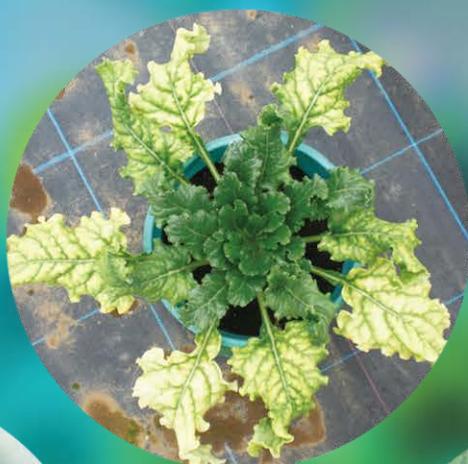


植物防疫

Plant Protection

8

2018
VOL.72



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

新規作用性 **殺虫剤**

ファインセーブ®

フロアブル

®は登録商標第5543984号

アザミウマ類に特効的・サビダニ類にも高い効果

併せて、タバココナジラミ類、小型のチョウ目害虫にも有効

新規作用機作で既存剤に感受性の低下した害虫に有効

ミトコンドリア電子伝達系複合体III Qiを阻害する

天敵・有用昆虫に対する影響が小さい

ミツバチ・マルハナバチ・カブリダニ類等に対して影響が小さい

極めて高い速効性・優れた残効性



有効成分：フロメトキン……………10.0%
その他成分：水、界面活性剤等……………90.0%
性状：類白色水和性粘稠懸濁液体
医薬用外劇物

適用害虫の一例



ミナミキイロアザミウマ



ミカンキイロアザミウマ



ネギアザミウマ



チャノキイロアザミウマ



ヒラズハナアザミウマ



トマトサビダニ



ミカンサビダニ



コナガ



チャノホソガ



タバココナジラミ

ファインセーブ普及会

北興化学工業株式会社

日本化薬株式会社

事務局

meiji Meiji Seika ファルマ株式会社

〒104-8002 東京都中央区京橋 2-4-16

私たちの多彩さが、
この国の農業を笑顔にします。



殺虫剤

**ロビコフッド[®] ティアナ[®] プレオ[®] スミチオン[®] ダントツ[®]
パダン[®] アディオン[®] エスマルカ[®] ゴツツA[®]**

殺菌剤

**スクレア[®] ピクシオ[®] ベネセット[®] ベンレート[®] フラシン[®]
スミレックス[®] リンバー[®] バリダシン[®] スターナ[®]**

殺虫殺菌剤

**新規剤[®] スタウトパダン[®] 新規剤[®] 箱大臣[®] 箱王子[®]
スタウトパディート[®] 箱いり娘[®] スタウトダントツ[®]**

水稲用除草剤

**ゼータタイガー[®] ゼータハンマー[®] メガゼータ[®] 忍[®]
ゼータファイヤ[®] フルゼータ[®] ズエモン[®] カットダウン[®] オサキニ[®]**

植物成長調整剤

ジベレリン協和[®] ロミカ[®]

®は登録商標です。

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

〒104-8260 東京都中央区新川2丁目27番1号 お客様相談室



0570-058-669



大地のめぐみ、まっすぐ人へ
SCG GROUP



住友化学

農業支援サイト **農力** <https://www.i-nouryoku.com>



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
サプリナフロアブル**



植物保護薬！
**サンケイ
ジーファイン水和剤**



硫黄の力でうどんこ病防除！
**サンケイ
クムラス**



安定した銅の効果！
サンボルドー



キュウリ・カボチャのうどんこ病に！
ハッパ乳剤



硫黄と銅の強力タッグ！
園芸ボルドー



サンケイ化学株式会社

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

**定植前の
灌注処理で
ハダニ類を
いちご本圃に
持ち込まない！**



モベント
フロアブル

動画を配信してるんだー！



500倍液を1株に50ml

- ミツバチ：処理後翌日より放飼可能。
- カブリダニ類：処理45日後から放飼可能。

バイエル クロップサイエンス株式会社
<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)

目次

巻頭言

半世紀を迎える都道府県の残留農薬分析……………中村 幸二 1

総説

テンサイ黄化病（旧名：西部萎黄病）と防除対策を巡る最近の動き……………上田 重文 2

研究報告

イネ縞葉枯病発病抑制のためのヒメトビウンカに対する本田防除適期……………諏訪 順子 7
青森県におけるマメシクイガの発消長とクロラントラニプロール水和剤の
無人ヘリコプター散布による防除効果……………対馬 佑介 13
新潟県のダイズにおけるウコンノメイガの発消長と薬剤防除法……………石本万寿広・岩田大介 19

新技術解説

カブリダニ類の識別マニュアルのねらいと今後の課題……………豊島 真吾 24
イチゴの RNA 簡易抽出法および遺伝子診断法
—誘導抵抗性を利用したイチゴの病害防除技術の開発に向けて—……………鳴坂義弘・鳴坂真理 29
日本で発生するトスポウウイルスを網羅的に検出できるユニバーサルプライマー……………奥田 充 34
ユキヤナギアブラムシの簡易飼育法……………櫻井 民人 39

植物防疫講座

病害編 野菜主要病害の発生生態と防除……………寺見 文宏 42
虫害編 野菜主要害虫の発生動向と防除……………武田 光能 49
農薬編 ニコチン性アセチルコリン受容体 (nAChR) アロステリックモジュレーター
—スピノシン系—……………大上 恵 60

新農薬の紹介

新規殺虫剤ファインセーブ™フロアブルの特長……………三宅孝明・武内晴香 65

研究室紹介

農研機構 東北農業研究センター 生産環境研究領域 病害虫 G……………善林 薫 68
鳥取県農業試験場 環境研究室……………長谷川 優 69

農林水産省プレスリリース (30.6.14~7.13)……………23
新しく登録された農薬 (30.6.1~6.30)……………5, 6
登録が失効した農薬 (30.6.1~6.30)……………38
発生予察情報・特殊報 (30.6.1~6.30)……………64

【表紙写真】

上：テンサイ黄化病罹病株（上田重文氏原図）
中左：チリカブリダニ成虫
中右：マメシクイガ成虫（対馬佑介氏原図）
下：北海道上川郡美瑛町の麦秋風景

農薬概説 2018

一般社団法人 日本植物防疫協会 編

農薬概説

(2018)

一般社団法人 日本植物防疫協会

B5判 367頁 本体1,800円+消費税, 送料 実費

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.jppa.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@jppa.or.jp

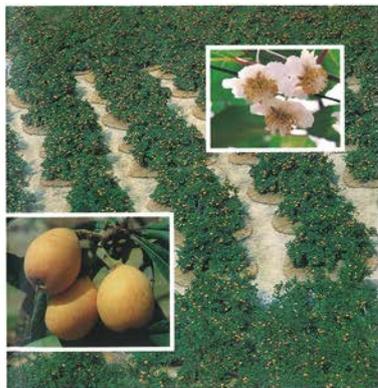
改訂第二版発売中！

ひと目でわかる 果樹の病害虫 —第一巻(改訂第二版)—

ひと目でわかる

果樹の病害虫

—第一巻(改訂第二版)—
ミカン・ビワ・キウイ
マンゴー・パパイア・オリーブ



B5判 195頁, 本体6,000円+消費税, 送料 実費

本書では、これまでミカン・ビワ・キウイを対象樹種とし、これらに発生する多くの病害虫を紹介していました。病害では発病部位や様相, 病原菌やその顕微鏡写真を、害虫では卵から成虫までの各発育ステージと被害写真などを掲載しました。また発生生態や防除法について全国の研究者が簡潔に解説し、写真と解説により病害虫の診断と防除を容易にした図鑑です。今般の改訂では、既存作物に更に病害虫を追加すると共に、新たにマンゴー・パパイア・オリーブを加えて増補しました。

一般社団法人 日本植物防疫協会 支援事業部

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

<http://www.jppa.or.jp/> order@jppa.or.jp


 巻頭言

半世紀を迎える都道府県の 残留農薬分析



一般社団法人 日本植物防疫協会 技術顧問 なか むら こう じ
中 村 幸 二

都道府県で残留農薬の分析が開始されたのは1970年前後である。1970年とすると、再来年の2020年で丁度半世紀を迎えることになる。私が残留農薬分析を始めたのが1971年なので、私自身も残留農薬分析にほぼ半世紀の間付き合ってきたことになる。当初はこんなに長く残留農薬分析にかかわるとは思ってもいなかったもので、ここまで来てしまったのかという何とも言えない気持ちになる。そこで、昔を振り返り、感慨に耽りたいと思う。

残留農薬分析が始まった1970年ころは、まさに農薬の残留問題が顕在化した時期となる。レーチェルカーソンの沈黙の春はDDTなどの環境汚染問題を取り上げ、衝撃的だったが、我が国でも、BHCの母乳汚染、有機水銀剤の米からの検出、いわゆるドリソ剤のキュウリ等、野菜からの検出などが現実のものとなった。当時、農林省は、都道府県における農作物の農薬残留対策確立に資するために、ガスクロマトグラフなどの残留農薬分析機器の整備を全国的に実施した。また、残留分析技術に関しても農薬検査所を中心に研修事業などが行われ、技術者の育成が図られた。残留農薬分析は短期間に全国的に広がったが、その体制は、高知県のように残留農薬研究室といった専門部署が設けられる例もあったが、普通は農業関係試験研究機関の病害虫または土壤肥料担当部門に専任職員を1ないし2名置くという形が一般的であった。また、研修で解消していったとはいえ、発足当初は、残留農薬分析を経験した担当者がほとんどいないというのが現状であった。残留農薬分析は、分析機器の発達した現在でも非常に難しいものだが、当時も残留分析は誰もが苦勞して行ったものであった。残留農薬分析の技術的な問題を解決したのが、当時、都道府県の残留分析担当者を積極的にサポートした農薬検査所が毎年行った技術研修と研修を通じて構築していった都道府県間の連絡体制であった。

私のいた埼玉県はどうだったのか、ここでちょっと触れてみたい。埼玉県農業試験場に残留農薬の分析機器が整備されたのは、1970年度末であった。分析機器の種類は、ガスクロマトグラフ、交流ポーラログラフ、紫外可視分光光度計であった。どのような経緯で分析機器の種類を決めたのかは、私が埼玉県に入る前のことで不明だが、銅の分析が目的で導入されたのが原子吸光光度計ではなく、交流ポーラログラフであったことは驚きだった。また、これも実際に目にしたわけではないが、高価な分析機器が整備されたが、しばらく稼働しなかったため、宝の持ち腐れになっているとどこかの新聞の地方版

に書かれたこともあったと聞いている。担当者は2名だったが、2名とも残留農薬分析の経験はなく、一応1名は植物病理、もう1名（私だが）は作物栄養が専門だった。設置された部署は最初の1年は病虫部だったが、2年目から新設の農業公害を集めた分析室に移り、分析室は10年続いた。

残留農薬分析開始当初は、全国的に残留有機塩素系殺虫剤の作物・土壌におけるモニタリング調査、汚染防止対策試験が行われ、これら農薬の全国的な残留実態が明らかとなり、特に、厳しい残留基準値が設定されているドリソ系農薬の残留が問題となることも明らかとなった。特に、高知県ではアルドリソ+ディルドリソについて野菜類の土壌から吸収についてクラス分けし、きゅうり等うり類による吸収が大きいことを明らかにし、多くの事態調査の結果から、土壌の安全な栽培指針となる濃度を0.1 ppmに設定した。この後、都道府県の特性を生かし、農業生産現場に発生する様々な残留農薬に係る課題に取り組むことになり、多くの成果が得られた。一方、農林水産省、環境省により設定された残留農薬に係る事業にも積極的に取り組まれた。農林水産省の事業としてはマイナー作物における農薬登録拡大を目的とした農薬残留特殊調査事業、農薬の安全使用基準の見直し、確認を目的とした農薬安全追跡調査事業、土壌の残留性を確認する農薬土壌残留調査事業があり、環境省の事業としては、現在は水質残留と後作物残留の解明を目的としているが、2003年の農薬取締法改正前までは作物残留性の確認を行っていた農薬残留対策調査事業があった。

このように多くの成果を残してきた都道府県の残留農薬分析であるが、発足当初は全国で行われてきたものが、現在では数はわからないが約半数の県が撤退している。この理由の最大のものは、県の姿勢であるといえる。当初から言われてきたことではあるが、残留農薬に係る仕事は県がやるべきことかという考えが県の中にあり、機会を見て残留農薬の部門を廃止あるいは休止する動きがあるようである。また、同じ理由であるが、農業関係試験研究機関の定数が大幅に削減されており、その際に、廃止の憂き目に遭うところもあるようである。残留農薬分析機器は高価であり、分析に必要な機器への更新もままならないというのも影響しているかもしれない。都道府県の残留農薬分析部門の役割は半世紀になろうとしている現在でも非常に重要なことは変わらない。支援していかなければと思う。

(「植物防疫」編集委員)



テンサイ黄化病（旧名：西部萎黄病）と 防除対策を巡る最近の動き

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構
北海道農業研究センター テンサイ育種グループ

う え だ し げ の り
上 田 重 文

はじめに

テンサイ（甜菜）は、ヒユ科アカザ亜科フダンソウ属の二年生の植物で、砂糖生産の主要原料となっている。現在、国内では北海道でのみ栽培されている。

テンサイ黄化病は、ビート黄葉ウイルス（Beet leaf yellowing virus, BLYV）がモモアカアブラムシにより媒介され、テンサイに感染することで発生するウイルス病である。本病は、以前はテンサイ西部萎黄病（病原ウイルス *Beet western yellows virus*, BWYV）とされていたがⅡ、Ⅲ章に示すように、BWYVとのウイルスゲノムの相同性や寄主範囲の差異から、国内では2017年10月に日本植物病理学会病名委員会において病名変更された。ただし、国際ウイルス分類委員会（ICTV）では、現在のところ未承認である。本病に感染すると、発病株の新葉は緑色であるが、中位～下位葉の葉脈間が黄化し葉が厚くなりかつ脆くなる（図-1）。そのため、早期に感染し発病すると根重、根中糖分ともに大きな低下が懸念され糖量で約30%以上の減収となる病害である（北海道農業試験会議資料，2016）。

本稿では、本病のこれまでの経緯や発生要因、防除対



図-1 テンサイ黄化病（西部萎黄病）

Beet Yellowing Disease and Its Management. By Shigenori UEDA

（キーワード：テンサイ西部萎黄病，BWYV，BLYV）

策を中心に紹介する。

I テンサイ黄化病の経緯

本病は、1950年代ごろから道内各地のテンサイが夏になると黄化する症状が頻発していた。1960年前後にはほとんど全道各地方で発生が認められた（成田，1980）。この症状は当初 *Beet yellows virus*（BYV）に起因するとみなされていた（村山・讚井，1967）。ところが、1969年になると病徴判断ではBYVと区別することが困難であるが病原ウイルスは汁液によっては伝搬されず、モモアカアブラムシによって伝搬されるウイルス、すなわちBWYVが同定された（讚井・村山，1969；杉本ら，1970）。BWYVは、米国西部で同定されたウイルスで黄化症状を *Western yellows* と呼ばれていたことから日本でも病名を西部萎黄病と命名された。1975年には網走・十勝・宗谷地方で特に多発し、発生面積11,500 ha（面積率24%）であった（成田，1980）。また、1991年には西胆振から後志地方にかけて多発した（成田ら，1992）。さらに2008～14年にかけて網走・道東地方で多発して大きな問題となった（池谷ら，2009；北海道農業試験会議資料，2016）。近年では本病の発生は減少しているが、全道各地で依然として散発的に発生している。

II BLYVの宿主範囲

西部萎黄病（黄化病を含む）の病原ウイルスの宿主範囲は広いことが知られている。DUFFS（1972）は、BWYVが21科100種以上に感染することを報告している。国内では、村山・讚井（1967）および讚井・村山（1969）は、当時BWYVとされていた病原ウイルスに関して、5科14種の植物が寄主植物であると報告している。杉本・村山（1972）は、同様のウイルスを用いて接種実験を行い11科34種が本病ウイルスに感受性であったと報告している。吉田・玉田（2017）は、BLYVを19科105種の植物に接種した結果、7科26種に感染が認められたと報告した。主な感染植物は、テンサイ、ホウレンソウ、シロガラシ、ナズナ、ノボロギク等であった。一方、ハクサイ、カブ、キャベツ、ブロッコリー、ダイコンのよ

うな BWYV が感染するとされるアブラナ科植物には BLYV は感染しなかった。

III BLYV のウイルスとしての特性

BLYV はルテオウイルス科ポレロウイルス属に属する球状 1 本鎖 RNA ウイルスで、モモアカアブラムシにより伝搬されるウイルスである。ルテオウイルスの分類基準によれば、ウイルスゲノムがコードする各遺伝子のアミノ酸配列の相同性の差異が 10% 以上あること等により異種として区別される (DOMIER, 2012)。BLYV は BWYV-USA 株と比較して、この基準を満たしていることや寄生性の違いから、新種であることが提案されている (吉田ら, 2017)。

本ウイルスのゲノム全長は 5,670 塩基で、北海道で発生しているウイルスはほぼ単一のウイルス株であると推測されている (上田ら, 2014)。北海道清水株 (アクセッション番号 AB903032) を BWYV の基準株である BWYV-USA (AF473561) と比較したところ全ゲノムで 87% の相同性であった。また、中国の BWYV 株である BWYV-Gansu (EU636990) と比較したところ、94% の相同性であった。分子系統解析においても、BLYV (北海道分離株) は中国分離株に近縁であるが別系統であり、USA 分離株とはより遠縁であるという結果が得られた (図-2)。したがって、BLYV は、アジアに分布する BWYV の近縁種であるが、現在のところ北海道にの

み発生するウイルス分離株であることが示唆された。BLYV は国際的には未承認のため、現在は暫定種扱いになるが、近い将来新種として認められることになるであろう。

IV テンサイ黄化病の発生の特徴

テンサイ圃場における黄化病の発生の仕方は非常に特徴的である。6 月下旬から 7 月上旬ころになると、テンサイ圃場に直径約 3~5 m のスポット状の黄化株の集団が確認される (図-3)。スポットは 1 圃場に 1 個から数個程度孤立的に発生する場合もあれば、激発圃場の場合、圃場全体に発生する場合もある (図-4)。これは、媒介昆虫であるモモアカアブラムシの発生生態によるところが大きく影響している。モモアカアブラムシは、圃場周辺のハウスまたは露地で越冬する。春を迎えた保毒虫はテンサイ圃場に有翅虫となって飛来し初期感染を成立させる。そこで、コロニーを形成し感染株が増加しテンサイの生長とともにスポット状の黄化株の集団が出現する。防除が不十分な圃場の場合、さらにそこから保毒虫が周囲の株に飛散し、発病株を増加させていく。

収量調査によると、4 月以降 7 月ころまでにウイルスを接種した処理区はおおむね 30% 程度、最大で 35% の糖量の減収が認められている (三宅ら, 2017 a)。

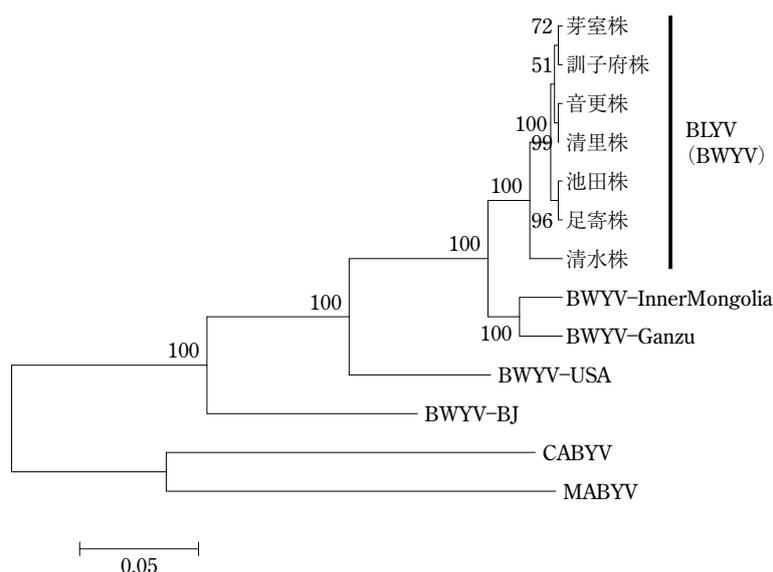


図-2 北海道の分離株間の分子系統解析
値はブートストラップ値を示す。

BLYV : Beet leaf yellowing virus. BWYV : Beet western yellows virus.
CABYV : Cucurbit aphid-borne yellows virus. MABYV : Melon aphid-borne yellows virus.



図-3 スポット状に発生したテンサイ黄化病



図-4 圃場全面に発生したテンサイ黄化病

V テンサイ黄化病の防除対策

テンサイ黄化病は上述したように十数年おきに大発生を繰り返してきた病気である。本病は BLYV がモモアカアブラムシにより媒介されることから、これまでも薬剤防除や罹病植物の除去等による防除対策が推奨されてきた（杉本ら，1970；成田武四，1980；北海道農業試験会議（成績会議）資料，2012）。それでもなお発生が抑えきれない病害であることから、防除対策の根拠の明確化や防除法の改良が試みられた。

圃場では、例年 6 月下旬から 7 月上旬頃に初発を迎える。三宅ら（2017 a）は BLYV の感染時期と発病までの日数の関係を検討した。その結果、4 月にウイルスを接種した場合、発病までに 60 日程度を要し、5～8 月に接種した場合、19～28 日で発病した。つまり、感染してから発病までには潜伏期間があり、春先は長く、暖かくなると短くなった。すなわち、ウイルス感染は実際に発病するよりもかなり以前に成立している可能性が高いことがわかった。よって、本病は、発病を確認してからの防除では遅く、予防的な防除が必要である。

BLYV を保毒したモモアカアブラムシの露地越冬は否定できない。しかし、本病の発生程度は、モモアカアブラムシが越冬した冬季被覆ハウスに近いほど高くなる傾向がある（三宅ら，2017 b）。したがって、冬季ハウスでは BLYV の保毒源となるホウレンソウなどの残渣やナズナ等の雑草類の除去が大切である。加えて、越冬ハウスの適正な管理を複数年連続で行うことで、黄化病の発生をさらに抑制する効果が期待できることがわかった（三宅ら，2017 b）。また、テンサイの栽培においては、移植栽培と直播栽培の 2 通りの栽培法がある。移植栽培の場合、あらかじめペーパーポットに種子を播種し苗を

ハウス内育苗したのち、圃場に定植するため、上述したようなハウス内の管理の徹底とアブラムシ類に対する効果の高い薬剤の苗床灌注処理が必須となる。また、通常ペレット種子にあらかじめ殺虫剤が封入されている。よって、移植、直播栽培ともに薬剤の残効期間が切れるころからの本圃での定期的な薬剤防除の徹底が本病の発生予防には重要である。

おわりに

テンサイ黄化病（西部萎黄病）は、1950 年代以降十数年おきに北海道内で大発生を繰り返してきた古くて新しい病気である。テンサイのウイルス病としてはほかに、*Beet necrotic yellow vein virus* の感染により発生するテンサイそう根病がある（TAMADA and BABA, 1973）。そう根病は、近年抵抗性品種の普及により発生が抑えられている。しかし、黄化病に対する抵抗性品種は存在しない。そこで、（国）農研機構北海道農業研究センターでは、本病に対する抵抗性品種の育種を開始している。現在のところまだ開発途上であるが、近い将来、農業による防除を低減できるような抵抗性品種が開発できることを期待している。

謝辞 本研究は北海道てん菜協会並びに農研機構生研支援センター「革新的技術開発・緊急展開事業（うち先導プロジェクト）」の支援を受けて行った。

引用文献

- 1) DOMIER, L. L. (2012): Virus taxonomy, 9th report of the ICTV, Elsevier/Academic Press, London, p.1045~1053.
- 2) DUFFS, J. E. (1972): Descriptions of plant viruses: 89.
- 3) 北海道農業試験会議（成績会議）資料（2016）：てんさいの西部萎黄病の発生生態と媒介虫の越冬抑制による病害低減技術：11～13.
- 4) _____ (2012): アブラムシ防除

によるてん菜の西部萎黄病防除対策：177～178。
 5) 池谷美奈子ら (2009)：北日本病虫研報 60：51～54。
 6) 三宅規文ら (2017 a)：同上 68：185～189。
 7) ———ら (2017 b)：同上 68：190～193。
 8) 村山大記・讚井 蕃 (1967)：日植病報 33：94 (講要)。
 9) 成田正孝ら (1992)：てん菜研究会報 34：133～138。
 10) 成田武四 (1980)：北海道農作物病害総覧：276～277。
 11) 讚井 蕃・村山大記 (1969)：日植病報 35：125 (講要)。

12) 杉本利哉・——— (1972)：てん菜研究報告 13：1～72。
 13) ———ら (1970)：同上 8：1～163。
 14) TAMADA, T. and T. BABA (1973)：Ann. Phytopath. Soc. Japan 39：325～332。
 15) 上田重文ら (2014)：北日本病虫研報 65：37～41。
 16) 吉田直人・玉田哲男 (2017)：てん菜研究会報 58：38～40 (講要)。
 17) ———ら (2017)：日植病報 83：74 (講要)。



新しく登録された農薬 (30.6.1～6.30)

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

〔殺虫剤〕

●シアントラニリプロール水和剤

24088：エクシレル SE (エフエムシー・ケミカルズ)

18/6/27

シアントラニリプロール：10.2%

りんご：ハマキムシ類、シンクイムシ類、ヒメボクトウ、キンモンホソガ、ギンモンハモグリガ、ケムシ類、ヨモギエダシヤク、オオタバコガ：収穫前日まで

もも・ネクタリン：ハマキムシ類、ケムシ類、モモハモグリガ、シンクイムシ類：収穫前日まで

なし：ハマキムシ類、シンクイムシ類、ヒメボクトウ、ケムシ類、ワタアブラムシ：収穫前日まで

おうとう：ハマキムシ類、ケムシ類、オウトウショウジョウバエ、チャノキイロアザミウマ、コスカシバ：収穫前日まで

あんず：ケムシ類：収穫7日前まで

すもも：シンクイムシ類、ケムシ類：収穫14日前まで

ぶどう：ハスモンヨトウ、ケムシ類、チャノキイロアザミウマ：収穫前日まで

かんきつ：アゲハ類、ケムシ類、ハマキムシ類、アザミウマ類、ミカンハモグリガ、ミカンキジラミ、ヨモギエダシヤク、ケシクスイ類、ゴマダラカミキリ成虫、チャノミドリヒメヨコバイ、コアオハナムグリ、ハスモンヨトウ：収穫前日まで

かんきつ (苗木)：ミカンハモグリガ、アゲハ類、ゴマダラカミキリ成虫：育苗期

茶：ヨモギエダシヤク、チャハマキ、チャノコカクモンハマキ、チャノホソガ、チャノミドリヒメヨコバイ、チャノキイロアザミウマ、マダラカサハラハムシ、ハスモンヨトウ：摘採7日前まで

●シアントラニリプロール粒剤

24089：プリロツソ粒剤 (エフエムシー・ケミカルズ)

18/6/27

シアントラニリプロール：0.50%

きゅうり、**なす**、**トマト**、**ミニトマト**：ハモグリバエ類、アブラムシ類、アザミウマ類、コナジラミ類：育苗期後半～定植時

だいこん：コナガ、アオムシ、アブラムシ類、ハイマダラノメイガ、カブラハバチ、キスジノミハムシ、ネキリムシ類：は種時

キャベツ：コナガ、アオムシ、アブラムシ類、アザミウマ類、ハイマダラノメイガ：育苗期後半～定植当日、

育苗期後半～定植時

はくさい：コナガ、アオムシ、アブラムシ類、ハイマダラノメイガ：育苗期後半～定植当日、育苗期後半～定植時

ブロッコリー：コナガ、アオムシ、アブラムシ類、アザミウマ類：育苗期後半～定植当日、育苗期後半～定植時

レタス：オオタバコガ、アブラムシ類、ハモグリバエ類：育苗期後半～定植当日、育苗期後半～定植時

ピーマン：アブラムシ類、アザミウマ類、コナジラミ類：育苗期後半～定植時

●シアントラニリプロール水和剤

24090：ペリマーク SC (エフエムシー・ケミカルズ)

18/6/27

シアントラニリプロール：18.7%

キャベツ：ハスモンヨトウ、コナガ、アオムシ、アブラムシ類、アザミウマ類、ハイマダラノメイガ、ヨトウムシ、ネキリムシ類、ウワバ類：育苗期後半～定植当日

はくさい：ハスモンヨトウ、コナガ、アオムシ、アブラムシ類、ハイマダラノメイガ、カブラハバチ：育苗期後半～定植当日

ブロッコリー：ハスモンヨトウ、コナガ、アオムシ、アブラムシ類、アザミウマ類：育苗期後半～定植当日

カリフラワー：ハスモンヨトウ、コナガ、アオムシ：育苗期後半～定植当日

レタス、**非結球レタス**：オオタバコガ、ハスモンヨトウ、ハモグリバエ類、アブラムシ類、ヒメフタテンヨコバイ：育苗期後半～定植当日

ねぎ：シロイチモジヨトウ、アザミウマ類、ハモグリバエ類：育苗期後半～定植当日、収穫7日前まで

ほうれんそう：ハスモンヨトウ、シロオビノメイガ：収穫7日前まで

いちご：ハスモンヨトウ、アブラムシ類：育苗期後半～定植当日

なす：アブラムシ類、コナジラミ類、アザミウマ類、ハモグリバエ類、ネキリムシ類：育苗期後半～定植当日

メロン、**すいか**、**ピーマン**：アブラムシ類、コナジラミ類、アザミウマ類：育苗期後半～定植当日

トマト、**ミニトマト**、**きゅうり**：アブラムシ類、コナジラミ類、アザミウマ類、ハモグリバエ類：育苗期後半～定植当日

(6 ページに続く)

(新しく登録された農薬 5 ページからの続き)

●シアントラニリプロール水和剤

24091: ベネビア OD (エフエムシー・ケミカルズ)

18/6/27

シアントラニリプロール: 10.3%

キャベツ: コナガ, アオムシ, アブラムシ類, アザミウマ類, ハイマダラノメイガ, ヨトウムシ, ハスモンヨトウ, ウワバ類, オオタバコガ: 収穫前日まで

はくさい: コナガ, アオムシ, アブラムシ類, ハイマダラノメイガ, ヨトウムシ, ハスモンヨトウ: 収穫前日まで

だいこん: コナガ, アオムシ, アブラムシ類, ハイマダラノメイガ, カブラハバチ, ヨトウムシ, ハモグリバエ類, キスジノミハムシ: 収穫前日まで

ブロッコリー: コナガ, アオムシ, アブラムシ類, アザミウマ類, ハスモンヨトウ: 収穫前日まで

トマト, ミニトマト, ピーマン: アブラムシ類, コナジラミ類, オオタバコガ, ハモグリバエ類: 収穫前日まで

きゅうり: アブラムシ類, コナジラミ類, ウリノメイガ, ハモグリバエ類: 収穫前日まで

レタス: アブラムシ類, オオタバコガ, ハスモンヨトウ, ヨトウムシ, ハモグリバエ類: 収穫前日まで

いちご: アブラムシ類, コナジラミ類, ハスモンヨトウ, アザミウマ類: 収穫前日まで

えだまめ: アブラムシ類, ハスモンヨトウ, マメシクイガ: 収穫前日まで

だいず: アブラムシ類, ハスモンヨトウ, マメシクイガ: 収穫 7 日前まで

ねぎ: シロイチモジヨトウ, アザミウマ類, ハモグリバエ類: 収穫前日まで

たまねぎ: ハスモンヨトウ, アザミウマ類, ハモグリバエ類: 収穫 14 日前まで

やまのいも: ナガイモコガ, 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, ハスモンヨトウ: 収穫 7 日前まで

ばれいしょ: アブラムシ類, ハスモンヨトウ: 収穫 7 日前まで

かぼちゃ: ハモグリバエ類, ハスモンヨトウ: 収穫前日

まで

たばこ: ヨトウムシ: 収穫 10 日前まで

「殺菌剤」

●フマル酸水和剤

24083: アルテリア水和剤 (日本曹達) 18/6/13

フマル酸: 80.0%

西洋芝 (ベントグラス): かさ枯病: 発病初期

藻類: 芝生育期 (藻類発生初期)

「除草剤」

●イマゾスルフロン・オキサジクロメホン水和剤

24084: イマゾーン (レインボー薬品) 18/6/13

イマゾスルフロン: 18.0%

オキサジクロメホン: 12.0%

日本芝: 一年生雑草

●トリアファモン・フェンキノトリオン・フェントラザミド水和剤

24085: カウンシルエナジーフロアブル (バイエルクロップサイエンス) 18/6/27

24086: アバンティフロアブル (クミアイ化学工業) 18/6/27

24087: カウントダウンフロアブル (全農グリーンリソース) 18/6/27

トリアファモン: 0.95%

フェンキノトリオン: 5.7%

フェントラザミド: 5.7%

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

●メトスルフロンメチル水和剤

24092: FMC サーベル DF (エフエムシー・ケミカルズ) 18/6/27

メトスルフロンメチル: 60.0%

日本芝, 西洋芝 (ペレニアルライグラス, ケンタッキーブルーグラス): 一年生及び多年生広葉雑草

樹木等: 一年生及び多年生広葉雑草, クズ, 雑かん木

研究 報告

イネ縞葉枯病発病抑制のための ヒメトビウンカに対する本田防除適期

茨城県農業総合センター農業研究所 諏訪のぶこ

はじめに

イネ縞葉枯病は、ヒメトビウンカ *Laodelphax striatellus* (Fallén) (図-1) が媒介するウイルス病である。イネ縞葉枯ウイルス (*Rice stripe virus*, RSV) にイネが感染すると、新葉がこより状に垂れ下がって枯死したり、穂の出すくみ等の症状により健全穂が減少することで減収する (図-2)。茨城県病害虫防除所の調査によると、茨城県では 1960 年代後半から 80 年代まで本病が多発する状態が続いたが、その後 1990 年代になると発生は減少し、1996~2007 年までは本田における発生を認めなかった。しかし、2008 年に県西地域で再び発生を確認して以降、発生地域が拡大し、2015 年の発生面積は作付面積の約 4 割にあたる約 3 万 ha となり (岡部・杉山, 2016)、その後も発生の多い状況が続いている。

本病の対策には、媒介虫であるヒメトビウンカを防除して感染の機会を減らすことが重要であり、薬剤の育苗

箱施用や本田散布は有効な防除対策である (酒井, 2015; 岡部・杉山, 2016)。本田散布の防除適期を検討した当所の試験において、第 2 世代幼虫の発生盛期の始期、中期、終期のいずれか 1 回シラフルオフェン乳剤を散布したところ、防除適期は幼虫発生盛期の始期であり、その約 1 週間後まで防除効果が得られると考えられた (杉山ら, 2015) が、防除適期の早限は未検討であった。また、近年は春から初夏の気温の年次変動が大きいことから、ヒメトビウンカの発生活消長の年次変動も大きい。そのため、第 2 世代幼虫の防除を的確に行うためには、有効積算温度などを利用して発生時期を予測し、それに基づいた防除適期を明らかにすることが必要である。そこで、ヒメトビウンカ第 2 世代幼虫に対する本田散布に好適な期間を明らかにするとともに、水田における第 2 世代幼虫の発生時期と有効積算温度から計算した発生時期との比較を行い、有効積算温度から散布適期を予測する方法を検討した。



図-1 イネ縞葉枯ウイルスを媒介するヒメトビウンカ
左より雌成虫, 雄成虫, 幼虫。

Optimum Period for Insecticide Application in Paddy Field to Small Brown Planthopper, *Laodelphax striatellus* for Control of Rice Stripe Disease. By Nobuko Suwa

(キーワード: イネ, 縞葉枯病, RSV, ヒメトビウンカ, 薬剤防除)



図-2 イネ縞葉枯病の病徴
左より分けつ期の病徴、穂の出すくみ。

なお、本研究は農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業 27002C「産地に応じて抵抗性品種と薬剤防除を適宜利用するイネ縞葉枯病の総合防除技術の開発」により実施したものである。

I ヒメトビウンカ第2世代幼虫に対する防除適期

試験は、2016年に茨城県筑西市の水田において、表-1のとおり薬剤散布時期の異なる試験区を設定して行った。品種は‘コシヒカリ’を用い、5月16日に移植した。薬剤はシラフルオフェン乳剤2,000倍希釈液を供試し、試験規模は1区100m²（10m×10m）、2連制とした。ヒメトビウンカ成虫数の調査は、黄色粘着トラップを用いて行った。黄色粘着トラップは畦畔から10m入った水田内（試験区外）に10m間隔で2基設置し、5月16日から7月11日まで2～8日間隔で交換してヒメトビウンカ成虫の誘殺数を調査した。なお、トラップは縦25.7cm×横10cmの黄色粘着板（商品名：ホリバーイエロー、アリストライフサイエンス社製）を用いた。ヒメトビウンカ幼虫数の調査は、吸い取り法により行った。6月6日から7月11日まで2～8日間隔で、エンジンプロワによる連続した10株の吸い取りを各区3箇所で行い、採集したヒメトビウンカ幼虫数を齢期別に計数した。イネ縞葉枯病の発病調査は、7月7日、8月12日および16日に各区中央の連続した300株（25株×12畦）について発病の有無を調査し、発病株率を算出した。また、8月8日に各区任意の28株について総茎数および発病茎数を調査し、発病茎率を算出した。

ヒメトビウンカ第1世代成虫（以下成虫とする）は、5月25日ころから誘殺され始め、6月4日から6月18日ころにかけて誘殺数が多かったことから、この期間を成虫発生盛期とした（図-3）。第2世代幼虫（以下幼虫とする）は、6月14日の調査から確認され、6月20日

から7月4日にかけて虫数が多かったことから、この期間を幼虫発生盛期とした。このことから、本田散布を行った6月6日は成虫発生盛期の始期、6月14日は成虫発生盛期中期かつ幼虫発生開始期、6月20日は幼虫発生盛期の始期、6月27日は幼虫発生盛期中期であったものと判断し、散布時期とイネ縞葉枯病の発病抑制効果との関係を検討した。

イネ縞葉枯病は水田内において侵入世代成虫とその次世代幼虫が原因となって拡大し（SHIBA et al., 2018）、幼穂形成期より後の感染では発病せず無病徴感染となることがある（安尾ら, 1965）。試験水田における出穂期は8月7日であったことから、幼穂形成期は7月13日ころであったと推定され、この時期までの感染が発病に大きく影響したものと考えられる。

本試験において、本病の発病抑制に最も有効な散布時期は幼虫発生盛期の始期である6月20日で、次いで成虫発生盛期中期かつ幼虫発生開始期である6月14日であった。6月20日の散布は、散布後に幼虫数が速やかに減少し（図-4）、8月の発病茎率、発病株率はともに最も低かった（表-1）。ただし、6月20日の散布は散布前に水田に侵入していた成虫による感染を防ぐことは難しいため、成虫による感染が主体と考えられる7月上旬の発病は6月14日散布区よりやや多かった。一方、発生初期の幼虫を効率的に防除することで、幼虫による感染拡大を防ぎ、8月の発病抑制効果は最も高かったものと考えられる。また、6月14日の散布は、成虫を効率的に防除することができたため、産卵数が抑制され、さらに発生し始めていた幼虫に対する殺虫効果により、その後の幼虫数が少なく推移した結果（図-4）、7月上旬の発病が最も少なく、8月の発病抑制効果も6月20日散布区に次いで高くなったと考えられる（表-1）。

一方、成虫発生盛期の始期である6月6日の散布は、成虫に対する殺虫効果により、無処理区と比べて幼虫数は少なく推移したものの、7月上旬までに徐々に密度が増加したことから、幼虫に対する散布時期としては早すぎたために幼虫密度の低減効果が不十分であったと考えられる。したがって、幼虫による感染を十分に抑えることができず、発病抑制効果が劣ったものと考えられる。また、幼虫発生盛期中期である6月27日の散布は、幼虫密度の低減効果は高かったものの散布時期が遅すぎたために、散布時までに発生していた幼虫によって感染し、発病抑制効果が劣ったものと考えられる。

