

植物防疫

Plant Protection

8

2021
VOL.75



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



速く効く。
あの害虫にも効く。^{*1}
だから、
収量に差がつく。^{*2}

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^{*1}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[®] 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
(9:00~17:30 土日祝日除く)

東京都中央区日本橋二丁目5番1号
<https://www.nissan-agro.net/>



 日産化学株式会社

病害虫防除の新たな切り札！

～それぞれの特長を活かして効果的な防除を～

ハダニ類・コナジラミ類・
うどんこ病防除に！
有機JAS対応！

サンクリスタル[®] 乳剤

殺虫殺菌剤

脂肪酸グリセリド 90.0%

コナジラミ類・アザミウマ類・ハダニ類・
ハモグリバエ類・チョウ目害虫の防除に！

サンケイ ダブルシューター[™] SE

殺虫剤

脂肪酸グリセリド 75.0%
スピノサド 5.0%

TM® コルテバ・アグリサイエンスならびにその関連会社商標



濡れ性・速乾性・
汚れ軽減で選ぶなら！

シリコーン系展着剤

ブレイクスルー[®]

展着剤

BREAK-THRU[®]



サンケイ化学株式会社

本社 鹿児島市南栄2丁目9番地 TEL (099) 268-7588
 東京本社 東京都台東区上野7-6-11 TEL (03) 3845-7951
 東京営業部 埼玉県深谷市幡羅町1-13-1 TEL (048) 551-2122

まったく新しい作用性で、
やっかいな害虫も
見逃さない！

新しい効き目で、
行き場なし。



- 難防除害虫に安定した効果
- 幅広い吸汁性害虫に有効
- 優れた浸透移行性と長期の残効性
- 1製剤で2つの使い方



詳しい
製品情報は
こちらから



●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。◎モベント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

お客様相談室 ☎ 0120-575-078 9:00~12:00,13:00~17:00 土日祝日および会社休日を除く

農薬概説 2021

絶賛発売中!!



本書の構成

- 第1章 作物保護と農薬
- 第2章 植物防疫行政
- 第3章 農薬行政
- 第4章 関係法令解説
- 第5章 農薬の一般知識
- 第6章 農薬のリスク評価と安全性
- 第7章 農薬の安全・適正使用
- 第8章 施用技術
- 第9章 病害虫・雑草とその防除

「農薬管理指導士」等として認定するための研修会テキストとして、全国で広く活用いただいています。

農薬使用者に必要な行政情報
農薬の使用法や安全性・適正使用
病害虫・雑草に関する情報
を網羅した解説書です。

価格：2,750円 B5判
(税込、送料サービス)

一般社団法人 日本植物防疫協会 ご注文は JPPA オンラインストアより
<https://www1.enekoshop.jp/shop/jppashop/>



目次

巻頭言

殺菌剤耐性菌研究会の使命……………鈴木 啓史 1

研究報告

北海道の移植栽培タマネギにおけるネギハモグリバエの発生活長および幼虫のりん茎被害に
対する薬剤防除……………萩野 瑠衣 2

モモ樹内におけるクビアカツヤカミキリ幼虫の寄生状況と頭幅分布および蛹室形成位置……………春山 直人 9

山梨県のモモにおけるウメシロカイガラムシの発生状況と各種薬剤の殺虫効果……………内田 一秀 14

トピックス

菌類 *Stemphylium lycopersici* によるアスパラガス斑点病……………富岡 啓介 21

新技術解説

水耕装置を用いたトルコギキョウ立枯病 (*Fusarium solani*) 抵抗性簡易検定法……………小野崎 隆 25

病害虫の見分け方シリーズ

野菜・果樹・花きに発生するアザミウマ類の見分け方と被害の特徴……………柴尾 学 32

植物防疫講座

病害編-42 ブドウに発生する病害の生態と防除……………須崎 浩一 39

農薬編-36 GABA 作動性塩化物イオン (塩素イオン) チャネルアロステリック
モジュレーター……………稲田 誠 45

新農薬の紹介

新規殺虫剤テネベナール® (一般名：プロフラニリド) の特長……………直井 敦子 50

研究室紹介

秋田県農業試験場 生産環境部 病害虫担当……………藤井 直哉 56

高知県農業技術センター 生産環境課 病理担当……………下元 祥史 57

農林水産省プレスリリース (2021.6.8~2021.7.9)……………44

新しく登録された農薬 (2021.6.1~6.30)……………20

登録が失効した農薬 (2021.6.1~6.30)……………8

発生予察情報・特殊報 (2021.6.1~6.30)……………49

【表紙写真】

上段右上：ウメシロカイガラムシによるモモ果実の着色異常（赤色斑点症状）

中段左：ブドウベと病の発病葉

下段右下：クビアカツヤカミキリ老齢幼虫とモモ被害樹の断面

下段左下：ネギアザミウマ雌成虫（右）と雄成虫（左）

殺線虫剤

農林水産省登録
第 20265 号

ネマトリン[®]エース

粒剤

有効成分：ホスチアゼート……1.5% 人畜毒性：普通物（毒劇物に該当しないものを指している通称）

Ⓜ は登録商標



センチュウ
退治に
この一手!!

作物をしっかりとガード

特長

- 散布後すぐには種、定植ができる。
- 強力な運動阻害効果と殺センチュウ効果をあわせもつ。
- 浸透移行性を有するため、地上部害虫にも副次効果を発揮。（ばれいしょ、なす、いちご）
- 土壌タイプ、地温、土壌 pH の影響をほとんど受けない。

線虫の被害



ネコブセンチュウ
最も重要な線虫で、多発すると
収量を激減させる



ネコブセンチュウ
による被害
(メロンの根部)



ネコブセンチュウ
による被害
(かんしょ)



ネグサレセンチュウ
による被害
(ダイコン)



ジャガイモシスト
センチュウ
(雌センチュウ)

●使用前に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。




石原産業株式会社



石原バイオサイエンス株式会社

〒102-0071 東京都千代田区富士見2丁目10番2号




 巻頭言

殺菌剤耐性菌研究会の使命



三重県農林水産部農産園芸課 **すずき ひろき 啓 史**

殺菌剤耐性菌研究会は、「殺菌剤耐性菌研究に携わる研究者（関係者）を広く集め、情報交換を行う中で、特に研究手法、薬剤感受性の判定基準等の統一をはかり、耐性菌発生の回避対策に資すること」を目的に、1991年に果樹試験場（当時）の石井氏やJA全農（当時）の大塚氏を中心に有志が集まり設立された。1994年からは、日本植物病理学会の研究会として活動を続けている。

以下に、本研究会の主な四つの活動を紹介する。

一つ目は、設立した1991年から年1回、病理学会大会に合わせて開催されているシンポジウムである。2021年3月にオンライン開催したシンポジウムが、節目の第30回であった。過去のシンポジウム講演の概要については、ホームページを参照されたい（<http://www.taiseikin.jp/abstract/>）。

石井（1998）により、菌の薬剤感受性に関するベースラインデータに基づいて耐性菌が定義されることとなってからは、新規殺菌剤が上市される前に本研究会のシンポジウムで、その新規殺菌剤の代表的な病原菌についての感受性検定法と、その感受性検定法による感受性のベースラインを求めた結果の講演が定着している。

このような貴重なデータがあらかじめ公表されることで、その後、公的な機関にも活用されやすく、殺菌剤の使用に伴う病原菌の感受性の変動をモニターするうえで重要なものとなっている。

二つ目は、本研究会の目的である「薬剤感受性の判定基準の統一」のため、各種薬剤の感受性検定マニュアルを作成している。1998年5月には『植物病原菌の薬剤感受性検定マニュアル（発行：日本植物防疫協会）』を出版し、2009年7月には『植物病原菌の薬剤感受性検定マニュアルⅡ』（発行：日本植物防疫協会）を出版した。さらに2016年および2017年に雑誌『植物防疫』の植物防疫基礎講座にて感受性検定マニュアルを紹介している（<http://www.taiseikin.jp/manual/>）。

三つ目は、殺菌剤耐性菌に関する文献集の作成である。PDFファイルをホームページで紹介している（<http://www.taiseikin.jp/abstract/>）。PDFソフトの検索機能が利用可能である。

四つ目は、耐性菌の発生を回避する具体的な対策としての各種薬剤のガイドラインの策定である。2008年には「イネいもち病防除におけるQoI剤及びMBI-D剤耐性菌対策ガイドライン」、2012年には「野菜・果樹・茶におけるQoI剤及びSDHI剤使用ガイドライン」、2014年には「耐性菌対策のためのCAA系薬剤使用ガイドライン」、さらに、2017年には「耐性菌対策のためのDMI剤使用ガイドライン」をそれぞれ策定、提案してきた（<http://www.taiseikin.jp/guidelines/>）。

耐性菌マネジメントとして、薬剤感受性検定法の開発と圃場における耐性菌のモニタリング、得られたデータの解析、薬剤の選択等の防除指針の作成と実行結果のフォローアップという一連の作業について努力を積み重ね、その総合化をはかることによって初めて、耐性菌問題からの回避が可能と考えている（石井，1998）。

さて、生産現場で求められる病害診断の目的は、病原菌名を明らかにすることだけでなく、その対策としての処方箋が真の目的である。処方箋としての殺菌剤がその病害に効果があるかどうかは、重要な診断項目である。その意味で、感受性検定法は、これ単独で病害診断技術として重要である。

しかしながら、耐性菌の顕在化の容易さとその重大性を考慮するリスク評価に基づいて、各殺菌剤と各病原菌を感受性モニタリングし、耐性菌マネジメントにつなげることは、個々の生産現場でその労力をかけられないのが現状である。

そのため、既存の情報が集約された農薬使用ガイドラインを本研究会が策定・公開するとともに、生産現場がこれらを実践することにより、生産現場で耐性菌による被害が発生する前に、耐性菌マネジメントを始めることを我々は提案している。

このとき、労力のかかる感受性モニタリングは、単なる調査ではなく、これら農薬使用ガイドラインの実践により耐性菌マネジメントがうまくいっていることを検証するための手段として活用する。すなわち、農薬使用ガイドラインの実践なくして感受性モニタリングだけすることを求めている。

なお、殺菌剤使用量のモニタリングは容易に実施できることから、流通量の多いものを感受性モニタリングの対象にする考え方は有効と考える（鈴木ら，2017）。

また、これからの我々にとって最も重要なことは、農薬使用ガイドラインを活用したIPMの実践である。この実践のために、リスクコミュニケーション（山本，2019）やGAP（鈴木，2019）の手段が期待できるものとする。

今後も、殺菌剤耐性菌研究に携わる研究者や、農薬販売業者、防除指導者、農薬使用者に広く参集いただき情報交換を行う場としてのシンポジウムの開催と、薬剤感受性の検定法および判定基準を含む各種薬剤の感受性検定マニュアルの作成や、耐性菌マネジメントの仮説として農薬使用ガイドラインを策定・公開することで、耐性菌発生の回避対策に貢献し、本研究会の使命をはたしたい。

植物防疫関係の皆様の一層のご協力をよろしく願いたい。

（殺菌剤耐性菌研究会幹事長）

北海道の移植栽培タマネギにおけるネギハモグリバエの発生消長および幼虫のりん茎被害に対する薬剤防除

地方独立行政法人 北海道立総合研究機構
農業研究本部 中央農業試験場

おぎ
萩
の
野
る
溜
い
衣

はじめに

ネギハモグリバエ *Liriomyza chinensis* は、幼虫がタマネギ、ネギ、ニラ等 *Allium* 属の葉身に潜孔し加害する害虫である (村井, 1953; 竹島, 1964; 山下, 2002)。本種は、土中において蛹態で越冬し、越冬成虫は西日本では4月から、北日本では5月から現れるとされる (岡田・笹川, 2003)。北海道のタマネギ圃場においても、本種は土中において蛹態で越冬し、越冬成虫が春季に出現し、年間数世代を経過する。従来、北海道では、本種はネギに散発的に被害が認められる程度の重要度の低い害虫で、タマネギでは経済被害を認めることはなく、本種に対する薬剤防除も実施されていなかった。しかし、2013年に空知、石狩、上川地方のタマネギで本種が多発生し、葉身被害が多いタマネギ圃場では図-1に示す



図-1 ネギハモグリバエ幼虫によるタマネギりん茎被害 (2013年撮影, 武澤原図)

ように本種幼虫が葉からりん茎に侵入する被害が発生した (武澤, 2014; 北海道立総合研究機構 中央農業試験場予察診断グループ, 2015)。本種によるタマネギの葉身被害は、多発により減収をもたらす恐れはあるものの、葉身部分を出荷するネギと異なり生産物の価値を直接下げる要因とはならない。しかし、りん茎被害は外見から被害の有無を判断することが困難であり、出荷先で被害が発見された場合、クレームの発生や当該商品の返品につながるなど、農家収入の減少に直結する。さらに、出荷元の生産者だけでなく、被害発生産地の信頼低下にもつながるおそれがある。このため、本種の発生地域では出荷物における被害りん茎混入の有無確認を要し、生産者団体では商品調査などの負担が生じている。このような背景から、道内のタマネギ生産者からは、りん茎被害低減のための防除方法確立への要望が高まった。

タマネギにおいて、本種幼虫は通常葉身に潜孔する。そのため、りん茎に認められた潜入痕はハモグリバエ類による被害としては特異なものである。りん茎部分への成虫の産卵行動は確認されておらず、主要な産卵場所はタマネギ葉身と考えられたため、りん茎被害は葉身を加害する幼虫がりん茎部分まで潜入することにより生じると思われる。他の作物では、カブにおいて、りん茎被害と同様にアシグロハモグリバエ成虫が多発した圃場において幼虫が葉から根部へ侵入する被害が確認されている (北海道病害虫防除所, 2010)。本種が多発した圃場における観察の結果、りん茎への幼虫の潜入は、本種が多発した圃場において葉身に潜孔している幼虫の一部による偶発的な行動であると推測された。

一方、りん茎への侵入時期は不明であった。そのため、本種がりん茎へつながる葉へ産卵可能となる時期とりん茎被害低減のための効果的な防除時期を検討した (萩野ら, 2020)。ここではその概要を報告する。

なお、近年従来のネギハモグリバエとは被害様相が異なるバイオタイプ B (Tokumaru et al., 2021) の発生が複数の府県で報告されているが、岩見沢市の本種が多発す

Seasonal Fluctuations and Chemical Control of Stone Leek Leafminer, *Liriomyza chinensis*, Invasions of Transplanted Onion Bulbs in Hokkaido. By Rui OGINO

(キーワード: 北海道, 薬剤防除適期, ネギハモグリバエ, タマネギりん茎, 春播き移植栽培タマネギ)

るタマネギ圃場で採取した個体群は、2019年の解析の結果、従来の遺伝子型を持つバイオタイプAであった(上杉・徳丸, 2019)。

I りん茎潜入可能期間の推定

1 タマネギ圃場における成虫の発生活長

調査は、2015～17年に道央のタマネギ産地で本種の被害が発生していた岩見沢市内において、主力の中生品種‘北もみじ2000’を作付するのべ6圃場を調査対象に行った。いずれの圃場も移植時期は4月下旬～5月上旬、収穫時期は9月上旬～中旬と、当該地域における標準的な時期に作業が実施された。虫害防除以外の圃場管理は地域の慣行とし、調査のために圃場の一部の10m²程度を2015および2016年は殺虫剤無散布とし、2017年はネギアザミウマ被害防止のため、プロチオホス乳剤1,000倍を6月下旬～8月下旬にかけて9回散布した。プロチオホス乳剤は、2015年に実施した予備試験でもネギハモグリバエ幼虫の食害を抑制せず、本種に対する影響が少ない薬剤であった。5月3半旬～9月5半旬まで殺虫剤無散布もしくはプロチオホス乳剤散布の調査エリアに黄色粘着トラップを設置した。調査期間中、トラップを3～7日間隔で交換・回収し、両面に誘殺されたネギハモグリバエ成虫の個体数を調査し、日当たり虫数を算出したうえで半旬あたりに換算した。越冬世代以降の成虫発生ピークについて、岩見沢のアメダスデータを用いて、発育零点11.5℃、1世代経過にかかわる有効積算温度345.5日度(田替・大友, 2002)に基づいて推定した。なお、積算の起点は越冬世代の誘殺ピーク半旬の

中央日とし、5月6半旬に関しては29日とした。なお、越冬世代成虫と思われる誘殺頭数が少ない圃場については、他の調査圃場における同一年のピーク時期を起点に推定を行った。

成虫のタマネギ圃場における誘殺消長を図-2に示した。越冬世代の初誘殺時期は、年や圃場により差異が見られたものの、5月4半旬～6月4半旬であった。また、越冬世代成虫の誘殺ピークは5月5半旬～6月2半旬であった。越冬世代のピーク時期を起点に有効積算温度から推定した第1、第2世代推定ピーク時期、並びに誘殺頭数から判断した実際のピーク時期を表-1に示した。第1世代のピーク時期は、2016年のD、E圃場では推定時期より3半旬早く認められたものの、その他の4事例では誘殺ピークと推定時期のずれは1半旬以内にとどまった。2016年の発生時期推定の起点としたD圃場では、半旬当たり誘殺数は最大を記録した6月2半旬に加えて5月6半旬、6月3半旬にもこれに近い値が得られており(図-2)、越冬世代成虫の発生が少ない場合、推定時期のずれに影響する可能性がある。誘殺頭数の多い第2世代のピーク時期は、第1世代で推定時期とのずれが3半旬であった2016年のD、E圃場を含む5事例で推定時期とのずれが1半旬以内にとどまり、ずれが2半旬であったのは、当該世代の誘殺頭数が35頭と最少であった2015年C圃場の1事例にとどまった。これらのことから、各世代の成虫発生ピークは、越冬世代が5月下旬～6月上旬、第1世代が7月中旬～下旬、第2世代が8月中旬～下旬と考えられた。

世代ごとの成虫の総誘殺数は世代の経過に伴い増加

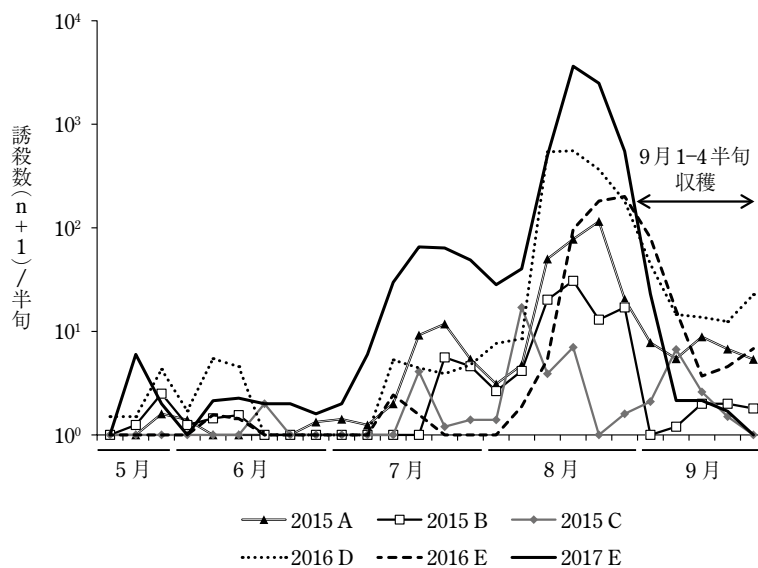


図-2 タマネギ圃場に設置した黄色粘着トラップによる成虫誘殺消長
(本図は荻野ら, 2020からの引用である)

表-1 ネギハモグリバエの各世代誘殺ピーク時期, 当該時期の誘殺頭数, 越冬世代誘殺ピークを起点に算出した第1, 第2世代の推定ピーク時期 (本表は荻野ら, 2020 からの引用である)

調査年	圃場	越冬世代		第1世代		第2世代	
		誘殺頭数	ピーク時期 ^{a)}	誘殺頭数	ピーク時期 ^{a)}	誘殺頭数	ピーク時期 ^{a)}
2015	A	1	-	25	7月5半旬 7月21日 ^{b)}	295	8月5半旬 8月17日 ^{b)}
	B	3	5月6半旬	8	7月5半旬 7月21日	85	8月4半旬 8月17日
	C	1	-	4	7月4半旬 7月21日 ^{b)}	35	8月2半旬 8月17日 ^{b)}
2016	D	13	6月2半旬	14	7月3半旬 7月26日	1,758	8月4半旬 8月22日
	E	1	-	2	7月3半旬 7月26日 ^{c)}	588	8月6半旬 8月22日 ^{c)}
2017	E	10	5月5半旬	211	7月4半旬 7月14日	7,268	8月4半旬 8月16日

^{a)} 上段: 黄色粘着トラップによる誘殺ピーク時期, 下段: 推定ピーク時期.

^{b)} 同年 B 圃場の越冬世代誘殺ピーク半旬の中日を起点にした推定ピーク時期.

^{c)} 同年 D 圃場の越冬世代誘殺ピーク半旬の中日を起点にした推定ピーク時期.

表-2 幼虫潜入りん茎におけるりん片位置ごとの潜入痕残存率 (本表は荻野ら, 2020 からの引用である)

調査年	調査りん茎数	虫体残存株数	潜入幼虫数	潜入幼虫数/ 虫体残存株	りん片ごとの潜入痕存在率 (%)						
					外皮からの各りん片の位置 ^{a)}						
					1枚目	2枚目	3枚目	4枚目~	1~2枚目	2~3枚目	1~3枚目
2016	274	25	25	1.0	20.0	28.0	4.0	0	20.0	12.0	16.0
2017	300	15	16	1.1	46.7	0	6.7	6.7	33.3	0	6.7

^{a)} 1頭の幼虫による潜入痕の位置 x枚目: x枚目にのみ認められる, x枚目~: x枚目以内のみ認められる, x~y枚目: x枚目からy枚目に貫通して認められる.

し, 調査期間中の総誘殺数が最も多かった2017年E圃場では越冬世代から第2世代にかけて700倍以上に増加していた(表-1)。第2世代以降の成虫の誘殺は収穫後の9月5半旬まで継続して認められた(図-2)。9月以降に誘殺された成虫は, 第3世代である可能性があるが, これら成虫の発生期間中に, タマネギ葉は枯凋し, 産卵可能な葉はなくなる。この時期に産卵可能な茎葉が存在する近隣のネギで本種の寄生が目立った事例は確認されなかったことから, 7月下旬以降のタマネギ圃場では, 産卵対象の葉がない状態であったり, 産卵できたとしても次世代幼虫の発育中に寄生葉が枯凋するため, 発育を完了したり世代交代することなくその大半が死滅していると考えられる。以上, 北海道内のタマネギ圃場で発生する本種成虫の年間発生回数は3~4回であり, 第2~3世代の蛹の一部が主にタマネギ圃場で露地越冬しているものと考えられた。

2 幼虫の潜入りん片葉位

1の圃場の防除未実施区から収穫したりん茎を解体し, りん片に幼虫の潜入が認められたりん茎について, 潜入痕のあったりん片の位置を記録した。りん片の位置は外皮(いわゆる茶色の鬼皮)直下の最も外側を1枚目, 以降内側に向かって2, 3, 4枚目とした。

幼虫の潜入したりん茎すべてに潜入痕が認められた。潜入痕を認めたりん片位置を表-2に示した。潜入痕を認めたりん片の位置を被害確認事例に占める割合で示すと, 外皮直下1枚目のみに認めた事例が2016年は20.0%で, 2017年は46.7%であった。一方, 3枚目および4枚目以内のみ潜入痕を認めた事例の合計は2016年4.0%, 2017年13.4%と両年とも潜入痕は全体の8割以上が外側2枚目までに集中していた。りん茎への潜入は, 図-3のように葉から潜孔を開始した幼虫が移動した結果生じたと思われたため, 最も古い外皮直下1枚目のりん片とつながる葉の抽出時期以降に成虫がりん片へ



図-3 6月中旬に葉内から地下の葉鞘部まで潜入した第1世代幼虫（本図は荻野ら，2020からの引用である）

表-3 タマネギのネギハモグリバエに対する各種薬剤の防除効果 試験概要

試験番号	1	2	3	4
試験年次	2014		2016	2017
試験場所	空知管内現地圃場			
供試品種	オホーツク 222			北もみじ 2000
移植日	4/19	4/25	4/30	5/1
処理月日	5/30 6/6	7/9, 16, 24, 30	7/1, 7, 14	5/24, 31 6/7
調査月日	5/30 6/6, 16	9/25	7/1, 7, 14, 20	5/24, 31 6/7, 14
調査株数	25	50~60	25	30
調査方法	茎葉の 幼虫食害程度	りん茎被害 株率	茎葉の 幼虫食害程度	
区制 (m ²)	6.6		6.0	9.0
連制	3 連制			
散布水量	150 l/10 a			

つながる葉へ産卵しているものと推定された。

II 各種薬剤の防除効果

試験は、ネギハモグリバエの被害が発生していた空知管内において、主力品種‘オホーツク 222’（倒伏時期：早の晩）もしくは‘北もみじ 2000’（同：中の早）を用いて、2014~17年に計4圃場で実施した。試験方法を表-3、食害程度の調査基準を表-4、供試薬剤を表-5へ示した。虫害防除以外の圃場管理は地域の慣行とした。

各試験の開始時期は同一ではなく、ネギハモグリバエ発生状況もそれぞれ異なった。試験1では、散布開始時（5月30日）の成虫の食痕株率は90%程度で、幼虫食痕株率は0~1.3%であった。試験2では、散布開始時（7月9日）の成虫食痕株率が100%、幼虫食痕株率は20%以上であった。7月16日には幼虫食痕株率は100%に達した。試験3では、第一世代成虫の初発は6月下旬に認められ、散布開始時（7月1日）の成虫食痕株率は6%で、幼虫食痕株率は0%であった。7月20日には幼虫食痕株率は100%に達した。試験5では、散布開始時（5月24日）の成虫食痕株率は6%であった。越冬世代幼虫の初発は5月下旬で、6月14日には幼虫食痕株率が69%に達した。

試験の結果を表-5に示す。ここでは、無処理を100とした場合の供試薬剤の指数が50未満の場合、効果が認められると判断した。ネギハモグリバエの発生状況や散布時期が異なるものの、シアントラニプロール水和剤は安定した幼虫食害抑制効果を示した。スピネトラム水和剤（2,500または5,000倍）、チオシクロラム水和剤で、

表-4 タマネギにおけるネギハモグリバエ幼虫食害程度指数と食害状況

指数	食害状況
0	食痕が認められない
1	食痕面積率が10%以下
2	食痕面積率が11~30%以下
3	食痕面積率が31~50%以下
4	食痕面積率が50%以上

※食害程度 = $\Sigma(\text{指数} \times \text{当該葉(株)数}) / (\text{最大指数} \times \text{調査葉(株)数}) \times 100$ 。

シアントラニプロール水和剤と比較すると劣るものの幼虫食害抑制効果が認められ、シアントラニプロール水和剤を基幹にスピネトラム水和剤（2,500または5,000倍）およびチオシクロラム水和剤を加えた薬剤による防除体系が望ましいと考えられた。

シベルメトリン水和剤は試験年次によって効果に差が認められ、安定した効果は得られないと考えられた。アセフェート水和剤は、2016年および2017年に道内の他の試験場で実施した試験も含めスピネトラム水和剤より無処理区比が高く、効果はやや劣るものと考えられた。ダイアジノン乳剤はいずれの試験も無処理区比が50を上回り、効果が認められなかった。

なお、プロチオホス乳剤はネギハモグリバエへの登録はないもののネギアザミウマへの効果が高く（北海道立総合研究機構，2014）、タマネギの害虫防除において重要な薬剤である。本薬剤は、タマネギでネギハモグリバ

表-5 タマネギのネギハモグリバエに対する各種薬剤の防除効果

番号 ^{a)}	系統	供試薬剤	希釈倍率	試験ごとの無処理区比			
				1 ^{b)}	2 ^{c)}	3 ^{d)}	4 ^{e)}
				2014		2016	2017
3A	ピレスロイド	シベルメトリン乳剤	1,000	48	32		64
1B	有機リン	アセフェート水和剤	1,000				49
		ダイアジノン乳剤	1,000	67	129		
5	スピノシン	スピネトラム水和剤	2,500	41	22	49	11
			5,000	41	40		
14	ネライストキシン	チオシクラム水和剤	1,500			21	
28	ジアミド	シアントラニプロール水和剤	2,000			1	3

a) IRAC の作用機作分類におけるサブグループ番号 (2021 年 5 月時点).

b) 6 月 16 日の最大被害葉の幼虫食害程度が指数 3 以上の株率 (無処理区: 36%) の無処理区比.

c) りん茎被害株率 (無処理区: 8.2%) の無処理区比.

d) 7 月 20 日の最大被害葉の幼虫食害程度 (無処理区: 50.7) の無処理区比.

e) 6 月 14 日の下位 3 葉の幼虫食害程度 (無処理区: 17.6) の無処理区比.

表-6 薬剤処理時期ごとの被害りん茎率 (本表は荻野ら, 2020 からの引用である)

処理時期 (散布回数)	散布月日 ^{a)}									調査 りん茎数	被害りん茎率 (%) ^{b)}
	6 月			7 月			8 月				
	29	5	10	20	26	2	8	16	23		
6 月下旬~7 月下旬	●	●	●	●	●	-	-	-	-	149	8.7 ± 8.3
8 月上旬	-	-	-	-	-	●	-	-	-	150	2.7 ± 3.1
8 月上旬 (2 回)	-	-	-	-	-	●	●	-	-	300	0.3 ± 0.8 ^{c)}
8 月上旬~中旬	-	-	-	-	-	●	●	●	-	150	1.3 ± 1.2*
8 月上旬~下旬	-	-	-	-	-	●	●	●	●	150	1.3 ± 1.6*
8 月中旬	-	-	-	-	-	-	●	●	-	150	4.7 ± 2.3
8 月中旬~下旬	-	-	-	-	-	-	-	●	●	150	10.0 ± 7.2
6 月下旬~8 月下旬	●	●	●	●	●	●	●	●	●	150	1.3 ± 2.3*
無処理	-	-	-	-	-	-	-	-	-	150	13.3 ± 14.0

a) ●: シアントラニプロール 10.3% 水和剤.

-: プロチオホス乳剤 (ネギハモグリバエに対する登録がない).

b) 平均値 ± 標準誤差.

c) *: 無処理区との間に 5% の危険率で有意差あり (Dunnett 法).

