

---

越年着果による早生ウンシュウミカンの  
品質向上に関する研究\*

Reserch on the Improvemnt of Fruit Quality by Delayed Harvest  
in Early Ripening Satsuma Mandarin.

---

第 5 号

1 9 9 4 年

竹 林 晃 男  
Teruo Takebayashi

\* 京都大学審査学位論文

# 越年着果による早生ウンシュウミカンの品質向上に関する研究

## 目 次

緒 言	1
第 1 章 越年着果に対する各種カンキツ果実の反応	3
第 1 節 供試カンキツ類の種類	3
第 2 節 越年着果による障害果実の発生の時期と種類	7
第 3 節 樹上越年果実品質の経時的変化	14
第 4 節 樹上越年果の着生量と翌年度の着花量との関係	19
第 5 節 越年着果栽培への適応性	21
第 6 節 考 察	23
第 7 節 摘 要	28
第 2 章 銘柄産地産果実と越年着果栽培を含む各種栽培に おける果実品質	30
第 1 節 糖及び滴定酸含量の比較	30
第 2 節 アミノ酸含量の比較	33
第 3 節 食味評価	35
第 4 節 考 察	37
第 5 節 摘 要	38
第 3 章 早生ウンシュウの樹上越年完熟栽培	39
第 1 節 園地別の糖及び酸含量の季節的变化	39
第 2 節 糖含量及び糖組成の季節的变化	43
第 3 節 アミノ酸含量の季節的变化	45
第 4 節 果実サイズの違いと糖及び酸含量の季節的变化	47
第 5 節 越年着果期間中の被覆資材の相違が果実品質に及ぼす影響	49

第6節	越年着果が翌年度の着花量に及ぼす影響	52
第7節	考 察	55
第8節	摘 要	57
第4章	樹上越年早生ウンシュウ果実のじょうのう膜の特性と品質	59
第1節	じょうのう膜の厚さと果径、果梗径、果皮の厚さとの 関係	59
第2節	じょうのう膜の貫入抵抗	63
第3節	じょうのう膜における酵素活性の変化	65
第4節	じょうのう膜構成成分含有量の変化	66
第5節	じょうのう膜の表面構造の変化	71
第6節	考 察	74
第7節	摘 要	76
第5章	総 合 考 察	78
第6章	総 摘 要	84
謝 辞		87
引 用 文 献		88
S u m m a r y		92
図 版 (写真)		96
付 表		(1)

## 緒 言

近年のウンシュウミカンの消費動向は消費者のニーズの多様化と消費減退による慢性的な供給過剰が重なって、産地間の競争を激化させる結果となっている。

一方、国際的にはオレンジの輸入自由化、とくに、低廉で高品質のオレンジジュースの自由化はウンシュウミカン果汁市場を圧迫する結果となり、わが国のミカン産業（とくに2級品果実）に与える影響は大きいものと思われ、今後、このような消費の減退を食い止め生産の安定を図るためには、より高品質のウンシュウミカンの生産に努めるべきものと考えられる。

ウンシュウミカン果実の高品質化の方法として、すでに、多くの研究結果を基礎として果実生育の後期に水分ストレスを与える栽培方法がよく知られている。

いわゆる、根群域制限栽培法（ポット・ボックス栽培、根群切断栽培）や、水分供給制限栽培法（シルバーマルチ、屋根掛け、加温ハウス及び無加温ハウス栽培）などがこれに当たる。それぞれの栽培法について詳細に研究され、かつ、それぞれ実績を挙げている。ここに採り挙げた越年着果栽培は高品質果実を得るためには、この範疇をまったく逸脱するものではないが、異なった観点からの高品質化を試みたものである。すなわち、樹上において完熟するカンキツ類とりわけ早生カンキツの果実を、可能な限り長期間にわたって樹上に越年着果させ、果実品質を向上させようとする栽培方法である。このようなことはウンシュウミカン栽培では早くから、経験的に認められており、近年に至って、早生ウンシュウを使った完熟栽培が各地で試みられ（渡部ら1989，長谷部ら1989，小原ら1989，橘・中井1989）、和歌山県でも‘木成り栽培’として生産された果実が市場で好評を得ているが、その栽培方法はまちまちで、未だ確立したものとして定着していない。

本研究は早生カンキツ類の越年着果栽培による品質向上の可能性を、栽培条件の相違と食味品質の観点から早生ウンシュウを主な材料として検討した結果を取りまとめたものである。

第1章では、近畿大学附属農場に栽培されている約100種類のカンキツ類を試して、和歌山県有田地方の気象条件下で越年着果によって発生する障害果の発

生時期と種類、果実品質の変化並びに翌年度の着果量に及ぼす影響を勘案して、樹上越年栽培に適応するカンキツの種類を明らかにした。第2章ではウンシュウミカンについて、樹上越年果実と果実品質がとりわけ優れているとされている銘柄産地産果実やその他各種栽培法による果実との品質を比較し、それぞれの品質特性を検討した。第3章では、第1章及び第2章の結果から、樹上越年栽培により果実品質の向上が最も期待される早生ウンシュウについて、越年着果による果実品質の季節的变化を明らかにするとともに、その栽培条件について検討した。第4章では樹上越年栽培を行った早生ウンシュウ果実において、食味上高く評価されているじょうのう膜の変化についての詳細を明らかにした。

## 第1章 越年着果に対する各種カンキツ果実の反応

カンキツ類の性状に関する全般的な解説は岩政(1976)の記載に詳しい。従来報告されているカンキツ類の果実品質についての経時的な調査は和歌山果試(1960)、山田・西浦(1977, 1980)が行っているが、経済上の見地からその地方の栽培習慣にしたがって障害が発生する以前に収穫した果実について行われたものや、育種素材としての品種特性を比較したものであって、着果期間の延長による果実品質の向上という観点から調査したものではない。

本章では和歌山県有田地方の気象条件下において約100種類のカンキツ類について、可能な限りの期間、樹上に着果させて障害果の発生と果実品質の変化について経時的な比較調査を行ない、種々のカンキツ類の果実成熟の様相を明らかにし、樹上越年栽培の適否についての基礎的な知見を得た結果を述べる。

### 第1節 供試カンキツ類の種類

1990年度、91年度の2か年にわたり出来得る限り多くの種類、品種、系統を供試して調査を行った。すなわち、近畿大学附属農場(和歌山県有田郡湯浅町)の中生代白亜紀に由来する亜酸化頁岩を母岩とする土壤の平坦な丘陵地に栽培されている、10~16年生のカンキツ見本園の成木(1品種2本以上)を対象として、1990年度は98種類、1991年度には7種類の合計105種類を供試樹として選定した。

供試したカンキツは田中(1933)及び岩崎(1966)に従い、第1表の通り2属、3亜属、8区、19亜区、93種と交雑種12種に分類された。すなわち、カンキツ属には初生カンキツ亜属の5区(63種)と、後生カンキツ亜属の3区(28種)が、キンカン属では真正キンカン亜属(2種)及び交雑種(12種)に分類することができた。なお、品種名の表記については岩政(1976)及び田中(1980)によった。これらをさらに熟期の早晩から主なものについて分類すると、早熟系としてウンシュウミカンの各系統と、青採りをするスダチ、ユズ及びカボスなどがある。

第 1 表 供試カンキツ類の分類表

種及び品種名	学 名
(A) <u>Citrus</u> L. (カンキツ属)	
(A-1) <u>Archicitrus</u> Tanaka (初生カンキツ亜属)	
II <u>Limonellus</u> (Rumph) Tanaka [ライム区]	
4 <u>Eulimonellus</u> Tanaka 小果亜区	
スイートライム	<u>C.limettioides</u> Tanaka
III <u>Citrophorum</u> (Necker) Tanaka [シトロロン区]	
8 <u>Limonioides</u> Tanaka レモン亜区	
イタリーレモン	<u>C.limon</u> Burm.f.
リスボンレモン	<u>C.limon</u> Burm.f.
#ピラフランカレモン	<u>C.limon</u> Burm.f.
#ベルナレモン	<u>C.limon</u> Burm.f.
IV <u>Cephalocitrus</u> Tanaka [ザボン区]	
10 <u>Decumana</u> (L.) Tanaka ザボン亜区	
セキトウユ	<u>C.grandis</u> Osbeck var.
口之津 2号	<u>C.grandis</u> (Mato) × (Hirato-buntan)
アンセイカン	<u>C.grandis</u> var. <u>anseikan</u> Hort. ex Tanaka
谷川ブント	<u>C.grandis</u> var. <u>tanikawana</u> Hort. ex Tanaka
水晶ブント	<u>C.grandis</u> Osbeck forma <u>Suishō</u>
平戸ブント	<u>C.grandis</u> var. <u>hirato</u> Hort. ex Tanaka
フナドコ	<u>C.funadoko</u> Hort. ex Y. Tanaka
興津 24号	<u>C.funadoko</u> Hort. ex Y. Tanaka
11 <u>Flavicarpa</u> Tanaka 黄色大果雑カン系 (大果雑カン亜区)	
キヌカワ	<u>C.glaberrima</u> Hort. ex Tanaka
マーシュシードレス	<u>C.paradisi</u> Macf. var.
ウイニー	<u>Citrus</u> sp.
スムースセビレ	<u>Citrus</u> sp.
12 <u>Aureocarpa</u> Tanaka 橙色大果雑カン系 (大果雑カン亜区)	
コウトウカン	<u>C.kotokan</u> Hayata
イワイカン	<u>C.iwaikan</u> Hort. ex Y. Tanaka
ワコウハッサク	<u>C.hassaku</u> Hort. ex Y. Tanaka
ハッサク	<u>C.hassaku</u> Hort. ex Y. Tanaka
アサヒカン	<u>C.asahikan</u> Hort. ex Tanaka
V <u>Aurantium</u> (TOURM.) Tanaka [ダイダイ区]	
13 <u>Medioglobosa</u> Tanaka 中果雑カン亜区	
ヒョウカン	<u>C.ampullacea</u> Hort. ex Tanaka
田ノ浦オレンジ	<u>C.natsudaidai</u> Hayata
川野なつだいだい	<u>C.natsudaidai</u> Hayata
キンコウジ	<u>C.obovoidea</u> Hort. ex Takahashi
オオタチバナ	<u>C.otachibana</u> Hort. ex Y. Tanaka
ナルト	<u>C.medioglobosa</u> Hort. ex Tanaka
ヤマブキ	<u>C.yamabuki</u> Hort. ex Y. Tanaka
サンボウカン	<u>C.sulcata</u> Hort. ex Takahashi

- 14 Racemosa Tanaka 総状花序系 (ダイダイ亜区)  
 # カイセイトウ C.aurantium L.
- 15 Contracta Tanaka 短縮花序系 (ダイダイ亜区)  
 # キクダイダイ C.canaliculata Hort. ex Y. Tanaka
- 16 Sinensioides Tanaka オレンジ亜区  
 ジョッパー C.sinensis Osbeck  
 福原オレンジ C.sinensis Osbeck  
 ジャファー C.sinensis Osbeck  
 トロピタ C.sinensis Osbeck  
 オマナジャファー C.sinensis Osbeck  
 バレンシャ C.sinensis Osbeck  
 ナバレンシャ C.sinensis Osbeck  
 バйнаップル C.sinensis Osbeck  
 パーソンプラウン C.sinensis Osbeck  
 レッドシレッタ C.sinensis Osbeck  
 ホワイトシレッタ C.sinensis Osbeck  
 マース C.sinensis Osbeck  
 ハムリン C.sinensis Osbeck  
 ベラトリオ C.sinensis Osbeck  
 ベラナタール C.sinensis Osbeck  
 ユキカン C.sinensis Osbeck  
 ゴールデンナゲット C.sinensis Osbeck  
 シナミカン C.sinensis Osbeck  
 セントミケール C.sinensis Osbeck  
 ポッベサマー C.sinensis Osbeck  
 バイアネーブル C.sinensis var. brasiliensis Tanaka  
 ロバートソンネーブル C.sinensis var. brasiliensis Tanaka  
 白柳ネーブル C.sinensis var. brasiliensis Tanaka  
 森田ネーブル C.sinensis var. brasiliensis Tanaka  
 タロッコ C.sinensis Osbeck  
 モロー C.sinensis Osbeck  
 マルチーズ C.sinensis Osbeck
- (Tangors)  
 タンカン C.tankan Hayata  
 宮内伊予柑 C.iyo Hort. ex Tanaka  
 大谷伊予柑 C.iyo Hort. ex Tanaka  
 興津 1 2 号 C.unshiu × C.sinensis  
 清見 C.unshiu praecox × C.sinensis
- 17 Tenuicarpa Tanaka 軟果系 (ユズ遠縁雑カン亜区)  
 ヒュウガナツ C.tamura Hort. ex Takahashi
- 18 Compacta Tanaka 硬果系 (ユズ遠縁雑カン亜区)  
 カワバタ C.aurea Hort. ex Tanaka  
 オウゴンカン (キミカン) C.flaviculpus Hort. ex Tanaka
- 19 Paranobilis Tanaka 近九年母系 (ユズ遠縁雑カン亜区)  
 シュンコウカン C.shunkokan Hort. ex Tanaka
- (A-2) Metacitrus Tanaka (後生カンキツ亜属)  
 VI Osmocitrus Tanaka [ユズ区]  
 21 Euosmocitrus Tanaka 真正ユズ亜属  
 スダチ C.sudachi Hort. ex Shirai

	イーチャンレモン	<u>C. wilsonii</u> Tanaka
#	ユズ	<u>C. junos</u> Sieb. ex Tanaka
	ハナユ	<u>C. hanaju</u> Hort. ex Shirai
	カボス	<u>C. sphaerocarpa</u> Hort. ex Tanaka
	ジャバラ <sup>マ</sup>	<u>C. jabara</u> Hort. ex Y. Tanaka
VII	<u>Acrumen</u> (GALLESIO) Tanaka	[ミカン区]
23	<u>Euacrumen</u> Tanaka	真正ミカン亜区
	ヤツシロ	<u>C. yatsushiro</u> Hort. ex Tanaka
	クネンボ	<u>C. nobilis</u> var. <u>kunep</u> Tanaka
	カラ	<u>C. unshiu</u> × <u>C. nobilis</u>
	宮川早生	<u>C. unshiu</u> Marc. var. <u>praecox</u> Tanaka
	宮川早生 I	<u>C. unshiu</u> Marc. var. <u>praecox</u> Tanaka
	興津早生	<u>C. unshiu</u> Marc. var. <u>praecox</u> Tanaka
	林温州	<u>C. unshiu</u> Marc.
	今村温州	<u>C. unshiu</u> Marc.
	紅温州	<u>C. unshiu</u> Marc.
25	<u>Megacarpa</u>	大果亜系 (マンダリン系・小ミカン亜区)
	ボンカン -F. 2428	<u>C. reticulata</u> Blanco
	ボンカン (高しょう)	<u>C. reticulata</u> Blanco
	ボンカン (低しょう)	<u>C. reticulata</u> Blanco
26	<u>Microcarpa</u>	狭葉型・小果亜系 (マンダリン系・小ミカン亜区)
	タチバナ	<u>C. tachibana</u> Tanaka
	キシウミカン (ホゾダカ)	<u>C. kinokuni</u> Hort. ex Tanaka
	キシウミカン (オオヒラ)	<u>C. kinokuni</u> Hort. ex Tanaka
	コベニミカン	<u>C. erythroa</u> Hort. ex Tanaka
27	<u>Latifolia</u>	広葉型・小果亜系 (マンダリン系・小ミカン亜区)
	コウジ	<u>C. leiocarpa</u> Hort. ex Tanaka
VIII	<u>Pseudofortunella</u> Tanaka	[唐金カン区]
28	<u>Pseudofortunella</u> Tanaka	唐金カン亜区
	シキキツ	<u>C. madurensis</u> Lour.
(C)	<u>Fortunella</u> Swingle	(金カン属)
(C-2)	<u>Eufortunella</u> Swingle	(真正金カン亜属)
	チョウジュキンカン	<u>F. obovata</u> Tanaka
	ナガミキンカン	<u>F. margarita</u> Swingle
X	Hybrids	(交雑種)
	サンジャシント	<u>Citrus</u> sp.
	ミネオラ	<u>C. paradisi</u> × <u>C. tangerina</u>
	ヤラハ	<u>C. paradisi</u> × <u>C. tangerina</u>
	セミノール	<u>C. paradisi</u> × <u>C. tangerina</u>
	興津 18号	<u>C. tamurana</u> × <u>C. sinensis</u>
	スイートスプリング	<u>C. unshiu</u> × <u>C. hassaku</u>
	メイボメロ	<u>C. hassaku</u> × <u>C. grandis</u>
	サマーフレッシュ	<u>C. hassaku</u> × <u>C. natsudaidai</u>
	興津 26号	<u>C. hassaku</u> × <u>C. tangerina</u>
	コバヤシミカン	<u>C. natsudaidai</u> + <u>tangelos unshiu</u>
#	ト-マズビル シトレンジ カット	<u>P. trifoliata</u> Raf. × <u>F. margarita</u> × <u>Citrus</u> sp.
#	ラスクシトレンジ	<u>P. trifoliata</u> Raf. × <u>C. sinensis</u> Osbeck

調査は1990年度、# : 1991年度の調査、I : 急傾斜地園

り、中熟系としては、ネーブル、ハッサク、イヨカン、ボンカン、‘アンセイカン’及び‘ヒラトブタン’などがある。晩熟系としてはナツミカン、‘ヒュウガナツ’、‘サンボウカン’、‘ナルトカン’、‘シュンコウカン’、‘ミネオラ’‘セミノール’、‘バレンシア’、‘福原オレンジ’、グレープフルーツ、‘カラ’及び‘清見’などがこれに含まれた。

## 第2節 越年着果による障害果実の発生の時期と種類

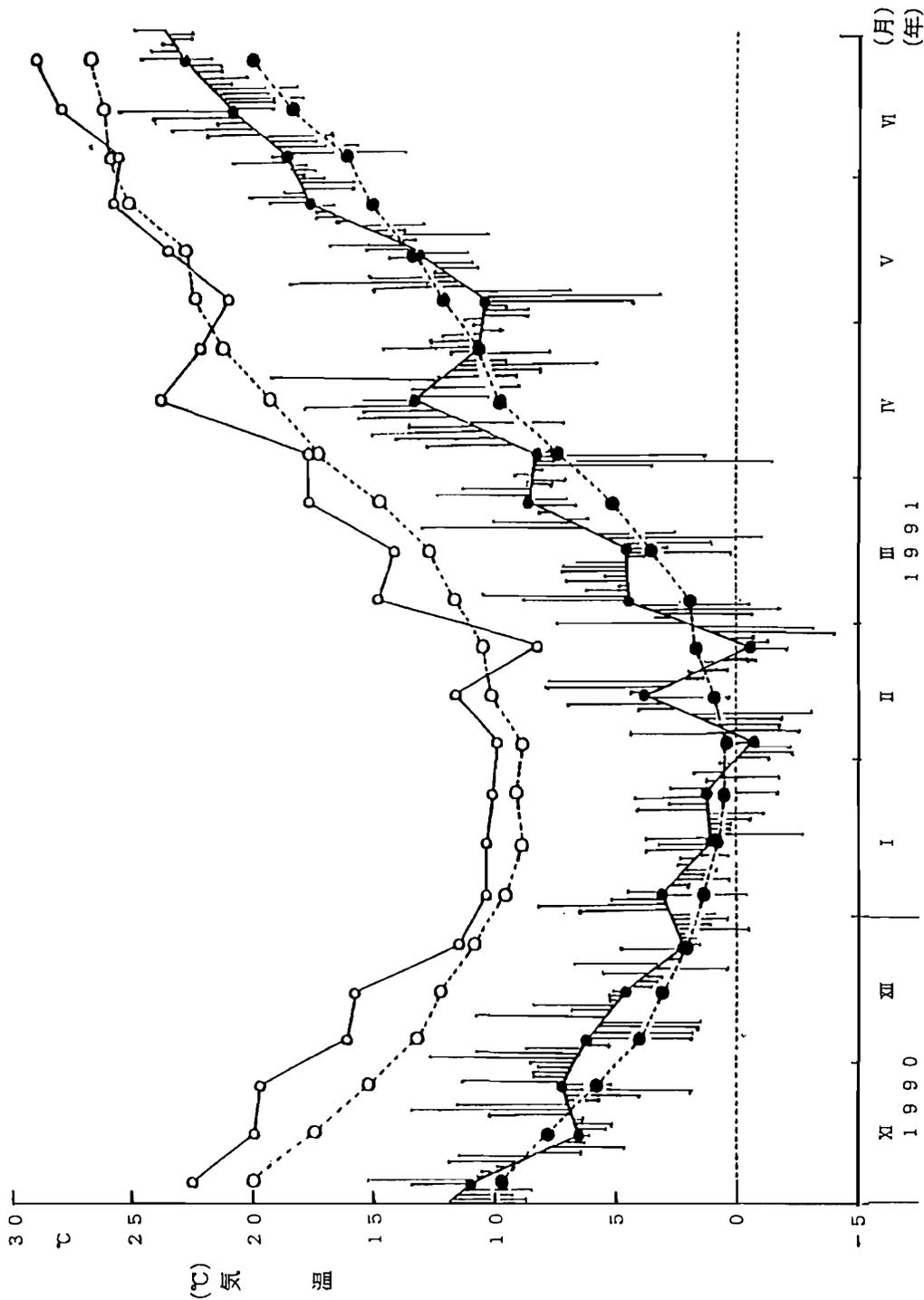
供試カンキツ類 105種について、越年して引き続き樹上に着果させた場合、冬季の低温条件によってもたらされると考えられる障害や、長く着果させたことによる生理的な変化がもたらす障害の発生が予測される。そこで、本報告では可能な限り長期間樹上に着果させ、発生する果実障害の種類と発生時期を品種ごとに調査した。

### 材料及び方法

前節で示したカンキツ類 105種について、1990年度、91年度とも11月5日から翌年の6月25日までの間に月1回、果実の凍霜害（果皮の凍霜害）、腐敗、落果及び回青は採取直前に、す上がり、浮き皮は採取後にそれぞれ調査し、障害の発生程度を指標：0＝無，1＝少，2＝中，3＝多，4＝甚，5＝全，の6段階で判定し、3（多）以上になった時点を致命的な障害発生の時期とした。1990年度及び91年度の気温は最高，最低気温とそれらの旬平均を平年度の記録と比較し、さらに、該当年度の日最低気温の変化を表記した。

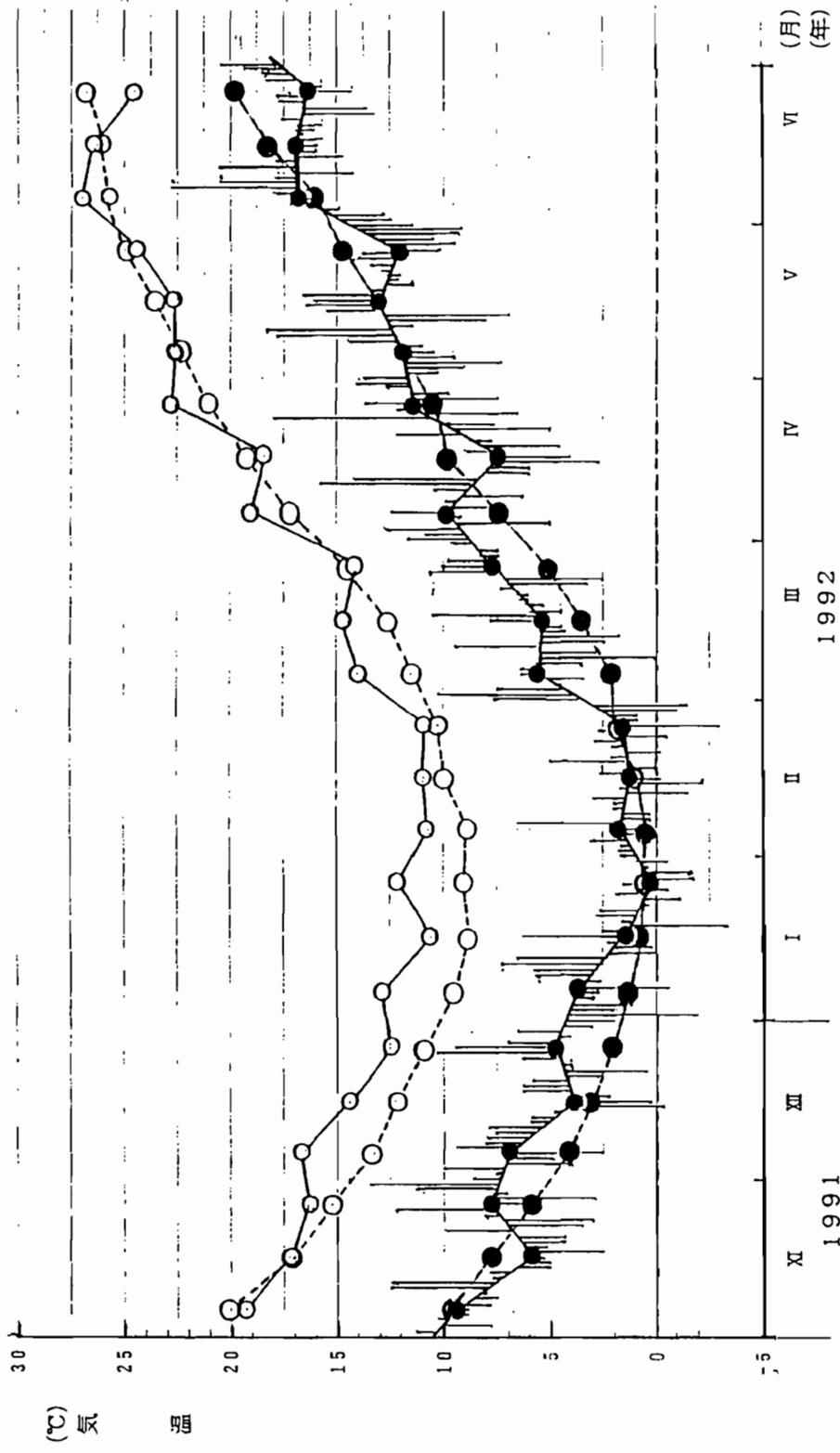
### 実験結果

調査期間中の1990年11月から91年6月までの8か月間の気温の変化を、第1図に、1991年11月から92年6月までの8か月間の気温の変化を第2図に示した。



第1図、調査期間中の気温と平年値の気温の上比較、  
(1990年度)

○：旬別最高気温， ●：旬別最低気温， |：毎日の最低気温，  
——：本年度の気温， - - - -：20年の平均気温



第2図、調査期間中の気温と平年値の気温の比較 (1991年度)

○：旬別最高気温， ●：旬別最低気温， |：毎日の最低気温，  
 ———：本年度の気温， - - - - -：20年の平均気温

1990年度は平年値に比べて最高、最低気温ともに温暖傾向で推移した。旬平均の最低気温は、2月の下旬、下旬及び5月上旬に平年値を下まわり、2月の下旬及び下旬には0℃を下まわった。毎日の変化を最低気温で見ると12月下旬から4月上旬までの間に0℃を下まわる低温の日が数日認められ、中でも1月16日に-2.7℃、2月9日に-3.2℃、2月26日には-4.0℃と当地での極低温を記録したが、いずれも晴天日の放射冷却による低温であり、その後、120分以内で0℃以上に上昇した。1991年度も前年と同様に温暖傾向で推移したが、最低気温の旬平均値が0℃を下まわることはなかった。最低気温は1月16日の-3.4℃と2月23日の-3.0℃を記録したのみで、短時間で-4.0℃以下となった日はなかった。

以上の気象変化のもとでの供試カンキツ類それぞれの障害発生の時期とその種類は第3図に示した。

発生した障害を種類ごとに大別してみると、霜害は早いものでは12月下旬頃より発生しはじめ、主として後生カンキツ亜属及びこれらの交雑種（タンゴール類）に多発し、また、ザボン区の一部にも見られたが、厳寒期の終わる3月初旬頃より急激に減少した。腐敗果は霜害の後遺症として現れ、2月中旬から5月初旬にかけてユズ区及びミカン区で多発した。落果は1月の初めから6月中旬までの長期間にわたり発生し、初生カンキツ亜属のザボン区、ダイダイ区、及びこれらの交雑種で多く発生したが、後生カンキツ亜属ではユズ区にのみ発生が認められた。す上がりは2月初旬から6月中旬にかけ発生し、早期に落果したもののほかに、ほとんどの種類で発生が見られた。浮き皮は12月中旬頃より発生しはじめ5月初旬頃までライム区、シトロン区、ザボン亜区を除く、多くの種類で発生した。回青は4月下旬頃以降に発生し、果実の障害が少なく長期間樹上に着果することの可能な種類に限られた。

次に供試したカンキツ類を種類・品種別に詳細に検討してみると、ライム区の‘スイートライム’及び、シトロン区のレモンは6月末まで樹上に着果したが、5月にはす上がりが認められた。

