5	
	20-30	95	95.2	72.6	90.2	
		87	90.9	73.1	90.0	
	0-5	95	94.4	74.8	90.5	
		87	85.8	68.3	89.2	
	Moderate	95	92.2	73.4	89.6	
		87	89.4	70.3	89.9	
		95	94.2	74.1	90.2	
Slight	20-30	87	90.1	69.9	89.3	
		95	94.2	72.2	90.1	
		87	83.6	64.6	88.7	
	50-60	95	93.0	68.2	88.6	
		87	87.9	68.0	89.5	
	0-5	95	93.3	69.1	88.7	
		87	90.6	67.7	89.6	
	20-30	95	94.4	69.3	89.6	
		A	**	**	NS	
Significance	B	NS	NS	NS		
	C	NS	*	*		
	A × B	NS	NS	NS		
	A × C	NS	NS	NS		
	B × C	NS	NS	NS		

Table 48. Effect of prestorage conditioning and changes in air velocity and relative humidity on the characteristics of fruits with 3 grades of rind puffing during the final period (Mar.14) of low temperature storage.

Rind puffing (C)	Air velocity (B)	Relative humidity (A)	Rate of flesh weight to fruit weight		Degree of rind puffing	Specific gravity
			cm·sec <sup>-1</sup>	%		
Severe	50-60	87	87	75.9	13.2	0.82
		95	95	75.5	14.5	0.80
		87	87	76.1	5.9	0.84
	20-30	95	95	75.2	12.6	0.80
		85	85	74.2	11.6	0.81
	0-5	95	95	75.2	13.6	0.82
		87	87	74.4	12.3	0.84
	Moderate	95	95	75.0	13.9	0.81
		87	87	77.1	6.6	0.86
		95	95	75.5	11.6	0.86
Slight	20-30	87	87	73.6	8.9	0.81
		95	95	75.3	12.6	0.83
		87	87	74.8	8.0	0.87
	50-60	95	95	73.9	7.1	0.84
		87	87	77.1	5.1	0.90
	0-5	95	95	74.4	14.2	0.83
		87	87	73.5	7.3	0.83
	20-30	95	95	74.7	7.8	0.87
		A	NS	**	NS	
		B	**	NS	NS	
Significance	C	NS	*	*	NS	
	A × B	NS	NS	NS	**	
	A × C	NS	NS	NS	*	
	B × C	NS	NS	NS	NS	
	Significant					

が強くなるほど果重歩留り率が高かった。果皮水分含量は高湿度の95%RH下で明らかに高いものの風速間に差がなかった。いずれの風速、湿度条件下においても、果実の浮皮度が少なくなるほど果皮水分含量は低下する傾向を示した。果肉水分含量は風速、湿度の処理区間にほとんど差がなく、一定の傾向はみられないが、浮皮度については、風速50~60cm/sec下において浮皮度が少なくなるほど果肉水分含量が低下する傾向を示した(第47表)。

果実形質について第48表に示したが、果肉率は処理間にあまり大きな差がみられないが、87%RHの20~30cm/sec区で高く、87%下の0~5cm/sec区で低かった。95%RH下では浮皮現象のみられない果実で低かった。

浮皮率は当然のことながら、処理開始時に浮皮度の強い果実ほど高く、湿度間では87%RHに比べ95%RH下で高かった。風速間では87%RH下の20~30cm/sec区で浮皮率が低く、浮皮度の異なる果実の浮皮率の差も小さかった。

果実比重は風速20~30cm/sec以上では、95%RH下に比べて87%RH下で高いが、0~5cm/sec下では浮皮度による果実比重の差が小さく、95%RH下で高かった。87%RH下の20~30cm/sec区で果実比重は最も高かった(第48表)。

果汁成分中、屈折計示度は風速、湿度による差はなく、浮皮度間については、浮皮現象の認められない果実で高かった。クエン酸含量は高湿度の95%RH下でわずかに低く、風速による差がなかった。浮皮度が高くなるほどクエン酸含量は低かった(第49表)。

### 3. 果実の各種箱詰め方法に適応する風速、湿度条件について

長期貯蔵のためには貯蔵庫内の温湿度環境条件を適正なものとするために、従来から、適正入庫率の維持と計画的な出庫を行うよう指導されてきた。果実の入庫量は貯蔵庫の平坪当りを700~1000kgを標準とし、この標準量を入庫するにふさわしい貯蔵庫の設計と、果実の箱詰め方法が採用されてきた。蚕棚式の常温貯蔵庫では車詰めが一般的となっていたが、深箱に果実をばらで2~3段(重ね)箱詰めする貯蔵が多くなってきている。

そこで果実の箱詰め方法の違いによって生ずる入庫量の違いに応じた風速と湿度条件について明らかにしようとした。

#### (1) 材料及び方法

47年生柏木系普通温州樹のL級果を11月29日に収穫し、12月1日~20日に10±2°C、80±3%RHで果重歩減り率4.6%となる予措を行い、その後、5月28日まで

Table 49. Effect of prestorage conditioning and changes in air velocity and relative humidity on the juice components or fruits with 3 grades of rind puffing during the final period(Mar.14) of low temperature storage.

Rind puffing	Air velocity	Relative humidity	Brix	Citric acid z	Rate of Brix per acid
			cm·sec <sup>-1</sup>	%	%
Severe	50~60	{87 95	10.8	0.79	13.3
		{87 95	10.5	0.79	13.7
	20~30	{87 95	10.8	0.80	13.6
		{87 95	10.4	0.81	13.3
	0~5	{87 95	11.0	0.77	14.3
		{87 95	11.0	0.75	14.7
Moderate	50~60	{87 95	10.7	0.96	11.0
		{87 95	10.7	0.89	12.0
	20~30	{87 95	11.0	0.77	14.3
		{87 95	10.8	0.75	14.7
	0~5	{87 95	11.0	0.98	10.6
		{87 95	10.4	0.85	12.9
Slight	50~60	{87 95	11.2	1.02	11.0
		{87 95	11.2	0.97	11.6
	20~30	{87 95	11.1	0.92	12.0
		{87 95	11.0	0.88	12.6
	0~5	{87 95	11.7	1.09	10.1
		{87 95	11.0	0.89	13.2
Significant	A	NS	**	**	
	B	NS	NS	NS	
	C	*	**	**	
	A × B	NS	NS	NS	
	A × C	NS	NS	NS	
	B × C	NS	NS	NS	

z : g · 100 g<sup>-1</sup>.

3±1°C、85~90%RHで低温貯蔵した。果実の箱詰め方法は車詰め1段、2段、ばら詰め1段段、2区とし、風速は20cm/sec、50cm/sec区、湿度は87%RH、90%RH区をそれぞれ設けた。1区100果の3反復を行い、貯蔵中の腐敗果発生、果皮色変化について調査した。

#### (2) 結 果

第50表に示すように、貯蔵中の果皮色の進み、すなわち濃橙色果率は風速、湿度、果実の箱詰め方法の違いによる有意差がみられた。特に風速との関係が強く、風速

Table 50. Effect of packing methods and changes in air velocity and relative humidity during low temperature storage on the rind coloration and decay of fruits.

Fruit packing method in box (A)	Relative humidity (B)	Air velocity (C)	Rind coloration (Apr. 30)		Rate of fruits decay	
			Orangish fruits	Yellowish fruits	Apr. 30	May. 29
Single in whorl	87% RH	{ 20 cm·sec <sup>-1</sup> 50	40.5% 45.5	11.4% 7.0	8.1%	23.3%
	90% RH	{ 20 50	33.9 47.4	16.9 7.0	13.2 16.2	48.5 35.3
	87% RH	{ 20 50	43.0 50.0	16.5 16.7	8.1 17.2	23.3 33.3
	90% RH	{ 20 50	24.5 38.8	12.2 22.5	43.0 7.0	38.0 24.0
Double in whorl	87% RH	{ 20 50	31.1 27.1	7.8 16.5	6.3 5.7	16.7 10.0
	90% RH	{ 20 50	31.1 43.5	18.2 8.1	3.8 8.8	12.5 17.6
	87% RH	{ 20 50	27.8 51.2	9.2 3.5	0.2 8.5	9.3 17.0
	90% RH	{ 20 50	24.6 37.3	12.6 3.9	7.3 3.8	16.9 22.6
Significance	A		*	NS	NS	**
	B		*	**	**	**
	C		**	NS	NS	NS
	A × C		NS	NS	NS	NS
	B × C		NS	NS	NS	NS
	A × C		**	NS	NS	**

が大きくなるほど濃橙色への進みが良かった。果実の箱詰め方法と関係湿度との間に交互作用がみられ、車1段詰めでは、87~90% RH、車2段詰めでは87% RH、ばら1段詰めでは87% RH下で濃橙色果率が高かった。

貯蔵中の腐敗率は3月3日調査において、87% RH下に比べて90% RH下で腐敗率は高く、5月29日調査では湿度間、果実の箱詰め方法間に有意差がみられ、びら詰めに比べ車詰めで、また1段詰めに比べ2段詰めで腐敗率が高かった。果実の箱詰め方法と湿度間に交互作用がみられ、ばら2段詰めの87% RHで、しかも風速20cm/sec区で腐敗は少なかった（第50表）。

#### 4. 最適果重歩減り度と果実品質との関係

ウンシュウミカン果実の貯蔵性は果実形質と貯蔵環境条件の良否によって決まり、更に貯蔵歩留りを高くするような環境条件、特に貯蔵温度、湿度の適正化と庫内温

湿度の均一化について明らかにしてきた。

貯蔵庫内の温湿度の均一性を確かめるには箱の位置ごとの温湿度を測定すればよいが、かなり多くの測定器具を必要とし、農家段階での測定は不可能に近い。温湿度計を使用せずに貯蔵温湿度の均一性を簡便に確認する方法として、貯蔵庫内の所定の位置におかれた果実の果重歩減り程度を測定し、歩減り程度から湿度条件を判定しようとした。まず貯蔵温湿度条件の違いと果重歩減り程度との関係について検討し、次いで果重歩減りと果実品質との関係を明らかにしようとした。

##### (1) 材料及び方法

###### 試験1 常温、低温における月あたり果重歩減り量と果実品質との関係

46年生柏木系普通温州樹のL級果を11月28日に収穫し、12月3~20日に8±3°C、80±3%RHで果重歩減

り率4.6%となる予措を行い、その後貯蔵温度を3~10°Cの常温区、3±1°Cの低温区の2区、湿度を85, 90, 95~100%RHの3区を設けた。果重歩減り調査は各区300果の全果を1果ずつ、1ヶ月ごとに調査した。4, 5, 6月に各区30果を供試し、1果ごとに果実比重、果肉率、浮皮率、果皮水分を調査し、果汁自動分析計で屈折計示度、クエン酸含量を測定した。また4月17日に各区10果を供試し、果実内空隙量、CO<sub>2</sub>濃度を調査した。

#### 試験2 貯蔵温湿度条件により月あたり果重歩減り率の違う果実の品質、果実内ガス状態

47年生柏木系普通温州樹のL級果を11月27日に収穫し、常温貯蔵庫で12月18日まで、10±2°C, 80±5%RH、果重歩減り率4.6%となる予措を行った。その後、0~2°C、5±1°C、3~10°Cの85~90%RH区、5±

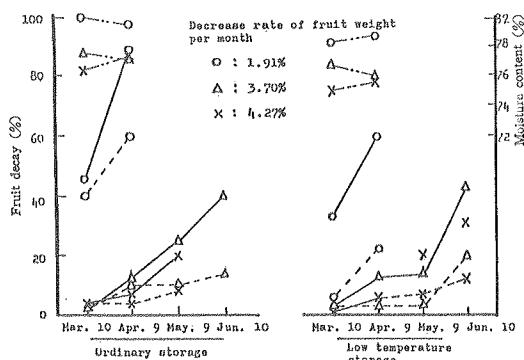


Fig. 58. Decay and moisture content of fruits during ordinary and low temperature storage (— : Total decay, - - - : Decay caused by *Penicillium italicum* and *P. digitatum*, - - - - : Rind moisture content).

Table 51. Juice components and CO<sub>2</sub> concentration of fruits during ordinary and low temperature storage.

Method of storage	Weight loss	Brix			Citric acid content <sup>z</sup>			Gas conditions (Mar. 17)	
		Mar. 17	Apr. 13	May. 14	Mar. 17	Apr. 13	May. 14	Vol (ml·100g <sup>-1</sup> )	CO <sub>2</sub> %
Ordinary storage	1.91%	9.6%	—%	—%	0.93%	—%	—%	31.3%	1.66%
	3.66	9.9	10.1	10.1	0.92	0.90	0.60	31.8	2.20
	4.80	9.9	9.9	10.5	0.93	0.92	0.65	29.8	5.12
Cold storage	1.39	10.0	10.0	—	1.00	1.04	—	25.0	1.58
	3.70	9.8	10.1	10.4	1.11	1.04	0.83	23.5	1.55
	4.27	10.0	10.2	10.8	1.11	1.05	0.89	20.2	1.94

<sup>z</sup> : g·100g<sup>-1</sup>.

1°Cの85~90%, 90~95, 95~100%RH区を設け、4月8日まで貯蔵した。1区100果の3回反復で行い、貯蔵中の果重歩減り率、果汁の屈折計示度及びクエン酸含量、果実内ガス状況として果実内ガス量及び、O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>濃度を調査した。果重歩減りの測定は貯蔵前に全果にラベルして1ヶ月ごとに調査し、果汁成分含量の測定は各区30果を1果ずつ分析した。

#### (2) 結 果

##### 試験1 常温、低温における月あたり果重歩減り量と果実品質との関係

第58図に示すように、貯蔵中の腐敗果発生率は果重歩減り率が小さい果実ほど常温貯蔵及び低温貯蔵とも高かった。貯蔵温度では、月当り果重歩減り率3.7%以上の果実は常温と低温による腐敗率の差はないが、月当り果重減り率1.9%と小さい果実の場合は低温に比べて常温で明らかに腐敗率は高く、特に *Penicillium* 属菌による青かび病、緑かび病の腐敗果が多くあった。

果皮水分含量は果重歩減り率が高いものほど低下する傾向がみられるが、果重歩減り率3~4%の間ではあまり差がなかった。果重歩減り率4%以上の果実では3月に比べて4月の果皮水分含量が高かった(第58図)。

果汁成分の中で屈折計示度は貯蔵温度間に差がなく、果重歩減り率が高い果実ほど高くなる傾向を示し、貯蔵期間が長くなるほどこの傾向が強まった。クエン酸含量は常温に比べて低温で明らかに高く保持され、また果重歩減り率間ににおける差は小さいが、果重歩減り率が高い果実ほどクエン酸含量は高かった。

果実内のガス状況について、果重100g当りのガス量は低温に比べて常温で貯蔵していた果実に明らかに多く、果重歩減り率の異なる果実について常温下ではあま

Table 52. Effect of changes in the temperature and relative humidity during the late period of storage on monthly weight loss of fruits and juice components.

