

晩生カンキツ「せとみ」における緑斑症の軽減対策の確立

村本 和之^{*}・兼常 康彦・西岡 真理・東浦 祥光

Measures to Prevent Greenish Stains on the Fruits of the Citrus Cultivar 'Setomi'

Kazuyuki MURAMOTO, Yasuhiko KANETSUNE, Mari NISHIOKA
and Yoshimitsu HIGASHIURA

Abstract: Greenish stains are sometimes observed on the surface of the mature fruits of the citrus cultivar 'Setomi'. These stains, as well as melanoses, decrease the commodity value of the 'Setomi' fruit. Two types of greenish stains have been observed: a smooth surface type and a cracking surface type. Greenish stains were observed on the 'Setomi' fruit in all orchards surveyed in this study; however, the occurrence rate of the damaged fruit varied among orchards. This situation suggested that the greenish stains represented a plant disease. Indeed, during the course of this study, some fungi were isolated from the greenish stains, which were inoculated on the 'Setomi' fruit. This inoculation resulted in certain symptoms resembling the greenish stains, but the specific fungus causing the stains remains unclear. In addition, periodical applications of manzeb WP from the beginning of June to September could decrease the incidence of greenish stains.

Key Words: Fruit skin damage, manzeb

キーワード: 果皮障害、マンゼブ

緒言

山口県では、ウンシュウミカンや「宮内伊予柑」の代替品種として、晩生カンキツ「せとみ」の産地化を推進している。本品種は、「清見」と山口県周防大島町在来の「吉浦ポンカン」との交配により山口県農業試験場が育成した品種(宮田・田中, 2003)で、2004年に品種登録され、糖度が高く独特な食感をもつことから、市場で高い評価を得ている。「せとみ」のうち糖度13.5%以上、酸度1.35%以下で外観秀麗な果実は、やまぐちブランド「ゆめほっぺ」の商標で販売されている。

しかしながら、「せとみ」にはこはん症(近泉, 2007; 宮田, 1998)や果皮の一部に緑色が残る緑斑症、またリング状の斑紋が発生するリング症(仮称)など様々な果皮障害が発生し、黒点病とともに外観品質低下の大きな要因となっている。このうち、緑斑症と同一の症状は「せとみ」以外の品種では問題となっておらず、

発生原因や軽減対策に関する知見はない。

そこで、緑斑症の原因解明と軽減対策の確立を目的として試験を行った結果、いくつかの知見が得られたので報告する。

材料および方法

1 症状と発生場所

症状の観察には、2013年および2014年に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」)で収穫された「せとみ」の果実を供試した。この中から、着色後も果皮の一部に緑色が残る症状(緑斑症)の発生した果実を選別し、発生部を実体顕微鏡および生物顕微鏡により観察した。

また、果実を果梗部、赤道部、果頂部に分けて症状の発生している場所を調べた。なお、果梗部と赤道部、赤道部と果頂部など2か所以上に発生していた場合には、全体に発生しているものとして集計した。

*現在：岩国農林事務所

2 発生状況

2015年2月に、「せとみ」の主産地である周防大島町、下関市および萩市の計7ほ場において、緑斑症の発生状況を調査した。

また、センターの網戸付きガラス室内の80リットルポットで栽培されている「せとみ」7樹について、2015年2月2日と2016年2月15日に緑斑症の発生程度を調査した。

3 発生時期

2013年6月7日、センター内の「せとみ」7年生の幼果を果実袋で被覆した。6月から7月までに用いた果実袋は青ナシ用小袋とし、果実の肥大が進んだ7月に大袋に取り替えた。処理内容は第1表のとおりとし、一定の期間、果実袋を取り外して果実を暴露させた。期間終了後は再び果実袋で被覆した。

11月1日に全試験区の果実を「せとみ」用果実袋(オレンジ14号)で被覆した。収穫は2014年1月31日に行い、緑斑症の発生程度を調査して発生予察実施基準のカンキツ黒点病調査法(農林水産省生産局, 2001)に準じて発生度を求めた。なお、試験期間中の薬剤防除は行わなかった。

2014年も2013年と同様の試験を実施した(第1表)。幼果への果実袋の被覆時期は5月30日、「せとみ」用果実袋への取り替えは11月7日とした。2015年2月2日に果実の収穫を行い、2013年と同様に調査した。

試験区当たりの果実数は、2013年は20~60個、2014年は26~75個であったが、生理落果や裂果により、最終調査果実は2013年は4~41個、2014年は5~49個となった。

第1表 試験区の構成と期間中の降水量

試験区	2013年		2014年	
	暴露期間 ^z	降水量 ^y (mm)	暴露期間 ^z	降水量 ^y (mm)
6月暴露	6/7~7/3	234.5	5/30~7/1	171.5
7月暴露	7/3~8/1	40.5	7/1~8/11	494.5
8月暴露	8/1~9/6	401.0	8/11~9/3	67.5
9~10月暴露	9/6~11/1	330.5	9/3~11/7	217.0
暴露なし	-	-	-	-
全期間暴露	6/7~11/1	1006.5	5/30~11/7	950.5

