

オウトウ灰星病菌 *Monilinia fructicola* の ジカルボキシイミド剤耐性菌の出現

北海道立総合研究機構 十勝農業試験場 ^{かや}栢 ^{もり}森 ^み美 ^{ゆき}如

はじめに

北海道のオウトウ生産は栽培面積 581 ha (2013 年現在) で全国の 12% を占め、山形県に次いで 2 番目である。梅雨がなく裂果が少ないため市場からの評価が高く、重要品目として位置付けられている。しかし、生産量は年次変動が激しく、冬期間の凍害により樹が痛みやすいこと、開花期の悪天候による結実不良、そして果実に発病する病害が減収の大きな要因となっている。なかでも灰星病が重要病害であり、本病を中心に防除体系が組み立てられている。

北海道各地で灰星病が多発した 2010 年は、5 月下旬～6 月上旬にかけて低温多湿といった発病に好適な気象条件であったが、加えて防除薬剤の効果低下も疑われたため、薬剤感受性検定を実施した。

北海道における灰星病防除は 6～8 回行われるが、特に開花期は重点防除期として重要な時期である。この時期にはミツバチを放飼しているが、ミツバチに対する殺菌剤の安全情報が十分に理解されていなかったため、ジカルボキシイミド剤に偏った防除、あるいは防除を控える農家が多かった。

I 北海道における多発要因

2010 年に北海道でオウトウ灰星病が多発したが、後述する耐性菌出現による単一要因のみならず、複合的な要素が重なって多発に至った。開花期にあたる 5 月下旬が低温傾向で、特に海岸部では海霧が発生し、灰星病の発生に好適な条件となった。また、開花期前半は重点防除期となっているが、ミツバチの放飼期間中であるため農薬散布を行わなかった園地が多かった。さらに、本時期に散布したプロシミドン水和剤が耐性菌の出現により効果が低かったことも多発要因と考えられる (表-1)。

II 薬剤感受性検定

灰星病の多発を受け、使用頻度の高いジカルボキシイミド剤 (プロシミドン水和剤、イプロジオン水和剤) と DMI 剤 (フェンブコナゾール水和剤) に対するオウトウ灰星病の薬剤感受性を検定した。供試菌株として 2010 年に道内各地のジカルボキシイミド剤散布履歴のある園地から採取したオウトウ灰星病菌 (*M. fructicola*) 95 菌株を用いた。基準菌株として道総研中央農試予察園の無防除のオウトウから分離した菌株を用いた。PDA 培地で 4 日間前培養した後、菌叢周縁部を直径 4 mm のコルクボーラーで抜き取り、このディスクを所定濃度の薬液を加えた PDA 培地上で 2 日間培養し、菌糸伸長を計測した。検定濃度は 0 mg/l を対照とし、0.12, 0.5, 2.0, 7.8, 31.2, 125, 500 mg/l の 8 段階とし、感受性低下が疑われる菌株は 1.0, 2.0, 3.9, 7.8, 15.6, 31.2, 62.5, 125, 250, 500 mg/l の 11 段階で再検定を行った。その結果、フェンブコナゾール水和剤については感受性の低下が認められなかったが、プロシミドン水和剤とイプロジオン水和剤には耐性菌が認められた。

代表的な菌株の薬剤添加培地上での生育を図-1 に示した。基準菌株 F201 株は 2.0 mg/l を超えると全く生育せず、EC₅₀ はプロシミドンおよびイプロジオンでそれぞれ 0.16 mg/l, 0.11 mg/l であった。一方、耐性菌と判定された M72 株および M171 株では高濃度でも生育が認められ、EC₅₀ は基準菌株の 20 倍以上に達した。

検定を行った 95 菌株の両薬剤に対する EC₅₀ の分布を図-2 に示した。両剤とも二峰性を示し、0.5 mg/l 以下と 1.0 mg/l 以上で分けられたことから、EC₅₀ 1.0 mg/l 以上の菌株を耐性菌とするのが妥当と考えられた。本試験ではプロシミドン耐性菌の EC₅₀ は 1.65～8.22 mg/l に分布し、イプロジオン耐性菌は 1.11～11.56 mg/l に分布した。

