

中晩生カンキツ「せとみ」における緑かび病と青かび病の防除対策

村本 和之・世良 友香・兼常 康彦*

Control Measures for Green and Blue Molds in the Citrus Cultivar ‘Setomi’

MURAMOTO Kazuyuki, SERA Tomoka and KANETSUNE Yasuhiko

Abstract: The citrus cultivar ‘Setomi’ has to be stored for a longer period than *Citrus unshui* hence, the measures to prevent fruit rot are important. Fruit rot in ‘Setomi’ increases after late April, and many fruits are affected by *Penicillium digitatum* and *P. italicum* in the early phases of storage in some storage houses. The conidia of green and blue molds are released in the field in the mid September, and the release peaks during the mid and late October. It is important to clear thinning fruits left on the field to decrease the density of conidia. A high correlation was observed between the density of conidia in the storage container and fruit rot during storage. The best way to sterilize containers is to soak them in calcium hypochlorite solution for a brief period and subsequently rinse with water. The rot caused by *P. digitatum* and *P. italicum* occurred on fruits that were surface sterilized, and both fungi were detected from the skin of surface-sterilized fruits. These results indicated that fruit rot was associated with the presence of conidia, which exist in small scars or hollows on citrus skin surfaces. Furthermore, we observed that the application of fruit wax had an effect on suppressing fruit rot induced by scars during shipping.

Key Words: thinning fruit, spore release, sterilizing material

キーワード: 摘果果実、孢子飛散、資材消毒

緒言

山口県では、県オリジナルカンキツ「せとみ」や「南津海シードレス」など、需要の拡大が見込まれる優良品種への改植等を積極的に推進している。

「せとみ」の収穫適期は2月上旬であるが、寒波の襲来により早期に収穫される年があり、通常よりも貯蔵期間が長くなる。また、「せとみ」の主な出荷時期は3月から4月であり、この時期は「不知火」、「清見」、「せとか」など競合する国産カンキツが多い。そのため、主産地の周防大島町では、他のカンキツ類の出荷量が減少し、単価の上昇する5月以降まで出荷期間を拡大する試みが始まった。

しかしながら、貯蔵期間が長期化すると腐敗果が多発することから、その対策が重要となる。カンキツ果実の貯蔵中に腐敗の発生する原因となる病害には、*Penicillium digitatum*による緑かび病、*P. italicum*

による青かび病、*Diaporthe citri*による軸腐病など多くの種類があり、特に前二者の被害が大きい(北島, 1989; Holmes・Eckert, 1995)。これらの病害は出荷後の果実においても発生し、流通中の容器内に腐敗果が1個でも混入すると、産地イメージを低下させる大きな原因となる(田代, 2005; 山田ら, 2007; 篠崎, 2016)ため、いずれの産地もその対策に力を注いでいる。

緑かび病等の防除対策としては、園地における伝染源の除去や果実の付傷防止、収穫前の殺菌剤の散布、貯蔵前の予措、貯蔵庫内の適切な温湿度管理などが有効である(辻・三好, 2001; 田代, 2005; 山田ら, 2007; 田代, 2016)。これらの研究の大半は、ウンシユウミカンを用いて実施されており、「せとみ」など1月以降に収穫して長期間貯蔵した後に出荷する中晩生カンキツでの研究は少ない。

著者らは、緑かび病菌や青かび病菌の動向を把握す

*現在: 柳井農林水産事務所

る目的で、ペニシリウム培地Sおよびその組成のひとつであるソルボースを入手が容易なグルコースに変更したペニシリウム培地Gを開発し、これらが園地内の菌の飛散数や貯蔵資材における付着菌数の把握に利用できることを確認した(村本・兼常, 2015; 村本ら, 2016)。そこで、これらの培地を用いて「せとみ」園地における菌の飛散量の推移や貯蔵に使用する資材の消毒法について検討した。また、薬剤の散布時期や鮮度保存被膜剤処理の効果等についても検討し、いくつかの知見を得たので報告する。

なお、本研究の一部は、農林水産試験研究費補助金：攻めの農林水産業の実現に向けた革新的技術緊急展開事業(うち産学の英知を結集した革新的な技術体系の確立)および農林水産試験研究費補助金：革新的技術開発・緊急展開事業(地域戦略プロジェクト)革新的技術開発・緊急展開事業(うち地域戦略プロジェクト)実証研究型の支援を受けて実施した。

材料および方法

1 「せとみ」における貯蔵病害の発生状況

山口県農林総合技術センター柑きつ振興センター(以下「センター」という。)内の「せとみ」園に慣行防除区と無防除区を設置し、2013年11月13日に慣行防除区のみにはチオファネートメチル水和剤2,000倍液を散布した。翌日、両区の果実に果実袋を被覆し、2014年2月1日に収穫後予措を行った。2月12日に各区の果実をコンテナに詰め、常温貯蔵庫内に積み上げて高密度ポリエチレン製不織布の貯蔵シートで被覆した。3月11日から4月30日まで発病果数と種類を継続調査し、発病果率を求めた。試験規模は1区40果6反復とした。

また、貯蔵病害の多発している周防大島町内の「せとみ」生産者の貯蔵庫において、その発生状況を調査した。栽培園では、2015年10月1日にイミノクタジン酢酸塩・チオファネートメチル水和剤1,500倍液が散布され、10月5日から15日にかけて袋掛け、2016年1月15日に収穫が行われた。その後、1月25日まで貯蔵庫内で予措が行われ、コンテナを貯蔵シートで被覆して貯蔵された。全貯蔵量は1,120 kg、約6,600個であった。調査は、2016年3月1日と3月15日に前述の方法により実施した。

2 「せとみ」園における摘果果実の除去が緑かび病および青かび病の発生に及ぼす影響

1) 地面上の摘果果実の変化

センター5号園の「せとみ」において、摘果後の「せとみ」果実の変化を調査した。2016年7月15日から9月25日まで4回摘果を実施し、その果実を地面の1 m四方の枠内に並べ、そのまま放置した。摘果から17日または21日後に果実の変化を目視で調査した。

2) 園内における緑かび病菌および青かび病菌の飛散状況

2014年と2015年に、日照条件が良好な1号園および不良な6号園において試験を実施した。両年とも9月25日に高さ2 mのシートで園を仕切り、各園内に摘果果実放置区(以下「放置区」という。)と清掃区を設置した。両区の地面に放置されていた摘果果実を全て除去した後、放置区の樹冠下のみには1樹あたり2014年は50果、2015年は250果の新鮮な「せとみ」の摘果果実を放置した。

園内における緑かび病菌および青かび病菌の飛散状況を調査するため、各区3樹の樹冠下に高さ30 cmの台を設置し、その上に培地を分注した直径9 cmのシャーレ3枚を6時間静置して園内に飛散する菌を捕捉した。使用した培地は、2014年はペニシリウム培地S(村本・兼常, 2015)、2015年はペニシリウム培地G(村本・兼常, 2015; 村本ら, 2016)とし、シャーレの回収後に23℃または25℃で10日間培養し、各菌のコロニー数を調査した。

2014年の1号園における調査は2014年8月20日、10月7日および10月28日の3回実施し、6号園では10月28日に代えて11月14日に実施した。また、2015年の調査は、8月17日、9月15日、10月19日および11月19日の4回実施した。