以上のことから、本病の発病抑制のためには、ヒメトビウンカ第2世代幼虫の密度を低く抑えて幼虫による感染拡大を防ぐことが重要であり、そのための本田散布に

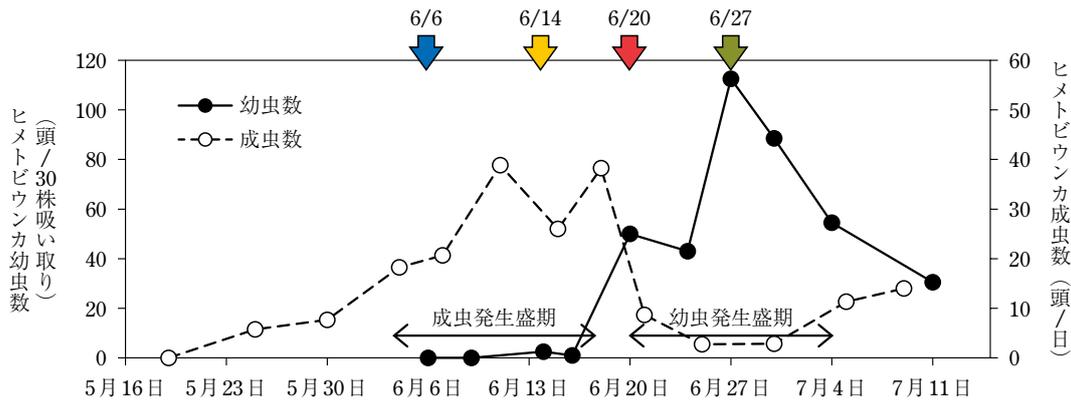


図-3 無処理区におけるヒメトビウンカ成幼虫数の推移と本田散布時期（諏訪ら，2017）
成虫数は試験区外に設置した黄色粘着トラップ2基合計の誘殺数。
各調査期間の中央日を誘殺日とした。
▽は本田散布実施日を示す。

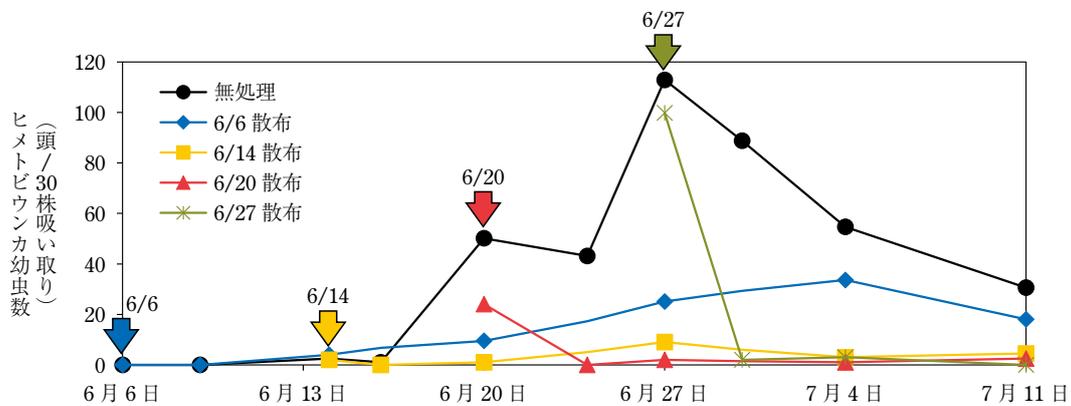


図-4 本田散布時期別のヒメトビウンカ幼虫数の推移（諏訪ら，2017）
▽は本田散布実施日を示す。

表-1 ヒメトビウンカに対する本田散布時期がイネ縞葉枯病の発病に及ぼす影響（諏訪ら，2017）

試験区	散布量 (I/10 a)	発病株率(%)		発病莖率(%)
		7月上旬	8月中旬	8月上旬
6月6日散布	100	5.7	55.0	6.6
6月14日散布	100	4.2	45.9	2.4
6月20日散布	150	6.4	31.2	2.2
6月27日散布	150	6.6	49.2	6.4
無処理	-	9.0	78.0	15.8

よる防除適期は、幼虫発生開始期から幼虫発生盛期の始期であると考えられた。

II 水田におけるヒメトビウンカ第2世代幼虫の発生時期と有効積算温度から計算した発生時期の比較

ヒメトビウンカ第2世代幼虫の発生は年次変動があることから、本田散布を的確に行うためには、発生予測技術との併用が必要である。そこで、無処理区におけるヒ

メトビウンカ幼虫の齢期別の発生時期と有効積算温度を用いて2016年の気温の実測値から計算した発生時期を比較検討した。有効積算温度を用いたヒメトビウンカの発生時期の計算は、平江・柴（2015）の報告に従い、JPP-NET（日本植物防疫協会，東京）の有効積算温度計算シミュレーション version2 を用いて行った。計算に必要な気象データはアメダスの茨城県下館地点（筑西市）の毎正時気温データを用いた。

無処理区におけるヒメトビウンカ幼虫の齢期別虫数は、1齢が6月20日、2齢および3齢が6月27日、4齢が7月4日、5齢が7月11日の調査で最も多かった（図-5）。これに対し、有効積算温度を用いて2016年の気温の実測値から計算した発生最盛日は、産卵が6月13日、ふ化が6月23日、2齢化が6月26日、3齢化が6月30日、4齢化が7月2日、5齢化が7月5日であり、1～4齢幼虫については本田における調査結果との誤差が3日以内でおおむね一致しており、本手法は本田散布の防除適期の予測に活用できると考えられた。

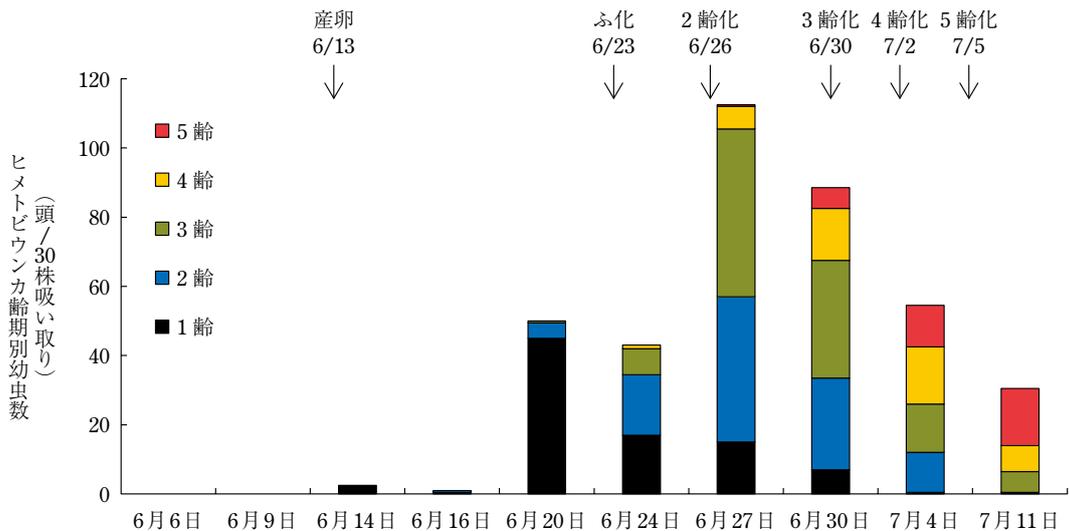


図-5 無処理区におけるヒメトビウンカ齢期別幼虫数の推移と有効積算温度から計算した発生時期 (諏訪ら, 2017)
 図中の矢印は 2016 年の気温の実測値を用いて有効積算温度から計算したヒメトビウンカの産卵最盛日, ふ化最盛日および各齢期の幼虫発生最盛日を示す。

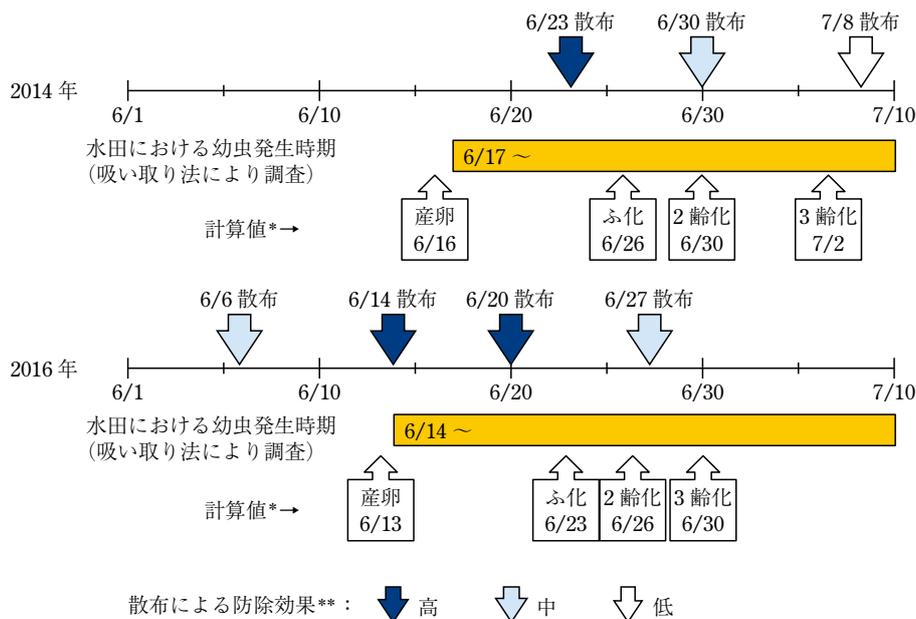


図-6 イネ縞葉枯病に対する本田防除の効果と有効積算温度を用いて計算したヒメトビウンカ幼虫の発生時期との関係
 *計算値は各年の気温の実測値から有効積算温度を用いて計算した各最盛日である。
 **散布による防除効果は, 本田防除試験における発病茎率の対無処理比が, 高は 40 以下, 中は 40~60 以下, 低は 60~100 以下であることを示す。

III 本田防除適期予測技術の開発

本田防除適期を予測する方法について, 2014 年に当所で行った本田散布による防除効果試験 (杉山ら, 2015) の結果と 2016 年の試験結果を用いて検討した。

2014 年の試験において, 発病抑制効果が最も高かった散布時期は幼虫発生盛期の始期 (6 月 23 日) であり,

これは有効積算温度を用いて計算した産卵最盛日 (6 月 16 日) の 1 週間後であった (図-6)。2016 年の試験において防除適期とされた幼虫発生開始期 (6 月 14 日) から幼虫発生盛期の始期 (6 月 20 日) は, 有効積算温度を用いて計算した産卵最盛日 (6 月 13 日) から 1 週間以内であった。吸い取り調査における幼虫発生開始確認日は 2014 年が 6 月 17 日, 2016 年が 6 月 14 日であり,

表-2 5月25日時点で予測したヒメトビウンカ産卵最盛日と幼虫発生開始確認日の比較

試験年次	5/25時点で予測した産卵最盛日 ^{a)}	幼虫発生開始確認日 ^{b)}	差
2014	6/19	6/17	+2
2016	6/15	6/14	+1

^{a)} 5月24日までは気象データの実測値、5月25日以降は気象データの平年値を使用し、有効積算温度を用いて予測した産卵最盛日。

^{b)} 現地水田における吸い取り法による調査結果。

有効積算温度を用いて計算した産卵最盛日はそれぞれ1日前であった。このことから、本田散布の防除適期は、予測産卵最盛日から1週間程度とするのが妥当と考えられた。

さらに、この防除適期の予測方法を実際に活用する場面としては、茨城県病害虫防除所が発表する病害虫発生予報6月号（例年5月末発表）への掲載が考えられることから、5月25日時点で産卵最盛日を予測（5月24日までは気象データの実測値、5月25日以降は気象データの平年値を使用）したところ、2014年は6月19日、2016年は6月15日であった（表-2）。これは、すべて気象データの実測値を使って計算した産卵最盛日（2014年6月16日および2016年6月13日）と比較すると2～3日遅く、吸い取り調査における幼虫発生開始確認日（2014年6月17日および2016年6月14日）と比較す

ると1～2日遅い程度でおおむね一致していた。したがって、本手法は予測を行った日以降の気温の実測値と平年値との差によって予測精度に影響があるものの、防除適期の予測に活用できると考えられた。

おわりに

本県におけるイネ縞葉枯病の発病は、6月上中旬ころに水田に飛来するヒメトビウンカ第1世代成虫およびその後発生する第2世代幼虫による感染が主体となることから、これらによる感染を抑制する方法として、薬剤の育苗箱施用を基本の防除対策としている。しかし、直播などの育苗箱施用を行うことができない栽培や移植時期が早い水田等においては、本田散布が有効な防除対策になると考えられる。また、発病が多い地域においては、育苗箱施用と本田散布の体系防除が有効であると考えられることから、イネ縞葉枯病を効果的に防除するため、本試験の結果を活用していきたい。

引用文献

- 1) 平江雅宏・柴 卓也 (2015): 関東病虫研報 62: 110～115.
- 2) 岡部 克・杉山恵乃 (2016): 植物防疫 70: 89～95.
- 3) 酒井和彦 (2015): 関東病虫研報 62: 174～175 (講要).
- 4) SHIBA, T. et al. (2018): Field Crops Res. 217: 211～217.
- 5) 杉山恵乃ら (2015): 関東病虫研報 62: 175 (講要).
- 6) 諏訪順子ら (2017): 同上 64: 73～76.
- 7) 安尾 俊ら (1965): 農事試験場研究報告 8: 17～108.

吸汁性害虫防除に、新規スルホキシミン系のチカラ!



抵抗性アブラムシ類に!



アカスジカスミカメに!



抵抗性コナジラミ類に!



ミナミアオカメムシに!



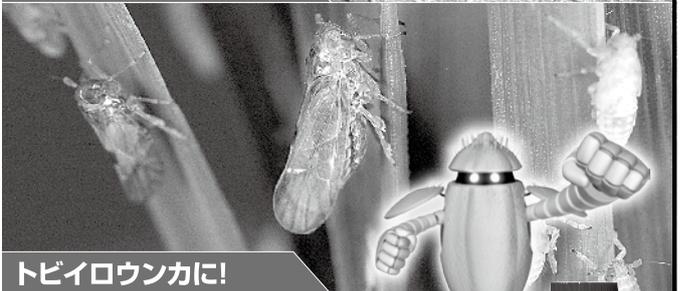
クワコナカイガラムシに!



クモヘリカメムシに!



ヤノネカイガラムシに!



トビイロウンカに!

野菜・果樹の大切な実りを、
吸汁被害から守りぬく!

野菜・果樹用殺虫剤

トランスフォームTM
フロアブル



アブラムシ、カイガラムシ、
コナジラミに優れた殺虫効果
を発揮! 吸汁性害虫防除
のスペシャリストが、ついに
誕生。速効力と持続力で、作物
づくりをサポートします。



水稻の大敵、
斑点米カメムシ類を徹底阻止!

水稻用殺虫剤

エクシードTM
フロアブル



水稻の大敵、斑点米カメムシ類
や、ウンカ類、ツマグロヨコバイ
に優れた殺虫効果を発揮! 吸汁
性害虫防除のスペシャリストが、
ついに誕生。速効力と持続力で、
お米づくりをサポートします。



このマークが
ついた画像は、
AR動画でも
ご覧いただけます。
「COCOAR2」アプリ(無料)で動画
をご覧いただけます。

「COCOAR2」
無料アプリの
使用方法

iPhoneやiPadは「Apple Store」から、Android端末は「Google Play」から、「COCOAR2」
を無料でダウンロードできます。アプリを起動し、スキャン画面内に写真の青い枠が入るよう
に端末をかざすと動画がスタートします。*Wi-FiまたはLTE環境を推奨します。

ISOCLAST^{ACTIVE}
「イソクラスト」は、一般名:スルホキサフロルの商標です。

イソクラスト普及会/日産化学工業株式会社 北興化学工業株式会社 ダウ・アグロサイエンス日本株式会社*
*事務局:東京都品川区東品川2丁目2番24号

★池田二三高氏撮影 ©TM: ザ・ダウ・ケミカル・カンパニーまたはその関連会社商標


 研究
報告

青森県におけるマメシクイガの発生消長と クロラントラニプロール水和剤の 無人ヘリコプター散布による防除効果

地方独立行政法人 青森県産業技術センター農林総合研究所 **対馬 佑介**

はじめに

近年、青森県では局所的ではあるものの、ダイズのマメシクイガ *Leguminivora glycinivorella* の発生と子実被害が拡大している。本県におけるダイズ作付面積は1997年には2,140 haほどであったが、2017年には4,940 haと2倍以上の面積になっている。このような作付面積の拡大に伴って連作年数の長い圃場も増加して本種が多発生する事例があり、防除は必須となっている。本県におけるダイズの作付は組織化・集団化されていることから、防除は無人ヘリコプターを用いた空中散布が主体となっており、近年の散布面積はおおよそ3,000 ha前後で推移している（青森県産業用無人ヘリコプター協議会調べ）。

本種は鹿児島県以北の日本各地に分布し、特に北日本地域での被害が主なものであったが、近年はこれまで被害の少なかった西日本においても被害が報告されており、防除法開発に向けた取り組みが行われている（福田・奥谷，2018）。本種は年間発生回数が地域によって異なることが知られており、北海道や東北、北陸では年1世代（松本・黒澤，1955；遠藤，1967；平井，1988）、関東では年2世代の発生が確認されている（内藤，1960；二宮ら，1957）。青森県は年1世代の発生で、発生盛期は8月下旬であるとされる（木村・石谷，2009）。雌成虫はおおむね4 cm以上の大きさの莢を好んで産卵するとされるが（岡田，1938；1948；西島，1954）、発生量が多い場合や、成虫発生時に莢が未熟な場合は莖や葉柄等の部位にも産卵することが知られている（桑山，1938；岡田，1948）。

青森県は過去に合成ピレスロイド剤を供試した防除適

Efficacy of Aerial Application of Chlorantraniliprole against Soybean Pod Borer, *Leguminivora glycinivorella* (Matsumura) (Lepidoptera: Tortricidae) and Its Seasonal Occurrence in Aomori Prefecture. By Yusuke TSUSHIMA

（キーワード：マメシクイガ，ダイズ，無人ヘリコプター防除，発生消長）

期試験を実施しており（木村・石谷，2009），この結果に基づいて、本種の防除時期を少～中発生圃場（被害率1～15%）は8月第6半旬から9月第1半旬にかけて1回，多（同16～30%）～甚発生圃場（同30%以上）は8月第5半旬に1回とその7日後の2回としていた。しかし、県内の一部圃場では子実被害を十分に抑えきれない甚発生や多発生事例が散見されたことから、近年の発生生態の把握とそれに対応した防除方法の再検討が求められていた。

このような中、2012年にジアミド系殺虫剤であるクロラントラニプロール水和剤がマメシクイガに対して適用拡大となり、岩手県の久保田・横田（2015）がマメシクイガに対する本剤の防除適期試験を地上散布で実施したところ、成虫発生盛期2半旬前の散布でも十分な防除効果が得られ、従来剤よりも散布適期幅が広いことを報告した。この結果は異なる散布方法でも応用可能であると考えられたことから、青森県内のダイズ生産現場の実状に合わせ、無人ヘリコプター散布によるクロラントラニプロール水和剤の防除効果について検討した。ここでは、2016年と2017年に県内のマメシクイガ多発生圃場で実施した散布濃度および散布適期試験の結果と、成虫発生消長調査、産卵および食入消長調査の結果について紹介する。なお、本稿は2016年の調査結果を報告した対馬ら（2017）の内容に、2017年の試験結果（対馬ら，2018）の一部を追加したものである。

I フェロモントラップによる発生消長調査

2016年は7月第4半旬から10月第1半旬まで、2017年は7月第6半旬から9月第4半旬まで、青森県弘前市の現地ダイズ圃場の畦畔に設置した合成性フェロモントラップで成虫の発生消長を調査した。トラップは三角屋根型粘着（SE）トラップ（サンケイ化学株式会社）を用い、粘着板がダイズの草冠高になるように設置した。誘引源としたフェロモンルアー（信越化学工業株式会社）は30日ごとに交換した。粘着板に捕獲された個体の計

数調査は2~3日おきに実施し、半旬別に3基の平均誘殺数を集計した。

2016年は7月第6半旬から誘殺が確認された。誘殺最盛期は8月第3半旬で、この半旬のみで877頭が誘殺された(図-1)。一方、2017年は8月第1半旬から誘殺が確認され、誘殺最盛期は8月第4半旬で、341頭が誘殺された。2017年は誘殺開始、最盛期ともに2016年と比較して1半旬遅い時期となった。また、総誘殺数は

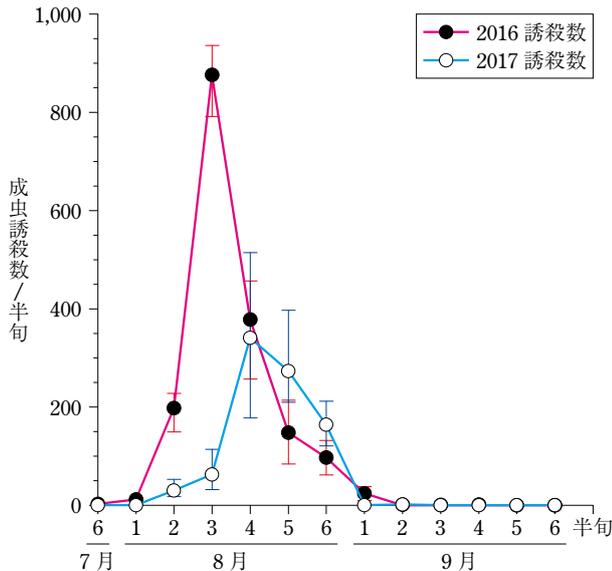


図-1 フェロモントラップ調査によるマメシクイガ誘殺数の推移
2016年の誘殺数はトラップ3基、2017年はトラップ5基の平均値。
エラーバーはトラップ全基における誘殺数の最多、最少を示す。

2016年が1,742頭であったのに対し、2017年は872頭と、およそ半数であった。

近年東北地方でフェロモントラップによる発生活消長を調査した報告によれば、宮城県(加進ら, 2010)は9月第1半旬~2半旬、山形県(土門ら, 2010)、岩手県(久保田・横田, 2015)は8月第6半旬であったことが示されており、8月下旬~9月上旬といった時期が東北地方で観測される標準的な発生盛期であると考えられる。青森県で同様の調査をした事例では、2007年の黒石、つがる、六戸では8月第5半旬または6半旬(木村・石谷, 2009)、2003~05年の六戸では8月第5半旬であり(木村・石谷, 2009にある石谷, 未発表)、県内9年間11地点の平均では8月第5半旬(對馬ら, 2017にある青森県病害虫防除所・青森県植物防疫協会調べ)であった。今回の試験圃場では8月第3~4半旬が発生盛期となっており、1~2半旬早い結果となった。

II 圃場における生態調査

試験は2016年、2017年とも青森県弘前市内でダイズ連作年数10年以上の現地多発生圃場で実施した。栽培品種は‘おおすず’(中生の早)で、2016年は6月7日、2017年は6月19日に畝幅65cm、株間15cmで機械播種を行った。肥培管理などは現地農家慣行に従った。

1 莢を除く茎・葉柄等における産卵・ふ化・食入消長

産卵数および食入莢数は2016年には8月16日から9月14日まで、2017年は8月15日から9月21日までのおおむね半旬ごとに調査した。調査株は無処理区の中央付近から2016年は20株、2017年は10株を刈り取り、実



図-2 左から、莢上の卵、ふ化直後の幼虫、食入孔

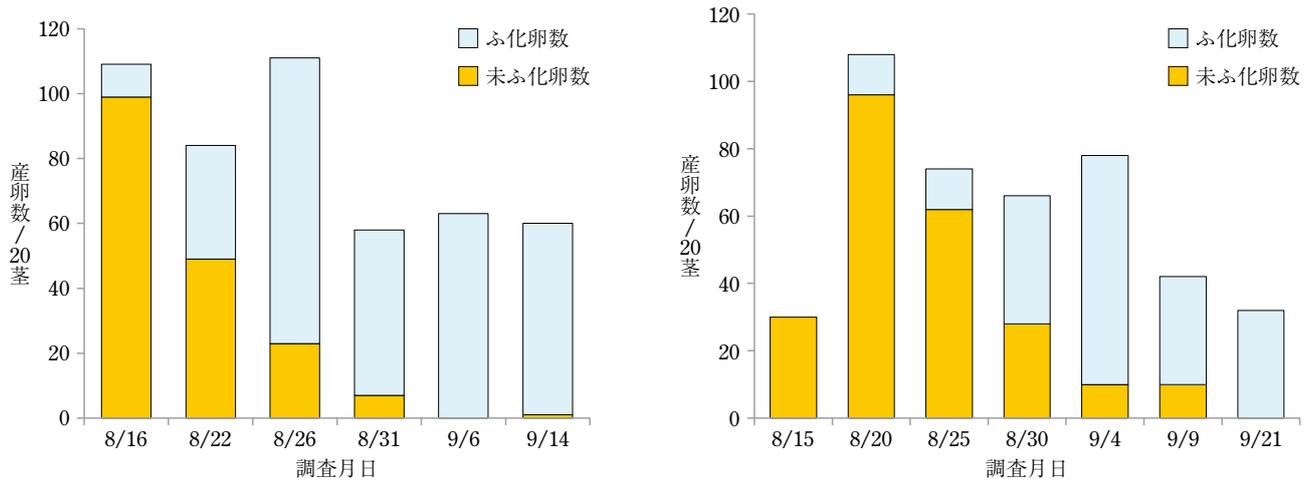


図-3 莢以外の部位への産卵・ふ化消長
左：2016年 右：2017年。

体顕微鏡下で長さ 1.5 cm 以上の莢と茎および葉柄の未ふ化卵数、ふ化卵数と幼虫による莢への食入痕の有無を調査した (図-2)。

2016 年の産卵は莢以外の部位 (茎や葉柄等) では調査を開始した 8 月 16 日から確認された (図-3)。これらの部位では時期を同じくしてふ化卵も確認され、徘徊する幼虫が見られた。これらの部位の卵は 8 月 22 日には 4 割がふ化し、9 月 6 日にはふ化卵のみが確認されるようになった。

2017 年の莢以外の部位への産卵は 8 月 15 日から見られた。前年同様に最初の調査から未ふ化卵を確認したため、前年と類似したふ化・食入消長を示すものと思われたが、8 月 25 日時点の未ふ化卵数に占めるふ化卵数の割合が 2 割程度と前年同時期より低かった。また、前年にすべての卵のふ化が確認された 9 月 9 日でも未ふ化卵が確認されたことから、産卵およびふ化についても成虫の発生活消長のように遅く推移したと見られた。

2 莢における産卵・食入消長

食入痕のある莢は、莢を開いて幼虫の有無を確認し、幼虫が莢内部に到達した莢を食入莢として計数した。

2016 年は、食入莢は 8 月 22 日に初確認され、8 月 22 日～8 月 31 日に急増し、その後調査を終了した 9 月 14 日まで少しずつ増加は続いた。2017 年は、食入莢は 8 月 20 日に初確認され、8 月 25 日～9 月 4 日に急増した。その後調査終了の 9 月 21 日まで増加は少なかった。木村・石谷 (2009) のデータでは、食入莢の初確認が 8 月 6 半旬で急増期が 9 月 1～2 半旬にあったようであるが、両年はそれより 1, 2 半旬早かった。8 月 4 半旬ごろまでの産卵数が多かったことが影響したと考えられる。

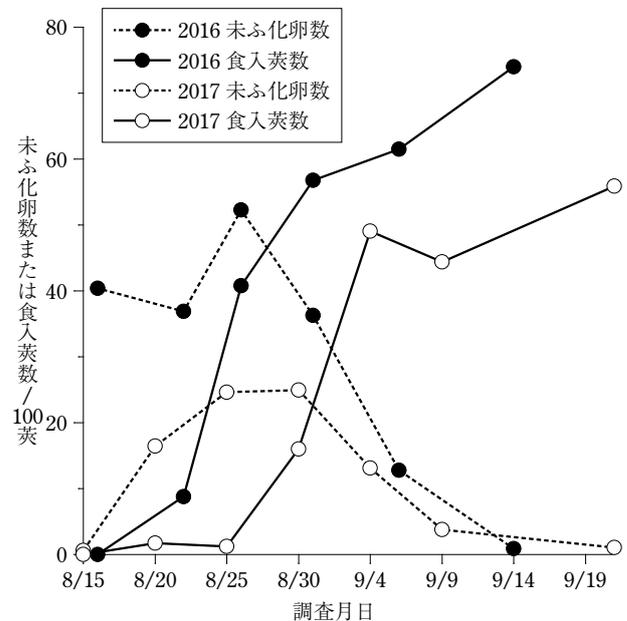


図-4 莢における未ふ化卵・莢食入消長

III 無人ヘリコプターによる防除

1 散布濃度・時期比較試験 (2016 年)

試験は 2 回散布体系とし、第 1 回目散布の条件を調査目的に応じて変更し、防除効果を比較した。散布適期試験、散布濃度試験ともに、第 1 回目散布にクロラントラニプロール水和剤を用いることを基本とし、第 2 回目は 9 月 1 日にベルメトリン乳剤 24 倍液を無処理区以外の全区に散布した。このほか、対照として第 1 回目、2 回目ともベルメトリン乳剤 24 倍液を散布する区を設けた。クロラントラニプロール水和剤の散布濃度試験は希釈倍数 16 倍、24 倍と 32 倍の 3 濃度で比較した。散

布適期試験はクロラントラニプロール水和剤 32 倍液の 8 月 18 日と、23 日散布の 2 条件で防除効果を比較した。散布はいずれの処理区も現地オペレーターによる無人ヘリコプター（ヤマハ発動機, FAZER）で実施し、0.8 l/10 a 量散布した。試験区は 1 筆（10～90 a）の圃場単位とし、各区 1～3 圃場を供試し反復とした（表-1）。被害状況の調査は 10 月 12 日に各区 3 箇所からそれぞれ 10 茎の計

30 茎を採取し、乾燥後に被害粒率を調査した。

その結果、無処理区における被害粒率は 57.5% となり、甚発生条件（被害粒率 31% 以上）での試験となった。散布時期を 8 月 23 日とし、クロラントラニプロール水和剤の希釈倍数（16 倍液、24 倍液および 32 倍液）と被害粒率の関係を調査した結果、32 倍液散布区は被害粒率が平均 17.4% であったのに対して、24 倍および 16

表-1 試験区の構成（2016 年）

試験区	反復 (圃場数)	面積 a	供試薬剤および散布時期・濃度			
			クロラントラニプロール水和剤 ^{d)}		ペルメトリン乳剤 ^{d)}	
			8 月 18 日	8 月 23 日	8 月 23 日	9 月 1 日
散布濃度試験						
16 倍液・8 月 23 日散布区	2	15～60	—	16 倍	—	24 倍
24 倍液・8 月 23 日散布区	2	30	—	24 倍	—	24 倍
32 倍液・8 月 23 日散布区 ^{a)}	3	30～90	—	32 倍	—	24 倍
散布時期試験						
32 倍液・8 月 18 日散布区	2	27～30	32 倍	—	—	24 倍
32 倍液・8 月 23 日散布区 ^{a)}	3	30～90	—	32 倍	—	24 倍
対照 ^{b)}	2	30	—	—	24 倍	24 倍
無処理 ^{c)}	1	10	—	—	—	—

a) 散布時期試験と散布濃度試験の 32 倍液・8 月 23 日散布区は同一。

b) 対照は 16 倍および 24 倍液散布区に隣接する圃場に設置。

c) 無処理は 32 倍液散布区に隣接する圃場に設置。

d) 無人ヘリコプターで 0.8 l/10 a 散布。

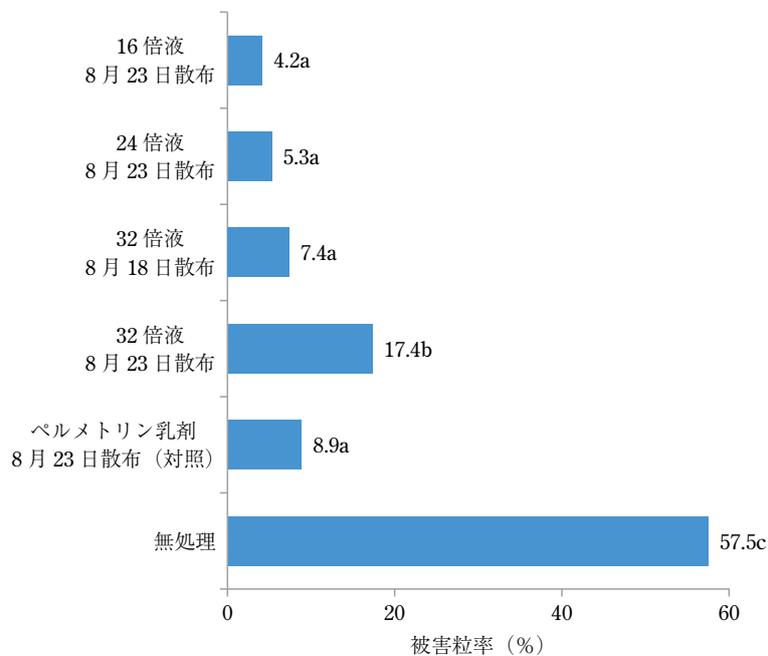


図-5 クロラントラニプロール水和剤 1 回目散布濃度および時期を変えた場合の防除効果（2016 年）

同一英小文字を付した数値間には Tukey の多重比較検定による有意差（1%）がないことを示す。

9 月 1 日に無処理区を除く全区にペルメトリン乳剤 24 倍液を散布。

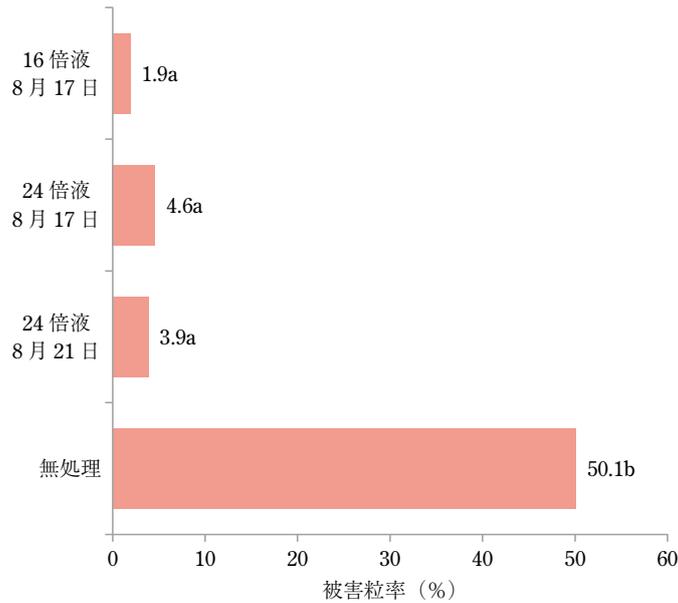


図-6 早期高濃度散布の防除効果 (2017年)

同一英小文字を付した数値間には Tukey の多重比較検定による有意差 (1%) がないことを示す。

供試薬剤：クロラントラニプロール水和剤。

8月31日に無処理区を除く全区にペルメトリン乳剤24倍液を散布。

倍液を散布した場合は平均5.3%、4.2%と低かった。対照としたペルメトリン乳剤2回散布区は8.9%とクロラントラニプロール水和剤16~24倍液散布区と比較してわずかに高い被害粒率であった(図-5)。甚から多発生圃場で無人ヘリコプターによる本剤を含めた2回散布を実施する場合は、防除効果の高い希釈倍数16倍あるいは24倍液を用いることが望ましいと思われた。

クロラントラニプロール水和剤の32倍液を供試して散布時期と被害粒率の関係を調査した結果、8月18日散布区の被害粒率は平均7.4%となったが、8月23日に散布した区では平均17.4%と、被害粒率が高くなった(図-5)。2016年は食入莢が8月22~31日に急増しており、8月16日の時点では少数であったことから(図-4)、幼虫の食入が増加する前の散布で防除効果が高かった。

以上の結果から、青森県のマメシクイガ甚〜多発生圃場において無人ヘリコプターで2回散布(クロラントラニプロール水和剤とペルメトリン乳剤)する際には、1回目のクロラントラニプロール水和剤の散布において、散布濃度を16~24倍液とし、散布はふ化幼虫が莢に食入する前に実施することが重要であると考えられた。ところが、2016年の試験ではこの2条件を満たした試験は実施していなかった。そのため、2017年はこの2要因を組合せた場合、すなわちクロラントラニプロール水和剤、希釈倍数16~24倍液の8月第4半旬散布の効果について検討した。

2 高濃度剤早期散布試験 (2017年)

2017年は第1回目散布にクロラントラニプロール水和剤16倍液および24倍液を、第2回目散布にはペルメトリン乳剤24倍液を供試した。第1回目散布の時期はふ化幼虫の食入前と食入後の散布で防除効果が異なるかを確認することを目的に、8月17日または8月21日に実施し、第2回目散布は8月31日全区にペルメトリン乳剤24倍液を散布した。試験は1区15a、2反復で実施した(表-2)。被害状況の調査は10月12日に各区3箇所から20茎の計60茎を採取し、乾燥後に被害粒率を調査し、各区の防除効果を比較した。

その結果、無処理区の被害粒率は50.1%となり、昨年同様に甚発生条件であった。ところが、16倍液・8月17日散布区の被害粒率は1.9%、24倍液・8月17日散布区と24倍液・8月21日散布区はいずれも4%前後となり、散布時期による効果の差は見られなかった(図-6)。

これは、2017年は2016年と比較して幼虫の発生が1半旬程度遅く推移し(図-1, 4)、8月第4半旬散布、8月第5半旬散布いずれもマメシクイガ幼虫の食入数が多い時期より前の散布となったためと考えられる。

したがって、第1回目のクロラントラニプロール水和剤の散布時期(幼虫の食入前後)によってどの程度防除効果が異なるかという点では判然としない結果となったが、いずれの処理区においても被害粒抑制効果は高かったことから、無人ヘリコプター2回散布により防除

表-2 試験区の構成 (2017年)

試験区	反復 (圃場数)	面積 a	供試薬剤および散布時期・濃度		
			クロラントラニプロロール水和剤 ^{b)}		ペルメトリン乳剤 ^{b)}
			8月17日	8月21日	8月31日
16倍液・8月17日散布区	2	15	16倍	—	24倍
24倍液・8月17日散布区	2	15	24倍	—	24倍
24倍液・8月21日散布区	2	15	—	24倍	24倍
無処理 ^{a)}	1	7	—	—	—

a) 無処理は16倍液散布区に隣接して設置。

b) 無人ヘリコプターで0.8 l/10 a散布。

を行う場合は1回目を成虫発生後、ふ化幼虫が莢に食入する前までの時期に16~24倍液の散布を実施すれば高い防除効果が得られると考えられた(對馬ら, 2018)。この結果をもとに、青森県では多~甚発生圃場におけるクロラントラニプロロール水和剤の散布開始時期をふ化幼虫の莢食入前の8月第4半旬とした。

おわりに

今回調査を実施した圃場は、マメシクイガ成虫のフェロモントラップ捕獲盛期が青森県の平年と比べると早い時期に確認され、産卵も8月第3~4半旬と、着莢の少ない時期から極めて未熟な莢や莖、葉柄で多数確認されていた。このような時期に産み付けられた卵に由来するふ化幼虫はダイズの着莢後、速やかに莢へ食入したと考えられ、過去の散布試験などと比較して早い時期から子実被害が発生しやすい条件であったと推察される。そのため、散布時期を早めた場合の防除効果が一般的な発生条件下よりも高く表れた可能性がある。

調査圃場の成虫の発生時期が早かった要因はまだ明らかではない。青森県内では1996年以降、ほぼ全域で中生品種の‘おおすず’のみが栽培されており、それ以前は晩生品種の‘オクシロメ’が栽培されていた。一部地域では品種切り替え後も晩生品種が一定期間栽培されていた可能性はあるが、‘おおすず’よりも熟期の早い品種が作付けされたといった記録はないことから、着莢や熟期が早い品種によって発生の早い個体群が選抜された可能性は低い。

一方、調査圃場では少なくとも10年以上もの間連作をしており、その間マメシクイガ防除も毎年おおむね同時期(8月第5~6半旬と9月第1半旬の2回散布)に実施されていたことから、薬剤散布によって発生時期の

早い個体が選抜された可能性も考えられる。しかし、未ふ化卵数のピークは過去の県内での調査結果(木村・石谷, 2009)と比較して雄成虫の発生盛期ほど早まっておらず、この可能性についても疑問が残る。今後も継続して調査圃場由来個体群の発生生態について詳細に調査する必要がある。

クロラントラニプロロールは主として経口的に虫体に取り込まれることにより殺虫効果を示すとされており、ふ化時に薬剤の付着した卵殻を摂食するだけでも殺虫効果が期待できる(鳥, 2009)とされている。本試験で確認された莢食入前の散布で防除効果が高いといった傾向はクロラントラニプロロールの上記のような特長によるものであると考えられる。しかし、本試験は1地域のみの調査結果であるので、今後は発生条件の異なる他の地域などで散布時期や残効期間等についてさらに検討する必要がある。

引用文献

- 1) 土門 清ら (2010): 北日本病虫研報 61: 137~140.
- 2) 遠藤 正 (1967): 福島農試研報 3: 85~96.
- 3) 福田侑記・奥谷恭代 (2018): 植物防疫 72: 319~322.
- 4) 平井一男 (1988): 応動昆 32: 192~197.
- 5) 加進文二ら (2010): 北日本病虫研報 61: 133~136.
- 6) 木村勇司・石谷正博 (2009): 同上 60: 180~185.
- 7) 久保田真衣・横田 啓 (2015): 同上 66: 129~131.
- 8) 桑山 覺 (1938): 日本学術協会報告 13: 581~585.
- 9) 松本 蕃・黒澤 強 (1955): 北農 22: 251~259.
- 10) 二宮 融ら (1957): 関東病虫研報 4: 31~32.
- 11) 西島 浩 (1954): 北大農学部紀要 2: 127~132.
- 12) 内藤 篤 (1960): 応動昆 4: 159~164.
- 13) 岡田一次 (1938): 農業及園芸 13: 973~978.
- 14) ——— (1948): 寒地農学 2(3), 柏葉書院, 札幌, p.193~239.
- 15) 鳥 克弥 (2009): 植物防疫 63: 723~729.
- 16) 對馬佑介ら (2017): 北日本病害虫研報 68: 237~241.
- 17) ——— (2018): 同上 (投稿中).

