

植物防疫

Plant Protection

4

2023
VOL.77



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

サンケイ

園芸用殺虫剤

登録番号：第24054号

有効成分：

脂肪酸グリセリド…75.0%

スピノサド……………5.0%

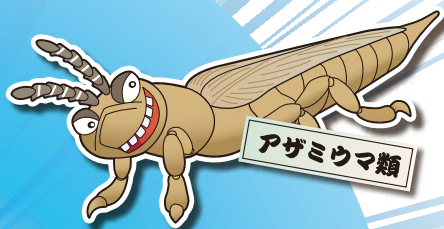
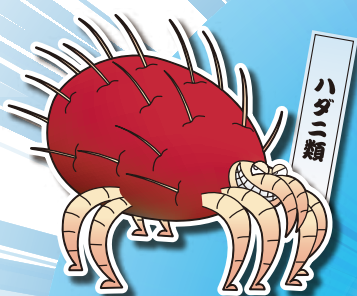
殺虫剤分類 一，5

ダブルシューター™ SE

天然由来
2成分の

園芸作物の主要害虫に

ダブルのパワーで効く！



- 天然由来2成分(脂肪酸グリセリド+スピノサド)の相乗効果！
- 主要害虫の同時防除が可能！
- 薬剤感受性が低下した害虫にも高い効果！
- コナジラミ類の全ステージ(卵・幼虫・成虫)に優れた効果！

※ダブルシューターSEはネギハモグリバエのB系統にも高い効果を示します。

※登録作物：トマト・ミニトマト・ナス・ピーマン・きゅうり・すいか・メロン・いちご・ねぎ・花き類・観葉植物

ダブルシューターSE紹介



サンケイ化学株式会社

本社：鹿児島県鹿児島市南栄2丁目9 TEL 099-268-7588

東京営業部：埼玉県深谷市幡羅町1丁目13-1 TEL 048-551-2122

<https://www.sankei-chem.com/>

TM コルテバ・アグリサイエンス
ならびにその関連会社商標



速く効く。
あの害虫にも効く。
だから、
収量に差がつく。



無処理 残葉率 0%



A剤 残葉率 20%



グレースシア乳剤 残葉率 90%

食害される前に駆除できる。*

野菜・
茶用
殺虫剤

グレースシア[®]乳剤



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

*1 作物によって適用害虫は異なります。詳しくはグレースシアホームページをご覧ください。

*2 効果は害虫の発生密度や天候、栽培環境等によって異なる場合があります。

※ グレースシア乳剤のハスモンヨトウ終齢幼虫に対する速効性試験 2018年日産化学生物科学研究所（社内試験）

【試験方法】虫体浸漬、処理1時間後飼入、20時間後撮影



お客様窓口

TEL.03-4463-8271
(9:00~17:30 土日祝日除く)

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



日産化学株式会社

まったく新しい作用性で、
やっかいな害虫も
見逃さない！

新しい効き目で、
行き場なし。



- 難防除害虫に安定した効果
- 幅広い吸汁性害虫に有効
- 優れた浸透移行性と長期の残効性
- 1製剤で2つの使い方



詳しい
製品情報は
こちらから



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

®モベントはバイエルグループの登録商標

バイエル クロップサイエンス株式会社

お客様相談室 ☎ 0120-575-078 9:00~12:00, 13:00~17:00 土日祝日および会社休日を除く

新規有効成分 キノプロール含有

ミキワ[®]20
フロアブル

農林水産省登録
第24408号

キノプロール
KINOPROL[®]
ACTIVE INGREDIENT



ミキワ
病害を水際でブロック!

- **新規作用機構**で既存剤の耐性菌まで防除。
- **浸透移行性**に優れ、しっかり予防。

登録
作物

りんご、なし、おうとう、もも、ネクタリン、
小粒核果類、かき、ぶどう、かんきつ、茶



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
お問合せ (03)3245-6178(平日9~12時, 13~17時)



最新の登録内容

®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。

目 次

巻 頭 言

農薬の開発とマーケティングに携わって

—これから求められるものは何だろう 明確な目標をもって臨みたい— …… 郡嶋 浩志 1

時事解説

2023 年度植物防疫事業・農薬安全対策の進め方について

…………… 農林水産省 消費・安全局 植物防疫課, 農産安全管理課 農薬対策室 2

令和 5 年度植物防疫研究課題の概要

…………… 農林水産省 農林水産技術会議事務局 研究開発官 (基礎・基盤, 環境) 室 10

研究報告

コナラ属・クリ混交林におけるクリシギゾウムシの寄主利用と生活史 …… 檜垣 守男 15

奈良県におけるキクベと病の発生状況および殺菌剤と高温・温湯処理による防除効果

…………… 芳田侃大・浅野峻介 22

新技術解説

ミカンバエのマイクロサテライトマーカーの開発とその利用

…………… 日本典秀・Pattara OPADITH・小野 肇・檜原 稔・岡崎芳夫・東浦祥光 27

圃場毎の土壌病害の発病ポテンシャルを診断する AI アプリ「HeSo+」の開発 …… 吉田 重信 31

ニホンナシ栽培支援システム「梨なびアプリ」の開発と利用 …… 鶴岡康夫・青木 由・押田正義・桑田主税 36

果樹防除の基本となる「病虫害防除暦」の考え方

茨城県におけるナシ病虫害防除例作成の考え方 …… 小河原 孝司 44

新農薬の紹介

新規殺菌剤プロチオコナゾールの特長 …… 内田 聡 48

研究室紹介

山形県農業総合研究センター 水田農業研究所 …… 佐藤 智浩 54

書 評

増補改訂版 植物医科学実験マニュアル …… 富田 恭範 55

世界の農薬メーカーの動向—2022— …… 曾根 信三郎 56

農林水産省プレスリリース (2023.2.1~2023.2.28) 35

新しく登録された農薬 (2023.2.1~2023.2.28) 9, 14

登録が失効した農薬 (2023.2.1~2023.2.28) 21

発生予察情報・特殊報 (2023.2.1~2023.2.28) 26

【表紙写真】

上段：クリシギゾウムシのメス成虫

中段：クリシギゾウムシの被害果 (左), ナシ黒星病の被害果 (右)

下段：カンキツ未成熟果に産卵するミカンバエ雌成虫

私たちの多彩さが、
この国の農業を笑顔にします。



殺虫剤

**ロビンフッド デリアナ プレオ® スミチオン® ダントツ®
パダン® アディオン® アグロスリン® ロディー® エスマルグ®**

殺菌剤

新規剤 **カサメ** ニマイバー スクレア ピクシオ ベネセット®
ベンレート® ブラシ® スミレックス® リンバー® ブリダシン® スターナ®

水稻用箱処理剤

新規剤 スタウト アレス 新規剤 スタウト アレス モンガレス
新規剤 アレス 新規剤 アレス モンガレス スタウト ダントツ® スタウト パディート®
ハコナイト® 箱将軍® 箱いり娘® 箱大臣® 箱王子®

水稻用除草剤

新規剤 **ゼータジャガー®** 新規剤 **バットウZ** 新規剤 **ゼータプラス®** **マズラオ®**
ゼータタイガー® **メガゼータ®** **忍®** **ズエモン®** **オサキニ®**

植物成長調整剤

住友ジベレリン® ロミカ® スミセブnP® フルメット®

®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。



〒103-6020 東京都中央区日本橋2丁目7番1号
お客様相談室 0570-058-669
農業支援サイト **農力** <https://www.i-nouryoku.com>
住友化学アグロ事業部



大地のめぐみ、まっすぐ人へ
SCC GROUP



住友化学

巻頭言

農薬の開発とマーケティングに携わって —これから求められるものは何だろう 明確な目標をもって臨みたい—

BASF ジャパン株式会社 ぐん郡 しま嶋 こう浩 し志



農薬業界にお世話になって39年目を迎えた。会社に入社した当時と現在とでは農薬の研究・開発、登録にかかわる技術や法令はもちろんだが、さらにマクロから見た経済、国際関係、自然環境等大きな状況の変化を感じている。農薬開発の過去を振り返って、特に記憶が甦るのは1990年代で、高性能な有効成分や新規製剤が多数創出され、農作業の省力化と農作物の生産性向上をもたらした時期であった。またM&Aによる業界再編が盛んになった時期でもあった。私はその当時、新規殺虫剤探索の業務を与えられ、参考文献や業界諸氏の助言等を頼りに孤軍奮闘、試行錯誤（暗中模索であったかも）を繰り返していた。この38年、R&Dとマーケティングを行ったり来たりしているが、今思えばマーケティングで市場調査や現場からの需要情報を得て、それに応える目標設定を設け、研究・開発に自分で従事できるという恵まれたポジションを与えていただいたと思う。幸いにして、数剤の化学合成殺虫剤の選抜、開発、登録、ポジショニング等にかかわることができた。これまで化学合成による農薬の開発は、リード活性物質を起点に最適有効成分の合成・選抜、ガイドラインに沿った安全性さらに製剤・製造性を付与して創りあげてゆくプロセスが通常の方であった。しかし今はさらなる目標としてSDGs、ESG投資そしてみどりの食料システム戦略に応えることができる新剤の開発が求められている。日本国内では抵抗性管理や侵入病害虫、帰化雑草等の課題はあるものの、高度な栽培技術、防除技術の進歩による農作物の高品質・安定生産の域に達していると感じる。そのような状況を維持しながら、さらに環境負荷を軽減するために、これから何に力を注ぐべきなのだろうか。少水量散布、種子処理、天然物、天敵、RNA農薬、バイオスティミュラント、ナノテクノロジー、品種改良、耕種的防除等の技術をベースにした防除資材の開発やロボティクス、AI、IoT等を利用した施用技術など、いくつもの先進的技術の選択肢があるなか、優先順位をつけることは容易ではないが、公的研究機関、大学、民間企業等それぞれの得意分野でのイノベーションをさらに追求し、調和のとれたコラボレーションが構築されていくことを期待したい。

私が時折思い出すのが、30年ほど前になるが、会社主催のプロジェクトマネジメント研修に参加した折、ピーター・ドラッカーの1954年の著書「経営の実践」からの抜粋された3人の石工のはなしだ。ある旅行者が3人の石を切り出している石工に出くわし、それぞれに

何をしているのか尋ねた。1人目は「私は石を切って生計を立てています。」と答えた。2人目は手を休めることもなく石を叩き続け、「私はこの国で最高の石切りの仕事をしています。」と答えた。3人目は手を休め、旅行者を見上げ、「私は大聖堂を建てています。」と言ったそうだ。最初の石工は、給料を得るために仕事をしている。2人目の石工は、最高技術をもって石を切り出しているが、最終目的が不明確で、最後に訪れる大聖堂の絵は見えていない。3人目の石工は、大聖堂建造の壮大な目標を達成するために、自分の果たす役割を理解して仕事をしている。3人目の石工は、石を切り出すことのできるスキルが大聖堂建造プロジェクトで重要な役割を果たしていると思って仕事をしていると解釈できる。どの石工がよいか、そうでもないかは、個々人の観点から賛否あると思うが、大きな大聖堂建造プロジェクトを達成するためには、3人目の石工の考え方が、目標達成には必要であると思う。さらに言えば、担当する業務はプロジェクトの一部であっても、目指すところが見えてることが成功につながる。このドラッカーの寓話は、プロジェクトのメンバーがグループ内で個々の役割と目的を理解し業務に従事することが大切であるということを言っている。

新規薬剤の開発も同様、将来の市場での需要を予測し、具体的・明確な目的と目標を、部門を超えて共有しておくことが肝要である。情報過多な時代にあって必要な情報だけを選択するのは容易ではないが、明確な目標があれば、そこへ到達するための情報選別は進めやすくなり、ロードマップも組み立てやすくなる。目標設定は、その目標が、魅力的で説得力があり、そしてチャレンジ精神を掻き立て、達成できたときの絵を思い浮かべることができるようなものであれば、担当者全員のモチベーションを上げることも可能だと思う。

私も民間企業の一員として、明確な目標をもって、SDGs、みどりの食料システム戦略の目的達成のために、病害虫防除、作物生産の面から貢献できればと思っている。この大きな環境変化の状況下で、だれも無関心・他人事ですまされない時代になったのだから。最後にSDGsで頻繁に引用される渋沢栄一の言葉から『正しい道理の富でなければ、その富は完全に永続することができない。したがって論語（道徳）と算盤（経済）を一致させることが今日の大切な務めである。』。

（「植物防疫」編集委員）

時 事 解 説

2023 年度植物防疫事業・農薬安全対策の 進め方について

農林水産省 消費・安全局
植物防疫課、農産安全管理課 農薬対策室

はじめに

近年、温暖化による気候変動等に伴う有害動植物の侵入・まん延リスクの高まり、化学農薬に対する抵抗性の発達やその使用による環境への負荷、農林水産物・食品の輸出拡大に伴う植物防疫官の輸出検査業務の急増など、植物防疫をめぐる状況は複雑化している。

これらを背景として、昨年5月、植物防疫法の一部を改正する法律が公布された。前回1996年の改正以来、26年ぶりの改正となる。法の施行日は本年4月1日とされ、省令、告示等の整備が進められているが、今後は、改正植物防疫法に基づく措置を着実に推進していく必要がある。

農薬の安全対策については、国際的動向などを踏まえた農薬登録制度の見直しや最新の科学的知見に基づく評価を実施するとともに、農薬使用者に対して、適正使用などを徹底していく必要がある。これにより、生産者に対してより安全で効果の高い農薬を供給するとともに、最終的には、消費者に安全で高品質な農畜産物を安定的に供給していくことができる。

2018年12月および2020年4月に施行された、農薬取締法の一部改正は、こうした施策の実現に寄与するものである。今後も、より安全で効果の高い農薬の供給を促進するため、農薬に係る規制について不断の見直しを行っていくこととしている。

I 2023 年度予算編成について

植物防疫対策に関する2023年度予算においては、以下の内容の概算決定がなされたところ。

①改正植物防疫法に新たに位置づけられた総合防除を推進するため、効果的な病虫害防除による生産力の向上と、環境負荷の軽減を通じた農業生産の持続性の確保の両立に資する、総合的な防除の推進に必要な技術の実証等を支援する。また、IoT等の活用により収集した

幅広い地域の病虫害情報をもとに、AIを活用した発生予測シミュレーションモデルによる精度の高い発生予測を行い、迅速に情報を発出するための取組を支援する。さらに、総合的な防除の普及のため、指導者の育成に必要な研修等を支援する。

②ジャガイモシロシストセンチュウ等の国内未発生の重要病虫害について、定着およびまん延防止を図るため、初動防除や植物防疫法に基づく緊急防除等を実施する。

③病虫害防除所が、発生予測事業および侵入調査事業を実施するための経費等を交付する。

④臭化メチルの代替剤として有望なヨウ化メチルを早期に輸入検疫現場に導入するため、飼料作物に対する農薬登録に必要な安全性等に係る試験データの整備を促進する。

⑤我が国からの農産物の輸出促進に向け、相手国が求める植物検疫上の要求事項を速やかに満たすための体制の構築を図る。

一方、農薬安全対策に関する2023年度予算(概算決定)は以下のとおり。

①農薬使用者や販売者への講習・指導、農作物や土壌等への残留状況の調査、残留農薬基準値超過事案の原因究明および再発防止、農薬による蜜蜂の被害を軽減するための対策の確立、埋設農薬の処理に係る行動計画の管理、作物群での農薬登録推進のための試験、農薬登録に必要な試験の信頼性確保に向けた試験従事者等への農薬GLPに係る研修、果樹等の永年作物における作物残留試験が実施可能となるよう、農薬GLPに適合したほ場の環境整備(ほ場の借上げ、苗木の購入)等について、昨年度に引き続き支援する。

②農薬使用者や蜜蜂への影響評価等、農薬の安全性に関する評価の充実に必要な調査・試験、被覆を必要とする農薬の使用時におけるリスク低減に関する研究を引き続き実施する。

II 総合防除 (IPM) の推進について

近年、温暖化等の気候変動を背景として、病虫害の発生地域の拡大、発生量の増加、発生時期の早期化等によ

Government Projects on Plant Protection in 2023.

(キーワード：みどりの食料システム戦略、植物防疫事業、農薬安全対策事業)

り、従来の対策では防除が困難な事例が出現している。また、環境負荷低減に資する防除対策の検討が進められる一方で、薬剤抵抗性病害虫（コナガ、ハダニ類、リンゴ黒星病など）、土壌病害（タマネギべと病、サツマイモ基腐病など）などの難防除病害虫の被害が顕在化している。

また、2021 年 5 月に「みどりの食料システム戦略」が策定された。この中で、化学農薬使用量（リスク換算）について、2030 年までに 10%低減、2050 年までに 50%低減するとの目標が掲げられた。2022 年 7 月には当該戦略を実現するための法制度である「みどりの食料システム法（環境と調和のとれた食料システムの確立のための環境負荷低減事業活動の促進等に関する法律、令和 4 年法律第 37 号）」が施行された。

こうした状況の変化や政策に的確に対応するため、植物防疫法を改正し、化学農薬のみに依存しない、発生予防を中心とした総合防除を推進する仕組みを構築した。具体的には、農林水産大臣が指定有害動植物の総合防除を推進するための基本的な指針（総合防除基本指針）を定め、都道府県知事が当該基本指針に即して、地域の実情に応じた総合防除の実施に関する計画（総合防除計画）を定めることとなった。さらに、改正法では、都道府県知事は、総合防除計画において、農業者が遵守すべき事項を定めることができる。総合防除基本指針は令和 4 年 11 月 15 日付け農林水産省告示第 1862 号で策定し、2023 年度中には全ての都道府県で総合防除計画が策定されるよう必要な助言を行うこととしている。

また、法改正により、総合防除を推進すべき指定有害動植物を、作物と病害虫の組合せにより、計 157 種（害虫 92 種、病菌 65 種）指定した。このうち、発生予察事業の対象となる指定有害動植物は 148 種とし、従来の計 111 種（害虫 62 種、病菌 49 種）から大幅に拡充した。

さらに、産地に適した総合防除体系の検証や栽培マニュアルの策定、総合防除の普及のための指導者の育成の取組等について支援を行うこととしている。

III 発生予察事業について

我が国の安定的な農産物の生産のみならず、消費者が求める高品質な農産物の供給には、病害虫の防除は不可欠である。国および都道府県は、生産者が病害虫防除を適時適切に行えるよう、農作物に重大な被害を与える病害虫の発生動向等を調査して、その後の病害虫の発生による農作物の損害の発生を予察し、それらに基づく情報を生産者等に提供している。

2023 年度からは、新たに指定有害動植物となった病

害虫のうち、トマト黄化葉巻病、チャトゲコナジラミ等の 37 種を対象として、国の発生予察事業を開始する。

近年、発生状況の調査を実施する病害虫防除所では、業務が増加傾向にある中、調査に必要な人員配置や、所内の技術伝承が困難になることが懸念されている。このため、これまでのように地域内の各産地に足を運んで調査を行い、気象情報等の関連データを統計解析することによって行っている発生予測を、より省力的なものに転換していくことが必要となっている。

こうした状況に対応するため、2020 年度より、現行の病害虫防除所の体制であっても病害虫発生に係る情報量を増大し、予察精度の向上や迅速でよりきめ細やかな地域ごとの情報の提供が可能となるよう、AI、センサー等による自動カウントフェロモントラップやドローンによるセンシングの発生調査での活用と、収集した病害虫発生情報や気象情報、統計情報等を活用した病害虫発生予測シミュレーションモデルの確立による精度の高い発生予察情報の提供に向けた実証事業に取り組んでいる。

IV 農薬等の空中散布を巡る状況について

有人ヘリコプターや無人ヘリコプター等の無人航空機を用いた農薬等の空中散布は、防除作業を省力化する重要な手段として実施されている。特に無人ヘリコプターについては、1991 年に農薬散布が実用化されて以来、2020 年度には散布面積が 100 万 ha、普及台数は約 2,800 台となるなど、その利用は大きく増加してきており、農産物の安定生産において重要な役割を担っている。

無人航空機による農薬等の空中散布にあつては、2015 年 12 月に航空法が一部改正され、事前の国土交通大臣の許可・承認が必要となった。

また、2019 年には、農業分野におけるマルチローター式の無人航空機（以下、「ドローン」という。）の利用拡大への期待の高まりを受け、閣議決定された規制改革実施計画に基づき、農薬の空中散布等の物件の投下を行う飛行の際に求められる補助者の配置義務等の規制の見直しが行われた。

さらに従前の技術指導指針を廃止し、新たにガイドラインを策定し、「農薬の安全使用に関する事項」については、引き続き農林水産省において指導を行うとともに、「航空安全に関する事項」にあつては、国土交通省での手続に一元化した。

一方で、無人航空機を用いた空中散布時の事故が毎年報告されており、これらの多くは、ほ場周辺の状況を把握する事前の実地確認が行われていなかったことや、ほ場間の移動やそもそも空中散布を行うことが困難なほ場

において機体を飛行させるなどの危険な飛行を行ったことなど、実施者の人為的なミスが主な原因と考えられている。また、散布区域周辺への周知、風向き・散布方向を考慮した農薬の飛散防止対策等を講じるなどの農薬の安全かつ適切な使用も重要となる。このことを踏まえ、農林水産省では、散布作業の安全対策に反映させるため、これまでの事故の原因に基づく、事故防止のポイントを整理して周知を行うとともに、前述のガイドラインによりその安全確保について利用者等への指導の徹底を図ることとしている。

なお、2022 年 6 月には、航空法違反事案や事故発生時に確実に所有者を把握し、原因究明や安全確保上必要な措置の確実な実施を図るため、無人航空機の所有者・使用者の登録制度を創設する改正航空法が施行され、既に無人航空機の登録が義務化されている。さらに、2022 年 12 月には、「有人地帯での補助者なし目視外飛行」いわゆるレベル 4 飛行の実現に向けた制度として、新たに無人航空機の機体認証、操縦ライセンス制度等も創設・施行されている。

V マイナー作物やドローンによる 散布への農薬の適用拡大について

地域特産作物は、地域において収益性の高い農業経営を確立するうえで重要な品目であり、その生産振興が図られている。一方、地域特産作物のうち、薬用作物等の生産量が少ない作物（以下、「マイナー作物」という。）は、効果的な防除対策が確立されていることは少なく、特に、使用可能な登録農薬が限られていることが多いことから、このことが生産拡大の支障となっている。このため、マイナー作物について、安定的かつ高品質な生産を推進するためには、農薬の登録の促進（適用拡大）に取り組むことが必要である。

このため、2013 年度からマイナー作物での農薬の適用拡大の加速化を図るため、民間団体などが行う農薬の適用拡大に必要な薬効・薬害および作物残留試験の実施に対する支援を行っており、2023 年度も引き続き農薬の適用拡大に必要な当該試験実施への支援を行うこととしている。

一方、マイナー作物の生産拡大のみならず、無人航空機を活用した安全・適正な農薬散布の推進、薬剤抵抗性病害虫等の課題への対応について着実な推進を図るために、病害虫防除体系の確立や農薬登録の推進が重要となっている。これらの課題に円滑かつ迅速に対応するため、関係機関・団体から構成される病害虫防除・農薬登録推進中央協議会（2015 年 9 月設立）を活用し、各都

道府県から収集したマイナー作物や無人航空機の利用に係る農薬登録要望等の情報共有、薬剤抵抗性病害虫等の生産現場における課題の解決に向けた技術的な対応の検討や都道府県等への情報提供等を行うこととしている。

また、作業の省力化や効率化が図られると期待が高まっているドローン等の無人航空機については、野菜・果樹等でも使用可能な農薬登録の拡大が強く要望されている。このため、農林水産省では 2019 年 3 月に農業用ドローンの普及に向けて「農業用ドローンの普及計画」を設定し、その中で、2022 年度末までの 4 年間でドローンに適した農薬の登録を新たに 200 剤増加させることを目標とし、現場ニーズを農薬メーカーに通知して登録申請を促すとともに、産地と農薬メーカーのマッチングや地域における登録試験実施への支援を通じて、その適用拡大を推進してきた（2023 年 1 月現在、482 剤追加）。

なお、農薬の適用拡大にあたっては、農薬製造業者等へ情報を共有するだけでなく、産地のニーズに基づいて、都道府県、産地、農薬製造業者等が連携しながら、登録申請に向けて必要な試験に取り組むことが重要である。

VI 植物検疫に関する国際情勢について

国際植物防疫条約（IPPC）の下では IPPC 第 10 条に基づき植物検疫措置に関する国際基準（ISPM）が策定されており、これまで（2023 年 1 月末時点）に No. 47 までは策定されている。現在、「ISPM No. 46 付属書 マンゴウ生果実の国際移動」、「ISPM No. 23 付属書 栽培地検査」等の新たな ISPM 案の検討が進められている。ISPM は SPS 協定に基づく植物衛生のための国際基準であり、各国は原則として ISPM に基づいた植物検疫措置をとる必要があるため、我が国としては、議論の状況を継続的に把握しつつ、科学的な検証や、IPPC 国内連絡会等を通じた国内関係者との意見交換を行い、技術的妥当性や実行可能性の観点から、必要な意見を積極的に提供し、ISPM の策定過程に積極的に参加することとしている。

IPPC の枠組みでは基準の策定だけでなく、加盟国によるその実施を確保するため、実施・能力開発委員会において、手引書の作成、技術支援を通じた各国の能力向上等の取組も進められている。

また、2021 年に開催された IPPC 総会において、2020 年から 2030 年までの IPPC の枠組みにおける活動戦略を定めた IPPC 戦略フレームワーク 2020-2030 が採択され、本戦略フレームワークに沿って、電子植物検疫証明書の交換の実施、品目または経路ごとの ISPM の策定、第三者機関の活用、植物衛生における気候変動の影響お

よび対応などの八つの開発議題に取り組むこととされた。現在、これらの実行に向けた計画を策定しているところである。

VII 植物検疫の諸課題について

1 国内検疫について

農業生産に多大な被害を与える重要な病害虫の侵入・まん延を防止するためには、輸入時のいわゆる「水際」での検疫措置のみならず、国内においても適切な対策を実施することが重要である。

具体的な取組として、これらの病害虫の侵入を可能な限り早期に把握し、防除・封じ込めを迅速・的確に行うことにより定着・まん延を未然に防止することを目的として、都道府県および植物防疫所は、全国の生産地や輸入港等において、ミカンコミバエ種群、火傷病菌等を対象とした侵入警戒調査を実施してきたところであるが、より早期に病害虫の侵入を把握するため、今般の法改正において全国で斉一的に病害虫の調査を実施することができるよう侵入調査事業を新たに規定するとともに、これを補完すべく、農業者などが病害虫の国内への侵入を認めた場合の通報義務を規定した。

また、2012 年 5 月より、我が国未発生 of 病害虫が新たに国内で発生した場合は、「重要病害虫発生時対応基本指針」に基づき、植物防疫所が都道府県の協力を得てその発生状況等を調査し、病害虫のリスクに応じた防除対策等を実施している。現在、緊急防除が必要となった場合には、防除の内容を告示してから 30 日間の事前周知期間を設けることが必要とされているが、農作物への損害等を抑えるためには、緊急防除を早期かつ機動的に行うことが重要である。このため、今般の法改正において、緊急防除の対象となる病害虫について、防除の内容などを規定した緊急防除実施基準をあらかじめ作成した場合には、緊急防除を行う際の事前周知期間を 10 日間へと短縮できることとした。このほか、事前周知を実施するいとまがない場合に実施することができる緊急措置命令の内容に、栽培規制、移動規制および物品、倉庫の消毒などの措置を追加した。

現在、国内で発生が確認された重要病害虫に対しては、植物防疫法に基づく緊急防除等の防除対策を講じている。このうち、2016 年以降、緊急防除を実施しているジャガイモシロシストセンチュウについては、北海道網走市、斜里町および清里町の一部地域を防除区域として、発生ほ場における寄主植物の作付け禁止や寄主植物の移動制限等を実施するとともに、対抗植物の植栽等により密度低減を図り、まん延防止に努めている。

また、2018 年以降、緊急防除を実施しているテンサイシストセンチュウについては、長野県諏訪郡原村の一部地域を防除区域として、発生ほ場における寄主植物の作付け禁止や寄主植物の移動制限等を実施するとともに、土壌消毒等により密度低減を図り、まん延防止に努めている。2021 年度末をもって緊急防除を終了することとしていたが、一部のほ場で防除が終了しなかったことから、緊急防除を延長し、防除対策を継続している(2023 年度末まで)。

我が国への侵入を警戒しているミカンコミバエ種群については、前年度に比べ低い誘殺状況で推移したが、2022 年度も沖縄や九州本土で誘殺が続き、果実への幼虫の寄生も確認されたことから、植物防疫所では、県、市町村等と協力して、テックス板(誘殺板)の設置や航空防除等の初動防除を実施した。近年、ミカンコミバエの誘殺地点や誘殺時期が変化していることから、飛来状況等について分析を行い、侵入警戒体制の強化を検討しているところである。

2 植物防疫所の体制等の整備について

植物防疫所では、植物検疫業務を適正かつ円滑に行うため全国に 5 本所、16 支所、35 出張所の体制のもと、人員配置を行っており、2023 年度末の植物防疫官数は 984 人となる予定である。

2022 年度においては、植物防疫法の改正を踏まえ、国内未発生 of 有害動植物を対象とした侵入調査事業に対する国内検疫体制、有害植物に追加された雑草に係るリスク分析体制の整備を図るとともに、主要空港および地方空港における旅客携帯品の検査体制について強化を図ることとしている。

3 輸出植物検疫の取組について

植物検疫については、輸出に関する相手国の規制等の緩和・撤廃に向けた取組を戦略的に行うこととしており、検疫上の理由により輸出ができない、あるいは検疫条件の厳しい国・地域や品目について、農林水産大臣が本部長を務める「農林水産物・食品輸出本部」の下で策定された「農林水産物及び食品の輸出の促進に関する実行計画」に盛り込まれた輸出先国および品目から優先的に協議を行うこととしている。また、既に検疫条件が整い、輸出が可能な国・品目については、相手国の検疫条件等の情報提供、栽培地・集荷地における輸出検疫の実施等により輸出検疫の利便性向上に取り組んでいるところである。また、拡大傾向にある輸出検疫に対応するため、植物防疫法の改正により、農林水産大臣の登録を受けた大学の研究機関や民間の検査機関等においても輸出検査の一部を実施することが可能となることから、今

後、制度の周知・働きかけ等を通じて、登録検査機関を活用し、輸出検査の円滑化を図ることとしている。

(1) 解禁要請から植物検疫条件の協議

検疫協議については、技術的な協議を積み重ねた結果、2022 年 3 月にインド向けりんごの輸出解禁を実現した。

2023 年度も引き続き、インド向けスギ材、米国向けさくらの切り枝、ベトナム向けぶどう、タイ向けかんきつ類、玄米、メキシコ向け精米等の輸出解禁・条件緩和の実現に向けて、技術的な協議を積み重ねていく。

(2) 輸出促進に向けた輸出植物検疫の利便性の向上

農産物の輸出にあたっては、輸出先国の植物検疫条件に合致させることが重要である。植物防疫所では、産地や輸出者等に対し、各国の輸入規則情報等を定期的に更新し、輸出先国の植物検疫条件の早見表を作成する等の情報発信を行っているところである (<http://www.maff.go.jp/pps/j/search/detail.html#yusyutu>)。

これに加えて、さらなる輸出の拡大に向け、増加する訪日外国人に我が国の農産物をおみやげとして持ち帰ってもらうことを目的として、植物検疫条件を記載したリーフレット (10 か国語 ; <http://www.maff.go.jp/pps/j/guidance/leaflet/index.html>) の作成・配布や、主要空港において輸出検疫カウンターでの検査対応 (6 空港 7 か所) を行っている。

