

植物防疫

3

Plant Protection

2019
VOL.73



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



Agriculture Division of DowDuPont

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。

トランスフォーム™

Isoclast™ active

殺虫剤

ビレスコ™

Isoclast™ active

殺虫剤

エクシード™

Isoclast™ active

殺虫剤

スピノエース™

殺虫剤

ゾーベック™

エニベル™

殺菌剤

ゾーベック™

エンカンティア™

殺菌剤

ジマンダイセン™

殺菌剤

クリンチャー™

水稻用除草剤

テロン™

土壌くん蒸剤

旭D-D

土壌くん蒸剤



Agriculture Division of DowDuPont

ダウ・アグロサイエンス日本株式会社／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

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

SDSバイオテックの微生物殺虫剤

虫にキビしく、作物にやさしい微生物殺虫剤

チューンアップ

顆粒水和剤

- ▶ 使用回数の制限がありません。
- ▶ 収穫前日迄使用できます。
- ▶ 有機栽培に利用できます。



水稲／フタオビコヤガ
無人航空機の
散布に使えます。

特長

- 速効的な食害防止効果。
- 殺虫タンパク質の含量が多く、防除効果が高い。
- 他剤抵抗性や突発的に発生したチョウ目害虫の幼虫に安定した効果を示す。
- ハチ、天敵等に対して影響が少ない。



適用害虫と使用方法

作物名	適用害虫名	希釈 倍数	使用 液量	使用時期	本剤の 使用 回数	使用 方法	BTを含む 農薬の 総使用回数
水稲	フタオビコヤガ	16倍	0.8ℓ /10a	発生初期 但し、 収穫前日 まで	無人 航空機 による散布	散布	-
	コブノメイガ イネツトムシ	2000～ 4000倍	60～ 150ℓ /10a				
野菜類 豆類(種実) いも類 からしな(種子)	アオムシ コナガ オオタバコガ ハイマダラノメイガ	2000～ 3000倍	100～ 300ℓ /10a				
	ヨトウムシ	2000倍					
	ウリノメイガ	3000倍					
果樹類	ハマキムシ類	4000倍					
りんご	シャクトリムシ類		200～ 700ℓ /10a				
	ケムシ類	2000～ 4000倍					
かんきつ	アゲハ類						
茶	チャハマキ チャノコカクモンハマキ	2000倍	200～ 400ℓ /10a	発生初期 但し、 摘採前日 まで			

2種類のBT菌を混合した微生物殺虫剤

バシレッツワズ

水和剤

- ▶ 野菜類をはじめ、樹木類、りんご、かき、芝等、幅広い作物に登録があります。
- ▶ 使用回数の制限がありません。
- ▶ 収穫前日もしくは7日前迄使用できます。
- ▶ 有機栽培に利用できます。



コナガ、アオムシ、ヨトウムシ、
ハスモンヨトウ、アメリカシロヒトリ、
チャドクガ等の防除に!!



特長

- クルスターキ、アイザワイ、2種類のBT菌が有効成分です。
- 他剤抵抗性や突発的に発生したチョウ目害虫の幼虫に安定した効果を示す。
- 連用による薬剤抵抗性の発生リスクや各種作物に対する薬害が少ない。
- 天敵に対して影響が少ない。



適用害虫と使用方法

作物名	適用害虫名	希釈 倍数	使用時期	本剤の 使用回数	使用 方法	BTを含む 農薬の 総使用回数
野菜類	アオムシ コナガ	1000～ 2000倍	発生初期 ただし、 収穫前日 まで	—	散布	—
	タマナギンウババ	1000倍				
	ヨトウムシ ハスモンヨトウ	500倍				
りんご	ヒメシロモンドクガ アメリカシロヒトリ ハマキムシ類	1000倍	発生初期 ただし、 摘採7日前 まで			
かき	カキノヘタムシガ イラガ類					
茶	チャノコカクモンハマキ	500～ 1000倍				
	チャハマキ ヨモギエダシャク チャノホソガ	500倍				
さんしょう (果実)	アゲハ類	1000倍	発生初期 ただし、 収穫前日 まで			
さくら	モンクロシャチホコ	1000倍	発生初期			
プラタナス	アメリカシロヒトリ	1000～ 2000倍				
つばき類	チャドクガ	1000倍				
樹木類	トビモンオオエダシャク	500～ 1000倍				
ストック	コナガ	1000倍				
フェニックス・ ロベレニー	トビモンオオエダシャク	500～ 1000倍				
芝	タマナヤガ	1000倍				
	スジキリヨトウ シバツトガ	500～ 1000倍				
						1㎡当り 300mℓ 散布



株式会社 **ISD-BIO** バイオテック

〒103-0004 東京都中央区東日本橋 1-1-5

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



**カウンシル®
エナジー**



®カウンシルはバイエルグループの登録商標 第5641965号
☞はグミアイ化学工業(株)の登録商標 第6070948号

雑草に負けてたまるか!
除草力を鍛えた
カウンシルエナジーがある。

新登場



- 1 3成分で高い除草効果
- 2 ノビエへの優れた除草効果
- 3 難防除多年生雑草への高い除草効果
- 4 多年生イネ科雑草に対する高い除草効果
(1キロ粒剤・ジャンボ)
- 5 SU抵抗性雑草に対する高い除草効果
- 6 田植同時散布可能(1キロ粒剤)
- 7 無人航空機による散布または滴下登録あり
(1キロ粒剤・フロアブル)
- 8 拡散性に優れたジャンボ剤
- 9 直播水稻への適用性(1キロ粒剤・ジャンボ)
- 10 新規需要米に対する高い安全性

●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

農薬概説 2018

一般社団法人 日本植物防疫協会 編



好評
発売中!

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

2018年版では、主に次のような改訂を行いました。

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

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

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

◆お問い合わせとご注文は下記へお願いします◆

一般社団法人 日本植物防疫協会 支援事業部

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

B5判 367頁 本体1,800円+消費税、送料 実費

目 次

巻 頭 言

雑誌“植物防疫”について思うこと	田中 啓司	1
------------------	-------	---

研究報告

採種スイカにおける害虫発生状況と防除対策	井村 岳男	2
着色期の柑橘類を加害するハナアザミウマとその防除対策	東浦 祥光	6
沖縄県北大東島のサトウキビ畑における植物寄生性線虫の実態と 収量への影響	河野辺雅徳・宮丸直子	12
ホップベと病およびうどんこ病への化学合成農薬の適用拡大と 新規防除体系確立の取り組み	岩館康哉・大友令史・菅 広和	19
タマネギの小菌核病に対する効率的防除対策	池谷美奈子・山名利一	24

調査報告

農業生物資源ジーンバンクにおける <i>Ralstonia</i> 属細菌の学名の見直し	澤田宏之・山崎福容・竹谷 勝・永井利郎・青木孝之・堀田光生	29
沖縄県におけるサツマイモトビハムシの分布状況とその寄主植物	小濱 継雄	37

新技術解説

アライグマ専用捕獲器の開発	小川 倫史	41
---------------	-------	----

植物防疫講座

病害編-15 野菜などに発生するべと病の発生生態と防除	佐藤 衛	44
虫害編-13 イチモンジセセリの発生生態と防除	石崎 摩美	49
農薬編-14 微生物由来昆虫中腸内膜破壊剤 — <i>Bacillus thuringiensis</i> と殺虫タンパク質生産物—	浅野 眞一郎	54

研究室紹介

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 中央農業研究センター 虫・鳥獣害研究領域 鳥獣害グループ	竹内 正彦	57
福岡県農林業総合試験場 八女分場	角重 和浩	58

農林水産省プレスリリース (2019.1.11~2019.2.8)	17
新しく登録された農薬 (2019.1.1~1.31)	11, 59, 60
登録が失効した農薬 (2019.1.1~1.31)	60
発生予察情報・特殊報 (2019.1.1~1.31)	43

【表紙写真】

上左：ホップベと病の罹病穂花
上右：赤色防虫ネットを被覆した採種スイカ施設
下左：タマネギ小菌核病の菌核に形成された子のう盤
下中：ブロッコリーべと病菌
下右：筒型トリガーに前肢を挿入したアライグマ

殺ダニ・殺虫剤

サフオイル[®]乳剤

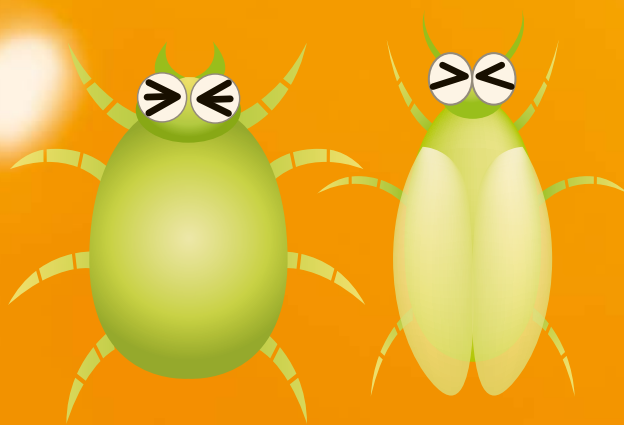
Suffoil

調合油乳剤 1ℓ入

自然の力でハダニ類やコナジラミ類にサヨウナラ！
天然由来だから安心して使えます。

有機JAS
使用可能農薬

殺卵効果もあるんです！
殺卵効果を有する一歩上の物理防除剤



天然由来
紅花から抽出



ハダニ類



コナジラミ類



チャノホコリダニ



トマトサビダニ



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

雑誌“植物防疫”について思うこと

近畿大学農学部研究員，
島根大学総合科学研究支援センター 田 中 啓 司
遺伝子機能解析部門客員研究員



執筆依頼を受け、雑誌“植物防疫”の使命と課題は？について、想を練ろうとした矢先、上路理事長の訃報に接した。驚き、悲しみとともに、新装なった雑誌“植物防疫”を誇らしげに、“趣を新たにしたいのよ！”と笑顔で語りかけておられた上路理事長のお顔が思い浮かびます。本稿では、その“植物防疫”の使命と課題について思うことをまとめてみます。

「・・・それにしても、最大の農政課題と位置づけられた構造改革が「容易にすすまぬ」と嘆かれながらすでに半世紀を経過した。この失敗は本当に「市場原理不足」のためだったのか、「市場」のなかに投げ出せば「強い農業」はできたのか、「強い農業」と「活力ある農村」とは同じなのか・・・」と書き出しで始まる野田公夫氏の成書（日本農業の発展論：農文協）を最近読み、農政の課題って？，“植物防疫”の課題との共通点、相違点は？等と思いを巡らせていた。なぜ、農政における課題が克服できないのか？、課題に切り込む方策・施策が正しくなかったのか？ 的外れだったのか？等。本課題に取り組んでこられた関係者は、真剣にこれらの課題に向き合って来られたと思う。ただ、理念が先行しての取組み、方策・施策で本質に切り込めなかったのではないだろうか？と、“植物防疫”のこれまでの編集方針を見るにつけ思うようになった。“植物防疫”編集のキーワードは現場に立脚した情報とその実態把握であると思うからである。

学生時代、研究室のお茶飲み部屋の書架に本誌の新刊が並ぶたびに、“今度の記事は何だろう？”と立ち読み感覚でパラパラと斜め読みし、それまで知らなかった、あるいは見たこともなかった病虫害（農業現場では顕在化していた）や新品種の作物の紹介、抵抗性・耐性問題や新規農薬の開発状況など直近情報の特集記事を目にし、知らず知らずのうちに、これらの分野に引き込まれていった。これらの記事が、県や国の農業試験機関、JAの農業関係業務従事者、大学等アカデミアの研究者が、いろんな角度からこれらの情報をまとめ、詳しく解説し、紹介あるいは普及、そして、これらが抱えている課題についてふれられていた。現場からの生の情報が寄稿されており、新規論文を主体とする学術雑誌とは違った

情報・解説誌としての側面を持つことが大きな特徴である。これまでの“植物防疫”のバックナンバーを見てみると、農業生産、作物と品種、病虫害と作物保護、そのための技術革新、新技術や資材の紹介等、農業現場からの情報として取り上げられてきており、植物防疫に大きく貢献してきたことは間違いない。

三内丸山遺跡に代表される縄文人のクリ、イモ類や山菜を採取して生活していた狩猟採集から、弥生時代を経て、今日につながる定住、農耕牧畜への移行が、シナリオ通り問題なく進んできたとは思わない。農業現場での試行錯誤を経て、現在の農業形態になったことは確かである。私が住んでいる滋賀県の山間部で、終戦直前まで芒（ぼう、初先端のトゲ）が長くのびた水稻の在来種‘シシクワズ’が、イノシシによる稲穂食害の被害を低減させるために栽培されていたそうである。イノシシが登熟した稲穂を食べようとすると芒が口や鼻に触れ、わずらわしいのであろう。登熟穂の形状を見ると、なるほどと合点し、‘シシクワズ’とはうまい名前を付けたものだと感心する。イノシシが増え続ける現状、防護柵や捕獲では十分に成果が上がらず、長い芒を持った‘シシクワズ’のような稲による獣害対策効果が期待され、各地で復元栽培されていると耳にする。またこの系統を品種改良し、鳥獣害軽減対策に取り組みえないか検討されているとも耳にする。当然、食味、収量、登熟時期なども重要な検討項目であろう。このように、現在も農業現場で多面的に創意工夫がなされている。生物防除がIPM（総合防除）そのものである、あるいはそれを凌駕すると誤解しての発言を耳にすることがあるが、あくまで生物防除はIPMの中の一つの手段である。“植物防疫”の編集はこれら基本を踏まえ、IPMを包含する上位概念ICM（総合的作物管理）にしっかりと立脚されている。

農業、植物防疫に絡む技術の発展とグローバル化、そして関連する情報が簡単かつ多量に、そして瞬時に入手できる現在、その中身の見きわめが難しい。それだけに、現場に即し、咀嚼された2次情報に触れられる場として、現場情報としての“植物防疫”の存在意義はますます重要となる。今後の継続的な発行と農業への貢献を切に願う。

（日本植物防疫協会 理事）

研究 報告

採種スイカにおける害虫発生状況と防除対策

奈良県農業研究開発センター 井 村 岳 男

はじめに

奈良県では1923年に農業試験場でスイカの育種研究が始まり、食味のよい実用的なF₁品種を育成して、1960年代初頭までは全国有数の大産地を形成していた。その後の輸送手段の発達によって主要産地は熊本県、千葉県、山形県等に移り、奈良県での栽培面積は急減して、1965年には県による採種も終了した。しかし、その後も県内の種苗会社で発展したスイカの育種は継続し、現在、国内でのスイカの種子供給における奈良県産のシェアは8～9割に達している（谷川，2017）。

採種スイカでは、通常の生食用栽培と同様に様々な害虫が発生する。しかし、その生産様式が異なるため、防除対象となる害虫の種類や防除方法には幾ばくかの違いがある。そこで、本稿では、奈良県の採種スイカ栽培で発生する主な害虫とその防除対策について解説する。

I 採種スイカの害虫管理上の特徴

生食用のスイカ品種はF₁品種なので、採種用栽培では開花期に袋をかけて人工交配を行う。外部からの授粉昆虫の侵入を防ぐため、基本的には施設栽培で目合い1mm以下の防虫ネットを被覆している。そのため、生食用栽培で防除対象となるウリハムシや、チョウ目害虫の発生は少なく、通常は防除対象とならない。その反面、施設内気温が高いためアブラムシ類やハダニ類等の微小害虫の増殖には好適な環境である。また、害虫が多い盛

夏期には日中の気温が40℃を超え、農薬散布を行うには過酷な環境である。

栽培時期は、最も一般的な5月定植の作型のほか、2～3月定植や8月定植の作型もある（図-1）。栽培時期によって発生する害虫の種類は多少変わるものの、問題化する害虫の多くは施設栽培であれば周年発生する微小害虫なので、作型による防除対象の違いは小さい。

採種スイカは種子生産が目的なので、生食用栽培とは異なり果肉の品質は問われない。そのため、経済的被害許容水準が比較的高く、株が萎凋しない程度の病害虫の発生は許容される。その一方、整枝剪定があまり行われないので、生育が進むと著しく茎葉が繁茂した状態になり（図-2）、農薬散布を行っても散布薬液が内部の茎葉に届きにくい（國本・今村，2018）。また、スイカは新芽の伸長が早いので、アブラムシ類などの新芽部を好む害虫に対する殺虫剤の残効も短くなりがちである。経済的被害許容水準が高いことと、散布した薬液がかかりにくい条件は、天敵製剤の利用に適した環境であると言えるが、植物体の容量が大きいため、圃場での増殖に時間がかかる天敵では防除困難な場合も多い。

人工交配を行う開花期には、授粉への影響が懸念されるので農薬散布がしづらく、交配期以降には茎葉の繁茂が著しくなる。そのため、開花期までが害虫対策の勝負所と考えられる。実際の現場の状況を見ていると、少々害虫発生が許容できるという条件に、夏場の過酷な環境での農薬散布をできるだけ省略したいとの心理が加わ

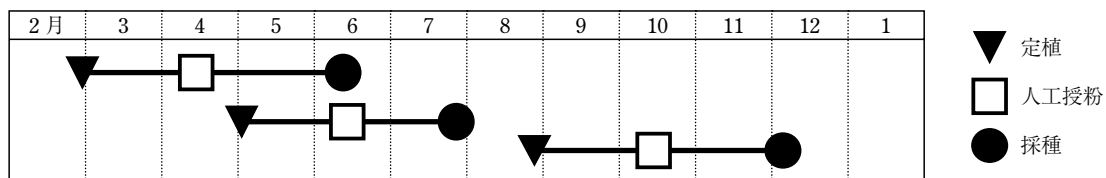


図-1 採種スイカの主な作型

Occurrences of Insect Pests and it's Control on the Watermelon Seed Production. By Takeo IMURA

（キーワード：すいか、採種栽培、アブラムシ類、ハダニ類、アザミウマ類、ハモグリバエ類、防除）



図-2 採種スイカの生育状況（3月上旬定植）

a. 定植1週間後, b. 定植1か月後（人工授粉開始時期）, c. 定植2か月後.

り、防除適期を逸してしまいがちになる。そのため、気が付いたときには害虫の発生量が許容できないレベルまで増加してしまい、しかも茎葉が繁茂して十分な防除効果が上がらないという悪循環が見られる。化学的防除を中心として防除する場合には、開花期までの栽培初期に農薬散布を徹底するのが重要と考えられる。また、天敵製剤を使用する場合も、栽培初期の害虫が低密度の時期に放飼すべきである。

II 主要な害虫とその防除対策

1 ワタアブラムシ

ワタアブラムシ *Aphis gossypii* Glover は、採種スイカでは最も重要な害虫である。本種の発生は3月下旬ころから始まる。気温が高い6～9月には短期間で急増し、初期発生に気付いてから1週間後には排泄物の甘露にすす病が発生し、ワタアブラムシの吸汁によって植物体が萎縮する（図-3）。薬液が十分に付着する栽培初期であれば殺虫剤散布の防除効果は概して高いが、茎葉が繁茂すると浸透移行性のある殺虫剤でも散布むらで防除効果が低下するうえに、比較的残効が長い殺虫剤でも散布後1週間程度で伸長した新葉での再増殖が見られる場合もある。また、増殖が早い6月下旬以降には、天敵製剤の放飼で増加を抑制するのは困難である。

アブラムシ類は野菜類を栽培すると必ず発生するので、野菜類では常に基幹的防除対象とされているが、近年は効果の高い殺虫剤の種類が多いので被害が問題となることは少ない。茎葉の繁茂による薬剤のかかりにくさなどの栽培上の特性によってワタアブラムシが重要害虫になるということは、採種スイカ栽培に独特のものであると言える。

2 ハダニ類

採種スイカでの発生種は主にカンザワハダニ *Tetranychus kanzawai* Kishida（図-4）だが、ナミハダニ黄緑型 *Tetranychus urticae* Koch（図-5）が発生する場合もある。



図-3 ワタアブラムシによる被害

a. 株の萎縮, b.すす病.



図-4 カンザワハダニ



図-5 ナミハダニ黄緑型

カンザワハダニは殺虫剤感受性が高いので（今村，2018），薬剤防除の効果は比較的高い。しかし，地面を這うように広がる匍匐性の草姿で葉裏に散布薬液が届きにくいこと，茎葉が繁茂すると内部の茎葉に薬液が届かないことから，開花期以降の防除は残効が短い傾向にある。そのため，気温が上昇する6月下旬以降には急増して，茎葉が枯れ上がることもある。また，殺虫剤感受性の低いナミハダニ黄緑型が発生した場合には薬剤の選択が難しく，さらに防除が困難になる。

國本・今村（2018）は，ミヤコカブリダニのパック製剤を入れたバンカーシートを育苗期に設置し，本圃で再発生が見られた場合にはシエノピラフェンのスポット散布とチリカブリダニ製剤放飼を組合せることで高い防除効果があったと報告している。ただし，製剤を全株に設置したためコストがかなり高くなっており，実用的な使用方法についてさらに検討が必要である。

3 アザミウマ類

採種スイカで問題化するの，殺虫剤感受性が低下しているミカンキイロアザミウマ *Frankliniella occidentalis* (Pergande) とミナミキイロアザミウマ *Thrips palmi* Karny である。このほか，圃場周辺環境によっては，ヒラズハナアザミウマ *Frankliniella intonsa* (Trybom) やネギアザミウマ *Thrips tabaci* Lindeman, ダイズウスイロアザミウマ *Thrips setosus* Moulton も発生するが，これらは前2種に比べると殺虫剤感受性が比較的高いためか，被害が問題になるほど多発することは少ない。また，アザミウマ類は赤色防虫ネット（図-6）を展張している施設での発生は少ない傾向にある。

採種スイカは施設で防虫ネットを被覆して栽培されるので，夏でも土着天敵の侵入が少ない。そのため，薬剤の選択を誤ったり，防除適期を逸すると激発する。被害症状は，葉裏のシルバリングや葉表の食害痕，葉全体の

萎縮である（図-7）。ミカンキイロアザミウマとミナミキイロアザミウマは，近年，殺虫剤感受性の低下が著しく，奈良県内でも地域や種によって有効薬剤の種類が異なる（井村ら，2013；井村，2018）。そのため，防除薬剤の選択には注意が必要である。また，茎葉が繁茂すると，殺虫剤感受性の程度にかかわらず防除効果が低くなり，残効期間も短くなる。特にミカンキイロアザミウマは花粉を好み，開花が始まると急増するので，開花期までに防除を徹底する必要がある。

天敵製剤を利用する場合，栽培初期のスワルスキーカブリダニ放飼は効果が高いが，育苗期から多発している場合には，殺虫剤散布の併用が必要である（井村，未発表）。ただし，天敵を導入する場合は，併用可能な農薬の種類が限定されるので，使用する農薬の種類と，天敵への影響期間を考慮した散布時期に注意が必要である。

4 トマトハモグリバエ

トマトハモグリバエ *Liriomyza sativae* Blanchard は，採種スイカでは秋に発生が多く，8月定植の作型で問題になる。ハモグリバエ類は土着寄生バチによる自然制御



図-6 赤色防虫ネットを被覆した採種スイカ施設



図-7 ミカンキイロアザミウマによる被害

a. 葉裏のシルバリング, b. 葉表の食害痕, c. 葉の萎縮。



図-8 トマトハモグリバエによる被害



図-9 うどんこ病

が働きやすい害虫であり、これらに影響の小さい選択性殺虫剤を使用していれば、9月ころまではそれほど増加はしない。しかし、11月以降は寄生バチの活動が低下してくるため、防除を行わなければ急増して潜孔被害が激発する(図-8)。しかしこの時期になると、茎葉の繁茂が著しく、激発してからでは薬剤防除の効果も劣るので、栽培初期の低密度発生時のうちに薬剤防除しておくのがよいと考えられる。

5 その他

以上のほかに、タバココナジラミ *Bemisia tabaci* (Genadius) の発生も若干見られるが、通常はアザミウマ類の防除を行っていれば同時に防除されて増加することはない。また、ヨトウムシ類などのチョウ目害虫やウリハムシによる食害も少し発生するが、防虫ネットを被覆しているためか、それほど問題になることはない。

このほか、病害ではうどんこ病(図-9)が発生しやすく、放置すると急増するが、栽培後期の発生であれば採種への影響が少ないためか、害虫に比べるとあまり問題視はされておらず、通常は殺虫剤散布時に殺菌剤を混用することで対応できているようである。

おわりに

スイカの採種を行っている種苗会社は、その種子生産

の一部を農家に委託している。しかし、農家の高齢化に伴って生産の維持が困難になりつつある。そのため、近年は種苗会社の社員による自社生産の比率が増加しており、負担が増加する社員の軽労化の観点からも、特に過酷な夏場の害虫防除の省力化が課題となっている(國本・今村, 2018)。幸いにして、採種スイカ栽培では気温の高い夏場であっても防虫ネット被覆が普及しており、大型害虫はほとんど問題とならない。今後は、主要な防除対象となる微小害虫に対して、天敵製剤などの省力的な防除資材を積極的に導入する必要がある。しかし、茎葉が繁茂して植物体の容量が大きくなる採種スイカにおいて、生食用の野菜類などを基準にして設定された登録上の天敵放飼量で防除効果を上げるためには、導入する天敵の種類や放飼時期、放飼回数、選択性殺虫剤の効果的な組合せ方について十分な検討が必要である。

引用文献

- 1) 今村剛士 (2018): 関西病虫研報 60: 127~128.
- 2) 井村岳男 (2018): 同上 60: 137~138.
- 3) ————ら (2013): 同上 55: 87~88.
- 4) 國本佳範・今村剛士 (2018): 奈良農研セ研報 49: 38~40.
- 5) 谷川元一 (2017): 作物研究 62: 51~55.

研究 報告

着色期の柑橘類を加害するハナアザミウマとその防除対策

山口県農林総合技術センター農業技術部 ^{ひがし}東 ^{うら}浦 ^{よし}祥 ^{みつ}光

はじめに

近年、西日本のウンシュウミカン産地では、露地栽培ワセウンシュウの果実着色期にアザミウマ類による果皮吸汁害の発生事例が認められている。この被害は、特に果実と果実が重なった場所や果実と葉が重なった場所に見られ、このような隙間に潜むアザミウマ類（図-1）が果皮を吸汁し白い吸汁痕を発生させるものである。多くの場合、果実と果実が密着する部分にはアザミウマが侵入できないため、その周縁の果皮のみが吸汁され、リング状の吸汁痕が形成される（図-2）。加害程度がひどい場合には、吸汁痕が褐変し（図-3）、褐変部は腐敗に至ることもある（寺本ら，2001）。長崎県においては、2000年10月中旬、ワセウンシュウ成熟果にハナアザミウマ *Thrips hawaiiensis* (Morgan), ビワハナアザミウマ *T. coloratus* Schmutz, キイロハナアザミウマ *T. flavus* Schrank による障害が発生した（寺本ら，2001）。また、佐賀県においては、2009年9月下旬、ワセウンシュウ果実にビワハナアザミウマ、ヒラズハナアザミウマ *Frankliniella intonsa* (Trybom) の吸汁害が多発した（衛藤ら，2010）。山口県においても、2009年に周防大島町においてワセウンシュウを中心に着色期の果実において大きな被害が発生したため、2011～15年にかけて山口県における加害種と被害発生状況、および防除対策等の調査を行った（東浦・村本，2017）。ここではその概要を報告する。

本文に入るに先立ち、薬剤感受性検定方法に関し有益なご助言をいただいた OAT アグリオ株式会社の和氣坂成一氏に厚く御礼申し上げる。

I 加害品種および加害部位

山口県大島郡周防大島町東安下庄の柑きつ振興センター内圃場において、2011年11月10日から12月12日

にかけ、着色が進んでいた‘大島1号’（宮内伊予柑と吉浦ポンカンの交配種）、ユズ、‘太田ポンカン’、スダチ、カボス、‘リスボンレモン’、‘長門ゆずきち’について、果実と果実が接した部分（以下、果実間）と、果実と果

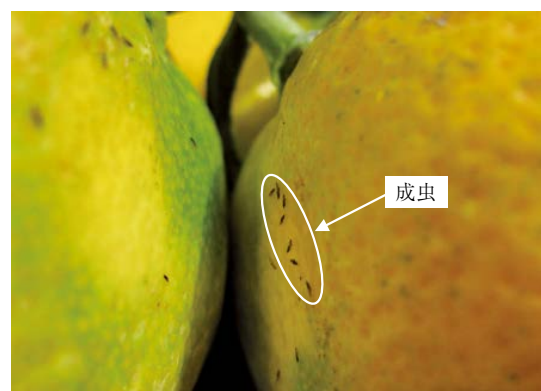


図-1 果実間に認められたアザミウマ類成虫

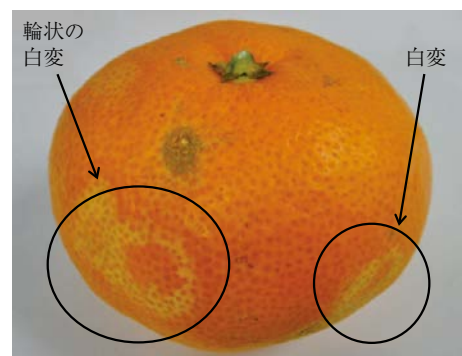


図-2 ‘宮川早生’に発生した輪状吸汁痕

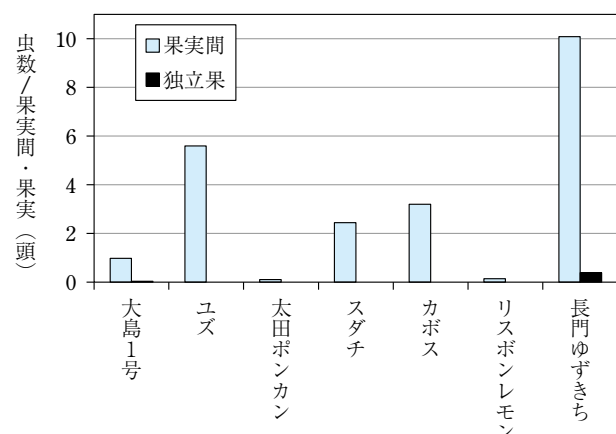


図-3 褐変した吸汁痕

Infestations of *Thrips hawaiiensis* (Morgan) (Thysanoptera: Thripidae) on Ripe Fruits of Citrus and Its Control. By Yoshimitsu HIGASHIURA

（キーワード：柑橘類，着色期，果皮吸汁害，ハナアザミウマ）

実が重ならず独立している果実上のアザミウマ類の成虫数を計数した。その結果、調査したすべての品種の果実間でアザミウマ類が確認され、‘大島1号’と‘長門ゆずきち’において、独立した果実上でもアザミウマ類が確認されたが、その数は少なかった（図-4）。発見されたアザミウマ類の一部について、スライドに封入して検鏡・同定したところ、すべてハナアザミウマであった。



※果実間：果実と果実が重なる部分（果間）1箇所当たりの虫数
 ※独立果：他と接していない果実1個当たりの虫数
 図-4 カンキツ種類別・部位別のアザミウマ類発生状況（2011年）

また、春に収穫する‘南津海’についても、周防大島町にて2013年4月25日～5月8日に果実におけるアザミウマ類の調査を実施した。樹冠内の分布を明らかにするため、樹冠の赤道部から上側と下側に分割し、そこに着果した果実をそれぞれに分けて調査した。この調査では‘南津海’果実上でネギアザミウマ *T. tabaci* Lindeman が確認されたが、吸汁痕は軽微であった。3回の調査中、2回で樹冠上部でのみ確認され、樹冠上部と樹冠下部の両方で確認された場合では前者の確認数が多かった（表-1）。また、2013年7月上旬より柑きつ振興センター内のウンシュウミカン圃場（‘原口早生’）において、株元に白色の透湿性光反射シートマルチ（デュポン社製、商品名：タイベック）を敷設した区と無敷設の区を設定し、10月10日に樹冠の赤道部を境に上部と下部とに分けて果間のアザミウマ類を見取り調査したところ、シートマルチ敷設の有無にかかわらず、樹冠の下部よりも上部においてアザミウマ類が多く確認された（表-2）。以上のことから、着色果実におけるアザミウマ類の確認には、樹冠上部に着果する果実の調査が適すと考えられた。また、シートマルチによっても樹冠上部の被害は防げないことにも留意すべきであろう。

表-1 ‘南津海’樹冠のアザミウマ類の分布状況（2013年）

調査日	部位	調査果実間数	虫数	発見箇所数	虫数/果実間数	虫数/発見箇所数
4/25	樹冠上部	100	5	4	0.05	1.25
	樹冠下部	100	0	0	0.00	—
5/1	樹冠上部	100	4	3	0.04	1.33
	樹冠下部	100	0	0	0.00	—
5/8	樹冠上部	100	18	9	0.18	2.00
	樹冠下部	50	1	1	0.02	1.00

※ 5/1, 5/8 は同一園。

表-2 マルチ敷設条件下における樹冠内アザミウマ類の分布状況（2013年）

マルチの有無	品種	調査日	部位	調査果実間数	虫数	発見箇所数	虫数/果実間数	虫数/発見箇所数
有	原口早生	10/10	樹冠上部	50	147	31	2.94	4.74
			樹冠下部	50	30	16	0.60	1.88
無	原口早生	10/10	樹冠上部	48	28	13	0.58	2.15
			樹冠下部	50	13	9	0.26	1.44

※ 7月より株元に白色の透湿性シート（商品名タイベック）を敷設。
 ※ ‘原口早生’のマルチ敷設区と無敷設区は隣接。
 ※樹冠上部：樹冠の赤道部より上，樹冠下部：樹冠の赤道部より下。

表-3 山口県内カンキツ産地におけるアザミウマ類の発生圃場率

産地名	2011 年		2012 年		2013 年	
	調査圃場数	発生圃場率 (%)	調査圃場数	発生圃場率 (%)	調査圃場数	発生圃場率 (%)
周防大島	10	80	28	54	15	73
下関	6	50	5	60	—	—
防府	7	29	10	30	—	—
上関	—	—	—	—	12	58
萩	—	—	—	—	4	25