研究 報告

新潟県のダイズにおけるウコンノメイガの発生消長と薬剤防除法

新潟県農業総合研究所作物研究センター いしもと 石本 ますひろ 万寿広・いわた 岩田 だいすけ 大介

はじめに

ウコンノメイガ *Pleuroptya ruralis* (Scopoli) は、ダイズの葉を食害する害虫である。本種は日本全土に分布するが、近年までにダイズの重要害虫として位置づけられていたのはほぼ富山県のみであった。2000年代に入って、新潟県や東北の各県において本種の発生が増加し、問題視されるようになった。新潟県では、この増加により本種の防除対策の必要性が高まり、2010年ころより試験に取り組んだ。試験結果の一部は既に発表済みであり(石本・岩田, 2017; 2018), ここではその概要を紹介する。

I 周年の発生経過と 新潟県のダイズにおける発生実態

ウコンノメイガは、ダイズのほかにイラクサ科のアカソやカラムシ等を寄主とする。アカソは、山間の道路脇や林縁等、日当たりのやや悪い場所に広く自生している。年間の発生経過は、富山県での詳細な調査結果があ

る(成瀬・新田, 1985; 成瀬, 1987)。それによると、幼虫態で越冬し、越冬場所はイラクサ科植物の株元の腐植中である。越冬明け後は、アカソなどのイラクサ科植物に寄生して発育する。成虫は7月にダイズ圃場に飛来する。ダイズでは主に葉裏に産卵し、その後、ダイズで1世代を経過する。新成虫は8月中旬から発生するが、この成虫はダイズにとどまらずにイラクサ科植物に戻り、これらに産卵する。

新潟県では、2002年に一部の地域でウコンノメイガの著しい多発生があった(西土ら, 2003)。翌年も多発生の傾向が続き、発生が特に多い圃場では、ダイズのほとんどの葉が食害を受け(図-1)、防除対策の必要性が認識された。その後は、多発生圃場では殺虫剤散布が行われるようになったこともあり、2002, 2003年のような地域的な多発生は少なくなったが、県内のほとんどのダイズ圃場で葉巻の発生が見られ、一部に多発生圃場も存在している(図-2)。現在もその発生動向に注意が必要な状態が続いている。



図-1 葉巻が多発生したダイズ圃場(左)と多被害株(右)(原澤良栄氏撮影, 撮影日: 2003年8月22日)

Seasonal Prevalence of Bean Webworm, *Pleuroptya ruralis* in Soybean Fields in Niigata Prefecture and Effect of Insecticides. By Masuhiro ISHIMOTO and Daisuke IWATA

(キーワード: ウコンノメイガ, ダイズ, 発生消長, 殺虫剤)

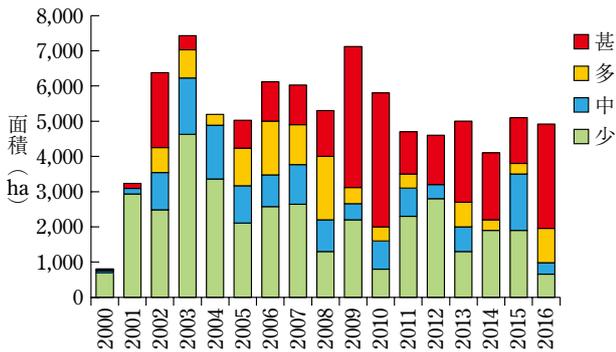


図-2 新潟県のダイズにおけるウコンノメイガの程度別発生面積の年次推移 (石本・岩田, 2017)
新潟県病害虫防除所調査. JPP-NETの病害虫発生状況データベースのデータにより作図. 少発生:被害株率1~25%, 中発生:被害株率26~50%, 多発生:被害株率51~75%, 甚発生:被害株率76%以上.

II ダイズにおける発生消長

3 年 (2011 年~2013 年), 各 3 地点のダイズ圃場での発生実態調査の結果から, 新潟県のダイズにおける越冬世代成虫, 幼虫, 葉巻の標準的な発生盛期は, それぞれ, 7 月中下旬, 8 月上旬, 8 月中下旬であることが明らかになった (石本・岩田, 2017)。これは隣県の富山県 (成瀬・新田, 1985) とほぼ同じである。しかし, 3 年間の調査では, 葉巻の発生時期の地点間差が小さい年次と大きい年次があった (図-3)。これまで, 発生時期に年次間, 地域間で違いがあることは報告されていない。地点間差が大きかった 2011 年は, 特に山間地の消雪が遅れた年次であったことから, 要因としては, 越冬世代成虫の発生源である山間・山沿い地域の消雪時期の違いが考えられた。積雪下は 0℃ 付近に保たれるため, 消雪が遅れることで, 幼虫の活動開始時期やアカツ等の餌植物の伸長時期が遅れ, 越冬世代成虫の発生時期も遅れ, さらに, ダイズ圃場への成虫の飛来時期が遅れたものと推測している。また, 餌植物の伸長の遅れは, 活動開始後の幼虫の餌不足にもつながり, 幼虫の生存率を低下させる可能性も考えられる。

本種に対する殺虫剤の散布適期は, 大部分の幼虫が 3 齢以下にとどまっている時期で, 富山県では 7 月下旬, 遅くとも 8 月第 1 半月とされる (成瀬・新田, 1985)。年次や地点により幼虫の発生時期に違いがあることは, 幼虫の発生時期を把握して散布時期を判断する必要があることを意味する。幼虫は葉をその縁から巻き込んで, 内部に生息して葉を食害する。幼虫の齢期が進むほど, 巻き込む部分が大きくなる傾向がある。圃場では, 最初に小さい (巻き込む部分が小さい) 葉巻が発生し, 暦日

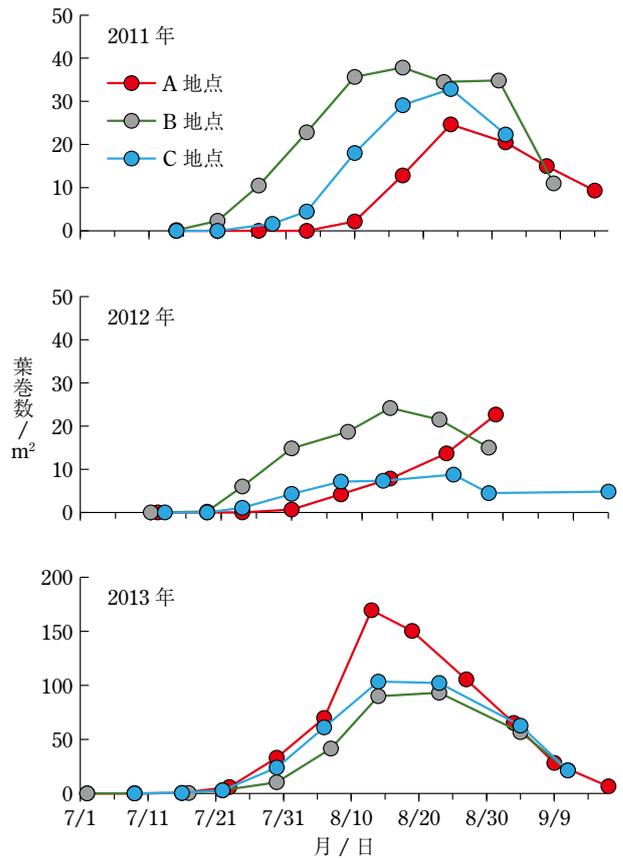


図-3 3 地点の葉巻数の推移 (石本・岩田, 2017)
A 地点: 長岡市長倉町, B 地点: 柏崎市, C 地点: 長岡市神谷.

の経過に伴い, より大きな葉巻が発生するようになり, その割合が高まる (図-4)。このことから, 葉巻の状態から幼虫の齢期をおおよそ推定でき, 散布適期の判断に活用できると思われる。詳細は省略するが, 幼虫のほとんどが 3 齢以下である時期を散布適期とするなら, 葉面積の 1/2 以上が巻かれている葉巻 (図-4 のタイプ IV) が散見される時期である。また, ダイズにおける葉巻の発生位置は, 最初は下部にあり, 徐々に上方にあがってくる傾向が見られ, 経験的には, おおよそダイズ株の肩のあたりに葉巻が目立つところが散布適期である。

ダイズ圃場では, 典型的な葉巻が発生する前に, 2 枚の葉が重なっている状態が散見され (図-5), 葉の間には若齢幼虫が集団で生息している様子が見られ, ふ化後間もなくは, 幼虫は葉巻をつくらずに, このような状態で葉を摂食している。外観上, 摂食に伴う部分的な葉の変色も見られ, 慣れると容易に確認できるようになる。このような症状が見られる場合は, その後に幼虫が分散して, 葉巻が増加する兆候でもあり, 予察に利用できる指標であろう。

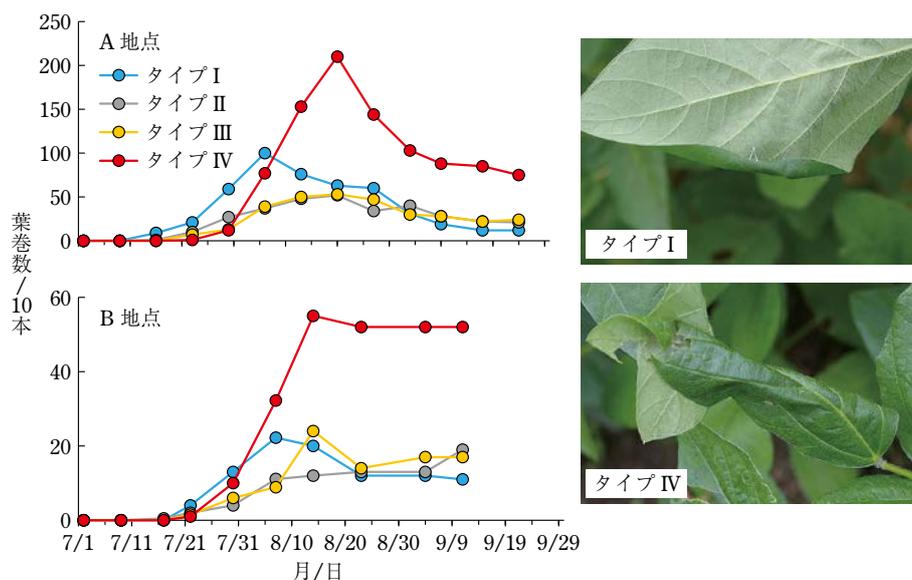


図-4 タイプ別の葉巻数の推移 (石本・岩田, 2017)

試験年：2013, 地点は図-3 参照. 圃場からの採取株の全葉を調査.

タイプ I：葉の縁がわずかに巻かれている, タイプ II：葉面積の 1/4 程度が巻かれている, タイプ III：葉面積の 1/2 程度が巻かれている, タイプ IV：葉面積の 1/2 以上が巻かれている.



図-5 2枚の葉が重なり、摂食されたダイズ葉

III 殺虫剤の防除効果

ウコンノメイガに登録がある殺虫剤は、長らく CYAP 粉剤のみであったが、2010 年に MEP 乳剤、エトフェンプロックス乳剤、2012 年にクロラントラニプロール水和剤が追加された。これらはそれぞれ系統が異なり、防除効果や散布適期が異なることが予想された。それぞれの殺虫剤を 2~3 時期に散布し、葉巻数を指標に防除効果の評価した。合わせて 5 件の圃場試験を行い、表-1 はそのうちの 1 件である。5 件の試験では、試験により葉巻の発生時期に違いがあったことから、暦日に代わる指標として、「葉巻発生進捗率」(散布時の葉巻数/最多発

生時の葉巻数)を用いて、各殺虫剤の散布時期別の防除効果の評価した。殺虫剤の種類により防除効果に違いがあり、散布適期にも違いがあった(表-1, 図-6)。CYAP 粉剤, MEP 乳剤の場合、葉巻の発生初期などの早い時期の散布では、散布後に幼虫が再発生し、葉巻が再増加しやすい。したがって、ある程度葉巻数が増加してから(葉巻発生進捗率 0.1~0.3)が適期となる。新潟県での標準的な発生時期の場合、7 月第 6 半月~8 月第 1 半月である。一方、クロラントラニプロール水和剤は葉巻の発生始めの散布でも効果が高く、葉巻の発生を長期間抑える。また、幼虫に対する効果は即効的で、散布後の葉巻数の減少も明瞭であり、遅めの散布でも効果が確保できる。この殺虫剤はやや早めの散布が推奨され、7 月第 5~6 半月が適期である。このような薬剤間の効果、散布適期の違いは、残効性の違いによるところが大きい。エトフェンプロックス乳剤の防除効果は、CYAP 粉剤, MEP 乳剤とクロラントラニプロール水和剤の間とみられる。

富山県では、CYAP 粉剤を用いた結果から、散布適期は幼虫のほとんどが 3 齢以下の時期としている(成瀬・新田, 1985)。筆者らの試験では、表-1, 図-7 のように、老齢幼虫がある程度存在する時期の散布でも、CYAP 粉剤も含め、その後の葉巻の増加がよく抑えられていることから、試験に用いた殺虫剤は老齢幼虫に対しても十分な殺虫効果があると見込まれる。なお、葉巻は幼虫が吐

表-1 ウコンノメイガに対する主要殺虫剤の防除効果 (石本・岩田, 2018)

薬剤名	散布日	葉巻数/20本 ^{a)}						増加数 ^{c)}
		7月23日	7月28日	8月4日	8月10日	8月17日	8月24日 ^{b)}	
CYAP 粉剤	7月23日	1.3	0.3	18.3	87.3	—	172.3 ab (79)	171.0
	7月28日	—	3.7	4.3	37.7	—	163.7 ab (75)	160.0
	8月4日	—	—	68.0	58.7	65.3	56.0 abc [12]	-12.0
MEP 乳剤	7月23日	0.3	0.3	2.0	45.7	—	108.0 abc (50)	107.7
	7月28日	—	2.7	2.3	6.7	—	25.3 c (12)	22.6
	8月4日	—	—	68.7	73.0	94.0	73.3 abc [16]	4.6
クロラントラニリ プロール水和剤	7月23日	1.0	0.3	1.0	0.7	—	0.7 d (0)	-0.3
	7月28日	—	4.0	3.7	2.3	—	2.7 d (1)	-1.3
	8月4日	—	—	79.0	73.0	48.7	35.7 bc [7]	-43.3
無散布 ^{d)}		0.0	3.3	32.3	117.7	204.3	218.0 a	218.0
		<0.00>	<0.02>	<0.15>	<0.54>	<0.94>		

試験年：2010年 試験地：柏崎市。

注^{a)} 3反復平均。—は調査データなし。

^{b)} 同じ英小文字を付した数値間には5%水準で有意差がない (log(n+0.5)変換後に Tukey 法)。 ()は対無処理比*, []は補正指数** (無散布：100)。

^{c)} (8月24日の葉巻数) - (散布日の葉巻数)。

^{d)} < > : 葉巻発生進捗率 (各調査日の葉巻数/8月24日の葉巻数)。

$$\text{*対無処理比} = \frac{\text{8月24日の薬剤散布区の葉巻数}}{\text{8月24日の無散布区の葉巻数}} \times 100$$

$$\text{**補正指数} = \frac{\text{8月24日の薬剤散布区の葉巻数}}{\text{8月4日の薬剤散布区の葉巻数}} \times \frac{\text{8月4日の無散布区の葉巻数}}{\text{8月24日の無散布区の葉巻数}} \times 100$$

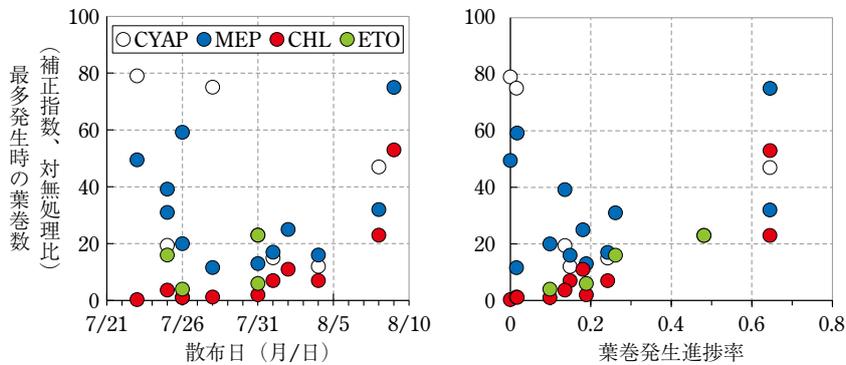


図-6 各殺虫剤の散布日、葉巻発生進捗率と最多発生時の葉巻数 (補正指数, 対無処理比) の関係 (石本・岩田, 2018)

注) 2010~13年に行った5件の試験結果。葉巻発生進捗率：(殺虫剤散布日の無散布区の葉巻数)/(最多発生時の無散布区の葉巻数)。CYAP：CYAP粉剤，MEP：MEP乳剤，CHL：クロラントラニリプロール水和剤，ETO：エトフェンプロックス乳剤。

出する糸で綴られていて、幼虫が移出あるいは死亡したのちもしばらくはその形状を保っている。防除効果の確認には、葉巻の中の幼虫の有無を確認すると確実である。

おわりに

石川県や福井県、山形県等では新品種の‘里のほほえみ’の栽培面積が拡大し、主要品種になっている。新潟県でもこの品種の栽培面積が拡大している。他県の試験

事例では、‘里のほほえみ’ではウコンノメイガが多発生しやすいとされ、筆者らの調査でも、これを裏付けるデータが得られつつある。‘里のほほえみ’の拡大に伴い、本種の重要性がより高まる可能性がある。

新潟県における現在の本種の発生量は恒常的に防除が必要なレベルではない。また、その防除時期は、基幹防除に位置づけられる紫斑病や子実害虫の防除時期と離れている。これらのことから、本種は発生予察に基づいて

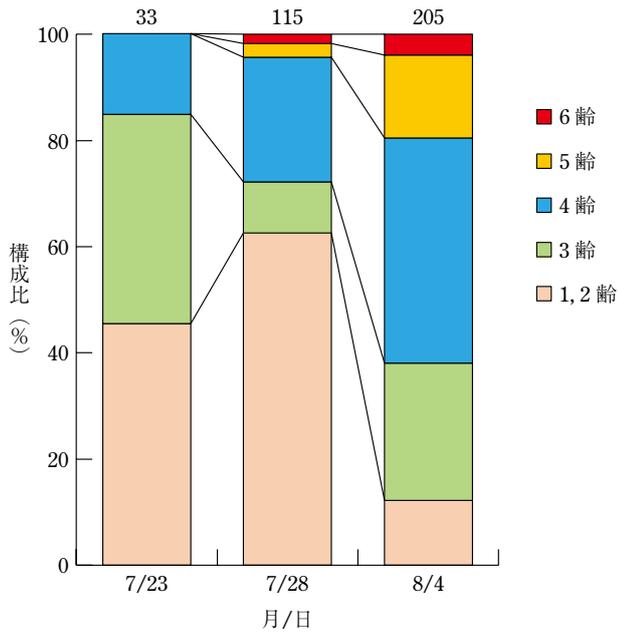


図-7 殺虫剤散布時の幼虫の齢構成 (石本・岩田, 2018)
表-1 の試験圃場. グラフ上の数値は調査虫数.

防除要否を判断することが特に望ましい害虫である。いくつかの県では、要防除水準として7月第6半旬～8月

第1半旬の葉巻数を指標とした基準が設定されている (JPP-NET, 2018)。しかし、この基準では防除要否の判断が防除実施日の直前となることや、葉巻の計数の労力の点から、必ずしも実用性が高いとはいえない。より早期に、簡便に防除時期や要否を判断できる手法の開発が望まれる。本種では、性フェロモン成分が同定され (望月ら, 2009)、粘着式トラップを用いて、フェロモントラップの利用についての検討がされたが、誘殺数が少なく、実用性がないと評価されていた。最近、コーントラップを用いることで、誘殺数が増えることが確認され (渋谷ら, 2018)、フェロモントラップを利用した発生予察法開発の可能性が高まってきている。今後の研究に期待したい。

引用文献

- 1) 石本万寿広・岩田大介 (2017): 北陸病虫研報 66: 15~23.
- 2) ——— (2018): 新潟農総研報 16: 19~26.
- 3) JPP-NET (2018): <http://web1.jppn.ne.jp/member/>
- 4) 望月文昭ら (2009): 応動昆 53: 53~56.
- 5) 成瀬博行・新田 朗 (1985): 富山農試研報 16: 27~33.
- 6) ——— (1987): 富山県農技七研報 1: 8~16.
- 7) 西土恒二ら (2003): 北陸病虫研報 52: 29~32.
- 8) 渋谷和樹ら (2018): 第70回北陸病害虫研究会講要: 10.

農林水産省プレスリリース (30.6.14~30.7.13)

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

- ◆ 「平成30年度病害虫発生予報第4号」の発表について
(7/11) /syokubo/180711.html



カブリダニ類の識別マニュアルのねらいと今後の課題

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構
北海道農業研究センター

とよしましんご
豊島真吾

はじめに

農研機構では、捕食性天敵であるカブリダニ類の調査・研究をサポートし、土着天敵を活用する環境負荷低減の農作物栽培を推進する一環として、平成26年12月に「カブリダニ識別マニュアル 初級編」(農研機構, 2014)を発行し、カブリダニ類の種の識別技術を習得するための講習会を開催してきた。この講習会を通じて利用者からの要望を収集してマニュアルの再検討と高度化をはかり、平成29年12月には「同 中級編」(農研機構, 2017)を発行した。これらのマニュアルは、講習会、研究会、学会等の機会に配布され、農研機構のウェブサイトから自由にダウンロードもできる。本稿では、これらのマニュアル作製やカブリダニ専用のウェブサイト(Toyoshima et al., 2013)の運営等、カブリダニ類に関連する活動に至る経緯、これまでの課題、今後の展開を紹介する。

I 環境負荷低減の栽培体系におけるカブリダニ類の重要性

我が国におけるカブリダニ類の応用研究は1960年代から始まり、多くの研究が蓄積されてきた(天野, 1999)。その中でも、1966年9月28日に森 樊須博士によってカリフォルニア大学から導入されたチリカブリダニは、1969~75年の間に行われたチリカブリダニの利用に関する精力的な研究を導き(森・真梶, 1977)、我が国におけるカブリダニ製剤の登録および販売をもたらした(根本・矢野, 1995)。チリカブリダニのほかにも多様な導入天敵の利用が検討され、現在、カブリダニ製剤の有効成分(カブリダニ種)はチリ、ククメリス、ミヤコ、スワルスキー、リモニカス(いずれも、種名末尾の「カブリダニ」を省略、以下同様)の5種が流通し、施設栽培作物を中心に利用が定着している(図-1)。

天敵製剤の利用に併せて施設野菜類に対する殺虫剤・

Instruction Guide for Identification of Phytoseiid Mites in Japan.
By Shingo Toyoshima

(キーワード: カブリダニ, 検索表, マニュアル, 分類)

殺ダニ剤が削減されると、土着のカブリダニ類が施設に侵入・定着するようになった(古味ら, 2008)。そのため、カブリダニ製剤の害虫密度抑制効果を判定するには、生息するカブリダニ類の識別が必要となった。これまでも、カブリダニ類に及ぼす農薬の影響を評価するため、ナシ園やチャ園でカブリダニ類の種構成が調査されており(Kishimoto, 2002; Santoso et al., 2004)、そのときに発行されている最新の検索表(後述)で種が同定された。残念ながら、分類学者により作成された検索表は2009年に発行されたもの(江原・後藤, 2009)を最後として発行されておらず、この検索表ではそれまでに報告された土着90種が同定できるものの、その後に報告された土着種(後述)や導入種(スワルスキーやリモニカス等)を同定できない。

II カブリダニ類の種名を決定する難しさ

動物学における「同定」とは生物個体を既知の分類体系に位置づけることであり、通例、既存の分類体系の知識を有する専門家(おもに、動物分類学者)が行う。それら専門家は、既知種の様々な形態形質の特徴を比較するだけでなく、特徴的な形質のばらつき(変異の幅)を把握し、どの種の変異の幅に入るのか、もしくはどれにも該当しないのか判定する。それらの決定プロセスを簡略化・明文化したのが検索表である。

我が国では江原昭三博士がカブリダニの分類学的研究を牽引してきた。江原博士により作成された検索表の検索対象の土着カブリダニ種数は、主要15種(1974年)、全74種(1994年)、全77種(1998年)、ムチカブリダニ亜科49種(2004年)、全85種(2007年)、全90種(2009年)等と増加し、新しい種の発見とともに少しずつ検索表に改良が加えられた。これらの検索表は2分岐方式で記述される場合が多く、紙面の都合上、参照できる図版数が少なく、識別に利用する形態形質に関する基本情報(名称や位置)が省略される場合がある。そのため、識別するための形態形質に関する知識や識別の経験を有しない研究者は、どの形質をどのように比較すればよいのか見当もつかない。残念ながら、カブリダニ研究の入門

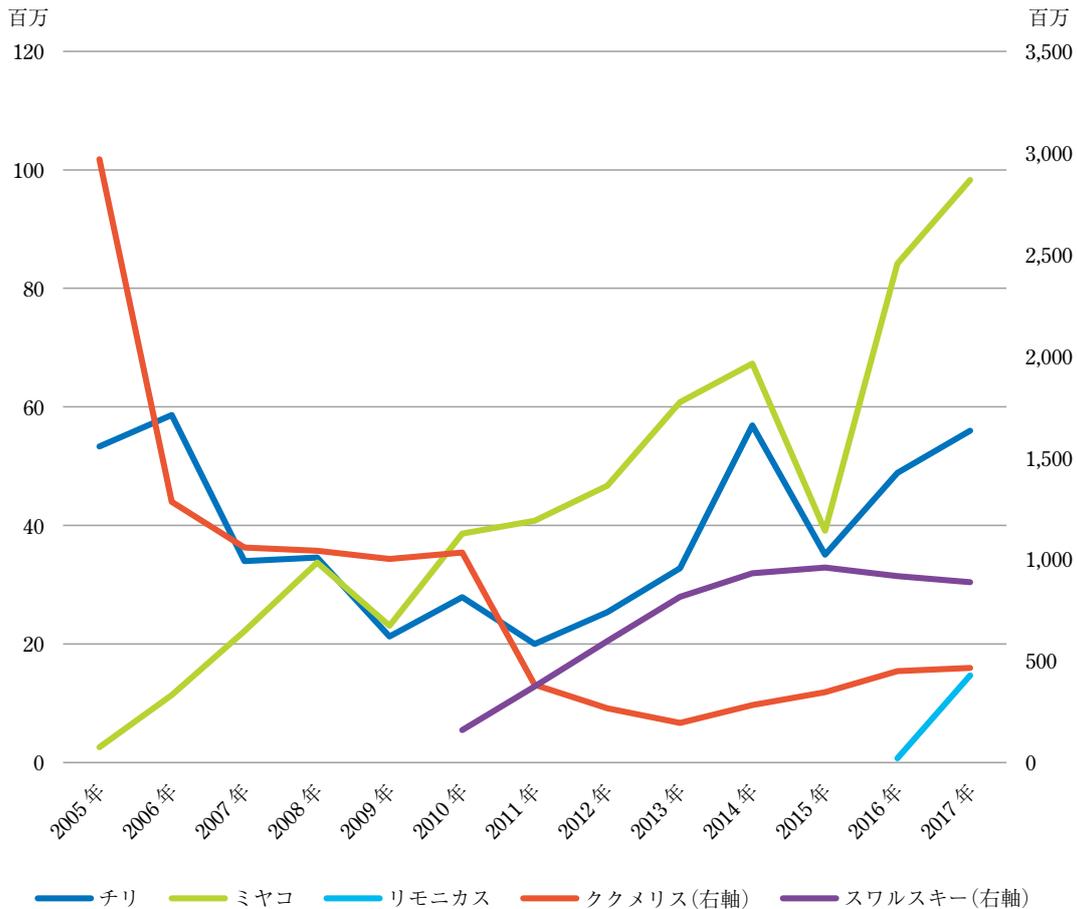


図-1 カブリダニ製剤の流通量

ボトルに梱包されている個体数の合計値として表示。ボトル当たりの梱包量の多いククメリスとスワルスキーは右軸の頭数。アザミウマを防除対象とするスワルスキーの販売開始とほぼ同時にククメリスの流通量が減少したものの、近年は、チリ、ミヤコ、スワルスキーともに増加傾向である。

者にとって検索表は難解なパズルであり、検索表の解説には多大な労力と時間が費やされ、最終的には種名の決定をあきらめる場合が多いようである。

カブリダニ研究の経験者にとっても検索表による種名の決定は、決してたやすい作業ではない。通常、カブリダニ類の種名を決定するにはスライド標本（プレパラート）を作製して、位相差顕微鏡（もしくは微分干渉顕微鏡）で観察することになるが、プレパラートの作り方によっては検索表に記載されている形質が観察できない場合がある。例えば、腹部に大きな卵が残ると腹面側の「腹肛板（ventrianal plate）」の形状が観察できなかつたり、脚がまっすぐ伸びないために脚に生えている「巨大毛（macroseta）」の長さを比較できなかつたりすることはよくある。特に、雄成虫から受け取る精子を一時的に貯める「受精嚢（spermatheca）」は体内にある小さな器官であり、プレパラートに固定される向きによっては見え方が変わり、本来の特徴的な形状を観察できない。そ

もそも、カブリダニ類の種名を決定するには雌成虫を観察しなければならないが、最終脱皮直前の未成熟ステージ（第2若虫）や雄成虫を雌成虫と勘違いする場合もあるようである。さらに、近年は、外観や体サイズがカブリダニ類に近似するマヨイダニ類やトゲダニ類が一般の圃場でも採集されるようになり、カブリダニ類の検索表では種名を決定できないマヨイダニ類やトゲダニ類を除外しなければならないが、カブリダニ類の検索表に記載されているそれらの識別点（胴背毛の数は22対以下である、江原・後藤（2009）のp.260）に気が付く人は少ないようである。加えて、前述の通り、2009年版の検索表では未記録種や導入種を同定できない。

III 初心者用の識別マニュアルの模索

カブリダニ類の検索表におけるこのような問題点を改善するため、簡易なマニュアルが模索されてきた。最初の試みとしては、天野 洋博士による簡易マニュアルで

No. 1

わが国の農生態系下で優占するカブリダニ類を区別する方法(第1版)
 1999年2月 千葉大学園芸学部応用動物昆虫学研究室 天野 洋

ハダニやフシダニに代表される有害ダニ類の天敵としては、ダニ類と昆虫類が知られています。ここで紹介するカブリダニ類(中気門亜目:カブリダニ科)は中でも有力な天敵と考えられるグループですが、小さいために栽培現場においてはその存在がなかなか理解されていません。例えば右の写真は、無農薬栽培ナシ園で葉裏を観察したのですが、ある程度経験を積まれた方々にはこの写真の中にハダニの天敵として少なくとも3種が入っている事が読みとれます。ハネカクシ(昆虫類)の幼虫が上方に、下方には2匹のハダニアザミウマ幼虫(昆虫類)とカブリダニ雌成虫(ダニ類)がいて、ハダニのコロニーを攻撃しています。この様に、天敵類の中でも小型(最も大きい雌成虫でも体長が1mmの半分もありません)であるカブリダニ類は、たとえ数多く生息していても皆さんの目には留まりにくいのです。

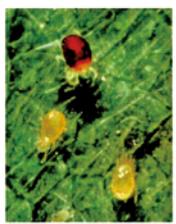


【ハダニを攻撃する天敵類】

さて、カブリダニというと、イチゴ等のハダニ用資材として市販されているチリカブリダニが有名かと思いますが、本種は元来わが国にはいないもので、もう少し暖かい地域に生息しています。左の写真からわかりますが、色もやや濃いオレンジ色で活動性も大変高い種です。体も何となくふくらした形をしています。一方、わが国に昔から生息するカブリダニの色はやや地味で、もう少し黄土色に近いものが多いようです。但し、捕食した餌の色が体を通して透けて見えますので、カブリダニの体色は変わりやすい一面を持っています。右の写真は、わが国でよく見られるケナガカブリダニ雌成虫のもので、腹部の中央には産卵直前の大きな卵が白く見えますが、その周りの消化管内は少し濃く染まっています。



【チリカブリダニ雌成虫(左側2頭)とナミハダニ】



【ケナガカブリダニ雌成虫(下の2頭)とカンザウハダニ】

環境保全型農業の推進が進められる中で、農業の栽培現場でカブリダニを目にする機会が一層増えてきました。しかしこの小さな天敵の名前を正確に知る(同定すると言います)ためには、広い分類学的知識と深い経験が必要です。でも、生息する種があらかじめ分かっていたら、その中での区別は比較的簡単に出来ます。多くの方々からの要望もあり、わが国の農業現場で優占する種についての区別法を作りました。お役に立つことが出来れば幸いです。

本資料を利用する際の注意

- 利用対象者: 国公立や民間の研究・普及所などで、指導や普及の業務に携わる方々を念頭に作成しました。
- 使用器械類: 小型の生物なので、標本の検鏡が必要です。実体顕微鏡と位相差顕微鏡があるという前提です。
- 対象種の範囲: わが国の農業現場で数多く出現する種のみを扱います。従って、標本は多数ある事が前提です。
- ◎ 本資料の取扱: 取扱は自由です。コピーも可。但し、本資料中の他研究者の業績には敬意と注意を払って下さい。なお、本資料の作成に際しては、文部省科学研究費補助金(課題番号09306003)を設立しました。

図-2 カブリダニ簡易識別マニュアルの原型
 多くの研究者が気軽に利用できるよう自由に印刷・配布が許された。多くの研究者が利用し、カブリダニ類の種を識別するきっかけとなった。

ある(図-2)。このマニュアルの特徴は、まず、農業生産現場もしくはその周辺で採集されやすい種を識別対象として選定したことにある。入門者向けの実用的なマニュアルにすることを旨とし、カブリダニ類の全種を網羅的に識別することに固執せず、識別の対象種を絞り込むことによって種の識別に対する心理的なハードルが下がったと思われる。対象種の絞り込みには、天野博士らが全国を行脚して採集したカブリダニ類データを参考にしている(図-3)。もう一つの特徴は、多くの研究者が気軽に利用できるよう自由に印刷・配布を許可したことにある。通例、研究者は自分の著作物を無断で複写・利用されることを嫌うが、天野博士はマニュアルが浸透してカブリダニ研究が活発になることを期待した。

この簡易マニュアルはカブリダニ研究者の育成に貢献したものの、簡便性を優先して紙面を制限したため、必ずしも、識別に必要な情報が十分に掲載されなかった。上述の通り、プレパラートの作り方によっては、もっと

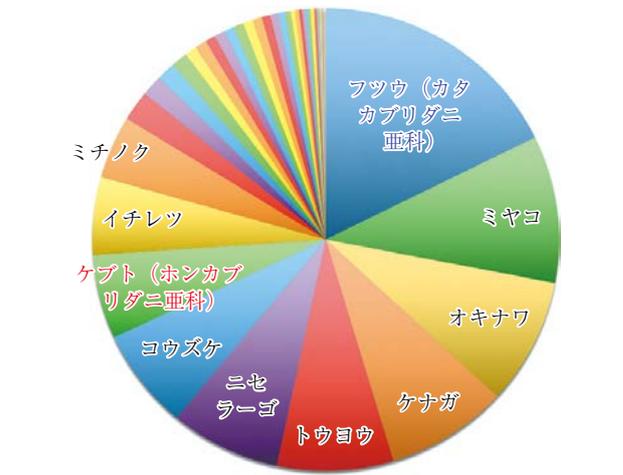


図-3 採集されたカブリダニ類の採集個体数に基づく種の構成比
 1983~2011年までに、天野博士らが全国を行脚して採集したカブリダニ類のデータに基づく。ただし、系統的な採集計画ではなく、採集地、植物、時期に偏りがあることは否めない。フツウが最も多く採集されており、次いで、ニセラーゴやケプト等が採集されやすい種であることがわかる。

も特徴的な形態形質が観察されない場合があり、そのため、そのほかの複数の形質を比較して総合的に判断しなければならないことがある。また、対象種を絞り込んでいるために、形態的に近似する種との比較が必要な場合がある。研修を通じてマニュアルの使い勝手について情報収集し、細々と改訂して使いやすいマニュアルを目指したものの、やはり、紙面の制限が大きな壁となった。

そこで、識別に参考となる多数の画像情報を提供することが可能なウェブサイト注目し、平成23年に試用版を公開した(Toyoshima et al., 2013)。このウェブサイトでは、簡易な識別マニュアル(上記)をウェブサイト用にアレンジし、同様なスタイルで全種の識別マニュアルを掲載した。さらに、識別に必要な基本情報である形態形質などの用語の解説、カブリダニ類のリスト、実体顕微鏡の画像、位相差(微分干渉)顕微鏡画像等の500ページを超えるコンテンツを網羅的にとりまとめて提供している。さらに、平成30年には動画が掲載できる仕様に変更し、レイアウトやコンテンツを全面的に改訂した。今後、大きな修正・変更は予定されていないが、種の識別に有用な情報については、形態形質の画像に加えて種ごとの胴背毛の計測値、採集記録、参考文献等を収集し、継続的に微修正が加えられる予定である。

