

日本植物病理学会
第 30 回殺菌剤耐性菌研究会シンポジウム

《プログラム》

10:00	開 会
10:05-10:40	千葉県における DMI 剤耐性ナシ黒星病菌の発生リスク軽減に向けた 取り組み 青木 由（千葉県農林総合研究センター）
10:40-11:20	長野県における薬剤耐性リンゴ黒星病菌の発生と対策 江口 直樹・近藤 賢一（長野県果樹試験場 環境部）
11:20-11:55	三重県における灰色かび病菌の薬剤感受性検定体制の構築 川上 拓（三重県農業研究所）
11:55-12:10	質疑応答
12:10-13:05	<昼食休憩>
13:05-13:15	研究会会計および幹事会活動報告
13:15-13:50	ピーマンうどんこ病に対する防除体系と本病原菌の QoI 剤と SDHI 剤 に対する感受性検定 宮本 拓也（茨城県農業総合センター園芸研究所）
13:50-14:25	新規 QoI 殺菌剤メチルテトラプロールの発見 - 交差耐性回避を目指した 創農薬 松崎 雄一（住友化学株式会社 健康・農業関連事業研究所 研究グループ（生物））
14:25-15:00	米国における耐性菌研究の現状 石井 英夫（筑波大学）
15:00-15:15	質疑応答
15:15	閉 会

千葉県における DMI 剤耐性ナシ黒星病菌の発生リスク軽減に向けた取り組み

Approaches to reduce DMI-resistance occurrence risk in Japanese pear scab, in Chiba Prefecture.

千葉県農林総合研究センター

青木由

Yoshimi Aoki, Chiba Prefectural Agriculture and Forestry Research Center,
180-1 Okanezawa, Midori, Chiba 266-0014, Japan

Abstract

Japanese pear (*Pyrus pyrifolia* var. *culta*) is one of the important fruits in Chiba Prefecture. Japanese pear scabs by *Venturia nashicola* are the most serious disease in Japanese pear. Sterol Demethylation Inhibitors (DMIs) have long been effective in chemical control of pear scab.

Recently, however, the existence of DMI-resistant scab isolates were newly reported in Japan. Though DMI-resistant isolates have not been observed in Chiba Prefecture, but DMI-resistance occurrence risk has been remained high. This paper describes the concept of the disease control system and approaches to reduce DMI-resistance occurrence risk in pear scab, in Chiba Prefecture.

1. はじめに

千葉県における 2018 年のニホンナシの収穫量は約 30,400 t で全国第一位となっている。本県で栽培されている主な品種は「幸水」と「豊水」であり、これらの品種の最も重要な地上部病害はナシ黒星病 (*Venturia nashicola*) である (梅本、1993)。

ナシ黒星病の薬剤防除には、浸透移行性を有する治療剤であるエルゴステロール生合成阻害剤 (以下、DMI 剤) が長らく卓効を示してきたが、すでに国内で DMI 剤耐性のナシ黒星病菌が確認されている (菊原・石井、2008)。リンゴ黒星病 (*Venturia inaequalis*) においても国内で DMI 剤耐性菌の発生が確認され、甚大な被害をもたらした (平山ら、2017a)。また、QoI 剤の耐性菌については、国内外でリンゴ黒星病で報告されている他 (Zheng *et al.*, 2000 ; Sallato *et al.*, 2006 ; 平山ら、2017b)、国内でリンゴ炭疽病やナシ炭疽病でも確認されている (渡邊、2012 ; 野口、2015 ; 赤平・花岡、2013)。

本県では、2006 年以降変動はあるものの黒星病は多発傾向にあり、生産現場では、臨機に薬剤散布を追加する事例が増加している。2012 年時点において調査された範囲では、本県ではナシ黒星病の DMI 剤耐性菌は確認されていない (大谷ら、2006 ; 梅本ら、2012)。しかし、菌密度が高い状態では、耐性菌の割合が低い値であったとしても、耐性菌の絶対量が多くなり、薬剤の防除効果の低下や耐性菌の発生が助長される可能性があることから (田代ら、2008)、本県の耐性菌の発生リスクは高い状態にあると考えられる。DMI 剤はナシ黒星病の基幹防除剤であり、耐性菌の発達の抑制・遅延が重要である。本稿では本県における病害防除体系の考え方と DMI 剤耐性ナシ黒星病菌の発生リスク軽減に向けた従来からの取り組みと新たな取り組みの試験状況について報告する。

長野県における薬剤耐性リンゴ黒星病菌の発生と対策

Occurrence and management of DMI and QoI fungicide-resistant isolates of Apple scab in Nagano Prefecture

長野県果樹試験場 江口直樹、近藤賢一

Naoki Eguchi and Ken-ichi Kondo, Nagano fruit tree experiment station

Abstract

DMI and QoI fungicide-resistant isolates of apple scab were transmitted with nursery trees to Nagano Prefecture in 2018. Disease management system without DMI fungicides were carried out after June, 2018, to prevent epidemics of resistant strains. In 2019, although the resistant strains were detected from six orchards in frequent area of apple scab, the density of the resistant isolates was low.