(3) 輸出関係の予算事業の実施

輸出植物検疫に係る予算事業としては、「植物検疫上の要求事項を満たすための体制の構築事業 (100 百万円)」を引き続き実施する。今年度は①輸出先国が種苗類等に要求する PCR 等の精密検査を行えるようにするための新規の検査プロトコルの開発または既存の検査プロトコルの改善、②輸出先国が重要病害虫の発生実態の調査等を求める場合に迅速に対応できるよう、国内における重要病害虫の発生実態を調査し、調査方法の資料等を作成、③輸出植物検疫協議の円滑化のため、我が国における病害虫管理等の情報を輸出先国に視覚的に説明する資料の作成、④輸出先国が侵入を警戒する病害虫に対して、現場のニーズに対応した新たな検疫措置の確立に向けた科学的データの収集・蓄積を行う。

4 輸入植物検疫の見直し

農産物の生産等に被害を及ぼす病害虫の侵入を効果的かつ効率的に防止するため、海外での発生情報等を踏まえ、病害虫の侵入・まん延の可能性や、まん延した場合に農業生産に与える経済的被害について評価し、適切な検疫措置を検討する病害虫リスクアナリシスを行うとともに、その結果に基づいて侵入を警戒すべき病害虫の見

直しや検疫措置の見直し等を実施している。

また、今般の法改正により、輸入の制限 (法第 6 条第 2 項) の規定が見直され、規則別表 1 の 2 に栽培地検査以外の輸入検疫措置を規定することが可能となったことから、検疫有害動植物のリスクに応じた輸入検疫措置の実施が前提となるよう規則別表の枠組みの見直しを行った。

VIII 農薬安全対策の一層の推進

1 農薬登録制度の国際調和

登録を受けた農薬でなければ製造・販売・使用できず、定められた使用方法を遵守しなければならないという農薬登録制度の枠組みは、我が国を始め、先進各国で共通である。農薬の人の健康や環境に対する影響の評価方法については、科学の進歩に伴い見直すことが必要であり、我が国でも、農薬の規制に関する国際的動向などを踏まえ、農薬登録制度の見直しを進めている。2018 年には、再評価制度の導入や、農薬の安全性に関する審査の充実等により農薬の安全性について一層の向上が図られるよう農薬取締法を一部改正した。

また、このような取組により、農薬登録制度の国際調和が進み、国内農薬メーカーの海外展開が容易となったり、海外でも早期に残留基準値が設定されることで、農産物の輸出促進にもつながることも期待される。

(1) 再評価制度

同一の有効成分を含む農薬について、一括して定期的に、最新の科学的知見に基づき安全性などの再評価を実施する。すべての既登録農薬について、有効成分ごとに順次再評価を行うこととしており、おおむね 15 年ごとに再評価を実施する。2021 年度より、人の健康や環境に対する影響の大きさを考慮し、国内での使用量が多い農薬を優先して再評価を進めている。再評価の結果を踏まえ、必要に応じて登録の見直しを行う。なお、再評価対象農薬と再評価に係る資料の提出期限や再評価の審査の実施状況については、農林水産省ホームページで公表している。

(農薬の再評価 : <https://www.maff.go.jp/j/nouyaku/saihyoka/index.html>)

(2) 農薬の安全性に関する審査の充実

2020 年 4 月から、農薬使用者への影響評価について、毒性のみでなく、使用方法に従って農薬を使用したときに、皮膚や吸入を通じて摂取する暴露量を考慮したリスクベースの安全性評価を実施している。農薬の蜜蜂への影響評価についても、蜜蜂への毒性の強さおよび蜜蜂への農薬の暴露量を考慮したリスクベースの安全性評価を

実施している。

2 生産段階における農薬の適正使用などの徹底について

農林水産省は、農薬の適正使用の指導を徹底しているが、依然として残留農薬基準値の超過事案が散見されている。

基準値超過の発生をさらに減らしていくには、ただ農薬の適正使用を訴えるのみでは限界があり、その真の原因に則した再発防止策を、農薬の使用にあたって特に注意して取り組むべき事項として重点的に指導していく必要がある。

このため、基準値超過が明らかとなった場合には、まずは都道府県において、徹底的な原因究明を行っていたこととしている。調査の結果は、講じられた再発防止策などとともに地方農政局などを通じて農林水産省に報告いただき、農業者への指導などに活用していただくため、全国の都道府県に情報提供することとしている。

また、2020 年 12 月に当該農作物を摂食した場合に健康に悪影響を及ぼすおそれがある事案が生じた際には、都道府県に対して、農薬の適正使用や使用履歴の記帳に係る指導の徹底とともに、都道府県における指導内容の改善を図っていただくべく、事案発生県における指導内容の改善について周知を行った（「農薬の不適正使用により健康に悪影響を及ぼすおそれがある事案の発生及び農薬の適正使用に係る指導の徹底について」（令和 2 年 12 月 24 日付け 2 消安第 4308 号農林水産省消費・安全局農産安全管理課長通知））。

今後も農薬の適正使用が一層進められるよう、リーフレット、動画、アプリなど様々なツールを用いた周知、指導に取り組んでいく。

3 農薬の使用に伴う事故および被害の発生防止について

農薬の使用に伴う事故（人への被害）は、2021 年度には 19 件発生している。事故の主な原因としては、農薬の保管管理が不適切だったために農薬を誤って飲んだ事故および農薬の調製または使用時にマスクやメガネ等の防護装備が不十分だったため生じた事故が報告されている。これらの事故などを防止するためには、農薬やその希釈液等をペットボトル等の飲料品の空容器等に移し替えないこと、農薬を施錠された場所に保管すること、調製または使用時に防護装備を適切に着用すること等が重要である。

また、被覆を要する土壌くん蒸剤（クロルピクリン剤）については、依然として、農薬使用者が適切に被覆を行わなかったこと等を主な原因とする事故が、毎年報告さ

れている。このような状況を踏まえ、2020 年 3 月に、各都道府県に対してクロルピクリン剤の使用実態や現場での指導方法について、総点検を依頼するとともに、その調査結果を踏まえ、住宅地等周辺でのクロルピクリン剤の使用時には、特に被覆の実施を改めて徹底するとともに、周辺住民への説明や事前周知等、被害防止対策を行うこと等の指導の徹底をお願いした（「被覆を要する土壌くん蒸剤の使用実態等に基づく適正な取扱いの徹底について」（令和 2 年 7 月 15 日付け 2 消安第 1758 号農林水産省消費・安全局農産安全管理課長通知））。

さらに、すべてのクロルピクリン剤使用者に対して、被覆の必要性を認識してもらうためのちらし・ポスターを作製・配布するとともに、異なる種類の被覆資材でのクロルピクリン剤の揮散防止効果等に関する研究を実施している。得られた成果は、今後の指導等に活用していく予定である。

4 農薬危害防止運動について

農林水産省は、厚生労働省、環境省および都道府県等と連携し、農薬の使用に伴う事故・被害を防止するため、農薬の安全かつ適正な使用や保管管理、使用現場における周辺への配慮の徹底等を推進する「農薬危害防止運動」を毎年度 6～8 月にかけて実施している。2022 年度は、依然として、周辺住民や農作物等への飛散防止対策、住宅地等における農薬の適正使用等に十分な配慮がなされているとは言えない場面が見られること等を踏まえ、運動のテーマ「農薬は 周りに配慮し 正しく使用」を継続して掲げるとともに、重点指導項目を設けて徹底した指導を行った。また、各地域の課題に応じて活用できるよう、これまでの事故・被害の調査結果等に基づく重点指導項目啓発ポスター、ラベル確認・使用履歴の記帳啓発ポスターの 2 種類を作成した。

本運動を通じて、多くの地域で、無人マルチローター等を用いる農薬使用者への指導が課題としてあげられた。引き続き、すべての農薬使用者が周りへ配慮をしつつ農薬を安全に使用するよう取り組んでいく。

5 住宅地周辺における農薬散布について

学校、公園、街路樹および住宅地に近接する農地等において農薬を使用するときは、農薬の飛散を原因とする住民等の健康被害が生じないようにすることが必要である。このため、「農薬を使用する者が遵守すべき基準を定める省令」（平成 15 年農林水産省・環境省令第 5 号）において、住宅地周辺における農薬使用にあたって飛散防止のために必要な措置を講じるよう努めることを規定している。

住宅地等における農薬の適正使用の取組を徹底するた

め、2013 年 4 月に以下の内容を掲げた「住宅地等における農薬使用について」（25 消安第 175 号・環水大土発第 1304261 号農林水産省消費・安全局長、環境省水・大気環境局長通知）を制定した。この通知は、農薬以外の防除手段の検討や、やむを得ず農薬を使用せざるを得ない場合の飛散防止対策の実施および周辺住民等への事前周知等のこれまでの指導に加え、地方自治体の施設管理部局等が防除業者等に委託して病害虫防除を行う際に、当該防除業者等に同通知に規定する取組を確実に実施させるための手段を提示して、防除業者による住宅地等における農薬使用の適正化を図るものとなっている。

しかしながら、2017 年、公立小学校において児童が授業を受けている時間帯に、敷地内樹木の害虫駆除を目的として農薬が散布され、それにより児童が体調不良を訴え、病院に搬送される事案が発生した。これを受けて、同様の事案が発生しないよう、農林水産省と環境省は都道府県宛てに『「住宅地等における農薬使用について」の再周知・指導の徹底について』（平成 29 年 10 月 25 日付け 29 消安第 3974 号・環水大土発第 1710251 号農林水産省消費・安全局農産安全管理課長、環境省水・大気環境局土壌環境課農薬環境管理室長通知）を発出した。

今後も、これらの通知に基づく取組を推進していくため、取組の状況を把握し、関係者間での共有を図っていく。また、都道府県や市町村の施設管理部局等に対する研修の要望等があれば、農林水産省および環境省において可能な限り対応することとしている。

6 蜜蜂の被害の防止について

農薬登録にあたり、使用する際に蜜蜂に悪影響を及ぼさないよう、蜜蜂に対する毒性が比較的強い場合には、注意事項をラベルに記載している。また、農薬を使用する農家と養蜂家との間で、巣箱の位置・設置時期や、農薬の散布時期等の情報を交換し、巣箱を退避する等の対策を講じるよう指導している。

欧米では、2000 年代より蜜蜂の大量死等が問題となり、その原因は、病気、ダニ、農薬等である可能性が指摘されている。我が国でも、まとまった数の蜜蜂の死亡がみられる被害事例は起きており、それらの事例と原因との関係について十分把握できていたとはいえなかった。このため、農薬と蜜蜂の被害事例との関連性を把握すること等を目的として、2013 年度から 3 年間で、農薬が原因と疑われる蜜蜂の被害事例の調査を実施し、調査の結果、以下のことが明らかになった。

・被害の発生は、水稻のカメムシを防除する時期に多く、巣箱の前から採取された死虫が水稻のカメムシ防除に使用された殺虫剤を直接浴びた可能性が高いこと

・死虫から検出された殺虫剤のうち、どの殺虫剤が被害を発生させているのかは特定できなかったこと

・被害を軽減させるためには、農薬を使用する農家と養蜂家の間の情報共有、養蜂家が行う巣箱の設置場所の工夫および農薬使用農家が行う農薬の使用の工夫等の対策が有効であること

このため、都道府県による対策の継続的な実施を推進するとともに、毎年、都道府県ごとに被害の件数、対策の有効性の検証状況等を把握・公表している。

7 インターネットを利用した農薬の販売への対応

農薬の販売については、農薬取締法において、販売者の届出、販売制限または禁止に関する規定等を定めているが、インターネットにおいて、届出をしないで農薬を販売したり、農薬を小分けして販売したりする等の適正でない事例が確認されている。このような事例の背景として、インターネットを利用した取引、特に、ネットオークション等における取引は、不特定の個人によるものが多く、販売者側と購入者側の双方が法律を知らないまま行われていることが考えられる。

このようなインターネットを利用した農薬の適正でない販売を防止するため、農林水産省のホームページへの「農薬の販売」および「農薬の購入」に関する注意事項の掲載や、インターネット販売サイトの運営者に対して農薬取締法の規定のガイドラインへの明記等の協力依頼を行っている。

8 農薬として使用することができない除草剤の販売などについて

農薬取締法においては、法に基づく登録を受けていない農薬を農作物等の病害虫または雑草の防除のために使用することを禁止しており、農薬に該当しない除草剤（法第 22 条第 1 項に規定する「農薬以外の薬剤であって、除草に用いられる薬剤」をいう。以下同じ。）については、農作物等の栽培・管理に使用されないよう、農薬に該当しない除草剤の販売者に対し、農薬として使用できない旨の表示をする義務を課すとともに、この表示に反して、農薬として使用した場合には、無登録農薬の使用として、罰則が科されることとなっている。

農林水産省では、「農薬として使用することができない除草剤の販売等について」（平成 31 年 3 月 28 日付け関係 5 課室長通知。以下「除草剤通知」という。）に基づき、農薬に該当しない除草剤について、農作物等の栽培・管理のために使用してはならないこと、農作物等の栽培・管理のための使用を前提とした販売をしてはならないこと、また、登録を受けている農薬と誤認させるような宣伝をしてはならないこと等の農薬取締法の規制に

ついて周知している。地方農政局等において、チェーン展開しているホームセンター、ドラッグストア等の本社等を訪問し、周知・指導を行っている。

さらに、販売所によっては、農薬として使用できない旨の表示が実施されていない事例が確認されていることを踏まえ、2022 年度からは、関係者への除草剤通知の再周知、都道府県への情報提供の依頼、除草剤の購入者向けのチラシの作成等を進めている。

おわりに

これらの植物防疫に係る課題に的確に対応するため、農業者、都道府県、国、民間の各分野を越えて、我が国の植物防疫関係者が一体となった取組が必要である。本誌読者の皆様にも、より一層のご支援とご指導をお願いしたい。

新しく登録された農薬 (2023.2.1～2023.2.28)

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」

●フルキサメタミド水和剤

24743：グレースシアフロアブル（日産化学）2023/2/14

フルキサメタミド：10.0%

かんきつ：アザミウマ類、ゴマダラカミキリ成虫、カネタタキ、ケムシ類、チャノホコリダニ、ミカンサビダニ：収穫 7 日前まで

ぶどう：ハスモンヨトウ、チャノキイロアザミウマ：収穫 14 日前まで

もも類：ハマキムシ類：収穫 14 日前まで

小粒核果類：ケムシ類：収穫 14 日前まで

●シアントラニリプロール・ルフエヌロン水和剤

24744：ミネクトエクストラ SC（シンジェンタ）

2023/2/22

シアントラニリプロール：16.9%

ルフエヌロン：16.9%

かんきつ（みかんを除く）：ミカンサビダニ：収穫 21 日前まで

みかん：ミカンサビダニ：収穫 14 日前まで

かんしょ：ハスモンヨトウ、ナカジロシタバ：収穫 14 日前まで

「殺虫殺菌剤」

●フルピリミン・ペンフルフェン粒剤

24745：ホクコーリディア EV 箱粒剤（北興化学）

24746：リディア EV 箱粒剤（MMAG）

2023/2/22

フルピリミン：2.0%

ペンフルフェン：2.0%

稲：紋枯病、イネミズゾウムシ：移植時

稲（箱育苗）：紋枯病、イネミズゾウムシ、イネドロオイムシ：は種時（覆土前）～移植当日

稲（箱育苗）：ウンカ類：移植 3 日前～移植当日

●フルピリミン・プロベナゾール・ペンフルフェン粒剤

24747：ホクコービルダーリディア EV 箱粒剤（北興化学）

24748：ビルダーリディア EV 箱粒剤（MMAG）

2023/2/22

フルピリミン：2.0%

プロベナゾール：10.0%

ペンフルフェン：2.0%

稲：いもち病、紋枯病、ウンカ類、ツマグロヨコバイ：移植時

稲（箱育苗）：いもち病、紋枯病、ウンカ類、ツマグロヨコバイ

稲（箱育苗）：もみ枯細菌病、白葉枯病、イネミズゾウムシ、イネドロオイムシ、ニカメイチュウ

(14 ページに続く)

時 事 解 説

令和 5 年度植物防疫研究課題の概要

農林水産省 農林水産技術会議事務局
研究開発官(基礎・基盤, 環境)室

はじめに

農林水産省では、持続可能な食料システムの構築に向け、食料・農林水産業の生産力向上と持続性の両立をイノベーションで実現する「みどりの食料システム戦略」を令和3年5月に策定した。また、令和4年4月には「環境と調和のとれた食料システムの確立のための環境負荷低減事業活動の促進等に関する法律（みどりの食料システム法）」が成立し、5月に公布、7月に施行された。本法律は、環境と調和のとれた食料システムの確立に関する基本理念等を定めるとともに、農林漁業に由来する環境への負荷の低減を図るために行う事業活動等に関する計画の認定制度を設けることにより、農林漁業および食品産業の持続的な発展、環境への負荷の少ない健全な経済の発展等を図るものである。みどりの食料システム戦略では、2050年までに目指す姿として農林水産業の環境に関する様々な数値目標を設定しており、植物防疫に関連する目標として、化学農薬の使用量（リスク換算）の50%低減や有機農業の取組面積の割合を25%（100万ha）に拡大することが掲げられている。これら目標の達成には現在の技術の普及だけでなく、イノベーション等による新たな病害虫防除技術の開発が必要とされている。

このような情勢の中で、令和5年度は下記に紹介する事業において植物防疫に関連する研究を実施する。以下に、まず令和5年度の農林水産試験研究予算の概要を述べ、次に植物防疫に関連する主なプロジェクト研究について紹介する。

I 農林水産技術会議事務局関係の令和5年度予算及び令和4年度補正予算の概要

以下に、主な研究項目と事業名を挙げる。事業名だけでは内容がわかりにくい場合、主な研究・事業内容を記す。

Government Research Projects on Crop Protection in 2023.

（キーワード：令和5年度予算要求、植物防疫研究課題、農林水産技術会議事務局）

1 みどりの食料システム戦略実現技術開発・実証事業（令和5年度予算額：31億8千6百万円、令和4年度補正予算額：44億円）

食料・農林水産業の生産力向上と持続性の両立の実現に向け、スマート農業における優れた技術の横展開のための導入実証等を推進するとともに、品種開発の加速化、環境負荷低減等、みどりの食料システム戦略実現に資する研究開発など国主導で実施すべき重要な分野の研究開発等を推進する。

1-1 みどりの食料システム戦略実現技術開発・実証事業のうちスマート農業の総合推進対策（令和5年度予算額：11億9千6百万円、令和4年度補正予算額：44億円）

令和7年度までに農業の担い手のほぼすべてがデータを活用した農業を実践することを目標とし、スマート農業の社会実装を加速化するため、必要な技術開発・実証やスマート農業普及のための環境整備等について総合的に取り組む。

1-2 みどりの食料システム戦略実現技術開発・実証事業のうち農林水産研究の推進（令和5年度予算額：19億9千万円）

重要課題に対する技術を開発し、令和9年度までに農林漁業者等がその開発された技術を実践することを目標とし、国主導で実施すべき重要な研究分野について、戦略的な研究開発を推進する。また、農林水産業・食品産業にイノベーションを創出することを目標とし、最新の研究開発動向の調査やアウトリーチ活動の展開等の環境整備を行う。

（1）みどりの品種開発研究

農林水産技術会議事務局では、みどりの食料システム戦略の実現に資する品種育成とその迅速化を図るスマート育種基盤の構築に向けて、その到達目標と手順を整理した「みどりの品種育成方針」を令和4年12月に策定した。本方針を踏まえ、みどりの食料システム戦略の実現に貢献する主要穀物、野菜、果樹などの新品種をゲノム情報、AI、遺伝資源等をフル活用して高速・低コスト

で育成できる育種基盤の開発を推進する（みどりの品種開発加速化プロジェクト）。

（2）現場ニーズ対応型研究

農林漁業者等のニーズを踏まえ、早期普及を視野に入れた、みどりの食料システム戦略の実現に資する研究開発等を推進する。

1) 子実用とうもろこしを導入した高収益・低投入型大規模ブロックローテーション体系の構築プロジェクト

2) 有機農業の生産体系の構築に向けたプロジェクト（後掲）

①園芸作物における有機栽培に対応した病虫害対策技術の構築

②有機農業推進のための深水管理による省力的な雑草抑制技術の開発

③輪作体系における持続的な小麦生産の実現に向けた減化学肥料・減化学農薬栽培技術の確立

3) 生産性と両立する持続的な畜産プロジェクト

①子実用とうもろこし（国産濃厚飼料）の安定多収生産技術の開発

②鶏及び豚の快適性により配慮した飼養管理技術の開発

4) 生産現場強化プロジェクト

①大径材の活用による国産材製品の安定供給システムの開発

②魚類血合筋の褐変を防止する革新的冷凍技術の開発

③AI画像解析等による次世代穀粒判別器の開発

④さとうきびの多回株出機械化一貫体系及び省力製糖技術の確立

⑤畜産生産の現場に濃厚飼料を安定・低コストに供給できるシステムの開発

⑥ため池の適正な維持管理に向けた機能診断及び補修・補強評価技術の開発

⑦AI等の活用による利水と治水に対応した農業水利施設の遠隔監視・自動制御システムの開発

⑧管理優先度の高い森林の抽出と管理技術の開発

⑨直播栽培拡大のための雑草イネ等難防除雑草の省力的防除技術の開発

⑩南西諸島の気候風土に適した高収益品目の検討及び栽培技術体系の確立

⑪畑作物生産の安定・省力化に向けた湿害、雑草害対策技術の開発

⑫高品質茶生産拡大のための適期被覆技術体系の確立

⑬繋ぎ牛舎でも利用できる高度な搾乳システムの開発

⑭品種多様性拡大に向けた種子生産の効率化技術の開発

⑮センシング技術を駆使した畑作物品種の早期普及と効率的生産システムの確立

⑯果樹等の幼木期における安定生産技術の開発

⑰大規模飼料生産体系における収穫作業の人手不足に対応する技術開発

⑱省力的かつ経済的効果の高い野生鳥獣侵入防止技術の開発

（3）革新的環境研究

GHG排出削減をはじめとする環境負荷低減と生産性向上を両立する脱炭素型農林水産業に向けた技術開発を推進する。

1) 化学農薬低減に資する環境負荷低減プロジェクト

①農業生産に不可欠な生態系サービスの効率的な評価技術の開発

②省力的なIPMを実現する病虫害予報技術の開発（後掲）

2) 森林・林業における未利用資源活用プロジェクト

①日本全国の林地の林業採算性マトリクス評価技術の開発

②針葉樹樹皮のエシカルプラスチック等への原料化

3) 脱炭素・環境対応プロジェクト

①東南アジアの小規模農家のための経済性を備えた温室効果ガス排出削減技術の開発

②畜産からのGHG排出削減のための技術開発

③魚介類養殖における気候変動に左右されない強力な赤潮対応技術の開発

④森林・林業分野における気候変動適応技術の開発

⑤侵略的外来種による被害への対応技術の開発（後掲）

⑥農林水産分野における炭素吸収源対策技術の開発

4) 脱炭素型農業実現のためのパイロット研究プロジェクト

5) 炭素貯留能力に優れた造林樹種の効率的育種プロジェクト

（4）アグリバイオ研究

バイオマスやバイオ技術を活用し、イノベーション創出に向けた技術開発を推進する。

1) 水産分野における疾病対策強化プロジェクト

①ブリ等の人工種苗の普及により顕在化する新たな疾病リスクに対応するための効果的な抗菌剤使用法の開発

2) 昆虫（カイコ）テクノロジーを活用したグリーンバイオ産業の創出プロジェクト

3) 健康寿命延伸に向けた食品・食生活実現プロジェクト

4) 次世代育種・健康増進プロジェクト

①植物遺伝資源の収集・保存・提供の促進

②ゲノム編集技術を活用した農作物品種・育種素材の開発

③品種識別技術の開発

- (5) 知財マネジメント強化
- (6) 海外・異分野動向調査
- (7) みどりの食料システム戦略実現のためのアウトリーチ活動の展開

2 ペレット堆肥流通・下水汚泥資源等の肥料利用促進技術の開発・実証（令和4年度補正予算額：10億円）

3 食料安全保障強化に向けた革新的新品種開発プロジェクト（令和4年度補正予算額：10億円）

生産性向上と持続的生産を両立させるために必要な形質を持つ革新的な品種（例えば、強い耐病虫性により化学農薬の使用を低減できる品種等）を作物ごとに作出するとともに、未利用遺伝資源等の特性情報、ゲノム情報を取得し、革新的な品種の早期育成に必要な育種素材を迅速に開発する取組の強化を実施する。

4 「知」の集積と活用によるイノベーションの創出のうちオープンイノベーション研究・実用化推進事業（令和5年度予算額：6億7千1百万円）

国の重要政策の推進や現場課題の解決に資するイノベーションを創出し、社会実装を加速化するため、産学官が連携して取り組む基礎研究や実用的な技術開発研究を支援する（後掲）。

5 ムーンショット型農林水産研究開発事業（令和5年度予算額：1億6千万円）

2050年までに産業創造や社会変革を実現する研究成果の創出を目標とし、総合科学技術・イノベーション会議等が決定したムーンショット目標5「2050年までに、未利用の生物機能等のフル活用により、地球規模でムリ・ムダのない持続的な食料供給産業を創出」の実現に向け、研究開発プロジェクトを実施する（後掲）。

6 みどりの食料システム基盤農業技術のアジアモンスーン地域応用促進事業（令和5年度予算額：1億円）

7 国益に直結した国際連携の推進に要する経費（戦略的国際共同研究推進事業）（1億7千4百万円）

海外の農業研究機関の優れた知見を活用し、世界の先端技術を積極的に導入することで、我が国の農林水産業の発展につながる国際共同研究を支援する。

8 安全な農畜水産物安定供給のための包括的レギュラトリーサイエンス研究推進事業（令和5年度予算額：6億8百万円）

食品安全、動物衛生、植物防疫等の問題発生 of 未然防止や発生後の被害拡大防止のため、行政施策・措置の決定に必要な科学的知見を得るための研究（レギュラト

リーサイエンスに属する研究）を、内容に応じて柔軟に規模や期間などを選択して実施する（後掲）。

II 植物防疫関係の研究概要

農林水産技術会議事務局では、みどりの食料システム戦略の実現に向け、上記研究事業の中で植物防疫が関係する研究に取り組んでいる。以下に、主要な研究課題の概要を述べる。

1 農林水産研究の推進のうち現場ニーズ対応型研究

植物防疫に関係した有機農業の生産体系の構築に向け、化学農薬や化学肥料の使用量を低減するための技術開発に取り組んでいる。

①園芸作物における有機栽培に対応した病虫害対策技術の構築（令和5～7年度）

園芸作物における収量向上により有機農業への転換を促進するため、土壌診断・有機質資材を施用した土づくり等による病害抑制対策の安定化や、安価な国産天敵製剤、バイオスティミュラント資材等の病虫害対策技術を開発する。

②有機農業推進のための深水管理による省力的な雑草抑制技術の開発（令和4～6年度）

有機水稻栽培における雑草抑制のための水管理技術、畦畔等の省力的な除草技術、これらの技術の活用に必要なほ場整備手法を開発する。

③輪作体系における持続的な小麦生産の実現に向けた減化学肥料・減化学農薬栽培技術の確立（令和4～6年度）

将来の有機農業の実現に向けた小麦の赤かび病への抵抗性が優れた品種開発を推進するとともに、堆肥等の有機資材の活用や輪作体系の導入等による減化学肥料・農薬栽培技術を確立する。

2 農林水産研究の推進のうち革新的環境研究

みどりの食料システム戦略の実現に向けて、省力的なIPMを実現する技術等、環境分野における基盤技術の開発に取り組んでいる。

①侵略的外来種による被害への対応技術の開発（令和元～5年度）

気候・環境変動の影響により国内の農地に定着し被害をもたらしている侵略的外来種に対し、モニタリング・分散防止技術、適正管理技術等を開発する。

②省力的なIPMを実現する病虫害予報技術の開発（令和4～8年度）

ICT技術により長期気象予報やほ場のリモートセンシングデータ等から得られる水稻病虫害15種以上のピンポイント発生予測を確立し、生産者に通知する病

害虫予報の社会実装を行う。

3 オープンイノベーション研究・実用化推進事業

我が国の農林水産・食品分野の競争力を強化し飛躍的に成長させていくためには、他分野のアイデア・技術等を導入し新たな商品・事業に結びつけていくことが必要ことから、農林水産省では、様々な分野の産学官連携研究を促進する『知』の集積と活用の中核を創設し、オープンイノベーションの取組を進めている。「知」の集積と活用の中核 産学官連携協議会への入会及び研究開発プラットフォームの届出等の手続きについては、ウェブサイト (<https://www.knowledge.maff.go.jp/>) を参照されたい。

また、課題提案型の競争的資金である「オープンイノベーション研究・実用化推進事業」では、本事業の実施主体である生物系特定産業技術研究支援センターが、農林水産・食品分野の発展や新たなビジネスの創出につながる研究課題に対して、基礎から実用化段階までの研究開発を継ぎ目なく支援している。本事業では研究の開発段階に応じて、①将来、農林水産・食品分野での社会実装を目的とした革新的な研究シーズを創出する独創的でチャレンジングな基礎段階の研究開発を行う「基礎研究ステージ」、②基礎研究等の研究成果を社会実装するための開発段階の研究開発を行う「開発研究ステージ」の2つのステージを設定している。本事業における『知』の集積と活用の中核の研究開発プラットフォームからの提案に対する優遇措置として、採択審査時の加点がある。

なお、令和4年度は、植物防疫に関する研究として、基礎研究ステージにおいて、「キャベツの根こぶ病抵抗性品種開発のためのゲノム育種基盤の整備」、開発研究ステージにおいて、「侵入害虫トマトキバガに対する診断・発生予測手法の確立と防除技術の開発」、「ダイズ黒根腐病抵抗性を強化した品種の開発」、「相次いで侵入したガイライカミキリムシから日本の果樹と樹木を守る総合対策手法の確立」を新規課題として採択している。

4 ムーンショット型農林水産研究開発事業

本事業は内閣府や関係省が一体となって推進するムーンショット型研究開発制度の一環として実施するものである。ムーンショット型研究開発制度は、困難だが実現すれば大きなインパクトが期待される社会課題等を対象とした目標を総合科学技術・イノベーション会議等で決定し、産業界、研究者、関係府省等で構成する戦略推進会議での議論を踏まえて各省がそれぞれの目標達成に向けた研究開発を戦略的かつ一体的に推進している。

農林水産省では、ムーンショット目標5（前述）の実現に向け、新たな社会情勢を受けた政策課題も踏まえ、

グリーン及びバイオフィン分野等の研究開発プロジェクトを推進している。また、中長期にわたる研究開発を弾力的かつ安定的に実施するため、生物系特定産業技術研究支援センターに基金を設置したうえで、同センターが研究開発の進捗管理等を実施している。

植物防疫に関連する研究としては、令和4年度から「先端的な物理手法と未利用の生物機能を駆使した害虫被害ゼロ農業の実現」を実施している（令和3年度はFS課題として実施）。

5 国益に直結した国際連携の推進に要する経費（戦略的国際共同研究推進事業）

本事業は海外の農業研究機関の優れた知見を活用し、世界の先端技術を積極的に導入することで、我が国の農林水産業の発展につながる国際共同研究を支援するものである。本事業のうち、国家間のハイレベルでの合意や行政ニーズを踏まえて実施する二国間国際共同研究事業では、令和4年度はドイツ、中国、ベトナム及び米国との国際共同研究を実施しており、令和5年度は新たにタイやEU加盟国（ドイツ等）との国際共同研究を実施する予定である。

二国間国際共同研究事業で実施している植物防疫に関する研究としては、ドイツとの間で「天敵温存植物・間作を核とした露地野菜での総合的害虫管理技術の構築と実証（令和3～5年度）」、中国との間で「越境性害虫の発生実態・移動経路の解明による高精度な飛来予測・発生予察手法の開発（令和2～6年度）」をそれぞれ実施している。