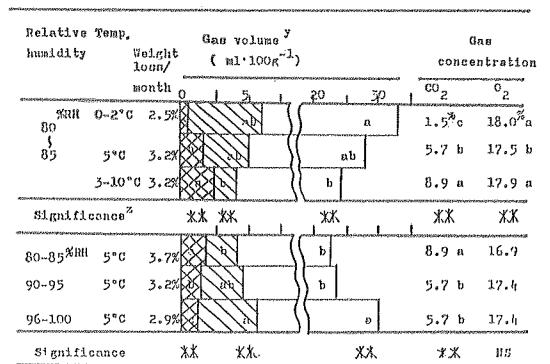
Temperature	Relative humidity	Weight loss		month		Juice components (Mar. 28)	
		Jan. 28	Feb. 28	Mar. 28	Apr. 28	Citric acid <sup>y</sup>	Brix
		Feb. 28	Mar. 28	Mar. 28	Apr. 28		
0~2°C		2.16% c	2.55% c	2.58% c	0.92%	10.7% c	
5°C	85±5% RH	3.66 b	3.27 b	3.48 b	1.03	11.2 b	
3~10°C		3.41 a	4.10 a	5.45 a	0.93	11.7 a	
Significance <sup>z</sup>		**	**	**	NS	*	
	80~85% RH	4.36 a	3.99 a	4.15 a	1.01	11.6	
5°C	90~95% RH	2.60 b	3.08 b	3.33 b	1.11	11.4	
	95~100% RH	2.04 c	2.04 c	1.95 c	0.96	11.5	
Significance		**	**	**	NS	NS	

z : Means not followed by same letter within a column are significantly different at the 1%

(\*\*) and 5% (\*) level according to Duncan's multiple range test.

y : As in z of Table 51.

Table 53. Effect of changes in the temperature and relative humidity during the late period of storage on the monthly weight loss of fruits and gas content and concentration.



z : As in Table 52.

y : [Shaded]—CO<sub>2</sub> volume, [Hatched]—O<sub>2</sub> volume, [White]—Total gas volume.

り差はないが、低温下では果重歩減り率が高いほどガス量は少なかった。果実内ガスのCO<sub>2</sub>%は低温下では果重歩減り率による差は小さく、常温下では果重歩減り率が高い果実ほどCO<sub>2</sub>%は高く、特に果重歩減り率4.8%区で高かった(第51表)。

試験2 貯蔵温湿度条件により月あたり果重歩減り率の違う果実の品質、果実内ガス状態

第52表に示すように、湿度を85±5%RHに設定し、温度を0~2°C、5°C、3~10°Cの3区に分けて、月当

りの果重歩減り率の違いと果汁成分との関係について調査したところ、月当りの果重歩減り率は温度が上がるほど高く、貯蔵後期ほど温度間の差が大きくなつた。3月28日のクエン酸含量では温度間の差がみられず、屈折計示度は1%水準で有意差がみられ、貯蔵温度が上昇するほど高く、処理間に0.5%の差がみられた。また5°Cで湿度を80~85、90~95、95~100%RHの3区に分けた場合には、果重歩減り率は湿度が低下するほど高くなり、関係湿度が5%違うごとに約0.5%の果重歩減り率の差がみられた。屈折計示度、クエン酸含量には差が少なかつた(第52表)。同じ処理について、果実内ガス量とCO<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>濃度について比較したところ、温度間では果重100g当りガス量、CO<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>量及びCO<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>%とも有意差がみられ、果重歩減りの少ない低温区ほど、果実内ガス量、O<sub>2</sub>量は多く、CO<sub>2</sub>量は少なかつた。CO<sub>2</sub>%は温度が高くなるほど高くなつてゐる。湿度間では、O<sub>2</sub>%は湿度間に差はないが、ガス量、CO<sub>2</sub>量、O<sub>2</sub>量及びCO<sub>2</sub>%に有意差がみられ、果重歩減り率が高くなるほど、すなわち貯蔵湿度が低下するほど果実内のガス量、O<sub>2</sub>量は少なくなり、CO<sub>2</sub>量は多くなつた。CO<sub>2</sub>%は90~100%RH下に比べ、85%RH下で高かつた(第53表)。

## 5. 考 察

新建材利用による常温貯蔵庫や屋敷まわりの貯蔵庫、または低温貯蔵庫は密閉度が高いため、換気能率が悪い。このため庫内は高湿度化しやすく、しかも庫内温湿度条件の均一化が難しい。庫内温湿度の均一化のために

は果実自体を動かすか、送風するかであるが、果実を動かす方法については伊庭(28)、鶴田ら(56)によって検討され、湿度の均一化についてはその効果が認められているが、装置のために庫内のデヨドスペースが増加し、入庫率低下や経済性の点から実用化されていない。よって送風による均一化をはかり、装置を開発、改良するために、まずウンショウミカン果実の貯蔵最適湿度を明らかにし、その場合に適応する最適風速について検討した。

ウンショウミカン果実の貯蔵最適湿度については、藤田ら(21)、大垣ら(62)、鶴田ら(56)、伊庭(28)、白井ら(67)によって検討され、果実品質保持、腐敗果及び生理障害果の発生防止、あるいは庫内条件の均一化の点から、85~90%RHが望ましいとされてきている。また鶴田(54)は果実からの蒸散水蒸気の果実霧閉気外への拡散さえできれば92%RH以上の湿度でも貯蔵は可能としている。そこで87~90%RHの好湿度条件を維持した場合の風速条件と貯蔵中の果実品質との関係を調査したところ、貯蔵中の果重歩減りは風速よりも湿度の影響を強く受けることが明らかになり、伊庭(28)、鶴田(54)の成績と一致した。87%RHに比べて90%RH下では果皮水分含量にはあまり差はないが、油胞黒変果の発生が多く、風速が速くなるほどこの傾向は強くなることから、また油胞黒変果は不完全着色果を低温高湿条件におくと発生が助長されることから、今後風速との関係についても検討する必要がある。

87~90%RHの湿度下では、風速による果実品質の差はあまりないが、果実形質の方は風速よりも湿度の影響を強く受け、90%RH下で果実比重は低く、浮皮率は高くなり、出庫後も同様に経過して日持ち性が低下した。これらのことから、87%RH前後の湿度で風速20cm/secの条件が果実の貯蔵性及び出庫後の日持ち性の点から最適湿度、風速条件だと思われる。鶴田(54)は精密な環境調節装置内において、理想的な最適風速は11cm/secであることを明らかにしているが、実用的な構造の貯蔵庫規模での庫内条件の均一化をはかるためには、20~50cm/secの風速が必要になるものと考えられる。

ひきつづいて湿度87%及び95%RH下で風速10cm/sec, 30cm/sec, 50cm/sec、区を設け、好適湿度、風速条件を検討した結果、果実外観品質の点からは87%RH下では30~50cm/secで予措効果を保っている充実果率が高く、“予措もどり”果の発生が少なく、油胞黒変果の発生も少なかった。一方95%RH下ではいかなる風速下でも生理障害果や腐敗果の発生が多くなることが明らかになった。更に87%RH下での風速の影響よりも、95%RH下

での風速の影響のほうが生理障害果の発生に強く作用することから、果実に対する低温、高湿条件の影響が風速によって異なって現れるものと思われる。

ウンショウミカンの最適貯蔵条件は果実の浮皮度や着色程度によって異なる。浮皮ミカンの貯蔵にあたっては湿度は低めに、着色不良の果実は低温による生理障害の発生しない温度で貯蔵するよう指導されている。

果実比重の異なる果実に対する風速の影響を調査した結果、風速が速くなるほど果実比重による果重歩減り率、腐敗果発生、果実比重及び屈折計示度の差が小さくなり、風速20cm/sec以下の低風速でそれらの差が大きくなつた。このことは20~50cm/secの風速条件下では、果皮及び果肉からの水分移動や蒸散が果実比重によって異なり、強風速の100cm/sec下では、果実比重の違いにもかかわらず、果皮からの水分蒸散と果肉から果皮への水分移行が一定であることを示すものと考えられる。庫内湿度の均一化に最適の20~50cm/secの風速条件下では、果実比重、すなわち浮皮度の差が貯蔵後期まで維持されることから、果実の浮皮度に適した湿度と風速とを組み合わせる必要がある。

浮皮度を浮甚、浮中、浮無の3段階に、風速を5, 20, 60, 100cm/secの4段階に設定して、貯蔵中の果実品質変化について比較したところ、浮皮度が高くなるほど風速の違いによる影響に一定の傾向がみられず、浮皮度の低い果実ほど果実比重、果肉率、浮皮率及び果皮色等の果実形質に対する風速の影響が強くなることが明らかになつた。

浮皮度中までは風速が大きいほど果皮水分含量は低下し、果肉率、果実比重は高くなることから、果皮からの水分蒸散への風速の影響が果肉にまで及ぶものと思われる。

浮皮度が甚だしい果実は送風によって果皮からの水分蒸散が多くなるが、果皮と果肉との間の空隙が多いために、その影響が果肉まで達せず、果肉水分は容易に果皮に移行する。この結果、果皮のしおれ程度が少なすぎ、果肉率、果実比重が低下するものと考えられる。浮甚果は風速50~60cm/sec下で果皮水分含量が低下するが、果肉から果皮への水分移動が多くなり、果皮はしおれ程度が不足し、果肉はしおれるよりも、むしろ萎縮することから、浮甚果の最適風速は87%RHよりもやや低めの湿度で再検討する必要がある。

果実の浮皮度、風速及び関係湿度の3条件を組み合わせた場合の貯蔵中の果実品質の変化を比較したところ、果重歩減り率は湿度が低いほど高くなり、低湿下では風

速が大きいほど果重歩減り率は高くなつた。浮皮度間では風速20cm/secまでの低風速下では果重歩減り量に差はないが、高温の95%RHで50~60cm/secの条件下では、浮皮度が甚だしくなるほど果重歩減り率は小さくなることが明らかになつた。また果皮水分含量は風速が大きくなるほど低下することから、87%RH下では風速20~30cm/sec、90%RH下では風速50~60cm/secが最適条件だと思われる。

更にこのような条件下における果実条件としては、浮無~浮中程度の果実が長期貯蔵のためには望ましく、浮甚果は87%RH以下の湿度条件下で検討する必要があるが、一般的にいって、浮甚果は長期貯蔵に適していないとする従来からの考え方を裏付けた。

果実の箱詰め方法と関連させて、関係湿度及び風速と果実品質との関係を調査したところ、果皮色の進みに対しては風速、果実の箱詰め方法及び湿度条件のいずれもが影響を及ぼすものの、風速の影響が最も強く、風速が速くなるほど濃橙色果率は高く、果実の箱詰め方法と湿度間に交互作用が認められることから、車詰めでは87%RH下で風速20~50cm/sec、ばら1段詰めでは90%RH下で風速20~50cm/sec、ばら2段詰めでは87%RR下で風速50cm/secの条件が果皮色の点から最適条件だと言える。黄色果率は湿度との関係が強く、90%RH下に比べて87%RH下で黄色果率は低く、腐敗果発生も少ないことが明らかになつた。

ウンシュウミカン果実の最適貯蔵条件の1つの判定の仕方として月当りの適正な果重歩減り率を明らかにしておく必要がある。貯蔵中に充実果の状態で保持される果実は、予措歩減り率を含めて月当りの果重歩減り率3.3~3.7%の果実であった。貯蔵中に充実果の状態で保持される、すなわち秀品果の割合が高く、“予措もどり”果や“しおれ”果の発生が少なく、腐敗の発生も少なかった。このことから、庫内の位置別の月当り果重歩減り率を調査すれば最適貯蔵条件の判定が可能であると言える。

果重歩減り率が高くなるほど果実内ガス量が少なく、そのガスが低O<sub>2</sub>、高CO<sub>2</sub>濃度になり、逆に月当り3%以下と果重歩減り率が低いと、果皮の吸水に伴うアルベド組織の崩壊と果肉水分含量の低下によって、果実は浮皮度を強くし、同時に“予措もどり”を生じている。この場合、果実内のCO<sub>2</sub>濃度が低下し、果汁成分の糖と酸の分解が早くなつた。

果重歩減り率が同じでも果実形質によって果実の形態変化は異なり、浮皮の少ない果実では果皮と果肉が密着

していることにより、湿度の影響が果皮を通して果肉まで達するために、果重歩減り率が高くなるほど果実内ガス量は少なくなり、果実内のガス状態としてはCA度が強くなる。しかし一方浮皮の甚だしい果実では果皮水分の蒸散に伴い、果肉水分が容易に果皮に移行するため、果皮水分、特に油胞水分含量が高くなつて果皮のガス透過性は抑制される。この結果、果実内ガス量は増加し、高CO<sub>2</sub>濃度のガス状態を示す。このようなガス状態が長く続くと、アルコールの集積によって異味異臭を生ずることを第4章で論じたが、同じ果重歩減りでも、果実の形質、いわゆる果実の大きさ、浮皮度、果皮割合、果皮の厚さ、果皮色の違いによって、果実は生理的、形態的反応が異なるため、果実形質に応じた最適月当り歩減り量を明らかにする必要がある。更に貯蔵温度の違いによっても果重歩減りは異なることから、貯蔵温度、貯蔵期間に応じた月当り最適歩減り量の決定が今後の課題である。

## 6. 摘要

ウンシュウミカン果実の貯蔵中の最適湿度条件とその庫内均一化の方法を明らかにするため、まず、湿度(85~98%RH)、風速(10~50cm/sec)条件が貯蔵中の果実品質に及ぼす影響について検討した。また果実の浮皮度に応じた最適湿度及び風速条件について、あるいは果実の箱詰め方法を変えた場合の最適湿度、風速条件について検討を加えた。最後に庫内貯蔵条件の均一性を見分ける方法として月当りの果重歩減り率を測定することに着目し、最適果重歩減り量について検討した。

1 貯蔵中の果重歩減りには風速よりも湿度の影響が明らかに強くあらわれ、湿度が低いほど果重歩減り率は大きかった。90%RH以上の高温下で油胞黒変果の発生が多く、風速が速いほどこの傾向は強かった。

2 87%RH風速20~50cm/sec下で予措効果を保持している充実果率は高く、“予措もどり”果率は低かった。このため果汁成分中、糖と酸含量は高く保持された。95%RH下では風速が速いほど果実品質は保持されたが、3°C下では油胞黒変果の発生が多かった。

3 以上の結果から、ウンシュウミカン果実の貯蔵最適湿度は87~90%RHで、この条件の均一化のためには20~50cm/secの風速が最適であることを明らかにした。

4 風速が果実比重の異なる果実の貯蔵性に及ぼす影響について検討したところ、風速100cm/sec下では、貯蔵初期の果実比重と貯蔵後期の果実形質及び果汁の成分との間に一定の傾向がみられないのに対し、風速20~50cm/sec下では、果重歩減りは果実比重の低い果実、す

