

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

菊地麻里・小河原孝司・橋本由美・宮本拓也・金田真人・冨田恭範

Identification of *Colletotrichum* Species Causing Strawberry Anthracnose and Distribution of Fungal Strains Resistant to Some Fungicides in Ibaraki Prefecture

Mari KIKUCHI, Takashi OGAWARA, Yumi HASHIMOTO, Takuya MIYAMOTO, Masato KANEDA and Yasunori TOMITA

Summary

Strawberry anthracnose is caused by *Colletotrichum gloeosporioides* (teleomorph: *Glomerella cingulata*) and *C. acutatum*. Eighty isolates of the pathogen collected from 16 commercial strawberry fields in Ibaraki Prefecture, Japan, were tested for identification by using culture (Satou・koganezawa, 2005) and PCR methods (Ishii *et al.*, 1998). All the isolates were identified as *C. gloeosporioides*. Additionally, a total of 148 isolates collected from 30 commercial strawberry fields were examined for their sensitivity to the fungicides benomyl, diethofencarb and azoxystrobin by using a mycelial growth inhibition method on PDA agar medium and inoculation tests with potted strawberry plants. Every isolate tested was resistant to benomyl and sensitive to diethofencarb. As the result of inoculation tests with five isolates, diethofencarb+thiophanate-methyl showed good control efficacy against the 5 isolates, but this effect was lower than that of propineb. Then, the isolates from 19 of the 30 fields were resistant to azoxystrobin. Azoxystrobin had no effect against the isolates.

キーワード：分類・同定，薬剤耐性，防除，イチゴ，イチゴ炭疽病菌

I. 緒言

近年、茨城県では、イチゴ炭疽病が多発生し問題となっている。本病の病原菌には、主にしおれ症状を起こす *Colletotrichum gloeosporioides* (完全世代名：*Glomerella cingulata*) と、1991年に長崎市で発生した葉枯症状を主とする *C. acutatum* の2種が報告されている(築尾ら, 1992)。しかし、近年、北海道で *C. acutatum* がイチゴにしおれ症状を起こすとの報告がある(三澤ら, 2008)。本県において両菌の発生状況が調査された事例はなく、その分布状況は不明である。しかし、両菌種の判別は病徴のみでは困難であり、さらに、両菌は菌株や培養条件により類似した形態をと

る場合も多く、識別が困難である。両菌種を判別する方法として、佐藤・小金澤(1995)は両菌の薬剤感受性の違いにより、Ishii *et al.* (1998)は両菌に特異的なプライマーを用いたPCR法により判別出来ることを明らかにした。

また、*C. gloeosporioides* では、各種薬剤に対する耐性菌の発生が認められており、特にベノミルやチオファネートメチルを含むベンズイミダゾール系剤に対する耐性菌は、他県の主要なイチゴ産地において高頻度で検出されている(楠ら, 1992; 松尾, 1990; 岡山, 1991; 手塚・牧野, 1989)。また、ベンズイミダゾール系剤および本剤に負の交差耐性を示すN-フェニルカーバメート系剤であるジエトフェンカルブの両剤に

対し感受性が低下した菌株が低率だが認められている(稲田, 2009; 奈尾, 2005)。加えて, アゾキシストロビンに対する耐性菌の発生も報告されている(稲田ら, 2008a)。本県においても, これら薬剤は本病の防除に用いられているため, 感受性の変動には注意を払う必要がある。

そこで, 本研究では, 本県で発生する菌種を調査した。加えてベノミル, ジェトフェンカルブ, アゾキシストロビンに対する薬剤感受性について培地検定法により調査するとともに, これらを成分とする薬剤の防除効果をポット苗を用いた接種試験によって検討したので報告する。