1 はじめに

昭和 50～60 年代にかけて猛威をふるったリンゴ黒星病は、卓効を示す DMI 剤の登場によって発生が大幅に減少した。DMI 剤は黒星病に対して高い予防効果と治療効果を持つことから、現在の回数での春季防除が可能とし、赤星病やうどんこ病など他の春季りんご病害にも幅広く効果があることから、上市以降 30 年近く春季の基幹防除薬剤として使用されてきたが、平成 30 年に DMI 剤と QoI 剤に耐性を有すると考えられるリンゴ黒星病菌（以下薬剤耐性黒星病菌）が長野県内ではじめて確認された。薬剤耐性黒星病菌は、同年に県外から導入したりんご苗木によって本県に伝搬されたと考えられ（江口ら, 2019）、平成 30 年のみで 1,000 を超える圃場に約 15,000 本が導入されたことから、県内の広いエリアで同時に薬剤耐性を持つ黒星病が発生する事態となった。この薬剤耐性黒星病菌が県内でまん延し、定着した場合には、黒星病防除に DMI 剤が使用できなくなることから、黒星病の発生増加、防除回数や防除コストの増加等の著しい影響が懸念された。そこで長野県では、薬剤耐性黒星病のまん延、定着を防止し、DMI 剤を基幹薬剤とした従来の安定的、効率的な防除体系を維持することを目的として、この問題が発生した直後から県全体で対策に取り組んできた。この 2 年間の対応の内容や薬剤耐性黒星病菌の発生状況を紹介する。

2 平成 30 年の発生状況と対応

(1) 薬剤耐性黒星病菌の確認

平成 30 年 6 月、黒星病の発生が極めて少ない県中部地域において、当年定植した苗木で黒星病が多発する事例が同時多発的に確認された。周辺には黒星病の発生が認められないにも関わらず、定植した苗木でのみ激しく発病しており、葉裏や葉柄にも病斑がみられるなど（図 1）、子のう胞子由来による一般的な発生と大きく異なった。同様の状況は県全域で確認され、黒星病を発病した苗木は、薬剤耐性黒星病の発生が報告されている県から導入されたものが多かった。いずれの圃場も DMI 剤を 2 回散布しているにも関わらず激しく発病しており、同剤の効果が認められないと考えられたことから、遺伝子診断（八重樫ら、2018）を実施したところ、苗木生産地で確認されている黒星病菌と同様の遺伝子変異（*CYP51A1* 遺伝子における A398T 塩基置換）が検出され、DMI 剤耐性菌であると考えられた。

なお、本県では薬剤耐性黒星病菌のまん延防止を図っていることから、分離菌株を用いた接種による防除効果試験は実施していない。遺伝子診断により *CYP51A1* 遺伝子における A398T 塩基置換を有する菌株を DMI 剤耐性菌、チトクローム *b* 遺伝子における G143A 塩基置換を有する菌株を QoI 剤耐性菌とした。

三重県における灰色かび病菌の薬剤感受性検定体制の構築

Construction of fungicides susceptibility monitoring system for gray mold caused
by *Botrytis cinerea* in Mie Prefecture

三重県農業研究所

川上 拓

Taku Kawakami, Mie Prefecture Agricultural Research Institute,
530 Ureshinokawakita-cho, Matsusaka City, Mie, 515-2316, Japan

Abstract

The susceptibility of major fungicides to gray mold caused by *Botrytis cinerea* has been tested in Mie prefecture, Japan since the 1980s. We have reported the outbreak of resistant isolates to several fungicides. In addition, these investigations made it possible to understand the fungicide-susceptibility. However, in recent years, it's getting harder to monitor fungicide sensitivity frequently due to staff shortages and costs. Therefore, Mie Prefecture established the Plant Protection Epidemiological Review Conference, and the parties have discussed necessary fungicides for monitoring. We also needed to provide the data based on scientific evidence to grasp the fungicide susceptibility.

In order to grasp the occurrence trends of resistant isolates of gray mold and to conduct the effective control, we examined the chemical susceptibility of the isolates to major fungicides. In addition, we discussed the relationship between the application of fungicides and the occurrence of resistant strains.

In almost all of the investigated fields, resistant isolates to high risk fungicide such as QoI and SDHI were observed. On the other hands, resistant strains to medium risk fungicides such as mepanipyrim and from low to medium risk fungicides such as fludioxonil were not observed despite multiple spraying. In other words, the occurrence trends of these major fungicides-resistant isolates were almost consistent with the risk defined by FRAC(Fungicide-Resistance-Action-Committee). Based on these results, it is necessary to discuss the fungicides required for the monitoring among the stakeholders.

