

植物防疫

1

Plant Protection

2019
VOL.73



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



ダウとデュポンは1つの会社になりました。私たちはこれからも作物の生産性向上のソリューションとなる製品とサービスをお届けし続けます。

トランスフォーム™

Isoclast™ active

殺虫剤

ビレスコ™

Isoclast™ active

殺虫剤

エクシード™

Isoclast™ active

殺虫剤

スピノエース™

殺虫剤

ゾーベック

エニベル™

殺菌剤

ゾーベック

エンカンティア™

殺菌剤

ジマンダイセン™

殺菌剤

クリンチャー™

水稲用除草剤

テロン™

土壌くん蒸剤

旭D-D

土壌くん蒸剤



Agriculture Division of DowDuPont

ダウ・アグロサイエンス日本株式会社 〒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

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

明日の「農」を支える力でありたい。

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

殺虫剤

三井化学 **アルバリン**® 顆粒水溶剤・粒剤
粉剤DL・箱粒剤

スタークル® 顆粒水溶剤

スタークルメイト® 1キロH粒剤
液剤10

トレボンスター® フロアブル
粉剤DL

トレボン® 乳剤・EW・MC・粉剤DL
粒剤・エアースカイMC

アキ® 乳剤

コロマイト® 水中和
乳剤

ミルベノック® 乳剤

キックオフ® 顆粒水中和

殺菌剤・殺虫殺菌剤・土壌消毒剤

アフエット® フロアブル

ベジセイバー®

ヒカット® フロアブル

フルーツセイバー

ネビジ® 粉剤

ネビリュウ®

モンガリット® 1キロ粒剤
粒剤

サンリット® 水中和

テーク® 水中和

タチガレン® 粉剤
液剤

タチガレエース® M 粉剤
液剤

タチガレファイト® 液剤

サンブラス® 粒剤

ガッツスター® 粒剤

トリプルキック® 箱粒剤

サントリプル® 箱粒剤

サンフェスタ® 箱粒剤

クロピクテープ

三井化学 **クロールピクリン**

三井 **ソイリーン**®

ドロロール

除草剤

アールタイプ® 1キロ粒剤・ジャンボ
フロアブル

シュイデン® 1キロ粒剤・ジャンボ
フロアブル

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

クサトリ-BSX® 1キロ粒剤75/51
ジャンボH/L・フロアブルH/L

キクンジャベ-Z® 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

クサバルカン® 1キロ粒剤・ジャンボ
フロアブル

オシオキ® MX 1キロ粒剤

フォローアップ® 1キロ粒剤

サンバード® 粒剤

ワイドアタック™ SC

草枯らし MIC®

アトカラ® SジャンボMX

セカンドショット® SジャンボMX

●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

- 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。

®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

農薬概説 2018

一般社団法人 日本植物防疫協会 編



好評
発売中!

本書は農薬使用者に必要な行政情報、農薬の使用法や安全性・適正使用、防除対象となる病害虫・雑草に関する基本情報を網羅した解説書です。

2018年版では、主に次のような改訂を行いました。

- ・マルチローターに関連する情勢の変化に従い記述を変更するとともに、「空中散布における無人航空機利用技術指導指針」を資料編に追加しました。
- ・農薬の作用機作の解説を充実しました。
- ・農薬安全使用に関する解説をよりわかりやすく、図表も加えて充実させました。
- ・「農薬の作用機構分類」はIRAC・FRAC・HRACともに最新版に更新しました。
- ・その他全般にわたって記述が古くなっている点等を見直しました。細かい改訂点については下記にまとめました。

URL <http://www.jpfa.or.jp/shuppan/pdf/gaisetsu2018.pdf>

農薬取扱業者用テキストのみならず、一般向けのテキストとしても利用できる内容となっています。

◆お問い合わせとご注文は下記へお願いします◆

一般社団法人 日本植物防疫協会 支援事業部

TEL 03-5980-2183 FAX 03-5980-6753 Mail order@jpfa.or.jp

B5判 367頁 本体1,800円+消費税, 送料 実費

目次

巻頭言

創刊73年目を迎えて	藤田 俊一	1
新年を迎えて	松岡 謙二	2
新年を迎えて	大藤 泰雄	3

調査報告

平成30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, 農薬対策室	4
----------------	---------------------------	---

研究報告

ネギ黒腐菌核病の発生実態と防除対策上の課題	伊代住浩幸・斎藤千温	16
高知県に分布するニラ白斑葉枯病菌と薬剤の防除効果	矢野 和孝	21
土着広食性カブリダニ4種に対する各種殺虫剤の影響評価	岸本 英成	25

調査報告

ブータン王国の農業風土と害虫問題	藤家 梓・Ugyen DORJI・Kinley DORJI	30
------------------	-------------------------------	----

日植防シンポジウムから

農薬の再評価制度と課題	横田 篤宣	36
天敵利用をめぐる海外の動向と我が国における展望	里見 純	41
青森県のりんご病害虫防除における現場指導と今後	川嶋 浩三	47

植物防疫講座

病害編 うどんこ病菌による病害の発生生態と防除	高松 進・宮本拓也	53
農薬編 ダニ類成長阻害剤 (MGI) ーヘキシチアゾクス, クロフェンテジン, エトキサゾールー	山本 敦司	59

研究室紹介

農研機構 中央農業研究センター 虫・鳥獣害研究領域 情報化学物質グループ	安田 哲也	66
香川県農業試験場 府中果樹研究所 環境担当	生咲 巖	67

書評

ハモグリバエ防除ハンドブック	阿部 芳久	68
----------------	-------	----

農林水産省プレスリリース (2018.11.14~12.10)	29
新しく登録された農薬 (2018.11.1~11.30)	46, 52
登録が失効した農薬 (2018.11.1~11.30)	24
発生予察情報・特殊報 (2018.11.1~11.30)	35

【表紙写真】

上：タンチョウヅルの求愛ダンス
下左：カボチャうどんこ病の被害葉

「植物防疫」特別増刊号 在庫のお知らせ



No.4 植物病原菌の薬剤感受性検定マニュアルⅠ (2009.9)

日本植物病理学会殺菌剤耐性菌研究会 編
B5判 172頁
殺菌剤耐性菌に関する国内文献集収録
本体 2,667円 + 消費税 送料 実費



No.12 植物病原菌の薬剤感受性検定マニュアルⅡ (2009.7)

日本植物病理学会殺菌剤耐性菌研究会 編
B5判 175頁 口絵カラー 8頁
殺菌剤耐性菌に関する国内文献集 収録
本体 3,000円 + 消費税 送料 実費



No.8 線虫の見分け方 (2004.5)

B5判 99頁
本体 3,000円 + 消費税 送料 実費



No.13 フェロモンによる発生予察法 (2010.9)

B5判 168頁 口絵カラー 4頁
本体 3,000円 + 消費税 送料 実費



No.9 天敵生物等に対する化学農薬の影響評価法 (2006.12)

B5判 160頁
本体 4,800円 + 消費税 送料 実費



No.15 土壌病害の見分け方 (2012.9)

日本植物防疫協会 編
B5判 129頁 口絵カラー 9頁
本体 2,400円 + 消費税 送料 実費



No.10 植物ダニ類の見分け方 (2007.4)

江原昭三・後藤哲雄・上遠野富士夫・岡部貴美子 著
B5判 120頁
本体 2,400円 + 消費税 送料 実費



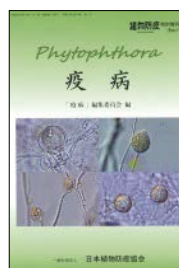
No.16 農業害虫の薬剤感受性検定マニュアル (2013.11)

農業害虫の薬剤感受性検定マニュアル
編集委員会 編
B5判 179頁
本体 2,600円 + 消費税 送料 実費



No.11 アブラムシ類の見分け方 (2008.4)

宗林正人・鳥倉英徳・高橋 滋・木村 裕・杉本俊一郎・宮崎昌久・西東 力 著
B5判 103頁 口絵カラー
本体 2,400円 + 消費税 送料 実費



No.17 「疫病」 (2015.3)

「疫病」編集委員会 編
B5判 133頁
本体 3,000円 + 消費税 送料 実費

在庫僅少


一般社団法人日本植物防疫協会 支援事業部

TEL 03-5980-2183

FAX 03-5980-6753

URL : <http://www.jpapa.or.jp/>

E-mail : order@jpapa.or.jp


 巻頭言

創刊 73 年目を迎えて

一般社団法人 日本植物防疫協会 理事 ふじ 藤 た 田 とし 俊 かず 一



謹んで新春のお慶びを申し上げます。昨年は北陸地域の豪雪からはじまり、西日本の豪雨災害、大阪や北海道の大地震、相次ぐ大型台風襲来による豪雨や暴風等、災害つづきの1年でした。記録的な猛暑も忘れることができません。新年がどうか平穏な1年であることを願わずにはられません。

さて、本誌は創刊73年目に入りました。昨年の第72巻1号から本誌のイメージを大きく刷新し、まる1年が経過したことになります。読者諸兄の評価はいかがでしょう。

本誌の創刊は、日本植物防疫協会の前身である農業協会時代まで遡ります。長きにわたり本誌の刊行を続けてこられたのも、歴代編集委員の献身的なご尽力と、快く執筆・寄稿に応じていただいた全国の植物防疫関係者のご協力の賜物であり、感謝に堪えません。

他方、学術的な商業誌が相次いで姿を消していく中であって、本誌もこれまでたびたび苦境に直面してきました。記憶している限りでも、植物防疫関係組織の統合や縮小、活字ばなれの顕在化やインターネットの普及といった時代の節目ごとに本誌のあり方が少なからず議論され、マイナーチェンジも試みられてきました。昨年の誌面刷新に際しても、舞台裏では多くの議論が交わされましたが、実践的に役立つ技術情報誌でありたいとの願いは、創刊以来変わることなく受け継がれてきた本誌のDNAであろうと思います。この1年で新規の購読者が増えたのは誠に喜ばしい限りです。

ところで、最近のデジタル技術のめざましい進歩は、農業分野にも新たな技術革新をもたらしつつあります。しばしば耳にするSociety5.0とは、国が推進している科学技術施策のキャッチフレーズで、狩

猟社会 (Society 1.0)、農耕社会 (Society 2.0)、工業社会 (Society 3.0)、情報社会 (Society 4.0) に続く新たな社会、すなわちサイバー空間 (仮想空間) とフィジカル空間 (現実空間) を高度に融合させたシステムにより経済発展と社会的課題の解決を両立する人間中心の社会 (Society) を実現していくのだそうです。

30年間に及んだ平成時代についていろいろな総括がなされていますが、壁掛けテレビや携帯電話、インターネット等、昭和の時代には想像もつかなかった数々のデジタル技術革新によって生活が激変したのは間違いなく平成時代のトピックです。そして、平成の終焉にあわせAIが登場してきたことに、たんなる改元の節目ではない新時代の幕開けを感じるのには私だけではないでしょう。

一方では、やがてAIに情報入力するのが人間の仕事になる、数十年後にはAIが人間の知能を超える、AIがやがて究極のAIを作り出す、といった不気味な将来予測もあるようですが、かつて遺伝子組み換え技術で大論争がおきたように、大きな技術革新にはこうした論争はつきものです。60年代にカーソン女史が「沈黙の春」の中で予測した化学物質に破壊された未来が訪れなかったように、人間不在の未来にならないための知恵と工夫が必ずや凝らされることでしょう。

植物防疫には古くて新しいことがたくさんあります。新しい技術革新が植物防疫をどのように変えてくれるのか、期待をもって見守りたいと思います。そして、新時代の植物防疫技術を的確にお伝えしていくのが本誌の使命でもあります。本年も一層のご支援ご協力を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 **まつ 松** **おか 岡** **けん 謙** **じ 二**

2019年を迎え、皆様に新年のお慶びを申し上げます。植物防疫課における最近の動きと所感を申し上げ、新年の挨拶とさせていただきます。

2018年は全国的に降雨が多い年でした。特に7月には東海以西の西日本地域を中心に豪雨に見舞われ、各地で病害の発生拡大が懸念されました。特に愛媛県下のかんきつ園では、スプリンクラーや農道が破損し、防除が実施できない状況となりました。カンキツ黒点病の多発が懸念されたことから、ドローンによる空中散布が行われました。

リンゴ黒星病が青森県を初めとする主産県で多発し、注意報等により防除の徹底が呼びかけられました。最終的には、平年並の収穫量に落ち着いたものの、DMI剤耐性菌が他県でも見られる等、引き続き的確な対応が求められます。

病害虫防除においては、迅速な情報収集と生産者に役立つ病害虫発生情報の提供が必要です。このため効率的な発生予察システムの構築を目指します。また、AIによる病害虫の画像診断、防除適期の判断等の自動化を進めるため、都道府県等と協力して病害虫発生データのオープン化を進めていきたいと考えています。

農薬散布時の省力化・効率化を図るため、ドローンの利用が急速に増加しています。ドローンの利用拡大を進めるため、農薬散布時において一定の安全措置を講ずることにより補助者の配置の廃止等規制緩和を進めることとしています。平成30年度内の実現に向けて航空法を所管する国土交通省と協力して準備を進めています。

2017年9月に長野県諏訪郡原村で発生が確認されたテンサイシストセンチュウ(Hs)については、国内における発生範囲特定調査を行った結果、原村の一部地域の計117圃場(約35ha)のみでHsの発生が確認されました。昨年3月までに全国で調査した結果、新たなHsは確認されていません。4月から緊急防除を開始し、防除対策を実施するとともに、寄主植物の地下部等の移動制限等、当該線虫のまん延防止対策を徹底しました。

ジャガイモシロシストセンチュウ、ウメ輪紋ウイルスも含め、病害虫の駆除、寄主植物の移動制限を実施し、病害虫のまん延防止に努めていきます。

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あり、大きな防除費用の投下が求められます。このため、都道府県の協力を得て実施している侵入警戒調査を充実させる必要があります。

また、訪日旅行者や国際郵便物の取扱いの増加に伴い、携帯品や郵便物として輸入される植物が増加していますが、これらは、病害虫の侵入経路として見過ごせないものとなっています。このため、携帯品や郵便物として輸入される植物については、輸出国が発行した検査証明書添付がなくても輸入検査に合格した場合は輸入を認める取扱を行っていましたが、昨年10月にこの取扱を廃止し、水際での検査を強化することとしました。

次に、国産農産物の輸出促進については、政府は2019年に農林水産物・食品の輸出額1兆円の目標に向けて取組が進められています。2017年の輸出額は、8,073億円となり、昨年は、1~9月輸出額は対前年同月比で15.2%の伸びとなっています。植物検疫協議についても、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、ベトナム向け玄米の輸出解禁、中国向け精米の精米工場およびくん蒸倉庫の追加、カナダ向けりんごの生果実の袋かけまたは臭化メチルくん蒸に代わる検疫措置の追加等の条件緩和が実現されました。

さらに、輸出に取り組む産地を支援するため、昨年度から専門家による技術的サポートを実施しています。国産農産物を輸出する際に輸出先国の植物検疫や残留農薬をクリアするための防除・栽培方法のほか、訪日観光客が農産物を持ち帰る際の検疫手続の円滑化についても、専門家から助言を受けることができます。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。

国連では、2020年を国際年「International Year of Plant Health 2020 (IYPH2020)」とすることが昨年12月の国連総会において採択されました。IYPH2020は、国際連合食糧農業機関(FAO)および国際植物防疫条約(IPPC)によって主導されており、植物にとって有害な動植物の新たな地域へのまん延を防ぐことの重要性についての意識啓発が目的とされています。農林水産省としても、都道府県、関係機関および関係団体の皆様と協力して2020年に向けて一層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。引き続き国内外の病害虫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、農業生産の安定・発展に貢献していきたいと考えています。そのためには、農業者、都道府県、植物防疫所および関係機関が密接に連携することが重要です。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 おお とう やす お
中央農業研究センター 病害研究領域長 **大 藤 泰 雄**

新年、明けましておめでとうございます。皆様には、健やかに新年を迎えられたこととお慶び申し上げます。

昨年を振り返りますと、西日本を襲った集中豪雨、記録的な酷暑、相次いで日本列島を襲った台風、さらには、6月の大阪府北部地震に続き、9月には甚大な被害を出した北海道胆振東部地震等、農業にとって天災の続いた年となりました。被災された皆様には心よりお見舞い申し上げます。

近年の気象現象の極端化、地殻変動といった自然環境の変動に加えて、我が国は、少子高齢化と人手不足に代表される社会的な課題にも直面しています。国内の農産物消費量が減少する一方で、経済成長や人口増加が著しい東南アジア・アフリカ等発展途上国・地域では農産物市場の拡大が続いています。国内農業においては、労働力の不足は深刻な課題となっています。また、自由貿易協定、経済連携協定の締結が進み、世界の様々な地域から、実に多様な人・物・文化が押し寄せてくる時代になりました。こうした自然環境や社会状況の変化は、気候変動に適応するための品種や技術、拡大する海外市場向け農産物輸出の拡大のための技術、人手不足を解消するための自動化技術等、イノベーションの駆動力となります。昨年6月15日に閣議決定された「統合イノベーション戦略」の中でも、「スマート農業技術・スマートフードチェーンシステムの国内外への展開」が強化すべき分野として明確に位置づけられたところです。さらに、農林水産省により、先端技術を生産から出荷まで一貫した形で体系化実証研究として実施して、データの分析・解析を通じ、最適な技術体系を確立する取組を支援する「スマート農業加速化実証プロジェクト」もスタートします。国際的には、国連開発計画において持続的開発目標 SDGs が掲げられている中で、本年は、G20 首席農業研究者会議が4月24～26日に我が国で開催されることになっています。そこでは世界における農業研究の優先事項が協議されますが、世界的に貧困や食糧難に苦しむ人々・地域が存在する中で、病虫害の国際的な脅威からどのように人類の持続的な食糧の安定供給を守るかといった課題に対するスマートソリューションの開発もまた我が国の農業研究に求められていると思います。

こうした中で、農研機構においては、2018年度からは、

①データ駆動型革新的スマート農業の創出、②スマート育種システムの構築と民間活力の活用による品種育成、③輸出も含めたスマートフードチェーンの構築、④生物機能の活用や食のヘルスケアによる新産業の創出、⑤農業基盤技術（農業環境データやジーンバンク）、⑥先端基盤技術（人工知能、データ連係基盤、ロボット等）の六つの重点研究開発課題を定めて研究に取り組むこととしたところです。昨年10月には新たに、農業情報研究センターを発足させて、AIや農業データ連係基盤（WAGRI）、農研機構がこれまで培ってきた知識や技術を総動員して、本格的にAI・IoTを活用した技術の開発や、それら研究を担う人材の育成を進めることとなりました。すでに、病虫害防除のスマートソリューションの開発などの研究課題がスタートを切りました。

ところで、フレデリック=ブラウンという米国のSF作家が昭和17年に発表した“Etain Shrdlu”という短編小説の中で、自分で学習する能力を得た「道具」が、その使い手である人間に巻き起こす騒動とその意外な結末が描かれています。“Etain Shrdlu”は、英語で最も頻繁に用いられる12文字をおおよその頻度の高い順に並べた無意味な「語句」だそうですが、グーグルの共同設立者の一人であるラリー=ペイジの指導教官であったテリー=ウィングラードが、“Shrdlu”という語を、1960年代末の初期の人工知能研究で用いたシステムの名前に与えたのは、偶然でしょうか。石器の道具を振りかざしていた狩猟社会の Society1.0 から昭和17年にSF小説に描かれた「道具が自分で学習する」ということがまさに現実となる Society5.0 に到達しようとしている平成最後の年を迎えてもなお、私たち人類にとって衣・食・住が基本的な生存要件であることは変わっていません。自分で学習する道具を手に入れた Society5.0 で、人類が生存をかけて「新たな道具の上手な使い手」として活躍できるような研究開発が必要とされています。世界的には、AI・IoTを活用した病虫害の診断・同定サービスは、すでに一部の病虫害で始まっていますが、多様な作物生産様式と病虫害の組合せにおいて、残された課題は数多く、自然や社会の変化に対応しつつどのような病虫害防除の未来を築くのか、その将来設計も含めて、農研機構の病虫害研究分野の大切な課題として取り組んで参りたいと思います。

本年も、どうかよろしくお願ひいたします。



平成 30 年病虫害の発生と防除

農林水産省消費・安全局 植物防疫課
農産安全管理課農薬対策室

平成 31 年病虫害防除対策を検討するにあたり、平成 30 年の天候経過、主要病虫害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、今後の病虫害防除対策の検討資料として紹介する。また、平成 30 年に都道府県から公表された病虫害発生予察情報（警報、注意報、特殊報）について、表-2 に取りまとめたので、本文での病虫害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（平成 30 年）冬（2017 年 12 月～2018 年 2 月）の特徴

（1）日本付近に強い寒気が流れ込む日が多かったため、全国的に気温が低かった。

（2）冬の降雪量は、西日本日本海側ではかなり多く、東日本日本海側は多かった。北～西日本日本海側では発達した雪雲が日本海から頻りに流れ込んで記録的な大雪となった所があったほか、北・東日本太平洋側でも低気圧の影響で大雪となった日があった。

（3）冬型の気圧配置が卓越したため、冬の日照時間は東・西日本の太平洋側で多かった。

2 2018 年（平成 30 年）春（3～5 月）の特徴

（1）期間を通して暖かい空気に覆われやすかったため、全国的に気温の高い状態がおおむね持続し、平均気温はかなり高かった。

（2）低気圧の通過時に、南から湿った空気が流れ込みやすかったため、北・東・西日本では降水量が多く、北・東日本日本海側ではかなり多かった。一方、沖縄・奄美では、湿った空気や低気圧の影響を受けにくかったため、かなり少なかった。

（3）東日本太平洋側と西日本、沖縄・奄美では高気圧に覆われやすく、晴れた日が多かったため、日照時間がかかなり多かった。

3 2018 年（平成 30 年）夏（6～8 月）の特徴

（1）太平洋高気圧とチベット高気圧の張り出しがともに強く、晴れて気温が顕著に上昇する日が多かったため、東・西日本は夏の平均気温がかなり高かった。

（2）北日本日本海側は梅雨前線や秋雨前線の影響で、西日本太平洋側と沖縄・奄美は台風や梅雨前線の影響で記録的な大雨の日があったため、夏の降水量がかかなり多かった。

（3）6 月終わりから 7 月はじめにかけて、活動の活発な梅雨前線や台風第 7 号の影響を受けて西日本を中心に全国の広い範囲で記録的な大雨となり、「平成 30 年 7 月豪雨」が発生した。このほかにも、台風や前線等により全国各地で大雨が発生した。

（4）日照時間は、東日本と西日本日本海側ではかなり多かった。

4 2018 年（平成 30 年）秋（9～10 月）の特徴

（1）9 月の気温は、北日本では暖かい空気に覆われる日が多く高かったが、東・西日本では、大陸から寒気が南下する時期と、日本の南から暖かい空気が流れ込む時期があり、平年並だった。沖縄・奄美では、高気圧に覆われて晴れたほか、南から暖かい空気が流れ込む時期もあったため、かなり高かった。10 月の気温は、北日本では、南から暖かい空気が流れ込んで気温がかなり高くなった。一方、沖縄・奄美では北から冷たい空気が流れ込みやすく、かなり低かった。

（2）9 月の降水量は、東・西日本では、秋雨前線の停滞や、台風の影響により多くなった。10 月の降水量は、秋雨前線の影響が少なく東・西日本の太平洋側で少なくなった。一方、北海道地方では、台風から変わった低気圧の影響でかなり多く、沖縄・奄美では、前線や台風の影響で多かった。

（3）9 月の日照時間は、秋雨前線が停滞しやすかった東・西日本でかなり少なく、北日本と沖縄・奄美では平年並だった。また、10 月は、北日本日本海側と西日本太平洋側で多く、沖縄・奄美では少なかった。

（参照）

気象庁ホームページ

Occurrence of Pests and Diseases and Their Control in 2018 in Japan. By Plant Protection Division, Food Safety and Consumer Affairs Bureau, MAFF

（キーワード：平成 30 年度、病虫害、発生動向、農薬、出荷状況）

<http://www.jma.go.jp/jma/press/index.html?t=1&y=30>

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)①)

病害:平成 30 年は、北海道で 6 月下旬から 7 月上旬にかけての多雨により、葉いもちの感染に好適な条件となったことを受け、7 月上旬に注意報が発表され、適期防除が呼び掛けられた。そのほかの地域では、度重なる台風による降雨などによりいもち病の好適条件が見られたものの、いもち病の発生は少なかった。

縞葉枯病については、冬季から春季の調査でヒメトビウンカ越冬虫のイネ縞葉枯病ウイルス保毒率が高かったことから、3~5 月にかけて、本病の発生が多くなることが懸念された茨城県 (延べ 2 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、近畿以西で予察灯において飛来が確認されたものの、その後多発生には至らず、全国的に発生は少なかった。

斑点米カメムシ類については、平成 30 年は東・西日本において夏季の気温が高かったこともあって、発生が多かった。地域によっては、梅雨入り前の 6 月から発生に対する注意が呼び掛けられており、6~8 月の間に 10 府県 (延べ 10 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呼び掛けられた (図-1)。

平成 30 年産水稲の作柄は、生育期間後半に東日本太平洋側を中心に低温・日照不足・長雨に見舞われた影響もあり、全国の 10 a 当たり収量は 529 kg が見込まれている。また、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 90、東北 99、関東・東山 100、北陸 98、東海 98、近畿 99、中国 101、四国 98、九州 102、沖縄 101 となり、



図-1 イネを吸汁するアカスジカスミカメ (大友令史氏原図)

作柄は九州で「やや良」、東北、関東・東山、近畿、中国および沖縄で「平年並み」、北陸、東海および四国で「やや不良」、北海道で「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)②)

麦:北海道において、春先からの多雨などの要因により多発生となったコムギなまぐさ黒穂病については、平成 28 年に約 1,000 ha、平成 29 年に約 500 ha の発生面積となっていたところだが、平成 30 年は 6 月に北海道から注意報が発表されるなどの本病に対する防除対策の実施徹底が図られたこともあって、発生はさらに抑えられた。

3 果樹病害虫 (茶を含む) (表-2(1)③)

病害: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、梅雨時期含め今後降水量が多くなると予想された地域では本病の発生が多くなることが懸念された。そのため、4~6 月の間に 7 県 (延べ 10 件) から注意報が発表され、防除が呼び掛けられた。

害虫:果樹カメムシ類については、平成 29 年秋季の発生量が多かったことから越冬世代が多く、予察灯などへの誘殺数が多いとして 4~5 月にかけて 12 県 (延べ 12 件) から注意報が呼び掛けられた。また、平成 30 年は主要な餌となるスギヤヒノキの球果量が多かったことなどから当年世代の発生量も多くなり、その後の予察灯への誘殺数が西日本を中心とする一部の地域で平年値を上回った。そのため、15 県 (延べ 15 件) から注意報が発表され、本虫の園地への飛来状況に応じた防除が呼び掛けられた (図-2)。

4 野菜および花き病害虫 (表-2(1)④)

病害:平成 28 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 (越年罹病株) の除去、適期の薬剤



図-2 カンキツを吸汁するチャパネアオカメムシ

表-1 病害虫発生・防除状況（平成30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		延べ防除面積 ^(注2) /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		四国	南関東，近畿，北九州	159	93.2	1,248	94.4
水稲	穂いもち		四国	近畿，沖縄	134	74.7	998	85.1
水稲	紋枯病	南関東		南東北，北関東，北陸，東海，四国，南九州	541	88.2	646	90.7
水稲	白葉枯病				6	127.4	86	103.7
水稲	ばか苗病	南東北，南関東，北陸		南九州	22	108.5	761	79.5
水稲	もみ枯細菌病	北陸，東海	中国	北九州	34	113.8	243	77.0
水稲	縞葉枯病	南関東	北関東，四国	甲信，近畿	107	105.3	271	128.3
水稲	稲こうじ病	四国，南九州		近畿	47	47.4	61	89.0
水稲	ニカメイガ			東海，四国	6	120.3	147	99.8
水稲	セジロウンカ			南東北，沖縄	365	79.6	1,085	96.0
水稲	トビイロウンカ			南九州	18	13.1	727	82.4
水稲	ヒメトビウンカ	南東北，北陸，四国，北九州		北東北，関東，東海，中国，南九州	728	103.0	1,160	97.6
水稲	ツマグロヨコバイ		南関東	南東北，近畿，南九州	348	86.9	902	98.7
水稲	イネドロオイムシ	北陸			127	113.0	529	81.2
水稲	斑点米カメムシ類		南関東，北陸，四国，南九州	東北，北関東，甲信，東海，近畿，中国，北九州，沖縄	540	95.7	2,016	124.6
水稲	アワヨトウ	北陸			7	15.9	30	161.0
水稲	コブノメイガ			南九州，沖縄	32	49.8	359	80.7
水稲	イネミズゾウムシ	四国		南東北，北関東，北陸，北九州	491	111.6	696	88.0
麦	さび病類	南関東		北海道	28	273.8	240	7,953.6
麦	うどんこ病	南関東		北関東，北陸	21	116.7	274	87.2
麦	赤かび病	北海道，北東北，北陸	近畿	南東北，北関東，中国，南九州	92	252.3	510	101.1
麦	雪腐病類			北東北	34	82.3	94	107.5
ばれいしょ	疫病			北東北，東海	5	67.8	389	98.2
大豆	紫斑病				0	1.5	16	16.5
大豆	べと病			甲信，南九州	29	62.6	26	86.8
大豆	葉焼病	北関東		甲信，近畿，南九州	20	105.0	5	83.8
大豆	アブラムシ類			近畿	12	61.7	61	83.3
大豆	ハスモンヨトウ		九州	中国，四国	31	114.6	69	101.2
大豆	ハダニ類		北陸	南東北，北関東，近畿，北九州	11	135.6	8	152.3
大豆	吸実性カメムシ類	東海	北関東，四国	南東北	27	66.6	109	94.7
かんきつ	そうか病	東海		近畿，南九州	7	76.5	63	81.0
かんきつ	黒点病	南九州	四国		30	73.3	154	72.7
かんきつ	かいよう病		四国		9	67.0	73	81.4
かんきつ	ヤノネカイガラムシ	東海			2	64.1	52	78.8
かんきつ	ミカンハダニ			近畿，沖縄	23	64.4	119	75.6
りんご	モニリア病				0	26.0	6	10.8
りんご	斑点落葉病	北東北		北海道，北関東	6	104.1	103	29.9

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		延べ防除面積 ^(注2) /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	黒星病	北海道, 北東北	南東北	甲信, 北陸	17	181.7	79	21.8
りんご	腐らん病	北海道		北東北	5	99.2	30	50.1
りんご	ハマキムシ類	北関東		南東北	1	79.7	55	45.2
りんご	ハダニ類	東海	南東北	北東北, 甲信, 北陸, 近畿	12	141.5	52	32.6
なし	黒斑病			近畿, 中国	1	67.4	41	93.8
なし	黒星病	南東北	北陸	北東北, 甲信, 近畿, 中国	3	65.3	115	87.9
なし	ナシヒメシンクイ	東海		南関東, 北陸, 中国	1	59.4	50	73.2
なし	ハダニ類	北東北, 北関東, 北九州	南東北, 北陸, 中国, 四 国	南関東, 東海, 南九州	6	101.3	48	73.3
なし	アブラムシ類	南東北, 中国	南関東	四国, 南九州	4	77.7	35	98.9
もも	せん孔細菌病	中国	北東北, 東海, 近畿	甲信, 四国	4	108.3	46	95.9
もも	灰星病				1	84.1	35	100.9
ぶどう	晩腐病	北関東	甲信		2	82.1	38	90.1
ぶどう	べと病			近畿, 九州	3	95.8	56	101.6
ぶどう	灰色かび病	北陸, 四国			1	97.7	19	60.3
かき	うどんこ病			中国, 四国	2	58.2	21	52.5
かき	落葉病類	東海		北関東, 四国	3	242.7	33	318.8
かき	カキクダアザミウマ				0	55.0	16	68.4
果樹共通	カメムシ類	南九州	東海, 近畿, 中国, 四国	関東, 北九州	14	86.0	149	87.1
茶	炭そ病			近畿	21	88.1	77	108.5
茶	チャノコカクモンハマキ			近畿, 南九州	6	64.5	72	96.1
茶	カンザワハダニ			南関東, 東海	19	74.8	73	98.5
きゅうり	べと病	南関東		北九州	3	75.9	26	88.2
きゅうり	うどんこ病	北関東		中国, 北九州	2	77.5	23	80.0
すいか	つる枯病			北東北, 南関東	1	114.7	14	94.6
はくさい	軟腐病				0	16.9	9	59.4
はくさい	白斑病			中国	0	12.6	5	45.3
キャベツ	黒腐病		近畿	南関東, 甲信	1	46.2	32	97.9
たまねぎ	べと病			北関東, 近畿, 中国, 四国, 北九州	3	102.3	29	102.4
野菜共通	ハスモンヨトウ		南関東, 中国, 四国	北東北, 北関東, 北陸, 九州	13	117.9	92	78.0
野菜共通	コナガ		北東北, 北九州	南関東, 北陸, 近畿, 中国, 四国	9	60.8	80	88.1
野菜共通	ヨトウガ			北東北, 南九州	2	103.3	38	86.5
きく	白さび病			東海, 北九州	0	92.8	5	94.5
きく	アザミウマ類	南九州		南東北, 東海	1	71.9	6	88.3
きく	アブラムシ類	南九州		北関東, 東海	0	80.6	5	70.6

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。

注2：当該病害虫を対象として複数回防除を実施した場合や2種類以上の病害虫を対象とする混合剤による防除を実施した場合は，その回数や剤数を乗じて散布面積を算出した数値。

表-2 平成30年発生予察情報（警報・注意報・特殊報）の発表状況

(1) 警報・注意報

(注：数字は発表月日。斜体アンダーラインは警報を表す。)

(1月1日～11月30日)

①水稲		葉いもち	穂いもち	いもち病	斑点米カメムシ類	その他の病害虫
北海道		7/5				
東北	青森				8/3	
	岩手				7/12	
	宮城				7/19	
	秋田					
関東	福島				7/31	3/20, 5/25 イネ縞葉枯病
	茨城					
	栃木					
	群馬					
	埼玉					
	千葉					
	東京					
	神奈川					
	山梨					
	長野					
北陸	新潟				7/6	
	富山				7/12	
	石川					
東海	岐阜				8/7	
	愛知					
近畿	滋賀				7/31	
	京都					
	大阪					
	兵庫					
	奈良					
中国四国	徳島					
	香川					
	愛媛					
	高知					
	鳥取				8/13	
	岡山					
	広島					
	山口					
九州	福岡				6/18	
	佐賀					
	長崎					
	熊本					
	大分					
沖縄					9/21 スクミリングガイ	

(1月1日～11月30日)

②普通作 (水稲を除く)		病害虫
北海道		6/11 コムギなまぐさ黒穂病 (小麦), 7/5 テンサイ褐斑病 (てんさい)
東北	青森 岩手 宮城 秋田 山形 福島	
	茨城 栃木 群馬 埼玉 千葉 東京 神奈川 山梨 長野 静岡	8/24 ナカジロシタバ (さつまいも)
北陸	新潟 富山 石川 福井	
東海	岐阜 愛知 三重	
近畿	滋賀 京都 大阪 兵庫 奈良 和歌山	
中国四国	鳥取 島根 岡山 広島 山口 徳島 香川 愛媛 高知	8/6 シロイチモジヨトウ (さつまいも)
	福岡 佐賀 長崎 熊本 大分 宮崎 鹿児島	
沖縄	沖縄	2/1 メイチユウ類 (カンシャシンクイハマキおよびイネヨトウ) (さとうきび), 3/23 タイワンツチイナゴ (サトウキビ), 7/19 アオドウガネ (さとうきび), 7/31 バッタ, イナゴ類

(1月1日～11月30日)