II. 材料および方法

1. イチゴ炭疽病菌の菌種の判別

1) 培地検定法

茨城県内の16圃場から炭疽病の発病株を採取した。クラウン, 葉, 葉柄, ランナーの病徴部と健全部との境界部分から切り取った組織片を有効塩素濃度0.5%の次亜塩素酸ナトリウム水溶液で2~3分間表面殺菌した後, 素寒天平板(WA)培地に置床し, 25°Cで数日間培養して伸長した菌糸の先端部をPDA平板培地に置床した。本培地上に形成した分生子を, 滅菌水に懸濁後, WA培地上に塗抹し, 25°Cで一晩培養した後, 顕微鏡下で単孢子分離して炭疽病菌80菌株を得た。菌株は試験に供試するまで, 1/10濃度のPDA斜面培地上で, 4°Cで保存したものを供試した。

菌種の判別は, 佐藤・小金澤(1995)の方法に準じて行った。供試菌株をPDA平板培地において25°Cで5日間前培養し, 直径4mmのコルクボーラーで寒天ブロックと共に打ち抜いた菌そう先端部をベノミル1,250ppm添加, ジェトフェンカルブ625ppm添加または薬剤無添加の各PDA平板培地に置床した。なお, 使用した薬剤としては, それぞれベノミル50%水和剤(商品名:ベンレート水和剤)およびジェトフェンカルブ25%水和剤(商品名:パウミル水和剤, 住友化学工業(株)より分譲)を用い, ベノミルはオートクレーブ殺菌前, ジェトフェンカルブは殺菌後に約50°Cに冷ました培地に添加した。25°Cで5日間培養した後, 培地上に生育した菌そうの直径を測定し, 薬剤無添加培地に対する生育率を下記の式により算出した。

$Y=A/B \times 100$ 。Yは生育率(%), Aは薬剤添加

PDA培地での菌そう直径(mm), Bは薬剤無添加PDA培地での菌そう直径(mm)を示す。

判定はベノミル添加培地で無添加培地と比較し20%以下の生育率を示す菌株を*C. gloeosporioides*, ベノミル添加培地で20%以上の生育率を示し, ジェトフェンカルブ添加培地で20%以上の生育率を示す菌株を*C. acutatum*とした。また, *C. gloeosporioides*のベンズイミダゾール系剤耐性菌の場合は, ベノミル添加培地で20%以上の生育率を示すが, ジェトフェンカルブ添加培地では20%以下の生育率を示すことで判別した。なお, 検定はいずれの培地とも各菌株においてそれぞれ2反復で行った。

2) PCR法

上述の培地検定法と同様の菌株を供試した。供試菌株をPS液体培地において28°Cで5日間培養し, ガーゼで菌糸を取り除いた後, 室温で10分間, 3,000rpmで遠心分離を行い, 沈殿した分生子の全量をDNA抽出に供試した。DNA抽出はISOPLANT II(ニッポンジーン, 東京)を用いて行った。

PCR反応に供試するプライマーは, 上流に*C. gloeosporioides*を特異的に検出するプライマーCgInt(Mills *et al.*, 1992), または, *C. acutatum*を特異的に検出するCaInt2(Sreenivasaprasad *et al.*, 1996)を, 下流にITS4(White *et al.*, 1990)を用いた。PCR反応液は, DNA抽出サンプル2μLを鋳型として用い, dNTP 0.2mM, 上述の各プライマー0.5μM, Taq DNA polymerase(Promega, USA) 1.25Uになるように混合し, 反応量を20μLとした。PCR反応は94°C×4分の熱変性後, 94°C×1分, 59°C×2分, 72°C×2分を40サイクル行い, 最後の伸長反応を72°C×7分で行った(Ishii *et al.*, 1998)。得られたPCR産物を1.5%アガロースゲルで電気泳動し, エチジウムブロマイドで染色した後, 紫外線照射下でCgIntとITS4の組み合わせでは450bp付近, CaInt2とITS4の組み合わせでは500bp付近のバンドの有無を調査した。なお, 現地から採集した菌株を供試する前に, *C. gloeosporioides*, *C. acutatum*および*Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*の園研保存菌株を用いてプライマーの有効性を確認した。

