

植物防疫

Plant Protection

12
2021
VOL.75



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

速く効く。
あの害虫にも効く。
だから、
収量に差がつく。

*2

*1

効きの速さ

有効成分が直接
害虫に作用するから、
作物が食べられる前に
駆除できる。

対象害虫の 幅広さ

チョウ目害虫や
アザミウマなど
幅広い害虫^{*1}に効く。

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

野菜・
茶用
殺虫剤

グレーシア[®] 乳剤



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

*1 作物によって適用害虫は異なります。詳しくはWebをご覧ください。*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。



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

病虫害防除の新たな切り札！ ～それぞれの特長を活かして効果的な防除を～

ハダニ類・コナジラミ類・
うどんこ病防除に！
有機JAS対応！

サンクリスタル[®] 乳剤

殺虫殺菌剤

脂肪酸グリセリド 90.0%



コナジラミ類・アザミウマ類・ハダニ類・
ハモグリバエ類・チョウ目害虫の防除に！

サンケイ ダブルシューターTM SE

殺虫剤

脂肪酸グリセリド 75.0%
スピノサド 5.0%

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



濡れ性・速乾性・
汚れ軽減で選ぶなら！

シリコーン系展着剤

ブレイクスルー[®]

展着剤

BREAK-THRU[®]



サンケイ化学株式会社

本社 鹿児島市南栄2丁目9番地 TEL (099) 268-7588
東京本社 東京都台東区上野7-6-11 TEL (03) 3845-7951
東京営業部 埼玉県深谷市幡羅町1-13-1 TEL (048) 551-2122



目次

巻頭言

食料・農林水産業の生産力向上と持続性の両立のために	本田 卓	1
---------------------------	------	---

日植防シンポジウムから

発生予察の高度化を踏まえた今後の発生予察事業について	羽石 洋平	2
深層学習による病害虫画像識別技術の開発と将来展望	岩崎 亘典	8
病害虫の発生予察におけるスマートフォン用アプリケーション 「レイミーの AI 病害虫雑草診断」活用と将来の展望	谷口 健太郎	15
奈良県における発生予察・病害虫診断・防除指導の現状と将来	國本 佳範	20
岩手県における発生予察・病害虫診断・防除指導の現状と将来	岩館 康哉	25

新技術解説

紫外線 (UV) 照射によるイチゴうどんこ病に対する抵抗性誘導の評価法開発 …………… 太田江美・竹下 稔・西村文宏・森 充隆・神頭武嗣・田中雅也・細川宗孝・刑部正博・佐藤 衛	31
---	----

病害虫の見分け方シリーズ

野菜に発生するコナジラミ類の識別と被害	樋口 聡志	36
---------------------	-------	----

植物防疫講座

病害編-46 ウメ病害の発生生態と防除	菱池 政志	43
---------------------	-------	----

研究室紹介

宮崎県総合農業試験場 生物環境部	櫛間 義幸	46
熊本県農業研究センター果樹研究所 病虫化学研究室	杉浦 直幸	47

農林水産省プレスリリース (2021.10.13~2021.11.8)	42
新しく登録された農薬 (2021.10.1~10.31)	30, 35
登録が失効した農薬 (2021.10.1~10.31)	7
発生予察情報・特殊報 (2021.10.1~10.31)	14

【表紙写真】

上段：タバココナジラミ成虫（左），タバココナジラミとオンシツコナジラミが病原ウイルスを媒介するトマト黄化病（中央），
オンシツコナジラミ成虫（右）
中段：イチゴうどんこ病による被害果実
下段：ウメ黒星病の果実病斑

日本の、食の安全と、安心のために。

JCPA※(農薬工業会)は、食料生産における作物保護の役割と農薬の安全性について正しい知識を普及啓発するとともに、農薬の適正使用を推進するための活動を行っています。当会の活動紹介リーフレットを無料で提供していますので直接当会までご連絡ください。また下記よりwebでもご覧いただけます。 ※Japan Crop Protection Association



安全を、農場から。



安心というご馳走を。



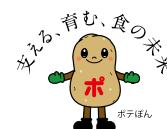
ダウンロードはこちらから→

<https://www.jcpa.or.jp/labo/books/pdf/leaf22.pdf>



JCPA
農薬工業会

〒103-0025 東京都中央区日本橋茅場町2-3-6 宗和ビル4F
TEL 03-5649-7191 (代表) FAX 03-5649-7245
<https://www.jcpa.or.jp> e-mail: jcpa@jcpa.or.jp



巻頭言

食料・農林水産業の生産力向上と持続性の両立のために

農薬工業会会長（日産化学株式会社） **ほん だ 卓** たかし



食料・農林水産業を取り巻く状況は、農業者の減少・高齢化、地域コミュニティの衰退という課題に直面している。さらに地球温暖化、大規模自然災害、コロナ禍の影響等の課題も視野に入れ、国は5月に「みどりの食料システム戦略（以下、みどり戦略）」を策定した。9月に開催された国連食料システムサミットにおいて、日本は、①生産性の向上と持続可能性の両立に向けたイノベーションやデジタル化の推進、②自由で公正な貿易の維持・強化、③各国・地域の気候風土、食文化を踏まえたアプローチの重要性について提唱するとともに、「みどり戦略」に基づき、持続可能な食料システムの構築を進めていくとしている。

「みどり戦略」は、将来にわたって食料の安定供給を図るために、環境に配慮しながら、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しようというものであり、作物保護産業がこれまで取り組んできた活動方針に合致するものである。引き続き技術イノベーションの創出に力を入れていきたい。

みどり戦略への当会の取り組みについては、詳細は当会ホームページに掲載しているが、この機会を捉えて作物保護産業がこれまで取り組んできたイノベーションについて紹介したい。まず、化学農薬有効成分の高活性化が挙げられる。グローバルには、単位面積当たりの投下有効成分量は減少傾向にあり、2000年代に上市された化学農薬の単位面積当たりの投下有効成分量は、1960年代の化学農薬から約95%低減されている。国内の2000年から2019年の20年間を見ても、耕地面積が9%、農作物の延べ作付面積が11%減少する中、当会試算では、化学合成農薬の有効成分出荷数量は29%低減してきている。2019年時点の有効成分を見れば、1999年以前に登録された農薬が2000年時点から38%減少している。2000年以降に登録された化学農薬は2019年には全体の13%を占めており、新規農薬への置き換わりが進んでいることがわかる。有効成分出荷数量の減少（▲29%）が延べ作付面積の減少（▲11%）を上回っているのは、国内においても、2000年以降登録の化学合成農薬は、単位面積当たりの有効成分投下量が1999年以前のものに比べ少なくなっていることによる。さらに、人々と

もに生活環境動植物への低毒性化が図られてきている。使用方法も省力的な施用法に移行し、環境中への飛散の低減が図られてきている。今後も、会員各社は、農薬の開発上市までに、自らの農薬の人に対する安全性や環境に対する影響を確認し、責任を持って安全性が高く効果のある農薬を世の中に提供していく。

当会は、作物保護に関連する産業が日本の農業にどのような貢献ができるかについて考え、「JCPA VISION 2025」というビジョン活動を推進している。ビジョン活動では、特に当会が作成したコンテンツの「食料生産の重要性と農薬の役割」を用いて、会員および会員周辺、農業者・流通関係者、アカデミアに向けた3方向への情報発信を行うことに注力してきた。2019年度から、ビジョン活動とSDGsとの関連性を明確にするためSDGsロゴを用いた活動を心がけている。これらの活動を通じて農薬が有用で安全な農業生産資材であることへの認知が広まってきていると思うとともに、メッセージを有効に発信する体制が充実してきた。

2020～21年度は、コロナ禍のため対面型の活動はできない状況のため、オンライン型の様々な試みを実施・検討している。また、新規に当会活動紹介リーフレット「日本の、食の安全と、安心のために。」を作成した。農業者・農薬流通の方々に、農薬に関する各種ツールの提供や食の未来のための活動内容を知っていただくことが目的である。会員各社のホームページを見ていただければわかるように、多くの会員は、農薬を販売する事業から、広く作物保護に関連する資材や技術に取り組む事業にシフトしてきている。今後は、作物保護に関連する情報発信を強化し、当会ビジョンが目指す社会の信頼を得たと言える状況まで到達したい。

最後に、昨今、新聞等報道において偏った意見や誤解に基づいた農薬の安全性にかかわる記事が散見されるのは残念なことである。当会では、報道関係者から農業者や消費者の方々に科学的に根拠のある公正で正確な情報を発信していただくことが肝要であると考えており、明らかな事実誤認に関しては、ホームページで科学的根拠に基づく情報を発信していることもお伝えしておきたい。

（日本植物防疫協会理事）

発生予察の高度化を踏まえた今後の発生予察事業について

農林水産省消費・安全局植物防疫課防疫対策室 ^{はね}羽 ^{いし}石 ^{よう}洋 ^{へい}平

はじめに

発生予察事業は、植物防疫法（昭和25年法律第151号）第2条第4項において、「有害動物又は有害植物の防除を適時で経済的なものにするため、有害動物又は有害植物の繁殖、気象、農作物の生育等の状況を調査し、農作物についての有害動物又は有害植物による損害の発生を予察して、及びそれに基づく情報を関係者に提供する事業」とされており、国は同法第23条に基づき、都道府県の協力を得てこれを行っている。

発生予察事業を取り巻く情勢としては、本年3～6月にかけて開催された「植物防疫の在り方に関する検討会」の議論を受けて、本年6月にとりまとめた「植物防疫の在り方について（中間論点整理）」では、気候変動を背景とした病害虫の発生態様の変化や農業者の高齢化、経営の大規模化などの農業構造の変化により、従来の防除体系では病害虫防除が困難な事例が出現していると整理されている。

また、本年5月に策定された「みどりの食料システム戦略」では、食料・農林水産業の生産力向上と持続性を両立するため、2050年までに目指す目標が掲げられており、化学農薬使用量（リスク換算）の50%低減を目指すとされている。この実現のため、化学農薬のみに依存しない、「防除」だけでなく「予防」にも重点を置いた総合的病害虫管理の推進を図ることとされたところ。

このような状況を受けて、適期防除に必要な病害虫の発生状況等の情報を提供する発生予察事業の重要性が高まっている。

本稿では、現在行われている発生予察の高度化に関する取組など、今後の発生予察事業の方向について紹介したい。

I 発生予察事業の概要

国の発生予察事業の対象となる病害虫は、植物防疫法第22条に基づき、「有害動物又は有害植物であって、国内の分布が局地的でなく、且つ、急激にまん延して農作物に重大な損害を与える傾向があるため、その防除につき特別の対策を要する」指定有害動植物111種類となっている。

事業内容としては、都道府県に設置された病虫害防除所が、栽培状況や周辺環境を踏まえて設置した調査地点において、作物の生育状況、病虫害の発生状況等を調査し、その調査結果に加え、気象予報等を取りまとめて分析を行うことで、病虫害の発生を予測している。この病虫害の発生予測に、適切な防除方法等の情報を加えて、関係機関や農業者等に対し発生予察情報として提供している。発生予察情報の種類としては、病虫害の発生予測を定期的に発表する「発生予報」、病虫害が大発生することが予想され、すぐにもでも防除する必要があるときに発表する「警報」、警報を発表するほどではないが病虫害が多く発生することが予想され早めの防除が必要な場合に発表する「注意報」、新しい病虫害の発見、あるいは、発生状況が例年と異なるなど、特異的な現象が認められたときに発表する「特殊報」がある。

近年は、気候変動の影響等により、病虫害の発生パターンが変化する事例も見られており、防除適期を判断するために、発生予察情報は重要な役割を果たしている。令和2年に多発したトビイロウンカは、発生予察に基づく防除が重要な病虫害の典型例であり、毎年飛来が確認される九州を中心に、発生予察情報として発生予測や防除適期といった情報が提供されている（図-1）。

II 発生予察事業の課題

1 実施体制の課題

まず、都道府県の一般的な防除指導の体制としては、植物防疫法に基づき、防除指導の中心となり、発生予察事業を実施する機関として病虫害防除所が設置されてい

Way Forward of Pest Forecasting Services in Accord with Sophistication of the Pest Forecasting. By Yohei HANEISHI
(キーワード：発生予察, ICT)

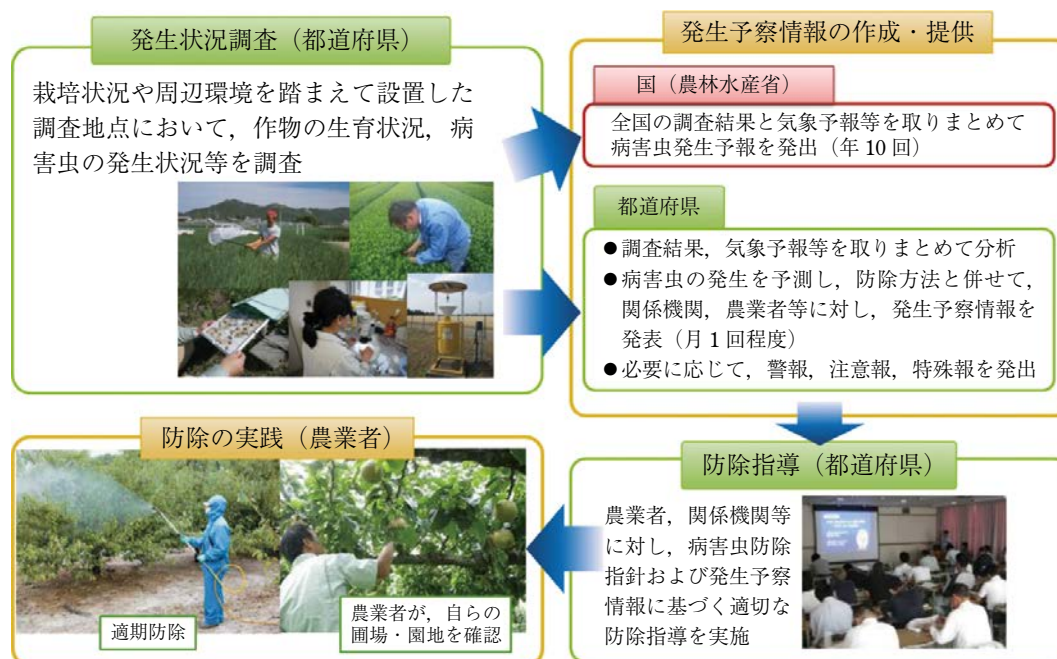
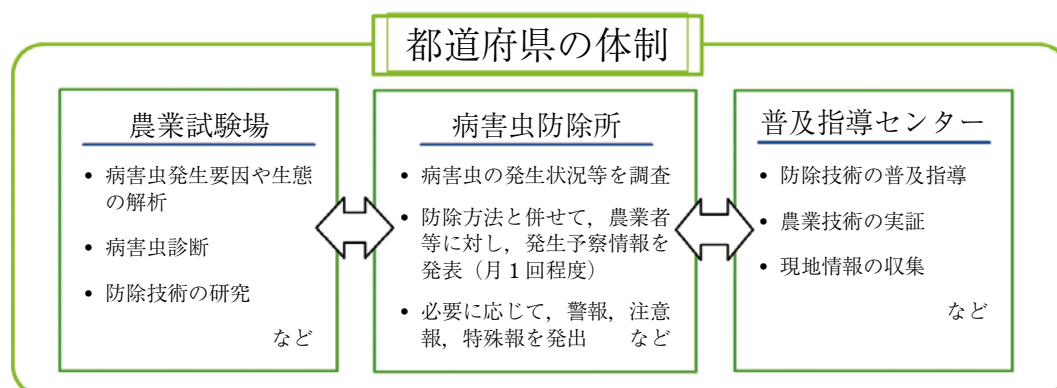


図-1 発生予察事業の実施体制



※都道府県によって、状況は異なることがある。

図-2 都道府県の防除指導の体制の一例

る。このほかに防除技術の研究等を行う農業試験場、農業者への技術指導を行う普及指導センターが連携し、病害虫の被害を防ぐために、農業者に対して防除指導を行っている（図-2）。

しかしながら、防除指導の中核を担う病害虫防除所の職員や普及職員の数は減少傾向にあり、加えて経験の少ない職員が増加している。さらには、病害虫防除所の予算も減少傾向となっている（図-3～5）。

2 情報伝達の課題

次に、情報伝達における課題がある。令和2年に病害虫防除所を対象に実施したアンケートでは、33都道府県が発生予察情報に基づく農業者への防除指導に関して課題があると回答があった。課題解決のために、SNS

の活用など工夫をして情報発信を行っている都道府県もあるが、全体としては農業者に情報が伝わるまでに時間を要することや、普及組織や農協がかかわらない農業者への指導が困難といった意見が多く挙げられている。

また、令和2年12月に開催した第2回水稻病害虫防除対策全国協議会では、令和2年度のトビイロウンカ多発時における防除対応において、地域の農業者に情報が伝達されず防除適期を逃した事例、例年発生が少ない地域では、情報は伝わったものの、農業者に防除の緊急性・必要性が理解されず適正に防除が行われなかった事例など、情報伝達の課題が指摘されている（表-1, 2, 図-6）。

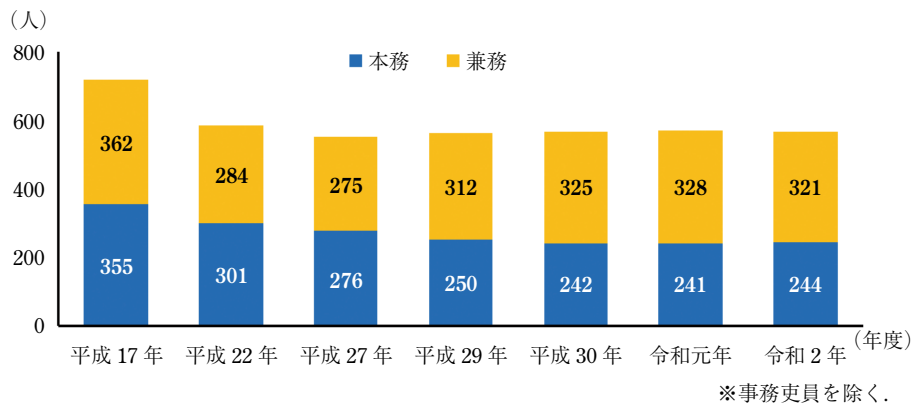
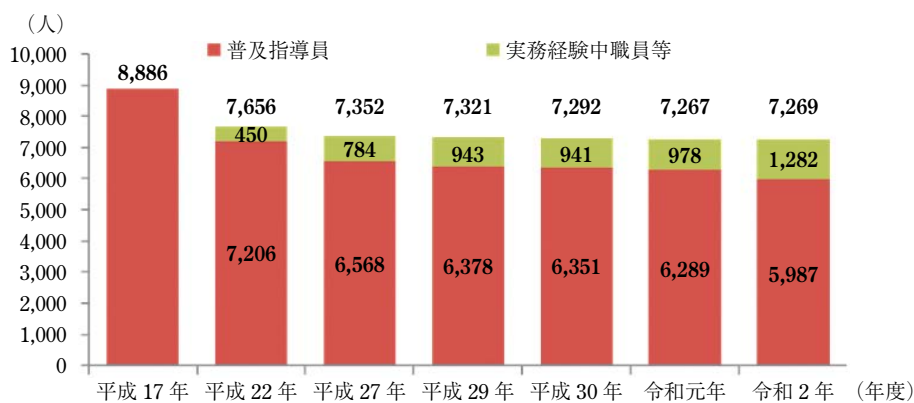


図-3 病虫害防除所職員数の推移



資料：普及事業の組織および運営に関する調査等。

(注) 普及指導員の数値は各年度末の設置数。ただし、令和2年度のみ年度当初の設置数。
協同農業普及事業交付金の数値は実績額。ただし、令和2年度のみ予算額。

図-4 普及職員数の推移

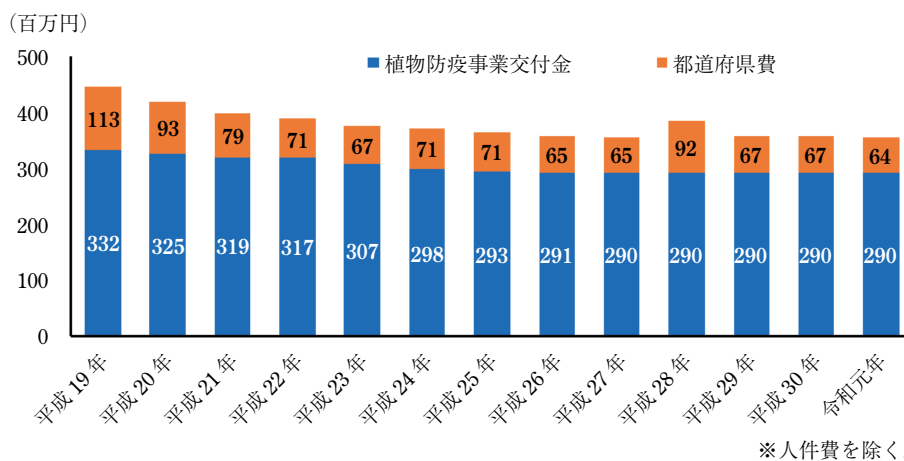


図-5 病虫害防除所予算の推移

表-1 発生予察情報の発信方法

発信方法	都道府県 Web ページ	メール	マスコミ, 新聞掲載	会議等
都道府県数	47	45	24	15

※その他、郵送、FAX、LINE等を用いて情報を発信している都道府県も存在。



図-6 左：トビイロウンカ成虫、右：被害を受けて枯れた水稻。

表-2 農業者への発生予察情報の伝達度合い

農業者への情報伝達の度合い	都道府県数
おおむねすべての農業者に届いている	3
情報発信のターゲット*とする農業者には届いている	21
情報発信のターゲット*とする農業者の一部にしか届いていない	8
ほとんど届いていない	0
把握していない	15

※「生産者団体に所属する農業者」を指す場合や、「個々の農業者」を指す場合など都道府県によって異なる。

III 発生予察の高度化に向けた取組

1 発生予察を取り巻く情勢

前述の課題解決のためには、最新の技術を発生予察事業に取り入れ、AI・IoT等を活用し、発信する情報を精緻化するとともに、調査から情報発信までの流れを迅速化していく必要がある。

令和3年6月18日に閣議決定された成長戦略フォローアップにおいては、スマート農業推進の一環として、「2025年までに新しい病害虫発生予察を実現するため、ドローン等を活用した病害虫発生量の情報収集やAI等を活用した病害虫発生予測技術の開発に取り組む」と記載されている。

また、令和3年5月に発表したみどりの食料システム戦略においては、生産環境の改善に向けた環境負荷軽減という課題を解決するための取組方向の一つとして、「予防・予察」にも重点を置いた、化学農薬だけに依存しない総合的病害虫管理を推進することとしており、具体的な取組として「AI等による病害虫発生予察の高度化」が挙げられている。

これらを踏まえて、「発生予察に従事する職員が減少していること」、「防除に関する情報伝達が難しくなっ

ていること」といった課題に対し、都道府県等が円滑に発生予察を行い、適切な防除指導ができるよう、AI、ICT、ドローン等の新しい技術の積極的な活用により、発生予察事業の高度化を目指している。

2 発生予察事業の高度化に向けた取組（図-7）

（1）調査方法の高度化

具体的な取組の一つとして、病害虫の発生状況の調査方法の高度化に向けた取組を行っている。

一つは、ドローンを使って圃場の上空から写真を撮影し得られた画像をAIで解析することにより病害虫の発生量を計測する技術の実証を行っている。

粘着版をAIにより画像解析することで、自動でリアルタイムに誘殺数を得ることができる技術の実証、さらに進んだ取組として、粘着版をなくして、トラップをリアルタイムで撮影することで、害虫のカウントを自動化する技術の実証を行っている。

これらの技術を導入し、調査の効率化を図ることで、調査圃場の増加や人の手が必要な調査・判断への注力を可能とし、調査にかかわる病害虫防除所の負担を増やすことなく情報量を増加させることを目指している。

