佐賀県におけるベンズイミダゾール系薬剤および ジエトフェンカルブ剤耐性イチゴ炭疽病菌(*Glomerella cingulata*) の発生と各種薬剤の防除効果

稲田 稔・山口純一郎・古田 明子
(佐賀県農業試験研究センター)

Occurrence of benzimidazole- and diethofencarb-resistant strains of *Glomerella cingulata*, the causal fungus of strawberry anthracnose in Saga Prefecture and the effects of several fungicides. Minoru Inada, Jun-Ichirou Yamaguchi and Akiko Furuta.
(Saga Prefectural Agriculture Research Center, Kawasoe-cho, Saga 840-2205, Japan)

2003～2007年に佐賀県内から採取したイチゴ炭疽病菌 (*Glomerella cingulata*) のベンズイミダゾール系薬剤およびジエトフェンカルブ (D) 剤に対する感受性を調査した。その結果、調査したほとんどの菌株は、ベノミル (B) 剤添加培地で生育し D 剤添加培地で生育しない RS 菌であったが、B 剤添加培地で生育せず D 剤添加培地で生育する SR 菌、および両培地で生育する RR 菌がわずかに検出された。RR 菌に対する EC_{50} 値は、B 剤が 138～756ppm で D 剤が 4～159ppm であり、RS および SR 菌とは感受性が異なる両剤耐性菌と考えられた。感受性が異なる本病菌に対するジエトフェンカルブ・チオファネートメチル水和剤の防除効果を検討した結果、本剤は RS および SR 菌に対し高い防除効果を示したが、RR 菌に対する防除効果はやや劣った。

Key words : benomyl, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Fragaria* × *ananassa*, negatively cross resistant, thiophanate-methyl

緒 言

Glomerella cingulata (Stoneman) Spaulding & Schrenk (不完全世代: *Colletotrichum gloeosporioides* (Penzig) Penzig & Saccardo) によるイチゴ (*Fragaria x ananassa* Duchesne) 炭疽病は、葉や葉柄などに病斑を生じるとともに、クラウン部に侵入して全身萎凋、枯死を起こす (岡山, 1994)。近年、九州地域では、本病による被害が問題となっており、防除対策の確立が求められている。

本病に対し、育苗期の雨よけ栽培は高い発病抑制効果を示すが (稲田ら, 2005; 石川ら, 1989; 岡山, 1994)、育苗期間中に台風の襲来を受ける九州地域での普及は進んでおらず、薬剤防除が防除対策の中心となっている。

このような中、主要薬剤であるアゾキシストロビン剤に対する耐性菌の発生が全国各地で確認され (平山ら, 2008; 稲田ら, 2008; 中野ら, 2006; 尾松・中西, 2007)、その代替薬剤として、ジエトフェンカルブ・チオファネートメチル水和剤 (以下、DT 剤) の利用が拡大している。

ジエトフェンカルブは、ベンズイミダゾール (以下、BZ) 系薬剤耐性菌に対し、特異的に活性を示す負相関交差耐性剤 (藤村, 1994) であり、イチゴ炭疽病に高い防除効果を示す (楠ら, 1992; 奈尾, 2005)。しかし、果菜類灰色かび病菌 (竹内, 1987) やキュウリ褐斑病菌 (伊達ら, 2004) では、既に両剤耐性菌の発生が報告されている。

そこで、2003～2007年に県内から採取したイチゴ炭疽病菌について、DT 剤の両成分に対する感受性を調査するとともに、各種薬剤の防除効果について検討したので、概要を報告する。

実験材料および方法

1. 供試菌株の採取

2003～2007年の8～9月に、県内各地のイチゴ育苗圃場（延べ165カ所）から、発病した葉や葉柄を1圃場当たり3～20試料採取し、表面殺菌後、イプロジオン剤（15ppm）およびフェナリモル剤（5 ppm）を添加した分離用選択培地（稲田ら、2006）に置床した。25℃で10～14日間培養後、培地上に形成された分生子塊から、常法による単胞子分離を行い、1試料につき1菌株の割合で菌株を採取した。

