

植物防疫

7

Plant Protection

2019
VOL.73



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

6月1日、私たちはみなさんの食卓を 支え続けることを世界中に宣言。

農業に特化した世界最大の独立したアグリビジネス企業、
コルテバ™の誕生。

生産者と消費者の暮らしを豊かにし、
今、そして未来の進歩を実現することが私たちの使命です。

KEEP GROWING.



ダウ・アグロサイエンス日本株式会社/デュポン・プロダクション・アグリサイエンス株式会社

TMが付記された表示は、デュポン、ダウ・アグロサイエンスもしくはバイオニアならびにこれらの関連会社または各所有者の商標です。

明日の「農」を支える力でありたい。

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

殺虫剤

三井化学 **アルバリン**® 顆粒水溶剤・粒剤
粉剤DL・箱粒剤

トレボンスター® フロアブル
粉剤DL

コロマイト® 水和剤
乳剤

スタークル® 顆粒水溶剤

トレボン® 乳剤・EW・MC・粉剤DL
粒剤・エアースカイMC

ミルベノック® 乳剤

スタークルメイト® 1キロH粒剤
液剤10

アキ® 乳剤

キックオフ® 顆粒水和剤

殺菌剤・殺虫殺菌剤・土壌消毒剤

アフエット® フロアブル

フルーツセイバー

モンガリット® 1キロ粒剤
粒剤

タチガレン® 粉剤
液剤

サンブラス® 粒剤

サントリプル® 箱粒剤

三井化学 **クロールピクリン**

ベジセイバー®

ネビジジ® 粉剤

サンリット® 水和剤

タチガレエース® M 粉剤
液剤

ガッツスター® 粒剤

サンフェスタ® 箱粒剤

三井化学 **ソイリーン**®

ヒカット® フロアブル

ネビリュウ®

テーク® 水和剤

タチガレファイト® 液剤

トリプルキック® 箱粒剤

クロピクテープ

ドロロール

除草剤

アールタイプ® 1キロ粒剤・ジャンボ
フロアブル

クサトリ-BSX® 1キロ粒剤75/51
ジャンボH/L・フロアブルH/L

クサバルカン® 1キロ粒剤・ジャンボ
フロアブル

サンバード® 粒剤

アトカラ® SジャンボMX

シュイデン® 1キロ粒剤・ジャンボ
フロアブル

キクンジャベ-Z® 1キロ粒剤・ジャンボ
フロアブル

オシオキ® MX 1キロ粒剤

ワイドアタック™ SC

セカンドショット® SジャンボMX

アルファプロ® 1キロ粒剤75/51・ジャンボH/L
フロアブルH/L

イネキング® 1キロ粒剤・ジャンボ
フロアブル

フォローアップ® 1キロ粒剤

草枯らし MIC®

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



三井化学アグロ株式会社

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

すこやか ノビノビ ハツラツ!



オルフィン プラス フロアブル

新登場



黒星病をはじめとする
主要病害を**しっかり防除**。
高品質で、美しい果実を。

®はバイエルグループの登録商標

●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。

バイエル クロップサイエンス株式会社

東京都千代田区丸の内1-6-5 〒100-8262 <https://cropscience.bayer.jp>
お客様相談室 ☎0120-575-078 9:00~12:00, 13:00~17:00
土・日・祝日を除く



植物油脂パワー!
サンクリスタル乳剤



チョウ目害虫退治の生物農薬!
**サンケイ
サブリーナフロアブル**



植物保護薬!
**サンケイ
ジーファイン水和剤**



硫黄の力でうどんこ病防除!
**サンケイ
クムラス**



安定した銅の効果!
サンボルドー



キュウリ・カボチャのうどんこ病に!
ハッピー乳剤



硫黄と銅の強力タッグ!
園芸ボルドー



サンケイ化学株式会社

本社 〒891-0122 鹿児島市南栄 2 丁目 9 ☎(099) 268-7588
東京本社 〒110-0005 東京都台東区上野 7-6-11 ☎(03) 3845-7951

目次

巻頭言

大学で講義をしていて思うこと 夏目 雅裕 1

総説

クビアカツヤカミキリの発生と防除の現状 三代 浩二 2

調査報告

クビアカツヤカミキリに対する農薬登録促進に向けた取り組みについて 舟木 勇樹 7

研究報告

高知県の IPM 技術を導入している施設栽培野菜類で問題となっているアザミウマ類とカスミカメムシ類
..... 中石一英・近森ちさこ・戸梶加奈子・下元満喜・山下 泉 14

Berkeleyomyces rouxiae によるレタス黒根病の発生 中根 麗・宇佐見俊行・三木静恵 19

常温煙霧法の特性解明と保護殺菌剤の適用拡大
..... 北條 広・荒井雄太・沼田京太・中村達都・河野敏郎・富田恭範 23

トピックス

ツマジロクサヨトウの中国における分布拡大と日本への侵入警戒 松村正哉・大塚 彰・吉松慎一 28

我が国におけるジャガイモシロシストセンチュウの発生と根絶に向けた防除対策について 奈良部 孝 33

石川県におけるイナゴ類の発生状況 渡邊照之・八尾充陸 38

植物防疫講座

病害編-19 ピシウム菌による病害の発生生態と防除 東條 元昭 42

虫害編-18 野菜のアブラムシ類の発生生態と防除 太田 泉 47

農薬編-19 幼若ホルモン類似剤 大橋 和典 55

新農薬の紹介

新規殺虫剤フルキサメタミドの特長 安藤公則・春山裕史 59

研究室紹介

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構
果樹茶業研究部門 生産・流通研究領域 虫害ユニット 三代 浩二 63

徳島県立農林水産総合技術支援センター 資源環境研究課病害虫・鳥獣担当 中野 昭雄 64

書評

植物病理学 第2版 岡山 健夫 65

農林水産省プレスリリース (2019.5.9~2019.6.5) 22

新しく登録された農薬 (2019.5.1~5.31) 13, 37, 46

登録が失効した農薬 (2019.5.1~5.31) 32

発生予察情報・特殊報 (2019.5.1~5.31) 27

【表紙写真】

上段左：クビアカツヤカミキリ成虫

上段右：常温煙霧法

中段左：ジャガイモシロシストセンチュウの雌成虫およびシスト (串田氏提供)

下段左：ツマジロクサヨトウの被害 (バイエルクロップサイエンス(株)提供) と幼虫 (南京農業大学 胡氏提供)

下段右：レタス黒根病菌



速く効く。
あの害虫にも効く。^{*1}

だから、
収量に差がつく。^{*2}

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。

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。

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、新規殺虫剤 グレーシア。

新発売

野菜・茶用殺虫剤

グレーシア[®] 乳剤



- 新規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


 巻頭言

大学で講義をしていて思うこと

東京農工大学 なつ夏 め目 まさ雅 ひろ裕



大学で講義をするようになって、20年以上が経った。当初はどのように説明したら・どのような資料を用いたら、学生に理解してもらえるかに腐心していたが、次第に、自らが問題意識を持って自主的に学ぶことを教えよとか、知識だけでなく、文章読解力、作成力、表現力やコミュニケーション能力を養えるような講義を工夫せよ、最近では留学やインターンシップ等大学外での活動にも単位を与えるので参加を促せ等々、教員も学生も求められることはどんどん広がってきている。

そのような大学教育の変化の一つとして、本学では2010年度から「農業基礎ゼミ」という科目が学部の共通科目として開講されている。これは新入生を対象に、「大学入学までの受動的な知識の蓄積型学習方法から脱却し、自らが問題意識を持ち、自主的に勉学する方法を身につける」ことを目的としたもので、各教員がテーマを提示し、学生が興味あるものを選択して、10名以下のゼミ形式で行うもので、そのころに多くの大学で始められている。どうして大学生にそのようなことまでわざわざ教えなければならないようになってしまったのかと思うのだが。

小生は「農業は必要か?」というテーマで、2010年と11年に連続で基礎ゼミを担当し、昨年久しぶりに担当した。初年度と次年度は「踊る「食の安全」—農業から見える日本の食卓」(松永和紀 著、家の光協会)の一部を読んで、昨年度は動画「食糧生産の重要性と農業の役割」(農業工業会)を見て、各自で課題を設定し、本やWebサイトを調べてレポートに纏め、その内容をPowerPointを用いて発表し、議論するという形式で行った。初年度と次年度は農家の子女が参加しており、体験談も交えた賛否両論活発な議論があって、興味深かった。昨年度の受講生は、中高の授業や家庭での話から食の安全に興味があったとか、農業は必要だと思っていたが、なんとなくでしかなかったのといった理由であった。プレゼンテーションの技術は以前の学生より格段に向上していたが、内容はそつなく纏められており、議論も今ひとつ盛り上がり欠けた。人数が少ないので参加者のキャラクターの影響が大きいとは思いますが、醒めているとの感が否めなかった。一方、20年来担当している「植物保護学」というオムニバス形式の講義で、化学農業の功罪について歴史的背景から農業の作用機構や登録制度、監視体制までを、1回90分の講義ではあるが解説している。この講義に関しては以前も最近も、ほとんどの学生は科学的に説明をすれば理解してくれる。このような講義を行ってきと思うのは、学生の農業に対する拒否反

応はずいぶん弱くなったと感じる反面、自ら強い関心を抱いて考えることがなく、与えられたものはそのまま受け入れるようになってしまっていて、大学生に学び方も教えなければならない時代になってしまったのだと実感する。

そのような時代の若い人に対して、私に何ができるのだろうか?

大学の講義内容を「農業」と「シラバス(授業計画)」というキーワードで検索し、site.ac.jpで絞り込むと6千件以上のウェブサイトがヒットする。内容を詳細に解析しているわけではないが、多くは農学系の専門科目や大学院の科目の一部として扱われているようで、学科や専門にかかわらず多くの学生が学ぶ教養科目として教えている講義は少ないようである。できるだけ多くの若い人に考えてもらう機会を作っていこうと思う。

農業学会では「農業について知ろう」というポータルサイトを開設している。トップページにはキーワードから調べるボタンとともに小学生、一般、先生、農業・流通業関係者という対象別のボタンを配置して、そこをクリックしていくと関連のサイトにたどり着けるようになっている。このサイトを通して、若い人や一般の人の農業に関する疑問が少しずつでも解消され、理解が深まることを期待している。また、農業学会は2016年の大会で「農業をよく知ってもらうための情報伝達」というタイトルで、日本植物防疫協会も2018年に「植物防疫をどう教えるか」というシンポジウムを開いている。植物保護関連の学会や協会が連携して、一般向けのシンポジウムなどの広報活動ができるとよいと思う。

最近プラスチックに関する様々な問題がマスコミのターゲットになっていて、農業に関する記事を目にする機会は減っている。また、少し前に盛んに取り上げられていた日本の食料自給率や世界の食料生産に関する議論も下火になってしまっている。一方、テレビでは料理番組やグルメ番組が流行り、食品やサプリメントの特定の成分に過度な期待をさせるようなコマーシャルが流れている。ところが、SDGsの目標の一つは「飢餓をゼロに」である。考えてみれば、ヒトは火や道具を使い始め、農耕を始めたときから、自然を壊し、資源を消費しているわけで、我々は地球に生かされているとの感謝の念を持って、食という身近な問題を考える中で、農業についての理解を深めてほしいと思う。否応無しに多くの情報が入ってくる現在、農業にかかわる者と消費者のリスク・コミュニケーションの重要性はますます高まっている。

(日本農業学会会長)



クビアカツヤカミキリの発生と防除の現状

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構
果樹茶業研究部門

みしろこうじ
三 代 浩 二

はじめに

クビアカツヤカミキリ *Aromia bungii* は中国大陸原産で、2018年1月に特定外来生物に指定された侵入種である(図-1)。コウチュウ目カミキリムシ科ジャコウカミキリ属に属し、国内7都府県のサクラ(ソメイヨシノ *Prunus* × *yedoensis*) やモモ *P. persica*, ウメ *P. mume* 等で甚大な被害が発生している(加賀谷, 2015; 桐山ら, 2015; 上地, 2015; 中野・渡邊, 2017; 岩田, 2018; 三代, 2018)。本種はクロジャコウカミキリと呼ばれることもあるが、正式な和名としてはクビアカツヤカミキリが適切である(岩田, 2018)。本稿では、果樹を中心に本種の生態と発生状況、防除の現状について述べる。

I 生態と被害

1 形態

本種は比較的大型のカミキリムシであるが、体長は20~40 mmと幅がある。国内で発生している個体群は前胸背板が鮮やかな赤色で、頭部や腹部はつやのある黒色である。一方、ベトナム北部の個体群は前胸背板もすべて黒色である(岩田, 2018)。

2 生態と被害

雌成虫は羽化直後にはすでに成熟卵を抱しており羽化脱出後すぐに交尾・産卵することが可能である(浦野, 2018)。直径1~1.5 mm程度の小型の卵を主幹部の樹皮の割れ目などの凹凸のある部位にばらばらと産み落とす(図-2)。モモでは主枝や垂主枝等比較的高い部位にも産卵する。果樹の主要害虫であるゴマダラカミキリ *Anoplophora malasiaca* が長さ約3 mmの米粒のような卵を主幹の地際部の樹皮につけた産卵加工痕の内部に差し込むのとは対照的である。一雌当たり平均382卵、最大1,256卵産卵するが、飼育条件下でのふ化率は平均11.9%にとどまった(浦野, 2018)。ふ化した幼虫は樹皮下の



図-1 クビアカツヤカミキリ成虫



図-2 モモ切り枝に産み付けられた卵

形成層を食害しながら成長し木部に食入する(図-3)。このとき、大量のフラス(糞と木くずが混ざったもの)を排出する(図-4)。越冬直後の幼虫はそうめんのようにつながったフラスやコスカシバ *Synanthedon hector* の虫糞に似たヤニと混ざった団粒状のフラスを排出するが、成長するに従いうどんのように太いフラスや

Present Status of Occurrence and Control Methods of the Red-Necked Longhorn Beetle, *Aromia bungii* in Japan. By Koji MISHIRO

(キーワード: クビアカツヤカミキリ, バラ科樹木, 果樹, 防除法)

おがくず状のフラスを大量に排出する。老齢幼虫は脱出予定孔を樹皮直下に形成した後、木部に形成した蛹室にふたをしてこもる。蛹室で越冬した幼虫は春に蛹化し、6月上旬ころから脱出を始める。野外での成虫寿命は1か月前後と考えられる(浦野, 2018)。2年1化が主であるが、1年あるいは3年で羽化することもある(桐山ら, 2015; 加賀谷, 2018)。

若齢期は内樹皮と木部の間にフラスを溜め込むように食害するためフラスが排出されないことがある。フラスの排出があった場合、排出されるフラスは樹液(ヤニ)と混ざり、コスカシバのフラスと似た形状になるため、クビアカツヤカミキリのフラスを見たことがないとコスカシバのフラスと混同してしまい初期の侵入を見逃すことの一因になっているのかもしれない。両種のフラスは団粒の構造や排出されたフラスの形状、色で識別することができる(安岡, 2017)。比較的細い垂主枝などでは幼虫が周回して食害すると枝が枯死する。さらに成長するとフラスの排出孔を形成し、大量のフラスを排出しながら食害する。幼虫の食害が進行すると樹勢が低下し、



図-3 モモ切り枝を食害する中齢幼虫(矢印)と食害痕

穿孔が樹幹を一周すると維管束が寸断され被害樹は枯死する。

3 寄主

本種はバラ科の *Prunus* 属を主な寄主とする。国内ではウメ、モモ、スモモ等の核果類やサクラ(ソメイヨシノなど)での寄生が報告されている。同じく *Prunus* 属のアンズ *P. armeniaca*、オウトウ *P. avium* のほか、ヤナギ属 *Salix*、ポプラ類(ハコヤナギ属) *Populus*、コナラ属 *Quercus*、カキノキ *Diospyros kaki*、チュウゴクナシ *Pyrus bretschneideri*、クワ属 *Morus* 等も宿主として記載されているが、国内では被害は報告されていない(EPPO, 2015; 安岡, 2017; 岩田, 2018)。しかし、バラ科果樹のうちリンゴやナシ、オウトウやアンズ等国内で栽培される果樹への被害拡大が懸念される。

北島(2018)はこれらの国内で寄生の可能性がある樹種での発育の可能性を調べるため、細枝を用いた接種試験を実施した。バラ科果樹5種を含む15科24種の樹木の細枝の樹皮に木部に達しない程度の切れ込みを入れ、そこにふ化直後の幼虫を接種した。接種30日後に幼虫生存数と体重を調べた。バラ科果樹では、すでに甚大な被害が発生しているモモは供試されていないが、ウメとスモモが生存率、発育ともに良好だった。リンゴ *Malus pumila* とナシでは生存率はやや低いものの生存していた幼虫は比較的良好に発育した。特にリンゴはスモモと同程度まで発育した。同じバラ科でもビワ *Eriobotrya japonica* では発育が悪く、カキノキでは発育しなかった。果樹以外の樹種では、サクラではソメイヨシノは発育が比較的良好だったがオオヤマザクラ *Cerasus sargentii* はソメイヨシノの半分程度の発育だった。ウワミズザクラ *Prunus grayana* では発育が悪かった。寄主として記載されているコナラ属のシラカシ *Quercus myrsinifolia* とコナラ *Q. serrata*、ハコヤナギ属のセイヨウハコヤナギ



図-4 モモでの中齢幼虫のフラス(左, 4月, 徳島県)と老熟幼虫のフラス(右, 6月, 栃木県)

Populus nigra var. italica では幼虫は発育しなかった。その他 15 種の細枝では幼虫の発育が悪いか生存できなかった（詳細は原著を参照）。本報告は細枝へのふ化幼虫の接種の結果であり、立木や太い切り枝とは状況が異なるかもしれないが、特定外来生物に指定された本種は封じ込めが難しい屋外の立木での試験が困難であることから、寄主好適性の判別には有用であると思われる。

この結果から、リンゴやナシ等生産量の多い樹種や高付加価値のアウトウでは本種による被害を警戒する必要がある。筆者の所属する研究ユニットでは後述のイノベーション創出強化研究推進事業に参画し、果樹の樹種ごとの被害リスクを解明することを目的に太さ 5 cm 程度の切り枝を用いてバラ科を中心とした果樹類の選好性試験に取り組んでいる。成果がまとまり次第公表する予定である。

II 国内での発生状況

本種は 2011 年に埼玉県での雄成虫が国内初の発見記録とされている（岩田，2018）。2012 年以降同時多発的に発生が確認され（岩田，2018），2019 年 4 月現在、モモあるいはウメ等の核果類で埼玉県（2017 年）、栃木県（2017 年）、群馬県（2017 年）、東京都（2017 年）、愛知県（2012 年，2017 年）、大阪府（2016 年）、徳島県（2015 年）の 7 都府県で特殊報が発表された（表-1）。発生地では幼虫の被害による枯死や被害樹の伐倒により生産量の著しい低下が起きている。これらの各都府県では、果樹類で特殊報が発表される 1~4 年前にサクラで発生が報告されている。これらの地域はサクラでの初発年が 2012~15 年（栃木県は埼玉県，群馬県と同地域として扱うこととする）であることから，2011~14 年前後に各地に同時多発的に侵入・定着したと考えられる（岩田，2018）。2015 年には兵庫県で成虫が採集され，翌年にはフラスの排出木も確認されたが，薬剤散布やネットを用いた駆除作業により根絶された。2017 年には和歌山県

（衣浦ら，2018），2018 年には奈良県（藤江・弘岡，2018）で成虫が採集されているがサクラや果樹での被害は確認されていない。発生地の近隣にはモモやウメの大産地を抱える県があることから，果樹での対策が急務となっている。

III 海外の分布拡大と対策

本種の自然分布域は中国，モンゴル，ロシア東部，朝鮮半島，ベトナム北部とされている（EPPO，2019）。EPPO（2019）には現在も台湾は分布域として記載されているが，台湾では本種の分布記録が確認されておらず（EPPO，2014），台湾での分布は懐疑的である。2008 年には米国ワシントン州シアトルにある中国および台湾からの輸入品を扱う工場内で雌成虫が発見された。同年に英国のブリストルにある倉庫内の木製パレットの間から成虫が 3 匹発見されたが，両国とも定着はしなかった（EPPO，2019）。

ドイツでは 2011 年にバイエルン州南部の個人宅のダムソンスモモ *Prunus domestica inimitia* の老木で脱出孔が見つかった。家主からは成虫を 2 匹捕らえたと報告があった。被害樹は即刻伐倒され，伐倒木から 2 匹の幼虫が捕獲された。いったん根絶宣言が出たが 2016 年に初発地から 6 km 離れた個人宅にあるサクラ属樹木で脱出孔が発見され，即日伐倒された。その庭では複数の成虫と伐倒木からは幼虫が捕獲された。近隣の別の町でも同様にサクラ属の樹木数本から本種幼虫と思われる被害が確認された。被害樹および本種が寄生していると思われる木が伐倒された。これらの地域の半径 2 km の範囲内からはサクラ属の樹木および材の移動が制限されるとともにトラップ調査と見とり調査が継続されているが，根絶宣言には至っていない（EPPO，2017 a；2017 b）。

イタリアでは 2012 年にカンパーニャ州の市街地のセイヨウスモモ *Prunus domestica* とアンズで，翌年には薪として保管していた倒れたモモの幹から発見された。そ

表-1 クビアカツヤカミキリの特種報とサクラでの初発年および採集記録

発表年月日	都道府県名	対象作物名	サクラでの初発見年	採集記録
2013.6.18	愛知県	さくら，うめ	2012	-
2015.7.31	徳島県	もも，うめ，すもも	2015	2015 年，成虫
2016.8.2	大阪府	うめ	2015	2015 年，成虫
2017.6.29	栃木県	もも，すもも	2016	-
2017.7.6	群馬県	さくら，もも，すもも，うめ	2015	-
2017.7.31	埼玉県	すもも	2013	2011 年，成虫
2018.7.17	東京都	うめ	2015	-

の後も被害は拡大しているが根絶に向けた措置が執られている（EPPO, 2017 a ; 2017 b）。

IV 果樹での防除対策と今後の見通し

1 殺虫剤

果樹では、現状では成虫に対して使用できる殺虫剤は少ないが、糸状菌製剤（ポーベリア プロンニアティ製剤）の地際に近い主幹の枝分かれ部分への施用、幼虫に対してはフェンプロパトリンエアゾルの食入孔への噴射ができる。サクラでは成虫に対しては糸状菌製剤の施用、幼虫に対してはフェンプロパトリンエアゾルおよびペルメトリンエアゾルの食入孔への噴射、メタフルミゾンフロアブル、アセタミプリド液剤の樹幹注入ができる。ただし、本種は成長とともに木部へ移動し坑道にはフラスが充満するため、エアゾル剤を使用する場合はできるだけフラスを掻き出してから噴射する必要がある。また、蛹室には炭酸カルシウムでできたふたをするため、いったん蛹室にこもってしまうと薬剤が届かなくなる。

本種はサクラからモモ等の果樹への拡散が懸念されている。今後、果樹やサクラで使用できる殺虫剤の農薬登録が増える見込みであり、効果的な防除体系の構築が期待される。詳細は今号別項にクビアカツヤカミキリに使用できる殺虫剤と農薬登録のための特別連絡試験の概要および登録申請中の薬剤が解説されているので参照してほしい。

2 物理的防除

カンキツを加害するゴマダラカミキリでは成虫の捕殺が有効であることが知られている。本種においても成虫を見つけ次第捕殺することは個体群密度を低下させるためには重要である。徳島県ではクラウドファンディングにより資金を調達し、約 100 名 14 チームの「捕獲隊」を結成して互いに連携しながら成虫の捕殺を実施した。



図-5 網掛けしたモモ切り株（栃木県）

捕殺のデータは成虫の発消長を捉え防除を実施するうえで貴重なデータとなった（中野・渡邊, 2017）。

サクラでは主幹部にネットを巻き付ける「網掛け」をすることで成虫を封じ込めて分散を防止することができる。目合い 4~5 mm の防風ネットを地面から 1.5 m ほどの高さまで二重に巻き付ける。このとき、ネットはきつく巻きすぎず多少のたわみを持たせる。また雌雄成虫がネット内に共存すると交尾・産卵するので、適宜成虫を回収または殺虫する必要がある（埼玉県, 2019 ; 大阪府, 2019）。モモでは主枝あるいは垂主枝にも幼虫が食入するため、サクラと同じように網掛けすることは難しいが、伐採した切り株に網掛けすることで抜根までの期間に成虫が脱出し分散することを防げる（図-5）。

被害樹を伐倒した後、伐倒木を適切に処理しないと中に残っている幼虫が発育し、羽化・分散することがある。伐倒木は破碎（10 mm 以下のサイズにチップ化）や焼却により残った幼虫を死滅させる。また、ネットやビニールシートで被覆し成虫が分散しないよう措置する。伐倒後の切り株にも幼虫が残る場合があるので、ビニール（肥料袋）やネットで覆い、成虫が分散しないようにする。伐倒木の幹や枝等幼虫が残っている可能性がある部分は、外来生物法（特定外来生物による生態系等に係る被害の防止に関する法律の規制に係る運用（クビアカツヤカミキリの運搬及び保管）について、http://www.env.go.jp/nature/intro/1law/files/190326kubiaka_tsuuchi.pdf）により保管や移動に規制がかかるため、担当の病害虫防除所や農業研究機関、サクラの場合は自治体の担当部署等と処理について事前に打ち合わせをしておくのがよいであろう（大阪府, 2019）。

3 フェロモン

本種は、雄成虫を誘引源とした風洞実験において雌が有意に多く反応したことから、雄が発するフェロモンに



図-6 モモ園に設置した試験用フェロモントラップ

雌が反応することが示唆された (FUKAYA et al., 2017)。このフェロモン物質 (*E*)-2-*cis*-6,7-epoxynonanal は雌雄どちらにも誘引性を示すが、雌のほうが強く誘引される性質がある (YASUI et al., 2019)。フェロモン物質を人工的に合成して誘引源としたフェロモントラップを用いて圃場での成虫のモニタリングに利用する研究が進められている (図-6)。本成分は雌をより多く誘引する性質を持つことから、雌をターゲットとした大量誘殺法も検討されている (安居, 2018)。モニタリングあるいは大量誘殺の実用化に向けて研究の進展が期待される。

おわりに

本種の防除技術の開発のため、イノベーション創出強化研究推進事業「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 (2018-21)」が実施されている。本プロジェクト研究では国立研究開発法人 森林研究・整備機構を代表にクビアカツヤカミキリの発生都府県、国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構、大学、民間企業がコンソーシアムを形成して、本種の生態および生活環を解明しバラ科樹木を保護するための防除技術の確立を目指して参画機関が研究に取り組んでいる。農業登録の拡大とともに、早急により効果的な防除体系を確立する必要がある。

引用文献

- 1) EPPO (2014): Pest Risk Analysis for *Aromia bungii*. https://www.eppo.int/ACTIVITIES/plant_quarantine/practical_activities (accessed 29th May 2019).
- 2) ——— (2015): *Aromia bungii*. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin **45** (1): 4~8.
- 3) ——— (2017 a): EPPO Global Database, EPPO Reporting Service no. 03-2017. <https://gd.eppo.int/reporting/article-6024> (accessed 29th May 2019).
- 4) ——— (2017 b): *ibid.* no. 09-2017. <https://gd.eppo.int/reporting/article-6136> (accessed 29th May 2019).
- 5) ——— (2019): EPPO Global Database *Aromia bungii* (AROM-BU).
- 6) 藤江隼平・弘岡拓人 (2018): Nature Study **64** (9): 188.
- 7) FUKAYA, M. et al. (2017): Appl. Entomol. Zool. **52**: 559~565.
- 8) 岩田隆太郎 (2018): 森林防疫 **67** (6): 189~216.
- 9) 衣浦晴生ら (2018): 同上 **67** (6): 221~223.
- 10) 加賀谷悦子 (2015): 樹木医学研究 **19** (1): 37~40.
- 11) ——— (2018): 同上 **22** (1): 68~72.
- 12) 桐山 哲ら (2015): 植物防疫 **69** (12): 807~809.
- 13) 北島 博 (2018): 森林防疫 **67** (3): 89~94.
- 14) 三代浩二 (2018): 果実日本 **73** (4): 34~38.
- 15) 中野昭雄・渡邊崇人 (2017): 植物防疫 **71** (11): 723~728.
- 16) 大阪府環境農林水産部農政室 (2019): 平成 31 年度技術資料 クビアカツヤカミキリの生態と防除対策: 12 pp.
- 17) 埼玉県環境科学国際センター (2019): サクラの外来害虫“クビアカツヤカミキリ”被害防止の手引: 9 pp.
- 18) 上地奈美 (2015): 果実日本 **70** (8): 47~50.
- 19) 浦野忠久 (2018): 森林防疫 **67** (6): 230~236.
- 20) 安居拓恵ら (2018): 果実日本 **73** (10): 58~62.
- 21) YASUI, H. et al. (2019): Appl. Entomol. Zool. **54**: 109~114.
- 22) 安岡拓郎 (2017): 植防研報 **53**: 51~62.

調査報告

クビアカツヤカミキリに対する農薬登録促進に向けた取り組みについて

一般社団法人 日本植物防疫協会 ふな き ゆう き
舟 木 勇 樹

はじめに

クビアカツヤカミキリ *Aromia bungii* はモンゴル、中国、朝鮮半島、ベトナム等に分布し、主にバラ科の果樹や樹木を加害する害虫である (EPPO, 2015)。国内においては 2012 年に愛知県のサクラとウメで初めて発生が確認されて以降、埼玉県、群馬県、東京都、大阪府、徳島県、栃木県においてサクラ、ウメ、モモ等で発生が確認されている (中野, 2018)。なかでも、徳島県では 2015 年にモモ、栃木県では 2017 年にモモおよびモモの経済栽培園で甚大な被害が確認され (栃木県, 2017; 中野, 2018)、さらに 2018 年には東京都の生産園でウメの被害が確認される (東京都, 2018) 等、農業生産現場での甚大な被害が問題となっており、今後さらなる拡大が懸念されている。

そこで 2017 年 11 月に関係 5 府県のほか、農林水産省消費・安全局植物防疫課、国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構果樹茶業研究部門、国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所 (以下、森林総研) および当協会の関係者が集まり、クビアカツヤカミキリ防除対策にかかる情報交換が行われた。この中で被害拡大の防止のためにも登録薬剤を早急に整備していく必要が強く示されたことから、当協会がクビアカツヤカミキリ特別連絡試験を組織し、関係機関の協力のもとで早期の登録薬剤整備に向けて試験に取り組むこととなった。他方、2018 年 1 月に本種は特定外来生物に指定され、飼養・運搬・野外への放出等が原則禁止となった。これらの制約の中での的確な薬効試験の実施に尽力した結果、2018 年の試験は順調に進められ、登録取得に向けて着実に前進しつつある。本稿ではこれらの取り組みの概要を紹介する。

I 試験方法の確立

本種の雌成虫 (図-1) は樹木の幹や主枝の樹皮の割れ目に産卵し、ふ化した幼虫は樹体内部に食入し、食入口からフラス (糞と木屑の混ざったもの) を排出する。幼虫は樹体内で 2~3 年かけて成長し、6~8 月上旬に成虫となり脱出する。成虫はクヌギの樹液などを摂食することはあるが、性成熟した後食を必要としない (桐山ら, 2015; 中野・渡邊, 2017)。早急な対策が迫られる本種に対してはこれら生態を考慮し、いくつかの防除場面を想定した試験方法により有効な薬剤を見いだす必要がある。防除場面としては、①薬剤散布により羽化した成虫を防除する、あるいは樹に予防的に薬剤散布し、飛来した成虫の産卵を防ぎ被害の拡散を防止する、②すでに産卵されてしまった樹に対しては、樹幹散布や樹幹注入、打ち込み剤等により卵、幼虫を防除し、その樹を守る、③被害が進み幼虫の防除が困難な樹は伐採することになるが、その伐倒木が成虫の発生源とならぬよう、くん蒸処理などにより樹体内の幼虫を死滅させる、等が考えられる。これら防除場面を想定した 3 種の試験方法を以下の通り定めた。

1 幼虫を対象とした試験

幼虫に対する薬剤の効果を確認するためには薬剤処理前の幼虫数を調査し、処理後の生存幼虫数の推移を調査することが理想であるが、幼虫は樹体内部に穿孔してい



図-1 クビアカツヤカミキリ雌成虫

The Emergency Approach to Pesticide Registration for the Red-necked Longhorn Beetle, *Aromia bungii*. By Yuki FUNAKI

(キーワード: クビアカツヤカミキリ, 試験法, 防除効果, 農薬登録)

るため生木の外からその数を計数することはできない。そのため食入口からフラスが排出された孔を生存幼虫のいる孔と判断する。ふ化当年度の幼虫はフラスを排出しないか、してもごくわずかであるため、ふ化2~3年目の中老齢幼虫がフラスを盛んに排出する春~夏ごろに薬剤処理を行い、薬剤処理前にマークしたフラス排出孔を経時的に調査する。これにより、各区の薬剤処理前の密度をある程度把握したうえで幼虫への効果を評価することができる。

試験にはフラスの排出を認めた生木を供試する。フラス排出孔よりフラスを除去し、孔の直下にポリエチレン袋を画鋸などで固定する。3日後以降にポリエチレン袋内を確認し、フラスがたまっている孔を生存虫のいる孔と判断する。試験区は、処理区、無処理区とも、少なくとも5樹以上、フラス排出孔を計20箇所以上マークすることが望ましい。フラス排出孔が十分確保できない場合は、1区10孔程度の試験を2~3回繰り返して反復とすることも可とする。薬剤処理は所定の方法に従って行う。処理後の調査はフラス排出孔に設置したポリエチレン袋内のフラスの有無または量を調査する。処理後におけるフラス排出の有無または量により効果を判定する。調査期間は約1か月とし、その間に数回調査を行う。ただし、2週間程度で効果が明らかとなったときはその時点で終了してよい。

なお、上記方法は主に中老齢幼虫を対象とした試験方法であり、ふ化当年の若齢幼虫は前述の通り、その密度をフラス排出により把握することは難しく、別の方法を検討する必要がある。若齢幼虫を対象とした試験法の確立については今後の課題である。

2 伐倒木のくん蒸処理試験

クビアカツヤカミキリの被害を受け伐倒された樹が発生源とならぬよう、くん蒸処理により内部の虫を死滅さ

せることを目的とする剤の評価は以下により実施する。

試験にはフラスの排出を認めた被害樹の枝または幹を供試する。枝または幹をチェーンソーなどを用いて一定の長さに切った丸太を積み重ねる。なお、直径10cm以上の丸太の場合、薬剤の浸透を促すために20~30cm間隔で深さ3cm程度の鋸目を入れる。所定の方法に従って薬剤を処理し、ただちにビニルシートなど（ガス不浸透性のものが望ましい）で覆い、周囲を土で抑えるなどしてガス漏れを防ぐ。所定の被覆期間を設けたのち、供試樹を解体して表層部および木部ごとの生存虫数および死亡虫数を調査する。

3 成虫を対象とした試験

本種が特定外来生物に指定されたため、成虫に対する防除効果試験を一般的な圃場試験の規模で行うことは技術的に困難であることから、伐採した枝を用いた室内試験を行うこととした。本種は羽化時期が一齐でなく、発生が2か月以上の期間に及ぶこと、また、成虫の移動能力が高いことから、実用場面では直接的な殺虫効果のみならず残効性が求められる。そこで本試験法では伐採した枝に薬剤を処理し、処理当日、3日後、7日後にその枝に成虫を暴露させ残効性を評価することとした。残効性が低い薬剤については直接的な殺虫効果も確認することとした。また、スプレー剤は成虫に向けて直接処理するため、残効性評価は不要とし、直接的な殺虫効果により薬効を評価することとした。なお、試験にあたって野外で捕獲した成虫を運搬、飼養する際は、特定外来生物飼養等許可申請が必要となる。

樹種は国内で本種の被害が認められているサクラ、モモ、ウメのいずれかを供試する。枝は試験直前に伐採する必要はなく、慣行防除薬剤の影響を避ける意味からも早めに伐採し準備しておくことが望ましい。枝は直径2~5cm程度、長さは後述する試験容器内で斜めに立て