6 安全な農畜水産物安定供給のための包括的レギュラトリーサイエンス研究推進事業

安全な農畜水産物を安定的に供給し、食の安全及び消費者の信頼を確保するためには、食品中に含まれる有害化学物質・有害微生物、動物の伝染性疾病や植物の病害虫に関するリスク管理を、科学的知見に基づいて効果的、効率的に実施することが重要である。

本事業は、食品安全、動物衛生、植物防疫等の分野において、適切なリスク管理措置等を講じるため、法令・基準・規則等の行政施策・措置の決定に必要な科学的知見を得るための研究（レギュラトリーサイエンスに属する研究）を推進していくものである。農林水産業に関するレギュラトリーサイエンスの詳細は「安全な農畜水産物の安定供給のためのレギュラトリーサイエンス研究推進計画」（令和3年4月26日付け消費・安全局長及び農林水産技術会議事務局長通知）を参照されたい。

植物防疫に関する研究として、「臭化メチルの飼料用植物への使用に関する安全性の確保（令和4～5年度）」、

「ドローン等を活用した効率的な誘殺板の散布手法に関する調査研究（令和4～6年度）」を実施している。また、令和5年度から新たに「農業分野での抗菌剤の使用実態把握及び細菌性病害の総合防除の推進に関する研究」、「輸入検査における雑草種子に対する検疫措置に関する研究」、「九州本土を対象としたミカンコミバエ種群の改良型飛来解析システムの開発に関する研究」を実施する。

おわりに

これらの植物防疫に関する研究は国や都道府県の研究機関だけでなく、農業者、民間の分野を越えて、我が国の植物防疫関係者が一体となった取り組みが重要である。本誌読者の皆様におかれましても、より一層のご支援とご協力をお願いしたい。



（新しく登録された農薬9ページからの続き）

「除草剤」

●シクロピリモレート・テフリルトリオン・メタゾスルフロン粒剤

24737：フィンバック 1 キロ粒剤（日産化学）2023/2/8

シクロピリモレート：1.5%

テフリルトリオン：2.5%

メタゾスルフロン：1.2%

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

●シクロピリモレート・ピラゾレート・プロピリスルフロン粒剤

24738：ウルティモ Z350FG（三井化学アグロ）2023/2/8

シクロピリモレート：8.6%

ピラゾレート：17.1%

プロピリスルフロン：2.57%

移植水稻：一年生雑草，多年生広葉雑草，エゾノサヤヌカグサ

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

●ジメテナミドP・ピロキサスルホン・リニュロン乳剤

24739：クリアシーブ乳剤（クミアイ化学）2023/2/8

ジメテナミドP：7.2%

ピロキサスルホン：1.2%

リニュロン：9.6%

だいず，えだまめ：一年生雑草

●シクロピリモレート・トリアファモン・ピラゾレート粒剤

24740：クサウェポン 400FG（三井化学アグロ）

24741：ジャスタ 400FG（宇都宮化成）

24742：ホクサンジャスタ 400FG（ホクサン）

2023/2/22

シクロピリモレート：7.5%

トリアファモン：1.2%

ピラゾレート：15.0%

移植水稻：一年生及び多年生雑草

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

●オキサジアゾン水和剤

24749：ロンスターワンフロアブル（バイエル）2023/2/22

オキサジアゾン：32.7%

移植水稻：一年生雑草，ホタルイ

「その他」

●硫黄塗布剤

24736：カジラン S 塗布剤（サンケイ）2023/2/8

硫黄：3.0%

ひのき，すぎ：ニホンジカ，カモシカによる食害防止，クマによる剥皮被害防止：被害発生前

研究 報告

コナラ属・クリ混交林におけるクリシギゾウムシの寄主利用と生活史

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構
植物防疫研究部門 果樹茶病害虫防除研究領域

ひ 檜 がき 垣 もり 守 お 男

はじめに

クリシギゾウムシは幼虫が果実を加害するクリの重要害虫で、日本、朝鮮半島、中国、インドに広く分布している（林ら，1984）。本種はとても有名な害虫であるが、その生態はほとんどわかっていない。収穫後のクリ果実を薬剤でくん蒸処理して果実内の卵や小さな幼虫を殺すことで防除できるので、野外での詳しい生態を知る必要はなかったことも一因であろう。しかし、現在くん蒸薬剤として使用されているヨウ化メチルには供給の安定性や専用のくん蒸施設の整備等の問題があり、くん蒸処理だけに頼らない新しい防除技術が求められている。

防除の観点からクリ園における果実被害や被害時期の推定等の研究は行われているが（高村，1971；中垣・柳橋，1985；金崎，2014），本種の生態の解明には至っていない。理由は後述するが、クリ園が本種の主要な発生源となる可能性はほとんどなく、クリ園周辺の森林で発生した成虫がクリ園に侵入している可能性が高い。つまり本種の生態を解明するには、クリ園での調査だけでは十分とはいえず、本来の生息地である森林での詳しい調査を行う必要がある。この小文では、筆者が農研機構果樹茶業研究部門（茨城県つくば市）で行った研究結果（HIGAKI, 2021）をもとに、本来の生息地である森林における本種の寄主利用と生活史を紹介する。

I クリシギゾウムシの生活史

クリシギゾウムシの成虫は体長6～8 mmほどで、シギゾウムシの名前は鳥のシギのくちばしのように長い口吻（こうふん）を持っていることに由来する（図-1）。メスは体長と同じくらいの長さの口吻をドリルのように使って果実に穴をあけて、その穴に産卵管を差し込んで

産卵する。ふ化した幼虫は果実内部を食べて発育する。成熟した果実が地面に落下してからおよそ10～25日後に発育を終えた幼虫（図-2）が果実から脱出して地中に潜る。脱出する際に果皮に直径3～4 mmの丸い穴をあけるので、被害果の区別は容易である。幼虫は地中に蛹室を作り、飲まず食わずで長期間耐えられる休眠という特別な生理状態で越冬した後、6～7月に蛹になり、7～8月に成虫になる。成虫は約1か月間地中にとどまった後、8～9月に地上に出現する（岡部・高枝，1993；HIGAKI, 2005）。シギゾウムシ類の成虫は未熟なドングリ果実やヤナギの枝等を摂食することが知られている（前藤，1993）。本種に関しては、室内実験でクリ果実を摂



図-1 クリシギゾウムシのメス成虫



図-2 果実から脱出したクリシギゾウムシの幼虫

Use of Several Host Plants with Different Seed Maturation Times by the Chestnut Weevil, *Curculio sikkimensis* and the Weevil Life Cycle in Mixed Oak and Chestnut Coppice Stands. By Morio HIGAKI

（キーワード：クリシギゾウムシ，クリ，コナラ属，豊凶，種子捕食，長期休眠）

食することは確認済みであるが、野外での詳しい餌は不明である。成虫は市販の昆虫ゼリーを好んで摂食するため、飼育は容易で雌雄とも平均2か月程度、長いものは100日以上生存する。

クリ園では、成熟して落下した果実はすみやかに収穫されるので、幼虫は果実から脱出する前に果実ごと園外に運び出される。そのため、耕作放棄園や管理不良園を除けばクリ園が本種の発生源となる可能性はほとんどない。クリは中山間地の主要な果樹で(元木, 2008), クリ園はしばしば森林に隣接している。森林では、本種は野生グリに加えてコナラ属のいくつかの樹種を寄主として利用することが知られている(林ら, 1984; FUKUMOTO and KAJIMURA, 1999)。これらのことは、クリ園周辺の森林が本種の発生源となり、そこで発生した成虫が産卵のためにクリ園に侵入する可能性を強く示している。

II コナラ属・クリ混交林での寄主とその利用

森林でのクリシギゾウムシの寄主を知るために、秋に研究所内の雑木林で野生グリ、コナラ、クヌギ、シラカシの果実(図-3)を拾い集めて網室に保存し、幼虫の脱出を調査した。その結果、これら4樹種すべての果実から本種幼虫の脱出が見られた。野生グリ、コナラ、シラカシからは本種のみが脱出したが、クヌギから脱出したのは近縁種のクヌギシギゾウムシがほとんどで本種の脱出はわずかであった。幼虫期での種判別は難しいため、この後の調査ではクヌギは除外した。

野生グリ、コナラ、シラカシの3樹種について、果実の落下時期と果実からの幼虫脱出時期を明らかにするため、落下した果実を毎日拾い集めて網室に保存し、幼虫

の脱出を調査した。果実の落下時期は野生グリが一番早く、次いでコナラ、シラカシの順であった(図-4)。果実からの幼虫の脱出は果実落下の早い寄主ほど早く、野生グリ、コナラ、シラカシの順であった(図-4)。シラカシからの幼虫脱出は大きくばらつき、翌年の4月まで続いた。同じ種類の寄主でも、早く落下した果実ほど早く幼虫が脱出した(図-5)。これらのことから、本種の成虫は産卵に適する成熟段階に達した果実を選んで順次産卵していることがわかった。クリの栽培品種でも、果実の熟期の遅い品種ほど遅く産卵されることが知られている(黒木・児玉, 1987; 岡部・高枝, 1993)。このような寄主の果実成熟と産卵の関係はシギゾウムシ類の他の種でも知られている(HARRIS, 1976; ESPELTA et al., 2009; HIGAKI, 2016)。以上より、クリシギゾウムシは本来の生息地である森林において、果実の成熟期の異なる複数の樹種を長期間にわたって順次利用していることが明らかになった。

III 果実成熟に対する産卵の同調性

続いて、クリシギゾウムシの産卵が野生グリ、コナラ、シラカシのうちどの寄主の果実成熟に最もよく同調しているかを明らかにするために、雑木林のこれら3樹種の果実の落下時期ならびに落下時期別に保存した果実から脱出する幼虫数を調査した(表-1)。野生グリでは、早い時期に落下した果実からはほとんど幼虫が脱出せず、中盤から後半に落下した果実から多くの幼虫が脱出した。クリの栽培品種では早生品種はほとんど被害を受けず、中生～晩生品種に被害が集中することが知られており(高村, 1971; 中垣・柳橋, 1985)、今回の野生グリ



図-3 クリ(左), コナラ(右上), シラカシの果実(右下)
クリ果実は小さいほうが野生グリ, 大きいほうが栽培品種‘筑波’。
丸い穴は幼虫の脱出穴。

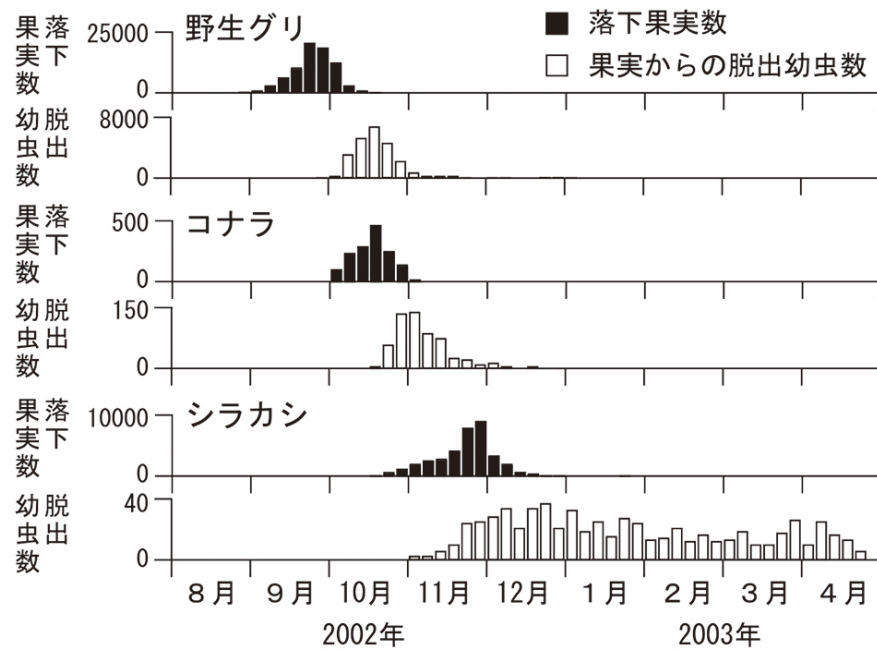


図-4 野生グリ、コナラ、シラカシの果実落下時期と果実からの幼虫脱出時期
(HIGAKI, 2021 を改変)

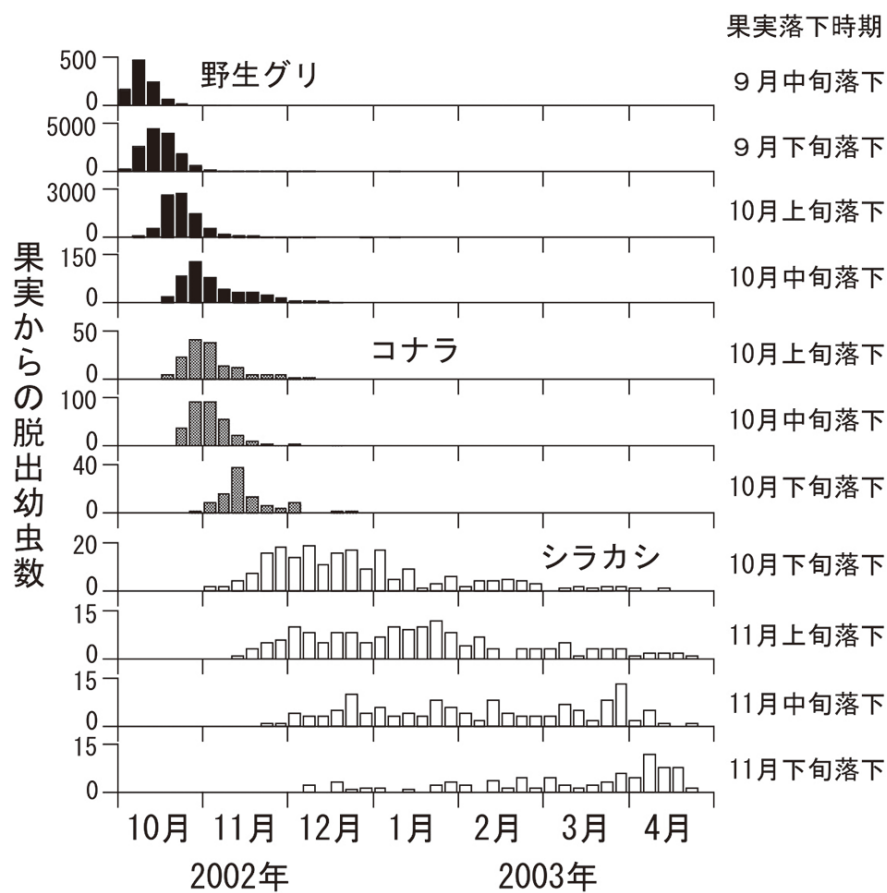


図-5 異なる時期に落下した野生グリ、コナラ、シラカシの果実からの幼虫脱出時期
(HIGAKI, 2021 を改変)

果実の落下時期は右端に示した。

表-1 野生グリ、コナラ、シラカシの半旬ごとの落下果実数とそれらからの脱出幼虫数、幼虫寄生密度（2004年）（HIGAKI, 2021 を改変）

果実落下時期	野生グリ			コナラ			シラカシ		
	落下果実数	脱出幼虫数	幼虫寄生密度	落下果実数	脱出幼虫数	幼虫寄生密度	落下果実数	脱出幼虫数	幼虫寄生密度
8月21～25日	33	0	0.000						
8月26～31日	1,227	0	0.000						
9月1～5日	3,236	7	0.002						
9月6～10日	7,898	177	0.022						
9月11～15日	10,821	1,008	0.093						
9月16～20日	19,900	4,476	0.225						
9月21～25日	20,337	7,457	0.367	189	141	0.746			
9月26～30日	16,461	9,709	0.590	719	695	0.967			
10月1～5日	6,955	5,203	0.748	431	463	1.074			
10月6～10日	2,244	1,912	0.852	2,001	1,062	0.531			
10月11～15日	269	167	0.621	730	396	0.542	2	4	2.000
10月16～20日	7	2	0.286	1,647	722	0.438	68	46	0.676
10月21～25日				2,159	936	0.434	193	109	0.565
10月26～31日				964	463	0.480	545	286	0.525
11月1～5日				565	312	0.552	1,357	350	0.258
11月6～10日				45	15	0.333	3,677	274	0.075
11月11～15日							3,545	64	0.018
11月16～20日							1,732	25	0.014
11月21～25日							1,558	7	0.004
11月26～30日							435	4	0.009
12月1～5日							80	0	0.000
12月6～10日							9	0	0.000

幼虫寄生密度（1果実当たりの寄生幼虫数）＝果実からの脱出幼虫数/落下果実数。

幼虫寄生密度が0.1以上の場合を太字で示した。

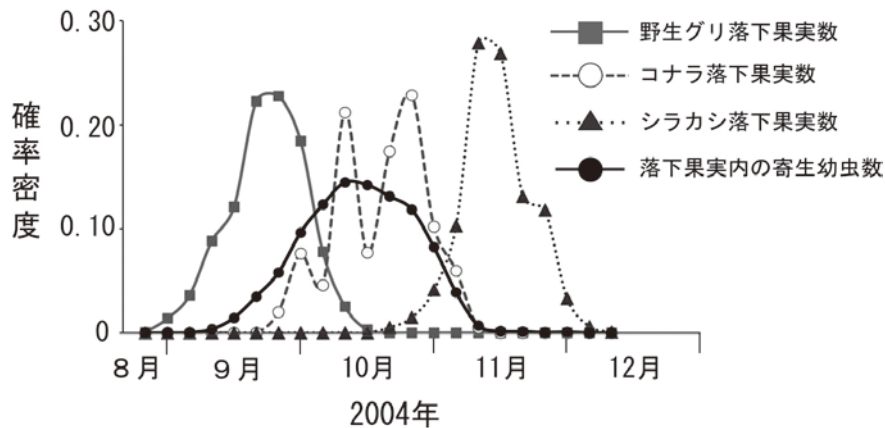


図-6 野生グリ、コナラ、シラカシの落下果実数の季節変化と落下果実内の寄生幼虫数の季節変化（HIGAKI, 2021 を改変）

3樹種を合計した落下果実内の寄生幼虫数（≡産卵数）の季節変化曲線（●）と各樹種の落下果実数の季節変化曲線（■野生グリ、○コナラ、▲シラカシ）の山の位置を比較すると、コナラの落下果実数の季節変化曲線（○）と最も近い位置にあることから、クリシギゾウムシの産卵はコナラ果実の成熟に最もよく同調していると判断できる。

の調査でも同様の傾向が見られた。コナラでは、早い時期から遅い時期まで様々な時期に落下した果実からまんべんなく幼虫が脱出し、落下した果実数の季節的な増減パターンとそれらから脱出した幼虫数の増減パターンがよく一致した。シラカシでは、早い時期に落下した果実

から多くの幼虫が脱出したが、中盤以降に落下した果実からはほとんど幼虫が脱出しなかった。

以上の調査でクリシギゾウムシの産卵はコナラ果実の成熟によく同調していると考えられたので、本種の産卵時期と各種の果実の成熟時期の関係を詳しく解析した。

3 樹種を合計した落下果実内の寄生幼虫数（≒産卵数）の季節変化曲線と各樹種の落下果実数の季節変化曲線の山の位置を比較することにより、クリシギゾウムシの産卵時期と寄主果実の成熟時期との同調性を解析できる（図-6）。3 樹種を合計した落下果実内の寄生幼虫数の季節変化曲線はコナラの落下果実数の季節変化曲線と最も近い位置にあることから、クリシギゾウムシの産卵はコナラ果実の成熟に最もよく同調していると判断できる。本種はクリの重要害虫として知られているが、発生源の森林ではクリよりもコナラの果実に依存して生活している可能性が高いと考えられる。

その一方で、1 個の果実内で育つ幼虫数と羽化後の体サイズを 3 樹種間で比較すると野生グリ>コナラ>シラカシの順で、果実の大きな寄主ほど多くの幼虫が育ち、大きな成虫として羽化した。果実 1 個当たりの餌の質という意味では、これら 3 樹種の中でクリが一番よい寄主のように思われる。

IV ドングリの豊凶現象

毎年雑木林でドングリを拾っていると、年によって果実量が大きく変化することに気付く。コナラの落下果実数を 7 年間調査したところ、果実が多い年（豊作）と少ない年（凶作）が不規則に繰り返された（表-2）。このような果実数の不規則で著しい年変動は、多くのカシ類で報告されている（SORK et al., 1993 ; KOENIG et al., 1994）。こうした果実の豊凶現象の生態的意義を説明するためにいくつかの仮説が提唱されているが、その中に『捕食者飽食仮説』という仮説がある（JANZEN, 1971 ; SILVERTOWN, 1980）。「ある年にわざと種子（果実）の数を極端に少なくして捕食者を飢えさせて数を減らしておき、翌年に多くの種子を作れば、数の減ってしまった捕食者は種子を食べきれず、多くの種子が生き延びられる」という考え方である。

クリシギゾウムシは、凶作年には果実が少なく十分な

子孫を残すことができないため、2005 年、2006 年の調査結果のように凶作年が続くと本種の個体数は減少すると考えられる。続く 2007 年は豊作年であったため、多くのコナラ果実が本種の加害を免れた可能性が高い。同じ雑木林で行われた近縁種のクヌギシギゾウムシの調査では、クヌギ果実が 2 年続けての凶作の後、豊作になり、多くの果実がクヌギシギゾウムシの加害を免れたことが示された（HIGAKI, 2016）。

V 種子食昆虫の長期休眠

樹木の種子生産と種子食昆虫による捕食の関係については長い間研究が行われているが、多くの研究は豊凶現象の植物にとっての生態的・生理的要因に焦点を当てており、種子食昆虫の生物学に焦点を当てた研究はほとんどない。種子食昆虫の中には、一年を超えて眠り続ける長期休眠の性質を持つ種が知られている（JANZEN, 1971 ; DANKS, 1987 ; HANSKI, 1988 ; SAULICH, 2010）。長期休眠する個体を混在させることにより覚醒時期を年単位でばらつかせて、寄主植物の豊凶による食物不足の危険を分散することができる。これらの種子食昆虫は植物側の『捕食者飽食戦略』に対して長期休眠で対抗しており、彼らにとって凶作年に餌不足で個体数がある程度減少することは想定内なのかもしれない。種子生産の豊凶が種子食昆虫に及ぼす影響を推定するには、それらの昆虫がどのような生活史を持つかを考慮に入れる必要がある。

クリシギゾウムシは地中で幼虫休眠に入り、越冬後に目覚めて夏に蛹、成虫になるが、一部の幼虫は越冬後も休眠し続ける長期休眠の性質を持ち、2~4 回越冬した後に目覚める（HIGAKI, 2005）。長期休眠はシギゾウムシ類ではよく知られており（MENU and DEBOUZIE, 1993 ; HARRIS et al., 1996 ; MAETO and OZAKI, 2003）、日本ではクリシギゾウムシのほかクヌギシギゾウムシで詳しく研究されている（HIGAKI, 2016）。クリシギゾウムシは毎年繰り返される温度の季節変化、すなわち冬の低温と夏の

表-2 コナラの落下果実数の年次変動

調査区	調査年						
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
A13-1	19	2,818	4	37	4,494	102	247
A13-2	26	4,912	3	16	3,414	56	1,648
A13-3	9	919	9	17	2,731	43	122
A22-1	49	677	44	38	7,117	321	1,812
A22-2	0	49	3	0	884	2	123
A22-3	1	92	3	0	1,347	1	168

2003~09 年の 9~11 月に二つの雑木林で 3 箇所ずつ、計 6 箇所調査を行い、落下した果実数の合計を示した。

表-3 異なる年にふ化した個体の羽化年のばらつき

ふ化年	羽化までに要した年数		
	1 年後	2 年後	3 年後
2001 年	71.7% (210)	28.0% (82)	0.3% (1)
2002 年	3.2% (15)	95.7% (442)	1.1% (5)
2004 年	54.7% (70)	45.3% (58)	0% (0)
2005 年	1.0% (2)	99.0% (204)	0% (0)
2006 年	60.4% (55)	39.6% (36)	未調査

2001～06 年にクリ果実から脱出した幼虫を雑木林に埋めた植木鉢の中に潜らせて、地上に出現した成虫数を 4 年間調査した (2006 年ふ化個体は 2 年間のみの調査)。

() 内は羽化個体数。

高温を休眠制御のために利用している (HIGAKI, 2006 ; 2010 ; HIGAKI and TOYAMA, 2012 ; 檜垣, 2010)。休眠覚醒に必要な低温と高温の繰り返し回数が個体間で異なるため、休眠覚醒は数年にわたってばらついて起こる。長期休眠個体が混在するため、もし凶作年で果実がなくて産卵できなくても、地中で眠り続けている幼虫は難を逃れて翌年以降に成虫になり卵を産めるチャンスがある。一方、豊作年には地上に出て繁殖する個体が有利になるだろう。

クリシギゾウムシに通常の休眠個体と長期休眠個体が混在することは寄主の果実生産の不規則な豊凶に対する両賭け戦略と解釈できるが、豊作か凶作かで両者の有利不利は逆転するので、最適な長期休眠個体の割合は年によって変化すると考えられる。実際、長期休眠個体の割合は年によって大きく変化し、翌年に羽化する 1 年個体が多い場合もあれば、2 年後以降に羽化する長期休眠個体が多い場合もある (表-3)。年によって長期休眠個体の割合が変化する仕組みはまだわかっていない。興味深いことに、種子食昆虫の数種では、寄主の種子の翌年の豊凶を環境条件を手掛かりに予測して長期休眠個体の割合を変化させる可能性が指摘されている (HANSKI, 1988)。

VI 森林からの飛来性害虫としてのクリシギゾウムシ

耕作放棄園や管理不良園を除けばクリ園で本種が発生している可能性は極めて低いが、毎年多くの果実が本種に被害される。このことは、クリ園周辺の森林が発生源となり、そこで発生した成虫がクリ園に侵入して産卵している可能性を強く示している。成虫の飛翔能力は不明であるが、飼育下で約 2 か月生存したことからその寿命は長いと考えられ、クリ園と離れた森林由来の成虫が飛来してくる可能性もある。これまで本種の防除はクリ園内で世代を繰り返すことを前提に行われてきたが、本種

の本来の生息地は森林で、クリ園外から飛来してくる害虫とみなすべきであり、クリ園だけでなく周辺の森林も含めて対策を考えなければならない。森林での本種の生態は十分解明されておらず、今後寄主植物とのかかわりや生活史、成虫の行動等を詳しく研究する必要がある。

森林で調査することで、本種の被害を新たな視点から見ることができる。本種のクリ果実への加害は中生・晩生品種に集中し、早生品種は加害されない。雑木林で詳しく調査したところ、本種の産卵はクリではなくコナラ果実の成熟に同調しており、コナラに依存して生活していることがわかった。このことから、クリの中生・晩生品種に被害が集中するのは、熟期がコナラと近いためである可能性が示された。そうであれば、熟期の早い早生品種は産卵対象にならず、早生品種への改植が本種の被害低減のための有効な対策となりうる。ただし、早生品種であっても東北のような寒冷地では熟期が遅くなり、被害を受けることが報告されている (高村, 1971)。クリ品種の被害の解析や予測のためには、品種の熟期とクリ園周辺の森林に自生しているコナラなどの寄主の熟期が重なっていないか、調査することが有効と考えられる。

おわりに

現在、クリの主産地では果実のくん蒸処理だけに頼らないクリシギゾウムシ対策が進められている。中心となるのはくん蒸処理の代替技術で、冷蔵処理、温湯処理、蒸熱処理等の果実処理 (二井ら, 2014 ; 小林, 2014) と果実の加工品としての利用 (神尾, 2014) である。これらはどれも有効な対策だが、処理施設の整備や流通経路等の問題があり、産地によっては導入が難しい場合がある。また、被害を未然に防ぐ技術も重要で、薬剤散布による立木防除試験では、防除適期に登録薬剤を十分量、ていねいに散布することで本種の被害を軽減することが示されている (金崎, 2014)。しかし、クリは中山間地の主要な果樹であることに加えて農家の高齢化もあり、その栽培は粗放的に営まれることが多い。このため、農薬散布に労力や費用を増やすことが難しいのが現状である。

ここまで森林におけるクリシギゾウムシの寄主利用と生活史について筆者自身の研究結果を中心にできるだけ詳しく紹介した。本種の被害解析や防除の基礎となる知見を得るには、クリ園の中よりも本来の生息地である森林での生活に目を向ける必要があると考えたからである。ただし、ここで紹介できたのは本種の生態のごく一部に過ぎず、まだ多くの謎が残されている。新しい防除技術が求められている今が、本種の生態に正面から向き合い解き明かしていくための好機となればと願っている。

引用文献

- 1) DANKS, H. V. (1987): Insect Dormancy: An Ecological Perspective, Biological Survey of Canada, Ottawa, 439 pp.
- 2) ESPELTA, J. M. et al. (2009): J. Ecol. **97**: 1416~1423.
- 3) FUKUMOTO, H. and H. KAJIMURA (1999): Entomol. Sci. **2**: 197~203.
- 4) 二井清友ら (2014): 植物防疫 **68**: 226~230.
- 5) HANSKI, I. (1988): Ann. Zool. Fenn. **25**: 37~53.
- 6) HARRIS, M. K. (1976): J. Econ. Entomol. **69**: 167~170.
- 7) ——— et al. (1996): Environ. Entomol. **25**: 1068~1076.
- 8) 林 匡夫ら (1984): 日本甲虫図鑑IV, 保育社, 大阪, 438 pp.
- 9) 檜垣守男 (2010): 植物防疫 **64**: 717~723.
- 10) HIGAKI, M. (2005): J. Insect. Physiol. **51**: 1352~1358.
- 11) ——— (2006): ibid. **52**: 514~519.
- 12) ——— (2010): ibid. **56**: 616~621.
- 13) ——— and M. TOYAMA (2012): ibid. **58**: 56~60.
- 14) ——— (2016): Entomol. Exp. Appl. **159**: 338~346.
- 15) ——— (2021): Appl. Entomol. Zool. **56**: 345~353.
- 16) JANZEN, D. H. (1971): Ann. Rev. Ecol. Syst. **2**: 465~492.
- 17) 神尾真司 (2014): 植物防疫 **68**: 243~247.
- 18) 金崎秀司 (2014): 同上 **68**: 237~242.
- 19) 小林正秀 (2014): 同上 **68**: 231~236.
- 20) KOENIG, W. D. et al. (1994): Ecology **75**: 99~109.
- 21) 黒木功令・児玉 行 (1987): 山口農試研報 **39**: 67~75.
- 22) 前藤 薫 (1993): 日林北支論 **41**: 88~90.
- 23) MAETO, K. and K. OZAKI (2003): Oecologia **137**: 392~398.
- 24) MENU, F. and D. DEBOUZIE (1993): ibid. **93**: 367~373.
- 25) 元木 靖 (2008): 経済学季報 **58**: 99~130.
- 26) 中垣至郎・柳橋 泰 (1985): 関東病虫研報 **32**: 203~204.
- 27) 岡部伸孝・高枝正成 (1993): 植物防疫 **47**: 301~304.
- 28) SAULICH, A. Kh. (2010): Entomol. Rev. **90**: 1127~1152.
- 29) SILVERTOWN, J. W. (1980): Biol. J. Linn. Soc. **14**: 235~250.
- 30) SORK, V. L. et al. (1993): Ecology **74**: 528~541.
- 31) 高村尚武 (1971): 岩手県林試成果報告 **3**: 21~28.

