

植物防疫

Plant Protection

ミニ特集：PPV(ウメ輪紋ウイルス)の現状と対策

2017 **1** VOL.71

未来をささえる
笑顔を見たいから。



ダウ・アグロサイエンスは、世界50カ国以上で事業展開を行っている農業化学製品メーカーです。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いたします。

【主要製品】

殺菌剤：ジマンダイセン™、グリーンダイセン™、インダー™、ビーム™

殺虫剤：ダースバン™、スピノエース™、ファルコン™

除草剤：クリンチャー™、ワイドアタック™

土壌くん蒸剤：テロン™、旭D-D

芝生用製品：ディクトラン™、カーブ™、グレモ™、スナップショット™

®TM: ザ・ダウ・ケミカル・カンパニーまたはその関連会社商標

ダウ・ケミカル日本株式会社 ダウ・アグロサイエンス事業部門
本社/〒140-8617 東京都品川区東品川2丁目2番24号 天王洲セントラルタワー
<http://www.dowagro.com/jp/>



Dow AgroSciences

Solutions for the Growing World

ウメ輪紋ウイルスの拡散抑止を主眼としたアブラムシ類の効率的な薬剤防除体系の構築

(本文 19 ページ参照)

口絵① ウメ樹上における秋季から春季にかけてのアブラムシの生態



a. 有翅雌の飛来と産卵雌の産仔



b. 有翅雄と産卵雌の交尾



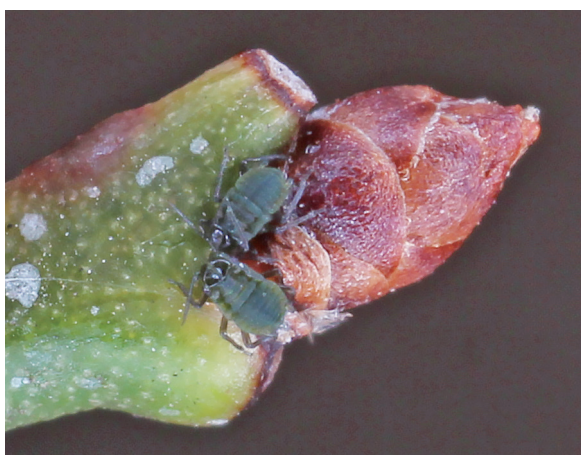
c. 産卵



d. 花芽基部に産卵された卵



e. 幹母の孵化



f. 花芽に寄生する幹母



g. 幹母と産仔された幹子

(加藤綾奈氏原図：c～g, 星秀男氏原図：a, b)

(続き)



口絵② 上空の開けた場所に黄色粘着板を設置
(星秀男氏原図)



口絵③ ウメコブアブラムシ
(加藤綾奈氏原図)



口絵④ ムギワラギクオマルアブラムシ
(加藤綾奈氏原図)



口絵⑤ オカボアカアブラムシ
(加藤綾奈氏原図)

(星秀男氏原図：口絵②，加藤綾奈氏原図：口絵③～⑤)

各種核果類果樹における PPV の病徴

(本文 40 ページ参照，中畝良二氏原図)



口絵① ‘南高’の葉における輪紋症状

(続き)



口絵② ‘南高’ の果実における輪紋症状



口絵③ ‘プレジデント’ の葉における輪紋症状



口絵④ ‘プレジデント’ 果実の輪紋様症状および凹凸症状



口絵⑤ ‘大石早生’ すももの果実における輪紋様症状と凹凸症状



口絵⑥ ‘あかつき台木’ 葉の症状



口絵⑦ ‘信州大実’ の葉における軽微な症状



ボデーガードプロ

2成分で 稲を守る、プロ。 高葉齢ノビエも難防除雑草も、 的確に防除。



新登場



一発でノビエ、難防除雑草をしっかり除草。
鉄コーティング直播栽培にも対応。
次世代の水稲用除草剤「ボデーガードプロ」は
多角化・大規模化に貢献します。



JAグループ
農協 全農 経済連

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

バイエル クロップサイエンス株式会社

東京都千代田区丸の内1-6-5 〒100-8262 www.bayercropscience.co.jp

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

改訂新版 農薬ハンドブック 2016年版 日本植物防疫協会 編

◆ 我が国の登録農薬*の原体496成分について詳しく解説

農薬ハンドブック

2016年版

一般社団法人 日本植物防疫協会

【掲載内容】

殺虫剤:187成分, 殺菌剤:128成分, 除草剤:138成分, 植物成長調整剤:33成分, その他:10成分(展着剤は1成分としてカウント)について以下の内容を詳しく解説しました。
開発会社, 開発の経緯, 登録年月, 物理化学性状, 作用特性, 主な製剤・用途, 主な使用上の注意事項, 安全性(哺乳類, 水生生物, 鳥類, その他有用生物)

【付録】

- ・化学農薬の作用分類及び各種基準値等一覧表
- ・化学農薬の構造式一覧表
- ・毒物劇物の判定基準

*2015年6月10日現在

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

http://www.jpfa.or.jp/ order@jpfa.or.jp

A5判 約1,089頁, 本体12,000円+税, 送料サービス

植物防疫

第 71 卷 第 1 号
平成 29 年 1 月号

目次

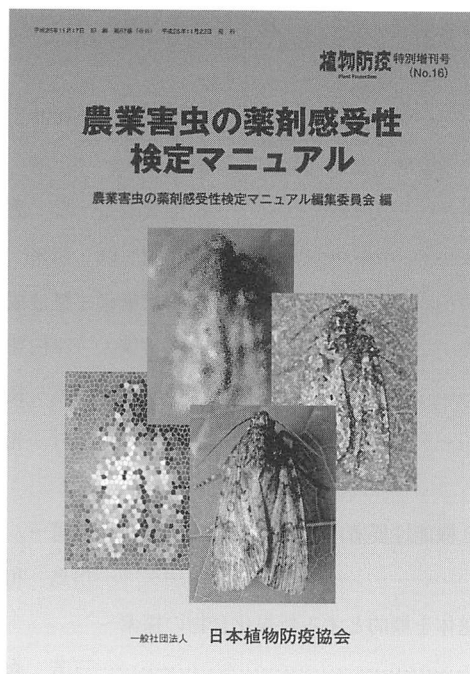
Shokubutsu bōeki
(Plant Protection)

新年を迎えて	古畑 徹	1	
新年を迎えて	津田 新哉	2	
平成 28 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, 農産安全管理課	3	
ミニ特集：PPV（ウメ輪紋ウイルス）の現状と対策			
PPV をめぐる情勢—これまでの経過と今後の取組—	村井 覚	14	
ウメ輪紋ウイルスの拡散抑止を主眼としたアブラムシ類の効率的な薬剤防除体系の構築	加藤綾奈・星 秀男	19	
PPV の宿主範囲と国内農業生産上の脅威	鍵和田 聡・西尾 健	27	
PPV の簡易迅速な診断技術の開発	前島健作・濱本 宏・山次康幸・難波成任	31	
ウメ輪紋ウイルスを保有する有翅アブラムシ類の野外調査	木村康太・津田新哉	35	
各種核果類果樹における PPV による病徴	中畝 良二	40	
ウメ輪紋病の根絶に向けた統計学的なサンプリング法	山村 光司	44	
防除の羅針盤			
リレー連載：農薬製剤・施用技術の最新動向⑨界面活性剤と機能性展着剤—利用の現状と今後の課題—	川島 和夫	50	
新規アグロケミカルシリーズの創生～ミトコンドリア膜輸送体を標的とする新規化合物の探索～	三芳 秀人	56	
エッセイ：やじ馬昆虫撮影記 その 7 米国のカマキリ	野村 昌史	60	
書評：『天敵活用大事典』農文協編	古橋 嘉一	61	
農林水産省プレスリリース（28.11.15～12.11）		48	
新しく登録された農薬（28.11.1～11.30）	18, 39, 62	登録が失効した農薬（28.11.1～11.30）	43
発生予察情報・特殊報（28.11.1～11.30）			30

表紙写真：サツマイモネコブセンチュウ雌成虫の会陰紋（Perineal pattern）

農業害虫の薬剤感受性検定 マニュアル

42種（類）の農業害虫に関する薬剤感受性検定マニュアルを発行



農業害虫の殺虫剤感受性の状況を把握することは、発生予察の重要な情報となります。本書では1996～1999年に「植物防疫」に掲載した35種（類）、34編の記事に、2013年掲載の7種（類）、7編の記事を加え、感受性検定法の基礎から現在の手法、1990年代から最新の状況まで、広範な情報を1冊にまとめました。また、イネウンカ類（松村正哉氏）*、ダイズカメムシ類（竹内博昭氏）*、抵抗性遺伝子診断技術（土田 聡氏）に関する「最近の話題」および「過去10年間に植物防疫誌に掲載された抵抗性関連記事リスト」を収載しました。

感受性検定を初めて行う方から経験者まで、幅広く活用いただけます。農薬の有効成

分を作用機構分類別にまとめた「農薬作用機構分類一覧」とともに本書をご活用下さい。

* 松村氏、竹内氏の記事は本書でのみ掲載。

B5判 179頁、定価 2,600円（本体、税別）、送料 実費

【イネ害虫】 ツマグロヨコバイ、ウンカ類、ニカメイガ、コブノメイガ、イネドロオイムシ、イネミズゾウムシ、カメムシ類、【野菜・花き害虫】 ミナミキイロアザミウマ、ミカンキイロアザミウマ、アザミウマ類、オンシツコナジラミ、シルバーリーフコナジラミ、タバココナジラミ、マメハモグリバエ、ハモグリバエ類、アブラムシ類、コナガ、モンシロチョウ、ハスモンヨトウ、シロイチモジヨトウ、オオタバコガ、ハダニ類、ネダニ類、ホウレンソウケナガコナダニ、【チャ害虫】 チャノキイロアザミウマ、チャノミドリヒメヨコバイ、チャノコカクモンハマキ、チャハマキ、チャトゲコナジラミ、クワシロカイガラムシ、カンザワハダニ、チャノナガサビダニ、【果樹害虫】 アブラムシ類、カイガラムシ類、ミカントゲコナジラミ、カメムシ類、リンゴコカクモンハマキ、ミカンハモグリガ、ミカンハダニ、リンゴハダニ、ミカンサビダニ、【その他】 線虫類

ご注文は日本植物防疫協会 支援事業部まで

Tel : 03-5980-2183, Fax : 03-5980-6753, mail : order@jppa.or.jp

新年を迎えて

農林水産省消費・安全局農産安全管理課農薬対策室長 **ふる 古** **はた 畑** **とおる 徹**

平成29年の新春を迎え、皆様に新年のお慶びを申し上げます。新年を迎えるにあたり、昨年から検討されている資材費低減の動きについて、農薬に関係する内容を紹介し、新年の挨拶とさせていただきます。

生産資材のコスト削減と農薬登録制度の国際調和

平成27年11月に決定されたTPP関連政策大綱を受け、現在、農業の体質強化対策の大きな柱の一つとして、政府（規制改革推進会議）および与党プロジェクトチーム（農林水産業骨太方針策定プロジェクトチーム）で、「生産資材の価格形成の仕組みの見直し」が議論されてきました。

その結果、「農業競争力強化プログラム」がとりまとめられ、その内容は、政府の「農林水産業・地域の活力創造プラン」に盛り込まれました（平成28年11月）。

その中に、「農薬については、農産物輸出も視野に入れた国際的対応が特に重要であり、国は、ジェネリック農薬の登録のあり方を含め、農薬取締法の運用を国際標準に合わせる方向で、抜本的に見直す。」ことが含まれています。

これを受けて、国内外を問わず、新しく開発された安全かつ良質な農薬を迅速に農業者に供給していくために、農薬登録制度の国際調和を図る取組を進めることとしています。

①農薬登録を効率的に行うための作物群の導入

個別の作物ごとの登録に加えて、より広い作物群での登録も可能とする仕組みの検討を進めています。作物群を導入すれば、作物残留試験や薬効・薬害試験の例数軽減が図られ、コスト削減にもつながりますし、作物群に含まれるマイナー作物に使用可能な農薬の確保も可能となります。まずは、果樹類から平成29年度に導入することを目指して検討を行っています。

②農薬の各種成分の組成管理

農薬の各種成分の組成管理（いわゆる原体規格）は、平成27年11月に農業資材審議会のもとに設置した部会において検討を行い、平成29年4月1日付けで省令、

局長通知が施行されます。この制度が導入されれば、安全性を確認したうえで、これまで原則として認められなかった農薬原体の製造方法の変更が可能になり、新しい技術の導入によりコスト削減に資することも期待されています。ジェネリック農薬の登録時に必要となる試験成績について、有効成分に係る試験の一部について登録申請時に提出不要となることを明確化するための局長通知の改正などを行います。

③グローバルジョイントレビューなどの取組

新しい農薬の登録に際し、複数の国で評価を分担して実施するグローバルジョイントレビューに積極的に参画し、我が国も主導的な立場で共同評価を実施していけるよう、評価者の能力向上や農薬メーカーとの連携・協力の強化に取り組んでいきます。

その結果、我が国の生産者に、より安全性の高い新しい農薬を速やかに提供することはもちろんですが、複数国で同時期に登録を取得し残留基準値が設定されることなどにより、現在、注目されています農産物の輸出促進にも資すると考えています。

農薬適正使用の推進

農薬の適正使用を進めるため、使用者を対象とする研修会の開催、農薬適正使用に関する巡回点検等の取組を通じて推進しています。

さらに、住宅地周辺、道路、公園、学校等、農業生産場面以外での農薬使用にも、より配慮が求められています。引き続き、農林水産省では環境省と連名で住宅地などにおける農薬使用について通知を発出し、農薬を使用する者だけでなく公共施設の管理局など防除あるいは植栽管理を委託する側についても配慮を求めています。

登録制度の見直しと適正使用の推進は、農薬行政の基本です。これらを着実に進めることが安全な農薬を将来にわたって安定的に供給し、ひいては安全な農産物を安定的に供給することになります。今年も、行政、民間を問わず、なお一層のご理解とご支援をお願いします。

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 津 田 新 哉
中央農業研究センター病害研究領域長

新年、明けましておめでとうございます。皆様におかれましては穏やかな新春をお過ごしのこととお慶び申し上げます。

旧年を振り返り見れば農業生産に被害を与えた災害の数々が思い起こされます。新年度に入って間もない4月には、マグニチュード6.5と7.3の地震が一日を挟んで間髪入れずに熊本県と大分県の一部を襲い、約2,500名に上る死傷者を出す凄惨な災害が発生しました。農業関係でも農地や施設を中心に両県合わせて1,000億円以上の経済被害が発生し、いまだに復興が滞っている地域もあると伺っています。また、春先から西日本のタマネギ産地を襲ったべと病による記録的不作や、夏季の度重なる台風の襲来で東北地方や北海道で河川氾濫や堤防決壊が起こりタマネギ、トウモロコシ、ジャガイモ等の収穫直前の圃場の約21,800haが冠水するなどして甚大な被害が生じました。これにより、東京市場の野菜が全面高の展開となるなど一般社会にも多くの影響を与えました。被災された皆様には筆舌に尽くしがたい悲しみに襲われたことと、心からお見舞いを申し上げます。それとともに、本年が穏やかで一日も早い復興・復旧が成就し、多くの皆様にとって幸せな一年となりますことを祈念いたします。

さて、二十一世紀の幕開けと同時に産声を上げた政府系独立行政法人も、5年一期の中期計画を三期経て、本年度4月から第四期に突入しました。農林水産省を主務官庁とする国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構（以下、農研機構）は、第三期まで単独法人であった国立研究開発法人農業生物資源研究所、国立研究開発法人農業環境技術研究所および独立行政法人種苗管理センターと統合されてその傘下に20組織を擁する巨大な国立研究開発法人へと発展しました。「新生」農研機構では、農業・食料・環境に係る課題でグローバルな視野の下に、研究開発から成果の社会還元までを一体的に推進し、安全な食料の安定供給、産業競争力の強化、環境保全および新たな価値の創造を通じて、我が国の地域と社会の持続的発展に貢献することをその第四期中長期目標に掲げています。

その中で展開される病害虫研究では、持続型営農システムの実現に向けた技術体系の確立においては飛翔しない天敵などを用いた対策技術、施設園芸では総合的病害虫管理を核とした生産体系、土地利用型作物では耕種的

な病害虫・雑草の被害軽減技術を組合せた有機栽培体系等を確立します。安全・信頼の確保のための果樹生産の高付加価値化技術の開発では、リングなどの寒冷地果樹で土着天敵を活用したハダニなど病害虫防除技術、ブドウおよびカキで枝幹害虫に対する効率的な防除技術を開発します。茶では病害虫の生態解明などに基づく高度発生予察法を利用したIPMモデルを確立します。病害虫のリスク管理技術の開発では、輸出先国で重要問題となる病害虫の寄生性などの科学的知見の集積を図ります。加えて、輸出相手国が求める残留農薬基準などの水準を満たす輸出型防除技術、我が国で未発生病害虫の侵入を阻止する検出・同定技術、検疫有害動植物の検出・診断法、薬剤抵抗性病害虫の発生予測技術等を開発します。環境問題の解決では、生物間相互作用などの解明に基づく病害虫制御技術、効果の高い土壤消毒法、抵抗性誘導や非病原微生物による病害抑制技術、光や音波等の物理的特性を利用した防除技術、土着天敵の利用技術等を開発します。微小害虫などが媒介するウイルス病の制御も視野に入れ、公設試などとの連携に基づく生産現場での実証試験を通して全国の各産地に新技術を導入していくことを計画しています。

ところで、平成28年1月に閣議決定された第五期科学技術基本計画では、我が国の科学技術イノベーション政策を経済、社会および公共のための主要な政策として位置付け、技術開発面から強力に推進していくことを定めています。本計画では、世界に先駆けた「超スマート社会（Society 5.0）」を実現するため、情報通信技術（ICT）、人工知能、ビッグデータ等の基盤技術を一層強化することで我が国を「世界で最もイノベーションに適した国」に先導し経済の好循環と豊かな人間生活の実現を目指しています。この計画では農業にも言及しており、ICTやロボット技術を活用した低コスト・大規模生産等を可能とするスマート農業や新たな育種技術等を利用した高品質・多収性の農林水産物の開発を推進し、新たなビジネスモデルを構築して農林水産業を魅力ある産業にすると謳っています。病害虫研究においてもICT技術を利用した早期診断技術さらにそれと連動した防除体系等の確立が求められ、その神髄は農水省の技術開発目標にも明確に掲げられています。農研機構傘下の研究機関のみならず、大学、全国の公設試および民間企業との連携により精度の高い最新技術を開発していかなければなりません。皆様とともに二十一世紀に相応しい病害虫研究を大いに発展させて参りたいと存じます。本年もどうぞよろしく願い致します。

平成 28 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
農産安全管理課農薬対策室

新年を迎え、次期作に向けた諸準備を始めるころであるが、病害虫対策を検討するにあたり、平成 28 年に公表された気象庁資料、各都道府県の発生予察情報および各種統計報告を基に、気象経過、主要病害虫の発生概況および植物防疫事業概況等を取りまとめたので、今後の病害虫防除対策の検討資料として紹介する。また、平成 28 年に都道府県から公表された病害虫発生情報（警報、注意報、特殊報）について、別表に取りまとめたので、本文での病害虫発生状況の記述と併せ参照されたい。

I 天候経過の状況（気象庁報道発表資料より抜粋、図-1）

1 2016 年（平成 28 年）冬（2015 年 12 月～2016 年 2 月）の特徴

（1）冬の後半に寒気の影響を受けた時期もあったが、冬型の気圧配置は長続きしなかったため、全国的に気温が高く暖冬となった。特に、東・西日本の気温はかなり高かった。

（2）冬型の気圧配置が長続きせず、低気圧や前線の影響で、全国的に降水量が多かった。特に沖縄・奄美では、冬の降水量が平年比 188% となり、1947 年の統計開始以来の最も多い値を記録した。

（3）日本海側の降雪量は、冬型の気圧配置が長続きしなかったため、ほぼ全国的に少なかったが、1 月下旬の強い寒気の影響で、九州北部地方ではかなり多くなった。

2 2016 年（平成 28 年）春（3～5 月）の特徴

（1）日本列島の南と東で高気圧が強くなり、南から暖かい空気が流れ込んだため、平均気温は全国的にかなり高かった。

（2）降水量は、低気圧や前線の影響を受けやすかった西日本太平洋側と沖縄・奄美では多くなった。一方、移動性高気圧に覆われて晴れる日が多かったため、北日本太平洋側では少なく、東日本日本海側ではかなり少なかった。

（3）本州付近は移動性高気圧に覆われることが多かったため、北・西日本の日照時間は多く、東日本日本海側ではかなり多かった。

3 2016 年（平成 28 年）夏（6～8 月）の特徴

（1）日本付近は暖かい空気に覆われやすく、全国的に平均気温は高かった。特に、沖縄・奄美では、日照時間が多く強い日射を受けて、平均気温は過去最高の高温となった。

（2）北日本では、6 月は低気圧の影響を受けやすく、8 月は台風が相次いで接近・上陸したことや、前線および湿った気流の影響もあり、降水量がかなり多かった。特に、北日本太平洋側では、降水量は平年比 163% となり、夏として過去最高の多雨となった。

（3）高気圧に覆われやすかったため、日照時間はほぼ全国的に多かった。

4 2016 年（平成 28 年）秋（9～11 月）の特徴

（1）気温は、西日本、沖縄・奄美でかなり高く、東日本で高く、平均気温の記録を更新した地点もあった。一方で、北日本では低かった。

（2）降水量は、西日本でかなり多く、また、東日本太平洋側、沖縄・奄美で多く、観測史上 1 位の記録を更新した地点もあったが、北日本では少なかった。

（3）日照時間は、北日本日本海側、東日本太平洋側、西日本でかなり少なく、北日本太平洋側、東日本日本海側、沖縄・奄美で少なかった。

（参照）

気象庁ホームページ

<http://www.jma.go.jp/jma/press/index.html?t=1&y=28>

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 28 年は、梅雨時期に長雨に見舞われたことから、一部地域で葉いもちが多発し、8 月に入り相次いで台風が接近・上陸したことから、穂いもちへの進展による被害の拡大が懸念された。そのため、6 月下旬～8 月中旬にかけて、イネいもち病について、11 県から注意報が発表され、防除の徹底が呼びかけられた。その後、夏期に高温に見舞われたこともあり、葉いもちの発生拡大および穂いもちへの進展は抑制され、全国的にイネい

Occurrence of Pests and Diseases and Their Control in 2016 in Japan. By Plant Protection Division, Food Safety and Consumer Affairs Bureau, MAFF

（キーワード：平成 28 年度、病害虫、発生動向、農薬、出荷状況）

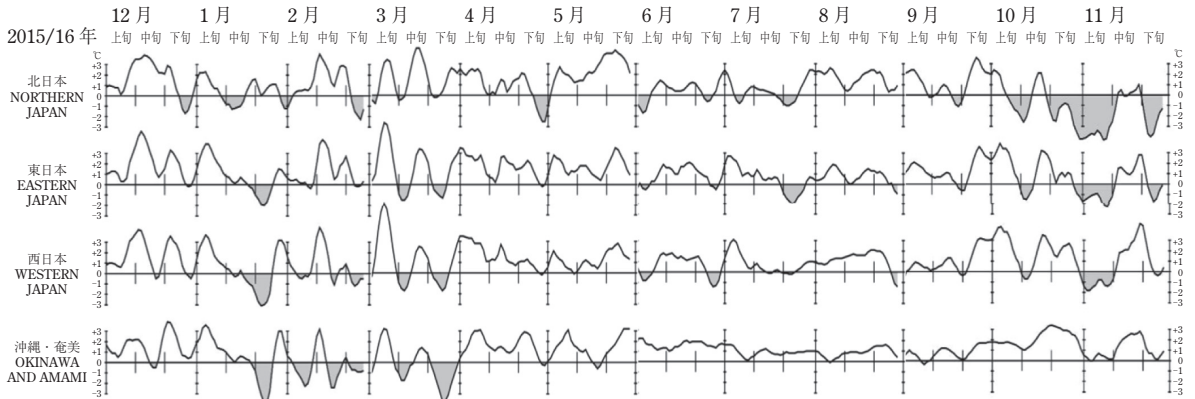


図-1 地域別平均気温平年差の経過 (5日移動平均) : 気象庁報道発表資料から抜粋

もち病による大きな被害はなかった (図-2)。

イネ縞葉枯病については、冬期から春期の調査でヒメトビウンカ越冬虫のウイルス保毒率が高まっていたこと、また、冬型の気圧配置は長続きせず、全国的に平均気温が高めで推移したことから、その後のヒメトビウンカの発生が多くなることが懸念され、関東5県から注意報が発表された結果、被害に至る発生にはならなかった。

害虫：トビイロウンカは、九州を中心に一部の地域で飛来もしくは生息が確認されたものの、平年より飛来量・発生量ともに少ない傾向にあった。その後、一部の地域で急速に増殖し、9月に鹿児島県で、10月に佐賀県で注意報が発表された。これについては、予察灯における誘殺数が少なく、当該虫の飛来日の特定が難しかったため、適期の防除が困難だったことが原因と推察される。

斑点米カメムシ類については、6～9月にかけて本州の多くの地域で注意報 (13県延べ15件) が発表され、防除が呼びかけられた結果、平成27年と同様、平成28年も警報の発表はなかった (図-3)。

平成28年産水稻の作柄は、上記の通り各都道府県での適切な防除が実施され、また、生育期間を通じておおむね天候に恵まれたため、全国の10a当たり収量は544kg (前年産に比べ13kgの増加) が見込まれている。また、水稻の作況指数 (10月15日現在) は、全国では103で「やや良」であったが、地域ごとには北海道102、東北103、関東・東山101、北陸107、東海102、近畿102、中国102、四国102、九州101、沖縄96となり、作柄は北陸で「良」、北海道、東北、東海、近畿、中国および四国で「やや良」、関東・東山および九州で「平年並み」、沖縄で「やや不良」という結果となった。

2 その他普通作物病虫害 (表-2(1)②)

麦：おおむね全国的に日照時間が少なく、雨が多かつ

たため、麦類が出穂し、開花期を迎えた地域では、麦類赤かび病の発生が懸念された。4月には愛知県で、5月には滋賀県で注意報により防除が呼びかけられた結果、発生拡大は抑制された。他方、春先からの多雨となった北海道では、圃場の土壌水分含量が長期に亘り高めに推移したため、7月に入りコムギなまぐさ黒穂病の発生が拡大傾向となったことから、直ちに注意報により圃場観察、罹病株の抜き取りが呼びかけられた。しかし、平年を超える発生となったことから、次期作に向けて、適正な輪作の実施、排水対策等の発生しにくい圃場作り、種子消毒等のまん延防止対策が呼びかけられた。

ばれいしょ：ジャガイモ疫病について、4月に長崎県で、6月に北海道で注意報が発表され、適期の防除が呼びかけられた。しかし、4～5月にかけて高温・多雨に見舞われた長崎県では、平年より本病の発生が多くなった。

3 果樹病虫害 (茶を含む) (表-2(1)③)

病害：ナシ黒星病について、4月以降、発生が「多い」または「やや多い」と予想した府県が多く、福島県、宮城県および愛知県から注意報が発表された。東北の一部の地域などでは発生が「多い」という概評となった。

モモせん孔細菌病について、4月以降、枝葉での発生が平年よりも多かったことから、福島県、長野県、愛知県および岡山県で注意報が発表され、防除が呼びかけられた。また、本年の発病率が平年よりも高かった大阪府および和歌山県では、収穫期以降の来年に向けた対策が注意報により呼びかけられた。

害虫：果樹カメムシ類は、5月、9月および10月に愛知県、滋賀県、徳島県、佐賀県および長崎県から注意報が発表され、この中では佐賀県および長崎県で発生が「多い」という概評となった。

表-1 病虫害発生・防除状況（平成 28 年 10 月 1 日現在速報値）

（単位：千 ha，％）

病虫害名	概評	発生面積 (注1) /前年比	延べ防除面積 (注2) /前年比	病虫害名	概評	発生面積 (注1) /前年比	延べ防除面積 (注2) /前年比
(水稲)							
葉いもち	近畿および四国の一部地域で「多い」、東海、北陸および九州の一部地域で「多い」または「やや多い」、関東および中国の一部地域で「やや多い」	292 87.5	1,257 95.4	ハマキムシ類	東北の一部地域で「やや多い」	2 85.2	75 135.0
穂いもち	北陸の一部地域で「多い」、四国および九州の一部地域で「多い」または「やや多い」、関東、近畿および中国の一部地域で「やや多い」	217 80.6	1,103 92.8	ハダニ類	東海の一部地域で「多い」、東北の一部地域で「多い」または「やや多い」、北関東の一部地域で「やや多い」	13 85.7	50 101.6
紋枯病	東北および北陸の一部地域で「多い」、北関東、近畿および四国の一部地域で「多い」または「やや多い」、北海道、東海および中国の一部地域で「やや多い」	555 94.4	653 100.9	(なし)			
白葉枯病	北九州の一部地域で「やや多い」	4 72.2	71 99.1	黒斑病	中国の一部地域で「やや多い」	1 77.5	41 104.9
ばか苗病	南東北の一部地域で「多い」または「やや多い」、北陸および近畿の一部地域で「やや多い」	17 101.9	811 104.1	黒星病	東北の一部地域で「多い」、東海、中国および九州の一部地域で「多い」または「やや多い」、北陸および四国の一部地域で「やや多い」	5 93.5	128 97.7
もみ結菌菌病	東海の一部地域で「多い」、近畿、中国および北九州の一部地域で「やや多い」	20 66.6	302 236.0	ナシヒメシンクイ	南東北、北陸および四国の一部地域で「やや多い」	1 90.3	64 104.8
絹葉枯病	関東および四国の一部地域で「多い」または「やや多い」、東海の一部地域で「やや多い」	71 88.9	154 135.9	ハダニ類	北陸の一部地域で「多い」、東北および九州の一部地域で「多い」または「やや多い」、北関東および中国の一部地域で「やや多い」	6 101.2	36 93.3
稲こじ病	九州の一部地域で「多い」または「やや多い」、北関東の一部地域で「やや多い」	91 120.4	58 94.7	カメムシ類	北陸の一部地域で「多い」、近畿の一部地域で「やや多い」	2 124.5	22 94.7
ニカメイガ	南関東の一部地域で「やや多い」	112 112.1	541 102.8	アブラムシ類	南関東および北陸の一部地域で「多い」、近畿、四国および南九州の一部地域で「やや多い」	5 88.9	33 86.2
セジロウシ	北関東の一部地域で「多い」、東海および中国の一部地域で「多い」または「やや多い」、北陸、近畿、四国九州および沖縄の一部地域で「やや多い」	755 129.8	1,129 95.8	(もも)			
トビイロウシ	南九州の一部地域で「やや多い」	91 138.0	816 90.8	せん孔細菌病	東海および中国の一部地域で「多い」、近畿の一部地域で「多い」または「やや多い」、北東北、甲信、北陸および四国の一部地域で「やや多い」	3 95.7	40 86.1
ヒメトビウシ	北関東および北九州の一部地域で「多い」、東北および中国の一部地域で「多い」または「やや多い」、北海道、甲信、北陸、近畿および四国の一部地域で「やや多い」	713 94.0	1,112 94.2	灰星病	北陸の一部地域で「多い」、南東北の一部地域で「やや多い」	1 73.8	29 77.9
ツマグロヨコバイ	南東北の一部地域で「多い」、北陸、四国および九州の一部地域で「多い」または「やや多い」、北関東、近畿および中国の一部地域で「やや多い」	449 101.0	833 98.7	(ぶどう)			
イネドロオイムシ	東海の一部地域で「やや多い」	171 159.3	574 106.1	晩霜病	東海および中国の一部地域で「やや多い」	1 49.5	30 74.7
斑点米カメムシ類	東北、関東、東海、北陸および四国の一部地域で「多い」または「やや多い」、甲信、近畿、九州および沖縄の一部地域で「やや多い」	583 107.1	1,942 135.8	べと病	北関東および四国の一部地域で「多い」、北東北、東海、近畿、中国および北九州の一部地域で「やや多い」	4 90.9	41 74.7
アワトウ	平年並～少ない	4 57.1	20 62.8	灰色かび病	平年並～少ない	0.3 77.9	26 86.5
コブノメイガ	四国の一部地域で「多い」、北関東、近畿および沖縄の一部地域で「やや多い」	107 62.7	481 123.8	(かき)			
イネミズゾウムシ	北関東および四国の一部地域で「やや多い」	512 98.8	743 101.9	うどんこ病	中国の一部地域で「多い」、東海および近畿の一部地域で「やや多い」	5 62.8	39 83.8
(麦類)							
さび病類	甲信の一部地域で「多い」	17 81.2	225 107.0	落葉病類	平年並～少ない	2 41.5	25 56.6
うどんこ病	北東北、東海および北九州の一部地域で「多い」、北関東および北陸の一部地域で「多い」または「やや多い」、四国の一部地域で「やや多い」	23 131.7	333 118.5	カメムシ類	近畿、中国および四国の一部地域で「やや多い」	3 70.6	32 92.4
赤かび病	北海道、北東北および東海の一部地域で「多い」、中国および北九州の一部地域で「多い」または「やや多い」、北関東の一部地域で「やや多い」	96 237.8	513 94.9	カキクダザミウマ	平年並～少ない	0.5 69.0	22 127.6
雪腐病類	平年並～少ない	23 67.9	96 102.2	(茶)			
(ばれいしよ)				炭そ病	東海の一部地域で「多い」または「やや多い」、南関東および北九州の一部地域で「やや多い」	27 102.9	80 97.3
疫病	九州の一部地域で「多い」、南関東および中国の一部地域で「やや多い」	13 142.2	393 102.0	チャノココクモンハマキ	南関東の一部地域で「多い」、東海および近畿の一部地域で「やや多い」または「やや多い」、南九州の一部地域で「やや多い」	10 79.3	76 99.8
(大豆)							
紫斑病	北陸の一部地域で「多い」、北九州の一部地域で「やや多い」	5 192.0	36 93.2	カンザワハダニ	南関東および東海の一部地域で「多い」、北九州の一部地域で「多い」または「やや多い」、近畿の一部地域で「やや多い」	24 123.1	75 96.3
べと病	北東北、東海および北九州の一部地域で「多い」、北関東の一部地域で「多い」または「やや多い」	38 89.5	26 128.9	(きゅうり)			
葉焼病	北関東および北陸の一部地域で「多い」、東海の一部地域で「やや多い」	9 58.8	2 167.0	べと病	関東の一部地域で「多い」または「やや多い」、近畿、四国および南九州の一部地域で「やや多い」	4 100.5	24 101.4
アブラムシ類	関東および北陸の一部地域で「多い」	16 110.1	36.9 92.8	うどんこ病	関東の一部地域で「多い」または「やや多い」、北東北、甲信、中国および四国の一部地域で「やや多い」	3 95.2	23 101.4
ハスモンヨトウ	東海、近畿、中国、四国および九州の一部地域で「多い」または「やや多い」、北関東および北陸の一部地域で「やや多い」	35 139.8	71 117.8	(すいか)			
ハダニ類	近畿および北九州の一部地域で「多い」、北陸の一部地域で「多い」または「やや多い」、関東および東海の一部地域で「やや多い」	16 135.8	0.3 94.8	つる枯病	北東北および甲信の一部地域で「やや多い」	1 130.0	14 104.2
吸実性カメムシ類	南東北、関東および四国の一部地域で「多い」、東海の一部地域で「多い」または「やや多い」、北陸および北九州の一部地域で「やや多い」	23 132.6	59 85.6	(はくさい)			
(かんきつ類)							
そうか病	東海および四国の一部地域で「多い」または「やや多い」、南関東、近畿および北九州の一部地域で「やや多い」	9 105.2	75 90.9	軟腐病	北関東および甲信の一部地域で「やや多い」	1 182.9	14 99.8
黒点病	中国および四国の一部地域で「多い」、九州の一部地域で「多い」または「やや多い」、南関東の一部地域で「やや多い」	48 95.9	198 94.5	白斑病	中国の一部地域で「やや多い」	1 112.5	10 97.5
かいよう病	四国の一部地域で「多い」または「やや多い」、東海、中国、北九州および沖縄の一部地域で「やや多い」	16 99.8	88 102.0	(キャベツ)			
ヤノネカイガラムシ	東海の一部地域で「やや多い」	4 133.4	58 96.4	黒腐病	北東北、北関東、甲信、近畿および中国の一部地域で「やや多い」	1 60.3	28 95.0
ミカンハダニ	中国の一部地域で「多い」、南関東、四国、北九州および沖縄の一部地域で「やや多い」	38 104.6	154 100.8	コナガ	南関東の一部地域で「多い」、北東北、甲信、近畿、中国および南九州の一部地域で「やや多い」	5 80.4	39 90.6
カメムシ類	九州の一部地域で「多い」または「やや多い」、近畿の一部地域で「やや多い」	5 108.3	29 106.8	(たまねぎ)			
(りんご)				べと病	中国、四国および北九州の一部地域で「多い」、東海および近畿の一部地域で「多い」または「やや多い」、北陸の一部地域で「やや多い」	5 135.2	24 153.9
モニリア病	平年並～少ない	0.3 415.9	9 143.5	(野菜共通)			
斑点落葉病	北海道の一部地域で「やや多い」	7 103.6	98 91.9	疫病	四国の一部地域で「多い」、関東および九州の一部地域で「多い」または「やや多い」、中国の一部地域で「やや多い」	0.4 87.5	10 84.3
黒星病	北海道、東北および甲信の一部地域で「多い」	14 435.9	68 89.7	灰色かび病	関東、東海および北九州の一部地域で「多い」または「やや多い」、南東北、甲信、近畿および中国の一部地域で「やや多い」	4 113.1	61 128.3
腐らん病	北海道の一部地域で「多い」	5 101.5	35 121.0	ハダニ類	東海の一部地域で「多い」、南東北、関東、四国および九州の一部地域で「多い」または「やや多い」、北陸、近畿、中国および沖縄の一部地域で「やや多い」	8 124.1	50 119.7
				ハスモンヨトウ	南東北および南関東の一部地域で「多い」、東海および九州の一部地域で「多い」または「やや多い」、北陸、中国および四国の一部地域で「やや多い」	8 92.2	93 115.9
				ヨトウガ	近畿の一部地域で「多い」、北陸の一部地域で「やや多い」	2 109.2	10 36.4
				(きく)			
				白さび病	東海、近畿、四国および南九州の一部地域で「多い」、南東北の一部地域で「多い」または「やや多い」	0.4 190.8	5 104.4
				アザミウマ類	九州の一部地域で「多い」または「やや多い」、南東北、北関東および近畿の一部地域で「やや多い」	1 115.9	6 113.8
				アブラムシ類	南東北の一部地域で「多い」	0.4 114.2	6 140.9