2. ベンズイミダゾール系薬剤およびジエトフェンカルブ剤に対する感受性

BZ系殺菌剤であるベノミル剤（以下、B剤）とジエトフェンカルブ剤（以下、D剤）をそれぞれ10ppmになるようポテトデキストロース寒天（PDA, Difco）培地に添加し、薬剤添加平板培地を作製した。これらの培地に、PDA平板培地で25℃、5日間前培養し、菌糸先端部を直径4 mmのコルクボーラーで打ち抜いた供試菌株の菌そうディスクを、菌そう面が培地に接するように置床した。25℃で3日間培養後、培地上に1 mm以上の菌そう生育が認められる場合を「生育あり（R）」、菌そうの長さが1 mm未満、または生育が認められない場合を「生育なし（S）」と判定し、B剤とD剤に対する感受性をそれぞれRS、SR、RRとして表記した。

さらに、両薬剤添加培地で異なる生育を示した3グループの104菌株（RS：70菌株、SR：19菌株、RR：15菌株）について、B剤、チオファネートメチル剤（以下、T剤）およびD剤の50%生育阻止濃度（以下、EC₅₀値）を0～1,600ppm（16段階）添加PDA培地における培養3日後の菌そう生育から算出した。なお、両試験とも、B剤およびT剤はオートクレーブ前に添加し、3反復で実施した。

3. B剤およびD剤添加培地で生育する菌株の同定

B剤およびD剤をそれぞれ添加した培地で菌そう生育が認められたRR菌36菌株（2005年：5菌株、2006年：14菌株、2007年：17菌株）について、*C. gloeosporioides* および *C. acutatum* を特異的に検出するプライマー（Ishii et al., 1998; Mills et al., 1992; White et al., 1990）を用い、rDNAのITS領域を増幅するPCRにより種の同定を行った。遺伝子の抽出、PCR条件および電気泳動等は、稲田ら（2008）の方法に準じて行い、*C. acutatum* を検出するCaInt 2とITS 4の組み合わせでは500bp付近、*C. gloeosporioides* を検出するCgIntとITS 4の組み合わせでは450bp付近におけるバンドの有無を調査した。

4. 感受性の異なる菌株に対する各種薬剤の防除効果

RR菌、RS菌およびSR菌に対するDT剤、T剤、D剤および他系統薬剤の防除効果を検討した。すなわち、DT剤1,000倍（D：125ppmおよびT：525ppm）、T剤1,333倍（T：525ppm）、D剤2,000倍（D：125ppm）および常用濃度に調整した7種の他系統薬剤を7～8葉期のイチゴ苗（品種「さちのか」、各区15株）に、2008年9月4日および17日の2回、ハンドスプレーで1株当たりそれぞれ約15ml散布した。第1表に示す各菌株の分生子懸濁液（ 1.0×10^5 個/ml）を、第1回散布翌日および第2回散布6時間後の2回、1株当たり15ml噴霧接種し、直ちにビニル袋に入れて一晚温室に保ち感染を促した後、ビニル袋を除去してガラス室で管理した。第2回接種7日後に上位3複葉の9小葉に形成された小黑点病斑数を数えるとともに、14日後に萎凋株数を調査し、次の式によりそれぞれ防除価を算出した。

葉での防除価 = $(1 - \text{試験区の病斑数} / \text{無散布区の病斑数}) \times 100$

株での防除価 = $(1 - \text{試験区の萎凋株率} / \text{無散布区の萎凋株率}) \times 100$

第1表 各種薬剤の防除効果試験に用いたイチゴ炭疽病菌におけるベンズイミダゾール系薬剤およびジエトフェンカルブ剤のMIC値およびEC₅₀値

感受性 ^{a)}	菌株 ^{b)}	採取年度	ベノミル (B)		チオファネートメチル (T)		ジエトフェンカルブ (D)	
			MIC	EC ₅₀	MIC	EC ₅₀	MIC	EC ₅₀
			ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
RR	05-19-1	2005	>1,600	165.0	>1,600	>1,600	>1,600	34.8
RS	96C-1	1996	>1,600	>1,600	>1,600	>1,600	0.78	<0.1
SR	97-8-3	1997	0.39	<0.1	3.12	<0.1	>1,600	108.7

a) ベノミル10ppmおよびジエトフェンカルブ10ppm（いずれも最終濃度）添加PDA平板培地での菌そう生育の有無を示す。

b) 96C-1および97-8-3は佐賀県農業センター保存菌株。

第2表 佐賀県内から採取したイチゴ炭疽病菌 (*Glomerella cingulata*) のベノミル剤およびジエトフェンカルブ剤添加培地における菌そう生育状況