登録が失効した農薬 (2023.2.1~2023.2.28)

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。

「殺菌剤」

●銅水和剤

5299：クプラビットホルテ（バイエルクロップサイエンス株式会社）23/2/6

●フェノキサニル粉剤

20525：アチーブ粉剤 DL（日本農薬株式会社）23/2/6

「殺虫剤」

●テブフェンピラド乳剤

19477：ヤシマピラニカ EW（協友アグリ株式会社）23/2/8

●チリカブリダニ剤

21814：石原チリガブリ（石原産業株式会社）23/2/20

「除草剤」

●ペンディメタリン水和剤

21909：グリーンケア G 顆粒水和剤（株式会社エス・ディー・エス バイオテック）23/2/6

●テフリルトリオン・メフェナセット粒剤

22613：ポッシブル 1 キロ粒剤（バイエルクロップサイエンス株式会社）23/2/22

●テフリルトリオン・メフェナセット粒剤

22614：ポッシブルフロアブル（バイエルクロップサイエンス株式会社）23/2/22

●テフリルトリオン・メフェナセット粒剤

22615：ポッシブルジャンボ（バイエルクロップサイエンス株式会社）23/2/22

●イソキサベン・フロラスラム水和剤

21088：ターザインプロ DF（コルテバ・ジャパン株式会社）23/2/24

研究 報告

奈良県におけるキクベと病の発生状況および 殺菌剤と高温・温湯処理による防除効果

奈良県農業研究開発センター よしだ 芳田 かんだい 侃大*・あさの 浅野 しゅんすけ 峻介

はじめに

奈良県におけるキクは、主に露地栽培で5～11月にかけて収穫され、栽培面積は103 ha、生産量は4,760万本と全国第6位の生産規模を誇っている（農林水産省、2023）。本県のキク生産では、小ギクが全体の9割を占めており、大中輪菊では二輪菊やミス菊といった特色のある品種が生産されている。キクは本県の農業を牽引している農産物であるリーディング品目に位置づけられ、行政施策の面からも積極的な振興が図られている。

2017年、奈良県内でこれまでにほとんど確認されなかったキクベと病が、県内の主要産地である平群町や葛城市で発生し問題となった。本病による症状は、葉表に黄変または黄褐色の斑点が認められ、高湿度条件では葉裏に白色または褐色の粉状菌叢が肉眼でも容易に観察される（岸，1998）。また、品種間差が著しく、弱い品種では下葉から枯れ上がる（宮城県，2017）。キクベと病菌はキク科植物に寄生することや形態的な特徴から、卵菌類に属する *Peronospora danica* とされていた（坂口ら，1980）。その後、日本で採取されたキクベと病菌の分類学的再検討が行われ、分子系統解析と形態観察の結果、*Para-peronospora minor* であることが提唱されている（川口ら，2019）。

キクベと病は、1979年に国内では長崎県で初めて報告されたが（坂口ら，1980）、それ以降は長らく本病の発生に関する報告は見られなかった。しかし、奈良県での発生と同時期である2016、2017年に宮城県、大阪府、兵庫県、および広島県でも発生が確認されている。

本病に関する知見が少ないことから、防除の基礎情報とするため、奈良県での発生状況と薬剤散布および挿し穂への高温・温湯処理による防除効果について紹介したい（YOSHIDA et al., 2019）。

Occurrence of Chrysanthemum Downy Mildew in Nara Prefecture and its Control with Fungicide and Thermotherapy. By Kandai YOSHIDA and Shunsuke ASANO

（キーワード：キクベと病，薬剤防除，高温・温湯処理）

*現所属：奈良県食と農の振興部畜産課

I 2017年の奈良県におけるキクベと病の発生状況

2017年の1月初旬、奈良県平群町にある無加温ハウス内のキク親株にてキクベと病が確認された。そこから大きな拡がりは見られなかったものの、同年4月に入ってから急激に発生が拡大し、ハウス内のキクだけではなく、露地圃場の本圃や親株圃場でも多発した。

詳細な発生状況を確認するため、2017年の4月17日に奈良県平群町の小ギク4圃場において、各品種それぞれ100株を対象にキクベと病の発病株率と症状について調査を行った。調査した13品種のうち、6品種では全く症状が見られなかった（表-1）。一方で発病のあった品種では1品種を除き、発病株率は95%以上と高かった。症状は既報の通りで、主に下葉から中位葉にかけて

表-1 奈良県平群町におけるキクベと病の発生状況

圃場	品種	発病株率 (%)	症状
A	寿光	100	上位葉まで枯死および植物体の枯死
	いろどり	100	中位葉まで枯死
	精かなた	0	
	不明	0	
B	清姫	95	中位葉まで褐変
	白霧	97	中位葉まで褐変
	精かなた	0	
	あかね	0	
C	はるき	0	
	秀もくば	100	中位葉まで褐変
	京丸	100	中位葉まで褐変
	白霧	100	上位葉まで枯死および植物体の枯死
	はくたか	100	中位葉まで枯死
	いろどり	12	中位葉まで褐変
	精かなた	0	
	川風	0	
D	夏丸	0	
	紅ひかり	0	
	清姫	100	中位葉まで褐変
	不明	0	

2017年4月21日に奈良県平群町の小ギク露地圃場4地点を調査した。

1品種当たり100株を調査し、発病株率を算出した。

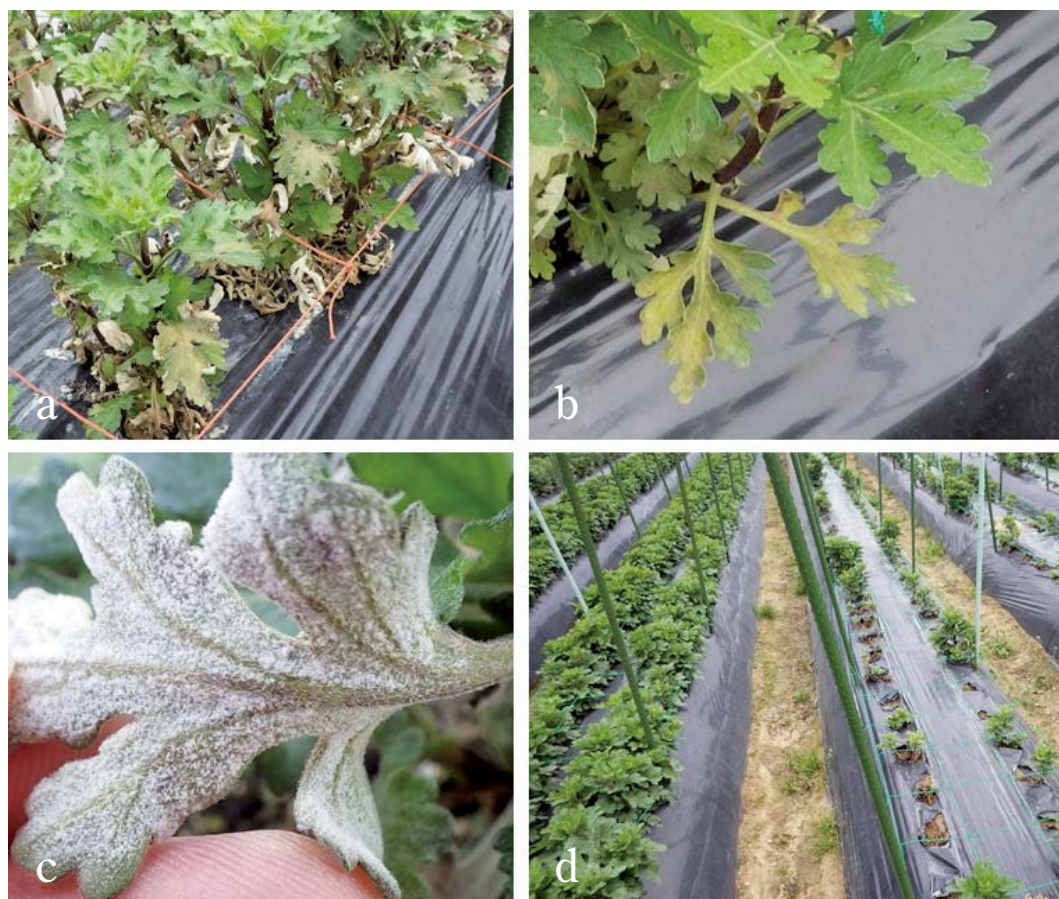


図-1 奈良県平群町におけるキクベと病の症状（2017年4月）
（a：下葉からの枯れ上がり，b：葉表の黄変，c：葉裏の菌叢，d：健全株と発病株の比較）

葉表が黄褐色～褐色に変色し，下葉から枯れ上がりが見られ，発病葉の裏面には白い菌叢が確認された（図-1a, b, c）。症状の程度には品種間差が見られ，‘寿光’や‘白霧’といった品種では被害が大きく，畝の大多数において株の伸長が止まった状態の圃場も確認された（図-1d）。発生圃場では，発病葉による品質低下や成長不良株では出荷困難になる等，被害が大きく問題となった。

当時の対策として，①発病葉をできるだけかき取って圃場外に持ち出すこと，②登録のあるマンゼブ水和剤などの殺菌剤を葉裏にかかるように十分散布することを中心に指導を行った。結果として5月のGW連休明け以降，気温が上昇したことも要因として考えられるが，発生は沈静化していった。

II 殺菌剤散布によるキクベと病に対する防除効果

キクベと病の防除に関する知見が少ない状況であることから，奈良県農業研究開発センター内で殺菌剤防除の試験を実施した。2016年の10月に奈良県平群町のキク親株圃場からサンプリングした株をプランターに植え，翌年4月に下位から中位葉にかけてキクベと病の発病が

確認された段階で試験を開始した。症状のある葉の最上部に印を付け，その印よりも上位の展開葉を対象に，症状が葉面積に占める割合を6段階で評価した。殺菌剤は4月5日から7日間隔で計3回散布を行い，発病程度は4月12，18，25日に調査した。なお，殺菌剤の選定については，本病に登録のある農薬が少ないことから，登録のあるマンゼブ水和剤のほか，本病に登録はないが生産現場で一般的に利用されているアゾキシストロビン水和剤とトルフェンピラド乳剤を選択した。

調査開始7日後（4月12日）の時点で，対照区の発病度が高かったことから，多発生条件下かつ試験開始時には既に上位葉への感染が始まっていたことが推測される（表-2）。品種によって殺菌剤の効果に若干の差は認められたが，全品種を合算した場合のアゾキシストロビン水和剤，マンゼブ水和剤およびトルフェンピラド乳剤の発病度は対照と比較して有意に低く，いずれの殺菌剤もキクベと病に対して一定の防除効果が認められた。一方で，いずれの薬剤も防除価は低かったことから，今回のような多発条件下では，薬剤の効果が十分に得られないことが明らかとなった。

表-2 キクベと病に対する殺菌剤の防除効果

品種	薬剤 ^z	発病度 ^y (防除価 ^x)						調査株数
		4/12		4/18		4/25		
ほたる	マンゼブ	2.2	(21.9)	2.5	(19.3)	2.2	(4.4)	25
	トルフェンピラド	2.7	(2.7)	2.7	(12.4)	1.9	(15.4)	33
	アゾキシストロビン	2.2	(21.3)	2.1	(30.3)	1.9	(17.9)	28
	無処理	2.8	—	3.1	—	2.3	—	27
寿光	マンゼブ	3.8	(10.1)	3.0	(21.1)	2.7	(35.6)	23
	トルフェンピラド	3.9	(0)	2.9	(16.7)	3.3	(14.4)	23
	アゾキシストロビン	2.7	(32.3)	2.2	(37.1)	2.7	(31.0)	20
	無処理	3.9	—	3.5	—	3.9	—	24
流星	マンゼブ	3.8	(0.5)	3.1	(17.7)	3.0	(20.0)	26
	トルフェンピラド	3.5	(9.4)	3.0	(19.7)	3.5	(6.7)	22
	アゾキシストロビン	3.3	(14.2)	2.8	(24.6)	3.4	(10.4)	32
	無処理	3.9	—	3.7	—	3.8	—	30
紅千代	マンゼブ	2.9	(9.0)	2.2	(26.0)	2.0	(39.8)	16
	トルフェンピラド ^w	—	—	—	—	—	—	—
	アゾキシストロビン	1.6	(48.7)	1.6	(46.6)	1.7	(50.2)	29
	無処理	3.2	—	3.0	—	3.3	—	26
全品種	マンゼブ	3.2 b ^v	(6.7)	2.7 b	(17.9)	2.5 a	(23.6)	90
	トルフェンピラド	3.4 b	(1.8)	2.9 b	(13.9)	2.9 b	(11.8)	68
	アゾキシストロビン	2.5 a	(28.6)	2.2 a	(33.9)	2.4 a	(27.3)	109
	無処理	3.4 b	—	3.3 c	—	3.3 c	—	106

^z 薬剤は4月5日から19日までの間、7日間隔で3回散布した。

^y 発病度の計算は以下の通り行った。発病度 = (5A + 4B + 3C + 2D + E) / 5N ; A, B, C, D, およびEは、それぞれ発病指数5, 4, 3, 2, および1の個体数を示す。なお、発病指数は以下の通り分類した ; 0 : 葉に病斑が認められない, 1 : 病斑が葉面積の5%未満を占める, 2 : 5~25%未満, 3 : 25~50%未満, 4 : 50~70%未満, 5 : 70%以上。

^x 防除価は次式により算出した。

防除価 = (無処理区の発病度 - 処理区の発病度) / 無処理区の発病度 × 100。

^w 紅千代におけるトルフェンピラドのデータは、調査数が少なかったことから未記入とした。

^v 異なるアルファベットは処理区間で有意な差が認められる (Steel-Dwass の多重比較検定 $p < 0.05$)。

III 高温・温湯処理によるキクベと病に対する防除効果

キクでは白さび病を対象として、育苗期における高温処理やキク挿し穂への温湯処理の有効性が明らかになっている (内田, 1979 ; 杉村ら, 1996)。キクベと病には登録のある農薬が少ないことから、防除体系を確立するうえで、農薬に頼らない防除技術の確立は重要である。そこで、高温・温湯処理によるキクベと病に対する防除効果を検証した。

2016年の11月に、奈良県平群町の親株圃場から採取したキクを用いて試験を行った。高温処理では、キク挿し穂をセルトレイに移植し、次のように設定した人工気象器に入れて10日間連続で処理を行った (20℃ 8時間 → 35℃ 6時間 → 15℃ 10時間)。温湯処理では、46℃の恒温水槽 (YS-501 タイガーカワシマ株式会社) にキク穂を3分間浸漬させ、その後すぐに水道水による流水で冷却させた。処理後の挿し穂はセルトレイに移植し、無

加温ハウスに移した。処理後10日経過した2017年1月5日から調査を開始し、1月5, 12, 24, 30日にキクベと病の発病株率と各処理による葉焼け障害の発生程度を調査した。

調査開始時点 (1月5日) で、無処理区はすべての品種で発病が認められた。一方で、いずれの処理区も1月12日まで発病が認められず、最終的な発病株率も無処理区に比べ有意に低かった (表-3)。なお、高温処理よりも温湯処理および高温処理後に続けて温湯処理を行った処理区 (高温+温湯処理区) のほうが、発病株率は低い傾向となった。

処理後の葉焼け障害は、高温処理区および温湯処理区では確認されず、高温+温湯処理区のみ確認された。障害の程度は品種によって異なり、‘寿光’と‘流星’は‘ほたる’と‘紅千代’に比べて障害の発生が高い傾向となり、いずれの品種も1月5日から12日にかけて被害の増加が確認された (表-4)。なお、1月24日と30日において、新たな障害の発生は確認されず、試験期間を通して生育

表-3 高温・温湯処理におけるキクベと病に対する防除効果

品種	処理方法	累積発病株率 (%)				調査株数
		1/5	1/12	1/24	1/30	
ほたる	温湯処理 ^z	0	0	0	0	27
	高温処理 ^y	0	0	0	3.3	30
	高温+温湯処理 ^x	0	0	0	0	30
	無処理	8.0	8.0	8.0	12.0	25
寿光	温湯処理	0	0	0	4.8	21
	高温処理	0	0	0	0	27
	高温+温湯処理	0	0	3.8	3.8	26
	無処理	4.0	12.0	12.0	12.0	25
流星	温湯処理	0	0	0	0 a ^w	28
	高温処理	0	0	6.3	6.3 a	32
	高温+温湯処理	0	0	0	0 a	32
	無処理	3.1	59.4	59.4	59.4 b	32
紅千代	温湯処理	0	0	0	0 α	18
	高温処理	0	0	37.5	37.5 β	32
	高温+温湯処理	0	0	9.4	9.4 α	32
	無処理	5.3	63.2	63.2	89.5 γ	19

^z 温湯処理：2016年12月6日にキクの挿し穂を46℃の湯に3分間浸漬した後、水道水で熱をとった。

^y 高温処理：12月16～26日にキク親株を人工気象器内で20℃(8h)→35℃(6h)→15℃(10h)のサイクルで10日間処理した。

^x 高温+温湯処理：高温処理した親株から採穂し、続けて温湯処理した。

各処理後、挿し穂を128穴トレイに定植し、無加温ハウス内で管理した。

^w 異なるアルファベットは品種内の処理区間で有意な差が認められる(Ryanの多重比較検定 $p < 0.05$)。

表-4 高温+温湯処理区における葉焼け障害の発生程度

日付	品種	障害指数 ^z					指数平均 ^y
		0	1	2	3	4	
1/5	ほたる	28	2	0	0	0	0.07 a ^x
	紅千代	25	7	0	0	0	0.22 ab
	寿光	10	16	0	0	0	0.62 cd
	流星	13	18	1	0	0	0.63 cd
1/12	ほたる	22	6	2	0	0	0.33 abc
	紅千代	18	7	7	0	0	0.66 bcde
	寿光	5	8	13	0	0	1.31 ef
	流星	3	10	19	0	0	1.50 f

^z 障害指数：0＝障害なし，1＝上位葉にわずかな褐変が見られる，2＝上位葉に10%未満に褐変症状が見られる，3＝上位葉の10%未満に褐変症状が見られる，もしくは新芽に褐変が見られる，4＝枯死。

^y 指数平均＝(4A+3B+2C+D)/4N；A，B，C，およびDは，それぞれ障害指数4，3，2および1の個体数であり，Nは各品種の総数を示す。

^x 異なるアルファベットは各品種間で有意な差が認められる(Steel-Dwassの多重比較検定 $p < 0.05$)。

に影響のするような障害(障害指数3以上)は、いずれの品種でも確認されなかった。

Ⅳ ま と め

今回、これまでにほとんど報告がなかったキクベと病について、現地での発生状況と防除対策に関して調査を行った。

キクベと病の発病には品種間差がはっきりと表れ、発病が認められた品種の中でも、症状の程度に差が認められた。このことから本病の防除対策として、抵抗性品種の活用が考えられる。また、現地では親株圃場から育苗ハウス、本圃のいずれでも発病が確認されたため、親株が第一次伝染源として苗を汚染し、本圃への持ち込みにより感染が広がっていくことが示唆された。このことか

ら、健全な親株の選抜を徹底することも重要であると考えられる。

薬剤防除に関して、2023年1月末時点でキクベと病に登録のある薬剤はマンゼブ水和剤とマンネブ水和剤の2種類のみである。両剤ともに保護殺菌剤であり治療効果は望めないため、発病前の予防的散布を徹底することが重要と考えられる。ただし、今回の調査では予防的散布での効果は未確認であり、圃場試験も実施していない。今後、実際の圃場における効果的な散布時期なども含め、さらなる検討が必要であると思われる。

キク挿し穂に対する高温処理および温湯処理は、キク白さび病だけでなくキクベと病に対しても防除効果があることを示した。これら処理により、防除対策が手薄になりがちな親株圃場から、本圃への菌の持ち込みを防ぐことが期待される。特に温湯処理は、キク白さび病対策としてマニュアル化もされている（福島県、2022）。今回、キク白さび病防除に基づいた処理温度・時間で試験を行ったが、必要に応じてキクベと病菌の抑制に最適な処理条件を明らかにすることも検討したい。

おわりに

キクベと病は2017年に奈良県で多発し、同時期に東

北から中国地方で発生が確認されたが、全国的に発生が見られた原因は不明である。なお、奈良県では2017年に多発した翌年以降、現地では少発生程度にとどまっており、大きな問題とはなっていない。しかし、治療的な効果を示す農薬は登録されておらず、発生が拡大した場合の対処が困難となることが予想されるため、今後も発生動向には注意が必要であると考えられる。

今回の一連の調査で、キクベと病の防除対策に関する若干の知見を得られたが、病原菌の生態や圃場レベルでの防除試験等、解明・検討すべき事項は多いため、今後の進展に期待したい。

引用文献

- 1) 福島県 (2022): キク白さび病防除編【詳細編】、<https://www.pref.fukushima.lg.jp/uploaded/attachment/438528.pdf>
- 2) 岸 國平 (1998): 日本植物病害大辞典: p.571.
- 3) 川口真穂ら (2019): 日植病報 **85**: 55 (講要).
- 4) 宮城県 (2017): 病害虫ライブラリー キクベと病、<https://www.pref.miyagi.jp/soshiki/byogai/lib-top.html>
- 5) 農林水産省 (2023): 令和3年産 花き出荷統計、https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotu/sakkyou_kaki/
- 6) 坂口莊一ら (1980): 九州病虫研報 **26**: 70~72.
- 7) 杉村輝彦ら (1996): 奈良県農試研報 **27**: 39~43.
- 8) 内田 勉ら (1979): 関東東山病虫研報 **26**: 78~79.
- 9) YOSHIDA, K. et al. (2019): Ann. Rept. Kansai Pl. Prot. **61**: 79~84.

発生予察情報・特殊報 (2023.2.1~2023.2.28)

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

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

- サツマイモ：炭腐病（岐阜県：初）2/3
- トマト：クロテンコナカイガラムシ（岐阜県：初）2/3
- フィロデンドロン：モトジロアザミウマ（岐阜県：初）2/3

- キク：小斑点病（福岡県：初）2/9
- サツマイモ：基腐病（愛知県：初）2/10
- ネギ：黒腐菌核病（秋田県：初）2/28



ミカンバエのマイクロサテライトマーカールの開発とその利用

京都大学大学院農学研究科 ひのもと 日本 のりひで 典秀・パッターラー Pattara OPADITH・おの 小野 はじめ 肇
 大分県農林水産研究指導センター ならはら 榎原 みのる 稔
 山口県農林総合技術センター おかざき 岡崎 よしお 芳夫・ひがしうら 東浦 よしみつ 祥光

はじめに

ミカンバエ *Bactrocera tsuneonis* (Miyake) は、カンキツ類の重要害虫である（図-1, 2）。19 世紀末より被害が報告されはじめ、のちに新種として記載された（MIYAKE, 1919）。当時は一部のカンキツ園で相当な被害が生じたこともあったようだが、戦後になると農薬散布が頻繁に行われるようになり、経済的栽培園では見つけることができないほど、問題とされない害虫となった（榎原ら, 2007）。一方、その分布も長い間九州の一部地域と考えられてきたが、近年徐々にその分布を広げている。本種の生態や歴史については、榎原ら（2007）や金崎ら（2011）に詳しいので参照されたい。

本種は、海外では中国にのみ生息するとされている（WHITE and WANG, 1992 ; VARGAS et al., 2015）。したがって多くの国は、我が国からのカンキツ輸出に際して本種の検疫措置を求めることになる。有効な薬剤散布によって経済的栽培園では全く問題とならない害虫ではあるが、放任園などが発生源となっていることは確かであり、本種の防除をしっかりと実施することが求められている。しかし、地域単位で防除を実施するにしても、本種の非分布域を確定するにしても、本種の移動分散範囲がどの程度なのかを明らかにすることができなければ、有効な対策を実行できない。

多くの害虫は微小で目視によるモニタリングは困難であるうえ、そもそも世代を超えた長期間のモニタリングは不可能である。さらに、本種のようにそもそも地域における密度が極めて低い種は、トラップ調査などによる分布域の推定も困難である。このようなモニタリングに

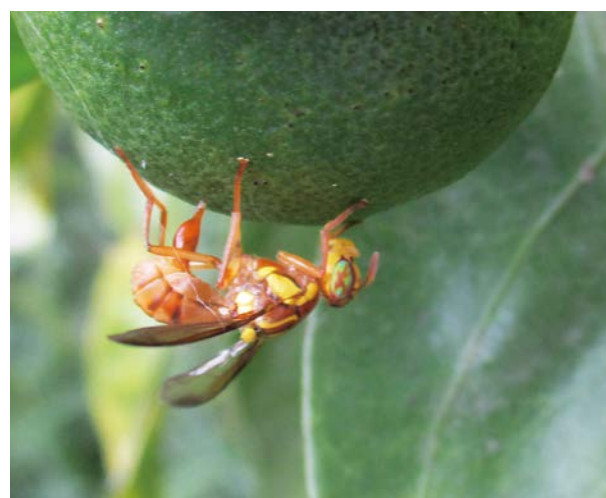


図-1 カンキツ未成熟果に産卵するミカンバエ雌成虫（小野撮影）



図-2 被害果から脱出するミカンバエ幼虫（小野撮影）

は、種内変異を利用した遺伝的な識別法が有効である（BROQUET and PETIT, 2009）。特に、種内多型の豊富なマイクロサテライト DNA マーカーは、このような目的に適していると考えられる。我々のグループでは、この目的のために、ミカンバエにおいてマイクロサテライト DNA マーカーを開発した。まだ最終的にこのマーカー

Development and Use of Microsatellite Markers on the Japanese Orange Fly, *Bactrocera tsuneonis*. By Norihide HINOMOTO, Pattara OPADITH, Hajime ONO, Minoru NARAHARA, Yoshio OKAZAKI and Yoshimitsu HIGASHIURA

（キーワード：ミカンバエ，輸出検疫，マイクロサテライト，個体群構造，移動分散）

を用いた解析結果が出ているわけではないが、開発経緯と、今後どのようにこのマーカーを植物検疫に生かしていくかを紹介したい。なお、本研究は、農林水産省「我が国の輸出に有利な国際的検疫処理基準の確立，実証委託事業（令和2～3年度）」および「植物検疫上の要求事項を満たすための体制の構築委託事業（令和4年度）」によって実施されたものである。

I マイクロサテライトとは

マイクロサテライト（microsatellite）とは、数塩基の単純な塩基配列（例えばACやAAC等）が繰り返し現れるゲノム上のDNA領域である。単純反復配列（simple sequence repeat；SSR）もしくは縦列反復配列（short

tandem repeat；STR）等とも呼ばれる。種によってその出現頻度は異なるが、ゲノム中に広く存在している。この反復領域の両端にPCR用のプライマーを設計して増幅し、DNA領域の長さの違いを電気泳動によって検出する（図-3）。この、ゲノム中に広く存在し多数のマーカーを扱えること、反復数の変異が大きいこと、多数の対立遺伝子が期待できること、共優性であること、機能を持たないため中立的であると考えられること、などから集団遺伝学的研究に用いるマーカーとして非常に有用である。

かつては、このマーカー作成が煩雑であった（ZANE et al., 2002）。しかし近年では、次世代シーケンス技術の普及とコンピュータ速度の向上によって、大量のゲノム

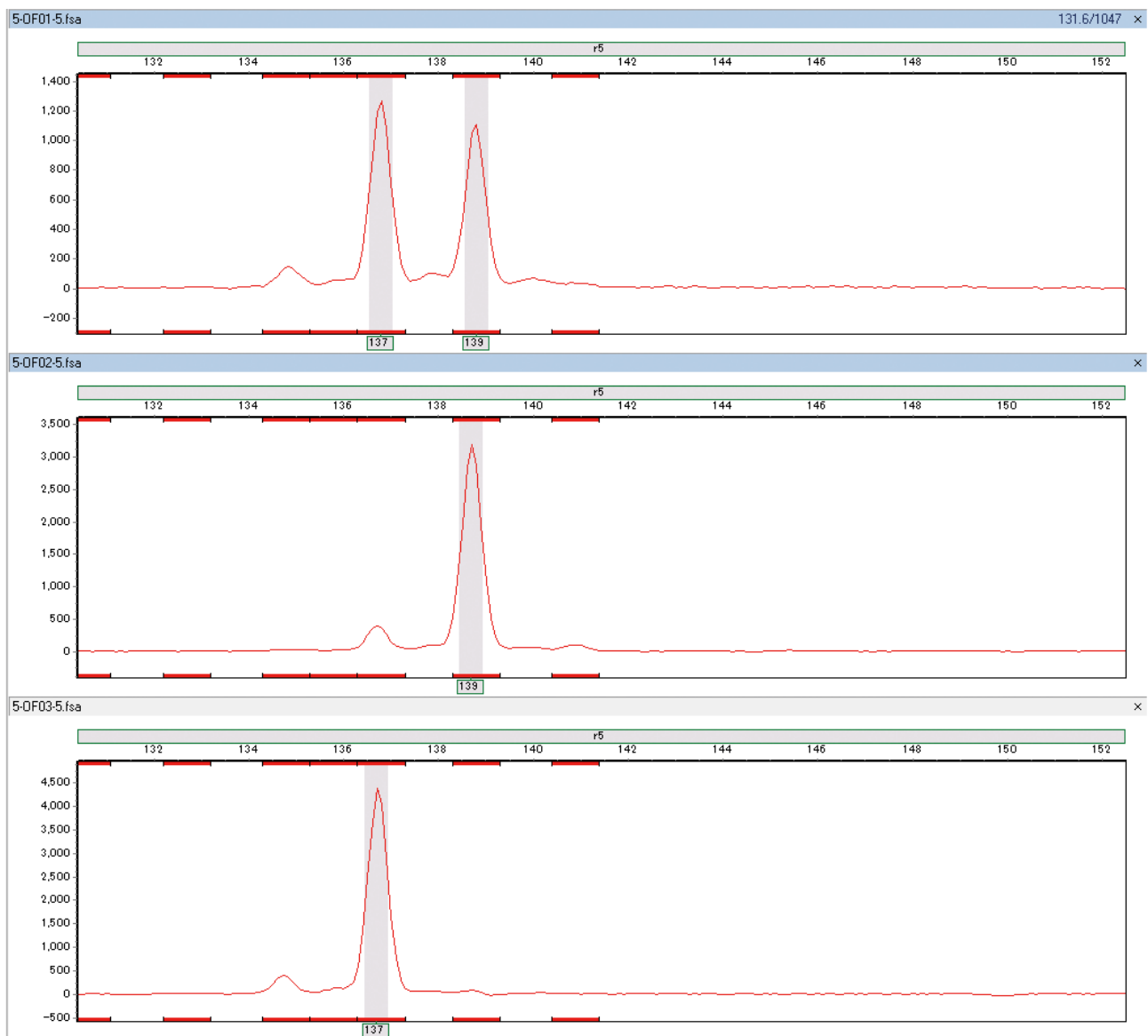


図-3 マイクロサテライトのフラグメント解析結果の一例
3 個体の遺伝子型を示す。上段はサイズ 137 bp と 139 bp の対立遺伝子を持つヘテロ個体、中段は 139 bp のホモ個体、下段は 137 bp のホモ個体である。

データから簡便にマイクロサテライト領域を単離する手法が発達してきた (Du et al., 2018 ; Liu and Xie, 2022)。さらに, RNA シークエンス (RNA-Seq) からマイクロサテライトが単離できることがわかってきた (TAHERI et al., 2018)。機能を持つ遺伝子の発現に基づく RNA-Seq は多くの生物種で調べられてきており, 全ゲノムを解読するよりは遥かに安価に大量の塩基配列データを取得できる。本研究では, すでに入手していたミカンバエの RNA-Seq データをもとにマイクロサテライトマーカーを作出することを試みた (OPADITH et al., 2022)。

