

# 植物防疫

Plant Protection

4

2020  
VOL.74



一般社団法人 日本植物防疫協会  
Japan Plant Protection Association



**□・BASF**  
We create chemistry

大豆の雑草防除に必要な除草剤  
丸ごと揃えました。

プロールプラス<sup>®</sup> 乳剤

パワーガイザー<sup>®</sup> 液剤

大豆バサグラン<sup>®</sup> 液剤

バスタ<sup>®</sup> 液剤

BASFジャパン株式会社

〒103-0022 東京都中央区日本橋室町3丁目4番4号 OVOL日本橋ビル3階  
☎0120-014-660 <https://crop-protection.basf.co.jp/>

除草剤ごとの  
散布時期はこちら



®=BASF社の登録商標











An Agricultural Sciences Company

# 収穫の未来へ。

実り多き未来に貢献する、FMCの豊富な製品ラインアップ。

殺虫剤							
RAC番号	28						
有効成分	サイアジビル				リナキシビル		
製品	 <b>ベリマーク SC</b>	 <b>ベネビア OD</b>	 <b>プリロツソ</b> 粒剤	 <b>エクシレル SE</b>	 <b>バディート</b> 箱粒剤	 <b>ブルバソ</b> 7077% S	 <b>サムコロ</b> 7077% 10

殺虫剤							
RAC番号	28	22A	3A		1B		
有効成分	リナキシビル	インドキサカルブ	ピフェントリン		アクリナトリン	カズサホス	
製品	 <b>ジェルテラ</b>	 <b>トルネドエース DF</b>	 <b>テリスター</b> 水和剤	 <b>テリスター</b> フロアブル	 <b>アーテント</b> 水和剤	 <b>アーテント</b> 7077% S	 <b>ラグビー</b>

除草剤		
RAC番号	B	C1
有効成分	チフェンスルフロンメチル	レナシル
製品	 <b>ハーモニー</b> 75DF	 <b>レンザー</b>

殺菌剤			
RAC番号	2		
有効成分	イプロジオン		
製品	 <b>ロブラール</b> 水和剤	 <b>ロブラール</b> 500アクア	 <b>ロブラール</b> くん煙剤

©2020 FMC Corporation All rights reserved. FMC、FMCロゴ、®を付した商標は(ハーモニーを除く)、FMC Corporationまたはその米国およびその他の国の子会社・関連会社の登録商標です。

エフエムシー・ケミカルズ株式会社

〒100-0004 東京都千代田区大手町1-1-1 大手町パークビル8階 TEL.03-5208-1010(代表) <http://www.fmc-japan.com/>



かんきつ 開花期の  
 そうか病・灰色かび病・黒点病を  
 同時防除できる。



**ナティーボ**<sup>®</sup>  
 フロアブル

収穫期の黒点病防除にも、  
 収穫前日まで使えます。

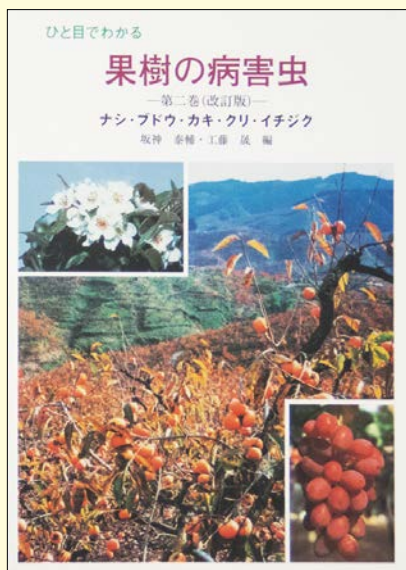
●使用前にはラベルをよく読んで下さい。●ラベルの記載以外には使用しないで下さい。●本剤は小児の手の届く所には置かないで下さい。⑧ナティーボはバイエルグループの登録商標

バイエル クロップサイエンス株式会社

東京都千代田区丸の内1-6-5 〒100-8262 <https://cropscience.bayer.jp/>

お客様相談室 ☎0120-575-078 9:00~12:00、13:00~17:00  
 土・日・祝日を除く

## ひと目でわかる 果樹の病害虫



第二巻 (改訂第二版)

ナシ・ブドウ・  
 カキ・クリ・イチジク

お待たせ  
 しました!

25 病害虫を追加

ナシ赤衣病、銀葉病、ブドウ斑点細菌病など 11 病害

ナシヒメボクトウ、フタモンマダラメイガなど 14 害虫

**3月10日発売開始**

今なら第二巻と同時購入で

第一巻、第三巻を **50%off!**

2020年4月末まで

シリーズ好評 第一巻 (改訂第二版) ミカン・ビワ・キウイ他  
 発売中! 第三巻 (改訂第二版) リンゴ・モモ・ウメ他

本体：8,200円 (予価) + 消費税 送料サービス

一般社団法人 **日本植物防疫協会** 支援事業部

〒114-0015 東京都北区中里2丁目28番10号  
 電話 03-5980-2183 FAX 03-5980-6753  
<http://www.jpfa.or.jp/order@jpfa.or.jp>



## 目 次

### 巻頭言

ハダニの薬剤抵抗性管理とゲノム情報 ..... 刑部 正博 1

### 時事解説

2020年度植物防疫事業・農薬安全対策の進め方について  
..... 農林水産省 消費・安全局 植物防疫課, 農産安全管理課 農薬対策室 2

令和2年度植物防疫研究課題の概要  
..... 農林水産省 農林水産技術会議事務局 研究開発官 (基礎・基盤, 環境) 室 10

### 総説

オウトウ輸出に対応した防除体系の検討 ..... 伊藤 慎一 14

### 研究報告

気温上昇がイネ紋枯病の発病に与える影響 ..... 宮野 法近 22

トマト黄化えそウイルス (TSWV) によるダリア輪紋病の防虫ネットと発病株除去  
による防除 ..... 浅野峻介・平山喜彦・竹中 勲・仲 照史 28

### トピックス

新規SDHI殺菌剤ピラジフルミドの葉菜類セルトレイ灌注処理による病害防除 ..... 西村 昭・山下真生 32

2019年に多発したトビロウカによる被害状況とその要因 ..... 真田 幸代 39

殺虫剤のローテーションの深い理解と抵抗性管理防除暦 ..... 島 克弥 44

### 植物防疫講座

病害編-27 根こぶ病菌による病害の発生生態と防除 ..... 田中 秀平 49

農薬編-26 菌類の細胞壁生合成を阻害する殺菌剤  
—キチン生合成阻害剤, セルロース生合成阻害剤— ..... 前川大輔・金子 功 53

### 新農薬の紹介

新規殺虫剤フルピリミンの特長 ..... 堀越 亮 59

### 研究室紹介

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 果樹茶業研究部門  
茶業研究領域 茶病害虫ユニット ..... 佐藤 安志 64

山口県農林総合技術センター 農業技術部資源循環研究室 ..... 村本 和之 65

農林水産省プレスリリース (2020.2.6~2020.3.6) 13

新しく登録された農薬 (2020.2.1~2.29) 9, 21, 27

登録が失効した農薬 (2020.2.1~2.29) 38

発生予察情報・特殊報 (2020.2.1~2.29) 48

#### 【表紙写真】

上: オウトウ「紅秀峰」  
下段左: ハクサイ根こぶ病  
下段中: トビロウカ  
下段右: イネ紋枯病

私たちの多彩さが、  
この国の農業を笑顔にします。



殺虫剤

ロビンフッド® ティアナ® プレオ® スミチオン® ダントツ®  
パダン® アディオン® アグロスリン® ロディー® エスマルカ®

殺菌剤

新規剤 **カサメ** ニマイバー® スクレア® ピクシオ® ベネセット®  
ベンレート® ブラシ® スミレックス® リンバー® ドリダシ® スターナ®

殺虫殺菌剤

スタウトダントツ® スタウトパディート® ハコナイト®  
箱将軍® 箱いり娘® 箱大臣® 箱王子®

水稲用除草剤

新規剤 **ゼータプラス** **マスラオ** **ゼータタイガー**  
メガゼータ® **忍** **ブスモン** **オサキニ**

植物成長調整剤

住友ジベレリン® **ロミカ**® **スミセブンプ**® フルメット®

®は登録商標です。

●使用前にはラベルをよく読んでください。●ラベルの記載以外には使用しないでください。●小児の手の届く所には置かないでください。●空袋・空容器は圃場等に放置せず適切に処理してください。

〒104-8260 東京都中央区新川1丁目27番1号 お客様相談室



0570-058-669

農業支援サイト **農力** <https://www.i-nouryoku.com>




大粒のめぐみ、まっすぐ人へ  
SCG GROUP



住友化学




 巻頭言

## ハダニの薬剤抵抗性管理とゲノム情報



京都大学大学院農学研究科 **刑部 正博**

農作物におけるダニ類の研究が本格的に始まったのは、第二次世界大戦後となる1960年代くらいからではないだろうか。害虫管理学において、いずれの対象害虫の場合でもそうであるように、初期段階では「どんな種がいるのか」、圃場に発生している種の分類・同定に始まり、発生生態や天敵との関係等が詳細に調べられてきた。この間に種々の防除法が検討され、また多くの殺ダニ剤が開発されてきた。しかし、ナミハダニをはじめとするハダニ類は新たに開発された殺ダニ剤に対して次々に薬剤抵抗性を発達させ、難防除害虫の代表的存在の一つとなってしまった。

研究を始めたばかりのころに、「害虫防除の研究ではまず、害虫を飼育することが大事で、自由に飼育できるようにすれば研究の半分は終わったようなものだ」と何処かで聞いたような気がする。正直なところ、増殖能力が高いハダニ類の飼育はそれほど難しいものではない。むしろ、薬剤抵抗性に関して最も問題の大きなナミハダニは極めて広い食性と旺盛な繁殖能力を持ち、インゲンマメ葉片などへ移してやれば、直径9cmのシャーレ内で数百～数千個体の飼育も可能である。しかし、薬剤抵抗性問題の深刻さを考えると、なかなか半分終わったとは言えない心境である。

他方、2003年に完了したヒトゲノムプロジェクトから、多くのモデル生物のゲノム解析プロジェクトが始まり、さらに次世代シーケンサーの登場によって、個々の研究者が自分の材料で自由にゲノム分析ができる時代がやってきた。ハダニでは、2011年に西オントリオ大学のGRBIC博士らのグループによってナミハダニのゲノムDNAの配列と遺伝子情報がNature誌に発表され、データベースが公開された。これによって、ナミハダニに関する様々な遺伝子情報が利用可能になった。

このような流れは、当然、殺虫剤でも同様であり、2014～18年の5年間に渡り、「ゲノム情報等を活用した薬剤抵抗性管理技術の開発」が農林水産省委託プロジェクト研究として実施された。そこでは、ハダニを含めた主要害虫種を対象として、ゲノム情報と次世代シーケンサーによる網羅的分析技術などを使って抵抗性原因遺伝子を迅速に同定する方法の開発や、DNAの変異を利用して野外の害虫が抵抗性遺伝子を持っているかどうかを簡便かつ迅速に診断する方法の開発等が行われた。

体長0.5mmと微細で解剖できないハダニでは、昆虫で行われているような生理学実験が困難である。しかし、DNAやRNA等の分子レベルでは、PCR法などの

増幅・分析技術の利用により、個体ごとの変異の分析も可能である。その意味で、ハダニの薬剤抵抗性は遺伝子分析技術の進歩とゲノム情報の恩恵を大いに受けている研究分野の一つといえる。こうなってくると、狭い面積で簡単に増殖できて薬剤検定や観察が容易なハダニ類は、むしろ薬剤抵抗性メカニズム研究の格好な材料になってきたともいえそうである。その意味では、今後も殺ダニ剤抵抗性に関する様々な新知見が得られるものと期待される。

これら薬剤抵抗性メカニズムの解明や検出技術の開発は、新規薬剤の開発や防除計画等に有効に活用される。一方で、薬剤抵抗性の発達という現象は、もともとごくわずかに存在すると考えられる抵抗性遺伝子の頻度を、農薬による防除を通じた淘汰によって高めてしまうことで顕在化する。さらに、抵抗性遺伝子を高頻度に持つ個体群が周辺に分散することによって、地域における抵抗性遺伝子頻度が上昇して、抵抗性が発達し易い状況が生まれるものと思われる。このような考えが正しいかどうかを検証し、抵抗性遺伝子の拡散を防ぐ方策を確立することが、薬剤抵抗性に対するリスクマネジメントとして重要なポイントではないかと思う。

具体的に抵抗性遺伝子の拡散の可能性を測るには、害虫の移動分散方法と範囲を知ることが重要である。ハダニの移動分散方法としては、歩行分散はもちろんであるが、それ以外にも風や上昇気流を利用した空中分散が知られている。どんな分散方法が主流になるかは、環境条件によって変化する。ところが、実際に野外でハダニの分散方法を観察するのは簡単ではない。しかし、遺伝子マーカーとして有効なマイクロサテライトなどの変異をゲノム情報からピックアップして利用することにより、移動分散の程度を推定することができる。さらに、薬剤抵抗性に関連する作用点変異がわかっているならば、抵抗性遺伝子の拡散を直接モニタリングすることも可能である。

もちろん、地域への抵抗性遺伝子の拡散元となり得るすべての圃場において、抵抗性遺伝子の頻度上昇を抑制する方策が重要であることは当然である。そのために、抵抗性の発達を抑制もしくは遅延させる薬剤の使用方法に関するモデル研究も精力的に行われている。それらのモデルの実証実験にも、ゲノム情報をもとにした遺伝子診断法は役立つものと思われる。今後、さらに分析技術の簡便化などにより、ゲノム情報が様々な場面でハダニの薬剤抵抗性管理技術の確立に役立てられていくことを期待したい。

(日本ダニ学会副会長)

# 時事解説

## 2020年度植物防疫事業・農薬安全対策の進め方について

農林水産省 消費・安全局  
植物防疫課、農産安全管理課 農薬対策室

### はじめに

近年、訪日外国人旅行者の増加をはじめ、ヒト・モノの交流が活発になっており、それに伴い、貨物や携帯品、郵便物で輸入される植物やその容器包装を介して、病害虫が外国から侵入するリスクが高まっていることや、栽培体系の変化や気温上昇により病害虫の発生状況が変化してきていること等から、これまで以上に病害虫の侵入・まん延を防止する植物防疫の必要性が高まっている。

こうした情勢を踏まえ、各都道府県と国が連携して病害虫のまん延防止を図るとともに、輸出促進や環境にも配慮した病害虫防除技術の確立を推進する等、必要な施策を総合的に講ずることとしている。特に、病害虫が侵入した場合に早期発見できるよう、全国の海空港や畑、果樹園において、平素より海外から侵入した病害虫を早期に発見するための侵入警戒調査を実施しているところであり、万が一、侵入が確認された場合には、国内へのまん延や農作物被害の拡大等を防止するため、速やかに必要な対策を実施している。

農薬の安全対策については、国際的動向などを踏まえた農薬登録制度の見直しや最新の科学に基づく評価を実施するとともに、農薬使用者に対して、適正使用などを徹底していく必要がある。これにより、生産者に対してより安全で効果の高い農薬を供給するとともに、最終的には、消費者に安全で高品質な農畜産物を安定的に供給していくことができる。

この実現を図っていくため、2018年12月および2020年4月には、農薬取締法の一部を改正する法律が施行された。今後も、より安全で効果の高い農薬の供給を促進するため、農薬に係る規制について不断の見直しを行っていくこととしている。

### I 2020年度予算編成について

植物防疫対策に関する2020年度予算においては、以

下の内容の概算決定がなされたところ。

我が国からの農産物の輸出促進に向け、諸外国への輸出が禁止されている農産物について、解禁要請から植物検疫条件の協議、輸出解禁、輸出のための産地形成までのあらゆる段階における植物検疫上の技術的な課題への対応を段階的かつ切れ間なく戦略的に実施する。さらに、迅速で精度の高い発生予察や広範な病害虫の発生状況データに応じた適時、適切な防除の実践により、生産コストの削減、生産者所得の向上を図るとともに、難防除病害虫や雑草については、防除効果が高く経済的かつ省力的な総合防除体系の確立により、効果的な防除の推進を図る。

また、ジャガイモシロシストセンチュウやテンサイシストセンチュウ等の農作物に甚大な被害を及ぼす重要病害虫について、侵入・まん延防止および根絶に向けた防除対策を実施する。加えて、国際基準を踏まえ、最新の知見をもとに個々の重要病害虫に対する防疫指針を策定することで、重要病害虫の定着およびまん延の防止体制の強化を図る。

一方、農薬安全対策に関する2020年度予算は、農薬使用者や販売者への講習・指導、農作物や土壌等への残留状況の調査、残留農薬基準値超過事案の原因究明および再発防止、農薬による蜜蜂の被害を軽減するための対策の確立、埋設農薬の処理に係る行動計画の管理とともに、2019年度から追加した作物群での農薬登録推進のための試験、農薬登録に必要な試験の信頼性確保に向けた試験従事者等への農薬GLPに係る研修等について、支援する。

また、農薬使用者や蜜蜂への影響評価等、農薬の安全性に関する評価の充実に必要な調査・試験を実施する。

### II 発生予察事業について

我が国の安定的な農産物生産のみならず、消費者が求める高品質な農産物の供給には、病害虫の防除は不可欠である。国および都道府県は、生産者が病害虫防除を適時適切に行えるよう、農作物に重大な被害を与える病害虫の発生動向などを調査して、病害虫による農作物被害



の発生を予察し、それらに基づく情報を生産者などに提供している。

また、近年、発生動向調査を実施する病害虫防除所では、業務が増加傾向にある中、調査に必要な人員配置や、所内の技術伝承が困難になることが懸念されており、これまでのように地域内の各産地に足を運んで調査を行い、気象情報などの関連データを統計解析することによる発生予測を、より省力的なものに転換していくことが必要となっている。

このため、2018年度より、ICT技術を活用して発生調査を効率化するとともに、従来の病害虫防除所職員による病害虫発生調査結果のみでなく、県下の生産者などが発信する病害虫発生情報なども活用し、病害虫防除の判断に要する情報として迅速に発信していくことで、適時の病害虫防除が可能となる情報の収集・提供の体制の実証に取り組んでいるところである。これに加え、2020年度からは、現行の病害虫防除所の体制であっても病害虫発生に係る情報量を増大し、予察精度の向上や、よりきめ細やかな地域ごとの情報の提供が可能となるよう、AI、センサー等による自動カウントフェロモントラップやドローンによるセンシングの発生調査での活用に向けた実証事業に取り組むこととしている。

他方、「世界最先端デジタル国家創造宣言・官民データ活用推進基本計画」（平成30年6月15日閣議決定）に基づき、行政保有データについて、民間などによる二次利用を促進するためのオープン化が推進されている中、発生予察事業において得られるデータについても民間などから同様の対応が求められているため、病害虫発生調査のデータを保有する都道府県と連携して検討を進めていくこととしている。

### Ⅲ 農薬などの空中散布を巡る状況について

有人ヘリコプターや無人ヘリコプター等の無人航空機を用いた農薬などの空中散布は、水稻の病害虫防除を中心に、防除作業を省力化する重要な手段として実施されている。特に無人航空機については、1991年に無人ヘリコプターによる農薬散布が実用化されて以来、2012年度には100万haを超え、2018年度には約101万ha、普及台数は約2,800台となるなど、その利用は大きく増加してきており、農産物の安定生産において重要な役割を担っている。

無人航空機による農薬などの空中散布にあつては、2015年12月に航空法が一部改正されて以降、事前に国土交通大臣の許可・承認が必要となっており、①無人航空機の機体の機能・性能、②操縦者の飛行経歴・知識・

技能および③安全な飛行を確保するための体制等が確認されている。

この航空法の許可・承認の申請においては、農業利用者の利便性を図るため、「空中散布における無人航空機利用技術指導指針」（平成27年12月3日付け27消安第4545号農林水産省消費・安全局長通知。以下「技術指導指針」という。）に基づき、登録された民間団体による機体の機能・性能の確認、操縦者の技能認証、それらに基づく代行申請等により、許可・承認の申請手続を円滑に行うことを可能としていた。

一方、農業分野におけるマルチローター式の無人航空機（以下、「ドローン」という。）の利用拡大への期待が高まる中、2018年6月に閣議決定された規制改革実施計画において、農薬の空中散布などの物件の投下を行う飛行の際に求められる補助者の配置義務、目視外飛行の基準等の規制について緩和するよう検討が求められた。また、2018年11月には、規制改革推進会議から、技術指導指針が航空法などに基づく根拠が明確ではなく、義務を課したものではない通知でありながら、農業従事者などには技術指導指針に基づき行われる登録された民間団体による機体や操縦者の認定が義務であると誤解を招いている等、技術指導指針の運用が農業用ドローンの導入を阻んでいるとして、これを見直すべき旨の答申が行われた。

これを受け、農林水産省では、2019年7月、技術指導指針を廃止し、併せて、「農薬の安全使用に関する事項」については新たにガイドラインを策定し、農林水産省において引き続き安全な農薬散布の推進を指導するとともに、航空法上の申請に伴うドローンの機体の機能・性能の確認や操縦者の技能認証等の「航空安全に関する事項」にあつては国土交通省での手続に一元化することとした。

一方で、無人ヘリコプターに関しては、既に普及が進み利用実績が多いことを踏まえ、現場での混乱が生じることが懸念されたことから、当面の間は、従前の登録代行機関による代行申請制度を継続することとしている。

また、補助者の配置、目視外飛行の基準等の規制緩和については、農林水産省でのユーザー、ドローンメーカー等の外部有識者による検討会での取りまとめ結果を踏まえ策定された、農用地などにおける空中散布を目的とした航空局標準マニュアル（国土交通省航空局）が公開されており、許可・承認申請者の参考となるよう周知を進めている。

一方で、無人航空機を用いた空中散布時の事故が毎年報告されており、これらの多くは、圃場周辺の状況を把

握する事前の実地確認が行われていなかったり、操縦者と補助者の意思疎通が的確に行われていなかったり、圃場間の移動や飛行経路上に架線などがある圃場において機体を飛行させる等の危険な飛行を行ったことなどの操縦者の注意不足が原因と考えられている。また、散布区域周辺への周知、風向き・散布方向を考慮した飛散防止対策等を講じるなどの農薬の安全かつ適切な使用も重要となる。このことを踏まえ、農林水産省では、翌年度の散布作業の安全対策に反映させるため、事故防止のポイントを整理して周知を行うとともに、前述のガイドラインによりその安全確保について利用者などへの指導の徹底を図ることとしている。

#### IV 地域特産作物の病害虫防除および農薬登録推進について

薬用作物など地域特産作物は、地域において付加価値の高い農業経営を確立するうえで重要な品目であり、その生産振興が図られている。一方、これらの地域特産作物については、生産量が少ないことなどから、農薬の登録が進まず、安定的かつ高品質な生産を推進するためには、これらの地域特産作物に使用可能な農薬の登録の促進（適用拡大）に取り組むことが必要である。

このため、2013年度から地域特産作物での農薬の適用拡大の加速化を図るため、民間団体などが行う農薬の適用拡大に必要な薬剤・薬害および作物残留試験の実施に対する支援を行っており、2020年度も引き続き農薬の適用拡大に必要な登録試験実施への支援を行うこととしている。

一方、薬用作物などの地域特産作物の生産拡大のみならず、無人航空機を活用した安全・適正な農薬散布の推進、薬剤抵抗性病害虫等の課題への対応について着実な推進を図るために、病害虫防除体系の確立や農薬登録の推進が重要となっている。これらの課題に円滑かつ迅速に対応することを目的として、2015年9月に関係機関・団体による病害虫防除・農薬登録推進中央協議会を設立した。当該協議会では、各都道府県から収集したマイナー作物や無人航空機の利用に係る農薬登録要望等の情報を関係者間で共有するとともに、薬剤抵抗性病害虫などの生産現場における課題の解決に向けた技術的な対応の検討や都道府県などへの情報提供等を行うこととしている。

また、近年、作業の省力化や効率化が図られると期待が高まっているドローンなどの無人航空機は、従前、農薬の空中散布が行われていなかった野菜・果樹等新たな利用場面への農薬登録の拡大が強く要望されている。このため、農水省では昨年3月に農業用ドローンの普及に

向けて「農業用ドローンの普及計画」を設定し、その中で、2022年度末までの4年間でドローンに適した農薬の登録を新たに200剤増加させることを目標とし、現場ニーズを農薬メーカーに通知して登録申請を促すとともに、産地と農薬メーカーのマッチングや地域における登録試験実施への支援を通じて、その適用拡大を推進していくこととしている。

#### V 難防除病害虫対策としての総合的病害虫・雑草管理(IPM)の活用について

これまで、食の安全や信頼の確保、環境に配慮した農業の推進が求められる中で、天敵やフェロモンを利用した生物的防除、粘着板等を利用した物理的防除および化学合成農薬による防除を組合せ、環境負荷を低減するとともに、病害虫の発生を経済的被害が生じるレベル以下に抑制する総合的病害虫・雑草管理(IPM)を推進している。現在、IPMについては徐々に現場での認知度も高まり、半閉鎖的栽培環境となる施設栽培を中心にIPMの実践は増えている。

しかし、環境負荷低減が期待される防除対策の検討が進められる一方で、土地利用型作物や果樹等の開放型栽培の品目を中心に、薬剤抵抗性病害虫(コナガ、ハダニ、アザミウマ、イネいもち病、野菜類灰色かび病、リング黒星病等)、コストや労働負荷の面で防除ができない土壌病害(コムギなまぐさ黒穂病、タマネギべと病、ショウガ青枯病、サツマイモ基腐病等)等の難防除病害虫の被害が顕在化している。

このため農林水産省では、難防除病害虫の防除に対し、従来の化学農薬を中心とした防除体系ではなく、これまで培ってきた農薬に頼らないIPM防除の考え方を基盤に、実行性の高い防除対策を確立するため、2020年度から「消費・安全対策交付金(病害虫の防除の推進)」の事業メニューを刷新し、都道府県による、農薬だけに頼れない病害虫・雑草の防除技術の確立を支援することとしている。また、JAや特認団体等が都道府県と協力し、地域の防除体系を考慮した農薬だけに頼らない防除体系を確立することなどについても支援を行うこととしている。

#### VI 植物検疫に関する国際情勢について

国際植物防疫条約(IPPC)の下ではIPPC第10条に基づき植物検疫措置に関する国際基準(ISPM)が策定されており、これまで(2020年2月末時点)に43本が策定されている。また、現在検討が進められている基準案として、ISPM8「ある地域における病害虫ステータス



の決定」の改正および「国家植物防疫機関が民間企業等に植物検疫活動を権限付与する場合の要件」等がある。これらは SPS 協定に規定された国際基準であり、各国は原則として ISPM に基づいた植物検疫措置をとる必要があるため、我が国としては、議論の状況を継続的に把握しつつ、科学的な検証や、IPPC 国内連絡会等を通じた国内関係者との意見交換を行い、技術的妥当性や現実性の観点から、必要な意見を積極的に提供し、ISPM の策定過程に積極的に参加することとしている。

また、IPPC では基準の策定だけでなく、その実施状況を改善するため、実施・能力開発委員会において、技術支援を通じた各国の能力向上、実施状況の把握に必要な各国からの通報の改善等も進められている。2018 年 12 月の国連総会で、2020 年を植物病害虫のまん延を防ぐことの重要性に関する意識啓発を目的とした国際年「国際植物防疫年 2020 (International Year of Plant Health 2020)」とすることが採択された。IPPC においては 2020 年に国際植物防疫年に関する世界的なイベント（フォトコンテスト、IPPC 総会閣僚級会合、世界食料関連イベント等）が計画されている。農林水産省としても、関係する企業・団体等と協力して植物防疫の重要性を周知する「国際植物防疫年 2020 オフィシャルサポーター制度」をはじめとして、国際機関や国内の関連企業等と連携して国際植物防疫年に係る取組を積極的に展開していく予定である。

## VII 植物検疫の諸課題について

### 1 国内検疫について

農業生産に多大な被害を与える重要な病害虫の侵入・まん延を防止するためには、輸入時のいわゆる「水際」での検疫措置のみならず、国内においても適切な対策を実施することが重要である。

具体的な取組として、これらの病害虫の侵入を可能な限り早期に把握し、防除・封じ込めを迅速・的確に行うことにより定着・まん延を未然に防止することを目的として、都道府県および植物防疫所は、全国の生産地や輸入港等において、火傷病菌、ミカンコミバエ種群等を対象とした侵入警戒調査を実施している。なお、2012 年 5 月より、我が国未発生の病害虫が新たに国内で発生した場合は、「重要病害虫発生時対応基本指針」に基づき、植物防疫所が都道府県の協力を得てその発生状況などを調査し、病害虫のリスクに応じた防除対策などを実施している。

現在、国内で発生が確認された重要病害虫に対しては、植物防疫法に基づく緊急防除を実施している。この

うち 2016 年以降緊急防除を実施しているジャガイモシロシストセンチュウについては、北海道網走市および大空町の一部地域を対象として、寄主植物の移動制限などによりまん延防止を図りつつ、対抗植物の植栽などにより密度低減のための取組を進めており、当初発生が確認された 163 圃場のうち、148 圃場で本線虫の密度が検出限界以下となったことを確認した。一方、これまで未発生だった防除区域内の 53 圃場で新たに発生が確認されたことに加え、2019 年 8 月には北海道斜里町においても新たに本線虫が確認されたため、緊急防除の期間を 6 年間（2026 年 3 月末まで）延長することとした。なお、周辺地域における発生調査の結果を踏まえ、新たに発生が確認された地区を防除区域に追加することとしている。

また、2018 年 4 月より緊急防除を実施しているテナサイシストセンチュウについては、長野県諏訪郡原村の一部地域を対象として、寄主植物の移動制限などによりまん延防止を図りつつ、土壌消毒などにより密度低減のための取組を進めており、当初発生が確認されたすべての圃場については、本線虫の密度を検出限界以下としたものの、29 圃場で再発が確認されたことから、緊急防除の期間を 2 年間（2022 年 3 月末まで）延長することとした。

2010 年以降緊急防除を実施しているウメ輪紋ウイルスについては、現在、6 都府県 23 市町を防除区域に指定し緊急防除を実施しているが、2019 年 5 月に感染樹の伐採を中止するなど、防除対策を試行的に見直したところ。

さらに、昨年 7 月に我が国で初めて発生が確認されたツマジロクサヨトウについては、これまでの調査の結果、21 府県まで発生が拡大している。今後も引き続き、全国で発生調査を実施し、早期発見・早期防除に努めることとしている。

### 2 植物防疫所の体制などの整備について

植物防疫所では、水際における植物検疫業務を適正かつ円滑に行うため全国に 5 本所、16 支所、35 出張所の体制のもと人員配置を行っており、2020 年度末の植物防疫官数は 963 人となる予定である。

2020 年度においては、「明日の日本を支える観光ビジョン」などが掲げる 2020 年に訪日外国人旅行客数 4,000 万人とする目標達成に寄与するため、国際線の発着便数が増加している主要空港（成田空港、羽田空港、関西空港）および地方空港（静岡空港、小松空港、広島空港、岡山空港）、客船ターミナルが新たに整備される東京港および横浜港における旅客携帯品の検査に係る植物防疫所の体制強化を図ることとしている。

また、訪日旅行者などの増加に伴い、昨年4月から、それらによる植物の違法な持ち込みに対して警告書を交付するなど、厳格な対応を実施している。

### 3 輸出植物検疫の取組について

植物検疫については、輸出に関する相手国の規制などの緩和・撤廃に向けた取組を迅速化することとしており、検疫上の理由により輸出ができない、あるいは検疫条件の厳しい国・地域や品目について、当該国・地域との二国間の輸出植物検疫協議を重点的かつ戦略的に進めている。また、既に検疫条件が整い、輸出が可能な国・品目については、相手国の検疫条件などを踏まえた技術的支援および情報提供、栽培地・集荷地における輸出検疫の実施などにより輸出検疫の利便性向上に取り組んでいるところである。

輸出植物検疫に係る予算事業については、2020年度には「我が国の輸出に有利な国際的検疫処理基準の確立、実証（118百万円）」および「輸出先国の規制に係る産地への課題解決支援（24百万円）」を実施する予定である。

#### (1) 解禁要請から植物検疫条件の協議

検疫協議については、技術的な協議を積み重ねた結果、2019年12月にベトナム向けりんごの条件緩和（袋かけに代わる検疫措置の追加）が実現した。また、同年11月に米国向け盆栽（ツツジ属およびゴヨウマツ）の条件緩和（網室内での栽培期間短縮）、2020年2月に米国向けうんしゅうみかんの条件緩和（臭化メチルくん蒸の撤廃）、2020年3月に米国向けなしの条件緩和（輸出生産地域の拡大、品種制限の撤廃）を実現した。

2020年度も引き続き、インド向けりんご、EU向け黒松盆栽、豪州向けいちご、タイ向けかんきつ類等の輸出解禁・条件緩和の実現に向けて、技術的な協議を積み重ねていく予定。

予算事業としては、2018年度から実施している「我が国の輸出に有利な国際的検疫処理基準の確立、実証委託事業」において、引き続き、①我が国の輸出に有利な殺虫処理技術の国際基準化を推進するため、輸出相手国が侵入を警戒する害虫を主なターゲットとした殺虫処理技術を確立するとともに、国際基準への提案に向けて必要となるデータの蓄積および取りまとめ、②輸出相手国が近年採用している検疫措置をベースに、従来の殺虫処理を主体とした検疫措置だけでなく、園地での病害虫管理や選果過程における管理等も視野に入れた複数の検疫措置を組合せたシステムズアプローチでの検疫措置案の調査・実証を行う予定である。

#### (2) 輸出促進に向けた産地への技術的支援

農産物の輸出にあたっては、輸出先国の植物検疫条件

に合致させることが重要である。植物防疫所では、産地や輸出業者等に対し、各国の輸入規則情報などを定期的に更新し、輸出先国の植物検疫条件の早見表を作成するなどの情報発信を行っているところである（<http://www.maff.go.jp/pps/j/search/detail.html#yusyutu>）。

また、輸出に取り組む、または取り組もうとする生産者や産地等への支援として、2017年度から開始した「輸出先国の規制に対応するためのサポート体制整備事業」を終了し、2020年度からはグローバル産地づくり推進事業委託費のうち「輸出先国の規制に係る産地への課題解決支援」に統合して実施する。先の事業では、輸出先国の植物検疫条件や残留農薬基準に対応するため、植物検疫や病害虫防除等の専門家を組織化するとともに、輸出に取り組もうとする産地や流通・販売事業者の意向や課題を聴取・分析し専門家を現地に派遣等することにより、産地などの実態に合ったきめ細やかな技術的支援を行っており、これまでに全国約250の産地や流通販売事業者等に専門家が訪問した。なお、2020年度も新たな事業を通じ支援を継続することとしている。

これに加えて、さらなる輸出の拡大に向け、増加する訪日外国人に我が国の農産物をおみやげとして持ち帰ってもらうことを目的として、植物検疫条件を記載したリーフレット（7か国語）の作成・配布や、主要空港において輸出検疫カウンターでの検査対応（6空港7か所）を行っている。

### 4 輸入植物検疫の見直し

国内に発生していない病害虫の侵入リスクの増大に対応するため、科学論文や各国から提供される病害虫情報等を収集し、病害虫のリスクアナリシスを実施し、輸入検疫の対象病害虫を明確にしつつ、リスクに応じた輸入植物検疫の確保に向けて、検疫対象病害虫に対する適切な検疫措置の設定・見直しを2011年から順次実施している。

## VIII 農業安全対策の一層の推進

### 1 農業登録制度の国際調和

登録を受けた農薬でなければ製造・販売・使用できず、定められた使用方法を遵守しなければならないという農業登録制度の枠組みは、我が国を始め、先進各国で共通である。農薬の人の健康や環境に対する影響の評価方法については、科学の進歩に伴い見直すことが必要であり、我が国でも、農薬の規制に関する国際的動向などを踏まえ、農業登録制度の見直しを進めている。2018年に農業取締法を一部改正し、再評価制度の導入や、農薬の安全性に関する審査の充実等を図ることで農薬の安

全性について一層の向上を図ることとしている。また、このほか、作物群の拡大等を通じて農薬登録の効率化を図ることとしている。

また、このような取組により、農薬登録制度の国際調和が進み、国内農薬メーカーの海外展開が容易となったり、海外でも早期に残留基準値が設定されることで、農産物の輸出促進にもつながることも期待される。

#### (1) 再評価制度

同一の有効成分を含む農薬について、一括して定期的に、最新の科学に基づき安全性などの再評価を実施する。すべての農薬について、有効成分ごとに順次再評価を行うこととしており、おおむね15年ごとに再評価を実施する。また、既登録農薬については、2021年度より、人の健康や環境に対する影響の大きさを考慮し、国内での使用量が多い農薬から優先的に再評価を進めていくこととしている。再評価の結果を踏まえて、必要に応じて登録の見直しを行う。また、毎年、農薬の製造者から安全性に関する科学的知見を収集・分析し、必要な場合には、定期的な再評価を待たず、随時評価を行い、登録の見直しを行うこととしている。

#### (2) 農薬の安全性に関する審査の充実

農薬使用者への影響評価について、毒性のみでなく、使用方法に従って農薬を使用したときに、皮膚や吸入を通じて摂取する暴露量を考慮したリスクベースの安全性評価を実施する。農薬の蜜蜂への影響評価についても、蜜蜂への毒性の強さおよび蜜蜂への農薬の暴露量を考慮したリスクベースの安全性評価を実施する。

#### (3) 農薬登録を効率的に行うための作物群の拡大

近年、国際的には、農薬登録のために提出された作物残留試験データを有効活用するため、同じ使用方法であれば、作物群で登録することも可能としている。我が国でも、これまでの個別の作物の登録に加えて作物群での登録を可能とする仕組みを導入し、2017年度から果樹類、2019年度から野菜類等の作物について、それぞれ作物群での登録を可能とした。これにより作物群でのより多くの試験成績に基づく農薬の登録審査が可能となるとともに、作物群での登録が進めば、より効率的な防除が可能となり、マイナー作物に使用可能な農薬も増えることが期待できる。

## 2 生産段階における農薬の適正使用などの徹底について

農林水産省は、農薬の適正使用の指導を徹底してきた。しかしながら、依然として残留農薬基準値の超過事案が散見されている。

基準値超過の発生をさらに減らしていくには、ただ農

薬の適正使用を訴えるのみでは限界があり、その真の原因に則した再発防止策を、農薬の使用にあたって特に注意して取り組むべき事項として重点的に指導していく必要がある。

このため、基準値超過が明らかとなった場合には、まずは都道府県において、徹底的な原因究明を行っていただくこととしている。調査の結果は、講じられた再発防止策などとともに地方農政局などを通じて農林水産省に報告いただき、農業者への指導などに活用していただくため、全国の都道府県に情報提供することとしている。

### 3 農薬の使用に伴う事故および被害の発生防止について

農薬の使用に伴う事故（人への被害）は、2017年度には21件発生している。事故の原因としては、飲料の空容器に移し替えたなど農薬の保管管理が不適切だったために農薬を誤って飲んだ事故および農薬の調製または使用時にマスクやメガネ等の防護装備が不十分だったため生じた事故が多く、このほかに農薬の飛散により、健康被害が生じた事例なども報告されている。これらの事故などを防止するためには、適切な保管管理、調製または使用時の防護装備の着用、飛散防止対策の十分な実施等が重要である。