2. 数種薬剤に対する感受性の検定

1) ベノミルおよびジェトフェンカルブ

炭疽病菌の菌種を判別するのに供試した80菌株に

加え、新たに上述の方法で14圃場から採取した68菌株を供試した。両剤に対する感受性の検定は稲田(2009)に準じて行った。供試菌株をPDA平板培地において、25℃で5日間前培養し、直径4mmのコルクボーラーで寒天ブロックと共に打ち抜いた菌そう先端部をベノミル10ppm添加、ジエトフェンカルブ10ppm添加、薬剤無添加の各PDA平板培地に置床した。なお、使用した薬剤は前述の培地検定の薬剤と同様である。25℃で3日間培養した後、培地上に1mm以上の菌そう生育が認められる場合を耐性菌とし、1mm未満、または生育が認められない場合を感受性菌と判定した。なお、検定はいずれの培地とも各菌株においてそれぞれ2反復で行った。

2) アゾキシストロビン

上述のベノミルおよびジエトフェンカルブの感受性検定と同様の菌株を供試した。本剤に対する感受性検定は稲田ら(2006)の方法に準じて行った。すなわち、供試菌株をPDA平板培地において、25℃で5日間前培養し、直径4mmのコルクボーラーで寒天ブロックと共に打ち抜いた菌そう先端部を、アゾキシストロビン100ppm(商品名:アミスター20フロアブル)添加およびサリチルヒドロキサム酸(SHAM)1,000ppm添加、SHAMのみを添加した各PDA平板培地に置床した。25℃で3日間培養した後、菌糸伸長が見られなかった菌株を感受性菌、SHAMのみを加用したPDA平板培地上の菌そうと同程度に伸長した菌株を耐性菌と判断した。

3. 数種薬剤の防除効果の検討

前述の培地検定において異なる薬剤感受性を示した5菌株について薬剤の防除効果をイチゴポット苗を用いた接種試験により検討した。供試薬剤は、感受性検定で用いた成分または同系統の成分からなるジエトフェンカルブ・チオファネートメチル水和剤(商品名:ゲッター水和剤)1,000倍液とアゾキシストロビン水和剤(商品名:アミスター20フロアブル)2,000倍液とし、対照薬剤としてプロピネブ水和剤(商品名:アントラコール顆粒水和剤)500倍液を用いた。なお、菌株は、2008年に茨城県内で分離した本病原菌である*C. gloeosporioides*のIbCG08002(銚田市A圃場)、IbCG08003(銚田市B圃場)、IbCG08012(水戸市A圃場)、IbCG08005(銚田市C圃場)およびIbCG0810(銚田市G圃場)の計5菌株を供試

した。5菌株ともベノミル耐性菌かつジエトフェンカルブ感受性菌であり、アゾキシストロビンに対してはIbCG08002、IbCG08003、IbCG08012が耐性、IbCG08005、IbCG08010が感受性である。接種には、PS液体培地で振とう培養し、2重のガーゼでろ過した後、分生子を滅菌水に懸濁して作成した分生子懸濁液(1×10⁵個/mL)を用いた。イチゴ5葉期苗(品種‘とちおとめ’)10株に、上記の3薬剤をそれぞれ10mL/株を散布し、24時間経過後、分生子懸濁液5mL/株を噴霧接種した。接種後、ポリ袋で覆って高湿度条件とし、約28℃で3日間静置した後、パイプハウス内で管理した。接種約20日後に炭疽病の発病状況を株別に調査し、指数化して発病度および防除価を下記により算出した。

発病指数は、0:発病を認めない、1:小葉または葉柄にわずかな病斑(10個以内)、2:小葉または葉柄に多数の病斑、3:葉柄の折損、4:株全体の萎ちようまたは枯死。

発病度 = \sum (指数別発病株数 × 指数) × 100 / (4 × 調査株数)。

防除価 = $\{1 - (\text{薬剤処理区の平均発病度} / \text{無処理区の平均発病度})\} \times 100$ 。

Ⅲ. 結果

1. イチゴ炭疽病菌の菌種の判別

1) 培地検定法

本県の16圃場から採取した80菌株のうち66菌株は、薬剤無添加培地と比較し、ベノミル添加培地での生育率が20%以下であった(表1)。また、残りの14菌株についても、ベノミル添加培地では生育率が20%以上で、かつ、ジエトフェンカルブ添加培地ではほとんど菌糸生育を認めなかった。したがって、本検定に供試した80菌株は、すべて*C. gloeosporioides*と判断された。

