

BULLETIN
OF
OITA PREFECTURAL AGRICULTURE, FORESTRY AND FISHERIES
RESEARCH CENTER
(AGRICULTURAL RESEARCH DIVISION)

No.3

MARCH 2013

大分県農林水産研究指導センター

研 究 報 告 (農 業 研 究 部 編)

第 3 号

平成25年 3 月

大分県農林水産研究指導センター

農 業 研 究 部

アゾキシストロビン剤およびベノミル剤耐性ナシ炭疽病菌 (*Colletotrichum gloeosporioides*) の発生について

渡邊久能

Strobilurin & benzimidazole resistant in *Colletotrichum gloeosporioides*, the scab fungus of Japanese pear in Oita Prefecture

Hisayoshi WATANABE

大分県農林水産研究指導センター農業研究部果樹グループ ナシ・ブドウチーム

Oita Prefectural Agriculture Forestry and Fisheries Research Center Agricultural Research Division Fruit Tree Group
Pear and Grape Section

キーワード：ナシ、炭疽病、薬剤耐性菌、アゾキシストロビン、ベノミル

目次

I 緒言	23
II アゾキシストロビンに対する感受性検定	23
III アゾキシストロビン耐性菌の同定と病原性の確認	24
IV ベンゾイミダゾール系薬剤に対する感受性検定	26
V 現地における薬剤防除の実態	28
VI 考察	28
VII 摘要	29
VIII 謝辞	29
引用文献	29

本病の予防にはベノミル剤やアゾキシストロビン剤、ジチアノン剤等の効果が高いことが明らかにされ^{2) 4) 12) 13) 15) 16)}、大分県においても2007年以降、防除薬剤として推奨されてきた。ところが、県内の一部地域ではこれらの薬剤を散布したにも関わらず、依然として発生が多い状態が続いていることから、薬剤耐性菌の関与が疑われた。既にベンゾイミダゾール系薬剤の耐性菌については佐賀県と高知県で報告され^{15) 17)}、多発生の一因とされている。また、ストロビルリン系薬剤については使用開始から9年が経過し、産地での使用回数も増加傾向であるが、既にイチゴなどではストロビルリン系薬剤の耐性菌問題が顕在化しており^{5) 9)} ナシでの発生も懸念されていた。そこでこれらの薬剤耐性菌の発生実態を把握するために県内主要産地を対象に、炭疽病の発生および薬剤感受性の実態などについて調査を行った。

I 緒言

ナシ炭疽病は葉に発生し、多発時には早期落葉を引き起こすため、樹勢や糖度の低下を引き起こす。

病原菌は「豊水」、「新高」では *Colletotrichum gloeosporioides*^{8) 15) 17)}、「幸水」では *C. acutatum*¹⁾ による被害が報告されており、その初報告は1912年¹¹⁾ と古くから知られた病害である。その後目立った報告はなかったが、近年全国的に発生が問題になり、秋田県、北部九州地域、高知県、千葉県^{1) 8) 15) 17)} など多発生が報告されている。大分県では2006年に日田市の「豊里」、「豊水」で多発生し¹²⁾、その後も発生が続いている。ナシ炭疽病は、梅雨期～秋期にかけての多雨で多発するとされるが^{2) 16)}、大分県では特に防除間隔が広がる梅雨明け以降に降雨が多い気象条件で発生が増加する傾向にある。

II アゾキシストロビンに対する感受性検定

1 材料および方法

1) 供試菌株

2010年は、県内の主要7産地32圃場から採取した223菌株を供試した。

2011年は、2010年にアゾキシストロビン耐性菌が確認された2圃場の周辺に位置する43圃場から採取した323菌株を供試した。

2) 検定培地

稲田 (2009)⁶⁾ の方法により、PDA培地を基本培地とし、溶解、滅菌後50～60℃に冷却、アゾキシストロビン100ppmとサリチルヒドロキサム酸 (SHAM)