3) 貯蔵中の果実における緑かび病および青かび病の発生調査

菌の飛散状況を調査した各試験区の果実について緑かび病および青かび病の発生を調査した。収穫後に予措を行い、常温貯蔵庫においてコンテナにより貯蔵を行った。2014年の試験では、2月16日に貯蔵を開始し、4月13日および5月8日に調査を実施した。2015年は2月10日に貯蔵を開始し、3月30日、4月11日、4月27日および5月23日の4回調査を実施した。試験規模は放置区、清掃区ともに70果3反復とした。

また、2015年は上記貯蔵試験とは別に、各区の果実赤道部に深さ2mmの付傷処理を行い、ポリエチレン袋で個装して同様に貯蔵を実施した。試験規模は各区35果3反復とした。

3 貯蔵施設、資材における緑かび病菌および青かび病菌の生存確認と消毒法の検討

1) 夏期の貯蔵庫における生存確認

2014年8月26日にカンキツの常温貯蔵庫および低温貯蔵庫内(温度10℃、湿度90%)にペニシリウム培地Sを分注したシャーレを3時間静置し、前述の方法により両菌のコロニー数を調査した。

2) 貯蔵開始前の貯蔵棚およびコンテナにおける生存確認

2015年12月4日に、センター内の竹製貯蔵棚の3か所およびコンテナ3個の表面300cm²を湿らせた滅菌スティック(アズワン社製)で拭き取り、Tween20(0.05v/v%)を加用した15mLの殺菌水とともに遠沈管に入れて2時間振盪した。振盪液をペニシリウム培地Gの平板培地に塗布し、コロニーを数えることにより、単位面積当たりの付着菌数を求めた。

また、2015年12月15日から24日に周防大島町と萩市における生産者6名のコンテナ計25個について、同様の調査を実施した。

なお、これらの資材は前年度にカンキツ果実の貯蔵で使用された後、水洗して貯蔵庫内で保管されていた。

3) 貯蔵資材に付着した緑かび病菌が発病に及ぼす影響

塩素系漂白剤(花王株式会社製 キッチンハイター)50倍液に1分間浸漬し、15分後に水洗することにより消毒したコンテナを試験に用いた。2015年12月14日にウンシュウミカン果実に形成させた緑かび病菌の分生子をコンテナ内側の底面に刷毛で均一に塗布した。コンテナによって塗布の程度を変え、前述の方法によりコンテナに付着した単位面積当たりの分生子数を調査した。分生子の付着数は0~1.1×10⁵ conidia/cm²の範囲であった。

試験にはコンテナと同様の方法で表面を消毒した「青島温州」の果実を用いた。12月16日に虫針の先端3mmを5本突出させたゴム栓を用いて果頂部に付傷し、上記のコンテナ内に並べた。コンテナを貯蔵庫に積み上げ、貯蔵シートで被覆して2016年1月15日

まで発病果数を調査した。供試コンテナ数は18個とし、コンテナ当たり35個の果実を用いた。

4) 貯蔵資材の消毒法の検討

洗車ブラシを用いて水洗後、カルシウムハイポクロライト70%剤(ケミクロンG)500倍液に5分間浸漬し、水洗したコンテナを用いた。試験にはPDA培地上に形成させた青かび病菌の分生子を用いた。

コンテナ内側の底面に記した13×10.5cmの枠内に、青かび病菌の分生子が均一に付着するように刷毛を用いて塗布した。試験構成は、①CaH区:カルシウムハイポクロライト70%剤500倍液に瞬時浸漬、②CaH水洗区:カルシウムハイポクロライト剤500倍液に瞬時浸漬後ただちに水洗、③Haiteer水洗区:塩素系漂白剤50倍液に瞬時浸漬後水洗、④10秒高圧水洗区:動力噴霧器に取り付けた鉄砲ノズルで水を10秒間噴射、⑤10秒水洗区:水道水を10秒間噴射、⑥水洗ブラシ区:水道水を5秒間噴射後、洗車ブラシで10往復擦り、5秒間噴射および⑦無処理区の7区とし、3反復で試験を実施した。

処理後のコンテナをガラス室内で1日間乾燥後、前述の方法により枠内の単位面積当たり付着菌数を調査した。

4 薬剤散布時期の検討

1) 収穫前の薬剤散布が貯蔵病害の発生に及ぼす影響

センター内5号園の「せとみ」を供試し、チオファネートメチル水和剤2,000倍液の散布時期を変えて防除効果を比較した。試験構成は、①被袋前+収穫前散布区、②被袋前散布区(慣行)および③無散布区とし、1区2樹3反復で実施した。薬剤の散布時期については、被袋前散布は2014年11月7日、収穫前散布は2015年1月27日とした。

2月2日に果実を収穫し、2月16日まで予措を行なった後、1区70果をコンテナに入れて積み上げ、前述の方法により貯蔵試験を実施した。発病調査は3月17日から5月8日まで3回実施した。

2) 10月下旬の薬剤散布が貯蔵病害の発生に及ぼす影響

5号園の「せとみ」を供試し、菌の飛散数の増加する10月下旬における薬剤散布の防除効果を検討した。試験構成は、①10月下旬(2015年10月26日)+被袋直前(11月12日)散布区、②被袋直前散布区(慣行)

および③無散布区とし、1区1樹3反復で試験を実施した。薬剤はイミノクタジン酢酸塩・チオファネートメチル水和剤1,500倍液を用いた。

2016年1月15日に果実を収穫し、2月10日に貯蔵試験を開始した。発病調査は3月30日から5月23日まで4回実施した。

また、上記貯蔵試験とは別に、各区の果実赤道部に深さ2mmの付傷処理を行い、ポリエチレン袋で個装したのち、同様に貯蔵を実施した。試験規模は各区35果とした。

5 果皮組織内における緑かび病菌および青かび病菌の生存

1) 果実の表面殺菌が発病に及ぼす影響

センター内で収穫し、貯蔵中の「せとみ」果実を用いた。2015年2月16日に果実をアンチホルミン液(有効塩素濃度1%)に5分間浸漬して果実の表面を殺菌したのち、水道水で5分間洗浄し、室内で乾燥した。翌日、果実の赤道面に深さ3mmの付傷処理を行ってポリエチレン袋に個装し、23°Cの定温室内に静置して7日後に緑かび病および青かび病の発病果率を調査した。なお、対照として無殺菌区を設け、同様の処理を実施した。試験規模は1区9~10果、3反復とした。

2) 健全果実からの緑かび病菌および青かび病菌の分離

(1) 健全果実からの分離

「せとみ」の健全果実の果皮組織内における緑かび病菌および青かび病菌の生存を明らかにするため、組織分離法により菌を分離した。

2016年2月13日に無傷の果実赤道面を薄く切り取り、直径5mmのコルクボーラーを用いて1果あたり10個の組織片を作成した。次いで70%エタノールに瞬時浸漬後、アンチホルミン(有効塩素濃度1%)に3分間浸漬して表面殺菌を行った。組織片を殺菌水で水洗後、ペニシリウム培地G上に置床し、23°Cで10日間培養して各菌の分離率を求めた。なお、試験には、前述の「4 薬剤散布時期の検討 2) 10月下旬の薬剤散布が貯蔵病害の発生に及ぼす影響」の各試験区から選んだそれぞれ3果を用いた。