2) PCR法

プライマーの有効性を確認した結果、*C. gloeosporioides*では、*C. gloeosporioides*を検出するCgIntとITS4のプライマーセットのみでバンドが認められ、*C. acutatum*では*C. acutatum*を検出するCaInt2とITS4のセットでのみバンドが認められたのに対し、*Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*では両プライマーセットでバンドが認められなかったことか

表1 茨城県で採集したイチゴ炭疽病菌の培地検定法およびPCR法による検定結果

採取場所 ¹⁾	供試菌株数	薬剤添加培地における				PCR増幅されたプライマー	
		菌糸生育率別の菌株数 (株) ²⁾				セット別の菌株数 (株) ³⁾	
		Ben:<20%	Ben:>20%	Ben:>20%	Ben:>20%	CgInt+ITS4	CaInt2+ITS4
		—	Die:<20%	Die:>20%			
鉾田市	A	5	5	0	0	5	0
	B	8	8	0	0	8	0
	C	5	3	2	0	5	0
	D	4	3	1	0	4	0
	E	3	3	0	0	3	0
	F	5	4	1	0	5	0
	G	5	4	1	0	5	0
	H	5	5	0	0	5	0
	I	5	4	1	0	5	0
	J	5	3	2	0	5	0
	K	5	5	0	0	5	0
水戸市	5	5	0	0	5	0	
常陸大宮市	5	4	1	0	5	0	
行方市	5	4	1	0	5	0	
稲敷市	5	1	4	0	5	0	
笠間市 (園研)	5	5	0	0	5	0	
合計	80	66	14	0	80	0	

1) 鉾田市のA~Kは採取場所が同一市内で異なることを示す。

2) 菌糸生育率(%) = (薬剤添加PDA培地での菌そう直径 (mm)/薬剤無添加PDA培地での菌そう直径 (mm))。検定は佐藤・小金澤 (1995) に準じた。なお, Benはベノミル添加培地, Dieはジエトフェンカルブを示す。

3) 用いたプライマーCgInt, CaInt2, ITS4はそれぞれ, Mills *et al.* (1992), Sreenivasaprasad *et al.* (1996), White *et al.* (1990) より, 反応条件はIshii *et al.* (1998) より引用した。

