2020年8月25日　印　刷　第74巻　第9号　2020年9月1日　発　行（毎月1回1日発行）

ISSN 0037-4091

植物防疫

Plant Protection

9

2020

VOL.74

ミニ特集：新害虫ビワキジラミの防除対策の確立

一般社団法人 日本植物防疫協会

Japan Plant Protection Association

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

園芸用殺菌剤

ゾーベック™ エニベル™

ゾーベック™ エンカンティア™

ジマンダイセン™

グリーンダイセン™ M

ラリー™

インダー™

コサイド® 3000

園芸用殺虫剤

トランスフォーム™
Isoclast™ active

ダブルシューター™

スピノエース™

ランネート™

ファルコン™

ファルコンエース™

デリゲート™

水稲用殺虫剤

エクシード™
Isoclast™ active

ゼロカウント™

水稲用除草剤

クリンチャー™

ワイドアタック™

ロイヤント™ 乳剤
Rinskor™ active

ウィードコア™ 1キロ粒剤
Rinskor™ active

水稲用殺菌剤

ビーム™

ビーム™ エイト

水稲用殺虫殺菌剤

ビーム™ エイト エクシード™
Isoclast™ active

CORTEVA™ agriscience

ダウ・アグロサイエンス日本株式会社／デュポン・プロダクション・アグリサイエンス株式会社
〒100-6110 東京都千代田区永田町2丁目11番1号 山王パークタワー

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

対象害虫の幅広さ
チョウ目害虫やアザミウマなど幅広い害虫*1に効く。

効きの速さ
有効成分が直接害虫に作用するから、作物が食べられる前に駆除できる。

大切な作物の食害を抑え、収量を確保したい。
決め手は「効きの速さ」と「対象害虫の幅広さ」。
食べられる前に害虫を駆除、野菜・茶用殺虫剤 グレーシア。

野菜・茶用殺虫剤

グレーシア®乳剤

- 有効成分フルキサメタミド配合。抵抗性コナガにも卓効
- 葉内に薬剤が浸透、葉裏の害虫も退治
- 幅広いチョウ目害虫に効果
- 殺虫効果は約2週間持続

*1 作物によって適用害虫は異なります。詳しくはWebをご覧下さい。 *2 効果は害虫の発生密度や天候、栽培環境等によって異なる場合があります。

お客様窓口 TEL.03-4463-8271
(9:00~17:30 土日祝日除く)
東京都中央区日本橋二丁目5番1号
https://www.nissan-agro.net/

日産化学株式会社

BAYER

ナティーボ®
フロアブル

かんきつの黒点病防除に、
収穫前日まで使える。

開花期のそうか病、灰色かび病、黒点病を
同時防除できます。

●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。 ®ナティーボ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 https://cropscience.bayer.jp/

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

絡めてふさいでピッタリ防除!

New 「きくの挿し穂浸漬処理」ができるようになりました!

還元水あめが薬剤抵抗性の発現しやすい害虫やうどんこ病を絡めて、ふさいで防除します!

ハダニ類 ピタリ!
成虫
コナジラミ類 ピタリ!
幼虫
アブラムシ類 ピタリ!
うどんこ病 ピタリ!

有機JAS適合資材

使用回数に制限なく、
何度でも使えます!

エコピク®液剤

有機JAS規格適合

農林水産省登録 第21597号

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

JAグループ 農協 全農 経済連
全農は登録商標 第4702318号

協友アグリ株式会社
東京都中央区日本橋小網町6-1
https://www.kyoyu-agri.co.jp

植物防疫
Plant Protection
2020
第74巻 第9号

目　　次

巻 頭 言

感染症対策と発生予察に関する雑感 …… 根本　文宏　1

ミニ特集：新害虫ビワキジラミの防除対策の確立

ビワキジラミ対策研究プロジェクトの概要 …… 井上　広光　2
ビワキジラミの薬剤感受性評価 …… 兼田武典・阿部成人・中西友章　6
ビワキジラミの防除体系技術の開発 …… 生咲　巖・渡邊丈夫　12

研究報告

ピーマンおよびトマトに退緑斑紋病を引き起こすトウガラシ退緑ウイルス（CaCV）の媒介アザミウマ種の特定 …… 千秋祐也・櫻井民人　16
油脂を有効成分とする気門封鎖剤によるタバココナジラミの定位および交尾阻害効果 …… 杖田　浩二　20

調査報告

鹿児島県のマンゴー加温栽培におけるチャノキイロアザミウマの系統別発生消長 …… 宮路克彦・西　菜穂子　26

新技術解説

ペンチオピラドのリンゴうどんこ病菌に対する感受性検定法 …… 堤　京子・櫻井誠也・小原敏明　32

植物防疫講座

病害編−33　*Burkholderia* 属細菌による植物病害と病原細菌の識別方法 …… 遠　瑞枝　38

新農薬の紹介

新規殺虫剤テトラニリプロールの特長 …… 安宅　雅　47

研究室紹介

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 九州沖縄農業研究センター 生産環境研究領域 線虫グループ …… 吉田　睦浩　53
石川県農林総合研究センター農業試験場 資源加工研究部 生物資源グループ …… 安達　直人　54

農林水産省プレスリリース（2020.7.8～2020.8.7）　45
新しく登録された農薬（2020.7.1～7.31）　31, 37
登録が失効した農薬（2020.7.1～7.31）　45
発生予察情報・特殊報（2020.7.1～7.31）　45

【表紙写真】
上段左：ビワキジラミによるすす病の被害
上段右上：ビワキジラミの成虫
上段右下：ビワキジラミの幼虫と排泄物
下段左：マンゴー果実，チャノキイロアザミウマの被害
下段右：タマネギりん片腐敗病の症状

農林水産省登録
第２２８０１号

殺ダニ・殺虫剤

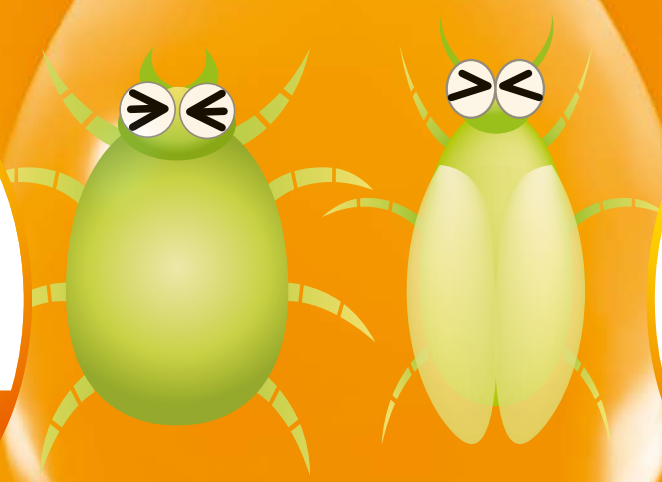
サフオイル®乳剤

Suffoil

調合油乳剤 1ℓ入

一歩上の物理防除剤
残効性・殺卵効果もあるんです！

有機JAS
使用可能農薬



天然由来
紅花から抽出

サフオイル乳剤の特長

- 物理的に作用する剤であり、抵抗性が発達するおそれが殆どないので連続散布が可能です。
- 既存の薬剤に対して抵抗性の発達したハダニ類及びコナジラミ類にも効果を発揮します。
- ハダニ類への残効性が認められています。
- 殺卵活性も認められ、ハダニ類及びコナジラミ類の全発育ステージに対して有効です。
- 天敵や有用昆虫に対する影響が小さく、IPM（総合的病害虫管理）に適しています。
- 有効成分は食用の植物油なので、安心して収穫前日まで散布可能です。
- 有機農産物の日本農林規格（有機JAS）別表２に適合する農薬です。

本製品は、国立研究開発法人理化学研究所の研究成果が利用されています。

OATアグリオ株式会社
https://www.oat-agrio.co.jp/ 〒101-0052 東京都千代田区神田小川町1-3-1
コールセンター：0120-210-928（9:00～12:00、13:00～17:00 土・日・祝日をのぞく）

巻頭言

感染症対策と発生予察に関する雑感

福島県いわき農林事務所　根本文宏（ねもと ふみひろ）

7月下旬には新型コロナウイルス（COVID-19）感染症の国内の累計感染者数が3万人を超え，収束の気配すら感じられない現在も，懸命に治療に当たっている医療従事者の方々に心からエールを送ります。

さて，日々の感染症拡大の報道に触れる中，先日，改めて2009年公開の日本映画「感染列島」を観ました。

この映画は，新型インフルエンザと思われた病気が，ワクチンの効かない正体不明のウイルス感染症であり，医師や看護師が懸命に治療・救命に取り組む姿を描いたパニック映画で覚えている方も多いと思います。

未知の感染症の原因が新型鳥インフルエンザだと思い込んだために起きた悲劇や科学的根拠に基づかない誤った情報の拡散とバッシング，そして，感染拡大に伴う医療現場の混乱等，まさに今の新型コロナウイルス感染症のまん延と治療に当たる医師たちの姿を彷彿とさせる内容です。

この映画の中で，女優の檀れいさんが演じたWHOから派遣された女性が，混乱する医師や看護師たちを前にホワイトボードに，「それは何か（ウイルスの正体），それは何をするのか（感染症が引き起こす症状），それはどこから来たか（感染経路の究明），それをどう殺すか（治療法）」と記し，これらを明らかにすることが必要と説くシーンがあります。このシーンを見て，未知の病気と対峙したときの基本は，人も植物も同じだと思いました。

人も植物も病気になるには，主因（病原菌），素因（人・植物等の宿主），誘因（病気の発生に好適な環境・気象等）の三つの要因が揃って重なり合うことが必要です。

新型コロナウイルス感染症では，有効な治療法（有効な抗ウイルス剤など）が確立されていないため，この三つの要因の重なりを防ぐ方法として誘因である社会環境の制御，すなわち，公衆衛生の徹底や3密（密閉，密集，密接）を避けるなどの対策がとられています。

農作物においても，未知の病気が発生したとき，最初の診断を誤るとその後の対策も全く的外れなものになります。正しい診断により主因（病原菌）を明確にすることが重要なことは，本誌第73巻第5号（2019年）の大藤泰雄氏寄稿の巻頭言「「診断」を巡る雑感」や北日本病害虫研究会報第60巻（2009年）の堀江博道氏の特別講演「植物病害診断とその課題―「植物医師」の育成と連携に向けて―」に詳しいので参考にしてください。

そして，主因が明らかになった後，素因，誘因との関係から，病勢進展予測や効果的な防除対策に関する情報を農家などに提供するのが発生予察情報です。

私は，以前，いもち病の防除と発生予察に関する研究に携わっていました。発生予察情報をよりよいものとするためには，どのような受益者（農家など）に対してどのような情報を送るか，必要なときに必要な相手に必要な内容になっているかを考え，その情報を送り手側だけではなく受け取る側も評価し，信頼性の高い情報になるよう常に改良を加えることが大切であり，具体的な防除対策などについても，基本技術の励行だけではなく，農家が自らの意思で防除要否の意思決定を行うための支援情報となること，つまり，その判断を農家自らが行える内容となっていることが重要と考えています。

このためには，病害の発生状況を的確に把握し，病害の発生生態や防除研究の成果を踏まえ，科学的に解析した予測結果を基にした情報であることが必要になります。

近年，様々なICT機器が開発され，圃場や施設内の温湿度等の環境データを詳細に把握することで，AIなどコンピュータによる演算結果を基に，病害感染を予測し，注意喚起や薬剤散布を指示するシステムも開発されています。しかし，防除に要する経費とそれを行うことで得られる収益増などの収支バランスという経営的評価に基づいて農家による防除要否の意思決定を支援できるシステムとなるまでには至っていないと思います。

今後，病害防除研究や数理モデル研究に携わる研究者など多くの皆さんがお互いの得意分野を活かして連携することで，全く新しい概念に基づく発生予察・防除意思決定支援システムが開発されることを期待しています。

以上，巻頭言として何をお伝えすべきか考えがまとまらず，これが伝えるべき内容となったか不安です。

4月以降，私どもの職場でも3密を避けるため在宅勤務の実施が求められ，加えて，今まで当たり前のように行っていた人を集めての会議や指導会等の開催が制限されていることから，農家としっかりとコミュニケーションをとり，適時的確な指導や情報提供を行うにはどうしたらいいか模索する日々が続いています。

この感染症対策が，これからの社会生活にどのような変化をもたらすか想像もできませんが，正しく恐れながら，なすべきことにしっかり取り組んでいきましょう。

最後に，映画「感染列島」から，印象に残った言葉を皆さんに贈ります。

「たとえ明日地球が滅びるとも，今日君はリンゴの木を植える」

（北日本病害虫研究会　会長）

ミニ特集

新害虫ビワキジラミの防除対策の確立

ビワキジラミ対策研究プロジェクトの概要

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構
果樹茶業研究部門 ブドウ・カキ研究領域
井上広光（いのうえひろみつ）

はじめに

ビワキジラミは，2012年に国内で初めて発生が確認されたビワの新たな害虫である。発見時には世界的にも未知であり，和名はおろか学名すらない正体不明の種であった。既往のビワ害虫防除技術では本害虫の激しい被害を抑えることができなかったことから，その後の数年間で急速な分布拡大を許すこととなり，このまま防除法がない状態での拡散が続けば，全国のビワ生産が壊滅しかねない事態となった。そこで，農研機構を代表機関とする研究組織を結成して，生物系特定産業技術研究支援センターの提案公募型研究事業であるイノベーション創出強化研究推進事業により，本害虫の対策技術の開発に取り込んだ。本稿では，2017～19年度に実施された研究課題「四国で増やさない！四国から出さない！新害虫ビワキジラミの防除対策の確立」での研究開発の取り組みと成果の概要を紹介する。

I　ビワキジラミと被害の特徴

ビワキジラミは，コナジラミやアブラムシ等と同じカメムシ目の微小昆虫で，成虫（図-1）はセミのような外観をしているが，全長は3 mm程度しかない。幼虫（図-2）は扁平で自由に歩くことができるが，通常は枝葉の基部等の隙間に身を隠している。成虫・幼虫ともに樹液（師管液）を吸汁し，これを体内で濃縮して「甘露」として排泄する。幼虫はとくに甘露の排出量が多く，これが枝葉や果実に付着すると，すす病が発生して黒く汚損されるのが被害の特徴である（図-3）。ビワの枝葉の表面を覆う微毛は水滴を弾き，殺虫剤の薬液が隙間に隠れた虫に届きにくいことから，散布の仕方しだいではほとんど防除効果が得られない。ビワキジラミは，ビワ園への侵入後1～2年で高密度にまん延し，ビワキジラミに対応していない従前の慣行防除だけでは生産がまず不可能になる。

II　研究プロジェクト立ち上げの経緯

ビワキジラミは2012年5月に徳島県で発見された後，2014年に新種として記載された（Inoue et al., 2014）。発見当初は徳島市南部を中心とする半径10 km程度の範囲に限られていたが，その後急速に分布を広げ，2017年

図-1　ビワキジラミの成虫（♂）

図-2　ビワキジラミの幼虫と排泄物

The Overview of the Research Project on Controlling Loquat Psyllid *Cacopsylla biwa*.　By Hiromitsu Inoue

（キーワード：ビワキジラミ，侵入害虫，防除，モニタリング，マニュアル）

図-3　すす病の被害

までには同県のほぼ全域に広がった。なお，発見の経緯や初発時の状況については井上（2015），中西ら（2015）に詳しい。ビワキジラミは，栽培ビワの原産地である中国からごく近年に侵入したものと考えられるが，現在のところ日本以外からは正式な記録がない。しかし，「枇杷木虱」でインターネット検索すると，中国語の複数のウェブページが見受けられ，なかには日本のビワキジラミに酷似した虫と被害の画像が確認できるものもある。2016年には隣県の香川県にも侵入し，同県は全国有数のビワ生産県でもあるため，危機感が高まった。そこで，農研機構，ビワキジラミ発生県（徳島，香川），発生を警戒するビワ主産県（愛媛，高知，和歌山，長崎），生産者団体（JA香川県）等でコンソーシアムを設立し，先述の公募型研究事業に応募，2017年度に採択され，3年間の事業期間で研究を開始した。

III　プロジェクトの概要と成果

本プロジェクトでは，ビワキジラミがビワ産地で新規に確認された際の「封じ込め」のための応急防除技術，そして産地でまん延した場合であってもビワ生産を可能にする体系防除技術の確立を最終目標として，大きく分けて三つの研究課題を設定した。すなわち，①生態特性と分布状況の解明，②モニタリングと識別技術の開発，③防除に有効な薬剤の選抜と体系防除技術の確立である。また，普及支援課題において，徳島県と香川県の生産者・指導者に最新の知見と技術を普及し，現場からの反応を積極的に吸い上げて研究課題にフィードバックした。以下に成果の概要を簡単に紹介するが，詳細はプロジェクトの最終成果として公表した「ビワキジラミ防除のための総合技術マニュアル」（農研機構，2020）を参照されたい。

1　分布・被害状況

研究開始時には，ビワキジラミ発生県においても県内における正確な分布状況は不明であり，未発生とされる県においては一度も調査が行われていないのが実情であった。そこで，参画県の病害虫防除所では目視や黄色粘着板による多地点の定点調査を継続的に行った。その結果，新たに兵庫県（2017年）と和歌山県（2018年）で発生が確認され，病害虫発生予察特殊報の発表と応急防除に活用された（兵庫県はコンソーシアム外であるがオブザーバーとして参加）。愛媛，高知，長崎の各県では，2020年6月末現在まで発見されていない。徳島県と香川県での分布は，両県ともほぼ全域にわたっており，初発以降，平均して年間最大10 km程度の速度で分布を広げてきたことがわかった。産地によって状況は異なるものの，発生4県ではいずれも経済栽培園での被害が生じている。

2　生態

ビワキジラミが多化性であることは発生確認初年度に判明していたが，正確な年間世代数は不明であった。特に，盛夏にはビワ樹上においてほとんど観察されず，この季節の生態的知見が著しく不足していた。発生地で数年にわたって調査した結果，年間に5世代程度を繰り返すことがわかり，生活環をほぼ明らかにした（図-4）。季節によって密度の増減はあるものの，ビワキジラミは冬季も含め年間を通じてビワ樹上で発生し，同時にすべての発育段階が見られることが多い。例外は7月中旬～8月の高温期で，成虫がビワ樹の樹冠内部の日陰に隠れて休眠状態に入るため，枝先の葉上には寄生がほとんど確認されない。その後，9月にビワの花蕾形成が始まると活動が活発になり，枝先に集まって交尾し，花蕾に産卵を始める。

また，各種バラ科果樹等を与えた産卵・飼育試験の結果，ビワキジラミはビワ以外の植物を加害しないことを明らかにした。ビワキジラミの天敵としては，捕食性カメムシ類，なかでもキモンクロハナカメムシが，広葉樹林に隣接するビワ園で多く観察されたことから，防除が行われることがない庭先の植栽樹や放棄園等では天敵が少なからず密度低減に貢献している可能性がある。しかし，経済栽培園での被害を天敵の力だけで防ぐことはできず，薬剤による防除が不可欠である。

3　防除

室内試験で有効な薬剤の選抜を行ったうえで，圃場において有望な薬剤の効果にかかるデータを蓄積し，アセタミプリド水溶剤，DMTP乳剤，ピリダベン水和剤の3系統3剤の新規登録および適用拡大（2020年3～4月）

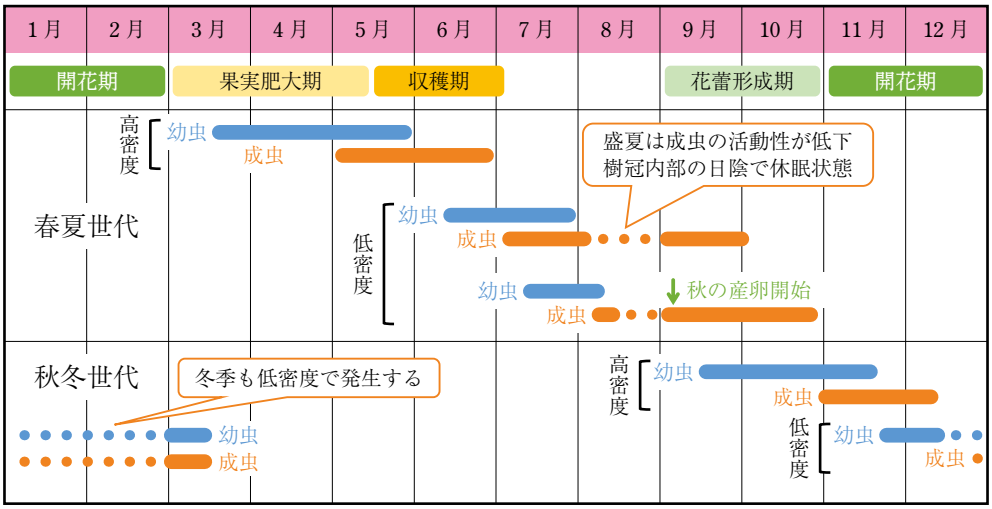


図-4　ビワキジラミの生活環

を支援した。これらの薬剤試験結果を基盤として，秋季（開花期）の花蕾に対する防除，春季の果実袋かけ前の防除を基幹とするビワキジラミ対策を重視した防除体系（新たな防除暦）を確立した。散布技術などのノウハウについてもビワキジラミに最適化したものを提案しており，特に花房の奥や葉柄の基部等の狭い隙間に潜む幼虫にも薬液が十分に到達するよう，湿展性の高い機能性展着剤（シリコーン系のポリオキシエチレンメチルポリシロキサン等）を混用して殺虫効果を高めることも対策のポイントである。ビワキジラミ多発園での実証試験の結果，従前のビワ防除暦（ビワキジラミ非対応）における約97%もの高い被害果率を，この新たな防除暦では約10%にまで低減させることができた。以上の防除技術にかかる詳細については，本稿の後に続く研究報告を参照されたい。

4　モニタリングと識別

ビワキジラミは拡散速度が早く，増殖能力も高いため，侵入初期の低密度のうちに早期発見し，適切な対策をとることが重要である。特に，春から初夏にかけての季節は成虫・幼虫ともに密度が高く，比較的発見しやすい。成虫はビワ葉裏を覆う微毛に色彩が似ているため，低密度時における目視確認には慣れが必要である。また，幼虫は花房の奥や葉柄の基部等の隙間に隠れているため，目視で虫体そのものを確認することが難しい。そのため，目視調査の際には，甘露やワックスといった白い排泄物，そして黒いすす病を目印にする。成虫は黄色粘着板に強く誘引されるため，これにより効果的にモニタリングすることができる。侵入初期で生息密度が低い段階でも，目視での発生確認に先んじて粘着板で発見された事例もある。黄色粘着板はいずれの市販品を使用してもモニタリングが可能であるが，捕獲効率と価格，取り扱い易さの観点からペタット20（株式会社アグリセクト）が調査資材として適しているとの知見が得られ，効果的な設置法の解明と合わせて，生産者や生産指導者の使いやすさを重視した標準的調査法を確立した。

ビワに寄生して増殖するキジラミ類はビワキジラミのみであるが，キジラミ類は日本に150種以上が知られ，いずれの種も体長が数mmと微小で，よく似た種が多く，見た目で種を識別するには相応の経験と知識が必要である。ビワキジラミが多発するビワ園に黄色粘着板を設置して通年調査したところ，季節によってはビワキジラミ並みの多数のキジラミ類が，ビワ園の周辺環境から飛び込んでくることがわかった。しかも，粘着板に誘殺された個体は，見た目での識別が難しいほどに劣化・破損していることもある。そこで，病害虫防除所や農業改良普及センター等の指導機関でビワキジラミの診断・識別を行う場合を念頭に置いて，証拠標本を残して形態的な再検証を可能にしながら，PCR法による特異的で頑健性の高い遺伝子診断を行う手法を確立した（図-5）。あわせて，大量の粘着板を効率的に検定するマス（多頭）検定法も確立した。これにより，キジラミ類に対する専門知識を必要とせずに，迅速かつ効率的な診断を行うことが可能となった。

お　わ　り　に

以上で紹介した概要の詳細については，本事業の公表済み成果である二つのマニュアル（農研機構，2019；2020；図-6）を参照されたい。

被害果率を大幅に低減できる防除体系が確立したとはいえ，それ以外にも薬剤散布前の適切な摘蕾・摘果管

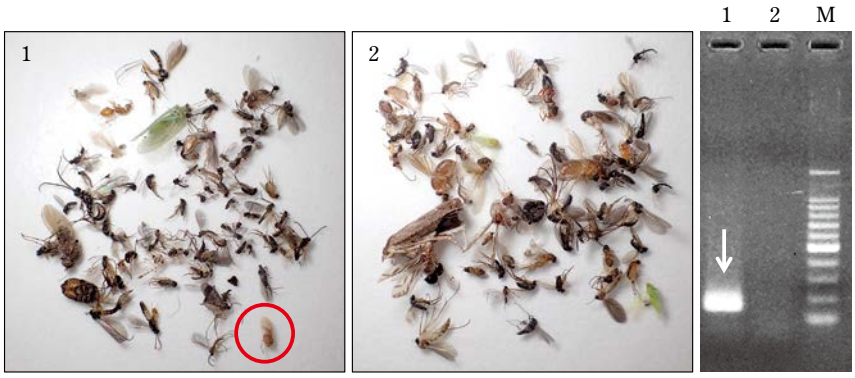


図-5　遺伝子診断法の特異性
広島県でスウィーピングによってランダムに採集した小昆虫類（カメムシ目，ハエ目，ハチ目，カジリムシ目等を含む）約 50 mg（60 頭前後）を 2 セット用意し，一方にはビワキジラミ 1 頭（赤丸）を加え，それぞれの集団からまとめて DNA を抽出し，PCR・電気泳動した結果．矢印はビワキジラミを示す増幅産物．電気泳動の M は 100 bp ラダーマーカー．

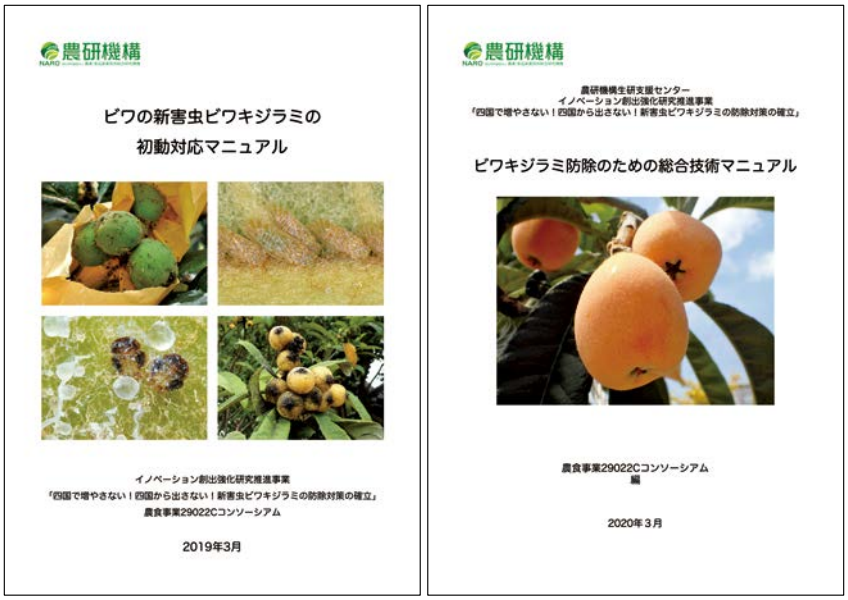


図-6　プロジェクトの成果として公表したマニュアル類

理，展着剤の使用や十分な散布量等，高い防除効果を得るには必須のノウハウがある。担い手の減少や高齢化が進む現場で，すべての生産者がマニュアル通りに対策を実施するのは容易ではないかもしれない。意欲のある生産者が確実に実施できるよう，十分な周知，指導，支援体制が必要である。さらに，ビワは樹高が高くなりやすく，当然ながら高所は防除が手薄になってしまいがちであるため，低樹高化を進めるなど，栽培管理法の見直しも合わせて必要である。また，現状では薬剤の選択肢が必ずしも十分とはいえず，ビワキジラミ対象で使用できる薬剤にはミツバチに対する影響が知られるものも多い。現時点では養蜂への影響は生じていないが，今後は開花期に使用できる薬剤の選択肢を増やす取り組みも必要になってくるだろう。今後，農薬登録情報などに重要な変更があった場合には，農研機構ウェブサイトで公表しているマニュアルを随時改訂する予定である。

引　用　文　献

1）Inoue, H. et al.（2014）: Appl Entomol Zool. **49** : 11～18.
2）井上広光（2015）: 植物防疫 **69** : 97～101.
3）中西友章ら（2015）: 同上 **69** : 102～105.
4）農研機構（2019）: ビワの新害虫ビワキジラミの初動対応マニュアル, http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/129790.html
5）――――（2020）: ビワキジラミ防除のための総合技術マニュアル, http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/134358.html

ミニ特集

新害虫ビワキジラミの防除対策の確立

ビワキジラミの薬剤感受性評価

徳島県立農林水産総合技術支援センター　兼田（かねだ）　武典（たけみち）・阿部（あべ）　成人（なるひと）・中西（なかにし）　友章（ともあき）

はじめに

徳島県のビワ栽培は，小面積 10 ha 未満であり，1 戸当たりの栽培面積は広くても 10 a 程度である。しかし，ビワ栽培は果樹農家における補完作目として，複合経営の支えとなっている。従来，県内のビワ栽培においては，薬剤防除をほとんど行わなくても生産できていたが，2012 年ころからビワキジラミ *Cacopsylla biwa* の発生が認められ，本種が発生した圃場においては，すす病の発生により，品質低下が著しく，出荷量が皆無となる事例も稀ではない。一方，新たな害虫であることから，発生生態や薬剤感受性に関する知見も少なく，防除体系も確立されていなかった。これらのことから，薬剤の感受性について試験を行った。この他，発生生態や防除体系についての新たな知見は，本誌の他項（井上；生咲）をご覧いただきたい。なお，本研究は，農研機構生研支援センター・イノベーション創出強化研究推進事業「四国で増やさない！四国から出さない！新害虫ビワキジラミの防除対策の確立」（29022C）で実施した。

I　各生育ステージに対する薬剤感受性（表–1）

薬剤感受性については，中西ら（2015）により先行事例があり，数種薬剤の有効性が示され，トラロメトリン水和剤，ジノテフラン水溶剤および液剤の登録がなされた。しかしながら，それ以降は，有効な薬剤の選抜はなされていなかった。そこで，新たに有効な薬剤を見つけるため，次の試験を行い若干の知見を得た。