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虫害発生度（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：当該病虫害を対象として複数回防除を実施した場合や2種類以上の病虫害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 28 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						
東 北	青森 岩手 宮城 秋田 山形 福島		7/22		8/8, 8/22 8/4 6/29	
関 東	茨城 栃木 群馬 埼玉 千葉 東京 神奈川 山梨 長野 静岡			7/27	7/1 7/19	3/22, 6/9 イネ縞葉枯病 (ヒメトビウンカ) 6/1 イネ縞葉枯病 (ヒメトビウンカ) 4/11 イネ縞葉枯病 (ヒメトビウンカ) 3/28 イネ縞葉枯病 (ヒメトビウンカ) 3/15 イネ縞葉枯病 (ヒメトビウンカ)
北 陸	新潟 富山 石川 福井				6/29 6/21 6/16, 7/14 6/28	
東 海	岐阜 愛知 三重			7/21	7/14 7/15 7/21	
近 畿	滋賀 京都 大阪 兵庫 奈良 和歌山		7/28		7/14	
中 国 四 国	鳥取 島根 岡山 広島 山口 徳島 香川 愛媛 高知	7/15 6/30	8/1	6/30		8/5 セジロウンカ
九 州	福岡 佐賀 長崎 熊本 大分 宮崎 鹿児島	6/23		8/3		10/5 トビイロウンカ 9/8 トビイロウンカ
沖 縄						

(1月1日～11月30日)

②畑作 (水稲を除く)		ハスモンヨトウ	その他の病害虫
北海道			6/20 ジャガイモ疫病 (ばれいしょ), 7/7 マメアブラムシ (小豆), 7/14 コムギなまぐさ黒穂病 (小麦)
東北	青森 岩手 宮城 秋田 山形 福島		
	茨城 栃木 群馬 埼玉 千葉 東京都 神奈川県 山梨 長野 静岡		5/27 コムギ黄さび病 (小麦)
北陸	新潟 富山 石川 福井		
東海	岐阜 愛知 三重		3/30 麦類赤さび病 (麦類), 4/1 麦類赤かび病 (麦類)
近畿	滋賀 京都 大阪 兵庫県 奈良 和歌山		5/12 麦類赤かび病 (麦類)
中国 四国	鳥取 島根 岡山 広島 山口 徳島 香川 愛媛 高知		
九州	福岡 佐賀 長崎 熊本 大分 宮崎 鹿児島		4/18 ジャガイモ疫病 (ばれいしょ) 6/10 イネヨトウ (さとうきび)
	沖縄		3/25 メイチュウ類, アオドウガネ (さとうきび), 4/14, 7/1 タイワンツチイナゴ (さとうきび), 7/1 サトウキビ黒穂病 (さとうきび), 7/28 野そ (さとうきび)

(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			
東 北	青森 岩手 宮城 秋田 山形 福島		6/3 ナシ黒星病 (なし) 4/20 モモせん孔細菌病 (もも), 5/27 ナシ黒星病 (なし)
	茨城 栃木 群馬 埼玉 千葉 東京都 神奈川県 山梨 長野 静岡		5/12 モモせん孔細菌病 (もも)
北 陸	新潟 富山 石川 福井		
東 海	岐阜 愛知 三重	5/31 (果樹全般)	7/21 カキノヘタムシガ (かき) 4/14 ナシ黒星病 (なし), 5/31 モモせん孔細菌病 (もも)
近 畿	滋賀 京都 大阪 兵庫県 奈良 和歌山	5/17 (果樹全般)	7/7 モモせん孔細菌病 (もも) 8/31 モモせん孔細菌病 (もも)
中 国 四 国	鳥取 島根 岡山 広島 山口 徳島 香川 愛媛 高知	10/12 (果樹全般)	6/8 モモせん孔細菌病 (もも) 6/22 ブドウべと病 (ぶどう), 7/12, 9/28 カキ炭そ病 (かき)
九 州	福岡 佐賀 長崎 熊本 大分 宮崎 鹿児島	9/8 (果樹全般) 10/3 (果樹全般)	6/24 カンキツ黒点病 (かんきつ)
沖 縄			5/31 カンキツかいよう病 (かんきつ)

(1月1日～11月30日)

④野菜・花き		ハスモンヨトウ	その他の病害虫
北海道			
東北	青森 岩手 宮城 秋田 山形 福島		
関東	茨城 栃木 群馬 埼玉 千葉 東京都 神奈川県 山梨 長野 静岡県	6/30 (野菜類, 花き類)	1/28 トマト灰色かび病 (トマト) 4/11 アブラムシ類 (作物全般)
北陸	新潟 富山 石川 福井		
東海	岐阜 愛知 三重	9/15 (大豆, 野菜類, 花き類) 8/31 (大豆, 野菜類, 花き類)	1/14 ハダニ類 (いちご), 10/3 トマト灰色かび病 (トマト) 1/5 イチゴ灰色かび病 (いちご), 3/1 タマネギべと病 (たまねぎ), 5/31 キク白さび病 (きく), 11/1 キャベツ黒腐病 (キャベツ), 11/1 アブラムシ類 (はくさい)
近畿	滋賀 京都 大阪 兵庫県 奈良 和歌山	8/30 (大豆, 野菜類, 花き類) 9/16 (豆類, 野菜類)	4/20 ネギアザミウマ, ネギえそ条斑病 (ねぎ), 9/16 シロイチモジヨトウ (ねぎ) 4/6 タマネギべと病 (たまねぎ) 3/16 タマネギべと病 (たまねぎ) 3/1 ハダニ類 (いちご) 3/9 タマネギ白色疫病 (たまねぎ), 10/24 ウラナミシジミ (さやえんどう, 実えんどう)
中国四国	鳥取 島根 岡山 広島 山口 徳島 香川 愛媛 高知	9/7 (大豆, 野菜類, 花き類) 8/25 (大豆, 野菜類, 花き類) 9/1 (大豆, 野菜類, 花き類) 9/6 (大豆, 野菜類, 花き類) 9/15 (大豆, サトイモ, 野菜類, 花き類)	3/23 ネギべと病 (ねぎ) 3/30 タマネギべと病 (たまねぎ) 2/29, 4/21 タマネギべと病 (たまねぎ), 2/29 タマネギ白色疫病 (たまねぎ), 2/29 ハダニ類 (いちご) 9/2 ヨトウムシ類 (ハスモンヨトウ, シロイチモジヨトウ), オオタバコガ (大豆, 野菜類, 花き類) 2/29, 4/28 タマネギべと病 (たまねぎ), 2/29 タマネギ白色疫病 (たまねぎ), 3/29 ブロccoliリーベと病 (ブロッコリー), 3/29 レタスべと病 (レタス, 非結球レタス), 5/31 イチゴうどんこ病 (いちご), 5/31 ネギべと病 (ねぎ), 7/1 キュウリ炭疽病, べと病 (きゅうり), 9/6 シロイチモジヨトウ, タバコガ類 (タバコガ, オオタバコガ) (野菜類, 花き類)
九州	福岡 佐賀 長崎 熊本 大分 宮崎 鹿児島	9/28 (大豆, 野菜類, 花き類, 果樹類)	1/14 ハダニ類 (いちご) 1/28 ハダニ類 (いちご), 2/4, 3/10 タマネギべと病 (たまねぎ), 4/5 タマネギべと病 (たまねぎ) 3/10 タマネギべと病 (たまねぎ), 3/15, 9/1 ハダニ類 (いちご), 9/1 イチゴ炭そ病 (いちご育苗床) 2/4 ハダニ類 (いちご), 8/8 ハダニ類 (いちご), 10/5 トマト黄化葉巻病 (TYLCV) (トマト) 8/1 トマトすすかび病, コナジラミ類 (オンシツコナジラミ) (トマト)
沖縄			1/29 ニガウリ斑点病 (にがうり), 1/29 ミナミキイロアザミウマ (きゅうり, にがうり, とうがん, さやいんげん)

(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	青森			
	岩手 宮城 秋田 山形 福島			
関東	茨城		8/10 ニホンナシハモグリダニ (仮称) (なし) 1/8 ブルーベリータマバエ (仮称) (ブルーベリー)	9/30 トビイロシワアリ (なす) 9/30 メボウキベと病 (めぼうき (バジル)) 6/28 クロバネキノコバエ科の一種 (ねぎ, にんじん) 6/10 ハコベハナバエ (ほうれんそう), 7/7 <i>Eupteryx decemnotata</i> (ローズマリー), 7/15 ナスコナカイガラムシ (なす)
	栃木 群馬 埼玉			
	東京都		3/29 オリーブがんしゅ病 (オリーブ)	1/20 トマト黄化病 (ToCV) (トマト), 2/10 トマト葉かび病 (レース2.9) (トマト), 9/23 コマツナ黒斑細菌病 (新称) (こまつな), 11/4 ジニアエネそ輪点病 (仮称) (ジニア (百日草)) 3/17 トマト黄化病 (ToCV) (トマト)
	山梨 長野 静岡		1/28 クルミ黒斑細菌病 (仮称) (クルミ褐色腐敗病) (くるみ), 5/31 キウイフルーツかいよう病 (Psa3系統) (キウイフルーツ) 6/22 ブルーベリータマバエ (仮称) (ブルーベリー)	3/4 ユキヤナギハマキフシダニ (ゆきやなぎ) 6/7 キタノネハネオレバエ (にんじん), 11/8 コリアンダー斑点細菌病 (仮称) (コリアンダー)
北陸	新潟		7/22 ブドウリーフロール病 (ブドウ葉巻病) (ぶどう), 8/22 チャトゲコナジラミ (つばき) 7/21 ブルーベリータマバエ (仮称) (ブルーベリー)	7/29 キュウリホモブシス根腐病 (きゅうり), 8/26 スイカ炭腐病, スイカ黒点根腐病 (すいか)
	富山 石川 福井			
東海	岐阜			1/14 キク茎えそ病 (CSNV) (きく), 10/3 ホウレンソウベと病 (レース12) (ほうれんそう)
	愛知		9/2 ブルーベリータマバエ (仮称) (ブルーベリー)	3/1 メボウキベと病 (めぼうき (バジル)), 5/2 タマネギえそ条斑病 (たまねぎ), 5/31 トマト黄化病 (ToCV) (トマト), 11/1 タバコノミハムシ (ほおずき, なす)
	三重			
近畿	滋賀			7/4 トルコギキョウえそ輪紋病 (トルコギキョウ), 9/29 ヒメジュウジナガカメムシ (なす)
	京都		8/2 クビアカツヤカミキリ (うめ)	10/17 ショウガ青枯病 (しょうが), 10/21 アシピロヘリカメムシ (にがうり), 11/25 メボウキベと病 (めぼうき (バジル))
	大阪 奈良 和歌山			
中国四国	鳥取			9/12 シクラメンえそ斑紋病 (INSV) (シクラメン)
	島根 岡山 広島	8/3 ヨツモンカメノコハムシ (さつまいも)		1/8 オオクビキレガイ (ほうれんそう, しゅんぎく) 6/6 インパチエンスベと病 (インパチエンス), 6/6 オオクビキレガイ (レタス) 3/3 トマト葉かび病 (レース2.9) (トマト), 11/7 クロテンコナカイガラムシ (トマト) 3/22 ホウレンソウベと病 (レース13) (ほうれんそう), 3/31 レタス白絹病 (レタス), 4/26 キュウリ退緑黄化病 (CCYV) (きゅうり), 10/20 アシピロヘリカメムシ (にがうり) 4/5 シネリアアえそ斑紋病 (INSV) (シネリア)
	山口			
	徳島		9/7 ビワキジラミ (びわ) 1/29 クルミ黒斑細菌病 (仮称) (クルミ褐色腐敗病) (くるみ), 10/20 チャトゲコナジラミ (茶)	9/29 カンザワハダニ (にら), 11/10 アシピロヘリカメムシ (にがうり)
九州	香川			
	愛媛	10/12 ヨツモンカメノコハムシ (さつまいも)		10/12 トマトフザリウム株腐病 (トマト)
	高知		3/7 チャトゲコナジラミ (茶), 5/31 キウイフルーツかいよう病 (Psa3系統) (キウイフルーツ)	1/4 シソサビダニ (しそ), 1/4 メボウキベと病 (めぼうき (バジル)), 10/19 コリアンダー褐斑病 (仮称) (コリアンダー), 11/7 ナスコナカイガラムシ (ほおずき)
	福岡 佐賀 長崎			1/15 ケブカノメイガ (アブラナ科野菜 (キャベツ))
九州	熊本	9/28 ヨツモンカメノコハムシ (さつまいも)		1/29 メボウキベと病 (めぼうき (バジル)), 7/20 クルクマ青枯病 (クルクマ)
宮崎				
鹿児島				
沖縄				

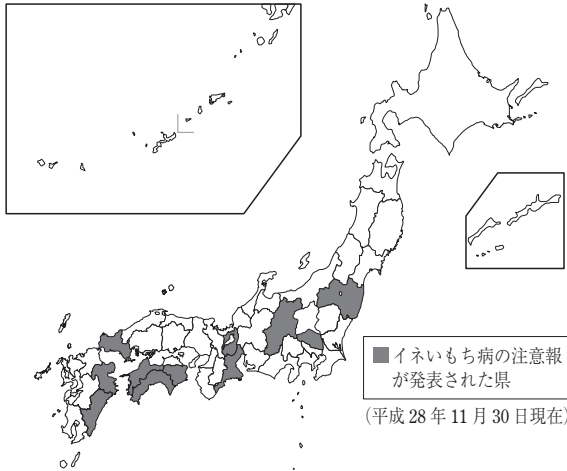


図-2 イネいもち病の注意報発表状況

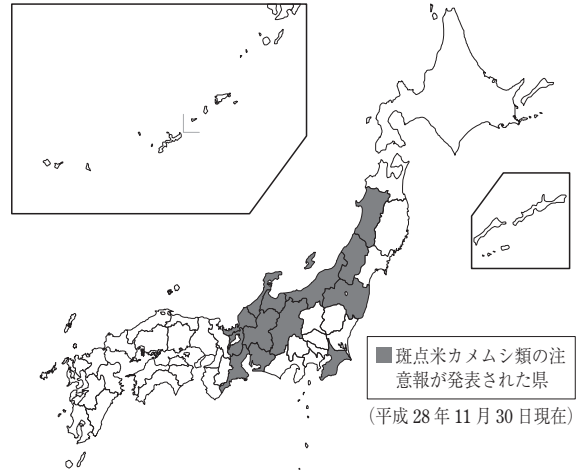


図-3 斑点米カメムシ類の注意報発表状況

4 野菜および花き病害虫 (表-2(1)④)

病害：タマネギべと病の注意報発表件数が多く、2～4月にかけて8府県から延べ11件発表された。佐賀県では、2～3月の調査において、本病の発生圃場率が平年より高まったことから4月上旬に警報が発表された。その後、4月下旬に大雨が続いたことにより感染が拡大し、同県では、来年度産のタマネギにおけるべと病の発生を抑制するために、秋冬期間の防除対策が呼びかけられた。

害虫：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県から発表があった。熊本県では、寄生株率・発生圃場率の高い地域が多く、施設内気温の上昇による発生の増加が懸念されたことから、収穫の始まる2月に警報が発表された。

ヨトウムシ類について、本年は注意報の件数が多く、12府県から延べ14件発表された(昨年0件)。

特殊報は、11月30日までに都道府県から67件発表されており、そのうち普通作に関するものは3件、果樹・茶に関するものは16件、野菜・花き等に関するものは48件であった(表-2(2))。

III 病害虫防除事業

我が国で未発生の重要病害虫や、国内の一部地域のみが発生している重要病害虫が新たな地域に侵入、まん延した場合、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、侵入の早期発見、早期防除のため、都道府県と連携し、海空港や生産地等で侵入警戒調査を実施している。また、万が一、侵入した場合には、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。

新規発生病害虫の確認に係る報告については、平成26年度は28件、平成27年度は35件となっており、特に都道府県からの報告が増加している。これは研修などの充実による各都道府県職員の同定技術の向上および各関係機関との円滑な連携の確立が起因していると推察される。

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、ウメ輪紋ウイルス、アリモドキノゾウムシ、イモゾウムシおよびカンキツグリーニング病菌については、引き続き、移動規制や緊急防除等の措置を講じるとともに、平成27年に国内で初めて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平成28年10月から緊急防除を開始し、まん延防止および根絶対策を進めている。

1 ミカンコミバエ種群

ミカンコミバエ種群については、平成27年に、鹿児島県の奄美大島、徳之島および屋久島において、秋以降、本虫が多数誘殺されたことを踏まえ、有人ヘリコプターなどによるテックス板(誘殺資材)の散布などによる防除対策を徹底するとともに、奄美大島においては、同年12月から寄主果実の移動規制や廃棄命令を行う緊急防除を開始し、本虫のまん延防止および根絶を進めた。

これらの防除対策に加え、地元住民による寄主植物の自主的な廃棄など、官民一体となって防除対策を講じた結果、平成27年12月21日以降、3世代相当期間ミカンコミバエ種群が誘殺されなかったことなどを踏まえ、奄美大島では本虫の根絶を確認し、平成28年7月14日、

約7か月の期間で、緊急防除を解除した。

2 ジャガイモシロシストセンチュウ

ジャガイモシロシストセンチュウについては、平成27年8月に北海道網走市内の2地区の圃場において我が国で初めて発生が確認された。この確認以降、本線虫のまん延防止のため、収穫物に付着した土の輸送時の飛散防止や農機具に付着した土の洗浄等の防除対策の徹底を図るほか、地域内のばれいしょの作付けがあったすべての圃場での土壌調査を実施するとともに、周辺地域において植物検診を実施した。平成28年10月23日からは本線虫が確認された網走市の一部地域(11地区)で緊急防除を開始し、本線虫の発生が確認された圃場での寄主植物の作付けの禁止、防除区域からの寄主植物の移動制限等を実施するとともに、発生圃場での対抗植物の植栽および土壌消毒等により本線虫の密度低減のための防除対策を進めている。

3 ウメ輪紋ウイルス

(ブ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、まん延を防止し、国内からの根絶を図るため、毎年、全国で発生状況を調査しており、感染が確認された東京都、愛知県、大阪府および兵庫県のそれぞれ一部地域においては、宿主植物の移動規制や廃棄命令を行う緊急防除を実施している。

平成28年度の調査の結果、東京都および兵庫県のそれぞれ一部地域で根絶が確認され、防除区域から除外される一方、神奈川県、岐阜県および愛知県のそれぞれ一部地域では新たに感染植物が確認されたことから、引き続き緊急防除を継続し、PPVのまん延防止および根絶に努めている。

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として、沖縄県の久米島においては、イモゾウムシを対象として、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として、不妊虫放飼法を中心とした防除を実施し、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徹底等、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28年の事業実績

有人ヘリコプターによる平成28年度の農林水産航空事業の農業関係の延べ面積は36千haとなる見込みである(計画値)。作物別では、水稻防除で35千ha、その他(播種・施肥等)への利用で1千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2,508千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、年々増加している(平成27年度の防除実施面積は1,058千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、無人航空機による農薬などの空中散布が引き続き安全かつ適正に実施されるように、航空法に基づく国土交通大臣の許可・承認手続きや、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

表-3 平成28 農薬年度農薬出荷状況

(単位:t, kl, 百万円, %)

用途		平成27 農薬年度		平成28 農薬年度	
		出荷	対前年比	出荷	対前年比
殺虫剤	数量	63,059	95.9	60,479	95.9
	金額	98,509	97.4	95,993	97.4
殺菌剤	数量	37,952	100.0	37,962	100.0
	金額	74,917	100.2	75,069	100.2
殺虫殺菌剤	数量	20,332	91.9	18,682	91.9
	金額	36,844	94.8	34,940	94.8
除草剤	数量	60,378	102.4	61,799	102.4
	金額	115,955	100.2	116,238	100.2
その他	数量	4,858	102.8	4,996	102.8
	金額	9,645	91.0	8,780	91.0
合計	数量	186,578	98.6	183,917	98.6
	金額	335,869	98.6	331,018	98.6

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。

いう。)を新たに策定した。

また、ドローンと呼ばれるマルチローター式無人航空機(以下「マルチローター」という。)の産業利用へのニーズが高まる中、農林水産省は、農薬散布の農林水産業での利用、外部有識者による検討会で取りまとめられたマルチローターの暫定運行基準を踏まえ、具体的な安全対策を指導指針に追加するとして、平成 28 年 3 月指導指針を改正した。

同年 5 月以降、農薬などの空中散布に必要な性能が確

認された複数のマルチローターを順次適用機種として指導指針へ追加し、同年 7 月からは当該機種を使用した農薬の空中散布が開始されている。

V 農薬の出荷状況

平成 28 農薬年度(平成 27 年 10 月 1 日～平成 28 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%減の 184 千 t または kL、金額では 1.4%減の 3,310 億円である(表-3)。

ミニ特集：PPV（ウメ輪紋ウイルス）の現状と対策

PPVをめぐる情勢

—これまでの経過と今後の取組—

 農林水産省消費・安全局植物防疫課 ^{むら}村 ^い井 ^{さとる}覚

252/html/252.html

はじめに

2009年4月に東京都青梅市で確認されたウメ輪紋ウイルス（プラムボックスウイルス。以下「PPV」という。）は、我が国のウメ、モモ、スモモ等のサクラ属の果樹に感染し、甚大な農業被害を与えるおそれがある。

このため、同年から全国でPPVの感染植物の有無を調査し、2010年1月、「プラムボックスウイルスの緊急防除に関する告示」（2010（平成22）年1月21日農林水産省告示第188号）を公布、植物防疫法（1950（昭和25）年法律第151号）第17条に基づく緊急防除を開始したところである。以下、これまでの経緯・取組を振り返り、今後の取組を考えたい。

I PPVの緊急防除の概要

1 措置の内容

PPVの封じ込めおよび根絶を図るため、防除区域内において、次の防除を行う。

（1）感染している、または感染しているおそれがある植物については抜根し、焼却などの適切な処理を行う。

（2）ウメやモモ等の宿主植物（種子および果実を除く。）は、防除区域からの持ち出しを禁止。ただし、植物防疫官による検査の結果、感染していないと認められたものは除く。

2 宿主植物（規制の対象となる植物）

サクラ節を除くサクラ属（ウメ、モモ、スモモ、アンズ、ネクタリン、オウトウ等）、セイヨウマユミ、ナガバクコ、ヨウシュイボタの生植物（苗、切り花、切り枝等）。ただし、種子および生果実を除く。

3 防除区域（規制の対象となる地域）

PPVの感染が確認された地域およびその周辺地域を防除区域（大字単位）に指定する。

（参考）プラムボックスウイルスの緊急防除に関する省令別表

http://www.pps.go.jp/law_active/Notification/basis/4/

II 調査方法

1 調査方針

PPVの発生が確認され、それを撲滅するための緊急防除の防除区域などの調査を行うとともに、防除区域以外の地域において感染植物の有無を確認するため全国調査を行う。全国調査は全国の果樹母樹生産園地、苗生産地域、果樹生産地域および観光園地等について、都道府県の協力を得て行っている。

2 調査の実施方法

都道府県および植物防疫官の職員等が目視により葉の病徴の有無を確認し、原則として、病徴が確認された植物について、1植物当たり5枚以上葉を採取し、植物防疫所においてイムノクロマト法で検定し、イムノクロマト法で陽性反応が見られたものはLAMP法で確認検定を行う。

III 緊急防除区域の指定・除外

緊急防除の防除区域の指定または除外については、「プラムボックスウイルスの緊急防除の実施について」（2010（平成22）年2月17日付け21消安第12215号消費・安全局長通知（以下「局長通知」という。））に規定された基準に基づき検討する。

1 防除区域の指定基準

局長通知により示されている防除区域の指定にあたっての考え方は、以下の通りである。

（1）感染の範囲が広範囲にわたる場合または感染の範囲が限定的であっても、以下の基準2の1）から3）までの条件のすべてが満たされない場合には、感染が確認された植物から半径500mの地域を含む大字を防除区域に指定する。

（2）ただし、防除区域の外縁から500m以内の範囲で感染植物が新たに確認された場合には、基準1および2の充足にかかわらず、防除区域に指定する。

【基準1：感染範囲が広範であるか否かの判断基準】

半径500mの円を超えて自然感染によるものと考えられる感染植物が連続して確認される場合は、感染範囲

が広範にわたると判断する。

【基準 2：駆除・まん延防止のための措置が担保されるか否かの判断基準】

1) 感染植物および感染植物から半径 500 m の円内に存在する移動制限の対象植物のうち、販売などに供する植物（苗、植木、鉢植え等の販売などを前提に所有されるもの）について、すべて廃棄などの処分がなされていること。

2) PPV の根絶が確認されるまでの間に、植物防疫官などによる発生監視調査が年 1 回以上実施されること。

3) 感染が確認された園地に 1) の処分後も残存する宿主植物について、アブラムシ防除が行われることおよび当該園地から半径 500 m 以内の宿主植物の所有者に対して、PPV の根絶が確認されるまでの間、緊急防除

に係る注意事項が周知されること。

2 防除区域の除外基準

局長通知により示されている防除区域の除外にあつての考え方は、以下の通りである。

(1) PPV の根絶を確認するための調査の結果、連続して 3 年間感染植物が確認されなかった地域（大字）は、PPV の根絶が確認されたものとする。

(2) PPV の根絶が確認された地域については、PPV 対策検討会での意見を踏まえ、大字単位で防除区域から除外する。

IV 取組経過

取組経過については、表-1 の通り。

表-1 取組状況

	防除区域	防除区域からの除外
2009（平成 21）年度	東京都青梅市、日の出町の全域、あきる野市、八王子市、奥多摩町の一部地域	
2010（平成 22）年度	東京都青梅市、日の出町の全域、あきる野市、八王子市、羽村市、奥多摩町の一部地域	
2011（平成 23）年度	東京都青梅市、日の出町の全域、あきる野市、八王子市、羽村市、福生市、奥多摩町の一部地域	
2012（平成 24）年度	東京都あきる野市、青梅市、日の出町の全域、昭島市、八王子市、羽村市、福生市、奥多摩町の一部地域 兵庫県尼崎市、伊丹市、川西市、宝塚市の一部地域	
2013（平成 25）年度	東京都あきる野市、青梅市、日の出町の全域、昭島市、八王子市、羽村市、福生市、奥多摩町の一部地域 大阪府富田林市の一部地域 兵庫県尼崎市、伊丹市、川西市、宝塚市の一部地域	
2014（平成 26）年度	東京都あきる野市、青梅市、日の出町の全域、昭島市、八王子市、羽村市、福生市、奥多摩町の一部地域 愛知県犬山市の一部地域 大阪府富田林市の一部地域 兵庫県尼崎市、伊丹市、川西市、宝塚市の一部地域	東京都八王子市の一部地域
2015（平成 27）年度	東京都あきる野市、青梅市、日の出町の全域、昭島市、八王子市、羽村市、福生市、奥多摩町の一部地域 愛知県扶桑町の全域 一宮市、犬山市、江南市、大口町の一部地域 大阪府富田林市、河内長野市の一部地域 兵庫県尼崎市、伊丹市、川西市、宝塚市の一部地域	東京都昭島市、八王子市、福生市、奥多摩町の一部地域 兵庫県伊丹市、宝塚市の一部地域
2016（平成 28）年度	東京都日の出町の全域、昭島市、あきる野市、青梅市、八王子市、羽村市、福生市、奥多摩町の一部地域 神奈川県横浜市の一部地域 愛知県扶桑町の全域 一宮市、犬山市、江南市、大口町の一部地域 岐阜県各務原市の一部地域 大阪府富田林市、河内長野市の一部地域 兵庫県尼崎市、伊丹市、川西市、宝塚市の一部地域	東京都あきる野市、青梅市、八王子市、奥多摩町の一部地域 兵庫県宝塚市の一部地域

V 強化対策について

1 経緯

植物防疫法に基づくPPVの緊急防除のうち、根絶の一層の早期化を図り、宿主植物の再植栽が可能となる強化対策を2015年度から東京都青梅市および兵庫県川西市において実施している。その内容は以下の通り。

(1) PPVが感染するウメ、モモ等すべての宿主植物に対して年2回(有翅アブラムシが発生する春、秋)の消毒を実施する。

(2) 年3回の宿主植物の感染状況調査を実施し、早期に感染植物を発見する。

(3) 感染植物が確認された場合には、原則、即時に伐採(または枝打ち)を実施する。

2 再植栽の判断基準

本年5月に開催されたPPV対策検討会(第1回)で、強化対策地区内において再植栽を認めるための判断基準などについて以下の通り取りまとめられた。

(1) ウメ実生苗でPPVの感染が生じないこと。

(2) 植物防疫官による春季のアブラムシ発生調査に合格すること。

(3) 年3回の感染状況調査および感染植物の即時伐採(または枝打ち)が行われること。

以上の対策について結果を取りまとめ、PPV対策検討会(第2回)において、感染拡大防止の効果を検証した。

3 再植栽の判断基準の検証方法および結果

強化対策の効果を検証するため、下記の三つの調査を実施した。その結果は以下の通りである。

(1) ウメ実生苗を用いたアブラムシ感染調査

強化対策実施地区におけるアブラムシによる2次感染の有無を検証するため、調査用に植栽したウメ実生苗を用いて感染の有無を調査した(図-1)。潜伏期間の短い

(感度が高い)、発芽1か月程度、高さ10～15cm程度の幼苗よりもやや大きい苗を使用したことから、感受性に多少の懸念はあるものの、8月末までの目視調査の結果、疑似症状が確認された苗はなかった。また、すべての苗から葉を採取し、イムノクロマト法およびLAMP法により、PPVの感染の有無を検定した結果、すべて陰性であった。

(2) ウメなどにおけるアブラムシの寄生率調査

アブラムシの寄生密度が一定以下に維持されていたことを確認し、感染拡大の原因となる有翅アブラムシの発生の程度を評価するため、強化対策地区内の再植栽予定地区(中心地区)にある120本のウメ(もしくはモモ、以下「ウメ等」という)および、強化対策地区の外側(対照地区)の30本のウメ等を実験的に抽出し、1樹当たり5本の新梢について、寄生するアブラムシの数を目視により調査した。成虫・幼虫合わせて15頭以上のアブラムシが確認された新梢は、寄生されている(寄生新梢)と判定し、寄生新梢率((寄生新梢数/調査対象植物数×5)×100%)を算出した。

その結果、青梅市によるアブラムシ防除後の5月9日および23日の寄生新梢率は、中心地区では0.2～2.9%、対照地区では2.6～20.5%あり、対照地区と比較して十分に寄生新梢率が低い結果となった。よって、アブラムシ防除の効果により、アブラムシの寄生密度は低く維持されており、ウメ等における有翅アブラムシの発生は抑制されていると考えられた。川西市はすべての調査日において中心地区、対照地区とも0%であった。

(3) 有翅アブラムシの発生状況およびPPV保毒状況調査

アブラムシ防除の効果および感染植物の即時伐採の効果を検証するため、黄色粘着板を青梅市および川西市の



図-1 ウメ実生苗の設置状況 (2016年4月青梅市にて撮影)



図-2 黄色粘着版を用いた有翅虫のPPV保毒状況調査 (2016年6月青梅市にて撮影)