表-4 発生圃場におけるアザミウマ類の密度

産地名	2011 年		2012 年		2013 年		
	虫数/果実間数	発見箇所率 (%)	虫数/果実間数	虫数/発見箇所数	発見果実間率 (%)	虫数/果実間数	虫数/発見箇所数
周防大島	0.07	7	0.08	1.40	15	0.29	1.77
下関	0.39	8	0.16	1.19	—	—	—
防府	0.02	1	0.01	1.00	—	—	—
上関	—	—	—	—	8	0.11	1.10
萩	—	—	—	—	4	0.04	1.00
平均	0.13	6	0.08	1.31	13	0.21	1.48

※発見箇所：アザミウマ類が発見された果実間，発見箇所率：発見箇所数/調査総果実間数。

※虫数/果実間数：発見された総虫数/調査総果実間数。

II 着色期のウンシュウミカンにおける発生状況

2011 年 9 月 26 日から 12 月 12 日，2012 年 9 月 25 日から 12 月 11 日に周防大島町，下関市，防府市において，2013 年 10 月 3 日から 12 月 12 日に周防大島町，萩市，上関町のウンシュウミカン圃場において，着色した果実を圃場当たり 50～100 果実間程度を目安にアザミウマ類虫数を調査した。2011 年は調査中の累積虫数を記録したが，2012～13 年は果実間ごとの虫数を記録し，アザミウマ類が発見された果実間の数がわかるように調査した。その結果，調査を実施した全地区において，発生量は少ないがウンシュウミカン上でアザミウマ類が発見され，発生圃場率は 25～80%と年度，産地により異なった（表-3）。また，アザミウマ類の密度も年度，産地により違いが認められた（表-3）。調査した全果実間中，アザミウマ類が確認された果実間の割合は 1～15%であり，調査した全果実間におけるアザミウマ類密度は 0.01～0.39 頭，アザミウマ類が発見された果実間における密度は 1～1.77 頭であった（表-4）。発見された成虫を検鏡したところ，ハナアザミウマ，ビワハナアザミウマ，ネギアザミウマ，クロトンアザミウマ *Heliothrips haemorrhoidalis* (Bouche) の 4 種が確認されたが，いずれの年もハナアザミウマが優占種であった（表-5）。

2011～13 年は着色期を迎えたウンシュウミカン果実

におけるアザミウマ類の発生は少なかったが，山口県内のカンキツ産地全般において認められ，その主要種はハナアザミウマであることが明らかになった。本種は寄主

表-5 カンキツ果実間で確認されたアザミウマ類の頭数

種名	2011 年	2012 年	2013 年
ハナアザミウマ	68 (79)	74 (96)	295 (99)
ビワハナアザミウマ	17 (20)	1 (1)	1 (0.3)
ネギアザミウマ	1 (1)	1 (1)	
クロトンアザミウマ		1 (1)	1 (0.3)
合計	86	77	297

※ () 内は総数に占める割合 (%)。

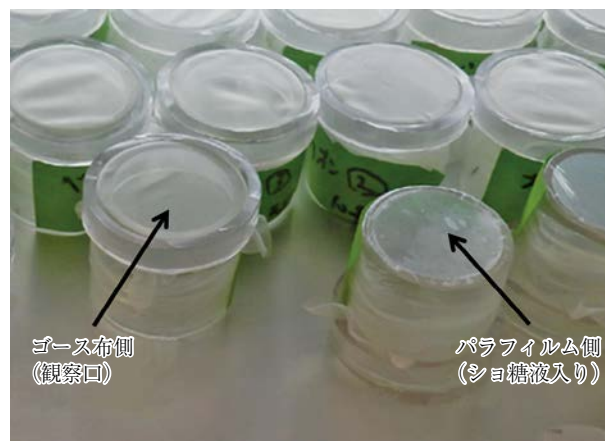


図-5 虫体浸漬法の試験容器

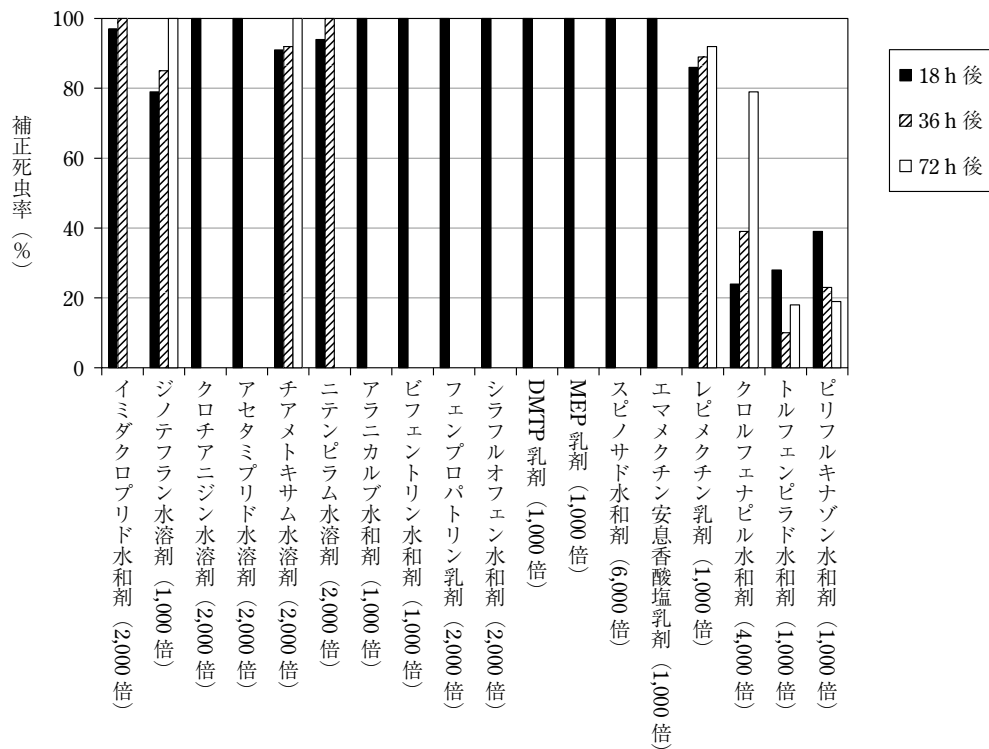


図-6 各薬剤に対するハナアザミウマの感受性 (虫体浸漬法, 2013 年)

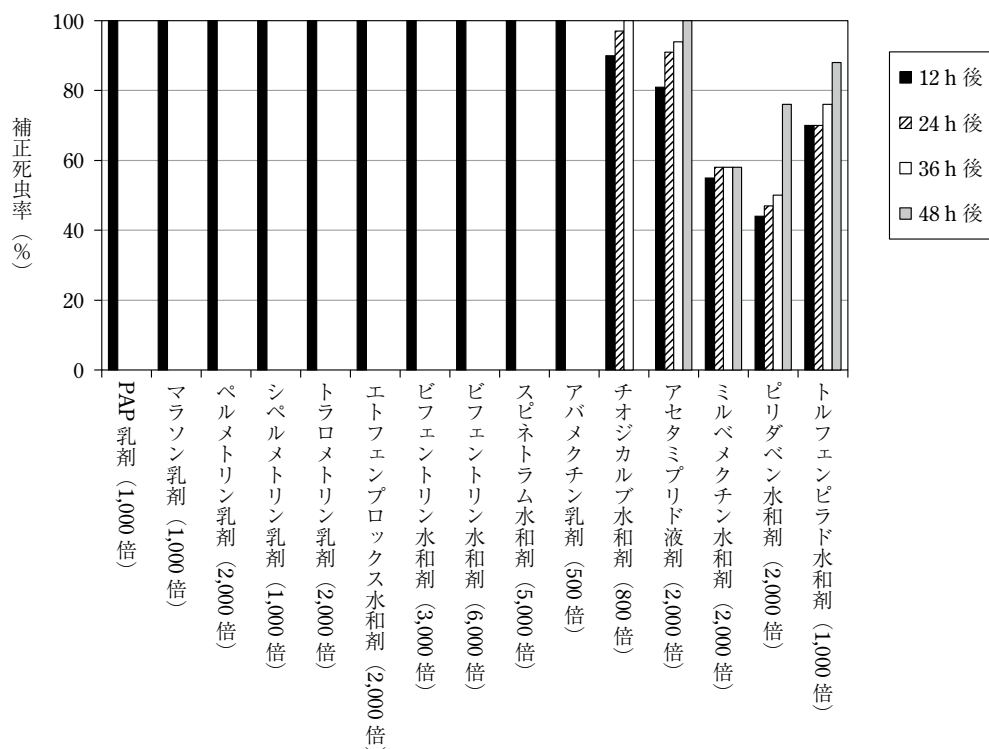


図-7 各薬剤に対するハナアザミウマの感受性 (虫体浸漬法, 2014 年)

植物が極めて多様であることが知られ（梅谷ら，1988），主要な発生源は園外における様々な草種であると考えられることから，カンキツ果実の着色の進行程度やハナアザミウマの発生量により，年による被害発生程度が異なってくると推察される。

III 虫体浸漬法による薬剤感受性検定

2012 年度および 2013 年度の 2 回，ハナアザミウマに対する各種薬剤の感受性検定を，成虫を用いた虫体浸漬法により実施した。各薬剤について 1 区約 10 頭のハナアザミウマ雌成虫を用い，3 反復実施した。供試したハナアザミウマは，2012 年 10 月に柑きつ振興センター内のワセウンシュウ果実上で捕獲し，ソラマメまたはトラッパーピース（エンドウの一種）の催芽種子を用いて増殖させた飼育系統であった。

直径 2 cm × 高さ 2 cm のガラス管の一方の開口部をパラフィルムで覆い，反対側の開口部からハナアザミウマ雌成虫を約 10 頭入れ，ゴース布で塞いだ（図-5）。ゴース布側からピペットを用いて各薬液 1 ml を注入し，ガラス管を横に 10 秒間振って浸漬処理を行った。処理後，ガラス管を傾けてゴース布側から薬液を除去した後に 25℃ の恒温器内に静置した。なお，ガラス管のパラフィルム側は 2 枚のパラフィルム間に 10% ショ糖液を封入し，ハナアザミウマに給餌できるようにした。浸漬処理から経時的にゴース布を外し，中の生虫数を計数した（苦悶虫は除外）。調査は，2012 年度は 18 時間後，36 時間後，72 時間後，2013 年度は 12 時間後，24 時間後，36 時間後，48 時間後とし，生虫数が 0 になった時点で試験を終了した。

供試薬剤および結果は図-6，図-7 の通りである。なお，無処理区は水を用いて浸漬処理を行った。有機リン系，合成ピレスロイド系，ネオニコチノイド系の薬剤を中心に，多数の薬剤に対するハナアザミウマの感受性が高いことが明らかになった。虫体浸漬法では摂食阻害剤

であるピリフルキナゾン水和剤の効果が低かったが，本剤を処理した果実に成虫を接種した場合，無処理区に比べ食害の発生程度が大きく低下することも確認された（東浦・村本，2017）。近年は成虫の行動に対して影響を及ぼすことで防除効果を得る剤が増加しているため，虫体浸漬法のような短い期間の評価ではなく，圃場における効果確認が必要なケースが多くなると思われる。

IV 圃場試験

室内試験の結果を受け，実際の圃場における防除効果を確認するため，2015 年 11 月に柑きつ振興センターにおいて，アザミウマ類が果実に確認された‘宮川早生’5 年生樹を用い，立木に対する農薬散布試験を実施した。供試薬剤は，室内試験で効果の高かったスピネトラム水和剤（5,000 倍および 10,000 倍），ビフェントリン水和剤（3,000 倍および 6,000 倍，フロアブル剤），クロチアニジン水溶剤（2,000 倍）とし，1 区 1 樹 3 反復で実施した。2015 年 11 月 19 日に圧力式噴霧機を用い，1 区につき枝に葉から薬液がしったり落ちる程度の十分量（約 1.5 l/樹）を散布した。調査は散布前（11 月 19 日），散布 1 日後（11 月 20 日），5 日後（11 月 24 日），9 日後（11 月 28 日），13 日後（12 月 2 日）に実施し，着色期の果実においてアザミウマ類が認められやすい樹冠上部を優先し，果実間のハナアザミウマ類成虫数を 1 樹当たり 50 果実間を上限に見取り調査した。薬害は虫数の調査時に肉眼で観察した。

その結果，無処理区においては，試験期間中は一定数のアザミウマ類が認められた。これに対し，供試したすべての薬剤の散布区では散布後の確認虫数が減少し，高い効果があると判定できた（表-6）。また，いずれの区も薬害は認められなかった。なお，試験終了時に無処理区から成虫 20 頭を採取して検鏡したところ，すべての個体がハナアザミウマであった。

表-6 圃場試験における各薬剤の防除効果（2015 年）

薬剤名	倍率	散布前	散布 1 日後		散布 5 日後		散布 9 日後		散布 13 日後	
		成虫数 /果実間	成虫数 /果実間	対無処 理比	成虫数 /果実間	対無処 理比	成虫数 /果実間	対無処 理比	成虫数 /果実間	対無処 理比
スピネトラム水和剤	5,000 倍	0.91	0.13	9	0	0	0	0	0	0
	10,000 倍	1.15	0.43	30	0.04	3	0	0	0.02	2
ビフェントリン水和剤	3,000 倍	0.97	0.09	6	0	0	0	0	0	0
	6,000 倍	1.02	0.10	7	0	0	0	0	0	0
クロチアニジン水溶剤	2,000 倍	1.17	0.37	26	0.15	9	0.09	7	0.02	2
無処理	—	1.12	1.42	100	1.59	100	1.35	100	0.87	100

おわりに

一連の調査から、山口県における秋期のカンキツ着色果を加害する主要種であるハナアザミウマについては、着色期に樹幹上部の果実間において存在を確認した場合、防除効果の期待できる剤により収穫前日数に応じて防除を行うことで、被害の発生を防ぐことができると考えられる。本試験においてハナアザミウマに対する高い防除効果が期待できることが判明した合成ピレスロイド系薬剤やネオニコチノイド系薬剤の多くは、カンキツ類のカメムシ類に対する登録があるが、秋期にこれらの剤を用いて果樹カメムシ類の防除が行われることにより、結果的にハナアザミウマも防除され、その被害が顕在化

していない可能性もある。しかし、今回の調査で示されたように、着色期のカンキツ果実においては、低密度であつてもハナアザミウマが確認されることが多い。実際に大被害の事例もあることから、着色期のカンキツ果実の隙間にはアザミウマが潜んでいるかもしれない、という疑いを頭に入れておく必要があると思われる。

引用文献

- 1) 衛藤友紀ら (2010): 九病虫研報 56: 122.
- 2) 東浦祥光・村本和之 (2017): 山口農林総技セ研報 9: 78~87.
- 3) 寺本 健ら (2001): 九病虫研報 47: 123~127.
- 4) 梅谷献二ら (編) (1988): 農作物のアザミウマ, 全国農村教育協会, 東京, 422 pp.

新しく登録された農薬 (2019.1.1~1.31)

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

「殺虫剤」

●クロチアニジン・フルエンスルホン粒剤

24179：ダントツネマドン粒剤（住友化学）19/1/16

クロチアニジン：0.15%

フルエンスルホン：2.0%

かんしょ：コガネムシ類、ネコブセンチュウ：植付前

●カブリン酸グリセリル乳剤

24181：ロハビ（アース製薬）19/1/22

カブリン酸グリセリル：0.050%

野菜類（カリフラワーを除く）：アブラムシ類、コナジラミ類、ハダニ類、うどんこ病：－

カリフラワー：アブラムシ類、コナジラミ類、ハダニ類、アオムシ、うどんこ病：－

花き類・観葉植物（ばらを除く）：アブラムシ類、コナジラミ類、ハダニ類、うどんこ病：－

ばら：アブラムシ類、コナジラミ類、ハダニ類、チュウレンジハバチ、うどんこ病：－

●グリセリンクエン酸脂肪酸エステル乳剤

24184：ピタイチ（協友アグリ）19/1/22

グリセリンクエン酸脂肪酸エステル：50.0%

いちご：ハダニ類：収穫前日まで

●フルキサメタミド乳剤

24185：グレーシア乳剤（日産化学）19/1/22

フルキサメタミド：10.0%

さといも、はくさい：ハスモンヨトウ：収穫7日前まで

かんしょ：ナカジロシタバ：収穫7日前まで

だいこん：コナガ、ハイドラノメイガ、カブラハバチ、キスジノミハムシ：収穫7日前まで

キャベツ：コナガ、アオムシ、ウワバ類、ヨトウムシ、ハスモンヨトウ、オオタバコガ、ネギアザミウマ：収穫7日前まで

カリフラワー：コナガ、アオムシ：収穫7日前まで

ブロッコリー：コナガ、アオムシ、ヨトウムシ：収穫7日前まで

レタス、非結球レタス：ナモグリバエ：収穫3日前まで

たまねぎ：ネギアザミウマ：収穫7日前まで

ねぎ：ネギコガ、ネギハモグリバエ、ネギアザミウマ：収穫7日前まで

トマト、ミニトマト：ハスモンヨトウ、コナジラミ類、トマトハモグリバエ：収穫前日まで

ピーマン：オオタバコガ：収穫前日まで

なす：コナジラミ類、アザミウマ類、ハダニ類、チャノホコリダニ：収穫前日まで

きゅうり：アザミウマ類、ハスモンヨトウ、ウリノメイガ、トマトハモグリバエ、ハダニ類：収穫前日まで

すいか：アザミウマ類、コナジラミ類、ハダニ類：収穫前日まで

メロン：アザミウマ類、コナジラミ類、ウリノメイガ、ハダニ類：収穫前日まで

たいず：マメシクイガ、ハスモンヨトウ：収穫14日前まで

豆類（未成熟、ただし、えだまめ、さやえんどうを除く）：ハスモンヨトウ：収穫前日まで

さやえんどう：ハスモンヨトウ、ナモグリバエ：収穫前日まで

えだまめ：マメシクイガ、ハスモンヨトウ：収穫前日まで

いちご：アザミウマ類、ハスモンヨトウ、ハダニ類：収穫前日まで

茶：チャノコカクモンハマキ、ヨモギエダシヤク、チャノホソガ、チャトゲコナジラミ、サビダニ類、チャノホコリダニ：摘採14日前まで

きく：ハスモンヨトウ、ナミハダニ：発生初期

(59 ページに続く)

研究 報告

沖縄県北大東島のサトウキビ畑における 植物寄生性線虫の実態と収量への影響

国立大学法人 東京農工大学 ^{かわの べ}河野辺 ^{まさのり}雅徳*・^{みやまる}宮丸 ^{なおこ}直子

はじめに

地球温暖化が原因とささやかれる大型台風などの自然災害が耳目を集めており、農作物被害も自然災害との関連で語られることが多い昨今であるが、国連食糧農業機関（FAO）はそれらと同列に害虫、病原菌、ウイルス、そして植物寄生性線虫等の植物病害が今後も世界の食料供給の主たる制限要素になるとしている（FAO, 2014）。なかでも畑に生息する線虫の多くは体長が0.1～1 mm程度と小さく肉眼で確認することが難しいことから、専門家が顕微鏡を使って種の特定をすることが一般的である。土壌中の線虫の多くは自活性線虫といわれカビや細菌等を食べている種であるが、なかには植物寄生性線虫といわれる、植物根部などに寄生して作物被害をもたらす種も多数確認されている。根に寄生する線虫は、葉や茎等に明瞭な病徴を示さないこともあるため、線虫害を見逃してしまうことも多い。

サトウキビに寄生する線虫は非常に多く、CADET and SPAULL（2005）によると根部や土壌から検出された48属310種が報告されている。このうちネグサレセンチュウ、ラセンセンチュウ、イシユクセンチュウは世界的に広く報告例があり、その他、ネコブセンチュウ、オオハリセンチュウ、ヤリセンチュウ等が頻繁に検出される。同報告では、植物寄生性線虫によって、豪州、ブラジル、アフリカでそれぞれ10%～40%にのぼるサトウキビ減収が起きていることが示されている。沖縄のサトウキビに関しても、照屋（1967；1971）がイシユクセンチュウ、ネコブセンチュウ、ラセンセンチュウによるサトウキビ根部生育不全を報告しているが、本稿を執筆している2018年10月現在、サトウキビの線虫を対象とした殺線虫剤は登録されておらず、線虫対策も実施されていない



図-1 北大東島のサトウキビ畑は島全体に広がっている

のが現状である。

サトウキビは特に熱帯・亜熱帯地域の重要な作物で、日本の最大産地である沖縄県では産出額第一位の農作物となっている。なかでも離島地域の経済はサトウキビ生産依存度が高く、沖縄本島の東およそ360 kmに位置する大東地域では全世帯の約3割がサトウキビ生産を行っている。一方、単位面積当たり収量（単収）で見ると、北大東島（図-1）の場合は世界および日本の平均のそれぞれ6割および7割程度となっており、生産性の向上が急務となっている。単収が低い要因の一つとして、先行研究で世界的に収量減が報告されている植物寄生性線虫の影響が考えられることから、本稿では、北大東島で実施した、①サトウキビ畑の植物寄生性線虫の実態調査、②植物寄生性線虫がサトウキビ初期生育に与える影響の調査（ポット試験）、③植物寄生性線虫がサトウキビ収量に与える影響に関して殺線虫剤を使って実施した調査（圃場試験）について紹介する。

I 北大東島サトウキビ畑の 植物寄生性線虫の実態

2012年9月、2014年9月の2回にわたり沖縄県北大東島にて全島を網羅する線虫調査を行った。2012年調査では、同一品種（Ni28）の春植え畑15筆を対象とし、2014年はNi28とF161を中心に、他の品種の株出し畑

Plant-parasitic Nematodes in Kitadaito Island (Okinawa) and Their Potential Impact on Sugarcane Yield Loss. By Masanori KAWANOBE and Naoko MIYAMARU

（キーワード：ネグサレセンチュウ（*Pratylenchus* spp.）、イシユクセンチュウ（*Tylenchorhynchus* spp.）、初期生育、新植から株出しへの繰越効果、殺線虫剤）

*アグリランド兼務

も含めて 50 筆から土壌採取（各畑 6 箇所、株元 10～15 cm、表層 30 cm）し、ベルマン法（室温、72 時間）と二層遠心法を併用して線虫を分離、顕微鏡下で形態的特徴およびリボゾーム RNA の ITS 領域および RNA 大サブユニットの塩基配列により種の同定を行った（KAWANOBE et al., 2014）。

2012 年と 2014 年の調査では、20 g 土壌当たり平均して 167 頭および 215 頭の線虫を検出し、それぞれ 47% および 56% が植物寄生性線虫であった。植物寄生性線虫

については、いずれの調査でもネグサレセンチュウ（主としてモロコシネグサレセンチュウ）が植物寄生性線虫全体の 6 割を超え、イシユクセンチュウ（主としてリュウキュウイシユクセンチュウ）が 2～3 割、次いでラセンセンチュウ（主としてナミラセンセンチュウ）が 1 割弱、そのほかにヤリセンチュウおよびワセンチュウの生息を半数程度の圃場で確認した（図-2, 3）。また、ネグサレセンチュウとラセンセンチュウは全 65 圃場から、イシユクセンチュウは 62 圃場から検出され、これら 3

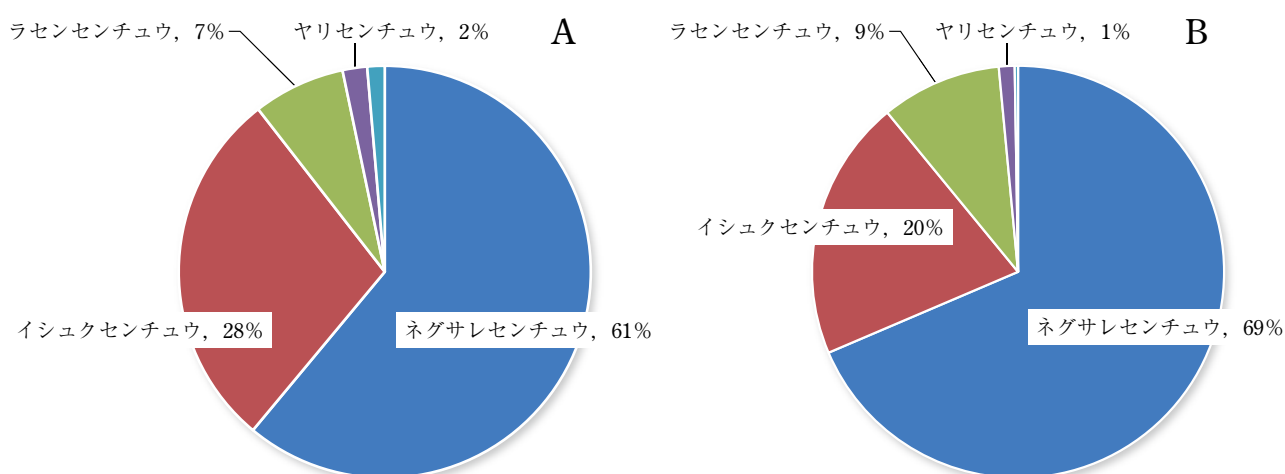


図-2 北大東島の植物寄生性線虫の種別ごとの割合

A : 2012 年調査（15 筆平均；KAWANOBE et al., 2014 より作成）、B : 2014 年調査（50 筆平均）。

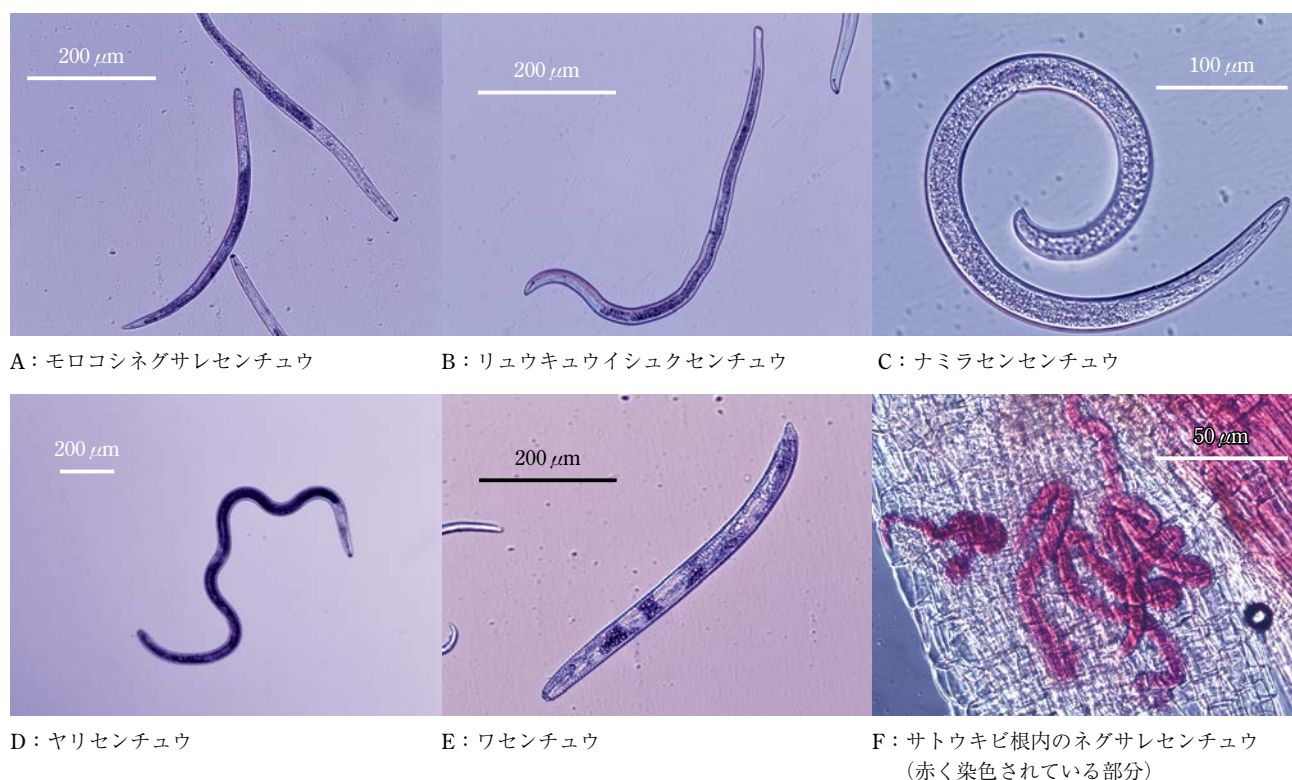


図-3 沖縄のサトウキビ畑で検出された植物寄生性線虫

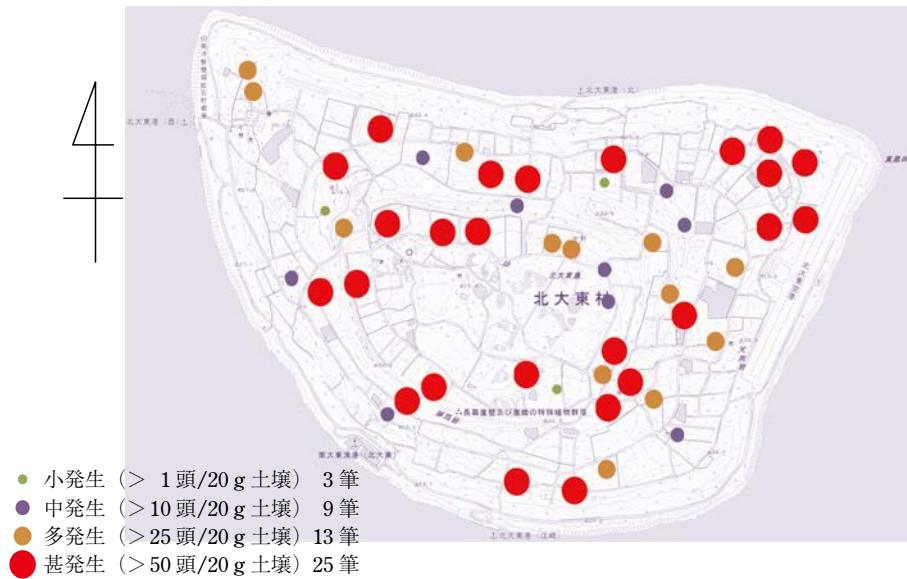


図-4 2014年北大東島全島線虫調査(50筆)における各圃場のネグサレセンチュウ密度
(地図は国土地理院の電子地形図)

種は北大東島のサトウキビ畑には広く生息していることがわかった。なかでもサトウキビへの被害が最も大きいと思われるネグサレセンチュウは北大東島全域に高密度で生息していることが確認された(図-4)。なお、本調査では異なる品種間、新植と株出し、畑の島内の所在地による植物寄生性線虫相の違いは見いだせなかった。

II 植物寄生性線虫がサトウキビ初期生育に与える影響(ポット試験)

1 一芽苗(60日間育苗した苗)を用いた初期生育ポット試験

あらかじめ植物寄生性線虫が生息することを確認した北大東島のサトウキビ畑作土を供試土壌とし、よく混和した生土 6.5 kg に殺線虫剤であるホスチアゼート剤(×1ホスチアゼート(30 kg/10 a: ネマトリン® エース粒剤(有効成分 1.5%) 以下同様)または×5ホスチアゼート(150 kg/10 a))を混合してプラスチックポットに充てん後、セルトレイで 60 日間育苗したサトウキビ一芽苗(品種: F161, 草丈 39~44 cm, 展開葉 3.5 枚)を 1 苗ずつ移植し屋外にて栽培した(殺線虫剤無施用区の対照区も含めて、各 6 反復)。10 週間後、サトウキビ仮茎長、サトウキビの乾物重、土壌中の線虫密度(ベルマン法: 室温, 72 時間)を測定した。

10 週間のサトウキビ生育に伴って、対照区の土壌中の植物寄生性線虫密度は初期密度(平均 136 頭/20 g 土壌, 以下同様)の倍以上となった。一方、殺線虫剤施用区では施用量が多いほど植物寄生性線虫密度が低くな

り、対照区の 1~4 割まで抑制された。特にモロコシネグサレセンチュウの減少が顕著で、対照区では 198 頭と初期密度(45 頭)の 4 倍以上に増加したが、殺線虫剤を施用した場合、×1ホスチアゼート区では対照区の 2 割以下、×5ホスチアゼート区では同 1% の水準まで抑制した。また、サトウキビの初期生育は殺線虫剤施用量が多いほど良好で、10 週間後の仮茎長は殺線虫剤施用区では対照区と比べて 17~29% 長く、乾物重は 34~63% 重かった(図-5; KAWANOBE et al., 2014)。

2 一節苗(茎からの採苗)植え付けからのポット試験

続いて、通常の圃場環境により近い試験とするため、茎から採苗した苗の直接植付け、かつ殺線虫剤も現実的な施用量とする条件下でサトウキビの初期生育が改善されるかについて検討するポット試験を実施した。本ポット試験では、事前に発芽・生育した一芽苗ではなく、茎から採苗した一節苗(発芽・発根前)を用い、また殺線虫剤の濃度をカンショで登録がとれているレベル前後とすることで現実的な水準とした。1 の試験と同じサトウキビ畑から採取してよく混和した土壌 2.8 kg に殺線虫剤(×0.7ホスチアゼート(20 kg/10 a)または×1.7ホスチアゼート(50 kg/10 a))を混合してプラスチックポットに充てん後、サトウキビの一節苗(品種: Ni29)を 2 本ずつ植え付け育苗用温室にて栽培した(殺線虫剤無施用区の対照区も含めて、各 3 反復)。約 7 週間の生育後、土壌中およびサトウキビ根内のネグサレセンチュウ密度(ベルマン法, 根は摩砕法により処理)、サトウキビ仮茎長、展開葉数を測定した。

