

‘サガマンダリン’の‘油胞黒変症’発生原因の解明

大藪榮興・柴田 萬*・野方俊秀

キーワード：低温障害，果皮障害，油胞黒変症

Studies on causes of peel-disorder of oil-gland darkening in Citrus hybrid ‘Sagamandarin’ Tangerin

Eikou OYABU, Yorozu SHIBATA, Toshihide NOGATA

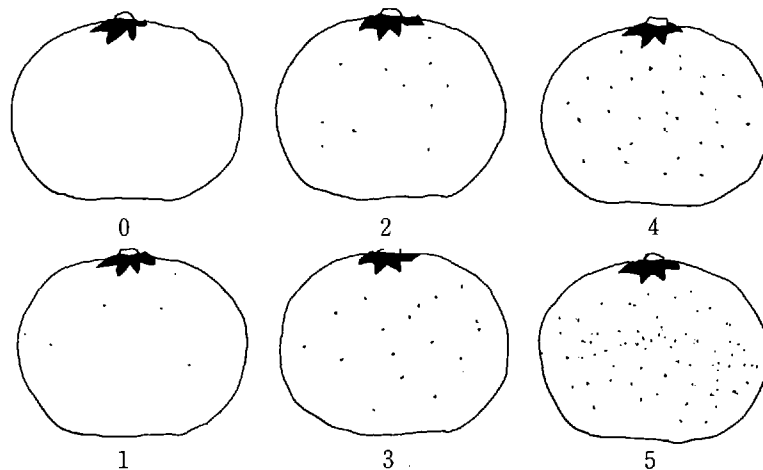
ABSTRACT

The peel disorder of oil-gland darkening in ‘Saga Mandarin’ appears in the oil-gland of rind when the fruits are exposed to the condition of low temperature under 5°C or the rind is scratched or roughly treated. It is determined that fruits are kept on condition of 15°C for more than 7 days to reduce the damage of oil-gland darkening and is suggested that oxidation of oil-gland causes oil-gland darkening. Spraying calcium carbonate (CLEF-NON) and lime sulfur mixture work well to some extent for reducing oil-gland darkening. The fruits have to be treated carefully not to scratch the surface of rind on harvesting, carrying and fruit-sorting and appearance to avoid causing oil-gland darkening.

Key word : chilling injury, peel-disorder, oil-gland darkening

緒 言

佐賀県果樹試験場で育成された‘サガマンダリン’はウンシュウミカン‘興津早生’の早熟系への枝変わりである仮称‘小西早生’と‘フェアチャイルド’タンゼリン・タンゼロとの交雑種である⁹⁾。本品種は果皮の紅が濃くて剥皮が容易であり，無核でじょうのう膜が柔らかく糖度が高く，さらに独特の香りを有するなど優れた性質を有している。しかし，果皮の油胞が収穫前の樹上または収穫後に黒く変色する油胞黒変症の



第1図 油胞黒変症の発生程度

*現在 佐賀県茶業試験場

発生が多く、このためして外観的な品質を損ない、商品性が低下して販売上大きな問題となっている。

カンキツ果皮の油胞黒変症はウンシュウミカンで発生の報告⁷⁾がある他にグレープフルーツやタンゼロ類でもその報告がなされている⁸⁾。

本研究は‘サガマンダリン’の油胞黒変症の原因を調査し、その対策について検討したものである。

材料および方法

A. 油胞黒変症の発生原因の解明

試験1：収穫時期の相違による果実での油胞黒変症の発生

藤津郡太良町ならびに佐賀郡大和町に植栽されたウンシュウを中間台とし、1983年4月に高接ぎした‘サガマンダリン’2樹を供試した。1987年11月20日、30日、12月9日に各樹から20果ずつ、計60果を収穫し、11月20日、12月1日、12月12日に果実における油胞黒変症の発生程度を調査した。油胞黒変症はその発生程度の指数を(0：無、1：微、2：少、3：多、4：極多、5：甚)とした(第1図)。

試験2：予措温度の違いによる油胞黒変症の発生

1) 無加温ハウス産果実の予措時の温度試験

唐津市鏡に植栽されているウンシュウミカンを中間台として高接ぎされた‘サガマンダリン’の無加温ハウスの果実を試験に供した。果実を5、10、15、20、25℃条件下に置き、油胞黒変症の発生を調査した。果実は1987年11月4日に収穫し、同日温度別の処理を開始した。調査は11月6日、9日、13日に行い、各区9果あて供試した。対照区として、10月下旬に収穫したウンシュウミカン‘山崎早生’の果実を用いた。温度処理により各恒温室内が、果実の過乾燥になるのを防ぐため、相対湿度が85%以上になるよう各温度区に水をためたバットを置き、ガーゼ布をその水に浸しながら吊るして湿度を調節した。油胞黒変症と果皮の色調の調査は処理前に油性ペンであらかじめ印をつけた箇所ですべて行った。果皮の色調は着色の良好部と不良部について日本電色社製色差計(ND1001DP型)で測定した。なお、ウンシュウミカンは10、15、20℃区を設け測定した。

2) 露地栽培果実の貯蔵温度試験

場内の14年生‘十万温州’を中間台として1983年に高接ぎした‘サガマンダリン’を用い、1987年12月10日に収穫して常温庫で予措貯蔵した果実の中から、油胞黒変症の発生程度指数が2程度の果実を選び出し試験に供した。12月25日に温度処理を開始し、5℃区と15℃区にそれぞれ10日間置き、その後、室温(約10~15℃)に置いて油胞黒変症の発生程度を調査した。各温度区とも20果ずつ供試した。