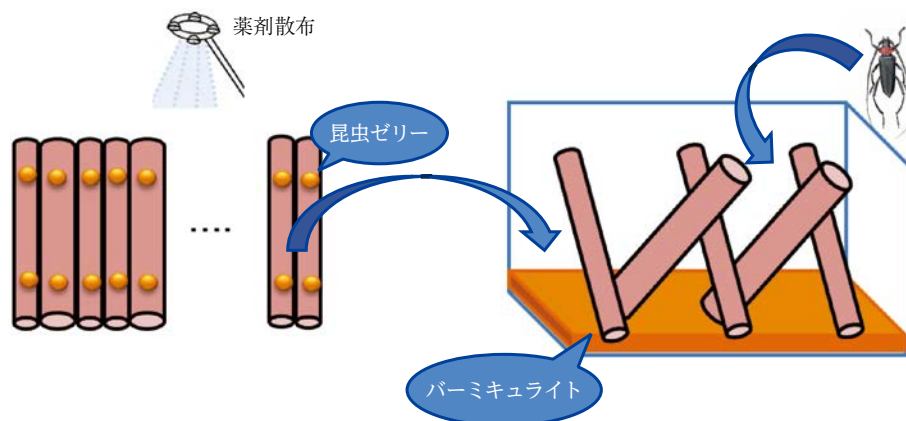


図-2 成虫を対象とした残効試験のイメージ図



図-3 成虫試験の試験容器

かける程度に切りそろえる。成虫1頭当たり1枝を準備する。

試験に必要な枝を並べ、所定濃度の薬液を適量散布する。枝を反転させ、昆虫ゼリーを1円玉大に塗布し、再度薬液を適量散布する(図-2)。薬液散布した枝は光を遮断しない条件下で管理する。

試験容器には容量23~43l程度のポリプロピレン製容器を用いる。容器底部にパーミキュライトを適度に敷き詰め、適宜灌水して湿度を保つ。散布直後、3日後、7日後に枝を5本ずつ試験容器に入れる。その際、枝は斜めに立てかけるように設置する。同時に成虫を1枝に1頭ずつ計5頭を試験容器に入れる(図-3)。飼育容器はしっかりとふたをして室内(室温、自然日長)におく。途中で昆虫ゼリーが乾燥しすぎたときは適宜新しいゼリーを補給する。

調査は、放飼24時間後、48時間後、72時間後(以後必要に応じて)に生死虫・苦悶虫(正常に歩行できない個体)を計数する。

直接殺虫試験は、薬液処理用の容器に成虫を収容し、上部に網目状(成虫が脱出できない程度の目合い)のふたを被せ、薬液を適量(過剰散布とまらない程度)散布する。風乾後、成虫を試験容器に移す。容器は残効試験と同じものを用い、同様にパーミキュライト、枝、餌を入れる。試験容器はしっかりとふたをして室内にて残効試験と同様に管理する。

調査は、散布24時間後、48時間後、72時間後(以後必要に応じて)に生死虫・苦悶虫を計数する。

II 薬剤の防除効果

2018年度の特別連絡試験では、幼虫を対象とした8薬剤、成虫を対象とした12薬剤の試験に取り組んだ(表-1)。試験は群馬県、栃木県、埼玉県、大阪府、徳島県の試験研究機関および(株)SDSバイオテック(協力:

森林総研)で実施された。

試験結果の評価は、評価に用いる数値(防除価の補正值、死亡虫率の補正值等。ただし、補正密度指数など、無処理区を100とした補正值は100からその値を引いた値)が0~50未満をD判定(実用性なし)、50~70未満をC判定(効果やや低いが実用性あり)、70~90未満をB判定(実用性あり)、90~100をA判定(実用性高い)とした。成虫試験において直接虫体散布による殺虫効果と残効の両方の評価を行った場合は、総合的に判断した。

1 幼虫を対象とした試験(生木)

試験は群馬県、東京都、大阪府、徳島県でサクラを用いて実施され、5~6月に薬液処理が行われた。実用性の評価は、薬液処理前の調査孔数と薬液処理後(処理7~28日後)のそれらのうちのフラス排出孔数から防除価を算出し、無処理区の値を0として補正した値を用いて行った。徳島の試験(チアメトキサム液剤)のみ、処理後に新たに排出を確認したフラス排出孔も調査対象に加え、処理76日後の補正密度指数を評価に用いた。

試験の結果、ジノテフラン水溶剤(商品名:ウッドスター®)の樹幹注入はB判定が3例、スタイナーネマカーボカプサエ剤(商品名:バイオセーフ)の樹幹注入はB判定が2例、チアメトキサム液剤(商品名:アトラック®液剤)の樹幹注入はA判定1例、C判定1例と実用性が認められた。アセフェート剤(商品名:GFオルトラン®カプセル)の樹幹打ち込みは大阪府で実施した試験ではC判定であったものの、群馬県で実施した2試験はいずれもD判定であった。イソキサチオン乳剤(商品名:カルホス®乳剤)の樹幹注入はB判定、エマメクチン安息香酸塩液剤(商品名:リバイブ®)の樹幹注入はC判定と、1試験ずつではあるが実用性が認められた。

2 幼虫を対象とした試験(伐倒木くん蒸処理)

試験は栃木県でモモの伐倒木を用いて実施され、処理は9月に行われた。カーバムナトリウム塩液剤(商品名:キルパー®)およびカーバム剤(商品名:NCS™)はいずれも伐倒木内の幼虫死亡率は100%で、表層部だけでなく、木部の蛹室内の幼虫もすべて死亡が確認され、高い実用性(A判定)を示した。

3 成虫を対象とした試験

試験は栃木県、埼玉県、大阪府および徳島県でサクラまたはモモの枝を供試して実施され、6~8月に薬液処理が行われた。実用性の評価は生存成虫数の密度指数(無処理区で死亡が認められた場合は補正密度指数)を用いて行った。

試験の結果、メタフルミゾン水和剤(商品名:アクセル®フロアブル)の1,000倍散布、DMTP乳剤(商品名:

スプラサイド®M 乳剤) の 200 倍樹幹散布, アセタミプリド液剤 (商品名: マツグリーン®液剤2) の 200 倍散布, アセタミプリド水溶剤 (商品名: モスピラン® 顆粒水溶剤) の 2,000 倍散布は 2 試験とも処理 7 日後まで高い残効を示し, 高い実用性 (A 判定) が認められた。IKI-3106 液剤 50 (商品名: テッパン® 液剤) の 2,000 倍散布

は処理 7 日後まで高い残効を示し (A 判定), 前年度の試験 (直接虫体散布試験) でも高い効果が認められている (A 判定)。チアメトキサム水溶剤 (商品名: アクタラ® 顆粒水溶剤) の 2,000 倍散布は, 一方の試験では処理 7 日後放飼でも高い残効を示した (A 判定) のに対して, 他方は処理当日放飼では高い効果を示したが処理 3

表-1 供試薬剤および実用性判定

薬剤名	有効成分・量	処理法	実施場所	試験樹種	実用性判定
幼虫を対象とした試験 (生木)					
ウッドスター	ジノテフラン 8.0%	地際にドリルで 6~8 cm 深の穴をあけ専用の器具で注入	群馬 (館林市) 群馬 (邑楽町) 大阪	サクラ	B B B
バイオセーフ	スタイナーネマ・カーボカプサエ オール株 250 万頭/g	1 万頭/ml/5 l/樹 樹幹注入	東京 大阪	サクラ	B B
アトラック液剤	チアメトキサム 4.0%	樹の胸高直径に応じて 30~180 ml を樹幹注入	大阪 徳島	サクラ	C A
GF オルトランカプセル	アセフェート 97.0%	地上 15 cm 程度の幹周囲に 10 cm 間隔で穴をあけ樹幹打ち込み処理	群馬 (館林市) 群馬 (邑楽町) 大阪	サクラ	D D C
カルホス乳剤	イソキサチオン 50%	1,000 倍 フラス排出孔に樹幹注入	大阪	サクラ	B
リバイブ	エマメクチン安息香酸塩 1.9%	樹の胸高直径に応じて 30~150 ml を樹幹注入	大阪	サクラ	C
幼虫を対象とした試験 (伐倒木くん蒸処理)					
NSC	カーバム 50%	伐倒木被覆内容積 1 m ² 当たり原液 1 l で 14 日以上くん蒸	栃木	モモ	A
キルパー	カーバムナトリウム塩 33%	加害された伐倒木を集積し, 1 m ³ 当たり 2 l を散布し, 直ちにビニールシートなどで密閉し所定期間くん蒸	栃木	モモ	A
成虫を対象とした試験					
アクセルフロアブル	メタフルミゾン 25%	1,000 倍 散布	埼玉 大阪	サクラ	A A
スプラサイド M・乳剤	DMTP 30.0%	200 倍 樹幹散布	栃木 徳島	モモ	A A
マツグリーン液剤 2	アセタミプリド 2.0%	200 倍 散布	大阪 徳島	サクラ	A A
モスピラン顆粒水溶剤	アセタミプリド 20%	2,000 倍 散布	栃木 徳島	モモ	A A
IKI-3106 液剤 50	シクラニリプロール 4.5%	2,000 倍 散布	徳島	モモ	A A*
アクタラ顆粒水溶剤	チアメトキサム 10%	2,000 倍 散布	栃木 徳島	モモ	A B
ダントツ水溶剤	クロチアニジン 16%	2,000 倍 散布	徳島	モモ	A
スプラサイド水和剤	DMTP 36.0%	1,500 倍 散布	栃木 徳島	モモ	B B
オリオン水和剤 40	アラニカルブ 40%	1,000 倍 散布	栃木 徳島	モモ	B D
カルホス乳剤	イソキサチオン 50%	1,000 倍 散布	徳島	モモ	C
ハチハチフロアブル	トルフェンピラド 15.0%	1,000 倍 散布	栃木 徳島	モモ	A D
ロビンフッド エアゾール	フェンプロパトリン 0.02%	原液 噴射	埼玉 徳島	サクラ モモ	C D

*前年度 (2017 年) に実施。直接虫体散布による評価。

日後放飼では残効の低下が認められた (B 判定)。クロチアニジン水溶剤 (商品名: ダントツ® 水溶剤) の 2,000 倍散布は処理 7 日後まで高い残効を示した (A 判定)。DMTP 水和剤 (商品名: スプラサイド® 水和剤) の 1,500 倍散布は 2 試験とも直接虫体散布では一定の効果を示すものの、残効は短い傾向が認められた (いずれも B 判定)。アラニカルブ水和剤 (商品名: オリオン® 水和剤 40) の 1,000 倍散布は、一方の試験では残効は短いものの直接虫体散布では一定の効果を示した (B 判定) が、他方の試験では直接虫体散布でも効果は不十分であった (D 判定)。イソキサチオン乳剤 (商品名: カルホス® 乳剤) の 1,000 倍散布は、直接虫体散布および処理 3 日後放飼で効果は認められるもののその程度はやや低かった (C 判定)。トルフェンピラド水和剤 (商品名: ハチハチ® フロアブル (1,000 倍)) は一方の試験では直接虫体散布では高い効果を示したものの (A 判定)、残効は不十分であった。他方の試験では直接虫体散布でも効果は

不十分であった (D 判定)。フェンプロパトリンエアゾル (商品名: ロビンフード® エアゾール) の原液噴射は 2 試験とも直接虫体散布で評価を行い、一方は程度がやや低いものの効果が認められ (C 判定)、他方は不十分な効果であった (D 判定)。両試験とも処理後、いったん苦悶状態となるものの時間の経過とともに正常状態に復調する個体が認められた。

III 登録申請状況

成績検討会を経て実用性が確認され、所定の例数を満たした薬剤は登録申請され、一部薬剤はすでに登録認可されている。2019 年 5 月 16 日時点でのクビアカツヤカミリに対して使用することのできる登録薬剤および登録申請中の薬剤は、表-2、表-3 の通りである。

おわりに

関係機関の協力のもと、本特別連絡試験においてクビ

表-2 クビアカツヤカミキリ (カミキリムシ類を含む*) に対して登録のある薬剤 (2019 年 5 月 16 日現在)

薬剤名 (有効成分名)	作物名	希釈倍数	使用方法	使用時期	散布液量
アクセルフロアブル (メタフルミゾン)	うめ	1,000 倍	散布	収穫前日まで	200~700 l/10 a
	さくら	1,000 倍	散布	成虫発生直前~成虫発生期	200~700 l/10 a
		100 倍	木屑排出孔を中心に薬液が滴るまで樹幹注入	-	-
アクタラ顆粒水溶剤 (チアメトキサム)	おうとう もも ネクタリン	2,000 倍	散布	収穫前日まで	200~700 l/10 a
	小粒核果類	2,000 倍	散布	収穫 7 日前まで	200~700 l/10 a
スプラサイド M (DMTP)	もも	200 倍	樹幹部及び主枝に散布	収穫 60 日前まで	100~180 l/10 a
スプラサイド水和剤 (DMTP)	うめ	1,500 倍	散布	収穫 14 日前まで	200~700 l/10 a
	もも	1,500 倍	散布	収穫 21 日前まで	200~700 l/10 a
	すもも	1,500 倍	散布	収穫 14 日前まで	200~700 l/10 a
テッパン液剤 (シクラニプロール)	もも	2,000 倍	散布	収穫前日まで	200~700 l/10 a
	すもも	2,000 倍	散布	収穫前日まで	200~700 l/10 a
マツグリーン液剤 2 (アセタミプリド)	さくら	200 倍	散布	発生初期	200~700 l/10 a
		50 倍	食入孔に注入	発生初期	-
モスピラン顆粒水溶剤 (アセタミプリド)	小粒核果類	2,000 倍	散布	収穫前日まで	200~700 l/10 a
	もも	2,000 倍	散布	収穫前日まで	200~700 l/10 a
	さくら	2,000 倍	散布	発生初期	200~700 l/10 a
アトラック液剤 (チアメトキサム)	さくら	-	樹幹注入	幼虫発生前 ~幼虫発生期	胸高直径 (樹幹部) 6~10 cm 30 ml 11~15 cm 60 ml 16~20 cm 90 ml 21~25 cm 120 ml 26~30 cm 180 ml 30 cm 以上は胸高 直径が 5 cm 増すごとに 30 ~60 ml を増量する

つづき 表-2 クビアカツヤカミキリ（カミキリムシ類を含む*）に対して登録のある薬剤（2019年5月16日現在）

薬剤名 (有効成分名)	作物名	希釈倍数	使用方法	使用時期	散布液量
ウッドスター (ジノテフラン)	さくら	-	樹幹注入	新葉展開後～落葉前 まで	注入部直径 6 cm～10 cm : 8～12 ml 10 cm～20 cm : 12～24 ml 20 cm～30 cm : 24～36 ml 30 cm～40 cm : 36～48 ml 40 cm～50 cm : 48～60 ml 50 cm～60 cm : 60～72 ml 以降、直径が10 cm 増す 毎に12 ml を追加する
園芸用キンチョール E (ペルメトリン)	さくら	-	食入部にノズルを差し込 み、薬剤が食入部から流 出するまで噴射する	-	-
バイオセーフ (スタイナーネマ・カーポ カプサエ オール株 感染 態 3 期幼虫)	さくら 食用さくら(葉) うめ もも	2,500 万頭 (約 10 g)/25 l	木屑排出孔を中心に薬液 が滴るまで樹幹注入	幼虫発生期	-
バイオリサ・カミキリ (ボアベリア プロニアアティ)	さくら 食用さくら(葉)	-	主幹又は主幹の分枝部分 に巻き付ける	成虫発生初期	1 樹当たり 1 本
	果樹類	-	地際に近い主幹の分枝部 分等に架ける	成虫発生初期	1 樹当たり 1 本
ロビンフッド ベニカミキリムシエアゾール (フェンプロバトリン)	果樹類	-	樹幹・樹枝の食入孔にノ ズルを差し込み噴射	収穫前日まで	-
	樹木類	-	樹幹・樹枝の食入孔にノ ズルを差し込み噴射	-	-
スミパイン乳剤 (MEP)	樹木類(倒木, 伐倒木)	50～150 倍	散布	伐倒・風倒直後樹皮 下及び材内生息期	300～600 ml/m ² (樹皮表 面積 1 m ² 当り)
	樹木類	50～150 倍	樹幹散布	成虫の発生初期又は 直前	300～600 ml/m ² (樹皮表 面積 1 m ² 当り)
パインサイド S 油剤 C パークサイドオイル (MEP)	樹木類(伐倒木)	40～60 倍(灯油 で希釈)	本剤の所定希釈液(灯油 で希釈)を伐倒木樹皮の 表面に表面積 1 m ² 当り 400～600 ml の割合で散 布する	-	-
パインサイド S 油剤 D パークサイド F (MEP)	樹木類(伐倒木)	原液	本剤をそのまま伐倒木樹 皮の表面に表面積 1 m ² 当り 400～600 ml の割合 で散布する	-	-

*カミキリムシ類は、クビアカツヤカミキリの被害がある果樹類や樹木類に対する登録のみ含む。
注：農薬の使用や防除指導等に際しては、農薬のラベルを必ずご確認ください。

表-3 クビアカツヤカミキリに対して登録申請中の薬剤

薬剤名 (有効成分名)	作物名	希釈倍数	使用方法	使用時期	散布液量
ダブルトリガー液剤 (シクラニプロール)	さくら	2,000 倍	散布	発生初期	200～700 l/10 a

アカツヤカミキリに対するいくつかの防除場面を想定した試験方法を策定し、試験を実施した。この取り組みにより、生物農薬を含む様々な特性を有した 11 薬剤が、モモ、ウメ、スモモ、サクラ等に対して新たに登録申請中あるいは既登録となり、防除対策構築のためのメニューがある程度揃いつつあると思われる。

防除にあたっては、対象とする樹種や被害状況、栽培環境、防除時期、虫の発育ステージ等を考慮したうえで、本試験で得られた知見を活かし、現場に応じた適切な薬剤、処理方法を選択する必要がある。

当協会では、2018 年度に実施しきれなかった試験や新たに登録を目指す薬剤もあることから、2019 年度も

引き続き特別連絡試験として取り組み、さらなる農薬登録を推進していくこととしている。関係機関の方々にも引き続きご協力いただければ幸いである。なお、本試験は当協会の助成事業の対象となっており、2019年度も引き続き助成の対象としている。

引用文献

- 1) EPPO (2015): Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 45: 4~8.
- 2) 桐山 哲ら (2015): 植物防疫 69: 807~809.
- 3) 中野昭雄・渡邊崇人 (2017): 同上 71: 723~728.
- 4) ——— (2018): 日本農薬学会誌 43: 12~16.
- 5) 東京都 (2018): 平成 30 年度病害虫発生予察特殊報 1: 1~2.
- 6) 栃木県 (2017): 平成 29 年度病害虫発生予察特殊報 2: 1~2.

新しく登録された農薬 (2019.5.1~5.31)

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」

●スピネトラム水和剤

24225：ラディアント SC (ダウアグロサイエンス日本)
19/5/15

スピネトラム：11.7%

稲：イネツトムシ、コブノメイガ、フタオビコヤガ、ニカメイチュウ：収穫7日前まで

トマト：コナジラミ類、アザミウマ類、ハモグリバエ類、ハスモンヨトウ、オオタバコガ：収穫前日まで

ミニトマト：コナジラミ類、アザミウマ類、ハモグリバエ類、ハスモンヨトウ、オオタバコガ：収穫前日まで

なす：コナジラミ類、アザミウマ類、ハモグリバエ類、ハスモンヨトウ、オオタバコガ：収穫前日まで

ピーマン：コナジラミ類、アザミウマ類、オオタバコガ、ハスモンヨトウ：収穫前日まで

だいこん：コナガ、アオムシ、ハイマダラノメイガ、ヨトウムシ、ウワバ類、カブラハバチ、ハモグリバエ類：収穫前日まで

はくさい：アザミウマ類、コナガ、アオムシ、ハイマダラノメイガ、ヨトウムシ、ハスモンヨトウ、ウワバ類、オオタバコガ：収穫前日まで

ブロッコリー：アザミウマ類、コナガ、アオムシ、ハイマダラノメイガ、ヨトウムシ、ハスモンヨトウ、ウワバ類、オオタバコガ：収穫前日まで

キャベツ：アザミウマ類、コナガ、アオムシ、ハイマダラノメイガ、ヨトウムシ、ハスモンヨトウ、ウワバ類、オオタバコガ：収穫前日まで

キャベツ：アザミウマ類：育苗期後半

かぶ：コナガ、ハスモンヨトウ：収穫前日まで

なばな類：コナガ、ハスモンヨトウ：収穫前日まで

カリフラワー：コナガ、アザミウマ類、アオムシ、ヨトウムシ、ハスモンヨトウ、ハイマダラノメイガ：収穫前日まで

非結球あぶらな科葉菜類（こまつな、チンゲンサイを除く）：コナガ、ハスモンヨトウ：収穫前日まで

こまつな：コナガ、ハスモンヨトウ、アザミウマ類、アオムシ、ハイマダラノメイガ：収穫前日まで

チンゲンサイ：コナガ、ハスモンヨトウ、ハモグリバエ類：収穫前日まで

メロン：コナジラミ類、アザミウマ類、ハモグリバエ類：収穫前日まで

きゅうり：コナジラミ類、アザミウマ類、ハモグリバエ

類：収穫前日まで

かぼちゃ：ハスモンヨトウ：収穫前日まで

たまねぎ：アザミウマ類、ネギハモグリバエ、ハスモンヨトウ：収穫前日まで

ねぎ：アザミウマ類、シロイチモジヨトウ、ネギハモグリバエ、ネギコガ：収穫前日まで

らっきょう：ネダニ類、アザミウマ類：収穫前日まで

にら：アザミウマ類：収穫前日まで

レタス：ハモグリバエ類、オオタバコガ、ハスモンヨトウ、アザミウマ類：収穫前日まで

非結球レタス：ハモグリバエ類、オオタバコガ、ハスモンヨトウ、アザミウマ類：収穫前日まで

セルリー：ハスモンヨトウ：収穫前日まで

いちご：アザミウマ類、ハスモンヨトウ、コナジラミ類、クロバネキノコバエ類：収穫前日まで

ほうれんそう：ハスモンヨトウ、シロオビノメイガ、ハモグリバエ類：収穫前日まで

ばれいしょ：ハスモンヨトウ：収穫前日まで

かんしょ：ハスモンヨトウ：収穫前日まで

豆類（未成熟）：ハスモンヨトウ、ハモグリバエ類、アザミウマ類：収穫前日まで

豆類（種実、ただし、あずき、らっかせいを除く）：ハスモンヨトウ、ハモグリバエ類、アザミウマ類：収穫前日まで

あずき：ハスモンヨトウ、ハモグリバエ類、アズキノメイガ、アザミウマ類：収穫前日まで

アスパラガス：コナジラミ類、アザミウマ類、ハスモンヨトウ、オオタバコガ、ジュウシホシクピナガハムシ：収穫前日まで

てんさい：ヨトウムシ、シロオビノメイガ：収穫前日まで

茶：チャノキイロアザミウマ、チャノコカクモンハマキ、チャノホソガ、チャハマキ、ヨモギエダシヤク、チャトゲコナジラミ、ニトベミノガ：摘採前日まで

花き類・観葉植物（りんどうを除く）：アザミウマ類、オオタバコガ、ハモグリバエ類、コナジラミ類：発生初期

りんどう：アザミウマ類、オオタバコガ、ハモグリバエ類、リンドウホソハマキ、コナジラミ類：発生初期

わた：アザミウマ類、オオタバコガ：発生初期

樹木類：ハマキムシ類：発生初期

(37 ページに続く)


 研究
報告

高知県の IPM 技術を導入している施設栽培 野菜類で問題となっているアザミウマ類と カスミカメムシ類

高知県農業技術センター

なかいし 中石 一英・近森 ちさこ*・戸梶 かなこ 加奈子**・
しももと 下元 満喜***・山下 泉

はじめに

高知県は、環境保全型農業推進基本方針を 1994 年に策定し、全国的にも早い時期から環境保全型農業の推進に取り組んできた（杉本，2008；下元，2011）。その一環として、天敵の利用を中心とした IPM 技術が 1997 年から導入され、2018 年には、天敵導入面積率が施設栽培のナス類では 99%，ピーマン類では 96%，キュウリでは 36% に達している（図-1）。さらに、施設栽培のカンキツや花き類でも天敵を利用した IPM 技術の導入が進んでいる。IPM 技術のメリットとして、化学合成農薬の削減があげられる。本県では、IPM 技術が普及したことにより、化学合成殺虫剤の使用量が削減され（中石ら，2018）、これまで問題とならなかった害虫が発生し、その被害が新たな問題となっている。

そこで、IPM 技術を導入している施設栽培野菜類で問題となっているアザミウマ類 3 種とカスミカメムシ類 2 種について、発生経緯や被害、さらに防除対策等について紹介する。

I 問題となっているアザミウマ類 3 種

1 モトジロアザミウマ

Echinothrips americanus Morgan

(1) 発生経緯

2003 年に施設栽培ミョウガで発生と被害を確認して以来（高知県病害虫防除所，2004）、施設栽培のピーマン、

Thrips and Plant Bugs Occurring in Greenhouse Vegetables Using IPM Program in Kochi Prefecture. By Kazuhide NAKAISHI, Chisako CHIKAMORI, Kanako TOKAJI, Mitsuki SHIMOMOTO and Izumi YAMASHITA

（キーワード：IPM、モトジロアザミウマ、クリバネアザミウマ、チャノキイロアザミウマ、コミドリチビトピカスミカメ、ミナミチビトピカスミカメ）

*現所属：高知県農業振興部農産物マーケティング戦略課

**現所属：高知県中央西農業振興センター高知農業改良普及所

***現所属：高知県農業振興部環境農業推進課

シシトウガラシ、サヤインゲン、シソで発生面積が拡大し、特にピーマン、シシトウガラシ、ミョウガで、その被害が問題となっている。なお、伊藤・大野（2003）の報告では、キュウリ、メロン、ナス、トマト等にも寄生し、被害が確認されている。

(2) 形態

成虫は体色が暗褐色で、頭部と胸部の節間が赤みを帯び、前翅の基部および中央部が灰白色で、体長は雌が約 1.6 mm、雄が約 1.3 mm である（図-2）。幼虫は黄白色でやや細長く、複眼が赤い。また、体全体が刺毛に覆われている（図-3）。蛹は胸部から腹部にかけてやや膨らんでおり、体全体に刺毛がある。特に、成虫の前翅基部は白いラインが入ったように見え、形態的な特徴となっている。

(3) 被害

主に葉に寄生し、加害された葉はかすり状となり（図-4）、ハダニによる被害に似る。密度が上昇すると褐変し、ミョウガでは葉が枯れ上がり、ピーマン類では落葉する。ミョウガでは成長点付近に多く寄生し、新たな葉の展開とともに上位葉に広がっていく。ピーマン類では、下位葉から発生し、寄生密度が上昇すると上位葉に広がっていく。

(4) 防除対策

天敵では、クロヒョウタンカスミカメの防除効果が高い。スワルスキーカブリダニ、タバコカスミカメも本種を捕食するが、捕食量は少なく防除効果は期待できない。殺虫剤では、当センターによる感受性検定の結果から、クロルフェナピル水和剤、スピノサド水和剤、エマメクチン安息香酸塩乳剤、ジノテフラン水溶剤の効果が高く、やや劣るが、シアントラニリプロール水和剤、プロピレングリコールモノ脂肪酸エステル乳剤、ボーベリア・バシアーナ乳剤も効果が認められている。

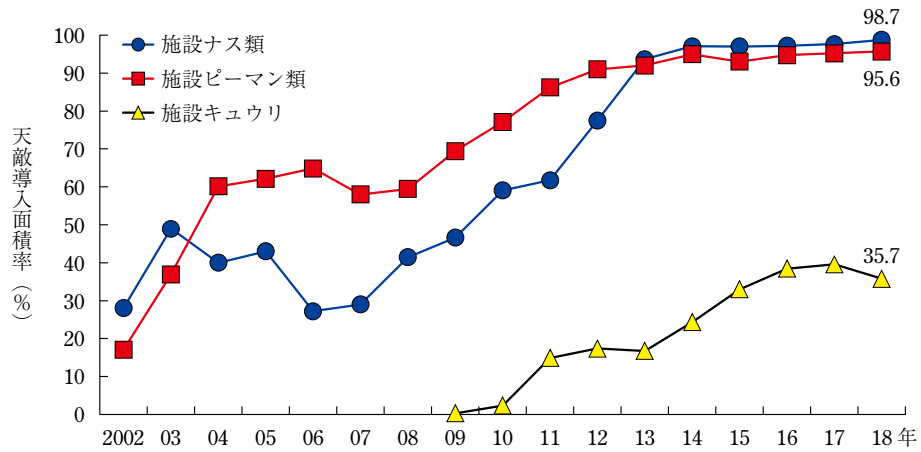


図-1 高知県の主要野菜類における天敵導入面積率の推移
 注) 高知県農業振興部環境農業推進課取りまとめ (横軸は取りまとめ年度を示す)。



図-2 モトジロアザミウマ成虫



図-3 モトジロアザミウマ幼虫



図-4 モトジロアザミウマに被害されたピーマン葉



図-5 クリバネアザミウマ成虫

2 クリバネアザミウマ

Hercinothrips femoralis (Reuter)

(1) 発生経緯

2003年に施設栽培シシトウガラシで発生が確認されて以来(高知県病害虫防除所, 2003), IPM技術を導入している施設栽培のピーマン, シシトウガラシで発生面積が拡大し, その被害が問題となっている。寄主範囲は広く, 国内外でイチゴ, ナス, トマト, シソ, ミョウガで



図-6 クリバネアザミウマ幼虫



図-7 クリバネアザミウマに加害されたピーマン葉および果実

も被害が確認されているが、高知県で特に問題となっているのは、施設栽培のピーマン、シシトウガラシである。

(2) 形態

雌成虫は褐色で、体長は1.2~1.5 mmである。頭部は褐色で単眼と複眼の間が黄色、前翅も褐色で基部と先端は淡色で、頭部中央部と前胸背板の網目状刻紋内部に多数のしわ模様がある(図-5)。幼虫の体色は黄色であるが、腹部背面は排泄物が固着して茶褐色に見える(図-6)。尾端部に褐色で球状の排泄物を保有する場合も多い。特に、幼虫の腹部背面に排泄物が固着していることが、形態的な特徴となっている。

(3) 被害

ピーマン、シシトウガラシでは、成虫、幼虫とも葉や果実に寄生し、加害する。モトジロアザミウマと同様に、下位葉から発生し、寄生密度が上昇すると上位葉に広がっていき、加害されるとかすり状や退緑斑点となり(図-7)、ひどい場合には落葉する。また、排泄物によるすす状の汚れが発生し、品質低下を招く。

(4) 防除対策

クロヒョウタンカスミカメ、ヒメオオメカメムシ等が捕食するが、捕食量は少なく、防除効果は期待できない。おそらく、幼虫の腹部背面に排泄物が固着していることが要因と考えられる。殺虫剤に対する感受性は高く、当センターによる感受性検定の結果からアクリナトリン水和剤、チアメトキサム水溶剤、クロルフルアズロン乳剤、ペルメトリン乳剤、エマメクチン安息香酸塩乳剤、クロルフェナピル水和剤、ジノテフラン水溶剤、スピノサド水和剤、クロチアニジン水溶剤、ピメトロジン水和剤、ニテンピラム水溶剤等の防除効果が高いが、天敵と併用できる殺虫剤は少ない。併用できる殺虫剤としては、ボーベリア・バシアーナ乳剤、シアントラニリプロール水和剤がある。下位葉から発生する機会が多いので、発生初期であれば、下位葉の除去による耕種的防除も効果が高い。

3 チャノキイロアザミウマ

Scirtothrips dorsalis Hood

(1) 発生経緯

2008年に施設栽培のピーマン、シシトウガラシにおいて、チャノキイロアザミウマによる被害が発生した(高知県病害虫防除所, 2008)。国内では、それまで本種によるトウガラシ属作物への寄生の報告はなく、Toda et al. (2014)が遺伝子解析を行った結果、従来のチャノキイロアザミウマとは遺伝的に異なる系統であることが明らかとなった。そこで、土田(2015)は、世界的に使用されているchilli thripsという一般名の頭文字を取り、C系統と名付け、在来系統は国内で一般的に用いられてきたyellow tea thripsの頭文字を取りYT系統とした。高知県では、ピーマン、シシトウガラシ以外に温州ミカン、マンゴー、トルコギキョウでも被害が問題となっており、近年では施設栽培ナスでの被害も確認された。

(2) 形態

成虫は体色が黄色で、頭部前縁と中胸背板前縁は灰褐色を帯び、全体に幅広である(図-8)。体長は雌が0.8~1.0 mm、雄が0.7~0.8 mmと小型で、前翅を閉じると中心部に縦に黒く筋状に見える。幼虫はふ化直後は黄白色で、その後は黄色味が強くなる。成虫、幼虫とも他のアザミウマと比べ動作が速い。C系統とYT系統は形態からの判別は困難であるが、ピーマン類に寄生し、増殖しているチャノキイロアザミウマはC系統の可能性が高い。

(3) 被害

ピーマン、シシトウガラシでは新葉が湾曲、変形、心止まりとなり、チャノホコリダニの被害に酷似している(図-9)。果実や果梗部が吸汁されると、細かくひび割れる。果実に産卵されると産卵箇所が白膨れとなる。また、本種は極低密度で被害が発生する。マンゴーでは新梢や新葉に好んで寄生し、多寄生した場合、新梢は伸長が止



図-8 チャノキイロアザミウマ C 系統成虫



図-9 チャノキイロアザミウマ C 系統に加害されたピーマン葉



図-10 コミドリチビトビカスミカメに加害されたピーマン果実



図-11 コミドリチビトビカスミカメに加害され
叢生化したピーマン成長点部

まり、褐変・萎縮等の症状が現れ、新葉は葉全体が褐変し落葉する。幼果に寄生した場合には、果皮表面が鮫肌状になる。

(4) 防除対策

タイリクヒメハナカメムシ、クロヒョウタンカメムシ、タバコカスミカメ、スワルスキーカブリダニが捕食するが、本種は極低密度でも被害が発生するため、殺虫剤との併用が不可欠である。天敵と併用可能な殺虫剤としては、ボーベリア・バシアーナ乳剤、シアントラニリプロール水和剤、脂肪酸グリセリド乳剤がある。そのほかに効果が高い殺虫剤として、エマメクチン安息香酸塩乳剤、スピノサド水和剤、ピリフルキナゾン水和剤、ニテンピラム水溶剤がある。

II 問題となっているカスミカメムシ類

高知県では、*Campylomma* 属のコミドリチビトビカスミカメ *C. livida* Reuter およびミナミチビトビカスミカメ *C. lividicornis* Reuter が問題となっている。両種は形態が酷似し、被害の発生状況も同じであることから、発生経緯や被害等については、一括して述べる。

1 発生経緯

2010年にコミドリチビトビカスミカメ（以下、コミ

ドリ）をアザミウマ類とコナジラミ類の生物防除資材として、現地の施設栽培ピーマンで放飼試験を行ったところ、奇形果（図-10）や成長点部分の叢生化（脇芽が異常発生し、ほうき状になる症状）、発蕾しない被害（図-11）を確認した。2011年には、同様の被害が施設栽培シシトウガラシでも確認され、同年に特殊報を発令した（高知県病害虫防除所，2011）。さらに、同時期に施設栽培ピーマン、シシトウガラシでミナミチビトビカスミカメ（以下、ミナミ）が同様の被害を出すことを確認した。現在では、IPM 技術を導入している多くの施設栽培ピーマン、シシトウガラシで、両種の被害が問題となっている。

2 形態

両種とも、成虫の体長は2~3 mm程度で、体色には変異があるが、全般的に淡緑色で、かなり茶褐色化した個体も見られる（図-12, 13）。両種は酷似しており、雌成虫の区別は難しいが、雄成虫の生殖節左側に指状の突起があればコミドリ、なければミナミと区別が可能である（安永ら，2001）（図-14）。両種とも雑食性で、アザ



図-12 コミドリチビトビカスミカメ成虫



図-13 ミナミチビトビカスミカメ成虫

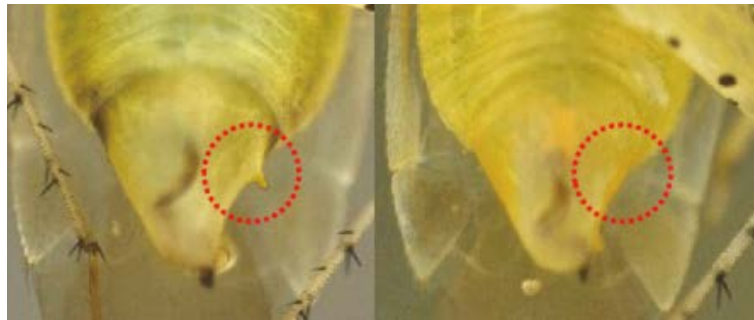


図-14 雄成虫の生殖節

左：コミドリチビトビカスミカメ，右：ミナミチビトビカスミカメ。

ミウマ類やコナジラミ類をよく捕食する。特にアザミウマ類を好んで捕食し、コミドリのミナミキイロアザミウマに対する捕食量はタバコカスミカメよりも多い(中石, 2013)。また、高知県では秋期のセイタカアワダチソウでよく見られる。

3 被害

加害を受けた蕾は奇形花となり、裂果、舌出し果の奇形果を生じる(図-10)。さらに、成長点部分が加害されると叢生化し、花芽が形成されない(図-11)。被害は両種を防除した後も2か月以上の長期間にわたって発生するため、著しく減収する(高知県病害虫防除所, 2011)。ただし、露地や雨よけ(夏秋)栽培のピーマン、シトウガラシの被害はほとんど見られず、害虫としてより、天敵として活躍しているようである。

4 防除対策

施設内への飛び込みを防ぐことが重要で、施設開口部すべてに防虫ネットを被覆するとともに、発生源となる周辺の雑草、特にセイタカアワダチソウを除去する。殺虫剤に対する感受性が高いが、タイリクヒメハナカメムシやクロヒョウタンカスミカメ等と併用できる殺虫剤はほぼない。ただし、タバコカスミカメが定着している圃場では被害が軽減された事例があり、本種を利用することで被害抑制効果が期待できる。

おわりに

最初にも述べたが、IPM 技術が普及すると、殺虫剤の使用量が削減され、これまで問題とならなかった害虫が発生し、新たな問題となる。今回紹介した害虫は総じて殺虫剤に対する感受性が高く、効果の高い殺虫剤もあるが、そのほとんどが天敵に対して影響が強い剤である。環境保全型農業を推進していくうえでは、以前の殺虫剤に頼った防除に戻ることは当然できない。そのため、既存の IPM 技術の修正・再構築を日々行っていく必要がある。

引用文献

- 1) 伊藤啓司・大野 徹 (2003): 植物防疫 57: 223~225.
- 2) 高知県病害虫防除所 (2003): 平成 14 年の病害虫発生予察特殊報第 3 号.
- 3) ————— (2004): 平成 15 年度病害虫発生予察特殊報第 6 号.
- 4) ————— (2008): 平成 20 年度病害虫発生予察特殊報第 1 号.
- 5) ————— (2011): 平成 23 年度病害虫発生予察特殊報第 1 号.
- 6) 中石一英 (2013): 高知農技七特別研究報 13: 5~10.
- 7) —————ら (2018): 日本農業学会誌 43(1): 17~22.
- 8) 下元満喜 (2011): 植物防疫 65: 20~23.
- 9) 杉本久典 (2008): 同上 62: 13~17.
- 10) 土田 聡 (2015): 同上 69: 28~32.
- 11) Toda, S. et al. (2014): Appl. Entomol. Zool. 49: 231~239.
- 12) 安永智秀ら (2001): 日本原色カメムシ図鑑 第 2 巻, 全国農村教育協会, 東京, p.157~158.