情報掲載に拡張性のあるウェブサイトの構築に併せて、印刷媒体の簡易マニュアルの改善にも取り組んだ。特に、識別に利用する形態形質用語を表紙に示すとともに(図-4)、「プレパラートの作製方法」「トゲダニ類とカブリダニ類の見分け方」「発育ステージの見分け方」

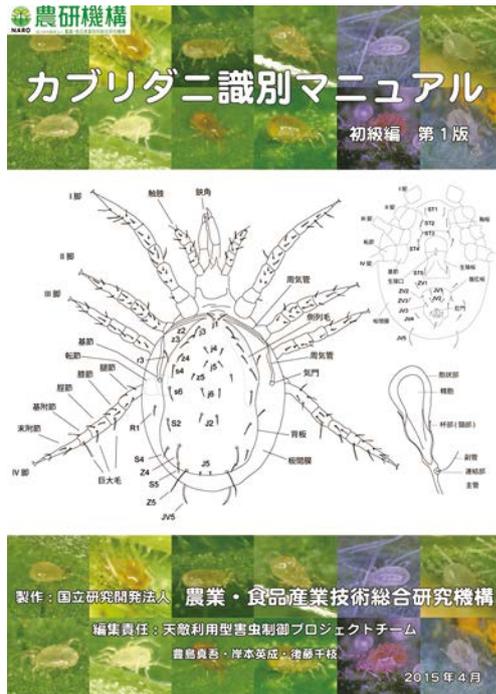


図-4 カブリダニの識別マニュアル（初級編）の表紙
表表紙では形態形質の用語を日本語で、裏表紙
（図版省略）では英語で示す。

「雌成虫の見分け方」等、カブリダニ類の識別を始める前の準備情報を盛り込むとともに、不足する情報をウェブサイトで補完するようウェブサイトとの連携もしくはウェブサイトと印刷媒体の相互利用を進めている。さらに、カブリダニ類の識別講習会を各地で開催して識別方法の基本情報やマニュアル・ウェブサイトの活用方法を説明するとともに、ユーザーの素朴な疑問およびマニュアルや講習会に対する要望等を収集している。講習会の中でユーザーから提案（要望）のあった動画による情報発信（農研機構，2018）についても取り組み、今後、DNA配列の種間差を利用した種の識別技術（DNAバーコーディング）の開発も期待されており、カブリダニ研究の総合的なサポート体制が構築されるだろう。

IV マニュアルと講習会のねらい

マニュアルの作製と講習会の開催には、①カブリダニ研究のサポートと②分類学情報発信のモデルケースという二つの側面があることを言及したい。①としては、土着カブリダニ類の利用が注目され、種の識別が不可欠な状況にあることが大きな理由である。露地作物ではカブリダニ製剤由来の個体の定着率が期待通りにはならず、果樹・露地野菜などでは製剤の利用技術が確立しているとはいえない。一方で、果樹園や圃場の周辺には多様な土着カブリダニ類の生息が知られており（TOYOSHIMA et

al., 2008）、選択性殺虫剤の利用や草生管理による天敵類の活動環境の改善が土着カブリダニ類の圃場への侵入・定着を促していると考えられる。土着カブリダニ類の利用には種を識別する技術に加えて各種の生態情報が必須となるものの、残念ながら、これらの情報が十分に蓄積されているとはいえない。さらに、土着カブリダニ類を持続的、安定的に利用するには、土着カブリダニ類を取り巻く食物連鎖網の解明、すなわち、カブリダニ類の多様性と害虫の密度抑制の関係解明が必要である。ただし、食物連鎖網の解明には多大な労力が必要になり、一人の研究者による取り組みでは解明どころか、解明のための調査・実験計画をたてることすら難しい。そのため、多くの研究者が計画的に調査データを蓄積して解明の糸口を見つけなければならない。食物連鎖網の解明に多くの研究者がかかわるためにも、講習会を開催して多くの研究者を育成しなければならない。

カブリダニ識別マニュアルは、②分類学情報発信のモデルケースとしても役立つと思われる。通常、分類学情報は正確さが重視され、検索表においても専門家に向けた情報発信となっているため、一般の利用者には難解となる場合がある。カブリダニ識別マニュアル初級編は、過去に公表されたカブリダニ類の検索表の問題点を整理して利用者の要望を取り込み、多くの鮮明な画像を掲載した。初級編にも問題点が見いだされれば、その改善にも取り組んだ。すなわち、一部の利用者には鮮明な画像から識別に必要な形質を見いだすことができず、画像に対応する描画も必要であると判明した。そのため、同中級編では、識別対象種を増やすとともに、初級編の画像に対応する描画を掲載し、識別する形質が確認しやすいよう改善した。このように、筆者らと利用者が相互に意見を交わして実用的なマニュアルを作製することは、分類学情報の一般利用へ展開するモデルケースになるものと考えられる。

V 今後の課題—カブリダニ類の分類に関する問題点

動物学においては、どの分類学分野も後継者に恵まれているといえず、分類学情報の継承と発信の停滞もしくは停止が懸念される。カブリダニ科という分類群においても同様に、我が国では分類学者が不在となり、世界的にも分類学者が減少している。分類学者が不在になった2009年以降に本邦未記録のカブリダニ6種が確認されており（TOYOSHIMA et al., 2016, など）、今後も、既存の検索表で種を同定できないサンプルが収集されると予想される。未記録種へ対応するための第1ステップは、該当する土着種がないことを確信するための十分な情報を

提供することである。土着カブリダニ各種の様々な形態や生態に関する情報は種の識別に必要であり、それらの情報が多くなればなるほど種名の決定が確実となり、逆に、該当する種が存在しないことの確信にもつながる。

未記録種へ対応するための第2ステップは、世界中で報告されているカブリダニ類の情報を収集するとともに、形態的に近似するグループを検索するための方法を整理することである。ただし、全世界で報告されている種のうち、有効な種がどの程度存在するのか正確な種数はだれもわからない。例えば、カブリダニ類の分類については、G. J. DE MORAES や D. A. CHANT らが中心になって世界中で報告されている種を整理しているものの、CHANT (1992) では、報告されている種のうち 20~25% の種がシノニム (同物異名) であると推定され、DEMITE et al. (2014) では、PRASAD (2012) が整理した 2,692 種のうち、2,436 種が有効であると報告している。このように種の報告については曖昧なところがあるものの、CHANT and McMURTRY (2007) が整理した属 (Genus) までの検索表に従って分類し、必要であれば、CHANT and McMURTRY (2003) などで提案されている亜属 (Subgenus) や種群 (Species group) などで形態近似種を絞り込めるよう、情報を整理することは重要である。

国内では 96 種が報告されており、適切に分類整理されているように思われている。ところが、世界的なリストの中で未記録種の種名を決定するには、土着種の分類体系を世界の分類体系に合わせなくてはならない。CHANT and McMURTRY (2007) によると、ウルマカブリダニ属 (*Paraphytoseius*) のウルマ (*P. urumanus*) はウルマカブリダニモドキ (*P. orientalis*) のシノニムと位置づけられており、ミツカブリダニ属 (*Typhlodromips*) のパラキ (*T. paraki*) はウスカブリダニ属 (*Neoseiulus*) に、ウスカブリダニ属のヒノキ (*N. hinoki*) とホオノキ (*N. repletus*) はミツカブリダニ属に分類されている。ま

た、RYU (1993) によれば、ホオノキは *A. quaesitus* のシノニムと位置づけられている。今後、これらの種に係する未記録種を報告する前に、これらの分類体系を見直す必要があるだろう。

おわりに

カブリダニ研究を推進するうえで、カブリダニ識別マニュアルの発行は意義深いものの、さらなる推進には解決すべき課題は山積している。今後、ウェブサイトで英語を併記するページを増やし、海外の研究者も取り込んだ取り組みに展開することが期待される。

引用文献

- 1) 天野 洋 (1999): 日本ダニ学会誌 8: 1~7.
- 2) CHANT, D. A. (1992): Int. J. Acarol. 18: 323~363.
- 3) ——— and J. A. McMURTRY (2003): Int. J. Acarol. 29: 3~46.
- 4) ——— (2007): Illustrated Keys and Diagnosis for the Genera and Subgenera of the Phytoseiidae of the World, Indira Publishing House, Michigan, 220 pp.
- 5) DEMITE, P. R. et al. (2014): Zootaxa 3795: 571~577.
- 6) 江原昭三・後藤哲雄 (2009): 原色植物ダニ検索図鑑, 全国農村教育協会, 東京, 349 pp.
- 7) KISHIMOTO, H. (2002): Appl. Entomol. Zool. 37: 603~615.
- 8) 古味一洋ら (2008): 日本ダニ学会誌 17: 23~28.
- 9) 森 樊須・真梶徳純 (1977): チリカブリダニによるハダニ類の生物的防除, 日本植物防疫協会, 東京, 89 pp.
- 10) 根本 久・矢野栄二 (1995): 天敵利用のはなし, 技報堂出版, 東京, 182 pp.
- 11) 農研機構 (2014): http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/laboratory/narc/manual/055878.html
- 12) ——— (2017): http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/pub2016_or_later/laboratory/narc/080862.html
- 13) ——— (2018): <https://www.youtube.com/watch?v=RgJ6LiOEoc8>
- 14) PRASAD, V. (2012): Checklist of Phytoseiidae of the World (Acari: Mesostigmata), Indira Publishing House, Michigan, 1034 pp.
- 15) RYU, M. O. (1993): Insecta Koreana 10: 92~137.
- 16) SANTOSO, S. et al. (2004): J. Acarol. Soc. Jpn. 13: 77~82.
- 17) TOYOSHIMA, S. et al. (2008): Appl. Entomol. Zool. 43: 443~450.
- 18) ——— et al. (2013): Phytoseiid mite Portal. (カブリダニ情報サイト) <http://phytoseiidae.acarology-japan.org>
- 19) ——— et al. (2016): J. Acarol. Soc. Jpn. 25: 37~43.



イチゴの RNA 簡易抽出法および遺伝子診断法

—誘導抵抗性を利用したイチゴの病害防除技術の開発に向けて—

岡山県農林水産総合センター生物科学研究所 なるさか 鳴坂 よしひろ 義弘・なるさか 鳴坂 まり 真理

はじめに

国民の食の安全、安心および環境保全への意識の向上から、減農薬や無農薬栽培へのニーズは高まっている。また、病害虫の薬剤耐性の発達が深刻化しており、従来の殺菌・殺虫性の農薬に依らない防除法の開発が求められている。

植物は生物的ストレス（病原菌感染、虫害等）、環境ストレス（乾燥、塩、温度等）を受けると防御反応を発動する。特に、病害抵抗反応を誘導する物質はエリシターと呼ばれ、病原菌の細胞壁成分、銅などの重金属、紫外線（賀来・渋谷，2001）などがあり、病害防除への利用が試みられている。また、植物自身が備えている病害防御機能の活性化による病害防除剤としてプラントアクチベーターが開発されている（鳴坂ら，2010）。プラントアクチベーター（プラントディフェンスアクチベーター、抵抗性誘導剤）として、これまでにオリゼメート（プロベナゾール，PBZ：明治製菓）、バイオン（アシベンゾラル-S-メチル，ASM，BTH：シンジェンタジャパン，現在は農薬登録抹消）、ブイゲット（チアジニル，TDL：日本農薬）、ルーチン（イソチアニル：バイエルクロップサイエンス）が商品化された。殺菌性の農薬は病原菌に直接的に作用し、殺菌、病原菌の生育阻害等により病害を防除する。一方、プラントアクチベーターは植物が持つ内在性の防御システムを活性化して病害を防除する化合物であり、①複数の病原菌に対して予防的な効果がある（作用スペクトルが広い）、②病原菌には直接作用せず、耐性菌の出現率が極めて低い、③防除効果が長期間持続する、④生態系への直接の影響は少なく環境に対する負荷が低い、という特徴を有している。主にイネの病害を対象としたプラントアクチベーターにはこれまで、国内外を通して薬剤耐性菌の発生の報告はなく、耐性菌発生のリスクは極めて低いと考えられる。このよう

な特徴はイチゴの重要病害であるイチゴ炭疽病（*Colletotrichum gloeosporioides* 種複合体）、イチゴうどんこ病（*Sphaerotheca aphans* (Wollroth) Braun var. *aphans*) 等の防除にとっても非常に有用である。これまでに、プラントアクチベーターがイチゴ炭疽病の防除に効果があると報告されているが（樋口，2011）、農薬登録されているプラントアクチベーターはない。その原因としては、農薬登録に関する経済的な理由のほかに、イチゴの誘導抵抗性に関する研究・試験が十分でなく、知見および技術が乏しいことも一つの要因と考えられる。本稿では、イチゴの誘導抵抗性の評価に有用な高品質の RNA の簡易抽出法、誘導抵抗性のマーカー遺伝子、イチゴのマイクロアレイ解析について紹介したい。

I イチゴ葉からの高純度 RNA の抽出

イチゴの誘導抵抗性の解析のためには、高品質の RNA を抽出する必要がある。イチゴの組織は RNA 抽出を阻害し、その後の実験操作でも阻害の原因となる様々な成分を含んでいる。特に、ポリフェノール類、タンニン、多糖類を多く含むことから、一般的な抽出方法や市販の抽出キットでは、PCR、リアルタイム PCR およびマイクロアレイ等の実験に使用できる高品質の RNA の抽出は困難である。私たちは、特別な技術や準備を必要とせず、専門知識を有していない実験補助員などでも簡単に短時間で高品質な RNA を抽出することが可能な方法を検討した。その結果、total RNA を自動で精製できる promega 株式会社の Maxwell®RSC simplyRNA Kits と Maxwell®RSC Instrument の組合せ、またマニュアル精製する場合は、ReliaPrep™ RNA Miniprep Systems (promega(株)) が有効であったので紹介する。

自動化キットを用いた方法を図-1 および 2 にまとめた。本法では、最大 16 サンプルを 1 時間程度で精製できる。Maxwell®RSC Instrument は、promega(株)から貸し出しも行っているので利用しやすい。また、イチゴ以外の植物および動物の細胞・組織からの抽出も可能である。私たちは、シロイヌナズナ、ベンサミアーナタバコ、イネ、ハクサイ、コマツナ、チンゲンサイ、トマト、

A Rapid Protocol for Extraction of High Quality RNA from Strawberry Plant Tissues. By Yoshihiro NARUSAKA and Mari NARUSAKA
(キーワード: RNA, 遺伝子診断, イチゴ, プラントアクチベーター, 誘導抵抗性評価)

1. コルクボーラー No.3 を用いて 3~4 枚の葉片を 2 ml チューブへ採取し、直ぐに液体窒素で凍結する (この時点で -80℃ で保存可能)。
 2. 凍結した試料を液体窒素で凍結状態を保ちつつ、ビーズ破砕機または乳鉢/乳棒でパウダー状になるまで破砕する。
 3. 氷冷した 1-Thioglycerol/Homogenization buffer 600 μ l* を加え、よくボルテックスする。
 4. 遠心 (15,000 rpm, 4℃, 2分) する。
 5. 上清 400 μ l を新しいチューブへ移す。
 6. Lysis buffer を 200 μ l 加え、1分間ボルテックスする**。
 7. 400 μ l を Maxwell RSC のカセットへ添加し、核酸自動精製を実施する。
- *濃い緑色の古葉や、阻害物質を多く含むイチゴ品種の葉から調製する場合は 500 μ l の Fruit-mate (タカラバイオ) に変更する。
 **ここまでの工程はマニュアル精製も同様。

図-1 イチゴ葉からの RNA 調製の前処理方法

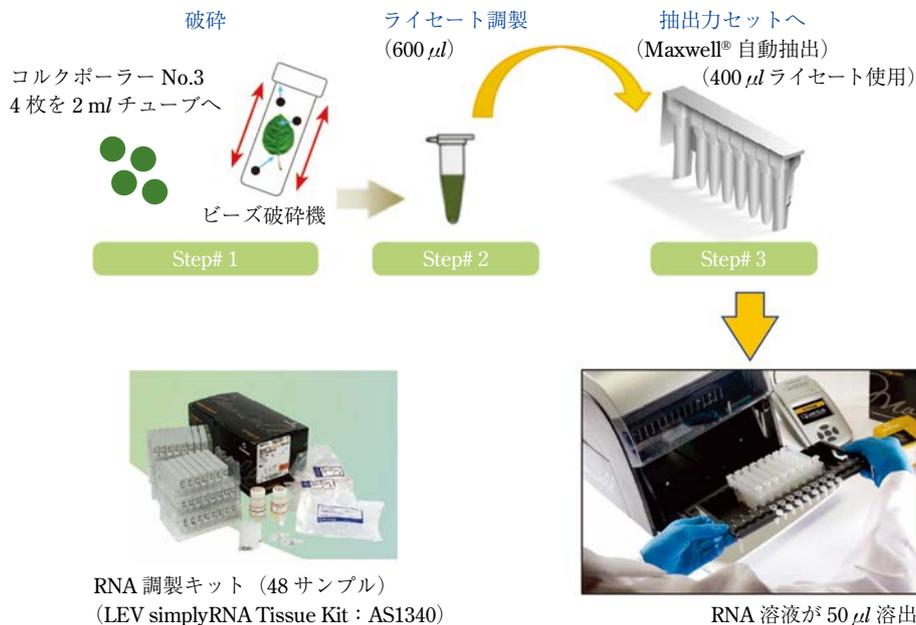


図-2 イチゴの total RNA 調製法

キュウリでよい結果が得られている。なお、マニュアル精製も前処理および基本操作は同じであり、同等の結果が得られる。

イチゴの葉から RNA を抽出した結果を図-3、表-1、表-2 に示した。若い葉のほうが高収量で高品質な RNA を抽出できた。

イチゴの葉から安定に、高収量かつ高品質な RNA を抽出するための重要なポイントを以下に記述する。

- ・コルクボーラー No.3 で 3~4 枚をくりぬいて試料とする。試料は適正な量を供試し、決して過剰な量から抽出しないことが一番のコツである (表-1)。
- ・なるべく若い葉からサンプリングする。特に圃場栽培のイチゴでは、直径 5 cm 程度 (± 1 cm 程度) の展開第

1 葉がよい (図-3、表-1、表-2)。

・経験上、葉の部位によって遺伝子発現が異なるので、サンプリング位置を変え、各小葉からまんべんなくサンプリングする (図-3)。

・キットで抽出するための前処理として、試料を液体窒素で凍結させて、ビーズ破砕機または乳鉢/乳棒でパウダー状になるまで破砕する。

濃い緑色の古葉や阻害物質を多く含むイチゴ品種 ('とちおとめ' など) では、純度および収量が著しく劣ることがあった。本問題を検討した結果、キットに付属の抽出バッファー (1-Thioglycerol/Homogenization buffer) を 500 μ l の Fruit-mate™ for RNA Purification (タカラバイオ株式会社) に置き換えることで、高収量で高品質な

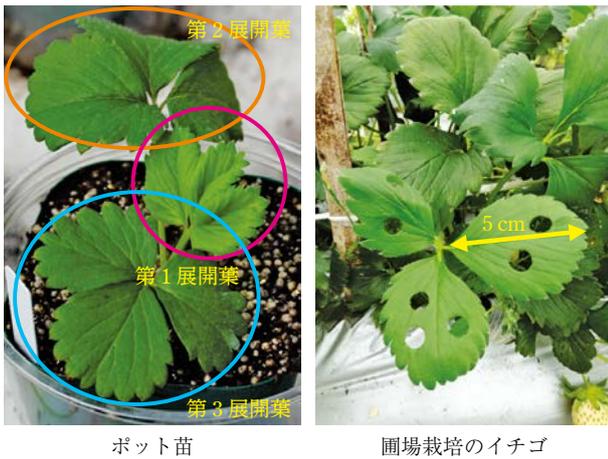


図-3 RNA 調製に用いるイチゴ葉

コルクボーラー No.3 を用いてイチゴ葉ディスクを作製し、total RNA を抽出した。ポット苗では第1複葉～第3複葉からサンプリングした。圃場栽培のイチゴでは、直径5 cm 程度 (± 1 cm 程度) の第1展開葉からサンプリングした。表-1 および表-2 に調製した total RNA のデータを示した。

表-2 イチゴの葉位の違いによる total RNA の収量および純度 (ディスク4枚)

	第3展開葉		第1展開葉	
	濃度 (ng/ μ l)	260/280	濃度 (ng/ μ l)	260/280
	141.20	1.79	812.40	1.90
	182.60	1.79	636.30	1.94
	187.80	1.79	707.70	1.95
平均	170.53	1.79	718.8	1.93

コルクボーラー No.3 を用いてイチゴ葉 (品種: '女峰') からディスクを作製し、total RNA を Maxwell RSC 装置で調製した。

表-1 イチゴ葉ディスク数による total RNA の収量および純度 (第2展開葉より調製)

	2枚		3枚		4枚	
	濃度 (ng/ μ l)	260/280	濃度 (ng/ μ l)	260/280	濃度 (ng/ μ l)	260/280
	46.2	1.86	76.6	1.93	143.9	1.94
	45.7	1.95	80.9	1.90	147.5	1.94
	46.5	1.91	81.9	1.92	163.7	1.92
平均	46.1	1.91	79.8	1.92	151.7	1.93

コルクボーラー No.3 を用いてイチゴ葉 (品種: '女峰') からディスクを作製し、total RNA を Maxwell RSC 装置で調製した。

表-3 イチゴの total RNA 調製における Fruit-mate の効果 (品種: 'とちおとめ')

1-Thioglycerol/Homogenization buffer (プロメガ)		Fruit-mate (タカラバイオ)	
濃度 (ng/ μ l)	260/280	濃度 (ng/ μ l)	260/280
72.3 \pm 14.5	1.96	243.74 \pm 14.1	2.03

RNA を抽出できた (図-1, 表-3)。本法はイチゴの果肉 (ISHIBASHI et al., 2017) や、イチゴ以外の精製が難しい植物からの RNA 抽出にも応用できる。

II イチゴの誘導抵抗性

1 イチゴマイクロアレイとイチゴ誘導抵抗性マーカー

栽培イチゴは、8対の染色体を持ち (8倍体)、遺伝的に最も複雑な植物である。このため、次世代シーケンサーによる RNAseq 解析では遺伝子発現プロファイルの正確な解析は難しい。そのため、網羅的な遺伝子発現解析 (遺伝子診断) のためには、イチゴのゲノム配列から遺伝子特異的なプローブを作製し、マイクロアレイを構築する必要がある。私たちは、株式会社 Subio を通じて、かずさ DNA 研究所のデータベースをもとに、アジレント社製のマイクロアレイを作製した (図-4)。搭載遺伝子数は 39,063 個で予測遺伝子の 86% である。本マイクロアレイは、(株) Subio を通じて誰でも利用できる。前

total RNA を精製 \rightarrow 1 μ g の total RNA を (株) Subio へ送付 \rightarrow Subio Platform で解析

イチゴのゲノム情報 (かずさ DNA 研究所)

- ・ *Fragaria* \times *ananassa* (FANhybrid_r1.2)
- ・栽培種で 8 倍体
- ・予測遺伝子の数 45,377

イチゴマイクロアレイの仕様

- ・アジレント 44 K \times 4
- ・使用データベース: FANhybrid_r1.2
- ・39,063 プローブ搭載 (予測遺伝子の 86%)
- ・データの質向上のため 1 色法で解析

図-4 イチゴマイクロアレイによる網羅的遺伝子発現解析

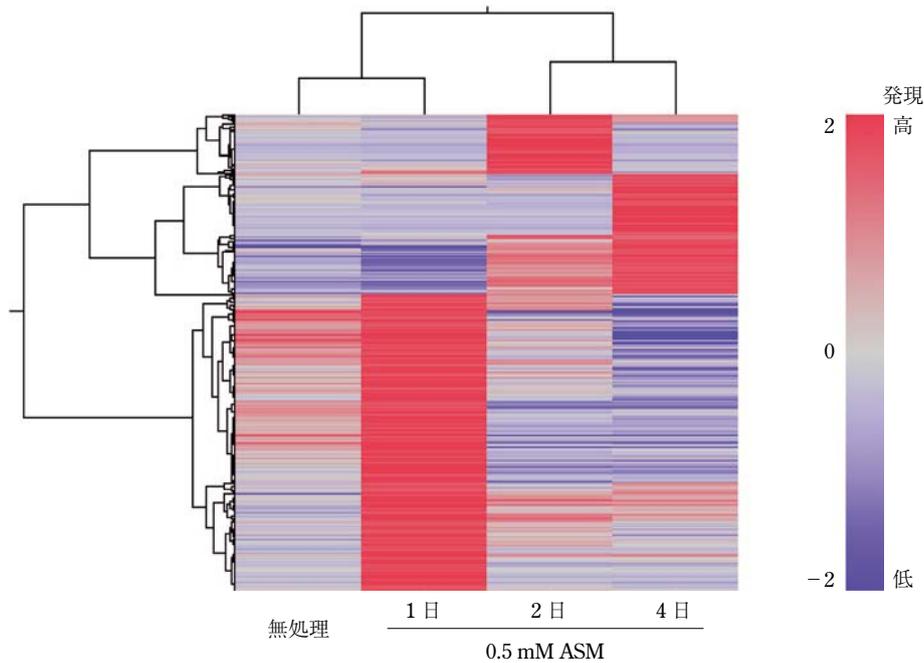


図-5 アシベンゾラル-S-メチル (ASM) を処理したイチゴのマイクロアレイ解析
イチゴ (品種: '女峰') に 0.5 mM ASM を処理し, 1~4 日間後に処理液をサンプリングして total RNA を調製した. 得られた total RNA を (株)Subio に送付しマイクロアレイ解析を行った.

述の方法で得た高純度の $1\mu\text{g}$ の RNA を (株)Subio に送付するだけでよい。得られたアレイデータの解析については, (株)Subio から無料で基本解析ソフト (Subio Platform) が提供されている。さらに, 詳細な解析は Subio Platform プラグインおよび受託解析が安価で提供されているので利用しやすい。

私たちは, プラントアクチベーター (ASM) を処理したイチゴ (品種: '女峰') についてマイクロアレイ解析を行った。その結果, ASM により発現誘導される遺伝子群を得た (図-5)。さらに, 様々な薬剤を処理したイチゴでの解析の結果, イチゴの誘導抵抗性のマーカーとして *FaPR1*, *FaCH14* 等を同定した。これらの遺伝子をリアルタイム PCR 法を用いて発現解析することで, 抵抗性誘導を評価できる。近年, リアルタイム PCR 法は, 遺伝子発現解析, SNP 解析, 遺伝子組換え食品の検査, 病原体の検出 (感染症診断), 導入遺伝子のコピー数の解析等, 様々な目的で広く利用されている。安価な機器や試薬・キット類も販売されており, 身近な技術になってきた。以下に, リアルタイム PCR 法を用いた UV-B 照射による誘導抵抗性の調査結果を紹介する。

2 UV-B 照射による誘導抵抗性

紫外線照射による病害防除は化学合成農薬の使用を減らすことが期待され, 研究開発が行われている。紫外線 UV-B は波長が 280~315 nm の光であり, UV-B 領域を

含む植物病害防除用照明装置 (パナソニック株式会社, タフナレイ®) がイチゴうどんこ病, ハダニ類の防除に農業利用されている。イチゴうどんこ病, ハダニ類の防除では, 苗へ 0.2 W/m^2 の UV-B 照射が夜間に約 3 時間行われる (神頭ら, 2011; 松浦ら, 2012; 増井ら, 2013; 田中ら, 2017)。また, 290 nm 以下の紫外線照射により病害抵抗性に関与する遺伝子の発現が誘導されることが報告されており (ULM et al., 2004; 神頭ら, 2011; 小林ら, 2014), イチゴうどんこ病の防除は UV-B による殺菌効果と誘導抵抗性によると考えられている。

今回, イチゴ栽培圃場での紫外線 UV-B 照射による誘導抵抗性について検証した。岡山県吉備中央町の農家の協力を得て, 高設栽培のイチゴ (品種: '章姫') に, 植物病害抑制用ランプ (パナソニック ライティングデバイス株式会社, UV-B 電球形蛍光灯反射傘セット) を用いて UV-B 照射 (電球口金下部~断面までの距離 1.3 m, 奥行方向光源ピッチ 6 m, 列幅 3 m) を毎日 3 時間 (23 時~2 時) 行い, 1 週間おきにイチゴ葉をサンプリングした (11 時ころ)。イチゴの誘導抵抗性のマーカーとして *FaPR1*, *FaCH14* 等を使用し, リアルタイム PCR 法を用いて本マーカー遺伝子の発現を解析した。その結果, 無照射区に比して, UV-B 照射区は誘導抵抗性のマーカー遺伝子が有意に高く発現していた (図-6)。一方, 4 月中旬過ぎから太陽光による紫外線の量が多くなり,

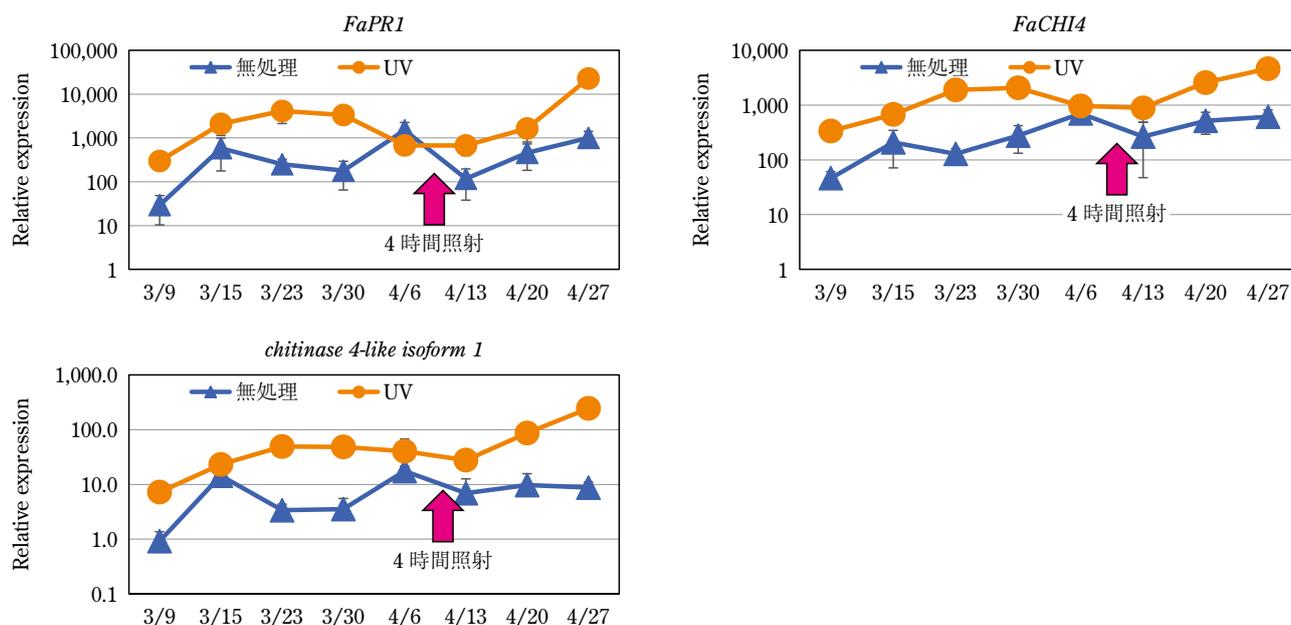


図-6 UV-B 照射によるイチゴの誘導抵抗性マーカー遺伝子の発現解析

圃場栽培のイチゴ（品種：‘章姫’）に、2017年9月から毎日3時間（23時～2時）のUV-B照射を行った。2018年3～4月までの2か月間について1週間おきにイチゴ葉をサンプリングし（11時ころ）、各誘導抵抗性マーカー遺伝子の発現を解析した。4/11にUV-B照射時間を4時間に変更した。その後、誘導抵抗性マーカー遺伝子の発現が高くなった。

UV-B照射によるうどんこ病、ハダニ類の防除効果が減ずることが知られている。私たちの調査では4月6日にマーカー遺伝子の発現量の差が対照区とUV-B区で小さくなったことから、4月11日にUV-B照射を1日4時間（23時～3時）に延長した。その結果、無照射区に比して、UV-B照射区は誘導抵抗性のマーカー遺伝子が有意に高く発現した。

圃場のイチゴは環境要因に大きく影響されるため、遺伝子発現の解析は非常に難しいが、今回、高品質のRNAを得ることで、安定した解析が可能となった。以上より、マーカー遺伝子の発現を解析することで、UV-B照射時間・強度を適切に調整できる可能性が示唆された。なお、今回の調査では、UV-B照射区でうどんこ病の発生は認められなかった。

おわりに

最近のイチゴの育種目標は、炭疽病などに対する耐病性よりも大果性、食味、外観が重視されている。このため、炭疽病に対する防除は、主に農薬に依存せざるを得ない。消費者のニーズである減農薬または無農薬栽培を実現するためには、既存の防除体系に加えて、新たな防除技術を開発しなければならない。UV-B照射やプラントアクチベーター等の病害抵抗性を高める技術による病害防除効果を最大限に発揮するために、栽培現場での抵抗性の誘導効果を適切に評価することが重要である。私

たちは、イチゴ葉から安定して高収量かつ高品質のRNAが抽出できる方法を確立し、イチゴの誘導抵抗性を評価するためのマーカー遺伝子を得た。イチゴの誘導抵抗性の評価法により、供試された様々な資材の中からイチゴに適応した抵抗性誘導資材やプラントアクチベーターが開発されることで、効果的な防除体系が構築されることを期待している。

本稿で紹介したイチゴのRNA抽出法、リアルタイムPCR法およびマイクロアレイ解析についてご不明な点は筆者まで遠慮なく問い合わせさせていただきたい。

最後に、本成果は、内閣府 戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）「次世代農林水産業創造技術」（管理法人：生研支援センター）によって得られた。なお、本事業ではUV-B照射、天敵、超音波、赤色LED、赤色防虫ネット、植物活力剤等による病害虫防除技術を開発している。興味のある方はぜひ活用していただきたい。

引用文献

- 樋口康一（2011）：植物防疫 65：356～359.
- ISHIBASHI, M. et al. (2017) : Int. J. Mol. Sci. 18 : 1186.
- 賀来華江・渋谷直人（2001）：化学と生物 39 : 756～763.
- 神頭武嗣ら（2011）：植物防疫 65 : 28～32.
- 小林光智衣ら（2014）：同上 68 : 53～57.
- 増井伸一ら（2013）：関西病虫研報 55 : 37～41.
- 松浦克成ら（2012）：同上 54 : 125～126.
- 鳴坂義弘ら（2010）：化学と生物 48 : 706～712.
- 田中雅也ら（2017）：植物防疫 71 : 229～234.
- ULM, R. et al. (2004) : PNAS 101 : 1397～1402.