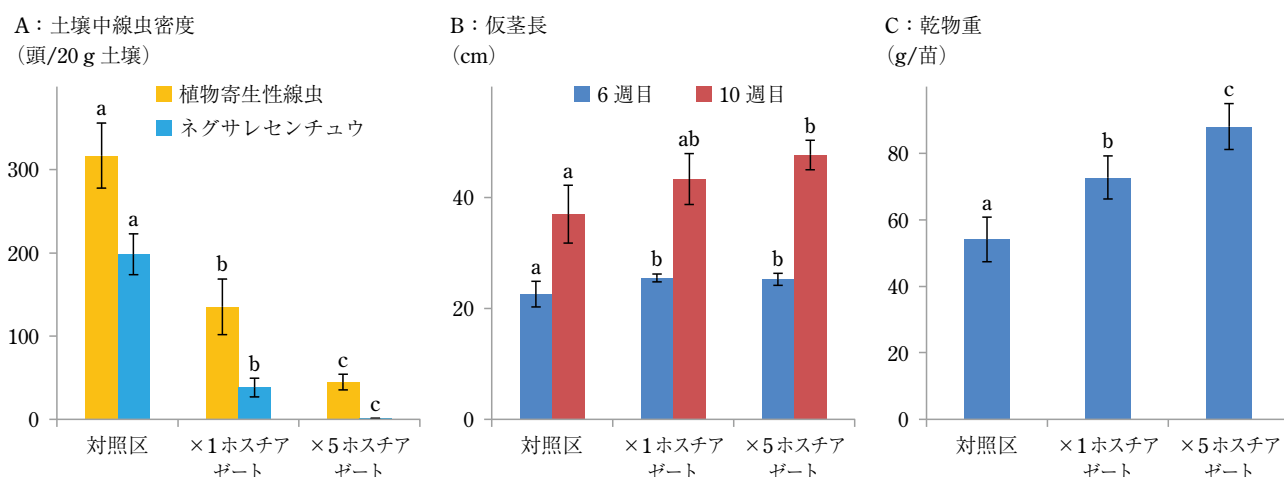


図-5 ポット試験1の10週間後のA: 植物寄生性線虫とネグサレセンチュウの密度, B: 仮茎長 (6週目と10週目), C: 乾物重 (KAWANOBE et al., 2014 より作成)
(棒グラフは6反復の平均, エラーバーは標準偏差, 異符号間に Tukey-Kramer の多重比較検定 (5%水準) で有意差あり)

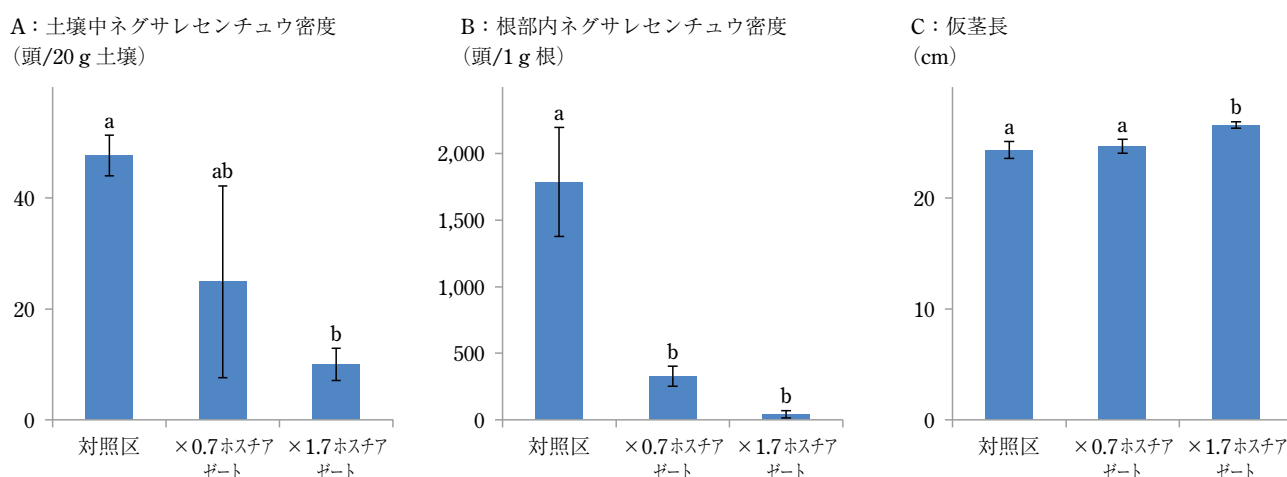


図-6 ポット試験2の7週間後のA: 土壌中ネグサレセンチュウ密度, B: 根部内ネグサレセンチュウ密度, C: 仮茎長 (KAWANOBE et al., 2018 より作成)
(棒グラフは3反復の平均, エラーバーは標準偏差, 異符号間に Tukey-Kramer の多重比較検定 (5%水準) で有意差あり)

一節苗の発芽・発根前から7週間のサトウキビ初期生育に伴って, 土壌中のネグサレセンチュウ密度は対照区の平均 48 頭/20 g 土壌 (以下同様) と比べて, 殺線虫剤施用区では施用量が多いほどネグサレセンチュウ密度が低くなり, 対照区の 2~5 割まで抑制された。さらに, サトウキビ根部内のネグサレセンチュウ密度は, ×0.7 ホスチアゼート区で対照区と比べて 2 割以下, ×1.7 ホスチアゼート区では 2% の水準まで抑制された。また, サトウキビの初期生育 (仮茎長) は, 7 週間後に対照区と比べて ×0.7 ホスチアゼート区では明瞭な差は見られなかったものの, ×1.7 ホスチアゼート区で 1 割程度良好な生育を見せた。展開葉数は対照区とホスチアゼート

区で差は見られなかった (図-6; KAWANOBE et al., 2018)。

III 植物寄生性線虫がサトウキビ収量に与える影響 (圃場試験)

北大東島のサトウキビ圃場 (植物寄生性線虫が検出された圃場) に, 殺線虫剤 (×0.7 ホスチアゼートまたは ×1.7 ホスチアゼート) 施用区, 対照区 (殺線虫剤無施用) を一試験区 42 m², 各 5 反復で設定した。供試したサトウキビ品種は F161 で, 2014 年 2 月に殺線虫剤を全面散布後にロータリーにて表層約 25 cm に混和し, 翌日サトウキビを植付けた。殺線虫剤施用以外は現地栽培慣行に従った。新植試験は 2015 年 2 月, 株出し試験は 2016

年2月に収量調査を行った。植物寄生性線虫の密度測定は、各試験区の5地点から土壌を採取し（サトウキビの株元から10～15 cm、表層30 cm）、よく混和したサンプル20 g（3反復）からベルマン法（72時間、室温）で線虫の分離を行った。線虫の密度測定は、サトウキビ植付け時（殺線虫剤施用前）、植付け1, 3, 5か月後、および新植の収量調査時（植付け12か月後）、さらに株出し5か月後（新植の植付けから17か月後）、および株出し収量調査時（同24か月後）に実施した。線虫種はリアルタイムPCR法（KAWANOBE et al., 2015）によるDNA増幅と形態的特徴により確認した。サトウキビ生育および収量について、植付け3か月後および5か月後の茎数

と仮茎長を計測し、新植と株出しの各収穫時点では各試験区当たり12 m²（2畝×4 m）を刈取り、原料茎重、茎数、茎長、茎径、糖度を計測した。

ポット試験で、植物寄生性線虫の中で最もサトウキビの初期生育に対する影響が大きかったネグサレセンチュウは、植付け3か月後および5か月後のホスチアゼート施用区で減少する傾向が見られ（×0.7ホスチアゼート区と×1.7ホスチアゼート区で、それぞれ対照区より約2割、7割低下）、それ以降は株出し期間も含めて処理区間の差は見られなかった（図-7；KAWANOBE et al., 2016）。その他の植物寄生性線虫は、ホスチアゼート剤施用によって対照区より明瞭に低密度とはならず、自活性線虫は

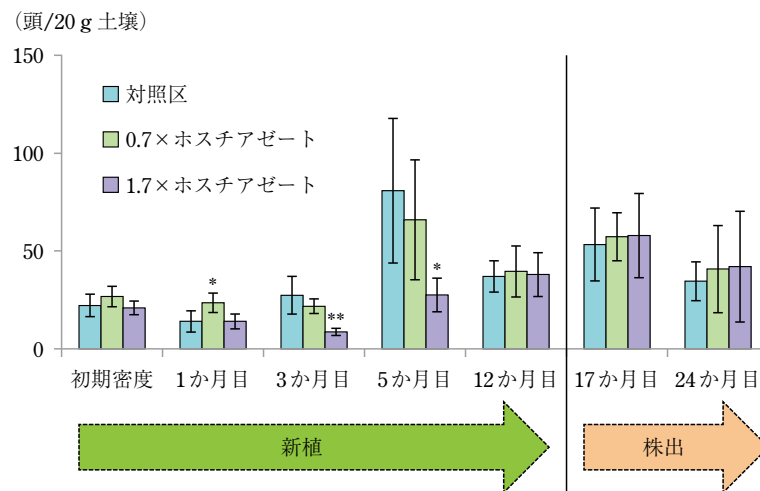


図-7 春植サトウキビの新植・株出し期間中のネグサレセンチュウ密度（KAWANOBE et al., 2016；2018より作成）

（棒グラフは5反復の平均、エラーバーは標準偏差、アスタリスクはDunnettの多重比較検定（**：1%水準；*：5%水準）で対照区と有意差あり）

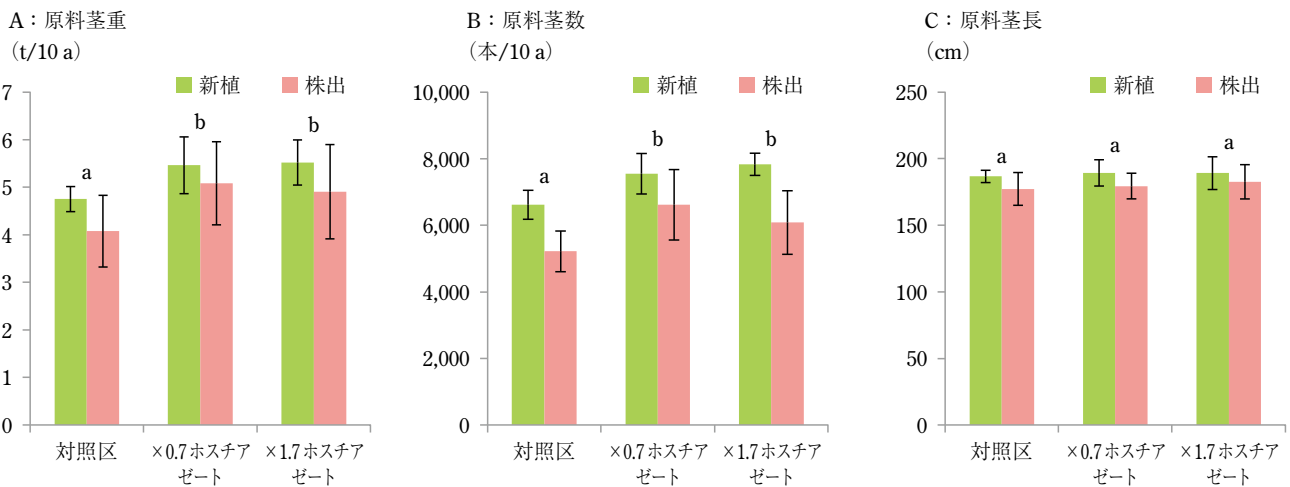


図-8 殺線虫剤を使った圃場試験の収量調査結果，A：原料茎重，B：原料茎数，C：原料茎長（KAWANOBE et al., 2016；2018より作成）

（棒グラフは5反復の平均、エラーバーは標準偏差、異符号間にTukey-Kramerの多重比較検定（新植・株出あわせて、5%水準）で有意差あり）

調査期間を通じて処理区間での差はなかった。

サトウキビ生育について、新植時の茎数は植付け3か月後には差がなかったが、5か月後では×0.7ホスチアゼート区および×1.7ホスチアゼート区が対照区より多く、収穫時の茎数も有意に多かった。植付け3か月後の仮茎長はホスチアゼート剤施用区で長かったが、収穫時の茎長には差は見られなかった。サトウキビ収量はホスチアゼート剤施用によって対照区より新植で15%有意に増加し、株出しでは20~25%増加し、2年合計でホスチアゼート施用区において約2割の増収が見られた(図-8; KAWANOBE et al., 2016; 2018)。糖度および茎径については処理区間で差は見られなかった。

以上から、植付け3か月後、5か月後といった初期生育段階でのモロコシネグサレセンチュウ密度が新植および株出し収量に影響していたことが示唆された。新植時にはモロコシネグサレセンチュウ密度の違いが収量に影響することは海外の研究でも多く指摘されており、本試験を通じて、新植初期生育時の植物寄生性線虫による根部加害によるサトウキビ収量減の可能性が示された。さらに、新植時の植物寄生性線虫によるサトウキビ初期生育の抑制が、株出し栽培に至るまでサトウキビ収量の抑制要因として繰り返されていることが示唆された。

おわりに

北大東島のサトウキビ畑には、植物寄生性線虫が広範かつ高密度に生息しており、ネグサレセンチュウ、イシユクセンチュウ、ラセンセンチュウが優占種であることがわかった。ポット試験および圃場試験の結果から、これらの植物寄生性線虫はサトウキビ初期生育に大きな影響を与えることが明らかとなり、新植と株出しで2割を超えるサトウキビ収量減に結びつく可能性が示唆された。今回の北大東島の線虫実態調査においても20g土壌当たり50頭を超える植物寄生性線虫が検出されている畑が半数あり、植物寄生性線虫によるサトウキビ収量

減は島内全域に広がっている可能性がある。特に今回ポット試験を通じて、殺線虫剤処理が土壌中以上にサトウキビ根部内のネグサレセンチュウ密度を低下させることがサトウキビ初期生育に重要で、収量に影響を与えることが示唆された。

サトウキビの線虫害についての研究は諸外国ではコンスタントに行われてきていたが、我が国では照屋(1967; 1971)の研究以降、本格的な研究報告は見られなかった。サトウキビは台風、干ばつ、害虫等による目に見える形での被害が多く、一方線虫は土壌から根部に侵入するものの植物体を枯死させるほどには至らず、また根部にも一目瞭然な被害を残すことがないこともその主たる理由ではないだろうか。今回報告した植物寄生性線虫によるサトウキビ収量への影響についての研究は、北大東島を対象としたものであり、今後他の地域でも線虫の生息実態、および収量への影響調査を進める必要がある。現在その一環として、沖縄県各地のサトウキビ畑における線虫相の実態調査を進めており、回を改めてその報告をしていきたい。

なお、本研究の一部は北大東村土壌特性基礎調査の一環として行った。協力いただいた北大東島の農家の皆様、北大東製糖(株)、JAおきなわ北大東支店、北大東村役場の方々に記して感謝する。

引用文献

- 1) CADET, P. and V. W. SPAULL (2005): Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture, CAB International, Wallingford, UK, p.645~674.
- 2) FAO (2014): FAO in emergencies, Plant pests and diseases, available online at <http://www.fao.org/emergencies/emergency-types/plant-pests-and-diseases/en/>
- 3) KAWANOBE, M. et al. (2014): Nematology 16(7): 807~820.
- 4) ——— et al. (2015): Nematological Research 45(1): 35~44.
- 5) ——— et al. (2016): ibid. 46(1): 9~16.
- 6) ——— et al. (2018): ibid. 48(2): in press.
- 7) 照屋林宏 (1967): 熱帯農業 10(4): 196~201.
- 8) ——— (1971): 植物防疫 25(11): 458~460.

農林水産省プレスリリース (2019.1.11~2019.2.8)

農林水産省プレスリリースから、病害虫関連の情報を紹介します。

<http://www.maff.go.jp/j/press/syouan> の後にそれぞれ該当のアドレスを追加してご覧下さい。

◆「第2回農薬の蜜蜂への影響評価法に関する検討会の開催及び一般傍聴について」(19/1/21) /nouyaku/190121.html

◆「第2回農薬使用者への影響評価法に関する検討会の開催及び一般傍聴について」(19/1/25) /nouyaku/190125.html

さとうきび・かんしょ用 殺虫剤

プリンス[®]ベイト

**ハリガネムシと
メイチュウ類を
同時防除!**



ハリガネムシ類



メイチュウ類



コガネムシ類

夏植え、収穫後の株出し萌芽を確保



ハリガネムシ・メイチュウ類とも
植付時・培土時処理が可能!

●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。
●使用後の空袋は圃場などに放置せず、環境に影響のないよう適切に処理してください。●防除日誌を記録しましょう。

BASFジャパン株式会社

東京都中央区日本橋室町3丁目4番4号 OVOL日本橋ビル3階
☎0120-014-660 <https://agriculture.basf.com/jp>

®=BASF社の登録商標

研究 報告

ホップベと病およびうどんこ病への化学合成農薬の適用拡大と新規防除体系確立の取り組み

岩手県農業研究センター **岩**

館

康

哉

岩手県南広域振興局一関農林振興センター **大**

友

令

史

岩手県農林水産部農業普及技術課 **菅**

いわ
おお
かん

だて
とも
ひろ

やす
れい
ひろ

や
し
かず
和

はじめに

岩手県は、ホップの栽培面積53 ha、生産量116 t（2017年実績）と、全国の栽培面積の約4割を占める国内第1位のホップ産地である。ホップはビール会社との契約栽培であり、安定した収益が見込まれることから、栽培農家にとって重要な作物であるが、近年、農家の高齢化により、生産者および栽培面積が減少傾向にある。このような状況の中で、本県では、栽培暦の検討や病害虫防除技術の開発等により、安全・安心で高品質なホップ生産を支援してきた。

ホップ栽培で特に問題となる病害は2種類あり、まず、減収や品質低下に直結するべと病（*Pseudoperonospora humuli*；図-1、図-2）が最重点防除病害として挙げられる（MORI, 1966；佐々木, 1983）。次に、ホップうどんこ病（*Oidium* sp.；図-3、図-4）が重要であるが、本県では2002年に本病の発生が初確認され、以降、各産地で広く発生し、毬花の品質低下被害が問題となっている（勝部ら, 2004）。これらの病害に対する従来の防除は、べと病を対象にした銅水和剤、うどんこ病を対象にした炭酸水素カリウム水溶剤やバチルス・ズブチリス水和剤の散布を中心とした体系により行われてきた（図-5）。しかしながら、これらの薬剤は残効が短いため薬剤散布の頻度が高くなり、各病害の多発条件下では防除効果が不十分な場合もあることから、病害による減収および品質低下等の被害がしばしば生じていた。

ここでは、これらのホップ病害に対して効果の高い薬剤の農薬登録（適用拡大）に向けた取り組みと、新規に適用拡大となった化学合成農薬（以下、新規農薬）を用



図-1 ホップべと病の罹病葉



図-2 ホップべと病の罹病毬花



図-3 ホップうどんこ病の罹病葉



図-4 ホップうどんこ病の罹病毬花

いた効率的な防除体系確立を目的として行った試験の取り組み（菅・大友, 2017）を紹介する。本稿が他のマイナー作物における農薬登録（適用拡大）の推進や、新規防除体系構築の際に参考となれば幸いである。

本研究の一部は、農林水産省の「食の安全・消費者の信頼確保対策事業費補助金（地域特産作物への農薬適用拡大加速化事業）」（以下、農薬適用拡大加速化事業）、日本植物防疫協会の新農薬実用化試験（以下、新農薬実用化試験）および、ビール酒造組合からの委託研究として実施した。また、試験の実施にあたり、江刺ホップ組合の佐藤徹氏および岩手県北ホップ農業協同組合の横島敏彦氏ならびにホップ農家には試験圃場の提供などについて多大なるご協力をいただいた。ここに記して御礼申し上げます。

I 農薬適用拡大に向けた取り組み

ホップべと病およびうどんこ病に対して、効果の高い化学合成農薬を選抜するとともに、これら薬剤の農薬登録（適用拡大）に向けた取り組みを実施した。具体的な

Novel Control Method Using New Registered Chemical Fungicide for Downy Mildew and Powdery Mildew of Hop. By Yasuya IWADATE, Reishi OOTOMO and Hirokazu KAN

（キーワード：ホップ、べと病、うどんこ病、化学合成農薬、適用拡大、防除体系）

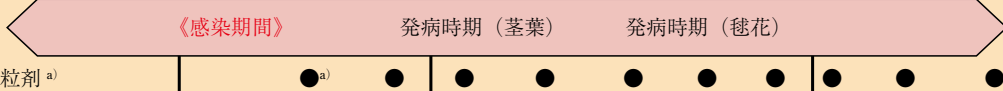
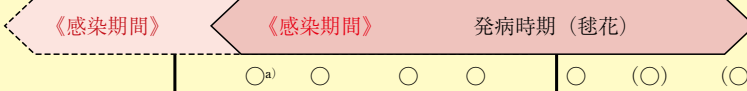
時期	4～5月		6月		7月			8月	
			…	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬
ホップの生育	株ごしらえ期 		主茎伸長期 		発蕾期 	毛花開花期 	穂花期 		
べと病 感染期間・発病時期 防除体系									
うどんこ病 感染期間・発病時期 防除体系									

図-5 岩手県におけるホップべと病およびうどんこ病の感染・発病時期と慣行防除体系の模式図
(岩手県ホップ連合会ホップ栽培暦を基に作成)

a) 図中の粒剤, ●, ○は以下の薬剤の使用時期を示す(薬剤名は一例)。

粒剤: アゾキシストロビン・メタラキシル M 粒剤。

●: 銅水和剤。

○: 炭酸水素カリウム水溶剤またはバチルス ズブチリス水和剤。

表-1 ホップべと病およびうどんこ病への農薬登録(適用拡大)の取り組み手順

手順	取り組みの内容
	海外のホップ産地で登録のある薬剤を検索
1	《取り組みの要点》 ・べと病やうどんこ病に効果が期待できる有効成分をリストアップ。 ・農薬製造業者、ビール製造業者を通じた有望薬剤の情報収集。 ・現在は、英語圏の情報であれば Google などの検索エンジンの活用によっても多くの情報を得ることができる(特に、日本への輸出国の農薬登録情報や使用基準が参考になる)。
	有望薬剤について、海外および国内の残留基準値を確認
2	《取り組みの要点》 ・海外および国内においてホップの残留基準値が設定されている薬剤を最有力の試験候補薬剤とする。 ・国内での残留基準値が未設定の薬剤は一次候補から除外(国内残留基準値が未設定の薬剤の場合、農薬登録にかかる期間が長期化する可能性が高いため)。 ・ホップは9割以上が輸入品となっているため、国内で農薬登録がない薬剤であっても、海外産地における主要薬剤については、インポートトレランスとして国内での残留基準値が設定されている場合が多い。
	有望薬剤について、農薬製造業者に農薬登録(適用拡大)の可能性を照会
3	《取り組みの要点》 ・農薬登録(適用拡大)の申請協力が得られたものを候補薬剤とする。 ・ホップの場合、農薬登録後の生産現場での使用可否について、ビール酒造組合に事前に確認(農薬登録に必要な試験のほか、別途醸造試験等が必要となる場合もあるため)。
	薬効・薬害試験、限界濃度薬害試験、作物残留試験、残留分析試験の実施
4	《取り組みの要点》 ・ホップはマイナー作物であることから、いずれも2事例の試験を実施。 ・残留分析試験については、専門機関へ委託(委託にあたっては、農薬登録用の残留分析試験の実施実績を有する専門機関を選定することが重要)。 ・試験成績を取りまとめ、農薬製造業者に提供(その後、農薬製造業者から農薬登録の申請がなされる)。

手順を表-1 に示したが、その概略は以下の通りである。まず、海外のホップ産地で登録のある薬剤の情報を検索した。次に、当該薬剤の海外および国内でのホップに対する残留基準値を確認し、国内で残留基準値が設定されているものを有望薬剤として選抜した。その後、有望薬剤について、農薬製造業者にホップへの適用拡大の可能性を照会し、農薬登録の申請協力が得られたものを候補薬剤とした（表-1）。

薬効・薬害試験、限界濃度薬害試験、作物残留試験、残留分析試験は、新農薬実用化試験および、農薬適用拡大加速化事業により実施した。マイナー作物であるホップの試験実施にあたっての課題は、残留分析試験費用の負担であった。マイナー作物扱いのホップは、非 GLP 試験での実施が認められており、かつ試験事例 2 例での適用拡大申請が可能である。しかし、短期間で複数薬剤の適用拡大を目指す場合、複数の化合物を同時期に分析しなければならないことから、残留分析試験は、外部専門機関へ委託した。このことから、ホセチル水和剤（商品名：アリエッティ水和剤）、シアゾファミド水和剤（商品名：ランマンフロアブル）、テブコナゾール水和剤（商品名：オンリーワンフロアブル）、ピラクロストロビン・ボスカリド水和剤（商品名：ナリア WDG）の適用拡大の取り組みについては、農薬適用拡大加速化事業を活用した。当該事業の実施にあたっては、岩手県ホップ連合会が事業主体となり、岩手県（農林水産部農業普及技術課、岩手県農業研究センター）が支援する体制とし、必要薬剤の農薬登録（適用拡大）を目指した。

2019 年 1 月現在、農薬適用拡大加速化事業で実施したホセチル水和剤、シアゾファミド水和剤、テブコナゾール水和剤、ピラクロストロビン・ボスカリド水和剤のほか、新農薬実用化試験で実施したマンジプロパミド水和剤（商品名：レーバスフロアブル）の計 5 種類の化学合成農薬が適用拡大となり、ホップでの使用が可能となっている。

これらの新規農薬は、従来使用していた銅水和剤など

に比べ、高い防除効果が期待できる。そこで、新規農薬を活用した、効果的で、慣行の防除体系より薬剤散布回数が少ない新たな防除体系の確立を目指した。

II ベと病防除体系の検討

試験は 2015 年に岩手県奥州市江刺のキリンビール（株）岩手ホップ管理センター内圃場（以下、江刺圃場）および青森県三戸町の現地農家圃場（以下、三戸圃場）において実施した。試験区は、表-2 の通り慣行体系区、新体系区、無防除区の 3 区とし、各区 2 反復とした。なお、各試験区とも慣行に従い株ごしらえ（不要な芽を除去する作業）時にアゾキシストロビン・メタラキシル M 粒剤（商品名：ユニフォーム粒剤）を 10 g/株の割合で株元散布し、その他の薬剤処理は動力噴霧機を用いて所定濃度に希釈した薬液をおおむね 500 l/10 a の割合で散布した。なお、新体系区はべと病の感染・発病が盛んになる梅雨時期（6 月下旬以降）にマンジプロパミド水和剤を連用とならないように 2 回使用する防除体系とした。

結果について見ると、無防除区における発病毬花割合が江刺圃場では 21.0%（8 月 11 日調査、最終散布 7 日後）、三戸圃場では 30.3%（8 月 18 日調査、同 14 日後）と、中発生条件での試験となった。江刺圃場では防除効果が低かったものの、両試験圃場における新体系区の発病毬花割合は慣行体系区と比較して低かった（図-6）。

以上の結果から、防除時期が越冬後から収穫直前までの長期間におよぶべと病に対しては、株ごしらえ期の粒剤施用と新規農薬および銅水和剤の茎葉散布を組合せ、新たな防除体系を構築した。特に、降雨により本病原菌の感染が助長されることから、梅雨期を重点防除時期と考え防除効果の高い新規農薬を使用することとした。その結果、本病を対象とした薬剤散布回数が慣行体系より 2 回少ない新体系により、高い防除効果が得られることが確認された。森（1965）は、べと病菌がホップの毬花収穫後に根株の組織に感染して越冬し、翌年の第一次伝染源になることから、栽培期間中の防除に加えて収穫後

表-2 ベと病防除体系試験の各試験区防除体系（江刺圃場、三戸圃場共通）

防除体系	株ごしらえ時 (4~5 月)	6 月 22 日	6 月 30 日	7 月 7 日	7 月 14 日	7 月 21 日	7 月 28 日	8 月 4 日
新体系	粒剤 ^{a)}	レーバス ^{b)}		銅 ^{c)}	レーバス		銅	銅
慣行体系	粒剤	銅	銅	銅	銅	銅	銅	銅
無防除	粒剤							

a) 粒剤：アゾキシストロビン・メタラキシル M 粒剤（商品名：ユニフォーム粒剤、10~20 g/株、株元散布）。

b) レーバス：マンジプロパミド水和剤（商品名：レーバスフロアブル、2,000 倍、散布）。

c) 銅：銅水和剤（商品名：コサイド 3000、2,000 倍、散布）。

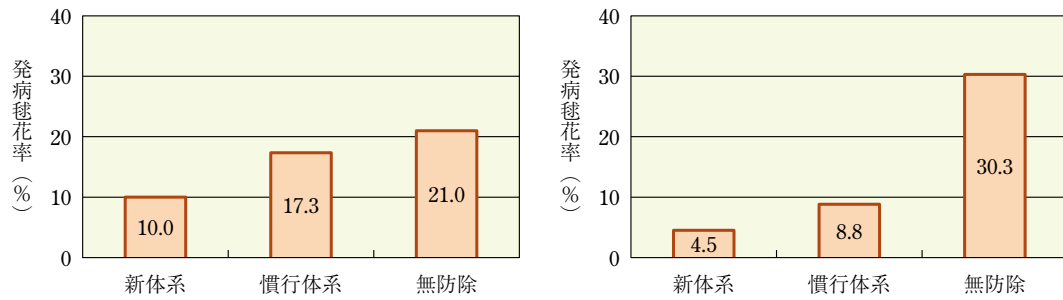


図-6 各防除体系のホップべと病に対する防除効果 (左: 江刺圃場, 右: 三戸圃場)

表-3 うどんこ病防除体系試験の各試験区防除体系 (江刺圃場)

防除体系	6月22日	6月29日	7月5日	7月12日	7月20日
新体系A		オンリーワン ^{a)}		ナリア ^{b)}	
新体系B	オンリーワン		カリグリーン ^{c)}	ナリア	
慣行体系		カリグリーン	カリグリーン	カリグリーン	カリグリーン
無防除					
ホップ生育	毛花開花期		穂花期		

^{a)} オンリーワン: テブコナゾール水和剤 (商品名: オンリーワンフロアブル, 1,000 倍, 散布).

^{b)} ナリア: ピラクロストロビン・ボスカリド水和剤 (商品名: ナリア WDG, 2,000 倍, 散布).

^{c)} カリグリーン: 炭酸水素カリウム水和剤 (商品名: カリグリーン, 800 倍, 散布).

の秋季に殺菌剤を散布することが重要であることを指摘している。本研究では、この点については検討していないため、今後の課題である。

III うどんこ病防除体系の検討

試験は 2016 年に上記のべと病防除体系試験と同じ江刺圃場において実施した。試験区は、表-3 の通り慣行体系区、新体系 A 区、新体系 B 区、無防除区の 4 区とし、各区 2 反復とした。薬剤処理は動力噴霧機を用いて所定濃度に希釈した薬液をおおむね 500 l/10 a の割合で散布した。なお、勝部ら (2004) の報告によると本病の重点防除時期は、ホップの毛花開花期から穂花形成初期であることから、新体系はこの期間中心とした防除体系とし、防除開始時期の異なる A 区および B 区を設けた。なお、テブコナゾール水和剤およびピラクロストロビン・ボスカリド水和剤はホップでの適用病害虫にない灰色かび病 (*Botrytis cinerea*) に対しても効果が見込まれるため、併せて発病抑制効果を検討した。

結果について見ると、新体系 A 区および B 区のうどんこ病発病穂花割合 (7 月 26 日調査、最終散布 6 日後) はほぼ同等で、慣行体系区と比較しても同等であった (図-7)。また、いずれの防除体系でも灰色かび病に対する防除効果は認められたが、新体系 A 区および B 区の防除効果はほぼ同等で、慣行体系区と比較してやや高かった。

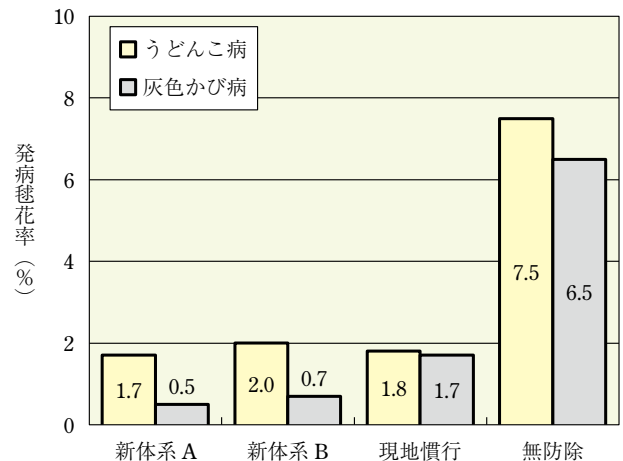


図-7 各防除体系のホップうどんこ病および灰色かび病に対する防除効果 (江刺圃場)

以上の結果から、うどんこ病を対象とした薬剤散布回数が慣行体系より 1~2 回少ない新体系により、慣行体系と同等の防除効果が得られることが確認され、灰色かび病も同時防除可能であることが示唆された。

おわりに

ホップは筆者らも含め国民に広く親しまれているビールの原料であるが、2017 年現在の国内作付面積は 120 ha と、最盛期 (1966 年: 1,874 ha) の 1/10 以下に激減している (全国ホップ連合会資料より)。そのため、国内ビールメーカーは、原料ホップの 9 割以上を輸入品に頼っ

時期	4～5月	6月		7月			8月	
		…	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬
ホップの生育	株ごしらえ期 	主茎伸長期 	発蕾期 	毛花開花期 	穂花期 			
べと病 感染期間・発病時期	《感染期間》		発病時期（茎葉）		発病時期（穂花）			
うどんこ病 感染期間・発病時期		《感染期間》		《感染期間》		発病時期（穂花）		
新規防除体系 （総合防除体系）	粒剤 ^{a)}	レーバス		オンリーワン ・銅	レーバス	ナリア	銅	銅

図-8 岩手県におけるホップべと病およびうどんこ病の感染・発病時期と新規防除体系（総合防除体系）の模式図

a) 図中の薬剤略称は以下の薬剤の使用時期を示す（薬剤名は一例）。

粒剤：アゾキシストロビン・メタラキシル M 粒剤。

レーバス：マンジプロパミド水和剤。

オンリーワン：テブコナゾール水和剤。

銅：銅水和剤。

ナリア：ピラクロストロビン・ボスカリド水和剤。

ている。しかし、近年、クラフトビールへの人気の高まりや、地域資源としてのホップの活用場面の増加等を背景に、国産ホップの需要も増えてきている。これらのことから、ホップの生産振興に向け、栽培農家の防除作業の省力化および生産費の削減を図るため、べと病およびうどんこ病に対して高い防除効果が期待できる薬剤を農薬登録（適用拡大）するとともに、効率的な病害防除体系の構築を目指して取り組みを実施した。

その結果、新規農薬は、べと病およびうどんこ病防除に有効であることが確認され、これら2病害に効果的かつ薬剤散布回数の削減が可能な総合防除体系の構築が可能と考えられた。そこで表-2、表-3に示す散布体系を組合せた総合防除体系を図-8の通り構築し、効果を検証した。結果、薬剤散布回数が慣行防除体系より4回程度少ない新規防除体系としても、2病害による穂花被害

の発生程度は慣行防除体系とほぼ同等であり、新規防除体系は普及性が高いと判断された（データ省略）。

以上のように、慣行防除体系よりも効果が高く、薬剤散布回数の削減が可能な新規防除体系を構築できたことから、現在、生産者に提示し、普及を図っている。なお、今回は、計3種類の新規農薬を用いた防除体系の提示にとどまっており、取り組みを通じて適用拡大となった計5種類の新規農薬を効率的に活用した総合防除体系の構築については、別途検討が必要である。

引用文献

- 菅 広和・大友令史（2017）：北日本病虫研報 68：17～20.
- 勝部和則ら（2004）：日植病報 70：53（講要）.
- 森 義忠（1965）：同上 30：289～290（講要）.
- MORI, Y.（1966）：同上 32：275～284.
- 佐々木真津生（1983）：植物防疫 37：467～470.