研究 報告

Berkeleyomyces rouxiae による レタス黒根病の発生

千葉大学大学院園芸学研究科 ^{なかね}中根 ^{れい}麗・^{うさみ}宇佐見 ^{としゆき}俊行
群馬県農業技術センター ^み三 ^き木 ^{しず}静 ^え恵

はじめに

レタス (*Lactuca sativa*) は群馬県における主要作物の一つであり、特に夏秋レタスの作付面積は平成 29 年度 1,110 ha と全国 2 位の産地となっている (農林水産省, 2018)。このような中、県北部の夏秋レタス圃場で坪状に生育遅延や萎れ症状を示す株が発生した。そこで、圃場における発生状況の調査、罹病根から分離された菌株を用いた病徴の再現、形態・生理および遺伝的特徴による分離菌の同定を行った。その結果、本病害は *Berkeleyomyces rouxiae* によるレタス黒根病 (新称) であることが明らかとなった (三木ら, 2018; 中根ら, 2018 a; NAKANE et al., 2019)。そこで、本稿ではレタス黒根病の発生実態や病原菌の性質、防除対策等を紹介する。

I 病害の発生状況と病徴・病原菌の分離

2016 年夏季に群馬県北部のレタス圃場で、坪状に生育遅延や萎れ症状を示す株が発生した。結球しているものの萎れ症状を示す比較的軽微な株は、根の一部が帯状に黒変し、隆起するとともに、根の表面に亀裂を生じていた (図-1 上)。また、著しい生育遅延により結球しない重篤な症状を示す株は、根全体が褐色から黒色に変色し、細根は腐敗脱落していた (図-1 下)。さらに、ごく一部の株では主根内部に褐変が見られた。

根部からの病原菌の分離は、変色部を中心に根を 2~3 cm に切断し、流水で 30 分から 1 時間程度洗浄し、風乾後、常法に従い表面殺菌し、ストレプトマイシン添加の素寒天培地に置床することで行った。また、主根の内部 (維管束) からの菌の分離は、褐変した組織を切り出して、常法に従って同様に行った。その結果、根部から 3 菌株 (LT1, LT6, LT28-122)、主根の維管束から 1 菌株 (LT2)、計 4 菌株を得た。そして、これらの分離株



図-1 レタス黒根病による根の症状
上：軽症株：根の一部が黒変・隆起 (赤矢印)。
下：重症株：根が腐敗・脱落。

を用いてレタスに対する接種試験を行い、原病徴が再現されることを確認した (三木ら, 2018; 中根ら, 2018 a; NAKANE et al., 2019)。なお、各レタス分離株は農業生物資源ゾーンバンク (<https://www.gene.affrc.go.jp/>) から入手することができる (MAFF 246781~246784)。

II 病原菌の性質および分類学的位置付け

分離された菌の菌叢は、PDA 培地上でははじめ白色を呈し、後に灰褐色から黒色になり気中菌糸の形成が見られた。分離菌の生育適温は 25℃ 付近で、5℃ または 35℃ では生育が認められなかった (図-3)。菌叢上には、2~8 個の細胞が連鎖する黒色・棍棒状の厚壁胞子 (大きさ

Occurrence of Black Root Rot of Lettuce Caused by *Berkeleyomyces rouxiae* in Japan. By Rei NAKANE, Toshiyuki USAMI and Shizue MIKI

(キーワード：結球レタス, *Lactuca sativa*, 土壌病害, 新病害, *Thielaviopsis basicola*, *Chalara elegans*)

5.1~10.3 × 8.5~14.1 μm) が単生または叢生した (図-2a)。これが成熟すると、個々の細胞が容易に分離した (図-2b)。厚壁胞子は、しばしばレタスの罹病組織内にも確認された (図-2c)。罹病組織上の厚壁胞子は土壤中で耐久生存し、次作の伝染源になると考えられる。また、本菌の菌叢上には厚壁胞子のほかに内生分生子も認めら

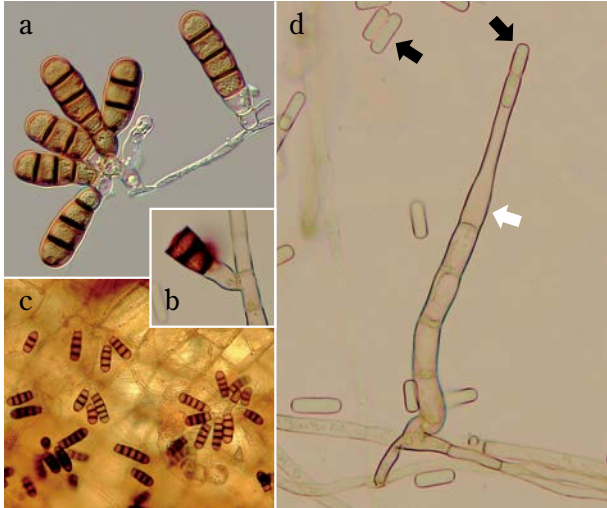


図-2 レタス黒根病菌の形態
 a PDA培地上に形成された厚壁胞子塊。
 b 個別の細胞が剥離した厚壁胞子。
 c 罹病根内に形成された厚壁胞子。
 d PDA培地上に形成された内生分生子柄 (白矢印) および内生分生子 (黒矢印)。

れた (図-2d)。内生分生子は無色の円筒状で、大きさは 8.4~30.9 × 2.2~5.4 μm, 内生分生子柄の先端から連鎖して放出された。これらの器官の形態やサイズは、既報の *Berkeleyomyces* 属菌 (NEL et al., 2018) と一致した。

様々な植物に黒根病 (Black root rot) を引き起こす *Thielaviopsis basicola* (= *Chalara elegans*) は、近年 NEL et al. (2018) によって再分類され、新設された *Berkeleyomyces* 属に移された。この際、既報の菌株には遺伝的に異なる二つの系統が含まれていたため、これらがそれぞれ異なる 2 種 (*B. basicola* および *B. rouxiae*) とされた。これら 2 種は形態的特徴から見分けることはでき

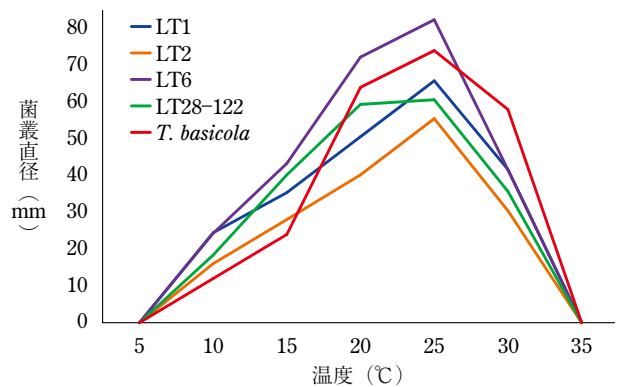


図-3 レタス黒根病菌の温度ごとの生育
 PDA培地上で2週間培養したときの各菌株のコロニー直径 (平板培地 5 枚の平均値)。T. basicola は既報の国内オクラ分離株。

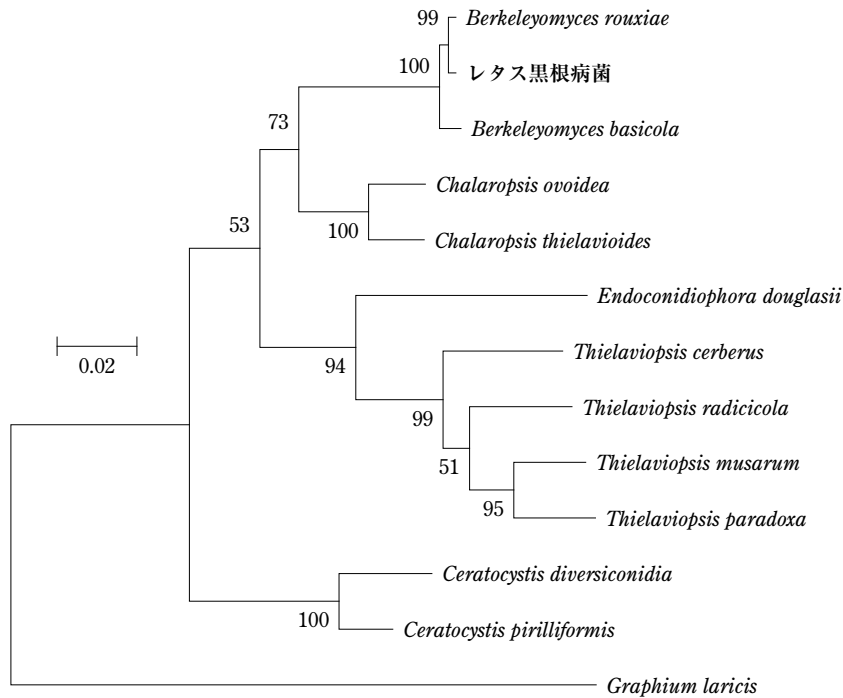


図-4 レタス黒根病菌およびその近縁種の分子系統樹
 LSU, 60S, ITS, MCM7 の塩基配列に基づいて最尤法により作成した複合系統樹。枝上には、1,000 回繰り返しによるブートストラップ値 (最大 100) を示した。

ないが、DNAの塩基配列によって区別することができる。そこで、レタス分離株のrDNA-ITSなど数種の塩基配列を調査して分子系統樹を作成したところ、*B. rouxiae*と同定された(図-4; NAKANE et al., 2019)。

III 国内および海外における発生状況

レタス黒根病は、現在までに国内の複数のレタス産地で発生が確認されている。群馬県におけるレタス黒根病の発生を受けて、平成30年5月に同県より病害虫発生予察特殊報が発表された。その後、平成30年11月に長野県および静岡県から、平成31年1月には茨城県からも特殊報が発表された。一方、日本国内で発生が確認される以前に、*T. basicola* (= *C. elegans*)によるレタスの病害(Black root rot)はオーストラリアのクイーンズランド州(O'BRIEN and DAVIS, 1994)および米国のカリフォルニア州(KOIKE, 2008)において報告されていた。これら海外の事例における病徴は、日本におけるそれと酷似しているため、同一の病害であると判断される。ただし、オーストラリアおよび米国の菌株は、上述したような新分類に基づいた同定がまだされていない。そのため、日本の分離株と同様に*B. rouxiae*なのか、あるいはもう一方の種である*B. basicola*なのか不明である。

B. basicola および *B. rouxiae* は世界各地で様々な植物の病原菌として報告されているが、レタス以外の植物においてもレタスと同様の病徴(根の黒色腐敗)を示すのが一般的である。日本においても、レタス黒根病の発生が確認される以前から *T. basicola* (= *C. elegans*) によるタバコ、オクラ、パンプキン、ニンジン、シネリリア等の病害が知られており、これらの分離株のいくつかは、*B. rouxiae* であることが確認されている。さらに、このうちの群馬県ニンジン分離株(MAFF 238935)や北海道パンプキン分離株(MAFF 245174)については、レタスに病原性を示すことが確認されている(中根ら, 2018b)。したがって、従来国内に存在していた菌が近年になってレタス黒根病を引き起こした可能性も考えられる。しかしこの場合、レタスへの感染が近年になるまで報告されなかった理由は不明である。レタス黒根病菌とレタス以外の病原菌との関係については、さらに調査する必要がある。なお、これまで日本国内において *B. basicola* は確認されていないが、その分布およびレタス等への病原性についても、今後調査する必要がある。

IV 季節による発病の違い

2016年10月(以下、秋季試験)と2017年8月(以下、夏季試験)に、群馬県において野外における接種試験を

2回行った。供試菌株は秋季試験では前述の4菌株、夏季試験ではLT28-122を除く3菌株を用いた。接種はPDA平板培地上で約20日間培養し形成させた内生分生子および厚壁胞子を約 10^5 個/mlに調整した胞子懸濁液に、レタスの根を5分間浸して行った(KOIKE, 2008)。

秋季試験では、供試した全菌株において接種14日後に、外葉の黄化、萎れが発生し、21日後には生育遅延、枯死等の原病徴が再現された。また、夏季試験においても同様に上記の症状が生じたが、接種10日後ほどで著しい萎れや枯死を生じ、夏季試験のほうが枯死に至るまでの期間が短かった(三木ら, 2018)。これは、夏季では葉からの蒸散が多く、本菌の感染・発病によりダメージを受けた根からの水分供給が間に合わず、病原菌接種から発病までの期間が短くなったためと考えられた。したがって、夏季の高温に遭遇する作型では本病の発生に特に注意が必要である。

V 防除対策

本病は土壌病害であるため、土壌くん蒸剤による土壌消毒も防除手段の一つとして考えられるが、クロルピクリン剤での土壌消毒後のレタスにおいて生育異常球が発生することが知られている(藤永ら, 1998)。したがって、土壌消毒以外の対策として、品種による防除対策が重要と考えられる。そこで、群馬県で主に使用されている8品種を対象に発病程度に違いがあるか検討した。試験方法は群馬県農業技術センター内のコンクリート枠で囲まれた露地圃場に、分離糸状菌を土壌ふすま培地で培養した菌体を土壌混和接種し、200穴セルトレイで育苗した各供試品種の苗を定植し行った。その結果、供試品種によって根の黒変程度が異なることが明らかになった(三木ら, 2018)。また、群馬県分離株に加えて他県からの分離株を供試した接種試験においても、各菌株による発病程度は品種間で明確に異なり、すでにレタス黒根病に対する耐病性品種として販売されているブルラッシュ(サカタのタネ)のほか、アリスト(タキイ種苗)などの品種ではほとんど発病が認められなかった(中根ら, 2019)。したがって、品種をうまく選択することでレタス黒根病を防除できる可能性が示唆された。今後、品種による発病の違いをさらに検討する必要がある。また、効率的な薬剤防除法についても検討していく予定である。

おわりに

レタス黒根病は、感染が軽微であれば地上部にほとんど症状が現れず、生育遅延などの曖昧で気付きにくい影響にとどまる場合も多い。この点は、ネグサレセンチュ

ウヤネコブセンチュウによる害に類似する。特に、根が黒変して細根が脱落する症状はネグサレセンチュウ類の被害に類似する。ネグサレセンチュウによる加害では、黒根病のように根の表面が隆起してひび割れることはないため、注意深く観察すれば両者は区別できる。また、症状が重篤の場合は根全体が黒褐色に腐敗するため、同じ糸状菌病であるレタス根腐病による根の症状と類似する。レタス根腐病による症状は主根内部が明瞭に褐変するが、黒根病の場合はほとんど褐変が見られない。しかし、現場での診断においてはそれぞれ混同されていることがあるかも知れない。特に糸状菌病である黒根病とネグサレセンチュウとでは、有効な防除対策が異なるであろう。したがって、レタス黒根病と類似病害虫をきちんと区別して正しい診断を行う必要がある。誤診や症状の見過ごし等により黒根病菌の感染に気付くのが遅れると、対策が遅れ、大きな被害が生じる危険性もある。レタスの収穫後に根を抜いて症状を確認するなど、日常的

な注意が必要である。

また、レタス黒根病菌は多犯性であるため、輪作や転作による防除効果が小さくなる場合も考えられる。また、他の植物に発生した菌がレタスへの伝染源となる可能性もある。ただし、レタス黒根病菌を含む *B. rouxiae* の宿主範囲についてはまだ十分な情報がないため、今後詳しく調査して防除に役立てていく必要がある。

引用文献

- 1) 藤永真史ら (1998): 日植病報 **64**: 331 (講要).
- 2) KOIKE, S. T. (2008): Plant Dis. **92**: 1368.
- 3) 三木静恵ら (2018): 日植病報 **84**: 207 (講要).
- 4) 中根 麗ら (2018 a): 同上 **84**: 207 (講要).
- 5) ———ら (2018 b): 土と微生物 **72**: 111~112 (講要).
- 6) ———ら (2019): 平成 31 年度日本植物病理学会大会講演要旨: 81.
- 7) NAKANE, R. et al. (2019): J. Gen. Plant Pathol. **85**: (in press).
- 8) NEL, W. J. et al. (2018): Plant Pathol. **67**: 871~882.
- 9) 農林水産省 (2018): 平成 29 年度野菜出荷統計.
- 10) O'BRIEN, R. G. and R. D. DAVIS (1994): Australas. Plant Pathol. **23**: 106~111.



農林水産省プレスリリース (2019.5.9~2019.6.5)

農林水産省プレスリリースから、病害虫関連の情報を紹介します。
<http://www.maff.go.jp/j/press> の後にそれぞれ該当のアドレスを追加してご覧下さい。

- ◆ 「令和元年度病害虫発生予報第 2 号」の発表について (19/5/15) /syouan/syokubo/190515.html
- ◆ 「第 14 回国際植物防疫条約年次総会 (CPM-14) 報告会及び国際植物防疫年 (IYPH2020) に関する説明会」の開催及び参加者の募集について (19/5/17) /syouan/keneki/190517.html
- ◆ 「令和元年度ウメ輪紋ウイルス対策検討会 (第 1 回)」の開催について (19/5/27) /syouan/syokubo/190527.html

研究 報告

常温煙霧法の特性解明と保護殺菌剤の適用拡大

一般社団法人 日本植物防疫協会

ほうじょう ひろし あらい ゆうた ぬまた きょうた
北條 広・荒井 雄太・沼田 京太・
なかもら たつと かわの としろう とみた やすのり
中村 達都・河野 敏郎・富田 恭範

はじめに

ハウスにおける農薬散布は過酷な作業であり、その解決策の一つとして考案されたのが常温煙霧法である。本法は農薬の高濃度希釈液を加熱することなく細霧化してハウス内に噴霧する技術(図-1)で、1980年代に実用化されて以降全国に普及した。しかし、登録薬剤が少ないことから、2003年の農薬取締法改正以降は使用が控えられるようになり、忘れ去られた散布法の一つとなっている。本法は、農作業終了後にタイマーをセットしておくだけで自動噴霧するため、省力的で散布者への農薬暴露も生じないという利点がある。他方、本法では十分な薬効が得られないとの不安が根強いことに加え、作物残留試験などの登録試験が大がかりなものとなることから、登録拡大の隘路となっていた。このため、静電気を帯電させることで効果の改善をはかる試みも進められたが、実用化には至っていない(市川ら、1998;住田ら、2001)。こうした中、天敵を活用したIPM体系の中で弱点となっている病害対策に本法の活用をはかりたいとの要望が寄せられるようになってきた。しかし、浸透移行性の乏しい保護殺菌剤はこれまで本法に不向きであると

考えられており、その実用化のためには散布条件を見直す必要があると考えられた。また、今後本法をひろく普及していくためには、多様なハウスでも使用できるように開発されたダクト拡散法の有効性を検証するとともに、必要最小限のデータで登録が取得できるよう本法の拡散・付着特性を明らかにしていく必要があると考えられた。本稿では、2017~18年に取り組んだ調査研究の概要を紹介する。

I 散布条件の見直し

本法による防除効果はこれまで多くの調査事例が報告されており、手散布に比べて効果が劣ったとする報告もある(御厨ら、1986;御厨・山口、1987)。繁茂した作物では噴霧粒子の到達性が悪く、葉裏への付着が少なくなることや、施設の両サイドに廻りにくくなること等が要因として指摘されている(奴田原・市原、1985)。本法の標準的な散布水量は10a当たり5lとなっている。これは、開発当初の時間当たり噴霧量やタンク容量の制約を考慮したものと考えられている。他方、有効成分投下量が同じでも散布水量を増やすと薬効が安定することが経験的に知られており、草冠の大きい施設果樹に対す



図-1 常温煙霧法

Development of Effective Application Technique of Non-systemic Fungicide by Non-heated Fogging Machine for Disease Control in Greenhouse. By Hiroshi HOJO, Yuta ARAI, Kyouta NUMATA, Tatsuto NAKAMURA, Toshiro KAWANO and Yasunori TOMITA

(キーワード: 常温煙霧, 無人防除, 防除効果, 作物残留, 農薬登録)

る殺ダニ剤の登録では10 a 当たり 20 l となっている。今回要望された2種の殺菌剤（TPN 水和剤および塩基性硫酸銅水和剤）はいずれも浸透移行性が乏しいことから、キュウリとナスに安定的な効果を得るための、散布水量の検討が必要であると考えられた。ここでは、上記2剤について、キュウリべと病を対象として10 a 当たり10 l および20 l の2条件の比較検討を行うこととした。

ハウス1棟単位でしか試験が実施できない本法では、散布条件の検討のために繰り返し噴霧試験を実施するには特別な工夫が必要となる。このため本研究では、ポット植えのキュウリを多数準備し、キュウリ栽培ハウスの5箇所を持ち込んで薬剤に暴露させたのち実験室を持ち帰り、各ポットにべと病菌を均一に噴霧接種して10日後に発病面積率を調査した。この結果、いずれの散布条

件でも十分な効果が得られることが示唆され（表-1）、作業性の観点から以後の検討は10 a 当たり10 l で進めることとした。

II 薬効薬害の調査

農業登録のためには、薬効薬害試験と作物残留試験（塩基性硫酸銅では不要）を実施しなければならない。このため10 a 当たり10 l の散布条件で所要の試験を計画し実施した。また、一部の薬効薬害試験においては葉面付着量を調査した。

図-2 に薬効薬害試験の結果を示す。いずれの試験とも十分な発病条件のもとで試験が実施され、TPN 水和剤では手散布と同等の高い効果が示された。塩基性硫酸銅でも TPN 水和剤より劣るものの手散布と同等の効果

表-1 常温煙霧法の散布水量別防除効果（キュウリべと病）

処理方法 散布水量	TPN 水和剤			塩基性硫酸銅水和剤		
	希釈倍数	発病面積率 (%)	防除価	希釈倍数	発病面積率 (%)	防除価
常温煙霧 10 l/10 a	33 倍	0.3	99.4	17 倍	23.0	69.1
無処理		51.9			74.4	
常温煙霧 20 l/10 a	67 倍	0.3	99.1	33 倍	21.0	69.7
無処理		33.8			69.4	
手散布 300 l/10 a	1,000 倍	0.1	99.7	500 倍	18.8	70.8
無処理		36.3			64.4	

各処理の有効成分投下量は同等とした。

接種方法：光学顕微鏡 100 倍視野で 5 個前後に調整した遊走子のう懸濁液を 1 苗当たり 50 ml 噴霧接種。

調査方法：薬剤処理区は 10 株（1 調査地点につき 2 株）、無処理は 2 株を対象に 1 苗当たり第 1 本葉から第 4 本葉までの 4 葉について発病面積率を調査。

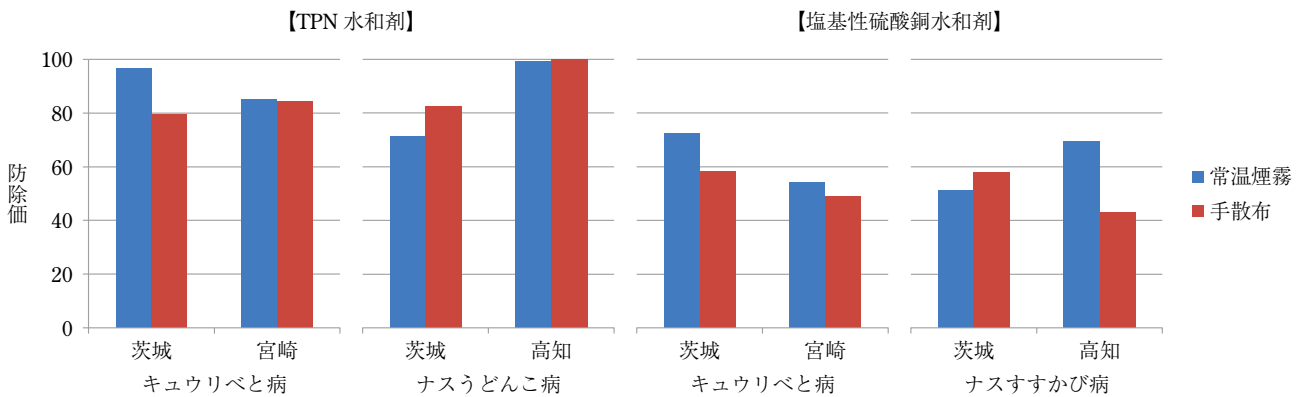


図-2 薬効薬害試験の結果

常温煙霧はいずれも面積 150 m² 以上の施設で実施した。栽植密度は慣行（キュウリ：2,200 株/10 a、ナス：1,100 株/10 a）とした。

調査方法は当協会新農薬実用化試験調査法に準じた。防除価は、常温煙霧は連制なし 9 地点または 12 地点の発病度平均値、手散布は 3 連制の発病度平均値より求めた。

が示された。なお、いずれも葉害は認められなかった。

表-2 に葉面付着調査結果を付記した。調査は、各初回処理直後に行い、重ね合わせてホチキス止めした上下2枚の葉を1枚の葉とみなし、処理後にそれぞれから直径5cmのリーフディスクを打ち抜いて分析に供した。この結果から、薬効試験では葉裏へも良好に付着していたことが示唆された。

III 作物残留の調査

農薬登録のために実施した常温煙霧法による TPN 水和剤の作物残留試験では、いずれも残留基準値以下の残留濃度であった。本研究ではさらに、本法による作物残留特性を把握するため、ピーマン、ミニトマトおよびコマツナを用いて任意の4農薬の散布直後における残留濃度を手散布の場合と比較調査した。調査では、残留濃度が最も高くなると想定される噴霧口の通路両側から採取した試料 (A エリア) とそれ以外のエリア (B エリア) から採取した試料に分け、それぞれ分析に供した。この結果、いずれの作物、農薬においても、本法は手散布の残留濃度を大きく下回り、採取エリアによる差異も認められなかった (図-3)。

以上の結果から、常温煙霧法は手散布と比較して作物

における残留量は少ないものの、防除効果は手散布とほぼ同等の効果が得られることが明らかとなった。

IV ハウス内の付着分布調査

大谷ら (1988) によれば、本法は施設全体に薬剤を拡散させるため、植物体以外へのロスが生じ、手散布と比較して薬剤付着量が少なくなると推測している。これを検証するため、本研究では施設内の天井、四方の側面、換気扇および通路にガーゼまたはろ紙を設置し、常温煙霧法によるハウス内の付着分布を調査した (図-4)。なお、試験は前章の作物残留特性調査と同時に実施し、常温煙霧機は南側から北側に向けて薬剤が噴霧されるよう設置した。いずれの薬剤も同様の傾向であったため、代表的な殺虫剤 C の結果を図-5 に示す。この結果から、本法では天井および地面への付着量が多くなり、手散布と比較して植物体以外へのロスが大きいたことが前章の作物残留特性につながっていると考えられた。

V ダクト拡散法の検証

長いハウスや不整形なハウス等ではダクトホースを用いる拡散法が推奨されているが、葉面への付着性などについては不明な点も多い。本研究では、ダクト拡散法の

表-2 薬効試験での常温煙霧法による TPN 葉面付着量

対象作物/病害	散布時 草丈 (cm)	付着調査 葉高さ (cm)	葉面付着量 ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)		葉裏 : 葉表
			葉裏	葉表	
キュウリべと病	120	110	1.42	1.56	5 : 5
ナスうどんこ病	130	90	0.93	1.90	3 : 7

いずれも茨城研究所にて実施。1回散布された葉を調査。葉面付着量は9地点より採取したリーフディスク (直径5cm) を分析した平均値。

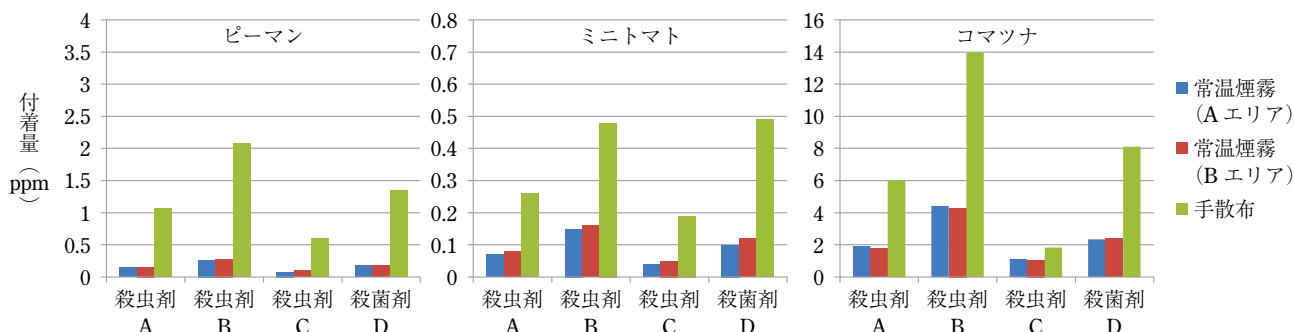


図-3 作物残留の調査結果

有効成分投下量は同等とした。面積 116 m² (18.5 m × 6.3 m) の施設にて実施。試料の採取は処理翌日に行い、採取試料の分析は所定の方法にて精製後、LC-MS/MS で測定した。

ピーマン 栽植密度 : 1,111 株/10 a, 草丈 : 1.3 m, 常温煙霧機の噴頭口高さ : 1.5 m, 処理回数 : 2 回

ミニトマト 栽植密度 : 2,222 株/10 a, 草丈 : 1.9 m, 常温煙霧機の噴頭口高さ : 2.1 m, 処理回数 : 1 回

コマツナ 栽植密度 : 55,560 株/10 a, 草丈 : 0.2 m, 常温煙霧機の噴頭口高さ : 1.6 m, 処理回数 : 1 回

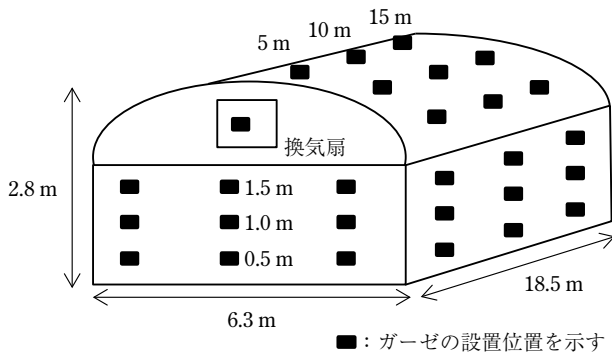


図-4 ハウス内における付着分布調査
天井は15箇所、側面は各9箇所、地面は10箇所にガーゼまたはろ紙を設置。
1回目処理の翌日に回収し、アセトンで付着した薬液を抽出後、LC-MS/MSで測定した。

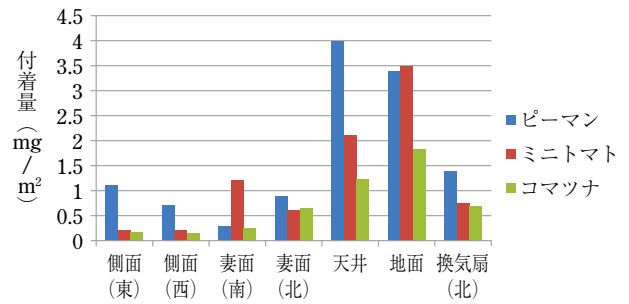
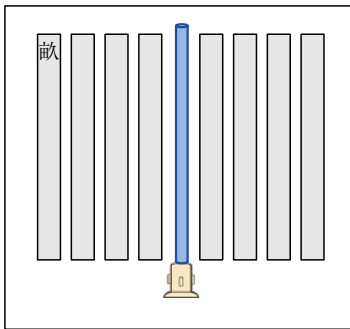
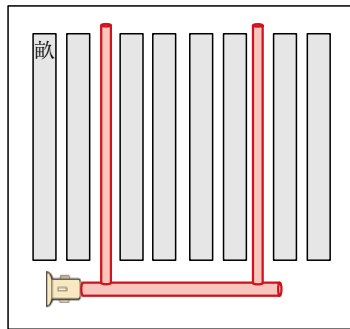


図-5 殺虫剤Cのハウス内の付着分布調査結果
LC-MS/MSから得られた農薬量をガーゼまたはろ紙面積から換算して、1m²当たりの農薬量を算出。



ダクトホース1本



ダクトホース2本

図-6 ダクトホースの設置状況
ダクトホースは上部に穴が空いており、1本設置は100m当たり270穴、2本配置は140穴を使用した。

表-3 ダクト拡散法の防除効果（キュウリうどんこ病）と葉面付着量

ダクトホース配置	散布時草丈 (cm)	防除効果 1葉当たり* 病斑数	採取葉高さ (cm)	葉面付着量 (μg/cm ²)		比**	
				葉裏	葉表	葉裏	葉全体
ダクトホース1本	200	13.2	50	0.75	0.92	90	58
			150	0.61	1.14	80	56
ダクトホース2本	200	12.7	50	0.61	0.75	73	47
			150	0.54	0.85	71	45
ダクトなし	200	10.1	50	0.83	2.06	100	100
			150	0.76	2.35	100	100

TPN水和剤、33倍10I/10aで1回処理した結果を示す。施設面積：855m²（18m×47.5m）、栽植密度：1,272株/10a。防除効果は1地点につき3株の上位3葉、合計16地点の平均値。付着量は16地点より採取したリーフディスク（直径5cm）を分析した平均値。

*無処理の1葉当たり病斑数は24.9個。

**比は高さ別ダクトなしの各付着量を100とした場合の割合で表示した。

有効性を検証するため、図-6のようにダクトホース1本または2本を設置した状況下において、キュウリを用いてTPN水和剤のうどんこ病に対する防除効果と葉面付着量をダクトなしの場合と比較した。この結果、ダク

ト拡散法では葉全体の付着量はダクトなしの場合より少なかったが、葉裏への付着量およびうどんこ病に対する防除効果はほぼ同等であった。また、葉の高さによる付着量に差異も認められなかった（表-3）。このことから、

ダクトホースを用いる拡散法は有効であると判断した。

一方、ダクトホースを再使用した場合、前回使用した農薬によるコンタミネーションが生じないかという懸念もある。この点を検証するため、キュウリ果実を施設内6地点に高さ1mとなるように吊り下げ、TPN水和剤を2回使用したダクトホースを用いてイミダクロプリド水和剤を処理し、翌日に果実のTPN付着量を調査した。この結果、果実からTPNがわずかに検出(0.003~0.009 ppm)されたが、実用上問題ないものと考えられた。

おわりに

現在、農業現場では省力的な防除技術の必要性が高まっている。また、農薬取締法の一部改正に伴って農薬使用者に対する安全性評価が厳格化される見通しとなっている。こうした中、無人防除技術である常温煙霧法は、省力的であることに加えて使用者への安全性にも優れていることから、今後積極的に普及したい施用法である。本研究により、本法を今後ひろく普及していくために必

要な幾つかの技術的課題が整理できたと考えている。いうまでもなく本法の普及には登録薬剤の整備が不可欠である。この点、本研究で明らかにした作物残留特性が登録データ要求の減免につながることを期待したい。

なお、本研究を踏まえ、塩基性硫酸銅水和剤は既に本法での適用拡大登録(きゅうりべと病、なすすすかび病)を取得し、TPN水和剤は申請中(きゅうりべと病、なすうどんこ病)となっている(2019年4月現在)。

最後に、本研究の推進に多大のご協力をいただいた高知県、日本農薬株式会社および株式会社エス・ディー・エスバイオテックの関係者に深く感謝申し上げる。

引用文献

- 1) 市川 健ら (1998): 静岡農試研報 43: 1~11.
- 2) 御厨初子ら (1986): 九病虫研究会報 32: 169~172.
- 3) ———・山口純一郎 (1987): 九病虫研究会報 33: 174~178.
- 4) 奴田原誠克・市原 勝 (1985): 高知農林研報 17: 1~6.
- 5) 大谷 卓ら (1988): 栃木農試研報 35: 129~136.
- 6) 住田明子ら (2001): 植物防疫 55: 482~486.