なお、油胞黒変症の調査については、その試験1と同様に行った。

試験3：選果方法が油胞黒変症の発生に及ぼす影響

場内で栽培された果実を1987年11月30日に収穫した後、貯蔵庫内で常温予措を行い試験に供した。処理前の12月4日に外観調査後50cmの高さから5回落下させた後、さらにドラム式家庭用選果機(ドラムの直径32cm、長さ48cm、ドラム2連)を5回通す区、同じく50cmの高さから5回落下させた後に重量式選果機にかける区、および手選果区を設け、各区それぞれ20果を供試した。対照区として‘米沢温州’を同様に落下させて用いた。調査は、油胞黒変症の発生程度について12月5日、12月15日に行った。

なお、油胞黒変症の調査については、その試験1と同様に行った。

試験4：果皮表面の傷と温度の違いによる油胞黒変症の発生

場内で栽培された‘サガマンダリン’の果実を1987年11月30日に収穫した後、常温庫で予措して20kg コンテナで貯蔵し、試験に供した。果実1果毎に油性ペンで果こう部と果頂部を通る線を書いて2等分し、その片方の果実の表面をサンドペーパー（TYPE AA, RIT NO.50）の上に押しえつけるように5回往復させて付傷処理を行い、残りの半分は無処理として、各区12果を供試した。処理後5℃、15℃、室温の各条件下に置いた。12月25日に処理し、12月28日と1月4日に、油胞黒変症の調査は、試験1と同様に行った。

B. 油胞黒変症の発生軽減技術の開発

試験5：各種酸化防止薬剤の塗布と油胞黒変症の発生

試験①：トコフェロール0, 1,000, 3,000ppm にシュガーエステル10倍を加用して塗布した区と薬剤を使用しない無処理区を設けた。果実は場内産の‘サガマンダリン’を用い、1989年10月19日に既に完全着色となった果実を選んで収穫し、試験に供した。各区5果を供試し、果実毎に油性ペンで果こう部と果頂部を通る線を書いて2等分し、その片方の果実の表面をサンドペーパー（TYPE AA, GRIT NO.50）の上に押しえつけるように5回往復させて付傷処理をし、残りの半分は無処理とした。薬剤は果実全体に塗り付けその後室温に放置した。対照として場内産ウンシュウミカン‘山崎早生’を用いた。

試験②：エリソルビンサン酸ならびに亜硫酸ソーダの各0.5, 2, 5%の単用区、および両薬剤の同濃度を組合せた区、フルーツワックス区、無処理区を設け、1989年11月29～30日に収穫した場内産‘サガマンダリン’を各区10果あて試験に供した。12月6日に付傷処理を行い、処理後直ちに5℃、15℃の各条件下に置いた。果実の付傷と薬剤塗布の処理は試験1と同様に行った。

試験③：1989年11月19日に収穫した場内産の果実を同日試験に供した。Lアスコルビン酸、亜硫酸ソーダの各0.5, 2, 5%区、および両薬剤の同じ濃度同士を組合せて混用した区と、さらに果実を5℃、15℃で予措した後薬剤処理をしない区を設け、各区10果を供試した。果実の処理は試験①と同様にし、処理した果実は5℃、15℃条件下に置いた。処理開始は、5℃の条件下に置いた区は11月19日に、15℃条件下に置いた区は11月21日に行った。各薬剤処理区では薬剤の付着性を増すためグリセリン100倍を加用した。

なお、試験①～③とも油胞黒変症の調査については、その試験1と同様に行った。

また、試験③において、薬剤の付着によると思われる薬害（果皮のやけ）が、果実の果頂部に見られたため、薬害の発生程度指数を（0：無，1：微，2：少，3：多，4：極多，5：甚）として調査を行った。

試験6：石灰剤の収穫前散布と油胞黒変症の発生

場内産‘サガマンダリン’を用い、石灰剤として、炭酸カルシウム（クレフノン）200倍区、蟻酸カルシウムを成分とするスイカル400倍単用区にそれぞれMCPB剤（マデック乳剤）2,000倍、石灰硫黄合剤400倍の組み合わせた区を設けた。なお、MCPB剤の混用はへた枯れの防止を目的に行った。散布は石灰剤が1991年11月8日と11月15日の2回、石灰硫黄合剤が11月15日、MCPB剤が11月15日に行った。果実は、12月11日に収穫し、5℃条件下で貯蔵した。調査は、各20果について油胞黒変症の調査は試験1と同様に行った。へた枯れについてはカンキツ調査法³⁾に基づいて行った。

試験7：予措方法および選果方法の違いによる油胞黒変症の発生

1989年12月2日収穫した場内産の‘サガマンダリン’を供し、予措を行った。予措は温度を15℃相対湿度

約55%の条件下で、5%および10%減量をさせたものと、相対湿度約85%の常温貯蔵庫内で5%減量させたものを供試した。12月2日に予措を開始し、目標の減量に達し次第選果処理を行い、処理後10℃85%条件下に貯蔵した。選果処理はドラム式家庭用選果機（ドラムの直径32cm、長さ48cm、ドラム2連）を5回通す区、50cmの高さから5回落下させた後に重量式選果機にかける区、ロール式家庭用選果機にかける区および手選果区を設けた。選果後は10℃の恒温貯蔵を行った。油胞黒変症の発生については、試験1と同様にして、12月19日、1月17日に、へた枯れはカンキツ果実調査法³⁾に基づき0無～5甚とし、調査した。