中心地区にそれぞれ2地点設置し、捕獲した有翅アブラムシのウイルス保毒状況を調査した(図-2)。各市とも、400頭程度の有翅アブラムシについてウイルス保毒状況を調査した結果、青梅市、川西市ともに2地点で1頭ずつ、計2頭のウイルス保毒虫が認められたが、両調査地点の保毒虫率は0.5%以下であった。また、保毒したウイルスの感染能力は、比較的短時間で失われることから、すべての保毒虫がPPVを伝搬するわけではないため、中心地区でのアブラムシによる感染リスクは低いと考えられた。

これらの結果から、再植栽した苗が来年度感染し発症するリスクについて検討した結果は、下表-2の通りである。

4 PPV対策検討会(第2回)の評価

両市における強化対策の取組状況は、今年度のPPV対策検討会(第1回)において決定された再植栽を認めるための判断基準をクリアしている。また、感受性に多少の懸念はあるもののウメ実生苗に感染がなかったこと、新梢へのアブラムシの発生が抑えられたこと、PPV保毒虫がごく少なかったことを総合的に判断すると、対策の効果は出ており、再植栽を行ったウメ等宿主植物への感染リスクは十分に低いと考えられ、PPV対策検討会(第2回)において再植栽を認めることは妥当との判

断が得られた。

一方、再植栽を行うにあたっては、新たな感染を起さないために、これまでの強化対策については対策の評価を踏まえ、調査・防除方法について必要な見直しを加えたうえで継続するとともに、無病徴の感染樹(ウイルスキャリアー)からの感染リスクを考慮し、宿主植物から一定の距離をとって植栽するなどの対応が妥当とされた。

なお、強化対策において市街地での農薬散布を実施するにあたっては、その使用規準を遵守し、住民、散布者、周辺環境等への安全に留意して実施されることが重要である。

VI 防除対策(全国調査を含む)の見直し

今年度のPPV対策検討会(第2回)において、緊急防除の期限である2020年度末に向けて、根絶に向けた防除対策を見直すこととされた。

また、今後、防除対策を効率的・効果的に進めるうえでは、防除区域を管轄する市町村が感染樹の確認履歴、対策の実績、リスクの状態をマップ化し、分析を行うなどして的確な防除対策とすることが重要であるとされた。

おわりに

2010年度からの緊急防除の開始以降、一部地域では

表-2 強化対策地区内の感染リスクについて

強化対策地区内の感染リスクについて			
<p>① 2015及び2016年に設置したウメ実生苗にはPPVの感染は確認されず、強化対策下におけるアブラムシによる感染リスクは十分低いと考える。また同様に強化対策地区で実施したアブラムシ発生調査及びPPV保毒状況調査においても、アブラムシ密度は、対照地区に比べ大きく低下しており、実生苗への感染がなかったことを裏付ける結果となった。</p> <p>② これを考慮するとH29年の強化対策地区においては、対策以前に感染し、潜伏していたウイルスが発症することによる新たな感染樹の確認は想定されるものの、対策4年目(2018年)以降においては新たな感染は確認されないものとする。</p> <p>③ 上記①、②より強化対策地区において、対策を継続することを条件に再植栽は可能と結論する。</p>			
<p>感染樹 → アブラムシの飛来・吸汁 → アブラムシがPPVを保毒 → 健全樹を吸汁</p>			
東京都青梅市			
	アブラムシ発生調査 (寄生新梢率)	PPV保毒状況調査	ウメ実生苗の設置
中心地区	0.2 ~ 2.9% (4回)	0.48% 2頭保毒 / 413頭調査	感染なし 40ヶ所683本
対照地区	2.6 ~ 20.5% (4回)	—	—
兵庫県川西市			
	アブラムシ発生調査 (寄生新梢率)	PPV保毒状況調査	ウメ実生苗の設置
中心地区	0% (4回)	0.5% 2頭保毒 / 400頭調査	感染なし 5ヶ所199本
対照地区	0% (4回)	—	—

根絶が確認された一方、新たに感染植物が確認され、防除区域として追加される地域があるなど、2020年度末までの緊急防除の期間中に収束に向かっていると必ずしも言い難い状況の中、東京都青梅市および兵庫県川西市では、2015年度から再植栽に向けた強化対策を実施してきたところであり、宿主植物に寄生するアブラムシおよびPPV保毒虫密度が対照地区に比べ大きく低下するなど、新たに宿主植物に感染する確率は十分低いと評

価されたところである。

地域の要望を踏まえ、この取組を他の地域にも展開できれば緊急防除の収束に大きな効果が期待できる一方、限られた人員および財源の中で、どこまで実行可能な対策がとれるかが重要な課題である。今後とも、本病のまん延防止と早期根絶を図るため、関係都道府県および市町村との連携を密にし、防除対策に万全を期していきたい。

新しく登録された農薬 (28.11.1 ~ 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〕

●クロチアニジン・スピネトラム粒剤

23871：ボクシー DS 箱粒剤（住化アグロソリューションズ）
16/11/30

クロチアニジン：1.5%

スピネトラム：0.50%

稲（箱育苗）：イネドロオイムシ、イネミズゾウムシ、ツマグロヨコバイ、イネツトムシ、ニカメイチュウ、フタオビコヤガ、イネヒメハモグリバエ、ウンカ類、コブノメイガ、イネアザミウマ：播種前、播種時（覆土前）～移植当日

〔殺虫・殺菌剤〕

●シアントラニプロロール・プロベナゾール粒剤

23846：ファーストオリゼパディート粒剤（北興化学工業）
16/11/2

シアントラニプロロール：0.75%

プロベナゾール：20.0%

稲（箱育苗）：いもち病：は種前

稲（箱育苗）：ニカメイチュウ、イネドロオイムシ、イネミズゾウムシ、いもち病：播種時（覆土前）

●シアントラニプロロール・プロベナゾール粒剤

23847：Dr. オリゼパディート粒剤（北興化学工業）16/11/2
シアントラニプロロール：0.75%

プロベナゾール：24.0%

稲（箱育苗）：いもち病、イネドロオイムシ、イネミズゾウムシ：緑化期～移植当日

稲（箱育苗）：ニカメイチュウ、フタオビコヤガ：移植3日前～移植当日

●クロラントラニプロロール・ピメトロジン・チフルザミド・プロベナゾール粒剤

23848：ホクコービルダーフェルテラチェス GT 粒剤（北興化学工業）16/11/2

23849：ビルダーフェルテラチェス GT 粒剤（Meiji Seika ファルマ）16/11/2

クロラントラニプロロール：0.75%

ピメトロジン：3.0%

チフルザミド：3.0%

プロベナゾール：10.0%

稲（箱育苗）：いもち病、紋枯病、ウンカ類、ツマグロヨコバイ、コブノメイガ：移植3日前～移植当日

〔殺菌剤〕

●フルオキサストロビン水和剤

23860：ディスアームフロアブル（アリストライフサイエンス）16/11/14

フルオキサストロビン：40.3%

日本芝（こうらいしば）：疑似葉腐病（春はげ症）：休眠前期

日本芝：立枯病（ゾイシアデクライン）：休眠前期

日本芝：フェアリーリング病・葉腐病（ラージパッチ）：発病初期

●テトラコナゾール・フルオキサストロビン水和剤

23861：ピゴールドフロアブル（アリストライフサイエンス）16/11/14

テトラコナゾール：12.0%

フルオキサストロビン：20.0%

日本芝（こうらいしば）：カーブラリア葉腐病、ダラースポット病：発病初期

日本芝：フェアリーリング病：発病初期

西洋芝（ペントグラス）：ダラースポット病、炭疽病、フェアリーリング病、葉腐病（ブラウンパッチ）、ビシウム病、赤焼病：発病初期

西洋芝（ブルーグラス）：ダラースポット病、フェアリーリング病：発病初期

(39 ページに続く)

ミニ特集：PPV（ウメ輪紋ウイルス）の現状と対策

ウメ輪紋ウイルスの拡散抑止を主眼とした アブラムシ類の効率的な薬剤防除体系の構築

東京都農林総合研究センター（現 東京都八丈支庁産業課） **か** **とう** **あや** **な**
ほし **藤** **綾** **奈**
東京都農林総合研究センター **星** **秀** **お**
お

はじめに

2009年4月、東京都青梅市で栽培されているウメがウメ輪紋ウイルス (*Plum Pox Virus* : 以下PPVと略記) に感染していることが我が国で初めて確認された。本ウイルスの発生分布調査の結果、青梅市を中心とした東京都西部地域において、ウメを初め、スモモ、アンズ等の核果類植物に広域的な感染が確認されたことから、2010年2月に農林水産省令による緊急防除が発動され、PPV根絶に向けた感染樹の伐採が開始された。緊急防除区域では、現在も感染樹の分布調査と伐採、PPV宿主植物の移動禁止が継続しており、2016年3月現在、都内の防除区域は青梅市を含む周辺6市2町に達し、区域内の延べ約4,000園地で、約46,500本が処分されるに至っている。さらには、観光の重要拠点である青梅市「梅の公園」においても、2014年に園内の約1,700本が全伐され、生産面のみならず観光面にも深刻な影響が生じている。

青梅市のウメ生産圃場においては、アブラムシ類に対して4月初旬から6月上旬にかけて3～4回の薬剤防除が実施されてきた。しかしながら、この慣行的薬剤散布体系は、アブラムシ類の吸汁害、甘露や排泄物によるすす病の発生等、本虫のウメに対する直接害の防止を目的としたものであり、PPVの媒介阻止を視野に入れたものではない。したがって、6月中旬の収穫開始以降、12月上旬に完全に落葉するまで殺虫剤散布は一切行われていなかった。さらに、ウメを取り巻くアブラムシ類の動向、特にウイルス媒介に重要と考えられる有翅虫の飛来実態、ウメに寄生するアブラムシの種類とPPV媒介能力、周年を通じたウメ寄生性アブラムシの生活環等、PPVの拡散を抑止するためには解明しなければならない課題が多数明らかとなった。

筆者らは、アブラムシ類の発消長を複数年に渡って詳細に調査し、東京都青梅市における本虫の発生実態・生態を解明すると同時に、実態に基づいた効率的な防除体系の構築を試みた。本稿では、PPV発生直後から地域農試として実施してきた一連の調査研究と、有効な防除法の開発に至ったプロセスについて紹介する(加藤ら、2015a ; 2015b)。

なお、本稿における一連の試験研究は、「国内に発生したプラムボックスウイルスの効果的な撲滅と再侵入阻止技術の開発(2010～15年)」により実施した。

I ウメ生産圃場における有翅アブラムシ類の飛来動向

2010年5月から2012年11月までの2年半、青梅市内の4箇所のPPV発生圃場(青梅市A～D)において、有翅アブラムシ類の周年の飛来動向を調査した。圃場内の上空が開けたウメ樹間に1箇所、黄色粘着板(商品名: ホリバーイエロー, アリスタライフサイエンス)を設置した(口絵②)。粘着板は、全方位から飛来する有翅虫を捕捉できるように、行灯型に4枚配置した。週1回、48時間設置し、4枚の粘着板に誘殺された合計の有翅アブラムシ類頭数を計数した。

その結果、1～3月のアブラムシ類の飛来は、2011年は1圃場当たり0～6頭(圃場平均0.42頭)、2012年は0～10頭(同0.39頭)と単発的ながら誘殺が認められ、冬季～早春季においても飛来していることが確認された(2010年1～4月の調査は未実施)。4月に入ると急激に誘殺数が上昇し、6月中は捕殺数の多い状態が継続した後、7月中旬にかけて減少した。ただし、この期間の誘殺数は、2011年は最高値が193～490頭(平均369.3頭)であったのに対して、2012年は同10～61頭(平均32.5頭)であり、捕殺数は年次により大きく異なった。また増減のピークについては、2010年は2011、12年と比較して7～28日早かったが、増減の傾向についてはほぼ同様であった。7月以降の動向は3年間ともにほぼ同様の増減傾向で推移し、7月下旬～8月下旬、年次によっては9月中旬まで上昇傾向、以降10月中旬にかけ

Effective Insecticide Control Programs of the Aphids for Nonproliferation of *Plum Pox Virus* Which Infected Japanese Apricot. By Ayana KATO and Hideo HOSHII

(キーワード: ウメ, PPV, アブラムシ, 発生消長, 幹母, 防除体系)

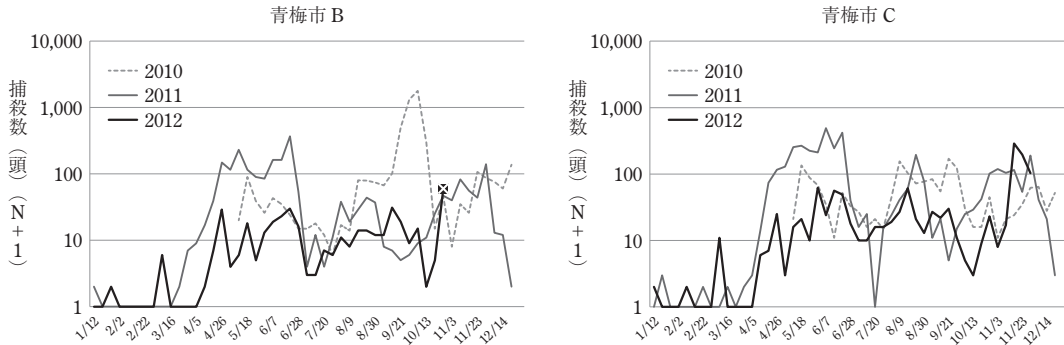


図-1 PPV 発生園地に設置した黄色粘着板におけるアブラムシ類の誘殺消長
(2 圃場抜粋, 図中×印は伐採のため調査終了)

ては急激な低下を示した。10月下旬～12月上旬にかけては、調査4圃場のうち、A圃場の1ヶ所のみ横ばいで推移した以外、他の3圃場では再度捕殺数の増加が認められた(図-1)。

以上のことにより、青梅市のウメ圃場での有翅虫の飛来は、4～6月、7～8月、10月下旬～12月上旬の年3回のピークがあることが明らかとなった。また、冬季から早春季にも低密度ながら飛来することが確認された。

II ウメ樹に寄生するアブラムシ類の発生活消長

前記I章の有翅虫調査と同一の4圃場において、ウメ樹上でのアブラムシ類の発生活消長を調査した。その結果、4月中旬から5月下旬にかけては、調査したいずれの圃場においても容易に寄生が観察され、寄生種は4月中旬から5月中旬までが主にウメコブアブラムシ(口絵③)(2012年の寄生枝率は最高5～30%、寄生頭数は同5～187頭)、5月上旬から6月上旬にかけてムギワラギクオマルアブラムシ(口絵④)(同4～30%、18～592頭)が優占した。このうちムギワラギクオマルアブラムシは、アブラムシ類に寄生されたウメの典型的な症状として知られる顕著な「葉巻き症状」を起こす。地域や園地によっては、5月ごろにオカボアカアブラムシ(口絵⑤)が突発的に発生する場合がある。各種ともに、寄主植物の栄養状態の低下や密度の増加によって、有翅虫が出現して二次寄主へと拡散し、ウメ樹への寄生は終息する。ウメを一次寄主とするこれら主要3種が6月上旬いっぱいウメ樹上から移動した後は、圃場や年次によって、7～8月ごろ、突発的に新梢にユキヤナギアブラムシの寄生が認められた以外、春季のような継続的寄生と増殖は観察されなかった。

しかしながら、秋季に入りウメの落葉期に近い10月中下旬になると、ウメから分散後に生活していた二次寄

主(ウメコブアブラムシは宿主不明、ムギワラギクオマルアブラムシはキク科を中心とした植物、オカボアカアブラムシはイネ科植物)(森津, 1983)上から、一次寄主であるウメに有翅虫(産雌虫)が飛来し、直ちに無翅産卵雌を産仔する。有翅雌の飛来は約1か月間ガラガラと継続し、その間に産仔された産卵雌は落葉寸前の葉上で成長する。産卵雌は成虫となる11月中旬ごろより飛来する有翅雄と交尾を行い、主に花芽の基部に産卵する(口絵①)。産卵は12月上旬ごろまで続き、卵の状態越冬する。翌年の2月下旬ごろより1か月ほどの間、幹母(卵からふ化した第一世代のアブラムシ)が散発的にふ化し続け、花芽に寄生・成長し幹子(幹母から産仔された第二世代のアブラムシ)を産仔し、その後は連続的な単為生殖により春季の増殖が起こることが明らかとなった(図-2)。

秋季に飛来する有翅虫の種類は、形態同定および遺伝子同定の結果から、春季の発生種と同一のウメコブアブラムシ、ムギワラギクオマルアブラムシおよびオカボアカアブラムシの3種が主要種であった。

以上の発生活態を踏まえてPPVの拡散抑止に有効な防除対策を検討した結果、ウイルスを媒介する有翅虫の出現を極力抑止すること、さらにその前段である無翅虫の発生と増殖を防止することが最も効率的かつ重要であると判断された。そこで、①幹母を対象とした第二世代無翅虫(幹子)増殖前の春季防除(単為生殖による爆発的増加の阻止)、②顕著な葉巻きを起こすムギワラギクオマルアブラムシに対する薬剤のスクリーニング(難防除種に対する有効薬剤の選抜)、③秋季のPPV拡散と産卵を阻止するための秋季に飛来・産仔する有翅虫の防除(翌春の幹母の発生抑止)の3点を重点においた防除試験を実施した。

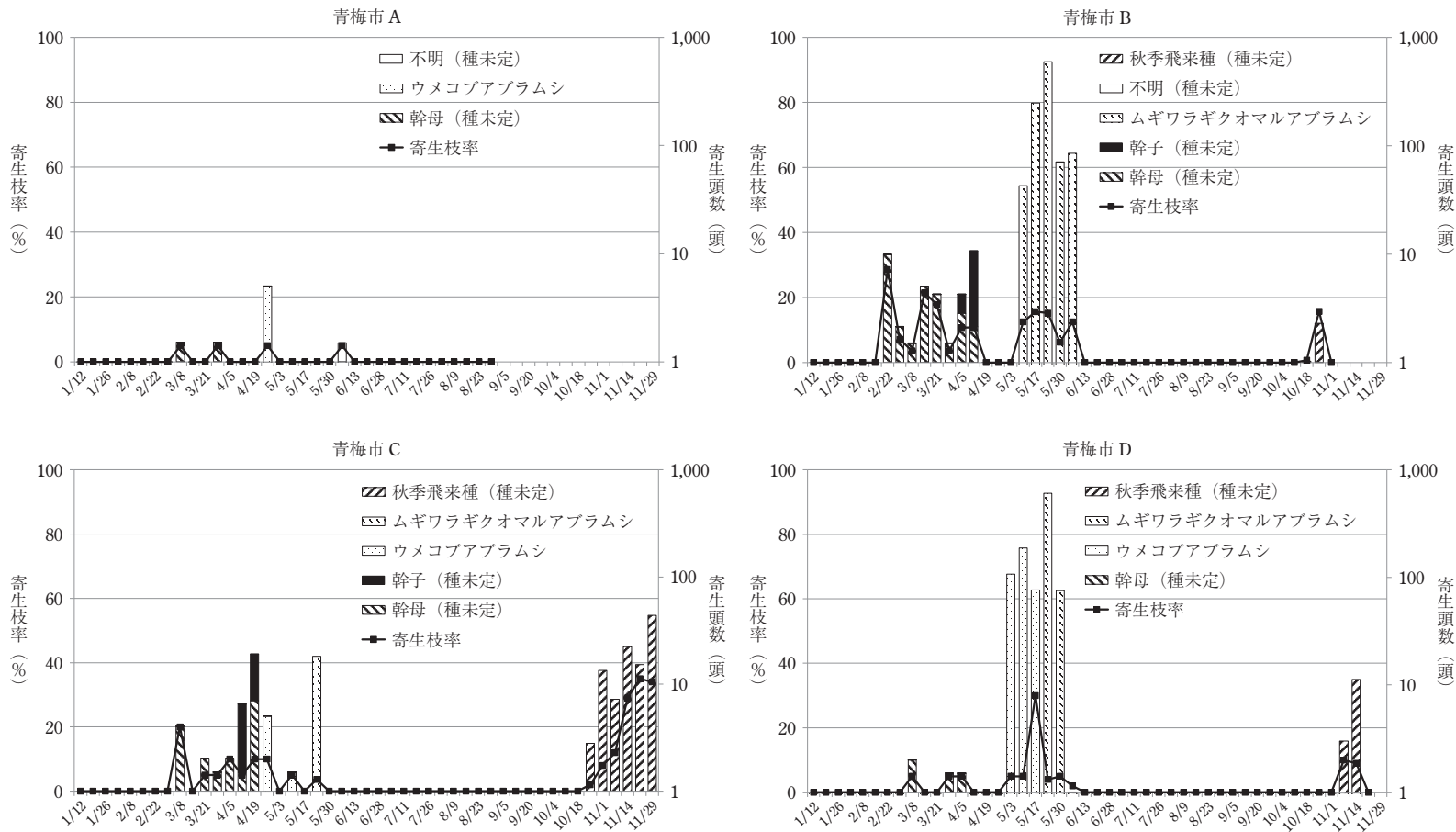


図-2 ウメ樹におけるアブラムシ類の発消消長 (2012)

III 幹母を対象とした春季防除の検討

幹母のふ化とそれに続いて幹子が産仔される期間（2月中旬～3月下旬）はウメの開花期に相当するため、薬剤防除を実施するにあたっては、訪花昆虫、特にミツバチへの影響に十分配慮する必要がある。そこで試験薬剤は、対象害虫以外の昆虫類に影響の少ないことが知られているピメトロジン水和剤、ピリフルキナゾン水和剤およびフロニカミド水和剤を供試した。試験は2012年に実施し、散布は、幹母のふ化がほぼ終息したと判断された3月9日（ふ化初確認33日後）に1回実施した。

その結果、供試した3薬剤のいずれも散布26日後の補正密度指数は1.8～4.8、38日後においても同1.9～3.5であり、1回の散布でアブラムシ類の寄生を長期間低密度に抑制した（表-1）。4月下旬（散布45日後以降）に

なると、各薬剤区ともに多数の無翅虫が確認されたが、これは、薬剤散布後もわずかに生き残った幹母および幹子から産仔・増殖したものと考えられた。そこで、寄生頭数がさらに増加した4月23日に同一の薬剤を供試して追加散布を実施したところ、各薬剤とも補正密度指数は24.9～143.7にとどまり、供試薬剤の効果はほとんど認められなかった。さらに、生産圃場での調査においてもこの時期の薬剤散布の効果が低いことが確認されている（データ未記載）。以上のことから、幹母を対象とした薬剤散布は、1回の防除で40日程度アブラムシ類の寄生を低密度に抑制でき、春季の無翅虫防除に極めて有効であると考えられた。一方、4月下旬には追加の薬剤散布が必要であることも明らかとなったが、この時期の防除薬剤として、幹母の防除を対象とした供試3薬剤の効果は不十分であった。この理由については明確ではないが、防除薬剤の選択については時期ごとの検討が必要であることは有益な新知見であった。

次いで、ウメ樹上での幹母のふ化と寄生は2月下旬から4月上旬の比較的長期間に及ぶことから、薬剤散布の適期について検討した。幹母の寄生は1.0～1.6頭/樹程度と低密度であり、特にふ化後の幹母は個体サイズが小さくルーペなどでの詳細な観察が必須なため、幹母の寄生密度による直接的な散布時期の判断は生産者にとってはやや困難である。そこで、散布時期は、萌芽期（3月上旬）、満開期（3月下旬）および展葉初期（4月上旬）といったウメの生育ステージを目安とした。薬剤はフロニカミド水和剤を供試し、各時期それぞれ1回の散布を実施した。

その結果、萌芽期（2013年3月7日）および満開期（同

表-1 早春に発生する幹母に対する防除薬剤の検討

供試薬剤	各区10枝15芽当たりの寄生数（無翅虫）			補正密度指数 ^{a)}	
	3/7 (散布前)	4/4 (26日後)	4/16 (38日後)	26日後	38日後
	ジノテフラン水溶剤	13	11	170	7.0
ピメトロジン水和剤	71	19	357	2.2	2.8
ピリフルキナゾン水和剤	9	2	31	1.8	1.9
フロニカミド水和剤	17	10	107	4.8	3.5
無処理	15	182	2,733	100	100

a) $((\text{処理区〇日後寄生数} \times \text{無処理区散布前寄生数}) / (\text{処理区散布前寄生数} \times \text{無処理区〇日後寄生数})) \times 100$.

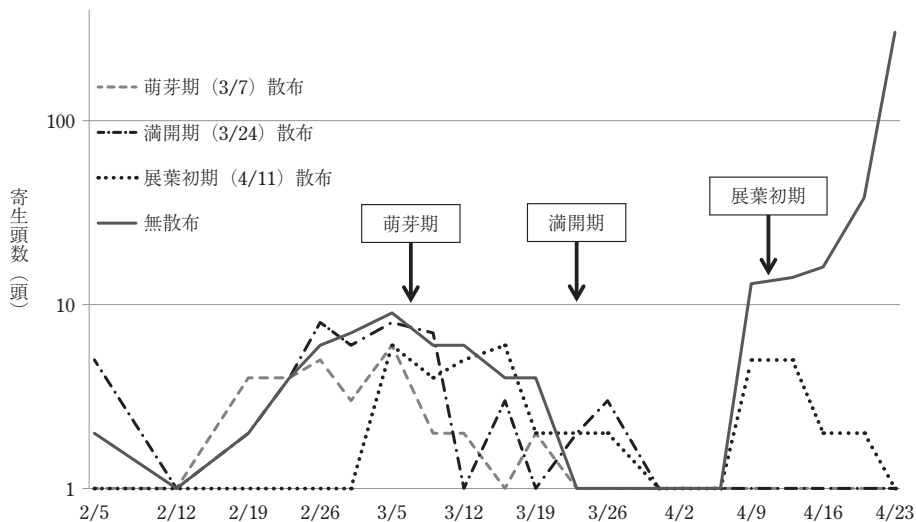


図-3 早春に発生する幹母に対する防除時期の検討（頭数は対数表記のため、N+1頭）

3月24日)の散布ではそれぞれ7, 10日後に幹母の頭数が0になって以降, 4月24日までの23~38日間アブラムシ類の寄生を全く認めなかった。一方, 展葉初期(同4月11日)の散布では, 散布前日にはすでに幹子が確認され, コロニーによっては分散を開始しており, 散布後も4日間は寄生頭数が減少せず, 頭数が0になるまで12日間に渡って寄生が観察された(図-3)。本試験の結果は, 2012年に行った3月上旬の薬剤散布で長期間アブラムシ類を低密度に抑制した試験結果を支持するものであった。2年間の試験により, 幹母を対象とした防除が極めて効率的かつ有効であり, なおかつ, ウメの生育ステージを目安とした散布時期の決定が可能であることが確認された。ただし, 無散布区も含めた各試験区においては, 一時的にアブラムシ類の寄生が認められない時期がある。これは, アブラムシ類が花芽上での寄生や展葉後の葉上では比較的に見取りがしやすいものの, 花の開花時期から葉の展葉期にかけてはがくや花弁, 新葉の中に潜り込んで寄生しているため, 見取り調査での計数で見逃されてしまった見かけ上の動向であり, 無散布区ではその後爆発的な増殖が認められることから, 実際は相応の寄生が継続しているものと考えられる。

IV 葉巻きを生じるムギワラギクオマルアブラムシと幹母由来種に対する追加防除薬剤の検討

ウメでの寄生種は顕著な葉巻き症状を生じるムギワラ

ギクオマルアブラムシが優占するようになるが, 本種の多くは4月下旬ころより有翅虫の形態で飛来・増殖する。また, III章において, 3月上旬の散布によっても低密度ながら生き残った幹母由来のウメコブアブラムシが4月下旬から増加期に入る。一般的に, ムギワラギクオマルアブラムシは, 葉を固く巻き, その内部にコロニーを形成するため, 薬剤が直接虫体にかかりにくく防除効果が十分に発揮されないことが知られている。また, 前述の幹母の防除試験に供した3種薬剤は頭数が増加期に入ってから散布では効果が低いことが確認された。この「飛来するムギワラギクオマルアブラムシ」と「生き残りのウメコブアブラムシ」は, 増加期から寄生のピークがほぼ同時期に重なることから, 1回の散布で両者に有効な薬剤を探索した。

試験は10種薬剤を供試し, 圃場全体でムギワラギクオマルアブラムシの頭数が任意の30枝で10頭/枝に増加し, 顕著な葉巻き症状を呈した2013年5月7日に1回の散布を行い, 散布3日後および7日後に寄生頭数の計数を行った。

その結果, 散布3日後では, 供試した薬剤の中での5種薬剤が高い効果を示し, その中でもアセタミプリド水溶剤およびチアクロプリド水和剤の死亡率が100%と即効性の点からも卓効を示した。さらに, 散布7日後ではピメトロジン水和剤およびピリフルキナゾン水和剤の2種でも効果が認められたが, ウメコブアブラムシの有翅

表-2 ムギワラギクオマルアブラムシに対する防除薬剤の検討

供試薬剤	各区5枝20葉当たりの寄生数									
	5/10 (散布3日後)					5/14 (散布7日後) ^{a)}				
	合計虫数	死虫数	生虫数	死虫率	密度指数 ^{b)}	合計虫数	死虫数	生虫数	死虫率	密度指数 ^{b)}
アセタミプリド水溶剤	1,230	1,230	0	100	0					
イミダクロプリド水和剤	613	610	3	99.5	0.3					
クロチアニジン水溶剤	198	193	5	97.5	0.5					
ジノテフラン水溶剤	710	320	390	45.1	37.6	577	570	7	98.8	5.0
チアメトキサム水溶剤	240	233	7	97.1	0.7					
チアクロプリド水和剤	1,400	1,400	0	100	0					
フロニカミド水和剤	1,610	710	900	44.1	86.9	802	800	2	99.8	1.4
ピメトロジン水和剤	90	5	85	5.6	8.2	187	187	0	100	0
ピリフルキナゾン水和剤	935	10	925	1.1	89.3	907	900	7	99.2	5.0
ベルメトリン乳剤	280	202	78	72.1	7.5	185	108	77	58.4	55.0
無処理	1,036	0	1,036	0	100	447	307	140	68.7	100

^{a)} 空欄は未調査。

^{b)} (処理区寄生数/無処理区寄生数) × 100。

虫がウメから寄主転換する時期にも重なることから、ウイルスの拡散防止の観点で踏まえて、アセタミプリド水溶剤およびチアクロプリド水和剤の2剤が特に有効と考えられた(表-2)。

V 産卵のために秋季にスモモに飛来する アブラムシ類に対する防除の検討

秋季防除については、ウメに先行して試験準備が整ったスモモから開始した。スモモへの秋季飛来種はホップイボアブラムシであり、ウメへの飛来種とは異なったが、本種もPPV媒介能力を有することが報告(前島ら, 2009)されている。

2012年、春季に幹母を対象に実施し、効果の高かったピメトロジン水和剤、ピリフルキナゾン水和剤、フロニカミド水和剤および生産者慣行防除で使用頻度の高いジノテフラン水溶剤の4種を供試した。その結果、ジノテフラン水溶剤は散布7日後に有翅虫・無翅虫合計の補正密度指数は1.2であり、同21日後においても7.0となり一定の防除効果が認められた。しかし、有翅虫のみの防除効果については同7日後では補正密度指数が3.7だったものの、14日後には8.4、21日後には15.6であり、連続的に有翅虫の飛来が認められたことから秋季に飛来

する有翅虫に対して防除効果はあるがやや低いと判断された。また、他の3薬剤は、散布7、14、21日後のいずれも有翅虫の補正密度指数が27.4～54.0となり効果は低かった(表-3)。

そこで、2013年および2014年には、春季に葉巻き内部に寄生するムギワラギクオマルアブラムシにも高い効果を示したアセタミプリド水溶剤、チアクロプリド水和剤およびイミダクロプリド水和剤の効果を検証した。その結果、アセタミプリド水溶剤の1剤のみが2013年、2014年とも安定した殺虫効果を示し、特に2013年の試験では11月1日の1回目の散布後17日後まで有翅虫・無翅虫合計の補正密度指数は0.4～5.1(寄生頭数は10葉当たり0.02～0.27頭)、有翅虫に対しても同2.2～8.8(同0.02～0.18頭)と散布以降に飛来し有翅虫に対しても高い殺虫効果が認められた。その後、有翅虫の密度指数が28.5(同1.13頭)と上昇したことから、21日後の11月22日に2回目の散布を行ったところ、散布10日後においても有翅虫・無翅虫の合計の補正密度指数は3.4と非常に高い効果を示した。本剤は、2回の散布で31日間の試験期間中の合計寄生頭数が0.04～1.44頭であり、チアクロプリド水和剤の同0.07～1.67頭、フロニカミド水和剤の0.56～5.00頭と比較しても有翅虫・

表-3 秋季にウメに飛来・寄生するアブラムシ類に対する防除薬剤の検討(2012)

供試薬剤	希釈倍率		10葉当たりの虫数				補正密度指数		
			10/25 (処理前)	11/1 (7日後)	11/8 (14日後)	11/15 (21日後)	11/1 (7日後)	11/8 (14日後)	11/15 (21日後)
ジノテフラン 水溶剤	2,000倍	有翅虫	1.53	0.47	1.87	5.07	3.9	8.4	15.6
		無翅虫	4.33	0.13	2.13	5.07	0.3	2.3	4.6
		合計	5.87	0.60	4.00	10.13	1.2	3.5	7.0
ピメトロジン 水和剤	5,000倍	有翅虫	0.67	2.60	3.67	7.60	49.7	37.5	53.3
		無翅虫	2.47	4.53	5.13	15.80	20.0	9.7	25.0
		合計	3.13	7.13	8.80	23.40	25.8	14.3	30.5
ピリフルキナゾン 水和剤	4,000倍	有翅虫	0.60	2.53	2.40	4.47	54.0	27.4	35.0
		無翅虫	0.93	6.60	4.13	5.73	77.4	20.8	24.1
		合計	1.53	9.13	6.53	10.20	67.7	21.8	27.2
フロニカミド 水和剤	2,000倍	有翅虫	0.60	1.93	2.70	6.00	41.2	30.8	47.0
		無翅虫	2.00	2.33	5.53	10.93	12.7	12.9	21.3
		合計	2.60	4.27	8.40	16.93	18.6	16.5	26.6
無散布		有翅虫	0.47	3.67	6.87	10.00	100	100	100
		無翅虫	1.33	12.20	28.40	34.07	100	100	100
		合計	1.80	15.87	35.27	44.07	100	100	100

無翅虫とともに低密度に抑制した。なお、フロニカミド水和剤については、2012年、2013年の試験で効果が不十分であり、2014年についても効果を検証したが、3年間ともに防除効果は同様に低かった(表-4, 5)。