③果樹 (茶を含む)		果樹カメムシ類	その他の病害虫
北海道			4/11 リンゴ腐らん病, 4/11 リンゴ黒星病 (りんご)
東北	青森		5/28 リンゴ黒星病 (りんご)
	岩手		8/8 リンゴ褐斑病 (りんご)
	宮城		8/3 ナミハダニ (りんご, なし)
	秋田		7/9 リンゴ黒星病 (りんご)
	山形		7/26 ナミハダニ (果樹全般)
福島		4/20, 5/30 モモせん孔細菌病 (もも)	
関東	茨城		7/31 ハダニ類 (なし)
	栃木		
	群馬		
	埼玉		
	千葉		
	東京		
	神奈川	10/12	5/7 モモせん孔細菌病 (もも), 6/19 リンゴ黒星病 (りんご), 8/10 ナミハダニ (りんご, なし, もも)
山梨			
長野			
静岡	4/10, 9/3		
北陸	新潟		5/11 モモせん孔細菌病 (もも)
	富山		
	石川		
東海	福井		
	岐阜	5/31, 8/7	6/14 モモせん孔細菌病 (もも)
	愛知	4/3, 9/14	6/1 チャノキイロアザミウマ (かんきつ), 6/1 ブドウべと病 (ぶどう)
三重		5/31	
	滋賀	5/22, 7/19	
	京都		
近畿	大阪		
	兵庫		
	奈良	5/14, 8/27	
	和歌山	5/1, 8/31	4/16, 5/11 モモせん孔細菌病 (もも), 6/21 カンキツかいよう病 (かんきつ), 9/21 カキ炭疽病 (かき)
中国 四国	鳥取	9/5	
	島根	8/7	
	岡山		4/19, 5/16 モモせん孔細菌病 (もも)
	広島		
	山口	5/25	
	徳島	8/17	
	香川	5/24, 9/4	5/1 モモせん孔細菌病 (もも)
	愛媛	4/27, 8/24	
高知	5/2		
九州	福岡	7/25	5/17 キウイフルーツかいよう病 Ps3 系統 (キウイフルーツ)
	佐賀	8/24	
	長崎		
	熊本	5/7, 8/9	
	大分		
	宮崎		
鹿児島			
沖縄			10/30 <i>Paracoccus marginatus</i> (パパイヤコナカイガラムシ (仮称)) (パパイヤ, グアバ)

(1月1日～11月30日)

④野菜・花き		オオタバコガ	ヨトウムシ類	コナガ	その他の病害虫
北海道					7/5 パレイシヨ疫病 (ばれいしょ)
東北	青森	8/22 野菜類, 花き類			7/25 キュウリ炭疽病 (きゅうり)
	岩手 宮城 秋田 山形 福島				
関東	茨城 栃木 群馬 埼玉県	8/8 野菜類, 花き類	8/8 シロイチモジヨトウ (ねぎ)		
	千葉 東京都 神奈川県				
北陸	山梨 長野 静岡県		9/14 シロイチモジヨトウ (野菜類, 花き類), 10/5 ハスモンヨトウ (野菜類, 花き類)		
	新潟 富山 石川県 福井				
東海	岐阜 愛知 三重		8/31 シロイチモジヨトウ (キャベツ)		10/2 キャベツ黒腐病 (キャベツ)
	静岡県				
近畿	滋賀 京都		8/1 シロイチモジヨトウ (ねぎ), 8/30 シロイチモジヨトウ (ねぎ, 豆類, 野菜類)		4/26 ネギベと病, タマネギベと病 (ねぎ, たまねぎ)
	大阪 兵庫県 奈良 和歌山				
中国四国	鳥取 岡山 広島 山口 徳島	7/3 野菜類	8/31 シロイチモジヨトウ (野菜類, 花き類), 9/14 ハスモンヨトウ (大豆, 野菜類, 花き類)		2/26 ハダニ類 (いちご) 6/1 ネギアザミウマ (ねぎ)
	香川 愛媛 高知				
九州	福岡 佐賀 長崎		10/16 ヨトウムシ類, タバコガ類 (野菜類)		1/30 ハダニ類 (いちご), 3/1, 4/4 タマネギベと病 (たまねぎ) 2/5, 4/16, 8/10 ハダニ類 (いちご), 4/27 タマネギベと病 (たまねぎ)
	熊本 大分 宮崎 鹿児島				
沖縄			8/30 シロイチモジヨトウ (ねぎ)		8/9 ハダニ類 (いちご), 8/9 トマトすすかび病 (トマト, ミニトマト), 9/18 メロン退緑黄化病, スイカ退緑えそ病, キュウリ退緑黄化病 (メロン, すいか, きゅうり) 2/5, 10/1 ハダニ類 (いちご) 2/2 トマト灰色かび病 (トマト), 4/27 トマト葉かび病 (トマト)

(2) 特殊報

(1月1日～11月30日)

		①普通作	②果樹類 (茶を含む)	③野菜類 (花き類含む)
北海道				7/18 トルコギキョウベと病 (トルコギキョウ)
東北	青森 岩手			7/4 トマト黄化葉巻病 (トマト), 11/28 ミナミキイロアザミウマ (ピーマン)
	宮城 秋田 山形 福島		1/23 セイヨウナシハモグリダニ (仮称) (西洋なし)	8/9 トルコギキョウ斑点病 (トルコギキョウ) 6/28 トルコギキョウ斑点病 (トルコギキョウ), 7/18 トルコギキョウベと病
関東	茨城 栃木		8/17 ブドウミタマバエ (仮称) (ぶどう)	9/27 トマトフザリウム株腐病 (トマト)
	群馬 埼玉		5/8 ブルーベリー根腐疫病 (仮称) (ブルーベリー) 5/30 オリーブアナアキゾウムシ (オリーブ)	10/3 ミツユビナミハダニ (トマト), 10/4 オウトウショウジョウバエ類 (いちご) 5/29 レタス黒根病 (仮称) 5/30 トビイロシワアリ (キャベツ, ブロccoli), 6/7 トマト黄化病 (トマト)
	千葉 東京 神奈川		7/17 クビアカツヤカミキリ (うめ)	10/5 トルコギキョウ斑点病 (トルコギキョウ) 11/6 トビイロシワアリ (キャベツ) 3/29 ジャガイモクロバネキノコバエ (ヤマノイモ), 8/28 ナスコナカイガラムシ (きゅうり)
	山梨 長野 静岡		9/25 トチュウウスクモヨトウ (とちゅう)	6/25 トビイロシワアリ (ブロッコリー), 7/18 トルコギキョウベと病 (トルコギキョウ), 11/27 レタス黒根病 (仮称) (レタス) 3/29 ガーベラ茎えそ病 (仮称) (ガーベラ), 11/20 レタス黒根病 (仮称) (レタス)
北陸	新潟	7/31 コムギふ枯病 (小麦)	8/24 ニセナシサビダニ (西洋なし)	1/16 トマト黄化葉巻病 (トマト), 5/7 トマトえそ斑点病 (仮称) (トマト), 10/1 トビイロシワアリ (ブロッコリー, キャベツ, なす), 11/9 タバコノミハムシ (なす)
	富山 石川 福井			11/8 ナスコナカイガラムシ (スイゼンジナ), 11/8 トビイロシワアリ (はぼたん)
東海	岐阜 愛知 三重			3/2 トマト茎えそ病 (トマト) 6/20 トマト黄化病 (トマト)
近畿	滋賀 京都 大阪 兵庫 奈良 和歌山		7/17 スモモ斑入果病 (すもも) 4/10 ビワキジラミ (びわ)	5/1 オオクビレガイ (こまつなほか軟弱野菜) 5/10 トマト黄化病 (トマト) 7/17 キク茎えそ病 (きく) 4/10 トルコギキョウ斑点病 (トルコギキョウ), 8/24 メロン退緑黄化病 (メロン)
中四国	鳥取 島根 岡山			8/10 トルコギキョウ斑点病 (トルコギキョウ) 7/19 シュンギク根頭がんしゅ病 (仮称) (しゅんぎく), 11/6 トルコギキョウ斑点病 (トルコギキョウ), 11/6 キオビトガリメイガ (りんどう)
	広島 山口 徳島 香川		3/27 オリーブ立枯病 (仮称) (オリーブ), 11/6 Peacock leaf spot (オリーブ)	5/9 トルコギキョウ斑点病 (トルコギキョウ) 3/22 トルコギキョウ白さび病 (仮称) (トルコギキョウ), 5/8 ハナビシソウ白斑病 (ハナビシソウ) 4/11 トマト黄化病 (トマト) 8/27 イモグサレセンチュウ (にんにく)
	愛媛 高知		10/11 サクセスクイムシ (なし)	3/7 クロテンコナカイガラムシ (なす), 3/29 トマトホモプシス茎枯病 (仮称) (トマト)
九州	福岡		3/30 イチジククラシオディオウロディア落葉病 (仮称) (いちじく)	7/6 ミカンバエ (かんきつ類)
	佐賀 長崎			3/26 アスパラガス疫病 (アスパラガス), 10/16 ヨトウムシ類, タバコガ類 (野菜類)
	熊本 大分			7/1 タバコノミハムシ (なす, ジャがいも), 8/1 ヨコバイの一種 (<i>Eupteryx decemnotata</i> Rey) (ローズマリー), 8/1 ネギ黒腐菌核病 (ねぎ)
	宮崎 鹿児島		8/27 ハンエンカタカイガラムシ属の一種, ミカンコナカイガラムシ, ヒラタカタカイガラムシ属の一種 (ライチ), 11/26 オリーブ立枯病 (仮称) (オリーブ) 5/24 オリーブ立枯病 (仮称) (オリーブ), 11/16 アテモヤコナジラミ, ヤマモモコナジラミ (アボカド)	
沖縄		10/1 サトウキビ芯腐細菌病 (さとうきび), 11/30 サツマイモ基腐病 (さつまいも)	2/1 マンゴーヒラタサビダニ (仮称) (マンゴー), 2/1 トケイソウ東アジアウイルス AO 系統, トケイソウ東アジア奇形ウイルス (クダモノトケイソウ), 7/2 パパイヤコナカイガラムシ (仮称) (パパイヤなど), 7/2 マンゴー南根腐病 (仮称) (マンゴー), 10/1 オオセンダンヒメハマキ (マンゴー)	2/28 スイゼンジナ軟腐病 (スイゼンジナ), 3/23 チャノキイロアザミウマ (にがうり), 5/1 トルコギキョウ斑点病 (トルコギキョウ), 5/22 ミカンキイロアザミウマ (きゅうり, すいか, シネリア, ネメシア), 6/4 スイゼンジナすす斑病 (仮称)

散布等の防除対策を徹底するため、3~4月にかけて3府県（延べ4件）から注意報が発表された。また、注意報のみならず、各県が独自に作成している防除技術情報等によっても防除の徹底が呼び掛けられた結果、平成29年と同様、平成30年は本病の発生が問題となることはなく、被害はなかった。

害虫：平成29年に引き続き、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12府県（延べ14件）、オオタバコガについては4県（延べ4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呼び掛けられた。

いちごのハダニ類の注意報の件数が多く、九州を中心に7県（延べ10件）から発表があった。

平成30年は、11月30日までに都道府県から注意報122件、特殊報80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が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、平成27年度は38件、平成28年度は24件、平成29年度は24件となっている。

また、過去に侵入が確認された重要病害虫や国内の一部地域のみが発生している重要病害虫のうち、ジャガイモシロシストセンチュウ、ウメ輪紋ウイルス、テンサイシストセンチュウ、アリモドキゾウムシ、イモゾウムシ、カンキツグリーニング病菌等については、移動規制や緊急防除等の措置を継続して講じている。

1 テンサイシストセンチュウ

平成29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、平成30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、土壤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。

2 ジャガイモシロシストセンチュウ

平成27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、平成28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壤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。

3 ウメ輪紋ウイルス

（プラムボックスウイルス（PPV））

平成21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、平成22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。

4 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。

5 カンキツグリーニング病菌

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 平成30年の事業実績

有人ヘリコプターによる平成30年度の農林水産航空事業の農業関係の延べ面積は43千haとなる見込みである（計画値）。作物別では、水稻防除で32千ha、水稻以外防除への利用で11千haとなっている。また、ミバエ類の再侵入防止対策の延べ面積は2,523千haとなる見込みである。

無人ヘリコプターについては、機動性が高く、きめ細

かな作業が可能ということもあり、防除実施面積（延べ面積）は平成 24 年度以降 1,000 千 ha を超え、増加傾向にある（平成 29 年度の防除実施面積は 1,044 千 ha）。

2 無人航空機に係る情勢

平成 27 年 12 月に施行された改正航空法により、無人ヘリコプターを含む無人航空機が規制対象となったことから、農林水産省は、航空法に基づく国土交通大臣の許可・承認手続きや、平成 27 年 12 月に空中散布に係る安全確保対策を盛り込んだ「空中散布等における無人航空機利用技術指導指針」（以下「指導指針」という。）を策定し、無人航空機による農薬などの散布を推進してきた。

他方、小型無人航空機の農業分野での利活用拡大に向けては、規制改革実施計画（平成 30 年 6 月 15 日閣議決定）において、農薬散布時の補助者の配置などの各種規制の妥当性や代替手段を検討し、結論を得次第、速やかな措置を講ずることとされた。農林水産省では、国土交通省が所管する航空法の規制見直しの検討に資するよう、有識者、生産者、ドローンメーカー等を集めて検討会を開催し、飛行する農地の周辺に緩衝区域を設置することにより、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見直し案をとりまとめた。また、同年 11 月の規制改革推進会議の第 4 次答申において、現在の指導指針の大幅な見直しなどが指摘されており、その対応について早急に検討しているところ。

V 農薬の出荷状況

平成 30 農薬年度（平成 29 年 10 月 1 日～平成 30 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 1.4% 増の 187 千 t または kL、金額では 0.7% 増の 3,395 億円である（表-3）。

表-3 平成 30 農薬年度農薬出荷状況

（単位：t, kL, 百万円, %）

用途		平成 29 農薬年度	平成 30 農薬年度	
		出荷	出荷	対前年比
殺虫剤	数量	60,125	60,462	100.6
	金額	97,824	96,123	98.3
殺菌剤	数量	37,907	37,992	100.0
	金額	75,472	74,565	98.8
殺虫殺菌剤	数量	18,529	17,519	94.5
	金額	35,581	35,161	98.8
除草剤	数量	63,116	66,424	105.2
	金額	119,243	124,809	104.7
その他	数量	4,896	4,751	97.0
	金額	8,842	8,822	99.8
合計	数量	184,574	187,077	101.4
	金額	336,961	339,480	100.7

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。

ネギの黒腐菌核病には 体系処理がお勧め！



■適用病害と使用方法(ねぎ/黒腐菌核病のみ抜粋)

2018年12月現在の登録内容

作物名	適用病害名	使用量	使用時期	本剤の使用回数	使用方法	シメコナゾールを含む農薬の総使用回数
ねぎ	黒腐菌核病	6kg/10a	生育期 但し、収穫14日前まで	3回以内	株元散布	3回以内 (は種時は1回以内)



■適用病害と使用方法(ねぎ/黒腐菌核病のみ抜粋)

2018年12月現在の登録内容

作物名	適用病害名	希釈倍数	使用液量	使用時期	本剤の使用回数	使用方法	ベンチオピラド含む農薬の総使用回数
ねぎ	黒腐菌核病	1000~2000倍	1ℓ/m ²	生育期 但し、収穫14日前まで	2回以内	株元灌注	4回以内 (株元灌注は2回以内、 散布は2回以内)

○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。
○空容器などは圃場などに放置せず、適切に処理してください。○防除日誌を記帳しましょう。



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/>

モンガリット、アフエットは三井化学アグロ(株)の登録商標です。



ネギ黒腐菌核病の発生実態と防除対策上の課題

静岡県農林技術研究所 いよずみ ひろゆき さいとう ちはる
伊代住 浩幸・斎藤 千温

はじめに

ネギ類の黒腐菌核病（英名 White Rot「白腐れ」）は、黒腐菌核病菌（*Sclerotium cepivorum* Berkeley）が低温期にネギ類を特異的に侵す土壤病害として世界的に発生が問題となっており（CROWE, 2008）、我が国でもタマネギ、ニンニク、ニラ、ラッキョウ、そしてネギを侵す重要病害である（ユリ類黒腐菌核病菌は亜種とされている）。本病の防除対策については、近年、本誌 2014 年 1 月号において、各種土壤消毒法や緑肥作物等の輪作による発病軽減策を取り入れた、前作発病程度に応じた総合的防除対策メニュー（小河原, 2014）が紹介されたほか、2015 年 6 月号において低温期の株元 pH を積極的に上げることによる被害軽減が紹介されている（伊代住ら, 2015）。その後、生育期防除剤としてシメコナゾール粒剤（モンガリット粒剤）の株元散布、ペンチオピラド水和剤（アフエットフロアブル）の株元灌注処理、最近ではフルジオキシニル水和剤（セイビアーフロアブル）の散布処理などが相次いで登録され、高い防除効果が期待できる実用的な総合防除体系が可能となってきている。

本稿では、近年明らかにされつつある本病害の発生実態について触れるとともに、筆者らが取り組む総合防除対策の策定状況と今後解決すべき課題について述べる。

I ネギ黒腐菌核病の発生実態

黒腐菌核病菌は、子囊菌類のうちキンカクキン科に近いとされているが（Xu et al., 2010）、完全世代は未確認で、遠くない過去に組換えが起きていることが示唆されているものの、基本的にクローン生成する菌核により分散し、被害を及ぼすと考えられている（COUCH and KOHN, 2000）。菌核は、罹病ネギ類上で形成された後、土壤中では傷などの刺激によって発芽したり、微生物による分解

を受けたりして減少するが、ネギ類の「におい」がない状態では基本的に休眠し、10 年以上生存することが知られている。そのため、罹病植物の移動はもとより、耕作車両や人、根付きの非宿主植物や放牧される動物等によって土壤とともに移動するほか、風雨によっても耕地内・間を容易に移動する（CROWE, 2008）。

世界的に菌核直径が 0.5 mm 程度で類球形・小型のグループと、より大きく不定形の菌核を作るグループが知られている（CROWE, 2008）。我が国においても、最近、片岡らによって全国に分布する黒腐菌核病菌を用いて、菌核形状、培養性状、MCG、分子系統による解析が進められており、MCG（菌糸体融合群）および分子系統において大きく A 群（大きな菌核）、と B 群（小さな菌核）に分かれ、地理的には、A 群は東日本に分布し、B 群は全国に分布することが報告されている（片岡ら, 2017; 2018。現在、静岡県では B 群が確認されている）。A 群と B 群の間で培養性状に明瞭な差が認められるということで、発病への影響の解析が今後進むことが期待される。

II 生育期防除剤を加えた黒腐菌核病の総合防除対策

上述の通り、近年相次いで本病害に有効な生育期防除剤が登録され、2018 年度も複数の新規剤および既存剤が本病害対象の新農薬実用化試験に供されている。これを土壤消毒や pH 矯正による病原力低減と組合せることで、小河原（2014）が策定した総合防除対策を補完し、甚発生圃場においても被害をほぼなくすことに成功している（図-1 斎藤ら, 2017）。ここでは、土壤中では休眠している菌核密度を土壤消毒（あるいは輪作など）により十分に低下させたいうで、根圏に生残した、あるいは土寄せによってネギ近傍に到達する菌核が活動を開始し、化学的防除が効きやすくなるタイミングを見計らって、あらかじめ生育期防除剤を施用することが重要になる。その目安は日平均地温が 20℃ を下回る時期であると考えており（図-2）、静岡県で本病害の発生が最も問題となる年明け～春どりの作型においては、ペンチオピラ

Occurrence of White Rot Disease in Welsh onion Cultivation and the Issues that should be Solved for Controlling the Disease. By Hiroyuki IYOZUMI and Chiharu SAITO

（キーワード：ネギ黒腐菌核病，総合防除，生育期防除，ヘンティム）

ネギ黒腐菌核病の総合防除

①土壤消毒

= 土壤中の生存菌核の低減



②生育期の薬剤防除

= 根圏で発芽した菌核の効果的な殺菌



③低温期の株元石灰施用

= 取り漏らした菌核の病原力の低減

防除対策 ①+②+③ ②+③ なし



発病株率 1.6% 15.3% 96.0%

- ※①ダゾメット粉粒剤 30 kg/10 a 被覆 (①のみで発病株率 24.2%)
- ②ペンチオピラド水和剤 1,000 倍・0.5 l/m²・2 回
- ③土寄せ時に苦土石灰 30 kg/10 a・5 回

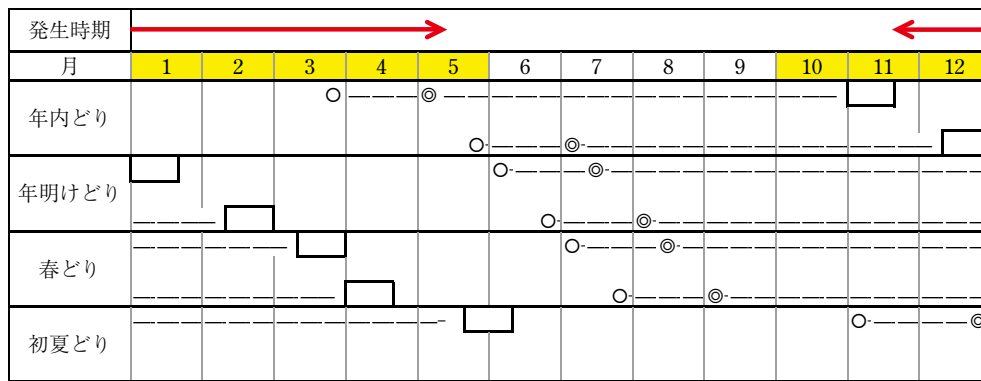
土壤消毒+生育期防除で伝染源の大幅な低減
○適切な生育期防除はそれだけで高い防除効果

図-1 ネギ黒腐菌核病の総合防除対策

ド水和剤の灌注処理 (2 回) の場合, 日平均地温が 20℃ を下回り始める 10 月初旬までに 1 回目, 薬効の持続性を鑑みて約 1 か月後に 2 回目をそれぞれ土寄せの前に処理することで最も効果が高まった (鈴木ら, 2016)。一方, 年内どりや, 初夏どり等, 定植時期までに菌核が一定期間好適地温に晒されている場合には, 定植と同時の施用が必要になる。今後様々なタイプの新剤が登録される見込みであるが, 全身に浸透移行して効果を発揮するタイプでなければ, 生育期防除剤は効果を発揮させるため, 株元を重点とした散布や灌注により, 土壌を介してネギの根や茎盤部付近に施用する必要がある。そのため, 直接的な殺菌・静菌効果に加えて, 生分解性や土壌吸着性等, 土壌中での残効にかかわる性状を考慮して, 施用時期や量や他剤との効果的な組合せを検討する必要があるだろう。

III 圃場診断に基づく黒腐菌核病管理と現場普及上の課題

本誌 2015 年 11 号で紹介された, ヘソディム (「健康診断に基づく土壌病害管理」(Health checkup based Soil borne Disease Management: HeSoDiM)) は, 「診断」・「評価」・「対策」の三つの要素で構成されており, マニュアルに従って「圃場ごと」に実施する (吉田, 2015)。ネ



○ 播種 ◎ 定植 ■ 収穫 ■ 感染好適地温の時期 (20℃以下)

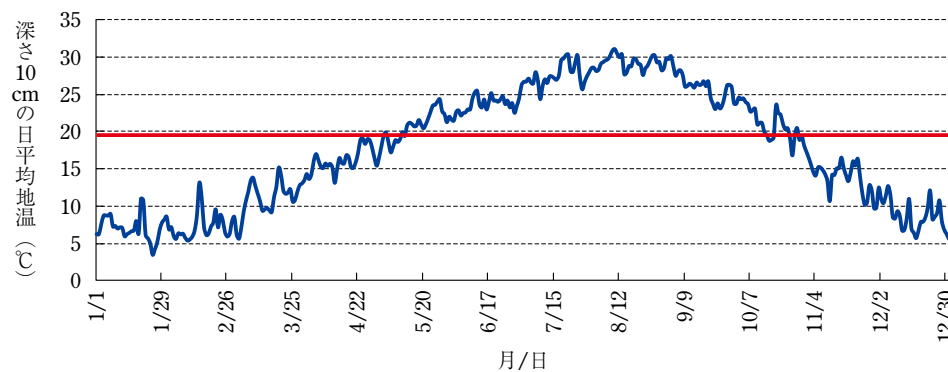


図-2 静岡県における根深ネギの作型と黒腐菌核病発生時期の関係 (上) と県西部の圃場地温の年間推移の例 (下)

ネギ黒腐菌核病についても、2017年に茨城県・静岡県でマニュアルが作成され、現在も現場での検証と改良を続けている(表-1 静岡県版)。ヘソディムは予防原則に基づくため、未発生か少発生の場合はそれを維持するような、また、甚発生圃場では、前章で示したような総合防除により、発病程度を十分に低下(本病害による廃棄が10%未満)させたいので少発生から無発生に維持する対策をとることで、持続的な栽培と経営の両立を目指している。しかしながら、現状では圃場の的確な診断に必要な情報が十分に得られているとは言い難く、現在、農林水産省委託プロジェクト「AIを活用した土壤病害診断技術の開発」において、様々な圃場データを収集して発病との因果関係を解析し、「診断」・「評価」マニュアルの改良を進めている。「対策」について言えば、本県マニュアルはネギと他作物との輪作が一般的な茨城県版をベースにしているため、対策として輪作を推奨しているものの、本県産地ではネギを連作する生産者の割合が多い。さらに単独で作業するケースが多いため、労力がかかる土壤消毒が敬遠されがちであり、実態に則していない部分を含んでいる。現在、本県産地で利用しやす

い輪作作目の選定、省力的な土壤消毒、土壤消毒に替わる菌核密度の低減方法について検討しており、確立でき次第、対策として加えたい。

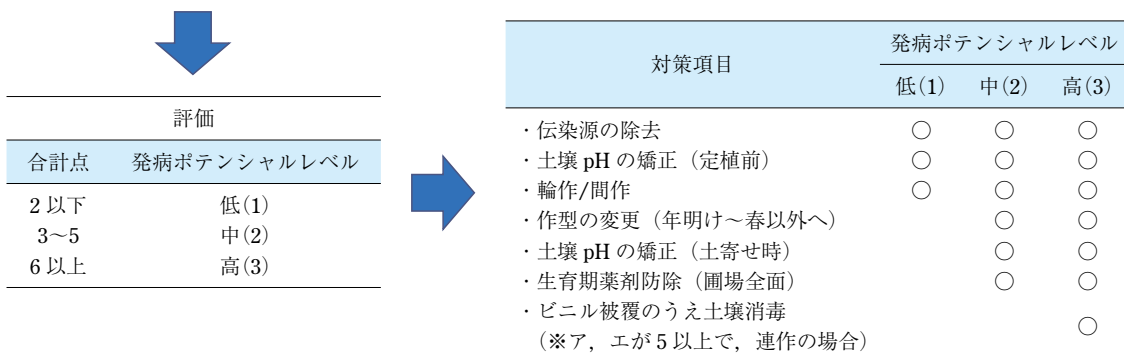
「圃場ごと」の体制を充実させる一方で、発生実態の項で触れたように、本病害は土壤病害であるものの、風雨によっても菌核が容易に分散するため、「地域」単位での対策が重要になり、一例として罹病残渣の処分がある。このことについて本マニュアルでは伝染源の除去(圃場外への持ち出し)までしか触れていないが、圃場外であっても罹病残渣が野積みされていれば、菌核分散のリスクは変わらず高い。そのため、高温時に灌水処理できる水田や、埋設できる空き地を持たない生産者の残渣について、地域でケアできる体制があるのが望ましい。併せて、腐熟促進と被覆により圃場で簡易に実施可能な残渣処理方法についても検討中であり、こちらも対策として加えていきたい(図-3)。

おわりに

ネギ黒腐菌核病対策について本県での事例を中心に紹介してきたが、近年、対策研究は全国的に大幅に加速し

表-1 ネギ黒腐菌核病のヘソディムマニュアル(2018年 静岡県版)

診断項目	診断結果	点数
ア 前作の発病程度	前作に廃棄株なし	1
	前作に10%未満の廃棄株あり	4
	前作に10%以上の廃棄株あり	6
イ 周辺圃場での発病	自家他圃場と隣接圃場ともに発病なし	0
	自家他圃場または隣接圃場に発病あり	1
	自家他圃場と隣接圃場ともに発病あり	3
ウ 定植前の土壌 pH	7.0以上	0
	6.0以上7.0未満	1
	6.0未満	2
エ 土壌 100g中の生存菌核数(圃場内5箇所) ※土壌消毒後や輪作後等にアの替わりに実施	生存菌核の検出なし	1
	5箇所の生存菌核数の平均が1個未満	3
	5箇所の生存菌核数の平均が1個以上	5



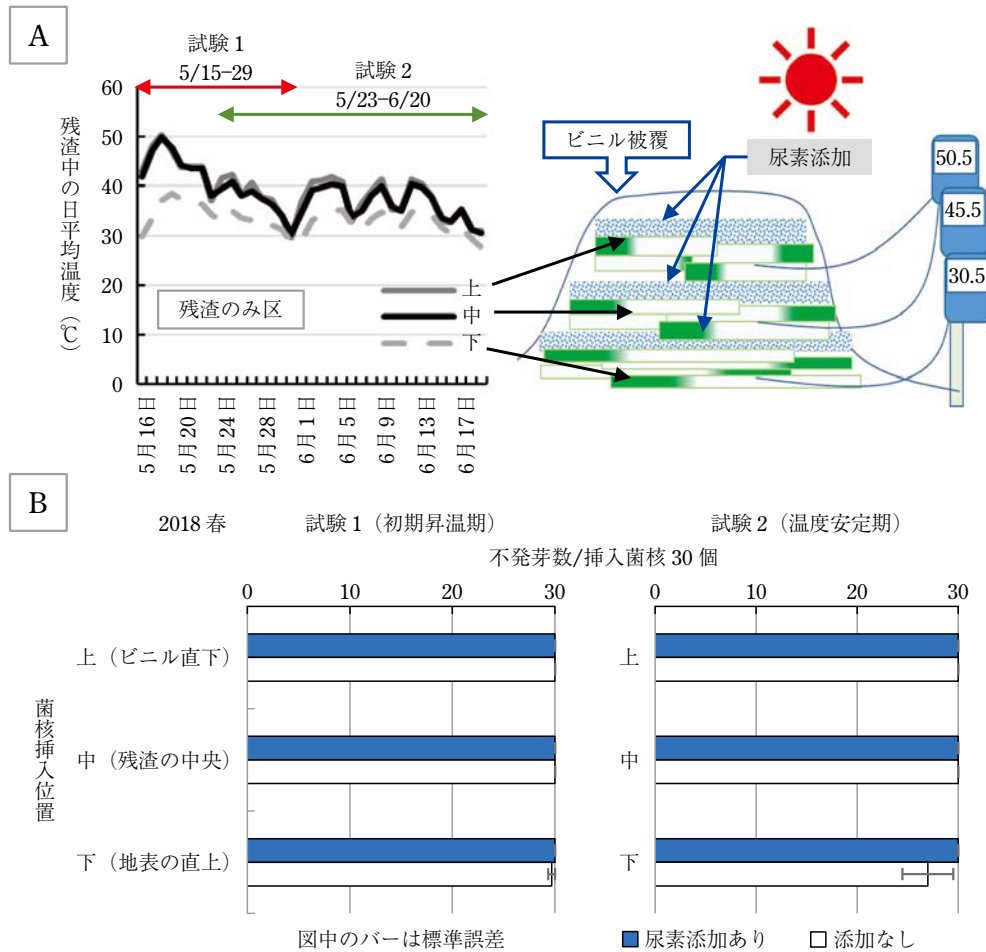


図-3 圃場で行う簡易な残渣腐熟処理の検討 (2018 春どり残渣使用)
 尿素 10 g/kg を添加した残渣の層 (約 15 cm・15 kg) を 3 層重ね、各層中央下に菌核を挿入し、所定期間後に回収して生死を確認した。
 A: 残渣各層中央部の温度 B: 挿入位置、時期および尿素添加の菌核生存への影響。

ている。例えば「診断」・「評価」について、本県でも実施している湿式篩分けに、リアルタイム PCR を組合せた千葉県での新たな生存菌核定量法の検討 (鐘ヶ江・吉田, 2017) や、前述の通り片岡らにより系統解析から発生実態の解明に迫る取組がなされているほか、「対策」について、少量のふすまの施用と転炉スラグにより土壌微生物相を積極的に変化させて発病を軽減する北海道での取組 (森本・新村, 2017)、さらに本県も参加しているイノベーション創出強化プログラム「ほ場診断に基づくネギ黒腐菌核病・ネダニ等の重要土壌病害の包括的防除技術の開発」において、化学的・耕種的・物理的各種防除技術が開発されている。これらの研究成果を速やかに現場に普及するために、今後も現場・普及・研究・メーカー・行政の連携を密にして取り組んでいきたい。

本稿で紹介した本県における研究は、農林水産省委託

プロジェクト研究「AI を活用した土壌病害診断技術の開発」および農研機構生研支援センター「イノベーション創出強化研究推進事業」の支援を受けて行った。

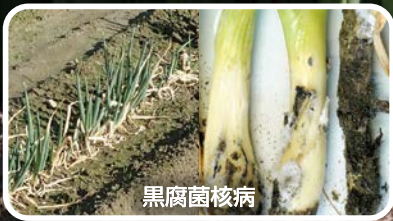
引用文献

- 1) COUCH, B. C. and L. M. KOHN (2000): *Phytopathol.* **90**: 514~521.
- 2) CROWE, F. B. (2008): *Compendium of Onion and Garlic Disease and Pests 2nd Edition*, APS Press, Minnesota, USA, p.22~26.
- 3) 伊代住浩幸ら (2015): *植物防疫* **69**: 390~394.
- 4) 鐘ヶ江良彦・吉田重信 (2017): *関東病虫研* **64**: 149 (講要).
- 5) 片岡善仁ら (2017): *日植病報* **83**: 181 (講要).
- 6) 片岡善仁ら (2018): *同上* **84**: 257 (講要).
- 7) 森本 晶・新村昭憲 (2017): *北日本病虫研報* **68**: 74~80.
- 8) 小河原孝司 (2014): *植物防疫* **68**: 25~29.
- 9) 齊藤子温ら (2017): *日植病報* **83**: 214 (講要).
- 10) 鈴木幹彦ら (2016): *同上* **83**: 62 (講要).
- 11) Xu, Z. et al. (2010): *Mycologia* **102**: 337~346.
- 12) 吉田重信 (2015): *植物防疫* **69**: 770~772.

切れ味が凄い

病原菌の侵入を防ぎ、
優れた予防効果を発揮します。

- ねぎの黒腐菌核病に対し、発生前からの散布で高い防除効果を発揮
- 長い残効性と優れた耐雨性で安定した効果



作用機分類番号 (RAC番号) 殺菌剤分類 12

■適用病害の範囲及び使用方法(抜粋)

作物名	適用病害虫名	希釈倍数	10アール当たりの使用液量	使用時間	本剤及びフルジオキシニルを含む農薬の総使用回数	使用方法
ねぎ	小菌核腐敗病 黒腐菌核病	1000倍	100~300L	収穫前日まで	3回以内	散布

 **セイビアー®**
フロアブル20

syngenta.