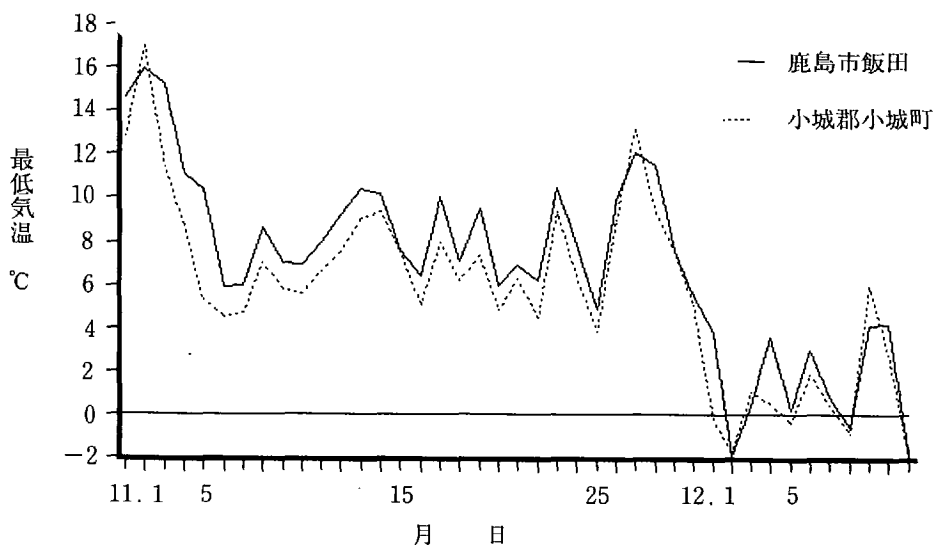
結 果

油胞黒変症の症状として、油胞が破れてピッチング状になって黒く変色するものと油胞は破れないが油胞の内部が黒く変色するものが観察された。ここでは、特に両者の区別はつけていないが、果皮が傷ついた場合には、油胞が破れて黒変するものが多く観察され、低温条件に置いたものでは油胞が破れずに黒変しているものが多く観察された。

収穫時期の相違と果実の油胞黒変症の発生の関係をみると、収穫時期が遅くなるほど油胞黒変症の発生が多くなった。また、果皮の状態は収穫の時期が遅くなるほど、果こう部周辺に果皮の亀裂が見られるものが多くなった。果皮の老化がその原因と考えられたが、油胞黒変症との関係は明らかではなかった。その他の原因として気温の低下が考えられた。佐賀県藤津郡太良町に隣接する鹿島市飯田と佐賀郡大和町に近い小城郡小城町の最低気温のデータを第2図に示した。外気温が低下する11月下旬以降になると収穫果はすでに軽い油胞黒変症の発生がみられ、さらに収穫時期が遅くなるほど増加する傾向を示した（第1表）。

予措温度の違いによる油胞黒変症発生の関係をみると、無加温ハウス産果実の予措時の温度試験においては、‘サガマンガリン’は5℃区で油胞黒変症の発生が助長され、10℃区ではやや助長され、その後はほぼ横ばいとなった。また、15℃以上の区では発生が抑制され、その程度も軽減された。なお、25℃区では試験開始時にすでに発生が確認されていた油胞黒変の症状が消滅し、後では見られなかった（第3図）。これに対し、‘山崎早生’ではどの処理区においても発生が認められなかった。果皮の色調については、a値は10～15℃区で増加したのに対し、20℃区、25℃区ではa値が減少した。‘山崎早生’では20℃区でもa値の増加がみられた（第4図）。

また、露地栽培果実の貯蔵時の温度試験として、油胞黒変症が発生した果実を用いて試験を行った。この



第2図 鹿島市飯田と小城郡小城町の最低気温の推移（1987年）

試験において5℃区で発生が助長されたのに対して、15℃区では発生程度が軽減された。また、5℃区で発生が助長された後、果実をその後約10℃～20℃の室温条件に置くことで油胞黒変症の程度が目だたなくなり、時間の経過とともに発生程度が軽減された（第5図）。

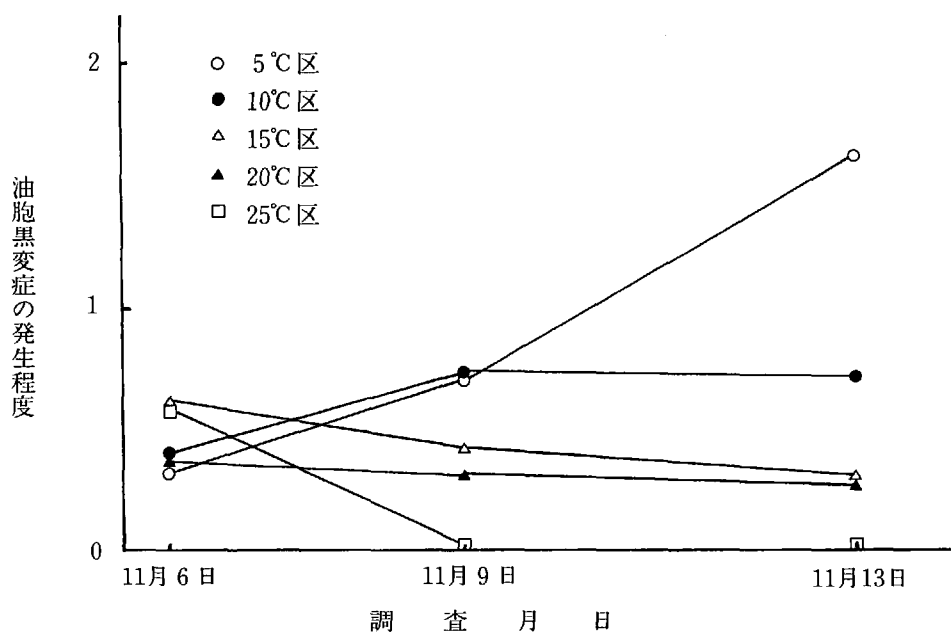
選果方法が油胞黒変症の発生に及ぼす影響をみると、ドラム式選果機では処理を行った際に‘サガマンダリン’では油胞がつぶれ、果皮の精油がにじみ出るものが見られた。‘サガマンダリン’の油胞黒変症の発生は手選果や重量式選果機を用いた場合その発生はほとんど見られなかったのに対し、ドラム式選果機では発生が多かった。これに対し、対照区の‘米沢温州’ではドラム式選果機でも油胞黒変症の発生が全く見られなかった（第2表）。