エの多発が問題となった 2013 年, 2014 年も他害虫防除に使用されていたものの大きなネギハモグリバエ被害が生じており, また, 2015 年に実施した予備試験でも幼虫食害程度の無処理区比が 72 と, 本種に対する影響が少ないと考えられた。

III 効果的な薬剤散布時期

2017 年に成虫の発消生長調査を行った E 圃場で実施した。虫害防除以外の圃場管理は地域の慣行とした。移植日は 5 月 11 日, 倒伏期 (調査圃場全体の 50% 以上の個体が倒伏した日) は 7 月 26 日であった。根切りは同

地方における根切り時期 (8 月下旬) よりも早い 8 月 7 日に実施したが, 枯葉期 (葉数の 80% 以上枯葉した個体が, 調査圃場全体の 50% 以上となった日) は同地方の平年とほぼ同じ 8 月 22 日であった。薬剤処理時期の概要を表-6 に示した。1 区 3 連制とし, 供試薬剤は 2015 年および 2016 年に実施した予備試験においてネギハモグリバエに対し効果が高いと考えられたシアントラニプロール水和剤を用いた。処理は 2,000 倍液 150 l/10 a を背負式動力噴霧機により散布した。無処理区および処理区で供試薬剤を散布しない期間 (表-6) には, ネギアザミウマ被害防止のためプロチオホス乳剤

1,000 倍液を散布した。

9月11日に各区中央部から50株を収穫し、1~2か月貯蔵したりん茎を調査した。外皮を除くりん片への幼虫潜入もしくは食痕が認められたりん茎を被害りん茎とし、処理区ごとの被害りん茎率を算出した。被害りん茎率は逆正弦変換値について多重比較検定 (Dunnett 法) を行い、無処理と各水準間の差を検定した。

薬剤処理時期ごとの防除効果について表-6に示した。なお、試験を実施した2017年のネギハモグリバエの発生消長は2015、2016年と同様の経過を示した。6月下旬~7月下旬 (5回処理)、8月上旬 (1回処理)、8月中旬 (2回処理)、8月中旬~下旬 (2回処理) 区は、無処理区と比較して有意な差は認められず、りん茎被害抑制効果は認められなかった。一方、8月上旬 (2回処理)、8月上旬~中旬 (3回処理)、8月上旬~下旬 (4回処理)、6月下旬~8月下旬 (9回処理) 区はいずれも無処理と比較して有意に低かった。以上より、第2世代成虫発生ピークへ向かう密度増加が認められる時期で、タマネギ葉が倒伏するものの枯葉に至っていない8月上旬が重要な防除時期であり、この時期の2回処理でりん茎被害抑制効果が得られることが確認された。農作物生育状況調査 (北海道農政部生産振興局技術普及課, 2017) によると、岩見沢市が位置する空知地方における‘北もみじ2000’の2017年の倒伏期は7月23日 (平年: 7月28日)、枯葉期は8月21日 (同: 8月20日) であり、8月上旬は‘北もみじ2000’の倒伏後、枯葉前の時期にあたる。北海道の主力品種である‘北もみじ2000’および‘オホーツク222’は、8月上旬に産卵対象となる茎葉が枯葉せずに圃場に残ることから、りん茎被害が生じる危険性が高いと考えられた。

おわりに

薬剤散布による防除効果が高い時期から、本種幼虫のりん片への潜入時期は8月以降であることが明らかになった。一方、外皮直下1枚目のりん片とつながる葉の出葉時期は6月3半旬~5半旬であり、理論上は6月中旬以降にはりん茎被害にかかわる産卵が起り得る。実際、6月中旬に葉から葉鞘部に食入する第1世代幼虫も認められた (図-3)。しかし、当該時期は越冬世代と考えられる成虫の発生が認められるものの、7月中旬~下旬にピークをもつ第1世代成虫と比較すると発生量は少ない (図-2)。また、当該時期に幼虫が食入した葉位は収穫時にりん片の外皮となるか、枯葉して消失している。したがって、外皮直下1枚目のりん片が図-1と同様の被害を受ける主要な時期はさらに遅いものと考えられた。本

試験では7月中の薬剤防除のりん茎被害抑制効果は認められなかったものの、7月は本種第1世代成虫の発生期であり、成虫の誘殺消長 (図-2, 表-1) から当該世代における圃場内密度の上昇は明らかである。葉身部の被害が多いほどりん茎被害の危険性は高まるため、第2世代幼虫の高密度な発生を防止する観点で、りん茎被害をもたらす可能性がある越冬世代から第1世代成虫の発生時期を対象にした防除は重要であるものと推察される。

以上より、ネギハモグリバエのりん茎被害低減のための薬剤防除時期は、越冬世代成虫発生期: 5月中旬から6月中旬。第1世代成虫発生期: 7月上旬~下旬。第2世代成虫、第2~3世代幼虫発生期 (重点防除時期): 8月上旬と考えられた。

次に、各防除時期に使用する薬剤を示す。ここでは、タマネギの重要害虫であるネギアザミウマ防除も念頭に置いて選択する。特に、第1世代成虫発生期である7月は、ネギアザミウマの増加および加害時期であり、両種に効果的な薬剤を選ぶ必要がある。シアントラニリプロール水和剤 (商品名: ベネビア OD) を基幹にスピネトラム水和剤 (同: ディアナ SC) およびチオシクラム水和剤 (同: リーフガード) を利用する場合、シアントラニリプロール水和剤はネギハモグリバエへの効果が高いため、重点防除時期の8月上旬での使用が望ましい。スピネトラム水和剤は両種への効果が確認されており、同時防除に用いることが可能である。チオシクラム水和剤はネギアザミウマへの効果がやや劣る (北海道立総合研究機構, 2014) ため、ネギアザミウマ多発時は7月の同時防除を目的とした使用を避け、越冬世代成虫発生期および重点防除時期での使用が適当と考えられる。

最後に、薬剤防除の考え方を示す。越冬世代成虫発生期に圃場の観察を行い、成虫の発生が認められた場合に1~2回実施する。第1世代成虫発生期にアザミウマの発生量に応じて1回実施する。重点防除時期8月上旬にシアントラニリプロール水和剤、チオシクラム水和剤の順で2回実施する。

引用文献

- 1) 北海道病害虫防除所 (2010): 北農 77: 203~216.
- 2) 北海道農政部生産振興局技術普及課 (2017): 過去の農作物生育状況, <http://www.pref.hokkaido.lg.jp/ns/gjf/seiiku/kako.html>
- 3) 北海道立総合研究機構 (2014): 薬剤抵抗性ネギアザミウマの発生実態と防除対策, http://www.hro.or.jp/list/agricultural/result_pdf/result_pdf2015/2015105.pdf
- 4) 北海道立総合研究機構 中央農業試験場予察診断グループ (2015): 北農 82: 116~133.
- 5) 村井貞彰 (1953): 北日本病虫研報 4: 146~147.
- 6) 荻野瑠衣ら (2020): 北日本病虫研報 71: 138~143.
- 7) 岡田利承・笹川満廣 (2003): 日本農業害虫大辞典, 全国農村

教育協会, 東京, p.295~296.

- 8) 田替美佳・大友令史 (2002): 北日本病虫研報 **53**: 245~247.
 9) 竹島節夫ら (1964): 関西病虫研報 **50**: 55~59.
 10) 武澤友二 (2014): 北日本病虫研報 **65**: 212 (講要).

11) TOKUMARU, S. et al. (2021): J. Econ. Entomol. **114**: 1406~1410.

- 12) 上杉龍士・徳丸 晋 (2019): 応動昆 **73**: 581 (講要).
 13) 山下 泉 (2002): 今月の農業 **46**(12): 34~37.

登録が失効した農薬 (2021.6.1~6.30)

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〕

- クロチアニジン粒剤
20799: ダントツ 1 キロ粒剤 (住友化学株式会社)
21/6/16
- カルタップ・クロチアニジン粒剤
20802: ダントツパダン 1 キロ粒剤 (住友化学株式会社)
21/6/16
- クロチアニジン・フルエンズルホン粒剤
24179: ダントツネマドン粒剤 (住友化学株式会社)
21/6/16
- テブフェノジド粉剤
18689: 日農ロムダン粉剤 DL (日本農薬株式会社)
21/6/22

〔殺菌剤〕

- ピリオフェノン水和剤
23369: プロパティ SC (石原バイオサイエンス株式会社)
21/6/15
- アグロバクテリウム ラジオバクター剤
17474: バクテローズ (日本農薬株式会社) 21/6/22

〔殺虫殺菌剤〕

- カルタップ・クロチアニジン・バリダマイシン粉剤
20803: ダントツパダンバリダ粉剤 DL (住友化学株式会社) 21/6/16
- クロチアニジン・バリダマイシン・フェリムゾン・フサライド粉剤
21219: ブラシンバリダダントツ H 粉剤 DL (住友化学株式会社) 21/6/16
- ダントツリンバー粒剤
22173: クロチアニジン・フラメトピル粒剤 (住友化学株式会社) 21/6/16
- クロチアニジン・バリダマイシン・フェリムゾン・フサライド水和剤
22625: ブラシンバリダダントツフロアブル (住友化学

株式会社) 21/6/16

- カルタップ・クロチアニジン・バリダマイシン・フェリムゾン・フサライド粉剤
22638: ハスラー H 粉剤 DL (住友化学株式会社)
21/6/16
- クロチアニジン・フサライド粉剤
23604: ラブサイドダントツ H 粉剤 DL (住友化学株式会社) 21/6/16
- カルタップ・イソチアニル粒剤
23893: スタウトパダン箱粒剤 (住友化学株式会社)
21/6/16
- エトフェンプロックス・フサライド・フルトラニル粉剤
19243: モンラブトレボン F 粉剤 DL (日本農薬株式会社)
21/6/22
- イミダクロプリド・フィプロニル・チアジニル粒剤
22027: ブイゲットプリンスアドマイヤー粒剤 (日本農薬株式会社) 21/6/22
- イミダクロプリド・スピノサド・チアジニル粒剤
23580: ブイゲットアドマイヤースピノ箱粒剤 (日本農薬株式会社) 21/6/22

〔除草剤〕

- インダノファン・ピラゾルスフロロンエチル・ベンゾビシクロン粒剤
21212: 日農ボス 1 キロ粒剤 (日本農薬株式会社)
21/6/22
- フェノキサスルホン・ベンスルフロロンメチル・ベンゾビシクロン粒剤
23549: オオワザ 1 キロ粒剤 75 (日本農薬株式会社)
21/6/22
- フェノキサスルホン・ベンスルフロロンメチル・ベンゾビシクロン水和剤
23550: オオワザフロアブル (日本農薬株式会社)
21/6/22

研究 報告

モモ樹内におけるクビアカツヤカミキリ幼虫の寄生状況と頭幅分布および蛹室形成位置

栃木県農業試験場 **はる** **やま** **なお** **と**
春 **山** **直** **人**

はじめに

クビアカツヤカミキリ *Aromia bungii* (Faldermann) (以下、クビアカとする) は、幼虫がモモ、ウメ、サクラ等の生立木に寄生し、衰弱・枯死させる。栃木県では2017年にモモ産地の37%の園地で被害が確認され、1年後の18年には被害園率は76%に達し(春山ら, 2019), その後も70~80%程度で推移している。

本虫は2~3年1化性とされ(岩田, 2018), 食害による被害をもたらし、かつ長期間におよぶ幼虫期の対策は重要である。しかしながら、樹幹内に生息し、生態に関する知見が少ないことから、適切な防除対策を推進するうえで課題が多い。被害樹内のクビアカ幼虫に対する防除対策として、モモでは樹の表面に幼虫が開けるフラス(糞と木くずの混合物)排出孔に対する登録薬剤注入や針金による刺殺・掘り取りが行われている。しかしながら、小さなフラス排出孔の発見は難しく、また、防除作業にも多大な労力がかかる。被害樹内における幼虫の寄生位置については、成虫脱出孔やフラス排出孔といった生活痕から幹の低位置で多いとされるが(加納ら, 2014; 中野・渡邊, 2017; 山本・石川, 2018), 樹全体における幼虫の分布状況は不明である。幼虫は最初に樹皮および樹皮と木部の中間部を食害し、老熟すると木部に材入して蛹室を形成する(岩田, 2018)(図-1)。このため、発育が進むと寄生位置が深部に達し、防除はより困難になる。早期の被害発見と効率的な防除体系確立のためには、モモ樹内における垂直および水平方向の幼虫寄生状況と、発育に伴う寄生位置の動態に関する詳細な知見が重要である。そこで、I株元からの距離別幼虫寄生状況、II枝の部位および直径と幼虫寄生状況、III幼虫の頭幅と樹の表面から内部に向けた寄生状況、IV木部における蛹室形成位置、のそれぞれについて調査を実施した(春山

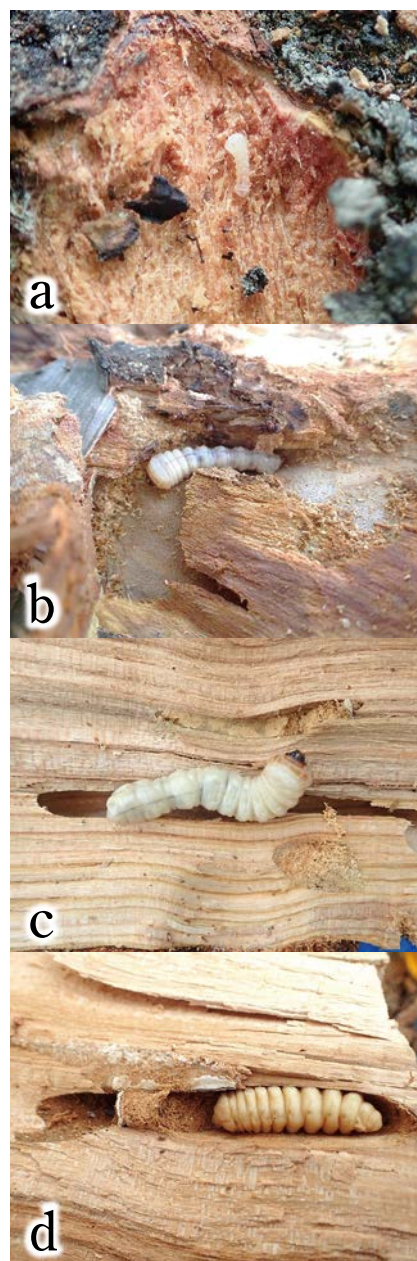


図-1 モモ樹内におけるクビアカツヤカミキリの寄生状況

- a : 樹皮内の若齢幼虫 (穿孔程度 1).
- b : 樹皮と木部の中間部を食害する中齢幼虫 (穿孔程度 2).
- c : 木部坑道の老齢幼虫 (穿孔程度 3).
- d : 蛹室内の老齢幼虫 (穿孔程度 4).

Larvae Location and Head Width Distribution of Red-necked Longhorn Beetle *Aromia bungii* (Faldermann) inside of Peach Tree.
 By Naoto HARUYAMA

(キーワード: クビアカツヤカミキリ, モモ, 幼虫, 寄生位置, 頭幅)

ら、2020)。なお、本内容の一部は第 65 回日本応用動物昆虫学会大会で発表した。本研究の実施に際し、ご協力いただいた JA 佐野果樹部会、安足農業振興事務所および栃木県農業試験場病理昆虫研究室の関係各位に厚く御礼申し上げる。なお、本研究はイノベーション創出強化研究推進事業開発研究ステージ「サクラ・モモ・ウメ等バラ科樹木を加害する外来種クビアカツヤカミキリの防除法の開発」（課題番号 30023C、農研機構生研支援センター）により実施した。また、試験の実施にあたっては外来生物法に基づく飼養等の許可を得たうえで、本虫および本虫が寄生した被害樹は適切な逸出防止措置のもと管理した。

I 株元からの距離別幼虫寄生状況

被害樹内の垂直方向におけるクビアカ寄生状況を明らかにするため、本種の被害が多い佐野市南西地域のモモ産地で被害樹を伐倒し、ノミで木部が露出するまで剥皮した後に、油圧式薪割機で割材し、内部を調査した。伐倒および調査は、寄生状況の時期的な違いに関する知見を得るため、成虫発生直前（調査樹 a：2018 年 5 月伐倒）、成虫発生が終息後（調査樹 b：2018 年 9 月伐倒）、越冬中（調査樹 c：2020 年 2 月伐倒）の計 3 本で実施した。被害樹は株元から伐倒し、主幹部を除いてチェーンソーで約 1 m の長さの丸太に切断した。丸太の直径は、丸太を便宜的に五つの等長な円柱の連続とみなした場合の各円柱中央部で計測した。剥皮・割材調査時に得られたクビアカは、個体ごとに丸太内における寄生位置を記録し、株元から寄生位置までの距離を算出した。寄生の多寡の指標として、調査部位当たりの寄生頭数（頭）を幹表面積（ m^2 ）で除した寄生密度（頭/ m^2 ）を算出した。その結果、調査樹 a, b, c からは、それぞれ幼虫 280 頭、66 頭および 39 頭が得られた。何れの調査樹でも、寄生密度は主幹部から主枝の比較的低い位置で高く（図-2）、半数以上の個体が株元から 1 m 以内で得られた。このことから、被害調査や防除は樹の低位置に対して重点的に実施することが効率的であると考えられた。一方で、被害調査に際しては、株元から 5 m 以上離れた主枝・垂主枝の先端部付近からも幼虫が認められていることに留意が必要である。

II 枝の部位および直径と幼虫寄生状況

クビアカは 2018 年 1 月に特定外来生物に指定され、被害樹伐倒時に生じる幹や枝の運搬・保管時には逸出防止措置が必須となった。一方で、産地における通常の剪定作業は健全樹・被害樹を問わず実施されており、様々

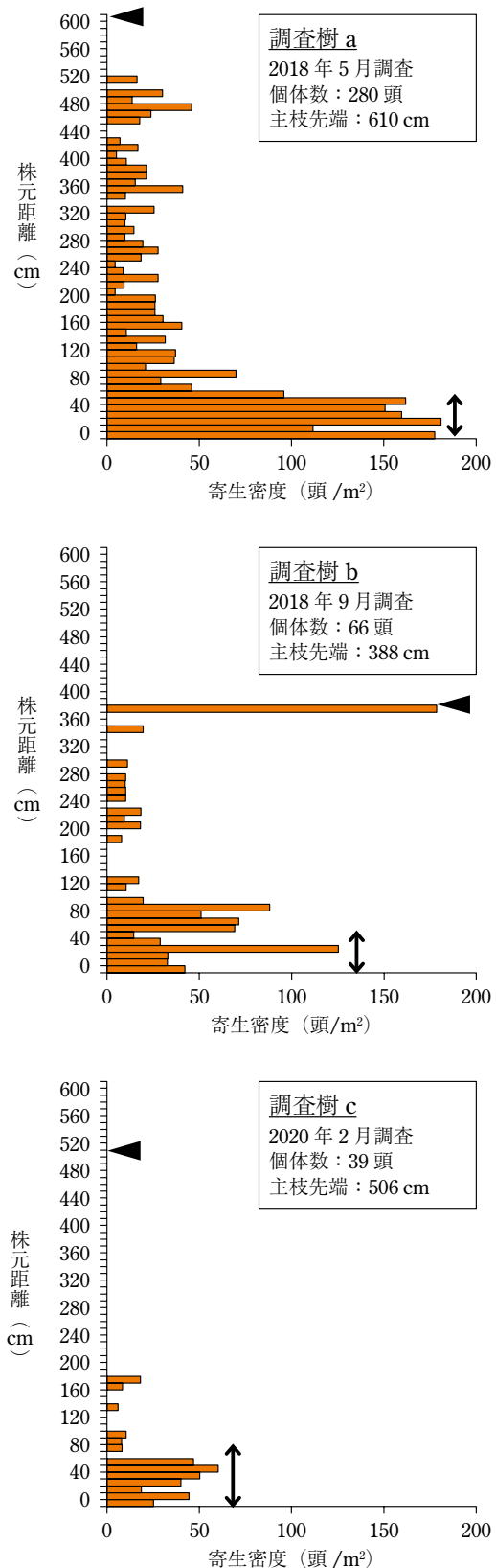


図-2 モモ樹における株元からの距離とクビアカツヤカミキリ幼虫寄生密度（春山ら、2020を一部改変）

図中のバーは株元距離 10 cm ごとの寄生密度を、矢印は主幹部を、黒三角は調査枝の最先端部をそれぞれ示す。

な太さの剪定枝を生じるが、その幼虫寄生状況は不明である。そこで、I章で用いたモモ被害樹 a, b および c の主幹、主枝・亜主枝、側枝および結果枝の部位別に、それぞれの直径と被害の有無および寄生状況を調査した。その結果、本種の寄生は主幹および主枝・亜主枝で確認され、直径が大きくなるほど寄生密度が上昇する傾向があった(図-3)。特に、寄生密度は主幹で高く、寄生が確認されたのは主枝・亜主枝の直径 4.5 cm 以上の部位であった。主枝・亜主枝でも 4.5 cm 未満の細い部位や、直径がおおむね 3 cm に満たない側枝や結果枝では被害は認められず、剪定によって特に多く発生するこれらの細枝については、野外のモモ園地における寄生リスクは低いと考えられた。

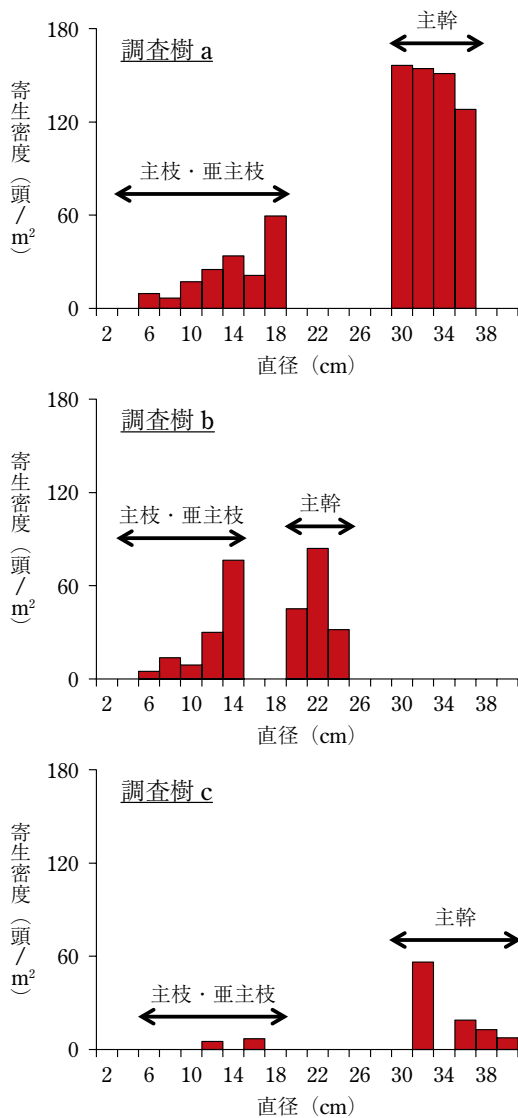


図-3 モモ樹における直径とクビアカツヤカミキリ幼虫寄生密度(春山ら, 2020)
図中のバーは枝の直径 2 cm ごとの寄生密度を示す。

III 幼虫の頭幅と樹の表面から内部に向けた寄生状況

本種幼虫の寄生位置の動態を明らかにするため、I章で得られた幼虫の頭幅を測定するとともに、得られた場所について樹の表面から内部に向かい、穿孔程度 1 (樹皮)、穿孔程度 2 (樹皮と木部の中間部)、穿孔程度 3 (木部に形成された坑道内) および穿孔程度 4 (木部に形成された蛹室内) の 4 段階に分けて調査した。その結果、幼虫の頭幅は最小 0.7 mm, 最大 6.9 mm であった。頭幅の分布には調査時期による明確な差異は認められず、いずれの時期でも多様な頭幅の個体が認められた。また、頭幅が大きな個体ほど穿孔程度は進み、より樹の内部に達していた(図-4)。木部内に相当する穿孔程度 3 以上から得られた幼虫の頭幅最小値は 3.9 mm であったことから、おおむね頭幅 4 mm を超えるところから木部に材入する個体が現れると推察された。一方で、頭幅が 4 mm を超えた個体の一部は穿孔程度 2 の樹皮と木部の中間部からも認められた。本種の幼虫は 5 齢を経過する

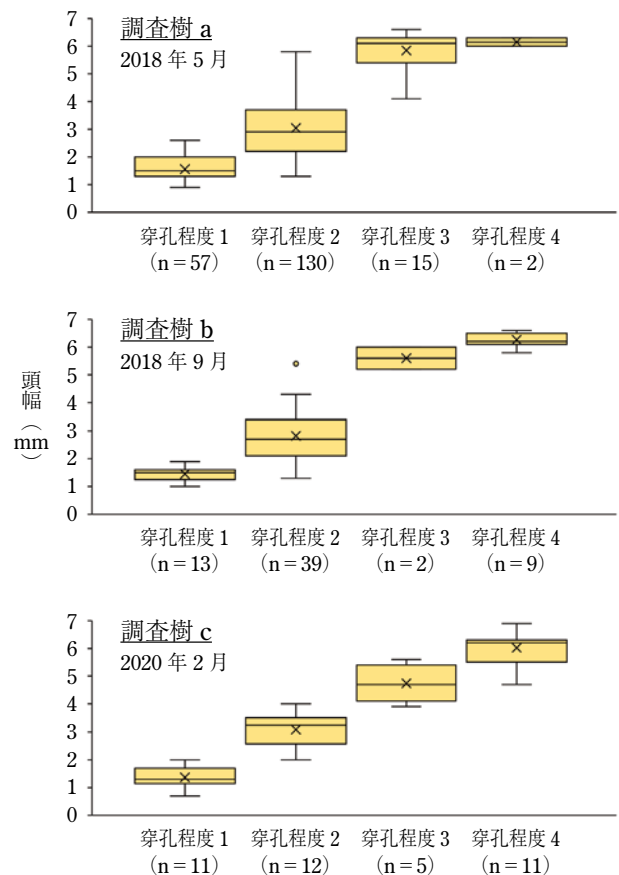


図-4 モモ樹におけるクビアカツヤカミキリ幼虫の寄生位置と頭幅(春山ら, 2020)

図中の×印は平均値を、○印は外れ値をそれぞれ示す。
図中の穿孔程度は、1: 樹皮、2: 樹皮と木部の中間部、3: 木部に形成された坑道内、4: 木部に形成された蛹室内で観察された幼虫をそれぞれ示す。

とされるが(劉, 1982), 幼虫の頭幅分布には齢に対応した明確なピークが認められず, 頭幅から幼虫の齢を推定することは困難であった(図-5)。

9月および2月に伐採した調査樹 b, c では, 蛹室内からは幼虫のみが得られたのに対し, 5月に伐採した調査樹 a では幼虫とともに蛹が認められた。また, 5月に得られた幼虫の一部を飼育したところ, 間もなく蛹化した。栃木県内では6月上~中旬ごろからモモ園で成虫が確認されることから, 蛹室内で越冬した終齢幼虫は5月ごろに蛹化し, 6月以降羽化・脱出に至るものと考えられた。蛹室内で蛹化・羽化に至る時期を解明すること, 被害樹伐倒時の成虫逸出リスクを検討するうえで重要であり, 今後, より詳細な動態の解明が求められる。

IV 木部における蛹室形成位置

1 蛹室最奥部までの坑道長

幼虫は木部への材入後, 坑道の最奥部にふたを伴った蛹室を形成する。I章の割材調査で認められた坑道は,

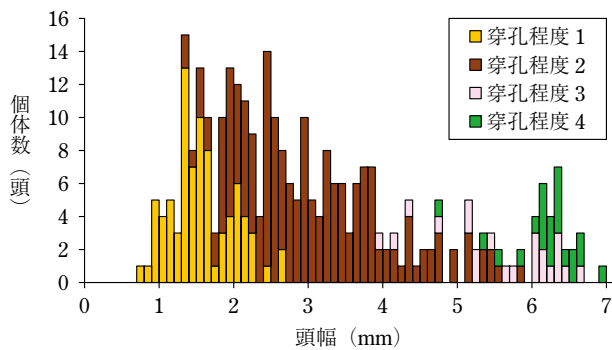


図-5 モモ被害樹内から得られたクビアカツヤカミキリ幼虫の頭幅分布(春山ら, 2020)

図中のバーは頭幅 0.1 mm ごとの個体数を示す。穿孔程度は, 1: 樹皮, 2: 樹皮と木部の中間部, 3: 木部に形成された孔道内, 4: 木部に形成された蛹室内で観察された幼虫をそれぞれ示す。

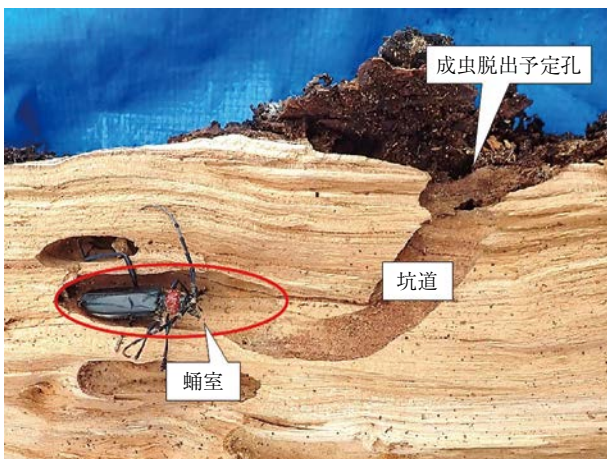


図-6 割材したモモ木部における坑道全体像と蛹室内の成虫

木部表層の成虫脱出孔から木部内を上方向にカーブしながら伸び, 分岐や交差, 蛇行しない単純な構造であった(図-6)。このため, 蛹室にふたが形成される前であれば, フラス発見後の掘り取り時に幼虫が坑道内に入ってしまったとしても, 成虫脱出予定孔からの殺虫剤噴射や針金挿入によって, 坑道内の幼虫を比較的容易に防除可能と考えられる。一方で, 幼虫の防除成否に影響し得る坑道の長さに関する知見は少ない。そこで, 栃木県佐野市で伐倒したモモおよびスモモ被害樹の成虫脱出後の坑道に対して, 細く柔軟性のある塩ビ棒を挿入するとともに, 必要に応じて割材することで, 成虫脱出孔から蛹室最奥部までの坑道長を計測した。その結果, モモ (n = 146) では坑道長の最小値~最大値および平均値 (SD) は 5~23 cm および 13.6 (3.6) cm, スモモ (n = 106) では 9~24 cm および 15.7 (3.8) cm であった(図-7)。なお, 坑道長と坑道形成部付近の直径の間には相関関係は認められなかった (n = 60, 相関係数 r = 0.18)。また, モモ被害樹で認められた蛹室 (n = 45) において, 坑道最奥部から蛹室入口のふたまでの距離を蛹室の長さとした場合, その最小値~最大値および平均値 (SD) は 2.7~5.1 cm および 4.04 (0.63) cm であった(図-8)。