シンジェンタ ジャパン株式会社

〒104-6021 東京都中央区晴海1-8-10 オフィスタワーX 21階
<http://www.syngenta.co.jp>



農薬をご使用の際は、ご購入先、または当社ホームページなどで最新の登録内容をご確認ください。

®はシンジェンタ社の登録商標

●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。●薬剤は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農場などに放置せず適切に処理してください。

研究 報告

高知県に分布するニラ白斑葉枯病菌と薬剤の防除効果

高知県農業技術センター 矢野和孝

はじめに

高知県におけるニラの栽培面積は256 ha（高知県農業振興部，2018）で，そのうちの施設栽培は221 ha，その他は露地栽培である。施設栽培のニラにおいて，最も重要な病害は冬期に発生する白斑葉枯病で，毎年2～3割の圃場で発生が見られている。本病が発生すると最初は小さな斑点であるが，多発すると葉枯症状となり，刈取って廃棄せざるをえなくなる。また，一株の病斑が数個であっても商品価値に大きく影響することから，ニラの生産者には非常に恐れられている病害である。本病の病原菌には，*Botrytis byssoides*，*B. squamosa*，*B. cinerea*の3種類が報告されている（高桑ら，1974）。しかし，高知県におけるこれら病原菌の分布は明らかとなっておらず，また，ニラ白斑葉枯病に対して7種類の化学農薬が散布剤として登録されているが，薬剤の種類と有効な菌種の関係については不明である。そこで，高知県に分布するニラ白斑葉枯病菌の種類を調査するとともに，薬剤の防除効果についても検討した（矢野ら，2017；矢野・森田，2018）ので，その概要について報告する。

I 高知県に分布するニラ白斑葉枯病菌

病原糸状菌の種を同定する場合には，通常，形態的特徴や培養特性が指標として用いられる。ニラから分離した白斑葉枯病菌の一部とナス果実から分離した*B. cinerea*を用いてこれらを比較したところ，ニラ分離菌のほとんどは*B. cinerea*よりも明らかに分生子が大きく，菌糸生育速度が遅かった。CHILVERS and du TOIT（2006）は，ニラ白斑葉枯病菌3種を含む*Botrytis*属菌6種の形態的特徴や培養特性について整理しているが，多数の菌株をこれらの方法で調査するには多大な労力を要するうえ，*B. squamosa*と*B. cinerea*の中間的な分生子の大きさを

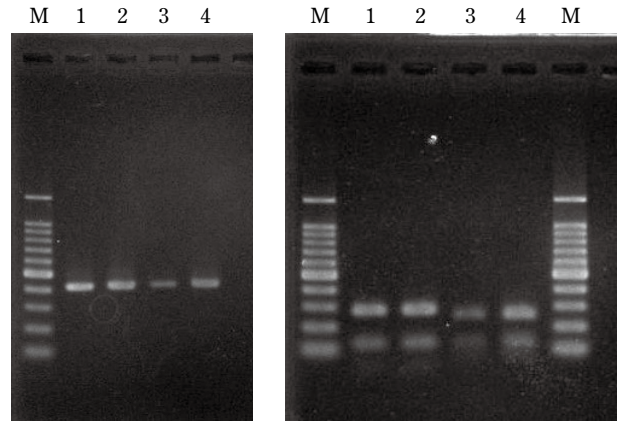


図-1 PCR-RFLP法による*Botrytis*属菌の類別
M：100 bpDNA Ladder，1，2：ニラ分離菌（*B. squamosa*），3，4：ナス分離菌（*B. cinerea*），左：制限酵素処理前，右：制限酵素（*ApoI*）処理後。

示す*B. byssoides*の判別も困難が予想された。一方でNIELSEN et al.（2002）は，制限酵素*ApoI*を用いたPCR-RFLP法では，PCRで増幅される413 bpのDNA断片が*B. byssoides*では298 bpと115 bpに，*B. squamosa*では269 bpと144 bpに，*B. cinerea*では250 bpと163 bpに消化され，種の判別が可能であることを報告している。そこで，ニラ分離菌の一部とナス灰色かび病から分離した*B. cinerea*を用いてPCR-RFLP法を実施したところ，前者では269 bpと144 bpに，後者では250 bpと163 bpに消化された（図-1）ことから，本法はニラ白斑葉枯病菌の類別に有効であると考えられた。

2014年と2015年に，高知県内の主要なニラ生産地から白斑葉枯病の罹病葉を採集し，60菌株の*Botrytis*属菌を単胞子分離した。これらの菌株を用いてPCR-RFLP法による種の判別を実施したところ，ほとんどが*B. squamosa*に該当し，2015年に四万十町で分離された1菌株だけが*B. cinerea*と考えられた（表-1）。

II *B. squamosa* に対する薬剤の防除効果

前章の調査結果により，高知県におけるニラ白斑葉枯病の防除は*B. squamosa*を対象に実施する必要があることが明らかとなった。そこで，薬剤の防除効果について

Pathogenic Fungi Causing Leaf Blight on Chinese Chive Distributed in Kochi Prefecture and Control Effect of Fungicides. By Kazutaka YANO

（キーワード：ニラ，白斑葉枯病，*Botrytis squamosa*，*Botrytis cinerea*，薬剤防除）

表-1 高知県に分布するニラ白斑葉枯病菌の種類

市町村名	栽培面積 (ha) ^{a)}	調査年	圃場名	調査 菌株数	病原菌の種類		
					<i>B. byssoidea</i>	<i>B. squamosa</i>	<i>B. cinerea</i>
香南市	92	2014年	A	8	0	8	0
			B	3	0	3	0
香美市	52	2015年	C	5	0	5	0
南国市	29	2015年	D	6	0	6	0
			E	5	0	5	0
佐川町	14	2014年	F	4	0	4	0
		2015年	G	9	0	9	0
四万十町	26	2014年	H	4	0	4	0
			I	4	0	4	0
			J	3	0	3	0
			K	3	0	3	0
			2015年	L	6	0	5
その他	34	-	-	0	0	0	0
合計	247	-	-	60	0	59	1

a) 平成30年「高知県の園芸」より抜粋した露地+施設の合計。

検討するために、ニラ白斑葉枯病に登録を有するペンチオピラド水和剤（商品名：アフエットフロアブル）2,000倍、フルジオキソニル水和剤（同セイビアーフロアブル20）2,000倍、ピリベンカルブ水和剤（同ファンタジスタ顆粒水和剤）2,000倍、クレソキシムメチル水和剤（同ストロビーフロアブル）3,000倍、ポリオキシシン水溶剤（同ポリオキシシンAL水溶剤）1,500倍およびアゾキシストロピン水和剤（同アミスター20フロアブル）2,000倍、ニラさび病に登録を有するテブコナゾール水和剤（同オンリーワンフロアブル）1,000倍、ニラに登録はないが *Botrytis* 属菌による病害に効果が期待できるベノミル水和剤（同ベンレート水和剤）3,000倍、ポスカリド水和剤（同カンタスドライフロアブル）1,000倍、メパニピリム水和剤（同フルピカフロアブル）2,000倍およびフェンピラザミン水和剤（同ピクシオDF）2,000倍を試した。

試験はポット植えの“スーパーグリーンベルト”を用いて実施した。しかし、通常のポットでは圃場で栽培されるような葉幅の広いニラには生育せず、試験に支障を来すと考えられた。圃場で栽培されるニラの根は土壌深部にまで及ぶことから、直径が10.5cmで高さが20cmのロングポットを使用した。また、ニラは土壌が乾燥すると生育が極端に抑制されることから、ポットをトレイの中で管理し、その中に水をためた。薬剤の所定濃度液をニラ全体に散布して風乾後、その日のうちに病原菌の分生子懸濁液を噴霧接種し、直射日光の当たらない場所

表-2 *B. squamosa* および *B. cinerea* のニラ葉に対する病原性^{a)}

接種菌	分生子を 懸濁した溶液	接種後の経過日数	
		4日後	5日後
<i>B. squamosa</i>	1%シヨ糖液	45 ^{b)}	100
	滅菌水道水	25	25
<i>B. cinerea</i>	1%シヨ糖液	0	100
	滅菌水道水	0	0

a) ニラの切り葉に 1.0×10^5 個/ml の濃度に調整した分生子懸濁液を $20 \mu\text{l}$ ずつ 20箇所 に滴下し、15°C、20,000 lux、12時間日長、多湿条件下で管理した。

b) 数字は発病率 (%)。

に設置したPOフィルムで密閉した枠内で3日間管理し、その後はガラス温室内で生育させた。しかし、接種しても発病が少なかったり、ほとんど発病しなかったりする場合が見られた。*B. cinerea* による病害では、分生子をシヨ糖加用ジャガイモ煎汁液に懸濁するとキュウリ子葉などを発病させることができる (SHIRANE and WATANABE, 1985) ことから、分生子懸濁液にシヨ糖を加用したところ、発病が安定するようになった (表-2)。接種7日後に全葉の発病を指数別に調査し、発病度を算出した。防除値は発病度から求めた。

その結果、ニラ白斑葉枯病に登録を有する農薬では、ペンチオピラド水和剤、フルジオキソニル水和剤およびピリベンカルブ水和剤の防除効果が高かった。クレソキシムメチル水和剤およびポリオキシシン水溶剤の防除値は60程度であったが、アゾキシストロピン水和剤は低か

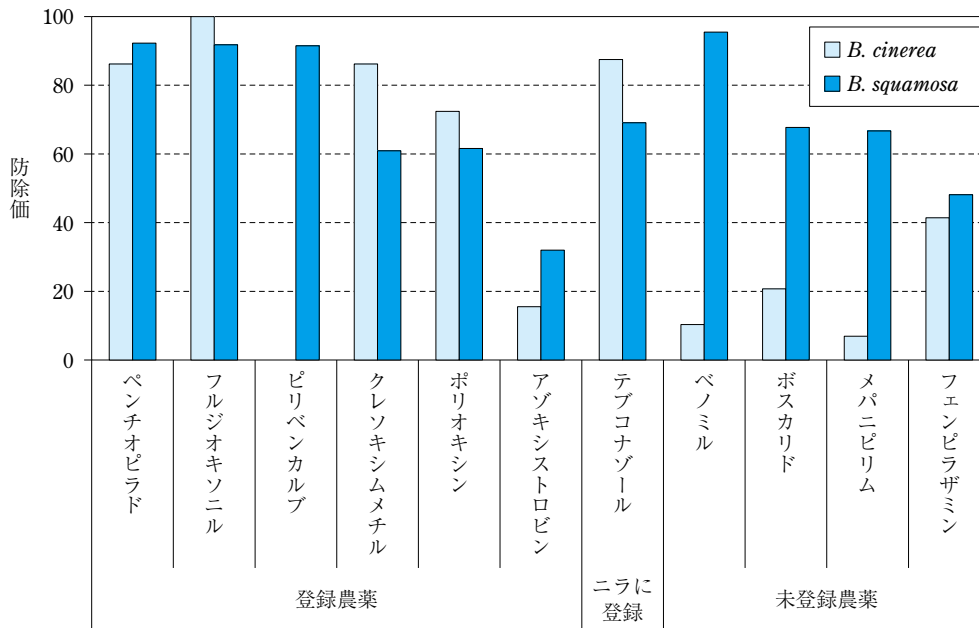


図-2 *B. squamosa* および *B. cinerea* によるニラ白斑葉枯病に対する薬剤の防除効果

った。なお、ピリベンカルブ水和剤は登録認可前に試験を実施したために、推奨濃度よりも高い濃度での結果となっている。ニラさび病に登録を有するテブコナゾール水和剤の防除価は70程度で、圃場における効果も確認されている（未発表データ）ことから、さび病の防除効果とともに白斑葉枯病の防除効果も期待でき、適用拡大を期待したい。また、ニラに対して登録されていない農薬ではベノミル水和剤の防除効果が高く、今後の登録拡大を期待したい。ボスカリド水和剤およびメパニピリム水和剤の防除価は70程度で、フェンピラザミン水和剤は低かった（図-2）。

III *B. cinerea* に対する薬剤の防除効果

B. cinerea によるニラ白斑葉枯病は、1菌株しか見つからなかったことから当面は防除対象に加える必要がないと考えられた。しかし、*B. squamosa* に効果が高くても *B. cinerea* に効果が低い薬剤を連用すると *B. cinerea* による白斑葉枯病の被害を受けることが予想される。そこで、*B. cinerea* によるニラ白斑葉枯病に対する薬剤の防除効果について前章と同様な方法で調査した。その結果、登録農薬ではペンチオピラド水和剤、フルジオキソニル水和剤およびクレソキシムメチル水和剤の防除効果が高かったが、*B. squamosa* に対して効果が高かったピリベンカルブ水和剤は全く防除効果が認められなかった。ピリベンカルブ水和剤の連用は *B. cinerea* によるニラ白斑葉枯病の発生を助長する可能性があるため、避けるべきだと考えられる。ポリオキシシン水溶剤の防除価は

70程度で、*B. squamosa* に対して効果が低かったアゾキシストロピン水和剤は同様に低かった。また、ニラさび病に登録を有するテブコナゾール水和剤も防除効果が高かった。ニラに対して登録されていない農薬では、いずれの薬剤も防除効果が低かった（図-2）。*B. squamosa* に対して効果が高かったベノミル水和剤では、果菜類などで耐性菌が発生しており、耐性菌の発生による防除効果の低下を疑った。そこで、ベノミルの10および100ppm添加培地上における菌糸生育を調査したところ、いずれにおいても菌糸生育が見られたことから高度耐性菌と判定した（未発表データ）。

おわりに

B. cinerea には効果が高いが *B. squamosa* に対して効果が低い登録農薬は存在しなかったことから、高知県に分布するニラ白斑葉枯病菌のほとんどが *B. squamosa* である原因を薬剤に対する感受性の差に求めるのは難があると思われる。同じニラの生産地である北海道では、夏には *B. squamosa*, *B. cinerea* の両種が検出されるが、秋になると *B. squamosa* が優占種になることが報告されており（三澤・竹内, 2016）、その原因は秋の発病適温時における病原力の差であると推定されている。本研究においてもこれを支持するような結果が得られており、*B. cinerea* は *B. squamosa* よりも発病が少なく、たとえショ糖を加用して接種試験を実施してもほとんど発病しないことがしばしば見られた（未発表データ）。今回の調査で用いた菌株は、両年とも2~3月に分離したもの

で、高知県に分布するニラ白斑葉枯病菌の季節的な変動までは明らかでない。高知県におけるニラ白斑葉枯病の発生時期はハウスを密閉することが多くなる12月～翌年の3月で、気温が上昇して換気することが多くなる4月以降になるとほとんど発生が見られなくなる。*B. cinerea* によるニラ白斑葉枯病が圃場で発生するためには、*B. squamosa* よりもさらに高湿度条件を必要とするのかもしれない。

引用文献

- 1) CHILVERS, M. I. and L. J. du TOIT (2006): Plant Health Progress
doi: 10. 1094/PHP-2006-1127-01-DG

- 2) 高知県農業振興部 (2018): 高知県の園芸, 高知県農業振興部, 高知, p.22.
3) 三澤知央・竹内正信 (2016): 植物防疫 70: 467~471.
4) NIELSEN, K. et al. (2002): Plant Dis. 86: 682~686.
5) SHIRANE, N. and Y. WATANABE (1985): Ann. Phytopath. Soc. Japan 51: 501~505.
6) 高桑 亮ら (1974): 北海道立農試集報 29: 1~6.
7) 矢野和孝ら (2017): 四国植防 51: 9~13.
8) ———・森田泰彰 (2018): 日植病報 84: 36 (講要).

本稿で供試された薬剤の一部は未登録ですのでご留意
ください。 「植物防疫」編集注

登録が失効した農薬 (2018.11.1~11.30)

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 乳剤
6968: ネマモール乳剤 (エス・ディー・エス バイオテック) 18/11/1
- クロルフルアズロン乳剤
22507: MIC アタブロン乳剤 (三井化学アグロ) 18/11/4
- インドキサカルブ MP 水和剤
22518: MIC トルネードフロアブル (三井化学アグロ) 18/11/18
- ベルメトリン液剤
18831: キックパール AL (北興産業) 18/11/28

「殺菌剤」

- オキシリニック酸粉剤
17957: ヤシマスターナ粉剤 DL (協友アグリ) 18/11/1
- バリダマイシン・フェリムゾン・フサライド粉剤
17952: ホクコーブラシンバリダ粉剤 DL (北興化学工業) 18/11/1
- イミベンコナゾール水和剤
19455: 明治マネージ DF (Meiji Seika ファルマ) 18/11/15
- イソプロチオラン・イミノクタジン酢酸塩粉剤
22517: フジワンベフラン粉剤 DL (日本農薬) 18/10/18
- オキスポコナゾールフマル酸塩・チウラム水和剤
23166: 大塚ライトアップフロアブル (OAT アグリオ) 18/11/21

「殺虫殺菌剤」

- フィプロニル・トリシクラゾール粒剤
21110: BASF ビームプリンス粒剤 (BASF ジャパン) 18/11/5
- ジノテフラン・ピロキロン粒剤
21872: シンジェンタ コラトトップスタークル1キログラム剤 (シンジェンタ ジャパン) 18/11/14
- エトフェンプロックス・ピロキロン粒剤
17763: トモノコラトトップトレボン粒剤 (シンジェンタ ジャパン) 18/11/14

「除草剤」

- カルフェントラゾンエチル・フルセトスルフロン粒剤
22524: ベストコンビジャンボ (石原バイオサイエンス) 18/11/18
- ベストコンビ1キログラム剤 (石原バイオサイエンス) 18/11/18
- アジムスルフロン・カルフェントラゾンエチル・フルセトスルフロン粒剤
22523: キレアジ1キログラム剤 (石原バイオサイエンス) 18/11/18
- インダノファン・クロメプロップ・ブロモブチド・ベンスルフロンメチル水和剤
21851: 日農メガトンフロアブル (日本農薬) 18/11/29
21852: メガトンフロアブル (デュポン・プロダクション・アグリサイエンス) 18/11/29


 研究
報告

土着広食性カブリダニ 4 種に対する 各種殺虫剤の影響評価

 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 岸 もと ひで なり

はじめに

ハダニ類などの難防除微小害虫類の捕食性天敵として利用技術の研究が進められているカブリダニ類は、体長約 0.4 mm と微小で翅を持たず、移動能力が小さいことから、圃場での発生状況は薬剤散布体系の影響を極めて受けやすい (KISHIMOTO, 2002; 岸本ら, 2007)。広食性カブリダニ類は非選択性殺虫剤が多く使用された 1990 年代までは慣行防除体系下ではほとんど観察されなかった (KISHIMOTO, 2002)。しかし、近年、減農薬、もしくは昆虫成長制御剤 (IGR) 等の選択性殺虫剤のみを使用した防除体系下では、様々な広食性カブリダニが優占する例が報告されている (岸本, 2018 参照)。さらに、1990 年代以降はネオニコチノイド系殺虫剤やジアミド系殺虫剤等様々な作用機構を持つ殺虫剤が次々と登録され、防除体系への導入が進められている。このため、広食性カブリダニ類に悪影響の小さい病害虫防除体系の構築を目指していくうえで、各種殺虫剤に対する影響の情報蓄積が必要である。

果樹園で多く観察される広食性カブリダニとしては、ニセラーゴカブリダニ *Amblyseius eharai* Amitai and Swirski, ミチノクカブリダニ *Amblyseius tsugawai* Ehara, コウズケカブリダニ *Euseius sojaensis* (Ehara), およびフツウカブリダニ *Typhlodromus vulgaris* Ehara が挙げられる。カンキツではミカンハダニに対してニセラーゴカブリダニ (TANAKA and KASHIO, 1977) が、モモではハダニ類やモモサビダニに対してニセラーゴカブリダニやコウズケカブリダニ (近藤, 2001; 園田ら, 2017), ブドウではチャノキイロアザミウマに対してコウズケカブリダニ (柴尾ら, 2006) が有効な天敵として働いていることが報告されている。また、リンゴ園では、ミチノクカブリダニとフツウカブリダニがそれぞれ下草とリンゴ樹上に多く生息して、ハダニ密度抑制に有効に働いている

(舟山, 2018)。本稿では、前号で紹介した室内薬剤感受性検定法 (岸本, 2018) を用いて、これらカブリダニ 4 種の主要殺虫剤に対する検定を行った結果 (岸本ら, 2018) を紹介する。本研究の一部は、農研機構生研支援センターイノベーション創出強化研究推進事業「土着天敵と天敵製剤 (w 天敵) を用いた果樹の持続的ハダニ防除体系の確立」によって行われた。

I 材料および方法

試験に用いたカブリダニ 4 種 (表-1) は、果樹および果樹園近傍の植生から採集した個体を岸本 (2005) の方法でチャ花粉を餌として 22~23°C, 16L:8D 条件で累代飼育したものである。採集地はいずれも農薬散布がない環境であった。

本試験では、各種果樹で登録のある殺虫剤、殺ダニ剤について、特に 1990 年代以降に上市された薬剤を中心に、使用頻度が高い 29 剤を選定した (表-2)。原則として、登録されている常用濃度のうち最も高い濃度に各薬剤を希釈し、展着剤は添加しなかった。対照としては蒸留水を散布した。

前号で紹介した岸本 (2018) の方法を用いて各薬剤を、それぞれの種の卵および雌成虫に 4 mg/cm² 散布し、25°C, 16L:8D 条件で、卵については成虫に発育するまでの生存状況、雌成虫については散布 48 時間後の生存状況および産卵数を調査した。卵については 1 薬剤につ

表-1 供試した広食性カブリダニ 4 種の採集記録

カブリダニ種	採集時期	採集地	寄主植物
ニセラーゴカブリダニ	2014 年 1 月	長崎県南島原市	ウンシュウミカン
ミチノクカブリダニ	2014 年 9 月	岩手県盛岡市	ホップ ¹⁾
コウズケカブリダニ	2015 年 5 月	茨城県つくば市	サクラ ²⁾
フツウカブリダニ	2013 年 10 月	岩手県盛岡市	リンゴ

¹⁾ リンゴ圃場近傍。

²⁾ ナシ、モモ圃場近傍。

Evaluation of the Effects of Pesticides and Acaricides on Four Native Generalist Phytoseiid Species. By Hidenari KISHIMOTO

(キーワード: 広食性カブリダニ, 薬剤感受性, 選択性殺虫剤, 死亡率, 産卵数)

き1区10~13個体3反復,計30~38個体,雌成虫については1区10個体3反復,計30個体を供試した。生死の判定においては,歩行不能個体も死亡とみなし,逃亡による行方不明個体は評価から除外した。なお,試験中の逃亡による行方不明個体は,卵に対する試験では1薬剤当たり25%以下,雌成虫では20%以下であり,本試験法で精度の高い薬剤感受性検定が実施可能であることが示された。

各ステージの生存に対する影響については,ABBOTT(1925)の補正式を用いて補正死亡率(以下,死亡率)を算出した後,IOBC/WPRSが定めた室内検定試験での影響区分(AMANO and HASEEB,2001)に基づき,4段階評価を行った。また,産卵に関しては1区(雌成虫10個体)当たり産卵数について,

$$\text{産卵減少率(\%)} = (\text{対照の産卵数} - \text{各種薬剤散布時の産卵数}) / \text{対照の産卵数} \times 100$$

を算出した。死亡率および産卵数の具体的な数値については岸本ら(2018)を参照されたい。

II 各種殺虫剤に対する影響評価

表-2に各薬剤処理におけるカブリダニ4種の影響評価を示した。有機リン系のMEPおよび合成ピレスロイド系のペルメトリン,ピフェントリンでは,卵に散布した場合,4種とも発育途中で100%死亡した。さらに,雌成虫の死亡率は4種とも100%であり,産卵も全く見られなかった。また,シラフルオフエンでは,4種に対する雌成虫への影響は小または中に分類され,前述の3薬剤よりもやや低かったが,死亡率自体は77.8~93.1%と高く,さらにほとんど産卵はしなかった。また,卵に散布した場合も,フツウカブリダニは影響中(死亡率82.4%)であったが,他の3種はすべての個体が発育途中で死亡し,影響が大きかった。広食性カブリダニは非選択性殺虫剤が頻繁に散布される防除体系下ではほとんど観察されず,また,室内試験でも,ニセラーゴカブリダニ雌成虫が有機リン系のDMTP,イソキサチオン, PAP, クロルピリホス, およびアセフェート(柏尾,1983),合成ピレスロイド系のフルバリネート(KONDO and HIRAMATSU,1999)に対して極めて高い死亡率を示すことが報告されている。今回の調査でも,供試した薬剤に対して4種とも極めて高い感受性を示した。

スピノシン系の2薬剤は,卵に散布した場合の発育途中での死亡率はいずれの種も90%以上と高く,影響中~大となった。また,雌成虫の死亡率ではスピノサドでのミチノクカブリダニが影響なし,スピネトラムではコウズケカブリダニ以外が影響小に分類されたが,産卵減

少率は88.2~96.3%といずれの種でも極めて高かった。以上から,両薬剤は供試した4種に対して悪影響が大きいことが示された。

ネオニコチノイド系は7薬剤を供試したが,いずれも雌成虫の生存に対する影響は比較的小さく,ニテンピラムでフツウカブリダニが影響中(死亡率83.3%)であった以外は,死亡率は40%以下で,影響小~なしに分類された。しかし,いずれの薬剤でも産卵数が対照区と比較して少なくなった。発育途中での死亡率と併せた評価では,ニテンピラムがいずれの種でも産卵減少率が69.2~87.7%と大きく,また,発育途中の死亡率も96%以上で影響中~大に分類され,最も悪影響が大きいと考えられた。イミダクロプリドとアセタミプリドでは,4種の産卵減少率が59.0~81.5%と大きく,発育途中の死亡率はニセラーゴカブリダニとミチノクカブリダニでは26.5~86.1%で影響なし~中であったが,コウズケカブリダニとフツウカブリダニでは100%で影響大に分類された。このことから,これら2つの薬剤はニテンピラムに次いで悪影響が大きいと考えられた。クロチアニジンでは,産卵減少率が56.4~75.3%で,発育途中の死亡率がコウズケカブリダニは100%で影響大,それ以外の種は影響なし~小に分類され,イミダクロプリドおよびアセタミプリドと同程度~やや悪影響が少ない傾向にあった。チアメトキサムは,コウズケカブリダニでは産卵減少率と発育途中の死亡率(96.1%)が上述の4薬剤に近い値を示した。一方,他の3種については,ニセラーゴカブリダニでの産卵減少率が高かった以外は影響程度が比較的小さかった。さらに,チアクロプリドとジノテフランでは,いずれの種でも産卵減少への影響はネオニコチノイド剤の中では比較的小さく,また,発育途中の死亡率は5.6~77.4%と種間差が見られたが,いずれも影響なし~小に分類された。以上,ネオニコチノイド剤の影響度合いは薬剤間およびカブリダニ種間で大きく異なったが,チアクロプリド,ジノテフランは4種とも比較的悪影響が小さく,チアメトキサムはコウズケカブリダニ以外の3種で比較的悪影響が小さかった。これらの薬剤は,防除体系の中で利用できる可能性があり,今後実用性評価を進める必要がある。

ジアミド系3薬剤については,いずれの種も卵および雌成虫に散布した場合の死亡率は10%以下で影響なしに分類された。また,産卵減少率ではシアントラニプロールに対するミチノクカブリダニが48.2%とやや高い傾向にあったが,それ以外ではほとんど減少は見られなかった。以上から,今回供試した3薬剤は4種とも悪影響はほとんどないと考えられた。

表-2 各種殺虫剤の土着広食性カブリダニ4種の卵および雌成虫に対する影響評価 (岸本ら, 2018より作成)

系統・ IRAC コード	供試薬剤名, 有効成分量	希釈 濃度 (倍)	ニセラーゴカブリダニ			ミチノクカブリダニ			コウズケカブリダニ			フツウカブリダニ		
			卵 ¹⁾		雌成虫 ²⁾	卵		雌成虫	卵		雌成虫	卵		雌成虫
			生存 ³⁾	産卵 減少率 (%)	生存 ³⁾	生存	産卵 減少率 (%)	生存	生存	産卵 減少率 (%)	生存	生存	産卵 減少率 (%)	生存
有機リン系														
1B	MEP水和剤, 40.0%	800	×	×	100.0	×	×	100.0	×	×	100.0	×	×	100.0
合成ピレスロイド系														
3A	ベルメトリン水和剤, 20.0%	1,000	×	×	100.0	×	×	100.0	×	×	100.0	×	×	100.0
3A	ピフェントリン水和剤, 2.0%	1,000	×	×	100.0	×	×	100.0	×	×	100.0	×	×	100.0
3A	シラフルオフェン水和剤, 20.0%	2,000	×	○	91.4	×	○	94.1	×	△	98.7	△	△	100.0
ネオニコチノイド系														
4A	イミダクロプリド水和剤, 50.0%	5,000	○	◎	75.3	◎	◎	80.0	×	◎	75.6	×	○	81.5
4A	アセタミプリド水溶液, 20.0%	2,000	△	◎	77.8	○	◎	77.6	×	◎	59.0	×	◎	77.8
4A	ニテンピラム水溶液, 10.0%	1,000	△	◎	74.1	△	◎	82.4	×	○	69.2	×	△	87.7
4A	チアクロプリド水和剤, 30.0%	2,000	◎	◎	59.3	◎	◎	49.4	○	◎	20.5	○	◎	60.5
4A	クロチアニジン水溶液, 16.0%	2,000	○	◎	69.1	◎	◎	75.3	×	◎	56.4	○	◎	71.6
4A	ジノテフラン水溶液, 20.0%	2,000	◎	◎	65.4	○	◎	51.8	○	◎	21.8	◎	◎	48.1
4A	チアメトキサム水溶液, 10.0%	2,000	◎	◎	72.8	◎	◎	49.4	△	◎	59.0	○	◎	44.4
スピノシン系														
5	スピノサド水和剤, 20.0%	2,000	×	△	96.3	△	◎	89.4	×	×	94.9	△	△	96.3
5	スピネトラム水和剤, 25.0%	5,000	△	○	95.1	×	○	88.2	×	×	89.7	×	○	93.8
ジアミド系														
28	フルベンジアミド水和剤, 20.0%	4,000	◎	◎	8.6	◎	◎	8.2	◎	◎	10.3	◎	◎	17.3
28	クロラントラニプロール水和剤, 10.0%	2,000	◎	◎	8.6	◎	◎	16.5	◎	◎	1.3	◎	◎	0.0
28	シアントラニプロール水和剤, 10.2%	2,500	◎	◎	9.9	◎	◎	48.2	◎	◎	19.2	◎	◎	27.2
IGR系														
15	ジフルベンズロン水和剤, 23.5%	2,000	◎	◎	0.0	◎	◎	0.0	◎	◎	0.0	◎	◎	0.0
15	テフルベンズロン乳剤, 5.0%	1,000	◎	◎	9.9	◎	◎	12.9	○	◎	0.0	◎	◎	6.2
16	プロフェジン水和剤, 20.0%	1,000	◎	◎	0.0	◎	◎	29.4	△	◎	0.0	◎	◎	1.2
生物由来製剤														
11A	BT水和剤(生菌), 10.0%	1,000	◎	◎	32.1	◎	◎	45.9	×	○	44.9	◎	◎	39.5
その他														
29	フロニカミド水和剤, 10.0%	2,000	◎	◎	6.2	◎	◎	14.1	◎	◎	44.9	○	◎	0.0
9B	ピリフルキナゾン水和剤, 20.0%	3,000	◎	◎	38.3	◎	◎	54.1	◎	◎	1.3	◎	◎	48.1
殺ダニ剤														
6	ミルバメクチン乳剤, 1.0%	1,000	×	×	100.0	×	×	100.0	×	×	100.0	×	○	100.0
20B	アセキノシル水和剤, 15.0%	1,000	○	◎	14.8	◎	◎	28.2	△	×	84.6	◎	×	97.5
20D	ピフェナゼート水和剤, 20.0%	1,000	○	○	93.8	△	◎	78.8	×	○	67.9	×	×	95.1
25A	シフルメトフェン水和剤, 20.0%	2,000	◎	◎	19.8	◎	◎	32.9	◎	◎	24.4	◎	◎	54.3
23	スピロメシフェン水和剤, 30.0%	2,000	×	◎	63.0	×	◎	63.5	×	◎	0.0	×	◎	42.0
25A	シエノピラフェン水和剤, 30.0%	2,000	◎	◎	7.4	◎	◎	24.7	○	○	21.8	◎	◎	43.2
25B	ピフルピミド水和剤, 20.0%	2,000	◎	◎	0.0	◎	◎	0.0	◎	◎	0.0	◎	◎	16.0

¹⁾ 薬剤散布後, 成虫に発育するまでの補正死亡率を調査(対照: 蒸留水).

²⁾ 薬剤散布48時間後の補正死亡率と産卵数を調査(対照: 蒸留水).

³⁾ IOBC (The International Organization for Biological Control) による基準に基づき評価. 記号: ◎: 補正死亡率<30%, ○: 30~79%, △: 80~99%, ×: ≥99%.