(2) 接種果実からの分離

2015年12月24日に慣行防除園から採取した無傷の「せとみ」果実を供試した。12月28日にPDA培地で形成させた緑かび病菌および青かび病菌の分生子を刷

毛により果実に塗布した後、殺菌水を噴霧して23°Cの湿室内に4日間静置した。対照区は果実への殺菌水の噴霧のみとした。菌の分離は前述の方法により実施し、各菌の分離率を求めた。なお、試験規模は1区3果3反復とした。

6 果実果菜用鮮度保存被膜剤の塗布が発病に及ぼす影響

1) 被膜剤の塗布による発病抑制効果

ウンシュウミカン「日南1号」の果実を供試した。2016年10月21日に3種類の果実果菜用鮮度保存被膜剤(いずれも甲東株式会社製、以下「被膜剤」という。)および重曹水を果実表面にガーゼを用いて塗布した。試験構成は、①コートフレッシュ KF-8000DX(主成分はカルナウバロウ、以下「KF-8000DX」という。)区、②コートフレッシュ KF-9000(主成分はセラック、以下「KF-9000」という。)区、③フレッシュエバー(主成分はカルナウバロウ)区、④2%重曹水区および⑤無処理区とし、1区25~29果3反復で試験を実施した。処理した果実を風乾後、虫針の先端2mmを5本突出させたゴム栓を用いて果実赤道部の2か所に付傷し、ポリエチレン袋に個装して常温貯蔵した。10月24日に処理を行い、11月24日まで発病果数を調査した。

また、「せとみ」の果実を用いて、付傷せずに同様の試験を実施した。2017年2月17日に処理を行い、5月15日まで発病果数を調査した。試験規模は、1区70果3反復とした。

2) 重曹を添加した被膜剤の発病抑制効果

「興津厚生」の果実を供試した。試験構成は、①KF-8000DX区、②1%重曹添加KF-8000DX区、③KF-9000区、④1%重曹添加KF-9000区および⑤無処理区とし、1区27~30果3反復で試験を実施した。2016年11月29日に前述の試験と同様に塗布後に付傷処理を行い、12月28日まで発病果数を調査した。

3) 被膜剤塗布前後の付傷による発病抑制効果

「古田温州」の果実を供試した。被膜剤は、KF-8000DX、KF-9000およびフレッシュエバーの3種類を用い、それぞれに塗布後付傷区と塗布前付傷区を設け、1区25果3反復で試験を実施した。2017年1月31日に処理を行い、3月1日まで発病果数を調査した。

結果

1 「せとみ」における貯蔵病害の発生状況

慣行防除を行って常温貯蔵した「せとみ」では、4月中旬までは腐敗果の発生は少なく、気温の上昇する4月下旬から緑かび病や青かび病、軸腐病などによる腐敗果が増加した。一方、無防除区では4月上旬から腐敗果が増加した(第1表)。

また、貯蔵病害の多発事例の調査では、出荷時期前の3月上旬からほぼ全てのコンテナ内で緑かび病や青かび病が発生し、3月中旬までに7.4%の果実が腐敗した(第2表)。発病果に接触し連続して発病している果実も認められた。2月20日の生産者による点検において約0.9%の腐敗果実が廃棄されていたことから、3月15日までの発病率は全体の約8.3%と推定された。なお、当貯蔵庫の果実の約2割に果皮の一部が褐変、陥没するこはん症が認められた。

第1表 「せとみ」における貯蔵病害の発生
(2013年産果実)

種類	試験区	累積発病率(%)			
		3月11日	4月1日	4月14日	4月30日
緑かび病	慣行防除 ^z	0	0	0	2.1
	無防除	0	2.1	2.1	5.4
青かび病	慣行防除	0	0	0	0.8
	無防除	0	0.4	0.8	2.1
軸腐病	慣行防除	0.4	0.4	0.4	1.3
	無防除	0	1.3	1.3	1.7
黒腐病	慣行防除	0	0	0	0
	無防除	0.8	1.3	1.3	1.3
炭疽病	慣行防除	0	0	0	0
	無防除	0	0	0	0
黒斑病	慣行防除	0	0	0	0
	無防除	0	0.8	0.8	0.8
合計	慣行防除	0.4	0.4	0.4	4.2
	無防除	0.8	5.8	6.3	11.3

^z 2013年11月13日にチオファネートメチル水和剤2,000倍を散布
2014年2月1日に収穫し、2月12日まで予措の後、常温貯蔵庫で貯蔵

第2表 「せとみ」における貯蔵病害の多
発事例(2015年産果実)

種類	累積発病率(%) ^z	
	3月1日	3月15日
緑かび病	2.2	4.0
青かび病	1.4	3.3
軸腐病	0	0
黒腐病	0	0
炭疽病	0	0
黒斑病	0	0
その他	0	0
計	3.5	7.4

^z 調査前の生産者による2月20日の点検により、約0.9%の腐敗果を廃棄

2 「せとみ」園における摘果果実の除去が緑かび病 および青かび病の発生に及ぼす影響

1) 地面上の摘果果実の変化

7月と8月に地面上に放置した摘果果実は、日時の経過とともに色が褐変して乾燥状態となった。一方、9月上旬に行くと果実の一部に白色のカビが見られたが、緑かび病や青かび病の発生は認められなかった。9月下旬の場合は果実の8.0%に緑かび病が発生し、多量の分生子の形成が認められた(第3表)。

第3表 摘果時期の違いによる地面上の
「せとみ」果実の変化

摘果日 ^z	発生果率 ^y (%)	備考
7月15日	0.0	褐変し、乾燥
8月9日	0.0	褐変し、乾燥
9月1日	0.0	一部の果実に白色のカビが発生
9月25日	8.0	緑かび病が発生