日本で発生するトスポウイルスを 網羅的に検出できるユニバーサルプライマー

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構
中央農業研究センター病害研究領域

おく だ みつる
奥 田 充

はじめに

トスポウイルスは、トマト黄化えそウイルス (*Tomato spotted wilt virus*: TSWV) をタイプ種とするアザミウマ目昆虫により媒介されるブニヤウイルス科トスポウイルス属のウイルスの総称である (国際ウイルス分類委員会 (ICTV) による最新の分類では、トスポウイルス科オルトトスポウイルス属と記載されているが、ここでは日本植物病理学会植物ウイルス分類委員会の記載に従った)。これまでに数多くの種および系統が報告され、これらは世界各地の様々な作物に被害を与えている。日本においても、8種が報告され、施設栽培の野菜・花き作物を中心に発生が見られている (奥田, 2016)。近年、reverse transcription polymerase chain reaction (RT-PCR) や reverse transcriptase loop-mediated isothermal amplification (RT-LAMP) 等の遺伝子増幅法を利用した植物ウイルスの検出・同定が広く使われている。RT-PCRはウイルスの塩基配列情報をもとに設計したプライマーを用いることで検出対象とするウイルス種のみを検出することができる一方、近縁な複数ウイルス種に保存されている塩基配列またはアミノ酸配列から推定される塩基配列をもとに設計したプライマー (ユニバーサルプライマー) を用いることで、単一のプライマー対で複数のウイルス種を検出することも可能となる。本稿では、トスポウイルス種を広く検出するユニバーサルプライマーを用いた国内発生種の網羅的検出法について紹介する。

I トスポウイルスの発生の現状

日本では、TSWVのほか、スイカ灰白色斑紋ウイルス (WSMoV), メロン黄化えそウイルス (MYSV), インパチエンスえそ斑点ウイルス (INSV), アイリス黄斑ウイルス (IYSV), トウガラシ退緑ウイルス (CaCV), キク茎えそウイルス (CSNV), トルコギキョウえそ輪紋ウ

イルス (LNRV) の8種のトスポウイルスが確認されており、施設栽培の野菜・花き作物を中心に発生が報告されている (表-1)。植物防疫法に基づき都道府県の病害虫防除所が発信する病害虫発生予察特殊報では、トスポウイルスの発生報告が続いていることから、発生地域や宿主の拡大が示唆される (図-1)。

II 技術開発の目的

2016年9~10月、神奈川県東部の抑制栽培キュウリに葉の萎縮、モザイク、黄化えその症状や果実の奇形を呈する株が見られた。RT-PCRによる検定の結果、WSMoVの感染が確認された。WSMoVは、沖縄県ではスイカやキュウリ等のウリ科作物に発生しているが、沖縄県以外でのWSMoVの発生は、1990年に鹿児島県奄美大島でトウガンに感染が確認されて以来である。その後、2017年6月には、福岡県でニガウリにWSMoVの感染が確認されており、本ウイルスの発生拡大が危惧される。また、静岡県において、2018年2月に葉にえそ輪紋、退緑、えそ斑点症状、花茎にえそ条斑を呈するガーベラが発見され、CSNVの感染が確認された。2007年以降のトスポウイルスの発生に関する特殊報では、CSNVに関するものが半数近くを占めており、今後とも注意が必要と思われる (図-1)。

このように、トスポウイルスはそれ自体防除が難しいアザミウマによって媒介されることと、宿主範囲が広いことから、発生地域の拡大とともに多様な作物に感染が報告されている。病害診断の現場では、未確認の病害が発生し、ウイルスの感染が疑われる場合、想定されるいくつかのウイルスに対しそれぞれ特異的なプライマーを用いたRT-PCRを行うことが通例と思われる。しかし、この方法では想定しなかったウイルス種の感染は調べることができない。なかでも、TSWVとCSNVあるいはMYSVとWSMoVは病徴が酷似しており、病徴のみで両者を識別することは困難である (図-2, 図-3)。診断の遅れは、対策の遅れにつながり被害が拡大することが危惧される。このため、複数のトスポウイルスを網羅的に検出可能なプライマーすなわちユニバーサルプライマ

The Universal Primers Available for Detecting All Species in the *Tospovirus* Genus Occurring in Japan. By Mitsuru OKUDA

(キーワード: ユニバーサルプライマー, 遺伝子診断, トスポウイルス)

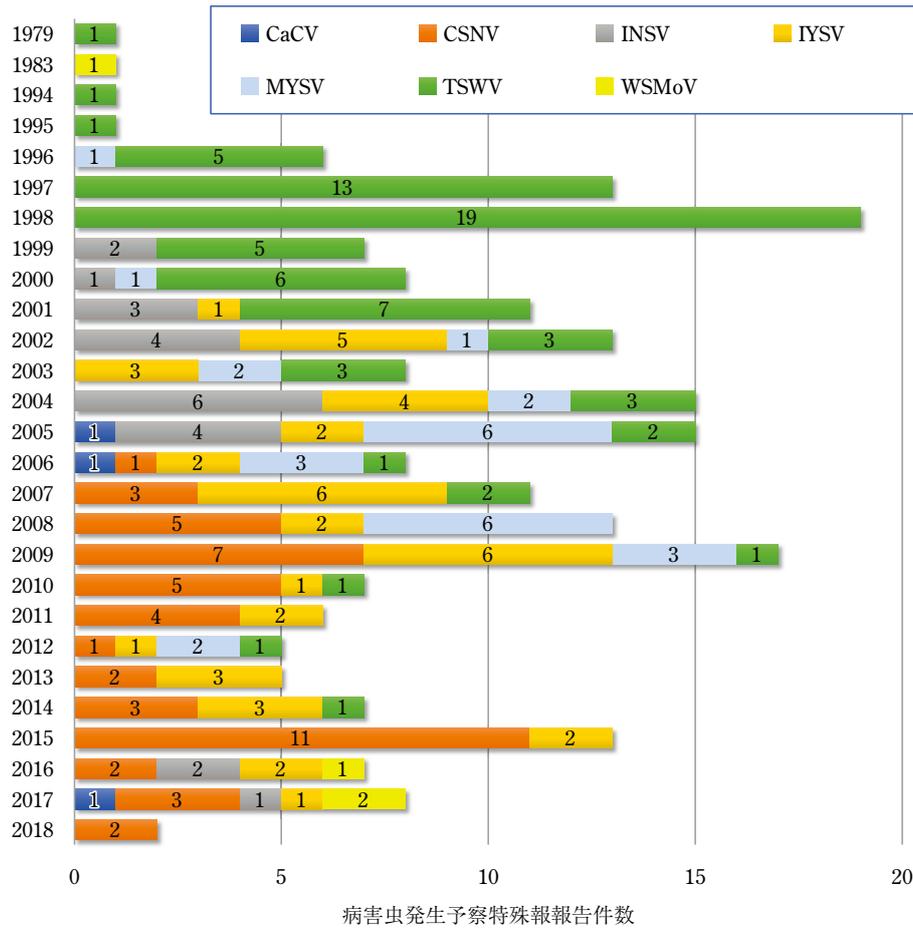


図-1 病害虫発生予察情報のトスポウイルス発生に関する特殊報の年別報告数

表-1 国内で発生しているトスポウイルス

ウイルス名	略称	主な発生宿主 ¹⁾	国内初発年
トマト黄化えそウイルス	TSWV	キク、トマト、ピーマン、トルコギキョウ、トウガラシ、ナス、ガーベラ、ジニア、ダリア、シネラリア、レタス	1965
スイカ灰白色斑紋ウイルス	WSMoV	スイカ、ニガウリ、キュウリ、ピーマン	1982
メロン黄化えそウイルス	MYSV	キュウリ、メロン	1992
インパチエンスえそ斑点ウイルス	INSV	シクラメン、ベゴニア、インパチエンス、トルコギキョウ、シネラリア、リンドウ	1999
アイリス黄斑ウイルス	IYSV	トルコギキョウ、ネギ、ニラ、タマネギ、アルストロメリア、ラッキョウ	2000
トウガラシ退緑ウイルス	CaCV	ピーマン	2003
キク茎えそウイルス	CSNV	キク、トマト、ピーマン、トルコギキョウ	2006
トルコギキョウえそ輪紋ウイルス	LNRV	トルコギキョウ ²⁾	2007

¹⁾ 病害虫発生予察情報の特殊報が2件以上のものを多い順に掲載。ただし、WSMoVは各1件のためすべてを掲載。

²⁾ LNRVは特殊報では報告されていないため、日本植物病名目録に掲載される宿主を掲載。

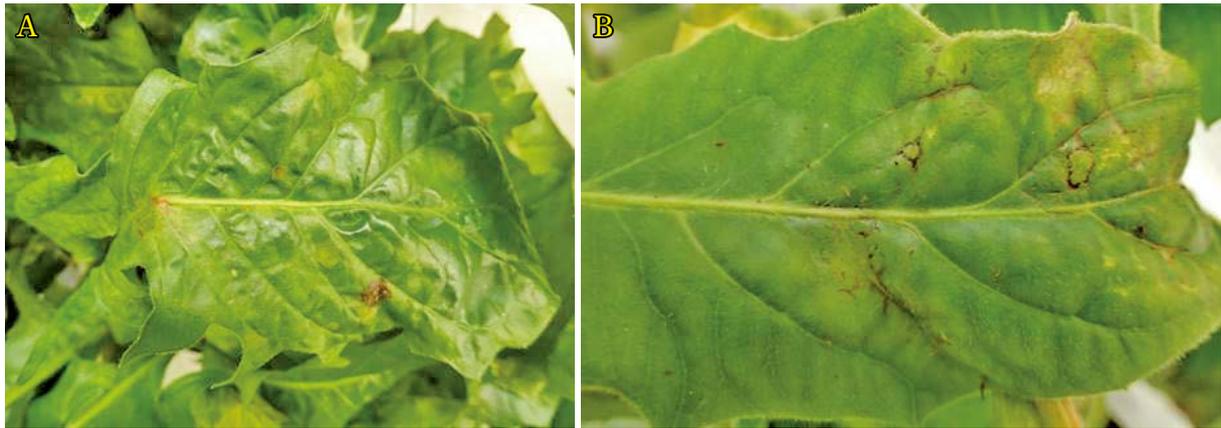


図-2 トマト黄化えそウイルス (TSWV) (A), キク茎えそウイルス (CSNV) (B) に感染したガーベラの葉の病徴



図-3 メロン黄化えそウイルス (MYSV) (A), スイカ灰白色斑紋ウイルス (WSMoV) (B) に感染したキュウリの病徴

一の利用が必要となる。

III 検出方法

1 ユニバーサルプライマーの開発

ユニバーサルプライマーを開発するにあたり、CAB, BIOSIS 等の文献データベースを用いて、これまでに報告されたトスポウウイルスの検出に関する論文の中から、4種以上のトスポウウイルス種の検出に使われた6種類のプライマーを参考とした。これらプライマーを用いて、国内で発生する8種のトスポウウイルスの検出を行ったところ、プライマーにより検出できる種やウイルス株の数が異なったが、gL2740/gL3920c および t2740/t3920c は供試したすべてのウイルス株で想定されるサイズのDNA増幅が認められた(奥田, 2017)。実は、この2種類のプライマーは、ターゲットとする領域がほぼ同一であり、プライマーの塩基配列も類似している。このため、L RNA の塩基配列が明らかとなっている国内既発生8種を含むトスポウウイルス20種について、gL2740/

gL3920c および t2740/gL3920c が対合する領域の塩基配列をマルチプアラインメントにより比較し、Groundnut chlorotic fan-spot virus (GCFSV) を除く19種のトスポウウイルスの塩基配列に完全に対合するような新たなユニバーサルプライマー t2740#1/gL3920c#1 を作成した(表-2)。このプライマー対を用いたRT-PCRにより供試した8種のトスポウウイルスすべてを検出することができた(図-4)。なお、本プライマーは、理論上は国内未発生種の多くにも対応できるように設計されているが、ウイルス株が入手困難であるため検証ができていない。現在、国内未発生種のL RNAの一部をRNA合成により合成し、t2740#1/gL3920c#1を用いたRT-PCRにより検出できるかどうか検証を行っている。

2 具体的な手順

具体的な検出の手順を以下に示す。トスポウウイルスの感染が疑われる植物サンプルの一部を適当な大きさ(1 cm²程度)に切り取る。トスポウウイルスの病徴はえそを伴う場合が多いが、えそにより枯死している部位よりも、その周辺の黄化または退緑した部位を採取するとよい。病徴が全く出ていない部位は、ウイルス濃度が低く、検定に適さない。私は、直径6 mmの生研トレパン(貝印)を用いて3箇所切り抜き、ジルコニアビーズを入れた磨砕用チューブに入れている。サンプルはチューブに入れたまま-80℃で長期間保存可能である。チューブに500 μlのISOGEN II(ニッポンジーン)を加え、マルチビーズショッカーで磨砕する。磨砕後の抽出の手順は、ISOGEN IIのプロトコルに従う。ISOGEN IIは、RNA抽出によく使われているISOGENシリーズのうち、発がん性の恐れのある物質として特別有機溶剤に指定されるクロロホルムを使用しないため、扱いが比較的容易であるが、劇物指定されるフェノールを含む。劇物を避けたい場合は、カラムを用いるRNeasy Mini Kit(キア

表-2 トスポウウイルスの検出に用いるユニバーサルプライマー

プライマー名称	塩基配列 (5'-3')	増幅サイズ	文献
gL2740 gL3920c	ATGGGDATNTTTGATTCATGRATATGC TCATGCTCATSAGRATAAATYTCTCT	約 1,200 bp	CHEN et al. (2012)
t2740 t3920c	ATGGGDATNTTTGATTCATG TCATGCTCATSAGRATAAATYTCTCT	約 1,200 bp	CHAO et al. (2010)
t2740#1 t3920c#1	ATGGGNATNTTYGAYTTYATG TCATRCYCATNARRTADATYTCTCT	約 1,200 bp	奥田 (2017)

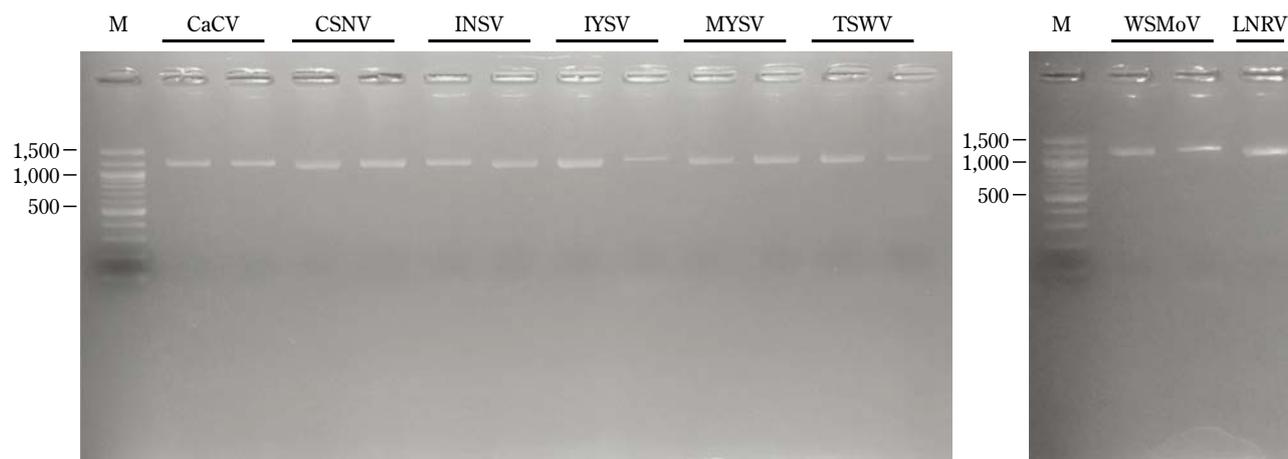


図-4 ユニバーサルプライマー t2740#1/t3920c#1 を用いた RT-PCR による国内発生トスポウウイルスの検出例
M は分子量マーカー。

ゲン) などを用いるとよい。

RT-PCR は、One-Step RT-PCR キット (コスモ・バイオ) に抽出した RNA とプライマーとして t2740#1/gL3920c#1 を添加し、汎用のサーマルサイクラーを用いて行う。反応条件は、42°C 30 分、94°C 2 分の逆転写反応の後、94°C 30 秒、50°C 30 秒、72°C 60 秒の PCR 反応を 35~40 サイクル行う。RT-PCR に用いる試薬やサーマルサイクラーに特に指定はないが、反応条件は、試薬やサーマルサイクラーに合わせて若干変更する必要がある。私が試験した限りでは問題となることはなかったが、t2740#1/gL3920c#1 は塩基の混合が多いため、非特異反応が出やすいと思われる。万一、2 本以上のバンドが出た場合は、アニーリング温度を上げるなど反応条件を変更する。または、プライマーを gL2740/gL3920c や t2740/t3920c に変更して RT-PCR を行う。

反応後、電気泳動にて DNA 増幅の確認を行い、約 1,200 bp の単一バンドが得られた場合、トスポウウイルスが検出されたと判断する。近年、DNA を検出するためのエチジウムブロマイド代替剤が数多く市販されており、青色 LED を用いた安価なイルミネーターとデジタルカメラで電気泳動像を撮影することができる。私は、2% アガロースゲルに GreenView Nucleic Acid Gel Stain

(株式会社リライオン) を混合し、電気泳動を行った後、高輝度 505 nmLED 照明装置「LED505-TR60 W」(美館イメージング) にて DNA の増幅を確認している。なお、DNA の検出に用いる染色薬のうち、PCR 反応液に直接混合するタイプの染色剤は DNA の電気泳動度に影響し、増幅サイズの推定が不正確となるため注意が必要である。

3 ウイルス種の同定

本法では、反応産物の電気泳動像からはトスポウウイルス種が判別できないため、種の同定を行うには増幅した DNA の塩基配列決定が必要である。増幅が確認された反応液を ExoSAP-IT (サーモフィッシャーサイエンティフィック) などで精製し、t2740#1 および gL3920c#1 それぞれを用いてシーケンス反応を行う。鎖長が長いいため、得られる配列は不完全であるが、BLAST による相溶性検索には十分利用できる。

おわりに

本法は、未知のトスポウウイルスの発生が疑われる場合や、想定されるウイルスが検出されなかった場合に威力を発揮する。逆に、すでに発生種が絞り込まれている場合や、既発ウイルスの確認を行いたい場合は、想定されるウイルス種に対する特異的プライマーを用いたほうが

検出感度や特異性は高くなるとされる。

現在、世界では29種のトスポウイルスが発生しており、我が国では8種が発生している。近年は新種トスポウイルスの発生の報告が続いており、この傾向は今後も続くことが予想される。被害を最小限に抑えるためには、国内未発生種の侵入を防ぐことに加えて、万一侵入した場合には迅速に検出し、発生地からの拡散を防ぐこ

とが重要であると思われる。本プライマーを用いた検出技術により、検出の迅速化が図られることを期待する。

引用文献

- 1) CHAO, C. H. et al. (2010): Plant Pathol. Bull. **19**: 41~52.
- 2) CHEN, T. C. et al. (2012): Plant Pathol. **61**: 183~194.
- 3) 奥田 充 (2016): 日植病報 **82**: 169~184.
- 4) ————— (2017): 関東東山病虫研報 **64**: 68~72.



登録が失効した農薬 (30.6.1~6.30)

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

「殺虫剤」

- NAC 水和剤
11013：三明マイクロデナポン水和剤 85（三明ケミカル）
18/6/5

「殺菌剤」

- TPN くん煙剤
10991：ダコニールくん煙剤（エス・ディー・エス バイオテック）18/6/5

「殺虫殺菌剤」

- ジノテフラン・カスガマイシン・フサライド粉剤
21078：ホクコーカスラブスタークル粉剤 DL（北興化学工業）18/6/3
- ジノテフラン・カスガマイシン・フサライド水和剤

21712：ホクコーカスラブスタークルフロアブル（北興化学工業）18/6/7

- シフルトリン・ビテルタノール液剤
22398：アースガーデン W（アース製薬）18/6/24

「除草剤」

- オキサジクロメホン・クロメプロップ・ブロモブチド・ベンスルフロメチル水和剤
21714：ゴウワンフロアブル（北興産業）18/6/7
- アジムスルフロロン・カルフェントラゾンエチル・フルセトスルフロロン粒剤
22395：フルフォース 1 キロ粒剤（石原産業）18/6/12
- グリホサートイソプロピルアミン塩液剤
22714：コンパカレール 1.0（シーズ・インターナショナル・コーポレーション）18/6/20



ユキヤナギアブラムシの簡易飼育法

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 さくら 櫻 い 井 たみ 民 と 人
中央農業研究センター

はじめに

ユキヤナギアブラムシ (*Aphis spiraeicola* Patch) は、夏場にリンゴやウメ等のバラ科果樹、カンキツ、セリ科野菜等に寄生し、秋から冬にかけてはユキヤナギヤコデマリを寄主とする (森津, 1983; 松本, 2008)。リンゴでは、6~7月にかけて発生盛期となり、若葉や新梢先端を吸汁加害することにより、特に苗木や若木の生長を抑制する。秋に二次伸長葉が出てくると再び密度が増加する (繁原ら, 2006)。カンキツ類では、新梢の葉が巻いて萎縮することにより生育に悪影響が生じる (古橋・西野, 1972)。ウメでは、2009年に東京都青梅市で初確認されたウメ輪紋ウイルス (*Plum pox virus*: PPV) を媒介することが生産現場で問題となっている (MAEJIMA et al., 2010)。PPV 発生ウメ圃場内外のトラップ誘殺虫からは、ウイルスが高頻度で検出されるという報告がなされている (KIMURA et al., 2016)。さらに、PPV では国内で唯一発生が確認されていた D 系統に加え、2016年6月に横浜市のウメ、モモ、アンズから、アブラムシ媒介リスクがより高い M 系統 (DALLOT et al., 1998) が新たに発見され、さらなる脅威となっている (大石ら, 2017)。

以上のように、ユキヤナギアブラムシはリンゴやウメ等の重要害虫である一方で、近年、本種を含むアブラムシ類の薬剤感受性の低下が生産現場において危惧されている。PPV 拡散防止にかかるアブラムシ対策も、薬剤散布による防除体系が基幹となっており (加藤ら, 2015 a; 2015 b)、アブラムシ類の薬剤抵抗性を発達させないような新たな防除対策を早急に講じなければならない。そのためには、本種を安定して累代飼育し、薬剤感受性検定や媒介試験等に多数の個体を供する必要がある。一方、本種の飼育法については、駒崎 (1991) がユキヤナギヤミカン、人工飼料を餌とした場合について紹介しているが、木本植物では、飼育に最適な餌の確保や維持管

理、鉢を設置するためのファイトトロン等が必要であること、人工飼料では、安定した累代飼育が困難であることなどを問題点としてあげている。それ以外の報告では、餌植物種の記載はあるものの具体的な飼育法については不明である (高梨, 2003; KIMURA et al., 2016)。そこで、本研究では、ユキヤナギアブラムシの寄主植物3種のポット苗を用いて試験を実施し、限られたスペースで簡便に維持可能な簡易飼育法を考案した (櫻井, 2017)。

本研究は、農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業「ウメ輪紋ウイルスの早期根絶を支援する感染拡大リスク回避技術の構築」(27010C) の補助により実施した。

I 餌植物の選定

ユキヤナギアブラムシの寄主植物であるウメ、リンゴ、ツルニチニチソウを餌植物の候補として試験を実施した。試験には、2015年5月に茨城県牛久市のユキヤナギから採集した個体群を用いた。各植物のポット苗 (ウメ: 播種30日後, 本葉15~20枚, 黒丸ポット径12 cm; リンゴ: 播種30日後, 本葉8~10枚, 黒丸ポット径12 cm; ツルニチニチソウ: 株分け60日前後, つる6~7本, 黒丸ポット径12 cm) を、市販の昆虫飼育ケージ (ツマグロヨコバイ類大量飼育箱, 外寸幅340×奥行260×高さ340 mm, 内寸幅304×奥行250×高さ280 mm, 三紳工業株式会社) にケージ当たり1苗の割合で入れ、任意に選択した無翅成虫を苗当たり4頭接種した。試験は、25℃, 14L10Dの条件で実施した。その後、接種3, 7, 14, 21日後の成虫数を株ごとに全数カウントし、個体数の推移を調査した (4反復)。その結果、ウメおよびリンゴの実生苗、ツルニチニチソウ苗いずれにおいても、日数の経過とともにアブラムシの密度が増加したが、その推移には植物種間で有意な差が認められた (MANOVA; $df = 2, 9$, $F = 64.48$, $p < 0.0001$) (図-1)。この中では、ツルニチニチソウ苗の増殖率が最も高く、本種の密度は、接種3日後には約8倍、同7, 14, 21日後にはそれぞれ約40倍, 125倍, 330倍まで増加した。アブラムシはツルニチニチソウのつる先端付近の茎や葉に密集して生息していた (図-2)。一方、ウメ実生苗や

A Simple Technique for Mass Rearing *Aphis spiraeicola* Patch.
By Tamito SAKURAI

(キーワード: ユキヤナギアブラムシ, ツルニチニチソウ, 昆虫飼育容器, 簡易飼育法)

リンゴ実生苗を供与した場合には、ツルニチニチソウほどアブラムシの密度は高くならず、ツルニチニチソウでの密度を100とした場合のウメおよびリンゴ実生苗の補正密度指数（接種〇日後のウメ/リンゴ寄生数×ツルニチニチソウへの接種数）÷（ウメ/リンゴへの接種数×接種〇日後のツルニチニチソウ寄生数）は、それぞれ接種3日後で46.3, 51.6, 同7日後で32.0, 16.7, 同14日後で46.4, 15.8, 同21日後で44.2, 12.9であった。以上の結果から、虫を集めやすく試験に十分な個体数が得られるツルニチニチソウを餌植物として選定した。また、予備的にセリ科野菜であるセロリについても調査をしたが、維持はできるもののツルニチニチソウほどの増殖が見られなかったことから、餌植物から除外した。

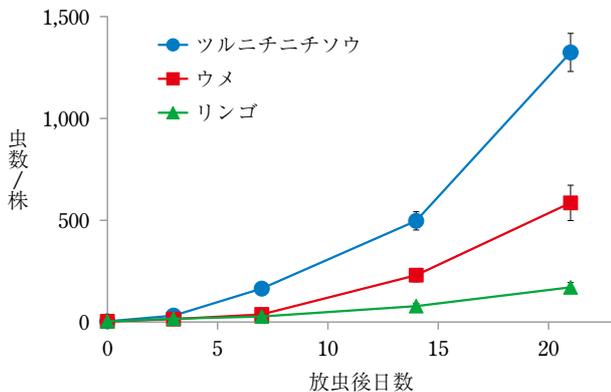


図-1 ユキヤナギアブラムシの増殖に対する寄主植物の違い株当たりの平均虫数±標準誤差, 各4反復。



図-2 ツルニチニチソウに寄生するユキヤナギアブラムシ

II 簡易飼育法

餌植物を選定する条件としては、省スペースで効率よく累代飼育でき、簡易に安定供給できることなどがあげられる。木本植物であるウメやリンゴは、成長するに従い広い空間が必要となるため、人工気象器などに設置しなければならない。また、これらの種子は容易に播種できる状態で市販されており、果実を入手して核果や種子を取り出し、その後、殺菌・低温処理などを施さなければならないため、時間と労力がかかる。一方、ツルニチニチソウはつる植物であることから、成長しても市販の昆虫飼育ケージ内で維持することが可能であり（図-3）、親株のつるに軽く土をかぶせて埋めておくと発根してくるので、それを株分けすることによって手軽に増やすことができる（図-4）。株分けし鉢上げした苗は、栽培条件にもよるが約2か月後に餌として用いるのに適当な状態となる。これを昆虫飼育ケージに設置し、それまで維持してきたアブラムシを接種する。接種2~3週間以内に虫密度が急激に高くなっていくので適宜試験に供する。有翅虫の割合が高くなっていくと、全体の虫密度が低くなっていくので新しい苗に交換する。ツルニチニチソウの栽培管理は簡単で、過湿を避け通常栽培すれば餌として用いるのに問題ない株を得られる。鉢上げしてから飼育に用いるまでにしばらく時間がかかるので、定期的に親株から株分けを行い、いつでも餌として供給できるようにするとよい。これにより、年間通して本種の維持が可能となり、いつでも試験に供給できる状態とな



図-3 昆虫飼育ケージに設置したツルニチニチソウ

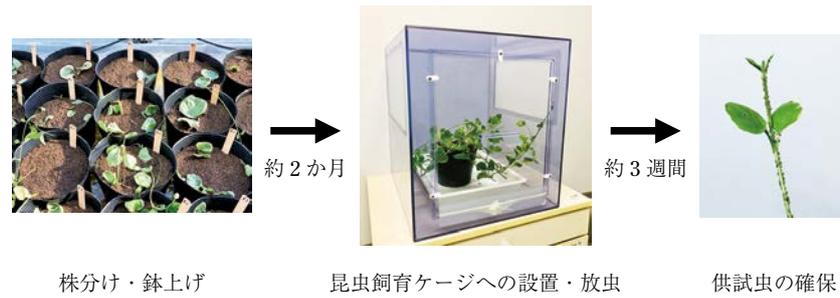


図-4 ユキヤナギアブラムシの飼育スケジュール

る。

おわりに

目的とする昆虫類を多数の個体を用いて試験する場合、飼育スペースや餌植物の選定が累代飼育するうえで重要となってくる。ユキヤナギアブラムシでは、ツルニチニチソウを用いることでこれらの問題をクリアすることができた。個体群を維持するだけなら、他の寄主植物も用いることができるが、現時点ではツルニチニチソウが最も優れている。ユキヤナギアブラムシは、生産現場において殺虫剤を施用しているにもかかわらず、十分に密度を下げられない状況も生じており、早急に薬剤感受性試験などを実施する必要がある。また、PPVの拡散を防止するためにも、その媒介特性を試験によって明らかにしなければならない。本稿は、それらの問題を解決するうえで最初のステップとなる簡易飼育法を提示し

た。この方法を使って多くの試験が実施され、生産現場の問題を解決するための成果が蓄積されることを期待したい。

引用文献

- 1) DALLOT, S. et al. (1998): *Acta Hort.* **472**: 355~365.
- 2) 古橋嘉一・西野 操 (1972): *静岡県柑試報* **10**: 84~91.
- 3) 加藤綾奈ら (2015 a): *関東東山病虫研報* **62**: 160~165.
- 4) ———ら (2015 b): 同上 **62**: 166~170.
- 5) KIMURA, K. et al. (2016): *Plant Dis.* **100**: 40~48.
- 6) 駒崎進吉 (1991): *昆虫の飼育法*, 日本植物防疫協会, 東京, p.69~70.
- 7) MAEJIMA, K. et al. (2010): *J. Gen. Plant Pathol.* **76**: 229~231.
- 8) 松本嘉幸 (2008): *アブラムシ入門図鑑*, 全国農村教育協会, 東京, p.175.
- 9) 森津孫四郎 (1983): *日本原色アブラムシ図鑑*, 全国農村教育協会, 東京, p.384~385.
- 10) 大石盛伝ら (2017): *日植病報* **83**: 216~217 (講要).
- 11) 櫻井民人 (2017): *関東東山病虫研報* **64**: 141~142.
- 12) 繁原智子ら (2006): *北日本病虫研報* **57**: 211~214.
- 13) 高梨祐明 (2003): *応動昆大会講要* **47**: 7 (講要).

植物
防疫
講座

病害編-8
野菜主要病害の発生生態と防除

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 寺 見 文 宏
野菜花き研究部門

はじめに

我が国の野菜生産は、バブル経済崩壊後の社会・経済の大規模な構造変化の影響を受け、平成4年の作付面積63万ha、収穫量1,800万tをピークに、急速に減退し、近年では作付面積はピーク時から25.3%減少して47万haとなり、収穫量も26.8%減少し1,300万tにまで下落している（農林水産省，2018b）。国内生産の減少に対応するように、生鮮野菜と加工品の輸入総量は、近年260~270万トンに達している（農林水産省，2018a）。野菜種子の国内生産も大きく減少し、栽培に使用される種子の約9割が海外生産となっている。生鮮野菜と種子の輸入増加により、これまで日本で発生していなかった病害が、新たに発生・定着する事例が増加している。

野菜の消費量は、食文化の変化とともに、昭和50年ころから漸減し続けているが、栽培・流通される野菜の種類は、逆に増加し続けている。昨今では150種以上の野菜が食卓に上っており、海外料理専門店向けの食材を含めると、300種以上の野菜が国内で栽培されている。栽培される野菜の種類が増加するにつれ、発生する野菜病害の種類も増加し続けている。

I 野菜病害の発生動向と防除ポイント

1 国内で発生する野菜病害の種類

主な野菜で発生する病害の種類数を表-1にまとめた。発生する病害の種類が一番多いのはトマトで、95種の病原により67種類の病害が発生する。次いで多いのはメロン、イチゴ、キュウリで、40種類以上の病害が発生し、葉根菜類よりも果菜類のほうが、病害の種類は多い傾向にある。病原の種類数が、病害の種類数より多くなっているが、異なる病原による病害に対し、同じ病名を付与することが認められているためである。なお表-1の病原の種類に記載した原生生物の区分には、卵菌類、ネコブカビ類および変形菌類が対応している。近年の生

表-1 主な野菜で発生する病害の種類数

品目	病害の種類数 (病原の種類数)	病原の種類			
		菌類	原生生物	細菌・ ファイト プラズマ	ウイルス・ ウイロイド
トマト	67(95)	42	10	16	27
ナス	39(46)	26	7	8	5
トウガラシ	36(53)	25	1	6	21
キュウリ	44(58)	28	11	8	11
カボチャ	30(37)	23	3	7	4
メロン	47(58)	31	5	8	14
イチゴ	46(63)	30	11	11	11
ダイコン	28(38)	17	5	9	7
ニンジン	34(46)	27	3	5	11
オクラ	16(21)	13	2	3	3
ゴボウ	17(21)	14	1	1	5
サトイモ	12(16)	7	3	4	2
ハクサイ	24(32)	12	5	8	7
キャベツ	24(33)	16	7	7	3
レタス	29(35)	19	6	6	4
ハウレンソウ	23(37)	14	8	2	13
セルリー	17(18)	11	4	1	2
ネギ	37(46)	29	3	8	6
タマネギ	30(38)	24	4	8	2

物界の区分では（WEBER, 2009；SCHAECHTER, 2012）、それぞれストラメノパイル界（かつてクロミスタ界とする提案もあった）、リザリア界およびアメーボゾア界となるが、専門家以外にはまだまだ馴染みがないと思われるので、生物5界説の「原生生物」として表記した。

発生が確認されている野菜病害の数は非常に多いが、圃場でよく発生し、特に注意しなければならない病害は、多くても各野菜で10種類程度である。平成28年度に各種の野菜で、国内作付面積の1%以上で発生した病害を表-2に示した（日本植物防疫協会，2017）。果菜類で病害が最も多く発生したのはキュウリで、べと病とうどんこ病がそれぞれ約3割の圃場で発生し、その他に褐斑病など8種の病害の発生が多かった。その他の果菜類で発生面積率が1%以上の野菜の病害は、トマトで7種、ナスで5種、イチゴで4種であった。果菜類では、うどんこ病と灰色かび病の発生が多い点で共通している。葉根菜類で発生する病害の種類が多いのは、ハクサイ、キ

Occurrence and Control of Main Vegetable Diseases. By Fumihiko TERAMI
(キーワード：野菜病害，発生，防除，動向)

表-2 主な野菜で発生が多かった病害（平成28年度）

野菜名	病害名（発生面積率（%））
トマト	灰色かび病（16.7）、葉かび病（6.9）、すすかび病（5.3）、疫病（2.9）、黄化葉巻病（1.9）、うどんこ病（1.3）、青枯病（1.0）
ナス	うどんこ病（15.5）、すすかび病（3.99）、黒枯病（2.5）、灰色かび病（2.1）、褐色腐敗病（1.0）
ピーマン	斑点病（14.1）、うどんこ病（13.1）
キュウリ	べと病（35.6）、うどんこ病（29.4）、褐斑病（12.6）、モザイク病（5.0）、炭疽病（5.0）、黄化えそ病（3.2）、斑点細菌病（3.0）、灰色かび病（3.0）、つる枯病（2.3）、退緑黄化病（1.3）
カボチャ	うどんこ病（4.2）
イチゴ	うどんこ病（25.6）、灰色かび病（17.9）、炭疽病（10.6）、萎黄病（2.2）
ダイコン	黒斑細菌病（1.9）、白さび病（1.3）
ニンジン	黒葉枯病（5.8）
サトイモ	汚斑病（9.5）
ハクサイ	白斑病（9.3）、べと病（7.4）、軟腐病（6.7）、根こぶ病（2.3）、黒斑病（2.3）
キャベツ	黒腐病（11.5）、菌核病（7.8）、萎黄病（4.7）、軟腐病（3.5）、根こぶ病（1.4）
ブロッコリー	黒腐病（4.4）
レタス	菌核病（10.9）、斑点細菌病（10.2）、軟腐病（3.0）、腐敗病（2.9）、すそ枯病（2.8）、べと病（1.4）
ハウレンソウ	べと病（1.6）
ネギ	黒斑病（22.0）、さび病（17.1）、べと病（9.0）、軟腐病（1.7）
タマネギ	ボトリチス葉枯症（39.1）、べと病（19.4）、白色疫病（3.7）
アスパラガス	斑点病（14.5）、茎枯病（13.6）、褐斑病（3.2）

・作付面積に対する病害発生面積の比率（%）を病害発生面積率とし、病害発生面積率が1%以上のものをまとめた。

キャベツ、レタス、ネギ、タマネギで、発生面積率が1%を超える病害は4～5種であった。葉根菜類は露地栽培が多いので、細菌病やべと病等の雨滴伝染性病害が発生しやすい傾向にある。

主たる野菜で病害が多く発生する要因として、施設栽培などにより四季を問わず周年栽培されていることに加えて、生産効率を高めるために短期輪作や連作が繰り返されていることが挙げられる。植物の自然免疫は、本来の生育に適した環境条件で最大限に発揮され、最適条件からずれると病害に対する感受性は高まり、病害の発生を招きやすい。また連作は、病原菌にとっては、常時、宿主が供給される好適な環境と言える。また連作を続けると、土壌微生物相が単純になり、外来の土壌病原菌が侵入・定着しやすくなる。このような病害発生が助長されるような条件での野菜栽培では、徹底した圃場衛生と病害の予防措置は欠かすことができない。

2 土壌病害

(1) 土壌病原の種類

土壌に残存する病原が、根や地下茎等土壌に直接接し

ている組織から感染し、根や維管束（地上部を含む）が侵害される病害を土壌伝染性病害（土壌病害）と呼んでいる。野菜に土壌病害を起こす主な病原を表-3にまとめた（農業生物ジーンバンク、2018）。*Ralstonia solanacearum* は宿主範囲が広く、ナス科野菜、ウリ科野菜、イチゴ、ショウガ、シソ等に青枯病を起こす土壌生息細菌で、深さ60 cm以下の深層土壌にも生息しているため防除が極めて困難である。原生物の *Phytophthora* 属菌、*Pythium* 属菌、*Plasmodiophora brassicae* 菌や、菌類の *Fusarium* 属菌、*Phomopsis sclerotioides*、*Pyrenochaeta* 属菌、*Rhizoctonia solani*、*Sclerotium* 属菌、*Verticillium* 属菌は、土壌での腐生能力は高くなく、卵胞子、休眠胞子、厚膜胞子等の耐久体として土壌に残存する。いずれの病原も、宿主植物を萎凋枯死させる点で症状は似ており、症状のみでは正確な診断が難しい。ウイルス病の中にも、トバモウイルス類によるモザイク病、レタスピッグベイン病、メロンえそ斑点病等のように、土壌伝染する病害があるが、土壌伝染性ウイルス病害として土壌病害とは区別して扱うことが多く、表-3には含めなかった。

表-3 野菜に発生する主な土壌伝染性病原

	病原	病名：寄主名
細菌	<i>Clavibacter michiganensis</i> subsp. <i>michiganensis</i>	かいよう病：トマト
	<i>Ralstonia solanacearum</i>	青枯病：ウリ科・ナス科・アブラナ科野菜，シュンギク，シソ，シヨウガ
原生生物	<i>Plasmidiophora brassicae</i>	根こぶ病：ダイコンを除くアブラナ科野菜
	<i>Phytophthora</i> 属菌	疫病：アスパラガス，イチゴ，トウガラシ 根腐病：イチゴ 根腐疫病：ナス科野菜，キュウリ，スイカ，ホウレンソウ
	<i>Pythium</i> 属菌	苗立枯病：ウリ科・ナス科・アブラナ科野菜，オクラ，タマネギ等 立枯病：シュンギク，スイカ，ダイコン，フキ，ホウレンソウ，レタス 根腐病：キュウリ，ゴボウ，サトイモ，トマト，ナス，ネギ，パセリー，ミツバ 根腐萎凋病：メロン 根茎腐敗病：シヨウガ，ミョウガ ピシウム腐敗病：アブラナ科野菜 ピシウム萎凋病：レタス ピシウムすそ枯病：レタス
菌類	<i>Fusarium</i> 属菌	萎黄病：イチゴ，カリフラワー，キャベツ，コマツナ，セルリー 萎凋病：シュンギク，トウガラシ，トマト，ニンジン，ネギ，ホウレンソウ 株腐病：アスパラガス，レタス 乾腐病：タマネギ，ニラ，ニンジン，ニンニク，ラッキョウ 立枯病：アスパラガス，オクラ，カボチャ，シヨウガ，タマネギ，トウガラシ，トウガン，トマト，パセリー，メロン つる割病：ウリ科野菜 根腐萎凋病：トマト，ネギ 半枯病：ナス
	<i>Macrophomina phaseolina</i>	炭腐病：ウリ科野菜，ヤーコン
	<i>Phomopsis sclerotioides</i>	ホモブシス根腐病：ウリ科野菜
	<i>Pyrenochaeta</i> 属菌	褐色根腐病：トマト 紅色根腐病：タマネギ，トマト，ニラ，ニンニク，ネギ，メロン 紅色根茎腐敗病：シヨウガ
	<i>Rhizoctonia solani</i>	株腐病：キャベツ，ブロッコリー，ホウレンソウ 黒あざ病：ゴボウ，ニンジン 尻腐病：ハクサイ すそ枯病：レタス 立枯病：セルリー，ナス，ミツバ 苗立枯病：ウリ科・ナス科・アブラナ科野菜，アスパラガス，オクラ，セルリー，タマネギ，ネギ，ニンジン，パセリー 根腐病：アスパラガス，カブ，ダイコン，トマト，ニンジン 芽枯病：イチゴ
	<i>Sclerotium</i> 属菌	黒腐菌核病：ユリ科野菜 白絹病：野菜全般
	<i>Verticillium</i> 属菌	萎凋病：イチゴ，ウド 黄化病：セルリー，ハクサイ， バーティシリウム萎凋病：カブ，キャベツ，ホウレンソウ，レタス バーティシリウム黒点病：ダイコン 半身萎凋病：ウリ科野菜，ナス科野菜，オクラ，シソ，パセリー

軟腐病は，根部からの感染以外に，茎葉基部から侵害することも多いので，本稿では雨滴伝染性病害に含めた。

(2) 耕種的防除

圃場が複数の土壌病原菌に汚染されていることも少な

くないので，抵抗性品種の育成にあっては，複数の病害に対する抵抗性を付与することが重要である。トマトでは青枯病・萎凋病・根腐萎凋病・半身萎凋病・褐色根腐病に対する複合抵抗性の自根・台木品種が育成されてい

る。ナスでは、青枯病・半身萎凋病・半枯病複合抵抗性台木が、トウガラシ（ピーマン）では青枯病・疫病複合抵抗性が利用されている。ウリ科野菜や葉根菜類では、土壤病害に対する抵抗性遺伝資源が必ずしも十分整っておらず、複合抵抗性品種の育成は遅れている。

土壤病害といえども、病原菌に汚染されていない圃場では、汚染種苗の混入、汚染土壌の持込、水系を通した病原菌の侵入等がない限り、土壤病害は発生しない。このような未発生圃場では、病原菌の侵入・定着防止のため、発病しにくい土作りを基本とした圃場管理が重要となる。通気性・透湿性を良好に保ち、堆肥やその他適当な生物系資材を投入して微生物相を豊かにするとともに、土壤 pH を中性～弱アルカリ性に保つことが重要である。また過剰な可給態リン酸は、土壤病害の発生を助長するので、適正な施肥管理にも努める。

(3) 土壤消毒

土壤病害が前作で発生した圃場では、定植前の土壤消毒が不可欠である。土壤くん蒸消毒剤の利用が一般的であるが、近年、熱を利用した物理的消毒法や土壤微生物の働きを利用した土壤還元消毒法も普及してきており、消毒方法の選択肢が広がっている。