ジカルボキシイミド剤は同系統の薬剤で交差耐性があることは周知の事実であるが、本検定でもプロシミドンとイプロジオンの耐性菌が 16 菌株検出され、すべて同一の菌株であったことから交差耐性が追認された。

Occurrence of Dicarboximide Fungicide Resistance of *Monilinia fructicola*, the Cause of Brown Rot of Cherry. By Miyuki KAYAMORI

(キーワード: オウトウ, ジカルボキシイミド, 耐性菌, 灰星病, *Monilinia fructicola*)

表-1 灰星病多発年の防除事例（2010年）と耐性菌対策を意識した防除事例（2013年）

	散布日	間隔(日)	散布薬剤
2010年 A町C氏 耐性菌検出	5月4日		ポリカーバメート
	5月11日	7	シメコナゾール
	5月29日	18	プロシミドン ^a
	6月5日	7	フェンヘキサミド
	6月18日	13	イブロジオン ^a
	6月27日	9	ヘキサコナゾール
	7月2日	5	ピラクロストロビン/ボスカリド
2013年 A町C氏	5月10日		ポリカーバメート
	5月19日	9	シメコナゾール
	5月28日	9	ベンチオピラド
	6月4日	7	フェンヘキサミド
	6月11日	7	プロシミドン ^a
	6月22日	11	ヘキサコナゾール
	7月2日	10	ピラクロストロビン/ボスカリド
2010年 A町D氏 耐性菌検出	5月14日		シメコナゾール
	5月27日	13	プロシミドン ^a
	6月5日	9	フェンヘキサミド
	6月18日	13	イミノクタジナルベシル酸塩
	6月25日	7	ヘキサコナゾール
	7月2日	7	ピラクロストロビン/ボスカリド
2013年 A町D氏	4月28日		ポリカーバメート
	5月18日		フェンブコナゾール
	5月26日	8	ベンチオピラド
	6月3日	8	フェンヘキサミド
	6月13日	10	イミノクタジナルベシル酸塩
	6月24日	11	ヘキサコナゾール
	7月2日	8	ピラクロストロビン/ボスカリド
	7月12日	10	テブコナゾール
	7月22日	10	ピリベンカルブ

a ジカルボキシイミド剤.

○月△日 前半の重点防除時期.

1 回目は幼果菌核病, 2 回目以降は灰星病が対象病害.

