

# 極早生・早生ウンシュウの緑かび病による果実腐敗防止技術 Preventive Methods for Fruit Rot Induced by CGM on Early-reipning Varieties of Satsuma

山田一字・戸田世嗣・宮田良二\*・土田通彦

Kazuhiro YAMADA, Seishi TODA, Ryouji MIYATA and Michihiko TSUCHIDA

## 要 約

近年、極早生・早生ウンシュウでは、収穫時から緑かび病を主体とした果実腐敗が多く発生し、熊本県のみならず、多くの産地で問題になっているので、その発生防止対策について検討した。

熊本県内の極早生・早生ウンシュウの産地における緑かび病菌に対するベンズイミダゾール系薬剤の耐性菌を調査した結果、耐性菌の発生程度は低く、防除効果は十分期待できると考えられた。緑かび病は、収穫作業等で発生した果皮傷に菌が付着すると発病するため、果皮傷と緑かび病との関係について検討したところ、収穫前に薬剤を散布しても、収穫作業時から発生した果皮傷に菌が付着すると薬剤の防除効果は低い。また、収穫直後の家庭用小型選果機の使用については、果実が回転しながら、ブラッシングや機械への接触、振動等の衝撃により果実が互いに傷ついて腐敗が多くなることが明らかとなった。そこで、果皮傷の主な発生要因である、収穫時に残された長い果梗枝の発生防止対策について検討した結果、一般の収穫ハサミから、刃の角度がさらに曲がっている不知火用収穫ハサミに取り替えることで、長い果梗枝の発生が少なくなることが明らかとなった。さらに、緑かび病の発生防止対策として、普通ウンシュウや中晩柑類で実施されている予措について検討した結果、収穫当日の果実を家庭用小型選果機で選果すると緑かび病の発生が多くなるため、1日以上の予措が必要と考えられた。

キーワード: ウンシュウミカン、緑かび病、薬剤耐性菌、果皮傷、果梗枝、果実予措

## I 緒言

秋期の気温が高い時期に収穫する極早生・早生ウンシュウでは、近年、緑かび病を主体とした果実腐敗が発生し、熊本県のみならず多くの産地で問題となっている。緑かび病菌(*Penicillium digitatum* Persoon ex Saccardo) は、糸状菌の一種で、不完全菌類に属し、病原菌は土壤中中で越冬し、分生子は9月以降、空中を飛散し、この時期に収穫が始まる極早生・早生ウンシュウで樹上の果実に腐敗を起し、さらに腐敗果上に形成された分生子が二次伝染源となる。本菌の生育適温は25℃付近であり、収穫時期の気温が高い極早生・早生品種では短時間で果実全面に菌糸が伸長し、腐敗する。

熊本県では、収穫前の立木中から発生が見られるが、出荷後流通中に市場や小売の店頭にも発生する病害であるため、特に流通中に腐敗果が箱内に一個でも混入すると価格が低下するだけでなく、産地の大きなイメージダウンになってしまう。

極早生・早生ウンシュウの腐敗防止対策として散布薬剤の防除効果や散布時期がの検討され、その結果に基づきベンズイミダゾール系薬剤のチオファネートメチル水和剤やベノミル水和剤またはイミノクタジン酢酸塩液剤

の単用散布が、長い間生産現場で実施されていた。

三好(2001)は、チオファネートメチル剤に対する緑かび病菌は、100ppm以上で生育する菌株が高率に発生した場合に防除効果の減退が認められると報告した。また、田代(1998)は、収穫後直ちに出荷されるカンキツを用いて、収穫前にベンズイミダゾール系薬剤のチオファネートメチル剤やベノミル剤にイミノクタジン酢酸塩液剤を混用することによって、緑かび病に対する薬剤耐性菌が高率に発生している地域でも単用散布に比べ高い防除効果を示すことを報告した。この混用散布は、熊本県においても広く普及している状況にあるが、前述のとおり、流通中の箱内に腐敗果が1個でも混入すると問題となる。収穫前に散布する薬剤の防除効果の検討を含めて、出荷後の腐敗果混入率0%という、高い防除対策の確立が産地から求められていた。

古賀ら(1999)は、表年は着果過多で果皮が薄く体質的に腐敗しやすくなり、8月下旬以降の高温乾燥による日焼果の発生や収穫時点での過熟、さらに収穫期の連続降雨による裂果、浮皮などが果実腐敗の発生要因としている。また、降雨後の果実が濡れた状態で収穫したり、収穫量が多く果実の取扱いが乱雑になることでハサミによる刺し傷が発生