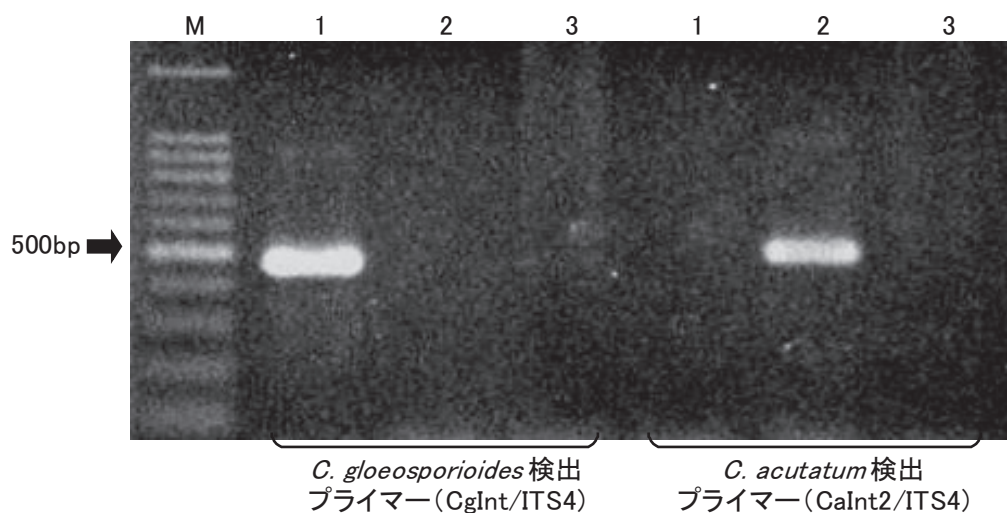


図1 特異的プライマーを用いたPCRによる

Colletotrichum gloeosporioides 及び *C. acutatum* の判別

レーンM: マーカー (100bpラダー)

レーン1: *C. gloeosporioides* (園研保存菌株)

レーン2: *C. acutatum* (園研保存菌株)

レーン3: *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* (園研保存菌株, コントロール)

ら、プライマーの有効性を確認することが出来た（図1）。

このプライマーを用いてPCRを行った結果、茨城県の16圃場から採取した80菌株すべてで、*C. gloeosporioides*を検出するプライマーセットで450bp付近にバンドが認められ、*C. acutatum*を検出するCaInt2とITS4のセットではバンドは認められなかった（表1）。

2. 数種薬剤に対する感受性の検定

1) ベノミルおよびジエトフェンカルブ

30圃場から採取した148菌株すべてが、ベノミル添加培地において、培地上に1mm以上の菌そう生育が認められたことから耐性菌と判定した（表2）。また、ジエトフェンカルブ添加培地ではすべての菌株で菌そう生育が認められなかったことから感受性菌と判定した。

2) アズキシストロビン

30圃場のうち19圃場から分離した炭疽病菌は、アズキシストロビンおよびSHAM加用培地上において、SHAMのみを添加した培地とほぼ同等の菌そう生育が認められたことから本剤耐性菌であった。その他の11圃場から分離した菌株は、殺菌剤添加培地で菌そう生育が認められなかったことから、感受性菌であった。（表2）。

3. 数種薬剤の防除効果の検討

供試した菌株に対する、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価は、53～67であり、対照のプロピネブ水和剤と比べて、やや低い防除効果が認められた（表3）。アズキシストロビン水和剤は本剤耐性菌に対しては、防除効果が認められなかったが、感受性菌に対しては防除価33または71と菌株によりばらつきはあるものの耐性菌と比較し防除価が高かった。

表2 茨城県におけるイチゴ炭疽病菌のベノミル、ジエトフェンカルブ、アズキシストロビンに対する耐性菌の発生状況

採取場所 ¹⁾	供試菌株数 (株)	各薬剤感受性別菌株数 (株) ²⁾						菌株採取年月日	
		ベノミル		ジエトフェンカルブ		アズキシストロビン			
		感受性	耐性	感受性	耐性	感受性	耐性		
鉾田市	A	5	0	5	5	0	0	5	2008年6月13日
	B	8	0	8	8	0	0	8	2008年6月18日
	C	5	0	5	5	0	5	0	2008年6月18日
	D	4	0	4	4	0	0	4	2008年6月18日
	E	3	0	3	3	0	3	0	2008年6月18日
	F	5	0	5	5	0	5	0	2008年6月18日
	G	5	0	5	5	0	5	0	2008年8月19日
	H	5	0	5	5	0	0	5	2008年9月11日
	I	5	0	5	5	0	0	5	2008年9月26日
	J	5	0	5	5	0	0	5	2008年11月5日
	K	5	0	5	5	0	5	0	2008年11月5日
	L	5	0	5	5	0	0	5	2008年11月28日
	M	3	0	3	3	0	0	3	2008年12月9日
	N	5	0	5	5	0	5	0	2008年12月24日
	O	5	0	5	5	0	0	5	2008年12月17日
P	5	0	5	5	0	0	5	2008年12月17日	
Q	5	0	5	5	0	0	5	2009年7月29日	
水戸市	A	5	0	5	5	0	0	5	2008年9月11日
	B	5	0	5	5	0	0	5	2009年6月15日
	C	5	0	5	5	0	5	0	2009年8月28日
	D	5	0	5	5	0	5	0	2009年9月30日
	E	5	0	5	5	0	0	5	2009年9月30日
小美玉市		5	0	5	5	0	5	0	2009年1月20日
常陸大宮市	A	5	0	5	5	0	0	5	2008年10月24日
	B	5	0	5	5	0	5	0	2009年8月18日
行方市		5	0	5	5	0	0	5	2008年6月30日
稲敷市		5	0	5	5	0	0	5	2008年11月6日
筑西市	A	5	0	5	5	0	0	5	2009年2月23日
	B	5	0	5	5	0	5	0	2009年6月23日
笠間市 (園研)		5	0	5	5	0	0	5	2008年4月9日
合計	148	0	148	148	0	53	95		