^z 2016年

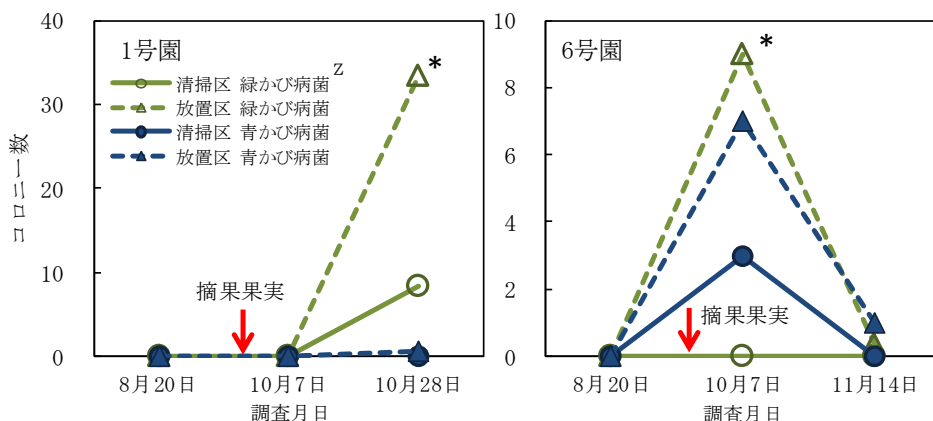
^y 17日~21日後に緑かび病および青かび病の発生を調査

2) 園内における緑かび病菌および青かび病菌の飛 散状況

摘果果実の除去が、「せとみ」園における緑かび病菌および青かび病菌の飛散に及ぼす影響を調査した。

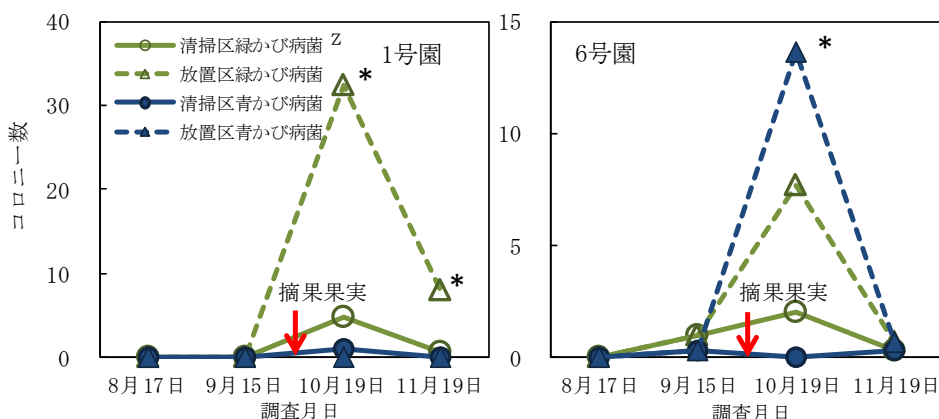
2014年の試験において、日照条件の良好な1号園では、9月25日の果実放置から33日後の10月28日に多量の緑かび病菌が捕捉され、摘果果実を除去した清掃区では放置区の25%であった。青かび病菌の捕捉数についてはいずれの区もわずかで、区間差はなかった(第1図)。また、同一の試験を実施した日照条件の不良な6号園では、10月7日に最も多量の両菌が捕捉された。同日の清掃区では緑かび病菌の捕捉はなく、摘果果実を除去により有意に減少した。また、青かび病菌についても減少する傾向にあったが、有意差は認められなかった(第1図)。

2015年の試験において、1号園では果実放置から24日後の10月19日に緑かび病菌の捕捉数が急増し、摘果果実を除去した清掃区の緑かび病菌の捕捉数は、放置区の8%となった。青かび病菌については、両区とも調査期間中にほとんど捕捉されなかった(第2図)。6号園では10月19日に緑かび病菌と青かび病菌が最も多く捕捉された。同日の清掃区の青かび病菌の捕捉はなく、摘果果実の除去により有意に減少した。緑かび病菌についても減少する傾向にあったが、有意差は



第1図 「せとみ」園の摘果果実清掃が緑かび病菌および青かび病菌の園内飛散に及ぼす影響（2014年産）

2014年9月25日に摘果果実を園外に持ち出し、放置区には1樹あたり50果の摘果果実を放置
*のないものは、t検定により5%の危険率で有意差なし



第2図 「せとみ」園の摘果果実清掃が緑かび病菌および青かび病菌の園内飛散に及ぼす影響（2015年産）

2015年9月25日に摘果果実を園外に持ち出し、放置区には1樹あたり250果の摘果果実を放置
*のないものは、t検定により5%の危険率で有意差なし

認められなかった（第2図）。

なお、両年の試験とも、8月、9月および11月における緑かび病菌および青かび病菌の捕捉数はわずかであった。

2) 貯蔵中の果実における緑かび病および青かび病の発生調査

2014年の試験では、1号園における各試験区の発生果率に差は認められなかった。一方、6号園では、清掃区の青かび病の発生果率は放置区の39%となった（第3図）。

2015年の試験でも前年と同様の傾向であり、6号園の清掃区の青かび病の発生果率は放置区の14%に減少した（第4図）。また、果実の付傷試験において、1号園では各区の発病果率に差が認められなかったが、6号園では清掃区において両病害の発生が減少した（第5図）。

3 貯蔵施設、資材における緑かび病菌および青かび病菌の生存確認と消毒法の検討

1) 夏期の貯蔵庫における生存確認

8月の調査で、常温貯蔵庫内では緑かび病菌および青かび病菌の生存は認められなかった。一方、低温貯蔵庫では両菌が捕捉され、これらの菌の生存が確認された（第6図）。

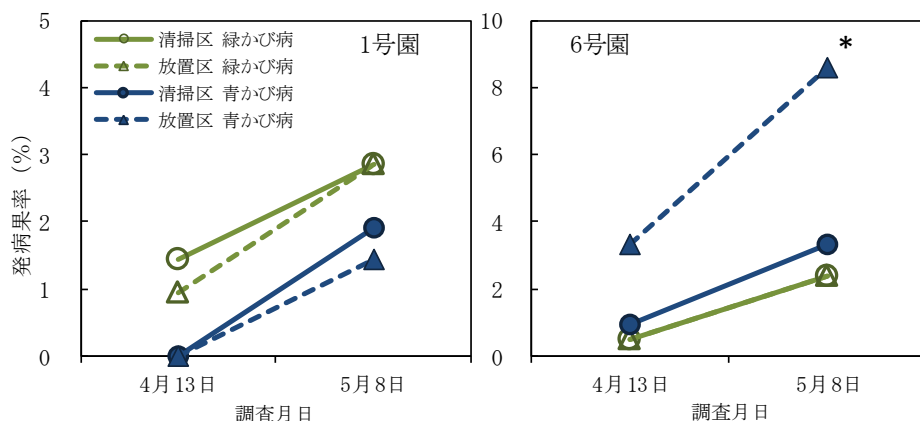
2) 貯蔵開始前の貯蔵棚およびコンテナにおける生存確認

貯蔵開始前の12月の調査では、センターの竹製貯蔵棚とコンテナ、「せとみ」生産者のコンテナにおいて、緑かび病菌および青かび病菌の生存は確認されなかった（データ略）。

3) 貯蔵資材に付着した緑かび病菌が発病に及ぼす影響

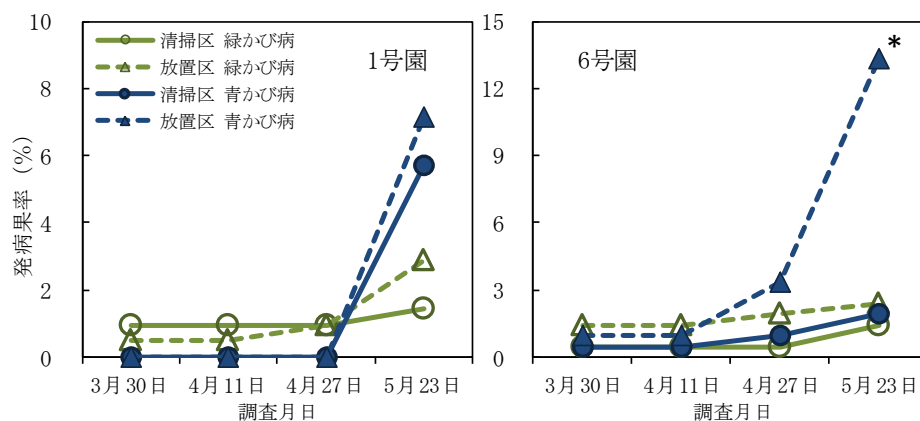
コンテナに付着した分生子数と貯蔵中における緑かび病の発生果率の間には、正の高い相関が認められた（第7図）。