\*熊本県鹿本地域振興局農林部農業普及指導課

し、さらには収穫に追われ、防除が不徹底になることなどを発生要因として報告している。したがって腐敗果の発生を防止するためには、薬剤防除だけでなく、収穫時あるいは収穫後作業の改善が必要と考える。

本稿では、収穫前薬剤散布から選果作業までの発生防止対策について検討したので報告する。

本試験を行うにあたり、関係農業普及指導課の関係者には、緑かび病菌の薬剤感受性検定のサンプル採取に協力いただいた。ここに、深く感謝する。

## II 材料および方法

### 1 緑かび病菌の薬剤感受性調査

緑かび病菌のチオファネートメチル剤に対する感受性検定に用いる腐敗果は、熊本県の主要産地である熊本市、宇城地域および天草地域では2002年10月中旬～11月上旬に、当研究所内ほ場では2001年10月と2002年10月に採取した。緑かび病菌のチオファネートメチル剤に対する感受性検定方法は、外側・深谷(1998)に準じ、果実上の胞子を直接培地に移植せず、果実上の胞子を殺菌した白金耳でかきとり、Tween20を加えた滅菌水で均一に懸濁させ、この懸濁液を白金耳で、乳酸添加PDA培地上で線画培養した。48時間後に単孢子由来と考えられるコロニーの菌糸を移植培養した。培地は、PDA培地にチオファネートメチル剤が $1 \cdot 10 \cdot 100 \cdot 1,000$ ppmの濃度になるように調整した。培地の滅菌は、オートクレーブにて5分間処理した。供試菌の移植と培養は、直径9mmのシャーレ1枚に1菌株とした。25℃で72時間培養後、菌の生育を観察し、判定は1ppm以上の濃度において菌糸の伸長が認められたものを耐性菌とした。

### 2 果皮傷と緑かび病との関係

#### 1) 収穫時から選果作業までに発生する果皮傷

研究所内の‘肥のあけぼの’9年生樹の果実を供試し、2000年10月23日に収穫した。3日後に選果後、コンテナに入れ、常温貯蔵した。調査は、8日後に任意に選んだ568果について、収穫作業から選果までに発生した果皮傷を調査した。

#### 2) 収穫時に取り残された長い果梗枝と選果機利用による緑かび病発生との関係

当研究所内の‘肥後早生’19年生樹の果実を供試し、2001年10月29日にイミノクタジン酢酸塩液剤2,000倍をスピードスプレーヤーを使用して樹冠に十分量を散布した。7日後の11月5日に果実の果梗枝を1mm以下および2～3mmに分けて収穫した。家庭用小型選果機の利用が緑かび病発生に与える影響を検討するため、選果区と無選果区に分けて調査した。両区ともそれぞれ約100果をポリ袋

に入れ平コンテナにて常温貯蔵した。調査は、貯蔵開始から2日、7日、11日、15日および21日後の5回、すべての果実について緑かび病による腐敗を計数した。

#### 3) 各種薬剤の防除効果と負傷処理の違いによる緑かび病の発生

当研究所内の‘豊福早生’7年生樹の果実を供試し、2000年10月3日に所定の薬剤を動力噴霧機を使用して樹冠に十分量散布した。10月11日に収穫し、選果区と無選果区を設け、各区任意に選んだ100果について、それぞれポリ袋に入れ、平コンテナにて常温貯蔵した。調査は、収穫4日、8日、13日および18日後の4回行い、すべての果実について緑かび病による腐敗を計数した。なお、薬剤散布から収穫までの降水量は29.0mm(1日のみ)であった。

#### 4) 各種薬剤の緑かび病に対する防除効果の検討

当研究所内の‘興津早生’28年生樹の果実を供試し、2002年10月3日に所定の薬剤を動力噴霧機を使用して樹冠に十分量散布した。選果区(家庭用小型選果機を利用)は、11月1日に果梗枝を約3mm残して収穫・選果し、無傷区は果梗枝を短く切除し、各区任意に選んだ約100果を、それぞれポリ袋に入れ平コンテナにて常温貯蔵した。調査は、収穫4日、10日後の2回、すべての果実について緑かび病による腐敗を計数した。

また、緑かび病菌の果実への接種による各種薬剤の防除効果の検討として、10本の虫ピンを直径4mmの丸い棒の周囲に固定し、1果あたり4カ所にエタノール70%液で殺菌しながら2mmの深さに突き刺した。各区10果を供試して負傷後、室内で4時間風乾し、PDA培地で培養したチオファネートメチル剤に対して感受性菌の胞子を直接ガラス棒にて接種し、ポリ袋に入れ25℃にて貯蔵した。調査は、接種1日、3日、6日後の3回、緑かび病による腐敗を計数した。