1) A～Qのアルファベットは採取場所が同一市内で異なることを示す。

2) ベノミルおよびジエトフェンカルブの検定は稲田 (2009) , また、アズキシストロビンの検定は稲田ら (2006) の培地検定法に準じて行った。

表3 各種薬剤のイチゴ炭疽病に対する防除効果

供試薬剤 (希釈倍率)	各菌株に対する防除価 ¹⁾²⁾ および無処理における発病度				
	IbCG08002	IbCG08003	IbCG08012	IbCG08005	IbCG08010
ジエトフェンカルブ・ チオファネートメチル水和剤 (1000倍)	58	53	67	56	63
アゾキシストロビン水和剤 (2000倍)	0	0	0	33	71
プロピネブ水和剤 (500倍)	92	93	100	89	77
無処理区	60	75	45	45	35

1) 接種菌株はいずれも *Colletotrichum gloeosporioides* であり, IbCG08002, IbCG08003 および IbCG08012 はアゾキシストロビン耐性菌で, IbCG08005 および IbCG08010 はアゾキシストロビン感受性菌である。

2) 薬剤散布した24時間後に, 供試菌株の分生子懸濁液 (1×10^5 個/ml) を接種し, 約20日後に発病状況を調査し, 発病度から防除価を算出した。発病指数は, 0: 発病を認めない, 1: 小葉または葉柄にわずかな病斑 (10個以内), 2: 小葉または葉柄に多数の病斑, 3: 葉柄の折損, 4: 株全体の萎ちょうまたは枯死, とし, 発病度 = Σ (指数別発病株数 \times 指数) $\times 100 / (4 \times$ 調査株数), 防除価 = $\{1 - (\text{薬剤処理区の平均発病度} / \text{無処理区の平均発病度})\} \times 100$ を算出した。

IV. 考察

Colletotrichum gloeosporioides と *C. acutatum* は薬剤に対する感受性が異なることが報告されており (松尾ら, 1994), 防除対策を行う上でその判別が重要となる。本研究では, 供試した80菌株の全てが, 培地検定法 (佐藤・小金澤, 1995) および PCR 法 (Ishii *et al.*, 1998) により *C. gloeosporioides* であることが強く示唆された。今回の調査では認められなかった, *C. acutatum* による炭疽病は, これまでに, 岩手 (河野・木曾, 1990), 栃木 (石川ら, 1992), 静岡 (秋田, 1992), 佐賀 (築尾・小林, 1992) および長崎 (築尾ら, 1992) で発生が確認されているが, その後, 全国のイチゴ産地での大きな被害は報告されていない。*C. acutatum* による炭疽病の被害が一部にとどまっている原因については明らかではない。本県においても今後発生が拡大する可能性はあるものの, 現時点での炭疽病の防除対象となる病原菌は *C. gloeosporioides* が主体になると考えられた。

さらに, 本県における炭疽病菌の数種薬剤に対する感受性を検討したところ, 本検定で供試した148菌株すべてがベンズイミダゾール系薬剤耐性, かつ, ジエトフェンカルブ感受性であった。奈尾 (2005) によると, 従来, ベノミル水和剤は本病に対して優れた効果を示していたが, 耐性菌が優占化した2003年時点での防除効果は低下していた。本県においても, 本剤は根部浸漬等で萎黄病防除も兼ねて使用されているが, 今回