なわち浮皮の甚だしい果実ほど高く、屈折計示度は浮皮の少ない果実で高かった。

5 浮皮度を浮甚、浮中、浮無の3段階に、風速を0~5, 20~30, 50~60cm/secの3段階に分け、貯蔵中の果実品質変化を調査したところ、果重歩減り率は低温下で大きく、87%RH下では風速が大きくなるほど果重歩減り率は多くなる傾向を示した。風速20~30cm/sec下では浮皮度間の果重歩減り率の差は少なく、87%RH下で浮皮度が甚だしくなるほど果重歩減り率は大きくなるが、95%RH下では浮無果で果重歩減り率は大きくなつた。果実形質の比較では、95%RH下においては調査した項目のいずれも処理間に差はなく、87%RH下においては風速20~30cm/sec区で果実比重、果肉率は高く、浮皮率は低かった。果汁成分の比較では、風速、湿度の違いによる差はほとんど無く、浮皮度の少ない果実で屈折計示度、クエン酸含量が高かった。

6 果実の箱詰め方法、湿度及び風速条件の違いと果実品質との関係では、濃橙色果率は風速の影響が強く、20cm/sec以下に比べて50cm/sec下で濃橙色果率が高く、果実の箱詰め方法と湿度間に交互作用がみられた。車1段、及び2段詰めでは87%RHの50cm/sec下で濃橙色果率が高かった。黄色果率は湿度との関係が強く、90%RH下に比べて87%RH下で低かった。腐敗率は87%RH下に比べ90%RH下で高く、特に車詰めでこの傾向が強かった。

以上の結果から3~5°C, 87%RH, 20~50cm/secの

風速で、果実は車1段詰め、またはばら1~2段詰め法が最適貯藏方法であった。

7 貯蔵環境条件の均一性を果重歩減り率から判断するため、月当りの果重歩減り率と果実品質との関係について検討したところ、月当りの果重歩減り率が低くなるほど“予措もどり”果の発生が多く、予措効果保持の充実果の割合が低くなった。また果重歩減り率が高くなるほど“しおれ”果率は高くなつた。月当りの果重歩減り率3.7%で充実果率は高く、“予措もどり”果、“しおれ”果の発生は少なかった。同3.3%の果実で屈折計示度は高く保持され、クエン酸含量は果重歩減り率が高くなるほど高かった。

8 貯蔵中の腐敗果発生率は果重歩減り率が高くなるほど低く、この傾向は常温下に比べて低温下で強かつた。月当り果重歩減り率2%以下の果実で果皮水分含量は高く経過した。

9 果重歩減り率が高くなるほど果実内ガス量は少なく、この傾向は常温下に比べて低温下で強かつた。果実内のCO<sub>2</sub>濃度は果重歩減り率が高くなるほど上昇し、この傾向は常温下で強かつた。

10 貯蔵温度5°C下では、関係湿度が高くなるほど果実歩減り率は低く、果実内ガス量は増加した。CO<sub>2</sub>量は湿度が高くなるほど少なく、O<sub>2</sub>量は多くなる傾向がみられた。CO<sub>2</sub>濃度は湿度が低くなるほど高く、O<sub>2</sub>濃度は湿度間に差がなかった。

## 第2節 腐敗果発生に伴う果実の生理変化と腐敗果発生量の推測

ウンショウミカン果実の貯蔵においては、貯蔵中の果重歩減り量、腐敗果発生量、生理障害果発生量の多少によって貯蔵の経済効果は大きく異なり、3者を合計した全体の貯蔵歩留り率と価格によって貯蔵による損益が決定される。中でも大きく影響するのは果重歩減り率と腐敗果発生率であるが、腐敗果発生率は貯蔵環境が不良な状態下では特に貯蔵果実の貯蔵性の良否によって支配され、腐敗果発生率に寄与する割合が大きい。

貯蔵中の果実腐敗は成熟期から採取、入庫作業にかけての付傷によって発病する青かび病、(*Penicillium italicum* Wehmeyer), 緑かび病 (*Penicillium digitatum* Saccardo) などによる腐敗と、花から幼果の生育期間中にすでに侵入潜伏し、貯蔵中に発生する黒点病(軸腐病) *Diaporthe citri* (Fawcett) Wolf, 黒腐病 (*Alternaria*

*citri* Pierce), 黒斑病 (*Phoma erraticum* (Ellis et Everhart) Hara var. *mikan* Hara), 灰色かび病 (*Botrytis cinerea* Persoon) などによる腐敗とがある。

貯蔵中の腐敗果発生防止策として、採収前の立木殺菌剤の散布、採収から貯蔵にかけてのていねいな取扱、適正な貯蔵温湿度条件、腐敗果点検、摘出などに注意が払われているが、毎年3~8%の腐敗果が発生し、密閉率が高く、高温になりやすい様式の貯蔵庫では更に高い発生率を示す。このため腐敗果発生防止策とともに腐敗果発生推測法の確立が要求されている。そこで腐敗果発生に伴う生理変化と揮発性物質から腐敗果発生割合の推測の可能性について検討した。

試験1 腐敗果の種類、発生割合と呼吸量、蒸散量との関係

尾張系普通温州樹のL級果を供試し、4月11日まで $3 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ,  $85 \pm 3\%$ RHで低温貯藏した。出庫後、直ちに第3章第3節、試験1に述べた方法によって青かび病菌、緑かび病菌を接種し、接種後、 $10 \sim 15^{\circ}\text{C}$ ,  $100\%$ RH下でインキュベートした。まず、4月16日に緑かび病果を0, 10, 20, 40%混入させた果実10果を7ℓデシケーターに1時間放置し、 $5^{\circ}\text{C}$ と $10^{\circ}\text{C}$ における呼吸量、及び青かび病果の病斑直径3, 6, 9, 18 (全面病斑状態) cmの果実10果の $5^{\circ}\text{C}$ 下における呼吸量を測定した。ついで病斑面積が果実表面積の40~50%になった果実を供試し、青かび病果100%区、緑かび病果50%区、健全果100%区を設け、7デシケーターに10果づつ静置して呼吸量、蒸散量を調査した。更に腐敗果割合と呼吸量、揮発性物質発生量との関係を精査するため、上記の青かび病果、緑かび病果をそれぞれ0, 10, 20, 40, 60, 100%とした区を設け、設置後の呼吸量、揮発性物質発生量、更に上記種類の2腐敗果割合を0, 5, 10, 20, 40%とした場合の呼吸量、及び青かび病果、緑かび病果、灰色かび病果の腐敗の進行に伴う呼吸量を調査した。第2章に示したように呼吸量はガスクロマトグラフィーのTCDで、揮発性物質は同じくFIDで分析した。

#### 試験2 腐敗果発生量の推測

Table 54. Effect of fruit decay caused by Common green mold and Blue mold on the respiration rate.

Temp.	Rate of mixture of decayed fruits				Diameter of colony of Blue mold (May. 26)			
	0 %	10 %	20 %	40 %	3 cm	6 cm	9 cm	18 cm
5°C	14.0	20.1	35.6	44.2	14.3	17.4	20.8	24.0
10°C	16.0	35.4	57.9	89.0	—	—	—	—

Table 55. Effect of fruits decay on the respiration rate and transpiration rate of fruits.

Rate of mixture of decayed fruits and healthy fruits	Respiration rate ( $\text{CO}_2 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{hr}^{-1}$ )		Transpiration rate ( $\text{H}_2\text{O g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{day}^{-1}$ )
	Apr. 21	Apr. 23	
Blue mold 100%	186.8 (4.0cm) <sup>z</sup>	159.9 (50%) <sup>y</sup> (969) <sup>x</sup>	20.6 (313)
Common green mold 100%	245.3 (5.6cm)	178.6 (90%) (1082)	22.5 (340)
Blue mold 50% Healthy fruit 50%	89.5 (2.5cm)	74.5 (45%) (452)	12.6 (192)
Common green mold 50% Healthy fruits 50%	144.8 (6.5cm)	99.5 (100%) (603)	13.6 (281)
Healthy fruits 100%	27.3 (0 cm)	16.5 (0%) (100)	6.6 (100)

<sup>z</sup> : Diameter of colonies.

<sup>x</sup> : As compared with healthy fruits.

<sup>y</sup> : Colony area per fruits.

柏木系普通温州樹のM級果を供試し、1月下旬から2月上旬にかけて果実に第3章第3節、試験1に述べたような方法によって青かび病菌、緑かび病菌、灰色かび病菌の胞子を付傷接種した。3種類の腐敗病果の混入割合は、0, 5, 10, 20, 40%とした。7ℓデシケーターに10果を入れ、静置後、呼吸量とアルコール様物質含量はガスクロマトグラフィーで、可燃性ガスは第2章に示したように可燃性ガス検知機で測定した。また試験1の果実の中で貯蔵中に腐敗した4種類の腐敗果と健全果を4月11日にそれぞれ10果、7ℓデシケーターに入れ、可燃性ガスを同様に測定した。なお実験に用いた青かび病菌、緑かび病菌、灰色かび病菌は第3章第3節の青かび病菌と同じように牛山氏によって分離、保持された菌である。

#### 2. 結 果

試験1 腐敗果の種類、発生割合と呼吸量、蒸散量との関係

緑かび病果の混入割合及び青かび病果の病斑面積割合と呼吸量との関係については第54表に示すように、腐敗果混入割合が高くなるほど呼吸量は多くなり、腐敗果率40%区は0%区に比べ $5^{\circ}\text{C}$ 下で約3倍、 $10^{\circ}\text{C}$ 下で約5.5倍の値を示し、温度が高くなるほど混入率による呼吸量の差は大きくなかった。病斑面積が拡大するほど呼吸量は

多くなるが、直径3.0cm病斑果に対し、全面病斑果（病斑直径18cm）で約1.7倍と、病斑面積が拡大したほどは増加しなかった（第54表）。

青かび病果、緑かび病果の混入割合と呼吸量、蒸散量との関係については、呼吸量は青かび病果に比べて緑かび病果で多く、全腐敗果区は全健果区に比べ約10倍、50%腐敗果混入区は5~6倍の値を示した。病斑面積が拡大した2日後にも同様の値を示し、この時の果実から蒸散量は健全果に比べて2~3倍の値を示した（第55表）。

腐敗果割合と呼吸量との関係をみたのが第59図で、青かび病、緑かび病とも腐敗果割合が高くなるほど呼吸量は多くなるが、病斑面積が50%以上になった4月19日以降は呼吸量の増加が減り、むしろ低下する傾向がみられた。

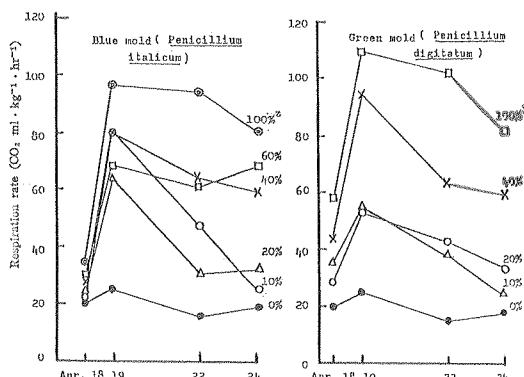


Fig. 59. Relationship between the rate of fruits decay caused Blue mold and Common green mold and respiration rate of fruits.  
z : Rate of decay of fruits infected with Blue mold per fruits.  
y : Rate of decay of fruits infected with Green mold per fruits.

Table 56. Relationship between lesion area of fruits surface and ethanol contents in the internal atmosphere of fruits on Apr. 23.

Percentage of lesion area caused by Blue mold	Percentage of lesion area caused by Blue mold		Ethanol tr mm <sup>z</sup>	Ethanol tr mm <sup>z</sup>
	0 %	100 %		
0 %	tr mm <sup>z</sup>	0 %	tr mm <sup>z</sup>	tr mm <sup>z</sup>
10 %	2	10 %	74	
30 %	22	30 %	447	
40 %	214	40 %	632	
60 %	184	60 %	330	

z : Peak hight of chromatogram ( $10 \times 4$ )。

腐敗果内の空隙部に含まれるエタノール含量を調査したのが、第56表で、青かび病果に比べて緑かび病果で明らかに高く、病斑面積割合が高くなるほど果実空隙内のエタノール含量は高くなるが、青かび病果では40%，緑かび病果では80%でピークを示し、これ以上の病斑面積率では低下する傾向を示した。

腐敗果割合と呼吸量との関係については第60図に示すように、青かび病果に比べて緑かび病果で呼吸量は明らかに高く、また腐敗果割合が高くなるほど呼吸量も高くなるが、その高まりはS型の曲線を示し、直線的な增加はみられなかった。

腐敗の進行に伴う呼吸量の変化については第61図に示すように、腐敗果の呼吸量は接種後の胞子形成初期、すなわち接種後4日目まではあまり増加せず、その後4~

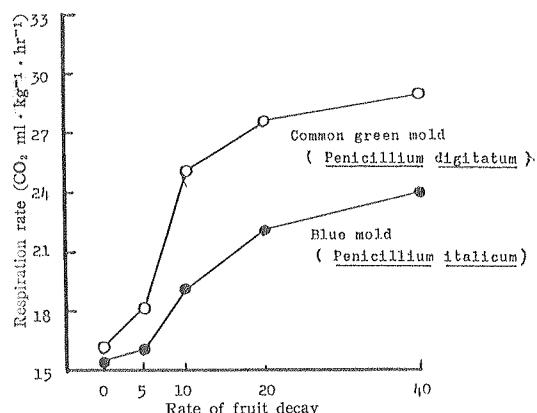


Fig. 60. Respiration rate of fruits inoculated with Common green mold and Blue mold.

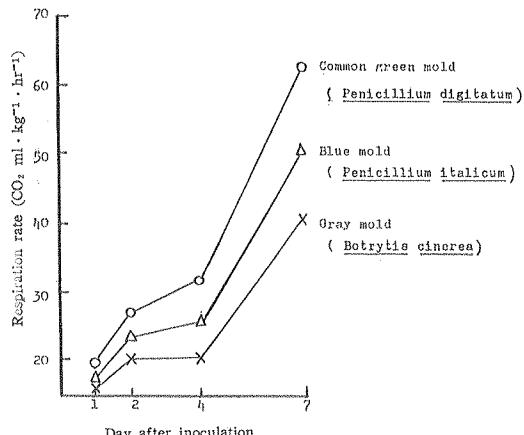


Fig. 61. Changes in respiration rate of fruits inoculated with Common green mold, Blue mold and Gray mold.

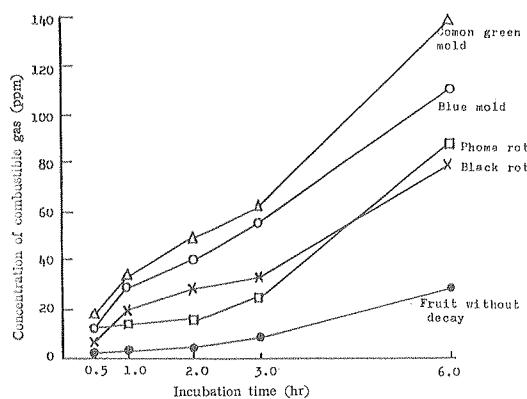


Fig. 62. Comparison of the amount of combustible gas produced in decayed fruits inoculated with 4 species of fungi.