#### 5) 果皮傷の確認方法

当研究所内の‘豊福早生’8年生樹の果実を供試し、2002年10月15日に収穫し、各区それぞれ10果について、無傷区が室内で5日間風乾した区、24時間水に浸漬後に風乾した区を設けた。調査は、比重と、処理前、24時間後、5日後の1果重を計測した。

次に、当研究所内の‘豊福早生’10年生樹の果実を2003年10月17日に収穫して3日間室内で風乾した。また‘肥のあけぼの’10年生樹の果実は、2003年10月27日に収穫し室内にて1日間風乾した。

さらに、‘興津早生’30年生樹の果実を2003年11月10日の降雨時に収穫し、収穫当日および室内にて3日間風乾した。果実への負傷は、虫ピンを利用し、果実への負傷処理後は、室内で2時間風乾させ、水に24時間浸漬した。調査は、浸漬前および水浸漬後の2回、1果重を計

測した。

### 3 長い果梗枝の発生防止対策

当研究所内の‘青島温州’32年生樹を供試し、2000年12月3日の収穫作業時に果梗枝の長さを調査した。2名は、一般に普及している収穫ハサミで、1名は一般の収穫ハサミに比べ刃の角度がさらに湾曲した「不知火用収穫ハサミ」を用いて5分間収穫した。その後、果梗枝の長さを短くするよう指摘して同様に5分間収穫した。収穫した果実の果梗枝の長さおよび収穫個数をそれぞれ計数し、長い果梗枝の発生度を算出した

### 4 予措

#### 1) 予措の効果

当研究所内における一般管理の‘肥後早生’19年生樹の果実を供試し、2001年11月8日に収穫し、10kg段ボール箱に入れ常温貯蔵した。予措区は、収穫した果実を平底コンテナにて2段積みにして減量歩合4.0%になるよう風乾して、10kg段ボール箱に入れ常温貯蔵した。調査は、収穫14日後および22日後の2回、緑かび病による腐敗果を計数した。なお、予措期間中の腐敗は認められなかった。

#### 2) 果皮傷・予措と緑かび病菌との関係

当研究所内における一般管理の‘肥のあけぼの’10年生3樹を供試し、2002年10月15日にチオファネートメチル水和剤2,000倍およびイミノクタジン酢酸塩液剤2,000倍を混用して散布した。7日後の10月22日に収穫した。10本の虫ピンを周囲に固定した直径4mmの棒で、エタノール70%で殺菌後、2mmの深さに突き刺し傷を付けた。各区それぞれ10果を供試し、負傷直後、室内風乾1時間後、3時間後、1日後および2日後にPDA培地で培養したチオファネートメチル剤感受性緑かび病菌胞子を負傷部位にガラス棒で接種し、ポリ袋に入れて25℃で貯蔵した。また、虫ピンで果実に傷を付けない区、傷を付けずに菌を接種した区、果実に傷を付け菌を接種しなかった区を設け、それぞれポリ袋に入れずに25℃で貯蔵した。さらに室内で傷を付け、そのまま室内で風乾した区を設けた。調査は、収穫1～5日後まで緑かび病による腐敗を計数した。

3) 選果機利用による果皮傷と緑かび病の関係 当研究所内の‘豊福早生’8年生3樹を供試し、2002年10月7日にチオファネートメチル水和剤2,000倍およびイミノクタジン酢酸塩液剤2,000倍を混用して散布した。散布8日後の10月15日に収穫し、平コンテナに入れ常温貯蔵した。収穫当日、1日、3日および6日後に家庭用小型選果機で選果後、ポリ袋に入れ常温貯蔵した区、3日、6日後にそのままポリ袋に入れ貯蔵した区を設けた。調査は、各区

それぞれ約100果について収穫時の果梗枝の長さを程度別に調査し、軸長発生度を算出するとともに、予措の程度および緑かび病による腐敗を計数した。

また、当研究所内の‘肥のあけぼの’10年生3樹を供試し、2002年10月15日にチオファネートメチル水和剤2,000倍およびイミノクタジン酢酸塩液剤2,000倍を混用して散布し、7日後の10月22日に収穫した。選果区は、収穫当日および3日後の2回、それぞれ家庭用小型選果機で選果し、ポリ袋に入れ常温貯蔵した。調査は、各区約100果について収穫時の果梗枝の長さを程度別に調査し、軸長発生度を算出するとともに、予措の程度および調査期間中に緑かび病による腐敗数を計数した。

研究所内‘興津早生’12年生3樹を供試し、チオファネートメチル水和剤2,000倍を2004年11月5日に樹冠に十分量を散布し、11月12日に果皮に傷が付かないよう丁寧に収穫した。負傷処理は、収穫当日および1日後に家庭用小型選果機で選果後、コンテナに入れ、ポリ袋で包装し、さらに、緑かび病に発病した果実を1個入れ常温貯蔵した。