1　幼虫

（1）　緑枝（切り枝）を用いた試験

11 系統 16 薬剤を用いた。所定の濃度に希釈した薬剤をハンドスプレーにより処理した 5 cm 程度に切りそろえた緑枝に，ビワキジラミ 3～5 齢幼虫を接種し，経時的に死亡数を計数することで殺幼虫効果を評価した。その結果，エチプロール水和剤が死虫率 90％以上を示し，殺虫効果が高いと考えられた。また，70～90％を示した薬剤はアバメクチン乳剤およびキノキサリン系水和剤であり，次いで殺虫効果が高いと考えられた。また，既登録薬剤のジノテフラン水溶剤は 50～70％を示し，やや殺虫効果が低かった。

（2）　実生を用いた試験

3 系統 3 薬剤を用いた。所定の濃度に希釈した薬剤をハンドスプレーにより処理した高さ 10 cm 程度の実生に，ビワキジラミ 3～5 齢幼虫を接種し，経時的に死亡数を計数することで殺幼虫効果を評価した。その結果，死虫率が 90％以上を示した薬剤は既登録薬剤ジノテフラン水溶剤のみであり，殺虫効果は高いと考えられた。緑枝でジノテフラン水溶剤の殺虫効果がやや低かったのは，餌として実生のほうが適当であり，よく吸汁した結果，殺虫効果が高まったと思われる。

（3）　寄生花房を用いた試験

6 系統 12 剤（ビワ登録あり：8 剤，ビワ登録なし（他のキジラミに登録あり）：4 剤）を用いた。圃場から採取したビワキジラミ幼虫が付着した花房を所定の薬液に約 10 秒間浸漬処理し風乾した後，水を含ませたろ紙をしいたプラスチックシャーレへ入れ静置し，25℃，16L–8D の条件下に保たれた室内で飼育した。処理 3 日後に花房を解体して処理花房の生死幼虫数を調査した。その結果，死虫率が 90％以上を示した剤は，ネオニコチノイド系 4 剤，有機リン系 2 剤，カーバメート系およびネライストキシン系の各 1 剤であった。このことから，これらの剤が有効であることがわかった。一方，ジアミド系，スピノシン系の各剤は効果が 70％より低くやや効果が劣ると考えられた。

2　成虫

（1）　若葉を用いた試験

6 系統 9 薬剤を用いた。所定の濃度に希釈した薬剤をハンドスプレーにより処理した 5 cm 程度に切りそろえたビワの若葉に成虫を放飼し，経時的に死亡数を計数することで殺虫効果を評価した。その結果，死虫率が 90％

Evaluation of Pesticide-sensitivity in Loquat Psyllid, *Cacopsylla biwa*.
By Takemichi Kaneda, Naruhito Abe and Tomoaki Nakanishi

（キーワード：ビワキジラミ，薬剤感受性，ビワ）

表-1　ビワキジラミの各生育ステージに対する感受性

IRAC コード等	試験薬剤名（または商品名）	試験希釈倍数	1～5 齢幼虫	3～5 齢幼虫			成虫		卵	1 齢幼虫	農薬登録（2020.6.19 現在，－は登録なし）	
			ポット苗散布	花房・虫体浸漬法	緑枝（切り枝）散布試験	実生散布試験	若葉散布試験	スライドディップ法（虫体浸漬法）	産卵実生散布試験	産卵実生散布試験	登録希釈倍数	対象害虫
			7 日後	3～6 日後	処理 72 h 後	処理 120 h 後	処理 72 h 後	処理 120 h 後	処理 11 日後	処理 11 日後		
1A	アラニカルブ水和剤	× 1,000		◎				◎	×	◎	× 1,000	アブラムシ類
1B	クロルピリホス水和剤	× 3,000						◎	◎	◎	－	－
	MEP 乳剤	× 1,000						◎	◎	－	－	－
	マラソン乳剤	× 1,000						◎	○	◎	× 2,000～3,000	アブラムシ類
	DMTP 乳剤	× 2,000					◎				× 1,500	ビワキジラミ
		× 1,500		◎				◎	◎	－		
2B	エチプロール水和剤	× 1,000			◎		○	◎	×	◎	－	－
3A	トラロメトリン水和剤	× 2,000		○				×	○	◎	× 2,000	アブラムシ類，ビワキジラミ
	フェンプロパトリン水和剤	× 2,000		○							× 2,000	アブラムシ類，カメムシ類
4A	アセタミプリド水溶剤	× 2,000		◎			×	◎	×	◎	× 2,000～4,000 × 2,000	アブラムシ類，カミキリムシ類 カイガラムシ類，ビワキジラミ
	イミダクロプリド水和剤	× 2,000		◎							× 2,000	アブラムシ類，カメムシ類
	クロチアニジン水溶剤	× 2,000		◎							× 2,000～4,000 × 2,000	アブラムシ類，カイガラムシ類，カメムシ類 カミキリムシ類
	ジノテフラン水溶剤	× 2,000	△	◎	○	◎	×	◎	×	◎	× 2,000	カメムシ類，ビワキジラミ
4C	スルホキサフロル水和剤	× 1,000			×		×	◎	×	×	－	－
5	スピネトラム水和剤	× 5,000		△				◎			－	－
6	アバメクチン乳剤	× 2,000			◎		×	○	×	◎	－	－
	レピメクチン乳剤	× 1,000			×			◎	×	◎	－	－
6・10B	アバメクチン・エトキサゾール水和剤	× 2,000							×	◎	－	－
9B	ピメトロジン水和剤	× 5,000			×			×	×	×	－	－
	ピリフルキナゾン水和剤	× 2,000			×			△	×	△	－	－
10B	エトキサゾール水和剤	× 2,000						△			× 2,000	ミカンハダニ
13	クロルフェナピル水和剤	× 2,000			×			○	×	◎	－	－
14	カルタップ水溶剤	× 1,500		◎				◎	◎	－	× 1,000，× 1,500	ナシヒメシンクイ
16	ブプロフェジン水和剤	× 1,000		×	×				×	×	× 1,000	カイガラムシ類幼虫
19	アミトラズ乳剤	× 1,000			×			◎	×	◎	－	－
21A	フェンピロキシメート水和剤	× 1,000			×	×		×	×	◎	× 1,000 × 1,000～2,000	ビワサビダニ ハダニ類
	ピリダベン水和剤	× 2,000					○	○	◎	－	× 2,000～3,000 × 3,000	ミカンハダニ ビワサビダニ・ビワキジラミ
	トルフェンピラド水和剤	× 2,000			×			◎	◎	－	－	－
23	スピロジクロフェン水和剤	× 4,000			×	×		×	×	◎	× 4,000	ビワサビダニ
	スピロテトラマト水和剤	× 2,000		○	×		×	○	×	△	－	－
	スピロメシフェン水和剤	× 2,000						×			－	－
25A	シフルメトフェン水和剤	× 1,000						△			× 1,000	ハダニ類
28	シクラニリプロール液剤	× 2,000						○	×	◎	－	－
	シアントラニリプロール水和剤	× 2,000		△				○			－	－
29	フロニカミド水和剤	× 2,000			×			×	×	×	－	－

表-1　つづき

IRAC コード等	試験薬剤名（または商品名）	試験希釈倍数	1～5 齢幼虫	3～5 齢幼虫			成虫		卵	1 齢幼虫	農薬登録（2020.6.19 現在，－は登録なし）	
			ポット苗散布	花房・虫体浸漬法	緑枝（切り枝）散布試験	実生散布試験	若葉散布試験	スライドディップ法（虫体浸漬法）	産卵実生散布試験	産卵実生散布試験	登録希釈倍数	対象害虫
			7 日後	3～6 日後	処理 72 h 後	処理 120 h 後	処理 72 h 後	処理 120 h 後	処理 11 日後	処理 11 日後		
UN*	キノキサリン系水和剤	× 1,000			○			×			－	－
		× 1,500					×		◎	－	－	－
未分類	ボーベリア・バシアーナ乳剤	× 500							×	◎	－	－
	石灰硫黄合剤（多硫酸カルシウム）	× 100						×	○	◎	× 80～200 × 20～40	ハダニ類，サビダニ類
	フロメトキン水和剤	× 1,000						×	×	◎	－	－
	マシン油乳剤	× 1						◎			商品による	商品による
		× 10						◎				
		× 100	×					○				
		× 1,000						△				
	なたね油乳剤	× 1						◎			－	－
		× 10						◎				
		× 100						◎				
		× 1,000						×				
	調合油乳剤	× 1						◎			－	－
		× 10						◎				
		× 50						◎				
		× 100						◎				
		× 300						○	×	○		
		× 1,000						○				
展着剤	クミテン	× 5,000	×								0.5～2 ml /散布液 10 l	
	スカッシュ	× 5,000	×								5 ml /散布液 10 l	
	まくぴか	× 5,000	×						×	×	1～2 ml /散布液 10 l	
	ニーズ	× 1,000	×								－	－
	ミックスパワー	× 3,000	×								3.3 ml /散布液 10 l	
	アプローチ BI	× 1,000	×								10 ml /散布液 10 l	
	アビオン -E	× 1,000	×								6.7～20 ml /散布液 10 l	
展着剤加用	クミテン ＋ジノテフラン水溶剤	× 5,000 ＋× 2,000	△									
	スカッシュ ＋ジノテフラン水溶剤	× 5,000 ＋× 2,000	○									
	まくぴか ＋ジノテフラン水溶剤	× 5,000 ＋× 2,000	○									
	ニーズ ＋ジノテフラン水溶剤	× 1,000 ＋× 2,000	△								－	－
	ミックスパワー ＋ジノテフラン水溶剤	× 3,000 ＋× 2,000	△									
	アプローチ BI ＋ジノテフラン水溶剤	× 1,000 ＋× 2,000	○									
	アビオン E ＋ジノテフラン水溶剤	× 1,000 ＋× 2,000	△									

死虫率または死卵率；◎：90％以上，○：70～90％，△：50～70％，×：50％未満．

以上を示した薬剤はDMTP乳剤のみであり，殺虫効果は高いと考えられた。また，70～90％を示した薬剤はエチプロール水和剤およびピリダベン水和剤であり，殺虫効果は中程度であると考えられた。また，既登録薬剤のジノテフラン水溶剤は50％未満であり，殺虫効果が低かった。これは，幼虫で殺虫効果が認められるので殺虫活性はあるものの，足先のみで定位するために虫体への接触面積が小さいこと，水溶性が高いため虫体への経皮浸透が悪いことおよびネオニコチノイド系薬剤の吸汁抑制効果によって，殺虫効果が低下したと考えられた。

（2） スライド・ディップ法による試験

19系統39薬剤（一部複数濃度）を用いた試験であった。スライド・ディップ法（Voss, 1961；Dittrich, 1962），すなわち，スライドガラスに張り付け剥離しておいた両面テープに，成虫の背面を押し付け固定し，所定濃度に希釈した各薬液に浸漬後，経時的に死亡数を計数することで殺虫効果を評価した。所定の濃度に希釈した薬剤をハンドスプレーにより処理した5 cm程度に切りそろえたビワの若葉に成虫を放飼し，経時的に死亡数を計数することで殺虫効果を評価した。その結果，死虫率が90％以上を示した薬剤はアラニカルブ水和剤，クロルピリホス水和剤，MEP乳剤，マラソン乳剤，DMTP乳剤，エチプロール水和剤，アセタミプリド水溶剤，スルホキサフロル水和剤，スピネトラム水和剤，レピメクチン乳剤，カルタップ水溶剤，アミトラズ乳剤，トルフェンピラド水和剤，マシン油乳剤1～10倍希釈液，なたね油乳剤1～100倍希釈液，調合油乳剤1～100倍希釈液であり，殺虫効果は高いと考えられた。また，70～90％を示した薬剤はアバメクチン乳剤，クロルフェナピル水和剤，ピリダベン水和剤，スピロテトラマト水和剤，シクラニリプロール液剤，シアントラニリプロール水和剤，マシン油乳剤100倍希釈液および調合油乳剤300～1,000倍希釈液であり，殺虫効果は中程度であると考えられた。また，既登録薬剤のジノテフラン水溶剤は90％以上であり，殺虫効果は高かった。これは，虫体への経皮浸透が悪くても，虫体に十分にかかれば効果は高いことを示している。一方，同じく，既登録薬剤のトラロメトリン水和剤は50％未満であり，中西ら（2015）によると成虫へ高い殺虫活性を認めていることから，薬剤感受性の低下も疑われた。

3　卵・ふ化幼虫（1齢幼虫）

（1） 卵

18系統31薬剤を用いた。2週間以上低温・短日処理した成虫を，高さ10 cm程度の実生を満たした大型タッパーに約200頭投入し，産卵された各実生（以下，産卵実生）を得た。この産卵実生に所定の濃度に希釈した薬液をハンドスプレーで十分濡れるよう散布し，25℃，16L–8D条件下のインキュベータ内に静置し，11日後のふ化幼虫数から殺卵効果を評価した。その結果，死卵率が90％以上を示した薬剤はクロルピリホス水和剤，MEP乳剤，DMTP乳剤，カルタップ水溶剤，ピリダベン水和剤，トルフェンピラド水和剤およびキノキサリン系水和剤であり，殺卵効果は高いと考えられた。また，70～90％を示した薬剤はマラソン乳剤，トラロメトリン水和剤および石灰硫黄合剤（多硫酸カルシウム）であり，殺虫効果は中程度であると考えられた。また，既登録薬剤のジノテフラン水溶剤は50％未満であり，殺虫効果は低いと考えられた。

（2） ふ化幼虫

前述の死卵数の計数後にふ化幼虫の生存数および死亡数を計数し，殺ふ化幼虫効果を評価した。その結果，死虫率が90％以上を示した薬剤はアラニカルブ水和剤，クロルピリホス水和剤，マラソン乳剤，エチプロール水和剤，トラロメトリン水和剤，アセタミプリド水溶剤，ジノテフラン水溶剤，アバメクチン乳剤，レピメクチン乳剤，アバメクチン・エトキサゾール水和剤，クロルフェナピル水和剤，アミトラズ乳剤，フェンピロキシメート水和剤，スピロジクロフェン水和剤，シクラニリプロール液剤，ボーベリア・バシアーナ乳剤，石灰硫黄合剤（多硫酸カルシウム）およびフロメトキン水和剤であり，殺虫効果は高いと考えられた。また，70～90％を示した薬剤は調合油乳剤であり，殺虫効果は中程度であると考えられた。また，ピリフルキナゾン水和剤およびスピロテトラマト水和剤は50～70％であり，やや殺虫効果が低かった。なお，MEP乳剤，DMTP乳剤，カルタップ水溶剤，ピリダベン水和剤，トルフェンピラド水和剤，キノキサリン系水和剤は卵に卓効を示したため，ふ化幼虫が認められずふ化幼虫への効果は不明であるが，トルフェンピラド水和剤に関しては3～5齢幼虫への効果は低かったことから，ふ化幼虫に対し卓効を示すとは考えにくい。

II　展着剤加用による防除効果の向上

I章の薬剤感受性試験からビワキジラミの各ステージに薬剤の効果は認められるが，生産現場においては十分な防除効果が得られていないのが現状である。これは，本種の幼虫が花芽基部の隙間などに隠れているので薬剤が虫体に到達しにくいことに加えて，ビワに密生する毛じによって薬剤が付着しにくいことから十分な防除効果が得られていないものと考えられる。

そこで，殺虫剤への各種機能性展着剤およびマシン油の添加による防除効果の向上や各種機能性展着剤の単用による防除効果を検討した。

供試展着剤およびマシン油は，クミテン（5,000 倍），スカッシュ（5,000 倍），まくぴか（5,000 倍），ニーズ（1,000 倍），ミックスパワー（3,000 倍），アプローチ BI（1,000 倍），アビオン E（1,000 倍）およびマシン油（ハーベストオイル）（100 倍）を用いた。なお，薬剤はジノテフラン水溶剤を用いた。試験方法は，3 年生ビワ苗を用い，各展着剤を添加した薬剤および各展着剤単用を 1 苗当たり 1 *l* 散布し，処理 7 日後に花房を切除・解体して各処理花房の生死幼虫数を調査した。その結果，薬剤の付着は，各種展着剤添加により毛じ上で水滴にならず，薬液が全体に浸透しているのが確認された（図-1）。一方，無処理およびアビオン E では毛じ上に水滴ができ薬液の広がりが認められなかった。展着剤による防除効果は，70％以上の死亡率を示した薬剤はスカッシュ，まくぴか，アプローチ BI 添加区であった。特に 80％以上の死亡率を示したのはまくぴか添加区のみで，ジノテフラン水溶剤単用区に比べて高い防除効果が認められた（表-1）。展着剤単体およびマシン油の防除効果は，すべて 10％以下で防除効果は認められなかった。以上のことから，展着剤による防除効果は，まくぴか添加区の防除効果が最も高く薬害も認められなかったことから，隙間などに隠れているビワキジラミ幼虫を薬剤防除するうえで有効であると考えられる。

III　想定される活用場面

1　防除

ビワキジラミは，秋冬期は低密度であり（すべての生育ステージが存在），春から早夏期にかけて高密度になる（すべての生育ステージが存在）という大まかに 2 山型の発生推移をする。一方，盛夏期は密度が低減し，認められてもほぼ成虫に限られる。一般に，防除適期は，飛び込みが少なく寄生密度が低いときが理想であると考えられることから，この 2 山の始めの時期に，全生育ステージで有効な薬剤を展着剤を添加し散布することが重要と考えられる。また，谷の時期でも低密度に成虫が生存しているため，この時期にも成虫に有効な薬剤の散布をすることが望ましいと考えられるが，実際の防除にお

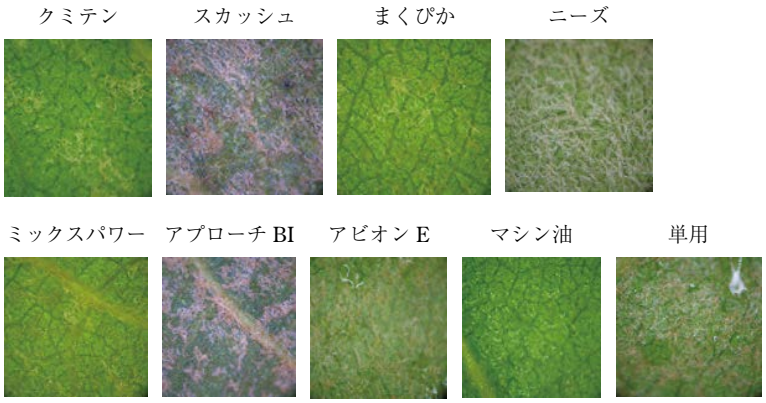


図-1　各種展着剤およびマシン油の付着状況

表-2　ビワキジラミ対象の薬剤登録状況（2020 年 6 月 19 日現在）

IRAC コード	薬剤名	作物名	適用病害虫	希釈倍数・使用量	使用方法	使用時期	本剤の使用回数	散布液量（*l*/10 a）	登録年月日
3A	トラロメトリン水和剤	びわ	ビワキジラミ	2,000 倍	散布	収穫 3 日前まで	3 回以内	200～700	2013 年 04 月 10 日
4A	ジノテフラン水溶剤	びわ	ビワキジラミ	2,000 倍	散布	収穫前日まで	2 回以内	200～700	2013 年 05 月 15 日
4A	ジノテフラン液剤	びわ	ビワキジラミ	原液	希釈せずそのまま散布する	収穫前日まで	2 回以内	－	2014 年 08 月 27 日
4A	アセタミプリド水溶剤	びわ	ビワキジラミ	2,000 倍	散布	収穫前日まで	3 回以内	200～700	2020 年 03 月 11 日
21A	ピリダベン水和剤	びわ	ビワキジラミ	3,000 倍	散布	収穫 3 日前まで	2 回以内	200～700	2020 年 04 月 08 日
1B	DMTP 乳剤	びわ	ビワキジラミ	1,500 倍	散布	開花期まで	2 回以内	200～700	2020 年 04 月 08 日

いては，慣行の防除時期に有効な薬剤を組み入れることも必要であると考える。詳細は後段を参照していただきたい。

2　植栽管理

ビワキジラミの幼虫は，花房と花房の間や茎と脇芽の間など，隙間に隠れる性質が強く，薬剤がかかりにくいことが多い。前述の感受性試験の結果から，直接虫体にかかることで殺虫効果が期待できる薬剤が多かったことから，薬剤がかかりやすいような摘果や剪定等の植栽管理が本虫の防除の成否には重要であると考えられる。

Ⅳ　農薬登録状況

本事業が動き出す前の 2014 年 8 月 27 日までは，本種に対して，登録薬剤は 2 系統 3 薬剤のみであったが，前述の試験結果から，数種の有効薬剤を選抜し，本事業期間内に 1 薬剤が，さらに終了後には 2 薬剤が登録された（表–2）。その中でも，DMTP乳剤については，メーカー，分析担当者および各種関係者の協力もあり，早期登録に結びつけることができた。この場を借りて厚く御礼申し上げる。

お　わ　り　に

以上のように，本研究によって，有効な薬剤が選抜され，そのいくつかは農薬登録に結びついた。しかしながら，登録としては依然として 4 系統しかなく，同属のキジラミでは抵抗性の発達も認められており（Westigard et al., 1972），わずかな系統で薬剤防除を続けることは，薬剤抵抗性の発達の獲得を加速させることから，複数系統の登録拡充が安定した防除につながると考えられる。また，キジラミは季節によって体色や体長が変化する季節型があることが知られており，本種も同様である。同属キジラミでは季節型によって薬剤感受性が変化するという報告もあり（van de Baan et al., 1989），本種でも追跡が必要である。一方，その他の防除法として，天敵の活用や光反射を利用した白色不織布の敷設による物理的防除（兼田，2020）も検討されており，持続的な防除にはさらなる研究が望まれる。他方，本種の生態についてはいまだに不明な点も多い。特に夏場の密度減少や，分散時期の詳細な情報は，新たな防除体系の確立に重要と考えられ，これらの解明を今後の研究に期待する。

引　用　文　献

1）Dittrich, V.（1962）: J. econ. Ent. **55** : 644～648.
2）兼田武典（2020）: 四国植物防疫研究 **53** : 26.
3）中西友章ら（2015）: 植物防疫 **69** : 102～105.
4）van de Baan, H. E. et al.（1989）: Crop Protection. **8** : 122～126.
5）Voss, G.（1961）: Anz. f. Shädlingkunde **34** : 76～77.
6）Westigard, P. H. et al.（1972）: Agr. Exp. Sta. Tech. Bull. **122** : 22 pp.

ミニ特集

新害虫ビワキジラミの防除対策の確立

ビワキジラミの防除体系技術の開発

香川県農業試験場府中果樹研究所　生咲巖
香川県農業協同組合　渡邊丈夫

はじめに

ビワキジラミ *Cacopsylla biwa* は2012年に徳島県で初めて発生が確認され（徳島県病害虫防除所，2012；Inoue et al., 2014），香川県でも2016年に確認された（香川県農業試験場病害虫防除所，2016）。本種の防除に使用できる登録農薬としては2013年にジノテフラン水溶剤・液剤とトラロメトリン水和剤が登録されたが，徳島県では「袋掛け前に殺虫剤散布を2回実施したものの，効果は不十分ですす病が発生した」など，圃場においてこれらの薬剤を従前の方法で寄生樹に散布しても，十分な防除効果が得られない（中西ら，2015）ことが問題となっていた。

そこで，2017年から国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構生物系特定産業技術研究支援センター・イノベーション創出強化研究推進事業「四国で増やさない！四国から出さない！新害虫ビワキジラミの防除対策の確立」で関係機関とコンソーシアムを立ち上げて本害虫の防除対策の確立を行ってきた。その中で我々は，香川県下のビワ防除の実態を踏まえながら現地試験を行い，香川県ビワ防除暦を改良してビワ産地で実施可能な防除体系を確立したのでそれを紹介する。

I　ビワ防除の実態

防除体系を確立することができても，実際に生産者が防除を実施しなければ実効性がない。そこで香川県農協ではまず防除実態を把握することとした。香川県農協に出荷している組合員は，トレーサビリティシステムの一環として防除履歴を提出している。それによると香川県農協出荷者202名のうち殺虫剤使用者は約30%で，そのうち害虫防除を1回実施した者が72%，2回の者が23%であった。次に防除の実施時期を見ると病害防除も含めて3月を中心とする春防除が最も多く，防除実施者のほとんどが春に実施していた。春に2回防除している者もいるが，多くの2回防除実施者は10～11月に実施していた。

ビワキジラミの防除を適期に実施すべきことは当然であるが，防除の実施率の高い時期に有効な防除を配置するのも重要である。そこで香川県では3月を中心とした春の防除と10～11月の秋の防除を主軸とした防除体系でビワキジラミを有効に防除できないかを検討することとした。春の防除ではペルメトリン水和剤とアセタミプリド水溶剤の使用頻度が高かったことから，これらに替えてジノテフラン水溶剤を暦採用することとした。また開花期ころの防除ではビワサビダニ剤としてピリダベン水和剤を採用しており，使用頻度も殺虫剤では第2位と高かった。本剤はコナジラミ類対策で実績があることから，参画県で有効薬剤の選定を行っている徳島県で早急に効果確認をし，防除体系の確立を実施している香川県では春防除で実施するジノテフラン水溶剤の効果とその適期について検討することとした。

II　防除薬剤の選択

徳島県が行った薬剤感受性検定の結果（中西ら，2015；阿部・中西，2018；兼田ら，2019）をもとに，現地圃場において薬剤の効果を検討した。

春期防除における幼虫に対する効果は，ジノテフラン水溶剤が散布14日前まで高い効果を示したのに対してアセタミプリド水溶剤はやや劣り，ピリダベン水和剤は効果が認められなかった（図-1）。

開花期にビワサビダニを対象にピリダベン水和剤を散布したところ，ビワキジラミ成虫に対して効果が認められた（図-2）。夏期にチョウ目害虫対象に配置しているカルタップ水溶剤の成虫密度抑制効果は認められなかった（データ省略）。

Development of Control System Technology for *Cacopsylla biwa*. By Gan Kisaki and Takeo Watanabe

（キーワード：ビワキジラミ，防除体系，防除薬剤，防除適期，防除方法）

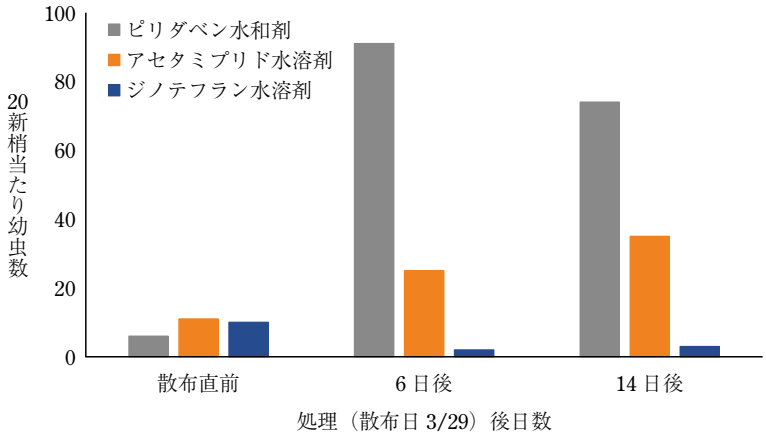


図-1　春期の袋かけ前防除における各種薬剤の効果
（ピストル噴口を使用し，展着剤「まくぴか」を加用）

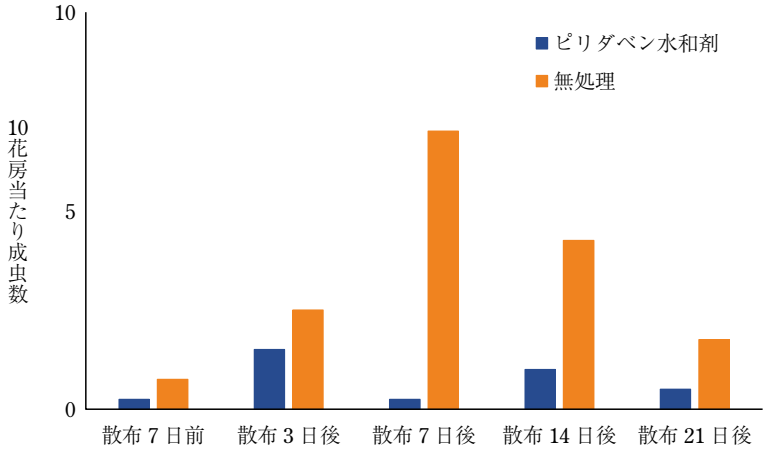


図-2　開花期防除（散布日 11/29）におけるピリダベン水和剤の効果
（ピストル噴口を使用し，展着剤「まくぴか」を加用）

III　散　布　時　期

樹冠内部で夏期の休眠を終えた成虫は生長点および花房に移動する。ピリダベン水和剤は開花期散布で成虫に対して効果があったことから，そのまま開花期防除に配置した。春期防除には幼虫に効果の高いジノテフラン水溶剤を配置することとした（生咲・渡邊，2019）。幼虫は隙間に生息することが多いことから，花カスが多く残っていたり果実が密着しているとその間に生息し防除効果が劣ることが考えられる。そこで防除の実効性をより高めるために春期防除の時期を袋かけ前に限定した。また開花初期と袋掛け前には果実腐敗性病害（灰斑病，炭疽病）の防除を行うことによってビワ病害虫の総合的な防除ができる。

IV　防　除　方　法

薬剤散布における注意点としては次のことに注意する必要がある。

図-3　ピストル噴口（(株)永田製作所 AF-5）

開花期ころから幼果期ころは，樹冠内部の寄生数が減少し，幼虫の寄生は花房付近に集中していることから，花房（果房）や生長点付近を集中的に防除する。ピストル噴口（図-3）など果房付近を集中的に高い場所まで防

除できる噴口が効果的である。開花期防除では花蕾が固く締まった状態では，散布した薬液が花房の奥まで浸透しにくく，隙間に潜む幼虫に薬液が掛からないおそれがあるので，花房がある程度伸長して，花や蕾の間に隙間ができてからの散布がより効果的である。また展着剤の加用も効果的で，「まくぴか」，「スカッシュ」，「アプローチ BI」などの加用効果が高く（阿部・中西，2018），特に「まくぴか」の加用効果が高い。

袋掛け前は果実を中心に散布し，余分な花カスを取り除き，仕上げ摘果を行った後に散布すると効果が高まる。散布後は薬液が乾いたら速やかに袋掛けする必要があり，散布から 1 か月以上空くと，その間にビワキジラミが新たに寄生し，防除効果が低くなるので注意する。

散布量が少ないと防除効果が得られないことがあり（図-4），散布量の目安として，高さ 3 m 以上，樹幹部の直径 4～5 m 程度の成木では 20～30 *l*，高さ約 2 m，樹幹部の直径 2～2.5 m 程度の若木では 3～5 *l* 散布する必要がある。

