

植物防疫

Plant Protection

2020
VOL.74

特集：生物・物理・化学の力を総合的に利用した
トマト地上部病害虫の新防除体系



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



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。

園芸用殺菌剤

ゾーベック™ エニベル™
ゾーベック™ エンカンティア™
ジマンダイセン™
グリーンダイセン™ M
ラリー™
インダー™
コサイド® 3000

土壌くん蒸剤

テロン™
旭D-D

園芸用殺虫剤

トランスフォーム™
Isoclast™ active
ダブルシューター™
スピノエース™
ランネート™
ファルコン™
ファルコンエース™
デリゲート™

水稲用除草剤

クリンチャー™
ワイドアタック™

水稲用殺虫剤

エクシード™
Isoclast™ active
ゼロカウント™

水稲用殺菌剤

ビーム™
ビーム™ エイト

水稲用殺虫殺菌剤

ビーム™ エイト エクシード™
Isoclast™ active



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
〒100-6110 東京都千代田区永田町2丁目11番1号 山王パークタワー

™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

三井薬工 **アルバリン**® 顆粒水溶剤・粒剤
粉剤DL・箱粒剤

トレボンスター® フロアブル
粉剤DL

コロマイド® 水和剤
乳剤

スタークル® 顆粒水溶剤

トレボン® 乳剤・EW・MC・粉剤DL
粒剤・エアー・スカイMC

ミルベノック® 乳剤

スタークルメイト® 1キロH粒剤
液剤10

アズキ® 乳剤

キックオフ® 顆粒水和剤

殺菌剤・殺虫殺菌剤・土壌消毒剤

アフエット® フロアブル

フルーツセイバー

モンガリット® 1キロ粒剤
粒剤

タチガレン® 粉剤
液剤

サンブラス® 粒剤

サントリプル® 箱粒剤

三井薬工 **クロールピクリン**

ベジセイバー®

ネビジン® 粉剤

サンリット® 水和剤

タチガレエース® M 粉剤
液剤

ガッツスター® 粒剤

サンフェスタ® 箱粒剤

三井 **ソイリーン**®

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

ツインキック® 箱
粒剤

サンスパイク® 箱
粒剤

除草剤

アールタイプ® 1キロ粒剤・ジャンボ
フロアブル

キクンジャベ® Z 1キロ粒剤・ジャンボ
フロアブル

サンバード® 粒剤

草枯らし MIC®

セカンドショット® SジャンボMX

シュイデン® 1キロ粒剤・ジャンボ
フロアブル

イネキング® 1キロ粒剤・ジャンボ
フロアブル

ワイドアタック™ SC

アトカラ® SジャンボMX

トドメMF® 1キロ粒剤・乳剤

アルファプロ® 1キロ粒剤75/51・ジャンボH/L
フロアブルH/L

フォローアップ® 1キロ粒剤



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



三井化学アグロ株式会社

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

新登場

センチュウ防除に これ「いいね」



ビーラム[®]

粒剤

殺線虫剤



- かんしょ
- ばれいしょ
- だいこん
- にんじん
- さといも
- にんにく
- ごぼう
- やまのいも
- きく

- 新規有効成分の新・殺線虫剤です。
- 各センチュウ類に対して優れた効果を発揮し、収量や品質の向上が期待できます。
- 臭いが少なく扱いやすい粒剤です。

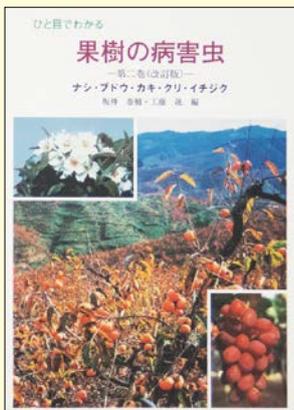
®ビーラムはバイエルグループの登録商標

お客様相談室 バイエル クロップサイエンス株式会社
☎ 0120-575-078
(9:00~12:00, 13:00~17:00 土・日・祝日を除く)

バイエル クロップサイエンス株式会社 クミアイ化学工業株式会社

ひと目でわかる 果樹の病害虫

第二巻 (改訂版)



ナシ・ブドウ・
カキ・クリ・
イチジク

(改訂第二版作成中)

2020年4月刊行予定



ひと目でわかる 果樹の病害虫

第一巻 (改訂第二版)

ミカン・ビワ・キウイに新たに
マンゴー・パパイア・オリーブ
を追加!

本体：6,000円＋消費税，送料実費



ひと目でわかる 果樹の病害虫

第三巻 (改訂第二版)

リンゴ・マルメロ・カリン・モモ・
スモモ・アンズ・ブルーベリー・ウメ・
オウトウ・ブルーベリー・ラズベ
リー・ハスカップ

本体：7,800円＋消費税，送料実費

一般社団法人
日本植物防疫協会 支援事業部

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

シリーズ好評
発売中!

目 次

巻 頭 言

新年を迎えて	早川 泰弘	1
新年を迎えて	望月 光顕	2
新年を迎えて	高梨 祐明	3

調査報告

2019年病害虫の発生と防除

農林水産省 消費・安全局 植物防疫課防疫対策室, 農産安全管理課農薬対策室	4
---------------------------------------	---

特集：生物・物理・化学の力を総合的に利用したトマト地上部病害虫の新防除体系

SIP 植物保護・トマト地上部体系化グループで取り組んだこと	日本 典秀	16
土耕長期越冬型トマトにおけるタバコカスミカメを中心とした害虫防除体系	日本典秀・岩本健太郎	18
植物工場トマトにおけるタバコカスミカメを利用した害虫防除の試み	日本典秀・安居拓恵・辻井(藤原) 直・安田哲也・前田太郎・趙 鉄軍・中野明正	24
紫色 LED 光源によるタバコカスミカメ誘引技術	霜田政美・上原拓也・中野昭雄	30
LED を利用したタバコカスミカメ捕集装置の紹介	中野 昭雄	35
エッジ効果を利用した新型色彩捕虫シートの開発	八瀬順也・森口彦彌	38
新規忌避剤アセチル化グリセリドによるトマト黄化葉巻病の防除効果	北村登史雄・大西 純・加嶋崇之	41

日植防シンポジウムから

ドローンによる薬剤散布の可能性	中島 満	46
農薬使用者およびミツバチ安全対策をめぐる国内外の現状と課題	元場 一彦	53

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 生物機能利用研究部門

昆虫制御研究領域 昆虫相互作用ユニット	霜田 政美	58
群馬県農業技術センター 環境部 病害虫係	斎藤 幸雄	59

農林水産省プレスリリース (2019.11.12~2019.12.9)	45
新しく登録された農薬 (2019.11.1~11.30)	52
登録が失効した農薬 (2019.11.1~11.30)	15, 29
発生予察情報・特殊報 (2019.11.1~11.30)	45

【表紙写真】

下段左：タバココナジラミ 雌成虫（上）と雄成虫（下）

下段右：タバコカスミカメ成虫

殺虫剤 (天敵線虫)

農林水産省登録 第 21503 号

バイオセーフ

化学農薬では防除困難な害虫

さくら、うめ、もものクビアカツヤカミキリ **適用拡大!**

しいたけ、ナガマドキ、ノコバエ類、ムラサキアツバ(菌床)、ハラアカヨブカミキリ(原木)

枝幹害虫・土壌害虫の防除に!!



微生物殺虫剤 (BT 水和剤)

農林水産省登録 第 20479 号

チューンアップ

野菜類・果樹類・水稻・茶のチョウ目害虫の防除に!!

茶のヨモギエダシャクに**適用拡大!** 化学農薬の散布回数にカウントされません!



微生物殺虫剤 (BT 水和剤)

農林水産省登録 第 15000 号

バシレックス

2種類のBT菌アイザワイ・クルスタキを混合!!

野菜類・果樹類・リンゴ・かき・さくら・つばき類・樹木類

街路樹・公園・学校などの安全な害虫防除に!!



微生物殺菌剤

農林水産省登録 第 23473 号

インプレッション クリア

汚れが少なく、
収穫期にも安心して使えます!

ピーマン、ししとうの黒枯病に**適用拡大!**

野菜類・豆類(種実)・いも類のうどんこ病・灰色かび病

トマト・ミニトマト/葉かび病・にら/白斑葉枯病・なす/すすかび病・おうとう/灰星病の防除に!!



 株式会社 **エス・ディー・エス バイオテック**

〒103-0004 東京都中央区東日本橋一丁目1番5号 TEL.03-5825-5521

<http://www.sdsbio.co.jp/>


 巻頭言

新年を迎えて

一般社団法人 日本植物防疫協会 理事長 はや 早 かわ 川 やす 泰 ひろ 弘



謹んで新春のお慶びを申し上げます。当協会は、昨年7月1日から早川が代表理事・理事長、藤田俊一が代表理事・専務理事、内久根毅が業務執行理事・常務理事という新たな執行体制になりました。引き続き役職員一同尽力してまいりますので、よろしくごお願い申し上げます。昨年は台風15号、19号等により各地で甚大な被害が発生しました。被災された皆様にご心よりお見舞い申し上げます。このような異常気象が近年頻発しており、これが病害虫の発生様相にも大きな影響を与えているのではないかと指摘もあります。このような観点から、協会は気象の専門家もお招きし、1月20日に「病害虫被害の近未来を考える」と題するシンポジウムを企画しました。関係者間で問題意識を共有できればと思っています。

さて、今年の4月から環境動植物（鳥類、野生ハチ）、ミツバチ、使用者安全に関する規制がスタートします。農業登録と植物防疫に大きな影響を及ぼす可能性がある内容なので、あらためて規制導入の理由やその根拠となるリスクの現状等について確認してみたいと思います。

まず、生活環境動植物（鳥類、野生ハチ）です。環境省は今回の規制の導入理由を「現在の評価対象（水産動植物）では生態系保全の観点から十分とは言えない」ので、欧米などと同様に今回の生物種についても規制すべきとしています。しかし、農業のリスクの現状に関する説明はありませんでした。そこで過去の同省の関連資料を調べてみました。鳥類については、平成25年5月公表の「鳥類の農業リスク評価・管理手法マニュアル」の中で、「現時点では鳥類に対する農業の影響は、国としてリスク管理措置を講じなければならないレベルにない。しかし、海外のような鳥類の死亡事故が発生しないよう農業のリスクを適正に管理することが必要」として、農業メーカーに自主的な取組みを求めました。農業メーカーもこれに対応し、その後も鳥類事故などの情報がなかったにもかかわらず、今回登録基準というリスク管理措置が導入されました。野生ハチについても、平成29年11月公表の「我が国における農業がトンボ類及び野生ハナバチに与える影響について」の中で、「これまでの知見では、我が国で環境中における農業の野生ハナバチ類への影響は確認されていない」とし、今後の対策として「知見の集積、農業の暴露量の算出手法の開発」等を提言するにとどまっていたにもかかわらず、今回同様の措置が導入されました。

次にミツバチです。これについては、農林水産省が平成25年度から27年度まで行った調査結果を踏まえて適

切なリスク管理をするというのが規制導入の理由でした。ただ、実際に懸念があると思われる農業は、ミツバチの死虫中からLD₅₀の1/10以上の濃度が検出された、ネオニコチノイド系4種類、ピレスロイド系2種類、フェニルピラゾール系2種類、有機リン系1種類、マクロライド系1種類にとどまっています。制度運用にあたっては、この実態を踏まえ、問題のない農業が規制されることのないよう期待します。

最後に使用者安全です。農林水産省は、規制の導入理由を「国際調和の観点から現状のハザード評価を暴露量も考慮したリスク評価に改善するため」としているのみで、農業リスクの現状に関する説明はありませんでした。そこで同じ部局が毎年公表している農業使用に伴う事故調査について、平成20年度から29年度まで調べてみました。その結果は、散布中の死亡事故計1件（年平均0.1件）、中毒事故計105件（年平均10.5件）というレベルでした。1件の死亡事故の原因は、「強アルカリ農業に酸性肥料を混合して散布した後のタンク清掃中に発生した有毒ガスの吸入」であり、中毒事故の原因は、「防護装備不十分」、「使用時の注意怠りによる暴露」、「散布農業の飛散」です。これらは、今回の規制導入の理由である評価スキームが不十分であることに起因するのではなく、リスク管理措置であるラベル表示（防護装備）を遵守しなかったことや散布者の不注意によるものです。今回の新たなスキームを導入しても管理措置はラベルに表示されるので、それが遵守されなければ結局事故は減りません。農業使用者に対しラベル表示の遵守や適正使用の徹底を指導することのほうが、リスク管理措置として優先されるべきでしょう。

以上から、今回の規制は、ミツバチ以外は管理強化するほどの農業リスクが自国内で実際に存在しているのかを検証することなしに単に欧米などが実施しているからという理由で導入されたと言われても仕方がないと思います。その一方で農業メーカーが負担すべきコストは確実に増えます。これにより問題のない農業が登録拒否されたり、農業メーカーが採算を考慮し登録維持を放棄することも想定されます。その結果、現場で防除に支障を来したり、農業の価格が増嵩するおそれを否定できません。規制当局の今後の賢明な制度運用を切に願うばかりです。新年早々重たい話になってしまいましたが、協会は、事業推進を通じ、引き続き植物防疫の発展のために活動してまいる所存ですので、本年もご支援のほどよろしくごお願い申し上げます。

新年を迎えて

農林水産省 消費・安全局 植物防疫課長 ^{もち}望 ^{つき}月 ^{みつ}光 ^{あき}顕

2020年を迎え、皆様に新年のお喜びを申し上げます。植物防疫施策における最近の動きと所感を申し上げ、新年のご挨拶とさせていただきます。

まず、病害虫の発生概況としては、西日本の水稲においてトビイロウンカの発生が多く、延べ8件の警報と27件の注意報が府県から発出され、圃場の見回り、薬剤防除の実施、早期刈り取りの徹底が指導されました。

効果的な病害虫防除を実施するためには、迅速な情報収集と生産者に役立つ情報を適時・適切に提供していくことが重要です。この実現に向けて、当省委託事業において病害虫発生調査の効率化・省力化に取り組んでいるところであり、本年度も引き続き発生予察事業の体制強化に向けて都道府県および関係機関と調整を進めることとしています。

また、近年、技術進展の目覚ましいドローンにあっては、作業の省力化などに資する新たな技術として期待されています。農業分野におけるドローンの利活用を拡大するため、2018年以降、規制改革推進会議でも利活用の阻害要因となる各種規制の見直しが取り上げられ、当省では国土交通省と協力して各種検討を進めてまいりました。その結果、一定の条件下において操縦者のほかに補助者を配置する義務を不要とするなどの規制の見直しを行ったところであり、その検討結果は国土交通省から公表された飛行マニュアルに掲載されたところです。

次に、国内の一部地域で発生が確認されているテンサイシストセンチュウおよびジャガイモシロシストセンチュウについては、植物防疫法に基づく緊急防除が実施されています。今後、昨年度に実施した調査や防除対策の結果等を踏まえ、対策検討会議において本年度以降の防除対策を検討することとしています。

また、7月には鹿児島県南九州市の飼料用トウモロコシ圃場で海外から飛来したとされるツマジロクサヨトウが初めて確認されました。10月末には沖縄県から青森県までの広い範囲で発生が確認されました。本虫は、海外で大きな農作物被害を及ぼしているとの情報があることなどから、そのまん延防止を図るため、発生調査の実施に加え、農薬散布の実施、早期刈り取り、すき込み等の防除対策を講じたところです。

我が国未発生の病害虫の侵入は、我が国の農業生産に

大きな影響を及ぼすものです。このため、都道府県の協力を得つつ重要病害虫の侵入警戒体制を強化し、迅速かつ的確な防除につなげていきたいと考えています。

他方、海外からの我が国未発生の病害虫の侵入に対しては、科学的根拠に基づく病害虫リスクアナリシスを実施し、輸入検疫の対象病害虫を明確化および検疫対象病害虫に対する適切な検疫措置の設定・見直しを平成23年から順次実施しています。令和元年7月29日には、15種の検疫対象病害虫を新たに追加するなどの植物防疫法施行規則の一部改正を公布し、令和2年1月29日に施行する予定です。今後も、リスクに応じた輸入植物検疫を確保するため、病害虫リスクアナリシスの結果に基づき、検疫対象の病害虫の追加や植物検疫措置内容の見直しを推進することとしています。

諸外国との植物検疫協議については、国、地域別の輸出拡大戦略に位置づけられた国や品目について重点的かつ戦略的に植物検疫協議を進めています。昨年は、ベトナム向けりんご、インド向けりんご、米国向けなし・うんしゅうみかん、豪州向けいちご等の検疫協議を進めました。引き続き、科学的知見に基づき、検疫協議に取り組んで参ります。

また、輸出に取り組む産地を支援するため、2017年度から輸出先国の植物検疫条件や残留農薬基準をクリアするための防除・栽培方法等についての専門家による技術的サポートを実施しています。引き続き、輸出に取り組む産地への後押しを積極的に行いたいと考えています。

本年は、国連が植物防疫の重要性を世界的に意識啓発することを目的に採択した国際年：国際植物防疫年（International Year of Plant Health 2020：IYPH2020）です。植物病害虫の侵入・まん延の未然防止には、国民一人一人が植物防疫の重要性を理解することが必要です。農林水産省としても、本国際年の機会を捉えて、都道府県、関係機関および民間団体の皆様とも協力して、できるだけ多くの方への意識啓発の活動に力を入れていきたいと考えています。

以上、植物防疫課の最近の動きを紹介させていただきました。

引き続き国内外のリスクを注視して、迅速かつ的確に植物検疫、病害虫防除を実施し、農業の安定生産・発展に貢献していきたいと考えています。本年も皆様の一層のご理解とご協力をお願い申し上げます。

新年を迎えて

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構
果樹茶業研究部門長

たか なし まさ あき
高 梨 祐 明

2020（令和2）年を迎えるにあたり、皆さまに新春のお慶びを申し上げます。

昨秋は大きな台風が日本列島に立て続けに上陸、あるいは接近したことにより、多くの人々が死傷したり、土地や家屋を失って長期に渡る避難生活を余儀なくされたりする悲惨な状況がありました。被災された皆様方には心からお見舞い申し上げます。農業の被害額も2,500億円を超えるほど大きく、被害の形態も多様でした。台風15号では観測史上まれにみる強風により、倒木や落果だけでなく、ハウスや果樹棚の倒壊、破損が多く生じました。また、19号と21号では記録的な大雨により河川が氾濫し、流域の園地が泥水に埋没するという被害が目立ちました。永年作物である果樹においては、樹体も生産基盤の一部をなすものと捉えられ、枯死や損傷があると影響は複数年に渡ることが必至となります。汚水や汚泥に長時間浸かった果樹の延命や樹勢回復策について、知見の集積を急ぐ必要性を強く感じました。

残念なことに、近年では地球規模の気候変動に伴って、甚大な自然災害が毎年のように生じています。それら乗り越えて農業生産を持続し、さらに少しでも生産性を向上させていくためには、経営規模の拡大など生産基盤の強化を進める必要があります。こうしたことを目的の一つとして担う取組みとして、スマート農業実証プロジェクト（スマ農事業）が昨年度開始されました。農研機構は事業実施主体として課題の公募にあたりましたが、果樹については従来から管理機械などの開発が進んでおらず、現地実証試験を基本とするプロジェクトにどれだけの応募があるか不安視されていました。ところが、ふたを開けてみると予想を上回る数の課題応募があり、同じく永年性木本作物の茶を含めて11の課題が果樹茶業体系で採択されました。農業現場の抱える現状への危機感や技術革新への期待感は、私たちの認識を超えていたといわざるを得ません。

スマート農業というと、自動走行車やロボットが活躍する機械化された農業のイメージがまず思い浮かびますが、それと並んでICTとAIの活用によるデータ駆動型農業の推進がもう一つの柱になります。そこで思い至るのは、病害虫分野では発生予察という名の下に、データの集積と活用について長い期間の研究と実践の蓄積があるということです。害虫の生活史特性を詳細に解明し、温度など気象データの活用によって出現時期などを予測し、適期防除に役立てることは、害虫研究の典型をなす

ものです。また、病害防除においても、降雨量や葉の濡れ時間を気象ロボットで計測し、その値に基づいて防除の要否や適期を判断する技術開発が進められています。実際に、スマ農事業果樹茶体系の複数のコンソーシアムにおいて、このような技術の実証試験が行われています。

園地ごとの気象データに基づき防除の意志決定を行うシステムは、判断の精度という点からの実用性は高まっていることが感じられます。しかし、現地で運用される防除計画は作物の生育段階や月旬に基づくスケジュール散布であることが多いので、特定の病害虫に対する機動的な防除を部分的に組み込むことには現実的なハードルがあります。スマ農事業ではスマート技術の導入における、制度や慣習上の障壁を解消することも重要な目的とされています。こうしたことを乗り越えて、データ駆動型の病害虫防除が広域に実施され、省力化やコスト削減に貢献する成果が生み出されることが期待されます。

現在では、化学農薬を代替する技術を組み込んだ防除体系を指す用語として広く使われているIPMですが、ご存じのように元々は害虫の発生密度に関するデータ集積とその解析により、防除の費用対効果を最適化することが中心的な概念として含まれていました。産地と一体となって現地実証試験を繰り返すことで構築された、実践的なIPM体系の価値は疑う余地がありません。しかし、個々の防除資材を投入する要否をデータに基づいて合理的に判断できれば、農家の収益性を上げるためのコスト削減により大きく貢献すると考えられます。

防除にはコストが掛かりますし、殺ダニ剤などの中には特に価格の高い薬剤もあります。薬剤抵抗性の発達も生産コストが高む要因と考えれば、無用の防除がもたらすコスト増は毎回の防除で使う薬剤の価格以上のものがあると考えべきです。現在、主要果樹を対象に、土着天敵の働きを高めるように園地環境を整えて、殺ダニ剤の散布を極力控えるハダニ防除体系が普及段階に差し掛かっています。こうした体系においても、薬剤による緊急防除に頼らざるを得ない局面があるのですが、ハダニと天敵双方の密度データに基づいて、費用対効果を考慮しつつ緊急防除の要否を判断する技術開発については、まだまだ研究の余地があるように感じています。

自然災害の多発と並んで、近年は新奇な病害虫発生の報告にもこと欠きません。本年は新たな問題が生じないことを祈りつつ、既に顕在化している病害虫問題の解決に向けて県や大学、民間の方々と連携して、生産現場の足腰を強くする技術開発に取り組んでまいりたいと思います。本年もどうぞよろしくお願ひ申し上げます。



2019年病害虫の発生と防除

農林水産省消費・安全局 植物防疫課防疫対策室
農産安全管理課農薬対策室

2020年の病害虫防除シーズンに向けて、2019年の天候経過、主要病害虫の発生概況および植物防疫事業概況等を取りまとめたので、今後の病害虫防除対策の検討資料として紹介する。また、2019年に都道府県から公表された病害虫発生予察情報（警報、注意報、特殊報）について、表-2に取りまとめたので、本文での病害虫発生状況の記述と併せ参照されたい。

I 天候経過の状況（気象庁報道発表資料より抜粋）

1 2018年冬（2018年12月～2019年2月）の特徴

（1）東・西日本と沖縄・奄美では、北からの寒気の影響は弱く、冬の平均気温はかなり高かった。特に沖縄・奄美は記録的な暖冬となった。

（2）冬の降雪量は、平野部ではかなり少なく、東・西日本日本海側でも、寒気の影響が弱かったため、かなり少なかった。特に西日本日本海側は記録的な小雪となった。

（3）北・東日本では、発達した低気圧や湿った空気の影響を受けにくく、冬の降水量は少なく、北日本太平洋側と東日本日本海側ではかなり少なかった。一方、沖縄・奄美では、暖かく湿った空気の影響で、降水量は多かった。

2 2019年春（3～5月）の特徴

（1）北～西日本では高気圧に覆われる日が多く、日照時間はかなり多かった。また、降水量は北日本日本海側でかなり少なく、北日本太平洋側と西日本で少なかった。

（2）全国的に、高気圧に覆われて晴れて強い日射の影響を受けたことや、暖かい空気が流れ込みやすかったため、春の平均気温は北・西日本と沖縄・奄美でかなり高く、東日本で高かった。

（3）沖縄・奄美は、期間を通して前線や湿った空気の影響を受けやすく、春の降水量は多かった。

3 2019年夏（6～8月）の特徴

（1）梅雨前線の北上が平年より遅かったため、梅雨明けは平年より遅れた地方が多かった。また、8月後半は低気圧や前線の影響を受けやすかった。西日本を中心にたびたび大雨となり、西日本太平洋側の夏の降水量はかなり多く、東日本太平洋側と西日本日本海側の降水量は多かった。また、東日本太平洋側と西日本の日照時間は少なかった。

（2）暖かい空気に覆われる時期が多かった北日本および沖縄・奄美と、7月末から8月前半にかけて太平洋高気圧に覆われて晴れて厳しい暑さが続いた東日本では、気温は高かった。

（3）梅雨前線や台風および湿った空気の影響を受けやすかったため、沖縄・奄美の夏の降水量はかなり多く、夏の日照時間はかなり少なかった。

4 2019年秋（9～10月）の特徴

（1）9月は暖かい空気が入りやすかったことや、北・東日本を中心に高気圧に覆われて晴れた日が多かったため、全国的に気温が高く、沖縄・奄美を除きかなり高かった。10月も北・東・西日本では、暖かい空気に覆われやすく、気温がかなり高くなったため、北・東日本では、10月としては1946年以降で1位（北日本では1位タイ）の高温となった。

（2）9月は北・東日本を中心に高気圧に覆われて晴れた日が多かったため、北日本太平洋側と東日本日本海側では降水量がかなり少なかった。沖縄・奄美では、湿った空気や台風の影響により降水量が多かった。また、複数の台風の影響により、各地で大荒れとなった。特に8～9日にかけては、台風第15号の影響により、東日本太平洋側を中心に記録的な暴風となり、千葉県などで甚大な災害が発生した。10月は台風や低気圧、前線の影響を受けやすかったことに加え、南から湿った空気が流れ込んで、たびたび大雨となったため、降水量は北日本太平洋側と東日本でかなり多かった。また、11～13日にかけては、台風第19号の影響で、東日本から東北地方の広い範囲で記録的な大雨となり、大きな被害が発生した。

Occurrence of Pests and Diseases and their Control in 2019 in Japan. By Plant Protection Division, Food Safety and Consumer Affairs Bureau, MAFF

（キーワード：2019年，病害虫，発生動向，農薬，出荷状況）

(3) 9月は北・東日本を中心に高気圧に覆われて晴れた日が多かったため、北日本と東日本日本海側では日照時間がかなり多かった。沖縄・奄美では、9月は湿った空気や台風の影響により、日照時間はかなり少なかったが、10月は高気圧に覆われやすく、気圧の谷や湿った空気の影響を受けにくかったため、日照時間は多かった。(参照)

気象庁ホームページ

<http://www.jma.go.jp/jma/press/index.html?t=1&y=31>

<http://www.jma.go.jp/jma/press/index.html?t=1&y=01>

II 作物別の病害虫発生状況の概要 (表-1)

1 水稲病害虫 (表-2(1))

病害: 2019年は、梅雨明けの遅れ、低気圧や前線の影響による8月後半のたびたびの大雨等により、一部の地域で葉もちが平年に比べ発生が多くなった。このうち、秋田県、福岡県および長崎県では注意報が発表され、適期防除が呼びかけられた。

縞葉枯病については、冬季から春季に行ったヒメトビウンカ越冬虫の調査において、イネ縞葉枯病ウイルス保毒率が高かったことから、3~6月にかけて、本病の発生が多くなると予測された茨城県および埼玉県(延べ3件)から注意報が発表された。

害虫: トビイロウンカについては、6月以降、九州を中心に飛来が確認され、その後も各地で断続的な飛来が続いたこともあり、例年に比べて早い時期から広い範囲で本虫が確認された。7月下旬から8月中旬が高温だったこともあり、西日本で本虫が多発し、坪枯れ(図-1)が確認されたことから、被害の拡大を懸念した8県(延べ8件)から警報、20府県(延べ27件)から注意報が発表され、薬剤散布の徹底や早期刈り取りが呼びかけられた。しかしながら、断続的な飛来により様々な発育ステージが圃場内に発生していたことで薬剤散布の効果が



図-1 トビイロウンカによる坪枯れ

十分に得られなかったことや、8月下旬の大雨で適期に薬剤散布が実施できなかったこと等により、一部地域では発生を十分に抑えることが困難となった。

斑点米カメムシ類については、地域によって、すくい取り調査などにより平年を上回る発生が確認されたことから、6~8月の間に13道県(延べ16件)から注意報が発表され、出穂前の水田周辺雑草の除草や適期の薬剤防除が指導された(図-2)。

水稲作柄: 2019年産水稲の作柄は、北海道、東北および北陸では、全もみ数が平年以上に確保され、登熟も順調に推移したことにより、平年以上となったものの、その他の地域では7月上中旬の低温・日照不足の影響により、全もみ数がやや少ない地域があることに加え、登熟も8月中下旬の日照不足、その後の台風による潮風害等により作柄は平年を下回った。具体的には、全国の10a当たり収量は529kgが見込まれ、水稲の作況指数(10月15日現在)は、全国では99で「平年並み」であったが、地域ごとには北海道104、東北104、関東・東山97、北陸101、東海98、近畿99、中国94、四国97、九州87、沖縄94となり、作柄は北海道および東北で「やや良」、北陸および近畿で「平年並み」、関東・東山、東海および中国で「やや不良」、四国、九州および沖縄で「不良」という結果となった。

2 その他普通作物病害虫 (表-2(1))

麦類赤かび病: 2019年の春先の気温が高く、麦の生育が早まった地域においては、赤かび病の防除適期も例年より早まることが想定されたため、技術情報などにより適期の防除が指導された。

3 果樹病害虫 (茶を含む) (表-2(1))

病害: 2018年、北日本を中心に多発したりんご黒星病については、防除指導の徹底により生産者などの防除に対する意識が向上したことや、天候に恵まれたことにより重点防除時期に当たる春先に的確に防除が行われた



図-2 アカスジカスミカメ成虫

表-1 病害虫発生状況および防除状況（2019年10月1日現在速報値）

（単位：千ha，％）

作物名	病害虫名	概評			発生面積 ^(注1) /前年比	
		平年より多い	平年より多い～やや多い	平年よりやや多い		
水稲	葉いもち	北東北	北九州	関東，東海，四国，沖縄	231	135.3
水稲	穂いもち	北東北，北九州		北陸，四国，沖縄	213	118.4
水稲	紋枯病	北陸，東海	近畿，四国，北九州	南東北，関東，中国，南九州	581	94.7
水稲	白葉枯病	東海	中国	近畿	4	99.6
水稲	ばか苗病		中国	北東北，南関東，甲信，北陸，近畿，九州	12	60.6
水稲	もみ枯細菌病	北陸	中国	南東北，北九州	27	91.1
水稲	縞葉枯病	南関東，中国	北関東，四国	南東北，甲信，北九州	110	108.6
水稲	稲こうじ病	四国，南九州		中国，北九州	94	94.8
水稲	ニカメイガ		東海，四国	北東北，北陸	119	2,425.2
水稲	セジロウンカ			北関東，四国，北九州	388	84.7
水稲	トビイロウンカ	北九州	北陸，東海，近畿，中国，四国，南九州	南関東，沖縄	219	158.6
水稲	ヒメトビウンカ	北海道，南関東，北九州	中国，四国	北東北，東海，南九州	715	101.2
水稲	ツマグロヨコバイ	北陸，四国	南関東	南東北，南九州	414	103.2
水稲	イネドロオイムシ	北陸		甲信	102	90.5
水稲	斑点米カメムシ類	北海道，北東北	南東北，関東，北陸，中国，四国，九州	甲信，東海，近畿	720	127.5
水稲	アワヨトウ	北陸		北九州	9	20.0
水稲	コブノメイガ	九州	東海，近畿，中国，四国	南東北	174	270.3
水稲	イネミズゾウムシ			北東北，北陸，東海，四国，北九州	452	103.0
麦	さび病類	中国		北九州	12	119.2
麦	うどんこ病	北東北，東海，近畿			20	110.9
麦	赤かび病		北東北	東海，近畿	28	78.1
麦	雪腐病類			甲信	24	57.4
ばれいしょ	疫病				3	35.0
大豆	紫斑病	北東北			0	2.1
大豆	べと病	北東北	北九州	北関東，中国	32	67.9
大豆	葉焼病	中国，四国	北九州	近畿，南九州	33	172.2
大豆	アブラムシ類	近畿		南東北，北陸	13	71.5
大豆	ハスモンヨトウ			北陸	18	67.3
大豆	ハダニ類			南東北，北関東，北陸	7	93.4
大豆	吸実性カメムシ類	北東北，北関東	北陸	近畿，北九州	33	80.4
かんきつ	そうか病	東海，中国，沖縄		南関東，近畿，四国，南九州	7	81.9
かんきつ	黒点病			南関東	30	75.4
かんきつ	かいよう病		南九州，四国	東海	11	81.0
かんきつ	ヤノネカイガラムシ			東海	2	61.0
かんきつ	ミカンハダニ	中国，四国		南関東，東海，近畿，北九州，沖縄	25	69.7
りんご	モニリア病				0	24.2
りんご	斑点落葉病	南東北，北関東，東海		北海道，北東北	6	104.9
りんご	黒星病	北海道，南東北	北東北		2	23.4

表-1 つづき

(単位:千ha, %)

作物名	病害虫名	概評			発生面積 ^(注1) /前年比	
		平年より多い	平年より多い～やや多い	平年よりやや多い		
りんご	腐らん病	北海道		北東北	5	98.3
りんご	ハマキムシ類			北陸	1	66.3
りんご	ハダニ類		北東北, 北陸	北海道, 南東北, 北関東, 近畿	15	174.0
なし	黒斑病			北九州	1	104.0
なし	黒星病	甲信, 北陸, 四国	南東北	近畿, 中国, 南九州	4	82.2
なし	ナシヒメシンクイ	中国, 四国	北陸	関東	1	92.1
なし	ハダニ類	北東北, 北陸, 南九州		南東北, 南関東, 近畿, 四 国, 北九州	5	92.5
なし	アブラムシ類	南東北, 東海, 四国, 南 九州		南関東, 近畿	4	83.9
もも	せん孔細菌病	甲信, 中国	東海	南東北, 北陸, 近畿	7	187.7
もも	灰星病			北陸, 東海	1	83.7
ぶどう	晩腐病	東海	甲信	北関東, 北陸	2	104.7
ぶどう	べと病			甲信, 東海, 近畿, 南九州	4	116.4
ぶどう	灰色かび病				0	80.1
かき	うどんこ病			近畿, 四国	3	88.2
かき	落葉病類	東海		中国	1	78.6
かき	カキクダアザミウマ				1	65.9
果樹共通	カメムシ類	四国, 南九州	南関東, 東海, 近畿	北関東, 中国, 北陸	12	70.1
茶	炭そ病			南関東, 東海, 近畿	23	100.8
茶	チャノコカクモンハマキ		南九州	南関東, 近畿, 北九州	10	98.6
茶	カンザワハダニ	東海	北九州	南関東, 近畿	25	97.3
きゅうり	べと病	関東	四国, 南九州	東北, 北九州	3	87.5
きゅうり	うどんこ病			北東北, 四国	3	80.7
すいか	つる枯病				1	72.4
はくさい	軟腐病	北関東		甲信	1	47.7
はくさい	白斑病				0	11.2
キャベツ	黒腐病			中国	1	29.7
たまねぎ	べと病	北関東		甲信, 近畿, 中国	2	67.5
野菜共通	疫病			北東北	0	38.1
野菜共通	灰色かび病		東海, 四国, 北九州	北東北, 北陸, 中国, 南九州	3	46.1
野菜共通	ハダニ類	北九州	南関東, 近畿, 中国, 四国	南東北, 北関東, 甲信, 北陸	8	90.9
野菜共通	ハスモンヨトウ	南関東	中国, 四国	北陸, 東海, 近畿, 九州	11	95.3
野菜共通	コナガ	南関東		北東北, 甲信, 北陸	10	68.9
野菜共通	ヨトウガ	南関東	近畿	北陸, 四国	3	181.0
きく	白さび病			南東北, 東海, 近畿	0	84.4
きく	アザミウマ類	近畿, 南九州		南東北, 北陸, 北九州	1	75.5
きく	アブラムシ類	南九州		北関東, 北陸	0	62.8

注1: 標本抽出された調査定点ごとに定められた調査方法に従い病害虫発生度(無, 少, 中, 多, 甚の5段階)を算出し, 調査地区内の栽培面積を各発生程度の割合に乗じて発生程度別面積を算出. 無発生を除く, 発生程度別面積「少」～「甚」を合算した数値.