IGR系殺虫剤については, ベンゾイルフェニル尿素系のジフルベンズロンおよびテフルベンズロンでは, いずれの種も発育途中および雌成虫の死亡率は0~33.4%で影響なし~小で, 産卵数もほとんど減少しなかった。プロフェジンでは, ニセラーゴカブリダニ, ミチノクカブリダニ, フツウカブリダニに対して生存, 産卵ともにほとんど悪影響は見られなかった。一方, コウズケカブリダニでは, 雌成虫については生存, 産卵ともに悪影響

が見られなかった一方で, 発育途中での死亡率が80.0%と高く, 影響中に分類された。

BT剤は今回生菌製剤を供試したが, ニセラーゴカブリダニ, ミチノクカブリダニ, フツウカブリダニでは, 産卵減少率が32.1~45.9%とやや悪影響が見られたが, 死亡率では発育途中, 雌成虫ともに影響なしに分類された。一方, コウズケカブリダニでは卵に散布した場合, 発育途中ですべての個体が死亡し影響大に分類された。

また、雌成虫に対しても死亡率53.3%、産卵減少率44.9%とやや悪影響が見られた。今後は死菌製剤においても同様の傾向を示すか調査する必要がある。

その他の殺虫剤では、フロニカミドはコウズケカブリダニの産卵減少率が44.3%とやや悪影響が見られたが、それ以外ではほとんど悪影響は見られなかった。ピリフルキナゾンは、ニセラーゴカブリダニ、ミチノクカブリダニ、フツウカブリダニで産卵減少率が38.3~54.1%とやや悪影響が見られたものの、死亡率では4種とも影響なしに分類された。両剤はアブラムシ類、コナジラミ類等の吸汁性害虫に対して近年登録された殺虫剤であり、本研究で供試した4種に対しても悪影響が小さいため、併用が有望視されると考えられた。

殺ダニ剤については、ミルベメクチンでは、フツウカブリダニ雌成虫が影響小に分類されたものの死亡率は78.6%と高く、他の3種は100%死亡した。さらに、4種とも全く産卵が観察されず、悪影響が大きかった。スピロメシフェンでは、雌成虫の生存に対しては4種とも影響なしに分類されたが、産卵減少率には種間差が見られた。さらに、いずれの種も発育途中ですべての個体が死亡し、悪影響が大きかった。ピフェナゼートでは、産卵減少率が67.9~95.1%と高く、死亡率はミチノクカブリダニ雌成虫で影響なしであったが、残る3種では41.2~100%と悪影響が認められ、特にフツウカブリダニでは発育途中、雌成虫ともに影響大であった。アセキノシルは、ニセラーゴカブリダニとミチノクカブリダニに対して悪影響がほとんど見られなかった。一方、フツウカブリダニでは、雌成虫の生存に対して影響大で、かつほとんど産卵しなかった。さらに、コウズケカブリダニでは発育途中、雌成虫の生存に対してそれぞれ影響中、大で、産卵減少率も高かった。シエノピラフェンは、コウズケカブリダニの発育途中での死亡率は影響小に分類されたものの値自体は範囲の上限に近い78.2%と高く、また、フツウカブリダニでの産卵減少率が43.2%でやや悪影響があると考えられたが、ニセラーゴカブリダニ、ミチノクカブリダニでは生存、産卵減少率ともに悪影響は見られなかった。シフルメトフェンは、産卵減少率ではフツウカブリダニでやや悪影響が見られたが、生存に対しては発育途中、雌成虫ともに4種とも影響なしとなった。さらにピフルブミドは、いずれの種でも生存、産卵減少率ともに悪影響は見られなかった。

広食性カブリダニ類は、花粉などを餌として葉上に生息し、後から侵入するハダニ類を捕食する特性をもち、ハダニの発生初期において密度上昇を未然に防ぐのに重要な役割を果たす。しかし、多発状態となったハダニの

密度低下には効果が小さいため (McMURTRY, 1992)、その場合には殺ダニ剤の併用が必要と考えられる。ハダニ類は薬剤抵抗性の発達が顕著であるため、栽培現場で十分なハダニ密度抑制効果が期待できる薬剤種は限られており、そのことを反映して2016年時点では今回供試した7薬剤で殺ダニ剤出荷金額の約4分の3を占める (日本植物防疫協会, 2017; 山本, 2018)。これらのうち、シフルメトフェン、ピフルブミド、シエノピラフェンは、今回供試した4種カブリダニに対して比較的悪影響が小さく、防除体系への組み込みが容易と考えられた。一方、ミルベメクチン、スピロメシフェンはいずれの種に対しても悪影響が大きかった。このため、部分的に悪影響が見られた他の殺ダニ剤とともに、今後野外でのカブリダニ類およびハダニ類の動態に対する影響を解明し、利用場面を検討する必要がある。

おわりに

今回、新たに開発された薬剤感受性検定法を用いて、果樹で多く観察される広食性カブリダニ類4種について主要殺虫剤の影響評価を行った結果、ジアミド系、IGR系殺虫剤を中心に悪影響が小さい薬剤が明らかとなった。また、ネオニコチノイド系殺虫剤および殺ダニ剤の中にも悪影響が比較的小さい剤が存在することが明らかとなった。現在、殺菌剤も含めてさらなる影響評価試験を進めており、広食性カブリダニ類に悪影響の小さい薬剤を利用した防除体系を構築するための基礎資料としてリスト化を目指している。ただし、今回の評価は直接散布による短期間の影響評価のみであったことから、今後、長期的な影響評価も蓄積する必要がある。また、悪影響が見られた薬剤についても、室内試験での死亡率や産卵数への影響評価が野外での動態にどのように反映されるかは明らかでなく、また、残効性についても未調査である。悪影響のある薬剤であっても対象害虫への効果

表-3 IOBC 基準に基づく土着広食性カブリダニ4種の各種殺虫剤に対する感受性の差違

カブリダニ種	試験 ステージ	薬剤数			
		◎	○	△	×
ニセラーゴ カブリダニ	卵	15	4	3	7
	成虫	21	3	1	4
ミチノク カブリダニ	卵	17	2	3	7
	成虫	23	2	0	4
コウズケ カブリダニ	卵	8	4	3	14
	成虫	17	4	1	7
フツウ カブリダニ	卵	13	4	2	10
	成虫	18	3	3	5

の観点や、マイナー害虫の突発的発生等で使用せざるを得ない場面は想定されるため、影響の程度、および悪影響を軽減できる使用時期や場面の解明に向けて、圃場試験による評価も進める必要がある。

なお、今回の試験では、供試した種間で薬剤感受性が異なり、ミチノクカブリダニでは影響なしと分類された薬剤が多かったのに対し、コウズケカブリダニでは比較的多くの薬剤に対して高い感受性を示した(表-3)。このことから、カブリダニ類を保護する防除体系を構築する際には、圃場に発生しているカブリダニ種を把握したうえで、適切な殺虫剤を選択する必要がある。一方、いずれの種も有機リン系、合成ピレスロイド系殺虫剤に対して感受性が高く、ケナガカブリダニやミヤコカブリダニ(浜村, 1986; 望月, 1990; AMANO et al., 2004; 舟山, 2010; 片山ら, 2012)で報告されたような抵抗性は今回の試験では観察されなかった。その一因として、いずれの種も殺虫剤が散布されていない環境から採集されたことが考えられる。今後、使用可能薬剤のさらなる拡大を可能とする抵抗性システムの探索に向けて、各種カブリダニの薬剤感受性の個体群間変異の情報も蓄積する必要がある。

引用文献

- 1) ABBOTT, W. S. (1925): J. Econ. Entomol. **18**: 265~267.
- 2) AMANO, H. and M. HASEEB (2001): Appl. Entomol. Zool. **36**: 1~11.
- 3) ——— et al. (2004): J. Acarol. Soc. Jpn. **13**: 65~70.
- 4) 舟山 健 (2010): 応動昆 **54**: 208~211.
- 5) ——— (2018): 同上 **62**: 95~105.
- 6) 浜村徹三 (1986): 茶試研報 **21**: 121~201.
- 7) 柏尾具俊 (1983): 果樹試報 **D5**: 83~92.
- 8) 片山晴喜ら (2012): 関西病虫研報 **54**: 187~189.
- 9) KISHIMOTO, H. (2002): Appl. Entomol. Zool. **37**: 603~615.
- 10) 岸本英成 (2005): 植物防疫 **59**: 396~399.
- 11) ——— (2018): 同上 **72**: 776~780.
- 12) ———ら (2007): 日本ダニ学会誌 **16**: 129~137.
- 13) ———ら (2018): 応動昆 **62**: 29~39.
- 14) 近藤 章 (2001): 植物防疫 **55**: 353~356.
- 15) KONDO, A. and T. HIRAMATSU (1999): Appl. Entomol. Zool. **34**: 531~535.
- 16) McMURTRY, J. A. (1992): Exp. Appl. Acarol. **14**: 371~382.
- 17) 望月雅俊 (1990): 応動昆 **34**: 171~174.
- 18) 日本植物防疫協会 (2017): 農薬要覧 2017, 日本植物防疫協会, 東京, 781 pp.
- 19) 柴尾 学ら (2006): 応動昆 **50**: 247~252.
- 20) 園田昌司ら (2017): 植物防疫 **71**: 92~98.
- 21) TANAKA, M. and T. KASHIO (1977): Bull. Fruit Tree Res. Stn. **D1**: 49~67.
- 22) 山本敦司 (2018): 農薬の創成研究の動向—安全で環境に優しい農薬開発の展開—, シーエムシー出版, 東京, p.113~127.

農林水産省プレスリリース (2018.11.14~30.12.10)

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/syouan> の後にそれぞれ該当のアドレスを追加してご覧下さい。

- ◆ 「平成 30 年度病害虫発生予報第 9 号」の発表について
(11/14) /syokubo/181114.html



ブータン王国の農業風土と害虫問題

—園芸作物を中心に—

元 中西部地域園芸農業振興プロジェクト ふじ いえ あずさ
藤 家 梓

Ministry of Agriculture and Forests
Agriculture Research and Development Center Bajo **Ugyen DORJI and Kinley DORJI**

はじめに

ブータン王国（以下：ブータン）は山岳国家である。国土面積は約 38,400 平方キロメートル（九州程度）、人口は約 797,000 人で、主要産業は農業、林業、水力発電である（外務省 HP）。農業ではイネ、ムギ、トウモロコシといった穀物生産が盛んであるが、果樹や野菜といった園芸作物の栽培も推進されている。しかし、農業は想像を絶するような急峻な地形の中で営まれており、農家へ通じる道路も多くが未整備状態である。栽培は粗放的で、機械化はもとより農業資材の投入も十分ではない。さらに、有機農業を推進する政策や殺生を嫌う宗教的価値観もあり、ブータンならではの独特の農業風土が存在する（月原，1992；河合，2008；寺嶋，2017）。

そのような中で、様々な害虫が大きな問題となっている。ミバエ類に関しては、守屋（2014）がブータンの東部地域で 2012 年と 2013 年に行った調査に基づき、発生状況と防除対策について報告している。しかし、その他の園芸作物害虫に関する知見は少ない。また、研究・普及機関の体制も十分とはいえず、農家の害虫情報も不足している。

筆者の一人（藤家）は、2014 年と 2017 年に国際協力機構（JICA）からブータンに派遣された。特に、2017 年 9～11 月には JICA が農林省農業局バジョ農業研究開発センター（Agriculture Research and Development Center Bajo：ARDC-Bajo）を拠点として実施している中西部地域園芸農業振興プロジェクト（Integrated Horticulture Promotion Project：IHPP）において、IHPP が対象とする中西部地域（ワンデュ・ポダン県、プナカ県、チラン県、ダガナ県、図-1）における農業事情を広く見聞し、園芸作物（果樹と野菜）の栽培状況や病害虫の発

生状況を調査することができた。得られた見聞情報や調査結果を基にし、園芸作物を中心としてブータンにおける農業風土と害虫問題を概説する。

活動に際してご支援・ご協力をいただいた各県の普及員と園芸農家、JICA 本部とブータン事務所、Pema Chofil プログラムダイレクターをはじめとする ARDC-Bajo の方々、IHPP の JICA 専門家、富安裕一氏、佐々木健一氏（当時）、湯浅一充氏に感謝申し上げます。さらに、本稿に対して有益なご助言をいただいた琉球大学の寺嶋芳江教授に感謝申し上げます。

I 農業風土

1 急峻な地形と圃場

南アジアに位置するブータンには、標高が 100 m 程度の低地から、7,000 m を超える高地まで存在する。平地はわずかで、生活や農業のほとんどすべてが傾斜地で行われている。道路は地形に沿って斜面へ切れ込みを入れる形で作られていることが多い。法面や路肩は土留めされておらず、がけ崩れや崩落もしばしば起こる。さらに、谷への自動車の転落事故も多い。ブータンを東西に走る幹線道路である国道一号線を利用して、ワンデュ・ポダン県の街から東部地域のモンガル県の街まで直線距

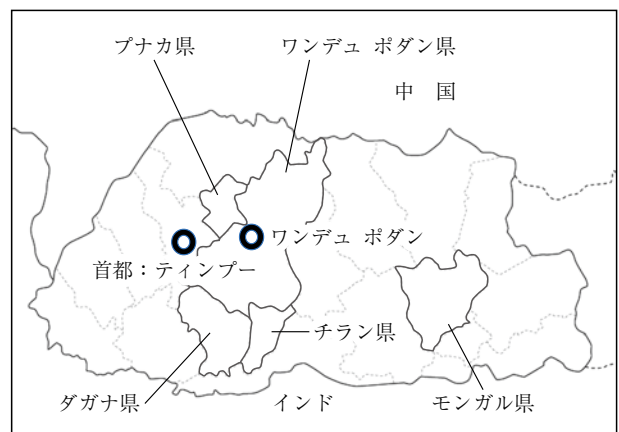


図-1 ブータン地図

Agricultural Environment and Insect Pest Problems in the Kingdom of Bhutan. By Azusa FUJIE, Ugyen DORJI and Kinley DORJI
(キーワード：害虫管理，有機農業，地形，宗教的価値観，農作物品質)

離にして130 km を行く場合、自動車による実走距離は350 km もあり、富士山並みの峠を三つ越えなければならない。さらに、その多くが悪路のために到着までに2日を要する。

農家へ行くには幹線道路から枝道へ入り、さらに枝道へと入ることになり、雨天の場合には四輪駆動車でも走行が難しい道路も多い。農家の建物の多くは道路から離れた傾斜地に立てられ、その周囲に圃場がある(図-2)。自動車が通れる道路から農家の建物や圃場までの道は一人通れる程度で、整備されておらず、雨の日には滑って歩みにくい。したがって、圃場への行き来や収穫物の搬出は容易ではない。テラス状(段々畑状)に整備された圃場もあるが、斜面をそのまま利用している圃場も多く、そこでの農作業は重労働となる。

2 宗教に裏打ちされた価値観

ブータンでは、チベット仏教が広く信仰されており、国中が仏教的な雰囲気になり満ち溢れている。宗教的な価値観に基づいて様々な環境保護対策がとられている。経済的・技術的な問題もあると思われるが、山や川には精霊が宿ると信じられているため、道路のために山を穿ってトンネルを作るという行為は望ましくないとされており、トンネルはわずかしかない。いたるところに河川があり、川魚も多く生息しているが、捕って食べることは決してない。ブータンの人々は殺生を嫌う。その例として、カに刺されても殺すことはせず、追い払うだけともいわれている。また、現場を見たわけではないが、噛まれると命にかかわるコブラに圃場で遭遇することがあるが、決して殺さないとのことである。これらの状況は、シャングリラ的なブータンを語るには格好の材料であるが、害虫対策上はいささか厄介な問題をはらんでいる。



図-2 急峻な地形にある農家と周辺圃場

3 農作物品質への寛容さ

八百屋は存在せず、消費者は常設市場や休日に開催される市場等で果物や野菜を購入する。市場では様々な農作物が販売されている。市場の規模にもよるが、地元産の農作物だけでなく、インドなどからの輸入農作物も売られている。果物や野菜は全体的に小さく不ぞろいで、特に、地元産でその傾向が強い(図-3)。しかし、ブータンの消費者は農作物の品質に対して、極めて寛容で、大きさや形の不ぞろいを気にしない。ARDC-Bajo 近くの市場で売られていたカンキツ類やナシ等は直径5 cm 程度、キャベツは直径10 cm 程度、ダイコンやニンジンも細くて不ぞろいであった。

II 主要な園芸作物

ブータンでは大きい標高差の中で、様々な農業が営まれている。月原(1992)は、ブータン西半部で行った調査に基づき、農業地帯を「ヤクのゾーン、中間のゾーン、イネのゾーン」に区分した。標高が高いヤクのゾーンや中間のゾーンでは、ヤクやウマ等の家畜が飼育されており、農作物としてはムギ類やソバ等が栽培されている。標高が比較的低いイネのゾーン(2,500 m 以下)では、イネ、トウモロコシ、ヒエ、ソバ等、様々な農作物が栽培され、園芸作物もこのゾーンで栽培されている。ちなみに、2017年に調査のために訪れた中西部地域の圃場の標高は300~2,200 m であった。

ブータンにおける主要な園芸作物を表-1に示した。果樹では、カンキツ類とピンロウが圧倒的に多く栽培されており、バナナ、リンゴ等がこれらに続く。野菜では、国民食といっても過言ではなく貴重な現金収入作物であるトウガラシの栽培が多い。次いでインゲン、ダイコン、キャベツ等が栽培されている。IHPPでは、ARDC-



図-3 市場で売られている野菜

Bajo の試験圃場にカンキツ類、ブドウ等の果樹、トマト、キュウリ、ナス等の夏野菜、キャベツ、ダイコン、ハクサイ等の秋冬野菜を試験栽培し、農家に対する推奨品目を選定している (JICA HP)。

果樹栽培では、調査に訪れた農家の多くが様々な樹種を混植しており、特定樹種の単作が行われている果樹園は少なかった。園内に野菜も栽培されていることがあり、特定樹種が単作される日本の果樹園とは趣を異にしていた。野菜栽培では単作圃場が多かったが、トウガラシとダイコンのように複数の品目が同時に栽培されている混作圃場も少なくなかった。果樹では整枝剪定や摘果等の管理は行われておらず、また、野菜栽培では畝立てせずに撒播が行われている圃場や除草作業が十分でない圃場も多く見られた。

III 園芸作物害虫

1 園芸作物害虫

ブータンの首都ティンプーから直線距離にして約 26 km

表-1 ブータンにおける主要園芸作物

順位	果樹		野菜	
	品目	栽植本数/ エーカー	品目	栽培面積 (エーカー)
1	カンキツ類	1,665,797	トウガラシ	5,538
2	ピンロウ	1,423,208	インゲン	3,385
3	バナナ	350,141	ダイコン	2,871
4	リンゴ	242,903	キャベツ	2,738
5	マンゴー	82,153	カブ	1,603
6	ナシ	39,575	カリフラワー	1,512
7	グアバ	36,405	アオナ	1,458
8	ライチ	31,805	ニンニク	1,409
9	モモ	27,087	エンドウ	795
10	クルミ	24,072	ブロッコリー	725

* Ministry of agriculture and forests, Bhutan (2016) より作成。

東に位置する都市ワンデュ・ポダンを調査拠点として、2017年に中西部地域のワンデュ・ポダン県、プナカ県、チラン県、ダガナ県において害虫調査を行った。常緑果樹としてカンキツ類、落葉果樹としてナシ、主要野菜としてアブラナ科野菜、トウガラシとマメ類を例に主な害虫を示した (表-2)。

カンキツ類で最も発生地点率が高かったのはミカンハモグリガで、カミキリムシ類、カイガラムシ類、アブラムシ類、ミバエ類がこれに続いた。ミカンキジラミ成虫を確認することはできなかったが、ミカンキジラミが媒介するカンキツグリーニング病は多発していた。現地での情報によると筆者らが調査を行った9~11月は成虫の発生時期としては遅いとのことであった。一方、ミカンキジラミの近縁種で本病を媒介する可能性がある *Diaphorina communis* (DONOVAN et al., 2012) が、その寄主植物であるカレーリーフ (*Bergera koenigii*) で多数見つけた。カンキツ園でミバエ類成虫を確認したが、果実の分解調査ではミバエ類幼虫を確認することはできなかった。2014年11月にブータン東部地域で行ったカンキツ類の果実調査では、多くのミバエ類幼虫を確認した。ナシでは、アブラムシ類の発生地点率が特に高かった。次いでミバエ類で、果実調査でも幼虫を確認した。ハダニ類、イラガ類、ドクガ類がこれらに続いた。

アブラナ科野菜ではアブラムシ類、ナガメ類、ヨトウムシ類、ノミハムシ類の発生地点率が比較的高かった。アブラムシ類によって媒介されるウイルス病の発生も多かった。ヨトウムシ類はキャベツなどの野菜を暴食するため、実害が大きかった。ノミハムシ類はダイコンの根部に食害痕を残すため、日本では商品価値を著しく低下させるが、ブータンの消費者は食害痕を気にしていなかった。トウガラシで発生地点率が最も高かったのは、ミバエ類であった。果実調査でも多くの幼虫を確認した。

表-2 園芸作物における発生害虫

果樹				野菜					
カンキツ類	発生地点率 (%)	ナシ	発生地点率 (%)	アブラナ科野菜	発生地点率 (%)	トウガラシ	発生地点率 (%)	マメ類	発生地点率 (%)
ミカンハモグリガ	42.9	アブラムシ類	71.4	アブラムシ類	28.6	ミバエ類	25.0	ヨトウムシ類	23.1
カミキリムシ類	23.8	ミバエ類	37.5	ナガメ類	28.6	ヨトウムシ類	8.3	マメシクイムシ類	15.4
カイガラムシ類	14.3	ハダニ類	14.3	ヨトウムシ類	21.4	アブラムシ類	8.3	カメムシ類	15.4
アブラムシ類	14.3	イラガ類	14.3	ノミハムシ類	14.3	ネキリムシ類	8.3	ヨコバイ類	15.4
ミバエ類	13.6	ドクガ類	14.3	ネキリムシ類	7.1	シロアリ類	8.3	アブラムシ類	7.7

* ブータン中西部地域のワンデュ・ポダン県、プナカ県、チラン県、ダガナ県における 2017年9~10月調査。

* 発生地点率は、調査地点 (圃場) のうちで当該害虫が発生していた地点の割合。

* カンキツ類には、ミカンキジラミが媒介するカンキツグリーニング病が多発。

* アブラナ科野菜はキャベツ、ダイコン、カブ、カリフラワー等、マメ類はインゲン、ダイズ、ダル、ヒヨコマメ等。

ヨトウムシ類によって大きな被害を受けた圃場もあった。ウイルス病を媒介していると思われるアブラムシ類も確認された。標高が低く、比較的暖かい地帯ではシロアリ類による被害が見られた。マメ類では、ヨトウムシ類の発生地率率が高い、マメシキムシ類、カメムシ類、ヨコバイ類、アブラムシ類と続いた。ヨトウムシ類によって壊滅的な被害を受けた圃場もあった。東部地域では、ツチハンミョウの一種がマメ類の花を加害していた。さらに、野菜を加害する大型の陸生巻貝も発生していた。

2 広域発生大害虫

ブータンの国立植物保護センター (NPPC) は、農林害虫として 35 種を示し (NPPC HP)、そのうち 29 種が園芸作物を加害する。地域によって様々な害虫が、園芸作物に発生している。しかし、表-3 に示したように広域的に発生して大きな被害を与える害虫は限られており、ミバエ類、ミカンキジラミ、カミキリムシ類、ヨトウムシ類が最も重要害虫である。

ブータンにおけるミバエ類の発生密度は高く (GHALLEY et al., 2014; 守屋ら, 2014)、様々な種類のミバエ類が毎年多発し、果樹 (カンキツ類、ナシ、カキ、モモ、マンゴー等) と果菜類 (トウガラシ、トマト、ナス、ウリ類等) に被害を与える。守屋ら (2014) によると *Bactrocera dorsalis* 種群はカンキツ類、モモ、ナシ、カキ、マンゴー、*B. latifrons* はトウガラシ、*B. tuberculata*、*B. zonata*、*B. minax* はカンキツ類、*B. cucurbitae* と *B. tau* 種群はウリ類にそれぞれ寄生する。なお、チラン県のカンキツ類における主要加害種は *B. minax* とのことである。

カンキツグリーニング病菌 (*Candidatus Liberibacter asiaticus*) を媒介するベクターであるミカンキジラミは広域で常発しており、カンキツ類でカンキツグリーニング病が広く多発していた。罹病樹は衰弱し、やがて枯死するため、甚大な被害となっている。

カミキリムシ類は、毎年広域で発生している。様々な種が加害するようであるが、通常密度は高くない。しかし、カンキツ類では *Anoplophora* (ゴマダラカミキリ) 属の多発が見られる。幼虫が樹内に食入し、樹を衰弱・枯死させるため、慢性的に甚大な被害が発生している。

ヨトウムシ類では、特にアワヨトウが突発的に大発生し、イネ科 (ミレット、イネ、コムギ、トウモロコシ等) を激しく加害、時には、マメ科など、様々な野菜も加害して、甚大な被害を与える。その他のヨトウムシ類も多発し、トウガラシ、マメ科 (インゲン、ダイズ、ダル、ヒヨコマメ等)、アブラナ科 (キャベツ、ダイコン、カブ、カリフラワー等)、ナス科 (トウガラシ、トマト、ナス等)、ネギ等を加害する。ハスモンヨトウは野菜だけでなく、カンキツ類を加害することもある。

IV 害虫問題

ブータンには、急峻な地形と圃場、宗教に裏打ちされた価値観、農作物品質への寛容さといった独特の農業風土が存在するために、ブータンならではの害虫問題が存在する。ブータンにおける害虫問題を明らかにするため、農業形態、化学農薬利用、農作物の害虫被害への許容性、および殺生 (殺虫行為) に対する宗教的抵抗感を日本と比較した (表-4)。

1 農業形態

ブータンにおける主な農業形態は有機農業で、国策として推進されている。ブータンのジグミ・シンゲ・ワンチュク国王 (第四代) が、1970 年代に国民総幸福量 (Gross National Happiness : GNH) という概念を提唱した。GNH は、経済成長を重視する姿勢を見直し、伝統的な社会・文化や民意、環境にも配慮した国民の幸福の実現を目指す考え方とのことである (外務省 HP; 宮下, 2009)。この概念を背景として、ブータンでは国際有機農業運動連盟 (IFOAM) による定義に基づいた「持続的な農業

表-3 園芸作物に大きな被害を与える広域発生害虫

発生のタイプ	害虫名	加害作物
常発型	ミバエ類 (<i>Bactrocera dorsalis</i> 種群、 <i>B. cucurbitae</i> 、 <i>B. tau</i> 種群、 <i>B. latifrons</i> 、 <i>B. tuberculata</i> 、 <i>B. zonata</i> 、 <i>B. minax</i> 等)	カンキツ類、モモ、ナシ、カキ、マンゴー、ウリ類、トウガラシ、トマト、ナス等
	ミカンキジラミ (<i>Diaphorina citri</i>)	カンキツ類
	カミキリムシ類 (<i>Anoplophora</i> 属など)	果樹 (カンキツ類、ナシ、リンゴ、クルミ等)
突発型	ヨトウムシ類 (アワヨトウ <i>Mythimna separata</i> 、オオタバコガ <i>Helicoverpa armigera</i> 、ハスモンヨトウ <i>Spodoptera litura</i> 、ヨトウガ <i>Mamestra brassicae</i> 等)	アワヨトウ：主にイネ科作物、その他のヨトウムシ類：マメ科作物、アブラナ科野菜、ナス科野菜、ネギ等

表-4 農業形態と害虫への対応に関するブータンと日本の比較

項目	ブータン	日本
主な農業形態	有機農業	IPM 農業
化学農薬利用	無農薬	減農薬
農作物の害虫被害への許容性	中～高	低～中
殺生（殺虫行為）に対する宗教的抵抗感	強	弱

生産システム」を理念とした有機農業が推進されている (Ministry of agriculture, Bhutan, 2006 ; KOBAYASHI et al., 2015 ; IFOAM HP)。有機農業の推進には、化学農薬や化学肥料の導入が経済的に難しいという側面もあると想像される一方で、自然崇拜や殺生を嫌うといった宗教的な考え方が社会に根付いていることも有機農業の受け入れを容易にしたと思われる (須藤, 2009)。

日本では総合的害虫管理 (IPM) に基づいた IPM 農業が主流で、有機農業の推進に関する法律 (平成 18 年法律第 112 号) で定義され、「化学合成肥料・農薬および遺伝子組み換え技術を用いない」ことを基本とし、「環境負荷の低減」をめざしている有機農業に取り組んでいる農家は、2016 年現在全農家の 0.5% と推定されている (農林水産省 HP)。

2 化学農薬利用

基本的には害虫管理理論ではない有機農業は、その理念に基づいて化学農薬の使用が認められていない。有機農業を国策としているブータンでも、化学農薬の使用は原則的に認められていないが、害虫が大発生した場合のみ広域散布が行われる。農薬の販売は NPPC によって専売的に行われ、首都ティンプーにある NPPC へ行けば購入することができる。2017 年 10 月に NPPC を訪問した際、殺虫剤 4 品目、殺菌剤 8 品目、除草剤 2 品目、殺鼠剤 1 品目、その他 3 品目が販売リストに示されていた。殺虫剤の品目としては、クロルピリホス乳剤、シベルメトリン乳剤、ジメトエート乳剤、フェンバレート粉剤、その他の品目としてニームオイル、機械油、展着剤が記載されているが、品切れも多いようである。また、基本的に農薬を使用しないために、農家や農業技術者 (研究者や普及員) の化学農薬に関する知識や取り扱いに関する技術が不足している。

筆者らが遭遇したアワヨトウの大発生の地域では、ミレットなどに大きな被害が発生したため、ジメトエート乳剤の広域散布が行われていた。しかし、殺虫剤散布後の圃場でも生存幼虫が認められた。ジメトエートは、浸透性殺虫剤としてチョウ目害虫より、吸汁性害虫に効果が高いことが知られており、薬剤の選択に問題があると思われる。さらに、散布時期や散布方法が適切であった

かどうかについても明らかではない。このように農薬散布が例外的に行われているが、園芸作物を含む一般的な栽培の中では化学農薬はほとんど用いられていない。

なお、ブータンでは天然農薬 (Natural pesticides) として、石鹸、レモン、ニンニク、トウガラシ、ショウガ液等の散布が推奨されている。筆者らが訪れた農家では、生育促進効果と害虫被害低減効果があるとして、家畜の尿を野菜に散布していたが、その効果には疑問が残る。

3 農作物の害虫被害への許容性

ブータンの消費者の農作物の品質に対する許容性は、日本の消費者よりはるかに高く、日本のスーパーマーケットでキスジノミハムシに加害されたダイコンが販売されることはないが、ブータンの消費者によるとまったく問題ないとのことである。購入した果実からミバエ類やシンクイムシ類の幼虫が出てくることは好ましいことではないが、大きな問題になることはない。

ブータンの農作物品質の現状が望ましいというわけではないが、害虫被害に対する許容性が低すぎるのも考えものである。ブータンの消費者意識は、被害許容水準を高く設定するには極めて好都合である。

4 殺生に対する宗教的抵抗感

ブータンには、殺生を嫌う宗教的価値観がある。そのため害虫を捕殺したくない、あるいは化学農薬を積極的に使いたくないという心情が生まれるのであろう。筆者が、ブータンの農業技術者とともに農家を訪問し、果樹や野菜の害虫を調査した時に、キャベツやネギを暴食していたヨトウムシ類を、農家も技術者も取り除くが、決して捕殺することはなかった。殺生に対する抵抗感は日本に比べるとブータンのほうがはるかに強い。日本において、化学農薬が人畜毒性や環境保全の観点から批判されることはしばしばあるが、死亡する害虫に思いをはせた批判を寡聞にして承知していない。

おわりに

幸せの国という国家のあり方は、小国ブータンの国際社会での生存戦略とも考えられる。ブータンには秘境やシャングリラのイメージもあり、経済至上主義の基に発展した先進国が置き忘れてきたものが存在しているという憧れを抱かせる雰囲気があるのは確かである。これらの背景のもとに育まれた独特の農業風土は一朝一夕には変わるものではないし、どこまで変えればよいかについては慎重な対応が必要である。ブータンのような価値観の国家が地球上に存在することは好ましいことである。しかし、幸せの国ブータンを末永く支える農業を発展させるためには、ブータンの農業風土の中にあっても積極

的な害虫管理を農業に取り入れる必要があると感じている。そのために取り組むべき課題は多く、ブータンでも調査を行った研究者・技術者の活躍を期待している。

引用文献

- 1) DONOVAN, N. J. et al. (2012): Australasian Plant Disease Notes 7: 1~4.
- 2) GHALLEY, O. P. et al. (2014): Journal of Renewable Natural Resources Bhutan 10: 9~18.
- 3) 河合明宣 (2008): ヒマラヤ学誌 9: 54~83.
- 4) KOBAYASHI, M. et al. (2015): ヒマラヤ学誌 16: 66~72.
- 5) Ministry of agriculture, Bhutan (2006): National framework for organic farming in Bhutan, Department of agriculture, Thimphu, 44 pp.
- 6) Ministry of agriculture and forests, Bhutan (2016): Agriculture statistics 2016, Department of agriculture, Thimphu, p.17~18.
- 7) 宮下史明 (2009): 早稲田商学 420・421 合併号: 39~74.
- 8) 守屋成一ら (2014): 植物防疫 68: 39~45.
- 9) 須藤 伸 (2009): 早稲田社会科学総合研究 別冊, p.127~141.
- 10) 寺嶋芳江 (2017): 国際農林業協力 40(3): 22~31.
- 11) 月原敏博 (1992): ヒマラヤ学誌 3: 133~176.

発生予察情報・特殊報 (2018.11.1~11.30)

各都道府県から発表された病虫害発生予察情報のうち、特殊報のみ紹介。発生作物：発生病虫害（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虫害。

※詳しくは各県病虫害防除所のホームページまたは JPP-NET (<http://web1.jppn.ne.jp/>) でご確認下さい。

- オリーブ：Peacock leaf spot (香川県：初) 11/6
- りんどう：キオビトガリメイガ (岡山県：初) 11/6
- トルコギキョウ：斑点病 (岡山県：初) 11/6
- キャベツ：トビイロシワアリ (東京都) 11/6
- スイゼンジナ：ナスコナカイガラムシ (石川県：初) 11/8
- ハボタン：トビイロシワアリ (石川県) 11/8
- なす：タバコノミハムシ (新潟県：初) 11/9
- アボカド：アテモヤコナジラミ, ヤマモモコナジラミ (鹿児島県：初) 11/16
- レタス：黒根病 (仮称) (静岡県：初) 11/20
- オリーブ：立枯病 (仮称) (宮崎県) 11/26
- レタス：黒根病 (仮称) (長野県：初) 11/27
- ピーマン：ミナミキイロアザミウマ (岩手県：初) 11/28
- かんしょ：サツマイモ基腐病 (仮称) (沖縄県：初) 11/30

農薬の再評価制度と課題

農薬工業会 ^{よこ}横 ^た田 ^{とく}篤 ^{のり}宜

はじめに

2016年1月に自民党の「農林水産業骨太方針策定プロジェクト」において「農業資材費低減」が議論され、「農業競争力強化プログラム（以下、「強化プログラム」）が策定（2016年11月25日）されるとともに、官邸では「農林水産業・地域の活力創造プラン」が改定（2016年11月25日）された。これらの中で農薬について、「国は、ジェネリック農薬のあり方を含め、農薬取締法の運用を国際調和させる方向で抜本的に見直す。」旨が謳われた。

その後これらを具現化するため、第193回通常国会において「農業競争力強化支援法」が成立（2017年5月19日交付、8月1日施行）し、農薬等の農業資材に係る規則（第八条）について3項目の見直し（①安全性の確保、②国際的な標準との調和、③最新の科学的知見を踏まえ合理的なものとする）が謳われた。さらに、農業競争力強化支援法に基づく議論が第17回農業資材審議会（2017年7月13日開催）で行われ、次の方針が示された。

- ・農薬登録時の評価において、農薬の品質及び安全を保証するための制度を見直し、農薬原体が含有する成分の評価の導入、農薬使用者に対する影響評価の充実、動植物に対する影響評価の充実をはかる。
- ・農薬の登録後において、科学の発展に伴い明らかとなる新たな知見に対応するため、農薬の安全性について、定期的に、その時点の最新の科学に照らして「再評価」を行うとともに、3年ごとに行っている農薬の再登録を廃止する。

これを踏まえ、第196回通常国会に「農薬取締法の一部改正に関する法律案」が提出され、2018年6月15日に公布された。

本稿では、係る制度変更による影響や課題について農

薬工業会で検討した概要を紹介する。なお、本稿は2018年9月20日開催の日本植物防疫協会シンポジウム「転換的にたつ植物防疫」において講演した内容に一部加筆・修正を加えたものであるが、新制度に基づくデータ要求の詳細が十分明らかになっていない状況下のものであることを付記する。

I 欧米における再評価

欧米では既に四半世紀前から再評価が実施されているが、制度導入の背景等は我が国の場合と大きく異なっている。また、再評価の導入に伴って多くの農薬有効成分が失効したが、その後、よりリスクの低い有効成分への代替もすすんでいる。

1 EU

1991年のEU統合を受け、EC指令91/414/EEC（以下“EU指令”）が1991年7月に発効し、有効成分について欧州委員会による認可（Annex I掲載）が必要となった。この結果、1993年7月以前にEU加盟各国（統合当時12か国）で登録のあったすべての有効成分（約1,000）について、EU指令に基づく試験成績が要求され評価が開始された。その際、すべての有効成分を一度に評価できないため、4グループ（表-1）に分けて10年間をかけて評価する予定であった。しかし、以下の理由で評価が大幅に遅延した。

- （1）評価基準やガイダンス（試験データの解釈や懸念のある代謝分解物の定義等）について十分議論されていなかった。
- （2）評価手順が確立していない中で追加試験データが次々と提出されたため、Annex I掲載の判断ができなかった。
- （3）初期の欧州委員会は満場一致でない登録認可や不許可を問題とした。

このため、以下の対策が講じられた。

- （i）新たに欧州食品安全機関（EFSA：European Food Safety Authority）を2002年に設立し評価基準を明確化

Introduction of Periodic Re-evaluation Program of Pesticides and Related Issues. By Tokunori YOKOTA

（キーワード：農薬取締法、再評価、後発農薬、リスク評価、作物残留試験、ドシエ）

- (ii) 試験データの追加提出の禁止
- (iii) データが不十分と思われる有効成分の自主的な Annex I 掲載取り下げおよび次回評価までの各国登録維持

これにより再評価は 2009 年に終了したが、EU 加盟各国で登録のあった有効成分の約 2/3 が失効した（表-1）。失効の主な理由は以下の通りである。

- (1) EU 指令の要求を満たすために新たな試験データが必要
- (2) 安全性評価をクリアするために高次試験が必要
- (3) ドシエ作成と審査の費用負担が過大
- (4) 農薬会社の M&A に伴う有効成分の選抜

EU では 2007 年から新たな再評価（AIR：Annex I Renewal）が各有効成分の有効期限をにらみつつ進められているが、評価は遅延している。

2 米国

1988 年に FIFRA（連邦殺虫剤殺菌剤殺そ剤法：Federal Insecticide, Fungicide and Rodenticide Act）が改正され、1984 年 11 月 1 日以前に登録されていたすべての有効成分を 4 グループ（食用あるいは飼料作物への登録有無、地下水等に対する毒性上危惧すべき性質の有無、施設等での登録の有無、他）に分けて約 1,000 の有効成分に関する再評価が開始された。その後、農薬の安全性評価において乳幼児および子供の保護を謳った FQPA（食品品質保護法：Food Quality Protection Act）が 1996 年に発効し、最新の科学的知見による安全基準に照らし

て再評価が継続された。

2007 年以降は、登録または再評価された時期並びに化学構造等によるグループ分けも考慮し、15 年ごとに再評価が実施されている。

3 再評価に必要となる試験成績

EU、米国それぞれで、再評価に際し提出が必要となる試験成績の特定方法は異なる（表-2）。我が国では、再評価における優先順位を考慮しながら、必要に応じてコンサルテーションが行われることとなっている。

II データギャップによる影響

我が国では、「農薬の登録申請に係る試験成績について（12 農産第 8147 号農林水産省農産園芸局長通知）」（以下、“通知”）が発出された以降、関係通知を含め計 13 回改正されている（表-3）。通知の改正により新たな試験項目または例数の増加等があった場合、それが適用される範囲が示される。ここでは、通知発出当時に適用外となっていたため、再評価に際し対応が必要となる事項（データギャップ等）を整理する。

1 作物残留試験

従来、2 例以上の作物残留試験で登録が認められていたが、2011 年の通知改正により、新たな残留基準値を設定する場合、メジャー作物で 6 例以上、準メジャー作物で 3 例以上が要求されることとなった。つまり、2014 年 3 月 31 日以前に開始した作物残留試験は、原則として、不足する作物残留試験（メジャー作物で 4 例以上、

表-1 EU における再評価の結果

	List 1	List 2	List 3	List 4	合計
対象有効成分数	90	147	388	329	954
Annex I 掲載	59	33	107	109	308
Annex I 未掲載	31	114	281	220	646

- List 1：主要農薬（防除上重要な有効成分）.
- List 2：主要農薬（有機リン系・カーバメート系等の有効成分）.
- List 3：その他の化学農薬.
- List 4：微生物農薬、生物農薬等.