なお、春季防除で高い効果を示した薬剤が、秋季に飛来・寄生するアブラムシ類に対して効果が不十分であっ

た理由は今もって判然としない。確かに、秋季のアブラムシ類は有翅虫が約1か月間ほぼ切れ目なく飛来し、無翅産卵雌は単為生殖を行わず無翅虫の形態で樹上に止まり交尾を行い産卵するなど、単為生殖により増殖する春季とは生活形態が異なる。一つの考えとして、有翅虫の連続的な飛来と無翅虫の産仔に対して散布後の薬剤の残

表-4 秋季にウメに飛来・寄生するアブラムシ類に対する防除薬剤の検討(2013)

供試薬剤	希釈倍率		補正密度指数 ^{a)}							
			11/7 (6日後)	11/11 (10日後)	11/14 (13日後)	11/18 (17日後)	11/22 (21日後)	11/25 (24日後)	11/29 (28日後)	12/2 (31日後)
アセタミプリド 水溶剤	2,000倍	有翅虫	19.6	2.2	7.8	8.8	28.5	0.0	8.8	16.8
		無翅虫	2.1	0.0	0.0	0.8	2.1	0.2	0.0	0.0
		合計	5.1	0.4	1.1	2.1	7.7	0.1	2.5	3.4
チアクロプリド 水和剤	2,000倍	有翅虫	140.9	97.2	77.6	7.6	72.4	74.1	43.2	33.9
		無翅虫	6.3	5.5	14.8	0.0	5.0	1.3	1.5	0.5
		合計	30.6	21.8	24.6	1.3	20.1	14.2	14.2	7.7
フロニカミド 水和剤	2,000倍	有翅虫	268.4	177.4	109.2	29.5	97.1	100.2	79.8	92.8
		無翅虫	70.0	46.9	28.9	4.6	15.6	22.1	5.2	7.7
		合計	101.8	68.0	40.6	8.2	30.2	34.2	22.8	22.6
無散布		有翅虫	100	100	100	100	100	100	100	100
		無翅虫	100	100	100	100	100	100	100	100
		合計	100	100	100	100	100	100	100	100

a) 網掛け部は2回目散布以降の数値。

表-5 秋季にウメに飛来・寄生するアブラムシ類に対する防除薬剤の検討(2014)

供試薬剤	希釈倍率		10葉当たりの虫数						補正密度指数						
			11/6 (散布前)	11/10 (4日後)	11/13 (7日後)	11/17 (11日後)	11/19 (13日後)	11/24 (18日後)	11/28 (22日後)	11/10 (4日後)	11/13 (7日後)	11/17 (11日後)	11/19 (13日後)	11/24 (18日後)	11/28 (22日後)
アセタミプリド 水溶剤	2,000倍	有翅虫	0.12	0.00	0.10	0.00	0.00	0.02	0.00	0.0	100.0	0.0	0.0	15.4	0.0
		無翅虫	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		合計	0.25	0.00	0.10	0.00	0.00	0.02	0.00	0.0	32.6	0.0	0.0	5.5	0.0
イミダクロプリド 水和剤	1,000倍	有翅虫	0.30	0.02	0.00	0.05	0.02	0.02	0.02	6.7	0.0	15.4	5.3	6.2	26.7
		無翅虫	0.37	0.00	0.00	0.08	0.00	0.07	0.05	0.0	0.0	4.3	0.0	10.5	11.3
		合計	0.67	0.02	0.00	0.13	0.02	0.08	0.07	3.6	0.0	6.8	1.4	8.2	15.3
チアクロプリド 水和剤	2,000倍	有翅虫	0.20	0.00	0.00	0.02	0.00	0.03	0.02	0.0	0.0	9.2	0.0	13.8	40.0
		無翅虫	0.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		合計	0.48	0.00	0.00	0.02	0.00	0.03	0.02	0.0	0.0	1.5	0.0	4.3	6.1
フロニカミド 水和剤	2,000倍	有翅虫	0.13	0.05	0.05	0.05	0.08	0.12	0.07	37.5	45.0	34.6	50.0	83.1	210.0
		無翅虫	0.32	0.05	0.13	0.08	0.02	0.12	0.17	22.3	23.9	5.0	1.9	20.8	44.3
		合計	0.45	0.10	0.18	0.13	0.10	0.23	0.23	27.2	32.6	10.1	10.2	35.1	75.0
無散布		有翅虫	0.12	0.12	0.10	0.13	0.15	0.13	0.03	100	100	100	100	100	100
		無翅虫	0.10	0.07	0.17	0.50	0.33	0.18	0.12	100	100	100	100	100	100
		合計	0.22	0.18	0.27	0.63	0.48	0.32	0.15	100	100	100	100	100	100

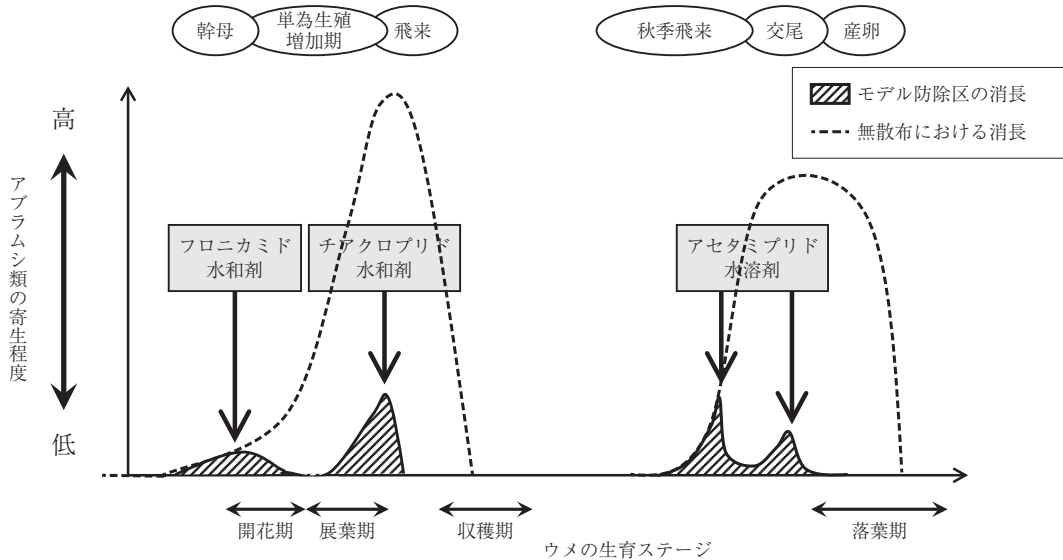


図-4 モデル防除体系のイメージ

効性や浸透移行性が追い付かないことを想定し、未登録であるが実験的にチアメトキサム液剤の樹幹注入処理の効果を検討した。しかしながら、2013年11月1日から25日までの計測の中で、補正密度指数は32.8～123.0と常に30以上であり防除効果は認められなかった（データ未記載）。以上のことから、秋季の防除薬剤は、アブラムシ類に登録されている薬剤の中でも、かなり選択の幅が狭くなる可能性が示唆され、秋季の寄生個体に対する薬剤感受性検定なども必要と考えられる。

おわりに

ウメにおいて、アブラムシ類は慢性的に発生する害虫の一つであり、防除対策に関しても従来から慣行的に行われてきた手法により十分な効果を発揮している。しかしながら、PPVという極めて重要な病害の突然の発生に際して、媒介者であるアブラムシ類の防除対策を1から見直すこととなった。

防除対策を構築するにあたっては、PPV発生地域におけるアブラムシ類の発生生態を解明することから開始し、詳細な現地調査を継続することにより、①幹母の防除、②葉巻き種の防除、③秋季防除の三つのポイントに到達することができた。さらに、これら重点防除における卓効剤を選抜することにより、3月のフロニカミド水和剤、4月下旬～5月上旬のチアクロプリド水和剤、11月上旬および中下旬のアセタミプリド水溶剤2回の年間合計4回の薬剤散布で、1年を通じてアブラムシ類を低

密度に抑制できる新しい防除体系（モデル防除体系）を構築できた（図-4）。このモデル防除体系は、緊急防除区域内における防除暦にいち早く活用された（2015年）と同時に、他地域においてもPPVの拡散防止対策として普及に移されている。

本モデル防除は、地域におけるアブラムシ類の発生実態がベースになっている。当然、東京都内であっても地域によってアブラムシ類の発生生態は微妙に異なる。このため、現在は青梅市で構築したモデル防除を各地域に最適化するための検証、スモモでの知見を活用したウメでの秋季の防除試験を継続している。一方で、従来は夏季に突発的に発生と考えられていたユキヤナギアブラムシが2年連続して5月下旬から6月いっぱい継続的に寄生する圃場も確認され、早くも本防除体系の改善点も浮き彫りになっている。

PPVはいまだに終息の様相を呈しておらず、毎年のように各地で新たな発生が報告されている。我が国におけるPPVの早期根絶に向けて、本研究で得られたアブラムシ類の発生生態と防除対策がその一助となれば幸いである。

引用文献

- 1) 加藤綾奈ら (2015 a): 関東病虫研報 62: 160～165.
- 2) ————ら (2015 b): 同上 62: 166～170.
- 3) 前島健作ら (2009): 植物防疫 63: 578～582.
- 4) 森津孫四郎 (1983): 日本原色アブラムシ図鑑 全国農村教育協会, 東京, p.340, p.377.

ミニ特集：PPV（ウメ輪紋ウイルス）の現状と対策

PPVの宿主範囲と国内農業生産上の脅威

法政大学生命科学部 ^{かぎわだ さとし にしお たけし} 鍵和田 聡・西尾 健

はじめに

PPV（ウメ輪紋ウイルス）の宿主範囲を明らかにすることは、防除対策や撲滅事業を進めるうえで極めて重要である。日本でも、ウメなどの核果類果樹以外にPPVが自然感染する宿主があれば、現行の対策や事業計画の見直しが必要となる可能性も考えられるからである。PPVは系統や分離株によって、宿主範囲などの生物学的特性に相当な相違があり、一括りにして宿主範囲を論ずるのは難しい面があるが、本稿では日本の発生系統であるD系統を中心に海外の情報も混じえつつ、宿主範囲と農業上の脅威について紹介する。

I 木本植物における宿主範囲

海外のPPV系統において最も重要な宿主は、セイヨウスモモ (*Prunus domestica*)、アンズ (*P. armeniaca*)、モモ (*P. persica*) である (LLÁCER and CAMBRA, 2006)。ヨーロッパのモモではD系統は若い苗木に激しい症状を示すが、大部分の品種の成木では葉には症状を示さない。一方、M系統はモモの最も重要なウイルス病と考えられており、花卉、葉、果実に特徴的な症状を示す。ニホンスモモ (*P. salicina*) はスペインではD系統の重要な宿主である。北米に発生するD系統は、モモ、ネクタリン (*P. persica* var. *nectarina*) を主な宿主とする。オウトウ (*P. avium*) とサンカオウトウ (*P. cerasus*) はC系統の宿主となる。アーモンド (*P. dulcis*) は人工接種すれば感染する。大部分の *Prunus* 属の台木はPPV感受性である。日本のD系統はウメ (*P. mume*) を主な宿主とする (後掲の記事「各種果樹における病徴」を参照)。

観賞用または野生の *Prunus* 属植物については、ユスラウメ (*P. tomentosa*)、マハレブ (*P. mahaleb*) 等30種以上が宿主と考えられている。このうちミロバランスモモ (*P. cerasifera*)、ニワザクラ (*P. glandulosa*)、ニワウメ (*P. japonica*) 等9種は自然宿主である (JAMES and

THOMPSON, 2006)。これらに感染するPPVの系統に関しては十分な情報がないが、広く世界に分布するD系統の可能性が高い。

Prunus 属以外の木本植物については、ヨウシュイボタ (*Ligustrum vulgare*)、セイヨウマユミ (*Euonymus europaeus*)、ナガバクコ (*Lycium barbarum*) 等が宿主として知られている (NEMETH, 1986; POLÁK, 2006)。

筆者らが東京都青梅市のPPV発生ウメ園周辺部を中心に自生する木本植物、62科117属168種 (表-1) を網羅的に採取し、血清学的診断法および遺伝子診断法によりPPVの有無について検定を行ったところ、いずれか

表-1 東京都青梅市の自然感染調査でPPVの感染が認められなかった木本植物の一覧

アオイ科	1属2種	トウダイグサ科	1属1種
アカネ科	1属2種	ニシキギ科	2属5種
アケビ科	1属3種	ニレ科	3属3種
アジサイ科	3属4種	ネムノキ科	1属1種
イチイ科	2属2種	ノウゼンカズラ科	1属1種
ウコギ科	4属4種	バラ科	12属18種
ウリノキ科	1属1種	ヒノキ科	2属2種
ウルシ科	1属1種	フジウツギ科	1属1種
オシダ科	1属1種	ブドウ科	2属2種
オトギリソウ科	1属1種	ブナ科	1属4種
カエデ科	1属4種	マキ科	1属1種
カキノキ科	1属1種	マタタビ科	2属3種
カバノキ科	1属1種	マツ科	1属2種
キョウチクトウ科	1属1種	マメ科	6属8種
キンボウゲ科	1属3種	マンサク科	3属3種
クスノキ科	2属4種	ミカン科	4属7種
クマツヅラ科	2属2種	ミズキ科	3属4種
グミ科	1属1種	ミツハギ科	1属1種
クルミ科	2属4種	ミツバウツギ科	1属1種
クワ科	3属6種	ムラサキ科	1属1種
ゴマノハグサ科	1属1種	メギ科	2属2種
ザクロ科	1属1種	モクセイ科	4属4種
サルトリイバラ科	1属1種	モクレン科	1属3種
シキミ科	1属1種	モチノキ科	1属1種
シユウカイドウ科	1属1種	ヤシ科	1属1種
ジンチヨウゲ科	1属1種	ヤナギ科	1属4種
スイカズラ科	5属6種	ヤブコウジ科	1属2種
スグリ科	1属1種	ユキノシタ科	1属1種
ツツジ科	4属7種	ユズリハ科	1属1種
ツツラフジ科	2属2種	リョウブ科	1属1種
ツバキ科	4属8種	ロウバイ科	1属1種

Host Range of Plum Pox Virus and the Threat of Agriculture in Japan. By Satoshi KAGIWADA and Takeshi NISHIO

(キーワード：宿主範囲, 核果類, 木本植物, 草本植物, サクラ, キク科)

表-2 アブラムシ接種により感染が確認されたサクラ

分類	種名または品種名	
	和名	学名
野生種	ウワミズザクラ	<i>Padus grayana</i>
	エドヒガン	<i>Cerasus spachiana</i>
	オオシマザクラ	<i>Cerasus speciosa</i>
	オオヤマザクラ	<i>Cerasus sargentii</i>
	カスミザクラ	<i>Cerasus leveilleana</i>
	ヤマザクラ	<i>Cerasus jamasakura</i>
栽培品種	‘河津桜’	<i>Cerasus × kanzakura</i> ‘kawazu-zakura’
	‘染井吉野’	<i>Cerasus × yedoensis</i> ‘Somei-yoshino’
台木品種	‘青肌’	<i>Cerasus</i> Sato-zakura Group ‘Multiplex’
	‘青葉’	<i>Cerasus</i> Sato-zakura Group
	‘彼岸台桜’	<i>Cerasus × subhirtella</i> ‘Higan-dai-zakura’
	‘真桜’	<i>Cerasus</i> Sato-zakura Group ‘Multiplex’

*サクラ類は *Prunus* 属に分類することが一般的であるが、より詳細な分類で *Cerasus* 属とする場合があり、本表では学名は主に森脇・勝木、2011に拠った。

らも PPV は検出されなかった。また、*Ligustrum* 属 3 種、*Euonymus* 属 6 種および *Lycium* 属 1 種について PPV 日本株を接種したが、これら木本植物に感染しなかった。このことから、日本に発生する PPV 系統において *Prunus* 属植物以外の植物は、伝染源植物としての重大な懸念となるものはないことが推測された。

一方、サクラは広義の *Prunus* 属植物であるが、防除区域内のサクラを対象とした感染調査により、PPV が感染しないと判断されたことから、現在は規制対象植物から除外されている。しかし、米国の研究で、‘オカメザクラ’ ‘関山’ ‘ヤマザクラ’ がアブラムシ接種により D 系統に感染することが確認され、‘染井吉野’ は接木により感染するとの報告がある (DAMSTEEGT et al., 2007) ことから、サクラが PPV の宿主である可能性が考えられた。これまで、日本産野生種 15 種、栽培品種 6 種類、台木品種 4 種類の計 25 種類のサクラに対するアブラムシ接種により、野生種 6 種、栽培品種 2 種、台木品種 4 種の計 12 種類について、少なくとも接種葉への感染を確認し (表-2)、オオシマザクラ、カスミザクラ、ヤマザクラ、‘河津桜’ ‘染井吉野’ ‘青肌’ ‘青葉’ ‘真桜’ では、落葉・休眠を経過した後も茎から PPV が検出された。このことからサクラは PPV 日本系統の宿主であるといえるが、数年にわたる植物防疫所や筆者らによる防除地域内に栽植されるサクラの調査から PPV の自然感染が確認されなかったことから、サクラにおける日本系統の感染リスクについてはさらに調査を要する。

II 草本植物における宿主範囲

東欧諸国の果樹園では、園地内に自生する雑草類が PPV に自然感染し、ウイルスの伝染源としての役割を果たしていると考えられている (MILUSHEVA and RANKOVA, 2002; LLÁČER, 2006)。果樹園の園地や周辺部に自生する雑草が自然宿主であるかどうかは、このウイルスの撲滅対策を進めるうえで重要である。スロベニアの M 系統に感染したモモ園で 2000 年から 3 年間にわたり 59 属 548 試料の雑草を採取して ELISA 法による検定を実施した結果、10 種 37 試料から PPV が検出された (VIRŠČEK et al., 2004)。一方、カナダのオンタリオ州のナイアガラ検疫地域 (D 系統の発生するモモ園) では、2 年間にわたり、53 科 188 種 99,328 検体の雑草を採取して、ELISA と PCR 検定を行うという大規模な調査が行われたが、PPV は全く検出されなかった (STOBBS et al., 2005)。米国ペンシルベニア州 (D 系統が発生) でも同様に、10 年にわたり 80 科以上の雑草など合計 109,000 試料が調査されたが、いずれからも PPV は検出されなかった (HALBRENDT, 私信)。

同様に、日本において筆者らは青梅市の PPV 発生園地内の雑草を網羅的に採取して、PPV の検出を試みた。草本植物 70 科 230 属 336 種 (表-3) を調べたが、いずれからも PPV は検出されなかった。

Štunc (1961) が、PPV がナス科タバコ属の草本植物 (*Nicotiana quadrivalvis*) に感染することを証明して以降、植物ウイルスの検定植物を含めた多数の草本植物に、PPV が人工接種により感染することが報告されて

表-3 東京都青梅市の自然感染調査でPPVの感染が認められなかった草本植物の一覧

アオイ科	2属2種	ショウガ科	1属2種
アカザ科	3属4種	ショウブ科	1属1種
アカネ科	2属3種	スイカズラ科	1属1種
アカバナ科	1属2種	スズラン科	1属1種
アサ科	1属1種	スベリヒユ科	1属1種
アブラナ科	9属16種	スマレ科	1属5種
アヤメ科	4属6種	セリ科	8属9種
イクデングダ科	1属1種	センリョウ科	1属1種
イネ科	19属20種	タデ科	4属9種
イラクサ科	4属6種	ツユクサ科	3属3種
イワデングダ科	1属1種	ツリフネソウ科	1属2種
ウコギ科	1属1種	トウダイグサ科	2属2種
ウラボシ科	1属1種	トクサ科	1属1種
ウリ科	7属8種	ドクダミ科	2属2種
オオバコ科	2属2種	ナス科	5属10種
オシロイバナ科	1属1種	ナデシコ科	5属7種
オトギリソウ科	1属2種	ネギ科	1属5種
ガガイモ科	2属2種	ハエドクソウ科	1属1種
カタバミ科	1属3種	ハコベ科	1属1種
カヤツリグサ科	1属1種	ハマミズナ科	1属1種
キキョウ科	1属1種	バラ科	5属5種
キク科	33属58種	ヒガンバナ科	3属4種
キツネノマゴ科	2属2種	ヒユ科	3属5種
キョウチクトウ科	1属1種	ヒルガオ科	2属6種
キンボウゲ科	7属11種	フウロソウ科	1属3種
クサスギカズラ科	1属1種	ブドウ科	2属2種
クワ科	1属1種	ベンケイソウ科	1属1種
ケシ科	4属4種	マタタビ科	1属1種
ケマンソウ科	1属1種	マメ科	11属16種
ゴマノハグサ科	4属6種	ムラサキ科	2属2種
サクラソウ科	3属3種	ヤマゴボウ科	1属2種
ザクロソウ科	1属1種	ヤマノイモ科	1属3種
サトイモ科	6属7種	ユキノシタ科	3属4種
シソ科	8属17種	ユリズイセン科	1属1種
シュウカイドウ科	1属1種	ユリ科	13属18種

いる。ヨーロッパ・地中海地域植物防疫機関 (EPPO) は1974年にそれまでの報告を取りまとめて、9科78種の植物を宿主とした。このうち46種はナス科 (30種がタバコ属) で、16種がソラマメ亜科 Papilionaceae である (LACER, 2006)。米国分離株 (D系統) は、9科26種の草本植物に感染し、宿主範囲は比較的広い (SCHNEIDER et al., 2011)。

日本分離株 (D系統) において、筆者らが人工接種を行ったところ、検定植物で6種、園芸植物で4種に感染することを確認した (表-4)。*Chenopodium foetidum* およびエンドウ以外は、無病徴で接種葉にのみ局部感染した。また、キク科の野生植物21属28種の種子を収集して、栽培した幼植物に汁液接種したところ、シロヨメナおよびノボロギクの接種葉に無病徴感染した (表-4)。日本国内に広く分布するノボロギクは汁液接種およびアブラムシ接種が容易で、ヨーロッパでは同属 (キオン属) のアレチノボロギク (*Senecio sylvaticus*; 日本未発生) がPPV感受性の高い植物であることが知られていることもあり、ウメ園地などでPPVの伝染源になり得る可能性があるかどうかさらなる調査を要する。

III 農業生産上の脅威

本病はヨーロッパでは核果類果樹で最も被害の大きな病害であり、同時に最も被害の大きな植物ウイルス病でもある。これはそもそも損害が大きいことに加えて、その発生分布地域が広いことによる。AGRIOS (2005) は、世界的に見て被害の激甚な植物病の一つとして Plum Pox (Sharka) を掲げており、このウイルス病が世界的に見て、農業上最も注意すべき重要な病害の一つである

表-4 汁液接種により感染が認められた草本植物

分類	科名	種名	
		学名	和名
検定植物	アカザ科	<i>Chenopodium foetidum</i>	キクバアリタソウ
	ナス科	<i>C. quinoa</i>	キノア
		<i>Nicotiana benthamiana</i> <i>N. clevelandii</i> <i>N. occidentalis</i>	ベンサミアアナタバコ
マメ科	<i>Pisum sativum</i> *	エンドウ '豊成'	
園芸植物	キク科	<i>Dimorphotheca sinuata</i> <i>Osteospermum sp.</i>	アフリカキンセンカ オステオスペルマム
	ケシ科	<i>Papaver nudicaule</i> *	シベリアヒナゲシ
	ナデシコ科	<i>Dianthus barbatus</i>	アメリカナデシコ
野生植物 (雑草)	キク科	<i>Aster ageratoides</i> var. <i>ageratoides</i> <i>Senecio vulgaris</i> *	シロヨメナ ノボロギク

* ; アブラムシ接種でも感染した。

ことに異論はないものと思われる。

被害の大きな東欧諸国の例を見ると、初発地ブルガリアでは1930年代初めに95～100%のセイヨウスモモ(plum)果実が収穫前に落下する激甚な被害が報告されている。高感受性品種から‘スタンレイ’などの耐病性品種への転換が進められたが、1995年の報告でもなお2,3割の減収があるという。隣国のユーゴスラビアでも同様の被害があり、1950年半ばに地域特産品であるプラムブランデーの生産量は85%減となったという。本ウイルスはヨーロッパ大陸を西方諸国に拡散し、1984年にはポルトガルに到達したが、この間にセイヨウスモモとアンズ(apricot)の被害が主であったものがモモやニホンスモモ(Japanese plum)にも広がり、一部の国ではミザクラ(サクランボ)に感染する系統(C系統)も発見されている。国や樹種により発生する系統に違いが見られるが、モモでの発生はM系統が主である。防除対策として園地検査と感染樹の伐採、ウイルスフリー苗や抵抗性品種の利用、感染園地から距離を置いた栽培等が実情に応じて推奨されている。米国では1999年にペンシルベニア州のモモの果実に鮮明な輪紋症状を表すD系統の発生が確認されたが、園地検査と感染園の周囲500m以内にある宿主植物をすべて伐採するなど徹底した撲滅対策により10年後に根絶に成功した。

我が国の東京都青梅市周辺のウメ産地での観察では、感染ウメの未熟果はわずかに陥没した白色輪紋症状を生じるが、完熟期には症状は不明瞭となる。感染樹は検疫措置として直ちに伐採されることから、その経済的被害

に関する調査を行うことが困難な面があるが、生産者からの聴き取りでは、収穫量の減少や健全樹に比べて早期に枯死するという。ただ、海外で報告されているような著しい被害は、今のところウメには発生していない。

おわりに

PPVは永年作物である果樹を宿主としアブラムシ伝染する特性を持つため、その自然伝搬を阻止し防除することが難しい。また、上述のように、この数十年の間に多種の*Prunus*属果樹での新たな感染報告がなされていることから、ウイルスのゲノムが変異性に富むことが推測され、我が国のウメ以外の核果類果樹に激しい症状を引き起こす性質を将来的に獲得する可能性を秘めており、我が国の核果類果樹産業にとって脅威であることに間違いはない。

引用文献

- 1) AGRIOS, G. N. (2005): *Plant Pathology*, Academic Press, Cambridge, p.66 ~ 67.
- 2) DAMSTEEGT, V. D. et al. (2007): *Plant Dis.* **91**: 18 ~ 23.
- 3) JAMES, D. and D. THOMPSON (2006): *EPPPO Bull.* **36**: 222 ~ 224.
- 4) LLÁČER, G. (2006): *ibid.* **36**: 227 ~ 228.
- 5) ——— and M. CAMBRA (2006): *ibid.* **36**: 219 ~ 221.
- 6) MILUSHEVA, S. and Z. RANKOVA (2002): *Acta Hort.* **577**: 283 ~ 287.
- 7) 森脇和郎・勝木俊雄 (2011): 遺伝研のさくら、遺伝学普及会、三島、151 pp.
- 8) NEMETH, M. (1986): *Virus, Mycoplasma and Rickettsia Diseases of Fruit Trees*, Akademiai Kiado, Budapest, p.465.
- 9) POLÁK, J. (2006): *EPPPO Bull.* **36**: 225 ~ 226.
- 10) SCHNEIDER, W. et al. (2011): *Phytopathology* **101**: 627 ~ 636.
- 11) STOBBS, L. W. et al. (2005): *Plant Dis.* **89**: 822 ~ 827.
- 12) ŠUTIC, D. (1961): *Tidsskrift for Planteavl* **65**: 138 ~ 146.
- 13) VIRŠČEK, M. et al. (2004): *Acta Hort.* **657**: 251 ~ 254.

発生予察情報・特殊報 (28.11.1 ~ 11.30)

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

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

- | | |
|---------------------------------|------------------------------|
| ■ニガウリ：アシピロヘリカメムシ(和歌山県：初)10/21 | ■ホオズキ：ナスコナカイガラムシ(大分県)11/7 |
| ■ほおずき、ナス：タバコノミハムシ(愛知県：初)11/1 | ■コリアンダー：斑点細菌病(仮称)(静岡県：初)11/8 |
| ■ジニア(百日草)：えそ輪点病(仮称)(神奈川県：初)11/4 | ■ニガウリ：アシピロヘリカメムシ(高知県：初)11/10 |
| ■トマト：クロテンコナカイガラムシ(山口県)11/7 | ■メボウキ(バジル)：べと病(和歌山県：初)11/25 |

ミニ特集：PPV（ウメ輪紋ウイルス）の現状と対策

PPV の簡易迅速な診断技術の開発

東京大学大学院農学生命科学研究科 ^{まえじま}前島 ^{けんさく}健作・^{はまもと}濱本 ^{ひろし}宏*・^{やまじ}山次 ^{やすゆき}康幸・^{なんば}難波 ^{しげとう}成任

はじめに

ウメ輪紋ウイルス (plum pox virus, PPV) は、欧州全域で核果類生産に重大な被害を及ぼしており、その経済的重要性から、最も診断技術の開発が進んでいる植物ウイルスの一つである (SCHOLTHOF et al., 2011)。検定植物を利用した生物検定に加えて、1980年代からは特異的抗体を用いた ELISA による抗体診断、1990年代からは特異的プライマーを用いた RT-PCR による遺伝子診断が実用化され、2000年代以降もリアルタイム RT-PCR をはじめとする様々な遺伝子診断技術が報告された。これらの中で、現在広く利用されているのは、ELISA と RT-PCR である。

我が国では、2009年4月にPPVの初発生が発表されて以来、農林水産省（以下農水省）による国内検疫措置（以下PPV根絶事業）として、全国の発生状況調査と並行して、発生地域における緊急防除が実施されてきた。当初、喫緊の課題となったのが、大規模な検定事業に最適な診断技術の選定であった。すなわち、海外で採用されている ELISA と RT-PCR は高額な専用機器や複雑な作業工程を要するため、費用と労力の観点から多検体の診断には不向きであったうえ、技術基盤が海外にあるため、国内で発生した PPV に適合するのかが不明であった。これらの課題を解決するため、東京大学植物病院[®]では直ちに PPV 国内分離株の遺伝子情報をもとに簡便・迅速・高感度な診断技術の開発に着手し、同年8月までに、イムノクロマトおよび RT-LAMP による2種類の PPV 診断キットを製品化した。これらは農水省による PPV 根絶事業に採用され、2016年までの8年間に延べ200万樹以上の検定に活用され、2.5万樹の感染植物が特定された。本稿では、各診断キットの概要とともに効果的なサンプリングに向けた PPV の局在特性、診断キットを活用した PPV の防除体制の展望について紹

介する。

なお、PPV に関する基本的な情報や発生の経緯、過去の診断技術（前島ら、2009）や、LAMP の実験操作上の注意点（前島ら、2013）に関しては既に本誌で解説しているため、合わせて参考とされたい。

I イムノクロマトによる抗体診断

まず、イムノクロマトによる抗体診断キット「プラムポックスウイルス イムノクロマト」について概説する。イムノクロマト法は、抗原が試験紙に吸い上げられる過程で金コロイド標識抗体と結合後、あらかじめ試験紙上に固定された抗体に捕捉されることにより、抗原を介した赤紫色の金コロイドの凝集が起こることで、抗原を検出する技術である（図-1）。本キット用の抗体（ポリクローナル抗体）の開発には、国内で発生した PPV (D 系統) の外被タンパク質が用いられている。PPV にはゲノム配列の差異にもとづき9系統 (D, M, Rec, T, W, EA, C, CR, An) が知られているが、国内で発見された PPV はいずれも D 系統で配列同一性も高いため (MAEJIMA et al., 2010; 2011)、抗原性の差はほぼなく、本キットにより広く検出可能である。また、ヨーロッパで発生している D 系統に加えて、他の主要系統である M, Rec をはじめ、T, W, EA など複数の系統も本キットにより検出可能である (MAEJIMA et al., 2014)。

本キットは ELISA と比較して、簡便性・迅速性に優れ、葉の粗汁液に試験紙を浸すワンステップの操作により完結し、2~15分後には結果を目視判定できる（図-2）。また、感度も海外製 ELISA と比較して同等以上であり (MAEJIMA et al., 2014)、海外製イムノクロマトと比較して、凍結保存試料や落葉期の葉からの検出性能にも優れる (MAEJIMA, 2016)。

特別な実験器具や設備を必要とせず、キット内容物のみで診断が完結するため、現場で使用できることも大きな特徴である。温度条件による影響も受けにくく、筆者らが冬季に雪上で花卉や枝を検定した際にも、問題なく PPV を検出することができた。

II RT-LAMP による遺伝子診断

次に、RT-LAMP による遺伝子診断キット「プラムポ

Development of Simple and Rapid Diagnostic Kits for Plum Pox Disease. By Kensaku MAEJIMA, Hiroshi HAMAMOTO, Yasuyuki YAMAJI and Shigetou NAMBA

(キーワード：イムノクロマト, LAMP, ウメ輪紋ウイルス, 病害診断, 植物病院, 植物医師)

*現所属：法政大学生命科学部

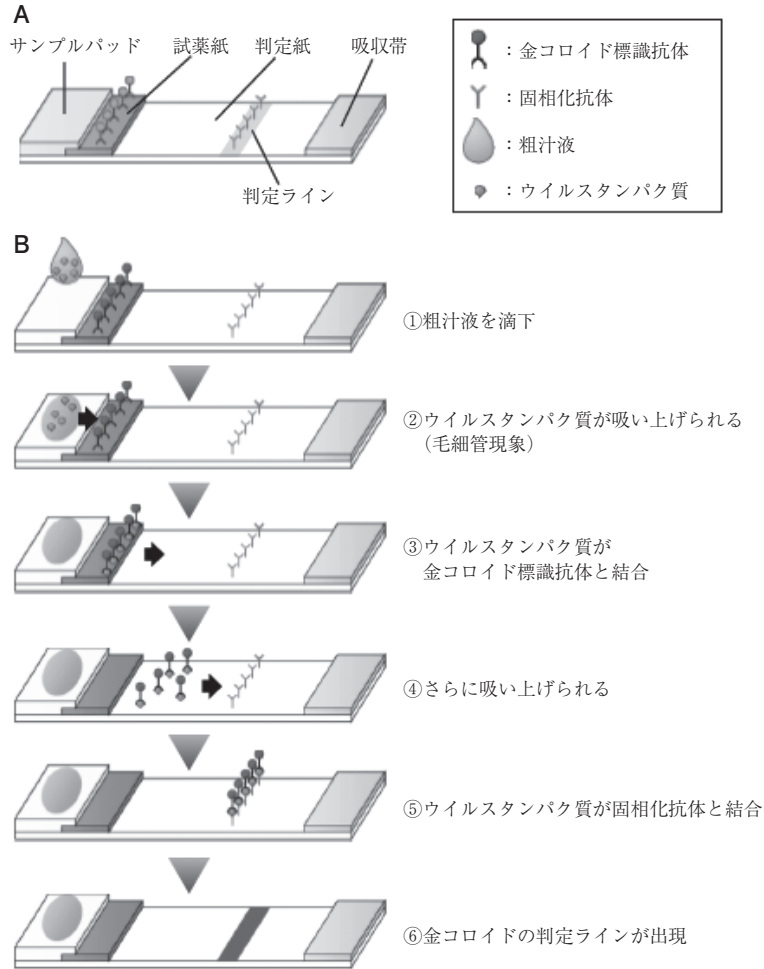


図-1 イムノクロマトの原理

A. 試験紙の各部位の名称。

B. 反応の原理。粗汁液を加えた後は自動的に反応が進行し15分で検出される。

ックスウイルス検出キット」について概説する。LAMPは4～6種類のプライマーと耐熱性鎖置換型DNA合成酵素を用いる迅速・高感度な等温遺伝子増幅法である(TOMITA et al., 2008)。逆転写酵素の添加によりRNAの検出も可能であり(RT-LAMP)、幅広い分野で遺伝子検査技術として利用されている。