研究 報告

タマネギの小菌核病に対する効率的防除対策

北海道立総合研究機構 北見農業試験場 ^い池 ^た谷 ^み美 ^な奈 ^こ子
北海道立総合研究機構 中央農業試験場 ^や山 ^な名 ^{とし}利 ^{かず}一

はじめに

タマネギ小菌核病は *Ciborinia allii* によって起こる病害で、我が国では兵庫県で初めて発生が確認された（松尾，1974）。北海道では1996年に初めて発生が確認され（田村ら，1996），その後北海道各地のタマネギ産地に発生が拡大している。しかし，本病の防除に関する研究は少なく，道外では同一病原菌によるネギ小菌核病に対する報告（阿部ら，2009；齋藤ら，2009）があるものの，タマネギ小菌核病では見当たらない。北海道でも，少発生条件下の1例（上川農業改良普及センター タマネギ小菌核病対策プロジェクトチーム，2009）のみである。さらに，小菌核病の初期病斑はタマネギで最も重要な病害である白斑葉枯病（灰色かび病）との判別がむずかしく，小菌核病に登録のない白斑葉枯病の防除薬剤を選択した結果，被害が拡大した事例もあり，大きな問題となっていた。

そこで，タマネギ小菌核病に対する効率的な防除対策を確立する目的で試験を行い，本病原菌の発生生態に基づいた防除対策をまとめたので紹介する。

本文に先立ち，道総研花・野菜技術センター生産環境グループ主査佐々木純氏には，滝川市におけるタマネギ小菌核病菌の菌核からの子う盤形成時期，小菌核病および白斑葉枯病の初発期の調査にご協力いただいた。ここに記して感謝申し上げる。

I タマネギ小菌核病の生活環

本病のタマネギへの感染は主に子う盤（いわゆるキノコ）に形成される子う胞子によるとされている。子う盤は，タマネギ圃場やその周辺で冬を越した小菌核病菌の菌核上に形成される（図-1）。子う胞子の感染

後，まず葉に小さな斑点病斑（図-2 左）が現れ，拡大して小豆形病斑（図-2 右）となり，さらに拡大すると病斑部から折れて葉先が枯れ，早期に葉全体が枯れあが



図-1 菌核に形成された子う盤



図-2 発生初期の斑点病斑（左）と拡大した病斑（右）

Efficient Control measures against Onion Leaf Blight caused by *Ciborinia allii* in Hokkaido. By Minako IKETANI-SAITO and Toshikazu YAMANA

（キーワード：タマネギ小菌核病，感染ピーク時期，薬剤散布適期，防除対策）



図-3 発生直後の葉先枯れ（左）と多発した葉先枯れ（右）



図-4 枯葉に形成された菌核

っていく（図-3）。枯れた葉にはやがて菌核が形成され（図-4）、これが翌年の感染源となる。

II タマネギ小菌核病の発生生態の解明

1 子のう盤の形成条件

圃場における小菌核病菌の子のう盤の形成消長を知ることは、本病の防除上極めて重要である。そこで、子のう盤の形成条件を明らかにするため、人工気象器内（BLB 352 nm 照射）に菌核を設置して十分量の水分条件下で子のう盤の形成を調査した。温度は、10℃、15℃、18℃、20℃を一定あるいは途中で変更した。日長は、8時間、12時間、24時間を一定あるいは途中で変更した。子のう盤は10℃では形成されず15℃以上で形成が認められ、長日のほうが子のう盤形成までの日数が短くなった（データ省略）。以上から、形成には明らかに温度と日長の条件がかかわっていると推測された。また、子のう盤形成後、速やかに孢子飛散が認められた。

2 圃場における子のう盤の形成

子のう盤形成に必要な気象条件をさらに解析するため、2015～18年、圃場に菌核を以下の方法で設置して子のう盤の形成を観察した。底に穴を開けたプラスチックカップまたは素焼き鉢に石英砂を詰め、4℃で保存し

表-1 圃場に設置した菌核からの子のう盤形成（2015～18年）

試験年	菌核設置日		設置条件	子のう盤形成日	形成に要した日数
2015	5/21	移植期	地表	7/3	43
2016	2015/7/2	圃場越冬	地表	6/16	－
	4/4	融雪直後	地表	6/19	76
	5/9	移植期	地表	6/19	41
2017	2016/10/31	圃場越冬	地表	6/9	－
	4/4	融雪直後	地表	6/18	75
	4/4	融雪直後	水中	6/5	62
	5/9	移植期	地表	6/26	48
	5/9	移植期	水中	6/12	34
2018	4/6	融雪直後	地表	6/25	80
	4/6	融雪直後	水中	5/29	53
	5/12	移植期	地表	7/6	55
	5/12	移植期	水中	6/10	29

注1) 設置条件の地表は圃場の地表面に直接、水中は水を張ったバット内に設置したことを示す。

ていた前年産の菌核を並べてガーゼでふたをし、圃場の地表面に直接、あるいは水を張ったバット内に設置した。バット内に設置した場合は、菌核が常に水に接するように管理した。その結果、いずれの条件でも、子のう盤が形成されるのは5月下旬以降であった（表-1）。また、子のう盤形成の直前に約10 mm以上のまとまった降雨がある場合が多かった。水を張ったバット内に設置した場合は、地表面に設置した場合より2～4週間子のう盤形成が早かったことから、水分の必要性が明らかになった。

一方、本病と同様に菌核から子のう盤を形成するキャベツ菌核病菌 *Sclerotinia sclerotiorum* では、子のう盤形成にかかわる温度と降水量の条件が明らかにされている（加部ら、2012）。そこで、小菌核病菌についても2015～17年の3か年にわたって気象データをもとに子のう盤形成にかかわる条件について解析した。しかし、気象条件と子のう盤形成との関係を明らかにすることはできなかった（データ省略）。

3 タマネギへの感染時期

子のう盤の形成条件を明らかにできなかったことから、防除時期を決定するため感染時期の推定を試みた。一般的に、殺菌剤は感染直前の散布で最も防除効果が高いことを利用して、チオファネートメチル水和剤1,000倍液の散布時期を変えてその防除効果から感染時期を推測した。2012～17年の試験で、防除効果の高い時期（防除価がおおむね50以上）はおおよそ6月中～下旬で、極端な年次間差はなかった（表-2）。防除効果が高かった

表-2 防除効果から判定したタマネギ小菌核病の感染のピーク時期（2012～17年）

試験年	殺菌剤の防除効果		無散布の発病度
	散布日	防除価	
2012	6/3	16	74.0
	6/12	26	
	6/19	53	
2013	6/4	25	68.0
	6/11	63	
	6/17	71	
	6/25	67	
2014	6/4	28	73.3
	6/15	52	
	6/25	49	
	7/5	52	
2015	6/6	19	80.7
	6/16	34	
	6/26	50	
	7/6	26	
	7/16	31	
2016	7/26	39	73.2
	6/3	18	
	6/13	28	
	6/23	49	
	7/3	15	
2017	7/13	9	79.3
	7/23	18	
	6/3	18	
	6/13	36	
	6/23	55	
	7/3	22	
	7/13	20	
	7/23	21	

注1) チオファネートメチル水和剤 1,000 倍を供試。

注2) 黄色のセルは感染のピーク時期（防除価がおおむね 50 以上の散布日）を示す。

この時期は、小菌核病感染のピーク時期と考えられる。

タマネギは、生育中に随時新葉を抽出する（永井・花岡, 1967）ので、理論上胞子飛散盛期に展開していた葉位では他の葉位に比べて病斑が多いと考えられるため、病斑数に葉位別の差が認められるかどうかを検討した（山名・池谷, 2013）。その結果、病斑は感染源として設置した菌核に近い株ほど多い傾向が認められ、第4～7葉に集中しており、最も病斑数が多かったのは第5葉であった（図-5）。また、第9葉以降の新しい葉には病斑がほとんど認められなかった。これらのことから、5月中旬の移植期（2.5葉期）から1週間で1葉抽出する（永井・花岡, 1967）と仮定すると、第5葉が展開し第6、7葉が抽出中である6月中旬頃がこの年の胞子飛散の最盛期と推測された。殺菌剤の時期別散布から小菌核病の

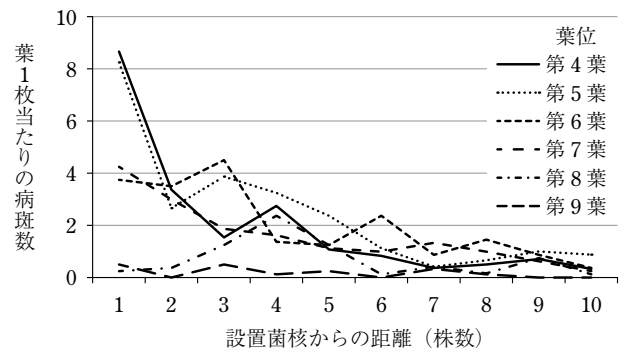


図-5 設置菌核からの距離と各葉位の病斑数（2012年）

注1) 株間は 11.5 cm.

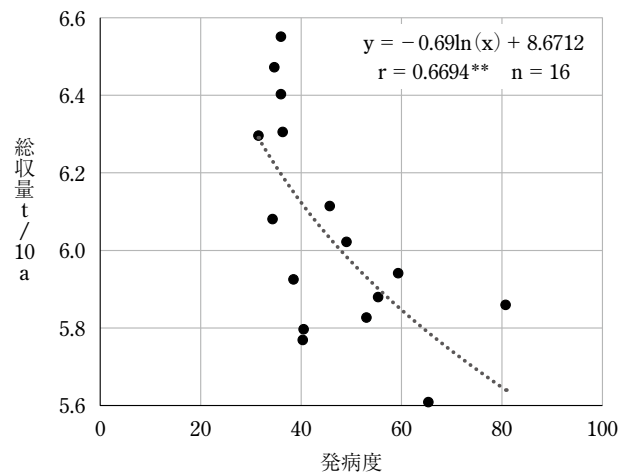


図-6 タマネギ小菌核病の発病と収量との関係（2015年）

注1) **は、危険率1%で有意であることを示す。

感染にピーク時期があることが明らかになったが、葉位別の病斑数からこのことが確かめられた。

III 薬剤防除試験

1 発病と収量との関係

小菌核病の発病と収量との関係を 2015～17 年に調査した。2015 年の結果を図-6 に示したが、いずれの年も危険率 1% で有意な負の相関関係が認められ、発病度がおおむね 40 以下（斑点病斑のみの株と葉先枯れが起きた株が半々程度）に抑えられれば収量への影響が小さかった。このため、本病の被害許容水準を発病度 40 とし、薬剤防除試験を行った。

2 薬剤の散布適期と防除薬剤

チオファネートメチル水和剤 1,000 倍液を小菌核病感染のピーク時期に 1 回散布すれば十分な防除効果が認められたことから（表-2）、薬剤散布適期はこの感染のピーク時期、すなわち 6 月中～下旬であると判断した。ネギ小菌核病の場合、子のう盤形成・開盤時期の薬剤散布では、最終的な防除効果が不十分であった（阿部ら、

2009) ことから、子のう盤形成時期より感染時期のほうが薬剤散布に適していると考えられる。

北海道のタマネギ主産地内にある道総研 北見農業試験場(訓子府町)、同 花・野菜技術センター(滝川市)および同 中央農業試験場(長沼町)における小菌核病の初発期を調査したところ、2013～17年の13例中1例を除き6月中～下旬で極端な違いはなかった(表-3)。また、北見農業試験場で採取した菌核を訓子府町と滝川市でそれぞれタマネギの移植期に圃場に設置して子のう

盤の形成を観察したところ、子のう盤形成日の差は2日以内であった(表-4)。初発期および子のう盤形成時期が地域間で大きく変わらないことから、小菌核病の感染のピーク時期には、年次・地域による極端な差がないと推測された。したがって、北海道ではいずれの地域においても薬剤の散布適期はほぼ変わらず6月中～下旬としてよいと考えられた。

次に防除薬剤の効果について検討を行った。『平成27年度北海道農作物病害虫・雑草防除ガイド』に記載されていた薬剤のうち、4薬剤について防除効果を比較した。その結果、いずれの薬剤も感染のピーク時期におけるチオファネートメチル水和剤1,000倍液1回散布と同等以上の防除効果が認められた(表-5)。

3 白斑葉枯病防除との組合せ

白斑葉枯病は、初発直後に薬剤散布を開始すれば効果

表-3 北海道内の異なる地域におけるタマネギ小菌核病および白斑葉枯病の初発期(2013～17年)

試験年	試験場所	初発期	
		小菌核病	白斑葉枯病
2013	訓子府町	6/28	6/22
	長沼町	6/25	6/20
2014	訓子府町	6/23	6/20
	長沼町	6/15	6/15
2015	訓子府町	6/24	6/22
	長沼町	6/26	6/17
	滝川市	7/6	7/2
2016	訓子府町	6/21	6/21
	長沼町	6/26	6/16
	滝川市	6/16	6/16
2017	訓子府町	6/21	6/27
	長沼町	6/22	6/12
	滝川市	6/21	6/23

注1) 訓子府町は道東の北見農業試験場、長沼町は道央の中央農業試験場、滝川市は道央の花・野菜技術センター。

表-4 北海道内の異なる地域におけるタマネギ小菌核病菌の菌核からの子のう盤形成(2015～17年)

試験年	試験場所	菌核設置日	子のう盤形成日
2015	訓子府町	5/21	7/3
	滝川市	5/26	7/5
2016	訓子府町	5/16	6/19
	滝川市	5/13	6/20
2017	訓子府町	5/9	6/26
	滝川市	5/12	6/26

注1) タマネギの移植期に圃場に菌核を設置した。

注2) 訓子府町は道東の北見農業試験場、滝川市は道央の花・野菜技術センター。

表-5 異なる薬剤の防除効果の比較(2015～16年)

試験年	処理 (薬剤名)	指数2以上 株率(%)	防除価	発病度 防除価	菌核形成 株率(%)
2015	無散布	100.0		80.7	86.0
	チオファネートメチル水和剤(6/26の1回散布)	60.0	40	40.3	4.7
	チオファネートメチル水和剤	68.7	31	45.7	0.7
	イミノクタジナルベシル酸塩水和剤	54.0	46	38.5	4.0
	ピリベンカルブ水和剤	38.7	61	34.7	0.7
	ボスカリド水和剤 DF	26.0	74	31.5	0.0
2016	無散布	100.0		73.2	42.7
	チオファネートメチル水和剤(6/23の1回散布)	50.7	49	37.7	0.7
	チオファネートメチル水和剤	67.3	33	42.2	4.0
	イミノクタジナルベシル酸塩水和剤	56.0	44	40.2	3.3
	ピリベンカルブ水和剤	15.3	85	28.8	0
	ボスカリド水和剤	21.3	79	30.3	0

注1) 2015年は6/6, 6/16, 6/26, 7/6に、2016年は6/13, 6/23, 7/3, 7/13に散布した。

注2) 発病株率は100%。

注3) 発病調査はいずれの年も8/3, 8/17(菌核形成株率のみ)。

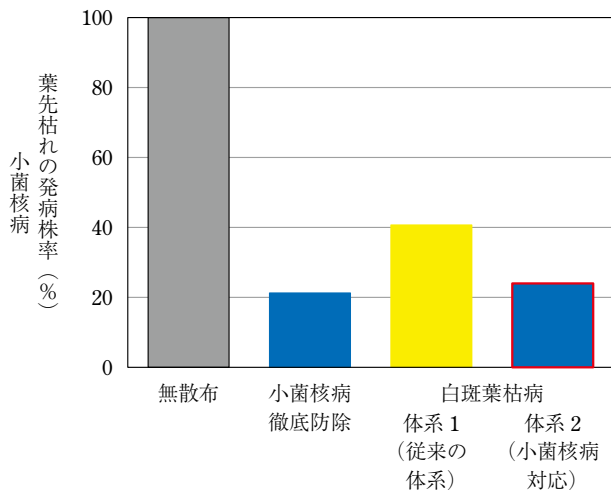


図-7 白斑葉枯病の散布薬剤の違いによる小菌核病の防除効果 (2016年)

注1) 小菌核病徹底防除ではボスカリド水和剤 (1,500倍) を6月13日から10日ごとに4回散布。
白斑葉枯病は初発直後の6月23日に散布開始。
体系1 (従来体系) ではフルアジナム水和剤 (1,000倍)、体系2 (小菌核病対応) ではボスカリド水和剤 (1,000倍) を初回散布した。
6月23日は、小菌核病の散布適期である感染のピーク時期であった。

的に防除できる。白斑葉枯病の初発期は小菌核病の散布適期とほぼ重なるので (表-3)、両病害は同時防除が可能と考えられる。白斑葉枯病の防除薬剤の中には小菌核病に対する登録がない薬剤もあるので、同時防除が可能な薬剤の組合せを検討した。処理は、白斑葉枯病の初発直後から15日間隔で散布する防除体系 (新村・池谷, 2010) において、慣行 (体系1) と小菌核病対応 (体系2) を設けた。白斑葉枯病初発直後の散布薬剤として、体系1では白斑葉枯病に対する防除効果が最も高いフルアジナム水和剤を、体系2では小菌核病と白斑葉枯病の両方に登録のあるボスカリド水和剤を供試した。その結果、この試験では白斑葉枯病の初発期と小菌核病の感染のピーク時期とが重なったため、体系1では小菌核病に対する防除効果が劣った (図-7)。これに対して、体系2では小菌核病徹底防除と同等の防除効果が認められ、さらに、白斑葉枯病との同時防除が可能であった。

IV 効率的な薬剤防除対策の構築

小菌核病は、感染のピーク時期に薬剤を1回散布すれば十分な防除効果が認められる (表-2)。実際には当年

表-6 タマネギ小菌核病の薬剤防除対策

項目	対応
薬剤散布適期	6月中～下旬
薬剤散布回数	2回
薬剤散布間隔	10～15日
白斑葉枯病との同時防除による効率的防除	小菌核病と白斑葉枯病の両方に登録のある薬剤を使用すると効率的である

注1) 散布間隔15日では、小菌核病に登録があり白斑葉枯病に対する残効が長い (15日) 薬剤を用いる。

注2) 同一系統の薬剤が連用とならないように防除薬剤を選択する。

の小菌核病の感染のピーク時期を前もって正確に知ることが困難であるが、小菌核病の薬剤散布適期である6月中～下旬に2回散布することにより、感染のピーク時期をカバーできる。また、小菌核病の散布適期に小菌核病と白斑葉枯病の両方に登録のある薬剤を使用すると散布回数を増やすことなく効率的である。薬剤防除対策の概要を表-6にまとめた。

おわりに

以上、タマネギ小菌核病の防除対策について述べた。本病が問題となる前には防除の必要がなかったが、新たな薬剤防除の必要性が生じた。しかし、薬剤の選択により重要病害である白斑葉枯病との同時防除が可能であり、実質的に防除回数が増えることはないと考えられる。本試験で小菌核病菌の子のう盤形成条件を明らかにすることはできなかったが、気温・降水等の気象条件が関与していることは明らかで非常に興味深く、今後の研究に期待したい。

引用文献

- 1) 阿部亜希子ら (2009): 北日本病虫研報 60: 287 (講要)。
- 2) 加部 武ら (2012): 群馬県農業技術センター研究報告 9: 51～58。
- 3) 上川農業改良普及センター タマネギ小菌核病対策プロジェクトチーム (2009): 農家の友 64(7): 98～99。
- 4) 松尾綾男 (1974): 日植病報 40: 171 (講要)。
- 5) 永井 信・花岡 保 (1967): 園芸学会雑誌 36: 99～108。
- 6) 齋藤智子ら (2009): 北日本病虫研報 60: 63～66。
- 7) 新村昭憲・池谷美奈子 (2010): 植物防疫 64: 15～21。
- 8) 田村 修ら (1996): 日植病報 62(6): 645 (講要)。
- 9) 山名利一・池谷美奈子 (2013): 北日本病虫研報 64: 241 (講要)。

 調査
報告

農業生物資源ジーンバンクにおける *Ralstonia* 属細菌の学名の見直し

農研機構 遺伝資源センター
 さわだ ひろゆき やまさき ふくひろ たけや まさる
 澤田 宏之・山崎 福容・竹谷 勝・
 ながい としろう あおき たかゆき
 永井 利郎・青木 孝之

農研機構 農業環境変動研究センター
 ほり た みつ お
 堀 田 光 生

はじめに

青枯病は熱帯から温帯に至る世界の各地で、経済的に重要な作物を含む 50 科 200 種以上の植物において発生が認められている。我が国では、24 科 46 種の作物で青枯病（タバコ立枯病を含む）が記載されている（日本植物病理学会，2018）。その原因菌である「広義の *Ralstonia solanacearum*」（表-1：後述する）は多様性に富んでおり、宿主範囲や生理・生化学的性質等の表現型に関して菌株間で様々な差異が認められている（堀田ら，2014）。

青枯病菌の多様性を把握・整理するために、これまでには主に表現型に基づいた類別方法が用いられてきた。しかし、近年になり、遺伝学的な手法が本菌の多様性解析に導入されると、従来までの手法との間に齟齬が認められるようになり、新たな種・亜種レベルの分類体系が提案されるに至っている。

このような分類や類別方法の変遷に伴い、農研機構・農業生物資源ジーンバンク（以後、ジーンバンク）が所蔵している青枯病菌についても、その表示学名の見直しが必要となってきた。また、見直しの過程で得られた成果が、より有効に活用できるようにするために、情報の提供方法についても工夫が求められている。そこでジーンバンクでは、青枯病菌を含む *Ralstonia* 属細菌を対象として、前報（青木ら，2018；澤田ら，2018）で紹介したような手順を踏まえながら分類検証を実施するとともに、情報提供についても新たな取り組みを進めているところである。本稿では、その概要と今後の見込みについて簡単に紹介したい。

I 青枯病菌における分類・類別方法の変遷

青枯病菌の分類・類別方法の変遷については詳しい総説があるので（堀田・土屋，2012；堀田ら，2014），ここでは概略を述べるにとどめたい。これまで 50 年以上にわたり、表現型に基づいて設けられた「biovar」と「race」が、青枯病菌における主要な類別方法として世界中で利用されてきた。このうちの biovar は、炭素源の資化性に基づいて定義された類別であり、これまでに青枯病菌から六つのグループ（biovar 1, 2, N2, 3, 4 および 5）が見いだされている。一方、宿主範囲に基づいて定義された race に関しては、五つのグループ（race 1～5）が報告されている。そして、これら二つの情報を組み合わせることによって、本菌の多様性を整理することが試みられてきた（堀田・土屋，2012；堀田ら，2014）。

一方、近年になり、青枯病菌やその近縁細菌（チョウジのスマトラ病菌とバナナの blood 病菌）の多様性解析に遺伝学的な手法が導入され、その成果に基づいて新たな類別方法が提唱されるようになってきた。その代表が「phyloptype」と「sequevar」である。phyloptype は、様々な遺伝子を用いた分子系統解析において共通して見いだされる四つの大きなクレードを、それぞれ phyloptype I～IV として整理したものである（FEGAN and PRIOR, 2005）。一方、sequevar は、エンドグルカナーゼ遺伝子（egl）の相同性や分子系統解析を基に設けられたやや細かな類別であり、これまでに 50 以上の sequevar が報告されてきている（FEGAN and PRIOR, 2005；WICKER et al., 2012）。

遺伝型に基づく phyloptype・sequevar の情報が蓄積してくると、biovar との間に齟齬が認められることが指摘され始めた。すなわち、同一の biovar が異なる遺伝型に分散してしまう傾向（表-1）があることから、その識別能は十分ではなく、biovar のみでは本菌の多様性は正確に把握できないのではないかと危惧されるようになった。一方、phyloptype や sequevar が疫学・生態学的調

Re-identification of *Ralstonia* Strains Preserved in the Genebank Project, NARO. By Hiroyuki SAWADA, Fukuhiro YAMASAKI, Masaru TAKEYA, Toshirou NAGAI, Takayuki AOKI and Mitsuo HORITA

（キーワード：青枯病菌，エンドグルカナーゼ遺伝子，分子系統，sequevar，分類検証，集落形態，病原性）

表-1 青枯病菌とその近縁細菌（チョウジのスマトラ病菌とバナナの blood 病菌）をめぐる分類体系の概要^{a)}

SAFNI et al. (2014) が提案した 新たな分類体系	phylotype	sequevar ^{b)}	biovar	race ^{c)}	備考	SAFNI et al. (2014) 以前の分類体系
<i>Ralstonia solanacearum</i> (狭義) ^{d)}	II	1-7, 24-28, 35, 36, 38-41, 50-52, unknown	1, 2, N2	1, 2, 3	青枯病菌 主にアメリカ大陸に分布	<i>Ralstonia solanacearum</i> (広義) ^{d)}
<i>Ralstonia pseudosolanacearum</i>	I	12-18, 30, 31, 34, 44-48, unknown	3, 4, 5, N2	1, 4, 5	青枯病菌 アジアに分布	
	III	19-23, 29, 42, 43, 49	1, N2	未同定	青枯病菌 アフリカおよびその周辺諸島 に分布	
<i>Ralstonia syzygii</i>						
<i>R. syzygii</i> subsp. <i>indonesiensis</i>	IV	8-11, unknown	1, 2, N2	3, 未同定	青枯病菌 アジアおよびオーストラリア に分布	
<i>R. syzygii</i> subsp. <i>syzygii</i>	IV	9			チョウジのスマトラ病菌など インドネシアに分布	<i>Ralstonia syzygii</i>
<i>R. syzygii</i> subsp. <i>celebesensis</i>	IV	10			バナナの blood 病菌 (BDB) ^{e)} インドネシアに分布	BDB ^{e)}

a) 堀田ら (2014), SAFNI et al. (2014), 堀田 (2016) 等に基づく。なお、本表の中で、これまでに我が国で分離報告がある分類群を黄色で示した。その系統的な位置づけは、図-3 において黄色で示してある。

b) 既知の sequevar に該当しないものがある場合、「unknown」として示した。

c) race レベルの判別がされていないものがある場合、「未同定」として示した。

d) SAFNI et al. (2014) は、*R. solanacearum* の指し示す範囲を「phylotype II」に限定した（狭義の *R. solanacearum*）。一方、それ以前までの「広義の *R. solanacearum*」は、青枯病菌の全体、すなわち、「phylotype I, II, III, および IV の一部（スマトラ病菌と blood 病菌を除いた部分）」を指していた。

e) BDB : blood disease bacterium of banana.

査へ導入されるようになると、本菌の多様性を把握するうえで、これらの分類方法が強固な基準になりうることで改めて認識されるようになってきた（堀田ら, 2014）。

さらにその後、SAFNI et al. (2014) によって青枯病菌とその近縁細菌が分類学的に詳細に研究された結果、これらは種のレベルで三つのグループ（*R. solanacearum*, *R. pseudosolanacearum*, *R. syzygii*）に分かれること、さらに、*R. syzygii* は三つの亜種（*R. syzygii* subsp. *indonesiensis*, *syzygii*, *celebesensis*）に類別できることが示された（表-1）。この種・亜種レベルの新たな分類体系は、phylotype レベルの類別とも相関しており、今後、徐々に浸透していくものと考えられている（後述する）。

なお、SAFNI et al. (2014) が新たに定義した「*R. solanacearum*」（本稿では、以後、「狭義の *R. solanacearum*」と表記する）は、「phylotype II」を指し示しており（表-1）、その正式な学名表記は「*Ralstonia solanacearum* (Smith 1896) Yabuuchi, Kosako, Yano, Hotta and Nishiiuchi 1996 emend. Safni, Cleenwerck, De Vos, Fegan, Sly and Kappler 2014」となる。一方、それ以前までの「*R. solanacearum*」（以後、「広義の *R. solanacearum*」と表記する）は、青枯病菌の全体、すなわち、「phylotype I, II, III, および IV の一部（スマトラ病菌と blood 病菌を

除いた部分）」を指していた（表-1）。なお、「広義の *R. solanacearum*」の正式な学名表記は、「狭義の *R. solanacearum*」の学名から、赤字で示した部分を除いたものとなる。すなわち、狭義と広義の学名は、著者名の最後の部分が違うのみであるが、それぞれが指し示す範囲は大きく異なっているため、注意が必要である。

II ジーンバンクで実施した分類検証の概要

1 青枯病菌における sequevar レベルの類別

青枯病菌に関してこれまでに提案されてきた主要な遺伝学的類別方法のうち、sequevar が最も解像度が高く、細かい類別となる。そのため、所蔵菌株の位置づけを sequevar レベルで明らかにしておけば、その情報をもとに、各菌株の種・亜種や phylotype レベルの所属を読み取ることは極めて容易である。そこで、本検証作業を開始した時点（2017 年 4 月）でジーンバンクが所蔵していた 581 菌株の青枯病菌を対象として、*egl* の配列を決定し、sequevar レベルの位置づけを明らかにしたうえで、その情報をジーンバンクの遺伝資源データベースにおける細分類欄に提示することにした。

ただし、これまで本菌の *egl* 配列決定に用いられてきた Endo-F/Endo-R プライマーセット（FEGAN et al., 1998）

は特異性がやや低く、非特異的な増幅産物が生じることが欠点とされていた。そのため、ダイレクトシーケンスを行うには、増幅産物を電気泳動で分離した後、目的の産物をゲルから切り出して精製する必要があった。そこで、より特異性の高いプライマーの設計を目指して試行錯誤した結果、表-2に示した「eglF1/eglR3 プライマーセット」を構築することができた(澤田ら, 2019)。本プライマーセットを用いて所蔵菌株の配列決定を試みた

ところ、このうちの5菌株では決定にまで至らなかったものの、それ以外の576菌株については、増幅産物の全長である844~850 bpの配列(プライマー部分は除く)を効率よく決定することができた。

そこで、決定できた所蔵菌株の *egl* 配列と、各 *sequevar* の代表菌株(堀田・土屋, 2012; 堀田, 2016)の配列を用いて分子系統解析を行い、各菌株の *sequevar* レベルの位置づけについて検討した。その結果、これら576

表-2 青枯病菌の *egl* 遺伝子の増幅・配列決定用プライマー^{a)}

プライマー名	配列 (5'→3')	アニーリング温度 ^{b)}	増幅産物のサイズ ^{c)}	特徴
eglF1	CGACGATGCATGCCGCTGGT	69℃	884~890 bp	・非特異的な増幅がほとんど生じないため、増幅産物を用いて直接、ダイレクトシーケンスを行うことができる。 ・Endo-F/Endo-Rの資産がほぼそのまま利用できる ^{d)} 。
eglR3	GTGCCGTACCAGTTCTGGTT			

a) 澤田ら (2019) に基づく。

b) AmpliTaq Gold 360 (サーモフィッシャーサイエントフィック) と T100 サーマルサイクラー (バイオラッド) を用いて至適化した値。

c) 標的とした領域には菌株によって挿入・欠失があるため、6 bp の増減が生じる。

d) FEGAN et al. (1998) の Endo-F/Endo-R プライマーセットによって蓄積されてきた膨大な数の配列情報が活用できるようにするため、本プライマーセットはそれぞれ Endo-F/Endo-R の近傍に設定してある。

表-3 ジーンバンク所蔵の青枯病菌の内訳^{a)}

学名 ^{b)} (phylogroup)	sequevar	race ^{c)}	biovar ^{c)}	所蔵菌株数	分離源植物 ^{c)}
<i>Ralstonia pseudosolanacearum</i> (phylogroup I)					
	13	1	3	32	ニガウリ, バレイショ
	14	1, 4	3, 4	74	アフリカホウセンカ, ウド, キク, ゴクラクチョウカ, サルビア, ショウガ, スイゼンジン, スターチス, スベリヒユ, ソリダゴ, トウガラシ, トマト, トルコギキョウ, ナス, バレイショ, ピーマン, ライスフラワー
	15	1	3, 4, N2	254	インゲンマメ, スイゼンジン, スベリヒユ, ゼラニウム, トウガラシ, トマト, ナス, ニガウリ, バレイショ, ピーマン, ヒヤクニチソウ, ヒラナス, マツバボタン
	16	4	4	8	ショウガ
	17	1	3	2	ナス, バレイショ
	30 ^{d)}	4	4	59	ウコン, ガジュツ, キョウオウ, クルクマ, ショウガ, ミョウガ
	34	1	3	39	アシタバ, トマト, ナス, ピーマン, ヒラナス
	44	1	3	24	イチゴ, カランコエ, ダイコン, タバコ, トルコギキョウ, バレイショ
	unknown 1	1	3	8	バレイショ
	unknown 4 ^{e)}	1	3	2 ^{e)}	キク
<i>Ralstonia syzygii</i> subsp. <i>indonesiensis</i> (phylogroup IV)					
	8	3	N2	70	バレイショ
	unknown 3	3	N2	4	バレイショ

a) 分類検証を開始した時点(2017年4月)でジーンバンクに所蔵されていた581菌株の青枯病菌のうち、*egl* 配列が決定できた576菌株について得られた情報を示した。

b) SAFNI et al. (2014) に基づく。

c) 各 *sequevar* に類別されたジーンバンク所蔵菌株のうち、*race*, *biovar*, 分離源植物が判明しているものについて、その情報を *sequevar* ごとにまとめて示してある。なお、*race* や *biovar* が不明な所蔵菌株も多いため、今後、ここに示したものと異なる位置づけの菌株が見いだされる可能性は否定できない。

d) *sequevar* 30 は、これまで我が国では「unknown 2」(堀田ら, 2014)として扱われていた菌群である。

e) MAFF 311501 と 311502 は、既知の *sequevar* (unknown 1, 3を含む)のいずれにも該当しないことが明らかとなったので、ジーンバンクではこれら2菌株を暫定的に「unknown 4」として取り扱うことにした(図-1)。