表-2 欧米における再評価に際し提出する試験成績の特定方法

	再評価に際し提出する試験成績の特定方法
EU	<ul style="list-style-type: none"> ●再評価に関する資料を提出する前に申請者と RMS（評価担当国：Rapporteur Member State）の間で Pre-submission 会議を開催 ●Pre-submission 会議で申請者は申請の資料を RMS に提示し、登録維持に必要な試験および理由書の提案を行い、協議により必要となる試験成績を特定
米国	<ul style="list-style-type: none"> ●EPA が既提出試験を評価し、再評価に際し必要となる試験成績を特定 ●Data Call-In (DCI) の制度を利用して、試験の種類ごとに提出までの期限を設定して申請者に追加試験成績を求める

表-3 通知における主な改正等

改正日	改正内容等
2000.11.24	通知（12農産第8147号局長通知）発出
2008.3.31	作物残留試験に関するGLP基準適用（2011.4.1以降に開始する試験に適用）、ほか
2011.4.1	作物残留試験における例数見直し（2014.4.1以降に新たな基準値の設定を依頼する場合に適用）
2014.5.15	●家畜試験の要件化（2017.5.15以降に飼料作物に新たに申請する場合に適用） ●ドシエ様式の導入（2015.5.15以降に申請する新規有効成分に適用）
2016.10.31	農薬原体の組成に関する試験成績要件化（2017.4.1以降に申請する新規有効成分に適用）、ほか
2017.3.31	●土壌残留試験方法の見直し（2017.10.1以降に開始する試験に適用） ●殺虫活性を有する化合物に対するユスリカ幼虫急性遊泳阻害試験の要件化（2018.4.1以降に申請する新規有効成分に適用）、ほか

表-4 土壌残留試験における主な改正項目

事項	改正前の試験方法	改正後の試験方法
処理方法	体系処理	単回処理
作物栽培有無	当該農薬が使用される代表的作物を栽培している状況	裸地状態
採取する試料	水田	地表面から10cmの深さ（田面水を含めて採取）
	畑地	地表面から10cmの深さ
		田面水 土壌（地表面から10cmの深さ）
		地表面から20cmの深さ（2画分（地表面から10cm、10cmから20cm）に分けて採取）

準メジャー作物で1例以上)の追加が必要になる。農薬工業会において再評価に際し不足分のすべてを実施すると仮定した場合の圃場数を試算した結果、少なくとも約10,000圃場（費用としては数百億円）が必要になる（この点について、最近、不足分の一律的な要求を免除する方針が示された）。

2 ドシエ

従来から、農薬の申請に際しては「試験成績」およびその結果を取りまとめた「農薬抄録」を提出していた。しかし、国際調和を考慮して申請に際し提出する資料が「OECDドシエ様式」に変更されたことから、新たに「試験成績品質報告書」が必要となるとともに、「農薬抄録」についてもその記載内容の見直し・整理が必要となる（農薬抄録が利用できる部分については活用も可能）。

3 土壌残留試験

改正された主な項目を表-4にまとめる。土壌残留試験の目的は圃場における半減期を求めることにあることから、改正前の試験成績からも科学的に説明可能である。このため、データギャップとなるケースは限定的と考えている。

4 家畜代謝・家畜残留試験

家畜試験は、飼料作物に登録があり、かつ、残留が認められる場合に、原則として要求されている。ただし、

一部の既登録有効成分については、飼料作物への残留濃度と有効成分の物理化学的性質を考慮のうえ、畜産物への残留性が低いと想定される場合には、要求が免除されている。このため、引き続き物理化学的性質等を考慮した取扱いの維持を要望している。

5 農薬原体規格管理に関する評価の導入

これまで我が国では、農薬原体の製造方法の変更を認めないことにより原体の品質管理が行われていた。しかし、欧米における農薬原体に関する品質管理方法を参考に、農薬原体の規格を設定することにより原体製造方法の変更を認めるとともに、先発農薬との同等性が確認された場合には後発農薬の登録において必要となる試験成績の一部を省略することを認めるよう通知が改正された。これにより、2017年4月1日以降に新規申請された有効成分あるいは登録メーカーが製造方法を変更する場合に農薬原体の規格が設定されることとなった。また、改正農薬取締法では、既登録の農薬原体についても再評価の際に原体規格が設定されることとなったことから、今後はすべての農薬で原体規格設定のための対応が必要となる。

6 GLP

GLP試験については、これまでも非GLP試験であることだけを理由とした再試験は要求されてこなかった。

このため、今般の改正でもデータギャップとはならない見込みである。

III 新たに導入されるリスク評価等による影響

農林水産省と環境省は、今回の法改正の中で新たなリスク評価項目を追加しており、新規に登録される農薬はもとより再評価を受ける既登録農薬にも適用される。ここでは、農薬使用者に対する影響評価および動植物に対する影響評価について、そのインパクトを整理する。

1 農薬使用者に対する影響評価の充実

本稿執筆時点で具体的な評価方法が示されていないため、どの程度の影響があるかは不明であるが、EU で用いられている AOEL (Acceptable Operator Exposure Level) が毒性指標に用いられる前提で、我が国でこれまで収集された曝露データの傾向を踏まえて各社が試算した結果、一部の農薬と作物分野の組合せについて大きな影響が生ずる可能性があった。評価に用いる毒性指標については、欧州では亜急性試験における最小の無毒性量をもとに AOEL が設定されている一方、米国では曝露経路 (経皮・吸入) ごとの亜急性試験をもとに毒性指標を設定しているなど、国際的に必ずしも統一されている訳ではない。また、曝露シナリオについても、我が国では農家が限られた農地に自ら散布している場合が多い点で、欧米と大きく異なっている。このため、今後我が国に適する評価方法の構築が望まれる。

2 動植物に対する影響評価の充実

農林水産省は、蜜蜂に関する評価を従来のハザード評価から曝露量を考慮したリスク評価に変更することを提示しているが、本稿執筆時点では具体的な評価方法が提示されていないため、影響は把握できていない。

一方、環境省は、生態影響評価の対象を現行の水産動植物から陸生生物に拡大する方向性を提示している。具体的には、「諸外国で既に評価され、かつ、本邦におけ

る登録に際し提出されている毒性試験のうち既に OECD 等で試験方法が確立されている毒性試験」について評価を導入することを公表しており、その手始めとして、藻類の評価対象の見直しおよび鳥類の農薬登録基準設定が検討されている (表-5)。これらによる影響は次のように推察される。

(1) 藻類

今回の見直しによって不確実係数が従来の“1”から“10”に変更となるが、6種すべてについて試験成績を提出した場合に不確実係数が“1”となるため、藻類の評価方法変更による影響はほとんどないと判断している。

(2) 鳥類

鳥類のリスク評価手法は、環境省が既に公表している「鳥類の農薬リスク評価・管理手法マニュアル」がベースとなるため、既登録農薬については、鳥類の農薬登録基準が設定された場合でも登録の見直しが必要になることはほとんどないと判断している。ただし、農薬登録基準値のモニタリング方法についての整理・検討が必要と考えている。

IV その他の懸念事項等

1 登録の遅延

欧米では制度導入に伴って評価者の負担が増加し、評価スケジュールが大幅に遅れた。我が国においても今後、評価者の負担増加や試験受託機関のキャパシティー超過等による登録の遅延が懸念される。

2 一部の不採算分野での登録見直し

必要となる追加試験等に係る費用負担が採算に見合わなければ、登録維持を断念するケースが生ずることも想定される。例えば、使用者安全等の新たに導入されるリスク評価により登録の見直しや市場からの撤退も想定される。これらの結果、現場で利用可能な農薬選択肢が減ることで抵抗性発現リスクの増大を懸念する声もある。

表-5 藻類の評価対象の見直し

●必須生物種 (現行の通知における必須生物種はムレミカズキモ)

	必須生物種
全有効成分 (除草剤, 植物成長調節剤を除く)	ムレミカズキモ
除草剤, 植物成長調節剤	ムレミカズキモ, ウキクサ

●不確実係数 (現行の評価における不確実係数は“1”)

藻類等の生物種数	1~2種	3種	4~5種	6種
不確実係数	10	4	3	1

対象生物種: ムレミカズキモ・イカダモ (緑藻), ウキクサ (水草), ナビクラ (珪藻), アナバナ・シネココッカス (シアノバクテリア)。

3 後発農薬の登録

今後、後発農薬の登録のハードルは大きく緩和されることとなるが、現場で使用されている農薬は混合剤が多いこと、単作物が大規模で栽培されている事例は少ないこと等もあり、今後の展開は不透明であるが、農業現場に向けての安全対策および技術情報の提供に齟齬をきたさないようにする必要がある。

おわりに

農薬業界は、今回の農薬取締法の改正が農業の一層の安全性向上を実現するものであるとともに、これが農業に対するさらなる社会的信頼の向上につながることを期待し、前向きに協力する方針である。我が国では、これまでも新たに要求される試験成績に随時対応してきており、暫定基準が設定されている農薬についての評価時および新規有効成分の申請時に食品安全委員会で科学的な評価を受けている等、欧米での再登録制度導入時の背景とは異なる状況にある。このため、欧米のように多くの有効成分が失効することはないと考えている。ただし、新たに導入される制度の運用いかんでは大きな影響が生ずることも想定されるため、業界では引き続き以下について配慮を求めていると考えている。

- ・関係府省の連携強化と評価体制の充実により、新規申請等の遅延が生じないようにすること。
- ・新たなリスク評価の導入については、日本の農業現

場を考慮した内容とするとともに、導入による影響を十分に考慮すること。

- ・再評価制度の運用の如何によっては、不採算となる農薬の市場からの撤退から、利用可能な農薬の選択肢の減少が生じ抵抗性発現等につながる懸念があること。

このため、国会の附帯決議も踏まえ、導入する再評価制度等による農業現場への影響を考慮した対応が望まれる。

参照先 URL

- 農業競争力強化プログラム：http://www.maff.go.jp/j/kanbo/nougyo_kyousou_ryoku/
 農林水産業・地域の活力創造プラン：http://www.kantei.go.jp/jp/singi/nousui/dai20/siryou4_2.pdf
 農業競争力強化支援法：http://www.maff.go.jp/j/kanbo/nougyo_kyousou_ryoku/sienhou/attach/pdf/sienhou_hourei-7.pdf
 第17回農業資材審議会：<http://www.maff.go.jp/j/council/sizai/nouyaku/17/index.html>
 農薬取締法の一部改正に関する法律案：<http://www.maff.go.jp/j/law/bill/196houritsu/attach/pdf/index-50.pdf>
 農薬取締法の一部改正に関する法律の公布：<http://www.maff.go.jp/j/council/sizai/nouyaku/18/attach/pdf/index-28.pdf>
 食品品質保護法：https://www.acis.famic.go.jp/acis/chouken/chouken/ronbun05_2015.pdf
 家畜代謝・家畜残留試験の要求免除：<http://www.acis.famic.go.jp/shinsei/539/539besshi.pdf>
 OECD等で試験方法が確立されている毒性試験の評価法の導入：http://www.env.go.jp/council/10dojo/y104-69/siryou8-2_2.pdf
 鳥類の農薬リスク評価・管理手法マニュアル：https://www.env.go.jp/water/dojo/noyaku/ecol_risk/man_avian.html
 国会の附帯決議：http://www.sangiin.go.jp/japanese/gianjoho/ketsugi/196/f070_060701.pdf

{ 日植防シンポジウムから }

天敵利用をめぐる海外の動向と我が国における展望

アリスタ ライフサイエンス株式会社 マーケティング部 さと 里 み 見 じゅん 純

はじめに

農薬取締法が一部改正され、再評価制度の導入・農薬の登録審査の見直しが予定されており、将来における植物防疫は大きな転換期を迎えている。既に再評価制度が導入されている欧米では、化学農薬のみに頼らない天敵を利用した技術が確立され、施設果菜類を中心に利用率が高まっている。欧米を中心とした海外における天敵利用の変遷を踏まえて、日本での天敵利用の現状と将来について考えたい。

I 海外における農薬規制と天敵利用の変遷

1980年代前半に、オランダから輸入された施設園芸野菜に対して、ドイツから農薬残留に対する懸念が報告され、オランダは残留農薬を減らすための政策を余儀なくされたために天敵利用が進むことになった。以前よりオランダのワーヘニンゲン大学やフランスの国立農業研究所（INRA）で天敵に関する研究が進められており、これらの研究成果を基に天敵を製造して販売するメーカーが設立された。オランダでは、減農薬政策の推進により、天敵製造販売メーカーが売り上げを順調に伸ばすことになる。

当初は、トマトのオンシツコナジラミ *Trialeurodes vaporariorum* の天敵であるオンシツツヤコバチ *Encarsia formosa* とハダニ類の天敵のチリカブリダニ *Phytoseiulus persimilis* の製造販売が主体であった。

1980年代後半には、米国で殺ダニ剤であるプリクトラン剤の使用が禁止となり、カリフォルニア州のイチゴ生産者にとってハダニ防除をどうするのが問題となった。そこで考えられたのがチリカブリダニの利用である。カリフォルニアのイチゴは露地栽培が主体で、チリカブリダニは露地で利用されたことになる。

その後も、残留農薬の問題は各地で取りざたされ、

The Trend of Foreign Countries and the Future View of Japan about the Use of Natural Enemies. By Jun SATOMI

(キーワード：天敵，農薬，生物農薬，トマト，ピーマン)

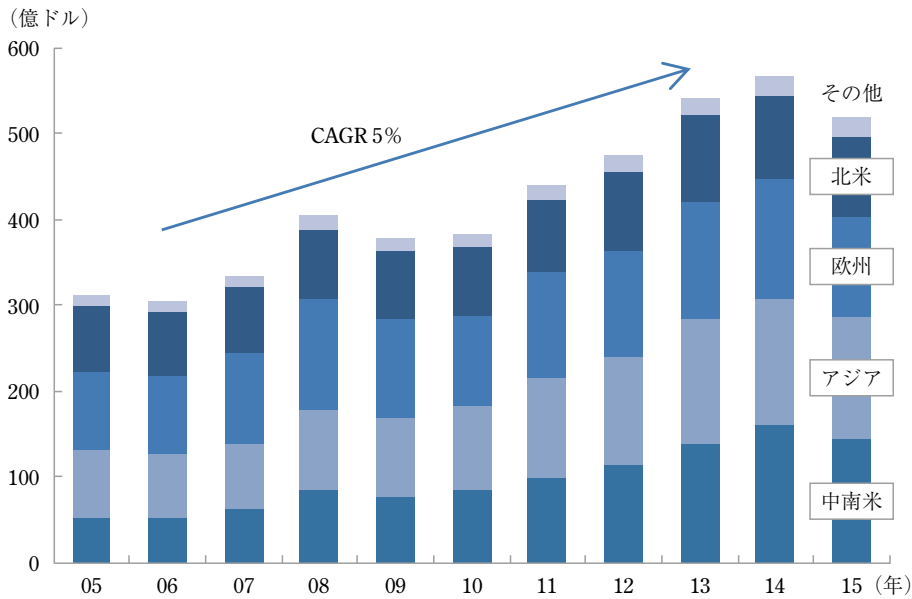
2000年代には、スペイン南部のアルメリア地区で、無登録品である中国産のイソフェンホスがトマトやパプリカのコナジラミ防除に利用され、農薬の残留が発覚して問題となった。この時も残留農薬がない天敵利用が注目され、パプリカではスワルスキーカブリダニ *Amblyseius swirskii* の利用面積が拡大し、トマトではタバコカスミカメ *Nesidiocoris tenuis* の利用が拡大した。なお、トマトに関しては、トマトキバガ *Tuta absoluta* という日本にはまだ侵入していない重要害虫がヨーロッパでの発生地域を拡大しており、トマトでタバコカスミカメが利用された背景には、トマトキバガの発生面積の拡大があることを追記しておきたい。

EUでは以上のような残留農薬の問題から、化学農薬の登録制度が見直され、多くの化学農薬が登録を失効する事態となった。1989年には1,209の有効成分が農薬登録されていたが、2009年に認可された有効成分数は334成分となった。また、保留となったものが67成分あり、半数以上の農薬の有効成分が不認可となっている。

これらの状況を受け2010年代に入ると、オランダやベルギーでは施設園芸野菜の天敵利用率は90%以上に達し、各種の天敵を利用して害虫防除がされている。これら2国以外でもヨーロッパや北米ではトマト・パプリカ・ナス等で天敵利用が一般的な技術として確立され、使用面積が増加している。アフリカにおいては、バラやガーベラ等の花き類での天敵利用が急激に進んでいる。

図-1に全世界における農薬の売り上げを試算したデータを示す。農薬規制を受けて2009年には一度販売が低下したが、その後は年平均で5%の伸び率を示している。このことは、安全性が確認された農薬の継続的な使用と、今まで農薬が使用されてこなかった南米やアジア諸国での使用によるものと思われる。

このような化学農薬の使用が増加している状況で、天敵の使用はどのような推移をたどっているのかを独自に調査した。オランダの施設栽培における天敵利用面積率を2012年と2016年で比較すると、トマトで93%から99.7%、キュウリで86%から99.9%、パプリカで90%



(資料) アグロカネショウ IR 資料をもとに三菱東京 UFJ 銀行戦略調査部企業調査室作成

図-1 農薬の世界市場規模推移

から 99.4%へと増加し、施設野菜での天敵利用率はほぼ 100%に達している。同様に、花き類においても天敵利用面積率は約 40%から 80%に増加している。

なお、トマトに関しては前述のトマトキバガとコナジラミ類が同時防除可能なタバコカスミカメのほかに、*Macrolophus pygmaeus* というカスミカメの 1 種が使用されている。これらのカスミカメ類はトマトのヨーロッパにおける 2 大重要害虫を同時防除できる天敵であるため、我が国よりもはるかに高い利用面積となっている。

トマト以外の施設果菜類で使用されている主な天敵は、スワルスキーカブリダニで、コナジラミ類・アザミウマ類・チャノホコリダニを同時防除可能で、定着性がよく、増殖も速いことから、全世界的に認められ、利用されている。

花き類のバラでの重要害虫はハダニ類で、ミヤコカブリダニ *Neoseiulus californicus* やチリカブリダニが主要な天敵となっている。

II 天敵利用に関する海外との違いと日本の現状

天敵利用に関する海外と日本との最大の違いは、天敵利用の普及方法であると考えている。

海外において生産者は、防除に関してはコンサルタントを雇ってその指示に従っている。コンサルタントが天敵利用を勧めるから利用しているという場合が多い。減農薬に貢献する天敵利用が受け入れられたため、天敵利用が得意な防除コンサルタントの需要が増え、天敵利用が広がっていったと考えられる。

海外においても天敵は選択的化学農薬と併用で利用されており、化学農薬に対する影響表というものが存在している。例えば、オランダの天敵製造販売メーカーである Koppert 社のホームページ (<https://www.koppert.com/>) には Side effects というページが設けられており、Koppert 社の製品名 (または学名) と化学農薬 (製品名または有効成分名) を入力して検索する仕組みになっている。必ずしも天敵や生物農薬のみで病虫害防除をしようとは考えていないことがうかがえる。

また、ヨーロッパの施設栽培では機械化がかなり進んでいる。オランダのバラ栽培を例にしてみると、2 ha 以上のガラス温室内が移動式の高設栽培となっており、収穫するレーンや薬剤散布するレーンが次から次へと循環してきてオートメーション化されている。天敵の放飼に関してもハウスの天井にレールが敷いてあり、このレールを電動式天敵放飼装置「AIROBUG」(図-2) が走りながら天敵を放飼している。天敵の放飼が機械化されているのは驚きである。

日本における天敵利用の現状を語るにあたって、図-3 に日本における生物農薬の売り上げを示した。2007 年に売り上げが下がっているものの、全体的には増加傾向にある。この統計からは *Bacillus thuringiensis* (BT) を有効成分とする殺虫剤を除いた。その理由は、BT 剤の売り上げはその年の抵抗性害虫の発生面積に左右されることが多く、突発的に売り上げが急増することがあるためである。

日本で最も天敵利用が進んでいる高知県の施設ナス類



図-2 電動式天敵放飼装置「AIROBUG」

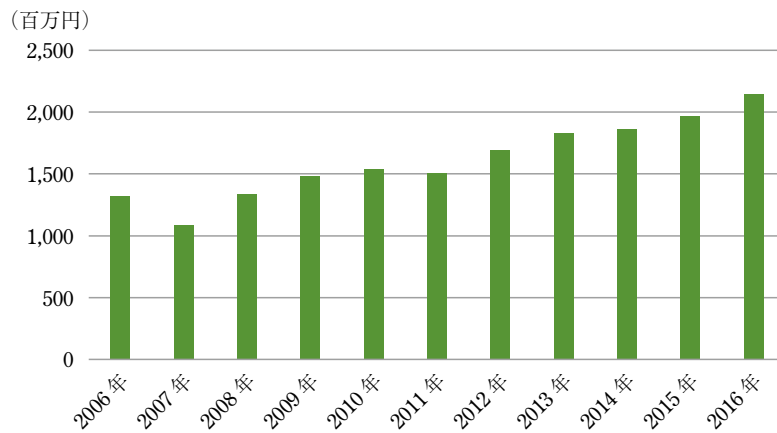


図-3 日本における生物農薬の売り上げ推移 (BT 剤を除く)
農薬要覧より算出。

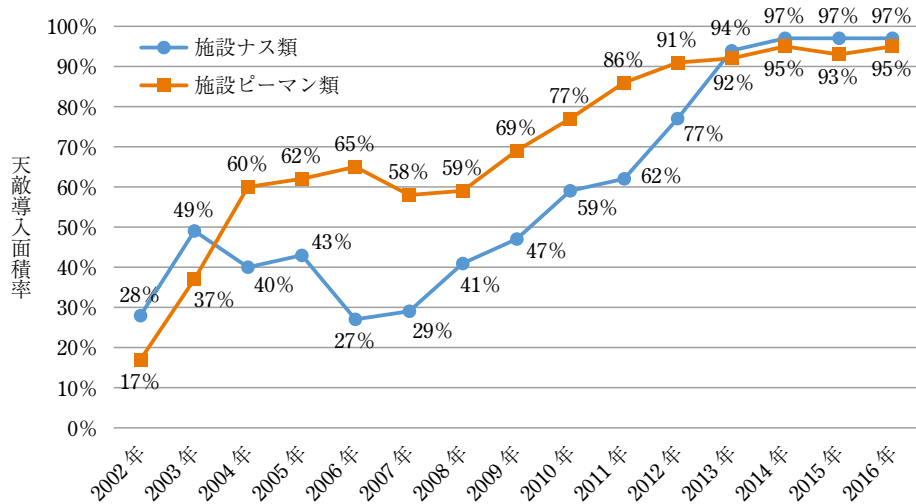


図-4 高知県における施設ナス類と施設ピーマン類における天敵導入面積率の推移

と施設ピーマン類の天敵利用面積率の推移を図-4に示す。これらの栽培では95%以上で天敵が使用されている。高知県では市販の天敵利用の他、「天敵温存ハウス」で土着天敵を増やして地域で利用する技術が確立されている。さらに、栽培時期が異なる県の平野部促成栽培・温存ハウス・中山間部雨よけ栽培でお互いにタバコカス

ミカメをリレーして利用する技術も確立されている。

高知県以外に目を向けてみると、宮城県、栃木県、静岡県ではイチゴで、茨城県ではピーマンで、鹿児島県ではピーマン・キュウリで天敵利用面積が拡大している(表-1)。

日本において天敵を利用するきっかけは、残留農薬で

表-1 主な天敵利用地域と施設栽培果菜類

県名	JA名	作物名	対象害虫名	主な天敵
宮城	JAみやぎ亘理	イチゴ	ハダニ類 アブラムシ類 コナジラミ類 アザミウマ類	ミヤコカブリダニ
栃木	JAはが野			チリカブリダニ
静岡	JA遠州夢咲			コレマンアブラバチ ククメリスカブリダニ リモニカスカブリダニ
茨城	JAしおさい	ピーマン	アザミウマ類 コナジラミ類 アブラムシ類	スワルスキーカブリダニ
高知	JA土佐あき	ピーマン ナス		タイリクヒメハナカメムシ コレマンアブラバチ ギフアブラバチ
鹿児島	JAそお鹿児島	ピーマン キュウリ		リモニカスカブリダニ タバコカスミカメ(土着)

表-2 IPM プログラムが確立されている主な作物と利用天敵

作物	天敵
施設ピーマン	スワルスキーカブリダニ, タイリクヒメハナカメムシ, コレマンアブラバチ, ギフアブラバチ
施設ナス	スワルスキーカブリダニ, タバコカスミカメ(土着), コレマンアブラバチ, ミヤコカブリダニ
露地ナス	スワルスキーカブリダニ, ミヤコカブリダニ
施設キュウリ	スワルスキーカブリダニ, コレマンアブラバチ, (リモニカスカブリダニ)
施設パプリカ	スワルスキーカブリダニ
施設シントウ	スワルスキーカブリダニ
施設イチゴ	ミヤコカブリダニ, チリカブリダニ, コレマンアブラバチ, ククメリスカブリダニ, リモニカスカブリダニ
施設サヤインゲン	スワルスキーカブリダニ, (リモニカスカブリダニ)
施設食用菊	ミヤコカブリダニ, チリカブリダニ, スワルスキーカブリダニ
施設オオバ	ミヤコカブリダニ, チリカブリダニ, スワルスキーカブリダニ
施設メロン	スワルスキーカブリダニ
施設ミカン	スワルスキーカブリダニ
施設カンキツ	スワルスキーカブリダニ, (ミヤコカブリダニ)
施設バラ	ミヤコカブリダニ, チリカブリダニ
施設ガーベラ	ミヤコカブリダニ, チリカブリダニ
露地落葉果樹	ミヤコカブリダニ
施設落葉果樹	ミヤコカブリダニ

はなく害虫の薬剤抵抗性発達であることが多い。「農薬が効かないので、天敵で何とかならないか？」という問い合わせに対して解決策を提案するという形で天敵利用が始まる。表-2にどのような作物で天敵が利用されて

おり、IPM プログラムが確立されているかを示した。

日本においては、防除コンサルタントという業者はほとんど存在していない。各都道府県に配置されている農業改良普及センター（以下：普及センター）や農協の営農指導員（以下：営農指導員）が防除コンサルタントを担っていると言っても過言ではない。

弊社は、天敵を使いたいという要請があった場合、普及センターや営農指導員と協力して、実証圃試験を実施している。普及センターや営農指導員と共同で試験設計をしたうえで、害虫・天敵の発生調査を共同で実施し、調査ごとに次の対策を考えて生産者に伝え、その作物の作型全体としての防除プログラムを完成させる。これを基に他の生産者への天敵利用の推進、利用者の増加を目指している。目標は作物部会の全員が天敵利用することであるが、なじまない方もいるため、時間がかかる場合もある。手間はかかるが、生産者に受け入れられて、感謝の言葉をいただくこともあり、化学農薬の販売だけでは得られなかったやりがいを感じられる瞬間がある。

III 事例紹介

IPM プログラムとして天敵利用を提案している。IPM プログラムは、物理的防除、化学的防除、耕種防除と生物的防除である天敵とを組合せるということである。

図-5にIPM プログラムに活かせる物理的防除・耕種防除の例を示す。物理的防除には、サイドネット・粘着板・反射シート・循環扇・防蛾灯等があげられる。耕種防除では、害虫の発生源となる雑草管理・天敵温存植物の利用・天敵へ影響のある殺菌剤の使用を減らすために耐病性品種の使用等があげられる。

化学的防除では、①天敵に影響があるが、天敵放飼前に使える影響日数の短い薬剤 ②天敵に影響が少なく、天敵放飼後も併用して使用できる薬剤 ③天敵に影響が長く、天敵を使用する際に使用してはいけない薬剤の3つのタイプに分類し、発生する対象害虫に対しどの薬剤を使用すべきかを決め、天敵が有効に活用できるようにする必要がある。化学農薬の使用の際には、天敵に対する影響表が、Koppert社のホームページや日本生物防除協議会のホームページ (<http://www.biocontrol.jp/Tenteki.html>) に掲載されている「天敵等に対する農薬の影響目安の一覧表」を参照されたい。

IPM プログラムの中で天敵を有効に活用するための手順を図-6に示す。①定植前に天敵に対し影響の少ない薬剤を株元散布や灌注することにより、初期の害虫発生量を少なくする。②物理的防除・耕種防除を準備・実施する。③天敵放飼前に、影響の短い殺菌剤を散布す

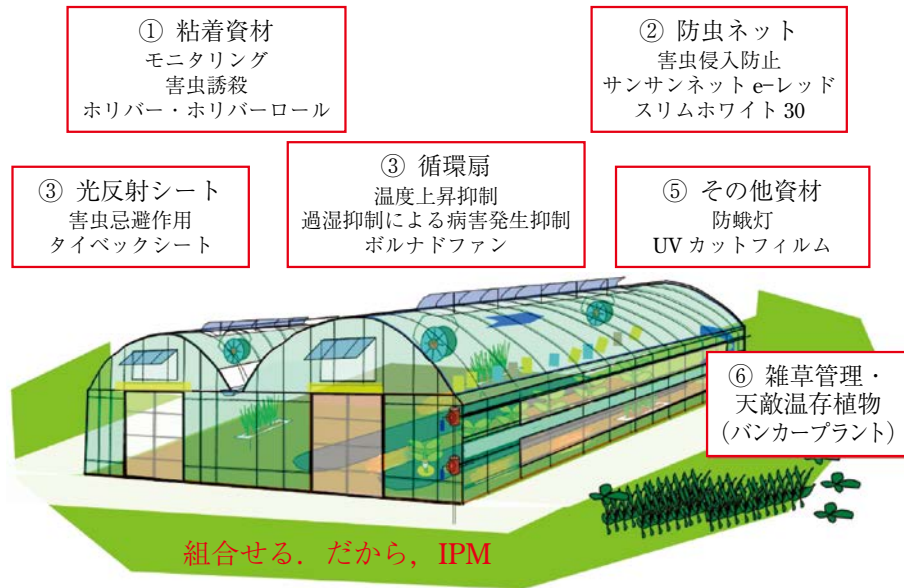


図-5 IPM プログラムで活かせる物理的防除・耕種的防除

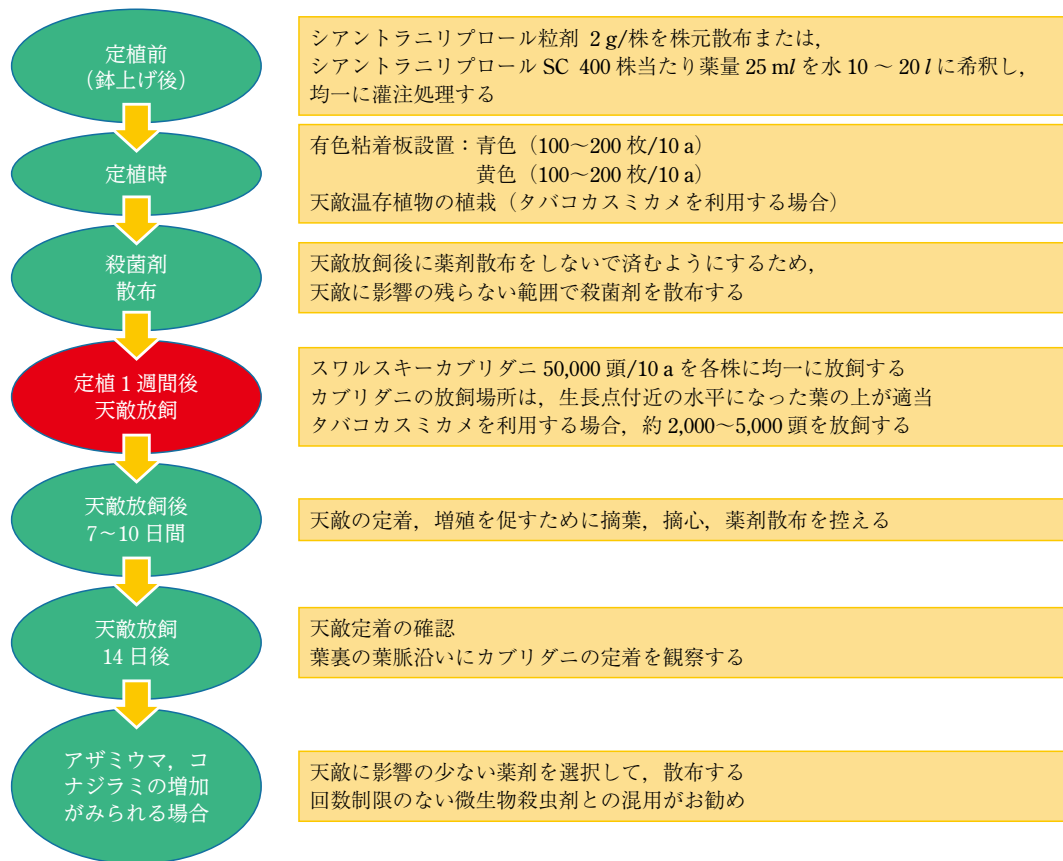


図-6 施設栽培キュウリの IPM プログラム例

る。④病害虫が増加する前、なるべく定植 1~2 週間後に天敵放飼を開始する。⑤天敵の定着・増殖を促す。⑥天敵の定着を確認する。⑦病害虫の発生が認められたら、天敵に対し影響の少ない薬剤を散布する。以上のような手順で天敵を利用することで、収穫終了まで天敵の

追加放飼をすることなく病害虫防除のできた事例が多数ある。

天敵を利用した IPM プログラムは、病害虫防除の省力化のみならず、栽培管理時間の増加・作期の延長・収入の増加をもたらすメリットがある。持続可能な農業の

ために IPM プログラムは重要な役割を果たすと考えている。

おわりに

海外での天敵利用は、輸出農作物における残留農薬を減少させるための政府の対応から開始することが多く、一方、我が国における天敵利用のきっかけは薬剤抵抗性の発達により開始されることが多い。開始のきっかけによらず、天敵を利用する際には、物理的防除・化学的防除・耕種の防除と組合せた IPM プログラムとして取り組む必要がある。IPM プログラムに取り組んで初めて

天敵利用のメリットに気づき、継続的に利用する生産者も多い。

農薬取締法一部改正に伴い、使用できる化学農薬の減少が懸念されている中、天敵をはじめとする生物農薬の重要性は益々高まると思われる。また、IPM プログラムに必須な薬剤が使用できなくなると IPM プログラム自体が成り立たない恐れもある。そのためにも、現在天敵などの生物農薬が使用されている作物でのさらなる IPM プログラムの修正と実証、また、多くの作物での IPM プログラムの構築と実証を図っていきたい。

新しく登録された農薬 (2018.11.1~11.30)