を最終濃度が1000ppmになるように添加した培地を使用した。

3) 検定方法

各区菌株をPDA平板培地で25℃・暗黒条件下で培養し、伸長した菌そうを直径6mmのコルクボーラーで打ち抜き、菌そう面を下にして検定培地に移植した。25℃で4日間培養した後に菌そう伸長の有無を調査し、菌糸伸長が認められたものを耐性菌と判定した。

2 結果

1) 2010年

アゾキシストロビン耐性菌が確認されたのは日田市内の2圃場で、その他の産地では確認されなかった（表1）。

2) 2011年

2010年にアゾキシストロビン耐性菌が確認された日田市内の一部地域を集中的に調査した結果、炭疽病の発生が確認された41圃場のうち20圃場で、アゾキシストロビン耐性菌の発生が確認され、発生割合は48.8%に及んでいた（表2）。

表1 県内主要産地におけるアゾキシストロビン耐性菌検定結果（2010年）

産地	調査圃場数	調査菌株数	耐性菌発生圃場数	耐性菌発生圃場率 (%)	耐性菌率 (%)
杵築市	3	19	0	0.0	0.0
玖珠町	2	15	0	0.0	0.0
九重町	2	5	0	0.0	0.0
中津市山国町	3	20	0	0.0	0.0
日出町	3	16	0	0.0	0.0
由布市庄内町	7	27	0	0.0	0.0
日田市	12	121	2	16.7	8.3
合計	32	223	2	6.3	2.8

III アゾキシストロビン耐性菌の同定と病原性の確認

1 菌の同定

2010年に行ったアゾキシストロビン剤の培地検定によって菌そうの生育が認められた2菌株（菌株No.3-1、3-2）と感受性菌株（菌株No.1-7）については、分生子の形状、菌そうの特徴、病斑の特徴から炭疽病菌と考えられた。ナシでは*C. gloeosporioides*と、*C. acutatum*の2種による炭疽病が報告されているため、佐藤ら（2003）¹⁴⁾の方法に従い、ベノミル（1250ppm）およびジェットフェンカルブ（625ppm）添加培地における菌そうの生育の差から両菌の簡易識別を行った。その結果、供試した3菌株ともベノミル添加培地では、無添加の場合の20%以上の生育が認められたが、ジェットフェンカルブ添加培地では無添加の場合の20%以上の生育は認められなかった。このことから、今回調査した3菌株はいずれもベノミル耐性の*C. gloeosporioides*と推定された（表3）。

2 病原性および防除効果低下の確認

1) 材料および方法

場内圃場「豊水」に、2010年9月9日と22日の2回、アゾキシストロビン10%フロアブル（2000倍）を動力噴霧機で十分量散布した。10月6日（最終散布14日後）に供試樹の果そう葉を採取し、接種に供した。接種には前項で同定を行った3菌株を供試した。

（分生子懸濁液の調整）供試菌株を井手ら（2004）⁴⁾の胞子形成培地に移植し、蛍光灯を照射して25℃で7日程度培養して得られた分生子を、 1×10^5 個/mlに調整して懸濁液とした。

（接種方法）2010年10月6日に各区5葉にハンドスプレーを用いて供試葉の裏面に分生子懸濁液を噴霧接種した後、水道水で湿らせたキッチンタオルを敷いたシール容器内に入れ、25℃の湿室条件で発病を促した。9日後に葉表面で最も多く病斑が見られた直径2cm円内の病斑数を計数し、防除価を算出した。

表2 日田市炭疽病多発地域におけるアゾキシストロピン耐性菌検定結果 (2011年)