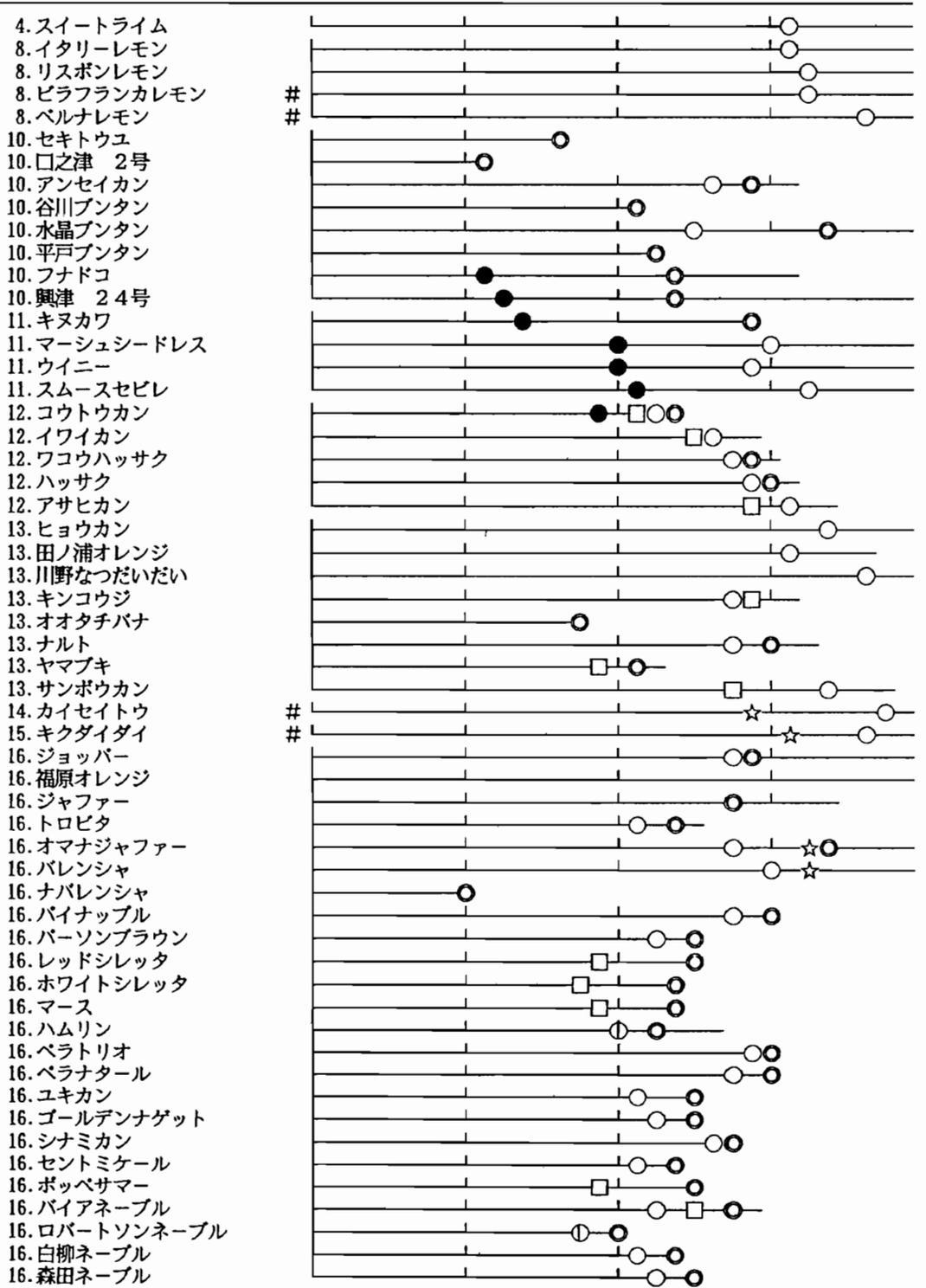
ザボン区のブンタンでは落果が主体となり、樹上における着果期間の（1～3月）短いものが多かった。同じ区でもグレープフルーツはす上がりと霜害のほか軽微な落果が、‘イワイカン’及び‘アサヒカン’ではす上がりと浮き皮のほか発生程度が1～2の軽微な霜害と落果の発生が認められた。

ダイダイ区の‘ヒョウカン’及び‘川野なつだいだい’ではす上がりの発生が遅く（4～5月）に見られたが調査終了時まで着果した。また、‘カイセイノウ’及び‘キクダイダイ’も4～5月頃に回青現象が、6月にはす上がりが認められたがその後も着果し続けた。同区のオレンジ亜区でも調査期間中に‘フクハラオレンジ’は障害が見られず、‘バレンシア’には回青とす上がりが、‘ジョッパ’及び‘オマナジャファー’ではさらに落果が認められたが調査の終了時まで着果した。しかし、その他のオレンジ亜区ではす上がりの後、落果するものや、浮き皮・す上がりー落果となるものが大部分を占め6月末まで樹上に残らなかった。そのほか、タンゴール類のタンカン、‘宮内伊予柑’及び‘清見’は、早い時期から霜害や浮き皮が認められたが軽症であり、品質の劣化が著しくなる3月頃（タンカン、イヨ）から5月頃（‘清見’）まで樹上に着果させておくことが可能であった。さらに、同区のユズ遠縁雑カン亜区の‘ヒュウガナツ’では回青のほかは、‘シュンコウカン’ではとりたてて障害は認められなかった。ユズ区の‘イーチャンレモン’の障害は落果であるが、その他スタチ、ユズ、カボス及び‘ジャバラ’は霜害と落果が主要な障害であった。

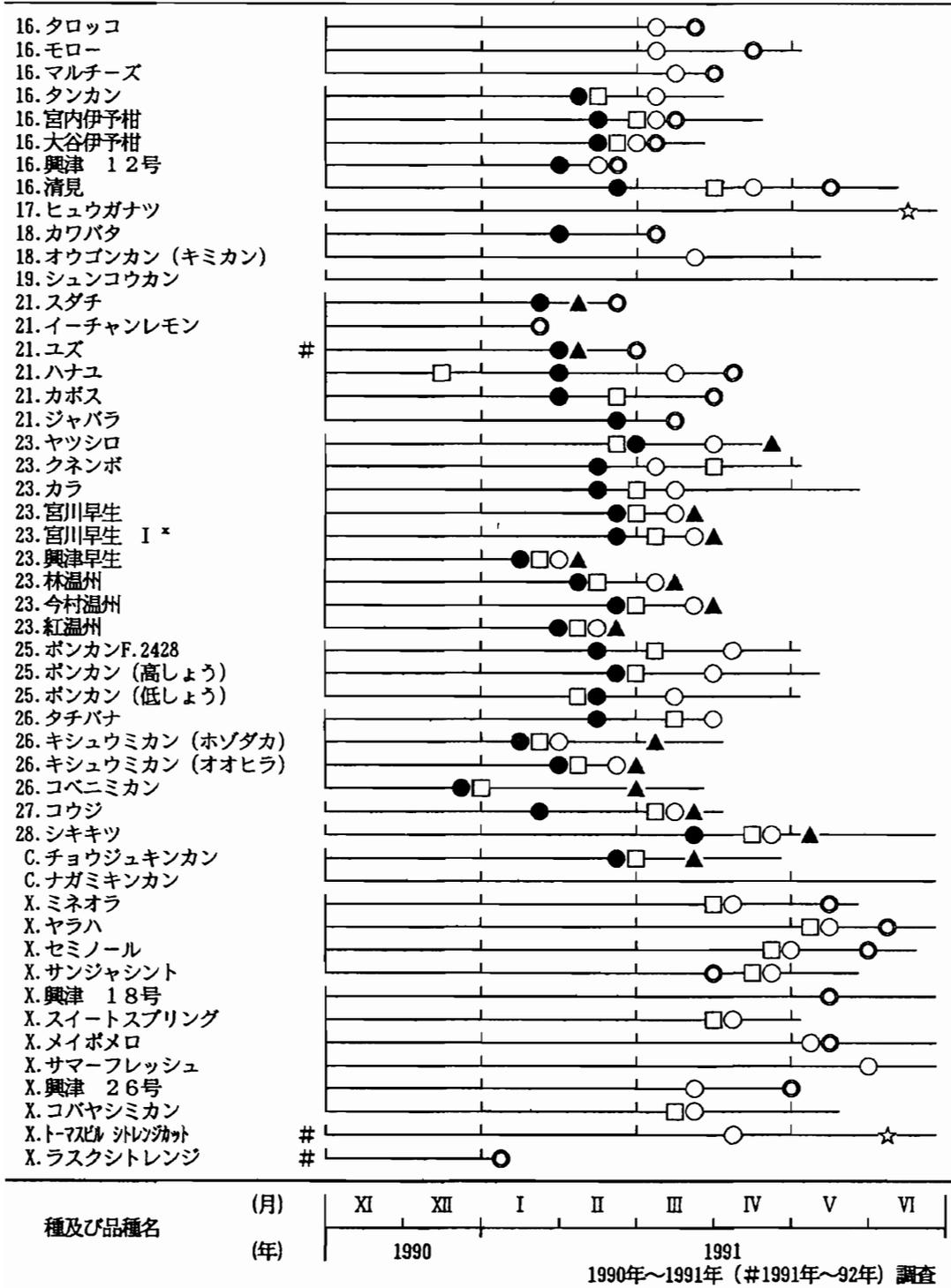
ミカン区では霜害（12月下旬～2月下旬）、浮き皮（1月上旬～3月下旬）及びす上がり（1月下旬～4月上旬）が複合して発生し、最終的には腐敗に至るものが多かった。トウキンカン区でも障害はミカン区と同様であったが、時期が遅れて発生した。

交雑系のカンキツ類は両親の組み合わせの相違によって、発生する障害の種類が異なった。‘メイボメロ’興津18号及び興津26号では落果が、興津12号及び‘清見’では霜害ー落果が、‘ミネオラ’、‘ヤラハ’及び‘セミノール’では浮き皮ーす上がりがそれぞれ障害の主体であった。

なお、以上にみられた各種障害の典型的に現れたものを図版に（写真1～写真10）一括して示した。



(月) XI XII I II III IV V VI  
 (年) 1990 1991



第3図、越年着果による障害果実の発生とその時期

種・品種名の前の番号・記号は第1表の分類における番号・記号を示す。 ●: 霜害, ▲: 腐敗果, ○: す上がり, ○: 同(凍害), ○: 落果, □: 浮き皮, ☆: 回青, I\*: 急傾斜地園

### 第3節 樹上越年果実品質の経時的变化

供試カンキツ類 105種について、果実品質、とくに、果汁中の各種糖の含量及び滴定酸含量の経時的变化を調査した。一般的に、カンキツ類の品質判定、とくに糖測定の簡便な方法として、Brixを採用することが多い。同一時期、同一品種を比較する場合は迅速かつ正確に把握できる。しかし、本実験のように供試品種が多岐にわたり、成熟のステージが異なり、更に、酸含量のレベルが大きく異なる場合の比較では、酸の影響が大きく現れBrixによる表示は適正な手法とは云えない。そこで、糖分析は高速液体クロマトグラフィーで行い合計糖を表示し、酸分析は遊離の酸を測定する滴定酸度（クエン酸換算）法を採った。

#### 材料及び方法

供試したカンキツ類 105種類について、1990年度、91年度とも11月5日から翌年の6月25日までの間に月1回、1種類当たり1果重50g以下のものについては40果、大果（500g以上）で結果量の少ないものは2～3果、その他のものは5～10果を無作為に採取して果実品質を調査した。なお、‘宮川早生’は傾斜畑栽培の果実についても行った。分析は全果実の果汁を混合して供試した。糖は果汁を純水で10～50倍に希釈して、孔径0.45 $\mu$ mのフィルターでろ過後、直接10 $\mu$ lを高速液体クロマトグラフィーに注入し測定した。カラムは島津SCR-101C（ガードカラム島津SCR(H)つき）を用い、移動相 H<sub>2</sub>O、流量1ml / min.カラム槽温度80℃の条件で分離し、示差屈折計（島津RID-6A）で検出した。全糖は各種糖の合計値とした。滴定酸度は常法により測定しクエン酸量に換算して表示した。

#### 実験結果

供試したカンキツ 105種類を調査期間中の増糖パターンからA～Dの4グループ（第2表）に分け、そのうち、グループごとに代表的なカンキツ類の果実品質

の経時的な変化を第4図に示した。なお、検出された糖のうち、主要なものはショ糖であり、還元糖では果糖及びブドウ糖が同量程度検出されたが、図中、両者が交錯して煩雑となるので果糖のみを示した。

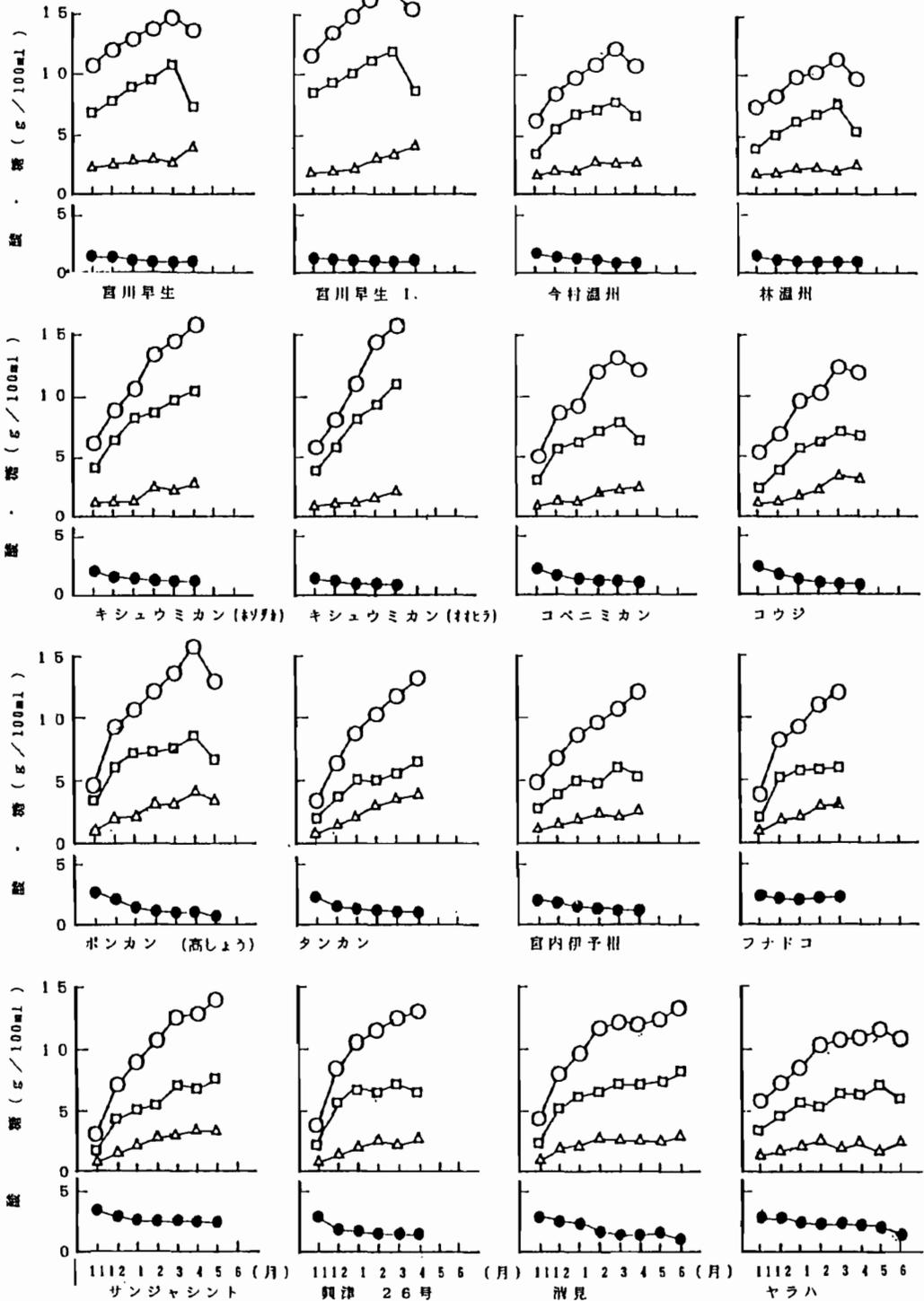
果実に致命的障害が発生する頃まで糖が増加し、果汁中の全糖量が最高値で11%以上の高位の含量を示す種類をグループAとした。‘宮川早生’、キシウミカン及び高しょう系ポンカンは調査を開始した11月5日より全糖含量がそれぞれ4.7%（3月まで）9.8%（4月まで）11.2%（4月まで）上昇して、最終的に全糖含量は15%以上に達した。普通ウンシュウ、‘コベニミカン’、タンカン、‘宮内伊予柑’、‘サンジャシント’及び‘清見’も冬季の増糖効果が高かったが、普通ウンシュウ、‘コベニミカン’及び‘コウジ’では3月以降に、高しょう系ポンカンは4月以降に著しい浮き皮が認められ、同時に全糖含量が低下した。糖の組成をみると、調査開始時の11月にウンシュウミカンはすでに果汁中の全糖含量が高く、しかもショ糖の割合が高かった。キシウミカン、‘コベニミカン’及び‘コウジ’などは11月頃より全糖含量が急速に増加し、ショ糖の割合も高くなった。ポンカン、タンカン及び‘宮内伊予柑’は期間中の増糖量は大きかったが、成熟の進行とともに果汁中のショ糖の割合が低下した。また、ミカン交雑系の‘サンジャシント’及び‘清見’は全糖含量も高位であったが滴定酸度も高かった。

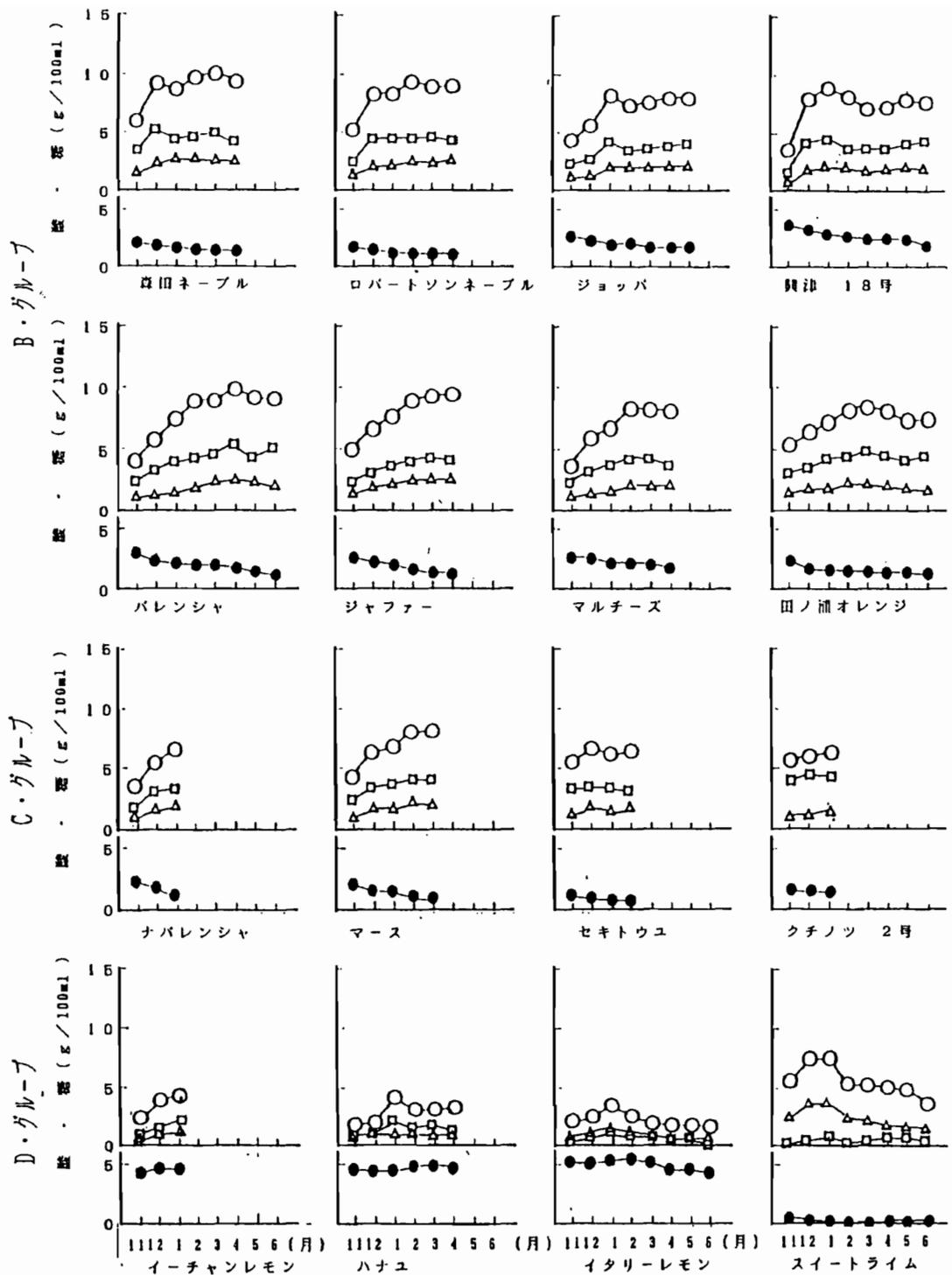
調査期間中に全糖含量が横ばいとなり、最高値で10%前後の中位の含量を示す種類をグループBとした。多くのオレンジがこれに属し、そのうち、ネーブル、‘ジョッパ’及び興津18号は調査の初期（12～1月頃）に、ブラッドオレンジ、‘ジャファー’、‘バレンシア’及び‘田ノ浦オレンジ’は中期（2～3月頃）にそれぞれ糖の増加が停止した。

調査途中で落果し、全糖含量が最高値でも8%以下の低位の含量しか示さない種類をグループCとした。‘ナバレンシア’及び‘マース’など、このグループに属するオレンジの一部は徐々に全糖含量が増加したが、‘セクトウユ’及び口之津2号などザボン亜区の一部では全糖含量の増加がきわめてわずかであり、いずれも早い時期から落果し増糖が停止した。

調査期間中の全糖含量がさらに低位でほとんど横ばいか、減少傾向を示し、5%以下の種類とその他のものをグループDとした。‘イタリーレモン’、‘ハナ

A・ダルーブ





第4図 越年着果したカンキツ果実の糖及び滴定酸含量の変化

○: 糖総量, □: ショ糖, △: 果糖, ●: 滴定酸, ブドウ糖は省略

第2表、越年着果したカンキツ果実の精含量によるグループ分け

グループ別	種 及 び 品 種
グループ A <sup>2</sup> 11% < (全糖含量)	10. 興津24号 16. 清見 23. 宮内伊予柑 23. 興津早生 23. 林温州 23. 今村温州 25. ボンカン(F2428, (丸)) 25. ボンカン(W丸)) 25. ボンカン(F2428, (丸)) 26. キシュウオオヒラ 26. キシュウホソダカ 27. コウジ X. サンジャシント X. ミネオラ X. ヤラハ X. セミノール X. 興津26号 16. タンカン 23. 大谷伊予柑 26. キシュウオオヒラ X. 興津26号
グループ B 8% ~ 11%	10. 谷川ブンタン 12. ハッサク 13. サンボウカン 16. ジョッパ 16. バンソングラウン 16. ハムリン 16. バイナップル 16. タロッコ 16. 森田ネーブル 18. オオゴンカン 17. ヒュウガナツ 18. カワバタ 28. シキキツ 12. ワコウハッサク 16. トロビタ 16. 福原オレンジ 16. モロ 19. シュンコウカン 23. スイートスブプリング X. 興津18号 13. 川野なつだいだい 16. バレンシヤ 16. バイアネーブル 16. マルチース 23. 紅温州 # X. トーマスビルシトレンジカット 16. ゴールデンナゲット 16. 白柳ネーブル 16. ロバートソンネーブル 23. クネンボ
グループ C 5% ~ 8%	10. セキトウユ 11. マシユシードレス 13. ナルト 16. オマナジャファ 16. ユキカン # X. ラスクシトレンジ 10. アンセイカン 12. コウトウカン 13. キンコウジ 16. レッドシレッタ 16. セントミケール 10. 平戸ブンタン 12. イワイカン 13. オオタチバナ 16. ホワイトシレッタ X. コバヤシミカン 11. スムースセビレ 12. アンセイカン 16. ポッベサマ 16. マース X. メイボメロ 11. ウイニー 13. ヤマブキ 16. ペラトリオ 16. ペラナタール X. サマーブレッシュ
グループ D 5% >	4. スイートライム #15. キクダイダイ 21. ハナユ 8. イタリーレモン 21. ジャバラ C. ナガミキンカン 8. リスボンレモン# 21. カボス C. チョウジュキンカン 8. ベルナレモン # 21. イーチャンレモン 21. スタチ # 14. カイセイトウ # 21. ユス

1990年度分析の結果。ただし#印は1991年度分析結果、品種名の番号・記号は第1表の分類番号を示す

ユ'及び'イーチャンレモン'など酸を利用する種類がこれに含まれ、滴定酸度も期間中にほとんど変化を示さなかった。'スイートライム'では全糖含量が減少傾向を示し、'イタリーレモン'及び'スイートライム'では糖のうち還元糖より非還元糖の方が低い値を示した。

#### 第4節 樹上越年果の着生量と翌年度の着花量との関係

果実を連年安定的に生産することは栽培上の重要な要件であり、そのために、連年着花量を安定して確保することは欠くべからざる条件である。

果実の着生量及び着生期間が翌年度の着花量に及ぼす影響については、野呂ら(1968)、森岡(1987)が早生ウンシュウで、Jones, Steinacker(1951)は'バレンシア'でそれぞれ調査し、前者は着生量及び期間ともにその影響のあることを認め、後者は過多の着生量の影響は認められても、着果期間の長短の影響は少ないとしている。供試したカンキツ類について、樹上越年果の着生量及び着生期間が翌年度の着花量に及ぼす影響を調査した。

#### 材料及び方法

供試カンキツ類 105種類について、1990年度、91年度の結果量とその翌年(大分部の種類については開花期間は4月下旬～5月下旬、キンカン属は7～9月)の着花量を 0=無、1=少ない、2=やや少ない、3=中、4=多い、5=甚だ多いの6段階評価で表した。

#### 実験結果

調査樹の着果量と翌年度における着花量との関係を第3表に示した。105種類中、全く着花の認められない種類はなかったが、前年に着果量が甚だ多かった(指数5)'ヤラハ'及び'カラ'は着花量が非常に少なかった(指数1)。同様



に、着果量が多かった（指数4）のは‘水晶ブントン’，‘バイナップル’，‘ハムリン’，‘森田ネーブル’，タンカン，‘スイートスプリング’，‘清見’，ブラッドオレンジ（‘モロ’，‘タロッコ’，‘マルチーズ’），スタチ，‘イーチャンレモン’，‘ハナユ’，‘クネンボ’，‘興津早生’，‘紅温州’，‘今村温州’，‘ヤツシロ’及びキシウミカンであったが、すべて翌年度の着花量は減少した（指数2）。一方、着花量の多かった（指数4～5）種類のうち、グレープフルーツ（‘マーシュシードレス’，‘ウイニー’），‘オマナジャファー’，‘レッドシレッタ’，‘ホワイトシレッタ’，‘ベラナタール’，‘サンジャシント’，‘ベラトリオ’，‘ポベサマー’，興津18号，‘コベニミカン’及び‘コウジ’は前年の着果量が少なかったが（指数2）、‘スイートライム’，‘川野なつだいだい’，‘ジャバラ’及びキンカンは前年の着果量も多かった（指数4～5）。

#### 第5節 越年着果栽培への適応性

前節までの越年着果による果実障害の発生、果実品質の経時的変化及び翌年度の着花量への影響などから総合的に勘案して、越年着果栽培によって、果実品質の向上を期待することのできるカンキツの種類及び着果期間中に発生する障害を防止することの可能性などについて調査し、越年着果栽培への適応性について検討した。

#### 材料及び方法

第2節及び第3節で得られた実験結果より、果実の成熟に伴う増糖パターンからグループAに分類され、かつ、霜害などの障害を回避し得る手段のある種類について、通常の収穫期から全糖含量が最高に達する月までの間の増加量を算出して越年着果による増糖量とし、その期間の範囲、最高の全糖含量、その時点での酸含量及び糖酸比を表示した。

第4表 樹上着果実の品質と障害の発生

種類・品種	調査期間の 範囲(月)	期間中の 増糖量 (g/100ml)	最高全 糖量 (g/100ml)	滴定酸量 (g/100ml)	糖酸比	障害の種類と 発生の順序		障害軽減 可否
10, フナドコ	12~3	3.17	11.15	2.19	5.1	霜害-落果		○
10, 興津 24号	12~3	2.83	11.00	1.83	6.0	霜害-落果		○
16, タンカン (高しゅう)	1~4	4.42	12.78	1.06	12.0	浮皮-霜害-す上砌		○
16, 消見	12~4	4.27	12.54	1.09	11.5	霜害-浮皮-す上砌		○
16, 宮内伊予柑	1~3	3.18	12.41	1.11	11.2	霜害-浮皮-す上砌-落果		○
23, 宮川早生 I	11~3	4.70	16.71	0.96	17.4	霜害-凍害-浮皮		○
23, 林温州	12~3	2.92	11.26	0.97	11.7	浮皮-霜害-凍害-腐敗		○
23, ヤツシロ	1~4	3.39	11.64	1.09	10.7	浮皮-凍害-腐敗		○
23, カラ	12~3	2.25	11.30	1.79	6.3	霜害-浮皮-す上砌		○
25, ボンカン (高しゅう)	12~4	7.18	15.07	0.92	16.4	浮皮-霜害-す上砌		○
26, コベニミカン	12~3	4.20	12.08	1.12	10.8	浮皮-霜害-腐敗		○
26, キシユウ (材七)	12~4	8.09	16.01	1.19	13.4	浮皮-霜害-す上砌-腐敗		○
27, コウジ	1~3	5.47	12.18	1.82	6.7	浮皮-霜害-凍害-腐敗		○
X, サンジャシント	1~4	4.94	13.99	2.37	5.9	凍害-す上砌-落果		○
X, セミノール	2~5	2.86	11.20	1.93	5.8	霜害-浮皮-す上砌-落果		○