2018～19 年に（表-1）のような防除体系でその効果を検証したところ，ビワキジラミの密度を抑制して，収穫物の被害果率を約 10%程度まで抑えることができた（図-5）。

V　防除の実施状況と修正

徳島県の実施した感受性検定結果とその結果に基づいて香川県が作成検証した防除暦をビワキジラミ対応防除暦として改変し，その実効性を検証した。害虫防除の実施率は 2016 年に出荷者の 30%であったが，2019 年には 75%程度まで上昇した。ただ未発生地域では実施率が 23%にとどまっており，対策に関する周知活動も重要であるが発生状況の情報がより重要であると考えられた。

散布時期については，殺虫剤散布の時期がビワキジラミの防除適期とした開花前（11 月）と袋かけ前（3 月）に約 70%が使用されており，さらにピリダベン水和剤の使用量が 2019 年には 2016 年の 7 倍程度，ほとんど使用されていなかったジノテフラン水溶剤の使用率が 2019 年使用殺虫剤の 46.2%となった。このことは提供した防除暦が順調に受け入れられたものと考えた。

上述のように散布量が少ないと多発樹ではほとんど防除効果が認められなかった。このことから生産者が実施

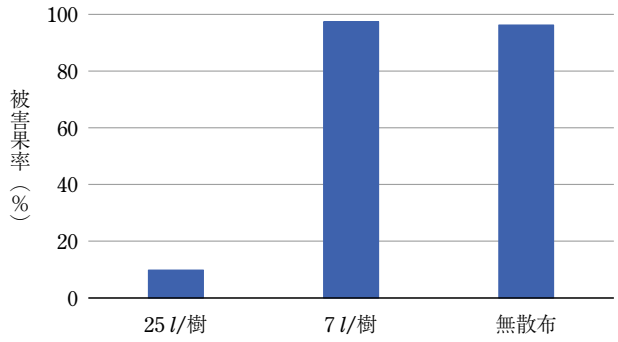


図-4　春期の袋掛け前防除（ジノテフラン水溶剤）における散布量と被害果率

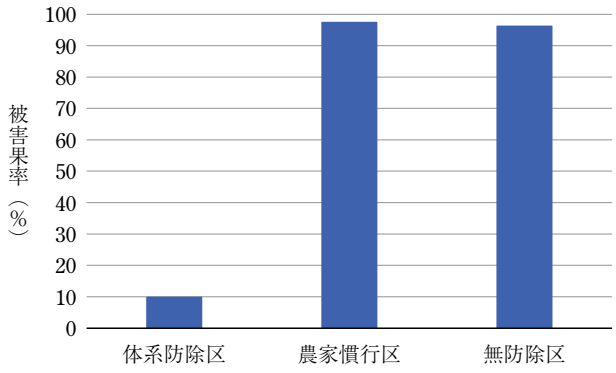


図-5　2018～19 年の体系防除を行ったときの被害果率

表-1　2018～19 年に行った防除体系

散布年月日	散布薬剤
2018 年 7 月 18 日	カルタップ水溶剤 1,500 倍，カスガマイシン・銅水和剤 1,000 倍
2018 年 8 月 22 日	アラニカルブ水和剤 1,000 倍，カスガマイシン・銅水和剤 1,000 倍
2018 年 9 月 13 日	カルタップ水溶剤 1,500 倍，カスガマイシン・銅水和剤 1,000 倍
2018 年 10 月 18 日	ジノテフラン水溶剤 2,000 倍
2018 年 11 月 29 日	ピリダベン水和剤 3,000 倍，イミノクタジンアルベシル酸塩水和剤 1,000 倍
2019 年 1 月 10 日	マンゼブ水和剤 600 倍
2019 年 3 月 29 日	ジノテフラン水溶剤 2,000 倍

7 月 18 日，8 月 22 日は展着剤無加用，ノズルは「スーパークイン噴口」（麻場産業(株)）を使用し，以降は展着剤「まくぴか」5,000 倍を加用し，ノズルは「ピストル噴口 AF-5」（(株)永田製作所）を使用した．

する体系防除で成園に 300 *l*/10 a の散布を推奨したが，被害を押さえられない圃場が見られた。一方，中発生圃場で 700 *l*/10 a の散布を実施した圃場では，被害果の発生を抑えることができた（データ省略）。また散布量と散布時間の関係を調査したところ，成園で植栽が不均一な園では散布量と散布時間の相関が低く（$R^2 = 0.44$），散布量に対して散布時間が長く，若い樹が多く均一な植栽の圃場では散布量と散布時間は高い相関（$R^2 = 0.98$）を示した。これらのことから香川県では散布者による差や園地による差を勘案して，ビワでの農薬登録上の散布量 200～700 *l*/10 a の中で 300～500 *l*/10 a を推奨することとした。

開花期防除については，品種によって開花期が異なることからビワキジラミの発生動向と合わない品種も想定される。そこで香川県ではビワキジラミの発生動向を中心に考えて，開花期防除から 11 月中下旬防除に表現を変える方向で検討している。

果実被害の見られた園では収穫後に応急防除を実施する必要がある。ここでは本事業で新たにビワでの登録を促進し 2020 年 4 月に登録となった DMTP 乳剤を配置した。この時期は成虫が樹冠内部に生息しているので，霧状の細かい粒子の薬液が出る噴口を使って，樹冠内部まで十分に散布する必要がある。

お　わ　り　に

ビワキジラミの防除については，防除薬剤，防除適期，防除方法等おおむね確立できた。しかし栽培状況については産地によって事情が異なり，香川県ではビワ専作よりカンキツなど他の果樹作目との兼作者が多い。しかも高齢化が進む中，時期によって労働が集中するが恒常的な管理作業が少ないことでビワ生産は成り立っている。ここで示した防除体系は，このような香川県の実情に即した体系であり，専作者の多い主産地ではより高品質で被害果率の低い異なった体系が要求されるかもしれない。また防除効率向上の観点からは，低樹高化の促進や成園化技術の改善等栽培技術上の課題が残されている。

引　用　文　献

1）阿部成人・中西友章（2018）: 第 62 回応動昆会大会講演要旨: 77.
2）Inoue, H. et al.（2014）: Appl. Entomol. Zool. **49**: 11～18.
3）香川県農業試験場病害虫防除所（2016）: 平成 28 年度農作物病害虫発生予察特殊報第 2 号.
4）兼田武典ら（2019）: 第 63 回応動昆会大会講演要旨: 8.
5）生咲　巖・渡邊丈夫（2019）: 第 63 回応動昆会大会講演要旨: 8.
6）中西友章ら（2015）: 植物防疫 **69**: 102～105.
7）徳島県病害虫防除所（2012）: 平成 24 年度農作物病害虫発生予察特殊報第 1 号.

研究報告

ピーマンおよびトマトに退緑斑紋病を引き起こすトウガラシ退緑ウイルス（CaCV）の媒介アザミウマ種の特定

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　千秋 祐也*・櫻井 民人

はじめに

トウガラシ退緑ウイルス（capsicum chlorosis virus；CaCV）は，1999年にオーストラリアのピーマンおよびトマトで初めて発見された（McMichael et al., 2002）。オーストラリアのピーマン圃場では，平均して全体の1～10%の株がCaCVに感染しており，中には60%以上の株が感染していた圃場も存在したため，生産を脅かすウイルスとして強く警戒されている（Persley et al., 2006）。その後は，アジアを中心にピーマン，トマト等でCaCVの感染が確認されている（奥田，2016）。国内においては，CaCVはトマト退緑斑紋病およびピーマン退緑斑紋病を引き起こすウイルスとされており，これまでに散発的な発生が確認されてきた。現時点で，本ウイルスの感染による大きな被害は報告されていないが，今後のピーマン生産に悪影響を及ぼす可能性もあり油断はできない。一方，国内におけるCaCVの媒介虫は明らかにされておらず，感染ルートの解明および今後の防除対策の観点から，媒介虫の特定は喫緊の課題である。CaCVが属するオルソトスポウイルス属のウイルスはアザミウマ類によって媒介されることから，本稿では，国内でピーマンに寄生する4種のアザミウマを用いて行ったCaCV媒介試験の結果（Chiaki et al., 2020）と，海外におけるCaCVの発生状況について紹介する。

I　国内におけるCaCVの発生状況

2003年，高知県のピーマン圃場から，葉に退緑斑紋症状が見られるピーマン株が確認された。接種試験，電子顕微鏡観察および遺伝子診断の結果，CaCVが本症状の病原体であることが明らかとなり，ピーマン退緑斑紋病と命名された（奥田ら，2005）。ピーマンにおける発生事例は，その後2005年に茨城県，2016年に大分県で確認されているが，いずれも散発的なものであり，発生の拡大は報告されていない（奥田，2016；Chiaki et al., 2020）。また，トマトからは，2009年に栃木県，2016年に宮城県でそれぞれ遺伝子診断によりCaCVが検出され，トマト退緑斑紋病と命名されている（福田ら，2009；宮城県病害虫防除所，2017）。トマトにおいては，葉にはえそを伴わない退緑斑紋や輪紋症状を，果実には奇形や軽度のモザイク症状を呈する。こちらもピーマンと同様に散発的な発生で，その後の拡大は報告されていない。

II　国内におけるCaCV媒介種の特定

1　ペチュニアリーフディスク法による媒介試験

CaCV媒介種を特定するための試験には，2016年に大分県の施設栽培ピーマン圃場で，モザイクや退緑症状を示していたCaCV感染株由来のウイルス分離株（CaCV-OITA）を用いた（図-1，図-2）。供試虫として，ミカンキイロアザミウマ，ヒラズハナアザミウマ，ミナミキイロアザミウマ，ネギアザミウマの4種を用い，ペチュニアリーフディスク法（Wijkamp et al., 1995）により媒介試験を行った。アザミウマにウイルスを保毒させるため，ふ化後12時間以内の1齢幼虫をピーマン罹病葉上で24時間摂食吸汁させ，CaCVを獲得させた。その後，ソラマメを餌として成虫になるまで飼育した。この保毒成虫1頭を，直径6 mmに打ち抜いたペチュニアのリーフディスク1枚と一緒に2 mlサンプリングチューブに入れて接種吸汁させた。24時間後にリーフディスクのみを取り出して，水を張った96穴ELISA用マイクロプレートに浮かべ，室温で2日後まで病徴の発現状況を観察した。その結果，ミナミキイロアザミウマの雄で8.70%，雌で3.88%の割合でリーフディスク上に黒斑の病徴（図-3）が認められたものの，他のアザミウマ種では雄雌ともに発病したリーフディスクは認められなかっ

Identification of the Thrips Vector Species of Capsicum Chlorosis-virus（CaCV）that Causes Chlorosis on Green Peppers and Tomatoes.　By Yuya Chiaki and Tamito Sakurai

（キーワード：退緑斑紋病，アザミウマ，トウガラシ退緑ウイルス，ウイルス媒介，オルソトスポウイルス属）

*現所属：国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 果樹茶業部門

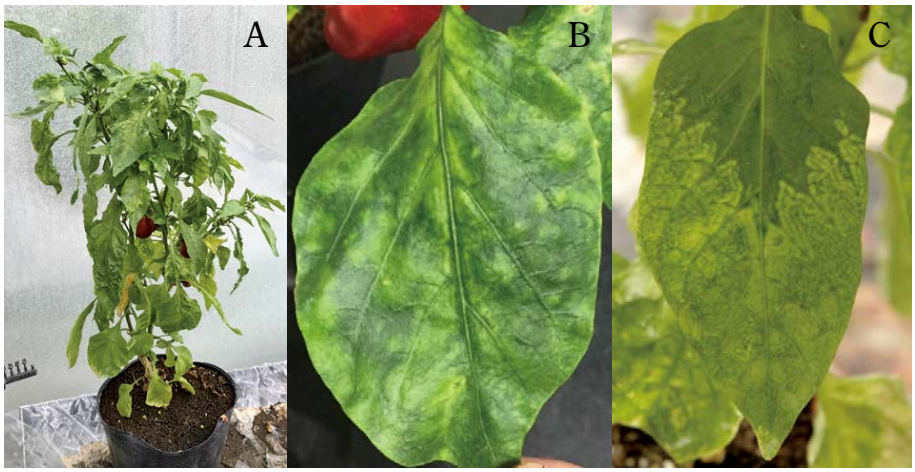


図-1　大分県のピーマン圃場から採集された CaCV 感染ピーマン株
（A）全体像，（B）モザイク症状，（C）退緑症状.

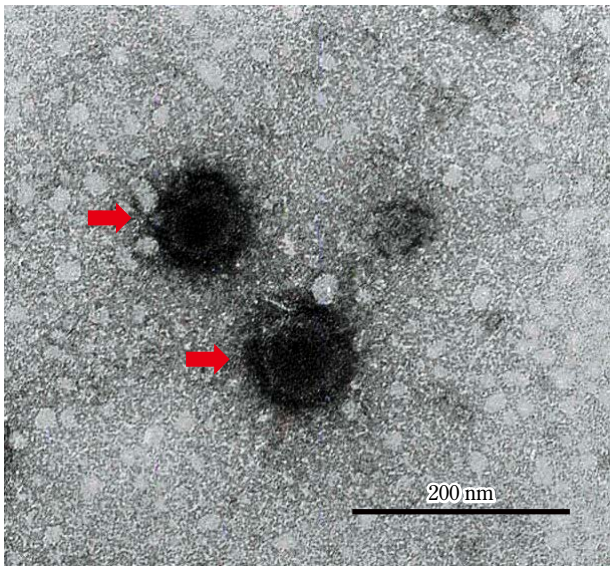


図-2　CaCV-OITA の電子顕微鏡観察写真
矢印が CaCV-OITA の粒子.

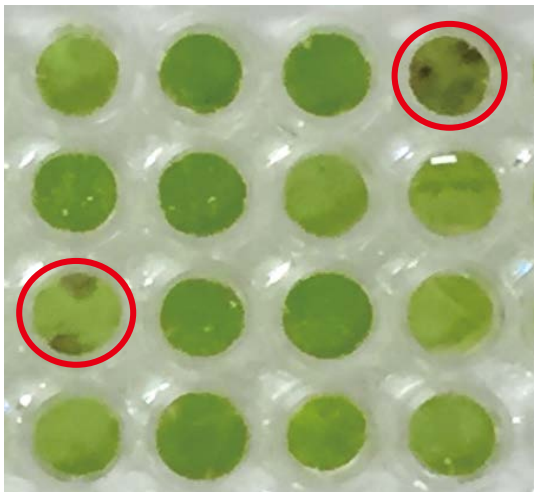


図-3　ペチュニアリーフディスク試験において CaCV 陽性リーフディスクに現れる黒斑の病徴
赤丸が CaCV 陽性リーフディスク.

表-1　ペチュニアリーフディスク法によるアザミウマ 4 種の CaCV 媒介虫率

種名	雄			雌		
	サンプル数	陽性数	陽性率（%）	サンプル数	陽性数	陽性率（%）
ミカンキイロアザミウマ	36	0	0	60	0	0
ヒラズハナアザミウマ	50	0	0	50	0	0
ミナミキイロアザミウマ	46	4	8.70	103	4	3.88
ネギアザミウマ*	−	−	−	96	0	0

*産雌単為生殖系統.
Chiaki et al.（2020）より作成.

た（表-1）。発病したリーフディスクは，CaCV の特異的プライマーを用いた RT-PCR による検定において陽性を示した。なお，本結果が各アザミウマ種のペチュニアの嗜好性の違いによるものではないことは，予備試験において確認している。すべてのアザミウマ種において，雌雄に関係なく，ペチュニアリーフディスク上には高い割合で食害痕が観察された。

2　ミナミキイロアザミウマを用いたピーマン実生苗への媒介試験

ペチュニアリーフディスク法で媒介が認められたミナミキイロアザミウマ（図-4）については，ピーマンの実生苗を用いた媒介試験を行った。CaCV を保毒させた成虫を，ピーマンの実生苗に対して 1 株当たり 10 頭放飼し，5 日間接種吸汁させた後，ニテンピラム水溶剤を散布して殺虫した。その結果，接種 3 週間後に供試した 10 株中 5 株の葉に退緑やモザイクの症状が現れ，RT-PCR によって CaCV の感染が確認された（表-2）。

3　各アザミウマ種の CaCV 保毒状況

幼虫期にウイルスを獲得した各アザミウマ種の成虫から無作為に 10 頭ずつサンプリングし，1 頭ずつ全 RNA を抽出した。抽出した RNA を鋳型として RT-PCR を行い，虫体内の CaCV を検出することで，各アザミウマ種の保毒虫率を調査した。その結果，ミナミキイロアザミウマの保毒虫率は 60％であったが，他の種からは CaCV が一切検出されなかった（表-3）。以上の結果より，ミナミキイロアザミウマの成虫は CaCV を保毒して媒介することが世界で初めて確認された。一方，今回調査した他のアザミウマ 3 種は，本ウイルスの媒介種ではないものと推定された。

図-4　日本において CaCV の媒介種と推定されるミナミキイロアザミウマ

表-2　ピーマン実生苗におけるミナミキイロアザミウマの CaCV 媒介性

種名	株数	発病株数	発病率（%）
ミナミキイロアザミウマ	10	5	50

雌雄区別せず 1 株当たり 10 頭接種.

表-3　アザミウマ 4 種の CaCV 保毒虫率

種名	サンプル数	保毒虫数	保毒虫率（%）
ミカンキイロアザミウマ	10[a]	0	0
ヒラズハナアザミウマ	10[a]	0	0
ミナミキイロアザミウマ	10[a]	6	60
ネギアザミウマ	10[b]	0	0

[a] 雄雌区別せず分析.
[b] 産雌単為生殖系統のため雌のみを使用.
Chiaki et al.（2020）より作成.

III　海外における CaCV の発生状況と媒介種

各国における CaCV の自然宿主と媒介種を表-4 に示した。CaCV は日本以外にも，米国（ハワイ州），イラン，インド，オーストラリア，ギリシャ，タイ，台湾，中国において発生している。また，自然感染が確認されている植物も多岐にわたり，ピーマン，トマトからの検出が多数を占める一方で，ラッカセイ，カラー，wax-flower，パイナップル等からも病徴を伴って CaCV が検出されている（奥田，2016；Sharman et al., 2020）。また，Sharman et al.（2020）によれば，オーストラリアではカッコウアザミ，ノゲシ等数種の雑草類も CaCV の自然宿主となり得ることが確認されている。したがって，圃場内の栽培作物の罹病株を取り除いても，その周辺の雑草類がウイルスの獲得源として残り続ける可能性もあり，注意が必要である。日本国内に CaCV の宿主となる雑草があるかどうかは現在のところ不明であるが，CaCV が散発的な発生をしていることから，雑草類を含むこれまでに報告されていない植物が潜在的な CaCV 獲得源となっている可能性も考えられる。また，カラーやルドベキアは，景観植物として国内でも広く植栽されている。現在までに国内においてこれらの植物への感染報告は無いものの，CaCV が感染すると病徴を示すと報告されているため，注意が必要である。

国内未発生のアザミウマ種である *Ceratothripoides claratris* は，2005 年にタイのトマトにおいて CaCV を媒介することが確認され，CaCV 媒介種として世界で初めて報告された（Premachandra et al., 2005）。オーストラリアでは，CaCV の発生地域において，ミナミキイロアザミウマと *Frankliniella schultzei* の存在が確認されていたことから，これら 2 種が CaCV の媒介種と推定されてきたが，その根拠を示すデータは公表されていなかった。一方，本記事で紹介したように，Chiaki et al.（2020）によって，CaCV の媒介種として新たにミナミキイロアザミウマが特定され，続いて Sharman et al.（2020）によって，ミナミキイロアザミウマ，*F. schultzei*，*Microcephalothrips abdominalis* が CaCV の媒介種であることが証明された。以上をまとめると，現在 CaCV の媒介が確認されているアザミウマ種は，ミナミキイロアザミウ

表-4　各国における CaCV の自然宿主と媒介種

国名	感染宿主	媒介種*
米国（ハワイ）	wax-flower（*Hoya calycina*）	
イラン	ルドベキア	
インド	ピーマン	
オーストラリア	ピーマン，トマト，ラッカセイ，パイナップル，ノゲシ，カッコウアザミ，シオザキソウ，ウスベニニガナ	ミナミキイロアザミウマ，*Frankliniella schultzei*，*Microcephalothrips abdominalis*
ギリシャ	ピーマン	
タイ	トマト，ラッカセイ	*Ceratothrioides claratris*
台湾	アマリリス，トマト，カラー，blood lily（*Haemanthus multiflorus*）	
中国	ラッカセイ	
日本	ピーマン，トマト	ミナミキイロアザミウマ

*各国で媒介種として証明されたアザミウマ種.

マ，*C. claratris*，*F. schultzei*，*M. abdominalis* の 4 種であり，そのうちミナミキイロアザミウマのみが国内での生息が確認されている。

お　わ　り　に

オーストラリア，アジア諸国を中心に国外では大きな被害を与えている CaCV であるが，国内においては散発的な発生が認められるのみであり，ピーマンやトマト栽培での大きな被害は現在のところ報告されていない。先述したように，今回行った媒介試験によるミナミキイロアザミウマの CaCV 媒介虫率は低く，Sharman et al.（2020）においても，同様の結果が示されている。国内においては，ミナミキイロアザミウマの媒介効率の低さが，本ウイルス感染がピーマンおよびトマト栽培で問題となっていないことと関係しているのかもしれない。一方，海外で報告されている媒介種 *C. claratris* および *F. schultzei* は，高率に CaCV を媒介することが報告されており，これらの国内侵入を許せば CaCV が全国的にまん延する可能性がある。したがって，生産現場において CaCV の大きな被害を起こさせないためにも，これらの種の国内侵入を徹底して阻止しなければならない。

CaCV の防除については，育苗期に薬剤散布などによりアザミウマ類の防除を徹底することが重要である。また，施設開口部を防虫ネットなどで被覆すること，アザミウマの生息場所となる圃場内外の雑草類を除去することも有効な対策である。今後は，国内において CaCV の中間宿主となり得る雑草などの調査を進めることで，より確実な防除につなげられるものと考えられる。

本研究成果の一部は，内閣府戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）「次世代農林水産業創造技術」（管理法人：生研支援センター）によって実施された。

引　用　文　献

1）Chiaki, Y. et al.（2020）: Appl Entomol Zool. **55**: 31～35.
2）福田　充ら（2009）: 日植病報 **73**: 219（講要）.
3）McMichael, L. A. et al.（2002）: Australas Plant Pathol. **31**: 231～239.
4）宮城県病害虫防除所（2017）: 平成 28 年度発生予察情報特殊法第 3 号.
5）奥田　充（2016）: 日植病報 **82**: 169～184.
6）————ら（2005）: 同上 **71**: 235（講要）.
7）Premachandra, W. T. S. D. et al.（2005）: Phytopathology **95**: 659～663.
8）Persley, D. M. et al.（2006）: Australas Plant Pathol. **35**: 161～180.
9）Sharman, M. et al.（2020）: ibid. **49**: 45～51.
10）Wijkamp, I. et al.（1995）: Phytopathology **85**: 1069～1074.

研究報告

油脂を有効成分とする気門封鎖剤による タバココナジラミの定位および交尾阻害効果

岐阜県農業技術センター 病理昆虫部 杖田浩二（つえだひろつぐ）

はじめに

タバココナジラミ *Bemisia tabaci*（Gennadius）は，熱帯～亜熱帯地方にかけて世界中に広く分布する農業害虫である。我が国では施設栽培の野菜や花きを中心に，吸汁による生育不良，排泄物に起因するすす病による光合成能力の低下や生産物汚染を引き起こす。本種は体長が1 mm 以下と小さいこと，繁殖力が高いこと，多くの殺虫剤に対して抵抗性が発達していることから，様々な作物で重要かつ難防除害虫に位置付けられている。さらに本虫は，トマトの重要病害であるトマト黄化葉巻病の病原ウイルス *Tomato yellow leaf curl virus*（TYLCV）をはじめとする各種植物病原性ウイルスを媒介する。そのため，岐阜県の冬春作型トマト産地において，本虫は最重要害虫に位置付けられている。

一方，近年アセチル化グリセリドを植物に散布すると，タバココナジラミ成虫の定位忌避や求愛行動を阻害する効果が得られることが報告されている（Kashima et al., 2014）。アセチル化グリセリドによる求愛行動の阻害は，タバココナジラミの雌雄成虫が葉を振動させて発する音響による交信が正常に行えないことが原因と考えられている（Kashima et al., 2016）。タバココナジラミは半数倍数性であり，受精卵から雌が，未受精卵から雄が発育する（Byrne and Berrows, 1991）。そのため，アセチル化グリセリドによる求愛行動の阻害は，雄の子孫の増加につながり，性比（雄率：雄成虫数/全成虫数）の上昇による繁殖率の低下が期待されている（Kashima et al., 2016）。

アセチル化グリセリドによる交信阻害のメカニズムは十分に解明されていないが，葉に付着したアセチル化グリセリドにより，タバココナジラミ成虫が振動させる音響が正常に伝達しない，もしくは変化している可能性が考えられる。気門封鎖剤は，虫体に付着した薬液が気管系を封鎖して窒息死させる殺虫剤である。その有効成分は油脂，界面活性剤，糖等多様であり，固着性や粘性の高い物質も含まれる。そこで，数種の気門封鎖剤を用いてアセチル化グリセリドと同様の定位阻害および交尾阻害効果の有無を確認するとともに，施設栽培条件下における効果を検証した結果を以下に記す。

Inhibitory Effects of Spiracle-Blocking Insecticides on Courtship and Orientation in Sweetpotato Whitefly, *Bemisia tabaci*. By Hirotsugu Tsueda

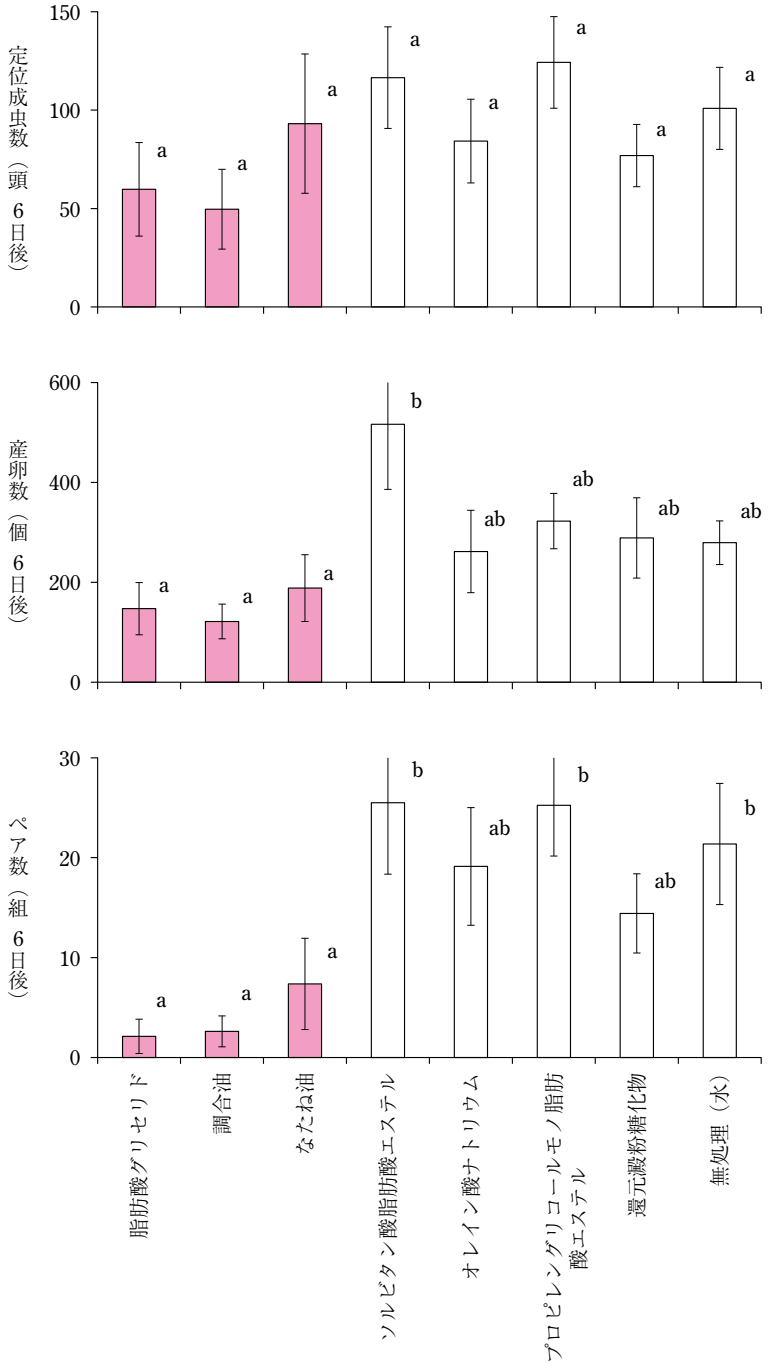
（キーワード：タバココナジラミ，気門封鎖剤，定位阻害，交尾阻害，油脂）

I 定位阻害効果の確認

数種気門封鎖剤を用いて，タバココナジラミ成虫の定位阻害効果を有する薬剤を選抜した。供試した気門封鎖剤は，オレイン酸ナトリウム液剤（商品名：オレート液剤，100 倍），プロピレングリコールモノ脂肪酸エステル乳剤（商品名：アカリタッチ乳剤，1,000 倍），ソルビタン脂肪酸エステル（商品名：ムシラップ，500 倍），還元澱粉糖化物液剤（商品名：エコピタ液剤，100 倍），脂肪酸グリセリド乳剤（商品名：サンクリスタル乳剤，500倍），調合油乳剤（商品名：サフオイル乳剤，300倍），なたね油乳剤（商品名：ハッパ乳剤，100 倍）とした。供試植物には，本葉が3～4 枚展開するまで実生栽培し，上位第 2 複葉と未展開葉以外を切除したトマト苗（品種：ハウス桃太郎）を用いた。使用基準に従い水道水で希釈した供試薬剤を，ハンドスプレーで供試植物に十分量を散布した。水道水のみを散布したものを無処理とした。風乾後，各処理苗を一つずつプラスティックトレイに入れ，タバココナジラミバイオタイプ B を大量に飼育する室内（床面積2.9 m²，1.7 m × 1.7 m）に配置した。処理苗を入れたプラスティックトレイ 8 個を室内の中央に配置し（8 反復），タバココナジラミが付着した餌用トマトを周囲に配置した。管理条件は，温度 25℃，日長 14L10D とした。配置 6 日後，各処理苗に定位する成虫数を調査した。また，タバココナジラミは求愛行動の第 1 段階で雌雄成虫が並んで定位することから，2 頭以上の成虫が並んで定位している数（ペア数）も調査した。成虫を除去した後，トマト苗を実験室に持ち帰り，実体顕微鏡下で第 2 複葉上の産卵数を調査した。