（2）発生予測の高度化

上記の取組により情報量が増加した調査データに気象予報等の情報を加え、AI等を用いたシミュレーションを行うことで、例えば害虫の世代ごとの発生時期を市町村といった細かな地域単位で予測し、防除適期や防除の要否を地域ごとに示すような、より精緻な発生予察情報を提供することを目指している。

（3）情報の迅速な伝達

現在の生産者の主な発生予察情報の入手先は、都道府県の病害虫防除所のWebサイト、農業者団体からの通知等であり、発表と同時に情報を入手することは困難であった。これを解決するために、発生予察情報の発信を、民間企業のアプリや経営管理ソフト等と連携させ、プッシュ型の情報発信を可能とするツールを開発すること

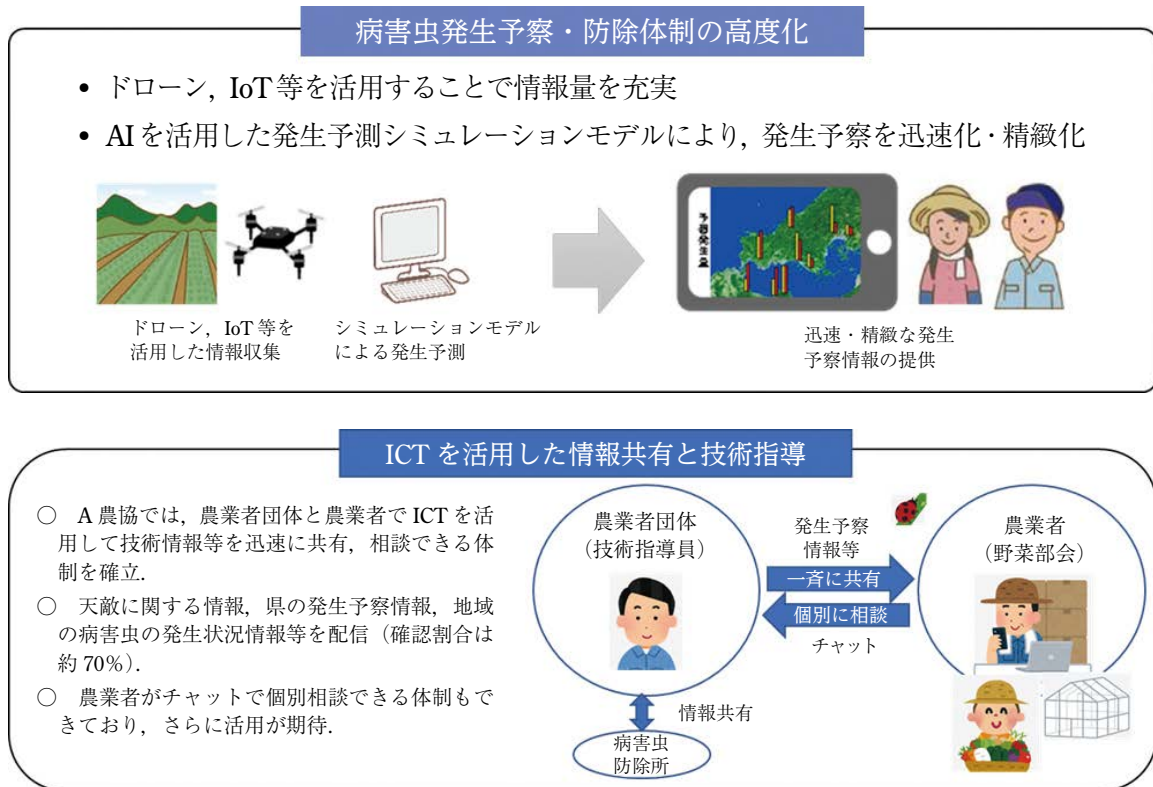


図-7 病虫害発生予測の高度化の取組

で、必要な生産者にリアルタイムで直接情報が届くような体制を目指している。

3 AI・ICTを用いた病虫害診断技術等の研究開発

病虫害の診断や発生予測に関する研究が多数行われている。これらの研究は、発生予測事業への直接の導入を目的としていないものがほとんどであるが、発生予測における調査や情報作成に役立つものが多く、研究開発の段階から連携を行う必要がある。ここでは、これらの研究の事例をいくつか紹介する。

（1）発生予測の高度化

当課の委託事業、「食料安定生産に資する新たな病虫害危機管理対策・体制の構築事業」の中で、発生予測の高度化に取り組んでいる。2の(1)や(2)で紹介した取組は、この事業の中で実証を行っており、令和5年度までに現場への実装が可能な形とすることを目指している。今後は、これらの技術を、2の(3)のような情報伝達手法とリンクさせることで、大量の情報を解析した精度の高い発生予測情報をリアルタイムに生産者に発信する体制の構築を目指している。

（2）AIを活用した病虫害早期診断技術の開発

病虫害の発生や遺伝子情報等から、AIを活用して早期診断、リスク分析を行い、生産者に適切な防除対策情報を提供することで、被害の最小化を目指す事業。病害

虫の管理コストの1割削減に資するシステムの構築を目標として、被害リスクをAI診断し、発生状況に応じた適時防除への転換を目指す。農林水産研究推進事業のうち人工知能未来農業創造プロジェクトにおいて、平成29年度から行われている。

（3）施設園芸の主要病虫害発生予測AIによる総合的病害予測・防除支援ソフトウェア開発

病害と薬剤耐性の発達を抑えるアドバイス機能を持つ病害予測AIセンサーを実用化することで、薬剤耐性の発達を抑えつつ適期に防除を行い、病害による被害の低減を目指している。イノベーション創出強化研究推進事業により実施されている。

（4）ドローンやセンシング技術を活用した果樹の病虫害防除管理効率化技術の開発

急斜面果樹園を主な対象として、ドローンを活用することで、麓からの操作で病虫害診断や農薬散布を行う技術の開発を行っている。ドローンで撮影した画像による病虫害の発生状況の把握や、ドローンの自動航行による農薬散布技術を開発している。農林水産研究推進事業のうち現場ニーズ対応型研究により実施している。

おわりに

発生予測事業は、ドローンやICT等の新たな技術の

発達により、転換点を迎えている。これまでの調査手法等の技術をおろそかにすることなく、研究開発により新たに確立された技術を取り込んでいくことで、課題を解決しつつ、調査手法・予測の高度化や情報伝達の迅速化を進めていく取組を進めていくことが重要である。

植物防疫は、我が国の農林業の安定に重要な役割を果たしており、病害虫の防除に関する措置は、農業者、地方公共団体、農薬・農機メーカー等のみならず、消費者の食生活にも影響を及ぼす。今後も広く植物防疫にかかわる皆様のご協力をお願いしたい。

登録が失効した農薬 (2021.10.1～10.31)

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

「殺虫剤」

- フルアクリピリム水和剤
- 20739：タイタロンフロアブル（日本曹達株式会社）
21/10/7
- MEP 水和剤
- 7737：ホクコースミチオン水和剤 40（北興化学工業株式会社）21/10/20
- シクロプロトリン粒剤
- 16728：シクロサル U 粒剤 2（日本化薬株式会社）
21/10/26
- シクロプロトリン粒剤
- 18792：シクロパック粒剤（日本化薬株式会社）21/10/26
- ジノテフラン・ベンフラカルブ粒剤
- 23674：OAT オンコルスタークル粒剤（OAT アグリオ株式会社）21/10/27
- シクロプロトリン粒剤
- 22539：MIC シクロサル U 粒剤 2（三井化学アグロ株式会社）21/10/29

「殺菌剤」

- メトミノストロビン粒剤
- 21192：イモチエース粒剤（バイエルクロップサイエンス株式会社）21/10/14
- ジエトフェンカルブ・プロシミドン水和剤
- 17695：ホクコースミブレンド水和剤（北興化学工業株式会社）21/10/20
- メトミノストロビン粒剤
- 21193：ホクコーイモチエース粒剤（北興化学工業株式会社）21/10/20
- チオファネートメチル粉剤
- 22105：ホクコートップジン M 粉剤 DL（北興化学工業株式会社）21/10/20

「殺虫殺菌剤」

- イミダクロプリド・プロベナゾール複合肥料
- 21040：くみあいオリゼメートアドマイヤー入り複合燐加安 864（片倉コープアグリ株式会社）21/10/11
- エトフェンプロックス・フサライド水和剤
- 19441：ホクコーラブサイドトレボンゾル 17（北興化学工業株式会社）21/10/20
- シラフルオフエン・カスガマイシン・バリダマイシン・フサライド水和剤

- 21918：ホクコーカスラブバリダジョーカーフロアブル（北興化学工業株式会社）21/10/20
- ジノテフラン・フラメトピル粒剤
- 22313：ホクコースタークルリンバー粒剤（北興化学工業株式会社）21/10/20
- エチプロール・シラフルオフエン・カスガマイシン・トリシクラゾール粉剤
- 22889：ゲットワンエース粉剤 DL（北興化学工業株式会社）21/10/20
- エチプロール・シラフルオフエン・カスガマイシン・トリシクラゾール水和剤
- 22904：ゲットワンエースフロアブル（北興化学工業株式会社）21/10/20
- シラフルオフエン・カスガマイシン・トリシクラゾール水和剤
- 22921：ダブルカット J フロアブル（北興化学工業株式会社）21/10/20
- ジノテフラン・カスガマイシン・トリシクラゾール・バリダマイシン粉剤
- 22980：ダブルカットバリダスタークル粉剤 DL（北興化学工業株式会社）21/10/20

「除草剤」

- セトキシジム乳剤
- 16227：ホクコーナブ乳剤（北興化学工業株式会社）
21/10/20
- DCBN 水和剤
- 18453：グラスダン水和剤（北興産業株式会社）21/10/20
- イマゾスルフロン・ダイムロン・メフェナセット粒剤
- 18589：ホクコーバトル粒剤（北興化学工業株式会社）
21/10/20
- ダイムロン・ペントキサゾン粒剤
- 21526：ホクコーダッシュワン 1 キロ粒剤（北興化学工業株式会社）21/10/20
- オキサジクロメホン・クロメプロップ・ブロモブチド・ベンスルフロンメチル粒剤
- 21716：ゴウワン 1 キロ粒剤 51（北興産業株式会社）
21/10/20
- オキサジクロメホン・クロメプロップ・ベンスルフロンメチル水和剤
- 23270：クレセントフロアブル（北興産業株式会社）
21/10/20

深層学習による病害虫画像識別技術の開発と将来展望

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構
農業環境研究部門

いわ 崎 のぶ すけ
岩 崎 亘 典

はじめに

近年、人工知能（AI）を用いた様々な社会課題への取り組みが行われている。農業分野でも AI の活用が進められており、AI を用いた病害虫の画像識別は日本農業株式会社の「レイミーの AI 病害虫雑草診断」のように、民間事業者によるサービスも提供されている。そうした中、農林水産省では人工知能未来農業創造プロジェクト「AI を活用した病害虫診断技術の開発」として、2017～21 年の 5 か年で人工知能を活用することにより病害虫診断を可能とするためのプロジェクト研究を進めており、その概要については岩崎（2019）において報告した。本稿ではプロジェクトのその後の進捗とその中で見てきた課題、そして植物防疫分野における病害虫画像識別技術活用の将来展望について報告する。

I 深層学習の特徴および研究プロジェクトの概要

農業分野において活用が期待されている人工知能、特に深層学習（Deep Learning）の概要については、岩崎（2019）で解説したため、ここでは要点について簡単に触れる。本プロジェクトでは、深層学習のうち、畳み込みニューラルネットワーク（Convolutional Neural Networks, CNN）を用いた病害虫画像識別技術の開発に取り組んできた。CNN は機械学習による画像の識別率を競う ImageNet Large Scale Visual Recognition Competition (ILSVRC) において 2012 年にこれまでの手法に比べ圧倒的に高い識別率を示し（KRIZHEVSKY et al., 2012）、以降の AI 開発の加速と活用の契機となった。この CNN が 2010 年代以降に急速に普及したのは、その高い識別能に加え、Web 上の画像データを収集することで大規模な画像データベースの構築可能となったこと、さらには GPU というコンピュータの画像描画のためのハードウ

ェアを AI の学習に使用することで、高速な演算が可能になったためである。

CNN を含む深層学習の特徴の一つが、推論のあり方が帰納的である点である。例えばエキスパート・システムと呼ばれる人工知能は、専門家の知識をコンピュータが利用可能な形式に変換し、それに基づき推論を行う（上野, 1987）。これらは、専門家の知識に基づき、一般的かつ普遍的な事実（ルールやセオリー）を積み重ね、そこから結論を導き出すもので、演繹的推論といえる。一般に AI といったときの想像されるものは、このエキスパート・システムに近いものであろう。しかし、病害虫の識別機能をエキスパート・システムにより実装する場合、その判断を行う際に必要となる条件は、被害画像の特徴に加え、これまでの病害虫の発生履歴、前後の気象条件、講じてきた防除対策、周囲の病害虫発生状況等、非常に多岐にわたる。そのため、星ら（1995）のような開発事例はあるものの、エキスパート・システムによって多数の病害虫を識別するのは困難である。これに対して CNN をはじめとする深層学習は、帰納的な手法により画像識別を行う。すなわち、実際の識別対象となる病虫害被害画像を大量に収集し、その画像を学習させて特徴を自動的に抽出し、識別を行うものである。

このような人工知能による画像識別は、すでに大手 IT ベンダーにより各種サービスが提供されているが、汎用的の高い一般向けサービスでは識別結果も「葉」、「植物」といった一般的な分類となってしまう。また、CNN では学習用に大量の被害画像データが必要となるが、人間による病害虫識別に必要な専門家による高品質の画像は提供されているが、CNN の学習に必要な、非専門家が撮影するような多種、多様な学習データの蓄積は十分ではない。

以上から、本プロジェクトの実施にあたっては、以下の三つの課題について取り組んできた。①主要野菜で発生する重要病害虫による時系列被害の電子画像取得とデータベース構築。②データベース化した電子画像を利用した CNN により病害虫識別を実現する高精度 AI を

Improvement and Future Perspective of Deep Learning Diagnosis for Plant Diseases and Pests. By Nobusuke IWASAKI

（キーワード：人工知能（AI）、深層学習、過学習、データアグリゲーションスキーム）

開発。③人工知能を用いて生産現場で使用可能な高精度病害虫識別アプリを開発。さらに2019年度からは、内閣府官民研究開発投資拡大プログラム（PRISM）の支援により、「農業データアグリゲーションスキームの構築及びそれを活用した病害虫診断AI技術開発の加速化」として、対象とする作物や病害虫の拡大にも取り組んでいる。

II 深層学習による病害虫画像識別の課題とその解決

1 病害虫画像識別器の精度向上にかかわる取り組み

以上のように深層学習を用いることで、精度80%以上で病害虫の画像識別を識別するAI、すなわち識別器の開発に取り組んでいる。その中でいくつかの課題も明らかとなった。その一つが、病害虫画像識別では、一般に行われる画像分類に比べて識別対象が微少である場合

や、明瞭でない場合がまれではないという点である。図-1はILSVRCで用いられるImageNetという画像データベースに含まれるイチゴとキュウリの画像例であるが、識別対象であるイチゴとキュウリは、画像の多くの部分を占めている。一方、図-2に本プロジェクトで収集した被害画像の例であるが、病害虫識別で診断対象となる部分は黄色枠で示した部分であり、画像中の占める割合が極めて低いといえる。そのため、一般のCNNの学習で行われるように、元となる画像データセットを教師データと評価用データに分割し、学習と精度評価を行って高い精度を示した場合であっても、学習用画像と異なる環境で取得されたデータを識別すると、その精度が著しく低下することがある。例えば、MOHANTY et al. (2016)では、PlantVillageという病害虫被害画像データベースから得られた14作物26病害の5万4千枚の画像を用い99.35%の精度を持つ識別器を開発したが、学

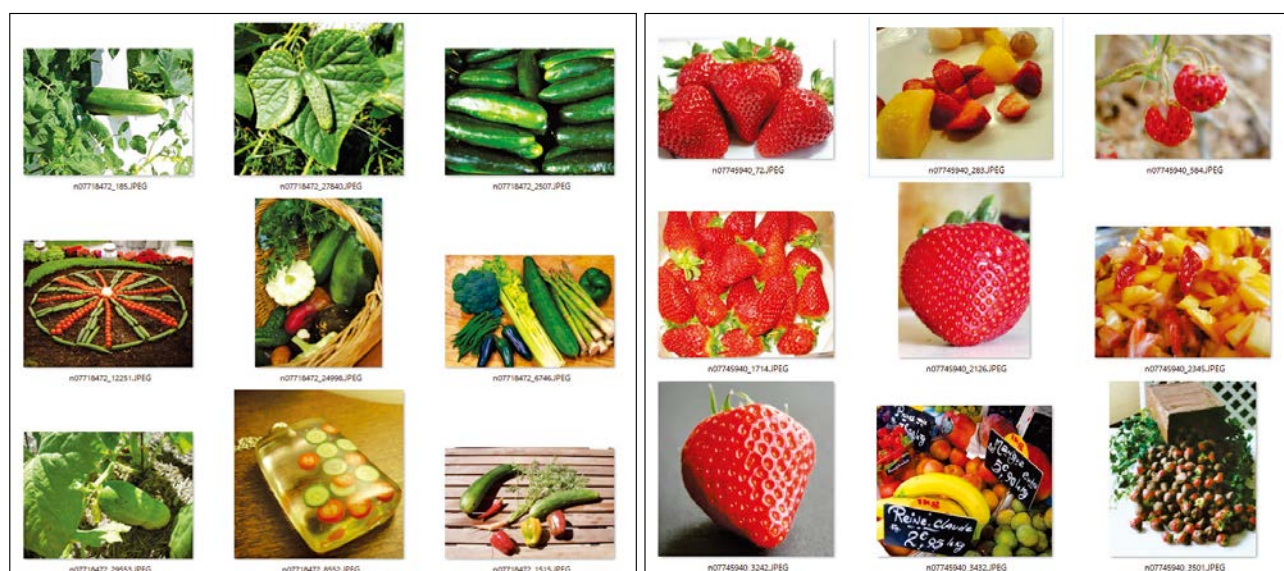


図-1 Imagenetにおけるキュウリ（左）とイチゴ（右）の画像例

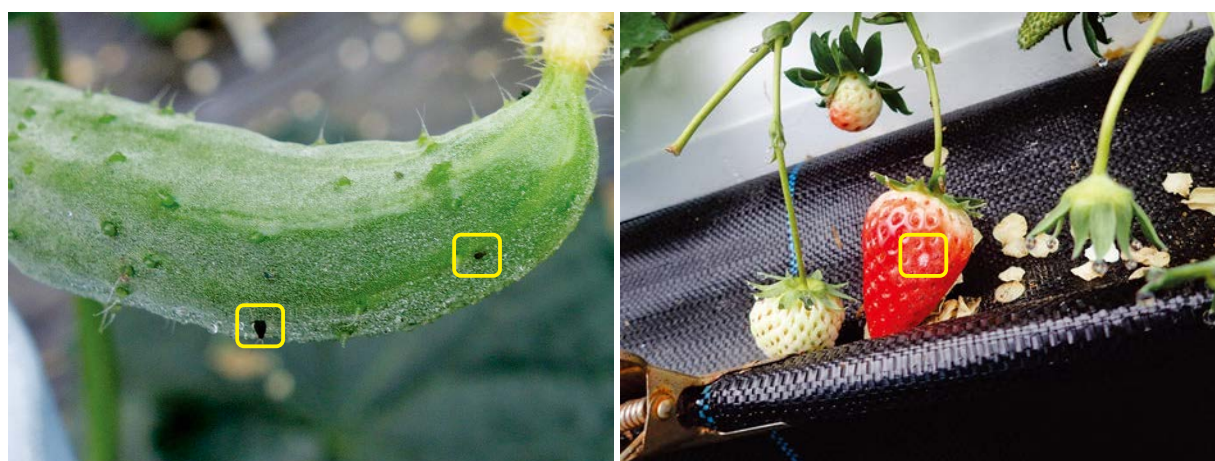


図-2 識別対象となる病害虫の例（左：ワタアブラムシ（埼玉県撮影）、右：うどんこ病（静岡県撮影））

識別器の開発

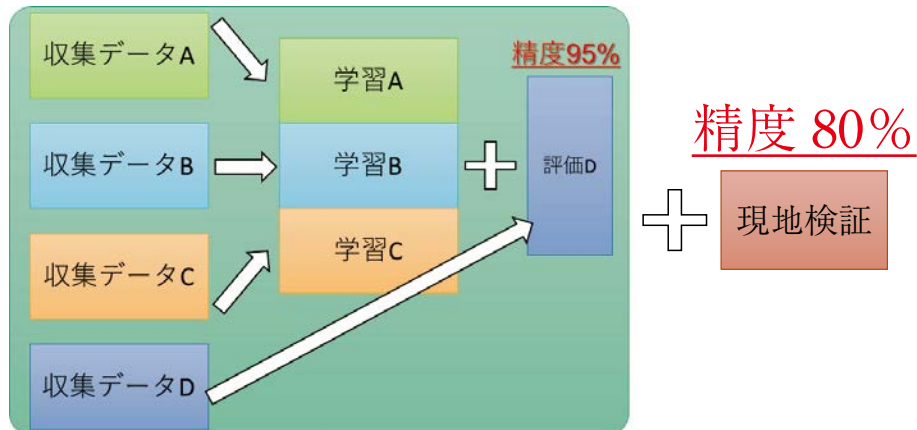


図-3 本課題で利用するデータと精度評価の関係の模式図

習用データと異なる環境で得られた画像を用いて検証を行った結果、31%程度の精度しか示さなかったことを報告している。これは、同一のデータセットに含まれる画像を教師用と評価用に分割しても、画像の特徴が潜在的に類似しているため、識別器が微少な病害虫の特徴でなく、それ以外の背景などの特徴に過度に適応してしまった「過学習」と呼ばれる状態になったためと考えられる。

そこでこの問題を回避するため、日本各地の参画機関から収集した被害画像をこれまでとは異なる方法で活用することとした。例えば、A, B, C, Dの四つ環境（本研究では四つの試験機関に該当する）から得られたデータがある場合、通常はAからDの画像データを統合し、学習用と評価用に分割して用いる。収集される画像数が少ない場合、十分な学習データを確保するために必要な処理であるが、上記のように学習用と評価用のデータが類似する原因となる。本プロジェクトでは、参画機関の尽力により2020年度末までに病害23万枚、虫害18万枚、健全13万枚の合計約55万枚の画像を収集した。そこで、図-3に示すようにAからCの試験機関の画像を学習用データとして用い、それらとは異なる機関で得られたDの画像を評価用データとして用いることで、識別器構築とその評価を異なる環境の画像データで行い、様々な環境に対応できる頑健な識別器を開発することとした。

あわせて、識別器に使用するAIについても、CNNによる画像分類のみでなく、微細な病害虫被害の検出を可能とするために、様々な技術を導入している。病害識別器においては、CNNによる画像分類モデルではなく、物体検出モデルによる病害識別に取り組んでいる。これは、1枚の画像全体を病害に基づき分類するのではなく、画像の中に含まれる病害の被害位置を検出し、さらにその位置の病害種を特定するもので、図-4に物体識別モ