調査は、減量歩合を算出するとともに、収穫5日、8日、14日および17日後の4回、緑かび病による腐敗を計数した。

## III 結果及び考察

### 1 緑かび病菌の薬剤感受性調査

熊本県内主産地のチオファネートメチル剤に対する緑かび病耐性菌の発生は、熊本市では14.2%認められ、2菌株は100ppm以上の耐性菌であった。宇城地域では27.6%認められ、天草地域では6.2%認められた。また、当研究所内（松橋町）のチオファネートメチル剤耐性菌の発生は、2001年が62.5%であったが、2002年は36.1%と低くなった。以上の結果から、熊本県内における極早生・早生ウンシュウの産地では、チオファネートメチル剤に対する緑かび病耐性菌の出現程度が低く、防除効果は十分であると考えられた（第1表）。

### 2 果皮傷と緑かび病との関係

#### 1) 収穫時から選果作業までに発生した果皮傷

緑かび病の発生要因である果皮傷の発生率は、収穫作業から選果作業までに、収穫時のハサミや果梗枝の長い果実による刺し傷・切り傷が5.1%と最も多く、選果時の圧迫傷が1.9%であった。また収穫8日後の調査では、小型選果機による果実の割れやその他の腐敗を含めて、傷害果の発生が8.5%認められた（第2表）。

**第1表 極早生・早生ウンシュウにおける緑かび病薬剤耐性菌の発生状況**

採取地域	検定数	(チオファネートメチル濃度 ppm)				
		<1	1	10	100	1,000
(2002年)						
熊本市 (%)	28	24 (85.7)	0 (0.0)	2 (7.1)	2 (7.1)	0 (0.0)
宇城地域 (%)	29	21 (72.4)	2 (6.9)	6 (20.7)	0 (0.0)	0 (0.0)
天草地域 (%)	16	15 (93.8)	0 (0.0)	1 (6.2)	0 (0.0)	0 (0.0)
計 (%)	73	60 (76.2)	2 (2.8)	9 (19.3)	2 (1.8)	0 (0.0)
松橋町 (果研)						
(2002年) (%)	36	23 (63.9)	1 (2.8)	12 (33.3)	0 (0.0)	0 (0.0)
-----						
(2001年) (%)	39	15 (38.5)	4 (10.3)	17 (43.6)	2 (5.1)	1 (2.6)

**第2表 収穫作業から選果機利用までに発生した‘肥のあげぼの’の障害果の種類別割合**

区分	調査果数	割合
正常果	520	91.5 (%)
果実の割れ	6	1.1
圧迫傷	11	1.9
刺し傷・缺傷	29	5.1
緑かび病	0	0.0
その他腐敗	2	0.3
計	568	100.0

2) 収穫時に取り残された長い果梗枝と選果機利用による緑かび病発生との関係

果梗枝の長さを1mm以下に調整した果実における緑かび病の発生は、収穫21日後の調査では有傷区0.0%、無傷区0.8%と少なかった。しかし、果梗枝の長さを2~3mmとした果実は、無傷区が21日後の調査では0.0%と少なかったが、家庭用小型選果機を使用した有傷区では、収穫7日後に4.5%、21日後には7.3%の腐敗果が発生した(第3表)。

**第3表 果梗枝長と選果機使用が‘肥後早生’の果実腐敗に及ぼす影響**

果梗枝の長さ	選果機の利用	調査果数	処理後日数と腐敗果数					計
			2	7	11	15	21日後	
1mm以下	×	124	0	0	1	1	1	1(0.8%)
1mm以下	○	115	0	0	0	0	0	0(0.0)
2~3mm	×	118	0	0	0	0	0	0(0.0)
2~3mm	○	110	0	0	5	7	8	8(7.3)

注) a) × : 選果機無使用、○ : 選果機使用

b) 腐敗は全て緑かび病であった。

以上の結果から、果梗枝の長い果実は、家庭用小型選果機による選果中に、回転しながら、ブラッシングや機械との接触、振動により互いの果梗枝で傷が発生し、その結果として腐敗果が多くなると考えられた。