年 度	調査 圃場数	菌株数	検出菌株率 (検出圃場率)					
			RS ^{a)}		SR		SS	
	圃場	菌株	%	(%)	%	(%)	%	(%)
2003	37	228	90.4	(91.9)	9.6	(24.3)	0	0 (0)
2004	30	173	95.4	(100)	4.6	(13.3)	0	0 (0)
2005	31	179	96.1	(96.8)	0	(0)	0	3.9 (3.2)
2006	28	179	88.3	(100)	3.9	(25.0)	0	7.8 (3.6)
2007	39	394	91.1	(97.4)	4.6	(25.6)	0	4.3 (10.3)
合計・平均	165	1,153	91.9	(97.0)	4.8	(18.2)	0	3.3 (3.6)

a) ベノミルおよびジエトフェンカルブ (最終濃度10ppm) をそれぞれ添加した培地上における25℃, 3日間培養後の菌そうの生育状況を示す。アルファベットの左: ベノミル剤, 右: ジエトフェンカルブ剤, R: 1 mm 以上の菌そう生育あり, S: 菌そう生育が1 mm 未満または生育なし。

第1図 ベノミル剤およびジエトフェンカルブ剤添加PDA平板培地におけるイチゴ炭疽病菌 (*Glomerella cingulata*) の菌そう生育状況。左: ベノミル10ppm添加PDA平板培地, 右: ジエトフェンカルブ10ppm添加PDA平板培地, 左上: SR菌, 左下: RR菌, 右上および右下: RS菌, 25℃, 3日間培養。

結 果

1. 県内から分離したイチゴ炭疽病菌のB剤およびD剤添加培地における菌そう生育

2003～2007年に佐賀県内から採取した炭疽病菌1,153菌株のB剤およびD剤添加培地での菌そう生育状況を第2表に示した。RS菌は、毎年ほとんどの圃場から検出され、検出菌株率は88.3～95.4%と極めて高く推移した。また、SR菌は2005年を除いて検出されたが3.9～9.6%と低く、両培地で生育しないSS菌は認められなかった。RR菌は2003および2004年は検出されなかったが、2005年に3.9%と低率ながら (検出圃場率: 3.2%) 初めて検出され、2006および2007年にも7.8および4.3%検出された (第1図)。

2. RR菌の同定

RR菌36菌株について、種特異的プライマーによるPCRを行った結果、*C. gloeosporioides*を検出するプ

ライマーセット (CgInt-ITS4) でのみ、450bp付近に増幅断片が認められ、*C. acutatum*を検出するプライマーセット (CaInt 2-ITS4) では認められなかった (データ略)。また、各菌株はPDA平板培地上で子う殻 (岡山, 1994) を形成した。これらの結果から、供試したRR菌を *Glomerella cingulata* と同定した。

3. 採取したイチゴ炭疽病菌のB剤, T剤およびD剤間における感受性の相互関係

RR菌, RS菌およびSR菌のB剤, T剤とD剤間のEC₅₀値の相互関係を第2図に示した。まず、B剤とD剤とのEC₅₀値の関係において、RS菌70菌株は、対B剤値1,600ppm以上、対D剤値0.1ppm以下で、SR菌19菌株は、対B剤値0.1ppm以下、対D剤値100～1,600ppm以上であり、これらの菌株は両薬剤に対し、それぞれ負相関交差耐性を示した。

一方、RR菌15菌株は、対B剤値138～756ppm、対D剤値4～159ppmであり、対B剤値はRS菌よりも低く、また、対D剤値はSR菌と同程度～やや低く、RSおよびSR菌とは異なる感受性を示した。次にT剤とD剤との関係において、RSおよびSR菌は前述のB剤とD剤間と同様に負交差耐性を示した。また、RR菌の対T剤値はRS菌と同程度であり、対B剤値に比べ高かった。

4. 感受性が異なるイチゴ炭疽病菌に対する各種薬剤の防除効果

RR菌, RS菌およびSR菌に対するT剤, D剤およびDT剤の防除効果を第3表に示した。T剤はSR菌に対し、葉の病斑および萎凋株の発生を抑え、高い防除効果を示した。RS菌に対しては、葉の病斑は抑えたものの、萎凋株の発生を抑制できず、防除効果が低