また、被覆を要する土壌くん蒸剤（クロルピクリン剤）については、依然として、農薬使用者が適切に被覆を行わなかったこと等を主な原因とする事故が、毎年報告されていることから、その適正な取扱いの徹底について改めて周知するとともに、クロルピクリン剤の使用実態や、現場での指導方法など、各地域の実態を総点検して、指導を徹底することとしている。

### 4 農薬危害防止運動について

農林水産省は、厚生労働省、環境省および都道府県等と連携し、農薬の使用に伴う事故・被害を防止するため、農薬の安全かつ適正な使用や保管管理、使用現場における周辺への配慮の徹底等を推進する「農薬危害防止運動」を毎年度6月から8月にかけて実施している。2019年度は、2018年12月の改正農薬取締法の施行に伴い、新たに「農薬使用者は、農薬の使用に当たっては、農薬の安全かつ適正な使用に関する知識と理解を深めるように努める（第27条より抜粋）」ことが規定されたことを受け、これを踏まえた運動が全国で一体となって推進されるよう、運動のテーマ「農薬を知る。理解する。適正に使う。」を掲げるとともに、重点指導項目を設けてより徹底した指導を行った。また、危害防止運動の実効性を高めることを目的として、2018年度に実施した各都道府県における取組状況や、指導を行ううえでの課題およ



び対応策の調査を行った。その結果、周知の行き届きにくい農薬使用者への周知が課題となっていることが確認されたことから、農薬適正使用の啓発リーフレットおよび研修参加呼びかけポスター・チラシを作成した。

2019 年度も同様の調査を行った結果、多くの地域で住宅地等における農薬使用などにおける農薬使用者への指導が課題としてあげられた。このことを踏まえ、引き続き、すべての農薬使用者が常に周りへの配慮を意識して農薬を安全に使用する環境の醸成に努めることとしている。

### 5 住宅地周辺における農薬散布について

学校、公園、街路樹および住宅地に近接する農地等において農薬を使用するときは、農薬の飛散を原因とする住民等の健康被害が生じないようにすることが必要である。このため、「農薬を使用する者が遵守すべき基準を定める省令」（平成 15 年農林水産省・環境省令第 5 号）第 6 条において、住宅地周辺における農薬使用に当たって飛散防止のために必要な措置を講じるよう努めることを規定している。

住宅地等における農薬の適正使用の取組を徹底するため、2013 年 4 月 26 日に以下の内容を掲げた「住宅地等における農薬使用について」（25 消安第 175 号・環水大土発第 1304261 号農林水産省消費・安全局長、環境省水・大気環境局長通知）を制定した。この通知は、農薬以外の防除手段の検討や、やむを得ず農薬を使用せざるを得ない場合の飛散防止対策の実施および周辺住民等への事前周知等のこれまでの指導に加え、地方自治体の施設管理部局等が防除業者等に委託して病害虫防除を行う際に、当該防除業者等に同通知に規定する取組を確実に実施させるための手段を提示して、防除業者による住宅地等における農薬使用の適正化を図るものとなっている。

こうした指導をしている中、2017 年 9 月、公立小学校において児童が授業を受けている時間帯に、敷地内樹木の害虫駆除を目的として農薬が散布され、それにより児童が体調不良を訴え、病院に搬送される事案が発生してしまった。これを受けて、同様の事案が発生しないよう、農林水産省と環境省は都道府県宛てに『住宅地等における農薬使用について』の再周知・指導の徹底について』（平成 29 年 10 月 25 日付け 29 消安第 3974 号・環水大土発第 1710251 号農林水産省消費・安全局農産安全管理課長、環境省水・大気環境局土壌環境課農薬環境管理室長通知）を発出した。

今後も、本通知に基づく取組を一層推進していくため、通知に示す取組の実施状況の把握に努めつつ、各地における指導事例等も参考として、より効率的な普及手

法を必要に応じて検討していく。また、都道府県や市町村の施設管理部局等に対する研修の要望等があれば、農林水産省および環境省において可能な限り対応することとしている。

### 6 蜜蜂の被害の防止について

農薬登録にあたり、使用する際に蜜蜂に悪影響を及ぼさないよう、蜜蜂に対する毒性が比較的強い場合には、注意事項をラベルに記載している。また、農薬を使用する農家と養蜂家との間で、巣箱の位置・設置時期や、農薬の散布時期等の情報を交換し、巣箱を退避する等の対策を講じるよう指導している。

欧米では、2000 年代より蜜蜂の大量死等が問題となり、その原因は、病気、ダニ、農薬等である可能性が指摘されている。我が国でも、蜜蜂が減少する事例は起きており、それらの事例と原因との関係について十分把握できているとはいえなかった。このため、農薬と蜜蜂が減少する事例との関連性を把握すること等を目的として、2013 年度から 3 年間で、農薬が原因と疑われる蜜蜂の被害事例の調査を実施し、調査の結果、以下のことが明らかになった。

- ・被害の発生は、水稻のカメムシを防除する時期に多く、巣箱の前から採取された死虫が水稻のカメムシ防除に使用された殺虫剤を直接浴びた可能性が高いこと
- ・死虫から検出された殺虫剤のうち、どの殺虫剤が被害を発生させているのかは特定できなかったこと
- ・被害を軽減させるためには、農薬を使用する農家と養蜂家の間の情報共有、養蜂家が行う巣箱の設置場所の工夫および農薬使用農家が行う農薬の使用の工夫等の対策が有効であること

このため、都道府県による対策の継続的な実施を推進するとともに、対策の有効性の検証等のために、毎年、都道府県ごとに被害の件数等を把握することとしている。

### 7 インターネットを利用した農薬の販売への対応

農薬の販売については、農薬取締法において、販売者の届出、販売禁止農薬の規定等を定めているが、インターネットにおいて、届出をしないで農薬を販売したり、農薬を小分けして販売したりする等の不適切な事例が確認されている。このような不適切な事例の背景として、インターネットを利用した取引、特に、ネットオークション等における取引は、不特定の個人によるものが多く、販売者側と購入者側の双方が法律による規制を知らないまま行われていることが考えられる。

このようなインターネットを利用した農薬の不適切な販売を防止するため、農林水産省のホームページへの「農薬の販売」および「農薬の購入」に関する注意事項の

掲載，インターネット販売サイトの運営者に対して農薬取締法上の農薬の販売に関する取扱いについて取引ガイドラインに明記していただく等の協力依頼を行っている。

## 8 農薬として使用することができない除草剤の販売などについて

農薬取締法においては，法に基づく登録を受けていない農薬を農作物等の病害虫又は雑草の防除のために使用することを禁止しており，農薬に該当しない除草剤（法第22条第1項に規定する「農薬以外の薬剤であって，除草に用いられる薬剤」をいう。以下同じ。）については，農作物等の栽培・管理に使用されないよう，農薬に該当しない除草剤を販売する者に対し，農薬として使用できない旨の表示をする義務を課す（法第22条）とともに，この表示に反して，農薬として使用した場合には，無登録農薬の使用として，罰則が科されることとなっている（法第24条）。

農林水産省では，「農薬として使用することができない除草剤の販売等について」（平成31年3月28日付け通知）に基づき，農薬に該当しない除草剤について，農作物等の栽培・管理のために使用してはならないこと，農作物等の栽培・管理のための使用を前提とした販売をしてはならないこと，また，登録を受けている農薬と誤認させるような宣伝をしてはならないこと等の農薬取締法の規制について周知している。

## おわりに

これらの植物防疫に係る課題に的確に対応するため，農業者，都道府県，国，民間の各分野を越えて，我が国の植物防疫関係者が一体となった取組が必要である。本誌読者の皆様にも，より一層のご支援とご指導をお願いしたい。

## 新しく登録された農薬（2020.2.1～2.29）

掲載は，**種類名**，登録番号：**商品名**（製造者又は輸入者）登録年月日，有効成分：含有量，**対象作物**：対象病害虫：使用時期等。ただし，除草剤・植物成長調整剤については，**適用作物**，**適用雑草**等を記載。

### 「殺虫剤」

- テトラニリプロール粒剤**  
24328：ヨーバル箱粒剤（バイエル）20/2/12  
テトラニリプロール：1.5%  
稲（箱育苗）：イネツトムシ，イネドロオイムシ，イネヒメハモグリバエ，イネミズゾウムシ，コブノメイガ，ツマグロヨコバイ，ニカメイチュウ，フタオビコヤガ：は種前
- 稲（箱育苗）：イネツトムシ，イネドロオイムシ，イネヒメハモグリバエ，イネミズゾウムシ，コブノメイガ，ツマグロヨコバイ，ニカメイチュウ，フタオビコヤガ：は種時（覆土前）～移植当日
- テトラニリプロール水和剤**  
24329：ヨーバルシードFS（バイエル）20/2/12  
テトラニリプロール：40.3%  
稲：イネツトムシ，イネドロオイムシ，イネミズゾウムシ，ニカメイチュウ，イネツトムシ，イネドロオイムシ，イネミズゾウムシ，ニカメイチュウ：は種前（浸種後）
- エトフェンプロックス・ジノテフラン乳剤**  
24344：スタートレボンW10（三井化学アグロ）20/2/26  
エトフェンプロックス：10.0%  
ジノテフラン：10.0%  
稲：カメムシ類，ウンカ類，ツマグロヨコバイ：収穫14日前まで

### 「殺菌剤」

- 銅水和剤**  
24345：クミガードSC（クミアイ化学）20/2/26  
水酸化第二銅：20.0%  
かんきつ：かいよう病  
ばれいしょ：疫病，軟腐病  
てんさい：褐斑病  
茶：炭疽病，もち病：摘採前日まで
- インピルフルキサム水和剤**  
24350：ミリオネアフロアブル（住友化学）20/2/26  
インピルフルキサム：37.0%  
麦類：雪腐小粒菌核病：根雪前  
麦類：赤さび病：収穫7日前まで  
豆類（種実，ただし，らっかせいを除く）：菌核病，灰色かび病：収穫前日まで  
豆類（未成熟）：菌核病，灰色かび病：収穫前日まで  
ばれいしょ：黒あざ病：植付前  
てんさい：根腐病：定植前  
てんさい：根腐病，葉腐病：収穫7日前まで  
たまねぎ：灰色かび病，小菌核病，灰色腐敗病：収穫前日まで  
ねぎ：さび病，白絹病：収穫前日まで  
りんご：黒星病，すす点病，すす斑病，斑点落葉病：収穫前日まで  
ぶどう：黒とう病，さび病，灰色かび病：収穫前日まで  
(21 ページに続く)

# 時事解説

## 令和2年度植物防疫研究課題の概要

農林水産省 農林水産技術会議事務局  
研究開発官(基礎・基盤, 環境)室

### はじめに

農林水産省所管の国立研究開発法人(以後「国研」と略)の財源としては、主に「運営費交付金」と各種の「委託費」等の外部資金とがあり、それぞれの性格は異なっている。主たる財源の「運営費交付金」は「渡し切り」資金であり、農林水産大臣が定めた「中長期目標」の枠組みの中であれば、国研が柔軟に運用できる。これに対して、「委託費」は農林水産省や他省庁等からの委託で実施する研究資金であり、農林水産省の「委託費」の場合は、農林水産省が提示する研究内容に対して研究機関からの公募を募り、採択された課題に対して支払われる。

農林水産省が委託する研究資金の大枠としては、「委託プロジェクト研究」と「競争的資金」がある。いずれも、農林水産省が研究推進にも深く関与するため、研究に参画する全機関で構成される研究コンソーシアムと農林水産省が契約を結んだうえで研究が実施される。両者の違いとして、「委託プロジェクト研究」では農林水産省が求める研究の達成目標や技術開発が明確に提示されるのに対し、「競争的資金」では応募者が自ら設定した研究課題を解決するための研究を提案できるため、前者よりも後者で応募者側の自由度が大きいと見える。なお、「委託プロジェクト研究」は令和2年度から「農林水産研究推進事業」の枠組みの中で実施される。以下に、まず令和2年度の農林水産試験研究費予算概算決定の概要を述べ、次に植物防疫関係の主なプロジェクト研究について紹介する。

### I 農林水産技術会議事務局関係の令和2年度予算概算決定及び令和元年度補正予算の重点事項

令和2年度のポイントとして、攻めの農林水産業を展開し成長産業にするとともに、美しく伝統ある農山漁村を次世代に継承するため、「農林水産業・地域の活力創

造プラン」等に基づく改革を着実に実行するための予算要求を実施した。

以下に、主な研究項目と事業名を挙げる。事業名だけでは内容がわかりにくい場合には、主な研究・事業内容を記した。

#### [1] スマート農業総合推進対策事業(15億円) スマート農業技術の開発・実証プロジェクト(補正予算71億5千万円)

先端技術の現場への導入・実証を進めるとともに、地域での戦略づくりや科学的データに基づく土づくり、教育の推進、農業データ連携基盤(WAGRI)の活用促進のための環境整備等の「スマート農業」の社会実装に向けた取組を総合的に支援する。

#### [2] 農林水産研究推進事業(22億9千3百万円)

農林水産業・食品産業の競争力強化に向け、国主導で実施すべき重要な研究分野について、戦略的な研究開発を推進する。また、研究開発と研究成果の社会実装を効果的に行える、知財マネジメントの強化等の環境整備を一体的に実施する。

##### 1 現場ニーズ対応型プロジェクト(研究開発)

農林漁業者などのニーズを踏まえた明確な研究目標の下、実装までを視野に入れた技術開発を推進する。

- ①品種多様性拡大に向けた種子生産の効率化技術の開発
- ②センシング技術を駆使した畑作物品種の早期普及と効率的生产システムの確立
- ③果樹等の幼木期における安定生産技術の開発
- ④大規模飼料生産体系における収穫作業の人手不足に対応する技術開発
- ⑤省力的かつ経済的効果の高い野生鳥獣侵入防止技術の開発
- ⑥ドローン等を活用した農地・作物情報の広域収集・可視化及び利活用技術の開発
- ⑦ドローンやほ場設置型気象データセンサー等センシング技術を活用した栽培管理効率化・安定生産技術の開発
- ⑧茶葉の低温保管システムと晩作品種の開発

Government Research Projects on Crop Protection in 2020.

(キーワード: 令和2年度予算要求, 植物防疫研究課題, 農林水産技術会議事務局)



- ⑨総合的な悪臭低減，臭気拡散防止技術の開発
- ⑩青果用かんしょの省力機械移植体系の確立
- ⑪成長に優れた苗木を活用した施業モデルの開発
- ⑫クロマグロ養殖の人工種苗への転換促進のための早期採卵・人工種苗育成技術や低環境負荷養殖技術の開発
- ⑬直播栽培拡大のための雑草イネ等難防除雑草の省力的防除技術の開発
- ⑭南西諸島の気候風土に適した高収益品目の検討及び栽培技術体系の確立
- ⑮畑作物生産の安定・省力化に向けた湿害，雑草害対策技術の開発
- ⑯高品質茶生産拡大のための適期被覆技術体系の確立
- ⑰繋ぎ牛舎でも利用できる高度な搾乳システムの開発

## 2 脱炭素・環境対応プロジェクト（研究開発）

革新的な炭素吸収源対策技術や温室効果ガス削減，環境変化に対応する技術等の開発を推進する。

- ①農林水産分野における炭素吸収源対策技術の開発
- ②国際連携による農業分野における温室効果ガス削減技術の開発
- ③農業分野における気候変動緩和技術の開発
- ④農業における花粉媒介昆虫等の積極的利活用技術の開発
- ⑤森林・林業，水産業分野における気候変動適応技術の開発
- ⑥野生鳥獣及び病害虫等被害対応技術の開発

## 3 次世代育種・健康増進プロジェクト（研究開発）

ゲノム編集技術による農業競争力強化等に資する育種素材，品種保護に有効な簡易識別技術等の開発を推進する。

- ①品種識別技術の開発
- ②ゲノム編集技術を活用した農作物品種・育種素材の開発
- ③民間事業者等の種苗開発を支える「スマート育種システム」の開発
- ④海外植物遺伝資源の民間等への提供促進
- ⑤地域の農林水産物・食品の機能性発掘のための研究開発
- ⑥蚕業革命による新産業創出プロジェクト
- ⑦薬用作物の国内生産拡大に向けた技術の開発

## 4 人工知能未来農業創造プロジェクト（研究開発）

人工知能（AI）やIoT等の最新技術を活用して，農林水産業における飛躍的な生産性の向上を実現する技術開発を推進する。AIを活用した病害虫の早期診断など，国が中長期的な視点で取り組むイノベーションの創出に向けた技術開発を推進する。

- ① AIを活用した病害虫早期診断技術の開発（後掲）

- ② AIを活用した栽培・労務管理の最適化技術の開発
- ③ AIを活用した食品における効率的な生産流通に向けた研究開発

## 5 海外・異分野動向分析（環境整備）

異分野・海外の技術動向を把握・分析し，戦略策定等に活用する。

## 6 アウトリーチ活動強化（環境整備）

ゲノム編集技術等の社会実装に向けて，専門家と国民・関係業界との双方向コミュニケーションや，消費者モニターによる栽培ほ場の見学会等を実施する。

## 7 知財マネジメント強化（環境整備）

都道府県等の知財マネジメントの強化を図るため，手引きの充実や専門家の派遣等を実施する。

## [3] 知の集積と活用場によるイノベーションの創出（40億9千4百万円）

農林水産・食品分野のオープンイノベーションを促進するため，農林水産省が設置した『「知」の集積と活用場』において，様々な分野の多様な知識・技術等の連携を推進する（後掲）。

## [4] ムーンショット型農林水産研究開発事業（51億円（うち補正予算50億円））

農林水産分野の成長産業化に向けて，生物系特定産業技術研究支援センターに基金を設置し，困難だが実現すれば大きなインパクトが期待される社会課題等を対象とした挑戦的な研究開発を推進する。

## [5] 安全な農畜水産物安定供給のための包括的レギュラトリーサイエンス研究推進事業（6億3千5百万円）

食品安全，動物衛生，植物防疫等の問題発生への未然防止や発生後の被害拡大防止のため，行政施策・措置の決定に必要な科学的知見を得るための研究（レギュラトリーサイエンスに属する研究）を，内容に応じて柔軟に規模や期間などを選択して実施する（後掲）。

## [6] 福島イノベーション・コースト構想に基づく先端農林業ロボット研究開発事業（1億3千5百万円）

福島イノベーション・コースト構想の実現に向けて，農林業者の帰還と営農再開を強力に推進する先端技術を開発する。

## [7] 食料生産地域再生のための先端技術展開事業（8億2千4百万円）

避難指示区域の解除等の状況の変化による新たな技術的課題に対応するとともに，今後営農再開等が本格化する中でこれまでの実証成果の現場への定着を推進する。

## II 植物防疫関係の研究概要

次に、農林水産技術会議事務局が実施中の研究事業の中で、植物防疫関係の課題が含まれる主要なものの概要を述べる。

### 1 農林水産研究推進事業「人工知能未来農業創造プロジェクト」のうち「AIを活用した病害虫早期診断技術の開発」(平成29～令和3年度, 継続, 1億6千万円)

「日本再興戦略2016」(平成28年6月閣議決定)では、人工知能(AI)やIoT, ビッグデータ, ロボットを活用した第4次産業革命を推進することとしている。既に他産業で利用が進んでいるこれらの最新技術を農業分野にも活用することにより、生産性の飛躍的な向上等を実現し、農業の成長産業化に結びつけることが期待されている。病害虫の発生は農業生産に大きな損害を与える恐れがあることから、農産物の安定生産のためには、適期に的確な防除を行い、まん延を防止する必要がある。しかし、経験の浅い新規就農者等にとって、病害虫種を正確に判別し、適切に対策を講じることは容易ではない。そこでAIを活用して早期に病害虫を診断し、その被害対策を支援する技術の開発を推進するための研究課題「AIを活用した病害虫早期診断技術の開発」が実施されている。

本課題は二つの中課題から構成されており、中課題1「AIを活用した病害虫診断技術の開発」では、新規就農者や普及指導員等が、農業現場で自らタブレット端末等を用いて病害虫を診断し、対策を講ずることを支援するための技術を開発している。そのために、①農作物において問題となる病害虫やその被害を受けた作物等の画像情報等を蓄積してデータベースを構築するとともに、②それらをAIに学習させて病害虫を同定する技術を開発し、③最終的に、このような病害虫診断技術による安価なサービスを利用者に提供するため、使いやすく汎用性の高いアプリケーション等を含むシステムを開発している。昨年度までにトマト等の主要な病害虫約80種の画像を30万枚以上収集してAIの学習を進め、病害虫診断アプリのプロトタイプを開発した。また、中課題2「AIを活用した土壌病害診断技術の開発」では、前作の病害発生程度や土壌微生物の遺伝子情報等を用い、発病リスクを栽培前にAIによって判断することを可能とし、輪作の導入、抵抗性品種の利用や土壌消毒剤の使用等の適切な対策を講じることにより、土壌病害の発生を未然に防ぎ被害を最小化する技術を開発している。

### 2 農林水産研究推進事業「脱炭素・環境対応プロジェクト」のうち「野生鳥獣及び病害虫等被害対応技術の開発」(平成27～令和5年度, 継続, 5千9百万円)

農林水産分野においては、農林水産業に起因する温室効果ガスの排出削減と森林や農地土壌の吸収機能の向上とともに、地球温暖化の進行に伴う高温障害等の発生及び集中豪雨や干ばつ等の極端現象の増加に的確に対応するため、気候変動の農林水産業へ与える影響を高精度で評価するとともに、地球温暖化の進行に対応して農林水産物の生産を持続的に可能とする体制を早急に確立することが求められている。

このため、IPCCをはじめとする最新の温暖化予測、「委託プロジェクト研究(気候変動対応関連)の推進方針」(平成27年12月)及び「農林水産省気候変動適応計画」(平成27年8月)等に基づき、森林・林業、水産業分野における気候変動適応技術及び野生鳥獣被害対応技術について、さらに強化するとともに、気候変動が農林水産分野に与える影響の評価並びにこれに基づく中長期的視点を踏まえた農業分野における病害虫等被害対応技術の開発を進める。

植物防疫に関連する研究としては、気候変動等の影響により国内の農地に定着し、被害をもたらしている侵略的外来種に対する適正管理技術を開発するための研究課題「農業被害をもたらす侵略的外来種の管理技術の開発」が実施されている。令和元年度から5年間の予定で、水田やその周辺を侵害している特定外来生物ナガエツルノゲイトウ等の拡散防止に資するモニタリング手法や駆除技術等の開発が進められている。

### 3 「知」の集積と活用によるイノベーションの創出

我が国の農林水産・食品分野の競争力を強化し飛躍的に成長させていくためには、他分野のアイデア・技術等を導入し新たな商品・事業に結びつけていくことが必要なことから、農林水産省では、様々な分野の産学官連携研究を促進する『「知」の集積と活用』を平成28年4月に創設し、オープンイノベーションの取組を進めている。「知」の集積と活用 産学官連携協議会への入会および研究開発プラットフォームの届出等の手続きについては、ウェブサイト(<https://www.knowledge.maff.go.jp/>)を参照されたい。また、提案公募型研究事業である「イノベーション創出強化研究推進事業」では、生物系特定産業技術研究支援センターが事業実施主体となって、農林水産・食品分野の発展や新たなビジネスの創出につながる研究課題に対し、基礎・応用から実用化段

階までの研究開発を継ぎ目なく支援している。本事業では、①革新的なシーズを創出する独創的でチャレンジングな基礎段階の研究開発を行う「基礎研究ステージ」、②基礎研究で創出された研究シーズを基にした応用段階の研究開発を行う「応用研究ステージ」、③応用研究等の成果を社会実装するための実用化段階の研究開発を行う「開発研究ステージ」を設定している。本事業における採択審査時の優遇措置として、(i)『「知」の集積と活用』の研究開発プラットフォームからの提案に対し、研究委託費上限額の拡大、研究期間の延長（開発研究ステージのみ）、採択審査時に加算ポイントの優遇措置、(ii) 応用研究ステージ及び開発研究ステージにおいて、マッチングファンド方式（研究コンソーシアムに民間企業等が参画し、研究委託費の1/2以上を自己資金として負担する方式）が適用する場合、民間企業等の負担額に応じて採択審査時に加算ポイントの優遇措置、を実施している。

令和元年度の「イノベーション創出強化研究推進事業」では、植物防疫に関する研究課題として、基礎研究ステージにおいては、「グリーンング病の侵入を防ぐ環境情報駆動型スマート調査技術」、開発研究ステージにおいては、「産地崩壊の危機を回避するためのかんしょ病害防除技術の開発」、「健全種ばれいしょ生産を達成するジャガイモ黒あし病発病リスク回避技術の確立」、「侵入シストセンチュウ類緊急防除後の営農再開・再発防止支援技術の開発」等が採択された。また、緊急に研究の実施が必要とされる事態が生じた場合に設定する緊急対応課題として、「ツマジロクサヨトウの効率的な発生予察と

防除対策の確立に向けた緊急研究」が採択された。

#### 4 安全な農畜水産物安定供給のための包括的レギュラトリーサイエンス研究推進事業

安全な農畜水産物を安定的に供給し、食の安全及び消費者の信頼を確保するためには、食品中に含まれる有害化学物質・有害微生物、動物の伝染性疾病や植物の病害虫に関するリスク管理を、科学的知見に基づいて効果的、効率的に実施することが重要である。

本事業は、令和2年度より予算措置された新たな事業であり、従前の「安全な農林水産物安定供給のためのレギュラトリーサイエンス研究」を拡充し、食品安全、動物衛生、植物防疫等の分野において、適切にリスク管理措置等を講じるため、法令・基準・規則等の行政施策・措置の決定に必要な科学的知見を得るための研究（レギュラトリーサイエンスに属する研究）をさらに推進していくものである。農林水産業に関するレギュラトリーサイエンスの詳細は「レギュラトリーサイエンス研究推進計画」（平成27年6月19日付け消費・安全局長及び農林水産技術会議事務局長通知）を参照されたい。

本事業において、植物防疫に関する課題として、「*Xylella fastidiosa* の宿主範囲及び検定方法に関する研究（令和元～令和3年度）」を令和元年度より実施している。また、令和2年度より、新規課題として「臭化メチルの代替の消毒方法の確立及び安全性の確保（令和2～令和3年度）」及び「*Tomato brown rugose fruit virus* の多検体診断技術及び防除技術の開発（令和2～令和4年度）」を実施することとして、令和2年2月7日から3月26日の間、実施研究機関の募集を行った。

## 農林水産省プレスリリース (2020.2.6～2020.3.6)

農林水産省プレスリリースから、病害虫関連の情報を紹介します。

<http://www.maff.go.jp/j/press> の後にそれぞれ該当のアドレスを追加してご覧下さい。

- ◆ 新規試験研究課題の募集及び応募説明会の実施について（令和2年度安全な農畜水産物安定供給のための包括的レギュラトリーサイエンス研究推進委託事業）（20/2/7） [/syouan/gijyutu/200207.html](http://syouan/gijyutu/200207.html)
- ◆ 「令和元年度病害虫発生予報第10号」の発表について（20/2/12） [/syouan/syokubo/200212.html](http://syouan/syokubo/200212.html)
- ◆ 遺伝子組換え農作物の第一種使用等に関する審査結果についての意見・情報の募集（パブリックコメント）について（20/2/25） [/syouan/nouan/200225.html](http://syouan/nouan/200225.html)
- ◆ 「令和元年度第3回生物多様性影響評価検討会総合検討会」の開催について（20/3/6） [maff.go.jp の後に /docs/press/200306.html](http://maff.go.jp/docs/press/200306.html)





# オウトウ輸出に対応した防除体系の検討

山形県農業総合研究センター 園芸試験場 **伊 藤 慎 一**

## はじめに

山形県のオウトウ生産量は、2018年産で14,200トンと日本一となっている。国内の消費人口は減少方向に転じており、今後の市場縮小に対応するため、山形県ではオウトウの海外輸出に向けた取り組みを始めている。オウトウの生果実は長期保存が難しいため、輸出相手国としては台湾や香港等の東南アジア圏が想定される。輸出に向けた課題には、オウトウの品質維持や輸送コストなどがあるが、ほかにも病害虫に対する検疫や作物の残留農薬量は重要な輸出要件に該当する。

特に作物残留農薬量は、輸出相手国の作物残留農薬基準値（以下「基準値」と記載）に適合していることが必須条件であり、これまでに県で実施したオウトウの残留農薬量調査において、日本の農薬使用基準を遵守して生産された果実でも相手国の基準値を超過する事例が見られている。また、台湾輸出向けイチゴ果実で既に報告されているが（武田，2016），基準値を超過するものは、輸出相手国の基準値がN.D.（検出限界値未満）に該当している成分が大部分を占めている。オウトウの輸出相手国と想定される台湾や香港では、日本で使用されている殺ダニ剤の多くの成分が相手国の基準値N.D.となっており、輸出向け防除体系ではハダニ対策が課題となっている（表-1）。当场では2016～18年にわたって台湾向けを想定したオウトウ輸出防除体系の構築を目指し、農薬残留量や防除効果を検証した。

本実証試験は国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構（以下 農研機構）生物系特定産業技術研究支援センターの革新的技術開発・緊急展開事業実証研究型「国際競争力強化と輸出拡大のための超大玉オウトウ生産・加工技術開発」（輸出対応）の支援を受けて取り組んだものであり、これまでの実証を通して得られたいくつかの知見について本稿で紹介する。

Way of Thinking and Practice of a Disinfestation System for Sweet Cherry Export. By Shinichi Ito

（キーワード：オウトウ，残留農薬基準値，台湾輸出向け防除体系，気門封鎖剤）

なお、本試験の推進において貴重な助言をいただいた増田哲男専門POと生物系特定産業技術研究支援センターの足立礎研究リーダーに深謝するとともに、オウトウの調査樹や残留農薬分析用オウトウ果実の提供に協力をいただいた山形県農業総合研究センター園芸試験場果樹部およびパイオ育種部の関係職員諸氏に感謝を申し上げる。

## I オウトウ果実における主要農薬の残留農薬量の検討

### 1 異なる防除体系における残留農薬分析調査

2016～18年にかけて県内各主要産地の異なる防除暦（3年間で31体系）で生産された果実の残留農薬量を把握するため、残留農薬分析を実施した。オウトウ果実収穫後すぐに残留農薬分析委託業者（日本環境科学株式会社）へ搬送し、オウトウで使用される46農薬成分についてGC-MS(/MS)法により分析を行った。なお、分析の定量下限値はアセキノシルのみ0.02 ppmで、それ以外の成分は0.01 ppmで実施している。

3年間を通じて異なる防除暦で生産されたオウトウ果実34試料の残留農薬量を調査した結果、輸出相手国（台湾）の基準値N.D.（検出限界値未満）成分に該当する11成分（殺菌剤3成分，殺虫剤4成分，殺ダニ剤4成分）が相手国の基準値に適合できなかった（表-2）。超過した成分は、殺菌剤のピリベンカルブ，オキシポコナゾール，シアントラニプロロール，シフルトリンおよびフロニカミド，殺ダニ剤がシエノピラフェンとシフルメトフェン，ピフルブミドおよびスピロメシフェンであった。

### 2 殺ダニ剤2剤（アセキノシル剤とビフェナゼート剤）の散布時期の把握

前述の残留農薬分析の結果、オウトウの雨除け被覆前に使用されている殺ダニ剤（シエノピラフェン剤やピフルブミド剤等）が台湾基準値に適合しないことが判明した。そこで台湾で基準値が設定されており、オウトウ収穫前に使用できる可能性が高い殺ダニ剤としてアセキノシル剤とビフェナゼート剤の散布時期別の残留農薬量の

表-1 オウトウの残留農薬基準値の事例 (2017年3月現在)

種類	薬剤名	基準値設定名 (ISO 名)	オウトウの残留農薬基準値 <sup>a)</sup>		
			日本 (ppm)	台湾 (ppm)	香港 (ppm)
殺菌剤	オンリーワンフロアブル	テブコナゾール	5	2	5
	サンリット水和剤	シメコナゾール	3	N.D.	N.D.
殺虫剤	アーデントフロアブル	アクリナトリン	2	N.D.	N.D.
	スタークル顆粒水溶剤	ジノテフラン	10	1	N.D.
	エクシレル SE	シアントラニリプロール	6	N.D.	N.D.
	サムコルフロアブル 10	クロラントラニリプロール	1	1	2
	ダントツ水溶剤	クロチアジニン	5	1	0.2
	テルスターフロアブル (劇)	ピフェントリン	2	0.5	1
	コテツフロアブル (劇)	クロールフェナピル	1	0.5	N.D.
	殺ダニ剤	カネマイトフロアブル	アセキノシル	2	0.5
	コロマイト乳剤	ミルベメクチン	0.3	0.2	N.D.
	スターマイトフロアブル	シエノピラフェン	2	N.D.	N.D.
	ダニゲッターフロアブル	スピロメシフェン	5	N.D.	N.D.
	ダニコングフロアブル	ピフルブミド	3	N.D.	N.D.
	ダニサラバフロアブル	シフルメトフェン	10	N.D.	N.D.
	マイトコーネフロアブル	ピフェナゼート	2	2	N.D.

<sup>a)</sup> 黄塗はN.D., 青塗は日本の基準値よりも厳しい部分。

表-2 3年間の分析で台湾の残留農薬基準値を超過した農薬成分名と超過試料数について

使用総試料数 (個)	薬剤名	成分名	超過試料数 (分析値 ppm)			残留農薬基準値 ppm	
			2016年	2017年	2018年	日本	台湾
14	ファンタジスタ顆粒水和剤	ピリベンカルブ	5 (0.02~0.08)	3 (0.03~0.07)	2 (0.02~0.04)	10	N.D.
4	オーシャイン水和剤	オキシボコナゾールフマル酢酸塩	2 (0.01)			5	N.D.
11	サンリット水和剤	シメコナゾール			2 (0.02~0.05)	3	N.D.
4	スプラサイド水和剤	メチダチオン	1 (0.02)			0.2	N.D.
11	エクシレル SE	シアントラニリプロール		7 (0.06~0.25)	3 (0.06~0.21)	6	N.D.
4	バイスロイド EW	シフルトリン		1 (0.03)		1	N.D.
5	ウララ DF	フロニカミド		1 (0.03)		2	N.D.
15	スターマイトフロアブル	シエノピラフェン	3 (0.01~0.15)	5 (0.02~0.08)	3 (0.03~0.15)	2	N.D.
1	ダニサラバフロアブル	シフルメトフェン	1 (0.06)			10	N.D.
4	ダニコングフロアブル	ピフルブミド	1 (0.07)	2 (0.01~0.02)		3	N.D.
1	ダニゲッターフロアブル	スピロメシフェン			1 (0.24)	5	N.D.

