

アゾキシストロビン系薬剤耐性イチゴ炭疽病菌の発生状況と防除対策

奈良県農業総合センター 平山喜彦

はじめに

近年、全国的に *Glomerella cingulata* (不完全世代 *Colletotrichum gloeosporioides*) によるイチゴ炭疽病の被害が拡大して問題となっている。本病の被害はイチゴ育苗期の7、8月に大きく、その症状は茎葉だけではなく、クラウン部にも感染して萎凋枯死を引き起こす。そのため、本病が多発した育苗圃場では、本圃へ定植する苗の確保が難しくなる。また、育苗期に潜在感染した苗が本圃へ定植されると、その後枯死が多く、苗の植え替え作業による労力負担だけでなく精神的なダメージも大きい。

本病の防除対策は、雨よけ育苗、隔離育苗等の効果が高く、奈良県内において普及しているが、同時に定期的な薬剤散布も必須となっている。イチゴ炭疽病に薬剤登録のある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）は、イチゴ炭疽病に対する防除効果が高く、うどんこ病および灰色かび病との同時防除が可能であることから、重要な防除薬剤に位置づけられてきた。しかし、本剤は我が国において1998年にウリ類うどんこ病で耐性菌が報告されて以来、多くの野菜や果樹の病原菌で耐性菌が確認されており（石井、2009），イチゴ炭疽病での発生が懸念されていた。このような状況の中、2003年に佐賀県において分離されたイチゴ炭疽病菌が本剤に対し耐性菌であることが報告され（稲田ら、2008），その後、四国地方でも確認された（中野ら、2006）。

そこで、奈良県内での本剤耐性菌の発生状況を把握するため、2005～07年の3か年に分離した93菌株について調査した。また、その対策として保護殺菌剤を主体とした薬剤防除体系について検討したので紹介する。

Occurrence of Azoxyxstrobacin-Resistant Isolates of *Glomerella cingulata*, the Causal Fungus of Strawberry Anthracnose, and Control Measures against the Disease in Nara Prefecture. By Yoshihiko HIRAYAMA

(キーワード：イチゴ炭疽病、薬剤耐性菌、アゾキシストロビン剤)

I 奈良県内におけるアゾキシストロビン系薬剤耐性菌の発生状況

1 薬剤感受性検定方法

1) 平板培地を用いた検定

2005～07年に県内11市町村において、延べ51育苗圃場の発病株の異なる病斑から分離したイチゴ炭疽病菌93菌株について、アゾキシストロビンに対する平板培地を用いた感受性検定を行った。また、これまで県内で耐性菌の発生が確認されているベノミルと、その負の交差耐性を示すジエトフェンカルブについても、防除薬剤を検討するため併せて調査した。ポテトデキストロース寒天培地（以下PDA培地）上で伸長させた菌そう周縁部をコルクボーラー（径4mm）で打ち抜いて、各薬剤100ppmを添加したPDA培地上に置床した。ただし、アゾキシストロビン添加PDA培地では、Alternative oxidase (AOX) による代替呼吸系が働いて感受性菌でも菌糸生育することが知られているため、今回の検定培地では、薬剤とともにAOX阻害剤であるサリチルヒドロキサム酸1,000ppmを添加した。感受性検定の判定は、25℃で3日間培養後に菌糸伸長が認められた菌株を耐性菌とした。

2) 生物検定

培地検定において耐性菌と判定された菌株について、ポリポット（径9cm）に鉢上げしたイチゴ‘アスカルビー’の苗を用いて同剤に対する防除効果を調査した。アゾキシストロビン水和剤の2,000倍液をハンドスプレーを用いてポット当たり10ml散布し、薬液が乾いた後、PS液体培地で培養したイチゴ炭疽病菌の分生子液約 10^6 個/mlを苗に噴霧接種し、ビニール袋に入れて25℃、温室条件下で静置した。1週間後に次の方法で発病を程度別に調査して発病度を算出した。

・発病程度

0：発病なし、1：葉に汚斑状の感染斑が認められる、2：複葉1枚で病斑が認められる、3：複葉2枚で病斑が認められる、4：複葉3枚で病斑が認められる、5：萎凋、枯死。

$$\text{発病度} = \{\Sigma (\text{指数} \times \text{程度別発病株}) / (5 \times \text{調査株数})\} \times 100$$