発生予察情報・特殊報 (2019.5.1~5.31)

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.jppn.ne.jp/>) でご確認下さい。

- ネギ：ネギハモグリバエ別系統 (茨城県) 5/20
- トマト：茎えそ病 (島根県：初) 5/23

- ピーマン：えそ輪点病 (島根県：初) 5/23
- ネギ：ネギハモグリバエ別系統 (富山県) 5/31



ツマジロクサヨトウの中国における 分布拡大と日本への侵入警戒

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構
本部企画戦略本部研究推進部

まつ 村 まさ や
松 村 正 哉

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構
農業技術革新工学研究センター高度作業支援システム研究領域

おお つか あきら
大 塚 彰

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構
農業環境変動研究センター環境情報基盤研究領域・
東京農業大学大学院農学研究科

よし まつ しん いち
吉 松 慎 一

はじめに

イネ、トウモロコシ、野菜等の重要害虫であるツマジロクサヨトウ *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (英名はFall armyworm, 省略形はFAW, 中国名は草地貪夜蛾) は、チョウ目ヤガ科の1種であり、ハスモンヨトウ *Spodoptera litura* (Fabricius) やアワヨトウ *Mythimna separata* (Walker) と同様に長距離移動性を示すことで知られている。本種は南北アメリカ大陸で広く発生していたが、2016年にアフリカ大陸で発生が確認された後、2018年夏にはアジア地域で初めてインドで発生が確認された。2019年1月には中国で発生が確認された後、現在中国国内で急速に分布が拡大しており、日本への侵入が危惧されている。そこで、ツマジロクサヨトウの分類・形態および同定法、生態と長距離移動、中国における分布拡大の経緯、および今後の防除対策と課題について解説する。なお、本解説は2019年5月31日までの情報に基づいている。

I 分類、形態および同定法

日本では、ツマジロクサヨトウと同じ *Spodoptera* 属には8種が知られている。農林有害動物・昆虫名鑑(日本応用動物昆虫学会, 2006)では、そのうちの4種、スジキリヨトウ *S. depravata* (Butler), シロイチモジヨトウ *S. exigua* (Hübner), ハスモンヨトウ, シロナヨトウ *S. mauritia* (Boisduval) が害虫種として掲載されている。これらのほかに、クシナシスジキリヨトウ *S. ciliium* Guenée

は海外で芝草の害虫として報告があったが、日本でも静岡県ゴルフ場で芝草を食害することが確認された(廣森ら, 2003)。また、アフリカシロナヨトウ *S. exempta* (Walker) は2010年に南西諸島でイネ科牧草やサトウキビを食害し、日本で初めて害虫化した(吉松ら, 2011)。

成虫の前翅長は、*Spodoptera* 属の日本産の害虫種の中ではハスモンヨトウが最も大きく雄で14~17mm、ツマジロクサヨトウの前翅長は雄で10.5~15mm (Pogue, 2002) と、ハスモンヨトウよりやや小さい。また、両種とも雌のほうが雄よりやや大きい。ツマジロクサヨトウ雄成虫(図-1上)は翅頂部に明瞭な白紋を備えるが、ハスモンヨトウの翅頂部の白紋よりは小さい。雄成虫は、スジキリヨトウ、シロイチモジヨトウ、シロナヨトウ、クシナシスジキリヨトウ、アフリカシロナヨトウで



図-1 ツマジロクサヨトウの雄成虫(上)と雌成虫(下)共にブラジル産(農研機構農業環境変動研究センター所蔵)

The Spread of the Fall Armyworm, *Spodoptera frugiperda* in China and a Precaution against its Possible Invasion of Japan. By Masaya MATSUMURA, Akira OTUKA and Shin-ichi YOSHIMATSU

(キーワード: ツマジロクサヨトウ, 越境性害虫, 長距離移動, トウモロコシ)

は翅頂部には白紋を持たないので区別できる。ただし、シロナヨトウ雄は個体によっては翅頂部付近がやや白色を帯びることがあるので注意が必要である。

ツマジロクサヨトウ雌成虫 (図-1 下) は翅頂部に雄成虫のような白紋を持たず、前翅斑紋は単調であり、アフリカシロナヨトウ、シロイチモジヨトウの雌成虫も同様に単調な前翅斑紋を備え、酷似している。新鮮な標本や鱗粉が脱落していない綺麗な標本では、アフリカシロナヨトウ雌成虫では前翅はほぼ一様な黒褐色となるのに対して、ツマジロクサヨトウ雌成虫では前翅は茶褐色となるので区別できる。また、シロイチモジヨトウの雌成虫では前翅環状紋がより淡色となることで、ツマジロクサヨトウとはおおよその識別ができる。

日本産の本属については、綿引ら (2013) が雄の交尾器および DNA バーコード情報による識別法を開発しており、また、POGUE (2002) による世界の本属の分類学的再検討では、本属 30 種のうち約半数が害虫種として知られていることが述べられており、そこには雌雄交尾器も図示されており役立つ。さらに、GANIGER et al. (2018) では本種の交尾器、幼虫等のカラー画像も示されており、吉松 (1992) ではヤガの一種として解説されている。

ツマジロクサヨトウは外見、大きさ、交尾器形態がわかれば同定できるが、フェロモントラップなどで誘殺した大量の個体の同定が必要な際には、粘着物質に付着していることで成虫の鱗粉が脱落したりして前翅斑紋の確認が難しいことが多い。また、交尾器の解剖にも結構時間がかかる。このため、それぞれの個体の脚を取り、



図-2 ツマジロクサヨトウの終齢幼虫
中国広西チワン族自治区, 2019年5月撮影。
(南京農業大学 胡高教授提供)

DNA を抽出し、ミトコンドリア DNA の COI 領域のバーコード情報を用いて同定する方法のほうが作業が迅速で便利かもしれない。本種のバーコード情報は GenBank などに登録されているので、それを参考にして同定できる。中国で本種の同定を DNA バーコード情報などに基づいて実施したことについては ZHANG et al. (2019) により報告されている。

ツマジロクサヨトウの終齢幼虫の写真を図-2 に示した。本種の幼虫の特徴は、頭部に Y 字型の白い模様があること (図-2)、腹部末端背面に四つの黒点があること (PRASANNA et al., 2018) である。GUO et al. (2019) には本種の卵から成虫までの各態のカラー写真が、シロイチモジヨトウ、ハスモンヨトウ、アワヨトウとの比較を含めて掲載されている。また、日本植物防疫協会 (1985) ではトウモロコシなどのイネ科を加害する蛾類であるアワヨトウ、イネヨトウ *Sesamia inferens* (Walker), アワノメイガ *Ostrinia furnacalis* (Guenée) と本種との幼虫での識別点が整理されている。

II 生 態

ツマジロクサヨトウは、南北アメリカ大陸の熱帯～亜熱帯地域の原産で、休眠性を持たない (WESTBROOK et al., 2016)。北アメリカ大陸では、フロリダ、テキサス州の南部以南の冬季の気温が 10℃ を下回らない地域で越冬が可能である (SPARKS, 1979)。しかし、夏季から秋季には、長距離移動性が極めて強いいため、北へはカナダ南部まで、南へはアルゼンチン中部まで移動を繰り返して発生する (ASHLEY, 1986)。

ツマジロクサヨトウは多食性で 80 種以上の寄主植物が知られており、その中にはイネ科作物や野菜が多く含まれている。なかでも、トウモロコシ、ソルガム、イネ等イネ科植物を広く加害する (JOHNSON, 1987; PRASANNA et al., 2018)。北アメリカ大陸では、寄主植物選好性が異なる二つの系統、トウモロコシ系統とイネ系統が知られ、前者は主にトウモロコシと綿花を、後者はイネ、芝等を加害する (NAGOSHI and MEAGHER, 2008)。生活史形質については、米国のカリブ地域の個体群では、26.8℃、14L10D の飼育条件で雌の成虫寿命が 12.8~18.5 日、雌の産卵前期間は 3.5 日である。卵は 100~200 個の卵塊で産卵され、生涯産卵数は平均 1,500 個/雌、最大で 2,000 個以上である (JOHNSON, 1987; PRASANNA et al., 2018)。幼虫は通常は 6 齢を経過して蛹化する (PRASANNA et al., 2018)。各生育ステージの発育期間は 25℃ では卵期間が 3 日、幼虫期間が 16 日、蛹期間は 17 日である (吉松, 1992)。成虫の飛翔能力は極めて高く、1 日で 100 km、産

卵開始前までに 500 km 以上移動する (JOHNSON, 1987)。

ツマジロクサヨトウの性フェロモンについては、複数の成分が同定されており (TUMLINSON et al., 1986), それらを混合した合成性フェロモンのルアーが販売されている。しかし、トウモロコシ系統とイネ系統との間でフェロモン成分が異なること (GROOT et al., 2008), 市販の合成性フェロモンルアーの間でも誘引性が異なること (MALO et al., 2001) が報告されている。このため、発生予察のためにフェロモントラップを効率的に使う場合には、現在中国で発生している系統に対してどのフェロモンルアーの誘引性が高いかを明らかにする必要がある。また、本種の主要なフェロモン成分は、クサシロキヨトウ *Mythimna loreyi* (Duponchel) の 2 成分 ((Z)-9-Tetradecenyl acetate, (Z)-7-Dodecenyl acetate) と、さらにアフリカシロナヨトウの 1 成分 ((Z)-9-Tetradecenyl acetate) と同じであるため注意が必要である (TAKAHASHI et al., 1983; WAKAMURA et al., 2011)。

III 長距離移動

ツマジロクサヨトウは、北アメリカ大陸では、越冬地であるテキサスとフロリダの各州南部から春に移動を始め北上する。二つの移動コースが推定されており、フロリダの個体群は北に位置するアラバマ州やジョージア州まで移動後、南北に走るアパラチア山脈の東部を大西洋沿岸に沿って北上し、カナダのオンタリオ州やケベック州まで到達する (WESTBROOK et al., 2016)。一方、テキサス南西部から出発した個体群は、ロッキー山脈の東部に広がる米国の大平原地帯をおおむね北東方向に向けて北上する (WESTBROOK et al., 2016)。この地域はトウモロコシの一大生産地である。テキサスの個体群はメキシコ湾岸に沿って東進するものもあり、アラバマ、ジョージア州でフロリダ個体群と出会う。また、米国大平原地帯を移動したテキサス個体群は東北部のペンシルベニア州でもフロリダ個体群と出会う (WESTBROOK et al., 2016; NAGOSHI et al., 2017)。

これらの移動実態は、米国各地で採集された個体群のミトコンドリア COI 遺伝子の複数のハプロタイプの出現頻度によって解析されている (WESTBROOK et al., 2016; NAGOSHI et al., 2017)。フロリダ半島の南方のカリブ海に位置する大小アンティル諸島 (ドミニカ、プエルトリコ等) の個体群はフロリダタイプである。一方、南アメリカ大陸の個体群は、ペルー、ブラジル、アルゼンチン等広く分布しており、同様なハプロタイプ解析からテキサスタイプとされている (NAGOSHI et al., 2017)。

アフリカに侵入した個体群については、2016~17 年

にアフリカの東西と中央部の 6 か国からサンプルが採集されて、同様にミトコンドリア COI 遺伝子のハプロタイプが解析された。その結果、トウモロコシ系統のハプロタイプの出現頻度がフロリダ、カリブ海個体群のそれとよく似ており、アフリカに侵入した本種はフロリダ-カリブ海起源と推定されている (NAGOSHI et al., 2018)。また、アフリカで確認されたハプロタイプが二つのみで変異が少なく、アフリカの個体群は同一起源であると推定されている (NAGOSHI et al., 2018)。言い換えると、アフリカ西部に侵入した本種が 1 年で同大陸の広い範囲に分散しており、ここでも高い分散性を示していることがわかる。こうした原産地やアフリカでの移動分散実態は、現在中国で分布域を拡大している本種の今後の移動分散予測や実態の解明に役立つ。

IV 中国における分布拡大の経緯

ツマジロクサヨトウは、原産地の南北アメリカ大陸以外では 2016 年にアフリカ大陸のナイジェリアで初めて発生が確認された (GOERGEN et al., 2016)。その後、2017~18 年にはアフリカ大陸中南部のほぼ全域に分布が拡大し (FAO, 2019), 主にトウモロコシ生産に大きな被害を引き起こした (MATTHEWS, 2018)。その後、2018 年夏には、アジア地域で初めてインドで発見された (PADHEE and PRASANNA, 2019)。アフリカやインドへの本種の侵入が寄主植物に付着して持ち込まれて起こったのか、あるいは自力で飛翔して侵入したのかは不明である。

アジア地域で初めてツマジロクサヨトウが確認されたことから、さらなる分布拡大が懸念されていたところ、2018 年末までにイエメン、スリランカ、バングラデシュ、2019 年初めまでにタイ、ミャンマーでも発生が確認された。このことから、中国においても侵入が警戒され始めた (Guo et al., 2018; JIANG et al., 2019)。その最中の 2019 年 1 月には中国雲南省で初めて本種の発生が確認された。Li et al. (2019) は、2019 年の春から夏にかけて、中国国内の雲南と広西から貴州、広東、海南、湖南、四川、江西と福建等に飛来すると予測した。これを受けて、中国では緊急的に全国に情報を出して、本種のモニタリング (ライトトラップ、フェロモントラップおよび圃場調査) の徹底を呼び掛けた (病虫害測報所, 2019)。

1 月以降には中国国内でツマジロクサヨトウが急速に分布拡大し、3 月上旬までに広西チワン族自治区で、4 月 26 日までに貴州、広東、湖南の各省、さらに 5 月 10 日までに海南、重慶、四川、福建、江西、浙江、湖北、河南の各省 (区) でも発生が確認され、合わせて 13 省 (区) まで発生が広がった (全国農業技術普及サービス

センター, 2019 a ; 2019 b ; 2019 c ; 2019 d)。その後のインターネットに掲載されている情報を含めると、5月末日までに安徽省、江蘇省、上海市でも発生が確認されている。このように、中国での初確認から5か月足らずのうちに、Li et al. (2019) の予測をさらに上回る速度で、揚子江以南のすべての省と揚子江以北の一部の省の合計16省(区)に分布拡大した。

ツマジロクサヨトウが、長距離移動性イネウカ類の日本への飛来源にあたる中国広東省や福建省まで広く分布拡大したことから、梅雨時期に南西風が強まれば本種が日本に飛来する可能性が極めて高くなっており、警戒が必要である。

V 今後の防除対策と課題

前述したように、ツマジロクサヨトウにはイネやシバを食べる系統とトウモロコシやソルガムを食べる系統が存在する。インドや中国ではトウモロコシの被害(図-3)が大きいことが報告されており(GANIGER et al., 2018 ; GUO et al., 2019), また, ZHANG et al. (2019) による性染色体上の *Tpi* 遺伝子のハプロタイプの解析から、中国に侵入した個体群がトウモロコシ系統であることが示されている。ただし、中国雲南省ではサトウキビへの被害も確認されている(全国農業技術普及サービスセンター, 2019 d) ことから、日本においては、主にトウモロコシ(飼料用を含む)とサトウキビで本種の発生に注意する必要がある。

ツマジロクサヨトウは日本で未発生であるため、本種



図-3 ツマジロクサヨトウによるトウモロコシの被害
中国広西チワン族自治区, 2019年5月撮影。
(南京農業大学 胡高教授提供)

の防除に適用できる殺虫剤はない。本種は、米国やアフリカ大陸において殺虫剤抵抗性の発達が報告されているが(Yu, 1991 ; ADAMCZYK et al., 1997 ; Yu, 1999), 中国に侵入した系統の薬剤感受性に関する情報はまだ報告されていない。今後は、中国の防除指導機関等が発表している情報等を参考にして、対策を検討する必要がある。中国のインターネット上で推奨されている殺虫剤としては、エマメクチン安息香酸塩、シペルメトリン、クロラントラニリプロール、アセタミプリド、アセフェート等がある。なお、アフリカにおける本種の発生予察や管理手法については PRASANNA et al. (2018) にまとめられている。また、南アフリカにおける本種の総合的管理と薬剤抵抗性管理についての情報も IRAC South Africa(2018) にまとめられている。

現在、ツマジロクサヨトウは中国で発生が拡大しているため、中国に侵入した系統の寄主選択性、フェロモン成分への誘引性、殺虫剤感受性等の情報を早急に入手する必要がある。これらについては、今後、国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構九州沖縄農業研究センターが中心となって行う予定である。また、日本に侵入した場合には、どの作物で被害が発生するのか、どの地域まで越冬が可能であるか等についても明らかにする必要がある。

おわりに

2019年4月25~26日には、G20 首席農業研究者会議(G20MACS)が東京で開催された(農林水産技術会議, 2019)。本年は日本が議長国を務め、「世界で深刻な被害をもたらす越境性植物病害虫の研究に関する国際連携」を主な議題の一つとして会合が行われた。G20の構成国にはツマジロクサヨトウが最近侵入して大きな問題となっているインドや中国も含まれているため、今後、これらの国々との国際連携が望まれる。

引用文献

- 1) ADAMCZYK, J. J. Jr. et al. (1997): J. Cotton Sci. 1: 21~28.
- 2) ASHLEY, T. R. (1986): Fla. Entomol. 69: 516~524.
- 3) 病虫害測報所 [病虫害測報処] (2019): 农技植保函 49号, https://www.natesc.org.cn/Html/2019_03_01/28092_52304_2019_03_01_457510.html
- 4) FAO (2019): Map of areas affected by Fall Armyworm in Africa and Asia, <http://www.fao.org/emergencies/resources/maps/detail/en/c/902959/>
- 5) GANIGER, P. C. et al. (2018): Current Sci. 115: 621~623.
- 6) GOERGEN, G. et al. (2016): PLoS ONE 11(10): e0165632.
- 7) GROOT, A. T. et al. (2008): Front. Zool. 5: 20.
- 8) GUO, J. F. et al. [郭井菲ら] (2018): Plant Prot. [植物保护] 44(6): 1~10.
- 9) ——— et al. [郭井菲ら] (2019): ibid 45(2): 7~12.
- 10) 廣森 創ら (2003): 芝草研究 31: 128~131.

- 11) IRAC South Africa (2018) : Integrated Pest Management (IPM) & Insect Resistance Management (IRM) for Fall Armyworm in South African Maize, Document Edition 1.0. 21 pp., <https://www.ircac-online.org/>
- 12) JIANG, X. F. et al. [江幸福ら] (2019) : Plant Prot. [植物保护] **45** (1) : 2~18.
- 13) JOHNSON, S. J. (1987) : Insect Sci. Appl. **8**(4/5/6) : 543~549.
- 14) LI, X. J. et al. (2019) : bioRxiv, <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/625632v1>
- 15) MALO, E. A. et al. (2001) : Fla. Entomol. **84** : 659~664.
- 16) MATTHEWS, G. (2018) : Outlooks on Pest Management **29**(5) : 213~214.
- 17) NAGOSHI, R. N. et al. (2017) : PLoS ONE **12**(2) : e0171743.
- 18) ——— et al. (2018) : Sci. Rep. **8** : 3710.
- 19) ——— and R. L. MEAGHER (2008) : Fla. Entomol. **91** : 546~554.
- 20) 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, 東京, 387 pp.
- 21) 日本植物防疫協会 (1985) : ツマジロクサヨトウ, 侵入を警戒する病害虫と早期発見の手引 (p.46~47), 日本植物防疫協会, 東京, 126 pp.
- 22) 農林水産技術会議 (2019) : G20 首席農業研究者会議 (MACS) の結果概要について, <http://www.affrc.maff.go.jp/docs/press/190427.html>
- 23) PADHEE, A. K. and B. M. PRASANNA (2019) : Indian Farming **69** (1) : 51~54.
- 24) POGUE, M. G. (2002) : Mem. Amer. Entomol. Soc. **43** : 1~202.
- 25) PRASANNA, B. M. et al. (eds.) (2018) : Fall Armyworm in Africa: A Guide for Integrated Pest Management, First Edition, Mexico, CDMX: CIMMYT, 109 pp.
- 26) SPARKS, A. N. (1979) : Fla. Entomol. **62** : 82~87.
- 27) TAKAHASHI, S. et al. (1983) : Appl. Entomol. Zool. **18** : 435~437.
- 28) TUMLINSON, J. H. et al. (1986) : J. Chem. Ecol. **12** : 1909~1926.
- 29) WAKAMURA, S. et al. (2011) : Appl. Entomol. Zool. **46** : 415~420.
- 30) 綿引大祐ら (2013) : 応動昆 **57** : 19~26.
- 31) WESTBROOK, J. K. et al. (2016) : Int. J. Biometeorol. **60** : 255~267.
- 32) 吉松慎一 (1992) : ヤガの一種 (*Spodoptera frugiperda*), 熱帯農業要覧 **16**, 熱帯野菜作の害虫 (p.66~67), 国際農林業協力協会, 東京, 99 pp.
- 33) ———ら (2011) : 蛾類通信 **260** : 243~245.
- 34) YU, S. J. (1991) : Pestic. Biochem. Physiol. **39** : 84~91.
- 35) ——— (1999) : ibid **63** : 163~171.
- 36) 全国農業技術普及サービスセンター [全国农业技术推广服务中心] (2019 a) : 植物病虫情報 第8期 2019年1月31日, https://www.natesc.org.cn/Html/2019_02_01/28092_151760_2019_02_01_457231.html
- 37) ——— (2019 b) : 植物病虫情報 第13期 2019年4月4日, https://www.natesc.org.cn/Html/2019_04_04/28092_151760_2019_04_04_457997.html
- 38) ——— (2019 c) : 植物病虫情報 第16期 2019年4月28日, https://www.natesc.org.cn/Html/2019_05_06/28092_151760_2019_05_06_458341.html
- 39) ——— (2019 d) : 植物病虫情報 第18期 2019年5月14日, https://www.natesc.org.cn/Html/2019_05_14/28092_151760_2019_05_14_458487.html
- 40) ZHANG, L. et al. [张磊ら] (2019) : Plant Prot. [植物保护] **45**(2) : 19~24.

登録が失効した農薬 (2019.5.1~5.31)

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」

●フルシトリネート液剤

21856 : **BASF** ペイオフ **ME** 液剤 (アグロ カネシヨウ)
19/5/14



我が国におけるジャガイモシロシストセンチュウの発生と根絶に向けた防除対策について

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 な ら ぶ
北海道農業研究センター **奈良部**

たかし
孝

はじめに

2015年8月、北海道網走市の一部圃場において、ジャガイモシロシストセンチュウ (*Globodera pallida*, 以下 Gp と略) が我が国で初めて確認された。Gp は南米原産の世界的なジャガイモ害虫であり、いったん発生した場合大きな減収被害となるため、我が国では侵入を警戒する重要病害虫の一つと位置付けられている。欧州や南米諸国のジャガイモ主要産地ではすでに Gp がまん延化している地域もあり、米国など新規発生国では対策に苦慮している。なお、我が国では近縁のジャガイモシロシストセンチュウ (*G. rostochiensis*, 以下 Gr と略) が、1972年に北海道で初めて発生が確認されており、以後、道内の Gr 発生面積約 11,000 ha (2017年度、北海道農政部調べ)、道外でも4県で発生が確認されるなど、Gr はすでに国内のジャガイモ生産に大きな被害を与えている。しかし、Gr に対しては優良抵抗性品種が多数育成され(森, 2009)、現在 Gr 発生圃場においてほぼ完璧な抵抗性を発揮している(申田・百田, 2005)。これを受けて北海道では、Gr 抵抗性品種の普及率を2022年度に50% (2012年度の普及率は約20%)、でん粉原料用途では100%と目標を定め、普及を進めている。しかし、これら Gr 抵抗性品種は Gp に対し全く効果を発揮せず、減収被害を受けてしまう。したがって、Gp が国内で発生拡大した場合、ジャガイモ生産に与える影響が大きいと考えられることから、国は Gp のまん延防止を図るため、植物防疫法に基づき、根絶を目指した緊急防除(2016年10月~2020年3月)を実施している(今城, 2017)。

本稿では、Gp の発生確認からこれまでの発生状況を整理し、現在実施されている防除対策およびその効果について紹介する。筆者の担当した研究部分は、農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業(平成27年度)、安

全な農林水産物安定供給のためのレギュラトリーサイエンス研究委託事業(平成28~30年度)の支援を受けて実施した。

I 発生確認と種の同定

2015年7月下旬、網走市の Gr 抵抗性品種栽培圃場において生育不良株の報告があり、普及センターなどが調査したところ、根に多数シスト(雌成虫を含む)の着生が確認された。シストは球形で Gr に類似していたものの、大部分は乳白色で一部褐色であり(図-1)、Gr に特

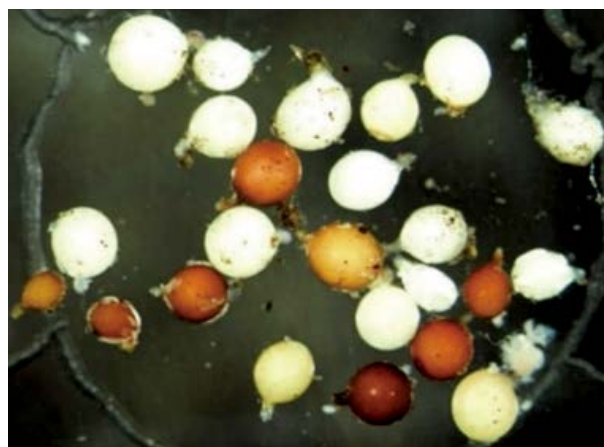


図-1 ジャガイモシロシストセンチュウ (Gp) の雌成虫およびシスト
白色~褐色ステージが同時に観察される。



図-2 ジャガイモシロシストセンチュウ (Gr) の雌成虫およびシスト(申田篤彦氏原図)
白色→黄色→褐色と段階的にステージが進行。

Recent Occurrence of Pale Potato Cyst Nematode, *Globodera pallida* in Japan, and the Effect of Control Measures to Eradicate It.
By Takashi NARABU

(キーワード: 侵入害虫, ジャガイモ, シストセンチュウ, 発生範囲調査, 薬剤防除, 捕獲作物, 抵抗性品種)

微的な黄色の雌成虫 (図-2) は確認できなかった。

そこで筆者らは、本サンプルを用いて形態観察と遺伝子診断により種の識別を行った。球形シストの末端域にある陰門部分の形態観察では、G 値 (肛門から陰門までの距離と陰門の窓の直径の比) が明らかに小さい (図-3) など、Gr とは異なり Gp に近い特徴が認められた。一方遺伝子診断では、本サンプルのリボゾーム DNA の ITS 領域の PCR-RFLP パターンは Gp と一致し、Gr とは異なった (図-4, 植原ら, 2006)。さらに、同領域の塩基配列は既知の Gp と 100% の相同性を示し、Gr との相同性は 97% であった (NARABU et al., 2016)。以上の結果から、本種は Gp であると結論し、北海道を通じて農林水産省へ報告を行った。農林水産省もジャガイモシロシストセンチュウであることを確認し、2015 年 8 月 19

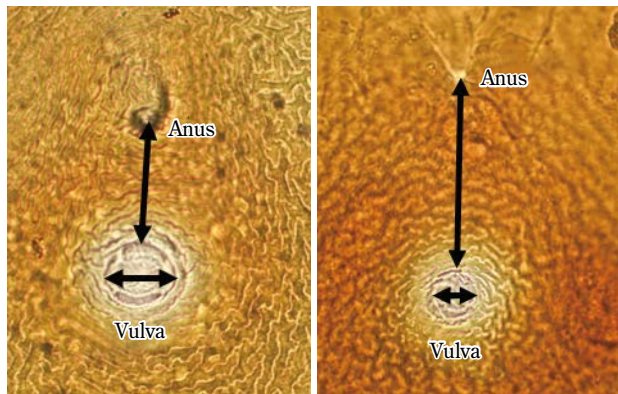
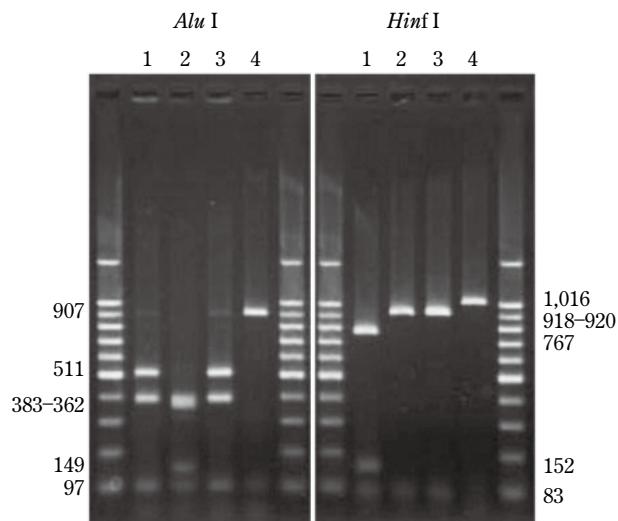


図-3 シスト陰門部の形態 (左: Gp, 右: Gr)
Anus: 肛門, Vulva: 陰門, Gp は縦向き矢印 (窓縁から肛門までの距離) と横向き矢印 (窓 vulval basin の直径) の比 (G 値: Granek's ratio) が Gr と比較し小さい。



Globodera 属 4 種の泳動図 (植原ら, 2006)
1: ジャガイモシロシスト 2: ジャガイモシスト
3: タバコシスト 4: ヨモギシスト

図-4 遺伝子診断法による Gp と Gr, および他の Globodera 属線虫との識別

日に報道発表が行われた。

II 発生範囲調査

Gp 防除を実施するためには、まず、Gp 発生圃場を特定する必要がある。農林水産省による発生範囲調査が実施された (久井, 2017)。現地の圃場は一筆の平均が 3~4 ha でそれ以上の規模のものもあり、対象地域の圃場数は千筆を越えていた。これら圃場から効率的に Gp を検出するため、調査の初期段階では、網走市内全域から抽出による植物検診 (抜き取り調査) または土壌検診を実施した。次いで Gp 発生が確認された地区ではジャガイモ作付け履歴のある全圃場を対象とした。土壌からの Gp 検出は「カップ検診法」 (奈良部, 2009, 図-5) を用いた。すなわち、圃場から均一に土壌を採取して (1 点当たり 15 ml, 1 ha 当たり 100 点採土混合) サンプル土壌とし、透明カップに詰めて Gr 抵抗性の小粒ジャガイモを植え付け、暗黒で一定期間培養後、カップ内に伸長した根へのシスト形成の有無により判定した。さらに根のシストを取り出し、PCR-RFLP 法による遺伝子診断 (図-4) と顕微鏡観察による形態調査 (図-3) を経て、最終的に Gp 発生圃場を確定した。

以上の結果、2017 年 12 月現在、網走市内の 11 地区 (大字) および大空町の 1 地区の計 163 圃場 682 ha で Gp の発生が確認された (農林水産省, 第 5 回ジャガイモシロシストセンチュウ対策検討会議議事概要)。なお、網走市近隣市町においては、栽培中のジャガイモ抜き取り調査などを実施しており、現在のところ Gp の発生は確認されていない。

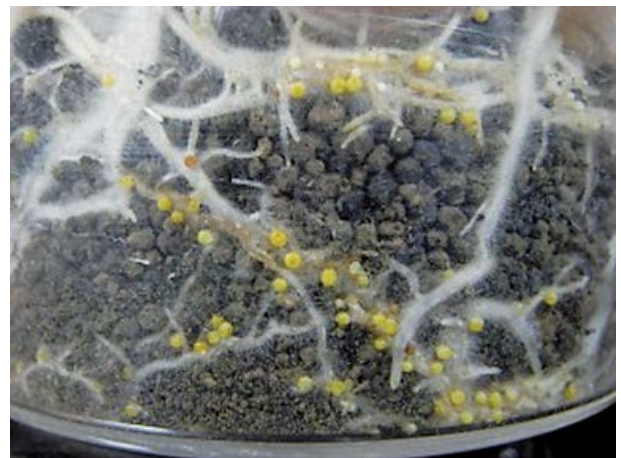


図-5 カップ検診法
ジャガイモ根に寄生している黄色い粒子は、ジャガイモシロシストセンチュウの雌成虫。

III 土壤消毒と捕獲作物の栽培による防除

現地の Gp 発生圃場では、全 163 圃場を対象に、2016 年から土壤くん蒸剤を用いた化学的防除と捕獲作物 (trap crop) の栽培による耕種的防除の組合せによる総合的な防除が実施されている (阿部, 2018)。土壤くん蒸剤は、Gr に対し農薬登録があり、耐久態であるシストそのものを死滅させる効果が確認されている D-D 剤 (1,3-ジクロロプロベン) を用いた (その後 D-D 剤は Gp に対しても農薬登録された)。処理はロータリーハローで整地後、圃場全面に薬液 40 l/10 a (深さ 19 cm, 条間 30 cm) を注入し、直後にローラーで鎮圧した (図-6)。捕獲作物は、やはり Gr に対して密度低減効果が確認されているナス科植物のハリナスビ *Solanum sisymbriifolium* およびトマト野生種 *S. peruvianum*, (図-7) を用いて、エアシーダーによる播種—除草剤 (土壤処理剤) 処理体系による短期栽培 (70 日前後) (伊藤ら, 2015) を実施した。これら植物を栽培すると、根からジャガイモ同様のふ化促進物質を分泌するため、休眠中の卵は活性化される。その後、一斉にふ化した幼虫は根に侵入はするものの、栄養分を摂る (寄生する) ことができないため、根の中に取り込まれて死亡する。