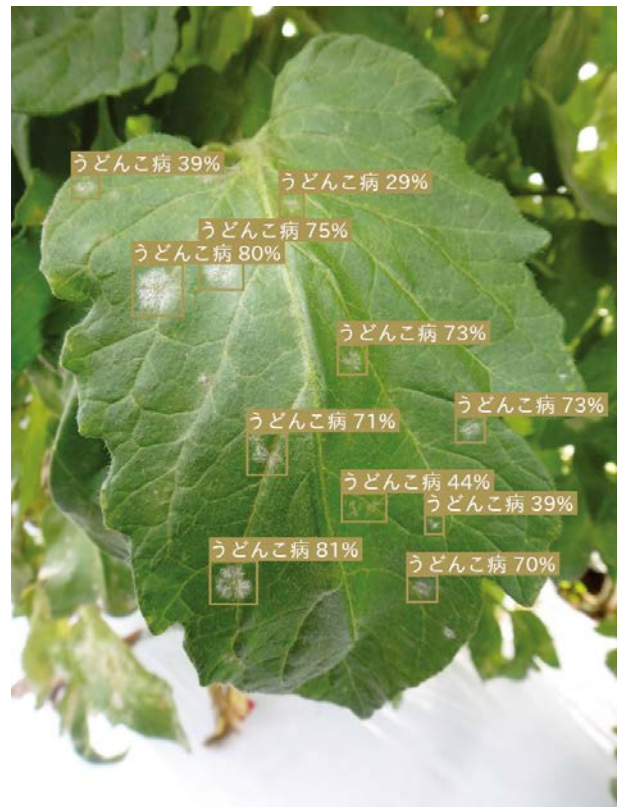


図-4 物体識別モデルを用いたうどんこ病の識別例

デルでのキュウリのうどんこ病被害葉の識別結果を示す。物体検出モデルは、単純なCNNによる識別より識別対象となる画像の撮影範囲などの変化に対して、頑健であるといえる。この識別器では、2021年前半において、最も高精度な物体検出能力が報告されているモデルの一つであるYOLOv5 (Jocher, 2020)を採用しているが、モデルをそのまま学習させただけでは平均識別率は約60%にとどまるため、独自の誤検出抑止のための技術を導入している(岩崎ら, 2021)。また、物体識別モデル



図-5 虫害識別器によるナスのマメハモグリバエ被害葉の識別結果

では被害箇所ごとにどのような病害の被害であるかを示すアノテーションを行う必要があるため、画像分類モデルに比べて学習データ整備のための労力を要することとなる。そのため、半自動のアノテーション手法も開発し、学習にかかる人的コストの低減も図っている。

虫害識別器については、識別対象となる画像から葉や果実といった識別対象のみを抽出し、識別器に学習させることとした。これまで述べた通り、識別対象以外の背景を含む画像をそのまま学習させると、過学習が生じて識別能力が低下しやすい。これを防ぐため、虫害識別用のAIとは別に画像から識別対象を抽出する前処理AIを構築し、背景のない画像を生成した。この画像を虫害識別AIに学習させることで、AIが被写体の害虫やその被害だけに注目して学習し、学習時と異なる環境でも識別能力が下がりにくくなる効果が期待できる。以上のように、識別対象を抽出するAIと、虫害を識別するAIを組合せて作成した虫害識別器を用いた診断結果の例を図-5に示す。(a)は、入力画像と、黒枠の部分が識別対象として選択された範囲である。(b)が抽出された識別対象、(c)は識別の際に注目した部分であり、赤から黄色部分ほど、識別の際に注目したことを示している。この図に示したように、2種類のAIを組合せることで背景の影響を低減し、過学習を押さえる識別器を構築することができた。この識別器について、前述のように学習用画像と異なる地域で撮影した画像でモデルの精度検証を行った結果、再現率は最も低い作物で78.2%，最も高い作物で81.3%であった。

以上のように、データベースの活用と、病害識別器、虫害識別器で、それぞれ工夫を凝らすことで、プロジェクトの目標である80%の識別精度を、実際の環境でも実現するために取り組んでいる。

2 現地調査などによる精度評価の実施

上記のような識別器開発時の精度評価のみでなく、学

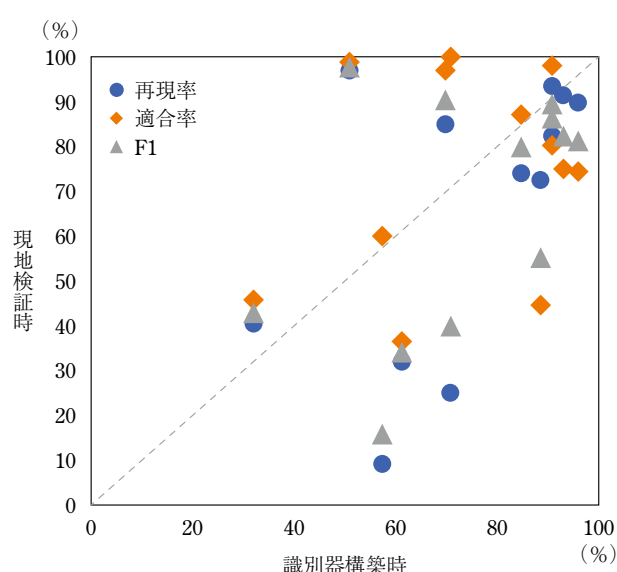


図-6 識別器構築時と現地検証時の識別精度の比較

注) 再現率：正解が対象病害虫のものうち、どれだけ対象病害虫と予測できたか。

適合率：対象病害虫と予測したものうち、どれだけ対象病害虫だったか。

F1 値： $2 \times (\text{再現率} \times \text{適合率}) / (\text{再現率} + \text{適合率})$ 。

習用および評価用に用いたデータとは別に、現地圃場などで精度検証用のデータを収集し、これらを用いた精度評価も行うことで、より実用に近い精度検証を行うこととした。2020年度末までに、4作物約5万件の精度検証を行った。なお識別器が随時更新されているため、検証件数には同一の画像を、異なるバージョンの識別器で検証している場合も含む。また、適切な病害虫防除が行われている場合、野外で検証対象となる病害虫の発生が見られない可能性もあるため、場内試験において検証用画像を収集した場合もある。以上のような条件ではあるが、トマトを例として識別器開発時の評価精度と現地圃場などでの検証精度を比較したものを図-6に示す。灰色の破線が1:1を示す線で、この線よりも下にある場

合は、構築時よりも現地検証で精度が低下したことを意味する。多くの場合、構築時と同程度、もしくは少し低下する程度の精度を示しているが、一部の識別器では大幅な精度の低下が認められた。プロジェクト研究の残り期間はわずかではあるが、これらの識別機については、使用するモデルの改良や、継続的に追加収集されている学習データをさらに学習させることで、精度向上に取り組む。

Ⅲ データアグリゲーションスキームの構築

以上のように本プロジェクトでは、主要野菜4作物、45の病害虫種を対象として深層学習を用いた病害虫識別AIの構築に取り組んできた。この取り組みについては参画機関の多大な尽力により、多くの学習用画像の収集と病害虫に特化した識別器が構築され、プロジェクトの目標である識別精度80%のAIの構築に向け、着実に進捗している。一方で、研究を進めている中で、対象とする作物や病害虫を増やすことや、さらなる社会実装の促進への要望も多くなった。しかし、深層学習による識別器は帰納的なものであり、これまでに学習してきた病害虫のみしか識別することができない。つまり、対象作物や病害虫の拡大には、そのために新たな被害画像の収集が必要であり、容易ではない。また、例えば国外から

の新規病害虫の侵入や、国内の生息域拡大等による新規病害虫被害の発生等、迅速な対応が求められる場合も想定される。本プロジェクトでは、参画機関による接種試験や、野外で採取した病害虫の同定、被害画像を撮影することで、教師用画像の正確性を担保してきた。一方で、これらの正確性を担保するための取り組みは、迅速に大量の被害画像を収集するという課題とは、二律背反の関係にある。そこでプロジェクト3年目の2019年度から、内閣府官民研究開発投資拡大プログラム（PRISM）による「農業データアグリゲーションスキームの構築及びそれを活用した病害虫診断AI技術開発の加速化」という新たな課題に取り組むこととした。これは、これまでのプロジェクト研究の成果を活かすことで、迅速にデータを収集するためのシステムの構築を目指すものであり、概念図を図-7に示す。農業データアグリゲーションスキームでは、これまでに開発した4作物の識別器に加え、10作物70の病害虫種を対象として追加するとともに、構築された識別器を農業データ連係基盤からWeb APIで提供する。Web APIとして提供することで、例えば営農管理アプリなどに病害虫識別機能を組み込むことが容易となり、活用の機会が広がることが期待される。以上のように病害虫識別AIの利用を促進するとともに、病害虫判定のために送信された画像は個人情報やプライ

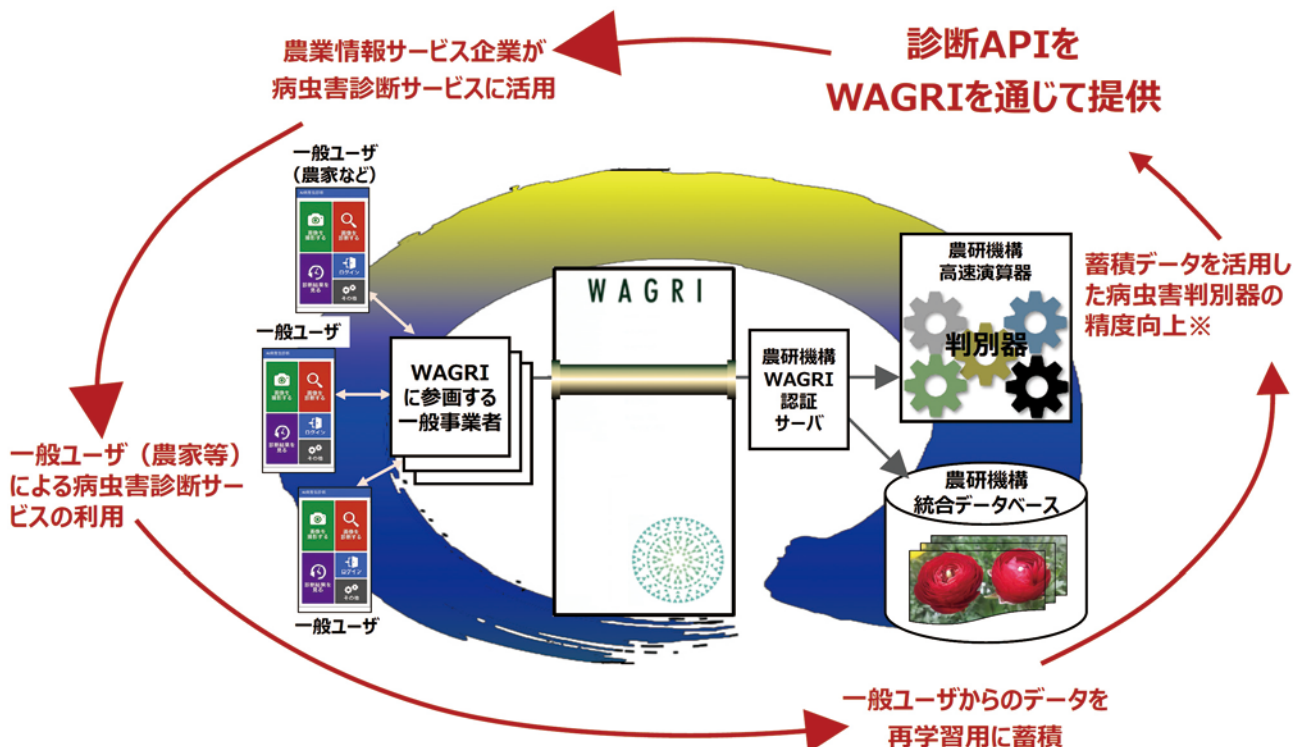


図-7 農業データアグリゲーションスキームの概念図

パシーの保護に必要な措置を講じたうえで農研機構の統合データベースに蓄積し、データの精査、専門家による再ラベリングを経て、さらなる病虫害識別器の精度向上に利用する。また、診断に用いられる画像には、識別器の対象でない作物、病虫害も含まれる可能性もあるが、こうした画像についても再ラベリングなどにより学習用データとして使用可能とする。このように、Web APIを通じて病虫害画像診断機能を提供するとともに、収集した画像を再学習させることで継続的な精度向上と、対象品種、病虫害の拡大を目指すことが、農業データアグリゲーションスキームである。

Web API の提供にあたっては、農業データ連携基盤(WAGRI)を活用することとした。WAGRIにおいては、すでに様々な機能がWeb APIとして提供されていることから、病虫害診断機能とその他の機能をワンストップで利用することができるという利点がある。また、被害画像データのオープンデータ化、識別器のアルゴリズムのオープンソース化により、事業者が独自に識別器を開発することは可能であるが、一方で病虫害識別器の開発には、学習のための計算リソースも必要となる。Web APIとして提供される識別機能を利用することでこれらのリソースの準備の必要がなくなり、APIを利用する事業者は容易に病虫害識別サービスの導入が可能になり、それぞれの得意分野のサービスの開発や、提供に注力することが可能となる。WAGRIからの病虫害識別APIは、2021年3月に開始したが、2021年5月には、農業者向けのコミュニケーションアプリであるFarmChatに、Web APIを活用した病虫害識別機能が実装された。このように、短期間で機能の実装が可能となるのがWeb APIの利点といえる。今後、引き続きWeb APIとして提供する対象作物、病虫害を拡張することで、データアグリゲーションの実現を目指していく。

IV AIによる画像診断の将来展望と課題

本プロジェクトでは、以上のように深層学習を用いた病虫害識別機能の開発に取り組み、また、PRISMによる課題により、その多少を拡大することに取り組んできた。プロジェクトは2021年度で終了するが、開発した識別機能はコンソーシアムに参画する日本農薬株式会社が提供するアプリケーションにおいて活用されるとともに、WAGRIから提供されるWeb APIとして、社会実装を進めることとなる。また、オープンデータ化された被害画像についても、独自の識別器の開発にも利用されており、AIを用いた病虫害診断の開発、普及に貢献しているといえる。開発した識別器の認識精度についても、

目標とした数値を目指した改良を続けており、今後、データアグリゲーションスキームを通じた教師画像の蓄積と、識別器の改善を進めることで、広く農業現場で活用可能なものが構築されることが期待される。

一方で、深層学習や画像識別に限定せず、AIを用いた病虫害診断を病虫害防除、植物防疫の現場でどのように活用するのかについては、さらなる検討が必要である。本プロジェクトでは、速やかな社会実装を進めるという観点から、成果の出口として民間事業者によるアプリケーション提供を目標として実施してきた。一方、都道府県の病虫害防除所や植物防疫の担当者については、定員の削減や、ベテランと若手職員の人員の二極化といった問題があると伺っている。こうした課題の解決、例えば人材育成における病虫害診断AIの活用などについても検討してきた。また、III章で説明したアグリゲーションスキームを実現するにあっても、一般の利用者が撮影した画像を利用するものの、やはり専門家により同定された、正確な学習用データも必要となる。今後、人工知能を用いた病虫害識別を定着させるためには、植物防疫の現場とのさらなる連携が必要となるだろう。

特に、予察情報との連携は重要だと考える。PRISM課題の一部としては、農林水産省植物植防課に協力いただき、75作物286病虫害37万件の過去の予察情報の蓄積を活用し、画像識別結果と組合せて活用することを実現した。今後は、病虫害発生予察事業により袖手された画像を人工知能の学習に用いることや、病虫害診断にあたり、画像識別だけでなく予察事業等により把握された病虫害の発生状況を考慮するといった、連携が考えられる。

さらに将来の課題として、十分に高度な病虫害診断技術が確立されていた場合、その診断に基づいた防除や営農活動について、誰が、どのような責任を持つべきなのかについても議論が必要だろう。例えば、自動車の自動運転においては、その機能によってレベル1からレベル5まで設定されている(高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部・官民データ活用推進戦略会議, 2018)。2021年4月にはレベル4、すなわち「システムが全ての動的運転タスク及び作動継続が困難な場合への応答を限定領域において実行」する高度自動運転化にむけて、法律の改正も含めた論点整理が始められている。自動運転の場合はレベル3以上では、安全運転に係る監視、対応主体が、運転車ではなくシステムとなっている。一方で、現在の病虫害診断は、自動運転レベルに照らすと運転支援を主体としたレベル1相当、すなわち診断支援といえるだろう。現時点ですぐに議論を始めるべき必要はない

が、病虫害診断を含めた様々なスマート農業技術の到達目標は、人ではなく、システムが判断をし、営農を行うことでもある。長期的な視点をもった、議論の準備も必要だろう。

最後に、人工知能を活用した病虫害診断をはじめとする新しい技術は、病虫害防除、植物防疫、そして営農活動を効率化するためのツールである。重要なのは、これらのツールを活用することでどのように植物防疫などの目的を達成するかである。現在取り組みが進められている農業のデジタルトランスフォーメーション（DX）にも同様のことがいえるだろう。DXとは、作業や情報をデジタル化、IT化することではない。ICTツールを活用することにより、農業活動を最適化、効率化することである。場合によっては、様々なデジタルツールに最適になるよう、農業や営農形態を変える必要があるかもしれない。しかし農業は、これまでも新たな農業機械、生産作物、病虫害の発生等の変化に対し、生産体系や農村整備、防除技術の開発等により、絶えず変化を続けてきた柔軟な産業であるともいえる。DXが求められる現在においても、人工知能などの新しい技術の特徴を把握、活用することで、農業全体の効率化を進めることは可能であると考えられる。

謝辞 本稿は農林水産省委託プロジェクト「AIを活用した病虫害診断技術の開発」およびPRIMSとして実施中の内容を取りまとめたものである。プロジェクト推進にご協力いただいている農林水産省および参画機関の皆様、記して感謝します。なかでも病虫害被害画像の収集にご尽力いただいている地方公設試験場、病虫害防除、普及センターの皆様、現地検証にご協力いただいた農業者の皆様に心から感謝します。また、シンポジウムでの発表と本稿執筆の機会を与えてくださった一般社団法人日本植物防疫協会の皆様にも御礼申し上げます。

引用文献

- 1) 星 岳彦ら (1995): 植物防疫 49(12): 511~515.
- 2) 岩崎巨典 (2019): 同上 73(6): 42~48.
- 3) ———ら (2021): 光技術コンタクト 59(8): 4~13.
- 4) JOCHER, G. (2020): YOLO5, <https://github.com/ultralytics/yolov5>
- 5) 高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部・官民データ活用推進戦略会議 (2018): 自動運転に係る制度整備大綱, 東京, p.8.
- 6) KRIZHEVSKY, A. et al. (2012): Proceedings of the 25th International Conference on Neural Information Processing Systems - Volume 1 (NIPS'12), p.1097~1105.
- 7) MOHANTY, S. P. et al. (2016): Frontiers in plant science 7: 1~10.
- 8) 上野晴樹 (1987): 情報処理 28(2): 147~157.

発生予察情報・特殊報 (2021.10.1~10.31)

各都道府県から発表された病虫害発生予察情報のうち、特殊報のみ紹介。**発生作物：発生病虫害**（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虫害。

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

- キャベツ：トビイロシワアリ（島根県：初）10/1
- チャ：チャトゲコナジラミ（沖縄県：初）10/5
- かんしょ：サツマイモ基腐病（鳥取県：初）10/7
- ブルーベリー：ブルーベリー類うどんこ病（静岡県：初）10/11
- モモ、スモモ、ウメ：ヨコバイ科の一種 (*Singapora shinshana*)（山口県：初）10/15
- ウメ、アンズ、モモ、エドヒガン：ヨコバイ科の一種 (*Singapora shinshana*)（東京都：初）10/18

- ネギ：ネギハモグリバエ B 系統（山口県：初）10/27
- バレイシヨ：Stemphylium lycopersici によるバレイシヨの病害（熊本県：初）10/27
- ウメ、モモ：ヨコバイ科の一種 (*Singapora shinshana*)（兵庫県：初）10/29
- かんしょ：サツマイモ基腐病（長野県：初）10/29
- なし：サクセスキクイムシ（埼玉県：初）10/29
- かんしょ：ヨツモンカメノコハムシ（埼玉県：初）10/29

{ 日植防シンポジウムから }

病害虫の発生予察におけるスマートフォン用アプリケーション「レイミーの AI 病害虫雑草診断」活用と将来の展望

日本農薬株式会社 スマート農業推進室 たに ぐち けん た ろう 谷 口 健 太 郎

はじめに

近年、気候変動、作物の品種のバリエーション増加、物流のグローバル化等により病害虫の侵入・まん延リスクが高まっている。このように病害虫の発生が複雑化する中、圃場の異常を特定し、それらに対して適切な防除薬剤を選択することは、農業従事者にとって非常に難易度が高いために苦労が多い。

一方で AI（人工知能）の分野は目覚ましい進歩を遂げており、特に画像認識の分野では数多くの成果が発表されている。

このような背景の中、日本農薬株式会社（以下「日本農薬」）は AI で病害虫雑草を診断するスマートフォン用アプリケーション「レイミーの AI 病害虫雑草診断」（以下「本アプリ」）を 2020 年 4 月にリリースした。本稿では本アプリの開発経緯と機能、社会実装から約 1 年半が経過した 2021 年 8 月時点までの成果と課題、最後に AI を活用した将来の予察事業の可能性について紹介する。

本稿は 2021 年 9 月に開催された日本植物防疫協会主催のシンポジウム「新しい時代に向けた病害虫の診断と発生予察を考える」の講演内容をまとめたものである。

I アプリの開発経緯と機能

1 開発経緯

日本農薬は、「日本の農業は高齢化と後継者不足で深刻な人手不足の問題を抱えており、その解決のためには農業のさらなる効率化を目指さなければならない」という思いから、農薬以外で農業の効率化を目指せる技術や社会環境の調査を 2014 年から実施し、2015 年に WEB 診断をコアとするプラットフォーム事業に取り組むことを決定した。

その後、株式会社 NTT データ CCS を AI およびアプリケーションの開発パートナーとし、2017 年から水稻の病害虫雑草の AI 診断アプリケーションの開発をスタートした。

「スマート農業を通して日本の農業に貢献する」とい



Utilization and Future Prospects of Smartphone Application
“LeiMe’s AI Pest Weed Diagnosis” in Predicting the Outbreak of
Pests. By Kentaro TANIGUCHI

（キーワード：AI, 診断, アプリケーション, スマートフォン, 病害, 虫害, 害虫, 雑草, 防除, 予察事業, データ, スマート農業）

う同じ価値観を有する日産化学株式会社、日本曹達株式会社、三井化学アグロ株式会社の農薬メーカー3社の協力を得て2020年4月に本アプリをリリースした。

2 アプリの概要

(1) 診断対象

病害・食害、害虫、雑草の3種類を診断することができる。アプリのリリース時、診断対象作物が水稻のみであったが、2021年1月にキャベツ、はくさい、ブロッコリー、レタス、ねぎの5作物を加え合計で6作物になった。また、診断可能な対象クラス（作物と病害虫の組合せ、および水田雑草と畑地雑草の種類のこと）は500以上になる。この対象クラスはAI診断に対応しているものとカルテ式診断のみに対応しているものがあり、この500という数字はすべて合わせたものである（AI診断とカルテ式診断の詳細については後述）。

(2) 普及状況

2021年6月末時点での累計ダウンロード数は45,000以上、また、診断数は2021年6月の単月で17,000回以上、累計では約100,000回であった。本アプリは多くの人が活用できるようダウンロードも継続使用も無料にしている（ただし利用時の通信料はユーザー負担）。ユーザー属性の詳細は調査できていないが、農業生産者が過半数を占めると推定している。

3 搭載機能

本アプリの主な機能と画面推移を示す（図-1）。

(1) AI診断

AI診断は、スマートフォンで撮影した画像からAIが自動で異常（病害虫・雑草種）を特定する。診断結果はAIの自信度（%）を伴って最大で五つの候補が表示される。診断結果画面の自信度（%）のタブをタップすることでそれぞれの結果を確認できる。診断結果に掲載される多数の写真、また、発生消長や生態情報等を参考にすることで、発生した病害虫雑草の特定につなぐことができる。

(2) カルテ式診断

カルテ式診断は、撮影した画像と本アプリ内に内蔵されている病害虫雑草の図鑑の画像を見比べながら、ユーザー自身で異常を特定する。AI診断の結果画面からカルテ式診断に移ることも可能である。AI診断とカルテ式診断の二つを組み合わせることでより高い確度の結果を得ることができる。なおカルテ式診断で選べる病害虫雑草はAI診断に対応していないものも含まれている。

(3) 農薬提案

AI診断とカルテ式診断のいずれかで異常を特定した後「この対象物を防除する」のボタンをタップすると効果的な農薬の一覧が表示される。さらに表示された農



図-1 本アプリの機能と画面推移

薬名をタップすると農薬情報を閲覧することができる。農薬情報画面の「詳しく見る」をタップすると各農薬メーカーのホームページの商品ページに移動でき、登録内容などの詳細な情報を確認することができる。なお、表示される農薬は日本農薬、日産化学株式会社、日本曹達株式会社、三井化学アグロ株式会社の4社の製品である。気になった農薬については「お気に入りに入れる」をタップすることでホーム画面の「お気に入り」から常確認することができる。