II マーカーの単離と解析

放任園で採集されたミカンバエ幼虫から得た成虫雌雄合計 73 個体から RNA を抽出し, Illumina MiSeq を用いて RNA-Seq を得た。これをもとにソフトウェア QDD ver. 3.1.2 (MEGLÉCZ et al., 2014) および Krait ver. 1.3.3 (Du et al., 2018) を用いてマイクロサテライト領域を単離した。最終的に 67,365 のコンティグ (解読した一連の DNA 塩基配列) から 17 遺伝子座に対してマーカーを作成することができた。

以前から分布が知られていた県 (既存地域) と近年になって発生が確認された県 (新興地域) の二つの県のいくつかの放任園で回収した果実から羽化した成虫を雌雄別に個体群として扱い, 対立遺伝子数, ヘテロ接合体頻度や近交係数等の集団遺伝学的パラメータを計算した。全体としては遺伝子座当たり 1 から 5 の対立遺伝子が検出され, 平均値は 2.65 であった。これは, 一般的なマイクロサテライトマーカーの多様性から考えると低い値であり, RNA-Seq から開発したためなのか, 本種がかなり大きなボトルネックを経ているためか, 今後さらなる

検証が必要である。平均ヘテロ接合体頻度はほとんどの遺伝子座でゼロであり, 近交係数 F_{IS} も非常に高い値を示した。このことは, 本種が近親交配を行っていることを示唆するものであり, これもあえて同類交配をしているのか, 移動分散範囲が限られているために結果的にそうなっているのか, 今後多くの野外個体群を扱った研究が必要である。

ソフトウェア BOTTLENECK ver.1.2.02 (PIRY et al., 1999) を用いて各個体群が経験したボトルネック効果の有無を検証したところ, 既存地域では検出されなかったが, 新興地域ではその影響が見られた。

III ミカンバエの移動分散に関する考察

長く九州にのみ分布していた本種が分布を拡大したのは, 人為的な寄生果の移動や, 台風等の偶発的な気象条件によるものと考えられており, いずれにしても多数の個体が一度に分布拡大に貢献したとは考えにくい。新興地域でボトルネックが検出されたことは, 被害の顕在化が比較的近年であることと考え合わせると, 少数個体群の移入による結果生じたのではないかという想定も可能になる。

将来的には, 地理的に散在する放任園から得たミカンバエ個体群の遺伝的分化を, 採集地点間の地理的距離と比較することで, 本種の遺伝子交流範囲=移動分散範囲を推定できると期待できる (図-4, 5)。本種は 6 日間で 1 km 未満しか移動しないことも知られており (MIYAKE, 1919), 寿命は 60~70 日 (西, 2008) であること, カンキツ園のほかに野生のカンキツ類も利用できることを考えると, それほど遠くまで分散するとは考えにくい。このような本種の特徴が, 低いヘテロ接合体頻度, 高い近

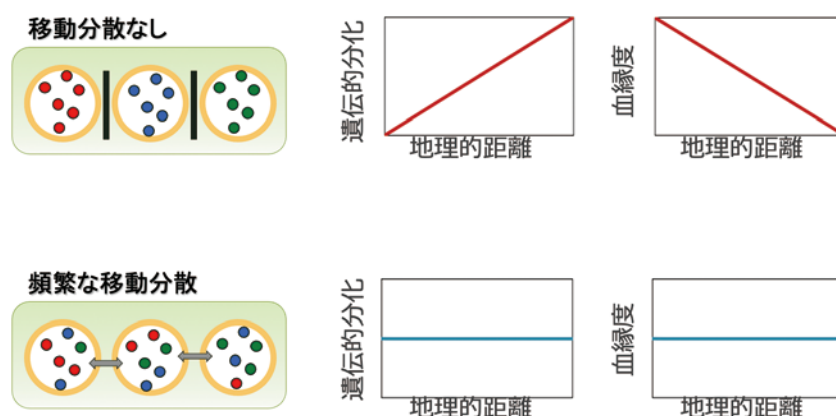


図-4 遺伝的マーカーを用いた移動分散程度の推定の原理

個体群間で移動分散が少なければ, 地理的距離が大きくなるにつれて遺伝的分化の程度が増加, 逆に血縁度は低下する。一方, 個体群間で頻繁な移動分散があれば遺伝子が混合され, 相関はなくなる。

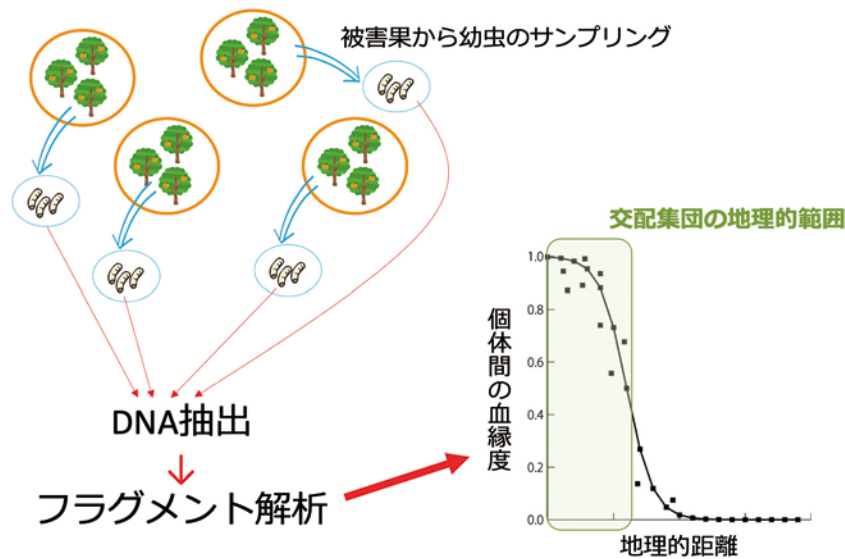


図-5 マイクロサテライトを用いた移動分散範囲の推定プロセスのイメージ

交係数にあらわれていると考えられる。

おわりに

本研究では、RNA-Seqを利用することにより安価で簡便にマーカーを開発することが可能であることが示された。一方で、対立遺伝子数の少なさ、ヌルアリル（プライマー結合部位の多型によって増幅されない対立遺伝子）の多さ等、一般的なマイクロサテライトマーカーの長所を損なう特性も散見された。これがRNA-Seq由来であるためなのかどうかは、今後ゲノム情報を用いて作成したマーカーと比較するなどして検証する必要があるだろう。

遺伝的マーカーを検疫に用いることは、種同定を除いてはまだ一般的ではない。しかし、こうした個体群構造の解析が容易に行えるようになれば、科学的データに基づいた非分布地域の定義が可能になり、非分布地域からの輸出が容易になる。また、分布地域の根絶を目指す際にも、適切な防除範囲を設定可能である。こうした個

体群構造の解析に適したマイクロサテライトマーカーの開発が容易になってきた現在、ミカンバエを対象としてはじめた本研究が嚆矢となり、植物防疫に貢献できることを期待したい。

引用文献

- 1) BROQUET, T. and E. J. PETIT (2009): Ann. Rev. Ecol. Evol. Syst. **40**: 193~216.
- 2) DU, L. et al. (2018): Bioinformatics **34**: 681~683.
- 3) 金崎秀司ら (2011): 愛媛農水研果研セ研報 **3**: 1~17.
- 4) LIU, K. and N. XIE (2022): 3 Biotech **12**: 248.
- 5) MEGLÉCZ, E. et al. (2014): Mol. Ecol. Resour. **14**: 1302~1313.
- 6) MIYAKE, T. (1919): Bull. Imp. Cent. Agric. Exp. Sta. Jpn **2** **11**: 85~165.
- 7) 檜原 稔ら (2007): 大分農林水産研研報（農業編） **1**: 95~116.
- 8) 西 一郎 (2008): 応動昆講演要旨 **52**: 175.
- 9) OPADITH, P. et al. (2022): Appl. Entomol. Zool. **57**: 283~288.
- 10) PIRY, S. et al. (1999): J Heredity **90**: 502~503.
- 11) TAHERI, S. (2018): Molecules **23**: 399.
- 12) VARGAS, R. I. et al. (2015): Insects **6**: 297~318.
- 13) WHITE, I. M. and X. WANG (1992): Bull. Entomol. Res. **82**: 275~279.
- 14) ZANE, L. et al. (2002): Mol. Ecol. **11**: 1~16.



圃場毎の土壌病害の発病ポテンシャルを診断する AI アプリ「HeSo+」の開発

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構
植物防疫研究部門 作物病虫害防除研究領域

よし だ しげ のぶ
吉 田 重 信

はじめに

土壌伝染性病害（土壌病害）は、難防除病害で経済的に大きな被害を与えるだけでなく、近年では圃場の耕作放棄や産地崩壊の契機となる場合もあり、産地や圃場の持続的生産の維持向上のためには、その対策がより重要となっている。土壌病害の対策として、生産現場では最悪の事態を想定して土壌消毒剤を広域に画一的に用いているケースが多い。しかし、その場合は本来消毒剤を使わなくてもよい圃場にも使用してしまう可能性があり、結果的に過剰な作業労力や農薬代等が発生する事態も起きている。圃場の「土壌病害の発生しやすさ（＝発病ポテンシャル）」の程度を診断・評価し、発病ポテンシャルのレベルに応じた対策手段を講じる病害管理法であるヘソディムは、土壌消毒剤使用の削減などの防除の効率化を可能とする管理法であり、その普及により、多くの生産者の収益性の向上に貢献できることが期待される。

筆者らは、ヘソディムに基づく土壌病害管理の普及に資することを目的に、農林水産省の委託プロジェクト研究「AIを活用した土壌病害診断技術の開発」（2017～2021年度）において、様々な圃場条件に応じて土壌病害の発病ポテンシャルをAIで診断・評価し、評価結果に応じた対策を支援するシステムの構築に取組み、10種類の土壌病害に対する発病ポテンシャル診断、対策支援を行うアプリケーション「HeSo+（ヘソプラス）」を開発した。本稿では、その内容について概説したい。

I 土壌病害対策の課題・開発の背景

土壌消毒剤は、難防除病害が多い土壌病害に対する対策技術の中で大きな役割を果たし、その優れた防除効果により多くの圃場で利用されている。その反面、生産現場における画一的な使用により、消毒剤を使わなくてもよいと考えられる圃場でも利用されている場面も見受けられ、その削減は作業コストの軽減など生産者の収益性

改善につながるものとなる。また、近年、作業者の健康や周辺環境への影響などの観点から化学農薬の使用を制限する動きが国際的に進んでおり、我が国では農林水産省によって令和3年5月に策定された「みどりの食料システム戦略」において「化学農薬使用量（リスク換算）の50%低減」が2050年までに目指す姿のKPI（重要業績評価指標）として設定されている。必要以上に使用されている土壌消毒剤の削減は、このKPIの達成を図るうえで大きな貢献を果たすものとなる。

土壌消毒剤の使用を低減しつつ、効率的に土壌病害を管理するためには、圃場での土壌病害の発病ポテンシャルをあらかじめ診断・評価して、防除の必要性の有無の判断やポテンシャルのレベルに応じた適切な対策手段を決定することが望ましい。こうした「診断」「評価」「対策」のセットをフレームワークとする病害管理の考え方は、予防医学の概念であるヒトの健康診断による健康管理に通じていることから、Tsushima and Yoshida (2012)は、この土壌病害管理法を「健康診断の発想に基づく土壌病害管理」の英語表現（Health checkup based Soil-borne Disease Management）の頭文字を取って「ヘソディム（HeSoDiM）」と命名した。これまでに、筆者らは複数のプロジェクト研究を通じて代表的な土壌病害に対するヘソディムを全国の公設試験研究機関などと共同で開発、マニュアル化（独立行政法人 農業環境技術研究所, 2013；国立研究開発法人 農業環境技術研究所, 2016）しており、これまでの実証試験では、マニュアルの活用によって過剰な土壌消毒剤の使用を回避することができ、発病ポテンシャルレベルに応じた効率的な病害管理が可能となることが確認されている。このことからマニュアルを用いたヘソディムの普及によって、土壌消毒剤の使用削減や防除の効率化を通じて生産者の収益性向上に貢献できることが期待できる。

しかし、上述の作成したマニュアルは、限られた産地または圃場の栽培条件下での試験結果を基に作成されたものであり、圃場環境や栽培条件が異なる圃場でヘソディムを実践する場合には、作成したマニュアルをベースに、指導者らが中心となって実際の診断対象圃場の条件

Development of an AI App “HeSo+” for Diagnosing Disease Potential in Fields against Soil-Borne Diseases. By Shigenobu YOSHIDA
(キーワード: AI, 土壌病害, ヘソディム, HeSo+)

に応じてマニュアルの内容を臨機に改変して取り組んでもらう必要がある。ところが、近年熟練の指導者が減少しており、マニュアルの改変やそれに基づいた指導も行われにくい状況になっていることが、ヘソディムの普及上の課題となっていた。このため、多くの圃場でヘソディムによる土壤病害管理を実践してもらうためには、圃場環境や栽培条件に応じて最適な発病ポテンシャルの診断等が簡便に行える新たなシステム作りが必要であり、具体的には、各圃場の条件に適した圃場の発病ポテンシャルの診断および対策を支援する技術の開発や、指導者による診断・対策支援をサポートできる仕組み作りが必要と考えられた。こうした課題を解決するために、筆者らは人工知能（AI）を活用したデータマイニングによる診断・対策支援技術の開発が有効と考え、農林水産省の支援を受け、13の公設試験研究機関、1大学および民間企業3社と共同でプロジェクト研究（AIを活用した土壤病害診断技術の開発：2017～2021年度）に取り組むこととした。

II プロジェクト研究の概要

プロジェクト研究では、現地での被害が問題となっている主要な土壤病害のアブラナ科野菜（キャベツ、ブロッコリー、ナバナ）根こぶ病、ネギ黒腐菌核病、バーティシリウム病害（ハクサイ黄化病、キク半身萎凋病）、卵菌類病害（タマネギべと病、ショウガ根茎腐敗病）、トマトおよびショウガ青枯病を対象に、精度よく圃場の発病ポテンシャルを診断できるAIを開発するとともに、AIで導出される対象圃場に適した発病ポテンシャルの診断項目（診断方法）、発病ポテンシャル診断結果および発病ポテンシャルに応じた対策技術をユーザーにわかりやすく提示できるインターフェースを開発し、AIを活用した診断・対策支援システムを構築することを目指した。さらに、ヘソディムの生産現場での普及を拡大するためには、様々な潜在的ステークホルダーに本インターフェースを利用してもらう必要があり、特に営農指導に携わる民間企業などによる診断・対策支援システムを用いた診断・対策支援サービスの事業化につなげるためのビジネスモデルの構築にも取り組んだ。

1 AI開発のためのデータの収集

一般に精度の高いAIを開発するうえで、用いるデータの量と質の確保はその成否のための重要な要件とされている。そこで本研究では、可能な限り地域や栽培体系が多様な圃場条件下で多くの実証データを収集できるよう、プロジェクト参画機関が既存のマニュアルの内容を基本に各対象圃場の栽培条件に合わせて改変したヘソデ

ィムの現地実証を繰り返し行い、その過程で得られる耕種概要情報、土壤の生物性および理化学性等の各種データのセットをレコードとして整理し、機械学習用データとして用いた。レコードに格納されているデータセットの収集項目は対象作物病害ごとに異なっており、調査圃場の緯度経度情報など共通する項目のほかに、各作物病害に関する既存のヘソディムマニュアルの知見などをベースに病害ごとに設定された項目からなっている。レコード収集は5年間実施したが、投入できる予算や人員には限りがある。このため、レコード収集を重点化する病害を絞り込むこととし、広域で問題となっているアブラナ科野菜根こぶ病の実証試験に関するレコードをより多く収集することとした。その結果、アブラナ科野菜根こぶ病に関しては3380レコード、ネギ黒腐菌核病では987レコード、バーティシリウム病害では1105レコード、卵菌類病害では930レコード、青枯病では926レコードが5年間で収集された。

2 圃場の発病ポテンシャルを診断するAIの開発

収集されたレコードのデータを用いて、発病ポテンシャルを診断するためのAIモデル（予測器）のアルゴリズムについて検討した。データキュレーションなどを経て整理された収集データや目的変数（発病度や発病株率として設定）の特性から、線形の回帰問題とするのが適していることがわかり、予測器はPLS（部分的最小二乗）回帰アルゴリズムで発病の度合いを導き出すAIモデルとした。なお、収集されたデータで発病程度のバリエーションが少なかった一部の病害については、回帰問題としての取扱いが困難であり、ランダムフォレストアルゴリズムによる発病あり/なしの分類問題のAIモデルで構築することとした。以上により予測器の構築を進めた結果、対象作物病害によってはモデルの特徴が地域によって大きく異なることがわかってきた。このため、対象作物病害ごとに全収集レコードのデータを用いて構築した予測器に加え、地域ごとに収集されたデータに基づく予測器も必要に応じて構築することとした。これらの複数の予測器の正確度（予測器により算出された発病ポテンシャルのレベルに応じた対策を行った場合に、対象病害の防除が成功した圃場の割合）を全国の実証試験圃場で検証したところ、各予測器の正確度は73.6～86.5%の範囲となり、実用可能な水準であることが確認された（表-1）。一方で、複数の予測器を構築した場合（キャベツおよびブロッコリー根こぶ病、ネギ黒腐菌核病、ハクサイ黄化病、タマネギべと病、トマト青枯病を対象）には、実際に診断したい圃場がどの予測器で診断するのがよいのかを判断する必要が出てくる。そこで、診断対象

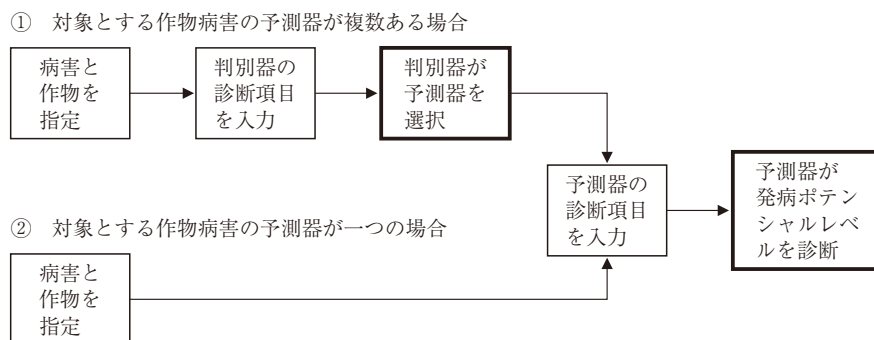


図-1 判別器と予測器による発病ポテンシャル診断のフロー

表-1 対象病害ごとの圃場の発病ポテンシャルを診断する AI (予測器) の正確度

対象病害	内訳	正確度 (平均値)
根こぶ病	キャベツ根こぶ病 ブロッコリー根こぶ病 ナバナ根こぶ病	83.9
黒腐菌核病	ネギ黒腐菌核病	73.6
パーティシリウム病害	ハクサイ黄化病 キク半身萎凋病	80.4
卵菌類病害* ²⁾	タマネギべと病 ショウガ根茎腐敗病	80.7
青枯病*	トマト青枯病 ショウガ青枯病	86.5

¹⁾ 正確度は、予測器により算出された発病ポテンシャルのレベルに応じた対策を行った場合に、対象病害の防除が成功した圃場の割合を表す。

²⁾ *の病害では、圃場で発病する/しないの2段階の発病ポテンシャルレベルを算出する予測器を作成した。



図-2 HeSo+のトップ画面

圃場の発病ポテンシャル診断のために最適な予測器を選定する AI モデル（判別器）も構築することとした。すなわち、圃場の発病ポテンシャル診断は、「診断対象圃場の情報を入力」→「判別器がその圃場に適した予測器を選択」→「選択された予測器の診断項目を入力」→「予測器が圃場の発病ポテンシャルを診断」というフローで行われることとなる（図-1）。判別器については、レコードの中の土壌理化学性情報などの複数項目のデータを用いた k 近傍法による分類問題の解析により圃場の特徴を分けられることが確認された。これを踏まえ、学習用データを増やして圃場の特徴を予測器に対応する形で分類できる AI モデルを k 近傍法アルゴリズムで構築した。

3 ユーザーインターフェースの開発

以上で開発した AI を多くのユーザーに利用してもらうためのインターフェースの開発に向け、各対象病害の現地実証試験を実施している生産現場を中心に、全国の

公設および民間の指導者や生産者からのヒアリング等を基にインターフェースのグランドデザインを検討した。その結果、土壌病害管理に特化した機能に絞り込み、シンプルな構成をコンセプトに上述の AI モデルを搭載したアプリケーションを開発することが最良と判断した。すなわち、開発するアプリケーションは、データベースや AI モデルを搭載したサーバをバックエンドに置き、スマートフォンまたは PC のブラウザ上で動作する Web システムとし、バックエンドのサーバは、信頼性、セキュリティ、メンテナンスの観点から、クラウドサービスを利用することにした。地図データには、日本全土の航空写真の高解像度、データの最新度、使いやすさ等から Google Map を採用し、機能性、操作性、視認性を重視して開発を進めた。また、アプリケーションのユーザーの登録や変更、圃場情報等を管理する機能を持つ設定管

理ツールも搭載した。以上により、実用に必要な機能を有する製品版アプリケーションを完成させ、HeSoDiMにAIをプラスして新しい価値を創造したいという意味合いを込めて、本製品を「HeSo+」（ヘソプラス）と命名した（図-2）。

III 「HeSo+」の機能

「HeSo+」では、発病ポテンシャルを診断する対象圃場をマップ上から選定するとともに診断対象の病害を指定すると、搭載されている判別器および予測器を介してその圃場に適した発病ポテンシャル診断項目が提示される（図-3）。入力する診断項目には、土壌 pH などの土壌理化学性情報のほかに、前作や周辺圃場での対象病害の発生程度、土壌中の病原菌密度等があり、それらの中から圃場に適した項目が提示されるようになっている。提示された項目に対して実際のデータを入力すると、対象圃場における発病ポテンシャルが3段階のレベル（低：レベル1～高：レベル3）の診断結果として示され、マップ上でも色分けでポテンシャルレベルが識別できるようになるとともに、提示された発病ポテンシャルレベルの自信度（AI がどの程度の確度で結果を導き出しているかの指標）も★の数（一～三つ）で大まかに3段階で表示されるようになっている（図-4）。また、5年間

の実証試験結果および過去の研究事例を踏まえ、各発病ポテンシャルレベルに対応して推奨される対策技術も提示されるようになっており、その際には、ユーザーの志向性や目指すゴール（①例年どおりの収量確保を最優先とする場合、②増収増益を最優先とする場合、③生産物の高付加価値化を最優先とする場合、④圃場の持続的利用を最優先とする場合）別に最適な手段が提示されるようになっている。さらに、「HeSo+」の診断結果に基づき、実際に行った病害管理の結果を入力するフォローアップ機能が実装されており、これらのデータを学習用データとして利用し、AI モデルの性能を向上することができ設計となっている。「HeSo+」のその他の機能として、圃場で発生した病害の症状の写真撮影機能や病害発生箇所の記録機能等も付属している。

IV 「HeSo+」の期待される利用場面

「HeSo+」（発売元：（株）システム計画研究所/ISP）は、令和4年4月より販売代理店である HeSoDiM 普及協議会（<https://hesodim.or.jp/hesoplus/>）から販売が開始されており、多くの関係者による利用を通じて土壤病害の管理に役立ててもらいたいと考えている。具体的には、生産者と指導者が一緒になって「HeSo+」を使って対象圃場の発病ポテンシャルを診断し、診断結果を基



図-3 「HeSo+」の圃場登録・診断済み圃場の閲覧マップ画面例（左）と発病ポテンシャル診断の入力画面例（右）

閲覧マップ画面では、圃場の発病ポテンシャルのレベルが色分けで表示（青色はポテンシャルレベル1（低い）、黄色はレベル2（中程度）、赤色はレベル3（高い））される。



図-4 圃場の発病ポテンシャル診断結果の表示画面例

発病ポテンシャルレベル診断結果の下の箇所にAIの自信度が★の数（図では★二つ）で表示される。

に病害対策の方針や意思の決定に活用してもらいたい。これまでに、ブロッコリー圃場での根こぶ病の対策指導を行っている指導者が「HeSo+」を試用してみた結果では、「HeSo+」による診断結果に基づいた対策が成功したことに加え、本アプリケーションを通じて生産者と密に病害管理方針の協議ができ、両者で円滑な合意形成が図れる効果が大きかったとの評価が得られている。このように、「HeSo+」は生産者と指導者との間の土壌病害管理に関するコミュニケーションツールとして有用であり、より現場の実情に即した対策の意思決定の支援ツールとして活用されることが期待できる。

おわりに

上述のプロジェクト研究で開発した「HeSo+」の利用にあたっては、あらかじめ AI の長所・短所を十分に理解したうえで利用をしてもらうことが重要である。一般に AI は、データの複雑な組み合わせや微妙な兆候をとらえたり人が気づかない特徴を探し出すことができる利点があるとされているが、その一方で、AI の性能はデータの質・量に依存し、データの中からは学習できず、特殊な事例を見逃すことがあるなどの欠点もある。すなわち、AI は決して万能なものではなく、あくまでも道具の一つとして上手に使いこなすものであるという前提で利用することが重要である。「HeSo+」の利用においては、発病ポテンシャルの診断結果にそのまま従うということではなく、診断結果を参考に、ユーザー自らが最終的な病害対策の判断・意思決定を主体的に行うことが大切である。こうした点に留意して「HeSo+」が多く

の関係者で活用され、効率的な土壌病害管理の普及が図られるようになることを期待したい。

本稿で紹介した研究は、農林水産省の委託プロジェクト研究「AI を活用した土壌病害診断技術の開発」(JP 17935468) において行ったものである。また、「HeSo+」は、以下に示す共同研究機関の関係各位との共同研究開発の成果であり、その共同開発なくして作り上げることはできなかったものである。関係各位には、この場をお借りして改めて心よりお礼申し上げます。

(共同研究機関)

北海道立総合研究機構 農業研究本部中央農業試験場、宮城県農業・園芸総合研究所、群馬県農業技術センター、千葉県農林総合研究センター、神奈川県農業技術センター、長野県野菜花き試験場、静岡県農林技術研究所、富山県農林水産総合技術センター、岐阜県農業技術センター、三重県農業研究所、香川県農業試験場、高知県農業技術センター、熊本県農業研究センター、東京農業大学、(株)システム計画研究所/ISP、アグロ カネシヨウ(株)、(株)CTI フロンティア。

引用文献

- 1) 独立行政法人 農業環境技術研究所 (2013): 次世代土壌病害診断 (ヘソディム) マニュアル, <https://www.naro.affrc.go.jp/archive/niaes/techdoc/hesodim/>
- 2) 国立研究開発法人 農業環境技術研究所 (2016): 土壌消毒剤低減のためのヘソディムマニュアル, <https://www.naro.affrc.go.jp/archive/niaes/techdoc/hesodim2/>
- 3) TSUSHIMA, S. and S. YOSHIDA (2012): TUA-FFTC international seminar on emerging infectious diseases of food crops in Asia, Abstract, 204.

農林水産省プレスリリース (2023.2.1~2023.2.28)

農林水産省プレスリリースから、病害虫関連の情報を紹介します。

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

- ◆令和5年度「安全な農畜水産物安定供給のための包括的レギュラトリーサイエンス研究推進委託事業」の公募及び公募説明会の開催について (23/2/8) /j/press/syouan/gijyutu/230208.html
- ◆遺伝子組換えトウモロコシ、テンサイ、セイヨウナタ

ネ及びオンシジウムの第一種使用等に関する審査結果についての意見・情報の募集 (パブリックコメント) について (23/2/13) /j/press/syouan/nouan/230213.html



ニホンナシ栽培支援システム「梨ナビアプリ」の開発と利用

千葉県農林総合研究センター ^{つるおか} 鶴岡 ^{やすお} 康夫・^{あおき} 青木 ^{よしみ} 由・^{おしだ} 押田 ^{まさよし} 正義・^{くわた} 桑田 ^{ちから} 主税

はじめに

ナシ黒星病（以下、黒星病）の病原菌はかびの仲間で、感染すると葉や果実に黒いすす状の病斑を生じる（図-1）。果実の病斑は進展すると裂果を引き起こすため減収に直結することから、ニホンナシ（以下、ナシ）生産において最も防除が必要な病害となっている。千葉県の生産者は毎年作成・更新される梨病虫害防除暦（以下、防除暦）に基づき、さらにこれまでの病虫害防除の経験、ナシ園の観察、生産に携わる家族や周囲の生産者からの助言、気象の各要素を考慮して防除の要否を判断し、ナシに発生する病虫害に対する防除を実施している。ただし近年、気候変動によるナシの生育ステージの前進化や病虫害の発消長の変化等、過去の経験とは異なる状況が生じており適切な防除を行うための判断が難しくなっている。また、防除判断に関するノウハウは、暗黙知であることが多く、新規就農者や後継者への技術継承には相応の時間が必要となる。こうした課題を解決する方策として、ICTやIoTを活用するスマート農業技術の利用が有望と考えられている。

千葉県農林総合研究センターでは、黒星病の感染が気温と降雨・結露により葉が濡れている時間（大谷ら、2002 a；2002 b）、あるいは葉の濡れ時間から推測された湿度が影響していることを明らかにした（金子・牛尾、2015）。そこでこれらの影響条件をパソコン上の表計算ソフト Microsoft 社 Excel® に書き込めるようにモデル化し、アメダスデータなどから得られる気象データを入力することで黒星病感染危険度が予測できる、千葉県「梨病害防除ナビゲーション」（以下、梨ナビ）を開発し（牛尾ら、2008）、改良してきた（金子、2016）。「梨ナビ」は、感染危険度に加え、薬剤防除日と薬剤名を入力する

ことで農薬による保護期間を防除チャートとして表示する機能がある。生産者は「梨ナビ」を利用することで、



葉：すす状の病斑



果実：病斑



果実：かさぶた状になり、裂果

図-1 ナシ黒星病の病徴

Development and Use of Japanese Pear Cultivation Support System “Nashi Navi App”. By Yasuo TSURUOKA, Yoshimi AOKI, Masayoshi OSHIDA and Chikara KUWATA

（キーワード：ニホンナシ、黒星病、スマート農業、栽培支援システム）

気象データによる黒星病感染の危険リスクと使用薬剤の効果が維持される保護期間を確認することができ、的確な防除判断をするための情報を得ることができる。しかし、「梨なび」はパソコンを用いる必要があること、また、気象データを自分で操作し取り込む必要があることから、生産者自らが気軽に使えるシステムとはなっていないかった。

そこで、この技術を基に、①近年急速に普及しているスマートフォンやタブレット等の携帯端末からいつでも簡易に利用できること、②黒星病感染危険度や農薬による保護期間等必要な情報が一覧として整理されたユーザーインターフェースによりわかりやすく表示でき、③気象データは圃場に設置したセンサ、あるいは県内各地のアメダスデータをインターネット経由で自動で取り込むことが可能なこと、をコンセプトにした「梨なびアプリ」として再開発に取り組んだ。再開発は、2019年に(株)NTTデータ経営研究所、(株)イーエスケイ、東日本電信電話(株)、千葉県農林総合研究センターが主要なメンバーとなりコンソーシアムを構成し、総務省の「IoTの安心・安全かつ適正な利用環境の構築」事業を活用し取り組んだ。また、2021～22年には同じメンバーにより農林水産省の「スマート農業実証事業」を活用し、改良・利用実証に取り組んだ。