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。

〔殺虫剤〕

- クロラントラニリプロール・ピメトロジン粒剤
24161：明治フェルテラチェス箱粒剤（Meiji Seika ファルマ）18/11/7
クロラントラニリプロール：0.75%
ピメトロジン：3.0%
稲：ウンカ類、ツマグロヨコバイ、ニカメイチュウ、コブノメイガ、イネドロオイムシ、イネミズゾウムシ、：は種時（覆土前）～移植当日、フタオビコヤガ、イネツトムシ：移植3日前～移植当日
- スピロテトラマト水和剤
24163：inochio セイレーンフロアブル（イノチオプラントケア）18/11/21
スピロテトラマト：22.4%
きく：アザミウマ類、アブラムシ類：発生初期

〔殺菌剤〕

- アシベンゾラル S-メチル水和剤
24162：アクティガード顆粒水和剤（シンジェンタジャパン）18/11/15
アシベンゾラル S-メチル：50.0%
キャベツ・はくさい：黒斑細菌病：定植前日～定植当日
- オキサチアピプロリン・マンジプロパミド水和剤
24164：オロンディスウルトラ SC（シンジェンタジャパン）18/11/21
オキサチアピプロリン：2.7%
マンジプロパミド：23.0%

トマト：疫病：収穫前日まで

〔殺虫殺菌剤〕

- チアクロプリド・イソチアニル粒剤
24158：ルーチンコア箱粒剤（バイエルクロップサイエンス）18/11/7
チアクロプリド：1.45%
イソチアニル：2.0%
稲：イネミズゾウムシ、いもち病、白葉枯病、内穎褐変病、穂枯れ（ごま葉枯病菌）、もみ枯細菌病：移植3日前～移植当日

〔除草剤〕

- ピラクロニル・ピリミノバックメチル・フェンキノトリオン水和剤
24154：エンペラーフロアブル（クミアイ化学工業）18/11/7
ピラクロニル：3.7%
ピリミノバックメチル：1.4%
フェンキノトリオン：5.6%
移植水稻：水田一年生雑草、マツバイ、ホタルイ、ヘラオモダカ、ミズガヤツリ、ウリカワ、ヒルムシロ、セリ、オモダカ、クログワイ、コウキヤガラ、エゾノサヤヌカグサ、アオミドロ・藻類による表層はく離
直播水稻：水田一年生雑草、マツバイ、ホタルイ、ミズガヤツリ、ウリカワ、ヒルムシロ、セリ

(52 ページに続く)

{ 日植防シンポジウムから }

青森県のリンゴ病害虫防除における 現場指導と今後

公益社団法人青森県植物防疫協会 かわ川 しま嶋 こう浩 ぞう三

はじめに

農薬取締法の一部を改正する法律が成立、交付される中で生産現場への影響が懸念されている。現時点でその予測は難しいが、高齢化などの社会的な要因も含め、植物防疫上大きな転機に直面していることは明らかである。その実情は、作目や地域によって異なるが、一つの事例として、青森県のリンゴにおける病害虫防除の状況を紹介しながら、今後の課題などについて見ていきたい。

I 青森県におけるリンゴ病害虫防除の実態

青森県で西洋リンゴが植栽されてから約 140 年、病害虫による危機を幾度となく乗り越え、約 6 割の生産量を占める産地を築き上げてきた。現在でも、安定した高品質生産の継続に向け、病害虫による被害を防ぐために多くの力が注がれている。

1 SS による薬剤散布と共同防除

生産現場では、スピードスプレーヤー (SS) による散布が主体で、急な斜面でも等高線に沿った作業道が整備されている。数年前までは、定置配管式による散布も見られたが、現在はそのほとんどが SS である。重労働となるリンゴの薬剤散布では SS が必須と言える。薬剤の包装も SS に合わせ、希釈倍数 1,200 倍の有機銅水和剤 80 では 835 g 単位の製品が用意されている。青森県では、共同防除組合 (共防) による防除が約 6 割、個人防除が 4 割と言われている。ただ、個々の共防は小規模であり、5~10 ha、10 戸以下、1~2 台の SS 保有という組織が多い。

「青森県りんご共同防除連絡協議会」(共防連) は、約 400 の共防で組織されており、防除技術の研修会、オペレータの育成等に加え、個々の散布経過や問題となった病害虫の洗い出し等を行っており、これは防除実態の把握や次年度の防除を組み立てる際、非常に役立っている。

On-site Guidance and Future of the Pests and Diseases Control on Apple in Aomori Prefecture. By Kouzou KAWASHIMA
(キーワード: 青森県, リンゴ, 防除暦, 農薬取締法)

共防連が平成 28 年に実施した実態調査によると、オペレーターの 80% 以上が 60 歳以上という状況であり、放任園の増加や農作業事故の増加が懸念されている。そのような中、請け負い防除が注目されている。農作業用の無人ヘリコプターを運用する北東北スカイテック株式会社は、近年 SS 3 台を有し、JA などと受託作業の契約をむすび延べ約 800 ha のリンゴ園で散布を行っている。

2 億単位の防除経費

農林水産省の品目別経営統計によると、リンゴの農薬薬剤費は 10 a 当たり 31,000 円となっている。青森県のリンゴ結果樹面積を約 20,000 ha とすると、農薬費だけで約 62 億円となる。さらに、燃料費、SS 経費等を加えると相当な額になり、これらを支える企業活動なども含め、地域の重要な産業となっている。リンゴの販売額は約 1,000 億円と言われるが、病害虫防除に係る経費が青森県経済に及ぼす波及効果も非常に大きなものとなっている。また、1 剤を全県に 1 回散布すると薬剤費で 3~5 億円と言われており、何らかの理由で追加散布をせざるを得ない場合、かなりの金額が動くこととなる。

3 輸出促進に対応した防除

農産物の輸出は国の施策でもあり、リンゴはそのモデルともなっている。現在、約 3 万トンの輸出量があり、その多くが青森産とされ、台湾を主体に香港等が輸出先となっている。県の生産量の約 7% を占め、量的にも重要であるが、全体の価格の下支えという視点でも力を発揮している。青森県では、目標を 4 万トンとし、タイ、マレーシア、ベトナム等への販路拡大を図っている。輸出が増える中で、検疫上の課題もクリアにする必要がある。台湾への輸出では、モモシンクイガが 1 回見つかると、出荷元の県からの果実 (リンゴ、梨、桃、杏) の輸出が停止され、2 回見つかると日本全国からの輸入が停止される。このため、徹底防除が求められ、被害果の見極めも重要である。農水省では、農産物のさらなる輸出促進を図るため、国際的検疫処理技術の確立などの事業を推し進めている。

また、相手国の農薬残留基準などへの対応も求められ

ている。台湾も当初は基準が設定されていない薬剤が数多くあったが、県や国等の要望や交渉により、現在ではさほどの苦勞をしないで済むようになった。しかし、今後多くの輸出先を開拓していくためには、使用薬剤の選定、園地指定や有袋栽培等、相手国の基準や要望に合わせた対応が求められている。

4 適切防除のための現場指導

防除指導は多方面から、また、様々な手段を持って行われている(図-1)。その中で、生産者約6,000人を擁する公益財団法人青森県りんご協会(りんご協会)による巡回指導などによる指導や地域の市場によるトレーサビリティ(トレサビ)を含めた安全で高品質生産に向けた指導は特徴的である。また、地方独立行政法人青森県産業技術センターりんご研究所(りんご研究所)は、その設立の経緯から生産現場とのつながりも大きく、指導機関としての役割も大きい。りんご生産情報(後述)などを使用し、マスメディア・ネットワーク・研修会等様々なルートや機会を駆使し現場指導が行われている。

5 病害虫・農業に精通した生産者の育成

りんご協会では「県りんご病害虫マスター養成事業」を実施している。病害虫の識別・予察・防除等、基本から応用まで、広くに精通した人材(生産者)の育成を目指し、県内市町村からの委託事業として平成18年から行われている。平成30年度は、43人が丸1日、年9回の講義(座学と実習)を受けている。講師は、りんご研究所の職員が主に担当し、農機具メーカーからの話や県外研修も行われる。座学として、農業の基礎知識と重要性・病害虫の生態と防除・病害虫の発生予察のポイント・植調剤の使い方と注意点・薬害の現れ方・防除暦の解説等、実習として、紋羽病に対する露出灌注法と土壌注入法・クワコナカイガラムシのバンド巻・マメコバチの天敵除去・無防除園の観察等が組み込まれている。りんご協会は、これとは別に、後継者育成を目的とした「り

んご産業基幹青年研修事業」(2年間、現在31期、1期80名程度)を実施しており、この中でも病害虫や農業等の科目がある。この結果、青森県では病害虫や農業等に対するある程度の知識を持った生産者が多く、個々の経営の中で活かしながら、植物防疫に関する様々な情報を理解する素地ができている。

II 「防除暦」の役割としくみ

青森県病害虫防除暦編成部会編の「りんご病害虫防除暦」は、県の防除暦と言われるもの(図-2)で、また、各JAなどが作成する個別の防除暦がある。リンゴの場合、防除暦を使わない防除はないと言ってもよく、特別栽培でも防除暦は必要である。現場の指導では防除暦を使用することが多いことから、防除暦を解説しながら農業取締法改正の影響などについて考えていきたい。ただ、防除暦に対しては、否定的な考えも多く見受けられる。スケジュール散布が過剰散布、必要のない散布につながるという指摘である。しかし、防除暦は無駄をいかに少なくするか追求したものであり、十分理解して使っていれば生産費低減にも大きく寄与するものである。以下、特に記述がない場合、県の防除暦を説明する

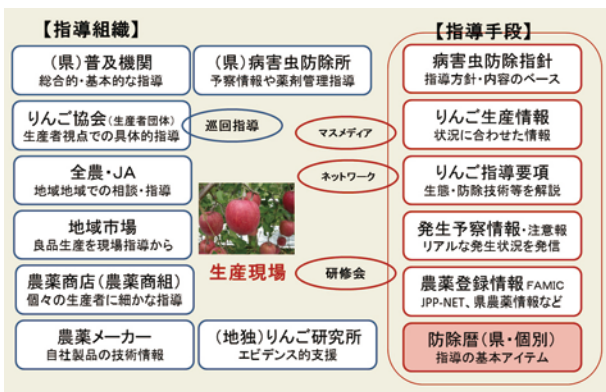


図-1 現場指導の概略

平成30年(2018) りんご病害虫防除暦

この防除暦は、青森県病害虫防除暦編成部会編成によるものである。防除作業の目安として、防除作業の時期、薬剤の種類、散布量、散布回数などを示している。また、防除作業の注意事項や、防除作業の記録方法についても記載されている。

月	日	発生時期	対象病害虫	標準薬剤	防除作業及び散布上の注意
4	下1	10.9	リンゴ葉巻蛾	マシン油乳剤 200倍 ダースバン D F 3000倍 ペフラン液剤 1000倍	...
5	上2	12.6	リンゴ葉巻蛾	フルーツセイバー 2000倍 ユニックス顆粒水和剤 1000倍	...
5	中3	14.0	リンゴ葉巻蛾	フルーツセイバー 2000倍 ユニックス顆粒水和剤 2000倍	...
5	下4	15.5	リンゴ葉巻蛾	チウラム 用 500倍 ジマングリセン水和剤 600倍	...
6	上5	17.9	リンゴ葉巻蛾	チウラム 用 500倍 ジマングリセン水和剤 600倍	...
6	中5	18.9	リンゴ葉巻蛾	チウラム 用 500倍 ジマングリセン水和剤 600倍	...
6	下6	19.8	リンゴ葉巻蛾	チウラム 用 500倍 ジマングリセン水和剤 600倍	...
7	上7	20.7	リンゴ葉巻蛾	チウラム 用 500倍 ジマングリセン水和剤 600倍	...
7	中8	21.8	リンゴ葉巻蛾	チウラム 用 500倍 ジマングリセン水和剤 600倍	...
7	下9	23.0	リンゴ葉巻蛾	チウラム 用 500倍 ジマングリセン水和剤 600倍	...
8	上10	23.9	リンゴ葉巻蛾	チウラム 用 500倍 ジマングリセン水和剤 600倍	...
8	中10	23.9	リンゴ葉巻蛾	チウラム 用 500倍 ジマングリセン水和剤 600倍	...
8	下11	23.1	リンゴ葉巻蛾	チウラム 用 500倍 ジマングリセン水和剤 600倍	...

図-2 青森県りんご病害虫防除暦(平成30年版)

ものとなる。

1 防除暦の役割

(1) 効果的効率的な防除

リンゴの場合、防除対象となる病害虫が非常に多い。病害ではモニリア病・腐らん病・黒星病・斑点落葉病・褐斑病等 10 種類以上、害虫でもリンゴハダニ・ナミハダニ・モモシンクイガ・リンゴコカクモンハマキ・アブラムシ類・クワコナカイガラムシ等 10 種類以上が対象となり、マイナーな種類も含めると数十種類にのぼる。それぞれの病害虫に防除適期があり、年 1 回のものであれば長期間にわたって防除が必要なものもある。防除が可能な期間にも長短があり、さらに、防除手段も多岐にわたる。農薬にしても、剤によって特徴があり制限も加わる。これらを組合せて、一年を通して効果的で効率的な防除を実施するために、防除暦があると言ってもよい。

(2) 適正で無駄のない防除

農薬登録の範囲内での使用は非常に神経を必要とするところではあるが、防除暦に従って農薬を使えば使用基準を超えることはない。また、登録上希釈倍数に幅がある場合、当該地域で効果を発揮できる倍数を提示しているので、防除を失敗する危険も少ない。さらに、防除暦の中には無駄な使用を回避するような記載も多い。例えば、モモシンクイガでは食入防止期間の長い薬剤を明示し、それを使った場合には次回の防除剤を省略できるとしている。

防除暦の役割としては、上記二つが大きいところであるが、いくつかの副次的な効果もある。農作業の区切りとして活用でき、散布と散布の間にこの農作業を行うといった使い方ができる。また、一枚紙で作られている防除暦は、一年の体系をイメージしやすく、修正、加筆することでトレサビにもつながる。

2 防除暦の歴史

青森県では大正の初め、リンゴの安定生産を図るため、島善鄰氏を招聘した。島氏は後に北海道大学の学長、さらには弘前大学農学部創設に尽力されているが、若かりしころに青森リンゴの基礎を築き上げ、リンゴの恩人と称されている。その際、病害虫防除の近代化に取り組み、海外で普及していたスプレーカレンダーをヒントに発案した「苹果病害虫駆除剤（薬剤散布暦）」が防除暦の始まりとされている。以降 100 年、毎年改定され現在に至っている（シンポジウムの講演では過去の防除暦をいくつか紹介したが略）。

3 防除暦のしくみ

従来、県の防除暦を作る際、基本となる 5 か条という教えがあった。①全県対応、②全品種一斉散布、③病害

と害虫の一斉（同時）防除、④スケジュール散布、⑤メニュー方式である。今も基本的には継承しているものの、若干ニュアンスが変わってきている。品種対応などはよりナイーブになっているし、徹底防除という意味合いも薄れている。現在の防除暦は、図に示すように、散布時期、対象病害虫、基準薬剤、防除作業および散布上の注意、適用表、生育ステージ、換算表等で構成されている。

(1) 散布時期は基準散布が基本

防除暦では、暦日で示される「スケジュール散布」が骨格（基準散布）となり、平成 30 年度版では年 11 回が設定されている。基準散布は、「防除しない場合、極めて深刻な実害を受ける病害虫の中で、防除の時期を指定すべきものを対象とする」と言える。重要病害虫でも、時期の設定の必要がないもの、すべきでないものは対象とならない。体系的な防除が求められるモニリア病・黒星病・斑点落葉病・褐斑病等の病害を対象にした殺菌剤を主体に、10～15 日間隔で組み立てられている。殺虫剤は、後述する対応散布が基本となるので、時期を指定した基準散布には 2 回が入っているだけである。

(2) 状況に応じた「対応防除（散布）」

防除暦では、基準散布だけでなく対応散布も非常に重要である。病害虫の発生状況、年や地域による変動、他の作業、必要性等、様々な状況に応じて、適切な手段を講じていく。防除暦の「防除作業」の欄を参考に、基準散布をアレンジし、肉付けしていく。

一番重要なのは、その年の気象変動に対応した防除である。特に、近年は春先の気象変動が大きく、開花時期までの散布時期を如何に合わせるかがその年の防除の正否につながっている。一般に病害虫の発生生態は、リンゴの生育と相関が高いことから、防除暦上でも、リンゴの生育（発芽、展葉、開花等）を指標として散布するシステムとなっている。

次に、その年の発生量に合わせた対応が必要である。広域での発生状況は発生予察情報などで把握できるが、自園地などは観察力が問われる。防除暦にその目安が提示されているので、参考にしながら判断する。

ただ、対応散布といっても、単純に（臨機的に）状況に合わせて散布するということではなく、その状況で適切な殺菌剤の種類を選択したり、必要な殺虫剤を基準散布に組み入れて対応していくこととなる。

防除暦では、以上のほかにも様々な工夫があり、病害虫の生態に合わせて防除適期を把握する方法、IPM も意識した耕種的防除の取り入れ、耐性・抵抗性回避を図るための対策も取り入れている。



図-3 マメコバチ（巣群と雌成虫）

（3）授粉昆虫（マメコバチ）聖域の散布体系

在来の訪花昆虫であり、授粉能力の高いマメコバチは、90%近くの園地で利用されている（図-3）。また、管理しやすいことから、生産者自ら飼養・使用し、かつての人工授粉から解放された技術として定着している。このマメコバチの活動を保護することは、今の青森県にとって必須となっている。防除暦に掲載するためには、開花直前、落花直後に使用する薬剤は、殺菌剤も含めて、マメコバチに影響がないことを示すデータが必須である。活動期前の展葉1週間後ころの薬剤でも、マメコバチに残留が少ないものが求められる。ミツバチのような広い活動範囲はないものの、隣接園にも飛翔することから、散布も地域全体で考える必要があり、防除暦でしっかりと保証しなければならない。

4 防除暦を活かすための「サポート体制」

防除暦はあくまでも計画書である。実際現場で活かしていくためには、様々なサポートが必要であり、その中心となるのが「りんご生産情報」である（図-4）。その年の散布時期のズレ、病害虫の発生状況、特に注意すべき事項等を逐次提供している。リンゴの生育や熟度等とともに、10~20日間隔、時に「号外」で情報を提供している。地方新聞・ラジオ・ネット（アップルネット）等、様々な方法で現場に届けられている。ちなみに、生産情報は、県（行政、普及）・りんご協会・病害虫防除所・全農・りんご研究所（病虫、栽培等）の会議で検討されている。

III 防除暦の改定と農薬の変遷

先に、防除暦は毎年改定されていると紹介したが、現実、現場に合わせるためにシーズンごとの改定は不可欠である。

1 防除暦の改訂理由

大きくは、防除体系の変更がある。様々な要因によって結果的に防除時期・防除間隔の見直し・散布回数が増

りんご生産情報第5号
(6月7日~6月22日)

平成30年6月6日発表
青森県「攻めの農林水産業」推進本部

黒星病の発病薬・果の摘み取り処分の徹底を！
「6月中旬」の散布は、6月20~21日頃!!
良果を見極め、仕上げ摘果に全力を!!!

図-4 青森県りんご生産情報

減といった見直しが行われるが、時に、社会的な要望が反映されることもある。薬剤の採用や削除は、頻繁に行われる。新剤が登録され、防除効果や実用性が検証された場合に採用され、登録が失効した場合は削除されるというのはわかりやすいが、古い剤でも、新たな病害虫に対応するために採用されたり、登録内容の変更で防除暦の上で使う場がなくなった場合に削除されることもある。薬剤耐性や抵抗性の発達により防除効果が低下し、多くの地点で防除効果が期待できなくなった場合に削除される事例も多い。メーカーの努力で価格が抑えられたことによって採用されたこともあるが、使用例や流通量が極端に少なくなり削除されたこともある。

病害虫の発生状況、例えばマイナー病害虫の顕在化や逆にマイナー化した場合、病害虫の発生生態が変化した場合等も防除暦の内容が見直される。従来、年3化であったリンゴコカクモンハマキが、2化に変化したときは防除時期のポイントが変わった。

2 防除暦の改訂手順

次年度の防除暦は、9月ころのりんご研究所における内部検討（担当部、所内）から始まり、研究所案（素案）を経て、10月の編成委員会で原案が固まり、11月の作成委員会で決定される。県主催の編成委員会は、全農・

JA・農薬商組・りんご協会・共防連・りんご研究所・地域農林水産部・病害虫防除所・植物防疫協会・本庁関係課で構成される。これとは別に、県主催の意見交換会があり、関係機関からの意見や要望の集約が図られる。12月上旬には、りんご協会から印刷、発行される。

その中で、新たな農薬を採用する場合、研究所などの様々な試験事例、品種ごとの薬害や混用等を見極めた実用化に向けた試験を基に、効果・安全性・必要性・緊急性・価格等を検討し、採用の可否を判断することになる。

3 農薬の移り変わり

平成に入ってからの状況を見ると、剤の表記の仕方もよるが、殺菌剤では31剤が登場し32剤が消え、殺虫剤では50剤が登場し34剤が消えている。殺虫剤のうち、マシン油を除く殺ダニ剤の事例を図に示した(図-5)。殺ダニ剤の場合、特に抵抗性の出現によって現場で使用に供される期間が短く、平成元年に掲載されていた剤のうちで現在残っているのは1剤のみである。

4 基幹薬剤がなくなったら

防除暦が改定される中で、基幹となる薬剤の削除が生産現場にとっては大きな痛手である。メニュー方式の中も他の剤(代替剤)がある場合は大きな問題とはならないかもしれないが、剤によっては削除剤が対象としていた病害虫をすべてカバーできないこともある。また、メニューの選択幅が減少することになり、薬剤耐性・抵抗性の回避や価格競争に影響を及ぼしかねない。代替剤がない場合はより深刻である。さし迫った状況で、効果が

若干劣る剤や、実用性検討が不十分な剤を採用せざるを得ない場合もあり、新剤による新たな防除体系を組む状況になる場合も想定される。

IV 「農薬取締法」改正の影響と今後

1 再評価制度の導入による登録薬剤の失効・変更

再評価制度の導入によって想定されるのは、多くの剤で登録内容が変更になったり失効する状況である。このような状況に遭遇したとき、生産現場をいかに混乱させないようにするかが重要となる。失効などを防除暦などで生産現場に周知できるのであれば、従来の防除暦の改正と大きな違いはないが、そのためには、防除暦編成のできるだけ前に、県をはじめとする指導機関に対する通知が必要となる。代替剤の有無については、前述した通りである。しかし、シーズン途中での変更は、緊急的な対応で現場を指導するしかない。防除暦を編成・伝達する組織等を利用して、対応策を検討し、できるだけ速やかに、正確に現場に伝えていく必要がある。しかし、この方法はリスクも伴うことであり、できるだけ避けたい。失効、変更までの猶予期間が望まれる。

2 ジェネリック農薬への対応

原体等同等剤の登録申請の簡素化によりジェネリック農薬が出て来た場合、すぐに生産現場で活用できるようになるのだろうか。農薬代が安くなるのは歓迎であるが、使う側からすると不安である。原体が同等であれば、防除効果に差はないのか、その確認試験が必要になるの



図-5 殺ダニ剤(マシン油を除く)の変遷

か、メーカーが保証できるのか、様々な疑問がつきまとう。リンゴでは、かつて溶剤が変更されたことにより薬害が大問題となった事例があり、いまだに生産者の記憶として残っている。また、リンゴの場合、品種や生育ステージによって薬害の出方にかなりの差がある。これらの確認作業が必要になるのか、また、供給体制、新規参入も想定される供給メーカーの情報提供やサポート体制

は大丈夫なのか等、現場としては先が見えずもどかしい。

おわりに

農薬取締法の改定による農薬登録に係る情報や様々な社会的変化等に迅速に的確に対応するため、わかりやすい情報提供や伝達が重要となる。関係機関の「生産現場を意識した」対応に期待するところである。

(新しく登録された農薬 46 ページからの続き)

●ピリミスルファン・フェノキサスルホン・フェンキノトリオン粒剤

24155：ベッカク1キログラム(クミアイ化学工業) 18/11/7

ピリミスルファン：0.50%

フェノキサスルホン：2.0%

フェンキノトリオン：3.0%

移植水稲：水田一年生雑草，マツバイ，ホタルイ，ヘラオモダカ，ミズガヤツリ，ウリカワ，ヒルムシロ，セリ，オモダカ，クログワイ，コウキヤガラ，キシユウスズメノヒエ，アオミドロ・藻類による表層はく離

直播水稲：水田一年生雑草，マツバイ，ホタルイ，ミズガヤツリ，ウリカワ，ヒルムシロ，セリ

●ピリミスルファン・フェノキサスルホン・フェンキノトリオン剤

24156：ベッカク豆つぶ250(クミアイ化学工業) 18/11/7

ピリミスルファン：2.0%

フェノキサスルホン：6.0%

フェンキノトリオン：12.0%

移植水稲：水田一年生雑草，マツバイ，ホタルイ，ヘラオモダカ，ミズガヤツリ，ウリカワ，ヒルムシロ，セリ，オモダカ，クログワイ，コウキヤガラ，エゾノサヤヌカグサ

直播水稲：水田一年生雑草，マツバイ，ホタルイ，ミズガヤツリ，ウリカワ，ヒルムシロ，セリ

●ピリミスルファン・フェノキサスルホン・フェンキノトリオン剤

24157：ベッカクジャンボ(クミアイ化学工業) 18/11/7

ピリミスルファン：2.0%

フェノキサスルホン：6.0%

フェンキノトリオン：12.0%

移植水稲：水田一年生雑草，マツバイ，ホタルイ，ヘラオモダカ，ミズガヤツリ，ウリカワ，ヒルムシロ，セリ，オモダカ，クログワイ，コウキヤガラ，エゾノサヤヌカグサ

直播水稲：水田一年生雑草，マツバイ，ホタルイ，ミズガヤツリ，ウリカワ，ヒルムシロ，セリ

●フェノキサスルホン・プロモブチド・ベンスルフロンメチル剤

24159：アルファープロH豆つぶ250(三井化学アグロ) 18/11/7

フェノキサスルホン：8.0%

プロモブチド：36.0%

ベンスルフロンメチル：3.0%

移植水稲：水田一年生雑草，マツバイ，ホタルイ，ヘラオモダカ，ミズガヤツリ，ウリカワ，ヒルムシロ，セリ

●フェノキサスルホン・プロモブチド・ベンスルフロンメチル剤

24160：アルファープロL豆つぶ250(三井化学アグロ) 18/11/7

フェノキサスルホン：8.0%

プロモブチド：36.0%

ベンスルフロンメチル：2.0%

移植水稲：水田一年生雑草，マツバイ，ホタルイ，ミズガヤツリ，ウリカワ，ヒルムシロ，セリ

直播水稲：水田一年生雑草，マツバイ，ホタルイ，ミズガヤツリ，ウリカワ，ヒルムシロ，セリ

植	物	
防	疫	
講	座	

病害編-13

うどんこ病菌による病害の発生生態と防除

三重大学生物資源学部

たか
高まつ
松すすむ
進

茨城県農業総合センター 園芸研究所

みや
宮もと
本たく
拓や
也

はじめに

農家だけではなく家庭菜園などでキュウリ、カボチャ、メロン、トマト、イチゴ等を栽培していると、葉や茎、イチゴでは果実に白い粉状のカビが生じることがある。これが出るとイチゴでは全く商品価値がなくなるし、葉のみに発生した場合でも、植物が衰弱し、収量減や品質低下につながる。庭木では、サルスベリやバラの花が真っ白になって、花付きが悪くなるなどの被害が出る。ブドウでは葉や果実に発生し、糖度を著しく減少させるため、世界各地のワイン生産地では最も重要なブドウ病害とみなされている。これらは一般にうどんこ病と呼ばれる病気で、その病気を起こす病原菌を総称してうどんこ病菌という。うどんこ病菌はウドンコカビというカビの一種で、世界で約1万種の被子植物に寄生して病気を起こす (AMANO, 1986)。一方、マツヤスギ等の裸子植物やシダ類に発生したという報告はない。すなわち、ウドンコカビは被子植物限定の病原菌である。被子植物の中でも、大部分の宿主は双子葉植物であり、単子葉植物では麦類に限定的に寄生するのみである。同じイネ科でも、イネやトウモロコシに発生した例はない。

本稿ではうどんこ病菌およびうどんこ病の性状、分類、発生生態および防除法について解説する。なお、第I章からV章までは高松が、第VI章の防除方法は宮本が主に担当した。

I うどんこ病菌とは

うどんこ病菌はすべて植物の絶対寄生菌である。絶対寄生菌というのは生きた植物に寄生することによってのみ生存可能な菌で、基本的に人工培養ができない。同じ絶対寄生菌でも一部のさび病菌では人工培養が可能になっているが、うどんこ病菌ではいまだに人工培養に成功

したという報告を聞かない。絶対寄生菌でないうどんこ病菌は今のところ知られていないので、おそらく共通祖先が絶対寄生性という寄生様式を獲得し、その後現在に至るまでその生存様式を維持し続けてきたのであろう。宿主植物を殺してしまうと自分自身が生存できないので、うどんこ病菌は通常宿主を殺すことはしない。宿主細胞を殺すことなく巧妙に栄養分だけを吸収するためには、宿主細胞との巧妙なやりとりが必要であり、その結果、1種類のうどんこ病菌が寄生できる植物は狭い範囲に限定されると長い間信じられてきた。うどんこ病菌の多くは確かにその通りなのだが、なかには複数の植物科をまたいで寄生することができるような多犯性のうどんこ病菌もいることが明らかになっている。

うどんこ病菌は子の菌と呼ばれる菌類の仲間にも属し、ウドンコカビ科という分類群を形成する。ウドンコカビ科に所属する菌類は例外なくすべてうどんこ病菌である。世界ではウドンコカビ科は18属に分かれ、種数では900種以上が知られている (高松 2018年9月調査)。このうち日本に分布するうどんこ病菌は11属260種余りである (高松, 2012)。それぞれのうどんこ病菌の宿主範囲は狭いので、トマトのうどんこ病菌がキュウリに感染したり、キュウリのうどんこ病菌がトマトに感染することは通常はない。したがって、同じような白いカビが生えていたとしても、植物の科が異なれば異なるうどんこ病菌が付いていると考えてほぼ間違いない。もちろん、上記のように多犯性の菌もいるので、すべてがそうであるわけではない。

II うどんこ病菌の見分け方

うどんこ病菌などの菌類は、一般的に無性的に作られる胞子 (無性胞子) と有性的に作られる胞子 (有性胞子) の2種類の胞子をつつの生活環の中で形成する (さび病菌ではもっと沢山の種類の胞子が作られる)。菌類は基本的に有性胞子の形態に基づいて分類されるが、無性胞子しか作らない菌類も多く、その場合には分類することができない。そのため、1種類の菌類であっても有性世

Ecology and Control of Plant Diseases Caused by Powdery Mildew Fungi. By Susumu TAKAMATSU and Takuya MIYAMOTO

(キーワード: うどんこ病, ウドンコカビ, 病徴, 寄生様式, 生活史, 防除法)

代による名前と無性世代による名前の2種類の異なる名前を付けることが例外的に認められてきた。しかし、最近では有性胞子がなくてもDNAデータで種類を判別することが可能になったため、このような例外規定は撤廃され、1種の菌類に対して一つの名前だけになりつつある。うどんこ病菌でも分類は有性世代の特徴に基づいて行われてきたが、後述のように今では無性世代の特徴からでも属レベルの分類が可能になっている。有性世代は晩秋の短い時期にしか見られないことが多く、うどんこ病菌は活動時期の大部分を無性世代で過ごしているため、これはうどんこ病菌を見分けるために大きなメリットとなる。

うどんこ病菌の胞子は小さいので、菌を見分けるには顕微鏡が必要である。うどんこ病菌は組織の大部分が植物表面に露出する表皮寄生性であるので、顕微鏡で形態を観察するのは容易である。白いカビがふいている菌そうの部分にセロテープなどの粘着テープを押し当て、剥がすと菌体がテープに付着して剥がれてくる。スライドガラス上に水を一滴垂らし、菌そう部分が水に接するようにして乗せ、そのまま検鏡する。観察するポイントは無性胞子(分生子)の形成方法(連鎖型か単生型か)、分生子内にフィブリン体があるかどうか、菌糸上の付着器の形態等である。また、分生子の発芽管の形態もうどんこ病菌の種類を見分けるには重要である。秋になると白い菌そうの中に直径0.1~0.2ミリほどの小さな黒い粒が形成される。これはうどんこ病菌の有性世代で、日本語では閉子のう殻と呼ばれる(図-1, 図-3C)。英語では“chasmothecium”という名前がついているが、これは日本語に直訳すると「裂開子」という意味になる。

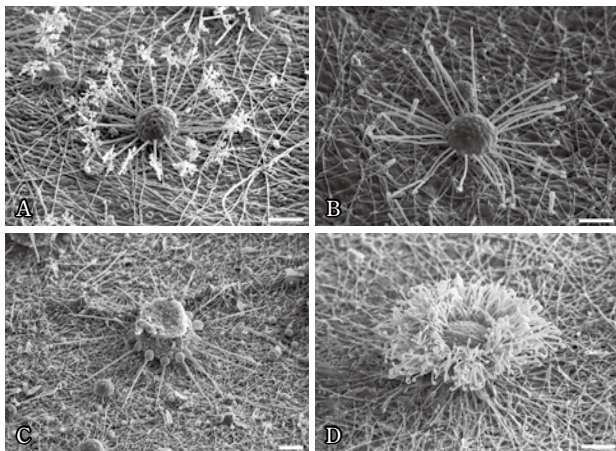


図-1 うどんこ病菌の閉子のう殻

A: ミズナラうどんこ病菌 *Erysiphe alphitoides* (*Microsphaera* 節). B: ハンノキうどんこ病菌 *Erysiphe miyabei* (*Uncinula* 節). C: クワ裏うどんこ病菌 *Phyllactinia moricola*. D: ヤマモミジうどんこ病菌 *Sawadaea polyfida*. 図中のバーは100 μm .

閉子のう殻の中には子のうと呼ばれる袋が入っていて、子のうの中には子のう胞子が入っている(図-2)。子のう胞子は有性胞子で、うどんこ病菌の遺伝的多様性を高めたり、越冬器官として機能していると考えられている。閉子のう殻の付属糸の数や形態、閉子のう殻中の子のうの数、子のう中の子のう胞子の数等によってうどんこ病菌の種類を見分けることができる。以下にうどんこ病菌の属を見分けるための検索表を表-1示す。

III 病 徴

上記のように、うどんこ病は植物の葉、茎、果実、花等に白い粉を吹いたような症状を起こすので、鑑定は比較的容易である(図-3A, B)。うどんこ病菌の種類によって、葉の表裏に菌そうを形成するものや、表側と裏側のどちらかのみ形成するもの等、様々である。アラカ



図-2 ボタンうどんこ病菌 *Erysiphe paeoniae* の閉子のう殻、子のう、子のう胞子
図中のバーは50 μm .



図-3 うどんこ病の病徴

A: *Erysiphe hiratae* によるアラカシうどんこ病. B: *Sawadaea polyfida* によるオオモミジうどんこ病. C: コウゾの葉裏の病斑上に形成された *Phyllactinia broussonetiae-kaempferi* の閉子のう殻. D: *Cystotheca* 属菌による *Castanopsis* うどんこ病の黒褐色の菌そう.