筆者らは対象圃場のうち、初期密度の高かった 10~15 圃場程度を選定し、2016~18 年、防除に伴う Gp 密度の推移を調査した。

1 D-D 剤処理の効果

D-D 剤は夏処理 (6~8 月, 捕獲作物栽培前後) または秋処理 (9 月, 秋まき小麦収穫後) を実施し、圃場内に複数の定点を定め、その地点の 5~15 cm 層の土壤を処理前後に採取し、Gp 密度を調査した。両処理とも処理後の線虫卵残存率はほぼ 5% 未満に減少し、高い防除効

果が認められた (村松ら, 2017)。また、表層から 40 cm まで 10 cm 刻みの圃場深度別層の Gp 密度を調査した結果では、土壤深度 40 cm まで Gp が生息していることが明らかになり、かつ、D-D 剤処理によりノズル位置のさらに下方である深度 40 cm までの Gp 卵が死亡することが確認された (伊藤ら, 2017)。

2 捕獲作物の効果

捕獲作物は、主にトマト野生種 'ポテモン' を用いた。密度調査を実施した 7 圃場については、Gp 抑制に必要な株立ち数と生育量が確保できており、残存卵は栽培前の 4~25% に低下した。播種適量を検討した試験では、0.7 kg/10 a (コート種子) の播種量で十分な Gp 抑制効果が得られた (伊藤ら, 2018)。なお、一部圃場に出芽ムラが認められ、また、一部圃場では、野良いも (前年度以前のいもが収穫されず圃場に残留して雑草化したもの) が播種したトマト野生種以上に繁茂している場所も見受けられたため、Gp 抑制効果をさらに高めるためには、今後対応策の検討が必要である。

3 組合せ体系による効果

土壤くん蒸剤 (D-D 剤) 処理と捕獲作物栽培をそれぞれ 1 回の防除組合せ (2 回防除) と、D-D 剤 2 回 + 捕獲作物 1 回の組合せ (3 回防除) について調査した。防除が進むと圃場内の Gp 生存地点に大きなムラが生じ、定点調査では正確な判定ができない。そこで、圃場全体からまんべんなくサンプリングする手法として広く採用されている、「25 点グリッド法」 (圃場を 5×5 の 25 分割し、各分割区の中心点から約 900 g の土壤を採集し、25 点の全土壤を個別に調査) と「8 歩幅法」 (圃場全体を往復して歩きながら、8 歩幅ごとに 1 地点当たり 10 g の土壤を採取し、全地点の土壤を混合して 1 サンプルとして調査) を用いて調査を行った。

防除に伴う生存 Gp 密度の推移を「25 点グリッド法」



図-6 現地圃場における D-D 剤処理



図-7 トマト野生種 'ポテモン' *Solanum peruvianum*

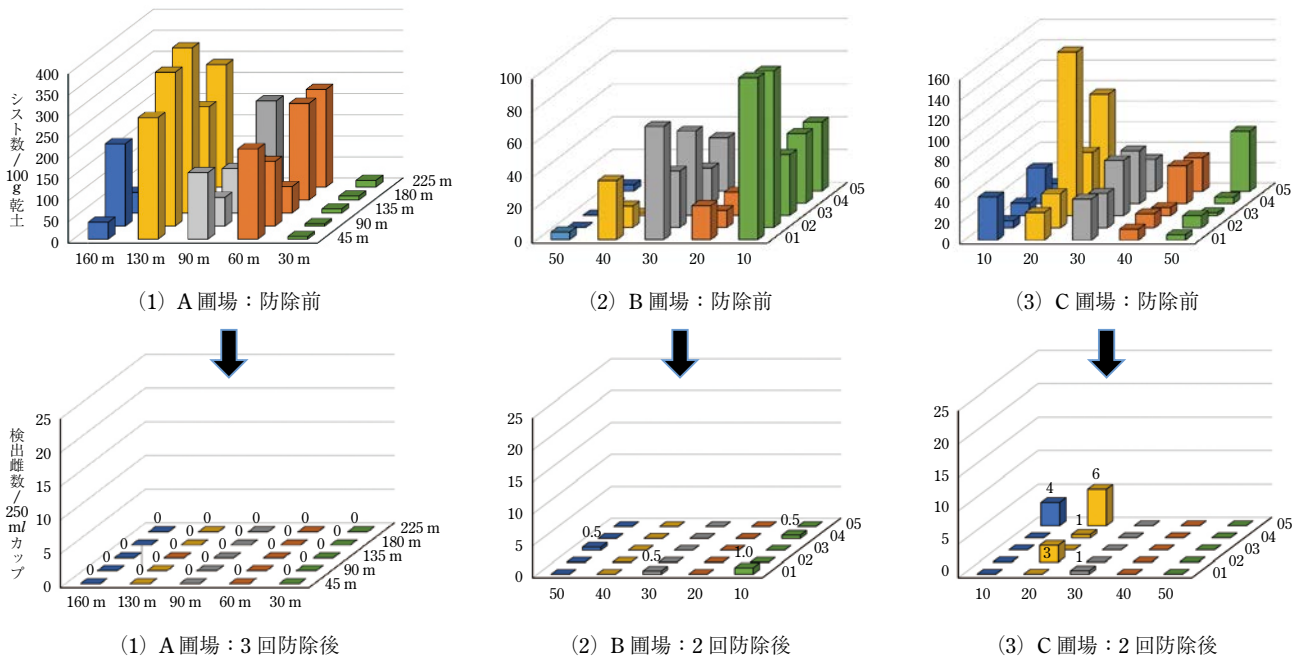


図-8 土壤消毒と捕獲作物栽培の体系防除3圃場におけるGpの圃場内分布と密度変化

圃場を25等分割した中心部のGp密度をカップ検診法で計測，同色のバーは同じ畦方向を示す。

(1) 生存Gpが検出限界以下，(2) 生存Gpは4地点でわずかに検出，(3) 生存Gpは一部やや突出して検出。

でサンプリングし、「カップ検診法」で調査した結果の一部が図-8である。調査した3回防除圃場のほとんどが、25地点すべてでGpが検出限界以下と確認された(図-8(1))。2回防除圃場では、25地点すべてでGpが検出限界以下となった圃場があったものの、25地点中数点でGpがわずかに検出される圃場が多かった(図-8(2),(3))。同一圃場から「8歩幅法」でサンプリングした土壤中の生存Gp検出傾向もほぼ同様であった。

以上から、D-D剤処理と捕獲作物栽培を組合せた防除の効果は高く、初期密度の高い圃場であっても、2回防除でごくわずかにGpが検出されるレベル、3回防除で生存Gp密度を検出限界以下まで低減可能なレベルの効果を得られた。

緊急防除においては、この3回防除を基本に実施することとされており、2018年度までに対象圃場数の9割以上で1回以上の防除(D-D剤処理 or/and 捕獲作物栽培)が行われ、うち12%で3回防除が実施された。2018年度終了時に農林水産省が実施したGp発生確認調査によれば、Gp発生確認163圃場のうち85圃場(52%)において、本線虫の密度が検出限界以下となった(農林水産省、第8回ジャガイモシロシストセンチュウ対策検討会議議事概要)。3回防除実施率から見ると、かなり高い効果と考えられる。これは、現地では初期密度がもともと低い圃場の割合が高く、2回以下の防除でも検出限界以下に密度低減できたからと考えられる。

IV Gp 抵抗性品種の開発

Gp密度が検出限界以下となっても、圃場の一部にGpが残存している可能性もある。さらに侵入原因が特定されていない現状では、現在確認された圃場以外の新規発生も懸念される。Gp対策に最も有効とされるのはGp抵抗性品種の導入であり、欧州を中心に抵抗性品種の開発が進んでいる。我が国においてもGp抵抗性品種の開発が進められており(浅野ら, 2017)、そのうち海外から導入した抵抗性品種「フリア」は収量性とGp抵抗性を兼ね備え、緊急防除終了後の当該地域への導入に最も有望である(浅野, 2019)。現在、一般栽培に向けた種いも増殖が開始されている。今後、Gp抵抗性品種を導入した場合の効果を確認しながら、ジャガイモ栽培を再開することで、当該地域のGp問題を解決できる可能性が高まった。

おわりに

以上は3年間の防除計画のうち、2年目の防除終了時点の結果の一部を示したものである。ジャガイモシロシストセンチュウ類は世界各国に侵入しており、侵入・定着後に根絶に成功したという報告は今のところない。我が国における緊急防除についても、当初困難が予想されたが、D-D剤処理と捕獲作物栽培の組合せ防除を精度高く実施すれば、検出限界以下まで密度低減が可能である

ことが示された。最終目標は Gp が確認された 163 圃場すべてにおいて検出限界以下まで密度低減し、抵抗性品種の導入等で再発生を阻止することである。現在、その道のりの途中であるが、今後も研究と実証を重ね、目標を達成したい。

引用文献

- 1) 浅野賢治 (2019): ポテカル 121: 9~12.
- 2) ————ら (2017): 育種学研究 19(別 2): 120.
- 3) 阿部清文 (2018): でん粉情報 2018.5: 2~4.
- 4) 久井潤也 (2017): Nematological Research 47(2): 35.
- 5) 今城 剛 (2017): 植物防疫 71(7): 42~44.

- 6) 伊藤賢治ら (2015): 北農 82(4): 399~406.
- 7) ————ら (2017): 北日本病虫研報 68: 160~163.
- 8) ————ら (2018): 日本線虫学会第 26 回大会講演予稿集: 24.
- 9) 串田篤彦・百田洋二 (2005): 日本線虫学会誌 35: 87~90.
- 10) 森 元幸 (2009): 北農 76(1): 7~13.
- 11) 村松康一ら (2017): 北日本病虫研報 68: 266.
- 12) 奈良部 孝 (2009): でん粉情報 21: 4~8.
- 13) NARABU, T. et al. (2016): Plant Disease 100(8): 1794.
- 14) 植原健人ら (2006): 日本線虫学会誌 36(1): 33~137.

参考 URL

- 1) 農林水産省プレスリリース「ジャガイモシロシストセンチュウ対策検討会議」(議事概要), http://www.maff.go.jp/j/syoutan/syokubo/keneki/k_kokunai/gp/gpinfo.html



(新しく登録された農薬 13 ページからの続き)

●シアントラニリプロール水和剤

24226: 丸和ベリマーク SC (丸和バイオ) 19/5/15

シアントラニリプロール: 18.7%

キャベツ: ハスモンヨトウ, アザミウマ類, アブラムシ類, コナガ, アオムシ, ヨトウムシ, ハイマダラノメイガ, ネキリムシ類, ウワバ類: 育苗期後半~定植当日
はくさい: アブラムシ類, コナガ, アオムシ, ハスモンヨトウ, ハイマダラノメイガ, カブラハバチ: 育苗期後半~定植当日

ブロッコリー: コナガ, アオムシ, ハスモンヨトウ, アブラムシ類, アザミウマ類: 育苗期後半~定植当日

レタス: オオタバコガ, ハモグリバエ類, ハスモンヨトウ, アブラムシ類, ヒメフタテンヨコバイ: 育苗期後半~定植当日

非結球レタス: オオタバコガ, ハモグリバエ類, ハスモンヨトウ, アブラムシ類, ヒメフタテンヨコバイ: 育苗期後半~定植当日

カリフラワー: アオムシ, コナガ, ハスモンヨトウ: 育苗期後半~定植当日

ねぎ: シロイチモジヨトウ, アザミウマ類, ハモグリバエ類: 育苗期後半~定植当日

ねぎ: シロイチモジヨトウ, アザミウマ類, ハモグリバエ類: 収穫 7 日前まで

ほうれんそう: ハスモンヨトウ, シロオビノメイガ: 収穫 7 日前まで

いちご: ハスモンヨトウ, アブラムシ類: 育苗期後半~定植当日

トマト: アブラムシ類, アザミウマ類, コナジラミ類, ハモグリバエ類: 育苗期後半~定植当日

ミニトマト: アブラムシ類, アザミウマ類, コナジラミ類, ハモグリバエ類: 育苗期後半~定植当日

きゅうり: ハモグリバエ類, アブラムシ類, アザミウマ類, コナジラミ類: 育苗期後半~定植当日

ピーマン: アブラムシ類, アザミウマ類, コナジラミ類: 育苗期後半~定植当日

なす: コナジラミ類, アブラムシ類, アザミウマ類, ハモグリバエ類, ネキリムシ類: 育苗期後半~定植当日

メロン: アブラムシ類, アザミウマ類, コナジラミ類:

育苗期後半~定植当日

すいか: アブラムシ類, アザミウマ類, コナジラミ類: 育苗期後半~定植当日

●スピネトラム水和剤

24231: デリゲート WDG (ダウアグロサイエンス日本) 19/5/29

スピネトラム: 25.0%

りんご: シンクイムシ類, ヨモギエダシャク, ケムシ類, キリガ類, ハマキムシ類, ギンモンハモグリガ, キンモンホソガ: 収穫前日まで

もも: モモハモグリガ, シンクイムシ類, ハマキムシ類, アザミウマ類: 収穫前日まで

ネクタリン: モモハモグリガ, シンクイムシ類, ハマキムシ類, アザミウマ類: 収穫前日まで

おうとう: オウトウショウジョウバエ, ハマキムシ類, アザミウマ類: 収穫前日まで

なし: シンクイムシ類, ハマキムシ類, チュウゴクナシキジラミ, アザミウマ類: 収穫前日まで

すもも: シンクイムシ類: 収穫前日まで

ぶどう: ハスモンヨトウ, アザミウマ類, ハマキムシ類: 収穫前日まで

かき: アザミウマ類, ハマキムシ類, カキノヘタムシガ: 収穫前日まで

かんきつ: ミカンハモグリガ, アザミウマ類, コナジラミ類, ミカンキジラミ, ヨモギエダシャク, ケムシ類, ハマキムシ類, アゲハ類, ハスモンヨトウ: 収穫前日まで

くり: モモノゴマダラノメイガ: 収穫前日まで

いちじく: アザミウマ類, ショウジョウバエ類: 収穫前日まで

うめ: ケムシ類: 収穫前日まで

ブルーベリー: オウトウショウジョウバエ, ハマキムシ類: 収穫前日まで

マンゴー: チャノキイロアザミウマ: 収穫前日まで

さんしょう (果実): アザミウマ類: 収穫前日まで

アロニア: シンクイムシ類: 収穫前日まで

(46 ページに続く)



石川県における イナゴ類の発生状況

石川県農林総合研究センター 農業試験場 わたなべ 渡邊 てるゆき 照之・や お みつよし 八尾 充睦

はじめに

イナゴ類は、古来より農業や食生活と密接に関係してきた水稻害虫である。主にイネの葉を食害し、その加害期間は長く、特に幼穂形成期以降の激しい食害は籾数の減少や籾の稔実不良による減収を招く。食用昆虫としては江戸時代の文献にも登場し、近代において太平洋戦争中の食糧難のころにその豊富な栄養が話題になり、食品としてかなり注目された（三橋，1997）。現在でもイナゴ類は食卓に並び、小中学校などでイナゴとりが行事として行われている地域もある。また、昨年、本研究センターでは、地域との交流を図る試験場開放日に「昆虫食を食べてみよう」と題して、イナゴの佃煮とかき揚げを振舞い、好評を博した。

一般的によく見られるイナゴ類として全国的にはコバネイナゴ *Oxya yezoensis* が知られており、石川県における発生種も主にコバネイナゴであるとされてきた。近年、県内の一部地域の水稲作においてイナゴ類が増加傾向にあるが、自動販売機やコンビニエンスストアの明かりに多数飛来する様子も確認されており（図-1，2）、これはハネナガイナゴ *O. japonica* による現象として茨城県でも観察されている（井上，2016）。そこで、県内各地におけるイナゴ類の発生種を明らかにするとともに発生密度調査を行い、その発生要因について考察したので報告する。

I 発生種と発生密度

1 調査地点と密度調査

調査は石川県加賀市2箇所、小松市2箇所、白山市3箇所、金沢市10箇所、津幡町2箇所、かほく市3箇所、羽咋市2箇所、中能登町2箇所、志賀町2箇所、能登町1箇所、輪島市1箇所の計11市町30地区（図-3）で行った。2018年8～10月にかけて、各地区2筆の水稲圃

Occurrence Status of Rice Grasshoppers, *Oxya yezoensis* and *O. japonica* in Ishikawa Prefecture. By Teruyuki WATANABE and Mitsuyoshi YAO

（キーワード：コバネイナゴ，ハネナガイナゴ，フィプロニル）



図-1 自動販売機の明かりに集まるイナゴ類
（弘中満太郎博士 原図）



図-2 コンビニエンスストアの明かりに集まるイナゴ類
（弘中満太郎博士 原図）

場において捕虫網（径 36 cm）を用い 20 回振りのすくい取り法によって虫を採集した。捕獲した個体は室内に持ち帰り -20℃ に冷凍保存し、室温で解凍後、虫種と虫数を調査した。また、詳細な調査を行うため、金沢市才田町、かほく市内高松、中能登町良川、志賀町徳田、能登町清真および輪島市町野町粟藏では上述の方法のほか、20 回振りによらず可能な限り成虫を採集し同様に



図-3 石川県内の調査地点
●は調査地点を示す。

冷凍保存した。

コバネイナゴの雌は腹部第3背板後側角に小刺がないが、ハネナガイナゴの雌にはそれがある（ときには第4背板にも）こと、コバネイナゴの雄の肛上板は平滑なのに対して、ハネナガイナゴの雄では起伏に富み、側縁は波うち中ほどで段がつき、深く凹んでいること（宮武・加納，1992）に基づき、捕獲虫の性別および発生種を实体顕微鏡を用いて観察した（図-4）。また、捕獲したすべての成虫について、電子ノギスを用い、前翅長と後腿節長を測定し相対翅長（前翅長/後腿節長）を算出した。

2 発生分布

調査の結果、県内で発生するイナゴ類は、コバネイナゴとハネナガイナゴの2種であった（図-5）。今回の調査において、コバネイナゴは雌を35頭、雄を43頭、ハネナガイナゴは雌を86頭、雄を79頭捕獲した。イナゴ類の捕獲数は、全調査地点の中で津幡町川尻が最も高く、28頭/20回振りであった。また、従来から県内の優占種と考えられていたコバネイナゴの捕獲頭数は少なかった。コバネイナゴは能登（県北部）から加賀（県南部）まで広く確認されたのに対し、ハネナガイナゴは金沢市北部からかほく市周辺の一部地域でのみ確認され、さらに同地域では発生密度は高い傾向にあった。

コバネイナゴの雌の相対翅長は0.8~1.5の範囲にあり、1.1をピークとする1山型であったが、雄では1.0~1.5の範囲の2山型を示した（図-6）。コバネイナゴの翅長は気温と日長の影響を受けるため8月始めころに羽化した個体では長翅型の出現頻度が高く、雌より雄で長翅型が多く出現すると報告されている（城所，2018）。本

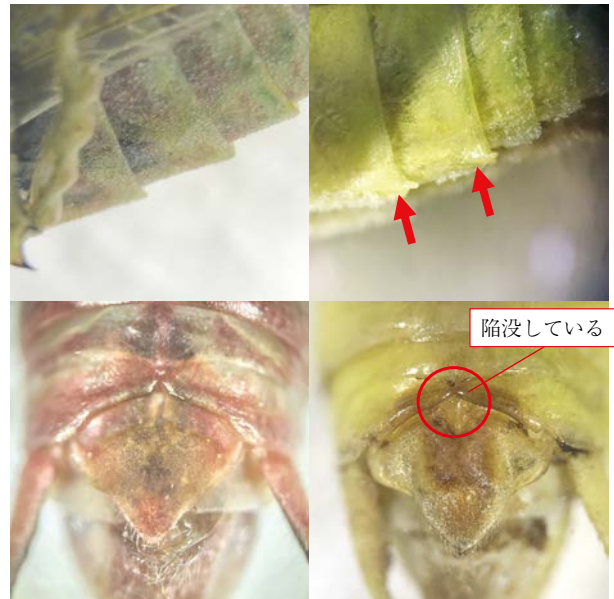


図-4 イナゴ種の識別点

写真左図がコバネイナゴ、右図がハネナガイナゴ。

上段右図矢印は雌の第3、4腹部背板後側角小刺。左図にはない。

下段右図○印は雄の肛上板の陥没部分。左図は平滑だが、右図は起伏に富む。

県の雄個体でも同様に、長翅型の発生が認められ、相対翅長も2山型を示したものと考えられる。ハネナガイナゴの相対翅長は雌雄とも1.3~1.6の範囲にあり1.5をピークとする1山型を示した（図-7）。2種間で相対翅長の範囲に重複する部分があるため、翅の長さだけでは2種を判別できないことが確認された。

II 発生分布に関与する要因

1 農業使用履歴

発生分布や要因を推察するため、過去10年におけるフィプロニル剤（商品名：プリンス®）の流通量から散布面積を算出した（図-8）。フィプロニル剤はイナゴ類に対する高い殺虫効果が知られており、薬剤処理苗を最低2条程度額縁移植するだけでも実用的な防除効果が得られることが明らかになっている（城所・小野，2001）。ハネナガイナゴが多発したかほく市、金沢市北部地域における同剤の使用量は2011年以降低く推移しており（図-8）、フィプロニル剤が使用されなくなった地域において、ハネナガイナゴが集中分布していることが示された。2012年には同地域の水田でイナゴ類（種の同定は未実施）が多数活動する様子が観察されている（八尾，未発表）。過去の県内におけるハネナガイナゴ発生の記録はないが、イナゴ類の発生は年1世代であり、密度上昇には年数を要することから、2012年の多発個体はハネナガイナゴであった可能性がある。フィプロニル剤の

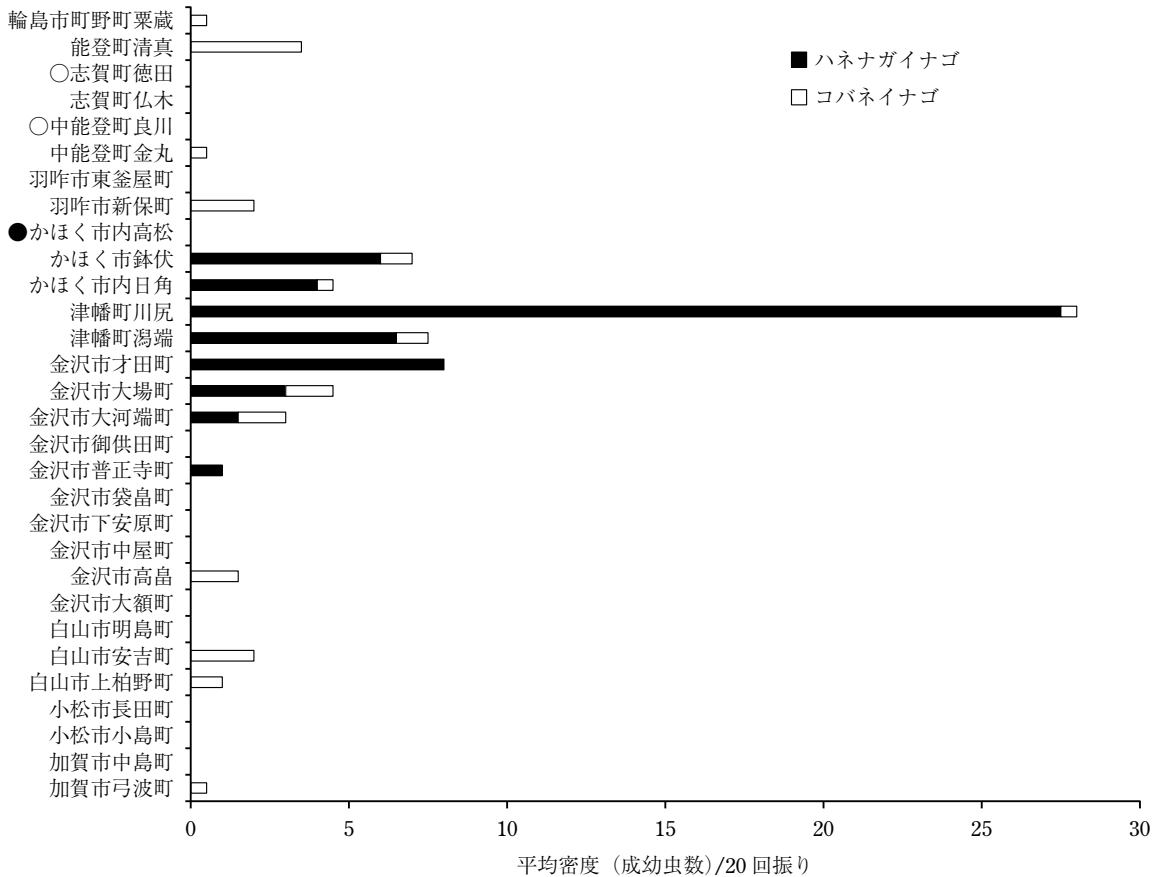


図-5 県内各地におけるイナゴ類発生密度（2018年）
 ＊）図中の●を付した地点はハネナガイナゴの発生を，○はコバネイナゴの発生を確認した地点を示す
 （本密度調査以外の捕獲で確認）。

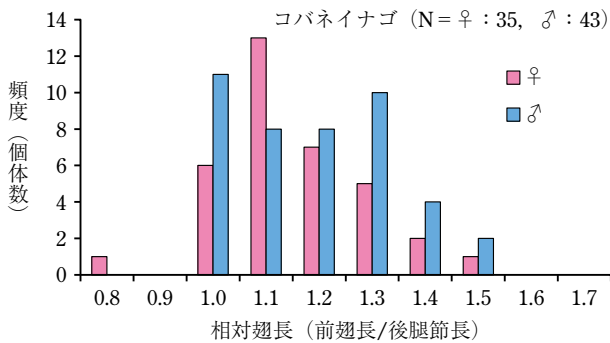


図-6 コバネイナゴの相対翅長の頻度分布

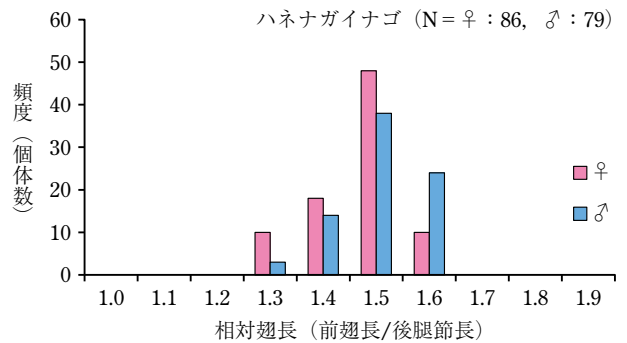


図-7 ハネナガイナゴの相対翅長の頻度分布

使用が少ないことも相まって、現在までさらに繁殖を進めたと推察される。

多発地域の南北に隣接するJAのフィプロニル剤散布面積について、南側のJAはニカメイチュウの発生が見られる地域であり、その防除を目的とし、ある程度の散布面積を維持している。しかし、それに対して北側のJAでは散布面積が減少傾向にあり、2017年からは0になっていた（図-8）。多発地域での散布面積は既にほとんど0で推移しており、ハネナガイナゴはさらに増殖す

ると考えられ、分布拡大はフィプロニル剤の使用が少ない地域に向けて分散、定着すると予測される。

2 2種の生態

さらには、フィプロニル剤が全県的に使われていた時期にイナゴ類の大半が人為淘汰されたのち、ハネナガイナゴのみが効率よく増殖できたことが考えられる。これらに関して、朱・安藤（1998）は、ハネナガイナゴは単為生殖で生まれた個体の羽化率は9.4%と、コバネイナゴの1.4%の7倍程度であり、比較的生存率が高いと報

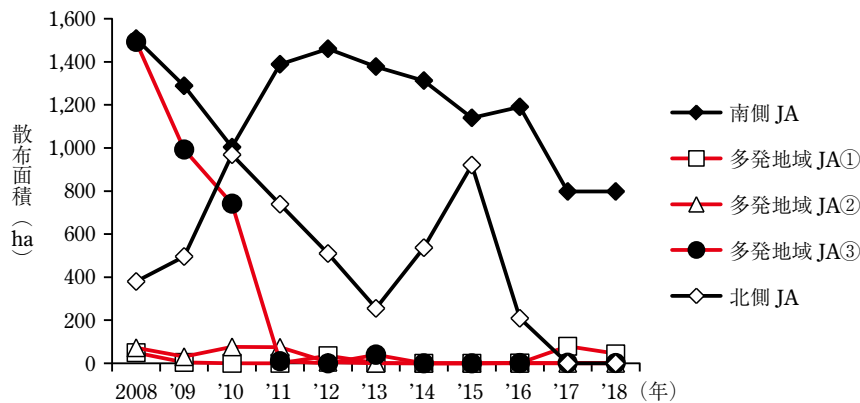


図-8 過去10年間におけるフィプロニル剤の使用実績

図中の散布面積は石川県植物防疫事業年報から抜粋し作成した。

かほく市、金沢市北部のJA①～③は同地域に設置されている三つのJAを示す。

南側JAは多発地域の南側に位置するJAを、北側JAは同地域の北側に位置するJAを示す。

告している。しかし、両種は両性生殖を基本とし、自然界の通常条件における単為生殖の有効性は大きくないとも指摘している。今回のように、薬剤でほとんどが駆除された後の低密度条件に限っては、交尾相手を見つけれない雌が多く、通常に比べて高い頻度で単為生殖を行うことが示唆される。上述の指摘を踏まえれば、実際に単為生殖がどれほど寄与しているかは不明であるが、ハネナガイナゴのほうが効率的に子孫を残すことで2種の繁殖効率に差が生じ、単為生殖が低密度での繁殖において補完的な働きをした可能性が考えられる。

長谷川(2015)は、栃木県における、コバネイナゴの減少とハネナガイナゴの増加要因について、両種の性成熟時期の違いや鳥類による捕食圧の差を指摘している。一方、城所(2018)は、1950年代以降のコバネイナゴの増減の理由として、薬剤による防除圧の変化、休耕田の増加や乾田化等による水稻栽培環境の変化のほか、卵寄生蜂等の天敵についても言及しているが、要因の解明には不十分であり、昆虫寄生菌や鳥類、ほ乳類等による影響について検討されたことはないとして述べている。今後、ミナミアオカメムシとアオクサカメムシのような近縁種間の関係を明らかにした研究例(桐谷・法橋, 1970)を参考に、両種の生態比較、天敵類の働きおよび種間交雑等詳細な検討が必要である。

おわりに

多発が報告されているイナゴ類は全国的にコバネイナゴが主であるが(城所, 2018)、今回の調査ではコバネイナゴよりもハネナガイナゴが多数捕獲された。また、

フィプロニル剤の使用は全局的に減少傾向にあり、イナゴ類、特にハネナガイナゴが分布をさらに拡大することが考えられる。

千葉県(清水, 1993)や山形県(石黒, 1994)等複数の県では、イナゴ類の要防除水準を20回すくい取りで100頭程度と定めているが、本調査では最大でも28頭/20回振りの捕獲であり、多発地域においても防除が必要な発生量ではなかった。しかし、単年度の調査結果であり、今後の発生密度の推移をモニタリングしていく必要があると考えている。さらに、これまでほとんど検討されていないハネナガイナゴの防除法を確立するため、両種の薬剤感受性の違いについても調査する必要がある。

今回の投稿にあたって、イナゴ類の写真および発生情報を提供いただいた石川県立大学の弘中満太郎博士および橋爪賢司氏に厚く御礼申し上げます。また、原稿について有益なコメントをいただいた石川県農林総合研究センターの安達直人氏に厚く御礼申し上げます。

引用文献

- 1) 長谷川順一(2015):月刊むし(529):40.
- 2) 井上尚武(2016):同上(550):43~47.
- 3) 石黒清秀(1994):山形農試研報 28:57~68.
- 4) 城所 隆(2018):植物防疫 72:608~616.
- 5) ———・小野 亨(2001):北日本病虫研報 52:129~131.
- 6) 桐谷圭治・法橋信彦(1970):指定試験(病害虫)9, 農林水産技術会議, 東京, 260 pp.
- 7) 三橋 淳(1997):虫を食べる人びと,(株)平凡社, 東京, 298 pp.
- 8) 宮武頼夫・加納康嗣(1992):検索入門 セミ・バッタ,(株)保育社, 大阪, 215 pp.
- 9) 清水喜一(1993):植物防疫 47:320~368.
- 10) 朱 道弘・安藤喜一(1998):応動昆 42:65~69.