1. はじめに

灰色かび病菌 (*Botrytis cinerea*) はライフサイクルが短く、孢子形成量が多いことから薬剤耐性を獲得しやすい菌として知られている (Leroux *et al*, 2002)。本菌の薬剤耐性菌は古くから知られており、1970 年代にはベンズイミダゾール系殺菌剤に対する耐性菌の発生が報告されている (山本, 1975)。三重県では 1980 年代から本菌に対する薬剤感受性検定を実施しており、これまでにベンズイミダゾール系剤、ジカルボキシイミド系剤、*N*-フェニルカーバネート系剤 3 剤に対する耐性菌 (黒田・富川, 1999) や、アニリノピリミジン系剤 (鈴木ら, 2011)、コハク酸脱水素酵素阻害剤 (SDHI 剤) (川上ら, 2017b; 2019)

ピーマンうどんこ病に対する防除体系と本病原菌の QoI 剤と SDHI 剤 に対する感受性検定

Control system against bell pepper powdery mildew and sensitivity to QoIs and SDHIs of *Leveillula taurica*

茨城県農業総合センター園芸研究所
宮本拓也

Takuya Miyamoto

Horticultural Research Institute, Ibaraki Agricultural Center,
3165-1 Ago, Kasama, Ibaraki 319-0292, Japan

Abstract

Bell pepper production in Ibaraki Prefecture, Japan, utilizes natural enemies to control pests such as thrips and whitefly. To maximize the predation potential of natural enemies, pesticide including the fungicides were limited the modes of action. In this study, we investigated that the control efficacy of various fungicides against bell pepper powdery mildew (caused by *Leveillula taurica*) and developed the chemical control system in summer-fall cultivation of bell pepper. Additionally, the possibility of genetic diagnosis as a sensitivity monitoring method for QoIs and SDHIs was investigated.

1. はじめに

茨城県のピーマン栽培は、2018 年産で作付面積 526ha、生産量 33,400t とともに全国 1 位であり、全国生産量の約 24%を占める。産地は、県南東部に位置する鹿行地域に集中し、神栖市と鹿嶋市がその中心となっている。作型は、主に半促成（加温または無加温）（収穫：2 月～7 月）、抑制（8 月～12 月）そして促成（10 月～6 月）に分けられ、施設での栽培が中心となっている。

本県ピーマン栽培では、害虫を対象とした天敵の導入が進んでいる。中でも先進的な部会では、20 年ほど前から天敵を導入し殺虫剤の大幅な削減を実現している（鹿島、2010）。一方で、使用する農薬については、天敵への影響が懸念されるものは、殺虫剤に限らず、殺菌剤でも利用が制限されている。このような状況の中で、うどんこ病が多発生し問題となっている。

ピーマンうどんこ病は *Leveillula taurica* によって引き起こされ、年間を通じて発生するが、特に春と秋での発生が多い。本病の防除は主に化学農薬に頼っているが、本病原菌はうどんこ病菌の中では数少ない内部寄生性の生態を持っており、他のうどんこ病以上に感染後の防除では効果が大きく劣る（宮本ら、2020）。そのため、わずかな散布時期の遅れや効果の低い薬剤の使用はその後の発生に致命的な影響を及ぼす。

そこで、演者らは、本病について有効薬剤の探索とそれを用いた天敵使用時における防除体系の検討を行うとともに、本体系において重要な系統となった QoI 剤と SDHI 剤についてターゲット遺伝子の塩基配列の解明による感受性の評価を行ったので、その成果の一部を発表する。本研究では天敵に関する殺菌剤の影響を述べているが、対象は主にスワルスキーカブリダニである。

新規 QoI 殺菌剤メチルテトラプロールの発見 - 交差耐性回避を目指した創農薬

Discovery of a new QoI fungicide metyltetraprole

– Pesticide design to avoid cross resistance

住友化学株式会社

松崎 雄一

Yuichi Matsuzaki, Health and Crop Sciences Research Laboratory, Sumitomo Chemical, Co.Ltd. 4-2-1, Takatsukasa, Takarazuka, Hyogo-pref. 665-8555, Japan

Abstract

QoIs (Quinone outside inhibitors) have been widely used for various crops worldwide. However, their extensive use has resulted in the development of resistance by many fungal pathogen species. Highly resistant strains toward QoIs have a mutation in *cytochrome b* gene that results in a G143A amino acid substitution in the protein. We attempted to design a new QoI that would be effective against these resistant strains. We first found a tetrazolinone compound in our sample collection that was able to exhibit almost the same levels of efficacy against both G143A mutant and wild type strains. Further efforts to enhance its potency led us to find metyltetraprole. Metyl tetraprole is a new tool for farmers that will enable them to control difficult-to-treat, fungicide-resistant crop pathogens.