圃場No.	アゾキシストロピン耐性菌の発生状況			炭疽病の発病状況			
	圃場No.	調査菌株数	耐性菌数	耐性菌率 (%)	調査品種	調査葉数	発病葉率 (%)
1		16	6	37.5	豊水	200	31.0
2		6	1	16.7	豊水	200	17.0
3		12	6	50.0	豊水	400	87.5
4		6	0	0.0	豊水	200	0.0
5		6	1	16.7	新高	200	62.0
6		10	6	60.0	新高	200	100.0
7		21	5	23.8	豊水	200	76.5
8		3	1	33.3	新高	200	0.0
9		6	0	0	新高	200	0.0
10		6	0	0	豊里	200	100.0
11		15	2	13.3	豊水	早期落葉・甚発生	
12		15	3	20.0	豊水	豊水多発	
13		6	2	33.3	新高	200	100.0
14		6	1	16.7	新高	200	17.0
15		6	2	33.3	豊水	200	82.0
16		6	0	0	新高	200	0.0
17		6	0	0	新高	200	100.0
18		15	1	6.7	豊水	200	100.0
19		6	1	16.7	新高	200	100.0
20		6	0	0	新高	200	0.0
21		6	0	0	新高	200	0.0
22		6	1	16.7	豊水	103	77.7
23		6	2	33.3	豊水	200	100.0
24		6	4	66.7	新高	200	17.5
25		6	1	16.7	新高	200	35.5
26		6	2	33.3	豊水	200	14.0
27		6	1	16.7	豊水	200	58.5
28		6	0	0	豊水	200	0.0
29		6	0	0	豊水	200	0.0
30		6	0	0	豊水	204	30.4
31		6	0	0	豊水	200	35.0
32		6	0	0	豊水	200	100.0
33		6	0	0	新高	200	32.5
34		6	0	0	豊水	200	43.5
35		6	0	0	新高	200	8.5
36		6	0	0	新高	200	31.0
37		6	0	0	豊水	200	18.5
38		6	0	0	新高	200	17.5
39		4	0	0	新高	200	11.5
40		6	0	0	豊水	200	16.0
41		6	0	0	新高	200	0.0
小計		303	49	16.2			
その他	42	11	0	0			
(日田市)	43	9	0	0			
小計		20	0	0			
合計		323	49	15.2			

炭疽病の確認された地域 (日田市)

表3 ベノミルおよびジエトフェンカルブに対する感受性と分生子の形状

菌株	ベノミル1250ppm 培地無添加PDA上 の20%以上生育		ジエトフェンカルブ 625ppm培地無添加 PDA上の20%以上生育		分生子大きさ	形状等
	生育有り	生育なし	生育有り	生育なし		
1-7	○			○	15.0~20.0×5.0~7.5μm (平均16.9×5.4μm)	分生子は無色で両端が丸い円筒形。
3-1	○			○	12.5~18.8×5.0~6.3μm (平均15.5×5.2μm)	菌叢は最初白色、後に中心部分から灰色~灰緑色、裏面は黒色、鮭肉食の分生子塊を形成した。
3-2	○			○	12.5~20.0×5.0~7.5μm (平均16.0×5.8μm)	

2) 結果

3菌株とも無処理区での発病が認められ、病原性が確認された。また、防除効果については、調査葉数が少ないものの、アゾキシストロビン感受性菌の1-7株では防除価が100で優れた効果が得られたのに対し、

3-1株では8、3-2株では66と、感受性菌株と比較して防除効果が低かった（表4）。なお1-7株を供試して、別途行った室内接種試験において、チオファネートメチル水和剤の防除効果が劣ることを確認した（データ省略）。

表4 各菌株を接種した葉でのアゾキシストロビン剤の防除効果

菌株No	アゾキシストロビン10%F（2000倍）				無散布		
	調査葉数	発病葉率（%）	平均病斑数	防除価 ^{c)}	調査葉数	発病葉率（%）	平均病斑数
3-1 ^{a)}	4	75.0	24.8	7.6	5	100.0	26.8
3-2 ^{a)}	5	60.0	5.6	65.5	4	100.0	16.3
1-7 ^{b)}	5	20.0	0.2	99.6	5	100.0	56.8

a) アゾキシストロビン100ppm（SHAM添加）培地での菌糸伸長有り。
 b) アゾキシストロビン100ppm（SHAM添加）培地での菌糸伸長無し。
 c) 防除価は平均病斑数より算出。