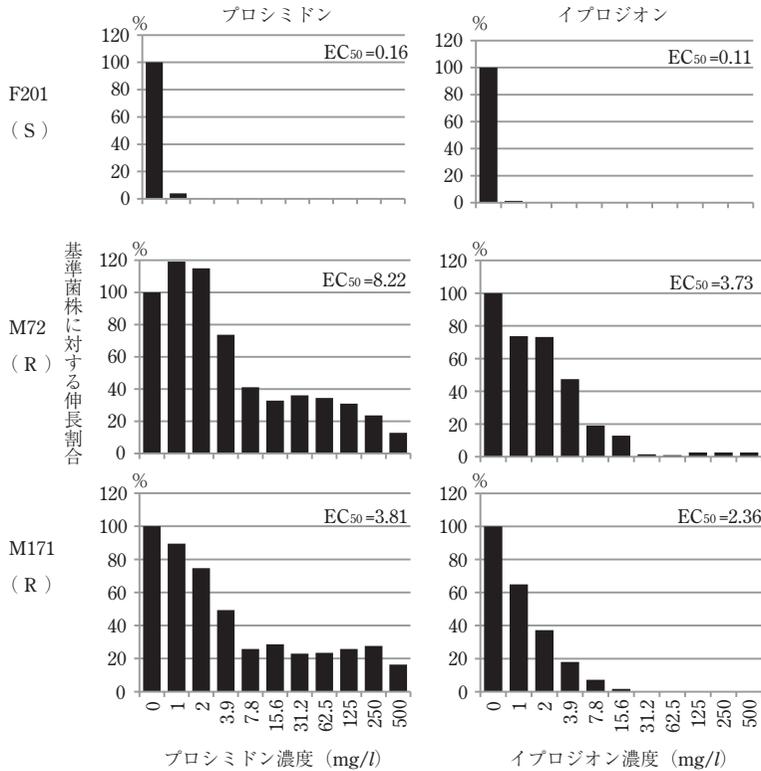


図-1 薬剤添加培地上におけるオウトウ灰星病各種菌株の反応
R = 耐性菌, S = 感受性菌.

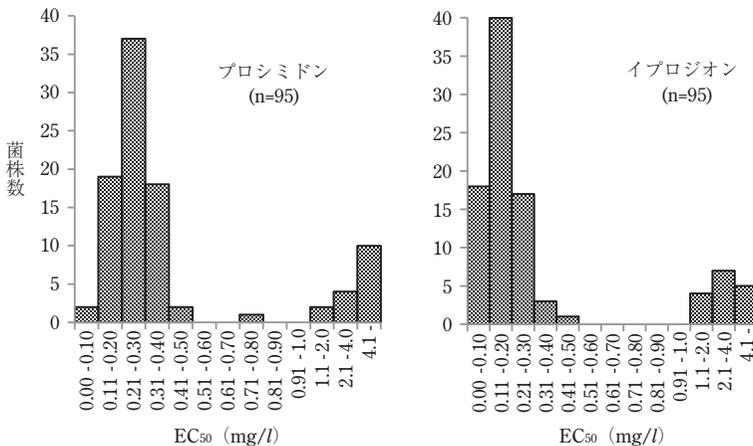


図-2 オウトウ灰星病菌のプロシミドンおよびイプロジオン感受性の頻度分布

III 生物検定

実際の生産現場では複数の防除薬剤をローテーション散布しているため、耐性菌の出現が防除効果に与えた影響を発生園地で調査するのは困難である。そこで、薬剤を散布した果実に病原菌を接種することで生物検定を行

い、防除効果を確認した。試験は2012年に中央農試場内のオウトウを用いて行った。プロシミドン水和剤1,000倍区、イプロジオン水和剤1,000倍区および無散布区を設け、5月24日、31日、6月7日、14日、21日、28日に所定の薬剤を散布した。7月3日に果実を収穫、感受性菌 F201 株、耐性菌 M72 株および M171 株を噴霧

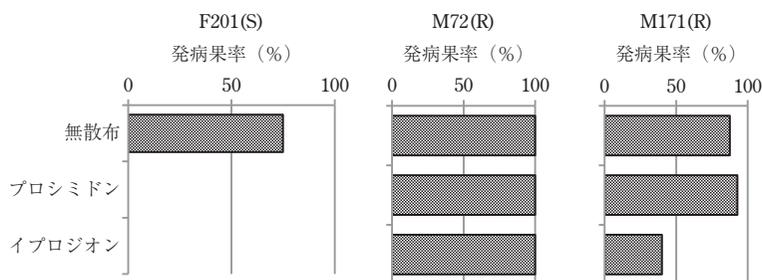


図-3 感受性が異なるオウトウ灰星病菌株を接種した際の防除効果

接種し、7日後に発病率の調査を行った。結果を図-3に示した。

感受性菌 F201 株を接種した果実では、無散布区のみ発病し、両薬剤処理区では全く発病が見られず高い防除効果が認められた。一方、耐性菌 M72 株では薬剤を処理したにもかかわらず両薬剤とも防除効果が認められず、耐性菌 M171 株ではプロシミドン処理は無処理と同じ程度の発病が見られ防除価 0、イプロジオン処理は防除価 54 であった。以上のことから実用場面における防除効果の低下が認められ、オウトウ灰星病菌のジカルボキシイミド耐性菌が国内で初めて確認された。