^z 2013年は6月7日に、2014年は5月30日に果実袋を被覆

^y 安下庄アメダスの観測データ

4 菌の分離と接種

1) 緑斑症発生組織からの糸状菌の分離

緑斑症の発生原因として病害の可能性が考えられたため、センター内で収穫された果実の緑斑症発生組

織から次の方法により分離を行った。試験は、2013年は4月9日から5月20日にかけて、2014年は3月10日から4月4日にかけて行った。

緑斑症の発生した部分から3×3mm程度の切片を切り取り、70%エタノールとアンチホルミン(有効塩素濃度1%)で表面殺菌した。その後、滅菌水で洗浄し、クロラムフェニコール50ppmを含むPDA平板培地上に置床し、25℃で培養した。

切片から伸長した菌糸の先端を切り取り、PDA培地で培養して菌の形態を観察するとともに、同定を行うため、rDNAのITS領域の塩基配列を解析した。

塩基配列の解析には、PDA培地で約7日間培養した菌糸を用いた。菌糸からのDNAの抽出はDNAすいすいF(リーズ株式会社)を用いて行い、ITS1およびITS4プライマー(White et al., 1990)を用いてITS領域をPCRで増幅し、ダイレクトシーケンス法により塩基配列を解読した(ユーロフィンジェノミクス株式会社)。得られた塩基配列をDDBJ BLAST

(<http://blast.ddbj.nig.ac.jp/top-j.html>)により、登録されている糸状菌の塩基配列と比較した。

2) 緑斑症発生組織から分離した糸状菌の接種

緑斑症の発生部から分離された糸状菌を培養枝またはパラフィルム(Bemis Flexible Packaging社)を用いて、「せとみ」果実に接種した。

培養枝による接種については、分離菌を培養した長さ5cmの枝(培養枝)を針金で果実上に吊すことにより行った。培養枝は三角フラスコにカンキツの枝を入れて高圧滅菌し、分離菌を接種して2か月程度培養して作成したものをを用いた。培養枝を設置した期間は、11月の果実袋被覆時期までとした。

パラフィルムによる接種については、果実に20μLの胞子液を滴下しパラフィルムで覆うことにより行った。接種に用いた胞子は、分離菌のPDA培地またはV8ジュース寒天培地での培養ならびにサクラの葉を用いた葉片寒天法(岸, 1995)で形成させた。いずれの方法によっても胞子が形成されなかった分離菌については、平板培地で培養後、菌糸を培地ごと切り取って蒸留水とともに潰して接種に用いた。パラフィルムで覆った果実は、乾燥を防ぐため少量の水を入れたポリエチレン袋で包み、日射による袋内の温度上昇を防ぐため、その上からアルミ箔で覆った。接種3日後にパラフィルムとポリエチレン袋を取り除き、果実を果実袋で被覆した。

培養枝による接種については、2014年6月2日と

2015年6月1日に、パラフィルムによる接種については、2014年は6月11日と7月1日、2015年は6月5日と6月12日に行った。

なお、分離菌あたり20個の果実に対して接種を実施したが、収穫期までに落果が多く認められたため、調査は1試験区あたり5～12個となった。

接種した果実の調査は収穫後に行い、症状を観察するとともに1)と同様の方法で菌の分離を行った。

3) 幼果果頂部からの糸状菌の分離

果実の被覆試験や防除試験の結果から、幼果期の果頂部に糸状菌が感染している可能性が考えられたため、2015年および2016年の6月に幼果の果頂部から1)と同様の方法で糸状菌を分離した。6月の幼果の果頂部には枯れた花柱が残存しているものがあり、症状の発生との関連が疑われたため、花柱付着の有無別に試験を行った。

4) 幼果果頂部から分離した糸状菌の接種

幼果から分離された糸状菌を「せとみ」果実に接種した。接種は、培養した分離菌の胞子を滅菌水で懸濁して胞子液を含ませたガーゼを果実に貼り付け、2)と同様にポリエチレン袋で包み、アルミ箔で覆うことにより行った。接種3日後にガーゼとポリエチレン袋を取り除き、果実を果実袋で被覆した。一部の果実については、7日後に接種部を薄く切り取り、ファーマー液で固定してアニリンブルーで染色後、生物顕微鏡で観察した。

なお、分離菌あたり20個の果実に対して接種を実施したが、落果のため調査果実は1試験区あたり4～9個となり、一部の菌の接種区においては全てが落果した。

5 軽減対策

1) 殺菌剤散布による緑斑症の軽減効果

2013年にセンター内の「せとみ」7年生樹を供試し、殺菌剤散布による緑斑症の軽減効果を検討した。試験区として、殺菌剤散布区と無散布区を設け、殺菌剤散布区には5月23日にマンゼブ水和剤600倍とフルアジナム水和剤2,000倍を、6月4日、6月23日、7月9日、8月8日および9月5日にマンゼブ水和剤600倍を散布した。試験は1区1樹2～3反復で行った。