3) 各種薬剤の防除効果と負傷処理の違いによる 緑かび病の発生

選果機無使用区では、緑かび病による腐敗の発生が少なく、防除効果については判然としなかった。しかし、選果機使用区では、貯蔵4日、8日後とも無散布区を含め、すべての区で緑かび病の発生が認められた。調査は、収穫18日後まで調査を行ったが、貯蔵開始から8日後までの腐敗が多かった。選果機無使用区では、貯蔵開始から4日後に緑かび病が5.0%発生し、8日後も累積で10.0%となり、18日後の調査でも12.0%と多かった。チオファネートメチル水和剤の2,000倍単用散布は、貯蔵期間中の腐敗が2.0%と少なく、イミノクタジン酢酸塩液剤の2,000倍単用区や混用区に比べ高い防除効果が認められた。また、イミノクタジン酢酸塩液剤の2,000倍単用散布は、貯蔵直後から緑かび病が発生し、18日後には緑かび病の発生が8.0%となった。しかし、チオファネートメチル水和剤とイミノクタジン酢酸塩液剤との混用散布では、2,000倍区、3,000倍区とも無散布区に比べて発生が少なく、チオファネートメチル水和剤の2,000倍単用散布も無散布区に比べ発生が少なかった。(第4表)。

以上の結果から、イミノクタジン酢酸塩液剤2,000倍の単用散布は効果が低く、チオファネートメチル水和剤との混用散布およびチオファネートメチル水和剤の単用散布の効果が高かった。

4) 各種薬剤の緑かび病に対する防除効果の検討

果梗枝を短く切除してポリ袋に入れて常温貯蔵した果実は、収穫10日後の調査でも緑かび病の発生が少なかった。長い果梗枝の果実は、家庭用小型選果機を使用することによって緑かび病の発生が多くなったが、混用散布によって腐敗果の発生は減少する傾向であったが、単用では効果が認められなかった(第5表)。

また、虫ピンで果皮を負傷させ菌を接種した果実は、すべての区で3日後には緑かび病による腐敗が発生し、6日後にはすべての区で100%発病した(第6表)。

以上の結果から、収穫後に選果機を利用することで緑かび病の発生が増加し、収穫前に薬剤を散布しても十分な防除効果は期待できなかった。

第4表 ‘豊福早生’における収穫後の負傷処理の違いと緑かび病に対する各種薬剤の防除効果

供試薬剤	濃度	調査果数	処理後日数と累積腐敗果数			
			4日	8日	13日	18日後
家庭用小型選果機使用区						
TP	2,000	100	1	2	2	2(2.0)
BF	2,000	100	3	8	8	8(8.0)
混	TP	103	1	3	3	3(2.9)
	BF					
混	TP	108	1	4	4	4(3.7)
	BF					
無散布	—	100	5	10	10	12(12.0)
-----						
対照区						
TP	2,000	102	0	0	0	0(0.0)
BF	2,000	100	0	0	0	0(0.0)
混	TP	105	0	0	0	0(0.0)
	BF					
混	TP	105	0	0	0	0(0.0)
	BF					
無散布	—	102	0	0	0	0(0.0)

注) a) TP : フォファネートメチル水和剤  
 b) BF : ミノクタジン酢酸塩液  
 c) ( )内は18日後の腐敗果率  
 d) 混はフォファネートメチル水和剤とミノクタジン酢酸塩液剤の混用散布

第5表 ‘興津早生’における緑かび病に対する各種薬剤の防除効果

供試薬剤	濃度	調査果数	処理日数と累積腐敗果数	
			4日	10日後
家庭用小型選果機使用区				
TP	2,000	100	0(0.0)	13(13.0)
BF	2,000	100	0(0.0)	12(12.0)
混	TP	101	0(0.0)	6(5.9)
	BF			
無散布	—	100	0(0.0)	12(12.0)
-----				
対照区				
TP	2,000	100	0(0.0)	1(1.0)
BF	2,000	100	0(0.0)	0(0.0)
混	TP	100	0(0.0)	0(0.0)
	BF			
無散布	—	100	0(0.0)	0(0.0)

注) a) TP : フォファネートメチル水和剤  
 b) BF : ミノクタジン酢酸塩液  
 c) ( )内は18日後の腐敗果率  
 d) 混はフォファネートメチル水和剤とミノクタジン酢酸塩液剤の混用散布

第6表 ‘興津早生’における緑かび病に対する各種薬剤の防除効果(有傷)

供試薬剤名	濃度	調査果数	累積腐敗果数(%)		
			1日	3日	6日後
フォファネートメチル	2,000	10	0	9	10(100)
ミノクタジン	2,000	10	0	9	10(100)
混	フォファネートメチル	10	0	10	10(100)
	ミノクタジン				
無散布	—	10	1	7	10(100)

注) 虫ピンにより刺傷した果実

5) 果皮傷の確認方法

収穫直後の果実に傷を付けると、風乾によって果重は無傷のものより軽くなったが、水に浸漬すると重くなった(第7表)。これは、傷口から水分が蒸散あるいは吸水すると考えられた。