果皮表面の傷と温度の違いによる油胞黒変症発生の関係をみると、果皮を付傷した部分は処理3日後には、保管温度に関係なく油胞黒変症の発生が見られた。しかし、処理10日目の調査では15℃区、室温区の順に発生程度が軽減したのに対して、5℃区はわずかではあるが発生が進んだ（第6図）。

各種酸化防止薬剤の塗布と油胞黒変症の発生の関係で、脂肪酸の酸化防止剤を中心とした試験①の結果で

第1表 収穫時期の違いが油胞黒変症の発生に及ぼす影響

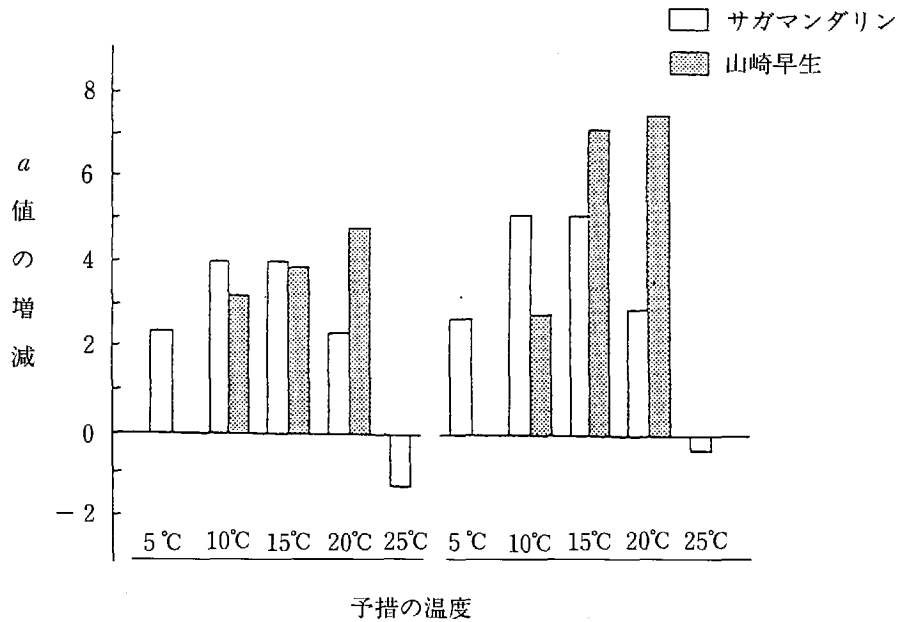
調査地	調査日	油胞黒変症	
		発生果率	発生程度
太良町	11/20	5.0	0.05
	12/1	21.6	0.25
	12/9	36.7	0.38
大和町	11/20	3.3	0.03
	12/1	11.7	0.13
	12/9	35.0	0.38



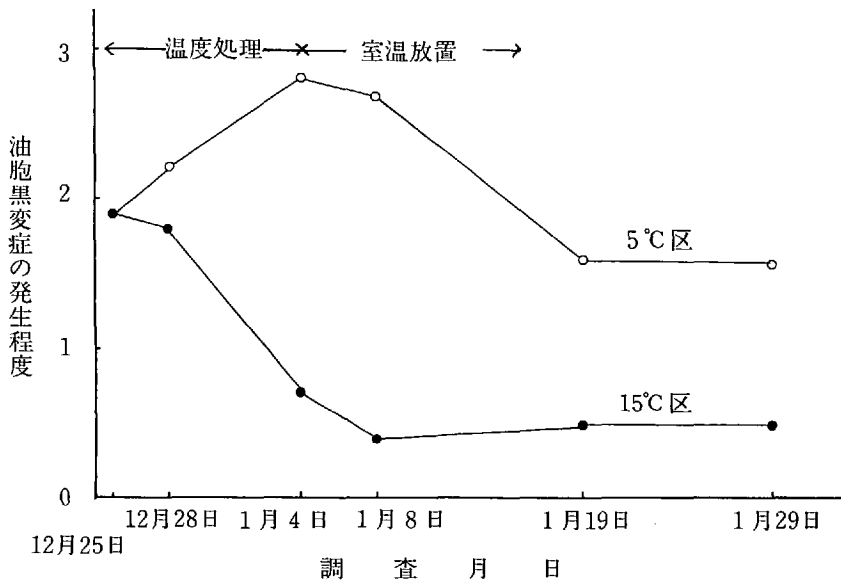
第3図 予措温度が油胞黒変症の発生に及ぼす影響

はトコフェロールの低濃度区や無処理区では2日目から発生が見られ始めた。一方、トコフェロール3,000 P P m区は極く短期間であれば効果が認められ、処理後3日目まで油胞黒変症の発生を抑えた。しかし、4日目には発生がみられ始め、5日目には多発の状態となり、ほとんど処理間の差は認められなくなった(第3表)。「山崎早生」では油胞黒変症の発生は見られなかった。