表-2 (1) 警報・注意報

(1月1日～11月22日)

地域	都道府県名	発表月日	対象作物名	対象病害虫名
北海道	北海道	4月22日	りんご	リンゴ黒星病
		4月22日	りんご	リンゴ腐らん病
		6月4日	たまねぎ	ネギアザミウマ
		6月12日	野菜全般	ヨトウガ
		7月19日	水稲	アカヒゲホソミドリカスミカメ
		7月19日	野菜全般	ネギアザミウマ
		8月2日	水稲	アカヒゲホソミドリカスミカメ
東北	岩手県	2月6日	水稲	細菌病類(もみ枯れ細菌病, 苗立枯細菌病)
		4月24日	りんご	リンゴ黒星病
		7月25日	りんご	リンゴ褐斑病
		7月25日	ねぎ	ネギベと病
	秋田県	8月16日	水稲	イネいもち病
		8月19日	水稲	斑点米カメムシ類
	山形県	4月12日	りんご	リンゴ黒星病
		7月11日	水稲	斑点米カメムシ類
		8月8日	水稲	斑点米カメムシ類
	福島県	5月13日	もも	モモせん孔細菌病
8月30日		もも	モモせん孔細菌病	
8月30日		なし	ナシ黒星病	
関東	茨城県	3月22日	水稲	イネ縞葉枯病(ヒメトビウンカ)
		6月6日	水稲	イネ縞葉枯病
		8月1日	水稲	斑点米カメムシ類
	埼玉県	4月23日	水稲	イネ縞葉枯病(ヒメトビウンカ)
		5月10日	茶	チャハマキ
		6月3日	果樹全般	果樹カメムシ類
		7月8日	茶	チャハマキ
	千葉県	5月13日	水稲	スクミリンゴガイ
	東京都	6月3日	果樹全般	果樹カメムシ類
	神奈川県	2月28日	いちご	アザミウマ類
4月10日		果樹全般	果樹カメムシ類	
甲信	山梨県	8月23日	もも	モモせん孔細菌病
	長野県	7月25日	水稲	斑点米カメムシ類
		7月25日	水稲	イネいもち病
北陸	新潟県	9月4日	もも	モモせん孔細菌病
		6月13日	なし	ナシ黒星病
東海	静岡県	7月11日	水稲	斑点米カメムシ類
		3月4日	かんきつ	カンキツかいよう病
	福井県	6月4日	茶	カンザワハダニ
		5月8日	野菜・花き類	ネキリムシ類(カブラヤガ, タマナヤガ)
	岐阜県	7月25日	水稲	斑点米カメムシ類
		8月15日	果樹全般	果樹カメムシ類
		9月11日	果樹全般	果樹カメムシ類
		9月25日	トマト	トマト灰色かび病
	愛知県	3月4日	キャベツ	コナガ

(1月1日～11月22日)

地域	都道府県名	発表月日	対象作物名	対象病害虫名
東海	愛知県	3月4日	たまねぎ	タマネギベと病
		4月25日	もも	モモせん孔細菌病
		5月31日	かんきつ, ぶどう	チャノキイロアザミウマ
		5月31日	かんきつ	ミカンハダニ
		7月2日	ぶどう	ブドウベと病
		8月2日	キャベツ	シロイチモジヨトウ
		9月2日	水稲	トビイロウンカ
		10月31日	トマト	コナジラミ類
近畿	京都府	3月15日	ねぎ	ネギベと病
		5月24日	果樹全般	果樹カメムシ類
		6月26日	野菜(ネギ, ナス, トマト等), マメ類(黒大豆等)	アザミウマ類 (ネギアザミウマ, ミカンキイロアザミウマ等)
		6月26日	豆類(黒大豆, 枝豆等), 野菜類	ハスモンヨトウ
		6月26日	茶	カンザワハダニ
		8月26日	ねぎ, 豆類, 野菜類	シロイチモジヨトウ
		9月11日	水稲	トビイロウンカ
	大阪府	2月27日	たまねぎ	タマネギベと病
	兵庫県	6月12日	果樹全般	果樹カメムシ類
	奈良県	9月12日	水稲	トビイロウンカ
	和歌山県	4月19日	もも	モモせん孔細菌病
		8月16日	水稲	トビイロウンカ
		8月23日	ミニトマト, トマト	トマト黄化葉巻病
		9月27日	水稲	トビイロウンカ
中国	鳥取県	7月11日	果樹全般	果樹カメムシ類
		8月21日	水稲	斑点米カメムシ類
		9月11日	水稲	トビイロウンカ
	鳥根県	9月5日	水稲	トビイロウンカ
	岡山県	3月26日	たまねぎ	タマネギベと病
		4月23日	もも	モモせん孔細菌病
		8月21日	水稲	トビイロウンカ
		9月6日	水稲	トビイロウンカ
		9月24日	水稲	トビイロウンカ
	広島県	8月9日	水稲	トビイロウンカ
	山口県	8月16日	水稲	トビイロウンカ
		8月22日	水稲	斑点米カメムシ類
		9月2日	水稲	トビイロウンカ
		9月13日	水稲	トビイロウンカ
		10月3日	いちご	ハダニ類
四国	徳島県	5月29日	果樹全般	果樹カメムシ類
		6月25日	かんしょ	シロイチモジヨトウ
		7月30日	野菜・花き類	シロイチモジヨトウ
		9月13日	水稲	トビイロウンカ
	香川県	6月7日	果樹全般	果樹カメムシ類
		8月6日	水稲	斑点米カメムシ類(特にミナミアオカメムシ)
		8月6日	ネギ, アスパラガス, キク, カーネーション, アブラナ科葉菜類等	シロイチモジヨトウ

(1月1日～11月22日)

地域	都道府県名	発表月日	対象作物名	対象病害虫名
四国	香川県	8月22日	果樹全般	果樹カメムシ類
		9月5日	水稲	トビイロウンカ
		10月2日	大豆	吸実性カメムシ類
	愛媛県	2月28日	かんきつ	カンキツかいよう病
		8月9日	水稲	斑点米カメムシ類
		8月28日	水稲	トビイロウンカ
		<u>9月10日</u>	<u>水稲</u>	<u>トビイロウンカ</u>
		10月31日	いちご	ハダニ類
	高知県	7月16日	水稲	斑点米カメムシ類
		8月29日	水稲	斑点米カメムシ類
		8月29日	水稲	トビイロウンカ
	九州	福岡県	8月2日	水稲
8月23日			水稲	トビイロウンカ
8月27日			水稲	イネいもち病
<u>9月9日</u>			<u>水稲</u>	<u>トビイロウンカ</u>
佐賀県		3月8日	たまねぎ	タマネギベと病
		8月1日	水稲	トビイロウンカ
		9月6日	水稲	トビイロウンカ
長崎県		2月14日	たまねぎ	タマネギベと病
		8月13日	水稲	トビイロウンカ
		8月16日	水稲	イネいもち病
		8月16日	いちご	ハダニ類
		9月3日	水稲	トビイロウンカ
		<u>9月13日</u>	<u>水稲</u>	<u>トビイロウンカ</u>
		11月1日	いちご	ハダニ類
大分県		7月1日	白ねぎ	シロイチモジヨトウ
		8月7日	水稲	トビイロウンカ
		<u>9月11日</u>	<u>水稲</u>	<u>トビイロウンカ</u>
		10月2日	いちご	ハダニ類
熊本県		7月18日	水稲	トビイロウンカ
		7月25日	水稲	トビイロウンカ
		<u>9月5日</u>	<u>水稲</u>	<u>トビイロウンカ</u>
宮崎県		2月27日	いちご	ヒラズハナアザミウマ
		2月27日	トマト, ミニトマト	トマト葉かび病, トマトすずかび病
		4月19日	水稲	スクミリンゴカイ (ジャンボタニシ)
	6月20日	水稲	斑点米カメムシ類	
	7月18日	野菜・花き類	ハスモンヨトウ	
	8月1日	水稲	トビイロウンカ	
	<u>8月19日</u>	<u>水稲</u>	<u>トビイロウンカ</u>	
	8月29日	水稲	トビイロウンカ	
鹿児島県	9月12日	果樹全般	果樹カメムシ類	
	沖縄県	2月4日	さとうきび	メイチュウ類 (カンシャシクイハマキ)
2月4日		さとうきび	メイチュウ類 (イネヨトウ)	
8月23日		さとうきび, 牧草	アフリカシロナヨトウ	

※太字下線は警報を表す。

表-2 (2)特殊報

(1月1日～11月22日)

地域	都道府県名	発表月日	対象作物名	対象病害虫名
北海道	北海道	2月19日	りんご	リンゴ黒星病 (QoI 剤耐性菌および DMI 剤感受性低下菌)
東北	岩手県	2月18日	ピーマン	トウガラシマイルドモットルウイルス (PMMoV 抵抗性 (L ⁴) 打破系統)
		10月25日	レタス	レタス根腐病 (レース 2)
		11月12日	水稻	クモヘリカメムシ
	秋田県	3月7日	アスパラガス	ヒメキボシカスミカメ
	山形県	1月18日	西洋なし	セイヨウナシハモグリダニ (仮称)
	福島県	9月3日	飼料用トウモロコシ	ツマジロクサヨトウ
		11月13日	コリアンダー	コリアンダー褐斑病
関東	茨城県	1月31日	レタス	レタス黒根病 (仮称)
		5月20日	ねぎ	ネギハモグリバエ (別系統)
		8月20日	飼料用トウモロコシ	ツマジロクサヨトウ
		8月30日	トルコギギョウ	トルコギギョウ斑点病
		10月31日	キウイフルーツ	キクビスカシバ
	栃木県	9月26日	キウイフルーツ	キクビスカシバ
		11月14日	ねぎ	ネギハモグリバエ (別系統)
	群馬県	1月28日	にら	ネギネクロバネキノコバエ
		7月5日	トルコギギョウ	トルコギギョウ斑点病
	埼玉県	10月15日	ねぎ	ネギハモグリバエ (別系統)
	千葉県	8月28日	飼料用トウモロコシ	ツマジロクサヨトウ
		9月12日	ねぎ	ネギハモグリバエ (別系統)
	神奈川県	6月28日	ブルーベリー	オウトウショウジョウバエ
		9月5日	飼料用トウモロコシ	ツマジロクサヨトウ
10月1日		けいとう	ケイトウビシウム立枯病 (新称)	
甲信	長野県	10月4日	ねぎ	ネギハモグリバエ (別系統)
北陸	新潟県	9月24日	ゆり	IYSV (アイリス黄斑ウイルス) による病害
		11月5日	ねぎ	ネギハモグリバエ (別系統)
	富山県	5月31日	ねぎ	ネギハモグリバエ (別系統)
東海	静岡県	11月8日	ブルーベリー	オウトウショウジョウバエ
	愛知県	10月11日	フェロモントラップ誘殺	ツマジロクサヨトウ
		11月7日	飼料用トウモロコシ	ツマジロクサヨトウ
	三重県	4月25日	ねぎ	ジャガイモクロバネキノコバエ
		9月6日	ソルガム	ツマジロクサヨトウ
		11月15日	ねぎ	ネギハモグリバエ (別系統)
11月21日		かんしょ	ヨツモンカメノコハムシ	
近畿	滋賀県	6月12日	なす, ばれいしょ	タバコノミハムシ
	京都府	3月13日	ねぎ	ネギハモグリバエ (別系統)
		9月27日	なす, トマト	タバコノミハムシ
		10月23日	ローズマリー	ヨコバイ科の一種
		11月11日	フェロモントラップ誘殺	ツマジロクサヨトウ
	大阪府	7月24日	なす	タバコノミハムシ
		9月13日	なす	クロテンコナカイガラムシ

(1月1日～11月22日)

地域	都道府県名	発表月日	対象作物名	対象病害虫名
近畿	大阪府	10月3日	飼料用トウモロコシ	ツマジロクサヨトウ
	兵庫県	10月9日	フェロモントラップ誘殺	ツマジロクサヨトウ
	奈良県	6月3日	トマト・なす	タバコノミハムシ
		8月1日	もも, うめ, おうとう, すもも, さくら	クビアカツヤカミキリ
	和歌山県	2月27日	ばら	バラハオレタマバエ
		6月11日	ばら	ノイバラハオレタマバエ
		7月5日	かんしょ	ヨツモンカメノコハムシ
10月24日		フェロモントラップ誘殺	ツマジロクサヨトウ	
中国	鳥取県	1月21日	トマト	トマト黄化葉巻病
		9月6日	トルコギギョウ	トルコギギョウ斑点病
	島根県	5月23日	トマトおよびピーマン	茎えそ病およびえそ輪点病
		10月21日	フェロモントラップ誘殺	ツマジロクサヨトウ
		11月15日	ぶどう	コウノアケハダニ
	岡山県	6月20日	なす	タバコノミハムシ
		8月23日	飼料用トウモロコシ	ツマジロクサヨトウ
	広島県	8月23日	トルコギギョウ	トルコギギョウ白さび病
		9月11日	トウモロコシ (スウィートコーン)	ツマジロクサヨトウ
	山口県	3月18日	洋らん (デンドロビウム)	チャノキイロアザミウマ在来系統
		3月18日	ブラックベリー	ムナブトヒメスカシバ
8月29日		飼料用トウモロコシ	ツマジロクサヨトウ	
四国	徳島県	10月2日	フェロモントラップ誘殺	ツマジロクサヨトウ
	香川県	11月1日	フェロモントラップ誘殺	ツマジロクサヨトウ
	愛媛県	9月2日	飼料用トウモロコシ	ツマジロクサヨトウ
	高知県	2月13日	なし	ナシさび色胴枯病
		8月20日	トウモロコシ (スウィートコーン)	ツマジロクサヨトウ
九州	福岡県	8月23日	飼料用トウモロコシ	ツマジロクサヨトウ
	佐賀県	8月5日	トウモロコシ (スウィートコーン)	ツマジロクサヨトウ
	長崎県	7月12日	飼料用トウモロコシ	ツマジロクサヨトウ
	大分県	7月12日	飼料用トウモロコシ	ツマジロクサヨトウ
	熊本県	7月1日	トルコギギョウ	トルコギギョウ萎凋細菌病
		7月12日	飼料用トウモロコシ	ツマジロクサヨトウ
	宮崎県	1月22日	かんしょ	サツマイモ基腐病 (仮称), サツマイモ乾腐病
		7月12日	飼料用トウモロコシ	ツマジロクサヨトウ
		7月26日	ソルガム	ツマジロクサヨトウ
	鹿児島県	2月27日	茶	アミメアザミウマ亜科の一種 (<i>Anisopilotrips venustulus</i> (Priesner))
		3月14日	アボカド	キイロワタフキカイガラムシ, マツウラコナカイガラムシ, ヤシシロマルカイガラムシ
		3月26日	いちご	チバクロバネキノコバエ
		7月5日	飼料用トウモロコシ	ツマジロクサヨトウ
		8月23日	ミニトマト	クロテンコナカイガラムシ
10月18日		さとうきび	ツマジロクサヨトウ	
沖縄	沖縄県	4月25日	マンゴー	マンゴーすす点病
		6月3日	アセロラ	アセロラ炭そ病

(1月1日～11月22日)

地域	都道府県名	発表月日	対象作物名	対象病害虫名
沖縄	沖縄県	7月12日	飼料用トウモロコシ	ツマジロクサヨトウ
		7月29日	へちま	へちま疫病
		9月4日	さとうきび, ソルガム	ツマジロクサヨトウ
		10月10日	トウモロコシ (スウィートコーン)	ツマジロクサヨトウ

こともあり、一部地域を除いて発生は少なかった。

モモせん孔細菌病については、春先の春型枝病斑の発生圃場率が高く、一部では幼果での発生も確認されていたことから、4～5月にかけて4県（延べ4件）から注意報が発表され、り病部の除去、薬剤散布等の徹底が指導された。全国的には、果実被害は限定的と見込まれるものの、本病が多発した地域や台風等の影響により本病の発生が拡大すると予測された地域では、翌年産における発生を抑制するため、秋季防除の徹底が指導された。

害虫：果樹カメムシ類については、2018年の秋季の発生量が多かったことから春先からの越冬世代の予察灯などへの誘殺数が多く、その後の当年世代の発生も多くなると予測されたことから、4～9月にかけて10都府県（延べ12件）から注意報が発表され、果樹園への飛来状況に応じた防除の徹底が指導された。

4 野菜および花き病害虫（表-2(1)）

病害：2016年、西日本の一部の地域で甚大な被害をもたらしたタマネギべと病については、冬季に本病に感染した一次伝染源（越冬罹病株）の除去、適期の薬剤散布等の防除対策を徹底するため、2～3月にかけて5府県（延べ5件）から注意報が発表された。2018年と同様、2019年産は本病の発生が問題となることはなかった。

害虫：大豆・野菜・花き類を加害するチョウ目害虫の発生が多く、シロイチモジヨトウについては5府県（延べ6件）、ハスモンヨトウについては2府県（延べ2件）から注意報が発表され、当該虫発見時の捕殺や殺虫効果が高い若齢期での薬剤散布等の防除が指導された。

2019年は、11月22日までに都道府県から警報8件、注意報124件、特殊報87件が発表されている（表-2(2)）。

III 病害虫防除事業

我が国未発生の重要病害虫の国内への侵入や、国内の一部地域のみで発生している重要病害虫の新たな地域へのまん延については、我が国の重要な農作物に甚大な被害を及ぼすおそれがあることから、侵入またはまん延の早期発見、早期防除のため、都道府県と連携し、海空港、生産地等で重要病害虫を対象とした調査（侵入警戒調査）

を実施している。また、万が一、当該調査で対象の病害虫が発見された場合には、重要病害虫発生時対応基本指針に基づき、関係都道府県と連携し、発生状況の調査、防除等を行うとともに、必要に応じて移動規制および緊急防除等の措置を講じることで、まん延防止および根絶に努めている。

重要病害虫の発見確認に係る報告について、2016年度は24件、2017年度は24件、2018年度は36件となっている。

また、現在以下の通り、新たに侵入を確認した重要病害虫などを対象とした防除対策を実施しているところである。

1 ツマジロクサヨトウ

ツマジロクサヨトウは、2019年1月に中国で初確認された後、6月に台湾および韓国で相次いで発生が確認されたことから、農林水産省では各都道府県に対し、注意喚起の通知を发出していたところ、2019年7月鹿児島県南九州市で国内初となる発生が確認された（図-3）。

本虫が確認された地域においては、防除を実施すると



図-3 ツマジロクサヨトウの幼虫と被害

ともに、発生地域の広がりおよび被害作物の種類を把握するため、都道府県協力の下、全国で発生調査を実施しているところ。この結果、21府県114市町村（11月20日現在）の飼料用トウモロコシ、スイートコーン、ソルガム、サトウキビ等で発生が確認されている。

本虫は、今後も継続して飛来し、南西諸島などの暖地では、越冬する可能性もあることから、本虫の発生生態等の知見を収集するとともに、防除マニュアルを策定することとしている。

2 テンサイシストセンチュウ

2017年9月に長野県諏訪郡原村の一部地域で確認されたテンサイシストセンチュウについては、本線虫のまん延を防止するため、2018年4月から植物防疫法に基づく緊急防除を開始した。

具体的には、原村の一部地域を防除区域として、本線虫の発生圃場での寄主植物の作付けの禁止、防除区域からの寄主植物の地下部等の移動制限等を実施するとともに、土壌消毒により本線虫の密度低減を図り、本線虫のまん延防止に努めている。

2018年度の防除対策の結果、本線虫の発生が確認された157筆の圃場中148筆（94%）において、本線虫の密度が検出限界以下となったことを確認している。なお、本線虫が検出限界以下となっていない圃場における防除対策を実施するため、緊急防除の防除期間を1年間延長し、2019年度も引き続き防除対策を実施しているところである。

3 ジャガイモシロシストセンチュウ

2015年8月に北海道網走市で確認されたジャガイモシロシストセンチュウについては、本線虫のまん延を防止するため、2016年10月から植物防疫法に基づく緊急防除を実施している。

具体的には、本線虫の発生が確認された網走市および大空町の一部地域を防除区域として、本線虫の発生圃場での寄主植物の作付けの禁止、防除区域からの寄主植物の移動制限等を実施するとともに、発生圃場での対抗植物の植栽および土壌消毒により本線虫の密度低減を図り、本線虫のまん延防止に努めている。

また、2019年8月に北海道斜里町において本線虫の発生を確認したことから、現在、発生が確認された地域においてまん延防止対策を実施するとともに、周辺地域において本線虫の発生範囲を特定するための調査を実施している。

4 ウメ輪紋ウイルス

（プラムポックスウイルス（PPV））

2009年4月に東京都の青梅市で確認されたPPVにつ

いては、まん延防止を図るため、2010年2月から植物防疫法に基づく緊急防除を実施している。

東京都、神奈川県、愛知県、岐阜県、大阪府および兵庫県それぞれ一部地域を防除区域として、宿主植物の移動規制などにより、本ウイルスのまん延防止に努めている。

5 アリモドキゾウムシおよびイモゾウムシ

鹿児島県の喜界島においてはアリモドキゾウムシを対象に、沖縄県の久米島においてはイモゾウムシを対象に、同県の津堅島においてはアリモドキゾウムシおよびイモゾウムシを対象に、不妊虫放飼法を中心とした防除を実施するなど根絶防除事業を進めている。

6 カンキツグリーンニング病菌

本病は鹿児島県の奄美群島（奄美大島および喜界島を除く）および沖縄県全域で確認されており、両県が感染樹の早期発見および伐採処分の徹底等の根絶に向けた取組を進めている。

IV 航空防除をめぐる情勢

1 2018年の事業実績

2018年度の有人ヘリコプターによる防除実施面積（延べ面積）は、農業分野で43千haとなった。作物別では、水稻防除で33千ha、水稻以外の防除への利用で10千haとなっている。また、ミバエ類の再侵入防止対策の延べ実施面積は2,023千haとなった。

無人ヘリコプターによる防除実施面積（延べ面積）については、2012年度以降1,000千haを超えており、2018年度は1,014千haとなった。作物別では、水稻防除で885千ha、水稻以外の防除への利用で129千haとなっている。

2 ドローンに係る情勢

農業現場での労働力不足などを受け、農作業の省力化・効率化を図るため、無人マルチローター（いわゆるドローン）への現場導入への期待が非常に高まっている（2018年度の防除実施面積（延べ面積）は31千ha）。

このような背景から、2018年6月、規制改革実施計画が閣議決定され、農業用ドローンの利用拡大を図る観点から、補助者の配置義務など、各種規制の妥当性や代替手段を検討することが示された。また、2018年11月には、規制改革推進に関する第4次答申が出され、「空中散布における無人航空機利用技術指導指針」（以下「技術指導指針」という）に基づき実施されていた、登録された民間機関による機体の機能・性能の確認、操縦者の技能認定等の業務は法的根拠が明確ではなく、特に航空法の義務を課したものでないとの指摘があった。

こうした情勢を踏まえ、当省では、各種規制の見直しの検討に資するよう、外部有識者で構成される検討会を設置して検討を行うとともに、技術指導指針に基づく一部の運用にあっては、航空安全に関する手続きは国土交通省による手続きに一元化することとし、2019年7月に技術指導指針を廃止した。一方で、散布区域周辺への事前周知や、風向き、散布方向を考慮した飛散防止対策を講じること等、農薬の安全かつ適正な使用に関しては、引き続き、「無人マルチローターによる農薬の空中散布に係る安全ガイドライン」（令和元年7月30日付け元消安第1388号消費・安全局長通知）を策定し、その安全確保に努めていくこととしている。

V 農薬の出荷状況

2019農薬年度（平成30年10月1日～令和元年9月30日）における農薬の出荷は、前年度に比べ数量では1.7%減の184千tまたはkl、金額では0.2%増の3,380億円である（表-3）。

表-3 2019農薬年度農薬出荷状況（暫定）

（単位：t, kl, 百万円, %）

用途		平成30農薬年度	2019農薬年度	
		出荷	出荷	対前年比
殺虫剤	数量	60,462	58,232	96.3
	金額	96,304	95,476	99.1
殺菌剤	数量	37,933	37,638	99.2
	金額	74,430	74,301	99.8
殺虫殺菌剤	数量	17,519	16,464	94.0
	金額	34,985	33,948	97.0
除草剤	数量	66,371	66,561	100.3
	金額	122,703	125,323	102.1
その他	数量	4,751	5,011	105.5
	金額	8,896	8,983	101.0
合計	数量	187,038	183,907	98.3
	金額	337,320	338,030	100.2

農薬工業会調査（農薬工業会会員対象）

（注）端数処理（四捨五入）の関係で、合計欄の数字と足し上げた数字とは必ずしも一致しない。

登録が失効した農薬（2019.11.1～11.30）

掲載は、種類名、登録番号：商品名（製造者又は輸入者）登録失効年月日。

「殺虫剤」

- DCIP 粒剤
8079：ネマモール粒剤 30（エス・ディー・エス バイオテック）19/11/01
- EPN 乳剤
2329：日産 EPN 乳剤（日産化学）19/11/13
- EPN 乳剤
8227：サンケイ EPN 乳剤（サンケイ化学）19/11/13
- カルタップ・BPMC 粒剤
21690：STパダンバッサ1キロ粒剤（住友化学）19/11/27

「殺菌剤」

- 生石灰
13678：マルジョウ印ボルドー液用生石灰（上田石灰製造）19/11/12
- ピロキロン・フラメトピル粒剤
22438：MICコラトップリンバー粒剤（三井化学アグロ）19/11/28

「殺虫殺菌剤」

- ダゾメット粉粒剤
14390：バスアミド微粒剤（アグロ カネショウ）19/11/12

- イミダクロプリド・プロベナゾール複合肥料
21037：オリゼメートアドマイヤー入り複合磷加安 264（Meiji Seika ファルマ）19/11/13
- イミダクロプリド・プロベナゾール複合肥料
21039：オリゼメートアドマイヤー入り複合磷加安 864（Meiji Seika ファルマ）19/11/13

「除草剤」

- フェントラザミド・ベンゾビシクロン・ベンゾフェナップ水和剤
20631：クミアイスマートフロアブル（クミアイ化学工業）19/11/14
- カフェンストロール・ベンスルフロンメチル・ベンゾビシクロン水和剤
21367：テラガードフロアブル（クミアイ化学工業）19/11/14
- カフェンストロール・ベンスルフロンメチル・ベンゾビシクロン水和剤
21369：テラガードLフロアブル（クミアイ化学工業）19/11/14

（29 ページに続く）

特

集

生物・物理・化学の力を総合的に利用した
トマト地上部病害虫の新防除体系

SIP 植物保護・トマト地上部体系化 グループで取り組んだこと

農研機構 中央農業研究センター ひの もと のり ひで*
日 本 典 秀*

特集にあたって

化学合成農薬に過度に依存したこれまでの病害虫防除体系は、各種病害虫において薬剤抵抗性系統が出現し、十分な防除効果が得られなくなっている。我が国の果菜類で最も生産量が多く、かつ今後の需要拡大が見込まれるトマト生産においても同様である。化学合成農薬を全く用いない場合のトマトにおける減収率は36%（日本植物防疫協会，2008）であり、これはトマトの市場価格に換算するとおよそ1,500億円の減収を化学合成農薬の頻繁な散布で補っていることを意味する。しかし、害虫の抵抗性発達を回避したり環境負荷低減や生産者の軽労化を行うためには、化学合成農薬の使用量・散布回数を削減していくことが求められている。特に大規模化が進む施設栽培にあつては、受粉昆虫の利用や雇用労働者の作業との兼ね合いにより、適期に農薬散布を行えないことがあり、病害虫のまん延が危惧される。そこで、いまいちど総合的病害虫・雑草管理（IPM：Integrated Pest Management）の考え方に立ち戻って防除体系を再構築していくことが、今後の我が国の施設栽培において重要である。すなわち、病害虫の発生状況に応じて天敵（生物的防除）や粘着板（物理的防除）等の防除方法を適切に組合せ、環境への負荷を低減しつつ病害虫の発生を抑制する防除技術の開発が必要である。

2014～18年度に実施された内閣府 戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）「次世代農林水産業創造技術」（管理法人：国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 生物系特定産業技術研究支援センター）において、我々トマト地上部体系グループ（表-1）ではトマ

Products of Tomato IPM Group in the Cross-Ministerial Strategic Innovation Promotion Program (SIP), "Technologies for Creating Next-Generation Agriculture, Forestry and Fisheries". By Norihide HINOMOTO

（キーワード：トマト，IPM，タバコカスミカメ，紫色LED，エッジ粘着板，アセチル化グリセリド）

*現所属：京都大学大学院農学研究科

ト地上部の病害虫防除体系の再構築に取り組んだ。ここでは、最大の病害であるトマト黄化葉巻病やトマト黄化病、そしてそれらを媒介するコナジラミ類を防除対象の中心と考え、新たな生物的・物理的・化学的防除資材を開発し、慣行防除と同様の防除効果を得られる体系を構築した。

本体系では、ヨーロッパでトマトでのIPMに成功を収めている捕食性天敵のタバコカスミカメ利用技術を開発した。本種の定着・促進には天敵温存植物の併用が有効であり、この適切な利用法も開発した。天敵の行動を制御するため、新たに紫色LED天敵誘引装置とその適切な使用方法もあわせて開発した。害虫のトマトへの定位やウイルス病感染株率を下げるために、安全性の高い新規コナジラミ類忌避剤であるアセチル化グリセリド（AG）の利用法、飛翔分散するコナジラミ類の効率的誘引捕殺のためにエッジ色彩粘着板の利用法も開発した。また、害虫類の施設内への侵入抑制のために新規赤色防虫ネットの開発を行った。むろん、これらの技術をすべて投入するとコストがかかる。各地域の作型、病害虫発生状況に応じて必要な技術を組合せることが効果的である。これによって地域オーダーメイドの環境保全型トマト地上部病害虫防除体系を確立することができる。

体系の有効性については、生産者圃場を含む全国7地域において実証試験を行った。各地域における防除体系・事例についてマニュアル化するとともに、個別技術を詳しく解説した個別技術集も作成した（図-1）。以下のサイトからPDFをダウンロード可能である。

https://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/129995.html

本特集では、これらの技術のうちタバコカスミカメ利用技術、紫色LEDによる天敵誘引・捕獲技術、エッジ効果を利用した新型捕虫シートの開発、新規忌避剤アセチル化グリセリドについて実証事例を交えながら解説を行う。開発した資材は製品としてすでに販売中、もしくは近々販売開始される予定である。

表-1 SIP 植物保護・トマト地上部体系化グループの研究項目と実施期間

研究項目名	研究機関
(1) 北日本におけるトマト地上部病害虫の新防除体系の実証	宮城県農業・園芸総合研究所
(2) 北関東におけるトマト地上部病害虫の新防除体系の実証	農研機構中央農業研究センター
(3) 南関東におけるトマト地上部病害虫の新防除体系の実証	神奈川県農業技術センター
(4) 中部地方におけるトマト地上部病害虫の新防除体系の実証	静岡県農林技術研究所
(5) 近畿地方におけるトマト地上部病害虫の新防除体系の実証	三重県農業研究所
(6) 中国地方におけるトマト地上部病害虫の新防除体系の実証	広島県立総合技術研究所農業技術センター
(7) 九州におけるトマト地上部病害虫の新防除体系の実証	熊本県農業研究センター生産環境研究所
(8) 実証試験における天敵昆虫タバコカシメ利用技術の開発と改良	農研機構中央農業研究センター、宮崎大学農学部、農研機構東北農業研究センター、(株)アグリ総研
(9) 実証試験における天敵温存植物等利用技術の実装と改良	農研機構西日本農業研究センター、理化学研究所バイオリソースセンター
(10) 実証試験における赤色防虫ネットの実装と改良	京都府農林水産技術センター、日本ワイドクロス(株)
(11) 実証試験における紫色 LED を用いた天敵昆虫の効果的利用技術の確立と改良	農研機構生物機能利用研究部門、徳島県立農林水産総合技術支援センター、株式会社シグレイ、株式会社ネイブル
(12) 実証試験におけるエッジ色彩粘着板を用いた害虫防除技術の開発	兵庫県立農林水産技術総合センター、大協技研工業(株)
(13) 実証試験におけるアセチル化グリセリドを用いた害虫防除技術の確立および改良	農研機構九州沖縄農業研究センター、農研機構中央農業研究センター、石原産業株式会社中央研究所



図-1 化学合成殺虫剤を半減する新たなトマト地上部病害虫防除体系マニュアル

引用文献

- 1) 日本植物防疫協会 (2008): 病害虫と雑草による農作物の損失, 40 pp.