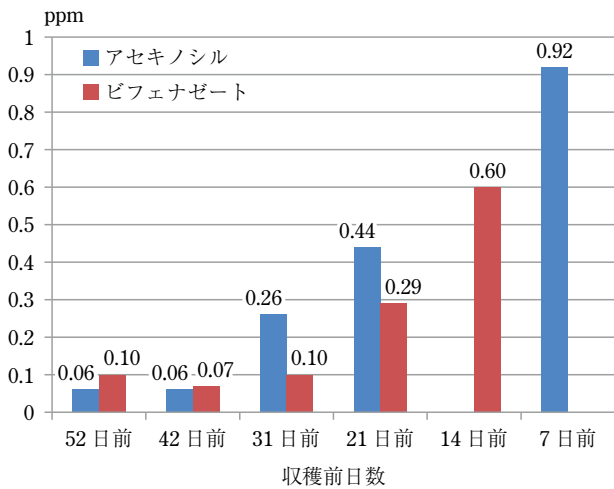


図-1 アセキノシルとピフェナゼートの残留農薬量の推移 (2017年)

表-3 アセキノシルとピフェナゼートのオウトウ残留農薬基準値

対象成分名	残留農薬基準値 <sup>a)</sup> (ppm)	
	日本	台湾
アセキノシル	2	0.5
ピフェナゼート	2	2

<sup>a)</sup> 2017年3月現在の基準値。

減衰について検証を行った。

検証では、雨除け栽培の21年生樹のオウトウ（品種：‘紅秀峰’、‘アオバザクラ’）にアセキノシル水和剤とピフェナゼート水和剤各1,000倍を、収穫52日前、42日前、32日前、21日前、14日前（ピフェナゼート剤のみ）、7日前（アセキノシル剤のみ）にそれぞれ展着剤無加用で動力噴霧機を用いて30 l/樹で散布した。その後、収穫盛期の7月3日に収穫し、すぐに試料を分析機関に搬送して残留農薬分析に供試した。

アセキノシルは、日本の農薬使用基準の使用時期である収穫7日前の散布で0.92 ppmの残留成分が検出され、台湾基準値の0.5 ppmを超過した。また、本剤は収穫21日前の散布でも0.44 ppmの残留成分が検出され基準値以下であったものの、気象要因や試料の採取条件によってはこの時期の散布でも台湾基準値を超過する可能性があることから収穫28日前までに散布するべきと推察された（農研機構・野菜花き研究部門，2018）。

一方、ピフェナゼートは日本の農薬使用基準の使用時期に該当する収穫14日前の散布で0.60 ppmの残留成分が検出されたが、台湾基準値の2 ppm以下であり、日本の基準で使用することが可能であると判断した（図-1、表-3）。

表-4 殺虫剤成分の収穫前日散布による残留農薬量<sup>a)</sup>

対象物質	残留農薬量 ppm	残留農薬基準値 ppm	
		日本	台湾
クロチアニジン	0.68	5	1
ジノテフラン	0.45	10	1
クロラントラニリプロール	0.21	1	1
ピフェントリン	0.07	2	0.5

<sup>a)</sup> 検体採取日：2018年7月3日。

### 3 オウトウショウジョウバエ対策用殺虫剤の残留農薬量の把握

主要産地の各防除体系では、国内の農薬使用基準において収穫前日まで使用できるオウトウショウジョウバエ対策用の殺虫剤が多く使われている。本調査で採取した試料では、収穫前日の殺虫剤使用事例は見られなかった。そこで生産現場で使用事例の多い4剤（クロチアニジン水溶剤、ジノテフラン水溶剤各2,000倍、クロラントラニリプロール水和剤2,500倍、ピフェントリン水和剤4,000倍）について、雨除け栽培の21年生樹のオウトウ（品種：‘紅秀峰’/‘アオバザクラ’）を供試し、各所定濃度の供試薬剤は収穫前日（7月2日）にそれぞれ展着剤無加用で動力噴霧機を用いて30 l/樹で散布した。果実の収穫後（7月3日）すぐに試料を分析機関に搬送し、残留農薬分析に供試した。

収穫前日の散布による農薬残留量は、クロチアニジンが0.68 ppm、ジノテフランは0.45 ppm、クロラントラニリプロールでは0.21 ppm、ピフェントリンが0.07 ppmといずれも台湾基準値よりも低く、これらの薬剤は問題なく使用できることが明らかになった（表-4）。

## II 台湾輸出向け防除体系の有効性の検証

これまでの残留農薬分析結果に基づき、りんご（無袋栽培）の病害虫防除マニュアル（農林水産省消費・安全局植物防疫課ら，2016）を参考にして、暫定的な台湾輸出向け防除体系（以下台湾体系と記載）を構築し、2017、2018年に園芸試験場内のオウトウ樹で実証を行った。供試品種はいずれも‘紅秀峰’/‘コルト台木’（台湾体系：20年生樹、慣行防除：5年生樹）を用い、各体系2樹を供試して各防除体系下の病害虫の発生状況と残留農薬量を検証した（表-5～8）。

### 1 検証結果

台湾輸出向け防除体系で生産したオウトウ果実は、2か年とも台湾基準値にすべて適合していた。病害虫の発生様相は、2017年に両防除体系で灰星病による花腐れが見られ、台湾体系では5月下旬に果実腐れがわずかに



表-5 台湾向け輸出防除体系（2017年：収穫前まで）

散布月日	薬剤名	散布濃度
4月 5日	マシン油乳剤	100倍
4月 23日	キャプタン水和剤	800倍
5月 4日	プロシミドン水和剤	1,500倍
	フルベンジアミド水和剤	4,000倍
5月 16日	キャプタン水和剤	1,000倍
	ダイアジノン水和剤	1,000倍
5月 28日	アセキノシル水和剤	1,000倍
	イプロジオン水和剤	1,500倍
	ブプロフェジン水和剤	1,500倍
6月 5日	テブコナゾール水和剤	2,000倍
6月 13日	ビフェントリン水和剤	4,000倍
	ピラクロストロビン・ボスカリド水和剤	2,000倍
6月 20日	フェンブコナゾール水和剤	5,000倍
	クロラントラニプロール水和剤	2,500倍
6月 27日	クロチアニジン水溶剤	2,000倍
	ピラクロストロビン・ボスカリド水和剤	2,000倍
7月 2日	ビフェントリン水和剤	4,000倍
7月 4日	収穫（試料採取）	

表-6 慣行防除体系（2017年：収穫前まで）

散布月日	薬剤名	散布濃度
3月 25日	マシン油乳剤	50倍
4月 25日	キャプタン水和剤	800倍
5月 1日	フルベンジアミド水和剤	4,000倍
	ピラクロストロビン・ボスカリド水和剤	2,000倍
5月 10日	キャプタン水和剤	800倍
5月 22日	シエノピラフェン水和剤	2,000倍
	キャプタン水和剤	1,000倍
	アセタミプリド水溶剤	2,000倍
6月 6日	イプロジオン水和剤	1,500倍
6月 17日	フェンブコナゾール水和剤	5,000倍
	ビフェントリン水和剤	4,000倍
6月 28日	クロラントラニプロール水和剤	2,500倍
	ピラクロストロビン・ボスカリド水和剤	2,000倍
7月 3日	収穫（試料採取）	

表-7 台湾向け輸出防除体系（2018年：収穫前まで）

散布月日	薬剤名	散布濃度
4月 3日	マシン油乳剤	100倍
4月 19日	キャプタン水和剤	800倍
4月 26日	プロシミドン水和剤	1,500倍
	フルベンジアミド水和剤	4,000倍
5月 6日	キャプタン水和剤	1,000倍
	ダイアジノン水和剤	1,000倍
5月 22日	アセキノシル水和剤	1,000倍
	イプロジオン水和剤	1,500倍
	ブプロフェジン水和剤	1,500倍
5月 31日	フェンブコナゾール水和剤 <sup>a)</sup>	5,000倍
6月 8日	ビフェントリン水和剤	4,000倍
	ピラクロストロビン・ボスカリド水和剤	2,000倍
6月 16日	テブコナゾール水和剤 <sup>a)</sup>	2,000倍
	クロラントラニプロール水和剤	2,500倍
6月 20日	プロピレングリコールモノ脂肪酸エステル乳剤	3,000倍
6月 22日	クロチアニジン水溶剤	2,000倍
6月 28日	収穫（試料採取）	

<sup>a)</sup> 2017年と薬剤使用時期の入れ替えをした。

表-8 慣行防除体系（2018年：収穫前まで）

散布月日	薬剤名	散布濃度
3月 29日	マシン油乳剤	50倍
4月 19日	キャプタン水和剤	800倍
4月 27日	フルベンジアミド水和剤	4,000倍
	ピラクロストロビン・ボスカリド水和剤	2,000倍
5月 6日	キャプタン水和剤	800倍
5月 20日	シエノピラフェン水和剤	2,000倍
	キャプタン水和剤	1,000倍
	アセタミプリド水溶剤	2,000倍
6月 2日	イプロジオン水和剤	1,500倍
6月 10日	フェンブコナゾール水和剤	5,000倍
	ビフェントリン水和剤	4,000倍
6月 20日	ピラクロストロビン・ボスカリド水和剤	2,000倍
	クロラントラニプロール水和剤	2,500倍
6月 26日	テブコナゾール水和剤	2,000倍
	シアントラニプロール水和剤	2,500倍
6月 28日	収穫（試料採取）	

表-9 灰星病の発病花（果）率の推移

防除体系	調査年	花腐れ発病	果実腐れ発病		
		花率 <sup>a)</sup> (%)	果率 <sup>a)</sup> (%)		
		落花期	5月下旬	6月上旬	6月下旬
台湾輸出向け防除	2018年	0	0	0	0
	2017年	0.5	0.5	0	0
慣行防除	2018年	0	0	0	0
	2017年	2.0	0	0	0

<sup>a)</sup> 200花（果）/樹の2樹調査。

表-10 オウトウシヨウジョウバエ被害果率の推移

防除体系	調査年	被害果率 <sup>a)</sup> (%)		
		6月中旬	6月下旬	7月上旬
台湾輸出向け防除	2018年	0	0	-
	2017年	0	0	0
慣行防除	2018年	0	0	-
	2017年	0	0	1.5

<sup>a)</sup> 100果/樹の2樹調査， -：調査未実施。

見られた程度（発病率 0.5%）で、2018 年にはいずれの体系でも灰星病の発生は見られなかった（表-9）。

オウトウショウジョウバエの被害果は台湾体系で 2 か年とも確認できなかったが、慣行防除では 2017 年 7 月上旬に被害果率 1.5%の割合で発生した（表-10）。

ナミハダニ調査は、5 月下旬～8 月下旬にかけて 10 日ごとに 2 樹について 30 枚/樹の葉に寄生している成幼若虫数を数えた。2017、2018 年とも慣行防除に比べて台湾体系のハダニ密度が高く推移し、特に発生の多くなった 2017 年 7 月中下旬には要防除水準の葉当たり成幼若虫 3 頭を超え、台湾体系ではハダニ対策の拡充が必要となった（図-2）。

なお、構築した台湾体系で生産した果実を過去の輸出実証試験で得られた輸出想定温度下に 7 日間保管し、収穫後の病害虫の発生状況を調査した。その結果、収穫後果実の一部にアルタナリア属菌による腐敗が見られたが、フェンブコナゾール水和剤とテブコナゾール水和剤

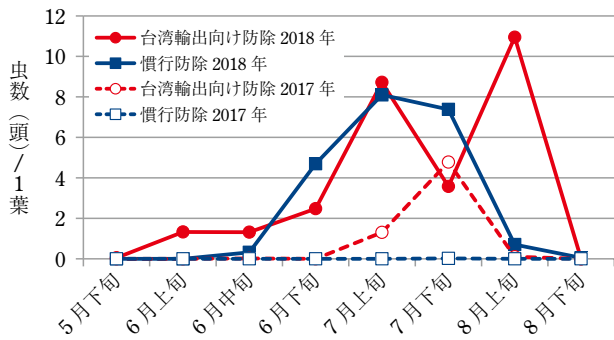


図-2 異なる防除体系におけるナミハダニの発生推移

の使用順序を 2017 年と 2018 年の体系で入れ替えることにより、腐敗果の発生を抑制することができた（表-11, 図-3）。

### III 化学合成農薬代替殺ダニ剤としての気門封鎖剤の検討

今回検証した台湾体系において‘紅秀峰’などのオウトウ晩生種の収穫直前ころからナミハダニの増加が見られた。そこでハダニ対策剤として残留基準値がなく、収穫前使用日数や使用回数の制限がない食品添加物を主成分とする気門封鎖剤の有効性を検討した。これまでに気門封鎖剤の一部でイチゴに薬害が発生することが報告されているが（関根, 2016）、オウトウ果実でもこれまでの調査においてデンプン水和剤 500 倍やプロピレングリコールモノ脂肪酸エステル乳剤 1,000 倍が、果面に焼け症状の薬害を生じることを確認している（図-4）。また、還元澱粉糖化物液剤 100 倍では、散布後に薬液が溜まりやすい部分でハエ目などの小さな虫が果面に付着して商品性を失う現象も確認している（図-5）。そこで低濃度散布が可能なプロピレングリコールモノ脂肪酸エステル乳剤 2,000 倍、3,000 倍と還元澱粉糖化物液剤 100 倍、200 倍について防除効果と薬害の有無について検証した。

#### 1 室内試験

2017 年にプロピレングリコールモノ脂肪酸エステル乳剤 2,000 倍と 3,000 倍および還元澱粉糖化物液剤 100 倍と 200 倍の効果確認のため、25℃ 恒温 16L8D の条件下で室内試験を実施した。当场で累代飼育しているナミハダニ雌成虫 10 頭をインゲン葉のリーフディスクに放

表-11 輸出想定温度条件下においた果実の収穫 7 日後の状態

調査年次	供試果数 (個)	健全果数 (個)	害虫被害果率 (%)	灰星病発病率 (%)	アルタナリア属菌腐敗果率 (%)
2018 年	130	117	0	0	10.0
2017 年	105	77	0	1.9	26.7



図-3 輸出想定温度下で 7 日間保管後の果実の様子（左：2018 年，右：2017 年）



図-4 デンプン水和剤による果面の薬害



図-5 還元澱粉糖化物液剤散布後の虫付着

虫し、各区3連制で試験を行った。放飼48時間後にハダニの定着を確認し、所定濃度の各供試薬液をエアブラシとターンテーブルを用いて（國本ら，2017），投下薬量が4 mg/cm<sup>2</sup>になるように処理した。

処理18時間後の防除価は、プロピレングリコールモノ脂肪酸エステル乳剤2,000倍で100、同3,000倍で94、還元澱粉糖化物液剤100倍で70、200倍で34であった（図-6）。還元澱粉糖化物液剤の200倍散布では効果が大幅に低下し、100倍散布では前述の虫付着による商品性喪失を避けられず、2018年に実施する野外試験の薬剤候補から外した。

## 2 野外試験

2018年にプロピレングリコールモノ脂肪酸エステル乳剤2,000倍と3,000倍を供試して実施した。露地栽培のアウトウ樹（品種：‘佐藤錦’・‘アオバザクラ’，10年生樹）にあらかじめ同年5月28日と29日に寒河江市内のハウス栽培のアウトウからナミハダニの寄生葉を採取し、10~15枚/樹の割合で調査樹の葉にホッチキスで固定して接種した。ナミハダニの定着を確認後、6月20

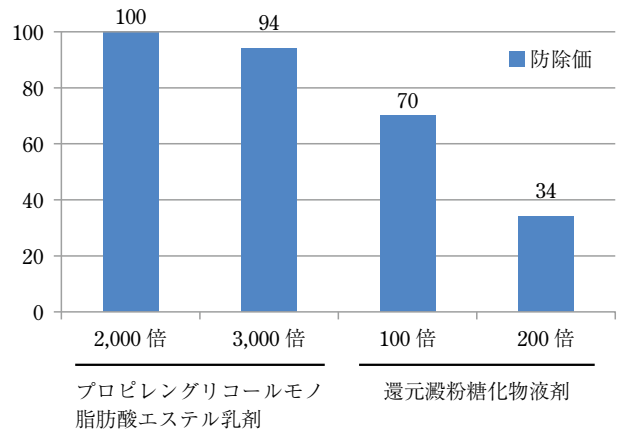


図-6 気門封鎖剤散布18時間後のナミハダニに対する防除価（室内試験）

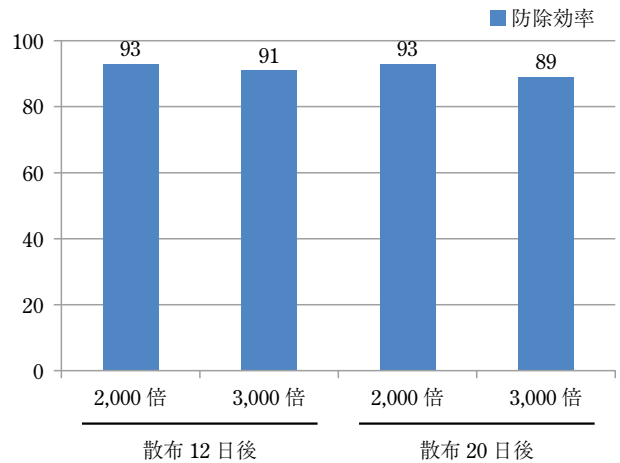


図-7 プロピレングリコールモノ脂肪酸エステル乳剤2,000倍と3,000倍の防除効率

日に所定濃度の供試薬液を展着剤を加用しないで動力噴霧器で25 l/樹の割合で散布した。なお、供試薬剤の再散布は6月27日に同様に行い、1区1樹2連制で実施した。薬剤散布後、2~8日間隔で散布27日後まで20葉/樹に寄生する虫数をルーペで調査した。

処理12日後の防除効率は、プロピレングリコールモノ脂肪酸エステル乳剤2,000倍で93、3,000倍で91、処理20日後の防除効率は、同2,000倍で93、同3,000倍で89であった（図-7）。このプロピレングリコールモノ脂肪酸エステル乳剤は、2,000倍から3,000倍に濃度を低くしても防除効率に大きな差は見られず、薬害の発生回避と防除経費削減に有望であると考えられた。なお、プロピレングリコールモノ脂肪酸エステル乳剤は、両濃度とも果実黄化期の散布で薬液の溜まりやすい部分に焼け症状の薬害を発生することが判明した。しかし、収穫間際の赤く着色した‘紅秀峰’では薬害を発生しないこと



表-12 プロピレングリコールモノ脂肪酸エステル乳剤の薬害試験結果（2018年）

散布月日	希釈濃度	品種	処理 24 時間後		
			葉の薬害	果面汚れ	果実の薬害 <sup>a)</sup>
6月2日	2,000倍	紅秀峰	-	-	+
		佐藤錦	-	-	+
		ナポレオン	-	-	+
	3,000倍	紅秀峰	-	-	+
		佐藤錦	-	-	+
		ナポレオン	-	-	+
6月10日	2,000倍	紅秀峰	-	-	+
		佐藤錦	-	-	+
		ナポレオン	-	-	+
	3,000倍	紅秀峰	-	-	+
		佐藤錦	-	-	±
		ナポレオン	-	-	+
6月19日	2,000倍	紅秀峰（収穫期）	-	-	-
		ナポレオン（黄化期）	-	-	+
	3,000倍	紅秀峰（収穫期）	-	-	-
		ナポレオン（黄化期）	-	-	+

<sup>a)</sup> 薬害の -：無， +：有， ±：微小な薬害で実用上問題なし。



図-8 果実黄化期にプロピレングリコールモノ脂肪酸エステル乳剤 3,000 倍散布で薬害を生じた果実（紅秀峰）



図-9 収穫期にプロピレングリコールモノ脂肪酸エステル乳剤 2,000 倍を散布した果実（紅秀峰）

が確認でき、晩生種の収穫時に問題となるハダニ対策に有望であると考えられた（表-12，図-8，9）。

### おわりに

海外輸出を想定した防除体系構築は、病害虫に対する効果と輸出相手国の残留農薬基準値への適合が求められる。当场では輸出に対応したオウトウの防除体系を検討してきたが、病害虫の発生様相は調査年次の気象経過によって大きく変わるため、複数年の検証が必要である。輸出に向けた品質の高い果実を生産するためには、輸向きの品種（大玉果実で貯蔵安定性が高いなど）の開発と併せて、病害虫の発生状況に応じた補充防除も必要である。また、Codex 残留農薬基準値の導入などで輸出相手

国の基準値がより厳しい方向に変更される可能性もある。

今回の事業成果の一つは、オウトウの輸出向け防除体系のハダニ対策として、プロピレングリコールモノ脂肪酸エステル乳剤 3,000 倍の有効性が確認できたことである。しかし、本剤を実際の輸出向け防除体系に組み入れるためには、灰星病対策の殺菌剤やオウトウショウジョウバエ対策の殺虫剤との混用可否ならびに近接散布の影響等、実用性をより高めるために検証をしなければならない課題が多く残されている。また、今回は未検証であるが、*Bacillus* 属菌に代表される微生物殺菌剤の灰星病や収穫後に発生するアルタナリア属菌による腐敗症に対する効果の確認等、ハダニ対策と同様に取り組むべき課題はまだ残っている。

これらの残された課題解決のため、今後も引き続き基準値に関する情報収集を図りながら複数年の知見を積み重ね、輸出先の基準値に適合できる有望な防除薬剤の選定とより安定した輸出向けの防除体系確立に向けて取り組んでいきたい。

引用文献

- 1) 國本佳範ら (2017): 応動昆 61: 192~194.
- 2) 農研機構・野菜花き研究部門 (2018): 生果実 (いちご) の輸出用防除体系マニュアル: 1~6.
- 3) 農林水産省消費・安全局植物防疫課ら (2016): 輸出相手国の残留農業基準値に対応したりんご (無袋栽培) の病害虫防除マニュアル: 10~27.
- 4) 関根崇行 (2016): 北日本病害虫研報 67: 178~181.
- 5) 武田光能 (2016): 日植防シンポジウム, 輸出促進戦略と植物防疫 講演要旨: 100~103.

(新しく登録された農薬 9 ページからの続き)

「殺虫殺菌剤」

●ジノテフラン・フェリムゾン・フサライド水和剤

24346: ブレードスタークルゾル (クミアイ化学)

20/2/26

ジノテフラン: 10.0%

フェリムゾン: 15.0%

フサライド: 15.0%

稲: いもち病, 穂枯れ (ごま葉枯病菌), 稲こうじ病, 内穎褐変病, もみ枯細菌病, ウンカ類, ツマグロヨコバイ, カメムシ類, : 収穫 7 日前まで

●ジノテフラン・フェリムゾン・フサライド粉剤

24347: ブレードスタークル粉剤 DL (クミアイ化学)

20/2/26

ジノテフラン: 0.35%

フェリムゾン: 2.0%

フサライド: 1.5%

稲: いもち病, ウンカ類, ツマグロヨコバイ, カメムシ類, : 収穫 7 日前まで

●スピノサド・フルピリミン・トリシクラゾール粒剤

24348: ビームリディアスピノ箱粒剤 (ダウアグロ)

24349: クミアイビームリディアスピノ箱粒剤 (クミアイ化学) 20/2/26

スピノサド: 0.75%

フルピリミン: 2.0%

トリシクラゾール: 4.0%

稲 (箱育苗): いもち病, ウンカ類, ツマグロヨコバイ, イネミズゾウムシ: 移植 3 日前~移植当日

●クロラントラニリプロール・トリフルメゾピリム・チアジニル・チフルザミド粒剤

24356: ハコガード粒剤 (ニチノーサービス) 20/2/26

クロラントラニリプロール: 0.75%

トリフルメゾピリム: 0.75%

チアジニル: 6.0%

チフルザミド: 3.0%

稲 (箱育苗): いもち病, 紋枯病, 白葉枯病, もみ枯細菌病, イネミズゾウムシ, イネドロオイムシ, ウンカ類, ツマグロヨコバイ, コブノメイガ: 緑化期~移植当日

稲 (箱育苗): 内穎褐変病, ニカメイチュウ, イネツトムシ: 移植 3 日前~移植当日

「除草剤」

●フェンキノトリオン・プロピリスルフロロン粒剤

24330: ゼータプラスジャンボ (住友化学) 20/2/12

フェンキノトリオン: 15.0%

プロピリスルフロロン: 4.5%

移植水稻: 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, オモダカ, クログワイ, コウキヤガラ, エゾノサヤヌカグサ

●フェンキノトリオン・プロピリスルフロロン粒剤

24331: ゼータプラス 1 キロ粒剤 (住友化学) 20/2/12

フェンキノトリオン: 3.0%

プロピリスルフロロン: 0.90%

移植水稻: 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, オモダカ, クログワイ, コウキヤガラ, エゾノサヤヌカグサ

●フェンキノトリオン・プロピリスルフロロン水和剤

24332: ゼータプラスフロアブル (住友化学) 20/2/12

フェンキノトリオン: 5.8%

プロピリスルフロロン: 1.7%

移植水稻: 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, オモダカ, クログワイ, コウキヤガラ, エゾノサヤヌカグサ

●テトラピオン・テブチウロン粒剤

24335: ラーチ Pro 粒剤 (保土ヶ谷アグロテック) 20/2/12

テトラピオン: 4.0%

テブチウロン: 2.0%

樹木等: 一年生及び多年生雑草

●トリアファモン・ベンゾビシクロン・ペントキサゾン粒剤

24336: SDS イザナギ 1 キロ粒剤 (エスディーエス)

24337: イザナギ 1 キロ粒剤 (科研製薬) 20/2/12

トリアファモン: 0.50%

ベンゾビシクロン: 2.0%

ペントキサゾン: 2.5%

移植水稻: 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, オモダカ, クログワイ, キシュウスズメノヒエ

●グルホシネート液剤

24338: ハードタックル液剤 (BASF ジャパン)

24339: ホドガヤハードタックル液剤 (保土ヶ谷アグロテック) 20/2/12

グルホシネート: 18.5%

日本芝 (こうらいしば): 一年生雑草

花き類・観葉植物: 一年生雑草

樹木類: 一年生雑草

樹木等: 一年生雑草, 多年生雑草

(27 ページに続く)

# 気温上昇がイネ紋枯病の発病に与える影響

宮城県古川農業試験場 みやのりのちか

## はじめに

宮城県における水稲生産は農業算出額の約4割を占め、畜産と並び中心的な役割を担っている。平成29年度は作付け面積66,300 ha、産出額771億円、全国6位と米どころ宮城として恥じぬ生産量である。水稲は様々な困難（気象、病害虫、雑草等々）を乗り越えて生産されるが、病害に着目した場合、重要な病害の一つとしてイネ紋枯病（病原：*Thanatephorus cucumeris*）が挙げられる（図-1）。水稲の病害で最も有名なものはイネいもち病ではあるが、本県での発生を見た場合、最も発生面積割合が高いのはイネ紋枯病となっている（図-2）。

本病は葉や葉鞘に周縁部が緑褐色ないし褐色で、内部は灰緑色ないし灰白色の楕円形の大きな病斑を生じ、病斑は下位葉鞘から現れはじめ、しだいに上位葉鞘に及び、激しいときには止葉の葉鞘や、葉あるいはみごまで侵される。発生程度によっては登熟不良や倒伏を引き起こし、品質、収量への影響が懸念される病害である。

おおむね宮城県では6月下旬から7月上旬に初発生が

見られ、7月下旬以降発生が増加する。本病の宮城県における防除は移植時の箱施用剤と、穂ばらみ期における茎葉散布剤を組合わせた防除体系を中心に行っている（図-3）。一方、近年地球温暖化が原因とされる気温の上昇が各地で報告されており、古川農業試験場のある宮城県大崎市のアメダスデータでは2000～09年10か年の平均気温が11.28℃であるのに対し、2010～19年10か年



図-1 イネ紋枯病の病徴

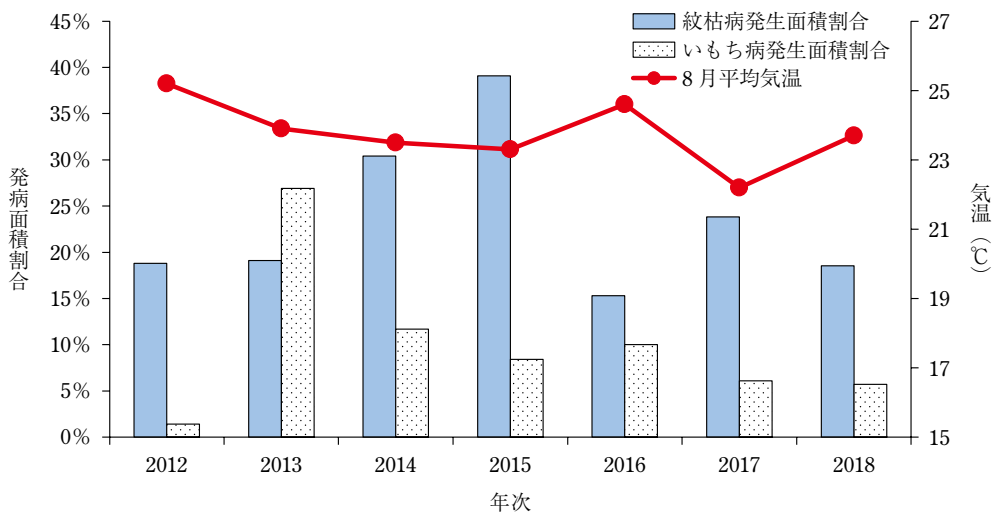


図-2 2012～18年の宮城県における各病害の発生面積割合と8月平均気温  
※（平成30年度植物防疫年報：宮城県病害虫防除所発行より）

Effect of Rising Temperature Occurrence of Rice Sheath Blight.

By Norichika MIYANO

（キーワード：イネ紋枯病，気温上昇，初発前，箱施用剤）



の平均気温は 11.58℃と 0.3℃上昇しており、ここ東北の地でも気温の上昇が確認できる。この紋枯病は、比較的高温多湿条件下を好む病害であることから、昨今の気温上昇により生産現場では発病の増加が懸念されている。しかし、東北地方で実際に何度気温が上昇すると発病がどのくらい増えるか？もしくは発病がどの時期の気温にどのような影響を受けているか、というような具体的な知見は少ない。今回、実際に温暖化条件を想定した気温上昇下における紋枯病の発病状況を確認する試験を行ったので紹介する。なおこの研究は農林水産省戦略的プロジェクト研究推進事業「農林水産分野における気候変動対応のための研究開発」の中で行った。

### I 試験区の設定

試験は平成 28～令和元年度にかけて実施した。古川農業試験場内の前年度に紋枯病が自然発生していた圃場を使用した。気温上昇が紋枯病に及ぼす影響を確認するため、加温区（目標加温程度は 2℃）と無加温区を設定した。試験は‘ひとめぼれ’を使用し、播種量は乾初で 160 g、4 月上旬に播種し 5 月中旬に移植を行った。発病調査は 7 月中旬から 9 月上旬まで約 10～14 日間隔で発病株率および病斑高率を調査した。

### II 加温方法（気温上昇方法）

古川農業試験場内圃場で温暖化条件における紋枯病の発病状況を確認するため、加温（気温上昇）のための方

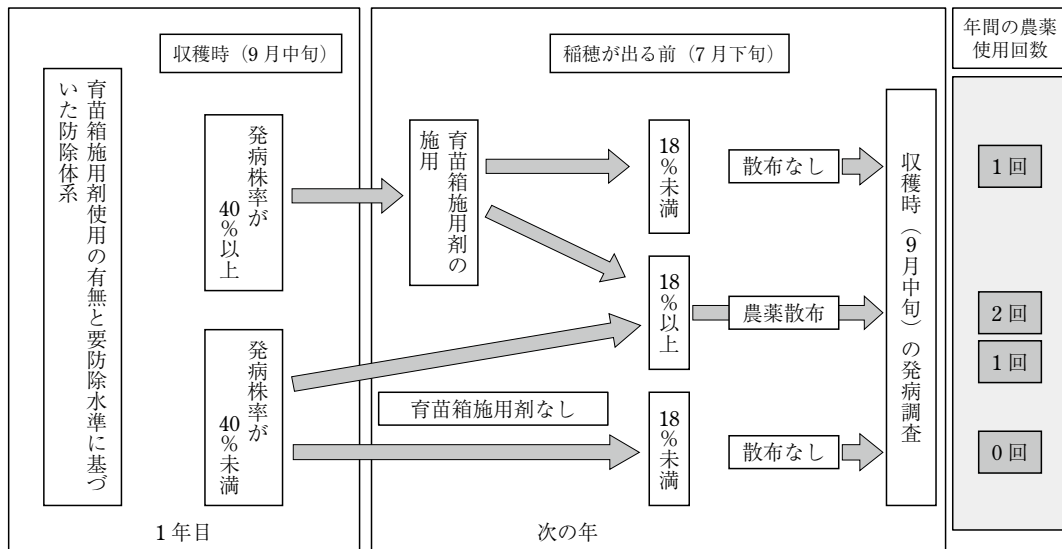


図-3 宮城県におけるイネ紋枯病の防除体系



図-4 圃場内に設置した温水チューブ（平成 28 年度） 圃場内に設置した黒色マルチ（平成 29～令和元年度）



策を試みた。平成 28 年度は圃場内の畝間に水を入れた温水チューブを設置し、太陽熱による加温を試みた(図-4)。平成 29～令和元年度は苗移植部を挟み込むように園芸用黒色マルチを展張し、太陽熱による加温を試みた(図-4)。温水チューブ、黒マルチとも 5 月下旬に設置し、気温は温度センサー(おんどとり jr.)を各区圃場の上、中、下部に地上部 30 cm 程度に 1 個ずつ設置し、6～8 月まで測定を行いその平均値を使用した。

### III 試験結果

#### 1 気温

温水チューブ、黒マルチによる気温の上昇は 6～8 月までの測定期間で平均 0.3～0.9℃と、目標とする 2℃を達成することはできなかったが、一定期間では 1.4℃程度まで上昇させることができた(表-1)。

#### 2 発病状況

##### (1) 平成 28 年度

平成 28 年度の発病株率は加温による発病の差は小さいが加温区が無加温区より高く推移し、収穫期前に差はなくなった(図-5)。病斑高率は無加温区が加温区より高く推移した。8 月上旬までは差は小さいが 8 月中旬以降差が大きくなった(図-6)。気温を確認すると 8 月の日平均気温は加温区が無加温区より 1℃程度高くなって(表-1)。

##### (2) 平成 29 年度

平成 29 年度の発病株率は 8 月上旬まで加温区が無加温区より高かったが、中旬以降は加温区が低く推移した(図-5)。病斑高率は 8 月上旬まで加温区と無加温区はほぼ差はなかったが、8 月中旬以降は加温区が低く推移した(図-6)。気温を確認すると 7 月 16～31 日、8 月 16～

表-1 各年度期間別の日平均気温(平成 28～令和元年度)

	6月1～15日	6月16～30日	7月1～15日	7月16～31日	8月1～15日	8月16～31日	平均
H28 加温日平均(℃)	21.1	22.0	23.6	24.1	26.1	25.2	23.7
H28 無加温日平均(℃)	20.7	21.8	23.2	23.3	24.7	24.3	23.0
温度差(℃)	0.4	0.2	0.4	0.8	1.4	0.9	0.7
H29 加温日平均(℃)	19.7	23.0	26.9	26.2	23.9	23.4	23.8
H29 無加温日平均(℃)	19.2	22.4	26.4	24.9	22.8	22.0	23.0
温度差(℃)	0.5	0.6	0.4	1.2	1.0	1.4	0.9
H30 加温日平均(℃)	19.1	21.5	25.0	26.9	25.2	23.2	23.5
H30 無加温日平均(℃)	18.8	20.9	24.4	26.4	24.4	22.6	22.9
温度差(℃)	0.3	0.6	0.6	0.5	0.8	0.6	0.6
R1 加温日平均(℃)	19.7	20.0	20.8	25.0	28.0	24.5	23.0
R1 無加温日平均(℃)	19.2	19.9	20.7	24.9	27.4	24.0	22.7
温度差(℃)	0.5	0.1	0.1	0.1	0.6	0.5	0.3

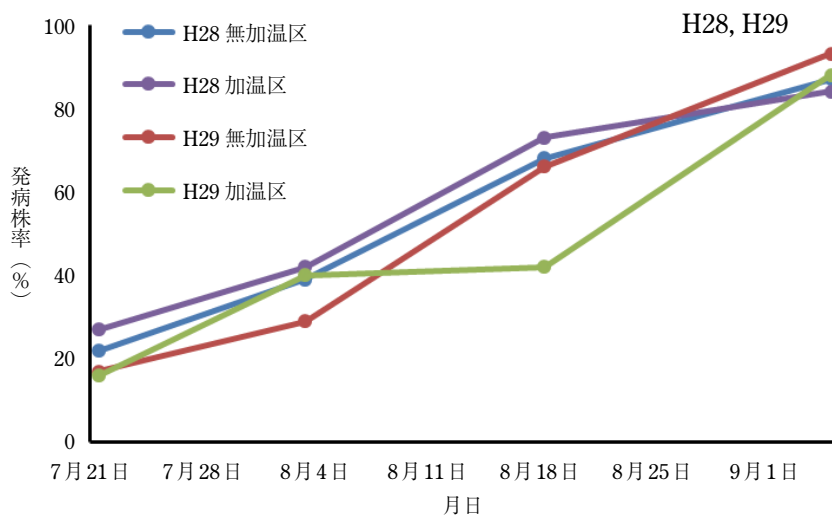


図-5 平成 28, 29 年度の発病株率

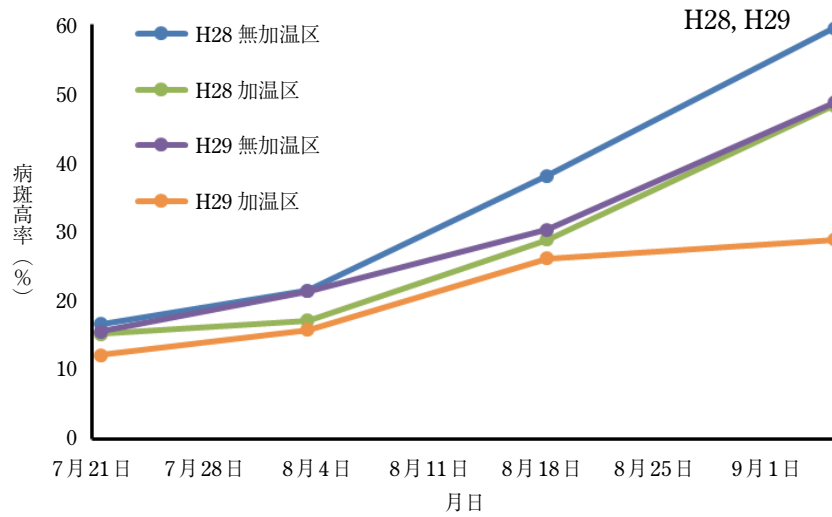


図-6 平成 28, 29 年度の病斑高率

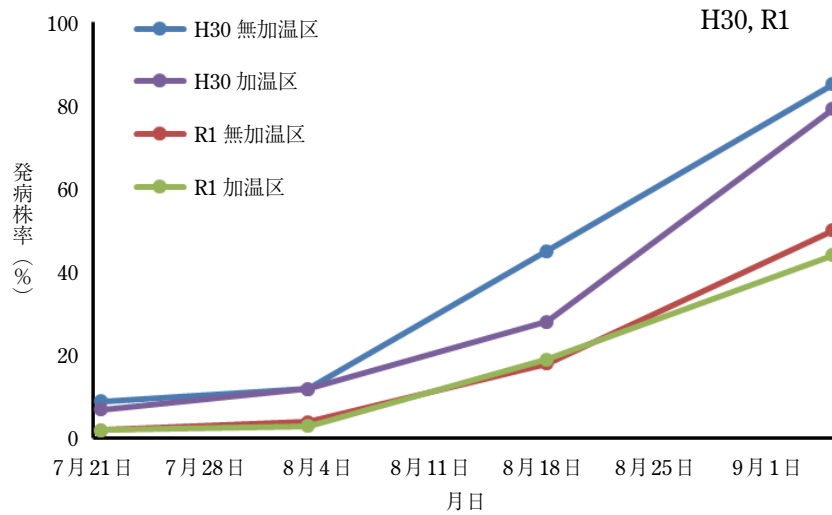


図-7 平成 30, 令和元年度の発病株率

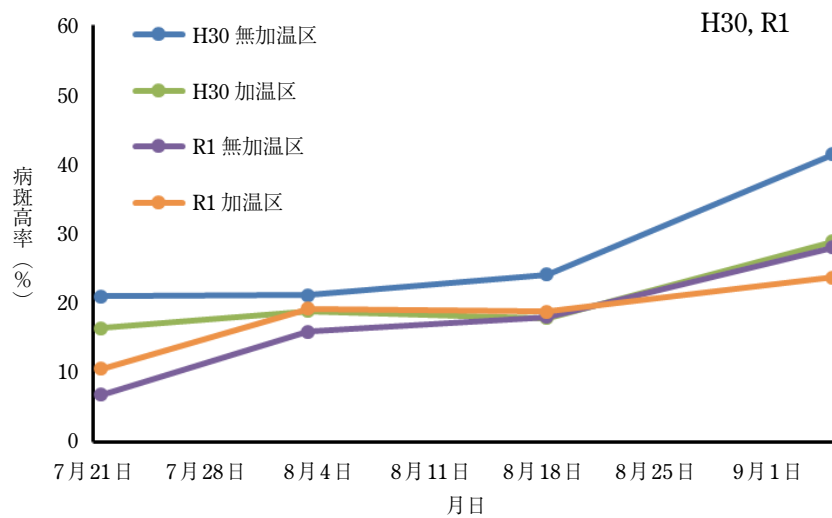


図-8 平成 30, 令和元年度の病斑高率

31日の加温区の日平均気温が無加温区より1.2~1.4℃高かった(表-1)。

(3) 平成30年度

平成30年度の発病株率は8月上旬まで加温区と無加温区の差はほぼないが、8月中旬以降無加温区がやや高く推移した(図-7)。病斑高率も8月上旬まで加温区と無加温区の差は小さいが、8月中旬以降無加温区が加温区より高く推移した(図-8)。気温を確認すると8月1~15日の日平均気温は加温区が無加温区に比べ0.8℃高かった(表-1)。

(4) 令和元年度

令和元年度の発病株率は加温区と無加温区で発病の差は見られなかった(図-7)。病斑高率は8月上旬まで加温区が無加温区より高く推移したが、8月中旬以降加温区が低く推移した(図-8)。気温を確認すると6月16~7月31日まで加温区と無加温区の日平均気温でほとんど差がなかったが、8月は0.5℃程度の差が見られた(表-1)。

おわりに

平成28~令和元年度にかけて、紋枯病発生圃場は無加温区と加温区を設置しその発病状況を調査した結果、

8月上旬までは加温区で発病程度が高くなるが、8月中旬以降は加温区が低くなる傾向が見られた。このため、7~9月上旬までの各区の発病株率、病斑高率と気温との関係について解析した結果、7月下旬の発病株率は6月の日平均気温と正の相関が見られた(図-9)。このことからこの期間の気温が上昇すると紋枯病の発病が増加することになり、温暖化による気温上昇が紋枯病発病促進に影響することが判明した。一方、8月の日平均気温

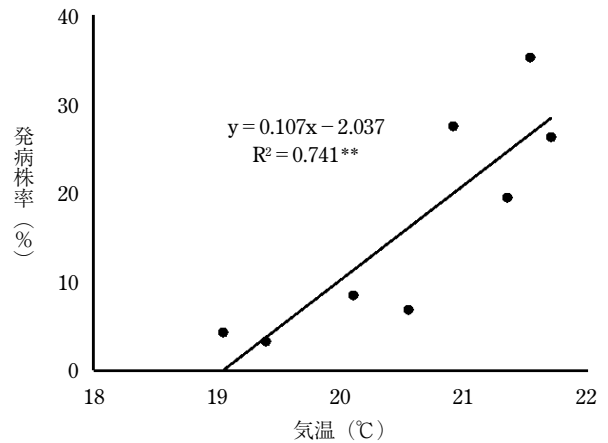


図-9 6月の日平均気温と7月下旬(穂ばらみ期)発病株率の関係

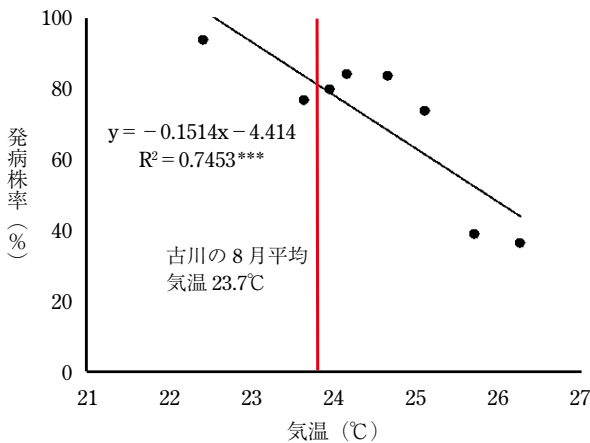


図-10 8月の日平均気温と9月上旬(収穫期前)発病株率の関係

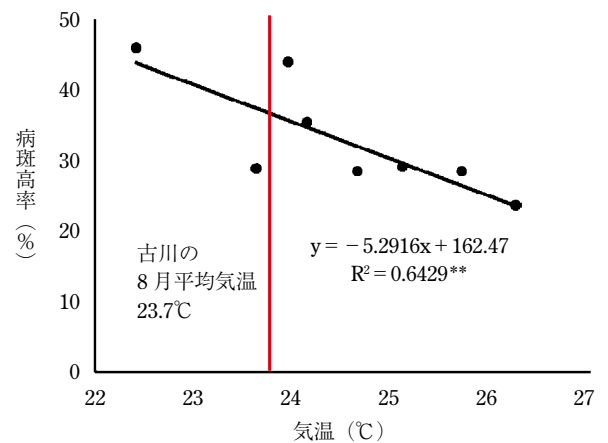


図-11 8月の日平均気温と9月上旬(収穫期前)病斑高率の関係

表-2 各年度期間別の日最高平均気温(平成28~令和元年度)

	7月1~15日	7月16~31日	8月1~15日	8月16~31日	平均
H28 加温日最高平均(°C)	27.8	27.9	31.3	28.7	28.9
H28 無加温日最高平均(°C)	25.7	24.7	26	25.6	25.5
H29 加温日最高平均(°C)	32.2	30.3	26.8	29.7	29.8
H29 無加温日最高平均(°C)	29.6	27.2	23.8	23.3	26.0
H30 加温日最高平均(°C)	33.2	36.4	33.6	29.1	33.1
H30 無加温日最高平均(°C)	32.4	32.2	31.6	28.1	31.1
R1 加温日最高平均(°C)	27.4	32.1	35.6	32.2	31.8
R1 無加温日最高平均(°C)	26.1	31.5	34.9	30.3	30.7

と9月上旬の発病株率、病斑高率との間に負の相関が見られた(図-10, 11)。特に8月の平年値を大きく上回るような気温の場合に発病が抑制されていた。紋枯病は前述のように高温多湿条件を好むが、加温区、無加温区の8月の日最高平均気温を見ると、8月1~15日、16~31日の間に紋枯病の生育適温32℃を超えるような年次も見られたことから(表-2)、一時的な高温ではあるが発病に影響を及ぼしたものと推察された。宮城県ではおおむね7月下旬が穂ばらみ期、8月上旬が出穂期にあたり、出穂期以降の発病は収量への影響は少ない(宮城県、

1998)ことから、要防除水準に基づく防除要否の判別時期を7月下旬の穂ばらみ期としている。今回の試験結果や温暖化の進行を考慮すると、重要視すべきは6月の気温上昇による発病増加であり、そのためにはまず初発を抑えることが重要であることから、防除体系にあるように箱施用剤を効果的に使用することが効率的な防除につながるものと考えられた。

引用文献

1) 宮城県(1998):普及に移す技術第73号:80~81.