表-1 奈良県におけるイチゴ炭疽病薬剤耐性菌の発生状況^{a)}

市町村名	調査圃場数 ^{b)}	分離菌株数	アゾキシストロビン剤		ベノミル剤		ジエトフェンカルブ剤	
			耐性菌数	耐性菌率(%)	耐性菌数	耐性菌率(%)	耐性菌数	耐性菌率(%)
大和郡山市	4	5	3	60.0	4	80.0	1	20.0
天理市	15	26	18	69.2	18	69.2	8	30.8
橿原市	7	11	5	45.5	5	45.5	6	54.5
五條市	5	9	6	66.7	7	77.8	2	22.2
香芝市	2	4	4	100.0	4	100.0	0	0.0
平群町	5	16	16	100.0	16	100.0	0	0.0
安堵町	1	2	2	100.0	2	100.0	0	0.0
田原本町	5	8	8	100.0	8	100.0	0	0.0
明日香村	5	8	6	75.0	6	75.0	2	25.0
広陵町	2	3	2	66.7	3	100.0	0	0.0
高取町	1	1	1	100.0	1	100.0	0	0.0
合計	52	93	71	76.3	74	79.6	19	20.4

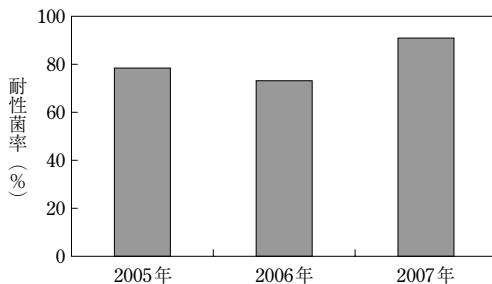
^{a)} 2005～07年の分離菌を供試。^{b)} 3か年のべ圃場数。

図-1 奈良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率の年次推移

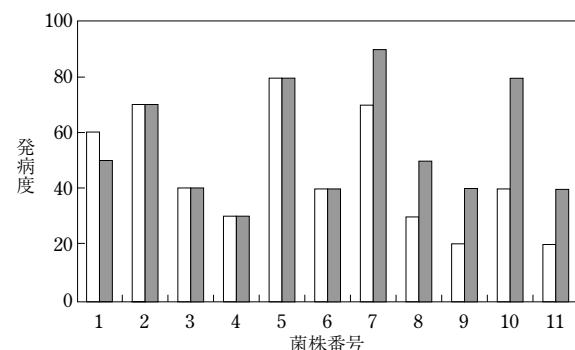


図-2 アゾキシストロビン耐性炭疽病菌株に対する同剤処理の発病程度

□：アゾキシストロビン水和剤（×2000）処理。
■：無処理。

2 耐性菌の発生状況

今回の検定により、奈良県内では2005年の時点ですでに本剤の耐性菌が発生し、さらに、ほぼ全域に拡大していたことが明らかになった（表-1、図-1）。また、培地法による検定で薬剤耐性を示した菌株は、イチゴ苗を用いた生物検定において薬剤無処理区と同等に発病することが多かったこと（図-2）から、生産圃場でも防除効果が著しく低下していると推察された。このため、関係機関や生産者に本情報を提供し、本病に対してアゾキシストロビン水和剤の使用を控えるように指導した。

一方、本県でのベノミル耐性菌の発生は、1991年に初めて確認されたが、現在でも高い割合で耐性菌が分布していることが確認された（表-1）。また、すべての供試菌株でベノミルとジエトフェンカルブとの間には負の交叉耐性が維持されていた。これらから県内ではチオフアナートメチルとジエトフェンカルブの混合剤（商品

名：ゲッター水和剤）による防除効果が期待できると考えられた。

II 薬剤体系防除試験

1 有効薬剤の検索

1) 予防効果の高い殺菌剤

アゾキシストロビン耐性菌の発生が県内で確認されたことから、本剤を使用しない薬剤防除体系の確立が必要となった。また、治療効果の高い殺菌剤は、現在効果が安定していても、今後耐性菌の発生が懸念される。そのため、耐性菌発生のリスクが低い保護殺菌剤を主体とした防除体系を確立することとし、まず初めに予防効果の高い殺菌剤を選定しようとした。