IV 農薬使用実態の変化

本試験で扱った耐性菌は、感受性菌に比較して分生子形成量が減少し、菌糸伸長速度も遅い傾向にあった。ジカルボキシイミド耐性菌の生存適応性 (fitness) は本試験の中では調査していないが、Lim et al. (2001) によると、薬剤による選択圧が小さければ感受性菌が優先し耐性菌密度が低下することから、ジカルボキシイミド剤の散布回数を減らして他系統との薬剤とのローテーションを行うことで耐性菌対策が可能とされている。

本検定は緊急対応として実施したことから 1 園地当たりの供試菌株数が少なく、全道の発生実態を正確にとらえているわけではない。しかし、ジカルボキシイミド耐性菌未検出の産地も同薬剤の使用方法を再考しないと耐性菌出現のリスクがあることから、農業改良普及センターでは耐性菌検出産地と同様に防除暦の見直しを行った。また、耐性菌の発生以外にもオウトウ灰星病の多発要因があったため、以下のように総合的な対策を行った。①ジカルボキシイミド剤の使用は年 1 回にとどめること。②ジカルボキシイミド剤を使用する場合は重点防除時期 (開花期前半) を避け、収穫直前とすること。③ミツバチに影響がない殺菌剤を選び、重点防除時期の防除を励行すること。開花期前後で防除間隔を開けすぎないこと。

表-1 に耐性菌が検出された 2 園地の 2010 年の防除履歴と、農業改良普及センターの指導のもとで耐性菌対策を意識した 2013 年の防除履歴の事例を示した。多発年以前の防除履歴は調査していないが、ほぼ同じパターンで散布していた。ミツバチ導入により防除間隔が空いた後、プロシミドン水和剤を組み込んでいるのが特徴である。2010 年の多発以降、農業改良普及センターの尽力により養蜂業者に殺菌剤の安全性を理解いただき、使用できる殺菌剤の選択肢が広がった。またベンチオピラドやピリベンカルブが新規に登録されたことから防除薬剤の選択肢が増え、防除対策を組みやすくなった。

この結果、適切な防除タイミングを守るようになり、総防除回数は増加した。その後の耐性菌の発生状況は調査していないが、現在まで本病の発生は低く抑えられており、現地では適切な防除が行われていると考えられる。

おわりに

西脇 (2004) の報告によると、2000～03 年に道内から採取した菌株で感受性検定を実施したがジカルボキシイミド剤に対する感受性低下は確認されていなかった。しかしながら今回耐性菌が検出された園地では、ジカルボキシイミド剤を年 2 回以上散布している事例が見られ、このことが耐性菌出現を招いたと考えられる。今後は、耐性菌の発生動向を踏まえつつ、同系統薬剤の連用を避けた適正な薬剤散布体系を構築することが重要である。

M. fructicola のジカルボキシイミド剤に対する耐性は米国 (SZTEJNBERG and JONES, 1978) で最初に確認されてから、オーストラリア、ニュージーランド、そして 1998 年には韓国 (Lim et al., 1998) で報告されている。日本での耐性菌出現は比較的遅いほうであった。プロシミドン水和剤、イプロジオン水和剤は古くから使われている殺菌剤であるが、他の主要オウトウ生産県では 2010 年時点でジカルボキシイミド剤が他剤に既に置き換わっており、使用実態はほとんど見られなかった。北海道では独自のオウトウ品種があるため、薬害試験を経て防除暦

に組み込まれるまで時間がかかる事情がある。このことが北海道で最初に耐性菌を確認することになった背景とも考えられる。

農薬のミツバチに対する安全情報は、使用する薬剤のラベルから得られる。ミツバチに対する注意事項が記載されていない場合は、ミツバチに影響がないことを示しており、ラベル情報を参考にして、薬剤を選ぶことができる。

本研究の実施にあたり、灰星病の採取、薬剤使用履歴の調査にご協力いただき、現場指導にご尽力いただいた道内各農業改良普及センター、北海道病害虫防除所および農協、市町関係者に感謝の意を表する。

引用文献

- 1) LIM, T. H. et al. (2001): Plant Pathol. J. 17: 205 ~ 209.
- 2) 西脇由恵 (2004): 日植病報 70: 81 (講要).
- 3) SZTEJNBERG, A. and A. L. JONES (1978): Phytopathology News 12: 187 ~ 188.