(新しく登録された農薬 21 ページからの続き)

- フルボキサム・プロマシル粒剤  
24340:ネコソギパワー DX(レインボー) 20/2/26  
フルボキサム:0.25%  
プロマシル:3.0%  
樹木等:一年生及び多年生雑草, ササ, ススキ
- ハロスルフロロンメチル水和剤  
24341:グリーンインプール DF(日産緑化) 20/2/26  
ハロスルフロロンメチル:75.0%  
日本芝:ヒメクグ, 広葉雑草, ハマスケ  
西洋芝(ベントグラス):広葉雑草  
西洋芝(ブルーグラス):広葉雑草  
樹木等:一年生及び多年生広葉雑草
- フェントラザミド・ベンゾビシクロン・メタゾスルフロロン粒剤  
24342:天空エア一粒剤(日産緑化) 20/2/26  
フェントラザミド:10.0%  
ベンゾビシクロン:10.0%  
メタゾスルフロロン:2.0%  
移植水稻:一年生雑草, 多年生広葉雑草  
直播水稻:一年生雑草, マツバイ, ホタルイ, ウリカワ, ミズガヤツリ, ヒルムシロ, セリ
- テフリルトリオン・フェントラザミド・メタゾスルフロロン粒剤  
24343:シグナスエア一粒剤(日産化学) 20/2/26  
テフリルトリオン:6.7%  
フェントラザミド:10.0%  
メタゾスルフロロン:2.0%  
移植水稻:一年生雑草, 多年生広葉雑草  
直播水稻:一年生雑草, マツバイ, ホタルイ, ウリカワ, ミズガヤツリ, ヒルムシロ, セリ
- プロピリスルフロロン・ランコトリオンナトリウム塩粒剤  
24351:フルスコア Z1 キロ粒剤(石原産業)  
24352:タンボエース K Z1 キロ粒剤(石原バイオ) 20/2/26  
プロピリスルフロロン:0.90%  
ランコトリオンナトリウム塩:2.1%  
移植水稻:一年生雑草, 多年生広葉雑草, エゾノサヤヌカグサ, アオミドロ・藻類による表層はく離  
直播水稻:一年生雑草, マツバイ, ホタルイ, ミズガヤツリ, ウリカワ, ヒルムシロ, セリ
- プロピリスルフロロン・ランコトリオンナトリウム塩粒剤  
24353:フルスコア Zジャンボ(石原産業)  
24354:タンボエース K Zジャンボ(石原バイオ)

- 20/2/26  
プロピリスルフロロン:3.0%  
ランコトリオンナトリウム塩:7.0%  
移植水稻: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, エゾノサヤヌカグサ, アオミドロ・藻類による表層はく離  
直播水稻:一年生雑草, マツバイ, ホタルイ, ミズガヤツリ, ウリカワ, ヒルムシロ, セリ
- イプフェンカルバゾン・プロモブチド・ベンスルフロロンメチル粒剤  
24355:ウィニングラン1キロ粒剤(北興化学) 20/2/26  
イプフェンカルバゾン:2.5%  
プロモブチド:9.0%  
ベンスルフロロンメチル:0.75%  
移植水稻: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, シズイ, ヒルムシロ, セリ, アオミドロ・藻類による表層はく離  
直播水稻: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, ヒルムシロ, セリ
- プロモブチド・ペントキサゾン粒剤  
24357:シヨキニー1キロ粒剤(クミアイ化学) 20/2/26  
プロモブチド:9.0%  
ペントキサゾン:2.0%  
移植水稻:一年生雑草, マツバイ, ホタルイ, ミズガヤツリ, ヘラオモダカ, クログワイ, シズイ, コウキヤガラ

〔植物成長調整剤〕

- 1-メチルシクロプロペンくん蒸剤  
24333:エチレンバスター(アグロフレッシュ社) 20/2/12  
1-メチルシクロプロペン:0.63%  
こちょうらん:鉢花のエチレンによる劣化抑制  
デンドロビウム:鉢花のエチレンによる劣化抑制  
シンビジウム:鉢花のエチレンによる劣化抑制
- 1-メチルシクロプロペンくん蒸剤  
24334:エチルブロックタブ(アグロフレッシュ フランス社) 20/2/12  
1-メチルシクロプロペン:0.63%  
こちょうらん:鉢花のエチレンによる劣化抑制  
デンドロビウム:鉢花のエチレンによる劣化抑制  
シンビジウム:鉢花のエチレンによる劣化抑制



# 研究 報告

## トマト黄化えそウイルス (TSWV) による ダリア輪紋病の防虫ネットと発病株除去 による防除

奈良県農業研究開発センター あさの浅野 しゅんすけ峻介\*・ひらやま平山 よしひこ喜彦・たけなか竹中 いさお勲\*\*・なか仲 てるふみ照史\*\*\*

### はじめに

ダリア (*Dahlia variabilis*) は、以前は仏花としての需要が主であったが、近年はブライダルやパーティー等の業務用需要を中心にフラワーアレンジメントに欠かせない花材となっており、切り花の生産は増加傾向にある。これに対し、奈良県にはダリアの球根産地があり、その生産量は、2008年に全国1位となっており全国の約60%を占めている(藤井・有馬, 2012)。

ダリアに限らず球根生産の経営では、病害虫に汚染されていない球根を供給することが重要である。特に、ウイルス病は農薬処理により防除できないため、ウイルスに感染していない球根を安定供給できる生産体系の構築は、球根生産の経営にとって最も重要な課題の一つと言える。

ダリア球根生産ではトマト黄化えそウイルス (tomato spotted wilt tospovirus : TSWV) によって引き起こされるダリア輪紋病は、ダリアモザイク病、ダリアわい化病と並ぶ主要病害である(浅野, 2019)。ダリア輪紋病の症状は、葉では黄斑、輪紋、輪紋状のえそ、および稲妻状の黄変、茎や葉柄ではえそ条斑、塊根ではあざ状のえそ条斑を生じ、生育が抑制され枯死することもある(図-1)(LOBENSTEIN et al., 1995 ; ASANO et al., 2015)。

TSWVは、トスポウイルス科オルソトスポウイルス属に分類されており(de HAAN et al., 1991)、その宿主範囲は広く、ダリアを含む1,000種以上の植物種での感染が報告されている(PARRELLA et al., 2003)。アザミウマ類に

Control Efficacy of Insect Proof Nets and Removal of Infected Dahlia Plants in Control of Dahlia Spotted Wilt Disease Caused by Infection with Tomato Spotted Wilt Tospovirus (TSWV). By Shunsuke ASANO, Yoshihiko HIRAYAMA, Isao TAKENAKA and Terufumi NAKA

(キーワード: 伝染源, 伝染環, アザミウマ類, 発生消長, 物理的防除)

\*現所属: 奈良県北部農林振興事務所

\*\*現所属: 奈良県東部農林振興事務所

\*\*\*現所属: 奈良県庁農業水産振興課



図-1 ダリア輪紋病の症状 (上: 葉の輪紋症状, 下: 葉のえそ症状)

より虫媒伝染し、媒介種としてヒラズハナアザミウマ *Frankliniella intonsa* (以下 ヒラズハナ)、ミカンキイロアザミウマ *F. occidentalis* (以下 ミカンキイロ)、ダイズウスイロアザミウマ *Thrips setosus*、ネギアザミウマ *T. tabaci* 等が報告されている(RILEY et al., 2011)。ミカンキイロによる TSWV の獲得は、1 齢と 2 齢幼虫のみであり、その幼虫が蛹から羽化する時期を含めた 10 日間前後の潜伏・増殖期間を経た後、成虫が永続的にウイルスを伝搬する(WHITFIELD et al., 2005)。また、アザミウマ類での TSWV の経卵伝染は確認されていない。植物汁液中では、TSWV の感染性が顕著に低下することが知られており(IWAKI et al., 1984)、ダリアではハサミを用いた汁液接種での感染効率が低いことから(浅野ら, 2015)、圃場での植物同士の接触や管理作業での感染拡大のリスクは低いと考えられている。

圃場レベルでの TSWV の感染拡大にアザミウマ類が影響していることは、タバコなどの様々な作物で報告されており (McPHERSON et al., 1999 ; OLATINWO et al., 2008), ダリアにおいても、殺虫剤散布でのアザミウマ類の防除により、TSWV の感染拡大の抑制効果が確認されている (ASJES and BLOM-BARNHOORN, 2001)。

これらのことからダリア輪紋病の防除対策として、アザミウマ類の防除による伝染経路の遮断と、感染株の抜き取りによる伝染源の除去が有効と考えられる。そこで、筆者らは殺虫剤の散布適期を探るため、アザミウマ類の発生消長と TSWV 保毒率の推移を調査した。さらに、防虫ネットの設置と感染植物の抜き取りによる防除効果を明らかにした (ASANO et al., 2019) ので紹介する。

**I 球根生産圃場におけるアザミウマ類の発生消長と TSWV の保毒状況**

奈良県内の球根生産圃場 3 箇所で 2014 年 4~12 月に、青色粘着板を用いてアザミウマ類の発生消長量を調査した。また、捕獲したアザミウマ類の TSWV 保毒状況を調査した。検出は OKAZAKI et al. (2007) に従って DAS-ELISA 法により実施した。

調査期間を通じて TSWV 媒介能を持つヒラズハナおよびミカンキイロの発生が確認された。3 圃場すべてでヒラズハナが優占種でありミカンキイロの約 30 倍の発生量であった (図-2)。ヒラズハナは 4 月下旬から発生が確認され、6~7 月に発生ピークを迎え、12 月 2 週目に発生が確認されなくなった。アザミウマ類の TSWV の保毒は、調査した 5~11 月を通じて確認されており (表-1)、栽培期間を通じて虫媒伝染リスクがあることが明らかになった。

これらのアザミウマ類の発生消長および TSWV の保毒状況から、効果的に防除を実施するためには発生量が増加する 5~7 月の殺虫剤散布が重要と考えられた。なお、今回の調査ではアザミウマ類の発生量増加の原因が圃場内での増殖もしくは圃場外からの飛び込みに由来するものかは判別できていない。

**II 切り花生産圃場におけるアザミウマ類の発生消長と TSWV の感染拡大**

奈良県内の切り花生産圃場 1 箇所で 2014 年 5~8 月に青色粘着版によるアザミウマ類の発生消長および 5~11 月にダリアでの TSWV の感染状況を調査した。調査し

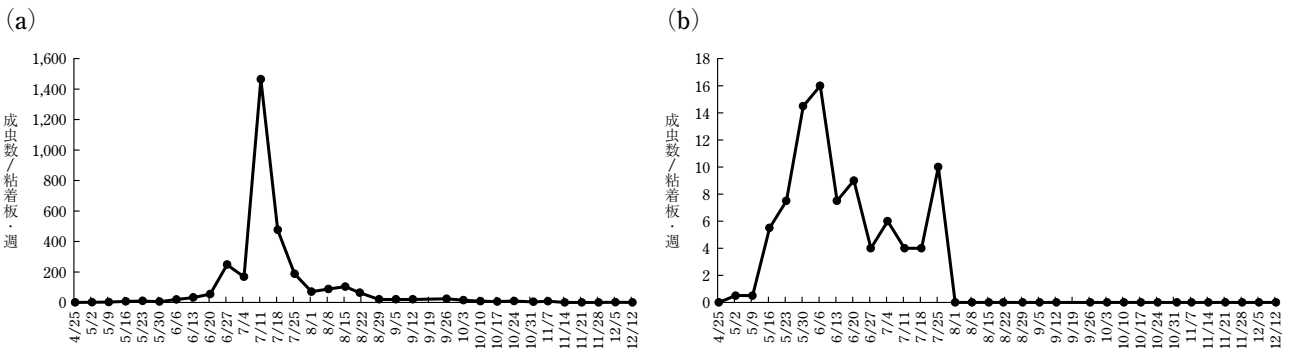


図-2 ダリア球根圃場でのヒラズハナアザミウマとミカンキイロアザミウマの発生数の推移

(a)ヒラズハナアザミウマ (b)ミカンキイロアザミウマ。

青色粘着板に捕獲された成虫数を計測。1 圃場での調査結果を示す。

表-1 ダリア球根生産圃場で粘着板に捕獲されたアザミウマ類のトマト黄化えそウイルス (TSWV) の保毒状況

アザミウマ類	圃場	5/2	5/9	5/16	6/20	7/23	8/21	9/12	10/10	11/7
ヒラズハナ	a	0/2 <sup>a</sup>	0/5	1/14	0/30	0/29	1/45	1/33	3/26	0/12
	b	-	0/3	0/35	0/20	0/27	0/10	0/10	2/37	0/6
	c	-	0/1	0/3	0/20	1/28	0/28	1/47	2/27	13/72
	合計	0/2	0/9	1/52	0/70	1/84	1/83	2/90	7/90	13/90
ミカンキイロ	a	0/1	0/1	0/11	0/18	0/1	0/1	-	-	-
	b	1/1	0/1	0/27	0/2	0/3	-	-	-	-
	c	-	-	-	-	0/2	1/6	-	-	-
	合計	1/2	0/2	0/38	0/20	0/6	1/7	-	-	-

a) TSWV 保毒アザミウマ数/調査数。

たビニルハウスの側窓は開放されており、ハウス外には TSWV に感染しているダリアが放置されていた。ビニルハウス内には 0.4 mm 目合ネットを被覆した隔離区とネット被覆しない慣行区を設けた。ダリアの TSWV 感染状況は、隔離区では 20 株、慣行区では 40 株のダリアについて micro tissue direct q RT-PCR により 2014 年 5~11 月に調査した。アザミウマ類の TSWV の保毒状況は 5~8 月に青色粘着版に捕捉された 6~13 個体をバルクで前述と同様の手法により調査した。また、感染拡大の推移を明らかにするため 8 月にダリア 588 株について発病株の圃場内での位置を調査した。

ヒラズハナの発生は 6 月に確認され始め、7 月にピークとなった (図-3)。ミカンキイロは 7 月に発生が確認され始めたものの、その後、発生量の増加は認められなかった。TSWV 保毒アザミウマ類は、ヒラズハナで 6 月および 7 月に、ミカンキイロで 6 月に確認された。

慣行区でのダリアの TSWV 感染は 8 月に初確認され、その時の感染株率は 40% と急激に感染が拡大しており、最終調査日である 11 月には感染株率は 80% に達した (図-4)。一方の隔離区での感染は 9 月に初確認されたものの、いずれの時点でも慣行区よりも大幅に低くなった。8 月の発病株の圃場内での分布は、ハウス外の伝染

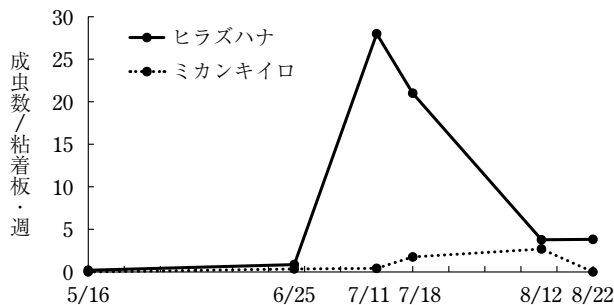


図-3 ダリア切り花圃場におけるアザミウマ類の発生数  
青色粘着板に捕捉された成虫数を計測。

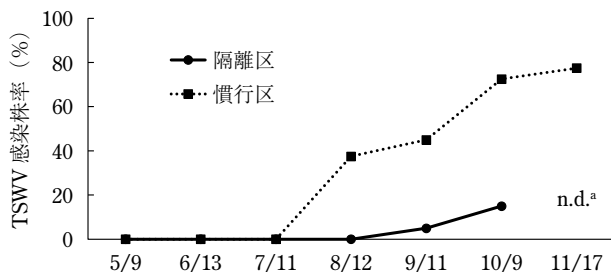


図-4 切り花生産圃場における防虫ネット被覆がダリアの TSWV 感染に及ぼす影響

隔離区は 0.4 mm 目合ネットで被覆。

隔離区、慣行区についてそれぞれ 20 株、40 株を調査。

TSWV は micro tissue direct q RT-PCR で検定。

a) no data.

源に近い側窓側で高く、ハウスの内側ほど低くなる傾向が認められた (図-5)。

アザミウマ類の優占種は球根生産圃場と同様にヒラズハナであり、発生消長についても同様の傾向を示した。また、アザミウマ類に TSWV の保毒が確認され、これによりダリアへの感染が短期間で急激に拡大したことから、アザミウマ類の TSWV の媒介能力は非常に高いことが明らかとなった。他の作物においても TSWV の感染には媒介虫であるアザミウマ類が関わっており (MATSUURA et al., 2002; CHATZIVASSILIOU, 2008), アザミウマ類の数が少ない条件でも圃場全体に感染が拡大した事例が報告されている (CHATZIVASSILIOU, 2008)。

ネット被覆により TSWV に対する高い防除効果が得られたが、9 月に入って感染を完全に防げなかったのはネット間の隙間やネットと地面の隙間から保毒虫が侵入したためと考えられた。そのため、ネット被覆をした際にも殺虫剤の散布は必要であり、特にアザミウマ類の発生が多くなる 6~8 月の散布を重点的に実施すべきである。TSWV は宿主範囲が広いいため、野良生えのダリアに加え、雑草を含む他の植物種の除去も防除対策の一つとなる。OKAZAKI et al. (2007) は、ピーマン圃場においては廃棄された TSWV に感染した果実が伝染源となっており、果実を圃場外に持ち出し適切に処分することで発病を著しく抑制することができることから、伝染環の遮断が重要であると報告している。

### III 発病株の抜き取りによる防除効果

2013~15 年に奈良県内の球根生産を行っている露地圃場 5 箇所で、発病株を除去し、2016 年までの発病株率の推移を調査した。なお発病の確認は目視により実施

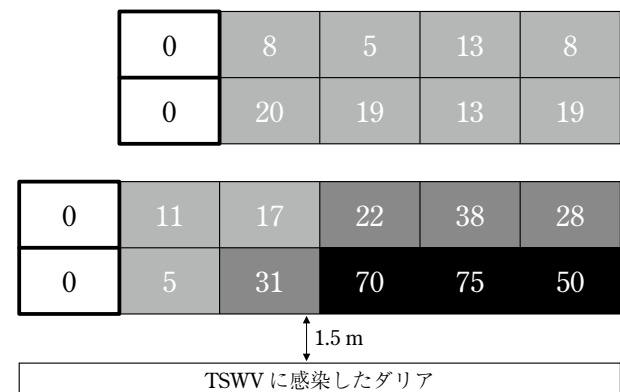


図-5 切り花圃場におけるダリア輪紋病の発生分布

数字は発病株率 (%) を示す。

2014 年 8 月 12 日に目視により調査を実施。

太字で囲まれた区画が 0.4 mm 目合ネットを被覆した隔離区。

区画当たりのダリア株数はネット被覆は 4~6 株、慣行区は 21~40 株。



表-2 ダリア球根生産圃場における輪紋病の発生状況の推移と発病株の除去

圃場	2013		2014		2015		2016
	発病株率	発病株除去数 <sup>b</sup>	発病株率	発病株除去数	発病株率	発病株除去数	発病株率
a	10.2% (351/3,455 <sup>a</sup> )	266	2.6% (156/5,891)	107	3.2% (196/6,178)	164	2.4% (69/2,931)
b	38.2% (260/680)	260	6.0% (58/972)	58	1.0% (15/1,499)	7	2.3% (32/1,370)
c	14.9% (191/1,281)	191	3.3% (94/2,892)	93	8.3% (696/8,399)	673	n.d. <sup>c</sup>
d	11.3% (496/4,399)	496	4.5% (174/3,846)	174	5.9% (235/3,990)	121	3.5% (124/3,505)
e	93.2% (369/396)	87	0.0% (1/1,191)	1	4.0% (59/1,471)	20	4.0% (39/981)
合計	16.3% (1,667/10,211)	1,300	3.3% (483/14,792)	433	5.5% (1,201/21,537)	985	3.0% (264/8,787)

a) 発病株数/調査株数。

b) 発病株を抜き取りにより除去した数。

c) no data.

発病株数の調査と発病株の抜き取りはいずれの年も7月中旬に実施。

した。発病株の除去および発病株率の調査はいずれの年も7月に実施した。

2013年の発病株率は16.3%であり、発病を確認した1,667株中1,300株を抜き取った(表-2)。その結果、2014年の発病株率は3.3%となり、その後も抜き取りを継続した結果、2015、2016年についてはそれぞれ5.5%、3.0%であった。

調査を実施した5圃場では生産した球根の一部を翌年の作付けに使用しているので、発病株を除去することは今作に加え翌作の伝染源の除去につながる。発病株率が2013年の16.3%から2016年の3.0%に減少したことから、発病株の抜き取りは、防除効果が高いと考えられた。しかし、発病株の抜き取りは目視により実施しているため、潜在感染株は除去できないことが課題である。潜在感染の検出にはRT-PCRやELISAが必要になり労力・コストを考慮する必要がある。例えば、球根を原々種、原種のように段階的に増殖するシステムを構築し、原々種のみRT-PCRなどを実施して無毒の球根を確実に確保する。それ以降はアザミウマ類の防除を徹底することで、効率的に無毒の球根を増殖することができる。ダリア輪紋病の症状は8月下旬にマスクングされるため、奈良県では発病株の抜き取りは病徴を確認しやすく、ある程度生育が進んだ7月中～下旬に実施している。

## おわりに

奈良県のダリア生産における重要病害であるTSWVによる輪紋病に対する伝染経路の遮断と伝染源の除去による防除効果を検討した。

現地圃場におけるTSWVを媒介するアザミウマ類の優占種はヒラズハナであり、発生のピークである7月前後が殺虫剤散布による重点防除時期と考えられた。アザミウマ類によるTSWVの媒介能力は高く、防虫ネット

被覆による物理的防除が有効であり、さらに殺虫剤の散布と併せることで、より安定した防除効果が期待される。発病株の抜き取りは、栄養繁殖であるダリアでは翌作の伝染源の除去にもつながり、高い防除効果が確認された。一方で、目視のみでは潜在感染株が残るため、親株についてはRT-PCRなどによる検定を実施することが望ましい。

筆者らは、現地でのTSWV対策を構築するうえでウイルス病の防除の基本である伝染源の除去、伝染環の遮断による効果を明らかにできるよう本試験の実施に至った。今回の取り組みによって、他のウイルス病と同様にダリア輪紋病についても高い防除効果が期待できることから、現地では本病の対策が継続的に実施されるよう、その体制づくりが進んでいる。

## 引用文献

- 1) 浅野峻介ら (2015): 関西病虫研報 57: 143.
- 2) ASANO, S. et al. (2015): Lett Appl Microbiol 61: 113~120.
- 3) ——— et al. (2019): Ann. Rept. Kansai Pl. Prot. 61: 69~74.
- 4) 浅野峻介 (2019): [http://www.pref.miyazaki.lg.jp/sogonogyoshi/kenjo/shigoto/nogyo/topix/documents/44689\\_20190624121204-1.pdf#search=%27ダリアウイルス+マニュアル%27](http://www.pref.miyazaki.lg.jp/sogonogyoshi/kenjo/shigoto/nogyo/topix/documents/44689_20190624121204-1.pdf#search=%27ダリアウイルス+マニュアル%27)
- 5) ASJES, C. J. and G. J. BLOM-BARNHOORN (2001): Ann. Appl. Biol. 139: 11~19.
- 6) CHATZIVASSILOU, E. K. (2008): Plant Dis. 92: 1012~1020.
- 7) de HAAN, P. et al. (1991): J. Gen. Virol. 71: 2207~2216.
- 8) 藤井祐子・有馬 毅 (2012): 奈良農総セ研報 43: 71~74.
- 9) IWAKI, M. et al. (1984): Plant Dis. 68: 1006~1008.
- 10) LOBENSTEIN, G. et al. (1995): Virus and Virus-like Diseases of Bulb and Flower Crops, John Wiley & Sons, Hoboken, p.265~273.
- 11) MCPHERSON, R. et al. (1999): Plant Dis. 83: 765~767.
- 12) MATSUURA, S. et al. (2002): J. Gen. Plant Pathol. 68: 99~102.
- 13) OKAZAKI, S. et al. (2007): Plant Dis. 91: 842~846.
- 14) OLATINWO, R. O. et al. (2008): Phytopathol. 98: 1066~1074.
- 15) PARRELLA, G. et al. (2003): J. Plant Pathol. 85: 227~264.
- 16) RILEY, D. et al. (2011): J. Integr. Pest. Manag. 1: 1~10.
- 17) WHITFIELD, A. E. et al. (2005): Annu. Rev. Phytopathol. 43: 459~489.





# 新規 SDHI 殺菌剤ピラジフルミドの葉菜類セルトレイ灌注処理による病害防除

日本農薬株式会社 にしむら あきら やました まさお  
西村 昭・山下 真生

## はじめに

ピラジフルミド (pyraziflumid) は、日本農薬株式会社 (以下、日本農薬) により発見されたピラジンカルボキサミド構造を有する殺菌剤であり、コハク酸脱水素酵素阻害剤 (SDHI) に分類される (ODA et al., 2017)。卵菌類を除く幅広い糸状菌病害に対し高い抗菌活性を示し、これまでの社内外での検討から、野菜類の主要病害である各種菌核病、灰色かび病、うどんこ病に加え、果樹では輪紋病、褐斑病、黒星病等、芝草ではダラースポット病、各種 *Rhizoctonia* 属菌による病害等に対して優れた効果を示すことを確認している。2018年3月に野菜、果樹、花き類の幅広い病害に対して農薬登録を取得し、同年5月、野菜および花き類用製剤として、パレード®20フロアブル (以下、パレード) を上市した (図-1)。

パレードは特に菌核病に対し高い防除効果を示し、優れた効果持続性、高い作物安全性、緩やかな浸透移行性を有する。これら特長を活かし、葉菜類のセル成型育苗トレイまたはペーパーポット苗への灌注処理 (以下セルトレイ灌注処理) による本圃での菌核病防除技術の確立を目指して、2016年度より一般社団法人日本植物防疫協会 (以下、日植防協会) を通じて委託試験を開始した。各公設試験場で検討を重ねた結果、2019年8月にレタス菌核病、2020年1月にキャベツ、ハクサイ菌核病に

対して、登録を取得するに至った (表-1)。本稿では、日本農薬社内検討および日植防協会を通じた委託試験等の結果に基づき、パレードのセルトレイ灌注処理による葉菜類菌核病に対する省力的な防除法と今後の課題について紹介する。

## I 葉菜類の病害虫防除の現状と菌核病の生態

キャベツ・ハクサイ・レタスといった葉菜類の病害虫防除は、定植時の粒剤施用や薬剤希釈液の茎葉散布が主体であった。ところが、近年農作業の省力化や機械化に伴い、育苗が地床からセル成型ポットによるセルトレイ育苗が主流となったため、それらセルトレイ苗やペーパーポット苗への粒剤の散布や薬剤希釈液の灌注処理により、本圃定植後に発生する害虫防除技術がすでに確立している。一方、病害防除については、土壌病害である根こぶ病や一部の細菌病を対象に定植時セルトレイ灌注処理が普及しつつあるが、*Rhizoctonia* 属菌による各種病害や、主に生育中後期に症状が顕在化する菌核病の発生生態を考慮した、セルトレイ灌注処理による菌核病の防除は報告されていない。

菌核病菌 (*Sclerotinia sclerotiorum* (Libert) de Bary) は子のう菌類に属し、多くの作物種に感染する多犯性の植物病原菌である。作物残渣上に形成される耐久器官である菌核 (図-2) は土壌中に数年間残存し、好適環境条件下で子のう盤を形成し子のう胞子を飛散させる。子のう盤の形成温度および子のう胞子の感染好適温度は15~20℃であり、平地では気温が低下する秋から冬、あるいは気温が上昇する早春に感染機会が増大する。菌核からの直接発芽による感染や、罹病株から菌糸を介した感染によっても本病は発生し得るが、一次感染は専ら子のう胞子によると想定されている (窪田, 2019)。したがって、本病を効率的に防除するためには、子のう胞子の飛散による一次感染をいかに防ぐかが重要と言える。

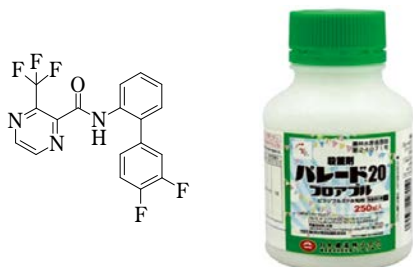


図-1 ピラジフルミドの構造式とパレード20フロアブル

Drench Application of a Novel SDHI Fungicide, Pyraziflumid (PARADE®), to Plug Seedling of Leaf Vegetables for Disease Control After Transplanting. By Akira NISHIMURA and Masao YAMASHITA

(キーワード: ピラジフルミド, 葉菜類菌核病, セルトレイ灌注処理)

## II セルトレイ灌注処理による菌核病防除法の検討 (社内試験)

パレードのセルトレイ灌注処理による菌核病防除の可

表-1 パレード 20 フロアブルの葉菜類病害に対する登録内容 (2020 年 2 月現在)

作物名	適用病害虫名	希釈倍数	使用液量	使用時期	本剤の使用回数	使用方法	ピラジフルミドを含む農薬の総使用回数
レタス 非結球レタス	菌核病	2,000~ 4,000 倍	100~300 l/10 a	収穫前日まで	3 回以内	散布	3 回以内 (灌注は 1 回以内)
	灰色かび病 すそ枯病						
	菌核病	100 倍	セル成型育苗トレイ 1 箱または、ペーパーポット 1 冊 (約 30×60 cm, 使用土壌約 1.5~4 l) 当たり 0.5 l	育苗期後半~ 定植当日	1 回	灌注	
はくさい	黒斑病 白斑病	2,000~ 4,000 倍	100~300 l/10 a	収穫前日まで	3 回以内	散布	
	菌核病	100 倍	セル成型育苗トレイ 1 箱または、ペーパーポット 1 冊 (約 30×60 cm, 使用土壌約 1.5~4 l) 当たり 0.5 l	育苗期後半~ 定植当日	1 回	灌注	
キャベツ	菌核病 株腐病	2,000~ 4,000 倍	100~300 l/10 a	収穫前日まで	3 回以内	散布	



図-2 キャベツ菌核病 (左) と菌核から発芽した子のう盤 (右)

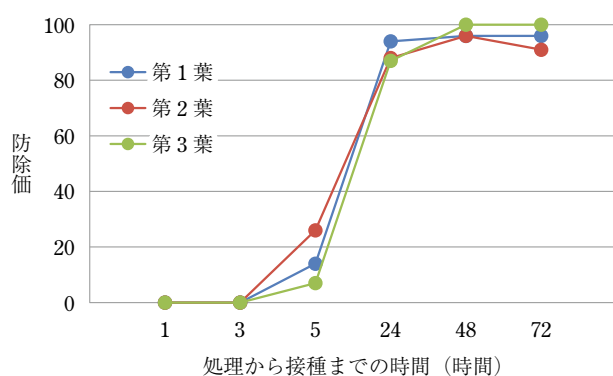


図-3 キャベツ菌核病に対するパレード灌注処理の効果発現の推移

能性を探るため、日本農業総合研究所において各種検討を行った。まず、温室内ポット試験で灌注処理による防除効果の発現様式を調査した。3~4 葉期まで栽培したキャベツ苗にパレード 100 倍希釈液を所定量灌注し、定植後経時的に葉を切り取り室内で菌核病菌の菌糸片を接種したところ、灌注処理 1 日後に高い防除効果が認めら

れ、処理 2 日以降ではほぼ完全に発病を抑制した(図-3)。

次いで、パレード 100 倍希釈液を灌注処理したキャベツ苗を圃場に定植し、経時的に採取した葉における葉中ピラジフルミド濃度と菌核病に対する防除効果との相関について検討した。定植 3~7 週間後にかけて葉中濃度は徐々に減衰し、同一個体では下位葉で高く、上位葉で低い傾向にあった(図-4)。このとき、葉位別に葉を採取し菌核病菌の菌糸片を接種したところ、葉中濃度が高い下位葉ではより高い防除効果が認められ、相対的に葉中濃度が低い上位葉では総じて効果が低かった。また、定植 5 週後以降では上位葉の防除効果がやや低下する傾向にあり、定植 5 週間までが本剤灌注処理の効果持続期間と考えられた(図-5)。

さらに、放射性同位体  $^{14}\text{C}$  で標識したピラジフルミドを同様に灌注処理し、茎葉部における分布状況をオートラジオグラフィーで可視化した。灌注処理後ピラジフルミドは速やかに吸収され、下位葉中心に集積し、時間経

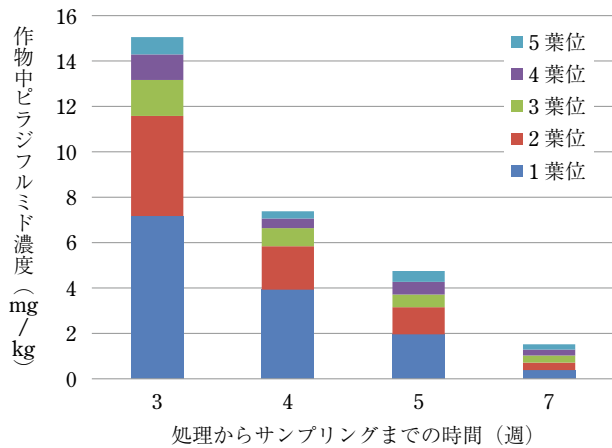


図-4 灌注処理後のキャベツにおけるピラジフルミドの葉位別葉中濃度の推移

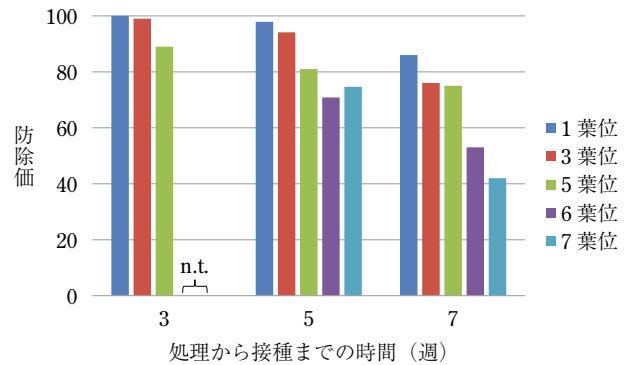


図-5 パレード灌注処理によるキャベツ菌核病に対する葉位別防除効果とその推移

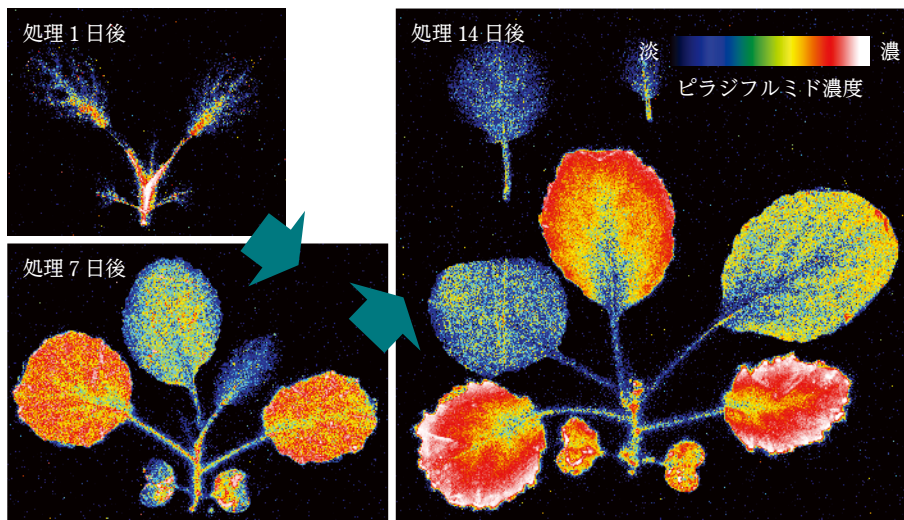


図-6 ピラジフルミド灌注処理後のキャベツ内での分布 (オートラジオグラフィー)