中晩生カンキツ「せとみ」における緑かび病と青かび病の防除対策



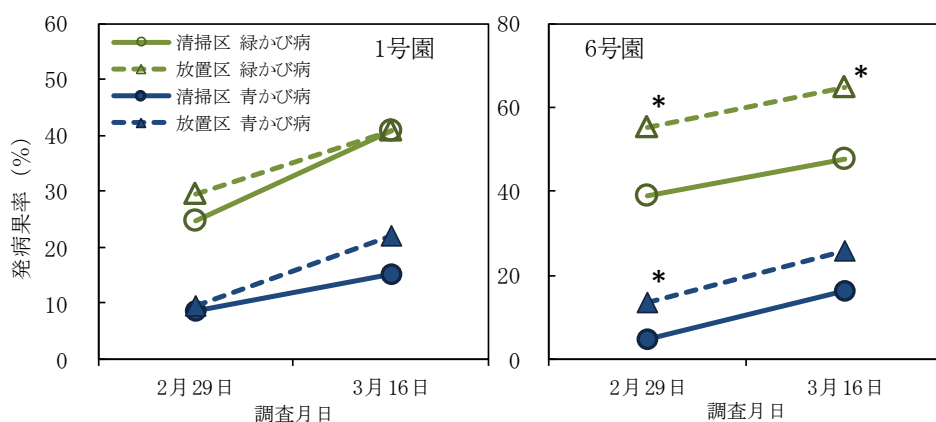
第3図 「せとみ」園の摘果果実清掃が緑かび病および青かび病の発生に及ぼす影響 (2014年産 長期貯蔵試験)

2014年9月25日に摘果果実を園外に持ち出し、放置区には1樹あたり50果の摘果果実を放置
2015年2月2日に収穫し、2月15日に貯蔵試験を開始
*のないものは、5%の危険率で有意差なし(リスク比)



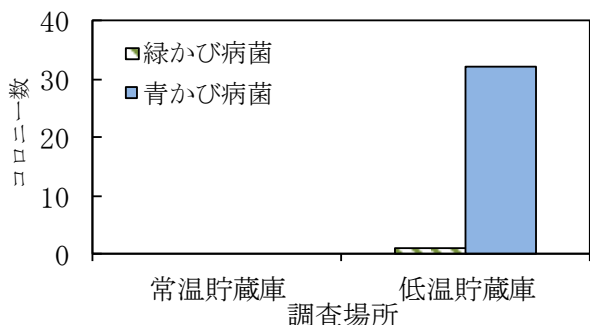
第4図 「せとみ」園の摘果果実清掃が緑かび病および青かび病の発生に及ぼす影響 (2015年産 長期貯蔵試験)

2015年9月25日に摘果果実を園外に持ち出し、放置区には1樹あたり250果の摘果果実を放置
2016年1月15日に収穫し、2月10日に貯蔵試験を開始
*のないものは、5%の危険率で有意差なし(リスク比)



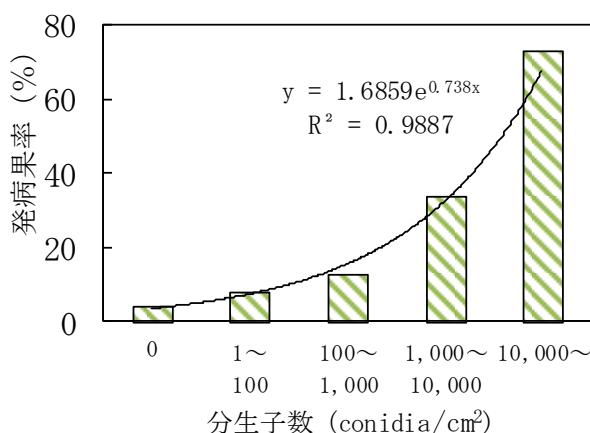
第5図 「せとみ」園の摘果果実清掃が緑かび病および青かび病の発生に及ぼす影響 (2015年産 付傷試験)

2015年9月25日に摘果果実を園外に持ち出し、放置区には1樹あたり250果の摘果果実を放置
2016年1月15日に収穫し、2月10日に貯蔵試験を開始
*のないものは、5%の危険率で有意差なし(リスク比)



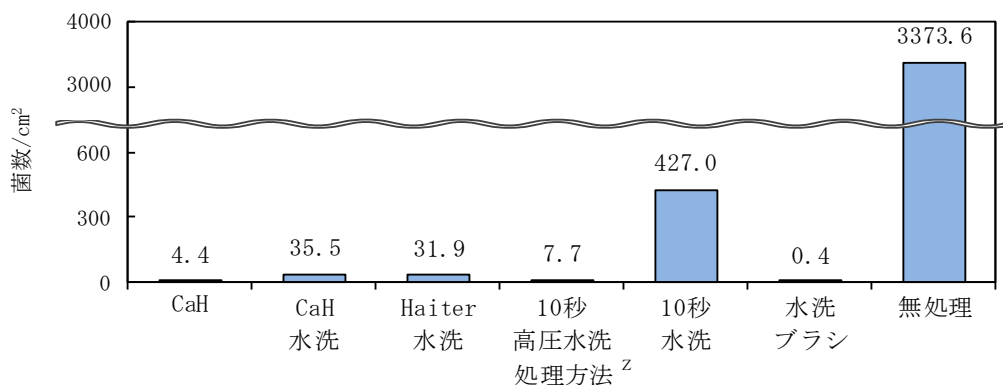
第6図 コンキツ貯蔵庫内における緑かび病菌および青かび病菌の生存 (8月)

2014年8月26日に常温貯蔵庫および低温貯蔵庫内(温度10℃、湿度90%)にペニシリウム培地Sの入ったシャーレを3時間静置



第7図 コンテナに付着した緑かび病菌が貯蔵中における緑かび病の発生に及ぼす影響

緑かび病菌の分生子を塗布したコンテナに付傷したウンシュウミカンの果実を並べて貯蔵
試験開始: 2015年12月16日、調査: 2016年1月15日



第8図 各種処理による貯蔵コンテナに付着した青かび病菌の洗浄効果

青かび病菌の分生子を刷毛で7分コンテナに塗布後、各処理を実施

^zCaH区: カルシウムハイポクロライト70%剤500倍液に瞬時浸漬、CaH水洗区: カルシウムハイポクロライト剤500倍液に瞬時浸漬後水洗、Haiter水洗区: 塩素系漂白剤50倍液に瞬時浸漬後水洗、10秒高压水洗区: 動力噴霧器に取り付けた鉄砲ノズルで水を10秒間噴射、10秒水洗区: 水道水を10秒間噴射、水洗ブラシ区: 水道水を5秒間噴射後、洗車ブラシで10往復擦り5秒間噴射、無処理区: 2016年1月15日