供試殺菌剤は、イチゴ炭疽病に登録のある8剤を登録濃度で用いた。薬効評価は、イチゴ小葉への本菌の感染率を調査する以下の簡易法(平山ら, 2008)で行った。イチゴの完全展開葉を水を入れた三角フラスコ(200 ml容)に挿し、クロマト用噴霧器を用いてイチゴ小葉当たり各薬剤を3 ml散布した。炭疽病菌の接種は、薬剤散布1日後に小葉当たり 5×10^5 胞子/ml濃度の分生子懸濁液3 mlを噴霧し、接種葉を水挿しした状態でプラスチック容器に入れて25°C、温室条件下で7日間静置した。その後、イチゴ葉からリーフディスクを作製し、イチゴ炭疽病菌選択培地(岡山ら, 2007)に置床し、28°C、4日間培養後、リーフディスクの感染率を求めた。

その結果、イミノクタジンアルベシル酸塩水和剤、プロピネブ水和剤、マンゼブ水和剤は、処理葉から炭疽病菌は検出されず、高い感染抑制効果が認められた(図-3)。感染率はこれらに次いで、アズキシストロビン水和剤、有機銅、ジチアノン水和剤、ジエトフェンカルブル・チオファネートメチル水和剤、ビテルタノール水和剤処理の順に高くなり、特にビテルタノール水和剤処理は無処理と変わらず、その効果が認められなかった。これらの結果から、イミノクタジンアルベシル酸塩水和剤、プロピネブ水和剤、マンゼブ水和剤は、優れた予防効果を有しており、体系防除薬剤として有望であると考えられた。

2 残効性の高い殺菌剤

イチゴ育苗期の水管理は頭上灌水で行われることが多いため、薬剤は耐雨性などの残効性が求められる。そこで、薬剤処理後の経過日数と炭疽病菌感染率との関係を

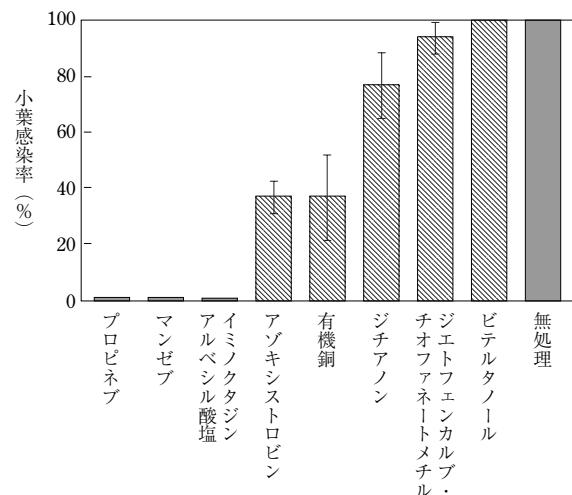


図-3 各種殺菌剤の感染前処理におけるイチゴ小葉への炭疽病菌の感染率
垂線は標準偏差を示す(n=3)。

調査した。供試した薬剤は予防効果の高かった3剤を用いた。薬剤処理は、ハンドスプレーを用いてイチゴ株当たり20 mlを散布した。処理したイチゴ株は、雨よけハウスにおいてスプリンクラー灌水(10分・3回/日)あるいは底面給水で管理した。散布直後と5, 12, 19日後に完全展開葉を採取して水差しし、小葉当たり 10^5 胞子/mlの分生子懸濁液を3 ml噴霧接種した。接種後は、1)と同様にして感染率を調査した。

その結果、スプリンクラー灌水において、プロピネブ水和剤、マンゼブ水和剤処理は、散布5日後までイチゴ葉への感染が認められなかつたが、イミノクタジンアルベシル酸塩水和剤では感染が認められた(図-4)。散布19日後では、プロピネブ水和剤散布葉の感染率が最も低く、次いでマンゼブ水和剤、イミノクタジンアルベシル酸塩水和剤の順に感染率が高くなつた。このことから、プロピネブ水和剤、マンゼブ水和剤は、予防効果とともに耐雨性も優れていると考えられた。一方、イミノクタジンアルベシル酸塩水和剤の感染率は、他の薬剤と比較して底面給水区では低いが、スプリンクラー灌水区では高いことから、耐雨性が劣ると考えられた。そのため、本剤の使用に際しては、雨よけ条件下で薬剤散布間隔を短くするなどの対策により薬剤効果が発揮されると考えられた。