過とともに上位葉に移行する傾向が認められた(図-6)。この傾向は、パレード灌注処理後の防除効果の推移(図-3)や植物体内におけるピラジフルミドの葉位別葉中濃度の検討(図-4)で得られた知見を支持するものである。先に述べた通り、菌核病は生育後半の結球期に顕在化する病害であるが、定植後比較的早い時期に、株元付近に埋もれていた菌核に形成された子実盤より放出された子実盤の胞子が、土壌表面に近い葉菜類の下位葉に感染することで一次感染が始まるものと考えられる。根部より吸収されたピラジフルミドが下位葉中心に分布し、徐々に上位葉へ移行するという特性は、菌核病菌の一次感染部位である下位葉を効率的に保護し、感染被害株の低減に貢献するものと期待された。

また、セルトレイ灌注処理による葉菜類への葉害についても様々な検討を実施した。パレードの100倍希釈液および倍量の50倍希釈液の灌注処理は、各種の過酷条

件下においても葉菜類に対し顕著な葉害を示さず、本剤の優れた作物安全性が確認されている。

### III 新農薬実用化試験によるセルトレイ灌注処理の実用性検討

これら社内結果に基づき、2016年度より日植防協会および各種公設試験場において、キャベツ、レタスおよびハクサイ菌核病防除における、パレードの定植時セルトレイ灌注処理の実用性検討を開始した。本剤の100倍希釈液灌注処理は総じて高い効果を示し、実用性が高い、あるいは実用性があるという総合判定が多数得られた。ただし、キャベツについてはやや効果が低い傾向が認められた(表-2)ので、その原因の解明を目的として、キャベツ12例、レタス10例、ハクサイ7例、合計29例の試験について、パレード灌注処理区と散布剤による対照区の防除効果を散布図としてプロットし、夏秋採り

表-2 パレード 20 フロアブルのセルトレイ灌注処理に関する新農業実用化試験結果のまとめ

	例数	総合判定			
		A	B	C	D
キャベツ菌核病	14	4	5	5	0
レタス菌核病	12	9	3	0	0
ハクサイ菌核病	9	2	7	0	0

A：実用性が高い，B：実用性がある，C：効果はやや低い実用性がある，D：実用性なし。

表-3 高冷地における夏秋採りキャベツ菌核病に対するパレード灌注処理の検討事例

試験年度	薬剤処理	程度別発病株数 (3区平均)**				防除価 (発病度)
		0	1	2	3	
2018年度	パレード灌注	29.7	6.7	0.7	1.3	32.2
	パレード灌注 + 散布剤 6/22	30.7	6.0	0.7	0.3	52.2
	対照*	36.0	2.0	0.0	0.3	83.1
	無処理	25.7	9.3	1.7	1.3	(15.3)
2019年度	パレード灌注	30.7	2.3	0.0	7.0	56.9
	パレード灌注 + 散布剤 6/25	29.3	4.0	0.0	6.3	57.3
	対照*	34.0	4.7	0.0	1.3	84
	無処理	19.3	3.3	0.0	16.7	(45.1)

2018年度実施分：定植日 (5/16)，初発日 (7/11)，散布日 (6/22, 7/2, 7/9)，調査日 (7/30)。  
 2019年度実施分：定植日 (5/20)，初発日 (6/27)，散布日 (6/25, 7/5, 7/16)，調査日 (8/2)。  
 \*パレードとは異なる薬剤を1回ずつ，合計3回散布。  
 \*\*0：発病が認められない，1：外葉の1~2枚に発病が認められる，2：外葉の3枚以上に発病が認められる，3：外葉に発病が認められ，さらに結球部にも発病が認められる。

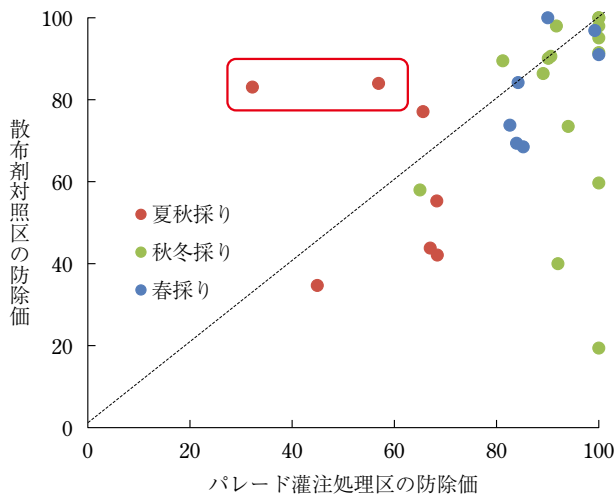


図-7 パレード灌注処理区と散布剤対照区の作型別防除効果

(4~6月定植)，秋冬採り (9~10月定植)，春採り (11~12月定植) という作型別に，作型と防除効果の関係を解析することとした (図-7)。

秋冬採りの作型については，発病程度や初発時期にかかわらず，高い防除効果を示す傾向にあった。また，2回から最大5回の殺菌剤散布を行った対照区と比較して同等以上の防除効果が認められ，灌注処理は薬剤散布の

労力を低減しうる省力的な防除法であることが示された。この秋冬採りの作型では，秋口の定植から病害発生までの期間が比較的短く，気温が低下し発病が緩慢になる冬に収穫することから，パレードの効果が続く期間内に主として下位葉への感染が終息し，結果として収穫期まで高い防除効果が得られるものと考えられた。また，春採りの作型についても，厳冬期では菌核病菌の活動は低下することから，秋冬採りと同様の理由で春の収穫期まで高い効果を発揮するものと想定される。

一方，夏秋採りキャベツの作型については，他作型と比較して総じて防除効果が低く，対照区との比較でその効果が上下する傾向にあった。それらのうち，特に高冷地で実施された対照区よりも効果が劣る二つの事例 (図-7の赤枠) について，要因解析のため詳細な試験条件を表-3に示した。2018年度の事例では定植後60日弱，2019年の事例では定植後40日弱の結球期に初発を認めており，パレード灌注処理区では調査時点で結球部位でも発病していることがわかる (発病指数3)。特に2019年度の事例では，パレード灌注処理36日後 (6月25日) に処理した散布剤による追加効果が認められないことから，この時点でパレードの効果持続性が低下していたことと，7月以降の感染が防除効果に影響したことが示唆



される。いずれの事例でも、初発前後には断続的な降雨があり感染好適期が出現したこと、パレードの効果持続性が低下する結球期が重なっており、飛散した子のう胞子が結球部位に感染することで、結球部が保護されている対照防除区と比較して防除効果が劣ったと考えられる。実際、このような高冷地の夏秋採りキャベツの作型では、平均気温 15℃ 以上で推移し、まとまった降雨で子のう胞子による感染圧が高まる状況にあり、このような時期に結球期を迎えた場合に被害が増大することが知られている（加部ら，2013）。高冷地の夏秋採りキャベツのように、子のう胞子による結球部での感染リスクが高い作型については、定植時セルトレイ灌注処理の効果持続期間を踏まえうえで、散布剤を組合せた最適な体系防除を今後確立していく必要がある。

#### IV パレードのセルトレイ灌注処理と散布剤を組合せた効果的な体系防除

パレードの定植時灌注処理と散布剤を組合せた体系防除の一例を表-4 に示した。2018 年 11 月中旬定植，2019 年 2 月中旬に初発を認めたトンネル栽培の春採りレタスの事例で、定植時パレード灌注処理と初発時の散布剤を組合せた体系防除区が、パレード灌注処理区や散布剤 3 回処理区を上回る完全な防除効果を示した。パレードの灌注処理単独でも実用性のある高い効果が認められているが、パレード灌注処理の効果持続期間を越えた 2 月以降の感染および発病進展を散布剤により抑えたことが、このような非常に優れた防除効果につながったものと考えられる。

#### V 普及に向けた検討

##### 1 殺虫剤および殺菌剤との混用事例

葉菜類の生産現場では殺虫剤のセルトレイ灌注処理が広く普及していることから、これら殺虫剤と本剤の混用事例の有無が生産者にとって非常に重要な情報となる。

表-5 に示すように、灌注処理登録を有する主要な殺虫剤と本剤の混用により、効果および薬害面で顕著な問題を示した事例は認められていない。また、アブラナ科野菜根こぶ病や細菌病を対象とした防除資材との混用事例についても順次検討を進めている。

##### 2 菌核病以外の病害への適用可能性

葉菜類の産地では、根朽病、苗立枯病やすそ枯病といった土壌病害が問題となる地域が存在する。パレードは根朽病、*Rhizoctonia* 属菌による苗立枯病およびすそ枯病の原因菌に対し高い抗菌活性を有し、セルトレイ灌注処理により、定植後これら病害の発生を抑えることを確認している。すなわち、パレードのセルトレイ灌注処理は、栽培の中後期に顕在化する菌核病のみならず、定植後比較的初期に発生する病害に対しても有効で省力的な防除技術となりうる。現在セルトレイ灌注処理での適用拡大を目指している葉菜類病害について表-6 に示した。今後公的機関などでの検討事例を重ね、幅広い作物や病害に対し適用拡大を目指していく予定である。

##### 3 菌核病菌の感受性モニタリング

SDHI 剤については、国内外の様々な病原菌で耐性菌の発生が確認されている。本邦では SDHI を含む殺菌剤に耐性を示す菌核病菌は報告されていないが、フランスでは SDHI 耐性ナタネ菌核病菌の発生がすでに報告されている（WALKER et al., 2015）。本技術の普及にあたって耐性菌管理を並行して進める必要があることから、耐性菌の発生を早期につかみ対策を講じるため、当社でも継続的に感受性モニタリングを実施している。2019 年度葉菜類の主要産地を含む各地より 151 菌株を採取、検定したところ、ピラジフルミドを含む SDHI に対し感受性が低下した株は認められなかった（図-8）。ただし、耐性菌発生リスクは否定できないことから、防除効果の補完だけでなく、耐性菌管理の観点からも、異なる作用機構の散布剤と組合せた体系防除を推奨していきたい。

表-4 春採りレタス菌核病に対するパレード灌注処理と散布剤による体系防除事例

薬剤処理	程度別発病株数 (3区平均)**				防除価 (発病度)
	0	1	2	3	
パレード灌注	128	0	2	0	90
パレード灌注 + 散布剤 A (2/14)	127	0	0	0	100
散布剤 A*	118	3	0	2	77
無処理区	107	6	4	9	(10.5)

定植日 (2018/11/15), 初発日 (2019/2/14), 調査日 (2019/3/1).

\*パレードとは異なる A 剤を 3 回散布 (2018/11/26, 2019/2/1, 2/14).

\*\*0: 発病を認めない, 1: 外葉の一部のみに発病する, 2: 症状が結球葉に及ぶ, 3: 株全体が萎凋・枯死する.

表-5 セルトレイ灌注処理でのパレードと殺虫剤あるいは殺菌剤の混用事例

	薬剤名	有効成分名	レタス	非結球レタス	キャベツ	はくさい
殺虫剤	プレバソフフロアブル 5	クロラントラニプロール	●*	●	●	●
	ジュリボフロアブル	クロラントラニプロール チアメトキサム	●	●	●	●
	ベリマーク SC	シアントラニプロール	●	●	●	●
	ガードナーフロアブル	イミダクロプリド スピノサド	●	-	●	●
	スタークル顆粒水溶剤	ジノテフラン	●	●	●	-
	キックオフ顆粒水和剤	クロラントラニプロール ジノテフラン	●	●	●	●
	アクタラ顆粒水溶剤	チアメトキサム	-	-	●	●
	プリンスフロアブル	フィプロニル	-	-	●	●
	スピノエース顆粒水溶剤	スピノサド	●	●	-	-
	ミネクトデュオ粒剤 (播種時処理)	シアントラニプロール チアメトキサム	-	-	●	-
殺菌剤	オラクル顆粒水和剤	アミスルブロム	-	-	●	●
	ランマンフロアブル	シアゾファミド	-	-	●	●

\*●は混用事例あり，-はセルトレイ灌注登録がない，あるいは混用事例がないことを示す。

表-6 セルトレイ灌注処理で適用拡大を予定している葉菜類病害

作物名	適用病害虫名	希釈倍数	使用液量	使用時期	本剤の使用回数	使用方法	ピラジフルミドを含む農業の総使用回数
レタス 非結球レタス	菌核病 すぞ枯病	100 倍	セル成型育苗トレイ 1 箱または、ペーパーポット 1 冊 (約 30 × 60 cm, 使用土壌約 1.5 ~ 4 l) 当たり 0.5 l	育苗期後半 ~ 定植当日	1 回	灌注	3 回以内 (灌注は 1 回以内)
はくさい	菌核病 苗立枯病 (リゾクトニア菌)						
キャベツ	菌核病 苗立枯病 (リゾクトニア菌) 根朽病						

網掛けは未登録，赤字は適用拡大申請済を示す。

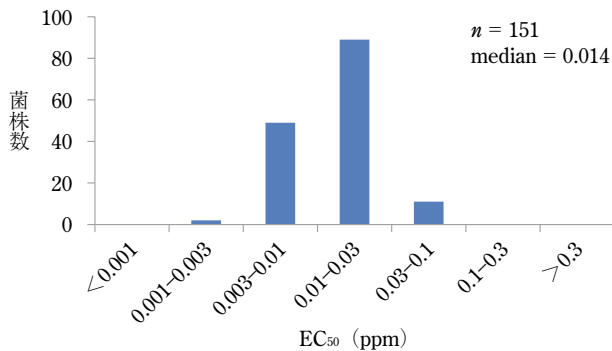


図-8 ピラジフルミドに対する菌核病菌の感受性モニタリング (2019 年度採取菌株)

### おわりに

ピラジフルミド (パレード®) を含む SDHI 剤は，抗菌スペクトルが広く作物安全性に優れることから，作物生産現場で不可欠の殺菌剤系統となっている。本稿では，パレードの優れた特性を活かした定植時セルトレイ灌注による葉菜類の茎葉病害，特に菌核病に対する省力的な防除方法について紹介した。本防除法の実用性検討を進める中で，地域の作型や病害虫の発生状況に応じて，結球期の殺菌剤散布を組合せた体系防除の重要性が明らかになりつつある。異なる作用機構を有する殺菌剤

を活用した体系防除は、SDHI 耐性菌発生リスクを抑えつつ、菌核病以外の病害防除にも有効と期待される。今後もパレードの適用拡大を進め、生産現場のニーズに応えた防除法を整備し、安定した作物生産に貢献できるよう努める所存である。

最後に、本稿を執筆するにあたり、貴重な助言、資料等をご提供いただいた関係者および本処理法の開発に尽力いただいた方々に対し、この場を借りて厚く御礼申し

上げます。

#### 引用文献

- 1) 加部 武ら (2013): 植物防疫 **67**(3): 159~162.
- 2) 窪田昌春 (2019): 同上 **73**(6): 387~391.
- 3) Oda, M. et al. (2017): J. Pestic. Sci. **42**(4): 151~157.
- 4) WALKER, A. S. et al. (2015): Onzième Conférence internationale sur les maladies des plantes.

## 登録が失効した農薬 (2020.2.1~2.29)

掲載は、**種類名**、登録番号：**商品名**（製造者又は輸入者）登録失効年月日。

#### 「殺虫剤」

- **MPP 乳剤**  
22665：ホクサンバイジット乳剤（ホクサン）20/2/4
- **スピノサド水和剤**  
20607：カリプスター（ダウ・アグロサイエンス日本）  
20/2/27

#### 「殺菌剤」

- **イミノクタジン酢酸塩・トルククロホスメチル水和剤**  
16891：リゾレックスベフラン水和剤（ホクサン）20/2/4

#### 「殺虫殺菌剤」

- **イミダクロプリド・トリシクラゾール粒剤**  
20197：DAS ビームアドマイヤー粒剤（ダウ・アグロサ

イエンス日本）20/2/27

- **イミダクロプリド・トリシクラゾール粒剤**  
21493：DAS パワーリード箱粒剤（ダウ・アグロサイエンス日本）20/2/27
- **エチプロール・シラフルオフェン・トリシクラゾール粉剤**  
21670：DAS ビームキラップジョーカー粉剤 DL（ダウ・アグロサイエンス日本）20/2/27

#### 「除草剤」

- **エトフメセート・デスメディファム・フェンメディファム乳剤**  
23920：ベタナールエキスパート乳剤（バイエルクロップサイエンス）20/2/6



# 2019年に多発したトビイロウンカによる被害状況とその要因

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 さな 真 だ 田 さち 幸 よ 代

## はじめに

トビイロウンカ (図-1) はアジア地域全域に生息するイネの害虫である。本種はイネでしか成育できないため、冬にイネがなくなる日本全土および中国ほぼ全域で越冬できない。しかし、常発地であるベトナム北中部から、春先にイネの栽培が始まる中国南部に移動し、そこで1~2世代増殖した後、6~7月に梅雨の前線に向かって吹く強い南西風 (下層ジェット気流) によって西日本地域、特に九州地域を中心に毎年飛来してくる。飛来してきたばかりの時期はトビイロウンカの数はまだ少なく、水田で確認することは難しいが、雌はイネの茎に多くの卵を産卵し、それらが1か月程度で成虫 (飛来後第1世代) になり、さらに次の世代を産む。トビイロウンカは増殖力が高いため、ちょうど秋の刈り取り間際の時期には3世代ほど増殖し大発生することがある。これらのトビイロウンカがイネの茎から師管液を吸汁し、イネを大量枯死させる“坪枯れ”を起こす。2005年以降アジ



図-1 トビイロウンカの長翅雌  
長翅雌の体長は5~6 mm。本種にはほかに翅型の異なる短翅雌、長翅雄、短翅雄がいる。

Main Factors Affecting Outbreak of the Brown Planthopper in 2019 in Japan. By Sachiyo SANADA-MORIMURA

(キーワード: 長距離移動性, 坪枯れ, 海外飛来, *Nilaparvata lugens*)

ア全体でトビイロウンカの被害は増加傾向にあり、その原因としては殺虫剤抵抗性の発達やトビイロウンカが増えやすい品種の栽培等が指摘されている (MATSUMURA et al., 2008; 松村, 2014)。ここでは、トビイロウンカの2019年の多発生状況とその要因について検討する。

## I 2019年のトビイロウンカによる被害

2019年におけるトビイロウンカの注意報・警報は、注意報が愛知県以西の20県から延べ27件発令され、警報が8件 (福岡県, 長崎県, 大分県, 熊本県, 宮崎県, 愛媛県, 山口県, 岡山県) 発令された (同じ県から注意報と警報が発令される場合や注意報が複数回発令される場合がある)。これは2000年以降最も多い件数である (図-2)。2019年の九州地域のトビイロウンカ発生面積率は、2000年以降では、同じくトビイロウンカの被害が大きかった2013年 (西日本地域でトビイロウンカによる被害総額が105億円) とほぼ同等で、2番目に高い値となっている (図-3)。2019年水稻の作況指数は、九州7県すべてで94以下の“不良”となり、九州全体の86は、台風などの気象条件の影響によって不良となった2006年の78以来の低水準となった。トビイロウンカの被害が大きかった2013年の九州全体の作況指数が97であったことと比べても、2019年がかなり低い値であったことがわかる。この2019年の九州地域の“不良”の原因としては、トビイロウンカによる被害のほかに、移植期以降の6月下旬から7月を通しての低温・日照不足に加え、台風等の被害が大きく影響していたと考えられる (農林水産省九州農政局, 2019)。

## II 多発生の要因

2013年にトビイロウンカが西日本の水稻に大きな被害をもたらしたことは記憶に新しいが、その多発生の要因については、筆者が共著者となっている「2013年のトビイロウンカの多発要因と今後の課題」(松村・真田, 2014) で詳しく解説している。この前報でも論述しているが、日本におけるトビイロウンカの発生量は大きく分けて、1. 飛来源での発生, 2. 日本への飛来, 3. 飛来



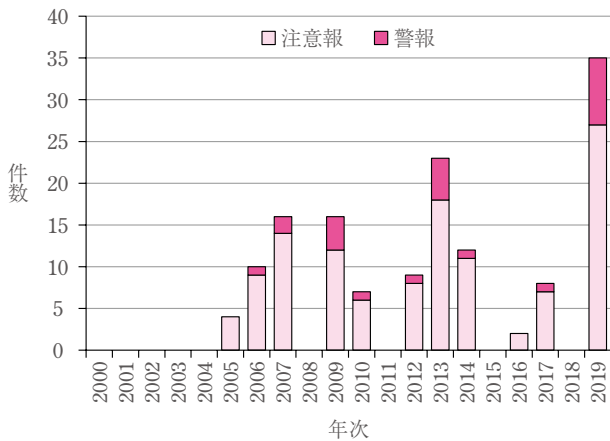


図-2 トビイロウンカの注意報・警報件数

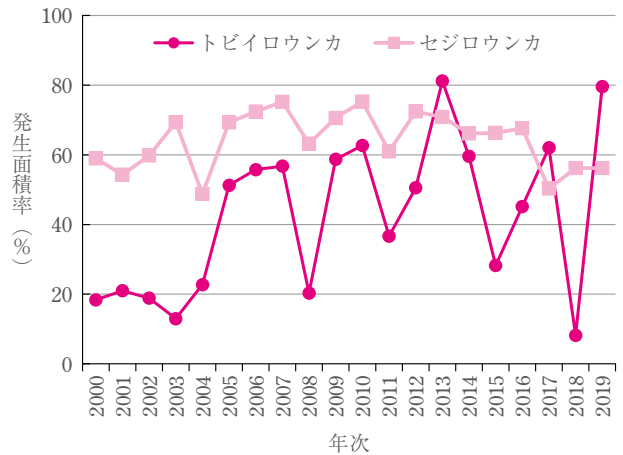


図-3 トビイロウンカ・セジロウンカの発生面積率  
JPP-NETデータから作図.

後の増殖、の三つのフェーズによって決まってくる。ここではこの三つのフェーズについて2019年の状況を検討する。

### 1 飛来源での発生

日本へ飛来してくるトビイロウンカの直接の飛来源となるのは中国南部の華南地域（広東省、福建省等）である。この地域の早稲での発生が多い場合に日本へ飛来するリスクが高くなる。飛来源でのトビイロウンカの発生生態の概要について簡単に解説すると、華南地域の早稲の田植えは2~3月に始まり、4月ごろにピークとなる。このため、5月ごろまでにベトナム北中部から飛来したトビイロウンカが1~2世代増殖し、この地域の刈り取り時期に移出したトビイロウンカが前述の下層ジェット気流に乗って飛来する。2019年の中国南部でのトビイロウンカの発生情報（中国の全国農業技術普及サービスセンター発表）によると、「5月中旬から6月上旬まで中国南部のトビイロウンカの発生は前年に比べ多い傾向。予察灯での誘殺数は前年比で2~3倍、圃場での幼虫発生量も多く、福建省、江西省では前年のおおよそ5倍であった」（6月13日付）とあった。また、6月16~20日までの調査報告では、「予察灯でのイネウンカ類の誘殺データは、福建省、湖南省、湖北省の合計発生量で前年同期の2~4倍、海南、江西省、浙江省の発生総数は前年に比べ35~80%の増加であった。幼虫の発生量は早期水稲では減少しつつあるものの、前年同期に比べ多いかあるいは前年並みとなっている。南部では100株当たり幼虫数で平均200~600頭、多いところでは800~2,000頭、最高では江西省安遠で20,000頭となっており、広東省の一部地域では“坪枯れ”が発生した」（6月28日付）とあり、ここ数年の中でも多発生であったこ

とがわかる。2019年の中国南部は、春先から夏にかけてトビイロウンカが各地で多発しており、この時期に中国から日本へ強い風が吹けば海外飛来が起こる条件が整っていたと考えられる。

2019年の華南地域での早稲でのトビイロウンカの多発生の要因について、広東省農業科学院植物保護研究所のZhengfei ZHANG博士らの見解として、広東省では2019年1月からの冬季の気温が高く、早稲でのトビイロウンカの飛来が例年よりも早い時期から始まり、増殖も早かったため、一部の地域で多発生となったとのことであった（私信）。実際に、広東省汕頭での2018年8月~2019年7月の気温を平年値と比較すると、1~4月の月平均気温は平年よりも2~3℃高く、過去5年の中で最も高く推移していた（図-4）。ただし、これだけのデータでは、トビイロウンカの多発生要因を確定することはできない。今後は、中国でのより詳細な発生データの分析と多発生要因にかかわる気象条件・薬剤抵抗性・栽培品種および栽培体系との関係を解析する必要がある。飛来源での発生状況をより早く把握することができれば、日本での多発生リスクをいち早く知ることができ、国内での防除対策に活用することができる。

### 2 日本への飛来

イネウンカ類海外飛来予測システムによる飛来予測（JPP-NET提供）情報と、九州各県の病害虫防除所等が行っている予察灯などの誘殺データを併せて総合的に判断すると、2019年の6~7月の時期にトビイロウンカの海外飛来が起こったのは、九州地域ではおおむね6月7日ごろ、7月1日ごろ、7月11日ごろ、7月21日ごろの計4回であったと推定された。九州地域でも場所によっては飛来回数が少なかったり、九州西岸から東にいく

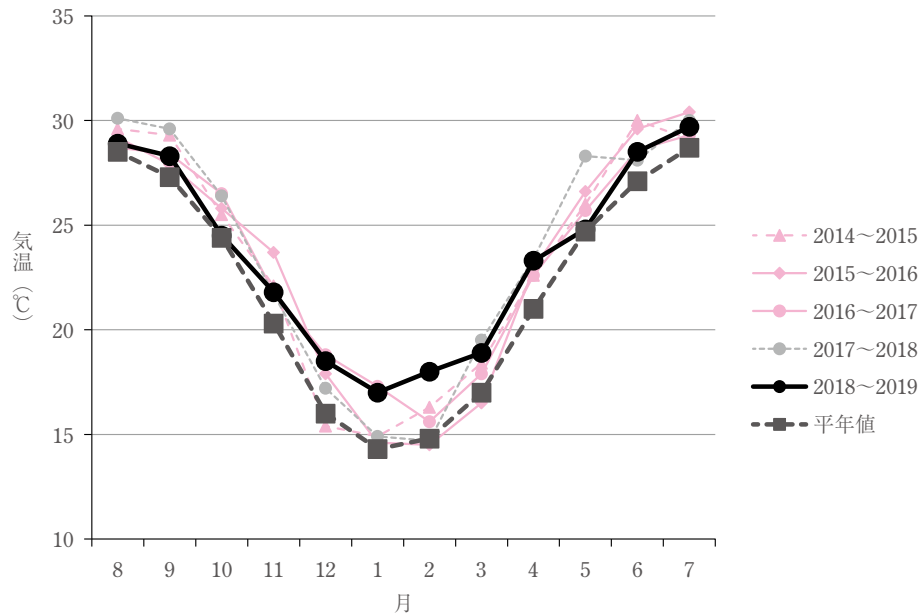


図-4 広東省汕頭における冬期の平均気温の推移  
気象庁（世界の天候データツール）データより作図。

ほど飛来日が数日後になったりするが、九州地域はおおむね上記のような飛来状況であったと考えられる。2019年のトビイロウンカ海外飛来の特徴としては、例年に比べて①初飛来が比較的早かったこと、②飛来回数が多かったこと、③初飛来が九州地域だけではなく、近畿や中部地域にも及んでいたこと、があげられる。和歌山県では6月8日に予察灯で誘殺（和歌山県病害虫防除所，2019）が確認されており、6月7日ころに海外飛来してきたトビイロウンカが、少なくとも和歌山県にまで到達していたことがわかっている（和歌山県でのトビイロウンカの平年の初誘殺（飛来）日は7月3日）。6月7日ころに飛来してきたトビイロウンカは、6月下旬に田植えが始まる九州地域の普通作にはほとんど影響しなかったと思われるが、中国、四国、近畿、中部地域では5月中に移植された水田に定着し、その後の多発生要因となった可能性がある。

### 3 飛来後の増殖

2013年のトビイロウンカ多発生にかかわる飛来後の増殖要因については、①少飛来・後期多発型、②（セジロウンカとの）種間相互作用、③夏期の高温による高い増殖率、④薬剤感受性の低下と薬剤防除効果の不足、⑤品種、移植時期による高い増殖率、が複合的に関与したと考えられる（松村・真田，2014）。2019年の多発生についても、これらの要因がどのように関連しているかを検討する必要がある。

（1）少飛来・後期多発型という特徴は、渡邊ら（1994）

が行った予察灯データ解析によるトビイロウンカ増殖様式の分類に基づいたものである。すなわち、トビイロウンカの水田での増殖は①低い侵入密度と高い増殖率、②低い侵入密度と低い増殖率、③高い侵入密度と低い増殖率、の三つのパターンに分けられ、同じ低い侵入密度である①と②のうち、①になる要因については、侵入時期が早く、夏が高温であることを条件としている（渡邊ら，1994）。ここでの“侵入密度”とは、6～7月の間に海外飛来してきたトビイロウンカが水田へ侵入した密度を意味する。2019年の状況について上記の項目を検討すると、6～7月のトビイロウンカ誘殺数（侵入密度の推定値）は、2013年に比べるとおおむね多い傾向にある（図-5）が、渡邊ら（1994）が解析に利用した50～80年代の飛来量から考えると、2019年も少飛来で、後期多発型と考えられる。

（2）（セジロウンカとの）種間相互作用の働きについては、実験的検証により、同じ空間にセジロウンカとトビイロウンカが共存する場合、セジロウンカの生息密度が低いとトビイロウンカの雌が短翅型（長翅型の雌に比べ増殖力が高い）になりやすいことが確かめられている（MATSUMURA and SUZUKI, 2003）。また、セジロウンカの初期の侵入密度が低い（ネットトラップデータ）と、トビイロウンカの第1世代と第2世代の増殖が高まることが確かめられている（松村，2005）。この種間相互作用と増殖率の関係については圃場レベルでの検証が必要だが、2013年と同様にセジロウンカの低密度が2019年

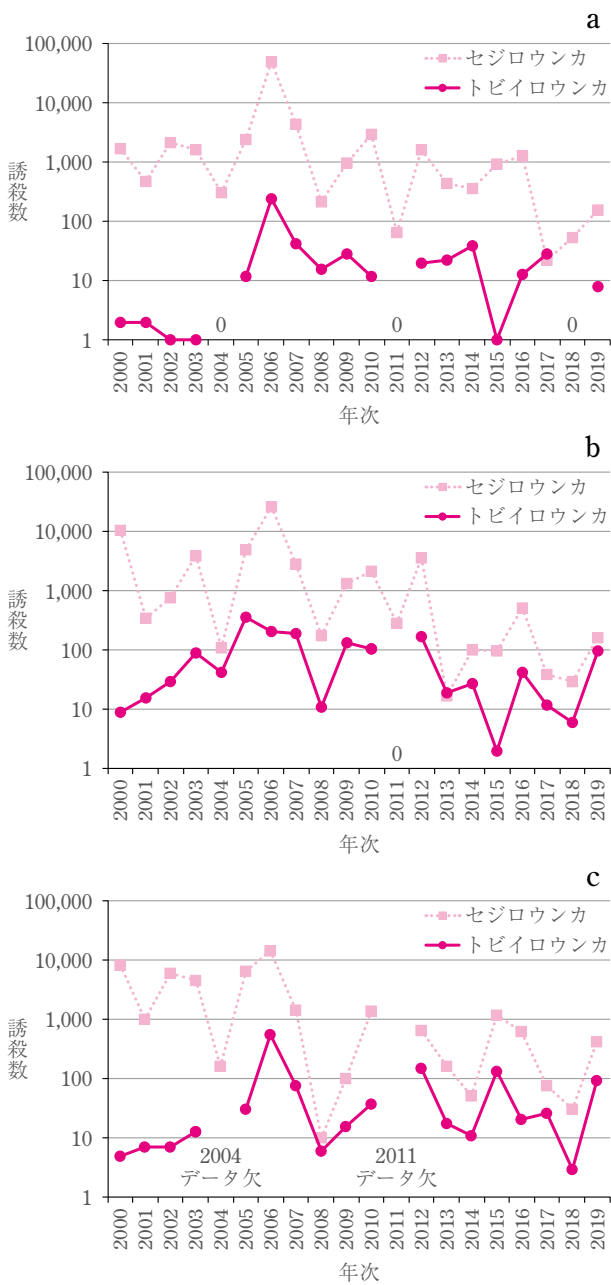


図-5 トビイロウンカ・セジロウンカの誘殺数推移  
a. 長崎県諫早市, b. 熊本県合志市, c. 鹿児島県の誘殺数(60W白熱灯)データ。JPP-NETデータから作図。

のトビイロウンカの多発生にも関与した可能性が高い。  
(3) 7~8月の高温による増殖率については、2019年の6~7月中旬までの気温は九州地域ではおおむね平年よりも低く(参考:熊本県熊本市データ, 図-6), 2013年にみられたように飛来後から継続して高温が続いた条件に比べると、やや発生が遅く推移したように見える。しかし、その後の7月下旬から8月中旬までかなり高い気温で推移したこと、8月下旬にはいったん長雨による影響で気温が低下したが、9月に入ると平年よりも高い

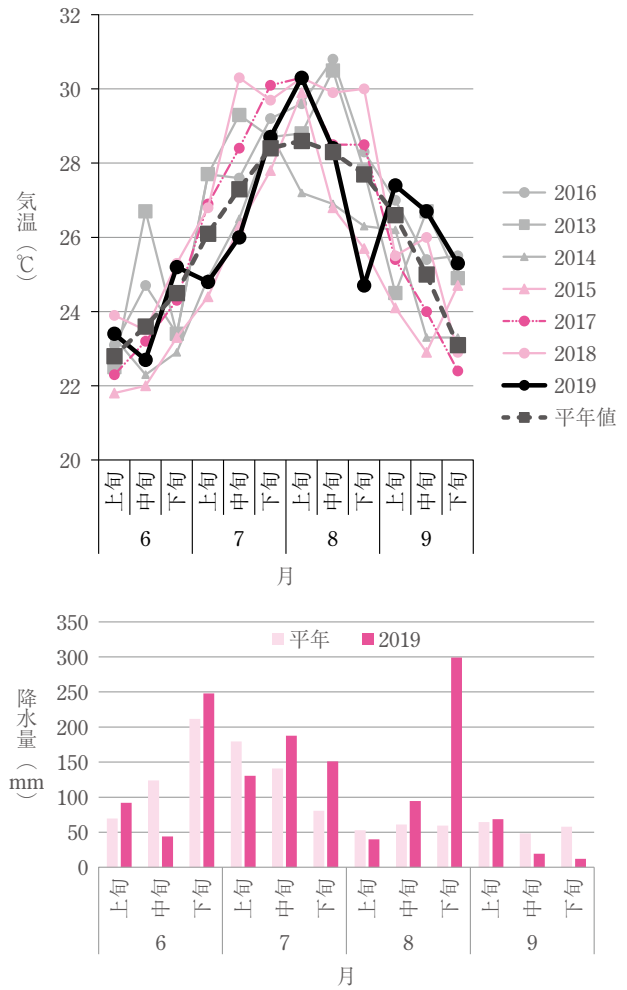


図-6 熊本県熊本市の平均気温(上)と降水量(下)  
気象庁アメダスデータから作図。

気温で推移したことからみて、栽培後期には高温条件によりトビイロウンカの増殖が高まり、「坪枯れ」の被害が発生したと考えられる。

(4) 薬剤感受性の低下と薬剤防除効果の不足については、2013年の薬剤感受性の状況と同様に、最近のトビイロウンカはイミダクロプリドに強い抵抗性を維持しており、またイミダクロプリドと同じネオニコチノイド系の殺虫剤チアメトキサムとクロチアニジンについても、イミダクロプリドほどではないが、感受性の低下が確認されている(MATSUMURA et al., 2014; FUJII et al., 2020)。上記のような薬剤を育苗箱施用剤として利用した場合には効果的な防除は期待できない。本田防除剤として利用されてきたブプロフェジン剤についても、トビイロウンカにおいて感受性の低下があきらかになってきており(菖蒲・山口, 2013; 近藤ら, 2014; 清水, 2014), 単剤での使用は避けるべきである。さらに、現在のところトビイロウンカに効果が認められている薬剤, 例えばネオ

ニコチノイド系薬剤のジノテフランとニテンピラム、フェニルピラゾール系薬剤のフィプロニル等では、実用レベルでの感受性低下はないが、半数致死量 (LD<sub>50</sub> 値) は長期的にみれば徐々に増加していることから、今後の動向については常に注意を払う必要がある。また、薬剤感受性低下が直接の原因ではないものの、薬剤防除効果が不足した要因として、2019年のトビイロウンカの飛来が複数回起こったことで、それぞれの飛来時期ごとに第1世代幼虫、第2世代幼虫の出現ピークに設定される防除適期がずれてしまい、一度の本田散布だけではトビイロウンカの増殖を完全には防げなかったこと、さらに、第2世代幼虫の防除適期の8月中旬から下旬に降雨が続いた(参考:熊本県熊本市データ, 図-6) ために本田防除が遅れたことが、2019年の被害の拡大につながったと考えられる。

(5) 品種、移植時期による高い増殖率については、前報でも述べているが、九州地域を中心に普及が進んでいる高温登熟性に優れた良食味品種(‘さびより’、‘にこまる’等)ではトビイロウンカの被害が多い傾向にあり、2019年の被害についても同様であった。また、新規需要米品種などでは、第1世代以降の増殖率が非常に高くなる傾向が確認されている(松村ら, 未発表)。トビイロウンカが増殖しやすい品種には、より厳しい要防除水準を設定することや、効果の高い箱施用剤の使用と本田防除を徹底する等が有効な対策として考えられる。そのためには、主要品種におけるトビイロウンカの増殖特性を早急に調査することが重要である。

### III 今後の課題

2013年の多発生から6年経過し、2019年に再びトビイロウンカによって大きな被害もたらされた。2019年の多発生要因については、飛来時期が極めて早かったこと、飛来回数が多かったこと、飛来数がやや多かったことが2013年の多発生の状況と異なる点として挙げられるが、基本的な多発生要因は2013年と共通する。そのため、多発生を防ぐための今後の課題についても、前報で挙げているものを実行していくことが重要であることに変わりはない。一方、2013年とは異なる新しい状況としては、2018年にイネウンカ類に効果の高い新規薬剤トリフルメゾピリムが登録され、この薬剤といもち病薬剤などとの混合箱施用剤も昨年初めに上市された。また、昨年夏にはイネウンカ類を含む水稻害虫に効果のある新規薬剤フルピリミンが登録され、この薬剤を含む混合箱施用剤や本田散布剤が本年度中に登録される予定

である。これらの新規薬剤を利用することは、九州地域などトビイロウンカの多発生リスクが高い地域における防除対策にとって非常に有効であり、2019年の多発生を受けて、今後急速に利用が拡大すると見込まれる。しかし、効果の高い箱施用剤が上市されると、その剤のみに頼った防除が行われ、発生予察情報による臨機防除や耕種管理技術、抵抗性品種の活用がないがしろになることが危惧される。ごく限られた剤のみによる防除体系は、もし近い将来にそれらの剤に抵抗性が発達してしまった場合には、数多くの生産者に重大な被害をもたらすことになる。イネウンカ類の薬剤抵抗性問題がアジア全体に大きな被害をもたらすことは、トビイロウンカのイミダクロプリド抵抗性やセジロウンカのフィプロニル抵抗性の例からも明らかである。新規薬剤をうまく活用しつつ、異なる作用機作を持つ系統の薬剤をローテーション利用する薬剤抵抗性管理(IRM)や、耕種の防除、抵抗性品種、天敵利用等を取り入れた総合的害虫管理(IPM)を実施していくことが、トビイロウンカの薬剤抵抗性問題を回避するうえでも重要である。また、発生源であるベトナムや中国との間でトビイロウンカの発生情報や薬剤感受性データを共有し、防除に活かしていく取り組みも引き続き行っていく必要がある。ベトナム北部における発生量や薬剤感受性等の情報収集については、国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構九州沖縄農業研究センター、国際農林水産業研究センターとベトナム植物保護研究所(ハノイ市)の三者間で共同研究契約を結び、現在取り組みを進めているところである。中国での発生情報や薬剤感受性についても研究交流を継続して行っており、今後日本国内での防除対策に活用していく予定である。

### 引用文献

- 1) FUJII, T. et al. (2020): *Pest Manag. Sci.* **76**: 480~486.
- 2) 近藤知弥ら (2014): 九病虫研会報 **60**: 111~112.
- 3) 松村正哉 (2005): 農業および園芸 **80**: 563~568.
- 4) ——— (2014): 日本農業学会誌 **39**: 41~47.
- 5) ———・真田幸代 (2014): 植物防疫 **68**: 336~340.
- 6) MATSUMURA, M. and Y. SUZUKI (2003): *Ecol. Entomol.* **28**: 174~182.
- 7) ——— et al. (2008): *Pest Manag. Sci.* **64**: 1115~1121.
- 8) ——— et al. (2014): *ibid.* **70**: 615~622.
- 9) 農林水産省九州農政局 (2019): 農林水産統計(令和元年12月10日発令).
- 10) 清水信孝 (2014): 日本応用動物昆虫学会 第58回大会講演要旨集: 63 (講要).
- 11) 菖蒲信一郎・山口純一郎 (2013): 九病虫研会報 **59**: 118 (講要).
- 12) 和歌山県病害虫防除所 (2019): 病害虫発生予報第4号(7月予報).
- 13) 渡邊朋也ら (1994): 応動昆 **38**: 7~15.