1. はじめに

人口増加および経済成長により世界の農薬市場は 2010 年代においても拡大し続けており、殺菌剤についても同様である。一方、系統別に見ると全体の 6 割以上を DMI 剤 (FRAC Code: 3)、QoI 剤 (FRAC Code: 11)、SDHI 剤 (FRAC Code: 7) の 3 系統が占めており、大型の新規系統の発見は少ない (図 1)。前記 3 系統はスペクトラムが広く適用作物・病害は多岐に渡るが特に欧州におけるコムギ用殺菌剤、および南米におけるダイズ用殺菌剤での売上が大きい。多くの農薬会社は DMI 剤、QoI 剤、および SDHI 剤に続く汎用系統の発見を目指して探索研究を行っていると思われるが、安全性基準の厳格化等により、その難易度は高まっている。

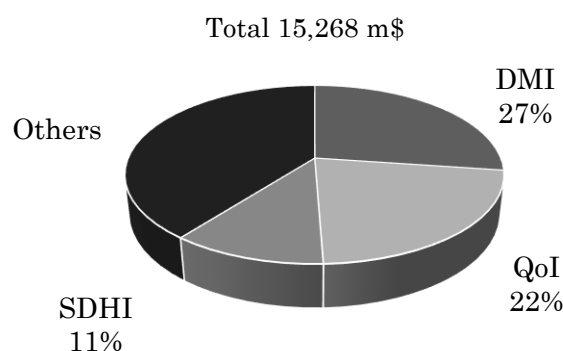


図 1. 世界全体の殺菌剤売上高と DMI 剤、QoI 剤、および SDHI 剤の占める割合
(2016 年、Phillips McDougall 社調査)

米国における耐性菌研究の現状

Present Status of Research on Fungicide Resistance in the United States

筑波大学生命環境系

石井英夫

Hideo Ishii • University of Tsukuba • Tennodai 1-1-1, Tsukuba, Ibaraki 305-8572, Japan

Abstract

The author stayed at Clemson University, SC, the US and conducted various experiments between June and Nov. 2019. Meanwhile he also attended some meetings such as ‘Plant Health 2019’ (the APS Annual Meeting) to present and exchange information with foreign researchers. In this paper, the current research relating with fungicide resistance in the US is summarized. Major groups of research in this field, recent publications, topics at ‘Plant Health 2019, 2020’, monitoring and management of resistance, noticed research, copper resistance in bacterial pathogens, and research of the author are included.

1. はじめに

2019年6月から半年間、米国南東部に位置する South Carolina 州立の Clemson 大学に滞在し、二度目となる在米研究を経験した。American Phytopathological Society (APS) の大会や Southeastern Professional Fruit Workers Conference にも参加し、米国における耐性菌研究について更に知見を深めることが出来たので、その一部を紹介する。なお、近年人々の関心が高い SDHI 剤耐性菌については以前詳しく解説した（石井、2019）ので、そちらも参照願いたい。

2. 耐性菌の研究グループ

かつてのオランダ、Wageningen 農科大学（現在の Wageningen 大学）のような突出した研究拠点は現在米国にはなく、多くの大学等が主として農作物や病原菌の種類によって耐性菌研究を分担している。筆者が滞在した Clemson 大学では、これまで主としてモモ灰星病菌や灰色かび病菌、炭疽病菌などを扱ってきた。伝統的にカンキツの病原菌、リンゴ黒星病菌やウリ類うどんこ病菌の研究で知られる California 大学や Cornell 大学、テンサイ褐斑病菌の North Dakota 大学、イチゴ炭疽病菌の Florida 大学、それに最近ペカン黒星病菌で興味深い発表をしている Georgia 大学に加えて、我が国の農研機構に相当する USDA (米国農務省)-ARS (Agricultural Research Service) などが主に耐性菌研究を行っている（第1表）。数年前イネ紋枯病菌やダイズ葉腐病菌（病原菌は共に *Rhizoctonia solani*）のアゾキシストロビン耐性菌を発表した Louisiana 大学からはその後報告がない。

APS の中にも Pathogen Resistance Committee や Chemical Control Committee がある。しかし、APS の大会期間中、自由参加で次年度大会の Session や Workshop に提案する課題について議論するのがこれらの委員会の主たる活動内容である。定期的なシンポジウム開催や独自の薬剤使用ガイドライン、『薬剤感受性検定マニュアル』の作成などを通じて耐性菌問題の解決を図ろうとする日本植物病理学会殺菌剤耐性菌研究会のそれとは大きく異なる。ただし、我が国におけるこのような活動は国際的にはあまり知られていない。使用言語の問題が大きいと思われる。