(4) 病害虫雑草の発生記録

AI診断およびカルテ式診断の診断結果画面の「診断確定」ボタンをタップすると、ホーム画面の「診断履歴」の中にその内容が記録される。記録された診断結果は一覧で閲覧できるだけでなく、撮影時の画像のGPS情報を使ってマップ上にも表示させることが可能で、圃場のどの辺りで撮影したのかを振り返ることができる。また、作物、診断タイプ(病害・食害、害虫、雑草)、期間等を指定して絞り込んで表示させることも可能である。過去の病害虫雑草の発生状況を知ること、今後の防除の組み立てをより詳細に検討することができる。

II 現状の成果と課題

1 診断性能

(1) AI性能

AI作成時のテスト検証ではトップ候補での正答率は90%以上であったが、実際のユーザー写真での正答率は平均で70~80%程度であった。高性能なAIをつくるためにはAIに教える教師画像のバリエーションが非常に重要となる。様々なバリエーションの画像を使うことで、非常に汎用性のあるAIを作成することができるが、現時点では、まだそのバリエーションが不十分なクラスがあり、本アプリのAIの識別性能は病害虫・雑草の専門家よりも低い場合があると判断せざるを得ない。昨今「将棋や囲碁のトッププロにAIが勝った」などの“人の能力を超えたAI”のニュースを見かけることも多く、「専門家よりも低い性能のAIに価値はあるのか?」という疑問を持つ方がいるかもしれない。しかし、専門家よりも低い性能であっても十分に価値があると考えている。AIの価値は「非属人化・省力化・品質向上」の三つがあると言われており、“人の能力を超えたAI”というのはこのうちの品質向上を指すが、それがAIの価値のすべてではない。専門家以下の能力であっても非属人化の価値は十分にあると考えられる。例えば、病害・害虫・雑草のすべての分野に詳しい専門家は少ないし、いつでもどこでも相談できるわけではない。病害虫雑草の知識が

全くない人でも、本アプリを活用することで、専門家に相談をしなくても発生した異常を24時間365日一定レベルで特定できるのは非常に価値があると考えている。

また、本アプリのAI診断では最大で五つの候補が表示される。そのためトップの候補が不正解だと感じた場合には、他の四つの候補を確認することができる。それでも違うと感じた際には、前述したカルテ式診断と組合せることで、最終的には高い確度で異常を特定できると考えられる。

(2) 診断対象

現時点の診断対象(6作物、500クラス)ではまだまだ不十分であり、さらなる拡大を目指している。作物については3年以内に追加で10作物以上増やせるように取り組んでいる。また、作物体の異常として病害と食害はカバーできるようにしているが、生理障害や農薬による薬害症状等はほとんど実装できていない(水稻の育苗箱で一部の生理障害を実装しているのみである)。生理障害などを診断対象にするためには、同様にバリエーションのある教師画像を多く集めなければならない。しかしながら、現場で生理障害の症状を見たときにその要因を特定することは病害の同定に比べて難易度が高い。そのためAIに組み込むには時間がかかると思われる。

2 診断内容の事例

2021年1~7月までの診断回数の推移を見ると、農繁期である6~7月に診断回数が増えていることがわかる。水稻の診断が圧倒的に多く、キャベツとねぎがそれに次いでいる(表-1)。この診断回数の合計の内訳は病害・食害と雑草がそれぞれ約40%、害虫が約20%である(表-2)。農業生産現場では特に病害の識別の難度が高いため診断回数も増えるであろうとの想定と一致した結果であった。

対象別の診断結果の例として、ある地域における2021年6月1日から8月10日までの水稻のイネミズゾウムシ、いもち病、紋枯病の日別診断回数を示す(図-2)。それぞれのデータを見ると、イネミズゾウムシは6月上旬にピークがありその後は徐々に減少、いもち病は7月に入ってから継続的に発生、紋枯病は7月中旬以降に増加している。この診断数の推移は、我々が想定しているそれぞれの病害虫の発生状況とほぼ一致しており、本アプリの診断データが予察や発生把握に使用できる可能性を示唆している。

診断データが集まれば発生状況の可視化ができると思われるが課題も存在している。まずは診断AIの性能である。今回示したデータは不正解の診断も含んだクレンジング前のものであり、間違えた診断を完全に排除する

表-1 月別作物別の診断数の推移

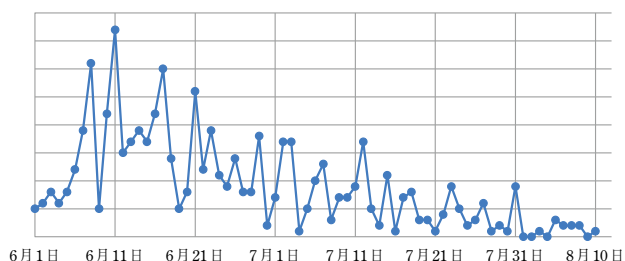
単位：回

診断月	水稻	キャベツ	はくさい	ブロッコリー	ねぎ	レタス	総計
2021年1月	648	581	186	181	434	177	2,207
2021年2月	606	681	121	221	489	96	2,214
2021年3月	4,011	1,020	148	301	698	171	6,349
2021年4月	1,571	1,591	257	511	1,167	320	5,417
2021年5月	3,316	1,597	204	449	1,005	294	6,865
2021年6月	11,080	2,340	344	815	1,926	496	17,001
2021年7月	10,218	1,310	210	294	1,268	246	13,546

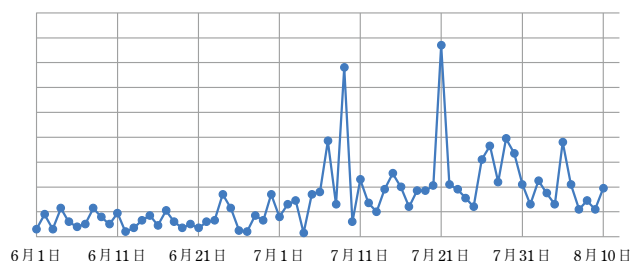
表-2 2021年1～7月までの診断タイプ別の診断回数の割合

診断タイプ	水稻	キャベツ	はくさい	ブロッコリー	ねぎ	レタス	総計
害虫	10.3%	4.9%	0.8%	1.2%	1.8%	0.7%	19.7%
病害・食害	20.7%	5.3%	1.1%	2.7%	8.1%	2.0%	39.9%
雑草	27.7%	6.9%	0.9%	1.3%	3.1%	0.6%	40.5%
総計	58.7%	17.0%	2.7%	5.2%	13.0%	3.4%	100.0%

イネミズゾウムシ



いもち病



紋枯病

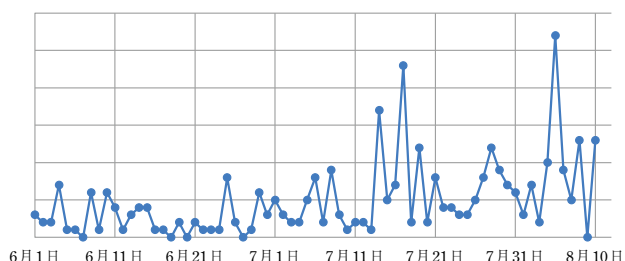


図-2 2021年6月1日から8月10日までの日別の診断回数の推移

ことが非常に難しいため、全体の傾向を見ることができないデータにするにはさらにAIの性能を向上させなければならない。また、診断数の絶対数が現時点で少ないため、特定の人や地域で多くの診断がなされると、そのデータに全体の傾向が引っ張られてしまう可能性がある。また、初発生、増加傾向、収束傾向を判断するには、その対象の生態の特徴を踏まえたうえで計算アルゴリズムを作成しなければならない。

III 将来に向けた展望

1 アプリのさらなる改良

より多くの方が使用し、そして満足してもらえるよう継続して改良を重ねていく必要がある。AIの性能を向上させることは当然だが、同時に新しい機能の追加も今後検討していきたい。しかし、機能追加によりアプリが複雑化して使いづらくなならないよう、どのような人でも

使いやすいユーザーインターフェースにすることを意識した改良を進める必要がある。

2 診断の自動化

無人トラクター、ドローン、自動収穫ロボット、施設管理カメラ等センサー機器を搭載した農機が増えている。そして5G回線といった大容量のデータを送受信するためのインフラも整いつつある。このような環境の変化とAI診断を組み合わせることで、近い将来に自動で作物の異常の情報を収集することができるようになると考えられる。

大いに期待される場所であるが、例えばドローンからの自動診断を目指そうとすると、雑草や葉表に発生する病害の検知はできるかもしれないが、葉裏に発生する病害や害虫の検知は難しいなどの課題もある。本アプリは作物の異常を種レベルで特定するのではなく“何かおかしい”といったレベルでの検知になるので、その結果の活用方法も含めて検討しなければならない。

3 ユーザーへのフィードバック

ユーザーの診断データはビッグデータとして蓄積される。ユーザーから預かっている診断データは、より利便性の向上につながるようにフィードバックしなければならないと考えている。具体的にはユーザーが診断している地域の診断結果を、病害虫の発生情報として返す仕組みを検討している。例えば、昨年の同時期に発生したものの、今現在で診断が増えているものを地域アラートとして示すようなイメージである。ユーザーが診断で使用するほど、その地域の病害虫の発生の把握につながり、的確な防除ができるようになると考えている。

4 予察システム

病害虫の発生予察は気象、作付情報、現場情報等を総合的に解析して行うものである。そのため本アプリの診断データをビッグデータとして解析し可視化できたとしても、これ単独を予察情報として扱うのは無理があると

思われる。

例えば病害であれば本アプリで診断できるほど発生してしまうと、すでに防除するには手遅れである場合が多い。病害が発生したという結果の記録にはなるが、本来の発生させないための管理にはならないという点で理解いただけるだろう。

ただ実圃場での大量の診断データ自体の価値は非常に高いと考えられる。本アプリのような診断データとその他の様々な情報を組み合わせることが次世代の予察事業につながっていくであろう。

おわりに

AIによる病害虫雑草診断は緒に就いたばかりで解決・改善すべき点は多く、リリース後であっても現場での使用環境に即してAIの改善・アプリケーションの改良を常に実施しなければならない。課題の抽出と改善を重ねながらより多くの農家の必須ツールに成長させ防除業務の効率性向上に貢献できるようにしたい。

まだまだ様々な課題を抱えているが、今後の少子高齢化時代における農業の効率化や予察事業を支える技術として“AIとデータ”の活用は不可欠になるであろう。

謝辞 本事業は事業パートナー株式会社NTTデータCCSの事業参加と、一般社団法人日本植物防疫協会、公益財団法人日本植物調節剤研究協会の多大なるご指導ご支援を賜ることで実現し社会実装に至りました。社会実装後は、様々な農業関係機関や農業生産者様のご協力によりバリエーションに富んだ教師画像を集めることができました。

すべての関係機関の皆様に謝意を表します。

なお、本事業は農林水産省の「農業界と経済界の連携による生産性向上モデル農業確立実証事業（2018～19年度）」の対象です。

奈良県における発生予察・病虫害診断・防除指導の現状と将来

奈良県農業研究開発センター くにもと よし のり 範

はじめに

我が国における発生予察は、昭和の時代から食料の増産と安定生産、適時的確な防除の基礎となってきた。にもかかわらず、最前線の現場で調査にあたっている都道府県の病虫害防除所の多くは人員削減などにより、運営に苦勞が絶えない。ここでは、奈良県を例に、その一端を垣間見るとともに、将来に向けてどのような取り組みを進めていく必要があるのかを考えてみる。執筆の機会を与えていただいた一般社団法人日本植物防疫協会関係者の方に御礼申し上げる。また、業務多忙中、色々と教示いただいた奈良県病虫害防除所の皆さん、AIによる病虫害雑草診断アプリについて、教示いただいた日本農薬株式会社の関係者の皆様に感謝申し上げます。

I 病虫害防除所の現状

全国の病虫害防除所の職員数は、漸減している（農林水産省）。2021年度植物防疫関係者名簿をもとに全国の病虫害防除所の職員数と兼務の状況をまとめたのが表-1である。東北地方や関東地方では専任が多いが、北陸、近畿、中国地方等では試験研究機関との兼務が多い傾向にある。また、発生予察の巡回調査を普及組織に協力してもらっている道県もある。耕地面積が異なるため、一概には言えないが、東京都や山梨県、京都府、奈良県等は職員が4, 5名と特に少ないことがわかる。

奈良県の場合、所長以下、病害担当2名、虫害担当2名である。病害、虫害のベテラン、中堅職員が若手職員を育成する訳だが、新規採用から3年経つと異動になる、という状況が続く、人材育成が思うように進められていない。このような中、2020年（令和2年）にトビイロウンカの大発生があり、奈良県では50年ぶりの大きな被害となった。2回の病虫害発生予察注意報の発表にもかかわらず、平坦部を中心に坪枯れ、反枯れの被害が発

生し、議会でも取り上げられた。病虫害防除所の職員は、栽培者からの問い合わせ、マスコミ対応に追われ、次年度に向けた対策講習会に忙殺された。

また、従来の発生予察情報の提供方法は、カキやイチゴ、キク等生産者が組織化されている対象には有効だったが、大部分が兼業農家である水稻栽培者に対しては、情報を十分に行き届かせることができなかった。そこで、2021年度からは、病虫害発生予察注意報をSNSでも情報発信する取り組みがなされている。このような新たな取り組みに、発生予察の精度向上のための追加調査や次年度に向けた防除相談等も加わり、病虫害防除所の職員は、これらに相当の時間を割かざるを得なくなっている。トビイロウンカほどではないが、ツマジロクサヨトウやクビアカツヤカミキリ等の侵入病虫害の増加も人員削減が続く病虫害防除所にとっては頭の痛い課題となっている。

奈良県の場合、病虫害防除所と農業研究開発センターとの兼務のため、病虫害防除所の職員の業務内容は多岐にわたっている（図-1）。発生予察は、前述したトビイロウンカへの対応により、業務時間は増加している。診断対応は、単純な病虫害の同定だけでなく、薬剤感受性検定の情報が必要な診断も増加している。このため、準備や実施に人手が必要となる。また、あまり注目されないが、奈良県では職員全体の人員削減により、事務系の職員も減少しており、物品購入などの事務手続きは研究員が事務システムで処理している。さらに、一般社団法人日本植物防疫協会からの新農薬委託試験への対応も欠かせない。これは各自自治体がコロナ対策で予算の財源に苦慮する中であって貴重な財源でもある。一方、各自自治体においてワーク・ライフバランスの推進は施策上の大きな柱である。必要最小限の時間外勤務で業務を進めることが求められる。限られた時間の中、喫緊の問題に優先的に対応せざるを得ないため、意見交換や議論、論文執筆等に多くの時間を必要とする試験研究業務と病虫害防除所業務を兼務することは、今まで以上に難しくなっていると言わざるを得ない。

Current Status and Future of Pest Forecast, Diagnosis and Pest Control Guidance in Nara Prefecture. By Yoshinori KUNIMOTO
(キーワード: 奈良県, 発生予察, 診断, 防除指導, AI)

表-1 全国の病虫害防除所の職員数と兼務の状況

都道府県	予察従事 職員数	備考	都道府県	予察従事 職員数	備考
北海道	24	試験場、事務所へ委託	滋賀	6	兼務
青森	7		京都	5	一部茶業センター調査
岩手	9		大阪	6	
宮城	11		兵庫	12	兼務
秋田	10		奈良	5	兼務・果樹、茶センター調査
山形	13	所長兼務	和歌山	18	兼務
福島	9		鳥取	14	兼務
茨城	10		島根	8	兼務
栃木	9		岡山	7	所長兼務
群馬	10	兼務	広島	16	一部兼務
埼玉	7		山口	10	兼務
千葉	13		徳島	9	兼務
東京	4		香川	7	
神奈川	11		愛媛	7	所長兼務
山梨	5		高知	10	普及に一部委託
長野	10	所長兼務	佐賀	7	
静岡	7		福岡	9	所長兼務
新潟	10		長崎	9	所長兼務
富山	6	兼務	熊本	6	
石川	8	農林振興事務所委託	大分	10	兼務
福井	7	兼務	宮崎	7	兼務
岐阜	8		鹿児島	8	
愛知	8	所長兼務	沖縄	10	
三重	7				

※ 2021 年度植物防疫関係者名簿より。

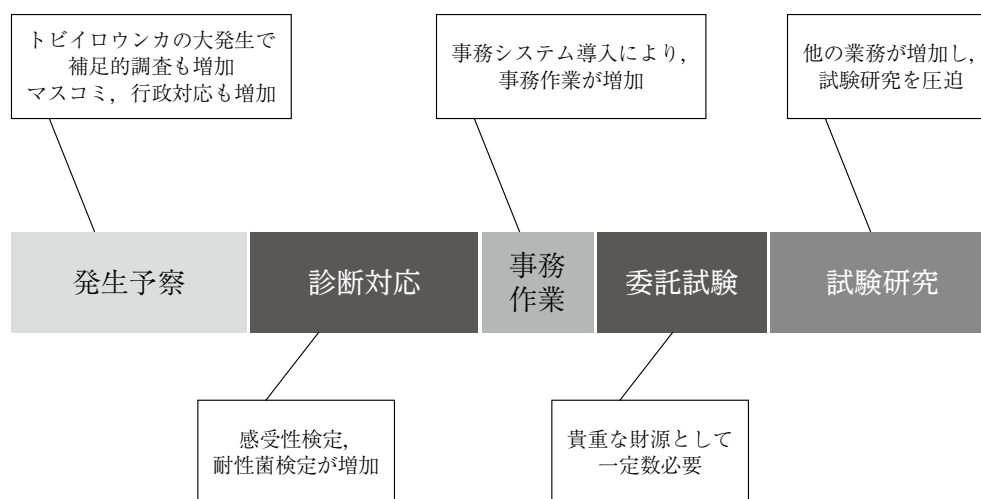


図-1 奈良県の病虫害防除所職員の平均的な業務内容

II 植物防疫の在り方

このような状況もあり、国では 2021 年（令和 3 年）度から植物防疫の在り方について議論が進められており、中間論点整理がとりまとめられた（植物防疫の在り方に関する検討会、2021）。その中で、国内防疫をめぐる状況の変化と課題として、①気候変動等により病虫害

の発生様態が変化、②農業構造の変化（病虫害防除所の職員数の減少、営農指導員数の減少）、③従来の防除体系では病虫害防除が困難（抵抗性発達など）、④防除に係る情報の伝達や新たな防除体系の確立が困難、⑤諸外国からの病虫害の侵入リスクが増加、⑥侵入警戒調査の効果的・効率的な実施要請、⑦緊急防除の一層の迅速化が要請、の 7 課題が挙げられている。これらに対する今

後の対応方向は、①～④については、病害虫が発生しにくい生産条件の整備をベースとした総合的病害虫管理の推進と効果的な防除指導のための環境整備（AI、ICT、経営管理ソフト等の活用）となっている（植物防疫の在り方に関する検討会、2021）。確かに、①～④の課題にはAI、ICT等の活用は不可欠だが、病害虫防除所が明日からでも活用できるものは、具体的にはどのようなものなのだろうか？ 続きには、「AI等を活用した病害虫診断により農業者が総合的病害虫管理に取り組みやすい環境整備を進めていく」、「IPMのメリットやコスト等、経営判断ができるよう情報発信を行うとともに、経営管理ソフト等を活用した圃場単位での病害虫被害の要因解析や防除効果の検証などの防除の見える化を推進する」と書かれている。これらは農林水産省がイメージする新たな植物防疫の事例かもしれないが、巡回調査に出てしまうと電話対応できる者がいなくなり、帰庁後にその対応に追われている病害虫防除所職員を楽にしてくれる技術はあるのだろうか？

AIやドローン等のセンシング技術は日進月歩、めざましい勢いで活用が拡大していくと見込まれる。しかし、直ちに、病害虫防除所が行っている発生予察や診断、防除指導の肩代わりをしてくれるものではないように思える。そこには、病害虫防除所が行う診断や防除指導と企業等が考える診断、指導との違いがあると考えられる。

III 診断とは何か

まず、診断とは何だろうか？ 筆者が考える診断は、栽培者－圃場系における支障要因（障害）を明らかにすること、である（図-2）。栽培者－圃場系は、井上（1994）が提唱したもので、病害虫管理、肥培管理等圃場で栽培

者が行うすべての判断と行動を説明したものである。野菜の栽培者は、自らの目で野菜を観察し、野菜が出すサインを拾う。例えば、「葉が黄色い」というサインが野菜から栽培者の目に入ったら、栽培者は、過去の経験、講習会での情報等からその原因を絞り込み、その対策を講じる。これが野菜に施されることで、正解ならその症状が回復する。栽培者は意識しないうちにこのようなサイクルを次々に回している。診断は、栽培者が原因を絞り込む際に、病害虫防除所などの職員が栽培者の判断中枢を支援する行為と考えられる。ただ、支援するためには、病害虫防除所の職員も、観察と質問により、栽培されている作物の状況を把握しなければならない。

表-2は、奈良県の普及指導員研修の資料の一部を抜粋したものだが、作物の障害の種類には生物的病因と非生物的病因があり、その原因は多岐にわたる。これを絞り込むには、圃場や作物のどこを観察するのか、栽培者にどのような質問をするのか、ここが病害虫防除所職員の診断の技量といえる。それゆえ、活用できるあらゆる情報を駆使して、原因の絞り込みに当たることになる。

一方、AIによる病害虫雑草診断アプリは、その名のとおり、原因が病害虫雑草まで絞り込まれた場合の診断

表-2 作物の障害の種類

種類		障害の原因
生物的病因	微生物	菌類、細菌、ウイルスなど
	動物	昆虫、ダニ、鳥類、ほ乳類
	植物	雑草
非生物的病因 (生理障害)	物理的障害	光、温度、水分、その他気象要因
	化学的障害	土壤栄養、農薬による障害

H28年度奈良県普及指導員研修資料より。

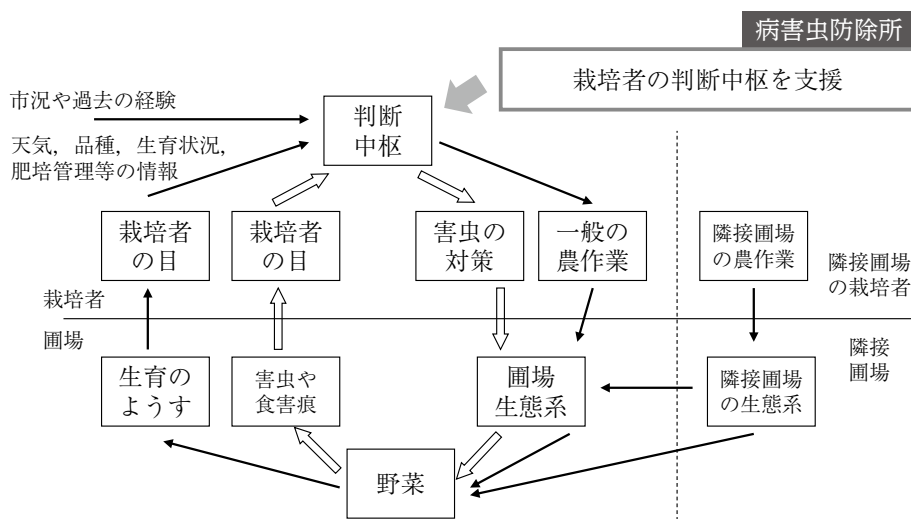


図-2 栽培者－圃場系における作業進行の模式図（井上，1994 一部改変）

である。これは、前述の病虫害防除所が行っている診断業務の一部分であるが、ここに至るまでの過程は割愛されている。このため、AIによる病虫害雑草診断アプリを病虫害防除所で活用する場合には、あくまでも原因が病虫害に絞り込めた後に使用する点に留意したい。