I : 急傾斜地園, 品種の番号・記号は第1表の分類を示す

## 実験結果

果実品質の改善効果の点から、グループAに属する種類について、通常の出穫期から全糖含量が最高に達する月までの間の品質の変化、及び障害果実の発生を簡単な枝単位の紙袋掛けの処理によって防止することが可能か否かを示したのが第4表である。

調査した期間の内の増糖量は‘キシウオオヒラ’(8.09g)が最も多く、次いでボンカン(高しょう)(7.18g)、『コウジ’(5.47g)、『サンジャシント’(4.94g)及び‘宮川早生’(4.70g)の順となった。最高値を示した月の全糖含量は‘宮川早生’(16.71g)が最も高く、『キシウオオヒラ’(16.01g)、ボンカン(15.07g)、『サンジャシント’(13.99g)、タンカン(12.78g)、『清見’(12.54g)及び‘宮内伊予柑’(12.41g)の順となった。一方、その時点における滴定酸含量は‘サンジャシント’が最も高く、『フナドコ’、『セミノール’、興津24号、『コウジ’の順となり、逆に低かったのは、ボンカン、ウンシュウミカン、タンカン、『清見’及び‘宮内伊予柑’などで1%前後の値であった。食味評価につながる糖酸比でみると更に順序は変わり‘宮川早生’、ボンカン、『キシウオオヒラ’及びタンカンが上位を占めた。霜害による障害果発生点から、『清見’、『宮川早生’、『宮内伊予柑’、ボンカン、『カラ’及び‘セミノール’が、簡単な袋掛け処理によって発生を軽減することが可能であった。

## 第6節 考 察

冬～春期間を樹上に着果させた場合の果実の障害は、一般的には生理的な障害(す上がり・浮き皮・回青)と外的要因による障害(霜害・凍害・腐敗)及び両者に起因する後期落果などがある。三輪(1951)は生理的障害は樹体内における生理的な不安定性に起因しているため、樹冠の内外を問わず全果実に及ぶことが多いが、外的要因による障害は着果の位置や状態によって被害の程度が異なると述べている。本研究で供試した105種類のカンキツに発生した致命的な障害の原因は、す上がり-落果、す上がり-浮き皮といった生理的なものと、霜害-落果、

霜害－腐敗の外的なもの、及び霜害－す上がり－落果など両者の複合的なもの、さらに、比較的早い時期に突然に落果するものに分けることができる。

生理的な障害発生にはじまるものには、ライム区、シトロン区、ザボン区及びダイダイ区の早熟系を除く大部分が含まれた。これらの種類は、わが国では晩生カンキツ類に分類され、越年着果が通常の栽培方法とされている。

外的要因による障害にはじまるものには、ユズ区、ミカン区及びトウキンカン区などの寛皮性カンキツ類とダイダイ区の早熟系が含まれた。これらの種類は、早生カンキツ類に分類され年内に収穫を完了するのが一般的とされている。また、外的要因である霜害と生理的要因であるす上がりとが共に発生するものにザボン区のグレープフルーツがあった。このように果実に対する障害の種類は分類上の位置によって類似性のあることを示しており、種の有する耐寒性の強弱や果皮の状態、すなわち、寛皮性であるか否かによって障害果発生の状況は異なってくると考えられる。一方、障害発生の時期は同じ種類に属していても、早熟系で早く、晩生系で遅い傾向が認められた。

成熟期に発生する落果は12月から5月までの長期間にわたって起こった。三輪（1951）によると冬の厳寒期の落果は低温そのものが引き金になると考えられている。ユズ区の‘イーチャンレモン’（12月）、ダイダイ区の‘ナバレンシア’（1月）及びザボン区の‘セキトウユ’（2月）などでは、果汁中の成分の推移に特別な変化や、果皮に外観上の障害は見られなかったにもかかわらず、低温によると思われる突然の落果が認められた。ユズ区のスタチ、カボス及び‘ジャバラ’などでは霜害や凍害が腐敗を誘発して間接的に落果を引き起こす場合も認められた。一方、春の温暖期に発生する落果は樹体内のホルモンのアンバランスにより、離層が形成されるためとされている（三輪1951）。‘ヤラハ’、‘オマナジャファー’及び‘メイボメロ’などで見られ、‘ヤラハ’では落果以前にすでに果汁中の成分、特にショ糖含量の低下に見られるように過熟傾向が認められた。いずれにしても、落果は栽培上致命的な障害である。

暖地におけるカンキツ類の低温の被害に関する吉村（1967）の報告によると、被害の程度は遭遇する低温の強弱とは必ずしも一致しない。暖地産は一般的に耐寒性が弱く、種類や個体の有する耐凍性の強弱、その個体が経過した気候的な前歴の相違によって被害が異なることを認めている。調査した兩年度の気温は暖冬

で推移したが、霜害は1～3月の最も低温期に多発し、ミカン区の寛皮性カンキツ類に多く認められた。被害が樹全体に及ぶことは少なく、種類の違いや着果の位置、低温の程度により被害の程度が異なった。霜害は直ちに致命的な障害となることは少なく、1～3月の厳寒期に果実を被覆することで容易に被害を軽減することができると思われる。

浮き皮は、早生ウンシュウに比べ普通ウンシュウにおいて障害率が高く（松本1980）、果皮組織の構造に原因がある（倉岡1962）と考えられている。本調査では、浮き皮にはミカン区のウンシュウミカンや‘タチバナ’及びキシウミカンなど寛皮性カンキツ類で多発する薄皮ブクとザボン区の‘イワイカン’及びダイダイ区の‘キンコウジ’などで見られる厚皮ブクとが認められた。しかし、浮き皮は果実品質を著しく劣化させるが、それ自体が致命的な障害となることは少なく、長期間樹上に着果させておくことにより、霜害や腐敗などの二次的な障害を誘発して被害を増大させることが多かった。

松本（1980）によると、す上がりは発生原因により種々のタイプを示し発生時期も異なるとされている。本調査においても、す上がりの発生時期は2月下旬頃から始まり、最も遅いものは調査最終の6月下旬まで発生が認められた。まず、2月下旬頃より低温期の凍害による砂じょう組織の破壊が原因と思われるす上がり（dry juicesac）が、ダイダイ区で発生した。ついで、暖かさが増す3月下旬から4月頃に果実の過熟が原因と思われるす上がり（granulation-砂じょうが白くゼリー状化する）が、ミカン区の‘クネンボ’及びボンカンなどで認められた。最も遅く5月以降の温暖期になって発生するす上がり（granulation-粒化症、砂じょうが白濁肥大化し果汁が消失）はダイダイ区の‘ヒョウカン’、‘川野なつだいだい’及び‘サンボウカン’など晩生カンキツ類で発生した。す上がりは果実品質を著しく低下させる障害であるが、落果しないものもあった。

調査期間中の気温と各障害との関係を見ると、寛皮性カンキツ類では果皮に発生する霜害も認められたが、ほとんどの種類では3月以降の温暖期にす上がりや浮き皮が認められるなど、果実障害に対しては最低温度よりも、むしろ温暖期の高い温度の影響によると考えられる生理的な障害が目立った。

霜害は後生カンキツ亜属であるユズ区やミカン区において、最低気温が0℃付近に低下した1月上旬から3月上旬までの間に認められた。落果の発生はダイダ

イ区及びザボン区に多く、12月下旬から5月中旬までの長期にわたった。

腐敗はユズ区及びミカン区に多く、霜・凍害、浮き皮など果皮に対する障害に続いて、二次的に発生する障害であり、気温が上昇し各部が生育を開始する3月下旬から4月中旬にかけて集中的に発生した。浮き皮は‘ハナユ’、‘コベニミカン’、キシウミカン及び早生ウンシュウなど早熟系品種では12～1月頃に発生したが、その他の種類では最高気温の高まる2月中旬から発生し6月まで続いた。す上がりも同様に最高気温の高まる2月頃から6月末までの長期間にわたって発生した。これらの障害はそれぞれ単独でも発生するが重複する場合もあった。また、気温の上昇が著しい4～5月頃に晩生カンキツである‘バレンシア’のように回青が原因と思われる糖含量の低下も認められた。樹上越年果実の糖の蓄積量及び経時的な変化から、供試カンキツ類をA～Dグループに分けた。これは、同一年、同一条件のもとで栽培された果実を分析し、比較検討を行なったもので、これらの分析値は当該年の成熟期の気象条件によって変化すると思われる。

中・晩生カンキツ類の果実品質の季節的な変化について調査した山田、西浦(1977,1980)によれば、品質の構成要素として寄与度の高い可溶性固形物含量の増減から成熟期を4期に分け、種類によって差はあるものの、3期の厳冬期から初春にかけても可溶性固形物含量が増加することを認めており、本調査結果も同様であった。

グループAに属する種類の多くはわが国の原生か、または、近隣国に由来し古くから栽培されている種類及びそれら近縁の交雑によるものである。したがって、わが国の気候風土に最も適した種類であり、高品質果実の生産が可能であり、栽培の容易なしかも栽培面積の大きい主要品種が含まれている。

グループB～Dに属するオレンジや雑かん類にもわが国由来の種類が多く存在するが、これらの中には有田地方の冬期の気温が成熟適温より低いため、満足できる果実品質に達し得ないものもあると思われる。有田地方のネーブルオレンジは低温障害を避けるために1月頃までに収穫し、3～4月頃まで貯蔵して出荷する方法(和歌山果試1960)が採られている。その他、厳冬期にビニルハウスによる加温や無加温栽培及び防寒を目的として、果実を被覆する袋掛け栽培なども行なわれ、品質の向上につとめている。

滴定酸度は、一般的には成熟の進行とともに低下し、熟期の遅い種類ほど高い傾向にあった(山田, 西浦1977)。また、樹上着果果実の減酸率は貯蔵果実に比べて小さく、滴定酸度の低い種類では味ボケによる品質低下を防止する効果が認められた。レモン及び‘ハナユ’など果汁中の酸を利用する種類では滴定酸度の経時的な変化が少なく、むしろスタチでは上昇傾向さえ認められた。これらの種類については今後異なった観点から調査する必要がある。

越年着果栽培における障害発生が果実に及ぼす影響として、す上がりに見られる果汁の減少や、果汁中の全糖含量の減少、とりわけ、ショ糖型の果実であるカンキツ類(杉浦, 稲葉1991)では、ショ糖の含量の低下や果汁中の糖の含有比率の変化として表われ、果実品質を著しく低下させた。

花芽分化期が1~2月頃までにあるとされている多くのカンキツ類では、越年して長期間果実を樹上に着果させると、翌年度の着花への影響の有無が問題となる。野呂ら(1968), 森岡(1987)は早熟型カンキツ類である早生ウンシュウの着花量は前年の着果量や着果期間に影響されるとし、Jones, Steinacker(1951)は晩生カンキツ類である‘バレンシア’は前年度の着果期間の影響が少ないことを記述している。本調査において着果期間の長い中・晩生カンキツ類においても翌年度の着花量は少なくなかった。

調査したカンキツ 105種類中、翌年度の着花量の少なかったのは20種類で、いずれも前年度の着果量の多い種類であった。これに対し着花量の多かった22種類は、連年着果量の多いキンカン、‘スイートライム’及び‘ジャバラ’を除いて、いずれも前年度の着果量が少なかった。

供試した 105種類のカンキツの樹上越年果実を、品質及び障害発生の程度から検討してみると、糖蓄積により著しく品質改善の効果が認められたのはグループ Aに分別した種類だけであった。中でも、ウンシュウミカン、キシウミカン、高しょう系ポンカン、タンカン、‘コウジ’‘清見’‘宮内伊予柑’及び‘サンジャシント’は果汁中の全糖含量が増加し高品質果実となった。しかし、‘サンジャシント’は冬の落果率が高く、普通ウンシュウ、キシウミカン及び‘コウジ’は浮き皮、す上がりなどの障害発生の時期が早く完熟果栽培には適さないことが明らかとなった。高しょう系ポンカンは浮き皮、す上がりの発生の点から樹上越年栽培の適性品種とは言えないまでも、Aグループの中でもとくに全糖

含量が高く、育種素材としての利用が考えられた。また、キシウミカン及び‘コウジ’なども全糖含量が高くなるが小型果で種子数が多く、かつ、著しい浮き皮障害は実用栽培カンキツとしては満足できるものとならない。霜害は簡単な被覆処理によって軽減することが可能な‘カラ’及び‘セミノール’も酸含量が高く、満足できる果実品質とはならない。これに対し、早熟系の早生ウンシュウ、中生系の‘宮内伊予柑’及び晩生系の‘清見’などは、樹上着果期間中外的要因による障害発生を被覆処理によって防止することが可能であり、糖の蓄積量の多いこととあいまって、樹上越年栽培に最も適した種類であることが明らかとなった(第4表)。グループBの‘福原オレンジ’、‘ヒュウガナツ’及び‘シュンコウカン’は障害発生はわずかであったが、果実品質に大きな改善効果が認められなかった。このように、グループB、C、Dで改善効果が少なかったのは、有田地方の樹上越年栽培期間中の気温が、成熟に必要な範囲内で経過しなかったことや、早い時期に落果して完熟に至らなかったことも一因であると考えられた。

## 第7節 摘 要

1) 近畿大学附属農場(和歌山県有田郡湯浅町)の平坦な丘陵畑に栽培されている105種類のカンキツについて、越年着果栽培の適否を知るため、1990年及び1991年の11月～翌年の6月末までの間、2か年に渡り可能な限り果実を樹上に着果させ、障害の発生ならびに糖と酸の変化について調査した。

2) 調査期間中、‘福原オレンジ’と‘シュンコウカン’を除いて、すべての種類の果実に発生した障害は、す上がり-落果、す上がり-浮き皮の生理的な内的障害と霜害-落果、霜害-腐敗の外的障害並びに霜害-す上がり-落果の複合的障害などであった。障害発生の時期は早熟系は晩熟系より早く発生する傾向にあり、障害の種類は分類上の位置によって類似し、また、同じ種類であっても果皮の状態によって出方が異なった。

3) 越年着果栽培をしたとき、着果期間中果実の増糖パターンから4グループに

分け、全糖含量が11%以上の高位を示す種類をAとし、10%前後の中位を示す種類をB、8%以下の低位を示す種類をC、5%以下のさらに低位を示す種類をグループDとした。とりわけAに分別された‘宮川早生’、キシウミカン及び高しょう系ポンカンは全糖含量が3月には15%以上となった。

4) 障害が発生した果実は果汁の減少と果汁中の全糖含量が減少するか、もしくは、ショ糖、ブドウ糖及び果糖の含有比率に変化がみられ、なかでも、ショ糖が急減した。

5) 越年着果による着果期間の延長の影響よりも、着果量(1樹当たりの担果密度)の多少が翌年度の着花量に直接影響することが明らかとなった。

6) 以上の結果より、早生ウンシュウ、‘宮内伊予柑’並びに‘清見’では、何んらかの保護手段によって外的要因による障害発生を防止できれば、樹上越年栽培により著しく果実品質を向上させ得ることが明らかとなった。

## 第2章 ウンシュウミカンの銘柄産地産果実と越年着果栽培を含む各種栽培における果実の品質特性

ウンシュウミカンの果実の品質形成には、気候、土壌、地形などの環境条件及び栽培条件が大きく関与する（栗山1988，松本1987，坂本・奥地1968）。したがって、果実品質は栽培地や園地ごとに異なることとなり、各地には栽培環境や条件が適し、多くの人々が優れた品質の果実を生産することを認める銘柄産地が存在する。一方、栽培方法の改善による品質の向上策も種々採り入れられ、これらの方法を特徴とした特産地化が各地で行れるようになった。

本章では銘柄産地として知られている有田地方の急傾斜地産のウンシュウミカン果実を基準とし、紀南地方の栽培農家で広がりつつある完熟栽培や無加温ハウス栽培、その他の栽培法で得た果実品質について比較し、簡便で高品質の果実が得られる栽培方法について検討した。

### 第1節 糖及び滴定酸含量の比較

和歌山県有田地方のとくに品質の良いことで知られる銘柄産地で生産されたウンシュウミカン果実の特徴を、各種の果汁成分の点から明らかにし、つぎにこれらの果実に加えてハウス栽培果実並びに貯蔵などで得られた果実と越年着果栽培果実を比較検討した。さらに、二、三の異なる栽培条件のもとで得られた越年着果栽培果実を分析することにより、この栽培方法の評価を行なった。

### 材料及び方法

1988年度、和歌山県有田地方の20年生ウンシュウミカン‘向山温州’の果実について、銘柄産地として、とくに食味のよい果実を生産することで知られている

南面の急傾斜地(30度以上)で、秩父古成層を母岩とする土壤の優良栽培園(I<sub>1</sub>、I<sub>2</sub>、I<sub>3</sub>区)と中生代亜酸化頁岩を母岩とする丘陵地にある平坦畑地の平均的栽培園(F区)の果実を比較調査した。

さらに、経済栽培中の同地方の25年生の早生ウンシュウ‘宮川早生’の果実について、砂質土埋立の水田転換の慣行栽培園(C区、CS区=貯蔵果)と無加温ハウス栽培園(H区)及び古三紀層の傾斜地畑における樹上越年完熟栽培園(TB区)の各区の果実を調査し銘柄産地の果実と比較した。

越年着果栽培法における果実の保護方法は図版(写真11~14)に見られるように種々の方法が採られているが、ここでは紀南地方の農家で多く試みられている方式(写真11~12)を採用した。すなわち、早生ウンシュウを対象に通常の収穫期までに、商品サイズの果実を抜き取りした後、1樹当たり5~10枝にSサイズの果実を全果実に対して10~20%を残し、収穫を翌年2月まで遅らせ、その間、鳥害や寒害から果実を保護するために枝単位で紙袋や網袋をかける方法とした。

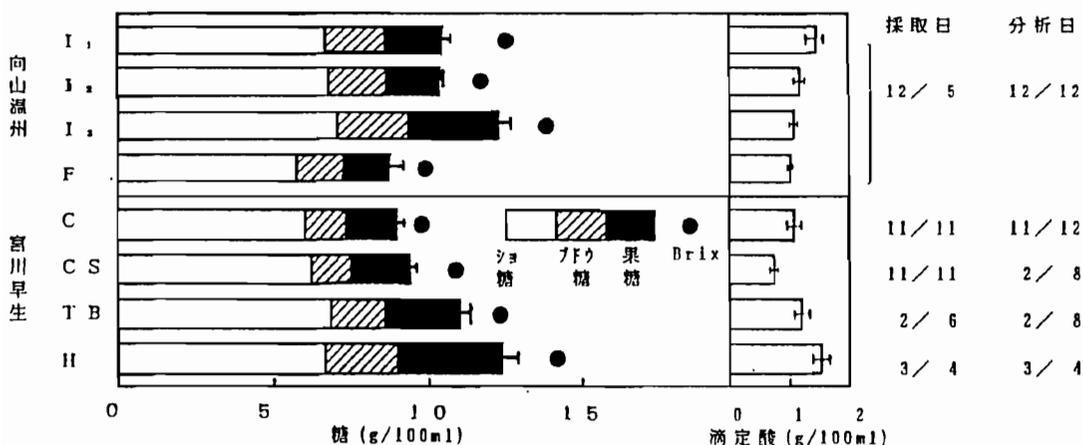
また、供試果実の大きさはTB区はSサイズ、‘向山温州’はLサイズ、‘宮川早生’ではMサイズ以下とし、1樹当たり10個ずつを高さ1.0~1.2mの各方角より無作為に採取し供試した。分析は全果の混合果汁について4反復行い、Brixは屈折計示度により示した。糖は果汁を純水で10倍に希しゃくし、孔径0.45 $\mu$ mのフィルターでろ過後、10 $\mu$ lを直接高速液体クロマトグラフィー(日本分光工業製)に注入し測定した。カラムはプレカラム付きの30cm(昭和電工製SC-1011)を用い、移動相H<sub>2</sub>O、流量1ml/min、カラム槽温度80℃の条件で分離し、示差屈折計で検出した。滴定酸は常法により測定し、クエン酸量に換算して示した。

## 実 験 結 果

供試した果実の糖及び酸含量は第5図に示す通りである。中生系品種‘向山温州’果実の全糖含量は平坦畑園(F区)8.65g/100mlに対して傾斜地優良園(I<sub>1</sub>、I<sub>2</sub>、I<sub>3</sub>区)の各区で明らかに高く、とくにI<sub>3</sub>区で12.83g/100mlと優れた。これを、果糖、ブドウ糖及びショ糖の組成比でみると、いずれの区においてもショ糖の比率が高く58~66%を占め、次いで果糖16~23%、ブドウ糖16~19%

の順となった。 滴定酸量は I<sub>1</sub> 区でやや高く 1.35g/100 ml を示したほかは、各区とも差異は小さかった。

早生ウンシュウ‘宮川早生’の一般栽培園における果実品質の比較では、全糖含量は明らかに果実を保護し越年着果栽培した (TB 区) 及び無加温ハウス (H 区) が勝り、水田転換園 (C 区) 及び同貯蔵果 (CS 区) では劣った。これを、糖の組成比で見ると‘向山温州’果実の分析結果と同様にショ糖が 54~68% と高率を示し、果糖 18~27%、ブドウ糖 13~19% の順となり、さらに、全糖含量の高い区ほど非還元糖に比べて還元糖、とくに、果糖の割合が大きい傾向が認められた。滴定酸量は H 区及び TB 区でやや高く、水田転換園の貯蔵果 (CS 区) では低かった。



第5図 園地及び栽培方法の相違によるウンシュウミカン果実の品質

(1988~89年度)

I<sub>1</sub> ~ I<sub>3</sub>: 礫質傾斜地優良園, F: 壤土質平坦圃, C: 砂質水田転換圃  
CS: 水転園貯蔵果, TB: 樹上越年果, H: 無加温ハウス, —: 標準偏差

## 第2節 アミノ酸含量の比較

ウンシュウミカン果実におけるアミノ酸含量については大東と冨永(1981)の報告があり、ある種のアミノ酸と果実品質、とくに呈味との間の関係では柴田(1989)及び平塚ら(1991)の報告がある。前節で実施した果実品質の分析結果と果汁中の各種アミノ酸含量について、各区間で比較検討を行った。

### 材料及び方法

前節と同様の各区から10果を無作為に採取した全果実の混合果汁を各区につき1点ずつ供試した。分析には果汁を8,000 Gで15分間遠心分離しその上澄液を供し、試料を0.02N-HClで5倍に希しゃくし、孔径0.45 $\mu$ mのフィルターでろ過後高速アミノ酸分析計(日立-L8500)を用いて分析した。

### 実験結果

果汁中のアミノ酸の分析結果は第5表に示すとおりである。‘向山温州’ではアミノ酸総含量は優良栽培園(I<sub>1</sub>、I<sub>2</sub>、I<sub>3</sub>)において高かったが、アミノ酸総含量と他の果汁成分との間には一定の関係は認められなかった。各種のアミノ酸についてみると成熟果の果汁中に比較的によく含まれていた種類として、プロリン、アルギニン、 $\gamma$ -アミノ酪酸、アスパラギン、アスパラギン酸、セリン、アラニン、グルタミン及びグルタミン酸などが認められたが、品質に対しての関与が明確に示された種類はみられず、プロリン含量のみが糖含量の大きい区でわずかに大であった。‘宮川早生’においてもアミノ酸の総含量とプロリン含量が、全糖含量の大きい無加温ハウス栽培(H区)で高かった他は、品質に対する明らかな傾向は認められなかった。

第5表 園地及び栽培方法の相違によるウンシュウミカン果実中のアミノ酸含量

(1989年)

アミノ酸	※	'向山温州'				'宮川早生'			
		I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>3</sub>	F	C	Cs	TB	H
アスパラギン	45.98 (12.3)	29.19 (10.0)	32.37 (12.0)	25.17 (12.0)	25.33 (5.6)	19.51 (5.3)	22.80 (4.1)	80.92 (9.7)	
スレオニン	3.77 (1.0)	2.59 (0.9)	2.79 (1.0)	1.87 (0.9)	4.62 (1.0)	5.14 (1.1)	5.13 (0.9)	6.81 (0.8)	
セリン	23.51 (6.3)	18.71 (6.4)	17.73 (6.6)	15.11 (7.2)	31.58 (6.9)	29.62 (6.4)	34.89 (6.3)	45.49 (5.5)	
アスパラギン酸	73.83 (19.8)	57.64 (19.7)	19.77 (7.3)	45.15 (21.6)	63.55 (13.9)	43.28 (10.5)	63.69 (11.5)	114.30 (17.3)	
グルタミン	20.74 (5.6)	20.96 (7.2)	19.76 (7.3)	13.21 (6.3)	22.57 (4.9)	17.10 (3.7)	26.38 (4.7)	36.30 (4.3)	
グルタミン酸	7.42 (2.0)	10.69 (3.7)	8.10 (3.0)	9.51 (4.6)	13.26 (2.9)	10.68 (2.3)	12.68 (2.3)	6.99 (0.8)	
プロリン	65.60 (17.6)	42.19 (14.4)	67.30 (24.9)	20.52 (9.8)	103.03 (22.6)	116.95 (25.6)	143.01 (25.7)	232.21 (27.8)	
グリシン	1.36 (0.4)	0.95 (0.3)	0.91 (0.3)	0.66 (0.3)	2.19 (0.5)	2.45 (0.5)	2.21 (0.4)	3.96 (0.5)	
アラニン	25.60 (6.9)	20.79 (7.1)	16.88 (6.3)	10.72 (5.1)	29.05 (6.4)	30.24 (6.6)	40.12 (7.2)	47.97 (5.7)	
α-アミノ酪酸	12.66 (3.4)	10.04 (3.4)	11.47 (4.2)	6.79 (3.2)	38.60 (8.5)	55.11 (12.1)	35.23 (6.3)	43.36 (5.2)	
バリン	1.85 (0.5)	1.49 (0.5)	2.22 (0.8)	1.19 (0.6)	4.59 (1.0)	5.28 (1.2)	4.89 (0.9)	4.36 (0.6)	
メチオニン	0.65 (0.2)	0.43 (0.1)	0.56 (0.2)	0.37 (0.2)	1.06 (0.2)	0.93 (0.2)	1.18 (0.2)	0.82 (0.1)	
イソロイシン	0.80 (0.2)	0.55 (0.2)	0.70 (0.3)	0.39 (0.2)	1.37 (0.3)	1.74 (0.4)	1.59 (0.3)	1.73 (0.2)	
ロイシン	0.71 (0.2)	0.54 (0.2)	0.66 (0.2)	0.43 (0.2)	1.43 (0.3)	1.79 (0.4)	1.65 (0.3)	1.50 (0.2)	
チロシン	0.96 (0.3)	1.25 (0.4)	0.87 (0.3)	0.89 (0.4)	3.93 (1.0)	4.64 (1.1)	5.20 (1.0)	2.54 (0.3)	
フェニールアラニン	2.02 (0.5)	1.57 (0.5)	3.41 (1.3)	1.42 (0.7)	5.73 (0.8)	5.50 (0.8)	5.12 (0.9)	5.67 (0.7)	
リジン	3.29 (0.9)	2.62 (0.9)	2.17 (0.8)	1.96 (0.9)	5.62 (1.2)	6.50 (1.6)	6.14 (1.1)	7.50 (0.9)	
ヒスチジン	1.16 (0.3)	0.72 (0.2)	1.70 (0.6)	0.50 (0.2)	1.32 (0.4)	1.72 (0.4)	1.56 (0.3)	2.18 (0.3)	
アルギニン	75.53 (20.3)	65.50 (22.4)	53.65 (19.9)	45.06 (21.6)	85.96 (18.9)	91.72 (20.0)	134.16 (24.1)	154.43 (18.5)	
サルコシン	1.10 (0.3)	0.51 (0.2)	0.46 (0.2)	0.48 (0.2)	1.36 (0.3)	trace (0.0)	1.10 (0.2)	1.39 (0.2)	
オルニチン	2.47 (0.7)	2.95 (1.0)	2.29 (0.8)	2.37 (1.1)	10.62 (2.4)	5.90 (1.4)	6.81 (1.2)	3.96 (0.5)	
カルノシン	1.08 (0.3)	trace (0.0)	4.13 (1.5)	5.13 (2.5)	trace (0.0)	1.33 (0.3)	0.35 (0.1)	1.82 (0.2)	
合計 (mg/100ml)	372.47	292.15	270.02	209.06	456.39	457.13	555.81	836.32	
合計 (%)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	