表-1 我が国に分布するうどんこ病菌属の検索表

[完全世代属および節の検索表]

1	内部（半内部）寄生性である	2
1*	表皮寄生性である	4
2	付属糸は菌糸状	<i>Leveillula</i>
2*	付属糸は菌糸状でない	3
3	付属糸は基部が膨らんだ針状	<i>Phyllactinia</i>
3*	付属糸の先端が渦巻状に巻く	<i>Pleochaeta</i>
4	分生子を形成しない	5
4*	通常、分生子を形成する	7
5	閉子のう殻の隔壁は1層	<i>Erysiphe</i> sect. <i>Californiomyces</i>
5*	閉子のう殻の隔壁は数層	6
6	付属糸は棍棒状	<i>Erysiphe</i> sect. <i>Typhulochaeta</i>
6*	付属糸先端部が渦巻状に巻く	<i>Parauncinula</i>
7	分生子は単生	8
7*	分生子は鎖生	10
8	付属糸は菌糸状	<i>Erysiphe</i> sect. <i>Erysiphe</i>
8*	付属糸は菌糸状でない	9
9	付属糸先端部が数回二分岐する	<i>Erysiphe</i> sect. <i>Microsphaera</i>
9*	付属糸先端部が渦巻状に巻く	<i>Erysiphe</i> sect. <i>Uncinula</i>
10	閉子のう殻内の子嚢は単数	11
10*	閉子のう殻内の子嚢は複数	13
11	菌叢に褐色の剛毛を生じる、ブナ科に寄生	<i>Cystotheca</i>
11*	菌叢に褐色の剛毛を生じない	12
12	付属糸は菌糸状	<i>Podospaera</i> sect. <i>Sphaerotheca</i>
12*	付属糸は先端が数回二分岐	<i>Podospaera</i> sect. <i>Podospaera</i>
13	分生子および分生子柄内に明瞭なフィブリン体を有する	<i>Sawadaea</i>
13*	分生子および分生子柄内に明瞭なフィブリン体を有しない	14
14	イネ科に寄生、付属糸はほとんどない	<i>Blumeria</i>
14*	明瞭な付属糸を有する	15
15	付属糸は先端が数回二分岐する、 <i>Lycium</i> （クコ）属植物に寄生	<i>Arthrocladiella</i>
15*	付属糸は菌糸状	16
16	子のう内の子のう数は2~3個、まれに4個	<i>Golovinomyces</i>
16*	子のう胞子は越冬前は未分化、子のう数は2~8個	<i>Neoerysiphe</i>

[無性世代の形態のみによる属の検索表] カッコ内は無性世代属

1	内部（半内部）寄生性である	2
1*	表皮寄生性である	3
2	分生子柄は通常内生菌糸から生じ、気孔から伸長する	<i>Leveillula</i> (<i>Oidiopsis</i>)
2*	分生子柄は外生菌糸から生じる	<i>Phyllactinia</i> & <i>Pleochaeta</i> (<i>Ovulariopsis</i>)
3	分生子内に明瞭なフィブリン体が見られる	4
3*	分生子内に明瞭なフィブリン体が見られない	6
4	大型分生子と小型分生子が形成される	<i>Sawadaea</i> (<i>Octagonium</i>)
4*	小型分生子は形成されない	5
5	褐色の鎌型気中菌糸を形成する、ブナ科に寄生	<i>Cystotheca</i> (<i>Setoidium</i>)
5*	褐色の気中菌糸を形成しない	<i>Podospaera</i> (<i>Fibroidium</i>)
6	分生子柄基部が膨らむ、イネ科に寄生	<i>Blumeria</i> (<i>Oidium</i>)
6*	分生子柄基部は膨らまない	7
7	分生子は単生	<i>Erysiphe</i> (<i>Pseudoidium</i>)
7*	分生子は鎖生	8
8	分生子発芽管および菌糸上の付着器は拳状	<i>Neoerysiphe</i> (<i>Striatoidium</i>)
8*	分生子発芽管および菌糸上の付着器は棍棒状または乳頭状	9
9	分生子柄の辺は鋸羽状 (crenate)、 <i>Lycium</i> （クコ）属植物に寄生	<i>Arthrocladiella</i> (<i>Graciloidium</i>)
9*	分生子柄の辺は波板状 (sinuate)	<i>Golovinomyces</i> (<i>Euoidium</i>)

シ、シラカシ等常緑カシ類に発生する *Cystotheca wrightii* は葉の裏側に黒褐色の菌そうを形成する (図-3D)。この菌は春先には典型的なうどんこ病らしい白色の菌そうを作るが、5月中旬になると茶色になり始め、6月には黒褐色になる。これはこの菌が5月から有性世代である閉子のう殻を形成し始めるため、閉子のう殻とそれを守る剛毛という毛のようなものの色である。*C. wrightii* による常緑カシ類のうどんこ病は、このような特徴的な病徴から紫かび病という病名がつけられている。また、その他のうどんこ病菌でも、秋になって閉子のう殻を形成すると菌そうが褐色になるものもある。カキノキやモクレン、コブシ等のうどんこ病の初期の病徴は、葉の褐点や黒点として現れ、うどんこ病と気づかないことも多い。これらは秋になって気温が下がってくると典型的なうどんこ病の症状を呈する。

スナップエンドウにエンドウうどんこ病菌 *Erysiphe pisi* が感染して「ごま症」と呼ばれる褐色斑点症状を生じることがある (樋口・中島, 2016)。また、リンゴのうどんこ病菌である *Podospheera leuhotrica* が本来の宿主ではないモモに感染し、モモ果実に「rusty spot」と呼ばれる褐色斑点を生じることがある (JANKOVICS et al., 2011)。

IV 寄生様式

18属あるうどんこ病菌のうち、14属は表皮寄生性を示し、3属が半内部寄生性、残り1属のみが内部寄生性を示す。表皮寄生性は植物寄生菌として大変珍しい寄生様式である。表皮寄生性うどんこ病菌は、菌糸のすべてが植物の表面に露出し、無性孢子や閉子のう殻もすべて植物表面の菌糸体から生じ、外生する。唯一、「吸器」と呼ばれる栄養吸取器官のみが細胞壁を貫通して植物の表皮細胞に侵入し、そこから植物細胞を殺すことなく養分を吸収する。吸器は植物の細胞壁は貫通するが、細胞膜を貫通しないので、実質的には植物の細胞内に侵入しているわけではない。半内部寄生菌は分生子の発芽管が宿主の気孔から侵入し、葉肉細胞に吸器を形成するが、残りのすべての菌糸体および孢子形成細胞は植物表面に露出する。*Leveillula* 属と呼ばれる1属のみが植物の細胞間隙を生育する内生菌糸体を持ち、完全な内部寄生性を示す。分生子形成細胞(分生子柄)は内生菌糸から生じ、気孔から植物表面に伸長する。半内部寄生菌、内部寄生菌とも気孔から侵入するので、菌そうは気孔がある葉裏のみに形成される。

DNAを用いた系統解析の結果、表皮寄生性がうどんこ病菌の祖先的性質で、その後、半内部寄生性が進化し、

最後に内部寄生性が進化したことが明らかになっている (TAKAMATSU et al., 2016)。内部寄生菌である *Leveillula* 属菌の地理的起源は中央アジアから地中海域であると考えられており、内部寄生性の進化はうどんこ病菌の乾燥適応の結果であると考えられている (BRAUN and COOK, 2012)。

V 生活史

ハウス栽培の野菜類などではうどんこ病は季節を問わず発生するが、ここでは自然発生のうどんこ病の生活史を概説する。うどんこ病の初発期は、地域、宿主、うどんこ病菌の種類によって大きく異なるので一概には言えないが、東海地域では3月下旬ごろにはアラカシの若葉に *Cystotheca wrightii* の白い菌そうが見られるようになる。また、マサキのうどんこ病なども春先の比較的早くに見られるものの一つである。その後、4、5月ころになるといろいろな植物にうどんこ病が発生し始め、6月の梅雨時期に夏前の発生のピークを迎える。梅雨明け後はいったん終息したかのように見えるが、秋、最高気温が30℃を下回るようになると、再び発生が増加してくる。秋(東海地域ではおおむね10月以降)になると多くのうどんこ病菌で、菌そう上に直径0.1~0.2 mm程度の黒粒が多数見られるようになる(図-3C)。これはうどんこ病菌の有性器官である閉子のう殻で、閉子のう殻内部に有性孢子である子のう孢子が含まれる。

閉子のう殻は一般にうどんこ病菌の越冬器官であると考えられているが、越冬の仕方は宿主植物やうどんこ病の種類によって異なる。落葉広葉樹に寄生するうどんこ病菌の場合、閉子のう殻は宿主葉上で形成されたのち、風雨などによって宿主葉上から離脱し、宿主の枝などに付着して越冬し、次年度の第一次伝染源になる。草本植物に寄生するうどんこ病菌は宿主残渣上の閉子のう殻で越冬し、翌年の第一次伝染源になると考えられる。アラカシ、シラカシ等常緑樹に寄生する *Erysiphe* spp., *C. wrightii* 等のうどんこ病菌は、宿主葉上に付着した閉子のう殻の形態で越冬する。クワ裏うどんこ病菌 *Phyllactinia moricola* や、エノキうどんこ病菌 *Pleochaeta shiraiana* 等は閉子のう殻が大きいので、冬期に宿主の枝上に付着して越冬している閉子のう殻を肉眼で容易に見つけることができる。

うどんこ病菌の中には有性器官を形成しない菌も多いので、そのような菌では閉子のう殻以外の越冬手段を持っていると考えられるし、また、閉子のう殻を形成する菌でも閉子のう殻が唯一の越冬手段ではない例が多く見られる。例えば、サルスベリうどんこ病菌は閉子のう殻を豊富に形成するが、冬芽の内部に侵入した菌糸でも

越冬すると考えられている。宿主の冬芽内で越冬すると考えられる菌はこれ以外に、リンゴ、ブドウ、バラ、トウカエデ、ウバメガシ、マサキ等のうどんこ病菌がある (JARVIS et al., 2002)。また、常緑カシ類に寄生する *Erysiphe* spp. やマサキ、ウバメガシ等の常緑植物のうどんこ病菌では、前年の菌そうがそのまま生き残って翌春に菌そう上に新たな分生子を形成し、第一次伝染源になる (和田, 1986)。

宿主範囲の広い菌では他の宿主植物が第一次伝染源として働いている可能性がある。木本寄生性のうどんこ病菌は一般に宿主範囲が狭いので、他の宿主が第一次伝染源となる例は比較的少ないと考えられる。ただし、熱帯地域でパラゴムノキ、マンゴー、ランブータン、カンキツ類、アカシア等に寄生する *E. quercicola* は多犯性であることが明らかになりつつあるので、熱帯地域でこれらの宿主に着く菌が相互に伝染源になっている可能性がある (SIAHAAN et al., 2016)。キュウリやカボチャ等ウリ科野菜には、我が国で *Podosphaera xanthii* と *Golovinomyces orontii* の2種のうどんこ病菌が寄生する。この2種の菌はいずれもウリ科野菜に寄生性がある。また、ウリ科以外でも、*G. orontii* がキュウリ畑近くのホトケノザ (シソ科) に寄生していた記録がある (UCHIDA et al., 2009)。この菌はキュウリにも寄生性があった。ホトケノザには別種のうどんこ病菌が寄生することが知られているので、うどんこ病が発生していても別種の菌として見過ごされがちであるが、圃場近くの雑草類をより注意深く観察する必要がある。また、*P. xanthii* も多犯性であることが知られており、畑地周辺の雑草が伝染源として働いている可能性がある (我孫子, 1978)。*P. xanthii* は最近単子葉植物にも寄生したという報告があり、従来考えられている以上に多くの植物に寄生性を有する可能性がある (Cho et al., 2018)。ピーマンに寄生する *Leveillula taurica* も多犯性である。本菌は我が国では有性世代を形成しないので、周辺雑草が伝染源として機能している可能性がある。この菌は、ピーマンのほか、トマトなどのナス科植物や、ナス科以外の植物にも寄生する。内部寄生菌であるため病徴が見分けにくく、発生していても見逃されている可能性がある。残念ながら、*L. taurica* によるピーマンうどんこ病の生態的研究は我が国ではほとんど行われていないので、今後の研究が待たれる。

VI 防除方法

うどんこ病の発生部位は主に葉や葉柄、莖であり、被害は光合成阻害であることが多いが、パセリでは商品箇所である葉に、イチゴでは果実に発生するため大きな減

収要因となる。慣行の生産現場における本病の防除は、主に化学的防除法に頼っている。しかし、耐性菌の発生などにより防除に苦慮することも多い。一方、それ以外の防除法についても様々な方面から研究され、実用化されているものもある。本稿では野菜類のうどんこ病に絞って、防除方法の現在の状況について説明する。

1 耕種的防除法

一般的な対策として、適切な肥培管理、罹病部の除去、さらには経営によっては輪作を行うことが有効である。

キュウリやメロン等では、本病に強いまたは抵抗性を有する品種が販売されている。また、キュウリでは本病に抵抗性のブルームレス台木が穂木の抵抗性または耐病性を増強するとの報告もある (坂田ら, 2006)。その一方、メロンでは28種あるとされるレース分化 (McCREIGHT, 2006) や、キュウリでは抵抗性品種の低温条件下での罹病化 (森下, 2010)、さらには以前までは主に *Podosphaera xanthii* と考えられていたウリ科野菜の病原菌に、最近では *Golovinomyces* 属 (星ら, 2009; UCHIDA et al., 2009) の発生が報告されている。そのため、防除を抵抗性品種のみに頼ることなく他の防除法と組合せることが重要である。

うどんこ病はやや乾燥した条件下で発生しやすく、葉の濡れは発生抑制に働くと考えられている (我孫子・岸, 1976; WHIPPS and BUDGE, 2000)。しかし、本病以外の多くの病害は多湿条件を好み、一般的に施設栽培で病害を抑制するための環境制御は、除湿や結露対策の考え方で実施される (牛尾・竹内, 2006; 下元, 2014)。最近、ナス黒枯病対策を目的にヒートポンプ空調機を用いた湿度制御が検討され、その中でうどんこ病の発生には影響を及ぼさなかったことが報告された (岡田ら, 2017)。他の病害抑制を目的とした環境制御技術がうどんこ病に与える影響に関しては今後さらなる事例が待たれるところである。なお、送風ダクトや循環扇についても、吹き出し口付近はうどんこ病の発生源となることがあるので注意する。

2 物理的防除法

温湯散布は植物体への熱ショックでの抵抗性誘導 (佐藤, 2011) などで防除効果を発揮すると考えられている。イチゴでは、専用の散布装置で温湯を葉温が50℃となるように散布すると、化学農薬の使用回数を大幅に削減した場合でも、本病の発生が顕著に抑制された (小河原ら, 2012)。本装置は「ゆけむらー」として販売されている。

紫外光 (UV-B) 照射による発病抑制についても、イチゴ (神頭ら, 2011) で実用化され、「UV-B 電球形蛍光

表-2 キュウリうどんこ病に対する各種薬剤の防除効果

供試薬剤	希釈倍数 (倍)	調査葉数 (葉)	10月11日			10月18日		
			発病率 (%)	発病度 ^{a)}	防除価 ^{b)}	発病率 (%)	発病度	防除価
メパニピリム水和剤	2,000	50.0	46.0	11.3	89	58.0	15.1	85
イミノクタジンアルベシル酸塩水和剤	2,000	50.0	65.3	17.5	82	84.0	28.3	72
DBEDC 乳剤	500	50.0	59.3	13.5	86	100.0	84.1	16
無処理		50.0	100.0	98.9		100.0	100.0	

試験概要：試験場所は茨城県農業総合センター園芸研究所ビニルハウス（20×5.4 m）。

定植は2017年9月4日，農薬散布は9月11日，21日，10月2日，うどんこ病の初発は9月14日。

^{a)} 発病度は以下の式で算出した。 $\{ \sum (\text{発病指数別葉数} \times \text{発病指数}) / (\text{全葉数} \times 5) \} \times 100$ 。

発病指数は0：発病なし，1：病斑面積が5%以下，2：6～25%，3：26～50%，4：51～75%，5：76%以上とした。

^{b)} 防除価 = $100 - (\text{薬剤処理区の発病度} / \text{無処理区の発病度}) \times 100$ 。

灯」として販売されている。夜間に3時間点灯することにより，UV-Bによって抵抗性が誘導され発病が抑制される。UV-Bについては，バラ（小林ら，2014）やパセリ（西村ら，2018）等でも防除効果が認められている。

3 化学的防除法

他の病害と同様に予防的な散布が基本であり，特に内部寄生菌であるピーマンでは予防を徹底することが重要である。また，本病原菌は殺菌剤耐性菌対策委員会（FRAC）により耐性菌リスクが高い生物として評価されているため，その感受性の動向には注意が必要である。

キノキサリン系水和剤は，本病に高い効果を発揮するとともに多作用点阻害剤であり耐性菌リスクも低いいため，ローテーション散布の一剤として非常に有効である。さらに，水和硫黄剤やイミノクタジンアルベシル酸塩水和剤，メパニピリム水和剤等も予防的に使用すると効果が高い。DBEDC 乳剤も高い効果を示すが，残効が短いので使用時には注意を要する（表-2）。

このほか，DMI 剤や QoI 剤，シフルフェナミド剤，SDHI 剤，フルチアニル剤，ピリオフェノン剤についても高い効果が期待できる。しかし，これら薬剤ではキュウリにおいて耐性菌の発生が報告されている（OHTSUKA et al., 1988；ISHII et al., 2001；細川ら，2006；MIYAMOTO et al., 2010；ISHII et al., 2011；宮本ら，2018）。茨城県では抑制栽培と促成栽培を同一の施設で行うキュウリ産地が多く，複数の薬剤に対する耐性菌の発生が深刻となっている。この原因としては，作期も長く薬剤の使用頻度も多いため成分使用回数が増える傾向にあるうえに，周年栽培により菌が常在化しやすいためと考えられる。他の作物でもいくつかの薬剤で耐性菌が報告されているため，キュウリでの状況を特殊事例と考えずに，ローテーション散布など対策を徹底することが重要である。

このほか，硫黄くん煙剤は予防的に使用することで高い効果が得られ，特に天敵を使用する施設栽培では貴重

な防除薬剤となっている。しかし，PO系フィルムに影響が大きいため使用には注意を要する。ここに挙げた薬剤よりやや効果は劣るが，使用回数制限のない炭酸水素カリウム水溶剤などを上手に使用することも効率的な防除に有効と考えられる。

引用文献

- 1) 我孫子和雄・岸 国平 (1976): 日植病報 42: 343 (講要)。
- 2) ——— (1978): 日植病報 44: 612~618。
- 3) AMANO, K. (1986): Host range and geographical distribution of the powdery mildew fungi, Japan Scientific Societies Press, Tokyo, 741 pp.
- 4) BRAUN, U. and R. T. A. COOK (2012): Taxonomic manual of the Erysiphales (powdery mildews), CBS Biodiversity Series No. 11. Utrecht, the Netherlands: CBS-KNAW Fungal Biodiversity Centre, 707 pp.
- 5) CHO, S. E. et al. (2018): Plant Dis. 102: 247.
- 6) 樋口康一・中島 純 (2016): 植物防疫 70: 730~735。
- 7) 星 秀男ら (2009): 同上 63: 608~613。
- 8) 細川浩晴ら (2006): 日植病報 72: 260~261 (講要)。
- 9) ISHII, H. et al. (2001): Phytopathol. 91: 1166~1171。
- 10) ——— et al. (2011): Pest Manag. Sci. 67: 474~482。
- 11) JANKOVICS, T. et al. (2011): Plant Dis. 95: 719~724。
- 12) JARVIS, W. R. et al. (2002): The Powdery Mildews; A Comprehensive Treatise, APS Press, St. Paul, Minnesota, p.169~199。
- 13) 神頭武嗣ら (2011): 植物防疫 65: 28~32。
- 14) 小林光智衣ら (2014): 同上 68: 28~32。
- 15) MCCREIGHT, J. D. (2006): J. Amer. Soc. Hort. Sci. 131: 59~65。
- 16) MIYAMOTO, T. et al. (2010): J. Gen. Plant Pathol. 76: 261~267。
- 17) 宮本拓也ら (2018): 日植病報 72: 217~218 (講要)。
- 18) 森下昌三 (2010): 植物防疫 64: 9~14。
- 19) 西村文宏ら (2018): 同上 72: 642~646。
- 20) 小河原孝司ら (2012): 茨城農総七園研研報 19: 39~46。
- 21) OHTSUKA, N. et al. (1988): 日植病報 54: 629~632。
- 22) 岡田知之ら (2017): 高知農技七研報 26: 25~29。
- 23) 坂田好輝ら (2006): 園学雑 75: 135~140。
- 24) 佐藤達雄 (2011): 植物防疫 65: 303~307。
- 25) 下元祥史 (2014): 同上 68: 443~446。
- 26) SAHAAN, S. A. S. et al. (2016): Mycoscience 57: 375~383。
- 27) 高松 進 (2012): 三重大院生資研究紀要 38: 1~73。
- 28) TAKAMATSU, S. et al. (2016): Mycologia 108: 837~850。
- 29) UCHIDA, K. et al. (2009): JGPP 75: 92~100。
- 30) 牛尾進吾・竹内妙子 (2006): 関東東山病虫害研報 53: 51~54。
- 31) 和田久美子 (1986): 日植病報 52: 547 (講要)。
- 32) WHIPPS, J. M. and S. P. BUDGE (2000): Eur. J. Plant Pathol. 106: 395~397。

植	物
防	疫
講	座

農薬編-12

ダニ類成長阻害剤 (MGI)

—ヘキシチアゾクス, クロフェンテジン, エトキサゾール—

日本曹達株式会社 やまもとあつし 山本敦司

はじめに

ダニ類成長阻害剤 (MGI, Mite Growth Inhibitors) は、IRAC コード 10 に分類される 4 種の殺ダニ剤、ヘキシチアゾクス (サブグループ 10A)、クロフェンテジン (10A)、ジフロピダジン (10A) およびエトキサゾール (10B) である (表-1; 図-1)。そして興味を引くのは、化学構造の基本骨格が異なるにもかかわらず、各剤が共通してハダニ類の成長過程の現象を阻害する生理的作用を示すことにある。ダニ類成長阻害剤は遅効的な防除効果を示すものの、基礎的な殺ダニ活性の高さと効果持続性に加え、天敵類および生態影響が小さい特徴から、抵抗性問題を抱えながらも約 30 年以上も使用されている。世界的には、2017 年の殺ダニ剤市場 1,066 \$M (アバメクテン剤を除く) のうち 17.7% を占有している (GfK kynetec, i-map3DB, 2017 調査)。

本稿では、日本で登録のあるヘキシチアゾクス (ニッソラン®)、クロフェンテジン (カーラ®)、およびエトキサゾール (バロック®) について、開発経緯、作用特性と作用機構、および抵抗性機構について解説する。さらに、抵抗性管理については、抵抗性対策のモデルケースとなったヘキシチアゾクスなどの事例から、その知見も紹介する。

I 開発経緯

害虫防除の分野では、一般的に害虫が発生してから対処できる速効的な薬剤が望まれる。一方、1970 年代に遅効的な殺虫剤の研究が進展した。1983 年登録の昆虫成育阻害剤ブプロフェジン (アプロード®, IRAC コード 16) の成功により遅効的殺虫剤の認知度が高まり、ダニ類成長阻害剤の研究開発のモチベーションにもつながった。そして、遅効的殺ダニ剤の評価のために、発想を変えた試験法が考案されたのは言うまでもない。ハダニ類の一世代期間の短さを利用した、卵から成虫の一世代に渡る観察法 (浅田, 1985) である。

ダニ類成長阻害剤が世界で最初に登録されたのは、1983 年のファイソズ社 (現バイエルクロップサイエンス社) のテトラジン骨格を有するクロフェンテジンで (大西, 1989)、日本では 1989 年に日本シェーリング株式会社により登録され現場で使用された。なお、本剤は 2012 年に販売を終了しているが、2018 年現在でアダマ・ジャパン株式会社が登録を有している。

一方、日本で最初に開発されたダニ類成長阻害剤は、チアゾリジノン骨格を有するヘキシチアゾクスで、日本曹達株式会社により 1985 年に登録された。これは殺菌活性を有する化合物の研究課程から派生し発見された (山田ら, 1987)。クロフェンテジンとヘキシチアゾクス

表-1 日本における農業用殺虫剤の作用機構 (一部抜粋改変)

主要グループと一次作用部位	サブグループあるいは代表的有効成分	有効成分	農薬名 (例) (剤型省略)	標的生理機能
10 ダニ類成長阻害剤 成長調節	10A クロフェンテジン ヘキシチアゾクス ジフロピダジン	クロフェンテジン ヘキシチアゾクス	カーラ ニッソラン	成育 および 発達
	10B エトキサゾール	エトキサゾール	バロック	

Review of Mite Growth Inhibitors (MGI) for Mites of Agricultural Importance. By Atsushi YAMAMOTO

(キーワード: ダニ類成長阻害剤, IRAC コード 10, 殺ダニ剤, ハダニ, ヘキシチアゾクス, クロフェンテジン, エトキサゾール, 作用機構, キチン合成酵素, 抵抗性機構, 抵抗性管理)

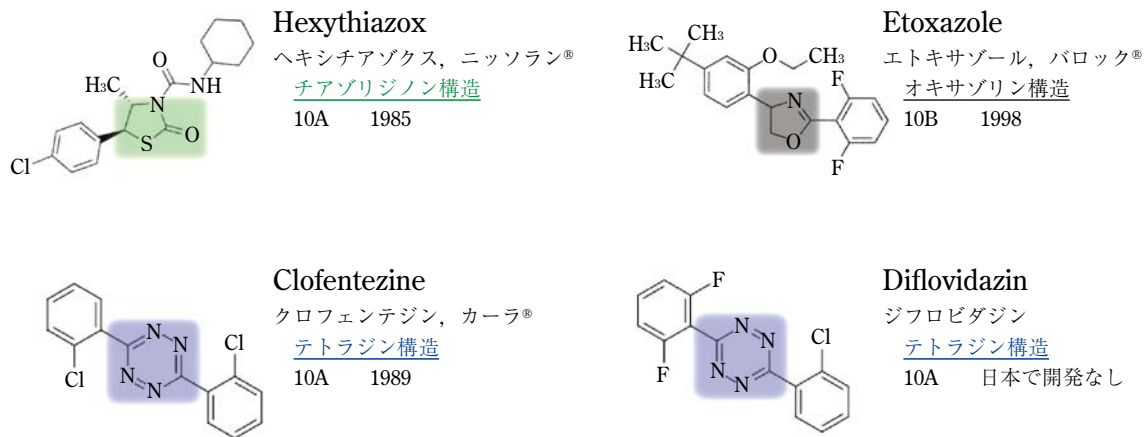


図-1 ダニ類成長阻害剤の化学構造
コード番号は IRAC コード, 年号は日本の登録年.

の作用点は確認されていないが, 交差抵抗性を示す事例が多いことから同じサブグループの IRAC コード 10A に分類されている。

1998 年に登録のエトキサゾールはオキサゾリン骨格を持ち, 八洲化学工業株式会社 (現・協友アグリ株式会社) により開発された。本剤は除草剤の研究課程から派生して選抜され, ヘキシチアゾクス剤との交差抵抗性回避を指標に開発されたことから (鈴木ら, 2001), IRAC コード 10B にサブグループ化され分類されている。

このように, ダニ類成長阻害剤はそれぞれ独立の発想から異なるケミストリーから選抜されたため, 3 剤の間で化学構造の基本骨格が異なる。

II 作用特性

ダニ類成長阻害剤に“共通する”ハダニ類に対する生物特性を概説する (AVEYARD et al., 1986; 山田ら, 1987; 鈴木ら, 2001 各剤の技術資料)。まず, 農業上重要な各種ハダニ類, すなわちなみハダニ, カンザワハダニ, ミカンハダニ, リンゴハダニに効果を示す。ハダニ類の各成育ステージには, 次のような作用を示す (表-2; 図-2)。まず, 殺卵性を有し, 散布された卵はふ化前の眼点期までは発育するがふ化しない。産下卵の卵齢による効力差があり, ふ化が近い後期卵へは効力が低下する傾向がある。活動期の幼虫および若虫に薬剤を散布すると, その活動期には効果を示さないが, 静止期に入り脱皮を行うことができず死亡する。成虫に対して殺成虫効果はない。ただし, 経皮的, 経口的のいずれの処理でも雌成虫は産卵するものの産下卵はふ化せず, いわゆる不妊化作用を示す。また, ダニ類成長阻害剤の物理化学的性状を見ると (表-3), 3 剤ともに水溶性が低く, オクタノール/水分配係数が高い。したがって, 根や茎葉からの

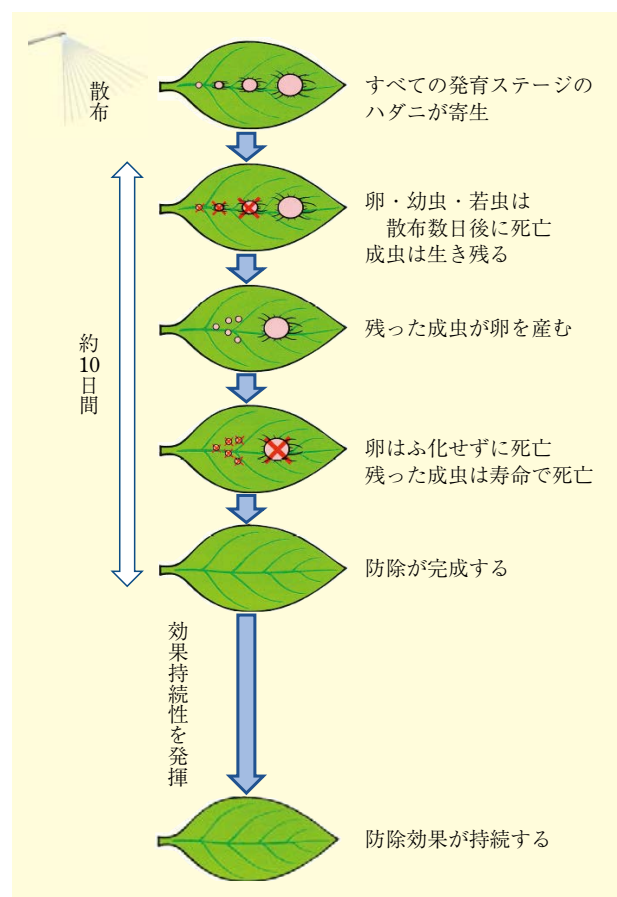


図-2 ダニ類成長阻害剤の圃場での効果発現パターン
ヘキシチアゾクス技術資料 (日本曹達 (株), 1985) を一部改変.

浸透移行性は持たないが, 茎葉への吸着が高く降雨の影響も小さいものと推察される。

以上のように, ハダニの各発育ステージへの遅効的な作用特性により, 圃場でも薬剤を散布してから防除効果を確認できるまでにはおおむね 7~10 日を要するため, 遅効的と感じられる (図-2)。だが, 約 1 か月の見かけ

表-2 ダニ類成長阻害剤の生物活性の概要

IRAC コード	一般名 代表的製剤	ハダニの発育ステージ別活性 (実用濃度でのレーティング: ◎~×)						ハダニ殺卵活性 の剤比較 (LC ₅₀ 値)	ハダニ以外の活性	
		実用濃度 ppm	卵 前期 後期	幼虫	若虫	成虫	不妊		サビダニ類 (事例)	害虫 (事例)
10A	ヘキシチアゾクス 水和剤 10%	50~33	◎ △	◎ ◎	×	○	< 0.78 0.15 5.4	×	×	
10A	クロフェンテジン フロアブル 40%	200~133	◎ △	◎ ○	×	○	1.8 16.1 > 50	○ チャノナガサビダニ	×	
10B	エトキサゾール フロアブル 10%	50~33	◎ △	◎ ◎	×	○	< 0.048 0.028 0.23	○ ミカンサビダニ モモサビダニ	○ アブラムシ類 コナガ, ヨトウ類 ショウジョウバエ, 等	

* 鈴木ら (2001)

** Li et al. (2014)

表-3 ダニ類成長阻害剤の物理化学的性状 (日本植物防疫協会, 2016)

	ヘキシチアゾクス	クロフェンテジン	エトキサゾール
外観	白色固体	赤紫色結晶性固体	白色結晶性細粒
臭気	無臭	無臭	無臭
融点, °C	105.4	183	101~102
蒸気圧, Pa	3.39×10^{-6} (20°C)	1.4×10^{-8} (25°C)	2.18×10^{-6} (25°C)
水溶性, g/l	4.1×10^{-4} (20°C)	$< 2.0 \times 10^{-6}$ (25°C)	7.54×10^{-6} (20°C)
オクタノール/水 分配係数 (LogPow)	2.74 (25°C)	4.1 (40°C)	5.59 (25°C)

の効果持続性を有しており、殺卵性や不妊化の特徴と組み合わせることによって、成虫への効果不足を補い圃場効果を安定させる。また、ダニ類成長阻害剤は、ハダニ類の天敵類や授粉昆虫のハチ類に影響が少ないことから、IPM 資材との併用によるハダニ防除が可能である。

次に、各3剤の生物活性の概要を、その違いも含めて特徴を概説する(表-2)(AVEYARD et al., 1986; 山田ら, 1987; 鈴木ら, 2001; Li et al., 2014 各剤の技術資料)。

まず、ハダニ類の各発育ステージに対する基本的な低濃度活性は薬剤により違いがあり、代表例として卵への活性(LC₅₀値)で比較すると(表-2)その順位は概して、エトキサゾール、ヘキシチアゾクス、クロフェンテジンである。しかし、この活性差は各剤の実用濃度の設定によりカバーされているため、普及上の問題はない。

サビダニ類に対しては、ヘキシチアゾクス以外の2剤が活性を有している。また、昆虫類に対してヘキシチアゾクスとクロフェンテジンは活性を持たない。興味深い

ことにエトキサゾールは、登録は取得していないものの、害虫の幼虫への殺虫活性も有する。例えば、アブラムシ類、チョウ目害虫のコナガやヨトウ類、ショウジョウバエ等にも効果が報告されており、ハダニと同様に脱皮阻害作用を示す(鈴木ら, 2001; NAUEN and SMAGGHE, 2006; Li et al., 2014; DOURIS et al., 2016)。圃場で実用的な防除効果が確かめられたアブラムシ2種の事例もある(今村, 2018)。

III 作用機構

ダニ類成長阻害剤の作用点と作用機構は、形態学観察からの類推はあるものの、分子生物学的に解明されていない。しかし、ヘキシチアゾクス抵抗性ナミハダニの一部の系統を用いた抵抗性機構に関する研究成果から(DEMAEGHT et al., 2014)、表皮のキチン合成酵素、CHS1(chitin synthase 1)が有望な作用点であり、その阻害が薬剤に共通した作用機構の一つと考えられている。

まず、形態学的観察については、ヘキシチアゾクスを処理したナミハダニの報告がある。透過型電子顕微鏡による若虫の皮膚切片の観察事例で (山田ら, 1987), 異常な物質の沈着や不完全な表皮が処理個体で観察されている。さらに、ナミハダニ若虫のキチンの沈着程度を、キチンに結合する蛍光染色 CFW を用いて定量した研究がある (DEMAEGHT et al., 2014)。ヘキシチアゾクス処理個体では、無処理個体の約 1/3 量の蛍光染色 CFW しか測定されず、表皮のキチン含量が少なかった。また、ハダニの事例ではないが、エトキサゾールが殺虫活性を有するチョウ目ヨトウガの一種の幼虫に対して脱皮阻害作用を示す形態学的観察と、その単離された表皮でキチン合成量が少ない生化学的結果もある (NAUEN and SMAGGHE, 2006)。

ダニ類成長阻害剤の作用機構の分子生物学的解明は、その抵抗性機構研究から得られた (DEMAEGHT et al., 2014)。材料となるベルギーのヘキシチアゾクス抵抗性ナミハダニは、不完全劣性の単一主働遺伝子に支配され、クロフェンテジンとエトキサゾールに交差抵抗性を示す。シーケンス解析によりキチン合成酵素 1 (CHS1) の 1017 番目のアミノ酸残基の変異、すなわちイソロイシンがフェニルアラニンに変異する作用点変異 I1017F がヘキシチアゾクス抵抗性機構であった。さらに、別系統のエトキサゾール抵抗性ナミハダニでも同じ I1017F が抵抗性機構であった。最近解明されたナミハダニの全ゲノム情報 (GRBIĆ et al., 2011) を利用して、BSA 分析 (Population-level bulk segregant analysis) による標的遺伝子のゲノムマッピング方法が可能となった (DEMAEGHT et al., 2014)。その結果、上記のヘキシチアゾクス抵抗性系統ナミハダニでは、各 3 剤の各抵抗性遺伝子が近傍に位置しており、それがキチン合成酵素 1 の領域であることが示された。