4) 貯蔵資材の消毒法の検討

青かび病菌を塗布したコンテナの消毒法と洗浄効果について検討した結果、水道水を5秒間噴射後にブラシで10往復擦り、再度5秒間噴射する方法、カルシウムハイポクロライト70%剤500倍液に瞬時浸漬する方法、動力噴霧器に取り付けた鉄砲ノズルで水を10秒間噴射する方法などの効果が高く、いずれも99.5%以上の高い殺菌および除菌効果が得られた。カルシウムハイポクロライト液に瞬時浸漬後直ちに水洗した場合には、水洗しない場合と比較して効果がやや劣った。水道水を10秒間噴射する方法は、他の方法に比べ効果が低かった(第8図)。

4 薬剤散布時期の検討

1) 収穫前の薬剤散布が貯蔵病害の発生に及ぼす影響

「せとみ」の慣行防除では被袋前に薬剤散布を行っているが、収穫前の1月下旬に追加散布を行っても、発病果率には差が認められなかった(第4表)。

2) 10月下旬の薬剤散布が貯蔵病害の発生に及ぼす影響

慣行である被袋前の1回散布に加え、10月下旬の散布を実施すると緑かび病および青かび病の発病果率が低下する傾向にあったが、有意差は認められなかった(第5表、第6表)。

中晩生カンキツ「せとみ」における緑かび病と青かび病の防除対策

第4表 収穫前の薬剤散布が「せとみ」の貯蔵病害発生に及ぼす影響 (2014年度)

散布時期 ^z	累積発病果率(%) ^y					計
	緑かび病	青かび病	軸腐病	黒腐病	その他	
被袋前収穫前散布	1.3	1.3 a	0.3	0.3	0.0	3.2 a
被袋前散布	1.3	0.0 a	0.0	1.0	0.0	2.3 a
無散布	3.0	4.7 b	0.7	0.2	0.0	8.6 b

^z 被袋前散布は2014年11月7日、収穫前散布は2015年1月27日に実施し、2月16日に貯蔵を開始、5月8日までの累積発病果率を調査、薬剤はチオファネートメチル水和剤2,000倍を使用

^y 同一のアルファベット間には5%の危険率で有意差なし(角変換後にTukeyの方法により検定)

第5表 10月下旬の薬剤散布が「せとみ」の貯蔵病害発生に及ぼす影響 (2015年度)

散布時期 ^z	累積発病果率(%) ^y					計
	緑かび病	青かび病	軸腐病	黒腐病	その他 ^x	
10月下旬+被袋直前	0.5 a	11.0	1.0	0.0	2.4	14.9
被袋直前	2.4 ab	14.3	3.8	0.0	0.0	20.5
無散布	7.6 b	14.8	1.4	0.0	1.0	24.8

^z 10月下旬散布は10月26日、被袋直前散布は2015年11月12日に実施し、2月10日に貯蔵を開始、5月23日までの発病果率を調査、薬剤はイミノクタジン酢酸塩・チオファネートメチル水和剤1,500倍を使用

^y 同一のアルファベット間には5%の危険率で有意差なし(角変換後にTukeyの方法により検定)

^x 10月下旬+被袋直前区の1コンテナで黒斑病が5.7%認められた

第6表 10月下旬の薬剤散布が「せとみ」の貯蔵病害発生に及ぼす影響 (2015年度 付傷試験)

散布時期 ^z	累積発病果率(%) ^y					計
	緑かび病	青かび病	軸腐病	黒腐病	その他	
10月下旬+被袋直前	14.0 a	2.7	0.0	0.7	0.0	17.4 a
被袋直前	25.7 ab	9.5	0.0	0.0	0.0	35.2 a
無散布	63.8 b	10.5	0.0	0.0	0.0	74.3 b

^z 10月下旬散布は10月26日、被袋直前散布は2015年11月12日に実施し、付傷後2月10日に貯蔵を開始、2月29日までの発病果率を調査、薬剤はイミノクタジン酢酸塩・チオファネートメチル水和剤1,500倍を使用

^y 同一のアルファベット間には5%の危険率で有意差なし(角変換後にTukeyの方法により検定)

5 果皮組織内における緑かび病菌および青かび病菌の生存

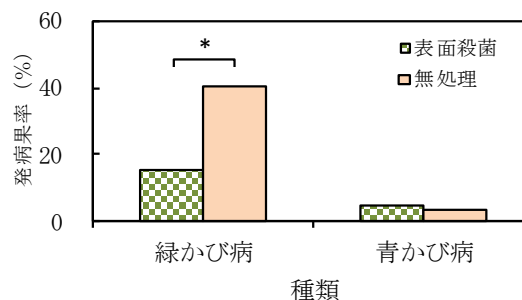
1) 果実の表面殺菌が発病に及ぼす影響

アンチホルミン液で表面殺菌を実施した果実においても、緑かび病と青かび病の発生が認められた。ただし、緑かび病の発病果率は無処理果実の35%であった。青かび病については差がなかった(第9図)。

2) 健全果実からの緑かび病菌および青かび病菌の分離

(1) 健全果実からの分離

「せとみ」の健全な果実から、緑かび病菌が分離された。10月下旬と被袋前に薬剤散布を行った区で分離率の低い傾向にあったが、果実による分離率の差が大きく、有意差は認められなかった。なお、青かび病菌は分離されなかった(第10図)。



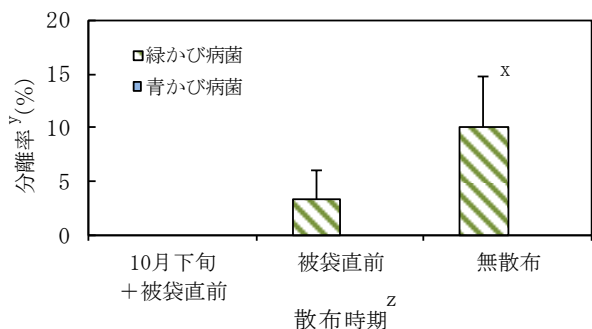
第9図 果実の表面殺菌が緑かび病および青かび病の発生に及ぼす影響

2015年2月16日に「せとみ」果実をアンチホルミン(有効塩素濃度1%)に5分間浸漬し水洗後風乾、深さ3mmの傷を2か所付け、23°Cで7日間保持後に発病調査

*のないものは、5%の危険率で有意差なし(リスク比)

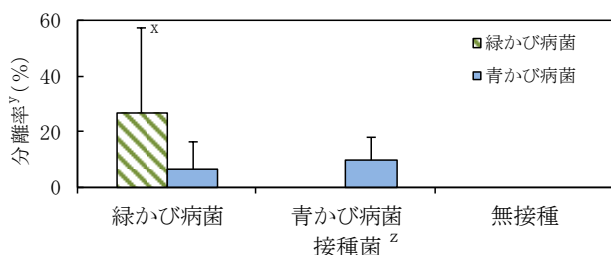
(2) 接種果実からの分離

緑かび病菌または青かび病菌を塗布接種した「せとみ」の無傷果実から、同じ種類の菌が分離された。一方、無接種の果実からは両菌のいずれも分離されなかった(第11図)。



第10図 薬剤の散布時期の異なる果実からの緑かび病菌および青かび病菌の分離

^z 10月下旬+被袋直前は2015年10月26日と11月12日、被袋直前は11月12日にイミノクタジン菌種殺菌・チオファネートメチル水和剤1,500倍を散布
^y 果皮組織片を70%エタノールに瞬時、有効塩素濃度1%のアンチホルミンで3分間表面殺菌して殺菌水で洗浄後、ペニシリウム培地Gに置床して分離
^x エラーバーは標準偏差を示す