収穫後3日間風乾させた‘豊福早生’の水浸漬による果皮傷は、虫ピンによる負傷区が無処理に比べ吸水によって重くなった(第8表)。

収穫後1時間風乾させた‘肥のあけぼの’についても、虫ピンによる負傷区が無処理に比べ吸水によって重くなった(第9表)。

降雨時に収穫した‘興津早生’では、全般に果皮傷発生度が高かったが、収穫後3日間の風乾によって果皮傷発生度は低くなった(第10表)。

以上の結果から、緑かび病の発病要因である果皮傷は、傷口から水分が蒸散あるいは吸水し、風乾によって蒸散または吸水の程度は低くなった。

第7表 ‘豊福早生’における傷や水による果実重量の変化

負傷区分	処理前	処理前 比重	風乾の期間		(B-A)・%	(C-A)・%
			1日後	5日後		
	(A)	(B)	(C)			
無傷+風乾	130.3	0.91	128.2	123.0	-2.1(1.6)	-7.3(5.6)
無傷+浸漬	130.6	0.93	132.6	125.9	2.0(1.5)	-4.7(3.6)

注) a) 10果の平均値

第8表 ‘豊福早生’における果皮傷と水浸漬による1果重の変化

負傷区分	果数	処理前	浸漬後	発生割合(個)					
				(A)	(B)	(B-A)	<1g	1~2g	2~4g
負傷	20	121.0	131.0	10.0	0	0	0	5	15
無傷	20	107.1	107.7	0.6	18	1	0	0	1

第9表 ‘肥のあけぼの’における果皮傷と水浸漬による1果重の変化

負傷 区分	果 数	処理前 浸漬後			発生割合(個)				
		(A)	(B)	(B-A)	<1g	1~2g	2~4g	4~8g	8g<
負傷	20	95.4	101.3	5.9	0	0	5	11	4
無傷	20	100.4	100.9	0.5	19	0	0	1	0

第10表 ‘興津早生’における果皮傷と水浸漬による1果重の変化

負傷 区分	果 数	処理前 浸漬後			発生割合(個)					
		(A)	(B)	(B-A)	<1g	1~2g	2~4g	4~8g	8g<	
(収穫当日)										
負傷	10	75.3	82.2	6.9	0	0	3	6	1	
無傷	10	79.8	80.3	0.5	10	0	0	0	0	
-----										
(3日間室内風乾)										
負傷	10	72.1	76.3	4.2	0	0	5	5	0	
無傷	10	78.9	79.2	0.3	9	1	0	0	0	

3 長い果梗枝の発生防止対策

一般の収穫ハサミを使用した場合、1mm以上の長い果梗枝の発生率は、2名の平均で73.9%であったのに対し、作業者に長い果梗枝を短く切除するよう指摘することにより28.9%まで低下した。しかし、5分間当たりの収穫個数は、指摘前の平均100.5個から82.5個に減少した。刃の角度がさらに曲がっている「不知火用収穫ハサミ」の使用では、一般の収穫ハサミが1mm以上の長い果梗枝の発生率73.9%であったのに対し、35.0%に減少し、さらに指摘により14.1%まで下がった。また、5分間当たりの収穫個数は指摘前の103個に比べ99個と大差なかった(第11表)。

以上の結果から、果梗枝を短くするよう注意して作業することや一般の収穫ハサミから刃の角度がさらに曲がっている「不知火用収穫ハサミ」を使用することで、軸の長い果実の発生が少なくできることが明らかとなった。

第11表 収穫ハサミの違いによる普通ウンシュウの収穫作業効率と長い果梗枝発生への影響

区 分	収穫個数				発生割合(%)		
	<1	1~2	2mm<	計	1<	1~2	2mm<
(指摘前)							
一般ハサミ	26.5	47.0	27.0	100.5	26.1	46.9	27.1
不知火ハサミ	67	29	7	103	65.0	28.2	6.8
-----							
(指摘後)							
一般ハサミ	59.0	18.5	5.0	82.5	71.1	22.7	6.3
不知火ハサミ	85	14	0	99	85.9	14.1	0.0

4 予措

1) 予措の効果

収穫14日後の緑かび病の発生率は、収穫直後に箱詰めした区では全体の7.1%が腐敗したが、予措区では0.9%と少なく、22日後の調査でも同様の結果であった(第12表)。予措については、長期貯蔵する普通ウンシュウや中晩柑類では一般的に行われている。しかし、極早生・早生ウンシュウでは、収穫後すぐに選果・箱詰めされ出荷されており、果実腐敗防止のためは極早生・早生ウンシュウについても予措を行う必要があると考えられた。