2013年11月28日に全試験区の果実に果実袋をかけた。収穫は2014年1月31日に行い、緑斑症の発生程度を調査して発生度を算出した。

2) マンゼブ水和剤の散布時期の違いによる緑斑症の軽減効果

2014年にセンター内の「せとみ」(中間台青島温州高接ぎ9年目)を供試し、時期を変えてマンゼブ水和剤600倍を散布した。試験区として、散布時期と散布回数を変えた4区を設けた。①区には6月2日、6月20日、7月8日、8月7日および9月8日の5回、マンゼブ水和剤600倍を散布した。②区は①区から6月2日を除いた4回、③区は9月8日を除いた4回、同一の薬剤を散布した。④区は無散布とした。試験は1区1樹3～7反復で行った。

11月11日に全試験区の果実を果実袋で被覆し、2015年2月2日に収穫して、1)と同様の方法で調査を行った。

3) 落弁期の殺菌剤散布による緑斑症の軽減効果

センター内の「せとみ」10年生を供試し、5月の落弁期の殺菌剤散布が緑斑症の発生に及ぼす影響について検討した。試験区は灰色かび防除に登録のある2薬剤およびマンゼブ水和剤を組み合わせた5処理とした。①区にはピラクロストロビン・ボスカリド水和剤2,000倍を、②区にはフルアジナム水和剤2,000倍を、③区にはマンゼブ水和剤600倍をそれぞれ2016年5月19日に散布した。さらに、これらの3試験区および④区には6月3日、6月23日、7月19日および8月31日の4回、マンゼブ水和剤600倍を散布した。⑤区は無散布とした。試験は1区1樹3～5反復で行った。

11月11日に全試験区の果実を果実袋で被覆した。収穫は2017年1月23日に行い、1)と同様の方法で調査した。

結 果

1 症状と発生場所

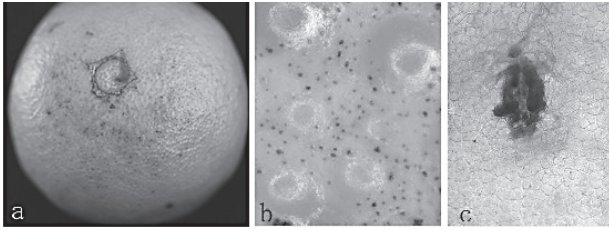
果実の完全着色後も果皮の一部に緑色が残る症状には、二つの症状が認められた。そのうちの一つの症状(雲症状)は、発生部の油胞間を中心に多数の微細な黒点が認められた。この黒点は主として気孔の場所にあり、その周囲は緑色がかかっていた(第1図)。

他方の症状(亀裂症状)は、雲症状と類似していたが、油胞間やその縁には、油胞に添って湾曲した褐色の亀裂や褐色点が認められた(第2図)。

果実における発生場所は、雲症状は果頂部と赤道部であり、亀裂症状においては全てが果頂部であった(第

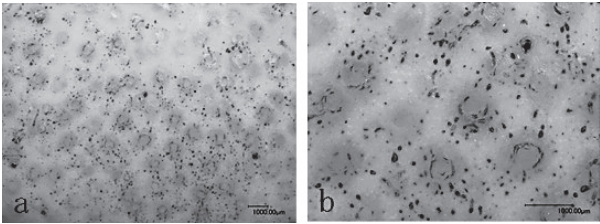
晩生カンキツ「せとみ」における緑斑症の軽減対策の確立

3 図)。



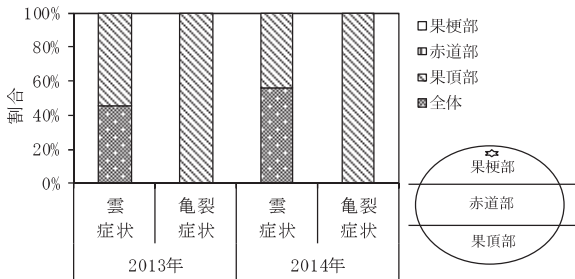
第1図 緑斑症(雲症状)

a: 雲症状、b: 油胞間の黒点、c: 気孔の褐変



第2図 亀裂症状

a: 亀裂症状、b: 湾曲した褐色の亀裂



第3図 「せとみ」果実における緑斑症の発生場所

果実を果梗部、赤道部、果頂部に区分し、症状の発生場所を調査した2か所以上に発生していた場合は「全体」とした

2 発生状況

「せとみ」の産地のある3市町において、調査した7ほ場全てで緑斑症の発生が認められた。ほ場によって、発生果率は1.1%から45.4%までの幅があり、枯枝の多いほ場で多発する傾向にあった(第2表)。

また、網戸付きガラス室内で栽培した「せとみ」には、緑斑症の発生は認められなかった(第3表)。

調査地	調査 ^z 月日	生産者	ほ場	発生果率 (%)	着色程度	備考
周防大島町	2月9日	A	a	2.0	8.8	着色早い
		B	b	1.1	9.4	着色早い
		C	c	41.7	8.6	枯枝が多い
下関市	2月8日	D	d	7.7	8.1	
		E	e	10.8	9.0	
萩市	2月3日	F	f	26.5	8.4	枯枝が多い
		G	g	45.4	8.0	密植、枯枝が多い

^z 2015年調査

^y 0~10の11段階調査、数字が大きいくほど着色が進行

第3表 ガラス室内で栽培した「せとみ」における緑斑症の発生状況^w

調査年	調査果実数	雲症状		亀裂症状	
		発生果率 (%)	発生度 ^x	発生果率 (%)	発生度
2015 ^z	16	0.0	0.0	0.0	0.0
2016 ^y	27	0.0	0.0	0.0	0.0