第2図 イチゴ炭疽病菌のベノミル、チオファネートメチルおよびジエトフェンカルブ間におけるEC₅₀値の相互関係。△：RS菌（70菌株）、□：SR菌（19菌株）、●：RR菌（15菌株）、EC₅₀値が1,600ppm以上の場合は1,600ppm、0.1ppm以下の場合は0.1ppmとして表示。

かった。RR菌に対しても、葉の病斑をある程度抑えたが（防除価：69）、萎凋株の発生を抑制できず（同：0）、防除効果は低かった。

D剤はRS菌に対し、葉の病斑および萎凋株の発生を抑え、高い防除効果を示した。また、SR菌に対しては、葉での効果はやや低かったが、萎凋株の発生を抑制し、防除効果を示した。RR菌に対しても、葉での防除効果は低かったものの（同：10）、萎凋株の発生を抑制し（同：75）、防除効果を示した。

DT剤はRSおよびSR菌に対し、葉の病斑および萎凋株の発生を抑え、高い防除効果を示した。RR菌に対しては、葉の病斑および萎凋株の発生を抑制したものの（同：46および58）、RSおよびSR菌に対する防除効果に比べ劣った。

さらに、RR菌およびRS菌に対する他系統薬剤の防除効果を検討した結果、アゾキシストロビン水和剤（以下、AZ剤）を除く6薬剤は、感受性に関わらず高い防除効果を示した。特に、プロピネブ水和剤およびフルジオキシニル水和剤は、葉の病斑および萎凋株の発生がほとんど認められず、極めて高い防除効果を示した。

一方、AZ剤は、RS菌に対し高い防除効果を示したが、RR菌に対しては防除効果が低かった（防除価：19および50）。供試したRR菌（05-19-1菌株）のAZ

第3表 ベンズイミダゾール系薬剤およびジエトフェンカルブ剤の感受性が異なるイチゴ炭疽病菌（*Glomerella cingulata*）に対する各種薬剤の防除効果

薬 剤 名 ^{a)}	成分 分量	希釈 倍率	RR (05-19-1) ^{b)}		RS (96C-1) ^{b)}		SR (97-8-3) ^{b)}	
			葉の病斑数 ^{c)} (防除価)	萎凋・ 枯死株率 ^{d)} (防除価)	葉の病斑数 ^{c)} (防除価)	萎凋・ 枯死株率 ^{d)} (防除価)	葉の病斑数 ^{c)} (防除価)	萎凋・ 枯死株率 ^{d)} (防除価)
ジエトフェンカルブ・ チオファネートメチル水和剤	12.5 52.5	1,000	25.7 ± 5.1 (46)	33.3 (58)	17.2 ± 4.0 (76)	0 (100)	0.6 ± 0.4 (92)	0 (100)
チオファネートメチル水和剤	70.0	1,333	14.8 ± 2.8 (69)	80.0 (0)	7.5 ± 3.0 (90)	100 (0)	0.8 ± 0.3 (89)	0 (100)
ジエトフェンカルブ水和剤	25.0	2,000	43.1 ± 8.1 (10)	20.0 (75)	21.0 ± 4.6 (71)	6.7 (93)	3.0 ± 0.7 (58)	6.7 (93)
プロピネブ水和剤	70.0	1,000	0.5 ± 0.3 (99)	0 (100)	0.3 ± 0.2 (100)	0 (100)	— ^{e)}	—
ジチアノン水和剤	42.0	1,000	6.6 ± 0.8 (86)	0 (100)	5.5 ± 1.2 (92)	0 (100)	—	—
フルジオキシニル水和剤	20.0	1,000	0.2 ± 0.1 (100)	0 (100)	0.7 ± 0.4 (99)	0 (100)	—	—
有機銅水和剤	35.0	500	3.5 ± 0.6 (93)	6.7 (93)	3.9 ± 0.9 (95)	0 (100)	—	—
イミノクタジナルベシル 酸塩水和剤	40.0	1,000	3.0 ± 1.4 (94)	0 (100)	6.5 ± 1.4 (91)	0 (100)	—	—
キャプタン水和剤	80.0	800	5.1 ± 1.3 (89)	0 (100)	0.5 ± 0.3 (99)	6.7 (93)	—	—
アゾキシストロビン水和剤	20.0	1,000	38.5 ± 7.0 (19)	40.0 (50)	0.6 ± 0.3 (99)	0 (100)	—	—
無散布			47.8 ± 13.6	80.0	71.8 ± 12.3	93.3	7.2 ± 1.7	80.0