土壤消毒くん蒸剤としては、クロルピクリンが、適用範囲が広く、効果も安定していることから広く使用されている。劇物のクロルピクリンは、厳重な管理が必要であるうえ、強い刺激臭があるため、消毒およびガス抜きの際に十分に安全性を確保しなければならない。また周辺環境への漏出防止措置も十分にとる必要がある。ダズメット剤やカーバム剤では、土壤施用時には殺菌成分を出さず、土壌中の水分で殺菌成分のイソチオシアン酸メチルが生成されるため、クロルピクリンよりは安全性が高いことから普及が進んでいる。

熱を利用した物理的消毒法としては、太陽熱消毒法、熱水土壤消毒法、蒸気消毒法等がある。太陽熱消毒法は、圃場に水を張り、夏季の太陽熱を利用して地温を 40℃ 以上で 1～2 か月間保つ消毒法である。西南暖地では、コストのかからない消毒法として広く実施されている。熱水土壤消毒法は、ボイラーで加熱した 90℃ 前後の熱水を圃場に注入して土壤消毒を行うもので、時期を選ばず、数日間の処理で安定した防除効果が得られる。蒸気消毒法は、水の使用量が熱水土壤消毒法の約十分の一で済み、クロルピクリンと同程度の経費で実施できる。しかし消毒できる土の深さが 20 cm 程度と浅く、熱水土壤消毒法の 40 cm には及ばない。近年、蒸気処理後に常温の水を散水することで、30 cm の土の深さまで消毒できるように改良された蒸気散水土壤消毒法も開発されている。

土壤還元消毒法は、圃場に多量の有機物を混和し、水を張って地温を 1 か月間 30℃ 以上に維持する消毒方法である。投入した有機物を土壤微生物が分解して、急速に増殖するため、土壌が著しく還元状態となり、病原菌や線虫が死滅する。なお消毒効果には、土壤微生物が生成する有機酸や抗菌成分も寄与しているらしい。投入する有機物としては、フスマ、米糠、糖蜜、低濃度エタノール等が利用されている。

土壤深層に生息する青枯病菌を既存の土壤消毒技術で完全に殺菌することは困難なので、土壤消毒と抵抗性台木への接木栽培を組合せて、現時点で実施できる最善の防除対策をとることが重要である。

湛水が必要な太陽熱消毒、熱水土壤消毒、土壤還元消毒は、水が抜けやすい砂質土壌では十分な消毒効果は期待できない。また透水性の悪い粘土質の土壌では、土壤消毒効果が劣るので、土壤消毒の効果を高めるためには、圃場の土質改善が必要となることもある。

3 地上部病害

地上部の茎葉や果実を直接侵害する野菜病害は、伝染様式から見ると、胞子が風で飛散して伝染する空気伝染性病害と、雨滴や灌水時の水滴を介して伝染する雨滴伝染性病害がある。空気伝染する病原であっても、植物の表面が一定時間濡れていないと感染できない。例外的にうどんこ病菌の胞子は、濡れた条件では死滅し、他の地上部病害が発生しにくい、相対湿度 50～80% の条件でよくまん延する。

(1) 空気伝染性病害

空気伝染性病害は、被害茎葉・残渣に形成された胞子、資材・施設に付着した胞子が一次伝染源となっている。菌核病菌のように菌核の形で土壌に残存し、菌核から子実体を形成して胞子を飛散させる病原菌もいる。胞子の飛散距離は、微風であれば数 m～数十 m であるが、強風では数 km 以上飛散し、ジェット気流にのれば数百 km 以上移動する事例が確認されている。そのため前作で全く発生していない病害が突然発生することもある。空気伝染性病害は、病勢の進行が早いので、発病初期から徹底した防除でまん延を防ぐことが重要である。

空気伝染性病害を起こす代表的な病原を表-4 にまとめたが（農業生物遺伝バンク, 2018）、べと病を起こす *Bremia lactucae*、*Peronospora* 属菌、*Pseudoperonospora cubensis*、キャベツの黒斑病および黒すす病を起こす *Alternaria* 属菌、菌核病の病原である *Sclerotinia sclerotiorum* 等は、水滴を介しても伝搬するため、降雨が続く季節は特に発生しやすい。また他の空気伝染性の病原菌でも、高い湿度を好むため、降雨の多い時期は全般的に

表-4 野菜に寄生する主な空気伝染性病原

病原	病名：寄主名	
原生生物	<i>Albugo macrospora</i>	白さび病：アブラナ科
	<i>Bremia lactucae</i>	べと病：レタス
	<i>Peronospora</i> 属菌	べと病：アブラナ科野菜, ユリ科野菜, ホウレンソウ
	<i>Pseudoperonospora cubensis</i>	べと病：ウリ科野菜
菌類	<i>Ascochyta phaseolorum</i>	輪紋病：ナス 黒斑病：ゴボウ
	<i>Alternaria</i> 属菌	黒斑病：アブラナ科野菜, ユリ科野菜 黒すす病：キャベツ・ブロッコリー 輪紋病：トマト 黒葉枯病：ニンジン
	<i>Botrytis cinerea</i>	灰色かび病：トマト, ナス, トウガラシ, キュウリ, レタス, セルリー
	<i>Cercospora</i> 属菌	白斑病：アブラナ科 斑点病：ピーマン
	<i>Cladosporium cucumerinum</i>	黒星病：キュウリ
	<i>Corynespora cassicola</i>	褐色輪紋病：トマト 黒枯病：ナス 褐斑病：キュウリ
	<i>Dendrophoma obscurans</i>	輪斑病：イチゴ
	<i>Erysiphe</i> 属菌	うどんこ病：ナス, トマト, レタス, ニンジン, パセリー
	<i>Fulvia fulva</i>	葉かび病：トマト
	<i>Golovinomyces orontii</i>	うどんこ病：キュウリ, レタス
	<i>Heterosporium allii</i>	黄斑病：ネギ
	<i>Mycovellosiella natrassii</i>	すすかび病：ナス
	<i>Mycosphaerella</i> 属菌	じゃのめ病：イチゴ 黒渋病：ネギ
	<i>Oidium</i> 属菌	うどんこ病：トマト, カボチャ, アブラナ科野菜
	<i>Leveillula taurica</i>	うどんこ病：トマト, ナス, トウガラシ, キュウリ, メロン, オクラ
	<i>Phomopsis vexans</i>	褐紋病：ナス
	<i>Paracercospora egenula</i>	褐色円星病：ナス
	<i>Pleospora</i> 属菌	葉枯病：ネギ, タマネギ
	<i>Pseudocercospora capsellae</i>	白斑病：ダイコン, カブ
	<i>Pseudocercospora fuligena</i>	すすかび病：トマト すす斑病：ナス
	<i>Puccinia allii</i>	さび病：ユリ科
	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	菌核病：ナス科, ウリ科, アブラナ科, マメ科, レタス, イチゴ, セルリー
	<i>Sphaerotheca</i> 属菌	うどんこ病：ウリ科野菜, ナス, イチゴ

病害が多発しやすい。降雨の少ない時期から薬剤の予防散布により、圃場の病原菌密度を下げておくことが重要である。

施設栽培では、湿度が高く推移するので、栽培期間を通して、病害が発生しやすい。過灌水・過繁茂を避け、十分な換気が重要である。また施設内に湿気だまりがで

きないように、小型換気扇を多数設置して空気を循環することも病害の発生抑制に有効である。冬季の果菜類ではうどんこ病と灰色かび病の発生リスクが特に高く、薬剤の予防散布による防除が必要である。

(2) 雨滴伝染性病害

雨滴伝染性病害は、土壌中の病原が水滴のはね返りで

表-5 野菜に寄生する主な雨滴伝染性病原

	病原	病名：寄主名
細菌	<i>Acidovorax avenae</i> subsp. <i>citrulli</i>	果実汚斑細菌病：スイカ、メロン
	<i>Pectobacterium carotovorum</i>	軟腐病：アブラナ科、ウリ科、キク科、セリ科、ナス科、ユリ科、等 花雷腐敗病：ブロッコリー
	<i>Pseudomonas</i> 属菌	褐斑細菌病：ナス 花雷腐敗病：ブロッコリー 黒斑細菌病：アブラナ科野菜 斑点細菌病：イチゴ、ウリ科野菜 芽枯細菌病：イチゴ 腐敗病：アブラナ科野菜、カボチャ、セルリー、タマネギ、ネギ、メロン、レタス
	<i>Xanthomonas</i> 属菌	褐斑細菌病：ウリ科野菜 角斑細菌病：イチゴ 黒腐病：アブラナ科 斑点細菌病：トウガラシ、レタス、カブ、ダイコン、ニンジン
原生生物	<i>Phytophthora</i> 属菌	疫病：ナス科、ウリ科、ユリ科、イチゴ 褐色腐敗病：ナス、スイカ 白色疫病：ユリ科
菌類	<i>Colletotrichum</i> 属菌	炭疽病：ウリ科、イチゴ、ホウレンソウ 萎縮炭疽病：セルリー
	<i>Didymella bryoniae</i>	つる枯病：ウリ科野菜
	<i>Glomerella cingulata</i>	炭疽病：イチゴ
	<i>Heterosporium variabile</i>	斑点病：ホウレンソウ
	<i>Phomopsis asparagi</i>	茎枯病：アスパラガス

植物の地上部に運ばれて発生するので、降雨の多い時期に発生が多い。雨滴伝染する主な病原を表-5にまとめた（農業生物ジーンバンク，2018）。地上部病害を起こす病原細菌は、すべて雨滴伝染し、傷口や気孔等の自然の開口部から侵入する。重要病害に指定されている *Acidovorax avenae* によるウリ類果実汚斑細菌病は、2013年以降、国内への侵入事例はないが、注意を怠ることはできない。原生生物では *Phytophthora* 属菌だけが雨滴伝染し、疫病などの病害を起こす。雨滴伝染する菌類病は少ないが、*Colletotrichum* 属菌や *Glomerella cingulata* による各種野菜の炭疽病、*Didymella bryoniae* によるウリ類つる枯病、*Phomopsis asparagi* によるアスパラガス茎枯病等は、被害の大きい雨滴伝染性病害である。雨滴伝染する病原は、種子伝染するものが多く、消毒済種子の利用も重要である。

防除ポイントとして、雨除け栽培や株元灌水等の水はねの少ない管理に努め、降雨が続くことが予想される場合は、殺菌剤を予分散布して病原菌の密度を下げるのが重要である。

4 ウイルス病

1990年代までは、防除対象となる主な野菜のウイルス病は、アブラムシ媒介性のウイルス病と接触伝染するトバモウイルスによる病害であったが、いずれも一定の被害レベルに抑えられる防除技術が確立し、流行は小康状態となっている。1996年にタバココナジラミで媒介されるトマト黄化葉巻ウイルスが国内で初発生して以降、コナジラミ類やアザミウマ類で媒介される海外からの侵入ウイルスが相次ぎ発生し、現在では広範な地域で流行している。これらのウイルス病が流行するに至った大きな要因として、病原ウイルスが薬剤耐性を発達させた媒介虫とともに侵入したことと、地球温暖化の影響により、外来の媒介虫が越冬できる地域が大きく拡大したことによると考えられる。

コナジラミで媒介される病害では、トマト黄化葉巻病が39都府県で、トマト黄化病が18都県で、メロン退緑黄化ウイルスによるキュウリ・メロンの退緑黄化病は21県で発生している。アザミウマで媒介される病害では、トマト黄化えそウイルスによるナス科野菜の黄化えそ病が全国で発生しており、メロン黄化えそウイルスに

よるウリ科野菜の黄化えそ病が25県で、キク茎えそウイルスによるトマト茎えそ病およびピーマンえそ輪点病は両者合わせて16都府県（花きを含めると34都府県）で、アイリスイエロースポットウイルスによるニラ、ネギ、タマネギ等ユリ科野菜のえそ条斑病は17府県（花きを含めると33都府県）で発生している。全国で発生しているトマト黄化えそウイルスによる黄化えそ病と、発生地域がほぼ最大限にまで拡大したと判断されるトマト黄化葉巻病以外は、発生地域の拡大が続いているので、未発生地域では警戒が必要である。

これらのウイルス病の防除は、ウイルスを保毒している媒介虫から、施設・圃場を隔離することが重要である。しかし露地栽培では、物理的な隔離措置は困難なので、アブラムシで伝搬するモザイク病と同様、媒介虫の早期発見・早期駆除が中心となる。薬剤耐性を発達させていることが想定されるので、オレイン酸ナトリウム液剤などの気門封鎖剤や微生物農薬のボーベリア バシアーナ乳剤などの耐性が発達している媒介虫にも効果の高い薬剤を中心としたローテーション散布を行う。施設栽培では、開口部はすべて防虫ネット（目合い0.4 mm以下）を展張するとともに、近紫外線除去フィルムやシルバーポリマルチによる物理的防除も実施する。黄色粘着板などで媒介虫の侵入を監視し、媒介虫が発生した場合は、天敵の利用や、気門封鎖剤、微生物農薬の使用による駆除を行う。また二次伝染源となる発病株の早期発見と即時処分に努める。栽培が終了したら株を抜根して、完全に枯死するまで施設を密閉する蒸し込み処理で媒介虫を死滅させ、施設から保毒虫が脱出するのを阻止する。

II 薬剤耐性菌対策

殺菌剤耐性菌の出現は1970年代から問題となっていたが、近年、特に問題とされているのは、新しい殺菌剤に対し耐性菌が速やかに出現する点にある。近年開発されている殺菌剤は選択性が高く、標的部位がピンポイントの薬剤が多く、そもそも耐性菌を生みやすい薬剤であり、最初の散布回数数の設定が間違っていたといえる。耐性菌発生リスクが高い薬剤の利用はできるだけ避けたほうがよく、日本植物病理学会（殺菌剤耐性菌研究会）は、

薬剤耐性菌発生リスクの特に高いQoI剤やSDHI剤の野菜での使用は、単剤および両者の混用あるいは混合剤での使用を1作に1回とし、他剤との混剤でも2回までとする農薬使用ガイドラインを2012年に公表している。ローテーション散布の薬剤を選択する場合は、耐性菌発生リスクが中程度以下の殺菌剤の利用が望まれる。

おわりに

環境に優しい持続的農業を実践しながら、薬剤耐性菌問題を抜本的に解決するためには、人畜に安全で環境にも優しい素材を利用した防除技術の開発が必要である。この基準を満たすような素材として、自然に存在する天然物や微生物、また自然エネルギー等が考えられる。微生物農薬については、近年、バチルスズブチリス水和剤、タラロマイセスフラバス水和剤、シュードモナスフルオレッセンス水和剤等、複数の異なる病害に有効なものが相次いで開発されており、今後の適用拡大や新規微生物農薬の開発の進展が期待される。また物理的防除素材として「光」、「静電場」、「超音波」等が注目され、普及へ向かいつつある技術も開発されている。このように化学合成農薬の代替技術が着実に開発されつつあるが、主要な野菜病害すべてでIPMを確立するには、まだ十分とは言い難い。今後も、これまで目が向けられていなかったような素材や他分野の技術にも積極的に目を向けて研究開発していくことが重要であると考えられる。

引用文献

- 1) 日本植物防疫協会 (2017): 病害虫発生防除状況データベース, <http://web1.jppn.ne.jp/>
- 2) 日本植物病理学会殺菌剤耐性菌研究会 (2012): 野菜・果樹・茶におけるQoI剤及びSDHI剤使用ガイドライン, <http://www.taiseikin.jp/guidelines/>
- 3) 農業生物ジーンバンク (2018): 日本植物病名データベース, https://www.gene.afrc.go.jp/databases-micro_pl_diseases_list.php
- 4) 農林水産省 (2018 a): 野菜を巡る情勢, <http://www.maff.go.jp/j/seisan/ryutu/yasai/attach/pdf/index-49.pdf>
- 5) ——— (2018 b): 作物統計調査「主要野菜計(全国)の作付面積、収穫量及び出荷量累年統計(昭和48~)」, <http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotu/index.html>
- 6) WEBER, W. R. S. (2009): The Mycota vol.15: Physiology and Genetics, Springer, Berlin, p.1~15.
- 7) SCHAECHTER, M. (2012): Eukaryotic Microbes, Elsevier/Academic Press, Amsterdam, 479 pp.

植物
防疫
講座

虫害編-7
野菜主要害虫の発生動向と防除

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 **たけ だ みつ よし**
野菜花き研究部門 **武 田 光 能**

はじめに

野菜類の種類は非常に多く、キノコ類を除いて国内で利用される野菜類には53科、261品目があり、土壌病害対策で台木のみで使用されるヒラナスとスズメナスビを除いて259品目が食用に供されている（園芸学会、2005）。

これらの野菜類のうち、全国的に流通し、特に消費量が大きく重要な14品目が指定野菜（表-1）であり、さらに、指定野菜に準じる野菜として27品目の作付面積、収穫量や出荷量が作物統計調査の野菜調査として実施されている。また、生産量の区分として、30万トン超をメジャー作物（指定野菜のピーマン、サトイモを除いて、カンショ、スイカを含めた14品目）とし、農薬登録に必要な作物残留試験例数が6例以上とされている。さらに、生産量が30万トン以下～3万トン超となる準メジャー作物（表-1の下線の品目に、ノザワナ、ミニトマト、コンニャクを含めた22品目）があり、残留試験例数は3例以上とされている。一方、生産量が3万トン以下の農作物はマイナー作物となり、作物残留試験例数は2例

以上となる。2003年の農薬取締法の改正で、食用作物などは登録された適用作物以外の農作物に農薬を使用しないことが義務化されたことから、使用可能な農薬が限られているマイナー作物では作物のグループ化や経過措置が適用されている。

これら非常に多くの野菜類には、さらに作型（農業・食品産業技術総合研究機構、2010）と呼ばれる様々な栽培方法があり、多様な害虫類が発生する。

I 野菜害虫の食性

イネやチャの重要害虫は、それぞれ10種程度であり、それらの発生生態と防除対策を知ることが重要となる。多様な野菜類にそれぞれ10種の重要害虫を想定すれば、指定野菜だけで140種におよぶ害虫の発生生態や防除対策が必要となる。しかし、野菜類を加害する害虫の多くは広食性であり、同じ害虫種が異なる科に属する多くの野菜類を加害している。

例えばヒガンバナ科ネギ属の野菜類を加害する害虫には、ネギアザミウマのように「ネギ」が冠されることが多い。ネギアザミウマは広食性の害虫であり、ネギ属以

表-1 生産統計の対象となる野菜品目と指定野菜、指定野菜に準じる野菜（太字はメジャー作物、下線は準メジャー作物）

	根菜類	茎葉菜類	果菜類	果実的野菜	その他野菜
指定野菜 (14品目)	ダイコン ニンジン バレイショ <u>サトイモ</u>	ハクサイ キャベツ ホウレンソウ レタス <u>ネギ</u> タマネギ	キュウリ ナス トマト <u>ピーマン</u>		
指定野菜に 準じる野菜 (27品目)	<u>カブ</u> <u>ゴボウ</u> <u>レンコン</u> <u>ヤマノイモ</u>	<u>コマツナ</u> <u>チンゲンサイ</u> フキ ミツバ <u>シユンギク</u> ミズナ <u>セルリー</u> アスパラガス <u>カリフラワー</u> <u>ブロッコリー</u> <u>ニラ</u> ニンニク	<u>カボチャ</u> <u>スイートコーン</u> <u>サヤインゲン</u> サヤエンドウ グリーンピース ソラマメ <u>エダマメ</u>	<u>イチゴ</u> <u>メロン</u> <u>スイカ</u>	<u>ショウガ</u>

注：表に記載のないカンショはメジャー作物。ノザワナ、ミニトマトとコンニャクは準メジャー作物。

Occurrence, Trends and Control of Vegetable Major Insect Pests.
By Mitsuyoshi TAKEDA

(キーワード：野菜害虫，発生予察，発生消長，地域別主要害虫，防除対策)

外にもアブラナ科のキャベツやユリ科〔キジカクシ科 (APG 植物分類体系)〕のアスパラガスの害虫として注目されている (武田, 2014)。一方, ネギハモグリバエ, ネギアブラムシ, ネギコガ, ネギハムシ等はネギ属のタマネギ, ネギ, ニンニクを寄主とする狭食性の害虫である。

野菜類を加害する害虫種は, 一つの種だけを寄主とする単食性は見られないが, 植物分類上の科や属といった範囲で寄主が決まる狭食性の害虫, そして主要なアザミウマ類, コナジラミ類, アブラムシ類は複数の科に属する多くの野菜類を寄主とする広食性となる。薬剤抵抗性の発達などにより, 難防除害虫とされる主要害虫の多くは広食性であり, 指定有害動物に指定されている害虫種は多くない。

II 指定有害動物と発生予察

国は植物防疫法に基づき, 農林水産大臣が定める指定有害動物を対象として, 都道府県の協力を得てその発生状況を調査している。植物防疫法では, 「有害動物又は有害植物であって, 国内における分布が局地的でなく, 且つ, 急激にまん延して農作物に重大な損害を与える傾向があるため, その防除につき特別な対策を要するもの」を指定有害動物とし, 国による発生予察事業の実施などの対策を講じている。

この指定有害動物には 62 種類, 指定有害植物には 49 種類がある。野菜類の指定有害動物 (表-2) として, イチゴ, キュウリ, タマネギ, ナスおよびネギのアザミウマ類, 主要野菜類のアブラムシ類, キュウリとトマトのコナジラミ類, イチゴとナスのハダニ類, さらに作物に指定のないオオタバコガ, コナガ, シロイチモジヨトウ,

ハスモンヨトウ, ヨトウガが指定されている。

これらのうち, 2016 年 4 月の 16 年振りの見直しで, 新たに追加されたのがイチゴのアザミウマ類, ハダニ類, キュウリのアザミウマ類とコナジラミ類, トマトのコナジラミ類, ナスのアザミウマ類とハダニ類, タマネギとネギのアザミウマ類, さらにオオタバコガ, シロイチモジヨトウ, ヨトウガである。

各都道府県は, 調査を実施する野菜類ですべての指定有害動物を調査し, また特産野菜の病害虫の発生調査を行い, 年に 5~15 回の予報のほか注意報, 警報, 特殊報を発表している。これらの都道府県の発表を受けて, 農林水産省消費・安全局植物防疫課は年 10 回の病害虫発生予報を発表している。

III 病害虫発生予報と発生動向

野菜類の主要害虫の発生動向を知るため, ここでは病害虫発生予報 (2008 年 4 月~2018 年 2 月) を用いて, 北海道, 北東北, 南東北, 北関東, 南関東, 甲信, 北陸, 東海, 近畿, 中国, 四国, 北九州, 南九州, 沖縄県の地域ごとで発表される多発を 2 ポイント, やや多発を 1 ポイントとして野菜害虫の発生をポイント化したデータを用いて解析した。

この 10 年で多発あるいはやや多発が最も多かった害虫はイチゴのハダニ類であり (表-3), 南東北から九州まで広く発生し, 警報 1 件と注意報 52 件と最も多くなっている。イチゴのハダニ類にはナミハダニとカンザワハダニがあるが, 特にナミハダニは薬剤抵抗性の発達が著しく (刑部・上杉, 2009), 難防除害虫となっている。次いでネギアザミウマに対する発表が多く, 北海道から

表-2 野菜類を対象とした指定有害動物と対象品目の関係

害虫名・類	対象品目 (野菜類)
アザミウマ類	イチゴ キュウリ タマネギ ナス ネギ
アブラムシ類	イチゴ キャベツ キュウリ スイカ ダイコン トマト ナス ネギ ハクサイ パレイショ ピーマン ホウレンソウ レタス
コナジラミ類	キュウリ トマト
ハダニ類	イチゴ ナス
オオタバコガ	作物指定なし
コナガ	作物指定なし
シロイチモジヨトウ	作物指定なし
ハスモンヨトウ	作物指定なし
ヨトウガ	作物指定なし

表-3 野菜類の主要害虫の多発・やや多発のポイントと警報・注意報の発表 (2008 年 4 月~2018 年 2 月)

害虫	品目	ポイント	警報	注意報
ハダニ類	イチゴ	453	1	52
ネギアザミウマ	ネギ・タマネギ	390	0	16
アザミウマ類	キュウリ	240	0	4
タバコガ類	野菜類	228	0	19
ハスモンヨトウ	野菜類	197	0	36
アザミウマ類	ナス	193	0	7
アブラムシ類	イチゴ	175	0	0
コナジラミ類	トマト	151	0	2
コナガ	アブラナ科野菜	105	0	11
シロイチモジヨトウ	野菜類	97	0	10

注) 発生予察情報における全国 14 地域の多発を 2 ポイント, やや多発を 1 ポイントとして取りまとめた。

北九州まで問題となっている。ネギアザミウマも合成ピレスロイド剤をはじめ、各種の薬剤に抵抗性を発達させ（武田，2014）、従来の産雌単為生殖系統に加えて産雄単為生殖系統が各地で増加している。

野菜類のタバコガ類も全国的な発生で、注意報の対象はオオタバコガであった。キュウリのアザミウマ類はミナミキイロアザミウマが中心であり、トマトのコナジラミ類のタバココナジラミとオンシツコナジラミは関東、東海、四国と九州で多い傾向が見られる。野菜類のハスモンヨトウは2番目に注意報が多く、関東から九州の各地で発生が多い。イチゴのアブラムシ類も関東から九州で多い。アブラナ科野菜のコナガは各地で見られるが、東北地域で多い傾向を示す。

1 地域別の野菜害虫の発生状況

全国14地域における地域別の多発とやや多発の傾向をより詳細に示した（図-1）。

北海道の発生予察情報で取り上げられたのは、コナガのみであった。しかし、この10年間ではコナガ3件に加えて、タマネギのネギアザミウマ3件、キャベツやホウレンソウで合成ピレスロイド剤抵抗性のネギアザミウマ1件の注意報があり、さらに作物全般を対象にヨトウガ2件の注意報があった。

北東北では、ネギのネギアザミウマ47が多く、ついでコナガ25、キュウリのアブラムシ類14が多く、野菜類のタバコガ類12も多い傾向を示している。注意報は、コナガ3件、ネギアザミウマ5件、ネギハモグリバエ1件、タバコガ類1件であった。

南東北では、イチゴのハダニ類32が多く、ついで、ネギアザミウマ17が多い。キュウリ、トマトのアザミウマ類（2, 1）やキュウリと野菜類のアブラムシ類（5, 5）、コナガ7、シロイチモジヨトウ2、タバコガ類5、ハスモンヨトウ5、ヨトウガ3、モンシロチョウ1のチョウ目害虫も見られる。南東北の注意報はイチゴのハダニ類2件だけであった。

北関東では、10ポイント以上の害虫類として、イチゴのハダニ類89、ネギアザミウマ57、キュウリ、ナス、ピーマンのアザミウマ類（56, 27, 22）、イチゴ、ナスと野菜類のアブラムシ類（33, 10, 13）があり、トマトとナスのコナジラミ類（22, 11）、ナスのハダニ類13やハスモンヨトウ28とタバコガ類19も多い。注意報では、作物共通のアブラムシ類4件、オオタバコガ4件、ハスモンヨトウ3件、イチゴのハダニ類1件、2012年にはトマト黄化葉巻病1件が発表されている。

南関東では、ネギアザミウマ81がもっとも多く、イチゴとナスのハダニ類（60, 19）も多い。キュウリ、ト

マト、ナスのアザミウマ類（40, 13, 18）、イチゴ、キャベツ、キュウリ、トマト、ナスと野菜類のアブラムシ類（22, 10, 14, 14, 11, 16）も多く、トマトとキュウリのコナジラミ類（23, 12）も多い。チョウ目害虫では、コナガ12、シロイチモジヨトウ14、タバコガ類45、ハスモンヨトウ27が多い。注意報は、イチゴのハダニ類1件、ハスモンヨトウ4件、オオタバコガ7件、そしてハイマダラノメイガ2件が発表されている。

甲信では、野菜類のタバコガ類16が最も多く、アブラナ科野菜のコナガ8も多い。キュウリのアブラムシ類9とトマトのコナジラミ類4、各種野菜のアザミウマ類（2～3）が発生している。イチゴやキュウリのハダニ類（5, 6）も見られている。甲信での注意報は少なく、2014年と2015年に果樹、野菜、樹木を対象にマイマイガの注意報が発表されている。

北陸では、ネギアザミウマ54が最も多く、ナスのアザミウマ類12、イチゴ、キュウリ、トマトとナスのアブラムシ類（11, 12, 10, 10）が多い。ハダニ類も各種の野菜類に発生している。チョウ目害虫では、シロイチモジヨトウ15、タバコガ類26、ハスモンヨトウ20が多い。北陸での注意報は少なく、ハスモンヨトウ1件とカブラヤガなどのネキリムシ類1件が発表されている。

東海では、イチゴのハダニ類49がもっとも多く、次いでネギアザミウマ43となっている。キュウリとナスのアザミウマ類（19, 18）も多く、イチゴのアブラムシ類（16）とトマトのコナジラミ類25の発生も問題となっている。チョウ目害虫では、シロイチモジヨトウ19、タバコガ類20、ハスモンヨトウ21が多い。東海での注意報の発表は多く、イチゴのハダニ類10件、ハスモンヨトウ8件、キュウリとナスのミナミキイロアザミウマ5件、オオタバコガ4件、シロイチモジヨトウ2件、ハクサイのアブラムシ類、トマトのタバココナジラミ、コナガで各1件が発表されている。

近畿では、ネギアザミウマ42とイチゴのハダニ類33が多く、ナスのアザミウマ類11、キュウリとナスのアブラムシ類（10, 14）、ナスのハダニ類23が多い。チョウ目害虫では、シロイチモジヨトウ11、タバコガ類33、ハスモンヨトウ21が多い。注意報は、ハスモンヨトウ5件、シロイチモジヨトウ4件、オオタバコガ3件、ハイマダラノメイガ2件、エンドウのウラナミシジミ2件、ネギアザミウマとネギえそ条斑病2件、イチゴのハダニ類とトマト黄化葉巻病の各1件が発表されている。

中国地域では、イチゴのハダニ類18、ハスモンヨトウ18、ネギアザミウマ13、タバコガ類13とアブラナ科野菜のコナガ10が多い。注意報は、ハスモンヨトウ8

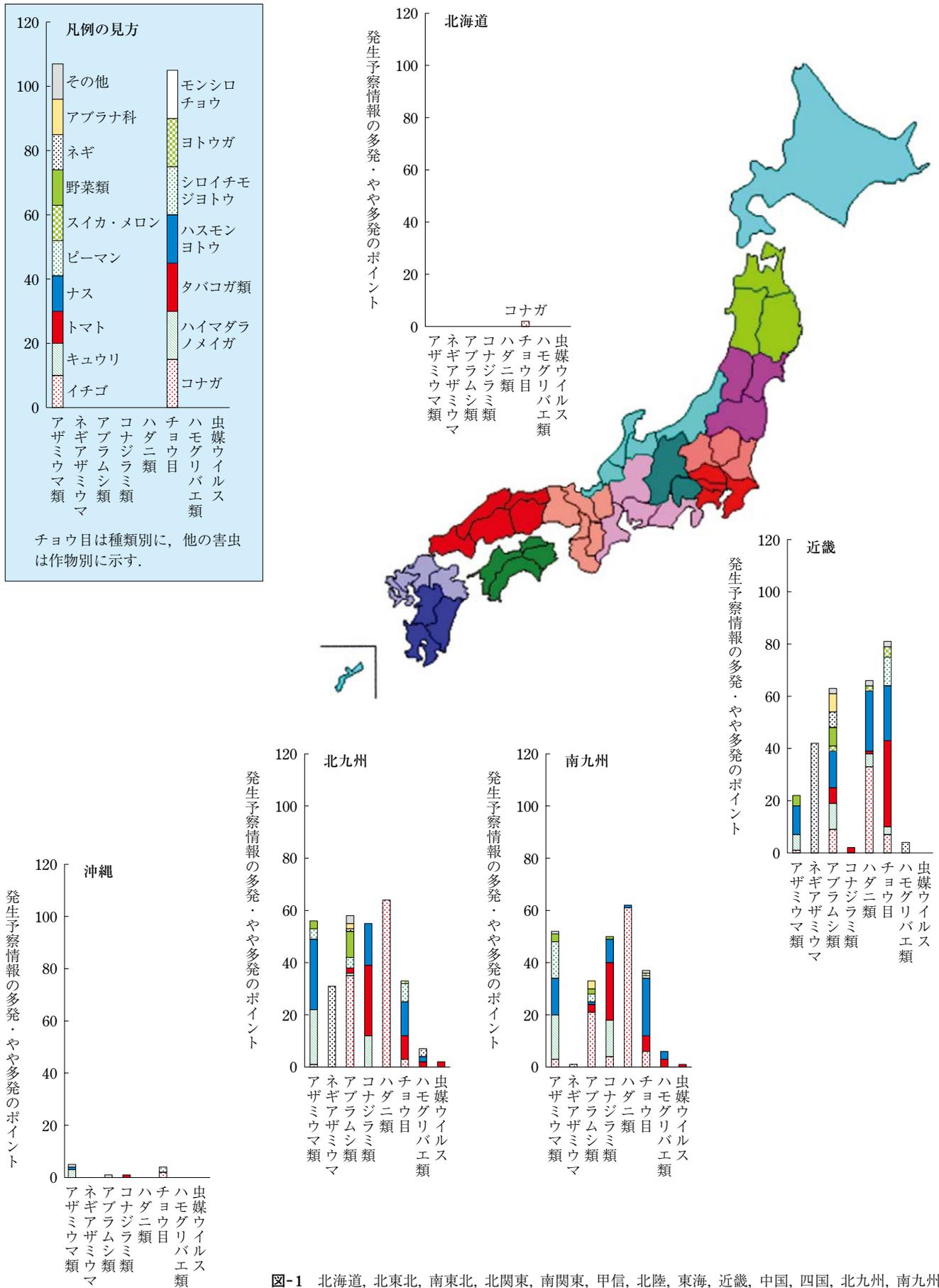
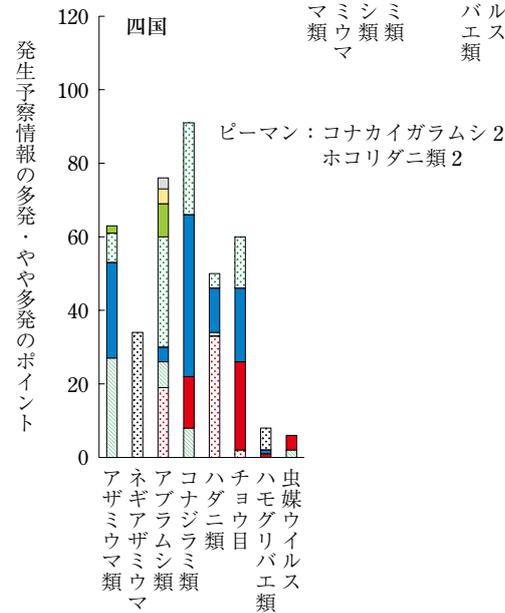
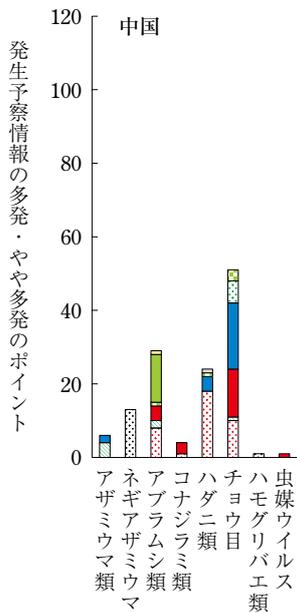
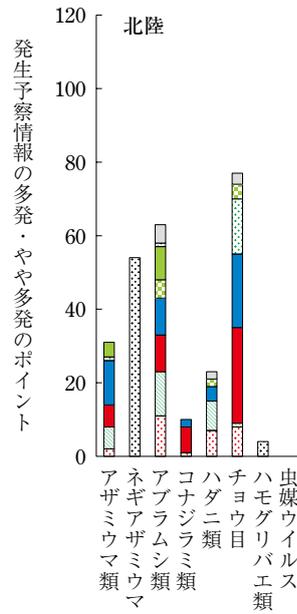
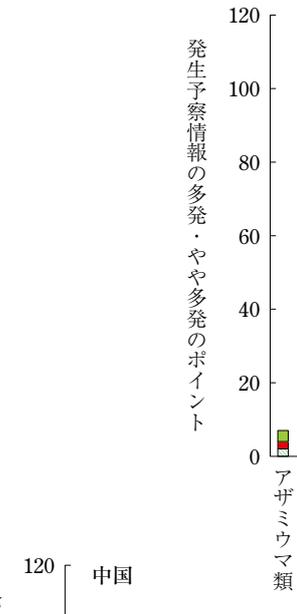
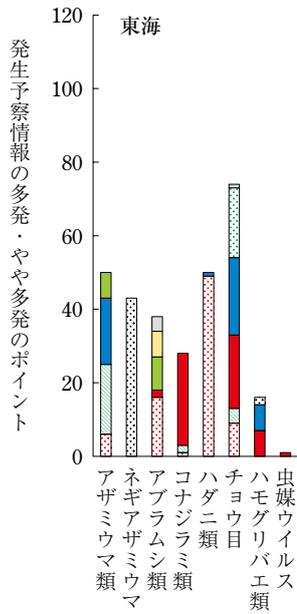
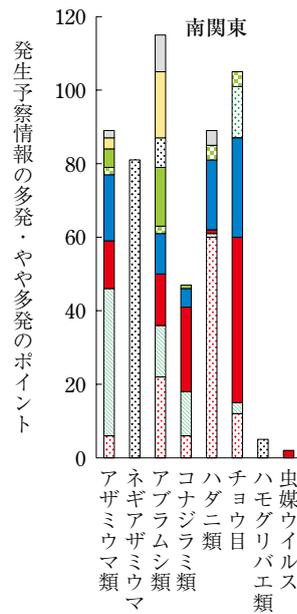
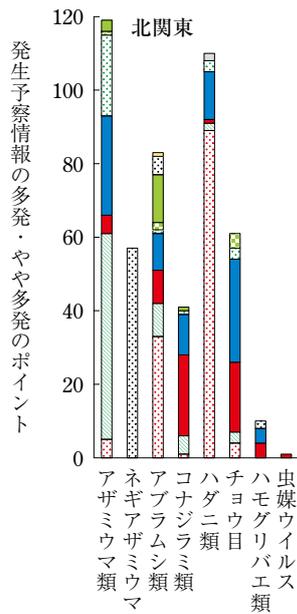
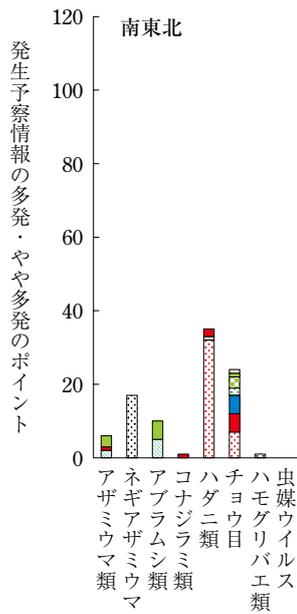
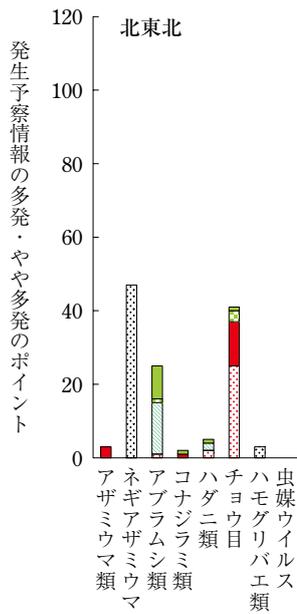