7目につけて病斑部に胞子形成面積が病斑の80%ぐらいになるまで続いた。腐敗病の種類との関係では、緑かび病果、青かび病果、灰色かび病果の順に呼吸量は多かった。緑かび病果は観察では果皮の軟化による病斑拡大が早く、胞子形成は遅れるが、呼吸量の上昇が早かった。青かび病果は果皮の軟化後の胞子形成が早く、灰色かび病果も青かび病果と同じ程度の病斑の拡大がみられるが、呼吸量の増加は1~2日遅れる傾向を示した。

### 試験2 腐敗果発生量の推測

腐敗の種類別の可燃性ガス発生量について調査したのが第62図で、呼吸量及びアルコール発生量の成績（第56表、第59図）と同様に、健全果に比べて腐敗果で可燃性ガス発生量は明らかに多く、インキュベート時間が長くなるほど増加した。可燃性ガス発生量は黒腐病果、黒斑

病果に比べて緑かび病果や青かび病果が多く、特に緑かび病果でこの傾向は強かった。

腐敗果混入割合と可燃性ガス発生量との関係では、可燃性ガスの成分としてはO<sub>2</sub>やアルコール様物質、エチレン等が主成分であるため、緑かび病果、青かび病果、灰色かび病果とも腐敗果混入割合が高くなるほど可燃性ガス発生量は多く、特に緑かび病果でこの傾向は強かった。40%の腐敗果混入率で、緑かび病果は腐敗果のない健全果に比べて約5.5倍、青かび病果は約4倍、灰色かび病果で約3倍の値を示した（第57表）。

### 3. 考 察

果実が腐敗すると呼吸量や蒸散量が多くなり、果実をとりまく雰囲気の環境は著しく不良となることが明らかにされている（2, 5, 6, 13, 28, 65）。

腐敗果割合が高くなるほど呼吸量、アルコール発生量は多く、*Penicillium* 属菌の青かび病や緑かび病による腐敗果においてこの傾向は強いが、腐敗の発育ステージによてもこの傾向は異なり、胞子増殖期で、病斑面積割合が60~80%の時期に最高値を示すことから、腐敗果発生量の推測を腐敗果の代謝物質によって推測する場合は腐敗の種類とその発育程度を考慮する必要がある。

*Penicillium* 属菌による腐敗の中では緑かび病菌は果面の胞子は形成されていない果面が柔らかく水浸状になる時期で、しかも軟化面積割合が50%ぐらいになる時期から呼吸量は著しく高くなる。これに対し、青かび病果は胞子形成の面積が軟化部分の面積の50%ぐらいになる時期から呼吸量は著しく高くなる。また灰色かび病果は前述の病害果に比べ、約2日ぐらい遅れて呼吸量は高くなり、このことから腐敗果発生割合を実際面で正確に推

Table 57. Production of combustible gas, alcohol-like substance and respiration rate of fruits inoculated with 3 species of fungi and then mixed with healthy fruits (0~40%).

Rate of Fruits decay	Production of combustible gas after 1 day			Alcohol-like substance (Peak area)		Respiration rate CO <sub>2</sub> ml·kg <sup>-1</sup> · hr <sup>-1</sup>	
	A <sup>z</sup>	B <sup>y</sup>	C <sup>x</sup>	A	B	A	B
0 %	77.5 ppm	50.0 ppm	65.0 ppm	— mm <sup>2</sup>	— mm <sup>2</sup>	19.2 ml	19.0 ml
5 %	210.0	115.0	115.0	102	144	25.4	38.5
10 %	280.0	140.0	150.0	117	269	32.6	42.4
20 %	342.5	160.0	165.0	148	360	59.8	64.1
40 %	427.5	190.0	190.0	351	517	76.6	81.8

z : Common green mold (*Penicillium digitatum*)

y : Blue mold (*Penicillium italicum*)

x : Gray mold (*Botrytis cinerea*)

測するには、腐敗の種類と腐敗果の進行状況とがあらかじめわかっている必要がある。

Caroら(5)は呼吸量の増加割合から腐敗果割合を推測する式として、回帰直線、函数曲線、二次回帰曲線を作成し、腐敗果に伴う呼吸量の継続調査から腐敗量を予測することができるとき、腐敗の種類や発病程度が考慮されていないため、ウンショウミカン果実での応用は困難だと思われるが、密閉率の高い貯蔵庫では検討していく必要がある。

腐敗果割合が高くなるほど可燃性ガス発生量は多く、この傾向は緑かび病果、青かび病果で強く、呼吸量やアルコール発生量と同様の傾向を示すことが明らかになったが、可燃性ガス発生量から腐敗果発生量を推測することは、腐敗の種類や発育程度の違いによって可燃性ガス発生量が異なることから困難だと思われた。通常の貯蔵では、腐敗率4~8%が貯蔵経済性的限界であることや、常温貯蔵では外気導入によって可燃性ガス濃度がたえず変化していることから、密閉率の高い貯蔵庫での検討が必要である。ここに腐敗果発生に伴う代謝生成物の継続調査による腐敗果発生量予測の可能性を提示したが、今後実用規模の貯蔵庫での実用的な検討が必要である。

### 第3節 出庫後の処理が果実の呼吸生理及び品質に及ぼす影響

長期貯蔵ミカンは出庫後の品質変化が著しく、腐敗果の発生も多い。従来から、常温貯蔵でも晴天乾燥の日の朝夕の涼しい時に出庫を行い、果実表面を結露させないようにして出庫している。低温貯蔵ミカンの出庫では外気温と果実温との差が大きいために果面温度が露点以下となって結露しやすく、果面過湿と果皮吸水による耐病性の低下となる品質急変のため、出庫後5~7日間が日持ち性の点から限界であるとされていた。長期貯蔵法の確立にあたっては、出庫後の日持ち性の向上も不可欠となるため、出庫に伴う果実の呼吸やガス濃度、果実形質などの変化について基礎的に検討し、出庫時における温度“ずらし”的やり方と日持ち性との関係についても検討した。

#### 1. 材料及び方法

試験1 出庫後の果実呼吸生理及び品質変化について  
40年生辻村系普通温州樹のL級果を11月27日に採取し、 $10 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 、 $80 \sim 85\%$  RHで果重歩減り率4.6%となる予措を行った。その後、 $7 \pm 4^{\circ}\text{C}$ 、 $80 \sim 90\%$ の常温貯蔵、 $3 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 、 $90\%$  RHの低温貯蔵を行った。常温貯蔵は

#### 4. 摘要

腐敗果発生に伴う果実の呼吸量や生化学的変化を明らかにし、その代謝生物揮散量の変化から腐敗果発生量を推測しようとした。

1 腐敗果混入割合が高くなるほど呼吸量、蒸散量が多くなり、アルコール様物質の発生が多くなった。

2 腐敗果割合が同じでも、病菌の生育相の違いによって呼吸量やアルコール様物質の発生量は異なり、緑かび病果では軟化が早いため、軟化期の中期から呼吸量やアルコール様物質の発生量が多くなるのに対し、青かび病果や灰色かび病果では、軟化がおそいが、胞子形成は早いために胞子形成面積が軟化面積の60%ぐらいから呼吸量やアルコール発生量の増加がみられた。更に呼吸量やアルコール発生量は病斑面積割合によって異なり、病斑面積割合が高くなるほど多くの傾向を示すが、病斑面積割合が50%を越すといふぶん低下する傾向がみられ、この傾向は *Penicillium* 属菌の中の青かび病果や緑かび病果で強かった。

3 腐敗果割合が高くなるほど、また病斑面積割合が高くなるほど可燃性ガス発生量は多くなったが、この傾向は腐敗の種類によって異なり、*Penicillium* 属菌の中の青かび病果や緑かび病果でこの傾向は強かった。

4月12日に $15^{\circ}\text{C}$ の室温下に、低温貯蔵は4月10日に $22^{\circ}\text{C}$ 室温下に出庫し、出庫時の果実形質の違いにより、充実した濃橙色果、黄色果、浮基果の3種類に分け、1区100果を供試した。出庫後の果実品質、果実のガス代謝及び呼吸量について調査した。また出庫後の果実温は熱電対を果実中心部に挿入して測定し、果実内の $\text{O}_2$ 、 $\text{CO}_2$ 分析は所定の果実温のときに果実5果を供試して行った。

#### 試験2 出庫“ずらし”法と果実生理の変化

40年生柏木系普通温州樹のL級果を11月27日に採取し、 $10 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 、 $80 \pm 5\%$  RHで果重歩減り率4.6%となる予措を施した後、 $3 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 、 $85 \sim 90\%$  RH、風速 $20 \sim 30\text{cm/sec}$ 下で日当り $12^{\circ}\text{C}$ の昇温を行う“ずらし”区、貯蔵庫より直接 $20^{\circ}\text{C}$ の室内に放置した無処理区とを設け、果実のガス代謝を調査した。

更に“ずらし”温度と果実のガス代謝との関係について検討するため、“ずらし”温度として昇温 $5^{\circ}\text{C}/\text{日}$ 、 $10^{\circ}\text{C}/\text{日}$ 、出庫後 $25^{\circ}\text{C}$ の室内放置、 $5^{\circ}\text{C}$ の低温のままの4区を設け、出庫後の果実温の上昇に伴う果実の呼吸量、果実内ガス量、ガス濃度変化について調査した。

## 2. 結 果

試験1 出庫後の果実呼吸生理及び品質変化について  
まず第63図に出庫時の果実形質によって濃橙色充実果、黄色果、浮基果に分けた果実の出庫後の果実内ガス濃度、呼吸量の変化を示した。常温貯蔵果を15°Cの室内へ出庫した果実内のCO<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>濃度は出庫2日目、7日目における変化がなく、果実形質間では、黄色果及び浮基果に比べて濃橙色充実果でCO<sub>2</sub>濃度は高かった。O<sub>2</sub>濃度は浮基果で最も高く、ついで黄色果、濃橙色充実果の順であった。

3°Cの低温貯蔵果を4月10日に出庫した果実は、黄色及び浮基果に比べ、濃橙色充実果でCO<sub>2</sub>濃度が高く、また出庫後の日数の経過によって高くなかった。O<sub>2</sub>濃度は果実形質の間に差が少なかった。常温貯蔵果の呼吸量は出庫2日後に比べ、7日後で低く、果実形質間では濃橙色充実果に比べ、黄色果、浮基果で高かった(第63図)。

果実比重は出庫後の時間の経過につれて低下し、濃橙色充実果、黄色果に比べ、浮基果で低かったが、出庫7日後には差が小さくなっていた。浮皮率は黄色果で出庫後の変化が小さく、かつ低いのに対し、濃橙色充実及び浮基果で高く、出庫後急激に高くなかった。果汁成分中、

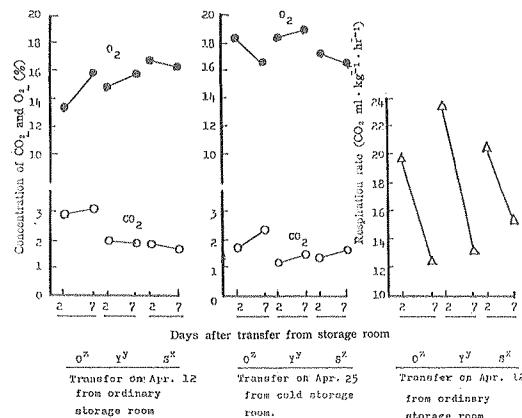


Fig. 63. Changes of gas concentration and respiration rate of fruits after transfer from ordinary and low temperature storage room to a room at 15°C and 22°C at the final period of storage.

- z : Rind with orange color and absence of puffing at the time of transfer.
- y : Rind with yellowish color at the time of transfer.
- x : Severe rind puffing at the time of transfer.

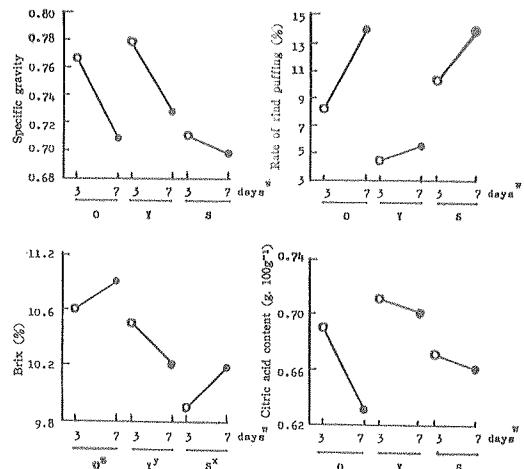


Fig. 64. Changes in the characteristics of fruits transferred to 20°C room from low temperature storage room (3±1°C).

z, y, x and w : As in Fig. 63.

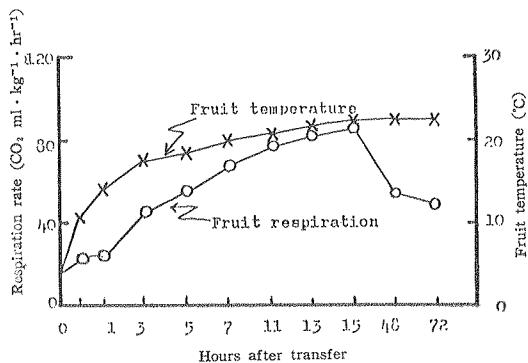


Fig. 65. Changes in fruits temperature and respiration rate after transfer to 22°C room from low temperature storage (3±1°C) at the final period of storage.

届折計示度、クエン酸含量とも出庫後の変化が小さく、届折計示度は濃橙色充実果で最も高く、ついで黄色果、浮基果の順であった。クエン酸含量は黄色果で高く、浮基果で低かった(第64図)。

外気温22°Cへ出庫後の果実温度は5°Cから次第に高くなり、ほぼ3時間後には18°C、7時間後には20°Cと室温に近い温度まで高くなった。果実の呼吸量は果実温の上昇に伴って高くなり、果実温が一定になる11時間後にはほぼ一定値を示し、出庫2~3日後に低下した(第65図)。

同じ調査において、出庫後の果実温度が5°C上界毎の

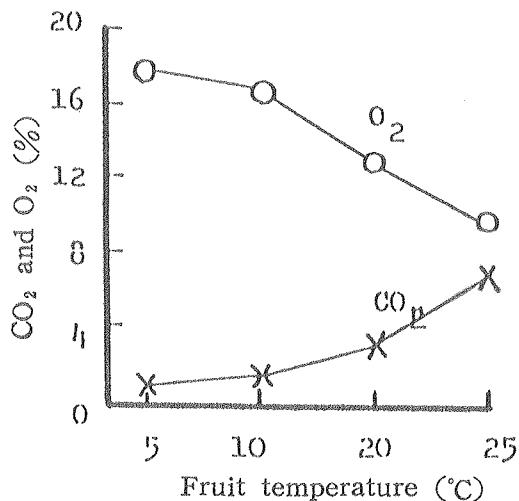


Fig. 66. Gas concentration in fruits with a temperature of 5, 10, 20, 25 °C after transfer to 22 °C room from low temperature storage room (3±1°C).