※：園地の区分は第7図参照

- 1) 日立-L-8500型高速アミノ酸分析計, 2) 果汁生体液分析法
- 3) サンプルは0.02N-HClで5倍に希釈し、0.45μm フィルターで濾過し10μl を注入分析した

### 第3節 食味評価

従来、ウンシュウミカンの市場での取り引き価格の決定には、果実の大きさと外観が指標として重要な位置を占め、個々の食味品質は評価要素としては軽視されることが多く、わずかに、生産地ごとの全体的な評価の対象として利用されているに過ぎない。ミカンの食味を構成する因子のうち、嗜好度に最も大きく関与する成分は糖、酸及び糖酸比率であり（小曾戸・飯野1972）、食味評価は品質を評価するためには欠かすことの出来ない手法のひとつである。

本節では前記‘向山温州’果実について、果汁中の成分含量と食味評価の関係を述べる。

#### 材料及び方法

‘向山温州’果実について、検査者30名でRanking test（順位法）による食味の官能検査を常法で行った。すなわち、果実の個体間のバラツキを防ぐため、剥皮した果実をじょうのう単位でバラバラにしたものを混ぜ合わせ、1区当たり数個ずつを供試し食味の評価を行った。判定は各個人の嗜好によって試料の美味しさを順位でそれぞれパネルカードに記入し、その合計点を集計して順位点数を算出した。結果については果汁中の成分含量と対比して検討した。

#### 実験結果

食味検査の結果は第6表に示すように傾斜地優良園I<sub>3</sub>区(1.20)の食味が最も優れ、ついで、I<sub>1</sub>区(2.33)、I<sub>2</sub>区(2.70)の順となり平坦畑栽培園F区(3.77)で最も劣った。しかし、果汁中の成分含量との対比でみると、糖含量はI<sub>3</sub>区が12.83%と最も高く、I<sub>1</sub>区が10.57%、I<sub>2</sub>区は10.27%と同程度でありF区は8.65%で最も低かったが、一方、I<sub>1</sub>(1.35%)とI<sub>2</sub>(1.16%)区の間では酸含量の多少が食味評価に影響した。

第6表 ウンシュウミカン‘向山温州’果実の食味官能検査

(1989年)

	果実の食味評価				合計点	平均点	順位	糖・酸含量g/100ml		
	#	1×4	2×14	3×10				4×2		
* I <sub>1</sub>	#	1×4	2×14	3×10	4×2	70	※2.33	2	10.57	1.35
I <sub>2</sub>		—	2×12	3×15	4×3	81	2.70	3	10.27	1.16
I <sub>3</sub>		1×26	2×2	3×2	—	38	1.20	1	12.83	1.05
F		—	2×2	3×3	4×25	113	3.77	4	8.65	1.01

食味官能検査はパネリスト30名による順位点数法,

\* : 第5図参照, # : 順位×パネリスト数 ※ : 合計点/30

#### 第4節 考 察

成熟期のウンシュウミカン果汁中の糖の組成は、ショ糖が半分以上を占め、次いで果糖、ブドウ糖の順であることは多くの報告の通りであり（大東・佐藤1985，栗山1988）、成熟に伴う甘味の向上は最も量の多いショ糖の集積によるとされている（栗山1988）。前述のように、全糖含量の高いI<sub>1</sub>，I<sub>2</sub>，TB及びH区ではショ糖の絶対量が多かったが、さらに、果糖含量も高かった。3種類の糖の甘味度はショ糖=1.00とすると、果糖=1.73、ブドウ糖=0.74となる（飯野・小曾戸1972）ことから、これらの果実では全糖含量の多さと果糖の組成比の大きさがともに甘味の向上に働いた結果、I<sub>2</sub>区の食味検査成績の良さをもたらし、いわゆる、コクのある美味しいミカンになったものであろう。

一方、酸の変化は長期間樹上に着果させたにもかかわらず、減酸率が小さく12月上旬頃の酸のレベルが保たれたが、貯蔵区では減酸が著しかった。したがって、越年着果栽培は味ボケ防止の点からも注目すべきであろうと思われた。

大東と富永（1981）は果実の成熟期に顕著に増加するアミノ酸として、プロリン、アルギニン、γ-アミノ酪酸、アラニン及びリジンなどを挙げたが、プロリンのほかには糖含量との関連性を示すような結果は認めることができなかつたとし、一般にそれぞれのアミノ酸は量的に少ないうえに、果実内での生成、分解が糖や有機酸の生成、分解と連動しており代謝にも影響されるであろうと報告している。プロリンについては、食味との関係を否定する見解（Syvertsen and Smith 1983）がある一方で、平塚ら（1991）は味の濃さや美味しさとの関係を示唆している。今回の‘向山温州’の調査においては、食味のよいI<sub>2</sub>区の果実では糖、酸とともにアミノ酸総含量やプロリン含量が高く、これらが食味に関与している可能性を示唆しているように考えられた。

食味検査の結果を各区ごとの得点分布から見ると、飯野と小曾戸（1972）が報告したのと同様に、全糖含量の多少が食味に最も影響を及ぼしていることは明らかである。また、酸含量については、酸の高い区では得点のばらつきが大きくなり、酸に対しては個人的な嗜好性の違いが認められた。

食味の高いミカンとして評価の最も高かった銘柄優良園（I<sub>2</sub>区）とその他の区の果汁成分の分析結果を比較した結果、食味に関する呈味成分として寄与度の高

い糖及び酸含量の点で、樹上越年栽培園（TB区）及び無加温ハウス園（H区）の果実がともにI<sub>3</sub>区に近似した成分含量を示した。本実験におけるTB区の果実は古三紀層の傾斜地産であり、水田転換園の果実であるC区より本来品質が高くなると期待されるが、それを考慮に入れてもなおTB区は高品質であり、越年着果の影響が現われた結果と考えられる。したがって、樹上越年栽培は既存の樹園地をそのまま利用して、容易にしかも安価に甘味、酸味ともに高い含量を示す銘柄産地のミカン果実の品質に近づけることが可能な方法であることが明らかとなった。

## 第5節 摘 要

1) 早生ウンシュウは経済上の見地から和歌山県有田地方では11月中に収穫を終るのが普通であるが、‘宮川早生’について2月まで樹上に果実を着果させた越年着果栽培と水田転換栽培、同貯蔵果及び無加温ハウス栽培の果実品質を比較し特徴を明らかにした。さらに、優れた品質の果実を生産すると評価の高い銘柄産地3か所と一般栽培園1か所で栽培した普通ウンシュウ‘向山温州’についても果実品質を比較検討した。

2) ‘宮川早生’の全糖含量は樹上越年果実及びハウス栽培果実において水田転換園の果実や同貯蔵果より高く、‘向山温州’の全糖含量は銘柄産地の果実において一般栽培園の果実より高かった。それぞれの糖組成ではショ糖が主体で果糖、ブドウ糖がそれにつき、全糖含量が多いほど果糖の比率が高い傾向がみられた。樹上越年果実及びハウス栽培果実における糖組成は銘柄産地のそれに近かった。滴定酸量は樹上越年果実、ハウス栽培果実及び一部の銘柄産地における果実で多く、貯蔵果で少なかった。

3) 食味検査で高い評価を得た銘柄産地の‘向山温州’はアミノ酸総含量が高かった。一方、‘宮川早生’ではハウス栽培果実のアミノ酸総含量が最も高かったが、樹上越年果実では低かった。

4) 以上の結果、早生ウンシュウの越年着果栽培の果実は甘味と酸味が高く味の濃い、銘柄産地の果実に近い品質を示した。これを樹上越年完熟栽培とし、優れた果実を容易に生産できる方法であることが明らかとなった。

## 第3章 早生ウンシュウの樹上越年完熟栽培

前章においてカンキツの越年着果栽培には早生ウンシュウが適する品種であることを明らかにした。本章では早生ウンシュウについて、樹上越年完熟栽培を行う場合の栽培条件を知るために園地のタイプ、着果量と果実サイズ、被覆資材などの相違が果実品質に及ぼす影響について季節的に調査した。さらに、果実を樹上で越年させた場合の着果量及び着果期間が翌年度の着花量にどのような影響を及ぼすかについても検討した。

### 第1節 園地別の糖及び酸含量の季節的变化

和歌山県有田地方におけるウンシュウミカンの代表的な栽培地である急傾斜地優良園、大規模開発による平坦畑地園及び経営構造の改善に伴う水田転換園、それぞれに異なった3タイプの栽培園で早生ウンシュウの樹上越年完熟栽培を行いその適性について検討した。

#### 材料及び方法

1989年に25年生の‘宮川早生’について、傾斜地優良園（I区）、平坦畑地園（F区）及び水田転換園（C区）から、それぞれ着果量の揃った4樹を選んで樹上越年完熟栽培を行った。樹上越年完熟栽培法は前章で述べた方法に従い、11月25日の通常の収穫時に、各樹より小果区（S階級果55～60mm）としては下枝成りの果実を1枝当たり15果、大果区（L階級果73～80mm）として上枝成りの果実を7果以上を枝単位で残し、寒害、鳥害から果実を保護する目的で紙袋（クラフト紙）、二重紙袋及び網袋（ポリエチレン製、1.5×1.5mm）で被覆した。果実品質の調査は4反復とし、8月25日から翌年2月25日まで1か月ごとに7回行った。また、11月25日に収穫したF区の果実を5℃で2月25日まで貯蔵し比較調査を行った。果実品質調査のための分析は前章におけると同様、糖は高速液体クロマ

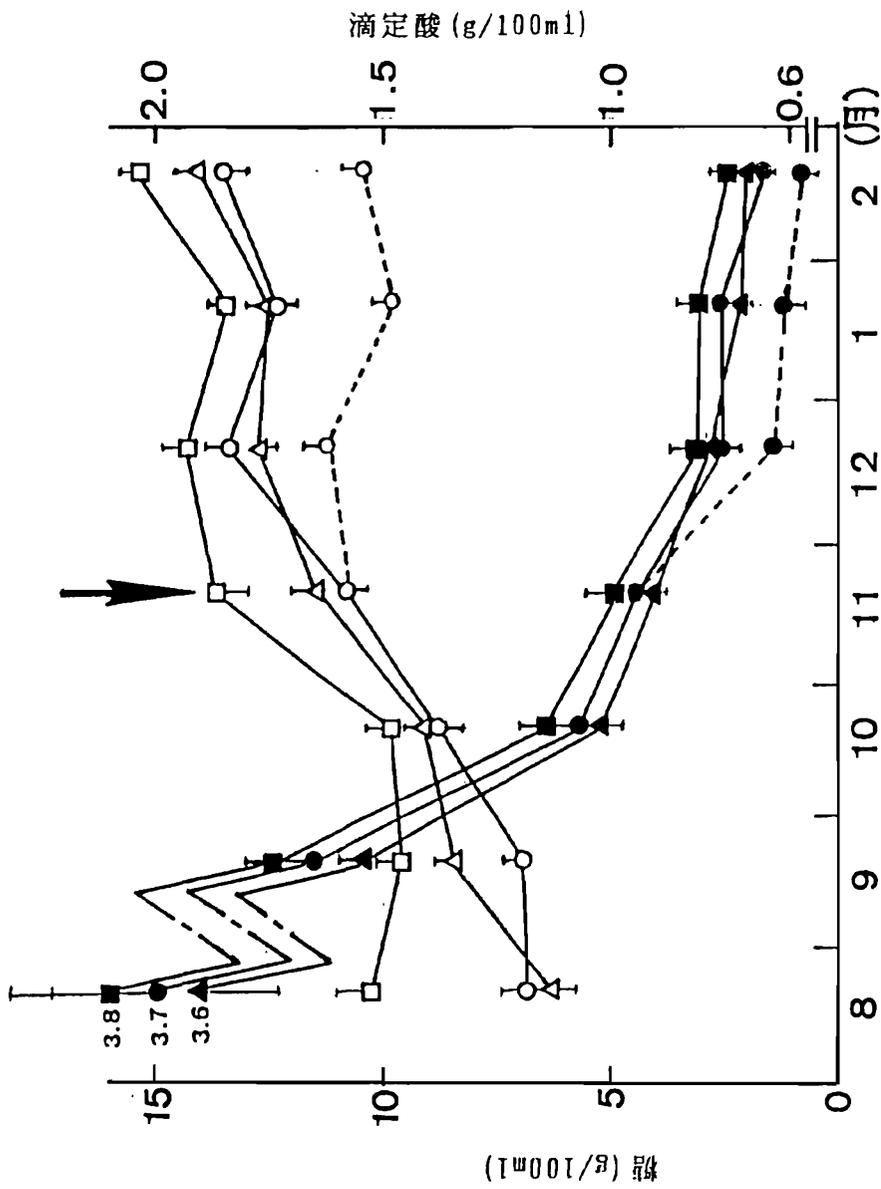
トグラフィー、酸は滴定酸（クエン酸換算）でそれぞれ行った。なお、‘宮川早生’のF区の果実について、通常の収穫期にあたる11月25日以降、2月25日までの袋掛け期間中、小果（S）区及び大果（L）区の果実を経時的に横径並びに縦径を、また、分析時にそれぞれの果実重量を測定し、その間の調査果実の肥大状況をみた。

## 実験結果

園地別の樹上越年完熟栽培における果実の糖及び酸含量の季節的变化は第6図に示すとおりである。糖含量は通常の収穫時期である11月25日には、傾斜地優良園（I区）が最も高く、水田転換園（C区）がこれにつき、平坦畑地園（F区）が最も低かった。樹上着果期間中には、各区とも同様の推移を示し、1月にはやや低下したが全体としては増加の傾向にあった。増糖量は果汁100ml当たりI区=2.3g、C区=2.7g、F区=2.5gとなり、園地間の差は小さかった。滴定酸量は順調に減少し、11月25日には各区とも100ml当たり1g以下となったが、区間の差は小さかった。また、樹上着果期間中の減少傾向はわずかで、園地による差異は認められなかった。

F区の果実を11月25日に収穫、貯蔵した場合、全糖含量は減少し越年着果果実との差は拡大した。滴定酸量は貯蔵果でも減少したが、樹上越年果に比べて減酸率はさらに高かった。

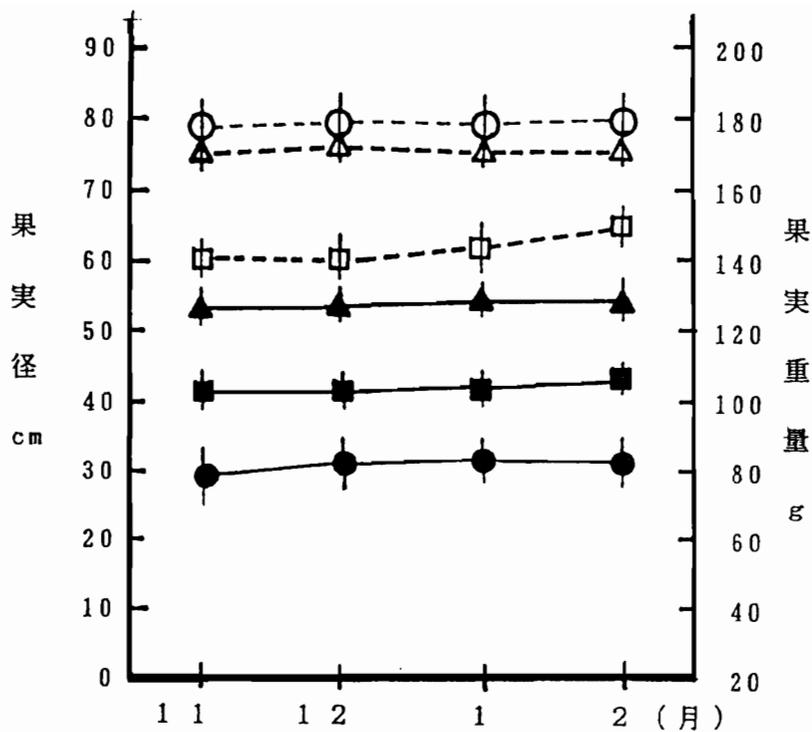
なお、供試果実の越年着果期間中の果実肥大については第7図に示すとおりである。11月以降、小果（S）区における果実の横径、縦径及び果実重のいずれもほとんど変化がなかった。大果（L）区においても、果実の横径および果実重に変化はなかったが、2月になると果実の縦径が僅かに増加し、果径が若干腰高になる傾向が認められた。



第7図 園地の相違による‘宮川早生’果実の糖及び酸含量の季節的变化

(1988~89)

□：礫質傾斜地園、○：壤土質平坦畑園、△：砂質水田転換園、…：貯蔵果実、  
白ぬき：糖含量、黒塗り：酸含量、I：標準偏差、矢印：通常の収穫期を示す、



第7図 ‘宮川早生’ 果実の越年着果期間中の果径及び果重の変化

(1919~89)

□：縦径，△：横径，○：1果実重，白ぬき：L級果，黒塗り：S級果  
 |：標準偏差

## 第2節 糖含量及び組成の季節的变化

樹上越年完熟栽培した早生ウンシュウの糖組成の季節的变化を、通常の収穫期に採取し貯蔵した果実との比較において調査し、完熟栽培における果実の糖組成の特徴を検討した。

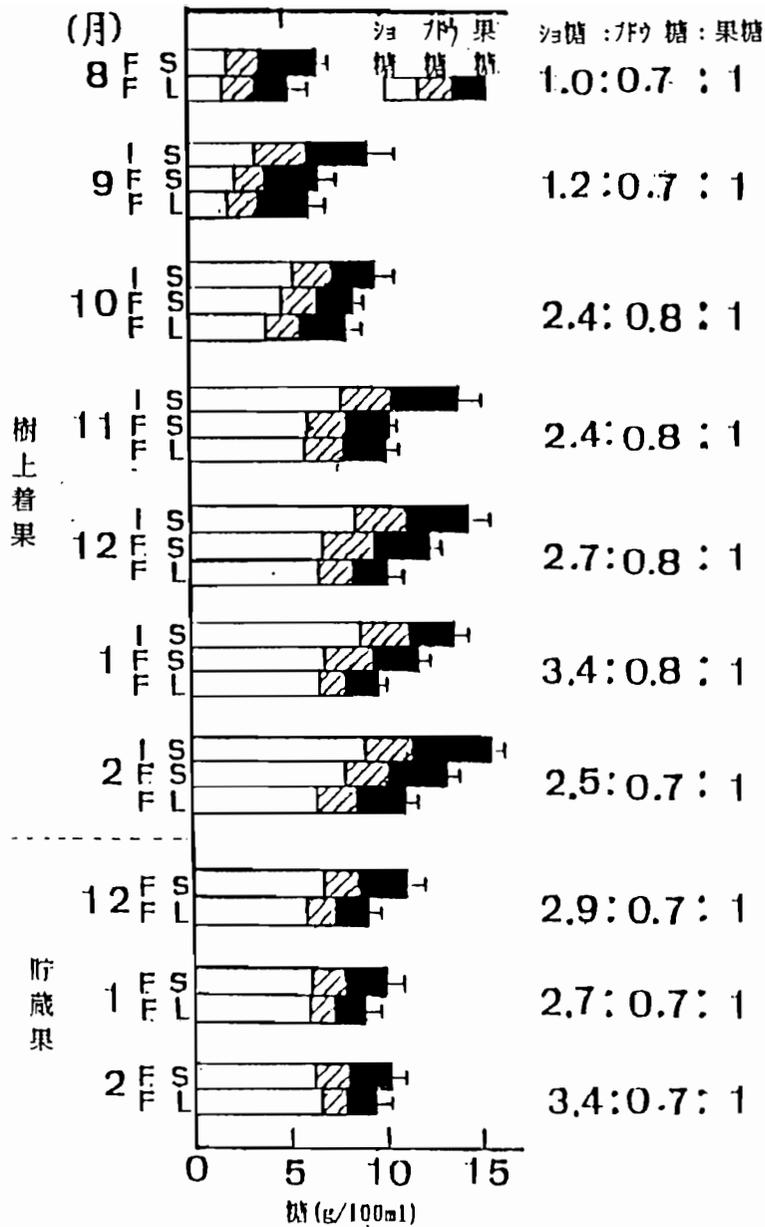
### 材料及び方法

前節で行った調査のうち、樹上越年完熟栽培果実では平坦畑地園（F区）のS、Lサイズ果と傾斜地優良園（I区）のSサイズ果について、8月28日から翌年2月25日まで1か月ごとに7回採取し、糖含量及びその組成の季節的变化を調査した。また、11月25日に収穫したF区のS、Lサイズの果実を5℃で貯蔵し、12月25日、1月25日、及び2月25日の3回、完熟栽培と同様な方法で調査を行った。

### 実験結果

果汁中の糖の種類別の推移を第8図に示した。傾斜地優良園（I区）と平坦畑地園（F区）とでは明らかな差が認められた。また、F区の12月以降においてはS、Lサイズ果の総糖含量の間に差を認めたが、各月ごとの各種糖の組成比率は近似していた。

果実発育前半の8月の組成比は果糖1：ブドウ糖 0.7：ショ糖1と、還元糖中でも果糖の占める割合が高かったが、通常の収穫期である11月になると果糖1：ブドウ糖0.8に対してショ糖2.4と非還元糖の割合が高くなった。1月にはさらにショ糖の割合が増えて3.4と高くなったが、2月には相対的にショ糖含量の割合が2.5と減少し再び果糖の割合が高くなった。ブドウ糖含量は全期間をとおして0.7～0.8とほぼ一定の割合で推移した。一方、第8図にみられるとおり11月25日に収穫した果実を貯蔵すると、全糖含量は漸減し各種糖の組成比率でみるとショ糖の割合が増加する傾向を示した。



第8図 '宮川早生' の樹上着果実及び貯蔵果の糖含量と組成比率の季節的变化

(1988~89)

I: 礫質傾斜地圃, F: 壤土質平坦畑圃, S: Sサイズ果, L: Lサイズ果  
H: 標準偏差

### 第3節 アミノ酸含量の季節的变化

ウンシュウミカン果汁中のアミノ酸の成熟期における変化については、大東ら(1971)、岩垣ら(1981)及び柴田(1989)の報告があり、いずれもプロリン含量が成熟の後期に顕著に増加することを認めており、中でも、柴田は成熟にともない、含量、組成比とも著しく増加を示すことから、成熟度の指標としての可能性を指摘し、山口ら(1991)はその結果を確認している。しかし、果実の食味品質に対する関与を言及した報告例は平塚ら(1991)の他は少ない。本節では栽培条件の相違が‘宮川早生’の成熟期のアミノ酸含量にどのように影響するかを調査した結果を述べる。

#### 材料及び方法

第1節で実施した方法に準じ、25年生の‘宮川早生’について、傾斜地優良園(I区)と平坦畑地園(F区)から、それぞれ10月25日、11月25日、12月25日及び2月25日の4回、採取したSサイズ果実について全果実の混合果汁を8,000Gで15分間、遠心分離し上澄み液を凍結保存し、全区同時に分析に供した。分析は果汁を0.02N-HClで5倍に希しゃくし、孔径0.45 $\mu$ mのメンブランフィルターでろ過した後、アミノ酸分析システム(島津高速液体クロマトグラフLi)を用いて行った。

#### 実験結果

傾斜地優良園(I区)と平坦畑地園(F区)における‘宮川早生’の時期別のアミノ酸含量の変化は第7表に示す通りである。アミノ酸のうち、プロリン及びアルギニンは両区とも成熟とともに明らかに増加した。アラニン、 $\gamma$ -アミノ酪酸及びリジンなども増加傾向を示した。反対にアスパラギン及びグルタミンは減少傾向を示した。10月から2月におけるいずれの時期においてもプロリンはI区の方がF区よりも多かった。しかしその他の種類のアミノ酸は個別でも総含量でも果実品質に対して関連を示すような種類は認められなかった。

第7表 園地の相違による '宮川早生' 果実中のアミノ酸含量の季節的变化 (1991年)

アミノ酸	平坦地園 (F)				2 (月)	傾斜地優良園 (I)			
	10	11	12	2		10	11	12	2
アスパラギン	37.17 (21.36)	28.66 (16.96)	43.07 (21.37)	28.06 (12.14)		17.01 (12.02)	14.69 (10.56)	55.02 (19.77)	18.82 (4.15)
スレオニン	1.55 (0.89)	1.50 (0.89)	1.30 (0.65)	2.20 (0.95)		1.03 (0.73)	1.22 (0.88)	1.84 (0.66)	1.78 (0.68)
セリン	12.16 (6.99)	10.67 (6.37)	12.20 (6.05)	14.49 (6.27)		8.82 (6.23)	9.11 (6.55)	13.70 (4.92)	14.83 (5.63)
アスパラギン酸	51.49 (29.58)	39.70 (23.50)	27.85 (13.82)	15.47 (6.69)		48.55 (34.30)	33.45 (24.04)	35.46 (12.74)	27.74 (10.53)
グルタミン	2.28 (1.31)	2.53 (1.50)	8.57 (4.25)	6.75 (2.92)		1.10 (0.78)	1.37 (0.98)	6.01 (2.16)	6.06 (2.30)
グルタミン酸	21.27 (12.22)	21.24 (12.57)	18.98 (9.42)	11.50 (4.98)		19.25 (13.60)	18.38 (13.21)	20.07 (7.21)	15.43 (5.86)
プロリン	5.29 (3.04)	11.51 (6.81)	30.39 (15.08)	52.34 (22.64)		6.56 (4.63)	14.90 (10.71)	51.66 (18.56)	76.28 (28.96)
グリシン	0.53 (0.30)	0.62 (0.37)	0.54 (0.27)	0.80 (0.35)		0.50 (0.35)	0.55 (0.40)	0.95 (0.34)	0.88 (0.33)
アラニン	8.66 (4.98)	8.81 (5.21)	13.70 (6.80)	15.04 (6.51)		6.03 (4.26)	6.37 (4.58)	14.40 (5.17)	12.93 (4.91)
α-アミノ酪酸	4.74 (2.72)	6.01 (3.56)	5.19 (2.58)	18.31 (7.92)		4.24 (3.00)	5.09 (3.66)	9.23 (3.32)	13.01 (4.94)
バリン	1.03 (0.59)	1.01 (0.60)	0.83 (0.41)	1.62 (0.70)		0.84 (0.59)	0.87 (0.63)	1.06 (0.38)	1.41 (0.54)
メチオニン	0.33 (0.19)	0.36 (0.21)	0.28 (0.14)	0.40 (0.17)		0.28 (0.20)	0.28 (0.20)	0.30 (0.11)	0.26 (0.10)
イソロイシン	0.47 (0.27)	0.48 (0.28)	0.42 (0.21)	0.77 (0.33)		0.43 (0.30)	0.45 (0.32)	0.53 (0.19)	0.65 (0.25)
ロイシン	0.62 (0.36)	0.57 (0.34)	0.41 (0.20)	0.68 (0.29)		0.58 (0.41)	0.54 (0.39)	0.49 (0.18)	0.61 (0.23)
チロシン	0.34 (0.19)	0.49 (0.29)	0.64 (0.32)	1.75 (0.76)		0.28 (0.20)	0.31 (0.22)	0.35 (0.13)	0.83 (0.32)
フェニールアラニン	0.97 (0.56)	1.09 (0.65)	0.98 (0.49)	1.82 (0.79)		0.94 (0.66)	1.03 (0.74)	0.91 (0.33)	1.41 (0.54)
リジン	1.18 (0.68)	1.40 (0.83)	1.31 (0.65)	2.34 (1.01)		1.13 (0.80)	1.37 (0.98)	2.16 (0.77)	2.44 (0.93)
ヒスチジン	0.40 (0.23)	0.38 (0.22)	0.32 (0.16)	0.70 (0.30)		0.30 (0.21)	0.37 (0.27)	0.61 (0.22)	0.70 (0.27)
アルギニン	22.98 (13.20)	31.09 (18.40)	32.06 (15.91)	53.22 (23.03)		23.23 (16.41)	28.41 (20.42)	62.50 (22.46)	65.63 (24.92)
オルニチン	0.55 (0.32)	0.84 (0.50)	2.48 (1.23)	2.88 (1.25)		0.35 (0.25)	0.39 (0.28)	1.06 (0.38)	1.68 (0.64)
合計 (mg/100ml)	174.05	168.96	201.52	231.14		141.54	139.15	278.31	263.38
合計 (%)	(100.00)	(100.00)	(100.00)	(100.00)		(100.00)	(100.00)	(100.00)	(100.00)

1) 島津高速液体クロマトグラフ アミノ酸分析システム (I. I)