本キットでは、PPVの保存領域を標的としたプライマーセットを採用しており、従来のRT-PCRや海外で報告されたRT-LAMPと比較しても検出感度は10倍以上で、迅速性にも優れる。さらに、一般的な核酸抽出工程を、爪楊枝を葉に刺すだけでよい簡易核酸サンプリング法で代替し、蛍光発色液による遺伝子増幅の可視化を採用しているため、温湯と魔法瓶を用いて反応液を63℃前後で30～60分間保つだけで、目視による結果判定が可能で

ある。実験機器(遠心機やサーマルサイクラー、電気泳動装置、ゲル撮影装置)を必要としないので、あらかじめ試薬を分注しておけば、現場での診断も可能である。

III 改良型 RT-LAMP による遺伝子診断

一般に抗体診断は遺伝子診断と比較して検出感度が劣るものの安価なため、スクリーニングに用いられることが多い。PPV根絶事業の場合も同様に、発生地域の特定を主眼として、比較的安価なイムノクロマトキットがスクリーニング(1次診断)に利用され、2次診断をRT-LAMPキットが担ってきた(なお、財産権の観点から誤処分の可能性を極力排除するために、両キットで陽性となった場合に感染樹と判定される)。

全国の発生状況調査が進むにつれ発生地域がほぼ特定

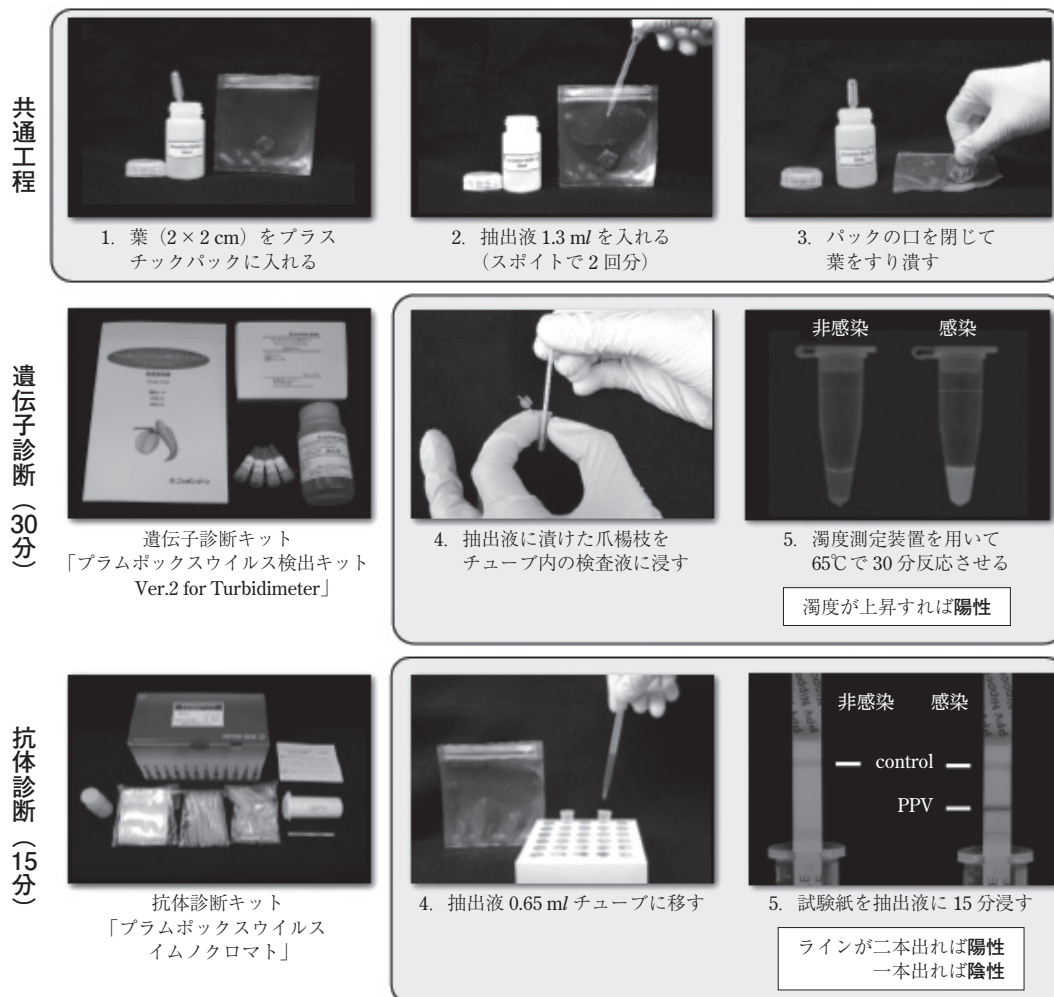


図-2 植物粗汁液を利用した遺伝子診断・抗体診断キットによる診断手順
共通のテンプレートを用いて 1 時間以内に RT-LAMP およびイムノクロマトによる診断が可能。

されたと考えられたため、PPV 根絶事業は、発生地域における感染樹の早期発見・処分を通じた早期清浄化が求められる段階に入ってきた。そこで、東京大学植物病院[®]では 1 次診断の時点から高感度な RT-LAMP を用いる有用性について検討した。課題として、2×2 cm の葉の粗汁液を用いるイムノクロマトと比べて、爪楊枝の先端で葉を刺突する RT-LAMP ではサンプリング範囲が狭く、偽陰性となる可能性が懸念された。そこで、イムノクロマトと同様に葉の粗汁液を用いて診断することができる改良型 RT-LAMP キット「プラムボックスウイルス検出キット Ver.2 for Turbidimeter」を開発した。本キットは蛍光ではなく濁度により判定するため濁度測定装置および電源が必要となるが、試薬組成の改良により 30 分以内に結果が得られるため、世界で最も迅速な

PPV の遺伝子診断技術である (図-2)。そのうえ、従来の RT-LAMP キットと比べて検出感度が向上し、単価もイムノクロマトキットを下回るため、PPV 根絶事業の 1 次診断に適した仕様である。本キットは 2013 年 8 月に (株) ニッポンジーンにより製品化された。

本キットを用いた 1 次診断により、イムノクロマトキットと比べて取りこぼしの可能性が格段に低くなるだけでなく、陽性となった検体の粗汁液をそのままイムノクロマトによる抗体診断に使用できるため、作業も大幅に簡略化され、1 時間以内に PPV の遺伝子診断および抗体診断の実施が可能である (図-2)。今後の活用が期待されるとともに、本試薬組成の利用により他の LAMP 診断系の改良も期待される。

IV 植物体内におけるPPVの局在性

診断の精度を高めるためにはウイルスの局在性を理解し、適切な時期に適切な部位をサンプリングすることが重要である。PPVは樹体内に不均一に分布するとされ (GLASA and CANDRESSE, 2005)、イムノクロマトキットを用いた解析でも、その局在はやはり不均一であることがわかっている。PPVがほとんど蓄積していない部位からは検出が困難であるため、異なる主枝から複数箇所をサンプリングすることが推奨される。

また、部位ごとの局在性についても特徴がある (MAEJIMA et al., 2014)。葉では、退緑～黄化した輪紋や斑紋等の病徴を呈する部分や葉柄・中肋への蓄積量が高い。無病徴の葉であっても、葉柄・中肋部分に蓄積する場合がある。花における蓄積量も高いが、病徴 (カラーブレイキング) を呈するか否かは品種によって異なるうえ、病徴を呈さない花であってもPPVの蓄積量が高い。枝には顕著な病徴は生じないが、表皮直下の維管束部分における蓄積量が高い。病徴の有無とPPVの有無が相関する部位は葉のみであるため、病徴が疑われる葉を優先的にサンプリングすることが推奨される。また、無病徴の場合には、サンプリングした葉の葉柄・中肋を用いることが推奨される。

また、サンプリング時期も重要である。秋から冬にかけての落葉期を除けば葉のサンプリングは可能であるが、他の病害虫による加害や、老化等の生理的要因による退緑・黄化があると病徴の確認が困難となる。また、気温が上がると病徴の消失 (マスクング) が生じる可能性もある。比較的病徴を確認しやすい時期である5、6月ころのサンプリングが適切である。

V 行政機関以外の診断ネットワークによる診断体制の強化

PPV根絶事業におけるサンプリング・診断の主体は、農水省の植物防疫所や都道府県の病害虫防除所等の専門機関である。継続的な全国調査により、PPVの発生地域が12都府県で特定されてきたが、2016年8月には神奈川県横浜市で新たに発生が確認されるなど、発生範囲の拡大が今後も危惧される状況にあり、行政機関の力をもってしても、日本中に広く栽培される核果類を網羅的に調査することは容易ではない。

PPV根絶に向け、行政機関のはたらきを補完するような公設機関の担い手育成が重要である。なかでも、植物病院[®]は既に補完的役割が期待される公設の診断機関である。例えば、東京大学植物病院[®]では、一般市民からの診断依頼に基づく神奈川県小田原市におけるPPV

の初発見を通じて (鈴木ら, 2015)、同市における早期根絶達成や、茨城県における日本三名園「偕楽園」へのPPV侵入阻止に貢献する等の実績があり、現在も各地から寄せられるPPVに関する相談や診断の依頼に対応している。東京大学に続いて、既に吉備国際大学や法政大学にも病院が開設されており、同様の役割が期待される。また、植物病院[®]で実務を担う医師の養成も近年進んでおり、国家資格「技術士 (農業部門・植物保護)」の2次試験合格者総数は2016年に100名を超え、うち60名が民間資格「植物医師」を取得した。現在、植物医師[®]による全国ネットワークの構築が進んでいる。

PPVの各種診断キットは、メーカーにより品質が管理・保証されており、専用機器を必要とせず手軽に利用できるため、利用者を問わず、行政機関と同等レベルの正確・迅速な診断が可能である。全国レベルで組織される植物医師[®]に診断キットが普及することで、PPVの防除体制のさらなる強化が期待される。

おわりに

PPVをはじめとするウイルスやウイロイド、篩部局在性細菌等の微小な病原体は、光学顕微鏡による観察や培地による分離・培養が困難であるため、電子顕微鏡による超高倍率観察やELISA・PCRによるシグナル増幅技術が、診断に必要不可欠であった。しかし、これらは高額な専用機器や試薬類、複雑な作業工程を要するため、診断の担い手は行政機関に限られ、公設の植物病院[®]および植物医師[®]への普及は困難であった。

しかし今回紹介したように、近年ではELISAやPCRに替わる簡便・迅速な検出技術として、イムノクロマトやLAMPに代表される簡易・迅速な検出技術を用いた診断キットが、幅広い病原体に対して次々に開発・製品化されている。このことは、公設の植物病院[®]および植物医師[®]が、微小な病原体を含めた病害診断全般の担い手となる土壌が整ったことを示している。今後、公設の診断機関が、PPVをはじめ多くの植物病害の解決に貢献する時代となることを期待したい。

引用文献

- 1) GLASA, M. and T. CANDRESSE (2005): Description of plant viruses: plum pox virus. <http://www.dpvweb.net/dpv/>
- 2) 前島健作ら (2009): 植物防疫 63: 578 ~ 582.
- 3) ————ら (2013): 同上 67: 489 ~ 492.
- 4) MAEJIMA, K. et al. (2010): J. Gen. Plant Pathol. 76: 229 ~ 231.
- 5) ———— et al. (2011): Phytopathology 101: 567 ~ 574.
- 6) ———— et al. (2014): J. Gen. Plant Pathol. 80: 176 ~ 183.
- 7) ———— (2016): ibid. 82: 340 ~ 341.
- 8) SCHOLTHOF, K. B. et al. (2011): Mol. Plant Pathol. 12: 938 ~ 954.
- 9) 鈴木 誠ら (2015): 樹木医学研究 19: 19 ~ 21.
- 10) TOMITA, N. et al. (2008): Nat. Protocols 3: 877 ~ 882.

ミニ特集：PPV（ウメ輪紋ウイルス）の現状と対策

ウメ輪紋ウイルスを保有する有翅アブラムシ類の 野外調査

法政大学大学院工学研究科植物医科学領域 修了 **木村 康 太**
 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 **津田 新 哉**

はじめに

ウメ輪紋ウイルス (*Plum pox virus*: PPV) は Potyviridae 科 *Potyvirus* 属に分類されるウイルスであり、スモモやウメ等サクラ属の果樹に感染する。我が国では植物防疫法に基づき、国内への侵入を警戒している検疫有害動植物に指定されているウイルスである。しかし 2009 年、東京都青梅市のウメから PPV の感染が国内で初めて確認された (MAEJIMA et al., 2010)。

PPV の伝染方法には接木伝染、苗伝染、汁液伝染、虫媒伝染があり、種子伝染はしない。人為的過誤を除くと、自然条件下での伝染方法は虫媒伝染が主であり、アブラムシ類によって媒介される。PPV を獲得したアブラムシがウイルスを媒介できるのは数十分から数時間程度である。これは PPV がアブラムシの口針先端に吸着し、すぐに媒介されなくては感染が成立しない非循環型-非永続型の媒介様式だからである (石川, 2000)。ウイルスの媒介可能時間が短いことから感染樹から健全樹への媒介は、ほとんどが飛行能力を持つ有翅型のアブラムシによって行われている。一般的に非永続型ウイルスでは媒介するアブラムシの種類は限定されず、感染植物から吸汁すればウイルスを獲得できると考えられている。そのため主要な媒介種はウイルス発生地域に分布しているアブラムシの種類によって異なる。本稿では国内の PPV 発生圃場で優占的に発生している有翅アブラムシ類の特定、それらアブラムシ 1 頭からのウイルス検定と圃場でのウイルス陽性虫率の推定、ウイルス媒介能の評価について紹介する。

I PPV 発生圃場における優占アブラムシ類の特定

サンプリングは 2011 年 4 月から 2012 年 12 月にかけて現地飞来する有翅アブラムシ類を PPV 発生地域である

東京都青梅市 (以降: PPV 発生地域) と東京都内の PPV 未調査地域 (以降: PPV 未調査地域) の 2 箇所黄色粘着板を設置し、毎週の誘殺数を計上した。誘殺したアブラムシのうち各地域で週当たり 50 頭を上限に採取した。採取したアブラムシは TRIzol Regent を用いて 1 頭ずつ核酸を抽出した。核酸に含まれるアブラムシの mitochondrial cytochrome c oxidase 遺伝子を増幅するプライマーセット (FOLMER et al., 1994) を用いた PCR 法 (HEBERT et al., 2003) によりアブラムシ DNA を増幅した。DNA 精製とシーケンスの後、塩基配列の解析を行い、National Center for Biotechnology Information (NCBI) のデータベースに登録されているアブラムシ種との塩基配列の相違が 0.2% 以内を基準として同定した (FOOTITT et al., 2008)。

調査期間中に誘殺されたアブラムシ類は、PPV 発生地域で 1,796 頭、PPV 未調査地域で 3,637 頭であった。計上した週単位の誘殺数から調査圃場における発生消長は春期が最も多く、次いで夏期、秋期の一部で見られた。次に調査期間中に誘殺されたアブラムシの中から、3,267 頭の塩基配列解析を行った。同定したアブラムシの種類は PPV 発生地域で 45 種、PPV 未調査地域で 48 種、両地域合計で 64 種であり、それらのうち、PPV の媒介能が既に確認されている種は 13 種であった (表-1)。本研究では、塩基配列解析を行った総数の 2% 以上を占めたものを優占アブラムシ種と認定した (WALLIS et al., 2005)。塩基配列を解析した結果から、本調査地域で優占種とされるアブラムシ種は 12 種類であった (表-2)。優占種 12 種のうち PPV 発生地域と PPV 未調査地域の両地域において 2011 年、2012 年とも 2% 以上の優占率を占めた種は、ユキヤナギアブラムシ、ワタアブラムシ、ケヤキヒゲマダラアブラムシ、オカボアカアブラムシ、モモコフキアブラムシの 5 種であった。優占種の中でも特にユキヤナギアブラムシとワタアブラムシは年次変動が少なく、両地域で毎年 10% 以上の優占率を示した。また調査期間中に最も誘殺されたアブラムシは調査を行った 3,267 頭のうち 845 頭を占めたユキヤナギアブラムシであった。

Surveys of Viruliferous Alate Aphid Possessing *Plum Pox Virus*.
By Kota KIMURA and Shinya TSUDA

(キーワード: ウメ, *Plum pox virus*, Nested-RT-PCR, 非永続性型ウイルス媒介, ユキヤナギアブラムシ)

表-1 調査地域で誘殺したアブラムシ種

アブラムシ名	PPV 媒介能	アブラムシ名	PPV 媒介能
ウドフタオアブラムシ**		ハナウドチビクダアブラムシ*	
ウメコブアブラムシ		ハンショウズルコブアブラムシ**	○
エノキワタアブラムシ		ヒエノアブラムシ	
エンドウヒゲナガアブラムシ		ヒキオコシコブアブラムシ*	
オオバコアブラムシ**	○	ヒメムカシヨモギヒゲナガアブラムシ*	
オカボアカアブラムシ		フキアブラムシ	
オカボキバラアブラムシ**		ホウセンカコブアブラムシ*	
カヂイチゴアブラムシ*		ホップイボアブラムシ	○
カラムシコブアブラムシ*		ホリニワトコアブラムシ*	
ギシギシアブラムシ		マツヨイグサアブラムシ	
ギシギシオマルアブラムシ		マメアブラムシ	○
キビクビレアブラムシ		マメクロアブラムシ	○
キョウチクトウアブラムシ**		ミカンクロアブラムシ**	○
クスギミツアブラムシ**		ムギクビレアブラムシ	○
クワイクビレアブラムシ		ムギヒゲナガアブラムシ*	
クワヤマヒメヒゲナガアブラムシ**		ムギミドリアブラムシ*	
ケヤキヒゲマダラアブラムシ		ムギワラギクオマルアブラムシ*	○
ゴボウクギケアブラムシ		モミジニタイケアブラムシ**	
ゴボウヒゲナガアブラムシ**		モモアカアブラムシ	○
コミカンアブラムシ		モモコフキアブラムシ	○
サクラコブアブラムシ		ヤマボウシヒゲナガアブラムシ**	
サルスベリヒゲマダラアブラムシ**		ユキヤナギアブラムシ	○
シラネセンキュウフタオアブラムシ		リンゴネアブラムシ**	
スマレアブラムシ*		ワタアブラムシ	○
ソラマメヒゲナガアブラムシ	○	<i>Aphis frangulae</i> Kaltenbach*	
ダイズアブラムシ		<i>Aphis hypericiphaga</i> Pashtshenko**	
タケヒゲナガブチアブラムシ*		<i>Aphis nasturtii</i> Kaltenbach**	
タデクギケアブラムシ**		<i>Coloradoa rufomaculata</i> (Essig et Kuwana)*	
チューリップヒゲナガアブラムシ**		<i>Hayhurstia atriplicis</i> Linnaeus**	
ニセダイコンアブラムシ		<i>Ovatus malisuctus</i> (Matsumura)	
ノゲシフクレアブラムシ**		<i>Plectriconophorus pseudoglandulosus</i> (Palmer)*	
ハゼアブラムシ		<i>Uroleucon nigrotibium</i> (Olive)*	

和名を確認できないアブラムシは「学名」とした。

*は PPV 発生地域でのみ誘殺されたアブラムシ種。

**は PPV 未調査地域でのみ誘殺されたアブラムシ種。

表-2 調査地域における優占アブラムシ種

アブラムシ名	PPV 媒介能	PPV 発生地域		PPV 未調査地域		両地域合計	
		2011	2012	2011	2012	頭数	%
ユキヤナギアブラムシ	○	201	226	190	228	845	26
ワタアブラムシ	○	129	78	118	81	406	12
マメアブラムシ	○	92	19	106	19	236	7
ケヤキヒゲマダラアブラムシ	不明	50	14	148	9	221	7
エノキワタアブラムシ	不明	14	1	37	130	182	5
ホップイボアブラムシ	○	29	30	13	66	138	4
ヒエノアブラムシ	不明	50	6	59	7	122	4
オカボアカアブラムシ	不明	25	20	24	31	100	3
トウモロコシアブラムシ	○	41	29	21	0	91	3
モモコフキアブラムシ	○	20	35	19	14	88	3
ムギクビレアブラムシ	○	10	22	17	18	67	2
ニセダイコンアブラムシ	不明	8	3	16	39	66	2
マイナー種 (※1)		97	52	97	72	318	10
その他 (※2)		122	53	117	95	387	12
合計		888	588	982	809	3,267	100

(※1) 両地域合計における頭数の割合が2%未満の種。

(※2) BLAST 検索でヒットしなかった種。

II ウイルス検定と PPV 陽性虫率の推定

ウイルス検定には「I PPV 発生圃場における優占アブラムシ類の特定」の際に抽出した核酸をサンプルとして用いた。アブラムシ1頭からウイルスを検出するには、より高感度な検出法が必要となる。本研究では Nested RT-PCR 法と独自に設計したプライマーセットを用いてウイルス検定を行った。Primary RT-PCRはPrimeScript One Step RT-PCR Kit Ver.2 (TAKARA) を用い、2 μ l の核酸抽出物、5 μ l の 2 \times 1 step buffer、0.4 μ l の PrimeScript 1 step Enzyme Mix、5 μ M プライマーを各 0.4 μ l、最後に RNase free water を加えて 10 μ l に調整した。プライマーセットは PPVnest P1 (5'-CAGCCTGAATTTACATTG TCCATGG-3') と PPV nest R1 (5'-CATCAACTTCCT CCTCGTCTTCTC-3') を用いた。PCR 反応は 50 $^{\circ}$ C : 30 分, 94 $^{\circ}$ C : 2 分, [94 $^{\circ}$ C 20 sec, 60 $^{\circ}$ C 10 sec, 72 $^{\circ}$ C 1 min] \times 35 サイクルのプログラムで行い、得られた cDNA を 10 倍希釈して secondary PCR に供試した。secondary PCR は KOD Dash (TOYOBO) を用いて行い、DDW で 10 倍希釈した 1 μ l の cDNA、1 μ l の 10 \times buffer、1 μ l の 10 mM dNTPs、0.1 μ l の KOD Dash、5 μ M プライマー各 0.2 μ l、最後に DDW を加えて 10 μ l に調整した。プライマーセットは PPV P4 (5'-TGCAGTTCTCAATATTCG TCTGGC-3') と PPV nest R2 (5'-TCCAAGTTGGGA

AAA-3') を設計した。PCR 反応は 94 $^{\circ}$ C 2 min, (94 $^{\circ}$ C 20 sec, 60 $^{\circ}$ C 10 sec, 72 $^{\circ}$ C 20 sec) \times 35 cycle, 4 $^{\circ}$ C ∞ の条件で行った。最後に、PCR 産物を電気泳動し、バンドの有無を確認した。

ウイルス検定の結果から現地圃場でウイルスを保有しているアブラムシの時期的・場所的な発生率を統計学的に解析した。統計解析にはロジスティック回帰分析を適用した。説明変数として、調査月、調査年、調査地域を用いることで PPV 陽性アブラムシの発生率との相互関係を下記の公式から推定した。

$$\ln\left(\frac{p}{1-p}\right) = k + a \cdot \text{month} + b \cdot \text{area} + c \cdot \text{year} + d \cdot \text{month} * \text{area} + e \cdot \text{month} * \text{year} + f \cdot \text{area} * \text{year} + g \cdot \text{month} * \text{area} * \text{year} + \epsilon$$

週単位での変化推移を説明変数とするとモデルの安定性が著しく低くなり統計処理に不相当と考えられたため、それぞれ合算して月単位での説明変数とした。また、4月と12月は誘殺したアブラムシのサンプル数が少なく、統計処理に不十分であったため分析からは除いた。統計ソフトには JMP ver.5.1.2 (SAS Institute Inc.) を用いた。

種同定のために塩基配列解析を行ったアブラムシ 3,267 頭を対象にウイルス検定を行った。その結果、PPV 発生地域で 55 頭、PPV 未調査地域で 71 頭の合計 126 頭のウイルス陽性個体を検出した。調査期間中に最

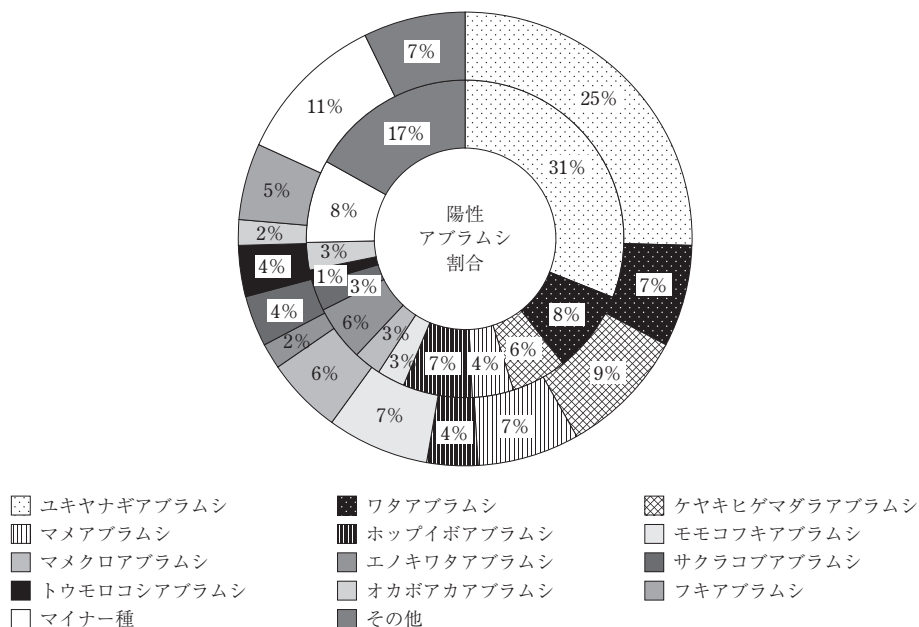


図-1 調査地域におけるウイルス陽性アブラムシの割合
外円：PPV 発生地域、内円：PPV 未調査地域。

表-3 ロジスティック回帰分析による要因ごとの結果

要因	df	G	P
調査年	1	5.38302e-6	0.9981
調査地域	1	4.84864e-6	0.9982
調査年×調査地域	1	1.69527e-6	0.9990
調査月	8	42.5094209	<0.0001 ^a
調査年×調査月	8	4.4064825	0.8187
調査地域×調査月	8	8.6313599	0.3743
調査年×調査地域×調査月	8	16.4849223	0.0359 ^a

^a 有意差あり.

表-4 PPV 媒介試験結果

アブラムシ名	PPV 媒介能	発病 株数	接種 株数	媒介率
モモアカアブラムシ	○	11	45	24.4%
ユキヤナギアブラムシ	○	8	61	13.1%
ウメコブアブラムシ	不明	5	41	12.2%
マメアブラムシ	○	1	19	5.3%
ワタアブラムシ	○	1	27	3.7%
トウモロコシアブラムシ	不明	1	29	3.4%
ヒエノアブラムシ	不明	0	15	0.0%

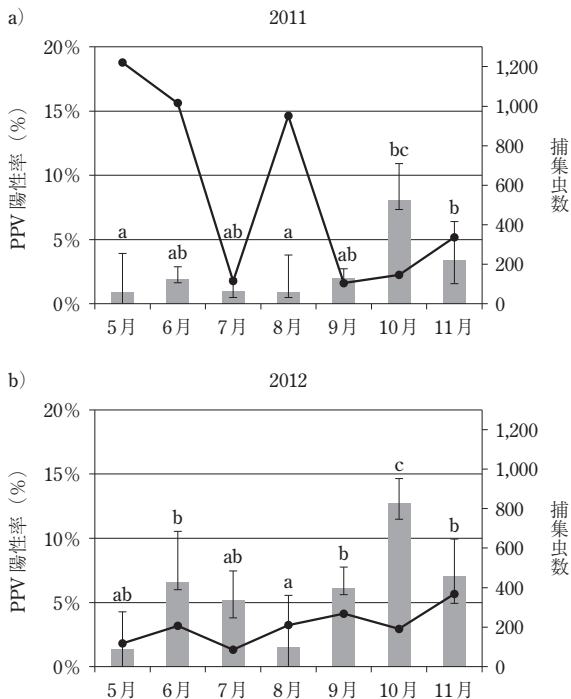


図-2 月ごとのウイルス陽性虫率

(a) 2011年. (b) 2012年.

棒グラフ：ウイルス陽性虫率の推移 (左ラベル).

線グラフ：黄色粘着板で誘殺したアブラムシの頭数 (右ラベル).

図中のバーは信頼水準 95%を示し、同一英小文字間には有意差がない。

もウイルス陽性個体が多かった種はユキヤナギアブラムシであり、PPV 発生地域の 25%、PPV 未調査地域の 31%を占めた (図-1)。ロジスティック回帰分析による統計調査では、各月ごとの PPV 陽性アブラムシの発生に有意差が確認された (表-3)。つまり PPV 陽性アブラムシの発生は、調査地域に関係なく、季節的な要因によって左右されることが示唆された。ウイルス陽性虫率は

月ごとにまとめると、2011年は5～9月まで0.9～2.0%と低率であったが、10月には8.1%まで増加し、11月には3.4%まで減少した (図-2 a)。2012年は5月と8月は1.4～1.6%と低率であったが、6～7月と9～11月は5.2%以上であった。特に10月は12.7%と高率であった (図-2 b)。2年間の調査結果から、アブラムシの発生そのものは春期と夏期に多くなるが、ウイルス陽性虫率は秋期に増加することが認められた。

III アブラムシ類の PPV 媒介能の評価

現地圃場の調査結果から優占種としたアブラムシ類のうち7種 (ウメコブアブラムシ、トウモロコシアブラムシ、ヒエノアブラムシ、マメアブラムシ、モモアカアブラムシ、ユキヤナギアブラムシ、ワタアブラムシ) を茨城県つくば市周辺で捕獲し、ウイルス媒介能を評価した。媒介試験の方法は1時間絶食させた10匹のアブラムシを PPV 感染ウメ葉に乗せ、口針の挿入を確認後に1分間獲得吸汁させた。その後アブラムシを健全なウメ実生に移し、一晩接種吸汁させた。翌日殺虫剤を用いてアブラムシを駆除し、一か月後に接種したウメでの病徴の有無と血清試験の結果から媒介の成立を判定した。

その結果、最も媒介率が高かった種は海外でも PPV の主要媒介種として知られるモモアカアブラムシであり、24.4%であった。調査圃場において誘殺数とウイルス陽性個体数の多かったユキヤナギアブラムシは13.1%で2番目に媒介効率が高かった。マメアブラムシとワタアブラムシでは、媒介は認められたものの、それぞれ5.3%、3.7%と低率であった。ヒエノアブラムシでは媒介が認められなかった。ウメコブアブラムシとトウモロコシアブラムシの2種は、今回の試験で PPV を媒介することが世界で初めて確認された (表-4)。

おわりに

この2年間の調査からユキヤナギアブラムシは両地点で最も大量に誘殺され、PPV陽性個体も多く、媒介効率はモモアカアブラムシに次いで高かった。今回の調査では、海外でPPVの主要媒介種とされるモモアカアブラムシがほとんど誘殺されなかった。このことは、黄色粘着板への誘引効率にアブラムシ種間で差があることが示され、地域全体のアブラムシ類の発生状況を把握するためには水盤トラップなどの他の捕集方法と組合せる必要があることも示唆された。また、PPV感染拡大のリスクを抑制するためには、ウメの新芽が出てアブラムシ類が大量に発生する春期に加え、ウイルス陽性虫の誘殺が多く見られる秋期にも、薬剤防除体系に基づく殺虫剤のローテーション散布が必要と考えられた。現在、農林水

産省ではPPVの感染が認められたウメなどを精力的に伐採する緊急防除措置を実施している。我が国から一刻も早くPPV感染樹が姿を消すことを祈念して止まない。

謝辞 本研究の一部は農林水産省の競争的研究資金「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業」により実施した。また、本研究の共同研究機関である法政大学植物医科学領域、東京都農林総合研究センターの関係者に感謝の意を表す。

引用文献

- 1) FOLMER, O. et al. (1994): Mol. Mar. Biol. Biotechnology 3(5): 294 ~ 299.
- 2) FOOTITT, R. et al. (2008): Mol. Ecol. Res. 8: 1189 ~ 1201.
- 3) HEBERT, P. et al. (2003): The Royal Society 270: 313 ~ 321.
- 4) 石川 統(2000):アブラムシの生物学, 東京大学出版会, 東京, p.184 ~ 185, p.187 ~ 193, p.276 ~ 278.
- 5) MAEJIMA, K. et al. (2010): J Gen. Plant Pathol. 76: 229 ~ 231.
- 6) WALLIS, C. et al. (2005): Ann. Entomol. Soc. Am. 98: 1441 ~ 1450.