第11図 緑かび病菌および青かび病菌を接種した果実からの菌の分離

^z 「せとみ」の健全果実に緑かび病菌または青かび病菌の分生子を刷毛で塗布した後、殺菌水を噴霧し、23°Cの湿室に4日間静置
^y 果皮組織片を70%エタノールに瞬時、有効塩素濃度1%のアンチホルミンで3分間表面殺菌して殺菌水で洗浄後、ペニシリウム培地Gに置床して分離
^x エラーバーは標準偏差を示す

6 果実果菜用鮮度保存被膜剤の塗布が発病に及ぼす影響

被膜剤を塗布したウンシュウミカンおよび「せとみ」果実において、緑かび病および青かび病の発生が抑制された(第7表、第8表、第9表、第10表)。緑かび病や青かび病の抑制作用のある重曹(有本ら, 1977)を被膜剤に添加しても効果の向上は認められなかった(第9表)。なお、塗布前に付傷した場合には、抑制効果が認められなかった(第10表)。

第7表 鮮度保存被膜剤塗布がウンシュウミカンの緑かび病の発生に及ぼす影響

試験区 ^z	発病果率(%) ^y
KF-8000DX	39.0 ab
KF-9000	22.0 a
フレッシュエバー	33.3 a
2%重曹 ^x	49.4 ab
無処理	72.0 b

^z 2016年10月24日にウンシュウミカンの果実に塗布後赤道部に付傷して貯蔵し、11月24日までの累積発病率を調査、1区25-29果3反復
^y 同一のアルファベット間には5%の危険率で有意差なし(角変換後にTukeyの方法により検定)

^x w/v

第8表 鮮度保存被膜剤処理が「せとみ」の緑かび病および青かび病の発生に及ぼす影響

試験区 ^z	発病果率(%) ^y	
	緑かび病	青かび病
KF-8000DX	3.3 b	1.4
KF-9000	0.0 a	1.0
フレッシュエバー	3.8 b	0
無処理	5.2 b	5.2

^z 2017年2月17日に「せとみ」の果実に塗布後、果実の赤道面に付傷して貯蔵し、5月15日までの累積発病率を調査、1区70果3反復
^y 同一のアルファベット間には5%の危険率で有意差なし(角変換後にTukeyの方法により検定)

第9表 重曹を添加した鮮度保存被膜剤の塗布がウンシュウミカンの緑かび病の発生に及ぼす影響

試験区 ^z	発病果率(%) ^y
KF-8000DX	23.9 ab
KF-8000DX(1%重曹添加) ^x	36.4 bc
KF-9000	15.6 ab
KF-9000(1%重曹添加) ^x	13.5 a
1%重曹 ^x	24.4 ab
無処理	58.9 c

^z 2016年11月29日にウンシュウミカンの果実に塗布後、果実の赤道部に付傷して貯蔵し、12月28日まで累積発病率を調査、1区27-30果3反復

^y 同一のアルファベット間には5%の危険率で有意差なし(角変換後にTukeyの方法により検定)

^x w/v

第10表 鮮度保存被膜剤塗布前後の付傷が緑かび病および青かび病の発生に及ぼす影響

試験区 ^z		発病果率(%) ^y	
		緑かび病	青かび病
KF-8000DX	塗布後付傷	27.9 a	29.1 abc
	塗布前付傷	81.6 b	80.3 d
KF-9000	塗布後付傷	29.8 a	24.2 ab
	塗布前付傷	77.3 b	61.3 bcd
フレッシュエバー	塗布後付傷	27.9 a	16.3 a
	塗布前付傷	81.4 b	77.8 cd
無処理	付傷	91.2 b	82.4 d

^z 2017年1月31日にウンシュウミカンの果実に塗布、3月1日までの累積発病率を調査、1区25果3反復

^y 同一のアルファベット間には5%の危険率で有意差なし(角変換後にTukeyの方法により検定)

考 察

1 「せとみ」における貯蔵病害の発生状況

「せとみ」では、4月下旬に腐敗果が増加するが、一部の生産者では貯蔵初期から緑かび病や青かび病による腐敗果が多量に発生する事例がある。調査した果実には、果皮障害の一種であるこはん症が多発していた。本症状は生産者の間で「ヤケ果」と呼ばれており、9月以降の物理的な損傷や成熟期における果実の濡れで発生し、低温によって助長される（兼常ら, 2017）。本症状と緑かび病等との関連については明らかになっていないが、これらの病原菌の侵入には果皮面に傷が必要である（宮川, 1959）ことから、本症状による果皮の損傷が発生を助長した可能性が高い。

2 「せとみ」園における摘果果実の除去が緑かび病および青かび病の発生に及ぼす影響

緑かび病菌および青かび病菌はカンキツ園の土壤中で1年以上生存し、樹上や地面上における発病の一次伝染源となる（倉本, 1979）。発病果には10~20億個の分生子が産生され（Holmes・Eckert, 1995）、収穫前の果実に付着した分生子は果実とともに貯蔵庫内に持ち込まれ、果実に傷があると感染、発病する（辻・三好, 2001）。

田中ら（2016）はウンシュウミカン園での試験において、9月中旬以降に園内に放置された摘果果実が緑かび病の伝染源として重要であることを報告している。

「せとみ」では、樹上選果として9月から10月にかけて傷果や大玉果を中心に摘果が行われる。本研究において、この時期の摘果果実を園内に放置すると、緑かび病菌だけでなく、青かび病菌の飛散量も増加することが明らかとなった。

摘果果実を除去すると、日照条件の不良な園地では両病害の発生が少なくなった。しかしながら、日照条件の良好な園地では発生に差はなかった。この原因は不明であるが、山本（1958）は、緑かび病菌と青かび病菌は乾燥に弱く、直射日光下では速やかに死滅することを明らかにしており、両園での病原菌の生存期間の違いが関係した可能性がある。

3 貯蔵施設、資材 における緑かび病菌および青かび病菌の生存確認と消毒法の検討

緑かび病菌および青かび病菌は貯蔵庫内では越冬し

ない（山本, 1958）。本研究においても、ウンシュウミカンの貯蔵開始時期の12月には、常温貯蔵庫内の棚やコンテナにおいて両菌の生存は認められなかった。一方、「せとみ」は1月から2月にかけて収穫され、ウンシュウミカン等の収穫や貯蔵に使用されたコンテナをそのまま使用する場合が多い。また、低温貯蔵庫では、これらの菌が越冬することが確認された。

本研究において、コンテナに付着する緑かび病菌の分生子数と貯蔵中の発病との間には高い相関が認められる。したがって、「せとみ」の貯蔵に使用するコンテナなどの資材や施設については、病原菌の汚染に注意する必要がある。