a) 散布：2008年9月4日および17日。 b) イチゴ炭疽病菌接種：9月5日および17日（薬剤散布後）。 c) 第2回散布7日後に上位3複葉の小黒点病斑数を調査、平均値 ± 標準誤差。 d) 第2回散布14日後調査。 e) 実施せず。なお、供試品種：さちのか、各区：15株。

剤に対する感受性を SHAM を用いた寒天平板希釈法 (稲田ら, 2009) により調査した結果, ストロビルリン系薬剤に耐性を示した (データ略)。

考 察

2003～2007年に佐賀県内から採取したイチゴ炭疽病菌の B 剤および D 剤に対する感受性を調査した結果, 供試菌株は B 剤の EC_{50} 値が 1,600ppm 以上で D 剤が 0.1ppm 以下の RS 菌, 同 0.1ppm 以下および 100～1,600ppm 以上の SR 菌, 同 138～756ppm および 4～159ppm の RR 菌の 3 つのグループに分類された。楠ら (1992) は B 剤に対するイチゴ炭疽病菌の感受性分布を調査し, MIC 値 0.78ppm 以下を感受性菌, 3,200ppm 以上を耐性菌としている。このことから, 今回の RS 菌は BZ 系薬剤耐性菌, SR 菌は感受性菌と考えられる。

矢野ら (2004) は, イチゴ炭疽病菌と同種のナシ炭疽病菌 (*G. cingulata*) において, B 剤の EC_{50} 値が 1.1～16.3ppm で, D 剤の EC_{50} 値が 210～228ppm の BZ 系薬剤中等度耐性菌の発生を報告している。今回の RR 菌の EC_{50} 値は, B 剤がナシ菌に比べ高く, D 剤はやや低かった。また, 種特異的プライマーを用いた PCR 等の結果から, RR 菌は *G. cingulata* と同定された。

以上の結果から, 今回検出した RR 菌はナシ菌とは感受性が異なる両剤耐性イチゴ炭疽病菌 (*G. cingulata*) であることが明らかとなった。奈尾 (2005) は, 愛媛県内において, B 剤および D 剤の MIC 値が 3,000ppm 以上のイチゴ炭疽病菌を検出しており, 他地域においても, 今回と同様の耐性菌が発生している可能性が考えられる。

感受性が異なる各菌株に対する T 剤, D 剤および DT 剤の防除効果を検討した結果, RR 菌 (T 剤の EC_{50} 値: 1,600ppm 以上, D 剤: 34.8ppm) に対し, T 剤は防除効果を示さなかったが, D 剤は RS 菌 (D 剤の EC_{50} 値: 0.1ppm 以下) に比べ劣るものの防除効果を示し, DT 剤は D 剤と同等の防除効果を示した。これは試験に供した RR 菌 (05-19-1 菌株) に対する D 剤の EC_{50} 値が 34.8ppm であり, SR 菌 (108.7ppm) よりも低かったためであると考えられる。さらに, 今回検出した他の RR 菌 14 菌株の EC_{50} 値も, SR 菌と同程度～低い (4～159ppm) ことから, 現在のところ, DT 剤は RR 菌に対し, RS 菌に比べやや劣るものの, D 剤の作用により防除効果を示すと考えられる。しかしながら, 果菜類灰色かび病菌 (竹内, 1987) では, DT 剤の防除効果の低下を伴う両剤耐性菌の発生が報

告されており, 今後, イチゴ炭疽病菌についても, より耐性程度が高い菌が出現する可能性も考えられるため, 注意が必要である。

また, RR 菌に対する他系統 7 薬剤の防除効果を検討した結果, アゾキシストロビン (以下, AZ) 水和剤を除く 6 種薬剤は RS 菌と同様の高い防除効果を示し, RR 菌発生圃場でも有効と考えられる。一方, 今回供試した RR 菌は AZ 剤との複合耐性菌であることが確認され, 現地での感受性検定においては, AZ 剤も含めた調査が必要と考えられる。