2) サンプルは 0.02-N 塩酸で5倍に希釈し, 0.45 μm メンブランフィルターでろ過した後 10 μl を注入分析した

## 第4節 果実サイズの違いと糖及び酸含量の季節的变化

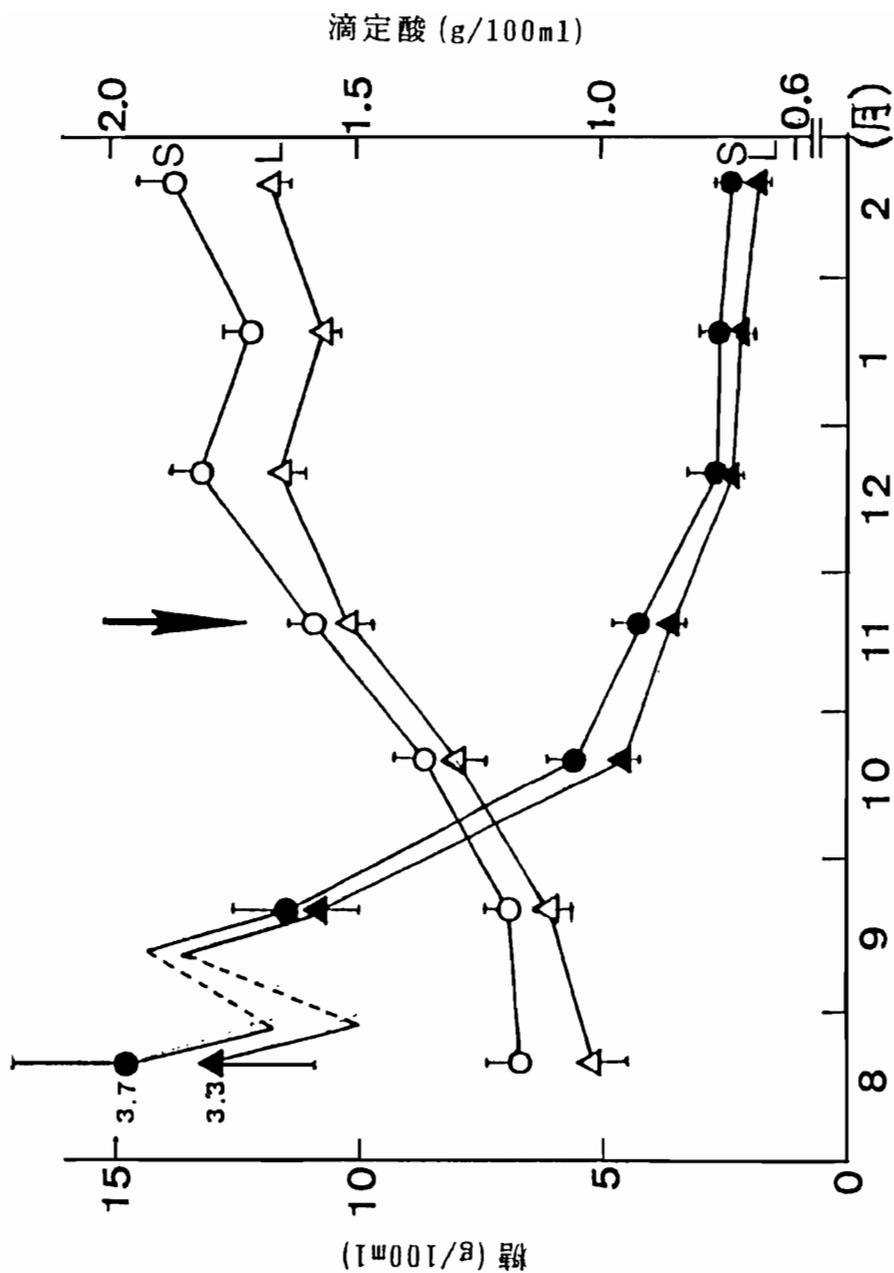
早生ウンシュウにおいて樹上で長期間着果させた場合、着果の位置や（大東ら1981，重里ら1974，西浦1986）、果実サイズの違いが（長谷部ら1989，小原ら1989，渡部ら1989）果実の品質形成に大きく関与することを認めている。本節では果実サイズの違いによる糖及び酸含量の季節的变化を検討した。

### 材料及び方法

第1節で行った調査のうち、平坦畑地園（F区）の‘宮川早生’の果実について、11月下旬の通常の収穫期に枝単位で袋掛け処理を行い、各樹より小果（S）区としては下枝成りの果実（平均80g）を1枝当たり15果を、大果（L）区として上枝成りの果実（平均170g）7果以上を枝単位で残し樹上越年完熟栽培を行なった。果実品質の調査は、8月25日から翌年2月25日まで1か月ごとに7回、それぞれ1区当たり10果を4反復採取し、糖及び酸含量の分析を行った。

### 実験結果

果実サイズの違いが糖及び滴定酸含量の推移に及ぼす影響は第9図に示す通りである。下枝成りの小果（S）区は全期間を通じて、糖及び酸含量ともに上枝成りの大果（L）区よりも高かった。とくに、糖含量はS区及びL区の両者の差が10月下旬には果汁100ml中0.52gであったものが、2月下旬には2.27gと広がり、S区において樹上越年完熟栽培による増糖の効果が大きであった。滴定酸含量については全期間を通じてL区でS区よりも低かったが、その差は小さく、樹上越年完熟栽培による影響に違いは認められなかった。



第9図 '宮川早生' 果実の大小と糖及び酸含量の季節的变化  
(1988~89)

○: Sサイズ果実、△: Lサイズ果実、白ぬき: 糖含量、黒塗り: 滴定酸含量  
I: 標準偏差、矢印: 通常の収穫期を示す、

## 第5節 越年着果期間中の被覆資材の相違が果実品質に及ぼす影響

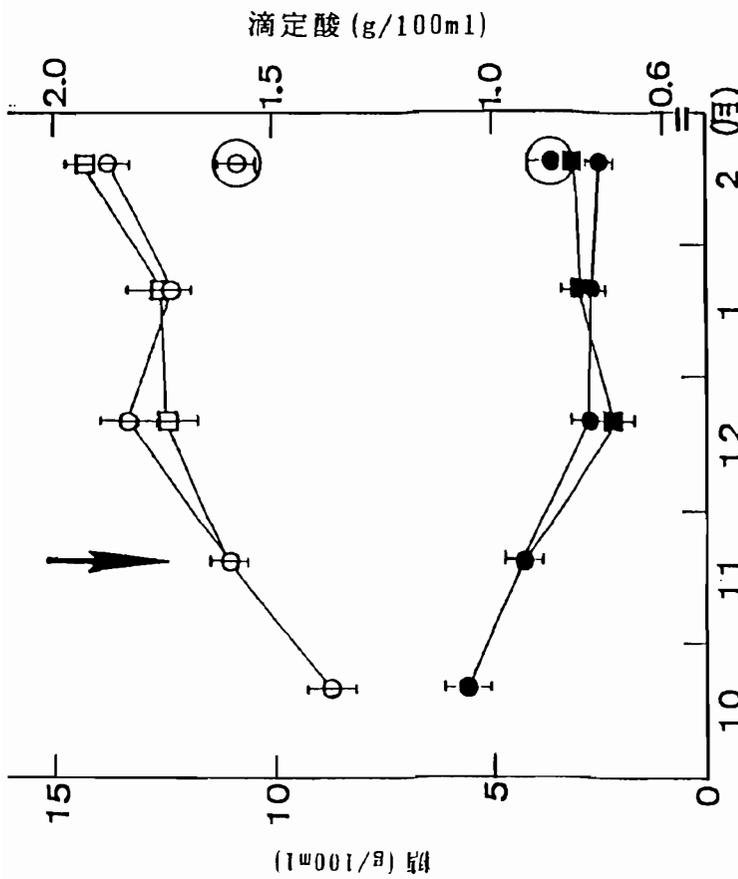
果実を低温や鳥害から保護するための、被覆資材や処理方法の相違が果実の品質に影響することは小原ら（1989）によっても指摘されている。本節では樹上越年中最も簡便と思われる枝単位の袋掛け処理を行い、被覆資材の相違が果実品質に及ぼす影響を検討した。

### 材料及び方法

和歌山県有田地方における‘宮川早生’の通常の収穫期にあたる11月25日に、1樹当たり6枝ずつを選んで紙袋（クラフト紙）、二重紙袋及び網袋（ポリエチレン製、1.5 × 1.5mm）をそれぞれ被覆処理した。果実品質の調査は11月25日から翌年の2月25日まで1か月ごとに4回、各区ごとの果実品質に及ぼす影響を調査した。また、各処理資材の相違による最終的な腐敗果率を算出した。なお、越年着果期間中の各区の袋内の温度変化についても経時的に調査した。

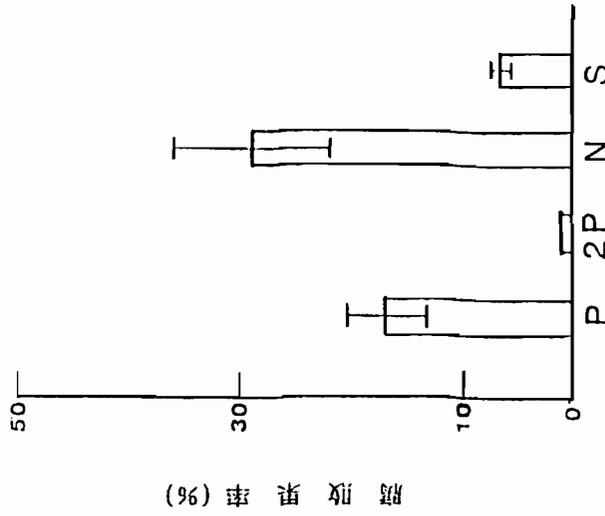
### 実験結果

被覆資材を異にした果実の全糖及び滴定酸含量は第10図に示すように、その差は小さいが糖及び酸含量ともに同様な推移を示した。樹上被袋着果の初期には網袋区に比べて紙袋区で糖含量及び酸含量はともに高かったが、1月には逆転し、その後は差が大きくなった。二重紙袋で被覆すると全糖含量が大きく低下し滴定酸含量も高くなって、果実品質が著しく劣り、一部には浮皮現象が認められた。越年着果期間中の袋の中の温度変化は第11図に示したとおりで、1月上旬までは紙袋区の最高温度が最も高く、その後逆転して網袋区並びに二重紙袋区が紙袋区よりも高く推移した。なお、腐敗果の発生は第12図に示したとおり網袋区が多く、次いで紙袋区、貯蔵区の順で、二重紙袋区で最も少なかった。



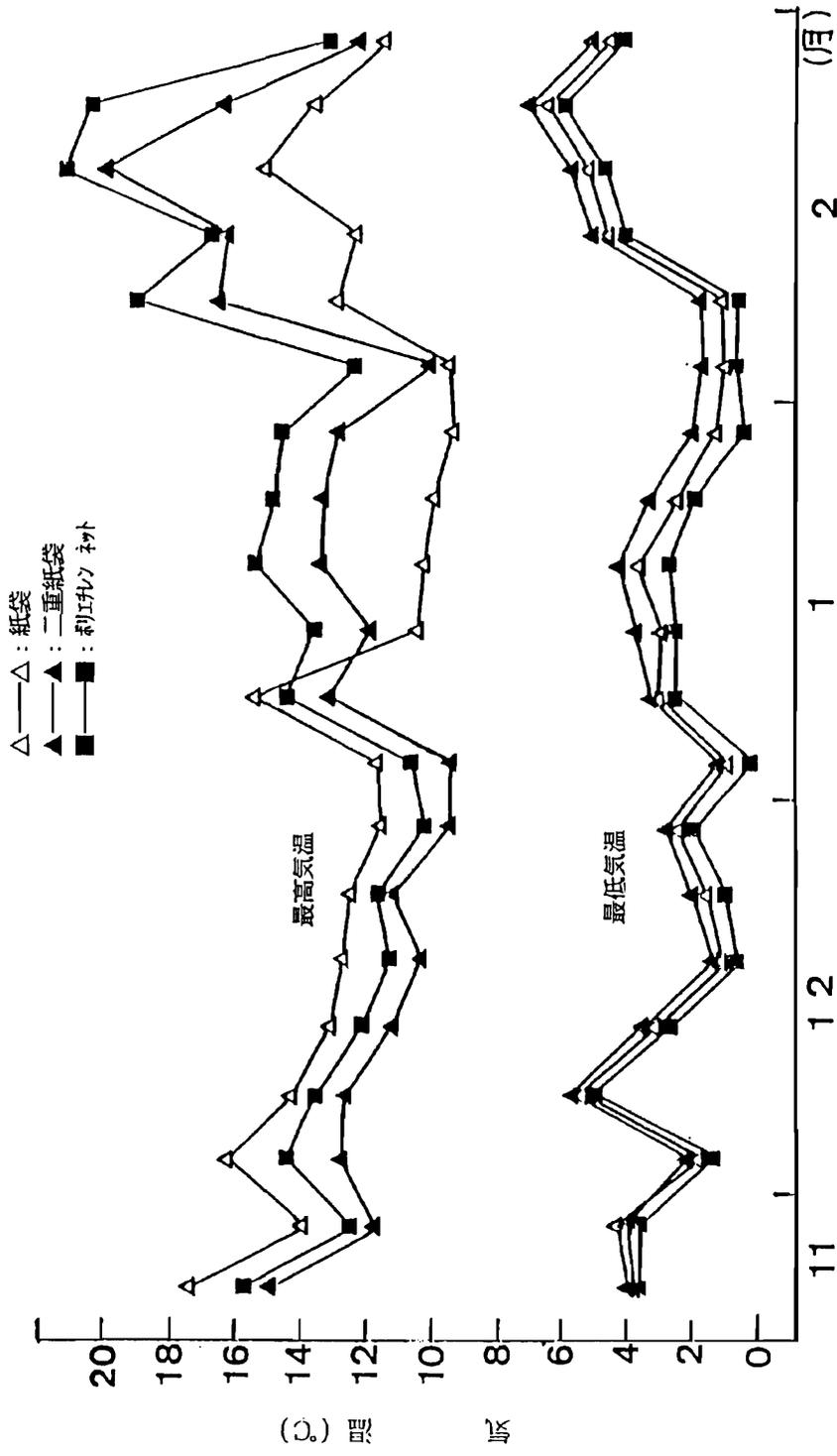
第10図 越年着果期間中の被覆資材の相違が「宮川早生」果実の糖及び酸含量に及ぼす影響 (1988~89)

○：紙袋(クワフト), ●：二重紙袋, □：網袋(網イソルソ)  
：標準偏差, 矢印：通常の収穫期を示す



第12図 越年着果期間中の被覆資材の相違が「宮川早生」果実の腐敗果発生に及ぼす影響 (1988~89)

P：紙袋(クワフト), 2P：二重紙袋, N：網袋(網イソルソ)  
S：貯蔵果, :標準偏差



第11図 越年栽培期間中の袋中の最高及び最低温度の変化  
 (1988~89)

半旬 (5日間) 平均

## 第6節 越年着果が翌年度の着花量に及ぼす影響

第1章、第4節で述べたように、各種カンキツの越年着果栽培において前年の着果量の多少が、翌年度の着果に直接影響する傾向にあることが認められた。また、野呂ら(1968)及び森岡(1987)は早熟型カンキツである早生ウンシュウでは着果量の多少と着果期間の長短が翌年度の着花量に影響することを報告している。本節では早生ウンシュウの越年着果栽培が、翌年度の花芽の着生にどのように影響を及ぼしているのかについて、第3章、第1節で行った各処理区の内、下枝成り小果区を対象として1樹当たり2枝を年交替で着果させるよう計画的に選定し、翌春における着花量をポット試験とともに検証した。

### 材料及び方法

1989年度に第1節で供試した平坦畑地園(F区)の樹上越年完熟栽培‘宮川早生’の下成り枝(未摘果、1枝当たり約15果着生)から、果実をそれぞれ枝単位で15果を11月20日、12月20日、1月20日及び2月20日に収穫し、翌1990年5月25日に枝当たりの着花量を調査した。なお、1樹当たりの樹上越年させた果実量は全収穫量の20%以下であった。

また、1991年にプラスチック・ポット(37cmX32cm)に‘宮川早生’の2年生苗を植栽し、1年間養成の後、1992年に着果量の多少から12鉢ずつを選び、3グループに分けて供試した。1992年11月10日に多着果区(平均着果量28.5個を12個越年着果)、中着果区(15.0個を6個)、少着果区(9.1個を2個)のそれぞれについて各区ごとに越年着果処理を行い、11月10日と12月20日及び1993年2月20日の3回に各区当たり4個体ずつ収穫を行った。着花量は1993年5月15日に調査した。

第8表 樹上完熟栽培における果実収穫時期の相違が翌春の着花に及ぼす影響 (1989)

処 理 区 ・ 時 期	A 樹			B 樹			C 樹			D 樹			平均・標準偏差
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
標準枝・11月	18	54	119	33	9	70	61	148	64.0	±45.18			
上・中成り枝													
下成り枝	11月	9	12	35	68	7	42	28	77	34.8	±24.85		
	12月	5	16	14	8	11	26	19	52	18.9	±13.93		
	1月	7	16	10	13	8	23	15	57	18.6	±15.27		
	2月	14	9	12	9	7	29	18	48	18.3	±13.02		

- 1) 調査は平坦畑地園 (F区) 25年生 '宮川早生' で4樹2点の平均、果実採取は各月の20日
- 2) 標準枝は上・中成り枝で1枝当たり7~12果とし、果径サイズはM・L果が中心
- 3) 下成り枝は下成り枝で1枝当たり15果とし、果径サイズは2S・S果が中心
- 4) 着花数の調査は1990年 5月25日

## 実験結果

樹上越年完熟栽培の調査樹の翌春の着花量は第8表に示すとおりである。調査をした枝の着花数は調査樹及び着果枝によってふれが認められたが、平均着花数でみると、通常の出穫期にあたる11月出穫区が1枝当たり34.8個であった。これに対し、12月、1月及び2月出穫区の着花数は18.3～18.9個と少なかったが、樹上越年着果させた完熟栽培期間の長短との間ではほとんど差異が認められなかった。

ポットに植栽した‘宮川早生’1樹当たりの着花数は第9表に示したとおりである。翌年度の平均の着花量は多着果区27.2個、中着果区194.8個、及び少着果区646.5個で前年の1樹当たりの着果数が多い区ほど着花数が少なく、着果量の多少が翌年度の着花量に影響を及ぼすことは明らかであった。出穫時期の着花量への影響は、いずれの区においても、通常の出穫期にあたる11月10日と12月10日及び2月10日の出穫区との間で差が認められなかった。

第9表 ‘宮川早生’の着果量並びに出穫時期が翌年の着花数に及ぼす影響

着果数(1樹当たり) 処理前 ⇒ 処理後	翌年の着花数(1樹当たり)			平均
	11月10日	12月10日	2月10日	
多着果区 28.5 ⇒ 12個	32.5±13.8	25.5±11.6	23.7±8.2	27.3±12.1
中着果区 15.0 ⇒ 6個	174.5±57.2	204.5±55.9	205.3±57.0	194.8±85.5
少着果区 9.1 ⇒ 2個	698.0±387.7	597.3±184.8	644.3±374.8	646.5±312

(3年生樹・ポット当たりの個数) ±:標準偏差

着果数の処理日: 1992年11月10日

着花数の調査日: 1993年5月15日

## 第7節 考 察

樹上越年完熟栽培における果実品質の季節的变化についてみると、全糖含量は11月から2月まで増加したが、各区とも12月から1月にかけて一時的に横ばいか減少傾向を示した。この傾向は大東と佐藤(1985)及び栗山(1988)の調査結果とも一致する。これらの糖含量の推移を種類別組成比率から見ると、最初の糖の上昇は主としてショ糖の増加によるものであり、再上昇は果糖含量の増加に負うところが大きい。栗山(1988)は初めの糖の増加は果実の完熟によるものであり、1月以降の増加は老化現象によるものと位置づけている。しかし、調査期間を通じて果実品質面での劣化の徴候はとくに観察されなかった。福田(1985)は適熟期として樹上において可食状態になった段階、完熟期は果実が本来有すべき最高の食味に達した段階で、樹上でこの段階に達する場合には適熟期の後半を当てている。したがって、本調査の結果から‘宮川早生’では通常の収穫期から樹上完熟処理終了時までを適熟期とし、とくに、その後半を完熟期ととらえるのが妥当であると考えられる。

ウンシュウミカンの果実の品質形成に大きく影響する要素として、今日までの研究結果によれば、果実の大小(長谷部ら1989, 小原ら1989, 渡部ら1989)、着果の位置(大東ら1981, 重里ら1974, 西浦ら1980)、結果量(長谷部ら1989, 小原ら1989, 橘・中井1989)、樹上着果期間(長谷部ら1989, 小原ら1989, 渡部ら1989)及び被覆する袋の種類(小原ら1989)や処理方法(小原ら1989)などが指摘されている。

本調査において長期間樹上に着果させた果実は、一部では腰高の傾向が見られたが、果実の横径、果実重ではほとんど差がなく誤差の範囲でしか増減は認められなかった。

樹上越年完熟栽培の果実品質向上に対する効果を園地別にみると、樹上での増糖及び減酸の程度は各区ともに大差は認められなかった。したがって、樹上越年完熟栽培開始時点での成分含量の差が、最終的な収穫果実の品質の差となって現われたと考えられる。

‘宮川早生’のアミノ酸含量の季節的变化は、前章におけると同様に成熟につれて増加するアミノ酸としてプロリン及びアルギニン、また、含量は少ないが増

加傾向を示すγ-アミノ酪酸及びアラニンなどがあつた。しかし、アミノ酸組成及びその含量と食味との関係を明らかにするためには、今後より詳細な研究が必要であると考えられる。

果実の大きさでは、いずれの調査時期においても小果実の品質が勝り、収穫時期が遅くなるほどその差が大きくなった。さらに、大果（L区）では浮き皮やす上がりなど障害果の発生が多くみられたので下枝成りに多い小果（S、SS級）が樹上越年完熟栽培に適していると思われた。

樹上越年完熟栽培において1枝全体に袋かけ処理をする場合、被覆資材の違いは果実をとりまく様々な環境条件に変化をもたらし、果実品質に影響を及ぼすこととなる。袋内の当初の最高温度は紙袋が最も高く、ついで網袋、2重紙袋の順であったが、1月中旬以降は紙袋が最も低くなった。この変化は紙袋区と網袋区との全糖含量が、袋かけ処理の前半（12月）と後半（1月）で逆転したのと時期的に一致している。一般的に、ウンシュウミカンの成熟期の気温が果汁成分（糖、クエン酸）に大きく影響することは多くの報告（栗原1967，栗山1988，坂本・奥地1968）からも明らかであるが、越年着果中の袋内の高い温度も糖含量の増大に関与している可能性が考えられる。また、被覆資材の違いによる光の透過率の差は自然光を100%とすると 網袋 71%、紙袋 11%及び2重紙袋 0.1%であった。低温による凍結、乾燥などを含め、こうした果実周辺環境の差が、果実品質に影響し、網袋内での腐敗果実の発生や二重紙袋内での浮皮の発生に対して影響を及ぼしたものと考えられる。

花芽の分化期に樹上着果していることが常態である晩生カンキツでは、着果の期間より、着果量の多少が次年度の花芽の着生量に影響を及ぼす（Jones, Steinacker 1951）とされている。また、早生系のウンシュウミカンでも着果量や着果期間が影響することが認められている（野呂ら1968，森岡1987）。1989年度の樹上越年完熟栽培では、着果枝における翌年の着花数は減少したが、同一樹の無着果枝の着花量への影響は少なく一定の花数を確保することが可能であった。また、ポットに植栽した3年生樹でも、樹全体の着果量の多少が翌年の着花数に影響を及ぼしたが、収穫時期が2月まで遅れても着花数への影響は少なかった。以上のことは成木において、上成り枝に着果の多い大、中果実は11月の通常の収穫期に採取し、小果の着生が多い下成り枝を選んで樹上越年完熟栽培を行えば、例

えその枝への着花量が少なくなっても、処理枝以外の枝への着花量には影響が少ないことを示している。したがって、樹上越年完熟栽培をする場合、計画的に着果枝を選定し一定量を着果させれば、樹全体としては連年、着花量を維持することが可能であることが明らかとなった。

## 第8節 摘 要

- 1) 早生ウンシュウは、経済上の見地から和歌山県有田地方においては11月中に収穫が終わるのが普通であるが、果実品質を向上させるために樹上越年完熟栽培を試みた。
- 2) 越年着果期間中の果実の横径、縦径及び果実重のいずれについても経時的な差はほとんど認められなかった。
- 3) 異なる条件の果樹園における‘宮川早生’の樹上越年完熟栽培では、果実の全糖含量が最終の収穫時まで増加し、通常 of 収穫期である11月での差がそのまま2月下旬まで維持された。 滴定酸含量は成熟とともに減少したが区間の差は小さく、越年着果中の減酸率はわずかであった。一方、貯蔵期間中の果実の全糖含量並びに滴定酸含量の減少率は大きかった。
- 4) いずれの時期においても上枝成りの大果より下枝成りの小果の全糖含量が高く、収穫の時期が遅くなるほどその差が大きくなった。大果では浮き皮、す上がり果の発生が多かった。
- 5) 果実の糖組成のうち、ショ糖の割合が11月以降高く、2月になるとショ糖の割合が減少して果糖の割合が高くなった。ブドウ糖はほぼ一定の割合で推移した。
- 6) 果実に含まれるアミノ酸ではプロリン及びアルギニン含量が成熟と共に増加した。
- 7) 樹上越年完熟栽培中における低温などの外的要因による障害は袋かけによって防止された。樹上着果の初期には紙袋区が全糖含量及び酸含量ともに高かったが、1月に逆転してそのまま差が大きくなった。2重紙袋区は浮き皮果が多発し

全糖含量が低下して、滴定酸含量が高くなり果実品質が著しく劣った。

8) 樹上越年完熟栽培樹の結果枝における翌年の着花数は減少する傾向を示したが、前年度の着果量の多少が着果期間の長短よりも翌年の着花数により大きく影響を及ぼすことが明らかとなった。

## 第4章 樹上越年早生ウンシュウ果実のじょうのう膜の特性と品質

樹上で越年着果させた早生ウンシュウの完熟果実は糖含量が高くなるだけでなくじょうのう膜が薄く脆くなり、食べた後に口内に残る滓が少なく、食味の向上が著しいという特徴がある。

本章では成熟に伴うじょうのう膜の変化、とくに樹上に長期間着果させて完熟栽培をした場合のじょうのう膜の物理的、化学的組成の変化と果実の諸形質との関係、及び膜の変化に関連していると考えられる要因について検討した。

### 第1節 じょうのう膜の厚さと果径、果梗径及び果皮の厚さとの関係

ウンシュウミカン果実の大きさ（階級）の違いと、果実の他の形質（果梗径、果皮の厚さ、じょうのう膜の厚さなど）との関連を示した報告はない。本節では越年着果栽培をした‘宮川早生’と‘林温州’についてじょうのう膜の厚さとの関連を季節的に調査し検討した。

#### 材料及び方法

近畿大学附属農場（和歌山県有田郡湯浅町）に栽培されている30年生早生ウンシュウ‘宮川早生’と普通ウンシュウ‘林温州’を越年着果栽培して、果実を階級別の6階級（2S～3L）に分けそれぞれから10～30果以上を無作為に採り、1991年11月から92年2月までの間に4回、果径、果梗径はノギス（三豊KMH-51）で、果皮の厚さ、じょうのう膜の厚さは測定面10mm直径の厚さ計（富士平ATG-100）で一定押圧のもとでそれぞれ測定した。果実の諸形質は測定位置によって変動するので、果径及び果皮の厚さは果実の赤道部を、果梗径は果梗基部から3mmのところを、じょうのう膜の厚さは膜側面の中央部付近をそれぞれ測定点とした。また、1992年11月及び93年2月に果実を大小の2階級（2S～M）、（L～3L）に分けて採取したものについて、諸形質間の相関関係を検討した。