IV ベンゾイミダゾール系薬剤に対する感受性検定

今回同定を行った3菌株ともベンゾイミダゾール耐性菌であると推定されたので、県内各産地から採取した菌株を供試し、ベンゾイミダゾールに対する感受性検定を行った。

1 材料および方法

1) 供試菌株

2010~2011年に採取した県内主要産地の7地域96菌株を供試した。ただし、日田市のアゾキシストロビン耐性菌確認地域では、主にアゾキシストロビン耐性菌を選んで供試した。

なお供試した菌株は、別途行ったベノミルおよびジエトフェンカルブに対する感受性調査で、全て*C. gloeosporioides*と推定された（データ省略）。

2) 供試培地

ベノミル水和剤を0.049、0.098、0.195、0.39、100、200、400、800、1600ppm（有効成分濃度）添加および無添加としたPDA培地をペトリ皿に分注したものを使用した。なお、ベノミル水和剤はオートクレーブ殺菌（121℃、15分）の前に添加した。また、0.39ppmで菌そう伸長が認められた菌株については、6.25、12.5、25、50ppmについても調査した。

3) 調査方法

供試菌株をPDA培地で25℃、7日間前培養し、菌そう先端部分を6mmコルクボーラーで打ち抜き、検定培地に置床した。25℃で3日間培養後、菌そう伸長の有無を調査した。検定結果から調査圃場毎に耐性菌出現率を計算し、産地毎の平均値を求めた。

2 結果

検定を行った菌株は、最低菌そう伸長阻止濃度 (MIC) により0.39ppm以下の感受性菌 (S)、25~50ppmの中等度耐性菌 (MR)、400ppm以上の高度耐性菌 (HR) に分類された。また、あわせて前述のアゾキシストロピン耐性菌を (R)、感受性菌を (S) として整理すると

表5のように区分整理できる。県内7地域の主要産地のうち、ベンゾイミダゾール高度耐性菌が確認されたのは杵築市、中津市、日出町および日田市の4産地であった。また、中等度耐性菌は玖珠町、日出町、日田市で確認された。なお日田市で確認されたアゾキシストロピン耐性菌の多くは、ベンゾイミダゾール高度耐性菌であった。

表5 産地別の耐性菌タイプ別出現率

産地	圃場	調査菌株数	圃地別の耐性菌出現率					
			HR ^{a)}		MR ^{a)}		S ^{a)}	
			R	S ^{b)}	R	S ^{b)}	R	S ^{b)}
杵築市	①	3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
	②	3	0.0	66.7	0.0	0.0	0.0	33.3
	平均		0.0	33.3	0.0	0.0	0.0	66.7
玖珠町	①	3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
	②	3	0.0	0.0	0.0	33.3	0.0	66.7
	平均		0.0	0.0	0.0	16.7	0.0	83.3
九重町	①	3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
	②	2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
	平均		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
中津市 山国町	①	3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
	②	2	0.0	50.0	0.0	0.0	0.0	50.0
	③	3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
	平均		0.0	16.7	0.0	0.0	0.0	83.3
日出町	①	3	0.0	33.3	0.0	66.7	0.0	0.0
	②	3	0.0	66.7	0.0	0.0	0.0	33.3
	平均		0.0	50.0	0.0	33.3	0.0	16.7
由布市 庄内町	①	2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
	②	3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
	③	3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
	④	3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
	平均		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
アゾキシストロピン耐性菌確認地域 日田市	①	3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
	②	6	83.3	0.0	0.0	0.0	16.7	0.0
	③	3	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	④	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
	⑤	3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
	⑥	3	0.0	33.3	0.0	0.0	0.0	66.7
	⑦	2	0.0	50.0	0.0	0.0	50.0	0.0
	⑧	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
	⑨	1	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	⑩	8	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	⑪	5	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
平均		43.9	7.6	0.0	0.0	6.1	42.4	
その他地域	①	3	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	②	3	0.0	33.3	0.0	0.0	0.0	66.7
	③	4	0.0	25.0	0.0	0.0	0.0	75.0
	④	2	0.0	50.0	0.0	0.0	0.0	50.0
	⑤	3	0.0	33.3	0.0	0.0	0.0	66.7
	⑥	3	0.0	33.3	0.0	33.3	0.0	33.3
平均		0.0	45.8	0.0	5.6	0.0	48.6	
合計								