特

集

生物・物理・化学の力を総合的に利用した
トマト地上部病害虫の新防除体系

土耕長期越冬作型トマトにおける タバコカスミカメを中心とした害虫防除体系

農研機構 中央農業研究センター **日 本 典 秀***
栃木県下都賀農業振興事務所 **岩 本 健 太 郎****

はじめに

施設栽培トマトにおける害虫防除の主な対象はいうまでもなくコナジラミ類である。タバココナジラミはトマト黄化葉巻病の病原ウイルスである *Tomato yellow leaf curl virus* (TYLCV) を媒介し、多大な減収をもたらす。最近では、*Tomato chlorosis virus* (ToCV) によって引き起こされるトマト黄化病も問題となっており、このウイルスはタバココナジラミだけでなくオンシツコナジラミによっても媒介される。これらのことから、コナジラミ類を低密度に抑制することがトマト栽培における病害虫管理のうえで最も重要視される。しかし、これらコナジラミ類は各種化学合成殺虫剤に抵抗性を発達させており、有効な薬剤が限られてきている。また、有効とされる剤も栽培期間中における散布回数制限があるため、適切なタイミングでの使用を考えなければならない。

トマト生産で増加してきている長期越冬栽培は、夏に定植し翌年の夏まで収穫を行うほぼ1年間栽培を続ける体系である。このような作型では、定植直後のコナジラミ類の侵入防止と防除、暖かくなってくる春先以降の防除が重要となってくる。上述したように、有効な薬剤といえども散布回数制限があるため、定植直後に使用してしまうと春以降に使えなくなってしまう。そこで、ヨーロッパにおいてコナジラミ類の防除に用いられているタバコカスミカメ *Nesidiocoris tenuis* (Reuter) を用いた生物的防除に注目が集まっている。本種は雑食性のカメムシ目カスミカメシ科の昆虫であり、クレオメなどの植物を食べることで生存・繁殖可能であるため、害虫の

発見前から施設内で天敵を維持する「バンカー法」を容易に構築可能とされている(中石ら, 2011; 農研機構, 2015)。

生産者圃場では、コナジラミ類だけでなくサビダニ類、チョウ目害虫、アブラムシ類等の他の害虫や病害にも配慮しつつ防除する必要がある。そこで、生産者圃場で実際にタバコカスミカメを活用した防除体系の効果を検証したので、紹介する。試験はすべて、栃木県壬生町内の生産者圃場で実施した。本稿に先立ち、調査圃場をご提供いただいた小島高雄氏・寛明氏((株)トマティーナ)、中嶋幸平氏・大輔氏(栃木県壬生町)に厚く御礼申し上げる。また、上杉龍士博士(現 国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構(以下、農研機構)東北農業研究センター)、中野亮平氏(静岡県農林技術研究所)、中井清裕氏(香川県農業試験場)には調査にご協力いただいた。試験に供試したタバコカスミカメ製剤(農薬登録申請中)は株式会社アグリ総研から、アセチル化グリセリド(商品名:ペミデタッチ®)は石原産業株式会社から提供いただいた。なお、本研究は内閣府戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)「次世代農林水産業創造技術」(管理法人:農研機構 生物系特定産業技術研究支援センター)によって実施されたものである。本試験の概要は写真付きで「化学合成殺虫剤を半減する新たなトマト地上部病害虫防除体系マニュアル—北関東版—」(農研機構, 2019b)として公開されているので、そちらも参照されたい。

I 定植後放飼(試験1)

初回放飼実験は2016年8月から17連棟、合計約85aの高軒高土耕栽培の施設で実施した(図-1)。各棟には3列2条植で約1,000株のトマトが栽培されていた。品種は‘有彩014’と‘有彩017’で、いずれもトマト黄化葉巻病耐病性品種であった。施設の中央部には通路があり、各棟の中央通路南側にクレオメ、北側にバーベナ‘タ

IPM on Soil-Cultured Tomatoes in Long-Term Wintering Greenhouses Using the Zoophytophagous Mirid bug, *Nesidiocoris tenuis*.
By Norihide HINOMOTO and Kentaro IWAMOTO

(キーワード:タバコカスミカメ, コナジラミ類, トマト, 天敵温存植物, 生物的防除)

*現所属:京都大学大学院農学研究科

**現所属:栃木県農政部農村振興課

ピアン' (以下、バーベナ) を植栽した。試験は、両端の各3棟を用いて実施した。一方をバーベナ植栽区、もう一方を単純放飼区とし、前者には3列ごと(連棟の谷間にあたる列)にバーベナを植栽する列を設け、列内約10m置きに株元にバーベナを植栽した。8月22日の定植直後に、バーベナ区ではバーベナ上に、単純放飼区で

はトマト上に、トマト株当たり0.5頭の割合でタバコカスミカメを放飼した。

調査は、トマトでは連棟の谷間にあたる列から30株の成長点、上位葉、中位葉のタバコカスミカメ、コナジラミ類の成幼虫数を目視で計数した。また、バーベナ株、クレオメについては、ポリプロピレン製チリトリ上に5回叩き落としによって得られたタバコカスミカメおよびコナジラミ類成虫を計数した。タバコカスミカメ個体数は、トマト、バーベナおよびクレオメ上いずれでも観察されたが、いずれにおいても低密度で推移した(図-2)。また、トマト上のタバコカスミカメ個体数はバーベナ区のほうが多い傾向が見られたものの、バーベナおよびクレオメ上では両者に差がなく、バーベナの効果は判然としなかった。むしろ、トマト株元に定植したバーベナは日当たりが悪く株が大きくなり開花数も少ないため、タバコカスミカメの温存効果が少なかったと考えられる。畝中央に植栽するとトマトの生育に伴い日陰になり、生育が悪くタバコカスミカメ温存効果が減少するとされる(農研機構, 2019a)ことから、バーベナの植栽

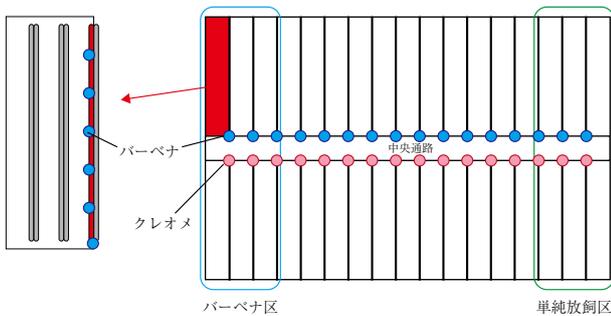


図-1 試験1, 試験2 (2016年8月~2017年6月実施) を実施した施設の概要

17連棟の中央部に通路があり、その両端にクレオメおよびバーベナを植栽した。また、連棟接続部の列には、約10mおきにトマト株の根元にバーベナを植栽した。

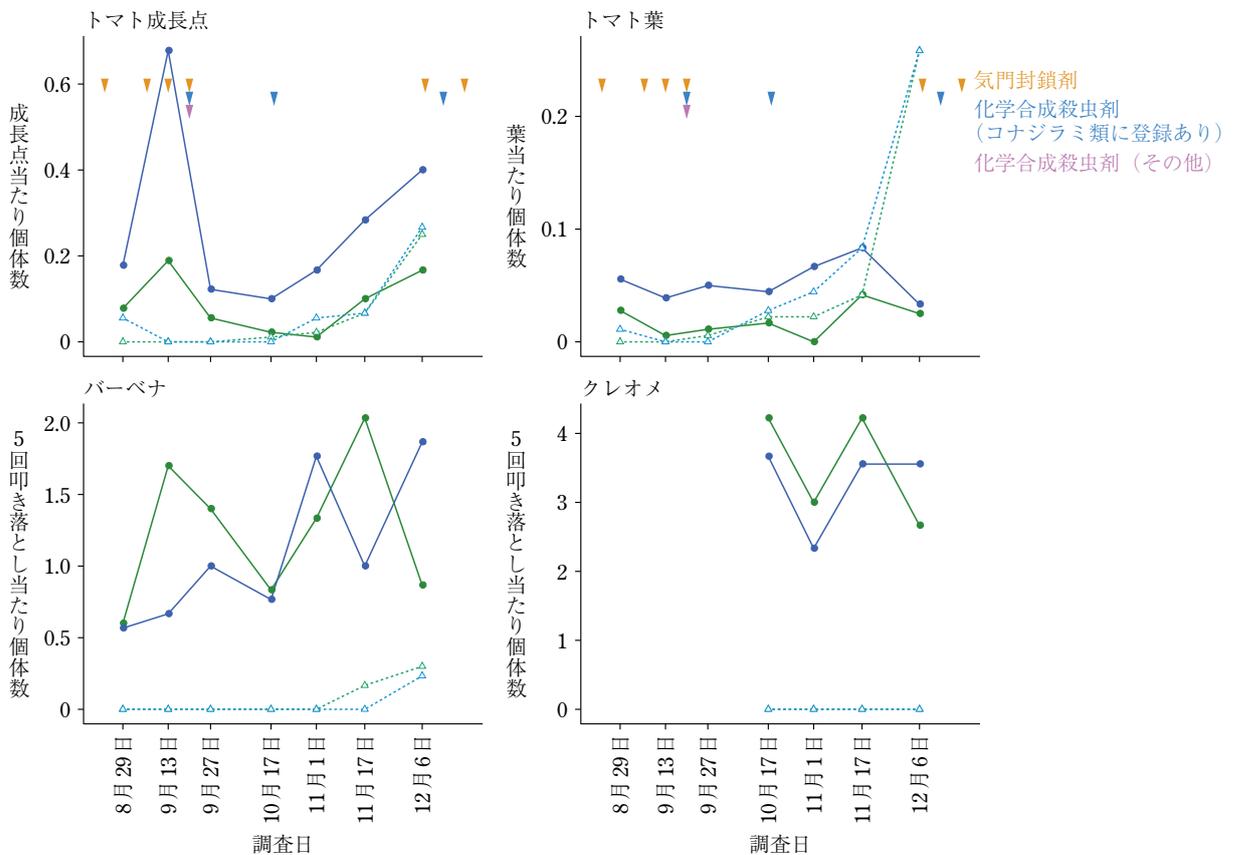


図-2 試験1 (2016年8月~12月実施) におけるトマトおよび天敵温存植物上のタバコカスミカメおよびコナジラミ類個体数

実線はタバコカスミカメ、破線はコナジラミ類を、また、青はバーベナ区、緑は単純放飼区を示す。図中の下向き矢印は、殺虫剤散布時期を示す。殺菌剤は割愛した。

は畝端のみでよいと考えられる。

一方、11月上旬よりコナジラミ類成虫密度が上昇し始めた。オンシツコナジラミ主体であったことから静観していたが、11月下旬には黄化病の発生が見られたため、調査を中止して化学合成殺虫剤の散布を行った。

II 冬放飼（試験2）

「試験1」と同じ施設において、薬剤散布後、残効が切れる時期を見計らって再度放飼試験を実施した。1月24日に中央通路際のクレオメおよびバーベナ上に均等になるように、トマト株当たり0.5頭の割合でタバココナジラミ成虫を放飼した。「試験1」と同様の方法でタバコカスミカメとコナジラミ類の調査を行った。しかし、5月に入るまでトマト上でタバコカスミカメは観察されず、その間、コナジラミ類が増加した（図-3）。最終調査時点でタバコカスミカメが増加傾向にあったが、タバコカスミカメによる防除効果は得られていないと判断された。12月から2月の月平均気温は16~17℃であり、タバコカスミカメの発育に必要な温度が十分確保されて

いなかったためと考えられる。中石（2013）によると、17.5℃で飼育した場合の卵から成虫までの発育期間は約60日で、生存率もわずか10%程度であった。このことから、タバコカスミカメの冬季放飼は避けたほうがよいと推察された。一方で5月以降の月平均気温は約21℃であり、この気温であれば十分に増殖が期待できるということが示された。

III 定植時同時放飼（試験3）

2017年8月から、別の生産者圃場においてタバコカスミカメの放飼試験を実施した。「試験1」、「試験2」と同様の高軒高土耕栽培の施設で、7連棟で合計約27a、トマト（品種：‘有彩014’）6,120株を栽培するハウスである（図-4）。これまでの結果から、タバコカスミカメの放飼時期はできるだけ早いほうがよいことが示唆されたことから、定植と同時に放飼することとした。放飼は8月21日~22日の定植日に、株当たり0.5頭の割合でタバコカスミカメ成虫をトマト上に放飼した。ハウスの約半分は、苗を定植後に苗上に製剤のパッケージを立て

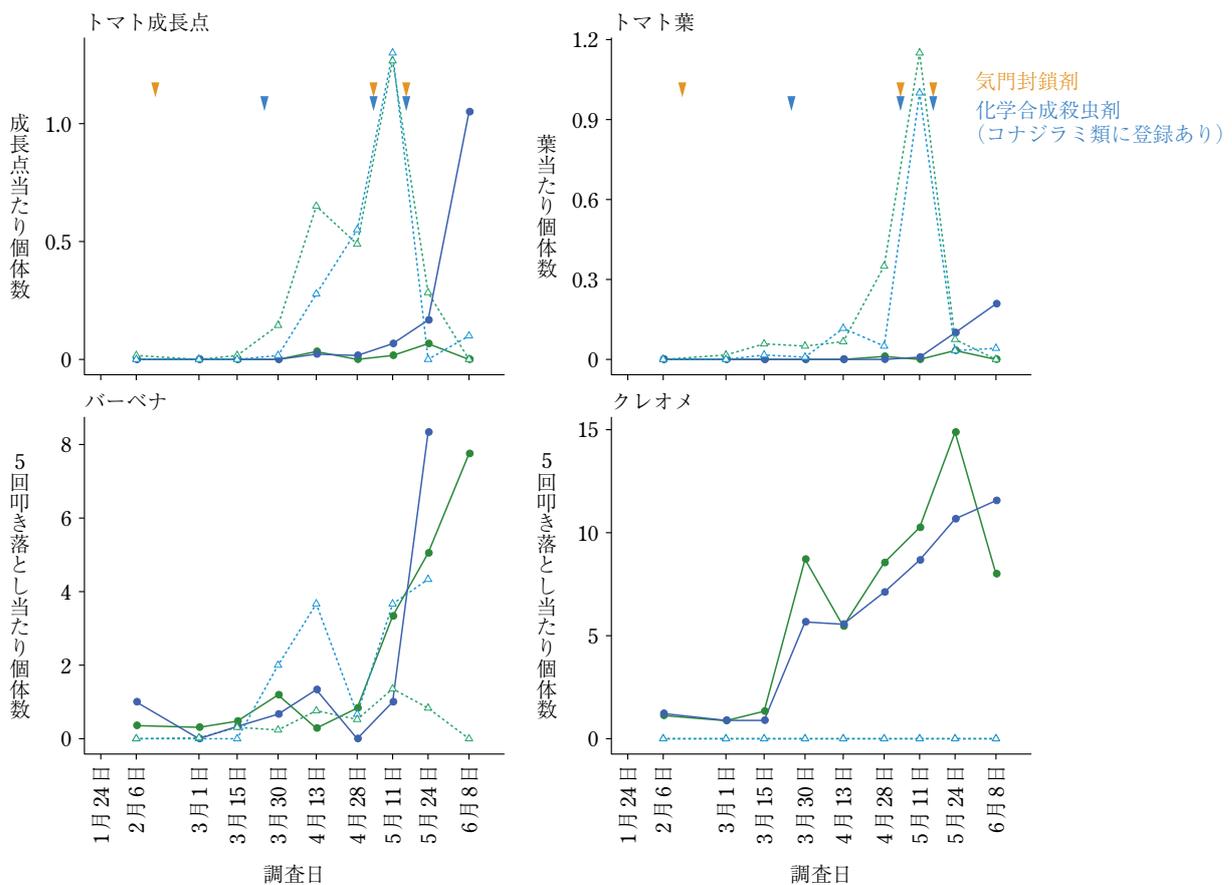


図-3 試験2（2017年1月~6月実施）におけるトマトおよび天敵温存植物上のタバコカスミカメおよびコナジラミ類個体数

実線はタバコカスミカメ、破線はコナジラミ類を、また、青はバーベナ区、緑は単純放飼区を示す。図中の下向き矢印は、殺虫剤散布時期を示す。殺菌剤は割愛した。

かける形で放飼，残りの半分はその日のうちに定植が完了しなかったため，購入苗のトレイにパッケージを静置した。

調査は，各棟接続部および両端のトマト列の12株について，各株の成長点と上位葉・中位葉に寄生するタバコカスミカメおよびコナジラミ類の成幼虫数を目視で計数した。また，バーベナおよびクレオメについては，5回叩き落とし法によってポリプロピレン製チトリ上に叩き落とされたタバコカスミカメ個体数を計数した。その結果，定植直後からトマト上にタバコカスミカメの定着

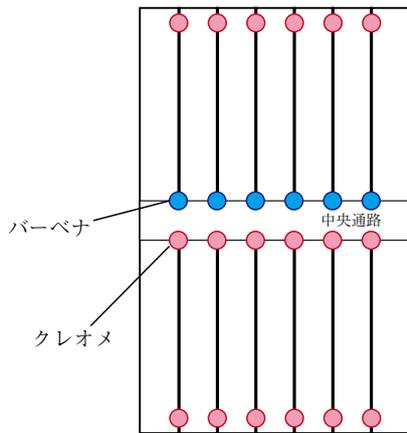


図-4 試験3 (2017年8月~2018年6月実施)の施設概要
中央通路両脇に天敵温存植物としてクレオメおよびバーベナを植栽した。

が見られ，11月まで増加を続け，約8割の株でタバコカスミカメが観察された(図-5, 6)。冬季にはやや個体数が減少したものの，3月以降は引き続き個体数が増加し，9割以上の株上でタバコカスミカメが観察された。コナジラミ類の侵入も見られたが，タバコカスミカメがトマト上に定着していたため大きな問題とはならなかった。

タバココナジラミ4齢幼虫を餌としたとき，タバコカスミカメ成虫の日当たり捕食量は約30頭である(中石, 2013)。このことから，トマト上に1~2頭のタバコカスミカメが定着していれば初期防除は十分可能と考えられる。本試験においては，初期から本種の定着が見られたことが大きな防除効果をもたらしたと考えられる。

また，タバコカスミカメの定着状況をモニタリングすることも防除効果を推定するうえで重要である。本試験における成長点上のタバコカスミカメ個体数平均値とタバコカスミカメが観察されたトマト株の割合を図-7に示した。このように，成長点に約2頭のタバコカスミカメが見られれば，ほぼすべての株上にタバコカスミカメが分布していることになり，定着は成功していると判断できる。春先にこの密度に達していないようなら，代替防除を検討する必要があるだろう。

天敵温存植物上のタバコカスミカメ個体数を図-8に示す。本試験においては，コナジラミ類が発生する以前からトマト上にタバコカスミカメが観察されたため，天

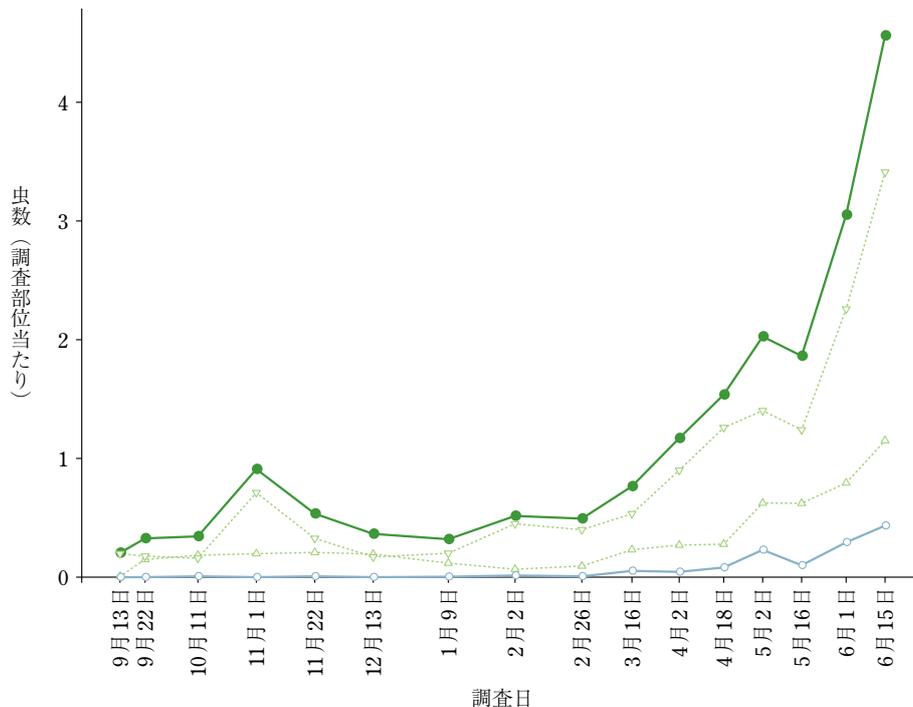


図-5 試験3 (2017年8月~2018年6月実施)におけるトマト株上のタバコカスミカメ(緑)およびコナジラミ類(青)密度
破線△, 破線▽はそれぞれタバコカスミカメ成虫, 幼虫を示す(農研機構, 2019b 改変)。

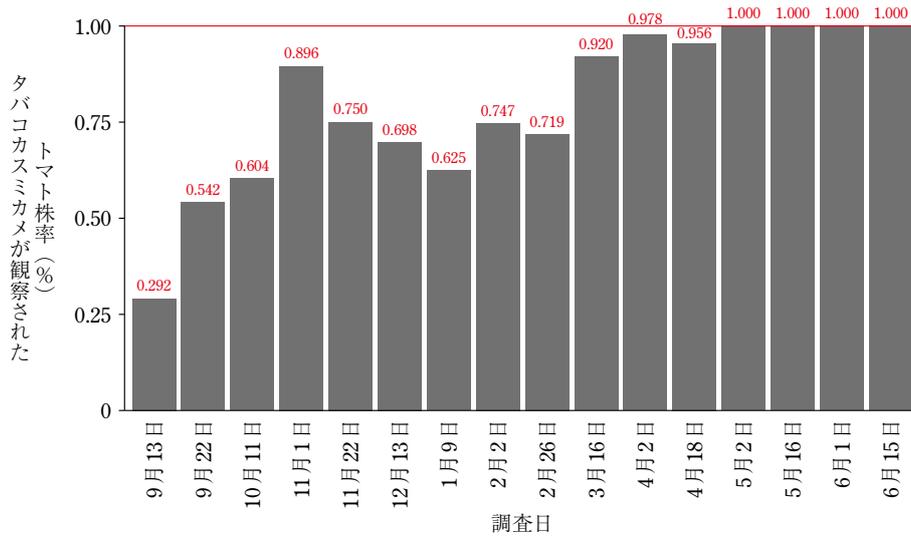


図-6 試験3 (2017年8月~2018年6月実施) におけるタバコカスミカメが観察されたトマト株の割合 (農研機構, 2019b 改変)

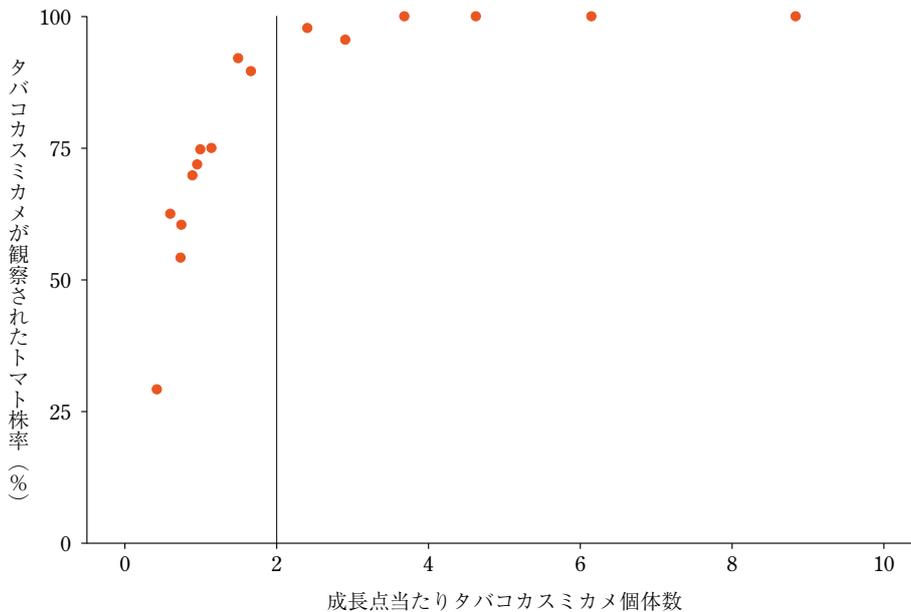


図-7 試験3 (2017年8月~2018年6月実施) における成長点当たりのタバコカスミカメ個体数と、タバコカスミカメが観察されたトマトの株率 (図-6) の関係

敵温存植物の効果は明らかにできなかったが、この図からこれらの植物が温存効果を十分に発揮していたことは推察される。個体数の維持ではクレオメのほうが効果が高かったが、バーベナにおいては幼虫比率が高く、産卵場所として選好されていた可能性がある。今後、これら植物種の役割についてより詳細な解析が必要である。

おわりに

日本系統のタバコカスミカメ幼虫の発育零点が 15.9°C である (YANO et al., 2019) こと、想定される農業登録の放飼頭数が株当たり 0.5 頭と低密度であることから考え

ると、気温が高いうちに定着・個体数の増加が期待できるよう、できるだけ早い時期に放飼すると効果が高まることが明らかとなった。海外では、トマト定植前に本種を放飼しておく研究事例がある (CALVO et al., 2012 a; 2012 b)。また、我が国においても同様の効果が認められた事例が存在する (大井田・木内, 2017)。しかし、購入苗を用いる場合は法律上定植後でないことと放飼できないことから、定植時の放飼が最適と考える。実際、定植後に放飼した「試験1」では、タバコカスミカメのトマト上への定着は見られたもののその数は極めて少なく、コナジラミ類の発生を抑制しきれず黄化病の発生を招い

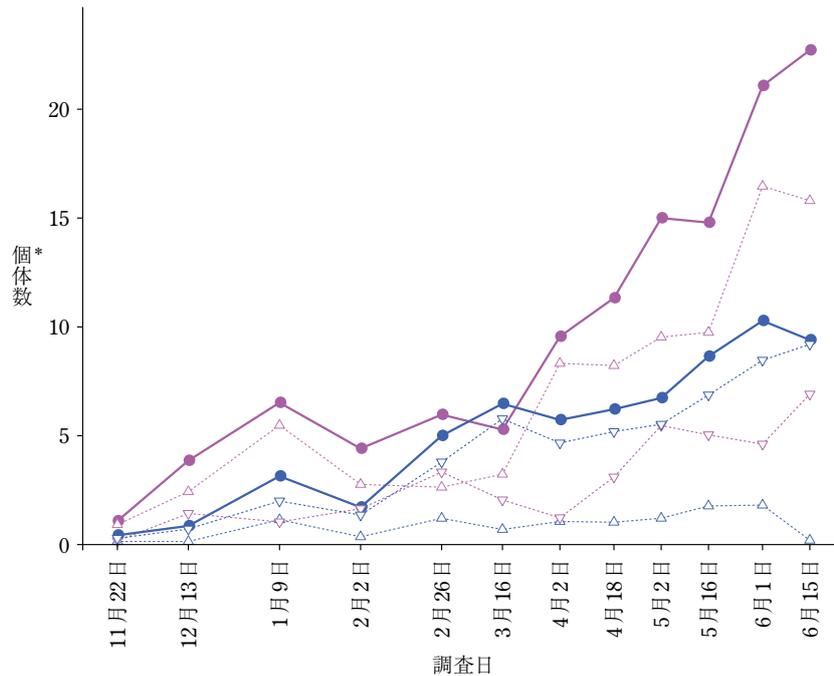


図-8 試験3 (2017年8月~2018年6月実施)における天敵温存植物上のタバコカスミカメ個体数の推移

5回叩き落としによって採集された個体数を示す。紫がクレオメ、青がバーベナを示す。破線△、破線▽はそれぞれ成虫、幼虫を示し、内数である。

た。冬季に放飼した「試験2」では、タバコカスミカメの定着は作期の終盤になってようやく見られたものの、コナジラミ類の侵入・増加にはまったく対応できず、冬季の放飼は効果がないことが明らかになった。

一方で、定植と同時に放飼した「試験3」では、初期からトマト上へのタバコカスミカメの定着が見られた。このことから、トマト株が小さい時点での放飼は有効であると考えられた。また、トマト株上への放飼は、乱暴に行うとタバコカスミカメ成虫が飛び立ち定着しないことが考えられたため、製剤のカップを株元ないしは定植苗箱に静止したことが有効であったと考えられる。また、製剤に給水基質として同封されている植物体にタバコカスミカメが付着していることも多く、それをトマト株に引っ掛ける方法も有効である。

トマトの長期作型では、コナジラミ類に抵抗性が発達していない化学合成農薬を使用回数制限を考慮しながら使用していかなくてはならない。夏場の定植直後には化学農薬を散布してコナジラミ類の初期侵入・定着を防止し、その後にタバコカスミカメの放飼を行う方法も考えられるが、今回実施した試験によって、タバコカスミカメはできるだけ早期に放飼するほうが有効であることが明らかとなった。そこで、タバコカスミカメを定植後すぐに放飼し、春以降のコナジラミ類増加を抑えられな

ったときに切り札となる化学合成農薬を散布するという方法が望ましいと考えられる。

なお、「試験3」では適宜、新規に開発されたコナジラミ類忌避剤であるアセチル化グリセリドの散布を行った。本剤は食品添加物でもあるアセチル化グリセリドが有効成分であり、散布回数の制限がない。本剤のみを散布するのは手間であるが、殺菌剤の散布時に同時施用することで効果が得られる。また、これらの試験では、慣行防除では発生しなかったトマトサビダニの発生が見られた。タバコカスミカメに影響しない農薬を選択して散布するよう心がける必要がある。

引用文献

- 1) CALVO, F. J. et al. (2012 a): *BioControl* **57**: 809~817.
- 2) ——— et al. (2012 b): *Entomologia Experimentalis et Applicata* **143**: 111~119.
- 3) 中石一英 (2013): 高知県農業技術センター特別研究報告 **13**: 1~51.
- 4) ———ら (2011): *応動昆* **55**: 199~205.
- 5) 農研機構 (2015): 施設キュウリとトマトにおける IPM のためのタバコカスミカメ利用技術マニュアル (2015年版).
- 6) ——— (2019 a): 化学合成殺虫剤を半減する新たなトマト地上部病害虫防除体系マニュアル—個別技術集—.
- 7) ——— (2019 b): 化学合成殺虫剤を半減する新たなトマト地上部病害虫防除体系マニュアル—北関東版—.
- 8) 大井田 寛・木内 望 (2017): 関東東山病害虫研究会報 **64**: 80~83.
- 9) YANO, E. et al. (2019): *BioControl*. in press.