^z 2015年2月2日に調査

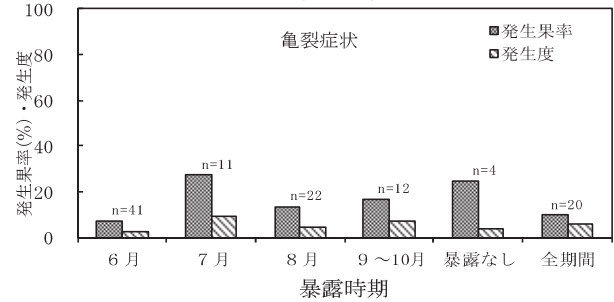
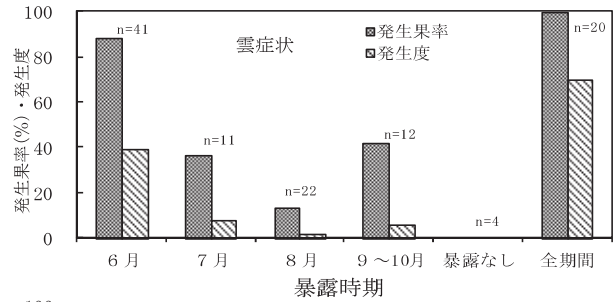
^y 2016年2月15日に調査

^x 発生度はカンキツ黒点病の調査基準に準じて求めた

^w 側窓に網戸を設置

3 発生時期

本症状の発生時期を明らかにするため、5月下旬~



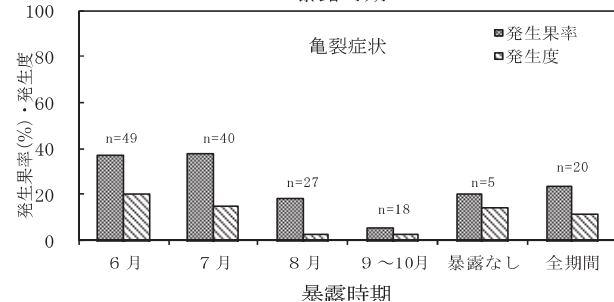
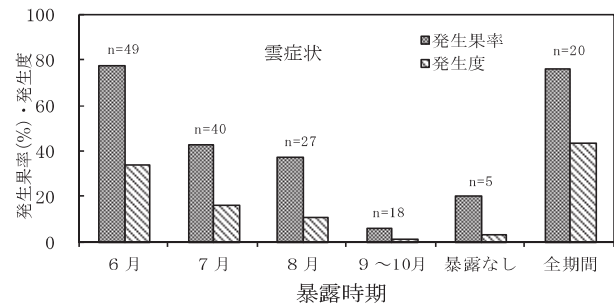
第4図 果実の暴露時期が緑斑症の発生に及ぼす影響(2013年)

2013年6月7日に小袋で全果実を被覆し、時期別に袋を取り外して果実を暴露

全期間暴露区は無被覆

期間終了後に再度袋を被覆

発生度はカンキツ黒点病の調査基準に準じて算出



第5図 果実の暴露時期が緑斑症の発生に及ぼす影響(2014年)

2014年5月30日に小袋で全果実を被覆し、時期別に袋を取り外して果実を暴露

全期間暴露区は無被覆

期間終了後に再度袋を被覆

発生度はカンキツ黒点病の調査基準に準じて算出

6月上旬に「せとみ」の果実に果実袋を被覆し、時期別に約1か月間袋を除去して果実を外部環境に暴露した。その結果、雲症状については2013年、2014年ともに6月に除袋した果実で発生が多かった。一方、亀裂症状については、両年ともに一定の傾向が認められず、6月から収穫期までの被覆により外部環境に暴露しなかった区においても、発生が認められた(第4図、第5図)。

4 糸状菌の分離と接種

1) 緑斑症発生組織からの糸状菌の分離

雲症状の発生した果皮からは、*Mycosphaerella*属菌と塩基配列の相同性が高い糸状菌(以下M菌とする)、*Penicillium* sp.、*Colletotrichum gloeosporioides*、*C. boninense*、*Alternaria* sp.、*Botryosphaeria dothidea*、*Neofusicoccum parvum*、*Cladosporium* sp.などの糸状菌が分離された(第4表)。亀裂症状から分離された菌は、ほとんどが*C. gloeosporioides*であった。