その結果，脂肪酸グリセリド乳剤（59.8 ± 23.8 頭；平

均±標準偏差）と調合油乳剤区（49.6 頭 ± 20.3 頭）の定位成虫数は，無処理区（100.9 ± 20.8 頭）の半分程度であったが，各区間に有意な差はなかった（Tukey の多重比較検定，$p < 0.05$，図−1 上，図−2）。脂肪酸グリセリド乳剤区（147.4 ± 52.3 個），調合油乳剤区（121.6 ± 34.7 個）およびなたね油乳剤区（188.5 ± 66.8 個）の産卵数は，他区と比較して少ない傾向にあり，一部の区間では有意な差が認められた（Tukey の多重比較検定，$p < 0.05$，図−1 中）。脂肪酸グリセリド乳剤区（2.1 ± 1.7 組），調合油乳剤区（2.6 ± 1.5 組）およびなたね油乳剤区（7.4 ± 4.6 組）におけるタバココナジラミ成虫のペア数は，他区と比較して少ない傾向にあり，無処理区等との間に有意な差が認められた（Tukey の多重比較検定，$p < 0.05$，図−1 下，図−2）。



図−1　各気門封鎖剤を散布したトマト上のタバココナジラミ成虫数，産卵数およびペア数
グラフは 8 反復の平均値，垂線は標準偏差を示す．同一英小文字間には有意差がないことを示す（Tukey の多重比較検定，$p < 0.05$）．色つきグラフは油脂を有効成分とする剤．

無処理（水）区　　脂肪酸グリセリド乳剤区

図-2　処理6日後におけるタバココナジラミ成虫のトマト小葉での定位状況

表-1　散布後日数と定位成虫数

薬剤	希釈倍率	定位成虫数		
		1日後	3日後	5日後
脂肪酸グリセリド乳剤	500	1.4 ± 1.1 a	3.0 ± 1.6 a	2.2 ± 1.1 a
調合油乳剤	300	1.8 ± 0.8 a	2.6 ± 1.3 a	2.6 ± 0.9 a
なたね油乳剤	100	2.2 ± 1.8 a	1.6 ± 0.5 a	2.4 ± 0.5 a
無処理（水）	−	6.2 ± 1.3 b	−	−

平均±標準偏差．5反復．各列の同一英小文字間には，有意差がないことを示す（Tukeyの多重比較検定，$p < 0.05$）．

脂肪酸グリセリド乳剤，調合油乳剤およびなたね油乳剤を所定の濃度に希釈してトマト苗に十分量を散布し，散布1，3，5日後の苗を1個ずつプラスティックケース（20 cm × 20 cm × 20 cm）に入れ，タバココナジラミ成虫を10頭（雌雄5頭ずつ）放虫した。反復は5とした。放虫24時間後，トマト苗に定位している成虫数を調査した。その結果，水道水を散布した無処理区の定位成虫数は，散布1日後の苗で6.2 ± 1.3頭であったのに対し，各種気門封鎖剤を散布した苗では散布1日後で1.4〜2.2頭と少なく，両区の間には有意な差が認められた（Tukeyの多重比較検定，$p < 0.05$，表−1）。散布5日後の苗における定位成虫数は，いずれも3頭以下であった（表−1）。

これらの結果から，脂肪酸グリセリド乳剤，調合油乳剤およびなたね油乳剤は，成虫の定位阻害効果を持ち，これらの効果は少なくとも5日以上持続すると考えられた。また，ペア数が減少することから，正常な交尾行動を阻害することが示唆された。

II　交尾阻害効果の確認

脂肪酸グリセリド乳剤，調合油乳剤およびなたね油乳剤がタバココナジラミの正常な交尾行動を阻害することが示唆されたことから，これらの気門封鎖剤による交尾阻害効果を確認した。脂肪酸グリセリド乳剤（500倍）と調合油乳剤（300倍）を，前述の試験と同様に葉を調整したトマト苗に十分量を散布した。水道水を散布した苗を無処理とした。散布2日後の苗をプラスティックケース（20 cm × 20 cm × 20 cm）に入れ，そこに羽化24時間以内のタバココナジラミ成虫を雌雄5頭ずつ放虫し，温度25℃日長14L10Dで管理した。反復は10とした。放虫3日後に，トマト上の成虫数とペア数を調査し，すべての成虫を吸虫管で除去した後，実体顕微鏡下で卵数を調査した。そして，同一の管理条件で産下卵を飼育した。眼点が確認されるまで幼虫が発育したら，幼虫が付着する複葉を切除してガラスバイアルに水挿しし，別のプラスティックケース（7 cm × 7 cm × 10 cm）に入れ，羽化するまで管理した。羽化した成虫は吸虫管ですべて採集し，70%エタノールに液浸したのち，実体顕微鏡下で雌雄を識別して性比（雄率：雄成虫数/全成虫数）を算出した。また，羽化成虫数と産卵数から，羽化率を算出した。

その結果，脂肪酸グリセリド乳剤を散布した区からは，次世代の雌成虫が出現しなかった。対照的に，無処理区からは10回中8反復で雌成虫が出現した。無処理区の性比は，0.68 ± 0.26であり，脂肪酸グリセリド乳剤

表-2　羽化成虫数，羽化率および羽化成虫の性比

薬剤	希釈倍率	反復[1)]	羽化成虫総数	羽化率[2)]（%）	性比[2)]（雄率：雄成虫数/全成虫数）
脂肪酸グリセリド乳剤	500	10（0）	98	82.9 ± 22.3 a	1 ± 0 b
無処理（水）	−	10（8）	239	92.7 ± 41.9 a	0.68 ± 0.26 a
調合油乳剤	300	10（1）	68	81.8 ± 15.5 a	0.90 ± 0.17 b
無処理（水）	−	10（10）	214	98.7 ± 23.6 a	0.76 ± 0.16 a

[1)] 括弧内の数字は雌成虫が出現した反復数を示す．
[2)] 平均±標準偏差．同一英小文字間には有意差がないことを示す（角変換後 t 検定，$p < 0.05$）．

区よりも有意に低かった（角変換後 t 検定，$p < 0.05$）。羽化率は，脂肪酸グリセリド乳剤区（82.9 ± 22.3%）と無処理区（92.7 ± 41.9%）の間で差がなかった（表-2）。調合油乳剤を散布した区では，10 回中 1 反復で次世代に雌成虫が出現した。一方，無処理区ではすべての反復で雌成虫が出現した。調合油乳剤区の性比は 0.90 ± 0.17 で，無処理区（0.76 ± 0.16）よりも有意に高かった（角変換後 t 検定，$p < 0.05$）。羽化率は，調合油乳剤区（81.8 ± 15.5%）と無処理区（98.7 ± 23.6%）の間で差がなかった（表-2）。

タバココナジラミは半数倍数性であり，受精卵から雌が，未受精卵から雄が発育する（Byrne and Berrows, 1991）。今回の試験では，気門封鎖剤散布区の羽化率は無処理区と差はなかったことから，雌に発育する個体だけが死亡したとは考えにくい。したがって，脂肪酸グリセリド乳剤や調合油乳剤の散布により正常な交尾行動が阻害され，未受精卵から発育する雄成虫が多く出現したと考えられる。

III　温室を用いた効果の検証

実験室内で観察された気門封鎖剤によるタバココナジラミの定位阻害，産卵抑制，交尾阻害効果が，現地の栽培条件に近い環境下でも確認でき，防除に寄与するかを検討した。試験は，内部が 5.4 m²（1.8 m × 3.0 m）の小部屋で仕切られたガラス温室で行った。温室の側窓および通路に通じる開口部は，0.4 mm 目合いの防虫ネットで被覆し，タバココナジラミの侵入と移動を阻止した。2016 年 5 月 31 日に，各小部屋にトマト苗（‘ホーム桃太郎’，本葉 5 枚程度展開）を 8 株定植した。2016 年 6 月 6 日から約 10 日間隔で，脂肪酸グリセリド 500 倍液を 4 回散布した（散布日：2016 年 6 月 6 日，17 日，28 日および 7 月 8 日）。第 1 回散布から 3 回散布の 1 日後と 6 または 7 日後，第 4 回散布の 1 日後には，タバココナジラミ成虫を 20 頭放虫した（放虫日：6 月 7 日，13 日，18 日，23 日，29 日，7 月 5 日および 9 日）。放飼虫は，累代飼育を行う部屋より無作為に採集した。反復は 3 とした。各区の全株全複葉について，葉裏に寄生するタバココナジラミ成虫数と，2 頭以上並んで定位するペア数を調査した。調査は，第 1 および第 2 回目散布の 2 または 7 または 8 日後，第 3 および第 4 回目散布の 2 または 3 日後に行った。すなわち，放虫の 1 または 2 日後に調査を行った（調査日：6 月 8 日，14 日，19 日，24 日，30 日，7 月 11 日）。最終調査時には，各区全株のトマトにつき，中位 3 複葉から 1 枚ずつ小葉を採集し，実験室内の実体顕微鏡下で卵数と幼虫数を調査した。7 月 20 日には，タバココナジラミ成虫を吸虫管で採集し，70%エタノールに液浸した後，実体顕微鏡下で雌雄を識別した。

その結果，両区ともにタバココナジラミ成虫は調査開始時から調査終了にかけて増加する傾向であった。すべての調査において，脂肪酸グリセリド乳剤区の成虫数は，無処理区よりも少なかった。無処理区における成虫数は，6 月 24 日以降指数関数的に増加したが，脂肪酸グリセリド乳剤区における増加の程度は緩やかな直線的であった（図-3 上）。無処理区におけるタバココナジラミ成虫のペア数は，2 回目の調査以降すべての調査で認められ，成虫数の増加に併せて増加する傾向であった。一方，脂肪酸グリセリド乳剤区におけるペア数は，第 2 回目調査時に 1 組認められただけで，その他の調査では認められなかった（図-3 下）。最終調査時に採集した 24 小葉当たりの卵数および幼虫数は，無処理区でそれぞれ 54.3 ± 10.3 個（平均±標準偏差）および 42.0 ± 25.9 頭，脂肪酸グリセリド乳剤区で 6.3 ± 6.1 個および 3.0 ± 1.7 頭であり，いずれも有意な差が認められた（t 検定，$p < 0.05$）。採集した成虫の性比（雄率：雄成虫数/全成虫数）は，無処理区では 0.33 ± 0.03 と雌に偏っていたが，脂肪酸グリセリド乳剤区では 0.46 ± 0.03 と雌雄ほぼ同数であった。

気門封鎖剤は，虫体に付着した薬液が気管系を封鎖して窒息死させると考えられている（日本植物防疫協会編，2016）。タバココナジラミの幼虫は，葉の表面で固

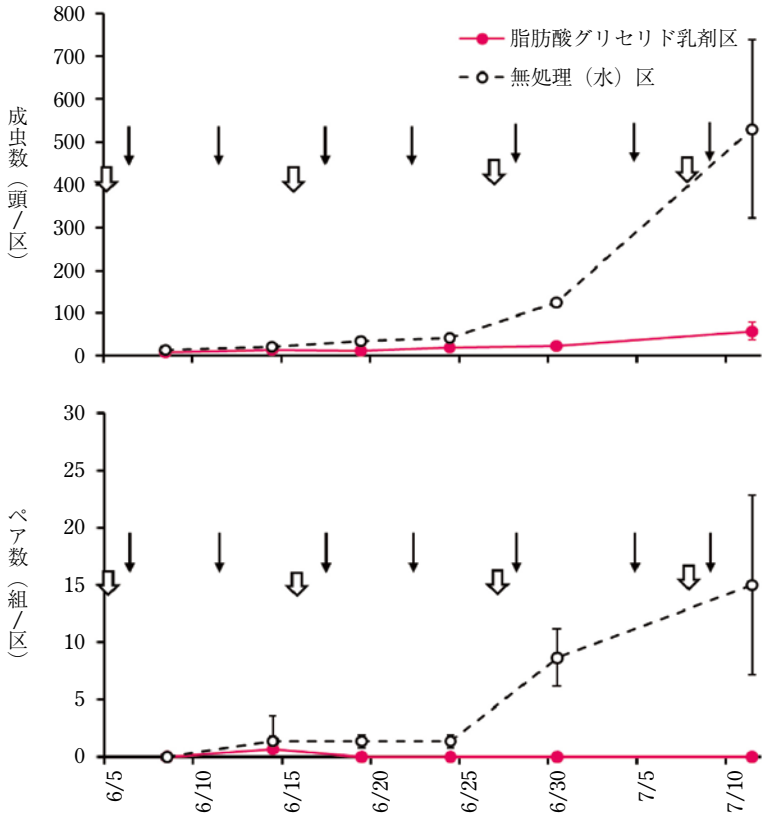


図-3　ガラス温室内のタバココナジラミ成虫とペア数の推移
プロットと垂線は，平均値と標準偏差を示す．3 反復．白矢印は散布日を，黒矢印はタバココナジラミの放虫日を示す．

着生活するため，気門封鎖剤による殺虫効果を得やすい可能性がある。対照的に，タバココナジラミ成虫は飛翔による移動が可能である。さらに，本試験では散布後にタバココナジラミ成虫を放虫しているため，脂肪酸グリセリド乳剤の殺虫効果で死亡する個体は多くないと考えられる。特に，散布 6 または 7 日後に放虫した成虫は，脂肪酸グリセリド乳剤の殺虫効果で死亡するとは考えにくい。したがって，今回の試験で脂肪酸グリセリド乳剤区の成虫数が少なく推移したことは，気門封鎖剤による幼虫の殺虫効果に加え，成虫の定位阻害と産卵抑制効果が影響したと考えられる。一方，脂肪酸グリセリド乳剤区におけるタバココナジラミ成虫のペア数は，調査期間を通じて 1 組のみであり，試験終了前に採集したタバココナジラミ成虫の性比はオスに傾いていた。タバココナジラミバイオタイプ B の卵から成虫までの発育期間は，25℃ で 21 日，30℃ で 18 日程度である（Tsueda and Tsuchida, 2011）ことから，採集した成虫には放飼虫の子孫が含まれていると考えられる。これらのことから，脂肪酸グリセリド乳剤による交尾阻害効果は温室内でも得られると考えられる。今回の放飼成虫は，性別，羽化日齢，交尾経験が異なる個体が混在すると考えられる。このことは，実際の生産現場において野外から施設内に侵入するタバココナジラミの条件に近いと考えられる。以上のことから，脂肪酸グリセリド乳剤を定期的に散布することで，殺虫効果に加え，タバココナジラミの定位阻害，産卵数減少および交尾阻害効果に伴う性比（雄率）の上昇により，タバココナジラミの密度を抑制できると考えられる。

お　わ　り　に

今回の研究を通じて，脂肪酸グリセリド乳剤，調合油乳剤およびなたね油乳剤は，タバココナジラミ成虫の定位阻害，産卵抑制，交尾阻害効果を持つと考えられた。これらの効果は，Kashima et al.（2014；2016）が報告したアセチル化グリセリドと同様と考えられる。上記気門封鎖剤は油脂を有効成分とすることが共通しており，アセチル化グリセリドも油脂の 1 種である。したがって，上記効果は油脂に共通する特性である可能性が考えられる。また脂肪酸グリセリド乳剤を 10 日間隔で散布することで，タバココナジラミの密度抑制効果が得られた。脂肪酸グリセリド乳剤は，有機栽培にも使用可能な気門封鎖剤であり，散布回数に制限がない。これらのことは，

本剤を主としたタバココナジラミ防除体系を構築することで，化学合成農薬の散布回数を大幅に減らせる可能性がある。また，タバココナジラミ成虫に対する定位阻害効果は，トマト黄化葉巻病をはじめとするタバココナジラミが媒介するウイルス病の抑制につながると期待できる。今後は，これらの気門封鎖剤を利用した防除体系の検討を行う必要がある。

引　用　文　献

1）Byrne, D. N. and T. S. Berrows（1991）: Ann. Rev. Entomol. **36**: 431～457.
2）Kashima, T. et al.（2014）: J. Pestic. Sci. **39**: 91～97.
3）———— et al.（2016）: J. Appl. Entomol. **140**: 11～18.
4）日本植物防疫協会（編）（2016）: 農薬ハンドブック 2016 年版，日本植物防疫協会，東京，p.1089.
5）Tsueda, H. and K. Tsuchida（2011）: Entomol. Exp. Appl. **141**: 197～207.

調査報告

鹿児島県のマンゴー加温栽培における チャノキイロアザミウマの系統別発生消長

鹿児島県農業開発総合センター果樹・花き部　宮路克彦（みやじ かつひこ）
鹿児島県大島支庁徳之島事務所農業普及課　西菜穂子（にし なほこ）

はじめに

マンゴー *Mangifera indica* L. は，ウルシ科マンゴー属の果樹で，原産地はインドからインドシナ半島周辺とされる。マンゴーの栽培は古く，BC2000 年にはインドで栽培されていたとされている（JIRCAS，2017）。世界の地域別に見ると，インドや中国といった起源地周辺の南・東南アジアで多く生産されており，これらの地域において現在でも重要な果樹となっている。日本にマンゴーが持ち込まれたのは，明治時代の半ばとされているが，1980 年代のハウス栽培の導入により安定して果実をつけることができるようになり，国内マンゴー生産の第一歩が踏み出されたようである（JIRCAS, 2017）。国内の栽培面積は 421 ha で，本県は全国の約 16％栽培されている。収穫量は沖縄県，宮崎県に次いで全国第 3 位である（農林水産省，2015）。2008 年以降の国内の栽培面積の推移を見ると，栽培面積は安定して推移している（図-1）。

本県のマンゴー栽培は，主にビニルハウスや硬質プラスチックハウスで行われており，県本土と熊毛地域では加温栽培，奄美地域では無加温栽培である。収穫時期は加温栽培が 4 月から始まり，無加温栽培の 8 月までと幅広い。

チャノキイロアザミウマ *Scirtothrips dorsalis* Hood（以下，チャノキイロ）は多数の植物に寄生し，チャやカンキツ類，カキ，ブドウ等の害虫として知られている（西野・小泊，1988）。マンゴーでは新梢，新葉および幼果などの柔らかい組織を加害し（図-2, 3, 4），果実の商品価値を低下させるため（仲宗根ら，1996；山口，2007），本県でもマンゴーの重要害虫として位置づけされてい

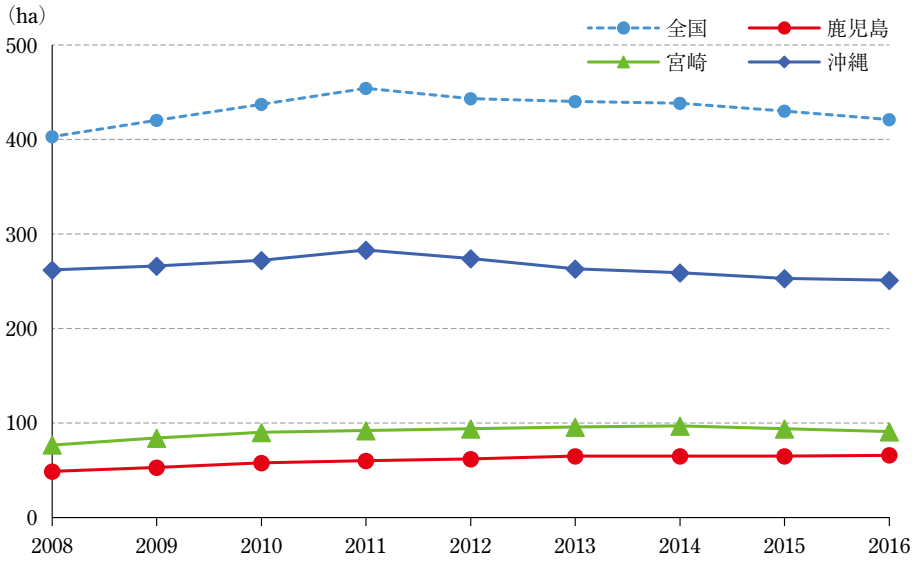


図-1　マンゴー栽培面積の推移（特産果樹生産動態等調査より抜粋）

Seasonal Prevalence of Two Strains of *Scirtothrips dorsalis* Hood in Mango Greenhouse in Kagoshima Prefecture.　By Katsuhiko Miyaji and Nahoko Nishi

（キーワード：チャノキイロアザミウマ，マンゴー，C 系統，YT 系統，鹿児島県）

図-2　果実の被害（灰白色，象皮状）

図-3　幼果の被害（褐変～黒褐変，後に象皮状）

る。また，これまで果樹やチャの重要害虫として知られてきた在来のチャノキイロ（YT 系統）とは，遺伝的に明らかに異なり，トウガラシに強い寄生性を示す海外由来の系統（C 系統）が（Toda et al., 2014；土田，2015），2009 年に本県マンゴー栽培でも確認された（鹿児島県病害虫防除所，2010）。さらに，その後の詳細な調査で，県内 19 市町村，奄美群島を含むほぼ県内全域のマンゴー主要産地で発生していることが明らかになった（吉松・宮路，2014）。

これまで，本県のマンゴーにおけるチャノキイロの発生消長については，奄美大島における無加温栽培での報告があるが（山口，2007），これらの系統は明らかでない。本県では，これまでチャノキイロ防除の主体であったネオニコチノイド系薬剤の効果が 2009 年ころから低下しており，奇しくも C 系統の発生確認時期と一致している。本県ではこの対応策の一つとしてスワルスキーカブリダニ *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot を利用した IPM 体系が普及しているが，新梢伸長期にあたる秋冬期の防除は化学合成農薬に頼らざるを得ないのが実情で，秋冬期の防除がうまくいかないと，開花期前後の天敵放飼の効果が不安定な事例も見られている。ターゲットとなる害虫の発生時期を把握することは IPM 体系の効果を安定させるためにも重要であるが，マンゴー加温

図-4　新梢の被害（葉脈とその周辺が褐変～黒褐変）

栽培における C 系統と YT 系統の発生消長については明らかにされていない。

ここでは，鹿児島県におけるチャノキイロ両系統が混発しているマンゴー加温栽培における年間の発生消長について調査したので（宮路ら，2019），その概要を紹介する。

I　試　験　方　法

試験は，鹿児島県垂水市の旧鹿児島県農業開発センター果樹部内のビニルハウス（480 m²，4 連棟，植栽本数 44 樹）で行った。供試品種は，‘アーウィン（Irwin）’を用いた。栽培体系は，7～8 月に収穫する加温栽培で行った。

トラップは，黄色粘着板（(株)アリスタライフサイエンス社製・ホリバーイエロー，10 cm × 20 cm）を用い，ハウス内に 3 基，マンゴー樹の新梢や花蕾が着生する部位に近接するように，地上約 1.5 m の高さに設置した。調査は 2011 年 8 月～15 年 12 月まで，おおむね 10 日間隔で行った。トラップに誘殺されたチャノキイロ成虫は，西・宮路（2017）により DNA 抽出後，Toda et al.（2014）の方法に準じて PCR 検定し，系統識別を行った。

II　薬剤散布履歴

本試験の薬剤散布履歴を表-1 に示した。2011～13 年まではクロチアニジンやジノテフラン等のネオニコチノイド系薬剤を主体に，スピノサドやクロルフェナピル等が散布された。2014 年と 15 年はこれらに加えピリフルキナゾン，DMTP が散布された。また，毎年天敵製剤のスワルスキーカブリダニを 25,000～50,000 頭/10 a 相当

表-1　散布履歴

処理年月日			処理薬剤（天敵資材）	希釈倍数（放飼頭数）
2011年	8月12日	①	スワルスキーカブリダニ	25,000頭/10 a
	9月15日	②	ジノテフラン水和剤	2,000倍
	9月22日	③	クロチアニジン水和剤	2,000倍
	9月22日	①	スワルスキーカブリダニ	25,000頭/10 a
	9月27日	④	スピノサド水和剤	5,000倍
	10月14日	⑤	クロルフェナピルフロアブル	2,000倍
	12月13日	④	スピノサド水和剤	5,000倍
2012年	1月6日	⑥	ピリダベン水和剤	1,000倍
	1月6日	⑦	マンゼブ水和剤	800倍
	4月18日	④	スピノサド水和剤	5,000倍
	4月27日	③	クロチアニジン水和剤	3,000倍
	8月10日	①	スワルスキーカブリダニ	50,000頭/10 a
2013年	1月7日	⑥	ピリダベン水和剤	1,000倍
	1月7日	⑦	マンゼブ水和剤	800倍
	3月25日	②	ジノテフラン水和剤	2,000倍
	7月26日	①	スワルスキーカブリダニ	50,000頭/10 a
	9月4, 10日	⑧	ボーベリアバッシアーナ	1,000倍
	9月18日	④	スピノサド水和剤	5,000倍
	10月23日	⑤	クロルフェナピルフロアブル	2,000倍
2014年	3月20日	①	スワルスキーカブリダニ	50,000頭/10 a
	4月10日	⑨	チアメトキサム水和剤	2,000倍
	4月23日	④	スピノサド水和剤	5,000倍
	8月11日	⑩	アセタミプリド水和剤	2,000倍
2015年	1月20日	⑤	クロルフェナピルフロアブル	2,000倍
	3月4日	①	スワルスキーカブリダニ	50,000頭/10 a
	4月27日	⑪	ピリフルキナゾン水和剤	3,000倍
	8月12, 20日	⑫	DMTP乳剤	1,500倍
	9月17日	⑩	アセタミプリド水和剤	2,000倍
	11月4日	⑥	ピリダベン水和剤	1,000倍

注）薬剤は300 *l*/10 a相当を散布した.

放飼した。2011～13年までは8，9月，2014年と15年は3，4月に放飼した。化学合成農薬の散布回数は2011～13年までは4～5回/年であったが，2014年と15年は3回/年であった。

III　チャノキイロアザミウマ系統別発生消長

当試験場所は，2009年にはC系統の発生が確認された地点である。調査を開始した2011年は，すでにC系統が定着していたと考える。2011年からの黄色粘着トラップによるチャノキイロ成虫の系統別誘殺消長を図-5に示した。成虫の発生は，両系統ともに年間を通じて見られ，2月以降増加し始め，3～4月と8～10月に発生が多くなる傾向を示した。沖縄県のマンゴー施設栽培における調査でも，系統は明らかでないが，チャノキイロは年間を通じて発生しており（佐渡山，2008），今回の結果と一致した。本試験では3～4月がマンゴーの花穂伸長期から開花期，8～10月は新梢伸長期であり，これと同調するようにピークを形成した。また，YT系統は遅くとも10月末には誘殺されなくなったのに対し，C系統は誘殺数が少なくなるものの12月まで誘殺された。系統は明らかでないが，チャノキイロはブドウでは短日条件で生殖休眠することが示唆されている（柴尾・田中，2003）。西・宮路（2017）によるマンゴー樹上での越冬状況調査では，短日条件下や新梢等の柔らかい組織がないとき（11～1月）でも芽で生息，増殖していることを明らかにしている。今回の結果もC系統は生殖休眠せず，ハウス内のマンゴーで発生・増殖していることを示唆していると考える。

IV　年次別・系統別の年間誘殺虫数

年次別・系統別の年間総誘殺成虫数を表-2に示した。年次間で誘殺成虫数に差はあったものの，2011年8～12月と12年9～12月は両系統の誘殺割合はほぼ同等，2012年1～8月はYT系統の割合が高かったが，2013年

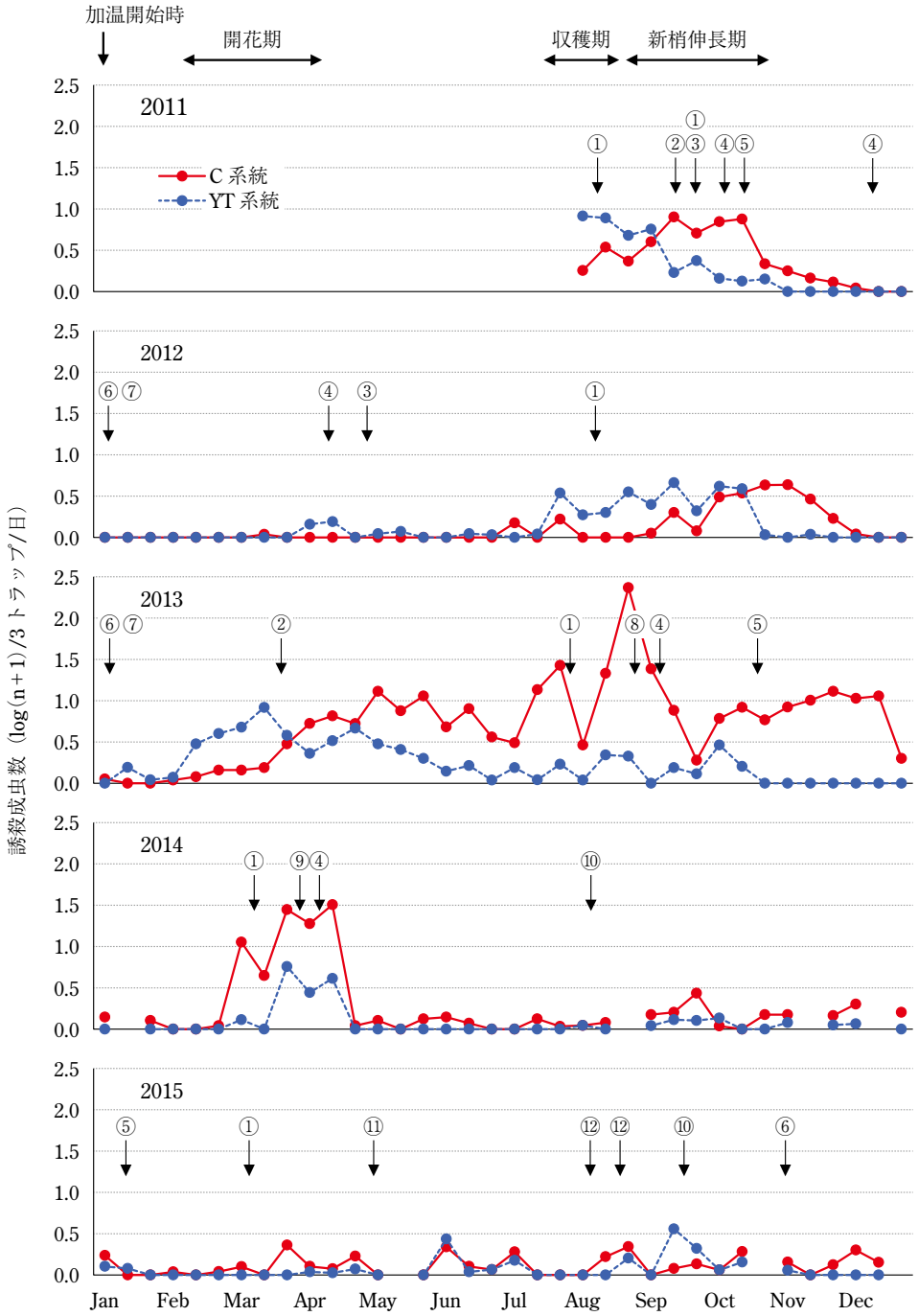


図-5　マンゴー加温栽培における黄色粘着トラップによるチャノキイロアザミウマ成虫の系統別誘殺消長
注 1）図中の矢印は，殺虫剤（天敵）の散布（放飼）時期を示す．
注 2）図中の番号は，表-1 に示す殺虫剤および天敵を示す．
注 3）西・宮路（2017）により DNA 抽出し，PCR 法（Toda et al., 2014）により系統判別した．