菌株のうち、MAFF 311501 と 311502 を除いた 574 菌株に関しては、これまで我が国で報告されてきた 11 個の *sequevar* レベルのグループ (*sequevar* 8, 13, 14, 15, 16, 17, 30, 34, 44, および, *unknown* 1, 3) (堀田ら, 2014; 堀田, 2016) のうちのいずれかに属することが確認できた (表-3)。なお、このうちの *unknown* 1 と 3 は、既知 *sequevar* (WICKER et al., 2012) のいずれにも該当しないことから、暫定的に設けられている枠組みである (堀田ら, 2014)。また、かつて *unknown* 2 (堀田ら, 2014) として扱われていた国内産菌株は、後に、*sequevar* 30 に該当することが判明している (堀田, 2016)。

一方、MAFF 311501 と 311502 (いずれも、沖縄でキクから分離された菌株) は、既知の *sequevar*, および, *unknown* 1, 3 のいずれとも異なることが明らかとなった。そこで、ジーンバンクのデータベース上では、これら 2 菌株を暫定的に「*unknown* 4」として取り扱いたいと考えている (表-3)。なお、今回の検証作業で配列が決定できた 576 菌株を対象として近隣結合系統樹を構築したところ、図-1 のようなトポロジーを得ることができた。この系統樹では、各 *sequevar* の範囲を色を変えて表示したうえで、*sequevar* 名をその右脇に示してある。*unknown* 4 (図-1 において赤字で示してある) がいずれのクラスターにも属しておらず、*sequevar* レベルの新たなグループに相当することが確認できる。

以上のようにして確定できた各所蔵菌株の *sequevar* レベルの位置づけは、ジーンバンクの遺伝資源データベース (https://www.gene.afrc.go.jp/?db_mc) で確認することができる。すなわち、データベースで青枯病菌を検索すると現れる一覧表示画面 (図-2A) で、確認したい菌株の MAFF 番号をクリックすると図-2B の詳細画面が表示されるが、その「細分類」欄 (➡で示した) に *phyloptype* 等の情報とともに示されるようになっている。あるいは、図-2A において赤丸で示したアイコンをクリックすると、検索結果の詳細情報がエクセルファイルとしてまとめて取得できるが、その中の細分類欄でも *sequevar* 関連の情報を確認することができる。

2 青枯病菌の種・亜種レベルの表示学名の見直し

図-1 に示した 12 個のクラスターのうち、*sequevar* 8 と *unknown* 3 の二つは *phyloptype* IV に属している。したがって、これら二つのクラスターは、SAFNI et al. (2014) が提案した分類体系では、「*R. syzygii* subsp. *indonesiensis*」の枠組みに含まれることになる (表-1, 3)。一方、残りの 10 個のクラスターはすべて *phyloptype* I に属しており、新しい分類体系では「*R. pseudosolanacearum*」に読み替えられることになる。なお、SAFNI et al. (2014) による「狭

義の *R. solanacearum*」 (= *phyloptype* II) に相当する菌株は、主にアメリカ大陸に分布していると考えられており、今のところ我が国では見いだされていない (表-1) (堀田ら, 2014)。

ところで、細菌の分類では、種レベルに関しては絶対的な分類基準 (DNA-DNA 相同値や Average Nucleotide Identity 値) が設けられている。SAFNI et al. (2014) の提案はその基準に従っているうえ、正式な手続きに基づいて公表されていることから、今後、この学名表記が使われるようになる可能性は高いと思われる。実際に、原著論文における学名の使用状況を調査したところ、特に 2017 年以降、この学名表記が増加傾向にあることが確認できた (データは示していない)。また、植物病原細菌を数多く扱っている主要な微生物保存機関 (NCPBP, ICMP, DSM, LMG, CFBP) の動向を調査したところ、いずれにおいても既に、所蔵菌株の学名が SAFNI et al. (2014) の提案に沿った表記へと更新されていることも判明した。以上のような状況を踏まえ、ジーンバンクでも、本検証作業によって確定できた各菌株の *sequevar* レベルの位置づけを、SAFNI et al. (2014) が定義した種・亜種レベルの所属へと読み替えたうえで (図-1, 表-3), それに基づいてデータベース上の表示学名 (図-2AB において➡で示した) を書き換えたところである (2018 年 10 月 18 日に実施した)。

ただし、SAFNI et al. (2014) の分類体系 (表-1) は、少なくとも現時点では、植物病理学分野において広く浸透しているとは言い難い状況にある。そこで、表示学名の書き換えによって混乱が生じないようにするために、ジーンバンクのデータベースは、以前の学名 (広義の *R. solanacearum*) でも検索ができるような仕様になっている。すなわち、検索条件画面の学名欄に「*Ralstonia solanacearum*」を入力して検索を行っても、ジーンバンクが公開している青枯病菌の網羅的なリストを取得することが可能である (図-2A)。また、各菌株の詳細画面 (図-2B) でも、「登録時学名」欄 (➡で示した) において、以前の学名が確認できるようになっている。

3 青枯病菌以外の *Ralstonia* 属細菌における表示学名の見直し

ジーンバンクには本検証作業を実施した時点で、青枯病菌以外の *Ralstonia* 属細菌として 7 菌株 (2 菌株の *R. eutropha* と 5 菌株の *Ralstonia* sp.) が登録されていた。これらはいずれも日本各地の土壌から、2,4-ジクロロフェノキシ酢酸や 3-クロロ安息香酸の分解菌として分離されたものであり (OGAWA and MIYASHITA, 1995, など), 植物病原細菌ではない。これらの分類上の位置づけを検討

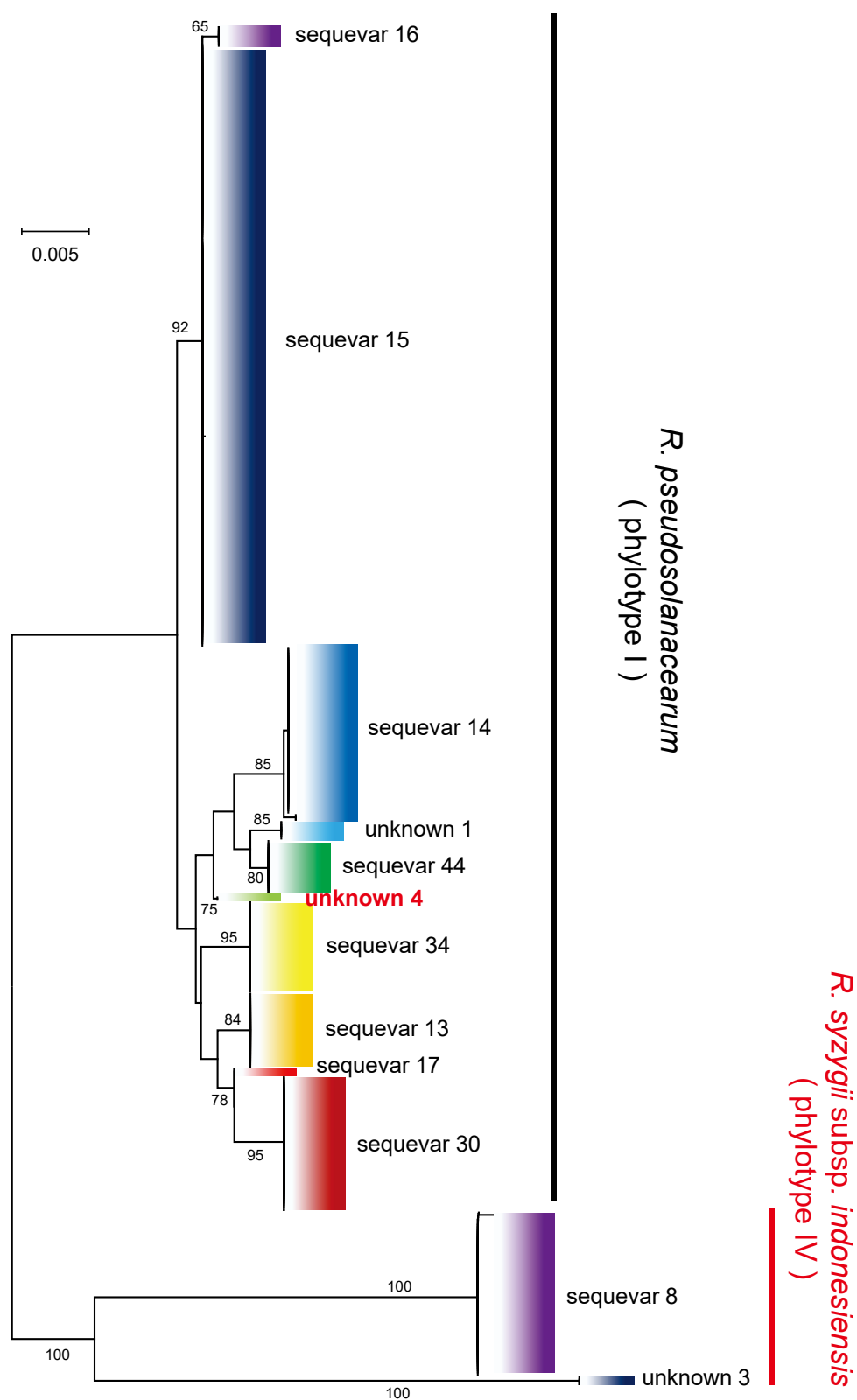


図-1 ジーンバンクが所蔵している青枯病菌の分子系統樹

ジーンバンク所蔵の 576 菌株の青枯病菌を対象として、*egl* 配列を用いて構築した近隣結合系統樹（ブートストラップ解析：1,000 回反復）を示した。この系統樹では、sequevar レベルのまとまりの範囲を色を変えて示したうえで、sequevar 名をその右脇に記してある。ブートストラップ確率は 60% 以上の値のみを表示した。なお、この図に示した 12 個のクラスターのうち、sequevar 8 と unknown 3 の二つが *R. syzygii* subsp. *indonesiensis* に該当し、それ以外はすべて *R. pseudosolanacearum* に含まれることになる。

A 607件が該当しました。 1 / 25
1133件(569株)の塩基配列データが一括ダウンロードできます。

MAFF番号	学名	株名	分離源	採集地
211699	✓ <i>Ralstonia syzygii</i> subsp. <i>indonesiensis</i>	イモ1	ばれいしょ	北海道
211700	✓ <i>Ralstonia syzygii</i> subsp. <i>indonesiensis</i>	イモ2	ばれいしょ	北海道
211701	✓ <i>Ralstonia syzygii</i> subsp. <i>indonesiensis</i>	土1	ジャガイモ畑土壌	北海道
211702	✓ <i>Ralstonia syzygii</i> subsp. <i>indonesiensis</i>	土2	ジャガイモ畑土壌	北海道
301846	✓ <i>Ralstonia pseudosolanacearum</i>	P.so 6275	ばれいしょ	北海道
311101	✓ <i>Ralstonia pseudosolanacearum</i>	PSL-01-1	ピーマン、シシトウガラシ	北海道
311102	✓ <i>Ralstonia pseudosolanacearum</i>	PSL-51	ピーマン、シシトウガラシ	北海道
107623	✓ <i>Ralstonia pseudosolanacearum</i>	B-1(0510)	トマト	宮城

B

微生物遺伝資源の詳細

MAFF番号	311504
外国為替法	戦略物資
微生物種類	細菌
学名	<i>Ralstonia pseudosolanacearum</i> Safni, Cleenwerck, De Vos, Fegan, Sly and Kappler 2014
分類検証	✓分子系統データ等により、この表示学名の妥当性が検証されています。
再同定者	澤田宏之(更新: 2018/10)
細分類	race 1; biovar 4; phylotype I; sequevar 15
登録時学名	<i>Ralstonia solanacearum</i> (Smith 1896) Yabuuchi, Kosako, Yano, Hotta and Nishiuchi 1996
同定者	清水マスヨ
分離源	つるれいし (にがうり)
分離部位	茎
採集地	長崎(雲仙市国見町)
採集日	2005/06
分離者	清水マスヨ
提供者	對馬誠也
株名	S2206
移動経路	<-- 清水マスヨ
培地	Potato Peptone Glucose Agar, modified (Potato infusion from 100.0g, Dipotassium phosphate 5.0g, Glucose 5.0g, Peptone 5.0g, NaCl 0.5g, Ferrous sulfate trace, Agar 15.0g) pH 7.0-
培養適温	25℃
培養期間	1日
環境有害性	植物病原性
塩基配列	16S egi
文献	堀田光生・土屋健一, 青枯病菌 <i>Ralstonia solanacearum</i> , 微生物遺伝資源利用マニュアル, 12 (改訂第2版), 1-32, 2012 [URL]
備考	本菌株は病原性を失っている可能性があります(集落形態がOp型です)
配布申込	可

図-2 ジーンバンクの遺伝資源データベースにおける検索結果画面

A: 検索結果の一覧表示画面

データベースの検索条件画面 (https://www.gene.affrc.go.jp/?db_mc) において、分類検証以前の古い学名 (*Ralstonia solanacearum*) を学名欄に入力して検索を行っても、ジーンバンクが公開している青枯病菌の網羅的なリストを取得することが可能である〔ここでは、検索時点(2018年11月)で公開されていた607菌株の青枯病菌のすべてが表示されている〕。ただし、黒の矢印で示した「現在の表示学名」は、Safni et al. (2014) が提案した新しい学名 (*R. syzygii* subsp. *indonesiensis* と *R. pseudosolanacearum*) へと更新されていることがわかる。赤丸で示したアイコンをクリックすると、検索結果の詳細情報をエクセルファイルとしてまとめて取得することができる。

B: MAFF 311504 における詳細画面

Aの一覧表示画面において、MAFF番号をクリックするとこの画面が開く。➡: 現在の表示学名, ➡: sequevar をはじめとする細分類の情報, ➡: この菌株がジーンバンクに登録されたときの学名, ➡: 遺伝子名をクリックすると、その配列データがダウンロードできる, ➡: すべての保存ロットがOp型集落に変質していることが確認された菌株では、備考欄にこのコメントが表示される。

するために、狭義の *Ralstonia* 属と、その姉妹群と考えられている *Cupriavidus* 属 (VANDAMME and COENYE, 2004) に属する既知菌種・亜種の基準株とともに、16S rRNA 遺伝子に基づく分子系統解析 (図-3) と、MALDI-TOF MS 分析によるリボソームタンパク質のマススペクトルの比較 (データは示していない) を行った。

その結果、これら 7 菌株はいずれも *Ralstonia* 属ではなく、*Cupriavidus* 属に属することが判明した。さらに、そのうちの 3 菌株 (MAFF 323023, 323026, 323027) は *C. basilensis* に相当することが確認できた (図-3 では赤字で示した)。一方、それ以外の 4 菌株 (図-3 では青字で示した) は、*Cupriavidus* 属のいずれの既知菌種ともやや異なることが判明した。そこで、分類上の位置づけが確定できるまでは、これらの表示学名は暫定的に *Cupriavidus* sp. としたいと考えている。

III 情報提供にかかわる新たな取り組み

1 分類検証済みの表示と配列の公開

前章で紹介した分類検証作業によって、表示学名や sequevar レベルの位置づけが確認・更新できた所蔵菌

株は、データベースでは「分類検証済み」として扱っている。このような検証済みの菌株については、データベース上で表示学名の脇に「✓」を示すことにより、利用者側からも識別できるようにしたところである (図-2A)。さらに、それに合わせて検索条件画面には、検索対象を分類検証済みの菌株に限定するオプションも用意した。可能であれば、このような分類検証済みの菌株を優先して使っていただければと考えている。

また、今回の検証作業によって決定できた *egl* と 16S rRNA 遺伝子の配列は、データベースにおける各菌株の詳細画面からダウンロードできるようになっている (図-2B の▶)。菌株の配布申込の前に、これらの配列を活用し、予定している実験にその菌株が適しているか否かを確認していただければと考えている。

2 相同性検索・分子系統解析機能の提供 (予報)

データベースでは、利用者が自身の配列をクエリーとして、所蔵菌株の配列 (図-2B の▶) に対して「相同性検索と分子系統解析」を実行できるサービス (正式な名称は未定) を準備しているところである。現在、農研機構内でその動作確認を行っている最中であり、問題のない

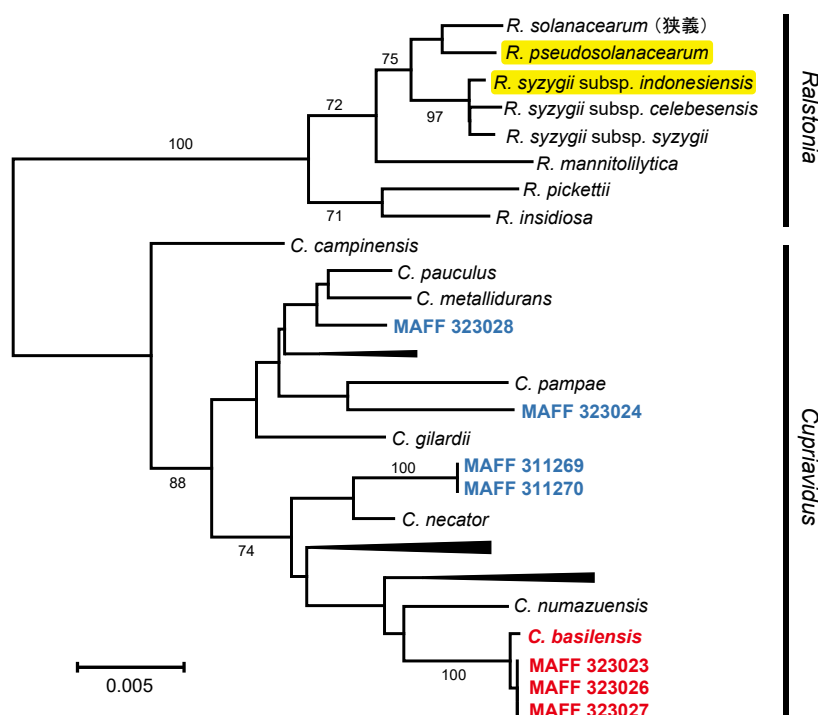


図-3 ジーンバンクが所蔵している青枯病菌以外の *Ralstonia* 属細菌の分子系統樹

ジーンバンク所蔵の *R. eutropha* (2 菌株) と *Ralstonia* sp. (5 菌株)、および、*Ralstonia* 属 (狭義) と *Cupriavidus* 属に属する既知菌種・亜種の基準株を対象として、16S rRNA 遺伝子を用いて分子系統解析を行った。なお、本図では、所蔵菌株の再同定に直接かわらないと思われる既知菌種のみを、▲で圧縮表示したうえで、学名の表示は省略してある。ブートストラップ確率は 70% 以上の値のみを表示した。また、*Ralstonia* 属のクラスターにおいて、我が国でこれまでに分離報告がある菌種を黄色で示した。*R. solanacearum* (狭義) は主にアメリカ大陸に分布しており、我が国では見つからない。

ことが明らかになった時点で一般公開する予定である。このサービスを活用すれば、自分が分離した菌株がどの分類群に属するのか、どのジーンバンク所蔵菌株を対照として利用するのが適当なのか、といった疑問に対してヒントを得ていただけるのではないかと考えている。

なお、青枯病菌に関しては、国内でこれまでに報告されてきたすべての *sequevar* (*unknown* 1, 3, 4 を含む) がジーンバンクには揃っている (表-3, 図-1)。したがって、国内で分離された青枯病菌であれば、*eglF1/eglR3* プライマーセット (表-2) と本サービスを利用していただくことによって、*sequevar* レベルの判定が容易に達成できるものと考えている (澤田ら, 2019)。今後、青枯病菌を対象とした疫学・生態学的な研究に対して、本サービスは大きな貢献ができるのではないかと期待しているところである。

3 集落形態の網羅的検査と警告の表示

青枯病菌は増殖・保存中に病原性を失いやすいため、菌株配布後の接種試験でトラブルが発生することがあり、問題となっていた。一方、青枯病菌では、集落型と病原性との間に相関のあることが報告されている (堀田・土屋, 2012)。すなわち、F 型集落 (多糖質で盛り上がった集落であり、光沢を有する) を形成する菌株は強い病原性を保持しているが、Op 型集落 (集落に盛り上がりがなく、光沢が認められない) を呈するものは病原性が低下、あるいは喪失していると考えられている。

このことを踏まえてジーンバンクでは、所蔵する青枯病菌のすべてのロットを対象として、集落形態の検査を網羅的に実施してきたところである。その結果、残念なことにこのうちの 33 菌株では、そのすべてのロットが Op 型に変質していることが判明した。そこで、これら 33 菌株については、その詳細画面の「備考」欄 (図-2 の➡) に、「本菌株は病原性を失っている可能性があります」とのコメントを入れることにした。接種試験の予定がある場合は、このようなコメントのない菌株を選んでいただければと考えている。

おわりに

これまでに実施してきた検証作業によって、ジーンバンクが所蔵している *Ralstonia* 属細菌のうち、583 菌株については、その「属・亜種レベルの表示学名」を更新することができた。また、*sequevar* や集落形態に関連する情報提供の仕組みも改良し、利便性の向上を図ってきた。さらに、「相同性検索・分子系統解析」サービスが稼働すれば、疫学・生態学的な研究に対する貢献も期待できると考えている。

ただし、ジーンバンクの青枯病菌に関しては、未解決の問題がいくつも残されている。*sequevar* レベルの位置づけを「*unknown*」とせざるを得ないものが 14 菌株存在していることもその一つである (表-3)。また、いずれの *race* に属するのかが確認できていないものが、227 菌株も残されていることも深刻な問題である。疫学・生態学研究における指標として、あるいは、病害防除の研究に直結する病原性・宿主範囲にかかわる情報として、*sequevar* や *race* は極めて重要であることから、今後、外部の専門家とも協力しながら、これらの問題の解消に努めていきたいと考えている。

なお、ジーンバンクでは、2017~18 年にかけて、所蔵する青枯病菌の集落形態を網羅的に検査し、病原性を喪失した可能性のある菌株を抽出してきたところである。ただし、今後も増殖・保存を続ける過程で、新たに病原性を失うものが出てくる可能性は否定できないであろう。したがって、これからも集落形態のチェックを含めた品質検査を徹底し、問題の生じた菌株が未確認のまま配布されてしまうことのないようにしたいと考えている。

謝辞 土屋健一先生 (九州大学)、井上康宏博士、中保一浩博士 (農研機構) には原稿をご高閲いただき、有益なご助言を賜った。農研機構 遺伝資源センターの皆様には、分類検証作業を進めるうえで多大なるご支援・ご協力をいただいた。中島比呂美氏、青柳千佳氏、井垣善美氏、金澤智恵子氏には、膨大な数の菌株を扱う品質管理業務をご担当いただいた。また、今回の検証作業に供試した所蔵菌株は、多くの研究者の方々から農業生物資源ジーンバンクへご提供いただいたものである。ここに記して深く感謝の意を表したい。

引用文献

- 1) 青木孝之ら (2018): 植物防疫 72: 72~84.
- 2) FEGAN, M. et al. (1998): Bacterial Wilt Disease: Molecular and Ecological Aspects, Springer, Berlin, Heidelberg, p.19~33.
- 3) ——— and P. PRIOR (2005): Bacterial Wilt Disease and the *Ralstonia solanacearum* Species Complex, APS Press, St. Paul, p.449~461.
- 4) 堀田光生・土屋健一 (2012): 微生物遺伝資源利用マニュアル 12 (改訂第 2 版): 1~32.
- 5) ———ら (2014): 日本植物病理学会会報 80 (特集号): 87~96.
- 6) ——— (2016): 微生物遺伝資源探索収集調査報告書 25: 89~96.
- 7) 日本植物病理学会 (2018): 日本植物病名目録 (2018 年版), 日本植物病理学会, 東京, 1613 pp.
- 8) OGAWA, N. and K. MIYASHITA (1995): Appl. Environ. Microbiol. 61: 3788~3795.
- 9) SAFNI, I. et al. (2014): Int. J. Syst. Evol. Microbiol. 64: 3087~3103.
- 10) 澤田宏之ら (2018): 植物防疫 72: 305~314.
- 11) ———ら (2019): 日本植物病理学会会報 85 (1): 46.
- 12) VANDAMME, P. and T. COENYE (2004): Int. J. Syst. Evol. Microbiol. 54: 2285~2289.
- 13) WICKER, E. et al. (2012): ISME J. 6: 961~974.

調査報告

沖縄県におけるサツマイモトビハムシの分布状況とその寄主植物

沖縄県宜野湾市 小濱 雄

はじめに

サツマイモトビハムシ（別称：サツマイモヒサゴトビハムシ）*Chaetocnema confinis* Crotch, 1873（図-1）は、サツマイモ *Ipomoea batatas* (L.) Lam. の害虫で、北米原産とされている（SCHALK et al., 1991；JOLIVET, 2008；林川ら, 2013）。本種は北米および世界の熱帯地域に広く分布し（JOLIVET, 2008）、日本では小笠原諸島、九州（宮崎県・鹿児島県）および琉球列島から記録されている（TAKIZAWA, 1998；今坂・祝, 2007；小濱, 2010；今坂・石関, 2012；宮崎県病害虫防除・肥料検査センター, 2012；東京都病害虫防除所, 2012）。本種の寄主は、サツマイモのほか、ヨウサイ（エンサイ）*I. aquatica* Forsk., ノアサガオ *I. indica* (Burm.) Merr.（図-2）、マルバアサガオ *I. purpurea* Roth, セイヨウヒルガオ *Convolvulus arvensis* L. 等のヒルガオ科植物である（JOLIVET, 2008；MAJKA and LeSAGE, 2010）。成虫は、体長 1.5 mm 程度の微小なハムシで葉を食する（図-3）。産卵は地中に行われ、幼虫は根を食べて育ち、地中で蛹化する（SCHALK et al., 1991；JOLIVET, 2008；林川ら, 2013）。サツマイモ畑周辺に生育する野生寄主で繁殖した成虫がサツマイモに移っていくと推定され（林川ら, 2015）、植付け後のサツマイモ畑に侵入することが多い（SCHALK et al., 1991；林川ら, 2014）。

国内において、本種によるサツマイモ塊根やヨウサイの葉の被害が明らかになったのは最近のことであり（今坂・石関, 2012；宮崎県病害虫防除・肥料検査センター, 2012；東京都病害虫防除所, 2012；林川ら, 2013）、今後、被害が拡大する懸念がある。しかし、防除対策を講ずるうえで基礎的な知見となる、本種の分布状況や寄主範囲に関する情報は極めて少なかった。例えば、沖縄県で本種の分布が記録されていたのは沖縄島、津堅島、久米島および石垣島のわずか 4 島であり（小濱, 2010）、また、国内で確認されている寄主植物は、サツマイモ、ヨウサ



図-1 サツマイモトビハムシ成虫



図-2 ノアサガオ

イおよびゲンバイヒルガオ *I. pes-caprae* (L.) Sweet. の 3 種のみであった（小濱, 2010；今坂・石関, 2012；東京都病害虫防除所, 2012）。本稿では、まず日本における本種の発生経過について述べ、そして沖縄県における本種の地理的な分布状況と寄主植物、ヒルガオ科作物の被害状況について述べる。

I 日本における発生経過

国内でサツマイモトビハムシの存在が明らかになったのは、1990 年代のことである（TAKIZAWA and KUSHIGEMATI, 1996；TAKIZAWA, 1998）。というのも、南西諸島に分布す

Geographical Distribution and Host Plant of the Sweetpotato Flea Beetle, *Chaetocnema confinis* Crotch (Coleoptera: Chrysomelidae) in Okinawa, Southwestern Japan. By Tsuguo KOHAMA
(キーワード：ヒルガオ科, サツマイモ属, 外来害虫, 琉球列島)

る個体群は、従来、テンサイトビハムシ *Chaetocnema concinna* (Marsham, 1802) として扱われていた(田中ら, 1990; 木元・滝沢, 1994; TAKIZAWA, 1998; 小濱, 2010)からである。本種の日本への侵入時期は明らかではないが、1976年9月に奄美諸島の徳之島で得られた標本がある(TAKIZAWA, 1998)ことから、少なくとも1970年代に奄美諸島に侵入したものと推察される。その後、1989年には種子島において成虫(当時はテンサイトビハムシとされていた)によるサツマイモの葉の被害が認められている(田中ら, 1990)。沖縄県において本種が確認されたのは、1998年のことである(小濱, 2010)。

近年、種子島において本種幼虫によるサツマイモ塊根への加害が問題となっており(林川ら, 2013; 2014)、また小笠原諸島父島や沖縄県においては成虫によるヨウサイの葉への食害も報告されている(東京都病害虫防除所, 2012; 今坂・石関, 2012)。林川ら(2013)は、種子島において、本種幼虫によるサツマイモ塊根の被害が最近まで見過ごされていた可能性があり、その要因として、①でんぷん原料用栽培が中心であったため、塊根外観が問題にならなかったこと、②コガネムシ類などの食害により、本種による被害が目立たなかったこと、③終齢幼虫でも体長4mm程度と小さいため気づきにくかったこと、を挙げている。その後、安納イモなど青果用の生産が増えたことにより、本種幼虫の被害が顕在化したと述べている。

II 沖縄県における分布状況と寄主植物

小濱・安藤(2018)は、2013年2月から2017年6月にかけて沖縄県内の27島において、サツマイモトビハムシの分布および寄主植物を調査した。生息確認が目的であったため、各島における調査は1~4回、調査箇所は1~4地点であった。成虫は寄主植物の葉を筋状に食



図-3 サツマイモ葉上の成虫と成虫による筋状の食痕

害するため(図-3)、サツマイモ(*Ipomoea*)属植物を対象に、成虫の食痕が認められた植物上で成虫を探し、成虫が認められた場合、証拠標本として捕虫網で捕獲した。また、成虫とその食痕が認められた植物は寄主植物として記録した。

1 分布状況

沖縄県の27島について調査した結果、25島(沖縄諸島14島、宮古諸島4島、八重山諸島6島および大東諸島1島)で本種の生息が確認された(表-1)。すでに記録があった沖縄島と石垣島を除く23島で新たに本種の生息が確認されたことになる。本種の生息が確認できなかったのは、宮古諸島の水納島(多良間村)と八重山諸島黒島の2島であった。これら2島の特徴として、島の大半が牛の放牧場になっている。水納島では、さらにヤギが放し飼いにされており、草本を中心にヤギによる食害を激しく受けていた。調査した限りでは、水納島では2箇所の砂浜でゲンバイヒルガオの小群落が見られただけで、サツマイモなど他の寄主植物は全く確認できなかった。黒島には、調査した限りではサツマイモ畑はなく、サツマイモは1箇所、民家の庭で栽培されているのが確認されたのみであり、ノアサガオもほとんど見られず、ゲンバイヒルガオを確認したのは2箇所だけであった。以上のことから水納島と黒島においては、寄主植物が乏しいためサツマイモトビハムシの生息密度が極端に低いか、あるいは生息していない可能性がある。

調査の結果、本種は沖縄諸島から宮古・八重山諸島と大東諸島で見つかり、小離島を含む沖縄県の広い範囲に分布していることが明らかになった。分布域の広がりやを考慮すると、本種の沖縄県への侵入はかなり早い時期ではないかと推定される。徳之島で1976年に見つかったことから、沖縄県に侵入したのも1970年代、あるいはそれ以前ではないだろうか。

本種は、沖縄県を除く南西諸島からは、種子島、喜界島、沖永良部島、徳之島(田中ら, 1990; TAKIZAWA, 1998; 今坂・祝, 2007; 今坂・石関, 2012)で記録されているが、沖縄県における分布状況から見て、与論島以北の多くの島にも生息しているのは間違いないであろう。

2 寄主植物

分布調査において、寄主植物として、サツマイモ、ヨウサイ、ノアサガオ、ホシアサガオ *I. triloba* L., ヒメノアサガオ *I. obscura* (L.) Ker Gawl., ゲンバイヒルガオおよびネコアサガオ *I. biflora* (L.) Pers. の7種を確認した(表-1)。そのうち、ノアサガオ、ホシアサガオ、ヒメノアサガオおよびネコアサガオの4種は国内で初めて寄主として記録された。本種が確認された25島の合計50地

表-1 沖縄県におけるサツマイモトビハムシの採集データと寄主植物（小濱・安藤，2018 を改変）

調査地	調査日	採集標本数	寄主植物
沖縄諸島			
沖縄島			
今帰仁村上運天	4. May 2015	2	ノアサガオ
恩納村前兼久	2. Feb. 2013	3	ヨウサイ, サツマイモ, ノアサガオ
恩納村恩納	26. Oct. 2016	3	ホシアサガオ
宜野湾市佐真下	7. Nov. 2014	4	ホシアサガオ
伊平屋島	3. Sep. 2014	4	ノアサガオ, サツマイモ
野甫島	2. Sep. 2014	1	サツマイモ
伊是名島	5. May 2015	4	サツマイモ
伊江島	7. Oct. 2015	4	ノアサガオ, ホシアサガオ
古宇利島	6. May 2015	3	ノアサガオ
水納島（本部町）	11. Nov. 2013	3	サツマイモ, ノアサガオ
伊計島	9. Apr. 2015	5	サツマイモ
宮城島	9. Apr. 2015	4	ノアサガオ
浜比嘉島	9. Apr. 2015	6	ノアサガオ
久高島	6. May 2013	2	サツマイモ, ノアサガオ
座間味島	16. Nov. 2014	3	サツマイモ, ノアサガオ
粟国島	16. Jun. 2013	4	サツマイモ
渡名喜島	29. Jun. 2017	5	ノアサガオ
大東諸島			
南大東島			
北	30. Jul. 2013	7	ヒメノアサガオ
旧東	30. Jul. 2013	25	ヨウサイ
池之沢	30. Jul. 2013	12	サツマイモ
宮古諸島			
宮古島			
福山	25. Sep. 2014	2	ホシアサガオ
大野山林	9. Mar. 2013	3	サツマイモ
ウイピア	10. Mar. 2013	3	ノアサガオ
大神島	27. Apr. 2013	5	サツマイモ, グンバイヒルガオ
来間島	28. Sep. 2014	3	サツマイモ, ネコアサガオ
多良間島			
仲筋	17. Mar. 2013	2	ヨウサイ
普天間港	17. Mar. 2013	1	ノアサガオ
塩川	16. Nov. 2013	8	ノアサガオ
八重山諸島			
石垣島			
新川	20. Feb. 2014	3	ノアサガオ
大浜	20. Feb. 2014	4	サツマイモ
名蔵	20. Feb. 2014	1	サツマイモ
西表島			
大原	19. Feb. 2014	2	ノアサガオ
豊原	19. Feb. 2014	2	ヨウサイ, サツマイモ
竹富島	20. Feb. 2014	2	サツマイモ
小浜島	20. Feb. 2014	5	ヨウサイ, サツマイモ, ノアサガオ
波照間島	17. Apr. 2016	4	ヨウサイ, サツマイモ
与那国島			
立田神	21. Feb. 2013	2	ノアサガオ