の結果から本病に対する効果は期待できないと考えられた。一方, この耐性菌に対してジエトフェンカルブ・チオファネートメチルはプロピネブには及ばないものの防除効果を示した。ベンズイミダゾール系薬剤とジエトフェンカルブは負の交差耐性を示すことから, 本県において, この混合剤は耐性菌に対しても有効と考えられた。しかし, 近年, 他県において両剤に耐性を示す菌株の発生が認められている (稲田, 2009; 奈尾, 2005)。今回の結果では, そのような菌株の発生は認められなかったが, 本混合剤の使用には十分注意を払う必要がある。

また, アゾキシストロビンに対する耐性菌も高頻度で検出され, この耐性菌に対する本剤の接種試験による防除効果も低下していた。稲田 (2008b) によると, 佐賀県において, 本耐性菌は2003年に初確認以降, 2007年まで高頻度で検出されていた。同報告と同様に本研究においても, 薬剤の使用状況が明らかとなっていないため, 耐性菌がどのような散布体系の中で発生しているのかは不明である。しかし, アゾキシストロビン等の QoI 剤は耐性菌発生リスクが高い剤であること (Keith・Derek, 2007) キュウリうどんこ病菌やべと病菌 (Ishii *et al.*, 2001), 褐斑病菌 (伊達ら, 2004), ナスすすかび病 (矢野・川田, 2003) など各種病原菌においてもやはり高頻度で耐性菌が検出されていることを考慮すれば, イチゴ炭疽病菌においても耐性菌の発生には同剤の連用等の不適切な使用が直接関与しているとは考えづらく, QoI 剤を適切に使用し

たとしても耐性菌の密度の急増につながると考えられる。したがって、本研究において耐性菌が検出された圃場はもちろん、検出されなかった圃場においても本剤の使用には注意が必要である。

イチゴの育苗期間は3ヶ月以上を要し、この間、炭疽病防除に多くの薬剤散布が行われている。各種薬剤への耐性菌が認められており、薬剤防除のみに頼るだけでは、本病を防ぐことは困難である。育苗方法も含めた効果的な防除法を確立する必要がある。

V. 摘要

茨城県における、*Colletotrichum gloeosporioides* と *C. acutatum* の発生状況を培地検定法（佐藤・小金澤, 1995）およびPCR法（Ishii *et al.*, 1998）により検討した。その結果、16圃場から採集した全80菌株が *C. gloeosporioides* であり、*C. acutatum* は確認されなかった。さらに、本県における *C. gloeosporioides* の数種薬剤に対する感受性を培地検定を用いて調査するとともにその防除効果をイチゴポット苗を用いた接種試験で検討した。培地検定の結果、30圃場から採取した148菌株すべてがベンズイミダゾール系剤耐性菌、かつ、ジエトフェンカルブ感受性菌であった。これらの菌株のうち5菌株について、接種試験を行ったところ、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はプロピネブ水和剤に比べやや劣るが、効果が認められた。また、アゾキシストロビン水和剤に対する耐性菌は、30圃場のうち19圃場で認められ、耐性菌に対し、本剤の防除効果は認められなかった。

謝辞 本研究を行うにあたり、佐賀県農業試験研究センター稲田稔特別研究員にご指導ご助言をいただきました。ジエトフェンカルブ水和剤は住友化学工業（株）より分譲いただきました。また、各地域農業改良普及センターのみなさまには、イチゴ炭疽病菌の採集にあたり、多大なご協力を頂きました。ここに心より感謝申し上げます。