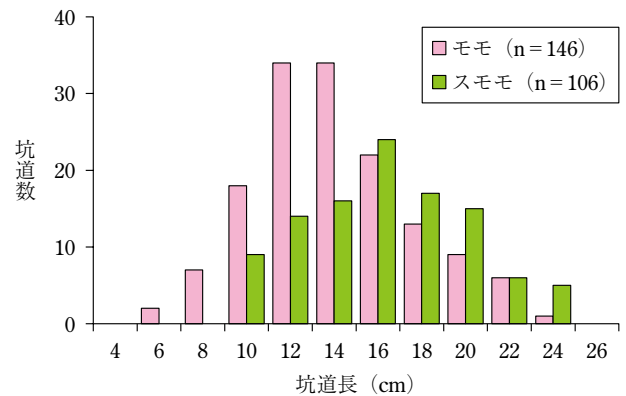


図-7 モモおよびスモモ被害樹における木部の坑道長
図中のバーは坑道長 2 cm ごとの坑道数を示す。

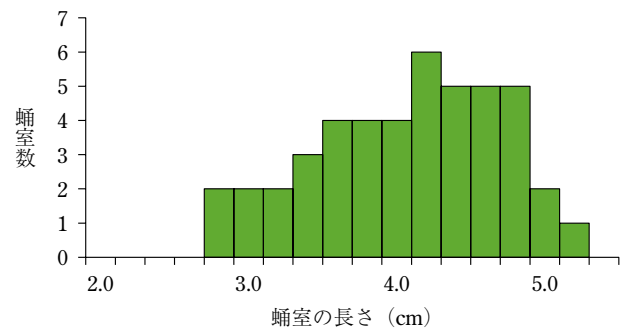


図-8 モモ被害樹における蛹室の長さ
図中のバーは蛹室の長さ 0.2 cm ごとの蛹室数を示す。

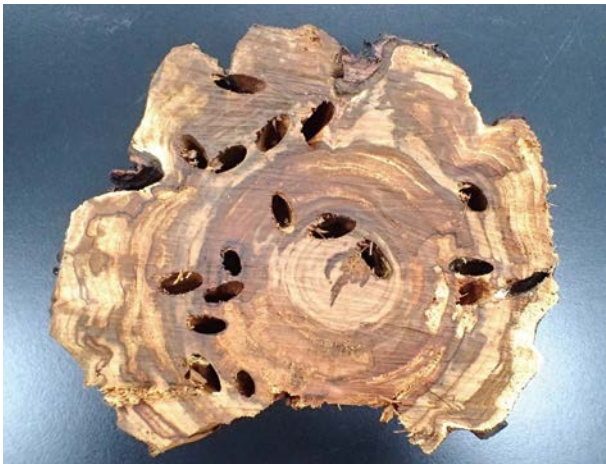


図-9 モモ被害樹の断面における蛹室と坑道

2 蛹室の深さ

蛹室や坑道は樹の木部に形成されるが、木部の比較的浅い部分から髓の付近まで、幅広い深さに分布する様子が観察される(図-9)。蛹室が深い位置に存在すると、伐倒後の被害樹を薬剤でくん蒸して内部の幼虫を殺虫する際に薬剤が到達しにくく、防除効果が不十分となる懸念がある。そこで、樹の表面から蛹室までの深さに関する知見を得るため、長さ30~80 cm、直径6.7~45.9 cmのモモ(n=15)およびスモモ(n=8)被害樹の丸太を水平方向に5 cmおきに輪切りとした。その木口面に認められた蛹室について、蛹室中央部から樹の表面までの最短距離を蛹室の深さとして計測した。調査ではモモでは198個、スモモでは158個の蛹室が認められ、蛹室の深さの最小値~最大値および平均値(SD)は、モモで1.2~8.8 cmおよび4.7(1.8) cm、スモモで1.1~9.9 cmおよび5.0(1.9) cmであった(図-10)。このことから、被害樹の直径にかかわらず、モモおよびスモモでは、蛹室は深さ10 cmに満たない木部内の限られた範囲に分布することが明らかとなった。

おわりに

クビアカは年々分布を拡大しているが、それに伴って各地で果樹の被害報告が増加している。果樹産地での効果的な防除の推進には、各地域における成虫発生時期の把握とともに、初発時期の予測が重要である。そのためには、越冬後、羽化脱出に至るまでの有効積算温度や発育零点の解明が必要であるが、本種は樹幹内部に蛹室を形成することから、外気温とは温度推移の特徴が異なる可能性がある。今後、必要な知見の解明を進めるととも

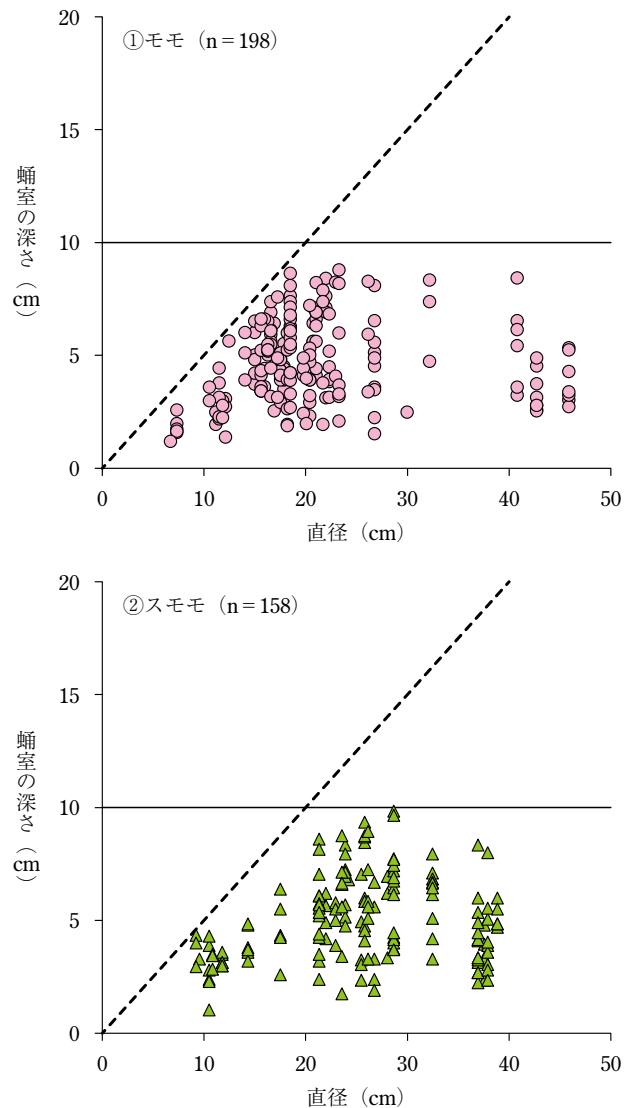


図-10 モモおよびスモモにおける樹の表面から蛹室までの深さと被害部の直径
図中の実線は深さ10 cmを示す。点線は直径(横軸)に対応した半径(蛹室の深さが取り得る最大値)を示す。

に、本調査で得られた蛹室形成位置に関する知見等も活用し、精度の高い発生時期の予測と防除体系の確立につなげていきたい。

引用文献

- 1) 春山直人ら(2019): 関東東山病虫研報 66: 106~109.
- 2) ———ら(2020): 同上 67: 79~83.
- 3) 岩田隆太郎(2018): 森林防疫 67: 189~216.
- 4) 加納正行ら(2014): 同上 63: 101~105.
- 5) 中野昭雄・渡邊崇人(2017): 植物防疫 71: 723~728.
- 6) 劉 彬声(1982): 中国果樹 1982(2): 45~49.
- 7) 山本優一・石川陽介(2018): 関西病虫害研究会報 60: 17~21.

山梨県のモモにおけるウメシロカイガラムシの発生状況と各種薬剤の殺虫効果

山梨県果樹試験場 うち だ かず ひで
内 田 一 秀

はじめに

2020年の日本国内におけるモモ収穫量は98,900tであったが、そのうち山梨県産は30,400t(31%)と最も多く(農林水産省, 2021)、日本一の産地である。モモの主要害虫の一つとしてウメシロカイガラムシ *Pseudaulacaspis prunicola* (Maskell) があり、着色期の果実に1齢幼虫が定着することによる着色異常(図-1)や、樹勢の低下を引き起こす。県内のモモ栽培においても重要な防除対象害虫に位置づけているが、近年、被害が多発しており、原因の解明と対策の確立が喫緊の課題となっている。

ウメシロカイガラムシの近縁種としては、同じ *Pseudaulacaspis* 属のクワシロカイガラムシ *P. pentagona* (Targioni-Tozzetti) がある。日本国内においてモモに寄生する既知の *Pseudaulacaspis* 属のカイガラムシはこの



図-1 ウメシロカイガラムシによるモモ果実の着色異常(赤色斑点症状)

Occurrence of White Prunicola Scale, *Pseudaulacaspis prunicola*, in Peaches in Yamanashi Prefecture, Japan, and the Control Effects of Various Insecticides. By Kazuhide UCHIDA

(キーワード: ウメシロカイガラムシ, モモ, 有効積算温度, 殺虫効果)

2種であり(日本応用動物昆虫学会, 2006)、クワシロカイガラムシもウメシロカイガラムシと同様の被害を生じさせる。この2種を肉眼で分類することは困難であるが(河合, 1980)、両種の1齢幼虫の発生期は異なり、クワシロカイガラムシの発生期が遅いことが先行研究で報告されている(行成, 1989; 木村ら, 2016)。カイガラムシ類幼虫に対する殺虫剤での防除は、発生期に合わせて実施しないと十分な効果が得られず、薬剤によっても異なるが防除適期は数日間程度と短いことが、クワシロカイガラムシの場合で報告されている(小澤, 1994; 多々良, 1999; 小澤, 2012)。つまり、モモの栽培地域における優占種を特定することは、適期に防除を実施するうえで欠かせない。実際に、福島県・岡山県・和歌山県のモモ産地では、ウメシロカイガラムシを対象として幼虫発生期に防除を実施していたにもかかわらず、現地調査を実施したところ、優占種は発生時期の遅いクワシロカイガラムシであったとの報告がある(瀧田ら, 2012; 薬師寺, 2015; 木村ら, 2016)。

また、近年では、地球温暖化や数年~数十年程度で繰り返される自然変動の影響とみられる気温の上昇が認められ、サクラ類の開花・満開のような春季の生物季節現象の前進が観察されており(気象庁, 2021)、同様にウメシロカイガラムシの幼虫発生期にも変化が生じている可能性がある。

併せて、チャのクワシロカイガラムシにおいて、既存の防除薬剤であるメチダチオン乳剤やブプロフェジン水和剤に対する感受性低下の事例が報告されており(小澤, 2010; 徳丸・山下, 2015)、近縁種であるウメシロカイガラムシにおいても感受性の低下が懸念されている。

これらの状況から、山梨県のモモにおけるウメシロカイガラムシの多発要因として、防除対象とした種と実際の優占種との相違、気候変動による幼虫発生期と防除時期との不一致、あるいは、防除薬剤に対する感受性の低下が考えられた。そこで、県内のモモにおける *Pseudaulacaspis* 属カイガラムシの種構成の実態を調査するとともに、標高の異なる3地点でウメシロカイガラムシ第1世代1齢幼虫の発生消長を比較し、幼虫のふ化最盛

期と有効積算温度との関係から、近年の幼虫発生期の変化を推定した。また、5月上旬に第1世代幼虫を防除対象として使用しているブプロフェジン水和剤の散布時期別の殺虫効果を調査し、幼虫発生期が前進しても有効であるか考察した。併せて、県内6地点から採集したウメシロカイガラムシを供試し、各種薬剤の常用濃度における殺虫効果を比較した。

なお、本稿については発表済みの研究(内田ら, 2021)をもとに記述している。詳しい内容については、そちらを参照願いたい。

I 山梨県内のモモにおける *Pseudaulacaspis* 属カイガラムシの種構成

調査は県内のモモ圃場を対象に、2010年に11地点、2015年に14地点、計25地点で実施した。モモ樹からウメシロカイガラムシもしくはクワシロカイガラムシの雌成虫11~200頭をピンセットで剥がして採集し、顕微鏡下にて形態を観察した。河合(1980)により、雌成虫の触覚の付属突起や、臀板周縁腺刺の数、形状からウメシロカイガラムシかクワシロカイガラムシか種を同定

し、種別に個体数を数えた。

各調査圃場における採集頭数ならびにウメシロカイガラムシとクワシロカイガラムシの比率を図-2に示す。破損により同定できなかった個体を除く2,070頭のうち1,825頭(88.2%)がウメシロカイガラムシであり、また、調査を実施した25圃場のうち21圃場は、ウメシロカイガラムシが同定可能であった個体数の84.4~100%を占める優占種であった。山梨市b圃場はウメシロカイガラムシとクワシロカイガラムシの比率が約2:3と混在していたが、その他のモモ圃場ではウメシロカイガラムシもしくはクワシロカイガラムシのいずれかに比率が偏っていた。クワシロカイガラムシが優占であった4圃場は、特定の地域に集中せず、県内に散在していた。

他のモモ産地のように、ウメシロカイガラムシを防除対象としていたが、実際にはクワシロカイガラムシが主要な加害種であった事例は本県には該当せず、大半のモモ圃場において優占種と防除対象種は同じウメシロカイガラムシであった。したがって、近年の山梨県のモモにおけるウメシロカイガラムシの多発原因は、防除対象とした種と実際の優占種との相違ではなかったと示唆される。

II 第1世代1齢幼虫の発生活消長および有効積算温度との関係

試験は2014~15年に実施した。調査樹としてウメシロカイガラムシを寄生させたモモの若木(品種名:‘なつっこ’, 2年生, 10号鉢にて栽培)を9鉢用意し、2014年12月下旬まで山梨県果樹試験場内(山梨市江曾原, 標高538m)で管理した。その後、山梨市下井尻(標高392m)と山梨市牧丘町(標高746m)へ3鉢ずつ移動して、山梨県果樹試験場を含む山梨市内の3地点を調査地点とした。

第1世代1齢幼虫の発生活消長は、天野ら(2006)の方法に従い、1齢幼虫がモモの樹幹に巻いた毛糸の下に集まる習性を利用した「毛糸トラップ」により調査した(図-3)。すなわち、モモ若木の幹に長方形の枠(10×5mm)を記入して毛糸を巻きつけ、2015年4~6月にかけておおむね2~3日間隔で毛糸を外し、枠内に定着した幼虫を計数した。

各調査地点における毛糸トラップへの1齢幼虫の誘殺虫数と、有効積算温度との関係から、ふ化最盛期を推定するため、ロジスティック回帰分析を行った。応答変数には調査終了時の全誘殺虫について各調査日における既誘殺・未誘殺の2値を、説明変数には1月1日を起算日に、日平均気温から算出した各調査日の有効積算温度を用いた。これにより得られた回帰式から総誘殺虫数の

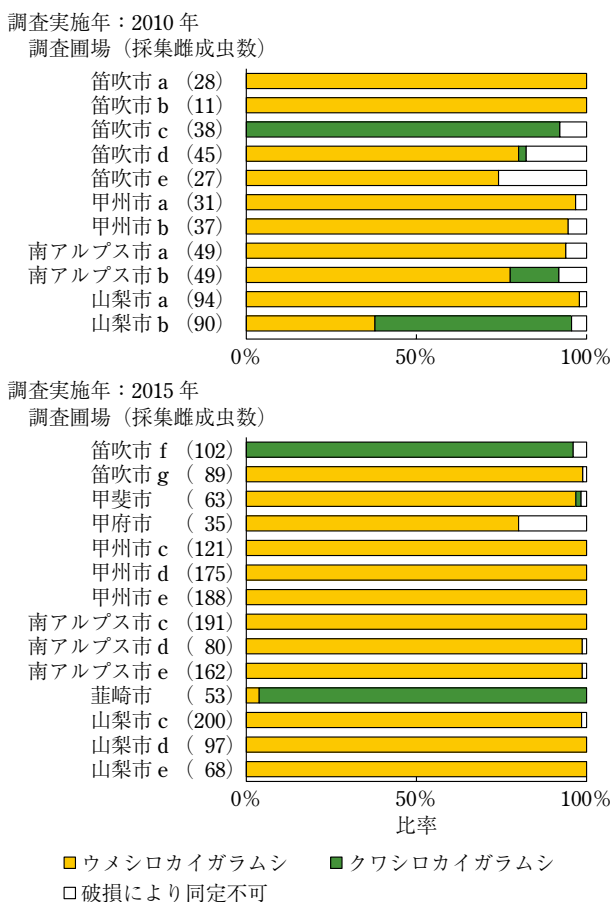


図-2 山梨県内のモモにおける *Pseudaulacaspis* 属カイガラムシの種構成(内田ら(2021)を一部改変)

50%が誘殺された時点（以下、50%個体誘殺時）における有効積算温度を逆推定した。発育零点は、先行研究に基づき10℃（滝，2006）とし、発育上限温度ならびに発育停止温度は設定しなかった。



図-3 毛糸トラップ（左）と毛糸の下に集まったウメシロカイガラムシ1齢幼虫（右）

毛糸トラップに誘殺された第1世代1齢幼虫の総誘殺虫数に対する各調査日までの累積誘殺虫数の比率を図-4に示す。いずれも累積誘殺虫数はS字状の曲線を描いて増加した。誘殺は、標高が392mと最も低い山梨市下井尻では、4月24日から観察され、5月18日の調査時まで継続した。標高538mの山梨県果樹試験場でも、山梨市下井尻と同日の4月24日から始まり、5月18日の調査時まで継続したが、累積誘殺虫数の増加ペースは、山梨市下井尻のほうがわずかに早かった。また、標高が746mと最も高い山梨市牧丘町では、5月4日から5月28日まで観察された。

ロジスティック回帰分析から逆推定された50%個体誘殺時における有効積算温度と、その該当日を表-1に示す。有効積算温度の平均は144.1日度であった。調査地点によって50%個体誘殺時の該当日には早晚が認められたが、有効積算温度の値には大きな差はなかった。

発育零点（10℃）の設定根拠とした先行研究（滝，

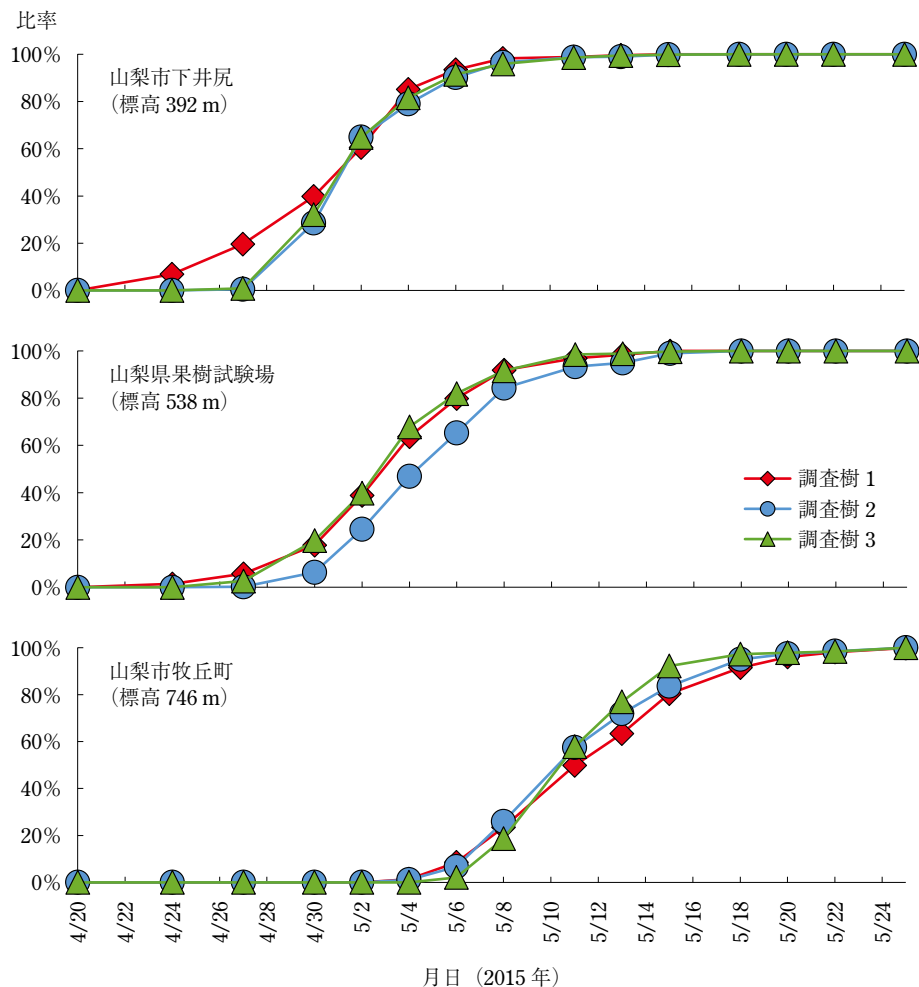


図-4 毛糸トラップに誘殺されたウメシロカイガラムシ第1世代1齢幼虫の総誘殺虫数に対する各調査日までの累積誘殺虫数の比率
各調査樹における総誘殺虫数は表-1を参照。内田ら（2021）を一部改変。

表-1 ロジスティック回帰分析から逆推定されたウメシロカイガラムシ第1世代1齢幼虫の50%個体誘殺時における有効積算温度

調査地点 (標高)	調査樹	総誘殺 虫数	パラメータ推定値 ^{a)}		50%個体誘殺時における有効積算温度 ^{b)}		
			<i>a</i>	<i>b</i>	推定値 (日度)	95%信頼限界 (日度)	該当日 (2015年)
山梨市下井尻 (392 m)	1	276	0.05511	-7.815	141.8	(139.5 - 144.1)	5月1日
	2	558	0.06722	-10.163	151.2	(149.7 - 152.6)	5月2日
	3	592	0.06785	-10.158	149.7	(148.3 - 151.1)	5月2日
山梨県果樹試験場 (538 m)	1	546	0.06120	-8.188	133.8	(132.4 - 135.2)	5月3日
	2	573	0.06258	-9.205	147.1	(145.8 - 148.4)	5月5日
	3	454	0.06600	-8.764	132.8	(131.3 - 134.3)	5月3日
山梨市牧丘町 (746 m)	1	817	0.06041	-9.070	150.1	(149.0 - 151.3)	5月13日
	2	541	0.06847	-9.991	145.9	(144.7 - 147.2)	5月12日
	3	477	0.08558	-12.384	144.7	(143.5 - 145.9)	5月12日
平均					144.1	(138.9 - 149.3)	

a) 回帰式 $p = e^{ax+b}/(1 + e^{ax+b})$.

(内田ら (2021) を一部改変)

b) 発育零点 10℃, 起算日 1月1日.

2006) では、ふ化最盛期における有効積算温度は1月1日を起算日に、日平均気温で140日度に達したときとしている。2015年の山梨市下井尻における日平均気温を用いて、140日度に該当する日を算出すると5月1日となった。同様に、表-1に示した50%個体誘殺時における有効積算温度の推定値(144.1日度)について、山梨市下井尻の日平均気温を用いて該当日を算出すると、5月2日となった。先行研究と本研究における該当日の差は+1日とわずかであった。

冒頭で述べたように、気候変動、特に温暖化によってウメシロカイガラムシ第1世代1齢幼虫の発生期が前進し、従前の薬剤散布時期と真の防除適期に差が生じて、防除効果が低下している可能性が考えられた。しかし、本研究で推定された50%個体誘殺時における有効積算温度の推定値(144.1日度)について、山梨県の主要な果樹生産地帯である甲州市勝沼町のアメダス(標高394m)の2001~15年における日平均気温データをもとに、その該当日を算出したところ、生産者が防除の指針としている果樹病虫害防除暦(全国農業協同組合連合会山梨県本部, 2016)における防除時期(5月上旬)から逸脱したのは、2002年(4月24日)、2004年(4月29日)、2010年(5月11日)の3年だけであり、第1世代1齢幼虫発生期の恒常的な前進は認められず、幼虫発生期と防除時期との不一致はなかったと考えられる。

III 各種薬剤の殺虫効果

ウメシロカイガラムシ1齢幼虫に対するブプロフェジン水和剤の散布時期別の殺虫効果と、山梨県内6地点か

ら採集した1齢幼虫に対する各種薬剤の殺虫効果を調査した。これらの試験においては、供試虫の採集や各種薬剤の処理、生存雌個体の計数等は同一の方法で実施した。すなわち、産卵~ふ化開始期に樹上のウメシロカイガラムシ雌成虫をピンセットで剥がし、介殻や雌成虫と一緒に卵(ふ化直後の1齢幼虫が一部混在)を採集して、小澤(2013)を参考に、テトロンゴース(品名:テトロンシャー9100番, 光洋合繊加工株式会社製)を用いて篩いにかけて卵を集めた。ウメシロカイガラムシはカボチャ果実を給餌しての飼育が可能であることから(小田・上住, 1977)、ニホンカボチャのへたの周囲に卵0.02gを静置して放虫、寄生させた。各供試薬剤を水道水で所定の濃度に希釈後、約30cm離れた位置からハンドスプレーを用いて70ml散布した。25℃に保った自然日長条件の室内で管理し、1か月以上経過した後、ニホンカボチャの表面に寄生している生存雌個体を計数した。計数は実体顕微鏡下で行い、雌の介殻をピンセットで剥がし、虫体を潰したときに体液がにじむ雌を生存個体として数えた。各試験の詳細については以下の通りである。

1 1齢幼虫に対するブプロフェジン水和剤の散布時期別の殺虫効果

試験は2017年に実施した。供試個体は山梨県果樹試験場内のニホンカボチャから7月12日に採集し、翌日にニホンカボチャへ放虫した。供試薬剤のブプロフェジン水和剤(商品名:アプロードフロアブル, 有効成分:20%, 希釈倍数:1,000倍)の散布時期により、放虫直前、放虫3, 7, 11日後散布の計4区を設定した。また、対照として無処理区を設定し、ニホンカボチャ1個を1

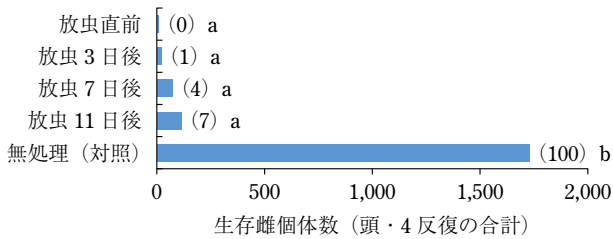


図-5 ウメシロカイガラムシ 1 齢幼虫に対するプロフフェジン水和剤の散布時期別の殺虫効果 () 内の数値は無処理 (対照) に対する比 (%)。同じ英小文字は生存雌個体数に有意差が認められないことを示す (自然対数変換後 ($\ln(x+0.5)$) に Tukey の HSD 検定, $p > 0.05$)。供試個体は山梨県果樹試験場内スモモ由来。内田ら (2021) を一部改変。

反復として 4 反復を実施した。生存雌個体の計数は放虫 34~35 日後に行った。なお、放虫後に余った卵は、ミクろスパーテル 1 杯分ずつガラス瓶 (容量 30 ml) に分包し、ニホンカボチャと同条件下で管理した。放虫時ならびに薬剤散布時に 5 瓶ずつ 70% エタノールで固定し、1 瓶につき 50 個体 (計 250 個体) を実体顕微鏡下で卵と幼虫に分け、ふ化率を調査した。

卵のふ化率は、ニホンカボチャへの放虫直前では 34% であったが、放虫 3 日後には 88%、7 日後には 94%、11 日後には 93% と急激に上昇し、放虫 7 日後にはふ化がほぼ終了した。卵の静置直後から 1 齢幼虫がニホンカボチャ上に発生しており、すべての散布時期において、多数の幼虫がプロフフェジン水和剤の希釈液に接した。

図-5 に散布時期別の生存雌個体数を示す。生存雌個体数の無処理に対する比は、放虫直前、放虫 3, 7, 11 日後で、それぞれ 0, 1, 4, および 7% と低く、いずれの散布時期においてもプロフフェジン水和剤の高い殺虫効果が示された。

この結果から、気象変動などを原因とした数日程度の幼虫発生時期の前進は、プロフフェジン水和剤の散布による防除効果に影響はないと考えられた。先述の通り、第 1 世代 1 齢幼虫発生期の恒常的な前進も認められておらず、第 1 世代幼虫の発生時期の変化による防除薬剤の効果低下は、山梨県におけるウメシロカイガラムシ多発の原因ではないことが示唆される。

2 山梨県内 6 地点から採集した 1 齢幼虫に対する各種薬剤の殺虫効果

試験は 2015 年に実施した。供試個体は慣行防除が実施されているにもかかわらずウメシロカイガラムシが多発している県内 5 地点 (山梨市内 3 地点、甲州市内 2 地点) のモモと、山梨県果樹試験場内のニホンスモモから採集した。供試した殺虫剤は、県内で使用している薬剤

や、今後の活用が見込まれる薬剤から選択し、濃度は常用濃度とした。すなわち、プロフフェジン水和剤 (商品名: アプロードフロアブル, 有効成分: 20.0%, 希釈倍数: 1,000 倍), メチダチオン水和剤 (商品名: スプラサイド水和剤, 有効成分: 36.0%, 希釈倍数: 1,500 倍), スルホキサフロル水和剤 (商品名: トランスフォームフロアブル, 有効成分: 9.5%, 希釈倍数: 1,000 倍), アセタミプリド水溶液 (商品名: モスピラン顆粒水溶液, 有効成分: 20.0%, 希釈倍数: 2,000 倍), ピリフルキナゾン水和剤 (商品名: コルト顆粒水和剤, 有効成分: 20.0%, 希釈倍数: 2,000 倍) の 5 剤を水道水で所定の濃度に希釈した。また、対照には水道水のみを用いて、ニホンカボチャ 1 個を 1 反復として 3 反復を実施した。薬液の散布はニホンカボチャへの放虫 3 日後に実施し、生存雌個体の計数は放虫 32~44 日後に行った。

図-6 に各種薬剤を処理したニホンカボチャにおける生存雌個体数を示す。慣行防除が実施されていてもウメシロカイガラムシが多発している県内 5 地点のモモから採集した個体は、プロフフェジン水和剤の殺虫効果が低く、生存雌個体数の水道水 (対照) に対する比は 62~133% であった。これに対し、山梨県果樹試験場内のニホンスモモから採集した個体については、水道水との比が 2% と、プロフフェジン水和剤に高い殺虫効果が認められた。また、メチダチオン水和剤における水道水との比は 0~3%、スルホキサフロル水和剤も 0~2% といずれの供試個体群でも高い殺虫効果が認められた。アセタミプリド水溶液ならびにピリフルキナゾン水和剤における水道水との比は、それぞれ 9~64%、18~85% と振れがあった。ただし、アセタミプリド水溶液を処理した雌個体には発育異常が観察され、産卵抑制効果が認められている (内田, 2021)。本剤については、薬師寺 (2016) も高い防除効果を報告しており、死亡には至らなくても、造卵不全など発育に異常を生じる可能性は高いと考えられる。

本県の果樹病害虫防除暦では、1997 年からプロフフェジン水和剤をウメシロカイガラムシ幼虫の発生期である 5 月上旬に採用し、2003 年以降は散布回数を追加して、年間にウメシロカイガラムシ幼虫に対して 2 回、ナシマルカイガラムシ幼虫に対して 1 回と、最大で計 3 回の散布を記載してきた。本研究において供試個体を採集した現地圃場のモモでも、その防除記録から年間 2~3 回の使用が認められている。その一方で、山梨県果樹試験場内のニホンスモモでは 2006 年から、本試験を実施した 2015 年 10 月までの 10 年間に、プロフフェジン水和剤の使用回数は計 3 回と極めて少なく、さらに散布規