と 14 年は C 系統の割合が有意に高かった。本試験の防除履歴（表-1）と照らし合わせると，2011～14 年までは，防除の主体であったネオニコチノイド系薬剤が使用されていた。また，薬剤散布後の黄色粘着トラップによる誘殺成虫数の増減を見ると，2013 年 3 月 25 日のジノテフラン散布後や 2015 年 9 月 17 日のアセタミプリド散布後，YT 系統の誘殺成虫数は減少したのに対し，C 系統は増加した。一方，2014 年 4 月 23 日のスピノサド散布後では両系統ともに誘殺成虫数が減少した。

さらに，垣内・広瀬（2011）は高知県のピーマン，イチゴおよびマンゴーで，春山（2014）は栃木県のトルコギキョウでネオニコチノイド系薬剤の防除効果が低いこ

表-2　黄色粘着トラップによるチャノキイロアザミウマ成虫の系統別誘殺割合

調査期間		調査回数	誘殺成虫数		
			C 系統	YT 系統	計
2011 年	9〜12 月	15	330（57.1）	248（42.9）n.s.	578
2012 年	1〜8 月	24	12（13.2）	79（86.8）＊	91
	9〜12 月	12	162（56.4）	125（43.6）n.s.	287
	計	36	174（46.0）	204（54.0）	378
2013 年	1〜8 月	24	3,086（89.5）	363（10.5）＊	3,449
	9〜12 月	12	992（96.5）	36（ 3.5）＊	1,028
	計	36	4,078（91.1）	399（ 8.9）	4,477
2014 年	1〜8 月	22	960（89.7）	110（10.3）＊	1,070
	9〜12 月	10	71（79.8）	18（20.2）＊	89
	計	32	1,031（89.0）	128（11.0）	1,159
2015 年	1〜8 月	23	87（66.9）	43（33.1）n.s.	130
	9〜12 月	10	47（49.5）	48（50.5）n.s.	95
	計	33	134（59.6）	91（40.4）	225

注 1）西・宮路（2017）により DNA 抽出し，PCR 法（Toda et al., 2014）で系統判別した．
注 2）カッコ内の数値は割合（%）を示す．
注 3）表中の＊は，有意であることを示す（Tukey 法，$p < 0.05$）．

とを報告している。したがって，両系統の薬剤感受性の違いにより，優占する系統が変化したと考える。なお，2015 年は誘殺成虫数が少なく，両系統の誘殺割合に有意差はなかった。この原因は明らかでないが，スワルスキーカブリダニをチャノキイロの密度が上昇し始める花穂伸長期（3 月上中旬）に放飼したことや，C 系統に対しても有効と思われるスピノサドやクロルフェナピル，DMTP，ピリフルキナゾン（春山，2014；吉松・宮路，2014）が適期に散布されたことによると考える。ただし，マンゴーではコナカイガラムシ類などが発生するため，ネオニコチノイド系薬剤は防除体系を考慮すると効果的に利用する必要がある。

お　わ　り　に

沖縄県では，2009 年の C 系統初確認以降，マンゴー栽培施設での主要系統は C 系統となっている（守屋ら，2018）。本県のマンゴー主要産地では C 系統の発生が確認されて 10 年が経過した。C 系統は，2010〜11 年の調査時点でほぼ県内全域のマンゴー主要産地で確認されており（吉松・宮路，2014），現在は，沖縄県と同様 C 系統が主要系統となっている可能性がある。

マンゴーに登録のある薬剤では，C 系統に効果の低いものが多く，特に，秋冬期の新梢伸長期の防除に苦慮している。近年，気候変動による農作物への影響が話題になっているが，秋冬期の高温によりチャノキが遅くまで増殖を続けることで，新梢伸長期の対策に苦慮することが予想される。

今後，積極的に IPM 体系を推進していくうえでも，効果の高い薬剤の登録とともに，秋冬期の防除技術の確立が望まれる。

引　用　文　献

1）春山直人（2014）: 関東東山病虫研報 **61** : 155〜158.
2）JIRCAS（2017）: https://www.jircas.go.jp/ja/database/mango/mini-synopsis（2020 年 6 月 5 日確認）
3）垣内加奈子・広瀬拓也（2011）: 応動昆 **60** : 55（講要）.
4）鹿児島県病害虫防除所（2010）: 平成 21 年度病害虫発生予察特殊報第 5 号.
5）宮路克彦ら（2019）: 九病虫研会報 **65** : 84〜89.
6）守屋伸生ら（2018）: 応動昆 **62** : 257〜261.
7）仲宗根福則ら（1996）: 九病虫研会報 **42** : 122〜124.
8）西　茉穂子・宮路克彦（2017）: 同上 **63** : 71〜78.
9）西野　操・小泊重洋（1988）: 農作物のアザミウマ（梅谷献二・工藤　巖・宮崎昌久 編），全国農村教育協会，東京，p.192〜233.
10）農林水産省（2015）: https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?/page=1&1ayout=datalist&toukei（2019 年 3 月 5 日確認）
11）佐渡山安常（2008）: 沖縄農研セ研報 **1** : 63〜67.
12）柴尾　学・田中　寛（2003）: 応動昆中国支部会報 **45** : 11〜15.
13）Toda, S. et al.（2014）: Appl. Entomol. Zool. **49** : 231〜239.
14）圡田　聡（2015）: 植物防疫 **69** : 28〜32.
15）山口卓宏（2007）: 九病虫研会報 **53** : 103〜106.
16）吉松孝宏・宮路克彦（2014）: 同上 **60** : 95（講要）.

新しく登録された農薬（2020.7.1～7.31）

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

「殺菌剤」

●イプフルフェノキン水和剤
24408：**ミギワ 20 フロアブル**（日本曹達）20/7/14
イプフルフェノキン：20.0%
りんご：うどんこ病，黒星病，斑点落葉病：収穫前日まで
なし：黒星病：収穫前日まで
おうとう：灰星病：収穫前日まで
もも：灰星病：収穫前日まで
ネクタリン：灰星病：収穫前日まで
小粒核果類：灰星病（すもも），黒星病：収穫前日まで
かき：うどんこ病，炭疽病，落葉病，灰色かび病：収穫前日まで
ぶどう：灰色かび病，褐斑病，晩腐病：収穫前日まで
かんきつ：灰色かび病：収穫前日まで
茶：炭疽病：摘採 7 日前まで

●イプフルフェノキン水和剤
24409：**ミギワ 10 フロアブル**（日本曹達）20/7/14
イプフルフェノキン：10.0%
あずき：灰色かび病，菌核病：収穫 7 日前まで
いんげんまめ：灰色かび病，菌核病：収穫 7 日前まで
トマト：灰色かび病，菌核病：収穫前日まで
ミニトマト：灰色かび病，菌核病：収穫前日まで
なす：灰色かび病，菌核病：収穫前日まで
きゅうり：灰色かび病，菌核病，炭疽病：収穫前日まで
ピーマン：うどんこ病：収穫前日まで

●イプフルフェノキン水和剤
24410：**ミギワ 80 フロアブル**（日本曹達）20/7/14
イプフルフェノキン：8.0%
稲：いもち病，稲こうじ病，穂枯れ（ごま葉枯病菌）：収穫 7 日前まで

●フルオピラム・プロピネブ水和剤
24411：**オルフィン AC 顆粒水和剤**（バイエル）20/7/22
フルオピラム：6.0%
プロピネブ：60.0%
りんご：黒星病，うどんこ病，斑点落葉病，褐斑病：収穫 45 日前まで

●アゾキシストロビン・イソピラザム水和剤
24412：**ティアレスフロアブル**（シンジェンタ）20/7/22
アゾキシストロビン：18.0%
イソピラザム：11.2%
西洋芝（ベントグラス）：紅色雪腐病：根雪前

「殺虫剤」

●ジノテフラン複合肥料
24413：**マグァンプ K　殺虫剤入り**（ハイポネックス ジャパン）20/7/27
なす：アブラムシ類：生育期但し，収穫前日まで
なす：アブラムシ類：定植時
トマト：コナジラミ類：定植時
ミニトマト：コナジラミ類：定植時

「殺菌殺虫剤」

●フルピリミン・プロベナゾール粒剤
24402：**日産オリゼメートリディア箱粒剤**（日産化学）
24403：**オリゼメートリディア箱粒剤**（Meiji Seika）20/7/8
フルピリミン：2.0%
プロベナゾール：3.2%
稲（箱育苗）：いもち病，イネドロオイムシ，イネミズゾウムシ，ウンカ類，ツマグロヨコバイ，ニカメイチュウ，フタオビコヤガ：移植 3 日前～移植当日

「除草剤」

●ターバシル・テブチウロン・DCMU 粒剤
24404：**ワイドウェイ V3 粒剤**（保土ケ谷アグロテック）
24405：**ネコソギエース V3 粒剤**（レインボー）20/7/8
ターバシル：1.0%
テブチウロン：1.0%
DCMU：5.0%
樹木等：一年生雑草，多年生広葉雑草，多年生イネ科雑草，スギナ

●アイオキシニル乳剤
24407：**アクチノール B 乳剤**（バイエル）20/7/8
アイオキシニル：30.0%
麦類：一年生広葉雑草
たまねぎ（秋播移植栽培）：一年生広葉雑草
たまねぎ（春播移植栽培）：一年生広葉雑草
たまねぎ（直播栽培）：一年生広葉雑草
にんにく：一年生広葉雑草
樹木等：一年生広葉雑草

（37 ページに続く）

新技術解説

ペンチオピラドのリンゴうどんこ病菌に対する感受性検定法

三井化学アグロ株式会社　堤（つつみ）　京子（きょうこ）・櫻井（さくらい）　誠也（せいや）・小原（おはら）　敏明（としあき）

はじめに

ペンチオピラド（試験開発番号：MTF-753）は，三井化学アグロ株式会社が創出し開発した殺菌剤であり，ミトコンドリア電子伝達系複合体Ⅱのコハク酸脱水素酵素の反応を阻害するSDHI（Succinate DeHydrogenase Inhibitors）剤である（柳瀬ら，2006；Yoshikawa et al., 2011；Yanase et al., 2013 a；2013 b）。本化合物のスペクトラムは広く，子嚢菌による病害である灰色かび病，うどんこ病およびリンゴ黒星病だけでなく，担子菌による病害であるさび病，白絹病に対し活性を示すことが特徴である（Yanase et al., 2013 a）。野菜・果樹用としてアフェット®フロアブル，果樹専用剤としてフルーツセイバー®，野菜用混合剤としてクロロタロニル混合剤（商品名：ベジセイバー®），メパニピリム混合剤（商品名：ピカット®フロアブル），果樹用混合剤としてキャプタン混合剤（商品名：フルーツガード®WDG）をそれぞれ上市し，国内市場で開発・適用拡大を進めている。

リンゴうどんこ病は，*Podosphaera leucotricha* によって引き起こされる病害である。本病は，葉，新梢，花，幼果および果柄に発病し，果実の品質や樹体の生育に影響を与えるリンゴの重要病害の一つである（田中，1969）。また，本病は，品種によって大きく感受性が異なり，特に‘国光’，‘紅玉’，‘印度’，‘つがる’等の品種の感受性が高く，被害が顕在化しやすい（田中，1969；Biggs et al., 2009；雪田，2016；りんご生産指導要領，2018）。また，長野県では，本菌がモモうどんこ病菌として感染することが明らかにされており，地域における体系防除が必要となっている（横澤，2019）。本病に対し卓効を示す薬剤として，SDHI剤，ステロール生合成におけるC14位の脱メチル化阻害剤（DMI剤：DeMethylation Inhibitors），ストロビルリン系殺菌剤（QoI剤：Quinone outside Inhibitors），イミノクタジン酢酸塩剤，シフルフェナミド剤，ピリオフェノン剤等が登録を取得しているが，近年，DMI剤の感受性低下に伴い，青森県の一部地域では本病による果柄での被害が，また長野県の全域でも被害が顕在化し問題となっている（雪田，2016；横澤，2019）。

近年，新規SDHI剤の開発が進む中で，本系統に対する各種耐性菌の存在が国内および海外で確認されている（石井，2012；Sierotzki and Scalliet, 2013）。Fungicide Resistance Action Committee（FRAC）の日本支部であるJapan FRAC（J FRAC）は，農薬工業会内の組織として，農業用殺菌剤耐性菌に関する情報を提供している（URL；https://www.jcpa.or.jp/labo/jfrac/）。2020年3月，基幹剤であったDMI剤，QoI剤耐性リンゴ黒星病菌の発生に伴い，「りんご病害の耐性菌対策」を公表している（農薬工業会 J FRAC https://www.jcpa.or.jp/labo/jfrac/pdf/evaluation_pdf02.pdf）。その中で，殺菌剤リスクを高（6），中（4），低（1），病原菌リスクを高（3），中（2），低（1），栽培リスクを高（1），中（0.5），低（0.25）に分類し，リンゴうどんこ病は病原菌リスク高（1），栽培リスク高（0.5），ペンチオピラド剤を含むSDHI剤の殺菌剤リスクは中～高（4～6），SDHI剤によるリンゴうどんこ病防除の複合リスク値は2～3と算出した。しかしながら，DMI剤での感受性低下，キュウリうどんこ病菌と同じ *Podosphaera* 属であること，防除暦でのSDHI剤の採暦状況を考慮すると，SDHI剤のリンゴうどんこ病菌に対する感受性モニタリングおよび耐性菌マネジメントは必要と考える。

ペンチオピラドについては，灰色かび病菌，リンゴ黒星病菌，トマト葉かび病菌，ナスすすかび病菌に対する感受性検定方法が検討・確立され，それぞれの病原菌における感受性ベースラインが設定されている（櫻井，2007；Sakurai et al., 2011；湯谷ら，2020）。各種うどんこ病菌に対しては，「植物病原菌の薬剤感受性検定マニュアル」の中で，DMI剤，QoI剤のキュウリうどんこ病菌，イチゴうどんこ病菌，コムギうどんこ病菌に対する感受性検定法が確立されている（中澤・大塚，1998；

Testing Methods of Sensitivity to Penthiopyrad on *Podosphaera leucotricha* Causing Apple Powdery Mildew.　By Kyoko Tsutsumi, Seiya Sakurai and Toshiaki Ohara

（キーワード：殺菌剤，SDHI剤，感受性検定方法，リンゴうどんこ病菌）

林，2009；石井，2009；大関，2009；武田，2009；植草ら，2009；内田，2009；山中，2009）。筆者らのグループは，従来の方法を参考に，ペンチオピラドの検定方法として，キュウリうどんこ病菌に対するリーフディスク素寒天培地法を確立した（小原・堤，2015）。一方で，リンゴうどんこ病菌に対する感受性検定方法は検討されているものの，分離および継代方法，接種源である分生胞子の増殖方法等の点が課題であり，感受性検定方法が確立されていない。筆者らは，ペンチオピラドのキュウリうどんこ病菌に対する感受性検定方法を参考に種々検討した結果，ポット試験と同様な結果が得られるリーフディスク素寒天培地法を確立した（櫻井ら，2019）。本稿では，ペンチオピラドの感受性検定方法として確立したリーフディスク素寒天培地法について紹介する。

I　サンプリング方法

リンゴうどんこ病菌は被害枝の芽，特に頂芽で潜伏越冬し，発芽時に感染・発病，「芽しぶ」と呼ばれる第一次発病芽を形成する。さらに，展葉に伴い，花葉叢全体に白色粉状の分生胞子を形成する（田中，1969；雪田，2016；りんご生産指導要領，2018）。サンプリングでは，芽しぶを単一の病斑と想定し，新鮮な分生胞子が形成された芽しぶを採取する（図-1A）。圃場における採取場所としては，1圃場の発病状況を反映できる地点2～4箇所から各1本程度の芽しぶを採取する。必ず防除に使用した薬剤の防除暦および採取前に処理した薬剤の使用履歴を記録しておく。また，検定の対象となる薬剤の散布後数日以内の圃場からの採取は避ける。

採取した芽しぶは1枚ずつ遠沈管（50 m*l*）または300 m*l* 容器に入れ，実験室に持ち帰る。遠隔地へ輸送する場合は，芽しぶの切口を軽く湿らせたティッシュペーパーなどで包みラップフィルムで覆うことで，1～2日間の輸送にも対応可能である。一方で，芽しぶは腐りやすく，保存期間は3～7日間程度であるため，分生胞子が確認できる芽しぶを採取し，早めに分離・継代することが望ましい。

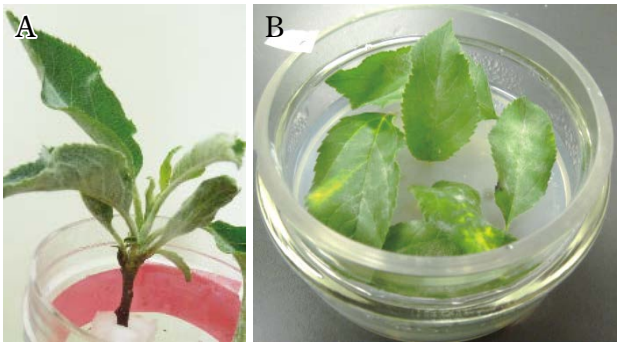


図-1　リンゴうどんこ病菌の分離と接種源の準備
A：感染した芽しぶ（第一次発病芽）.
B：芽しぶからの分離と接種源の準備.

II　接種源の準備

リンゴうどんこ病は，品種によって感受性が異なることから供試品種を設定する必要がある。代表的な感受性品種は‘国光’，‘紅玉’であるが，入手性および汎用性を考慮し，‘つがる’を採用した（りんご生産指導要領，2018）。また，リンゴうどんこ病菌は絶対寄生菌であり無菌的な培地での増殖は不可能である。したがって，感受性検定を実施するにあたり，できるだけ単一な菌株を分離し，宿主であるリンゴ葉上で十分量の分生胞子を増殖させる必要がある。当初，感受性検定法の簡便化を考慮し，芽しぶから形成された分生胞子を，直接，検定に供試する方法を検討した。詳細には，分生胞子を含む葉を1.5 m*l* チューブに入れ，滅菌水で胞子懸濁液を調整した後，リンゴ葉リーフディスクに接種し，発病の有無を確認した。その結果，発病は確認できるが，接種源によって発病の程度が大きく異なり，安定した発病を確認することはできなかった。上記結果から，リンゴうどんこ病菌・分生胞子の水への懸濁は，感染・発病を低下させると推定された。したがって，水を使用しないダスティング接種を検定に採用する必要があり，芽しぶ上で形成された分生胞子を大量に増殖させる必要があった。筆者らは，キュウリうどんこ病菌の感受性検定方法における分生胞子の増殖方法を参考に，芽しぶから十分な分生胞子を増殖・確保する方法を確立することができた。以下，詳細について述べる。

（1）　接種用リンゴ葉の準備

他の菌株と隔離するために，腰高シャーレを利用する。腰高シャーレに深さ約2～3 cm となるように1%素寒天培地を流し込み，固める。この腰高シャーレにリンゴ（品種：‘つがる’）の葉を刺し込んだものを準備する（図-1B）。なお，供試する葉は，2～5年生の苗を温室などで管理し，芽しぶを採取するまでに，展葉させておく。展開中の新梢葉であれば，最上位展開葉から3葉目までの柔らかい葉が望ましい。

（2）　芽しぶからの分離

圃場からサンプリングした芽しぶ上で形成された分生胞子を綿棒などでかき取り，（1）で準備した1%素寒天培地を含む腰高シャーレ中のリンゴ葉に分生胞子が触れるように接種・静置する（図-1B）。

（3）　培養条件

分生胞子を接種したリンゴ葉を含む腰高シャーレを照

明付きインキュベーター内，20～23℃，2,000～3,000 Lux，1日12時間照明下で9～12日間培養し，分離された病斑から十分かつ新鮮な分生胞子を得る。なお，接種後約10～15日間は継代・維持が可能である。

上記の方法で，芽しぶからの分離菌株から十分な分生胞子を得ることが可能である。筆者らは，芽しぶから十分量の分生胞子を得るために（1）から（3）の手順で行ったが，サンプリングした芽しぶの分生胞子形成量が十分かつ新鮮であれば，直接，検定に利用することも可能である。

III　リーフディスク素寒天培地法による感受性検定

ペンチオピラドのキュウリうどんこ病菌に対する感受性検定法を参考に，リーフディスク素寒天培地を用いた感受性検定法を確立した（図-2；櫻井ら，2019）。

1　検定方法

（1）　リーフディスクの作成

リンゴ（品種：‘つがる’）の2～3年生の苗を購入・育苗し，展葉させる。展開中の新梢葉，最上位展開葉から第2葉（長さ3～6 cm）の柔らかい葉を供試する。なお，栽培は春先であれば屋外，または，一般的な温室（室温20～23℃程度）であれば問題ない。得られた葉を用いて，径8.5 mmのコルクボーラーでリーフディスクを打ち抜き，得られたリーフディスクを蒸留水で湿らせたろ紙を敷いたシャーレ（直径20 cm）に葉表を上にして並べる。この際，栽培状況によって各葉の感受性が異なる場合があるので，打ち抜いたリーフディスク（第1葉ごと）のグループとして並べ，反復も含めて均一になるように試験に供試するのが望ましい。

（2）　検定用素寒天培地の準備

1%素寒天培地を含む角型シャーレを検定に供試する。1%となるように寒天を調製した素寒天培地を検定用角型シャーレ（100 mm × 100 mm × 15 mm：D210-16 Polystyrene Sterile Square Petri Dish With Grid，Simport Plastics®）に35 m*l*程度分注・平板化，風乾する。

（3）　薬剤処理

試験には，市販されているペンチオピラド15%フロアブル（商品名：フルーツセイバー®）または，ペンチオピラド20%フロアブル（商品名：アフェット®フロアブル）を供試する。実用濃度である1,500倍または2,000倍（最終濃度として100 ppm）希釈液を作成し，さらに所定の濃度（0，0.2，1，5，10，25，100 ppm）となるように希釈，50 m*l*のビーカーに薬液を準備する。なお，展着剤を加用する必要はない。（1）で準備したリーフディスクを薬液に浸漬処理（5～10秒程度）し，ビーカーの口で適度に薬液を取り除いた後，（2）で準備した素寒天培地を含む角型シャーレ内に並べ，リーフディスクを風乾する。筆者らは1濃度につきリーフディスク3枚を供試し，試験を実施している。

（4）　接種

芽しぶから分離・増殖した接種源を供試する。ダスティング接種として，綿棒などで分生胞子をかき取り，直接リーフディスクに擦りつける。この際，面倒でもリーフディスクごとに接種源からかき取る方が発病は均一となる（図-2）。基本的に，発病の有無を判定する方法であるが，必要に応じて，病斑面積率からEC_{50}値（50%

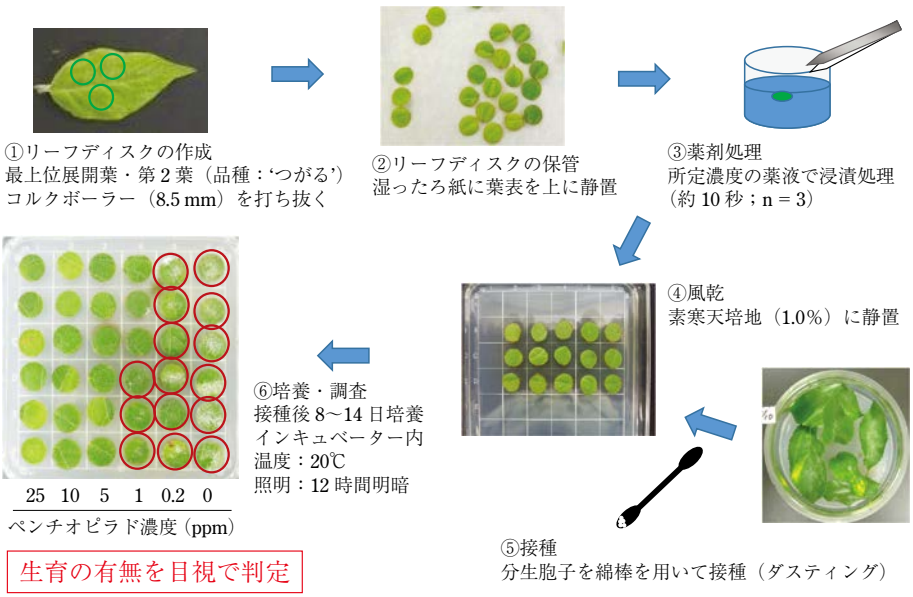


図-2　リーフディスク素寒天培地を用いたリンゴうどんこ病菌に対する感受性検定方法

生育阻止濃度）を算出することも可能である。

（5） 培養条件

分生胞子を接種後，リーフディスクを静置した角型シャーレを照明付きインキュベーター内，20℃，2,000～3,000 Lux，1日12時間照明下で8～14日間培養する。分離した菌株によって生育速度が異なるため，無処理区の分生胞子が十分に形成され，処理区との差が明確になった時点で調査するのが望ましい。

（6） 調査方法

目視で発病の有無，必要に応じて，実体顕微鏡で分生胞子形成の有無を確認する。なお，発病程度を調査したい場合は，中澤・大塚（1998）に準じた指数を用い，各リーフディスクについて判定する。

0：無発病
1：発病面積率5%以下
2：発病面積率6～25%
3：発病面積率26～50%
4：発病面積率51～75%
5：発病面積率76%以上

（7） データ解析

発病程度を算出する場合は，中澤・大塚（1998）に準じた方法を用いる。基本的には，1濃度につき3枚のリーフディスクを対象とし，発病度を以下の式で算出する。

発病度＝Σ（指数×該当リーフディスク数）×100/3×反復数

上式から算出された発病度と無処理区の発病度とを比較した阻害度からEC_{50}値（50%生育阻止濃度）および最小生育阻止濃度（MIC）を算出し，データを解析する。

2　検定結果

2017～18年にかけて，リンゴの主要産地（青森県，長野県，秋田県，福島県）からリンゴうどんこ病に罹病した芽しぶを採取し，本稿に記載した方法によって51菌株を分離した。分離した51菌株について，リーフディスク素寒天培地法を用いて感受性検定を実施した結果，ペンチオピラド5 ppm以上処理区では，発病する菌株は検出されなかった。以上の結果から，ペンチオピラドのリンゴうどんこ病菌に対する感受性ベースラインをMIC値＝5 ppmと設定した（図-3A；櫻井ら，2019）。

さらに，リーフディスク素寒天培地法におけるMIC値とポット苗における防除価の差異を確認するため，リンゴ実生苗を用いてポット試験を実施した。その結果，ポット試験でも，5 ppmの処理濃度では防除価100であり，リーフディスク素寒天培地法で設定したMIC値と一致した（図-3B；櫻井ら，2019）。以上の結果は，リーフディスク素寒天培地法が，実防除場面での薬剤の防除価を再現できることを示している。

お　わ　り　に

ペンチオピラドのリンゴうどんこ病菌に対する感受性検定方法として，リーフディスク素寒天培地を用いた方法を確立した。本法は，キュウリうどんこ病に対する感受性検定法と同様，市販剤から調製した薬液にリーフディスクを浸漬処理するため，実防除場面での薬剤散布および効果を反映しており，様々な物性・特徴を示す化合物の感受性検定にも利用できると推定される。一方，本検定法における課題は，リーフディスクに供試するための葉の確保である。特に，リンゴうどんこ病が自然発生す

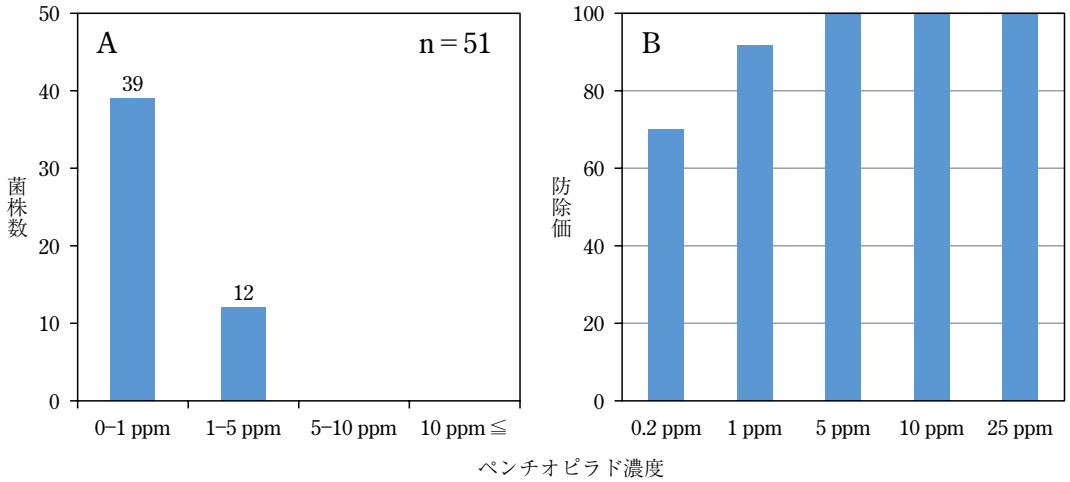


図-3　ペンチオピラドのリンゴうどんこ病菌に対する感受性検定結果
A：リーフディスク素寒天培地法による感受性分布.
B：ポット苗を用いた接種試験による防除効果.