引用文献

1. 秋田滋 .1992. 静岡県のイチゴから分離された炭そ病菌の性質 . 関東病虫研報 .39 : 135-136.
2. 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・粕山信二 .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及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.
3. 稲田稔・山田智子・石井英夫 .2006. イチゴ炭疽病菌 (*Glomerella cingulata*) のアゾキシストロビン剤耐性検定 . 日植病報 .72 (4) : 260 (講要) .
4. 稲田稔・石井英夫・Chung, Wen-Hsin・山田智子・山口純一郎・古田明子 .2008a. 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.
5. 稲田稔・山口純一郎・古田明子 .2008b. 佐賀県におけるストロビルリン系剤耐性イチゴ炭疽病菌 (*Glomerella cingulata*) の発生推移 . 日植病報 .74(3) : 270 (講要) .
6. 稲田稔・山口純一郎・古田明子 .2009. 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 . 九病虫研報 .55 : 31-36.
7. Ishii, H., Iwamoto, S., Nishimura, K., and Fukaya, M., 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.
8. Ishii, H., Fraaije, B. A., Sugiyama, T., Noguchi, K., Nishimura, K., Takeda, T., Amano, T. and Hollomon, D. W., 2001. Occurrence and molecular characterization of strobilurin resistance in cucumber powdery mildew and downy mildew. Phytopathology. 91 : 1166-1171.
9. 石川成寿 .1992. 栃木県で発生した *Colletotrichum acutatum* Simmonds によるイチゴ炭そ病 . 関東病虫研報 .39 : 129-133.
10. 河野敏郎・木曾皓 .1990. 岩手県下で発生したイチゴ炭そ病菌の2,3の性質 . 関東病虫研報 .37 : 115-116.
11. Keith, J. B. and Derek, W. H., 2007. Fungicide Resistance in Crop Pathogens : How can it be managed?. pp.23-27. CROPLIFE INTERNATIONAL, Belgium.
12. 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.
13. 松尾和敏 .1990. 長崎県におけるイチゴ炭そ病の性状と同定. 九病虫研報 .36 : 41-45.
14. 松尾和敏・管康弘・中須賀孝正 .1994.*Colletotrichum acutatum* によるイチゴ炭そ病の薬剤防除法. 九病虫研報 .40 : 17-21.
15. Mills,P.R.Sreenivasaprasad,S. and Brown,A.E..1992. Detection and differentiation of *Colletotrichum gloeosporioides* isolates using PCR.FEMS Microbiol.Lett.98 : 137-144.
16. 三澤知央・柏森美如・堀田治邦 .2008.*Colletotrichum acutatum* による萎凋性のイチゴ炭疽病の発生. 日植病報 .74 : 82 (講要) .
17. 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.
18. 岡山健夫 .1991. ベノミル剤耐性イチゴ炭そ病菌の出現とその対策, 関西病虫研報 .33 : 15-19.
19. 佐藤豊三・小金澤硯城 .1995. 日本産 *Colletotrichum acutatum* の *Colletotrichum gloeosporioides* 類似菌株と両種の判別法. 日植病報 .61 : 619-620 (講要) .
- 20.Sreenivasaprasad,S.,Sharada,K.,Brown,A. E.and Mills,P.R..1996.PCR-based detection of *Colletotrichum acutatum* on strawberry.Plant Pathol.45 : 650-655.
21. 手塚信夫・牧野孝宏 .1989. イチゴ炭そ病の発生様相と防除. 関東東山病虫研報 .36 : 92-94.
22. 築尾嘉章・小林紀彦 .1992. イチゴから分離された *Colletotrichum acutatum* に類似する炭そ病菌. 日植病報 .58 : 114 (講要) .
23. 築尾嘉章・小林紀彦・松尾和敏・太田孝彦 .1992. イチゴ葉枯炭そ病 (新称) 菌の分類学的検討. 日植病報 .58 : 554 (講要) .
- 24.White T.J.,Bruns T.D.,Lee S.,and Taylor J.T..1990. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. PCR protocols : a guide to methods and applications.315-322.Academic Press.U.K..
25. 矢野和孝・川田洋一 .2003. ストロビルリン系薬剤耐性ナスすすかび病菌の発生. 日植病報 .69 : 220-223.