植	物	
防	疫	
講	座	

病害編-19

ピシウム菌による病害の発生生態と防除

大阪府立大学大学院 生命環境科学研究科 **東 條 元 昭**

はじめに

ピシウム菌は一般に広範な種類の植物に感染することができ、植物のストレス低下に乗じて発病し、根圏土壌に好んで生息する。土耕では宿主植物がなくとも土壌中で数年にわたって残存することができる。水耕では遊走子によって水媒伝染する。近年の作目や品種の多様化、ゲリラ豪雨や局部的高温等の気候変動、貿易自由化による種苗輸入量の増加、臭化メチルの使用全廃による土壌消毒法の変化、水耕栽培の普及等は、いずれも本菌の発生を促す方向に働く。作業や環境へのリスクを低く抑えながら持続的に本菌を抑制するためには、本菌の生物的特性や病害の発生生態に合わせた防除を行う必要がある。ここでは現状にできるだけそぐうようにピシウム菌の発生特性や防除対策を紹介したい。

I 菌の特徴

ピシウム菌 (*Pythium*) は卵菌類 (Oomycete) に属する。卵菌類は「卵孢子」と呼ばれる卵のような形の胞子を作るためにそう呼ばれる (図-1)。また「遊走子」と呼ばれる水中遊泳性の胞子を作る (図-2)。そのため豪雨時や水耕栽培施設内等で伝搬しやすく、農作物や芝草に毎年大きな被害を発生させている。「菌」が名前に含まれるが、地球上に現れた経緯はキノコやカビ等の真菌類とは異なる。真菌類の祖先が地球上に現れたのが約15億年前とされるのに対し、卵菌類の祖先は比較的新しく7億~4億年前とされる。卵菌類と真菌類は生息場所や必要栄養素が似ているために互いに似た形の菌糸や胞子を作るが、卵菌類の細胞壁が主にセルロースでできているのに対し真菌類はキチンで構成される。卵菌類は現在では真核生物の五つのスーパーグループの一つである SAR のストラメノパイルに属し、動物と同じスーパーグループのオピストコンタに属する真菌類とは全く異なる生物である。わかり易く言うと卵菌類がコンブなど

の藻類に近く真菌類は昆虫類に近い。実際、卵菌類の菌糸体や胞子体の見た目や触感は、キノコよりもコンブやワカメに似てる。最近の論文では、卵菌類は“fungi”ではなく、“filamentous microorganisms”や“fungus-like microorganisms”と呼ばれている。卵菌類と真菌類では



図-1 *Pythium aphanidermatum* の卵孢子

根腐れを起こしたアイスプラントの根の組織内に形成されたもの。耐久体として土壌中で数年間生存できる。

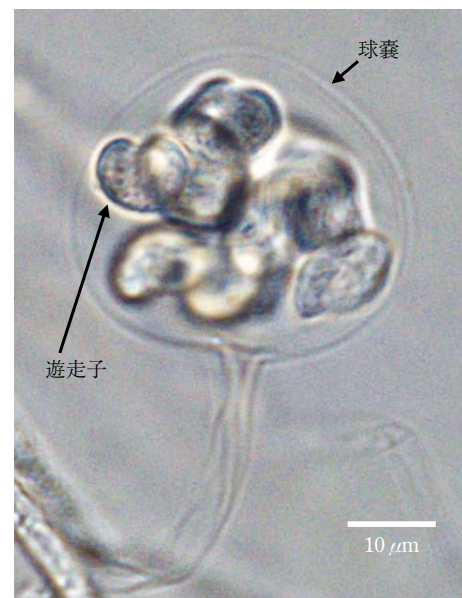


図-2 水中に形成された *Pythium myriotylum* の遊走子

球囊の膜に覆われた状態で短時間 (数10分) のうちに形成され、その後に膜が破れて水中に遊走子が放出される。雨水や水耕養液で1個の遊走子から数万個の遊走子が再生産される。この再生産は、条件がよければ1~数週間のサイクルで繰り返され、病気を急速に拡大させる。

Ecology and Control of Plant Pathogenic *Pythium* spp. By Motoaki Tojo

(キーワード: ピシウム菌, 分類, 発生生態, 防除)

農薬の種類も違うことが多い。

ピシウム菌は卵菌類の主要な分類群であり、熱帯から極地に至る極めて広範な地域の陸圏や水圏に生息する卵菌類である。遊走子嚢から生じた逸出管と呼ばれる菌糸が伸びてその先端に球嚢と呼ばれる薄い膜で覆われた原形質の塊を生じた後、ほんの数10分の間に多数の遊走子が作られる(図-2)。この球嚢と呼ばれる器官を形成することによって、ピシウム菌は他の卵菌類(疫病菌、べと病菌、アフアノミセス菌等)と区別される。ピシウム菌のすべての種は球嚢を生じてその中に遊走子を作る。球嚢の元になる遊走子嚢の形態はピシウム菌の種によって様々である。近年の分子系統学的研究で糸状の遊走子嚢を作るものが狭義の *Pythium* 属として定義された(UZUHASHI et al., 2010)。遊走子嚢が洋ナシ状や球状のものは *Phytophythium* 属や *Globisporangium* 属等の別属に分けられている。一方で生態や病徴はこれら近縁属間で類似するところが多いので、ここで述べる「ピシウム菌」は *Pythium* 属とその近縁属を含めた分類群としたい。

II 発病の特徴

ピシウム菌は真菌類とは分類上まったく異なる生物群であり、発病にも真菌類とは異なる特徴がある。例えば、野菜類の苗立枯れはピシウム菌によってもリゾクトニア菌によっても発生する。しかしピシウム菌とリゾクトニア菌の苗立枯れは病徴で区別することができる。ピシウム菌では最初、地際部分の胚軸や根の一部が緑色を保った状態で軟化し、腐敗して倒伏・枯死する(図-3)。罹病部は柔らかな綿毛状の菌糸で覆われる。これに対してリゾクトニア菌では地際部分が褐変あるいは黒変し、くびれを生じて倒伏・枯死する。



図-3 *Globisporangium ultimum* (syn. *Pythium ultimum*) によるキュウリの苗立枯れ(右)
胚軸が緑色を保った状態で軟化し、罹病部が柔らかな綿毛状の菌糸で覆われる。

ピシウム菌(広義)には200種以上が含まれる。多くが腐生菌または条件的寄生菌であり、ほとんどが多犯性で種子植物雑草、藻類、コケ類を含む様々な植物に寄生する。典型的な病徴は根腐れ(図-4)や苗立枯れである。一般に菌糸伸長が速く、特に植栽密度が高い湿潤な環境で野菜類、根菜類、イネ科作物、園芸作物等多様な植物に立枯れや根腐れを起こす。遊走子を容易に形成する種は水耕栽培で大きな被害をもたらす。一部の種は海中にも分布し、ノリなどの海藻に腐敗を引き起こす。ピシウム菌は疫病菌やべと病菌とは異なり、成植物の地上部に加害する種は少ないが、倒伏などによって葉や果実(特に若く未熟なもの)が土壌面に接した場合には、成植物でも土壌接触部分に局部的に腐敗を生じることがある。宿主植物によって病徴が大きく変化する種もある。例えば *Globisporangium barbulae* (syn. *Pythium barbulae*) はコケ類には無病徴感染するが、キュウリが低温ストレスに晒されると根腐れを起こす(UETA and TOJO, 2016)。ピシウム菌でのレース分化は知られていないが、いくつかの種は宿主特異性を示し、特定の品種で被害を起こすことがある(Tojo et al., 2007)。

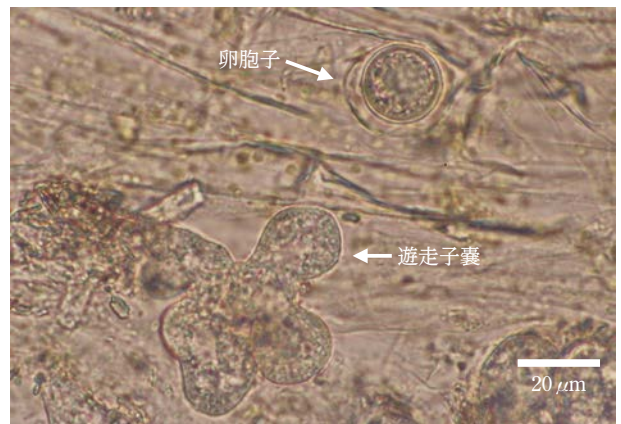


図-4 *Pythium aphanidermatum* による水耕トマトの根腐れ(上)と被害根の組織中に作られた卵胞子と遊走子嚢(下)

III 防 除 法

ピシウム菌の防除は「短期的対策」と「長期的対策」に分けて考え、それぞれ単独または組合せて行う。「短期的対策」とは農薬などによる除菌であり、「長期的対策」とは発病しにくい環境作りのことである。ピシウム菌では「長期的対策」が特に重要となる。なぜなら本菌は一般に条件的寄生菌であり、また宿主範囲が広く雑草などにも低密度で潜在し、さらに休眠状態でも土壤中で長く生存できるためである。このことは伝染源が圃場の周囲に絶えず存在することを意味する。そのため菌がいつ侵入しても被害を拡大させない環境作りが求められる。

1 長期的対策

長期的対策では菌密度を低く保つことがカギになる。水耕栽培での発生を除き、一般的な土耕でのピシウム菌による発病は菌密度が一定レベル以下であれば大きな被害に至らない。発病しないレベルは水はけや腐植質の量等によって異なるが、おおむね土壌 1 g 当たり 10^2 CFU 以下である。このレベルに菌密度を抑えるための低コストの実践的な方法として、(1) 汚染土壌の熱処理（太陽熱や発酵熱を利用）、(2) 堆肥を利用した微生物相のバランス改善、そして (3) 耕種的防除がある。

(1) 土壌の熱処理

土壌や植物中のピシウム菌を死滅させるための熱消毒の目安は湿熱では 56°C 20 分間もしくは 45°C 3 日間である。乾熱では 90°C 以上が必要で、蒸気や熱水による湿熱が現実的な手段となる。

56°C 20 分間の条件はボイラーで作る蒸気や熱水によって作り出すことができるが、より安価な方法として夏季に土壌をビニール被覆することでも作出できる。この際、土壌を十分に湿らせることが重要になる。

45°C 3 日間の条件は汚染土を堆積させて堆積熱を発生させることで低コストで実現できる（大志万ら、2000）（図-5）。初期 C/N 比を 50/1 程度に調整したうえで、ショベルローダなどで汚染土を高さ約 2~3 m の堆積山に積み上げ、1 か月に 1 回程度切り返しながら 3 か月間野積みする。この間、土壌湿度は容水量の 50~80%、土壌 pH5~7 程度に保つ。ビニールシートで堆積山の表面を覆うと温度むらや降雨の影響が少なくなり除菌効果が高まる。棒温度計などで表層 10 cm 下の温度が 45°C 以上に 3 日間以上保たれていることを確認するとよい。この方法はピシウム菌の中で最も高温に強い *P. aphanidermatum* に有効であるほか、植物病原性の線虫や土壌細菌も不活化させることができる。ポイントは堆積山の高さを 2~3 m 程度に保つことである。この高さだと土壌



図-5 ピシウム菌に汚染された植物残渣の野積発酵処理による除菌
高さ約 2 m の堆積山（上、手前）と、ビニールシートで覆って温度の偏りを少なくした堆積山（上、奥）、ショベルローダで定期的に切り返すと除菌効果が高まる（下）。

温度が発酵熱によって菌の死滅温度に達するとともに、発酵後に土壌が還元状態となり、死滅温度に達しなかった場所で生き残ったピシウム菌も活性が抑えられる。

(2) 堆肥を利用した微生物相のバランス改善

堆肥（微生物が棲みつきやすい）のほうが砂（微生物が棲みつきにくい）よりもピシウム害が発生しにくいことが知られている（CHEN and NELSON, 2008）。筆者らは放置竹林の竹材の粉末を利用したミミズ堆肥を使ってピシウム菌などの抑制を試みている（You et al., 2019）。このミミズ堆肥に *Pythium aphanidermatum* を接種し、キュウリ幼植物の立枯れ発生状況を調べた（図-6）。その結果、ミミズ堆肥でキュウリ幼植物を育成した場合には立枯れがほとんど起こらなかったが、ミミズ堆肥を高圧滅菌したものや、市販育苗土で育成すると激しい立枯れが起こった。それぞれの培土の土壌細菌相を調べた結果、ミミズ堆肥が最も土壌細菌相が多様で、構成バランスもよかった。この結果などから、ミミズ堆肥を播種時や生育期に土壌施用して土壌微生物相を改善することで、ピシウム菌による病害を予防することが可能と考えられた。

(3) 耕種的防除

野菜などの苗床では、多湿・密植状態になるとドミノ倒しのように倒れた植物の先端から隣の苗に菌が菌糸を介して次々に伝染して病気が広がり、数日で苗が全滅することがある。このようなピシウム菌による苗立枯れの罹り易さは野菜の種類によって異なり、ウリ科、アカザ

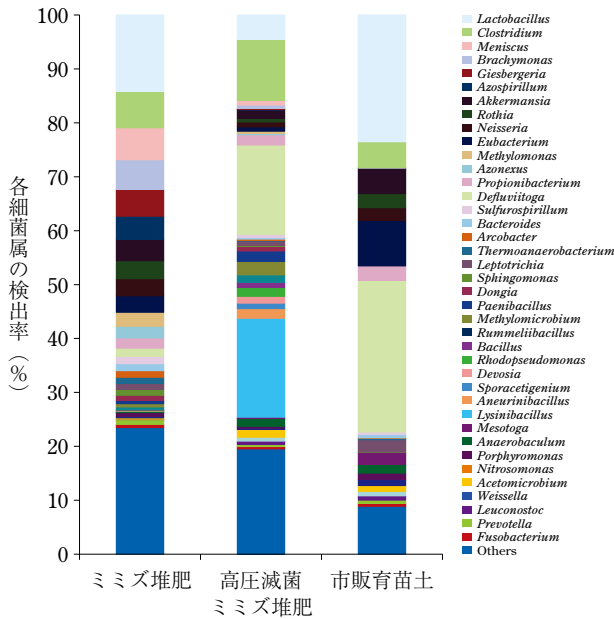


図-6 *Pythium aphanidermatum* 接種によるキュウリ幼植物の立枯れ発生と培土の土壤細菌相との関係

ミミズ堆肥でキュウリ幼植物を育成しても立枯れがほとんど起こらなかった（上段写真左）、ミミズ堆肥を高圧滅菌したものや（上段写真中）、市販育苗土（上段写真右）で育成すると激しい立枯れが起こった。それぞれの培土の土壤細菌相を調べた結果、ミミズ堆肥が最も土壤細菌相が多様で、構成バランスがよかった（下段）。

You et al. (2019) を改変

科、ナス科は特に被害を受けやすく、アブラナ科やキク科では被害が比較的少なくなる。ただし、後者の作物でも多湿・密植状態では激しい発病が見られる。このような環境ではピシウム菌の密度が急激に高まり、その作期だけでなく次作の伝染源を作り出すことにもなる。ピシウム菌の発生を未然に防ぐためには、多湿・密植の改善と、伝染源となる罹病植物の除去が有効である。

2 短期的対策

(1) 農薬

「長期的対策」のみで対応できないときに農薬が用いられる。ピシウム菌に対してはメタラキシル剤やヒドロキシイソキサゾール等の即効性を示す優れた剤が登録されている（図-7）。真菌類を対象にした農薬に比べてピシウム菌などの卵菌を対象にした薬剤は相対的に少な



PA 接種・処理 (ヒドロキシイソキサゾール・メタラキシル M) 無接種 無処理 PA 接種・無処理

図-7 *Pythium aphanidermatum* (PA) によるベントグラス病害に対する殺菌剤処理の効果

播種後3週間育成したベントグラスに殺菌剤を処理し、3日後に *P. aphanidermatum* を接種してガラス温室内(25~35℃)に1週間静置し枯死状況を観察した。

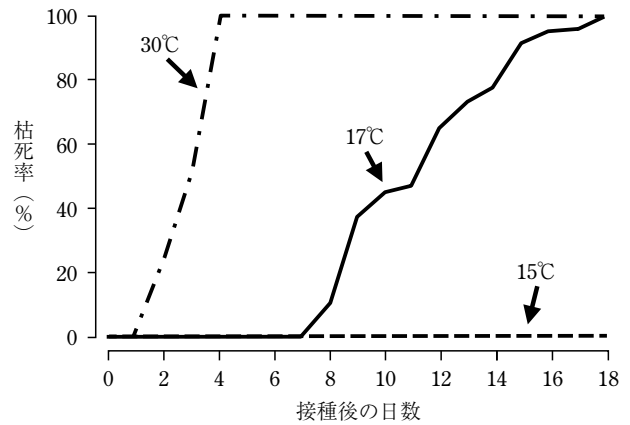


図-8 *Pythium aphanidermatum* による水耕ビート（ベビリーフ用）の枯死と養液温度との関係

水耕栽培装置で播種後2週間育成したビートの栽培養液に *P. aphanidermatum* の遊走子を1ミリリットル当たり10個になるように接種し、ガラス温室内で気温・液温ともに15、17および30℃に保ち、接種18日後までの枯死率を調べた。

く、使用基準に沿って適切に使用し、耐性菌発生のリスクを回避しながら継続的に利用することが望まれる。

(2) 水耕栽培における除菌

土耕の場合には菌密度を土壤1g当たり10²CFU以下に下げることによって防除可能な場合が多いが、水耕では10¹CFU以下であっても被害が拡大する。特に養液循環式の水耕栽培ではピシウム菌が遊走子を形成する環境が整っており、数週間で相乗的に本菌が増殖する。水耕栽培では養液中に農薬を添加することが原則的に認められていない。理由はほぼ毎日収穫する水耕栽培では農薬残留対策が難しいことに加え、特に循環式では薬剤耐性菌発生のリスクが極めて高くなるためである。ただし例外としてピシウム菌などの養液を介して伝染する病害（根を侵す病害）の防除で金属銀剤「オクトクロス」が農薬

登録されている。そのため水耕栽培でピシウム菌の被害拡大を防ぐには、①養液の濃度を高くする（通常の2.5倍）、②養液の温度を下げる、③養液のpHを下げる（pH5以下でほとんど発病しない）、④殺菌した樹皮などの天然素材を栽培基質に用いて非病原性微生物が棲みやすい環境を作ること等が考えられる（草刈，2009）。このうち養液の温度を下げることは外気や地下水との熱交換が可能であればコストを要しない方法になる。筆者らの研究室が実施した室内実験では、*Pythium aphanidermatum*による水耕ビート（ベビーリーフ用）の立枯れが15℃で全く発生しなかった（図-8）。実際の現場ではより高い養液温度（22℃以下）で実害が生じない場合もあるとされる（草刈，私信）。

おわりに

ピシウム菌は真菌類に比べると一般に熱や薬剤に弱く培地での保存も難しい。同じ卵菌の疫病などと違って空気伝染もほとんどしない。そのため簡単に対策できるよ

うに感じられるが、端境期の不自然な温度での栽培や水耕等で植物にストレスが少しでも生じると、その隙を縫うように侵入して病気を起こし経済的被害をもたらす。新たな栽培品種が商業栽培されると、その品種が主要な真菌病害に抵抗性を持っていてもそれには関係なくピシウム菌が感染し病害を起こす。これらの現象はこの菌が基本的には腐生菌であることと関係している。現在の栽培現場で発生しているピシウム菌はこの菌全体のごく一部の種や株なのかもしれない。自然界に多様な足場をもつ本菌の発生の動向を今後も注視していきたい。

引用文献

- 1) CHEN, M. H. and E. B. NELSON (2008): *Phytopathology* **98**: 1012~1018.
- 2) 草刈真一 (2009): 養液栽培の病害と対策, 農文協, 東京, 151 pp.
- 3) 大志万浩一ら (2000): 日植病報 **66**: 205~213.
- 4) Tojo, M. et al. (2007): *J. Gen. Plant Pathol.* **73**: 121~124.
- 5) UETA, S. and M. Tojo (2016): *Mycoscience* **57**: 11~19.
- 6) UZUHASHI, S. et al. (2010): *ibid.* **51**: 337~365.
- 7) You, X. et al. (2019): *JARQ* **53**: 13~18.



(新しく登録された農薬 37 ページからの続き)

「殺菌剤」

- ジメトモルフ・TPN 水和剤
24227: カーニバル水和剤 (協友アグリ) 19/5/29
ジメトモルフ: 20.0%
TPN: 50.0%
ばれいしょ: 疫病: 収穫 14 日前まで
トマト: 疫病: 収穫前日まで
きゅうり: 炭疽病, うどんこ病: 収穫前日まで
はくさい: べと病: 収穫 7 日前まで
ねぎ: さび病: 収穫 14 日前まで
たまねぎ: べと病: 収穫 7 日前まで
レタス: べと病: 収穫 14 日前まで
- ビール酵母抽出グルカン水和剤
24232: パワーコウボ (アサヒバイオサイクル) 19/5/30
グルカン: 28.0%
いちご: うどんこ病: 収穫前日まで

「除草剤」

- プロピリスルフロンのプロモブチド・ペントキサゾン

粒剤

- 24228: ゼータタイガー 300FG (住友化学), 24229: ドラゴンホーク Z300FG (住友化学) 19/5/29
プロピリスルフロンの: 3.0%
プロモブチド: 30.0%
ペントキサゾン: 6.67%
- 移植水稲: 一年生雑草, 多年生広葉雑草, エゾノサヤノカグサ, アオミドロ・藻類による表層はく離
- 直播水稲: 一年生雑草, マツバイ, ホタルイ, ミズガヤツリ, ウリカワ, ヒルムシロ, セリ, アオミドロ・藻類による表層はく離
- ヘキサジン・DCMU・MCP P 粒剤
24230: ラーチ X 粒剤 (保土ヶ谷アグロテック) 19/5/29
ヘキサジノン: 0.70%
DCMU: 1.0%
MCP P: 1.0%
樹木等: 一年生雑草, 多年生広葉雑草, スギナ

植	物	
	防	疫
講	座	

虫害編-18

野菜のアブラムシ類の発生生態と防除

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構
野菜花き研究部門

おお
太た
田い
ず
み
泉

はじめに

アブラムシ類はカメムシ目アブラムシ上科に属する昆虫の総称であり、日本国内では約 700 種が知られている(松本, 2008)。一般に体長は 1~4 mm 程度と小さく、クビレの少ない水滴型の体形をしている。植物の汁液を栄養源とし、葉や茎等に口針を刺して篩管から汁液を摂取する。動作が緩慢で柔らかな表皮を持つため、テントウムシ類などの様々な天敵から攻撃を受けやすい。一方、高い増殖能力を持つことから、多数のアブラムシが集団で植物に群がっている姿を見ることも多い。ほかにも、複雑な生活環、雌雄や有翅無翅といった多型性の存在、植物病原ウイルスの媒介等が特徴として挙げられる。

アブラムシ類は農作物につく害虫として古くから知られており、様々な地方名も存在する。広く使われているアリマキのほか、クエ(青森県, 岩手県, 秋田県), コゴメ(愛知県, 岐阜県), アマコ(岡山県, 鳥取県), キラリ・キラレ(香川県, 徳島県), ノダレ(福岡県, 大分県), ヌイ(宮崎県, 鹿児島県)といった呼び名もある(白井, 2005 a; 2005 b)。また、かつて筆者が勤務していた三重県津市では、農家の方が「ネチ」と呼んでいた。ちなみに、ゴキブリのことを「アブラムシ(油虫)」と呼ぶ人もいる。

薬剤防除が十分に行われている圃場では、アブラムシ類による被害が問題となることはあまり多くない。しかし、化学合成殺虫剤を使用しない有機栽培や天敵を利用した減農薬栽培等では、必ずといってよいほどアブラムシ類が発生して問題となる。昨今の農業では、一つの防除手段だけに頼らない IPM(総合的病害虫管理)の考え方が普及しつつあり、特に野菜栽培では、アブラムシ対策は避けて通れない課題となっている。本稿では、野菜類を加害するアブラムシ類の種類、発生生態、被害、防除法等を解説していきたい。なお、本稿に対して有益な助言をいただいた本多健一郎氏(国立研究開発法人

農業・食品産業技術総合研究機構中央農業研究センター)と土田 聡氏(同果樹茶業研究部門)に感謝申し上げる。

I 主要種

野菜を加害するアブラムシ類としては 30 種ほどが挙げられる(高橋, 2008)。ほとんどのアブラムシ類は、数種類の特定の植物しか寄主としない狭食性とされているが、ワタアブラムシ、モモアカアブラムシ、ジャガイモヒゲナガアブラムシ、チューリップヒゲナガアブラムシ、ニワトコヒゲナガアブラムシのように、異なる科に属する様々な野菜類につく広食性のもも存在する(表-1)。なかでもワタアブラムシとモモアカアブラムシは、野菜栽培で最も目にする機会が多い主要 2 種と言える(図-1)。一方、特定の野菜類のみを加害するアブラムシ類としては、アブラナ科を加害するダイコンアブラムシやニセダイコンアブラムシ、ネギ類のネギアブラムシ、イチゴのイチゴクギケアブラムシ、マメ類のエンドウヒゲナガアブラムシ等が挙げられる。

II 生活環

アブラムシ類の生活環は複雑である。完全生活環と不完全生活環の二つのタイプがあり、前者は、季節によって雌と雄の個体が存在する有性生殖世代と雌のみが存在する単為生殖世代が存在する。一方の不完全生活環は、1 年を通して雌のみで単為生殖を繰り返す単純な生活環である。いずれも野菜類を加害しているときのアブラムシ類は、生活環タイプの違いにかかわらず、単為生殖を行っている雌個体と考えてよい。単為生殖の雌成虫は胎生で雌の幼虫を産む。モモアカアブラムシは、雌成虫 1 頭で生涯に最大約 90 頭の幼虫を産む能力がある(太田・大泰司, 2002)。雌成虫は基本的に翅(はね)を持たないが、集団中の個体群密度が増加したり、餌植物の質が低下すると、翅を持つ有翅個体が出現しやすくなる(本多, 2000)。そのため、アブラムシ類の移動や分散はおもに有翅個体によるものであり、一方の植物上での個体群の増殖は無翅個体によるものと言える。アブラムシ類

Ecology and Management of Aphid Pests in Vegetable Crops.

By Izumi OHTA

(キーワード: 野菜, アブラムシ類, 発生生態, 防除法)

表-1 野菜類を加害するアブラムシ類^{a)}

寄主植物 アブラムシの種類	ウリ科	イチゴ (バラ科)	ナス科	エンドウ (マメ科)	ソラマメ (マメ科)	インゲン (マメ科)	オクラ (アオイ科)	ゴボウ (キク科)	ニンジン (セリ科)	アブラナ科	ヤマノイモ類 (ヤマノイモ科)	サトイモ (サトイモ科)	レタス (キク科)	ネギ類 (ユリ科)	ホウレンソウ (アカザ科)
ワタ	○	○	○			○	○					○			○
モモアカ	○	○	○	○	○			○	○	○			○		○
ニワトコヒゲナガ	○		○		○						○				
ジャガイモヒゲナガ	○	○	○	○		○		○			○		○		
チューリップヒゲナガ		○	○	○											
エンドウヒゲナガ				○	○										
コンドウヒゲナガ				○	○										
マメ				○	○	○									
マメクロ					○										
ソラマメヒゲナガ					○										
イチゴクギケ		○													
イチゴケナガ		○													
イチゴネ		○													
バラミドリ		○													
ゴボウクギケ								○							
ゴボウヒゲナガ								○							
ヨモギオナガ								○							
ニンジン									○						
ニンジンフタオ									○						
ヤナギフタオ									○						
ダイコン													○		
ニセダイコン													○		
タイワンヒゲナガ													○		
チシャミドリ													○		
ノゲシフクレ													○		
ネギ														○	

^{a)} 高橋 (2008) を参考に作成した。



図-1 オクラの葉裏で増殖したワタアブラムシ（左）と開花後のナスに群がったモモアカアブラムシ（右）

の生活環に関する詳しい解説は、秋元（2000）、青木（2000）、本多（2000）が参考になる。

Ⅲ 発生生態

アブラムシ類は、厳冬期や盛夏期を除いて、野菜類が栽培されている時期はいつでも発生すると考えてよい。また、ある一定以上の温度（アブラムシ類の発育が可能な温度）に管理されているビニールハウスやガラス温室等の施設栽培では、野外からの飛び込みや苗等への付着によって、通年でアブラムシ類による被害が発生する。

武田（2018）は、2008年4月から2018年2月の間に農林水産省から発表された病害虫発生予報のデータをもとにして、アブラムシ類を含めた野菜害虫の発生動向をまとめている。それによれば、東北地域ではキュウリ、野菜類（全般）、北関東地域ではイチゴ、野菜類（全般）、南関東地域ではイチゴ、アブラナ科、野菜類（全般）、甲信地域ではキュウリ、北陸地域ではイチゴ、キュウリ、トマト、ナス、東海地域ではイチゴ、近畿地域ではナス、キュウリ、中国地域では野菜類（全般）、イチゴ、四国地域ではピーマン、イチゴ、北九州地域ではイチゴ、野菜類（全般）、南九州地域ではイチゴにおいて、それぞれアブラムシ類の発生が多いという予報が出されていた。全国的な傾向としては、アブラムシ類は果菜類で発生が多いと言える。一方、アブラムシの種類と多発時期は野菜の種類によって異なる（武田，2018）。イチゴでは主にワタアブラムシが発生する。2～4月に発生のピークを迎えるが、高温下の育苗期にも認められ、10～11月にかけて再び増加する。ナス科のナス、トマトでは、主要4種すべて（ワタアブラムシ、モモアカアブラムシ、ジャガイモヒゲナガアブラムシ、チューリップヒゲナガアブラムシ）が発生する。2～4月にかけて増加し、5～6月にピークとなる。ウリ科のキュウリ、スイカ等では

ワタアブラムシが主体であり、6～7月がピークとなる。アブラナ科野菜類ではモモアカアブラムシ、ダイコンアブラムシ、ニセダイコンアブラムシが発生し、2～7月と10～11月にかけて発生が多くなる。なお、ナス科とウリ科の果菜類では、露地もしくは雨よけ栽培主体の夏秋ものと施設栽培の冬春ものに大きく分けられるため、厳密に言えば、アブラムシ類の多発生時期は栽培体系によって大きく異なっている。

Ⅳ 被害

アブラムシ類は、植物の篩管液中に含まれるわずかなアミノ酸を摂取するために多量の汁液を吸汁し、糖類を含んだ水分（甘露という）を体外に排泄する。甘露が周囲の植物に多量に付着すると、そこからカビが生える。カビで覆われた状態を“すす病”といい、葉は光合成能力が低下し（図-2）、果実は汚れによって品質劣化の原因となる。アブラムシ類は植物の葉裏に定着して増える習性があるため、アブラムシ自体は発見しにくく、すす病が出始めてからアブラムシ類の発生に気付くことが多い。甘露は植物だけではなく、畝を被覆したマルチにも付着する。また、アブラムシ類の幼虫は成長に伴って脱皮を繰り返し、脱皮殻を残す。さらに、捕食性テントウムシ類はアブラムシ類のコロニーに誘引され、アリは甘露に群がる。そのため、甘露によるマルチ上のテカリや、葉上に残されたアブラムシの脱皮殻、捕食性テントウムシ類やアリの存在は、アブラムシ類の発生のサインとなる。すす病以外にも、アブラムシ類による直接的な被害として、吸汁された部位の萎縮や変色等がある。ジャガイモヒゲナガアブラムシがピーマンの果実を吸汁すると、果実の表面に斑点模様が生じる（図-3）。このような果実は等級落ちや出荷不能となるため、経済的損失が大きくなる。



図-2 ワタアブラムシによる“すす病”が発生したキュウリの被害葉（左）と健全葉（右）（三菱ケミカルアグリドリーム(株)提供）

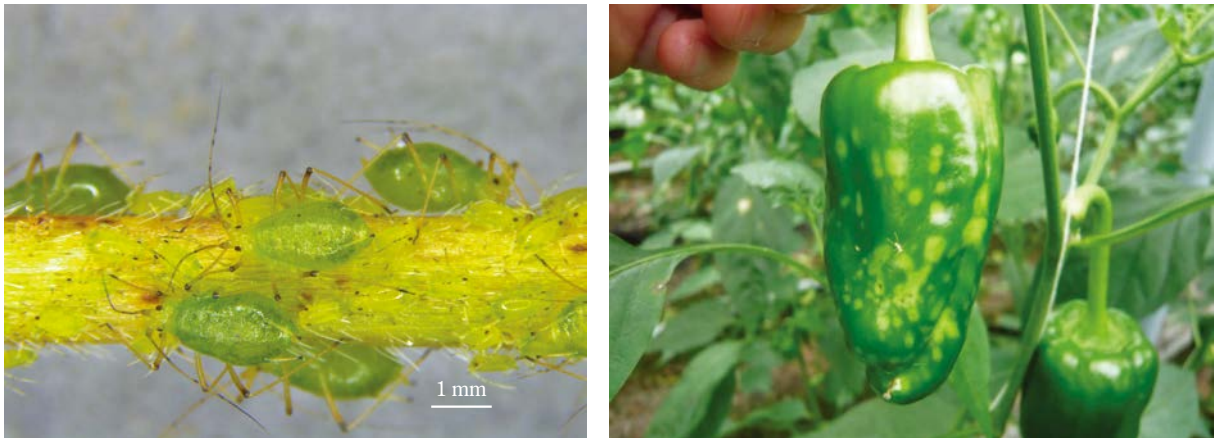


図-3 ジャガイモヒゲナガアブラムシ（左）と本種によって吸汁されたピーマン果実（右）

アブラムシ類による間接的な被害としては、植物病原ウイルスの媒介が挙げられる（表-2）。最もよく知られたウイルスはキュウリモザイクウイルス（CMV）であり、様々な野菜類に感染する。また、モモアカアブラムシは100種以上のウイルスを媒介することが知られている（四方，1988）。ウイルスに感染した植物では、モザイクや萎縮等の症状が現れて株の生育が停滞する。アブラムシ類によるウイルスの媒介はおもに有翅虫によって行われるため、有翅虫の圃場への侵入防止や作物株への定着阻止がウイルス病防除対策の基本となる。

V 防 除 対 策

1 化学的防除法

殺虫剤を利用した防除法を指す。アブラムシ類に対して殺虫効果のある薬剤は種類が多く、有機リン剤、ピレスロイド剤、ネオニコチノイド剤のほか、スルホキサフロル、ピメトロジン、ピリフルキナゾン、トルフェンピラド、スピロテトラマト、フロニカミド、シアントラニリプロール等がある。また、アブラムシ類の体を物理的

に固着させたり、呼吸器官の一部にあたる気門を封鎖して窒息死させる薬剤もある（気門封鎖剤）。オレイン酸ナトリウム液剤、脂肪酸グリセリド乳剤、デンプン液剤、還元澱粉糖化物液剤、ソルビタン脂肪酸エステル乳剤、ポリグリセリン脂肪酸エステル乳剤、カプリン酸グリセリル乳剤、ヒドロキシプロピル化リン酸架橋デンプン液剤等がある。

ネオニコチノイド剤は1990年代以降に上市された殺虫剤であり、浸透移行性、残効性が優れていることから、アブラムシ類の基幹防除剤として様々な野菜栽培に利用されている。しかし、2012年から一部の地域で、ネオニコチノイド剤に対するワタアブラムシの感受性低下（薬剤抵抗性の発達）が認められるようになった。その主たる要因は、ネオニコチノイド剤が作用するタンパク質の遺伝的変異とされている（土田・平田，2019）。本事例に限らず、害虫の薬剤感受性低下を回避するためには、害虫に対して同じ作用機作の薬剤を連用しないこと、作用機作の異なる複数種の薬剤をローテーション散布することが重要である。なお、上述の気門封鎖剤につ

表-2 アブラムシ類によって媒介される野菜の植物病原ウイルス^{a)}

作物名	病名	病原ウイルス
ダイコン	ウイルス病 モザイク病	BWYV (ビート西部萎黄ウイルス) など CaMV (カリフラワーモザイクウイルス), CMV (キュウリモザイクウイルス), TuMV (カブモザイクウイルス)
キャベツ	モザイク病	CaMV, CMV, TuMV
ハクサイ	ウイルス病 えそモザイク病 モザイク病	BWYV など TuMV など CMV, TuMV
レタス	モザイク病	CMV, LMV (レタスモザイクウイルス)
ニンジン	モザイク病 微斑モザイク病	CeMV (セルリーモザイクウイルス), CMV BBWV-2 (ソラマメウイルス2) など
ゴボウ	モザイク病	BuMV (ゴボウモザイクウイルス) など
サトイモ	モザイク病	CMV など
キュウリ	モザイク病	CMV, PRSV (パパイヤ輪点ウイルス), WMV (スイカモザイクウイルス), ZYMV (ズッキーニ黄斑モザイクウイルス)
カボチャ	モザイク病	CMV, PRSV, WMV, ZYMV
メロン	モザイク病	CMV, PRSV, ZYMV 等
スイカ	モザイク病	CMV など
ナス	モザイク病	CMV
トマト	モザイク病	CMV, PVY (ジャガイモ Y ウイルス), TAV (トマトアスパーミイウイルス) 等
ピーマン	モザイク病	AMV (アルファルファモザイクウイルス), BBWV-2, CMV 等
ジャガイモ	モザイク病	CMV, PVA (ジャガイモ A ウイルス), PVM (ジャガイモ M ウイルス), PVS (ジャガイモ S ウイルス), PVY
エンドウ	モザイク病	AMV, BBWV-2, CMV 等
インゲンマメ	モザイク病	BCMV (インゲンマメモザイクウイルス), BYMV (インゲンマメ黄斑モザイクウイルス), CIYV (クロバ葉脈黄化ウイルス), CMV, PSV (ラッカセイわい化ウイルス)
ソラマメ	モザイク病	BBWV-2, BYMV, CIYV, PSbMV (エンドウ種子伝染モザイクウイルス), WMV 等
イチゴ	モザイク病	SCV (イチゴクリンクルウイルス), SLCV (イチゴ潜在 C ウイルス), SMYEV (イチゴマイルドイエローエッジウイルス) 等

^{a)} 日本植物病理学会植物ウイルス分類委員会 (2014) の「日本に発生する植物ウイルス・ウイロイド (2014)」, 農研機構遺伝資源センター (2019) の「日本植物病名データベース」, 岸・我孫子 (2003) の「野菜病害の見分け方—診断と防除のコツ」を参考に作成した。

いては、薬剤抵抗性の発達はないとされている。より具体的な情報は、「薬剤抵抗性農業害虫管理のためのガイドライン案」で詳しく解説されている (平成 26~30 年度 農林水産省委託プロジェクト研究「ゲノム情報等を活用した薬剤抵抗性管理技術の開発」コンソーシアム (編), 2019)。

2 物理的防除法

物理的防除法とは、機械的な作用や、光、熱、音、風、電気等の物理的エネルギーを利用して害虫の作物への加害を抑止する手法である。物理的防除法を行うには何らかの資材や機器を利用するため、ある程度の初期投資が必要になるが、原理が比較的単純で防除効果が目に見え

てわかりやすい特徴がある。

防虫ネットは、アブラムシ類の侵入抑制によく利用される。アブラムシ類が通過できない網目の細かなネット (おおむね目合い 1 mm 以下) をビニールハウスやガラス温室の開口部に展開することで、野外から施設内への侵入を防ぐ。紫外線カットフィルムもアブラムシ類の施設内への侵入を抑制する (図-4)。これは、アブラムシ類を含めた昼行性害虫の多くが、紫外線のない光空間への移動を好まないためである (太田・武田, 2014)。フィルムはビニールハウスの天井部分に展開する。アスパラガス、キュウリ、トマト、ネギ類、ピーマン、マメ類での利用が多い。一方、ナスでは、紫色の発色に悪影響

を与えるため利用できない。露地栽培では、畝に銀色や白色のシルバーマルチ被覆が有効である。これは、アブラムシ類の有翅虫が地面からの反射光を忌避するため、とされている（谷口，1995）。