(新しく登録された農薬 18 ページからの続き)

●醸造酢液剤

23862: エコフィット (クミアイ化学工業) 16/11/16

酢酸: 15.0%

稲: 苗立枯細菌病, 褐条病, もみ枯細菌病

稲 (箱育苗): もみ枯細菌病

●ピラクロストロピン水和剤

23864: オペラフラワー乳剤 (BASF ジャパン) 16/11/16

23865: inochio オペラフラワー乳剤 (イノチオプラントケア) 16/11/16

ピラクロストロピン: 19.2%

きく: 白さび病: 発病初期

[除草剤]

●ピリミルスルファン剤

23843: アトトリ豆つぶ 250 (クミアイ化学工業) 16/11/2

ピリミルスルファン: 3.0%

移植水稻: 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, シズイ

●オキサジクロメホン・テフリルトリオン・ピラクロニル粒剤

23844: ジェイフレンド 1 キロ粒剤 (協友アグリ) 16/11/2

オキサジクロメホン: 0.30%

テフリルトリオン: 3.0%

ピラクロニル: 2.0%

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

●オキサジクロメホン・テフリルトリオン・ピラクロニル水和剤

23845: ジェイフレンドフロアブル (協友アグリ) 16/11/2

オキサジクロメホン: 0.57%

テフリルトリオン: 5.7%

ピラクロニル: 3.8%

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

●フルセトスルフロロン水和剤

23850: ランケア顆粒水和剤 (出光興産) 16/11/2

フルセトスルフロロン: 50.0%

日本芝 (こうらいしば): ヒメクグ, ハマズゲ, 一年生イネ科雑草

日本芝: 一年生及び多年生広葉雑草

西洋芝 (ベントグラス)・(パーミューダグラス)・(ケンタッキーブルーグラス): 一年生及び多年生広葉雑草

樹木等: 一年生及び多年生広葉雑草, クズ

●アミカルバゾン水和剤

23851: ゴネレート顆粒水和剤 (アリストライフサイエンス) 16/11/14

23852: アミカル顆粒水和剤 (エス・ディー・エス バイオテック) 16/11/14

アミカルバゾン: 70.0%

日本芝: 一年生及び多年生広葉雑草

●アミカルバゾン・トリアジフラム水和剤

23853: ファルクス (エス・ディー・エス バイオテック) 16/11/14

アミカルバゾン: 10.0%

トリアジフラム: 30.0%

日本芝: 一年生雑草

(62 ページに続く)

ミニ特集：PPV (ウメ輪紋ウイルス) の現状と対策

各種核果類果樹における PPV による病徴

国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構 なか うね りょう じ
 果樹茶業研究部門生産・流通研究領域 病害ユニット **中 畝 良 二**

はじめに

我が国で発生した PPV によるウメ輪紋病の病徴として、葉の輪紋症状、花卉の斑入り症状、果実表面の輪紋症状および果形の異常が現地調査で観察・報告されている。罹病樹の診断とウイルスの同定は血清学的手法のほか、分子生物学的手法でも可能であるが、感染樹の早期発見のためには外観異常（病徴）が最も重要な手掛かりとなる。一方、本病の発生が国内の核果類果樹産業に及ぼすリスクを評価することは、現在実施されている根絶に向けた防除を効果的に進めるためにも必要である。そこで、我が国で発生が確認された PPV (D 系統) をウメ等主要核果類果樹の主要品種に人工接種し、感染樹に現れる病徴を調査した。なお、本稿は、これまでに公表している「ウメ輪紋ウイルス根絶を目指した暫定マニュアル」(島根, 2013) および「樹木医学研究 PPV 特集」(中畝ら, 2015) に新しいデータを加えて修正したものである。

I 材料および方法

1 接ぎ木あるいはアブラムシを用いた接種と病徴観察

2009年6月に東京都青梅市において PPV 感染を確認したウメ‘梅郷’と品種名不明のハナウメの新梢から穂木を採取し、これをポット植えの核果類果樹の新梢に接ぎ木した。接ぎ木接種には、ウメの‘南高’、‘小梅’、‘白加賀’、ヨーロッパスモモの‘プレジデント’、‘スタンレー’、ニホンスモモの‘大石早生すもも’、‘ソルダム’、アンズの‘信州大実’、‘平和’を用い（いずれも市販の一年生苗）、1樹について数箇所の接ぎ木を行った。モモでは、一年生苗木の‘あかつき’、大型ポット植えの‘あかつき’、‘白鳳’、‘川中島白桃’各1樹（いずれも樹齢不明）を用いた。すべての接種樹は隔離ガラス室内で管理した。

各接種樹における外観異常を目視で調査し、異常が認められた場合は、これを採取して PPV の感染有無を調査した。一方、外観異常が認められない場合にも、1樹から5～10枚の葉を無作為に採取し、各種検出手法（イムノクロマト法、RT-PCR法、RT-LAMP法）により

PPV 感染の有無を調べた。イムノクロマト法には「プラムボックスウイルス イムノクロマト」(ニッポンジーン)、RT-LAMP法には「プラムボックスウイルス検出キット」(ニッポンジーン)を使用し、それぞれ製品マニュアルに従って操作した。一方、RT-PCR法では NAKAUNE and NAKANO (2006) の方法に準じてサンプルを調製し、OneStep RT-PCR kit (キアゲン) を使用して反応させた。検出用プライマーは、IPPC のプロトコル (IPPC, 2016) に記されている P1/P2 プライマーペア (WETZEL et al., 1991) または 3'NCR プライマーペア (LEVY and HADIDI, 1994) を使用した。

甘果オウトウについては、‘佐藤錦’の実生に対してアブラムシ媒介により接種した。なお、実生の育成手順については割愛させていただく。アブラムシを用いた接種は以下の手順で実施した。ナスで継代したモモアカアブラムシをプラスチック容器に移して約3時間絶食させた後、PPV 感染エンドウマメの切り葉に移し、1～3分間獲得吸汁させた。その後、20頭ずつを実生に移して1晩接種吸汁させ、殺虫剤を散布した後、隔離ガラス室内で維持した。その後、病徴を観察するとともに、接種1か月後、3か月後および翌春に葉を採取し、各種検出法で PPV 感染の有無を調査した。

II 接種により発症した病徴

1 ウメ *Prunus mume*

接ぎ木が成功したものについては、いずれの品種においても葉に輪紋、退緑斑、モザイク等の症状が認められた。特に、‘南高’ではウメ輪紋病に典型的な輪紋症状が多く、葉に観察された(図-1, 口絵①)。「白加賀」および「小梅」でも葉に輪紋症状が認められたものの、その程度は‘南高’よりも軽いものと推察された。また、‘南高’に着果した半数以上の果実に輪紋症状が認められた(図-2, 口絵②)。早期落果や果実品質への影響は明らかではないものの、東京都青梅市における調査では、早期落果や果実品質への影響は確認されていない(加藤・星, 2013)。しかしながら、ガラス室内では多くの果実に輪紋症状を発症していることから、今後の慎重な評価が必要であると考えられる。以上のことから、ウメにおける病徴は品種や樹によって異なると考えられるが、主要品



図-1 ‘南高’の葉における輪紋症状



図-3 ‘プレジデント’の葉における輪紋症状



図-2 ‘南高’の果実における輪紋症状



図-4 ‘プレジデント’果実の輪紋様症状および凹凸症状

種の‘南高’では著しい病徴が葉に現れ、果実の外観にも影響するため、果実生産への被害リスクを考慮した対処が必要である。

2 ヨーロッパスモモ *Prunus domestica*

接ぎ木接種当年に‘スタンレー’の葉に病徴と考えられる黄色汚斑の発生が認められ、イムノクロマト検定でも陽性となった。接ぎ木接種の約3か月後には病徴が現れ、供試した核果類果樹の中では病徴発現までの期間が最も短かった。‘プレジデント’においても輪紋症状が観察された(図-3、口絵③)。一方、‘プレジデント’の果実に果皮の着色ムラと果実表面の凹凸が観察され(図-4、口絵④)、これらの症状を呈した果実はいずれもイムノクロマト検定でPPV陽性となった。果実におけるこれらの外観異常はPPVの感染に起因するものと考えられるが、調査果実数が少ないため、継続した観察が必要である。以上から、国内に存在するPPV株はヨーロッパスモモの果実生産に被害を及ぼす可能性が高いと考えられた。

3 ニホンスモモ *Prunus salicina*

接ぎ木接種から5年以上経過しても供試品種‘大石早生すもも’および‘ソルダム’の葉にPPVの感染に起因すると考えられる症状は観察されない。しかし、RT-PCR法やRT-LAMP法によってPPVが検出されることから、これらのニホンスモモ品種では葉に症状を現さない可能性が高い。RT-LAMP法やRT-PCR法ではPPV陽性となるが、一部の葉から検出されるだけであり、樹体内でウイルスの局在性が高いか、ウイルス濃度が全体的に低いのではないかと考えられる。一方で、‘大石早生すもも’に結実した果実において、果面に大型の輪紋症状と果面の凹凸症状が認められた(図-5、口絵⑤)。大型の輪紋症状部位と他の見かけ部位をイムノクロマト検定してみると、輪紋部位は明らかにPPV陽性と判定できることから、輪紋部位ではウイルス濃度が高まっていることが

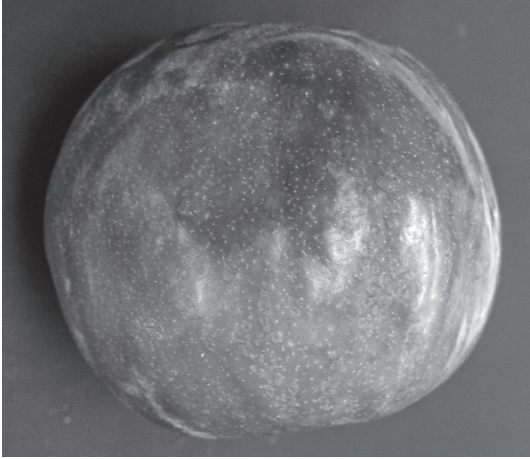


図-5 ‘大石早生すもも’の果実における輪紋様症状と凹凸症状

示された。果実に発症するまでには5年以上の期間が必要である可能性があり、また、年を経るごとに重症化している可能性もあることから、今後の継続した観察と調査が必要であると考えられる。

4 モモ *Prunus persica*

接ぎ木接種から5年以上経過しても‘あかつき’、‘白鳳’および‘川中島白桃’の各品種の葉にPPVの感染に起因すると考えられる症状は観察されない。ただし、台木部から伸長した新梢の葉において、葉脈に沿ったモザイク症状や奇形等が観察され(図-6、口絵⑥)、これらの葉ではイムノクロマト検定でもPPVの感染を確認できた。モモの各新種の葉についてRT-PCR法で検定すると、一部の葉で陽性となるが、検出されない葉も散見される。ニホンスモモと同様に、樹体内でのウイルスの局在性が高いか、ウイルス濃度が全体的に低いのではないかと考えられる。一方、果実については、ガラス室内で管理している影響か着果させることが難しい。‘あかつき’で着した果実では、果頂部が尖る果形異常が認められるものがあり、イムノクロマト検定で陽性を示した。しかし、ガラス室内での着果が難しく、再現できていないため、ウイルス症状であるかどうか不明である。少なくとも試験に使用している3品種では、葉の症状は確認されていないが、ニホンスモモのように葉では無症状であっても果実に発症することもあるため、被害リスクを評価するためにはさらに調査が必要である。

5 アンズ *Prunus armeniaca*

‘信州大実’では、接ぎ木接種した翌年に、輪紋症状が葉に発症し、イムノクロマト法による検定でPPVの感染が確認された。その後もごく少数の葉にPPVに起因すると思われる軽微な症状を発症している(図-7、口絵



図-6 ‘あかつき’台木葉の退緑モザイク症状



図-7 ‘信州大実’の葉における軽微な輪紋症状

⑦)。一方、‘平和’では、接ぎ木翌年に、葉に輪紋やモザイクを発症し、無病徴葉からもイムノクロマト法でPPVが検出された。さらに接種3年目には、葉に凹凸を伴った激しいモザイク症状、輪紋、縮葉の各症状が観察された。その後、目立った症状は現れなくなった。これらから、アンズでは感染初期にやや激しい症状を発症するものの、その後はほとんど無病徴に近い状態となる可能性が示された。

6 甘果オウトウ

接ぎ木による接種が成立しなかったため、‘佐藤錦’の実生20個体にアブラムシ媒介によりPPVを接種し、感染の可否および病徴の確認を試みた。接種3か月後の各種検定で1個体が陽性となり、甘果オウトウにも感染する可能性が示された。しかし、翌年に同じ個体を再調査したところ、PPVは検出されず、我が国に発生したPPVのオウトウに対する感染性および病原性については、現在のところ明らかでない。

おわりに

2009年から国内で栽培されている主要な核果類果樹における PPV 感染による被害リスクについて調査してきた。本稿で示した病徴やそれらに基づいた被害リスクはガラス室内での調査によるものであり、野外では異なる結果となることも考えられる。しかしながら、ウメに加え、ニホンズモモやヨーロッパズモモの果実にも輪紋症状や奇形症状が現れ、PPV がこれら樹種の果実生産に被害を及ぼすリスクがあることが示された。現在、農林水産省では国内からの根絶を目指した防除を実施しており、早期に根絶が達成されることを願いたい。

これら一連の調査は農林水産省の「新たな農林水産政

策を推進する新技術開発事業」および「農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業」において実施されたものである。

引用文献

- 1) IPPC (2016): ISPM27 DP2: 1 ~ 15.
- 2) 加藤綾奈・星 秀男 (2013): ウメ輪紋ウイルス根絶を目指した暫定マニュアル (農研機構果樹研究所編), 農研機構果樹研究所, 茨城, p.32.
- 3) LEVY, L. and A. HADIDI (1994): *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin* 24: 595 ~ 604.
- 4) NAKAUNE, R. and M. NAKANO (2006): *J.Virol. Meth.* 134: 244 ~ 249.
- 5) 中畝良二ら (2015): 樹木医学研究 19: 25 ~ 28.
- 6) 島根孝典 (2013): ウメ輪紋ウイルス根絶を目指した暫定マニュアル (農研機構果樹研究所編), 農研機構果樹研究所, 茨城, p.23 ~ 29.
- 7) WETZEL, T. et al. (1991): *J.Virol. Meth.* 33: 355 ~ 365.

登録が失効した農薬 (28.11.1 ~ 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〕

- NAC 水和剤
5133：ホクコーミクロデナポン水和剤 85（北興化学工業）
16/11/1
- ダイアジノン粒剤
10691：日農ダイアジノン粒剤 5（日本農薬）16/11/8
- エチルチオメトン粒剤
13810：ダイシストン粒剤（バイエルクロップサイエンス）
16/11/28
- ホサロン乳剤
13836：大塚ルビトックス乳剤（OAT アグリオ）16/11/28

〔殺虫・殺菌剤〕

- ジノテフラン・バリダマイシン粉剤
22052：ホクコーバリダスタークル粉剤 DL（北興化学工業）
16/11/14

〔殺菌剤〕

- トリフルミゾール水和剤
19469：ヤシマトリフミン水和剤（協友アグリ）16/11/9
- ジラム・チウラム・メバニピリム水和剤
19101：プラウ水和剤（クミアイ化学工業）16/11/28
- プロシミドン・マンゼブ水和剤
15626：ホクコージマンレックス水和剤（北興化学工業）
16/11/30

〔除草剤〕

- ピリミスルファン・フェントラザミド粒剤
22807：ヤイバ1キログラム（クミアイ化学工業）16/11/9
- セトキシジム乳剤
16228：ヤシマナブ乳剤（協友アグリ）16/11/9
- イマズスルフロシ・エトベンザニド・ダイムロン粒剤
19099：ヤシマキックバイ1キログラム（協友アグリ）
16/11/28

ミニ特集：PPV (ウメ輪紋ウイルス) の現状と対策

ウメ輪紋病の根絶に向けた統計学的なサンプリング法

農研機構 農業環境変動研究センター 環境情報基盤研究領域 ^{やま}山 ^{むら}村 ^{こう}光 ^じ司

はじめに

2009年に国内でウメ輪紋病が発見され、その根絶に向けた取り組みが直ちに開始された。樹病の場合には、関係する宿主植物をすべて伐採すれば病気を根絶することができる。しかし、現実には伐採や薬剤防除を実行するには様々な意味でコストが発生する。一方、病気を国内から根絶できない場合には、我が国は植物検疫上の「汚染国」となる。その場合に被る恒久的なコストも考慮して、いま実行すべき対処法を適切に決める必要がある。本稿では、どのような対策を行えば根絶が達成できるかについて、統計学的な面から議論を行いたい。説明の便宜上、本稿では、感染した樹を「感染樹」と呼び、感染後に潜伏期を過ぎて目視で発病を確認できる感染樹を「病樹」と呼んで区別することにする。潜伏期間は3年程度と言われているが、より長期間を経てから病徴が発現することも少なくないようである。しかし、話を単純にするために、本稿では潜伏期間が常に3年だと考えて計算を行うことにする。

I 全国的なスクリーニング調査

日本全体から病気を根絶させるためには、まず日本のどの地域に病気が存在するかについて、全国調査によりの確に把握する必要がある。しかし、すべての病気を100%の確率で見つけるのは困難であるため、ここではリスク管理の考え方が必要となる。リスクには様々な定義があるが、日本の輸入植物検疫サンプリングではリスクの定義としては古典的な定義すなわち「ある悪い事象が発生する確率」という定義が採用されてきた(山村, 2011)。このリスクを管理するためには二つの値を決定する必要がある。すなわち①何を「悪い事象」と考えるか、そして②その事象が発生する確率(リスク)をどのような値に保つか、である。輸入植物検疫サンプリング検査では、「悪い事象」は「病害虫が付着した植物(不

良植物)の率が限界値 p_c 以上である荷口(不良荷口)が輸入されてしまうこと」と定義される。そして「許容できない限界値 p_c 」の値としては、付着しうる病害虫の重要度に応じて0.15, 0.33, 0.5, 1%の四つの値が使われている。一方、「悪い事象が発生する確率(β)」としては0.05が採用されている。ウメ輪紋病の全国調査に関しても、輸入植物検疫と同様のリスク管理を行うのが妥当であると考えられる。

いま、県内から s_1 個の園地(s_1 個の調査区域)をランダムに選び、それぞれの園地から s_2 樹を採取して検査を行うという「階層サンプリング」を考える。県内に病樹が存在した場合、その病樹率 x は県内の場所によって何らかの形でばらついているはずである。また、そのバラツキは病樹率の平均値 \bar{x} の増加につれて増加するはずである。ここでは、そのバラツキをガンマ分布で近似し、さらに、平均値とバラツキの関係に関しては「べき乗則」で近似する。そのべき乗則のパラメーターは2009~11年の全国調査の結果から推定する。すると、リスク管理において必要となるサンプル数は図-1のように計算される(YAMAMURA et al., 2016)。

病気の根絶を目指すためには、図-1に示された4段階の管理水準のうちの最も厳しい水準($p_c = 0.15\%$)を採用するのが妥当だと考えられる。1園地中のサンプル数 s_2 に関しては、2009~11年の全国調査の調査実績を考慮して45本とする。その場合には、図-1により、県

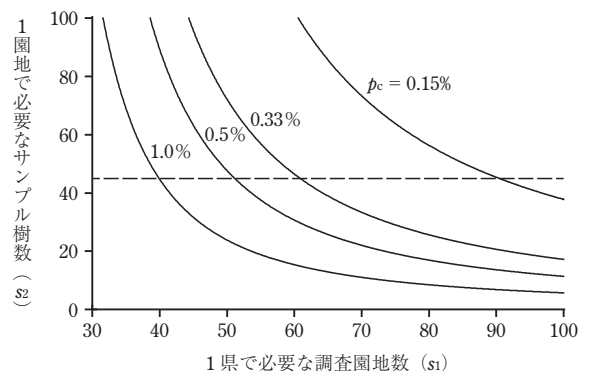


図-1 所定の限界病樹率 p_c の県を発見するために必要となる調査園地数と調査樹数の組合せ
破線は1調査園地内の調査樹数が45樹となるライン。

Statistical Sampling Theory for Eradicating Plum Pox Virus.

By Kohji YAMAMURA

(キーワード: 階層サンプリング, 病気の拡散距離, グリッド調査, 根絶確認法)

内で必要となる調査園地数 s_1 は 90 園地であることがわかる。実際の全国調査においては、3 年間で 1 調査期間と考えて、原則として $90 \div 3 = 30$ 園地を毎年調査するという形でスクリーニング調査が実行されてきた。

II 根絶に向けてのゾーン分け

病樹が発見された地域においては根絶に向けた作業を迅速に行う必要がある。しかし、根絶対策に使用できる資金や労力には限界がある。それらの限られた資源を最大限に活用するためには、根絶対象となる地域内をゾーンに分け、緩急をつけた根絶対策を行うことが重要と考えられる。図-2 にはそのようなゾーン分けの 1 例が示されている (YAMAMURA et al., 2016)。見つかった病樹の周辺には「その病樹から自然感染した感染樹」が存在する確率が高い。便宜上その地域を A 区域と呼ぶことにする。これは「1 コロニーの範囲」と呼ぶこともできる。一方、A 区域の外側の地域においても、ある程度の自然感染の可能性が存在する。しかも、これらの外周地域では、感染樹が人為的に移動・運搬されたり、あるいは別の感染樹が根絶対象地域外から独立に持ち込まれたりした可能性も高い。ここでは根絶対象地域のうち A 区域以外の部分を B 区域と呼ぶことにする。B 区域内で後に新たに病樹が発見されれば、その発見地点を中心にして新たな A 区域を指定することになる。

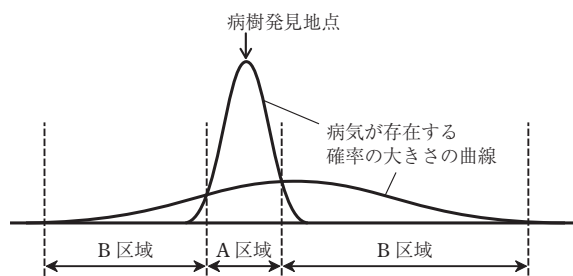


図-2 根絶対象地域の構造

発見された病樹に関するコロニーの区域を A 区域とする。根絶対象となる地域は A 区域と B 区域の全体である。上図：上方向から見たイメージ。下図：病気の存在確率の大きさを横方向から見たイメージ。

A 区域の範囲をどのように決定するべきかについては現時点でも十分な知見がない。しかし、1 本の感染樹から感染が広がる際の拡散距離の推定値を用いることによって、その範囲を客観的に決めることも可能であろう。病気を媒介するアブラムシはランダムに拡散するわけではなく、その拡散係数は変動すると考えられる。そのような異質性を考慮した拡散モデルとしては「ガンマモデル」を用いることができる (YAMAMURA, 2002)。横浜植物防疫所および神戸植物防疫所の調査により、野外の 5 地域における病樹の空間的拡散データが得られている。各地域での病樹の総数は大きい順に 95, 11, 6, 6, 5 樹である。地域間で拡散時間が同じであると仮定して、このデータにガンマモデルを適用してアブラムシの拡散距離を推定すると、拡散距離の半数は病樹から 168 m 以内であると推定される。アブラムシの拡散距離が同じであっても、アブラムシの密度が高い地域ほど遠くまで病気は拡散する。5 地点の平均アブラムシ密度のもとで病気の拡散距離を推定すると、感染確率が 15% まで低下する距離は 98 m, 5% まで低下する距離は 196 m であり、感染確率が 1% まで低下する距離は 462 m と推定される (図-3)。つまり、感染確率は 200 m までに 5% に低下し、500 m までに 1% に低下すると推定される。

ただし、図-3 に示されるような拡散距離は 1 年間の拡散距離を表しているのではなく複数年にわたる拡散距離を反映していると考えられる。フランスにおけるウメ輪紋ウイルス M 系統のデータ (DALLOT et al., 2003) を用いた場合には、園地内での病樹数の増加倍率のロジットスケールでの平均値は 1 年当たり 2.1 倍と推定される。図-3 の推定で用いた 5 地点の病樹数の対数値の平均値を $\log(2.1)$ で割ると 3.3 年であることから、図-3 の拡散距離は 3 年間程度の拡散距離を表していると一応は推定される。これは病気の潜伏期間と同じである。A 区域

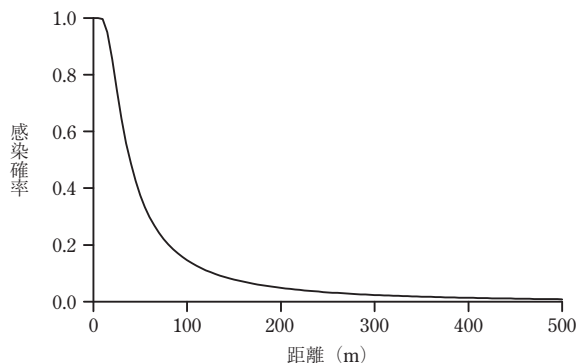


図-3 感染樹からの距離と感染確率の関係(ガンマモデルを使用) 5 地点の算術平均アブラムシ密度における推定値を示す。

は潜伏期間にある感染樹をカバーすべきであるから、仮に今回の野外データが潜伏期間と同程度の期間の拡散距離を反映していると考え、A区域の半径としては、感染確率が5%程度に落ちる200mか、あるいは15%程度に落ちる100mが妥当であると考えられるが、これについてはさらなる検討が必要である。

根絶対象地域(A区域とB区域の全体)の範囲をどのように定めるべきかについても簡単な基準は存在しないであろう。比較的小さな離島の場合には、島全体を根絶対象地域とするのが自然だと考えられる。鹿児島県喜界島でカンキツグリーニング病の根絶作業が実行された際には、喜界島全体が根絶対象地域とされた。しかし、そのような自然な地理的境界が存在しない場合には、大字(おおあざ)や市町村といった行政区の区切りを根絶対象地域の境界として使用するしかないであろう。A区域よりもある程度広い範囲でそのような行政区切りを定めることになる。現在のウメ輪紋病の緊急防除地域の指定においては、病樹から「半径500mの円を超えて自然感染によるものと考えられる感染植物が連続して確認される場合は、感染範囲が広範囲にわたると判断」され、その円を含む行政区域が緊急防除の防除区域とされている。また、そのような広範囲な感染が見られない場合にも、所定の基準に照らして「危険性が高い」とみなされる場合には緊急防除の防除区域とされている。先述のガンモデルからの推定によれば、「連続した500m半径円の外縁」は「感染確率が1%となる区域」であると解釈することができる。

III コロニー区域(A区域)での対策

対象地域全体での根絶を目指す場合には、まず近隣のA区域内からは完全に病気を排除しなければ何も始まら

ない。そのための処置については以下の三つの選択肢が考えられる。

1 全樹伐採法

A区域全域から宿主植物をすべて伐採するという対処法。この方法を採用した場合には伐採樹数が最大となるものの、翌年にはA区域にウイルスが存在しないことが保証される。根絶対策としては最も基本的といえる作業である。

2 病樹伐採法

A区域で媒介者を「完全に」防除することにより、感染環を完全に停止させるという対処方法。この状態を潜伏期間の間(3年の間)ずっと続け、最終年にだけA区域内の全宿主植物を検査して病樹だけをすべて伐採する。ただし、潜伏期間内であっても感染の有無を100%正しく判定できるような検査法を用いた場合には、3年を待つことなく全宿主植物の検査を行うことにより対策期間を短縮できる。対策期間中は基本的には全宿主植物の薬剤防除を続ける必要があるが、樹が障壁に囲まれている他宿主植物から十分に隔離されていて、薬剤防除をせずとも感染環が回らないと保証できる場合には、その樹の防除は省略できる。本方法では毎年新たな病樹が潜伏期を終えて出現してくるが、それらの病樹を最終年まで放置しても構わない。ただし、本方法では感染環が完全に停止していることを前提としているため、この方法がそのまま適用できる場面は実際にはほとんど存在しないと考えられる。

3 近隣樹伐採法

近隣樹伐採法は全樹伐採法と病樹伐採法の間にあたる現実的な対策として位置づけられる。病樹が見つかり次第その病樹だけでなく近隣の樹を伐採することにより、感染環の回転を鈍化させつつ、A区域内の全宿主植

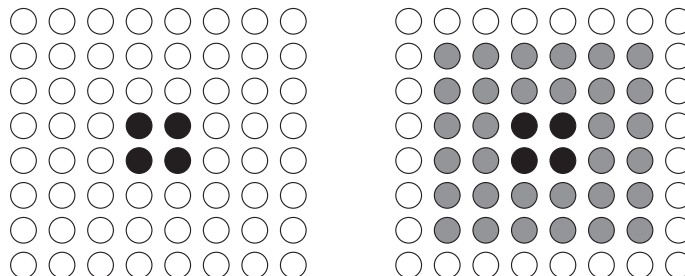


図-4 観測された病樹率が10%未満の場合の伐採方法

丸は樹を示し、黒丸は病樹を示す。左図のように格子状配列の園で4本が病樹の場面を想定すれば、すでに感染していると考えられる樹数は9倍で $4 \times 9 = 36$ 本である。このとき、右図のグレーの部分内のように隣接2列伐採を行えば $6 \times 6 = 36$ 本であるから、ちょうど9倍の数の樹を伐採することができる。

物を経時的に検査する。媒介者を防除することにより感染速度を低下させるが、媒介者の防除が不完全なことから上昇するリスクを、「近隣樹の伐採」と「全樹の経時的観察」の併用によって補っていることになる。病樹伐採法と同様に、感染樹を1年で完全伐採することは目指さないため、毎年新たな病樹が潜伏期を終えて出現してくるが、本方法ではそれらを逐次に近隣樹伐採にかける。

近隣樹伐採法においては、具体的に近隣の何樹を伐採すべきかについて決める必要がある。先述のようにフランスのM系統の場合には病樹の園地内での増加倍率は1年当たり2.1倍と推定される。潜伏期間を3年とすると、病樹が見つかった時点では、すでに周辺には少なくとも $2.1^3 \approx 9$ 倍の数の感染樹が存在すると推定される。したがって病樹の発見時点での病樹率が10%を超えていたならば、単純外挿では $10 \times 9 = 90\%$ の樹が感染している可能性がある。このような場合には該当する園地の全体を伐採するのが好ましいであろう。また、10%以下の病樹率の場合には近隣の2列までを伐採するという方式が考えられる(図-4)。ただし、実際には感染確率は図-3のような曲線と与えられるのであり、直近の樹だけが感染するわけではないため、この2列伐採は補助的な手順にすぎない。あくまでもA区域内の全宿主植物の経時的観測を行って、毎年新たに出現した病樹を逐次に近隣樹伐採にかける必要がある。

IV コロニー外区域(B区域)での対策

イネ縮葉枯病のような1年生作物と永続性媒介虫の組合せからなる疫学システムの場合で、垂直伝搬率が100%ではない場合には、媒介虫の防除を行って媒介虫の密度や平均こみあい度を所定の閾値以下に低下させることが、病気を根絶させるための十分条件であった(山村, 2014)。これに対して、ウメ輪紋病のように永年作物と非永続性媒介虫の組合せからなる疫学システムの場合で、感染樹がウイルスを100%保持し続けるような場合に関しては、病気の根絶を達成するためには感染樹をすべて伐採するしかない。そのため、B区域で感染樹を的確に発見するためには、慣行の防除以外には特別な薬剤防除を行わないことが重要となる。その上で、適切なサンプリング調査を行って、B区域から効率的に感染樹を発見する必要がある。

人間の病気の場合もそうであろうが、葉漬けの状態が続いていると、本当に病気が治ったのか、あるいは単に病気の症状を葉で抑えているだけなのかが判別できない。したがって、そうした状態が続いている限りは、病気を確実に完治させることは不可能である。この考え方

に基づいて、喜界島のカンキツグリーンング病の根絶確認の際には、野外で病気が増殖可能なインキュベーション期間を設けてからサンプリング調査を行うことにより根絶が確認された(山村, 2015)。この場合にはランダムサンプリングの代用としての系統サンプリングにより根絶確認が行われたが、病気の拡散距離の情報を用いれば、「グリッド調査」によって、より効率的に根絶が確認できる可能性がある。ここにグリッド調査とは、何らかの格子パターン状に配置された調査樹において感染の有無を調査する方法を指している。

最初に、現実にはありえないが、非常に理解しやすい仮想例を考えよう。仮に感染樹から距離 r 内にある樹は、その感染樹も含めてその年に100%の確率で病樹になると想定する。このとき、根絶を達成するための最適な調査樹の空間配置は図-5に示されるような正三角形の格子点として与えられる。この場合には、空間内のいかなる地点に感染樹が存在していたとしても、その感染樹は少なくとも1本の調査樹を病樹に変える。したがって、病樹となっていた調査樹を中心として半径 r の円を描き、その円内に存在する宿主植物の全樹を調査して、そこで見つかった病樹をすべて伐採すれば、この場合には即時にB区域から病気を根絶することができる。しかし、実際には野外では次のような複雑化が生じてくる。まず①感染確率は一定距離内で100%というわけではなく、図-3に見られるように、病樹から離れるにつれて感染確率は連続的に低下する。また②自然感染によって新たな病樹が即座に出現するのではなく、そこには潜伏期間が存在する。さらに③図-5のような正三角形の格子を設置するのは難しく、実際にはこれも正形状の

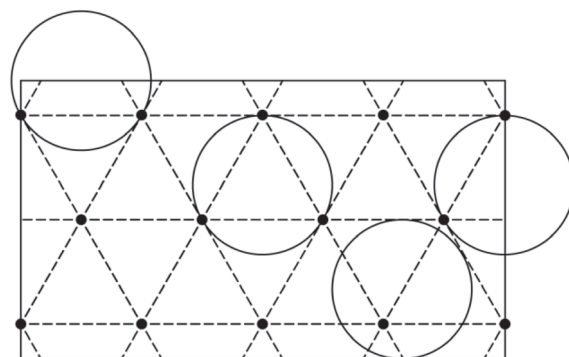


図-5 グリッド調査による根絶確認法のイメージ

仮に感染樹から半径 r 内にある樹が100%の確率で病樹に変わるという仮想例を考える。この場合には、調査樹を1辺 $r\sqrt{3}$ の正三角形格子の頂点(黒丸)に配置すれば、空間内のいかなる位置に感染樹が存在したとしても、その樹を100%の確率で検出できる。

格子で代用することになる。しかも格子点の真上にちょうど調査樹が存在するとは限らない。

喜界島のカンキツグリーンング病の根絶確認の場合には、2年間の潜伏期間ののち2年間のインキュベーション期間を置いて、合計4年後に29%以上の樹を調べることによって病気の根絶が確認された。ウメ輪紋病の場合にも、例として、3年間の潜伏期間ののち3年間のインキュベーション期間を置いて、合計6年後にグリッド調査を行う場面を考えてみよう。この場合には図-3の感染確率曲線をそのまま用いて数値積分を行うことにより検出確率を計算することができる。例えば1辺100mの正方形グリッドを設定して各格子点で3本の樹を調査すれば、ある感染樹がその近隣4地点の調査樹(12本)のいずれかで検出される確率は95%になると試算される。したがって、このグリッド調査で病樹が発見されなければ病気が根絶されたと判断できる。この方法は「6年前かそれ以前に感染した樹を検出する方法」であるから、最終年(6年後)より前に適用した場合には、これは根絶確認にはならないものの、感染が拡がるリスクを低下させることができる。ただし、現時点ではこのような試算の精度はまだあまり高くはない。

おわりに

本稿で述べてきた根絶確認法は、対策期間の間に対象

地域の外部からウイルスが持ち込まれないことを前提としている。いかに完全な対策を講じたとしても、例えば潜伏期の感染樹が最終年に人為的に持ち込まれれば、それを検出することは不可能である。また、対象地域の外部からアブラムシによってウイルスが持ち込まれないように配慮することも重要であろう。病気の宿主植物が存在しない「バッファゾーン」を外周に設けることも対処法の一つだとされている。

病気を根絶するのに必要な対策を正確に計算するには、現時点ではデータの量がまだ不十分である。しかし、今後の根絶対策を実行していく過程で新たなデータを蓄積してゆくことも可能である。いかなる対策を採用するにせよ、将来につながるようなデータをきちんと収集しながら対策を進めていくことが重要であろう。そして、そうした新たなデータの蓄積によって、従来よりも効率のよい根絶対策が見つかった場合には、従来の対策を柔軟に見直すことも必要になってくると考えられる。

引用文献

- 1) DALLOT, S. et al. (2003): *Phytopathology* **93**: 1543 ~ 1552.
- 2) YAMAMURA, K. (2002): *Popul. Ecol.* **44**: 93 ~ 101.
- 3) ——— et al. (2016): *ibid.* **58**: 63 ~ 80.
- 4) 山村光司 (2011): *計量生物学* **32**: S19 ~ S34.
- 5) ——— (2014): *植物防疫* **68**: 332 ~ 335.
- 6) ——— (2015): *農環研ニュース* **107**: 5 ~ 6.