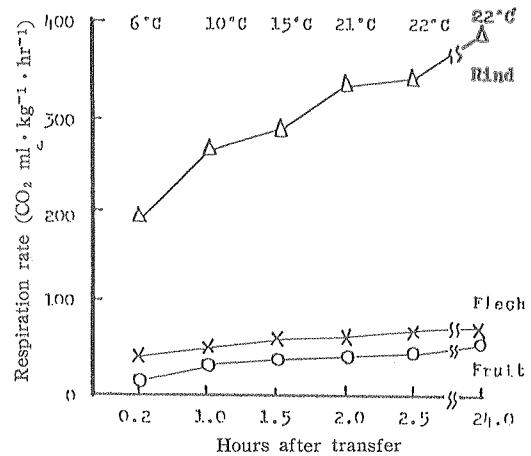


Fig. 68. Effect of increase of fruits temperature (6°C to 22°C) after transfer from low temperature storage room (3°C) on the respiration rate of fruits.

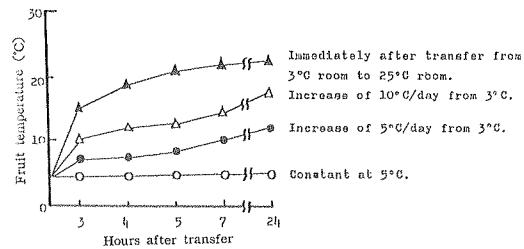


Fig. 67. Changes in fruits temperature after transfer from low temperature storage room (3±1°C) to a room at higher temperature.

果実内ガス濃度の変化について調査した。果実温度が高くなるほどCO<sub>2</sub>%は1%から7%まで高くなり、O<sub>2</sub>は18%から10%まで低下した(第66図)。

#### 試験2 出庫“ずらし”法と果実生理の変化

温度“ずらし”方法と果実温との関係を調査したのが第67図で、出庫1日後にはほぼ一定の果実温を示し、5°C/日昇温区は12°C、10°C/日昇温区は17.5°C、室温出庫区は23°Cで、出庫“ずらし”温度が高くなるほど果実温度の上昇は早く、果面上に結露し、室温25°Cへの直接出庫区、10°C/日昇温区でこの傾向が強かった。

出庫後の果実温の上昇に伴う呼吸量の変化を測定したところ、6°Cに比べ、22°C下では3.7倍の呼吸量を示した。果実の器官別呼吸量を比較したところ、果肉に比べ果皮の呼吸量が明らかに高く、しかも温度上昇に伴って

Table 58. Effect of increase in fruits temperature on the gas content and concentration of fruits at 2 and 4 days after transfer from a low temperature storage room.

Increase of fruits temperature	Gas concentration				Gas content (ml·100g <sup>-1</sup> )					
	O <sub>2</sub>		CO <sub>2</sub>		Whole gas		O <sub>2</sub>		CO <sub>2</sub>	
	2 <sup>z</sup>	4	2	4	2	4	2	4	2	4
5°C/day	14.5%	14.6%	6.2%	7.8%	33.6%	45.2%	4.9%	6.6%	2.1%	3.5%
10°C/day	11.9	14.3	6.9	8.1	33.7	40.6	4.0	7.8	2.3	3.3
15°C/day	6.7	12.9	8.7	8.7	44.4	40.6	3.0	5.2	3.9	3.5
Constant at 5°C	16.8	16.1	3.9	5.0	42.2	44.9	7.1	7.2	1.7	2.3

<sup>z</sup>: Days after transfer from a low temperature storage room (3±1°C).

急激に高くなり、すなわち果皮においては  $6^{\circ}\text{C}$  で  $190 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{hr}^{-1}$  の  $\text{CO}_2$  放出量であるのに比べ、 $22^{\circ}\text{C}$  では  $95 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{hr}^{-1}$  を示し、果肉では  $6^{\circ}\text{C}$  の  $40 \text{ ml}$  に比べ、 $22^{\circ}\text{C}$  では  $70 \text{ ml}$  を示し、呼吸上昇度は果肉に比べ果皮で高かった（第68図）。

出庫後の温度“ずらし”法と、その結果としての果実温の違いと果実内ガス量、ガス濃度との関係について調査したのが第58表で、出庫2日後における比較では、 $\text{O}_2\%$  は昇温  $5^{\circ}\text{C}/\text{日区}$  の  $14.5\%$  に比べ、同  $15^{\circ}\text{C}/\text{日区}$  では  $6.7\%$  を示した。出庫4日後においては“ずらし”温度間の差は小さくなつた。 $\text{CO}_2\%$  は低温区に比べ温度“ずらし”区で明らかに高く、特に“ずらし”温度を早く、大きく上げるほど  $\text{CO}_2$  濃度は高くなる傾向がみられる。出庫4日後でもほぼ同様の傾向はみられるものの、“ずらし”温度間の  $\text{CO}_2\%$  の差は小さくなつた。果実内ガス量は  $5^{\circ}\text{C}$  維持区に比べ、昇温  $15^{\circ}\text{C}/\text{日区}$  で高く、同  $5 \sim 10^{\circ}\text{C}/\text{日区}$  で少なかつた。出庫4日後には処理間に差のない状態となつてゐた。 $\text{O}_2$  量は  $5^{\circ}\text{C}$  維持区に比べて温度“ずらし”区で少なく、出庫2日後においては“ずらし”温度が高くなるほど多くなり、出庫4日後には処理間には差がない状態になつてゐた（第58表）。

昇温  $12^{\circ}\text{C}/\text{日}$  の出庫温度“ずらし”を行つた区と、室温  $20^{\circ}\text{C}$  下に出庫した区との出庫後の果実品質の変化を比較したのが第69図で、出庫温度“ずらし”区に比べ、室温下への出庫区は果肉率、果実比重の低下が早く、浮皮率の高まりが早かつた。腐敗率は出庫2週間後で  $25 \sim$

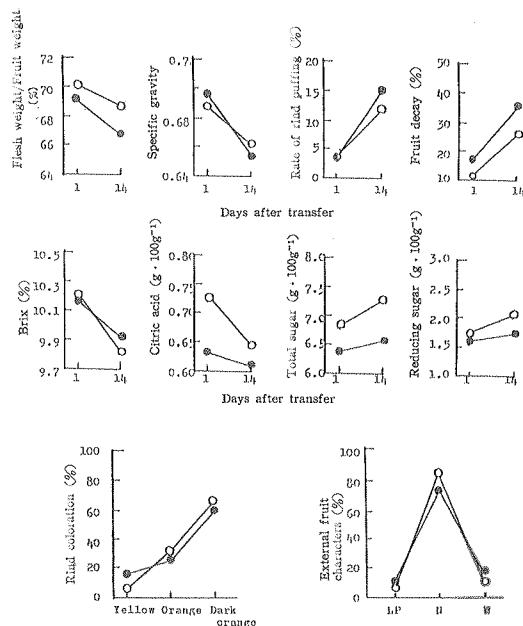


Fig. 69. Changes of the characteristics and decay of fruits after transfer from a low temperature storage room ( $3 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ) to a higher temperature room (○—○:  $12^{\circ}\text{C}/\text{day}$  warming, ●—●: Immediately after transfer to  $20^{\circ}\text{C}$  room, LP: Fruits in which the effects of prestorage conditioning are disappearing, N: No rind puffing, W: Withered rind).

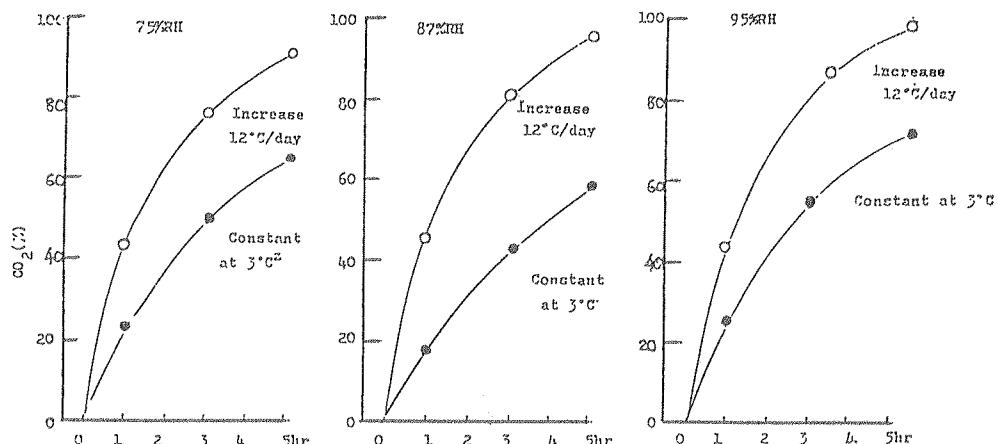


Fig. 70. Effect of increase of fruits temperature on gas Permeability of fruits rind after transfer from a low temperature storage room at different relative humidity.  
z: Immediately after transfer from a low temperature storage room ( $3 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ) to room temperature ( $20^{\circ}\text{C}$ ).

35%を示し、温度“ずらし”区に比べて室温下へ直接出庫した区で明らかに高かった。果汁成分中、屈折計示度には差がなく、クエン酸含量は温度“ずらし”区に比べて室温下への出庫区で低く、全糖、還元糖含量は温度“ずらし”区で高かった。

出庫14日後の果実外観品質は、出庫温度“ずらし”区は室温下への出庫区に比べて濃橙色果率が高く、“しおれ”果、“予措もどり”果の発生が少なかった(第69図)。

異なる出庫“ずらし”温度下における関係湿度と果皮のCO<sub>2</sub>透過性との関係を調査したのが第70図で、果皮のCO<sub>2</sub>透過性は関係温度により差が少なかったが、20°Cの室温下へ直ちに出庫した果皮に比べ、温度“ずらし”区の果皮はCO<sub>2</sub>透過性が明らかに良く、温度“ずらし”区は透過性調査後4時間で80%のCO<sub>2</sub>濃度を示すのに対し、直接出庫区は40~50%を示した。

### 3. 考 察

低温貯蔵庫内から果実をより高温の外部へ出庫することに伴い果実温は高くなっていく。果実温の上昇は貯蔵温度と外気温度との差が大きいほど急激で、果実温と外気温との温度差が約5°Cに近づくにつれてほとんど横ばい状態で経過する。出庫後は果実表面温度が低く外気の温度に対して露点以下であるため果皮表面に結露し、昇温10°C/日以上の昇温勾配の時この傾向が強くなることから、5°C以下の低果実温の果実を外気温が20°C以上の条件下に出庫するとして、1日当り5~7°Cの昇温が限界と思われる。このようなことから、3~5°Cの低温貯蔵果では2日間の“ずらし”期間が必要である。

果実温の上昇に伴い呼吸量が高くなり、果肉に比べて果皮の呼吸量の上昇が大きいことから、果皮の呼吸量を急激に増加させない範囲での“ずらし”温度が適当と考える。特に果面結露によって果皮のガス透過性が抑制されるために果実内ガス状態は高CO<sub>2</sub>%、低O<sub>2</sub>%となって嫌気的条件が強くなり、アルコール発生に伴う異臭の原因となることから、低温長期貯蔵果の出庫に当たっては、結露を生じさせないような温度と湿度、及び庫内条件の均一下のための送風が必要だと考えられる。

果実内ガス状態は出庫後の昇温スピードが大きくなるほどCO<sub>2</sub>濃度は高く、O<sub>2</sub>濃度は低下する傾向がみられ、これは果実の呼吸量増加に対して、果皮のガス透過性が良くならないため、外気からのO<sub>2</sub>補給、外気へのCO<sub>2</sub>放出が十分でないことに原因するものと思われる。出庫後

約4日を経過すると、出庫時の“ずらし”温度の高低による果実内のガス濃度には差はないが、出庫2~3日までの急激なガス状態の嫌気化が異臭の原因になるものと考えられる。

果皮のガス透過性は高室温下へ一度に出庫した果実の果皮で著しく抑制されることが明らかになり、これは果面結露とその吸水による果皮水分の高まりに原因するものと思われる。

出庫後の果実品質変化については、出庫時の温度“ずらし”を行うことにより、果実比重、果肉率は高く、浮皮率は低く維持し、クエン酸含量の保持が良く、濃橙色果、充実果率も高いが、出庫2週間後には20%以上の腐敗果発生がみられることから、出庫後5~7日間が日持ち性の限界と思われる。

### 4. 摘 要

長期貯蔵ミカンの出庫時から出庫後における環境条件の変化に伴う果実の呼吸生理と品質の変化について検討し、適正な出庫法と出庫後の果実管理法を明らかにしようとした。

1 出庫後の果実の呼吸量は果実温の上昇に伴って高くなるが、果肉に比べて果皮の呼吸上昇が著しく、また果実温が上昇するほど果実内は高CO<sub>2</sub>、低O<sub>2</sub>のガス濃度を示し、この傾向は黄色果や浮皮果に比べて濃橙色果で強かった。1日当りの“ずらし”温度が高くなるほど果実内ガスのCA度は強くなった。

2 低温貯蔵庫から直接高い室温下に出庫した果実に比べ、出庫温度“ずらし”を行った果実は果実比重、果肉率が高く、浮皮率が低かった。直接出庫果の腐敗率は2週間後に30~40%を示したが、出庫“ずらし”を施した区では低かった。果実外観品質は出庫“ずらし”区で濃色果率、充実果率が高く、クエン酸の保持が良かつた。

3 果皮のCO<sub>2</sub>透過性は関係湿度とはあまり関係がなく、出庫温度“ずらし”区の果皮に比べ、高室温下への直接出庫の果皮で抑制された。

4 以上の結果から、低温長期貯蔵ミカンの出庫法としては、1日当り5~7°Cの温度“ずらし”を行い、循環送風によって庫内貯蔵条件を均一化し、濃橙色で充実した果実を選果して出庫すれば、5~7日間の日持ち性が可能であるが、これ以降になると腐敗果発生、“予措もどり”果の発生が著しくなり実用性はなかった。

## 総 考 察

ウンシュウミカン果実の貯蔵は、(1)収穫時にすでに食味良好であるが、供給消費期間を延長させる目的で貯蔵する場合と、(2)食味良好になるまで貯蔵する場合とに分けられる。いずれも貯蔵に当たっては貯藏性に富む果実を選び、貯蔵予措によって果実の生理活性を抑え、適正な温湿度の維持と庫内温湿度の均一化によって、果実の鮮度と品質を良好に保持することが必要である。

### 1. 収穫時の果実の形質と貯藏性

収穫時の果実形質の中で果実の浮皮度と着色の進み方が貯藏性を左右し、着色割合で80%以上、浮皮度の軽い時期が収穫適期とされている(27, 28, 30, 32, 33, 34, 42)。樹上における果実の発育成熟過程において、着色の進行と浮皮現象の発生及び進行は環境条件や樹体栄養の反応として現れる現象としては相反する生育反応である。そのため着色程度及び浮皮度と貯藏性の関連性について検討したところ、常温貯蔵果の貯藏性は着色度よりも浮皮度との関係が強かった。すなわち浮皮度が軽く、アルベド組織の崩壊していない果実で、予措処理の効果が高く、貯蔵中の“予措もどり”果、腐敗果の発生が少なかった。また果実の着果部位及び浮皮度と貯藏性との関係では、浮皮度よりも着果部位による貯藏性の差が大きかった。このようなことから、常温貯蔵では、樹の陽光部に着果し浮皮度が軽く着色良好な果実が、貯藏性に最も富むことが明らかになった。低温貯蔵においては、着色不良果には貯蔵中に油胞黒変果の発生が多く、また浮皮果では予措効果の消失による“予措もどり”果の発生が多いことから、樹の陽光部着果の完全着色果で、浮皮度の軽い果実が低温貯蔵にはすぐれた貯蔵効果を生じていた。