# 殺虫剤のローテーションの深い理解と 抵抗性管理防除暦

エフエムシー・ケミカルズ株式会社 しま 島

かつ 克 や 弥

## はじめに

農林害虫防除研究会埼玉大会で、筆者らが「薬剤抵抗性管理としての“ブロック式”防除」でIRAC (Insecticide Resistance Action Committee) が提唱している作用機構分類 (IRAC コード) の利用と“ブロック式”ローテーション散布を紹介して以降 (島・白石, 2010), 害虫の抵抗性管理の基礎となる IRAC コードの利用や「ブロック式」をさらに発展させた「世代間ローテーション」が、学会やシンポジウムで発表され、雑誌へも掲載されている。このほか、国の委託プロジェクト研究「薬剤抵抗性プロ」(ゲノム情報等を活用した薬剤抵抗性管理技術の開発) の実施とガイドライン案 (2019) が発行され、多くの農業関係者に認知されるようになってきた。特に、RAC コードの利用では 2016 年に各県へ農林水産省消費・安全局植物防疫課長通知として、発生予察に関し「作用機構分類 (IRAC・FRAC コード) を併記すること」が明記され (27 消安第 5899 号), 2019 年では各県の防除指針などへの RAC コード掲載が 44 県に及んでいる (山下, 私信)。

IRAC の日本支部である J IRAC では、リーフレット「チョウ目用殺虫剤の抵抗性管理に関するお願い ～ジアミド剤を例として～ ver.1702」を作成・配布, 説明会を実施し、「世代間ローテーション」を基礎とした薬剤抵抗性管理普及を行ってきた。しかし、殺虫剤抵抗性管理 (Insecticide Resistance Management, 以下 IRM) の普及とそのリスクコミュニケーション (以下 リスコミ) を推進していくうえで、本分野関連用語の定義のあいまいさから、ローテーション散布を実施するうえでの剤数, 「世代間ローテーション」で、世代の重なった場合の考え方等, いくつかの課題が浮き彫りとなった。そこで、IRM の普及やリスコミ上の課題と IRM を考慮した防除暦 (= IRM 防除暦) の実例や考え方について紹

介する。

本稿は、2019 年 7 月に開催された第 24 回農林害虫防除研究会沖縄大会において発表した内容に、新しく入手した情報を追加した。本稿執筆にあたりご協力をいただいた J IRAC のメンバーの日本曹達株式会社, バイエルクロップサイエンス株式会社, 日本農薬株式会社, シンジェンタジャパン株式会社, 石原バイオサイエンス株式会社, アグロカネショウ株式会社, BASF ジャパン株式会社, 住友化学株式会社, ダウ・アグロサイエンス日本株式会社, 三井化学アグロ株式会社, 丸和バイオケミカル株式会社に感謝申し上げる。

また、本稿を作成するにあたり、IRM 防除暦や関係する資料をご提供いただいた西嶋豊志氏, 嶋村容一氏 (JA たまな), 彌富道男氏 (玉名地域振興局), 杉浦直幸氏 (熊本県庁), 資料を提供いただいた岡崎真一郎氏 (大分県西部振興局) に御礼申し上げます。

## I 殺虫剤ローテーションを理解する

### 1 理想的なローテーションとは

「世代間ローテーション」とは、害虫の世代と殺虫剤の作用機構の両方を考慮したもので、薬剤の使用タイミングを害虫の世代で考える方法である。害虫の世代別に作用機構の違う剤に換えることによって、世代間 (子の代, 孫の代も違うグループの剤を使用) での連用を避けることができる (島, 2017)。虫の世代を考慮した「世代間ローテーション」を基礎とし、さらに「世代内ローテーション」を組み込めれば理想的なローテーション (図-1) と言える。この際、剤名や有効成分名が違っていても作用機構が同じ剤があるので注意が必要である。

IRM のコツは「抵抗性遺伝子を持った個体を圃場から如何にして減らし, かつ低密度に維持するか」にある。この点を考慮すると「世代間ローテーション」を基礎にして、他の複数の防除技術や方法と組み合わせることが有効と考えられる (図-2)。この考え方は、植物防疫 71 巻において、詳しく解説しているのでぜひとも参考にしてほしい (島, 2017)。

さらに作用機構をより深く理解するために、IRAC の

Deep Understanding of Pesticide Rotation for IRM and Spray Calendar with IRM. By Katsuya SHIMA

(キーワード: ローテーション, 世代間ローテーション, 世代内ローテーション, 抵抗性管理防除暦, IRM 防除暦)

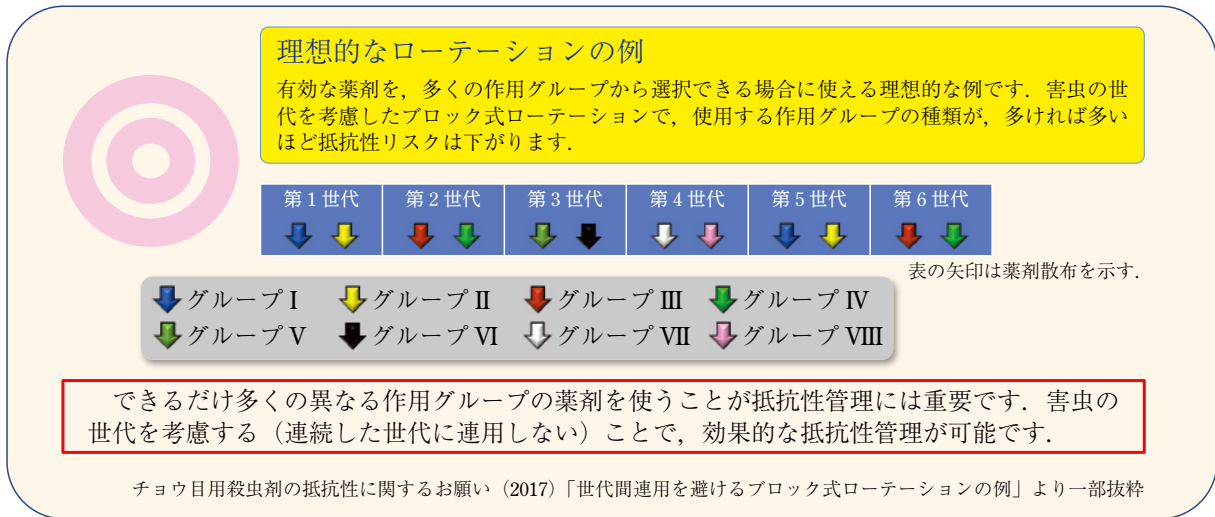


図-1 理想的なローテーションの例 (世代間+世代内ローテーション)



図-2 抵抗性管理のために、基礎となるローテーションと併用されるべき防除技術

HP (<https://www.ircac-online.org/countries/japan/>) にある「殺虫剤作用機作<sup>注)</sup>のチュートリアル (日本語版 v1.0)」は最新の作用機構の資料として一読をお勧めする (注：作用機構と作用機作は同意)。

また、RAC コード表については、農薬工業会の HP (<http://www.greenjapan.co.jp/ircac.pdf>) に「日本における農業用殺虫剤の作用機構」がある。特に商品名から RAC コードを調べる際は役立つので参考にされたい。

**2 深い理解 (コミュニケーション) が必要**

抵抗性に限らず技術を理解し、生産者とコミュニケーションを行うためには、専門用語の定義の共通理解が前提かつ重要となる。その一例として、ローテーションとその剤数の関係について考えてみる。2015~17年にかけての筆者の講演において、講演前に「一体、何剤使えばローテーションなのか？」という問いかけを聴衆に対して行った。その結果を表-1 に示す。3 剤以上をローテーション散布と考える人は全体の約 98% と最も多かつ

た。3 剤以上とはいうものの、これ以上の薬剤があるにこしたことはなく、研究者・指導者では 4 剤以上との意見が多いという認識が示された。

島 (2010 ; 2017) が示したように、3 薬剤を使用したローテーション散布でも、「世代間ローテーション」を考慮しないと、連続した世代に同じ作用機構を有する薬剤が連続的に散布され、抵抗性発達の危険性を増す場合もある。ローテーション散布を実施する場合は、有効な薬剤数と「世代間ローテーション」を十分に理解して指導・実施する必要がある。

**3 世代間ローテーションは世代が重なるケースでも有効**

講演会などでは、「世代間ローテーションは、世代が重なるケースでも使えるのか？」という質問が多く寄せられる。答えとしては「基本的な考え方を踏襲すれば、使えます」となる。害虫の個体に注目しつつ時系列を考慮し、具体的に図示してみると理解しやすい (図-3)。

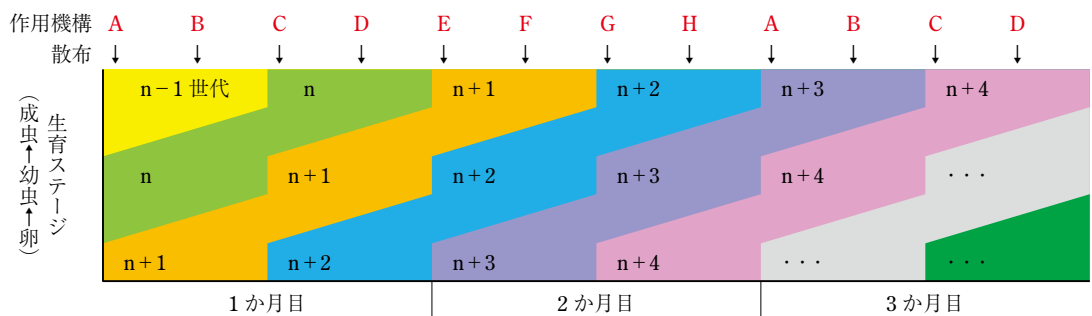
表-1 「何剤使えばローテーションなのか？」の事前アンケート結果

(2015年2月～2017年1月, 20箇所, 752名\*から回答)

剤数/対象	研究会・説明会(生産者を含む)	国・都道府県研究機関(OBを含む)・学会	全農・JA	大学	農薬メーカー開発	JPPA	%	剤数/対象	日植防シンポ2017	%
1剤	0	0	0	0	0	0	0	1剤	0	0
2剤	1	2	1	1	2	0	2	2剤	9	2
3剤	30	34	5	16	16	0	35	3剤	141	30
4～5剤	75	36	10	19	5	1	51	4～5剤	268	57
6剤以上	20	7	1	1	1	1	12	6剤以上	49	10

\*無回答者はカウントから除いた。

\*無回答者はカウントから除いた。



R#①-I: ネギアザミウマ	4A	15	9B	14	28	21	5	30	4A	15	9B	14
R#①-II: ネギアザミウマ	28	15	9B	14	4A	21	5	30	28	15	9B	14
R#②: ハモグリバエ類	世代期間, 発生消長と上記薬剤のスペクトラムを考慮して入力											
R#③: シロイチモジヨトウ	世代期間, 発生消長と上記薬剤のスペクトラムを考慮して入力											
R#菌: さび病, 黒斑病等	予防, 治療別に発病や防除期間を考慮して入力											

図-3 世代が重なるケースでのローテーション (ネギアザミウマの場合)

散布間隔1週間で8種類の作用機構分類の薬剤でのローテーション (散布間隔1週間の場合)。

例えばネギのネギアザミウマの場合で3世代が重なるケースを考えると, A剤にかかった3世代の各次世代はA剤には暴露していないことがわかる。B~H剤もかかった3世代の各次世代は同じ剤にはかかっていない。すなわち, A-Hの作用機構の異なる8剤でローテーションできれば, 害虫の世代が重なっていても薬のかかった各個体からの次世代には同一作用機構の剤はかからないことになる。このように, 連続した世代に同一の作用機構の薬剤を散布しないことが重要である。

実際には, 気温の影響でアザミウマの増殖の鈍る秋から春にかけては, 1世代の期間が延び, 成虫の産卵期間と卵期間は幼虫期間より短いこと, 薬の効果や残効も考慮した散布間隔等から8剤は必要ないかもしれない。千葉のねぎの場合は感受性検定の結果を考慮し, 作用機構の異なる6剤によるローテーション防除暦が作成・使用されている。

もちろん, 薬剤数, 害虫の世代のみならず栽培状況と薬剤の特性を理解した散布タイミングや散布方法も重要

である。特に期間を通じて薬効が切れな「リレー散布」(田代, 2007)の考え方は, 抵抗性発現を抑えるうえで重要である。

## II 殺虫剤抵抗性管理防除暦 (IRM 防除暦)

### 1 具体的なIRM防除暦の作成方法

以下に, “JAたまな”のIRM防除暦(図-4)を例に作成手順を示す。

#### (1) 防除暦の有無と作成

既存の防除暦が存在する場合は, それを活用する。ただし, 薬物作物の場合は, 時系列の一斉防除の考え方(鳥, 2017)を導入する。防除暦がない場合は, 作物, 作型, 栽培体系, 栽培期間, 防除期間, 残渣処理等を考慮し, グラフで横軸(時間軸あるいは期間)を決め, 大まかな防除暦を作成する(図-4上段)。

(2) 重要な病害虫を選定(複数可)し, それらの病害虫を対象として, 適切な防除タイミング(複数可)を考える(図-4中段)。

(3) (2)の病害虫に対して、収穫物に与える被害の重要度と各剤の作用性、残効性、訪花昆虫影響、残渣処理、使用回数等の薬剤特性を理解して、栽培体系に合った剤を複数選定し、「世代間ローテーション」ができるよう防除暦に薬剤のはめ込みと使用順序を調整する。このとき、混用（同時施用）、「世代内ローテーション」や「世代内連用」の技術を併用することができることも理解し、IRM 防除暦を作成する（図-4 下段）。

(4) 積極的に総合的病害虫管理（Integrated Pest Management, 以下 IPM）・総合的作物管理（Integrated Crop Management, 以下 ICM）技術も利用する。

(5) 毎年現場での状況を把握し、もし感受性低下の兆候が見られた際には、次作のIRM 防除暦の改定や更新を積極的に行う。

実際のIRM 防除暦作成には、栽培、害虫、薬剤等に関しての総合的な知識が必要で、難しいように感じるかもしれないが、ほとんどの場合、既存の防除暦があれば、それに抵抗性発達に関する情報を追加すれば、容易に作成することができる。

## 2 IRM 防除暦の実例

### (1) ケース 1：抵抗性未発達の場合

トマトでは長年にわたりTYLCV 媒介性のタバココナジラミが全国で問題となっている。熊本県ではJA、県、メーカーが協力し、タバココナジラミを施設に「入れない」、「増やさない」、「出さない」の3大スローガン（熊

本県農政庁, 2003)を基軸に防除対策を行っている。

“JA たまな”では、殺虫剤の特性と「世代間ローテーション」のほかに、栽培技術、マルハナバチに対する影響、殺菌剤の特性とローテーション、散布薬剤の残効等を考慮し、病害虫抵抗性管理（病気は灰色かび病、葉かび病、疫病、うどんこ病、すすかび病等、害虫はハスモンヨトウ、オオタバコガ、アザミウマ類、コナジラミ類、ハモグリバエ類等）を含んだトマトのIRM 防除暦（図-4）を野菜振興協会玉名支部が作成し運用している。トマト以外にもミニトマト、ナス、いちご等の野菜類でもIRM 防除暦が作成され運用されており、近年、これらの作物で抵抗性の問題は出ていない（西嶋, 古家, 彌富, 杉浦, 私信）。“JA たまな”作成の最新の「玉名地区トマト防除暦（2019）」を示した。殺菌剤についても、抵抗性が発達しにくいマルチサイト剤を栽培初期に使用するなどの工夫や特徴が見られる。

また、抵抗性遺伝子頻度を高めないための薬剤抵抗性管理対策として、山本（2019）は「5つのない」（「入れない」、「3つの増やさない」、「出さない」）について言及しているので参考にされたい。

### (2) ケース 2：抵抗性が発達した場合

岡崎ら（2015；2019）は、2012年に大分県全域の夏秋ピーマン産地で多発したネオニコチノイド剤抵抗性ワタアブラムシに対して、2013～14年にかけて早急な研究・普及・現場対応を行い、IRM 防除暦を作成・開示

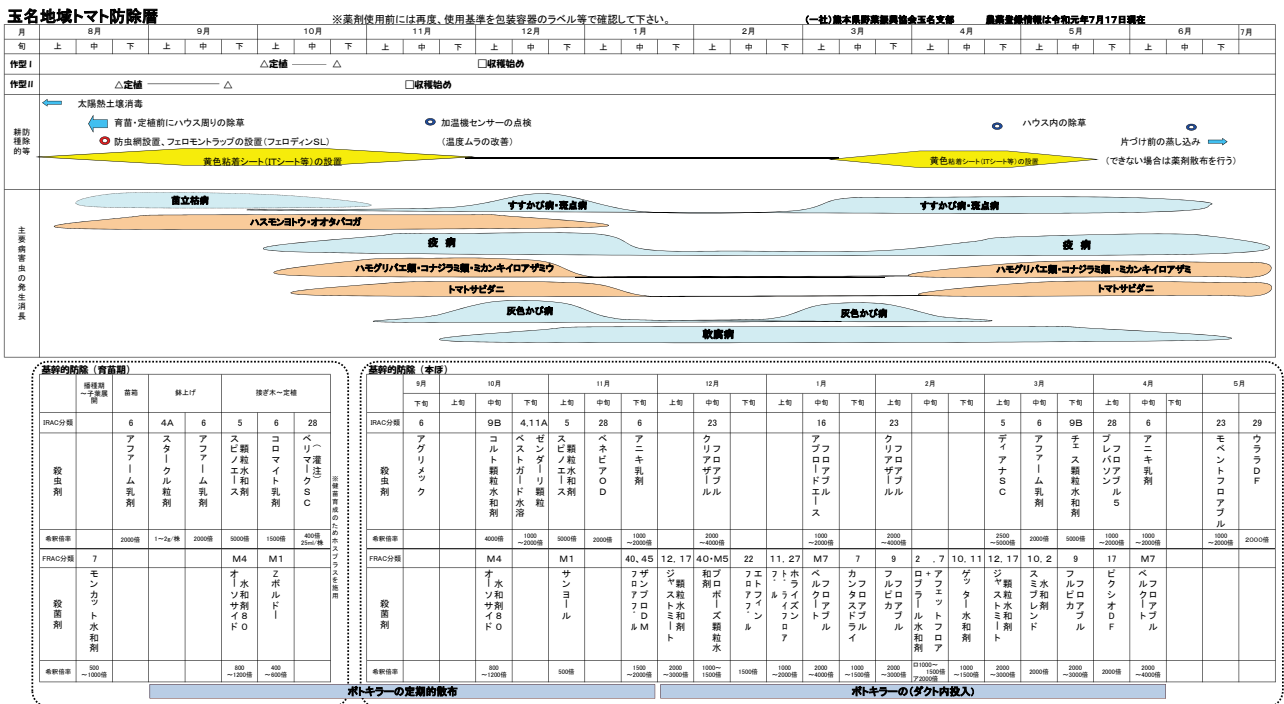


図-4 JA たまなトマトIRM 防除暦



した。この防除暦に基づく一斉防除の実施により抵抗性問題は沈静化し、2015年以降は、ネオニコチノイド剤抵抗性ワタアブラムシは大きな問題になっていない。この場合、ワタアブラムシ以外の害虫としては、モモアカアブラムシ、タバコガ類、アザミウマ類、ハダニ類、コナジラミ類があり、防虫ネットなどの物理的防除法も考慮してIRM防除暦を作成している。抵抗性ワタアブラムシ発生前の2011年と2015年の薬剤構成を比較すると、ネオニコチノイド剤の使用が減り、代替薬剤に置き換わっていること、防虫ネットなど物理的防除法を導入することにより、殺虫剤の総使用回数が減少していることが見てとれる(表-2)。

おわりに

現場での薬剤抵抗性発達の問題は待ったなしの状況である。薬剤抵抗性発達を抑制するためには、IRACコードの利用や「世代間ローテーション」などの理解を深め、薬剤抵抗性管理を行っていかねばならない。現場で薬剤抵抗性管理を行うには、この理解を基にした防除暦の作成が有効となる。

本稿では、IRM防除暦について、その作成方法や実例をケース別に紹介した。現場での指導実施や防除暦を作成される場合の参考あるいはヒントになれば幸いである。

生産現場において、IRMやIPMはICMに含まれる(THACKER, 2002; van EMDEN and SERVICE, 2004; 山本, 2019)。IRMやIPM技術を普及する指導者・指導機関は、常に作物生産を意識した栽培管理を中心としたICMの中で、生産者へ薬剤抵抗性管理(PRM; Pesticide Resistance Management)をご指導していただきたい。

表-2 大分県夏秋ピーマンの防除暦の検討(2011年と2015年比較)

ネオニコチノイド剤 抵抗性ワタアブラムシ	2011年	2015年
	発生前	発生後
防除暦		
殺虫剤総数	14	11
IPM		防虫ネット
ネオニコチノイド剤数	4	1
ネオニコチノイド剤代替薬剤	0	6

(岡崎ら, 2019)

引用文献

- 1) IRAC ホームページ:「殺虫剤作用機作のチュートリアル(日本語版 v1.0)」: 75 pp., <https://www.irac-online.org/countries/japan/>
- 2) IRAC チョウ目部会日本支部会(2017): チョウ目用殺虫剤の抵抗性管理に関するお願い〜ジアミド剤を例として〜Ver. 1702: 6 pp.
- 3) 熊本県農政部(2003):「トマト黄化葉巻病防除技術指針」: 30 pp.
- 4) 農研機構(2019):「薬剤抵抗性農業害虫管理のためのガイドライン案」: 232 pp., [https://www.naro.affrc.go.jp/publicity\\_report/publication/pamphlet/tech-pamph/121745.html](https://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/121745.html)
- 5) 農薬工業会ホームページ:「日本における農業用殺虫剤の作用機構」, <http://www.greenjapan.co.jp/irac.pdf>
- 6) 岡崎真一郎ら(2015): 第59回日本応用動物昆虫学会(山形大会)講演要旨集: 206.
- 7) ————ら(2019): 第63回日本応用動物昆虫学会(つくば大会)講演要旨集: 154.
- 8) 島 克弥・白石 慎(2010): 第15回農林害虫研究会(埼玉大会)講演要旨集: 24.
- 9) ————(2017): 植物防疫 71: 675~681.
- 10) 田代暢哉(2007): 果樹の病害虫防除 だれでもできるラクして減農薬, 農山漁村文化協会, 東京, 143 pp.
- 11) THACKER, J. R. M. (2002): An Introduction to Arthropod Pest Control, Cambridge Univ. Press, London, 380 pp.
- 12) van EMDEN, H. F. and M. W. SERVICE (2004): Pest and Vector Control, Cambridge Univ. Press, London, 349 pp.
- 13) 山本敦司(2019): 植物防疫 73: 766~773.

発生予察情報・特殊報 (2020.2.1~2.29)

各都道府県から発表された病害虫発生予察情報のうち、特殊報のみ紹介。発生作物: 発生病害虫(発表都道府県) 発表月日。都道府県名の後の「初」は当該都道府県で初発生の病害虫。

※詳しくは各県病害虫防除所のホームページまたはJPP-NET (<http://web1.jpnn.ne.jp/>) でご確認ください。

- ネギ: ネギハモグリバエ(別系統)(佐賀県: 初) 2/6
- ネギ: ネギハモグリバエ(別系統)(岐阜県: 初) 2/13
- ファレノプシス: ファレノプシス株枯病(熊本県: 初) 2/17
- ネギ: ネギハモグリバエ(別系統)(鳥取県: 初) 2/19

植	物	
防	疫	
講	座	

## 病害編-27

## 根こぶ病菌による病害の発生生態と防除

山口大学農学部 田中秀平\*

## はじめに

根こぶ病菌 (*Plasmodiophora brassicae* Woronin) は、原生生物界、ネコブカビ門に属す土壤伝染性植物病原菌である。本菌はアブラナ科植物を特異的に犯し、ハクサイやキャベツを始めとする各種アブラナ科野菜やナタネ等に感染して根に大小のこぶを形成する (図-1 左)。このため罹病植物は養水分の吸収力が低下し、植物体地上部の萎凋や生育抑制を伴い (図-1 右上)、激しい場合には枯死することもある (図-1 右下)。

根こぶ病は世界で広く発生しており、もたらす被害の激しさや防除の難しさから各地で深刻な問題を引き起こしている。その原因として根こぶ病菌の第一次感染源としての休眠胞子の特性や病原性と病原力の多様性および発病と環境要因との複雑な関係等の問題が挙げられる。本病は薬剤の施用など単一の防除対策では十分な効果が得られない場合もあり、総合防除の観点からの対策の実施が望まれる。本稿ではこれらの問題と課題について紹介する。

## I 根こぶ病菌の生活環

根こぶ病菌の生活環は複雑であり、その一部については研究者により見解が異なるが、おおむね下記のように理解されている (INGRAM and TOMMERUP, 1972)。根こぶ病菌には第一次感染過程と第二次感染過程がある。

第一次感染過程：根こぶ病菌は罹病植物の根のこぶ組織内におびただしい数の休眠胞子を形成する。これらの休眠胞子は根こぶ組織の腐敗崩壊とともに土壤中に放出され、次期の第一次感染源となる。休眠胞子は宿主植物の根の存在下で発芽して長短2本の鞭毛を有する第一次遊走子を放出する (図-2 左)。第一次遊走子は宿主植物の根の根毛細胞や表皮細胞に侵入し、第一次変形体を形

成する。第一次変形体はこれらの宿主細胞内で増殖して多核変形体に発達後、遊走子のう集団に分化し (図-2 右)、個々の遊走子のう内に4~8個の第二次遊走子 (第一次遊走子と同型) を形成する。

第二次感染過程：成熟第二次遊走子は土壤中に泳出し、接合により有性生殖を行う (注：第二次遊走子は根毛に再感染することも知られている)。接合遊走子は、宿主植物の根の皮層組織や中心柱組織の細胞内に侵入し、増殖して宿主細胞の分裂と肥大を誘起しながら第二次多核変形体に発達後 (図-3 左)、核融合と減数分裂を経て、多数の休眠胞子に分化する (図-3 右)。

## II 根こぶ病菌における病原性と病原力の多様性

## 1 病原性の多様性 (寄生性分化)

根こぶ病菌には病原性の多様な分化があり、これらはレースや病原型として分類整理されている (WILLIAMS, 1966; HATAKEYAMA et al., 2004; 田中, 2015)。日本ではハクサイはじめ多くのアブラナ科野菜で根こぶ病抵抗性 (CR) 品種が育成され利用されているが、地域によってはこれらの品種が有効でない場合がある。また、導入当初は有効であった CR 品種が後に罹病化する事例も多い。圃場や罹病根内の根こぶ病菌はそれぞれ病原性を異にする多様な菌系が混在する遺伝的に不均一な集団 (以下、「個体群 (population)」と称する) を構成している。CR 品種の罹病化は、これらの品種の導入が淘汰圧としてはたらき、個体群内に潜在していた病原性菌系の選択的増殖によって個体群構造が変化したことによると考えられている (TANAKA and ITO, 2013)。

## 2 病原力の多様性

根こぶ病菌の病原力も個体群によって多様であり、圃場において低い休眠胞子密度でも激しい被害をもたらす病原力の極めて強い個体群もあれば、高い休眠胞子密度で初めて激しい被害をもたらす病原力の比較的弱い個体群も存在する。病原力の強い個体群に対しては発病抑制に対する防除薬剤の効果や日長等環境要因の影響が小さい傾向にある (田中ら, 1997)。

ハクサイ CR 品種は真性抵抗性であるが、キャベツ CR

Epidemiology and Control of Clubroot Disease. By Shuhei TANAKA

(キーワード：根こぶ病菌, 生活環, 病原性, 病原力, 休眠胞子, 発生生態, 防除)

\*現 名誉教授





図-1 根こぶ病の病徴  
 左上：ハクサイの罹病根。  
 左下：カブの罹病根。  
 右上：萎凋したハクサイの植物体地上部。  
 右下：枯死により欠株を生じたハクサイ圃場。

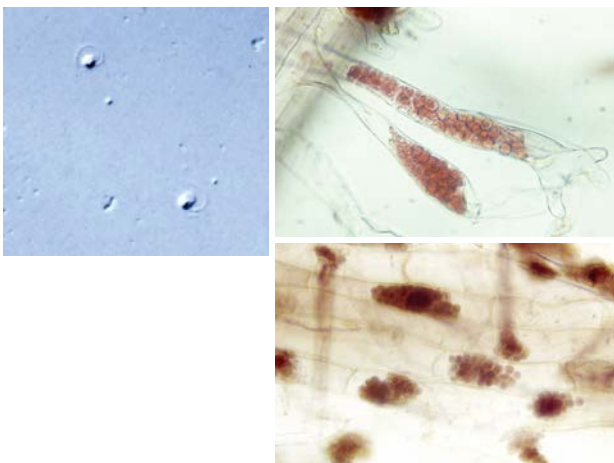


図-2 第一次感染過程（右：酢酸カーミン染色）  
 左：休眠胞子から発芽により生じた第一次遊走子。  
 右上：根毛内の第二次遊走子のう集団。  
 右下：根の表皮細胞内の第二次遊走子のう集団。

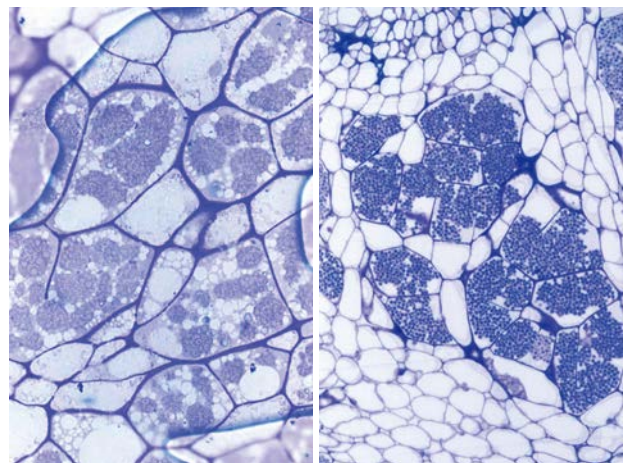


図-3 第二次感染過程（樹脂包埋切片のトルイジンブルー染色）  
 左：皮層細胞内の第二次多核変形体。  
 右：皮層細胞内の休眠胞子。

品種（‘YCR多恵’、‘YCR理念’等）は部分抵抗性（耐病性）であり、多くの個体群によって程度に差はあるが罹病する。これまでの研究から、キャベツ CR 品種の罹病程度

に基づき根こぶ病菌は比較的強い病原力を示す個体群と比較的弱い病原力を示す個体群のおおむね 2 群に分けられることが確認されているが、これらの品種に極めて強

い病原力を示す特異な個体群も存在する (田中, 2015)。

### III 根こぶ病の発生生態

#### 1 伝染源

根こぶ病菌の第一次感染源である休眠胞子は土壌中で感染力を保持したまま長年月生存する耐久体であり、湛水条件下の土壌中においても生存し、密度が低下しない (田村, 1977)。アブラナ科野菜の連作圃場では土壌中の休眠胞子密度が年々高まり、各種防除対策を実施しても十分な効果が得られない場合がある。また根こぶ病発生地域では、圃場内ばかりでなく近くの用水路の水や底土も根こぶ病菌に汚染されていることが多い。このため用水路からの灌漑水の利用により圃場の土壌が根こぶ病菌に汚染される場合がある。その他、根こぶ病菌汚染圃場で使用したトラクターに付着した土壌により他の圃場に根こぶ病菌が伝播されることもある。

圃場やその周辺のアブラナ科雑草がアブラナ科野菜への根こぶ病伝染源になる場合がある。日本では5種のアブラナ科雑草で根こぶ病の発生が確認されている (池上, 1978; TANAKA et al., 1993)。このうちナズナに寄生する根こぶ病菌個体群は同一圃場の野菜根こぶ病菌と病原性が一致することが確認されている。またタネツケバナとスカシタゴボウの根こぶ病菌は野菜根こぶ病菌とは病原性 (根のこぶの発達程度や形状) がやや異なるが、野菜に感染すると個体群内の野菜型菌系が選択的に増殖し、野菜に典型的な被害をもたらすようになるのではないかと推察されている (TANAKA and ITO, 2013; 田中, 2015)。

#### 2 環境要因

根こぶ病の発生には多様な環境要因が影響していると考えられ、古くから多くの研究があるが、個々の環境要因が発病に影響を及ぼす条件や程度については研究者によって見解が必ずしも一致しない (KARLING, 1968; 堀内, 1981)。この問題の背景には、研究に供試したアブラナ科野菜の根こぶ病感受性レベルの違い、接種に用いた根こぶ病菌個体群の休眠胞子密度や病原力の違い、並びに他の環境要因の複雑な影響等があるのかもしれない。

根こぶ病が水田転換畑など排水不良の圃場や降雨直後の圃場等土壌水分の多い圃場で発生しやすいことはよく知られている。これは土壌水分が休眠胞子の発芽や遊走子の感染に影響するためと考えられる。また本病は酸性土壌で発生しやすく、アルカリ性土壌では発生が抑制される傾向にある。根こぶ病発生の至適土壌 pH はこれまでの多くの知見に基づくとおおむね 5.0~6.0 付近にあると推察される。一方、発生をほぼ抑止する土壌 pH は 7.2~7.4 付近が目安とされているが、休眠胞子密度、土壌

水分、温度が十分に高い場合には pH 7.5~8.0 程度でも十分な発病が見られたとする報告もある (HORIUCHI and HORI, 1980)。

根こぶ病の発生は、一般に 9~30℃ の間で起こり、20~24℃ 付近が最適温度であるとされている (田村, 1977)。また本病の発生は 15℃ から 30℃ の間で認められたが 10℃ では認められず、最適温度は 25℃ 付近であったとする比較的最近の研究報告もある (SHARMA et al., 2011 a; 2011 b)。

根こぶ病の発生は日長や光強度の影響も受けるとされ (田村, 1977; BUCZACKI et al., 1978)、防除対策の一つとして日長が短い時期への作期の移動が推奨されている。しかし、他の要因が発病に好適である条件下では日長の影響は必ずしも大きくないとする見解もある (HORIUCHI and HORI, 1980; 堀内, 1981)。実際に長崎県下で日長の短い冬期に播種し栽培されたハクサイに根こぶ病の激しい発生が認められた事例があり、当該地域には病原力の極めて強い根こぶ病菌個体群の存在が確認されている (田中ら, 1997)。

### IV 根こぶ病の防除対策

#### 1 土壌環境の改善

土壌排水の改善策としては、本格的な排水システムの導入もあるが、簡便な方法としては高畦栽培も有効である。

土壌 pH の矯正は、日本の多くの土壌において不可欠かつ基本的な防除対策の一つであり、pH 7.2~7.4 以上を設定目標とする。pH 矯正の方法としては石灰窒素や苦土石灰等の石灰質肥料、カキガラなどの石灰資材の定植前圃場へのすき込みが一般的に行われている。また、近年注目されている方法として転炉スラグの使用がある (後藤・村上, 2006)。転炉スラグの施用量は 10 a 当たり数 t~10 t とされ、その他水酸化マグネシウムの施用を必要とする。このため、初年度に相当の額の経費の負担が必要となるが、効果は初期投資のみで 10 年間程度持続し、また施用初年度以外は殺菌剤の併用を必要としないとされている。

#### 2 休眠胞子密度の低減対策と圃場衛生

土壌中の休眠胞子密度が高いと発病抑制に及ぼす環境要因の影響や殺菌剤の効果が相対的に低下する可能性があることから、このような圃場では休眠胞子密度の低減対策が極めて重要となる。

休眠胞子密度低減対策の一つとして太陽熱消毒法や土壌還元消毒法が実施されているが、前者は気温の高い夏場の実施に限られる。また前述の石灰質肥料や米ぬか、カキガラ、キチン等の有機質資材の土壌施用も休眠胞子



密度の低減にある程度の効果があるとされ、石灰窒素は太陽熱消毒法で、また米ぬかは土壤還元消毒法でも使用されている。

耕種的方法による休眠孢子密度低減対策として、葉ダイコン、エンバク、ハウレンソウ等のいわゆる「おとり植物」の栽培が有効であり（村上，2000）、これらの植物は圃場でアブラナ科野菜の定植前に一定期間栽培後すき込む。おとり植物は土壤中の休眠孢子的発芽を誘導するが罹病せず、休眠孢子は生産されないので発芽した分だけ土壤中の密度が低減する。なお、おとり植物の効果には限界があり、休眠孢子を圃場から完全に除去することはできないため、もともと休眠孢子密度が高かった圃場では十分な発病軽減効果が得られない。このような圃場では、おとり植物の栽培は総合防除対策の中の一つの方法として活用する。また、非アブラナ科作物との輪作（長期輪作を含む）により後作のアブラナ科野菜で発病軽減効果が認められ、これは休眠孢子密度の低減によると考えられている多くの研究報告があり、有効な輪作作物としてハウレンソウ、タマネギ、レタス、ニンジン、スイートコーン等があげられている（池上，1978；1992）。

圃場土壤中の休眠孢子密度をできるだけ上昇させない対策として圃場衛生も重要である。作業の実施は必ずしも容易でないが、根こぶ病罹病根は早期に抜き取り、乾燥後焼却処分または熱処理することが望ましい（萩原ら，1990；池上，1992）。またアブラナ科野菜の連作を避け、罹病アブラナ科雑草が確認される圃場では、これらの雑草の駆除を行う。

### 3 殺菌剤の使用

殺菌剤としてフルスルファミド、フルアジナム、アミスブルロム等が用いられており、剤型としては粉剤、微粒剤、水和剤、SC剤等がある。これの殺菌剤の施用方法は剤型により異なるが、いずれも作土層にむらなく行きわたらせることが重要である。施用時期は圃場では定植直前を基本とするが、苗床土壌にも施用することによってより高い効果が得られる場合がある。なお、土壌中の休眠孢子密度が高い圃場では殺菌剤の施用前におとり植物の栽培などにより休眠孢子密度の低減対策を実施しておくといよい。

### 4 抵抗性 (CR) 品種の利用

ハクサイ、カブ、キャベツ、ツケナ類等で多くの CR 品種が育成され利用されている。これらの CR 品種の有効性の程度や有無は、前述の通り地域によって、すなわち分布する根こぶ病菌個体群によって異なる。CR 品種の導入にあたっては、事前に試験栽培（圃場土壌を用いたポット試験でもよい）を行い、有効性の有無と程度を

確認しておくことが必要である。また CR 品種の導入後は罹病化にも注意する。同一抵抗性遺伝子系統の CR 品種の連用は避けるのがよいかもしれない。

## おわりに

根こぶ病の防除対策は単一の方法に依存するのではなく、総合防除の観点から経済的かつ労力的に可能な範囲内で複数の方法を組合せ実施する。個々の防除対策の効果の程度は、前述の通り圃場における根こぶ病菌の休眠孢子密度によって特に大きな影響を受けるほか、病原性や病原力の多様性によっても影響を受ける場合がある。防除対策の選択にあたっては、当該圃場における根こぶ病菌のこれらの点についてあらかじめ十分に把握しておくことが望ましい。

そこで根こぶ病をより効果的かつ経済的に防除することを目的とした「土壌診断システム」が提案されている（鈴木ら，2015）。これは対象圃場の土壌における「休眠孢子密度」「土壌 pH」「前作発病度」の調査結果をもとに「発病ポテンシャル」を算出して3段階に判別し、各段階に適した防除法やその組合せを提案する方法である。最近、このような土壌診断の有料サービスも開始されており、今後普及していくものと思われる。なお、圃場に分布する根こぶ病菌個体群の病原性や病原力の多様性に関しても簡便に診断できる手法が開発されると、今後より精度の高い「診断システム」の確立が期待できであろう。

## 引用文献

- 1) BUCZACKI, S. T. et al. (1978): *Ann. appl. Biol.* **88**: 229~238.
- 2) 後藤逸男・村上圭一 (2006): おもしろ生態と防ぎ方「根こぶ病」土壌病害から見直す土づくり, 農文協, 東京, p.116.
- 3) 萩原 廣ら (1990): *日植病報* **56**: 392.
- 4) HATAKEYAMA, K. et al. (2004): *Breed. Sci.* **54**: 197~201.
- 5) 堀内誠三 (1981): アブラナ科野菜根こぶ病の研究動向と主要文献, 中国農試, p.118.
- 6) HORIUCHI, S. and M. HORI (1980): *Bull. Chugoku Natl. Agric. Exp. Stn.* **E17**: 33~55.
- 7) 池上八郎 (1978): *植物防疫* **32**: 53~61.
- 8) ——— (1992): *土と微生物* **50**: 1~10.
- 9) INGRAM, D. S. and I. C. TOMMERUP (1972): *Proc. R. Soc. London B* **180**: 103~112.
- 10) KARLING, J. S. (1968): *The Plasmodiophorales*, Hafner Publishing Co., New York and London, 256 pp.
- 11) 村上弘治 (2000): *土と微生物* **54**(2): 129~137.
- 12) SHARMA, K. et al. (2011 a): *Plant Pathology* **60**: 830~838.
- 13) ——— et al. (2011 b): *Phytopathology* **101**: 1424~1432.
- 14) 鈴木啓史ら (2015): *植物防疫* **69**: 634~639.
- 15) 田村 實 (1977): 同上 **31**: 362~366.
- 16) 田中秀平ら (1997): *日植病報* **63**: 183~187.
- 17) ——— (2015): *植物防疫* **69**: 625~629.
- 18) TANAKA, S. et al. (1993): *Trans. Mycol. Soc. Jpn.* **34**: 381~388.
- 19) ——— and S. Ito (2013): *J. Gen. Plant Pathol.* **79**: 297~306.
- 20) WILLIAMS, P. H. (1966): *Phytopathology* **56**: 624~626.