点のうち、サツマイモでは沖縄島など18島19地点、ヨウサイは沖縄島など6島6地点、ノアサガオは沖縄島など16島18地点、ホシアサガオは沖縄島など3島3地点、ヒメノアサガオ(南大東島のみ)とグンバイヒルガオ(大神島のみ)、ネコアサガオ(来間島のみ)は、それぞれ1島1地点で確認された。これら寄主7種のうち、サツマイモとヨウサイ以外は野生寄主植物である。このうち、ノアサガオは調査したほとんどの島において耕地周辺や原野に最も多く生育しており、また上述のように多くの地点において本種の存在が確認されたことから、ノアサガオは沖縄県における本種の最も重要な野生寄主であるといえる。本種は、野生寄主などで繁殖した成虫が定植後のサツマイモに移動していくと推定されるので、本種の寄主範囲の情報は、防除を行ううえで有用である。

III 沖縄県におけるサツマイモとヨウサイの被害

これまで、沖縄県においては本種幼虫によるサツマイモ塊根の被害は問題になっていなかった。しかし、その被害が見過ごされてきた可能性がある。その要因として、沖縄県に生息する、サツマイモ塊根の重要害虫である、アリモドキゾウムシ(*Cylas formicarius* (Fabricius, 1798); ミツギリゾウムシ科)およびイモゾウムシ(*Euscepes postfasciatus* (Fairmaire, 1849); ゾウムシ科)による塊根被害に紛れて、サツマイモトビハムシ幼虫による被害が顕在化していなかったことが推察される。この点が、これらゾウムシが生息していない種子島における状況とは異なっている。したがって、今後、本種幼虫によるサツマイモ塊根の被害をゾウムシによる被害と区別して調査する必要がある。

沖縄県では、ヨウサイやサツマイモ茎葉が夏の葉野菜として利用されてきた。サツマイモについては従来、葉野菜として在来品種が利用されてきたが、近年、葉野菜用の品種も育成されている(大見, 2014)。サツマイモトビハムシ成虫は体長1.5 mm前後と微小であるため、食害も軽微である。したがって、密度が高くない場合、食害痕が目立たないことから、本種成虫によるヨウサイやサツマイモ葉の被害も見過ごされてきた可能性があ

る。今坂・石関(2012)は、沖縄島の農場で本種成虫によるヨウサイの被害を調べ、収穫時に食害痕があるために破棄した葉は、全体の1割程度であったと報告している。このように、茎葉を利用する作物の場合、被害が小さくても葉の食痕は、見た目が悪い商品価値が低下することから、今後、本種によるサツマイモやヨウサイでの被害が顕在化する可能性がある。

おわりに

サツマイモトビハムシは、沖縄県のほぼ全域に生息しており、ヒルガオ科の栽培植物を害していると考えられるが、ヨウサイの被害についての報告例を除いて、これまで本種による被害はほとんど問題になっていなかった。実際には経済的な被害があるが、被害が見過ごされていた可能性があるため、本種の被害についての実態調査が必要である。また、寄主植物群落は、本種の繁殖場所となりうるので、寄主範囲についてさらなる調査が必要であろう。

引用文献

- 1) 林川修二ら(2013): 九病虫研究会報 59: 72~76.
- 2) ———ら(2014): 同上 60: 64~67.
- 3) ———ら(2015): 同上 61: 43~48.
- 4) 今坂正一・石関 博(2012): さやばねニューシリーズ 5: 18~21.
- 5) ———・祝 輝男(2007): Satsuma(137): 119~129.
- 6) JOLIVET, P. (2008): Encyclopedia of Entomology, <http://springerlink.com/content/h42257r043001884/fulltext.html>
- 7) 木元新作・滝沢春雄(1994): 日本産ハムシ類幼虫・成虫分類図説, 東海大学出版会, 東京, 539 pp.
- 8) 小濱継雄(2010): 沖縄県農研七研報 4: 27~31.
- 9) ———・安藤緑樹(2018): 同上 12: 43~47.
- 10) MAJKA, C. G. and L. LESAGE (2010): J. Acad. Entomol. Soc. 6: 34~38.
- 11) 宮崎県病害虫防除・肥料検査センター(2012): 平成23年度病害虫発生予察特殊報第2号.
- 12) 大見のり子(2014): いも類振興情報 118: 2~6.
- 13) SCHALK, J. M. et al. (1991): Sweet potato pest management: a global perspective, Westview Press, Boulder, p.283~301.
- 14) TAKIZAWA, H. (1998): Elytra 26(1): 217~222.
- 15) ——— and K. KUSIGEMATI (1996): Kagoshima Univ. Rec. Center S. Pac., Occasional Papers 30: 23~25.
- 16) 田中 章ら(1990): 九病虫研究会報 36: 120~122.
- 17) 東京都病害虫防除所(2012): 平成24年度病害虫発生予察特殊報第2号.



アライグマ専用捕獲器の開発

埼玉県農業技術研究センター 小 川 倫 史

はじめに

アライグマは、1990年代半ばには、主に北海道の札幌周辺、愛知・岐阜・長野の県境地帯、単発的に宮城・神奈川・山梨・静岡・京都・兵庫・岡山の7府県で分布情報が得られていたが、2006年には、四国・九州を含む36都道府県で分布が確認され、特に北海道・関東・中京・近畿・九州北西部に分布が集中し、全国的に増加傾向となっている（環境省、2014）。また、2005年に特定外来生物に指定されたことにより、2010年には25,000頭が捕獲されたが、生息数を減少させるためには増加数以上に捕獲数を増加させる必要がある（環境省、2014）。多くの捕獲器が設置されているにもかかわらず、捕獲数が増加数のスピードに追いついていない原因の一つにネコ、タヌキ等が誤って捕獲されてしまう錯誤捕獲があげられる。アライグマの対策に苦慮している地域では、効率的に捕獲できて錯誤捕獲を発生させない専用の捕獲器の開発が求められている。

アライグマに特化した捕獲器としては、エッグトラップ（Egg™ Trap, THE EGG TRAP COMPANY製、阿部ら、2006）があげられるが、その設置に手間がかかること、捕獲されたアライグマの保定に手間がかかること、法定猟具として認定されていない等の問題がある。

そこで、アライグマと錯誤捕獲されるタヌキ・ネコ等の行動特性の違いを明らかにし、アライグマだけに作動する新しい「筒式トリガー」を開発した。米国製のアライグマ捕獲器を改良し「筒型トリガー」を使用した捕獲器が既に紹介されている（環境省近畿地方環境事務所、2008；山崎・佐伯、2010）が、新しい「筒式トリガー」を使用することにより、アライグマを二足起立させた状態で捕獲できるため、捕獲檻の奥行きを短くすることが可能になった。この技術を使い問題となっている錯誤捕獲の解消と、コンパクト化を実現した捕獲器を、（有）栄工業（新潟県）と共同開発したので紹介する。

Development of Special Trap for the Raccoon, *Procyon lotor*.

By Tomofumi OGAWA

（キーワード：アライグマ、錯誤捕獲、捕獲器）

I 専用トリガーの開発

アライグマは前肢を手のように使い、狭い隙間などの奥にあるエサを取ることができる（自然環境研究センター、2008）。この行動は、アライグマが持つ特徴的な行動である。今回開発した専用の「筒式トリガー」は、その特異な行動を利用したもので、アライグマだけが作動させることができる。実験は、筒（直径5 cm、塩化ビニル製）の内部に設置したトリガーの位置を変えながら、錯誤捕獲が発生しない位置を測定した（図-1）。実験の結果、タヌキ、ハクビシン、テンは前肢を深く挿入しないが、ネコ、アナグマは16 cmまで達した。17 cmを超えるのはアライグマだけであったため、前肢挿入口



図-1 前肢到達位置の測定（アライグマ）

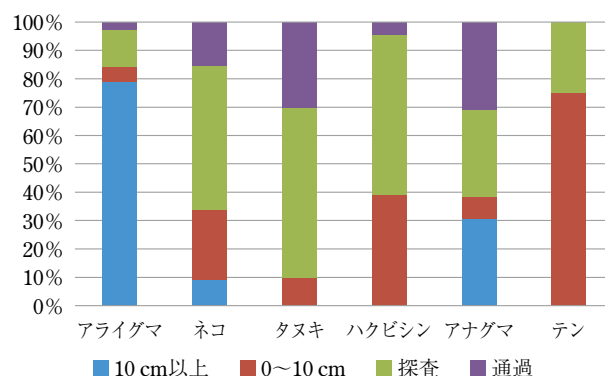


図-2 実験用トリガーによる前肢挿入口からの前肢挿入到達位置測定結果（鼻、首まで挿入も含む）

から 17 cm の深さにトリガーを設置することで、ネコ、タヌキ、アナグマ、ハクビシン、テンの錯誤捕獲を防止できた（図-2）。

II 専用捕獲器の開発

開発した「筒式トリガー」（直径 5 cm、長さ 30 cm、塩化ビニル製）は高さがあるため、捕獲檻の形状を通常より高くする必要がある。まず、「筒式トリガー」を装着する高さを決めるため、アライグマの行動を調査した。前肢挿入口が高くなるにつれ、体勢が前傾姿勢から直立姿勢に変わっていく。そして、0歳（生後4か月ごろ）から成獣までを捕獲対象とした場合、筒型トリガーの高さが 35 cm 以上になると、トリガーに前肢を挿入しないアライグマ個体が増加するため、前肢挿入口の高さは 30 cm が適当であると判断した（図-3、4、5）。

「筒式トリガー」の装着する高さが決まったことと、アライグマが前肢挿入口に前肢を挿入したときの体勢から、従来の捕獲檻に比べ捕獲檻の奥行を短くできることがわかり、動物収容スペースの奥行は 36 cm（トリガー

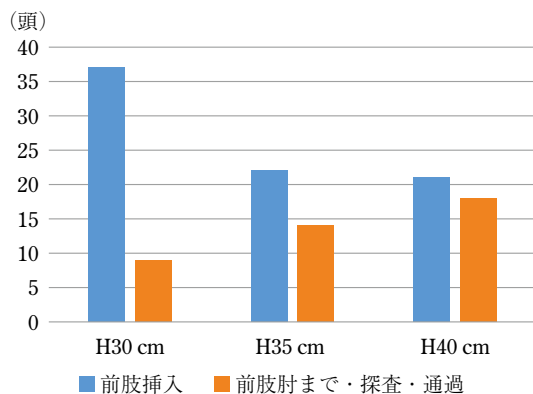


図-3 アライグマにおける前肢挿入口の高さと行動調査結果
※筒式トリガーの長さが 30 cm であるため 30 cm から調査。

設置スペースを含めると 45 cm) に決定した。専用捕獲檻の形状は、動物侵入口（幅 31 cm、高さ 30 cm）、全体のサイズは幅 31 cm、高さ 47 cm、奥行 45 cm と従来の捕獲檻に比べコンパクトな形状にすることができた。

この専用捕獲器を使用して野生個体による捕獲実験を実施し、効果の検証を行った結果、錯誤捕獲は発生せず、アライグマだけが捕獲された（表-1）。



図-4 前肢挿入口の高さと体勢の変化



図-5 捕獲実験の様子

表-1 各試験区の対象鳥獣種と捕獲頭数

試験区		アライグマ	ネコ	タヌキ	ハクビシン	アナグマ	テン	イタチ	カラス
① 罠設置数：2 稼働日数：102 日	訪問回数	19	57	45	2	0	0	1	12
	罠内侵入	12	6	24	0	0	0	0	1
	捕獲頭数	3	0	0	0	0	0	0	0
② 罠設置数：2 稼働日数：55 日	訪問回数	18	42	7	0	2	0	5	31
	罠内侵入	13	21	0	0	2	0	1	12
	捕獲頭数	5	0	0	0	0	0	0	0
③ 罠設置数：1 稼働日数：65 日	訪問回数	23	226	0	0	0	0	3	12
	罠内侵入	4	28	0	0	0	0	0	1
	捕獲頭数	1	0	0	0	0	0	0	0
④ 罠設置数：2 稼働日数：58 日	訪問回数	13	11	37	0	0	0	0	0
	罠内侵入	5	5	1	0	0	0	0	0
	捕獲頭数	1	0	0	0	0	0	0	0

III 効率的な捕獲について

ほ乳類の場合、一般的に加齢に伴って罠に対する警戒心が強くなることが知られており（自然環境研究センター，2005），アライグマにおいても野外で5～6歳以上の個体が捕獲される確率が低いことが知られている（ASANO, 2002）。このような箱罠に警戒して中に入らない「トラップシャイ」個体が、試験を実施している中で多数存在していると考えられた。その理由として、これまでの捕獲器では、前傾姿勢の体勢で捕獲するため、後肢を扉の外に残したままの逃げ腰で餌を採ろうとする個体が多く観察され、この状態で扉が閉まっても、後肢が扉に挟まり逃げられてしまう。逃げられた個体は箱罠式の捕獲器に対する警戒心を増し、入らなくなるとされる。また、捕獲時期についても重要で、雌は春に出産し6月ころから10月ころまで親子で行動する。複数で行動しているため捕獲数は多くなり、警戒心のない幼獣は容易に捕獲できるが、幼獣が先に捕獲された場合、その状況を見ていた親は、さらに警戒心を増し箱罠に入らなくなってしまう。そして、雌成獣を捕獲できなければ、生息頭数の減少につなげることは困難であり効率的ではない。

開発した捕獲器は、アライグマを二足起立させた状態で「筒式トリガー」に前肢を挿入し、餌を採ることに神経を集中させるため、成幼獣とも確実に捕獲ができる。確実に捕獲をすることで、トラップシャイ個体を生み出してしまうことがなくなる。また、捕獲時期を子が親から離れる11月ころから4月ころ（出産時期）にすることで、トラップシャイ個体の発生を抑制でき、6月ころからのアライグマ親子の出没の減少につながると推察される。



図-6 ラクーンキューブ

おわりに

開発した専用捕獲器は、埼玉県と(有)栄工業で特許申請を行い、平成30年4月より商品名を「Raccoon cube (ラクーンキューブ)」とし、販売を開始している（図-6）。錯誤捕獲を問題としている市町村やアライグマ捕獲従事者の捕獲業務負担の軽減に結びつけるとともに、農作物や生活環境被害および生態系に係る被害の軽減と、拡大防止に役立てたい。

引用文献

- 1) 阿部 豪ら (2006): ほ乳類科学 46: 169～175.
- 2) ASANO, M. (2002): D. Phil. dissertation, Hokkaido Univ., 76 pp.
- 3) 環境省 (2014): アライグマ防除の手引き, https://www.env.go.jp/nature/intro/3control/files/manual_raccoon.pdf
- 4) 環境省近畿地方環境事務所 (2008): 近畿地方アライグマ防除の手引き, https://www.env.go.jp/nature/intro/3control/files/raccoon_kinki.pdf
- 5) 自然環境研究センター (2008): 決定版 日本の外来生物, 平凡社, 東京, p.52～53.
- 6) — (2005): タヌキの生息状況と森林生態系に与える影響に関する調査, p.50～71.
- 7) 山崎晃司・佐伯 緑 (2010): 茨城県自然博物館研究報告 13: 65～70.

発生予察情報・特殊報 (2019.1.1～1.31)

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/>) でご確認ください。

- 西洋なし：セイヨウナシハモグリダニ（仮称） *Eriophyes* sp.2（山形県：初）1/18
- トマト：トマト黄化葉巻病（鳥取県：初）1/21
- かんしょ：サツマイモ基腐病（仮称），サツマイモ乾

- 腐病（宮崎県：初）1/22
- ニラ：ネギネクロバネキノコバエ（群馬県：初）1/28
- レタス：レタス黒根病（仮称）（茨城県：初）1/31

植物防疫講座

病害編-15

野菜などに発生するべと病の発生生態と防除

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構
野菜花き研究部門

さ
佐

とう
藤

まもる
衛

はじめに

2018年12月現在、我が国の野菜に発生するべと病は36作物（表-1）であり、作物全体では91作物に及び（農業生物資源ジーンバンク 日本植物病名データベース）、広範囲にわたって発生する代表的な病害の一つである。

本報では、べと病について概説するとともに、一部ではあるが、野菜に発生する主なべと病や最近問題となっている野菜や花のべと病を取り上げ解説する。

I ベと病とは

べと病は露菌病とも呼ばれる。病原菌は、べと病菌科（*Peronosporaceae*）に属する。農作物に感染して問題となるべと病菌は数多いが、主として、*Peronospora* 属、*Bremia* 属、*Pseudoperonospora* 属等に含まれる。そして、すべて人工培地上では生育できない純寄生菌である。

べと病菌は分生子柄の形態および分生子の発芽法に基づいて分類できる。発芽法には、分生子が発芽管で発芽する直接発芽と分生子（遊走子のう）から遊走子を生じ発芽する間接発芽がある。*Peronospora* 属と *Bremia* 属のべと病菌は前者の直接発芽、*Pseudoperonospora* 属のべと病菌は後者の間接発芽の方法で発芽する。

II ベと病の発生生態

べと病菌は、無隔菌糸体、吸器、分生子柄、分生子（遊走子のう）、卵胞子からなり、このうち無隔菌糸体、吸器、卵胞子は宿主の体内に埋没している。分生子は直接発芽の場合は、分生子から生じた発芽管、一方間接発芽の場合は分生子（遊走子のう）から生じた遊走子が被のう化した被のう胞子からの発芽管が宿主の気孔などから侵入し、侵入した発芽管は菌糸となり、菌糸は細胞間隙にまん延し、吸器を形成して宿主から養分を吸収する。そして、気孔から分生子柄を抽出し、その先端に分生子を形成し、次の伝染源となる。また、病組織内の菌糸の

表-1 2018年現在、野菜に報告のあるべと病の宿主およびその病原菌^{a)}

宿主	病原
オカヒジキ	<i>Peronospora</i> sp.
カイラン	<i>Peronospora parasitica</i>
カブ	<i>Peronospora parasitica</i>
カボチャ	<i>Pseudoperonospora cubensis</i>
カラシナ	<i>Peronospora parasitica</i>
カリフラワー	<i>Peronospora parasitica</i>
キサラギナ	<i>Peronospora parasitica</i>
キャベツ	<i>Peronospora parasitica</i>
キュウリ	<i>Pseudoperonospora cubensis</i>
コールラビ	<i>Peronospora parasitica</i>
コマツナ	<i>Hyaloperonospora brassicae</i>
シュンギク	<i>Peronospora chrysanthemi-coronarii</i>
シロウリ	<i>Pseudoperonospora cubensis</i>
スイカ	<i>Pseudoperonospora cubensis</i>
ダイコン	<i>Peronospora parasitica</i>
タマネギ	<i>Peronospora destructor</i>
トウガン	<i>Pseudoperonospora cubensis</i>
ニガウリ	<i>Pseudoperonospora cubensis</i>
ニラ	<i>Peronospora destructor</i>
ネギ	<i>Peronospora destructor</i>
ハクサイ、不結球ハクサイ	<i>Peronospora parasitica</i>
ハマボウフウ	<i>Plasmopara nivea</i>
フダンソウ	<i>Peronospora farinosa</i>
ブロッコリー	<i>Peronospora parasitica</i>
ヘチマ	<i>Pseudoperonospora cubensis</i>
ハウレンソウ	<i>Peronospora farinosa</i> f. sp. <i>spinaciae</i>
マクワウリ	<i>Pseudoperonospora cubensis</i>
ミツバ	<i>Plasmopara nivea</i>
メボウキ	<i>Peronospora belbahrii</i>
メロン	<i>Pseudoperonospora cubensis</i>
ユウガオ	<i>Pseudoperonospora cubensis</i>
ルッコラ	<i>Peronospora parasitica</i>
レタス	<i>Bremia lactucae</i>
ワケギ	<i>Peronospora destructor</i>
ワサビ	<i>Peronospora alliariae-wasabi</i>
その他のアブラナ科類	<i>Peronospora parasitica</i>

Ecology and Control of Downy Mildews on Vegetables. By Mamoru SATOU

（キーワード：べと病，発生生態，防除）

^{a)} 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。

一部分が造精器や造卵器になり、両者の受精によって卵胞子が形成される。

べと病は、比較的冷涼で、湿度の高い時期に発生が多い。気孔から外表に現れた分生子柄とその先端に生じた分生子がべと病の標徴となる。また、分生子は風雨などにより周囲に飛散し二次伝染する。初めは黄色い小さな斑点を生じ、徐々に拡大して葉脈に囲まれた角ばった病斑となることも特徴である。植物残渣中に形成された卵胞子は、次作の伝染源となる。

べと病の防除には、①通風採光をよくして多湿化を防ぐ、②密播・密植を避ける、③被害残渣は除去する、④適正な肥培管理を行う、等の耕種的防除が重要である。また、作物によっては抵抗性品種の利用が重要となる。薬剤による防除では、作物ごとに登録のある薬剤を、登録で定められた使用方法に従って使用する。

III 各病害についての解説

本章では、過去から重要病害であるキュウリべと病、ブロッコリーべと病、ハウレンソウべと病、ネギ類のべと病およびここ数年話題になっているメボウキ(バジル)べと病、インパチエンスべと病、トルコギキョウべと病について解説する。

1 キュウリべと病 (図-1)

病原菌：*Pseudoperonospora cubensis*

本病は葉のみに発生する。一般的には下葉から発生し、次第に上位葉へと進展する。初めは淡黄色で、境界の不明瞭な小斑点を生じ、次第に拡大して、葉脈に囲まれた淡褐色で多角形の病斑となる。多湿時には葉裏に暗褐色のかびを生じる。

病斑上に形成された分生子は、風などにより飛散し二

次伝染する。キュウリの葉に到達した分生子は発芽して遊走子を生じ、さらに、遊走子から変化した被のう胞子から菌糸を生じ、気孔から侵入する。気温 20～24℃で多湿条件で多発する。また、肥料切れや草勢が弱ったときにも発生しやすくなる。密植も発生を助長する。

登録薬剤があるので、登録で定められた使用方法に従って使用し、予防散布に心がける。

2009 年以降、キュウリべと病について、注意報が 5 回発表されている（農林水産省 病害虫発生予察情報）。

2 ブロッコリーべと病 (図-2, 3, 4)

病原菌：*Peronospora parasitica*

ブロッコリーはアブラナ科に属する野菜の一つであり、ほかにもカブ、ハクサイ、ダイコン、キャベツ、カ



図-1 キュウリべと病



図-2 ブロッコリーべと病 (葉)



図-3 ブロッコリーべと病
(花蕾内部の黒変)



図-4 ブロッコリーべと病菌

リフラワー、チンゲンサイ等多くの野菜がアブラナ科に含まれる。これらアブラナ科野菜は食用部分は異なるものの、べと病については発生生態などはほぼ共通する。

冷涼な気候を好み、20℃以下の低温多湿時に発生しやすい。主に葉で発生し、発病初期は、輪郭が不明瞭な不定形の淡褐色～黄色の病斑となり、次第に、葉脈で区切られた多角形～不定形で不揃いなものとなる。育苗中に発生すると、葉の裏側に、汚白色のかびを生じ、黄化する等著しく生育が阻害され、枯死することもある。作型により菌が組織内部をまん延し、食用部分の花蕾の内部が黒変し、墨が入ったような、問題となる症状が確認されている。

アブラナ科野菜のべと病には寄生性の分化が知られており、ブロッコリーべと病菌は、*Brassica oleracea* に属するカリフラワーやキャベツに寄生する菌系統と同じである。ほかには、*B. campestris* に属するハクサイやカブに寄生する菌系統、*Raphanus sativus* に属するダイコンに寄生する菌系統等がある (SATOU and FUKUMOTO, 1996 a ; 1996 b)。

登録薬剤がいくつかあるので、それらを登録で定められた使用方法に従って使用する。

2016 年以降、ブロッコリーべと病について、注意報が 1 回発表されている (農林水産省 病害虫発生予察情報)。

3 ホウレンソウべと病 (図-5, 6)

病原菌 : *Peronospora effusa*, *P. spinaciae*,
P. farinosa f. sp. *sinaciae*

ホウレンソウべと病が報告されて以来、抵抗性品種が開発されると、それを侵すホウレンソウべと病菌の新たなレースが発生するという、いたちごっこが繰り返されてきた。1997 年までは主にレース 4 が発生していたが、2018 年 4 月現在ではレース 17 まで確認されている (International Seed Federation, 2018)。今後もレースは増えていくものと予想される。

本病は葉に発生し、表面では白色～黄色で境界不明瞭な斑点を生じ、次第に拡大する。やがて淡黄色で不整形の病斑になり、ひどくなると枯死する。葉の裏面には、灰色～暗紫色のかびを生じる。ホウレンソウべと病菌は種子伝染することが知られており、種子は海外からの輸入がほとんどであることから、海外のレースは容易に日本へ侵入して広まると考えられる。このことから、種子の輸入には十分な注意が必要である。

登録薬剤はあるが、防除としては、健全な種子を使うこと、罹病株を見つけたら直ちに抜き取ること、抵抗性品種の利用とともに、総合的な防除を心がけると、が重要である。



図-5 ホウレンソウべと病

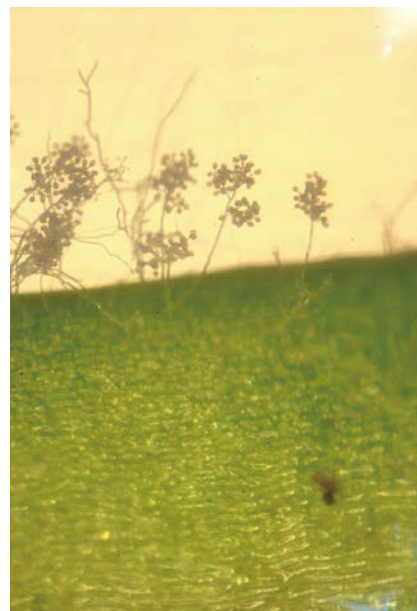


図-6 ホウレンソウべと病菌

2007 年以降、ホウレンソウべと病について、注意報が 3 回、特殊報が 7 回発表されている (農林水産省 病害虫発生予察情報)。

4 タマネギべと病

病原菌 : *Peronospora destructor*

本病は、過去に多発生し問題となったことがあったが、近年では、発生はするものの問題となることは少なかった。しかし、2016 年には西日本各地で多発生し、多大な被害がもたらされた。秋に苗床や本圃で感染した病原菌が冬の間に全身へまん延し、春に、葉が淡黄緑色となり、湾曲し、白色～暗紫色のかびを生じるものや、

春や秋に葉や果梗に楕円形の黄色みがかった大型斑点を形成し、白色～暗紫色のかびを生じるものがある。

防除には、圃場が過湿にならないように注意する、健全な苗を使用する、発病した株は直ちに除去することが重要である。また、登録薬剤が多くあるので、登録で定められた使用方法に従って使用する。

2007年以降、タマネギべと病について、警報が1回、注意報が44回発表されている（農林水産省 病害虫発生予察情報）。

5 メボウキ（バジル）べと病（図-7, 8）

病原菌：*Peronospora belbahrii*

本病は、2014年に国内で初めて東日本において発生



図-7 メボウキ（バジル）べと病



図-8 メボウキ（バジル）べと病菌

が確認され（草野ら，2015；佐藤ら，2015），その後各地で発生が認められた。初期には葉が葉脈に区切られるように黄色みをおび、葉裏には黒色のかびを密生する。進展すると病斑は拡大し、枯れ上がる。分生子柄は気孔から外表に現れ、褐色～茶色、5～7回二股分岐し、先端に分生子を形成する。分生子は卵～楕円～球形で、褐色～茶色である。また、発芽管を出して発芽する。

防除には、密植を避け、通風や排水をよくする。また、施設栽培では、湿度が高くないように管理を行う。発病株は速やかに圃場外に持ち出す、ことが重要である。また、登録薬剤がいくつかあるので、登録に定められた使用方法に従って使用する。

2015年以降、メボウキ（バジル）べと病について、特殊報が6回発表されている（農林水産省 病害虫発生予察情報）。

6 トルコギキョウべと病（図-9, 10）

病原菌：*Peronospora chlorae*, *Peronospora* sp.

本病は、下位葉が黄化して、葉の裏側には灰白色、霜状のかびが形成され、進展すると枯死する。分生子柄は、無色、樹状、主軸からほぼ鋭角に分岐する。先端に分生子を形成する。分生子は無色、楕円形である。海外では、HALL (1994) などの報告があるが、国内で発生した本病害の病原菌も *Peronospora chlorae* によるものと同定された（長浜ら，2018）。

なお、これに先立ち、*P. chlorae* と rDNA-ITS 領域の相同性が低い *Peronospora* sp. の発生も認められている（菅原ら，2018）。このべと病菌による病害は、具体的には、葉の表面および裏面に淡灰色のかびが叢生する症状が現れ、黄色～淡褐色のかすり状に変色し、進展すると葉身全体が黄化して裏面に巻く。分生子柄は気孔から伸長し、無色で叉状に5～8回分岐し、先端に分生子を形成する。分生子は淡褐色、単胞、倒卵形～レモン形、発芽管を出して発芽する。

登録薬剤はないことから、湿度を下げるために換気を十分に行う。健全な種苗を利用する。発病株は直ちに抜き取り、圃場外に搬出し適切に処分する、過度な施肥を避ける、頭上灌水を避ける、ことが重要である。

トルコギキョウべと病について、特殊報は2018年に3回発表されている（農林水産省 病害虫発生予察情報）。

7 インパチエンスべと病（図-11）

病原菌：*Plasmopara obducens*

本病は、我が国で初めて2010年に発生が報告された（SATOU et al., 2013）。葉裏の一部～全体に白色～灰色霜状のかびを密生する。分生子柄は気孔から外表に現れ、基部はやや膨らみ、無色で4～6回樹枝状に分岐し、円



図-9 トルコギキョウべと病



図-10 トルコギキョウべと病菌

錐形の先端部に分生子を形成する。分生子は卵～楕円形で無色、遊走子で発芽する。

登録薬剤はないことから、差し穂や苗には無病のものを使用するほか、過湿にしないよう注意する、発病株は直ちに施設外に持ち出して廃棄する、ことが重要である。

2012年以降、インパチエンスべと病について、注意報が2回発表されている（農林水産省 病害虫発生予察情報）。



図-11 インパチエンスべと病

おわりに

近年では、べと病が大発生し、全滅に近い被害を被る事例も散見される。作物によっては、登録薬剤がなかったり、あったとしても効果が低いこともあり、発病してからの防除は困難な場合がある。したがって、重大な被害を避けるためにも、共通の基本事項として、健全種苗を使用する、過湿を避ける、ことが重要である。

引用文献

- 1) HALL, G. (1994): IMI Descriptions of Fungi and Bacteria 120: 1191.
- 2) International Seed Federation (2018): http://www.worldseed.org/wp-content/uploads/2018/04/Spinach-downy-mildew_April2018.pdf
- 3) 草野尚雄ら (2015): 日植病報 81: 213.
- 4) 長浜 恵ら (2018): 平成30年度日本植物病理学会北海道部会講演要旨: 1.
- 5) 農業生物資源データベース 日本植物病名データベース, https://www.gene.affrc.go.jp/databases-micro_pl_diseases.php
- 6) 農林水産省 病害虫発生予察情報, http://www.maff.go.jp/j/syouan/syokubo/boujyo/120104_yoho.html
- 7) SATOU, M. et al. (2013): J. Gen. Pl. Pathol. 79: 205~208.
- 8) 佐藤 衛ら (2015): 日植病報 81: 213~214.
- 9) SATOU, M. and F. FUKUMOTO (1996 a): Ann. Phytopath. Soc. Jpn. 62: 393~396.
- 10) ——— (1996 b): ibid. 62: 402~407.
- 11) 菅原 敬ら (2018): 平成30年度日本植物病理学会東北部会プログラム・講演要旨集: 12.