農林水産省プレスリリース (28.11.16 ~ 12.11)

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28年度病害虫発生予報第9号」の発表について
(11/22) /syokubo/161122.html

植物ウイルス・細菌診断用抗血清 配布のお知らせ

当協会では、植物防疫上重要な病原の診断および免疫研究用として、以下の植物ウイルスおよび細菌診断用抗血清を配布しております。

配布可能な植物ウイルスおよび細菌の抗血清¹⁾

抗血清の種類	区分 ²⁾	抗血清の種類	区分 ²⁾
ウイルス抗血清³⁾			
1 アイリスイエロースポットウイルス (IYSV)	D	15 スイカ緑斑モザイクウイルス (CGMMV)	A
2 イネ萎縮ウイルス (RDV)	C	16 スカッシュモザイクウイルス (SqMV)	B
3 イネ縞葉枯ウイルス (RSV)	C	17 ズッキーニ黄斑モザイクウイルス (ZYMV)	B
4 インパチエンスネクロティックスポットウイルス (INSV)	D	18 ソラメウルトウイルス (BBWV)	C
5 温州萎縮ウイルス (SDV)	D	19 タバコモザイクウイルス—ワサビ系 (TMV-W)	A
6 オオムギ縞萎縮ウイルス (BaYMV)	D	20 タバコモザイクウイルス—普通系 (TMV-OM)	A
7 オドントグロッサムリングスポットウイルス (ORSV)	E	21 タバコ輪点ウイルス (TRSV)	C
8 カーネーション斑紋ウイルス (CarMV)	B	22 トウガラシマイルドモットルウイルス (PMMoV)	A
9 カブモザイクウイルス (TuMV)	A	23 トマトモザイクウイルス (ToMV)	A
10 キュウリモザイクウイルス (CMV)	B	24 トマト黄化えそウイルス (TSWV)	D
11 キュウリ緑斑モザイクウイルス (KGMMV)	A	25 ミラフィオリレタスピッグベインウイルス (MLBBV)	D
12 クローバー葉脈黄化ウイルス (CYVV)	B	26 メロンえそ斑点ウイルス (MNSV)	C
13 ジャガイモYウイルス (PVY)	D	27 メロン黄化えそウイルス (MYSV)	D
14 シンビジウムモザイクウイルス (CyMV)	E	28 コリ潜在ウイルス (LSV)	E

抗血清の種類	区分 ²⁾	利用できる血清試験法
細菌抗血清		
1 アシドボラックス・アベナエ subsp. シトルリイ (Aac)	A	エライザ ⁴⁾ 、高比重ラテックス凝集
モノクローナル抗体		
1 イネ縞葉枯ウイルス (RSV)	F	エライザ

¹⁾平成28年3月1日現在。²⁾抗血清作製調整の難易度と所要経費の多少に応じてA～Gに価格を区分しています。

³⁾コーティング液、コーティング液は各1ml(2,500検体)

⁴⁾コーティング液、コンジュゲート液は各1ml(2,000検体)

各種試験用抗血清配布価格(税別)

区分	エライザ用セット	コーティング抗体	コンジュゲート抗体	抗体感作	抗体感作
				高比重ラテックス 50ml:500検体	ラテックス 25ml:500検体
A	39,000円	19,500円	19,500円	28,500 ^{a)} 円	
B	40,500円	20,250円	20,250円		
C	42,000円	21,000円	21,000円	28,500 ^{b)} 円	28,500 ^{b)} 円
D	47,500円	23,750円	23,750円		
E	50,500円	25,250円	25,250円		
F	49,000円	24,500円	24,500円		
G	20,000円	10,000円	10,000円		

^{a)}Aac

^{b)}RDV, RSV

お申し込みは下記あてに内容を明記したFAXでお願いいたします。

(申し込み先) 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2-28-10

TEL: 03-5980-2183 FAX: 03-5980-6753

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

リレー連載

農薬の製剤・施用技術の最新動向⑨

界面活性剤と機能性展着剤—利用の現状と今後の課題—

丸和バイオケミカル株式会社
開発本部

川島 和夫 (かわしま かずお)

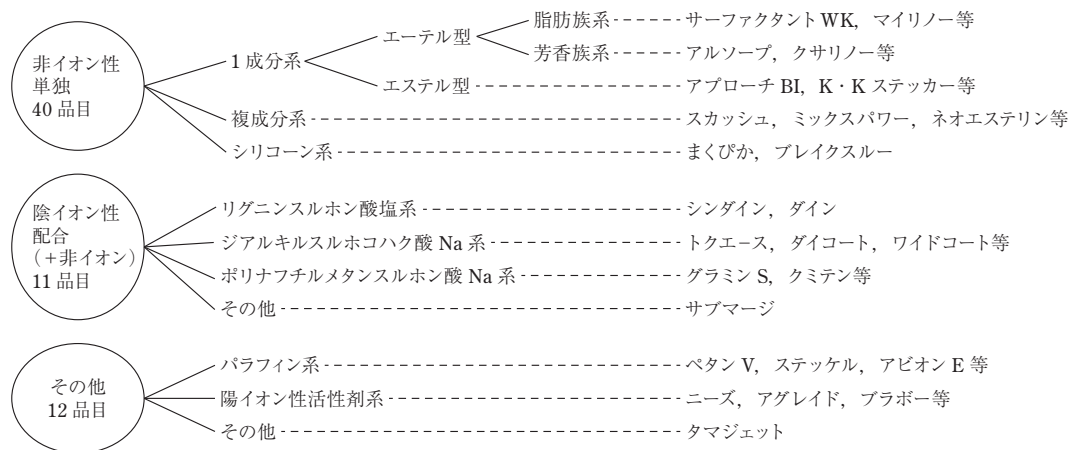
はじめに

石鹼に代表される界面活性剤は産業分野で広く活用され、我が国では5,000種を超える界面活性剤が原料として市販されており、そのすべてを非イオン、陰イオン、陽イオン、両性の4種類に大別することができる。農業分野では乳剤・水和剤等の製剤向け助剤として、界面活性剤が重要な役割を担うとともに、有効成分の約9割が界面活性剤で構成されている展着剤が農作物の栽培現場において末端商品として使用されている。展着剤は多くの作物の栽培場面で殺虫剤、殺菌剤、除草剤等の散布時に添加され、散布液の物性の改良とともに作物への付着性を改善している。展着剤の有効成分である界面活性剤は非イオンが主体であるが、陰イオンが配合されたもの

や陽イオンが配合されたものもあり、非イオン単独、陰イオン配合、その他の3グループに分類することができる(図-1)。これらの展着剤の中で5割強はエーテル型非イオンを有効成分とするものであり、農薬製剤においては乳剤用乳化剤や水和剤用湿潤剤等としても広く使用されている。本稿では、主に界面活性剤を有効成分とする展着剤の中でも機能性展着剤の現状と課題について言及する。

I 日本における展着剤の位置づけ

農薬要覧2016によると、63品目の展着剤が農薬登録され、展着剤の出荷数量は2,887tであり、農薬全体に占める割合はわずかに約1%である(図-2)(農薬要覧, 2016)。しかし、対象となる農薬は殺虫剤、殺菌剤や除



農薬要覧2016より作成

図-1 有効成分から見た主要な展着剤の分類

The Application of Surfactants to Adjuvants-The Current Topics and the Future Tasks of Adjuvants. By Kazuo KAWASHIMA

(キーワード: 界面活性剤, アジュバント, 機能性展着剤, 植物保護, 農薬)

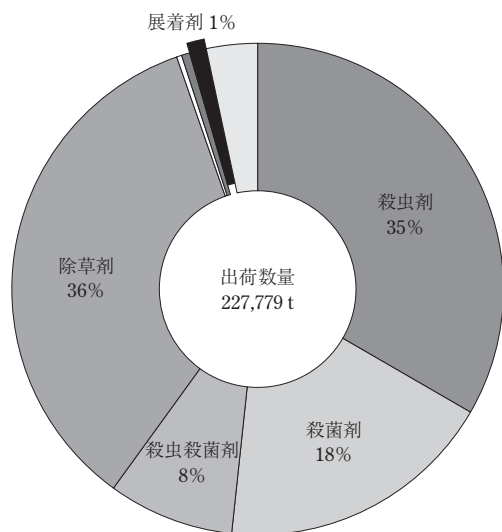
草剤等と幅広く、さらに対象となる作物も畑作、野菜や果樹等と極めて広範囲である。地域別出荷数量では北海道がもっとも多く547t(20%)であり、続いて群馬、青森、長野、静岡の順になる。

機能面から展着剤を分類すると、機能性展着剤(アジュバント)、一般展着剤、固着剤、飛散防止剤の4種類に大別することができたが(図-3)、2011年に唯一の飛散防止剤が登録失効して現在は3種類である(川島, 2002)。その中でアジュバントは広義には補助剤全般を意味するが、一般的には農薬の有効成分が本来もっている作用を改良する目的に用いられる物質と定義されている。また、HollowayとStockはアジュバントをSpray modifier(濡れ性や拡張性の改善)とActivator(葉面吸収や生物活性の改善)の二つのカテゴリーに分類しており(Holloway and Stock, 1990)、ここでは後者の作用を

有するものをアジュバントと解釈する。アジュバントは高濃度で使用されて濡れ性や付着性を改善するとともに農薬の効果を積極的に引き出す剤であり、単に効果を高めるだけでなく作業時間を含む総経費削減の利点が生産者に還元されるものである。アジュバントは一般的に浸透性の農薬との相性がよく、卓越した薬効増強効果が期待できる。

一般展着剤は、散布ムラをなくす観点から散布液の表面張力を下げることにより拡張性を改善し、低濃度で濡れにくい作物や病害虫等への付着性を改善する。低泡性の機能のものや水和剤と乳剤等の混用性を改善する機能のものがあり、物理化学的性状の視点から現場の作業性を改善することができる。固着剤は初期付着量を高めることにより、殺菌剤などの耐雨性を高めて残効性を延ばすことができ、特に保護殺菌剤への添加により効果が期待できる。

過去40年間の展着剤の出荷動向を見ると、登録数では1984年に99品目、出荷量では1990年に4,186tとピークを迎え(図-4)、最近はやばい状態である。一方、展着剤の単価ベース(円/l)を見ると、1974年では311に対して、1994年では755、2014年では1147と年ごとに上昇傾向が見られ、展着剤の中で一般展着剤から付加価値の高い機能性展着剤へ移行していることが示唆される。



*出典：農薬要覧2016より作成

図-2 平成27農薬年度における用途別農薬出荷実績

II 海外におけるアジュバントの積極的な活動

1986年に第1回目のISAA(International Symposium on Adjuvants for Agrochemicals)がカナダで開催されたのを契機として3年ごとに同シンポジウムが開催されている。最近では2013年にブラジル、2016年6月には米国カリフォルニア州モンレーで盛大に開催された。ISAA2016には521名が参加し、33件の口頭発表、ポスター発表44件あり、口頭発表では作用機作・モデル解析16件、製剤・アジュバント開発9件、ドリフト対策

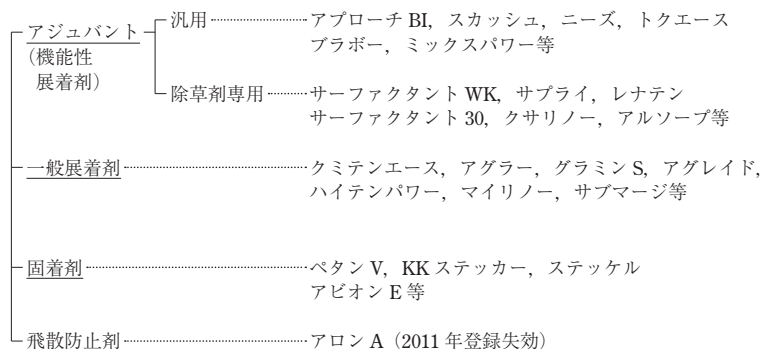


図-3 商品コンセプトから見た主要な展着剤の分類

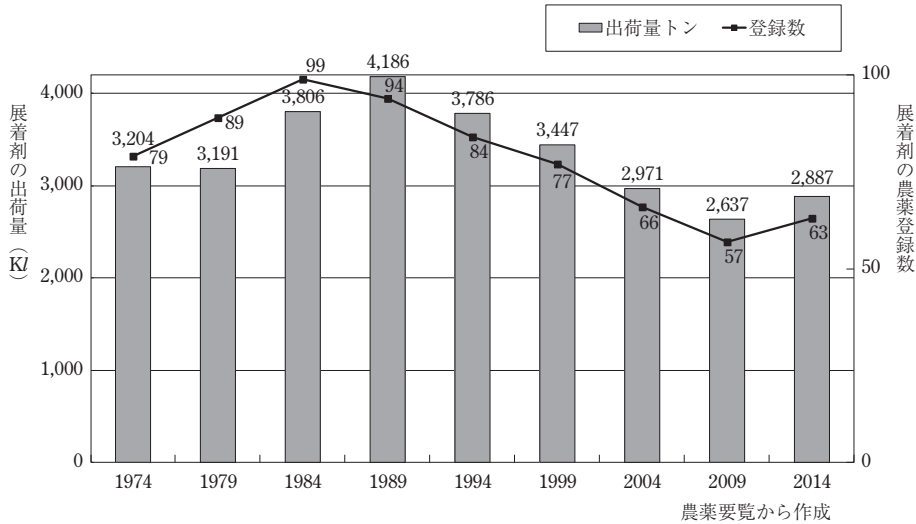


図-4 過去40年間の展着剤の出荷量と登録数の推移

8件があった (ISAA, 2016)。農薬の用途別で見ると除草剤が中心であり、その中で7件がグリホサート関連であった。農薬以外にも肥料や土壌中の水分移動を対象としており、アジュバントの広い用途開発の可能性を垣間見ることができる。基礎的なアプローチとして界面化学の視点からタンクミックス時の殺菌剤と界面活性剤の相互作用やアジュバントの植物毒性に関する簡易な評価方法の発表もあった。また、ポスター発表では44件の展示があり、口頭発表と同様に11件がドリフトに関するものであり、最近のアジュバント開発動向でドリフト対策が大きな課題になっていると考えられる。さらにシリコーン系アジュバントに関する発表も多く、ポスターでは10件、口頭でも2件あった。

新規のアジュバント基剤として新規溶剤やワックスの紹介もあり、界面活性剤としては非イオン系のポリグリセリン脂肪酸エステルや低級アルコールエトキシレート、シリコーンフリーアジュバントの発表があった。同シンポジウムではアジュバント会社 (ヘレナ、クラリアント、モメンティブ等) のみならず、グローバルな農薬会社 (シンジェンタ、バイエル、BASF等) の発表も多く、大学との共同発表も含めると、ポスターで32件、口頭でも20件あった。本シンポジウムは日本ではまだ開催されていないし、残念ながら展着剤に特化したシンポジウムも開催されたことはない。

III アジュバントはなぜ米国で普及しているのか

米国では日本や欧州とは異なり、アジュバントの連邦登録は求められないが、カリフォルニア州など一部で州

登録が要求されている。アジュバントのEPA登録ラベルによると、拡張性・固着性・混用性・ドリフト防止等様々な機能が挙げられているが、もっとも重要な目的は薬効の安定・増強効果である。米国では非イオン系、植物油濃縮物、化学肥料配合系、展着・固着剤の4タイプが一般に推奨されており、非イオン系と植物油濃縮物が主体に使用されている (UNDERWOOD, 2000)。

米国で販売されている485品目の農薬ラベル (19社) についてアジュバント推奨の有無が調べられた (Foy, 1993)。その結果、全体の49%にアジュバントの推奨が記載されており、アジュバント不要が明記された5%を加えると全体の54%にアジュバント推奨の有無に関する情報があった。特に除草剤に関しては何らかのアジュバントの推奨が71%と高い結果であった。日本の農薬ラベルに特別な展着剤が推奨されることは皆無に近い状況であり、薬害問題を理由にして添加を不可とする例が見られる程度である。この背景には米国では日本と比べて少量散布 (25 l/10 a) や航空散布 (5 ~ 10 l/10 a) の際に散布ムラが発生する散布条件であるが、アジュバント添加によって高価な農薬の薬効を安定化させる散布法を選択することにより、水資源も含めた作業時間削減によるコスト削減という経営者の視点が大きく働いているためと考えられる (川島, 2002)。

IV 日本における機能性展着剤の応用例

日本における展着剤の検討は最近ようやく注目されるようになったが、従来は新規農薬の委託試験が中心であり、公的指導機関での試験事例は少ないのが実状であ

る。その背景として米国のような少量散布ではなく、十分に散布する条件ではいわゆる一般展着剤が薬効を積極的に向上した事例が少ないことも大きな原因である。手散布で十二分に散布する際（200 l/10 a）に一般展着剤を添加すると無添加区よりも付着量が劣るが、少量で散布した際（25 l/10 a）に拡張性のよい展着剤を添加すると逆に付着量が無添加区よりも増大する結果も報告されている（藤田，2002）。ここでは難防除や散布ムラが発現する場面において公的指導機関で実施された興味深い試験事例を中心に紹介する。

1 薬効増強効果

小麦の雪腐病は北海道で長期間の残効性が望まれており、5種類の展着剤を用いて残効性が普及センターにおいて検討された（図-5）。3種類の殺菌剤混用系（トルクロホスメチル水和剤、イミノクタジン酢酸塩液剤、チオファネートメチル水和剤）へ5種類の展着剤が添加された結果、予想に反してパラフィン系固着剤添加区は最も発病度が高く防除効果が劣った（川島，2007）。発病度が最も少なく薬効増強効果が大きかったのは陽イオンが配合されたタイプおよびエステル型非イオンを有効成分とする機能性展着剤（アジュバント）であった。

トマトハモグリバエは幼虫が葉の内部に潜入する肉食性害虫であり、現場では浸透性を高めるアジュバントが求められていた。そこで奈良農試において、作用性の異なる8種類の殺虫剤を用いて5種類のアジュバントの添加効果が通常濃度でかつ補正死亡率が50%になるような少量散布条件下で検討された（井村，2009）。供試した殺虫剤の中で、スピノサド、クロルフェナピル、フルフェノクスロンおよびルフェヌロンはアジュバント添加によって殺虫効果が著しく向上した。特にクロルフェナ

ピル、フルフェノクスロンおよびルフェヌロンは浸透性が向上するアジュバントの添加の影響が大きいと考察された。しかし、クロルフェナピルに対してはエステル型非イオン、フルフェノクスロンおよびルフェヌロンに対しては陽イオンと油性エステル型非イオンが高い添加効果を示し、殺虫剤とアジュバントに相性のあることが示唆された。

2 散布水量の低減

チャ赤焼病は晩秋から翌年の初春の低温期に発生する病気であり、一番茶への影響が大きく、その防除には銅系殺菌剤が一般的に10 a 当たり400 lの水量で散布される。殺菌剤としてカスガマイシン・銅水和剤および銅水和剤を用いて散布水量を200～300 lに低減して陽イオンを有効成分とする展着剤の添加効果が鹿児島茶試にて検討された（表-1）。その結果、展着剤を添加した区は散布水量を400 lから200～300 lへ低減しても同等な防除効果が得られ（富濱，2009）、作業の軽減化とともに経済面の経費削減効果も実証された。

3 散布回数の低減

複数の展着剤を用いてウリ類うどんこ病防除試験がメロンを用いて神奈川農試で検討された（図-6）。殺菌剤としてトリフルミゾール剤（EBI剤）を用いてアジュバントの添加効果が検討された結果、慣行の1週間間隔に近い防除効果が陽イオン系と油性エステル型非イオン系で認められた（折原・植草，2009）。対照区の一般展着剤添加では効果は認められず、アジュバント添加により農薬散布間隔を1週間から2週間へ延長できる可能性が示唆された。同様な散布回数の低減に関してリンゴの斑点落葉病に対して陽イオンを有効成分とするアジュバントの使用による散布回数の削減化が岩手園試で確認され

試験結果（発病度）

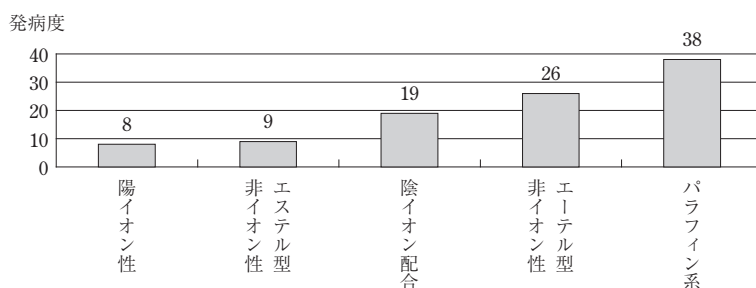


図-5 コムギ雪腐病に及ぼす5種の展着剤の加用試験

試験場所：北海道美幌地区農業改良普及センター。

処理薬剤：トルクロホスメチル水和剤1,000倍

イミノクタジン酢酸塩液剤1,000倍、チオファネートメチル水和剤2,000倍。

薬剤処理：1999年11月10日。

調査日：2000年4月19日、各区50株を調査。

表-1 チャ赤焼病の体系防除における散布水量の低減に及ぼす展着剤の添加効果

試験区	発病葉数 (枚/m ²)	発病葉率 (%)	防除率 (%)	一番茶収量 (kg/10 a)	減収率 (%)	薬剤費 (円/10 a)
殺菌剤 400 l/10 a	195.2	6 (○)	63.1	541.7	13.7	5,500
殺菌剤+陽イオン 400 l/10 a	216.8	6.7 (○)	59	563	10.3	6,200
殺菌剤+陽イオン 300 l/10 a	157.1	4.8 (○)	70.3	575.1	8.3	5,300
殺菌剤+陽イオン 200 l/10 a	215	6.6 (○)	59.4	598.6	4.6	4,300
無処理区	529.3	16.3 (×)		484.9	22.7	-

試験場所：鹿児島茶業試験場（九防協委託試験）。

処理日：2004年12月14日，2005年1月12日，2月8日，3月4日（合計4回）。

供試殺菌剤：1回目はカスガマイシン・銅水和剤，2回目から4回目は銅水和剤。

供試展着剤：陽イオン性界面活性剤配合系（ニーズ）。

発病葉率：被害許容水準6.6%と比較し，水準～+0.3%まで○，+0.3%以上は×と判定。

薬剤費：鹿児島県内流通概算価格。

引用：富濱 毅（2009）植物防疫 63(4)，218。

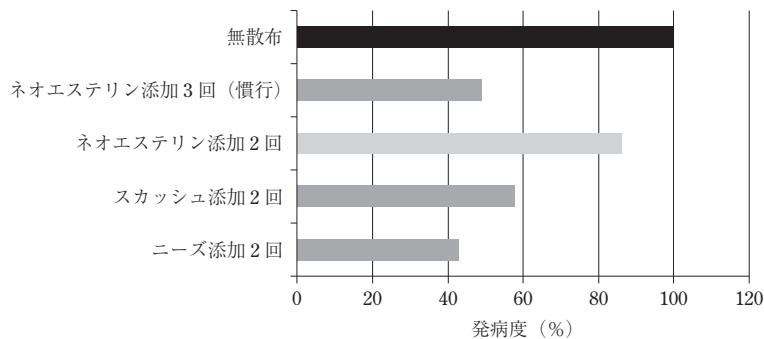


図-6 展着剤添加によるメロンうどんこ病防除での省力散布試験

7日間隔3回散布：○-7日-○-7日-○-7日-●

14日間隔2回散布：○-14日-○-7日-●

○：散布日，●：調査日

試験場所：神奈川県農業技術センター。

供試殺菌剤：トリフルミゾール水和剤（EBI剤）5,000倍。

供試展着剤：陽イオン系（ニーズ）1,000倍，エステル型非イオン系（スカッシュ）

1,000倍，非イオン系（ネオエステリン）5,000倍。

引用：折原紀子・植草秀敏（2009）植物防疫 63(4)，228。

ている（川島，1994）。以上のようにアジュバント添加により省力散布の可能性が複数の作物で示唆されている。

4 耐雨性の向上

展着剤の耐雨性向上が植物成長調節剤のジベレリンのブドウ処理による無核果（種なし）について検討された。長野県試で各種の展着剤が評価され（柴ら，1974），エステル型非イオン系展着剤（アプローチ BI）の添加により顕著な効果が品種デラウェアで確認された（表-2）。すなわち，洗浄試験（人工降雨）により，ジベレリン処理後2～4時間目の洗浄でも無洗浄（無降雨）と同等の品質（房長・房重・糖度）および高い無核果粒率が認められ，展着剤添加による耐雨性向上の効果が観察された。

展着剤の耐雨性向上は米国では除草剤，特に非選択性除草剤において報告されている。すなわち，2種のアジュバントのグリホサートへの添加が検討され（REDDY and SINGH, 1992），対象雑草によって異なる反応が観察され，イネ科のイヌビエではアジュバント添加による耐雨性向上が認められないが，カヤツリグサ科雑草に対しては非イオン系よりもシリコン系が有意差のある耐雨性向上が確認された。

おわりに

科学技術に関する高等な知識と応用能力および技術者倫理を備えている有能な技術者である技術士は，その豊

表-2 ブドウの無核果に及ぼす展着剤の添加効果

アプローチ BI 濃度 (%)	洗浄までの 時間 (hr)	房長 (cm)	房重 (kg)	無核果		無核果 粒率 (%)	糖度
				粒重 (g)	粒数		
0.1	2	11.9	97.7	55.3	97.9	89.3	21.4
	4	11.6	82.9	76.6	85.5	90.8	20.8
	無洗浄	12.4	109.1	105.6	96.4	99.9	20.9
0.3	2	11.9	88.1	77.8	91.6	93.4	21.0
	4	11.7	88.8	83.7	83.8	97.8	20.9
	無洗浄	11.2	104.6	100.5	95.7	100.0	21.1
無添加	2	11.9	99.2	57.9	80.4	71.5	21.7
	4	12.1	99.7	57.1	81.2	71.5	21.7
	無洗浄	12.9	101.5	97.3	91.0	100.0	21.1

試験場所：長野県果樹試験場。

第1回処理日：ジベレリン 100 ppm + アプローチ BI。

第2回処理日：ジベレリン 100 ppm + 一般展着剤 0.01%。

供試品種：デラウェア。

供試展着剤：アプローチ BI (エステル型非イオン系)。

引用：柴 寿ら (1974) 長野県農業試験場報告書 38, 152。

富な実務経験を有しており、農業の生産現場において植物保護をコンサルタントすることができる (川島, 2016)。しかし、日本では指導や情報が有料との認識は低く、従来は国や地方の公務員によって技術的指導が施されてきた。資材コストの削減の視点には経営者の視点が求められ、さらに豊富な水に恵まれた日本では散布水量の低減や登録範囲の低濃度活用への取組みについて軽視されてきた感がする。ポジティブリスト制度の導入によって初めて散布水量の適正化および低減化が日本で始まったと考える。今後、単なる補助剤であった展着剤が真のアジュバントに変わることを期待したい。

日本の慣行的な農薬散布には甚だ無駄が多い部分がある現状を省み、積極的な環境負荷低減の観点から農薬の適正使用を推進させる一手段としてアジュバントは極めて重要な役割を果たすことが期待される (川島, 2014)。日本では界面活性剤を有効成分とする展着剤が主体であるが、海外を見ると界面活性剤以外の成分として植物油、マシン油、有機溶剤や無機塩も広く使用されている。一方、界面活性剤は様々な業種において使用されており、日本では5,000種を超える中、農業関連で使用されているのはわずか数%にすぎない。すなわち、他の業種で使用されている界面活性剤を含め、異なる機能が期待できる化学物質をアジュバントとして利用する可能性がまだ十分に残されている。展着剤の今後の課題として次の3点を挙げ、まとめたい。

① リスクのより少ない機能性展着剤 (アジュバント)

の開発および普及

② アジュバント技術の普及における適用農薬および適用作物の整備、同時に適用できない農薬と適用できない作物 (生育ステージ含む)

③ アジュバント技術の普及において散布機器も含めた施用技術の構築

最後に米国カリフォルニア州モンレーで開催された ISAA2016 の資料を提供いただいた東振化学 (株) の名里 豊氏にお礼申し上げます。

引用文献

- Foy, C. L. (1993): Pesticide Science 38: 65 ~ 76.
- 藤田俊一 (2002): 農薬の新しい実践的利用技術シンポジウム講演要旨, 日本植物防疫協会, 東京, p.27 ~ 39.
- HOLLOWAY, P. J. and D. STOCK (1990): Industrial Applications of Surfactant II, p.303 ~ 337.
- 井村岳男 (2009): 植物防疫 63(4): 222 ~ 227.
- ISAA Society (2016): Proceedings of the 11th International Symposium on Adjuvants for Agrochemicals, California, USA, p.270.
- 川島和夫 (1994): 農業及び園芸 69(5): 580 ~ 586.
- (2002): アグロケミカル入門, 米田出版, 東京, p.172.
- (2007): 散布技術を考えるシンポジウム講演要旨, 日本植物防疫協会, 東京, p.22 ~ 30.
- (2014): 展着剤の基礎と応用, 養賢堂, 東京, p.138.
- (2016): 技術士 9: 20 ~ 23.
- 農林水産省消費安全局農産安全管理課植物防疫課監修 (2016): 農薬要覧 2016, 日本植物防疫協会, 東京, p.774.
- 折原紀子・植草秀敏 (2009): 植物防疫 63(4): 228 ~ 232.
- REDDY, K. N. and M. SINGH (1992): Weed Technology 6: 361 ~ 365.
- 柴 寿ら (1974): 長野県農業試験場報告 38: 152 ~ 156.
- 富濱 毅 (2009): 植物防疫 63(4): 218 ~ 221.
- UNDERWOOD, A. K. (2000): 21世紀の農薬散布技術の展開シンポジウム講演要旨, 日本植物防疫協会, 東京, 109 ~ 136.