図-1 北海道, 北東北, 南東北, 北関東, 南関東, 甲信, 北陸, 東海, 近畿, 中国, 四国, 北九州, 南九州, 沖縄



の野菜の主要害虫の地域別の発生状況

件と多く、イチゴのハダニ類3件が発表されている。

四国では、アザミウマ類、アブラムシ類とコナジラミ類の発生が多い。キュウリとナスのアザミウマ類(27, 26)、イチゴとピーマンのアブラムシ類(19, 30)、ナス、ピーマンとトマトのコナジラミ類(44, 25, 14)が多く、ネギアザミウマ34とイチゴとナスのハダニ類(33, 12)も多い。チョウ目害虫では、シロイチモジヨトウ14、ハスモンヨトウ20、タバコガ類24が多い。ピーマンのコナカイガラムシやホコリダニ類も取り上げられている。注意報では、イチゴのハダニ類4件、ネギアザミウマ3件とネギハモグリバエ1件、冬春ナスのミナミキイロアザミウマ3件、野菜のアブラムシ類1件、施設果菜類のタバココナジラミ1件、キュウリとメロンの黄化えそ病1件があり、チョウ目害虫では、ハスモンヨトウ4件、シロイチモジヨトウ3件、オオタバコガ2件、そしてハスモンヨトウ、シロイチモジヨトウ、オオタバコガの3種に対する注意報2件が発表されている。

北九州では、イチゴのハダニ類64とアブラムシ類35が多く、ネギアザミウマ31やキュウリとナスのアザミウマ類(21, 27)も問題となっている。トマト、ナスとキュウリのコナジラミ類(27, 16, 12)も多い。チョウ目害虫ではハスモンヨトウ13が多い。北九州の注意報は、イチゴのハダニ類23件が多く、次いでハスモンヨトウ3件、トマトのコナジラミ類(オンシツコナジラミ)1件、ネギアザミウマとシロイチモジヨトウの各1件となっている。

南九州でもイチゴのハダニ類61が最も多いが、ネギアザミウマは1ポイントと他の地域に比べて問題が少ない。一方、ナス、キュウリ、ピーマンのアザミウマ類(17, 14, 14)は多く、イチゴと野菜類のアブラムシ類(21, 2)も多い。また、トマト、ナスとキュウリのコナジラミ類(22, 9, 14)も問題となっている。チョウ目害虫ではハスモンヨトウ22が多い。南九州ではイチゴ

のハダニ類に1件の警報と8件の注意報が発表されている。また、トマトとウリ科野菜のタバココナジラミ1件、ハスモンヨトウ1件、虫媒ウイルス病のトマト黄化葉巻病2件、キュウリ黄化えそ病2件、キュウリ、スイカとメロンの退緑黄化病1件の注意報が発表されている。

沖縄県では、キュウリとナスのアザミウマ類(3, 1)、レタスのアブラムシ類1、トマトのコナジラミ類1、チョウ目害虫のコナガ2やシロイチモジヨトウ2が多い傾向にある。注意報は、カボチャのハモグリバエ類(マメハモグリバエ、トマトハモグリバエ)、野菜類のミナミキイロアザミウマ、ナス科作物のナスミバエ、キャベツのコナガで各1件が発表されている。

2 主要野菜害虫の多発時期

野菜の主要害虫であるアザミウマ類の多発時期と季節的な関係と同じく、発生予察情報の多発とやや多発の解析によって示した(図-2)。ネギとタマネギのネギアザミウマは露地野菜の害虫であり、冬季にはほとんど発生が見られず、2~4月の発表から発生が始まる。ネギアザミウマは5~6月にかけて急増し、8~9月にかけて発生のピークとなり、冬に向かうにしたがって発生が終息する。これに対して、施設野菜と露地野菜を含むキュウリ(ミナミキイロアザミウマ主体、ミカンキイロアザミウマ、ネギアザミウマ)では冬季にも発生が見られ、そのピークは4~5月に見られる。また、ナス(ミナミキイロアザミウマ、ミカンキイロアザミウマ等)の発生には明瞭なピークは見られない。この現象は、地域によって優占種が異なることや全国の発生予察情報を利用していることが要因と考えられる。

アブラムシ類の発生(図-3)も促成栽培が主体であるイチゴと果菜類、さらにアブラナ科野菜で異なっている。イチゴのアブラムシ類(ワタアブラムシ、モモアカアブラムシ、イチゴネアブラムシ等)は冬季にも発生が多く、2~4月にピークとなる。夏季の発生は減少するが、

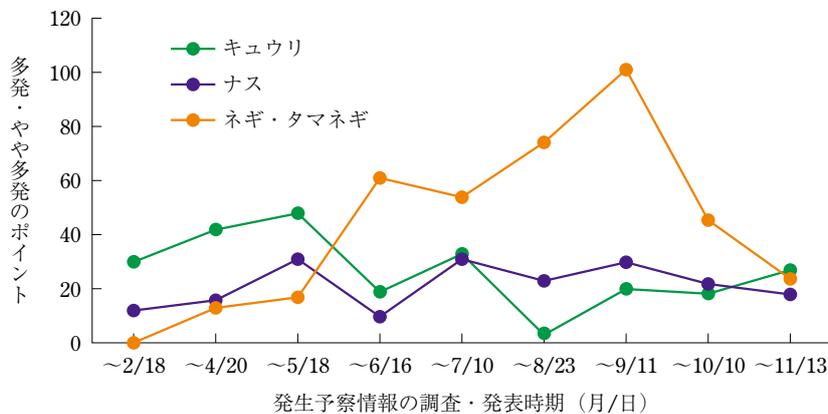


図-2 アザミウマ類の多発・やや多発ポイントの季節的推移 (2008年4月~2018年2月)

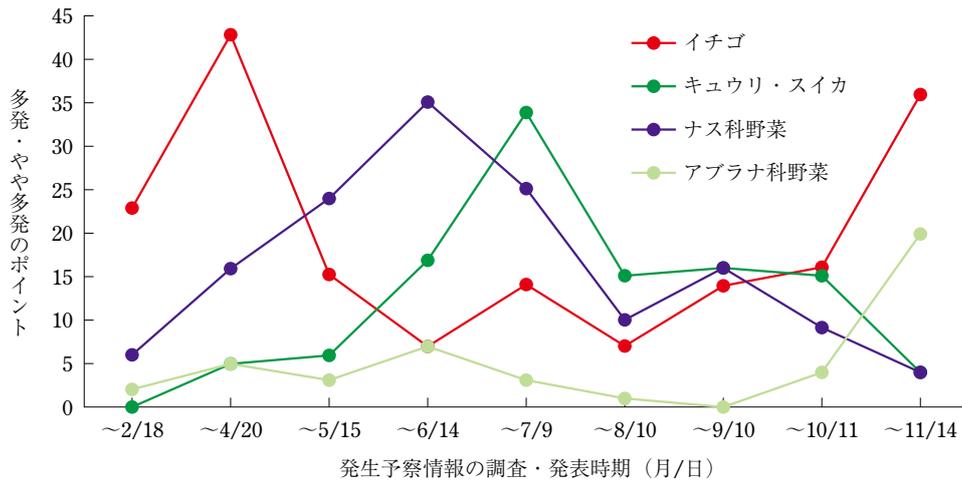


図-3 アブラムシ類の多発・やや多発ポイントの季節的推移 (2008年4月~2018年2月)

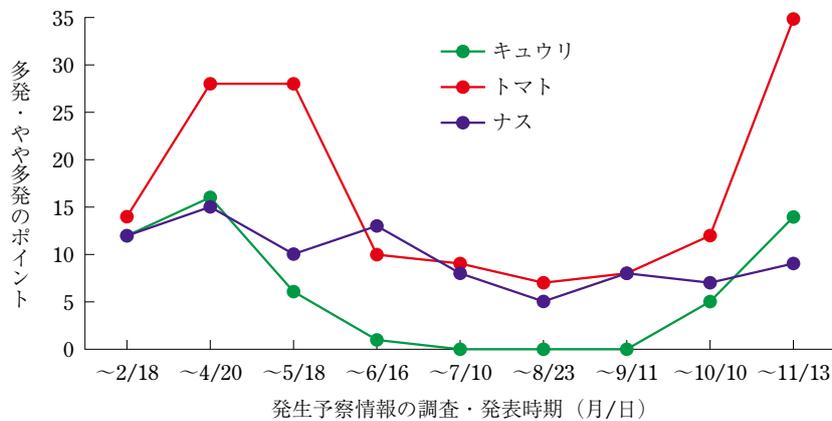


図-4 コナジラミ類の多発・やや多発ポイントの季節的推移 (2008年4月~2018年2月)

親株や育苗期の発生も見られ、10~11月にかけて増加する。一方、ナス科(モモアカアブラムシ、ワタアブラムシ、ジャガイモヒゲナガアブラムシ)のトマトやナスでは冬季には少なく、2~4月にかけて増加するとともに、5~6月にピークとなる。その後は冬季に向かって徐々に減少する傾向を示す。ウリ科(ワタアブラムシ主体)のキュウリやスイカでは、ナス科の野菜に比べて発生ピークがやや遅れて6~7月に最も多くなる傾向を示す。アブラナ科野菜のアブラムシ類(モモアカアブラムシ、ニセダイコンアブラムシ)は、2~7月に発生が見られるが夏季の発生は少なく、10~11月にかけて発生のピークとなる。

トマトのコナジラミ類(タバココナジラミ、オンシツコナジラミ)の発生(図-4)は周年で見られるが、6~10月にかけてやや少なく経過し、10~11月にかけて発生が増加する。冬季にはやや減少するものの2~5月にかけて発生の増加が見られる。キュウリのコナジラミ類(同上)については、6~9月にかけての発生は少ない傾

向を示し、10~4月の冬季に増加する傾向を示す。ナスのコナジラミ類(同上)については、多くの作型があるためか、周年で発生が見られ、顕著な季節消長を示さなかった。

イチゴのハダニ類(ナミハダニ、カンザワハダニ)は、冬季に多くの発生が見られ、そのピークは2~4月にかけて見られ、5月まで発生の多い傾向を示す(図-5)。7~9月の親株や育苗期にも見られるが、10~11月にかけて発生が増加する。ナスのハダニ類(同上)については、8~9月に増加する一山型を示し、キュウリとスイカでは6~10月まで発生が見られる。

チョウ目害虫のコナガは夏季に減少する二山型とされているが、全国的に見ると8月にやや減少するものの6~10月に多い傾向が見られる(図-6)。オオタバコガは7~8月にピークが見られるが、9~10月にかけても発生が多い。ハスモンヨトウは8~10月にかけて増加し、西南暖地では11月まで発生が多い。シロイチモジヨトウもハスモンヨトウと同様な傾向を示す。

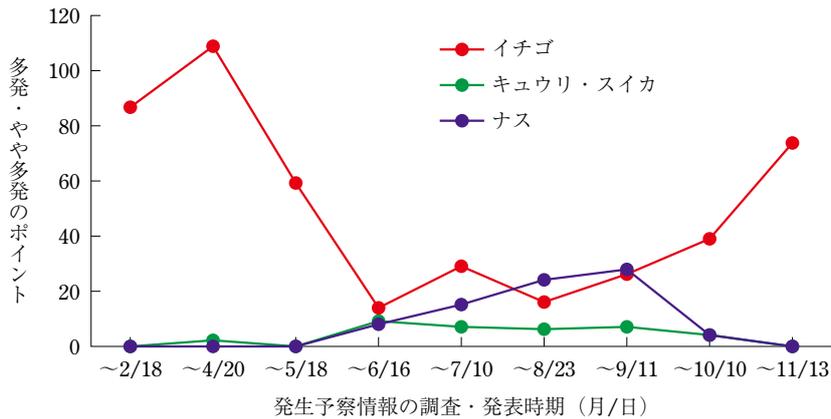


図-5 ハダニ類の多発・やや多発ポイントの季節的推移 (2008年4月~2018年2月)

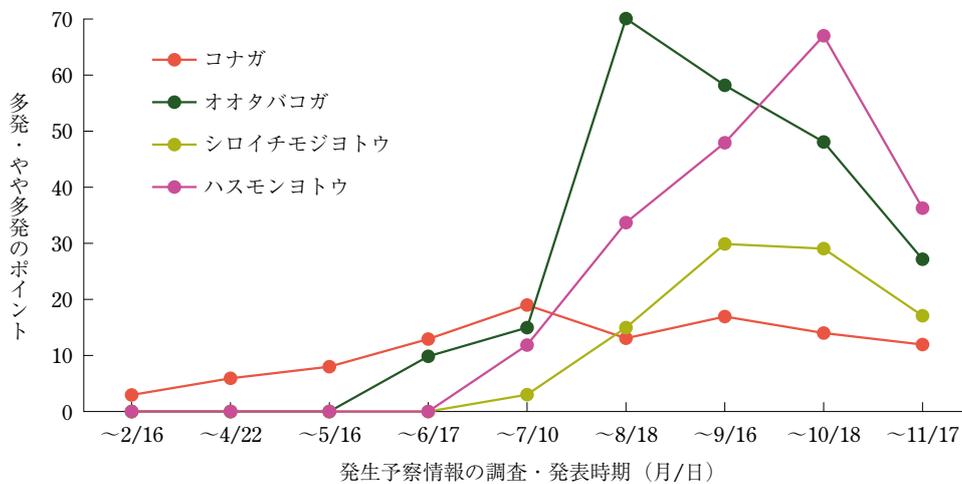


図-6 チョウ目害虫の多発・やや多発ポイントの季節的推移 (2008年4月~2018年2月)

3 主要害虫の短期的な発生動向

2008年4月~2018年2月の発生予察情報の解析から、ここでは今後の野菜の主要害虫の動向を知る目的で、多発とやや多発の情報を2008年4月~2013年2月までと2013年4月~2018年2月までの5年ごとに分けて主要害虫の発生を解析した(図-7)。

チョウ目害虫のコナガ、ハスモンヨトウ、タバコガ類、シロイチモジヨトウはいずれも増加傾向であった。最も発生の多かったイチゴのハダニ類も増加傾向が見られたが、ネギアザミウマは微増の傾向を示した。ネギハモグリバエとハモグリバエ類は2013~17年の多発とやや多発は見られず、減少傾向であった。コナジラミ類も多く野菜類で減少傾向が見られた。アブラムシ類とアザミウマ類にはそれぞれの野菜類で明瞭な傾向は見られなかった。

IV 野菜害虫の防除対策

環境保全型農業を推進する病虫害防除の考え方は、総

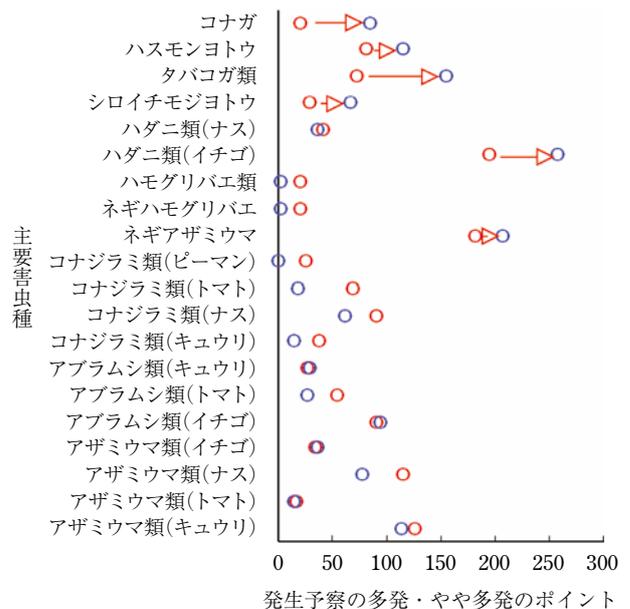


図-7 前期(2008年4月~2013年2月、赤丸印)と後期(2013年4月~2018年2月、青丸印)の主要害虫の増減

合的病害虫・雑草管理（IPM）実践指針（平成17年9月30日付 消安第6260号消費・安全局長通知）に示されている。この考え方に基づいて、水稻をはじめ多くの作物のIPM実践指標モデルが作成され、野菜類ではキャベツ、施設トマト、施設イチゴの実践指標モデルが作成されている。

実践指針の考え方は、①輪作、抵抗性品種の導入や土着天敵等の生態系が有する機能を可能な限り活用すること等により、病害虫の発生しにくい環境を整えること（予防的措置）、②病害虫・雑草の発生状況の把握を通じて、防除の要否およびそのタイミングを可能な限り適切に判断すること（判断）、③②の結果、防除が必要と判断された場合には、病害虫の発生を経済的な被害を生じるレベル以下に抑制する多様な防除手段の中から、適切な手段を選択して講じること（防除）の3点の取り組みとされている。

その方策として、実施項目のチェックシートからなる実践指標モデルが公表されている。それぞれの実践指標は、都道府県で取り入れる新たな防除手段や予防対策を加えることを前提に作成されており、その改訂が進められている。

1 露地野菜の予防的措置・判断・防除

キャベツの実践指標から、虫害に関する予防措置を見ると、健全苗の育成について育苗施設の物理的防除で害虫の発生を抑制することが挙げられている。また、雑草は病害虫の発生源となることから、育苗施設や圃場周縁の雑草管理の徹底が求められている。集団化された圃場では性フェロモン剤の利用も推奨されている。農薬については、定植期の農薬施用は少量の薬剤で、病害虫の発生を有効に抑制することが示されている。実際に、定植前の粒剤処理や高濃度液剤のセル苗灌注は、長期に渡って害虫防除に有効であることが知られている。また、小規模栽培の虫害対策として、べたがけ資材が取り上げられている。防除の判断などには病害虫防除所が発表する発生予察情報の入手が必要である。また、防除の意思決定は生産者が行い、都道府県の要防除水準の利用や圃場の観察による病害虫の発生や被害の確認が求められている。

化学農薬を使用する前には土着天敵の発生状況の確認が必要で、農薬使用にあたっては十分な薬効が得られる範囲で最小の使用量とすること、またローテーション散布と飛散防止措置が求められている。収穫後残渣を早めに処理することや使用した農薬の種類と散布量等を含めて病害虫・雑草管理等に関する記録とその保管が求められている。

露地野菜の害虫管理には、保全的生物的防除の考え方

も取り入れる必要がある。露地の果菜類を中心に、ミナミキイロアザミウマやアブラムシ類を対象に保全的生物的防除が取り組まれている。

露地ナスに発生するアザミウマ類に対して、ナス圃場周辺に天敵温存植物を植え、土着天敵であるヒメハナカメムシ類の働きを強化する方法が示されている。奈良県では、温存植物としてフレンチマリーゴールドが利用されている（井村，2017）。また、温存植物としてオクラを利用することでヒメハナカメムシ類の成幼虫の生存率を高め、さらにバジル類を利用することで、ヒメハナカメムシ類のほかアブラムシ類の捕食性天敵であるヒラタアブ類の繁殖能力を高めることが明らかにされている（大野，2009）。さらに、ナスの露地圃場にゴマやクレオメを植栽してアザミウマ類の土着天敵であるタバコカスミカメを利用する方法も実用化されている（中野，2017）。

いずれの方法も天敵に悪影響を及ぼす農薬の使用を控え、農薬を使用する場合には天敵類への悪影響の少ない選択性農薬を使用することが必要となる。

ナス以外にも、オクラ圃場周辺にソルガムを植え、そこに発生するアブラムシ類で土着天敵を保護強化するとともに、栽培初期から蜜源となるインセクタリアープランツを植栽して栽培期間全体で土着天敵を保護し、アブラムシ類を防除する方法が急速に普及している（柿元ら，2016）。

露地野菜での物理的防除法には、べたがけ資材やトンネル栽培の防虫ネットが利用されている。赤色防虫ネット（大矢ら，2011）は、キャベツのトンネル栽培などでネギアザミウマに高い防除効果を示す。また、露地ネギにおいても赤色防虫ネットを展張することでネギアザミウマに対する防除効果が明らかにされている（上山ら，2013）。露地野菜のヤガ類に対して、行動をかく乱する黄色ランプあるいは緑色ランプが利用できる。

露地野菜の害虫防除には、化学的防除である農薬使用も不可欠であり、定植時の農薬処理と本圃での農薬散布による体系処理が利用されている。農薬使用にあたっては、薬剤抵抗性の発達を遅延させるローテーション散布やブロックローテーションの考え方が必要となる（鳥，2017）。そのためには、農薬にRACコードをつけるなどの対策が求められている。

2 施設野菜の予防的措置・判断・防除

施設野菜の特徴はガラスやフィルムで外部と隔離されることである。外部との隔離でフィルムなどを通過する光の量は50~90%に低下し、透過する光の波長も異なる。温度と湿度はいずれも高く、日較差が小さい。CO₂濃度は日較差が大きい、作物の生育を促進するための

施用も実施されている。

害虫類が生息する施設は、冬期に自然環境にない短日と高温条件に遭遇すること、作物の定植と栽培の終了という不安定な環境が繰り返されること、生物相が極めて単純なことが特徴となる。このような環境下で、野菜類に好適な温度と湿度で多肥栽培が行われるため、害虫類の増殖にも好適な寄主となり、降雨や天敵等の阻害要因が少ないことから、指数的増殖が可能となる。

果菜類のアザミウマ類のような施設の重要害虫には下記の特徴があり、世界的にも共通の害虫種が問題となる。

- ①高い増殖能力：侵入後の急増
- ②単為生殖：定着の可能性を高める
- ③吸汁性の微小害虫：被害が目立たず、苗での持ち込みの可能性を高める
- ④非休眠性、高温での休眠回避：冬期の高温短日条件の利用
- ⑤広食性：野菜類と雑草の利用
- ⑥薬剤抵抗性：施設での高頻度な薬剤散布に対応

このような施設野菜の重要害虫の特性から「入れない、増やさない、出さない」の防除対策が重要となる。

トマトやイチゴの IPM 実践指標モデルでは、育苗期の物理的防除による侵入防止と、育苗中に害虫が見られ

たら農薬による早期防除を行うとされている。

予防的措置としての「入れない」対策には、紫外線カットフィルムの利用と施設開口部への防虫ネットの展張が有効とされている（表-4）。

アザミウマ類やコナジラミ類には目合いの小さな防虫ネットの展張が不可欠で、同時に暑熱対策（送風ファン、細霧冷房、パッドアンドファン等）が求められる。赤色ネット（妙楽，2017）や光反射資材を編みこんだ遮熱・防虫資材も利用できる。施設周縁に防草シートを展張し、ハウスサイドの開口部に光反射資材を敷設することで、背面を光に向けて飛翔する昆虫の行動をかく乱することで侵入防止効果が得られる。光反射資材の手前に衝立式防虫ネットを設置すれば、アザミウマ類の侵入防止効果が一段と高まる。また、殺虫剤を防虫ネットの糸に練り込んだ資材も市販されている。圃場管理や圃場衛生の観点からは、施設の入り口に前室を設けること、二重扉の利用、エアシャワー、粘着ロール、消毒マット（病害主体）の利用、靴や衣服の交換、手洗いの励行や侵入防止の意識を高める表示等の措置も有効である（表-4）。

施設への害虫の持ち込みを防止するためには、育苗期の防除として農薬使用や天敵保護装置を用いた天敵カブリダニ類の利用も進められている。

表-4 施設野菜の害虫に対する「入れない、増やさない、出さない」に関連する防除対策

防除方法	入れない対策	増やさない対策	出さない対策
物理的防除	防虫ネット（含天窓、暑熱対策）赤色防虫ネット 光反射資材入り遮熱・防虫ネット 衝立式防虫ネット 殺虫剤練りこみ防虫ネット 光反射資材の敷設 紫外線カットフィルムの利用 定植苗の高濃度炭酸ガス処理または蒸熱処理	色彩粘着板・粘着ロールによる捕殺 黄色蛍光灯・緑色蛍光灯の利用 UV-B 電球形蛍光灯と光反射資材の利用 畝面、通路等のマルチ敷設（蛹化場所の除去）	施設の蒸し込み、締め込み 太陽熱消毒などの実施
生物的防除	交信かく乱用性フェロモン剤 育苗期の生物農薬（カブリダニ類など）の利用	BT（バチルス・チューリンゲンシス）剤の利用 生物農薬（カブリダニ製剤、寄生蜂製剤、天敵昆虫製剤、微生物製剤、センチュウ製剤）の利用 寄生蜂類などのバンカー法の利用 施設内に導入する土着天敵の利用 捕食性天敵類の植生管理技術の利用	
化学的防除	殺虫剤による育苗期の早期・徹底防除 定植前の粒剤処理、高濃度液剤の灌注処理	選択性農薬の有効利用 天敵類に影響期間の短い農薬の利用 食品添加物などの物理的防除剤の利用 害虫に対する忌避剤などの利用 薬剤のローテーション散布（RAC コード）	前作の古株枯死処理（カーバマナトリウム塩など）による害虫まん延防止
圃場管理 圃場衛生	苗のロット管理による虫害発生の確認（粘着板） 防草シートなど施設内と周縁の雑草対策 施設入り口の前室や二重扉の利用 エアシャワー、粘着ロールや消毒マットの利用 前室などでの靴・衣服の交換 手洗いの励行 ハサミなどの栽培管理資材の適正使用（病害含む） 害虫持ち込み防止の注意を促がす侵入防止の標示	施設内・施設周縁の雑草防除 適切な栽植密度と施肥計画 果実などの適切な収穫 草姿を維持するための摘葉・整枝の実施 植物残渣や廃棄果実等の適切な処理 粘着板などによる害虫モニタリング（作物も見る） 発生予察情報の取得、IPM 研修会等への参加 病害虫の発生や防除手段の記録	植物残渣の処理 雑草防除 栽培資材の消毒等

苗についた害虫を持ち込まない対策として、イチゴのハダニ類を対象として苗に対する蒸熱処理（高山，2017）や高濃度炭酸ガス処理（小山田・村井，2014）が利用できる。高濃度炭酸ガス処理は、一部でキュウリのワタアブラムシにも適用拡大されている。また、定植前のセル苗への粒剤処理や高濃度液剤による灌注処理も少ない薬量で長期に渡って防除効果が得られる方法として有効である。

定植後の「増やさない」対策には、色彩粘着板や粘着ロールによる捕殺、黄・緑色蛍光灯等の照射によるヤガ類の防除、さらにはUV-B電球形蛍光灯と光反射資材を利用したイチゴのハダニ類の防除対策が実用化されている（田中ら，2017）。

生物的防除には、多くの生物農薬が利用できる。カブリダニ製剤は、アザミウマ類やコナジラミ類を対象としたスワルスキーカブリダニ剤やリモニカスカブリダニ剤、ハダニ類を対象としたチリカブリダニ剤やミヤコカブリダニ剤が広く利用されている。天敵昆虫製剤では、アザミウマ類に対してタイリクヒメハナカメムシ剤、アブラムシ類に対してコレマンアブラバチ剤やヒメカメノコテントウ剤、コナジラミ類に対してオンシツツヤコバチ剤が利用されている。微生物製剤では、ポーベリア・バシアーナ乳剤、ペキロマイセス テヌイペス乳剤が利用されている。

生物農薬の利用には、天敵類に影響の少ない選択性農薬の使用が不可欠であり、天敵を導入する前に可能な限り害虫の密度を低く維持する必要がある。そのためには、適切な侵入防止対策に加えて、天敵類への影響期間の短い農薬や食品添加物等の気門封鎖剤の利用によって害虫密度を低くする必要がある。さらに、圃場管理の面からは適切な肥培管理や整枝等による草姿の維持は、効果的な農薬散布（薬液の付着）につながる。また、害虫のついた植物残渣や廃棄果実の適切な処理が必要となる。

作の終了後の「出さない」対策は、施設内で薬剤抵抗性を発達させた害虫やウイルス病の保毒虫をハウス内で死滅させることであり、薬剤抵抗性の遅延対策や地域全体でのウイルス密度の低下につながる（表-4）。トマト黄化葉巻病に対しては抵抗性品種の利用が有効である

が、抵抗性品種（耐性）でもトマト黄化葉巻ウイルスに感染して保毒虫が発生することから、増やさない対策に加えて出さない対策が必要となる。

おわりに

野菜害虫の発生生態と防除については、施設野菜と露地野菜を分けて検討する必要がある。発消長の解析などにおいても両者を区別する必要があるが、発生予察情報ではアザミウマ類やコナジラミ類として取りまとめられている。実際の栽培現場では、害虫の種を明らかにすることで適切な防除対策が選択できる。敵を知り、己の防除法を知ることによって薬剤の選択や物理的防除法や生物的防除法の選択が可能となる。保全的生物的防除の進展について一部を紹介したが、普及に向けた取組は始まったばかりであり、環境保全型農業の主流化に向けたさらなる取組が必要となる。

本稿に続く各論では、野菜類の主要害虫についてその発生生態と防除対策が詳細に紹介される。ここでは、近年の野菜病害虫の発生動向や地域別の発生状況や発消長を取りまとめた。発生予察情報は、病害虫の発生動向を知る貴重な資料であり、さらなる10年を経て主要害虫の発生動向を解析することで、防除手段の進展や野菜主要害虫の変遷を解析することが可能と考えられる。

引用文献

- 1) 園芸学会 (2005): 園芸学用語集・作物名編, 養賢堂, 東京, 352 pp.
- 2) 井村岳男 (2017): 植物防疫 71: 707~712.
- 3) 柿元一樹ら (2016): 同上 70: 286~293.
- 4) 中野昭雄 (2017): 同上 71: 401~405.
- 5) 農業・食品産業技術総合研究機構 (2010): 研究資料第5号 野菜の種類別作型一覽 (2009年度版), 316 pp.
- 6) 大野和朗 (2009): バイオロジカルコントロール—害虫管理と天敵の生物学, 仲井まどから 編, 朝倉書店, 東京, p.51~65.
- 7) 大矢武志ら (2011): 関東病虫研報 58: 115 (講要).
- 8) 刑部正博・上杉龍士 (2009): 日本農業学会誌 34: 207~214.
- 9) 小山田浩一・村井 保 (2014): 植物防疫 68: 407~413.
- 10) 鳥 克弥 (2017): 同上 71: 675~681.
- 11) 妙楽 崇 (2017): 同上 71: 225~228.
- 12) 高山智光 (2017): 同上 71: 646~651.
- 13) 武田光能 (2014): 同上 68: 248~254.
- 14) 田中雅也ら (2017): 同上 71: 229~234.
- 15) 上山 博ら (2013): 関西病虫研報 55: 123~124.

植	物	
	防	疫
講	座	

農薬編-7

ニコチン性アセチルコリン受容体 (nAChR) アロステリックモジュレーター

—スピノシン系—

ダウ・アグロサイエンス日本株式会社 おお **大** うえ **上** めぐ **恵**

はじめに

CropLife International 傘下の Insecticide Resistance Action Committee (IRAC) は、害虫の抵抗性発達を回避するための参考となるよう、殺虫剤の作用機構を体系的に分類している。本稿では、IRAC の作用機構分類のグループ5、ニコチン性アセチルコリン受容体 (nAChR) アロステリックモジュレーターに (農薬工業会, 2007) (表-1) ついて解説する。

I 開発の経緯

スピノシン系 (Spinosyn) 殺虫剤は、ダウ・アグロサイエンスにより発見された天然物を起源とした殺虫成分である。1982年に米国領バージン諸島にあるラム酒醸造所跡地 (図-1) で土壌サンプルが採取され、そのサンプルから微生物を単離、1985年に微生物から作られた醗酵液が蚊の幼虫およびヨトウムシに対して殺虫活性を持つことが確認された。1988年にその活性物質を産生する菌が、土壌放線菌サッカロポリスポラ スピノサ (*Saccharopolyspora spinosa*) と同定された。1989年には殺虫活性物質の単離に成功した。国内では、1999年に有効成分スピノサドがスピノエース顆粒水和剤、スピノエースフロアブルとして野菜、果樹、茶に農薬登録が取得されている。2011年には、スピノシン類を化学修飾

したスピネトラムが住友化学株式会社により、ディアナWDG, ディアナ SC として農薬登録が取得されている。

II サッカロポリスポラ スピノサ (*Saccharopolyspora spinosa*)

土壌放線菌サッカロポリスポラ スピノサ (*Saccharopolyspora spinosa*) はサッカロポリスポラ属の微生物



図-1 土壌放線菌サッカロポリスポラ スピノサ (*Saccharopolyspora spinosa*) が発見されたバージン諸島のラム酒工場跡地

表-1 IRAC の殺虫剤作用機構分類 (一部抜粋, 加筆)

主要グループと一次作用部位	サブグループ あるいは代表的有効成分	有効成分	農薬名 (例) (剤型省略)	標的 生理機能
5 ニコチン性アセチルコリン受容体 (nAChR) アロステリックモジュレーター	5 スピノシン系	スピネトラム	ディアナ	神経作用
		スピノサド	スピノエース	

Spinosyn Insecticides as Nicotinic Acetylcholine Receptor (nAChR) Allosteric Modulators. By Megu OUE

(キーワード: スピノシン, 土壌放線菌, スピノサド, スピネトラム, 作用機構, 殺虫剤)

であり、属名中の「サッカロ」は砂糖、「ポリスポラ」はたくさんの胞子のことで、砂糖に生えた胞子を意味している。また、種名のスピノサはラテン語で「尖った」の意味で菌の表面が刺状のもので覆われているような形状をしていることから、そのように命名された (THOMPSON et al., 1997 ; DRIPPS et al., 2011) (図-2)。

III 化学構造および物理化学的性状

1 スピノサド

土壤放線菌サッカロポリスポラ スピノサの産生する一連の化合物をスピノシン (spinosyn) と呼び、その醗酵液中には類似化合物が多く含まれていた。研究を進めることにより、菌が生産する一連の化合物の構造式が決定され、それらの殺虫活性が検証された。スピノシンの基本構造は、ラクトンを含む環状構造を有し、両端に二つの糖を有する構造をしている。二つの糖のいずれかまたは両方がなくなると殺虫活性は失われるなど、生物活

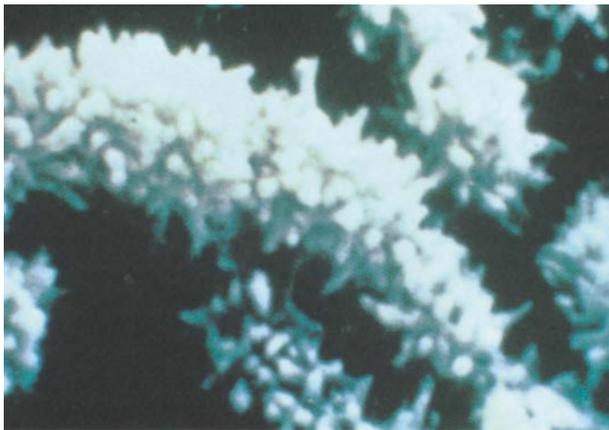


図-2 土壤放線菌サッカロポリスポラ スピノサ (*Saccharopolyspora spinosa*)

性を検証する中で最終的にスピノシン A を主成分とするスピノシン D との混合物をスピノサド (spinosad, スピノシン A : 72% 以上, スピノシン D : 4% 以上, 2 成分合計で 82% 以上) とし殺虫剤製品の開発がスタートした (DRIPPS et al., 2011 ; SPARKS et al., 1998) (図-3)。スピノサドは化学修飾を一切行わず、自然界から発見された土壤放線菌が醗酵により産出する物質を有効成分とする天然由来の殺虫剤である。そのため、有機JAS規格 (有機農産物の日本農林規格) において、使用できる農薬として認められ、有機栽培や特別栽培に有用な剤として使用されている。物理化学的性状を見ると、水溶性はあまり高くなく、LogPow も 4 以上で、茎葉からの高い浸透移行性を有していない (表-2)。水稻場面では根からの浸透移行性が確認され、ニカメイチュウ、フタオビコヤ

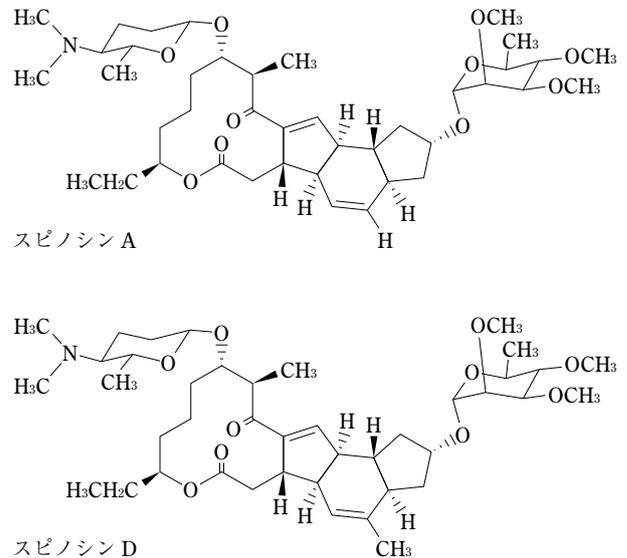


図-3 スピノシン A・D の化学構造

表-2 スピノシン A・D の物理化学的性状

		スピノシン A	スピノシン D
融点, °C		84.0-99.5	161.5-170
外観		類白色結晶性固体	
臭気		無臭	
相対密度, 20°C, g/cm ³		0.512	
解離定数, pKa		8.1	7.87
加水分解性半減期 (DT ₅₀) 25°C	pH 7	648 日	安定
水溶性 20°C, g/l	pH 7	0.235	0.0003
オクタノール/水分配係数 (LogPow)	pH 7	4.0	4.5

が、イネミズゾウムシ幼虫等を対象に水稻箱施用剤が開発されている。

2 スピネトラム

スピネトラム (Spinetoram) はスピノサドと同様、土壌放線菌サッカロポリスボラ スピノサが産生したスピノシン類からできているが、スピネトラムは下記の手順で化学修飾が加えられ、スピネトラム J を主成分とする、スピネトラム L との混合物 (スピネトラム J : 58.1% 以上, スピネトラム L : 8.4% 以上, 2 成分合計で 83.0% 以上) として作製された (DRIPPS et al., 2008 ; 2011) (図-4)。物理化学的性状を見ると、スピノサドに比べ水溶性が低く LogPow も 4 以上で、茎葉からの高い浸透移行性を有していない (表-3)。一方、スピノサド同様に水稻場面で根からの浸透移行性が確認され、ニカメイチュウ、イ

ネツトムシ、フタオビコヤガ等を対象に水稻箱施用剤が開発されている。

IV 作用機構

スピノサド・スピネトラムはスピノシン系に分類され、昆虫の神経伝達系におけるシナプス後膜に存在するニコチン性アセチルコリン受容体を活性化し、ナトリウムイオンの細胞流入を促進して、昆虫の筋肉の収縮を引き起こし、最終的に昆虫を麻痺死させる。ネオニコチノイド系薬剤が属する IRAC のグループ 4、ニコチン性アセチルコリン受容体競合的モジュレーターとは異なり、さらに γ -アミノ酪酸 (GABA) 受容体にも作用することが実験的に確認されている (SALGADO et al., 1997 ; WATSON, 2001) ことから、ニコチン性アセチルコリン受