## 実験結果

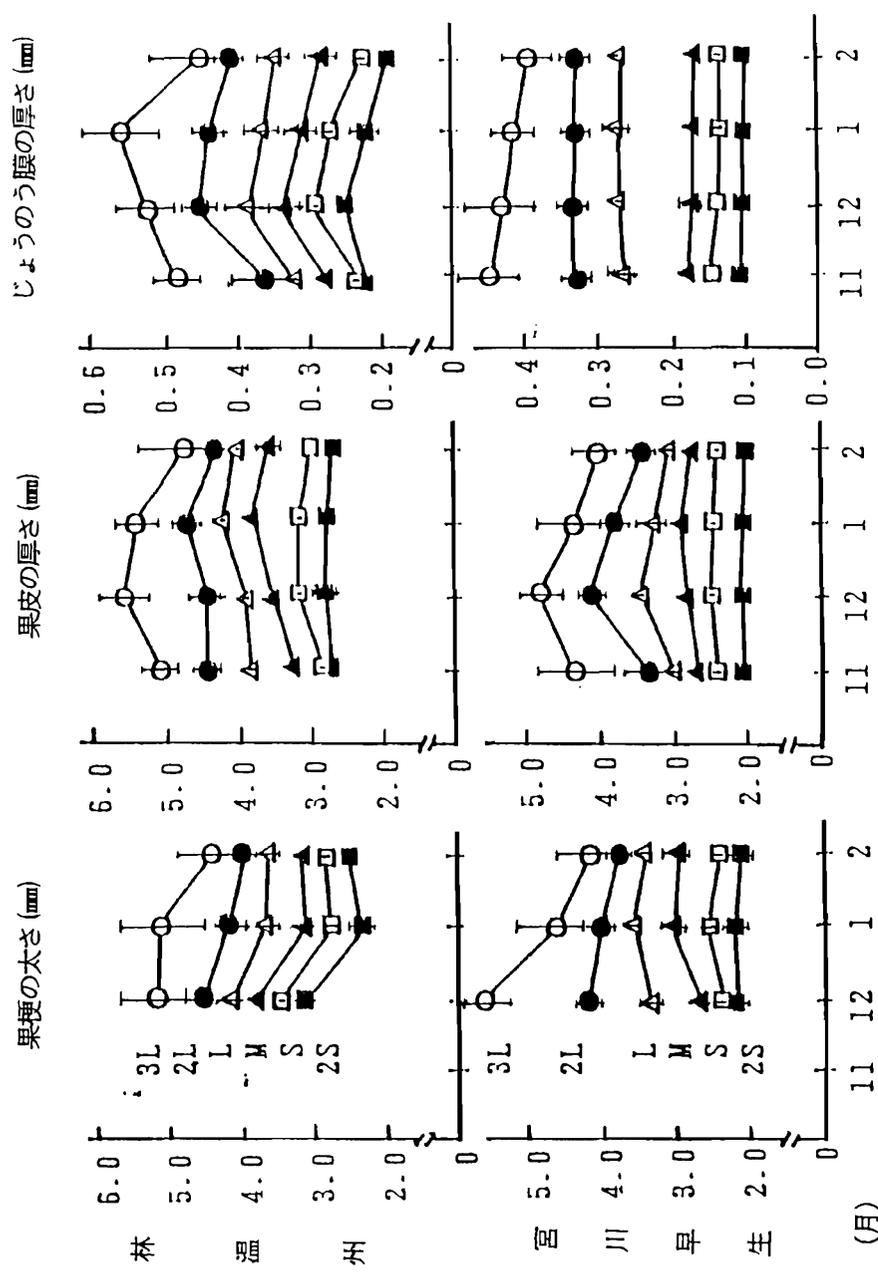
ウンシュウミカン果実の大きさ（階級）別の果実諸形質の経時的な変化を示すと第13図の通りである。‘宮川早生’及び‘林温州’の両品種とも果実の大きさによって各形質に明らかな差があり、果実の階級が大きくなるほど果梗は太く、果皮及びじょうのう膜は厚くなった。とくに、‘宮川早生’における果皮及びじょうのう膜は大果と小果の間における差が明白で、小果（2S, S, M）区では‘林温州’のそれと比べて2～3階級低い値を示した。‘宮川早生’のじょうのう膜の厚さは全期間中いずれの階級においても僅かながら減少傾向を示し、‘林温州’では12月に最大となりその後は減少の傾向を示した。ウンシュウミカン果実の諸形質間の相関行列を第10表に、じょうのう膜の厚さと果皮の厚さ、果梗径及び果実径との間の相関関係を第14図に示した。各月ごとに、各形質間に1%有意水準で高い正の相関関係があり、形質間の関連性の高いことを認めた。

じょうのう膜の厚さと果径、果梗径及び果皮の厚さとの間には、品種、時期の別なく、高い正の相関係数を示し‘林温州’では1回帰式で、‘宮川早生’では大果区と小果区の2回帰式でそれぞれ示された。

第10表 ウンシュウミカン果実の諸形質間の相関行列

		宮川早生				林温州			
		X 1	X 2	X 3	X 4	X 1	X 2	X 3	X 4
果実 果皮 じょうのう膜	径厚	X 1	1.000						
	実径	X 2	0.908**	1.000		1.000			
	果皮	X 3	0.954**	0.950**	1.000	0.932**	1.000		12月
	じょうのう膜	X 4	0.909**	0.953**	0.933**	0.952**	0.941**	0.950**	1.000
果実 果皮 じょうのう膜	径厚	X 1	1.000						
	実径	X 2	0.963**	1.000		0.933**	1.000		1月
	果皮	X 3	0.986**	0.950**	1.000	0.964**	0.953**	1.000	
	じょうのう膜	X 4	0.968**	0.955**	0.963**	0.972**	0.967**	0.945**	1.000
果実 果皮 じょうのう膜	径厚	X 1	1.000						
	実径	X 2	0.964**	1.000		0.976**	1.000		2月
	果皮	X 3	0.887**	0.924**	1.000	0.885**	0.966**	1.000	
	じょうのう膜	X 4	0.934**	0.963**	0.949**	0.939**	0.978**	0.986**	1.000

相関係数：5%有意水準\* = 0.269    1%有意水準\*\* = 0.348                      5%有意水準\* = 0.282    1%有意水準\*\* = 0.365



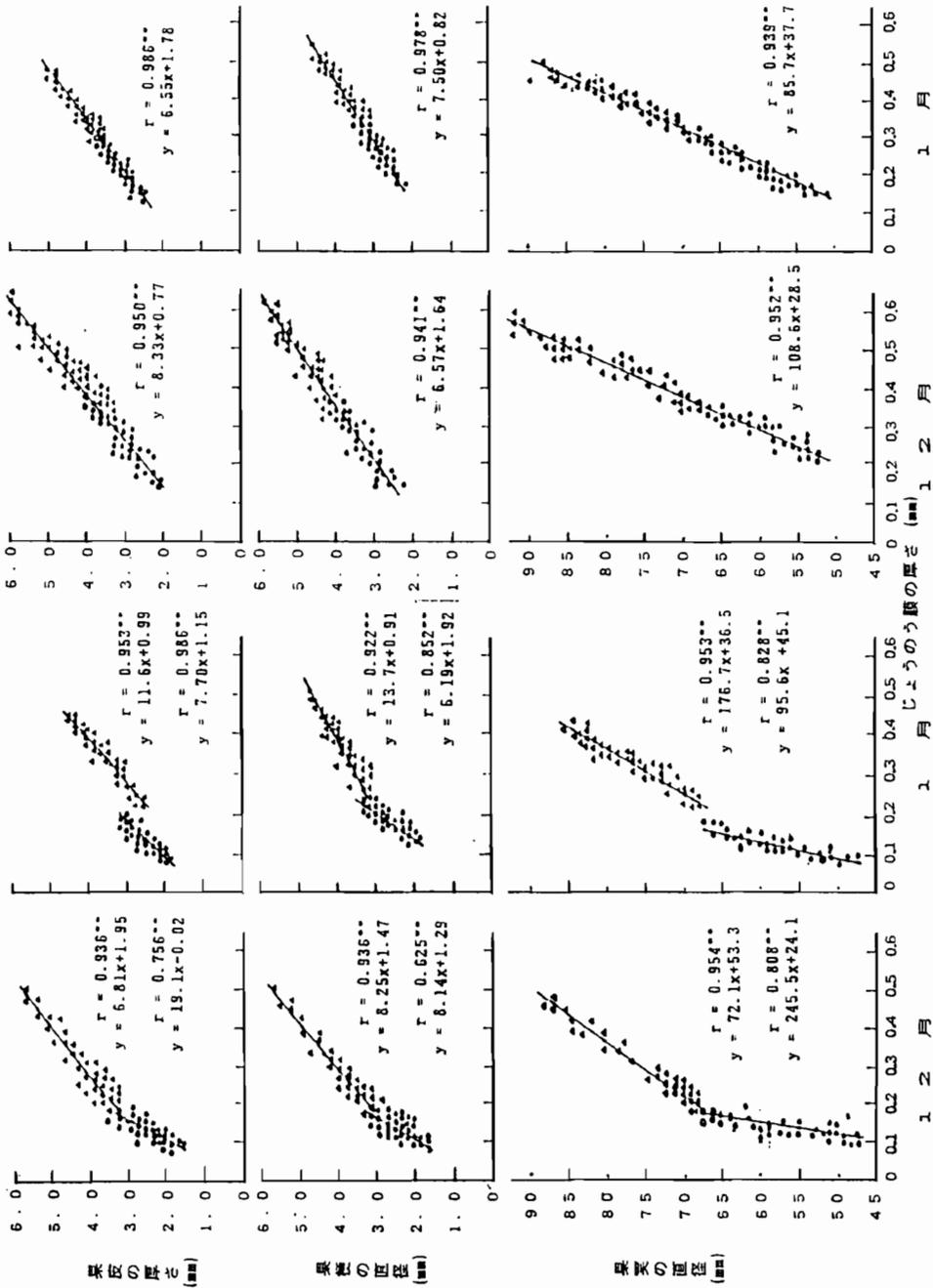
第13図 ウンシュウミカンの階級別果実における果梗の太さ、果皮及びじょうのう膜の厚さ

(1991年)

I : 標準偏差

高川早生

林温州



第14図 ウンジュエウミカン果実のじょうのう径の厚さと果実径、果径の太さ及び果径の厚さとの相関 (1992) 1区の当たりの試料数 (n=70)

## 第2節 じょうのう膜の貫入抵抗

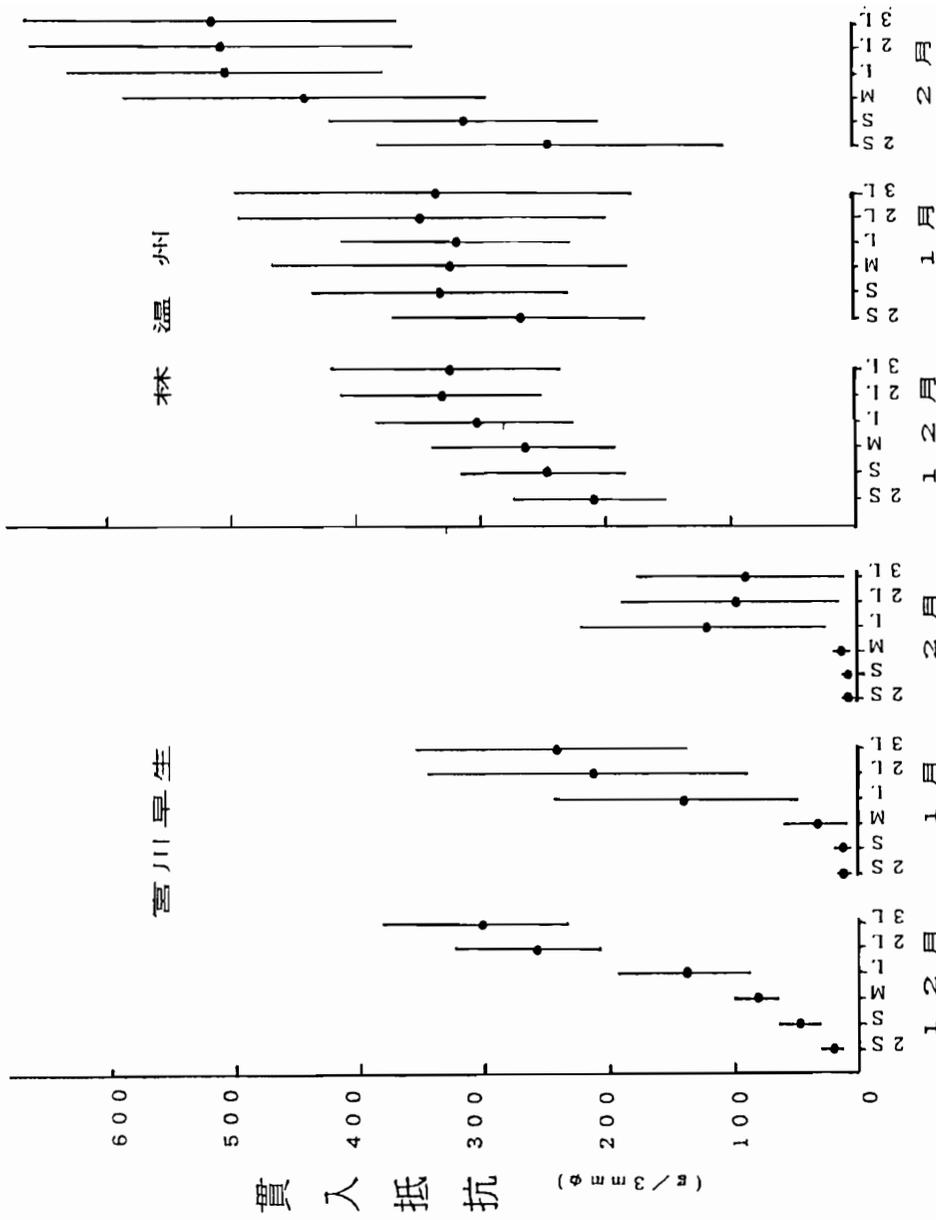
長谷川ら（1990）は引っ張り圧縮試験機による、じょうのう膜の貫入抵抗値を測定して膜の固さを評価する指標としたが、本節では果実硬度計を用いて、ウンシュウミカンの品種、果実の大小及び時期別に貫入抵抗値を測定し、じょうのう膜の固さの変化について検討した。

### 材料及び方法

第1節の実験で供試した各区の果実のじょうのう膜について、直径3mmの円柱針による果実硬度計（藤原KMH-51）を一定の速度で貫入し、その時の抵抗値を計測した。測点はじょうのう側面の中央部付近とし、各区10果実を供試し1果当たり平均的な5じょうのうについて貫入抵抗を測定した。

### 実験結果

‘宮川早生’及び‘林温州’の果実の大きさ別のじょうのう膜の経時的な貫入抵抗値の変化は第15図のとおりである。12月における‘宮川早生’では3L区の直径3mm針の貫入抵抗が307gから2S区の21gまでと、‘林温州’では3L区の342gから2S区の212gまでと減少し、両品種とも果実が小さくなるほど抵抗値も小さくなる傾向を示した。また、‘宮川早生’では果実の大小に関係なく熟度が進むほど貫入抵抗値は小さくなりじょうのう膜は脆くなった。これに対し‘林温州’の抵抗値は果実の大小に関わらず、横ばいか成熟とともに僅かながら増大する傾向を示した。そのほか、両品種とも着果期間を延長すると1月以降、L果以上の大果区ではす上がりが原因と思われるじょうのう膜の劣化が認められ、貫入抵抗値のばらつきが大きくなった。



第15図 階級別ウンシユウミカン果実のじょうのう膜  
貫入抵抗値の季節的変化 (1991年)

● : 標準偏差

### 第3節 じょうのう膜における酵素活性の変化

越年着果に伴うじょうのう膜の変化と関連して細胞壁多糖類の分解酵素に着目し、じょうのう膜中のセルロース分解酵素であるセルラーゼ (CE) と植物組織中のペクチン質を加水分解する酵素であるポリガラクトナーゼ (PG) 及び脱メチル化作用を持つペクチンメチルエステラーゼ (PE) について、それぞれ、越年着果期間中の活性の変化を調査した。

#### 材料及び方法

前節の実験で供試した果実のうち、本実験以降はS階級果実 (55~60mm) をS区、2L階級果実 (73~79mm) をL区の代表とした果実のじょうのう膜から、以下の方法に従いセルラーゼ (Cellulase, CE), ポリガラクトナーゼ (Polygalacturonase, PG) 及びペクチンメチルエステラーゼ (Pectinmethylesterase, PE) を抽出しそれらの活性を測定した。CEとPGは、生体重で30gのじょうのう膜 (じょうのう膜の両側面) を採取供試してYamaki (1977) の方法に従い、生試料を微細にホモゲナイズし、0.05Mのリン酸緩衝液 (pH 7.3) 中で酵素を抽出し、蒸留水中で12時間透析した。以上の操作をすべて氷温下で行った。次いで、カルボキシメチルセルロース Na 塩並びにペクチン酸 Na 塩の基質に30℃で3時間作用させた液の還元力を、Somogyi-Nelson法で測定してブランクとの差を酵素の活性とした。それぞれ放出されたブドウ糖及びガラクトuron酸の1  $\mu\text{mol/h}$  を1 unitとした。

PEはAwadとYoung (1979) の方法に従い、生果実より10gのじょうのう膜を採り微細にホモゲナイズした生試料に0.4M-NaClを10ml加えて酵素を抽出した。抽出の全ての操作は氷温下で行った。次に、酵素抽出液をペクチン基質と混合し、NaOHでpH 7.58に調整した後、24℃で10分間保持し、基質上に生じた-COOH基を0.1N-NaOHで中和滴定 (pH 7.58) する方法で測定した。1分間当たり1 meqのエステルを加水分解した場合を1 unitとした。

## 実験結果

じょうのう膜の細胞壁多糖類の分解酵素活性のうち、セルラーゼ（CE）活性の経時的な変化は第16図に示した通りである。‘宮川早生’では11月以降上昇してS区では1月を最高に2月には急激に低下し、L区では2月まで急激に上昇した。‘林温州’のS区及びL区は2月まで上昇したがその程度は‘宮川早生’より緩やかでかつ小さかった。

ポリガラクトナーゼ（PG）及びペクチンメチルエステラーゼ（PE）活性の経時的な変化は第17図に示した通りである。PG活性は‘宮川早生’で高く‘林温州’で低かった。‘宮川早生’のS区では1月に、L区では2月にそれぞれ最高を示し、両区間に時期的なずれがあった。‘林温州’ではS、L両区とも緩やかな上昇傾向を示した。PE活性は‘宮川早生’及び‘林温州’ともに成熟の進行にともなって、わずかながら低下する傾向が見られ、‘宮川早生’のS区と‘宮川早生’のL区、‘林温州’のS区及びL区との間に僅かな差は認められたが調査期間中の変化は小さかった。

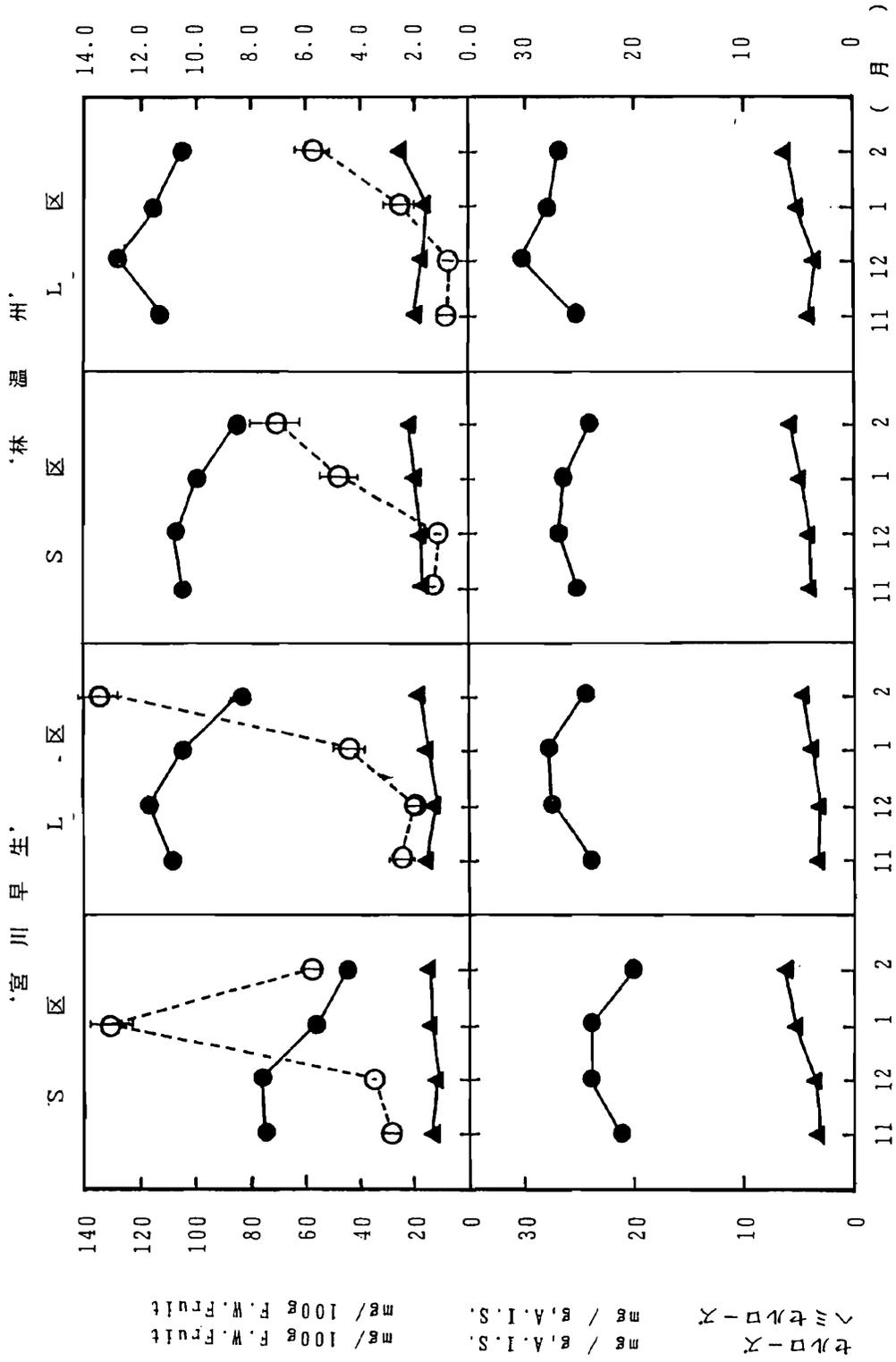
### 第4節 じょうのう膜構成成分含有量の変化

前節において述べた成熟に伴うじょうのう膜中の細胞壁多糖類分解酵素活性の変化と関連し、吉岡(1992)は果実の軟化や細胞壁の脆弱化は構成する多糖類の可溶化によって生ずるとしている。そこで、じょうのう膜の細胞壁構成成分の含有量の変化について調査し、膜の脆弱化との関係について検討した。

### 材料及び方法

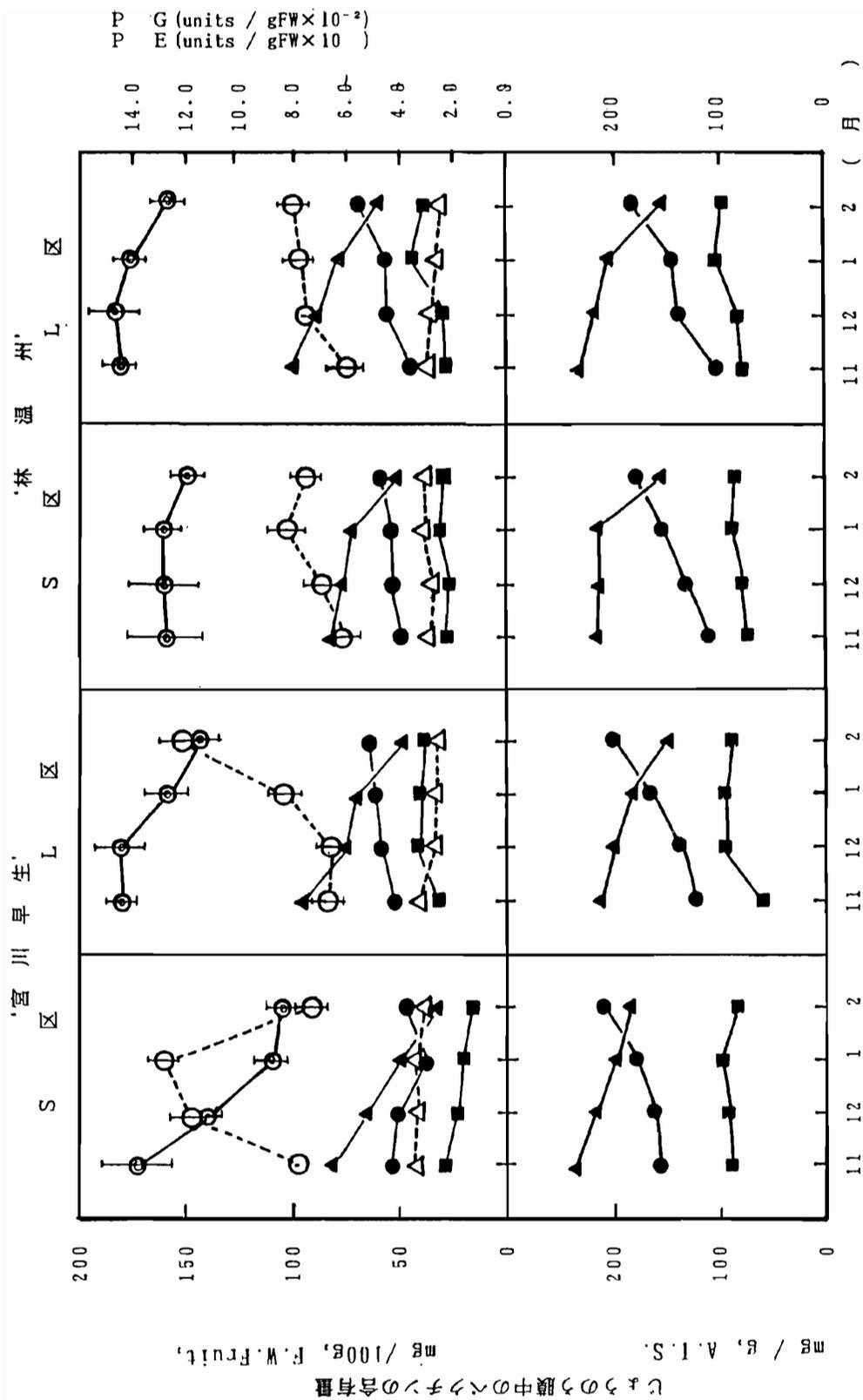
前節と同じ試料をアルコール不溶性固形物（AIS）試料とし、細胞壁の構成成分であるセルロース、ヘミセルロース及びリグニン含量の測定を、Van Soest の detergent fiber法(1963 a, 1963 b, 1967)に従い、NDF (Neutral Detergent

セルラーゼ (units / gFW × 10<sup>-2</sup>)



第16図 じょうのう膜中のCE活性とセルロース、ヘミセルロース含量の季節的变化 (1992)

○: セルラーゼ (CE), ●: セルロース, ▲: ヘミセルロース, I: 標準偏差



第17図 じょうのう膜中のPG, PE活性とペクチン質含量の季節的变化(1992)

○: ポリガラクトナーゼ (PG), △: ペクチンメチルエステラーゼ (PE), ●: 全ペクチン  
 ●: 水溶性ペクチン, ■: シュウ酸アンモニウム可溶ペクチン, ▲: HCl可溶ペクチン, I: 標準偏差

Fiber)量、ADF (Acid Detergent Fiber)量及びADF-リグニン量をそれぞれ求めて測定した。

NDF量の測定はAIS試料に中性デタージェント溶液を加えて還流冷却器を付け穏やかに1時間煮沸し、ガラス繊維上で熱水にて完全に洗浄、吸引ろ過後乾燥して恒量(1)とし、さらに、500℃で灰化、恒量(2)とし、その差をNDF量とする。次いで、ADF量はAIS試料に酸性デタージェント溶液を加え、NDF量測定と同様な操作を行い定量する。ADF-リグニン量はADF量測定と同様に乾燥、恒量とした後、濃硫酸で溶解後の残渣を定量、さらに灰化してリグニン量を測定する。以上、セルロース、ヘミセルロース及びリグニンと各測定値との関係は次式の通りである。

$$\textcircled{1} \text{セルロース} = \text{ADF-リグニン} \qquad \textcircled{2} \text{ヘミセルロース} = \text{NDF} - \text{ADF}$$

$$\textcircled{3} \text{リグニン} = \text{残渣} - \text{灰化物}$$

ペクチン質含量の測定は3分画とし、まず、水溶性ペクチン(WSP)はAIS試料を20℃の純水によって抽出し、次いで、シュウ酸アンモニウム可溶ペクチン(ASP)は前者の残渣を20℃の0.4%シュウ酸アンモニウムにより抽出、最後にその残渣から塩酸可溶ペクチン(HSP)を0.05-N塩酸溶液により85℃に保って抽出した。いずれの分画もそれぞれ2回づつ抽出操作を繰り返し行い抽出液を合わせて定容とした。これに0.1N-NaOHを加え脱エステル化した後、無水ガラクトン酸残基を直接定量するカルバゾール硫酸改良法により測定した。

含量の表示において「AIS当たり」とはじょうのう膜のAIS 1g中に占める成分含量の割合を示し、「生果実当たり」とは生果実100g中に含まれるじょうのう膜のAIS中の成分含量を「AIS当たり」の割合から換算したものである。

## 実験結果

じょうのう膜中の生果実当たりのセルロース、ヘミセルロース、リグニン及び灰分の含有量並びにアルコール不溶性固形物(AIS)当たりの含有割合の経時的な変化を第12表及び第16図に示した。生果実100g当たりのじょうのう膜のAISの重量は‘林温州’の大果(HL)区で最も高く、次いで‘宮川早生’の大

第11表 じょうのう膜中のヘミセルローズ、セルローズ、リグニン、灰分、  
その他の分析結果

mg/生果100g (%)