a) ペノミル感受性

b) アゾキシストロピン感受性

V 現地における薬剤防除の実態

今回の調査で、アゾキシストロピン耐性菌が日田市の一部地域、またベノミル耐性菌は県内の5産地で発生していることが確認された。そこで耐性菌の発生原因を検討するため、2010年の殺菌剤使用状況を調査した（表6）。ストロビルリン系薬剤の使用回数は、炭疽病の無～微発生圃場では1～3回であったが、耐性

菌発生圃場ではいずれも4～5回と多用されていた。ベンゾイミダゾール系薬剤については、耐性菌確認圃場では混合薬剤として使用された分も含めて1～2回であった。一方、炭疽病の無～微発生圃場（耐性菌未発生）では同じく0～1回で、ベンゾイミダゾール系薬剤単剤での使用はなかった。両者の使用回数に大きな差異は認められなかった。

表6 耐性菌発生圃場における防除実績（2010年）

系統名（混合剤含む）	ベノミル・ストロビルリン 両剤耐性菌発生圃			炭疽病 無～微発生圃		
	日田市			日田市	由布市	九重町
	No.3	No.13	No.44	No.47	No.31	
ストロビルリン系	5	4	5	2	1	3
ベンゾイミダゾール系	1	2	2	0	1	1
ジチアノン	2	3	2	2	4	1
キャプタン	1	1	3	0	2	1
DMI系	3	4	4	4	2	2
イミノクタジンアルベシル酸塩	3	1	4	4	2	1
有機銅	1	2	6	0	3	1
その他	1	5	2	2	1	8
合計	17	22	28	14	16	18
（実防除回数）	14	17	21	12	12	15
アゾキシストロピン耐性菌率	50.0	23.8	66.7	0	0	炭疽病の発生を認めず
ベノミル耐性菌率	100.0	100.0	100.0	未検定	0	

VI 考察

2010～2011年に、県内のナシ主要産地における炭疽病のアゾキシストロピンおよびベノミルに対する感受性検定を行った結果、アゾキシストロピン耐性菌は日田市で、ベノミル耐性菌は九重町、由布市を除く全地域で確認された。

アゾキシストロピン耐性菌の発生は、日田市内の一部地域に限られていたが、その地域内での発生圃場割合は48.8%と高かった。また耐性菌発生圃場におけるストロビルリン系薬剤の使用回数は4～5回であり、未発生圃場の1～3回と比較して多かった。このこと

から、耐性菌発生地域ではストロビルリン系薬剤の連続使用により耐性菌が発生したと考えられた。過去の大分県園芸技術者協議会作成の果樹病害虫防除暦によると、1998年にナシでストロビルリン系薬剤が導入され、13年が経過している。本系統薬剤は無袋栽培ナシの梅雨期～収穫前の基幹防除薬剤であり、炭疽病の他、黒星病、輪紋病、うどんこ病といった病害に対する同時防除効果も高いため、一時期は年間4回の使用になっていた。しかし、他品目でストロビルリン耐性炭疽病菌が確認されはじめた⁵⁾2008年以降は、基幹防除として年2回の使用とされ、年間の総使用回数を3回以内に抑えるよう指導されている（表7）。