### 2. 果実のガス代謝

浮皮度の強い果実ほど予措効果が現れにくく、貯蔵中の“予措もどり”果や腐敗果の発生が多く、果汁成分の分解も早くなることが明らかになったので、果実の浮皮度、果実内空隙のガス状態がどのような時に貯藏性が上下するかについて検討した。

果実内空隙部のガス濃度は、樹の陽光部に着果した果皮が厚く、しかも浮皮度が軽い果実で高CO<sub>2</sub>、低O<sub>2</sub>のガス濃度を示し、このような果実で屈折計示度が高く、クエン酸含量も高く保持されていた。このことから、貯藏性に富む陽光部着果の着色良好な、しかも浮皮度の軽い

果実ほど果実内の空隙量は少なく、空隙内は強いCA状態のガス状態を示し、この結果、果実の呼吸活性は低下し、果汁成分の分解が抑制されるものと思われた。また果実内のガス濃度は果実温度の違いを別にすれば、アルベド組織が充実し、果皮水分含量の低い果実で果実内のCA度は強くなることから、貯蔵に先だって行われる乾燥処理の予措は果実内ガス量を減らし、果実内のCA度を強化するための処理になると考えられた。

果実内のガス果皮、果皮と果肉の間及び果心部と果肉の3つの部分に分けられるので、果実の器官別のガス量、ガス濃度変化について検討したところ、果実全体に含まれるガス量は貯蔵中に15mlから35mlに増加した。この中でO<sub>2</sub>量は2.5mlから6.0mlに、CO<sub>2</sub>量は0.8mlから3.0mlに増加し、特に3～4月に増加が著しかった。品種・系統間では、うす皮の早生温州で少なく、中生系の中で浮皮になりやすい系統で明らかに多く、晩生系では貯蔵中に次第に増加した。果実のガス量の変化から果実の貯藏性を判断するならば、果実内のガス量が少なく、貯蔵中に次第に増加する果実が貯藏性に富むと言うことができる。組織別には果皮で100g当り30～50ml、果肉で3～7mlを示し、果皮で明らかに多く、果皮のガス量を少なくし、更にガス中のCA度を強くして果皮の生理活性を抑制することが貯蔵管理のポイントになるものと考えられた。

果実内ガス濃度は果実の呼吸量と果皮からのガス拡散によって決まることが明らかにされている(7, 14, 15, 37)。果実の形質と果皮のガス透過性との関係について検討したところ、果皮水分含量が低くなるほど果皮のガス透過性は抑制され、更に厚皮果皮、樹の陽光部で貯藏性に富む果実の果皮及びアルベド組織の崩壊していない果皮でガス透過性は低かった。このことが、果実内ガス状態としてはCA度を強くし、果汁成分の分解抑制に寄与しているものと思われた。

果実の貯藏性は果実の形質、特に果実内ガス量及びガス濃度に影響する浮皮度との関係が強いことを明らかにしたが、重要な形質である果実の浮皮度の測定に当たって、本研究の浮皮率は果実の赤道部の果肉面積に対する果皮と果肉間の空隙面積率を示し、果実全体の浮皮度を表すものではない。果実比重測定法は水中重を測定するため精度が落ち、また果実の大きさが違うと比較できな

いことなど正確に浮皮度を測定する方法が見あたらなかった。そこで果実内ガス量を水中で捕集し、果実 100 g 当りで算出する方法によって検討したところ、従来測定されている浮皮率及び果実比重と果実内ガス量との間に 1 次回帰式が得られ、果実内のガス量を知ることが浮皮度を表す方法として用い得る方法であることが明らかになった。このガス量測定法は果実内ガスのほとんどを測定することができ、果重換算で比較するため果実の大きさを考慮する必要がなく、またガス代謝の調査にも応用が可能である。

### 3. 腐敗果の生態、特に *Penicillium* 属菌の発病とカリウム含量との関係

貯蔵歩留まりを左右する大きな要因として、果重歩減り率と腐敗果の発生率をあげることができる。特に年々の気象条件や栽培方法の影響により腐敗果の発生率には年次間差異が大きい。これまでに貯蔵性に富む果実は貯蔵中の腐敗果の発生が少なくなることを明らかにしてきたが、この生理的な原因は明かでない。石原ら(3D)は、ほ場におけるカリ施用量が多くなるほど腐敗果発生は少なくなることを明らかにしているので、カリ施用量の異なる樹の果実を用いて病斑拡大と果皮のカリウム含量との関係について検討した。

カリ施用量が少ない樹に結実する果実ほど青かび病菌接種後の病斑拡大は早く大きくなり、また病斑上の胞子形成も同様となることから、介在する代謝生理の過程を経てカリウムが病斑拡大に対して抑制効果を示すものと思われた。同一果実の病斑部果皮と健全部果皮中のカリウム含量を調査したところ、カリ施用樹の果実の果皮では健全部に比べて病斑部でカリウム含量が多いこと、無施用樹の果実の果皮はカリを施用した樹の果実の果皮に比べてカリウム含量が低いこと、また健全部でカリウム含量が高いことから、病斑拡大に伴って果皮内を移動したものと思われた。浮皮度別にみた場合には、浮無果や浮中果まではカリ施用量が多くなるほど病斑拡大は抑制されたが、浮甚果の病斑拡大はカリ施用量間には差はなく、病斑拡大は早いことから、浮皮度の甚だしい果皮ではカリウム以外の要因が関与しているものと思われた。

### 4. 予措が果実のガス代謝に及ぼす影響

予措処理によって果皮水分含量を 2~3 % 低下させ、そして果皮は収縮して果肉に密着し、果実の容積が減ずる。予措効果の機作として果実容積が縮小し、果肉から果皮への水分の移動が抑制され、その結果、気孔の開口数とその開口度が減少する。このため、果皮と果肉の生理活性が共に低下することであるならば、予措は果実内

のガス量、ガス濃度、果皮のガス透過性に影響を与える処理であると言える。そこで予措が果実のガス代謝に及ぼす影響について検討したところ、予措期間と関係湿度、温度を変えることによって、期間中の果重歩減り率を変え、その程度が強くなるほど果実内のガス量は少くなり、果実内は低O<sub>2</sub>、高CO<sub>2</sub>となることが明らかになった。また予措による果皮水分含量の低下が大きい果皮ほど果皮のガス透過性が抑制される傾向を示した。このようなガス量の低下、CA度の強化が耐病性の保持と果汁成分の分解抑制効果を生じさせるものと思われた。また短期間に果重歩減り率約 7 % に予措した果実は果皮と果肉の形態変化が不十分であるために、果皮は予措による水分消失分だけ貯蔵中に短期間に吸水し、“予措もどり”を招き、それによって果実内ガス量は増加して、果汁成分の分解も早くなかった。このことから、予措効果が貯蔵後期まで持続されるためには 2~3 週間かけて予措を行い、果実内空隙量を少なくし、ガス濃度は高CO<sub>2</sub>、低O<sub>2</sub>濃度の状態、すなわち強い CA 度を持続することが必要である。

### 5. 予措における温湿度条件と予措効果

藤田ら(16, 17, 18, 19)によって理論的あるいは実用的に検討された予措方法は、収穫後直ちに約 5 °C, 80% RH で短期間のうちに 3 % 程度の果重歩減りを生じさせることであるとしている。しかしながら、同一方法の予措処理を行っても収穫時の樹の結果部位別、果実の大小別の果実の形質によってその効果は一様でなく、更に前述のように年次間差も大きい。また貯蔵庫の立地条件、貯蔵庫構造、使用資材及び入庫率などによって、予措程度が異なり、均一予措は難しい。そこで効果的で、庫内すべての果実に均一に予措のできる方法について検討した。

予措時の温湿度条件としては高温低湿予措、すなわち 10±2 °C, 80~85% RH 下での予措処理で貯蔵中の“予措もどり”果、腐敗果の発生が少なく、果皮色の濃橙色への進みが良好であった。また果汁成分含量も高く保持された。藤田ら(16, 17, 18, 19)の提唱している予措方法に比べれば、予措温度の高い方が良好な結果が得られた。このような比較的高温の予措効果としては、早期に生じる腐敗果の除去による病原菌の伝播抑制はもとより、高温によって果皮の生理活性が高まり、果皮色の進みが良好になること、予措後は果皮水分の減少によって気孔開口数が少くなり、果実の呼吸量も低下するため、果汁成分中では糖及び酸含量が高く保持されること、更には貯蔵中の果実の浮皮率は低く、果実比重は高

く経過することから，“予措もどり”果の発生が少なく、予措効果を保持した充実果の割合が高くなることがあげられ、別府ら(1)は‘宮内’イヨで、長谷川ら(23, 24)は青島温州及び‘大谷’イヨで同様の傾向を認めている。

庫内のすべての果実に均一な予措処理を施すためには庫内温湿度条件の均一化が要求される。ここでは循環送風による予措の均一化効果について検討した。予措装置による循環送風の風速は果実周辺で 1~12cm/sec, 密閉率の高い貯蔵庫では 4~33cm/sec を示し、果実雰囲気の湿度勾配を除去するに足りるとされる風速、約 10cm/sec (28, 54, 56, 67) に近い値を示した。この結果、温度は自然換気予措に比べてやや高く経過したが、庫内の温湿度差は小さく、均一予措が可能であった。自然換気予措に比べ、循環送風による予措果は予措程度が強く、しかも均一な予措が行われた結果、果実品質では充実果の割合が高く、“予措もどり”果や腐敗果の発生が少なく、果汁の屈折計示度、クエン酸含量は高く保持された。

#### 6. 貯蔵中の温湿度と“予措もどり”的発生及び果実のガス代謝との関係

ウンショウミカン果実の常温貯蔵法では、2月~3月における外気の影響による庫内の温湿度の上昇に伴い“予措もどり”果の発生が多くなり、ために果実は浮皮化し、果汁成分の分解が早く、腐敗果の発生も多くなる。“予措もどり”的発生は果実の形質、貯蔵期間、貯蔵温湿度によって異なるため、貯蔵後期の温湿度と“予措もどり”的関係について検討した。また“予措もどり”に伴う果実のガス代謝についても精査した。

貯蔵果の“予措もどり”現象は 90%RH 以上の湿度下で発生が多く、97%RH 下では処理 30 日後にはほとんどの果実で発生し、同時に果皮水分含量が高くなつた。この果皮水分含量の高まりが空気中の水分の吸収によるのか、果肉からの水分移動によるものかは明らかでないが、伊庭(28)、畠田(54)は果実乾燥による減量と呼吸基質の消耗量分の水分を高湿条件下では外部から吸収し、果皮は浮皮化するとしている。しかしながら貯蔵後期になると果肉が萎縮し、果肉の水分含量が明らかに少くなり、果皮を通して蒸散することから、果皮水分の高まりは外部からの吸水だけではなく、果肉からの水分移動による量も大きいものと考えられ、貯蔵期間や果皮形質の違いとの観点から検討する必要がある。

“予措もどり”につれて常温下では果皮が黄色に、かつ浮皮化するのに対し、低温下では油胞黒変果の発生が多く、特に樹の日陰部着果の熟度不足で収穫された果実でこの傾向が強い。のことから、以上の現象は未熟果皮

の低温障害と考えられる。これらの障害果では気孔開口数が明らかに少ないとから、不良環境条件による気孔開口能力の低下に原因するのか、検討する必要がある。

“予措もどり”状態に入ってからの期間が長くなるに従い、果実内の空隙量は著しく増加し、じょうのう(果肉)表面は、いわゆる“ぬるぬる”現象を呈し、異臭が強く感じられるようになる。空隙内は湿度 100%RH で、しかも呼吸量の高まりによって高 CO<sub>2</sub>、低 O<sub>2</sub> のガス濃度を示し、果皮を通しての通気、通水性が抑制されるために、代謝の排出物、特にアルコール様物質が集積する。ウンショウミカン果実内のエタノールは糖分が分解されて有機酸を生成する解糖作用の終点近くで、ピルビン酸が還元的に脱炭酸されてアセトアルデハイドを生じ、更に還元されてエタノールとなる(43)。このエタノールは生理的に重要な機能を果しておらず、生体膜を破壊し、形態的または生理的機能が停止するようになる。ウンショウミカンのエタノール生成は乾燥及び低 O<sub>2</sub> により誘導され、ひいてはじょうのう膜の“ぬるぬる”などの障害を引き起こすものと考えられ、梶浦(36)、岩田ら(34)、Mohamed El Otmaui ら(51) も同様の指摘をしている。

#### 7. 沈降性炭酸カルシウムの立木散布による浮皮抑制と貯蔵予措効果の向上

予措処理の効果が十分に生ずるかどうかは、今まで述べてきたように収穫時の果実形質の良否や予措時の外気温湿度及び風量によって決まる。このため与えた予措方法の効果が安定して果実に生じるように、あらかじめ果実に処理しておく化学薬剤についても検討した。沈降性炭酸カルシウム(商品名クレフノン)が果実の貯蔵性、特に予措効果に及ぼす影響が大きいという結果が得られたので、その機作と実用性について検討した。

クレフノン 50 倍液を収穫前立木散布することによって、まず果実の浮皮度が少くなり、予措による果重歩減り率が高くなることを明らかにし、浮皮抑制と予措促進剤としての実用的な散布方法を検討した。収穫前 10 月中旬~11 月における散布時期別にはあまり効果に差がなく、浮皮になる前に 50 倍液散布では効果不足であった。また散布回数として、50 倍液の 2 回散布では貯蔵中のしおれ果の発生が多くなることから、50 倍液の 500~600 ml/10 a を 10 月中旬~11 月にかけて散布する方法が最も効果的で、この方法で実用化した。

本剤による浮皮抑制と予措促進効果は果面からの水分蒸散を促進することによって得られる。すなわち本剤散布後や降雨後に葉面や果面の乾きが早くなることや、気孔内に取り込まれたクレフノン微粒子が認められ、気孔

が半開き状態になっていることなどからも首肯できる。クレフノン50倍液の散布によって果皮水分率は1~2%低下し、果実内全体のガス量は水分蒸散が増えた分だけ増加するが、予措によって果皮と果肉が密着するために逆に果実内の空隙量は少なくなった。また通常の予措では果実内のガス組成がCA度を強めるように変化するが、クレフノン処理果では予措によるCA度を強めることは認められなかった。この結果、クレフノン処理により生じた予措は通常の予措ほど果汁成分の分解抑制効果が認められなかった。このようにクレフノン処理の影響は通常の予措に比べ、果皮への物理的影響が強く、果汁成分への影響は弱いが、果皮色の濃橙色への進みが良く、“予措もどり”果の発生も少なくなることから、浮皮になりやすい系統や、密閉率が高く、高湿になりやすい貯蔵庫での利用が効果的であろう。