る地域では，栽培中に自然発病によって検定に供試する葉を確保できない可能性がある。したがって，自然感染できないような栽培管理，防除方法は今後の課題である。

本稿で紹介したリーフディスク素寒天培地法を用いて，ペンチオピラドのリンゴうどんこ病菌に対する感受性ベースラインを MIC 値 5 ppm と設定した。本検定で供試した分離菌株は，採取場所において，SDHI 剤を含むボスカリド・ピラクロストロビン水和剤の使用履歴を含むものが大半であったことから，ペンチオピラドの感受性が低下している可能性も推定された。しかしながら，リンゴうどんこ病菌に対する MIC 値は 5 ppm であり，他の病原菌と比較しても高い感受性を示した。したがって，リンゴ防除暦において SDHI 剤の使用履歴はあるものの，感受性は低下しておらず，基幹剤として十分な防除効果が期待できると推定される。

本稿で紹介した感受性検定法は，りんご主要県の指導者と方法について協議・修正を重ねることで，確立することができた。今後も，各企業と各試験場，現地指導員が連携し，感受性モニタリングを実施することで，感受性を把握し，耐性菌が顕在化・まん延する前に対策を立てることができると考える。本稿が，感受性モニタリングに基づいた耐性菌マネジメントの一助になれば幸いである。

なお，本研究を行うにあたり，青森県植物防疫協会雪田金助氏，青森県産業技術センターりんご研究所 赤平知也氏，平山和幸氏，十川聡子氏，長野県果樹試験場 江口直樹氏，横澤志織氏，秋田県果樹試験場 佐藤裕氏，福島県農業総合センター果樹研究所 七海隆之氏，菅野孝盛氏（現 相双農林事務所 双葉農業普及所）にご助言，ご協力いただいた。ここに記して深く感謝申し上げる。

引　用　文　献

1）Biggs, A. R. et al.（2009）: Plant Health Progress, doi:10.1094/PHP-2009-1119-01-RS
2）林　敬介（2009）: 植物病原菌の薬剤感受性検定マニュアル Ⅱ, 日本植物防疫協会，東京，p.24～27.
3）石井英夫（2009）: 同上，日本植物防疫協会，東京，p.44～46.
4）————（2012）: 植物防疫 **66**（9）: 481～487.
5）中澤靖彦・大塚範夫（1998）: 植物病原菌の薬剤感受性検定マニュアル，日本植物防疫協会，東京，p.50～52.
6）小原敏明・堤　京子（2015）: 植物防疫 **69**（9）: 563～568.
7）大関文恵（2009）: 植物病原菌の薬剤感受性検定マニュアル Ⅱ, 日本植物防疫協会，東京，p.87～89.
8）りんご生産指導要領（2018）: 青森県りんご協会，弘前，p.195.
9）櫻井誠也ら（2019）: 日植病報 **85**（3）: 274（講要）.
10）————（2007）: 第 17 回殺菌剤耐性菌研究会シンポジウム講演要旨集 : 30～39.
11）Sakurai, S. et al.（2011）: J. Pestic. Sci. **36**（10）: 520～523.
12）Sierotzki, H. and G. Scalliet（2013）: Phytopathology **103**（9）: 880～887.
13）田中弥平（1969）: 青森りんご試報 **13** : 63～81.
14）武田敏幸（2009）: 植物病原菌の薬剤感受性検定マニュアル Ⅱ, 日本植物防疫協会，東京，p.41～43.
15）植草秀敏ら（2009）: 同上，日本植物防疫協会，東京，p.47～50.
16）内田景子（2009）: 同上，日本植物防疫協会，東京，p.90～92.
17）山中　誉（2009）: 同上，日本植物防疫協会，東京，p.51～52.
18）柳瀬勇次ら（2006）: 第 23 回農薬生物活性研究会シンポジウム要旨集 : 13～16.
19）Yanase, Y. et al.（2013 a）: J. Pestic. Sci. **38**（2）: 120～129.
20）———— et al.（2013 b）: ibid. **38**（4）: 188～193.
21）横澤志織（2019）: 農薬時代 **200** : 17～20.
22）Yoshikawa, Y. et al.（2011）: J. Pestic. Sci. **36**（4）: 347～356.
23）湯谷　智ら（2020）: 植物防疫 **74**（7）: 412～417.
24）雪田金助（2016）: 北日本病虫研報 **67** : 146～149.

（新しく登録された農薬 31 ページからの続き）

「植物成長調整剤」

●ジベレリン液剤

24401：**ジベレリン明治液剤**（Meiji Seika）20/7/8

ジベレリン：0.63％

かんきつ（苗木，ただし，温州みかんを除く）：花芽抑制による樹勢の維持

かんきつ（不知火，ぽんかん，かぼす，清見，はるみ，ワシントンネーブル，日向夏，すだち，平兵衛酢，長門ユズキチ（無核），温州みかん，きんかん，紅まどんなを除く）：花芽抑制による樹勢の維持

かんきつ（不知火，ぽんかん，かぼす，清見，はるみ，ワシントンネーブル，日向夏，すだち，平兵衛酢，長門ユズキチ（無核），温州みかん，きんかん，紅まどんなを除く）：落果防止

不知火：花芽抑制による樹勢の維持，落果防止，水腐れ軽減

はるみ：花芽抑制による樹勢の維持，落果防止，水腐れ軽減

紅まどんな：花芽抑制による樹勢の維持，落果防止，水腐れ軽減

ぽんかん：花芽抑制による樹勢の維持，落果防止，水腐れ軽減

長門ユズキチ（無核）：花芽抑制による樹勢の維持，落果防止，着果安定，果皮の緑色維持，無種子化，着粒安定，発芽促進，生育促進，肥大促進，花茎の抽出時期促進及び発生量増加，萌芽促進，休眠打破による生育促進，空どう果防止，着果数増加，節間伸長促進，穂の伸長促進，花径の伸長促進，熟期促進，果柄の伸長促進，ランナー発生促進，開花促進，草丈伸長促進

すだち：花芽抑制による樹勢の維持，落果防止，果皮の緑色維持

平兵衛酢：花芽抑制による樹勢の維持，落果防止，果皮の緑色維持

かぼす：花芽抑制による樹勢の維持，落果防止，果皮の緑色維持

ワシントンネーブル：花芽抑制による樹勢の維持，落果防止

日向夏：花芽抑制による樹勢の維持，無種子化，落果防止

清見：花芽抑制による樹勢の維持，落果防止

きんかん：花芽抑制による樹勢の維持，落果防止，着果安定

温州みかん（苗木）：花芽抑制による樹勢の維持

温州みかん：花芽抑制による樹勢の維持，落果防止，浮皮軽減

かき：落果防止

すもも（貴陽）：着果安定

アセロラ：着粒安定

野菜類：発芽促進

みつば（軟化栽培を除く）：生育促進

みつば（軟化栽培）：生育促進

ふき：生育促進

セルリー：生育促進，肥大促進

畑わさび：花茎の抽出時期促進及び発生量増加

たらのき（促成栽培）：萌芽促進

うど（春うど）：休眠打破による生育促進

トマト：空どう果防止

なす：着果数増加

さやいんげん（矮性（促成又は半促成栽培））：節間伸長促進

しそ（花穂）：穂の伸長促進，花茎の伸長促進

いちご（促成栽培）：着果数増加，熟期促進

いちご：着果数増加，熟期促進，果柄の伸長促進

いちご（親株床）：ランナー発生促進

ごぼう（促成栽培）：休眠打破による生育促進

メロン：着果促進

ばれいしょ：休眠打破による萌芽促進及び小粒いもまたは全粒種いもの増収

シクラメン：開花促進

プリムラ（マラコイデス）：開花促進

みやこわすれ：開花促進，草丈伸長促進

きく：開花促進，草丈伸長促進

しらん：開花促進，草丈伸長促進

チューリップ（促成栽培）：開花促進，花茎伸長促進及び茎の肥大促進

りんどう：発芽促進，生育促進

カラー：生育促進

スパティフィラム：開花促進

トルコギキョウ：生育促進

ソリダゴ：生育促進

アザレア：開花促進

アイリス：生育促進

花き類（りんどうを除く）：発芽促進

さつき（施設栽培苗）：茎の伸長促進，花芽分化の抑制

さくら（切り枝促成栽培）：休眠打破による生育促進

● **1－メチルシクロプロペンくん蒸剤**

24406：**スマートフレッシュ　プロタブ Y**（アグロフレッシュ・ジャパン）20/7/8

1－メチルシクロプロペン：2.0％

りんご（ふじを除く）：収穫果実の熟期抑制

りんご（ふじ）：収穫果実の熟期抑制

なし：収穫果実の熟期抑制

かき：収穫果実の熟期抑制

植物防疫講座

病害編−33

Burkholderia 属細菌による植物病害と病原細菌の識別方法

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構
東北農業研究センター 生産環境研究領域
辻（つじ） 瑞枝（みずえ）

はじめに

Burkholderia 属細菌は，土壌や水圏等の自然環境に広く分布するグラム陰性好気性の桿菌である。*Burkholderia* 属細菌は，かつては *Pseudomonas* 属に分類されていたが，1992 年 Yabuuchi et al.（1992）により，16S rRNA 遺伝子塩基配列，DNA−DNA の相同性，細胞内脂質および脂肪酸組成，細菌学的性状に基づき，独立して新しい属となることが提案された。‘*Burkholderia*’ の名は，基準種であるタマネギ腐敗病菌 *Burkholderia cepacia* の報告者 Burkholder に因む（Burkholder, 1950）。1992 年に *Pseudomonas* 属から独立した際には，*B. cepacia*，*B. gladioli*，*B. caryophylli* をはじめとする 7 種が含まれていたが，その多様な生理生化学的特徴や遺伝子型により，現在では約 100 種にも細分化されている（Vandamme et al., 2017）。

数多の *Burkholderia* 属細菌の中で，国内では，*B. cepacia*，*B. gladioli*，*B. glumae*，*B. plantarii*，*B. andropogonis*，*B. caryophylli* が植物に病気を起こす種として報告されている。主に，*B. cepacia*（*B. cenocepacia*，*B. pyrrocinia*，*B. ambifaria* を含む）はタマネギ腐敗病菌，*B. gladioli* はタマネギりん片腐敗病菌とイネもみ枯細菌病菌，*B. glumae* はイネもみ枯細菌病菌，*B. plantarii* はイネ苗立枯細菌病菌として知られているが，その宿主範囲はイネ科やラン科の植物を中心に多岐に渡る（表−1）。詳細は日本植物病理学会編の日本植物病名目録もしくは農業生物資源ジーンバンクの日本植物病名データベース（https://www.gene.affrc.go.jp/databases-micro_pl_diseases.php）をご参照いただきたい。その一方で，*Burkholderia* 属細菌では薬剤耐性能を持つ菌株の存在が報告されており，*B. cepacia* では銅耐性，*B. gladioli* では銅とストレプトマイシン耐性，*B. glumae* ではオキソリニック酸とカスガマイシン耐性が確認されている（Goto et al., 1994；守川ら，1997；Hikichi et al., 1998；Keith et al., 2005；辻・善林，2020）。よって，*Burkholderia* 属細菌に

Plant Disease Caused by Bacteria of the Genus *Burkholderia* and the Method to Discriminate the Pathogen.　By Mizue Tsuji

（キーワード：*Burkholderia* 属，細菌，イネ，タマネギ，診断，分離）

表−1　国内で報告される *Burkholderia* 属の植物病原細菌と病害

病原細菌	病名
Burkholderia cepacia（*B. cenocepacia*, *B. pyrrocinia*, *B. ambifaria* を含む）	カンラン褐色斑点細菌病，タマネギ腐敗病
B. gladioli	イネもみ枯細菌病，オンシジウム褐色腐敗病，カトレア褐色腐敗病，カンラン褐色腐敗病，グラジオラス首腐病，クロッカス首腐病，タマネギりん片腐敗病，チャセンシダ類褐色葉枯病，チューリップ褐色腐敗病，デンドロビウム類褐色腐敗病，トウモロコシ褐色腐敗病，トルコギキョウ葉枯細菌病，ネギ褐色腐敗病，バンダ褐色腐敗病，ビルステケラ褐色腐敗病，ファレノプシス褐色腐敗病，フリージア首腐病，ミルトニア褐色腐敗病
B. glumae	イネもみ枯細菌病
B. plantarii	イネ苗立枯細菌病，レッドトップ株枯細菌病
B. andropogonis	アマランサス斑点細菌病，エビネ黒斑細菌病，エンバク条斑細菌病，オドンティオダ黒斑細菌病，オドントグロッサム黒斑細菌病，オドントシジウム黒斑細菌病，カーネーション斑点細菌病，カスミソウ斑点細菌病，シュッコンカスミソウ斑点細菌病，シロクローバ黒点細菌病，ストレリチア条斑細菌病，チューリップ黒腐病，ドイツスズラン赤斑細菌病，トウモロコシ条斑細菌病，ナギイカダ褐斑細菌病，ビルステケラ黒斑細菌病，ブーゲンビレア斑点細菌病，マオラン褐線細菌病，モロコシ条斑細菌病
B. caryophylli	カーネーション萎凋細菌病，シュッコンカスミソウ萎凋細菌病，スターチス萎凋細菌病，トルコギキョウ萎凋細菌病
Burkholderia sp.	クロキがんしゅ細菌病

農業生物資源ジーンバンク 日本植物病名データベースより．

よる病害では，適切な薬剤を選択するために病原細菌の識別が必須である。本講座では，*Burkholderia* 属の植物病原細菌としてよく知られ，タマネギとイネ苗に病害を起こす *B. cepacia*，*B. gladioli*，*B. glumae* と *B. plantarii* について，その病徴や簡易的な識別方法を紹介したい。

I　病原細菌の分離と *Burkholderia* 属細菌識別の鍵となる性状

1　病原細菌分離のポイント

読者の皆様の多くには周知のことと思うが，植物病原細菌の取り扱いに不慣れな方のため，罹病植物からの分離方法を確認しておきたい。重要なポイントは，腐生菌による汚染を避けるため，病徴が比較的軽微で新鮮なサンプルを選ぶことである。完全に乾燥枯死していたり，粘液状に腐敗したりしている罹病部位には，腐生菌が寄生していることが多い。まず，罹病部位と健全部位の境界部分より約 3 × 3 mm 角の切片を切り出し，消毒用エタノールに 1〜2 秒浸漬して表面殺菌する。表面殺菌した切片は，滅菌蒸留水 300〜500 μl を入れた 1.5 m*l* マイクロチューブに入れ，ホモジナイザーペッスルを用いて完全に磨砕する（図-1a）。続いて，磨砕液約 10 μl を白金耳で分離用の平板培地上に画線する。確実にシングルコロニーを得る画線のコツは，3 段階に分けて画線することと，次の画線を行う際に直前の画線部分に重なる回数は 2〜3 回にすることである（図-1b）。画線した培地は裏側を上にして重ね，27℃ で 24〜72 時間培養する。ターゲットとする細菌の生育が腐生菌よりも遅い場合がしばしばあるので，できれば毎日観察したい。複数の罹病サンプルから分離を行い，各培地上に共通して優占的に生育してくるコロニーを選抜して釣菌し，新しい培地上に再度画線して純化する。培地は YP 寒天培地（酵母エキス 5 g，ペプトン 10 g，蒸留水 1,000 m*l*，寒天 15 g，pH 6.8）がおすすめである。他には NA 培地（普通寒天培地），PPGA 培地，King's B 培地等が用いられるが，常に同じ種類の培地を用いることにより，ターゲットとする細菌のコロニー形態を記憶しやすくなる。

2　ポリ-β-ヒドロキシ酪酸（PHB）顆粒の蓄積

ポリ-β-ヒドロキシ酪酸（PHB）顆粒を菌体内に蓄積するのは，*Burkholderia* 属細菌，*Ralstonia* 属細菌，*Acidovorax* 属細菌の重要な細菌学的性状の一つである。しかし，実験方法を記した文献が少ないことに加え，実験結果の画像はさらに少ないため，「どれがアタリ（陽性）かわからない」という声をしばしば聞く。畔上（2009）は，スダンブラック B による染色と顕微鏡観察により菌体内への PHB 顆粒の蓄積を確認したが，この方法には熟練が必要で判別も難しいとされる（Pierce and Schroth, 1994；瀧川，2001）。そこで本講座では，Pierce and Schroth（1994）のナイルブルー培地を用いた，培地上での発色による判定方法を紹介する。この手法の唯一の和文資料である瀧川（2001）は入手困難なので，以下に培地の組成と試験方法の詳細を引用する。

（1）　ナイルブルー培地：$NH_4H_2PO_4$ 1.0 g，KCl 0.2 g，$MgSO_4$-$7H_2O$ 0.2 g，DL-β-hydroxybutyric acid sodium salt 5.0 g，ペプトン 20 g，1% ナイルブルー A 水溶液 1 m*l*，1 N NaOH 4.5 m*l*，寒天 17.5 g，蒸留水 900 m*l*。pH は約 7.0 になる。オートクレーブ滅菌後，別途オートクレーブ滅菌またはろ過滅菌した 20% グルコース水溶液を 100 m*l* 加えて平板培地にする。被験細菌を培地上に画線またはスポットし，28℃ で 2〜4 日培養する。

（2）　判定：長波長の紫外線（366 nm）をあて，コロニーが明るいオレンジ色あるいは黄色に発色するものを陽性とする（図-2，470 nm）。

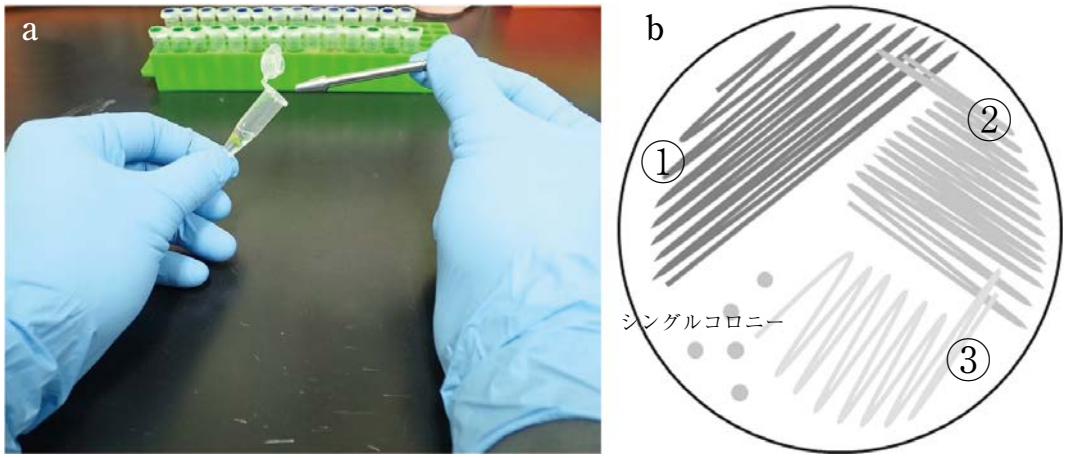


図-1　罹病植物からの細菌の分離
a：滅菌水中での植物切片の磨砕．b：磨砕液の平板培地上への画線方法．

Burkholderia 属細菌は，同種間でも多様なコロニー形態や細菌学的性状を示すことが知られており，例えばタマネギ腐敗病菌 *B. cepacia* には黄色，白色，黄色の菌体に紫色の色素を生産するものなど様々な系統が含まれる（Sotokawa and Takikawa, 2004；Tsuji and Kadota, 2020）。このようなコロニー形態の違いは病原細菌の識別において混乱を招きがちだが，罹病植物の種類と病原細菌の PHB 顆粒蓄積能より *Burkholderia* 属細菌の可能性を推定してから，次の段階へ進むことができる。

Ⅱ　タマネギりん片腐敗病菌とタマネギ腐敗病菌

Burkholderia 属細菌による代表的な野菜病害として，国内では，タマネギりん片腐敗病（*B. gladioli*，田中・青田，1990）とタマネギ腐敗病（*B. cepacia*，Sotokawa and Takikawa, 2004）が報告されている。どちらも，収穫後から貯蔵中のタマネギりん茎に発生する 1～数枚のりん片の腐敗症状で，無色もしくは薄黄色～淡褐色の水浸状腐敗を呈する。症状が進行すると，腐敗した組織は軟化して粘凋質になるが，隣り合うりん片に移行することはない。腐敗症状は多くの場合，表皮（鬼皮）より数枚内側のりん片に起こり，外観から健全なりん茎と識別することは困難なため，流通において大きな問題となる（図-3a, b）。タマネギ「りん片腐敗病」と「腐敗病」という別々の病名が与えられているものの，病徴から両者を識別することは非常に難しい。海外では，前者は slippery skin，後者は sour skin と呼ばれ（Schwartz and Mohan, 2008），実際に sour skin のりん茎には酢のような臭気があるが，嗅ぎなれない方には判別しにくいと思われる。

その上，*B. gladioli* と *B. cepacia* は，タマネギにおける病徴だけでなく細菌学的性状においてもよく似た性質を示す。さらに，広義の *B. cepacia*（*B. cenocepacia*，*B. pyrrocinia*，*B. ambifaria* を含む）は現在では 20 種以上に再分類され，*B. cepacia* complex という一群を形成しており，そのコロニー形態も多様で外観からの識別も困難である。両者の識別方法についてこれまでに，脂肪酸組成解析（Baxter et al., 1997）とリボタイピング（Brisse et al., 2000）が報告されているが，どちらも突発的な迅速診断には不向きな技術と思われる。

そこで本講座では，選択培地と PCR による特異的検出により *B. gladioli* と *B. cepacia* を識別する方法を述べる。

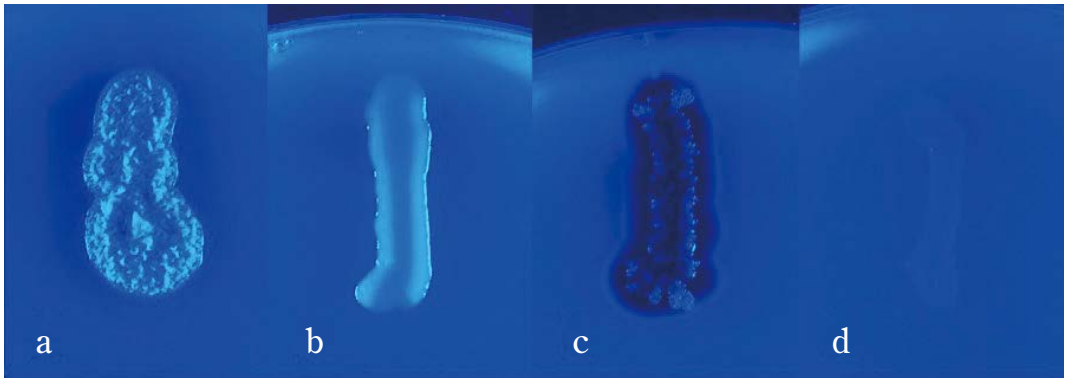


図-2　ナイルブルー培地上でのポリ-β-ヒドロキシ酪酸（PHB）顆粒蓄積
a：*Burkholderia gladioli* SUPP593，b：*B. glumae* SUPP1744，c：*Pantoea ananatis* 17KP24，
d：*Pseudomonas syringae* SB4.

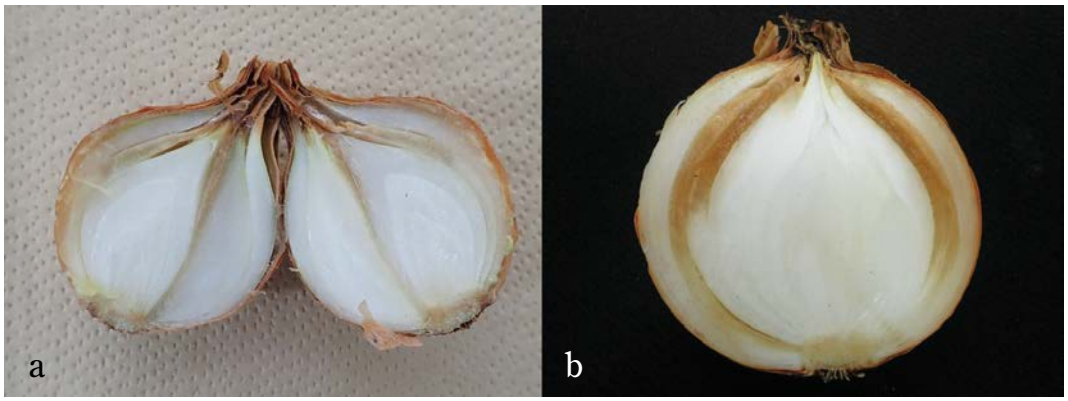


図-3　*Burkholderia* 属細菌によるタマネギの腐敗症状
a：*B. gladioli* によるタマネギりん片腐敗病，b：*B. cepacia* によるタマネギ腐敗病.

1　選択培地を用いた識別

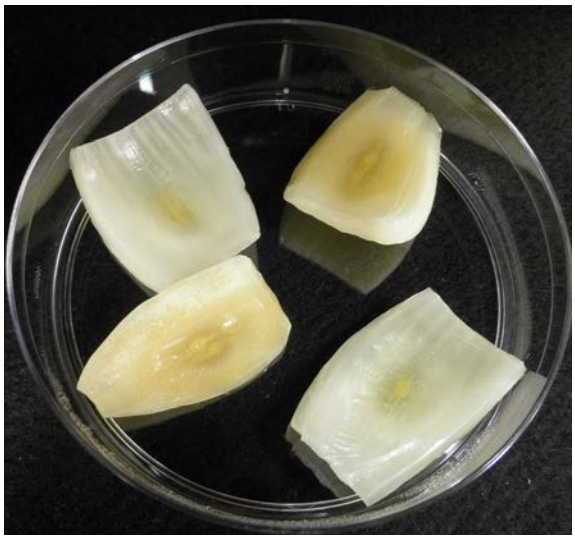
コロニー形態や細菌学的性状が不安定であるため，*B. gladioli* と *B. cepacia* の識別には，*B. cepacia* 選択培地である TB–T 培地（Hagedorn et al., 1987，下記）を用いることを勧める。この培地は選択能に優れ，筆者が試験した *B. gladioli* 菌株 37 菌株（タマネギ分離菌株 21 菌株，MAFF コレクション 15 菌株，SUPP593）のうち，TB–T 培地上で生育したものはなかった。また，腐敗症状を示すタマネギからの細菌分離において，*B. cepacia* 以外で TB–T 培地上に生育したグラム陰性菌はなかった。現在までに *Burkholderia* 属のタマネギ病原細菌として報告されるのは *B. gladioli* と *B. cepacia* のみであり，*Acidovorax* 属，*Ralstonia* 属細菌では報告されていない。よって，タマネギに腐敗性病害を起こし PHB 顆粒蓄積能が陽性の菌株のうち，TB–T 培地上に生育するものは *B. cepacia*，しないものは *B. gladioli* である可能性が極めて高い。なお，PHB 顆粒蓄積能と併せて，タマネギりん片への腐敗能を確認しておくことも重要である（図–4）。試験方法の詳細は，Sotokawa and Takikawa（2004）と Tsuji and Kadota（2020）をご参照いただきたい。

TB–T 培地：グルコース 2 g，L–アスパラギン 1 g，$NaHCO_3$ 1 g，KH_2PO_4 500 mg，$MgSO_4$–$7H_2O$ 100 mg，トリパンブルー（TB）50 mg，寒天 20 g，蒸留水 1,000 m*l*。10％リン酸水溶液 4 m*l* を加えると，pH5.5 になる。オートクレーブ滅菌後，別途ろ過滅菌したテトラサイクリン（T）20 mg を加え，平板培地とする。

2　PCR による識別

サーマルサイクラーの普及により，PCR による特異的 DNA 断片の検出が手軽に行える環境が増えていることと思う。PCR による検出は，試験培地上での培養時間が不要で同日のうちに結果を得ることが可能なため，常に迅速な回答を求められる病害診断において効果を発揮する。しかし，病原細菌からゲノムを抽出してテンプレートとする PCR 法は，手間も費用もかかり敬遠されがちである。そこで，平板培地上に生育したコロニーを直接テンプレートとする「コロニーダイレクト PCR 法」を簡単に紹介する。本法では，YP 寒天培地上に画線後 27℃で 24 時間培養した新鮮なシングルコロニーを滅菌爪楊枝で釣菌し，マイクロチューブに入れた TE（Tris–EDTA）バッファー（10 mM Tris–HCl pH8.0，1 mM EDTA pH8.0）20 μl に懸濁する。TE バッファーがなければ滅菌蒸留水でもよい。コツは爪楊枝に菌体をつけすぎないことで，懸濁液が白濁して見えるような場合は菌量が多すぎる。コロニー表面にチョンと軽く触れた爪楊枝の先端を TE バッファー中で何度か往復させるだけで，PCR 検出に十分な量の菌体を得ることができる（菌体外多糖生産の旺盛な種ではこのかぎりではない）。菌体懸濁液を 98℃で 10 分間熱処理したものを PCR テンプレートとして用いる（遠ら，2016）。

B. gladioli と *B. cepacia* を特異的に検出する PCR プライマーは様々開発されているが（Bauernfeind et al., 1998；Clode et al., 1999；Mahenthiralingam et al., 2000；Whitby et al., 2000；Furuya et al., 2002；Maeda et al., 2006），Maeda et al.（2006）の *B. gladioli* 特異的検出プライマー gla–FW/gla–RV，Mahenthiralingam et al.（2000）の *B. cepacia* 特異的検出プライマー BCR1/BCR2 は，コロニーダイレクト PCR でも安定して動作する（データ省略）ので，急を要する診断には効果的である（表–2）。さらに，PHB 顆粒蓄積能試験に代わり，*Burkholderia* 属細菌特異的検出プライマーセット BUR3/BUR4（Payne et al., 2005）を用いることできるが，こちらは *B. andropogonis* の検出には不安定であることが報告されているので，同種によ



図–4　タマネギりん片への腐敗能試験

表–2　本講座で紹介した PCR プライマー

プライマー	ターゲットとなる遺伝子	塩基配列（5'–3'）	増幅産物長（bp）	出典
BUR3 BUR4	*recA* of *Burkholderia* sp.	GARAAGCAGTTCGGCAA GAGTCGATGACGATCAT	385	Payne et al. 2005
BCR1 BCR2	*recA* of *B. cepacia* complex	TGACCGCCGAGAAGAGCAA CTCTTCTTCGTCCATCGCCTC	1043	Mahenthiralingam et al. 2000
gla–FW gla–RV	*gyrB* of *B. gladioli*	CTGCGCCTGGTGGTGAAG CCGTCCCGCTGCGGAATA	479	Maeda et al. 2006
glu–FW glu–RV	*gyrB* of *B. glumae*	GAAGTGTCGCCGATGGAG CCTTCACCGACAGCACGCAT	529	Maeda et al. 2006
pla–FW pla–RV	*gyrB* of *B. plantarii*	TCGAGCTGGCTGCGCCTC GTCGTCGCCCGAGGTCTCG	597	Maeda et al. 2006

る病害が疑われる場合の使用には注意が必要である。

3　防除

タマネギりん片腐敗病菌 *B. gladioli* もタマネギ腐敗病菌 *B. cepacia* も，頭上灌水や生育後期の降雨によって葉から侵入し，30～35℃程度の高温条件下では高い確率でりん片へ病原性を示すことが報告されている。よって，収穫後は0～2℃の低温で貯蔵することが推奨されている（Schwartz and Mohan, 2008）。また，*B. cepacia* によるタマネギ腐敗病については，害虫であるネギアザミウマの寄生数が増加すると発病が助長されること（横田・福田，2016）と，*B. cepacia* はネギアザミウマの食害痕上に寄生・増殖すること（達ら，2019）が報告されている。よって，タマネギ腐敗病の防除においては，適切な殺細菌剤と併せてネギアザミウマに効果のある殺虫剤による防除を行うことが重要である。