ただ、このような病虫害の種類の同定には情報量が豊富なほうが有利であり、しかも学習によりAIは精度を向上させてゆく。物忘れが著しい世代には頼もしい存在である。さらに、経験の浅い病虫害防除所職員や普及指導員のトレーニングアイテムとしても活用が期待できる。しかも、病害、虫害、雑草のすべてを同定できる人は病虫害防除所職員でもほとんどいないのではないだろうか。AIによる病虫害雑草診断アプリの特性を理解しておけば、頼もしいパートナーになるかもしれない。

次に防除指導についてだが、幅広い様々な情報収集が必要となる。さすがに、現在では「防除指導は農薬の種類と倍率、収穫前使用日数を教えれば終わり」という方はいないと思うが、筆者が若いころには、それで事足りていたときもあった。このような化学的防除への過度の依存への反省も込めて、栽培者に応じた、最適な防除手段の提案に必要な情報をできる限り集めていくことが重要である。具体的には、作物の栽培面積、定植時期、生育状況、品種、前作、後作等の耕種情報、作業人数、栽培経験年数、出荷先、対象病虫害の生態情報として、圃場への侵入経路や抵抗性の情報、栽培者が所有する農薬や防除機具、散布履歴、保管状況等の情報、経営内容や防除に対する考え方、圃場周辺的环境等である。

実際の防除指導の際には、防除するのか、諦めるのかの判断、防除するならどのような防除法にするのか、化学的防除ならば候補となる農薬の登録情報、抵抗性等の状況、輪用の組合せ例、農薬の適正使用の留意点、周辺環境（住宅、病院、学校、公園等の有無、水系、養蜂等）、対象作物の生育ステージ、対象病虫害の寄生部位、栽培者の所有する装備、散布薬量、散布圧力、具体的な散布動作、望ましい噴口、散布時間等の助言、散布により期待できる効果の判断時期やそれが得られなかった場合の対処法等が、そう判断した理由とともに説明されることになる。当然、栽培者が希望するものではないものも含まれるので、その点については話し合いとなり、栽培者の判断となる。

奈良県病虫害防除所では、記録に残したもので、2018年（平成30年）度で138件の診断・防除指導を行っている。1件の平均対応時間は約20分であった（表-3）。ここには、ごく簡単な内容は含まれていない。活字にして書き出すと診断、防除指導は必要な情報収集項目が多

表-3 奈良県病虫害防除所での診断等対応状況（平成30年度）

診断・相談件数 138件（簡単なものは除く）	
内訳	
病害	87
虫害	27
病害・虫害	1
衛生害虫	2
平均対応時間	20.7分/件

く、極めて大変な作業であるが、多くの病虫害防除所職員は日常的にこなしている。ただ、これらの貴重な対応記録は、多くの場合、残っていない。将来、AIにより診断業務や防除指導を肩代わりさせるには、まずは学習の元になるデータの蓄積が不可欠になると思われる。

3番目に、病虫害の発生予察についてだが、病虫害防除所では、これまでの研究・実証の成果である調査実施基準に基づき調査を実施し、過去の発生データと将来の気象データから発生時期や発生量を予測し、予察情報として提供している。

これに対し、WEBアプリにより現場でデータ入力ができるようになり、各種センサの低価格化による活用、ドローン等によるセンシング技術の向上、過去のデータの蓄積と公表が進めば、特定の病虫害の発生予察の効率化、高精度化が進むかもしれない。しかし、これらの技術の活用にはもう少し時間が必要と思われる。くどいようであるが、現在の病虫害防除所が行っている発生予察、診断、防除指導に置き換わり、さらに効率化、省力化できるものはすぐには見いだせない。

IV 協同農業普及事業に学ぶ人材育成

そこで、植物防疫事業とならび国の交付金事業として行われている協同農業普及事業での人材育成の取り組みを学びたいと考えた。協同農業普及事業の主役である普及指導員数は病虫害防除所職員数と同様に減少してきたが、2018年（平成30年）度で底を打ち、令和元年にはわずかながら増加に転じた（農林水産省、2019）。しかし、50代のベテランと20代を中心とした若手に二極化した年齢構成になっている。このため、ベテランがいる間に、若い世代に技術継承を進めようと研修を強化している。

実施している研修の内容は、植物防疫関係で国が実施している研修と大きな違いはない。国が基礎的な研修、専門分野ごとの研修、リーダー研修等キャリアに応じた研修メニューを用意し、都道府県はそれらをうまく活用して県内への波及を図っている。大きな違いは、国と都道府県が人材育成を急務と認識し、国が研修体系を定

め、都道府県が人材育成計画を策定している点である。もちろん、普及指導員の数と病虫害防除所職員の数は大きく異なるので、同様には進められないかもしれない。しかし、人員が減少しているなら、それに歯止めをかけ、個人の資質を向上させるという基本的な取り組みを愚直に進める姿勢は見習わなければならないのではないだろうか。これまで、横浜植物防疫所での病虫害防除所新任職員研修や各ブロックでの抵抗性害虫の検定研修等の技術向上研修等、骨格となる研修のメニューは実践されている。AIやドローンも重要だが、防除所職員あつての発生予察と認識してもらえらるなら、研修の体系化と参加への一層の支援を期待したい。

V AIやIoTの発生予察への活用

そのうえで、AIやIoTを診断、発生予察等の病虫害防除所業務の効率化にいかん活用できるかを実証するプロジェクトを進めることはできないだろうか。

詳細を知らないため概念的な話になるが、気象予報では、民間の気象予報会社が、狭い範囲の精度の高い天気予報やゲリラ豪雨の予想を行い、ビジネス展開している。これらは一般の方から届くスマートフォンの空の写真（画像情報+位置情報）が、一定数以上になったことで可能になったと言われている。AIに関しての素人から見てもビッグデータとそれを処理できるAIが揃ったときに、これまでできなかったことが可能になることがわかる。

前述したように、AIによる病虫害雑草診断アプリを拡大して、より多くの原因を探れるような改良は診断業務の効率化につながると思われる。アプリ開発企業との連携は不可欠であり、試験研究や大学ともつながる必要も生じる。是非、国庫のプロジェクトとして全国的な展開を期待したい。

さらに、ドローンなどのセンシング画像をAIに識別させる手法を発生予察に利用するとすれば、調査基準の

見直しなど様々な手順を踏まなければならない。一つ一つクリアしていくことで発生予察への活用を現実のものにしていかなければならない。

おわりに

最後に、2000年に、植物防疫の半世紀「植物防疫事業五十周年・病虫害発生予察事業六十周年を記念して」という本が発行された（植物防疫事業五十周年記念会、2000）。その中の第4編に、「21世紀への期待 病虫害防除所中堅職員からの提言」というまとめがある。筆者自身忘れていたが、拙文を投稿していた。そこに書かれた内容は、今読むと恥ずかしくなるようなものであるが、2021年の今日、なんとなくできているような、まだできていないようなというのが正直なところである。

今後、AIやIoTはより身近に、様々な分野で活用されるだろう。それは発生予察や診断においても同様である。これらの道具をうまく活用し、日々、多忙な病虫害防除所の業務が効率化され、より多くの時間を防除指導や予察の精度向上に充てられることを願う。そのためには、まず、我々一人一人がAIやIoTについて関心を持ち、これらが機能的に働く環境整備や情報収集方法を学ばなければならない。これらの道具が発生予察や診断に活用されることは避けて通れないものであり、全国で実証していくことで、1日も早い実用化を進める段階に来ているのではないだろうか。

引用文献

- 1) 井上雅史 (1994): 奈良農試研報 (特別): 161 pp.
- 2) 農林水産省, https://www.maff.go.jp/syouan/syokubo/gaicyu/pdf/yosatu_kaisetu/pdf
- 3) ——— (2019), https://www.maff.go.jp/j/seisan/gizyutu/hukyu/h_siryu/attach/pdf/h_kikukai-5.pdf
- 4) 植物防疫事業五十周年記念会 (2000): 植物防疫の半世紀「植物防疫事業五十周年・病虫害発生予察事業六十周年を記念して」, 植物防疫事業五十周年記念会, 東京, p.401~418.
- 5) 植物防疫の在り方に関する検討会 (2021), <https://www.maff.go.jp/j/syouan/syokubo/keneki/attach/pdf/arikata-35.pdf>

{ 日植防シンポジウムから }

岩手県における発生予察・病虫害診断・防除指導の現状と将来

岩手県農業研究センター **岩** **だて** **やす** **や**
舘 **康** **哉**

はじめに

病虫害発生予察事業は、食糧増産が重要な国策であった戦時体制下の1940年（昭和15年）の北日本のいもち病、西日本のウンカ類の大発生が引き金となり、1941年（昭和16年）から国庫補助事業として開始された（平野，1995）。当時の岩手県における水稻病虫害発生予察事業の事例（昭和16年度稲熱病発生分布図）を図-1に示した。初期の発生予察事業では、早期発見や発生調査結果をもとに、直前の発生予想および発生現況を中心とした情報を提供していたようである（平野，1995）。その後、1950年に制定された植物防疫法の趣旨に従い、発生分布、発生時期および発生量等を予測し、その情報を関係者に提供して、防除を経済的かつ効果的に実施することが目的となり今日に至っている。

本稿では、80年以上の歴史を有する病虫害発生予察事業の現状と将来について、岩手県の事例をもとに紹介したい。また、発生予察事業にも深くかかわる病虫害診断や防除指導の現状と課題についてもあわせて考えてみたい。なお、本稿は、2021年9月17日開催の日本植物防疫協会シンポジウム「新しい時代に向けた病虫害の診断と発生予察を考える」における講演内容を再構成したものである。

Ⅰ 岩手県における発生予察事業の現状と将来

1 岩手県における発生予察事業の実施体制の変遷

岩手県における病虫害発生予察事業は、当初、農業試験場職員が担ったが、1950年の植物防疫法の制定、翌1951年同法改正にともない、1952年5月に県条例により病虫害防除所が県内15箇所に設置された（普及職員や農政事務所職員が兼務）。1972年には県内4箇所（盛

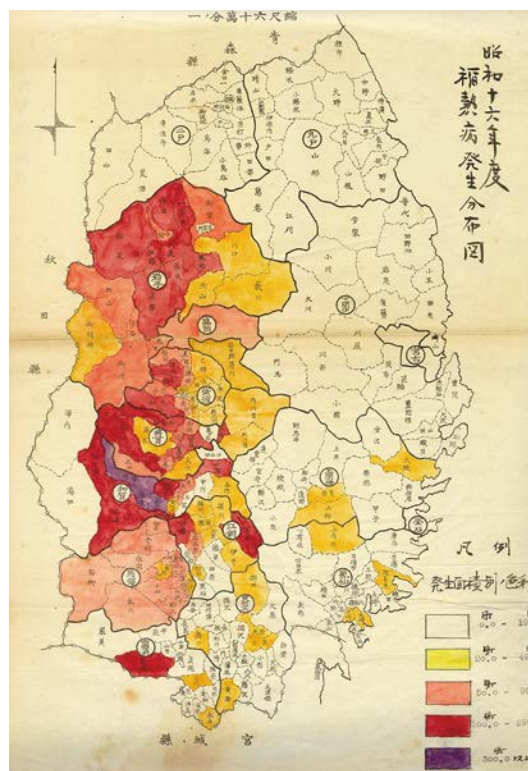


図-1 昭和16年度稲熱病発生分布図

「岩手県立農事試験場（昭和22年1月）病虫害発生豫察並早期発見ニ関スル資料」より。

岡、水沢、宮古、二戸）に病虫害防除所が統合整備され、専任職員での事業実施体制に移行した（岩手県植物防疫協会，1990）。

1979年以降10年ごとの本県病虫害防除所の職員数および水稻・りんご巡回調査圃場数の変遷を表-1に示した。病虫害防除所の駐在事務所数、職員数は年々減少し、現在は、北上市の1箇所に集約され、駐在事務所の設置はない。また、調査における労力面での課題に加えて、県土は広く距離的・時間的制約の面もあることから、巡回調査圃場数は減少傾向にある。このように、現状では、昭和から平成初期のように多数の調査圃場を確保し、発生予察の精度を向上させることは困難である。今後は、できるだけ現状の調査実施体制を維持しつつ、効率的な

The Current Status and Future Prospects of Plant Pest Forecasting, Diagnostic and Advisory Services in Iwate Prefecture. By Yasuya IWADATE

（キーワード：病虫害防除所，疫学，発生生態，リスク解析，症例対照研究）

表-1 岩手県における 1979 年以降 10 年ごとの病虫害防除所の組織体制と発生予察調査圃場数の推移

年次	防除所組織体制	職員数		調査圃場数	
		本務	兼務	水稲	りんご
1952 (S27)	県内 15 箇所に防除所を設置				
1979 (S54)	4 防除所 (盛岡, 水沢, 宮古, 二戸)	13	18	735	86
1989 (H1)	本所 (滝沢) + 3 駐在 (水沢, 宮古, 二戸)	13	18	600	84
1999 (H11)	本所 (北上) + 1 駐在 (軽米)	13	12	200	46
2009 (H21)	本所 (北上) のみ	10	0	178	31
2019 (R1)	〃	9	0	176	31

発生予察事業を展開していくことが現実的な対応策となるであろう。

2 発生予察の現状と予察精度の向上手法

現在の発生予察情報は、病虫害の発生状況、農作物の生育状況等の調査結果に気象予報を加味し、今後の病虫害の発生動向として公表される。しかし、前述のように、病虫害防除所職員数、駐在事務所数の削減等、現状では発生予察精度の維持・向上に向けての課題が多い。今後、発生予察情報の精度を高めるためには、「どの時期」に「どの程度」の発生があればリスク要因となるのかを知り、それに基づいた効率的な調査を行うことが必要となるであろう。

ここでは、リスク要因の評価事例について、本県でのイネいもち病での解析事例 (岩館・猫塚, 2010) を紹介する。病虫害の発生量は「甚」、「多」、「中」、「少」および「無」で評価されるが、いもち病の場合、発生量として評価されない「少」未満の葉いもちの発生がその後の穂いもちのリスク要因となるのか不明であった。そこで、これまで発生量評価の対象とされてこなかった発病程度「少」未満の葉いもちの発生 (発病葉割合 3% 未満: 発病程度「微」) と、収穫期の穂いもち被害の関連性を検討した。具体的には、23 年間 (1986~2008) の病虫害防除所の発生予察調査データを用いてコホート内症例対照研究を実施した。解析手法の詳細については、猫塚 (2010) が本誌において解説しているのでそちらを参照されたい。供試データは、県内の 177~598 地点における出穂期頃の葉いもち発病葉割合と、収穫期の発病穂割合で、欠測を除いた延べ 7,240 事例とした。各事例は、沼田ら (2003) に従い、流行様相の異なる 4 地域に層別化した (図-2)。解析の結果、層別化した県内 4 地域ともに発病程度「微」の葉いもち発生であっても、収穫期の穂いもち発生と緊密な関連性が認められた (表-2)。このことから、出穂期頃 (7 月下旬~8 月上旬) の葉いもちの発生は、発病程度が高い場合はもちろんのこと、

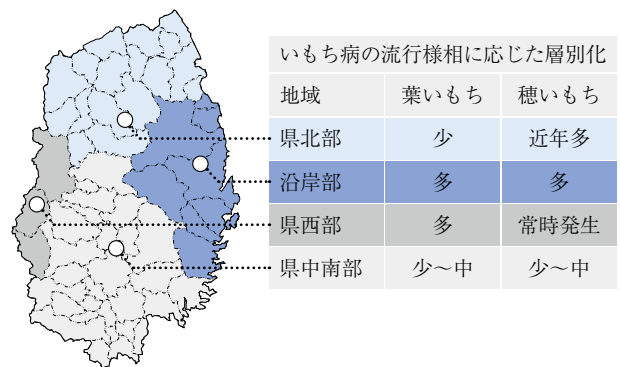


図-2 いもち病の流行様相の異なる 4 地域への層別化 (沼田ら, 2003)

その程度が低い場合でもリスク要因となりえることが示された。このように、過去の発生予察調査データを用いた症例対照研究によって、「どの時期」の「どの程度」の発生がリスク要因となるのか推定することができることから、発生予察の精度向上に役立つ解析手法として、今後さらなる活用が期待される。

3 発生予察の将来

病虫害防除所の発生予察調査では、決められた圃場の病虫害発生状況を定期的に、長期間にわたって記録している。このデータは、主に予察情報の根拠として活用されているが、データを目的別に整理し、複数年をまとめて解析することによって、一年間のデータではわからない、何かしらの傾向を抽出することが可能である (川口, 2015)。近年、コムギ赤さび病 (恒川ら, 2020)、モモせん孔細菌病 (KAWAGUCHI, 2014)、リンゴ斑点落葉病 (猫塚ら, 2009) 等、病虫害防除所の調査データを用いた解析が進められ、発生予察の効率化や発生生態の解明、防除指導に活用されている。蓄積された膨大なデータを解析することで発生予察の精度向上につながる有力な情報が得られることから、今後も積極的に活用していくべきであろう。

表-2 収穫期の穂いもち発病程度に対する出穂期の葉いもち発病程度の影響に関する症例対照研究

いもち病の 発生地帯区分	出穂期の 葉いもち 発病程度	収穫期の穂いもち被害				オッズ比 (95%信頼区間)	p 値
		あり	なし	計	(割合)		
県北部	少以上	73	20	93	6.0	624.7 (255.9~1,525.1)	< 0.001
	微	26	224	250	16.1	19.9 (8.5~46.3)	< 0.001
	無	7	1,198	1,205	77.8		
沿岸部	少以上	22	11	33	7.1	15.5 (7.0~34.4)	< 0.001
	微	33	61	94	20.1	4.2 (2.4~7.2)	< 0.001
	無	39	302	341	72.9		
県西部	少以上	42	13	55	10.1	74.1 (32.6~168.3)	< 0.001
	微	29	128	157	28.7	5.2 (2.7~10.2)	< 0.001
	無	14	321	335	61.2		
県中南部	少以上	207	176	383	8.2	42.8 (28.3~64.6)	< 0.001
	微	218	1,027	1,245	26.6	5.7 (3.9~8.4)	< 0.001
	無	146	2,903	3,049	65.2		
計	少以上	344	220	564	7.8	39.4 (31.6~49.3)	< 0.001
	微	306	1,440	1,746	24.1	4.9 (4.1~5.9)	< 0.001
	無	206	4,724	4,930	68.1		

※発生地帯区分は、沼田ら（2003）に従った。

【解析方法】

岩手県内の過去 23 年間（1986～2008）の発生予察調査データを用いてコホート内症例対照研究を実施。供試データは、県内の 177～598 地点における出穂期（7 月下旬もしくは 8 月上旬）の葉いもち発病葉割合と、収穫期の発病穂割合で、データの欠測がある事例は除外した、7,240 事例を用いた。

○コホート内症例対照研究について

8 月上旬の葉いもち発病葉割合を暴露要因とし、「発病葉割合 3% 以上（現行の発病程度区分「少」以上）」あるいは「発病葉割合 3% 未満の発病（同「微」）」を暴露群、「葉いもち無発病（同「無」）」を非暴露群とした。暴露の有無と収穫期の穂いもち被害（穂いもち発病穂割合 6% 以上）の有無との関連性を統計的に明らかにするため、各地域別にそれぞれの事例を「葉いもち無発病」の事例を含めて 3 カテゴリーに分類して 2×2 のクロス集計を行い、 χ^2 検定を行うとともに、オッズ比を求めた。

II 岩手県における病虫害診断の現状と将来

1 病虫害診断の現状

農作物に悪影響を及ぼす病虫害の防除にあたっては、的確かつ迅速な診断と診断結果に基づいた防除指導が不可欠である。病虫害の診断体制については、都道府県によって相当異なるようである。ここでは、岩手県における診断体制について紹介する。

本県では、生産者などから診断依頼があった場合、まず普及指導センターや農業革新支援センターが窓口となって簡易診断を行う（図-3）。普及指導センターや農業革新支援センターで診断できなかったサンプルについては、病虫害防除所が県農業研究センターと連携して診断を行う（図-3）。なお、本県で重要な病虫害については、早期発見と被害拡大を防ぐため、農業革新支援センター

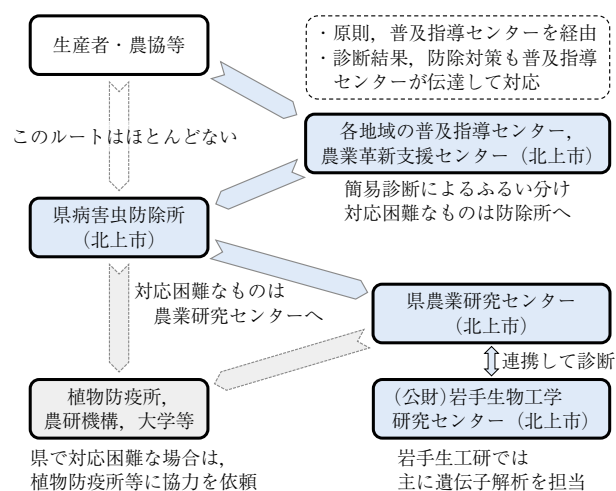


図-3 岩手県での病虫害診断受付の流れ

において、監視・診断体制を整備している。現在、農業革新支援センターにおいて対応している病害虫監視・診断体制は以下の通りである。

- (1) ナス科野菜萎凋性病害の診断（各普及指導センターへの診断用選択培地の配布）
- (2) キュウリホモプシス根腐病の診断・防除体制
- (3) ピーマン PMMoV の診断（抵抗性打破ウイルス監視体制の整備）
- (4) キクわい化病、半身萎凋病の診断（ウイロイド検定体制の整備、診断用培地の配布）
- (5) 果菜類ウイルス病・細菌性病害の簡易診断（市販のイムノストリップなどを活用した現地病害診断スキル向上の取組）

県病害虫防除所で扱った過去6年間の病害虫診断実績を見ると、診断依頼件数は年間50～70件程度となっており、診断依頼件数別に見ると、野菜や花きの診断割合が多い傾向がある（表-3、図-4）。この診断依頼件数には、

表-3 岩手県病害虫防除所における近年の病害虫診断実績

診断件数	2015	2016	2017	2018	2019	2020	6年平均
糸状菌病	17	18	16	19	15	20	17.5
細菌病	5	5	11	6	6	4	6.2
ウイルス病	8	6	7	9	7	15	8.7
虫害	3	2	5	2	3	3	3.0
センチュウ害	0	0	0	1	0	1	0.3
生理障害・薬害	9	15	17	19	9	9	13.0
その他	5	7	7	8	5	5	6.2
不明	10	12	4	8	9	10	8.8
計	57	65	67	72	54	67	63.7

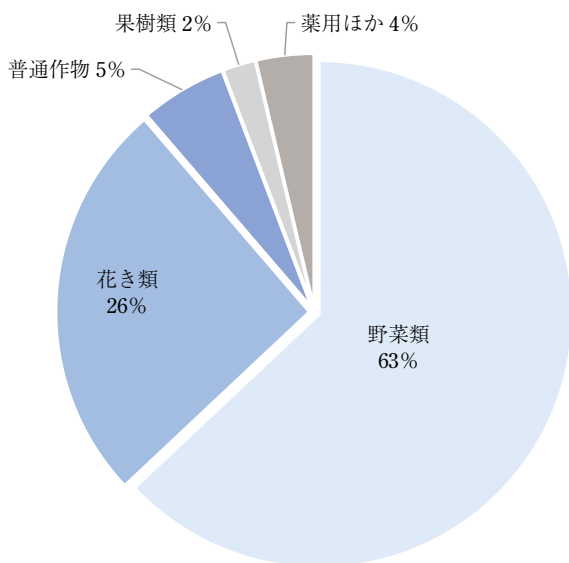


図-4 作物別の病害虫診断依頼割合（2015～20年計）

農業革新支援センターで対応している病害虫の診断件数は含まれない。他都道府県では、年間数百件の病害虫診断を実施している事例もあると聞いている。本県の病害虫防除所の診断対応件数がそれほど多くない理由としては、普及指導センター・農業革新支援センターでの簡易診断による「篩分け」が機能しているためと思われる。