11月分	(1) MS区	(2) ML区	(3) HS区	(4) HL区
AIS. mg/ 生果100g	343.2(100.0)	438.9(100.0)	406.3(100.0)	435.3(100.0)
ヘミセルローズ	14.7( 4.28)	17.9( 4.08)	17.3( 4.25)	19.7( 4.52)
セルローズ	76.5(22.36)	107.2(24.42)	102.1(25.11)	110.1(25.29)
リグニン	6.3( 1.84)	9.1( 2.07)	7.3( 1.79)	7.2( 1.66)
灰分	4.8( 1.41)	9.0( 2.05)	6.6( 1.63)	5.4( 1.23)
合計	102.3(29.89)	143.2(32.62)	133.2(32.78)	142.4(32.70)
ペクチン計	170.1(49.56)	181.5(41.36)	163.7(40.28)	175.7(40.37)
その他	70.8(20.55)	114.2(26.02)	109.5(26.94)	117.2(26.93)
12月分	(1) MS区	(2) ML区	(3) HS区	(4) HL区
AIS. mg/ 生果100g	316.1(100.0)	407.8(100.0)	392.6(100.0)	419.2(100.0)
ヘミセルローズ	13.9( 4.39)	15.2( 3.73)	17.7( 4.50)	15.1( 3.35)
セルローズ	77.9(24.64)	115.5(28.31)	107.1(27.27)	126.5(30.18)
リグニン	11.8( 3.72)	9.7( 2.39)	13.0( 3.30)	17.5( 4.18)
灰分	6.2( 1.95)	9.0( 2.21)	9.0( 2.29)	9.0( 2.14)
合計	109.8(34.70)	149.4(36.64)	146.7(37.36)	168.1(39.85)
ペクチン計	148.7(47.05)	184.5(45.25)	168.0(42.78)	179.6(42.85)
その他	57.6(18.25)	73.9(18.11)	77.9(19.86)	71.5(17.30)
1月分	(1) MS区	(2) ML区	(3) HS区	(4) HL区
AIS. mg/ 生果100g	233.0(100.0)	370.3(100.0)	368.3(100.0)	396.4(100.0)
ヘミセルローズ	15.2( 6.52)	16.3( 4.40)	19.0( 5.71)	20.5( 5.17)
セルローズ	56.4(24.20)	106.1(28.65)	98.1(26.63)	110.4(27.85)
リグニン	3.8( 1.63)	8.5( 2.29)	7.0( 1.89)	9.6( 2.42)
灰分	2.1( 0.90)	4.6( 1.24)	3.5( 0.94)	4.9( 1.23)
合計	77.5(33.25)	135.5(36.58)	129.5(35.17)	145.4(36.67)
ペクチン計	115.6(49.63)	169.0(45.63)	171.4(46.53)	173.3(43.70)
その他	39.9(17.12)	65.8(17.79)	67.4(18.30)	77.7(19.63)
2月分	(1) MS区	(2) ML区	(3) HS区	(4) HL区
AIS. mg/ 生果100g	219.0(100.0)	321.6(100.0)	341.8(100.0)	380.8(100.0)
ヘミセルローズ	16.0( 7.31)	16.8( 5.22)	22.2( 6.50)	22.9( 6.01)
セルローズ	44.9(20.50)	80.1(24.91)	83.1(24.32)	102.7(26.97)
リグニン	3.4( 1.55)	6.8( 2.11)	6.1( 1.78)	11.7( 3.07)
灰分	1.5( 0.68)	3.2( 1.00)	3.0( 0.89)	3.4( 0.89)
合計	65.8(30.04)	106.9(33.24)	114.5(33.49)	140.7(36.94)
ペクチン計	105.0(47.95)	141.1(43.87)	149.1(43.62)	161.0(42.28)
その他	48.2(22.01)	73.6(22.89)	78.2(22.89)	79.1(20.78)

MS: '宮川早生' S区, ML: '宮川早生' L区, HS: '林温州' S区, HL: '林温州' L区

果（ML）区、‘林温州’の小果（HS）区の順で‘宮川早生’の小果（MS）区が最も低かった。また、季節的な減少率の変化はMS区が大きくML区がこれに次ぎ、HS区、HL区で小さかった。セルロース含量はAIS当たりでも、生果実当たりでも12月が最も高かった。各区間ではHL区が最も高く、ML区、HS区がこれに次ぎ、MS区は極端に低かった。ヘミセルロースは両品種とも、それぞれ12月を最低として微増傾向であったが、区間差はほとんどなく一定した傾向は認められなかった。また、リグニン及び灰分の含有量は各区とも12月を最高に減少傾向を示した。

ペクチン質含量の経時的な変化は第17図に示すとおりである。AIS当たりでは水溶性ペクチンは成熟とともに増加したのに対し、塩酸可溶ペクチン（プロトペクチン）は減少したが、シュウ酸アンモニウム可溶ペクチンは一定した傾向はなかった。各区間では同じ傾向を示し明らかな差は認められなかった。一方、生果実当たりのペクチン含量では各区とも成熟にともない全ペクチン及び塩酸可溶ペクチンが減少する傾向を示した。とくに、MS区において各分画ともにペクチン質含量が低く減少傾向を示し、成熟にともなって全ペクチン質含量の低下が著しかった。

## 第5節 じょうのう膜の表面構造の変化

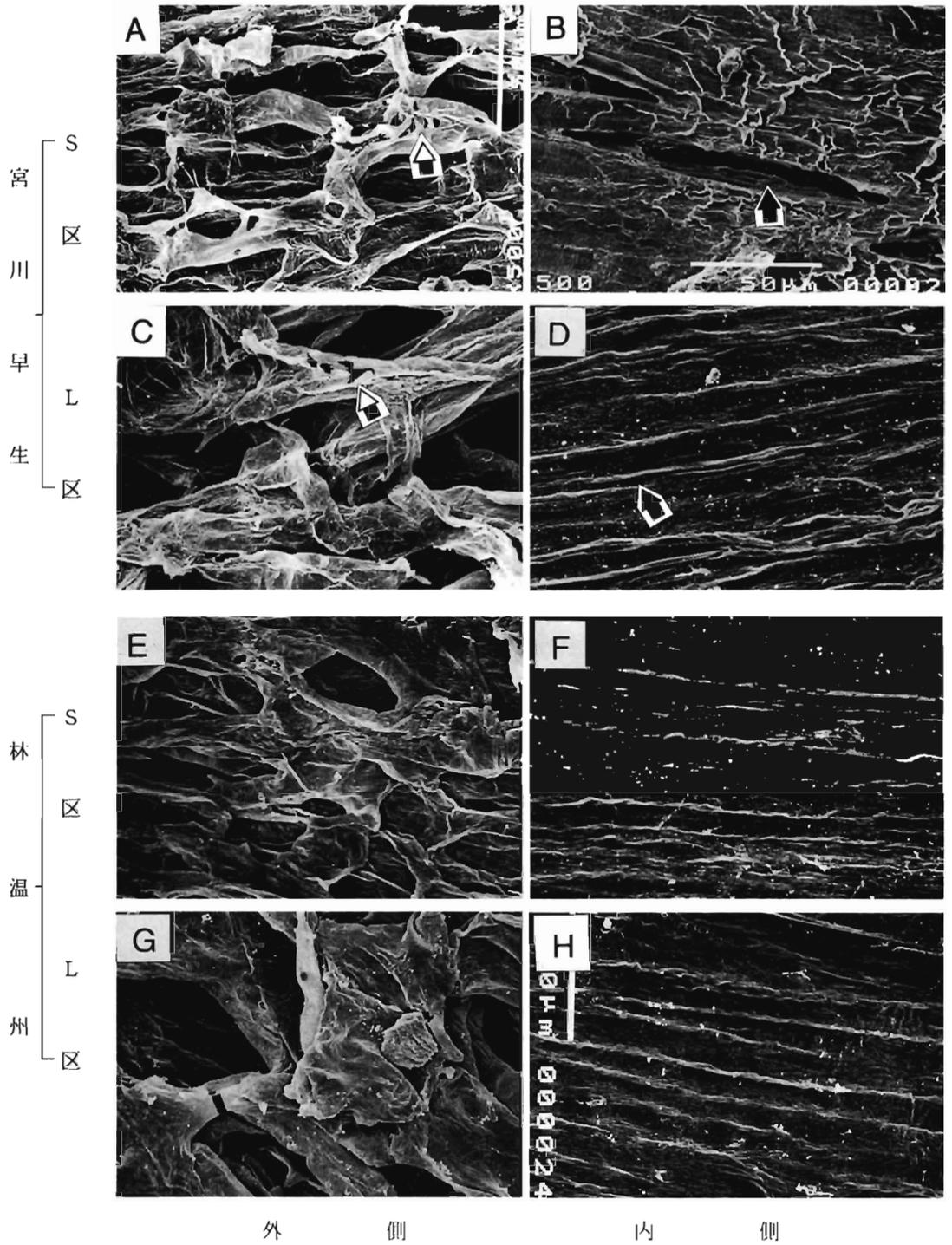
果実の成熟に伴う細胞壁構造の変化に関して、吉岡（1992）は果実の電子顕微鏡による観察において、ペクチン質によって細胞間の結合が保たれているミドルラメラ部分に空洞ができたり、セルロース、ヘミセルロース及びペクチン質成分の多いと思われる細胞壁外側の構造に崩壊がみられるとしている。ウンシュウミカンの越年着果栽培によって、食味の変化に影響すると思われるじょうのう膜の表面構造がどのように変化しているのかを、電子顕微鏡によって観察し検討した。

## 材料及び方法

前節の実験で供試した同一果実からじょうのう膜の中央部付近より試料を切り取り、グルタルアルデヒドにより固定の後、エタノール系列を用いて脱水し、乾燥は凍結乾燥装置 (JFD-300) により行った。イオンスバッタコーティング装置 (JFC-1100E) により導電処理した試料を走査型電子顕微鏡 (日本電子JSM-5400 LV) にて観察し、写真を撮影した。

## 実験結果

じょうのう膜の表裏の走査型電子顕微鏡による観察の結果は第18図の通りである。品種の違い及び果実の大小によってじょうのう膜の表面構造に相違が認められた。膜の外側の表面構造では‘宮川早生’及び‘林温州’とも大果 (L区) は小果 (S区) に比べ細胞が大きかった。細胞の形態は‘林温州’では丸型で、組織がち密であったのに対し、‘宮川早生’では長型で、組織の間隙が粗であった。また、細胞壁には崩壊によると思われる小穴が観察された。一方、内側の表面構造では‘宮川早生’は細胞壁の崩壊が原因と思われる亀裂が認められ、とくに、S区においてその程度が著しかった。



第18図 じょうのう膜の外側・内側の表面構造の電子顕微鏡像

倍率：×500, ◁■：崩壊, ◀：亀裂, 試料採取：1992年2月

## 第6節 考 察

ウンシュウミカン果実の食味の評価基準のひとつとして、じょうのう膜の口当たり、滓が残らないことなど、食べ易さが注目されるようになってきた。このことは、じょうのう膜が薄く量が少なく、しかも脆くなることが求められていることにほかならない。樹上に越年着果させた完熟果実が市場において高い評価を得ている理由でもある。

カンキツ類のじょうのう膜に関しては化学組成、とくにペクチン含量の変化については三浦ら(1987)、倉岡ら(1975)、吉田(1980)、大東、佐藤(1984)、真部、猶原(1986)及び猶原、真部(1987)など多くの報告がある。しかし、ペクチン質以外の細胞壁構成成分やじょうのう膜の物理的性状については、僅かに、長谷川、矢野(1990)が膜の固さを、岩切ら(1991)が測定法を、山口ら(1991)が果実の熟度と膜の厚さについて、また、村松ら(1992)が膜の厚さと食味について報告しているのみである。これらの報告は通常栽培における果実品質あるいは育種親としての観点から検討したものであり、じょうのう膜の脆弱化とその要因を検討したものではない。

じょうのう膜は‘宮川早生’及び‘林温州’の両品種とも果実が小さいほど薄く、とくに‘宮川早生’の小果(2S, S, M)において、その程度が著しい。山口(1991)、村松ら(1992)はじょうのう膜は成熟の進行とともに薄くなる傾向にあり、品種によってその減少率に違いがあることを認めている。本実験でも‘宮川早生’では成熟の進展とともに薄くなったが、‘林温州’のそれは果実の大小により違いはあったものの、逆に12月まではむしろ厚くなる傾向が認められた。樹上越年完熟栽培におけるじょうのう膜の厚さと、果実の形質(果径、果皮の厚さ及び果梗径)との間には高い正の相関があった。このことは、果実の大きさや果梗の太さ、あるいは果皮の厚さから、じょうのう膜の厚さにもとづく食味を推定できることを示したものである。

長谷川ら(1990)は、引張り圧縮試験機を使用してじょうのう膜の貫入抵抗値を一定条件のもとで測定し、その値が膜の固さを評価する指標となることを明らかにし、品種及び系統により異なることを認めている。

果実の大きさの相違や成熟に伴う膜の厚さの変化との関連でみると、両品種と

も果実が小さいほどじょうのう膜は薄くなり、貫入抵抗値も小さくなる傾向を示した。また、‘宮川早生’は‘林温州’に比べて貫入抵抗値が小さく、成熟の進行にしたがってさらに小さくなる傾向を示した。この傾向は小果において著しく、じょうのう膜が脆いことを示している。

‘林温州’は果実が小さいほど抵抗値も小さかったが、成熟の進行にしたがって横ばいかむしろ僅かながら増加する傾向を示し、す上がりがさらにばらつきを大きくした。したがって、樹上に着果させ越年してもじょうのう膜の脆弱化による食味の改善を期待できないことが明らかとなった。

じょうのう膜の脆弱化を形態的な視点からとらえると‘宮川早生’及び‘林温州’の両品種ではじょうのう膜の表面構造に細胞の大きさや形態に相違が認められ、‘宮川早生’の小果では細胞壁に亀裂や崩壊が観察されるなど、これが膜の脆さの違いとして現れたものと考えられた。

果実の成熟や追熟過程におこる果肉の軟化については多くの報告があり、軟化には細胞壁の量的、質的な変化、さらには細胞間の結合力の強さの変化によるものと考えられている。寧ら(1990)はナシで、垣内ら(1992)はイチゴ、モモ及びブドウなどで、果実の成熟に伴う軟化には細胞壁分解酵素の活性の増大や細胞壁構成成分のセルロース含量の減少、水溶性ペクチンの増加及び塩酸可溶ペクチンの減少などが関与するとしている。

じょうのう膜におけるセルラーゼ(CE)活性は‘宮川早生’では‘林温州’よりも強く11月以降上昇した。その結果として、じょうのう膜中のセルロース含量が12月以降少なくなったと考えられる。とりわけ‘宮川早生’の小果は大果に比べて著しく少なくなった。また、アルコール不溶性物質(AIS)に占めるセルロースの割合も‘宮川早生’の小果で最も低かった。したがって、これらのことがじょうのう膜の脆弱化の一因であると考えられた。

一方、植物組織にはペクチン質を加水分解する作用を持つポリガラクチュロナーゼ(PG)と、脱メチル化作用を持つペクチンメチルエステラーゼ(PE)が存在し、組織の軟化と密接な関係があると考えられている(吉岡1992)。PG活性には‘宮川早生’の小果と大果の間には時期的な差が、‘宮川早生’と‘林温州’の間ではその強さに差が認められたが、PE活性にはほとんど差がなかった。じょうのう膜中のAIS当たりの各分画間のペクチン質の変化がいずれも同様

の傾向であったことは、成熟に伴うペクチンの質的な変化が品種や果実の大きさに左右されなかったことを示している。一方、生果実当たりのペクチン質含量には差があり、じょうのう膜の脆弱化との関連が考えられたが、じょうのう膜を含め果実全体のペクチン質の消長については、さらに検討する必要があると思われる。

以上の結果、早生ウンシュウの樹上越年完熟栽培では、とくに小果におけるじょうのう膜の貫入抵抗値の著しい減少、すなわち、脆弱化が認められた。これにはCEとPG活性の上昇にともなったセルロース及び全ペクチン質の減少に見られるじょうのう膜の消化と、AISに占めるセルロースの割合の減少にみられる膜の質的变化が関与しているものと思われた。すなわち、じょうのう膜の脆弱化は、細胞間隙を結びつけているペクチン質の分解と、細胞壁構成物質であるセルロースなどの消失が主な原因であろうと思われた。

## 摘 要

1) ‘宮川早生’及び‘林温州’の果実について、じょうのう膜の形質と果実の大小、果梗の太さ及び果皮の厚さとの関係を明らかにするとともに、樹上越年完熟栽培果実におけるじょうのう膜の変化、とりわけ、食味品質に影響を及ぼす膜の脆弱化の要因について検討した。

2) 果実が大きいほど果梗は太く、果皮とじょうのう膜は厚かった。樹上着果期間中におけるじょうのう膜の厚さは‘宮川早生’では減少傾向を示し、‘林温州’では12月に最大を示しその後減少した。

3) じょうのう膜の脆弱化の指標としての貫入抵抗値は、果実の大きさに比例した。‘宮川早生’では熟度が進むほどじょうのう膜の貫入抵抗値は小さくなったが、‘林温州’では成熟とともに横ばいか僅かに増大する傾向を示した。

4) じょうのう膜の表面構造の形態に差が認められ、‘宮川早生’の内側の細胞には亀裂がみられた。外側の細胞は‘宮川早生’のほうが‘林温州’より大きく、さらに細胞壁の崩壊が観察された。

5) じょうのう膜におけるセルラーゼ及びポリガラクトナーゼ活性は、いずれも、11月以降成熟とともに急激に上昇し、その程度は‘宮川早生’が‘林温州’より強かった。その結果として、生果実100gに含まれるじょうのう膜中のセルロース含量及び全ペクチン質含量ともに12月以降急速に少なくなり、とりわけ、‘宮川早生’の小果で著しく少なくなった。また、‘宮川早生’の小果ではじょうのう膜のアルコール不溶性物質(AIS)に占めるセルロースの含量が最も低かった。したがって、じょうのう膜の脆弱化にはセルロース及び全ペクチン質の減少に見られるじょうのう膜の消化、及びAISに占めるセルロースの含量の低下に見られる膜の質的变化が関与しているものと考えられた。

## 第5章 総合考察

カンキツ類の収穫期は従来、果実の着色程度や果実障害の発生を考慮した労働配分などの経済性が重視され決定されてきた。とくに、ウンシュウミカンの早生系品種では“青切り”と称して一日も早い出荷が経済的に有利に取り引きされてきたことから、未熟であっても可食でありさえすれば果肉の熟度に関係なく収穫されることもある。しかし、消費者のニーズの多様化や高品質指向は出荷される果実の品質について再考を要する時期にきていると思われる。元来、食物の味を評価する要素として味覚（甘、酸、辛、苦、旨、香など）の他に視覚、触覚による外観や形状、色沢、粗密、温冷、硬軟などがあり、さらには、食べ易さなどの心理的な味も加わり、最終的には人による総合判断が重要視されることとなる。このような、今日の消費動向の変化に対し高品質ミカン栽培の取り組みがなされ、種々の栽培法が試行される中のひとつとして、樹上完熟型果実であるカンキツ類の成熟期間をさらに延長することにより、果実品質を向上させようとする試みがなされてきた。この栽培法は一括して「完熟栽培」と呼ばれ、栽培方法や処理期間は生産地や生産者によってまちまちであり、生産された果実品質について統一された規格はない。そこで、本論文では翌年の2月下旬ころまで樹上で越年着果させる栽培法を樹上越年完熟栽培と云うこととした。

わが国の主要産地はカンキツ栽培の北限に位置するため、栽培環境に適合する種類、品種は一部のものに限られ、越年着果により品質の改善を望むことのできる種類はさらに限られることとなる。

和歌山県の有田地方において樹上越年栽培したカンキツ類の果実品質の経時的な変化を見ると、越年着果期間中も糖が蓄積し、その全糖含量が最終的に11%以上を示した（グループA）種類は全体の20%前後でウンシュウミカンをはじめ、ポンカン、伊予柑、キシウミカン、‘清見’など、わが国古来の栽培種かそれらの交雑種であった。期間中の増糖量が少ないグループB, C, Dに属する種類は全体の80%で、わが国由来のオレンジ類や雑カン類も多く含まれているが、これらの種類の中には有田地方の冬季の気温が成熟適温より低いため、満足できる果実品質に達し得ないものもある。果実品質の向上を目的とする完熟栽培にはこれらグループAに属する品種が対象となり、さらに、樹上に着果させた果実の

障害発生の時期と程度及びそれを回避することが可能かどうかが問題となる。

成熟期に発生する果実障害は樹体内の生理的な不安定性に起因するため、回避することの困難な生理的障害（す上がり、浮き皮、回青）、保護策を講ずることによって被害の程度を軽減することの可能な外的要因による障害（霜害、凍害、腐敗）及び両者に起因する避けがたい障害（後期落果）、その他、障害の発生原因には単純な外的障害がさらに次の生理的障害を誘発する複合的なもの（霜害－す上がり－腐敗－落果）などに分けられる。

果実に発生する生理的障害を現象面からとらえると、す上がりは果汁の減少や変質にもとづくもので樹上着果期間の延長により、ほとんどの種類で何時かは発生するものであるが、発生時期の早晚が問題となる。浮き皮は果実の生育停止の後果皮のみが成長することに起因する障害で寛皮性を示すミカン区の果実に多く、回青は春季以降の温度の上昇により葉緑素が再生する現象で品質的な劣化は少ないが、着果期間の長いダイダイ区において発生する。果実の成熟中に発生する外的障害のうち、寒気による果皮や果肉に発生する霜害及び凍害は寛皮性であるミカン区に属する品種、あるいは、果皮の滑らかなザボン区のグレープフルーツなどに多い。また、腐敗果は果皮に対する傷や凍・霜害が原因となり温暖期になった頃からスダチ、ウンシュウミカン、などミカン区で多くの発生を見たが、これらの、外的障害は葉陰に着果したものや袋掛けや被覆することによって被害を軽減することが可能である。後期落果は直接果梗部を寒気から完全に保護することで短期的には被害をある程度軽減することが可能であるが、ある期間低温に遭遇した後の降雨量の多少によって、落果量が大きく左右されて被害を回避することの難しいことが認められている（三輪1951）。後期落果の多い種類としてザボン区のブント類、ダイダイ区の甘ダイダイ類及びそれらとの交雑種があった。いずれにしても、越年着果栽培において落果はその後の成熟を中断させる致命的な障害と言わざるを得ない。また、最初は果皮に霜害が起こり、その原因からす上がりが、さらに腐敗果となり最後に落果に至る複合的な障害も見られる。果実の障害発生はカンキツ分類上の位置によって類似性があり、種の有する遺伝的形質、すなわち、耐寒性の強弱や果皮の状態及びその個体が遭遇した気候的な前歴の相違などによって発現の程度が異なることが認められた。一方、障害

発生の時期は同じ種類であっても早熟系で早く、晩生系で遅い傾向がある。

越年着果栽培によって糖の蓄積が著しく、品質が改善されたのはウンシュウミカン、キシウミカン、ボンカン、コウジ、伊予柑、‘清見’及び‘サンジャシント’などであるが、収穫期までに発生する果実障害の点から考慮すると、‘サンジャシント’は冬期の落果率が高く、普通ウンシュウ、キシウミカン及び‘コウジ’は浮き皮が激しく、す上がり発生の時期が早かった。また、ボンカンは浮き皮、す上がり発生の点から完熟栽培に適さない。これに対し、早熟系の早生ウンシュウ、中生系の‘宮内伊予柑’、晩生系の‘清見’などは、樹上着果期間中、何らかの保護手段によって外的要因による障害の発生を防止できれば、完熟栽培に最も適した種類であることが明らかとなった。

成熟期の果汁中の糖組成はショ糖が半分以上を占め、果糖、ブドウ糖の順で、いわゆる、ショ糖型果実である。銘柄産地、ハウス栽培及び完熟栽培果実は、いずれも全糖量が高く、かつ、果糖の含有比率が高くてコクのある美味しいミカンとなった。一方、酸の変化は樹上に長期間着果させても減酸率は小さく12月頃のレベルが保たれ、貯蔵果実との差が広がった。過度な減酸による味ボケが問題となる暖地産ミカンに対して、完熟栽培は味ボケ防止の点からも注目すべきであろうと思われた。

食味検査の結果を得点分布から見ると、呈味成分としては糖含量の多少が最も影響を及ぼし（飯野ら1972）、酸含量の多少には個人的な嗜好の違いが認められ得点のバラツキとして現れた。ハウス及び完熟栽培果実の成分含量は果実品質が高いミカンとして最も評価の高かった銘柄優良園の糖及び酸含量に最も近似した値を示した。このことから、樹上越年完熟栽培は既存の樹園地をそのまま利用して、容易にしかも安価に甘味、酸味ともに高い銘柄産地のミカン果実に近づけることが可能な一方法であると位置づけることができる。

樹上越年完熟栽培における品質向上の状態を検証すると、園地別では処理開始時点での成分含量の差が最終の果実品質の差となって現れ、園地による差が認められた。果実の大きさの相違では明らかに小果実の品質が勝り、樹上着果の期間が長いほどその差は拡大した。また、樹上で越年着果させた果実の横径、縦径及び果実重は調査期間中ほとんど増減が認められなかった。しかし、大果では浮き皮やす上がりなどの障害果の発生が多かった。果実を保護するための被覆資材

は保温効果が2重紙袋、紙袋、ポリエチレン網袋の順で、光の透過率は網袋、紙袋、2重紙袋の順であった。品質に及ぼす影響は1月中旬を境に短期間では紙袋が、長期間では網袋が勝り、腐敗果実の発生率は2重紙袋で最も低く、袋内の最高温度の傾向と良く似た変化を示し袋内温度の影響の大きいことが明らかとなった。

越年して長期間果実を樹上に着果させる場合、花芽分化期が1～2月頃までにあるとされている多くのカンキツ類では、翌年度の着花への影響の有無が問題となる。ウンシュウミカンを枝単位で残し、樹上で越年して長期間着果させると翌年度の着花量はその着果枝では極端に減少したが、樹全体として大きな減少は見られず、着果期間の長い中・晩生カンキツ類においてもその影響はほとんど認められない。これに対し、前年度に着果量の多い区では翌年度の着花量が減少して、前年の担果密度の影響が大きかった。

完熟ミカン果実の品質の評価基準のひとつとして、高い糖含量の他に、じょうのう膜が脆く、口内に滓が残らないことなど食べ易さが注目されている。じょうのう膜の脆弱化を現わす指標として貫入抵抗値を測定すると、その値が種類や成熟の度合いで異なることが認められた。‘宮川早生’は‘林温州’に比べて抵抗値は小さく、また、果実が小さいほど抵抗値も小さかった。さらに、成熟が進むほど小さくなる傾向を示し、小果ほどこの傾向が著しく、じょうのう膜が薄く脆くなった。しかし、‘林温州’では果径が小さいほど抵抗値は小さかったが、成熟の進行にしたがっては横ばいかむしろ僅かながら大きくなる傾向を示し、す上りによる障害が抵抗値のばらつきを大きくした。したがって、樹上に越年着果させても膜の脆弱化による食味の改善を期待できない。また、成熟に伴う膜の変化を形態的に観察すると、‘宮川早生’と‘林温州’では外側の表面構造に細胞の崩壊や形態に相違が認められ、‘宮川早生’の内側の細胞壁には亀裂が観察されるなど、これらの形態的相違がじょうのう膜の脆さとして現われたものと考えられる。ウンシュウミカンのじょうのう膜は、成熟に伴うセルラーゼ活性の増大とともにセルロース含量の減少、ポリガラクトナーゼ活性の上昇とともに生果実当たりのペクチン質含量が減少した。このように、じょうのう膜の脆弱化には、細胞間隙を結びつけているペクチン質の分解と、細胞壁構成物質であるセルロースなどの消失によるものであろうと思われた。

以上に述べた諸結果を勘案して、和歌山県有田地方における樹上越年完熟栽培の条件を取りまとめると以下のごとくとなる。

I, 栽培地の条件としては通常栽培の収穫期にすでに高い果実品質を示す栽培園であること、果実品質向上の効果がより大きい所、すなわち、冬期間が温暖で急激な温度変化の少ない日照の十分な所で排水良好な樹園地が適している。

II, 種類・品種は全糖含量とくに果糖の増加が著しく、有機酸の減少も少なく、かつ、じょうのう膜の脆弱化も含めて食味品質が改善され、目標とする収穫時期まで障害発生を防止、あるいは軽減することが可能な種類・品種であること。

III, 増糖効果及び障害防止の点から‘宮内伊予柑’及び‘清見’なども越年着果の効果はあるが総合的な食味の改善効果は早生ウンシュウにおいて著しい。

以下、早生ウンシュウの樹上越年完熟栽培の方法を提案する。

#### 1) 果実の大小

果汁中の糖含量が高く、じょうのう膜が薄く、かつ浮き皮、す上がり障害の無い小型果実(M, S, 2S)を選択すること。すなわち、通常の収穫時には規格外品として取り扱われる小型果実を樹上越年完熟栽培することにより、付加価値を高める。

#### 2) 着果の位置

上、中枝成りは果径が大きく、浮き皮、す上がり障害発生率も高い。これに対し、下枝成り、ふところ成りは小型果実が多く、障害発生率も低いので、下枝、ふところ枝に着生した果実を選択する。

#### 3) 着果量

着生果実が多い枝は小型果実の着果率が高いが、着果量の多い枝は翌春の着花量に影響するので、着果量を10~20%以下に収穫調節して、1樹当たりの担果量を減らす。すなわち、果実を枝単位に間引きして1樹当たり10~20%とし、小型果実(S, 2S, 中心)に袋掛けをする。

#### 4) 樹上着果期間

樹上に着果させておく期間は気象条件によって差があり、果実の障害発生の状態によっても異なるが、全糖含量が最高に達する時点までとする。有田地方における平年値は2月下旬頃である。