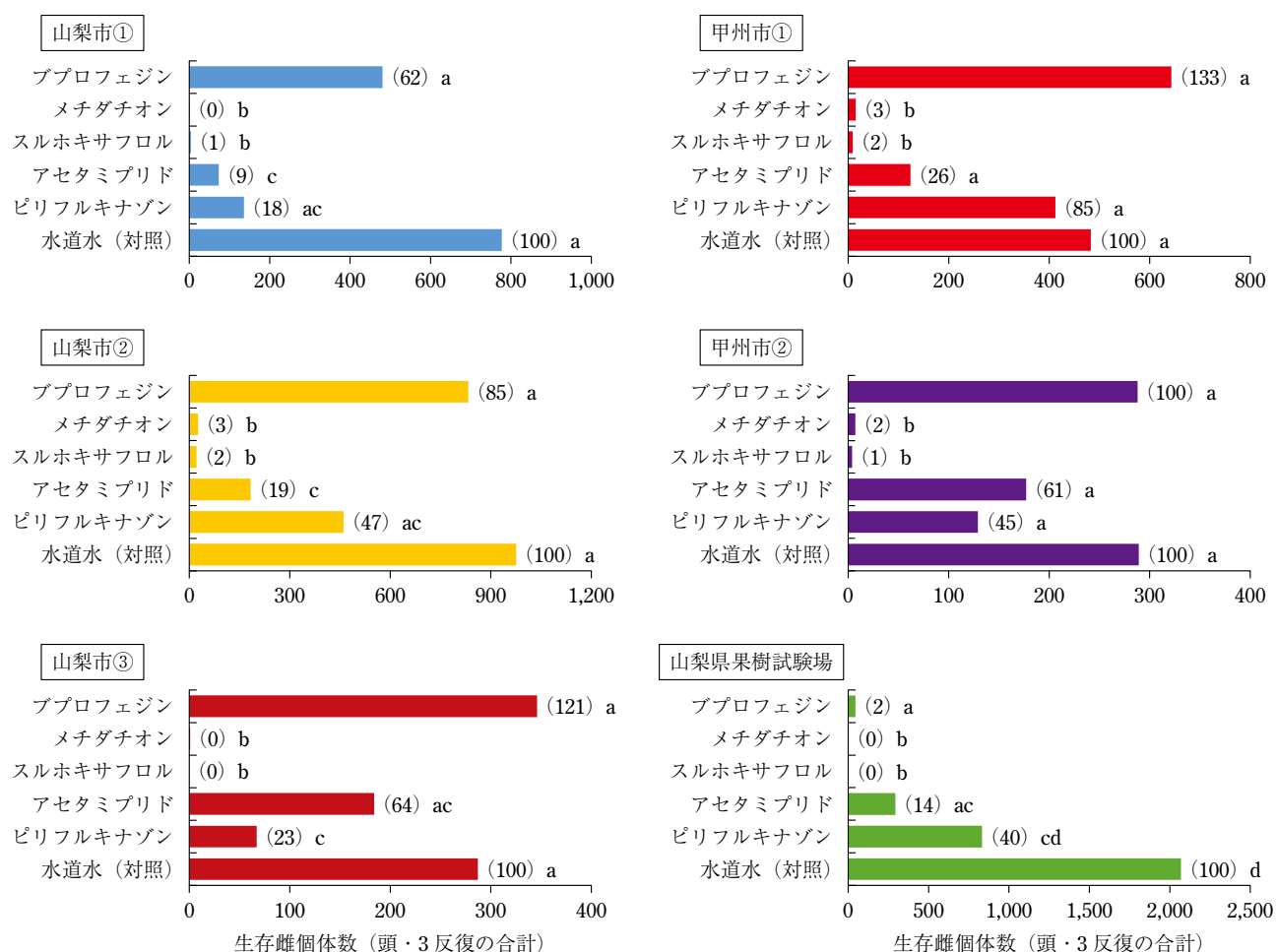


図-6 山梨県内6地点から採集したウメシロカイガラムシ1齢幼虫に対する各種薬剤の殺虫効果
 ()内の数値は各採集地点における生存雌個体数の水道水(対照)に対する比(%)。また、同じ英小文字は各採集地点において生存雌個体数に有意差が認められないことを示す(自然対数変換後($\ln(x+0.5)$)にTukeyのHSD検定、 $p>0.05$)。内田ら(2021)を一部改変。

模は枝単位であり、ニホンモモ圃場全体への散布を実施することはなかった。過去のブプロフェジン水和剤の使用頻度が供試個体群による効果差の一因であり、現地のモモ栽培圃場における個体群は本剤に対する感受性が低下していると推察された。

本研究と同様に、カイガラムシ類に対してブプロフェジン水和剤の感受性の低下が疑われる結果は、前述の通り静岡県や京都府のチャにおけるクワシロカイガラムシや、愛媛県や和歌山県のカンキツ類におけるヤノネカイガラムシ *Unaspis yanonensis* (Kuwana) で報告されている(大橋・中, 2001; 大西ら, 2006)。本研究では山梨県内6個体群のウメシロカイガラムシが供試されたに過ぎず、ブプロフェジン水和剤に対する県内全域にわたる感受性の実態は把握できていない。しかし、本研究の結果からウメシロカイガラムシに対する基幹薬剤としていたブプロフェジン水和剤に対する感受性の低下が、本県

における多発の一要因であることが強く示唆される。これらの結果を受けて、2017年より果樹病害虫防除暦におけるウメシロカイガラムシ防除薬剤にフェンピロキシメート・ブプロフェジン水和剤(商品名:アプロードエースフロアブル)を採用して防除効率の向上に努めている。フェンピロキシメート・ブプロフェジン水和剤については、小澤(2010)もクワシロカイガラムシに対する高い防除効果を報告している。

おわりに

防除体系の改善などにより、山梨県のモモにおけるウメシロカイガラムシの被害は減少傾向にあるが、それでも主要な防除対象害虫であることに変わりはない。本研究では、県内のモモにおけるカイガラムシの種構成について明らかにしたが、観察を継続し、その変化を監視する必要がある。また、単年度の結果ではあるが、有効積

算温度とウメシロカイガラムシ第1世代1齢幼虫の発生消長との関係について考察した。データを蓄積することで有効積算温度に基づく防除適期予測法の開発につながると考えられる。さらに、幼虫発生期の防除薬剤について殺虫効果の検討を行った。引き続き、薬剤の有効性を定期的に確認するとともに、今後は、休眠期防除などと組合せたより効率の高い防除体系の構築が求められる。

引用文献

- 1) 天野絵美ら (2006): 関東病虫研報 **53**: 137~140.
- 2) 河合省三 (1980): 日本原色カイガラムシ図鑑, 全国農村教育協会, 東京, 455 pp.
- 3) 木村 学ら (2016): 関西病虫研報 **58**: 83~86.
- 4) 気象庁 (2021): 気候変動監視レポート 2020, 気象庁, 東京, 86 pp.
- 5) 日本応用動物昆虫学会 (編) (2006): 農林有害動物・昆虫名鑑 (増補改訂版), 日本応用動物昆虫学会, 東京, 387 pp.
- 6) 農林水産省 (2021): 農林水産統計 令和2年産もも, すももの結果樹面積, 収穫量及び出荷量, 農林水産省, 東京, 10 pp.
- 7) 小田道宏・上住 泰 (1977): 奈良農試研報 **8**: 66~73.
- 8) 大橋弘和・中 一晃 (2001): 関西病虫研報 **43**: 41~42.
- 9) 大西論平ら (2006): 2005年度 (平成17年度) 近畿中国四国農業研究成果情報: 85~86.
- 10) 小澤朗人 (1994): 関東病虫研報 **41**: 257~259.
- 11) ——— (2010): 応動昆 **54**: 205~207.
- 12) ——— (2012): 関東病虫研報 **59**: 99~101.
- 13) ——— (2013): 植物防疫 **67**: 183~186.
- 14) 滝 修三 (2006): 今月の農業 **50**(8): 21~23.
- 15) 瀧田克典ら (2012): 東北農業研究 **65**: 113~114.
- 16) 多々良明夫 (1999): 植物防疫 **53**: 229~232.
- 17) 徳丸 晋・山下幸司 (2015): 関西病虫研報 **57**: 125~127.
- 18) 内田一秀ら (2021): 応動昆 **65**: 45~56.
- 19) 薬師寺 賢 (2015): 果樹 **69**(11): 6~8.
- 20) ——— (2016): 岡山県農林水産総合センター農業研究所平成27年度試験研究主要成果: 45~46.
- 21) 行成正昭 (1989): 徳島果試研報 **17**: 11~20.
- 22) 全国農業協同組合連合会山梨県本部 (編) (2016): 平成28年度果樹病害虫防除暦, 全国農業協同組合連合会山梨県本部, 山梨, 34 pp.



新しく登録された農薬 (2021.6.1~6.30)

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」

- **エマメクチン安息香酸塩液剤**
24529: 井筒屋シヨットワン・ツー液剤 (井筒屋)
21/6/23
エマメクチン安息香酸塩: 2.0%
まつ (生立木): マツノザイセンチュウ: マツノマダラ
カミキリ成虫発生2ヶ月前まで

「殺菌剤」

- **ピリオフェノン水和剤**
24527: クロスアウトフロアブル (石原バイオ) 21/6/9
ピリオフェノン: 26.8%
いちご: うどんこ病: 収穫前日まで
なす: うどんこ病: 収穫前日まで

- ピーマン: うどんこ病: 収穫前日まで
さやえんどう: うどんこ病: 収穫前日まで
トマト: うどんこ病: 収穫前日まで
ミニトマト: うどんこ病: 収穫前日まで

「除草剤」

- **グリホサートイソプロピルアミン塩・2, 4-PA イソプロピルアミン塩液剤**
24528: クサクイック (アグリマート) 21/6/9
グリホサートイソプロピルアミン塩: 10.0%
2, 4-PA イソプロピルアミン塩液剤: 5.0%
水田作物 (水田畦畔): 一年生及び多年生雑草
水田作物, 畑作物 (休耕田): 一年生及び多年生雑草
樹木等: 一年生及び多年生雑草 (ススキ, オギを除く)



菌類 *Stemphylium lycopersici* による アスパラガス斑点病

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 とみ おか けい すけ
西日本農業研究センター 富 岡 啓 介

はじめに

日本においてアスパラガス主産地と言えば北海道。その生産量に比べるとかなり少ないが、近畿中国四国地域でもその栽培生産は広がりつつある。現在、この地域で生産量が多いのは香川県、次いで広島県という状況である。広島県の中山間地においてアスパラガスの病虫害を調査していた筆者らは、2016年、調査対象としていたビニルハウスで栽培中の本野菜に菌類 *Stemphylium lycopersici* (Enjoji) W.Yamam. による新病害を認めた (TOMIOKA et al., 2021)。本稿では、斑点病と名付けた係る病害について概説したい。

I 病 徴

雌雄異株の被子植物であるアスパラガスは、Cronquist 体系ではユリ科に、Angiosperm Phylogeny Group (APG) 体系ではキジカクシ (クサスギカズラ) 科に属する植物として整理されている。一般に野菜として栽培生産されているのはクサスギカズラ属の *Asparagus officinalis* L. (和名オランダキジカクシ)。鱗芽が伸長した若茎 (萌芽茎) を食用として収穫する。栽培にあたっては、通常、一部の若茎は収穫せず、地下部の根系と鱗芽群 (クラウン) を発達させるための親茎 (養成茎) として繁茂させる。

調査した広島県にある当該ビニルハウスでは、例年7~11月、この親茎の葉 (厳密には擬葉) において菌類 *Cercospora asparagi* Sacc. による既知病害の褐斑病 (日本植物病理学会 編, 2020) が発生していたところ、2016年9月、罹病部から *S. lycopersici* も高頻度に分離され、本菌もアスパラガスに病原性を有することが判明した。両病原菌に侵されたアスパラガス (原病徴) を図-1a~c に、多湿条件で病斑上に現れた両病原菌の分生子を図-1d, e に示す。このように両病原菌は分生子の形態で識

別可能である。そして分離した各病原菌を培養して得た分生子を健全なアスパラガスに戻し接種 (噴霧接種) して再現された病徴を図-2a, b に示す。各病原菌によって引き起こされる症状は互いに似ており、いずれによっても葉に黄色~褐色の病斑が現れ、やがて病斑の拡大・融合により罹病葉が早期に枯死・脱落する。

アスパラガスに病原性を有する *Stemphylium* 属菌として、*Stemphylium botryosum* Wallr. と *Stemphylium vesicarium* (Wallr.) E.G.Simmons が知られていた (鈴井, 1973; LACY, 1982; JOHNSON and LUNDEN, 1984; 1986; GINNS, 1986; FRENCH, 1989; KUROSE et al., 2015; GRAF et al., 2016)。日本では後者 *S. vesicarium* による斑点病 (英名: *Stemphylium leaf spot*) の発生記録が既にあり (鈴井, 1973; KUROSE et al., 2015), 新病害と結論した今回の病害は、症状学的にその斑点病にも似ていること、また、病原が同じく *Stemphylium* 属であることを踏まえて同病名とした次第である (斑点病の病原として *S. lycopersici* を追加した)。

II 病 原

係る斑点病菌 *S. lycopersici* と褐斑病菌 *C. asparagi* の代表的な分離菌株は、当機構の遺伝資源研究センターにてそれぞれ MAFF 150067 および 150119 として登録保存されている。前者は、ポテトデキストロース寒天平板培地 (PDA), 暗黒下において 5~35°C で生育し、適温 28°C における菌糸伸長速度は 4.7 mm/日。菌叢は灰色~暗オリーブ色で褐色色素を産生する (図-3)。V-8 ジュース寒天平板培地 (V8), 近紫外線下 (352 nm 照射 12 時間/日) で 6 日以上培養すると、病斑上と同様の褐色の分生子柄と分生子を形成する (図-4)。分生子柄は単生、無分枝、細疣状粗面、1~3 (~5) 隔壁、長さ 45~100 μm, 幅 4~8 μm, 先端で幅 6~10 μm とやや膨らんで貫生。分生子は分生子柄先端に全出芽で単生 (連鎖しない), 細疣状粗面, 石垣状多細胞, 先端が丸いかやや尖る俵形~円筒形~倒棍棒形~長楕円形で明瞭な 1~3 (~4) 横隔壁で縊れ, 大きさ 48~65 × 12~22 μm, L/B 比 (length to breadth ratio) 2.5~3.5 (平均 3.1)。

Stemphylium Leaf Spot of Asparagus by a Fungus, Stemphylium lycopersici. By Keisuke TOMIOKA

(キーワード: アスパラガス, 菌類, *Stemphylium lycopersici*, 斑点病)

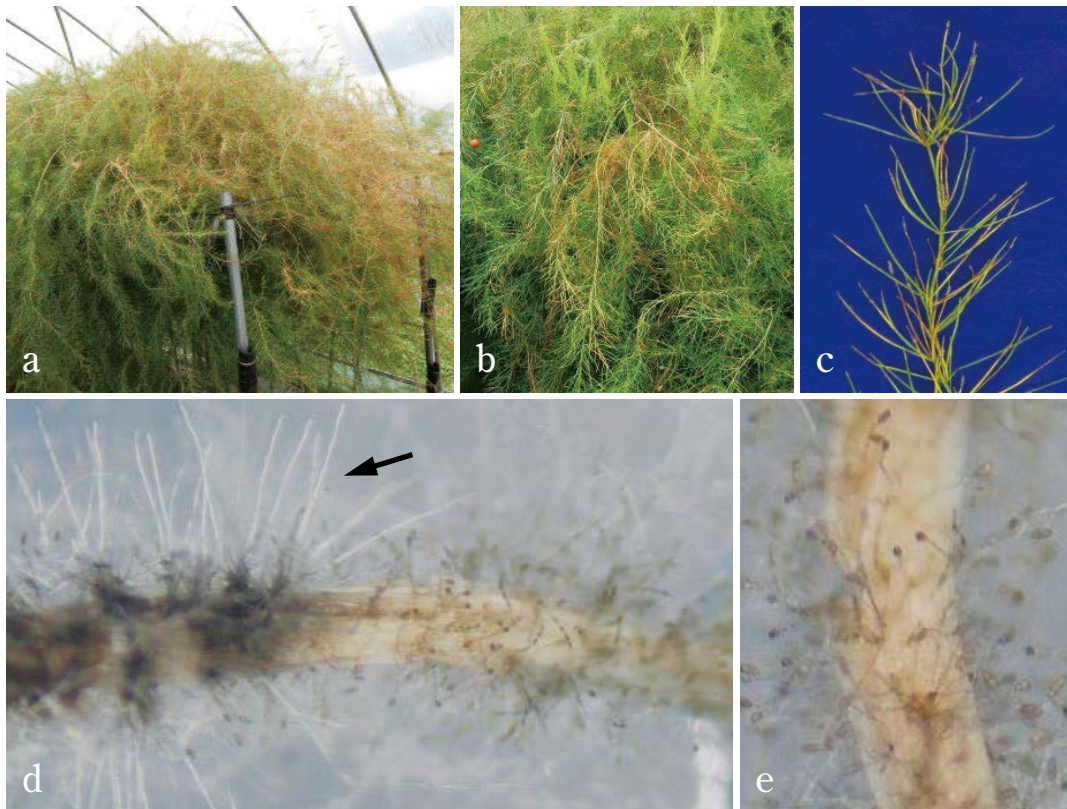


図-1 アスパラガス斑点病の病徴とその病原 *Stemphylium lycopersici* (TOMIOKA et al., 2021 より転載)
 a~c: 原病徴 (褐斑病と併発).
 d, e: 擬葉の病斑上に現れた分生子 (dの矢印は褐斑病菌 *Cercospora asparagi* の針状の分生子, eは *S. lycopersici* の分生子).

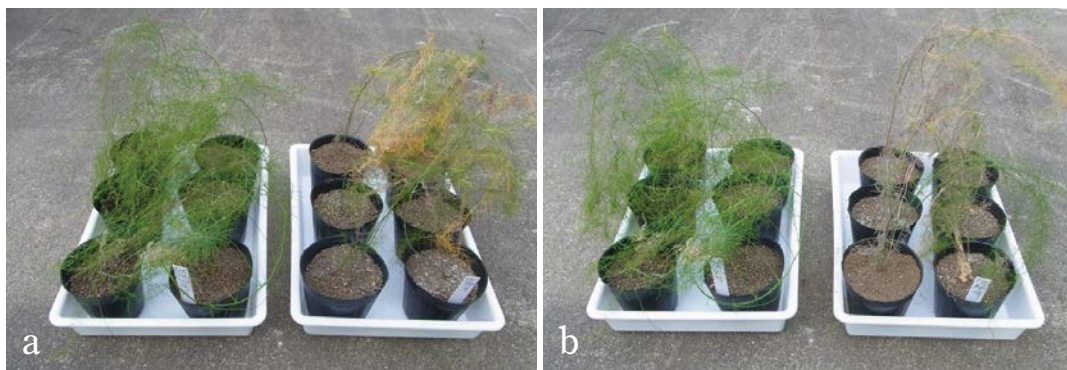


図-2 アスパラガス斑点病と褐斑病の病徴再現
 a: 斑点病菌 *S. lycopersici* 分離菌株 MAFF 150067 の接種により再現された病徴 (接種後 45 日目, 左: 対照).
 b: 褐斑病菌 *C. asparagi* 分離菌株 MAFF 150119 の接種により再現された病徴 (接種後 45 日目, 左: 対照).

L/B 比が 3 よりも大きい分生子を形成しうる, という点は *S. lycopersici* の特徴である。簡単に言うと, 本菌は *Stemphylium* 属の他の菌種に比べて分生子が細長い。参考として, 当機構の遺伝資源研究センターに登録保存されている香川県由来アスパラガス斑点病菌 *S. vesicarium* 菌株 MAFF 306801 と並べた写真を図-5 に示す。*Stemphylium* 属の菌種を同定するには当該菌株の DNA も確認する必要があるが (MARIN-FELIX et al., 2019), 初動診

断時などにおいて分生子形成が認められる場合は, その L/B 比に着目することによって, *S. lycopersici* か否かおよそ見当を付けることができよう。例えば, 初め分生子の L/B 比を決め手に *S. lycopersici* と同定された広島県由来トマト斑点病菌 (MAFF 150020), 香川県由来ピーマン黒かび病菌 (MAFF 238863, TOMIOKA and SATO, 2011), 同県由来カランコエ斑点病菌 (MAFF 238342, TOMIOKA et al., 1997) 等は, 別途, DNA レベルのデータも踏まえて

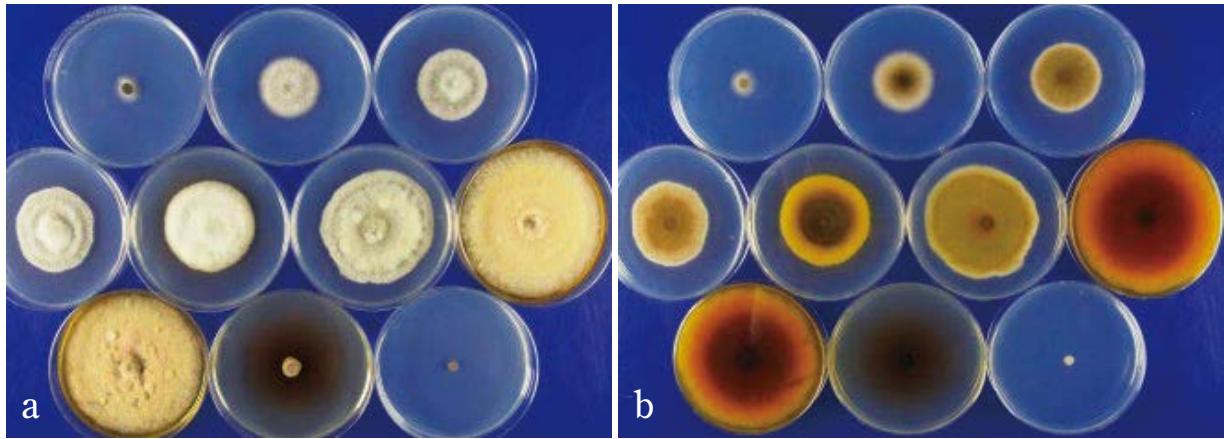


図-3 アスパラガス斑点病菌 *Stemphylium lycopersici* 分離菌株 MAFF 150067 の PDA 菌叢
 暗黒下培養後 8 日目 (a: 表面, b: 裏面).
 各写真の上段は左から 5, 10, 15℃, 中段は左から 20, 23, 25, 28℃, 下段は左から 30, 35, 40℃ で培養した.



図-4 アスパラガス斑点病菌 *Stemphylium lycopersici* 分離菌株 MAFF 150067 の V8 菌叢上に形成された分生子柄と分生子 (Tomioka et al., 2021 より転載)
 近紫外線 (12 時間/日) 照射下培養 7 日目 (a: 分生子柄上の未熟な分生子, b: 成熟した分生子, スケールバー: 10 μm).

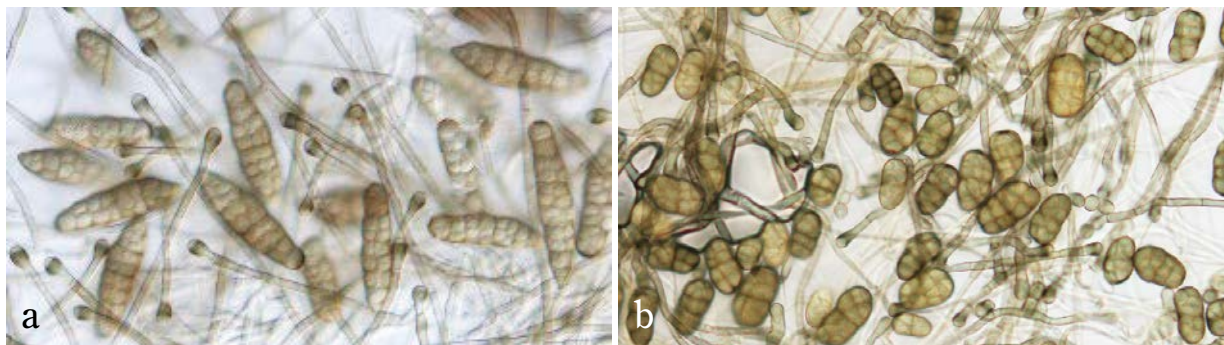


図-5 アスパラガス斑点病菌 *Stemphylium lycopersici* 分離菌株 MAFF 150067 と *Stemphylium vesicarium* 分離菌株 MAFF 306801 の分生子の比較
 近紫外線 (12 時間/日) 照射下培養 7 日目 (a: MAFF 150067, b: MAFF 306801).

やはり *S. lycopersici* とされている (KUROSE et al., 2015)。

なお、これまで植物 (アスパラガスを含む) に対して病原性を有することが判明している *Stemphylium* 属菌のうち、日本で確認されている菌種は *S. lycopersici* はじめ上述の *S. botryosum* と *S. vesicarium* のほか、現行学名に照らし考慮すると、検証が必要なものもあるが次の7種を加えて計10種ほどであろう：*Stemphylium astragali* (Yoshii) W.Yamam., *Stemphylium cucurbitacearum* Osner, *Stemphylium lancipes* (Ellis & Everh.) E.G.Simmons, *Stemphylium loti* J.H.Graham, *Stemphylium sarciniforme* (Cavara) Wiltshire, *Stemphylium solani* G.F.Weber および *Stemphylium trifolii* J.H.Graham。これらの菌種による病害は主に茎葉や果実といった地上部に症状を呈する。現状、これらのうち *S. lycopersici* が日本で最も多犯性であると言えそうだ。ベンケイソウ科、キキョウ科、キク科、ゴマノハグサ科、イソマツ科、スマレ科、フウロソウ科、ナス科、ナデシコ科、リンドウ科およびユリ科に属する野菜・花きにおいて発生記録があり (日本植物病理学会 編, 2020), アスパラガスも APG 体系に基づいてキジカクシ科植物として扱われると、本菌の宿主植物は今回の病害を加えて12科にわたることになる。今後とも栽培生産の拡大・多様化傾向にある野菜・花きを中心に、*S. lycopersici* による病害の発生事例 (同菌の宿主範囲) が増加するものと想像される。※本稿では褐斑病菌の諸特性詳細については割愛させていただく。

おわりに

アスパラガスは多くの病虫害に侵される。これまで日本においては菌類病だけでも本稿で触れた斑点病や褐斑病のほか、青かび病、株腐病、立枯病、茎枯病、疫病、さび病、白紋羽病、紫紋羽病、炭疽病、苗立枯病、根腐病、灰色かび病および褐色菌核根腐病が記録されている (日本植物病理学会 編, 2020)。近年、アスパラガスは

健康機能性食材として注目されており、今後ともその栽培生産は広がるものと思われるが、これを妨げる病虫害には引き続き留意する必要がある。なお、現状、係る病虫害の防除はやはり農薬に頼るところが大きい。農薬防除には労力とコストがかかる。安全面にも細心の注意を払わねばならない。もとより当該病虫害の的確な特定が肝要であることは言うまでもない。近畿中国四国地域で生産量が多い香川県や広島県ではかねてより農薬防除技術について精力的に研究がなされているところである (渡部ら, 2004; 中西ら, 2016)。最近、AI, ロボット, IoT 等の先端技術を活用したスマート農業の研究が急速に進展している。悲しいかな、筆者はそれらの技術については全くの門外漢であるが、今後、それらを駆使した病虫害のこれまでにない迅速・的確な特定技術や、省力・低コスト・低農薬・安全・有効な防除技術の開発に寄与できるよう、病理学的な知見の集積に努めてまいりたいと考えている。

引用文献

- 1) FRENCH, A. M. (1989): California plant disease host index, Calif Dept Food Agric, Sacramento, CA, USA, 394 pp.
- 2) GINNS, J. H. (1986): Res. Br. Can. Agric. Publ. 1813: 416.
- 3) GRAF, S. et al. (2016): Eur. J. Plant Pathol. 144: 411~418.
- 4) JOHNSON, D. A. and J. D. LUNDEN (1984): Plant Dis. 68: 1099.
- 5) ———— (1986): ibid. 70: 419~420.
- 6) KUROSE, D. et al. (2015): J. Gen. Plant Pathol. 81: 358~367.
- 7) LACY, M. L. (1982): Plant Dis. 66: 1198~1200.
- 8) MARIN-FELIX, Y. et al. (2019): Stud. Mycol. 94: 1~124.
- 9) 中西 充ら (2016): 香川農試研報 66: 11~18.
- 10) 日本植物病理学会 編 (2020): 日本植物病名目録 2020年8月版.
- 11) 鈴木孝仁 (1973): 日植病報 39: 364~366.
- 12) TOMIOKA, K. and T. SATO (2011): J. Gen. Plant Pathol. 77: 342~344.
- 13) ———— et al. (1997): Ann. Phytopathol. Soc. Jpn. 63: 337~340.
- 14) ———— et al. (2021): J. Gen. Plant Pathol. 87: 51~54.
- 15) 渡部佐知子ら (2004): 広島農技セ研報 76: 1~10.



水耕装置を用いたトルコギキョウ立枯病 (*Fusarium solani*) 抵抗性簡易検定法

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構
野菜花き研究部門 野菜花き品種育成研究領域

小野崎

たかし
隆

はじめに

トルコギキョウ (*Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn.) は、我が国の主要な切り花品目の一つである。農林水産省の統計資料によると、2018年のトルコギキョウ切り花算出額は、キク(614億円)、ユリ(202億円)、バラ(164億円)に次ぐ第4位(121億円)、2020年のトルコギキョウ作付面積は411ha、出荷量は8,800万本であり、重要な花き品目である。

近年、土壌に存在する糸状菌の一種であるフザリウム属菌 (*Fusarium solani*, *F. oxysporum*) によるトルコギキョウ立枯病が全国の生産地で頻発している。静岡県の実験圃場の生産者団体の被害額を元に算出した国内被害規模は、8.5億円/年と推定され、経済的な損失は重大である。地床栽培のトルコギキョウでは、いったん発生すると防除が極めて困難であるため、被害が急速に拡大する。本病害は、我が国だけでなく世界中の産地で発生し、問題となっている。国内の生産現場では薬剤などによる土壌消毒を行っているが、圃場内の菌密度を下げるのが基本となり、土壌深部まで汚染されていると土壌消毒の効果は完全ではなく、圃場回転率の低下や生産者への経済的、身体的負担も大きい。このような状況から化学防除に代わる病原菌の封じ込め対策が強く求められており、特に、フザリウム属菌に対する抵抗性品種の開発が強く望まれている。

本稿では、まず、花きにおける病害抵抗性育種の研究状況、病害抵抗性育種を効率的に進める方法について解説する。次に、トルコギキョウの立枯病抵抗性育種について、省スペースかつ低コストで抵抗性検定を行うことが可能な、水耕装置を用いた簡易検定法と、その検定法を用いて抵抗性素材を検索した結果について紹介する。

I 花きにおける病害抵抗性育種の研究状況

花きにおける病害抵抗性品種の育成は、他の作物と同様に、重要な育種目標の一つとなっている。近年では地球に優しい農業が求められており、生物的防除、耕種的防除に加えて、病害抵抗性品種の育成・導入による農業使用量の低減への期待が高まっている。多くの花き病害は抵抗性に品種間差があることが認められており、今後の抵抗性育種の可能性が示されている。しかし、花きは、作物に比べ品種の移り変わりが早い、観賞価値や新規性が商品価値に大きく関与する、少量多品種生産である、などの理由から、病害抵抗性は品種選抜で考慮はされているが、病原菌接種試験により積極的に抵抗性育種を行い、成果を挙げた例は少ない。

花きにおける病害抵抗性育種研究の既往の成果については、キク白さび病、矮化ウイルス病、カーネーション萎凋病、萎凋細菌病、バラうどんこ病、黒点病、根頭がんしゅ病、根腐病、アスター萎凋病、ヒマワリべと病、チューリップ球根腐敗病、微斑モザイク病、条斑病、カラー疫病、スターチス・シヌアータ萎凋細菌病の例があり、「植物防疫」第69巻第8号の記事「病虫害抵抗性付与の品種開発シリーズ(9)花きにおける病虫害抵抗性育種の現状と展望」にまとめているので、参照していただきたい(小野崎, 2015)。

II 病害抵抗性育種を効率的に進めるには

病害抵抗性育種では、まず、その病害に対する抵抗性の品種間差異の存在を確認することが重要である。対象とする病害への抵抗性に明確な強弱の違いがあれば、何らかの遺伝的な変異が存在すると考えられ、病害抵抗性育種の可能性がある。

1 信頼できる抵抗性検定法の確立

病害抵抗性育種を行ううえで、対象とする病害への強弱を正確に判定できる抵抗性検定法を確立することは重要である。選抜精度の優れる検定法を確立するには、その病害の発病条件を詳しく調査・検討する必要がある。罹病株から分離した病原菌を人工的に培養し、その菌濃

Simple Evaluating Method for Resistance to *Fusarium* Root Rot (*Fusarium solani*) of *Lisianthus* Using Hydroponic Equipment.