次に、フェノール物質の酸化防止剤を中心とした試験の結果は亜硫酸ソーダ5%区で発生が少なかった。また、エリソルビン酸5%+亜硫酸ソーダ5%区で最も発生が少なく、15°C区に比べ5°C区で顕著な効果が認められた。しかし、エリソルビン酸単体では効果が全く認められなかった。また、亜硫酸ソーダ5%区では、15°C区に比べ5°C区で発生が少なかった。なお、フルーツワックス区では効果はなかった(第4表)。同様な試験③では亜硫酸ソーダ5%、5°C区で最も効果が高かった。予措時の温度では5°C区で処理直後の発生は抑えられたが、日数が経過するにつれて15°C区とほとんど同じ発生程度となった。なお、果頂部の葉害



第4図 予措温度による果皮色の変化 (処理開始9日後)



第5図 各温度条件下における油胞黒変症の発生消長

は15℃区では顕著であったのに対して、5℃区の低温区では僅かに認められた程度であった（第5表）。

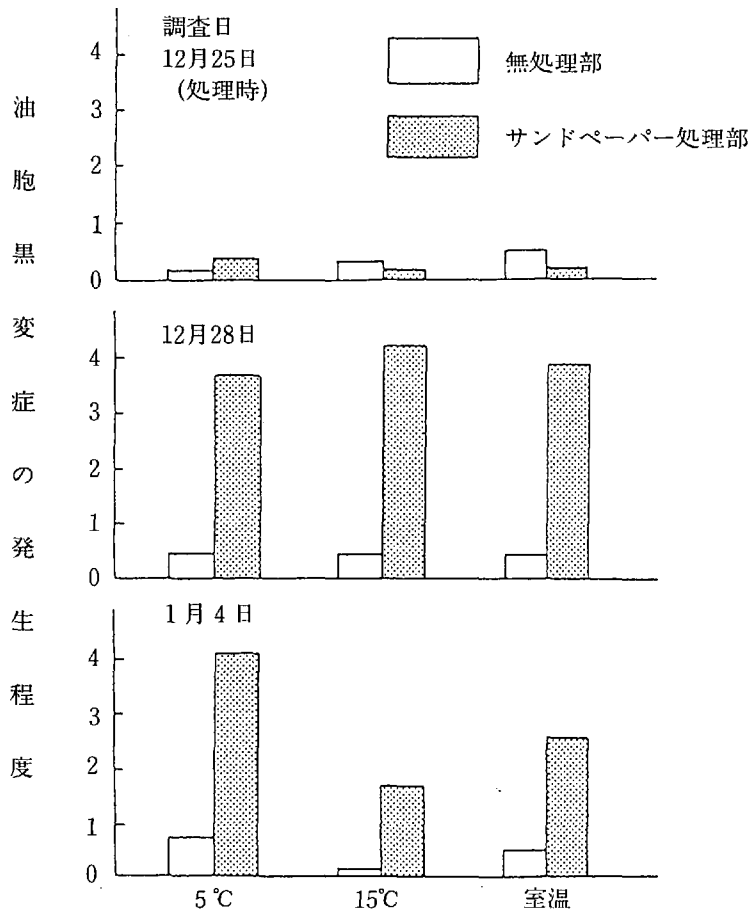
石灰剤の散布による油胞黒変症発生軽減試験（試験6）の結果、どの区も油胞黒変症の発生は貯蔵16日目

第2表 選果方法の違いが油胞黒変症の発生に及ぼす影響

系 統 名	選果方法	油胞黒変症の発生程度		
		調 査 月 日		
		12月4日	12月5日	12月15日
サガマンダリン	手選果	0.1	0.1	0.1
	ドラム式選果	0	1.9	1.6
	重量式選果	0.1	0.2	0.2
米沢温州	手選果	0	0	0
	ドラム式選果	0	0	0
	重量式選果	0	0	0

注) 1 発生程度 (0 : 無 ~ 5 : 甚)

注) 2 試験開始時、サガマンダリン、米沢温州いずれも発生はなかった。



第6図 サンドペーパーで果皮に付傷した果実における油胞黒変症の発生と貯蔵温度の関係

までは抑えられ、差が認められなかった。また、50日後までクレフノン区は発生を抑えたのに対して、スイカル区は発生が多くなった。石灰硫黄合剤混用区では発生が十分に抑えられた。なお、クレフノン区の果実は白く汚れが目立ち、石灰硫黄合剤区では収穫時に果皮の紅が脱色し、着色むらが認められた。マデック乳剤におけるへた枯れ防止効果はクレフノンと混用した区で効果が認められた（第6表）。

予措方法を組み合わせた選果方法の違いによる油胞黒変症軽減試験（試験7）の結果は、選果方法別にみると、油胞黒変症がロール式ならびにドラム式の機械選果法において多く発生したのに対し、手選果、重量式選果法では発生程度は軽かった。予措方法の違いでみると、相対湿度55% 減量歩合10%区では同じ機械選