植物防疫講座

虫害編-13

イチモンジセセリの発生生態と防除

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構
中央農業研究センター

いし ざき ま み
石 崎 摩 美

はじめに

イチモンジセセリ *Parnara guttata guttata* Bremer et Grey (チョウ目：セセリチョウ科) (図-1a) は、私達の身近な環境に生息するチョウであり、住宅地の庭先などでも成虫が吸蜜する姿をしばしば見かける。黄褐色～濃茶色の地味な色合いで、黒く丸い大きな複眼を有する。また、秋に集団で渡りをするチョウとして知られている。一方、本種の幼虫はイネの葉を食害する害虫であり、葉を寄せ集め「ツト」と呼ばれる巣のような物を作ることから「イネツトムシ」と呼ばれている。1887～1953年の害虫多発生年表(宮下, 1961)によれば、ほぼ毎年のようにいずれかの地域で大発生が記録されており、害虫としても古くから関心の高かった昆虫であるといえる。

本稿では、水稻害虫としてのイチモンジセセリについて、生態や調査法、被害対策を中心に紹介する。

I 形態と生態

1 形態

成虫は体長約 20 mm、開翅長約 35 mm の小型のチョウである(図-1a)。前翅および後翅に白い斑紋があり、後翅の四つの斑紋は直線上に並んでいる。雌雄の違いは腹部後端で判別できるが(長谷川, 1975)、翅の模様には雌雄差がなく、捕獲せずに野外で雌雄を判断するのは難しい。

卵は直径約 1 mm の饅頭形で、葉の表面に 1 卵ずつ産み付けられる(図-1b)。産卵直後はベージュ色で、ふ化が近づくと灰黒色になる。

ふ化幼虫は体長 2～3 mm で黒い頭部が目立つ(図-2a)。幼虫の体色は黄白色～緑色である。若齢幼虫は葉の先端や縁を細く折り畳むか筒状に丸めた小さなツトを作る(図-2b)。中齢以降は、1 枚～複数枚の葉を綴り合

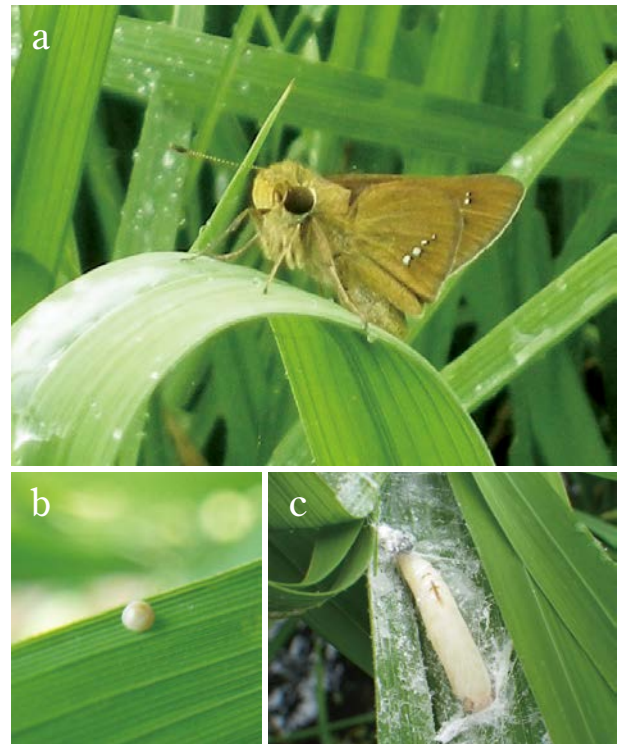


図-1 a: イチモンジセセリ成虫, b: 卵, c: 蛹

わせた筒状のツトを作る(図-2d)。5 齢(終齢)幼虫は体長 40 mm 程度に達する(図-2c)。中齢以降の幼虫頭部には特徴的な模様があり、チャバネセセリなど類似種との識別は容易である。また、4～5 齢幼虫になると雄では第 6 腹節の背面を透かして赤褐色の精巣が見えるので、雌雄の判別が可能である(図-3)。

幼虫は夜行性で、昼間はツトの中に潜んでいる。夜になるとツトから体を出しイネの葉を摂食する。ツトの外に尾部を出して排泄物を飛ばす習性があり、ツトを開けても排泄物は溜まっていない。5 齢後半になると、腹部の気門上に白斑が現れてくる。このころから前蛹になるまでの数日間、摂食量が急増する。蛹化時は、両端が閉じられた紡錘型のツトを作り、その中で白い綿状分泌物に包まれた白褐色～黒褐色の蛹になる(図-1c)。

2 生活史

本種は関東～西日本においては基本的に年 3 回の発生

Ecology and Management of Skipper Butterfly, *Parnara guttata guttata* in Rice Fields. By Mami ISHIZAKI

(キーワード: イネツトムシ, 水稻害虫, 発生生態, 発生予察, 管理法)

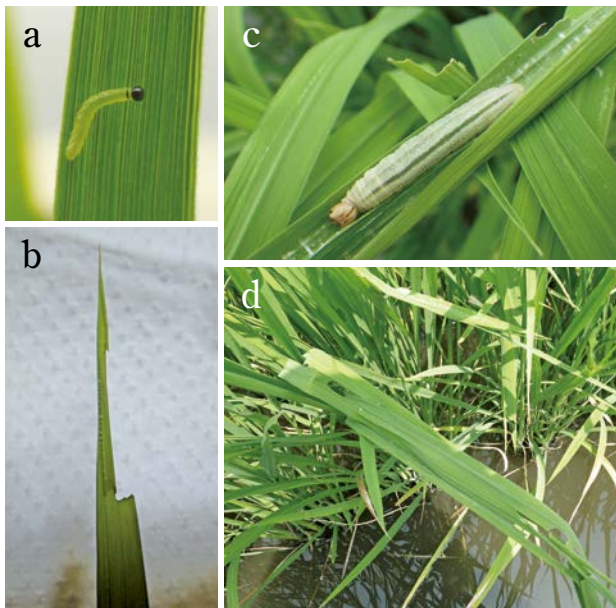


図-2 a: 1 齢幼虫 (体長 2~3 mm), b: 若齢幼虫のツト, c: 5 齢幼虫 (体長約 4 cm), d: 老齢幼虫~蛹のツト

である。秋の短日条件で休眠幼虫となり、端を閉じたツトを作り越冬する。休眠は 11 月には消去していると考えられており (石井, 1980), その後気温の上昇により蛹化, 5~6 月に越冬世代成虫が出現する。越冬世代成虫はイネ科雑草や早い時期に植えられたイネに産卵し 6~7 月に水田に第 1 世代幼虫が観察される。7 月中旬ごろに羽化した第 1 世代成虫は, その時点で生育がそれほど進んでいない, より晩植のイネに産卵する。そこからふ化した第 2 世代幼虫が 7 月下旬~8 月前半にイネの葉を摂食することで被害が生じる。そして第 2 世代成虫は 8 月後半~9 月ころ越冬場所へ向けて移動すると考えられている。成虫が南~西方向へ飛翔する様子を目撃・観察事例が各地で報告されている (MIYASHITA, 1973; 長谷川, 1975; 石井, 1979; 日浦・中筋, 1982; 城所, 1996)。

3 分布

本種の発生は北海道から九州・沖縄まで日本全国で確認されており, 幼虫多発による被害は東北以南の各地で報告されている (宮下, 1961; 青木, 1981; 河野・藤井, 1983; 江村・村上, 1986; 城所, 1992 a; 1992 b; 大友ら, 1995; 江村, 2002; 高橋ら, 2003)。

幼虫の主な越冬可能地域は, 南関東以西の太平洋側, 近畿・中国地方以西の平坦地と考えられており, 神奈川, 愛知, 京都等の越冬調査報告がある (大森, 1933; 中筋, 1980; 原ら, 2000; 江村, 2002)。北関東や福島県太平洋側においても越冬幼虫観察記録はあるが, 越冬数は多くないと考えられる (平井, 1991; 渡辺, 1991; 江村, 2002; 高橋, 1995)。



図-3 雄の 5 齢幼虫背面には精巢が赤褐色に透けて見える (破線丸囲み) (撮影: 平江雅宏)

4 寄主植物

成虫は, ヒヤクニチソウ, センニチコウ, ケイトウ, ダリア, コスモス, アスター, レッドクローバ, アザミ, ウド, ソバ等様々な花を吸蜜源としている (青木, 1981)。

幼虫は, イネ科やカヤツリグサ科の葉を摂食する。ただし第 1, 第 2 世代の幼虫についてはイネ以外の食草についての記録は乏しい。第 1 世代幼虫はイネ科雑草および早期栽培のイネ, 第 2 世代はイネへの寄生が主と考えられる (青木, 1981)。越冬寄主については多様な植物が挙げられている。主なものは, イヌムギ, チガヤ, ススキ, クサヨシ, ササ類, オヒシバ, カモジグサ, コムギ, 再生イネ, カヤツリグサ科等である (大森, 1933; 尾崎, 1951; 森岡, 1967; 青木, 1981; 中筋・石井, 1988; 原ら, 2000)。

飼育実験によれば, 短日条件下で得られたふ化幼虫は, 長日条件下でのふ化幼虫と比べ, より硬い葉での生存率が高い。このことから, 越冬世代の幼虫は寄主としてチガヤなど葉の硬い植物を利用するのに適していると考えられている (中筋, 1988; SEKO and NAKASUJI, 2006; 世古, 2008)。

II 水稻への被害

イネへの被害が問題となるのは関東~西日本の場合 7~8 月にかけて発生する第 2 世代幼虫である。幼虫は老齢になると摂食量が増加し, 甚発生時には葉身の大部分を食べ中肋だけが残る状態になる場合もある (図-4)。

幼虫によって葉身がひどく食害されると同化産物の生産や子実部への転流が減少し, 減収の恐れがある。また, 葉同士が綴り合わされることにより出穂が妨げられる場合もあるとされる。

第 2 世代幼虫の防除を行わなかった場合と, 防除を実



図-4 茨城県龍ヶ崎市の甚発生圃場の食害の様子
(2017年8月2日, 撮影: 平江雅宏)

施した場合の収量について、関谷・呉羽(1950)の長野県での14年間にわたる調査によれば、第2世代幼虫1頭当たりの玄米重減収量は、平均1.96匁(=7.35g)であった。幼虫発生量が最も多かった(3坪=9.9m²当たり508頭)年の1反(992m²)当たりの収量は無防除区86.5貫、防除区129.8貫と記載されており、計算すると約33%の減収となる。ただし1頭当たりの減収量は幼虫発生量が多いほど少なかった。

また、河野・藤井(1983)は、幼虫の甚発生により約15.5%減収となり、葉身がほぼ食い尽くされた場合は穂長が3~9%短くなり玄米のサイズも小さくなったと報告している。

直播栽培では、ツトが1m²当たり55~108個発生すると葉の食害面積率が30~45%程度になるという報告がある(高橋ら, 2003)。

飼料イネでは、イチモンジセセリ幼虫に限らず害虫密度が高くなる傾向がある。さらに稲ホールクロップサイレージの場合、食害を受ける茎葉そのものが収穫物となるため、葉の食害が収量減につながりやすいと考えられる。幼虫発生密度が7.85頭/株と多発生である飼料イネ圃場に薬剤散布を行った事例では、無防除区の生全重は防除区の77%となった(柴田ら, 2006)。また、食害を受けた飼料イネのホールクロップサイレージは、牛の飼料としての栄養価(可消化養分総量)も減少するとの報告がある(松山ら, 2013)。

III 幼虫発生に影響を及ぼす要因

圃場内での幼虫発生量に関与する主な要因は、イネの移植時期、葉色、窒素施肥量、品種等である。

移植時期については6月中旬以降遅くなればなるほど、幼虫発生量やイネへの食害が増加する傾向がある(関谷, 1960; 江村・村上, 1989; 千本木ら, 2002)。この理由としては、雌成虫が産卵寄主としてより若いイネを選択するためか、または若いイネでのふ化幼虫の生存率が高いためか、いずれかまたは両方の理由によるものと考えられる。しかしながら、これらについてはいまだ十分に解明されていない。

また、窒素施肥が多いと幼虫発生量が多くなる傾向や、同一品種の中では葉のクロロフィル量が多いほうがより幼虫発生量が多くなる傾向が報告されている(江村・村上, 1989)。雌成虫が産卵場所として葉色の濃いイネを選択するとの考察がなされることもあるが、雌成虫の産卵選択と葉色の関係を直接示す研究報告はない。さらに、窒素施肥量を増やすと葉のクロロフィル含有量は増加するという関係にあるため、色そのものが幼虫発生量の増加に直接影響を及ぼすとは限らない。施肥量や葉色が直接的または間接的に幼虫発生に影響を及ぼす可能性はあるが、仕組みは解明されていない。

さらに、同時期の移植でもイネの品種によって幼虫発生に差が見られる事例も報告されている(千本木ら, 2002; 西宮, 2009; 石崎・石川, 2013)。ただし、ある報告では幼虫発生量が多いとされた品種が、別の報告では幼虫発生量が少ない場合もあり、絶対的に幼虫発生量の多い品種というものは知られていない。一般的には葉色の濃い品種や飼料イネ品種等で幼虫発生量が多いとされているが、品種の影響というよりもそれぞれに適した移植時期や施肥等栽培条件の影響を大きく受けていると考えられる。

IV 発生調査法と要防除水準

1 発生調査法

卵および幼虫の発生調査は、圃場に入り直接観察する方法が一般的である。幼虫の場合はツトを開いて中の幼虫を確認する。卵は表面に1卵ずつ産み付けられているので、葉を数枚ずつ束ねて持ち表裏に返しながら探すと、突出した饅頭型の卵を見つけやすい。

成虫の発生調査は、水田への産卵時期や幼虫の防除適期を把握するための参考情報として行われる。成虫の発消長は、訪花個体数やトラップへの捕獲虫数によって知ることができる。

訪花調査は、百日草や赤クローバ等の花を栽培し、吸蜜に訪れた成虫を数える方法である。開花数を維持するための栽培管理に手間がかかるという問題がある。

トラップ調査は、いくつかの方法が開発されている。カラー粘着トラップは、黄色や青色のカラープラスチック板に粘着剤を塗布したもので、水田内部や畦畔等に設置し、数日～1週間に一度トラップ板を交換して捕獲された成虫数を数えるものである（高橋，1992；大場ら，2005）。その他、青色の箱型トラップ（平井，2002）や白色粘着板（宮城県古川農業試験場，2016）でも発消長を調べられることが確認されている。白色粘着板2枚を粘着面を外側にして合わせたトラップ（図-5）を水田の畦畔際に設置し、6月中旬～9月上旬の期間トラップへの捕獲虫数を調査すると、越冬世代，第1世代，第2世代の成虫の発生ピークを捉えることが可能である（図-6）。

2 発生時期の予察

江村・内藤（1988）により卵，幼虫，蛹期間の発育零

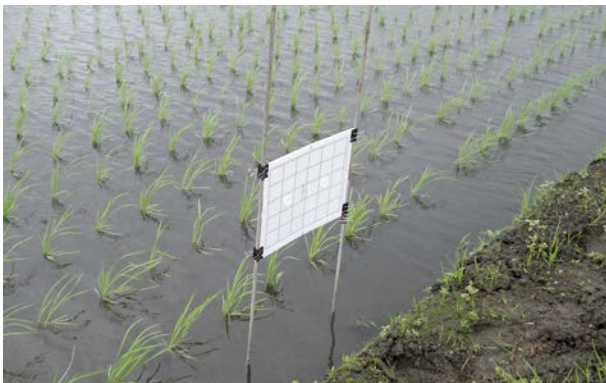


図-5 白色粘着板トラップ

2枚の粘着板を粘着面を外側にして合わせて一つのトラップとし、水田内部または畦畔際に設置。

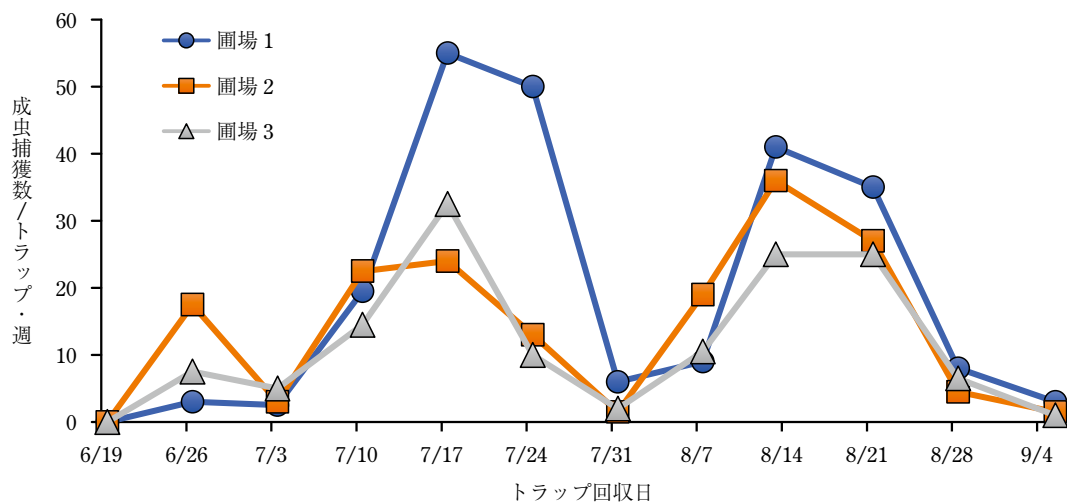


図-6 茨城県龍ヶ崎市の水田に設置した白色トラップ粘着板を用いて調査した成虫発消長（2018年）
三つの圃場の例を示す。

点と有効積算温度定数の値が求められている。卵，全幼虫期間，蛹，全発育期間（卵～羽化）の発育零点はそれぞれ 13.38℃，12.76℃，14.01℃，13.4℃であり，有効積算温度定数はそれぞれ 54.85 日度，266.51 日度，91.30 日度，399.59 日度である。埼玉県ではこの値および発育零点を 13.4℃と仮定して推定された産卵前期間の有効積算温度定数を利用し，6月1日からの有効積算温度が 594 日度に達したところが第2世代幼虫のふ化最盛日と推定し，防除時期の予測を行っている（埼玉県病害虫防除所，2018）。

3 要防除水準

幼虫密度が要防除水準（密度）を超えた場合は防除が推奨される。幼虫密度と収量の関係は，水田への幼虫放飼などの方法により調べられている。5%減収する幼虫・ツトの密度については，8月上旬のツト密度0.4個/株（千本木ら，2002），8月中下旬の幼虫・蛹密度0.5頭/株（吉沢，1996），蛹密度0.85～2.1頭/株（青木，1981），直播栽培では若齢幼虫密度が4.4頭/m²（増田ら，1999），飼料イネでは乾物重が5%減収する幼虫密度が3.1頭/株（石崎ら，2017）等の報告がある。

これらのデータなどを基に，いくつかの県で要防除水準を策定しており，移植水稻の場合0.5～3頭/株に設定されている。

V 防除・管理方法

化学的防除として，散布剤，水面施用剤，箱施用剤が利用できる。（加進 2017）。水面施用剤は散布剤に比べ簡便に施用できるが，カルタップ粒剤のように効果が不安定な剤もある（大概ら，2015）。茎葉散布剤は中老齢幼虫に対して効果が劣る場合があるため（増田ら，

1999; 柴田ら, 2006), 圃場の幼虫発生状況を確認し, 若齢幼虫期に散布する必要がある。しかし, 若齢幼虫は小さく葉の食害量もわずかなため見つけにくく, 防除適期の判断が難しい。一方, BT水和剤やスピネトラム水和剤等は中齢幼虫主体の時期においても高い効果が報告されている(大槻ら, 2015; 石崎ら, 2018)。ただし, 5齢幼虫になると葉の摂食量が急増する(青木, 1981)ため, 中齢期以降に効果のある剤を用いる場合でも老齢幼虫が発生する前に散布を実施するのがよいと考えられる。

耕種的な対策として効果的であるのは, 移植時期の変更である。関谷(1960); 江村・村上(1989); 千本木ら(2002)はそれぞれ長野県, 埼玉県, 群馬県での調査において, 6月中旬までの移植では幼虫発生量が少なかったと報告している。さらに早く, 例えば5月上旬に移植した水田では, 第1世代幼虫の発生がある場合が考えられる。しかし通常この世代の発生量は少ないため被害が出るケースは少ないと思われる。しかし, その周囲に6月中旬以降移植の水田がある場合, 羽化した成虫が移動し産卵する可能性が想定されるので注意が必要である。

おわりに

本稿では紹介できなかったが, 成虫の渡りや季節型, 幼虫休眠等様々な現象について研究・報告がある。これらに興味がある方は, 日浦(2005)や中筋・石井(1988)等の書籍をひもといていただくと, 本種の生態だけではなく当時の研究活動について興味深く読むことができる。

本種は農業害虫であるだけでなくその生態にも関心を持たれているチョウではあるものの, 水田への移動や産卵寄主選択等, 我々が理解できていない点がいくつも残されている。これらの情報は耕種的な被害対策手法にもつながるものであり, 今後の解明が期待される。

引用文献

- 1) 青木 敏(1981): 稲の病害虫の生態と防除(尾崎幸三郎 編), 全国農村教育協会, 東京, p.17~28.
- 2) 江村 薫(2002): 植物防疫 56: 48~50.

- 3) ———・村上正雄(1986): 同上 40: 279~283.
- 4) ———・————(1989): 関東東山病虫研報 36: 130~131.
- 5) ———・内藤 篤(1988): 埼玉県農業試験場報告 43: 36~43.
- 6) 原 聖樹ら(2000): 関東東山病虫研報 47: 105~108.
- 7) 長谷川順一(1975): 昆虫と自然 10: 17~22.
- 8) 平井一男(1991): 関東東山病虫研報 38: 159~160.
- 9) ———(2002): 植物防疫 56: 45~47.
- 10) 日浦 勇(2005): 海を渡る蝶, 講談社, 東京, 283 pp. (底本: ———(1973): 同上, 蒼樹書房, 東京, 200 pp.)
- 11) ———・中筋房夫(1982): 蝶と蛾 32: 185~189.
- 12) 石井 実(1979): インセクトアリウム 16: 260~266.
- 13) ———(1980): 昆虫と自然 15: 17~20, 26.
- 14) 石崎摩美・石川哲也(2013): 関東東山病虫研報 60: 95~98.
- 15) ———ら(2017): 応動昆 61: 167~173.
- 16) ———ら(2018): 関東東山病虫研報 65: 65~69.
- 17) 加進丈二(2017): 植物防疫 71: 521~524.
- 18) 城所 隆(1992 a): 同上 46: 361~366.
- 19) ———(1992 b): 応動昆 36: 89~93.
- 20) ———(1996): 北日本病虫研報 47: 98~100.
- 21) 河野幹幸・藤井忠敬(1983): 関西病虫研報 25: 16~17.
- 22) 増田周太ら(1999): 北陸病虫研報 47: 9~12.
- 23) 松山裕城ら(2013): 日草誌 59: 33~37.
- 24) 宮城県古川農業試験場(2016): 宮城県「普及に移す技術」第92号参考資料14.
- 25) 宮下和喜(1961): 植物防疫 15: 75~81.
- 26) MIYASHITA, K. (1973): Jpn. J. Ecol. 23: 251~254.
- 27) 森岡良策(1967): 関西病虫研報 9: 62~66.
- 28) 中筋房夫(1980): インセクトアリウム 17: 4~9.
- 29) ———(1988): 昆虫学セミナー I 進化と生活史戦略, 冬樹社, 東京, p.197~251.
- 30) ———・石井 実(1988): 蝶, 海へ還る イチモンジセセリ渡りの謎, 冬樹社, 東京, 156 pp.
- 31) 西宮智美(2009): 植物防疫 63: 547~552.
- 32) 大場淳司ら(2005): 北日本病虫研報 56: 113~116.
- 33) 大友令史ら(1995): 同上 46: 123~126.
- 34) 大森南三郎(1933): 動物学雑誌 45: 303~326.
- 35) 大槻恵太ら(2015): 北日本病虫研報 66: 116~120.
- 36) 尾崎重夫(1951): 農業及園芸 26: 580~582.
- 37) 埼玉県病害虫防除所(2018): イネツトムシ発育予測, <http://www.pref.saitama.lg.jp/b0916/bojo/data20170705inetsuto.html>
- 38) 関谷一郎(1960): 農業及園芸 35: 58~62.
- 39) ———・呉羽好三(1950): 北陸病虫研報 1: 8~11.
- 40) SEKO, T. and F. NAKASUJI (2006): Pop. Ecol. 48: 159~166.
- 41) 世古智一(2008): 近中四農研センター研報 7: 15~34.
- 42) 千本木市夫ら(2002): 群馬県農試報 7: 33~48.
- 43) 柴田夏実ら(2006): 茨城県病虫研報 45: 51~56.
- 44) 高橋章夫(1992): 関東東山病虫研報 39: 183~184.
- 45) ———(1995): 同上 42: 179~180.
- 46) 高橋智恵子ら(2003): 北日本病虫研報 54: 119~122.
- 47) 渡辺 守(1991): 関東東山病虫研報 38: 157~158.
- 48) 吉沢栄治(1996): 同上 43: 173~174.

植物防疫講座

農薬編-14

微生物由来昆虫中腸内膜破壊剤

—*Bacillus thuringiensis* と殺虫タンパク質生産物—

北海道大学大学院農学研究院 ^{あさ}浅 ^の野 ^{しん いち ろう}真一郎

はじめに

BT 剤とは、*Bacillus thuringiensis* の生芽胞及び産生する殺虫性蛋白質を主成分とする昆虫病原微生物資材のことであり、その特異的な殺虫活性により、害虫防除における微生物資材として世界で最も利用されている。

Bacillus thuringiensis (以下 Bt) は土壌周辺の環境に生息する胞子を作る桿菌で、胞子形成時に結晶性の殺虫性蛋白質を細菌細胞内に産生する特徴を有している。Bt は、BERLINER (1915) がスジコナマダラメイガ (*Ephestia kuehniella*) の斃死個体から分離した場所であるドイツの Thuringia にちなんで、*Bacillus thuringiensis* と命名されているが、それより遡ること十数年前に蚕の卒倒病菌として石渡 (1901) により発見されていた。鱗翅目害虫をターゲットとして開発されていた BT 剤であるが、1976 年にはイスラエルの北中部にあるネジブ砂漠の泉でハエ目 (双翅目) 幼虫に活性を有する *israelensis* 株が分離、同定されたことでカ類の生物防除資材として広く使用されるようになった (GOLDBERG and MARGALIT, 1977)。その後、コロラドハムシに殺虫活性を示す *tenebrionis* 株が (KRIEG et al., 1983)、線虫に殺虫活性を示す Bt 株が (NARVA et al., 1991) 報告され、さらにいろいろな目の昆虫種に殺虫活性を示す Bt 株が報告されて、現在に至っている。

Bt 菌は従来生化学的諸性質、例えばエステラーゼ活性などに基づき分類されていたが、DE BARJAC and BONNEFOI (1968) の提案により、サルモネラ菌の分類に用いられる鞭毛蛋白質である H 抗原に対する抗血清を用いて分類する、セロタイピング (血清学的分類) が用いられるようになり、現在血清型による分類では 100 種類以上が知られている。しかし、セロタイピングによる分類は殺虫活性を反映していないため、殺虫性蛋白質をコードする遺伝子 (*cry* 遺伝子) と殺虫活性を基準とし

た分類として、HÖFTE and WHITELEY (1989) によってターゲットとなる昆虫目ごとにチョウ目昆虫に殺虫活性を示す *cryI*、チョウ目とハエ目昆虫に殺虫活性を示す *cryII*、コウチュウ目に殺虫活性を示す *cryIII*、ハエ目に殺虫活性を示す *cryIV*、チョウ目とコウチュウ目に殺虫活性を示す *cryV*、線虫に殺虫活性を示す *cryVI* の六つのカテゴリーに分けることが提案された。しかしながら、この分類体系に収まらない *cry* 遺伝子も報告されるようになったため、Cry 遺伝子命名委員会が組織され 1998 年からアミノ酸の相同性をもとに分類、命名されるようになった (CRICKMORE et al., 1998) (<http://www.btnomenclature.info>)。

本稿では、IRAC 分類の 11、微生物由来昆虫中腸内膜破壊剤である BT 剤について解説する。

I BT 剤の開発と利用状況

ヨーロッパでは、1930 年代にアワノメイガ防除研究会が発足し、BT 剤を開発してトウモロコシの大害虫であるヨーロッパアワノメイガの防除研究が進められてきたが、第 2 次世界大戦により参加各国の情勢の悪化にともない研究会は解散となり、アワノメイガの防除も化学農薬による防除にシフトした。1950 年代になると、米国やカナダの農務省において BT 剤の製剤化が進められ、チョウ目害虫の防除資材として再び利用されるようになった。我が国においては、1970 年ころから鮎沢らによって試験および評価が行われ、1981 年に農薬登録されて実用化が始まり、現在では年間数百トンの BT 剤が使用されている。剤型は、水和剤が主流であるが、顆粒水和剤、フロアブル剤も上市されており、我が国で BT 剤として登録販売されている主なものを表-1 に示す。

我が国で販売されている BT 剤のほとんどがチョウ目害虫の幼虫を対象としている。チョウ目防除資材として利用されている BT のセロタイプは 2 種類で、*kurstaki* 株と *aizawai* 株である。株ごとに適用範囲は異なっており、キャベツをはじめとするアブラナ科野菜の害虫としてコナガ、アオムシ、ウワバ、ヨトウガ、タバコガ等、リンゴをはじめとするバラ科果樹のドクガ、ハマキムシ

Review of BT Pesticides. By Shin-ichiro ASANO

(キーワード: *Bacillus thuringiensis*, Berliner, 石渡繁胤, チョウ目, ハエ目, コウチュウ目, *cry* 遺伝子, Cry トキシン, レセプター, 抵抗性, BT 剤)

表-1 我が国で上市されている主な BT 剤の菌株名、商品名、標的昆虫

<i>B. thuringiensis</i> 菌株名	商品名	主な標的昆虫
<i>B. thuringiensis kurstaki</i>	トアロー水和剤 CT	アオムシ、コナガ、ヨトウムシ、ハマキムシ類等
<i>B. thuringiensis kurstaki</i>	エスマルク DF	アオムシ、コナガ、ヨトウムシ、ハマキムシ類等
<i>B. thuringiensis kurstaki</i>	デルフィン顆粒水和剤	コナガ、アオムシ、オオタバコガ、ハマキムシ類等
<i>B. thuringiensis kurstaki</i>	チューンアップ顆粒水和剤	コナガ、アオムシ、オオタバコガ、ハイマダラノメイガ等
<i>B. thuringiensis kurstaki</i>	ファイブスター顆粒水和剤	ハマキムシ類、シャクトリムシ類、ケムシ類、アゲハ等
<i>B. thuringiensis aizawai</i>	ゼンターリ顆粒水和剤	アオムシ、コナガ、ヨトウムシ、ハマキムシ類等
<i>B. thuringiensis aizawai</i>	サブリナフロアブル	コナガ、ハマキムシ類、アオムシ等
<i>B. thuringiensis kurstaki</i> + <i>aizawai</i> (ハイブリッド)	ジャックポット顆粒水和剤	コナガ、アオムシ、オオタバコガ、ハマキムシ類等
<i>B. thuringiensis kurstaki</i> + <i>aizawai</i> (2 株混合)	バシレックス水和剤	アオムシ、コナガ、イラガ類、ハマキムシ類等
<i>B. thuringiensis japonensis</i>	ブイハンターフロアブル (現在登録失効)	コガネムシ類幼虫等

等、サクラなどの街路樹のヒトリガなどに対して農業登録されているが、これら以外のチョウ目害虫にも高い防除効果があると報告されている。ハエ目の BT 剤として、熱帯性伝染病を媒介するカルの幼虫防除に広く *israelensis* 株が利用されているが、我が国ではカルの防除資材は成虫防除資材が主流であり BT 剤は利用されていない。コウチュウ目に殺虫活性を持つ *tenebrionis* 株が、コロラドハムシをはじめとするハムシ類の防除資材として欧米において販売されているが、日本では *japonensis* Buibui 株がドウガネブイブイなどのコガネムシ防除資材として登録販売されているのみである。植物寄生性線虫に活性を有するとされる BT 由来の Cry トキシンも報告はあるが、我が国では防除資材としての上市はない。

II BT 剤の作用特性

BT 剤は、化学農薬と同じように使用できることから最も使用される微生物殺虫剤となっているが、その利点としては、安全性が高く生態系・環境に与える影響が少ないことが挙げられる。また、Bt 菌は好気性細菌であり、哺乳類の腸内のような嫌気条件下では増殖できないことに加えて、BT 剤の殺虫蛋白質は哺乳類の酸性の消化液では加水分解されて毒性を示すことがない。家畜およびヒトに対する経口および吸入の安全性評価試験が行われたが、BT 剤投与による悪影響は認められていない。米国環境保護庁は長年製造販売されている BT 剤の安全性データを再評価し、BT 剤の哺乳類に対する毒性学および生物学的影響を評価するに十分なデータがあるとし、ヒトおよび環境に対する安全性において何ら問題はないと報告している (USEPA, 1989)。

BT 剤は、食毒として標的とする昆虫に作用するため、寄生性天敵や捕食性天敵への影響が認められないことが報告されている。我が国では、養蚕業が盛んな地域では BT 剤の散布による蚕飼育への影響が懸念されたが、散布された BT 剤は、桑の葉の上、桑園の周りの水源、土壌では自然に分解されて残留性もなく、生態への影響が認められないことが報告されている (石黒, 1989)。

III Cry トキシンの作用機構

Bt 菌は栄養型細胞後期の胞子形成時に結晶性の蛋白質 (Cry 蛋白質) を産生し、その一部が特定の昆虫種に対して殺虫活性を有することで BT 剤として利用されている。殺虫性結晶蛋白質の状態では殺虫活性を示さないが、標的となる昆虫種の幼虫に食下され腸管の高 pH により可溶化されプロトキシンとなり、さらに消化液に含まれるプロテアーゼ (トリプシン) によりプロセッシングを受け Cry トキシンとなり殺虫活性を発揮する。Cry トキシンは感受性昆虫中腸上皮組織に存在するレセプターに結合することで集められ、Cry トキシンのオリゴマー化および細胞膜への陥入により、上皮組織に小孔が形成される。この小孔にイオンや水等の低分子が侵入することで上皮組織の円筒細胞が膨潤・崩壊し、腸管液が血体腔内に流入して腸管組織が崩壊することで死亡に至るとされている (図-1)。血体腔に侵入した Bt 菌の胞子の一部は増殖するとされているが、Bt 菌には定着因子がなく、それほど増殖しないため防除資材として利用された Bt 菌は二次感染を起こすことはないとされている。

BT 剤の殺虫性蛋白質の作用機構は、消化液のプロテアーゼによって活性化を受ける過程と、活性化トキシン

腸管でトキシン化



上皮組織にあるレセプター
(アミノペプチダーゼ・カドヘリンなど)



構造変化したトキシンが突き刺さる



トキシンがレセプターに結合



小孔を形成し細胞崩壊

図-1 Cry トキシンの作用機構モデル

が中腸上皮細胞のレセプターに結合して細胞膜に作用して中腸上皮細胞を崩壊させる過程の複雑な系からなっており、Cry トキシンの種特異的な殺虫活性はこれらの過程における感受性昆虫の生体条件が昆虫種によって異なるためと考えられている。また、近年 BT 剤の多用による抵抗性系統の出現は、これらの過程の一部の喪失や変異によることが明らかになっていることから、抵抗性の出にくい Cry トキシンの組合せが検討されている。

IV BT 剤抵抗性への取り組み

BT 剤の殺虫毒素は蛋白質であることから、感受性昆虫が抵抗性を獲得することは化学殺虫剤に比べて遅いと考えられていた。しかしながら、化学殺虫剤に対して高度な抵抗性を獲得したコナガの防除に BT 剤が連用された結果、徐々に感受性が低くなり 1990 年代になると、高度の BT 剤抵抗性を獲得したコナガが世界各国ならびに我が国の圃場においても認められるようになった（田中・木村，1991）。BT 剤抵抗性のコナガは、*kurstaki* 株が産生する Cry1A トキシンに対して抵抗性であり、Cry1A 以外に Cry1C のような作用機構が異なるタイプの Cry トキシンを有している、*aizawai* 株に対する抵抗性は獲得されていないことから、*kurstaki* 株と *aizawai* 株を混合したり、*kurstaki* 株に *aizawai* 株のプラスミドを持たせたり（ハイブリッド）、両株をローテーション散布することで BT 剤抵抗性を獲得しにくくする取り組みがなされており、今のところ交差抵抗性を獲得したとの報告はない。我が国では遺伝子組換え作物の規制が厳しいために圃場での作付けがされていないが、ワタヤト

ウモロコシといった作物に *cry1A* 遺伝子を導入した作物に対してチョウ目害虫のオオタバコガ *Helicoverpa armigera* やニセアメリカタバコガ *Heliosis virescens* やヨーロッパアワノメイガ *Ostrinia nubilalis* 等が抵抗性を持つようになり、Cry1 トキシン以外の Cry トキシンや Bt の産生する Vip (Vegitative cell insecticidal protein) を組合せて導入することで抵抗性の発達を回避したり、遅らせる取り組みがなされている (TABASHNIK and CARRIERE, 2017)。現時点では、Bt 菌株由来の殺虫毒素の組合せにより抵抗性系統の出現は回避されているが、新たな細菌の産生する殺虫毒素の探索が行われており、それらを導入した遺伝子組換え作物も検討されている。

引用文献

- 1) BERLINER, E. (1915): Z. Angew. Entomol. 2: 29~56.
- 2) CRICKMORE, N. et al. (1998): Mol. Biol. Rev. 62: 807~813.
- 3) DE BARJAC, H. and A. BONNEFOI (1968): J. Invertebr. Pathol. 11: 335~347.
- 4) GOLDBERG, L. J. and J. MARGALIT (1977): Mosq. News 37: 355~358.
- 5) HÖFTE, H. and H. R. WHITELEY (1989): Microbiol. Rev. 53: 242~255.
- 6) 石黒文雄 (1989): 植物防疫 43: 557~560.
- 7) 石渡繁胤 (1901): 大日本蚕糸会報 144: 1~5.
- 8) KRIEG, A. et al. (1983): Z. Angew. Entomol. 96: 500~508.
- 9) NARVA, K. E. et al. (1991): European Patent Application 91305042.2.
- 10) TABASHNIK, B. E. and Y. CARRIERE (2017): Nat. Biotechnol. 35: 926~935.
- 11) 田中 寛・木村 裕 (1991): 日本応用動物昆虫学会誌 35: 253~255.
- 12) U. S. Environmental Protection Agency (USEPA) (1989): case No. 0247: 71.