By Takashi ONOZAKI

(キーワード: トルコギキョウ, 立枯病, 抵抗性検定法, 水耕装置, *Fusarium solani*)

度を様々に変えて接種し、発病程度の調査を行う。菌濃度のほかにも、検定時の温度条件、接種法、評価基準、調査方法、評価期間を検討して、最適な抵抗性検定法を開発する。

2 抵抗性遺伝資源の検索

信頼できる安定した抵抗性検定法を確立することができれば、抵抗性遺伝資源を検索することが可能になる。入手可能な栽培品種やその近縁野生種等の遺伝資源に対して幅広くスクリーニングを行い、抵抗性育種素材を見いだす。

3 抵抗性の導入とマーカー開発

次に、抵抗性の導入とマーカー開発を行う。栽培品種に抵抗性素材を見つけることができた場合は交雑も容易であり、交雑後代の抵抗性を開発した抵抗性検定法で調査して、抵抗性の導入を行う。抵抗性の遺伝様式やその抵抗性メカニズムの解明も重要である。一般的に、強い抵抗性を有する素材は、古い品種群や近縁野生種から見つけることが多い。近縁野生種に導入したい病害抵抗性遺伝子がある場合は、種間交雑した後代で検定を行って抵抗性個体を選抜し、抵抗性を維持しながらその他の形質を改良するため、抵抗性を取り込ませたい反復親を用いて連続戻し交雑を行うことになる。

DNA マーカー選抜 (marker-assisted selection) は、目的形質の遺伝子またはそれに強く連鎖する DNA 配列を解析して選抜を行う育種技術である。微量の DNA を抽出すれば実施できるので、幼苗時でも選抜が可能である。特に病害抵抗性のように検定に時間と多大な労力を必要とする形質では、病原菌を用いた検定を行わずに選抜できるため、抵抗性の選抜効率を高めるうえで有用である。また、従来の抵抗性検定の際の環境による誤差を生じないので、精度の高い選抜ができる利点がある。

4 抵抗性品種の開発

抵抗性に強く連鎖した DNA マーカー選抜によって、目的の病害抵抗性遺伝子を有する抵抗性品種候補を選定可能であるが、最終的には病原菌を接種検定して抵抗性を実際に確認する必要がある。花きの場合、品種とするには、病害抵抗性だけではなく、花色、花型等の観賞価値が高く、早生性、生産性、草姿といった他の重要形質も兼ね備えていることが重要である。

抵抗性品種開発の効率化には、マーカー選抜の効果が極めて大きく、イネなどの主要作物では積極的に行われている。近年では、次世代型 DNA シーケンサーの普及や解析技術の進歩により、ゲノム研究のスピードが速くなっており、花き分野においても今後の研究の進展が期待される。

5 カーネーション萎凋細菌病抵抗性育種の事例

筆者らはカーネーションの重要病害である萎凋細菌病 (*Burkholderia caryophylli*) 抵抗性育種に取り組み、DNA マーカー選抜により抵抗性品種‘花恋ルージュ’を育成したので、花き類の病害抵抗性育種の事例として簡単に紹介する。まず、浸根接種による抵抗性簡易検定法を開発し (ONOZAKI et al., 1999 a ; 1999 b), その検定法による抵抗性育種素材の探索の結果、野生種の中に有望な抵抗性素材 *Dianthus capitatus* ssp. *andrzejowskianus* を見いだした (ONOZAKI et al., 1999 b)。その抵抗性を種間交雑によりカーネーションに導入することに成功し、抵抗性中間母本‘カーネーション農1号’を育成した (小野崎ら, 2002)。さらに、‘農1号’にカーネーション品種・系統を5回戻し交雑した実生集団の中から、開発した抵抗性選抜用 DNA マーカー (萎凋細菌病抵抗性カーネーションの選抜に用いるオリゴヌクレオチド, 特許第 3855052 号 ; ONOZAKI et al., 2004) を利用して有望系統を選抜し、2010年に萎凋細菌病抵抗性を有する初の実用品種‘花恋ルージュ’を育成した (八木ら, 2010)。前述の「植物防疫」第69巻第8号巻頭カラー口絵に成果写真を掲載しているので、参照していただきたい (小野崎, 2015)。

近年では、農研機構と長崎県との共同研究で、スプレータイプの萎凋細菌病抵抗性カーネーション新品種‘ももかれん’ (濃赤紫), ‘ひめかれん’ (白地に赤紫覆輪) がそれぞれ2018年, 2019年に育成される (竹邊ら, 2020) など、大きな波及成果も出ている。抵抗性品種‘花恋ルージュ’を種子親, 長崎県育成品種‘だいすき’を花粉親とした交配後代について、開発した抵抗性選抜用 DNA マーカーによるマーカー選抜を実施している。育成された抵抗性新品種は、萎凋細菌病の被害が大きい地域でのカーネーション栽培に利用されることが期待される。

III トルコギキョウの立枯病抵抗性育種について

トルコギキョウの生産地では、近年フザリウム属菌による立枯病の被害が大きな問題となっているが、トルコギキョウの病害抵抗性育種研究についてはほとんど取り組みがない。また、トルコギキョウ立枯病の感染経路、発生生態についても十分な研究が行われていない。*F. solani* と *F. oxysporum* によって生じるトルコギキョウ立枯病は、日本植物病名目録 (日本植物病理学会, 2020) において、二つの菌種とも同じ病名で区別がなく、栽培現場での品種抵抗性の強弱についてどの菌種に対してなのか区別されておらず、問題点が多い。

F. solani によるトルコギキョウ立枯病被害の報告については、日本国内 (富岡ら, 2002 ; 築尾ら, 2003 ;

TOMIOKA et al., 2011) での報告だけでなく、アルゼンチン (WOLCAN et al., 2001), 南アフリカ (TRUTER and WEHNER, 2004), 韓国 (CHOI et al., 2017), 中国 (XIAO et al., 2018) 等, 国外での発生も多数報告されている。そこで, 農研機構野菜花き研究部門では, 2014年にトルコギキョウ立枯病 (*F. solani*) 抵抗性育種に関する研究に着手した。まずは, 前項で述べた病害抵抗性育種の手順で, 「信頼できる抵抗性検定法の確立」と「抵抗性遺伝資源の検索」を検討した。2018~20年には, 生物系特定産業技術研究支援センター イノベーション創出強化研究推進事業 (基礎研究ステージ) 「トルコギキョウ立枯病害因子の探索と比較ゲノム解析を利用した抵抗性遺伝子座の同定 (課題番号 30004A)」において, 水耕装置を用いたトルコギキョウ立枯病 (*F. solani*) 抵抗性簡易検定法の開発に取り組み, 多数の試験を繰り返し, 接種方法, 発病条件, 有望な抵抗性素材を明らかにしてきたので, その概要を紹介する。

1 水耕装置を用いた抵抗性検定法の開発

トルコギキョウの立枯病抵抗性育種へ取り組む端緒は, 2014年3月に千葉県幕張で開催された花きイベント (日本フラワー&ガーデンショー) の際に, 某民間種苗会社の方から「トルコギキョウ立枯病は, 日本だけでなく世界的に発生して多大な被害があるのに, 十分な研究がされていない。トルコギキョウの病害抵抗性育種研究を農研機構のような国の研究機関で取り組んで欲しい」との要望を聞いたのがきっかけである。

ちょうどその2014年ごろに, 農研機構旧花き研究所では, *Pythium* 属菌によるトルコギキョウ根腐病や *F. solani* によるトルコギキョウ立枯病の薬剤防除試験を小型水耕装置を利用して実施していた (佐藤・福田, 2016; 2019)。数年後に, アゾキシストロビン・メタラキシル M 粒剤処理がトルコギキョウ根腐病の防除に有効である (佐藤・福田, 2016), ベノミル水和剤処理がトルコギキョウ立枯病防除に有効である (佐藤・福田, 2019) といった研究成果が得られている。花き植物病理研究者の佐藤衛氏, トルコギキョウ栽培研究者の福田直子氏の協力を得て, これらの研究で使用されていた小型水耕栽培装置に着目し, 2014年秋からトルコギキョウ立枯病の抵抗性検定法の開発を開始した。

毎年7月に群馬県, 長野県, 山梨県で開催されているトルコギキョウ品種展示会において, 民間種苗会社のトルコギキョウ担当者から, 自社の立枯病害に弱い品種・強い品種等, 耐病性の聞き取り調査を行った。前述したように, 栽培現場では, 立枯病の原因菌2種 (*F. solani*, *F. oxysporum*) によって生じるトルコギキョウ立枯病を

区別しておらず, 両者を一括りにして品種抵抗性の情報を論じているという問題があった。立枯病の原因菌2種 (*F. solani*, *F. oxysporum*) のうち, まずは *F. solani* を対象として, 小型水耕装置を用いた立枯病抵抗性評価法を検討し, 耐病性に関して情報のあった栽培品種を中心に抵抗性検定を試みた。

水耕装置を用いて抵抗性評価を行う方法は, 根部の温度条件を均一にして, 省スペースかつ低コストで抵抗性検定を行うことが可能であった (図-1; 小野崎ら, 2016)。カーネーション萎凋細菌病抵抗性育種では, 土壤病害検定装置 (OMY4EB型, 小澤製作所) を使用してきた。検定植物を植え付ける土壤槽の地下部に温度制御した温水を流すパイプが設置してあり, 高精度で萎凋細菌病の発病適温 (30~33℃) を保つことができるが, 価格が1台数百万円と非常に高価であるという難点があった。本研究でトルコギキョウの抵抗性検定用として用いた水耕装置 (ホームハイポニカ Sarah, 協和(株)) は1台約3万円と, 安価に導入可能である。栽培槽の上部に設置する苗定植用発泡スチロール製マルチには, 22穴入りの葉菜用マルチを使用した (図-1)。水耕装置内を循環する液肥水温を *F. solani* の発病適温の26℃前後に自動調節するため, 液肥槽にサーモスタット付きのオートヒーター (テトラ 26℃ミニヒーター MHC-100; スペクトラム ブランズ ジャパン (株) など) を設置した。

なお, 液肥槽には投げ込み式クーラーなどの冷却装置は備えていないので, 夏季の6~9月には, 気温の上昇にしたがって水温が上昇し, 発病適温である26℃前後への水温制御はできない。このため, 夏季は本検定法による立枯病抵抗性評価には不適な時期であり, 接種検定



図-1 トルコギキョウ立枯病 (*F. solani*) の水耕装置を用いた抵抗性検定
2016春試験終了時 (接種後35日目) に撮影。使用菌株: MAF712388。
奥: 大川1号 発病株率0%, 手前: ‘紫盃’ 発病株率90%。

は、春、秋、冬に行うことを推奨する。

トルコギキョウの水耕栽培では、*Pythium* 属菌による根腐病の発生がしばしば見られ、株の萎凋・枯死の被害を生じることがある (佐藤・福田, 2016; 2019)。本検定法で、*Pythium* 属菌による根腐病の発生が問題となる場合は、メトラキシル M 剤をメトラキシル M の終濃度が 0.002% となる濃度で、苗の定植前に水耕装置の液肥槽へ添加する。

2 針刺し付傷処理による菌の接種法

(1) 接種方法の検討

F. solani による立枯病は、根や茎の外側の皮層から病原菌が侵入し、地際部の根や茎を腐敗させ、立ち枯れを引き起こす土壌病害である。定植 1 か月後ころから、茎が細い、下葉が黄化する、草丈の伸長が不足する等、生育不良の症状として病徴が現れる (菅原, 2021)。条件が整うと圃場内で激発して枯死が多発する。

研究開始時に、*F. solani* 菌懸濁液に室温条件で 30 分間浸漬する浸根接種法による接種を試みたが、本病害の接種方法としては不適であった。2015 年 3 月に実施した苗定植時の浸根接種では、接種から 45 日経過後でも全く発病が見られなかったのに対し、針刺し付傷後菌液灌注による再接種では、再接種 1 週間後から発病が見られた。このほかにも、‘レイナホワイト’に二つの方法 (下切除、縦傷) で根に付傷処理後、 1×10^5 , 10^6 , 10^7 bud-cells/ml の MAFF712388 菌株菌液に室温条件で 30 分間浸漬する浸根接種の予備試験 (2014 年 10 月実施) でも、浸根接種単独では全く発病を引き起こすことができず、接種から 21 日後に針刺し付傷処理による菌再接種後に発病が見られた (小野崎ら, 2016)。これらの浸根接種による試験に対し、針刺し付傷処理による菌接種のみを行った 2015 年 6 月の試験では、接種 1 週間後から発病が認められた。したがって、*F. solani* の接種方法としては、苗定植時の浸根接種は不適であり、針刺し付傷処理を行い菌液を灌注する方法が適していた (図-2)。

(2) 苗の針刺し付傷処理法

本葉 3 対前後の 200 穴セル成型苗を水耕装置へ定植し、3 週間生育させたあと、接種当日に、テルモ注射針 25G \times 1" (0.50 \times 25 mm) で供試株の地際部 2 箇所、針刺し付傷処理を行う (図-2A, B)。1 苗について外径 0.5 mm の針を 2 回完全に苗の地際部に貫通させて針刺しを行うので、本葉 3 対前後の苗を定植から 3 週間程度生育させて、針刺ししても折れない程度の基部茎径に、苗を生育させておくことが重要である。針刺し付傷処理を行った後、菌濃度 $1 \times 10^7 \sim 5 \times 10^7$ bud-cells/ml の接種液を、苗の株元に 1 苗当たり 1 ml ずつ灌注する (図-2C)。発病を良好に進行させるため、オートヒーターを液肥槽に設置して水温を 26°C 前後の発病適温域に維持する。また、地上部の温度についても 20~30°C 前後の発病適温域を保つ。

3 発病程度の調査と発病度、発病株率の算出法

抵抗性程度が既知の標準品種を検定材料と同じ条件で育苗して、同時に供試することが望ましい。抵抗性の代表品種としては‘パピオンピンクフラッシュ’、‘アニーライトピンク’、感受性の代表品種としては‘ミンク’、‘渚 A’がある。対照区 (無接種区) として、病原菌を接種しない水耕装置を 1 台以上設け、任意の対照品種を供試する。

接種後の発病の進行には季節変動があり、発病には発病適温付近の 26°C 前後に維持している根部の水温だけではなく、地上部の気温も同様な温度に保つことが重要であること、夏期は高温のため立枯病の検定には適さないこと、発病の進行は春期が早く、秋期では中程度、冬期は遅いことが明らかになっている (ONOZAKI et al., 2020)。接種日から 1 週間ごとに、地上部の病徴を観察して、供試全品種・系統の全個体ごとの発病程度を、指数 0: 無発病, 指数 1: 下位葉の萎れまたは生育不良, 指数 2: 上位葉まで萎れ, 指数 3: 株全体が青枯れまたは全身萎凋, 指数 4: 枯死の 5 段階で抵抗性評価を行う (図-3)。発病株率 (指数 1 以上の株数/調査株数 \times 100), 発病度 ($\sum \{(\text{発病程度別の株数} \times \text{指数}) / (\text{調査株数} \times 4)\} \times 100$)



図-2 針刺し付傷処理による菌の接種法

A: 苗の地際部に 2 回針刺しする。B: 針は茎を完全に貫通させる。C: 接種液を苗の株元に灌注する。



図-3 調査個体における発病程度の評価と発病株率、発病度の算出法

指数0：無発病，指数1：下位葉の萎れまたは生育不良，指数2：上位葉まで萎れ，
指数3：株全体が青枯れまたは全身萎凋，指数4：枯死。

発病株率 = 指数1以上の株数/調査株数 × 100。

発病度 = $\sum \{ (\text{発病程度別の株数} \times \text{指数}) / (\text{調査株数} \times 4) \} \times 100$ 。

を算出して、抵抗性程度を評価する。

4 本法を用いた抵抗性検定の実施例

32品種・系統を供試して、2015年秋から2020年秋に合計9回の接種検定試験を行った。ジャガイモ煎汁・デキストロース加用 (PD) 液体培地で25℃、約1週間振とう培養した立枯病 (*F. solani*) MAFF712388 (山形県内で発病したトルコギキョウから分離した菌株)、MAFF712411 (福島県いわき市で発病したトルコギキョウから分離した菌株) の2菌株を接種源とした。水耕装置 (ホームハイポニカ Sarah, 協和(株)) に各品種・系統4~20株の苗 (本葉3対前後) を定植し、3週間後に注射針で株元2箇所を針刺し付傷処理後に菌濃度 $1 \times 10^7 \sim 1 \times 10^8$ 個/ml の菌懸濁液を1ml/株ずつ株元灌注する方法で接種を行った。‘ミンク’などの極弱品種の発病株率が90%以上となるように調査期間を設定して1週間ごとに発病程度を評価し、調査終了時の発病株率、発病度を算出した。

トルコギキョウ32品種・系統の立枯病抵抗性には顕著な品種・系統間差異が認められた (表-1; ONOZAKI et al., 2020; 小野崎ら, 2021)。 *Eustoma exaltatum* 大川1号は、MAFF712388の4回の試験で発病株率0%の強抵抗性、MAFF712411の5回の試験で発病株率が20%以下、発病度が15以下で2菌株に対し抵抗性を示した。‘パピオンピンクフラッシュ’についても、MAFF712388の3回の試験で発病株率0%の強抵抗性、MAFF712411の3回の試験で発病株率が30%以下、発病度が20以下で、*E. exaltatum* 大川1号と同等の抵抗性を示した。一方、‘ミ

ンク’、‘渚A’は複数回の接種試験でいずれも発病株率70%以上と、安定した感受性を示した。MAFF712388菌株とMAFF712411菌株での抵抗性評価結果と比較すると、MAFF712411菌株のほうがMAFF712388菌株よりも強い病原性を有していたが、発病の傾向は2菌株間で類似しており、異なるレースに属する可能性は低いと考えられた。今後、さらに供試菌株数を増やし、レース分化の有無を検討する予定である。

おわりに

以上のように、水耕装置を用いた抵抗性簡易検定法を用いて抵抗性素材の探索を行った結果、トルコギキョウ立枯病 (*F. solani*) 2菌株に対し強い抵抗性を示す、*E. exaltatum* 大川1号などの有望な抵抗性素材が見いだされ、抵抗性育種の可能性や、抵抗性に連鎖したDNAマーカー開発の可能性が示された。

もう一つの菌種 *F. oxysporum* についても、2010年代になって全国的に被害が拡大しているとの報告があり (菅原, 2021; 農研機構, 2021b), 検定方法を確立し、抵抗性の品種間差異を明らかにする必要がある。近年、島根県で分離された *F. oxysporum* 菌株を用いた接種試験で‘SO八雲小町’、‘ピンクサワー’、‘パティオラベンダー’、‘海ほのか’では感受性が低い (永島ら, 2020) こと、福岡県で分離された *F. oxysporum* 菌株を用いた接種試験で‘シエルラベンダー’、‘セレブリッチホワイト’が2菌株2回の接種試験でいずれも抵抗性を示す (瀬戸山ら, 2021) ことが報告されている。2021年3月刊行の「トルコギ

表-1 トルコギキョウ立枯病 (*Fusarium solani*) 2 菌株 (MAFF712388, MAFF712411) に対する発病株率, 発病度の 32 品種・系統における差異

接種濃度 (bud-cells/ml)	MAFF712388										MAFF712411									
	1 × 10 ⁷		5 × 10 ⁷ (再接種を実施)		5 × 10 ⁷		1 × 10 ⁷		2 × 10 ⁷		3 × 10 ⁷		1 × 10 ⁸							
品種・系統名	2015 秋 発病株 率(%)	2016 春 発病株 率(%)	2016 冬 発病株 率(%)	2018 春 発病株 率(%)	2018 秋 発病株 率(%)	2019 春 発病株 率(%)	2019 秋 発病株 率(%)	2020 春 発病株 率(%)	2020 秋 発病株 率(%)	2020 春 発病株 率(%)	2020 秋 発病株 率(%)	2020 春 発病株 率(%)	2020 秋 発病株 率(%)							
アニーライトピンク	KA	90	80	10	10	10	10	0	0	60	40	0	0	20	8					
ブルーフェイス	KA	90	80	10	5	94	94	100	100	100	100	100	100	100	100					
ボレロブルーフラッシュ	MI	50	45	90	70	92	100	100	100	100	100	50	33							
ボレロホワイト	MI	50	45	90	70	92	100	100	100	100	100	50	33							
ボヤージュ タイプピンク	SA	40	33	30	25															
セシルパッション ME	KA	20	5			90	83	67	67											
クレアブルー	KA													50	45					
クレアピンク	KA	0	0	10	10	10	10	50	50	38	0	0	0	30	20					
クラリスピンク	SA		50	43																
カクテルブルー (セシルブルー ML)	KA				20	15	70	60	65	60	55			70	53					
<i>Eustoma exaltatum</i> 大川1号	-	0	0	0	0	0	0	20	15	0	0	0	0	20	5					
エンドスラブ	KA	10	10	80	45															
ファーストラブ	KA	50	43	100	85															
キキ	MI					75	71					30	13							
マーブルピンク	MI					45	39					20	5							
ミンク	TA	80	70	100	100	88	72	80	68	100	100	100	100	90	78					
渚 A	MI	70	65	83	71	70	65	90	85	70	68									
渚 B	MI	100	100	80	75	78	67	90	89	83	83	30	25							
ニューリネーション ピンクフラッシュ	SA					30	30	100	88	100	100	70	70							
バビオンピンクフラッシュ	MI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	20					
ピッコロサグリーノ (Ver.2)	SA	20	10	10	5															
ピンクフェイス	KA	80	63	0	0															
レイナホワイト	SA	50	25	20	13															
ロジャーナ3型グリーン	SA	80	70	30	25			100	95			75	75							
セラーホワイト	MI											40	15							
ロジャーナラバンダー	SA	50	45	20	13															
紫盃	FU	50	45	90	90	50	31	90	85	100	100	70	63	80	60					
涼風	KA	0	0	10	10			80	73			70	58							
梅ほのか	SU					70	58													
ボヤージュ2型ブルー	SA	20	10	50	13															
ボヤージュ2型ホワイト	SA	0	0	20	10			70	65	30	28			75	59					
バルカンマリン	TA			70	55			80	65	80	73	60	50							

種苗会社, FU: 福花園種苗(株), KA: カネコ種苗(株), MI: (株)ミヨシ, SA: (株)サカタのタネ, SU: 住化農業資材(株), TA: タキイ種苗(株).
2016 冬, 2018 春試験: 接種後の発病が進行しなかったため, 5 × 10⁷ bud-cells/ml の接種濃度で再接種を行った.

キョウの立枯病対策事例集」においても、*F. oxysporum* が土壌消毒前に高密度で検出されたハウスの事例で、‘アンバーダブルモヒート’では土壌消毒を実施した条件下でも枯死株率が高い傾向があったのに対し、‘セレブリッチホワイト’や‘ボヤージュ II 型ブルー’では枯死株率が低く、発病程度に品種間差異が認められた(農研機構, 2021 b)。トルコギキョウ立枯病の克服には、抵抗性品種の開発だけでなく、土壌還元消毒などの適切な土壌消毒法を活用した栽培技術の開発も有効であり、その実証研究の進展も期待したい。

本研究は生研支援センター イノベーション創出強化研究推進事業により行った。開発した *F. solani* 抵抗性簡易検定法の実施方法について詳細に解説し、その検定法を用いて抵抗性素材を探索した実施例について紹介した「水耕装置を用いたトルコギキョウ立枯病 (*Fusarium solani*) 抵抗性簡易検定法マニュアル」を 2021 年 1 月に刊行している(農研機構, 2021 a)。農研機構 HP で公表しているので、本稿と併せて参照していただきたい。

引用文献

- 1) 築尾嘉章ら (2003): 日植病報 69: 49.
- 2) Choi, H. W. et al. (2017): Kor. J. Mycol. 45: 74~82.
- 3) 永島 進ら (2020): 日植病報 86: 103.
- 4) 日本植物病理学会 (2020): トルコギキョウ立枯病, 日本植物病名目録 (2020.8 版), p.668, <https://www.ppsj.org/pdf/mokuroku/mokuroku202008.pdf?0911>
- 5) 農研機構 (2021 a): 水耕装置を用いたトルコギキョウ立枯病 (*Fusarium solani*) 抵抗性簡易検定法マニュアル, https://www.naro.go.jp/publicity_report/publication/files/torukogikyotachigarebyoteikouseikenteimanual.pdf
- 6) ——— (2021 b): 生産者と技術指導者のためのトルコギキョウの立枯病対策事例集, https://www.naro.go.jp/publicity_report/publication/files/torko_tachigusarebyotaisaku20210319.pdf
- 7) 小野崎 隆 (2015): 植物防疫 69: 521~527.
- 8) ONOZAKI, T. et al. (1999 a): J. Japan Soc. Hort. Sci. 68: 546~550.
- 9) ——— et al. (1999 b): ibid. 68: 974~978.
- 10) 小野崎 隆ら (2002): 園学研 1: 13~16.
- 11) ONOZAKI, T. et al. (2004): Euphytica 138: 255~262.
- 12) 小野崎 隆ら (2016): 園学研 15 別 2: 243.
- 13) ONOZAKI, T. et al. (2020): Hort. J. 89: 473~480.
- 14) 小野崎 隆ら (2021): 園学研 20 別 1: 115.
- 15) 佐藤 衛・福田直子 (2016): 日植病報 82: 93~100.
- 16) ——— (2019): 同上 85: 18~24.
- 17) 瀬戸山修仁ら (2021): 園学研 20 別 1: 114.
- 18) 菅原 敬 (2021): 最新農業技術 花卉 vol.13, 農文協, 東京, p.33~41.
- 19) 竹邊丞市ら (2020): 長崎農林技セ研報 10: 1~15.
- 20) 富岡啓介ら (2002): 日植病報 68: 185.
- 21) TOMIOKA, K. et al. (2011): J. Gen. Plant Pathol. 77: 132~135.
- 22) TRUTER, M. and F. C. WEHNER (2004): Plant Disease 88: 573.
- 23) WOLCAN, S. et al. (2001): Plant Disease 85: 443.
- 24) XIAO, R. F. et al. (2018): Can. J. Plant Pathol. 40: 455~460.
- 25) 八木雅史ら (2010): 花き研報告 10: 1~10.

病害虫の 見分け方 シリーズ

野菜・果樹・花きに発生するアザミウマ類の見分け方と被害の特徴

地方独立行政法人 大阪府立環境農林水産総合研究所 **しば** **お** **まなぶ**
柴 **尾** **学**

はじめに

日本で農作物を加害するアザミウマ類は3科44種が知られている（日本応用動物昆虫学会，2006）。これらのアザミウマ類は、体長が1~2mmと微小で、新芽や花等の間隙を好むため、低密度のときには発見が困難である。また、広食性の種が多く、吸汁による直接的な被害に加えて、ウイルス病を媒介する。さらに、殺虫剤に対する抵抗性を高度に発達させている種もあるため、殺虫剤のみによる防除が困難である。

前述のように、アザミウマ類は非常に微小であるため、肉眼による種の同定は難しい。また、種によって有効薬剤が異なるため、農業現場ではできるだけ迅速な種の特定が求められる。そこで、本稿では、既報の「野菜で問題となるアザミウマの見分け方」（柴尾，2011）と「野菜のアザミウマ類の発生生態と防除」（柴尾，2019）を改訂するとともに、新たに果樹や花きも加え、これらの作物に発生する主要なアザミウマ類5種の見分け方と被害の特徴についてポイントを紹介する。

I アザミウマ類の主要5種

ミナミキイロアザミウマ *Thrips palmi* Karny

海外からの侵入種で、日本では1978年に宮崎県で初確認された。本州、四国、九州、沖縄に分布している。雌成虫（図-1）は体長1.2~1.4mm、体色は黄色であり、雄成虫は体長0.9~1.0mm、体色は淡黄色である。翅の毛が黒く、背中であたむと真ん中に黒い筋があるように見える。卵は新芽や新葉の組織内に1卵ずつ産卵する。成幼虫は葉、新芽、果実を吸汁する。休眠性はない。露地栽培では5~10月、特に7~8月の発生が多い。低温には弱く、寒地の野外では越冬できない。施設野菜では周年発生し、特に加温して栽培するナス科やウリ科の野菜で多発する。ただし、トマトではほとんど発生しない。メロン黄化えそウイルス（MYSV）やスイカ灰白色斑紋ウイルス（WSMoV）等を媒介する。多くの殺虫剤に対して抵抗性を発達させている。

ネギアザミウマ *Thrips tabaci* Lindeman

在来種で、日本全国に分布している。雌成虫（図-2右）は体長1.1~1.6mm、体色は夏期高温時には黄色~黄褐色、



図-1 ミナミキイロアザミウマ雌成虫



図-2 ネギアザミウマ雌成虫（右）と雄成虫（左）

冬期低温時には黒褐色となる。卵は新芽や新葉の組織内に1卵ずつ産卵する。成幼虫は葉や新芽を吸汁する。休眠性はない。耐暑性と耐寒性があり、露地栽培では周年発生し、特に5~7月の発生が多い。アイリスイエロースポットウイルス (IYSV) を媒介する。従来、日本では雌成虫だけで繁殖を繰り返し、雄成虫を産出しない系統 (産雌単為生殖系統) のみが生息すると考えられていたが、近年、雄成虫 (図-2左) を産出する系統 (産雄単為生殖系統) が国内各地で確認されており、分布が広がっている。産雄単為生殖系統の雄成虫 (図-2左) は体長0.8~1.0 mm、体色は淡黄色である。産雌単為生殖系統に比べ、産雄単為生殖系統では、薬剤感受性が低下している事例が報告されている。

ミカンキイロアザミウマ *Frankliniella occidentalis* (Pergande)

海外からの侵入種で、日本では1990年に千葉県と埼玉県で初確認され、現在では日本全国に分布している。雌成虫 (図-3) は体長1.4~1.7 mm、体色は夏期高温時には黄土色、冬期低温期には茶褐色である。雄成虫は体長1.0~1.2 mm、体色は淡黄色である。卵は新芽や新葉、花卉、子房の組織内に1卵ずつ産卵する。成幼虫は花粉、花卉、新芽、葉を吸汁する。休眠性はない。耐暑性と耐寒性があり、露地栽培では周年発生する。特に5~6月と9~10月の発生が多い。トマト黄化えそウイルス (TSWV) を媒介する。多くの殺虫剤に対して抵抗性を発達させている。

ヒラズハナアザミウマ *Frankliniella intonsa* (Trybom)

在来種で、日本全国に分布している。雌成虫 (図-4) は体長1.3~1.7 mm、体色は褐色~黒褐色であり、雄成虫は体長1.0~1.2 mm、体色は淡黄色である。卵は新芽や新葉、花卉、子房の組織内に1卵ずつ産卵する。成幼虫は花粉、花卉、新芽、葉を吸汁する。露地栽培では4~11月に発生が見られ、特に5~6月と9~10月の発生が多い。施設栽培では周年発生するが、短日条件下では雌成虫が生殖休眠 (産卵休眠) するため、冬期は成虫のみで幼虫は発生しない。トマト黄化えそウイルス (TSWV) を媒介する。近年、殺虫剤に対する抵抗性の発達が確認されている。

チャノキイロアザミウマ *Scirtothrips dorsalis* Hood

在来種で、本州、四国、九州、沖縄に分布している。雌成虫 (図-5) は体長0.8~1.0 mm、雄成虫は体長0.7~0.8 mm、体色は黄色である。翅全体が黒く、背中であたむと黒い筋があるように見える。卵は新芽や新葉の組織内に1卵ずつ産卵する。成幼虫は葉、新芽、果実を吸汁する。露地栽培では4~10月に発生するが、特に7~8月の発生が多い。従来、日本ではチャ、ブドウ、カンキツ等木本類で主に発生し、野菜ではイチゴで発生する系統 (YT系統) のみが生息すると考えられていたが、近年、ピーマンやトウガラシ類、マンゴー等に発生する系統 (C系統) が一部地域で確認されている。