2 病害虫診断の課題

いつ、どこから、どんな病害虫診断の依頼があるかを事前に把握することは困難である。病害虫防除所では、診断対応を優先して取り組んでいるが、そのために、本来予定していた業務の中断を迫られるケースが生じる場合もある。また、病害虫防除所では担当となったその日から診断対応に従事することとなるが、初期の診断で特に重要となる、「病気」であるのか「他の障害」によるものかを判断するためには相応の経験や知識が必要である。近年は、病害虫防除所の人員削減が進んだことにより、若手職員がベテラン職員と一緒に現場を回り、診断技術を習得する機会が減少している。このため、診断技術の継承や、知識と経験を向上させるための取り組みが今後重要になってくるであろう。そのほか、診断依頼のサンプルそのものの状態が悪かったり、診断に十分な時間を割く余裕がなかったりした場合等、やむを得ず「原因不明」で処理してしまうケースがあり、これも改善が必要な点である。

3 診断後の防除指導における課題

本県の病害虫診断体制では、診断結果および対策の農家等依頼者への伝達は普及指導センターが担う。このため、提示された診断結果や対策を農家がどのように受け止めたのか、病害虫防除所の職員が直接確認する機会は少ない。つまり、診断後に提示した防除対策が的確であったのかについて、事後評価ができていないことが課題として挙げられる。病害虫診断の結果を伝達する場合は、当面の対策として農薬の使用を指導するケースが多いが、病害虫の被害をうまく抑制するためには、対象病害虫の発生生態や農薬の作用特性の理解が不可欠である。このため、指導により、一時的には発生が抑制されたように見えても、最終的には防除効果を持続させられず被害に結びついてしまう場合や、診断結果と防除指導を次作に活かすことができない場合も見られる。このため、最前線での防除指導を担う普及指導員や農協の営農指導員に対して、病害虫の発生生態や農薬の特性を理解してもらう研修等の機会をどのように確保していくかが課題であろう。

4 病害虫診断・防除指導の将来

病害虫防除所では、定期的な人事異動に加えて、職員



図-5 *Rhizoctonia solani* AG-3 TM によるナス果実小陥没症の症状（左）と多発生により廃棄されたナス（右）

数そのものの減少により、診断技術や防除指導に必要な知識の継承が困難となってきた。今後、病虫害防除所の内部だけで診断技術や防除指導に必要な知識を維持・継承していくのは困難であるので、日本植物防疫協会や各種学会・研究会主催の外部の病虫害診断関連の研修等をうまく活用し、人材を育成していくことが必要である。また、現場での診断や防除指導を支援するツールとして、イムノストリップキットやAI診断技術は実用レベルとなりつつある。これらを普及指導員や農協の営農指導員が活用できれば、病虫害診断の効率化や迅速化につなげることができる。そのためには、イムノストリップキットやAI診断アプリ等有用なツールの指導機関への活用を促すための取り組みが重要となってくる。なお、これらのツールは病虫害診断の効率化・迅速化だけでなく、普及指導員や営農指導員の学習ツールとして、現場指導者の診断技術向上にも有効である。

マイナーもしくは未知の病虫害、抵抗性害虫や耐性菌への対処の場合、過去の知見やAI診断技術だけでは問題を解決できない。これまでどおりではあるが、研究サイドと連携し、現場を見て、過去の知見をふまえながら総合的に判断する力が求められる。さらに、より正確な診断とち密な防除指導の向上につなげるために、防除指導の結果がどうなったのかを事後評価できる仕組み作りが必要となるであろう。

おわりに

発生予察事業の効率化については、AIなどを活用した検討も進められ、今後実用性についても評価されるであろう。そのほか、本稿で示したように、病虫害防除所の発生予察調査データを有効に活用することで、各都道

府県で問題になっている病害の防除適期について新たな知見や既存のデータを補完する知見が得られると考えられる（川口，2015）。病虫害防除所に眠っている蓄積された調査データは「宝の山」である。今後これらのデータ解析が進められ、各地域の病虫害の流行様相の解明、発生予察情報の精度の向上や新たな防除体系の構築に反映されることを期待したい。

病虫害診断や指導については、過去の事例や教科書に記載されている内容だけでは対応できない場合も多い。また、AIやICT技術では未知の病虫害には対応できない。筆者の苦い経験であるが、2008年にナス果実に小さな陥没が無数に生じる障害が発生して困っていたとの相談を受けた。現地では果実の小陥没症と呼ばれていた（図-5）。そのような症状の病害の報告事例はなく、果実から病原菌と思えるようなものを分離できなかった。そのため、現場に行くこともせず、「原因不明」として処理してしまった。それから数年後、果実小陥没症は無視できないほど壊滅的な被害をもたらしていた（図-5）。普及員とともに被害圃場を観察し、伝染性病害によるものだ気づいた。そこから取り組みを開始したが、防除対策の提示および原因の解明まで、最初の診断依頼から10年以上を費やしてしまった（岩館・佐々木，2019）。なぜ最初に診断依頼があったときに、圃場を見に行かなかったのか悔やまれてならない。

今後、AIやICT技術の発達によって病虫害の診断に活用できる有効なツールも増えていくと思われる。しかし、様々な情報を総合的に判断できる人間の能力は今後も変わらず重要である。AIやICT技術が得意とする部分と人間が得意とする部分は異なるので、これらを組合せて対処していくことが現実的であろう。

引用文献

- 1) 平野善広 (1995): 植物防疫 49: 311~313.
- 2) 岩館康哉・猫塚修一 (2010): 日植病報 76: 44~45 (講要).
- 3) ———・佐々木陽菜 (2019): 北日本病虫研報 70: 76~79.
- 4) 岩手県植物防疫協会 (1990): いわたの植物防疫 (阿部 慎ほか 編), 岩手県植物防疫協会, 盛岡, p.30~35.
- 5) KAWAGUCHI, A. (2014): J. Gen. Plant Pathol. 80: 435~442.
- 6) 川口 章 (2015): 植物防疫 69: 363~367.
- 7) 猫塚修一ら (2009): 日植病報 75: 314~322.
- 8) ——— (2010): 植物防疫 64: 536~540.
- 9) 沼田芳宏ら (2003): 北日本病虫研報 54: 23~28.
- 10) 恒川健太ら (2020): 関西病虫研報 62: 1~6.

新しく登録された農薬 (2021.10.1~10.31)

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

「殺虫剤」

●チリカブリダニ剤

24553：チリガブリ（石原産業）21/10/13

チリカブリダニ：2000 頭/30 ml

野菜類（施設栽培）：ハダニ類：発生初期

花き類・観葉植物（施設栽培）：ハダニ類：発生初期

●スワルスキーカブリダニ剤

24554：システムスワルクくんロング（石原産業）21/10/13

スワルスキーカブリダニ：250 頭/パック

かんぎつ（施設栽培）：ミカンハダニ：発生直前～発生初期

マンゴー（施設栽培）：チャノキイロアザミウマ：発生直前～発生初期

びわ（施設栽培）：ミカンハダニ類：発生直前～発生初期

野菜類（施設栽培，ただし，トマト，ミニトマトを除く）：
アザミウマ類，コナジラミ類，チャノホコリダニ：発生直前～発生初期

花き類・観葉植物（施設栽培）：アザミウマ類：発生直前～発生初期

●クロチアニジン・ホスチアゼート粒剤

24555：ネマトリンパワー D 粒剤（石原産業）

24556：ダブルバスター粒剤（石原バイオ）

21/10/27

クロチアニジン：0.15%

ホスチアゼート：1.5%

かんしょ：ネコブセンチュウ，コガネムシ類：植付前

●カルタップ・クロチアニジン水和剤

24557：住化フルスウィング W（住友化学）

24558：バウンスバック WDG（レインボー）

21/10/27

カルタップ：2.0%

クロチアニジン：45.0%

芝：コガネムシ類幼虫，シバツトガ，タマナヤガ，スジ

キリヨトウ，ミミズ糞塚形成阻害，シバオサゾウムシ：発生初期

「除草剤」

●グリホサートイソプロピルアミン塩液剤

24540：GF ターンアウト液剤（住友化学園芸）21/10/13

グリホサートイソプロピルアミン塩：41.0%

樹木等：一年生雑草，多年生雑草，ススキ，ササ類，スギナ

材木：竹類

●ブロマシル・DCMU 粒剤

24541：ハイバーデュオ（丸和バイオ）

24542：ネコソギベスト粒剤（レインボー）

21/10/13

ブロマシル：1.5%

DCMU：4.0%

樹木等：一年生雑草，多年生雑草

●ブロマシル・DCMU 粒剤

24543：ハイバーデュオ D（丸和バイオ）

24544：ネコソギ DCM6 粒剤（レインボー）

21/10/13

ブロマシル：2.0%

DCMU：3.0%

樹木等：一年生雑草，多年生雑草

●ブロマシル・DCMU 粒剤

24545：ハイバーデュオ P（丸和バイオ）

24546：ネコソギパワー II 粒剤（レインボー）

21/10/13

ブロマシル：2.5%

DCMU：2.5%

樹木等：一年生雑草，多年生雑草

(35 ページに続く)



紫外線 (UV) 照射によるイチゴうどんこ病に対する抵抗性誘導の評価法開発

宮崎大学 農学部 植物生産環境科学科 **太田 江美*・竹下 稔**
 香川県農業試験場 **にし 西 村 文 宏**
 香川県農業経営課 **もり 森 充 隆**
 兵庫県立農林水産技術総合センター **かんとう 神頭 武嗣・田中 雅也**
 近畿大学農学部 近畿大学アグリ技術革新研究所 **ほそ 細 川 宗 孝**
 京都大学大学院 農学研究科 **おさか 刑 部 正 博**
 国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 野菜花き研究部門 **さ 佐 藤 まもる 衛****

はじめに

紫外線 (UV) とは 400 nm 以下の波長のことを指し、UV-A (315~400 nm)、UV-B (280~315 nm)、UV-C (200~280 nm) の三つに大きく分類される。農業現場では UV-B を補助的に照射することで、イチゴうどんこ病 (KANTO et al., 2009) やバラうどんこ病 (KOBAYASHI et al., 2013) 等の発病を抑制する効果が報告されている。本効果の要因としては、UV による直接的なうどんこ病菌の菌糸の発芽・成長の抑制や、植物が備えている病害抵抗性の誘導が考えられる。UV によって発病を抑制することで、農薬使用量が減少すると生産者の労力削減や、安心安全な農産物の提供が可能となる。また、農薬に対する耐性をもつ病原体の発生リスクの低減も期待される。一方で UV 照射技術が実用化段階にあるものの、実際の病害抵抗性誘導現象について UV 照射導入後に検証する評価方法がなかった。そこで本稿では、防御関連遺伝子を用いた相対定量 RT-PCR による UV 誘導抵抗性の評価法と、UV の照射によるイチゴうどんこ病抑制効果について紹介する。

Development of Evaluation Measure for Defensive Responses Induced by UV Irradiation in Strawberry Plants. By Emi OTA, Minoru TAKESHITA, Fumihiro NISHIMURA, Mitsutaka MORI, Takeshi KANTO, Masaya TANAKA, Munetaka HOSOKAWA, Masahiro OSAKABE and Mamoru SATOU

(キーワード: イチゴうどんこ病, UV, 防御関連 (PR) 遺伝子, リアルタイム PCR)

*現所属: 宮崎大学大学院 農学工学総合研究科

**現所属: 国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 遺伝資源研究センター

I UV 誘導抵抗性の指標遺伝子

UV 照射によって発現誘導される指標遺伝子を我々が探索したところ、相対定量 RT-PCR により、PR3 と PR5 の転写物蓄積量の上昇が認められた。PR タンパク質 (pathogenesis-related protein) とは病原体が侵入・感染したときに植物体内で発現誘導される感染特異的タンパク質である。イチゴにおいては、これまでに 1~14 族の PR 遺伝子が分離されており、それぞれ異なる機能を持つと推察されている (AMIL-RUIZ et al., 2011)。

PR3 は病原菌の細胞壁構成成分 (キチン) を分解する酵素活性を示す (OSHEROV and YARDEN, 2010)。また、PR5 は甘味料であるタウマチン様タンパク質の一種で、病原菌の孢子発芽や菌糸成長を抑制する (ABAD et al., 1996)。本稿では、PR3 や PR5 に代表される遺伝子を指標としたイチゴにおける UV 誘導抵抗性評価法を紹介する。

II 具体的な評価手順

1 使用したイチゴ試料の UV 照射条件

香川県農業試験場の栽培温室において、品種‘さぬき姫’と‘よつばし’を用いて UV 照射試験を行った (図-1)。今回解析した結果は、育苗期と定植後それぞれの生育ステージに採取した試料に基づいたものである。イチゴはいずれも硬質プラスチック温室内 (温度 12~30℃, 相対湿度 60~90%) で慣行栽培した。UV 照射は UV 蛍光灯 (パナソニック株式会社, UV-B 電球形蛍光灯 SPWFD24UB1PB, 波長領域 270~380 nm) を用いて毎日午前 0~3 時の 3 時間に実施した。

まず、ポット栽培のイチゴ苗に UV を照射し 2, 4, 7 日後の午前 8~9 時の間にコルクボーラー No.3 (直径 7.0 mm) を用いて最上位展開葉から 4 箇所 (35~50 mg) を採取した。試料は UV 照射 (+UV) 区と非照射 (-UV) 区のそれぞれ 9 株から採取した。ポット苗と UV ランプ間の距離は約 1.1 m, UV 照度は約 $8.9 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ であった。

次いで、定植 1 か月前から UV を照射し続けている苗を、上記と同様の方法で +UV 区と -UV 区に分け、定植 7, 30 日後にそれぞれ 20~21 株から試料の採取を行った。UV ランプと定植株との距離は 1.1~6.3 m, 照度は $1.6\sim 8.9 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ であった (図-2)。

採取した試料は液体窒素で急速に凍結し、使用するまで -70°C で保存した。

2 RNA 抽出

ISOSPIN Plant RNA と Assist Buffer for ISOSPIN Plant RNA (ニッポンジーン) を用いて、オプションプロトコル



図-1 イチゴ圃場内の写真

ルに従いイチゴの葉から total RNA を抽出した。他の植物に比べてイチゴの葉には多糖類やポリフェノール類が多く含まれるが、本抽出キットの使用により 260/280, 260/230 の比がともに 1.8 以上の高純度の RNA の抽出が可能であった。また、試料採取から抽出までの保存期間を 1~2 週間以内にとどめると高濃度の RNA 収量を維持できた。また、長期間冷凍保存していた試料から RNA を抽出するために、最初に行う 10 分間の遠心の回数を 1 回多く繰り返すことで、夾雑物と RNA を効率よく分離することができた。

3 相対定量 RT-PCR

一度に多くの試料を評価することが可能な、ワンステップによる相対定量 RT-PCR を行った。RNA-direct™ SYBR® Green Realtime PCR Master Mix (TOYOBO) を用い、1 反応液当たり $10 \mu\text{l}$ (100 ng の RNA を含む) とした (表-1)。使用したプライマーは、Ota et al. (2021) を参考にした (表-2)。Thermal Cycler Dice® Real Time System II (TaKaRa) を用いて、以下の条件で RT-PCR 反応を行った。熱変性 90°C 30 秒、逆転写反応 61°C 20 分、 95°C 30 秒で逆転写酵素を失活後、 95°C 15 秒、 60°C 15 秒、 74°C 30 秒の PCR 反応を 45 サイクル行い、最後に 95°C 10 秒、 60°C 5 秒、 95°C 10 秒の融解曲線解析を行った。得られたデータは MultiPlate RQ (TaKaRa) ソフトウェアを用いて、 $\Delta\Delta\text{Ct}$ 法により解析した。次いで、個体数

表-1 1 ウェル当たりの PCR 反応液

RNA-direct™ SYBR® Green	$5 \mu\text{l}$
Realtime PCR Master Mix (TOYOBO)	
50 mM Mn (OAc) 2	$0.5 \mu\text{l}$ (2.5 mM)
Sense Primer	$0.5 \mu\text{l}$ (0.2 μM)
Antisense Primer	$0.5 \mu\text{l}$ (0.2 μM)
RNA sample	100 ng
Distilled Water	up to $10 \mu\text{l}$

() は終濃度を示す。

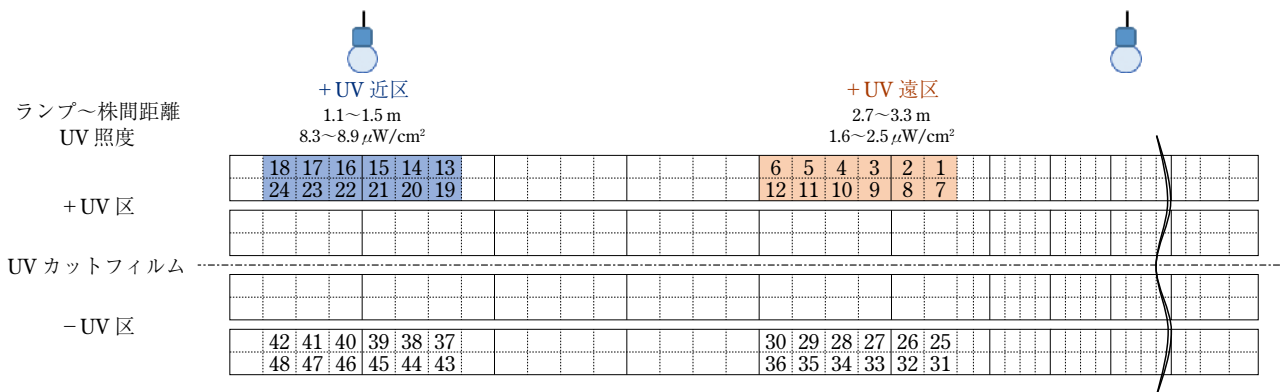


図-2 圃場定植配置図

表-2 プライマー表

プライマー名	Accession number	配列 (5'-3')	PCR 産物 (bp)
PR3 Forward	AF320111	ACAAACCATCAAGCCACGACG	134
PR3 Reverse		TTGTCCACGCCCACATTCAAGTC	
PR5 Forward	LC481010	AGGTCCAGTGCAGCAATACCTG	145
PR5 Reverse		GATTGTCTGGACCTCTACCTGCA	
CHC1 Forward	FANhyb_rscf00000030.1.g00020.1 ^a	GCCGGTTCGTTCAATTCCACAG	104
CHC1 Reverse		CAGGCTGATCAGGGTCAACC	

^a Strawberry GARDEN における Genome ID (かずさ DNA 研究所; <http://strawberry-garden.kazusa.or.jp/>).

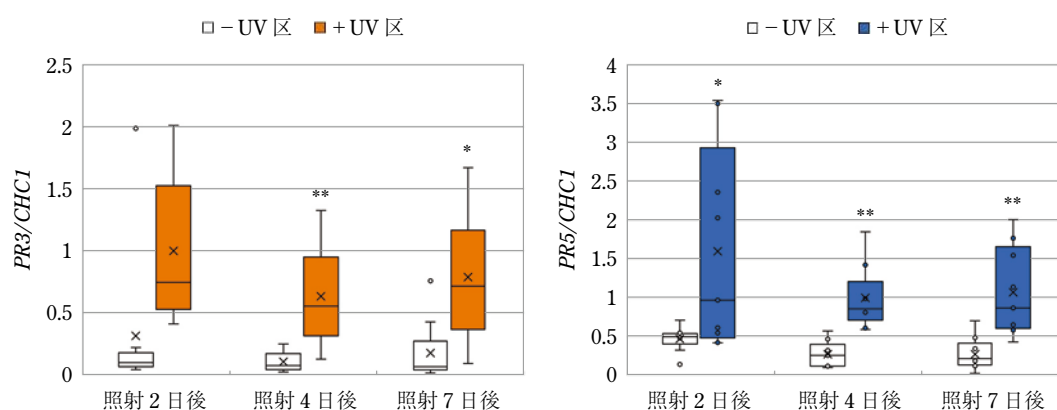


図-3 育苗期における各転写物相対蓄積量

$n = 9$, t -検定 (*: $P < 0.05$, **: $P < 0.01$). 回収日ごとに検定.

や処理区の数に応じて各処理区の平均値の差を t 検定, または Tukey-Kramer 法によって統計解析した。

4 イチゴうどんこ病の発病度調査

‘よつぼし’は UV 照射区・非照射区それぞれ必要に応じて殺菌剤の散布を行った。一方, ‘さぬき姫’を用いた照射試験では殺菌剤を散布せずに発病度を調査した。定植 16, 30, 44 日後に‘よつぼし’を, 定植 7, 36, 58 日後に‘さぬき姫’の発病度を調査した。病徴の確認は 1 株につき上位 3 複葉 (計 9 小葉) の葉裏を対象とし, それぞれの葉全体の面積に対し病徴が現れている面積の割合 (%) によって, 5 段階評価 (0: 無病徴, 1: 5% 未満, 2: 5~25% 未満, 3: 25~50% 未満, 4: 50% 以上) を実施した。そして, 各株における発病度 (D) は以下の計算式によって求めた。

$$D = [\sum (di) / n / 4] \times 100$$

(di : それぞれの葉における病徴の評価, n : 葉の枚数, 4: 病徴評価における最大値)

それぞれの品種で UV 照射区・非照射区それぞれ 16 株を調査し, 発病度の平均値を t 検定 ($p < 0.05$, または $p < 0.01$) により統計解析した。

III 評価結果

1 照射開始 2, 4, 7 日後

照射 4, 7 日後で内部標準遺伝子 ($CHC1$) に対する $PR3$ と $PR5$ 転写物の相対蓄積量は, -UV 区に比べ +UV 区において有意に上昇していた (図-3)。また, 図-3 より照射 7 日後では +UV 区において転写物相対蓄積量の多少の変動は見られたものの, -UV 区では転写物の相対蓄積量は低いままであった。この結果から, 照射開始 1 週間以内のポット苗を用いて UV 誘導抵抗性の評価を行う場合, $PR3$ と $PR5$ を指標とした相対定量 RT-PCR によって評価が可能であることが示唆された (国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構野菜花き研究部門 編, 2019)。

2 定植 7, 30 日後

定植 7, 30 日時点で +UV 区と -UV 区を比較したところ, $PR3$ と $PR5$ の転写物相対蓄積量の違いは認められなかった (図-4)。また, +UV 区では個体間の $PR3$ と $PR5$ の転写物相対蓄積量が -UV 区よりもばらつきが大きく, 定植後の UV 誘導抵抗性の評価が困難であった。この結果は, 定植株と UV ランプの位置関係による UV 照度の差が PR 遺伝子転写物の相対蓄積量に影響してい

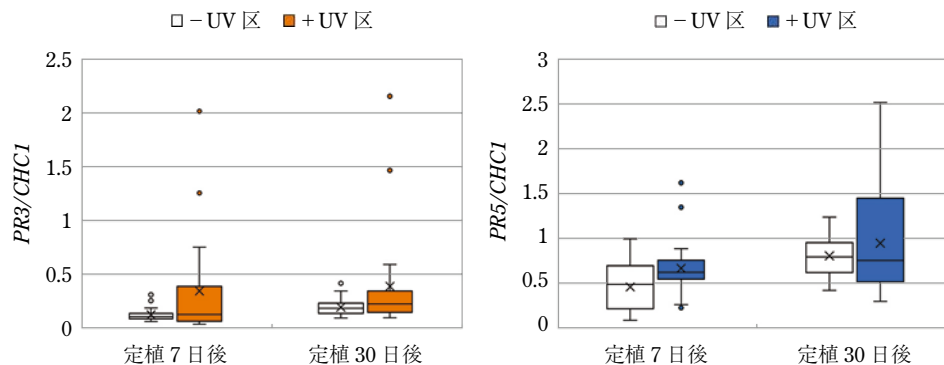


図-4 定植後における各転写物相対蓄積量
 $n = 21$, t -検定 ($P < 0.05$). 回収日ごとに検定.