2) 緑斑症発生組織から分離した糸状菌の接種

収穫果の雲症状発生組織から分離した7種類の糸状菌を6~7月の果実に接種した結果、M菌、

第4表 「せとみ」の緑斑症(雲症状)発生部から分離された糸状菌

菌種	2013年 ^x		2014年 ^x	
	分離数	分離率(%)	分離数	分離率(%)
M菌 ^z	15	(8.2)	17	(21.0)
<i>Penicillium</i> sp.	6	(3.3)	8	(9.9)
<i>Colletotrichum gloeosporioides</i> ^y	-		12	(14.8)
<i>Alternaria</i> sp.	2	(1.1)	4	(4.9)
<i>Botryosphaeria dothidea</i>	2	(1.1)	2	(2.5)
<i>Neofusicoccum parvum</i>	1	(0.5)	3	(3.7)
<i>C. boninense</i>	1	(0.5)	2	(2.5)
その他、不明	2	(16.7)	3	(3.7)
分離数	23		81	

z rDNAのITS領域の塩基配列は*Mycosphaerella* sp.と高い相同性あり

y 2013年については未調査

x 2013年の分離日は4月9日および5月20日、2014年は3月10日および4月10日

C. boninense、*Alternaria* sp.、*Cladosporium* sp.の接種果において、油胞間に小黒点が認められ、その周囲はやや緑色がかっていた(第5表、第6図)。程度はいずれも軽微であったが、*C. boninense*の接種果には、黒点のやや目立つものがあった。

*N. parvum*を接種した果実には灰色の目立つ斑点が、*B. dothidea*を接種した果実には多数の褐色斑点が認められた(第5表、第6図)。

なお、接種した果実から糸状菌を再分離した結果、分離率はいずれも10%以下で、接種した菌が分離できないことが多かった(データ略)。

第5表 「せとみ」果実における緑斑症からの分離菌接種による症状

接種菌	接種方法および接種日 ^z			
	培養枝接種		胞子液または菌糸を接種 ^y	
	2014. 6. 2	2015. 6. 1	2014. 6. 11または7. 10	2015. 6. 5または6. 12
M菌 ^w (No. 404)	油胞間に小黒点、 軽微な緑斑	油胞間に小黒点、 軽微な緑斑	油胞間に小黒点、 軽微な緑斑	油胞間に小黒点、 軽微な緑斑
<i>Botryosphaeria dothidea</i> (No. 674)	症状なし	nt	油胞間と油胞上に 多数の褐色斑点	nt
<i>Neofusicoccum parvum</i> (No. 741)	油胞間と油胞上に 灰色の小斑点	油胞間と油胞上に 灰色の斑点	油胞間と油胞上に 灰色の斑点	油胞間と油胞上に 灰色の斑点
<i>Colletotrichum gloeosporioides</i> (No. 666)	症状なし	nt	症状なし	nt
<i>C. boninense</i> (No. 425)	主に油胞間に小黒点、 軽微な緑斑	主に油胞間に小黒点、 軽微な緑斑	症状なし	主に油胞間に小黒点、 軽微な緑斑
<i>Alternaria</i> sp. (No. 409)	nt ^x	nt	主に油胞間に小黒点、 軽微な緑斑	nt
<i>Cladosporium</i> sp. (No. 764)	症状なし	症状なし	油胞間に小黒点、 軽微な緑斑	nt
無接種	症状なし	症状なし	症状なし	症状なし