新規アグロケミカルシーズの創生 ～ミトコンドリア膜輸送体を標的とする新規化合物の探索～

京都大学農学研究科 応用生命科学専攻

三芳 秀人 (みよし ひでと)

はじめに

安全性に優れた合成農薬は、現代農業に欠くことのできない重要な農業資材の一つであり、総合的病害虫管理 (IPM) の中に適切に位置づけられなくてはならない。農業科学の周辺領域に長くかかわっている筆者は、常々思うことがある。それは、海外の巨大化学メーカーとの厳しい開発競争の中、日本の農薬メーカーはその規模が格段に小さいにもかかわらず、新薬開発においては大健闘していると言えるのではないかと、ということである。ただし、将来的にも新薬開発をリードできる保証はない。日本の農薬産業界が世界でその開発技術力の優位性を確保しようとするとき、大きな弱点とでも言えることは、新しい標的分子 (作用部位) の探索を独自に継続して行う体力がないことだと筆者は考えている。薬剤耐性という問題に柔軟に対応するというもう一つの大事な課題を考慮しても、多様な標的分子を開拓しておくことは極めて重要であろう。しかし実際には、このことが容易にできるものではないことは周知の事実である。

このような背景を踏まえると、新しい標的分子の探索研究という“労多くして功少ない”作業を、大学や公的研究機関の研究者が公的研究資金を得て代替することがあってもいいのではないかと。このような問題意識から、筆者を代表とする共同研究グループは、24年度生物系特定産業技術研究支援センターのイノベーション創出基礎的研究推進事業に応募し、幸いにも採択された (研究期間5年間)。このプロジェクト研究の課題名は「ミトコンドリア蛋白の構造種差に基づくアグロケミカルシーズ創生」であるが、少々長いため本稿では「ミトコンド

リア膜輸送体」プロジェクトと呼ぶことにする。

このプロジェクトでは、標的分子の探索範囲を、ミトコンドリア内膜を介して種々の物質輸送を担っている膜輸送体に特化した。そのうえで、膜輸送体に作用し、新規農薬開発のシーズとなり得る化合物を併せて発掘することを目的としている。ミトコンドリア膜輸送体を標的とする農薬は、これまでに知られていない。

(なお、生研センターイノベーション創出基礎的研究推進事業は、平成26年度から農林水産省・食品産業科学技術研究推進事業に移管された。)

I ミトコンドリア内膜の基質輸送タンパク質

ミトコンドリア内膜を介してイオンや物質を輸送する輸送体タンパク質は、ミトコンドリアのエネルギー代謝に必須の膜タンパク質であり、mitochondrial family of solute carrier proteins に属する。“生物界共通のエネルギー通貨”とも呼ばれる ATP の生合成に関与する ADP/ATP 輸送体やリン酸輸送体等がよく知られている。研究が比較的進んでいる出芽酵母 (*Saccharomyces cerevisiae*) の場合、ゲノム情報に基づけば約30種類が存在すると予想されるが、実験的に輸送体活性が確認されているのは約20種類である (KUNJI and ROBINSON, 2006)。ミトコンドリア膜輸送体の研究は意外に進んでおらず、カルシウム輸送体の同定は2011年 (De STEFANI et al., 2011; BAUGHMAN et al., 2011)、生化学の教科書によく出てくるピルビン酸輸送体の同定は2012年のことである (HERZIG et al., 2012; BRICKER et al., 2012)。

ミトコンドリア膜輸送体は1個のペプチド鎖からなり、タンパク質のサイズから言えば、呼吸鎖電子伝達酵素のように大きな膜タンパク質複合体ではないが、構造生物学的な情報は非常に限られているのが現状である。これまでのところ、X線結晶構造が解かれているミトコンドリア膜輸送体は、ADP/ATP 輸送体 (PEBAY-PEYROULA et al., 2003) とカルシウム輸送体 (OXENOID et al., 2016)

Creation of New Agrochemical Seeds: Search for New Compounds Targeting Mitochondrial Solute Carrier Proteins. By Hideto MIYOSHI

(キーワード: ミトコンドリア膜輸送体, 農薬, 選択毒性, 呼吸鎖阻害剤)

だけである。この理由として、ミトコンドリア膜輸送体の構造がかなり柔軟であることが指摘されている。1990年代以降、呼吸鎖酵素を標的とする殺菌剤や殺ダニ剤が注目されている事実からわかるように、ミトコンドリアのエネルギー代謝系に作用する薬剤は、ATP合成を阻害するために即効性に優れているという魅力がある。

II “ミトコンドリア膜輸送体プロジェクト”の目的と研究の概要

“はじめに”で述べたように、ミトコンドリア膜輸送体プロジェクトでは、探索する創薬標的の範囲をミトコンドリア膜輸送体に絞っている。そのうえで、膜輸送体に対して生物種に特異的（選択的）に作用する新しい化合物を探索・発掘することによって、新規農薬の開発に資するシーズを開拓しようとするものである。このプロジェクトの構成員と各グループの役割について述べた後、具体的な研究の概要について説明する。

- 1) 塩月孝博（農研機構・生物機能利用研究部門）
約20種類の重要病害虫のcDNAライブラリーを調製するとともに、ミトコンドリア膜輸送体（ADP/ATP輸送体、リン酸輸送体、S-アデノシルメチオニン輸送体、フラビン輸送体）をコードするcDNAをクローニングする。
- 2) 篠原康雄（徳島大学疾患プロテオゲノム研究センター）
病害虫やヒトを含む種々の生物の膜輸送体を酵母ミトコンドリアで機能発現させ、異種生物の輸送体活性を酵母細胞で再現することによってアッセイ系を確立する。
- 3) 塩見和朗（北里大学感染制御科学府）
北里大学（感染制御科学府）が保有する膨大な天然化合物ライブラリーおよび微生物培養液を用いて膜輸送体に作用する化合物をスクリーニングし、有望な化合物を探索する。
- 4) 三芳秀人（京都大学大学院・農学研究科）
塩見らが発掘した化合物の構造活性相関研究を行って活性発現に要求される化学構造因子を明らかにする。また、光親和性標識によって化合物の結合部位を明らかにする。
- 5) 林 重彦（京都大学大学院・理学研究科）
種々の膜輸送体のホモロジーモデル構造を構築し、分子動力学シミュレーションによって化合物の結合部位の動的構造に関する情報を得る。これによって、薬剤作用点としての有効性を明らかにする。

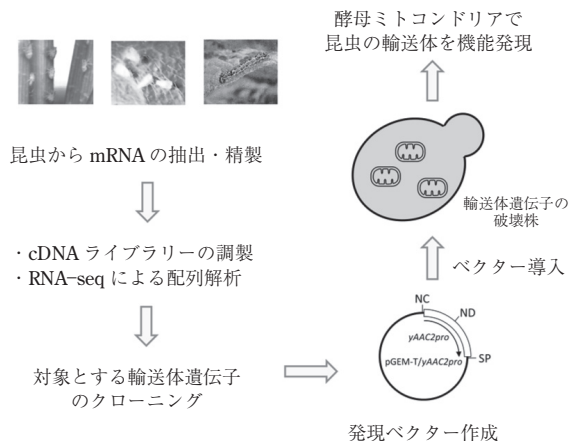


図-1 特定のミトコンドリア輸送体を組み換えた出芽酵母 (*Saccharomyces cerevisiae*) を作成する手順を模式的に示す

まず出芽酵母スクリーニング系の構築であるが、重要病害虫のcDNAライブラリーを調製するとともに、ミトコンドリア膜輸送体をコードするcDNAをクローニングする（図-1）。出芽酵母ミトコンドリア内の対象とする輸送体をコードする遺伝子を破壊した後、種々の生物（害虫およびヒト）の輸送体の発現ベクターを作成し、この酵母に導入することによって酵母ミトコンドリアに機能発現させる。これにより、輸送体のみを“害虫化”した酵母を作成したことになる（図-1）。当然ながらこの酵母では、ミトコンドリア膜輸送体以外のタンパク質はすべて野生型酵母のタンパク質である。

ここで、対象とする輸送体を欠損した酵母（輸送体欠損株）を同時に作成しておく。例えば、ADP/ATP輸送体やリン酸輸送体を欠損した株は、ミトコンドリアでのATP生産ができないため、グリセロール培地では生育できないが、グルコース培地では解糖系によって生育することができる。グルコース培地でADP/ATP輸送体欠損株を阻害する化合物は、作用する標的分子がミトコンドリア系以外にあることを意味し（例えば、タンパク質合成阻害など）、スクリーニングの目的から除外することができる。例えば、図-2の5番の化合物がこれに相当する。

グルコース培地で生育させた“害虫化”酵母を阻害せず、グリセロール培地で生育させた酵母のみを生育阻害すれば、その効果はミトコンドリア系の機能阻害によることがわかる。さらに、グリセロール培地で生育させた“害虫化”酵母に対する生育阻害の種差は、輸送体に対する化合物の阻害活性の差を反映していることになる。このような生育阻害における種差を観察することに

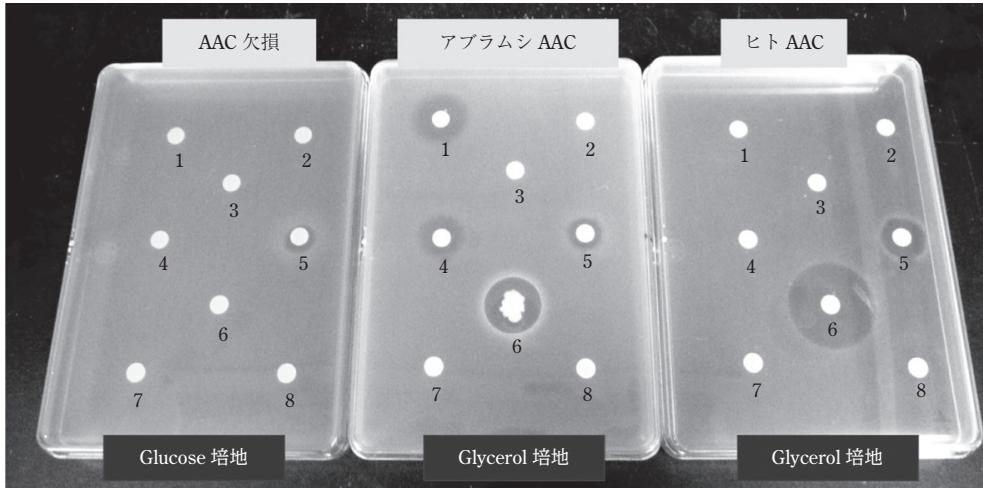


図-2 ADP/ATP 輸送体 (AAC) を欠損あるいは異種生物のものに組み換えた出芽酵母に対する生育阻害試験の様子を示す。ペーパーディスクに試験化合物を塗布して寒天培地上に設置し、阻止円の大きさから活性を評価する

よって、対象生物の輸送体活性のみを阻害する化合物をスクリーニングすることができる。例えば、図-2の1番と4番の化合物は、ヒトのADP/ATP輸送体は阻害しないが、ヒゲナガアブラムシのADP/ATP輸送体を阻害する化合物である。生育阻害に生物種間で差違が認められない場合は、輸送体の薬剤感受性が生物種間で大きく異なることになる。例えば、図-2の6番の化合物がこれに相当する。このように、スクリーニングの当初から、輸送体レベルでの生物間の種差(選択性)に注目しながら化合物を選抜するわけである。

ここで注意すべきことは、この組み換え酵母は野生型酵母の呼吸鎖酵素系を持っているため、呼吸鎖酵素を阻害する化合物は、グリセロール培地においてすべての組み換え酵母の生育を阻害する。そのため、その化合物が呼吸鎖酵素を阻害しているのか、輸送体を非選択的に阻害しているのかを区別することができず、別の方法で確認する作業が必要になる。この作業はかなり面倒であるが、一方で新しい骨格を有する意外な呼吸鎖酵素の阻害剤に巡り会うチャンスでもある。

III “ミトコンドリア膜輸送体プロジェクト”の進捗状況

およそ30種類の昆虫についてADP/ATP輸送体、リン酸輸送体、S-アデノシルメチオニン輸送体およびフラビン輸送体の遺伝子配列を決定し、約20種類の昆虫について各輸送体をコードするcDNAを作成した。ADP/ATP輸送体とリン酸輸送体に関しては、RNA干渉

法による1分子種の遺伝子機能阻害により昆虫の生育が阻害されることがわかった(SUGAWARA et al., 2015)。

ADP/ATP輸送体、リン酸輸送体、S-アデノシルメチオニン輸送体およびフラビン輸送体の遺伝子をそれぞれ破壊した酵母を調製し、この酵母にヒゲナガアブラムシ、ハスモンヨトウ、ナミハダニ、トビイロウンカおよびヒトの各輸送体タンパク質を機能発現させることに成功した。ADP/ATP輸送体については、多くの昆虫のタンパク質がそのままの形で酵母ミトコンドリア内に機能発現させることができたが、N末端領域をキメラ体(N末端に酵母のADP/ATP輸送体の配列を挿入したもの)としたほうがより効果的に機能発現させることができる昆虫も多く認められた。一方、ヒトのリン酸輸送体はそのN末端に酵母のリン酸輸送体には存在しないプレシーケンスを持ち合わせており、このプレシーケンスを除去することによって酵母ミトコンドリアで機能発現させることができた。S-アデノシルメチオニン輸送体およびフラビン輸送体については、ヒトおよびすべての昆虫についてそのままの形で酵母ミトコンドリア内に機能発現させることができたことがわかった。

以上のように、特定のミトコンドリア輸送体を他の生物のものに組み換えた酵母を作成し、この酵母の生育阻害を指標にして、約2千個の天然化合物ライブラリーおよび約1万5千検体の微生物培養液をスクリーニングしてきた。残念ながら知的財産の関係で、現時点では化合物の構造を公開することはできないが、それぞれの膜輸送体を生物種選択的あるいは非選択的に阻害する新規な

化合物を見いだした。いくつかの天然物についてはその構造を簡略化して分子プローブ化し、光親和性標識実験によって結合部位を同定することができた。

おわりに

本稿では筆者を代表とするミトコンドリア膜輸送体プロジェクトの目的ならびにその研究成果について述べてきた。農薬の新しい標的分子の候補をミトコンドリア膜輸送体に絞り込んで集中的に探索することによって、期待通りとまではいかないにしても、貴重な情報を得ることができた。5年間のプロジェクト研究の経験から言えることは、やはりこういう地味な作業は1農薬メーカーの生物系研究者が日常の多忙な業務の傍らでできるものではない、ということである。研究予算の裏付けが必要ではあるが、大学や公的研究機関の研究者が自身の研究テーマと重なる範囲内において、このような地道な探索

研究を継続的に実施することの意義を強く感じた次第である。筆者らのプロジェクトがモデルケースとなって、他の生命現象に絞った標的分子の探索プロジェクトが立ち上がれば、農薬科学に関する基礎研究の厚みが着実に増すのではないかと期待できる。このような積み重ねによって、安全性に優れた高性能の農薬を開発する環境が整備されれば、農業従事者や消費者にとっても大きな恩恵につながるのではないだろうか。

引用文献

- 1) BAUGHMAN, J. M. et al. (2011): *Nature* **476**: 341 ~ 345.
- 2) BRICKER, D. K. et al. (2012): *Science* **337**: 96 ~ 100.
- 3) DE STEFANI, D. et al. (2011): *Nature* **476**: 336 ~ 340.
- 4) HERZIG, S. et al. (2012): *Science* **337**: 93 ~ 96.
- 5) KUNJI, E. R. S. and A. J. ROBINSON (2006): *Biochim. Biophys. Acta* **1757**: 1237 ~ 1248.
- 6) OXENOID, K. et al. (2016): *Nature* **533**: 269 ~ 273.
- 7) PEBAY-PEYROULA, E. et al. (2003): *ibid.* **426**: 39 ~ 44.
- 8) SUGAHARA, R. et al. (2015): *PLOS ONE* **10**(3): e0119429.

エッセイ

やじ馬昆虫撮影記
(その7 米国のカマキリ)

千葉大学大学院 准教授

野村 昌史 (のむら まさし)

「昆虫の専門家」とか、「昆虫を撮影している」という自己紹介をすると、「昆虫の中では何が一番好きですか?」と聞かれることが多い。いろいろ好きな昆虫はいるが「カマキリが一番好きです」と答える。細い体で大きなカマを持ち、獲物をむしゃむしゃと食べる姿に惹かれたのだろうか、小さいころから毎年飼育していた。

ある年、30匹のカマキリを世話していた私は、毎日ランドセルを置くとすぐ空き地に向かい、餌とするバッタを日が暮れるまで採集していた。今になって思えば毎日バッタを2匹ずつも与える必要はなかったのだが、当時の私には知る由もなかった。そんな私に呆れ果てた母からとうとう「飼うのは10匹にしろ」と命じられた。飼ってはいけないと言われてもおかしくないのに、10匹も飼育していいとは、自分の母ながらすごい人である。昆虫に対する興味を摘み取らず、いつもそばで一緒に見ていてくれた母は、今も天上からこの私を心配して見ていることだろう。

さて、米国に来たのだから大好きなカマキリを観察してみたいと思ったのだが、昆虫好きの人でも「この街ではカマキリを見ない」と言っていて、植生が単純なために餌も少ないからか、とがっかりした。

もちろんそれで諦めてしまうことはないで、草花の多いバタフライガーデンで熱心に観察していると、とうとう幼虫を見つけることができた。そして夏のある日、

大きく成長した成虫に会うこともできた。

しかしどことなく見慣れた外観に、異国のカマキリという感じがしなかったので調べたところ、このカマキリは1896年に中国から入ったオオカマキリの中国亜種であった(図-1)。しかもフィラデルフィア近郊に初めて入ったらしいので、ある意味由緒正しい個体群かもしれない。でもそんな背景を知っても、見慣れた形態であるためか少々拍子抜けした。

その後も公園とか少しでもカマキリがいそうなところを探し求めていたところ、とうとうオオカマキリとは違うカマキリを見つけ、撮影にも成功した(図-2)。やや細身でカマの付け根に大きな斑紋があり、米国原産のカマキリかとワクワクしたが、調べてみたら1899年にヨーロッパから入ったウスバカマキリのヨーロッパ亜種であった。ウスバカマキリは日本にも別亜種が生息しているが、これまで撮影したことはなかったので、意外な出会いだったが、それでもまだ物足りなかった。

しかし結局見つけたのはこの2種だけで、念願だった *Carolina mantis* のような北米原産のカマキリとの対面は叶わなかった。それでも異国の地でも元気に生活しているたくましいカマキリたちを見かけると、亡き母のことを思い出し、私も元気に頑張ろう、という気持ちになるのであった。



図-1 オオカマキリ (中国亜種 in USA)



図-2 ウスバカマキリ (ヨーロッパ亜種 in USA)

書評

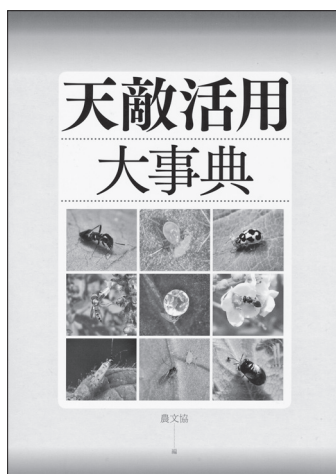
天敵活用大事典

農文協編

B5版, 824頁, 本体23,000円+税

一般社団法人 農山漁村文化協会 (2016年8月15日発行)

(ISBN 978-4-540-15159-0)



科学技術庁（現、文部科学省）が1987年に30年後の未来技術の予測を行っている。17分野の科学技術についてそれぞれの専門家へのアンケートが実施され、農林水産分野では「生物農薬（天敵、フェロモン等）が病害虫防除の主体となり、人畜に無害な防除が普及する」が75課題中、5番目にランクされた。このように生物農薬に対する関心が高かったのは新しい化学農薬の開発とそれらの農薬に対する抵抗性や耐性菌が現れるイタチゴッコの現状やこの当時開発された合成ピレスロイド剤によるリサーチェンス現象が土着天敵を殺してしまうことによって起こることが明らかにされ、改めて天敵への関心が高まったことなどをあげることができる。その当時の生物農薬はBT剤が主な登録剤であった。

30年が経過した現在、天敵資材や土着天敵を利用した生物防除は施設栽培の作物を中心に急速な広がりを見せている。2015年の農薬要覧によれば生物農薬の殺虫剤と殺菌剤の合計出荷額は23億円である。我々の日常生活において現在の技術より優れた道具や技術が出現した場合、新しいものに置き換わることになる。天敵資材や土着天敵の広がりや天敵を利用した防除が従来の化学農薬による防除に比べより優れた結果が得られるようになったので、現在の天敵資材による天敵の利用が増えているのであろう。農家の人達に「あなたが一番嫌いな農作業はなんですか？」とアンケートで尋ねると、ほとんどの作物で防除作業であった。特に暑い夏の施設栽培に

おける防除は、カップを着て、マスクを着け、薬液と汗とでびしょ濡れになりながらの作業となり過酷である。この点、生物防除資材は防除効果以外に防除作業の省力化と労力軽減に大きな役割を果たしていることも強調したい。

本書は、2004年に発行された「天敵大事典—生態と利用—」（上・下巻）をベースにその後得られた膨大な新しい知見を盛り込んだこれまでに類例を見ない事典であろう。280種類の天敵類とそれらの1,000点以上に及ぶ図絵写真は貴重な写真が多く圧巻である。そして、それらの天敵の生態と活用法が豊富なデータに基づいて記述されている。

本書は「天敵資材」、「土着天敵」、「天敵活用技術」、「天敵活用事例」、「資料」編に分けて編集されている。天敵資材としては「殺虫剤」と「特定農薬」の天敵がとりあげられ、殺虫剤ごとに「特徴と生態」「使い方」で生態やその剤の特徴、使い方の基本、効果の判定方法、農薬の影響、飼育・増殖方法等が具体的なデータに基づいて記述されており、利用する場合の参考となる。また殺虫剤については製造販売元も記載され入手する際の参考となる。

土着天敵については287ページが割かれており、小さなものではウイルスから大きなものではカエルまで豊富な種類の天敵類が記載されている。「観察の部」では見分け方や寄生・捕食行動、対象害虫が記載され、「活用の部」では発育と生態、農薬の影響、採集方法、飼育・増殖方法の記載があり、家庭菜園などの小規模な栽培で利用する場合も参考となる。

天敵活用技術では「天敵の保護・強化法」として天敵温存植物の種類とその利用法。天敵の同定法では日本の主なカブリダニ19種の同定法、ハナカメムシ、カスミカメ、クサカゲロウの同定法が記載されている。「天敵の活用事例」では生物資材が害虫防除に利用されている事例についてナスやピーマン、トマト、イチゴ等についての報告である。

「資料」編では天敵に対する殺虫剤・殺ダニ剤影響の目安、殺菌剤・除草剤の影響の目安、天敵資材の問い合わせ先一覧が掲載されており天敵資材を利用するには大きな手助けとなる。

化学農薬にしても天敵資材にしても、その技術が普及するためには普遍的な再現性のある防除技術が求められる。本書により天敵資材や土着天敵が的確に利用されるようになり普遍的な防除の再現性が実現され普及していくことを期待したい。

(アグロ カネシヨウ株式会社 古橋嘉一)

(新しく登録された農薬 39 ページからの続き)

●**アミカルバゾン・カルブチレート・メコプロップPカリウム塩粒剤**

23854: ワールドウェイ (エス・ディー・エス バイオテック) 16/11/14

23855: ネコソギキングS (レインボー薬品) 16/11/14

アミカルバゾン: 1.0%

カルブチレート: 2.0%

メコプロップPカリウム塩: 1.5%

樹木等: 一年生, 多年生雑草

●**アミカルバゾン・トリアジフラム粒剤**

23856: ファルクスG (エス・ディー・エス バイオテック) 16/11/14

アミカルバゾン: 0.20%

トリアジフラム: 0.30%

日本芝: 一年生雑草

●**アミカルバゾン・プロマシル粒剤**

23857: ウィードボリスW (丸和バイオケミカル) 16/11/14

23858: ネコソギトップW (レインボー薬品) 16/11/14

アミカルバゾン: 1.0%

プロマシル: 3.0%

樹木等: 一年生及び多年生雑草, ススキ

●**トルピラレート水和剤**

23859: ブルーシアフロアブル (石原産業) 16/11/14

トルピラレート: 10.4%

飼料用とうもろこし (青刈り): 一年生雑草

飼料用とうもろこし (子実): 一年生雑草

●**醸造酢液剤**

23863: ビネガーキラー (フマキラー) 16/11/16

酢酸: 10.0%

樹木等: 一年生及び多年生雑草

●**アジムスルフロン・ペノキスラム・メソトリオン粒剤**

23866: アトカラSジャンボMX (三井化学アグロ) 16/11/16

23867: セカンドショットSジャンボMX (宇都宮化成) 16/11/16

アジムスルフロン: 0.36%

ペノキスラム: 0.36%

メソトリオン: 2.0%

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

●**ピラクロニル・プロピリスルフロン粒剤**

23868: オマーージュZジャンボ (住化アグロソリューションズ) 16/11/30

ピラクロニル: 5.0%

プロピリスルフロン: 2.25%

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, シズイ, 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, ホタルイ, ミズガヤツリ, ウリ

カワ, ヒルムシロ, セリ, アオミドロ・藻類による表層はく離

●**ピラクロニル・プロピリスルフロン水和剤**

23869: オマーージュZフロアブル (住化アグロソリューションズ) 16/11/30

ピラクロニル: 3.9%

プロピリスルフロン: 1.7%

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, エゾ

ノサヤヌカグサ, オモダカ, クログワイ, コウキヤガラ,

シズイ, 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

●**ピラクロニル・プロピリスルフロン粒剤**

23870: オマーージュZ1キロ粒剤 (住化アグロソリューションズ) 16/11/30

ピラクロニル: 2.0%

プロピリスルフロン: 0.90%

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, エゾ

ノサヤヌカグサ, オモダカ, クログワイ, コウキヤガラ,

シズイ, 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

●**プロピリスルフロン・プロモブチド・ペントキサゾン水和剤**

23872: クレパールZフロアブル (住化アグロソリューションズ) 16/11/30

23873: ドラゴンホークZフロアブル (住友化学) 16/11/30

プロピリスルフロン: 1.7%

プロモブチド: 16.8%

ペントキサゾン: 3.7%

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, アオミドロ・藻類による表層はく離

●**プロピリスルフロン・プロモブチド・ペントキサゾン粒剤**

23874: クレパールZ1キロ粒剤 (住化アグロソリューションズ) 16/11/30

23875: ドラゴンホークZ1キロ粒剤 (住友化学) 16/11/30

プロピリスルフロン: 0.90%

プロモブチド: 9.0%

ペントキサゾン: 2.0%

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, アオミドロ・藻類による表層はく離

●**プロピリスルフロン・プロモブチド・ペントキサゾン粒剤**

23876: クレパールZジャンボ (住化アグロソリューションズ) 16/11/30

23877: ドラゴンホークZジャンボ (住友化学) 16/11/30

プロピリスルフロン: 3.0%

プロモブチド: 30.0%

ペントキサゾン: 6.67%

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, アオミドロ・藻類による表層はく離

「植物成長調整剤」

●**フルルプリミドール水和剤**

23842: ランドワーカー水和剤 (ニチノー緑化) 16/11/2

フルルプリミドール: 50.0%

日本芝・西洋芝 (ベントグラス)・西洋芝 (パーミューダグ

ラス)・西洋芝 (ブルーグラス): 草丈の伸長抑制

樹木類: 新梢伸長抑制による剪定軽減

樹木類: 一年生雑草, 多年生広葉雑草: 雑草の伸長抑制

NEWS

H28 年度第 2 回講演会を開催

東京農業大学・生物的防除部会

東京農業大学総合研究所研究会・生物的防除部会（和田哲夫部会長）は11月16日、東京農大・図書館プレゼンテーションルームで、平成28年度第2回講演会を開催した。

演題は、アリスタ ライフサイエンスの里見 純氏「IPM プログラムにおける農薬の使い方」、宇都宮大学の園田昌司氏「モモ圃場におけるカブリダニ類の発生動態に影響を及ぼす要因とハダニ管理への利用」、静岡県農林技術研究所果樹研究センターの増井伸一氏「カンキツの IPM における土着天敵の活用（農薬と天敵との調和）」の3題。里見氏は IPM プログラムの失敗例の多くが薬剤の誤用であり、実際に使用できる薬剤名を記載した防除暦を生産者に提供することが重要であると、具体的な事例を示した。

園田氏は、モモ園の杂草は一般にハダニの発生源となっているが、カブリダニの温存植物もあり、それを利用できればカブリダニによるハダニの密度抑制効果を高められる可能性があるとして示唆した。また、増井氏は、カンキツ園のミカンハダニを例に、定住型害虫の天敵保護と薬剤による飛来型害虫の防除について詳述した。



IPM の普及拡大に向け、防除現場の技術的課題を論議

殺虫剤、殺虫・殺菌剤、除草剤の新製品 4 剤を上市

シンジェンタジャパン

シンジェンタジャパン（篠原聡明社長）は11月21日、都内千代田区のステーションコンファレンス東京で、新製品 4 剤の上市に当たり記者発表を行った。冒頭、篠原社長は、「新製品の提供は研究開発型企業として最優先事項と位置づけている。農家にとって生産資材コストは、よりよい生産のための投資といえる。当社は農家のその便益に資するより優れた農薬の新製品、新技術の提

供を通じて防除の効率化や労力低減などを実現し、日本農業の発展に貢献していきたい」とあいさつした。

今回発表したのは、幅広い殺虫活性と長期残効性などを特長とする「ミネクトシリーズ」とノビエへの卓効を特長とする「アピログロウ MX1 キロ粒剤」。

ミネクトシリーズの新製品は、有効成分としてシアントラニリプロールとチアメトキシサムを組み合わせることにより、果菜類と葉菜類のチョウ目、コナジラミ、アザミウマ、アブラムシ、ハモグリバエといった主要害虫を幅広くカバーする野菜用殺虫剤「ミネクトデュオ粒剤」。シアントラニリプロールとピメトロジンを組み合わせた水稲育苗箱処理用殺虫剤「ミネクトスター顆粒水和剤」、シアントラニリプロールといもち病防除剤ピロキロンを組み合わせた水稲育苗箱処理用殺虫殺菌剤「デジタルミネクト箱粒剤」の3剤。

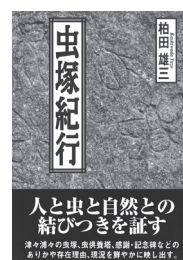
またアピログロウ MX1 キロ粒剤は、有効成分としてノビエ防除に効果が高く水変動に強いピリフタリドと、SU 抵抗性雑草に有効なメソトリオン、それにプレチラクロール、ピラゾスルフロンエチルを配合した水稲用除草剤。新製品 4 剤で 25 ～ 30 億円の売り上を目指す。



新製品 4 剤のパネルの前で“技術”をアピールする篠原社長

【新刊紹介】

益虫でも害虫でも、人と虫の長い関わりを象徴するのが虫塚、虫供養塔。全国津々浦々にある虫塚のありかやいわれ、また虫に関連する歌碑・句碑の情報も集めて、豊富な写真とともに紹介しているのが本書で、他に類書を見ない。植物防疫の研究機関に設置されている虫塚も数多く紹介されており、興味深い。書名：虫塚紀行、柏田雄三著、創森社、体裁：四六判・248頁、価格：1,800円+税。



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
役員 一 同

総務部, 不動産事業部, 調査企画部, 支援事業部,
資料館
茨城研究所, 山梨試験場, 高知試験場, 宮崎試験場,
岡山試験地, 信頼性保証室

学会だより

- 第27回殺菌剤耐性菌研究会シンポジウム
日時：平成29年4月29日(土) 9:30～15:30, 受付は9:10～
場所：アイーナ いわて県民情報交流センター
804会議室A
(盛岡駅前, 日本植物病理学会大会会場と同じ)
〒020-0045 岩手県盛岡市盛岡駅西通1-7-1
TEL：019-606-1717, FAX：019-606-1716
E-Mail：info@aiina.jp
URL http://www.aiina.jp
参加費：3,000円(学生の方および講演要旨集のみご希望の方2,000円)
参加申込：当日会場にて受付
プログラム(開会9:30)
9:40-10:20「岩手県における水稲病害の殺菌剤耐性菌対策について」
岩手県農業研究センター：菅 広和
10:20-11:00「秋田県におけるイネいもち病の防除体系と耐性菌対策」
秋田県農業試験場：藤井 直哉

〔広告掲載会社一覧〕 (掲載順)

- ダウ・ケミカル日本(株)……………主要製品
- バイエル クロップサイエンス(株)… ボデーガードプロ
エス・ディー・エス バイオテック …主要製品
- 日本曹達(株)……………アベイル
- 日本農業(株)……………フェニックス
- 日産化学工業(株)……………スターマイト
- クミアイ化学工業(株)……………プロポーズ
- サンケイ化学(株)……………主要品目

- 11:00-11:40「オキサチアピプロリンの作用特性と感受性検定」
デュボン・プロダクション・アグリサイエンス(株)：
久池井 豊
- 11:40-12:20「ピカルプトラゾクスの作用特性と感受性検定」
日本曹達(株)：渡辺 慎也
(昼食休憩70分, 13:25- 幹事会報告&会計報告)
- 13:30-14:10「福島県におけるモモせん孔細菌病の現状について」
福島県農業総合センター果樹研究所：柳沼 久美子
- 14:10-14:50「青森県におけるDMI剤低感受性リンゴ黒星病菌の発生実態と対応策」
青森県産業技術センターりんご研究所：赤平 知也
- 14:50-15:25「DMI剤に関する使用ガイドラインについて」
(殺菌剤耐性菌研究会 幹事長)
佐賀県農業技術防除センター：稲田 稔
- 15:30(閉会)
- 問合わせ先 〒101-6832 東京都千代田区大手町1-3-1
(JAビル33階)
JA全農 肥料農薬部 技術対策課 石濱 典子
TEL：03-6271-8291, FAX：03-5218-2536
E-Mail：ishihama-noriko@zennoh.or.jp

主な次号予告

次号29年2号に予定されている掲載記事は次のとおりです。

- 春作ジャガイモにおける無人ヘリ防除体系の実用性 中村吉秀
- プラントアクティベーターの探索研究の動向 能年義輝
- 九州地域での飼料用トウモロコシ栽培と赤かび病によるかび毒汚染 川上 顕
- ポットを介したイチゴ萎黄病の伝染と防除対策 稲田 稔
- タマネギ紅色根腐病—その発生と防除— 児玉不二雄
- ダイズシストセンチュウの寄生性判別法 相場 聡
- モモ圃場におけるカブリダニの植物餌資源の利用 園田昌司
- 植物防疫基礎講座
植物病原菌の薬剤感受性検定マニュアル2016
(13) トマト葉かび病—QoI剤・ベンゾイミダゾール剤・ジエトフェンカルブ剤・SDHI剤・DMI剤— 渡辺秀樹
- 防除の羅針盤
リレー連載：農薬を変えた農業～開発ものがたり
⑨イソプロチオラン 大塚 隆
- 線虫研究の過去・現在・未来 その2 水久保隆之
- 植物病害ブドウ根頭がんしゅ病の生物的防除法の開発 川口 章
- エッセイ：楽しい“虫音楽”の世界 その18 柏田雄三

植物防疫	第71巻	平成28年12月25日印刷	定価947円	平成29年分購読料
	第1号	平成29年1月1日発行		前払10,800円 後払11,364円
平成29年	(通算841号)		本体877円	(送料サービス, 消費税込み)
1月号	編集	植物防疫編集委員会 植物防疫編集室	発行所	
(毎月1回1日発行)	印刷所	三美印刷(株) 東京都荒川区西日暮里5-9-8	〒114-0015 東京都北区中里2丁目28番10号 一般社団法人 日本植物防疫協会 電話 (03) 5980-2181 (代) FAX (03) 5980-6753 (支援事業部) 振替 00110-7-177867番	

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

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 プリザード水和剤
ダコソイル フォリオゴールド
ダコレート水和剤 アミスターオブティフロアブル
ダコレックス水和剤 ダコニールシェット
ダコニールターフ ダコグリーン顆粒水和剤

ベ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

ビリカット乳剤

水稲除草剤(原体)

ダイムロン関連製品
カフェンストロール関連製品
ベンゾピシクロン関連製品
テニルクロール関連製品

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
ネマモール乳剤

D-D関連製品

DC油剤
ソイリーン

緑化関連除草剤

塩素酸塩関連製品

クロレートS粒剤 クロレートSL水溶剤

カルプチレート関連製品

バックアップ粒剤 シタガリンD粒剤
バックアップフロアブル クサトルマン粒剤
ツインカム粒剤 オールキラール粒剤
ピラメイトフロアブル クサッコム粒剤

カフェンストロール関連製品

ラボストフロアブル

フルセトスルフロロン関連製品

ブロードケア顆粒水和剤

メチオソリン関連製品

ポアキュア

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)

バチルス・ズブチリス関連製品

インプレッションクリア(殺菌剤)

植物成長調節剤

ブトルアリン関連製品

イエローリボンス

微生物資材

バイオシュート

特殊化学品関連製品

工業用防霉剤

ショウサイドT
ショウサイドF

木材保存剤

リグノケア



〒103-0004 東京都中央区東日本橋一丁目1番5号 TEL: 03-5825-5520 FAX: 03-5825-5501

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

新発売

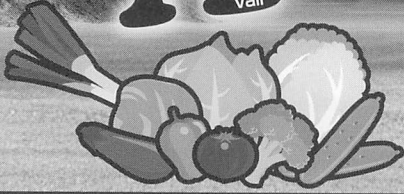
アセタミプリド・シアントラニプロール粒剤

農林水産省登録
第23623号

殺虫剤

アベイル[®] 粒剤

A から始める
害虫防除。



特長

- ◆セル苗やポット苗に対して育苗期後半の株元処理が可能です。
- ◆速効性と残効性に優れ、害虫が媒介する病害をも減少させます。
- ◆混合剤の為、薬剤抵抗性害虫の発達抑制も期待できます。
- ◆天敵、訪花昆虫に対して影響の少ない薬剤です。

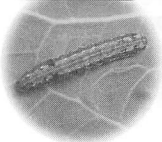


日本曹達株式会社

本社 〒100-8165 東京都千代田区大手町2-2-1
TEL:03-3245-6178 FAX:03-3245-6084
<http://www.nippon-soda.co.jp/nougyo/>

野菜、果樹、茶、だいたず等の チョウ目害虫 防除に!

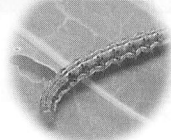
ハスモンヨトウ



チャハマキ



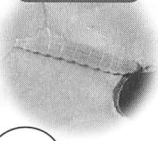
オオタバコガ



モモシクイガ



コナガ



リンゴコカクモンハマキ



明日の
農業を
考える



殺虫剤

フェニックス[®]

顆粒水和剤

®は登録商標



日本農薬株式会社

東京都中央区京橋1丁目19番8号
ホームセンター http://www.nichino.co.jp/

●使用前にはラベルをよく読んでください。●ラベルの記載内容以外には使用しないでください。●本剤は小児の手の届くところには置かないでください。●空容器・空袋等は畑場などに放置せず、適切に処理してください。

作用点まで しっかり届く!



殺ダニ剤

スターマイト[®]

フロアブル



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。

 日産化学工業株式会社

商品に関するお問い合わせは 日産化学工業株式会社 東京千代田区神田錦町3-7-1
農業化学品事業部 03-3296-8141 <http://www.nissan-agro.net/>

ベンチアパリカルブイソプロピルと
TPNの2つの成分を配合！
べと病・疫病に対して予防効果と
治療効果の高い殺菌剤です。

殺菌剤



2つで安心 プロポーズ

顆粒水和剤

®はクミアイ化学工業(株)の登録商標です。

らっきょうに
適用拡大!



JAグループ
農協 | 全農 | 経済連

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

●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。



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
ザブリナフロアブル



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!
ハッパ乳剤



硫黄と銅の強力タッグ!
園芸ボルドー



サンケイ化学株式会社

本社 〒891-0122 鹿児島市南栄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