特

集

生物・物理・化学の力を総合的に利用した
トマト地上部病害虫の新防除体系

植物工場トマトにおける タバコカスミカメを利用した害虫防除の試み

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

ひのもと のりひで やすい ひろえ
日本 典秀*・安居 拓恵・
つじい ふじわら なお やすだ てつや
辻井(藤原) 直・安田 哲也**

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構
生物機能利用研究部門

まえ だ た ろう
前 田 太 郎

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

ちょう てつぐん なかの あきまさ
趙 鉄軍***・中野 明正****

はじめに

高度な環境制御によって周年・計画生産を実現し、収量を大幅に向上させる太陽光利用型植物工場におけるトマト栽培が企業経営を中心に増加してきている。高度に環境制御されている植物工場といえども作業や出荷等で人の出入りがあり、また、目合の細かい防虫ネットを使用しているとはいえ天窗や側窓等の開口部もあるため、害虫の侵入を完全に防ぐのは困難である。したがって、植物工場でも通常の施設栽培と同様、害虫防除を確実に実施する必要がある。しかし、企業経営の多いこのような大規模施設では、①従業員が収穫・整枝作業中の日中は薬剤散布ができない、②大規模化に伴う受粉省力化のためマルハナバチ類を利用している、③圃場が広く発生を適切にモニタリングするのが困難である、等の理由によって、適期に薬剤散布ができるとは限らない。そのため、ややもすると病害虫のまん延を許すことになる。そこで、害虫防除における確実性と省力化を両立させるために、植物工場においても天敵利用が検討されている。

現状では、トマトにおいて対応すべき最重要病害の一つはトマト黄化葉巻病であり、対策としては病原ウイルスである TYLCV の媒介虫であるタバココナジラミの徹

底防除である。しかし、すでに実用化・市販されているタバココナジラミの生物的防除資材であるツヤコバチ類の防除効果は十分でないこと、害虫未発生時からの放飼は定着が望めず多数回放飼が必要で高コストになること、害虫発生後に適切な放飼を行うには正確なモニタリングが必要なこと等から、十分な効果が得られていない。一方、最近注目されているのが捕食性天敵であるカメムシ目カスミカメシ科のタバコカスミカメ(図-1)である。本種は主にコナジラミ類やアザミウマ類等の微小害虫の天敵であり、捕食量が多いことからヨーロッパの地中海地域の施設栽培での利用が進んでいる(CALVO et al., 2009)。一方で雑食性の特徴を持ち、ゴマ葉を用いた植物食のみでも世代を完結できる(中石ら, 2011)。同様に本種を維持できる数種類の植物種が知られており、これらの天敵温存植物を用いることで代替餌昆虫が



図-1 タバコカスミカメ成虫

Biological Control of Whiteflies on Tomato in a Plant Factory Based on the Zoophytophagous Predator Mirid Bug, *Nesidiocoris tenuis*. By Norihide HINOMOTO, Hiroe YASUI, Nao FUJIWARA-TSUJII, Tetsuya YASUDA, Taro MAEDA, Tiejun ZHAO and Akimasa NAKANO

(キーワード: タバコカスミカメ, コナジラミ類, トマト, 植物工場, 天敵温存植物)

現所属: *京都大学大学院農学研究科

**農研機構 生物機能利用研究部門

***新潟食料農業大学食料産業学科

****農林水産省農林水産技術会議事務局

なくともバンカー法が実施可能であり、安定的にコナジラミ類を防除できるのではないかと考えられた。そこで、植物工場トマト栽培において、天敵温存植物を併用したタバコカスミカメによるコナジラミ類防除技術の検討を行ったので紹介する。

本稿に先立ち、栽培管理に尽力いただいた国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構（以下、農研機構）つくば技術支援センターの岩切浩文氏、中山拓郎氏に御礼申し上げます。また、上杉龍士博士（現 農研機構 東北農業研究センター）、有本誠博士（農研機構 中央農業研究センター）、中野亮平氏（静岡県農林技術研究所）、中井清裕氏（香川県農業試験場）には、調査にご協力いただいた。なお、本研究は、内閣府戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）「次世代農林水産業創造技術」（管理法人：農研機構生物系特定産業研究支援センター）によって実施されたものである。

I 試験設計の概要

試験は、2016年4～7月、2017年1～5月、2017年6月～2018年3月の3回実施したが、基本的な試験設計は共通しているため、はじめに共通部分について説明する。試験は農研機構野菜花き研究部門の植物工場つくば実証拠点の太陽光利用型施設において実施した。軒高5.1mの施設で、総床面積約2,551m²のうち約324m²の栽培室を用いた（図-2）。基本的な配置は、養液栽培のベッドが4本設置されており、32株/ベッドの割合でトマト株を定植した。トマト品種は、各ベッドとも、‘桃太郎ヨーク’16株、‘鈴玉（安濃交9号）’16株の混植であった。天敵温存植物としてはこれまで、バーベナ、ス



図-2 試験を実施した農研機構野菜花き研究部門植物工場つくば実証拠点の栽培室
各ベッドの手前側にバーベナ‘タピアン’のプランターを設置した。2017年6月28日撮影。

カエボラ、クレオメ等が有効であることが明らかになっている（農研機構、2015）。植物工場への設置を想定した場合、株が大きくなりすぎると管理作業の邪魔になる懸念があったことから、今回の試験では草丈が低く管理が容易なバーベナ‘タピアン’（以下単に「バーベナ」と表記する）を用いた。各ベッドの片端に約15l容量のプランターを設置し、天敵温存植物としてバーベナを3株定植した。このプランターには、トマトと同じ養液チューブを設置して給液した。タバコカスミカメは、各回トマト1株当たり成幼虫0.5頭（16頭/プランター）となるようにバーベナのプランター上に放飼した。調査は約2週間ごとに、全株の成長点、最上位の開花している花房、上・中・下位葉それぞれ2葉ずつを目視でタバコカスミカメおよびコナジラミ類を成幼虫別に計数した。なお、発生したコナジラミ類は、オンシツコナジラミを主体としてタバココナジラミも混発していた。

試験期間中は、必要に応じて殺虫剤、殺菌剤の散布を実施したが、散布にあたっては既存の情報（農研機構、2015；静岡県農林技術研究所ほか、2015）を参考にしてタバコカスミカメに影響の少ない薬剤のみを用いた。

II トマト培養液による天敵温存植物の維持とタバコカスミカメの温存効果（試験1）

1回目の試験は、2016年4～7月に実施した。4畝ベッドのうち中央2ベッドは前年12月定植で、両サイドは4月7日定植であった。4月8日にバーベナのプランターを設置し、同日から1週間間隔で3回タバコカスミカメを放飼した。なお、試験期間中の最低気温、最高気温、平均気温はそれぞれ11.9℃、37.4℃、22.5℃、日平均気温は17.3℃から29.2℃で推移した。

プランター上のバーベナは、調査期間中問題なく生育し、日照時間が長く、温湿度など環境が好適に制御されたこともあり、開花も旺盛であった。すでに中野ら（2017）によってプランター上でのバーベナの維持管理が可能なが示されているが、植物工場においてもバーベナはトマトの培養液および栽培環境で問題なく栽培できると考えられた。また、バーベナ上でタバコカスミカメは常に観察され、温存効果があることも認められた（図-3下）。トマト上のタバコカスミカメ個体数ははじめ低密度であったが、放飼約60日後から増加し、83日後には調査部位当たり9頭まで増加した。この間、殺虫剤は全く使用しなかったにもかかわらず、コナジラミ類はごく低密度に抑制できた（図-3上）。ただし、トマトサビダニによる被害が大きくなったため、放飼84日後と90日後に殺虫剤を散布したところ、タバコカスミカ

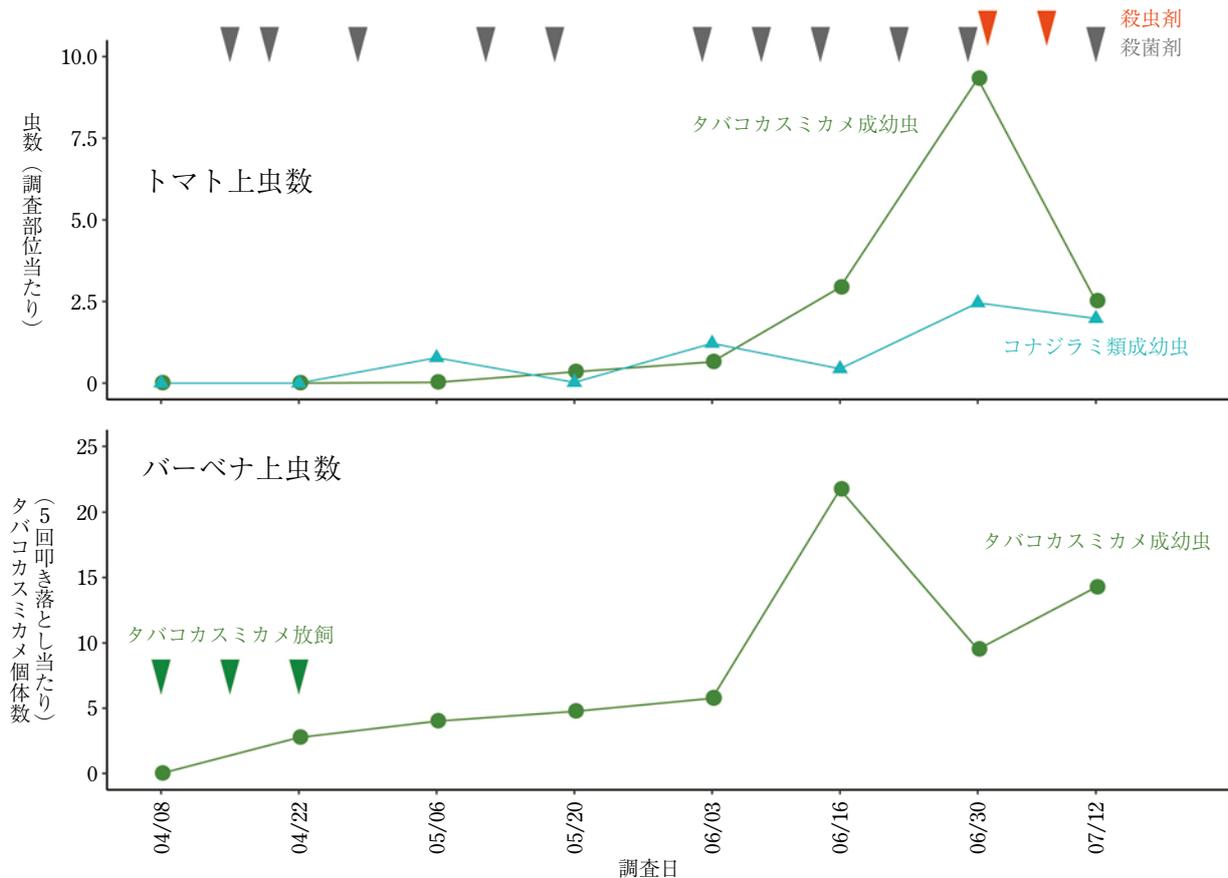


図-3 2016年4~7月に実施した試験における、トマト上のタバコカスミカメおよびコナジラミ類の個体数(上)とバーベナ上のタバコカスミカメ個体数の推移(下)

メ密度が激減した。一方、バーベナにも同様に薬液がかかっていたと考えられるが、薬散後も、バーベナ上のタバコカスミカメの密度減少は軽微であった。このことから、薬剤散布に対して天敵温存植物による保護効果があったと考えられた。

この試験によって、バーベナの栽培にトマトの培養液を用いることができること、タバコカスミカメの温存効果があること、特に分散を促さなくともバーベナからトマト上へのタバコカスミカメの移動があることが確認できた。

III タバコカスミカメ冬季放飼によるコナジラミ類の防除効果(試験2)

2回目の試験は、2017年1~5月に実施した。トマトは前年11月16日に定植し、バーベナプランターは1月13日に設置した。タバコカスミカメは1月13日から1週間間隔で3回放飼、その後2月17日と4月10日に追加放飼を行った。試験期間中の最低気温、最高気温、平均気温はそれぞれ6.4℃、31.4℃、19.1℃、日平均気温は15.1℃から23.4℃で推移した。

タバコカスミカメはバーベナ上では継続的に観察されたが、その増殖は極めて遅かった(図-4下)。トマト上では、調査期間中まったく観察されなかった。3月下旬にコナジラミ類が見られると、その後はコナジラミ類が指数関数的に増加した(図-4上)。タバコカスミカメに影響の少ない薬剤を多用した防除(殺虫剤2回、気門封鎖剤2回)を行ったが、それにもかかわらずコナジラミ類は抑制できなかった。トマト作の終盤には黄化葉巻病の発生も見られたため、試験を終了した。

放飼時期が1月下旬の厳冬期であり、放飼直後の栽培室の日平均気温は、15~17℃でタバコカスミカメの発育に影響の出る可能性のある気温(中石, 2014)であったことから、この間はほとんど増殖しなかったものと考えられる。また、2月下旬に一時期暖房機の故障のため最低気温が10℃を下回ったことも影響した可能性がある。気温20℃でも卵から成虫まで1か月以上かかるため(GAVKARE and SHARMA, 2017)、春先までの増殖は期待できない。このことから、植物工場では加温しているとはいえ、厳冬期に放飼することは避けるべきと考えられた。

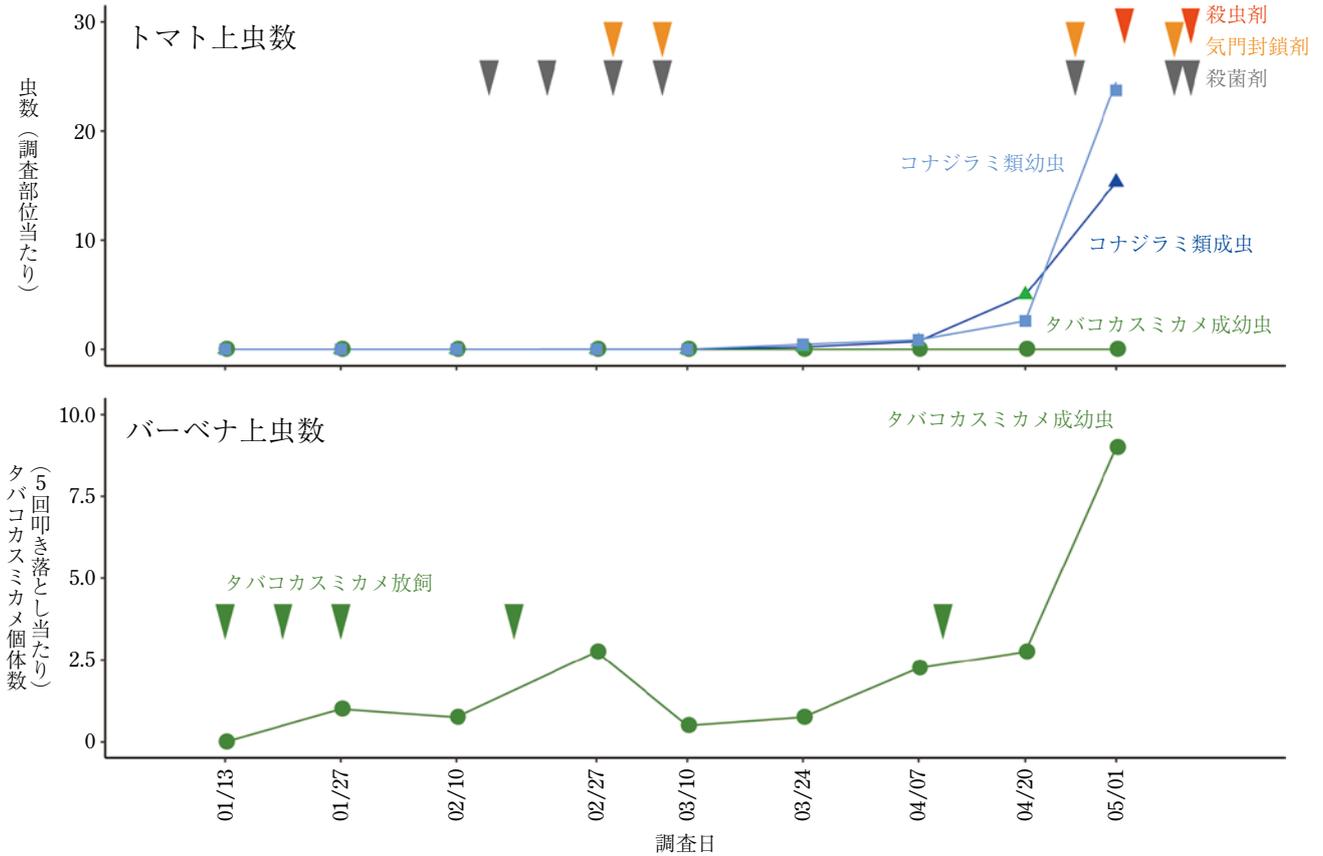


図-4 2017年1~5月に実施した試験における、トマト上のタバコカスミカメおよびコナジラミ類の個体数(上)とバーベナ上のタバコカスミカメ個体数の推移(下)

IV タバコカスミカメ春季放飼によるコナジラミ類の防除効果(試験3)

3回目の試験は、2017年6月から2018年3月に実施した。定植に先立ち6月15日にバーベナのプランターを設置し、6月21日の定植と同時にタバコカスミカメを放飼した。その後も1週間間隔で2回放飼を行った。その後、9月上旬までは防除に用いた化学薬剤はコナジラミ類の新規行動制御剤であるアセチル化グリセリド乳剤のみで、他の殺虫剤、殺菌剤は使用しなかった。また、試験期間中の最低気温、最高気温、平均気温はそれぞれ8.7℃、38.9℃、21.5℃、日平均気温は15.1℃から29.9℃で推移した。

プランター上のタバコカスミカメは調査開始直後から順調に増加し、1か月後の7月21日には5回叩き落とし当たりの捕獲数が11頭を超えた(図-5下)。その後は徐々に減少したものの、調査期間を通じてバーベナ上で維持できた。トマト上でも放飼直後の7月5日から観察され、9月14日には調査部位当たり2頭を超える密度となった(図-5上)。その直後に葉かび病とトマトサビダニ対策で薬剤散布を実施したため密度が減少した

が、その後調査終了までトマト上で観察された。

調査期間内に、トマト上で確認されたタバコカスミカメ成幼虫は合計3,832個体にのぼり、その56%が成長点付近、26%が上位葉、15%が最上位の開花花房で観察された。このことから、タバコカスミカメの定着を確認するためには、成長点付近を重点的に確認するのが効率的と考えられた。植物工場のような高軒高の施設では成長点の観察は容易ではないが、誘引管理などで高所作業車を使用する際に確認することは十分可能である。

調査期間を通じて、コナジラミ類は全く見られなかった。同施設の他の栽培室ではコナジラミ類が多発していたことから、初期のアセチル化グリセリド乳剤の連続散布とともに、タバコカスミカメの順調な維持が侵入・定着抑制に効果的だった可能性がある。また、タバコカスミカメはトマトでは世代を完結できないとされている(URBANEJA et al., 2005; 中石ら, 2011)が、コナジラミ類の発生が全くないにもかかわらずトマト上で継続して観察されたことから、本種がトマト花粉を摂食した場合は世代を完結できる可能性が示唆された(図-6)。この点は、今後解明する必要がある。

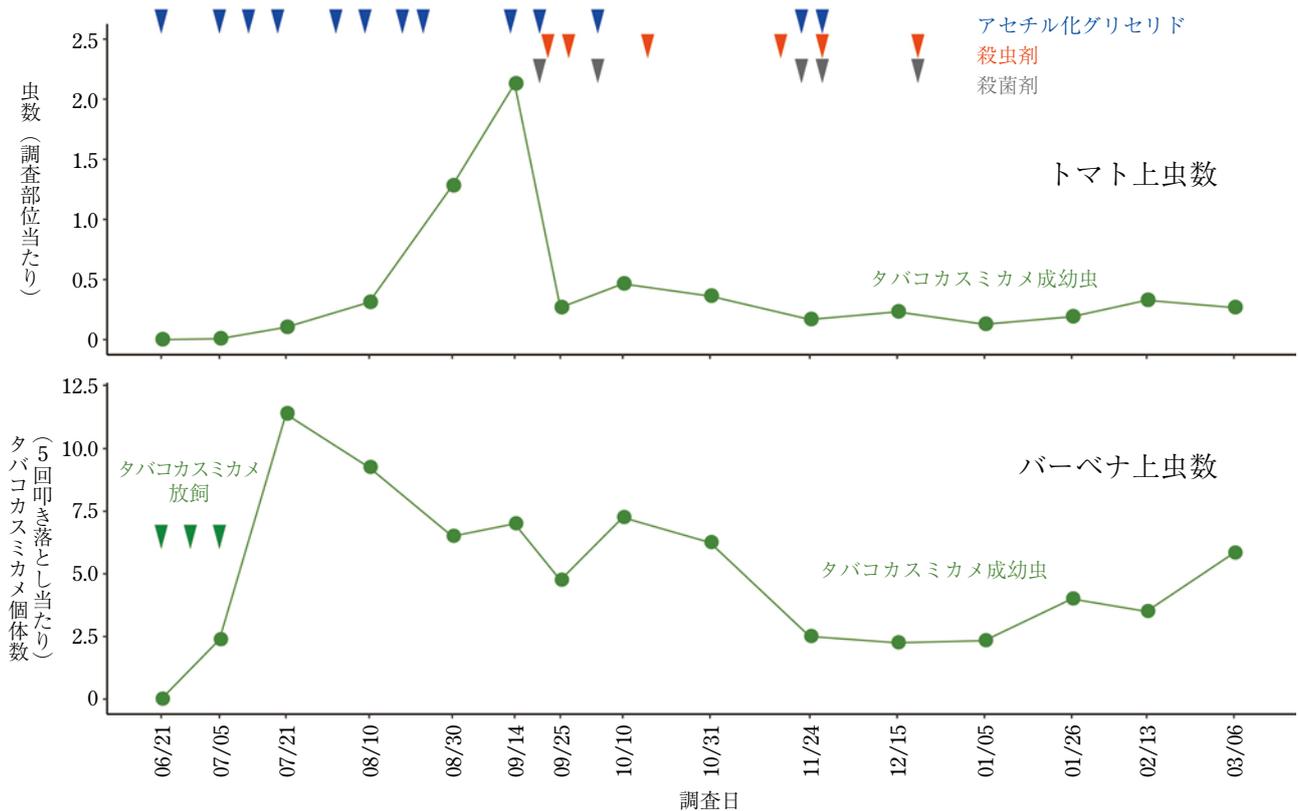


図-5 2017年6月から2018年3月に実施した試験における、トマト上のタバコカスミカメおよびコナジラミ類の個体数（上）とバーベナ上のタバコカスミカメ個体数の推移（下）

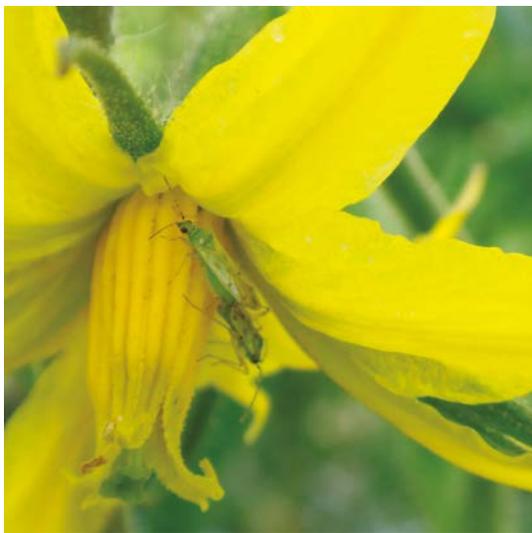


図-6 トマトの花の上で交尾をするタバコカスミカメ

おわりに

タバコカスミカメは、密度が増加するとトマトに被害をもたらすことが指摘されている (SANCHEZ and LACASA, 2008; CALVO et al., 2009)。本研究の春季放飼（試験3）では、調査部位当たり2頭以上の密度に達したが、被害は観察されなかった。この程度の密度では影響はないも

のと考えられる。

既存の報告ではタバコカスミカメに影響が少ないとされていた殺虫剤の散布が、トマト上のタバコカスミカメ密度の減少につながった (図-3, 5)。このことから、虫体浸漬による室内試験の評価と圃場レベルでの評価が一致しない場合もあることが明らかとなった。このことを念頭に入れて防除体系を構築する必要がある。今後さらなる情報の蓄積が望まれる。一方で、アセチル化グリセリド乳剤の併用は、タバコカスミカメ密度に影響を及ぼさないことも明らかとなった。アセチル化グリセリドは散布回数に制限がないため、本薬剤を効果的に併用することで、従来型化学合成殺虫剤の使用回数を低減した防除体系を構築でき、コナジラミ類の薬剤抵抗性発達を抑制できると期待される。今回は頻りに散布したが、今後はコスト低減のために散布回数の削減を検討する必要がある。

本研究では、春季のタバコカスミカメ放飼が一定の成果を上げている一方で、冬季放飼ではコナジラミ類の密度抑制に完全に失敗した。生物農薬としての登録予定放飼数は0.5頭/株であることから、本種の初期の増殖が、施設内での個体群維持、さらには防除効果を得るためには重要であると考えられる。したがって低温環境下での

放飼は極力避けるべきと考えられる。一方で、気温が十分に上昇する春以降は、本種の増殖・定着には全く問題は見られない。タバコカスミカメは、本種が定着しているトマトの匂いに誘引される (LINS et al., 2014) ことから、いったんトマト上で個体群が確立されれば、その後の定着が期待できる。

植物工場においては、そもそも高度な環境制御が実施されているため、多湿や乾燥による病害の発生が少なくなると期待される。本研究でも、殺菌剤の散布回数は一般的な圃場よりも少なかったものの、被害をもたらすような病害は発生しなかった。一方で、慣行防除体系下ではほとんど問題となっていなかったトマトサビダニの発生が毎回確認された。現時点では、トマトサビダニに有効かつタバコカスミカメに影響の少ない薬剤がいくつか存在するため化学的防除で対応可能であり、適切に判断し防除を実施することは可能と考えられる。したがって、はじめに述べたように虫媒性ウイルス病の抑制が重

要となる。本研究が示したように、タバコカスミカメとアセチル化グリセリド乳剤を併用した防除体系が一般化すればコナジラミ類の発生を抑制でき、植物工場における減農薬・省力化が実現できるであろう。

引用文献

- 1) CALVO, J. et al. (2009): *BioControl* **54**: 237~246.
- 2) GAVKARE, O. and P. L. SHARMA (2017): *Entomol. News* **127**: 230~241.
- 3) LINS, J. et al. (2014): *BioControl* **59**: 707~718.
- 4) 中石一英ら (2011): *応動昆* **55**: 199~205.
- 5) ——— (2014): *植物防疫* **68**: 122~127.
- 6) 中野亮平ら (2017): *関西病虫害研報* **59**: 109~111.
- 7) 農研機構 中央農業総合研究センター (2015): *施設キュウリとトマトにおける IPM のためのタバコカスミカメ利用技術マニュアル* (2015年版), 42 pp.
- 8) SÁNCHEZ, J. A. and A. LACASA (2008): *J. Econ. Entomol.* **101**: 1864~1870.
- 9) 静岡県農林技術研究所 (2015): *タバコカスミカメ利用技術マニュアル—施設トマト—* (養液栽培), 10 pp.
- 10) URBANEJA, A. et al. (2005): *Biocontrol Sci. Tech.* **15**: 513~518.