第12表 ‘肥後早生’における予措の有無による果実腐敗の発生状況

区分	11/22 (14日後)		11/30 (22日後)	
	調査果数	腐敗果数(%)	調査果数	腐敗果率(%)
予措無				
	116	8(6.9)	124	10(8.1)
	125	9(7.2)	117	16(13.7)
計	241	17(7.1)	241	26(10.8)
-----				
予措有(減量歩合4.0)				
	112	1(0.9)	125	6(4.8)
	111	1(0.9)	113	4(3.5)
計	223	2(0.9)	238	10(4.2)

2) 果皮傷・予措と緑かび病菌との関係

果実に傷がないと、ポリ袋の中が湿度100%に近い環境で、菌が付着しても、緑かび病菌による果実腐敗は、5日目まで見られなかった。果皮に傷を付けた果実は、負傷直後、1時間後、3時間後に緑かび病菌を接種すると、24時間後にはほとんどの果実が腐敗したが、1日以上風乾することによって腐敗が少なくなった(第13表)。

以上の結果から、収穫直後の果実は、収穫作業から選果時に発生した傷口が十分にキュアリングせず、緑かび病菌が付着することで腐敗が多くなることが明らかとなった。

第13表 ‘肥のあけぼの’における緑かび病菌と傷との関係

貯蔵条件	調査 果数	累積腐敗果数					腐敗果 率(%)
		1	2	3	4	5日後	
無傷 +ホリ+25℃	10	0	0	0	0	0	0.0
無傷 +菌+ホリ+25℃	10	0	0	0	0	0	0.0
有傷 +ホリ+25℃	10	0	0	0	0	0	0.0
有傷(直後) +菌+ホリ+25℃	10	9	10	10	10	10	100.0
有傷(1時間) +菌+ホリ+25℃	10	6	10	10	10	10	100.0
有傷(3時間) +菌+ホリ+25℃	10	7	10	10	10	10	100.0
有傷(1日) +菌+ホリ+25℃	10	(0)	1	2	6	6	60.0
有傷(2日) +菌+ホリ+25℃	10	(0)	(0)	1	1	1	10.0
有傷(風乾のみ)	10	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	0.0

注) : ( ) は、風乾期間(室温11℃~24℃)

3) 選果機利用による果皮傷と緑かび病の関係

予措および選果作業による果実腐敗については、収穫当日に家庭用小型選果機にて選果後に貯蔵した区において、6日後には10.4%が緑かび病により腐敗した。また、収穫1日、3日後でも、家庭用小型選果機で負傷させた区において10日後には4.9%が腐敗した。収穫後、選果をせず、ポリ袋に入れずに貯蔵した果実は、9日後まで腐敗しなかったが、収穫当日に選果後そのまま貯蔵した区や、当日および3日後にポリ袋に入れた区では、9日後の調査では5%程度の果実が腐敗した。(第14表・第15表・第16表)

以上の結果から、収穫当日の家庭用小型選果機利用では緑かび病の発生が多かったが、収穫1日後(減量歩合約0.5程度)の選果機利用では少なくなった。

第14表 ‘豊福早生’における果実予措及び選果作業による果実腐敗

負傷区分	調査 果数	軸長 発生度	減量 歩合	累積腐敗果数(%)	
				6日後	10日後
当日選果	115	13.9	—	12(10.4)	15(13.0)
1日後選果	103	12.0	0.7	4(3.9)	5(4.9)
3日後選果	102	8.5	1.4	0(0.0)	5(4.9)
3日後無選果	105	12.7	1.1	0(0.0)	4(3.8)
6日後選果	101	11.9	3.7	(1)(1.0)	4(4.0)
6日後無選果	101	11.2	3.4	(2)(2.0)	2(2.0)

注) : 6日後の累積腐敗果数の左側の( )内数字は予措期間中に腐敗した果実

第15表 ‘肥のあけぼの’における果実予措・選果作業および貯蔵環境による果実腐敗

負傷区分	調査 果数	軸長 発生度	減量 歩合	累積腐敗果数(%)	
				3日後	9日後
当日無選果	102	8.8	—	0(0.0)	0(0.0)
当日選果	100	9.0	—	0(0.0)	4(4.0)
当日無選果+ホリ	106	9.8	—	0(0.0)	4(3.8)
当日選果+ホリ	104	6.7	—	0(0.0)	6(5.8)
3日後無選果+ホリ	100	11.7	0.7	(0)(0.0)	4(4.0)
3日後選果+ホリ	105	12.1	0.7	(0)(0.0)	5(4.8)