植物  
防疫  
講座

## 農薬編-26

## 菌類の細胞壁生合成を阻害する殺菌剤

—キチン生合成阻害剤, セルロース生合成阻害剤—

クミアイ化学工業株式会社 研究開発本部 生物科学研究所 まえかわ だいすけ かね こ いさお  
前川 大輔・金子 功

## はじめに

植物病害の約8割は菌類（真菌および偽菌類）により引き起こされる。糸状の菌糸体を形成する菌類細胞壁は、生育、環境適応、形態形成等に必須の構造である（Gow et al., 2017）。糸状菌の細胞壁を構成する成分は菌類によって異なり、子のう菌や担子菌等の真菌類は主にキチンやグルカン類から、べと病菌や疫病菌等の卵菌類は主にセルロースとグルカン類からなる（BARTNICKI-GARCIA, 1968）。細胞壁形成を標的とした農業用殺菌剤としては、これまでにキチン生合成阻害剤（FRACコード19）およびセルロース生合成阻害剤（FRACコード40）が開発されている（農薬工業会, 2019; 表-1）。また、細胞壁の形成系は医薬分野でも標的とされ、 $\beta$ -1,3-グルカン合成酵素を阻害するキャンディン系抗真菌剤が開発されている（西山, 2012）。

本稿では、細胞壁形成を阻害する殺菌剤として、キチン生合成阻害剤であるポリオキシシン、セルロース生合成阻害剤であるカルボン酸アミド系殺菌剤について概説する。

## I ポリオキシシン

## 1 ポリオキシシンの開発経緯

ポリオキシシンは、放線菌 (*Streptomyces cacaoi* var.

*asoensis*) の培養ろ液に見いだされた抗生物質である（SUZUKI et al., 1965）。構造の異なるA~Nの14の類縁体が見いだされており、幅広い抗菌活性が認められる（図-1; ISONO et al., 1965; 1967; 1968; URAMOTO et al., 1981）。類縁体により抗菌スペクトラムが異なり、例えばポリオキシシンBはナシ黒斑病菌、リンゴ斑点落葉病菌、トマト葉かび病菌等に、ポリオキシシンDはイネ紋枯病菌に対して高い活性を示す（江口ら, 1968; 佐々木ら, 1968 a）。ポリオキシシン複合体（ポリオキシシンBを主体とする複合成分）およびポリオキシシンD亜鉛塩（ポリオキシシンDを主成分とする亜鉛塩）は、科研化学株式会社（現 科研製薬株式会社）、日本農薬株式会社、クミアイ化学工業株式会社によって共同開発され、1967年に農薬登録された。現在、ポリオキシシン複合体剤が果樹・野菜類のアルタナリア病害、灰色かび病、うどんこ病等の防除剤として、またポリオキシシンD亜鉛塩剤が芝や葉菜類のリゾクトニア病害等の防除剤として利用されている。国外でも、ポリオキシシンはアジア、米州、中東、アフリカ等で販売されている。

## 2 ポリオキシシンの作用機構と特性

ポリオキシシンが孢子発芽管や菌糸の先端を球形に膨潤させる形態異常を引き起こすことから、本物質は細胞壁に影響を与えていると考えられた（江口ら, 1968）。真

表-1 細胞壁生合成を阻害する殺菌剤の作用機構分類（農薬工業会, 2019 を一部改変）

作用機構	作用点とコード	グループ名	化学グループ名	有効成分名	農薬名 (例)	耐性のリスク	FRACコード
H:細胞壁生合成	H4:キチン生合成酵素	ポリオキシシン	ペプチジルピリミジンスクレオシド	ポリオキシシン	ポリオキシシン	中	19
	H5:セルロース生合成酵素	CAA 殺菌剤 (カルボン酸アミド)	桂皮酸アミド	ジメトモルフ	フェスティバル	低~中 欧州においてブドウのべと病の耐性菌が発生、グループ内で交差耐性がある	40
			バリニンアミドカーバメート	ベンチアバリカルブイソプロピル	プロポーズ, ベトファイター等の成分		
マンデル酸アミド	マンジプロバミド	レーバス					

Fungicides Acting on Fungal Cell Wall Biosynthesis. By Daisuke MAEKAWA and Isao KANEKO

(キーワード:キチン生合成阻害剤, カルボン酸アミド系殺菌剤, セルロース生合成阻害剤, 作用機構, 作用特性, 薬剤耐性菌)

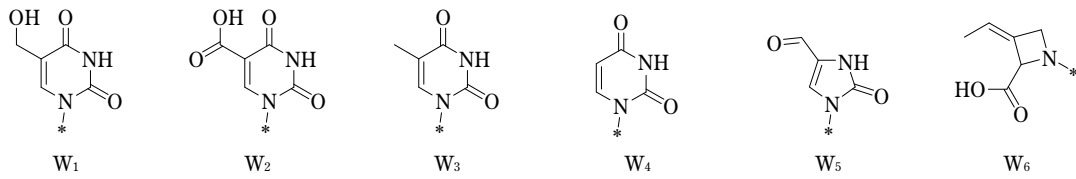
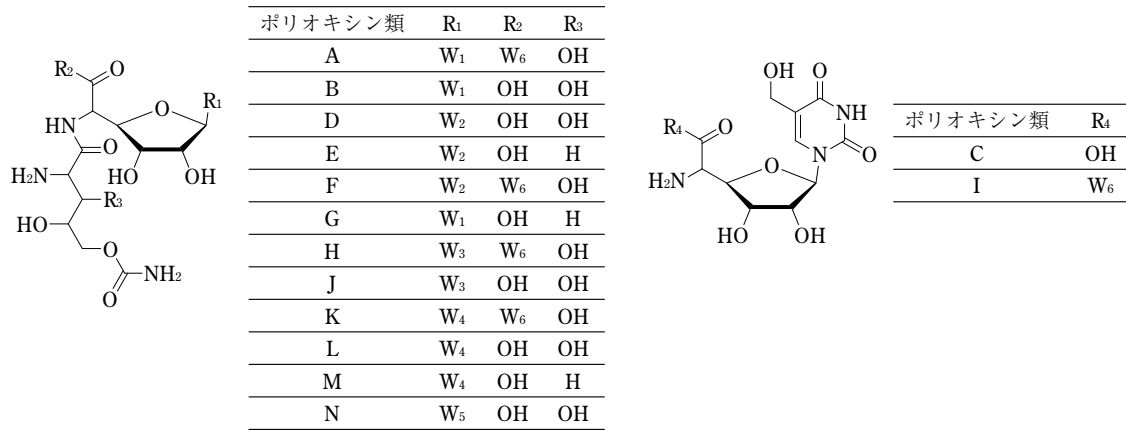


図-1 ポリオキシシン類の構造式

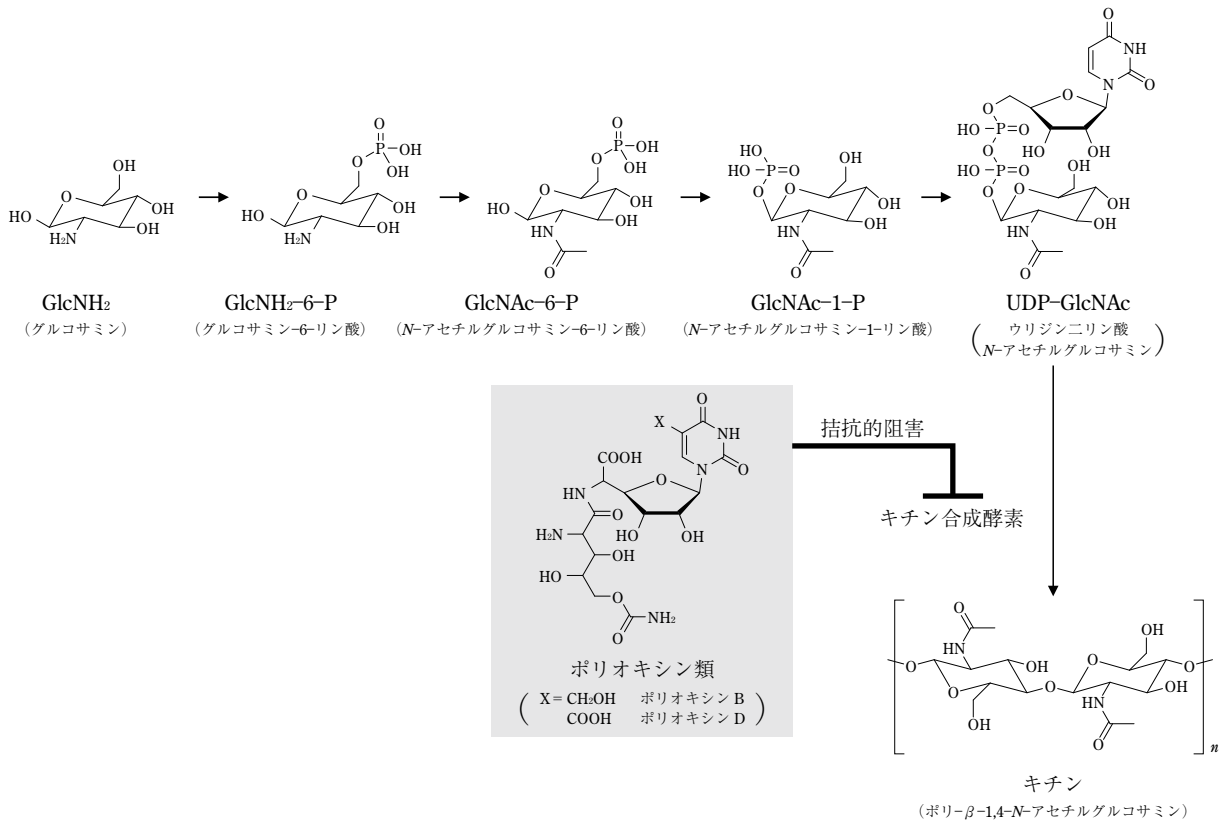


図-2 キチン合成経路とポリオキシシンの作用点

菌類の細胞壁の構成成分であるキチンは、UDP-*N*-アセチルグルコサミン (UDP-GlcNAc) の重合体であるが、ポリオキシシン処理により <sup>14</sup>C-グルコサミンの取り込みが阻害され、また UDP-GlcNAc の細胞内への蓄積も認められた (佐々木ら, 1968 b ; OHTA et al., 1970)。これら

のことはポリオキシシンの標的がキチン合成酵素であることを示唆する。さらに、UDP-GlcNAc を基質とした試験から、本酵素を拮抗的に阻害していることが確認された (図-2 ; HORI et al., 1971)。

ポリオキシシンは、ナシ黒斑病菌の胞子発芽、菌糸伸長、

胞子形成等を阻害する（江口ら, 1968）。また、ポリオキシンは浸透性も有することから、予防効果と治療効果を兼ね備える（江口ら, 1968；長井・深津, 1972）。なお、キチンは昆虫を含む節足動物の外骨格構成成分でもあることから、キチンの生合成を阻害するポリオキシシン複合体剤は、ハダニ類やアザミウマ類に対する殺ダニ・殺虫剤としての実用性も認められている（河内ら, 2010；2011）。

### 3 ポリオキシシン耐性菌

FRAC (Fungicide Resistant Action Committee) において、ポリオキシシンの耐性菌発達リスクは中程度とされている (<https://www.frac.info/>)。ポリオキシシン耐性は、1971年に鳥取県のナシ黒斑病菌で、1972年に山形県のリンゴ斑点落葉病菌で認められている（西村ら, 1972；大沼ら, 1973）。国外では韓国でリンゴ斑点落葉病菌、米国でイチゴ灰色かび病菌等の耐性菌が報告されている（HWANG and YUN, 1986；DOWLING et al., 2016）。ポリオキシシン耐性ナシ黒斑病菌では、耐性の程度に相関してポリオキシシンの取り込み量が減少し、ほとんどが菌体表面層画分から検出されること、また、ジペプチド類存在下ではポリオキシシンの効果が阻害されることが明らかとなった（HORI et al., 1976；1977）。これらのことは、ポリオキシシンがジペプチドと同じ輸送系により能動的に細胞内へ輸送され、耐性化が細胞内への取り込みの抑制により引き起こされていることを示唆する。

イミノクタジン酢酸塩との混合剤は、この低下したポリオキシシンの取り込みをイミノクタジン酢酸塩による細

胞膜の機能阻害により回復させ、耐性菌へも効果を示すことが明らかにされた（SEKIDO et al., 1996）。また、耐性菌発生後、薬剤の使用を中止するとナシ黒斑病の耐性菌密度は漸減することも報告されている（三宅ら, 1975）。混合剤の使用やポリオキシシンの散布時期を生育期前半までに制限することによって、耐性菌密度の上昇が抑制され、耐性菌対策に有効であることが示されている（貞松ら, 1986；田代ら, 2005）。

## II カルボン酸アミド系殺菌剤

### 1 カルボン酸アミド系殺菌剤の開発経緯

1980年代初頭に、卵菌類に特異的に活性を示す化合物として、Celamerck社（現 BASF社）が桂皮酸誘導体ジメトモルフを見いだした。ジメトモルフは、幾何異性体E体、Z体の混合物であり、Z体は殺菌活性を有しているが、E体に活性はない（ALBERT et al., 1988）。光照射下では、E体はZ体に異性化することで生物活性を示すことが知られている。桂皮酸誘導体としては、2003年にShenyang Research Institute of Chemical Industry社によりフルモルフ、2011年に中国農業大学によりピリモルフが開発されている。Bayer社は、アミノ酸アミドカーバメートを新たな殺菌剤リードとし、1999年にL-バリリン誘導体イプロバリカルブを開発した。バリリンアミドカーバメート体としては、2004年にクミアイ化学工業、イハラケミカル工業およびケイ・アイ研究所が共同開発したベンチアバリカルブイソプロピル、2010年にIsagro社が開発したバリフェナレートがある。ベンチア

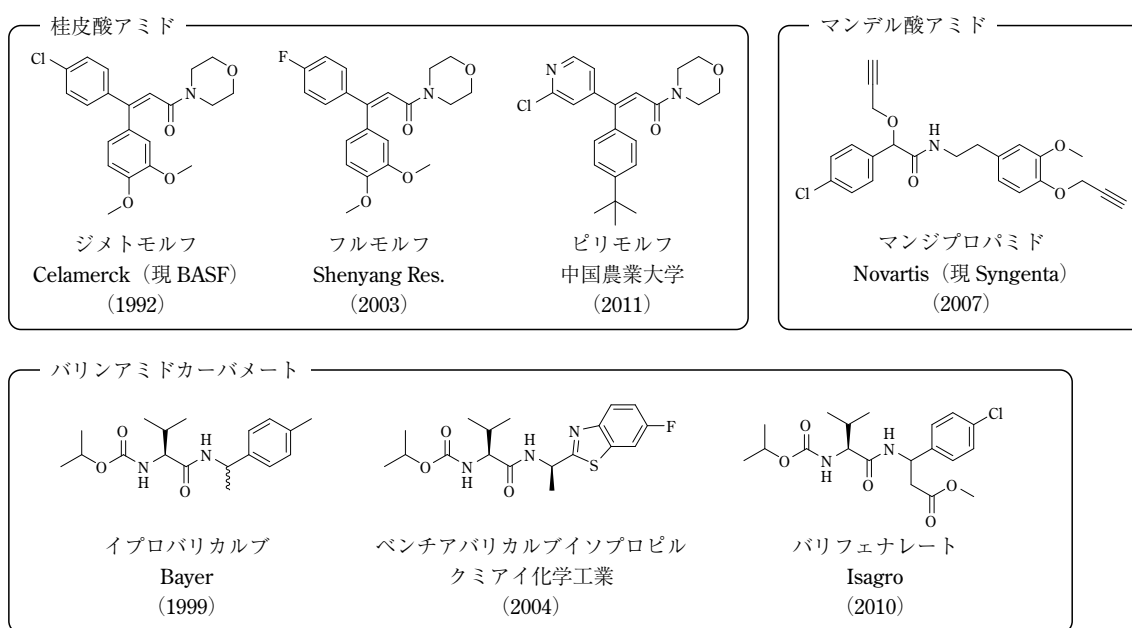


図-3 CAA系殺菌剤の構造式、開発会社および上市年（Agbioinvestor, 2019）



バリカルブイソプロピルには四つの光学異性体が存在し、このうちで活性を示すものは、絶対配置がアミン部 *R*、バリン部 *S* の異性体のみである (境ら, 2010)。Novartis 社 (現 Syngenta 社) は、ジアルコシキフェニルアミン構造を有するマンデル酸アミドに殺菌活性があることに着目し、マンジプロパミドを見いだしている。

これらの化合物の化学構造から、上記の化合物群は総称してカルボン酸アミド (Carboxylic Acid Amide, 以下 CAA) 系殺菌剤と呼ばれる (図-3)。CAA 系殺菌剤は、殺菌スペクトラムにおいて、べと病や疫病等卵菌類に特異的に効果を示すという共通の特徴を有する。

### 2 CAA 系殺菌剤の作用機構と特性

CAA 系殺菌剤の処理が菌糸先端の膨潤を起こす現象などから、本化合物群が細胞壁の形成に影響を与えていることが考えられた (図-4; BLUM et al., 2010 a; 藤岡ら, 2010)。殺菌活性が卵菌類に特異的であることは、卵菌類に特徴的な細胞壁構成成分であるセルロースの合成が標的となっていることを示唆する。このことはマンジプロ

ロパミドやベンチアバリカルブイソプロピル、ピリモルフを用いた <sup>14</sup>C-グルコースのセルロースへの取り込み実験から立証された (BLUM et al., 2010 a; 藤岡ら, 2010; PANG et al., 2015)。さらに、人為的に作出したマンジプロパミド耐性菌からセルロース合成酵素 3 (*CesA3*) 遺伝子上の変異が見いだされ、耐性菌由来の *CesA3* 遺伝子を感受性株に導入することで感受性が低下した形質転換体を得られることも確認された (BLUM et al., 2010 a)。圃場で分離された CAA 系殺菌剤耐性ブドウべと病菌に同様の変異が見いだされることから、CAA 系殺菌剤の主たる標的はセルロース合成酵素であると考えられている (BLUM et al., 2010 b)。

CAA 系殺菌剤は、ジャガイモ疫病病菌に対し、いずれの薬剤も遊走子のうの直接発芽、被のう胞子の発芽を特に強く阻害し、菌糸伸長や遊走子のう形成も阻害する (図-5; MIYAKE et al., 2005; COHEN and Gisi, 2007)。一方で、遊走子のうの間接発芽 (遊走子の放出) や遊走子の運動には阻害活性を示さない。また共通して、葉内への

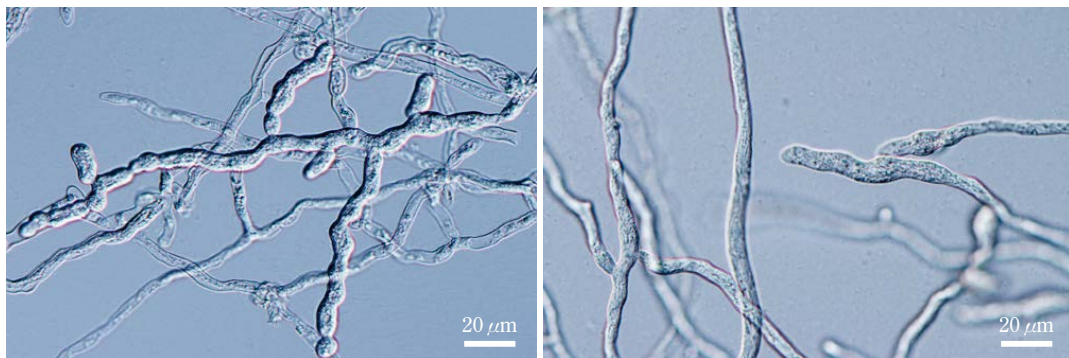


図-4 ベンチアバリカルブイソプロピル処理によるジャガイモ疫病病菌 (*Phytophthora infestans*) の菌糸形態異常  
左: ベンチアバリカルブイソプロピル 0.1 ppm 処理, 右: 無処理.

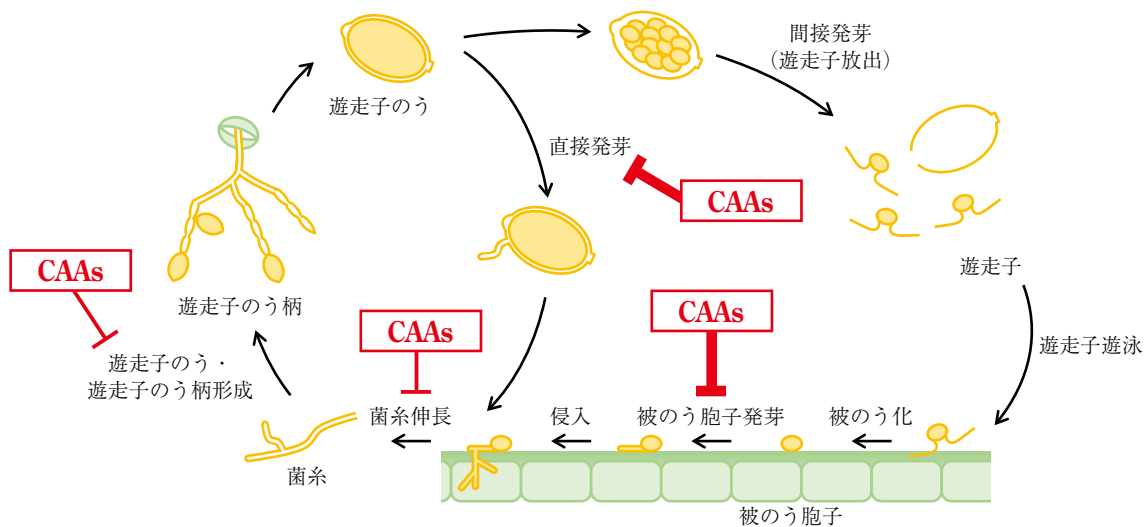


図-5 ジャガイモ疫病病菌の生活環における CAA 系殺菌剤の阻害部位

浸達性を有しており、耐雨性や残効性に優れるという特性を持つ (MIYAKE et al., 2005 ; COHEN and GISI, 2007)。べと病、疫病は好適条件で急激に進展、拡大する病害であるが、降雨続きで防除適期に散布が行えない場合もあり、高い予防効果に加えて治療効果を兼ね備えていることは、べと病、疫病防除剤として望ましい。

各薬剤は、物理化学性の差から異なる特性を示す。例えば、マンジプロパミドは作物表面のワックス層に対して高い親和性があり、処理後速やかにワックス層に吸収され、層下の葉組織へ徐々に浸達することで、高い耐雨性や残効性を示す (HUGGENBERGER and KUHN, 2006)。一方で、ベンチアバリカルブイソプロピルは水溶解度が比較的高く、菌糸伸長阻害活性が高いことから、特に治療効果に優れる。本薬剤は、下位葉から上位葉へは移行しないものの、葉の片側の面から逆側への葉内移行性 (浸達性) を有し、茎部から上位葉への浸透移行性にも優れる (図-6 ; MIYAKE et al., 2005)。根部から効率よく吸収され上位葉に移行することも確認されている。また、作

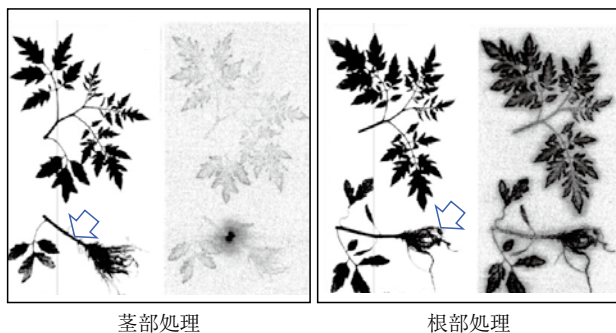


図-6 ベンチアバリカルブイソプロピルの作物体内における移行性  
トマトの矢印部に<sup>14</sup>C標識ベンチアバリカルブイソプロピルを処理し、7日後にオートラジオグラフ観察 (各図右側) した。

物に付着後、速やかに葉内へ移行し、その量が微量であっても有効に作用するため、耐雨性と残効性に優れる。散布 15 分後には有効量が葉内へ浸達し、散布 15 分後に降雨処理をしても高い予防および治療効果を示すという結果も得られている (図-7 ; 青木・橋本, 2012)。

CAA 系殺菌剤は、同じく卵菌類に属する *Pythium* 属菌には活性を示さない。これは *CesA3* の 1,109 番目のアミノ酸がべと病、疫病菌ではバリンであるのに対し、*Pythium* 属菌ではメチオニンやロイシンであることが起因すると考えられている (BLUM and GISI, 2012 ; BLUM et al., 2012)。

### 3 CAA 系殺菌剤耐性菌

FRAC における CAA 系殺菌剤の耐性菌発達リスクは低から中程度とされている。ジメトモルフが上市されて間もない 1994 年にフランスでジメトモルフ耐性ブドウべと病菌が初めて検出されたが (CHABANE et al., 1996)、現在ではフランスだけでなく、ドイツ、スイス、イタリア等でも感受性の低下したブドウべと病菌が高頻度に検出されている (FRAC CAA Working Group, 2018)。また、ブドウべと病菌以外にも、ウリ類べと病菌の耐性菌が欧州、米国等で報告されている (BLUM et al., 2011 ; PAVELKOVÁ et al., 2014)。このような状況から、フランスでは、ブドウに対する使用を効果のある他系統殺菌剤との混用で、1 年に 2 回までを推奨している。日本国内でも、殺菌剤耐性菌研究会で CAA 系薬剤使用ガイドラインを策定しており、他系統殺菌剤との混用でブドウでは 1 年に 2 回まで、ウリ科でも 1 作に 2 回までとしている。

CAA 系殺菌剤間で耐性は交差する (GISI et al., 2007)。前述のようにブドウべと病菌の CAA 系殺菌剤耐性菌には *CesA3* 遺伝子に変異が認められ、1,105 番目のグリシンが他のアミノ酸に変異することが効果低下の主な原因

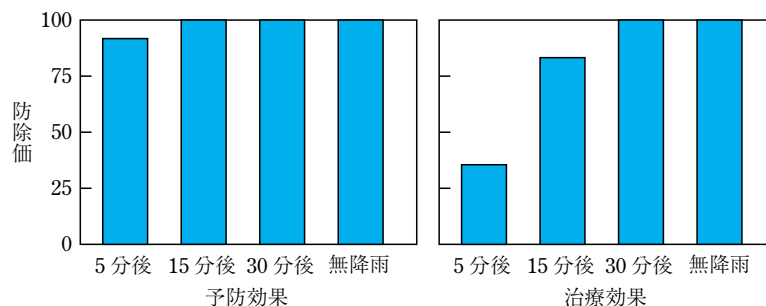


図-7 ベンチアバリカルブイソプロピルのキュウリべと病防除効果における耐雨性

50 ppm のベンチアバリカルブイソプロピルを茎葉散布し、5, 15, 30 分後に 240 mm/時間の降雨処理を 2 時間行った。接種は、降雨処理して風乾した後 (予防効果 ; 左) あるいは薬剤処理 24 時間前 (治療効果 ; 右) に行った。

と考えられている (BLUM et al., 2010 b ; SIEROTZKI et al., 2011)。国内においては、ブドウベと病菌でグリシンからセリンへの変異が検出されてはいるが、生物検定ではいずれもマンジプロパミドに感受性を示し、圃場での防除効果が低下している事例は報告されていない (AOKI et al., 2015)。また、CAA 系殺菌剤はジャガイモ疫病防除剤としても上市から長年に渡り使用されており、感受性検定も継続的に実施されているが (COHEN et al., 2007 ; KILDEA et al., 2014 ; FRAC CAA Working Group, 2018)、国内外ともにこれまでに耐性菌は報告されていない。耐性菌発達リスクは病原菌によっても異なると考えられており、FRAC の病原菌リスクではべと病菌は高程度であるのに対して疫病菌は中程度とされている。要因は不明だが、疫病菌における CAA 系殺菌剤耐性菌発生リスクはべと病菌とは異なり低いと考えられる。

### おわりに

ポリオキシンは、上市から 50 年以上を経た今でも防除における薬剤ローテーションの一端を担っている。これは、キチン生合成阻害という農業用殺菌剤の中で唯一無二の作用機構を持つとともに、天然物で、分解も早く、環境負荷が小さいという特長によるところが大きい。耐性菌の発生もあったものの、的確な現場の対応と混合剤の開発で対策がなされたことも長く現役でいることができた理由のひとつであろう。

CAA 系殺菌剤も農業用殺菌剤の中では、セルロース生合成を標的とした唯一の系統である。本系統の発見により、セルロース合成酵素がべと病、疫病防除剤の有効な標的であることが明らかとなったが、卵菌類の中でも *Pythium* 属菌には効果を示さない。これが前述のように標的としているセルロース合成酵素の構造の違いに起因するものであるならば、*Pythium* 属菌にも効果を示す新規のセルロース生合成阻害剤が見いだされる可能性もあるかもしれない。

### 引用文献

- Agbioinvestor (2019) : AgbioCrop: The Global Protection Market 2018.
- ALBERT, G. et al. (1988) : Brighton Crop Protection Conference: Pests and Diseases (BCPC) : p.17~24.
- AOKI, Y. et al. (2015) : Plant Health Progress 16(2) : 84~87.
- 青木 友・橋本尚也 (2012) : 日植病報 78(3) : 244 (講要).
- BARTNICKI-GARCIA, S. (1968) : Annu. Rev. Microbiol. 22 : 87~108.
- BLUM, M. et al. (2010 a) : Mol. Plant Pathol. 11(2) : 227~243.
- et al. (2010 b) : Fungal Genet. Biol. 47(6) : 499~510.
- et al. (2011) : Pest Manag. Sci. 67(10) : 1211~1214.
- et al. (2012) : Fungal Biol. 116(4) : 529~542.
- and U. GISI (2012) : Pest Manag. Sci. 68(8) : 1171~1183.
- CHABANE, K. et al. (1996) : Modern Fungicides and Antifungal Compounds (Intercept) : p.387~391.
- COHEN, Y. et al. (2007) : Plant Pathol. 56(5) : 836~842.
- and U. GISI (2007) : Phytopathology 97(10) : 1274~1283.
- DOWLING, M. E. et al. (2016) : Plant Dis. 100(10) : 2057~2061.
- 江口 潤ら (1968) : 日植病報 34(4) : 280~288.
- 藤岡智則ら (2010) : 日本農薬学会大会講演要旨(35) : 111 (講要).
- FRAC CAA Working Group (2018) : [https://www.frac.info/docs/default-source/caa-wg/minutes-of-the-2018-caa-meeting-recommendations-for-2019.pdf?sfvrsn=29f94b9a\\_2](https://www.frac.info/docs/default-source/caa-wg/minutes-of-the-2018-caa-meeting-recommendations-for-2019.pdf?sfvrsn=29f94b9a_2)
- GISI, U. et al. (2007) : Plant Pathol. 56(2) : 199~208.
- GOW, N. A. R. et al. (2017) : Microbiol Spectr. 5(3).
- HORI, M. et al. (1971) : Agric. Biol. Chem. 35(8) : 1280~1291.
- et al. (1976) : J. Pestic. Sci. 1(1) : 31~40.
- et al. (1977) : ibid. 2(2) : 139~149.
- HUGGENBERGER, F. and P. J. KUHN (2006) : Phytopathology 96(suppl.) : S51 (Abstr.).
- HWANG, B. K. and J. H. YUN (1986) : J. Phytopathology 115(4) : 305~312.
- ISONO, K. et al. (1965) : Agric. Biol. Chem. 29(9) : 848~854.
- et al. (1967) : ibid. 31(2) : 190~199.
- et al. (1968) : ibid. 32(6) : 792~793.
- KILDEA, S. et al. (2014) : PPO Special Report (16) : 221~222.
- 河内真一郎ら (2010) : 日本農薬学会大会講演要旨(35) : 93 (講要).
- ら (2011) : 同上(36) : 116 (講要).
- 三宅英夫ら (1975) : 日植病報 41(1) : 100 (講要).
- MIYAKE, Y. et al. (2005) : J. Pestic. Sci. 30(4) : 390~396.
- 長井雄治・深津量栄 (1972) : 関東東山病虫研報 1972(19) : 29.
- 西村正暘ら (1972) : 植物防疫 26(4) : 157~159.
- 西山彌生 (2012) : 真菌誌 53(4) : 233~239.
- 農業工業会 (2019) : ウェブサイト, <https://www.jpca.or.jp/>
- 大沼幸男ら (1973) : 北日本病虫研報 1973(24) : 70.
- OHTA, N. et al. (1970) : Agric. Biol. Chem. 34(8) : 1224~1234.
- PANG, Z. et al. (2015) : Proteomics 15(17) : 2972~2982.
- PAVELKOVÁ, J. et al. (2014) : Crop Prot. 60 : 9~19.
- 貞松光男ら (1986) : 佐賀果試研報 (9) : 93~102.
- 境 潤悦ら (2010) : 日本農薬学会誌 35(4) : 501~507.
- 佐々木茂樹ら (1968 a) : 日植病報 34(4) : 272~279.
- ら (1968 b) : 農化 42(10) : 633~638.
- SEKIDO, H. et al. (1996) : J. Pestic. Sci. 21(3) : 281~285.
- SIEROTZKI, H. et al. (2011) : Modern Fungicides and Antifungal Compounds VI (DPG Selbstverlag) : p.103~110.
- SUZUKI, S. et al. (1965) : J. Antibiotics Ser. A 18(3) : 131.
- 田代暢哉ら (2005) : 日植病報 71(3) : 251 (講要).
- URAMOTO, M. et al. (1981) : Agric. Biol. Chem. 45(8) : 1901~1902.