(登録が失効した農薬 15 ページからの続き)

- カフェンストロール・ベンスルフロンメチル・ベンゾビシクロン剤
21387: テラガード 250 グラム (クミアイ化学工業)
19/11/14
- カフェンストロール・ベンスルフロンメチル・ベンゾビシクロン剤
21441: クミアイテラガード 1 キロ粒剤 75 (クミアイ化学工業) 19/11/14
- カフェンストロール・ベンスルフロンメチル・ベンゾビシクロン剤
21443: クミアイテラガード 1 キロ粒剤 51 (クミアイ化学工業) 19/11/14
- カフェンストロール・ベンスルフロンメチル・ベンゾビシクロン剤
21538: テラガードジャンボ (クミアイ化学工業)
19/11/14
- ピリミルスルファン・ベンゾビシクロン剤
23333: ザンテツ豆つぶ 250 (クミアイ化学工業)
19/11/14
- ピリミルスルファン・ベンゾビシクロン剤
23337: ザンテツジャンボ (クミアイ化学工業) 19/11/14
- プレチラクロール・ベンゾビシクロン水和剤
20633: クサコントフロアブル (三井化学アグロ)
19/11/28

- カフェンストロール・ダイムロン・ピラゾレート・ベンゾビシクロン剤
20895: イネエース 1 キロ粒剤 (三井化学アグロ)
19/11/28
- カフェンストロール・ダイムロン・ベンスルフロンメチル・ベンゾビシクロン剤
22487: MIC シロノック 1 キロ粒剤 75 (三井化学アグロ)
19/11/28
- カフェンストロール・ダイムロン・ベンスルフロンメチル・ベンゾビシクロン水和剤
22488: MIC シロノック H フロアブル (三井化学アグロ)
19/11/28
- カフェンストロール・ダイムロン・ベンスルフロンメチル・ベンゾビシクロン剤
22492: MIC シロノック H ジャンボ (三井化学アグロ)
19/11/28
- ピラゾレート・ベンゾビシクロン・ペントキサゾン剤
23125: クサスイープ 1 キロ粒剤 (三井化学アグロ)
19/11/28

「展着剤」

- 展着剤
15302: K.K ステッカー (アグロ カネショウ) 19/11/12

特

集

生物・物理・化学の力を総合的に利用した
トマト地上部病害虫の新防除体系

紫色 LED 光源によるタバコカスミカメ 誘引技術

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構
生物機能利用研究部門

しもだ まさみ うえはら たくや
霜田 政美・上原 拓也

徳島県立農林水産総合技術支援センター なかの野 あきお
中 野 昭 雄

はじめに —天敵誘引光源開発の背景—

西南日本に広く分布するタバコカスミカメ *Nesidiocoris tenuis* は、コナジラミなどの微小害虫を捕食する天敵である。高知県において 2000 年代始めから土着天敵としての利用法が検討されてきた（山口，2010；中石，2013）。これまでに、ゴマヤクレオメ等の天敵温存植物（インセクタリアープランツ，以下，温存植物と略す）が明らかにされ（安部・松尾，2019），防除資材としての地位が確立されつつある。タバコカスミカメの利用促進技術として高知県で確立された「天敵温存ハウス」が秀逸であり，この方法によって年間途切れることなく土着天敵タバコカスミカメの利用が可能になった（下元ら，2016）。天敵利用を図るうえで，温存植物の選択と栽培管理は最も重要な基盤技術であり，現在も様々な試みがなされている。

温存植物は，天敵が定着して増殖するための棲息場所を提供するもので，天敵の好む植物を利用することで，天敵を高密度に維持することができる。天敵利用にとって有効に働く温存植物であるが，作物との関係性を考えると，さらに工夫が必要になる。それは天敵の「植物に対する選好性」の問題である。例えば，トマト栽培においてクレオメを温存植物に選定した場合，タバコカスミカメはトマトよりもクレオメを強く好み，生息密度としては 10 倍以上の大きな差として現れる（荻野ら，2018）。特に，タバコカスミカメのような捕食性カメムシは，探索行動を広範囲に行うハチ類よりも移動性が低く，温存植物から離れた作物上に移動させるのは容易ではない。

Attraction of Predatory Bug *Nesidiocoris tenuis* by Violet LED.
By Masami SHIMODA, Takuya UEHARA and Akio NAKANO

（キーワード：走光性，波長選好性，生物的防除，タバコカスミカメ，発光ダイオード）

この問題の対処法としては，①一定間隔で株間に温存植物（バーベナなど）を定植したり（安部ら，2015），②天敵が増えた温存植物を刈り払い，天敵を温存植物ごと作物上に移す方法がとられている（中野ら，2016）。いずれの方法も作物上の天敵密度が向上し有効性が確認されているが，前者の場合には多数の温存植物を定植・管理する作業が，また，後者の場合には温存植物の刈り払い・配分の作業が必要になる。さらに後者では，育てた温存植物を刈り払ってしまうため，状態が回復するまでの期間，天敵が増えにくいという弱点もある。

昆虫を目的の場所に集める方法としては，フェロモンなど情報化学物質で誘引する方法のほか，光（視覚刺激）を使って誘引する方法が考えられる（SHIMODA and HONDA, 2013）。著者らは様々な昆虫種の光応答反応を研究する中で，タバコカスミカメなど数種の捕食性昆虫が紫色光に強く誘引される現象を発見した（荻野ら，2015；TOKUSHIMA et al., 2016；UEHARA et al., 2019）。それは捕食性昆虫が，紫色光に強く誘引されるという現象である。本稿では，その性質をうまく利用して，温存植物上のタバコカスミカメを作物上に効率的に移動させる技術を紹介する。

なお，本研究の一部は，内閣府 戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）「次世代農林水産業創造技術」（管理法人：国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 生物系特定産業研究支援センター）によって実施された。

I タバコカスミカメは紫色光に強く誘引される

虫が光に向かって集まったり，遠ざかったりする行動は「走光性」と呼ばれる。走光性において，最も強く誘引される色（光波長）は昆虫種によって様々であり，これを「波長選好性」と呼ぶ。多くの昆虫は，複眼の光感度（複眼分光感度）のピークを紫外光（350 nm 付近）も

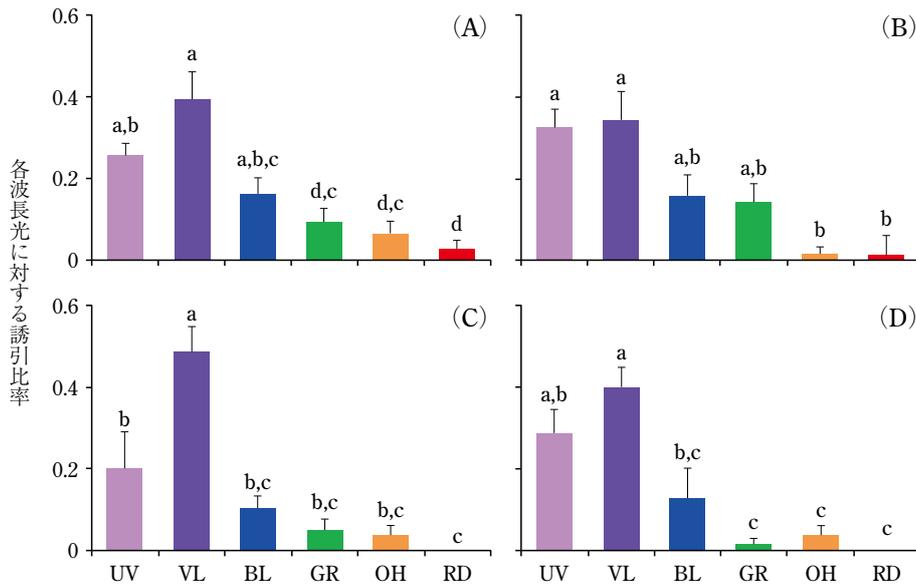


図-1 タバコカスミカメの波長選好性 (A)未交尾オス, (B)未交尾メス, (C)交尾オス, (D)交尾メス. 荻野ら (2015) の方法に順って 360~660 nm の光波長 (6 種) を選択させた. 異なる文字間に有意差あり ($P < 0.05$, ANOVA on arc-sine transformed data, followed by Tukey-Kramer HSD test). UEHARA et al. (2019) より改変.



図-2 紫色 LED 天敵誘引光源 (A)ポータブル型 LED 光源 (株式会社シグレイ製): 昼間はソーラー発電で蓄電し, 日没後に自動点灯する. 設置が簡単で移動可能. (B)常設型 LED 光源 (株式会社ネイブル製): 家庭用 AC 電源で使用するため, より大きな光量が得られる.

しくは緑色光 (550 nm 付近) にもつため, そのいずれかの波長域を選好する (蟻川, 2014; 霜田, 2018)。これまで著者らは, 様々な害虫や天敵の波長選好性を調査する中で, 例外として, 数種の捕食性天敵 (ナミヒメカメムシ *Orius sauteri*・ブランコヤドリバエ *Exorista japonica*・タバコカスミカメ) が, 紫色光 (波長ピーク = 405 nm) を強く選好することを見いだした (荻野ら, 2015; TOKUSHIMA et al., 2016; UEHARA et al., 2019) (図-1)。この波長域は, これら天敵種の複眼分光感度のピークではなく, 谷間 (極小値付近) に位置し, これらの虫にとつ

ては明るく見えない (相対的に暗く見える) 光であった (霜田, 2018)。

これらの天敵に特有の波長選好性を発見したことにより, 害虫と天敵を差別化して, 天敵のみを選択的に作物上に移動させるという戦術が可能になった。著者らは, これら天敵の誘引光源の開発に着手し, これまでに二つのタイプの天敵誘引光源の開発を行った。一つは, 手のひらサイズで, どこにでも持ち運びができるポータブル型 LED 光源である (図-2A)。小型ソーラーパネルを備えて蓄電し, 砲弾型 LED によって紫色光を発する。リ

フレクタにより照射角が狭められており、狙った方向に光を照射することが可能である。これまでに300日(300回)を超える充放電サイクルの耐久試験、屋外での耐候性試験を実施し、照射能力が正常に保たれることを確認している。このソーラー型 LED は、露地ナス栽培においてヒメハナカメムシの誘引に有効であり、アザミウマの密度を低減する防除効果も確認されている。もう一つの光源は、家庭用 AC 電源(100V)に接続する常設型 LED 光源である(図-2B)。AC 電源が使える栽培施設を想定しており、ポータブル型に比べてより高輝度の光照射が可能である。これらの LED 光源については、次項以降で実際に誘引試験を行った結果を紹介する。

II 天敵誘引 LED は夕暮れ時に点灯する

前章で述べた通り、天敵の行動制御では、天敵を害虫と区別して、選択的に集める必要がある。波長選択性による差別化がその一つだが、加えて、時間による差別化も有効である。昆虫の活動時刻は、種や発育ステージによって定まっていることが知られている。単純に昼行性・夜行性というだけでなく、活動のピーク時刻が存在する場合が多い。アザミウマやコナジラミは、昼間に太陽光を反射するカラー粘着テープにトラップされる典型的な昼行性昆虫である。赤外線アクトグラフにより、タバコカスミカメの活動リズムを計測したところ、夕方から活動を開始し、薄暮下で活発となる活動パターンが明らかになった(図-3)。天敵誘引光源の LED は、太陽光

に比べて光強度が低いため(1mの距離で太陽光の1/10,000未満)、日中の LED 点灯は太陽光に邪魔されてしまう。幸いなことに、日没後の薄暮下でもタバコカスミカメは活動することから、この日没から2~3時間が LED 点灯に最も適切である。これによって、活動時刻に関しても、天敵と害虫を差別化し、天敵のみを選択的に作物上に移動させるという戦略が可能になった。

III トマト施設栽培において効果的に天敵が誘引された

製作した紫色 LED 光源について、トマト施設栽培(ビニールハウス)において、その誘引効果を調査した。ポータブル型 LED 光源の試験は、ビニールハウス(奥行10m,幅5.4m,高さ3.15m)にトマトを4条(1条当たり10株)定植して行った(図-4A)。ハウス入口(幅1m,奥行0.5m)に天敵温存植物(ゴマ、クレオメ、バーベナ、スカエボラ)を地植えした。タバコカスミカメは予め温存植物上に放飼した。最奥部にポータブル型 LED 光源を設置し(高さ1.6m,2条当たり1台)、最奥部からハウス入り口に向けてほぼ水平に光を照射した(日没から約3時間点灯)。昼に入口付近から奥を眺めると、LED 光源が天敵温存植物に向いている配置であり(図-5昼)、点灯時には光源のみが光って見える(図-5夜)。その結果、LED 光源のハウス外への漏光はわずかで、外部から害虫を誘引することがない。ここで対照区として、ポータブル型 LED 光源を設置しないハウ

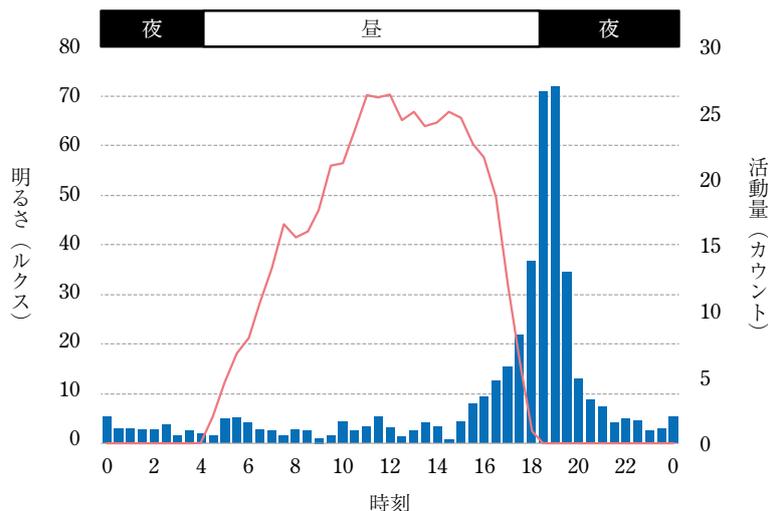


図-3 タバコカスミカメの活動リズム

赤外線アクトグラフを用いて、自然光下(晴天時の木陰)のタバコカスミカメ成虫の活動リズムを計測した。赤実線は明るさを示し、青棒グラフは30分当たりの活動カウントを示す。本種は、夕方から活動を開始し、日没前後にピークに達した。薄暮下の暗闇でも活発に活動することから、日没から2~3時間が LED 点灯に最も適切な時間帯であると考えられる。

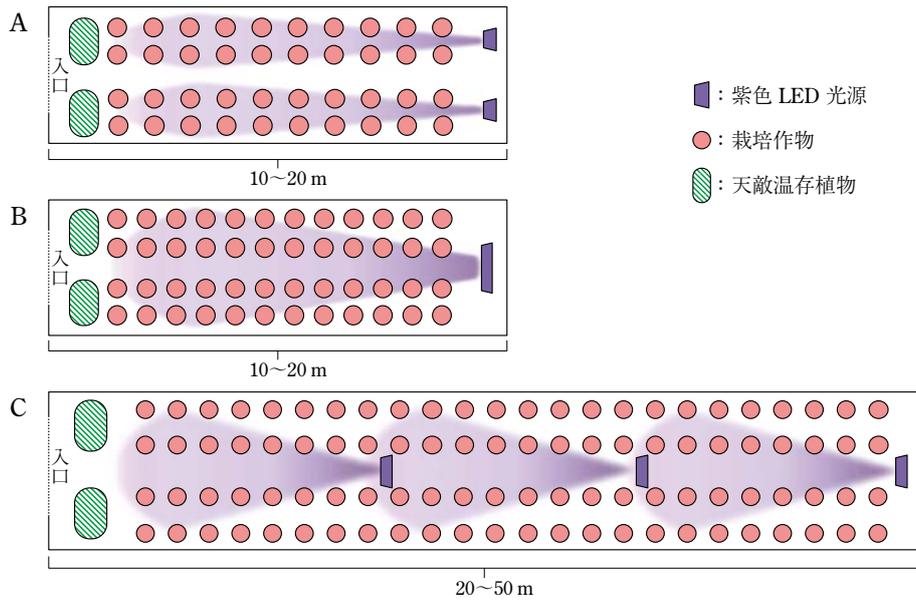


図-4 ビニールハウスでの紫色 LED 天敵誘引光源の配置 (平面図)

(A)ポータブル型 LED 光源の配置例：入口に天敵温存植物，最奥部に光源を 2 条当たり 1 台設置. (B)常設型 LED 光源の設置例：入口に天敵温存植物，最奥部に光源を 1 台設置. (C)長さ 50 m のビニールハウスでの設置例：ポータブル型・常設型のいずれかを 10~20 m 間隔で設置.



図-5 トマト栽培ハウスに設置したポータブル型 LED 光源
ビニールハウス (奥行 10 m, 幅 5.4 m) にトマトを定植して, LED 光源の誘引試験を行った. 配置は図-4A の通り. ハウス入口付近に天敵温存植物を直植えして, 最奥部にポータブル型 LED 光源を設置した (左写真). 日没後の点灯時には, 光源のみが点として光って見えることから (右写真), ハウス外への漏光はほとんどない.

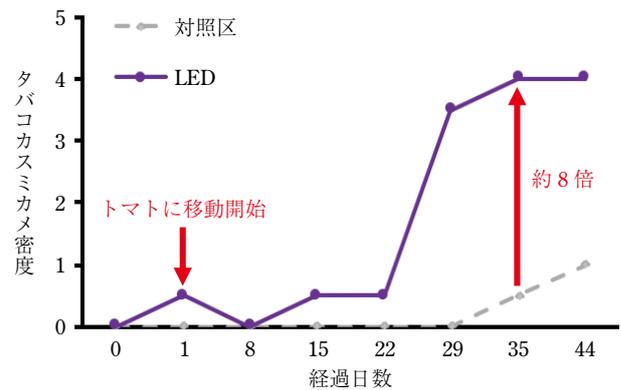


図-6 ポータブル型 LED 光源によるタバコスカミカメの移動拡散

図-4A の配置でのタバコスカミカメの移動拡散経過. ビニールハウス (長さ 10 m) でトマトを栽培した. 对照区 (慣行区) では, 天敵温存植物からトマトへのタバコスカミカメの移動が緩慢なのに対し, LED 設置区ではタバコスカミカメが点灯直後から移動を開始し, 1 か月後には对照区の約 8 倍の密度に達した.

スを設けた. LED 点灯開始から, トマト茎頂部 (50 cm) に生息するタバコスカミカメの頭数を計数し, 天敵温存植物からトマト上への本種の移動を調査した. その結果, ポータブル型 LED 光源の照射翌日にはトマト上にタバコスカミカメの移動が確認され, 照射から 1 か月後には, トマト上の生息密度が对照区の約 8 倍に達した (UEHARA et al., 2019) (図-6).

また, 常設型 LED 光源の試験は, ビニールハウス (奥

行 20 m, 幅 6 m, 高さ 4.8 m) にトマトを 3 条 (1 条当たり 20 株) 定植して行った. ハウス入口に天敵温存植物 (ゴマ, バーバナ) を地植えし, 最奥部に常設型 LED 光源を 1.8 m の高さに設置し, 最奥部からハウス入り口に向けてほぼ水平に光を照射した (日没から約 3 時間点灯) (図-4B). 对照区として, LED 光源を設置しないハウスを設けた. LED 点灯開始から, トマトの上位 5 複葉で観察されるタバコスカミカメの頭数を計数

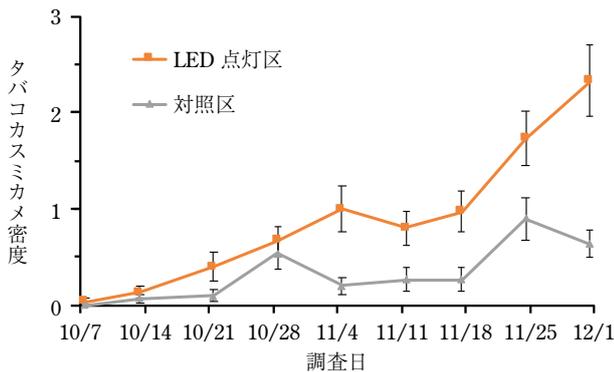


図-7 常設型 LED 光源によるタバコカスミカメの移動拡散
図-4B の配置でのタバコカスミカメの移動拡散経過。ビニールハウス (長さ 20 m) でトマトを栽培した。天敵温存植物からトマトへのタバコカスミカメの移動は、LED 光源により促進され、2 か月間の試験期間を通じてトマト上の密度が常に増加し続けた。

し、天敵温存植物からトマト上への本種の移動を調査した。その結果、常設型 LED 光源の点灯から 1 週間後にはトマト上にタバコカスミカメの移動が確認され、約 1 か月後には、トマト上の生息密度が対照区 (タバコカスミカメ + 天敵温存植物) の約 4 倍に達した。LED 点灯区と対照区では、その後 2 か月間に渡ってタバコカスミカメ生息密度の差が開き続けたことから、栽培期間を通じて天敵誘引 LED を点灯し続けることが、タバコカスミカメの密度維持に有効であることが判明した (図-7)。

以上の結果から、ポータブル型 LED 光源・常設型 LED 光源ともに、実際のトマト栽培試験においてタバコカスミカメの誘引効果が確認された。ビニールハウスが 20~50 m と長い場合には、10~20 m おきに LED 光源を配置することで、最奥部までタバコカスミカメを誘引することが可能になると考えられる (図-4C)。ここで、タバコカスミカメの作物上への移動は、LED 光源の点灯直後から始まったことから、本技術が即効的に働くことは明らかである。LED 光源に移動するのは羽をもち飛翔できる成虫だけである。LED 光源を使うことで、コナジラミなどの害虫が増殖する前に、タバコカスミカメ成虫を天敵温存植物から作物上へ早期に移動 (飛翔) させることで防除効果が高まると期待される。また、LED 光源点灯を長期間にわたって使用し続けた場合に、作物上のタバコカスミカメ密度が上昇し続けたことから、持続的な効果も明らかである。長時間成虫密度を保つことで、作物上での繁殖・産卵行動を促すことができる。タバコカスミカメは雑食性であることから、作物上に害虫が少ない (動物性の餌が枯渇した) 条件でも、作物上の密度を維持して害虫の侵入を待ち伏せする戦略が効果的である。

IV 天敵誘引 LED を使用する際の留意点

ここで紹介した天敵誘引 LED は、天敵温存植物からタバコカスミカメを移動させるものである。したがって、天敵温存植物でタバコカスミカメを十分に増殖させてから使用する必要がある。また、害虫の発生を最も効果的に抑えるのは、天敵を作物上で「待ち伏せさせる」方法である。そのためには、作物の定植時、もしくはそれよりも早い時期から、天敵温存植物を育成しておくことが肝要である。

また、天敵誘引 LED は、ナミヒメハナカメムシにも効果があり、露地ナス栽培において土着のヒメハナカメムシを誘引してアザミウマの防除に成功している (OGINO et al., 2016)。一方、タバコカスミカメでは施設栽培において誘引効果を確認しているが (UEHARA et al., 2019)、露地利用については試験データがなく、専門家の助言のもとで実施することが望ましい。天敵誘引 LED に関してはヒメハナカメムシで実用化が先行しており、それらの解説も参考にいただければ幸いである (霜田, 2017; 荻野ら, 2018)。

LED 製品の問い合わせ先

ポータブル型 LED 光源: 株式会社シグレイ (担当: 鈴木孝洋) <http://www.shigray.com>

常設型 LED 光源: 株式会社ネイブル (担当: 田中正彦) <http://www.nabl.jp>

引用文献

- 1) 蟻川謙太郎 (2014): 光を利用した害虫防除の手引き, 農研機構, つくば, p.5~10.
- 2) 安部順一郎・松尾光弘 (2019): 化学合成殺虫剤を半減する新たなトマト地上部病害虫防除マニュアル-個別技術集, 農研機構 (編), つくば, p.9~15.
- 3) ———ら (2015): 施設キュウリとトマトにおける IPM のためのタバコカスミカメ利用技術マニュアル, 農研機構, つくば, p.23~37.
- 4) 中石一英 (2013): 高知県農業技術センター特別研究報告 13: 1~51.
- 5) 下元満喜ら (2016): 土着天敵を活用する害虫管理 最新技術集 農研機構 (編), つくば, p.19~23.
- 6) 中野亮平ら (2016): 関西病虫研報 58: 65~72.
- 7) SHIMODA, M. and K. HONDA (2013): Appl Entomol Zool 48: 413~421.
- 8) 霜田政美 (2017): 技術と普及 54: 42~44.
- 9) ——— (2018): 植物防疫 72: 149~154.
- 10) 荻野拓海ら (2015): 応動昆 59: 10~13.
- 11) OGINO, T. et al. (2016): Sci Rep 6: doi: 10.1038/srep32302
- 12) 荻野拓海ら (2018): 植物防疫 72: 103~106.
- 13) TOKUSHIMA, Y. et al. (2016): PLoS One. 2016 Aug 17; 11(8): e0160441. Doi: 10.1371/journal.pone.0160441.
- 14) UEHARA, T. et al. (2019): BioControl 64(2): 139~147. DOI: 10.1007/s10526-019-09926-4.
- 15) 山口説夫 (2010): 高知県芸芸地域における土着天敵を用いたナスの IPM 技術とその取り組み, バイオコントロール 14: 16~22.

特

集

生物・物理・化学の力を総合的に利用した
トマト地上部病害虫の新防除体系

LED を利用したタバコカスミカメ捕集装置 の紹介

徳島県立農林水産総合技術支援センター なか 中 の 野 あき 昭 お 雄

はじめに

タバコカスミカメ *Nesidiocoris tenuis* (Reuter) は、コナジラミ類、アブラムシ類、アザミウマ類、チョウ目等を餌とする捕食性のカスミカメムシである(梶田, 1978; 安永ら, 1993; TORRENO, 1994; URBANEJA et al., 2005)。本種は、ゴマなどの植物を餌とした場合でも発育し世代交代が可能である(中石ら, 2011)。海外、特にスペインなどでは、本種がトマトのコナジラミ類やアザミウマ類に対する生物的防除資材として利用されている(SANCHEZ and LACASA, 2008; CALVO et al., 2009; HUGHES et al., 2009)。国内では、土着種が高知県をはじめ、西南暖地の主に施設ナス、ピーマン、キュウリ等の各生産現場で利用されている。そこでは、高知県の生産現場で考案された本種の導入量を安定的に確保するための「温存ハウス」を利用した方法(下元, 2011)がとられている。具体的には、本種が寄生するゴマやクレオメ等を遊休ハウスや水稻等の育苗ハウスで栽培し、増殖した本種個体を生産者自らが製作した吸虫管などを使って人為的に捕獲・採集した後、ナスやピーマン等の栽培施設内へ持ち込み、放飼するという方法である。この場合、捕獲・採集する作業に熟達した生産者であれば、短時間で大量に捕獲・採集できるが、初心者や経験の浅い生産者には手間暇がかかり、ボトルネックとなっている。一例として、下元(2016)によると、30分間・1人当たりで約160頭(40代男女3名の平均)が採集できるといわれ、一つの目安とされている。

一方、近年、昆虫の移動拡散を制御する方法として、光や色を使った研究が進んでいる(BRISCOE and CHITTKA, 2001; JOHANSEN et al., 2011; SHIMODA and HONDA, 2013)。これは、昆虫が特定の光や色に対して本能的に示す「光応答反応」を利用したものであり、昆虫の行動を制御する技術として注目されている。その一つとして、捕食性

天敵の本種やナミヒメハナカメムシでは、405 nmの光(紫色光)に強く誘引される性質(荻野ら, 2015; UEHARA et al., 2019)が明らかにされた。この波長の光を発するLEDを利用することで、これらの天敵を選好性や定着性のある「天敵温存植物*1」から害虫の発生する栽培植物へ移動させる(引きはがし)方法が提示されており(荻野ら, 2018)、前述のボトルネックを解決するための方法として、同光を利用することにより温存ハウス内で本種を大量に捕獲・採集できると考えられた。

そこで、ピーク波長約405 nmを発するLEDを主として利用し、本種を捕獲・採集する装置(以下、捕集装置)の開発に取り組んだ。本稿では、その構造、利用方法と効果を紹介する。

なお、一連の開発は、株式会社ネイブル(代表取締役田中正彦)との共同で、内閣府戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)「次世代農林水産業創造技術」(管理法人: 国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 生物系特定産業技術研究支援センター)を活用して実施した。

I 捕集装置の構造

本装置は図-1に示したように、直径18 cm、高さ47.5 cmの円筒形で発光筐体と捕集筐体の二つで構成される。発光筐体は、ピーク波長約405 nmを発するLED(以下、紫色LED)3個からなる発光部3基を筐体外壁に120度の間隔で配置し、それぞれ筐体の中心から外に向けて点灯する(図-2)。発光した紫色光に本種をはじめ様々な昆虫類が誘引されるが、側壁に3 mm目合いのメッシュを張ることで、その目合いより大きい昆虫類は筐体内へ進入できない。誘引された本種は、発光筐体内へ進入した後、上部に取り付けたファンから吹き出された風によって下部の捕集筐体へ誘導される。また、捕集筐体の底部の中央には、0.6 mm目合いのメッシュを張

Introduction of *Nesidiocoris tenuis* (Reuter) Capture Device Using LED. By Akio NAKANO
(キーワード: LED, タバコカスミカメ, 捕集装置, 温存ハウス)

* 1: 害虫に寄生したり、害虫を捕食する天敵の生息や増殖を目的に栽培する植物。

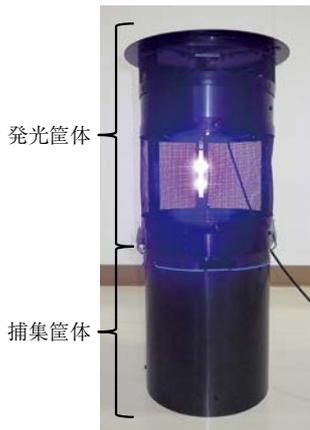


図-1 開発した捕集装置（製作：株式会社ネイブル）

り、その下方よりピーク波長約 460 nm の光を発する LED（以下、青色 LED）3 個からなる発行部を取り付けた（図-3）。これを点灯することにより、本種を含む昆虫類は、その青色光に引き寄せられるが、本種はその目合いのメッシュを通過できない（中野ら、未発表）ために筐体内にとどまり、アザミウマ類など微小な昆虫類はメッシュを通過し、筐体外へ出ていく。

II 捕集装置の利用方法

本種が温存・増殖された「温存ハウス」内に本装置を、ランタンスタンドなどを用いて吊り下げる。本種は温存ハウス内に植栽するゴマやクレオメの先端部に集中して寄生することから、発光筐体をその高さに位置するように合わせる。次に、本種は日没後数時間内に最も活動が高まること（中野ら、未発表）から、紫色 LED の点灯は 18 時ころから 2、3 時間程度とする。消灯後、すぐに

捕集筐体上部のスリット板（図-4）でふたをし、二つの筐体を分離する。その後捕集筐体をナスなどの栽培施設へ持って行き、ふたを開けることで本種を放飼する。なお、LED 消灯後すぐにふたをししないと虫は筐体の外へ出ていく。特に、明け方まで放置しておくと、筐体内にはほとんどがいなくなるので、注意が必要である。

III 捕集装置の効果

本装置の捕集効果を検証する試験を、ビニールハウス（3 m × 6 m）3 棟（A 棟～C 棟）に 1 棟当たりゴマ（黒ゴマ）を 80 株植栽して、2018 年 8 月 17 日～9 月 7 日に実施した。施設内で本種を増殖させた後に、捕集装置を各棟に 5 回ずつ設置した。18 時から LED を点灯し、3 時間後に消灯して捕集筐体内の捕集量を室内で調査した。各 3 棟の 1 回当たりの成虫捕集量は図-5 に示した通りで、それを平均すると 1 回当たり 346.5 頭であった。本種と同時に、同じサイズのヒメヨコバイ類や小型のガ類も捕集されたが、対象とする作物の害虫ではなかった。なお、試験開始前における施設内のゴマに発生した本種成虫の密度は推定で A 棟は約 3,320 頭、B 棟は約 2,864 頭、C 棟は約 3,272 頭であり、試験期間中の平均温度は 26.7℃であった。

IV 捕集以外の使い方

本装置は、これまで紹介したように「温存ハウス」内で温存・増殖した本種を捕集することを想定して開発したが、その他に以下のような利用方法もある。

- 1 天敵温存植物におけるタバコカシカメの密度調整
クレオメやバーベナ等の天敵温存植物で本種が増殖し

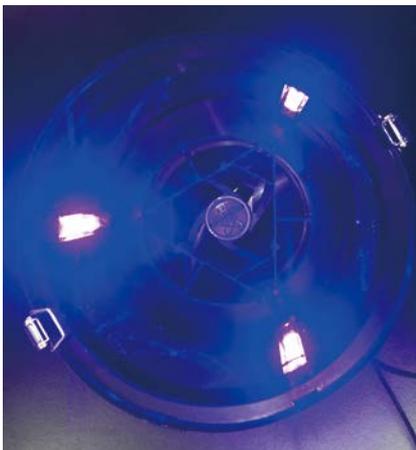


図-2 下方から見た発光筐体

- 1) LED 発行部は筐体外壁に 120° に配置し、中心から外に向けて点灯。
- 2) 上部には送風用ファンを装着。
- 3) 外壁には 3 mm 目合いのメッシュを展張。



図-3 上方から見た捕集筐体

- 1) 底部に張ったメッシュの目合いは 0.6 mm.
- 2) メッシュの外側より青色 LED を点灯。



図-4 捕集筐体のふたとなるスリット板

- 1) 捕集後、スリット板を押し込む。

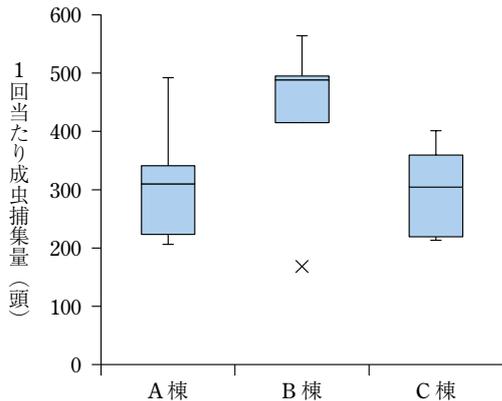


図-5 捕集装置で捕集したタバコカスミカメ成虫個体数

- 1) ビニールハウス (3 m × 6 m) にゴマを 80 株を植栽し、試験を実施。
- 2) 設置期間：2018 年 8 月 17 日～9 月 7 日。

すぎた場合には、それらの植栽地近くに設置し、捕集することによって密度を減らすことが可能である。この場合、捕集筐体に薬剤練りこみプレート（通称：殺虫プレート）を投入することで、捕集した本種を殺虫する。

2 天敵温存植物に発生したタバコカスミカメと他の昆虫類との分別

本装置の捕集筐体のみを使って、クレオメやバーベナ等の天敵温存植物で本種と同時に発生したミナミアオカメムシやアザミウマ類等の分別にも利用できる。具体的には、まずビニール袋（例えば、黒色、45 l 入りのゴミ袋）にクレオメなどに発生した本種を含む昆虫類を叩き落とす。次に、捕集筐体の開口部を 1 mm 目合いのメッシュで被覆し、それを前述の本種を叩き落としたビニール袋の開口側とゴムなどで固定する（図-6）。捕集筐体下部の青色 LED を点灯し、2～3 時間、暗室などで放置するとビニール袋内の本種は成虫だけでなく、幼虫も青色光に誘導され、捕集筐体へ移動する。しかし、ミナミアオカメムシは体サイズが本種よりも大きいことから、1 mm 目合いのメッシュを抜けられない。また、アザミウマ類などの微小昆虫は青色光に引き寄せられ、捕集筐体底部の 0.6 mm 目合いのメッシュの外へ出ていく。このように体サイズの差により本種と他の害虫を分別することができる。

おわりに

本装置による捕集効果は、温存ハウス内の本種成虫発生量の 10% 程度である。このことから、本種の温存ハウス内の発生量を増加させないと期待するような捕集量は見込めない。また、本種の増殖には本装置の設置期間中 25℃ 程度の気温も必要と考えている。促成のナスやピーマンは、8 月下旬から 9 月上旬までに苗の定植が始



図-6 捕集筐体を利用したタバコカスミカメと他昆虫との分別

- 1) 筐体と黒色ビニール袋の間に 1 mm 目合いのメッシュをはさみ、ゴムで固定。

まり、その後温存ハウスから本種が導入される。この時期は、温存ハウス内の気温が 25℃ 程度を推移しているので適期である。それ以降は本種の増殖が低下するため、例えば、高知県安芸市の温存ハウスで 10 月上旬に本種の採集を実施したときには気温が 20℃ 以下であったため、10 頭程度しか捕集できなかった。

一方、野外に天敵温存植物を植栽した場合でも、上記のような条件を満たすのであれば、温存ハウス内と同様の捕集量は見込めると考えられる。

なお、本装置は株式会社ネイブルで「バグキャプチャー」という商品名で取り扱われている。仕様の変更、例えば、電源部（AC 電源、電池等）の選択、タイマーの追加等はカスタマイズが可能である。

引用文献

- 1) BRISCOE, A. D. and L. CHITKA (2001): *Annu. Rev. Entomol.* **46**: 471～510.
- 2) CALVO, J. et al. (2009): *BioControl* **54**: 237～246.
- 3) HUGHES, G. E. et al. (2009): *ibid.* **54**: 785～795.
- 4) JOHANSEN, N. S. et al. (2011): *Ann. Appl. Biol.* **159**: 1～27.
- 5) 梶田泰司 (1978): *Rostoria* **29**: 235～238.
- 6) 中石一英ら (2011): *応動昆* **55**(4): 199～205.
- 7) 荻野拓海ら (2015): *同上* **59**: 10～13.
- 8) ———ら (2018): *植物防疫* **72**(3): 27～30.
- 9) SANCHEZ, J. A. and A. LACASA (2008): *J. Econ. Entomol.* **101**: 1864～1870.
- 10) SHIMODA, M. and K. HONDA (2013): *Appl. Entomol. Zool.* **48**: 413～421.
- 11) 下元満喜 (2011): *植物防疫* **65**(7): 20～23.
- 12) ——— (2016): *土着天敵を活用する害虫管理技術事例集* (2016 年 8 月版), 農業・食品産業技術総合研究機構, 東京, 事例 4.
- 13) TORRENO, H. (1994): *Philipp. Ent.* **9**: 426～434.
- 14) UEHARA, T. et al. (2019): *BioControl* **64**: 139～147.
- 15) URBANEJA, A. et al. (2005): *Biocontrol Sci. Technol.* **15**: 513～518.
- 16) 安永智秀ら (1993): *日本原色カメムシ図鑑* 全国農村教育協会, 東京, 380 pp.