本講座のテーマに基づき，*Burkholderia* 属のタマネギ病原細菌のみを取り上げたが，実は，タマネギりん片腐敗病菌には *B. gladioli* のほかに *Pantoea ananatis*（白川ら，2010；守川ら，2014），タマネギ腐敗病菌には *B. cepacia* のほかに *Pseudomonas marginalis*，*Erwinia rhapontici*（大内ら，1983）がそれぞれ含まれ，種によって異なる薬剤耐性を示す（達・善林，2020）ので，病原細菌の識別と防除に際しては注意が必要である。これらに加えて *Pectobacterium carotovorum* も，病徴は異なるがタマネギ軟腐病を起こす。多様なタマネギ腐敗性病害の病原細菌を識別する方策については，別の機会にご紹介させていただきたい。

III　イネもみ枯細菌病菌とイネ苗立枯細菌病菌

本講座のテーマである野菜・畑作病害とは少し離れるが，イネもみ枯細菌病菌 *B. glumae* とイネ苗立枯細菌病菌 *B. plantarii* は，*Burkholderia* 属細菌の中では分離頻度も被害も多く重要な存在である。なおかつ，もう一種のイネもみ枯細菌病菌 *B. gladioli* はタマネギとイネ両方に病原性を示すため，育苗施設を共有する場合には注意が必要となる。そこで，イネ苗に病害を起こす *Burkholderia* 属細菌3種の識別方法について触れておく。イネもみ枯細菌病とイネ苗立枯細菌病についてはそれぞれ数多くの先行研究があるが，畔上（2009）は「微生物遺伝資源利用マニュアル（26）」として，これら2種の病害の病原細菌の分類，同定，諸性質，宿主範囲，分布，生態，分離・検出法，接種・保存法を詳細に述べている。しかし，畔上（2009）のマニュアルは情報量が豊富で専門性も高く，日常的に植物病原細菌を取り扱わない方には少々敷居が高いと感じるかも知れない。よって本講座では，識別のポイントとなるイネ苗上での病徴と，病原細菌の培地上での特徴およびPCRによる迅速検出方法にしぼって紹介する。

1　育苗箱での病徴による識別

イネもみ枯細菌病とイネ苗立枯細菌病は，どちらも汚染種子を伝染源として育苗中に発生するが，多くの場合，育苗箱での病徴から識別が可能である。イネもみ枯細菌病の主な病徴は，葉鞘部の黄白化と腐敗，生育不良（図-5a）で，多数の苗が発病すると，育苗箱の一部がへこんだ「つぼ枯れ」症状がしばしば見られる（図-5b,

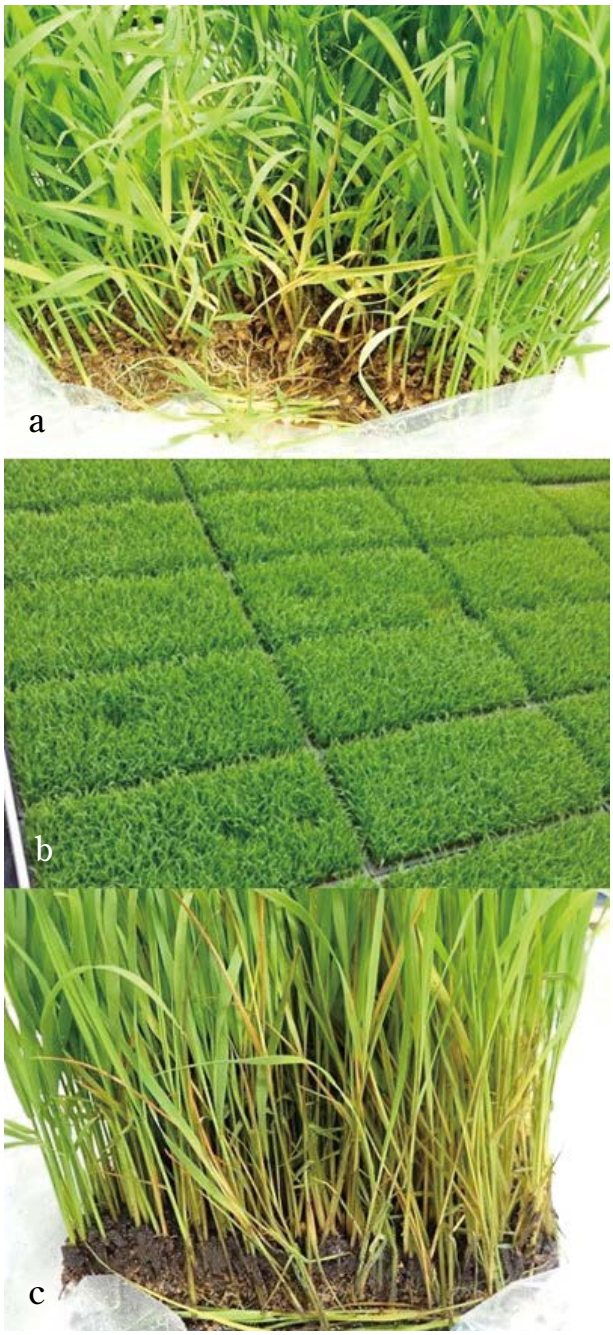


図-5　*B. glumae* によるイネもみ枯細菌病（a, b）と *B. plantarii* によるイネ苗立枯細菌病（c）

白土宏之博士撮影)。また，よく知られた識別方法ではあるが，葉鞘基部の腐敗のため，イネもみ枯細菌病罹病苗は簡単に種子から外れて抜き取られる。一方，イネ苗立枯細菌病では，葉鞘から葉にかけての褐変と枯死が主な病徴で，葉は針状に巻いて乾燥枯死に至るが，もみ枯細菌病のような腐敗や著しい生育不良は見られない(図-5c)。

2　分離細菌の色素生産による識別

罹病植物から病原細菌を分離すれば，さらに識別の精度を高めることが可能である。畔上(2009)によると，*B. glumae*，*B. gladioli*，*B. plantarii* の3種は，PPGA斜面培地上での水溶性色素(培地に浸透して拡散する色素)生産により，高い確度で所属を推定することが可能である。同培地に植菌後30℃で72時間培養すると，*B. glumae* と *B. gladioli* は，*Pseudomonas* 属細菌が生産する蛍光性色素とは異なる鮮やかな黄色の水溶性色素を生産した。培養を続けると *B. gladioli* は，菌苔の下方に褐色の色素を生産し *B. glumae* と識別された。一方 *B. plantarii* では，培地はやや赤味を帯びた淡褐色になり，*B. glumae*，*B. gladioli* と明らかに識別が可能であった(図-6)。

3　PCRによる識別

イネもみ枯細菌病やイネ苗立枯細菌病のような育苗時の病害では，常に迅速な診断が求められるため，PCRによる識別は効果的である。*B. glumae*，*B. gladioli*，*B. plantarii* を検出するPCRプライマーは様々報告されているが(畔上，2009)，中でもMaeda et al.(2006)の方法では，複数のPCRプライマーを組合せたマルチプレックスPCRによって，一度に *B. glumae*(529 bp)，*B. plantarii*(597 bp)，*B. gladioli*(479 bp)を識別可能である(表-2)。筆者の試験では，Maeda et al.(2006)のマルチプレックスPCRもコロニーダイレクトで検出可能であった(データ省略)。

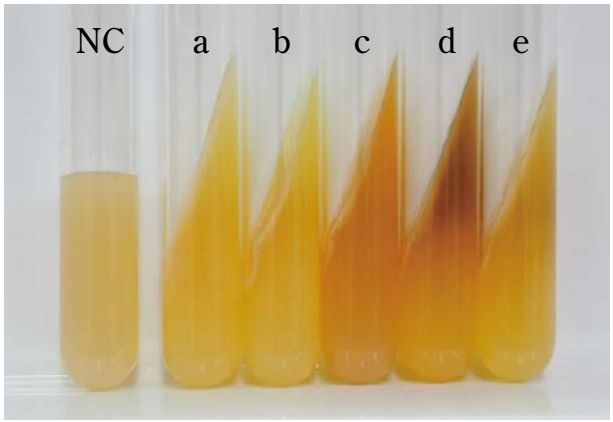


図-6　PPGA斜面培地上での色素生産
a：*B. glumae* MAFF106745，b：*B. glumae* SUPP1744，c：*B. plantarii* MAFF106640，d：*B. gladioli* MAFF106690，e：*B. gladioli* SUPP593，NC：negative control(未使用の培地)．

以上の病原性，細菌学的性状，遺伝子による検出により，イネもみ枯細菌病とイネ苗立枯細菌病の病原細菌は，高い精度での識別が可能である。どちらの病害も，催芽・出芽時の高温下で発生が助長されることが確認されているため，種子消毒や播種時の薬剤処理が必要である。また，外見上の病徴がなくても保菌している苗を本田に移植すると種子汚染の原因となる恐れがあるため，育苗中に病害の発生した育苗箱の苗は使用しないことが重要である。

お　わ　り　に

筆者の経験不足により，本シリーズの目的の一つである「防除」については，十分に踏み込めずに記載を終えることをお詫びしたい。加えて，植物病原細菌の分離やコロニーダイレクトPCR等，読者の皆様には周知の技術の紹介にページを割いたことを併せてお詫びする。本講座により，敬遠されがちなマイノリティである植物「細菌病」に興味をお持ちいただきたいと願い，これから植物病理の世界へ踏み込む方々のため，強いて記載した。なお，本講座で解説した内容は，あくまで病害の簡易的な識別方法であって病原細菌の同定ではない。植物病原細菌の同定は，植物への病原性試験，細菌学的性状試験，遺伝子解析を含む多面的な解析を通して確実に行われるべきものであり，特に新病原・新病害の報告に際しては注意が必要である。

謝辞　本講座の作成にあたり，貴重な保存菌株をご分譲いただいた静岡大学農学部植物病理学研究室の瀧川雄一教授，数々のご助言をいただいた静岡県立農林環境専門職大学生産環境経営学部の外側正之教授，病徴写真および罹病サンプルをご提供いただいた農業・食品産業技術総合研究機構東北農業研究センターの白土宏之博士，今須宏美氏，伊藤景子氏に心よりの感謝を表したい。

引　用　文　献

1) 畔上耕児(2009)：微生物遺伝資源利用マニュアル(26) https://www.gene.affrc.go.jp/pdf/ manual/micro-26.pdf
2) Bauernfeind, A. et al.(1998)：J. Clin. Microbiol. **36**：2748～2751.
3) Baxter, I. A. et al.(1997)：J. Antimicrobial Chemother. **39**：169～175.
4) Brisse, S. et al.(2000)：J. Clin Microbiol. **38**：1876～1884.
5) Burkholder, W. H.(1950)：Phytopathol. **40**：115～117.
6) Clode, F. E. et al.(1999)：J. Clin. Pathol. **52**：173～176.
7) Furuya, N. et al.(2002)：J. Gen. Plant Pathol. **68**：220～224.
8) Goto, M. et al.(1994)：Ann. Phytopathol. Soc. Jpn. **60**：147～153.
9) Hagedorn, C. et al.(1987)：Appl. Environ. Microbiol. **53**：2265～2268.

10）Hikichi, Y. et al.（1998）: Ann. Phytopathol. Soc. Jpn. **64** : 147～152.
11）Keith, L. M. et al.（2005）: Plant Dis. **89** : 1273～1278.
12）Maeda, Y. et al.（2006）: Int. J. Sys. Evol. Microbiol. **56** : 1031～1038.
13）Mahenthiralingam, E. et al.（2000）: J. Clin. Microbiol. **38** : 3165～3173.
14）守川俊幸ら（1997）: 日植病報 **63** : 516.
15）————ら（2014）: 関東病虫研報 **61** : 175.
16）大内　昭ら（1983）: 日植病報 **49** : 619～626.
17）Payne, G. W. et al.（2005）: Appl. Environ. Microbiol. **71** : 3917～3927.
18）Pierce, L. and M. N. Schroth（1994）: Plant Dis. **78** : 683～685.
19）Schwartz, H. F. and S. K. Mohan（2008）: Compendium of onion and garlic diseases and pests, American Phytopathological Society, St. Paul, MN, p.32～33.
20）白川　隆ら（2010）: 日植病報 **76** : 176.
21）Sotokawa, N. and Y. Takikawa（2004）: J. Gen. Plant Pathol. **70** : 348～352.
22）瀧川雄一（2001）: 植物病原細菌に関する資料集，第 21 回植物細菌病談話会要旨集 : 71～80.
23）田中民夫・青田盾彦（1990）: 日植病報 **56** : 393～394.
24）遠　瑞枝ら（2016）: 関西病虫研報 **58** : 91～93.
25）————ら（2019）: 日植病報 **85** : 296.
26）————・善林　薫（2020）: 令和 2 年度日本植物病理学会大会プログラム・講演要旨予稿集 : 153.
27）Tsuji, M. and I. Kadota（2020）: J. Gen. Plant Pathol. : https://link.springer.com/article/10.1007/s10327-020-00937-z
28）Vandamme, P. et al.（2017）: Front. Microbiol. **8** : 1679.
29）Whitby, P. W. et al.（2000）: J. Clin. Microbiol. **38** : 282～285.
30）Yabuuchi, E. et al.（1992）: Microbiol. Immunol. **36** : 1251～1275.
31）横田　啓・福田拓斗（2016）: 北日本病虫研報 **67** : 154～158.

農林水産省プレスリリース（2020.7.3～2020.8.5）

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

◆**「令和 2 年度病害虫発生予報第 5 号（水稲特集）」の発表について**（20/7/15）　/syouan/syokubo/200715.html
◆**被覆を要する土壌くん蒸剤の使用実態等に基づく適正な取扱いの徹底について**（20/7/15）　/syouan/nouyaku/200715.html
◆**植物検疫措置に関する国際基準案への意見募集について**（20/7/22）　/syouan/syokubo/200727.html
◆**「第 1 回水稲病害虫防除対策全国協議会」の開催について**（20/7/27）　/syouan/keneki/200722.html
◆**「令和 2 年度イノベーション創出強化研究推進事業のうち緊急対応課題の第 1 回公募について**（20/7/29）（公募する研究対象：スクミリンゴガイの被害撲滅に向けた防除技術の開発のための緊急研究）　maff.go.jp/ の後に docs/press/200729.html
◆**「農業分野におけるオープン API 整備に向けた検討会（第 1 回）」の開催について**（20/7/30）　maff.go.jp/ の後に j/press/kanbo/kihyo03/200730.html
◆**「令和 2 年度病害虫発生予報第 6 号」の発表について**（20/8/5）　/syouan/syokubo/200805.html

登録が失効した農薬（2020.7.1～7.31）

掲載は，**種類名**，登録番号：**商品名**（製造者又は輸入者）登録失効年月日。

2020 年 7 月に失効した農薬はありませんでした。

発生予察情報・特殊報（2020.7.1～7.31）

各都道府県から発表された病害虫発生予察情報のうち，特殊報のみ紹介。**発生作物：発生病害虫**（発表都道府県）発表月日。都道府県名の後の「初」は当該都道府県で初発生の病害虫。
※詳しくは各県病害虫防除所のホームページまたは JPP-NET（http://web1.jppn.ne.jp/）でご確認下さい。

■**飼料用トウモロコシ，ソルガム，スイトコーンなど：ツマジロクサヨトウ**（富山県：初）7/2
■**飼料用トウモロコシ：ツマジロクサヨトウ**（香川県）7/3
■**ローズマリー：ヨコバイ科の一種**（愛知県）7/2
■**サツマイモ：タテスジヒメジンガサハムシ**（奈良県）7/9
■**チャ：ヒサカキワタフキコナジラミ**（滋賀県）7/8
■**飼料用トウモロコシ：ツマジロクサヨトウ**（石川県：初）7/3
■**シソ（オオバ）：モトジロアザミウマ**（大分県：初）7/9
■**飼料用トウモロコシ：ツマジロクサヨトウ**（福井県）7/9
■**ネギ，タマネギ，トルコギキョウ，テッポウユリ：「アイリス黄斑ウイルス（IYSV）による各種作物病害の発生」：ネギえそ条斑病，タマネギえそ条斑病，トルコギキョウえそ輪紋病，テッポウユリの IYSV による病害**（兵庫県：初）7/14
■**スイートコーン：ツマジロクサヨトウ**（秋田県：初）7/15
■**飼料用トウモロコシ：ツマジロクサヨトウ**（山形県：初）7/15
■**ナス：タバコノミハムシ**（和歌山県：初）7/17
■**飼料用トウモロコシ，スイートコーン，ソルガムなど：ツマジロクサヨトウ**（静岡県：初）7/27
■**水稲，大豆，果菜類，果樹類：ミナミアオカメムシ**（埼玉県）7/29
■**飼料用トウモロコシ，スイートコーン，ソルガムなど：ツマジロクサヨトウ**（長野県：初）7/28
■**飼料用トウモロコシ：ツマジロクサヨトウ**（岐阜県）7/31
■**ニンニク：ネギオオアラメハムシ**（神奈川県）7/30

育苗箱専用 殺虫殺菌剤

ヨーバル®トップ 箱粒剤

いもち病も、主要害虫も、強力ブロック!

- 密播、密苗に高い適用性
- 新規殺虫剤「ヨーバル®」含有
- は種前から移植当日まで使用可能

育苗箱専用 殺虫剤

ヨーバル® 箱粒剤

はねかえせ!
初期害虫、チョウ目害虫。

- 新規殺虫剤「ヨーバル®」
- 幅広い害虫に優れた効果
- は種前から移植当日まで使用可能

®ヨーバルはバイエルグループの登録商標　※「密苗」はヤンマーの商標です(登録第5864399号)。

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

バイエル クロップサイエンス株式会社

東京都千代田区丸の内1-6-5 〒100-8262 https://cropscience.bayer.jp/

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

新農薬の紹介

新規殺虫剤テトラニリプロールの特長

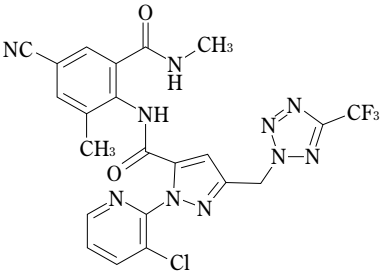
バイエルクロップサイエンス株式会社　安宅（あたか）　雅（まさし）

はじめに

テトラニリプロールは，ドイツ・バイエル社が開発したアントラニルアミド構造を有する新規ジアミド系殺虫剤である（Fischer et al., 2019）。日本では，バイエルクロップサイエンス株式会社およびアグロ カネショウ株式会社が2014年より日本植物防疫協会を通じて委託試験を開始した。本有効成分を含む薬剤として，野菜・果樹等の畑作・園芸作用「兼商ヨーバルフロアブル」，水稲種子処理用「ヨーバルシードFS」，水稲箱処理用「ヨーバル箱粒剤」「ヨーバルトップ箱粒剤」「ブーンレパード箱粒剤」が農薬登録済みである（表-1）。

I　有効成分と性状

一般名（ISO）：テトラニリプロール（tetraniliprole）
化学名（IUPAC）：1-(3-クロロ-2-ピリジル)-4'-シアノ-2'-メチル-6'-メチルカルバモイル-3-{[5-(トリフルオロメチル)-2*H*-テトラゾール-2-イル]メチル}ピラゾール-5-カルボキサニリド
CAS登録番号：1229654-66-3
分子式：$C_{22}H_{16}ClF_3N_{10}O_2$
分子量：544.88
性状：ベージュ色粉末
融点：226.9～229.6℃
水溶解度：1.2 mg/*l*（20℃）
分配係数：logPow = 2.6（25℃，pH7）
蒸気圧：4.6×10^{-6} Pa（25℃）
構造式：



II　安全性

1　人畜毒性（原体）

急性経口：LD_{50} ＞2,000 mg/kg体重　ラット（♀）
急性経皮：LD_{50} ＞2,000 mg/kg体重　ラット（♂，♀）
急性吸入毒性（エアロゾル）：LC_{50} ＞5.01 mg/*l*　ラット（♂，♀）
皮膚刺激性：軽度の刺激性　ウサギ
眼刺激性：刺激性なし　ウサギ
皮膚感作性（LLNA法）：感作性あり　マウス

2　水産動植物への影響（原体）

魚類急性毒性　コイ（LC_{50}）：＞8.5 mg/*l*（96時間）
ミジンコ類急性遊泳阻害（EC_{50}）：0.173 mg/*l*（48時間）

表-1　テトラニリプロールを含む農薬の一覧（2020年7月14日現在）

登録番号	商品名	農薬の種類	登録年月日	登録会社
24318	兼商ヨーバルフロアブル	テトラニリプロール水和剤	2020年1月29日	アグロ カネショウ株式会社
24319	ヨーバルトップ箱粒剤	テトラニリプロール・イソチアニル粒剤	2020年1月29日	バイエルクロップサイエンス株式会社
24328	ヨーバル箱粒剤	テトラニリプロール粒剤	2020年2月12日	バイエルクロップサイエンス株式会社
24329	ヨーバルシードFS	テトラニリプロール水和剤	2020年2月12日	バイエルクロップサイエンス株式会社
24372	ブーンレパード箱粒剤	テトラニリプロール・ジクロベンチアゾクス・ペンフルフェン粒剤	2020年4月8日	クミアイ化学工業株式会社

Characteristics of Tetraniliprole, a Novel Insecticide.　By Masashi Ataka

（キーワード：テトラニリプロール，ヨーバル，殺虫剤）

表-2　兼商ヨーバルフロアブルの適用病害虫および使用方法

作物名	適用病害虫名	希釈倍数	使用液量	使用時期	本剤の使用回数	使用方法	テトラニリプロールを含む農薬の総使用回数
キャベツ	コナガ	200倍	セル成型育苗トレイ1箱またはペーパーポット1冊（約30×60 cm，使用土壌約1.5～4 *l*）当たり0.5 *l*	育苗期後半～定植当日	1回	灌注	4回以内（灌注は1回以内，散布は3回以内）
	アオムシ						
	ネキリムシ類						
	ハイマダラノメイガ						
	ハスモンヨトウ						
	アブラムシ類						
	ネギアザミウマ						
	コナガ	2,500～5,000倍	100～300 *l*/10 a	収穫前日まで	3回以内	散布	
	アオムシ						
	ウワバ類						
	ハイマダラノメイガ						
	ヨトウムシ						
	ハスモンヨトウ						
	オオタバコガ						
	アブラムシ類						
	アザミウマ類						
はくさい	コナガ	200倍	セル成型育苗トレイ1箱またはペーパーポット1冊（約30×60 cm，使用土壌約1.5～4 *l*）当たり0.5 *l*	育苗期後半～定植当日	1回	灌注	
	アオムシ						
	ハイマダラノメイガ						
	ヨトウムシ						
	ハスモンヨトウ						
	アブラムシ類						
	コナガ	2,500～5,000倍	100～300 *l*/10 a	収穫前日まで	3回以内	散布	
	アオムシ						
	ハイマダラノメイガ						
	ヨトウムシ						
	ハスモンヨトウ						
	オオタバコガ						
	アブラムシ類						
ブロッコリー	コナガ	200倍	セル成型育苗トレイ1箱またはペーパーポット1冊（約30×60 cm，使用土壌約1.5～4 *l*）当たり0.5 *l*	育苗期後半～定植当日	1回	灌注	
	アオムシ						
	ハイマダラノメイガ						
	ハスモンヨトウ						
	アブラムシ類						
	コナガ	2,500～5,000倍	100～300 *l*/10 a	収穫前日まで	3回以内	散布	
	アオムシ						
	ハイマダラノメイガ						
	ヨトウムシ						
	ハスモンヨトウ						
	アブラムシ類						
非結球あぶらな科葉菜類	コナガ	5,000倍	100～300 *l*/10 a	収穫前日まで	2回以内	散布	2回以内
いちご	ハスモンヨトウ	2,500～5,000倍					
	オオタバコガ						
ねぎ	ネギアザミウマ	200倍	セル成型育苗トレイ1箱またはペーパーポット1冊（約30×60 cm，使用土壌約1.5～4 *l*）当たり0.5 *l*	育苗期後半～定植当日	1回	灌注	4回以内（灌注は1回以内，散布は3回以内）
	ハモグリバエ類						
	シロイチモジヨトウ	2,500～5,000倍	100～300 *l*/10 a	収穫3日前まで	3回以内	散布	
	ネギコガ						
	ハモグリバエ類						
	アザミウマ類	2,500倍					
レタス 非結球レタス	ヨトウムシ	200倍	セル成型育苗トレイ1箱またはペーパーポット1冊（約30×60 cm，使用土壌約1.5～4 *l*）当たり0.5 *l*	育苗期後半～定植当日	1回	灌注	
	ハスモンヨトウ						
	オオタバコガ						
	ハモグリバエ類						
	アブラムシ類						
	ウワバ類	2,500～5,000倍	100～300 *l*/10 a	収穫前日まで	3回以内	散布	
	ヨトウムシ						
	ハスモンヨトウ						
	オオタバコガ						
	ハモグリバエ類						
	アブラムシ類	2,500倍					
えだまめ	マメシンクイガ	5,000倍					3回以内
	ウコンノメイガ						
	ハスモンヨトウ						

表-2　つづき

作物名	適用病害虫名	希釈倍数	使用液量	使用時期	本剤の使用回数	使用方法	テトラニリプロールを含む農薬の総使用回数
だいず	マメシンクイガ	5,000 倍	100～300 *l*/10 a	収穫 7 日前まで	2 回以内	散布	2 回以内
	ウコンノメイガ						
	ハスモンヨトウ						
さといも	ハスモンヨトウ			収穫前日まで			
未成熟とうもろこし	アワノメイガ				3 回以内		3 回以内
なす	ハスモンヨトウ	200 倍	25 ml/株	育苗期後半～定植当日	1 回	灌注	4 回以内（灌注は 1 回以内，散布は3回以内）
	ハモグリバエ類						
	アブラムシ類						
	コナジラミ類						
	ハスモンヨトウ	2,500～5,000 倍	100～300 *l*/10 a	収穫前日まで	3 回以内	散布	
	オオタバコガ						
	アブラムシ類						
トマト ミニトマト	ハモグリバエ類	200 倍	25 ml/株	育苗期後半～定植当日	1 回	灌注	
	アブラムシ類						
	コナジラミ類						
	ハスモンヨトウ	2,500～5,000 倍	100～300 *l*/10 a	収穫前日まで	3 回以内	散布	
	ハモグリバエ類						
	アブラムシ類						
ピーマン	アブラムシ類	200 倍	25 ml/株	育苗期後半～定植当日	1 回	灌注	
	コナジラミ類						
	オオタバコガ	2,500～5,000 倍	100～300 *l*/10 a	収穫前日まで	3 回以内	散布	
	アブラムシ類						
	コナジラミ類	2,500 倍					
きゅうり	ハモグリバエ類	200 倍	25 ml/株	育苗期後半～定植当日	1 回	灌注	
	アブラムシ類						
	ハスモンヨトウ	2,500～5,000 倍	100～300 *l*/10 a	収穫前日まで	3 回以内	散布	
	ウリノメイガ						
	ハモグリバエ類						
	アブラムシ類	2,500 倍					
	コナジラミ類						
	アザミウマ類						
メロン	アブラムシ類	200 倍	25 ml/株	育苗期後半～定植当日	1 回	灌注	3 回以内（灌注は 1 回以内，散布は2回以内）
	コナジラミ類						
	ハモグリバエ類	2,500～5,000 倍	100～300 *l*/10 a	収穫前日まで	2 回以内	散布	
	アブラムシ類						
	コナジラミ類	2,500 倍					
すいか	アブラムシ類	200 倍	25 ml/株	育苗期後半～定植当日	1 回	灌注	
	コナジラミ類						
	ハスモンヨトウ	2,500～5,000 倍	100～300 *l*/10 a	収穫前日まで	2 回以内	散布	
	アブラムシ類						
	コナジラミ類	2,500 倍					
なし	ハマキムシ類	5,000～10,000 倍	200～700 *l*/10 a	収穫前日まで	2 回以内	散布	2 回以内
	シンクイムシ類						
もも	シンクイムシ類						
	モモハモグリガ						
ぶどう	ハマキムシ類			収穫 7 日前まで			
かき	カキノヘタムシガ			収穫前日まで			
りんご	ハマキムシ類						
	シンクイムシ類						
	ギンモンハモグリガ						
	キンモンホソガ						
	ヒメボクトウ						
小粒核果類（すももを除く）	ケムシ類	5,000 倍					
すもも	ケムシ類						
	シンクイムシ類						
おうとう	ハマキムシ類						
	オウトウショウジョウバエ						
茶	チャノコカクモンハマキ	2,500～5,000 倍	200～400 *l*/10 a	摘採 7 日前まで	1 回		1 回
	チャハマキ						
	チャノホソガ						
	ヨモギエダシャク						
花き類・観葉植物	ハスモンヨトウ		100～300 *l*/10 a	発生初期	3 回以内		3 回以内
樹木類	ケムシ類	5,000 倍	200～700 *l*/10 a				

ユスリカ類急性遊泳阻害（EC_{50}）：0.271 mg/*l*（48時間）
藻類生長阻害 緑藻（ErC50）：＞1.97 mg/*l*（72 時間）

3　鳥類への影響（原体）

強制経口 コリンウズラ（LD_{50}）：＞2,000 mg/kg 体重

4　訪花昆虫，天敵・有用昆虫への影響

ハチ類に対しては影響があり，茎葉散布の際はミツバチやマルハナバチの導入を 14 日以上空けるよう，また果樹ではマメコバチの訪花期間中の使用を避けるよう注意する必要がある。また育苗期灌注処理等その他の処理によるリスクは低い。

天敵類に対する影響は少なく，各種カブリダニ類やオンシツツヤコバチ，タイリクヒメハナカメムシなどには安全性が高い。

蚕に対しては強い影響が認められるため，周辺の桑葉にはかからないようにする必要がある。

Ⅲ 作 用 機 構

テトラニリプロールは，IRAC による作用機構分類ではグループ 28「リアノジン受容体モジュレーター」に属する。すなわち，害虫の筋小胞体のリアノジン受容体に作用し，カルシウムイオン放出による異常な筋収縮を引き起こすことで殺虫効果を示す。本剤は，経口的および経皮的に虫体に取り込まれ，速やかに筋収縮を引き起こし，摂食を抑制，致死させる（内田ら，2019；図-1）。