表7 果樹病害虫防除暦での薬剤（成分）散布回数

薬剤（混合剤を含む）	1998年	2003年	2008年
ストロビルリン系	1	4	2
ベンゾイミダゾール系	4	1	1
ジチアノン	3	3	4
キャプタン	3	1	2
DMI系	3	3	3
イミノクタジンアルベシル酸塩	1	3	4
有機銅	6	2	2
その他	1	1	1
合計	22	18	19
（実防除回数）	16	16	15

*混合剤や混用使用を含むため、散布回数は重複するものがある

このことから、耐性菌発生リスクが判断出来ない中で、導入当初から使用回数が多くなったこと、また他作物において耐性菌の発生が報告された2008年以降においても、ストロビルリン系薬剤耐性菌の確認圃場では使用回数削減の取り組みが行われなかったことが耐性菌の発生を拡大させた要因と考えられた。

一方、ベノミル耐性菌は、県内の多くの産地で確認され、日田市においては、その多くがアゾキシストロピンにも耐性を示した。ベノミルについては、高度耐性菌、中等度耐性菌ともに存在し、一部圃場では両者が混在していることが明らかになった。

2010年の薬剤の使用実績では、ベノミル耐性菌発生圃場と未発生圃場に大きな差異はなかったことから、過去の使用実績が影響しているものと考えられた。

ベンゾイミダゾール系薬剤は過去にナシ黒星病で耐性菌が確認されており^{3)、10)}、耐性菌発生圃場では代替薬剤による防除が行われ、その後の多用はなかったと思われる。しかし、過去の技術者指導用資料によると、無袋豊水でのベンゾイミダゾール系薬剤(混合剤を含む)の使用回数は、2001年まで年間3~4回程度となっており、黒星病耐性菌が問題とならなかった多くの産地では、比較的最近まで本系統剤の使用回数が多かったと考えられる。これは、チオファネートメチル単剤での使用は削減されてきたものの、本系統剤を含む混合剤が継続使用されていたためである。この背景には黒星病、輪紋病およびうどんこ病といった病害に対して総合的に防除効果が望める代替薬剤が少なかったことがあげられる。なお、翌2002年以降では年間1回の使用とされている。ベンゾイミダゾール系薬剤については防除暦での使用回数が年間1回に削減されて9年が経過するが、使用量を削減しても県内各地に長期間耐性菌が存在し続けているものと考えられた。ナシ黒星病では、ベンゾイミダゾール系薬剤の使用停止後も、耐性菌率の急な変化は起こりにくいとされており⁷⁾、ナシ炭疽病でも同様の傾向があるものと考えられた。

以上から、同一系統薬剤の過度な連用から薬剤耐性菌が発生し、その影響が使用停止後も長期間にわたることが示唆された。今後県内における効率的な病害防除と耐性菌の発生防止のため、新たな防除体系の検討と、継続したモニタリングが必要と考えられた。

Ⅶ 摘 要

大分県の主要産地におけるナシ炭疽病の、アゾキシストロピンおよびベノミルに対する薬剤耐性菌の発生状況を調査(2010~2011年)するとともに、耐性菌の発生と殺菌剤の使用実績との関連について検討した。

1 大分県内の主要7産地で採取したナシ炭疽病菌(*Colletotrichum gloeosporioides*)のアゾキシストロピン剤に対する感受性検定を行った結果、日田市内の20圃場(発生割合48.8%)で耐性菌が確認された。また同様にベノミル剤に対する感受性検定を行った結果、九重町、由布市を除く全産地で耐性菌が認められた。

2 アゾキシストロピン耐性菌発生圃場におけるストロビルリン系薬剤の使用回数は未発生圃場より多かったことから、過度な連用により耐性菌割合が増加したと考えられた。

3 ベノミル耐性菌発生圃場におけるベンゾイミダゾール系薬剤の使用回数は、耐性菌未発生圃場と大きな差はなかったことから、過去に行った連用の影響が長期持続することが示唆された。