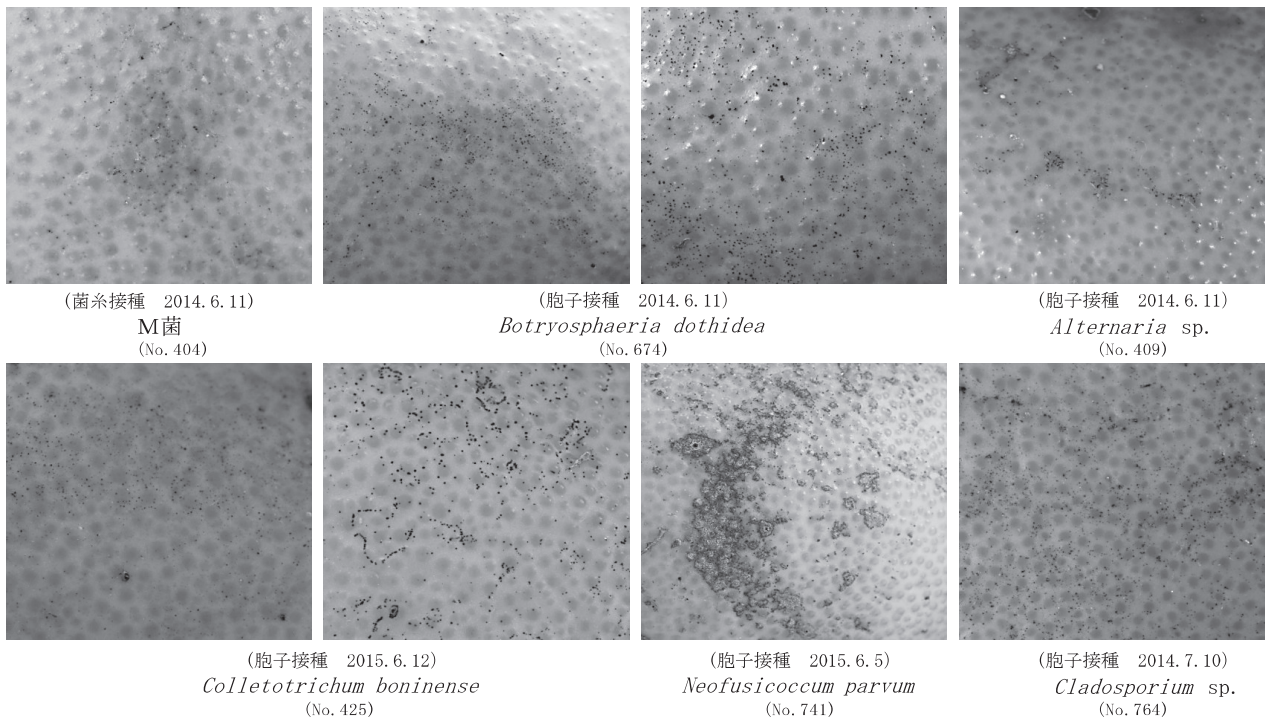
z 接種を開始した日

y M菌は培養で胞子の形成が認められなかったため、接種には菌糸を用いた

x not tested

w rDNAのITS領域の塩基配列を解析した結果、*Mycosphaerella* sp.と高い相同性あり

晩生カンキツ「せとみ」における緑斑症の軽減対策の確立



第6 図 「せとみ」果実における緑斑症からの分離菌接種による症状

3) 幼果の果頂部からの糸状菌の分離

暴露試験や果実における発生場所の調査結果から、幼果期の果頂部に何らかの糸状菌が感染している可能性が考えられたため、幼果の果頂部から菌を分離した。6月の幼果には果頂部に枯れた花柱が散見され、枯れた花柱の有無別に区分して菌を分離した。その結果、枯れた花柱の残存した幼果からは、*C. gloeosporioides*、*Fusarium* sp.、*Alternaria* sp.、*Cladosporium* sp. など、花柱の脱落している幼果からは、*C. gloeosporioides*、*Alternaria* sp. などの糸状菌が分離され、各菌の分離率は枯れた花柱の残存した幼果において高かった(第6表)。

なお、幼果に残存した枯れた花柱からは *C. gloeosporioides*、*Fusarium* sp.、*Alternaria* sp.、*Cladosporium* sp. など幼果から分離されたものと同種

の糸状菌が分離された(データ略)。

4) 幼果の果頂部から分離した糸状菌の接種

幼果の果頂部から分離した糸状菌を6月の果実に接種した結果、*Fusarium* sp. を接種した果実において果実の着色後に亀裂症状と類似した症状が認められた(第7図)。しかしながら、接種した菌の再分離はできなかった。

Fusarium sp. の胞子を接種した果実を7日後に観察すると、胞子から発芽した菌糸が気孔に侵入し、その部分が緑斑症発生部と同様に褐変していた(第8図)。

Alternaria sp. を接種した果実においては、カルス状の斑点が多数生じ、9月までに全て落果した。

また、*Cladosporium* sp. の接種果における緑斑症状は、緑斑症発生組織からの分離菌接種と同様に軽微であった。

第6表 「せとみ」幼果の果頂部から分離された糸状菌

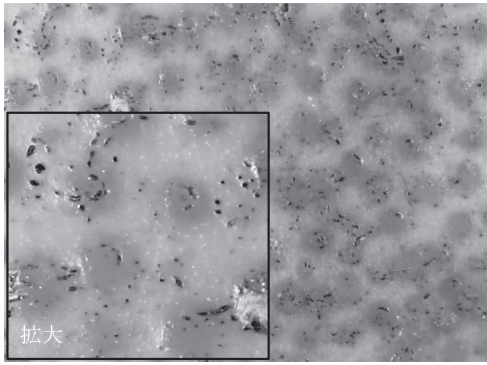
菌種	2015. 6. 12 ^z		2016. 6. 10		2016. 6. 20	
	枯死花柱なし	枯死花柱付着 ^w	枯死花柱なし	枯死花柱付着	枯死花柱なし	枯死花柱付着
<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	2 (16.7) ^y	10 (16.9)	9 (27.3)	15 (65.2)		
<i>Alternaria</i> sp.	1 (8.3)	9 (15.3)	2 (6.1)	3 (13.0)		
<i>Fusarium</i> sp.		4 (6.8)		5 (21.7)		
<i>Cladosporium</i> sp.		2 (3.4)	1 (3.0)			
その他、不明	2 (16.7)	5 (8.5)	7 (21.2)	7 (30.4)		
分離数	12	59	33	23		

^z 分離年月日

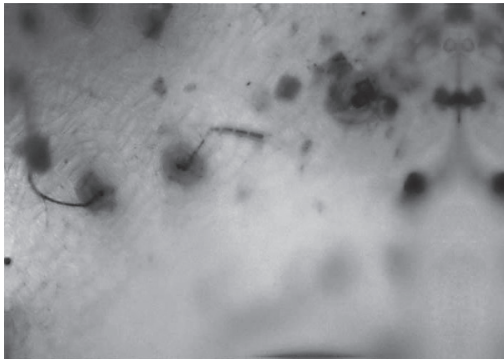
^y 数字は分離された組織数、() は分離率(%)を示す

^x 果頂部に枯死した花柱が付着した果実

^w 果頂部に枯死した花柱が付着していない果実



第7図 *Fusarium* sp. を接種した「せとみ」に発生した緑斑症亀裂症状に類似



第8図 *Fusarium* sp. を接種した「せとみ」幼果における気孔の褐変アニリンブルーで染色して観察

5 軽減対策

1) 殺菌剤散布による緑斑症の軽減効果

殺菌剤による緑斑症の軽減効果を検討した結果、灰

色かび病と黒点病防除を目的とした6回の殺菌剤散布により、緑斑症の発生度は無散布区の1/4に軽減された(第7表)。

第7表 生育期における殺菌剤散布が緑斑症の発生に及ぼす影響

試験区	発生果率 (%)	発生度 ^y
殺菌剤散布 ^z	24.8	5.6
無防除	63.7	23.5

^z 2013年5月23日 マンゼブ水和剤 600倍+フルアジナム水和剤 2,000倍、6月4日、6月23日、7月9日、8月8日、9月5日、マンゼブ水和剤 600倍
^y 発生度は、発生予察実施基準の黒点病調査法に準じた