Ⅳ 特　　長

テトラニリプロールのみを有効成分として含む薬剤の適用病害虫および使用方法を表-2～4 に示す。

テトラニリプロールは，ヤガ科，ハマキガ科，メイガ科等の主要な種を含むチョウ目害虫に対して高い殺虫活

図-1　テトラニリプロール処理によって生じる症状
上：テトラニリプロール処理（1 ppm 溶液に稲の葉身を 20 秒浸漬し，風乾後にコブノメイガ幼虫を接種．写真は薬剤処理 3 日後），下：無処理．テトラニリプロール処理区では筋収縮が認められ（左上），ほとんど食害がない（右上）．

表-3　ヨーバル箱粒剤の適用病害虫および使用方法

作物名	適用病害虫	使用量	使用時期	使用回数	使用方法
稲（箱育苗）	イネツトムシ	育苗箱（30 × 60 × 3 cm，使用土壌約 5 *l*）1 箱当たり 50 g	播種前	本剤：1 回 テトラニリプロールを含む農薬：1 回	育苗箱の床土または覆土に均一に混和する
	イネドロオイムシ				
	イネヒメハモグリバエ				
	イネミズゾウムシ				
	コブノメイガ				
	ツマグロヨコバイ				
	ニカメイチュウ				
	フタオビコヤガ				
	イネツトムシ		播種時（覆土前）～移植当日		育苗箱の上から均一に散布する
	イネドロオイムシ				
	イネヒメハモグリバエ				
	イネミズゾウムシ				
	コブノメイガ				
	ツマグロヨコバイ				
	ニカメイチュウ				
	フタオビコヤガ				

性を有する。ハスモンヨトウを用いた室内試験では，30日間におよぶ長期残効性を示し，また，温度や降雨が殺虫効果に及ぼす影響は少なかった（図-2，3，4；森下ら，2019）。

本剤は，チョウ目のみならず，アブラムシ類，コナジラミ類等のカメムシ目，ハエ目，コウチュウ目，アザミウマ目，バッタ目等，多岐にわたる害虫種の防除に有効である。

また，作物に対する安全性が高く，広範な作物に適用があり，様々な処理方法で使用できる。ヨーバルフロアブルは，生育期の散布処理に加え，各種野菜の育苗期のセルトレイやポリポットなどの灌注処理でも使用できる。また，水稲では，箱施用に最適化された「ヨーバル箱粒剤」，「ヨーバルトップ箱粒剤」，「ブーンレパード箱粒剤」のほかに，種子処理専用の製剤として「ヨーバルシードFS」がある。種子に「ヨーバルシードFS」を塗沫処理することにより，移植栽培・鉄コーティング直播栽培・乾田直播栽培のいずれの栽培方法においても本圃において発生する害虫を防除することが可能である（岡田ら，2019）。

表-4　ヨーバルシードFSの適用病害虫および使用方法

作物名	適用病害虫	使用量	使用時期	使用回数	使用方法
稲	イネツトムシ	乾燥種もみ1 kg当たり原液11 ml（原液55 ml/10 aまで）	播種前（浸種前）	本剤：1回 テトラニリプロールを含む農薬：1回	塗沫処理（種子被覆剤を加用）
	イネドロオイムシ				
	イネミズゾウムシ				
	ニカメイチュウ				
	イネツトムシ		播種前（浸種後）		コーティング中またはコーティング後の種もみに塗沫処理
	イネドロオイムシ				
	イネミズゾウムシ				
	ニカメイチュウ				

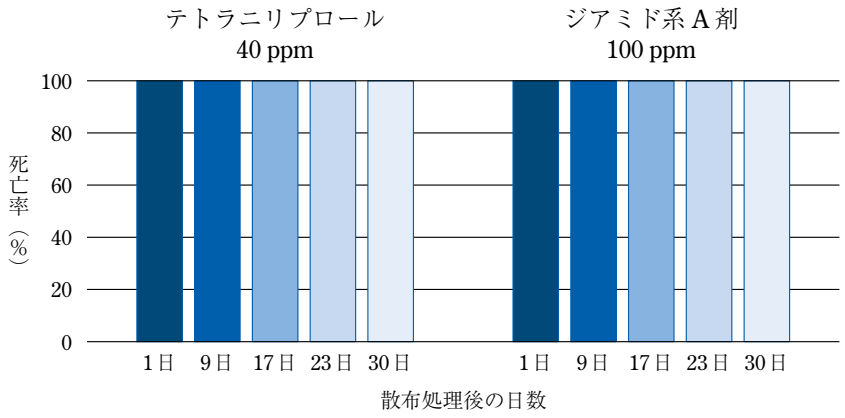


図-2　キャベツのハスモンヨトウふ化幼虫に対する散布処理での残効性

供試薬剤	ハスモンヨトウ3齢幼虫に対するKT50値（時間）*			
	15℃	20℃	25℃	30℃
テトラニリプロール	1.9	1.7	1.6	1.4
有機リン系B剤	1.8	0.58	＜1.0	＜1.0
ベンゾイルウレア系C剤	260	81	45	41

＊　中央ノックダウン時間（50%の供試個体が異常状態となるまでに要した時間）

図-3　温度別のハスモンヨトウに対する効果

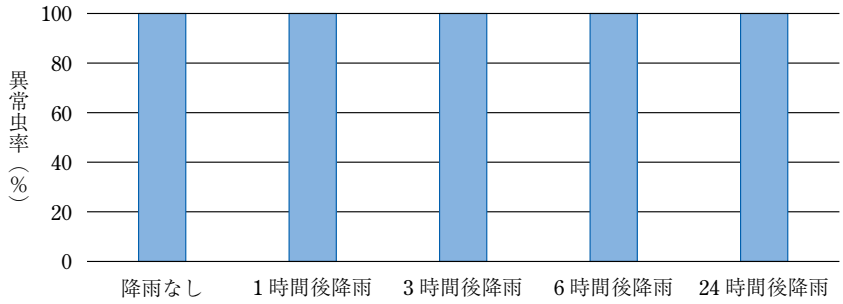


図-4　テトラニリプロール（40 ppm 溶液散布）のキャベツのハスモンヨトウ 3 齢幼虫に対する耐雨性試験
キャベツ苗に薬剤を散布処理し，処理 1 時間後，3 時間後，6 時間後，24 時間後に人工降雨装置を用いて 70 mm/時間の降雨に 1 時間暴露した．風乾後，処理葉を切りとり，ハスモンヨトウを接種した．

お　わ　り　に

新規殺虫剤テトラニリプロールは，幅広い害虫に優れた効果を示すことに加え，適用のある作物も多く，また，多岐にわたる処理方法においても高い防除効果を示し，汎用性の高い基幹剤としての使用が期待される。薬剤抵抗性の発達を回避するべく異なる作用機構の殺虫剤とのローテーション使用を推奨しつつ，農作物の安定的な生産に貢献できるよう普及推進を図りたい。

引　用　文　献

1）Fischer, R. et al.（2019）: 14th IUPAC International Congress of Crop Protection Chemistry: 3.1.4.
2）森下　祥ら（2019）: 第 63 回日本応用動物昆虫学会大会講演要旨 : 71.
3）岡田浩一ら（2019）: 第 63 回日本応用動物昆虫学会大会講演要旨 : 71.
4）内田　聡ら（2019）: 第 63 回日本応用動物昆虫学会大会講演要旨 : 70.

研究室紹介

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構
九州沖縄農業研究センター 生産環境研究領域 線虫グループ

国立研究開発法人農研機構九州沖縄農業研究センターは，熊本県合志市の本所，福岡県の筑後研究拠点，久留米研究拠点，宮崎県の都城研究拠点，鹿児島県の種子島研究拠点，長崎県の口之津カンキツ研究試験地，沖縄県農業研究センター内の糸満駐在からなります。線虫グループは，1969年に前身の九州農業試験場（西合志町（現合志市））に線虫研究室として設立されました。その後，1988年線虫制御研究室，2006年難防除害虫研究チーム，2011年線虫害研究グループと名称を変えながら，2016年に線虫グループとなりました。設立以来，九州沖縄地域のネコブセンチュウやネグサレセンチュウを中心とした植物寄生性線虫の種類と分布の解明，寄生性やレースの解明，簡便で迅速な同定法の開発，天敵微生物や抵抗性植物等を利用した管理技術の開発に取り組んできました。さらに線虫害研究グループのころから，農業害虫の天敵線虫の利用技術の開発にも取り組み始めました。

線虫グループは，現在，研究職員3名，契約職員2名の5名体制ですが，さらに2名の業務科職員に圃場作業，現地調査，調査・試験器具の作成等のサポートをしてもらい研究を進めています。当グループは，化学農薬の使用を低減した環境保全型農業の推進を目的として，以下の研究課題に取り組んでいます。

1　植物寄生性線虫管理

（1）　線虫抵抗性飼料作物利用

線虫抵抗性を有する飼料および緑肥作物をサツマイモなどの輪作作物として利用して，ネコブセンチュウやネグサレセンチュウの密度低減を図る技術の開発に取り組んでいます。そのために，キタネグサレセンチュウに対する抵抗性を有する *Avena strigosa*（アウェナストリゴサ（エンバク野生種））から選抜されたサツマイモネコブセンチュウ抵抗性系統のネコブ・ネグサレセンチュウ各種に対する増殖抑制効果の評価および線虫に対する作用機作の研究を行っています。本研究はホクレン農業協同組合連合会および当センターの飼料作物育種グループと共同で実施しており，効果の高かった *A. strigosa* の1系統が「テララ」として品種登録されています。

図-1　農研機構九州沖縄農業研究センター正門

〒861-1192　熊本県合志市須屋2421
TEL　096-242-7734

図-2　現地圃場におけるウンカシヘンチュウ生息密度調査
水田土壌をサンプラーやスコップで採取し，土壌を砕きながら，目視でシヘンチュウ（矢印）を採集し，計数する．

（2）　線虫抵抗性台木利用

ナス科果菜類の栽培では土壌病害虫を回避するために，抵抗性品種や台木の利用が主流となっています。有害線虫として有名なネコブセンチュウに対しても複数の抵抗性品種や台木が市販されていますが，一部のネコブセンチュウ種には効果がないといった課題が残されています。そこで，中央農業研究センター，野菜花き研究部門等と連携して，新規なネコブセンチュウ抵抗性素材の作出と実用化を目指しています。そのために，ナス科果菜類を対象に，最重要有害線虫種であるサツマイモネコブセンチュウに対する抵抗性評価を行っています。抵抗性を示した有望植物については，圃場栽培試験を通して台木適性や線虫害抑制効果等の評価も進めています。

2　天敵線虫を利用した害虫管理

トビイロウンカ等イネウンカ類の土着天敵にウンカシヘンチュウという昆虫寄生性線虫が戦前から知られています。80年代には本種の高密度生息水田ではトビイロウンカの被害が抑制されるという報告もなされています。近年，トビイロウンカの殺虫剤抵抗性の発達が大きな問題となっています。薬剤抵抗性の害虫対策として，天敵の放飼利用技術の開発が野菜栽培では進められていますが，水稲栽培ではその利用は進んでいません。ウンカシヘンチュウは移動分散能力は低いが定着能力が高いという特性を持つため，水田という開放系における放飼利用が期待できます。そこで，水稲栽培における天敵の放飼利用技術を開発するために，ウンカシヘンチュウの増殖法，保存法，導入法等の研究や現地圃場における本種の生態研究等に取り組んでいます。

（グループ長　吉田睦浩）

研究室紹介

石川県農林総合研究センター農業試験場 資源加工研究部 生物資源グループ

石川県農林総合研究センターは，平成 24 年 4 月に当時の農業総合研究センター，畜産試験場，林業試験場の統合により組織され，このうち，農業総合研究センターが農業試験場へと改編されました。農業試験場は研究グループのほか，企画調整部門や発生予察事業を担う病害虫防除室，普及指導機関である中央普及支援センターで構成されており，場長以下 70 名余の職員がいます。

農業生産をめぐる技術的課題は，もはや栽培，土壌肥料，病害虫といった既存のカテゴリーの中だけで解決できるものではなく，横断的な研究体制が必要です。本県では，農業の成長産業化に向け，製造業など他産業の持つ技術やノウハウを活用した農業生産の見える化によるコスト削減，生産性の向上や軽労化等，特徴的な取り組みを進めています。

平成 17 年のグループ制の導入に伴い，病理昆虫科と土壌環境科が合併して，生物資源グループが誕生しました。現在は，総括であるグループリーダー，虫害担当 2 名，病害担当 2 名，土壌肥料担当 3 名の計 8 名の研究職員が配属されています。

植物防疫関係の研究課題は，グループ発足時には，水稲や野菜の病害に対する生物的防除法，斑点米カメムシの発生源管理，ヤガ類に対する光や合成性フェロモンの利用等，化学農薬に頼らない病害虫管理技術の開発を主たる研究目標としていました。一方，近年では，GIS などを活用した水稲病害虫発生のリスクマップの作成，ドローンによる野菜病害虫発生の見える化等，圃場単位でのリスク把握を試みる課題に取り組んでおり，15 年前と比較して大きく様変わりしてきたと感じています。

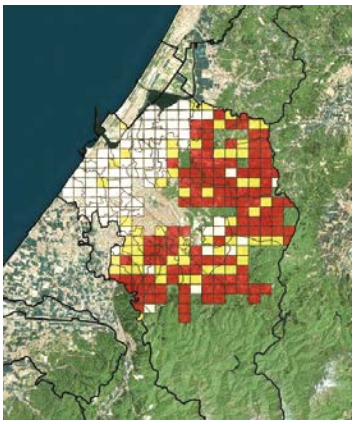
以下，現在進行中の病害虫関連の主な研究課題について，簡単にご紹介します。

1　ドローンを活用した土地利用型作物の夜間防除技術の開発

ドローンは様々な分野で急速に利用が進んできています。農業分野においても，農薬散布の場面での活用が広

ドローンを活用した病害虫発生分布の予測

〒 920-3198　石川県金沢市才田町戊 295-1
TEL　076-257-6911



金沢市のいもち病発生リスクマップ
（赤色メッシュがリスク大，黄色メッシュがリスク中，白色メッシュがリスク小）

まりつつあり，特に，水稲栽培において，無人ヘリを導入しにくい中山間地域や品種が混在する地域での普及が広がると考えられます。しかし，地上防除や無人ヘリ防除と同様に，農薬散布は天候に左右されることから，限られた時間の中では適期防除が困難となることが想定されます。そこで，日中に比べ比較的風が穏やかと考えられる夜間において，ドローンを活用した農薬散布技術の確立を目指しています。日中だけでなく夜間にも防除が可能となれば，適期防除の確実な実施が推進されます。

2　野菜の病害虫発生リスク「見える化」技術の開発

農業の現場では，世代交代が進むとともに新規就農者が増加しており，こうした中，技術の伝承を支え，効率化や省力化を実現するツールが求められています。そこで，広い面積を一度に観測可能なドローンの特長を活かして，圃場内の病害虫の発生分布を簡易に予測し，効率的な防除を可能にする「見える化」技術の開発を目指しています。現在は，アブラナ科野菜の根こぶ病やチョウ目害虫を対象に，空撮画像から病害虫発生を推定する手法について研究を行っています。

こうした研究課題のほか，当センターでは，令和 2 年度に農研機構の「スマート農業技術の開発・実証プロジェクト」において 2 件の課題を採択いただきました。当グループが中心あるいは協力分担として，有機大豆の除草技術や露地野菜の収穫適期判断技術の開発・実証を担当することとなっており，専門分野である病害虫や土壌肥料にとらわれず，幅広い課題について積極的にかかわっています。

担い手不足，経営の大規模化，気候変動といった環境の中，農業生産現場の技術的課題は多く残され，かつ新たな課題への対応も必要です。県単独の研究予算は年々先細りの状況にありますが，今後とも国の競争的資金等を活用しながら全国の仲間との連携を図り，生産者の収益向上に資する新技術の開発に取り組みたいと考えています。

（主任研究員（生物資源グループリーダー）　安達直人）

月刊「植物防疫」は，植物防疫に関する専門的な技術情報誌です。全国の植物防疫に携わる研究者・指導者等に実践的に役立つ新しい情報を提供するために，下記規程に則って関係者に積極的な投稿・ご執筆をお願いしております。構想の段階でもご相談に応じますので，ご連絡いただきますようお願い致します。

掲　載　規　程

1．掲載記事の分野

植物防疫に関する行政・研究・技術等の情報をひろく対象とします。本誌は実践的に役立つ情報提供を重視していることから，植物防疫との関連性が薄いものや基礎研究の域を出ないものは，原則として掲載しません。

2．掲載記事の種別

本誌に掲載する記事はおおむね次の種別によります。

（1） 研究報告および総説

狙いや結果がわかりやすく解説された研究成果の紹介，もしくは諸課題や一連の研究成果等，関心度の高い技術テーマに関する総説。本誌の目的にかなう切り口で科学的に解説されているもの。（注1）

（2） 調査報告

調査を元にとりまとめ解説した研究報告に準ずる報告。（注 2）

（3） 時事解説

行政の施策や世界動向等，関心度の高い時事テーマに関する解説。（注 3）

（4） トピックス

新たに問題化した病害虫や薬剤耐性その他防除上のトピックス（地域限定の場合も含む）並びに新農薬の紹介等の諸情報。（注 4）

（5） 新技術解説

新たな実験技法（圃場試験法や感受性検定法等），調査法，防除法の紹介。（注 5）

（6） その他

新規農薬登録・特殊報・登録失効・農林水産省プレスリリース，新刊図書の紹介，行事案内など。（注 6）

注 1） テーマは病害虫・雑草防除研究に限らず，農薬のリスクや管理に関するもの，製剤・施用技術に関するもの等，幅広く掲載可能です。本誌の目的にかなう切り口で科学的に解説いただきます。既発表の研究報告である時は，他誌掲載内容と異なる実践的な切り口でとりまとめて下さい。総説では，最近まで取り組まれてきた関連研究を体系的に解説いただきます。必ず引用文献を付記して下さい。図表を含め刷り上がり 4 頁程度を目安として下さい。

注 2） テーマは植物防疫に関連して幅広く掲載可能です。例えば海外の登録制度情報の収集・比較や文献調査などが該当します。図表を含め刷り上がり 4 頁程度を標準としますが，必要に応じて調整可能です。

注 3） 植物防疫に関連した時事で，テーマは幅広く掲載可能です。例えば施策に基づいた事業・法令改正の解説が該当します。図表を含め刷り上がり 4 頁程度を標準としますが，必要に応じて調整可能です。

注 4） 早急に知見を周知する必要がある病害虫の発生・薬剤耐性等の情報が該当します。多少のデータ不足・限られた地域の事例でも可です。図表を含め刷り上がり 2〜3 頁程度を目安としますが，更に短いものでも可とします。新農薬紹介は，記事広告ではなく，新規に登録となった有効成分について，物理化学性・作用機構と特長・適用表など基本情報の提供を目的とした記事です。基本的に図表を含め刷り上がり 2 頁とします。但し，活用法等の研究成果については（1）研究報告および総説で受け付けます。

注 5） 従来の技術と比べた利点・活用法を明確に解説されていることが必要です。必要に応じて引用文献を付記して下さい。図表を含め刷り上がり 4 頁程度を標準としますが，必要に応じて調整可能です。
一連の技術が多数ある場合は連載化も検討します。

注 6） 基本的に事務局が企画・執筆する記事ですが，新刊図書紹介・行事案内については，他者からのご提案の掲載も検討します。基本的に刷り上がり 1 頁以内です。
※ 1 頁の字数は 400 字詰め原稿用紙換算 5 枚：2000 字が目安です。

3．掲載の決定

（1） 専門家による審査体制を設置し，本誌の目的にかなうテーマであるかどうか，科学的に適正な内容であるかどうか等について審査し，掲載の有無を決定します。

（2） 審査の結果，内容の一部修正等をお願いすることがあります。

4．執筆に当たっての留意事項

（1） 外部からの支援あるいは他の機関との共同で実施された研究を紹介しようとする時は，その旨を明記するものとし，執筆者の責任で関係者の事前了解を得るものとします。

（2） 本誌掲載記事の著作権は当協会に帰属するものとします。

（3） 本誌掲載のほか，当協会ホームページで 1 頁目の見本提示，ダイジェストの作成・公開，PDF 版への収録などに利用させて頂きます。

（4） 本誌掲載から 2 年を経過した時は，当協会ホームページ内の「植物防疫アーカイブ」に電子版として公開されます。

（5） 詳細を定めた「執筆要領」が必要な方は，事務局にご請求下さい。

5．投稿・連絡先

電話：03−5980−2183　　mail：genko@jppa.or.jp
一般社団法人　日本植物防疫協会　支援事業部 「植物防疫」編集担当
投稿はメールでの受け付けとなります。

学 会 だ よ り

○令和 2 年度日本植物病理学会関東部会，開催のお知らせ

下記の要領でオンデマンド型の Web 開催とします。また，動画配信，一般講演発表会を e ポスターにて行います。

日時：2020 年 9 月 28 日（月）10:00～16:00
2020 年 9 月 29 日（火）10:00～15:00
ただし，28 日 16:00～29 日 10:00 も各講演の閲覧は可能です。

場所：日本植物病理学会ホームページ（学会 HP：www.ppsj.org）の関東部会プラットホームに登録済みの部会参加者がパスワードでログインし，講演発表をオンデマンド型式で閲覧します。

詳細は学会ホームページでご確認ください。

○令和 2 年度日本植物病理学会関西部会，開催のお知らせ

新型コロナ感染症対応のため，オンライン（PDF ファイルの閲覧，掲示板による質疑応答）での開催となります。

日時：2020 年 11 月 7 日（土）9:00～17:00
2020 年 11 月 8 日（日）9:00～17:00

場所：オンライン会場（日本植物病理学会ホームページ内の関西部会特設ページ）

詳細は学会ホームページでご確認ください。

○植物化学調節学会第 55 回大会（オンライン）開催のお知らせ

第 55 回大会について，「福井における大会開催」を中止し，オンラインにて開催いたします。

広告掲載会社一覧　（掲載順）
ダウ・アグロサイエンス日本(株)……主要品目
日産化学(株)……グレーシア
バイエルクロップサイエンス(株)……ナティーボ
協友アグリ(株)……エコピタ
OAT アグリオ(株)……サフオイル
バイエルクロップサイエンス(株)……ヨーバル
日本曹達(株)……ピシロック
日本農薬(株)……パレード
サンケイ化学(株)……主要品目
三井化学アグロ(株)……主要品目
クミアイ化学工業(株)……プロポーズ

会期：2020 年 11 月 15 日（日）
午前：開会，口頭発表
昼：企業イベント
午後：口頭発表，会員集会，表彰式，閉会
＊ 11 月 12 日（木）～15 日（日）は，各発表者による発表収録分のオンデマンド配信を行います。

参加登録：10 月 22 日（木）までに参加登録，参加費振込詳細は下記アドレスでご確認ください。
https://www.jscrp.jp/calendar/years/taikai55online.html

○第 38 回農薬環境科学研究会の開催延期について

2020 年 10 月 29 日（木）～30 日（金）にアリストンホテル神戸で開催予定でした第 38 回農薬環境科学研究会は，新型コロナウイルス感染拡大防止のため，2021 年に延期致します。

次号予告

次号 2020 年 10 月号の主な予定記事は次のとおりです。

特集：大豆の多収阻害要因，ダイズ黒根腐病対策技術の開発

農林水産省委託プロジェクト「収益力向上のための研究開発（多収阻害要因の診断法及び対策技術の開発）」病害ユニットでダイズ黒根腐病対策技術開発に取り組んだ背景　越智　直ら

ダイズ栽培におけるダイズ黒根病のリスク要因　赤松　創ら

秋田県におけるダイズ黒根腐病の発生実態と薬剤防除技術の確立　松田英樹ら

晩播と耕うん同時畝立て狭畦栽培のダイズ黒根腐病発病軽減効果　黒田智久ら

富山県におけるダイズ黒根腐病の発生実態　三室元気ら

長野県におけるダイズ黒根腐病の被害実態調査と防除技術の開発　内田英史ら

野菜・花き類を加害するヤガ科害虫 4 種の性フェロモントラップによる誘殺消長　～奈良県の発生予察定点圃場データの解析～　井村岳男ら

我が国の植物防疫における血清学的診断法の需要に関する調査　眞境名元次ら

ダゾメット粉粒剤と灌水処理を組み合わせたトマト青枯病に対する防除技術の効果　村元靖典

植物防疫講座　病害編：チャ病害の発生生態と防除　山田憲吾

研究室紹介：農研機構 九州沖縄農業研究センター 生産環境研究領域 病害グループ　井上博喜

香川県農業試験場 生産環境部門 病害虫担当　西村文宏

植物防疫
2020 年
9 月 号
（毎月 1 回 1 日発行）

第 74 巻　2020 年 8 月 25 日印刷
第 9 号　2020 年 9 月 1 日発行
（通算 885 号）

定価 965 円
本体 877 円

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

編集発行人　早川　泰弘
印 刷 所　三 美 印 刷 ㈱
東京都荒川区西日暮里 5-9-8

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

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

2020年9月7日より『JPPAオンラインストア』を開設

日本植物防疫協会の発行書籍，植物防疫関連資材をご愛用いただきありがとうございます。

皆様がより手軽に協会商品をご購入いただけるよう本年 9 月 7 日にオンラインストアを開設いたします。

本ストアでは，簡単な操作で商品をお買い上げいただけます。また，書籍の内容や防除資材の使い方もわかりやすく紹介しております。

今後のご注文はオンラインのみとなります。また，お支払い方法はクレジットカード，コンビニ決済（※1），郵便振替（※1），代金引換（※2）がご利用になれます。

（※1）：送金にかかる手数料はかかりません。　（※2）：代引き手数料がかかります。

◆JPPA オンラインストアへの入り方◆

①URL から入る　https://www1.enekoshop.jp/shop/jppashop/

②日植防ホームページから入る

◆ご注文の流れ◆

商品を選びカートに入れる ➡ 支払方法を選ぶ ➡ 必要事項を入力する ➡ 注文受付のメールが届く ➡ 商品お届け

◆ご利用にあたって◆

- ご注文の際は，「初めての方へ」をご覧ください。注文方法等を紹介しています。
- お客様登録すると購入履歴のほかに配送先リストの追加もでき，より便利にご利用いただけます。なお，登録しなくてもご注文いただけます。
- ご質問等がございましたらトップ画面右上の「お問合せ」よりお願いします。

一般社団法人 日本植物防疫協会

べと病、疫病、白さび病を
ピシっとロック！

農林水産省登録　第23952号

殺菌剤　ピカルブトラゾクス水和剤

ピシロック® フロアブル

新規有効成分ピカルブトラゾクス配合！(FRACコード U 17)

収穫前日まで使える！(はくさいは収穫3日前まで)

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

HPはこちらから

日本曹達株式会社
東京都千代田区大手町2丁目2番1号
☎(03)3245－6178　FAX(03)3245－6084
https:/www.nippon-soda.co.jp/nougyo/

Ⓡは日本曹達(株)の登録商標

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

新登場

豊かな収穫へ行進!!

野菜用殺菌剤

パレード®20 フロアブル

〈写真はイメージです〉

菌核病、灰色かび病、うどんこ病など

葉菜・果菜の幅広い病害に高い効果を発揮!!
適用作物への薬害リスクが極めて低い!

果樹用に パレード®15 もあります！

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

日本農薬株式会社

SANKEI
ECO PRODUCTS

植物油脂パワー！

サンクリスタル乳剤

チョウ目害虫退治の生物農薬！

サンケイ
サブリナフロアブル

植物保護薬！

サンケイ
ジーファイン水和剤

硫黄の力でうどんこ病防除！

サンケイ
クムラス

安定した銅の効果！

サンボルドー

キュウリ・カボチャのうどんこ病に！

ハッパ乳剤

硫黄と銅の強力タッグ！

園芸ボルドー

サンケイ化学株式会社

本　　社 〒891-0122 鹿児島県鹿児島市南栄二丁目9番地　☎(099) 268-7588
東 京 本 社 〒110-0005 東京都台東区上野7-6-11　☎(03) 3845-7951

明日の「農」を支える力でありたい。

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

殺虫剤

- 三井東圧 アルバリン® 顆粒水溶剤・粒剤 粉剤DL・箱粒剤
- スタークル® 顆粒水溶剤
- スタークルメイト® 1キロH粒剤 液剤10
- トレボンスター® フロアブル 粉剤DL
- トレボン® 乳剤・EW・MC・粉剤DL 粒剤・エアー・スカイMC
- アニキ® 乳剤
- コロマイト® 水和剤 乳剤
- ミルベノック® 乳剤
- キックオフ® 顆粒水和剤

殺菌剤・殺虫殺菌剤・土壌消毒剤

- アフェット® フロアブル
- ベジセイバー®
- ピカット® フロアブル
- フルーツセイバー
- ネビジン® 粉剤
- ネビリュウ®
- モンガリット® 1キロ粒剤 粒剤
- サンリット® 水和剤
- テーク® 水和剤
- タチガレン® 粉剤 液剤
- タチガレエース® M 粉剤 液剤
- タチガレファイト® 液剤
- サンブラス® 粒剤
- ガッツスター® 粒剤
- トリプルキック® 箱粒剤
- サントリプル® 箱粒剤
- サンフェスタ® 箱粒剤
- ツインキック® 箱 粒剤
- 三井東圧 クロールピクリン
- 三井 ソイリーン®
- サンスパイク® 箱 粒剤

除草剤

- アールタイプ® 1キロ粒剤・ジャンボ フロアブル
- シュナイデン® 1キロ粒剤・ジャンボ フロアブル
- アルファープロ® 1キロ粒剤75/51・ジャンボH/L フロアブルH/L
- キクンジャ〜Z® 1キロ粒剤・ジャンボ フロアブル
- イネキング® 1キロ粒剤・ジャンボ フロアブル
- フォローアップ® 1キロ粒剤
- サンバード® 粒剤
- ワイドアタック™ SC
- 草枯らし MIC®
- アトカラ® SジャンボMX
- セカンドショット® SジャンボMX
- トドメMF® 1キロ粒剤・乳剤

白く枯らす CYRA サイラ

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

三井化学グループ
三井化学アグロ株式会社
東京都中央区日本橋1-19-1 日本橋ダイヤビルディング
ホームページ http://www.mitsui-agro.com/

殺菌剤

プロポーズ®
顆粒水和剤

自然に学び 自然を守る
クミカ

べと病・疫病に
2成分で優れた効果

予防 治療
と
残効性 耐雨性

100g 500g

®はクミアイ化学工業(株)の登録商標です。

JAグループ
農 協 | 全農 | 経済連
全農は登録商標 第4702318号

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

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

植物防疫 VOL.74 No.9
2020年9月1日 発行（毎月1回1日発行） 定価 965円 本体 877円（送料サービス）
一般社団法人 日本植物防疫協会
〒114-0015 東京都北区中里2丁目28番10号
電話 03(5980)2181 FAX 03(5980)6753
http://www.jppa.or.jp/

雑 誌 04497-09

4910044970909
00877