研究室紹介

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 中央農業研究センター 虫・鳥獣害研究領域 鳥獣害グループ

農研機構中央農業研究センターは茨城県つくば市にあり、関東東海北陸地域の農業発展に寄与する研究を行っています。虫・鳥獣害研究領域に所属する鳥獣害グループは、作物保護を目的に病害虫研究分野と協調した研究推進体制を組んでいます。同時に野生鳥獣と人との利害（あつれき）問題や農村環境の課題を解決するため、各研究分野、行政等の関係者と幅広い連携を行っています。グループの研究職員は獣害担当4名、鳥害担当2名の6名で、東北農業研究センター福島研究拠点の獣害担当1名とともに、少ない人数で主に東日本の獣害対策と全国の鳥害対策を研究開発しています。

獣害研究ではシカの牧草地進入を長期モニタリングし、電気柵などの効果的配置や維持、管理課題の解決に努めています。また、アライグマ、ハクビシン等の中型獣による果樹被害対策として、被害を助長する廃棄果実の餌資源価値を明らかにしたうえで、これらを食べさせない圃場管理手法を研究しています。さらに、全国で展開されているニホンザル被害対策の効果向上を図るため、社会科学的研究を進めています。

鳥害研究では小型鳥類のうちヒヨドリ、ムクドリによる果樹、野菜被害の対策技術を開発してきました。現在、スズメ類の対策研究を進めています。また、最も被害が目立つカラス類については、鳥害実験用の野外大型ケージで飼育し、行動の解明や侵入抑制条件の把握、対策技術の改良試験に取り組んでいます。開発した防鳥技術は、パンフレットや設置マニュアルを農研機構のホームページに掲載しているほか、設置方法の解説動画を、機構がYouTubeで展開するNAROchannelに公開しています。

鳥獣害対策は、被害現場で農家自らが、直ちに行うことが最も有効と考えています。そのため、通常の農作業に組み込める被害対策を開発目標にしています。また、鳥獣害発生地域は、人口減少、高齢化が顕著な中山間地域に多く、労力の軽減や技術の簡便化も目指すべき要素となります。鳥獣害の試験研究は野外でしかできないことが多く、研究員は被害現場を駆け回っています。実証

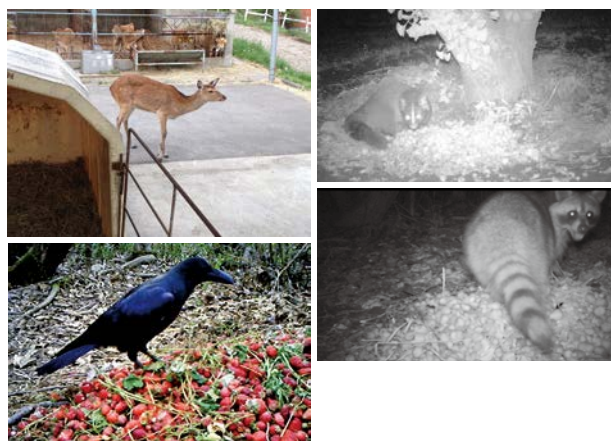


図-1 鳥獣害グループの主な研究対象動物
牧場に現れるニホンジカ、果樹園で廃棄イチゴをあさるアライグマ、ハクビシン、ハシブトガラス。



図-2 中央農業研究センターに設置されている鳥害対策実験用の大型ケージ
長さ 60 m, 幅 40 m (写真はその半分), 高さ 12 m.

試験で農家から改良のヒントをお聞きしながら、到達すべき技術を追い求めています。また、現地の研修会などで対策の考え方や技術を間違わずに使う方法、手法の啓発にも努めています。今後はジビエ、スマート農業等の分野や、AI、ビッグデータ、ロボット活用等、新技術との連携による対策技術の開拓も進めていきます。

(鳥獣害グループ長 竹内正彦)

研究室紹介

福岡県農林業総合試験場 八女分場

福岡県農林業総合試験場八女分場は福岡県の南部、八女市黒木町の標高 144 m の台地の上にあります。茶を中心としながらも、その立地条件を活かして中山間地に適する作物に関する研究も行っている地域に根ざした研究機関です。

この八女分場ですが、現在に至るまで様々な変遷の歴史を歩んできました。本県茶業に関する試験研究は明治 40 年（1907 年）、旧八女郡黒木町に設置された農事試験場紅茶試験所にはじまります。この紅茶試験所が八女分場の前身とも言えるのですが、大正 3 年（1914 年）にいったん、廃止されます。その後、大正 15 年（1926 年）に農事試験場茶業試験部が八女市旧岡山村に設置されます。この茶業試験部は、以後、県内複数箇所に移転、また統廃合され、ついに昭和 25 年（1950 年）に当時の農林省九州農業試験場へ移管されてしまいます。ここで再び本県の茶業研究は失われます。しかし、本県の農業試験場拡充整備の一環として、県の特産物である茶の振興を図る観点から、昭和 33 年（1958 年）に新たに福岡県立農業試験場茶業指導所を現所在地である八女市黒木町に開設。昭和 56 年（1981 年）に農業総合試験場茶業指導所、平成 2 年（1990 年）には農業総合試験場八女分場に改称され、翌平成 3 年に現在の新庁舎が完成しました。

この間、試験研究の対象も従来の茶に加え、平成元年（1989 年）に中山間地作物の研究を開始。平成 5 年（1993 年）には茶研究室と中山間地作物研究室の 2 研究室体制となりましたが、機動的に研究需要へ対応する観点から平成 25 年（2013 年）、現在の茶・中山間地作物チームへ整理統合。平成 26 年（2014 年）、福岡県農林業総合試験場八女分場と改称し今に至っています。

現在の職員体制は分場長以下、事務職員 2 名、研究職員 6 名、現業職員 4 名であり、これに日々雇用職員 5 名が加わる体制です。

茶関係の試験研究では栽培・加工や品種・系統適応性検定、病虫害防除対策等に加え、平成 27 年（2015 年）からは新たに品種開発にも取り組む等、茶全般に関する研究に精力的に取り組んでいます。特に本県の茶の代名詞とも言える玉露の栽培に関して、その被覆方法なども含めた優れた研究成果は日本一の玉露産地の維持発展に貢献してきました。その他、ビニル被覆の省力挿し木の開発や、玉露缶ドリンクの開発、‘さえみどり’の玉露適



職員一同。右写真はハウスでの茶の育種の状況

応性の解明等、多くの研究成果は現場での茶栽培などに広く活用され、普及指導を通して本県の全国茶品評会での上位入賞、「福岡の八女茶」のブランド価値向上に大きく貢献してきました。また、新害虫チャトゲコナジラミの天敵を利用した防除体系や化学農薬を半減する IPM システムは現場の茶栽培の防除に活用されています。

一方、中山間地作物関係の試験研究では、中山間地の冷涼な気候を活かした葉ワサビの産地化支援、ミシマサイコやトウキ等の薬用植物の栽培歴の作成などを行い、中山間地域の振興に貢献してきました。

最近では煎茶製造ラインを利用した簡易な粉末茶製造法の開発、EU や台湾向けの茶病虫害防除体系の構築等、今後、需要が見込まれる粉末茶の製造や茶の海外輸出を可能とする技術の開発。加えて、「福岡の八女茶」のさらなる高級化を図るために IoT を活用した八女伝統本玉露の生産システムの開発にも取り組んでいます。

今後は AI 技術の茶栽培への利用や、電照技術を用いた茶の育種の加速化、新たな茶や中山間地作物の需要発掘等、様々な夢のある課題にも取り組んでいこうと考えています。今後とも幅広くアンテナを張り情報収集などに努め、研究を研究で終わらせることなく、職員一丸となり地域振興の観点から普及へ橋渡しできる新技術・新品種の開発に邁進して参りますので、どうぞ応援よろしくお願い致します。また、近くにお寄りの際はお気軽にお立ち寄りください。美味しい「福岡の八女茶」でおもてなし致します。

（福岡県農林業総合試験場八女分場長 角重和浩）

(新しく登録された農薬 11 ページからの続き)

●シクラニプロール液剤

24187: ダブルトリガー液剤 (石原バイオサイエンス)

19/1/30

シクラニプロール: 4.5%

芝: シバツトガ, タマナヤガ, シバオサゾウムシ, スジキリヨトウ, ケラ, コガネムシ類幼虫: 発生前~発生初期

樹木類: ケムシ類: 発生前~発生初期

●トルフェンピラド乳剤

24193: 日農ハチハチ乳剤 (日本農薬) 19/1/30

トルフェンピラド: 15.0%

キャベツ: アザミウマ類, ハイマダラノメイガ, コナガ, アオムシ, アブラムシ類: 収穫 14 日前まで

はくさい: ハイマダラノメイガ, コナガ, アオムシ, アブラムシ類, ナメクジ類: 収穫 14 日前まで

レタス: アブラムシ類, ナモグリバエ, ナメクジ類, ベと病: 収穫 14 日前まで

だいこん: コナガ, アオムシ, ハイマダラノメイガ, アブラムシ類, ナモグリバエ, キスジノミハムシ, カブラハバチ: 収穫 30 日前まで

かぶ: コナガ, ハイマダラノメイガ, アブラムシ類, ナモグリバエ, キスジノミハムシ: 収穫 7 日前まで

きゅうり: アブラムシ類, コナジラミ類, アザミウマ類, ウリノメイガ, うどんこ病, ベと病, 褐斑病: 収穫前日まで

にがうり: アザミウマ類: 収穫前日まで

すいか: アブラムシ類, コナジラミ類, アザミウマ類, うどんこ病: 収穫前日まで

ばれいしょ: アブラムシ類, ナストビハムシ: 収穫前日まで

ねぎ: アザミウマ類, アブラムシ類, ネギコガ, シロイチモジヨトウ, さび病, ベと病: 収穫 7 日前まで

ブロッコリー: コナガ, アオムシ, アブラムシ類: 収穫 7 日前まで

ピーマン: アザミウマ類, コナジラミ類, チャノホコリダニ, うどんこ病: 収穫前日まで

にんにく: ネギコガ, チューリップサビダニ, アザミウマ類, アブラムシ類, さび病: 収穫 7 日前まで

にら: ネギアザミウマ: 収穫 14 日前まで

茶: チャノキイロアザミウマ, チャノミドリヒメヨコバ, チャノホソガ, チャノホコリダニ, チャノナガサビダニ, チャトゲコナジラミ, マダラカサハラハムシ, ツマグロアオカミカメ, : 摘採 14 日前まで

きく: アザミウマ類, アブラムシ類, ハモグリバエ類: 発生初期

きく: 白さび病: 発病初期

「殺菌剤」

●アゾキシストロビン・ヘキサコナゾール水和剤

24180: シバンバ PRO フロアブル (シンジェンタ ジャパン) 19/1/16

アゾキシストロビン: 18.0%

ヘキサコナゾール: 15.3%

日本芝: 葉腐病 (ラージパッチ): 発病前~発病初期

日本芝: 疑似葉腐病 (象の足跡), カーブラリア葉枯病, グラースポット病: 発病初期

日本芝: 立枯病 (ゾイシアデクライン): 休眠期前~発病初期

日本芝: 疑似葉腐病 (春はげ症), ネクロティックリン

グスポット病: 休眠期前

●フルキサピロキサド水和剤

24182: イントレックスフロアブル (BASF ジャパン)

19/1/22

フルキサピロキサド: 18.3%

小麦: 紅色雪腐病, 雪腐小粒菌核病: 根雪前

小麦: 赤さび病, 赤かび病: 収穫 7 日前まで

ばれいしょ: 黒あざ病: 植付前

てんさい: 根腐病, 葉腐病: 収穫 7 日前まで

●ジフェノコナゾール・フルキサピロキサド水和剤

24183: アクサーフロアブル (BASF ジャパン) 19/1/22

ジフェノコナゾール: 4.7%

フルキサピロキサド: 7.0%

りんご: モニリア病, 黒星病, うどんこ病, 黒点病, 斑点落葉病, 赤星病: 収穫 14 日前まで

なし: 黒星病, 黒斑病, うどんこ病, 赤星病: 収穫 14 日前まで

もも: 灰星病, 黒星病, ホモプシス腐敗病: 収穫前日まで

ネクタリン: 灰星病, 黒星病, ホモプシス腐敗病: 収穫前日まで

●フルスルファミド粉剤

24190: ネビライト粉剤 (三井化学アグロ) 19/1/30

フルスルファミド: 0.20%

キャベツ・はくさい・ブロッコリー: 根こぶ病: 定植前

●キャプタン・ペンチオピラド水和剤

24191: フルーツガードWDG (三井化学アグロ) 19/1/30

キャプタン: 70.0%

ペンチオピラド: 7.5%

なし: 黒星病, 輪紋病: 収穫 3 日前まで

りんご: 斑点落葉病, 黒点病, 褐斑病, 炭疽病, 輪紋病: 収穫前日まで

「除草剤」

●ピラゾレート・ベンゾビシクロン・メタゾスルフロン粒剤

24177: ジカマック 500 グラム粒剤 (山陽化成) 19/1/16

ピラゾレート: 10.0%

ベンゾビシクロン: 2.0%

メタゾスルフロン: 0.60%

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

●オキサジクロメホン・テフリルトリオン・ピラゾスルフロンエチル・ベンゾビシクロン粒剤

24178: プロヴィジョン 1 キロ粒剤 (SDS バイオテック) 19/1/16

オキサジクロメホン: 0.60%

テフリルトリオン: 2.0%

ピラゾスルフロンエチル: 0.30%

ベンゾビシクロン: 2.0%

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

●アシュラム液剤

24186: ガーデンアーザラン液剤 (石原バイオサイエンス) 19/1/30

アシュラム: 37.0%

日本芝: 一年生雑草

樹木等: 一年生雑草, 多年生広葉雑草, 多年生イネ科雑草, クズ

(60 ページに続く)

発生予察用調査資材幹旋品目一覧表

(価格は2019年3月1日現在で、消費税別、送料サービスです。)

●性フェロモン等誘引物質

対 象 害 虫	会 社	数 量	期 間 /個	本体価格	対 象 害 虫	会 社	数 量	期 間 /個	本体価格
ニカメイガ	サ	12	1ヶ月	7,700円	アリモドキゾウムシ	サ	12	1ヶ月	7,700円
コブノメイガ	サ	12	1ヶ月	10,000円	チャノコカクモンハマキ	住	12	1ヶ月	7,700円
アカスジカスミカメ	ア	12	1.5ヶ月	7,500円		ア*	12	1ヶ月	7,700円
アカヒゲホソミドリカスミカメ	信	12	1ヶ月	7,500円	チャハマキ	住	12	1ヶ月	7,700円
	ア	12	1.5ヶ月	7,500円		ア*	12	1ヶ月	7,700円
アワノメイガ	サ	12	1ヶ月	7,700円	チャノホソガ	サ	12	1ヶ月	7,700円
フタオビコヤガ	サ	12	1ヶ月	10,000円	チャドクガ	サ	2	1年	10,000円
イネヨトウ	サ	12	1ヶ月	10,000円	モモシンクイガ	住	12	2ヶ月	10,300円
マメシンクイガ	信	12	1ヶ月	7,500円	ナシヒメシンクイ	ア*	12	1ヶ月	7,700円
ハスモンヨトウ	住	8	1ヶ月	11,800円		サ	12	1ヶ月	7,700円
	サ	12	1ヶ月	10,000円	リンゴコカクモンハマキ	住	12	1ヶ月	7,700円
シロイチモジヨトウ	サ	12	1ヶ月	7,700円	リンゴモンハマキ	ア*	12	1ヶ月	7,700円
ヨトウガ	サ	12	1ヶ月	10,000円	コスカシバ	ア*	12	1ヶ月	7,700円
オオタバコガ	サ	12	1ヶ月	10,000円	ヒメコスカシバ	信	12	1ヶ月	7,500円
タバコガ	サ	12	1ヶ月	10,000円	クビアカスカシバ	信	12	1ヶ月	7,500円
カブラヤガ	サ	12	1ヶ月	7,700円	モモハモグリガ	サ	12	1ヶ月	7,700円
タマナヤガ	サ	12	1ヶ月	10,000円	キンモンホソガ	サ	12	1ヶ月	7,700円
タマナギンウワバ	サ	12	1ヶ月	10,000円	モモノゴマダラノメイガ	サ	12	1ヶ月	10,000円
コナガ	住	12	1ヶ月	7,700円	スモモヒメシンクイ	信	12	1ヶ月	7,500円
	サ	12	1ヶ月	7,700円	ミダレカクモンハマキ	信	12	1ヶ月	7,500円
ネギコガ	ア*	12	1ヶ月	12,900円	ヒメボクトウ	信	12	1ヶ月	7,500円
チャバネアオカメムシ	サ	10	1ヶ月	20,000円	カシノナガキクイムシ	サ	2	—	16,000円
	信	5	1ヶ月	19,000円	シロテンハナムグリ・アシナガ				
ナシマルカイガラムシ 専用粘着板20枚付	サ	5	1ヶ月	12,000円	コガネ・ヒラタアオコガネ	サ	誘1	3ヶ月	4,800円
アカマルカイガラムシ 専用粘着板20枚付	サ	5	1ヶ月	12,000円	空カップ3個付				
マメコガネ					《適用:白色トラップ》				
空カップ3個付	サ	誘1	3ヶ月	4,800円	カミキリ・ゾウムシ・				
《適用:黄色トラップ》					キクイムシ・ハバチなどの				
スギノアカネトラカミキリ	サ	誘4	—	8,800円	針葉樹寄生性昆虫	サ	誘4	3週間	5,000円
《適用:黄色トラップ》					エタノール4個付				
訪花性昆虫	サ	誘5	—	11,000円	《適用:黒色トラップ》				
《適用:黄色・白色トラップ》									
コナダニ見張番	サ	誘30枚+トラップ10個			3,500円	誘30枚		2,500円	

(※ 在庫限り)

●トラップ等捕獲資材

住化式粘着トラップ<住>	セット (屋根1台+粘着板12枚): 3,800円, 屋根のみ6台: 3,600円, 粘着板のみ12枚: 3,200円
SEトラップ<サ>	【色指定あり: 白色・緑色より選定】セット (屋根1台+粘着板12枚): 3,800円, 屋根のみ6台: 3,600円, 粘着板のみ12枚: 3,200円, 100枚: 26,000円
1Cトラップ<ア>*	セット (屋根3枚+粘着台紙6枚): 2,700円, 粘着台紙のみ24枚: 6,400円
小型粘着板 (クワシロカイガラムシ用)<サ>	100枚入 (1枚: 22.5cm × 12cm): 15,000円
ファネルトラップ<サ>	1台: 4,500円
住化式乾式トラップ<住>	1台: 3,500円
AUトラップ<信>	1台: 10,000円 (チャバネアオカメムシ用)
コガネコール・マダラコール用誘引器<サ>	【色指定あり: 黄色・白色・黒色より選定】1台: 6,800円
粘着シート 「ITシート」<サ>	1箱10巻入り (1巻: 10cm × 15m) 【黄色】: 14,100円
「虫取り君」<サ>	1箱10枚入り10袋 (1枚: 10cm × 25cm): 15,000円
アカヒゲ・アカスジカスミカメ用トラップ<ア>	粘着ネット (6枚): 4,950円, 粘着ネット用フレーム (6本): 3,300円

(会社名 ア: アース製薬, サ: サンケイ化学, 信: 信越化学工業, 住: 住友化学)

(※ 在庫限り)

上記調査資材の申し込み方法と注意事項について

◆電話での申し込み受付は行っておりませんので、必ずホームページからお申し込みいただくか、専用申込用紙をFAXでお送り下さい。

◆上記品目は防除には利用できません。防除に利用された場合は「農薬取締法」違反となります。

申込の際には必ず「本調査資材を防除目的には使用しない」ことをご明記下さい。記載がない場合にはお取り扱い出来ません。

◆品物はメーカーから直送いたしますが、到着までには1週間程度余裕を見て下さい。

◆商品の性質上、注文間違いによる返品は出来ませんのでご注意下さい。

◆個人でのお支払いは、現金書留あるいは郵便振替にて前払いをお願いします。

◎申込先: 〒114-0015 東京都北区中里2-28-10 一般社団法人 日本植物防疫協会 支援事業部

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

FAX (03) 5980-6753

■訂 正

以下の通り、学会だより、次号予告に誤りがありました。
訂正してお詫びいたします。

73 巻 1 号 70 頁
3 月 26 日→3 月 12 日
3 月 27 日→3 月 13 日
73 巻 2 号 68 頁
3 月 26 日→3 月 19 日
3 月 27 日→3 月 20 日
岩館康哉→岩館康哉

学 会 だ よ り

○日本応用動物昆虫学会

第 63 回日本応用動物昆虫学会大会
公開シンポジウム「昆虫と植物：それぞれの戦略」
4 名の方に話題を提供していただきます。参加費は無料です（事前申し込みも必要ありません）。
日時：3 月 25 日（月）午後
場所：つくば国際会議場
（〒305-0032 茨城県つくば市竹園 2-20-3）

○日本農薬学会

日本農薬学会では、精度の高い残留農薬分析を実施する上で特に配慮すべき事項を「Q & A」形式に取りまとめた「残留農薬分析知っておきたい問答あれこれ」を出版しています。定価は 3,000 円（送料別）。
【購入申し込み方法】
メールまたは FAX（03-5980-0282）にて日本農薬学会事務局へご連絡下さい。

広告掲載会社一覧 （掲載順）

ダウ・アグロサイエンス(株)……………主要品目
(株)エス・ディー・エス バイオテック
……………チューンアップ、バシレックス
バイエルクロップサイエンス(株)…カウンスルエナジー
OAT アグリオ(株)……………サフオイル
BASF ジャパン(株)……………プリンスベイト
日本曹達(株)……………ピシロック
フェニックス普及会……………フェニックス
日産化学(株)……………スターマイト
アース製薬(株)……………フェロモン EBC
サンケイ化学(株)……………主要品目
クミアイ化学工業(株)……………プロポーズ

協会からのお知らせ

○故上路理事長お別れの会

日時：2019 年 3 月 4 日（月）午後 3 時より受付開始
午後 4 時より開式
午後 5 時より懇談会
場所：ホテルラングウッド 2 階「飛翔」（お別れの会）
「鳳凰」（懇談会）
東京都荒川区東日暮里 5-50-5
TEL：03（3803）1234
問い合わせ先：一般社団法人 日本植物防疫協会総務部
（高木・堀江）
TEL：03（5980）2181

次号予告

次号 2019 年 4 月号の主な予定記事は次のとおりです。

平成 31 年度植物防疫事業・農薬安全対策の進め方について
植物防疫課・農薬対策室
平成 31 年度植物防疫研究課題の概要
農林水産技術会議
オオバのシソサビダニとモザイク病—シソサビダニとシソモザイクウイルスの生態および検出技術—
上遠野富士夫・久保田健嗣ら
オオバのシソサビダニとモザイク病対策—総合防除体系の開発と産地への普及の取り組み—
下八川裕司・恒川健太ら
ルミネックス法を用いた複数遺伝子の殺菌剤耐性変異の同時検出
藤村 真ら
日本産チャバネアオカメムシ類の最新の分類
石川 忠ら
モモシクイガ幼虫の見分け方
那須義次

日植防シンポジウム：
我が国におけるスマート農業への取り組み
長峰徹昭
ICT を活用した防除機関の取り組み
湯浅一康
植物防疫講座 病害編 炭疽病菌による病害の生態と防除
平山喜彦
植物防疫講座 虫害編 スクミリンゴガイの発生生態と防除
松倉啓一郎
植物防疫講座 農薬編 ニコチン性アセチルコリン受容体チャネルブロッカー
大河原雄一
研究室紹介：農研機構 中央農業研究センター 虫・鳥獣害研究領域 虫害防除体系 G
平江雅宏
神奈川県農業技術センター 生産環境部 植草秀敏

植物防疫

2019 年
3 月号

（毎月 1 回 1 日発行）

第 73 巻 2019 年 2 月 25 日印刷
第 3 号 2019 年 3 月 1 日発行
（通算 867 号）

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

定価 947 円
本体 877 円

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

——発行所——

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

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

べと病、疫病、白さび病を ピシッとロック!

農林水産省登録 第23952号

殺菌剤

ピカルブトラゾクス水和剤

新発売

ピシロック® フロアブル



【登録作物】

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



HPIはこちらから

新規有効成分ピカルブトラゾクス配合!(FRACコード U 17)

収穫前日まで使える!(はくさいは収穫3日前まで)



日本曹達株式会社

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



®は日本曹達(株)の登録商標

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

チョウ目害虫防除に!

殺虫剤

フェニックス®

顆粒水和剤

フロアブル



71作物に登録。
幅広く使えて、効きめが長く続く!



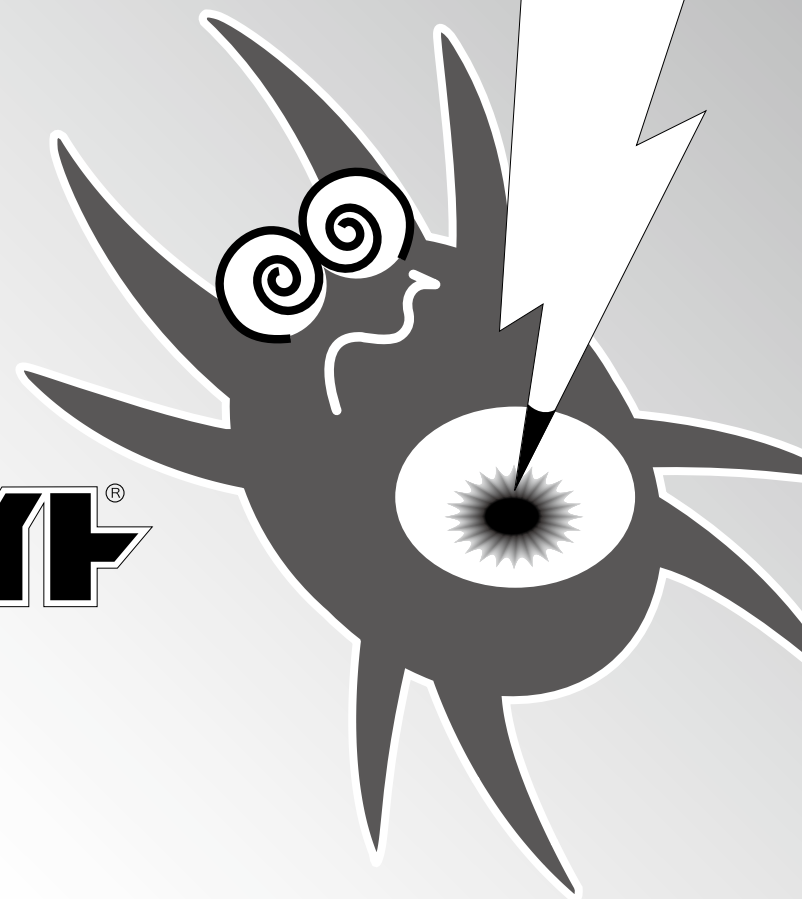
果樹・茶のチョウ目害虫、
枝幹害虫の防除にも(ヒメボクトウ、フタモンマダラメイガ等)

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

フェニックス普及会
日本曹達株式会社 事務局 日本農薬株式会社
東京都中央区京橋1丁目19番8号

作用点まで しっかり届く!

殺ダニ剤
スターマイト[®]
フロアブル



殺ダニ成分「シエノピラフェン」配合

だから…

● 抵抗性ハダニにもきちんと効く

殺ダニ成分「シエノピラフェン」が、ハダニ体内にある「電子伝達系複合体Ⅱ」にしっかり届き、その働きを阻害するので抵抗性ハダニにも優れた効果を発揮します。

● 卵から成虫まで、 ハダニの全ステージにしっかり効く

卵・幼虫・若虫・成虫とあらゆる生育ステージが混在して発生するハダニ類。全ステージに効くので、ハダニの様々な発生状況に対応できます。

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

 **日産化学株式会社**

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

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

斑点米の原因となる アカスジカスミカメの発生予察に

発生予察用フェロモン製剤
フェロモンEBC
アカスジカスミカメ用



フェロモン成分をパラフィンに加え混合、カプセルに充填し徐放性を保つことにより長期間フェロモンのリリースコントロールができます。



発生予察用
フェロモン製剤

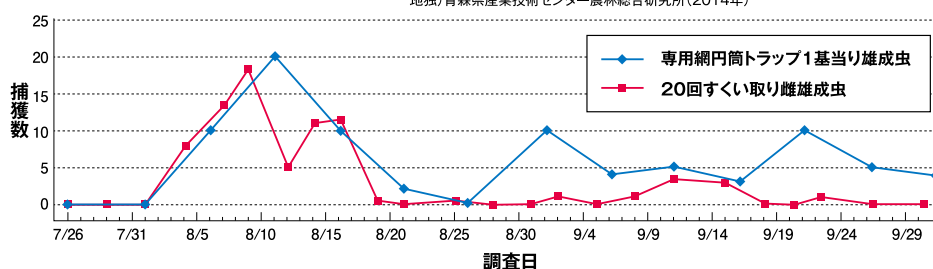
専用網円筒トラップ

フェロモンEBC 捕獲用粘着ネット
フェロモンEBC 捕獲粘着ネット用フレーム

耐水性があり、対象害虫以外は捕獲されにくい黒色粘着ネットを採用した専用網円筒トラップと組み合わせること
で、容易にアカスジカスミカメの調査が行えます。

捕獲効力データ

アカスジカスミカメの水田内における捕獲消長
地独) 青森県産業技術センター農林総合研究所 (2014年)



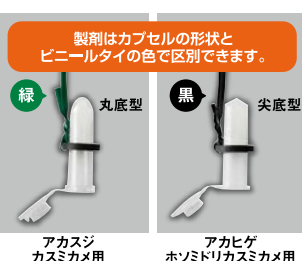
フェロモンEBCアカスジカスミカメ用製剤と専用網円筒トラップを組み合わせること
で、水田内におけるアカスジカスミカメ雄成虫の発生消長が明確に捉えられます。

仕 様

商品名	適用作物	内 容	有効期間	使用時期	使用量の目安
フェロモンEBC アカスジカスミカメ用	稲	誘引カプセル12個 ゴムバンド12個 ビニールタイ12本	野外で 約1~1.5カ月	出穂5~7日前から 黄化期まで	1個/10アール

商品名	内 容	使用期間
フェロモンEBC 捕獲用粘着ネット	捕獲用粘着ネット6枚 ビニールタイ18本	1.5~2カ月

商品名	内 容	サイズ
フェロモンEBC 捕獲粘着ネット用フレーム	フレーム6本	幅120mm 高さ580mm



アース製薬株式会社 AOY

〒101-0048 東京都千代田区神田司町2-12-1

お客様窓口 **0120-81-6456**

受付時間9:00~17:00(土、日、祝日を除く)

<http://www.earth-chem.co.jp>



SANKEI
ECO PRODUCTS



植物油脂パワー！
サンクリスタル乳剤



チョウ目害虫退治の生物農薬！
**サンケイ
サブリーナフロアブル**



植物保護薬！
**サンケイ
ジーファイン水和剤**



硫黄の力でうどんこ病防除！
**サンケイ
クムラス**



安定した銅の効果！
サンボルドー



キュウリ・カボチャのうどんこ病に！
ハッパ乳剤



硫黄と銅の強力タッグ！
園芸ボルドー



サンケイ化学株式会社

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

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

殺菌剤

2つで安心 プロポーズ®

顆粒水和剤

®はクミアイ化学工業(株)の登録商標です。



JAグループ
農 協 | 全 農 | 経済連



自然に学び 自然を守る
クミアイ化学工業株式会社

本社：東京都台東区池之端1-4-26 〒110-8782 TEL03-3822-5036
ホームページ http://www.kumiai-chem.co.jp

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