2 薬剤防除体系

次に、予防効果の高い殺菌剤を用いた体系防除の有効性を検証した。試験は、県内で導入されている雨よけ施

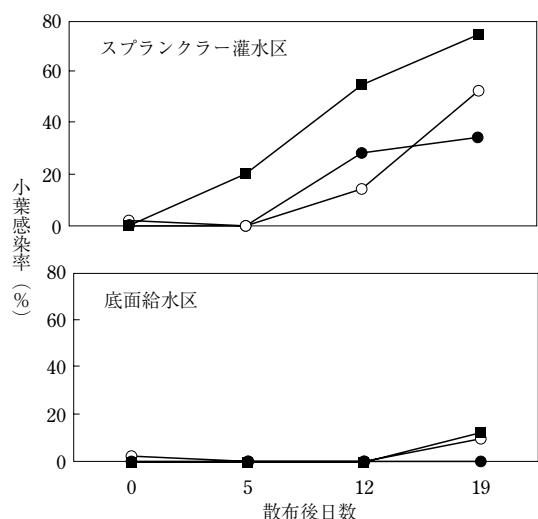


図-4 各種殺菌剤処理したイチゴ小葉への炭疽病菌の感染率と灌水方法との関係
●: プロピネブ, ○: マンゼブ, ■: イミノクタジンアルベシル酸塩。

設オガクズベンチでの無仮植育苗で、灌水をチューブ灌水で行った。薬剤処理は、保護殺菌剤体系防除区として、II. 1. 1)の試験において感染阻止効果の高かったプロピネブ水和剤、マンゼブ水和剤、イミノクタジンアルベシル酸塩水和剤の3剤を、比較対照として、感染後の薬剤処理で効果が認められた（データ省略）ジエトフェンカルブ・チオファネートメチル水和剤、アゾキシストロビン水和剤、イミノクタジンアルベシル酸塩水和剤の3剤を用いた治療殺菌剤体系防除区を設けた。2006年6月9日にイチゴ親株（品種：アスカルピー）を50cm間隔で定植した。薬剤散布は、7月28日から9月15日に保護殺菌剤もしくは治療殺菌剤を、それぞれ1週間または2週間間隔でローテーション散布した。無処理区は薬剤散布を行わなかった。接種は8月7日および10日の2回、 5×10^5 個/mlに調整した分生子懸濁液を親株当たり5ml噴霧した。なお、接種菌株は、チオファネートメチルに対しては耐性であり、アゾキシストロビンおよびジエトフェンカルブに対しては感受性の菌株を用いた。9月21日に発病調査を行い、次式により発病度を算出した。

・発病程度

0：発病なし、1：葉に汚斑状の感染斑が10個未満認められる、2：葉に汚斑状の感染斑が10個以上認められる、3：葉柄に病斑が認められる、4：萎凋、枯死。

$$\text{発病度} = \{\sum (\text{指数} \times \text{程度別発病株}) / (5 \times \text{調査株数})\} \times 100$$

その結果、保護殺菌剤体系防除区は、治療殺菌剤体系防除区に比べて発病株率および発病度が低く、防除効果が高かった（図-5）。以上から、育苗期におけるイチゴ炭疽病の防除には保護殺菌剤主体による体系防除の効果が高く、雨よけ育苗と組み合わせることにより防除効果が高まると思われた。

III 現地における薬剤防除と病害の発生

薬剤試験の結果から、生産現場においても保護殺菌剤主体による体系防除の導入が有効と考えられる。しかし、生産現場では、本病の発生や潜在感染株がなく保護殺菌剤による防除効果を十分に發揮できる場合もあれば、既に本菌に感染して発病している場合など様々である。そのため、現地での体系防除には保護殺菌剤だけではなく、状況に応じて治療殺菌剤も併用している。とはいっても、保護殺菌剤を主体にし、耐性菌の発生リスクの高い治療薬剤の使用をできるだけ少なくする防除体系には変わりない。

そこで、現地での薬剤防除は、次の方法を指導してい

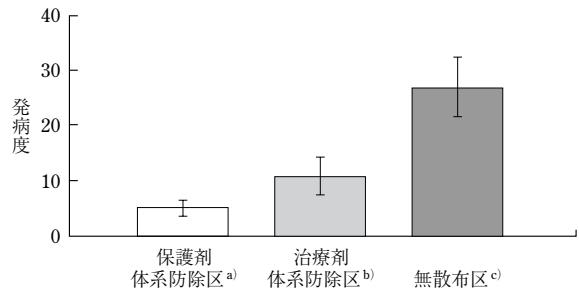


図-5 薬剤の体系防除がイチゴ炭疽病の発病程度に与える影響

a)：プロピネブ顆粒水和剤、マンゼブ水和剤、イミノクタジンアルベシル酸塩水和剤を7日間隔でローテーション散布。b)：アゾキシストロビン水和剤、ジエトフェンカルブ・チオファネートメチル水和剤、イミノクタジンアルベシル酸塩水和剤を7日間隔ローテーション。c)：薬剤無散布。垂線は標準偏差を示す（n=2）。