本稿では、「梨なびアプリ」の概要を示すとともに、その利用による黒星病防除効果の検証およびテストユー

ザによる意見・評価のアンケートや聞き取り調査結果を整理・考察し、アプリの効果、改良、普及における課題について解説する。

I 「梨なびアプリ」のシステムの概要

1 システムの全体概要

「梨なびアプリ」は、インターネット接続環境下であれば、スマートフォンやタブレット等、Android、iOS、Windows等のOSに依存することなく携帯端末による利用が可能なWEBアプリとして開発を行った。また、黒星病感染危険度を算出するための気象データは、圃場に設置した気象センサ、あるいは県内各地点から選んだ任意のアメダスデータから自動で取り込むことを可能とした(図-2)。「梨なびアプリ」のメイン画面は、カレンダーとし、登録した圃場の薬剤散布日、薬剤の残効期間、感染危険度が色分けとテキストで表示され、防除判断に必要な情報が一目でわかるようになっている。さらに過去の天気情報、週間天気予報も表示される。2022年度からは、開花予測、‘豊水’みつ症発生予測、チャノキイロアザミウマ発生予測、カイガラムシ類発生予測、さらに殺菌剤・殺虫剤・殺ダニ剤等も含めたすべての農薬の散布履歴の記録・一覧の作成・CSV出力の各機能を加え、これらも試験利用できるようになっている。こうした表示画面の構成は図-3に、画面表示の例は図-4に示した。

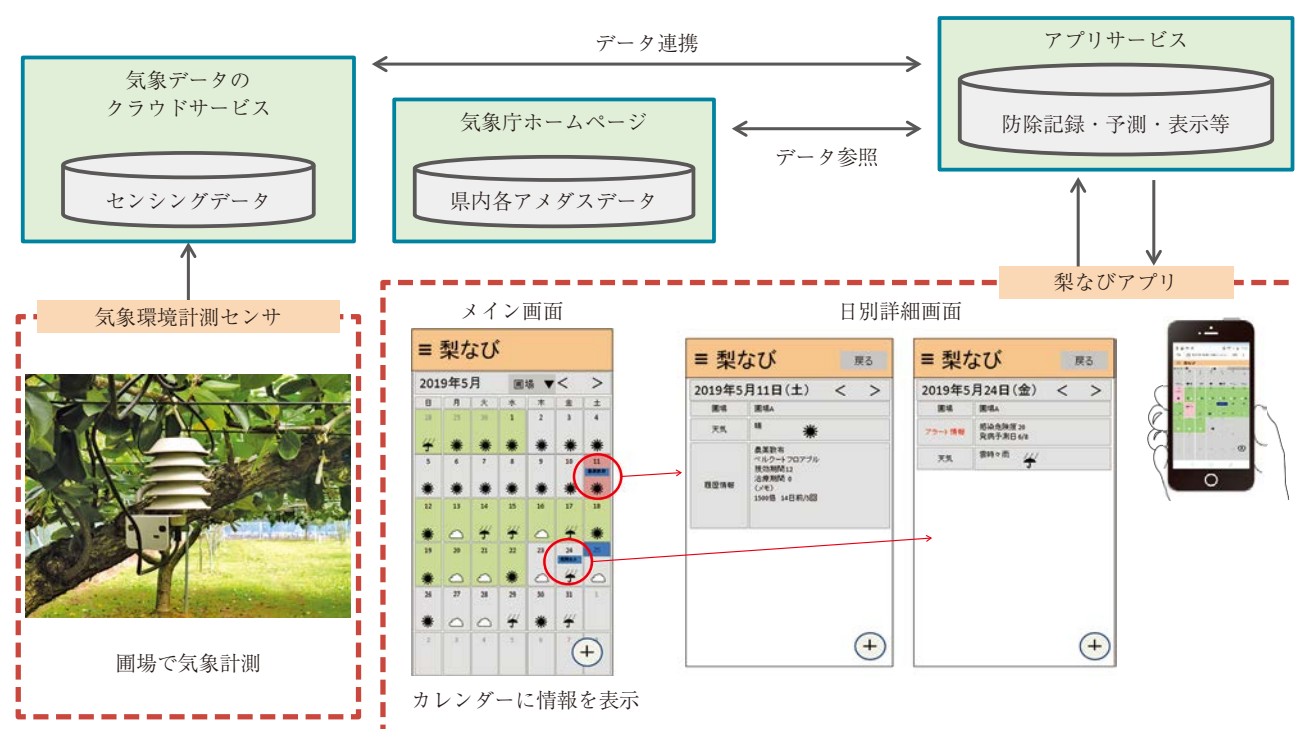


図-2 「梨なびアプリ」のシステム概要

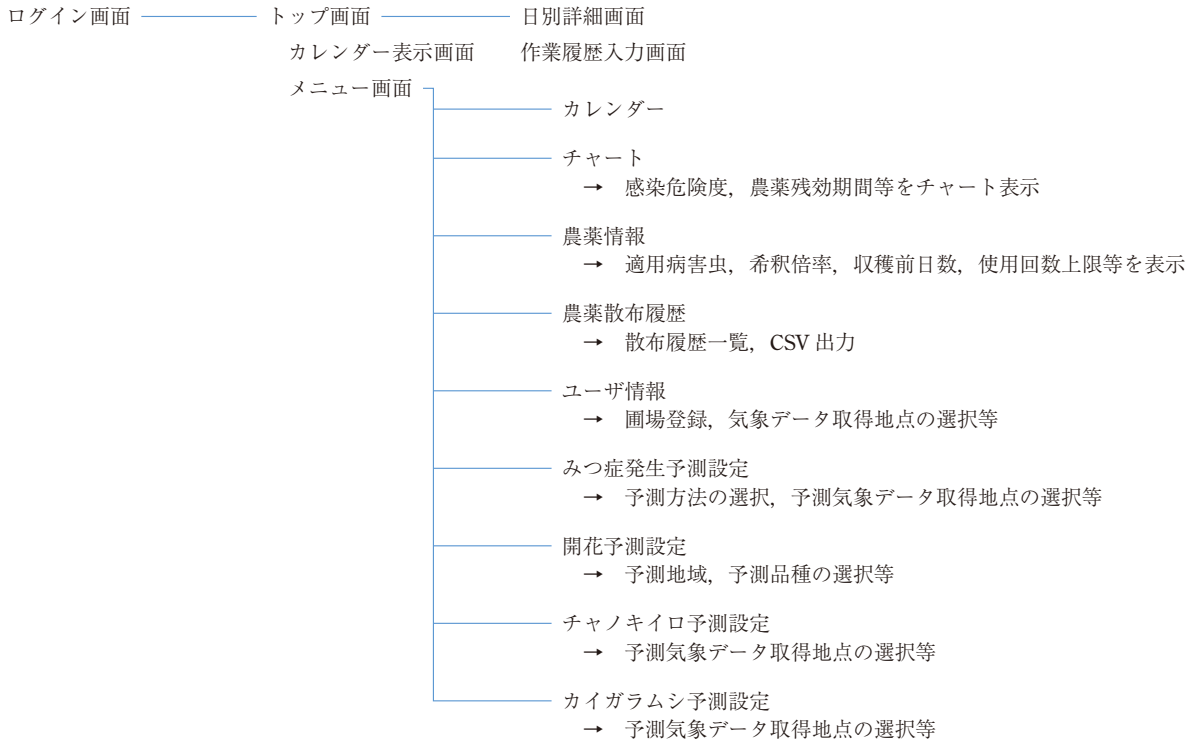


図-3 「梨なびアプリ」の画面構成



日付	果樹	薬剤	希釈倍率	散布回数	散布時間	散布場所	散布方法	散布者	散布日	散布時間	散布場所	散布方法	散布者	散布日	散布時間	散布場所	散布方法	散布者
2022/10/1	ヤマナシ	水	1000	1	10:00	市川	散布	水	2022/10/1	10:00	市川	散布	水	2022/10/1	10:00	市川	散布	水
2022/10/2	ヤマナシ	水	1000	1	10:00	市川	散布	水	2022/10/2	10:00	市川	散布	水	2022/10/2	10:00	市川	散布	水
2022/10/3	ヤマナシ	水	1000	1	10:00	市川	散布	水	2022/10/3	10:00	市川	散布	水	2022/10/3	10:00	市川	散布	水
2022/10/4	ヤマナシ	水	1000	1	10:00	市川	散布	水	2022/10/4	10:00	市川	散布	水	2022/10/4	10:00	市川	散布	水
2022/10/5	ヤマナシ	水	1000	1	10:00	市川	散布	水	2022/10/5	10:00	市川	散布	水	2022/10/5	10:00	市川	散布	水
2022/10/6	ヤマナシ	水	1000	1	10:00	市川	散布	水	2022/10/6	10:00	市川	散布	水	2022/10/6	10:00	市川	散布	水
2022/10/7	ヤマナシ	水	1000	1	10:00	市川	散布	水	2022/10/7	10:00	市川	散布	水	2022/10/7	10:00	市川	散布	水
2022/10/8	ヤマナシ	水	1000	1	10:00	市川	散布	水	2022/10/8	10:00	市川	散布	水	2022/10/8	10:00	市川	散布	水
2022/10/9	ヤマナシ	水	1000	1	10:00	市川	散布	水	2022/10/9	10:00	市川	散布	水	2022/10/9	10:00	市川	散布	水
2022/10/10	ヤマナシ	水	1000	1	10:00	市川	散布	水	2022/10/10	10:00	市川	散布	水	2022/10/10	10:00	市川	散布	水
2022/10/11	ヤマナシ	水	1000	1	10:00	市川	散布	水	2022/10/11	10:00	市川	散布	水	2022/10/11	10:00	市川	散布	水
2022/10/12	ヤマナシ	水	1000	1	10:00	市川	散布	水	2022/10/12	10:00	市川	散布	水	2022/10/12	10:00	市川	散布	水
2022/10/13	ヤマナシ	水	1000	1	10:00	市川	散布	水	2022/10/13	10:00	市川	散布	水	2022/10/13	10:00	市川	散布	水
2022/10/14	ヤマナシ	水	1000	1	10:00	市川	散布	水	2022/10/14	10:00	市川	散布	水	2022/10/14	10:00	市川	散布	水
2022/10/15	ヤマナシ	水	1000	1	10:00	市川	散布	水	2022/10/15	10:00	市川	散布	水	2022/10/15	10:00	市川	散布	水
2022/10/16	ヤマナシ	水	1000	1	10:00	市川	散布	水	2022/10/16	10:00	市川	散布	水	2022/10/16	10:00	市川	散布	水
2022/10/17	ヤマナシ	水	1000	1	10:00	市川	散布	水	2022/10/17	10:00	市川	散布	水	2022/10/17	10:00	市川	散布	水
2022/10/18	ヤマナシ	水	1000	1	10:00	市川	散布	水	2022/10/18	10:00	市川	散布	水	2022/10/18	10:00	市川	散布	水
2022/10/19	ヤマナシ	水	1000	1	10:00	市川	散布	水	2022/10/19	10:00	市川	散布	水	2022/10/19	10:00	市川	散布	水
2022/10/20	ヤマナシ	水	1000	1	10:00	市川	散布	水	2022/10/20	10:00	市川	散布	水	2022/10/20	10:00	市川	散布	水
2022/10/21	ヤマナシ	水	1000	1	10:00	市川	散布	水	2022/10/21	10:00	市川	散布	水	2022/10/21	10:00	市川	散布	水
2022/10/22	ヤマナシ	水	1000	1	10:00	市川	散布	水	2022/10/22	10:00	市川	散布	水	2022/10/22	10:00	市川	散布	水
2022/10/23	ヤマナシ	水	1000	1	10:00	市川	散布	水	2022/10/23	10:00	市川	散布	水	2022/10/23	10:00	市川	散布	水
2022/10/24	ヤマナシ	水	1000	1	10:00	市川	散布	水	2022/10/24	10:00	市川	散布	水	2022/10/24	10:00	市川	散布	水
2022/10/25	ヤマナシ	水	1000	1	10:00	市川	散布	水	2022/10/25	10:00	市川	散布	水	2022/10/25	10:00	市川	散布	水
2022/10/26	ヤマナシ	水	1000	1	10:00	市川	散布	水	2022/10/26	10:00	市川	散布	水	2022/10/26	10:00	市川	散布	水
2022/10/27	ヤマナシ	水	1000	1	10:00	市川	散布	水	2022/10/27	10:00	市川	散布	水	2022/10/27	10:00	市川	散布	水
2022/10/28	ヤマナシ	水	1000	1	10:00	市川	散布	水	2022/10/28	10:00	市川	散布	水	2022/10/28	10:00	市川	散布	水
2022/10/29	ヤマナシ	水	1000	1	10:00	市川	散布	水	2022/10/29	10:00	市川	散布	水	2022/10/29	10:00	市川	散布	水
2022/10/30	ヤマナシ	水	1000	1	10:00	市川	散布	水	2022/10/30	10:00	市川	散布	水	2022/10/30	10:00	市川	散布	水
2022/10/31	ヤマナシ	水	1000	1	10:00	市川	散布	水	2022/10/31	10:00	市川	散布	水	2022/10/31	10:00	市川	散布	水

表計算ソフトによる表示画面

図-4 「梨なびアプリ」の表示画面例

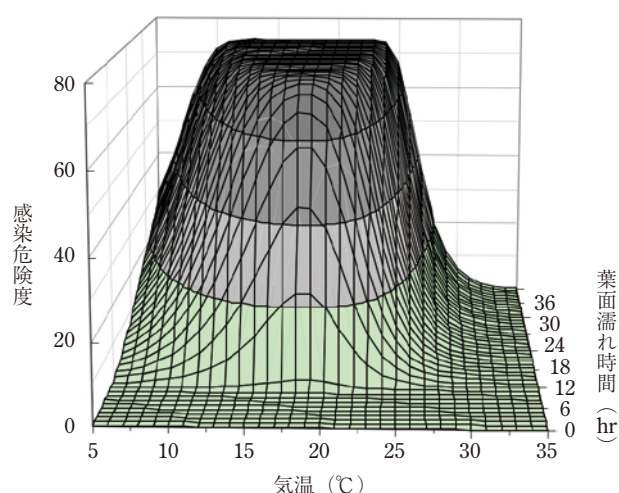


図-5 気温、葉面濡れ時間とナシ黒星病感染危険度の関係
(金子, 2016 を一部改変)

2 黒星病感染危険度予測

黒星病菌の胞子が葉に付着した後、組織に感染するには、適温のもと葉面が濡れた状態が継続する必要がある。感染好適温度は、15～25℃とされておりこの温度条件下で9時間以上濡れた状態が継続すると感染が成立する。

以上のような関係をもとに、気象観測装置を用いた場合は、気温と湿度から推測された葉面濡れ時間、アメダスデータを使う場合は、気温と降水時間・日照時間・気温・風速から推測された葉面濡れ時間をもとに感染危険度を算出する(図-5)。

II 「梨なびアプリ」の情報利用と効果

1 黒星病の防除効果

「梨なびアプリ」を活用し、気象データ、感染危険度、使用農薬の残効期間を考慮し適確な防除を実施する圃場(実証区)と防除暦に従い暦日による防除を実施する圃場(慣行区)において、薬剤散布の実績、黒星病の発病状況を調査し、「梨なびアプリ」を活用することで薬剤の散布回数を削減しても黒星病の発病程度を慣行防除と

同程度の水準に抑えることができるかを検証した。

調査年度は、2021年度、および2022年度とした(ナシ栽培年度を秋防除が始まる前年の10月1日から収穫が終わる当年の9月30日として考えた)。調査場所は、千葉県市川市にあるヤマニ果樹農園市川市圃場(以下、市川圃場)、および成田市圃場(以下、成田圃場)とした。市川圃場は、実証区として「梨なびアプリ」を活用し、使用薬剤を削減してちばエコ農作物の基準を満たすことを目的に防除を実施した。ちばエコ農産物は、環境保全と食の安心・安全に配慮した千葉県独自の農産物認証制度であり、化学合成農薬と化学肥料を通常の半分以下に減らして栽培することが一つのポイントとなっている。成田圃場は、慣行区として防除暦に従い暦日防除を実施した。

各圃場の化学合成農薬のうち殺菌剤の使用成分数、防除回数、10a当たりの費用を表-1に示した殺菌剤の使用成分数は、2021年度が成田圃場(慣行区)で29成分であるのに対し、市川圃場(実証区)で18成分と11成分少なかった。2022年度が成田圃場(慣行区)で30成分であるのに対し、市川圃場(実証区)で19成分と11成分少なく、2か年の結果から市川圃場(実証区)では成分数を約37%削減できた。防除回数は、2021年度が成田圃場(慣行区)で21回あるのに対し、市川圃場(実証区)で12回と9回少なかった。2022年度が成田圃場(慣行区)で21回であるのに対し、市川圃場(実証区)で14回と7回少なく、2か年の結果から市川圃場(実証区)では防除回数を33～43%程度削減できた。防除費用は、各区の差を捉えるために殺菌剤に限定した薬剤費と殺菌剤散布にかかわる労働費の和として10a当たりで算出した。防除費用は、2021年度が成田圃場(慣行区)で37,587円であるのに対し、市川圃場(実証区)で21,372円と16,215円少なかった。2022年度が成田圃場(慣行区)で38,054円であるのに対し、市川圃場(実証区)で28,253円と9,801円少なく、2か年の結果から市川圃場

表-1 化学合成農薬のうち殺菌剤の使用成分数、回数

	2021年度		2022年度	
	慣行区	実証区	慣行区	実証区
化学合成農薬(殺菌剤)延べ使用成分数	29	18	30	19
化学合成農薬(殺菌剤)散布回数	21	12	21	14
化学合成農薬(殺菌剤)散布費用(円/10a)	37,587	21,372	38,054	28,253

注 a) 各年度の集計期間は前年の10月1日(収穫後の秋防除)～当年の9月30日。

b) 使用成分数、回数、費用は、殺菌剤のみを集計。

c) 散布費用は、農業薬剤費と散布作業労働費の和とし、スピードスプレーヤの減価償却、燃料費は考慮していない。散布作業時間は、作業日誌より0.43時間/10aとし労働費の時間当たり単価は、1,500円/時間とした。

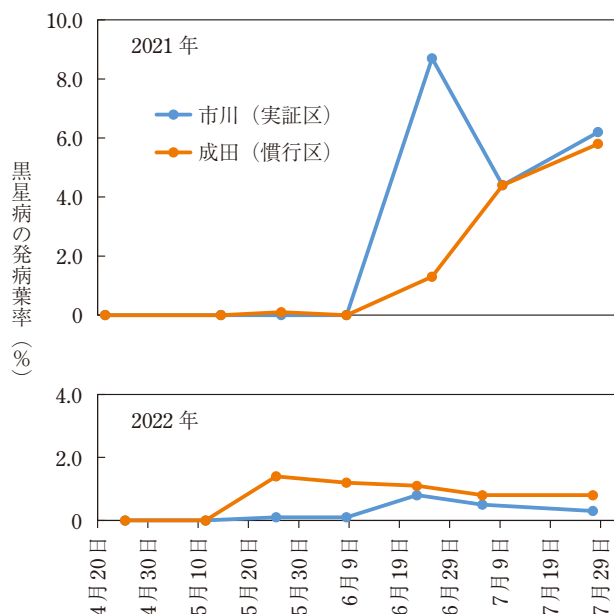


図-6 ナシ‘幸水’における黒星病の発病率の推移

(実証区)で防除費用を26～43%程度削減できた。

黒星病の発病率率は、ナシ‘幸水’成木を対象としてそれぞれの圃場で調査を行い、その結果を図-6に示した。2021年度は、初発生が成田圃場(慣行区)で5月26日と早かったが、6月25日調査では、市川圃場(実証区)が8.7%と成田圃場(慣行区)の1.3%に比べ一時的に高い値を示した。その後は、市川圃場(実証区)での黒星病の発生は低下した一方、成田圃場(慣行区)では果実にも発病が確認された。収穫期に入った7月28日調査では、市川圃場(実証区)と成田圃場(慣行区)の黒星病の発病率率は同程度の値となり、同時期の発病率も市川圃場(実証区)が2.0%、成田圃場(慣行区)が1.5%と同程度の値であった(データ省略)。2022年度は、初発生が両圃場とも5月25日と同じであり、市川圃場(実証区)が0.1%と成田圃場(慣行区)の1.4%に比べ低い値を示した。その後も収穫期まで一貫して市川圃場(実証区)が成田圃場(慣行区)より低い値を示した。収穫期の発病率も市川圃場(実証区)が0.5%、成田圃場(慣行区)が2.5%であり、市川圃場(実証区)が低い値を示した(データ省略)。2021年度に黒星病の発生が市川圃場(実証区)において一時的に成田圃場(慣行区)を上回ったのは、スピードスプレイヤの薬液散布量の設定が250 l/10 aであり、散布回数を抑えている中で散布条件(風、散布むら等)の影響が慣行区に比べ出やすかったためと考察された。そのため2022年度では設定量を300 l/10 aとした結果、適切な防除を行うことができた。

以上の通り、市川圃場(実証区)では「梨なびアプリ」

を活用することで、農薬の残効期間が継続している場合には降雨があっても追加散布は行わず、また、次の農薬散布は、残効が切れたと推定された後の最初の降雨が予想されるまで行わず、散布は降雨予想の前日、または前々日に行うようにした。また、散布経過の振り返りにも利用した。これらのことによって発病率を低く抑えたまま農薬の使用成分数、散布回数、農薬散布費用を成田圃場(慣行区)に比べ削減可能であることを実証できた。なお、市川圃場(実証区)では、害虫防除も含め化学合成農薬使用回数(使用成分×回数)は2021年度が25回、2022年度が26回となり、「ちばエコ農産物」日本なしの化学合成農薬使用回数の認証基準である26回以下(千葉県標準的技術基準の1/2以上低減)とすることができた。

2 テストユーザによる利用と効果

(1) テストユーザの概要

2021年度に「梨なびアプリ」テストユーザとして千葉県のナシ生産者を対象に試験利用を行い、利用後、アンケート調査を実施した。2021年度は、個人、関係機関も含め49件で利用が確認できた。そのうち、県内各地域にある普及指導機関(農業事務所)を通じて利用の案内を行った生産者35名にアンケート調査を行い、30名から回答を得ることができた。回答のあった30名のうち、「梨なびアプリ」を「利用した」と回答があったのは23名であった。ここではその23名を中心に回答内容を整理した。

回答者の年齢と栽培経験年数は表-2の通りであった。最も多かったのは40～49歳で43.5%であった。次いでそれより若い世代である30～39歳代が26.1%であった。平均年齢は45.6歳であった。栽培の経験年数は10～19年が最も多く、34.8%であり、次いで10年未満が21.7%であった。比較的年齢の若い層の生産者が利用の中心であったと考えられた。

経営体当たりのナシ園の作付面積の平均は141.6 aであった(データ省略)。家族労働力数は3人の経営体が最も多く、43.5%であった。次いで4人の経営体が30.4%であった。家族以外でパートなどを導入している経営体は47.8%であった(データ省略)。以上のように、ナシ栽培を主業とする今後の産地を担う経営体により「梨なびアプリ」の利用が行われたと考えることができた。

(2) 利用効果

「梨なびアプリ」利用の効果について、「参考になったか」、「役に立った項目は」、「どのように役に立ったか」に対する回答を表-3に示した。「参考になったか」については、「参考になった」が39.1%、「やや参考になっ

表-2 「梨なびアプリ」に関するアンケートの回答者の年齢とナシ栽培経験年数

設問項目	年齢	回答者数	割合 (%)
回答者の年齢	30 歳未満	0	0
	30～39 歳	6	26.1
	40～49 歳	10	43.5
	50～59 歳	3	13.0
	60～69 歳	3	13.0
	70 歳以上	0	0
	未回答	1	4.3
	合計	23	100
	平均年齢	45.6 歳	
回答者のナシ栽培経験年数	10 年未満	5	21.7
	10～19 年	8	34.8
	20～29 年	5	21.7
	30 年以上	5	21.7
	合計	23	100
	平均年数	17.8 年	

注) 割合は、小数点第二位を四捨五入し算出しているため、合計値が 100 にならない場合がある。

表-3 「梨なびアプリ」の利用効果に関するアンケートの回答

		回答人数	割合 (%)
参考になったか	参考になった	9	39.1
	やや参考になった	12	52.2
	あまり参考にならなかった	2	8.7
	参考にならなかった	0	0.0
	合計	23	100
役に立った項目 (複数回答)	薬剤の残効表示	21	91.3
	黒星病感染危険度の表示	15	65.2
	防除作業履歴の表示	17	73.9
	天気表示	7	30.4
	共通 ID で互いの防除作業履歴の確認	12	52.2
	農業事務所と防除作業履歴を共有	2	8.7
	その他	0	0
どのように役に 立ったか (複数回答)	次回防除作業計画の作成	12	52.2
	防除作業履歴の確認	18	78.3
	防除作業の振り返り	14	60.9
	防除作業履歴の共有	7	30.4
	その他	0	0

注) 割合は、小数点第二位を四捨五入し算出しているため、合計値が 100 にならない場合がある。

た」が 52.2%であった。両方併せると 91.3%が参考にしていた。

役に立った項目は「薬剤の残効表示」が最も多く 91.3%であった。次いで「防除作業履歴の表示」が 73.9%、「黒星病感染危険度の表示」が 65.2%であった。特に注目したいのは、「共通 ID で互いの防除作業履歴の確認」が役に立ったとする回答で 52.2%であった。これは、農業事務所単位で ID を配布し、ユーザとなった生産者間で共有してもらったことによる。記述回答においても「互い

の防除作業の履歴が確認でき参考になった」等、防除作業履歴の情報共有による効果への言及が 7 件あり、当初意図していなかった結果であるが、こうしたコミュニケーションツールとしての機能も重要であることが示唆された。

使い易さの評価については表-4 に示した。「使い易かった」が 65.2%であった。一方、「使いにくかった」とする回答も 26.1%あり、今後も改良を行っていく必要があると考えられた。

表-4 「梨なびアプリ」の使い易さに関するアンケートの回答

	回答人数	割合 (%)
使い易かった	15	65.2
使いにくかった	6	26.1
無回答	2	8.7
合計	23	100

注) 割合は、小数点第二位を四捨五入し算出しているため、合計値が 100 にならない場合がある。

表-5 「梨なびアプリ」今後の利用に関するアンケートの回答

		回答人数	割合 (%)
来年以降 継続利用	利用したい	16	69.6
	どちらかという利用したい	6	26.1
	どちらかという利用したくない	1	4.3
	利用したくない	0	0.0
	合計	23	100
他の農家に 薦めたいか	薦めたい	10	43.5
	どちらかという薦めたい	11	47.8
	どちらかという薦めたくない	2	8.7
	薦めたくない	0	0.0
	合計	23	100
助けになる と思うか	助けになる	17	73.9
	やや助けになる	6	26.1
	あまり助けにならない	0	0.0
	助けにならない	0	0.0
	合計	23	100

注) 割合は、小数点第二位を四捨五入し算出しているため、合計値が 100 にならない場合がある。

表-6 「梨なびアプリ」の気象センサの設置とデータの共有に関するアンケートの回答

	回答人数	割合 (%)
興味がある	7	30.4
やや興味がある	6	26.1
あまり興味がない	8	34.8
興味がない	1	4.3
無回答	1	4.3
合計	23	100

注) 割合は、小数点第二位を四捨五入し算出しているため、合計値が 100 にならない場合がある。

今後の利用については表-5 に示した。「来年度以降の継続利用」については、「利用したい」が 69.6%であった。「どちらかという利用したい」は 26.1%であり、両方併せると 95.7%が利用意向を示した。

「他の農家に薦めたいか」については、「薦めたい」が 43.5%、「どちらかという薦めたい」が 47.8%であり、両方併せると 91.3%が薦めたい意向を示した。記述回答においても「防除作業履歴を共有するために他の農家にも薦めたい」等、防除履歴共有の効果から薦めたいとす

る言及が 4 件あり、普及ではこうした点も考慮してアプローチする必要があると考えられた。

また、防除経験の少ない生産者にとって、「助けになる」との回答が 73.9%であり、こうしたユーザが本アプリの重要な支援先の一つであると認められた。

(3) 気象センサの設置とデータの共有

圃場に設置した温湿度センサにより得た気象データをネットワークをとおして専用のクラウドストレージに蓄積し、Web サービスの間をつなぐインターフェースである API を用いて「梨なびアプリ」と連携するシステムを構築してある。こうした気象センサシステムの設置とそのデータの共有についての意向を表-6 に示した。気象センサの設置とそのデータの共有について「興味がある」が 30.4%、「やや興味がある」が 26.1%、併せると 56.5%が興味を示した。設問では費用が掛かることも説明しており、それを前提にした回答である。気象センサを用いることで、従来のアメダスデータを用いた推測に比べ精度の向上が期待できる。今後地域の中での防除作業履歴共有と併せて気象データも共有できるようになれば、より効果的なツールになると考えられる。費用の具体的な額や負担のあり方、利用の形態等、現在実証を行っている内容を整理し、どのように普及段階に移行していくか具体的な検討を進める必要があると考えられた。

III 利用上の課題と対応

1 利用当初の動機付け、手間意識の克服

利用を途中でやめた、利用しなかった場合の具体的な理由は、「時間がないため途中で利用をやめた」、「つい面倒になり使い方を忘れてしまった」、「使い方がよくわからなかった」、「手間が増えるので利用しなかった」であった。

利用当初は利用効果を実感しにくく、利用や入力の手間や面倒に感じられると考えられた。利用することによって効果を実感するまでは、利用継続を動機付ける支援が必要である。

2 グループによる情報の共有

東葛飾地域の全市と千葉地域の市原市では、集落や地域のグループで ID を共有し利用することにより、お互いの防除情報、履歴が確認でき、薬剤の選択や散布のタイミングが参考になったとする意見が多くあった。生産者間ではもとより、普及指導員、JA の営農指導員との共有も可能であり、今後、防除技術に関するコミュニケーションツールとしての利用の可能性があると考えられる。ただし、ID を共有すると他の人の入力データを誤って書き換えてしまうことが想定されるため、今後は



センサ本体



データ送信親機

図-7 圃場に設置した気象センサ

データの保護と共有を両立するグループ機能を加える必要があると考えている。

3 圃場でのセンシング（気温、湿度）とデータの共有

市川市大野町のヤマニ果樹農園市川圃場に2021年7月に気象センサ（eセンシング for アグリ）を設置し、気温と湿度の計測が可能となった（図-7）。2021年12月には、そのデータがインターネット上で「梨なびアプリ」とAPI連携するようになった。他のIDでもアメダスに変え市川圃場のセンシングデータを利用することが可能になっている。このように、より精度の高い予測を行いたい場合は、アメダスに代えてそれぞれの代表的な地点にセンサを設置し、「梨なびアプリ」と連携させて産地・地域の経営体でデータを共有することが可能である。その場合、設置や通信費にかかわる費用負担についても併せて検討が必要である。

おわりに

千葉県農林総合研究センターの研究成果であるエクセル版「梨ナビ」を、ナシ生産者が手軽にスマートフォンでできるように、気象データとの連携も含め再開発した。生産者の圃場データに基づき農薬散布の判断を支援するナビゲーションシステムの構築と利用により、新規就農者など防除経験の少ない生産者の判断に役立つ

方、熟練生産者にとっても「梨なびアプリ」上で防除情報を振りかえることにより気づきを得ることができる。また、地域の他の生産者や指導機関とデータを共有し、コミュニケーションツールとしてレビューを行うことも可能となった。

今後は、現地における活用事例をさらに蓄積し、より工夫した使い方を提案していきたい。さらに、2022年のバージョンアップにより実装した、チャノキイロアザミウマ・カイガラムシ類の発生予測、開花予測、みつ症発生予測も含め、より様々な栽培管理をトータルに支援するアプリケーションとして完成度を高めるとともに、社会実装に向け関係機関による連携・運営体制を構築していく予定である。より正確な情報をより手軽に、より多くの生産者に使っていただき、異常気象への適切な対応、収量・品質の安定化と向上、栽培環境に配慮したブランド価値の向上につなげたい。

引用文献

- 1) 金子洋平 (2016): 日本農薬学会誌 **41**(2): 204~208.
- 2) ———・牛尾進吾 (2015): 千葉県農林総合研究センター研究報告 **7**: 25~32.
- 3) 大谷 徹ら (2002 a): 日本植物病理学会報 **68**(2): 200.
- 4) ———ら (2002 b): 関東東山病害虫研究会報 **49**: 47~49.
- 5) 牛尾進吾ら (2008): 同上 **55**: 55~60.