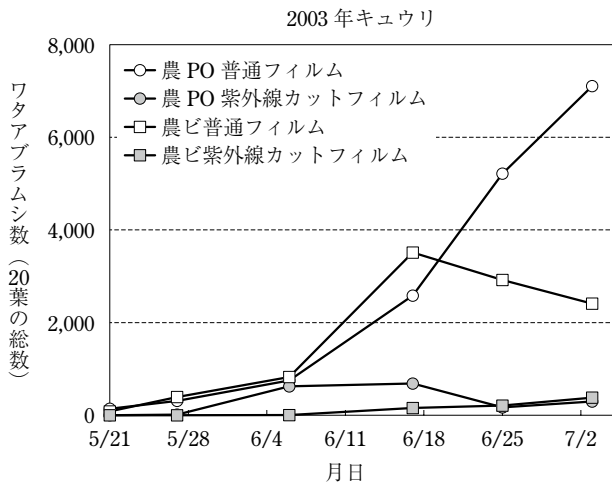


図-4 紫外線カットフィルムもしくは普通フィルムで被覆したビニールハウスにおけるキュウリでのワタアブラムシの発生推移（2003年5～7月，三重県松阪市での試験事例）

3 生物的防除法

アブラムシ類を捕食・寄生する天敵昆虫やアブラムシ類に特異的に感染する微生物を用いた防除法である。現在、キュウリ，ナス，ピーマン，イチゴ等の施設栽培では、害虫のアザミウマ類やハダニ類の防除のために、捕食性カブリダニ類の導入が進んでいる。それにともなって殺虫剤の散布回数が減少した結果、アブラムシ類による被害が増加している。すでに天敵を導入している圃場では、天敵への悪影響を避けるために殺虫剤の散布を極力控える傾向があり、その場合のアブラムシ類防除にも天敵利用が注目されている。

現在市販されている天敵製剤には、アブラムシ類に寄生するコレマンアブラバチ，ギフアブラバチ，チャバラアブラコバチ等の寄生バチと、アブラムシ類を直接捕食するナミテントウやヒメカメノコテントウがある（図-5）。また、微生物製剤には、ボーベリア・バシアーナやペキロマイセス・テヌイペスといった昆虫寄生菌がある。寄生バチは、種類ごとに寄生できるアブラムシが決まっている。例えば、コレマンアブラバチはワタアブラムシとモモアカアブラムシにのみ寄生し、ギフアブラバ



図-5 野菜害虫アブラムシ類を捕食・寄生する天敵類
 左上：コレマンアブラバチ（長坂幸吉 原図），右上：ギフアブラバチ，左下：ナミテントウ，右下：ヒメカメノコテントウ。

チはジャガイモヒゲナガアブラムシとモモアカアブラムシに寄生する。したがって、寄生バチを利用する際には、発生しているアブラムシ類の種類を正確に識別することが重要になる。また、寄生バチはアブラムシ類の密度が少ないとき（発生初期）に利用するのが効果的であり、密度が増加した後に導入しても十分に抑制できない。一方のテントウムシ類は、アブラムシの種類を選ばずに捕食する。捕食量も多いため、アブラムシ類が増加中（発生中期）でも利用できるが、移動分散しやすい欠点がある。そのため、遺伝的に飛翔能力を欠く“飛ばないナミテントウ”も開発されている。微生物製剤は、導入時に高湿度を保って、アブラムシへの菌の感染を促すことが重要になる。

バンカー法とは、施設において、害虫の発生前もしくは作物の生育初期から、天敵の代替餌もしくは代替寄主（ただし、作物の害虫とならないもの）とその寄主植物（ただし、作物の病害虫の発生源とならないもの）および天敵の3者を導入し、それらの関係を維持することによって十分量の天敵を継続的に供給する方法を指す（長坂・大矢，2003）。このうち、天敵の代替餌もしくは代替寄主とその寄主植物の組合せをバンカーという。アブラムシ類は増殖率が非常に高い害虫であるため、発生前もしくは発生初期から圃場内で天敵を維持できるバンカー法は、アブラムシ類の防除に極めて有効な方法である。実際に、コレマンアブラバチのバンカーにはムギクビレアブラムシとムギ類の組合せが、ギフアブラバチにはムギヒゲナガアブラムシとムギ類の組合せが、また、ヒメカメノコテントウにはヒエノアブラムシとソルゴーの組合せが利用されている（図-6）。このうち、コレマンアブラバチとギフアブラバチについては、バンカー用資材も市販されている（図-7）。さらに、各天敵の利用法やバンカー法を解説したマニュアルも公開されている。

コレマンアブラバチ

アブラムシ対策用「バンカー法」技術マニュアル
2014年改訂版（生産者・技術者用）

http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/051982.html

ギフアブラバチ

ギフアブラバチ利用技術マニュアル（2016年版・技術者向け）

http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/072300.html

飛ばないナミテントウ

飛ばないナミテントウ利用技術マニュアル（研究成果集付き）

http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/052628.html



図-6 ピーマン栽培ハウスの側端に設置されたバンカーのソルゴー（右側手前）とムギ類（右側奥）
ソルゴーではヒメカメノコテントウの代替餌のヒエノアブラムシ、ムギ類ではコレマンアブラバチの代替寄主のムギクビレアブラムシとギフアブラバチの代替寄主のムギヒゲナガアブラムシが増殖する。



図-7 ギフアブラバチのバンカー用資材のギフバンク（（株）アリスタライフサイエンス提供）
左：資材の全景，右：コムギ苗に約2,500頭のムギヒゲナガアブラムシが付いている。

露地栽培では、基本的に天敵製剤は利用できない。その主な理由は、放飼した天敵が圃場外へ逃亡する可能性があり、防除効果が安定しないためである。一方、野外には様々なアブラムシ類の天敵が存在している。そのため、露地野菜栽培でのアブラムシ類の生物的防除は、野外に元々生息する土着天敵を利用してアブラムシ類の増加を抑制する方法が提唱されている。これを効果的に実施するために、圃場の周辺などに天敵を誘引する植物や餌資源や隠れ場所を提供できる植物（天敵温存植物）を植えて、土着天敵の圃場内への定着を促す。柿元ら(2016)は、オクラの露地栽培圃場の周囲にソルゴーとオオムギを植栽し、かつ、天敵に影響の少ない殺虫剤を利用する「天敵保護・強化区」と、天敵の生存に悪影響のある非選択殺虫剤のみを散布する「非選択殺虫剤区」を設定して、オクラ上でのワタアブラムシの発生量を比較した。その結果、「天敵保護・強化区」は「非選択殺虫剤区」と比べてワタアブラムシの増加が抑制されることを示している。これは、ソルガム上で発生したヒエノアブラムシに同調して天敵類が増加し、その天敵がオクラへも供給されたためとしている。この試験が実施された鹿児島県指宿市のオクラの栽培地では、実際に上述のような土着天敵の保護・強化を狙った取り組みが生産者の間で急速に広がっている(現代農業(編), 2017)。

おわりに

筆者は以前、天敵製剤の一つであるギファブラバチの開発に携わり、その効果を実証する試験を鹿児島県のピーマン生産者の施設圃場で実施させてもらった経緯がある。生産者との情報交換は現在も続いており、ギファブラバチのほか、コレマンアブラバチ、ヒメカメノコテントウ、またそれらのバンカー法を上手く使いこなせるようになった方からは、ここ数年間はアブラムシ類に対する殺虫剤をまったく散布していないと聞いている。「殺虫剤散布回数ゼロ」のインパクトは強いが、これは「殺虫剤の防除効果の温存」にも直結する。なぜならば、殺虫剤を使用しなければ、理論上、害虫側の殺虫剤抵抗性発

達は進化しないためである。化学的防除法のところでも述べたが、アブラムシ類の特効薬とされていたネオニコチノイド剤の感受性低下が顕在化してきた現在、いざというとき、つまり、アブラムシ類が増えすぎて殺虫剤に頼るしかない、といった場面に出くわしたときに、切り札となる殺虫剤を温存しておくためにも、普段からIPMの重要性を認識して実践していくことが求められる。

引用文献

- 1) 秋元信一(2000):性表現, アブラムシの生物学, 東京大学出版会, 東京, p.233~250.
- 2) 青木重幸(2000):生活環, アブラムシの生物学, 東京大学出版会, 東京, p.276~291.
- 3) 現代農業(編)(2017):天敵で抑える, 現代農業, 第96巻6月号, p.102~111.
- 4) 平成26~30年度農林水産省委託プロジェクト研究「ゲノム情報等を活用した薬剤抵抗性管理技術の開発」コンソーシアム(編)(2019):薬剤抵抗性農業害虫管理のためのガイドライン案, 農研機構, つくば, 232 pp.
- 5) 本多健一郎(2000):多型性, アブラムシの生物学, 東京大学出版会, 東京, p.251~275.
- 6) 柿元一樹ら(2016):九州病虫研報 61:49~56.
- 7) 岸 関平・我孫子和雄(2003):野菜病害の見分け方一診断と防除のコツ, 全国農村教育協会, 東京, 364 pp.
- 8) 松本嘉幸(2008):アブラムシ入門図鑑, 全国農村教育協会, 東京, 239 pp.
- 9) 長坂幸吉・大矢慎吾(2003):植物防疫 57:505~509.
- 10) 日本植物病理学会植物ウイルス分類委員会(2014):日本に発生する植物ウイルス・ウイロイド(2014)(https://www.ppsj.org/pdf/mokuroku-viroid_2014.pdf)
- 11) 西 和文ら(2004):ビニールと農園芸 228:7~12.
- 12) 農研機構遺伝資源センター(2019):日本植物病名データベース(https://www.gene.affrc.go.jp/databases-micro_pl_diseases.php)
- 13) 太田 泉・大泰司 誠(2002):応動昆 46:259~261.
- 14) ———・武田光能(2014):同上 58:303~312.
- 15) 四方英四郎(1988):媒介生物, 改訂版 新編植物ウイルス学, 養賢堂, 東京, p.180~218.
- 16) 白井祥平(2005 a):全国昆虫類地方名検索辞典【北日本編】, 生物情報社, 千葉, p.66~68.
- 17) ———(2005 b):全国昆虫類地方名検索辞典【南日本編】, 生物情報社, 千葉, p.68~70.
- 18) 高橋 滋(2008):野菜のアブラムシ類, 植物防疫特別増刊号(No.11)アブラムシ類の見分け方, 日本植物防疫協会, 東京, p.14~20.
- 19) 武田光能(2018):植物防疫 72:531~541.
- 20) 谷口達雄(1995):アブラムシ おもしろ生態とかしこい防ぎ方, 農文協, 東京, 106 pp.
- 21) 土田 聡・平田晃一(2019):植物防疫 73:印刷中.

植物
防疫
講座

農薬編-19
幼若ホルモン類似剤

住友化学株式会社 おお 橋 かず のり
大 橋 和 典

はじめに

幼若ホルモン (Juvenile hormone : JH) は、昆虫体内において様々な生理調節機構に関与するホルモンである (図-1)。幼虫期においてアラタ体から分泌される JH は、前胸腺から分泌される脱皮ホルモン (エクジステロイド) とともに脱皮や変態を支配している。幼虫体内に JH が存在する状態で脱皮ホルモンが分泌されると幼虫から幼虫への脱皮が起こり、JH が消失した状態で脱皮ホルモンが分泌されると蛹や成虫への変態が起こる。JH は成虫期にも再び現れ、卵巣発育や生殖休眠等も制御している。JH 様の生理活性を持つ天然物や合成物は、幼若ホルモン類縁体 (Juvenile hormone analog, JHA) あるいは

はジュベノイド (Juvenoid) と呼ばれ、一部の化合物は昆虫成長制御剤 (Insect growth regulator, IGR) として実用化されている。本稿では、IRAC (Insecticide Resistance Action Committee) の作用機構分類でグループ7に分類される幼若ホルモン類似剤 (Juvenile hormone mimics, JHM ; 表-1) について概説する。

I 開発の経緯

JH は 1930 年代に昆虫の変態を阻害する因子として発見された。その化学構造は 1967 年にはじめて解明され、現在までに少なくとも 8 種の JH が同定されている (SHINODA, 2016)。JH の化学構造が同定される以前から、ある種の天然化合物が JH 様の活性を有することが知られていた。例としてチャイロコメノゴミムシダマシ (ミールワーム) の糞に含まれるファルネソールやファルネサル (図-2) は、吸血性のオオサシガメの変態を阻止し、バルサムモミから作られたペーパータオルに含まれるジュバビオン (図-2) は、ホシカメムシ科の昆虫に対して過剰脱皮を誘導した。このように幼虫期に JH や JH 類縁体を与えると、過剰脱皮や変態異常、蛹死等の致命的な影響を与えることから、JH を殺虫剤に応用しようとする研究が行われるようになった。しかし、天然から見いだされた JH 類縁体の多くは、活性の低さや化学的な不安定性等の問題により、殺虫剤としての実用化には至らなかった。

1970 年代に JH の化学構造が同定されたことをきっかけ

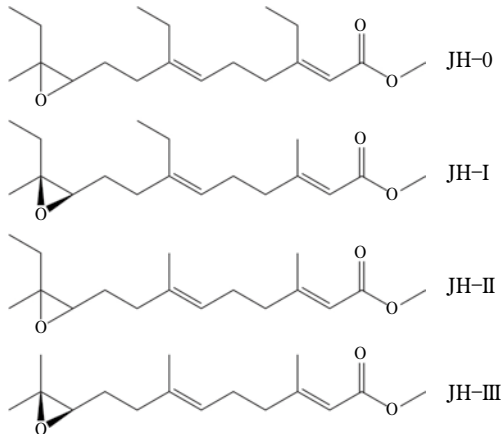


図-1 幼若ホルモンの化学構造

表-1 IRAC 殺虫剤作用機構分類 (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
7 幼若ホルモン類似剤	7A 幼若ホルモン類縁体	メトブレン ヒドロブレン キノブレン		生育および発達
	7B フェノキシカルブ	フェノキシカルブ		
	7C ピリプロキシフェン	ピリプロキシフェン	ラノー, プルート	

A Review of Juvenile Hormone Mimics as Insecticides. By Kazunori OHASHI

(キーワード: 昆虫成長制御剤, 羽化阻害, 不妊化, 次世代抑制, ピリプロキシフェン, メトブレン)

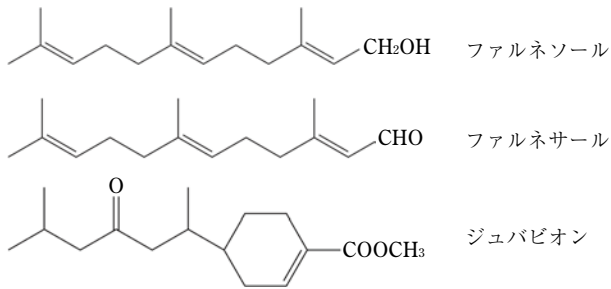


図-2 天然のJH類縁対の例

けにJH類縁体の合成研究が行われ、メトプレン、ヒドロプレン、キノプレン(図-3)が実用化されるに至った。メトプレンは衛生害虫、農業害虫、貯穀害虫、森林害虫に幅広くJH様活性を示し、1975年に米国で初めて登録され、カ、ハエ、ノミ等の衛生害虫の防除に適用されている。ヒドロプレンはゴキブリ類などの不完全変態の昆虫に対して特に高い羽化阻害効果を示すことから、衛生害虫用途で使用されている。キノプレンは施設内のアブラムシやコナジラミ類の防除剤として利用されている。初期に開発されたメトプレンやヒドロプレンが衛生害虫に限定して用いられたのは、光安定性が著しく低く農業分野にまで適用できなかったためである。本来、JHはホルモンとして不要になると虫体内で速やかに分解されねばならないため、化学的に極めて不安定である。一方、不安定なテルペノイド構造を4-フェノキシフェニル基に置換したフェノキシカルブ(図-3)は光安定性を高めることに成功した初めてのJH類似剤である。本剤はカンキツやブドウのチョウ目昆虫に適用されており、変態阻害作用と殺卵効果を示す。一方、住友化学はオキシムエーテル型化合物がハスモンヨトウの幼虫に体色変化を引き起こすことに気づき、これが高いJH様活性を持つことを発見した(OHSUMI et al., 1985)。その後の構造最適化によって、活性および安定性が非常に高いピリジルエーテル型化合物のピリプロキシフェン(図-3)が見いだされた(波多腰ら, 2003)。ピリプロキシフェンはJHと著しく異なる化学構造を持ちながら、メトプレンなどのテルペン系化合物と比較してカやハエの幼虫に対してより高いJH様活性を有している(HATAKOSHI et al., 1987)(表-2)。さらに、光に対する高い安定性を持つことから農業用途にも適用が可能となり、国外では1988年に、国内では衛生害虫用途で1989年に、農業害虫用途では1995年にそれぞれ初めて登録された。

II 作用機構

昆虫が脱皮や変態を繰り返しながら卵から成虫へ発育する過程で体内からJHが消失する期間がある。例えば、

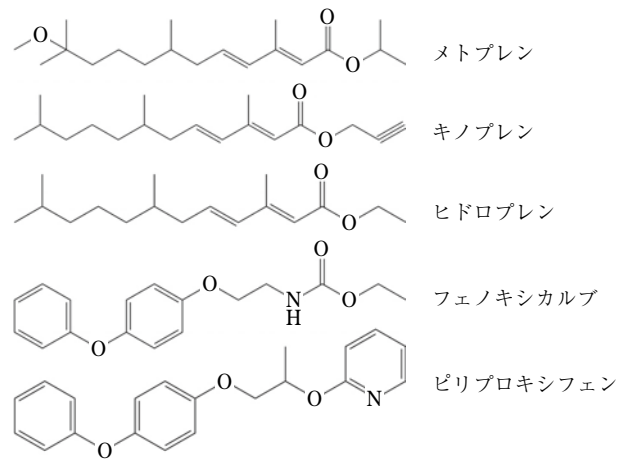


図-3 幼若ホルモン類似剤の化学構造

表-2 幼若ホルモン類似剤のカ、ハエに対する羽化阻害活性(LC50値)(HATAKOSHI et al., 1987)

化合物	アカイエカ (ppb)	イエバエ (μg/g)
メトプレン	0.013	0.45
ピリプロキシフェン	0.0046	0.0091

チョウ目昆虫では卵の初期、終齢幼虫の中・後期および、蛹の時期にJHが消失することが知られている。JHが存在する時期にJH類似剤を処理しても何ら作用を示さないが、JHが消失する時期にJH類似剤を処理することで①卵ふ化の抑制(殺卵)、②変態の抑制(過剰脱皮や幼虫死)、③成虫羽化の抑制(蛹死や羽化不全)、④成虫における生殖の阻害(不妊化)等が誘導される。例えば、ネッタイシマカでは吸血後6~36時間後にJHエステラーゼ活性が上昇し、JHレベルが減少する。これが正常な卵巣発育に必要であるが、この時期にJHを投与すると卵のふ化率が著しく減少する。しかし、JH類縁体もたらす作用機構は昆虫種や発育段階によって多様であり、詳しい致死メカニズムは明らかになっていないことが多い。

III 薬剤の特性

1 効果発現の特性

JH類似剤は、昆虫体内に取り込まれて特定の発育ステージに達して効果が発現するまでに時間を要するため、有機リン剤やカーバメート剤、ピレスロイド剤、ネオニコチノイド剤等に比べて即効面で劣る。また、薬剤に感受性の高い時期も特定のステージに限られるため、高い効果を得るためには適切な処理時期を選定することが重要となる。植物体内への浸透移行性はほとんどなく、植物体上に付着した有効成分が経口的または経皮的に虫

体に取り込まれる。昆虫への皮膚浸透性は一般に高い。

2 農業用途

ピリプロキシフェンは、ブラジルのダイズ栽培および世界各地のワタ栽培で問題になるコナジラミ類や、北米、南欧の果樹園に発生するカイガラムシ類に対する防除剤として世界各国で登録販売されている。コナジラミ類に対して本剤は羽化阻害効果や雌成虫に対する不妊化効果、卵に対するふ化阻害効果を有しているため (ISHAAYA and HOROWITZ, 1992)、害虫が多発してから散布していた従来の薬剤とは異なり、害虫の発生初期に散布することで高い予防的効果を得ることができる。カイガラムシ類においても、従来の薬剤散布はふ化直後の歩行幼虫（クローラー）の出現時期に限定されていたが、基礎活性と残効性に優れた本剤ではクローラー出現前に散布を前倒しすることができ、従来の薬剤よりも散布適期を広く設定できるようになった。

日本国内で問題となるチャのクワシロカイガラムシは茶樹の枝に寄生して吸汁加害し、多発すると最悪の場合には茶樹が枯死する重篤な被害をもたらす害虫である。従来の薬剤による防除適期は、年間3~4世代発生するそれぞれのふ化時期に限られていたが、ピリプロキシフェンを1~3月に1回散布することで、散布当年の第2~3世代まで密度を抑制することができるようになった。成虫は本剤の直接的な影響を受けないが、散布後にふ化してくる幼虫が有効成分と接触することにより、初齢から2齢への変態時に生育が停止して死に至る (諫山・津田, 2008)。さらに、本剤は天敵類への影響が少ないことから、天敵類による密度抑制効果も加わっていると推察されている。JH類似剤はカイコへの影響が強く、養蚕業に配慮が必要な国内ではチャを除いて屋外散布はほとんど行われていない。チャへのピリプロキシフェン散布においてはドリフトを軽減したマイクロカプセル剤が使用され、クワの葉が展葉していない冬期に行われている。

国内の施設栽培に発生するコナジラミ類では、成虫が黄色に誘引される行動を利用し、ピリプロキシフェンを含有する黄色プラスチックテープ剤が実用化されている。作物の近傍にテープ剤を横断幕状に張り渡すか、短冊状に吊り下げることにより、コナジラミ雌成虫を誘引して不妊化するほか (NAKAMURA et al., 1994)、成虫に付着したごくわずかな有効成分が健全卵に接触することでも卵のふ化を阻害する (中村ら, 2007)。コナジラミ類のように増殖率が高く、短期間で世代を何度も繰り返す害虫においては、このような次世代抑制効果が重要となる。また、本剤はセイヨウオオマルハナバチに影響

を及ぼさないことから、送粉昆虫と組合せて使用することも可能である。本剤を定植時に設置するだけで6か月程度の防除効果が期待できるため、従来の散布剤に比べて防除作業が大幅に省力化されている。

ピリプロキシフェンはミナミキイロアザミウマにも効果があり、幼虫の変態を阻害することで密度を抑制する。一方、アザミウマの天敵であるハナカメムシ類には影響せず、ナスにおける総合的病害虫防除 (IPM) の好例となっている (NAGAI, 1990)。

3 公衆衛生用途

ピリプロキシフェンは衛生害虫にも高い効果を示す。ノミ類には特に活性が高く、幼虫の羽化を阻害し、卵や成虫に対しても致死作用を示す (MEOLA et al., 1996)。イエバエやサシバエに対しては変態阻害作用によって防除効果を発揮する。畜舎などの幼虫発生源にピリプロキシフェン剤を散布しておくこと、イエバエ幼虫は経口や経皮によって有効成分を取り込み、成虫への羽化が阻害される (KAWADA et al., 1987)。

ピリプロキシフェンやメトプレンは、カの幼虫に対して高い羽化阻害効果を示す一方、哺乳類に対する安全性が高いことから、感染症を媒介するカの発生源対策 (ベクターコントロール) にとりわけ重要である。カの幼虫は蛹化前後に感受期があり (KONO et al., 1997)、一見正常に見える蛹に変態するが、高薬量では蛹期に致死し、低薬量では多くの個体が羽化途中に致死する。実用場面では、カの幼虫は有効成分が吸着した有機物を摂食することでも JH 様活性を発現する。水中に溶出したピリプロキシフェンは微生物によって容易に分解されてしまう一方で、有機物によく吸着し、これが残効性に寄与していることが確かめられている (OHASHI, 2017)。デング熱がまん延している熱帯地域では生活用水を貯める貯水容器が媒介蚊の幼虫発生源になっているが、ピリプロキシフェンは貯水容器に処理することが世界保健機関 (WHO) により認められている薬剤の一つである。

JH 類縁体はカの成虫に対して不妊化剤として作用し (PATTERSON, 1971)、メトプレンやピリプロキシフェンはネッタシマカヤガンビエハマダラカの産卵数やふ化率の低下をもたらすことが知られている (ITO et al., 1994; BAI et al., 2010)。この不妊化効果は不可逆的であり、一度曝露すると二回目以降の吸血・産卵サイクルでも産卵数は回復しない (OHASHI et al., 2012)。このような効果はマラリアを媒介するハマダラカ属で特に高いことから、新たなマラリア防除ツールとしての利用が検討されている (KAWADA et al., 2014; TONO et al., 2018)。

社会生活を営むアリ類に対しては、ベイト (餌) に混

ぜた運動性の殺虫剤を働きアリにコロニーまで運搬させて駆除する方法が採られている。ピリプロキシフェンを用いたベイト剤は働きアリへの直接的な致死効果がないため、コロニー内の幼虫の成虫化を阻止したり、女王アリに対して産卵を抑制したりすることにより、数週間をかけて徐々にコロニーを駆逐する (BANKS and LOFGREN, 1991)。しかし、巨大コロニーを形成するアルゼンチンアリやヒアリ等では、一部の働きアリが駆除されるだけで根本的な対策にはならなかった。

IV 抵抗性の現状

農業害虫におけるピリプロキシフェン抵抗性はイスラエルのタバコナジラミで初めて発見され (HOROWITZ and ISHAAYA, 1994), その後米国やスペインでも報告された。タバコナジラミにはいくつかのバイオタイプが存在するが、バイオタイプ Q はバイオタイプ B に比べてピリプロキシフェンへの感受性が低いことが知られている (HOROWITZ et al., 2003)。2004 年に国内で発生が確認されたバイオタイプ Q は国内に侵入した時点でピリプロキシフェンへの抵抗性を有していたと考えられるが、その抵抗性メカニズムは不明である。オンシツコナジラミでもピリプロキシフェンに対する低感受性の報告があり、その要因としてシトクロム P450 (CYP4G61) による解毒代謝が関与していると考えられている (KARATOLOS et al., 2012)。一方で、ピリプロキシフェンの使用を中止すると感受性が回復したり、感受性の高い他のバイオタイプに置き換わったりすることが知られている (HOROWITZ et al., 2005)。

国内のミナミキイロアザミウマもピリプロキシフェンに対して感受性が低下しているほか (西ら, 2013), 中国のミカンキイロアザミウマで 2~128 倍の抵抗性が報告されている (WANG et al., 2016)。また、パキスタンのクロテンカイガラムシでは 12~29 倍の抵抗性が見つかっている (SADDIQ et al., 2015),

公衆衛生分野における JH 類似剤に対する抵抗性の報告は多くない。米国カリフォルニア州におけるヤブカの一種 *Ochlerotatus nigromaculis* はメトプレンに対して高い抵抗性が発達し、防除に失敗した数少ない例である (CORNEL et al., 2002)。また、デンマークのイエバエや、マレーシアのネッタイシマカではメトプレンに対して感受性が低下した野外集団が見つかっている。しかし、ピリプロキシフェンではカの幼虫に抵抗性が発達した例はほとんどなく、感受性が低下したチカイエカのコロニーが発見された例があるにすぎない (KASAI et al., 2007)。

カの幼虫におけるピリプロキシフェン感受性は他剤の抵抗性と交差せず、興味深いことにメトプレン抵抗性とも交差しなかった (Lau et al., 2015)。しかしながら、同一殺虫剤の連用はいずれ抵抗性を発達させるリスクがあることから、カの発生源対策においても薬剤ローテーションの徹底が望まれる。

おわりに

JH 類似剤は選択性が高く、天敵に作用しにくい長所がある。そのため、環境保全型の害虫防除や IPM に適しているといえる。ピリプロキシフェンは農業分野においていまだ世界の様々な作物で使用されており、食糧生産を支える重要な防除資材であるほか、公衆衛生分野でも多くの研究者に注目され、新たな利用方法が研究され続けているユニークな薬剤である。本稿が JH 類似剤の特異な作用特性を理解する一助となり、新たな利用方法の開発のきっかけとなれば幸いである。

引用文献

- 1) BAI, H. et al. (2010): *Pest Manag. Sci.* **66**: 936~943.
- 2) BANKS, W. A. and C. S. LOFGREN (1991): *J. Entomol. Sci.* **26**: 331~338.
- 3) CORNEL, A. J. et al. (2002): *Pest Manag. Sci.* **58**: 791~798.
- 4) HATAKOSHI, M. et al. (1987): *Jpn. J. Sanit. Zool.* **38**: 271~274.
- 5) 波多腰 信ら (2003): *日本農芸化学会誌* **77**: 730~735.
- 6) HOROWITZ, A. R. and I. ISHAAYA (1994): *J. Econ. Entomol.* **87**: 866~871.
- 7) ——— et al. (2003): *Phytoparasitica* **31**: 94~98.
- 8) ——— et al. (2005): *Arch. Insect Biochem. Physiol.* **58**: 216~225.
- 9) 諫山真二・津田尚己 (2008): *住友化学* **2008-II**: 4~13.
- 10) ISHAAYA, I. and A. HOROWITZ (1992): *J. Econ. Entomol.* **85**: 2113~2117.
- 11) ITOH, T. et al. (1994): *J. Am. Mosq. Control Assoc.* **10**: 344~347.
- 12) KARATOLOS, N. et al. (2012): *PLoS One* **7**: e31077.
- 13) KASAI, S. et al. (2007): *J. Med. Entomol.* **44**: 822~829.
- 14) KAWADA, H. et al. (1987): *Jpn. J. Sanit. Zool.* **38**: 317~322.
- 15) ——— et al. (2014): *PLoS One* **9**: e111195.
- 16) KONO, Y. et al. (1997): *Med. Entomol. Zool.* **48**: 85~89.
- 17) LAU, K. W. et al. (2015): *J. Med. Entomol.* **52**: 199~206.
- 18) MEOLA, R. et al. (1996): *ibid.* **33**: 670~679.
- 19) NAGAI, K. (1990): *Appl. Entomol. Zool.* **25**: 199~204.
- 20) 中村知史ら (2007): *日本応用動物昆虫学会誌* **51**: 58~59.
- 21) NAKAMURA, S. et al. (1994): *Appl. Entomol. Zool.* **29**: 454~456.
- 22) 西 優輔ら (2013): *九病虫研会報* **59**: 81~85.
- 23) OHASHI, K. et al. (2012): *J. Med. Entomol.* **49**: 1052~1058.
- 24) ——— (2017): *Med. Entomol. Zool.* **68**: 127~135.
- 25) OHSUMI, T. et al. (1985): *Agric. Biol. Chem.* **49**: 3197~3202.
- 26) PATTERSON, J. W. (1971): *Nature New Biol.* **233**: 176~177.
- 27) SADDIQ, B. et al. (2015): *Crop Prot.* **74**: 24~29.
- 28) SHINODA, T. (2016): *Handbook of Hormones, 1st Edition Comparative Endocrinology for Basic and Clinical Research*, Academic Press, Oxford, p.564~565.
- 29) TONO, A. B. et al. (2018): *Lancet* **392**: 569~580.
- 30) WANG, Z. H. et al. (2016): *Pest Manag. Sci.* **72**: 1440~1444.