2) マンゼブ水和剤の散布時期の違いによる緑斑症の軽減効果

時期を変えてマンゼブ水和剤を散布し、緑斑症の発生に及ぼす影響を調査した。その結果、マンゼブ剤を6月上旬から9月上旬まで5回散布した区では発生が大きく軽減した。また、6月上旬から8月上旬まで4回散布をした区でも同様であった。一方、6月中旬から9月上旬まで4回散布した区においては、前2試験区に比べて発生がやや多かった(第8表)。

3) 落弁期の殺菌剤散布による緑斑症の軽減効果

5月の落弁期にピラクロストロビン・ボスカリド水和剤、フルアジナム水和剤、マンゼブ水和剤等の殺菌剤を散布し、緑斑症の発生を調査した。その結果、マンゼブ水和剤を散布した区では、雲症状の発生がやや

第8表 防除時期の違いが「せとみ」の緑斑症発生に及ぼす影響(2014年)

試験区	防除月日					調査果数	緑斑症(雲症状) ^x	
	6/2	6/20	7/8	8/7	9/8		発生果率 (%)	発生度 ^y
①	○ ^z	○	○	○	○	208	6.7 a	1.1 a
②	—	○	○	○	○	248	21.8 b	6.5 a
③	○	○	○	○	—	505	5.9 a	1.2 a
④	—	—	—	—	—	176	51.7 c	23.9 b

^z ○はマンゼブ水和剤 600倍を散布したことを示す

^y 病虫害発生予察要項のカンキツ黒点病の調査基準に準じて調査

^x 同一のアルファベット間には5%の危険率で有意差なし (Tukeyの方法)
発生果率、発病度は角変換後に検定

第9表 落弁期の殺菌剤散布が「せとみ」の緑斑症の発生に及ぼす影響 (2016年)

試験区 ^z	薬剤名 ^y	調査果数	雲症状		亀裂症状	
			発生果率 (%)	発生度 ^x	発生果率 (%)	発生度 ^x
①	N	102	18.1 a	5.0 a	7.4	3.1
②	F	124	21.4 a	6.2 a	9.2	3.9
③	J	76	11.7 a	3.2 a	4.3	1.5
④	—	112	20.9 a	4.9 a	9.5	3.3
⑤	—	131	46.7 b	16.2 b	13.1	4.8

^z ⑤区を除き、6/3、6/23、7/19、8/31にマンゼブ水和剤 600倍を散布

^y 2016年5月19日に各種薬剤を散布、N:ピラクロストロビン・ボスカリド水和剤 2,000倍、F:フルアジナム水和剤 2,000倍、J:マンゼブ水和剤 600倍、—:無散布

^x カンキツ黒点病発生予察基準に準じた

同一のアルファベット間には5%の危険率で有意差なし (Tukeyの方法)
発生果率、発病度は角変換後に検定

少なくなる傾向にあったが、有意性は認められなかった(第9表)。

亀裂症状に対する殺菌剤散布の効果については、樹による発生程度の差が大きく、有意性は認められなかった(第9表)。

考 察

カンキツ類の果実に発生する果皮障害には、病害、虫害、農薬の害、養分欠乏または過剰による障害、物理的な害(例えば風害)、生理的な害などがある(近泉, 2007)。しかし、果皮障害にはその発生原因が明らかでないものも多く、軽減対策は症状ごとに異なると考えられる。

「せとみ」に発生する緑斑症は、ウンシュウミカンや「宮内伊予柑」など他の品種では問題となっていない。そのため、参考になる対策はなく、原因解明と軽減対策について検討を行う必要があった。

本研究において、緑斑症と呼ばれている症状を、雲症状と亀裂症状に区分して検討した。このうち、雲症状の油胞間には多数の微細な黒点が認められた。黒点は主に油胞間にある気孔の褐変であり、その周辺に緑色が残っているため、発生部分が緑色に見えるものと考えられる。もう一方の亀裂症状は、雲症状に似ているが、油胞の間やその縁に添って湾曲した褐色の亀裂や褐色点が認められた。これらの2種類の症状の違いは、発生原因が異なることによるものか、症状の程度の差によるものかは明らかではなかった。

現地での発生状況を「せとみ」の産地である3地域において調査した。その結果、いずれのほ場においても緑斑症の発生は認められ、ほ場による発生程度の差は大きかった。

また、網戸を設置したガラス室内で栽培された樹では、いずれの症状も認められなかったことから、緑斑症は病害である可能性が示唆された。

本症に類似する病害として、ハッサク果実の緑斑症状があり、本症状はカンキツ炭疽病菌

(*C. gloeosporioides*)により引き起こされ、9月から10月の感染で発症することが報告されている(間佐古ら, 2007)。しかしながら、その症状は主に涙滴状であるという点で「せとみ」の緑斑症とは異なる。