茨城県におけるナシ病害虫防除例作成の考え方

茨城県農業総合センター園芸研究所 おがわら たかし 小河原 孝 司

はじめに

令和3年度における茨城県内でのニホンナシ（以下、ナシとする）の結果樹面積は894 ha、収穫量は19,100 tであり、いずれも千葉県に次いで全国第2位となっている（農林水産省大臣官房統計部，2022）。本県のナシ生産は、主要品種が赤ナシ系の‘幸水’、‘豊水’、‘新高’で、果実に袋かけを行わない無袋栽培が主体であり、栽培中に黒星病、輪紋病、シンクイムシ類、ハダニ類等の多くの病害虫が発生し、問題となる。現在、これらの病害虫の被害を軽減し、安定したナシ生産を行うための防除事例として、「茨城県赤ナシ無袋栽培病害虫参考防除例」（以下、防除例とする）を作成し、生産現場で活用されている。ここでは、本県における防除例作成の歴史や考え方を述べていく。

I ナシ病害虫防除例誕生の歴史

本県では、1964年にはじめて県内のナシ産地に大型の防除機械であるスピード・スプレーヤ（以下、S・Sとする）が導入された。当時のS・Sはタンク容量が500 lで、防除に使用する薬剤もボルドー液から新殺菌剤に移行していった。S・Sの導入により病害虫への関心も高くなり、発生する病害虫に対して、どのような時期にどのような薬剤を散布したらよいかを示す目安として防除暦の要望が強くなり、1965年1月に現在の防除例に近い病害虫発生防除暦が作成された。その後、農薬の適正使用に関する情報や環境に配慮した耕種的・物理的・生物的防除法を組み入れながら、現在の防除例に至っている。なお、本県では平成20年に「防除暦」という名称から「防除例」に変更している。これは、生産者が何も意識せずに、ただ暦に従って防除することを避け、防除の一事例として県内の標準的な防除法を示すことで、気象条件や病害虫の発生状況を意識しながら時に薬剤を削減したり、追加するなど、生産者自らが考えて

防除を行うための動機づけとして変更した経緯がある。

II 現在の防除例の考え方

1 作成上の基本方針

防除例を作成するにあたり、県庁担当課が防除例編成会議を毎年10月に開催し、各地域農業改良普及センター、研究所、農業革新支援専門員等から事前に提出された当年のナシ病害虫の発生概況や防除例に対する意見を会議の中で共有した後、病害虫防除所を中心に基本方針に基づいて防除例の原案が作成される。本県の防除例の作成における基本方針の一部を以下に示す。

（1）県内における平年の病害虫の発生や気象を前提に、ナシ生産農家が、高品質で安定した生産を確保するための防除の標準を示すものとする。

（2）防除例の内容は、県内で統一したものとし、現場の病害虫の発生実態に即した防除方法を踏まえつつ、耕種的・物理的・生物的防除法を積極的に取り入れて作成するものとする。

（3）防除例に記載する薬剤は、原則、県内の試験研究機関や現地等で防除効果が確認され、かつ、薬害の発生もなく、特にその効果が優れているものを優先的に採用する。

（4）農薬の誤使用が生じないように使用基準を明示する。

（5）農薬飛散防止の注意喚起を記載する。

2 対象病害虫

本県のナシ栽培で発生する病害は、黒星病、赤星病、輪紋病、炭疽病等であり、特に果実に直接的な被害を生じる黒星病と輪紋病が問題となる。また、虫害は、アブラムシ類（ワタアブラムシ、ナシアブラムシ、ユキヤナギアブラムシ等）、シンクイムシ類（ナシヒメシンクイ等）、ハダニ類（カンザワハダニ、ナミハダニ）、カイガラムシ類（クワコナカイガラムシ、マツモトコナカイガラムシ、ナシマルカイガラムシ）、カメムシ類（チャバネアオカメムシ、クサギカメムシ）等であり、特に収穫前に果実に食入して商品価値を失うシンクイムシ類、薬剤抵抗性の発達が著しいハダニ類、防除適期が狭く、効

The Concept of Constructing Case Information for the Pest Control of Japanese Pear in Ibaraki Prefecture. By Takashi OGAWARA
(キーワード：茨城県、ナシ、病害虫、防除、防除例)

表-1 令和4年版 露地赤ナシ無袋栽培病虫害参考防除例¹⁾

時期	対象病虫害	薬剤名	IRAC FRAC コード
芽が動き出す前 (3月上旬まで)	ハダニ類 カイガラムシ サビダニ	マシン油乳剤	—
催芽～萌芽期 (3月下旬)	黒星病	ジチアノン水和剤	M9
りん片脱落直前 (4月上旬)	黒星病	フェンブコナゾール水和剤 イミノクタジナルベシル酸塩水和剤	3 M7
開花直前～開花始め (4月中旬)	黒星病 心腐れ症（胴枯病菌）	ビリベンカルブ水和剤	11
落花期 (4月下旬)	アブラムシ類 ハマキムシ類 シンクイムシ類	ダイアジノン水和剤	1B
	赤星病 黒星病	ジフェノコナゾール水和剤 イミノクタジナルベシル酸塩水和剤 ²⁾	3 M7
新梢伸長開始期 (5月上旬)	アブラムシ類 ニセナシサビダニ	スピロテトラマト水和剤	23
	黒星病	シプロジニル水和剤	9
5月中旬	アブラムシ類 カメムシ類	イミダクロプリド水和剤	4A
	黒星病	チウラム水和剤	M3
養分転換期 (5月下旬)	黒星病 輪紋病	イミノクタジナルベシル酸塩水和剤	M7
6月上旬	アブラムシ類 シンクイムシ類 クワコナカイガラムシ	チアクロプリド水和剤	4A
	黒星病 輪紋病	キャプタン・有機銅水和剤	M4, M1
6月中旬	アブラムシ類 シンクイムシ類 カイガラムシ類	アラニカルブ水和剤	1A
	黒星病	ベンチオピラド水和剤	7
6月下旬	ハマキムシ類 シンクイムシ類	シアントラニリプロール水和剤	28
	黒星病 輪紋病	キャプタン・ベノミル水和剤	M4, 1
新梢発育停止期 (7月上旬)	カイガラムシ類	スルホキサフロル水和剤	4C
	ハダニ類 ニセナシサビダニ	アセキノシル水和剤	20B
	黒星病 輪紋病	クレソキシムメチル水和剤	11
7月中旬	シンクイムシ類 ハマキムシ類 カメムシ類	シラフルオフェン水和剤	3A
	黒星病 輪紋病	ヘキサコナゾール水和剤 イミノクタジナルベシル酸塩水和剤	3 M7
果実肥大最盛期 (7月下旬)	ハダニ類	ビフェナゼート水和剤	20D
	シンクイムシ類	スピネトラム水和剤	5
8月上旬	シンクイムシ類	トラロメトリン水和剤	3A
果実収穫期（収穫後から薬剤使用回数のカウント開始）			
8月中旬	シンクイムシ類 ハマキムシ類	フェンプロパトリン水和剤	3A
9月中～下旬：幸水・豊水 10月中旬：新高 (収穫後)	ナシチビガ ハマキムシ類	MEP 水和剤	1B
	黒星病	キャプタン・有機銅水和剤	M4, M1
秋季防除 (10月上～下旬)	黒星病	キャプタン・有機銅水和剤	M4, M1
落葉後	黒星病	●落葉は、翌春の伝染源となるので適正に処理する。	
休眠期	ヒメボクトウ	●ヒメボクトウにより大きな被害を受けた枝はノコギリなどで切り取り、成虫の発生源とならないように粉砕するなど適正に処理する。また粗皮部はヒメボクトウの産卵場所となるため、粗皮削りを行う。	
	ハダニ類	●ナミハダニなどは粗皮の隙間などで越冬するので、粗皮削りを行う。ナミハダニ成虫は、誘引縄やカワモグリの被害皮下などで越冬しているので集めて適正に処理する。	
	白紋羽病	●白紋羽病は樹幹から半径1m程度掘り上げて根部を露出させ、病根を除去したあと、フルアジナム水和剤【29】を土壌灌注し埋め戻す。	
	輪紋病、胴枯病、疫病	●輪紋病のいぼ皮病斑や胴枯病、疫病の病患部を削り取る。病患部の削除跡には、傷口のゆ合促進のため、チオファネートメチルペースト剤【11】または、有機銅塗布剤【M11】を塗布する。	

¹⁾ 防除例の内容を一部抜粋したものである。農薬の登録内容は令和3年10月13日の情報に基づく。²⁾ 赤星病に登録なし。

果的な防除の難しいカイガラムシ類が問題となる。表-1は令和4年度の露地赤ナシ無袋栽培病害虫参考防除例の一部であり、時期ごとに防除対象とする病害虫を示している。

3 病害虫の防除時期と薬剤の考え方

(1) 黒星病・輪紋病

黒星病の伝染源は、前年に秋型病斑を生じた落葉上の子のう胞子と芽りん片病斑（後に芽基部・果そう基部病斑となる）上に形成された分生子である。研究所ナシ園において、子のう胞子の飛散消長を吸引式胞子トラップを用いて複数年調査した結果、若干の年次変動はあるものの4月上旬ころから飛散が始まり、その後、降雨のたびに飛散量の増加が見られ、4月下旬にピークとなって5月中旬以降終息した。

輪紋病は、幹や枝の病斑上に形成された柄子殻内の柄胞子が風雨によって飛散することで伝染する。罹病枝を用い、輪紋病菌の柄胞子の飛散消長および果実感染時期を複数年調査したところ、年次変動はあるものの柄胞子は5月中旬～7月中旬に飛散し、6月の飛散量が最も多かった。また、果実への感染は5月下旬ころから7月下旬まで長期にわたった。

上記の結果をもとに、現在の防除例では3月下旬～5月上旬は黒星病の最重要防除時期とし、防除試験で黒星病に対して高い効果を示したDMI、QoI、AP剤等を配置し、防除を強化している。また、5月中旬～7月は輪紋病+黒星病の同時防除を行うが、薬剤試験で両病害に高い効果を示したキャプタン剤、QoI剤等を中心とした防除とした。なお、満開50～90日後（6月中旬～7月中旬ころ）に品種‘幸水’果実の黒星病に対する感受性が高まり、特に満開75～90日後（7月上～中旬）にピークとなることから、この時期の基幹剤としてDMI剤、QoI剤を配置している。

(2) シンクイムシ類

現場で被害が問題となるナシヒメシンクイは、6月上旬ころから羽化する第一世代でウメなどの果実を中心に産卵するが、一部はナシを加害する。7～9月の第二～三代はナシに多く飛来し、‘幸水’、‘豊水’の熟期の順に被害が多くなる。薬剤は、有機リン系、合成ピレスロイド系、ジアミド系等の剤を、他害虫との同時防除や果実の収穫日を考慮して配置している。なお、病害虫防除所では、ナシヒメシンクイの第一世代成虫の誘殺最盛期と有効積算温度を用いて、第二、三代幼虫の発生時期を予測し、適期防除に関する情報をインターネットなどで、毎年発信している。

(3) ハダニ類

本県ではナミハダニとカンザワハダニの発生が主である。防除時期として、芽が動き出す前までにマシン油などで越冬成虫の防除を、6月下旬ころから初発生が認められるため、7月上旬から2回、殺ダニ剤を配置している。

(4) その他病害虫

近年、炭疽病、クワコナカイガラムシやナシマルカイガラムシなどのカイガラムシ類が問題となるが、県内における発消長が不明な部分も多く、現在、研究課題を立ち上げて、防除適期並びに有効薬剤について検討を行っている。防除に関する有効な知見が得られた時点で防除例に反映する予定である。

(5) 薬剤の散布量

本県ナシ栽培での防除はほぼ全園地でS・Sによる防除が行われている。S・Sによる10a当たりの殺菌剤・殺虫剤の散布量は300l（うち50lは、圃場に外縁部など、薬剤のかかりにくい部分に対して手散布等により補正散布）を目安とし、殺ダニ剤については散布むらが薬剤感受性の低下を促進する可能性があることから400lとしている。

4 防除例編成上の留意点

・耕種的、物理的防除法

生産者の化学農薬への過度な依存を防ぐとともに、IPMに対する意識向上のため、防除例には農薬以外の防除法として、多目的防災網の設置、落葉処理、粗皮削り、病斑除去、捕殺等の防除法を記載し、病害虫密度の積極的な低減を呼びかけている。

・薬剤耐性菌・抵抗性害虫対策

薬剤耐性菌や抵抗性害虫に関する生産者の意識を高めるため、防除例にFRAC、IRACコードを記載し、追加防除を行う際に同一系統薬剤の連用防止を図っている。また、耐性菌の発達を防止するため、DMI剤の年間使用回数は3回以内、QoI剤およびSDHI剤はそれぞれ2回以内とするように指導している。

・薬害・汚れ・花粉や訪花昆虫への影響

新たな薬剤を採用する際には、薬害、汚れ、混用事例等の情報を調査するとともに、圃場で散布して確認をしている。また、春先に使用する薬剤については花粉管発芽や訪花昆虫に対する影響を確認するようにしている。

5 生産者が注意すべき点

防除例は県内で問題となる病害虫を中心に構成されており、防除例に従って防除することで主要病害虫の被害を低く抑えることが可能と思われる。しかしながら、圃場や周辺環境によって病害虫の発生程度が異なったり、

マイナーな病虫害が発生したりすることもある。また、気温、湿度、降水量等の気象条件には年次変動があり、天候不順や競合する作業のために薬剤散布が予定通りに行えない場合もある。このような場合には、その後の防除について生産者の判断が求められることになるが、不安な場合には普及センターなどに善後策を相談することを勧めている。また、防除例に掲載する農薬の登録情報（使用基準）については細心の注意を払って作成しているが、急な登録内容の変更などが生じる場合もあるため、農薬使用時には、必ずラベルや登録変更に関するチラシ等を確認し、農薬の誤った使用を行わないよう指導している。

6 防除回数削減への取り組み

ナシの減農薬栽培に取り組む意欲のある生産者に対し、本県では「ナシ病虫害防除回数削減のトライ事例」（以下、トライ事例とする）として、防除回数を約4割削減した防除体系を提案してきた。トライ事例は、「例年、病虫害の多発生が認められないこと」、「園内に発生する病虫害を注意深く観察でき、気象の推移により臨機防除が可能であること」等が生産者に求められるため、すべての園で実践できる防除体系ではない。しかし、ナシに発生する重要病虫害を防除するうえでのエッセンスが組み込まれており、重点防除時期などを知るうえで役立つものであった。トライ事例は平成26年まで作成されたが、その後、県内で黒星病の多発生傾向が続き、現在は発行していないが、今後、あらためて注目される情報と考えている。

おわりに

高品質な果実生産のためには、栽培期間中に発生する多くの病虫害を効果的に防除する必要があり、時期によっては複数の病虫害を同時に防除する必要も生じる。また、効果の高い薬剤ではあるが、ナシの生育ステージによっては薬害を生じる恐れのある剤や、耐性菌や抵抗性害虫を出現させないために使用回数や使用時期に配慮すべき薬剤も多い。さらに、安全・安心な果実を生産するには薬剤が使用できる収穫前日数にも注意が必要である。これらを総合的に考慮して、組み立てたものが防除例である。近年の気象変動に伴い、気温や降雨などが変化しているため、病虫害の発生時期や発生量に影響を与える恐れがある。今後も現地の病虫害の発生動向に注意を払い、的確にその変化を参考防除例に反映させられるようにしていく必要がある。

防除例はナシの安定生産に欠かせない情報であり、今後もその役割は大きいと感じている。しかし、近年、公設試験研究機関の研究員、病虫害防除所の職員等、植物防疫にかかわる職員の在籍期間が短く、経験豊富な職員が不在の中での防除例の編成に不安を感じている職員も多く、そのノウハウを経験者が伝えていくことは重要な役割と考える。

引用文献

- 1) 農林水産省大臣官房統計部(2022): 農林水産統計令和4年2月15日公表 令和3年産日本なし、ブドウの結果樹面積、収穫量及び出荷量, https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotu/sakkyou_kazyu/attach/pdf/index-13.pdf

新農薬の紹介

新規殺菌剤プロチオコナゾールの特長

バイエルクロップサイエンス株式会社 うち だ さとし 聡

はじめに

プロチオコナゾールはドイツ・バイエル社が開発したトリアゾリンチオン系の新規殺菌剤である。小麦の最重要病害である赤かび病をはじめ、赤さび病、うどんこ病等の幅広い病害に対して優れた防除効果を示す。赤かび病については、*Fusarium graminearum* 等のフザリウム属菌に加えて *Microdochium nivale* に対しても優れた防除効果を示す。本剤は、2018 年より一般社団法人日本植物防疫協会を通じ、試験番号 BCF-181SC（プロチオコナゾール 40.7%）として小麦とてんさいの主要病害に対し新農薬実用化試験が実施され、2021 年 8 月 11 日付けでプロライン®フロアブルとして農薬登録を取得した。以下に、本剤の特長を紹介する。

I 物理的・化学的性状および安全性

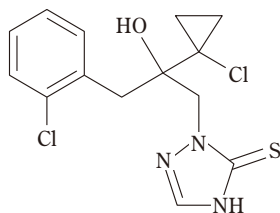
プロチオコナゾールの物理的・化学的性状および安全性を以下に示す。

一般名：プロチオコナゾール

化学名（IUPAC 名）：(RS)-2-[2-(1-クロロシクロプロピル)-3-(2-クロロフェニル)-2-ヒドロキシプロピル]-2,4-ジヒドロ-1,2,4-トリアゾール-3-チオン

CAS 登録番号：178928-70-6

構造式：



分子式：C₁₄H₁₅Cl₂N₃OS

分子量：344.3

性状：白色粉末

融点：140.3℃

分配係数：log P_{ow} = 3.82 (25℃, pH7)

水溶解度：22.5 mg/l (20℃, pH7)

蒸気圧：1.8 × 10⁻⁹ Pa (25℃)

作用機構分類（FRAC コード）：3

人畜毒性（製剤）

急性毒性（経口）：LD₅₀ > 2,000 mg/kg（ラット）

急性毒性（経皮）：LD₅₀ > 5,000 mg/kg（ラット）

急性毒性（吸入）：LD₅₀ > 4.99 mg/l（ラット）

（原体に基づく）

皮膚刺激性：刺激性なし（ウサギ）

眼刺激性：刺激性なし（ウサギ）

皮膚感作性：感作性あり（モルモット）

水産動植物に対する影響（製剤）

魚毒性：LC₅₀ > 1.83 mg/l（ニジマス）

水生無脊椎動物に対する毒性：EC₅₀ > 1.3 mg/l

（オオミジンコ）

水生植物に対する毒性：ErC₅₀ 2.18 mg/l（淡水藻類）

2021 年 8 月 11 日に登録を取得したプロチオコナゾールを含む農薬は以下の通り。

商品名：プロライン®フロアブル

種類名：プロチオコナゾール水和剤

農林水産省登録：第 24535 号

有効成分の含有量：40.7%

人畜毒性：普通物相当*

（* 毒劇物に該当しないものを指している通称）



Properties of Prothioconazole, a Novel Fungicide. By Satoshi UCHIDA

（キーワード：殺菌剤，プロチオコナゾール，プロライン，DMI，小麦，赤かび病）

Ⅱ 作用機構

プロチオコナゾールは、エルゴステロールの生合成を阻害することで菌類の正常な細胞壁形成を阻害する作用を有するDMI (DeMethylation Inhibitors) 殺菌剤 (FRACコード3) に分類される。プロチオコナゾールを処理した病原菌では、細胞膜と細胞壁に奇形が生じ、菌糸の異常な膨潤と分枝が認められ、その後、細胞壁の崩壊と内容物の漏出が起こる。その結果、病原菌が植物組織内に侵入して感染拡大することを阻止し、病原菌の増殖やさらなる伸長を阻害する。

Ⅲ 特徴

1 殺菌スペクトル

プロチオコナゾールは子囊菌、担子菌、不完全菌による多くの植物病原菌に高い殺菌活性を示す。小麦の最重要病害である赤かび病をはじめ、赤さび病、うどんこ病、ふ枯病、眼紋病等の幅広い病害に対して優れた防除効果を有しており、同じDMI剤のテブコナゾールと比較すると、*Microdochium nivale* を原因菌とする赤かび病や葉枯病、紅色雪腐病に対してより優る効果を示す (図-1)。

2 コムギ赤かび病に対する防除効果

コムギ赤かび病は主に3種類の *Fusarium* 属菌や *Microdochium nivale* の4種の病原菌によって引き起こ

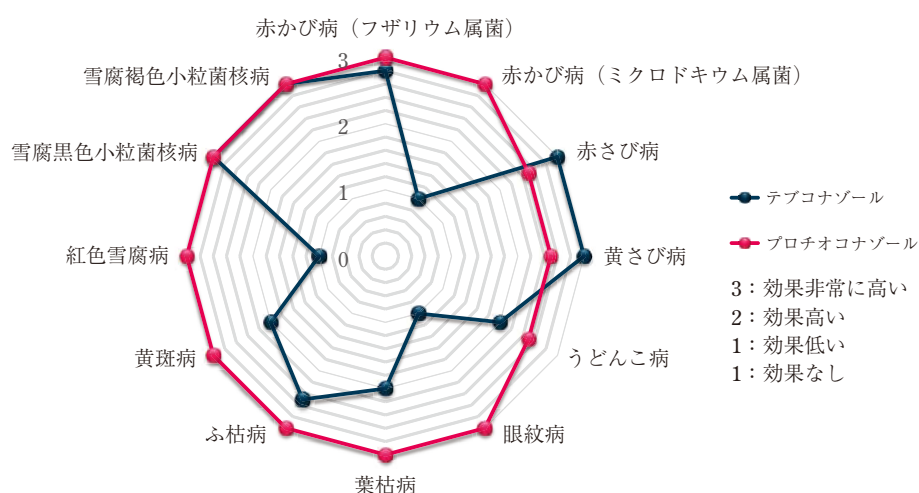


図-1 プロチオコナゾールの殺菌スペクトル (小麦の主要病害)

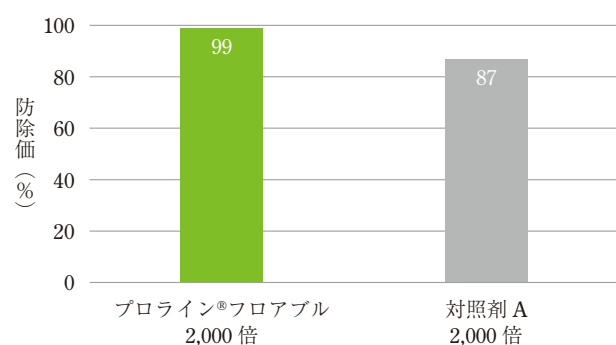


図-2 プロライン®フロアブルの *Fusarium* 属菌優占条件下におけるコムギ赤かび病に対する効果
試験場所：北海道十勝農業試験場 (2018 年)。
品種：‘ハルユタカ’ (2018 年 4 月 19 日播種)。
発生状況：甚発生 (接種、無処理区の発病小穂率 17%)。
処理日：6 月 30 日、7 月 6 日、12 日、20 日の 4 回。
調査日：7 月 27 日 (最終散布 7 日後)。
無処理区の菌種割合： *F. graminearum* 76%, *F. avenaceum* 9%, *F. culmorum* 3%, *M. nivale* 12%。

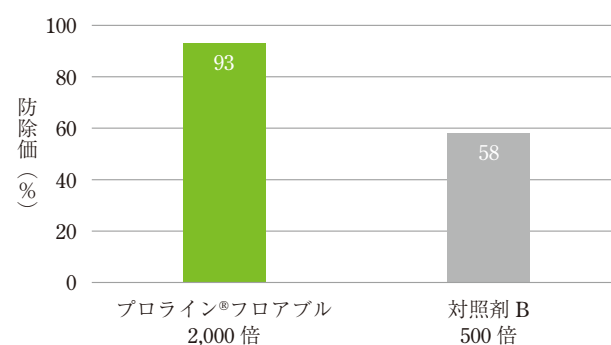


図-3 プロライン®フロアブルの *Microdochium* 属菌優占条件下におけるコムギ赤かび病に対する効果
試験場所：北海道十勝農業試験場 (2019 年)。
品種：‘きたほなみ’ (2018 年 9 月 18 日播種)。
発生状況：甚発生 (接種、無処理区の発病小穂率 4%)。
処理日：6 月 4 日、10 日の 2 回。
調査日：7 月 11 日 (最終散布 31 日後)。
無処理区の菌種割合： *M. nivale* 100%。

される病害である。プロチオコナゾールの菌種に対する基礎活性を寒天平板希釈法により確認したところ、プロチオコナゾールはいずれの赤かび病菌に対しても卓効を示した(内田ら, 2022)。圃場試験においても、*Fusarium* 属菌優占条件ならびに *Microdochium* 属菌優占条件でのコムギ赤かび病に対する防除効果を検討した。その結果、いずれの赤かび病菌が優占する圃場においてもプロチオコナゾールの高い防除効果が確認された(図-2, 3)。

コムギ赤かび病は、かび毒であるデオキシニバレノール(以下、DON という)を産出する。DON に汚染された食品を一度に大量に摂取した場合、急性毒性として下痢や嘔吐、腹痛等の食中毒症状を引き起こすことが知られている。小麦に含まれるデオキシニバレノールについては、「小麦のデオキシニバレノールに係る暫定的な基準値の設定について」(平成 14 年 5 月 21 日付 食発第 0521002 号)により暫定的な基準値が 1.1 ppm と示されていたが、令和 4 年 4 月 1 日より正式な基準値として 1.0 ppm が設定された(令和 3 年 7 月 30 日付 生食発 0730 第 7 号)。プロライン®フロアブルによる DON の抑制効果を、2018 年、2019 年に北海道を中心に実施した新農薬実用化試験および社内試験の計 7 試験の結果を基に検討した。その結果、プロライン®フロアブルはいずれの試験においても 90% 以上の高い DON 抑制効果を示した(図-4)。

3 赤さび病、うどんこ病に対する防除効果

プロライン®フロアブルは、コムギ赤かび病に加えて赤さび病やうどんこ病に対しても優れた防除効果を示す(図-5, 6)。コムギ赤かび病の防除適期である開花始期は赤さび病やうどんこ病の防除適期でもあることから、プロライン®フロアブルの開花始期の散布により、これらの病害を同時に防除することが可能である。

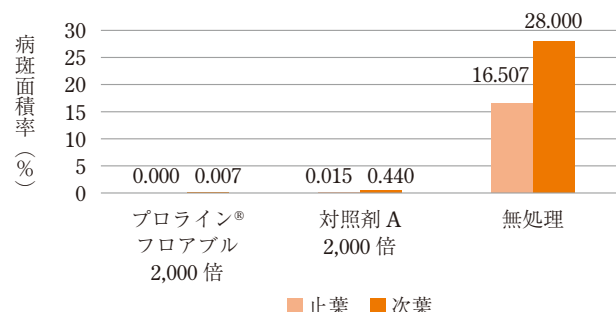


図-5 プロライン®フロアブルのコムギ赤さび病に対する効果
試験場所：北海道中央農業試験場(2019年)。
品種：‘春よ恋’(2019年4月24日播種)。
発生状況：甚発生(初発：6月3日)。
処理日：6月4日、11日、20日、26日、7月4日の5回。
調査日：7月8日(最終散布4日後)。

4 少量散布への適用性

プロライン®フロアブルは 2022 年 11 月 24 日付けで少量散布(希釈倍数「500 倍」、使用液量「25 l/10 a」)の農薬登録を取得した(表-1)。コムギ赤かび病に対しては対照剤(通常散布, 100 l/10 a)に優る効果を示し(図-7)、また、コムギうどんこ病に対しても対照剤(少量散布, 25 l/10 a)に優る効果を示した(図-8)。

通常散布(10 a 当たり 100 l)と比較して給水の回数が少なくて済むことから、散布に要する時間の大幅な短縮(省力化)が期待される。

IV 作用特性

1 浸透性

ポットで栽培した小麦を用いた室内試験において、葉裏にのみ薬剤を塗布した後(グラミン S 10,000 倍加用)、

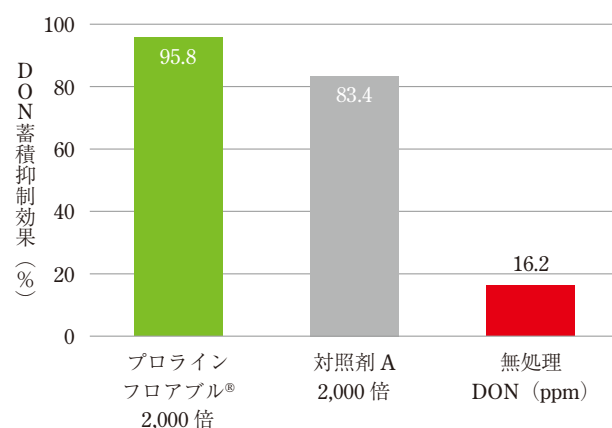


図-4 プロライン®フロアブルのコムギ赤かび病による DON 蓄積の低減効果
(2018 年度、2019 年度に実施したコムギ赤かび病を対象とした新農薬実用化試験および社内試験の計 7 試験の平均値から算出)

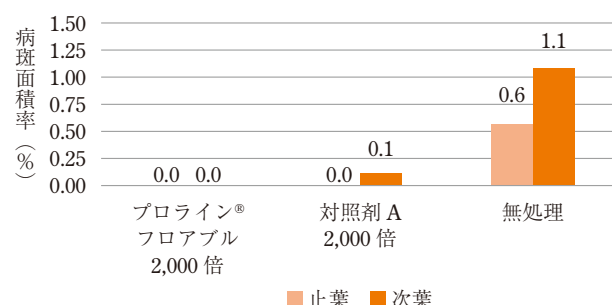


図-6 プロライン®フロアブルのコムギうどんこ病に対する効果
試験場所：北海道中央農業試験場(2019年)。
品種：‘ハルユタカ’(2019年4月24日播種)。
発生状況：少発生(初発：6月3日)。
処理日：6月4日、11日、20日、26日の4回。
調査日：7月2日(最終散布6日後)。

表-1 プロラインフロアブルの登録内容 (2022 年 11 月 24 日現在)

作物名	適用病害虫名	希釈倍数	使用液量	使用時期	本剤の使用回数	使用方法	プロチオコナゾールを含む 農薬の総使用回数
てんさい	根腐病	2,000 倍	100 l/10 a	収穫 14 日前まで	1 回	散布	1 回
小麦	赤かび病		60～120 l/10 a	収穫 21 日前まで	2 回以内		2 回以内
	赤さび病 うどんこ病	500 倍	25 l/10 a				

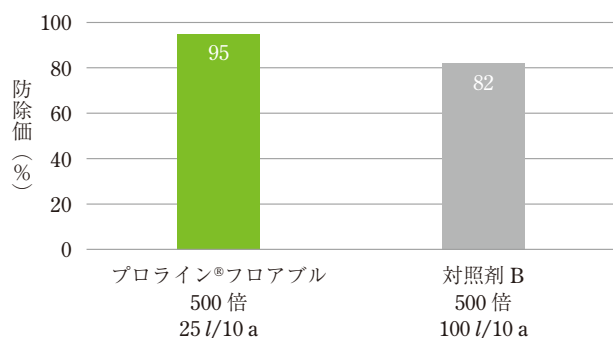


図-7 プロライン®フロアブルのコムギ赤かび病に対する効果 (少量散布)