第3表 脂肪酸酸化防止剤処理の油胞黒変症に対する発生軽減効果

品 種	処理薬剤名		油胞黒変の発生程度			
	トコフェロール	シュガーエステル	10月22日	10月24日	10月25日	10月26日
サガマンガリン	ppm	倍	a)			
	—	—	0(0)	0.2(0)	2.2(0)	3.0(0)
	0	10	0(0)	0.4(0)	2.0(0)	2.8(0)
	1000	10	0(0)	0.8(0)	1.2(0)	2.6(0)
	3000	10	0(0)	0.1(0)	0.4(0)	2.6(0)
山崎早生	—	—	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
	0	10	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
	1000	10	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
	3000	10	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)

a) () 内の数値はサンドペーパー付傷処理をしない部分の値 発生程度 (0:無~5:甚)

第4表 フェノール系化合物酸化防止剤の油胞黒変症に対する発生軽減効果

処 理 区	濃 度%	油胞黒変の発生程度			
		5℃放置区		15℃放置区	
		調 査 月 日			
エリソルビン酸ソーダ	0.5	12月7日 ^{a)}	12月20日	12月7日	12月20日
	2	0(0)	4.7(0)	3.4(0.1)	3.5(0)
	5	0(0)	4.8(0)	3.9(0)	4.1(0)
亜硫酸ソーダ	0.5	0(0)	4.8(0.2)	3.6(0)	3.6(0)
	2	0.1(0)	4.3(0.1)	2.6(0)	3.8(0)
	5	0(0.1)	2.0(0.1)	0.8(0)	2.4(0)
エリソルビン酸ソーダ + 亜硫酸ソーダ	0.5+0.5	0(0)	4.5(0)	3.1(0)	3.7(0)
	2+2	0(0)	4.2(0)	2.9(0)	3.5(0)
	5+5	0(0)	0.9(0)	0.6(0)	3.7(0)
フルーツワックス		0.2(0)	4.5(0.1)	4.1(0)	3.9(0)
無処理		0(0)	3.8(0)	3.5(0)	3.3(0)

a) () 内の数値はサンドペーパー付傷処理をしない部分の値 発生程度 (0:無~5:甚)

果を行っても油胞黒変症の発生はほとんど見られなかった（第7表）。

また、果実品質への影響についてみると、選果方法別では果実に加わる衝撃が大きいロール式やドラム式選果機では明らかに酸の減少が大きかった。また、減量歩合の大きい10%減量区でへた枯れの発生が多かった（第8表）。

第5表 フェノール系化合物酸化防止剤による油胞黒変症発生防止効果と葉害の発生

放置 温度	処 理 区		油 胞 黒 変 症 の 発 生 程 度					葉害の発生程度	
	薬剤名	濃度 %	11月19日 ^{a)}	11月21日	11月25日	11月28日	12月1日	調 査 月 日	
								11月28日	12月1日
5℃	Lアスコルビン酸	0.5	0(0)	0(0)	2.4(0)	3.0(0)	3.4(0)	0	0.1
		2	0(0)	0.3(0)	2.8(0)	3.5(0)	3.2(0)	0.1	0.1
		5	0(0)	0.1(0)	2.5(0.1)	3.0(0.1)	2.7(0)	0	0.1
	亜硫酸ソーダ	0.5	0(0)	0.1(0)	3.2(0)	4.0(0.4)	3.9(0)	0.4	0.4
		2	0(0)	0(0)	1.2(0)	2.6(0)	3.2(0)	0.4	0.4
		5	0(0)	0(0)	0.2(0)	0.8(0)	1.9(0)	0.1	0
	Lアスコルビン酸 + 亜硫酸ソーダ	0.5+0.5	0(0)	0.2(0)	3.4(0)	4.0(0)	4.2(0)	0	0
		2+2	0(0)	0(0)	2.5(0)	3.7(0)	3.7(0)	0	0
		5+5	0(0)	0(0)	0.2(0)	0.5(0)	2.4(0)	0	0.3
		5℃ 予措後薬剤無処理		0(0)	0.2(0)	4.0(0)	4.3(0)	4.2(0)	0.1
	15℃ 予措後薬剤無処理		0(0)	4.0(0)	4.2(0)	4.3(0)	4.3(0)	0	0
15℃	Lアスコルビン酸	0.5		0(0)	3.8(0)	3.4(0)	3.2(0)	1.9	1.5
		2		0(0)	3.9(0)	3.2(0)	3.3(0)	3.1	3
		5		0(0)	3.9(0)	3.6(0)	3.4(0)	2.6	2.6
	亜硫酸ソーダ	0.5		0(0)	3.5(0)	2.7(0)	2.3(0)	0.1	0.4
		2		0(0)	4.0(0)	4.4(0)	4.3(0)	2.3	2.3
		5		0(0)	3.3(0)	3.9(0)	3.7(0)	2.2	1.7
	Lアスコルビン酸 + 亜硫酸ソーダ	0.5+0.5		0(0)	4.2(0)	4.2(0)	3.3(0)	1.5	1.5
		2+2		0(0)	4.4(0)	4.6(0)	3.9(0)	0.9	1.4
		5+5		0(0)	3.0(0)	4.4(0)	4.7(0)	1.7	1.4
		15℃ 予措後薬剤無処理		0(0)	4.4(0)	4.4(0)	3.8(0)	0	0

a) () 内の数値はサンドペーパー付傷処理をしない部分の値 発生程度 (0:無~5:甚)