第16表 ‘興津早生’における緑かび病に対する予措の効果

負傷区分・散布薬剤等	調査 果数	累積腐敗果数				腐敗果 率(%)
		5	8	14	17日後	
当日(有傷) フォファネートメチル	100	0	0	1	1	1.0
当日(無傷) フォファネートメチル	383	0	0	1	3	0.8
当日(有傷) 無散布	100	0	0	5	5	5.0
当日(無傷) 無散布	471	4	8	13	18	3.8
1日後(有傷・0.5) フォファネートメチル	173	0	0	0	0	0.0
1日後(無傷・1.0) 無散布	136	2	2	3	3	2.2

注) フォファネートメチル : 2,000倍を散布

IV 摘要

近年、極早生・早生ウンシュウで問題となっているカンキツ緑かび病による果実腐敗病の対策について検討した。

熊本県の主要産地における緑かび病菌のチオファネートメチル剤に対する薬剤耐性菌の発生程度は低く、一般に収穫前に散布されているベンジル剤やチオファネートメチル剤およびイミノクタジン剤の防除効果は十分期待できると考えられた。

これまでの試験結果から、緑かび病の多発生の要因の多くは、収穫時や選果時に発生した果皮傷によるものが多いことが明らかとなった。また、収穫時に残された長い果梗枝が、家庭用小型選果機等の利用によって衝撃や振動、さらには機械との接触などにより果実が互いにつぶかることで果皮に傷が付くことが明らかとなった。

なお、緑かび病の発病要因である果皮傷は、傷口から水分が蒸散あるいは吸水し、風乾によって蒸散または吸水の程度は低くなった。

極早生・早生ウンシュウの緑かび病による果実腐敗病対策として、収穫前の薬剤防除はもちろんのこと、収穫作業時に果梗枝を短く切除するとともに、収穫作業時から果実を丁寧に扱うことが重要である。また、一般的な収穫ハサミから刃先がより湾曲した収穫ハサミに替え、果梗枝の長い果実を少なくすることが有効である。さらに、収穫直後の家庭用小型選果機利用では、本病の発生を少なくするため、1日以上予措(減量歩合約0.6)が効果的である。

## V 引用文献

- 1)岸国平:日本植物病害事典, 883, 1998.
- 2)古賀敬一・大石孝義・難波信行:九州農業研究, カンキツ果実腐敗の異常発生原因と防除薬剤の特性, 61, 80, 1999.
- 3)三好好典:農業総覧病害虫防除・資材編, 5, 197-201, 2001
- 4)外側正之、深谷雅子:植物病原菌の薬剤感受性検定マニュアル, 76-81, 1998.
- 5)田代暢哉:今月の農業, カンキツ果実腐敗の多発生要因とその対策, 42(11), 144-147, 1998.
- 6)田代暢哉:今月の農業, カンキツ病害防除における新しい薬剤防除法の試み, 44(5), 43-52, 2000.
- 7)山田一字、宮田良二、戸田世嗣:九州農業研究, カンキツ極早生・早生ウンシュウの長い果梗枝が果実腐敗に及ぼす影響(65), 90, 2003.
- 8)山田一字、宮田良二:九州沖縄農業研究成果情報, 極早生・早生ウンシュウの不知火用収穫ハサミ利用による果梗枝の短縮化と果実腐敗の軽減, 18(下), 421-422, 2003.
- 9)山田一字:九州沖縄農業の新技术, 不知火用収穫ハサミ利用による果梗枝の短縮化と果実腐敗の軽減(16), 212-216, 2003.
- 10)山田一字、戸田世嗣、宮田良二、土田通彦:九州農業研究, カンキツ極早生・早生ウンシュウの予措による緑かび病の発病抑制, 66, 83, 2004.
- 11)山田一字:今月の農業, 極早生・早生ウンシュウミカン収穫時の腐敗防止対策, 68-71, 2004.

## Preventive methods for fruit rot induced by CGM on early-reipning varieties of Satsuma.

Kazuhiro YAMADA, Seishi TODA, Ryouji MIYATA and Michihiko TSUCHIDA

### Summary

Common green mold (CGM) is a postharvest disease of citrus fruit in Kumamoto Prefecture.

CGM is infected through bruise of fruit and makes rot. It occurs frequently on early satuma mandarin and become a serious problem.

The results of this study show that the rate of tiophanete-metyl resistant isolates of CGM is still low in Kumamoto Prefecture and common fungicides are still available. As CGM disease occur through bruise during the fruit grading, the spray of fungicides before hurvest is not perfect.

It is more important to prevent the fruits from the incidence of bruise. One of the countermeasures is the use of bigger blade sissors, because it makes the length of stem with fruits less than 2 mm.

And another method is the prestorage for one day or more before selection of fruits. This is also effective to decrease the occurrence of CGM to 1/3 rather than that selection within hurvesting day.