#### 8. 濕度、風速条件と果実の貯蔵性との関係

ウンシュウミカンの貯蔵最適湿度は85%RH前後にあり(28, 55, 62, 67)と言われ、この湿度に維持するために換気回数は1時間に1回(28)、入庫率は7~8%(49, 62)という標準が定められてきているが、貯蔵庫内の温湿度の均一化についての検討は少なく、密閉度の高い貯蔵庫では高湿と湿度勾配が問題になっている。そこで庫内最適湿度とその均一化のための風速について検討した。

85~90%RHの湿度を維持するための最適風速について検討したところ、この温度条件下では風速の影響は少ないものの、20cm/secの風速下で果実品質は良好に保持され、出庫後の果実の目持ち性も良かった。畠田(54)は理想的な風速として11cm/secをあげているが、実用規模の貯蔵庫では20~50cm/secの風速が必要であると考えられる。更に湿度を変えた場合の風速については、87%RH下では30~50cm/secの風速下で予措効果を保持している充実果が多く、“予措もどり”果及び油胞黒変果の発生も少なかったが、95%RH下ではどの風速下でも腐敗果や生理障害果の発生が多く、しかも風速が大きくなるほどこの傾向は強かった。

果実形質の異なる果実に対する風速の影響を調査したところ、風速が大きくなるほど貯蔵前の果実形質による差が小さくなり、20cm/sec以下の風速で形質間の差すなわち樹の着果部位、浮皮度、着色の違いによる貯蔵力の差が大きくなつた。このことは風速が大きい場合には果皮及び果肉からの水分移動が一定であるのに対し、より低風速下では浮皮度の差によって果皮と果肉の水分移動に差があることを示すものと考えられる。3°C, 90%RH

下では、浮基果には40~80cm/sec、浮無果は20~40cm/secの風速で果実品質が良好に保持された。浮皮度が強くなるほど風速によって果皮からの水分蒸散が多くなるが、果皮と果肉との間にともと空隙が多いため、その影響が果肉まで達せず、果肉水分は容易に果皮に移行し、果肉率、果実比重が低下するものと思われる。このことから、果実全体を通しての場合、87%RH下では20~30cm/sec、90%RH下では50~60cm/secが最適風速条件であるとした。更に果実の箱詰めの違う場合に、環境湿度及び風速を調整しなければならないかと考え、それらの違いと果実品質との関係について検討したところ、果皮色の進みについては風速の影響が最も強く現れ、風速が大きくなるほど果皮色は良くなり、また果実の箱詰め方法と湿度間にも交互作用が認められて、車詰めでは87%RH下で20~50cm/secの風速、ばら1段詰めでは90%RH下の20~50cm/secの風速、ばら2段詰めでは87%RH下で50cm/secの風速が果皮色の点から最適条件であることが明らかになった。

果実の最適貯蔵条件を月当りの果重歩減り率の見方から求めたところ、果重歩減り率が高くなるほど果実比重は高くなり、果実内ガス量は少なく、かつ果実内のCA度は強くなったが、果皮はしおれすぎて見かけ上での低下が大きかった。また果重歩減り率が低すぎると“予措もどり”果、腐敗果の発生が多くなり、果汁成分の分解が早くなつた。このことから、果実品質を良好に保持し、鮮度低下のない範囲での果重歩減り率としては、予措歩減り率を加えて月当り果重歩減り率3.3~3.7%が最も良好な歩減り率であった。

#### 9. 腐敗果発生に伴う果実の呼吸生理変化と腐敗果発生量の推測

腐敗果発生に伴う果実の呼吸生理変化を明らかにし、この生理変化的結果から、その時点の腐敗果発生量を推測しようとした。

果実が腐敗すると呼吸量、蒸散量が多くなり、果実をとりまく湿度などの環境は著しく悪化する(3, 4, 5, 13, 28, 65)と言われている。*Penicillium* 属菌を付傷接種し、その後の果実生理変化を検討したところ、接種後の菌の発育、すなわち果実病斑の拡大に伴って呼吸量、アルコール発生量が多くなり、特に青かび病、緑かび病発生の場合にこの傾向が強かった。このように菌の種類によって発病果実の呼吸量やアルコール発生量が異なる原因については明らかでないが、菌の好適条件が異なることによるのか、または菌の発育相、すなわち軟化—菌糸形成—胞子形成の経過が異なることに原因するものと

思われる。

腐敗果混入割合が高くなるほど呼吸量やアルコール発生量は多くなるが、腐敗果の種類や病斑程度によって異なることから、腐敗果発生量の推測に当たっては腐敗の種類と発病程度を考慮する必要がある。Caroら(5)は呼吸量の増加割合から腐敗果割合を推測する式として、回帰直線、函数曲線、2次回帰曲線を作成し、一定以上の腐敗果割合の場合には高い信頼性で予測できるとしている。しかし腐敗病果の種類と発病程度が考慮されていない点や、庫内外への換気を主体として温湿度を調節するウンショウミカン果実の貯蔵では、以上のような推測が困難である。

腐敗果割合が高くなるほど可燃性ガスの発生は多くなり、この傾向は青かび病果や緑かび病果で強く、呼吸量やアルコール発生量と同様の傾向を示すことが明らかになったが、腐敗果の種類や発病程度によって可燃性ガス発生量が異なり、また通常のウンショウミカンの腐敗果割合は、4~8%が経済性の限界であることから、低い腐敗果割合で予測せねばならず、外気導入を主体とする貯蔵庫での予測は困難であると思われる。今後、密閉率の高い貯蔵庫で更に検討する必要がある。

#### 10. 出庫後の処理が果実の呼吸生理及び品質に及ぼす影響

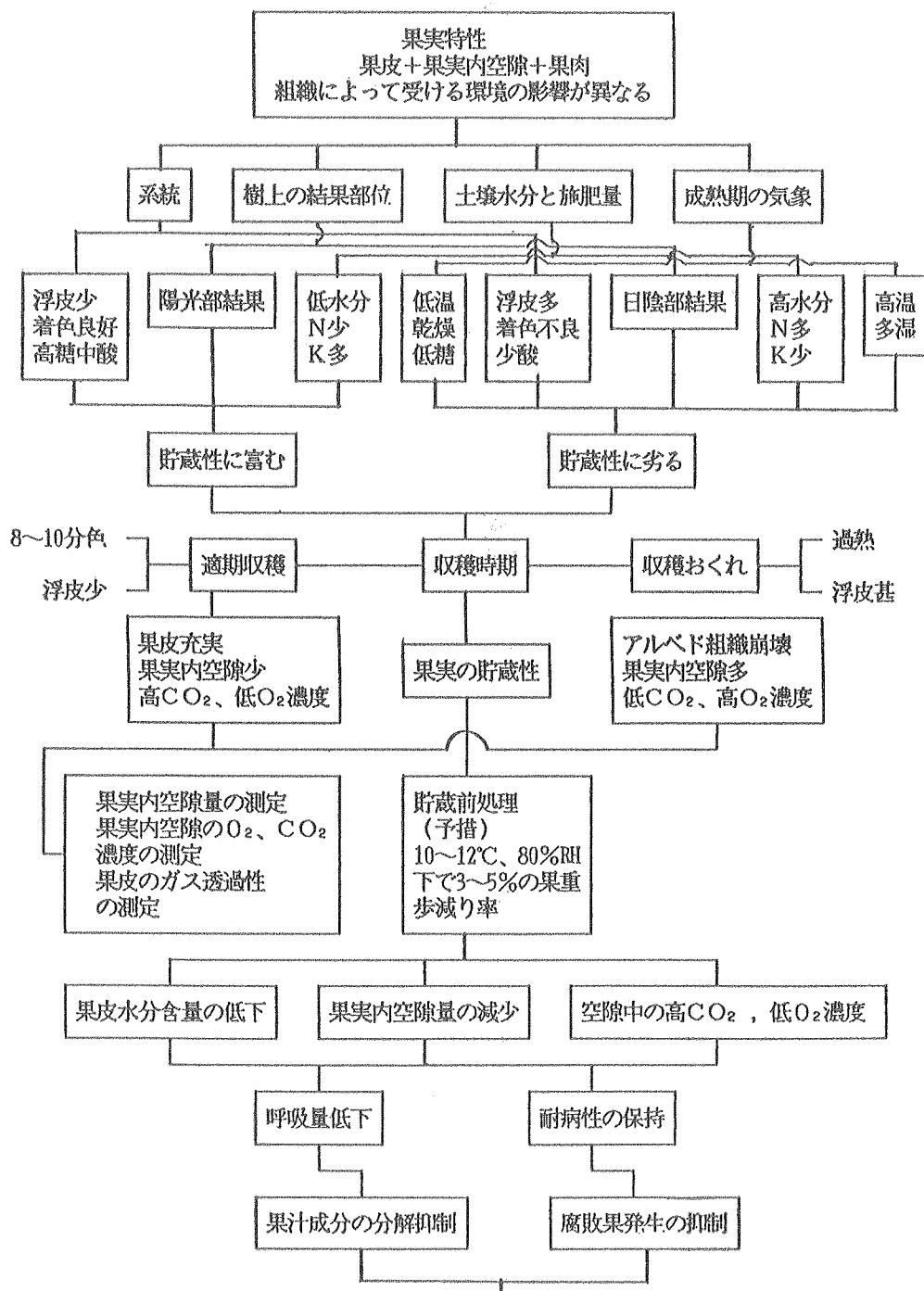
特に低温による長期貯蔵ミカン果実の出庫に際しては、折から4~5月の外気温が高温であるために出庫後の腐敗果の発生が多く、果実品質の変化が著しく、ために出庫後の日持ち性が悪いことがその欠点になっていた。すなわち長期貯蔵を行うためには出庫法の確立がまず前提となるため、出庫に伴う果実の生理、生態変化について検討した。

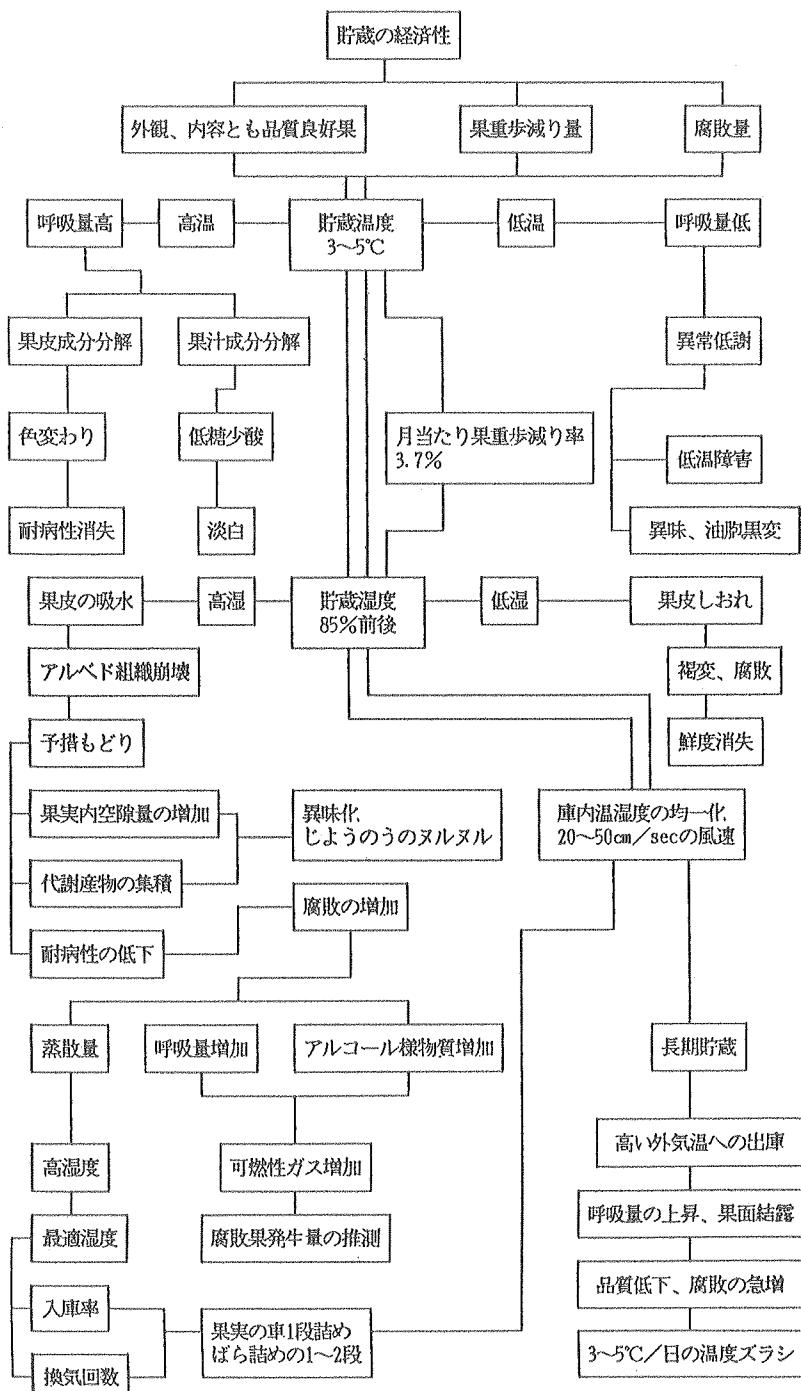
低温貯蔵庫から果実を出庫すると果実表面は結露し、一方出庫後の果実温の高まりに伴って果実の呼吸量は高くなるが、この呼吸量の高まりの中で果皮の呼吸量の上昇が著しい。果皮表面の結露によって果皮水分含量は高くなり、果実は浮皮化して、果室内ガス量が増加する。一方果実の呼吸量の高まりと果皮水分含量の高まりによって果皮のガス透過性が抑制されるため、果実のガス状態は高CO<sub>2</sub>、低O<sub>2</sub>となり、アルコールの蓄積が多くなる。このような果実の生理変化によって果実の浮皮化は著しくなり、果汁成分の分解は早くなって、最終的には

異味を強く感じるようになる。また果皮水分含量の高まりと呼吸量の増加によって果皮の耐病性は著しく低下しているものと推測された。

このように出庫に伴う果実温の急上昇と果皮表面の結露が果実品質を低下させ、耐病性を消失させることが明らかになったので、出庫時の温度“ずらし”について検討した。3°C維持の低温貯蔵庫から20°Cの室温下に出庫する場合には1日当たり10°C以上の昇温になると果皮表面に結露した。また室温と果実温との温度差が5°C以上で外気が多湿な場合に結露する傾向がみられた。このような温度“ずらし”によって、果実品質は良好に保持され、濃橙色果や予措効果維持の充実果の割合が高いが、それでも出庫2週間後には20%以上の腐敗果発生がみられるところから、出庫5~7日間が日持ち性の限界と思われる。