## 新農薬の紹介

# 新規殺虫剤フルピリミンの特長

Meiji Seika ファルマ株式会社 ほり こし りょう  
堀 越 亮

## はじめに

フルピリミン (図-1) は、利部伸三 岐阜大学名誉教授\*と Meiji Seika ファルマ株式会社が共同で創出したトリフルオロアセチルピリジニリデン構造を有す新規殺虫剤で、各種の水稲害虫に高い殺虫効果を示す。国内では、2012年から一般社団法人日本植物防疫協会を通じた新農薬実用化試験を実施し、2019年6月にフルピリミンを含有する3製剤の農薬登録を取得した。本年1月から2%のフルピリミンを含有する「リディア®箱粒剤」の発売を開始した(表-1)。また、インド、韓国等においても、水稲害虫の防除剤として開発を開始している。本剤は、アジア各国の水稲農家の労力低減および収量向上に貢献できる環境安全性の高い剤であると考えている。本報では、本剤の殺虫特性、使用方法、圃場有効性および環境生物に対する安全性等の特長について紹介する。

## I 殺虫特性

### 1 殺虫スペクトラム

フルピリミンは、水稲の移植後初期から中期に発生するコウチュウ目、カメムシ目、ハエ目、チョウ目、バッタ目の害虫に対して、幅広い防除効果を示す(表-2)。根からの浸透移行性に優れ、育苗箱への処理により、特

にイネミズゾウムシ、イネドロオイムシ、ウンカ類、ツマグロヨコバイ、ニカメイチュウ、イネヒメハモグリバエに対して安定した防除効果を示す。また、茎葉散布でも、同様にウンカ類、ツマグロヨコバイに対する高い防除効果を示すほか、カメムシ類による吸汁を阻害し、斑点米の発生率を抑制する効果を示す。

### 2 作用性

フルピリミンは、害虫の中樞神経系に存在するニコチン性アセチルコリン受容体に選択的に結合し、イオンチ

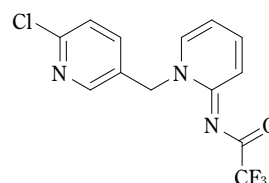


図-1 フルピリミンの化学構造

一般名：フルピリミン (flupyrimin)

化学名：*N*-[(*E*)-1-(6-クロロ-3-ピリジルメチル)ピリジン-2(*1H*)-イリデン]-2,2,2-トリフルオロアセトアミド

CAS登録番号：1689566-03-7

分子式： $C_{13}H_9ClF_3N_3O$

分子量：315.68

水溶解度：167 mg/l (20°C)

分配係数：log Pow = 1.68 (25°C)

ラットに対する急性経口毒性：300 ≤ LD<sub>50</sub> < 2,000 mg/kg

ラットに対する急性経皮毒性：2,000 mg/kg < LD<sub>50</sub>

表-1 リディア®箱粒剤 (フルピリミン 2.0%含有) の登録内容

作物名	適用病害虫名	使用量	使用時期	本剤の使用回数	使用方法	フルピリミンを含む農薬の総使用回数
稲 (箱育苗)	イネミズゾウムシ イネドロオイムシ ウンカ類 ツマグロヨコバイ ニカメイチュウ フタオビコヤガ イナゴ類	育苗箱 (30 × 60 × 3 cm, 使用土壌約 5 l), 1箱当り 50 g	移植3日前 ~移植当日	1回	育苗箱の上から均一に散布する	3回以内 (移植時までの処理は1回以内, 本田では2回以内)

Biological Properties of New Insecticide, Flupyrimin. By Ryo HORIKOSHI

(キーワード：フルピリミン, ニコチン性アセチルコリン受容体, 抵抗性害虫, ウンカ, ニカメイチュウ, ミツバチ)

\*当時所属：国立大学法人 岐阜大学特任教授



チャンネルを介したイオンの流入を遮断することで、正常な神経伝達を阻害する。IRAC (殺虫剤抵抗性対策委員会) による作用機作の分類上、グループ 4A~D に属す薬剤が異常興奮を引き起こす一方、フルピリミンを摂取した害虫は、数時間で麻痺症状を呈し、摂餌行動が抑制され、数日以内に死に至る。(図-2 および 3)。また、イオン流入を遮断し、昏睡症状を引き起こすとされるグループ 4E の既存薬剤とは受容体への結合性が異なることを確認している (ONOZAKI, 2017)。これら薬剤との作用性および結合性の違いは、フルピリミン特有のトリフルオロアセ

表-2 フルピリミンの殺虫スペクトラム\*

害虫目	対象害虫	フルピリ ミン 2% 含有粒剤	フルピリ ミン 10% フロアブル
		50 g 箱処理**	1,000 倍 茎葉散布
カメムシ目	トビイロウンカ	◎	◎
	ヒメトビウンカ	◎	◎
	セジロウンカ	◎	◎
	ツマグロヨコバイ	◎	◎
	アカヒゲホソミドリカスミカメ		○
	ミナミアオカメムシ		○
	アカスジカスミカメ		○
チョウ目	ニカメイチュウ	◎	
	フタオビコヤガ	○	
	イネツトムシ	◎	
コウチュウ目	イネミズゾウムシ	◎	
	イネドロオイムシ	◎	
ハエ目	イネヒメハモグリバエ	◎	
	イネカラバエ	○	
バッタ目	コバネイナゴ	○	

\*一般財団法人 日本植物防疫協会による 2012~18 年の新農薬実用化試験における総合判定を指数化し (A ; 3, B ; 2, C ; 1, D ; 0), 平均値を算出した (◎ ; 2 ≤ 平均値, ○ ; 1 ≤ 平均値 < 2).  
\*\*移植 3 日前~移植当日処理.

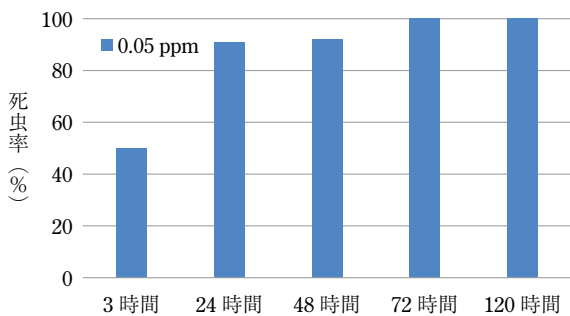


図-2 パラフィルム経口処理によるヒメトビウンカ 2 令幼虫 (2001 年小田原採集) に対する初期効果

チルおよびピリジニリデン構造を介した受容体との結合様式に由来すると考えられる。フルピリミンの作用機作分類については IRAC に申請中である。

### 3 使用時期と適用性

フルピリミンは根からの吸収移行性に優れ、育苗箱処理により高い防除効果を示す。現在、播種時から移植までの育苗期間に使用できる殺虫単剤も開発中である。また、プロベナゾールと混合した播種時専用製剤、緑化期処理から移植当日処理まで使用できる製剤を申請している。新農薬実用化試験において、新たな栽培方法である鉄コーティング直播での土中施用や移植時の側条施用においてもイネドロオイムシ、イネミズゾウムシ、ウンカ類、ツマグロヨコバイ等の害虫に対し、安定した防除効果を示すことが明らかにされている。また、移植後の湛水処理でもウンカ類、ツマグロヨコバイに対する安定した効果を示す。フルピリミンは、適度な水溶解度および脂溶性を有し、この物理化学性が土壌や植物内での有効成分の適度な保持性および拡散性に寄与し、育苗箱処理や他の種々の使用法での安定した効果を発揮すると考えられる。

## II 圃場有効性

フルピリミン 2% 含有粒剤の育苗箱処理 (箱当り 50 g) による新農薬実用化試験の結果を図-4~7 に示す。移植当日および移植 3 日前の箱処理により、フルピリミンは各種害虫に対する高い効果持続性を示す。イネドロオイムシではフェニルピラゾール系薬剤の抵抗性発達が顕在化しているが、フルピリミンは、この抵抗性個体群に対しても高い防除効果および効果持続性を示した (図-4)。また、ウンカ類についても、フェニルピラゾール系やネオニコチノイド系薬剤の抵抗性が同様に問題となっているが、フルピリミンは、ネオニコチノイド抵抗性のトビイロウンカに対し、約 3 か月の効果持続性 (図-5) を、フェニルピラゾール抵抗性のセジロウンカに対し約 1 か

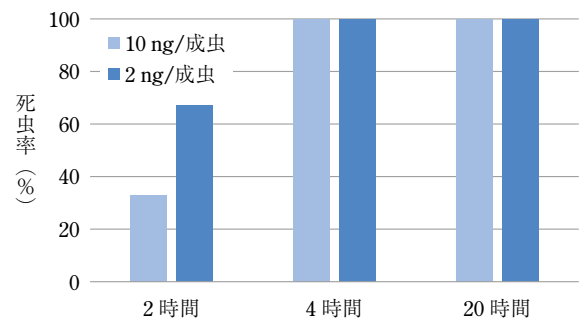


図-3 局所施用によるイネドロオイムシ成虫 (2012 年能登採集) に対する初期効果

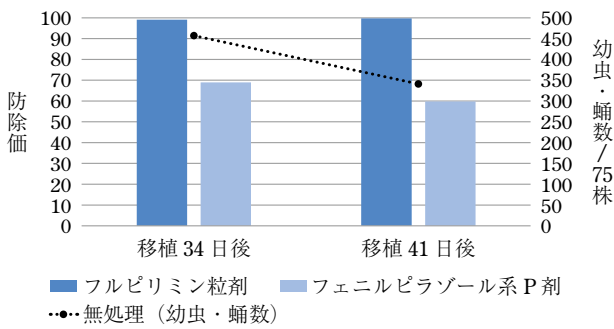


図-4 フェニルピラゾール抵抗性イネドロオウムシに対する防除効果

実施機関：公益社団法人 石川県植物防疫協会。  
 実施年：2014年，処理時期：移植当日処理，  
 害虫発生状況：中発生，  
 調査方法：幼虫・蛹数の見取り調査。

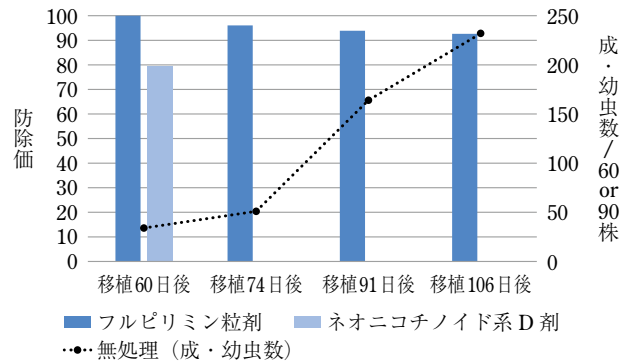


図-5 ネオニコチノイド抵抗性トビロウムカに対する防除効果

実施機関：日本植物防疫協会 宮崎試験場。  
 実施年：2012年，処理時期：移植当日処理。  
 害虫発生状況：少→中発生，調査方法：成・幼虫数の粘着板への払い落とし調査。

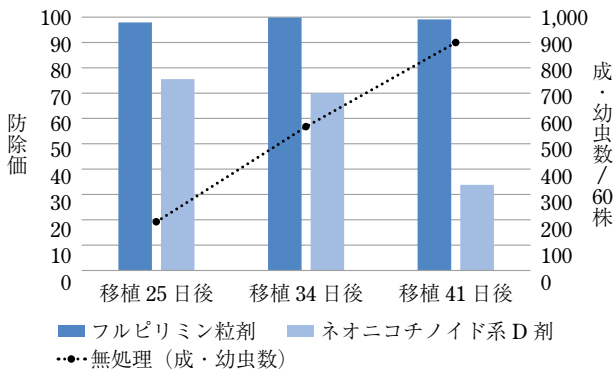


図-6 セジロウムカに対する防除効果

実施機関：山口県農林総合技術センター。  
 実施年：2014年，処理時期：移植当日処理 (D 剤)，移植 3 日前処理 (フルピリミン)。  
 害虫発生状況：中発生，調査方法：成・幼虫数の見取り調査。

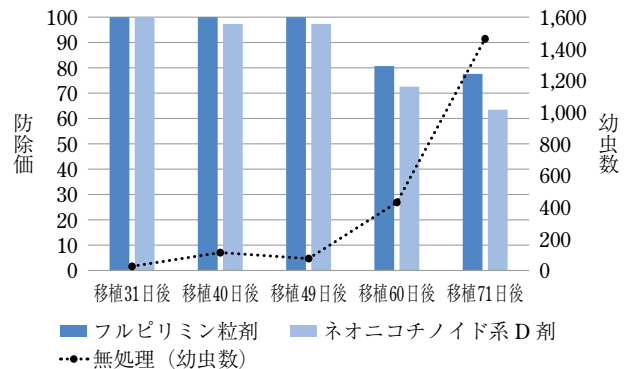


図-7 ヒメトビウムカに対する防除効果

実施機関：埼玉県農業技術研究センター。  
 実施年：2015年，処理時期：移植当日処理。  
 害虫発生状況：中発生，調査方法：幼虫数の捕虫網 計 3 区 90 回掘り取り調査。

月半～2か月の効果持続性を示す (図-6)。さらに、ヒメトビウムカに対しても、薬剤感受性の異なる各地域の試験でフルピリミンの安定した防除効果が明らかとなっている。関東における試験では、主要な基幹剤と同等以上の防除効果を示した (図-7)。チョウ目害虫に関しては、現在、アジアではジアミド系薬剤に対する抵抗性発達が顕在化してきているが、これらの抵抗性チョウ目害虫に対してもフルピリミンは交差抵抗性を示すことなく、高い防除効果を示すことが明らかになりつつある (未発表)。

### III 花粉媒介昆虫、非標的生物に対する安全性

フルピリミンの花粉媒介昆虫、水生動植物、鳥類、土壌生物および天敵昆虫に対する急性毒性値を表-3 および表-4 に示した。フルピリミンは、セイヨウミツバチ、クロマルハナバチ、マメコバチ等の花粉媒介昆虫に対す

表-3 花粉媒介昆虫に対する急性影響

生物種	50% 影響濃度 (LD <sub>50</sub> , LC <sub>50</sub> )
セイヨウミツバチ経皮 (成虫)	> 100 μg/bee
セイヨウミツバチ経口 (成虫)	68.6 μg/bee
クロマルハナバチ経口 (成虫)	> 100 mg/l
マメコバチ接触 (成虫)	> 100 mg/l

る急性毒性が低いことが明らかになっている。セイヨウミツバチについては、さらに幼虫に対する急性毒性や圃場での訪花行動への影響についても検討しており、影響が小さいことが明らかになっている。これら花粉媒介昆虫に対する低影響の要因解析については検討中である。

また、花粉媒介昆虫以外の水生生物、鳥類、ミミズおよびククメリスカブリダニ、ヤマトクサカゲロウ、ウヅキコモリグモ、アキアカネ等の天敵昆虫に対する急性影

表-4 非標的生物に対する急性影響

生物種	50% 影響濃度 (LD <sub>50</sub> , LC <sub>50</sub> , LR <sub>50</sub> , EC <sub>50</sub> , ErC <sub>50</sub> )
魚類 (コイ)	> 100 mg/l
魚類 (ニジマス)	> 34 mg/l
甲殻類 (オオミジンコ)	> 100 mg/l
藻類	48.2 mg/l
鳥類 (ウズラ)	1,163 mg/kg
ミミズ	> 1,000 mg/kg 土壌
ククメリスカブリダニ (成虫)	> 100 mg/l
ヤマトクサカゲロウ (幼虫)	304 g/ha*
ウヅキコモリグモ (幼虫)	> 100 mg/l
アキアカネ (幼虫)	16 mg/l

\*ドライフィルム試験.

響も小さく、これら非標的生物に対する実用場面での影響は小さいと考えられる。

### おわりに

フルピリミンは、水稻で問題となる幅広い害虫に対し

高い防除効果を示し、国内で問題となる各種の既存剤抵抗性害虫に対しても安定した効果を示す。本剤は浸透移行性を利用した使用法に適した物理化学性を有することから、箱処理、側条施用、直播での土中施用、湛水施用等の使用法で、薬剤が効率的に保持・吸収移行され、安定した防除効果を発揮する。現在、国内では生産者の高齢化、農業の大規模経営化が進み、農業形態が変化する中、コスト・労力等の生産効率を向上させるため湛水直播土中施用、側条施用、ドローン散布等の新技術が病害虫防除場面で導入されてきている。本剤は、これら様々な現場のニーズに応えられる薬剤であると考えており、今後さらなる適用拡大を検討する予定である。環境安全性の点でも、花粉媒介昆虫を始め、非標的生物への影響が小さく、今後の持続可能な農業生産に適合する薬剤であり、今後、生産現場の生産性向上に貢献できることを期待する。

### 引用文献

- 1) ONOZAKI, Y. et al. (2017): J. Agric. Food Chem. 65: 7865~7873.



新発売

水稲用殺虫剤

# リディア<sup>®</sup>

箱粒剤

さあ、共に戦いましょう。



リディア箱粒剤は、Meiji Seika ファルマ株式会社が開発した新規殺虫成分「フルピリミン」を有効成分とする水稲育苗箱専用殺虫剤です。初期害虫、ウンカ類、チョウ目害虫などに有効で、既存の各種殺虫剤に対し感受性が低下した害虫にも効果を示します。ミツバチなどの有用昆虫に対する影響が少なく、環境負担が小さい事も大きな特長です。リディア箱粒剤が、水稲害虫防除の新時代を担います。



- ① 新規有効成分「フルピリミン」 ② 水稲害虫に対する高い効果 ③ ミツバチや有用昆虫への高い安全性

オリゼメート普及会

北興化学工業株式会社 【事務局】 Meiji Seika ファルマ株式会社 〒104-8002 東京都中央区京橋2-4-16

農林水産省登録 第24238号 リディア<sup>®</sup>はMeiji Seika ファルマ(株)の登録商標



## 研究室紹介

# 国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 果樹茶業研究部門 茶業研究領域 茶病害虫ユニット

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 果樹茶業研究部門 金谷茶業研究拠点は、静岡県の中部を流れる大井川の西岸・広大な茶畑が広がる牧之原台地上にあります。前身は1896年東京西ヶ原に設置された農商務省製茶試験場。1919年の当地移転からも100年が経過する大変歴史のある機関です。2016年の組織再編で立ち上がった茶病害虫ユニット（病害担当2名，虫害担当3名）では、「最も基礎的なものが最も応用的である」，「永年性露地作物のIPM（総合的病害虫管理）はチャから！」をモットーに，チャ病害虫の生理生態特性の解明や発生予察法の確立，新たな個別管理技術の開発やIPMの高度化等に関する試験研究開発を行っています。

### 関係機関との連携強化や共同研究を推進

我が国初のチャの侵入害虫チャトゲコナジラミ（図-1）の新種記載や発生状況に応じた総合防除体系の確立と普及においては，発生府県の公設試や大学だけでなく，原産地・中国の試験研究機関や日本の行政部局等との連携体制を迅速に構築し，共同研究予算を獲得して対処法の確立と生産現場への実装を図る等しました。なお，本種防除のさらなる効率化に資するため，伝統的生物的防除素材として著名なシルバストリコバチ（図-2）の新たな利活用法の開発研究も行っています。

### チャにおけるIPM体系化の評価と個別管理技術

チャでは，これまで交信攪乱剤やGV剤等の化学農薬代替防除法を基幹としたIPM体系が開発されてきましたが，IPM体系の実用性を継続して評価・改善する取り組みはほとんど行われていません。また，侵入害虫チャトゲコナジラミ対策として冬季に散布されたマシ



図-1 チャトゲコナジラミ



図-2 シルバストリコバチ



図-3 発生が助長される赤焼病

るなど，新たな管理技術の導入によりそれまでの潜在害虫が顕在化する事例も多く知られます。そこで，我々は，IPMを常に進化・深化しなければならないものと捉え，体系の評価と将来を見据えた新たな個別管理技術のための試験研究を実施しています。現在は，顕在化する赤焼病対策や世界的チャ害虫チャノミドリヒメヨコバの物理的・耕種的管理技術，土壤害虫ナガチャコガネの効率的防除法，光を用いたチャノココクモンハマキの行動制御法等を扱っています。

### 日本茶の輸出促進に貢献するIPM

茶は輸出重点品目の一つですが，高品質な茶を持続的に安定生産するためには病害虫対策が不可欠です。ところが，各薬剤の残留農薬基準値（MRL）は国により異なるため，輸入国におけるMRL未設定成分が輸出の障壁となっています。そこで，輸出相手国別にそれぞれの基準値をクリアできる防除体系を構築し，実用性を検証しました。現在，各茶産地や府県等が独自で輸出対応の防除体系を構築し産地に実装する取り組みが進められています。

### 薬剤抵抗性管理とスマート病害虫管理技術

輸出対応やIPM等で利用できる薬剤が限定されれば，重用される薬剤に対する病害虫の感受性低下が問題になります。チャでは輪斑病に対するQoI剤やハマキガ類等に対するIGR剤やジアミド剤の感受性低下が顕在化しており，対策諸技術の開発やシミュレーションモデルを活用した理論研究等を実施しています。また，画像によるチャ病害の同定診断法やチャノホソガの高度発生予察法，クワシロカイガラムシの生態特性を利用したスマート散水防除技術等，IoTやAI技術を活用したスマート病害虫管理技術に関する研究開発も行っています。

（茶病害虫ユニット長 佐藤安志）

## 研究室紹介

### 山口県農林総合技術センター 農業技術部 資源循環研究室

山口県農林総合技術センターは、2007年に農業試験場、畜産試験場、林業指導センター、農業大学校が統合して設立された。農業技術部は本部とともに県中央部の山口市にあり、資源循環研究室は土壌環境グループ、病害虫管理グループ、発生予察グループの三つのグループで構成されている。このうち病害虫管理グループと発生予察グループの職員が病害虫関係の研究や予察業務にあっている。

当研究室の主な業務内容は、県内で問題となっている病害虫の発生生態の解明や効果的防除技術の開発、総合的病害虫管理に関する技術開発、発生予察や侵入警戒病害虫調査等で、最近ではドローンを用いた病害虫発見技術の開発などスマート農業に関する課題にも取り組んでいる。

以下に、近年の病害虫関係の主要な研究課題について概要を紹介する。

#### 1 レンコン腐敗病の発生生態と土壌還元消毒の効果

山口県のレンコン産地では土壌病害である腐敗病が慢性的に発生しており、孔の変形（芯とおし症）による品質低下や収量の減少が問題となっている。発生株は、7月ころより葉の一部がクサビ型に枯死する特異的な症状を示すことから発病の確認が可能で、収穫の早期化による被害軽減対策に活用できることを示した。また、次年度対策として、早期収穫後に酒粕やフスマを施用し、代かき後に無被覆で3週間程度湛水状態を保つ土壌還元消毒が有効なことも明らかにした。現在、山口大学との共同研究によりドローンを活用した腐敗病の早期発見技術



レンコン腐敗病の被害



特異的な症状



ホウレンソウケナガコナダニ

の開発に取り組んでいる。

#### 2 ホウレンソウケナガコナダニの生態と防除対策

山口県の中山間地域における雨除けホウレンソウ産地では、ホウレンソウケナガコナダニが難防除害虫になっている。山口県ではこの問題に長年取り組んでおり、ハウス土壌表面に発生する藻がコナダニの増殖源となること、土壌の乾燥がコナダニのホウレンソウ株への移動を促すこと、播種前にすきこんだ藻類も増殖源になる等の生態を解明した。また、天井ビニールの冬季除去やハウス端での除草シート被覆により、藻類を抑制することでコナダニを抑える技術など、環境にやさしい防除技術にも取り組んでいる。近年は、コナダニに有効なキルパー液剤の処理法を見直し、省力化・低コストを図った簡易処理法を開発している。

(室長 村本和之)



ドローンによるレンコン圃場の撮影

〒753-0231 山口県山口市大内氷上一丁目1番1号  
TEL 083-927-0211 (代表)



■訂正

第72巻11号に誤りがありました。

715頁 左段最終行から

誤：卵の死亡率はケナガカブリダニで50.5%，ミヤコカブリダニで0.8%であり，イミダクロプリドを散布すると，それぞれ37.8%と38.6%であった

正：卵～成虫の死亡率はケナガカブリダニで93.7%，ミヤコカブリダニで40.5%であり，イミダクロプリドを散布すると，それぞれ61.1%と44.5%であった

訂正してお詫びいたします。

学会だより

○日本農薬学会第45回大会の中止について

大会は「みなし開催」とし，一般講演とシンポジウムの発表は講演要旨集に記載された範囲で「発表が行われた」といいたしましたので，前納の参加費は返金しないこととし，大会の準備と中止に伴う経費に充当させていただきます。

また，講演要旨集と参加費の領収書は準備でき次第，お届けします。懇親会費については全額返金いたします。

○令和2年度日本植物病理学会大会中止にともなう今後の対応について

1. 講演要旨の取り扱い

今回の大会開催中止が非常事態によるものであることから，講演要旨を出版配布し，要旨の内容を「発表されたもの」として扱います。

座長と大会委員長による審査後，日本植物病理学会報86巻第3号（予定）に掲載された要旨を最終の発表内容といたします。

2. 参加費の取り扱い

上記のとおり，大会は「みなし開催」とさせていた

広告掲載会社一覧（掲載順）

- BASF ジャパン(株)……………主要品目
- エフエムシー・ケミカルズ(株)……………主要品目
- バイエルクロップサイエンス(株)……………ナティープ
- 住友化学(株)……………主要品目
- オリゼメート普及会……………リディア
- 日本農薬(株)……………パレード
- 日本曹達(株)……………ピシロック
- 三井化学アグロ(株)……………主要品目
- サンケイ化学(株)……………主要品目
- 日産化学(株)……………グレーシア
- アグロカネシヨウ(株)……………ヨーバル

だきますので，参加費の払い戻しは行いません。

3. 懇親会費・お弁当代金の返金

懇親会費とお弁当代金は払い戻しいたします。

○第64回日本応用動物昆虫学会大会の開催中止について

・講演要旨集は予定通り送付致します。

・大会は「みなし開催」とし，要旨が掲載済みの一般講演，ポスター発表，小集会，セミナー等の発表は「発表されたもの」として扱われます。

・みなし開催にともない，参加費は返金なしとする旨，ご了承ください。

・懇親会費，3/15のお弁当代金（事前申込者のみ）の返金については，詳細を検討の上，改めて会員の皆様にお知らせメール，学会および大会ウェブサイトで開催致します。

・代議員総会，各賞授与式，名誉会員推挙状授与式は，開催方法等を検討の上，改めて連絡いたします。

次号予告

次号2020年5号の主な予定記事は次のとおりです。

福島県におけるモモせん孔細菌病の総合的な防除対策	七海隆之
チャノホソガの効率的な防除に向けて	上室 剛
佐賀県のアスパラガス圃場におけるミカンキイロアザミウマの優占的発生	成富毅誌
野外個体群の長期の薬剤感受性データと人為選択個体群を用いたトビイロウンカのネオニコチノイド系殺虫剤に対する交差抵抗性の解析	藤井智久
残留農薬等のリスクコミュニケーション手法の確立と評価	龜山 浩ら
フルトラニル耐性白絹病菌の発生及び簡易検定法の開発	松本翔太ら
クビアカツヤカミキリ分布の状況と防除における「コツ」	加賀谷悦子
ナミハダニ黄緑型に対する時刻の概念と気門封鎖型農薬の殺卵活性を利用した薬剤防除方法	堀川英則

日植防シンポジウムから：近年の異常気象の実態と予測されている変化	高槻 靖
植物防疫講座 病害編：Cercospora属とその類縁菌による病害の発生生態と防除	中島千春
花き類病害の発生と防除	佐藤 衛
植物防疫講座 虫害編：野菜のオオタバコガ類	八瀬順也
植物防疫講座 農薬編：シグナル伝達を阻害する殺菌剤—フェニルピロール・ジカルボキシイミド—	中野孝明
研究室紹介：農研機構 西日本農業研究センター 生産環境研究領域 虫害管理グループ	三浦一芸
熊本県農業研究センター 生産環境研究所 病虫害研究室	古家 忠

植物防疫

第74巻 2020年3月25日印刷  
第4号 2020年4月1日発行  
(通算880号)

定価965円  
本体877円

2020年分購読料  
前払11,000円，後払11,580円  
(送料サービス，消費税込み)

発行所

〒114-0015 東京都北区中里2丁目28番10号  
一般社団法人 日本植物防疫協会  
電話 (03) 5980-2181 (代)  
FAX (03) 5980-6753 (支援事業部)  
振替 00110-7-177867番

2020年  
4月号  
(毎月1回1日発行)

編集発行人 早川 泰弘  
印刷所 三美印刷(株)  
東京都荒川区西日暮里5-9-8

本誌掲載記事の無断転載を禁じます。また，無断複写・複製（コピー等）は著作権法上の例外を除き禁じられています。

新登場

豊かな収穫へ行進!!

野菜用殺菌剤



# パレード20 フロアブル

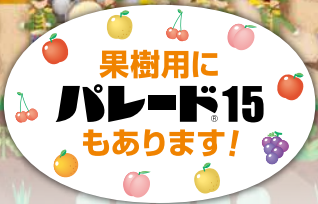


〈写真はイメージです〉



菌核病、灰色かび病、  
うどんこ病など

葉菜・果菜の幅広い病害に高い効果を発揮!!  
適用作物への薬害リスクが極めて低い!



●使用前にはラベルをよく読んでください。●ラベルの記載以外には使用しないでください。●本剤は小児の手の届くところには置かないでください。



日本農薬株式会社

## べと病、疫病、白さび病を ピシッとロック!

農林水産省登録 第23952号

殺菌剤

ピカルブトラゾクス水和剤

# ピシロック® フロアブル



【登録作物】

キャベツ、はくさい、ブロッコリー、レタス  
非結球レタス、ほうれんそう、きゅうり、メロン、すいか  
トマト、ミニトマト、たまねぎ、だいこん、てんさい



HPはこちらから

🔒 新規有効成分ピカルブトラゾクス配合!(FRACコード U 17)

🔒 収穫前日まで使える!(はくさいは収穫3日前まで)



日本曹達株式会社

東京都千代田区大手町2丁目2番1号  
☎(03)3245-6178 FAX(03)3245-6084  
<https://www.nippon-soda.co.jp/nougyo/>



®は日本曹達(株)の登録商標

●使用前にはラベルをよく読んでください。●ラベルの記載以外には使用しないでください。●小児の手の届く所には置かないでください。●使用後の空容器等は圃場などに放置せず、適切に処理してください。



## 発生予察用調査資材幹旋品目一覧表

(価格は2020年4月1日現在で、消費税別、送料サービスです。)

### ●性フェロモン等誘引物質

対象害虫	会社	数量	期間/個	本体価格	対象害虫	会社	数量	期間/個	本体価格
ニカメイガ	サ	12	1ヶ月	7,700	アリモドキゾウムシ	サ	12	1ヶ月	7,700
コブノメイガ	サ	12	1ヶ月	10,000	チャノコカクモンハマキ	住	12	1ヶ月	7,700
アカスジカスミカメ	ア	12	1.5ヶ月	7,500	チャハマキ	信	12	1ヶ月	7,500
アカヒゲホソミドリカスミカメ	信	12	1ヶ月	7,500		住	12	1ヶ月	7,700
	ア	12	1.5ヶ月	7,500		信	12	1ヶ月	7,500
アワノメイガ	サ	12	1ヶ月	7,700	チャノホソガ	サ	12	1ヶ月	7,700
フタオビコヤガ	サ	12	1ヶ月	10,000	チャドクガ	サ	2	1年	10,000
イネヨトウ	サ	12	1ヶ月	10,000	モモシンクイガ	住	12	2ヶ月	10,300
マメシンクイガ	信	12	1ヶ月	7,500	ナシヒメシンクイ	サ	12	1ヶ月	7,700
ハスモンヨトウ	住	8	1ヶ月	11,800	リンゴコカクモンハマキ	住	12	1ヶ月	7,700
	サ	12	1ヶ月	10,000	リンゴモンハマキ	信	12	1ヶ月	7,500
シロイチモジヨトウ	サ	12	1ヶ月	7,700	コスカシバ	信	12	1ヶ月	7,500
ヨトウガ	サ	12	1ヶ月	10,000	ヒメコスカシバ	信	12	1ヶ月	7,500
オオタバコガ	サ	12	1ヶ月	10,000	クビアカスカシバ	信	12	1ヶ月	7,500
タバコガ	サ	12	1ヶ月	10,000	モモハモグリガ	サ	12	1ヶ月	7,700
カブラヤガ	サ	12	1ヶ月	7,700	キンモンホソガ	サ	12	1ヶ月	7,700
タマナヤガ	サ	12	1ヶ月	10,000	モモノゴマダラノメイガ	サ	12	1ヶ月	10,000
タマナギンウワバ	サ	12	1ヶ月	10,000	スモモヒメシンクイ	信	12	1ヶ月	7,500
コナガ	住	12	1ヶ月	7,700	ミダレカクモンハマキ	信	12	1ヶ月	7,500
	サ	12	1ヶ月	7,700	ヒメボクトウ	信	12	1ヶ月	7,500
チャバネアオカメムシ	サ	10	1ヶ月	20,000	カシノナガキクイムシ	サ	2	1.5ヶ月	16,000
	信	5	1ヶ月	19,000	シロテンハナムグリ・アシナガ	サ	誘1	3ヶ月	4,800
	+AUトラップ			コガネ・ヒラタアオコガネ					
ナシマルカイガラムシ 専用粘着板20枚付	サ	5	1ヶ月	12,000	空カップ3個付				
アカマルカイガラムシ 専用粘着板20枚付	サ	5	1ヶ月	12,000	《適用:白色トラップ》				
マメコガネ 空カップ3個付 《適用:黄色トラップ》	サ	誘1	3ヶ月	4,800	カミキリ・ゾウムシ・ キクイムシ・ハバチなどの 針葉樹寄生性昆虫	サ	誘4	3週間	5,000
スギノアカネトラカミキリ 《適用:黄色トラップ》	サ	誘4	—	8,800	エタノール4個付				
訪花性昆虫 《適用:黄色・白色トラップ》	サ	誘5	—	11,000	《適用:黒色トラップ》				
コナダニ見張番	サ	誘30枚+トラップ10個			3,500	誘30枚			2,500

### ●トラップ等捕獲資材

住化式粘着トラップ<住>	セット(屋根1台+粘着板12枚):3,800円, 屋根のみ6台:3,600円, 粘着板のみ12枚:3,200円
SEトラップ<サ>	【色指定あり:白色・緑色より選定】セット(屋根1台+粘着板12枚):3,800円, 屋根のみ6台:3,600円, 粘着板のみ12枚:3,200円, 100枚:26,000円
小型粘着板(クワシロカイガラムシ用)<サ>	100枚入(1枚:22.5cm×12cm):15,000円
ファネルトラップ<サ>	1台:4,500円
住化式乾式トラップ<住>	1台:3,500円
AUトラップ<信>	1台:10,000円(チャバネアオカメムシ用)
コガネコール・マダラコール用誘引器<サ>	【色指定あり:黄色・白色・黒色より選定】1台:6,800円
粘着シート「ITシート」<サ>	1箱10巻入り(1巻:10cm×15m)【黄色】:14,100円
「虫取り君」<サ>	1箱10枚入り10袋(1枚:10cm×25cm):15,000円
アカヒゲ・アカスジカスミカメ用トラップ<ア>	粘着ネット(6枚):4,950円, 粘着ネット用フレーム(6本):3,300円

(会社名 ア:アース製菓, サ:サンケイ化学, 信:信越化学工業, 住:住友化学)

#### 上記調査資材の申し込み方法と注意事項について

- ◆電話での申し込み受付は行っておりませんので、必ずホームページからお申し込みいただくか、専用申込用紙をFAXでお送り下さい。
  - ◆上記品目は防除には利用できません。防除に利用された場合は「農薬取締法」違反となります。  
申込の際には必ず「本調査資材を防除目的には使用しない」ことをご明記下さい。記載がない場合にはお取り扱い出来ません。
  - ◆品物はメーカーから直送いたしますが、到着までには1週間程度余裕を見て下さい。
  - ◆商品の性質上、注文間違いによる返品は出来ませんのでご注意ください。
  - ◆個人でのお支払いは、現金書留あるいは郵便振替にて前払いをお願いします。
- http://www.jppe.or.jp  
 ◎申込先: 〒114-0015 東京都北区中里2-28-10 一般社団法人 日本植物防疫協会 支援事業部 FAX(03)5980-6753

# 明日の「農」を支える力でありたい。

自然の恵みをうけて、大きく育つ農作物。そんなみずみずしい生命を守り、  
支え、確かな実りに結ぶ三井化学アグロの技術。  
自然との調和を基本に、三井化学アグロはより豊かな農業のために、  
より安全性の高い農薬の提供をつづけています。

## 殺虫剤

三井薬工 **アルバリン**® 顆粒水溶剤・粒剤  
粉剤DL・箱粒剤

**トレボンスター**® フロアブル  
粉剤DL

**コロマイド**® 水和剤  
乳剤

**スタークル**® 顆粒水溶剤

**トレボン**® 乳剤・EW・MC・粉剤DL  
粒剤・エアー・スカイMC

**ミルベノック**® 乳剤

**スタークルメイト**® 1キロH粒剤  
液剤10

**アズキ**® 乳剤

**キックオフ**® 顆粒水和剤

## 殺菌剤・殺虫殺菌剤・土壌消毒剤

**アフエット**® フロアブル

**フルーツセイバー**

**モンガリット**® 1キロ粒剤  
粒剤

**タチガレン**® 粉剤  
液剤

**サンブラス**® 粒剤

**サントリプル**® 箱粒剤

三井薬工 **クロールピクリン**

**ベジセイバー**®

**ネビジン**® 粉剤

**サンリット**® 水和剤

**タチガレエース**® M 粉剤  
液剤

**ガッツスター**® 粒剤

**サンフェスタ**® 箱粒剤

三井 **ソイリーン**®

**ピカット**® フロアブル

**ネビリュウ**®

**テーク**® 水和剤

**タチガレファイト**® 液剤

**トリプルキック**® 箱粒剤

**ツインキック**® 箱  
粒剤

**サンスパイク**® 箱  
粒剤

## 除草剤

**アールタイプ**® 1キロ粒剤・ジャンボ  
フロアブル

**キクンジャベ**® Z 1キロ粒剤・ジャンボ  
フロアブル

**サンバード**® 粒剤

**草枯らし MIC**®

**セカンドショット**® SジャンボMX

**シュファイデン**® 1キロ粒剤・ジャンボ  
フロアブル

**イネキング**® 1キロ粒剤・ジャンボ  
フロアブル

**ワイドアタック**™ SC

**アトカラ**® SジャンボMX

**トドメMF**® 1キロ粒剤・乳剤

**アルファプロ**® 1キロ粒剤75/51・ジャンボH/L  
フロアブルH/L

**フォローアップ**® 1キロ粒剤



●使用前にはラベルをよく読んでください。●ラベルの記載以外には使用しないでください。●本剤は小児の手の届く所には置かないでください。



三井化学アグロ株式会社

東京都中央区日本橋1-19-1 日本橋ダイヤビルディング  
ホームページ <http://www.mitsui-agro.com/>



**SANKEI**  
ECO PRODUCTS



植物油脂パワー！  
**サンクリスタル乳剤**



チョウ目害虫退治の生物農薬！  
サンケイ  
**サブリーナフロアブル**



植物保護薬！  
サンケイ  
**ジーファイン水和剤**



硫黄の力でうどんこ病防除！  
サンケイ  
**グムラス**



安定した銅の効果！  
**サンボルドー**



キュウリ・カボチャのうどんこ病に！  
**ハッパ乳剤**



硫黄と銅の強力タッグ！  
**園芸ボルドー**



**サンケイ化学株式会社**

本 社 〒891-0122 鹿児島県鹿児島市南栄二丁目9番地  
東 京 本 社 〒110-0005 東京都台東区上野7-6-11

☎ (099) 268-7588  
☎ (03) 3845-7951





速く効く。  
あの害虫にも効く。<sup>\*1</sup>

だから、  
収量に差がつく。<sup>\*2</sup>

**効きの速さ**  
有効成分が直接害虫に作用するから、作物が食べられる前に駆除できる。

**対象害虫の幅広さ**  
チョウ目害虫やアザミウマなど幅広い害虫<sup>\*1</sup>に効く。

大切な作物の食害を抑え、収量を確保したい。  
決め手は「効きの速さ」と「対象害虫の幅広さ」。  
食べられる前に害虫を駆除、野菜・茶用殺虫剤 グレーシア。

野菜・  
茶用  
殺虫剤

# グレーシア<sup>®</sup> 乳剤



- 有効成分フルキサメタミド配合。抵抗性コナガにも卓効
- 葉内に薬剤が浸透、葉裏の害虫も退治
- 幅広いチョウ目害虫に効果
- 殺虫効果は約2週間持続

\*1 作物によって適用害虫は異なります。詳しくはWebをご覧ください。\*2 効果は害虫の発生密度や天候、栽培環境等によって異なる場合があります。



お客様窓口 TEL.03-4463-8271 東京都中央区日本橋二丁目5番1号  
(9:00~17:30 土日祝日除く) <https://www.nissan-agro.net/>



 日産化学株式会社



新発売!!



害虫防除剤

農林水産省登録  
第24318号

兼商 **ヨーバル®フロアブル**

有効成分：テトラニリプロール…18.2%

®はドイツ・バイエル社の登録商標

多彩な  
パフォーマンス!



アグロ カネショウ株式会社

東京都港区赤坂4-2-19  
<https://www.agrokanesho.co.jp>

■製品のお問い合わせ

アグロ カネショウ(株)お客様相談係  
04-2944-1117