特

集

生物・物理・化学の力を総合的に利用した
トマト地上部病害虫の新防除体系

エッジ効果を利用した新しい色彩捕虫シートの開発

兵庫県立農林水産技術総合センター **八瀬 順也**
元大協技研工業株式会社 **もり森 ぐち口 ひこ彦 や彌**

はじめに

色彩捕虫シートは、害虫を色彩で誘引して捕殺する物理的防除資材として広く利用されている。主な対象害虫はアザミウマ類、コナジラミ類、アブラムシ類そしてハモグリバエ類等の微小昆虫で、成虫が色彩捕虫シートへの自発的な飛翔によって捕殺される。

近年の研究から、昆虫の定位飛翔（目標への接近、着地）には、目標物付近の明暗差、色彩差等によって生じる視覚コントラストの存在が重要な役割を果たすことがわかってきている（弘中・針山，2014；八瀬ら，2015）。本稿で紹介する捕虫シートは、この原理を利用して捕虫性能の改善を図ったものである。

I エッジ効果とは？

コナジラミ類など多くの微小害虫はやみくもに飛翔しているように見えるが、実際は姿勢を制御しながら目標に対して正確に定位している（図-1）。

捕虫シート上の捕獲点を調べてみると、誘引色の周辺部に多い傾向が見られ、色彩部と背景で作られる視覚コントラストの境界が視覚目標として使われている様子がうかがわれる（図-2）。誘引源が光源の場合でも、多くの昆虫種で発光部と背景によって生じる視覚コントラストの境界に強い定位傾向があることが知られており（弘中ら，2015）、このような現象を（視覚的）エッジ効果と呼んでいる（弘中ら，2018）。さらに、本稿ではエッジ効果を引き起こす視覚コントラストをエッジ模様と呼ぶことにする。

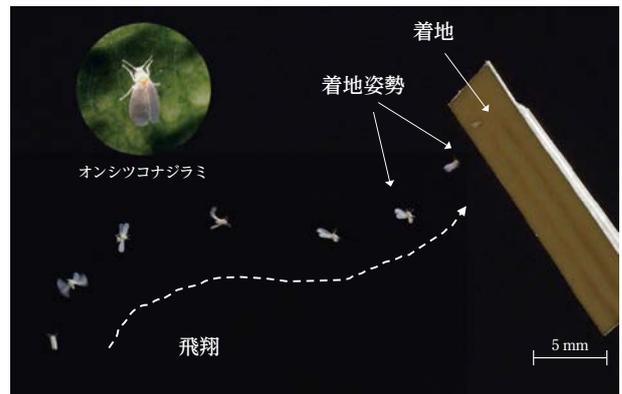


図-1 コナジラミ成虫の飛翔と着地（八瀬，2018を改変）

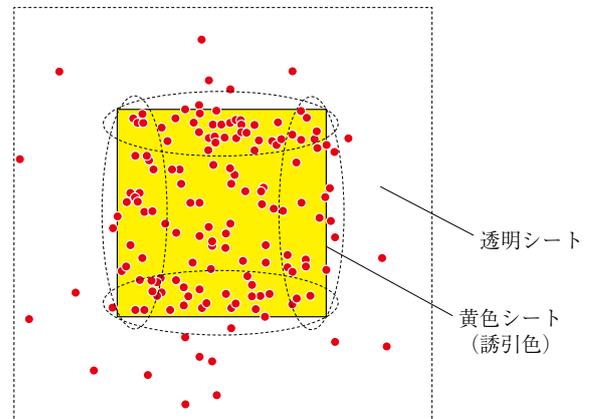


図-2 捕虫シート上のコナジラミ成虫捕獲点の分布（赤丸が捕獲点を示す。黄色部 10×10 cm，透明部 20×20 cm）
破線で囲った部分での捕獲が多い。

II 新しい色彩捕虫シートの概要

捕虫シートにエッジ模様を加えることで誘引性能の向上が期待できる。そうして開発されたのが図-3の色彩捕虫シートである。

既製品の黄色捕虫シート（製品名：虫バンバン/大協技研工業）をベースとして、濃淡を分けた淡緑色のひし

Development of a New Color Sticky Trap Product Based on Visual Edge Effect. By Junya YASE and Hikoya MORIGUCHI
(キーワード：エッジ効果，色彩誘引，捕虫シート，粘着トラップ，物理的防除)

形模様が26個印刷されている。エッジ模様は捕虫面の片面のみに印刷されていて、反対面は透過光で模様が透けて見えるようになっている。

サイズは現在普及している捕虫シートの一般的な大きさで、260×115mm。模様の色彩と数は捕虫効率において最適化が図られており、ベースとなった黄色捕虫シートとの比較では、1枚(両面)当たりの捕虫数がコナジラミ類でおよそ1.6倍向上している(図-4)。現在この色彩捕虫シートは、「ラスボスRタイプ」という製品名で大協技研工業から販売されている。

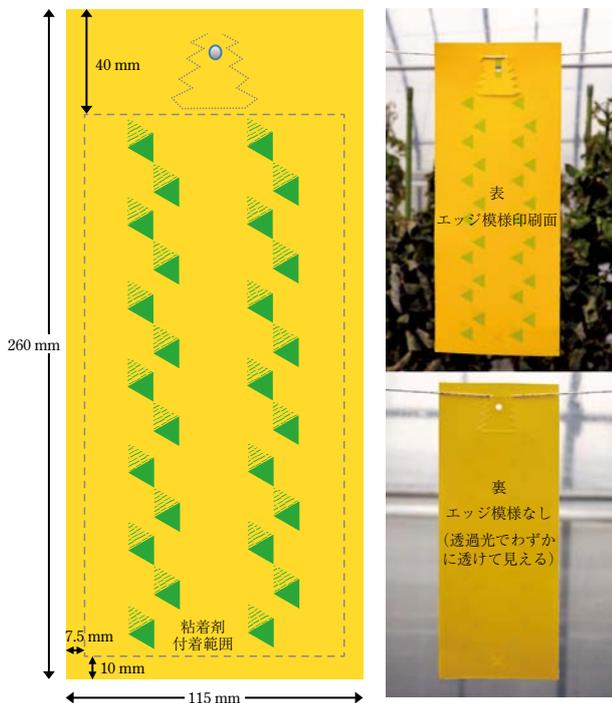


図-3 新型色彩捕虫シート (ラスボスRタイプ)

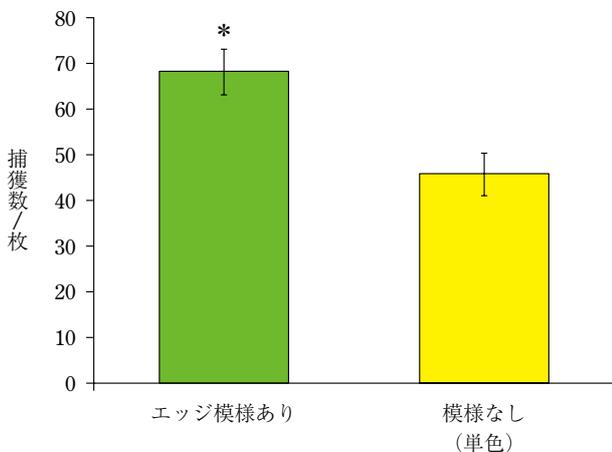


図-4 エッジ模様を入れた捕虫シート(試作品)と従来の単色捕虫シートにおけるコナジラミ類捕獲数の比較
トマト施設* $p < 0.05$ (t-test).
エラーバーは標準誤差.

III 製品化までの試行錯誤

八瀬ら(2015)は、単色の捕虫シートの外側に異なる色彩を配置することで、エッジ効果により捕虫シート部分の誘虫数が大幅に増加することを示している。しかし、この方法では資材のサイズが大きくなり、製品化を考えた場合、製造、流通が難しくなるほか、使用場面での取り扱いに不便が生じることが予想された。

そこで、既製品をベースにして、エッジ模様を捕虫シート上に配置する方法で製品開発を進めた。これまでの捕虫シートでは、エッジ効果の反作用として内側の誘殺効率が周辺部より相対的に低くなってしまったため、その改善を図るのがねらいである。

エッジ模様として採用したひし形は、植物の葉(表・裏)をモデルにしている。多くの試験を実施した結果に

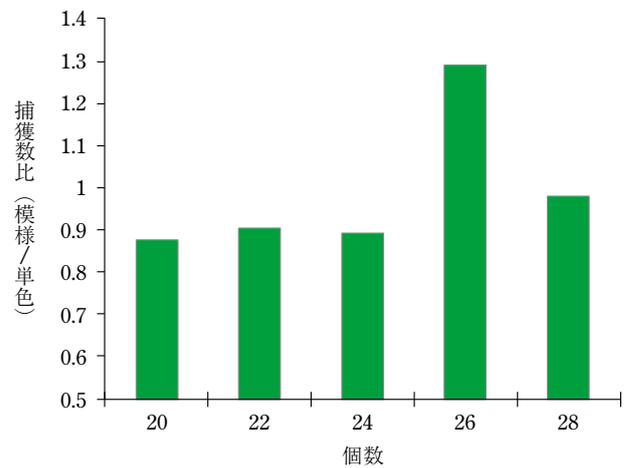


図-5 誘引面上のエッジ模様の数とコナジラミ類成虫の捕獲効率
250×100mmの黄色面に配置した1辺12mmのひし形図形の
数を変えて、同面積の黄色単色との捕獲数を比率で表したもの。

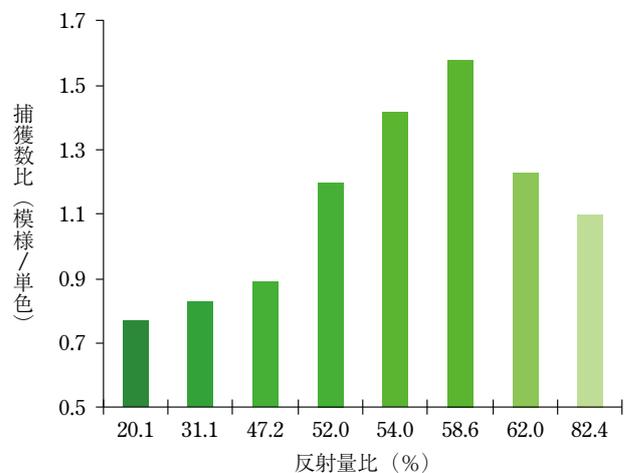


図-6 エッジ模様の色彩とコナジラミ類成虫の捕獲効率
反射量比は、波長550~600nm間の基調色(黄色)の反射量
に対するエッジ模様色の同波長間の反射量の比率として算出。



図-7 新型色彩捕虫シートを設置したトマトハウス

基づくものではあるが、害虫が葉に向かって飛翔するというストーリー性も製品として利点になると考えた。

模様の最適数は、粘着剤を塗付した 250×100 mm の黄色面に 1 辺 12 mm のひし形模様が均等に配置してその個数とコナジラミ類の誘引数との関係を調べると、ひし形が 26 個の場合に最も捕獲率が高かった (図-5)。色彩については主に緑色系を供試し、波長 550~600 nm (緑-橙) 間の反射量を基調の黄色の反射量との比率を指標として捕獲効率との関係を調べた。その結果、反射量比の増加に伴って捕獲効率が向上する傾向が見られる (図-6)、最も高い捕獲効率を示した色彩 (反射量比: 58.6%) が採用されることになった。

IV コナジラミ類に対する防除効果

トマトハウスにおいて 2 m² 当たり捕虫シートを 1 枚設置した条件 (図-7) でコナジラミ類の防除効果を調べた結果では、対照ハウス (捕虫シートはモニタリング用のみ) と比較して栽培期間中発生が少ない状態が安定して続き (図-8)、幼虫数は約 1/4 に抑えられた (図-9)。

おわりに

この色彩捕虫シートは、これまでのものより捕虫性能が高いことに加えて、捕虫シート上のエッジ模様が独立した視覚目標として作用するので、設置場所の背景などの光環境の影響を受けにくく、モニタリングのような安定した誘引性能が求められる場面での利用にも適していると考えられる。ただし、捕虫シートは害虫にとって見えるところに設置されている必要があるため、誘引性能が高い資材であっても適切な密度で設置することが望ましい。また、天敵、防虫ネット、光照射、忌避剤等の防除手段と干渉しない資材であることから、様々な資材

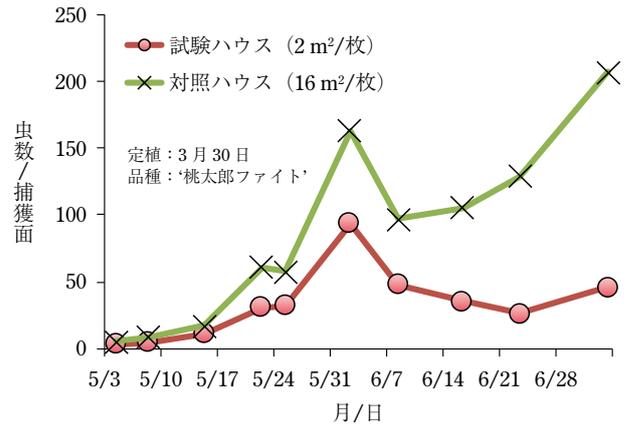


図-8 色彩捕虫シートにおけるコナジラミ類成虫捕獲数の推移 1 捕獲面当たりの平均値。

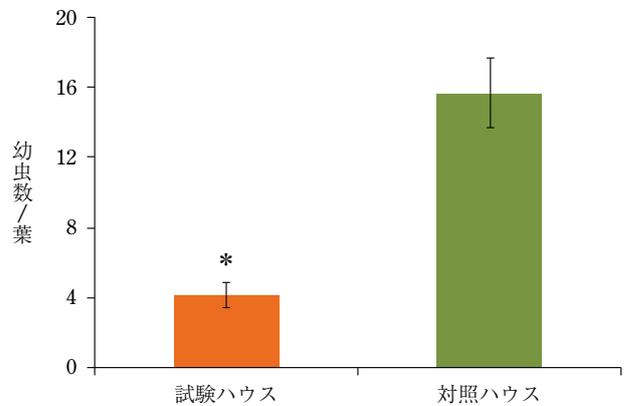


図-9 コナジラミ類幼虫密度の比較

図-8 と同じ圃場における 7 月 7 日の調査結果. 各区 30 株, 地上 1 m 付近の任意の 1 単葉に寄生するコナジラミ類幼虫数の平均値. * $p < 0.01$ (t-test). エラーバーは標準誤差。

との体系的な利用も期待される。

最後に、製品開発へ多くの助言をいただいた石川県立大学の弘中満太郎氏、また試作品のフィールドテストにご協力いただいた国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 東北農業研究センターの田淵 研氏に厚くお礼申し上げます。

引用文献

- 1) 弘中満太郎・針山孝彦 (2014): 応動昆誌 58: 93~109.
- 2) ————ら (2015): 昆虫科学読本—虫の目で見えた驚きの世界, 東海大学出版部, 秦野, p.15~28.
- 3) ————ら (2018): 植物防疫 72: 112~116.
- 4) 八瀬順也ら (2015): 研究成果第 535 集「害虫の光応答メカニズムの解明及び高度利用技術の開発」, 農林水産技術会議事務局, 東京, p.91~94.
- 5) ———— (2018): 植物防疫 72: 107~111.

特

集

生物・物理・化学の力を総合的に利用した
トマト地上部病害虫の新防除体系

新規忌避剤アセチル化グリセリドによる トマト黄化葉巻病の防除効果

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 野菜病害虫管理グループ

きた
北むら
村と し お
登 史 雄

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 病害研究領域 病害防除体系グループ

おお
大にし
西じゅん
純

石原産業株式会社

か
加しま
嶋たか
崇ゆき
之

はじめに

トマト栽培では受粉にマルハナバチ類を使用するため、これを利用している間はマルハナバチ類に影響の少ない殺虫剤しか使用できない。マルハナバチ類の導入に伴い 1990 年代頃から微小害虫に対して天敵の利用を中心とした総合防除体系が普及し、オンシツコナジラミ、ハモグリバエ類を対象にオンシツツヤコバチ、ハモグリミドリヒメコバチ等が生物農薬として市販され使用されるようになった。しかし、タバココナジラミ MEAM1 (バイオタイプ B) が 1980 年代に、これが媒介するトマト黄化葉巻ウイルス (以下、TYLCV) を原因とするトマト黄化葉巻病が 1990 年代に侵入すると防除体系は物理的防除法と殺虫剤を中心としたものに変化した。トマト黄化葉巻病に感染すると感染部位以降の着果が見られず、大きな減収となることや、タバココナジラミのトマト黄化葉巻病に対する媒介能力は高く、トマト黄化葉巻ウイルスを保毒したタバココナジラミが栽培施設内に極少数残存しても本ウイルス病がまん延する危険性がある (図-1, 2) こと、また、コナジラミ類の天敵として普及していたオンシツツヤコバチがタバココナジラミに対してオンシツコナジラミほどの密度抑制効果を示さなかったことも防除体系の変化の要因と考えられる。ネオニコチノイド剤を中心とした防除体系が普及したが、ネオニコチノイド剤をはじめ多くの殺虫剤に対して抵抗性が発達したタバココナジラミ MED (バイオタイプ Q) が海



図-1 タバココナジラミ バイオタイプ Q 雌成虫



図-2 トマト黄化葉巻病感染トマト

Control of Tomato Yellow Leaf Curl Disease With A New Repellent, Acetylated Glyceride To *Bemisia tabaci* (Gennadius). By Toshio KITAMURA

(キーワード: タバココナジラミ, トマト黄化葉巻ウイルス, 媒介抑制, 食品添加物)



図-3 ベミデタッチ®乳剤

外から侵入し、2010年頃から防除が困難になった。

近年、広食性天敵昆虫であるタバコカミカメによる微小害虫の防除技術が開発され、トマトのタバココナジラミに対しても高い効果を示している（中野ら、2016）。しかし、タバココナジラミによるTYLCVの媒介能力は非常に高いため、タバコカミカメのみの防除ではトマト黄化葉巻病を十分に防除することはできず、ウイルス媒介を抑制する手段が必要となる。

グリセリン酢酸脂肪酸エステル（以下：アセチル化グリセリド）は理化学研究所と石原産業株式会社との共同研究でコナジラミ類に対して忌避効果が見いだされた化合物で、世界的に食品添加物として認められており安全性が担保されている。また、これを原体として石原産業株式会社より上市されているコナジラミ行動抑制剤「ベミデタッチ®乳剤」の急性毒性は普通物相当で、環境生物に対する影響も小さい（図-3）。内閣府戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）における研究では本剤がタバココナジラミに対する忌避効果のみならず、トマト黄化葉巻病に対する媒介抑制効果を持つことが見いだされた。

本稿ではアセチル化グリセリドの持つタバココナジラミに対するユニークな作用を解説するとともに、本剤を用いたトマト黄化葉巻病を対象としたタバココナジラミの防除体系について提案する。

I アセチル化グリセリドの作用機構

アセチル化グリセリドは直接的な殺虫効果は低いが、忌避、摂食阻害、交尾阻害の三つの作用とこれらによる

密度抑制、植物ウイルス媒介抑制、着色異常果抑制、すず果発生抑制四つの効果を有する（加嶋ら、2019）。

1 忌避効果

アセチル化グリセリドを処理したトマト葉と無処理葉の選択試験により、アセチル化グリセリドによるタバココナジラミ成虫に対する忌避効果が明らかにされている。処理葉と無処理葉を並べ、タバココナジラミを放飼後、60分間の観察では、葉上面へのタバココナジラミの着地数には差は見られなかったが、成虫放飼2日後の葉裏への定着数および産卵数はアセチル化グリセリドを処理した葉で大きく減少していた。また、忌避効果は2日程度持続した（KASHIMA et al., 2015）。

2 摂食阻害

甘露の排出数と電気的吸汁測定装置により、アセチル化グリセリドによるタバココナジラミの摂食阻害効果が明らかにされている。アセチル化グリセリドを処理したトマト葉に寄生しているタバココナジラミの甘露の排出数は無処理葉と比較してほぼ半減していた（KASHIMA et al., 2015）。また、電気的吸汁測定装置を用いた実験ではアセチル化グリセリド処理後7日間のトマト葉に寄生しているタバココナジラミと無処理葉に寄生しているタバココナジラミの間では口針を植物体内に突き刺している時間には差は見られなかったが、維管束から吸汁している時間が減少していることが観察された（北村ら、2016）。

3 交尾阻害

処理直後、アセチル化グリセリドを処理したトマト葉にタバココナジラミは定着しない。3日後以降定着が見られるようになるが、処理葉上では交尾しているタバココナジラミ数の減少が観察されている。タバココナジラミはその交尾行動に振動交信を利用しており、交尾信号をオシログラム（震動信号を測定し、その波形を解析する装置）で解析すると、雄の呼びかけ信号に無処理葉では雌が応答している様子が観察される。処理葉上では雄の呼びかけに雌は反応せず、その後雄も呼びかけを止めていることが観察され、アセチル化グリセリドは雌の交信の受容または発信を阻害し、交尾が成立していないことが明らかになった。コナジラミ類は産雄性単為生殖であるため交尾率の低下により次世代の雄の割合が多くなり、タバココナジラミの密度の減少が期待できる（KASHIMA et al., 2015 ; 2016）。

4 有用昆虫への影響

アセチル化グリセリドはタバコカミカメやオンシツツヤコバチ等の各種天敵昆虫やセイヨウミツバチ、マルハナバチ類等の送粉昆虫に対して影響が少ないことが認められている（日本、2019）。

II アセチル化グリセリドによる トマト黄化葉巻病防除

1 トマト黄化葉巻病の対策の現状と問題点

トマト黄化葉巻病の対策は媒介虫であるタバコナジラミの防除が中心となっている。本種は多くの殺虫剤に対して抵抗性を発達させているため、殺虫剤だけでなく、物理的防除法なども利用した総合防除体系が必要であり、タバコナジラミおよびTYLCVを入れない対策、増やさない対策、出さない対策を組んだ防除が行われている。入れない対策として栽培施設開口部の防虫ネットの展張、栽培施設周辺の栽培残渣捨て場等の野生生えトマトの除去の徹底、施設周辺の除草、近紫外線除去フィルムの展張、光反射シートの設置等があり、それでも施設内に入ってしまった媒介虫およびウイルスを増やさない対策としてタバコナジラミの薬剤防除、ウイルス感染株の除去、粘着板の設置によるタバコナジラミの誘殺、抵抗性品種の利用、最後に次作のために栽培後期の媒介虫およびウイルスの施設外への持ち出しを防ぐ出さない対策として栽培終了時のハウスの密閉処理による蒸し込み、ハウス開口部の防虫ネットの展張が推奨されている(樋口, 2011)。施設内に侵入したタバコナジラミの防除は主に気門封鎖剤などを含む殺虫剤によって行われるが、ピリフルキナゾンなどの一部の殺虫剤を除き、ウイルス媒介を完全に防ぐことはできない(大矢・植草, 2009; 樋口ら, 2016)。長期多段取りなどの収穫期間の長い作型においては、農薬の使用回数制限のため作間を通じて殺虫剤のみによりウイルス媒介を防止することはできない。このため、タバコカスミカメのような有効な天敵と天敵に影響の少ないタバコナジラミ対象の殺虫剤を併用した防除を行うことが必要となる(中野ら, 2016)。また、促成栽培では、定植時期である8月下旬から9月上旬は野外にTYLCV保毒虫を含むタバコナジラミが多く発生しており、トマト黄化葉巻病は生育初期ほど感染しやすい(RASHID et al., 2008)ことから、育苗後期から定植期までの灌注剤や粒剤等による薬剤処理が重要であるが、ネオニコチノイド剤など薬剤によってはタバコカスミカメに影響が大きく、秋季の定着が期待できなくなる(土井ら, 2016)。さらに生育初期の薬剤処理によりTYLCVの感染を1/2程度に抑制することはできるが、完全に抑制することはできない(笹島, 2015)。このため、長期多段取り栽培においても、促成栽培においても、天敵に影響の少なく、タバコナジラミによるTYLCVの媒介を抑制する防除技術が必要である。

2 アセチル化グリセリドとタバコカスミカメの併用によるトマト黄化葉巻病の防除

アセチル化グリセリド処理が害虫および天敵、トマト黄化葉巻病の発病に及ぼす影響を調べるため、タバコカスミカメを導入し、育苗後半期から定植期までに灌注剤および粒剤を使用せず、10月中旬に定植し12月まで施設でトマトを栽培して、タバコナジラミおよびタバコカスミカメの密度推移、トマト黄化葉巻病の感染を調査した(北村ら, 2019)。定植直後からアセチル化グリセリドを7日間間隔で6回処理した区では、定植後から試験終了時までタバコナジラミ密度は株当たり0.1頭以下で、処理をしていない区の株当たり最大0.7頭と比較して低く抑えられていた。タバコカスミカメは処理区と無処理区で同様の密度推移を示し、試験終了時の12月末には両区とも株当たり1頭であった(図-4)。一方、トマト黄化葉巻病感染率は定植約1か月後に、無処理区では19%程度であったのに対し、処理区では3%に抑制することができた(図-5)。このように定植直後からの定期的なアセチル化グリセリド処理が、育苗後半から定植期までの灌注剤および粒剤処理と同等のTYLCV感染抑制効果を示すことが明らかになり、タバコカスミカメの発生にも影響を与えないことが明らかになった。しかし、本試験では、アセチル化グリセリド散布終了3週間後(12月12日)にはトマト黄化葉巻病の感染率が28%になり、無処理区と変わらなかった。これは散布終了時(11月中下旬)の気温が高く、タバコナジラミの活動が活発で無処理区から保毒虫が移動したためと考えられた。黄色粘着板などを用いて、タバコナジラミが活動している期間を調査し、アセチル化グリセリドの散布終了時期を決める必要があると考えられる。

3 アセチル化グリセリドとトマト黄化葉巻病耐病性品種

トマト黄化葉巻病は防除が非常に困難であるため、抵抗性品種の開発が望まれている。トマト野生種を中心に抵抗性素材の探索が行われ、いくつかの抵抗性遺伝子が見いだされており(Ji et al., 2007)、抵抗性遺伝子マーカーも開発されている(LEE et al., 2015)。栽培品種においてもこれらの遺伝子を導入したと推定される耐病性品種が実用化されている(斎藤, 2015)。耐病性品種は完全にウイルスが感染しない免疫性を示すわけではなく、TYLCV感染は成立するが、ウイルス増殖が抑制され、病徴が軽減・遅延する。このようなTYLCVに感染した耐病性品種を吸汁したタバコナジラミは保毒虫となり、その媒介率は罹病性品種を吸汁したときよりも低いが、ウイルスを媒介することは可能である(大西・西野,

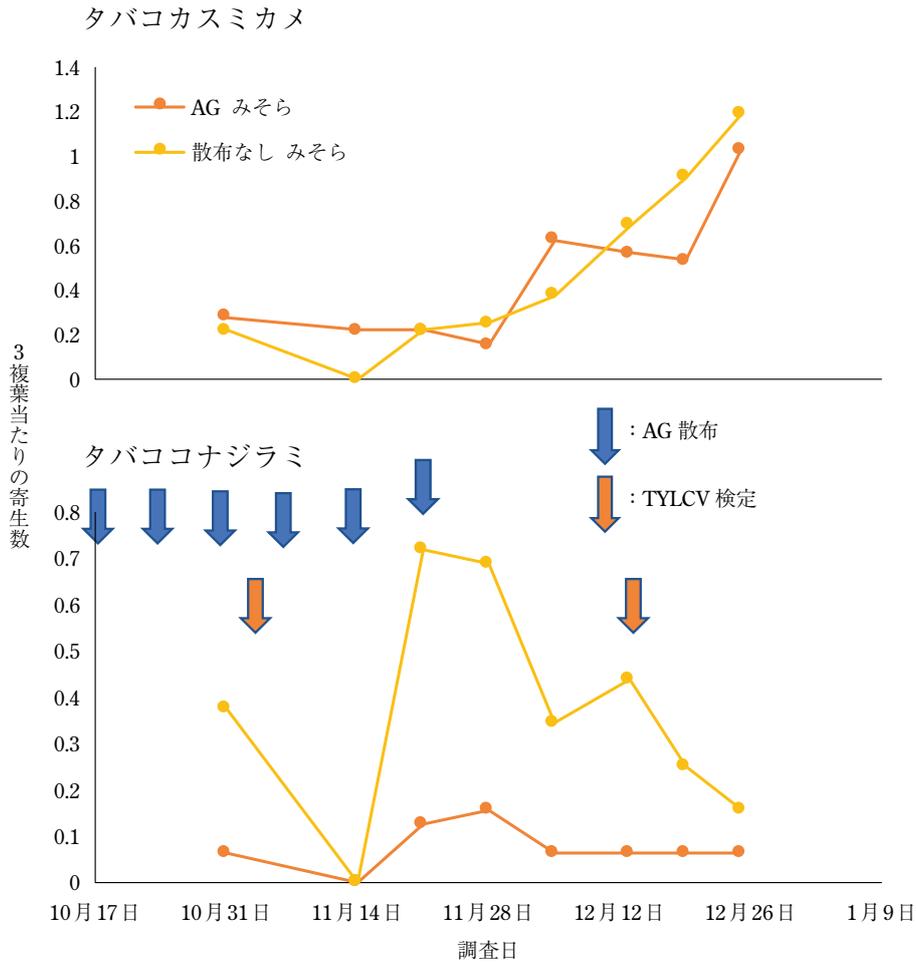


図-4 タバコカスミカメとアセチル化グリセリドを併用したトマト圃場におけるタバコカスミカメとタバココナジラミの密度推移

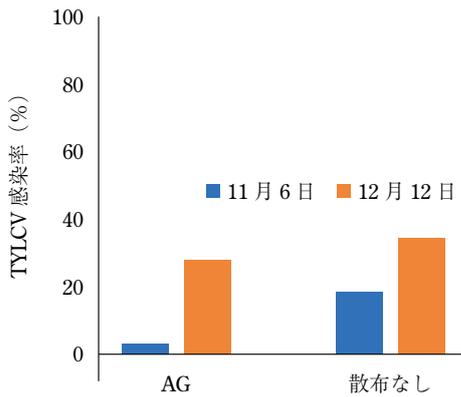


図-5 タバコカスミカメとアセチル化グリセリドを併用したトマト圃場における TYLCV 感染率

2016)。耐病性品種を減農薬や慣行防除で栽培した場合、罹病性品種と比較して発病の遅延が見られるとの報告(吉田ら, 2007)があるが、耐病性品種で発生した保毒虫が近隣の罹病性品種栽培施設に伝播する2次感染の危険性がある。アセチル化グリセリドとトマト黄化葉巻病

耐病性品種の組合せでは、TYLCVに感染した耐病性品種にアセチル化グリセリドを処理すると、これを吸汁したタバココナジラミのTYLCV媒介性が低くなることが報告されている(大西ら, 2017)。圃場試験においても同様にアセチル化グリセリドを処理した耐病性品種では無処理区と比較してTYLCV感染株率が低い傾向が見られた(北村ら, 未発表)。アセチル化グリセリドと耐病性品種を併用することで、2次感染のリスクが軽減されると期待される。

おわりに

アセチル化グリセリドはタバココナジラミに対する直接的な殺虫効果は低いですが、忌避効果、摂食阻害効果に加えて交尾阻害効果を有し、次世代の発生ならびに、すす果・着色異常果の発生を抑制し、そして何よりウイルス媒介を抑制することができる数少ない薬剤の一つである。さらに原体が食品添加物であるために安全性が担保されており、散布回数制限もないため、作期の長いトマ

ト栽培に適している。ただし、残効が7日程度とあまり長くないため、その効果を持続させるためには7日間間隔での連続散布が必要である。さらにトマト黄化葉巻病はタバココナジラミによる媒介能力が高く、発生した場合の経済的損失も大きいため、台風などのアクシデントで散布が遅れるとトマト黄化葉巻病の発生が拡大する可能性もある。こうしたことから、アセチル化グリセリドの利用にあたっては、防虫ネットの展張などの物理的防除法、タバコカスミカメの利用、耐病性品種の導入等の生物的・耕種的防除法などを組合せて総合的に防除を行うことが重要であろう。

引用文献

- 1) 土井 誠ら (2016): 関東東山病害虫研報 **63**: 56~59.
- 2) 樋口聡志 (2011): バイオロジカルコントロール **15**(1): 40~46.
- 3) ———ら (2016): 応動昆 **60**(2): 93~96.
- 4) 日本典秀 (編集) (2019): 化学合成農薬殺虫剤を半減する新たなトマト地上部病害虫防除体系マニュアル—個別技術集—, https://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/129995.html
- 5) Ji, Y. et al. (2007): Tomato Yellow Leaf Curl Virus Disease (H. CZOSNEK, ed). Springer, Netherlands, p.343~362.
- 6) KASHIMA, T. et al. (2015): Crop Protection **75**: 144~150.
- 7) ——— et. al. (2016): Journal of Applied Entomology **140**: 11~18.
- 8) 加嶋崇之ら (2019): 植物防疫 **73**(9): 594~597.
- 9) 北村登史雄ら (2016): 第60回日本応用動物昆虫学会大会講演要旨: 41.
- 10) LEE, J. M. et al. (2015): Plant Breeding and Biotechnology **3**(4): 308~322.
- 11) 中野亮平ら (2016): 関西病虫研報 **58**: 65~72.
- 12) 大西 純・西野 実 (2016): 同上 **58**: 87~88.
- 13) ———ら (2017): 日本植物病理学会報 **83**: 217~218.
- 14) 大矢武志・植草秀敏 (2009): 関東東山病害虫研報 **56**: 133~135.
- 15) RASHID, M. et al. (2008): Int. J. Sustain. Crop Prod. **3**(1): 1~6.
- 16) 斎藤 新 (2015): 平成27年度野菜茶業課題別研究会資料: 39~48.
- 17) 笹島敏也 (2015): 農業時代 **196**: 16~21.
- 18) 吉田耕起ら (2007): 園学研 **6**(2): 198 (講要).