図-3 ミカンキイロアザミウマ雌成虫



図-4 ヒラズハナアザミウマ雌成虫



図-5 チャノキイロアザミウマ雌成虫

II 形態による見分け方

アザミウマ類主要5種を形態的特徴により見分けるためには、簡易同定法 (千脇ら, 1994) を用いる。

アザミウマ類は幼虫での同定が困難であるため、成虫を採集して同定する。成虫は以下の方法で採集する。①ミナミキイロアザミウマ (以下、ミナミキイロ)、ネギアザミウマ、チャノキイロアザミウマ (以下、チャノキイロ) の成虫は葉や新芽等柔らかい植物体を好んで吸汁するので、ティッシュペーパーを入れたチャック付ポリ袋を用いて葉や新芽ごと成虫を採集する。②ミカンキイロアザミウマ (以下、ミカンキイロ) やヒラズハナアザミウマ (以下、ヒラズハナ) の成虫は花粉を好んで吸汁するので、花にチャック付ポリ袋をかぶせ、袋内で花を数回たたいて成虫を袋内に落下させて採集する (花たたき法; 柴尾, 2009)。③アザミウマ類の成虫は黄色や青色に誘引されるので、青色または黄色の平

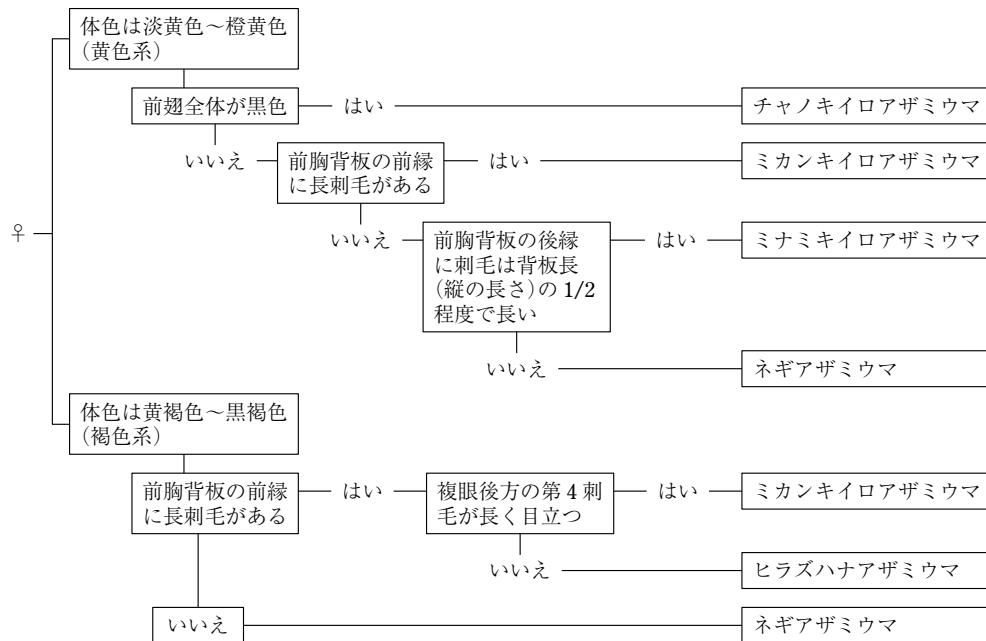


図-6 アザミウマ雌成虫の同定診断フローチャート (千脇ら, 1994 を改変)

板型の粘着板を圃場内に設置し、粘着面を透明なラップフィルムで覆って採集する。採集したアザミウマ類は実体顕微鏡下 (100 倍程度) で観察する。

アザミウマ類主要5種の雌成虫の形態に基づく同定診断フローチャートは図-6のとおりである (千脇ら, 1994 を改変)。なお、雌成虫は産卵管が透けて見え、腹部全体が太く、腹部先端が急激に尖っているのに対し、雄成虫では一对の精巣が赤色に透けて見え、腹部全体が細長いことで区別する。

なお、主要5種以外に、ダイズウスイロアザミウマ、ハナアザミウマ、ビワハナアザミウマ、クロゲハナアザミウマ等が発生している場合には図-6 だけでは種の同定ができないので、必要に応じてプレパラート標本を作製し、千脇ら (1994) のフローチャートに従い、触角の配色なども確認して種を同定する。

III 被害の特徴

アザミウマ類主要5種による各種作物の被害の有無と程度はアザミウマ類と作物の組合せによって全く異なる。そこで、品目ごとにアザミウマ類主要5種による被害の有無と程度を表-1 にまとめ、被害の特徴を以下に示した。なお、被害は各種作物の生育初期から葉、花、果実に現れることが多いので、注意深く観察する。

野菜-1 ナス科のナス

ミナミキイロとミカンキイロの被害が大きい。ミナミキイロでは葉表や葉裏の葉脈沿いに白斑が生じ (図-7)、しだいに葉が奇形となり、葉裏が広範囲に銀白色に光る (シルバリングともいう)。果実ではがく下の果面に褐変が生じ、しだいに果面に茶褐色の縦筋状の傷となる (図-8)。ミカンキイロでは葉裏の葉脈間に白斑が生じ (図-9)、しだいに葉裏が広範囲に銀白色に光る。大阪府特産の水なすでは、果実果頂部に円形脱色斑が生じ、しだいに果頂部全体が着色不良となる (図-10)。ネギアザミウマでは葉表の葉脈沿いに白斑が生じ、しだいに葉裏の葉脈沿いにも白斑が生じる。ヒラズハナでは花卉の褐変が生じる。

野菜-2 ナス科のピーマン、トウガラシ類

ミナミキイロ、ミカンキイロ、ヒラズハナの被害が大きく、地域によってはチャノキイロ C 系統の被害も大きい。ミナミキイロでは葉表や葉裏の葉脈沿いに白斑が生じ、しだいに葉が奇形となり、葉裏が広範囲に銀白色に光る。果実では果面に茶褐色の縦筋状の傷が生じる。ミカンキイロおよびヒラズハナでは果実の果梗部が褐変または黒変する。チャノキイロ C 系統では葉表と葉裏の葉脈沿いが褐変し、しだいに葉が奇形となり、葉全体が褐変する。果実では果面の黒ずみや果皮にひび割れ状の傷が生じる。ネギアザミウマでは葉の葉脈沿いに白斑が生じる。

表-1 主要なアザミウマ5種による野菜・果樹・花きの被害の有無と程度

		ミナミキイロ アザミウマ	ネギアザミ ウマ	ミカンキイロ アザミウマ	ヒラズハナ アザミウマ	チャノキイロ アザミウマ
野菜	ナス科	ナス	◎	○	◎	○
		ピーマン, トウガラシ類	◎	○	◎	◎ (◎)
		トマト		○	◎	◎
	ウリ科	キュウリ, メロン, スイカ等	◎	○	○	○
	アブラナ科	キャベツ, ブロccoli等		○		
	ヒガンバナ科	タマネギ, ネギ等		◎	○	○
	キジカクシ科	アスパラガス		◎		
	キク科	レタス, シュンギク等	○	○	○	○
	バラ科	イチゴ		○	◎	◎ ○
	アカザ科	ホウレンソウ	○	○	○	○
マメ科	エンドウ, ソラマメ等	○	○	○	○	
果樹	ミカン科	カンキツ, ウンシュウミカン等		○		◎
	ブドウ科	ブドウ				◎
	カキノキ科	カキ		○	○	◎
茶	ツバキ科	チャ				◎
花き	キク科	キク	○	○	◎	○
	バラ科	バラ			◎	○ ○

注 ◎:被害程度大きい, ○:被害あり, ()内は一部地域のみ, 空欄:被害なし.



図-7 ミナミキイロアザミウマによるナス葉の被害



図-8 ミナミキイロアザミウマによるナス果実の被害



図-9 ミカンキイロアザミウマによるナス葉の被害

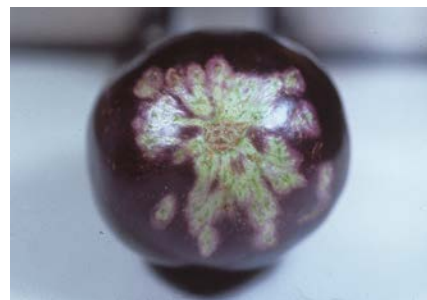


図-10 ミカンキイロアザミウマによる水ナス果実の被害

野菜-3 ナス科のトマト

ミカンキイロとヒラズハナの被害が大きい。両種とも雌成虫が花に集まって子房部分に産卵するため、果実果皮が白く盛り上がり、白ぶくれ症状になる(図-11)。また、トマト黄化えそ病により葉、莖、果実に褐色のえそ斑点やえそ輪紋が生じる。ネギアザミウマでは葉の葉脈沿いに白斑が生じる。

野菜-4 ウリ科のキュウリ、メロン、スイカ等

ミナミキイロの被害が大きい。葉表と葉裏の葉脈沿いに白斑が生じ(図-12)、しだいに葉が奇形となり、葉裏が広範囲に銀白色に光る。キュウリの果実では果面に白色縦筋状の傷が生じ(図-13)、メロンやスイカでは葉の葉脈沿いの白斑や、果皮に不規則な傷が生じる。また、メロン黄化えそ病やキュウリ黄化えそ病により葉にえそ斑や退緑斑、黄化症状が生じ、最終的には枯死する。ミカンキイロでは葉裏の葉脈間に白斑が生じ、メロン果実では産卵痕が濃緑色斑となるが、多発時を除いて大きな被害とはならない。ネギアザミウマでは葉表の葉脈沿いに白斑が生じ、しだいに葉裏の葉脈沿いにも白斑が生じる。ヒラズハナでは花卉の褐変が生じる。

野菜-5 アブラナ科のキャベツ、ブロッコリー等

ネギアザミウマが発生する。葉裏に小褐色斑が生じ、しだいに葉が巻き込んで、葉裏全体が褐変し、カルス状に盛り上がる。

野菜-6 ヒガンバナ科のタマネギ、ネギ等

ネギアザミウマの被害が大きい。葉に小白斑が生じ(図-14)、しだいに葉全体が白化する。また、ネギえそ条斑病やニラえそ条斑病により葉に退緑斑や白色紡錘形えそ条斑が生じ、最終的には萎凋・枯死する。ミカンキイロとヒラズハナでも葉に小白斑が生じる場合がある。

野菜-7 キジカクシ科のアスパラガス

ネギアザミウマの被害が大きい。葉に小白斑が生じ、しだいに葉全体が白化する。若莖に傷が生じ、鱗片葉が褐変する。

野菜-8 キク科のレタス、シュンギク等

ミナミキイロ、ネギアザミウマ、ミカンキイロ、ヒラズハナ等が発生する。葉に小白斑やカスリ状の小褐色斑が生じ、葉が奇形となるが、多発時を除いて大きな被害とはならない。



図-11 ミカンキイロアザミウマによる
トマト果実の被害



図-12 ミナミキイロアザミウマによる
キュウリ葉の被害



図-13 ミナミキイロアザミウマによる
キュウリ果実の被害



図-14 ネギアザミウマによるネギ葉の
被害

野菜-9 パラ科のイチゴ

ミカンキイロとヒラズハナの被害が大きい。両種とも葉に小白斑が生じ、花卉が褐変する。果実では果面が褐変し、肥大が抑制される。チャノキイロでは夏期育苗中の葉の葉脈沿いが褐変し、しだいに葉が奇形となり、葉全体が褐変する。ネギアザミウマでは葉の葉脈沿いに白斑が生じるが、大きな被害とはならない。

野菜-10 アカザ科のホウレンソウ

ミナミキイロ、ネギアザミウマ、ミカンキイロ、ヒラズハナが発生する。葉にカスリ状の傷や小白斑が生じ、葉の奇形や縮れが発生するが、多発時を除いて大きな被害とはならない。

野菜-11 マメ科のエンドウ、ソラマメ等

ミナミキイロ、ネギアザミウマ、ミカンキイロ、ヒラズハナが発生する。ミナミキイロやネギアザミウマでは葉脈沿いに白斑が生じる。ミカンキイロやヒラズハナでは鞘に白ぶくれ症状やカスリ状の白斑が生じる。いずれも、多発時を除いて大きな被害とはならない。

果樹-1 ミカン科のカンキツ、ウンシュウミカン等

チャノキイロの被害が大きい。果実表面の果梗部のヘタを中心にリング状に褐色の傷が生じ（図-15）、果頂部にも雲紋状のカスリ状の傷が生じる。施設栽培ではネギアザミウマやミカンキイロが着色期～収穫期の果実に発生し、果面にカスリ状の白斑が生じる。

果樹-2 ブドウ科のブドウ

チャノキイロの被害が大きい。葉裏の葉脈沿いに褐変し（図-16）、しだいに葉全体が褐変・奇形となり、茎も褐変する。果実では穂軸や果粒表面にカスリ状の傷が生じ、果実全体がコルク状に褐変する（図-17）。ミカンキイロでは産卵による果粒表面の白ぶくれ症状が生じる。

果樹-3 カキノキ科のカキ

チャノキイロの被害が大きい。果実のヘタに接する部分に黄褐色の傷が生じ、しだいに果面にリング状の褐色の傷となり、コルク状に褐変する。ネギアザミウマやミカンキイロでは着色期～収穫期の果実にカスリ状の白斑または小黒点が生じる。なお、カキクダアザミウマが発生した場合は、葉の縁が巻き込んで筒状になり、果実には褐色の小斑点がリング状に連なり、コルク状に褐変する。

茶-1 ツバキ科のチャ

チャノキイロの被害が大きい。葉が葉脈沿いに褐変し、しだいに葉全体が褐変・変形する。

花き-1 キク科のキク

ミカンキイロの被害が大きい。花では花卉全体が脱色または褐変し（図-18, 19）、葉裏には白斑が生じる。また、キク黄化えそ病により葉、茎に褐色のえそ斑点やえそ輪紋が生じる（図-20）。ヒラズハナでも花卉の脱色や褐変が生じる。ミナミキイロやネギアザミウマでは葉脈沿いに白斑が生じ、しだいに葉が奇形となる。



図-15 チャノキイロアザミウマによる
ウンシュウミカン果実の被害



図-16 チャノキイロアザミウマによる
ブドウ葉の被害



図-17 チャノキイロアザミウマ
によるブドウ果実の被害



図-18 ミカンキイロアザミウマによる
キク花卉の脱色被害



図-19 ミカンキイロアザミウマによる
キク花卉の褐変被害



図-20 キク黄化えそ病によるキク葉の
えそ輪紋

花き-2 バラ科のバラ

ミカンキイロの被害が大きい。花では花卉全体が脱色または褐変する。ヒラズハナでも花卉の脱色や褐変が生じる。チャノキイロでは葉の葉脈沿いが褐変し、しだいに葉が奇形となる。

おわりに

ここまで、野菜・果樹・花きに発生するアザミウマ類主要5種の見分け方と被害の特徴についてポイントを紹介した。なお、本稿では取り上げなかったが、近年、一部地域ではハナアザミウマ *Thrips hawaiiensis* (Morgan) がイチゴ（春山ら，2013）、エンドウ・ソラマメ（柿元ら，2017）、ウンシュウミカン（寺本ら，2001）等，クロゲハナアザミウマ *Thrips nigropilosus* Uzel がキク（土井ら，2011；貴島ら，2014；喜久村ら，2014；宮崎ら，2018）で多発生し、大きな被害を及ぼす事例が報告されている。前述のように、アザミウマ類は種によって有効薬剤が異なるため、発生種を迅速に把握し、耕種の防除、物理的防除、生物的防除、化学的防除を組合せた総合的な対策を実施することが必要となる。

引用文献

- 1) 千脇健司ら (1994): 植物防疫 48: 521~523.
- 2) 土井 誠ら (2011): 関西病虫研報 53: 131~132.
- 3) 春山直人ら (2013): 関東病虫研報 60: 103~106.
- 4) 柿元一樹ら (2017): 関西病虫研報 59: 1~7.
- 5) 貴島圭介ら (2014): 九病虫研会報 60: 84~89.
- 6) 喜久村智子ら (2014): 応動昆 58: 275~279.
- 7) 宮崎江里ら (2018): 関西病虫研報 60: 145~147.
- 8) 日本応用動物昆虫学会 (2006): 農林有害動物・昆虫名鑑増補改訂版, 日本植物防疫協会, 東京, 387 pp.
- 9) 柴尾 学 (2009): 農業および園芸 84: 1027~1029.
- 10) ——— (2011): 植物防疫 65: 504~509.
- 11) ——— (2019): 同上 73: 588~593.
- 12) 寺本 健ら (2001): 九病虫研会報 47: 123~127.

植	物	
防	疫	
講	座	

病害編-42

ブドウに発生する病害の生態と防除

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構
植物防疫研究部門 果樹茶病害虫防除研究領域

す 須 ざき 崎 こう 浩 いち 一

I ブドウについて

ブドウ栽培の歴史は古く、紀元前 3000 年ころには、原産地であるコーカサス地方やカスピ海沿岸ですでに栽培が開始されており、歴史的にみても人類の食生活や文化と古くからかかわってきた。これまでに、世界中で非常に多くのブドウが育種・栽培されてきたが、経済栽培されているブドウは欧州ブドウと米国ブドウ、およびその交雑種に大別される。以下、欧州ブドウ、米国ブドウおよび国内におけるブドウ品種の特徴を説明する。

1 欧州ブドウ

欧州ブドウ (*Vitis vinifera*) の原産地はカスピ海沿岸、コーカサス等西アジアで、その栽培と利用は紀元前 3000 年以上にさかのぼると言われ、特に醸造に利用されるなど生活になくなくてはならない果樹であったと考えられている。この地域で栽培され、改良されてきた品種群を欧州ブドウの西部系という。ブドウ栽培は西アジアから中央アジアに広がり、中央アジアの乾燥した土地でも栽培できるように改良された品種群を中央アジア系（東部系）という。中央アジアからシルクロードを經由して古代中国に伝わり、形成された品種群を東亜系（華北系）という（玉村，2004）。欧州ブドウにはワイン用の重要品種が含まれる。生食されている欧州ブドウ品種の多くはカスピ海南岸原産のオリエンタリス群に属する。欧州ブドウはもともと降雨の少ない原産地の気候に適応しており、降雨の多い条件では病害・裂果が多発して栽培が困難である。著名な品種として‘ピノワール’、‘リースリング’、‘カベルネソーヴィニヨン’、‘マスカットオブアレキサンドリア’、‘カッタクルガン’等がある。

2 米国ブドウ

新大陸発見以降、ヨーロッパからの入植者がブドウを持ち込んだが、北アメリカには欧州ブドウが感受性であるフィロキセラ（ブドウネアブラムシ）が存在するうえ、南部は多雨であり北部は低温に過ぎることから欧州ブドウ

の栽培は失敗した。そこで、北アメリカ原産ブドウと欧州ブドウとの交雑により様々な品種が育成された。このとき、最も交雑に用いられたのは *Vitis labrusca* であり、*V. labrusca* に似た特性を持つ品種群をまとめて *V. labruscana* としている（山田ら，2011）。著名な品種として‘キャンベルアーリー’、‘コンコード’、‘デラウェア’、‘ナイヤガラ’等がある。

II 日本におけるブドウ品種と生産の現況

日本へは古く、中国を經由して欧州ブドウが伝来し‘甲州’などの品種が生まれたが（後藤，2011）、降雨が多いことから栽培は定着しなかった。明治時代になって海外からブドウ品種が導入されたが、やはり欧州ブドウの栽培は難しく、米国ブドウ品種が広く栽培されるようになった。その一方で国内でも品種改良が盛んに行われ、‘巨峰’、‘ネオマスカット’、‘ピオーネ’等著名な品種が育成された。現在では、欧州ブドウ生食用品種の持つ噛み切れやすく硬い肉質とマスカット香のような芳香を良食味と位置づけ、さらに耐病性など栽培の容易さを取り入れるために米国ブドウとの交雑が行われ、‘シャインマスカット’、‘ナガノパープル’といった新品种が育成されている（山田ら，2008）。

農林水産省の統計によれば、令和 2 年度、国内のブドウ生産は、収穫量は約 16 万トン、出荷量は約 15 万トンとなっており、前年産に比べそれぞれ 5% 減少した。これは、主産地において 7 月の日照不足、8 月の高温小雨の影響で果粒の軟化や肥大不良が発生したことに加え、べと病や晩腐病が多発したことによる。

都道府県別の収穫量割合は、山梨県が 21%、次いで長野県が 20%、山形県および岡山県が 9% となっており、この 4 県で全国のはほぼ 6 割を占めている。また平成 30 年産ブドウの品種構成（栽培面積割合）は、巨峰が 29%、ピオーネが 15.9%、デラウェアが 15.2%、シャインマスカットが 12.2% となっており、これら 4 品種で栽培面積の 7 割以上を占めている。さらに、「平成 29 年度主要農産物の産出額及び構成比（50 位まで）」では、ブドウは第 13 位（果樹ではミカンに次いで第 2 位）とな

っており、経済的に重要な農作物である。

‘巨峰’、‘シャインマスカット’はある程度病気に強いという性質を持っているが、先に述べたように日本の湿潤な気候は病害の発生に都合がよい。このためブドウ生産に病害防除は不可欠となっている。

III 各種ブドウ病害の特徴と防除

国内で発生するブドウ病害の種類は多いが、経済栽培を行ううえで被害が大きく重点的な防除が必要な病害は、べと病、うどんこ病、黒とう病、褐斑病、晩腐病、灰色かび病等である。先に述べたように日本はブドウの原産地に比較して降雨量が多いため、雨によって伝染が拡大する黒とう病、べと病、晩腐病は特にブドウの生産上、注意すべき病害である。これらの病害については薬剤防除だけに頼らず、耕種的な方法も組合せて対応することが重要である。例えば、雨滴が当たらないようにすることである程度被害を軽減できるため、屋根掛けや袋掛けは重要な対策となる。また葉や果実等の被害残渣も伝染源となることから園地から取り除くことが望まし

い。なお本稿中に示した農薬は産地で用いられている薬剤の一部を示しているが、実際の防除に当たっては、地域の防除所やJA指導員に従ってほしい。

1 べと病

被害：世界中のブドウ産地で発生しており、特に欧州ブドウは本病に弱い。主に葉や花穂に発生する。葉では初期には淡黄色の斑点（図-1）が出現し、しばらくすると斑点の葉裏の部分に白色粉状の菌糸塊（図-1）が見られるようになる。病気が進むと病斑を中心に褐変が広がり、最終的には葉全体が枯れ上がって落葉する。降雨の多い年には花穂にも発生する。被害を受けた花穂は全体が白色の菌糸に覆われ腐敗する。夏期が冷涼多雨の年に発生しやすく、また‘巨峰’は被害を受けやすい。べと病に類似した症状としてブドウハモグリダニによる被害が挙げられる。ブドウハモグリダニの寄生によって葉裏に白色で綿状の「毛せん」（図-2）ができ、べと病の被害と類似するが毛せんの周囲は淡黄色に変色しないこと、毛せんができた葉表は火膨れ状に膨らむ（図-2）ことで区別できる。



図-1 べと病
左：発病初期の淡黄色斑点，右：葉裏の白色菌糸塊。



図-2 ブドウハモグリダニの被害
左：火膨れ状に盛り上がった被害部，右：葉裏に生じた毛せん。

発生生態：病原菌 *Plasmopara viticola* は前年の被害葉組織内で越冬し、翌春、遊走子のうを形成する。遊走子のうから飛び出した遊走子は水滴のある条件で気孔から組織に侵入して感染する。病斑上には再び遊走子のうが形成され、飛び出した遊走子によって伝染を繰り返す。

防除：開花前から収穫前まで防除を行う。開花前に有機銅、チウラム剤を用い、落花直後にマンゼブ剤、特に発生の目立つ場合にはべと病専用剤を使用する。なお落花直後は重点防除時期であるため、十分に薬液が掛かるように散布する。6月下旬から7月上旬にはマンゼブ剤、キャプタン剤を散布する。この時期は気象条件に注意を払い、散布間隔が空かないようにする。袋掛け以降はボルドー液を散布する。なお、べと病菌は薬剤耐性が発達しやすく、2010年前後からストロビルリン系剤に対する耐性菌が産地で見られるようになってきた (FURUYA et al., 2010; 菊原ら, 2014)。耐性菌発生地では地域の防除指導に従うとともに、未発生地ではその発生を避けるために使用回数を守る。

2 うどんこ病

被害：主に葉と果実（幼果）を加害する。葉では表側に白色粉状の病斑（図-3）を生じる。べと病とは異なり葉の裏側に粉状の病斑は見当たらない。幼果では果粒の表面を白～灰色の菌糸が覆う（図-4）。このようになった幼果は生育が停止し「石ぶどう」と呼ばれる状態になる。果実表面に広がった菌糸は外観を損ねるとともに、果実の肥大が止まるため収量低下を引き起こす。

発生生態：井上ら（2003）は、病原菌 *Uncinula necator* の閉子のう殻をブドウおよびノブドウ葉上で認めており、子のう殻で越冬した病原菌が翌年の伝染源となっている可能性がある。越冬した病原菌は翌年の新梢に感染し初期発病を引き起こす。特に新梢が菌糸に覆われ真っ白になった状態を「芽しぶ」と呼び、芽しぶで形成された多量の分生胞子が飛散することで二次伝染を引き起こす。



図-3 葉表に生じた白色粉状の病斑

す。伝染源は天候の良い昼の間に飛散する傾向がある (畑本ら, 1995)。病斑は6~7月にかけて現れ、風通しの悪い園やハウス内で発生しやすい。

防除：開花直前から薬剤防除を始めるが、重点防除時期は落花直後から袋掛け前までである。有機銅剤、チウラム剤、マンゼブ剤、キャプタン剤等を散布する。特に本病の発生が多い場合にはベノミル剤の散布も有効である。風通しの悪い条件で発生しやすいので新梢の整理を行い、風通しを確保した薬液が十分にかかるようにする。

3 黒とう病

被害：春先に生長を始めた若い組織が被害を受ける。特に葉、枝、巻きひげ、果実での発生が目立つ（図-5）。被害を受けた部位には褐色～黒色、円形の病斑ができる。幼果に発生した場合には黒色、円形の病斑によって外観を損ねるだけでなく生育が阻害されるため、収量低下を招く。新梢や巻きひげに発生した場合は生育が止まり枯死する。葉では葉脈に沿って発生することが多く、病斑が多数形成されると斑点の中心が破れて穴があいたり、葉全体が変形する。

発生生態：病原菌 *Elsinoë ampelina* は前年の被害部や無病徴の樹皮等で菌糸の状態越冬する。春先に病斑部が降雨で濡れ気温が12℃以上になると分生子が形成、雨滴とともに飛散して若い組織に感染、発病する（一次伝染）。発病した組織に形成された病斑に形成された分生子が雨滴で再び飛散し二次伝染を繰り返す。特に4~5月に連続降雨があると多発しやすい。夏期に組織が成熟し硬化すると感染しにくくなる。

防除：若い組織で発生することから休眠期からの防除が必要である。発芽前にジチアノン剤またはベノミル剤を散布して一次伝染からの予防に努める。展葉期～開花直前までイミノクタジン酢塩酸剤、ベノミル剤、キャプタン・ホセチル混合剤、キャプタン剤、有機銅水和剤、チ



図-4 幼果をおおう灰白色菌糸

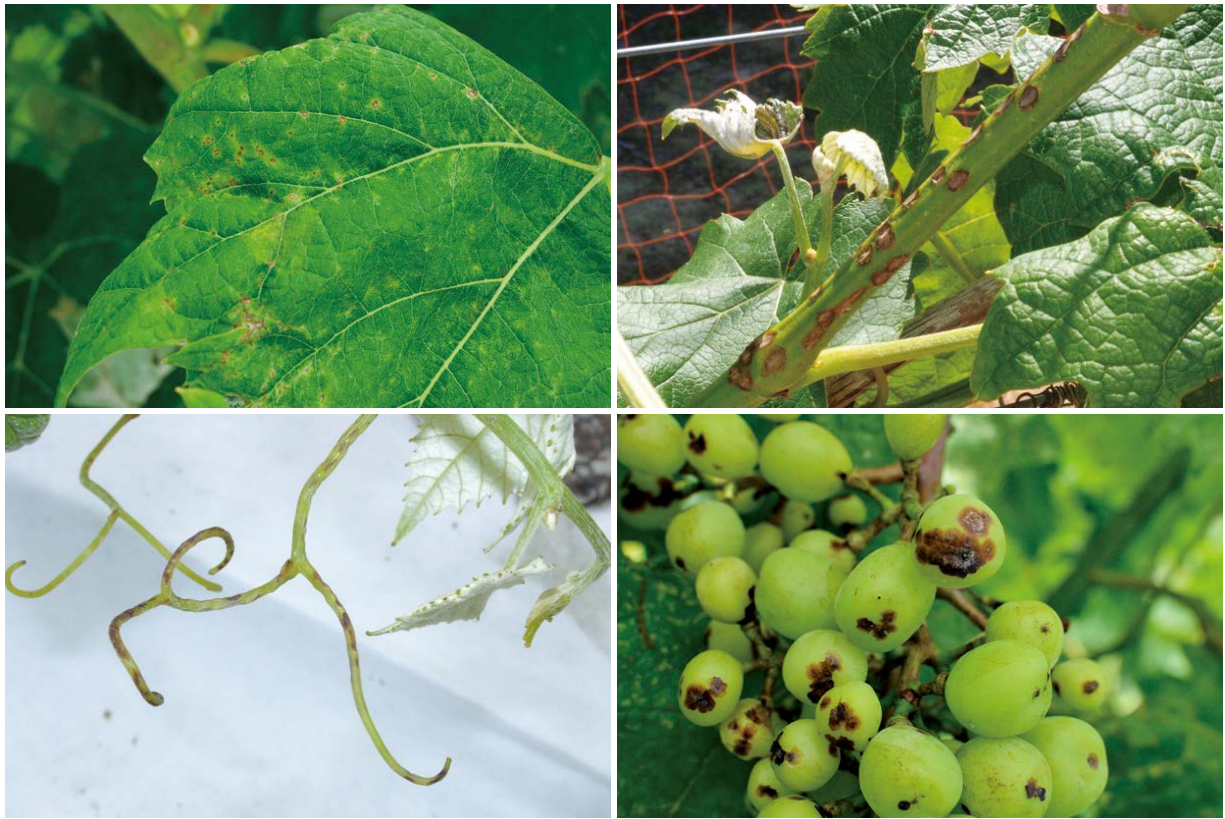


図-5 黒とう病

左上：葉における症状，右上：新梢における症状，左下：巻きひげにおける症状，右下：果実における症状。

ウラム剤等を散布する。本病は降雨とともに被害が広がるため、雨除けも効果的な対策となる（富田ら，2000）。特に近年、栽培が増加しつつある‘シャインマスカット’は本病の被害を受けやすいので、薬剤防除だけに頼るのではなく雨除けも組合せたい。伝染源は前年の被害部で越冬するので、伝染源密度を減らすために、被害果実を園地に残さないこと、また病斑の出ている枝や巻きひげ残渣を剪定時に取り除き圃場の衛生状態を保つことも必要である。

4 晩腐病

被害：収穫を迎えたころの果房に発生する（図-6）。一部の果粒～果房全体にしわがよったようになり腐敗する。腐敗した果粒にはオレンジ色の分生子塊ができる。白ブドウでは果粒が褐変し、そこにオレンジ色の胞子塊ができるので見つけやすい。果房を直接加害するので減収を招き経済的な被害が大きい。