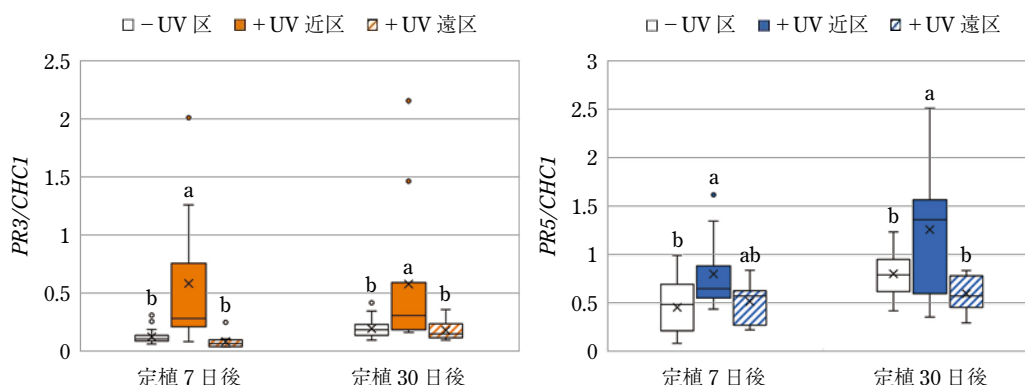


図-5 3 グループで比較した各転写物相対蓄積量
 $n = 21$ (-UV 区), $n = 11$ (+UV 近区), $n = 10$ (+UV 遠区).
 Tukey-Kramer ($P < 0.05$). 回収日ごとに検定.

ることを示唆している。そこで、+UV 区の定植株を UV ランプからの距離をもとに、さらに二つのグループに分けて解析を行った (図-2)。ここで、UV ランプから 1.5 m 以内に位置する定植株を +UV 近区 (照度 $8.3 \sim 8.9 \mu\text{W}/\text{cm}^2$) とし、ランプから 2.7~3.3 m の範囲に定植された株を +UV 遠区 (照度約 $1.6 \mu\text{W}/\text{cm}^2$) とした (図-2)。

転写物相対蓄積量は、ともに定植 7, 30 日後で +UV 近区において有意に上昇していた (図-5)。一方、+UV 遠区の転写相対蓄積量は -UV 区とほとんど差がないという結果になった。このことから、PR 遺伝子の発現量は UV 照度に依存していることが示唆された。しかし、UV ランプとの距離にかかわらず、+UV 区でのうどんこ病の発病度は -UV 区と比較して低かったため、UV による病原体への直接的な増殖抑制効果や異なる UV 照射量での PR 遺伝子の発現動態の違いについて詳細に追究する必要がある。以上の結果から、PR 遺伝子を用いた UV 誘導抵抗性の評価には、定植後では少なくとも UV ランプの真下付近に位置する株を用いることが推奨される。

3 UV 照射によるイチゴうどんこ病の発病抑制

‘よつばし’の慣行栽培試験では、-UV 区において定植 44 日後に発病度が上昇傾向となったが、+UV 区では殺菌剤の散布回数を通常の 7 割相当削減しても調査期間を通して発病がほぼ認められなかった (図-6)。¹ ‘さぬき姫’における殺菌剤無散布条件での試験では、定植 58 日後の +UV 区の発病度が -UV 区のそれと比べて有意に抑制されていた (図-6)。さらに、+UV 区内での UV 照射量の違いによる発病度の差異は観察されなかった。また、両品種ともに UV 照射による収量の減少は認められなかった。

おわりに

今回、‘さぬき姫’と‘よつばし’の 2 品種を用いて評価し、PR 遺伝子によって UV 誘導抵抗性を確認した。また、UV 照射下におけるうどんこ病の発病度を調査した結果、UV 照射が収量に影響せず、-UV 区と比較して殺菌剤の散布回数が最大 70% 削減できたほか、殺菌剤無散布条件下でも UV 照射によるうどんこ病の発病が抑制さ

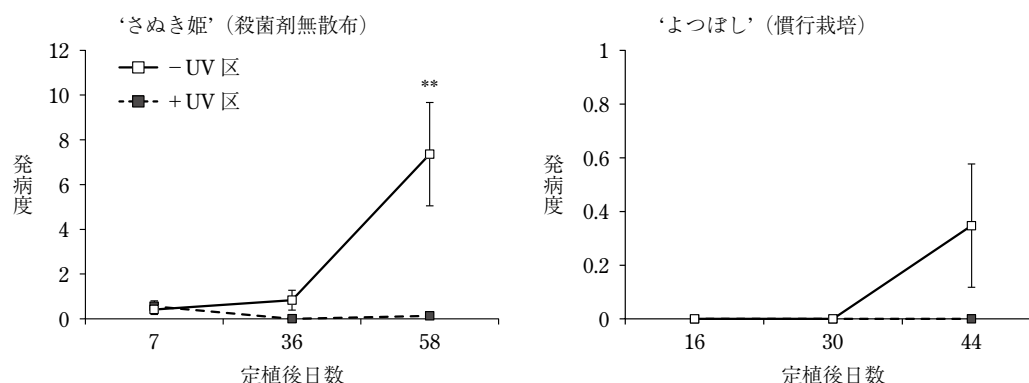


図-6 定植後における各品種の発病度
n = 16, t-検定 ($P < 0.01$). 調査日ごとに検定.

れた。

今後は、異なる作物と病原体の組合せで UV 照射技術を試すとともに、UV 誘導型の病害抵抗性分子機構の解明が望まれる。UV 誘導抵抗性の作用機構の詳細が明らかになれば、本評価法の学術的根拠が深まると期待される。

本研究は、戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) 「次世代農林水産業創」(管理人: 生研支援センター) によって実施された。なお、開発した本評価手法は SIP 事業・農研機構の成果として、「紫外光照射技術を基幹とした病虫害防除マニュアル」に掲載・公表された。

引用文献

- 1) ABAD, L. R. et al. (1996): Plant Sci. 118: 11~23.
- 2) AMIL-RUIZ, F. et al. (2011): Plant and Cell Physiol. 52: 1873~1903.
- 3) KANTO, T. et al. (2009): Acta Hort. 842: 359~362.
- 4) KOBAYASHI, M. et al. (2014): Environ. Control Biol. 51: 157~163.
- 5) 国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構野菜花き研究部門 編 (2019): 紫外光照射を基幹としたイチゴの病虫害防除マニュアル~技術編~: 54 pp.
- 6) OSHEROV, N. and YARDEN, O. (2010): Cellular and Molecular Biology of Filamentous Fungi, American Society of Microbiology Press, Washington DC, p.224~237.
- 7) OTA, E. et al. (2021): Plant Pathol. 70: 1378~1387.

(新しく登録された農薬 30 ページからの続き)

●グリホサートイソプロピルアミン塩・プロマシル・メコプロップ P カリウム塩液剤

24547: ハイパーデュオ V (丸和バイオ)

24548: ネコソギロングシャワー V9 (レインボー)

21/10/13

グリホサートイソプロピルアミン塩: 1.2%

プロマシル: 0.90%

メコプロップ P カリウム塩: 0.20%

樹木等: 一年生雑草, 多年生雑草, コケ類, イシクラゲ

●グリホサートイソプロピルアミン塩・プロマシル液剤

24549: ハイパーシャワー R (丸和バイオ)

24550: ネコソギパワーロングシャワー (レインボー)

21/10/13

グリホサートイソプロピルアミン塩: 1.2%

プロマシル: 0.45%

樹木等: 一年生雑草, 多年生雑草

●グリホサートイソプロピルアミン塩・プロマシル液剤

24551: ハイパーシャワー D (丸和バイオ)

24552: ネコソギパワーロングシャワー DX (レインボー)

21/10/13

グリホサートイソプロピルアミン塩: 1.3%

プロマシル: 0.40%

樹木等: 一年生雑草, 多年生雑草

●イプフェンカルバゾン・テフリルトリオン・フロルピラウキシフェンベンジル粒剤

24559: サキガケ楽粒 (北興化学) 21/10/27

イプフェンカルバゾン: 10.0%

テフリルトリオン: 12.0%

フロルピラウキシフェンベンジル: 2.0%

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, ヘラオモダカ, セリ, オモダカ, クログワイ

病害虫の 見分け方 シリーズ

野菜に発生するコナジラミ類の識別と被害

熊本県農業研究センター 生産環境研究所
樋 口 聡 志

はじめに

コナジラミ類は、ウンカ類やアブラムシ類等と同じカメムシ目の仲間であり、我が国では25種が農作物を加害する害虫として報告されている（日本応用動物昆虫学会，2006）。そのうち、野菜栽培で問題となるコナジラミ類は、オンシツコナジラミとタバココナジラミの2種であり、タバココナジラミには生物的特徴が異なる多くのバイオタイプが存在し（PERRING, 2001）、国内にも複数が生息している。これらコナジラミ2種やタバココナジラミのバイオタイプの違いにより、寄主適合性、媒介する病原ウイルスおよび有効薬剤等が異なるため、防除においては発生している種やバイオタイプを把握することが重要である。そこで本稿では、コナジラミ2種およびタバココナジラミのバイオタイプを識別する方法や被害等について紹介したい。

本文に入るに先立ち、本稿に対して有益なご助言をいただいた元熊本県農業研究センターの行徳 裕氏に厚く御礼申し上げます。

I 野菜に発生するコナジラミ類

オンシツコナジラミとタバココナジラミは、世界中に広く分布する農業害虫である。これら2種は、葉裏の毛茸が少なく葉面が滑らかな植物ではサークル状に産卵し（図-1）、ふ化すると4齢幼虫まで発育する。その後、4齢幼虫の背面に裂け目ができて成虫が羽化する（図-2, 3）。成虫は翅が白く、体色が淡黄色である。かつて、4齢幼虫の後期を「蛹」と呼ぶこともあったが、蛹の発育段階を持たない不完全変態昆虫である。特徴として、ふ化した1齢幼虫はしばらくの間周囲を歩行するが、2齢になると脚を持たない固着生活となる。どちらも基本的に寄主植物の葉裏で生活しており、成虫および幼虫ともに口針を使って植物の汁液から栄養を摂取して甘露を排泄する。また、産雄単為生殖であり、未受精卵は雄となる。



図-1 サークル状に産卵されたタバココナジラミ卵

Identification and Damage of Whiteflies on Vegetables. By Satoshi HIGUCHI
(キーワード: コナジラミ, バイオタイプ, 異常症, TYLCV, CCYV)

オンシツコナジラミ *Trialeurodes vaporariorum* Westwood

1974年に海外から我が国への侵入が確認され、数年で分布域を全国に拡大した。本種は、寄主植物が84科249種と広食性である(RUSSELL, 1977)。成虫の体長は約1.2 mm。幼虫は全体に乳白色であり、3~4齢幼虫では一部が淡黄色で周縁に刺毛を密生する。幼虫の体長は、1~2齢が0.3~0.4 mm, 3齢が0.5~0.6 mm, 4齢が0.7~0.8 mmである。産卵から新成虫が羽化するまでの発育期間は、20℃で約1か月である。

タバココナジラミ *Bemisia tabaci* (Gennadius)

前述したように、タバココナジラミには、形態的な区別が困難であるものの、生物的特徴が異なり、互いに生殖隔離が起きている多くのバイオタイプが存在する。このため、タバココナジラミは、一つの生物種ではなく種複合体(species complex)として扱われ(PERRING, 2001)、600種以上の寄主植物が報告されている(OLIVEIRA et al., 2001)。成虫は体長が約0.8 mmである。幼虫の体長は1~2齢が0.2~0.4 mm, 3齢が約0.6 mm, 4齢が約0.8 mmで、オンシツコナジラミと大差はない。

我が国では従来からスイカズラを主要寄主とする在来のバイオタイプJpLが生息しているが(UEDA et al., 2009)、本バイオタイプは農作物で多発することが少なく、重要害虫ではなかった(本多, 2008)。その後、1989年ころに海外から侵入したバイオタイプB (Middle East-Asia Minor 1 (MEAM1)、以前はシルバーリーフコナジラミと呼称)は、急速に分布域を拡大しながら野菜などを加害した。さらに、2004年に国内で未記録であったバイオタイプQ (Mediterranean (MED))が確認され、分布域を全国的に拡大し問題となった。その他、国内で確認されている主なバイオタイプは、沖縄などの琉球諸島での在来系統であるバイオタイプNauruが確認されている(UEDA et al., 2009)。

このように国内では複数のバイオタイプが確認されているが、被害が問題となるのは主にバイオタイプBおよびQである。これらは農作物を含む様々な植物を寄主として利用し、我が国での寄主範囲はバイオタイプBが30科88種、バイオタイプQが30科64種と報告されている(飯田・本田, 2010)。これら二つのバイオタイプは、オンシツコナジラミに比べて冬季の低温には弱いものの、夏季の高温には強い。また、国内だけでなく世界各地で各種薬剤に対する感受性低下が報告されている。



図-2 オンシツコナジラミ 4 齢幼虫の脱皮殻



図-3 羽化直前(左)および直後(右)のタバココナジラミ

II 識 別

1 オンシツコナジラミとタバココナジラミ (図-4)

2種を識別しやすい発育ステージは、4齢幼虫、成虫および卵である。識別は慣れると肉眼でも可能であるが、ルーペなどを用いるとよりわかりやすい。



卵



4 齢幼虫



成虫



オンシツコナジラミ



タバココナジラミ

図-4 各発育ステージのオンシツコナジラミ (左) およびタバココナジラミ (右)

(1) 4 齢幼虫

オンシツコナジラミは、体色が白っぽく、小判型で体全体に厚みがある。背面の体表から分泌物が毛状に延びるため、その突起が特徴である。

タバココナジラミは、体色が黄色っぽく、楕円形で背面の中央部が盛り上がるものの、全体的に薄く見える。オンシツコナジラミのような毛状の突起がほぼないことが特徴である。

(2) 成虫

オンシツコナジラミの翅は、定位している葉面に対してほぼ平行にたたまれている。また、左右の翅が重なり、淡黄



図-5 各種作物におけるタバココナジラミによるすす病
(A) トマト, (B) ピーマン, (C) メロン, (D) スイカ.



図-6 タバココナジラミバイオタイプ Q によるトマト果実の着色異常症 (左: 大玉トマト, 右: ミニトマト)

色の腹部背面がほとんど見えない。

タバココナジラミは、定位している葉面に対して45度以上の角度で翅をたたむため、オンシツコナジラミに比べて細身でやや小さく見える。また、左右の翅が重ならず、隙間より腹部背面が見えるため黄色味が強くなる。

(3) 卵

形態的な差が乏しいため、色の違いで識別する。オンシツコナジラミの卵は、初め淡黄色であるが、数日で黒色が強くなる。一方、タバココナジラミの卵は、初め淡黄色で次第に茶褐色となるが、黒化することはない。

2 タバココナジラミのバイオタイプ

タバココナジラミに存在する多くのバイオタイプは、形態的に識別することが困難であり、大部分がミトコンドリアDNAのチトクロームオキシダーゼI (mtCOI) 領域の塩基配列の違いによって分けられている。国内で問題となるバイオタイプBおよびQの識別は、遺伝子診断となるPCR-RFLP法(上田, 2006)やMultiplex PCR法(三浦, 2007; 津金ら, 2007)等を用いて行う。また、バイオタイプQの有無を調べるために、LAMP法による“タバココナジラミバイオタイプQ検出キット”(株式会社ニッポンジーン)が販売されている(安達ら, 2010)。

バイオタイプQは、さらにQ1, Q2, Q3のサブグループに分けられ(GUEGUEN et al., 2010), 薬剤抵抗性やウイルス媒介能力に差があることが知られている(藤原・土田, 2014)。国内の野菜類に発生しているバイオタイプQは、Q1が主体であるものの、栃木県のトマトでQ2が確認されている(FUJIWARA et al., 2015)。このサブグループを判別するには、Multiplex PCR法(KURATA et al., 2016)などを用いて行う。

バイオタイプ識別については、配偶行動において発する音の違いを利用することが可能である。この発生音の違いを用いた方法により、国内で主に問題となるバイオタイプBとQ1の識別が報告されている(NAKABAYASHI et al., 2017)が、発生音を収録するために専用の装置が必要となる。



図-7 タバココナジラミバイオタイプQによるカボチャ白化症

III 被 害

1 吸汁による草勢低下、すす病

オンシツコナジラミおよびタバココナジラミは、植物に口針を挿入して篩管液を吸汁することで栄養を摂取する。また、吸汁すると、不要物を甘露として排泄するため、そこに菌類が増殖して葉や果実等に「すす病」が発生する(図-5)。これにより、葉での光合成が阻害され、さらに果実などが汚れるため商品価値が低下する。著しく多発すると、吸汁害やすすす病により寄主植物が衰弱し、最終的に枯死することがある。



図-8 オンシツコナジラミが病原ウイルスを媒介するキュウリ黄化病



図-9 オンシツコナジラミおよびタバココナジラミが病原ウイルスを媒介するトマト黄化病

2 吸汁による異常症

バイオタイプBまたはQの幼虫がトマト株に多寄生すると、収穫時期になっても果実の一部が赤く着色せず、着色異常果となり商品価値が低下する（図-6）。さらに、両バイオタイプは、カボチャの葉脈や葉などが白くなる白化症を引き起こす（図-7）。これらの着色異常症や白化症は、バイオタイプBに比べてバイオタイプQによる発症程度が低く、オンシツコナジラミでは発症しない。これら以外の異常症として、バイオタイプBが多寄生したウリ科、アブラナ科、セリ科等の作物で、茎または葉の退緑や白化（外間ら，1993）、バイオタイプQが多寄生することでサヤインゲンの白化莢（上門・大藺，2008）が確認されている。

3 媒介する病原ウイルス

コナジラミ2種は、様々な病原ウイルスを媒介して、被害を引き起こす。我が国でのオンシツコナジラミは、*Crinivirus* 属でキュウリ黄化病の病原である *Beet pseudoyellows virus* (BPYV)、並びにトマト黄化病の病原である *Tomato chlorosis virus* (ToCV)、*Tomato infectious chlorosis virus* (TICV) を媒介する（図-8, 9）。国内でタバココナジラミが媒介する病原ウイルスは、*Begomovirus* 属や *Crinivirus* 属において複数種が知られている。そのなかで特に大きな被害をもたらしているのは、*Begomovirus* 属の *Tomato yellow leaf curl virus* (TYLCV) および *Crinivirus* 属の *Cucurbit chlorotic yellows virus* (CCYV) である。

TYLCVによるトマト黄化葉巻病は、新葉の葉縁や葉脈間が黄化および葉巻とともに縮葉し、発病部位より上の節



図-10 タバココナジラミが病原ウイルスを媒介する
トマト黄化葉巻病



図-11 タバココナジラミが病原ウイルスを媒介するウリ類退
緑黄化病

(A) メロン退緑黄化病, (B) キュウリ退緑黄化病, (C)
スイカ退緑えそ病.

間が短縮する（図-10）。本病は保毒したタバココナジラミが低密度でも発生する可能性があること、著しく生育を抑制して収量を大幅に減収させることにより、トマト生産において最も大きな問題となっている。

CCYVによるウリ類退緑黄化病は、メロン、キュウリおよびスイカで問題となる（図-11）。メロン退緑黄化病の発病株は、葉が黄化することによる草勢低下、さらには果実重量および糖度が低下する。キュウリ退緑黄化病の発病株は、葉が黄化するとともに粗剛化し、生育不良となり収量が低下する。スイカ退緑えそ病の発病株は、葉全体が黄化し、葉緑や葉脈間にえそを生じ、果実糖度には影響しないものの、果実重量が低下する。

おわりに

本稿で紹介したコナジラミ2種は、高い増殖能力、広い寄主範囲、非休眠性、病原ウイルスの媒介、薬剤抵抗性の発達等、生産現場で難防除害虫となる特徴を有している。また、タバココナジラミについては、バイオタイプQが見つかった2004年当時、初めは薬剤抵抗性が発達したバイオタイプBと考えられていた。その後、全国的にバイオタイプQの発生実態が調査されると、気付かないうちに広がっている状況が浮き彫りになった。今後も形態的に区別がつかない新たなタバココナジラミやそれに伴う国内未発生の病原ウイルスの侵入により、大きな問題が引き起こされる可能性がある。コナジラミ類は、これらのリスクを伴っているという認識のもと、注意深く生産現場で観察していきたい。

引用文献

- 1) 安達鉄矢ら（2010）：関西病虫研報 52：103～104.
- 2) 藤原亜希子・土田 努（2014）：蚕糸・昆虫バイオテック 83：209～217.
- 3) FUJIWARA, A. et al. (2015): J. Appl. Entomol. 139: 55～66.
- 4) GUEGUEN, G. et al. (2010): Mol. Ecol. 19: 4365～4378.
- 5) 外間也子ら（1993）：関東病虫研報 40：217～219.
- 6) 本多健一郎（2008）：北日本病虫研報 59：1～8.
- 7) 飯田博之・本田健一郎（2010）：植物防疫 64：474～478.
- 8) 上門隆洋・大藺正史（2008）：九病虫研会報 54：109～111.
- 9) KURATA, A. et al. (2016): Appl. Entomo. Zool. 51: 167～172.
- 10) 三浦一芸（2007）：植物防疫 61：315～318.
- 11) NAKABAYASHI, H. et al. (2017): J. Agric. Informatics 8: 11～22.
- 12) 日本応用動物昆虫学会（2006）：農林有害動物・昆虫名鑑増補改訂版，日本植物防疫協会，東京，387 pp.
- 13) OLIVEIRA, M. R. V. et al. (2001): Crop Prot. 20: 709～723.
- 14) PERRING, T. M. (2001): ibid. 20: 725～737.
- 15) RUSSELL, L. M. (1977): Coop. Plant Pest Rep. 2: 449～458.
- 16) 津金胤昭ら（2007）：関東病虫研報 54：159～164.
- 17) 上田重文（2006）：九病虫研会報 52：44～48.
- 18) UEDA, S. et al. (2009): J. Appl. Entomol. 133: 355～366.