第6表 石灰剤と各種薬剤の組み合わせによる油胞黒変症とへた枯れの防止効果

散布薬剤名	油胞黒変症の発生程度						へた枯れの発生程度
	開始日	2日後	5日後	9日後	16日後	50日後 ^{b)}	50日後 ^{a)}
クレフノン+マデック	0.1	0.4	0.6	0.9	0.6	0.5	1.3
クレフノン+石灰硫黄合剤	0.4	0.6	0.4	1.0	0.6	0.8	4.6
クレフノン	0	0.3	0.3	0.6	0.3	0.5	2.8
スイカル+マデック	0.2	0.4	0.6	0.9	0.7	1.7	3.2
スイカル+石灰硫黄合剤	0	0.4	0.4	0.5	0.4	0.3	3.1
スイカル	0.1	0.2	0.7	0.9	0.5	1.5	2.1

a, b) 貯蔵後の日数 発生程度 (0:無~5:甚)

考 察

収穫時期と発生の関係をみると、気温の低下とともに、収穫時期が遅くなると、樹上での発生が増加したが、収穫直後の発生程度は僅かであった。樹上での発生は風などによる果皮表面の擦り傷が主な原因と考えられ、その後収穫時期が遅くなるほど低温による影響も増してくると考えられた。

そこで、温度との関係についてみると、5℃程度の低温条件に果実を置くと油胞黒変症の発生が助長された。このように低温条件下で本症が発生する例はグレープフルーツ、タンゼロ類で知られており⁹⁾、これらの品種は‘サガマンガリン’の育成に関与している関連の品種と遺伝的に近い^{2),6)}ため、‘サガマンガリン’で本症が発生する要因としてこれらの遺伝的な要因が考えられた。また、グレープフルーツでは低温障害の発

第7表 予措の程度と選果方法が油胞黒変症の発生に及ぼす影響

温度及び相対湿度	減量歩合	選果方法	油胞黒変症の発生程度	
			調 査 月 日	
			12月19日	1月17日
RH85% 10℃ ± 2℃	5%	手選果	0.3	0
		重量選果機	0.2	0
		ロール選果機	0.2	0
		ドラム選果機	0.6	0.1
RH55% 15℃ ± 2℃	5%	手選果	0.2	0
		重量選果機	0.1	0
		ロール選果機	1.2	0.1
		ドラム選果機	1.2	0
RH55% 15℃ ± 2℃	10%	手選果	0	0
		重量選果機	0	0
		ロール選果機	0	0.2
		ドラム選果機	0.1	0

注) 発生程度 (0 : 無 ~ 5 : 甚)

第8表 予措の選果方法違いが果実酸度とへた枯れに及ぼす影響

温度及び相対湿度	減量歩合	選果方法	酸度 %	へた枯れ
RH85% 10℃ ± 2℃	5%	手選果	1.10	2.1
		重量選果機	1.05	2.0
		ロール選果機	1.07	2.2
		ドラム選果機	1.01	1.5
RH55% 15℃ ± 2℃	5%	手選果	1.11	3.3
		重量選果機	1.23	2.5
		ロール選果機	0.89	2.9
		ドラム選果機	0.94	2.5
RH55% 15℃ ± 2℃	10%	手選果	1.02	4.4
		重量選果機	0.97	4.3
		ロール選果機	0.93	4.3
		ドラム選果機	0.89	4.0

注) へた枯れ指数 (0 : 無 ~ 5 : 甚)

生しやすい果実の条件として、降雨、高湿度、曇天等の影響で、果皮が水分を含み、柔らかくなっている状態を指摘している。そのような果実の状態の時に、放射冷却に遭うと果実の外側と内側で温度差が生じ、気温が4℃程度になったとき、果皮細胞中の水の密度が最高となり、外果皮が最高密度（最小サイズ）まで収縮する。また、内側の細胞ではこの様な急激な収縮は同時には起こらないため、この結果生じる圧力差により、気孔を通して果皮表面に有害な細胞内物質が滲み出ることが本症の原因であるとし、さらに樹上での発生の要因の一つとして、4℃以下の低温をあげている¹⁾。‘サガマダリン’における低温障害を想定する場合、障害の発生する温度の上限として5℃付近が考えられる。また、15℃以上の温度条件に置くと、油胞黒変症の発生が抑制され、既に発生していたものについては15℃条件下に置くことでその程度が軽減された。また、20℃以上の温度では果皮の紅が薄くなるのに対して、10~15℃の温度条件では果皮の紅色を濃くし、外観を良くする上でも適当な温度と考えられた。発生後、15℃条件下ではその発生程度が軽減され、5℃条件下では助長された。LYON⁴⁾は低温障害の発生するメカニズムを主に低温による細胞内の代謝異常により説明しているが、低温障害は低温による代謝の低下により引き起こされ、正常な代謝が行われる温度にさらすことで元の正常な代謝に回復し、低温障害がある程度まで回復すると述べており、その結果と一致した。SMOOT^ら⁸⁾は油胞黒変症はグレープフルーツやタンゼロ類に見られ、この油胞の黒ずみは果皮表面の一部、または全体に点々として現れるとしている。また、症状が著しい場合、即ち長期間貯蔵条件に置いた場合、油胞と油胞の間も黒ずみ、組織が崩壊して果皮に高温障害に似た症状を引き起こすとしている。‘サガマダリン’では油胞の黒変は観察されたが、低温条件下でも組織の崩壊や油胞間の黒ずみは観察されなかった。

果皮の物理的な損傷と発生の関係を見ると、果皮表面の損傷により油胞黒変症が発生した。また、ロール式やドラム式の選果機にかけると、選果の際に果皮の表面が傷付き、それが原因となって油胞黒変症が発生すると考えられた。SMOOT^ら⁸⁾は油胞黒変症の防除法として、適熟期での収穫、果実の丁寧な取扱い、収穫後のチアベンタゾールやワックス処理、約10~15℃の87%~92%条件下で過乾燥にならないように貯蔵することなどをあげている。果実の丁寧な取扱いは果皮の付傷を少なくし、油胞黒変症の発生軽減に大変有効であることと、10~15℃条件下での油胞黒変症の症状の軽減効果があることなど同様の結果が得られた。しかし、フルーツワックスの効果については、本試験では全く認められなかった。