農林水産省プレスリリース (2019.11.12~2019.12.9)

農林水産省プレスリリースから、病害虫関連の情報を紹介します。
<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。

- ◆ スマート農業の推進に関する全国説明会（東京会場及び大阪会場）の開催について（スマート農業実証プロジェクト）(19/11/12) ([maff.go.jp](http://maff.go.jp/docs/press/191112_17.html) の後)/docs/press/191112_17.html
- ◆ 「全国版スマート農業サミット」を開催 (19/11/13) ([maff.go.jp](http://maff.go.jp/docs/press/191113_24.html) の後)/docs/press/191113_24.html
- ◆ 「令和元年度病害虫発生予察第9号」の発表について (19/11/13) /syouan/syokubo/191113.html

発生予察情報・特殊報 (2019.11.1~11.30)

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

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

- ツマジロクサヨトウ（香川県：初）11/1 *フェロモントラップでの確認
- ネギ：ネギハモグリバエ（別系統）（新潟県：初）11/5
- 飼料用トウモロコシ：ツマジロクサヨトウ（愛知県：初）11/7
- ブルーベリー：オウトウシヨウジョウバエ（静岡県：初）11/8
- ツマジロクサヨトウ（京都府：初）11/11 *フェロモントラップでの確認
- 水稲：クモヘリカメムシ（岩手県：初）11/12
- コリアンダー：褐斑病（仮称）（福島県：初）11/13
- ネギ：ネギハモグリバエ（別系統）（栃木県：初）11/14
- ブドウ：コウノアケハダニ（鳥根県：初）11/15
- ネギ：ネギハモグリバエ（別系統）（三重県：初）11/15
- サツマイモ：ヨツモンカメノコハムシ（三重県：初）11/21
- レタス：コルキールート病（仮称）（長野県：初）11/26
- ウメ：ヨコバイ科の一種（和歌山県：初）11/29

ドローンによる薬剤散布の可能性

一般社団法人 農林水産航空協会 農林航空技術センター なか **中** しま **島** みつる **満**

はじめに

無人航空機（ドローン，ラジコン機）はホビー機として普及してきたが，産業用では電動モーターにより駆動するマルチローターが空撮などに利用されることが多く，近年，農薬散布専用の機体も増えてきた。農林業では有人ヘリコプターと同じ構造の無人ヘリコプターが約30年間にわたり主に水稻，そのほか麦，だいず等の病害虫防除に利用されている。農業を飛躍させるためのツールとして，ドローン特にマルチローターの活用が推進される中では，水稻以外の野菜，果樹等への防除に活用したいという要望がある。無人ヘリコプターが普及していない作物では，安定した防除効果を得られないのではとの懸念がある。そこで無人航空機の農薬散布性能，過去の無人ヘリコプターでの試験例，新しい技術の導入による今後の進め方について紹介する。

本稿は2019年9月に開催された日本植物防疫協会主催のシンポジウム「植物防疫の新たな展開のその後をフォローする」の講演内容をまとめたものである。

I ドローンの概要

ドローンまたは無人航空機などの名称は関係者の間でも明確な使い分けがなされていないが，本稿では，大別して無人ヘリコプターと無人マルチローターに分けている。図-1に外観を示した。

1 無人ヘリコプター

無人ヘリコプターによる病害虫防除の構想は，有人ヘリコプターによる空中散布が増加しつつある1980年に，将来の社会的な制約の増加を見越して機体自体の開発から始まった。無人ヘリコプターは回転翼機の構造と同じで，人が乗らないという特徴がある。基本的にガソリンエンジンで，1機種のみが電動で同軸反転のローターで



図-1 無人マルチローターと無人ヘリコプターの外観

ある。1988年に農薬散布の運行基準を定め，1995年に24kg搭載機が開発されたことが，当初の実用化の到達点であり，現在の無人ヘリコプターによる防除の始まりである。その後2014年の航空機製造法の重量規制緩和によって，離陸重量で100kg以上が可能になったことで，機体重量が離陸時の最大重量で110kg，そのうち農薬などは最大32kg搭載可能で，水稻の病害虫防除では4haの処理が可能となる機体が現在主流となっている。

2 無人マルチローター

無人マルチローターは一般社団法人農林水産航空協会（以下，農水協）が2015年に農薬散布専用機の性能調査を始めて，国の委託によってその年度に表-1の暫定運行基準の取りまとめに至っている。無人マルチローターは3軸以上の回転翼（プロペラ）であり，電動モーターにより駆動して，構造もヘリコプターとは異なる仕組みである。外観はバッテリー，モーター，複数のプロペラが目立つ程度で，フライトコントローラー，アンプ等によって制御される。機体の制御は従来のプロポーショナル式（略称：プロポ）という送信機ではなく，タブレットのみの機体もある。散布装置は液剤と粒剤散布装置があり，ノズルの配置は，横に張り出したブームタイプとローター直下に配置した形式があり，最近ではローター直下の機種が多く，暫定運航基準作成の過程で効率的な

Possibility of Aerial Application by Drones. By Mitsuru NAKASHIMA

（キーワード：ドローン，無人ヘリコプター，マルチローター，航空法，自動操縦）

表-1 無人航空機の農業散布飛行基準

	産業用マルチローター (暫定)	産業用無人ヘリコプター
飛行高度	2 m	3~4 m
散布間隔	3~4 m	5 m, 7.5 m
飛行速度	15 km/hr	10~20 km/hr
	(上限 20 km/hr)	
風速	地上から 1.5 m の高さで 風速 3 m/sec. 以下	地上から 1.5 m の高さで 風速 3 m/sec 以下

吹きおろし風の利用を解析した結果に沿ったものである。ノズルは加圧式と回転円盤を利用したロータリATOMマイザーがあり、後者は円盤の回転数と粒子径の関係を研究した成果も示されている。

暫定飛行基準は無人ヘリコプターよりもダウンウォッシュ(吹きおろしの風)が弱いであろうということから、飛行高度は低く、散布幅も狭くしている。飛行速度、風に対する制限は同程度である。原則として飛行基準は機体の製造会社が示すことになっており、示さない場合は暫定基準によるものとしている。

3 航空法の適用

機体の運用では、2015年に航空法が改正され、無人航空機というカテゴリーが法律の枠内に入り、それ以降関係法令通知の改正があり、現状では、国土交通省の空中散布の飛行マニュアル、農林水産省のガイドラインが示されており、空中散布などにおける無人航空機利用技術指導指針は廃止された。航空法は200g以上の機体に適用される。人口集中地区の上空などは国土交通大臣の飛行許可が必要であり、障害物から30m未満の距離、農業が該当する危険物輸送、散布行為が物件投下にあたることから飛行の承認が必要である。

4 防除事業の実績

2019年7月末の無人ヘリコプターの機体数は2,829機、オペレータ数は10,373名である。これに対して無人マルチローターは機体数2,202機、オペレータ数7,602名であり、自動操縦の機体2機種を含めて、12社、21機種の性能確認が行われている。表-2に示したように実施面積などから無人ヘリコプターはほぼ同程度で推移しているが、無人マルチローターの増加率は高い。請負防除の比率が高い無人ヘリコプターに対して、耕作者自体が運用可能な無人マルチローターが多種の作物を含めて今後どの程度拡大するか興味を持たれるところである。

5 機体の特徴

運用上の特徴について比較した。

表-2 実施面積などの推移(農林水産省調べ)

年度	平成28年度	平成29年度	平成30年度
	2016	2017	2018
無人ヘリ面積 (ha)	1,046,022	1,034,598	1,099,018
無人ヘリ機数	2,818	2,772	2,808
無人ヘリオペレータ数	10,540	10,514	10,451
マルチローター面積 (ha)	684	9,690	27,346
マルチローター機数	227	729	1,437
マルチローターオペレータ数	878	2,954	4,807
合計面積 (ha)	1,046,706	1,044,288	1,126,364
合計機数	3,045	3,501	4,245
合計オペレータ数	11,418	13,468	15,258

(1) 無人ヘリコプター

- 1) 散布資材は最大32l(水稻の8l/haの散布量で4ha処理)積載可能である。
- 2) 機体(メンテナンス費用を含め)が高額であるため、請負防除が主であり、採算面から作業効率を重視する。
- 3) 機体重量は約70kg(薬剤を除く)であり、運搬にはナビゲーターを含めて2人以上が作業にかかわる。
- 4) 飛行時の騒音に対して機体の改善を行っているが、指摘をされる場合がある。

(2) 無人マルチローター

- 1) 散布資材は最大10l積載であり、水稻では約1haにあたる。
- 2) バッテリーの性能から飛行時間は10分程度で交換、充電が必要である。
- 3) バッテリーの発火性に対する取り扱いの注意が必要である。
- 4) 比較的機体が安価であり、操縦訓練の期間も短いために個人の利用が見込める。
- 5) 自動操縦の技術が進展していることにより、効率的あるいは省力的な使用の選択が可能である。
- 6) 機体重量は10kg~20kg程度(薬剤を除く)であり、運搬は1人でも可能である。
- 7) 小規模の面積も対象となるために、植え付け時期、品種が異なる圃場に対する水稻1kg除草剤等の対応が容易である。
- 8) 俯瞰して圃場を観察できるために、センシング、解析等年間を通じた利用により運用コストの低下が図られる。

II 無人ヘリコプターによる 各種作物の薬効・薬害試験の結果

無人航空機による病害虫防除は、水稲 90 万 ha、麦、だいがが各々 5 万 ha になり、その他の野菜、果樹の実施面積は少ないのが現状である。今回、野菜、果樹に対して農薬登録の適用を拡大するために、過去の薬効・薬害試験の実施状況を調べた。

1 試験実績

表-3 は登録の有無、作物、対象病害、試験内容、判定等を示したものである。内訳は、国などの補助、県単、申請会社の委託等がある。あいうえお順で、例えばあずきのフキノメイガは兵庫県で実施しており、効果は有効、薬害は認められなかったという内容である。表-4 はかんきつについて一部を示した。散布量では上段のミ

カンハダニの散布量 250~500 l の試験があるが、これは農薬の面積当たり使用量が多いために希釈倍数の制約から散布量を多くしたという結果である。中段の黒点病もそのような制約から散布量が多いが、当時、かんきつは立体的な作物であるから、水稲などに比べて 5~6 倍の水量にしたという説明がされていた。登録も 100 l というものもあるがおおむね 40~50 l である。

2 作物ごとの試験数

次に、農水協が実施した水稲、麦、だいを除いた過去の試験数の多い作物を調べたところ、無人ヘリコプターが稼働し始めたころから各種の作物で試験を行ってきたことがわかる。試験数の多いものはかんきつが群を抜いて多く、ばれいしょ、キャベツが続くという傾向であり、かんきつ、ばれいしょ、たまねぎ、てんさいで農薬登録されている。このような試験実施の背景としてかん

表-3 無人ヘリコプターによる薬効・薬害試験成績一覧（一部）

	登録	西暦	分類	平成	ページ	作物名	対象病害虫	希釈 倍数	散布量 (l/ha)	実施県	判定	薬害	効果
1	○	1996	新	8	112	あずき	フキノメイガ	8	16	兵庫県①	有効	無	対照に優る
2	○	1996	新	8	116	あずき	フキノメイガ	8	16	兵庫県②	有効	無	
3	△	1996	新	8	116	あずき	アブラムシ(ワタ)	8	16	兵庫県②	有効	無	対照に劣る
4		2005	新	17	7	あずき	灰色かび病	24	16	北海道	有効	無	
5		2005	新	17	7	あずき	炭疽病	24	16	北海道	有効	無	
6		2005	新	17	11	あずき	灰色かび病	16	16	北海道	有効	無	
7		2005	新	17	11	あずき	炭疽病	16	16	北海道	有効	無	
1	△	1995	受	7	138	アスパラガス	茎枯病	4	40	長野県	有効	有	対照に優る
2	○	1995	受	7	138	アスパラガス	茎枯病	8	80	長野県	有効	有	対照に優る
3	△	1995	受	7	138	アスパラガス	斑点病	8	80	長野県	(有効)	有	対照に優る
4	△	1995	受	7	138	アスパラガス	斑点病	4	40	長野県	(有効)	有	対照に劣る
5	△	1996	新	8	77	アスパラガス	茎枯病	4	40	長野県	有効	有	対照に優る
6	○	1996	新	8	77	アスパラガス	茎枯病	8	80	長野県	有効	有	対照に優る
7	△	1996	新	8	77	アスパラガス	斑点病	4	40	長野県	判定不能	有	低い
8	△	1996	新	8	77	アスパラガス	斑点病	8	80	長野県	判定不能	有	低い
9		1997	新	9	72	アスパラガス	ヨトウムシ	32	80	長野県	有効	無	対照と同等
10		1998	新	10	53	アスパラガス	ヨトウムシ	32	80	長野県	有効	無・倍無	対照と同等
11		2002	受	14	260	アスパラガス	ヨトウムシ	10	16	長野県	判定不能	無・倍無	
12	△	2002	新	14	41	アスパラガス	斑点病	8	16	北海道(鹿追)	有効	無・倍無	
13	△	2002	新	14	46	アスパラガス	斑点病	8	16	北海道(滝川)	有効	無・倍無	
14	○	2002	新	14	49	アスパラガス	斑点病	8	16	北海道(鹿追)	有効	無・倍無	
15	○	2002	新	14	53	アスパラガス	斑点病	8	16	北海道(滝川)	有効	無・倍無	

- 注) 1. 登録の○は試験の内容で既登録、△は試験外の散布量などで登録。
2. 分類の新は新分野開発試験成績書、受は受託試験成績書。

表-4 かんきつ試験成績一覧（一部）

作物名	対象病害虫	希釈倍数	散布量 (l/ha)	実施県	判定	薬害
かんきつ・イヨカン	ミカンハダニ	15	250	愛媛県	(有効)	無
かんきつ・イヨカン	ミカンハダニ	15	500	愛媛県	(有効)	無
かんきつ・イヨカン	ミカンハダニ	10	50	愛媛県	(有効)	無
かんきつ・イヨカン	ミカンハダニ	20	100	愛媛県	(有効)	無
かんきつ・イヨカン	ヤノネカイガラムシ	15	50	愛媛県	有効	無
かんきつ・イヨカン	ヤノネカイガラムシ	10	50	愛媛県	(有効)	無
かんきつ・イヨカン	ミカンハダニ	10	50	愛媛県	(有効)	無
かんきつ・イヨカン	ミカンハダニ	20	100	愛媛県	有効	無
かんきつ・イヨカン	ヤノネカイガラムシ	10	50	愛媛県	(有効)	無
かんきつ・ウンシュウ	黒点病	5	40	愛媛県		無
かんきつ・ウンシュウ	黒点病	10	80	愛媛県		無
かんきつ・ウンシュウ	灰色かび病	20	40	愛媛県		無
かんきつ・ウンシュウ	黒点病	5	40	愛媛県		無
かんきつ・ウンシュウ	黒点病	10	40, 80	熊本県		無
かんきつ・ウンシュウ	黒点病	5	40	和歌山県	有効	無
かんきつ・ウンシュウ	黒点病	5	40	徳島県	有効	無
かんきつ・ウンシュウ	黒点病	5	40	愛媛県①	有効	無
かんきつ・ウンシュウ	黒点病	5	40	愛媛県②	有効	無
かんきつ・ウンシュウ	灰色かび病	10	20	愛媛県		無
かんきつ・ウンシュウ	灰色かび病	40	80	愛媛県	(有効)	無
かんきつ・ウンシュウ	ミカンハダニ	50	25	愛媛県①	有効	無
かんきつ・ウンシュウ	ミカンハダニ	100	50	愛媛県①	有効	無
かんきつ・ウンシュウ	ミカンハダニ	200	100	愛媛県①	有効	無
かんきつ・ウンシュウ	貯蔵病害（青かび）	10	40	静岡県	有効	
かんきつ・ウンシュウ	貯蔵病害（緑かび）	10	40	静岡県	有効	
かんきつ・ウンシュウ	貯蔵病害（軸腐）	10	40	静岡県	有効	
かんきつ・ウンシュウ	貯蔵病害（黒腐）	10	40	静岡県	有効	
かんきつ・ウンシュウ	貯蔵病害（炭疽）	10	40	静岡県	判定不能	
かんきつ・ウンシュウ	貯蔵病害（軸腐）	10	50	和歌山県	有効	
かんきつ・ウンシュウ	貯蔵病害（緑かび）	10	50	和歌山県	有効	

きつは無人ヘリが始まった当時に農家の高齢化など試験関係者の関心の深さ、ばれいしょ、たまねぎは生産地からの強い要望で試験に至っている。

3 農薬登録の現状

表-5は、作物別の登録内容を示したもので、複数会社での登録は1剤としてカウントしている。畑作物ではばれいしょ、たまねぎ、かぼちゃ等で登録薬剤数が多い。稲、麦、だいでずでは、除草剤が最も多く151剤であるが、多くは水稻の1キロ剤であり、現状で実施面積は多くは

ないが、今後無人マルチローターとともに増加が見込まれる。

4 今後の課題

無人ヘリコプターは開発当時の機体の積載量が10l程度であったことから、従来の有人ヘリコプターの液剤少量散布（散布量0.8l/10a）を引き継いできたものであり、水稻においては実績を認めるもののその他の畑作物、果樹等では知見に乏しく、試行錯誤の状態であった。その中で、果樹で4~5l/10aまでの実績があり、畑作

表-5 作物別・用途別の無人航空機用農薬登録数
 (農薬インデックス/産業用無人航空機用農薬サイト (<http://www.agro.jp/>) から抜粋)

	作物名	殺菌剤	殺虫剤	殺虫・殺菌剤	除草剤	植物成長調整剤	合計
1	稲	35	18	29	151	4	237
2	麦類 (小麦を除く)	1					1
3	麦類 (大麦を除く)	1					1
4	麦類 (小麦・大麦を除く)		1				1
5	小麦	7	3				10
6	大麦	3	1				4
7	だいず	6	20	1			27
8	あずき		1				1
9	ばれいしょ	6	3				9
10	れんこん		3				3
11	てんさい	3	2				5
12	たまねぎ	4	2				6
13	やまのいも	2	1				3
14	さとうきび		1				1
15	アスパラガス	2					2
16	しょうが		1				1
17	とうもろこし		2				2
18	未成熟とうもろこし		1				1
19	飼料用とうもろこし	1					1
20	かぼちゃ	2					2
21	にんじん	1					1
22	かんきつ		1				1
23	かんきつ (みかんを除く)	1					1
24	みかん	3	1				4
25	まつ (生立木)		6				6
26	日本芝					1	1
27	東日本大震災関係 (注)				1		1
28	だいこん		1				1
29	キャベツ		1				1
30	かんしょ		1				1
31	はとむぎ	1					1
32	ひのき (下刈)				1		1
33	すぎ (下刈)				1		1
	計	79	71	30	154	5	339

(注) 被災農地などの除草に限定.

物では効果が不安定であることもあり、進展が見られなかった。散布方法は対象病害虫の性質、作物の生育程度、農薬の性質等から決められるが、特に積載量が少ないことから作業効率を落とさないような前提があり、散布量を多くする試みはわずかである。無人マルチローターは耕作者自らが運用することにより、作業効率が劣っても省力的であれば使用場面も多く、面積当たり散布量を多くすることも可能である。安定した防除効果を得るためには散布量の見直しも含めて過去の試験を再度検討することが必要である。

無人マルチローターでは自動操縦技術が実用レベルに達していることもあり、作業効率が劣ることによる作業者の負担増を新しい技術開発により軽減できることが可能である。

III 最近の技術の進展

果樹、畑作物等に無人マルチローターを利用していくために有効と思われる技術には、自動クルーズ、自動ターンアシスト、AB方式、RTK（基地局、移動局）、障害物検知レーダ、自動地形認識、高度維持、複数機制御、果樹個別処理（樹冠上旋回、回転）等があり、すでに実用化しているものもある。遠隔操作を支援する技術もあるが、多くは自動操縦が目的である。表-6に自動操縦のカテゴリーを示した。自動飛行方式は多様であるが図-2に一例を示しており、これはあらかじめ飛行ポイントを測位してルートを作成する方式である。

1 自動化のメリット

(1) 人手不足による新規の従事者の技量不足、作業効率の低下を補完

表-6 自動操縦の区分

国土交通省（無人航空機）	農林水産省（農業機械）
遠隔操作 プロポなどの操縦装置を活用し、空中での上昇、ホバリング、水平飛行、下降等の操作を行うことをいう。	レベル0
自動操縦 当該機器に組み込まれたプログラムにより自動的に操縦を行うことをいう。具体的には、事前に設定した飛行経路に沿って飛行させることができるものや、飛行途中に人が操作介入することができず離陸から着陸まで完全に自律的に飛行するものが存在する。	レベル1 使用者が搭乗した状態での自動化 レベル2 圃場内や圃場周辺からの監視下での無人状態での自動走行 レベル3 遠隔監視下での無人状態での自動走行

Fモード（全自動飛行）説明図

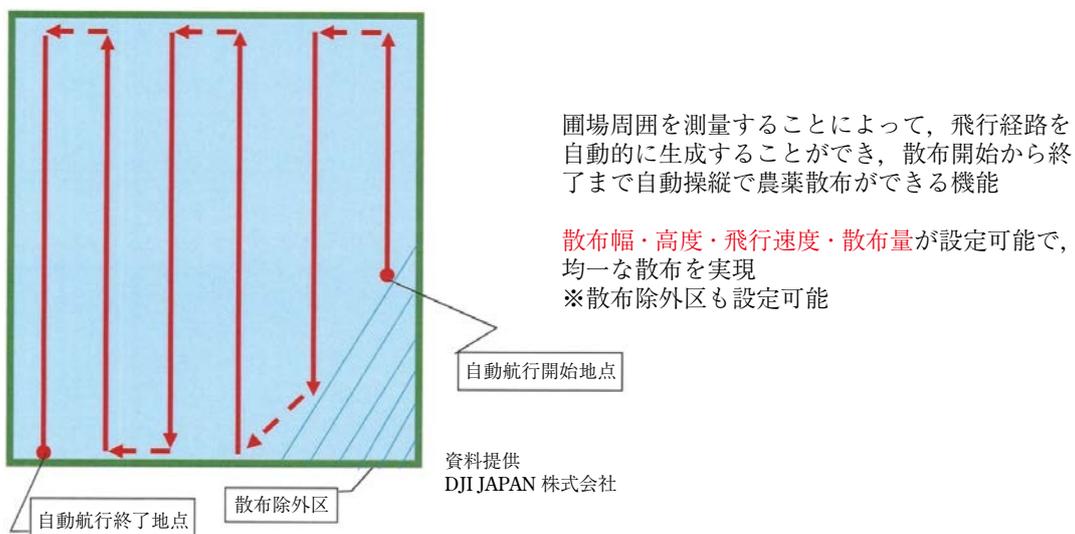


図-2 自動操縦の一例（DJI 社資料）

- (2) 1人による複数機体の同時運用
- (3) 目視外飛行
- (4) 日没から日の出までの夜間飛行
- (5) 飛行経路の記録, 再現
- (6) 単調な作業, あるいは難易度の高い操作からの解放
- (7) 飛行時間, 作業効率の劣る散布液量・散布方法への対応

2 自動操縦の調査事例

農水協では、農水省からの委託により自動操縦の精度検証を行った。水稻などを対象とした長方形のような形の整った圃場では、単独 GPS でも RTK 方式でも同程度の精度、変形圃場では RTK 方式が勝るという結果であった。次に、かんきつ園を対象とした散布方法を検討するために、樹列に沿った自動飛行を行い、水を散布液として作物への広がり、付着状況を見た。飛行は水稻に準じた方法で水平面への付着の均一性を確認した。散布液量が多いことに対して、ポンプ吐出量最大、飛行速度を遅くして ha 当たり 42 l という現状の登録に相当する散布が可能であった。

今後は次のような項目を検討する。

- (1) 飛行方法（速度、高度）を変えながら付着性を調査する。
- (2) 散布液量、噴霧粒子径を変えながら傾向をつかむ。

(3) 薬剤、病害虫の性質によって求められる作物体への散布液の付着状況は異なるということに対応して、状況に応じた飛行方法を検討する。

(4) 散布液量を増やすことによる散布時間短縮のために散布装置を検討する。

おわりに

無人ヘリコプターは 30 年間にわたる実績を有するが、主要な病害虫防除の対象は水稻、麦、だいでである。無人マルチローターが増加する中で、野菜、果樹に対する活用が期待されるが、過去の試験では安定した防除効果に懸念されることもあった、作物、病害虫、農薬、散布液量、機体、散布方法等を含めた結果を見直し、問題点を踏まえた試験計画でマルチローターにおける実用化を進める必要がある。従来は散布効率を重視しているが、自動操縦などの新しい技術により、効率が劣ることとは別に省力化による散布作業者の負担の軽減を図りながら安定した防除効果を得ることも可能であろう。無人マルチローターの技術開発は急速に進んでおり、今後の実用化に期待することは大きい。なお、本稿に紹介した農薬登録の内容、自動操縦の調査結果は農薬インデックス (<http://www.agro.jp/>) 内の「無人ヘリ用農薬データベース」、農水協ホームページ <http://www.j3a.or.jp/> に掲載されているので参照されたい。

新しく登録された農薬 (2019.11.1~11.30)

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

「殺菌剤」

- クロルピクリンくん蒸剤
24306：クロルピクリン錠剤 JM-MINAMI（南海化学）
19/11/6
クロルピクリン：70.0%
樹木類：定植ほ場の南根腐病菌の密度低減

「除草剤」

- テニルクロール・ベンゾビシクロン粒剤
24304：ホットコンビ 200 粒剤（エスディーエス）19/11/6
テニルクロール：10.0%
ベンゾビシクロン：10.0%
移植水稻：一年生雑草、マツバイ、ホタルイ、ミズガヤツリ、ヒルムシロ
- テニルクロール・ベンゾビシクロン粒剤
24305：ホットコンビジャンボ（エスディーエス）19/11/6

- テニルクロール：10.0%
ベンゾビシクロン：10.0%
- 移植水稻：一年生雑草、マツバイ、ホタルイ、ミズガヤツリ、ヒルムシロ
- カルブチレート・フルミオキサジン粒剤
24307：ガーデンクルー A 粒剤（住友化学）
24308：ネコソギブロック粒剤（レインボー）19/11/20
カルブチレート：0.50%
フルミオキサジン：0.20%
- 樹木等：一年生雑草、多年生広葉雑草、スギナ
- ターバシル・フルミオキサジン粒剤
24309：モーカレタ A 粒剤（住友化学）
24310：草退治 A 粒剤（住友化学園芸）19/11/20
ターバシル：0.50%
フルミオキサジン：0.20%
- 樹木等：一年生雑草、多年生広葉雑草、スギナ

{ 日植防シンポジウムから }

農薬使用者およびミツバチ安全対策をめぐる 国内外の現状と課題

日本農薬株式会社 **もと** **ば** **かず** **ひこ**
元 **場** **一** **彦**

はじめに

農薬取締法の一部改正に関する法律が2018年6月15日に公布されたが、その主な改定ポイントは“我が国における農薬登録制度上の課題と対応方針（2009）”に既に謳われていた再評価制度の導入と農薬の安全性に関する審査の充実であり、その一環としてミツバチおよび作業員暴露に係る安全性評価が導入されることとなった。また、安全性評価対象とする水産動植物に新たな生物種が、さらに陸生生物（鳥類）も、評価対象に加えられたことから呼称が生活環境動植物と改められている。同法の施行は2段階に分けられており、作業員暴露評価およびミツバチに対する影響評価については第二弾として2020年4月1日より施行される。

本稿では、欧米における再評価制度、作業員（農薬使用者）安全性およびミツバチへの安全性評価導入の経緯、影響を紹介し、今度同様の評価が導入される日本の農薬登録に与える影響について考察する。ただし、これらの安全性評価に係る運用の詳細については現時点で明確ではないポイントも多く、あくまで現時点での想定に基づくものである。なお、本稿は2019年9月20日開催の日本植物防疫協会シンポジウム『植物防疫の新たな展開の「その後」をフォローする』における講演内容を再構成し、筆者の個人的見解を述べたものであり、日本農薬株式会社を代表するものではないことをお断りしておく。

I 日本の現状

これまでには作業員に対する安全性評価、およびミツバチに対する安全性評価は、いずれもハザードベースの評価（暴露量を考慮せず毒性の強度と特性のみにより行う評価）に基づくラベル注意事項記載による管理が行われ

Present Status and Potential Issue on Pesticide Registration Concerning Operator Exposure Risk Assessment and Honey Bee Risk Assessment in Japan, US and Europe. By Kazuhiko MOTOBA

（キーワード：農薬取締法改正，再評価制度，作業員暴露，ミツバチ安全性，リスク評価）

てきた。ミツバチについては、2010年代にその減少事例が指摘された後には、ラベル記載による管理に加え、養蜂業者との農薬散布に関する情報共有、散布時間帯の制限（ミツバチの訪花が盛んな時間帯の散布を避ける）等による暴露回避策で事故件数の減少が認められている（農林水産省，2019；表-1）。また、作業員の安全性に関しても“農薬の使用に伴う事故および被害の発生状況”として統計がとられており、種々の啓発活動の結果、事故件数は漸減しているものの、2012～17年の統計では、残念ながら1年間に10件前後の散布中の事故が報告される状況にある（農林水産省，2019；表-2）が、その事故原因の多くがマスクなどの防護装備が不十分であったためとの解析も示されている（農林水産省，2019；表-3）。