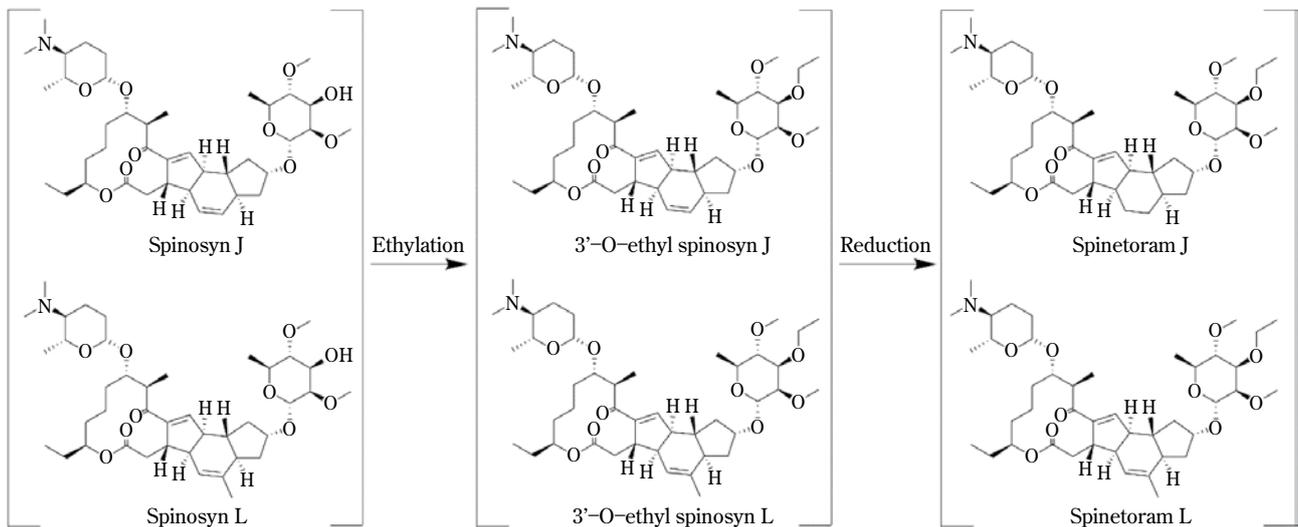


図-4 スピネトラム J・L の合成経路と化学構造

表-3 スピネトラム J・L の物理化学的性状

		スピネトラム J (主成分) (3'-O-ethyl-5,6-dihydro-spinosyn J)	スピネトラム L (3'-O-ethyl-spinosyn L)
融点, °C		143.4	70.8
外観		類白色結晶性固体	
臭気		無臭	アーモンド臭
相対密度 (重量) 20°C, g/cm ³		1.1485	
解離定数, pKa		7.86	7.59
加水分解性半減期 (DT ₅₀) 25°C	pH 7	安定	安定
水溶性 20°C, g/l	pH 7	0.0113	0.0467
オクタノール/水分配係数 (LogPow)	pH 7	4.09	4.49

容体 (nAChR) アロステリックモジュレーターとしてグループ5に分類されている。

V 生物活性

1 殺虫スペクトラム

スピノシン系殺虫剤は、特にチョウ目とアザミウマ目に属する害虫に高い活性を有している。難防除害虫であるコナガやオオタバコガをはじめ、アオムシ、ヨトウムシ、ウワバ類、ハイマダラノメイガ、水稻のコブノメイガ、イネツトムシ、フタオビコヤガに高い効果を示す。スピネトラムはこれらチョウ目害虫に加えハスモンヨトウに対しても高い効果を示す。また、ミナミキイロアザミウマ、ミカンキイロアザミウマ、ヒラズハナアザミウマ等複数のアザミウマ類にも高い効果を示す。ほかに、ハエ目のトマトハモグリバエなどのハモグリバエ類にも効果を有している。水稻育苗箱施用場面でイネミズゾウムシ、イネドロオイムシに対し効果を示す。カメムシ目のアブラムシ類、カイガラムシ類、ウンカ・ヨコバイ類には効果を示さないが、スピネトラムはコナジラミ類に対し効果を示す。

アジア諸外国においても水稻および野菜類の主要害虫に対する殺虫活性が認められており、幅広く使用されている。例えば、スピネトラムは中国においてイネのコブノメイガ、イネアザミウマで登録、中国、韓国、台湾でキャベツをはじめとする葉菜類のコナガやシロイチモジヨトウ、ナスをはじめとする果菜類のアザミウマ類に登録、台湾において茶のチャノホソガやチャハマキ等で登録されている。

2 作用特性

食毒性と接触毒性の両方の殺虫活性を持つことが確認されている。コナガやハスモンヨトウ等を用いた試験で、食毒性のほうがより低濃度で効果を発揮する結果が得られている。コナガにおけるスピノエース顆粒水和剤の試験で、食毒性が接触毒性の約20倍高いことが窺える(表-4)。

害虫への効果発現は速効的で、多くの害虫に対し、散布翌日には死亡や密度低下等の効果が認められている。残効性は対象害虫や使用条件により異なるが、7~10日程度の防除効果が期待できる。

前述の物理化学的性状(表-2, 3)から、茎葉からの浸透移行性やガス作用は認められていないが、根からの浸透移行性が確認され、水稻場面では育苗箱施用剤として開発されている。また、スピノサド、スピネトラムで程度は異なるものの、葉表から葉肉組織への移行も確認されている。

VI 抵抗性の現状と対策

IRACのグループ5に分類されているスピノシン系殺虫剤は、同じニコチン性アセチルコリン受容体に作用するグループ4のニコチン性アセチルコリン受容体競合的モジュレーターとは異なり、また、 γ -アミノ酪酸(GABA)受容体にも作用することから、現時点で既存殺虫剤との交差抵抗性は認められていない。

チョウ目害虫における抵抗性の研究が世界中で行われている。*Heliothis virescens* およびハワイやマレーシアで採取されたコナガにおいて抵抗性の発達が確認されたが、その抵抗性の遺伝様式は劣性あるいは不完全劣性を示していた(Scott, G. J., 2008)。アザミウマ目害虫では、BAOらがミナミキイロアザミウマ、ミカンキイロアザミウマでの抵抗性の発達を確認し、その抵抗性機構はnAChRを構成する $\alpha 6$ サブユニットの275番目のアミノ酸における変異(グリシンからグルタミン酸への変異, G275E)が主要因であると報告している(BAO et al., 2014)。また、ミナミキイロアザミウマでは、チトクローム P450による解毒分解酵素活性の増大も一部にかかわっていたが(BAO et al., 2014)、ミカンキイロアザミウマでは解毒分解酵素の関与は認められていない(BIELZA et al., 2007; ZHANG et al., 2008)。

我が国では、他剤において抵抗性が問題となっているコナガにおいても、スピノシン系殺虫剤は高い活性を維持しており、コナガ防除に今後も貢献できると考えている(福田・林川, 2014; 清水ら, 2014; 井上ら, 2015; 吉澤ら, 2016; 吉田・遠藤, 2016)。しかし、近年、アザミウマ類においてスピノサド抵抗性が報告され(白石, 2018)、都道府県下での薬剤抵抗性害虫・雑草の発生度合によって農林水産省が段階分けをしたフェーズIII(県下で広域に広がり、対象薬剤の使用については何らかの指導が必要)のリストにピーマンにおけるミナミキイロアザミウマが、フェーズII(ある程度の面積規模で薬剤抵抗性の発達が見られており、農家への注意喚起を必要とする)のリストに、きゅうり、なすのミナミキイロアザミウマ、きくのみかんキイロアザミウマ、いちごのヒラズハナアザミウマが掲載されている。ミカンキイロアザミウマのスピノサド抵抗性にはG275Eの変異が認められ劣性遺伝であること、ヒラズハナアザミウマではG275V(グリシンからバリン)の変異が報告されている(相澤ら, 2018; 園田ら, 2018)。いずれの場合も、チョウ目害虫と同様にチトクローム P450、グルタチオン-S-トランスフェラーゼ、カルボキシエステラーゼの関与は認められていない。

表-4 スピノエース顆粒水和剤におけるコナガステージ別の食毒・接触毒感受性

	食毒効果 LC ₅₀ (ppm) ^{a)}	接触毒効果 LC ₅₀ (ppm) ^{b)}
1 齢幼虫	0.0005	—
2 齢幼虫	0.01	0.2
3 齢幼虫	0.04	0.9
4 齢幼虫	0.09	1.6

a) : キャベツ葉を所定濃度の薬液に浸漬し、風乾後、1~4 齢幼虫に与え、3 日後の死亡率から LC₅₀ 値を算出。

b) : 所定濃度の薬液を小型の散布塔を用いて直接虫体に散布し、3 日後の死亡率から LC₅₀ 値を算出。

スピノシン系薬剤は、広く使用されているにもかかわらず、その抵抗性発達の事例は多くない。しかし、いくつかの抵抗性発達が確認されているので、使用に際しては、作用機構の異なる薬剤とのローテーション散布をするなど、抵抗性管理が必要である。

おわりに

スピノシン系殺虫剤スピノサド・スピネトラムは、多くの研究者が新規活性物質探索・作用機構解明・生物効果検証を通した様々な課題に立ち向かい、その研究熱意と

執念により生み出された殺虫剤といえる。現在でも世界各国で幅広い作物および害虫に登録使用されており、今後も安定的で品質の高い作物生産に貢献できると考える。

引用文献

- 1) 相澤美里ら (2018) : 第 62 回日本応用動物昆虫学会大会講演要旨 : 10.
- 2) BAO, W. X. et al. (2014) : Pestic. Biochem. Physiol. **107** : 51~55.
- 3) BIELZA, P. et al. (2007) : J. Econ. Entomol. **100** : 916~920.
- 4) DRIPPS, J. E. et al. (2008) : Plant Health Progress 10.1094/PHP-2008-0822-01-PS.
- 5) ——— et al. (2011) : Royal Society of Chemistry, Green Chemistry No.11.
- 6) 福田 健・林川修二 (2014) : 九病虫研会報 **60** : 75~78.
- 7) 井上麻里子ら (2015) : 関東病虫研報 **62** : 141~143.
- 8) 農業工業会 (2017) : 日本における農業用殺虫剤の作用機構, http://www.jcpa.or.jp/labo/pdf/2015/mechanism_irac02.pdf
- 9) SALGADO, V. L. et al. (1997) : Beltwide Cotton Production Conference, National Cotton Council. p.1082~1086.
- 10) SCOTT, G. J. (2008) : J. Pestic. Sci. **33**(3) : 221~227.
- 11) 清水 健ら (2014) : 関東病虫研報 **61** : 137~140.
- 12) 白石正美 (2018) : 第 28 回殺菌剤耐性菌研究会シンポジウム講演要旨集 : 13~20.
- 13) 園田昌司ら (2018) : 日本農業学会第 43 回大会講演要旨 : 58.
- 14) SPARKS, T. C. et al. (1998) : J. Econ. Entomol. **91** : 1277~1283.
- 15) THOMPSON, G. D. et al. (1997) : Down to Earth **52** : 1~5.
- 16) WATSON, G. B. (2001) : Pestic. Biochem. Physiol. **71** : 20~28.
- 17) 吉澤仁志ら (2016) : 関東東山病害虫研報 **63** : 87~90.
- 18) 吉田雅紀・遠藤純子 (2016) : 北日本病虫研報 **67** : 163~165.
- 19) ZHANG, S. Y. et al. (2008) : Insect Sci. **15** : 125~132.

発生予察情報・特殊報 (30.6.1~6.30)

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

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

- ウリ科、キク科、ゴマノハグサ科：ミカンキイロアザミウマ（沖縄県）5/22（JPP-NET 登録が 6/6 だったため今回掲載）
- スイゼンジナ：すす斑症（すす斑病（仮称））（沖縄県：初）6/4

- トマト：黄化病（埼玉県：初）6/7
- トマト：黄化病（三重県：初）6/20
- ブロッコリー：トビイロシワアリ（長野県）6/25
- トルコギキョウ：斑点病（福島県：初）6/28

新農薬の紹介

新規殺虫剤ファインセーブ™フロアブルの特長

日本化薬株式会社 アグロ研究所 **み** **やけ** **たか** **あき**
三 **宅** **孝** **明**
 Meiji Seika ファルマ株式会社 生物産業研究所 **たけ** **うち** **はる** **か**
武 **内** **晴** **香**

はじめに

ファインセーブ™フロアブルは、日本化薬株式会社と Meiji Seika ファルマ株式会社が共同で創製した、フロメトキンを有効成分とする新規殺虫剤である。近年、アザミウマ類、コナジラミ類は、有効薬剤の少ない難防除害虫として問題となっている。両社は、殺虫活性を有するアシルオキシキノリン化合物に着目して探索研究を開始し、アザミウマ類およびタバココナジラミ類に対し卓効を示す化合物群を見出した。それら有望化合物の中から、圃場での効果、安全性、環境影響等を検討し、最適化合物としてフロメトキンを選抜した。

ファインセーブ™フロアブル（フロメトキン10%）は、開発コード ANM-138 フロアブルとして2008年より一般社団法人日本植物防疫協会を通じた新農薬実用化試験を開始し、2018年3月に果菜類、葉菜類、かんきつ、ネギ類等を対象に農薬登録を取得した。以下、本剤の特長について紹介する。

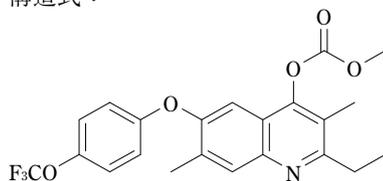
【有効成分とその物理化学的性状】

一般名：フロメトキン (flometoquin)

CAS 登録番号：875775-74-9

化学名 (IUPAC 和名)：2-エチル-3, 7-ジメチル-6-[4-(トリフルオロメトキシ)フェノキシ]-4-キノリル=メチル=カルボナート

構造式：



分子式：C₂₂H₂₀F₃NO₅

分子量：435.39

水溶解度：12.03 ng/ml (pH7.51~8.95, 20℃)

分配係数：5.41 (室温, HPLC 法)

蒸気圧：9.04 × 10⁻⁹ Pa (25℃)



【作用機作】

本剤は、ミトコンドリアにおける呼吸鎖複合体 III のキノン還元部位である Qi 部位を阻害することが明らかとなり、殺虫剤としては新規の作用点を有する。このため、既存剤に対して感受性が低下した害虫種に対しても高い防除効果を示す (図-1)。

【特長】

1. 殺虫スペクトル

本剤の殺虫スペクトルを表-1 に示す。本剤はチョウ目、カメムシ目、アザミウマ目、ハエ目、ダニ目の害虫に殺虫効果を示す。特にアザミウマ目に対しては、ミナミキイロアザミウマ、ネギアザミウマ、ミカンキイロアザミウマ、チャノキイロアザミウマに対する圃場での防除効果は、既存剤と比較しても非常に高いことが確認されている。

2. 速効性

本剤の効果発現速度は速く、ミカンキイロアザミウマ成虫に対する効果試験として、5 ppm に希釈した溶液を散布したリーフディスク上では、30 分以内に 100% の個体の苦悶が観察された。また、2,000 倍希釈液を散布したリーフディスク上においてミナミキイロアザミウマ成虫の半数ノックダウン時間を算出したところ、5.5 分であった。

このようにアザミウマ類に対する苦悶もしくは死亡に至るまでの速度は既存剤と比較して速く、直接的な被害防止効果だけでなく、ウイルス媒介抑制効果も期待できる。

3. 薬剤感受性低下害虫に対する効果

アザミウマ類について、近年薬剤感受性の低下が問題となってきた数箇所の個体群について感受性検定を実施した。その結果、本剤は既存剤に対して抵抗性を獲得した個体群に対しても殺虫活性を示し、アザミウマ類防除の基幹剤となることが期待される。同様に、コナガに対しても、既存剤に対して感受性が低下した系統に対し高い効果が確認されている。

4. 標的外生物への影響

ミツバチおよびマルハナバチ類成虫に対する原体の経

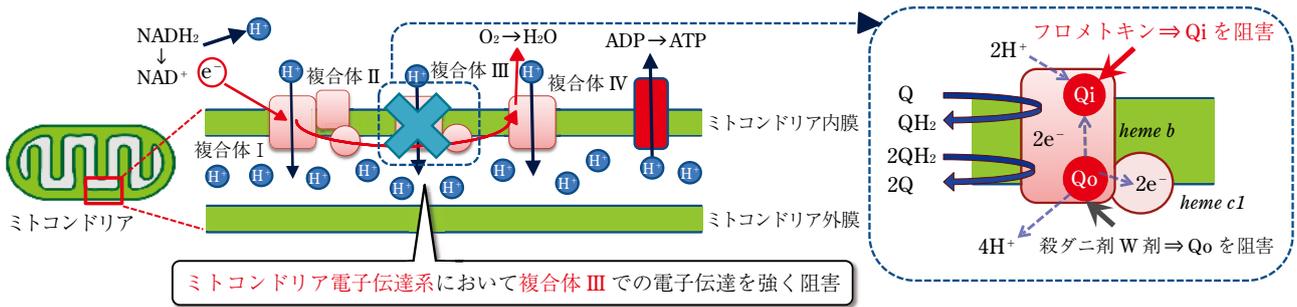


図-1 フロメトキンの作用機作

表-1 ファインセーブフロアブルの殺虫スペクトル

目名	害虫名	効果	目名	害虫名	効果
アザミウマ目	ミナキイロアザミウマ	◎	ダニ目	トマトサビダニ	◎
	ミカンキイロアザミウマ	◎		ミカンサビダニ	◎
	ネギアザミウマ	◎		チャノホコリダニ	△
	チャノキイロアザミウマ	◎		ハダニ類	×
	ヒラズハナアザミウマ	◎	カメムシ目	アブラムシ類	△
チョウ目	コナガ	◎		タバココナジラミ	◎
	アオムシ	○		オンシツコナジラミ	△
	チャノホソガ	◎		ミナミアオカメムシ	○
	ハスモンヨトウ	△		アカヒゲホソミドリカスミカメ	○
	オオタバコガ	△		ツマグロヨコバイ	△
	ウワバ類	×		チャノミドリヒメヨコバイ	△
	チャハマキ	△		ミカンコナカイガラムシ	×
	モモシクイガ	△		ハエ目	マメハモグリバエ
ネギコガ	△	トマトハモグリバエ			△
ネギコガ	△	ネギハモグリバエ	○		
コウチュウ目	キスジノミハムシ	×			
	チャイロコメノゴミムシダマシ	×			

◎：優れた防除効果を示す。○：実用的な防除効果を示す。△：殺虫活性を認める。×：殺虫活性を認めない。

表-2 訪花昆虫に対する影響

昆虫種名	急性毒性 (成虫; LD ₅₀ 値)		圃場での 1,000 倍希釈液散布翌日放飼における巣群に対する影響			評価
	経口	経皮	作物	観察期間	試験結果	
セイヨウミツバチ	> 10 µg/頭	> 10 µg/頭	いちご	1 か月	訪花活動に対する影響なし 女王, 働蜂に対する影響なし 各生育ステージ個体に対する影響なし	翌日より放飼可
クロマルハナバチ	> 100 µg/頭	> 100 µg/頭	トマト	2 週間	訪花活動に対する影響なし 女王, 働蜂に対する影響なし 各生育ステージ個体に対する影響なし	翌日より放飼可

口および経皮での影響は、いずれも LD₅₀ 値が 10 µg/頭以上であり、影響は小さいと推察された。圃場においても、1,000 倍希釈液散布でのセイヨウミツバチおよびクロマルハナバチの巣群への影響はほとんどないことが確認されている (表-2)。

ミツバチに対しては、フロメトキンのミトコンドリア呼吸鎖複合体 III の阻害活性が害虫種と比較し低いこと

が確認されており、作用点レベルで選択性が高いと考えられる。

天敵類への影響については、カブリダニ 5 種のそれぞれ成虫および卵に対して直接処理した場合の影響は小さく、併用が可能と考えられた。寄生蜂類に対しては、薬剤を処理した葉における成虫への影響は小さかった (表-3)。

表-3 天敵類に対する影響

天敵種名	生育 ステージ	評価	天敵種名	生育 ステージ	評価	天敵種名	生育 ステージ	評価
ククメリスカブリダニ	卵	◎	オンシツツヤコバチ	成虫	◎	ヤマトクサカゲロウ	幼虫	◎
	成虫	◎		マミー	◎	クモンクサカゲロウ	成虫	◎
スワルスキーカブリダニ	卵	◎	サバクツヤコバチ	成虫	◎		幼虫	×
	成虫	◎		マミー	◎	ナミテントウ	成虫	×
チリカブリダニ	卵	◎	イサエアヒメコバチ	成虫	◎	ナナホシテントウ	幼虫	×
	成虫	◎	ハモグリコマユバチ	成虫	×	アリガタシマアザミウマ	成虫	×
	幼体	◎	ヨトウタマゴバチ類	成虫	◎	ウヅキコモリグモ	幼体	×
ミヤコカブリダニ	卵	◎		蛹	◎	パーティシリウム・レカニ	胞子	◎
	成虫	◎	タイリクヒメハナカメムシ	成虫	×	ボーベリア・バシアーナ	分生子	◎
リモニカスカブリダニ	卵	◎	ナミヒメハナカメムシ	成虫	×	エルビニア・カロトポーラ	菌	◎
	成虫	◎	タバコカスミカメ	成虫	◎	バチルス・スプテリス	芽胞	◎
コレマンアブラバチ	マミー	◎		幼虫	◎			
	成虫	△	ホソヒラタアブ	成虫	×			

死亡率◎：0～25%，○：25～50%，△：50～75%，×：75～100%。

表-4 ファインセーブフロアブルの登録内容（2018年3月30日現在）

作物名	適用病害虫	希釈倍数	使用用量	使用時期	本剤の 使用回数	使用方法	フロメトキンを含む農薬の 総使用回数	
なす	タバココナジラミ類 (シルバーリーフコナジラミを含む)	1,000 倍	100～300 l/10 a	収穫前日まで	3 回以内	散布	3 回以内	
	アザミウマ類	1,000～2,000 倍						
トマト	タバココナジラミ類 (シルバーリーフコナジラミを含む)	1,000 倍						
	トマトサビダニ							
ピーマン すいか	アザミウマ類	1,000～2,000 倍						
いちご	アオムシ	1,000 倍		収穫 7 日前まで	2 回以内			2 回以内
	コナガ	1,000～2,000 倍						
キャベツ	アオムシ アザミウマ類	1,000 倍		収穫 3 日前まで	3 回以内			3 回以内
だいこん	コナガ	1,000～2,000 倍		収穫 14 日前まで	2 回以内			2 回以内
ねぎ	ネギハモグリバエ	1,000～2,000 倍		収穫 3 日前まで				
たまねぎ	アザミウマ類	2,000 倍	収穫 14 日前まで	2 回以内	2 回以内			
ほうれんそう	チャノホソガ	200～400 l/10 a	摘採 14 日前まで					
茶	チャノキイロアザミウマ	1,000～2,000 倍	200～700 l/10 a	収穫 7 日前まで	2 回以内	2 回以内		
	アザミウマ類 ミカンサビダニ	2,000 倍						

おわりに

農薬は安定した農業生産をするうえで不可欠な資材である。また、薬剤の抵抗性問題などから新規作用性を有する薬剤が求められている。特にアザミウマ類、コナジ

ラミ類はウイルス病害を媒介し甚大な被害を及ぼす害虫であり、既存剤への抵抗性の問題が深刻となっている。このような状況の中で、本剤はアザミウマ類、コナジラミ類防除に大きく貢献することを期待している（表-4）。

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 東北農業研究センター 生産環境研究領域 病害虫グループ

国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構東北農業研究センター（東北農研）は、岩手県盛岡市に本所、秋田県大仙市と福島市に研究拠点を置き、水田を利用した大規模水田作および輪作、新品種開発、畜産および飼料生産、原発事故被災地における営農再開に関する研究等、東北地域を中心とした寒冷地の農業発展に寄与するための多様な研究を行っています。本所は県最高峰の岩手山を正面に望む盛岡市北部に位置し、圃場を含めた面積は約 230 ha と広大で、所内の自然豊かな環境は古くから市民に親しまれ、5月に一般公開される菜の花畑は毎年約 4,000 名が訪れる春の人気イベントとなっています。東北農研では病害虫担当として、本所の生産環境研究領域・病害虫グループの 7 名の研究員（病害担当 5 名、虫害担当 2 名）が、以下に紹介する稲および露地・施設野菜の病害虫の防除技術の開発研究を実施しています。

水稲病害については、東北農研で開発した 1 km メッシュ気象情報に基づくいもち病予察システムと ICT を活用し、県や大学と連携して大規模水田作における効率的ないもち病防除技術の実証研究を実施しています。野菜病害に対しては、東北農研で取り組んでいる、越冬のリスクを回避しつつ端境期生産が可能となる「タマネギの春まき作型」における病害虫防除体系の確立を目的とした研究を実施しています。特に本作型で発生しやすい細菌性のりん茎腐敗については、発病とアザミウマ発生が関連している可能性があることから、グループの病害と虫害の研究員が協力して病害発生生態の解明を含めた研究を行っています。また、東北農研では、転炉スラグ



病害虫グループメンバー

を用いて長期間安定的に土壌 pH を矯正することにより土壌病害の被害を低減させる技術を開発し、これまでウリ類ホモプシス根腐病、トマト青枯病、土壌伝染性フザリウム病に対する効果を確認してきました。現在は本技術の普及への対応を行いつつ、他の病害への適用や、他の防除法と組合せたより低コストな防除体系の開発に取り組んでいます。

水稲虫害では斑点米カメムシを対象として、土地利用と害虫発生量の関係について統計モデルを用いてハザードマップを作成し、被害発生リスクを可視化することで効率的防除を目指す研究を実施しています。また、化学合成農業に頼らない害虫管理技術として、トマトにおける土着天敵（タバコカスミカメ）の実用化技術開発を目指し、天敵の温存植物を活用した放飼法の検討を行っているほか、コナガのジアミド系殺虫剤抵抗性発達を遅延させるガイドラインについて、道県での実証を進めつつ、抵抗性診断の迅速化とガイドラインの改良に取り組んでいます。

（病害虫グループ長 善林 薫）



貯蔵中に生じたタマネギの細菌性腐敗



アザミウマ

〒 020-0198 岩手県盛岡市下厨川字赤平 4
TEL 019-643-3524, 3466

研究室紹介

鳥取県農業試験場 環境研究室

鳥取県農業試験場では、水稲、麦類、大豆等の普通作物、水田転作の野菜、飼料作物等を対象として、県独自品種の育成、低コスト農業生産技術の開発、安全・安心で高品質な農産物生産のための新技術開発等に取り組んでいます。

環境研究室は、病害虫部門（病害担当1名、虫害担当2名）と土壌部門（2名）で構成され、室長を含む研究職員6名、現業職員1名および非常勤職員7名が配置されています。また、農業試験場内には病害虫防除所が設置されており、場長が所長を兼任し、環境研究室長および病害虫部門の職員が防除所職員を兼任しています。なお、園芸関係については園芸試験場の病害虫担当者6名が防除所職員を兼任しています。以下に病害虫部門で実施しているおもな研究内容について紹介します。

本部門では、これまでにイネ内穎褐変病、ダイズ紫斑病、斑点カメムシ類、フタオビコヤガ等に関する研究で成果を上げてきました。近年では、薬剤抵抗性病害虫やこれまで問題とならなかった病害虫による被害が発生するようになり、新たな課題となっています。一方、水稲栽培では直播や高密度播種苗が普及し始め、薬剤の使用方法についても対応が求められるなど、病害虫管理技術に関する課題は山積しています。

イネいもち病の薬剤耐性菌対策：平成26年に本病が多発生し、防除所より11年ぶりに警報を発令しました。QoI剤耐性菌の広域発生が多発生の一因であったことを明らかにし、平成27年度より本系統薬剤の使用が中止されました。その後の耐性菌モニタリング調査の結果から、本年度よりQoI剤（本田散布）の再使用が可能となりました。本調査では病原菌の個体識別も深い興味深い結果が得られています。今後も防除暦編成に必要な本調査を継続し、情報提供を行う予定です。

イネもみ枯細菌病の防除対策：本病は苗と穂（もみ）に発病する難防除病害ですが、近年、病原細菌が移植後イネ株の生育抑制と腐敗枯死を引き起こすことを明らかにしました。本症状「株腐敗症（仮称）」はJA育苗センター、大規模農家等の販売苗で大きな問題になるため、発病機構の解明と防除対策の確立に取り組んでいます。また、採種圃などで問題となる「もみ枯症」に対しては、本県で発見した発病抑制微生物の利用について検討しています。

イネ縞葉枯病（ヒメトビウンカ）の防除対策：本病は昭和50年代に問題となったウイルス病ですが、近年、



図-1 イネもみ枯細菌病（左：株腐敗症、右：もみ枯症）



図-2 イネ縞葉枯病



図-3 ヒメトビウンカ



図-4 水田害虫のすくい取り

普及拡大している‘きぬむすめ’で発生が増加し、一部では著しい減収被害も見られています。本病の防除対策は、病原ウイルスを媒介するヒメトビウンカの薬剤防除が中心となります。このため、虫害担当が中心となって取り組んでいますが、発病調査では、病害、虫害の両担当者が合同で調査を行っています。本病は古くて新しい病気のため、初めて見る指導者も多く、研修会などを通した情報提供も積極的に行っています。

マメシクイガの生態解明および防除対策の確立：近年、県内各地で本種によるダイズ被害が見られています。本種は西日本で発生はごく少なく、防除対象外の害虫として位置づけられていました。このため、本種に関する知見は少なく基礎的な生態についても不明でした。そこで、本種の発生生態を明らかにするため、フェロモントラップ調査や多発生条件の解析等を行っています。また、薬剤の防除効果、散布適期等を検討し、防除対策の確立に取り組んでいます。

上記以外にもイネごま葉枯病、オオムギ網斑病、イナゴ類、ダイズカメムシ類、水稲の直播や高密度播種苗における薬剤防除技術等について研究を行っています。これまで病害虫分野の後継者育成が課題でしたが、現在、病害、虫害とも若手研究員が配置され、日々経験を積みながら研究業務に取り組んでいます。今後も役立つ成果が出せるよう室員一丸となって取り組みたいと思います。

（環境研究室長 長谷川 優）

協会だより

○シンポジウム「転換期にたつ植物防疫」

日時：平成30年9月20日（木）10:00～17:30
 場所：日本教育会館「一ツ橋ホール」
 東京都千代田区一ツ橋 2-6-2

主催：一般社団法人 日本植物防疫協会
 開催趣旨：農業競争力強化施策のもと、欧米にならった再評価制度の導入を柱とする改正農薬取締法が成立する一方、ジェネリック農薬参入の動きが活発化するなど、病害虫防除に不可欠な農薬をめぐる情勢は大きな転換期を迎えている。本シンポジウムでは、これら関連する内外の動向を知るとともに、今後の植物防疫推進上の課題を考える。
 詳細は <http://jppa.or.jp/symposium/sympo3009.pdf>

団体だより

○第33回報農会シンポジウム

「植物保護ハイビジョン—2018」—わが国の農業に展望を拓けるか〈新しい技・強くて柔らかい心〉—
 主催：公益財団法人 報農会
 協賛：日本応用動物昆虫学会・日本植物病理学会・日本農薬学会・日本雑草学会
 日時：平成30年10月23日（火）10:00～17:00
 場所：「北とぴあ」つつじホール
 （東京都北区王子 1-11-1）

趣旨：社会、政治・経済、自然のいずれにおいてもグローバルな変化がますます拡大し、いっそう困難な状況に陥りつつある日本の農業だが、先行きの不安をよそに様々な分野で斬新なアイデアと柔軟で折れない心を武器に難問を突破しようと奮闘する人たちの存在はまことに心強い。今回のシンポジウムでは、植物保護分野を中心に、研究の現場、生産の現場にあって難問を克服してユニークな成果を挙げておられる方々に話題提供をお願いした。参加される皆さんともども前向きな議論を深められれば幸いである。<http://www.honokai.org/PDF/Symposium-33-Kouen-Yoshi.pdf>

学会だより

○第38回農薬製剤・施用法シンポジウム

日時：平成30年10月18日（木）13:00～10月19日16:30

広告掲載会社一覧（掲載順）

ファインセーブ普及会……………ファインセーブ
 住友化学(株)……………主要品目
 サンケイ化学(株)……………主要品目
 バイエルクロップサイエンス(株)……………モベント
 イソクラスト協議会……………イソクラスト
 日本農薬(株)……………フェニックス
 日本曹達(株)……………ピシロック
 日産化学(株)……………スターマイト
 石原産業(株)・石原バイオサイエンス(株)……………ランマン・ケンジャ
 アグロカネシヨウ(株)……………土壌消毒剤・線虫防除剤

会場：ピアザ淡海（滋賀県立県民交流センター）
 「ピアザホール」

〒520-0801 滋賀県大津市におの浜 1-1-20

特別講演

「In-can and tank mix drift retardants: A tool to minimize the agrochemical losses caused by drift (provisional)」
 John Aponte (Global Technical Marketing Crop Solutions, Industrial & Consumer Specialties, Clariant International Ltd.)

「農薬封入生分解性キャリアナノ粒子を用いた植物病原菌の防除」
 野村 俊之（大阪府立大学大学院 工学研究科 化学工学分野）

「薬剤施用法をめぐる論点」

藤田 俊一（一般社団法人 日本植物防疫協会）

「水稻の新しい移植栽培法の展開」

藤岡 修（農研機構 農業技術革新工学研究センター）

申込み先

ネオライト興産(株)営業部 第38回農薬製剤・施用法シンポジウム事務局 木村 健市
 〒546-0002 大阪府大阪市東住吉区杭全 7-4-16
 TEL：06-6714-3651 FAX：06-6714-3675
seizai38@neoraito.co.jp

次号予告

次号30年9月号の主な予定記事は次のとおりです。

和歌山県における春どりキャベツの菌核病の防除対策 菱池政志	宮城県における斑点米カメムシ類の県全域調査 大江高穂
ナスミバエの被害回避を可能にするいくつかの知見 谷口昌弘	甘露排泄を利用したアブラムシ類の簡易薬剤感受性検定法 溝部信二
天敵デイゴカタピロコバチの導入に至る経緯とデイゴヒメコバチの生活史から見た最適な放飼時期 安田慶次	トルコギキョウ斑点病の発生生態と防除対策 成山秀樹
ネギアザミウマの異なる生殖系統における合成ピレスロイド剤抵抗性機構と広域的分布 相澤美里	植物防疫講座 病害編 イネごま葉枯病 角田佳則
台湾および中国大陸におけるミカンコミバエ種群の発生の現状 松村正哉	植物防疫講座 虫害編 イネ イナゴ類 城所 隆
中国における水稻害虫防除の実態 Hoss XU・Rong SONG・杉井信次	植物防疫講座 農薬編 ミトコンドリア電子伝達系複合体II阻害剤 多田 功
	研究室紹介：農研機構 中央農業研究センター 病害研究領域 生態的防除G 静岡県農林技術研究所 茶業研究センター 茶環境適応技術科

植物防疫

第72巻 平成30年7月25日印刷

第8号 平成30年8月1日発行
 （通算860号）

平成30年
 8月号

（毎月1回1日発行）

編集発行人 上路 雅子

印刷所 三美印刷(株)
 東京都荒川区西日暮里5-9-8

定価947円
本体877円

平成30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。

チョウ目害虫防除に!

殺虫剤

フェニックス®

®は登録商標

顆粒水和剤

フロアブル

68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)



日本農薬株式会社

東京都中央区京橋1丁目19番8号
ホームページアドレス <http://www.nichino.co.jp/>

- 使用前にはラベルをよく読んでください。
- ラベルの記載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。
- 使用後の空容器・空袋等は圃場などに放置せず、適切に処理してください。

べと病、疫病、白さび病を ピシッとロック!

新発売

農林水産省登録 第23952号

殺菌剤

ピカルブトラゾクス水和剤

ピシロック® フロアブル



🔒 新規有効成分ピカルブトラゾクス配合!(FRACコード U 17)

🔒 収穫前日まで使える!(はくさいは収穫3日前まで)

【登録作物】

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



HPはこちらから



日本曹達株式会社

東京都千代田区大手町2丁目2番1号
☎(03)3245-6178 FAX(03)3245-6084
<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。

作用点まで しっかり届く!

殺ダニ剤
スターマイト[®]
70777ル



殺ダニ成分「シエノピラフェン」配合

だから…

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

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

 **日産化学株式会社**

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

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

べと病、疫病に優れた効きめ!

適用作物が広く、さらに使いやすくなりました。

園芸用殺菌剤

ランマン[®]フロアブル

- 茎疫病、根こぶ病、白さび病、褐色腐敗病、根茎腐敗病等に優れた効果。
- 天敵類やハチにも影響が少なく、IPMIに適しています。



灰色かび病・菌核病に 賢い選択・賢く防除

新規殺菌剤

ケンシヤ[®]フロアブル

- 薬剤感受性低下菌にも有効です。
- 子のう菌類、不完全菌類に活性を示します。



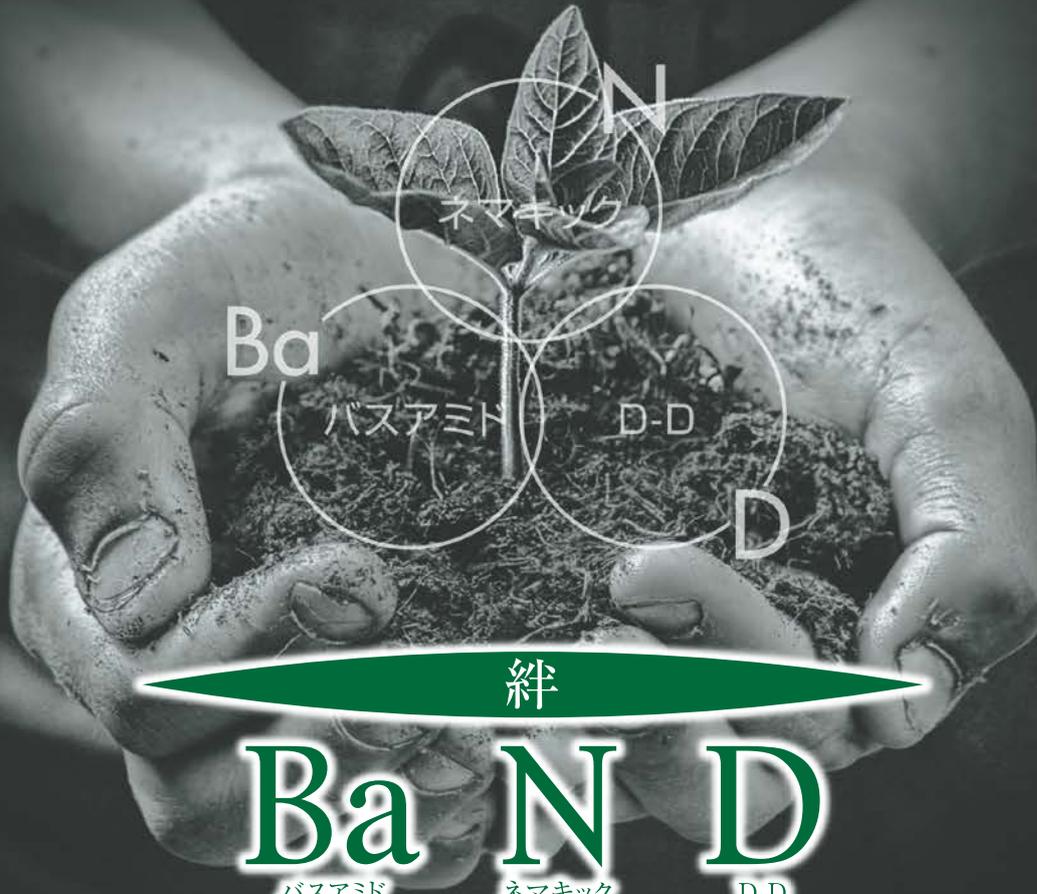
ISK 石原産業株式会社

ISK 石原バイオサイエンス株式会社
〒102-0071 東京都千代田区富士見2丁目10番2号

ホームページ アドレス
<http://ibj.iskweb.co.jp>

ISHIHARA
BIO
SCIENCE

ここから、ここ作物。



絆

Ba N D
バスアミド ネマキック D-D

で土壌を守る。

アグロカネショウの土壌消毒剤

線虫問題にケリをつける!!

土壌病害・雑草防除に!

土壌センチチュウ防除に!



ネマキック®
粒剤



バスアミド®
微粒剤

D-D®

アグロ カネショウ
の
土壌分析

化学性や生物性の土壌診断を行います。

土壌の
養分分析

線虫や
菌の密度

土壌分析の詳細や申込みについては▼

アグロ カネショウ土壌分析室 [0296-21-3108] まで



アグロ カネショウ株式会社

東京都港区赤坂4-2-19
<http://www.agrokanesho.co.jp>

■製品のお問い合わせ

アグロ カネショウ(株)お客様相談係
04-2944-1117