発生生態：病原菌（*Colletotrichum aenigma*, *C. fioriniae*, *C. nymphaeae*, *C. siamense*, *C. viniferum*, *Glomerella cingulata*）は外観健全な枝や巻きひげで越冬する。翌春、降雨とともに分生子が形成され、雨滴とともに幼果をはじめとするブドウ組織に到達して感染する。果実では感染してもすぐには発病せず成熟するまで潜伏する。7月



図-6 晩腐病

左：‘ピオーネ’果房，右：‘シャインマスカット’果房。

下旬～8月上旬になり果房中の有機酸が減少、糖度が上昇すると急速に腐敗を引き起こす。腐敗した果房の表面にはオレンジ色の分生子が多量に形成され、雨滴とともに飛散して二次伝染を繰り返す。

防除：伝染源となる分生子は5月ころから収穫時期まで飛散するため生育期全般にわたった防除対策が必要である。また薬剤のみに頼るのではなく耕種的な手法も組合せた総合的な防除が必要である。休眠期には前年の残存

果房や棚線に残った巻きひげの除去を行う。発芽前にはイミノクタジン酢酸塩剤またはベノミル剤を散布する。落花直後はマンゼブ剤を散布する。この時期は防除上、最も重要な時期であるため、十分に薬液がかかるようにする。また本病の多発が予想されるときにはQoI混合剤を散布する。なお耐性菌が出ている場合には使用に注意する。以降、袋掛けまでの間はマンゼブ剤、キャプタン剤を散布する。本病は雨滴によって伝染することから、発生が多い場合には雨除けの導入も検討する（富田ら、2000）。本病の多発が予想される場合には袋掛けの時期を早めるとともに、袋掛けの際には雨水が果梗を伝わって袋の中に侵入しないように口をしっかりと閉じることが重要である（井出、2008）。発病した果房は伝染源となるため速やかに取り除く。

5 灰色かび病

被害：幼果に発生した場合には果穂の一部あるいは全体が褐変、腐敗し減収を招く（図-7）。収穫期に発生した場合には果房は灰色の菌糸に覆われて腐敗する（図-7）。



図-7 灰色かび病
左：幼果穂の腐敗、右：収穫近くの果房の被害。



図-8 灰色かび病による葉縁の腐敗



図-9 葉裏に生じたさび病菌の夏胞子（黄色の塊）

病原菌は比較的低温を好むので、収穫後、流通に乗った果房にも発生することがある。葉に発生した場合には部分的な褐変を引き起こす（図-8）。

発生生態：病原菌 *Botrytis cinerea* はブドウだけでなくリンゴ、モモ、カキ等の果樹類、また他の作物も加害する。病原菌は前年の被害部や有機物上で菌糸あるいは菌核の形で越冬する。春先に分生子が形成され一次伝染を引き起こす。一次伝染で生じた被害部にさらに分生子が形成され二次伝染を繰り返す。

防除：開花直前から幼果期までが重点防除時期である。開花直前には有機銅水和剤、チウラム剤を散布、落花期にはマンゼブ剤散布で他の病害との同時防除を行うが、本病の発生が著しい場合にはシプロジニル・フルジオキソニル混合剤を使用する。ハウス内では換気を行った後、暖房機や循環扇を利用して多湿になるのを避ける。

6 さび病

被害：主に葉に発生する（図-9）が葉柄、茎、穂軸、果梗にも発生する。果実には発生しない。6月以降、葉の

裏側に小さな黄色斑点を形成する。病斑の増加に伴って被害部は褐変し落葉する場合がある。本病が多発した場合には早期落葉を引き起こし果実生産に影響を与える。発生生態：病原菌 *Phakopsora meliosmae-myrianthae* はブドウ属植物とアワブキ (*Meliosma*) 属植物との間で宿主が交代する異種寄生菌である。6月ころアワブキに形成したさび胞子がブドウに感染して発病する（一次伝染）。それ以降はブドウで形成した夏胞子が飛散して二次伝染を繰り返す。夏期に降雨が少なく乾燥気味の年に発生しやすい。

防除：ブドウに感染が始まる前の開花直前から収穫期まで防除を行う。開花直前に有機銅剤、チウラム剤、落花直後から袋掛け前まではマンゼブ剤、ストロビルリン

剤、袋掛け以降はボルドー液を散布する。またブドウ園地周辺のアワブキなどを取り除いて伝染環を断ち切ることも重要な対策である。

引用文献

- 1) FURUYA, S. et al. (2010): Pest Manag. Sci. 66: 1268~1272.
- 2) 後藤奈美 (2011): 醸協 106: 116~120.
- 3) 畑本 求ら (1995): 岡山農試研報 13: 39~45.
- 4) 井上幸次ら (2003): 日植病報 69: 258.
- 5) 井出洋一 (2008): EBC 研究会誌 4: 35~43.
- 6) 菊原賢次ら (2014): 九病虫研会報 60: 43~47.
- 7) 富田恭範ら (2000): 関東東山病虫研報 47: 89~92.
- 8) 玉村浩司 (2004): まるごと楽しむブドウ百科, 農文協, 東京, p.20.
- 9) 山田昌彦ら (2011): 果樹研報告 11: 25~40.
- 10) ———ら (2008): 同上 7: 21~38.

農林水産省プレスリリース (2021.6.8~7.9)

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。
<https://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。

- ◆ 「令和3年度病害虫発生予察第3号」の発表について (21/6/9) /syouan/syokubo/210609.html
- ◆ 「農林水産研究イノベーション戦略2021」の策定について (21/6/11) maff.go.jp/ の後に /docs/press/210611_248.html
- ◆ 「農業と食料システムの変革」をテーマにFAO総会が開催されます! (21/6/11) /kokusai/kikou/210611.html
- ◆ FAO総会において「みどりの食料システム戦略」を世界に発信 (21/6/15) /kokusai/kikou/210615_18.html
- ◆ GAP, 有機農業・環境保全型農業の意欲的な取組を募集します (21/6/28) /seisan/kankyo/210628.html
- ◆ 「令和3年度病害虫発生予察第4号」の発表について (21/7/7) /syouan/syokubo/210707.html

植 物
防 疫
講 座

農薬編-36

GABA 作動性塩化物イオン（塩素イオン） チャンネルアロステリックモジュレーター

日産化学株式会社 いな 稲 だ 田 まこと 誠

はじめに

害虫防除における殺虫剤抵抗性は有機合成農薬の避けでは通れない課題であり、作用機構や特性を理解し適切に使用することが抵抗性発達を遅延させるうえで重要である。CropLife International 傘下の Insecticide Resistance Action Committee (IRAC) は、抵抗性発達を回避する防除体系確立のために作用機構を体系的に分類している。本稿では、IRAC 作用機構分類のグループ 30、GABA 作動性塩化物イオン（塩素イオン）チャンネルアロステリックモジュレーター（農薬工業会，2020）（表-1）について解説する。

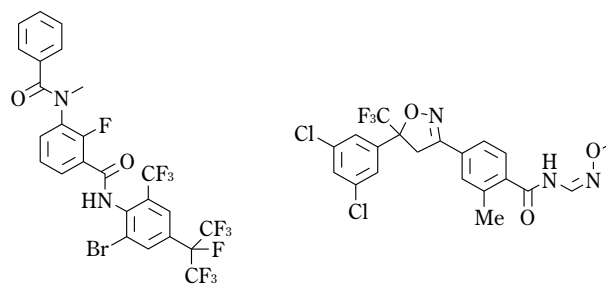
GABA 作動性塩化物イオンチャンネルはディルドリンなどの殺虫剤において古くから知られている作用点である。GABA 作動性塩化物イオンチャンネルアロステリックモジュレーターは、GABA 受容体の非競合的アンタゴニストとして塩化物イオンの流入を阻害する環状ジエン有機塩素系（IRAC グループ 2A）やフィプロニル、エチプロロール等のフェニルピラゾール系（IRAC グループ 2B）とは異なる結合様式で塩化物イオンの流入を阻害し、殺虫活性を示す新しいタイプの殺虫剤である。

現時点で本グループにはイソオキサゾリン系のフルキサメタミド（日産化学株式会社）およびメタジアミド系のプロフラニリド（三井化学アグロ株式会社）の 2 剤が分類されている（図-1）。また、フルキサメタミドと同じ

イソオキサゾリン骨格を有するイソシクロセラム（シンジェンタジャパン株式会社）の開発が進められている。

I 開発の経緯

プロフラニリドとフルキサメタミドの創製経緯は独立しており、前者はフルベンジアミド（IRAC グループ 28：リアノジン受容体モジュレーター）をリード化合物とした合成展開から、後者は 3,5-ビス（置換フェニル）-5-（トリフルオロメチル）イソオキサゾリン骨格に着目したケモラショナルな合成展開からと、全く異なるアイデアで GABA 作動性塩化物イオンチャンネルを標的とする二つの母核がほぼ同時期に見いだされ、構造の最適化を経て両殺虫剤の創出に至った。フルキサメタミドは 2019 年にグレーシア®乳剤として、プロフラニリドは 2020 年にプロフレア®SC として国内登録を取得している。



プロフラニリド

フルキサメタミド

図-1 GABA 作動性塩化物イオンチャンネルモジュレーター

表-1 日本における農業用殺虫剤の作用機構（農薬工業会，2020. 一部抜粋改変）

主要グループと一次作用部位	サブグループ あるいは代表的有効成分	有効成分	農薬名（例） （剤型省略）	標的 生理機能
30 GABA 作動性塩化物イオンチャンネル アロステリックモジュレーター	メタジアミド系	プロフラニリド	プロフレア	神経 および筋肉
	イソオキサゾリン系	フルキサメタミド	グレーシア	

GABA-gated Chloride Channel Allosteric Modulators. By Makoto INADA

（キーワード：GABA, 塩化物（塩素）イオンチャンネル, フルキサメタミド, プロフラニリド, 作用機構）

日産化学株式会社は、そのユニークな立体構造と新規性、および基本骨格となるイソオキサゾリン環の合成スループットの高さから 3,5-ビス(置換フェニル)-5-(トリフルオロメチル)イソオキサゾリン骨格に着目し、両ベンゼン環上置換基を種々展開していく中で、微弱ながら速効的に苦悶症状を呈し殺虫活性を有するイソオキサゾリン化合物 1 を創出した (図-2)。この中毒症状が既存剤とは異なるように思われたことから、構造の最適化を図った。合成展開を進める中で、イソオキサゾリン環 3 位および 5 位のフェニル基上の置換基最適化を果たし、3 位フェニル基上のアミド構造隣接位にメチル基を導入した化合物 2 (図-2) はチョウ目害虫への効果が向上しただけでなく、アザミウマなどチョウ目以外の害虫にも高い殺虫活性を示した。さらなる活性向上と殺虫スペクトラムの拡大を目指して最適化研究を継続し、高活性かつチョウ目、アザミウマ目、コウチュウ目、ハエ目、カメシ目、ダニ目と幅広い殺虫スペクトラムを示す複数の化合物が創出された。これらの中から、環境への影響を配慮し、ミツバチに対し安全性に優れるアミドオキシム構造を持つフルキサメタミドが選抜された (三田, 2019)。

三井化学アグロ株式会社はフルベンジアミド (IRAC グループ 28, リアノジン受容体モジュレーター) のオルトフタル酸ジアミド構造をメタアントラニル酸誘導体に変換し、特徴的な 4-(ヘプタフルオロイソプロピル)アニリン部位を 2,6 ジメチル置換にした化合物 1 (図-3) がフルベンジアミドとは異なる殺虫症状を示したことが

らリード化合物として選抜され、合成展開がなされた。リード化合物のカーバメート構造の変換からメタジアミド構造が見いだされ (図-3, 化合物 2), 各ベンゼン環の置換基変換, さらにはアミド結合へのメチル基導入と構造の最適化を図り、プロフラニリドの創出に至った (野村ら, 2020)。

II 作用機構

本グループの化合物は、抑制性の神経伝達物質である GABA の伝達を非競合的に阻害することでシナプス後膜への塩化物イオンの流入を抑える。その結果、異常な興奮性症状が誘導され (図-4), 最終的に害虫を死に至らしめる。

これらの作用点である GABA 作動性塩化物イオンチャンネルは、四つの膜貫通構造 (M1~M4) からなる五つのサブユニットにより形成されており、膜貫通領域 M2 を中心に向けた 5 量体ホモマーからなる (図-5)。GABA 結合部位は N 末端細胞外ドメインに位置し、結合部位が GABA で占有されると塩化物イオンチャンネルを開口し、塩化物イオンを透過させ、神経細胞の活動電位を抑制する。

IRAC グループ 2B のフィプロニルに対する作用点変異による抵抗性がヒメトビウモで報告されており、膜貫通領域 M2 の A2'N 変異によって引き起こされる (NAKAO et al., 2011)。この遺伝子変異を導入した昆虫の GABA 受容体に対して、フルキサメタミドおよびプロフラニリド (脱メチル体) とともに野生型と同等の阻害活性

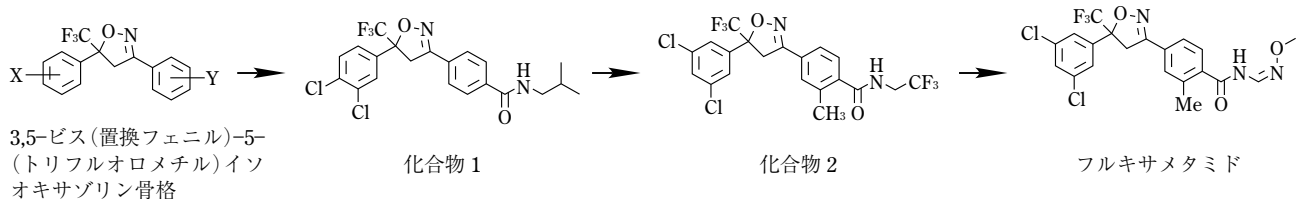


図-2 フルキサメタミドの創製経緯

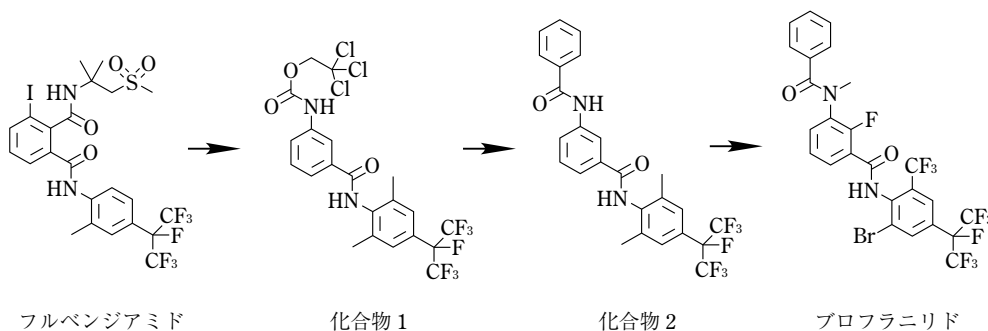


図-3 プロフラニリドの創製経緯

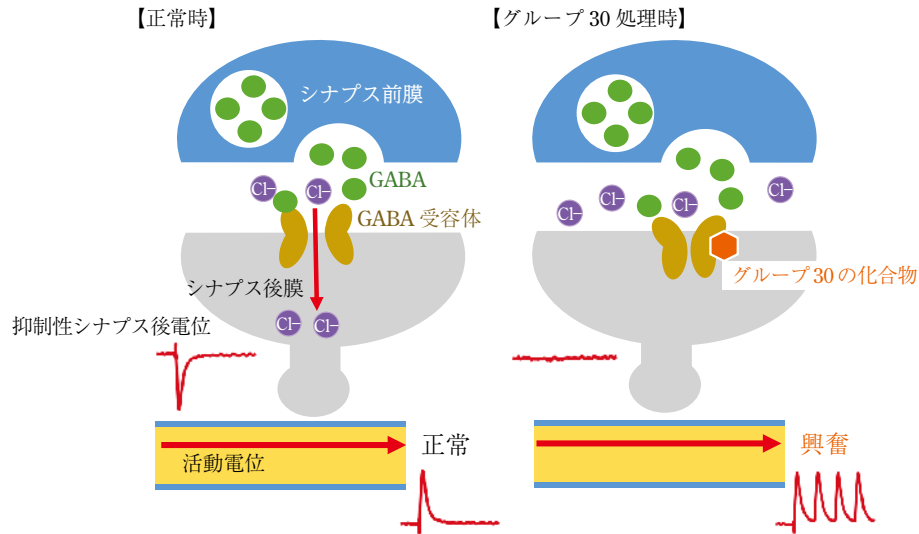


図-4 GABA 作動性塩化物イオンチャネルアロステリックモジュレーター作用機構の概略

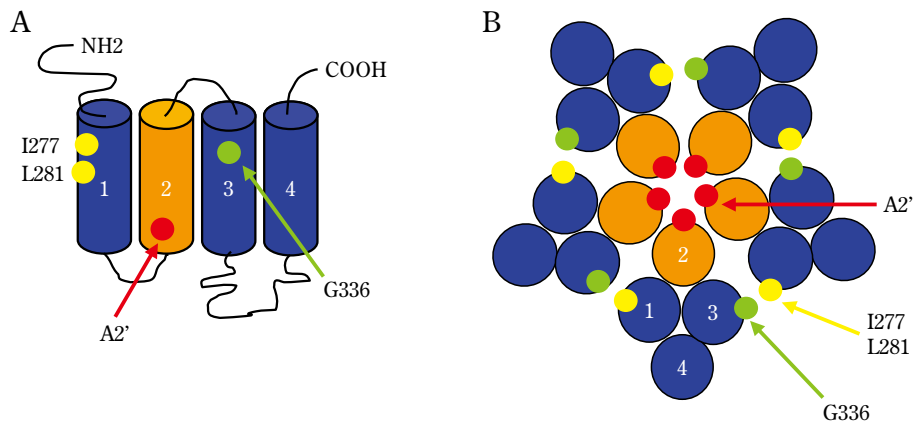


図-5 GABA 作動性塩化物イオンチャネル模式図

四つの膜貫通構造から成るサブユニット (A) が、5量体となりイオンチャネルを形成する (B)。

を示した。またイェバエの GABA 受容体を用いた結合試験において、IRAC グループ 30 の化合物はフィプロニルと結合部位を共有する $[^3\text{H}]\text{EBOB}$ の結合を完全には阻害せず、部分的な阻害活性を示したことから、IRAC グループ 2 とは異なる結合部位を有することが示唆された (OzoE et al., 2013; 旭ら, 2017)。

三井化学アグロ株式会社はプロフラニドの結合部位を詳細に解析するため、イェバエ GABA 受容体の変異体を用いた検討を継続し、膜貫通領域 M3 に位置する G336 に変異を加えることでメタジアミド型の化合物群の活性が大きく低下することから、この近傍に結合部位があることを推察した。また G336 の近傍に位置する膜貫通領域 M1 上の I277 と L281 に変異を入れることでも影響が認められ、膜貫通領域 M3 と M1 に囲まれたサブユニット間のポケットに結合することが推察された

(NAKAO et al., 2013)。フルキサメタミドでは同様の検討は行われていないが、イェバエ GABA 受容体の結合部位におけるホモジーマデルから、イソオキサゾリン型化合物とメタジアミド型化合物の両化合物群が結合部位を共有することが推察されている (CASIDA and DURKIN, 2015)。

一方、フルキサメタミドを含むイソオキサゾリン型化合物は、GABA 作動性塩化物イオンチャネルだけでなく、同じ塩化物イオンチャネルであるグルタミン酸作動性塩化物イオンチャネルに対して、その強さは GABA 受容体の 100 分の 1 程度であるが、阻害活性を有している (旭ら, 2017)。メタジアミド型はグルタミン酸作動性塩化物イオンチャネルには作用しないことから、両化合物群の相違点の一つとして挙げられる。結合様式の詳細な解析は抵抗性管理の観点から重要であり、さらなる研究の

進展が待たれる。

III 作用特性

上述の作用機構に基づき、フルキサメタミドおよびプロフラニリドを処理された害虫は活動性の増加が認められ、嘔吐、痙攣といった興奮性の苦悶症状に移行し、最終的には死に至る。結果として速やかに摂食が停止され、高い食害抑制効果を示す。また、これらは異なる基本骨格を有し、物理化学的特性が異なるものの、浸透性・長期残効性を共通の特長として有しており、実場面での安定した防除効果につながる。

フルキサメタミド（グレーシア®乳剤）は、加えて殺虫スペクトラムの広さが特長であり、チョウ目、アザミウマ目、ダニ目、ハエ目、コウチュウ目、一部のハチ目およびカメムシ目に実用的な効果を示す。これら害虫が特に問題となるような葉菜類、果菜類等の野菜ほか、茶など 26 作物で登録を取得している。この広範な殺虫スペクトラムにより、例えば茶の新芽の時期ではチャノキイロアザミウマ、チャノミドリヒメヨコバイ、チャノホソガの同時防除が求められるが、これまで複数の殺虫剤を混用しこれら害虫の防除を行っていた所を本剤のみで防除可能となった。広範な殺虫スペクトラムを有する一方で、ミツバチ、マルハナバチに対する影響は少ない。そのため、果菜類などの施設栽培において散布翌日からの巣箱導入が可能となっており、受粉を目的としたハナバチの使用場面においても使い勝手の良い薬剤である（加々美ら，2017）。ただし、カブリダニ類など天敵昆虫に対して影響があるため、これらを導入している地域では最終散布剤として使用することが推奨されている。

プロフラニリド（プロフレア®SC）は葉菜類および根菜類のチョウ目、キスジノミハムシ防除剤として位置づけられている。本剤もチョウ目種間差が小さく、幼虫の各齢期の間での活性差が小さい。キスジノミハムシに対

しては主に成虫への食毒により防除効果を示す。残効性が長い特長から成虫が長期にわたり飛来しても産卵を抑制することでダイコン、カブの地下部被害を低く抑えることが可能である。

GABA 作動性塩化物イオンチャネルアロステリックモジュレーターのプロフラニリドとフルキサメタミドの物理化学的性状を表-2 に示す。両剤とも水溶性は低く、また、オクタノール/水分配係数（LogPow）の値は 5 以上となっている。これらの性質から、高い浸透移行性が期待できないことから、効果を十分に発揮させるために、使用にあたってはムラのないようにいねいに散布する必要がある。

IV 抵抗性の現状と管理

新規作用性であるグループ 30 の薬剤に対する抵抗性の報告例は現時点ではない。両剤の開発過程において抵抗性が問題となる害虫種を主要産地から採集し、感受性検定を実施した結果、既存殺虫剤に抵抗性を示す系統に対しても有効であることが示されている（日産化学株式会社・三井化学アグロ株式会社ホームページ）。

両剤の対象となるコナガヤ、フルキサメタミドの防除対象となるアザミウマ類やハダニ類は 1 世代に要する期間が短く増殖率も高いことから、特に抵抗性の発達が早いことが知られている。また、有効な薬剤も限られているため、同一系統の薬剤が多用されて薬剤抵抗性が発達しやすい状態にある。使用に際しては、同グループの薬剤の連用を避け、作用機構の異なる薬剤とのローテーション散布をするなど、抵抗性管理が必要である。

おわりに

GABA 作動性塩化物イオンチャネルを作用点とする二つ目の作用機構である IRAC グループ 30 の化合物は、いずれも 2005 年に研究の端緒となる物質特許が公開さ

表-2 プロフラニリドとフルキサメタミドの物理化学的性状
(一般社団法人日本植物防疫協会, 2021. 農薬ハンドブック 2021 年版より引用)

	プロフラニリド	フルキサメタミド
外観	白色粉末	白色粉末
臭気	無臭	無臭
融点, °C	154.0~155.5	173.0~173.8
蒸気圧, Pa	9×10^{-9} Pa (25°C)	4×10^{-9} Pa (25°C)
水溶性, mg/l	0.51 (20°C, pH7)	0.054 (20°C)
オクタノール/水分配係数 (LogPow)	5.2 (20°C, pH7)	5.0

れ、近年の国内上市に至っている。新しい作用機構・骨格であるが故に、研究・開発の過程で多大な苦労があったことが伺えるが、その苦労も相まって、選抜された化合物の性能は極めて高く、各作物分野で難防除と位置付けられる害虫を効果的に防除可能な防除資材である。今後、適正な使用を遵守することで、長く作物生産に貢献できると考えている。

抑制性シナプス伝達を担う GABA の受容体は、これまでの開発剤が示す通り、速効的な効果が得られる作用点として魅力的である。GABA と非競合的に作用する化合物がこれまで殺虫剤として開発されてきたが、GABA の結合を競合的に阻害する化合物群も知られている (Liu et al., 2020)。この魅力的な作用点に対しさらなる研究の余地があることは、殺虫剤創製研究に携わる身としては勇気づけられる。また本稿では、イソオキサゾリン型化合物とメタジアミド型化合物ではグルタミン酸受容体に対する反応が異なることを記した。新規殺虫剤の創製難易度が高くなってきている中、このような知見から新

たな化合物のデザインのアイデアが生まれ新剤の創出につながることを期待する。

引用文献

- 1) 旭 美穂ら (2017): 日本農薬学会講演要旨集: 105.
- 2) CASIDA, J. E. and K. A. DURKIN (2015): *Pesticide Biochem. and Physiol.* **121**: 22~30.
- 3) 加々美貴弘ら (2017): 日本農薬学会講演要旨集: 83.
- 4) LIU, G. et al. (2020): *J. Agric. Food Chem.* **68**(17): 4760~4768.
- 5) 三田猛志 (2019): *ファインケミカル* **48**(5): 19~28.
- 6) 三井化学アグロ株式会社ホームページ, <https://www.mitsui-agro.com/product/tabid/86/pdid/24422/type/1/Default.aspx>
- 7) NAKAO, T. et al. (2011): *J. Econ. Entomol.* **104**: 646~652.
- 8) ——— et al. (2013): *Insect Biochem. Mol. Biol.* **43**: 366~375.
- 9) 日本植物防疫協会 (2021): 農薬ハンドブック 2021 年版, p.66~70.
- 10) 日産化学株式会社ホームページ, <https://www.nissan-agro.net/gracia/>
- 11) 野村路一ら (2020): 日本農薬学会講演要旨集: 67.
- 12) 農薬工業会 (2020): 農薬の作用機構分類 (RAC コード), https://www.jcpa.or.jp/labo/pdf/2020/mechanism_irac02.pdf
- 13) OZOE, Y. et al. (2013): *Pesticide Biochem. Physiol.* **107**(3): 285~292.

発生予察情報・特殊報 (2021.6.1~6.30)

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/>) でご確認下さい。

- ナス：フタテンミドリヒメヨコバイ（高知県：初）6/8
- かんしょ：サツマイモ基腐病（群馬県：初）6/14
- トルコギキョウ：トルコギキョウ斑点病（長野県：初）

- 6/17
- ビワ：ビワキジラミ（大阪府：初）6/28
- かんしょ：サツマイモ基腐病（茨城県：初）6/29

新農薬の紹介

新規殺虫剤テネベナル® (一般名：ブロフラニリド) の特長

三井化学アグロ株式会社 なお直 い井 あつ敦 こ子

はじめに

テネベナル®は三井化学アグロ株式会社により創製・開発された独自のメタジアミド構造を有する新規殺虫剤である。GABA 作動性塩化物イオンチャネルアロステリックモジュレーターとして作用 (NAKAO et al., 2013) することから 2017 年に IRAC (Insecticide Resistance Action Committee) において世界で初めて新たなグループ (group 30: GABA-gated Cl⁻ channel allosteric modulators) に分類された。テネベナル®を有効成分とするブロフレア®SC は 2021 年 3 月 1 日に日本国内で販売が開始された。日本農薬株式会社が開発したフルベンジアミドのチョウ目に対する高い活性に着目して本剤の研究を開始した。フルベンジアミドのオルトフタル酸ジアミド構造をメタアントラニル酸誘導体に変換した化合物がチョウ目害虫に対して効果を示すこと (YOSHIDA et al., 2005 a; 2005 b) を見いだした我々は、さらに合成展開を続けチョウ目およびコウチュウ目等に高い殺虫効果を有することに加え、これら害虫に対しフルベンジアミドとは異なる症状を示すテネベナル®を創出した (YOSHIDA et al., 2005 a; 2005 b) (KOBAYASHI et al., 2010)。本剤が広い殺虫スペクトラムを有することから、ハエやゴキブリ等を対象とした衛生害虫分野、カを対象とした感染症対策分野、シロアリなどを対象とした木材保存分野にも開発を進めている。海外では BASF 社と共同開発をしており、これまでに韓国、カナダ、中国、米国、コロンビアで農薬登録を取得している。以下に本剤の特長を紹介する。

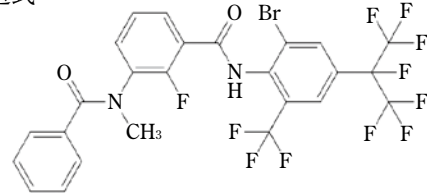
I 物理化学的性状と安全性情報

一般名：ブロフラニリド (broflanilide)

Features of TENEBENAL® (broflanilide), a Novel Insecticide.
By Atsuko NAOI

(キーワード：ブロフラニリド, ブロフレア, テネベナル®, メタジアミド, グループ 30)

化学名 (IUPAC 和名) : *N*-[2-ブromo-4-(ペルフルオロプロパン-2-イル)-6-(トリフルオロメチル)フェニル]-2-フルオロ-3-(*N*-メチルベンズアミド)ベンズアミド
化学構造式 :



CAS 登録番号 : 1207727-04-5

分子式 : C₂₅H₁₄BrF₁₁N₂O₂

分子量 : 663.3

融点 : 154.0~155.5°C

蒸気圧 : 9 × 10⁻⁹ Pa (25°C)

水溶解度 : 0.71 mg/l (20°C, 純水)

分配係数 : Log Pow = 5.2 (20°C, pH7)

商品名 : ブロフレア®SC (ブロフラニリド 5%)

試験コード名 : MIE-1209 フロアブル

農林水産省登録 : 第 24422 号



ブロフレア®SC

表-1 にブロフレア®SC の安全性情報を示す。急性毒性は普通物相当 (毒物および劇物取締法に基づく、毒物および劇物に該当しないものを指す)。

表-1 プロフレア®SCの安全性情報

人畜への安全性		
急性毒性	ラット経口	LD ₅₀ : > 2,000 mg/kg
	ラット経皮	LD ₅₀ : > 2,000 mg/kg
水産動植物への影響		
魚類急性毒性	コイ	LC ₅₀ : > 1,000 mg/l
急性遊泳阻害	オオミジンコ	EC ₅₀ : > 1,000 mg/l
藻類生長阻害	淡水緑藻	ErC ₅₀ (0~72 h) : > 1,000 mg/l NOECr : 670 mg/l

II 作用機作

本剤は GABA 作動性塩化物イオンチャンネルアロステリックモジュレーターとして GABA 受容体に作用するが、同じく GABA 受容体に作用し IRAC では group 2 (GABA-gated chloride channel blockers) に分類されるフェニルピラゾール系化合物のフィプロニルとは結合部位が異なる (図-1)。テネベナール®を体内に取り込んだ害虫は GABA 受容体が変性し正常の神経伝達が正しく行われなくなり興奮を鎮めることができず殺虫効果が発揮される。またテネベナール®は、世界的に問題となっているリアノジン受容体に作用するジアミド系殺虫剤抵抗性害虫に高い効果を示し、他の既存殺虫剤に抵抗性を

発達させたチョウ目害虫に対しても有効である (表-2)。本剤の特徴的な症状として作用時に速やかに痙攣・麻痺に加えて嘔吐を示すことが認められている (図-2)。

III 作用特性

1 速効性

プロフレア®SC は処理後速やかに苦悶を始めとする効果を発現し、1 日後には致死に至ることが認められており、作物の食害被害を最小限に抑えることが可能である (図-3)。