(新しく登録された農薬 25 ページからの続き)

ピラクロニル: 5.0%

プロモブチド: 22.5%

移植水稲: 水田一年生雑草, マツバイ, ホタルイ, ヘラオモダカ, ウリカワ, ミズガヤツリ, ヒルムシロ, セリ, オモダカ, クログワイ, コウキヤガラ

●イマズスルフロン・オキサジクロメホン・ピラクロニル・プロモブチド粒剤

23697: **デルタアタック 1 キロ粒剤** (ヤマト種苗緑化) 15/9/9
イマズスルフロン: 0.90%

オキサジクロメホン: 0.40%

ピラクロニル: 2.0%

プロモブチド: 9.0%

移植水稲: 水田一年生雑草, マツバイ, ホタルイ, ヘラオモダカ, ウリカワ, ミズガヤツリ, ヒルムシロ, セリ, オモダカ, クログワイ, コウキヤガラ, シズイ, アオミドロ・藻類による表層はく離

●DCMU 水和剤

23699: **サンケイカーメックス顆粒水和剤** (琉球産経) 15/9/9

23700: **一農カーメックス顆粒水和剤** (第一農薬) 15/9/9

DCMU: 80.0%

さとうきび(春植又は夏植), さとうきび(株出): 一年生雑草, 一年生及び多年生広葉雑草

パイナップル, 水田作物(水田畦畔), 樹木等: 一年生雑草

●ピリミスルフアン・フェノキサスルホン・ベンゾビシクロン剤

23710: **ベンケイ豆つづ 250** (クミアイ化学工業) 15/9/30

ピリミスルフアン: 2.0%

フェノキサスルホン: 8.0%

ベンゾビシクロン: 12.0%

移植水稲: 水田一年生雑草, マツバイ, ホタルイ, ウリカワ, ミズガヤツリ, ヘラオモダカ, ヒルムシロ, セリ

●ピリミスルフアン・フェノキサスルホン・ベンゾビシクロン剤

23711: **ベンケイジャンボ** (クミアイ化学工業) 15/9/30

ピリミスルフアン: 2.0%

フェノキサスルホン: 8.0%

ベンゾビシクロン: 12.0%

移植水稲: 水田一年生雑草, マツバイ, ホタルイ, ウリカワ, ミズガヤツリ, ヘラオモダカ, ヒルムシロ, セリ

●フェノキサスルホン・ベンゾビシクロン・ベンゾフェナップ水和剤

23712: **クサビフロアブル** (クミアイ化学工業) 15/9/30

フェノキサスルホン: 2.7%

ベンゾビシクロン: 3.6%

ベンゾフェナップ: 21.8%

移植水稲: 水田一年生雑草, マツバイ, ホタルイ, ウリカワ, ヘラオモダカ, ヒルムシロ, アオミドロ・藻類による表層はく離

●ピラゾレート・ベンゾビシクロン・メタゾスルフロン粒剤

23713: **シュナイデン 1 キロ粒剤** (宇都宮化成工業) 15/9/30

ピラゾレート: 10.0%

ベンゾビシクロン: 2.0%

メタゾスルフロン: 0.60%

移植水稲: 水田一年生雑草, マツバイ, ホタルイ, ヘラオモダカ, ミズガヤツリ, ウリカワ, クログワイ, オモダカ, ヒルムシロ, セリ, コウキヤガラ