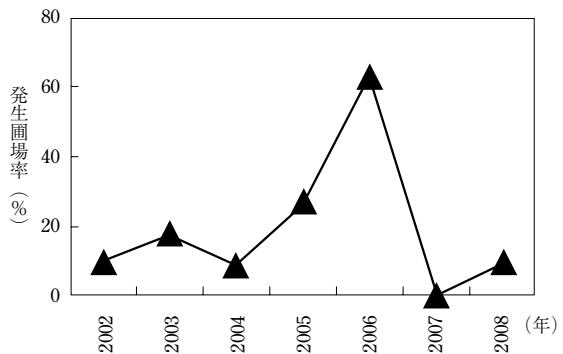


図-6 奈良県内における本圃のイチゴ炭疽病菌の発生推移（9月）

る。今回の試験で予防効果および耐雨水性の高かったプロピネブ水和剤とマンゼブ水和剤を基幹薬剤とし、イチゴ育苗期の全期間を通じて、交互に約2週間間隔で散布する。親苗定植から6月までは、これら2薬剤を使用し、7月以降の台風など強い風を伴う降雨後や葉かきとランナー整理後には、胞子飛散や傷口からの感染リスクが高まるため、これら薬剤に加えてイミノクタジンアルベシル酸塩水和剤やフルジオキソニル水和剤などを短い散布間隔で使用する。さらに、育苗中に本病の発生を確認した場合には、まず2次感染を防ぐため、発病株と感染が疑われるその周辺株をビニールで覆って遮断する。その上で、治療効果の高いチオファネートメチル・ジエトフェンカルブ水和剤を散布する。その結果、ここ2か年の7、8月の降雨量が比較的少なかったことなども影響していると考えられるが、本県において本体系防除を実施

してから本病の発生は激減している(図-6)。

おわりに

本病の発病は薬剤のみで抑えることは難しいため、現場では雨よけ育苗、隔離育苗などの耕種的な防除技術を併用することが欠かせない。また、汚染親苗が定植されると保護殺菌剤だけでは効果が低いため、本県では生産者の親苗を育成している原親苗増殖圃場において、遺伝子診断による親苗検定を導入することで無病親苗の供給するシステムを構築しつつある。このような防除技術を実施することで、今回紹介した保護殺菌剤による体系防

除の効果がさらにいっそう高まるものと考えている。

最後に、(独)農業環境技術研究所石井英夫博士および佐賀県農業試験研究センター稲田稔氏には、アゾキシストロビン剤の感受性検定法についてご教示いただいた。この場をお借りして御礼申し上げる。

引用文献

- 1) 平山喜彦ら (2007) : 関西病虫研報 50:93 ~ 94.
- 2) _____ら (2008) : 奈良農総七研 39:25 ~ 30.
- 3) 稲田 稔ら (2008) : 日植病報 74:114 ~ 117.
- 4) 石井英夫 (2009) : 第19回殺菌剤耐性菌研究会シンポジウム講要集: 62 ~ 69.
- 5) 中野理子ら (2006) : 四国植防研 41:49 ~ 50.
- 6) 岡山健夫ら (2007) : 日植病報 73:155 ~ 161.

!新刊!

新版 農薬用語辞典

農薬用語辞典

社団法人日本植物防疫協会

社団法人 日本植物防疫協会 編

菊判 416ページ

価格: 5,250円 (税込)

◆ 農薬関連用語873種類について各分野の専門家が詳しく解説しました。

内 容: 環境、毒性、製剤・施用法、分析、法令、行政、国際、殺虫剤、殺菌剤、除草剤、植調剤、生物農薬、栽培等に関連する用語

付 錄: 1) 農薬の形態分類・規格等
2) 各種単位表
3) 国内外の農薬関係機関・団体等の名称(和名・英名)
4) 農薬関連用語(和: 2,929語、英: 3,586語)の対訳表

お問い合わせとご注文は

社団法人 日本植物防疫協会 出版情報グループ 〒170-8484 東京都豊島区駒込1-43-11

郵便振替口座 00110-7-177867 TEL 03-3944-1561 FAX 03-3944-2103

ホームページ: <http://www.jppa.or.jp/> メール: order@jppa.or.jp