2 殺虫スペクトラム

プロフレア®SC の登録内容を表-3 に示す。特にチョウ目、ハムシ類に対する高い実用性と、適用作物において薬害発生リスクが小さいことが確認されている。また現在登録されている食用作物において収穫前日まで使用可能である。

3 残効性

プロフレア®SC のキャベツを用いたシロイチモジヨトウに対する残効性試験結果を図-4 に示す。処理時展開葉を切り取ってシロイチモジヨトウ 3 齢幼虫を放虫して薬剤効果を確認したところ、散布 22 日後まで非常に高い殺虫効果を示した。



図-1 テネベナール®の作用性

4 耐雨性

プロフレア®SC のキャベツを用いたハスモンヨトウに対する耐雨性試験結果を図-5 に示す。薬剤散布 30 分後のキャベツに 80 mm の降雨を 2 時間かけて人工降雨機

で散水した後、葉を切り取りハスモンヨトウ 3 齢幼虫を放虫して薬剤効果を確認した。本剤は降雨条件下でも十分な効果を示した。降雨処理後の葉面上にプロフレア®SC の粒子が残っている様子も確認された (図-6)。

表-2 野外系統のコナガ 3 齢幼虫およびシロイチモジヨトウ 5 齢幼虫に対する殺虫効果
キャベツ葉片浸漬法, 処理 3 日後調査
三井化学アグロ(株) 農業化学研究所

コナガ

採集年	県	薬剤名	プロフレア SC		A 剤	B 剤	C 剤	
			希釈倍数	2,000	20,000	2,500	2,000	2,000
			地域	死虫率	死虫率	死虫率	死虫率	死虫率
2020	愛知	田原市	◎	◎	◎	×	×	
2020	愛知	豊橋市	◎	◎	◎	×	△	
2020	愛知	田原市野田	◎	◎	◎	△	△	
2020	愛知	田原市西山	◎	◎	×	×	×	
2020	千葉	銚子市船木	◎	◎	◎	△	×	
2020	千葉	銚子市椎柴	◎	◎	◎	△	△	
2020	千葉	旭市三川	◎	◎	◎	×	×	
2020	茨城	常総市	◎	◎	○	×	×	
2020	茨城	古河市	◎	◎	△	×	×	
2020	群馬	嬭恋村仙之入	◎	◎	○	×	×	
2020	群馬	嬭恋村千俣	◎	◎	△	△	×	
2020	群馬	嬭恋村長井・田代	◎	◎	○	△	△	
2020	長野	小諸市	◎	◎	◎	△	△	
2020	長野	南佐久小海	◎	◎	○	×	△	
2020	熊本	八代市	◎	◎	○	△	△	
2020	熊本	阿蘇市	◎	◎	○	△	△	

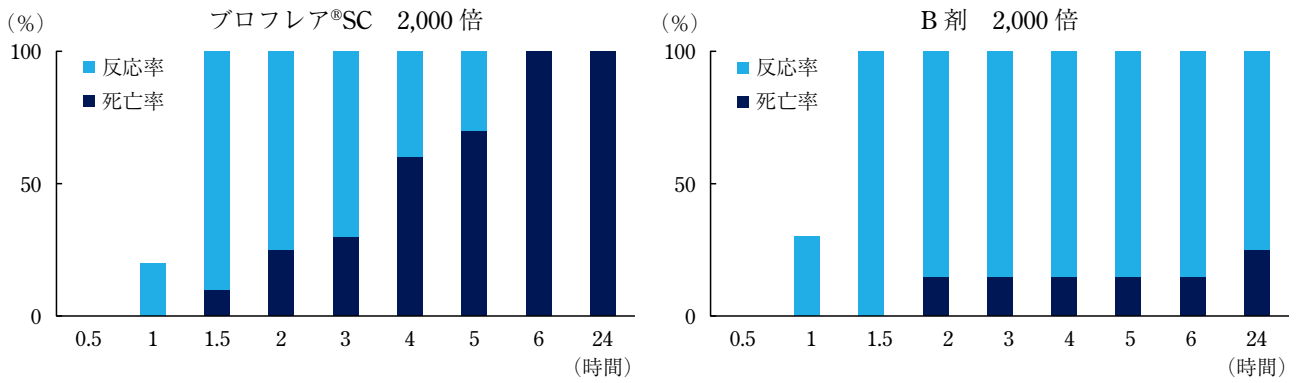
シロイチモジヨトウ

採集年	県	薬剤名	プロフレア SC		B 剤	D 剤	
			希釈倍数	2,000	20,000	2,000	1,000
			地域	死虫率	死虫率	死虫率	死虫率
2020	香川	観音寺市	◎	◎	△	△	
2020	香川	さぬき市	◎	◎	/	○	
2020	徳島	徳島市	◎	◎	△	△	
2020	兵庫	南あわじ市	◎	◎	/	△	
2020	京都	八幡市	◎	◎	△	△	
2020	静岡	浜松市	◎	○	△	△	
2020	大分	豊後高田市	◎	◎	△	△	

記号	死虫率	
◎	90%~	効果高い
○	70~89%	効果あり
△	30~69%	効果低い
×	~29%	無効

IRAC グループ No 供試薬剤 (作用機構)	処理 6 時間後		処理 24 時間後	
	外見	特徴	外見	特徴
30 プロフレア®SC (GABACI アロステリックモジュレーター)		嘔吐 痙攣		痙攣 死亡
1B アセチルコリンエステラーゼ阻害		嘔吐		死亡
3A ナトリウムチャンネルモジュレーター		嘔吐 痙攣		痙攣
5 nAChR アロステリックモジュレーター		健全		健全 大型チョウ目に 効果低
6 GluCl アロステリックモジュレーター		摂食停止 反応鈍い 外見健全		死亡
13 酸化的リン酸化脱共役		嘔吐		死亡
18 脱皮ホルモン受容体アゴニスト		健全		頭蓋剥離 摂食停止
22A 電位依存性ナトリウムチャンネルブロッカー		苦悶		体がC字に 曲がり苦悶
28 リアノジン受容体モジュレーター		嘔吐 体が縮む		3日程度で 死亡

図-2 各種薬剤を処理した餌を摂食したハスモンヨトウの症状



プロフレア®SC
2,000 倍処理

B 剤
2,000 倍処理

無処理

図-3 ハスモンヨトウ 3 齢幼虫に対する効果発現速度試験
キャベツ葉片浸漬法 写真は 24 時間後撮影
2019 年 三井化学アグロ(株)農業化学研究所

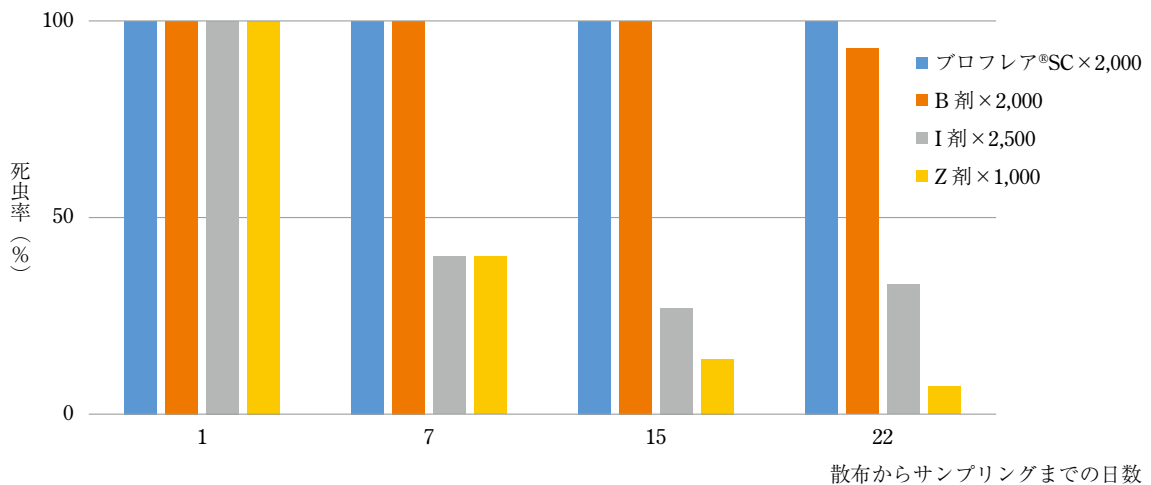


図-4 シロイチモジヨトウ 3 齢幼虫を用いた残効性試験
サンプリング後に放虫 3 日後調査
2020 年 三井化学アグロ(株)農業化学研究所

表-3 プロフレア®SCの登録内容（2021年6月23日現在）

作物名	適用害虫名	希釈倍数	使用液量	使用時期	本剤の使用回数	プロフラニリドを含む使用回数	使用方法
キャベツ	コナガ アオムシ ハスモンヨトウ ヨトウムシ オオタバコガ ウワバ類 ハイマダラノメイガ	2,000～ 4,000 倍	100～ 300 l/10 a	収穫前日 まで	3 回以内	3 回以内	散布
はくさい	コナガ アオムシ ハスモンヨトウ ヨトウムシ オオタバコガ ハイマダラノメイガ						
だいこん	コナガ アオムシ ヨトウムシ ハイマダラノメイガ カブラハバチ キスジノミハムシ						
かぶ	コナガ						
ブロッコリー	コナガ アオムシ ハスモンヨトウ ヨトウムシ オオタバコガ						
カリフラワー	コナガ アオムシ						
非結球 あぶらな科 葉菜類	コナガ アオムシ キスジノミハムシ						
レタス 非結球レタス	ハスモンヨトウ ヨトウムシ オオタバコガ ウワバ類						
ねぎ	ネギコガ シロイチモジヨトウ						
えだまめ	ハスモンヨトウ オオタバコガ						
かんしょ	ハスモンヨトウ ナカジロシタバ	16～32 倍	0.8～ 1.6 l/10 a				無人航空機 による散布
きく	ハスモンヨトウ オオタバコガ	2,000～ 4,000 倍	100～ 300 l/10 a	発生初期			散布

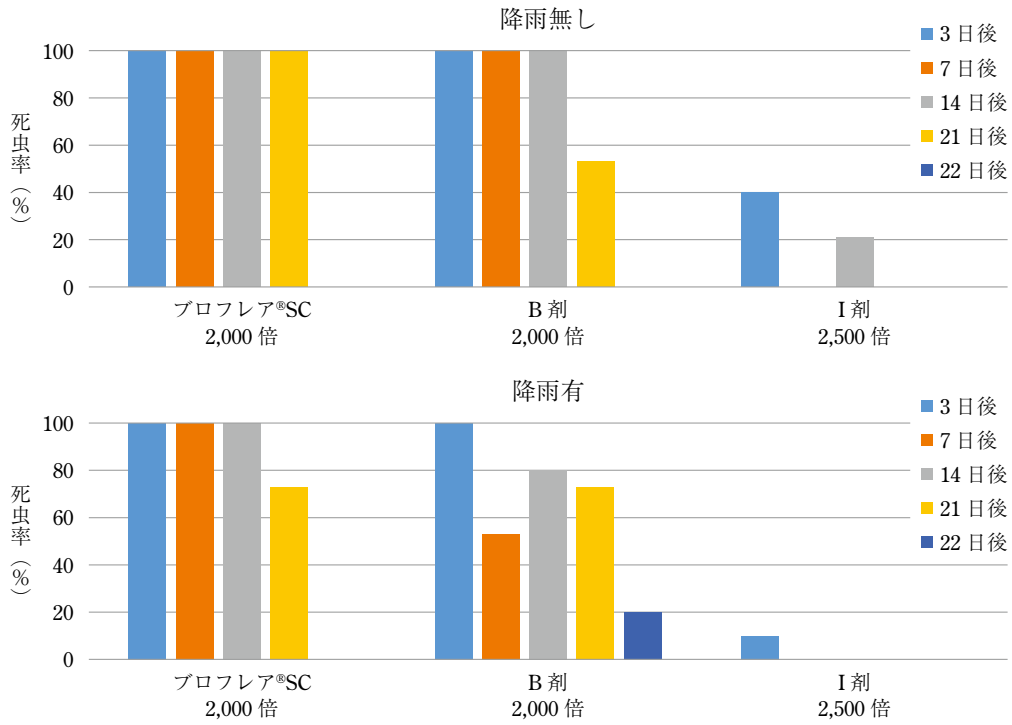
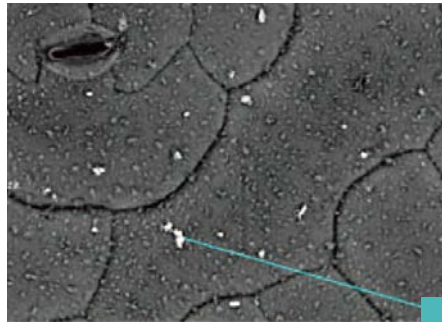


図-5 ハスモンヨトウ 3 齢幼虫を用いた耐雨性試験
サンプリング後に放虫 3 日後調査
2020 年 三井化学アグロ(株)農業化学研究所

プロフレア®SC/2,000 倍
降雨処理なし



プロフレア®SC/2,000 倍
散布後 40 mm/h (計 80 mm/2 h) 降雨処理



プロフレア®SC
の粒子

図-6 降雨処理前後の走査型電子顕微鏡 (SEM) によるキャベツ葉の撮影画像
2020 年 三井化学アグロ(株)農業化学研究所

おわりに

テネベナール®は、三井化学アグロ株式会社が創製したメタジアミド骨格を有する新規殺虫剤である。GABA 受容体に作用 (IRAC group 30 : GABA-gated Cl⁻ channel allosteric modulators) し、既存の抵抗性害虫に対しても有効である。チョウ目およびコウチュウ目害虫を中心とした幅広い殺虫スペクトラムを有することから、国内お

よび海外で農業分野のみならず、感染症対策、衛生害虫や木材保存等様々な分野で貢献することが可能である。

引用文献

- 1) KOBAYASHI, Y. et al. (2010) : PCT Int. Appl. WO2010018714.
- 2) NAKAO, T. et al. (2013) : Insect Biochem. Mol. Boil. 43 : 366~375.
- 3) YOSHIDA, K. et al. (2005 a) : PCT Int. Appl. WO2005021488.
- 4) ——— et al. (2005 b) : ibid. WO2005073165.

研究室紹介

秋田県農業試験場 生産環境部 病害虫担当

秋田県は東京のほぼ真北約 450 km の日本海沿岸に位置し、面積は 11,612 km² で全国 6 位の広さとなっています。秋田県の気候は典型的な日本海側気候となっています。冬期は北西の季節風が強く、降水日数が多くなるため、日照時間は全都道府県の中で最少です。降雪量は、一般には沿岸部で少なく内陸部に入るに従い多くなります。夏に北日本の太平洋側に冷害をもたらす「やませ」は、奥羽山脈を越えると高温乾燥した風となり、県内陸部では気温が上昇し真夏日や猛暑日になることもあります。

秋田県農業試験場は明治 24 年に秋田市に県立農事試験場として設置され、今年で 131 周年になり、現在の秋田市雄和には平成 12 年に移転してきました。

研究体制は、企画経営室、作物部、原種生産部、野菜・花き部、生産環境部から構成されています。病害虫担当は土壌基盤担当と 2 担当からなる生産環境部に属します。当病害虫研究担当は、病害 3 名、虫害 2 名の 5 名で試験課題に取り組んでいます。

また、病害虫防除所が同じ施設内にあるため、診断同定や防除対策等早期解決に向けた協議が行いやすい環境になっています。

病害虫担当の取り組み

都道府県の公設試では同様の状況かと思いますが、現場で生じる緊急問題の解決や現場からの要望に対応する課題が中心となっています。

以下に現在取り組んでいる主な試験課題などについて一部紹介します。

(1) 水稻の病害虫防除対策

近年水稻栽培において、さらなる省力化に向けて疎植栽培や高密度播種苗移植栽培のような面積当たりに使用する育苗箱を削減する栽培様式が普及しつつあります。



図-1 移植同時に薬剤を側条施用している様子



図-2 ドローンによるネギ病害虫に対する防除試験

しかし、このような栽培で育苗箱施用剤を利用すると、葉いもちや初期害虫の防除効果が低下する事例が確認されています。そこで当試験場では、これらの問題を解決するために省力的かつ効率的な新しい施薬技術を農機メーカーや農薬メーカーと共同開発しました。本技術は側条施肥する溝に粒状肥料と同時にプロベナゾールの水面施用剤や箱施用剤を 10 a 当たり 1 kg 側条施用する方法（図-1）であり、高密度播種苗移植栽培や疎植栽培における同剤の側条施用による葉いもちや初期害虫に対する防除効果を明らかにしました。現在、他のいもち剤や紋枯剤について検討を進めています。

(2) ドローンを利用した園芸病害虫の防除

県内では野菜・花き類生産の大規模化にともない生産者の防除作業の負担が大きくなっています。省力的防除技術として注目を集めている産業用マルチローター（ドローン）ですが、園芸品目における知見は少なく、高濃度・少量散布ができる薬剤の登録は極めて少ない状況です。そこで、県の重点品目であるネギやえだまめにおけるドローンを利用した病害虫防除技術の確立を目指し、有効薬剤の検索、効果的な散布量の検討、薬害の確認、さらには農業登録に向けた試験（図-2）を実施しています。

(3) 水稻育苗期に使用した農薬の後作茎葉菜類への残留リスクの検討

秋田県では水稻育苗後のビニルハウスを利用して葉菜類などが栽培されるため、農薬残留が危惧されています。そこで、育苗時使用農薬による後作物への残留リスク評価の参考とするために、葉菜類を指標作物として植物体および土壌での残留を調査しています。

そのほかにも病害虫の薬剤に対する薬剤抵抗性のモニタリングや新農薬実用化試験等を行っています。

（主任研究員 藤井直哉）

研究室紹介

高知県農業技術センター 生産環境課 病理担当

高知県は古くから、温暖な気候のもと、施設を利用した野菜、花きの栽培が盛んです。また、極早生水稲や多様な柑橘類の生産等、特色ある農業が行われています。このような農業を支えるため、高知県農業技術センターでは、農業者の所得向上に結びつく、出口の見える研究開発を進めています。病理担当は現在6名体制で、生産現場などで発生する農作物全般の病害を対象に、問題解決に向けた研究課題に取り組み、その他、新農薬実用化試験、病害診断、発生予察等多様な業務を行っています。現在取り組んでいる主要な研究課題を紹介します。

IoP プロジェクトに関する課題

高知県では平成30年10月から、内閣府「地方大学・地域産業創生事業」として採択された「“IoP (Internet of Plants)” が導く「Next 次世代型施設園芸農業」への進化」(IoP プロジェクト)に取り組んでいます。県の主要6品目を栽培する約3,000戸のハウスをインターネットで接続し、計測した施設内の環境、作物の生育状況、収穫量、農作業等の情報をデータベース (IoPクラウド) に集約する計画です。IoPクラウドを介して、営農指導などの情報提供を行うとともに、新たな技術開発を加速し、その結果、農業のスマート化、効率化の実現と、農業者の所得向上につなげることを目指しています。

現在、IoPプロジェクトの課題として、(国研)農研機構と共同で、AIを活用したナス病害の発病予測に取り組んでいます。計測された施設内の環境情報を基に、ナス黒枯病・すすかび病等の発病を予測し、IoPクラウドを活用して農業者に情報を提供することを目標としています。また、発病予測の精度を上げるため、施設内の



図-1 高知県農業技術センター全景



図-2 病害診断中の研究員

空中を浮遊するナス病害の胞子を検出する技術の開発にも取り組んでいます。

さらに、スマート農業推進の一環として、ショウガを対象に、ドローンを活用した根茎腐敗病・青枯病発病株の早期発見技術の開発に取り組んでいます。早期発見が可能になれば、生産者は被害が拡大する前に対策を実施することが可能になり、被害の軽減につながります。

環境保全型農業の推進

平成29年、高知県のトマトでホモプシスによる茎枯病の発生を日本で初めて確認し、現在、本病害の発生生態の解明に取り組んでいます。さらに、化学的・耕種の防除法の開発とこれらを組合せた効率的な防除体系を確立することを目標に研究を実施しています。

また、トルコギキョウ栽培では斑点病、立枯病の発生が問題となっており、斑点病に対しては、発病条件の解明と効果の高い農薬を明らかにすること、立枯病に対しては、安定して高い防除効果が期待できる土壌消毒法を開発することを目標に研究を行っています。

今後も、高知県の農業の発展に貢献できるような研究を行っていききたいと思っています。

(生産環境課チーフ(病理担当) 下元祥史)

学会だより

○第36回報農会シンポジウム「植物保護ハイビジョン—2021」のご案内

—明日の植物防疫の可能性を探る（新たな試みの貢献に期待）—

日時：2021年9月29日（水）10:00~15:30

場所：オンラインによるライブ配信

〈プログラム〉

- 講演：10:10~11:00 植物防疫の現状と課題について
農林水産省 植物防疫課 二階堂孝彦
- 11:00~11:50 鳥獣被害の実態と対策について
野生生物研究所ネイチャーステーション 古谷益明
- 13:00~13:50 AIを活用した病害虫の画像診断
法政大学理工学部 彌富 仁
- 13:50~14:40 温暖化に対応した山形県庄内地域におけるカンキツ適応性試験の取組み
山形県庄内総合支庁 農業技術普及課 我孫子裕樹
- 14:40~15:30 雑草を活かして雑草を防ぐ有機稲作
館野かえる農場 館野廣幸

参加費：3,000円（講演要旨集を含む。ただし、講演要旨のみ購入の場合2,000円）

申込み：報農会ホームページ掲載の「開催要領」をご覧の上、申込用紙に必要事項を記入して、メール又はFAXでお申し込みください。なお、シンポジウム終了後、第36回功績者表彰式をオンラインで行います（15:45~16:15功績者表彰式）。詳細はホームページでご確認ください。

○EBC (Evidence-based Control) 研究会ワークショップ2021のご案内

日時：2021年9月15日（水）10時~15時15分

場所：オンライン（Zoom）にて開催

申込み：8月27日（金）までに電子メール【宛先：茨城県農業総合センター園芸研究所 小河原孝司 (t.ogawara@pref.ibaraki.lg.jp)】で申込み下さい。なお、電子メールの件名は、「EBCワ

広告掲載会社一覧（掲載順）

- 日産化学(株) …… グレーシア
- サンケイ化学(株) …… 主要品目
- バイエルクロップサイエンス(株) …… モベント
- 石原バイオサイエンス(株) …… ネマトリンエース
- 日本農薬(株) …… AI診断
- 日本曹達(株) …… ダニオーテ
- 三井化学アグロ(株) …… プロフレア
- BASF ジャパン(株) …… コナダニ対策
- アグロカネショウ(株) …… 主要品目

ークショップ参加：本人氏名」として送付願います。

参加費：無料
〈プログラム〉

第一部 病害防除研究の基礎と実践

- 10:00~10:45 病害研究における圃場試験・データ解析・論文執筆について 農研機構 西日本農業研究センター 川口 章
- 11:00~11:45 エビデンスメイクに役立つ統計解析 一般社団法人プラントヘルスケア研究所 田代暢哉
- 13:00~13:45 タマネギべと病の大発生による産地の危機~共同研究と行政・普及が一体となりV字回復に至った取組みの成果~ 佐賀県農業試験研究センター 井手洋一

第二部 ショートトーク

- 14:00~14:20 新規殺菌剤インピルフルキサムの特長 住友化学株式会社 倉橋 真
- 14:20~14:40 パレード20フロアブルのセルトレイ灌注処理による病害防除 日本農薬株式会社 長谷部元宏
- 14:40~15:00 水稲種子処理剤による病害虫防除技術 バイエルクロップサイエンス株式会社 内田 聡
- 15:00~15:15 総合討論

次号予告

次号2021年9月号の主な予定記事は次のとおりです。

チャ栽培における農薬散布量削減の研究と普及	鹿子木 聡
施設栽培コマツナのコナガの防除対策	井口雅裕
複合性フェロモンのローブ製剤による夏秋キャベツ害虫の防除効果	大河原一晶
我が国における薬剤抵抗性害虫の発生と現状	森下正彦
チャ赤焼病に対する防除適期と各種薬剤の防除効果	鈴木幹彦
群馬県におけるシロイチモジヨトウのトラップ方式による誘殺の比較	新井朋二
事前乾燥種子を用いた温湯消毒によるイネ種子伝染性病害の防除効果	藤 晋一ら

ネギ圃場に設置した黄色粘着トラップに捕殺されるネギアザミウマ雌雄成虫の簡易判別法	金子政夫
病害虫の見分け方シリーズ：シラホシカメムシ類3種の見分け方、発生生態および被害	八尾充陸
イネ チョウ目害虫の見分け方	奥谷恭代
植物防疫講座 病害編：作物に発生するファイトプラズマ病害	大島研郎
研究室紹介：千葉県農林総合研究センター 病理昆虫研究室	大谷 徹
	長野県南信農業試験場 栽培部 近藤賢一

植物防疫

第75巻 2021年7月25日印刷

第8号 2021年8月1日発行
(通算896号)

定価965円

本体877円

2021年
8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5-16-7

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)

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。

明日の農業を考える



これはなんだろう?

みんな農家さんか
レイミーがお手伝い!

あれは
去年どこの畑に出たんだっけ?

スマートフォン用アプリ レイミーのAI病害虫雑草診断

無料! 農作物に被害を及ぼす病害虫や雑草を写真からAIが診断し、有効な薬剤情報を提供する、スマートフォン用の防除支援ツールです。
通信料を除く

対応作物



※スマホ画面は開発中のもののため
実際と異なる場合があります

アプリのダウンロードはこちら

日本農業ホームページから
日本農業 検索

App Store
Google Play

■本アプリケーションで使用されているAI診断学習モデルは(株)NTTデータCCSと日本農業(株)の共同開発です。
■本システムは農林水産省の農業界と経済界の連携による生産性向上モデル農業確立実証事業「防除支援システム研究会(H30~R1)」の成果を社会実装したものです。

日本農業株式会社

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

日本農業株式会社は持続可能な開発目標(SDGs)を支援しています

ハダニ防除に 新たな一手!

農林水産省登録 第24213号

特長

- ★既存剤に対して感受性の低下したハダニ類に優れた効果を示します。
- ★各種ハダニ類の全ステージに活性を示します。
- ★気温による効果変動が小さく、安定して高い効果を示します。
- ★天敵・有用昆虫に対する影響の少ない薬剤です。
- ★登録作物への高い安全性が確認されています。

登録作物

かんきつ、りんご、なし
おうとう、小粒核果類
いちご、なす、すいか



殺ダニ剤 アシノナビル水和剤 ダニオーテ® フロアブル



- 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。

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

HPはこちらから
ご覧いただけます



TENE BENAL[®]
テネベナル

TECHNOLOGY

プロフレア、テネベナルは三井化学アグロ(株)の登録商標
農林水産省登録 第24422号

殺虫剤分類 30

想像を 超える



INSECTICIDE for Lepidoptera and Leaf Beetles

殺虫剤 チョウ目・ハムシ専門剤

プロフレア[®] SC

有効成分テネベナル[®]:一般名プロフラニリド 5.0%含有

詳しい商品情報は
こちらから



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/>



チョウ目被害



ハムシ被害

BASF

We create chemistry

難防除害虫ホウレンソウケナガコナダニに卓効

体系防除で 新たなコナダニ対策を

コナダニ防除の常識は
ベイトで変える

令和3年3月
新発売

サンケイ

コテツ[®]ベイト

主な特長

- ホウレンソウケナガコナダニに優れた効果
- 優れた残効性
- 土壌混和する必要なく、使いやすい
- ベイト製剤によるユニークな食毒作用

農林水産省登録
第24439号

コテツベイトに
コナダニが群がる
様子はこちら



※写真はイメージです

コナダニをはじめ、
幅広い害虫を抑える

カスケード[®]乳剤

主な特長

- ホウレンソウケナガコナダニに加え、
ハスモンヨトウやハモグリバエにも優れた効果
- 優れた残効性
- 収穫3日前まで使用可能

農林水産省登録
第18500号

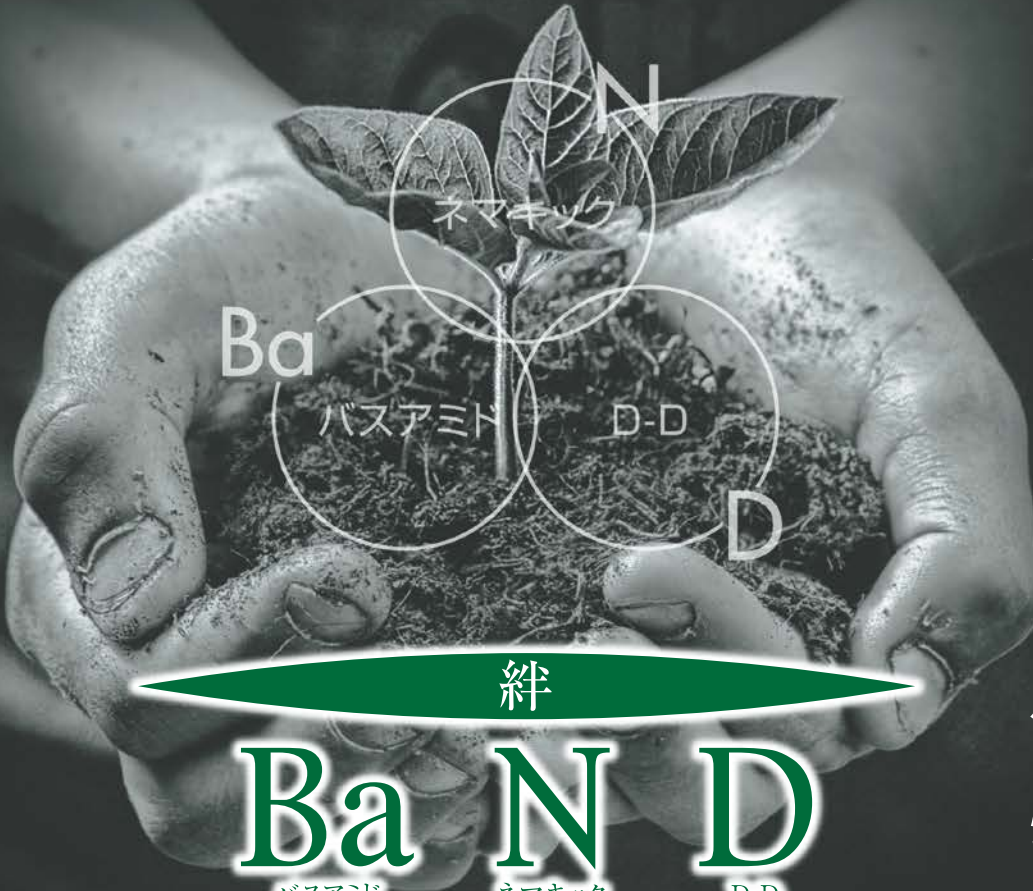
BASFジャパン株式会社

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/>

® =BASF社の登録商標

いい土から、いい作物。



アグロカネショウの土壤消毒剤

絆
Ba N D
バリアミド ネマキック D-D

で土壌を守る。

線虫問題にケリをつける!!

土壌病害・雑草防除に!

土壌センチュウ防除に!



ネマキック
粒剤



バスアミド
微粒剤

D-D

アグロ カネショウ
の
土壌分析

化学性や生物性の土壌診断を行います。

土壌の
養分分析

線虫や
菌の密度

土壌分析の詳細や申込みについては▼

アグロ カネショウ土壌分析室 [0296-21-3108] まで



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