新農薬の紹介

新規殺虫剤フルキサメタミドの特長

日産化学株式会社 あんどう 安藤 まさのり 公則・はるやま 春山 ひろし 裕史

はじめに

フルキサメタミド (fluxametamide) は日産化学株式会社によって創製されたイソオキサゾリン系の新規殺虫剤である。作用機作は既存農薬と異なり、IRAC のコード表では新規のグループ 30 に分類されている。本剤は、2019 年 5 月 15 日より日本で『グレースシア® 乳剤』として販売が開始された。

本剤の研究は、当時の農薬市場および今後参入が予想される新剤の性能から、『新規作用性、汎用性』をキーワードに開始された。そのような研究の中から、特徴的なイソオキサゾリン骨格を有する化合物群がコナガに対し、既存剤とは異なる症状を引き起こすことを見いだした。その後、数多くの化合物の合成が行われ、それら化合物群の中から、効果、殺虫スペクトル、安全性、環境影響等を検討しながら、開発化合物としてフルキサメタミドを選抜した。

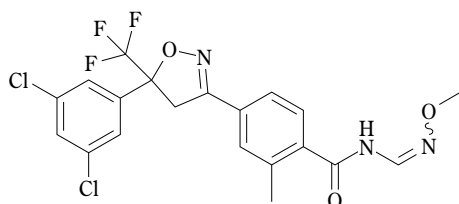
本剤は、近年既存剤に対する低感受性で問題となっているコナガなどのチョウ目害虫、そして有効薬剤の少ない難防除害虫であるアザミウマ類に対して高い効果を示す。さらに、ハエ目、ダニ目、コウチュウ目、および一部カメシ目等の広範囲な害虫種に対しても実用的な効果を示す。以下に本剤の特長を紹介する。

I 物理化学的性状と安全性情報

一般名 (ISO) : フルキサメタミド (fluxametamide)

化学名 (IUPAC 和名) : 4-[(5*RS*)-5-(3,5-ジクロロフェニル)-4,5-ジヒドロ-5-(トリフルオロメチル)-1,2-オキサゾール-3-イル]-*N*-[(*EZ*)-(メトキシイミノ)メチル]-*o*-トルアミド

化学構造式 :



CAS 登録番号 : 928783-29-3

分子式 : $C_{20}H_{16}Cl_2F_3N_3O_3$

分子量 : 474.26

水溶解度 : $5.4 \times 10^{-5} \text{ g/l}$ (20°C)

分配係数 : $\log_{10} P_{ow} = 5.0$

商品名 : グレースシア乳剤

(フルキサメタミド 10.0%)

農林水産省登録 : 第 24185 号

試験名 : NC-515 乳剤

種類名 : フルキサメタミド乳剤



グレースシア乳剤の安全性情報を表-1 に示す。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) である。有用昆虫であるミツバチ、マルハナバチへの影響は小さく、両種とも翌日の導入が可能である。一方、カブリダニなど天敵昆虫に対する影響は強い。したがって、これらを導入している地域では天敵に影響しても問題とならない収穫終期などでの使用を推奨する。

II フルキサメタミドの作用機作

本剤は、昆虫神経細胞上の GABA 受容体に結合しシナプス後膜への Cl^- イオンの流入を阻害することで、特徴的な収縮症状を伴う激しい興奮を誘導し昆虫を死に至

表-1 グレースシア乳剤の安全性情報

人畜への安全性			
急性毒性	経口	LD ₅₀ 雌	300-2,000 mg/kg
	経皮	LD ₅₀ 雌雄	> 2,000 mg/kg
環境に対する安全性 (急性毒性)			
コイ	LC ₅₀ = 28 mg/l		
オオミジンコ	EC ₅₀ = 0.092 mg/l		
緑藻	ErC ₅₀ = 11 mg/l		
有用昆虫への影響			
ミツバチ	翌日の導入が可能		
マルハナバチ	翌日の導入が可能		

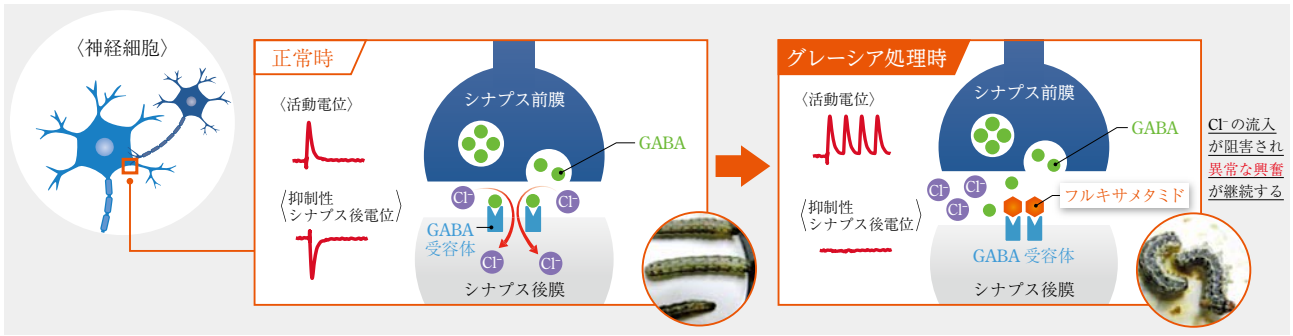


図-1 フルキサメタミドの作用機作

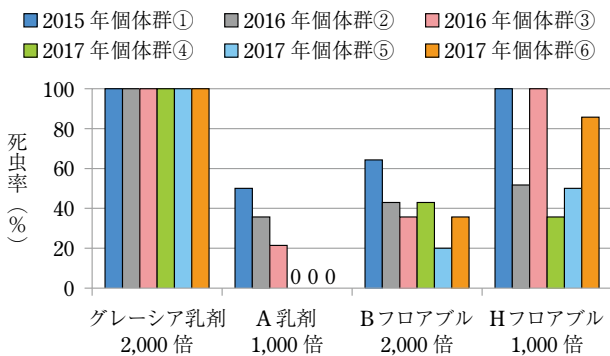


図-2 野外系統のコナガ3齢幼虫に対する殺虫効果
キャベツ葉片浸漬法、処理6日後調査（日産化学(株) 生物科学研究所（2015～17年））。

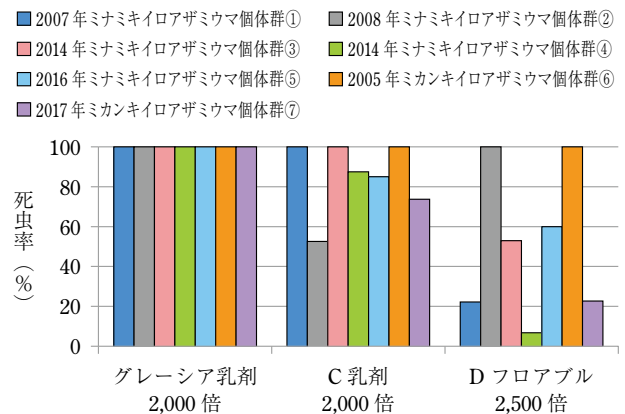


図-3 野外系統のアザミウマ類成虫に対する効果
直接散布法、処理3日後調査（日産化学(株) 生物科学研究所（2005～17年））。

らしめる GABA 作動性塩化物イオン（塩素イオン）(Cl⁻) チャネルアロステリックモジュレーターである（神経作用）（図-1）。

また、既存殺虫剤とは異なる作用性を有することにより、既存殺虫剤に対し感受性の低い害虫種に対しても高い効果を示す（図-2, 3）。

III グレーシア乳剤の作用特性

1 速く効く（作用速度）

グレーシア乳剤のハスモンヨトウの3齢幼虫に対する作用速度を図-4に示す。本剤は、処理3時間後から苦悶死虫率が100%と非常に速い効果発現を示した。また、処理24時間後のキャベツ葉片に対する食害も少なく、作物を害虫の食害から速やかに保護できるものと考えられる。

2 幅広い害虫に効く（殺虫スペクトル）

グレーシア乳剤の登録内容を表-2に示す。本剤は、既に25種類の作物で登録を取得しており、幅広い作物で使用可能である。また、本剤は各作物に寄生するチョウ目、アザミウマ目、ダニ目、ハエ目、コウチュウ目、

一部ハチ目（カブラハバチ）、一部カメムシ目（コナジラミ類）と広範囲の害虫種に対し実用的な効果を示す。今後、さらなる害虫種および作物への適用拡大を予定している。

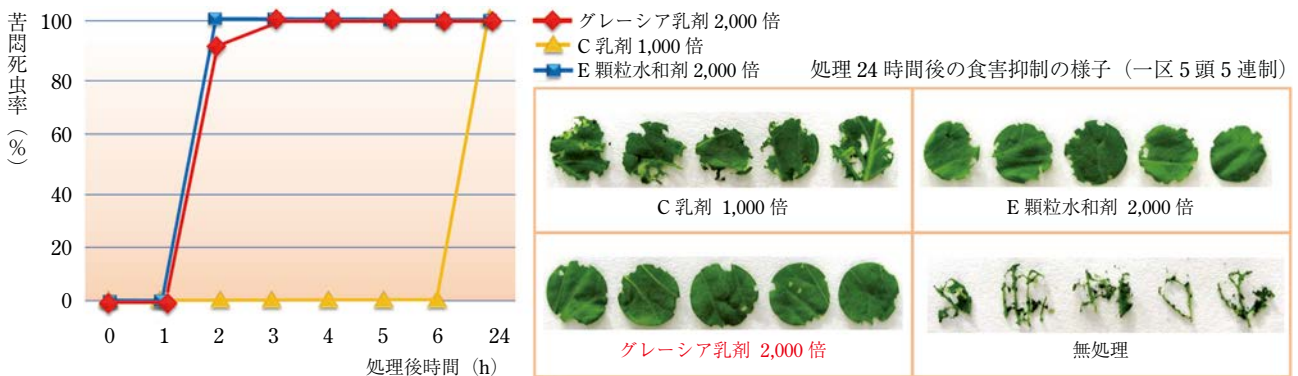
3 長く効く（残効性）

グレーシア乳剤のキュウリに寄生するミナミキイロアザミウマに対する残効性試験の結果を図-5に示す。本剤は、散布2日後から大幅にミナミキイロアザミウマの寄生虫数を減少させ、無処理区が14日後に3,280頭になる甚発条件においても、散布14日後の寄生虫数が20頭と非常に高い効果と残効性を示した。

4 葉裏への移行性（浸達性）

ミナミキイロアザミウマに対するキュウリ苗を用いた浸達性試験の結果を図-6に示す。本試験は、葉表に薬剤を散布し、散布1日後に薬剤のかかっていない葉裏にアザミウマの成虫を放虫して薬剤の浸達性を評価した。本剤は、薬剤のかかっていない葉裏において、実用の1/10の濃度でも90%以上の苦悶死虫率を示し、非常に高い浸達性が確認された。したがって、実場面では薬剤のかかり難い葉裏に寄生する害虫種に対しても比較的安

キャベツ葉片浸漬法（ハスモンヨトウ 3 齢幼虫）



2017 年 日産化学(株) 生物科学研究所

図-4 ハスモンヨトウの 3 齢幼虫に対する作用速度と処理 24 時間後のキャベツ葉片への食害の様子

表-2 グレーシア乳剤の登録内容（2019 年 1 月 22 日現在）

作物名	適用害虫名	希釈倍数	使用液量 (/10 a)	使用時期	総使用回数	使用方法					
さといも	ハスモンヨトウ	2,000~3,000 倍	100~300 l	収穫 7 日前まで	2 回以内	散布					
かんしょ	ナカジロシタバ										
だいこん	コナガ, ハイマダラノメイガ, カブラハバチ, キスジノミハムシ										
はくさい	ハスモンヨトウ										
キャベツ	コナガ, アオムシ, ウワバ類, ヨトウムシ, ハスモンヨトウ, オオタバコガ, ネギアザミウマ										
カリフラワー	コナガ, アオムシ										
ブロッコリー	コナガ, アオムシ, ヨトウムシ										
レタス, 非結球レタス	ナモグリバエ						収穫 3 日前まで				
たまねぎ	ネギアザミウマ						収穫 7 日前まで				
ねぎ	ネギコガ, ネギハモグリバエ, ネギアザミウマ										
トマト, ミニトマト	ハスモンヨトウ, コナジラミ類, トマトハモグリバエ	2,000 倍	100~300 l	収穫前日まで	2 回以内	散布					
ピーマン	オオタバコガ										
なす	コナジラミ類, アザミウマ類, ハダニ類, チャノホコリダニ										
きゅうり	アザミウマ類, ハスモンヨトウ, ウリノメイガ, トマトハモグリバエ, ハダニ類										
すいか	アザミウマ類, コナジラミ類, ハダニ類										
メロン	アザミウマ類, コナジラミ類, ウリノメイガ, ハダニ類										
だいず	マメシンクイガ, ハスモンヨトウ						収穫 14 日前まで				
豆類 (未成熟, ただし, えだまめ, さやえんどうを除く)	ハスモンヨトウ						2,000~3,000 倍	100~300 l	収穫前日まで	2 回以内	散布
さやえんどう	ハスモンヨトウ, ナモグリバエ										
えだまめ	マメシンクイガ, ハスモンヨトウ										
いちご	アザミウマ類, ハスモンヨトウ, ハダニ類										
茶	チャノコカクモンハマキ, ヨモギエダシヤク, チャノホソガ, チャトゲコナジラミ	2,000 倍	200~400 l	摘採 14 日前まで	1 回	散布					
	サビダニ類, チャノホコリダニ	2,000~3,000 倍									
きく	ハスモンヨトウ, ナミハダニ	2,000 倍	100~300 l	発生初期	2 回以内	散布					

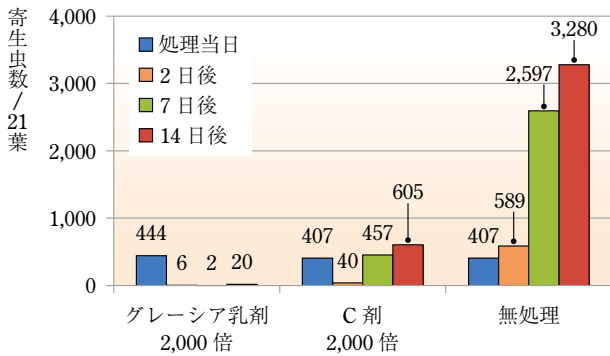


図-5 ミナミキイロアザミウマに対する効果の残効性
 実施機関：(一社)九州病害虫防除推進協議会。
 作物：キュウリ 供試虫：ミナミキイロアザミウマ成幼虫。
 処理方法：肩掛け噴霧器を用いて散布。展着剤無加用。
 散布量：300 l/10 a 連制：一区7株3連。
 調査方法：3葉/株に寄生する成幼虫数を全株調査。

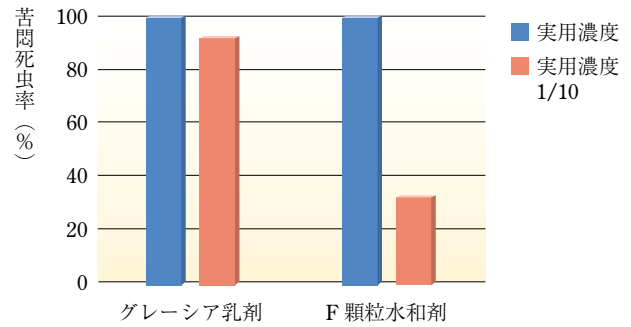


図-6 グレイシア乳剤のキュウリ苗を用いた浸達性試験
 実施機関：日産化学(株) 生物科学研究所。
 作物：キュウリ 供試虫：ミナミキイロアザミウマ成虫。
 処理方法：所定濃度に希釈した薬液をキュウリの葉表のみに散布。
 調査方法：散布1日後、葉裏にミナミキイロアザミウマ成虫を接種し、正常・異常・死亡虫数を調査し苦悶死虫率を算出。

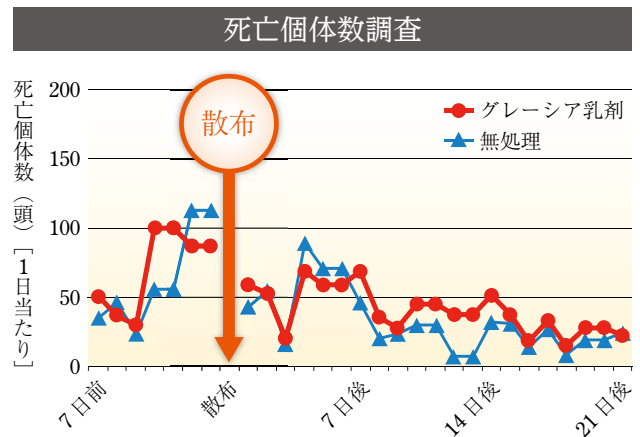
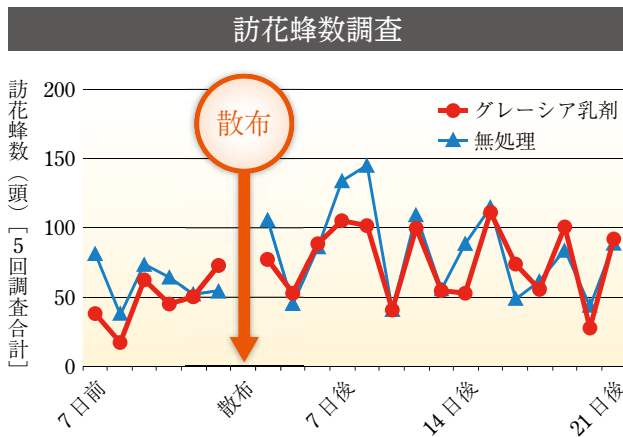


図-7 グレイシア乳剤のセイヨウミツバチに対する影響試験 (訪花虫数, 死亡個体数)
 実施機関：2014年 日本植物防疫協会 茨城研究所。
 散布水量：170 l/10 a 供試虫：セイヨウミツバチ。
 作物：イチゴ 希釈倍数：グレイシア乳剤 2,000倍。
 蜂群管理：散布翌日再導入。

定な効果を示すと考えられる。

5 訪花昆虫への安全性

訪花昆虫であるセイヨウミツバチへの本剤の影響について図-7に示す。試験期間中の訪花蜂数，死亡個体数ともに本剤を処理した後も無処理と同程度の挙動を示し，また，巣内の異常なども観察されなかったことから，セイヨウミツバチに対する影響はほとんどないものと考えられる。これはセイヨウオオマルハナバチにおいても同様であり，セイヨウミツバチ，セイヨウオオマルハナバチともに巣箱を翌日に導入することが可能である。

おわりに

グレイシア乳剤は新規の作用性を有し，低感受性害虫に対しても高い効果を示す。同時に，幅広い害虫にも実用的な効果を示すことから，ローテーション散布の一剤として汎用性の高い薬剤であるといえる。また，上述した効果的な特長，および訪花昆虫への安全性も高いことから，様々な場面で安心してご使用いただける薬剤である。ただし，天敵には強い影響があるので注意してご使用いただきたい。

研究室紹介

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 果樹茶業研究部門 生産・流通研究領域 虫害ユニット

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 果樹茶業研究部門 生産・流通研究領域（以降果樹茶部門つくば）は茨城県つくば市の農研機構などの農業系研究機関が集まっている農林団地の中心から北にやや離れた場所にあります。果樹茶部門つくばではナシ、モモ、クリ等の落葉果樹にかかわる研究をしています。生産・流通研究領域には、虫害ユニットのほかに、栽培生理ユニット、園地環境ユニット、流通利用・機能性ユニット、病害ユニットが配置されています。虫害ユニットには5名の研究員と5名の契約職員が所属し、落葉果樹を中心に害虫の発生生態の解明と防除、天敵等有用昆虫の活用、害虫の習性を利用した防除技術等の開発、また、青果物の輸出入検疫時に混入する害虫の同定や混入リスクを低減する技術の開発等を行っています。以下、当該ユニットで実施している主な研究内容を紹介します。

天敵を利用したハダニ類防除技術の開発：感受性低下が問題となっている殺ダニ剤に代わる果樹ハダニ管理技術として、産学官連携の下、土着天敵とカブリダニ製剤を活用した防除体系を確立しました。この成果はマニュアルとして農研機構ホームページで公開されています。今後は果樹における天敵製剤の効率的な利用法の開発や、ハダニ防除が難しい施設栽培や根域制限栽培等での適用技術の開発を目指し、ハダニの初発動態、放飼した天敵の動態、ハダニ防除困難環境下における天敵利用条件の解明を進める予定です。

侵入害虫クビアカツヤカミキリの防除対策：2018年に特定外来生物に指定されたクビアカツヤカミキリ（図-1）は中国大陸原産で、国内では2011年に埼玉県で初めて成虫が採集されました。その後、発生地が拡大し、サクラでの被害が大きく報道されるようになるとともにモモやウメ、スモモ等での被害が拡大しています。当ユニットでは、イノベーション創出強化研究推進事業「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」に参画し、防除技術を確立するために、まず、バラ科を中心とした果樹の樹種選好性を調査し樹種ごとの寄生リスクの解明に取り組んでいます。

花粉媒介昆虫の積極的利用：リンゴやナシ等の落葉果樹では人工授粉が行われていますが、生産者の高齢化や開花期の労力の集中による労働力不足、生産規模の拡大に伴い実施が困難な生産者や生産地域が増加しています。当ユニットでは、農林水産省委託「農業における昆虫等の積極的利活用技術の開発」プロジェクト「農業における花粉媒介昆虫等の積極的利活用技術の開発」に参画し、果樹類において訪花昆虫（図-2）をモニタリング・評価する手法を開発するとともに、公設試などと協力し果樹類における訪花昆虫とその活動実態の解明、さらにはそ



図-1 クビアカツヤカミキリ成虫



図-2 ナシの花に飛来したハナアブの一種

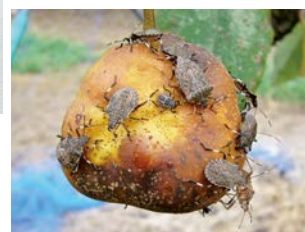


図-3 ナシを加害するクサギカメムシの幼虫と成虫

れらを積極的に利用する技術の開発に取り組んでいます。

輸出入検疫害虫に関する研究：輸出検疫に関する研究では、日本から輸出されるリンゴやモモ、ナシ等の生果実について相手国が侵入を警戒する重要有害動物としてモモシクイガが挙げられます。当ユニットでは農林水産省委託事業「我が国の輸出に有利な国際的検疫処理基準の確立、実証委託事業」を実施し、検疫措置のデータを蓄積し、国際基準として提案できる検疫処理技術を確立することを目的に、リンゴのモモシクイガの低温殺虫処理の効率化に取り組んでいます。一方、輸入検疫では、農林水産省委託プロジェクト研究「有害動植物の検出・同定技術の開発」に参画し、我が国の農業に影響を及ぼしうる国内未発生のアザミウマ類の侵入リスクの軽減を図るため、侵入リスクの高いアザミウマ種を中心に、形態による同定が困難な未成熟ステージでも識別可能な遺伝子診断技術を開発しています。また、その基盤となる遺伝的多型情報および生物学的特性に関する情報のデータベース化に取り組んでいます。

このほか、年次や地域変動が大きい果樹を加害するカメムシ類（図-3）の子察技術の改良を目的に長期発生予察データの解析に基づく発生予測の再検証やモニタリング手法の開発を進めています。また、マツ盆栽の輸出で警戒されているゴマダラカミキリがマツ盆栽に寄生する可能性の評価と、万が一寄生した場合に完全に防除可能な薬剤による防除体系の確立、畑作物の主要害虫ヤガ類が天敵であるコウモリの発する超音波を忌避する習性を利用して、コウモリの超音波の波長を模した合成超音波を人為的に発することでヤガ類の農地への飛来・侵入を阻害する技術の開発と実証にも取り組んでいます。

（ユニット長 三代浩二）

研究室紹介

徳島県立農林水産総合技術支援センター 資源環境研究課病害虫・鳥獣担当

徳島県立農林水産総合技術支援センターは、農林水産分野の研究・普及・教育の各機関が一体となった組織です。平成25年度に農業・果樹・森林林業の三つの研究所、普及組織の高度技術支援担当と農業大学校が名西郡石井町の1拠点に集約され、また三つの研究所は組織再編に伴い経営研究課、農産園芸研究課、資源環境研究課と改編されました。病害虫・鳥獣担当は資源環境研究課に属し、病害虫防除所を併設し現在研究職員（管理職除く）8名、現業職員2名と作業補助員（非常勤特別職）5名を合わせた体制となっております。主に県内で生産されるブランド品目を対象に、病害虫防除所業務として、病害虫発生予察事業、防除指導と農薬安全使用指導、試験研究業務として化学農薬に頼らない新たな防除技術の開発、輸出促進に向けた防除体系の構築、外来種に対する防除技術の開発と農薬の登録に向けた効果試験、さらに鳥獣害に関する試験研究のうち、県内東部に生息するサルの行動解析（シカとイノシシは他課・他担当が担当）に取り組んでいます。

以下に最近取り組んだ、あるいは取り組んでいる研究内容を紹介します。

ブランド品目のナシ（幸水、豊水）を対象に萎縮病の防除技術を確立するため、病原菌と考えられるチャアナタケモドキ子実体からの担子胞子の飛散消長や本種と近縁種子実体の発生時期を明らかにしました。また、ラッキョウを対象に主産地、鳴門市の大毛島で生産量と品質の低下を引き起こす原因となっている赤枯病とロビンネダニを解決するため、イチゴ苗の病害虫防除で開発された蒸熱処理装置を利用した防除技術の開発に取り組んでいます。

いちご生果実の台湾への輸出を促進するため、高濃度炭酸ガス、カブリダニ製剤と気門封鎖型薬剤等の利用によるIPM体系を生産現場で実践し、農薬の残留分析結果などを踏まえたうえで、構築した防除体系のマニュアルを策定しました。ユズやスタチを対象に輸出検疫で問題となるカンキツかいよう病のユズ果実に対する感受性を調査しました。また、生産現場で手間のかからない果実表面の殺菌技術の開発に取り組んでいます。

薬剤に対する耐性菌や抵抗性害虫対策として、生産現場で発生したキュウリ褐斑病菌、ナスすすかび病菌、ハ



PCR法による病害診断の様子

クビアカツヤカミキリのフェロモンによるモニタリング試験の様子

スモンヨトウ等の薬剤感受性検定を実施しているほか、微小害虫のアザミウマ類を対象に香川県農業試験場との共同により簡易検定キットを開発し、その実用化を目指しています。

外来種のクビアカツヤカミキリに対して、平成29年度よりクラウドファンディングによる支援金で撲滅に向けた研究や活動を実施し、加えて昨年度よりイノベーション創出強化促進研究事業（管理法人：農研機構生研支援センター）により、被害の甚大なモモを対象に防除技術の開発に取り組んでいます。また、ピワにおいて国内では本県で初めて確認されたピワキジラミに対しても、同事業により、主に薬剤による防除技術の開発に取り組んでいます。

新たな防除技術や発生予察技術を創出するため、農研機構や民間企業との共同によりLEDを利用した捕食性天敵タバコカスミカメの誘引・捕集装置の開発に取り組みました。現在もLEDを利用した数種害虫の防除技術の開発や徳島大学工学部との共同により画像解析を利用した微小害虫の自動識別・計数技術の実用化を目指して数年前より検討しております。

農薬の登録に向けた効果試験では、一般社団法人日本植物防疫協会が実施の新農薬実用化試験と地域特産物（マイナー作物）の農薬登録適用拡大試験に取り組んでいます。後者では、農薬残留分析を担当する食の安全担当と連携して、最近ではツルムラサキ、ナバナ、ラッキョウのほか薬用作物としてミシマサイコを対象に殺菌剤と殺虫剤の適用拡大に取り組まれました。

当担当では、今後も生産現場に密着し、様々な問題を解決するための試験研究を実施するとともに、大学、農研機構、民間企業との連携により新たな病害虫防除技術を創出するよう取り組んでいきたいと考えております。

（上席研究員 中野昭雄*）

〒779-3233 徳島県名西郡石井町石井字石井 1660

TEL 088-674-1954

*現所属：高度技術支援課

書評

植物病理学 第2版
大木 理 著
B5判, 180頁, 2,700円(税込)
東京化学同人(2019年発行)
(ISBN 978-4-8079-0958-2)



私が本書第1版に初めて出会ったのは発行されて間もないころである。当時の私は数年間植物病害の診断や防除の現場から離れ、管理業務に就いていた。そのため、植物病害防除の専門家として新知識が不足し、技術が錆びついているのではないかとの思いがあった。丁度そのころ、技術士試験の農業部門に植物保護が設定され、一念発起して受験しようと考え、準備を進めた。そのとき、目に止まったのが研究室の本棚にあった第1版であった。類書に比べてわかりやすく、読み易い。これなら限られた期間で読破できると読んで読み始め、過去問の答案作成に本書を参照した。その後、植物医師の認定試験の際にも大いに活用し、無事合格することができた。本書は、著者も述べているように前述の資格試験や国や都道府県採用試験の受験対策に優れた構成となっている。

私が重用した第1版から12年が経過し、この度第2版が刊行された。この間に、分子系統解析の進展により生物群の大分類が変更された。これを受け、第2版では植物病原体の学名が変更されている。また、登録農薬の情報も改められ、急速に進展する植物病理学の新しい研究成果も盛り込まれた。巻末の付録Aは、学生に最低限知っておいて欲しい植物の病名とその概要がまとめられている。付録B“英語キーワード”は、英語論文の用語を調べるために用意されており、本書を傍らに備えておけば、植物病理学関係の洋書や英語論文が読みやすい。植物病理学の全体を本書で包括的に把握し、実習や実験を進めることで植物の病気をより深く理解できる。

本書は第I部から第V部に分かれ、第I部から第IV部は、オーソドックスな植物病理学の解説である。第I部は、植物病理学の意義や役割、植物の病気と人間の歴史が世界的な視点から述べられており、植物病理学の重要性を知ることができる。第II部では、植物の病原、感染と発病、発生と流行について整理されている。このなかで使われている図はイラストで描かれ、実にわかり

やすい。例えば、コッホの原則による病原体同定の手順は、一目で理解できるし、記憶に残る。培地作製や病原菌の分離、接種方法は、実験書を読むよりも全体把握が容易である。感染と発病は、病原体の侵入方法や侵入のしくみがわかりやすく示され、病徴や伝染方法が表によって簡潔に整理されている。

第III部では、植物の伝染病と生理病が詳細に解説されている。生物の分類と植物病原体の位置関係、真核生物、細菌、ウイルスの違いが簡明に記述されている。菌類病の説明には、植物病原菌類の分類を基に、生産現場で発生する代表的な病害の生活環や病原体が図示され、伝染環の理解を深めている。特にウイルス病は、構造、感染、増殖の仕組みが簡潔な文章で解説され、ウイルスの複製や全身移行過程の模式図が読者の理解を助けている。

第IV部では、病気の診断が説明され、ELISA法や土壌希釈平板法の手順がわかりやすく図示されている。防除では、各種の防除法が具体的に紹介され、総合的病害虫管理(IPM)の考え方や方向性が解説されている。殺菌剤は、薬剤ごとに適用病害や作用機構が表にまとめられており、実践する際に参考となる。農薬のリスク管理は、登録制度や環境中の動態だけでなく、ポジティブリスト制度や特定農薬、GAP等最新の情報も追加されている。第V部では宿主寄生者相互作用、病原体の感染戦略と宿主の防御戦略、病原性関連遺伝子の解析と遺伝子組み換えによる耐病性植物の作出等やや高度な内容が、イラストや簡潔に整理された表でわかりやすく紹介されている。

本書は、全体が参考書のように編集されているので予習、復習に利用しやすく、植物病理学をはじめて学ぶ者にとって非常に使いやすい。各章の最後には要点が簡潔にまとめられ、基礎的な知識と考え方が十分習得できるように配慮されている。索引も充実しており、各ページの両端に重要語句と英語キーワードが並べられている。注釈やコラムが随所に配置され、詳細な説明や具体的な事例を紹介して本文を補っている。

著者は大学で長く教鞭をとられ、本書はその講義資料を基に、内外の教科書、学術論文、シンポジウム資料に加え、学生からの質問等を参考にして作成された教科書である。私も研修会や講義で本書をしばしば利用させていただいている。学生はじめ、植物防疫にかかわる方々には、植物病理学を興味深く知ることができる座右の書として本書をお勧めしたい。

(奈良県植物防疫協会 岡山健夫)

学会だより

○日本植物病理学会 平成 31 年度 (第 54 回) 植物感染生理談話会

日程：2019 年 8 月 28 日 (水) ～8 月 30 日 (金)
 会場：美人の湯 十勝川温泉 笹井ホテル
 〒 080-0262 北海道河東郡音更町十勝川温泉北
 15-1 TEL 0155-46-2211
 ホテルホームページ：http://www.sasaihotel.com/
 テーマ：第一部「北海道特産農作物の病害：古くて新しい病害」
 第二部「ビッグデータ解析の実践：今さら聞けないバイオインフォマティクス」
 参加申し込み：2019 年 7 月 12 日 (金) まで

○日本植物病理学会 第 15 回植物病害診断教育プログラム

受講対象：学会会員と非会員
 募集定員：20 名
 開催時期：2019 年 9 月 9 日 (月) ～9 月 13 日 (金)
 開催場所：岡山大学農学部 3 号館 化学・生物実験室
 (〒 700-8530 岡山市北区津島中 1-1-1 津島キャンパス)
 費用：受講料 学会会員 20,000 円 (学生は 10,000 円),
 非会員 40,000 円 (学生は 20,000 円)
 申し込み期間：6 月 24 日 (月) ～7 月 8 日 (月)

広告掲載会社一覧 (掲載順)

ダウ・アグロサイエンス日本(株)
 ……新会社名告知
 三井化学アグロ(株) ……主要品目
 バイエルクロップサイエンス(株)
 ……オルフィンプラス
 サンケイ化学(株) ……主要品目
 日産化学(株) ……グレーシア
 日本曹達(株) ……ピシロック
 フェニックス普及会 ……フェニックス
 石原バイオサイエンス(株) ……テッパン
 ファンタジスタ普及会 ……ファンタジスタ
 クミアイ化学工業(株) ……フルピカ
 イノチオプラントケア(株) ……セイレーン他

次号予告

次号 2019 年 8 月号の主な予定記事は次のとおりです。

青森県におけるリンゴのナミハダニに対する殺ダニ剤の効力の推移 木村佳子	侵入が警戒されるセグロモミバエの誘引剤に係る近年の研究の 動向 上地俊久ら
オニオンパウダートラップによるネダニ類生息数調査法とそれを 活用した防除体系の構築 寛 美咲ら	植物防疫講座 病害編 黒穂病菌による病害の発生生態と防除 月星隆雄
北海道における薬剤耐性テンサイ褐斑病菌について 栢森美如	植物防疫講座 虫害編 野菜のヨトウムシの発生生態と防除 八瀬順也泉
奈良県における土着天敵ヒメハナカメムシ類に対する殺虫剤の圃 場影響調査に基づく露地ナスの天敵保護体系の改良 井村岳男	植物防疫講座 農薬編 コハク酸脱水素酵素阻害剤 (SDHI 剤) 富田啓文
音声入力およびスタイラスペンの利用による病害虫調査の省力化 浅野峻介ら	研究室紹介：農研機構 中央農業研究センター 病害研究領域 病 害防除体系グループ 大西 純
サツマイモ基腐病 (仮称) の発生と対策 小林有紀	長崎県農林技術開発センター 果樹・茶研究部門 カ ンキツ研究室 小嶺正敬

植物防疫

第 73 巻 2019 年 6 月 25 日印刷
 第 7 号 2019 年 7 月 1 日発行
 (通算 871 号)

定価 947 円
 本体 877 円

2019 年分購読料
 前払 10,800 円, 後払 11,364 円
 (送料サービス, 消費税込み)

発行所

〒 114-0015 東京都北区中里 2 丁目 28 番 10 号
 一般社団法人 日本植物防疫協会
 電話 (03) 5980-2181 (代)
 F A X (03) 5980-6753 (支援事業部)
 振替 0 0 1 1 0-7-1 7 7 8 6 7 番

2019 年
 7 月号
 (毎月 1 回 1 日発行)

編集発行人 藤田 俊一
 印刷所 三美印刷(株)
 東京都荒川区西日暮里 5-9-8

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

べと病、疫病、白さび病を ピシッとロック!

農林水産省登録 第23952号

殺菌剤 ピカルブトラゾクス水和剤

ピシロック® フロアブル



【登録作物】

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



HPIはこちらから

🔒 新規有効成分ピカルブトラゾクス配合!(FRACコード U 17)

🔒 収穫前日まで使える!(はくさいは収穫3日前まで)



日本曹達株式会社

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



®は日本曹達(株)の登録商標

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

チョウ目害虫防除に!

殺虫剤

フェニックス®

顆粒水和剤

フロアブル



71作物に登録。
幅広く使えて、効きめが長く続く!



果樹・茶のチョウ目害虫、
枝幹害虫の防除にも(ヒメボクトウ、フタモンマダラメイガ等)

フェニックス普及会

日本曹達株式会社 事務局 日本農薬株式会社
東京都中央区京橋1丁目19番8号

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



[シクラニリプロール(通称:サイクラプリン®)]

害虫防除のテッパン技



- 幅広い殺虫スペクトラムで重要害虫の同時防除が可能
- 害虫の幅広いステージで安定した効果を発揮
- 速やかな食害抑制効果
- 優れた耐雨・残効性
- 作物に対する高い安全性



チョウ目



アザミウマ目



ハエ目

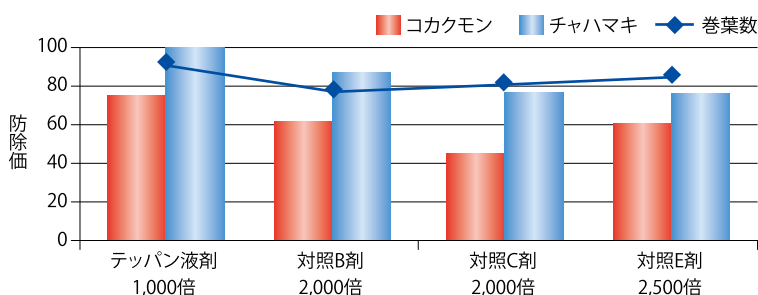


カメムシ目

複数の害虫に対する同時防除効果<茶樹>

石原産業株式会社 中央研究所 (2017年)

● チャノコカクモンハマキ、チャハマキに対する効果



試験場所: 静岡県菊川市
試験時期: 秋期防除期
品 種: やぶきた
発生状況: 少発生(コカクモン)
極少発生(チャハマキ)
散 布: 8月8日
調 査: 9月7日
試験面積: 5m×1.8m(9m²)
3区制



●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。●本剤は小児の手の届く所には置かないでください。●空容器は圃場などに放置せず、3回以上水洗し、適切に処理してください。洗浄水はタンクに入れてください。

果樹・野菜の病害防除に新戦力!

攻守に優れた
ミラクルアシスト!!

殺菌剤

ファンタジスタ®

顆粒水和剤

®はクミアイ化学工業(株)の登録商標



- 広範囲の病害に対して高い防除効果を示す総合殺菌剤です。
- 予防効果に加えて病斑進展阻止効果を有します。
- 各種作物への汚れや薬害発生リスクが少ない剤です。
- 葉の内部への浸達性、莖部から上位葉への浸透移行性を有します。
- 有用昆虫(天敵・訪花昆虫)への影響が少ない薬剤です。

大幅に
適用拡大!



適用拡大に
なった作物
(2018.2.28)

小粒核果類(うめ、あんず、すもも)、豆類(未成熟)、
はくさい、ブロッコリー、アスパラガス、ねぎ、にんじん 〈抜粋〉

ファンタジスタ普及会

日本曹達株式会社 クミアイ化学工業株式会社(事務局)

自然に学び 自然を守る
フルヒカ
 フロアブル
 農林水産省登録 第19100号

作物をきれいに守る!

殺菌剤

灰色かび病、うどんこ病に

クミアイ化学工業(株)の登録商標

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

JAグループ 農協 全農 経済連
 農協 全農 経済連
 農協 全農 経済連

自然に学び 自然を守る
クミアイ化学工業株式会社
 本社:東京都台東区池之端1-4-26 〒110-8782 TEL03-3822-5036
 ホームページ http://www.kumiai-chem.co.jp

イノチオ

菊の難敵に。inochioの殺虫・殺菌剤

殺虫剤 (殺虫剤分類23)

アザミウマ、アブラムシ類に
inochio
セイレフ
 フロアブル

難防除害虫に効果
 菊の殺虫剤として新規の作用で、薬剤への感受性の低下した害虫に効果を発揮します。

幼虫の成長をストップ
 害虫の脂質生成を阻害し、主に害虫の幼虫に対して効果を発揮します。

優れた浸透移行性
 生長点付近に寄生する害虫に対して特に高い防除効果が長く持続します。

殺菌剤 (殺菌剤分類11)

白さび病防除に鋭いキレ味
inochio
オペラフラワー® 乳剤

高い予防効果と残効性
 白さび病菌の小生子発芽を抑制する効果が高く、小生子が葉に付着する前の散布により予防効果が高まります。

優れた耐水(雨)性
 散布後速やかに植物体表面のワックス層に吸着され、葉内にも浸透して効果が持続します。

inochio
PLANTCARE

イノチオプラントケア株式会社

〒441-8519 愛知県豊橋市若松町字若松 146 TEL.0532-25-5611 FAX.0532-25-5617
 ホームページ: www.inochio-plantcare.co.jp メールアドレス: info@inochio-plantcare.co.jp