コンテナの消毒法として、ブラシを用いる洗浄や水を高圧噴射する方法、カルシウムハイポクロライト剤に瞬時浸漬する方法などで高い殺菌、除菌効果が得られた。このうち、前二者は、コンテナ全体の処理に多くの時間を要する。また、上記の剤に瞬時浸漬し直後に水洗すると、水洗しない場合に比べて殺菌効果が低下した。

したがって、病原菌に汚染されたコンテナの消毒方法として、カルシウムハイポクロライト剤に瞬時浸漬し、時間をかけて薬液を水で洗い流す方法が適していると考えられる。

4 薬剤散布時期の検討

「せとみ」の慣行防除では、11月の被袋直前に薬剤が散布されるため、収穫する2月までに約3か月の期間が存在する。薬剤の残効期間を考慮すると、収穫直前の追加散布により防除効果が向上するのではないかと考えたが、慣行防除との差は認められなかった。

また、菌の飛散量の上昇する10月下旬の追加散布の効果については、緑かび病の発生がやや減少する傾向は認められたものの有意差は認められなかった。また、これらの試験区の果皮から菌を組織分離した結果、10月下旬に追加散布した区の分離率が低下する傾向にあったが、有意差は認められなかった。

したがって、収穫直前の追加防除は不要であり、一方、10月下旬の追加散布は、本試験では効果は認められなかったものの、防除効果を高める可能性があるため、今後更なる検討が必要である。

5 果皮組織内における緑かび病菌および青かび病菌の生存

緑かび病菌および青かび病菌は、園内で果実表面に

付着して貯蔵庫内に持ち込まれ、果実に傷があると感染して発病する(辻・三好, 2001)。また、宮川(1959)は、緑かび病菌や青かび病菌の果皮への侵入にはある大きさの傷が必要であり、1 mm以上の深さの傷で容易に発病するが、0.5 mm以下では発病率が低いこと、また接種した菌が長期間潜伏し、3~4か月後に発病する場合があると述べている。本研究において、表面殺菌した無傷の果実に両病害の発生が認められ、さらに組織分離法によりこれらの病原菌が分離された。

これらのことから、果実表面に付着している菌以外に、目視で確認できないごく軽微な傷や果皮の小さな間隙などで生存している菌も両病害の発生に関与していることが示唆された。

6 果実果菜用鮮度保存被膜剤の塗布が発病に及ぼす影響

三好ら(2011)はウンシュウミカンやイヨカン果実へのカワラヨモギ抽出物の処理によって、顕著に腐敗を抑制することを報告し、野口ら(2012)は「不知火」でも効果があることを明らかにした。

著者らは、選果場等で広く使用されている鮮度保存被膜剤においても、緑かび病および青かび病の発病抑制効果があることを認めた。

したがって、出荷前の被膜剤の塗布は、緑かび病および青かび病に対して一定の抑制効果があるものと考えられる。

摘 要

「せとみ」はウンシュウミカン等と比べて貯蔵期間が長く、腐敗対策がきわめて重要である。貯蔵中の腐敗果は、4月下旬から増加し、一部の生産者では貯蔵初期から緑かび病と青かび病による腐敗果が多量に発生した。園内における両病原菌の飛散は9月中旬に始まり、10月上旬から下旬にかけて最大となった。園内の病原菌密度を低減させるためには、9月以降の摘果果実を園外に持ち出すことが重要と考えられる。コンテナに付着する緑かび病菌の分生子数と発病との間には高い相関が認められた。病原菌に汚染されたコンテナの消毒法としては、カルシウムハイポクロライト剤に瞬時浸漬し、時間をおいて薬液を水で洗い流す方法が適していると判断される。表面殺菌した果実に両病害の発生が認められ、さらに組織分離法によりこれらの病原菌が分離された。これらのことから、菌が果

実表面に付着した場合以外にも、ごく軽微な傷や果皮の小さな間隙などで生存している場合でも両病害の発生に関与する可能性のあることが示唆された。また、出荷前の被膜剤の塗布は、緑かび病および青かび病に対して一定の抑制効果があるものと考えられる。

引用文献

- 有本裕・本間 保男・見里 朝正. 1977. 炭酸水素ナトリウムのカンキツ貯蔵病害防除効果について. 日本農薬学会誌. 2: 163-167.
- Holmes, G. J. and J. W. Eckert. 1995. Relative fitness of imazalil-resistant and -sensitive biotypes of *Penicillium digitatum*. Plant Dis. 79: 1068-1073.
- 磯田隆晴. 1986. 緑かび病・青かび病. p. 102-104. 山口昭・大竹昭郎編. 果樹の病害虫診断と防除. 全国農村教育協会. 東京.
- 兼常康彦・宮田明義・西岡真理・村本和之・岡崎芳夫. 2017. カンキツ‘せとみ’における果皮障害の発生の要因解明. 園学研. 16(別2): 115.
- 北島博. 1989. 青かび病・緑かび病. 果樹病害各論. p. 65-70. 養賢堂. 東京.
- 倉本孟. 1979. カンキツ青かび病および緑かび病菌の土壤中における生存. 果樹試験場報告 B. 6: 137-149.
- 宮川経邦. 1959. 温州蜜柑の緑黴及び青黴病に関する研究(第1報)貯蔵果実に対する感染及び発病経過について. 園芸学会雑誌. 27: 179-185.
- 三好孝典・大嶋悟士・清水伸一. 2011. カワラヨモギ抽出物の収穫後処理による温州ミカン果実の腐敗抑制. 愛媛農水産物研報. 3: 19-28.
- 村本和之・兼常康彦. 2015. カンキツ青かび病菌および緑かび病菌の選択培地. 日植病報. 81: 225.
- 村本和之・兼常康彦・宮田明義. 2016. カンキツ青かび病菌および緑かび病菌のモニタリング手法. 近畿中国四国地域農業成果情報果樹推進部会. http://www.naro.affrc.go.jp/org/warc/research_results/h27/pdf/09_kaju/42-0901.pdf
- 野口真弓・井手洋一・口本文孝. 2012. カンキツ‘不知火’の長期貯蔵におけるカワラヨモギ抽出物および新規個装資材の利用. 佐賀果試研報. 17: 41-49.
- 篠崎毅. 2016. かんきつ果実腐敗に対する防除対策に

中晩生カンキツ「せとみ」における緑かび病と青かび病の防除対策

ついて. 農薬時代. 197: 1-3.

田中義樹・田代暢哉・島政勝・川崎敦之・本村祥子.

2006. 園内に放置された温州ミカン果実の除去は
緑かび病の発病抑制に有効である. 九州病害虫研
究会報. 52: 88.

田代暢也. 2005. カンキツ果実腐敗の防除対策. 九州

病害虫防除推進協議会連絡試験成果集. 2: 1-21.

田代暢也. 2016. 温州みかん果実腐敗の防除対策. 農

薬時代. 189: 1-8.

辻雅人・三好孝典. 2001. 青かび病・緑かび病.

p. 197-201. 農業総覧病害虫防除・資材編 5. 農文
協. 東京.

山田宇・戸田世嗣・宮田良二・土田通彦. 2007. 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. 熊本県農業研究センター研究報告. 14:
159-166.

山本滋. 1958. 青黴、緑黴病菌の生存力について. 九

州農業研究. 20: 104-106.