以上のような結果をとりまとめたのが第71図で、ウンショウミカン果実は他の果実と違って、果皮、果室内空隙及び果肉の3部分に区分され、受ける環境の影響が生育期から貯蔵に至るまでそれぞれ異なることを特色とする。このために果実の貯蔵性は系統、樹上の着果部位、土壤管理、成熟期の気象によって大きく異なり、果実の貯蔵性を把握する方法の一つとして、果室内空隙に注目し、空隙量と空隙内のO<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub>濃度、果皮のガス透過性の点から果実特性を明らかにした。また果実の貯蔵性は収穫時期によって異なるので、樹上の陽光部結果の果実で浮皮の少ない着色良好な時期に収穫した果実が貯蔵性に富み、このような果実を貯蔵する場合の前処理である予措の機作と方法について明らかにした。更に貯蔵の経済性は品質良好に保持された果実の割合、果重歩減り量及び腐敗果発生量によってほぼ決まるため、貯蔵中の果実品質を良好に保持し、果重歩減りが適度で、腐敗果発生量を少なくするような最適貯蔵条件について検討した上で、この条件の均一化のための風速条件は3~5°C、85%RHの条件下で20~50cm/secの風速が望ましいことが明らかになった。ウンショウミカンの長期貯蔵に当たっては、貯蔵性に富む果実の適期収穫、貯蔵前の十分な予措、最適温湿度条件の維持、その条件の庫内均一化、及び出庫後の果実の温度“ずらし”を組み合わせて初めて可能であることを明らかにした。





第 71 図 ウンショウミカンの果実特性と貯蔵性に影響をぼす要因および最適貯蔵条件

## 引　用　文　獻

1. 別府英治・石田善一・渡辺悦也・大和田 厚・向井 武・1979. イヨカンの予措、貯蔵方法に関する研究. 細媛果樹試研報. 7 : 1-18.
2. BIALE, J. B. and A. D. SHEPHERD. 1939. Identification of acetaldehyde among the volatile products of citrus fruit. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 37 : 543-547.
3. BOGIN, E. and A. WALLACE. 1966. Organic acid synthesis and accumulation in sweet and sour lemon fruits. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 89 : 182-194.
4. CALERO, F. A. and Y. O. CARPENA. 1977. Controlled atmosphere storage of 'Primofiri' lemons. Proc. Int. soc. Citriculture 3 : 1137-1142.
5. CARO, J. G. PRESTAMO and J. MORENO CALVO. 1977. The statistical relationship between decay losses and increased "apparent respiration" during refrigerated storage of citrus fruits. Proc. Int. Soc. Citriculture 3 : 1120-1126.
6. CARRERES, J., I. TUSET and J. L. LLORET. 1977. Decay of Satsuma mandarin fruits in cold storage. Proc. Int. Soc. Citriculture 3 : 1133-1135.
7. DAVIS, P. L., W. G. CHANCE, Jr. and R. H. CUBBEGE. 1967. Factors affecting internal oxygen and carbon dioxide concentration of citrus fruits. Hort Science 2 : 168-169.
8. DAVIS, P. L. and W. G. CHANCE, Jr. 1969. Determination of alcohol in citrus juice by gas chromatographic analysis of headspace. Hortscience 4 : 117-119.
9. DAVIS, P. L. 1970. Relation of ethanol content of citrus fruit to maturity and storage conditions. Proc. Fla. State. Hort. Soc. 83 : 294-298.
10. DAVIS, P. L. 1971. Further studies of ethanol and acetaldehyde in juice of citrus fruits during the growing season and during storage. Proc. Fla. State Hort. Soc. 84 : 217-222.
11. DAVIS, P. L. and R. C. HOFMAN. 1973. Effect of coating on weight loss and ethanol build-up in juice of oranges. J. Agr. Food. Chem. 21 : 455-458.
12. DAVIS, P. L., R. C. HOFMAN and T. T. HATTON, Jr. 1974. Temperature and duration of storage on ethanol content of citrus fruits. Hortscience 9 : 376-377.
13. EALASS, I. L. 1955. Effects of biphenyl on respiration of oranges and lemons. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 66 : 135-140.
14. FIDLER, J. C. and C. J. NORTH. 1971. The effect of storage on the respiration of apples. The relationship between temperature, rate of respiration, and composition of the internal atmosphere of fruit. J. Hort. Sci. 46 : 229-235.
15. FORTH, F. R., I. V. HALL and H. T. LIGHTFOOT. 1973. Diffusion of CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> and ethylene in cranberry fruit. HortScience 8 : 45-46.
16. 藤田克治・向笠誠治・古藤 実. 1953. 溫度及び湿度が温州蜜柑の貯蔵耐久力に与える影響(第1報). 貯蔵予措に関する試験. 神奈川農試園芸分場研報. 1 : 51-56.
17. 藤田克治・向笠誠治・古藤 実. 1954. 溫度及び湿度が温州蜜柑の貯蔵耐久力に与える影響(第2報). 貯蔵予措に関する試験. 神奈川農試園芸分場研報. 2 : 8-12.
18. 藤田克治・向笠誠治・古藤 実. 1955. 溫度及び湿度が温州蜜柑の貯蔵耐久力に与える影響(第3報). 貯蔵予措に関する試験. 神奈川農試園芸分場研報. 3 : 1-8.
19. 藤田克治・向笠誠治・古藤 実. 1956. 溫度及び湿度が温州蜜柑の貯蔵耐久力に与える影響(第4報). 貯蔵予措に関する試験. 神奈川農試園芸分場研報. 4 : 1-7.
20. 藤田克治・向笠誠治・古藤 実. 1956. 貯蔵温州蜜柑に対するワックス処理試験(予報). 神奈川農試園芸分場研報. 4 : 8-12.
21. 藤田克治・大垣智昭・牛山欽司. 1961. 温州蜜柑の長期貯蔵に関する試験(第1報). 恒温恒湿貯蔵庫による長期貯蔵の実用化(1). 神奈川農試園芸分場研報. 9 : 1-14.
22. 蔵田克治・大垣智昭・関野 茂・牛山欽司・内田正人. 1963. 温州蜜柑の長期貯蔵に関する試験(第3

- 報)・恒温恒湿貯蔵庫による長期貯蔵の実用化(2). 神奈川園試研報, 11: 1-10.
23. 長谷川美典・伊庭慶昭, 1983. カンキツ類の貯蔵に及ぼす温度の影響. 果樹試報, B 10: 119-128.
24. 長谷川美典・伊庭慶昭, 1986. 大谷伊予柑の長期貯蔵について. 果樹試報, B 13: 55-70.
25. 本多 靖・石黒 修・沼田寛治, 1970. 果実とその菜の保存に関する研究(第4報). 新CA貯蔵方式の中規模装置の試作. 園学雑, 39: 375-379.
26. 本多 靖・石黒 修・沼田寛治, 1971. 果実とその菜の保存に関する研究(第5報). 中規模CA貯蔵装置を用いた温州ミカンのCA貯蔵について. 園学雑, 40: 64-67.
27. 伊庭慶昭・山田彬雄・西浦昌男・垣内典夫・伊藤三郎, 1976. ウンショウミカンの低温貯蔵に関する研究II. 収穫時期、品質、果実の着色及び浮皮が腐敗果の発生歩合、果実の品質に及ぼす影響. 果樹試報, 3: 57-92.
28. 伊庭慶昭, 1977. ウンショウミカンの品質管理に関する研究—主として収穫及び貯蔵方法が果実の品質に及ぼす影響について. 1977年京都大学農学研究科 学位論文: 31-120.
29. 井上邦章・鶴田卓夫, 1973. 温州ミカン果実の貯蔵生理に及ぼすO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>の影響. 日食工誌, 20: 573-575.
30. 井上誠治, 1953. 収穫時期を異にした温州ミカン果実の貯蔵耐久力調査(第1報). 神奈川農試園芸分場研報, 1: 40-45.
31. 石原正義・長谷善臣・佐藤公一, 1965. 温州ミカンのカリ栄養に関する研究 1. 温州ミカンの生長、葉分析、樹体分析ならびに果実の品質に及ぼす窒素とカリの相互作用. 園試報, A 4: 19-44.
32. 岩崎藤助, 1939. 温州蜜柑の貯蔵. 園芸の研究, 35: 82-127.
33. 岩崎藤助, 1966. 柑橘栽培法, p. 336-349. 朝倉書店, 東京.
34. 若田 隆・中川勝也・緒方邦安, 1968. 夏ミカン果実貯蔵中の低温障害に関する生理学的研究(第1報). 園学雑, 37: 383-390.
35. 梶浦一郎, 1971. 各種果皮膜処理が夏ミカン果実内酸素濃度、エタノール含量、フレーバーに及ぼす影響. 日食工誌, 18: 535-537.
36. 梶浦一郎, 1973. 果実に及ぼすガス濃度の影響(第7報). 異なる湿度条件下におけるナツミカン果実に及ぼす酸素濃度と炭酸ガス濃度の影響. 園学雑, 42: 49-55.
37. 河野澄夫・岩元睦夫・早川 昭・真子正史, 1977. 温州ミカン果皮中に於けるCO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>ガスの透過性について. 園学雑, 46: 389-934.
38. 久保直哉・萩沼之孝, 1980. ウンショウミカンの品質及び成分に及ぼす貯蔵条件の影響. 園学雑, 49: 260-268.
39. 久保直哉・萩沼之孝, 1980. ウンショウミカンの品質及び成分消費に及ぼす貯蔵中の湿度および炭酸ガス濃度の影響. 食総研報, 40: 55-63.
40. 久保直哉・萩沼之孝, 1983. ウンショウミカンのCA貯蔵における予措条件とその品質変化. 食総研報, 42: 51-59.
41. 倉岡唯行・岩崎一男・日野 昭・金子陽一・辻博美, 1976. 温州ミカンの浮皮に関する研究(第4報). 果実内糖組成の季節的变化について. 園学雑, 44: 375-380.
42. 萩山隆明・下大迫三徳, 1969. 温州ミカンの品質に関する研究(第2報). 局地気象(気温)と果実品質について. 福岡園試研報, 8: 1-14.
43. 真子正史・大垣智昭, 1970. 温州ミカンの貯蔵予措に関する研究(第1報). 果皮の生態からみた予措効果について. 神奈川園試研報, 18: 18-25.
44. 真子正史・大垣智昭, 1972. 温州ミカンの貯蔵予措に関する研究(第2報). 常温貯蔵における予措温湿度について. 神奈川園試研報, 20: 13-19.
45. 真子正史・大垣智昭, 1973. 温州ミカンの貯蔵予措に関する研究(第3報). 予措もどりと貯蔵温湿度との関係について. 神奈川園試研報, 21: 24-32.
46. 真子正史・田中一宇・大垣智昭, 1974. 自動車による未舗装農道の砂じんおよび運搬がミカンに及ぼす影響. 神奈川園試研報, 22: 13-19.
47. 真子正史・大垣智昭, 1976. 温州ミカンの貯蔵予措に関する研究(第4報). 果実形質と予措効果. 神奈川園試研報, 23: 1-10.
48. 真子正史・大垣智昭, 1977. 温州ミカンの貯蔵予措に関する研究(第5報). 予措と果実のガス代謝. 神奈川園試研報, 24: 1: 9.
49. 真子正史・牛山欽司・湯川 通・渡辺照夫・大垣智昭, 1978. ウンショウミカンの空気浄化循環式低温長期貯蔵試験(第1報). 貯蔵条件の解明と実用化技術について. 神奈川園試研報, 25: 1-8.
50. 宮川経邦, 1962. *Penicillium* 属菌による柑橘腐

- 敗病の発病機構に関する研究. 徳島果試特別報告. 1 : 1-68.
51. MOHAMED EL-OTMANI and CHARLES W. COGGINS, Jr. 1986. Fruit age and gibberellic acid effect on epicuticular wax accumulation, and internal atmosphere of Navel orange fruit. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 111 : 228-232.
52. 郷田卓夫・宮下幸郎. 1971. 柑橘類果実の生理および貯蔵に関する研究(第1報). 柑橘類果実幼果の呼吸とエチレン生成について. 園学雑. 40 : 74-80.
53. 郷田卓夫. 1971. 柑橘類果実の生理および貯蔵に関する研究(第2報). 予措乾燥および貯蔵湿度が温州ミカン果実の生理および品質に及ぼす影響. 園学雑. 40 : 280-286.
54. 郷田卓夫. 1972. カンキツ類果実の生理および貯蔵に関する研究(第3報). 果実の予措乾燥に及ぼす風速の影響. 園学雑. 41 : 312-316.
55. 郷田卓夫. 1974. カンキツ類果実の生理および貯蔵に関する研究(第5報). 園学雑. 42 : 398-401.
56. 郷田卓夫・辰巳保夫. 1975. カンキツ類果実の生理および貯蔵に関する研究(第6報). 温州ミカン貯蔵法の改良. 園学雑. 44 : 177-182.
57. 農業技術大系. 果樹編 1 カンキツ. p 143-147. 農文協. 東京
58. NORMAN, S. M. 1970. Comparison of two porous columns gas chromatographic analysis of acetaldehyde, methanol ethanol and other volatiles emanating from intact 'Valencia' oranges. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 95 : 777-780.
59. NORMAN, S. M. and C. C. CRAFT. 1971. Production of ethanol, acetaldehyde and methanol by intact oranges during and after nitrogen storage. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 96 : 464-467.
60. NORMAN, S. M. 1977. The rate of volatiles in storage of citrus fruits. *Proc. Int. Soc. Citriculture* 1 : 238-242.
61. 大垣智昭・真子正史. 1970. 貯蔵ミカンの果面皮膜剤に関する研究. 神奈川園試研報. 18 : 26-45.
62. 大垣智昭・真子正史・牛山欽司・田中一宇. 1973. 温州ミカンのCA貯蔵に関する研究(第1報). CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>の組成, 湿度条件, 風速, 及び予措方法. 神奈川園試研報. 21 : 1-23.
63. 大垣智昭・真子正史. 1974. 温州ミカンのCA貯蔵に関する研究(第2報). CA効果, 出庫法. 神奈川園試研報. 22 : 1-12.
64. 大阪府立大学園芸学教室編. 1981. 園芸学実験実習. p155-189. 養賢堂. 東京
65. SCHIFFMANN-NADEL, MINA. 1977. Chemical and physiological changes in citrus fruit during storage and their relation to fungal infection. *Proc. Int. Soc. Citriculture* 1 : 311-317.
66. 関野 茂・大垣智昭. 1962. 温州蜜柑の長期貯蔵に関する試験(第2報)常温貯蔵庫におけるルームクーラーの実用性について. 神奈川農試園芸分場研報. 10 : 9-16.
67. 白井敏男・三田豊久・岡田正道. 1972. 大型低温貯蔵庫の改善試験. 静岡柑試報. 10 : 1-18.
68. WILLS, R. B. H. and W. B. GRIERSON. 1970. Loss of volatiles by apples in cool storage: A differential response to increased water loss. *J. Hort. Sci.* 45 : 283-286.

神奈川県園芸試験場研究報告 第37号

場 長	高 橋 基
編集委員	安 延 義 弘
	佐 藤 紀 男
	真 予 正 史
	大 林 延 夫
	藤 原 俊六郎

BULLETIN OF THE  
KANAGAWA HORTICULTURAL EXPERIMENT STATION  
No. 37

(Director)	Motoi TAKAHASHI
(Editorial Board)	Yoshihiro YASUNOBU
	Norio SATO
	Masafumi MANAGO
	Nobuo OHBAYASHI
	Shunrokuro FUJIWARA

神奈川園試研報 第37号  
Bull. Kanagawa  
Hort. Exp. Sta. No. 37