また、「不知火」で問題となっている汚れ果症は果頂部を中心に発生し、果皮が着色すると小さな黒点が目立つようになり、マンゼブ剤の散布により被害が軽

減される(井出, 2007)など、「せとみ」の緑斑症と一致する部分が多い。しかしながら、汚れ果症は施設栽培で発生し、油胞上にも黒点が発生する(井出, 2007)ことから、「せとみ」の緑斑症とは異なると考えられる。

緑斑症の発生はガラス室内で栽培された「せとみ」の果実には認められない。そこで、幼果の時期に袋をかけ、時期別の除袋により外部環境に暴露した結果、雲症状は6月の暴露により発生が多くなった。このことから、雲形症状は6月の風雨や病害虫など外部環境によって発生が助長されるものと考えられる。一方、亀裂症状については一定の傾向が認められず、暴露しなかった果実においても発生が認められた。この理由として、袋内に流入する雨水の影響や試験開始前の外部環境が関連している可能性があり、ポット栽培樹のガラス室からの時期別搬出による暴露試験、満開期からの暴露試験と接種試験など、さらなる検討が必要である。

本研究において、緑斑症の発生した果実から菌の分離を行い、接種試験による症状の再現を試みた。しかしながら、本症状は、数種の糸状菌の接種において雲症状や亀裂症状と類似した症状が認められたが、菌の再分離が困難であったことから、これらの糸状菌が原因であることの証明はできなかった。

一方、枯死した花柱が付着した幼果の果頂部と枯死した花柱から *Fusarium* sp. が分離されること、その菌を幼果に接種して7日後に顕微鏡で観察すると、胞子から発芽した菌糸が気孔に侵入しており、その周囲が褐変していること、接種した果実において、収穫期に亀裂症状と類似した症状が認められることなどから、枯死した花柱で増殖した *Fusarium* sp. が「せとみ」の緑斑症に関与している可能性が考えられる。

今後の課題として、各種分離菌の接種直後の果実からの菌の分離試験および組織観察による発生原因の特定、花柱の付着した幼果の摘果による発生の軽減効果などについて検討が必要である。

緑斑症は病害である可能性が示唆されたことから、殺菌剤による軽減対策について検討した。緑斑症のうち、雲症状は6月から9月までのマンゼブ剤の散布により発生が軽減し、特に6月初旬の効果が大きかった。一方、亀裂症状に対するマンゼブ剤の散布の効果は判然としなかった。また、5月の満開直後に散布する殺菌剤による軽減効果について検討した結果、マンゼブ剤の散布区で発生はやや少ない傾向が認められた

が、樹による発生程度の差が大きく、有意差は認められなかった。

以上のことから、緑斑症の発生は6月初旬から9月までの期間、定期的にマンゼブ水和剤を散布することによって軽減されることが明らかとなった。

摘 要

「せとみ」の果皮の一部に緑色が残り全体が着色しない緑斑症と呼ばれる症状が発生し、黒点病とともに外観品質低下の大きな要因となっている。緑斑症には2種類の症状があることが明らかとなった。現地での発生状況を調査した結果、全てのほ場において緑斑症の発生が認められ、ほ場による発生程度の差が大きかった。緑斑症は病害である可能性が示唆されたため、緑斑症の発生した果実から菌の分離と接種試験による症状の再現を試み、類似した症状が認められたが、これらの糸状菌が原因であることの証明はできなかった。また、殺菌剤による軽減対策について検討し、6月初旬から9月までの期間、定期的にマンゼブ水和剤を散布することにより緑斑症の発生が軽減されることが明らかとなった。

引用文献

- 近泉惣次郎. 2007. カンキツ類の果皮障害の発生原因とその防止対策. 愛媛大学農学部紀要. 52: 13-123.
- 井出洋一. 2007. カンキツの新品種‘不知火’に生じる「汚れ果症」の発生防止対策. 今月の農業. 11: 60-64.
- 岸國平. 1995. 寒天葉片法による柄子殻柄胞子の大量形成について. 植物防疫. 49:129-130.
- 間佐古将則・島津康・米田義弘. 2007. *Colletotrichum gloeosporioides* によるハッサク果実の緑斑症状. 日本植物病理学会誌. 73: 181.
- 宮田明義. 1998. 生理障害 こはん症状. 425-428の5. 農業技術体系. 果樹編1. 農文協. 東京.
- 宮田明義・田中仁. 2003. 高糖度で特徴的な食感の晩生カンキツ新品種‘せとみ(仮称)’の育成. 園芸学会雑誌. 72(別2): 300
- 農林水産省生産局編. 2001. 黒点病. 病害虫発生予察事業の実施について発生予察事業の調査実施基準. p.139-141.

- White, T. J., T. Bruns, S. Lee, and J. W. Taylor. 1990. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In PCR protocols, A Guide to Methods and Applications. Academic Press, Inc, New York. 315-322.