4 今後、薬剤耐性菌の蔓延を防止するため、新たな防除対策の検討と、継続的に薬剤耐性菌のモニタリングを実施する必要があると考えられた。

Ⅷ 謝 辞

本研究を行うにあたり、発生実態調査に協力頂いた県内各産地のナシ生産部会をはじめ、振興局の方々、並びに本研究の実施にあたりご助言を賜った農業環境技術研究所の石井英夫博士、取りまとめにあたりご指導を賜った佐賀県上場営農センターの田代暢哉博士に感謝の意を表す。

引用文献

- 1) 深谷雅子・高橋功(2000) : *Colletotrichum acutatum*によるナシ炭疽病の発生,日植病報66:99(講要)
- 2) 深谷雅子(2004) : *Colletotrichum acutatum*によるナシ炭疽病の発生と防除薬剤の検索,日植病報70:184-189
- 3) 平山好見・中尾茂夫・板井隆(1979) : ナシ黒星病菌のチオファネートメチル及びベノミル耐性に関する試験,大分県農業技術センター昭和53・54年度果樹に関する試験成績書114-115

- 4) 井手洋一・田代暢哉（2004）：ナシ炭疽病の効率的な防除体系の確立を目的とした各種殺菌剤の耐雨性、残効性および病原菌接種後の散布による発病抑止性の評価，日植病報70:1-6
- 5) 稲田稔（2008）：ストロビルリン系薬剤耐性イチゴ炭疽病菌 [*Colletotrichum gloeosporioides* (*Glomerella cingulata*)] の発生，日植病報74:114-117（短報）
- 6) 稲田稔（2009）：植物病原菌の薬剤感受性検定マニュアルⅡ，96-99
- 7) 石井英夫・山口昭・草場敏彦（1979）：ナシ黒星病菌のチオファネートメチル剤およびベノミル剤に対する耐性—当該薬剤使用中止後の耐性菌検出割合の推移，日本植物病理學會報 45（4） 551 1979-09-25（講要）
- 8) 金子洋平・梅本清作・竹内妙子（2010）：ナシ炭疽病における罹病落葉および越冬花芽の第一次伝染源の可能性，日植病報76:282-285
- 9) 菊池麻里・小河原孝司・橋本由美・宮本拓也・金本真人・富田恭範（2010）：茨城県におけるイチゴ炭疽病菌の菌種および数種薬剤に対する耐性菌の発生状況，茨城県農業総合センター園芸研究所研究報告 第17号35-42
- 10) 小出 聖・美濃徳明・板井隆（1983）：黒星病耐性菌（チオファネートメチル、ベノミル）の発生密度と年次推移，大分県農業技術センター昭和57・58年度果樹に関する試験成績書84
- 11) 黒澤良平（1912）：梨の炭疽病に就いて（予報），植物学雑誌26:359-360
- 12) 宮崎英一郎（2007）：ナシ炭疽病（葉炭疽）の効率的防除対策，大分県農林水産研究センター安全農業研究所（平成19年度）植物防疫に関する試験成績書 59-63
- 13) 宮崎英一郎（2008）：ナシ炭疽病（葉炭疽）の効率的防除対策，大分県農林水産研究センター安全農業研究所（平成20年度）植物防疫に関する試験成績書 53-58
- 14) 佐藤豊三・森脇丈治（2003）：微生物遺伝資源利用マニュアル（13）多犯性植物炭疽病菌 *Colletotrichum acutatum*
- 15) 田代暢哉・井手洋一・衛藤友紀（2000）：ナシ炭疽病の発生と病原菌のベンズイミダゾール系薬剤耐性について，日植病報66:261-262（講要）
- 16) 田代暢哉・井手洋一（2003）：ナシ炭疽病の多発要因と防除対策，植物防疫57:111-115
- 17) 矢野和孝・石井英夫・深谷雅子・川田洋一・佐藤豊三（2003）：ベンズイミダゾール系薬剤中程度耐性 *Colletotrichum gloeosporioides* によるナシ炭疽病の発生，日植病報69:72（講要）