さらに, DT 剤の使用については, 他系統薬剤とのローテーションを基本に, 親株床～育苗初期の本病初発生前までに留めるなど, 耐性菌の蔓延防止を考慮した対応が必要である。また, 基本的な防除対策として, 専用施設で育成された健全親株を使用するとともに, 発病株の早期除去などを合わせて行い, 圃場内の病原菌密度を抑制することも重要である

引 用 文 献

- 伊達寛敬・片岡英子・谷名光治・佐々木静江・井上幸次・那須英夫・粕山新二 (2004) 岡山県におけるチオファネートメチル, ジエトフェンカルブおよびアゾキシストロビンに対するキュウリ褐斑病菌の感受性. 日植病報 70: 10-13.
- 藤村 真 (1994) 負相関交差耐性剤ジエトフェンカルブの作用機構. 日本農薬学会誌 19: S219-228.
- 平山喜彦・川本優理子・松谷幸子・西崎仁博・岡山健夫 (2008) 奈良県における薬剤耐性イチゴ炭疽病菌の発生状況. 関西病虫研報 50: 93-94.
- 稲田 稔・山口純一郎・古田明子 (2005) 雨よけと薬剤の体系散布との組み合わせによるイチゴ炭疽病 (*Glomerella cingulata*) の防除. 九病虫研会報 51: 15-20.
- 稲田 稔・山口純一郎・古田明子 (2006) 灌水および降雨によって飛散した水におけるイチゴ炭疽病菌 (*Glomerella cingulata*) の検出を目的とした選択培地の作成. 日植病報 72: 260 (講要).
- 稲田 稔・石井英夫・Chung, Wen-Hsin・山田智子・山口純一郎・古田明子 (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.
- 稲田 稔 (2009) 植物病原菌の薬剤感受性検定マニュアル II. 日本植物防疫協会: pp. 96-99.
- Ishii, H., S., Iwamoto, K., Nishimura, and M., Fukaya,

- (1998) Comparative studies on fungicide sensitivity and other characteristics in *Colletotrichum* isolated from various plant species. Proceedings of the 1998 Brighton Conference, Pest & Dis.: 529-534.
- 石川成寿・田村恭志・中山喜一・大兼兼三郎 (1989) イチゴ炭疽病の育苗期の雨よけ栽培による防除効果. 関東病虫研報36: 87-88.
- 楠 幹生・三浦 靖・十河和博・都崎芳久 (1992) イチゴ炭そ病に関する研究 第1報香川県におけるイチゴ炭そ病のベノミル耐性菌発生と各種薬剤の効果. 香川農試研報43: 29-35.
- Mills P. R., S. Sreenivasaprasad and A. E. Brown (1992). Detection and differentiation of *Colletotrichum gloeosporioides* isolates using PCR. FEMS Microbiol. Lett. 98, 137-144.
- 中野理子・矢野景子・広田恵介・稲田 稔・石井英夫 (2006) 徳島県で問題となっているイチゴ炭疽病, キュウリ褐斑病における薬剤耐性菌の出現状況. 四国植防研報41: 49 (講要).
- 奈尾雅浩 (2005) 愛媛県におけるイチゴ炭疽病 (*Glomerella cingulata*) に対する薬剤の防除効果. 愛媛農試研報39: 50-59.
- 岡山健夫 (1994) イチゴ炭そ病の病原菌, 発生生態および発病抑制に関する研究. 奈良農試特報35, 41-44.
- 尾松直志・中西善裕 (2007) 鹿児島県におけるアゾキシストロビン剤耐性イチゴ炭疽病菌の発生. 九病虫研報53: 128 (講要).
- 竹内妙子 (1987) 薬剤耐性灰色かび病菌の発生生態と防除対策に関する研究. 千葉農試特報14: 1-75.
- White, T. J., T. Bruns, S. Lee, and J., Taylor, (1990) A guide to methods and applications. In PCR Protocols. Academic Press, San Diego. 315-322.
- 矢野和孝・石井英夫・深谷雅子・川田洋一・佐藤豊三 (2004) ベンズイミダゾール系薬剤中等度耐性ナシ炭疽病菌 [*Colletotrichum gloeosporioides* (*Glomerella cingulata*)] の発生. 日植病報70: 314-319.
- (2009年4月30日受領; 7月2日受理)