さらに、次のダニ類成長阻害剤とキチン生合成阻害剤 (ベンゾイルフェニル尿素系殺虫剤、以下 BPU 剤; IRAC コード 15) との交差抵抗性に関する知見からも、抵抗性機構が CHS1 に関与する遺伝子が原因であると補足的に支持できる。まず、ヘキシチアゾクス抵抗性ミカンハダニは、クロフェンテジンだけでなく殺ダニ活性を有する BPU 剤のフルフェノクスロンなどと交差抵抗性を示す (YAMAMOTO et al., 1995 a)。また、ナミハダニの I1017F に相当する CHS1 の作用点変異 I1056/MF を持つキイロショウジョウバエや、ナミハダニの I1017F に相当する I1042 M を持つコナガでも、BPU 剤とエトキサゾールの交差抵抗性がある (DOURIS et al., 2016)。

以上の結果から、ダニ類成長阻害剤の作用機構が作用

点の表皮のキチン合成酵素 1 (CHS1) の阻害であると解明された。

一方、キチン合成阻害とは異なる作用機構も存在する可能性もある。昆虫とは異なりハダニ類の成長制御には幼若ホルモンは関与せず、脱皮ホルモンのボナステロン A が関わっている (GRBIĆ et al., 2011)。脱皮ホルモンの生合成系やその受容体さらに脱皮ホルモンによるハダニの成長制御過程に関して、ダニ類成長阻害剤の作用の有無は報告されておらず今後の研究を待ちたい。

IV 薬剤抵抗性

1 抵抗性ハダニの現状

ダニ類成長阻害剤は、2019 年現在で既に 30 年以上も使用され続けているために、本稿で引用した文献以上に抵抗性に関する報告は世界的にも多い。本稿では、日本での抵抗性発達の経緯を、販売動向の推移から考察する (図-3)。

1980 年代後半、ヘキシチアゾクスは発売とともに急速に普及が進み、一時は殺ダニ剤市場の約 50% を占有し、抵抗性管理とは相反する過剰な使用が続く地域もあった。そのため、ヘキシチアゾクス抵抗性による販売の減少が発売後 3~4 年に著しくなり、抵抗性問題に対する警鐘が鳴らされた。一方、クロフェンテジンは、先行するヘキシチアゾクスとの交差抵抗性の影響を受けた販売となった。1990 年代後半は、交差抵抗性を回避したエトキサゾールが上記 2 剤の代替剤として普及が進んだが、抵抗性発達により販売は緩やかに影響を受けている。2016 年現在、日本におけるダニ類成長阻害剤の市場占有率は約 6% である。

2 抵抗性ハダニの多様性と交差抵抗性

(1) ヘキシチアゾクス抵抗性の多様性

ヘキシチアゾクス抵抗性の遺伝様式を事例として、ハダニ種や同種でも系統によって抵抗性の特性が異なり多様である (表-4)。ナミハダニの場合、遺伝様式が採集地によって異なる事例があり、単一主働遺伝子支配の不完全劣性遺伝、不完全優性遺伝、および複数遺伝子の関与の 3 パターンが報告されている (HERRON et al., 1993; ASAHARA et al., 2008; DEMAEHT et al., 2014 等)。また、不完全劣性遺伝はミカンハダニ (YAMAMOTO et al., 1995 b など) でも、不完全優性遺伝はカンザワハダニでも見られる (山本, 私信)。この多様性は、各ハダニ種や系統で抵抗性機構が異なり、個別の抵抗性対策の必要性を示唆している。

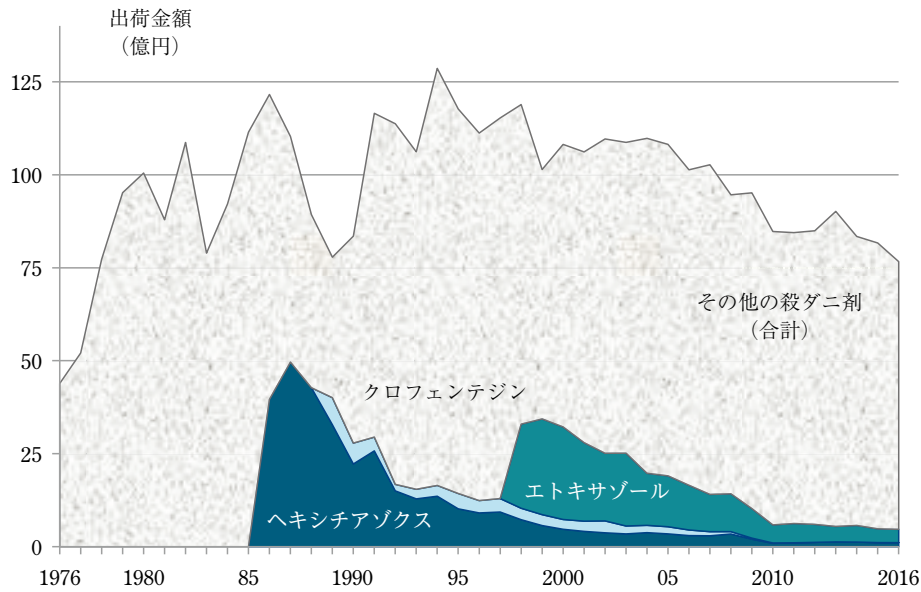


図-3 殺ダニ剤の日本での販売推移とダニ類成長阻害剤の動向
山本 (2018 c) を一部改変。

表-4 ヘキシチアゾクス抵抗性の遺伝様式の多様性

	単一主働遺伝子		複数の遺伝子
	劣性～不完全劣性	優性～不完全優性	
ヘキシチアゾクス 10A	ミカンハダニ 日本 YAMAMOTO et al. (1995 b)	カンザワハダニ 日本 山本 (私信)	—
	ナミハダニ BEL DEMAEGHT et al. (2014)	ナミハダニ AUS HERRON et al. (1993)	ナミハダニ 日本 ASAHARA et al. (2008)

表-5 ダニ類成長阻害剤の交差抵抗性の多様性

(5-a) ヘキシチアゾクス (Hex) とクロフェンテジン (Clo)
(山本, 1997 ; 山本, 2018 a 等)

(5-b) ヘキシチアゾクス (Hex) とエトキサゾール (Eto)
(DEMAEGHT et al., 2014 ; 石田, 2015 等)

タイプ	薬剤感受性パターン	事例
Type 1 交差抵抗性	Hex-R, Clo-R 両剤抵抗性	多数の事例
Type 2 交差抵抗性なし	Hex-R, Clo-S ヘキシチアゾクスのみ抵抗性	事例あり (少ない)
Type 3 交差抵抗性なし	Hex-S, Clo-R クロフェンテジンのみ抵抗性	事例あり

タイプ	薬剤感受性パターン	事例
Type 1 交差抵抗性	Hex-R, Eto-R 両剤抵抗性	事例あり
Type 2 交差抵抗性なし	Hex-R, Eto-S ヘキシチアゾクスのみ抵抗性	多数の事例
Type 3 交差抵抗性なし	Hex-S, Eto-R エトキサゾールのみ抵抗性	事例なし

(2) ヘキシチアゾクスとクロフェンテジンの交差抵抗性

IRAC 分類では、この2剤の作用点は特定されていないが交差抵抗性の事例が多いことから同じサブグループ 10A に分類されている。一方、ハダニ種・採集地の異なる複数系統のハダニを材料とした室内淘汰試験や既知事例を集約してみると、交差抵抗性の場合と交差抵抗性を示さない場合が明らかとなり (山本, 1997 ; 山本, 2018 a), 三つの効力パターンが存在した (表-5 (5-a))。

(3) ヘキシチアゾクスとエトキサゾールの交差抵抗性

エトキサゾールはヘキシチアゾクス抵抗性ハダニを用いて交差抵抗性回避を目的として選抜し開発され、多くの地域でヘキシチアゾクス代替剤として普及に成功した (図-3) (石田, 2015)。しかし、販売直前にごく一部の地域で抵抗性ナミハダニが発見され、完全劣性の遺伝様式を示した (小林ら, 2001)。その後、ヘキシチアゾクスとの交差抵抗性の事例も報告された。EU の系統では

2 剤とも不完全劣性遺伝の抵抗性機構を共有したが (DEMAEGHT et al., 2014), 日本の系統では複数のヘキシチアゾクス抵抗性遺伝子の一部のみがエトキサゾールと交差していた (ASAHARA et al., 2008) (表-5, (5-b))。

以上の(1)~(3)の解説のように,ダニ類成長阻害剤の交差抵抗性は多様で,その本質的な原因は複数あるとも言える。

3 抵抗性機構

前節で述べたダニ類成長阻害剤の抵抗性と交差抵抗性の多様性から,抵抗性機構には複数の原因があると推測される。一般的には薬物代謝による解毒分解と作用点変異の2種の原因が考えられる。

まず,薬物代謝に関しては,ナミハダニのヘキシチアゾクスとエトキサゾール抵抗性の事例がある (ADESANYA et al., 2018)。抵抗性遺伝子の特定はしていないものの,P450 やエステラーゼによる解毒分解が抵抗性に関与しているとの報告がある。また,ヘキシチアゾクス抵抗性カンザワハダニでも PBO (ピペロニルブトキッド)との共力効果試験の結果から P450 がかわっていると推察されている (山本, 私信)。また,文献調査によれば,ダニ類成長阻害剤と作用機構を異にする殺ダニ剤・殺虫剤との間でも交差抵抗性事例が多数あり (刑部・上杉, 2009),共通の薬物代謝機構が関与していることが推測されている。

一方,作用点変異が抵抗性機構と解明された事例に,先述のナミハダニのキチン生合成酵素 CHS1 のアミノ酸変異 I1017F がある。この作用点変異は,ダニ類成長阻害剤3種のいずれにも共通して関与し,不完全劣性の遺伝である (DEMAEGHT et al., 2014)。さらに前節の,ミカンハダニや昆虫でのダニ類成長阻害剤と BPU 剤との交差抵抗性の事例も,作用点変異の関与を支持している。

最近,このナミハダニの作用点変異 I1017F を検出できるエトキサゾール抵抗性遺伝子診断法,RED- $\Delta\Delta$ Ct法が開発された (OSAKABE et al., 2017)。本法と生物検定法の結果には相関があり,本遺伝子診断法は抵抗性遺伝子の正確なモニタリング法として利用できる。

この結果のように抵抗性機構が明確となったナミハダニの作用点変異 I1017F の事例は,多くのダニ類成長阻害剤の抵抗性事例を説明できるよい知見であるが,万能とは言い切れない。先述の3剤の交差抵抗性パターンが多様であることから,作用点変異 I1017F だけでは説明できない抵抗性機構も存在するのかもしれない。

4 抵抗性管理と対策

薬剤抵抗性対策には,一般的に,薬剤ローテーション,薬剤混用に加え高薬量・保護区戦略 (鈴木, 2012; 山本,

2015) による処理の三つの方法が知られている。本節では主にヘキシチアゾクスの事例を中心に紹介する。

(1) 薬剤ローテーション

一般的に,薬剤ローテーションは抵抗性発達を緩和する効果がある。そのよい事例が,岩手県のりんご栽培における殺ダニ剤の隔年ローテーションである (鈴木, 2010)。1985年当時の新規殺ダニ剤ヘキシチアゾクス (IRAC・10A) とシヘキサチン (IRAC・12B) を基幹剤とした隔年使用が,県防除指針で指導された。その結果,両剤の隔年使用でも抵抗性発達は最終的には回避できなかったが,毎年連用した場合に比較すると,明らかに抵抗性発達が非常に穏やかであった。これは,岩手県でのヘキシチアゾクス剤の出荷数量の年次調査からも,隔年使用を行わなかった他県と比べて使用可能年数が伸びたことからわかる。

(2) 薬剤混用

ダニ類成長阻害剤はいずれも成虫に対する殺虫力がない。その補完を目的として殺成虫力のある他の有効成分との混合剤が多く開発されている。具体的な薬剤の組合せ事例は割愛するが,これらの混合剤はハダニのすべての発育ステージに効果を有し,異なる作用点を同時に攻撃することになる。最近,薬剤混用は抵抗性対策に有効であるとの数理モデル研究 (SUDO et al., 2017) が報告された。上記の混合剤は,抵抗性発達遅延に関する実証研究はないものの,意図せずに“複数作用点の同時攻撃”の目的を達していることになる。

(3) 高薬量・保護区戦略

高薬量・保護区戦略による薬剤処理は,薬剤抵抗性発達の遅延対策として理論的に有効である。その基本概念の説明は本稿では割愛するので,別の解説を参照されたい (鈴木, 2012; 山本, 2015)。この方法が野外で有効と推察される事例として,ミカンハダニに対するヘキシチアゾクス剤の圃場淘汰試験を紹介する (山本ら, 1995; 山本, 2015)。この事例では,抵抗性発達の速度は遅く,6年間で18回もの実用濃度の連続散布でようやく抵抗性発達が発達した。その理由として,①抵抗性が不完全劣性の遺伝をすること,②実用濃度がヘテロ個体を殺せる“いわゆる高濃度”であったこと,③抗性発達が樹ごとに異なっており,感受性個体が常に存在して感受性供給源としての保護区となっていた等,高薬量・保護区戦略の基本条件が揃っていたと考えられた。

(4) 繁殖能力の低下と感受性の回復

抵抗性ハダニの生物的特性に関連して,ハダニの適度コスト,すなわち繁殖能力の低下に関する興味深い知見がある。ヘキシチアゾクス抵抗性ミカンハダニでは,

遺伝的背景を同じくする感受性系統と抵抗性系統の比較で、繁殖能力の総合的指標である内的自然増加率が、抵抗性系統では、25℃で約95%に低下し、35℃の高温では何と約10%に低下した (YAMAMOTO et al., 1995 c)。同様な繁殖能力低下は、日本各地から採集したエトキサゾール抵抗性ミカンハダニでも報告されている (太田ら, 2006)。このことから、ダニ類成長阻害剤の抵抗性遺伝子は、繁殖能力に関する遺伝子に影響していると推測される。

この適応度コストの現象は、一度発達した抵抗性の感受性回復現象の原動力の一つの要素でもあり、抵抗性管理に寄与できる。例えば、上記のヘキシチアゾクス抵抗性ミカンハダニの事例では、圃場、室内および数理モデルのいずれにおいても感受性回復が実証されている (YAMAMOTO et al., 1996; 山本・天野, 2013)。

おわりに

ダニ類成長阻害剤は、化学構造の基本骨格が異なる薬剤で構成されている。この点がIRAC作用機構分類の他グループの殺虫剤や殺ダニ剤とは大きく異なる。だが、幼若虫の脱皮阻害などの類似した生物的作用性や共通の作用機構を示すことが興味深い。一方、生物効果の微妙な違いや抵抗性の諸特性の多様性も存在し、一概にダニ類成長阻害剤で一括りにできない側面もある。しかし、交差抵抗性によるハダニ防除失敗のリスク回避を考慮すると、IRAC分類どおりに同一グループとすることに問題はないだろう。これまでの抵抗性顕在化により普及のピークは過ぎているものの、感受性回復の可能性も期待しながら、科学的根拠に基づいた抵抗性対策を引き続き考えたい。本グループは人で言えばベテランの部類に入る薬剤で、普及上数多くの荒波を経験してきた。そのため抵抗性研究を始めとして豊富な情報がある。本稿の情報が、ダニ類成長阻害剤への理解を深めるだけでなく、別分類の殺ダニ剤や殺虫剤も含めて今後の抵抗性対策のヒントの一助となれば幸いである。そして、生産者との抵抗性リスクコミュニケーション (山本, 2018 b) につ

ながることを期待したい。

本稿を執筆するにあたり、ご協力いただいた協友アグリ株式会社の日井伊広氏と日本農薬株式会社の木村雅行氏に感謝申し上げる。

引用文献

- 1) ADESANYA, A. W. et al. (2018): Bull. Entomol. Res. **108**: 23~24.
- 2) 浅田三津男 (1985): 農薬生物検定法, 全農協, 東京, p.313~346.
- 3) ASAHARA, M. et al. (2008): J. Econ. Entomol. **101**: 1704~1710.
- 4) AVEYARD, C. S. et al. (1986): Exp. Appl. Acarol. **2**: 223~229.
- 5) DEMAEGHT, P. et al. (2014): Insect Biochem. Mol. Biol. **51**: 52~61.
- 6) DOURIS, V. et al. (2016): PNAS **113**: 14692~14697.
- 7) GfK kynetec (2017): i-map3DataBase (2017 閲覧).
- 8) GRBIĆ, M. et al. (2011): Nature. **479**: 487~492.
- 9) HERRON, G. et al. (1993): Exp. Appl. Acarol. **17**: 433~440.
- 10) 今村剛士 (2018): 関西病害虫研報 **60**: 125~126.
- 11) 石田達也 (2015): 植物防疫 **69**(12): 820~824.
- 12) 小林政信ら (2001): 応動昆 **45**: 83~88.
- 13) 協友アグリ株式会社 (2018): パロックフロアブル技術資料, 協友アグリ HP.
- 14) LI, Y. et al. (2014): J. Insect. Sci. **14**: 104 (online).
- 15) NAUEN, R. and G. SMAGGHE (2006): Pest. Manag. Sci. **62**: 379~382.
- 16) 日本農薬株式会社 (1994): カーラフロアブル技術資料/カーラ普及会.
- 17) 日本植物防疫協会 (2016): 農薬ハンドブック.
- 18) 日本曹達株式会社 (1985): ニッソラン水和剤技術資料.
- 19) 大西利明 (1989): 農薬 **36**(3): 32~35.
- 20) 太田泰宏ら (2006): 第50回応動昆大会講演要旨: 121.
- 21) OSAKABE, M. et al. (2017): Pestic. Biochem. Physiol. **139**: 1~8.
- 22) 刑部正博・上杉龍士 (2009): 日本農薬学会誌 **34**: 207~214.
- 23) SUDO, M. et al. (2017): Evolutionary Applications **2017**: 1~13.
- 24) 鈴木純二ら (2001): 日本農薬学会誌 **26**: 215~223.
- 25) 鈴木敏夫 (2010): 岩手農研七研報 **10**: 113~126.
- 26) 鈴木芳人 (2012): 植物防疫 **66**: 380~384.
- 27) 山田富夫ら (1987): 日本農薬学会誌 **12**: 327~335.
- 28) YAMAMOTO, A. et al. (1995 a): J. Pestic. Sci. **20**: 493~501.
- 29) ——— et al. (1995 b): *ibid.* **20**: 521~527.
- 30) ——— et al. (1995 c): *ibid.* **20**: 513~519.
- 31) ——— et al. (1996): *ibid.* **21**: 37~42.
- 32) 山本敦司 (1997): 学位論文 (農学博士), 名古屋大学, 乙第5134号 (論農博0411): (第5章) 57~74.
- 33) ——— (2015): 農業および園芸 **90**(3): 320.
- 34) ——— (2018 a): 第62回応動昆大会講演要旨: 11.
- 35) ——— (2018 b): JATAFF ジャーナル **6**(9): 47~52.
- 36) ——— (2018 c): 農薬の創製研究の動向/監修: 梅津憲治, (株)CMC 出版, 東京, p.113~127.
- 37) ———・天野睦大 (2013): 第18回農林害虫防除研究会奈良大会講演要旨: 5.
- 38) ———ら (1995): 日本農薬学会誌 **20**: 307~315.

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 中央農業研究センター 虫・鳥獣害研究領域 情報化学物質グループ

中央農業研究センター虫・鳥獣害研究領域情報化学物質グループは茨城県つくば市にあります。当グループは2016年に新設された研究グループで、昆虫のフェロモン研究で実績のある旧農業環境技術研究所から2名、旧農業生物資源研究所から2名、旧農研機構中央農業総合研究センターから1名の合計5名の研究職員が配属されています。当グループに配属されている研究者の研究実績として、コガネムシやカミキリムシ等コウチュウ類やガ類、カイガラムシ類、カメムシ類を対象として、昆虫や植物、微生物由来の情報化学物質を明らかにしてきました。最近ではサトウキビ害虫のケブカアカチャコガネの性フェロモンを同定し、さらにコウチュウ類では成功例が少ない交信かく乱技術を開発し、次世代の幼虫密度を減少させる等実用化につなげてきました。

情報化学物質グループでは、昆虫の行動や生理に影響を与えるフェロモン等情報化学物質の化学構造やその機能を解明し、これらを利用して農業害虫を管理するための技術開発を行っています。現在の主要な研究テーマとして、カミキリムシ類やカイガラムシ類等の害虫、またその天敵昆虫等の行動制御技術の開発を目指した研究を実施しています。

例えば、カミキリムシ類では、カンキツの重要害虫であるゴマダラカミキリを対象に配偶や寄主探索行動に関



クビアカツヤカミキリ



果樹カイガラムシ類

連した研究を行ってきました。最近のトピックスとして、現在大きな問題となっている特定外来生物クビアカツヤカミキリを対象にした研究も行っています。クビアカツヤカミキリはサクラの害虫として盛んに報道されていますが、モモやウメ等果樹等にも大きな被害を与えています。現在のところ、徳島県、大阪府、奈良県、愛知県、東京都、埼玉県、群馬県、栃木県の8都府県において発生が確認されており、防除手法の確立や被害地域の拡大を阻止する技術や取り組みが求められています。2018年から「イノベーション創出強化研究推進事業」において、クビアカツヤカミキリの管理技術を開発するプロジェクトが始まりました。このプロジェクトの中で、フェロモンを利用したモニタリング手法の開発に向けた課題を担当しています。

また、果樹などの害虫であるカイガラムシ類においても性フェロモンを用いた交信かく乱技術を開発しています。このほかにも、害虫の天敵昆虫や訪花昆虫に関連する情報化学物質の解明、輸出やレギュラトリーサイエンスに関連した課題についても実施しています。

これまで各試験・研究機関や企業等と共同で様々な研究を推進してきました。今後も情報化学物質を利用した害虫管理技術などの実用化に向けた連携先を求めています。

(グループ長 安田哲也)

研究室紹介

香川県農業試験場 府中果樹研究所 環境担当

香川県農業試験場府中果樹研究所は、明治41年に香川県栗林村（現 高松市花ノ宮町）の香川県立農事試験場でナシ・ブドウの試験研究に着手したのが始まりで、その後、明治43年に香川県宮脇村（現 高松市宮脇町）に6反歩の模範果樹園を設置、昭和25年に綾歌郡府中村（現 坂出市府中町）に果樹試験地を設置、昭和32年に農業試験場府中分場に改称、平成23年に府中分場を府中果樹研究所に改称して今に至っています。

本研究所は、高品質果実の安定生産、低コスト生産技術、新品種の育成・選抜等の研究を行っており、研究職員は栽培担当6名と環境担当2名で構成され、環境担当は、土壌肥料1名、病虫害1名で構成されています。以下は病虫害で実施しているおもな研究内容について紹介します。

キウイフルーツかいよう病対策：香川県では昭和50年代より、全国に先駆けてキウイフルーツの育種に取り組んでおり、これまでに‘香緑’、‘さぬきゴールド’、‘さぬきエンジェルスイート’、‘さぬきキウイっこ®’等のバラエティ豊かなオリジナル品種を育成してきました。近年、強病原性のキウイフルーツかいよう病 biovar3 (Psa3) が発生したことから、その防除対策確立のための研究を行っています。現在、香川大学農学部と共同研究を行っており、Psa3 に対する本県オリジナル品種の抵抗性評価や野生種キウイフルーツを利用した Psa3 抵抗性付加等の研究に取り組んでいます。

侵入害虫ピワキジラミ対策：香川県のピワは出荷量が全国上位に位置しており、県の主要品目です。平成28年に県内に侵入した難防除害虫のピワキジラミが拡大しており、その防除方法の確立が急務となっています。現在、農研機構果樹茶業研究部門や徳島県等と共同研究を行っており、防除体系、発生予察技術の確立および新規農薬登録に取り組んでいます。

上記以外にも病害ではカキ炭疽病、キウイフルーツ果実軟腐病、ピワ果実内部腐敗症、害虫ではカキノヘタムシガなどの課題に取り組んでいます。今後とも、香川県の果樹病虫害の課題解決に向けて精力的に研究を進めていきたいと思っております。



キウイフルーツかいよう病の現地発生調査



キウイフルーツかいよう病
(左：葉の斑点症状，右：枝部分の樹液の漏出)



ピワキジラミ
(左：すす病による果実被害，右：成虫)

(主席研究員 生咲 巖)

書評

ハモグリバエ防除ハンドブック
—6種を見分けるフローチャート付—
徳丸 晋 著
A5判, 140頁, 2,160円(税込)
農文協(2018年7月10日発行)
(ISBN 978-4-540-15154-5)



ハモグリバエの種の見分け方やよく効く殺虫剤、防除の工夫に関する本が出版されたので、評価を含めた紹介をする。本書は全部で5章から成る。まず序章「ハモグリバエ防除はここでつまずく！」では、殺虫剤をまいたのにハモグリバエが増えてしまうリサージェンス(誘導多発生)やハモグリバエの潜孔が数日で急激に増える現象が記述されており、思わず引き込まれてしまう。

第1章「正体を知れば恐れるに足らず」では、ハモグリバエ科の主要な害虫6種の生態や各種殺虫剤の殺虫効果について概説されている。本章のコラムでは、マメハモグリバエとトマトハモグリバエの交雑実験の結果、前者が雌で後者が雄のときのみ不妊の雌成虫が羽化してきたという、徳丸 晋博士の見いだした現象(TOKUMARU and ABE, 2005)が紹介されている。なお、鹿児島大学の坂巻祥孝博士たち(SAKAMAKI et al., 2005)も同様の結果を得ておられるが、対照的にマメハモグリバエが雄でトマトハモグリバエが雌のときのみ雑種の不妊雌成虫が羽化してきた。種間交雑の問題は研究者の挑戦を待ち受けている。

第2章「ここがポイント! 発見・判別と防除法」では、

簡易識別フローチャートを見ればハモグリバエ6種の同定がある程度は可能であるが、正確な同定には雄成虫の生殖器の観察が必要であると強調している。簡易識別を示すだけで終わらなかったところに、徳丸 晋博士の力量が現れていると思う。

第3章「これなら防げる! ハモグリ防除・虎の巻」では、物理的防除、化学殺虫剤による防除、寄生蜂による生物的防除の順番で有用な情報が要領よく説明されている。京都府の現場での経験が活かされており、説明はわかりやすい。なお、ハモグリバエの幼虫に寄生するヒメコバチ2種では、寄生や寄主体液摂取を伴わない刺針のみによる殺虫効果も認められる。

ナモグリバエはトマトなど果菜類の葉をほとんど加害しないが、その幼虫の寄生蜂はマメハモグリバエやトマトハモグリバエ等にも寄生する。そこで、野外でナモグリバエに加害されているエンドウマメの葉を、トマトを栽培している施設に持ち込み、ナモグリバエの幼虫寄生蜂をトマトで発生させてハモグリバエの防除に使う方法が紹介されている。この土着天敵を利用するアイデアは秀逸なので、その科学的根拠となる論文の発表が望まれる。

第3章のコラムでは、青い可視光の殺虫効果という大発見がわかりやすく紹介されている。人間の目には見えない紫外線が生物に悪影響を及ぼすことはよく知られていたが、東北大学の堀 雅敏博士たち(HORI et al., 2014)は、青い可視光がキイロショウジョウバエを殺すことについて明らかにした。その後、ハモグリバエに対する殺虫効果も確認されたという。青い光を当てるだけという画期的な防除技術の開発に、現在、期待が集まっている。

第4章「品目別 防除マニュアル」では作物ごとに、まず「診断のポイント」が簡潔に示され、次に圃場管理の注意点とともに、播種から収穫後まで栽培の段階によって異なる防除の注意点が述べられている。「初発時」、「多発時」、「激発時」の対処法も示されているので現場では役立つに違いない。これらの情報をまとめるには並々ならぬ努力を必要としたであろう。

要約すれば本書は、主要な害虫ハモグリバエ6種に焦点を当て、その生態や防除技術から最新の研究まで網羅した、現場で役に立つ本である。

(九州大学大学院比較社会文化研究院 阿部芳久)

シリーズ好評
発売中!

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



最新版



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

本体：6,400 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・プルーン・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.jppe.or.jp/
order@jppe.or.jp](http://www.jppe.or.jp/order@jppe.or.jp)

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 ○日本農薬学会第44回大会

日時：平成31年3月11日(月)～3月13日(水)
会場：名城大学天白キャンパス：
〒468-8502 名古屋市天白区塩釜口1-501
日程：3月11日(月) 総会，授賞式，受賞講演，特別講演，懇親会
3月26日(火) 一般講演，ランチョンセミナー
3月27日(水) 一般講演，ランチョンセミナー，シンポジウム

《特別講演》
(1)「100グラムスケールでの製造供給を可能にした農業「鍵」天然物合成」 静岡県立大学 菅 敏幸
(2)「植物の香り化合物による生存戦略」 山口大学 松井健二

《シンポジウム》
(1)「形を見る，形から学ぶ」(農業バイオサイエンス研究会との共催)
オーガナイザー：野下浩二，村野宏達
「量子プローブを用いたタンパク質内部運動計測と電子顕微鏡構造解析の融合をめざして」
産業技術総合研究所創薬分子プロファイリング研究センター 三尾和弘
「質量顕微鏡による農業分布可視化」
大阪大学大学院工学研究科 新聞秀一

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)……………オルフィン
三井化学アグロ(株)……………アフェット・モンガリット
シンジェンタジャパン(株)……………セイビア
日本曹達(株)……………ピシロック
フェニックス普及会……………フェニックス
日産化学(株)……………スターマイト(株)エス・ディー・エス バイオテック…主要製品
クミアイ化学工業(株)……………フルピカ
サンケイ化学(株)……………主要品目

「RNAi法で探る非モデル昆虫の形作りの仕組み」
自然科学研究機構基礎生物学研究所 新美輝幸
「新規植物ペプチドホルモンの探索と機能解明」
名古屋大学大学院理学研究科 松林嘉克
(2)「東海地方の主要作物とその病害虫防除」
オーガナイザー：天野昭子，大竹敏也，永井雄太郎
「シノのサビダニが引き起こすオオバのモザイク病及びさび症の防除体系(仮)」愛知県
「三重県内のチャノコカクモンハマキにおける薬剤抵抗性の発達状況と防除指導について(仮)」三重県
「野菜における農薬耐性菌問題と防除対策(仮)」岐阜県
「マイナー作物への農薬登録拡大事業」

大会組織委員会事務局：
名城大学 農学部 生物環境科学科 環境土壌学研究室内
村野宏達
〒468-8502 名古屋市天白区塩釜口1-501
TEL：052-838-2437
e-mail：murano@meijo-u.ac.jp

次号予告

次号2019年2月号の主な予定記事は次のとおりです。

ミニ特集 キウイフルーツかいよう病	気象予測値を用いた病害虫の防除適期予測の精度向上 萱場互起
Psa3侵入の現状と対策 農林水産省植物防疫課	国内におけるジャガイモシロシストセンチュウの発生について 奈良部 孝
愛媛県における現状と対策 青野光男	植物防疫講座 病害編 さび病菌による病害 山岡裕一
福岡県における現状と対策 菊原賢次	植物防疫講座 虫害編 イネ ニカメイチュウ 松倉啓一郎
和歌山県における現状と対策 間佐古将則	植物防疫講座 農薬編 ナトリウムチャンネルモジュレーター 齋藤康将
北海道のミニトマト栽培におけるトマト斑点病の発生実態と薬剤の防除効果 白井佳代	新剤の紹介 トリフルメゾピリム 大上 恵
光反射資材によるブドウのクビアカスカシバの被害抑制効果 河村俊和	研究室紹介：農研機構 中央農業研究センター 病害研究領域 リスク解析G 田中 稔
農研機構メッシュ農業気象データシステムとその病害虫分野での活用について 大野宏之	地方独立行政法人 青森県産業技術センター 野菜研究所 新藤潤一

植物防疫

第73巻 平成30年12月25日印刷
第1号 平成31年1月1日発行
(通算865号)

定価947円
本体877円

平成31年分購読料
前払10,800円，後払11,364円
(送料サービス，消費税込み)

発行所

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

平成31年
1月号
(毎月1回1日発行)

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

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

べと病、疫病、白さび病を ピシッとロック!

新発売

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



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)

【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



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
<http://www.nippon-soda.co.jp/nougyo/>



®は日本曹達(株)の登録商標

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

チョウ目害虫防除に!

殺虫剤

フェニックス®

顆粒水和剤

フロアブル



71作物に登録。
幅広く使えて、効きめが長く続く!



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

フェニックス普及会

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

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

作用点まで しっかり届く!

殺ダニ剤
スターマイト[®]
70777ル



殺ダニ成分「シエノピラフェン」配合

だから…

- **抵抗性ハダニにもきちんと効く**
殺ダニ成分「シエノピラフェン」が、ハダニ体内にある「電子伝達系複合体II」にしっかり届き、その働きを阻害するので抵抗性ハダニにも優れた効果を発揮します。
- **卵から成虫まで、ハダニの全ステージにしっかり効く**
卵・幼虫・若虫・成虫とあらゆる生育ステージが混在して発生するハダニ類。全ステージに効くので、ハダニの様々な発生状況に対応できます。

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

 **日産化学株式会社**

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

お客様窓口 TEL.03-4463-8271
(9:00~17:30 土日祝日除く)

消費者・生産農家の立場に立って、安全・安心な食糧生産や環境保護に貢献して参ります。



Quality & Safety

ライフサイエンス分野での技術力をベースに、安全で有用な製品を創出・提供します。

製品群

殺菌剤

ダコニール関連製品

ダコニール1000	プロポーズ顆粒水和剤
ダコニールエース	シトラノフロアブル
パスポートフロアブル	ドーシャスフロアブル
パスポート顆粒水和剤	ベジセイバー
ダコニール粉剤	フリザード水和剤
ダコニール	フォリオゴールド
ダコレート水和剤	アミスターオプティフロアブル
ダコニールターフ	ダコニールジェット
	ダコグリーン顆粒水和剤

ペフラゾエート関連製品

ヘルシード乳剤	ヘルシードTフロアブル
モミガードC・DF	モミガードC水和剤

ジフルメトリム関連製品

ピリカット乳剤

無機銅関連製品

クプロシールド

殺虫剤

カウンター乳剤

土壌・殺線虫・殺菌剤

DCIP関連製品

ネマモール粒剤30

D-D関連製品

DC油剤
ソイリン

生物農薬

B.T.関連製品

チューンアップ顆粒水和剤 (殺虫剤)
バシレックス水和剤 (殺虫剤)

天敵線虫関連製品

バイオセーフ (殺虫剤) バイオトピア (殺虫剤)

パチルス関連製品

インプレッションクリア (殺菌剤)

緑化関連除草剤

塩素酸塩関連製品

クロレートS クロレートSL

カルブチレート関連製品

バックアップ粒剤	シタガリンD
バックアップフロアブル	クサトルマン粒剤
ツインカム	オールキラール粒剤

ピラメイトフロアブル

カフェンストロール関連製品

ラポストフロアブル

フルセトスルフロン関連製品

ブロードケア顆粒水和剤

メチオズリン関連製品

ポアキュア

アミカルバゾン関連製品

アミカル顆粒水和剤

トリアジフラム関連製品

ファルクス

植物成長調整剤

ブトルアリン関連製品

イエローリボンS

微性物質

バイオシュートEX

水稻除草剤 (原体)

ダイムロン関連製品

カフェンストロール関連製品

ベンゾビスクロール関連製品

テニルクロール関連製品

特殊化学品関連製品

工業用防黴剤

ショウサイドT
ショウサイドF

木材保存剤

リグノケア



株式会社

イスター・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: 03-5825-5522 FAX: 03-5825-5502

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

自然に学び 自然を守る
フルヒカ
 フロアブル
 農林水産省登録 第19100号
 灰色かび病、うどんこ病に

クミアイ化学工業(株)の登録商標

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

JAグループ 農協 全農 経済連
 は登録商標 第4702319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 TEL.03-3822-5036
 ホームページ <http://www.kumiai-chem.co.jp>

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 サブリナフロアブル

植物保護薬!
サンケイ ジーファイン水和剤

硫黄の力でうどんこ病防除!
サンケイ クムラス

安定した銅の効果!
サンボルドー

キュウリ・カボチャのうどんこ病に!
ハツパ乳剤

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