今後、改正農薬取締法に基づき2021年からおおむね15年間ですべての既存有効成分について、優先度に基づく再評価が行われる計画とされている。一方、年間売上額で3,400億円程度の日本の農薬市場に600以上の有効成分、4,300以上の製剤が登録されており（2019年9月現在）、1剤あるいは1有効成分当たりの売上・利益が比較的小さい。特にマイナーな作物あるいは病害虫に対する薬剤などの農業生産に必要ではあるものの売り上

表-1 ミツバチ斃死事故件数

年度	ミツバチ斃死事故件数					
	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年
事故件数	69	79	50	30	33	21

表-2 農薬の使用に伴う事故および被害の発生状況

区分	転帰	事故件数 ^a				
		2013年	2014年	2015年	2016年	2017年
散布中	死亡	0(0)	0(0)	1(1)	0(0)	0(0)
	中毒	11(12)	11(22)	10(33)	9(13)	10(22)
誤用	死亡	4(4)	5(5)	6(6)	0(0)	1(1)
	中毒	13(18)	13(13)	12(28)	10(10)	10(15)

a：()内は被害人数。

表-3 農業の使用に伴う事故および被害の原因

原因	年度 ^a				
	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年
マスク、メガネ、服装等装備不十分	3(3)	3(3)	4(4)	3(3)	6(6)
使用時に注意を怠ったため本人が暴露	0(0)	2(2)	2(3)	2(2)	1(1)
防除機の故障、操作ミスによるもの	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	1(1)
散布農薬の飛散によるもの	4(4)	1(1)	1(7)	1(1)	2(8)
農業使用後の作業管理不良	4(5)	5(16)	3(20)	3(7)	1(7)
保管管理不良、泥酔等による誤飲誤食	11(11)	14(14)	11(11)	7(7)	6(11)
薬液運搬中の容器破損、転倒等	0(0)	0(0)	1(3)	0(0)	0(0)
その他	2(7)	1(1)	1(12)	1(1)	2(2)
原因不明	4(4)	3(3)	5(5)	2(2)	2(2)
計	28(34)	29(40)	28(65)	19(23)	21(38)

a：() 内は被害人数（引用：http://www.maff.go.jp/j/nouyaku/n_topics/h20higai_zyokyo.html）。

げ絶対額の小さなものなどでは、再評価対応などに伴う各種のコスト（後述する作業者暴露およびミツバチに関する安全性評価のための試験費用は相当に高額となりえる）を吸収しきれず再登録を断念する、すなわち効果・安全性とは無関係に経済的理由で防除手段が減少する可能性が危惧される。

II 欧米における再評価と農薬登録

1 欧州

欧州レベルにおける最初の農薬登録に係る制度は、「植物防疫剤の販売に関する指令 Directive 91/414/EEC」（以下 Dir. 91/414）により規定された。1991年の本指令の採択を受けて、当時各加盟国で使用が認められていた900あまりの有効成分が再評価され、その過程において登録原体数は300未満に減少した。再評価においてはミツバチへの安全性評価や作業者安全性評価のみならず、地下水汚染性など多種多様な新たな規制への対応が求められる、安全性そのものに問題はなくとも、その証明に多額の投資を要するため、経済的見地から自主的登録取り下げ（voluntary withdrawal）を選択せざるを得なかった有効成分が多くあったであろうことは想像に難くない。この登録原体の減少は、すなわちローテーション・防除手段の枯渇を意味する。さらに2009年には、Dir. 91/414を改訂した Regulation 1107/2009が採択され、原体登録の2度目の再評価が進められ現在に至っている。Regulation 1107/2009はもとの Directive から加盟国の国内法に優先し加盟国政府や企業、個人に直接適用される Regulation に格上げされており（国立国会図書館、2009）、農業規制が強化される傾向にあることが見て取れる。ま

た、欧州では化学農薬の削減そのものが政策目標として掲げられているが（Agrow, 2019）、耕種的防除などの代替法や生物農薬およびバイオシテミユラントの登録促進等が行われていることがその証左であろう。

2 米国

米国における農薬規制制度を規定する法律は、1947年制定の Federal Insecticide, Fungicide, and Rodenticide Act（以下 FIFRA という）に規定されている。また、FIFRAの施行規則は、Code of Federal Regulation（CFR）の40、Protection of EnvironmentのPart 150から180に詳細に規定されている。同法の1988年の改正では、1984年11月1日より前に登録された古い農薬の再評価プログラムが導入され、また、1996年8月に施行された Food Quality Protection Act（FQPA）により、残留基準の設定が大幅に改正された。US EPA（Environmental Protection Agency、環境保護庁）のホームページによると再登録対象農薬に係る約1,150の有効成分を613のケースに分類して再評価を行った結果、2008年9月までに384のケース（63%）について再登録資格決定が行われたが、残り229ケース（37%）については、再登録の決定が完了する前にすべての関連する登録農薬が取り消されたことが示されており（US EPA, 2017）、欧州と同様に米国においても、登録原体数は減少する傾向にある。

3 日本の今後

欧州では当初計画に対して大幅な進捗の遅れが認められており、繰り返し既存登録の期間延長の措置が取られている。この計画からの遅延は評価および行政手続きに係る人的リソースの不足に起因しており、日本が欧米の轍を踏まず、新規剤を含めた評価および登録行政が遅延

することなく進捗することを望みたい。

III 農薬使用者安全対策

以下では、農薬使用者安全に関するリスク評価および管理の手法について、欧米と日本を対比させつつ解析する。

1 欧州の状況

欧州の原体登録において作業員暴露に関するリスク評価は、毒性の指標として哺乳類の反復投与毒性試験成績に基づき設定される AOEL (Acceptable Operator Exposure Level, 作業員暴露許容量) と暴露モデルにより算出される暴露量の対比により行われる。AOEL は農薬散布作業などを通じて作業員が農薬成分を体内に取り込んでも健康影響が発生しないと考えられる上限値であり、通常経口の 90 日間反復投与毒性試験などの短期間反復投与試験に基づく無毒性量 (NOAEL) を経口吸収率 (動物代謝試験および胆汁排泄試験成績から算出できる) により補正して体内曝露量に換算した後、不確実係数 (通常は 100) で除した値が用いられている (EU SANCO, 2006)。暴露モデルには英国で開発された UK POEM (Predictive Operator Exposure Model), その改変版である Euro POEM や German BBA モデルが使用されてきたが、これらは 20 年以上前に開発されたもので、必ずしも現在の散布技術を反映したものとはなっていない。こうした問題の解決を図るため新たに開発された、AOEM (Agricultural Operator Exposure Model) が EFSA (European Food Safety Agency, 欧州食品安全庁) レベルでの評価に用いられている。AOEM では薬剤の剤型、有効成分含量、投下薬量、作物等のパラメータを指定することで、暴露量が算出される。もし、このリスク評価結果が受容可能 (Acceptable) とならない場合、リスク軽減措置としての防護装備 (PPE, Personal Protective Equipment) の追加や経皮吸収量の精緻化のための経皮吸収試験、いわゆるトリプルバック試験*が行われる。さらに散布液調整時の暴露量削減については、固形剤の水溶性フィルムでの包装といった対策も認められる。このようなリスク軽減措置を加えたうえで暴露量が AOEL 未満となる使用法のみが登録される。

2 米国の状況

米国においては、作業員暴露安全性評価にあたり、吸入および経皮の暴露経路ごとに安全性評価を行う点が欧州の採用している手法との大きな違いである。すなわち AOEL は反復吸入毒性試験および反復経皮毒性試験の

NOAEL に基づき決定し、暴露量の推計も同様に暴露経路ごとに行い評価する。経皮吸収率や経口吸収率を計算に用いないため、暴露推計に不確実性を与える要因の一つは排除できる。しかし、経口毒性に加え、吸入および経皮の反復毒性試験成績が必須となる点には注意が必要である。暴露推計は Pesticide Handler Exposure Database (PHED) と呼ばれる一般化されたデータベースに基づき Exposure Surrogate Reference Table という表形式で与えられる。また、現在では産業界が Agricultural Handler Exposure Task Force (AHETF) と呼ばれるコンソーシアムを形成し、独自にデータを収集しており、このうち EPA の検証が完了したものが暴露の精緻化に採用されている (ただし、同 Task Force の会員のみが無償でデータを使用できることに注意)。

3 日本の将来

現状、日本における作業員安全性リスク評価は、経口毒性試験成績に基づく AOEL および AAOEL (作業員暴露許容量および急性作業員暴露許容量) と処理方法および取扱量より算出される想定暴露量 (吸入と経皮暴露を合算する) の比較に基づく欧州に近い手法が採用される予定である (農林水産省, 2018)。この手法における想定暴露量は日本国内での散布の実態に基づくシナリオを設定、これに基づく暴露実態調査結果から算出された単位暴露量を用いた評価が提案されているが、この単位暴露量は、数多くはない試験成績を統計処理したためか、相当に安全側に偏った (保守的な) 評価となっているように見受けられる。また、評価シナリオでは総使用回数を 1 作期 (30 日) に使用する想定となっているため、総使用回数が多い薬剤については相当に過剰な評価となるものと考えられる。

また、今回設定されているシナリオには家庭園芸用途は含まれておらず、すべて農業用となっている。同一製品について同一ラベルとすると、家庭園芸用途、すなわち小面積、短時間、さらに連日の散布が想定されないような使用方法でも、農業用途と同じ防護装備 (不浸透性防除着など) が要求されることも想定され、実用上の問題が生じよう。

先にも述べた通り、農薬散布中の事故はゼロではないが、その原因の一部は防護装備の不使用などであるという統計もある。事故原因となった薬剤については、防護装備を含めて慎重なリスク評価が必要であろうが、それ以外の登録農薬の使用法・作物で十全の防護装備を考慮してもリスク評価結果が受容不可 (not acceptable) となるようであれば、暴露推計が保守的に過ぎると判断できる。

*ラットを用いた *in vivo* および *in vitro* の経皮吸収性試験結果を用い、ヒト皮膚を用いた *in vitro* 経皮吸収性試験結果を補正することで、ヒト *in vivo* 経皮吸収性を予測する手法。

IV ミツバチ安全対策

以下では、ミツバチに関するリスク評価および管理の手法について、欧米と日本を対比させつつ解析する。

1 欧州、米国の状況

2010年代、欧州ではネオニコチノイド系農薬がミツバチ減少の原因である疑いがあるとして、表-4に示したような行政の施策が矢継ぎ早に行われ、登録縮小（屋外使用の禁止）に至った。その結果、ナタネの欧州全体で収量の減（4%）、生産コストの上昇（1億2000万€）等の負の影響があったと言われている（NOLEPPA and HAHN, 2013）。一方蜂群数の回復は未だ認められていない。2013年EFSAはミツバチに対するリスク評価手法に関するガイダンス（Guidance on the risk assessment of plant protection products on bees）を作成、公示しており（EFSA, 2013）、当該指針では保護対象はミツバチのみならず、ハナバチ類（Bumble bee および Solitary Bee）をも対象としており、現在では当該ガイダンスに基づくハチ類に

対するリスク評価が登録要件となっている。

米国でも CCD（Colony Collapse Disorder、蜂群崩壊症）の顕在化の後、ミツバチ（およびハナバチ等）のリスク評価が必要となり、簡易スクリーニングツールとして Bee-Rex が開発・公開された（US EPA, 2015）。米国では現在もネオニコチノイド剤は相当の使用制限を受けているものの、登録は維持されている。

欧州で行われるハチに関するリスク評価の概要と米国におけるそれとの比較を表-5に示す。いずれにおいても成虫の単回経皮、単回・反復経口試験、幼虫試験が要求され、暴露経路として外勤蜂が散布された農薬に暴露するケースと巣に持ち帰られた花粉、花蜜等を介した暴露の双方が想定されている。いずれでも、スクリーニングレベル評価に始まり、高次の試験としてセミフィールド試験（OECD GD No. 75 や Oomen 法）、さらにはフルフィールド試験（EPPO 170 など）が要求されている。

2 日本の将来

これまで、日本では成虫の単回経皮あるいは経口毒性

表-4 欧州におけるネオニコチノイド規制の経過

年度	施策
2012	欧州委員会は EFSA に種子処理、粒剤処理での花粉媒介者へのリスク評価を命じる
2013	EFSA 報告書 (Reg 485/2013) 発行、イミダクロプリド、クロチアニジン、チアメトキサム 3 剤の以下に示す使用制限と追加成績の提出、2 年以内のレビューを要求 家庭園芸用途、多くの穀類への茎葉処理を失効させ、種子処理を制限。さらに施設内、開花期後のみ使用可能として使用時期、適用を制限した
2015	種子処理、粒剤以外でのリスク評価公表、使用制限継続
2016	EFSA は追加成績に基づく結論 (conclusion) を公表
2017	EFSA は以下のように結論 (conclusion) を改訂・公表 (2018/783~785) 最終製品は Permanent Green House 内作物のみで使用可 MS は 2018.9.19 に規制を反映 農家は 2018.12.19 以降規制に従う

表-5 欧州および米国におけるミツバチリスク評価手法の比較

項目	米国	欧州
一般	3 段階のリスク評価 (スクリーニング→精緻化)	同じ
プロテクションゴール	蜂群のサイズ、安定性、蜂蜜等 生産量、生物多様性	類似、ただしミツバチについては影響の 強度、持続期間については異なる
想定暴露経路	経口（花粉、花蜜） 経皮（散布）	経口、経皮のダスト暴露、飲水経由を含む
データ要求	Tier 1: 経口&経皮（成虫、幼虫） Tier 2: セミフィールド試験 Tier 3: フィールド試験	類似するが追加的エンドポイントを含む
トリガー値	急性 LOC: 0.4 慢性 LOC: 1.0	エンドポイントごとに複数のトリガー値 採用、大きな不確実係数を適用

試験成績のみがデータ要求とされ、この成績に基づきハザード評価が行われてきた（強度の急性毒性が認められる場合には、圃場での影響試験が求められる）。今後、新たなリスク評価の実施にあたり、成虫反復経口毒性試験成績、幼虫毒性試験がデータ要求に加わる。リスク評価のための暴露推計は米国の手法を踏襲し、化合物の物理化学特性および使用基準に基づいて予測式を用いて行われる。また、ミツバチへの影響が懸念される水準（＝リスクが受容できない水準）として、予測暴露量を毒性指標値で除した値（RQ, Risk Quotient）が急性では0.4未満、慢性で1.0未満と、US EPAでの基準同様に定められている。圃場での直接暴露を想定した成虫単回経皮毒性試験による評価の場合、予想暴露量はハチ1頭に付着する液量を70 nl/beeで一定としているため暴露量が散布濃度のみで決まる。すなわち高濃度・少量散布では通常の地上散布に比べリスクが大きく算出されることになるが、直接経皮暴露でリスクが懸念される場合、実際の付着量を測定する試験成績（具体的試験方法は提示されていない）により暴露を精緻化するか、散布濃度を減じるしかリスク評価をクリアする方法はない。一方反復暴露でのリスクが懸念される場合には、暴露精緻化のための花粉・花蜜残留成績やセミフィールド試験（OECD GD No. 75 や Oomen 法）が求められる。

評価手法は前述の通り、おおむね米国の手法に準じるが、米国との差異はリスク評価後であっても、成虫単回接触毒性試験のLD₅₀値が11 µg/bee未満となる場合、従来のハザード評価に基づく注意事項（“ミツバチの巣箱およびその周辺にかからないようにすること”等）がラベルに記載されることにある。

冒頭でも述べた通り、日本では農薬使用者と養蜂業者との情報交換などの施策が奏功し、近年では事故件数が減少している。ミツバチの減少の原因は農薬のみではないと考えられることから、今後はリスク評価によりミツバチに有害な農薬の使用を制限するといった消極的施策ではなく、例えばUSDA（米国農務省）が実施している“Pollinator Habitat Initiative”（USDA, 2018）に倣ったミツバチにとって良好な生息環境を整える積極的な保護策

も必要ではないかと考える。

おわりに

科学の発展に伴いこれまで未知であったリスクが見いだされ、これに対応すべく新たな規制が導入されることは自然な流れであり、過去の農薬は新たな規制に対応することにより一部は淘汰され、より安全なものへと進化してきたし、今後もこの流れを止めてはならないだろう。しかし、規制の導入が“欧米並み”を目指すのみで生産者を含む市民、および環境の保護につながらねば意味はない。本稿で解説した作業員およびミツバチに対する新たな安全性評価とその結果に基づく規制が、防除手段の減少により生産者、市民および環境の保護にとって有意義なものとなることを、切に願う。

引用文献

- 1) Agrow (2019): <https://agrow.agribusinessintelligence.informacom/Ahttp://www.maff.go.jp/j/nouyaku/hyoka/attach/pdf/index-7.pdf/G031868/New-EU-Commissioner-to-consider-agchem-reduction-targets> (2019年9月31日確認)
- 2) EFSA (2013): <https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/3295>
- 3) EU SANCO (2006): https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/plant/docs/pesticides_ppp_app-proc_guide_tox_accpt-explevs-2006.pdf (2019年9月31日確認)
- 4) 国立国会図書館 (2009): <https://rnavi.ndl.go.jp/politics/entry/eu-law.php> (2019年9月31日確認)
- 5) 農林水産省 (2018): <http://www.maff.go.jp/j/nouyaku/hyoka/attach/pdf/index-7.pdf> (2019年9月31日確認)
- 6) ——— (2019): http://www.maff.go.jp/j/nouyaku/n_topics/h20higai_zyokyo.html
- 7) NOLEPPA, S. and T. HAHN (2013): The value of Neonicotinoid seed treatment in the European Union: A socio-economic, technological and environmental review (at the Wayback Machine Humboldt Forum for Food and Agriculture (HFFA), 2013). [http://www.neonicreport.com/wp-content/uploads/2013/01/HFFA_Report.pdf より閲覧可能 (2019年9月31日確認)。]
- 8) USDA (2018): <https://www.fsa.usda.gov/programs-and-services/economic-and-policy-analysis/natural-resources-analysis/pollinators/index> (2019年9月31日確認)
- 9) US EPA (2013): <https://www.epa.gov/pesticide-science-and-assessing-pesticide-risks/models-pesticide-risk-assessment> (2019年9月31日確認)
- 10) ——— (2017): <https://www.epa.gov/pesticide-reevaluation/reregistration-and-other-review-programs-predating-pesticide-registration> (2019年9月31日確認)

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 生物機能利用研究部門 昆虫制御研究領域 昆虫相互作用ユニット

当研究部門は、国立研究開発法人 農業生物資源研究所（生物研）を前身とし、平成28年に農研機構と一体になりました。昆虫の研究はカイコとその他昆虫類に分かれています。当ユニットでは主に天敵などの益虫と難防除害虫を研究対象にしています。農研機構には数多くの昆虫研究室がありますが、私たちの特徴としては、①常勤研究員6名が、専門性の異なるプロフェッショナルとして各自で独創的研究を開拓していること、②重要課題に対してはユニット員が一致団結して問題解決に取り組んでいることが挙げられます。近年、侵入害虫や薬剤抵抗性等、昆虫研究には様々な難問が降りかかっていますが、私たちは常にチャレンジングな目標設定を心がけ、社会貢献のために日々努力しています（図-1）。以下、主な研究テーマを紹介します。

天敵昆虫の行動制御技術

今日、様々な栽培作物で天敵の導入が図られていますが、今後一層普及させるためには新たな技術開発が必要です。私たちは、天敵の生理・生態・遺伝に関する基礎研究を軸に、革新的な天敵制御法の開発をめざしています。まず、天敵ヒメハナカメムシの生存戦略に関する研究では、トコジラミ近縁昆虫に特有の生殖形式、生殖休眠を制御する誘導・覚醒条件の解明を進めています（主な担当者は谷合・前田、以下同）。情報化学物質に関する研究では、ヒメハナカメムシの揮発性フェロモンや足跡フェロモンの化学構造を世界に先駆けて同定し生理作用を明らかにしました（上原・前田）。また、光応答反応に関する研究では、捕食性天敵に特有の波長選好性を解明し、天敵を効果的に集める誘引波長（405 nm）を同定しました（霜田・上原）。これら研究の一部は、作物上へ天敵を誘引・定着させる新しい農業資材として商品化が進んでいます（図-2）。



図-1 昆虫相互作用ユニットのメンバー
（二列目右端は安田領域長）

天敵を効果的に集めて防除する



図-2 天敵カメムシの行動制御・評価技術の開発

ゲノム情報と改良技術

昆虫の系統や遺伝的変異にかかわるゲノム情報の解読を進めています。南方からの重要侵入害虫の移動分散経路の解析、ヒメハナカメムシ等の天敵昆虫と被捕食者によって形成される複雑な相互作用（食物網）の解明を進めているほか、アザミウマ類などの微小な難同定害虫類を対象とする簡便な分子同定キットの開発を行っています（村路）。また、天敵などの有用昆虫を改良するために、発育や行動にかかわる制御遺伝子の機能を解明するとともに、ゲノム編集技術を活用した形質改良に取り組んでいます（霜田・上原）。

花粉媒介昆虫の機能強化

花粉媒介昆虫は、農業や自然生態系にはなくてはならない存在です。世界の主要農作物の約75%が、受粉・結実にこれらの昆虫類を必要としています。私たちは、花と昆虫との相互作用について、生態学・行動学・化学生態学等の視点から、花粉媒介昆虫の制御要因を解析するとともに、農作物の受粉効率を高めるための技術開発に取り組んでいます。近年、世界的にミツバチやハナバチの減少が懸念される中、これら野生種の保全に取り組むだけでなく、花粉媒介昆虫の多様性を効果的に引き出すための研究を行っています（前田・上原・霜田・平岩）。

昆虫の機能利用

昆虫には様々な特異機能が備わっています。例えば、昆虫は構造色の宝庫ですが、なかでもコガネムシは左円偏光のみからなる非常に珍しい構造色をもっています。昆虫の構造色の発色メカニズムおよび役割を明らかにして利用する方法を探っています（神村）。また、昆虫は様々な嗅覚受容体をもっています。果樹害虫チャバネアオカメムシの匂い結合タンパク質を解析し、新たな害虫防除法としての集合フェロモン検出センサー、不快な臭気を吸着する消臭剤の素材として利用法を検討しています（谷合）。

（昆虫相互作用ユニット長 霜田政美）

研究室紹介

群馬県農業技術センター 環境部 病害虫係

群馬県は標高10～1,400mに耕地が広がっており、園芸を中心とした農産物の生産が盛んであり群馬県農業技術センター（以降農業技術センター）もそれに対応した体制となっている。農業技術センターの始まりは1895年に遡るが、現体制となったのは2012年の組織改正によるものである。現在は伊勢崎市にある本所（標高83m）と県内各地域の特産物の試験を中心に取り組むため標高17m～1,170mの間に五つの研究センター（東部地域、稲麦、こんにゃく特産、中山間地園芸、高冷地野菜）が設置されており、全体で84名の常勤職員が在籍している。

このうち、本所には企画部、園芸部、環境部が設置されており、環境部には土壤保全係、環境安全係、病害虫係、発生予察係、検査係の5係がある。病害虫関係の係としては、病害虫係と発生予察事業を主たる業務とする発生予察係があるが、今回は病害虫係の業務について概略を紹介する。

病害虫係は農作物の総合的病害虫管理技術（IPM）の開発を目標として農薬のみに頼らない防除技術開発に力をいれており、競争的資金の獲得なども図りながら研究に取り組んでいる。

そのなかで、「ぐんま農業新技術」（本県で生産者向けと位置づけている技術情報）として近年とりまとめた成果の例としては、耕種的防除、生物的防除等次のようなものがある。

・「前作としてブロッコリーを作付けすることによるナス半身萎凋病の発病抑制」（農林水産省農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業（25062C）2013～15）。これは県内露地ナス栽培ではナス半身萎凋病が問題となっていることから取り組んだ課題で、ナス定植前にブロッコリーを作付けすることによって発病を減らすことができたことを明らかにした。

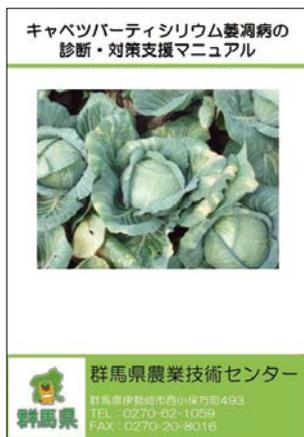


図-1 「キャベツバーティシリウム萎凋病の診断・対策支援マニュアル」表紙

・「キャベツバーティシリウム萎凋病の診断・対策支援技術の確立」（農林水産省農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業（25056C）2013～15）。キャベツバーティシリウム萎凋病に対して、圃場の診断に基づいて発病のしやすさを評価し、それに合った対策を選ぶことができるマニュアルを作成するとともに、本マニュアルの支援による防除対策の導入で、本病の被害が軽減されることを明らかにした（図-1）。



図-2 ナシの天敵調査

・「ミヤコカブリダニ製剤を利用したナシのハダニ類防除」（農林水産省農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業（28022C）2016～18 共同戦略連携協定）。ナシにおいてハダニ類の天敵となるミヤコカブリダニ製剤を設置し、カブリダニ類に影響の少ない選択性殺虫剤を併用することで、栽培期間を通じてハダニ類を低密度に抑制できることを明らかにした（図-2）。

・「アミスルプロム水和剤とムギ類全面散播被覆栽培との組み合わせによるコンニャク根腐病の防除」。コンニャクでは土壤病害である根腐病対策として、より環境に優しい防除技術が求められていることから検討されてきた課題で、根腐病に効果のあるアミスルプロム水和剤と従来から耕種的防除として取り組まれてきたムギ類全面散播被覆栽培を組み合わせることにより、それぞれ単独の処理よりも高い防除効果が得られることを示した。

さらに、農林水産省委託プロジェクト研究「人工知能未来農業創造プロジェクト」（2017～21）により、ナスの重要病害虫に対する診断・対策やネギ黒腐菌核病およびハクサイ黄化病に対するヘソディムの確立とそれを支援する人工知能開発にも参画しており、土壤病害については土壤関係の係とも協力して課題解決にあたっている。

また、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「クロバネキノコバエ科の一種の総合的防除体系の確立と実証」（2017～19）によりネギネクロバネキノコバエ対策試験にも取り組んでいる。なお、このネギネクロバネキノコバエについてはネギ、ニンジンのほかに新たにニラにも被害を及ぼすことが明らかになり（平成30年度病害虫発生予察特殊報 第3号）、この解決のため次年度以降も引き続き試験を継続していく予定である。このほか、発生予察係が中心となって取り組んでいる課題となるが、クビアカツヤカミキリ（平成29年度病害虫発生予察特殊報 第1号）に対する農業登録拡大に向けた受託試験なども行っている。

近年は各分野でのデータの共有化などが進められつつあり、これまで病害虫との関係が薄かった分野からの視点やアプローチも積極的に取り入れられていくものと思われる。今後、各方面からのご協力を仰ぎ、これらの連携のなかから、さらに現場で役立つ技術開発が進んでいくことを期待している。

（環境部長 斎藤幸雄）

謹 賀 新 年

本年もどうぞよろしくお願ひいたします。

一般社団法人 日本植物防疫協会
役 職 員 一 同

学 会 だ よ り

○第 64 回日本応用動物昆虫学会大会

日時：2020年3月15日（日）～17日（火）

3月15日：開会式および会員総会，学会賞・奨励賞授与式および受賞講演，シンポジウム

場所：名城大学天白キャンパス 共通講義棟北

名城ホール

〒468-8502 愛知県名古屋市天白区塩釜口1-501

3月15日：懇親会

場所：名古屋観光ホテル 那古の間

〒460-8608 名古屋市中区錦一丁目19-30

3月16日～17日：一般口頭発表・ポスター発表・小集会

場所：名城大学天白キャンパス 共通講義棟北3階

～5階

第64回日本応用動物昆虫学会大会事務局

名城大学農学部昆虫学研究室内

〒468-8502 名古屋市天白区塩釜口1-501

E-mail：2020odkmeijo@gmail.com

参加申し込みに関するお問い合わせ

日本応用動物昆虫学会大会ヘルプデスク

〒116-0011 東京都荒川区西尾久7-12-16

(株)創文印刷工業内

広告掲載会社一覧 (掲載順)

ダウ・アグロサイエンス日本(株)……………主要品目
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)……………ピーラム
エス・ディー・エスバイオテック(株)………主要品目
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
サンケイ化学(株)……………主要品目
日産化学(株)……………グレーシア
クミアイ化学工業(株)……………プロポーズ

FAX：03-3893-6611

E-mail：odokon.desk@soubun.com

○第 72 回北陸病害虫研究会

日時：2020年2月13日（木）13:00

～2月14日（金）12:00

場所：アオーレ長岡 1階「市民交流ホールA」

〒940-0062 新潟県長岡市大手通1丁目

4番地10

TEL：0258-39-2500

研究情報交換会

日時：2020年2月13日（木）18:00～

場所：長岡グランドホテル 4階「蒼柴の間」

〒940-0066 新潟県長岡市東坂之上町1-2-1

TEL：0258-33-2111

参加費：研究会2,000円，研究情報交換会，一般6,000円，学生5,000円

参加申込：申込書様式によりE-mailまたはFAXで送信
<http://hokuriku-byochu.sakura.ne.jp/apph/>

次号予告

次号2020年2月号の主な予定記事は次のとおりです。

新リンゴ黒星病におけるDMI剤，QoI剤耐性の現状と防除対策について 伊藤 伝

ハダニからみた捕食性カブリダニ類のステルス性 大槻初音ら

滋賀県における斑点米カメムシ類の水田および水田畦畔での発生消長 樋口博也

樹木の葉を侵す白藻病の発生と研究の現状 周藤靖雄

最近明らかになった薬用作物の糸状菌病 佐藤豊三ら

トマトの新発生害虫 トマトウロコタマバエ *Lasioptera* sp. の発生生態 齊藤美樹ら

バレイシヨのそうか病対策のための土壌酸性簡易診断手法 久保寺秀夫

ペットボトルを使用した省スペースで実施できるアブラナ科野菜根こぶ病生物検定 板橋 建ら

植物防疫講座 病害編 *Cladosporium* 属菌による病害の発生生態と防除 岩館康哉

植物防疫講座 虫害編 野菜のコガネムシ類の発生生態と防除 林川修二

植物防疫講座 農薬編 細胞膜のステロール生合成阻害剤 宇賀神 勉ら

アセチルコリンエステラーゼ阻害剤 林 直孝

研究室紹介：農研機構 野菜花き研究部門 虫害ユニット 豊島真吾
青森県産業技術センター りんご研究所 病虫部 木村佳子

植物防疫

第74巻 2019年12月25日印刷

第1号 2020年1月1日発行
(通算877号)

2020年
1月号

(毎月1回1日発行)

編集発行人 早川 泰弘

印刷所 三美印刷(株)

東京都荒川区西日暮里5-9-8

定価965円

本体877円

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

— 発 行 所 —

〒114-0015 東京都北区中里2丁目28番10号

一般社団法人 日本植物防疫協会

電話 (03) 5980-2181 (代)

FAX (03) 5980-6753 (支援事業部)

振替 00110-7-177867番

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



70以上の作物に登録
幅広く使って、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)

●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。

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



SANKEI
ECO PRODUCTS



植物油脂パワー！
サンクリスタル乳剤



チョウ目害虫退治の生物農薬！
サンケイ
サブリーナフロアブル



植物保護薬！
サンケイ
ジーファイン水和剤



硫黄の力でうどんこ病防除！
サンケイ
グムラス



安定した銅の効果！
サンボルドー



キュウリ・カボチャのうどんこ病に！
ハッパ乳剤



硫黄と銅の強力タッグ！
園芸ボルドー



サンケイ化学株式会社

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

☎(099) 268-7588
☎(03) 3845-7951



速く効く。
あの害虫にも効く。^{*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

殺菌剤



プロポーズ[®] 顆粒水和剤

植物防疫

VOL.74 No.1

2020年1月1日 発行 (毎月1回1日発行) 定価 965円 本体 877円 (送料サービス)
一般社団法人 日本植物防疫協会

〒114-0015 東京都北区中里2丁目28番10号
電話 03(5980)2181 FAX 03(5980)6753

<http://www.jpipa.or.jp/>

べと病・疫病に 2成分で優れた効果

予防

治療

残効性

耐雨性



100g



500g

JAグループ
農協 | 全農 | 経済連
は登録商標 第4702318号



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 <https://www.kumiai-chem.co.jp>

®はクミアイ化学工業(株)の登録商標です。

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