各種酸化防止剤の油胞黒変症発生抑制のための効果を検討した。フェノール化合物酸化防止剤の亜硫酸ソーダが脂肪酸化防止剤のトコフェロールに比べて、油胞黒変症の発生抑制に効果が高く、油胞黒変症の発生原因の一つとして果皮中のフェノール化合物の酸化が考えられた。しかし、完全に抑えきれた薬剤はなく、更に検討が必要と考えられた。また、薬剤処理区においては15℃区で油胞黒変症の発生が増加するのに対して、5℃区では発生が抑制されたが、これは、果皮の傷や低温が原因で発生した場合と逆の結果となった。LYONは低温障害の症状は低温に対して特異的に出るものではなく、細胞内の亜酸化によって起こる症状とも同じだとしている⁴⁾が、フェノール化合物の酸化防止剤が油胞黒変症の発生に効果が見られたことから、細胞内の亜酸化とも関連が示唆された。

石灰硫黄合剤の散布により油胞黒変症の発生予防効果が認められたが、グレープフルーツの油胞黒変症の防除法として樹体の被覆や石灰硫黄合剤の散布の例をあげ、石灰硫黄合剤が効く作用機作は不明としながらも、硫黄の強い還元作用が何らかの役割を果たしているのではないかと示唆している¹⁾。‘サガマダリン’への石灰硫黄合剤の使用は、果皮の紅の脱色がみられ、実際の使用は果実の商品性を低下させることから問題があると考えられたが、油胞黒変症の防除手段としては、還元作用のある剤が有効と思われた。また、石灰剤でクレフノンが油胞黒変症の発生の抑制に効果が認められたが、リングでも組織内でのカルシウム含量が高いほど低いものに比べて、低温障害の程度が小さいと言われており⁵⁾、カルシウムの低温障害に対する効果が期待された。しかし、クレフノン区では果実の汚れが目立ち、汚れの少ないスイカル区ではその発生防

止効果が見られなかったことから、汚れの少ないカルシウム剤の検討が必要と考えられた。

選果方法と機械選果の可能な予措法を検討したが、手選果や重量式選果機に比べ、果皮に損傷を与え易いドラム式選果機では、油胞黒変症の発生が多かった。これは選果工程の段階で油胞が破れるなど、果皮の損傷が大きいためと考えられ、選果工程の改善が必要である。

50cmの高さから5回落下させて機械選果をする区を設けたが、これは、収穫作業から選果作業までの間に果実を乱雑に扱った場合を想定して処理を行った。落下による衝撃は、果皮への損傷による油胞黒変症の発生原因より果実の呼吸量の増加につながり、果汁中の酸の減少する原因となったと考えられた。カンキツ栽培農家の労力面を考えれば、選果作業の機械化が重要であり、油胞黒変症の発生の少ない機械選果法への改善が必要と考えられた。

予措は低湿度条件で強めの予措を行うことで、ロール式やドラム式選果機のような果皮に損傷を与え易い選果を行っても油胞黒変症の発生を抑えた。しかし、低湿度の予措では減酸を促進し、へた枯れの発生を助長した。マデック乳剤でのへた枯れ防止効果はクレフノンとの組み合わせで認められたが、マデック乳剤そのものの効果かどうかは更に検討を要する。機械選果との組み合わせと兼ねて更に検討する必要があると考えられた。

また、野方ら⁷⁾はウンシュウミカンと油胞黒変症の発生要因について、低温とチッソ肥料の施肥量が少ないことを指摘しているが、本試験には施肥量の試験は組み込んでおらず、施用量との関係は今後検討しなければならない。

摘 要

1. 'サガマンガリン'の果皮に発生する油胞黒変症は果皮の傷や5℃近くの低温に果実をさらすことで発生が多くなった。
2. 15℃条件下に置くことで発生程度を軽減できることが明らかになった。
3. 油胞の酸化が油胞黒変症の原因の一つと考えられ、クレフノンや石灰硫黄合剤の散布により効果が認められた。
4. 果皮の損傷が油胞黒変症を引き起こし、収穫、運搬、選果に際しては果実の取扱いには細心の注意が必要である。

引用文献

- 1) Citrus Industry Vol.4 pp.56-57
- 2) 岩政正男；柑橘の品種，静柑連，1976
- 3) カンキツの調査法，農林水産省果樹試験場興津支場，pp.13，1987
- 4) LYON, J.M. ; Chilling injury in plants. Ann. Rev. Plant Physiol. 24 : 445-466, 1973
- 5) M.A.Perring, Mineral composition of apples. VIII. Further investigations into the relationship between com position and disorders of the fruit, J. Sci. Food Agr., 19 : 640, 1968
- 6) 中牟田拓史，野方俊秀，大藪榮興 'カンキツ品種' 'サガマンガリン' の育成経過と品種特性について，佐賀県果樹試験場研究報告 第10号，pp.1-7，1988
- 7) 野方俊秀，江口浩；虎斑症・油玉果の発生要因について，九州農業研究第37号，pp.360，1975
- 8) SMOOT, J.J., HOUCK L.G. and JOHNSON H.B. ; Market disease of citrus and other sub-tropical fruits. USDA Agric Handb. 398 pp.18-19