#### 5) 果実保護の方法(図版B、写真11~14参照)

樹全体を被覆する施設栽培（ハウス）あるいは袋掛けにより果実を保護する。

袋掛けには枝単位の袋掛け法（網、紙袋、2重紙袋）と果実1個ずつを袋掛けする法（紙袋、2重紙袋）とがあり、枝単位の袋掛け法は処理能力が大きく袋掛けの労力は少なく簡単に処理することができる。したがって、通常収穫期に袋掛けする早生ウンシュウでは枝単位の袋掛け法が、ウンシュウミカンの収穫期の前後に行う中・晩柑類（伊予柑、‘清見’‘セミノール）では1個ずつを袋掛けする方法が主流となる。

## 第6章 総 摘 要

カンキツ類の果実品質の向上を目的として、越年着果栽培に適応する種類、栽培の方法及び品質的特性などを明らかにするとともに、食味評価のひとつであるじょうのう膜の脆弱化の要因について検討した。

1) 和歌山県有田地方の平坦な丘陵地に栽培されているカンキツ類 105種類を越年着果栽培したところ、すべての種類の果実に、す上がり-落果、す上がり-浮き皮の生理的な内的障害と霜害-落果、霜害-腐敗の外的障害ならびに霜害-す上がり-落果の複合的障害などが発生した。発生の時期は早熟系は晩熟系より早い傾向にあり、障害の種類は分類上の位置によって類似し、また、同じ種類であっても果皮の状態によって発生の様相が異なった。

2) 越年着果期間中の果実に糖が蓄積するパターンから、全糖含量が11%以上を示す種類をグループAとし、10%前後を示す種類をグループB、8%以下を示す種類をグループC、5%以下のさらに低位を示す種類をグループDとした。なかでも、グループAに分別された‘宮川早生’、キシウミカン及び高しょう系ボンカンは全糖含量が3月上旬には15%以上となった。また、障害の発生した果実は果汁の減少と果汁中の全糖含量が減少するか、もしくはショ糖、ブドウ糖及び果糖の含有比率に変化が見られ、なかでも、ショ糖が急減した。

3) 以上の結果から当地での樹上越年栽培には早熟系では早生ウンシュウが、中晩柑系では‘宮内伊予柑’及び‘清見’などが適合する品種であることが明らかとなったが、外的要因による障害を防止するなんらかの保護手段の必要があった。

4) 樹上で越年着果させたウンシュウミカン‘宮川早生’果実、水田転換園の果実及び同貯蔵果、無加温ハウス栽培の果実と有田地方で評価の高い銘柄産地及びその他の標準的な園で栽培した‘向山温州’の果実を比較しその特徴を明らかにした。‘宮川早生’の全糖含量は樹上越年果実及びハウス栽培果実において水田転換園及び同貯蔵果実よりも高く、‘向山温州’の全糖含量は銘柄産地の果実において一般栽培園の果実より高かった。食味検査で高い評価を得た銘柄産地の‘向山温州’はアミノ酸総含量が高かった。一方、‘宮川早生’ではハウス果実のアミノ酸総含量が最も高かったが、樹上越年果実では低かった。

5) 以上の結果から早生ウンシュウの樹上越年栽培の果実は甘味、酸味ともに強く、銘柄産地の‘向山温州’果実に近い品質を示し、樹上越年栽培が優れた果実を容易に生産できる方法であることを明らかにした。

6) 早生ウンシュウ‘宮川早生’の樹上越年完熟栽培では、処理開始時点での成分含量の差が最終的に果実品質の差となって現れ、園地の適、不適の差があった。果実の大きさではいずれの時期においても上枝成りの大果より下枝成りの小果の全糖含量が高く、熟期が進むほどその差は拡大した。また、越年着果期間中の果実の横径、縦径及び果実重にはほとんど増減が認められなかった。しかし、大果では浮き皮ややす上がりなどの障害果の発生が多かった。

7) 越年着果期間中に行った果実保護のための被覆資材の保温効果は、2重紙袋、紙袋、ポリエチレン網袋の順で、光の透過率は網袋、紙袋、2重紙袋の順であった。品質に及ぼす影響は1月中旬を境に短期間では紙袋が、長期間では網袋が勝り、腐敗果実の発生率も保温効果に準じて2重紙袋で最も低く、袋内の最高温度の傾向と良く似た変化を示し袋内の温度の影響の大きいことが明らかとなった。

8) 樹上越年完熟栽培した早生ウンシュウ‘宮川早生’の翌年度の着花量への影響は、その着果させた枝では極端に減少したが、樹全体として大きな減少は見られなかった。その他のカンキツ類においても着果期間の長短の影響は小さかった。これに対し、翌年度の着花量は前年の着果量の多い区で減少を示し、前年の担果密度が直接影響することが明らかとなった。

9) ウンシュウミカン果実の食味に影響するじょうのう膜の厚さと果実の大きさ、果皮の厚さ及び果梗径との間には高い正の相関関係を認めた。越年着果期間中のじょうのう膜の厚さは‘宮川早生’では減少傾向を示し、‘林温州’では12月を最高にその後減少した。また、じょうのう膜の脆弱化の指標としての貫入抵抗値は果実の大きさに比例し、‘宮川早生’では熟度が進むほど膜の貫入抵抗値は小さくなったが、‘林温州’では成熟とともに横ばいか僅かに増大する傾向を示した。

10) ウンシュウミカンのじょうのう膜の表面構造を見ると、‘宮川早生’の内側の細胞には亀裂が見られ、外側の細胞では‘宮川早生’のほうが、‘林温州’より大きく、さらに細胞壁には崩壊を観察した。じょうのう膜におけるセルラー

ゼ及びポリガラクトナーゼ活性は11月以降急激に上昇し、その程度は‘宮川早生’が‘林温州’におけるより強かった。その結果として、じょうのう膜中のセルロース含量及び全ペクチン含量が急激に減少した。とりわけ‘宮川早生’の小果でその程度が著しく、じょうのう膜のアルコール不溶性物質に占めるセルロース含量も最も低かった。したがって、じょうのう膜の脆弱化にはセルロース及び全ペクチン質の減少に見られるじょうのう膜の消化、及びアルコール不溶性物質に占めるセルロース含量の低下に見られる膜の質的变化が主に関与していると思われた。

## 謝 辞

本論文の取りまとめに当たり、御懇篤なる御指導と御助言をいただき、さらに御校閲の労を賜った京都大学教授 杉浦 明博士に対し衷心より感謝の意を表す。また、本研究を行うに当たっては、終始懇篤なる御指導と御助言を賜った京都大学教授 行永寿二郎博士に対し、絶えずあたたかい御激励と御鞭撻を賜った京都大学名誉教授 苦名 孝博士並びに近畿大学教授 吉田保治博士に衷心より感謝の意を表す。

本研究の遂行に際し、終始有益な御助言と御協力をいただいた京都府立大学 片岡丈彦氏並びに近畿大学附属農場 教職員の諸氏、また、試料の提供と調査の御協力をいただいた御前房央氏に対し厚く感謝の意を表す。

## 引 用 文 献

- (1) Awad, M. and R. E. Young, 1979. Postharvest variation in cellulase, polygalacturonase, and pectinmethylesterase in avocado (*Persea americana* Mill, cv. Fuerte) fruits in relation to respiration and ethylene production. *Plant Physiol.* 64 : 306 - 308.
- (2) 大東 宏・富永茂人, 1981. ウンシュウミカンの異なる樹形における着果部位別の果実品質, とくに糖, 有機酸およびアミノ酸組成について. *園学雑*50: 143-156.
- (3) 大東 宏・富永茂人・小野祐幸・森永邦久, 1981. ウンシュウミカンの異なる樹形における収量及び着果部位別の果実品質について. *園学雑.* 50:131-142.
- (4) 大東 宏・佐藤義彦, 1984. ウンシュウミカン果実の成熟に伴うペクチン質含量の変化. *園学雑.* 53 (2) : 150-156.
- (5) 大東 宏・佐藤義彦, 1985. ウンシュウミカン果実の成熟に伴う糖, 有機酸の変化. *園学雑.* 54: 155-162.
- (6) 大東 宏, 1985. 果実の成熟と追熟. 伊庭慶昭・垣内典夫・福田博之・荒木忠治編, 果実の成熟と貯蔵. P.7-12. 養賢堂. 東京.
- (7) 福田博之, 1985. 果実の成熟と追熟. 伊庭慶昭・垣内典夫・福田博之・荒木忠治編, 果実の成熟と貯蔵. P.12-23. 養賢堂. 東京.
- (8) 長谷部秀明・柴田好文・佐金信治, 1989. 早生温州の越年完熟果について. (1) (2). *果樹試験研究成績集.* H.1 : 145-148.
- (9) 長谷川美典・矢野昌充, 1990. カンキツ果実のじょうのう膜硬さの評価. *園学雑.* 59 (別) 2:700-702.
- (10) 平塚 伸・高木知世・赤浦和之・松島二良, 1991, 温州ミカンの食味に關与する要因の解析. *園学雑,* 90(別)1, : 10-11
- (11) 飯野久栄・小曾戸和夫, 1972. 温州ミカンの食味評価 (第2報). *園学雑.* 41(4) :398-404.
- (12) 岩切 徹・新堂高広・野方俊秀, 1991. カンキツのじょうのう膜の厚さの測定法について. *園学雑.* 60 (別) 2 : 52- 53.

- (13)岩政正男, 1976. 柑橘の種類. : 127-248. 静岡柑橘. 農協連合会. 清水,
- (14)岩崎藤助, 1966. カンキツ栽培法. : 78-89. 朝倉書店. 東京,
- (15)岩田久敬, 1960. 食品化学要説. p.61-63. 養賢堂. 東京.
- (16) Jones, W. W. and M. L. Steinacker, 1951. Seasonal changes in concentration of sugar and starch in leaves and twigs of citrus trees. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 58:1-4.
- (17)重里 保・加藤彰宏・西尾隆吉, 1974. 温州ミカン果実の樹上越冬に関する試験 (3). 果樹試験研究成績集. S. 49 :195-196.
- (18)垣内勝哉・寧 波・久保康隆・稲葉昭次・中村怜之輔, 1992. 数種果実の成熟に伴う果肉硬度と細胞壁多糖類の含量および分解酵素活性の変化. 園学雑. 61. (別) 2 : 656-657. '
- (19)倉岡唯行, 1962. 温州ミカン果実の発育に関する組織学的研究 (とくに浮き皮の発現機構について). 愛媛大学紀要第6部. 8(1):106-154.
- (20)倉岡唯行・岩崎一男・日野 昭・辻 博美, 1975. 温州ミカンの浮皮に関する研究 (第3報) 果皮内ペクチン質ならびにカルシウム含量について. 園学雑. 44 (1) : 15-21.
- (21)栗原昭夫, 1967. 昼夜の温度較差が温州ミカンの品質及び着色におよぼす影響. 園学要旨. 昭42春:140-141 .
- (22)栗山隆明, 1988. ウンシュウミカン果実の品質改善に関する研究. 九州大学学位論文.
- (23)真部正敏・猶原 順, 1986. 温州ミカンのペクチンの性状. 日食工誌. 33 (8) 602-608.
- (24)松本和夫, 1980. 柑橘園芸新書. : 69-73, 275-309. 養賢堂. 東京.
- (25)松本明芳, 1987. カンキツの品質要因、主として有機酸の消長に関する研究. 九州大学学位論文抄録
- (26)村松 昇・高辻豊二・緒方達志・高原利雄, 1992. カンキツ類のじょうのう膜の厚さと食味について. 園学雑. 61 (別) 2 : 6 - 7.
- (27)三浦 洋・萩沼之孝・水田 昂, 1963. 温州ミカンおよびナツミカンのペクチンの性状に関する研究. 園学雑. 32 (2) : 27-37.
- (28)三輪忠珍, 1951. 日向夏蜜柑の授粉, 受精現象と落果問題に就いて.

宮崎大学時報．自然科学誌 2 : 43-59.

- (29) 森岡節夫, 1987, ウンシュウミカン若木の着果程度及び摘果が果実の形質、翌年の着花などに及ぼす影響. 園学雑. 56(1):1-8.
- (30) 猶原 順・真部正敏, 1987. 温州ミカン果実の成長に伴うペクチンの性状変化. 日食工誌. 34(6):386-391.
- (31) 寧 波・久保康隆・稲葉昭次・中村怜之輔, 1990. ナシ果実の成熟特性の比較—とくに果肉硬度の変化について. 園学雑. 59(別) 2 : 718-719.
- (32) 西浦昌男・伊庭慶昭・木原武士・朝原三千代, 1986. 温州ミカンの果実の形質と着果位置が果実の品質に及ぼす影響. 園試興津年報(果・加)昭42:40-42.
- (33) 野呂徳男・谷口哲徹・原 節生・三田豊久, 1968. 早生温州の採取時期と品質. 果樹試験研究成績集. S.43 : 83-84.
- (34) 小原 誠・川野信寿・財前富一, 1989. 早生温州の完熟栽培技術の確立.  
(1)(2)(3)(4)(5). 果樹試験研究成績集. H.1 : 273-282.
- (35) 坂本辰馬・奥地 進, 1968. 温州ミカン果実の酸・可溶性固形物に及ぼす気温の影響. 園学雑. 37 : 115-121.
- (36) 白石利雄・佐藤瑞穂・三股 正・佐藤 隆, 1985. 宮内伊予カンの樹上越年に関する研究. 袋掛け越年果の品質向上効果とその貯蔵性.  
園学要. S.60秋. 436-437.
- (37) 杉浦 明・稲葉昭次, 1991. 新果樹園芸学. 杉浦明(他10名共著),  
: 159-166, 朝倉書店. 東京.
- (38) Syvertsen, J.P. and M.L.Smith, Jr., 1983. Environmental stress and seasonal changes in proline concentration of citrus tree tissues and juice. J.Amer.Soc.Hort.Sci.108(5):861-866.
- (39) 橘 温・中井滋郎, 1989. 早生温州の樹上越年による完熟果実の生産に関する試験. 果樹試験研究成績集. H.1 : 221-222.
- (40) 田中長三郎, 1933. 柑橘の研究. : 155-186. 養賢堂. 東京.
- (41) 田中諭一郎, 1980. 日本柑橘図譜, 日本に於ける柑橘の種類に関する譜学的研究. 養賢堂. 東京.
- (42) 上田 実・平田 勲, 1975. 温州ミカンの越年採取に関する試験(1)(2).

- 果樹試験研究成績集. S.50 : 247-250.
- (43) Van Soest, P. J., 1963. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. I. Preparation of fiber residue of low nitrogen content. J. Assoc. Off. Anal. Chem., 46 : 825 -828.
- (44) Van Soest, P. J., 1963. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. II. A rapid method for the determination of fiber and lignin. J. Assoc. Off. Anal. Chem., 46 : 829 -832.
- (45) Van Soest, P. J. and Wine, R. H., 1967. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell-wall constituents. J. Assoc. Off. Anal. Chem., 50 : 50-53.
- (46) 和歌山果樹試験場, 1960. 柑橘主要種類系統の果実分析結果.  
試験成績 : 11-16.
- (47) 渡部秀夫・中田治人・石川 啓・高木信雄, 1989. 早生ウンシュウの越冬完熟ミカンの安定生産試験. 果樹試験研究成績集. H.1 : 253-254.
- (48) 山田彬雄・西浦昌男, 1977. カンキツ品種の特性に関する調査.  
I 果実の品質および果色の季節的变化(1) 果樹試報 B. 4:1-69.
- (49) 山田彬雄・西浦昌男, 1980. カンキツ品種の特性に関する調査.  
I 果実の品質および果色の季節的变化(2) 果樹試報 B. 7:15-74
- (50) 山口清二・香月 浩・片山幸良・永淵 肇, 1991. カンキツの完熟果に関する調査. 佐賀大学農場報告(5) : 13-28.
- (51) Yamaki, S. and K. Matsuda, 1977. Changes in the activities of some cell wall-degrading enzymes during development and ripening of Japanese pear fruit (Pyrus serotina Rehder var. culta Rehder).  
Plant Cell Physiol. 18 : 81 - 93.
- (52) 吉田保治, 1980. 温州ミカンの果汁に関する基礎的研究.  
京都大学学位論文.
- (53) 吉村不二男, 1967. カンキツ類の寒害に関する研究. 高知大学農学部紀要.  
18:80-133.
- (54) 吉岡博人, 1992. 果実・野菜組織の軟化とペクチン及びペクチン分解酵素.  
日食工誌. 39 (8) 733-737.

## S u m m a r y

Although early ripening satsuma mandarin, 'Miyagawa Wase', is usually commercially harvested in early November, it is sometimes left on the tree until February in order to improve the fruit quality. The crop from the delayed harvest is commonly referred to as "Jujoh-Kanjuku-Ka" which means "fruit fully matured on the tree" in Japanese.

In the present study, we selected several citrus species and cultivars suitable for delayed harvest, clarified various characteristics of the fruits, estimated some different methods for the delayed harvest and investigated the physicochemical characteristics of segment membranes during the harvest period.

1. The fruits of 105 different citrus species and cultivars grown on a hillside orchard at Arita, Wakayama, were left unharvested from November, 1990 to June, 1991.

The disorders that occurred among the citrus species and cultivars (except for 'Fukuhara Orange' and 'Shunkokan') were classified as : 1) physiological, e.g. granulation followed by fruit dropping or peel puffing ; 2) external, e.g. frost injury, abscission and decay ; and 3) complex, e.g. frost injury, granulation and subsequent abscission. These disorders also seemed to occur earlier in the season in early maturing species and cultivars than in later maturing ones. The series of disorders that occurred in one species or cultivar resembled what occurred in others of the same botanical classification.

The species and cultivars were divided into four groups on the basis of sugar accumulation patterns : group A consisted of species and cultivars which accumulated more than 11% total sugars (TS) before spoiling ; members of group B accumulated a maximum of 10% TS and then leveled off ; those in group C accumulated a maximum of only 8% before abscission ; and species and cultivars in group D had a TS content of less than 5%. 'Miyagawa Wase', Kishu mikan and Ponkan (kosho) in group A accumulated more than 15% TS.

The fruit disorders were accompanied by a reduction in juice content and a concurrent depletion and/or changes in the relative levels of sucrose, glucose and fructose.

We found that the quality of both early ripening satsuma mandarin, 'Miyuchi iyokan' and 'Kiyomi' improved significantly and that they did not develop any physiological disorders that could be attributed to the delayed harvest.

2. 'Miyagawa Wase' fruits from general orchards located on flat land previously used as a rice paddy (C), stored fruit from C (CS), which was harvested in November, 1988, and fruit grown in an unheated plastic film greenhouse (H) were compared with those left on the tree until February, 1989(TB). In addition, the quality of 'Mukaiyama Unshu' fruits from a fairly flat hillside orchard(F),also considered a general orchard, was compared with fruits from famous orchards ( $I_{1-3}$ ) located on steep hillsides in the Arita district of Wakayama Prefecture.

The TB and H fruits had higher sugar contents than CS and C. Fruits from  $I_{1-3}$  were sweeter than those from F while  $I_3$  provided the sweetest of all hillside fruits. Sucrose was the predominant sugar, followed by fructose and glucose. As the total sugar content increased, the fructose level increased disproportionately. Sugar levels in TB and H were similar to that of  $I_3$ .

The titratable acidity was relatively higher in TB, H and  $I_1$ , whereas it was low in CS.

The total amino acid level was high in fruits from  $I_{1-3}$  as detected and evaluated by a taste panel. Among 'Miyagawa Wase' fruits, those from H had the highest amino acid content, whereas those from TB contained the lowest.

Thus, we conclude from our findings that by delaying harvest in the general orchard,it is possible to produce sweeter fruits of higher acidity that possess organoleptic quality equal to fruits from famous orchards located in superior fruit production areas.

3. The effects of different cultivation methods on 'Miyagawa Wase' fruit quality were clarified in relation to delayed harvest. Fruits from the famous orchard on a steep hillside(I), those from F and those from C were periodically harvested from August 25, 1988, to February 25, 1989. Some fruits from F were harvested in November 25 and were subsequently stored (S).

Of the fruits harvested at different times from I, F and C orchards, those left on the tree until February had the highest sugar content. Although the sugar content increased from November to February, the differences in sugar content detected in November, among fruits from the different sites, were maintained until February.

The titratable acidity decreased until December and then leveled off. There were very few differences observed in titratable acidity among fruits from I, F and C while on the trees, whereas, in S fruits, significant decreases in titratable acidity and total sugar content were found.

Compared with large fruits on the upper branches, small fruits from the lower branches contained more sugar in November and kept accumulating additional sugar until they were harvested in February. The size and weight of the fruits did not change during the harvest period. Furthermore disorders, such as peel puffing and granulation, were observed in the large fruit.

By enclosing fruits in paper bags on the branches during the 1 - 3 month harvest period many kinds of possible injuries were prevented. In addition, the use of two bags decreased sugar content and increased titratable acidity.

There was less return bloom of the branch in which fruits were harvested late compared to the control. Upon taking the whole tree into consideration, however, the number of flowers seemed to be maintained at the same level. The return bloom was affected by the density of the flowers on the tree rather than by the period of harvest.

4. The physicochemical characteristics of the segment membranes were

studied in an early ripening satsuma mandarin cultivar, 'Miyagawa Wase', and a common type, 'Hayashi Unshu', in 1991-1992 and 1992-1993. In this study, we focused on the segment membrane strength because this is thought to be a critical factor in fruit quality evaluation.

The large fruits had thicker segment membranes than the small fruits in both cultivars. The segment membranes of the developing fruits, while still immature, became thinner in 'Miyagawa Wase' but thicker in 'Hayashi Unshu'. The membrane became thinner, however, in 'Hayashi Unshu' as the fruit matured.

Intrusive resistance, as an index of segment membrane strength, was higher in the larger fruits. With the advancement of maturation, it became lower in 'Miyagawa Wase', whereas it showed little or no changes in 'Hayashi Unshu'.

Some morphological differences in cells of the segment membrane between the two cultivars were observed in late February. The inner epidermal surface of the segment membrane showed some cracking in 'Miyagawa Wase'. The cell size of the outer epidermis of the segment membrane was larger in 'Hayashi Unshu' than in 'Miyagawa Wase'. Some digestion of the cell membrane was found in the latter.

Cellulase and polygalacturonase activity in the segment membrane increased more rapidly in 'Miyagawa Wase' than in 'Hayashi Unshu' after November as the fruit matured. The contents of cellulose and total pectic substances in the segment membrane per 100 g whole fruit fresh weight decreased rapidly after December. This tendency was more pronounced in the smaller fruits of 'Miyagawa Wase'. The cellulose content on a dry weight basis of alcohol insoluble solids (AIS), in the segment membrane, was found to be lowest in the smaller fruits of 'Miyagawa Wase'.

We believe that the changes in the segment membrane strength are caused, not only by the digestion of the segment membrane through degradation of cellulose and total pectic substances, but also by qualitative changes in the membrane itself through the decrease of cellulose content as determined by AIS.

図 版 A



写真-1 サンジャシントの落果 (1991, 1, 28 撮影)



写真-2 マーシュシードレスの霜害と凍害 (1991, 1, 25 撮影)



写真-3 イタリアーレモンの霜害⇒腐敗 (1991, 3, 8 撮影)



写真-4 パーソンプラウンの凍害 (1991, 3, 8 撮影)

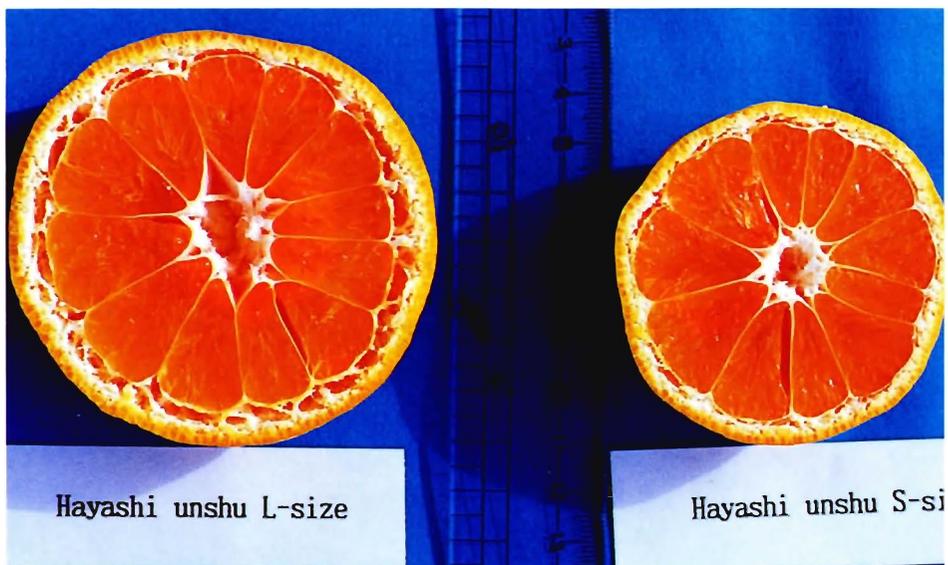


写真-5 林温州の果径の違いと浮き皮 (1991, 2, 25 撮影)

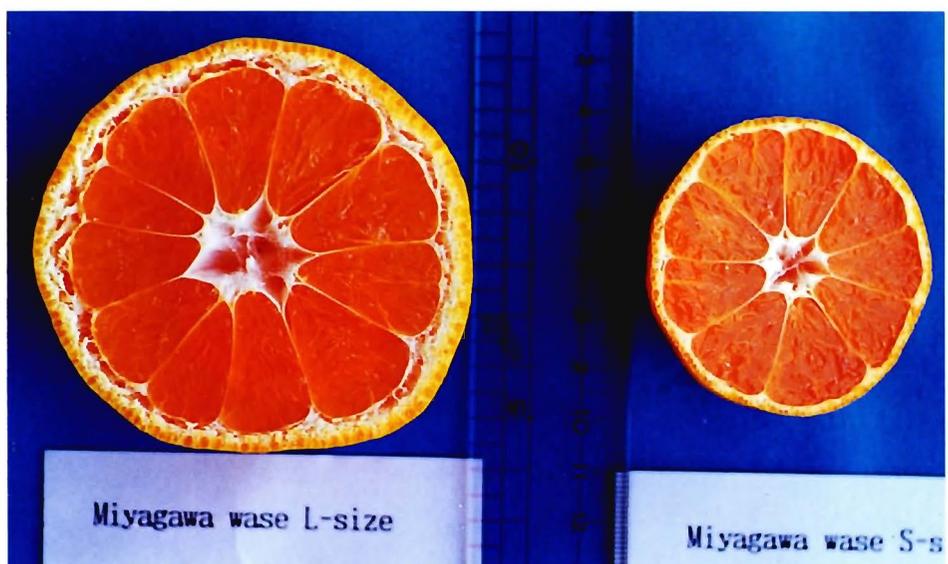


写真-6 宮川早生の果径の違いと浮き皮 (1991, 2, 25 撮影)



写真-7 ハナユの腐敗と浮き皮 (1991, 3, 8 撮影)



写真-8 宮内伊予柑のす上がり (1991, 3, 8 撮影)



写真-9 バレンシャの回青 (1991, 5, 25 撮影)

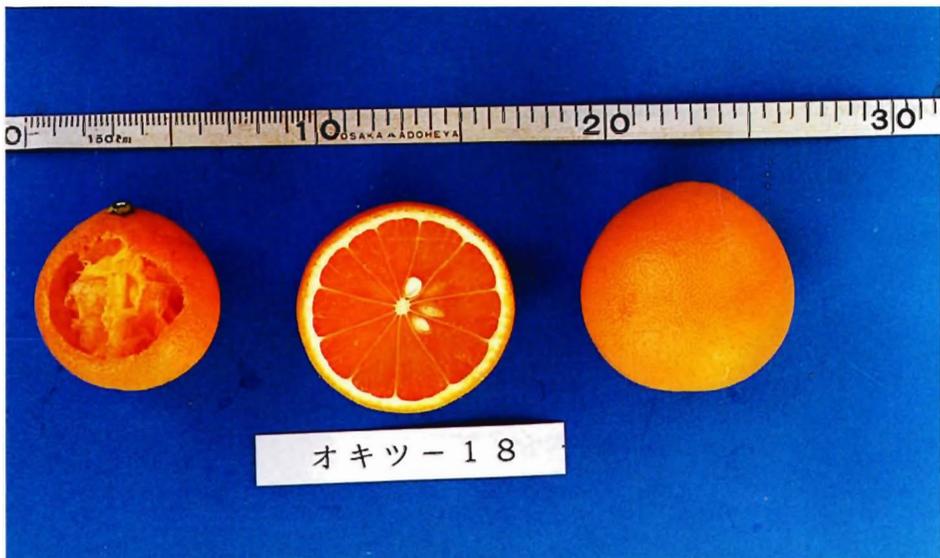


写真-10 興津 18号の鳥害 (1991, 5, 25 撮影)

図 版 B



写真-11 早生ウンシュウミカン枝単位の紙袋掛け



写真-12 早生ウンシュウミカン枝単位の網袋掛け



写真-13 セミノールの個別二重紙袋掛け



写真-14 早生ウンシュウミカンの無加温ハウス栽培