試験場所：北海道中央農業試験場 (2021 年)。
 品種：‘ハルユタカ’ (2021 年 4 月 16 日播種)。
 発生状況：中発生 (接種，無処理区の発病小穂率 5.32%)。
 処理日：6 月 24 日，30 日，7 月 8 日，15 日の 4 回。
 調査日：7 月 20 日 (最終散布 5 日後)。
 無処理区の菌種割合：F. graminearum 100%。

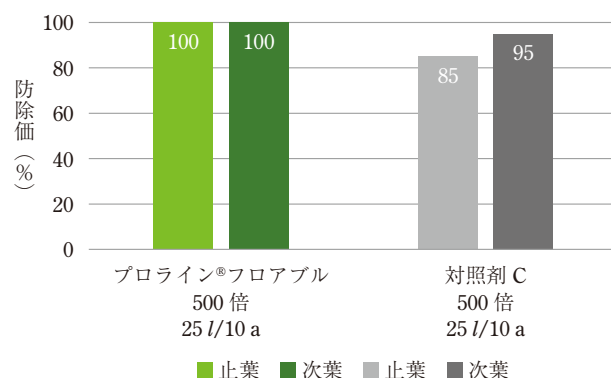


図-8 プロライン®フロアブルのコムギうどんこ病に対する効果 (少量散布)

試験場所：北海道植物防疫協会 (2019 年)。
 品種：‘ハルユタカ’ (2019 年 4 月 27 日播種)。
 発生状況：中発生 (初発 6 月 5 日)。
 処理日：6 月 10 日，17 日の 2 回。
 調査日：6 月 25，26 日 (最終散布 8,9 日後)。

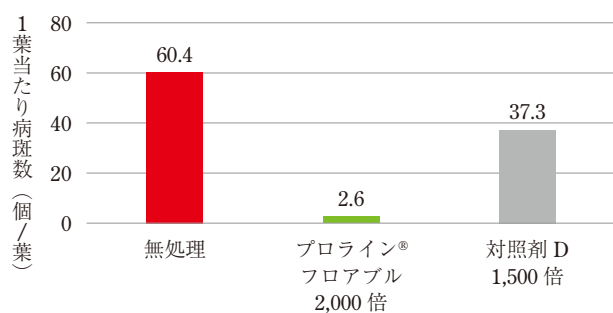


図-9 プロライン®フロアブルの浸達性 (ポット試験)

試験場所：バイエルクロップサイエンス (株) (2022 年)。
 品種：‘さとのそら’ (2022 年 10 月 5 日播種)。
 発生状況：多発生 (11 月 2 日接種)。
 処理日：11 月 1 日。
 調査日：11 月 13 日 (最終散布 12 日後)。

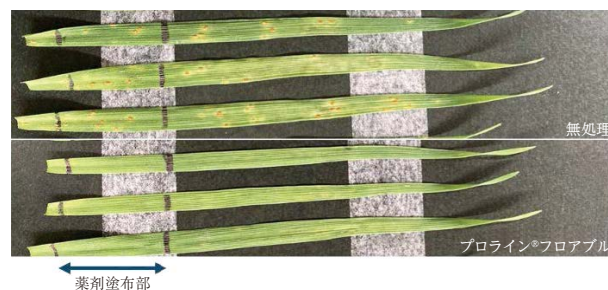
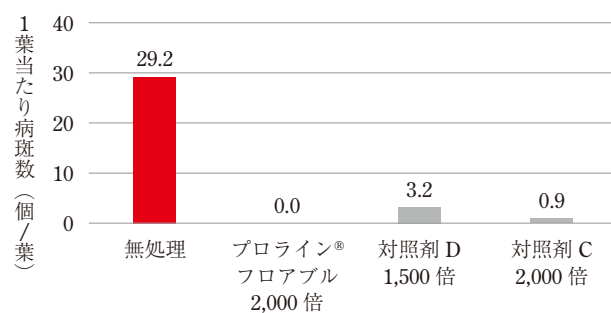


図-10 プロライン®フロアブルの浸透移行性 (ポット試験)

試験場所：バイエルクロップサイエンス (株) (2022 年)。
 品種：‘さとのそら’ (2022 年 10 月 12 日播種)。
 発生状況：中発生 (11 月 17 日接種)。
 処理日：11 月 16 日。
 調査日：11 月 26 日 (最終散布 10 日後)。

薬剤処理の翌日に赤さび病の夏孢子懸濁液を葉表に噴霧接種し（ 2.7×10^5 個/ml, 1 ml/ポット）、10 日後に葉表の病斑数を調査した。その結果、プロライン®フロアブル処理区では無処理区と比較して葉表の病斑形成を顕著に抑制しており、高い浸透性が確認された（図-9）。

2 浸透移行性

上述同様のポットで栽培した小麦を用いた室内試験において、葉の基部から 3 cm の部分に長さ 2 cm 分薬剤を塗布した後（グラミン S 10,000 倍加用）、薬剤処理の翌日に赤さび病の夏孢子懸濁液を噴霧接種し（ 2.4×10^4 個/ml, 2 ml/ポット）、10 日後に塗布部位から葉先の病斑数を調査した。その結果、プロライン®フロアブル処理区では病斑が形成されず、葉の基部に処理されたプロチオコナゾールが葉組織内に浸透し、求頂的に移行した

と考えられた（図-10）。

3 耐雨性

赤さび病防除効果における降雨の影響を薬剤処理 1, 3, 24 時間後に人工降雨装置により降雨処理（29～35 mm/h の降雨量を 1 時間）することにより検討した。人工降雨の同日、葉面が乾いたことを確認した後、コムギ赤さび病夏孢子懸濁液（ 1.0×10^5 個/ml, 20 ml/ポット）を噴霧接種した。薬剤処理 21 日後に止葉と次葉の病斑数を計数した。その結果、プロライン®フロアブルは薬剤処理 1 時間後降雨で無降雨と比較してやや防除効果が劣るものの、3 および 24 時間後では降雨なしと同等の効果を示し、また、対照剤とも同等の高い耐雨性を示した（図-11）。

また、赤かび病防除効果における降雨の影響も上述の

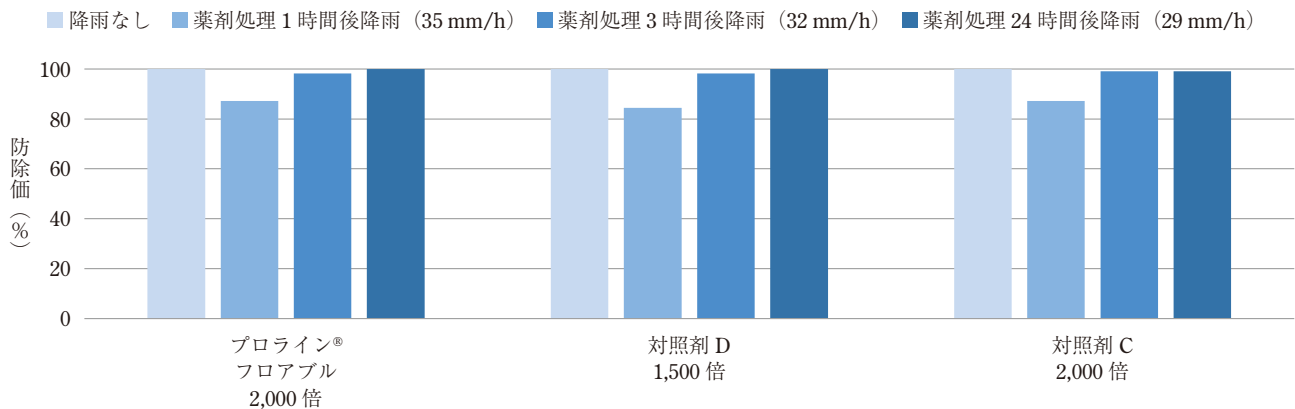


図-11 コムギ赤さび病防除効果に対する耐雨性（ポット試験）

試験場所：バイエルクロップサイエンス(株)（2022 年）.
品種：‘農林 61 号’（2022 年 4 月 14 日播種）.
発生状況：中発生（接種，無処理区の被害度 30.3）.
処理日：6 月 8 日または 9 日.
調査日：6 月 30 日（最終散布 21 日後）.
調査方法：止葉と次葉の病斑面積率から防除値を算出。



図-12 プロライン®フロアブルによる穂の汚れの軽減
（左：プロライン®フロアブル，右：無処理）

表-2 品種事例

品種名	
秋まき小麦	ゆめちから
	ナンプコムギ
	きたほなみ
	夏黄金
	キタノカオリ
春まき小麦	シロガネコムギ
	さとのそら
	チホクコムギ
	農林 61 号
	はるきらり
春まき小麦	春よ恋
	ハルユタカ
	ハナマンテン

試験系で薬剤処理 1, 3, 24 時間後に人工降雨装置により降雨処理 (55~65 mm/h の降雨量を 1 時間) することにより検討した。その結果, 1, 3 および 24 時間後で対照剤と同等の高い耐雨性を示した。

4 穂の汚れの軽減

プロライン®フロアブルの圃場試験において, 開花始期から約 1 週間間隔で 4 回薬剤散布を行った結果, 無処理と比較して穂の汚れの軽減が認められた (図-12)。

5 小麦に対する安全性

プロライン®フロアブルは小麦の北海道の主要品種を含む 14 品種に対して高い安全性を有していることを確認している (表-2)。

お わ り に

プロライン®フロアブルは, 幅広い殺菌スペクトル, 優れた浸透移行性や浸達性, 小麦の問題病害である赤かび

病に対する高い効果を特長とする。特に赤かび病に対して卓効を示し, *Fusarium graminearum* などの *Fusarium* 属菌に加えて *Microdochium nivale* に対しても優れた防除効果を示し, 赤かび病多発生条件下において, *Fusarium* 属菌が産生するデオキシニバレノール濃度を顕著に抑制する。さらに, 赤かび病と同時期に発生する赤さび病やうどんこ病に対しても優れた防除効果を有する。このような特性から, プロライン®フロアブルは小麦の最重要病害である赤かび病の基幹防除剤として高い効果が期待できると考えられる。今後, プロチオコナゾールのユニークな特性を活かし, 効率的な病害防除により農作物の安定的な生産に貢献することのできる基幹剤となれるよう普及推進を図りたい。

引 用 文 献

- 1) 内田 聡ら (2022): 令和 4 年度日本植物病理学会大会, p.99.

研究室紹介

山形県農業総合研究センター 水田農業研究所

山形県農業総合研究センター水田農業研究所は、大正9年（1920年）に山形県農事試験場庄内分場として、旧東田川郡藤島村（現 鶴岡市藤島）に創立され、令和2年（2020年）に創立100周年を迎えました。

組織機構の改編などにより、「農業試験場庄内分場」「農業試験場庄内支場」「農業生産技術試験場庄内支場」「水田農業試験場」と名称を変更しながらも、創立以来、現在の藤島の地を動くことなく、地域に密着した農業試験研究に取り組んできました。

この間、いもち病、ごま葉枯病、田畑輪換の指定試験地を経ながら、昭和20年から30年代にかけては食糧増産、昭和40年以降は機械化稲作技術の確立や水田転作物の栽培技術の確立にも取り組みました。昭和39年（1964年）からは水稻の品種育成を開始し、現在では水稻の新品種育成に取り組む県内唯一の研究機関です。

研究体制は、所長、副所長、総務課（事務3名、研究技能員7名）、水稻部（研究員9名）で、近年の試験研究の成果は、「つや姫」「雪若丸」の育成のほか、酒造好適米「雪女神」の育成や庄内地域特有の強風を中心とした気象災害による作柄要因解析、直播栽培等生産者が求める新たな栽培法の確立にも取り組んでいます。また、受託試験として、新農薬の効果と使用法試験を実施しています。ここでは現在実施中の主な研究課題を紹介します。

1 第Ⅵ期水稻主力品種の育成

「あきたこまち」熟期の早生で中山間地域のブランド品種および「つや姫」より遅い熟期の極良食味品種の育成、



研究棟、作業棟、温室等の全景

また、収量700kg/10a以上で低価格でも所得が確保でき、業務用需要に見合う多収品種の育成に取り組んでいます。

2 第Ⅳ期地域特産型水稻品種の育成

酒米では、蒸米消化性の簡易評価を導入し、「美山錦」タイプの酒造適性を持つ品種の育成、糯米では、「でわのもち」熟期で穂発芽性や収量性が優る品種の育成、飼料用イネでは、収量性が優り、県内での栽培に適応し低コスト生産を可能とする品種の育成に取り組んでいます。

3 水田土壌強還元による初期生育阻害要因の解明と技術対策の確立

土壌強還元と水稻の初期生育に及ぼす影響を解析し、早期に把握するための評価手法について検討しています。また、土壌の強還元を解消するための稲わら分解資材や有機物等の施用技術や除草剤の効果等を考慮した、初期の水管理技術の確立に取り組んでいます。

4 水稻出穂前高温に対応した水稻の安定生産技術の確立

温暖化に伴う気象変動により、水稻の収量や品質低下が問題となっていることから、水稻生産の安定化を図るため、出穂前高温による収量・品質低下が懸念される場合の対応技術の確立に取り組んでいます。

5 「雪若丸」ブランド確立に向けた高品質・良食味米の低コスト・安定生産技術の開発

「雪若丸」の生産において、省力・低コスト化を図りながら、高品質・良食味米としてのブランドを確立するため、気象や土壌条件に応じた直播栽培や高密度播種苗栽培における技術開発に取り組んでいます。

（水稻部長 佐藤智浩）



100周年記念碑

〒999-7601 山形県鶴岡市藤島字山ノ前25
TEL 0235-64-2100

書 評

増補改訂版 植物医科学実験マニュアル
—植物障害の基礎知識と臨床実践を学ぶ—

植物医科学叢書 No.8

第Ⅰ編 植物医科学実験の基礎知識

第Ⅱ編 植物医科学実験の実践

西尾 健/津田新哉 監修

堀江博道/鍵和田 聡/中山喜一/橋本光司 編集

B5判, 総ページ 544 頁 (うちカラー口絵 40 頁),

定価 7,800 円 (税込)

大誠社 (2023 年 4 月 5 日発売予定)

(ISBN 978-4-86518-191-3)



法政大学植物医科学センターは、植物の生育障害（病気・虫害・生理障害等）および植物育成地・植栽地の自然環境保全・修復等に関する検査・診断を行うこと、などを目的に 2014 年 6 月に設立されました。そのため、これまでに多くの植物医科学関連図書（植物医科学叢書）を刊行するなど情報発信を積極的に行い、植物医科学教育研究の発展に寄与してきました。

本分野のさらなる発展と社会貢献のために、法政大学植物医科学センター創設 10 周年記念出版として、植物医科学叢書 No.8 となる増補改訂版「植物医科学実験マニュアル」が 2023 年 4 月 5 日に販売されることとなりました。

増補改訂版の原版は、2016 年に発刊された植物医科学叢書 No.2『植物医科学実験マニュアル～植物障害の基礎知識と臨床実践を学ぶ～』（B5 判, 総ページ 504 ページ）となっています。本書は、植物医科学専修（現・応用植物科学科）の学生実験をベースにしていますが、

植物医科学分野の単なる実験書としてではなく、現場観察の視点に徹し、従来・最新の要となる知見をおりませた技術書であることをコンセプトとしています。健康な植物の育成を目指す、学生から第一線の技術者・研究者、理科等の教員、愛好家等の必携の実験書として活用されることを期待していました。

本書は編者の思いである農業等の現場ですぐに役立つ内容であったことから、植物防疫の第一線で活躍されている人達の共感を呼び、単なる実験書ではなく実践書としての位置づけを確立しています。発刊から 6 年余たち最新の技術を盛り込み、視覚的に理解しやすい図も多数追加され、植物防疫に関する仕事に就いている関係者にとってはより活用できる一冊としてリニューアルされています。

改訂版の構成は、二編からなり、第Ⅰ編では実際に圃場や緑地植栽レベルでの調査や実験に必要な基礎知識、第Ⅱ編は基礎・応用、合わせて 43 課題の実験の進め方が掲載されています。ただし、実験室にとどまらず、現場での視点・臨場感をもてるように、さらには現場での課題を自ら考え、臨床へと進める構成となっており、「ノート」「コラム」等が充実しています（ミニ実験：8 課題、ノート：40 課題、コラム：5 課題、図：217 項目、表：20 項目）。

増補改訂版での主な変更点は大きく 3 点あり、まず、実験については、実際の実験に沿った内容に変更されました。さらに、時宜に沿った実践的な新規ノートとコラムの 9 課題、より視覚的な図 21 点がそれぞれ新規に追加されました。

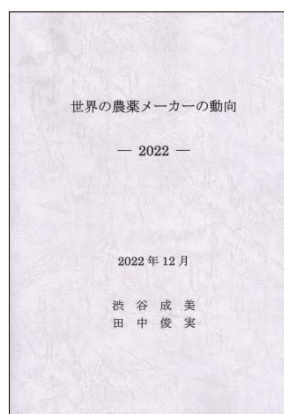
また、昨年、一般社団法人日本植物防疫協会は都道府県の新農薬実用化試験を効率的に進めるための技術研修を法政大学や植物医科学センターの協力を得て法政大学で実施しました。この研修会でも初版の植物医科学実験マニュアルの一部を活用させていただきました。

これから植物防疫関係の業務に携わる人は、一読いただくことにより本書の価値を十分理解できることと思いますので、必携の書として手元におかれることをお勧めします。

(一般社団法人 日本植物防疫協会 富田恭範)

書 評

世界の農薬メーカーの動向—2022—
 渋谷成美・田中俊実 著
 A4 版, 267 頁, 45,000 円+税
 2022 年 12 月 1 日発行
 購入申込先: エイムス株式会社
 FAX: 045-871-8030



私が農薬メーカーに入社した 1980 年代における世界の農薬売上高上位 20 社は、バイエル社、チバガイギー社、シェル社、モンサント社、ローヌ・プーラン社、ゼネカ社、BASF 社、ヘキスト社、イーライリリー社、デュポン社、スタウファー社、ダウ社、ユニオンカーバイド社、アメリカンサイアナミッド社、FMC 社、ロームアンドハース社、クミアイ化学工業、FBC 社、シェーリング社、シェブロン社であった。それから 40 年経った 2020 年の農薬売上高上位 20 社を見ると、当時の社名を残しているのは、バイエル、BASF、FMC、クミアイ化学工業のみで、世界の農薬メーカーの再編が進んでいることが示されている。

例えば、1996 年にチバガイギー社は、サンド社の農薬部門と合併しノバルティス社を設立、2000 年にゼネカの農薬部門と合併しシンジェンタ社を設立、2017 年には社名は残すもののケムチャイナ社がシンジェンタ社を買収している。1999 年にヘキスト社とアグレボ社が合併して設立したアベンティス社を、2002 年にバイエル社が買収、同バイエル社は 2018 年にモンサント社を買収している。1986 年シェル社を買収したデュポン社

は、ロームアンドハース社を合併したアメリカンサイアナミッド社を買収したダウ社と 2019 年にコルティバ社を設立している。日本においても同様に農薬会社の再編が行われ、武田薬品、塩野義製薬、三共等の医薬会社の農薬部門は切り離されてきた。2002 年、武田薬品の農薬部門を住友化学が買収し、住化武田農薬を経て住友化学に併合された。塩野義製薬は、2001 年に農薬部門をアベンティス社とアベンティスクロップサイエンス塩野義を設立し、2002 年バイエル社によって買収された。2007 年、三共の農薬部門を三井化学が買収し三共アグロを設立、2009 年に三井化学の農薬部門と統合し三井化学アグロを設立した。三井化学アグロは、2021 年に明治製菓から分社化した Meiji Seika ファルマを買収した。

本書は、このような農薬メーカーの設立時から現在までの合併・買収等の動向はもちろんのこと、各社が開発した化学農薬原体の ISO 名の取得、登録、失効の年や譲渡・取り扱い先等が掲載されており、農薬の開発から販売までを把握するのに有用である。また、近年 SDGs が提唱され、欧米では農薬の使用削減が謳われている中、農薬メーカー各社では、生物農薬やバイオスティミュラントを開発・所有している企業を買収や売却が多く行われるようになっている。本書は、これらの動向についても詳細に掲載されている。

現時点での農薬メーカー、農薬の動向について把握し、将来の方向性を見極めるために本書の役割は非常に大きい。本書の著者の一人である渋谷成美氏は、「SHIBUYA INDEX」の編著者でもある。「SHIBUYA INDEX」は日本のみならず、海外で開発・登録されている農薬の成分名、商品名、開発番号、メーカー名、構造式、製剤種類、有効成分含有量、毒性（ほ乳類・魚）、登録年、失効年等、多くの情報が 1 冊に見やすく取りまとめられている。「SHIBUYA INDEX」は、薬剤からみた農薬の開発を、本書は、農薬メーカーからみた農薬の開発推移を理解することができる。「SHIBUYA INDEX」と本書「世界の農薬メーカーの動向」は、農薬を研究する研究者のみならず農薬にかかわる人の手元に置いて欲しい書である。

(一般社団法人 日本植物防疫協会 曾根信三郎)

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

掲 載 規 程（抜粋）

1. 掲載記事の分野

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

2. 掲載記事の種別

本誌に掲載する記事はおおむね次の種別によります。

（1） 研究報告および総説

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

（2） 調査報告

調査を元にとりまとめ解説した研究報告に準ずる報告。

（3） 時事解説

行政の施策や世界動向等、関心度の高い時事テーマに関する解説。

（4） トピックス

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

（5） 新技術解説

新たな実験技法（圃場試験法や感受性検定法等）、調査法、防除法の紹介。

（6） その他

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

3. 掲載の決定

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

（2） 審査の結果、内容の一部修正等をお願いすることがあります。

4. 投稿・連絡先

電話：03-5980-2183 mail：genko@jppa.or.jp

一般社団法人 日本植物防疫協会 支援事業部 「植物防疫」編集担当

学 会 だ よ り

○日本菌学会第 67 回大会開催のお知らせ

日本菌学会第 67 回大会は下記のとおり開催いたします。
 開催日：2023 年 5 月 27 日，28 日
 開催形式：対面&オンライン（Zoom）ハイブリッド形式
 参加申込み期限：2023 年 5 月 15 日
 参加料金：10,000 円
 会場：熊本県民交流会館パレア 10 階
 日程
 5 月 27 日（土）
 会員説明会，各賞授賞式・受賞講演，中高生発表，中高生発表表彰式，公開シンポジウム
 5 月 28 日（日）
 一般講演，閉会式
 連絡先や詳細はホームページをご確認ください。

○日本農薬学会農薬生物活性研究会第 40 回シンポジウム開催のお知らせ

日本農薬学会農薬生物活性研究会第 40 回シンポジウムは下記のとおり開催いたします。
 開催日：2023 年 4 月 21 日（金） 時間：13:15～16:40
 開催形式：オンライン（Zoom）形式
 参加申込み期限：2023 年 4 月 19 日
 参加料金：1,000 円
 プログラム
 13:15-13:20 開会あいさつ
 〈特別講演〉
 13:20-14:20 みどりの食料システム戦略に対応した農研機構の取組みと課題
 眞岡哲夫（独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 植物防疫研究部門）

広告掲載会社一覧 （掲載順）

サンケイ化学(株) …… ダブルシューター
 日産化学(株) …… グレーシア
 バイエルクロップサイエンス(株) …… モベント
 日本曹達(株) …… ミギワ
 住友化学(株) …… 主要品目
 バイエルクロップサイエンス(株) …… ヨーバル
 三井化学クロップ&ライフソリューション(株)
 …… 主要品目
 農薬工業会 …… 日本の農業
 アグロカネショウ(株) …… ヨーバル

〈殺虫剤編〉

14:20-15:05 新規殺虫剤フルピリミンの生物活性
 （仮題）
 堀越 亮（株式会社 MMAG）

〈殺菌剤編〉

15:05-15:50 新規殺菌剤プロチオコナゾール（プロライン）の生物活性（仮題）
 内田 聡（バイエルクロップサイエンス株式会社）

〈植物成長調整剤編〉

15:50-16:35 植物成長調整剤 アブシシン酸（KS-102）の生物活性（仮題）
 汀 恵子（住友化学株式会社）

16:35- 閉会

連絡先や詳細はホームページをご確認ください。

次号予告

次号 2023 年 5 月号の主な予定記事は次のとおりです。

ジャガイモ疫病菌による貯蔵塊茎腐敗の発生生態と防除に関する最近の話題 大澤 央
 ダリアにおけるキク矮化ウイルスの感染状況と塩基配列および感染が生育に及ぼす影響 浅野峻介ら
 りんご園のクモ類に対する下草による殺虫剤の影響回避 駒形泰之ら
 日植防シンポジウムから：
 野菜をめぐる情勢とそれを踏まえた病害虫防除への期待 今野 聡

農業生産現場から考える病害虫防除体系の策定と課題 住田明子
 果樹防除の基本となる「病害虫防除暦」の考え方：
 千葉県におけるナシ病害虫防除暦作成の考え方 大谷 徹
 静岡県におけるカンキツ病害虫防除暦作成の考え方 増井伸一
 植物防疫講座：
 虫害編-40 モモに発生する害虫の生態と防除 内田一秀
 虫害編-41 オウトウに発生する主要な害虫の生態と防除 伊藤慎一

植物防疫

2023 年
4 月号

（毎月 1 回 1 日発行）

第 77 巻 2023 年 3 月 25 日印刷
 第 4 号 2023 年 4 月 1 日発行
 （通算 916 号）

編集発行人 早川 泰弘
 印刷所 三美印刷（株）
 東京都荒川区西日暮里 6-28-1

定価 1,100 円

本体 1,000 円 + 税 10 %

—— 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）
 F A X (03) 5980-6753（支援事業部）

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。

育苗箱専用 殺虫殺菌剤

ヨーバル[®]トツプ

箱粒剤

いもち病も、主要害虫も、
強力ブロック！

- 高密度播種に高い適用性
- 新規殺虫剤「ヨーバル[®]」含有
- は種前から移植当日まで使用可能

詳しい
製品情報は
こちら



®ヨーバル、®ルーチンはバイエルグループの登録商標



慣行播種
箱当り
50~75g

高密度播種
箱当り: 50~100g
(1kg/10aまで)



育苗箱専用 殺虫剤

ヨーバル[®]箱粒剤

はねかえせ！
初期害虫、チョウ目害虫。

- 新規殺虫剤「ヨーバル[®]」
- 高密度播種に高い適用性
- は種前から移植当日まで使用可能



慣行播種
箱当り
50~75g

高密度播種
箱当り: 50~100g
(1kg/10aまで)

®ヨーバルはバイエルグループの登録商標



高密度播種
にも
おすすめです！

詳しい
製品情報は
こちら



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

バイエル クロップサイエンス株式会社 東京都千代田区丸の内1-6-5 〒100-8262
<https://cropscience.bayer.jp/>

お客様相談室 ☎0120-575-078 9:00~12:00、13:00~17:00
土日祝日および会社休日を除く

明日の「農」を支える力でありたい。

自然の恵みをうけて、大きく育つ農作物。そんなみずみずしい生命を守り、支え、確かな実りに結ぶ三井化学クロップ&ライフソリューション株式会社の技術。自然との調和を基本に、三井化学クロップ&ライフソリューション株式会社はより豊かな農業のために、より安全性の高い農薬の提供をつづけています。

殺虫剤

三井薬匠 **アルバリン**® 顆粒水溶剤・粒剤
粉剤DL・箱粒剤

トレボンスター® フロアブル
粉剤DL

コロマイト® 水和剤
乳剤

スタークル® 顆粒水溶剤

トレボン® 乳剤・EW・MC・粉剤DL
粒剤・エアー・スカイMC

ミルベノック® 乳剤

スタークルメイト® 1キロH粒剤
液剤10

アエキ® 乳剤

キックオフ® 顆粒水和剤

殺菌剤・殺虫殺菌剤・土壌消毒剤

アフエット® フロアブル

フルーツセイバー

モンガリット® 1キロ粒剤
粒剤

タチガレン® 粉剤
液剤

サンブラス® 粒剤

サントリプル® 箱粒剤

三井薬匠 **クロールピクリン**

ベジセイバー®

ネビジン® 粉剤

サンリット® 水和剤

タチガレエース® M 粉剤
液剤

ガッツスター® 粒剤

サンフェスタ® 箱粒剤

三井 **ソイリーン**®

ピカット® フロアブル

ネビリュウ®

テーク® 水和剤

タチガレファイト® 液剤

トリプルキック® 箱粒剤

ツインキック® 箱
粒剤

サンスパイク® 箱
粒剤

除草剤

アールタイプ® 1キロ粒剤・ジャンボ
フロアブル

キクンジャベ® Z 1キロ粒剤・ジャンボ
フロアブル

サンバード® 粒剤

草枯らし MIC®

セカンドショット® SジャンボMX

シュメイデン® 1キロ粒剤・ジャンボ
フロアブル

イネキング® 1キロ粒剤・ジャンボ
フロアブル

ワイドアタック™ SC

アトカラ® SジャンボMX

トドメMF® 1キロ粒剤・乳剤

アルファプロ® 1キロ粒剤75/51・ジャンボH/L
フロアブルH/L

フォローアップ® 1キロ粒剤



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



三井化学
グループ

三井化学クロップ&ライフソリューション株式会社

東京都中央区日本橋 1-19-1 日本橋ダイヤビルディング ホームページ <https://www.mc-croplifesolutions.com>

持続可能な 日本の農業

作物保護について考えてみませんか



作物保護の役割は

2 飢餓を
ゼロに



飢餓を
ゼロに
農作物の収量・
品質の確保で
貢献する

3 すべての人に
健康と福祉を



すべての人に
健康と福祉を
カビ毒リスクの
軽減で健康に
寄与する

8 働きがいも
経済成長も



働きがいも
経済成長も
効率化・安定化に
より農業を成長
産業に

15 陸の豊かさも
守ろう



陸の豊かさも
守ろう
農耕地の拡大を
抑えることで緑を
守る

「作物保護って?」「持続可能な農業って?」「農薬ってどうなの?」
もっと詳しく知りたい農家さん!!



マイナビ農業内
特設サイトをご覧ください。

JCPA 農業工業会

検索

<https://agri.mynavi.jp/jcpa/>



特設サイト関連記事



農薬って結局どうなの?
持続可能な農業と
作物保護について考えて
みませんか

JCPAの活動その1
作物保護の役割を
広めています



全国の直売所で実施中!
農薬やマスクの正しい
使い方を学びましょう

JCPAの活動その2
生産者の方々の
適正使用のために
専門講師を
派遣しています

お問い合わせ

JCPA農業工業会



03-5649-7191



jcpa@jcpa.or.jp

多彩なパフォーマンス!

チョウ目害虫防除に!!

害虫防除剤

兼商

ヨーバル[®]

フロアブル

有効成分：テトラニプロロール…18.2%

農林水産省登録
第24318号

®はドイツ・バイエル社の登録商標



5つの

1 幅広い 殺虫スペクトル

アオムシ、ヨトウムシなどチョウ目害虫に
卓効を示し、その他広範囲の害虫に
効果があります。

2 バラエティ豊かな 登録作物

野菜・果樹・茶など様々な作物で
使用できます。

3 散布時期を 選ばない利便性

多くの作物で収穫前日まで散布でき、
野菜は育苗期の灌注でも
使用できます。

4 ハイレベルな 作物安全性

天候や栽培条件に左右されず、
様々な作物に安全性が
高く安心して使用できます。

5 高い効果持続性

残効が長く、長期間害虫の被害から
作物を守ります。

■製品のお問い合わせ
アグロ カネショウ(株) お客様相談窓口
0120-996099



アグロ カネショウ株式会社
東京都港区赤坂4-2-19
<https://www.agrokanesho.co.jp>

詳しい製品情報はHPで
ご確認ください。