農林水産省プレスリリース（2021.10.13～11.8）

農林水産省プレスリリースから、病害虫関連の情報を紹介します。

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

- ◆「みどりの食料システム戦略本部」の開催について
（21/10/26） [maff.go.jp/ の後に /j/press/kanbo/b_kankyo/211026_11.html](https://www.maff.go.jp/j/press/kanbo/b_kankyo/211026_11.html)
- ◆「農林水産省地球温暖化対策計画」及び「農林水産

省気候変動適応計画」の改定について（21/10/27）
[maff.go.jp/ の後に /j/press/kanbo/b_kankyo/211027.html](https://www.maff.go.jp/j/press/kanbo/b_kankyo/211027.html)

植物防疫講座

病害編-46 ウメ病害の発生生態と防除

和歌山県果樹試験場うめ研究所
ひし 菱 いけ 池 まさ 政 し 志

はじめに

和歌山県の主力品種は‘南高’で、栽培上問題となる病害は、黒星病、かいよう病、すす斑病である。いずれも雨媒伝染の病害であるため、その感染および発病期間である落弁期から収穫期までの気象条件が各病害の発生量に影響する。特に、強風雨や長雨の前に防除できたかどうかは、防除の成否に大きくかわる。

本稿では、和歌山県のウメ栽培で問題となる主要3病害について、発生生態と防除対策について述べる。なお、ウメは47都道府県で広く栽培され（令和2年度農林水産統計）、寒地から暖地まで様々な品種が栽培されている。本稿で取り上げる病害が、読者の地域で問題とならない可能性はあるが、ご容赦願いたい。

I 黒 星 病

糸状菌 *Cladosporium carpophilum* が病原である。和歌山県では、無防除とした場合、本病が多発することが多く、重要病害の一つとなっている。主に果実と枝に発生し、まれに葉にも発生することがある。果実では、はじめ暗緑色の小病斑で、後に2~3 mmの黒色円形病斑となる（図-1）。多発すると果実表面に亀裂を生じることがある。枝では、新梢に発生し、はじめ赤褐色で、後に銀灰色の円形病斑になる（図-2）。

第一次伝染源は、前年に形成された枝病斑上の分生子である。分生子は枝病斑上に3月下旬頃から形成され、雨水によって幼果に伝搬される。果実では、硬核始期（和歌山県の主産地で4月20日前後）に最も感染しやすい。15~20℃では12時間以上の濡れ時間があれば果実に感染し、約30日間の潜伏期間を経て、4月下旬ころから発病し始める。枝病斑は、6月ころから徒長枝に形成され始め、8月ころまで新たな病斑が見られる。

和歌山県の主要品種‘南高’における防除期間は3月下旬から5月下旬ころまでで（夏見・湯川，1991）、この



図-1 黒星病の果実病斑



図-2 黒星病の枝病斑

間に2週間間隔で薬剤を散布する。登録薬剤は効果の高いものが多く、比較的防除しやすい病害であるが、長雨などにより薬剤の効果がなくなる期間があったり、散布むらがあったりすると、発病が多くなる。本病に対しては、DMI剤の治療効果（発病が遅延したり、減少したりする）が認められるため、発病を認めたらDMI剤を選択するとよいが、定期的に防除していれば、通常それほど大きな被害になることはない。近年、本病に対して長期間の残効が期待できるジチアノン水和剤の収穫前使用日数が45日前から14日前に、使用回数が1回から2回に変更され、使いやすくなった。本剤を有効利用すれ

ば、農薬散布数を減少させることも可能と考えられる。

耕種の防除としては、第一次伝染源である枝病斑の剪除が挙げられる。しかし、果実への通常の防除を行っている場合、園地にある枝病斑はそれほど多くない。また、本病は日照、通風不良園や密植園等の乾きにくい園で発病が多いことから、整枝、剪定等により通風を改善することが重要で、これらの対策により薬剤がかかりやすくなり、薬剤の防除効果も高まる。

II か い よ う 病

細菌 *Pseudomonas syringae* pv. *morsprunorum* が病原である。病原菌は 18~23℃ で増殖が良好で、比較的低温を好む。枝、葉、果実に発生する。本病原菌による枝病斑には、夏型病斑と潜伏越冬病斑がある。夏型病斑は 5 月ころから見られ始める。はじめ水浸状の小斑点が現れ、拡大とともに中央に亀裂が入り、枝が硬化したところには灰褐色となって拡大を停止するものが多い。発病当年は病斑からの菌の溢出が見られるが、翌年の春には病原菌の溢出がほとんど見られないため、一次伝染の主体にはならないと考えられる。一方、潜伏越冬病斑は 10~11 月にかけて感染し、主に翌年の 3 月上旬から 4 月上旬に発病する。徒長枝に多く形成される。皮目や落葉痕からの感染が多く、剪定の切り口から感染することもある。病斑形成直後から 2 か月以上病原菌の溢出が認められ、第一次伝染源として重要である。潜伏越冬病斑が多いと、果実の初期発病が多くなる。葉では、はじめ水浸状、後に赤色から赤褐色の斑点となり、中央がせん孔する病斑となることが多い。発芽直後から感染、発病し、5 月中旬以降に発病することは少ない。果実では、はじ

め水浸状の小斑点で、後に紫紅色のハローを伴う比較的小型の病斑になるもの（図-3 左）と、黒色、大型で果肉部に深くせん孔するもの（図-3 右）がある。果実への主な感染時期は 3 月下旬から 5 月上旬と推定され、接種試験では、1 時間の濡れ時間で果実に感染する。5 月中旬以降は新たな病斑はほとんど認められない。葉や果実の病斑からの病原菌の溢出は形成直後から 21 日以上認められ、雨水によって二次伝染する。

防除は葉芽発芽前（落弁期）に銅剤を、3 月下旬から 4 月下旬に 2 週間間隔で 3 回抗生物質剤を散布する。抗生物質は、収穫前使用日数が 14 日と比較的短く、他の抗生物質より高い効果が見込まれるオキシテトラサイクリン水和剤の散布が中心となる。本病は、病斑から溢出した病原菌が含まれる雨水により広がるため、降雨前の散布が効果的である。降雨後の散布では明らかに効果が劣るため、長雨や多雨、強風雨が予想される場合は、降雨前に防除する。降雨前に防除しても、強風雨時はオキシテトラサイクリン水和剤の残効期間が短くなる。

耕種の防除では、第一次伝染源となる潜伏越冬病斑を 4 月上旬ころに剪除するとよい。ただし、通常、潜伏越冬病斑は少ないため、多発園で実施する。また、本病の発病は降水量や強風雨の有無に左右され、特に、感染期間中に強風雨があると発病が多くなる。そのため、物理的防除として、風当たりの強い園地では防風ネット設置の効果が高い。

III す す 斑 病

糸状菌 *Peltaster* 属菌が病原である。果実や枝表面に薄墨を流したような病斑が現れる（図-4、5）。第一次伝



図-3 かいよう病の果実病斑
左：小型病斑. 右：大型病斑.



図-4 すず斑病の果実病斑

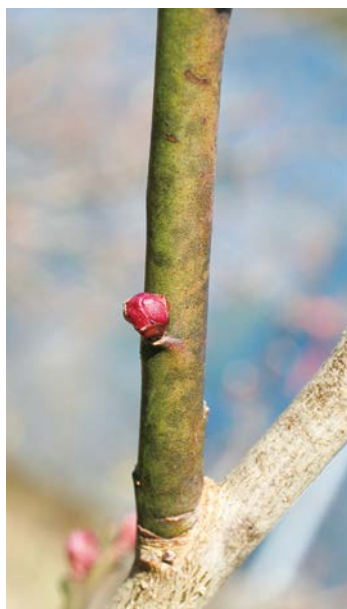


図-5 すず斑病の枝病斑

染源は枝病斑と考えられ、枝病斑上に形成された分生子が雨水によって伝搬し、果実や新梢に感染する。4月下旬から5月上旬以降果実に感染し、発病する。発病には果実の生育ステージが影響すると考えられ、感染時期にかかわらず、6月上旬以降に発病し始める。5月中旬以降の多雨で発病が増加する。和歌山県では、樹上の果実を手もぎする青採り収穫と、完熟した果実を地面に敷いたネットに落果させる完熟落果収穫がある。本病が発病すると、青果として出荷される青採り収穫では、外観を損ない、等級の低下につながる。完熟落果収穫では、生産者が果実を塩漬けし、白干し梅を生産しているが、本

病が発病した果実を塩漬けすると、黒っぽい外観の白干し梅ができて商品価値が低下する。以前は、青採り収穫では山間部の収穫の遅い園地以外ではそれほど問題にはなかったが、近年は初発が早い年もあり、早い時期に青採り収穫できる地域でも問題となりつつある。

防除は、4月下旬以降に2週間間隔でジチアノン水和剤、キャプタン水和剤、DMI剤等を散布する。ジチアノン水和剤とキャプタン水和剤、DMI剤のジフェノコナゾール水和剤は長期間の残効が期待できる(武田, 2015)。このうち、ジチアノン水和剤、キャプタン水和剤は、収穫前使用日数がそれぞれ14日前、21日前と長い。また、完熟落果収穫では収穫期間が約3週間と長く、毎日落果するため、収穫期間に防除することは難しい。発病後にDMI剤で防除しても十分な効果は得られない。そのため、収穫開始までの防除が重要となる。4月下旬以降、ジチアノン水和剤、キャプタン水和剤で防除を行い、5月下旬ころの最終散布にジフェノコナゾール水和剤を用いると、高い防除効果が得られる(武田, 2015)。なお、キャプタン水和剤は散布後に薬斑が残るやすいため、必要に応じて適宜、湿展性展着剤などを添加する。

おわりに

和歌山県のウメ栽培において、重要な病害は3病害と少ないが、その発生量は天候に大きく左右される。2021年は黒星病の発生が認められる園地が多かった。これは、主感染期間である4月の降雨が多かったこと、特に4月下旬に2日にわたって200 mmを超える降雨があり、薬剤の効果がなくなった園地があったためと推察される。また、例年はほとんど発生しないが、環紋葉枯病による早期落葉が一部の園地で見られた。環紋葉枯病は、山間地や通風の悪い園地に発生が多い傾向とされる(野呂, 1985)。筆者が調査した園地も谷間の園地や山間の老木園で、日当たりが悪く乾きにくい園地であった。このように、発生好適条件となった場合、突発的に発生する病害もある。重要病害の防除の徹底はもちろんのこと、天候を見ながら突発的な病害の発生に対応する必要がある。

引用文献

- 1) 夏見兼生・湯川良夫(1991): 関西病虫研報 33: 63~64.
- 2) 野呂俊一(1985): 植物防疫 39: 564~569.
- 3) 武田知明(2015): 関西病虫研報 57: 97~99.

研究室紹介

宮崎県総合農業試験場 生物環境部

宮崎県は、温暖多照な気候と豊かな自然条件を活かし、早期水稻をはじめ、施設園芸から大規模露地園芸など多様な耕種農業が営まれています。しかし、西南暖地特有の高温多湿による病害虫や海外飛来性害虫等の多発事例も多く、県央部に所在する総合農業試験場には常に病害虫等の診断依頼・相談が寄せられているところです。

病害虫研究等を担うスタッフ

本県では、農業試験場に生物環境部と病害虫防除・肥料検査課（防除所）の2つの部・課があり、それぞれ研究、発生予察事業に従事しています。生物環境部では各々、水稻病害虫1名、野菜病害1名、野菜害虫1名が担当となっていますが、人事異動の期間も短く、円滑な研究継続が難しくなっているのが実状です。本年4月の組織改正により、専門技術センターが、農業試験場内に設置され、専門技術指導担当（専門技術員）が配置されたことから、今後は行政・普及・研究がより一層情報を共有し、現場の課題解決を図っていくことができると考えております。

次に、近年の主な研究テーマについて概要を紹介します。

サツマイモ基腐病の防除技術開発

宮崎県は全国第4位のかんしょの作付面積を誇る国内有数の産地を形成しており、焼酎原料用が約7割、青果用が約2割となっています。しかしながら、2018年ころからこれまで国内にはなかった「サツマイモ基腐病（*Diaporthe destruens*）」の発生に見舞われ、年々作付面積も減少傾向にあります。

基腐病は、定植1～1か月半頃から発病が見られ始め、徐々に進展しますが、激発すると写真のように圃場全体に拡がり、収穫皆無となる圃場も珍しくありません。このため、当部では、九州沖縄農業研究センターを中心に、鹿児島県、沖縄県等と連携し、イノベーション創出強化研究推進事業により「産地崩壊の危機を回避するための



サツマイモ基腐病、激発圃場（左）、被害芋（右）



改良 DIBA 法、キュウリ黄化えそ病・緑斑モザイク病診断キット

かんしょ病害防除技術の開発」(2019～2021)に取り組む、基腐病菌の伝染源の解明や、発生要因・発生様相の疫学的調査、薬剤防除技術の開発を積極的に行っているところであります。

キュウリのウイルス病対策技術の確立

本県は全国1位のキュウリ産地で、特に冬期の温暖多照な条件を活かした施設栽培が盛んです。しかし、普通～露地抑制栽培や家庭菜園等周年的にキュウリが栽培されているため、ミナミキイロアザミウマによって媒介されるキュウリ黄化えそ病の発生が大きな問題となっています。本病は、栽培初期に感染すると収量や品質等に及ぼす影響が大きいため、施設内への媒介虫の侵入防止、植え替え時の前作害虫の根絶のほか早期診断による発見除去が課題となっています。当部では、侵入防止ネットの改良や定植時の散布剤・粒剤の組合せ防除、くん蒸剤を活用した植え替え期間の短縮化について研究を進めています。また、DIBA法を活用したウイルス病の早期診断についてもさらに改良を進めているところです。

亜熱帯性果樹の病害虫対策

現在、本県ではポストマンゴーとしてライチのブランド化をはかっていますが、新品目の導入には、次第に判明してくる病害虫の防除対策がとても重要となってきます。ハダニ類やカイガラムシ類の被害が懸念されていますが、いずれも難防除微小害虫であり、化学農薬の登録拡大には時間を要するため、天敵や生物農薬、気門封鎖剤等の活用について検討を行っているところです。

その他、水稻や畑作物、果樹類を対象にドローンを活用した薬剤防除試験（薬効・薬害）、AIを活用した病害虫画像診断等の研究についてもそれぞれ取り組んでいます。これらの技術は着実に現場に普及・拡大していくと考えられますので、生産者の目線で技術をとらえ、有効かつよりスムーズに導入が進むよう職員一丸となって応用研究を進めて参りたいと思います。

（部長 櫛間義幸）

研究室紹介

熊本県農業研究センター果樹研究所 病虫化学研究室

熊本県農業研究センター果樹研究所は、県の中部に位置する宇城市松橋町にあります。宇城地方は「デコボン発祥の地」であり、常緑・落葉果樹の様々な品目が栽培されており、研究環境としても大変恵まれた所といえます。また、当研究所への来場者も年間 4,000 人程度（新型コロナ以前）あり、生産現場と研究との交流が盛んであるのも特徴の一つです。

当研究所は常緑果樹・落葉果樹・病虫化学の 3 研究室からなり、病虫化学研究室では 4 名の研究員、3 名の現業職員、4 名の会計年度任用職員の計 11 名が所属しています。新型コロナの影響で分散業務となり、ティータイムのみ職員が集まりますが、かえって結束力が増したような気もしています。以下、当研究室での主な研究内容を紹介します。

1 施設カンキツ類の天敵利用

施設栽培‘不知火’やハウスマカンでは、ハダニ類の薬剤感受性低下が問題となっています。冬期や夏期のマシン油乳剤の散布も推奨していますが、スワルスキーカブリダニを利用した防除法の研究にも取り組んでいます。国の研究機関や関連企業と連携しながら、天敵放飼後の定着性向上や天敵類に影響の少ない薬剤による防除体系の確立に取り組んでいます。

2 ナシの退緑斑点症状（モザイク症）に対する防除対策

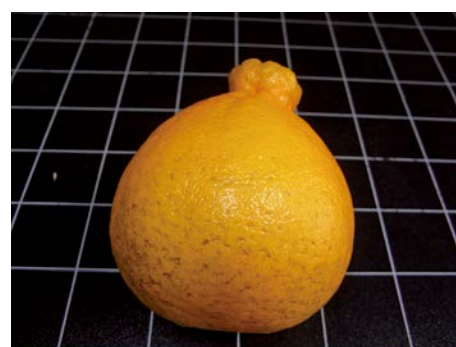
ナシでは、ニセナシサビダニおよびナシ葉退緑斑点随伴ウイルス（PCLSaV）が原因と示唆される葉の退緑斑点症状が 10 年程前から問題となっており、効率的な防除法の確立を目指して取り組んできました。近年は、越冬期の防除効果や越冬期とシーズン当初の防除を組合せた体系防除の検討を進めています。

3 ‘不知火’汚れ果症に対する防除対策

施設栽培の不知火類において、果頂部側に微小黒点を生じる汚れ果症が問題となっており、原因と思われる菌が複数あると考えられてきましたが、それら候補菌の関与が未整理のままとなっています。そこで、現地多発園での調査により、類似症状の微小黒点病との相違点を整理しながら、原因菌の特定や発生生態の解明を進めています。さらに、以前から登録薬剤による軽減策が示されて



ナシ‘あきづき’の退緑斑点症状



‘不知火’の汚れ果症

きましたが、有効薬剤の探索についても、基礎研究と同時並行で進めています。

4 カンキツ病害虫に対するドローン防除の有効性検討

近年、ドローンを活用した高濃度少量散布が、普通作・野菜作の現場で取り組まれている一方で、果樹では、主要病害虫に対する防除効果のばらつきを懸念する意見があり、ドローン防除の有効性検証が急務となっています。そこで、カンキツ類の黒点病やカイガラムシ類等に対するドローン防除による防除効果について検討を進めています。

このように現場ニーズ型の研究課題が多いため、日頃から生産現場と研究が協力して、課題解決に向けた取り組みを進めています。

（研究主幹 杉浦直幸）

■訂正

75 巻 11 号に誤りがありました。訂正してお詫びいたします。

614 頁 最下行

誤：長ヨコバイ亜科

正：オサヨコバイ亜科

615 頁 5 行目

誤：チョノミドリヒメヨコバイ

正：チャノミドリヒメヨコバイ

学会だより

○第 20 回植物病原菌類談話会の開催のお知らせ

あれから 10 年余、あの菌は今！

—二重命名法廃止のその後を語り合いましょう—

日程：2021 年 12 月 11 日（土）

オンライン開催 14:00~16:00 過ぎに終了予定

これまで永く認められてきた菌類の二重命名法が、2012 年に改正された国際藻菌類植物命名規約により廃止されました。あれから約 10 年、この影響は出ているのでしょうか？出ているとすれば、どこでどうという問題を引き起こしているのでしょうか？

内容：

1. Welcome 講演「疫病菌の分類—こんなデータベースが欲しかった！」
東海国立大学機構 岐阜大学 流域圏科学研究センター 日恵野綾香
2. 本編（談話会幹事による話題提供・現況報告）
主旨説明：外側正之（静岡県農林環境専門職大学）
1) 「命名規約の知識をアップデート」中島千晴（三重大学大学院生物資源学研究科）
2) 「公設試験場の現況」森川千春（石川県農林総合研究センター営農相談室）・外側正之
3) 「微生物ジーンバンクでの学名表記への対応」青木孝之（農研機構遺伝子源研究センター）
4) 「変わり続ける学名の代わらないシーケンス—サツマイモ基腐病を例に—」廣岡裕史（法政大学）・佐藤豊三（新潟食料農業大学）
5) 参加者を交えた自由討議
3. 談話会これまでの 5 年、そしてこれからの 5 年につ

広告掲載会社一覧（掲載順）

日産化学(株)……………グレーシア
サンケイ化学(株)……………主要品目
バイエルクロップサイエンス(株)…カウントダウン
SHIBUYA INDEX 研究会……………SHIBUYA INDEX
農業工業会……………食の安全
日本農業(株)……………AI 診断
日本曹達(株)……………ダニオーテ
三井化学アグロ(株)……………主要品目
BASF ジャパン(株)……………サイコセル PRO
OAT アグリオ(株)……………グランドオンコル
アグロカネショウ(株)……………主要品目

いて（代表幹事より）

参加申し込み：12 月 7 日（火）までに Web 参加登録、参加費をお支払いください。

詳細は学会ホームページでご確認ください。

○第 75 回北日本病害虫研究発表会の開催について

日時：2022 年 2 月 17 日（木）9:30

～2 月 18 日（金）12:00

第 75 回研究発表会は、オンライン開催を予定しております。大会の詳しい案内や具体的な参加申し込み方法等については、順次研究会ホームページに掲載いたします。

特別講演

弘前大学名誉教授の佐野輝男先生を迎え、「ウイロイド病—発生・流行と伝染源」と題して行います。

研究会参加締切：2022 年 1 月 12 日（水）

○第 74 回北陸病害虫研究会の開催について

日時：2022 年 2 月 16 日（水）～2 月 17 日（木）

第 74 回北陸病害虫研究会は、オンライン開催を予定しております。大会の詳しい案内や具体的な参加申し込み方法等については、順次研究会ホームページに掲載いたします。

次号予告

次号 2022 年 1 月号の主な予定記事は次のとおりです。

新年を迎えて 羽石洋平
新年を迎えて 長坂幸吉
2021 年の病害虫の発生と防除 農林水産省植物防疫課、農薬対策室
特集「果樹ハダニ防除における天敵利用」
果樹のハダニ防除における天敵利用に向けた取り組み 外山晶敏ら
天敵を主体とした果樹のハダニ類防除体系 岸本英成ら
慣行防除のリンゴ園における下草保全がハダニ類と土着カブリダニ類の発生に及ぼす影響 舟山 健

ニホンナシにおける防除体系 清水 健
オウトウのハダニ防除における天敵利用 伊藤慎一
施設ブドウ栽培における天敵を利用した防除体系 澤村信生ら
施設ミカンにおける防除体系 川内孝太
植物防疫講座 虫害編：ブドウに発生する害虫の生態と防除 内田一秀
研究室紹介：宮城県農業・園芸総合研究所 園芸環境部 菅原克哉
千葉県農林総合研究センター 病理昆虫研究室 大谷 徹

植物防疫

2021 年
12 月号

（毎月 1 回 1 日発行）

第 75 巻 2021 年 11 月 25 日印刷

第 12 号 2021 年 12 月 1 日発行
（通算 900 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 5-16-7

定価 965 円

本体 877 円

——発行所——

〒114-0015 東京都北区中里 2 丁目 28 番 10 号

一般社団法人 日本植物防疫協会

電話 (03) 5980-2181（代）

FAX (03) 5980-6753（支援事業部）

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。

「植物防疫」第 75 卷 月別 総目次

2021 年（令和 3 年）1～12 月号

1 月号

巻頭言

- 新年を迎えて……………富田恭範… 1
新年を迎えて……………及川 仁… 2
新年を迎えて……………松村正哉… 3

調査報告

- 令和 2 年病害虫の発生と防除
農林水産省消費・安全局 植物防疫課,
農産安全管理課…………… 4

時事解説

- 殺虫剤抵抗性リスク評価表 抵抗性リスクを見える化
して対策へつなげる……………山本敦司・土井 誠…16

トピックス

- 青森県で発生したウリ類の炭腐病について
……………岩間俊太…25
セイヨウナシに発生したセイヨウナシハモグリダニ
（仮称）の被害と越冬生態および休眠期における薬
剤防除の効果
……………五十嵐美穂・伊藤慎一・小松美千代…29
日本で初めて発生が確認されたスモモミハバチ *Mono-*
cellicampa pruni Wei の発生生態と防除
……………溝部信二…37

植物防疫講座

- 病害編-36 芝草病害の発生生態と防除
……………矢口重治…41
虫害編-31 果樹主要害虫の発生動向と防除
……………三代浩二…54

新農薬の紹介

- 殺ダニ剤アシノナピルの特長……………姜 昌慶…59

研究室紹介

- 国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構
農業環境変動研究センター 環境情報基盤研究領域
昆虫分類評価ユニット……………中谷至信…62
国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構
九州沖縄農業研究センター 生産環境研究領域 虫害
グループ……………真田幸代…63

2 月号

巻頭言

- 現場で使える技術を目指して—ゴールは農家—
……………松本幸子… 1

総説

- 西日本のタマネギ産地に深刻な被害を及ぼしているべ
と病の防除技術の開発と普及……………井手洋一… 2

研究報告

- 一般化線形混合モデルとベイズ推定を用いたオオムギ
黒節病の発病リスク評価……………川口 章… 6
発生予察調査データを活用したコムギ赤さび病のリス
ク要因解析……………恒川健太…10
春まきタマネギ栽培におけるネギアザミウマ防除対策
と殺虫剤・細菌防除剤の併用がりん茎の腐敗および
収量に及ぼす影響……………横田 啓…15
ワサビクダアザミウマの寄主適合性と水ワサビ圃場に
おける防除法……………松田健太郎ら…21

トピックス

- クモヘリカメムシ（カメムシ目ホソヘリカメムシ科）
の北進と気象データから見た越冬可能地域の変遷
……………田淵 研…25

新技術解説

- キウイフルーツかいよう病とその類似症状の見分け方
……………菊原賢次…30

植物防疫講座

- 病害編-37 作物に発生するウイルス・ウイロイドと
その管理技術……………津田新哉…45
虫害編-32 リンゴに発生する害虫の生態と防除
……………石栗陽一…47

研究室紹介

- 国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構
生物機能利用研究部門 植物・微生物機能利用研究
領域……………森 昌樹・石川雅之…56
三重県農業研究所 基盤技術研究室 農産物安全安心研
究課……………西野 実…57

3 月号

巻頭言

- トビイロウンカの発生予察に携わった頃
……………山中正博… 1

研究報告

- 連棟ハウスにおけるメロン退緑黄化病の発生と防虫ネ
ットの発病抑制効果……………行徳 裕ら… 2
湿度制御と薬剤散布を併用したトマト灰色かび病の効

率防除……………渡辺秀樹…	7
「広義の <i>Pseudomonas marginalis</i> 」が抱える諸問題 ……………澤田宏之…	11

調査報告

沖縄県のサトウキビに寄生する線虫の地理的分布と土 壌理化学性の関係……………河野辺雅徳ら…	20
--	----

トピックス

新潟県におけるネオニコチノイド低感受性のアカヒゲ ホソミドリカスミカメの発生と今後の対策 ……………石本万寿広・岩田大介…	27
サツマイモつる割病発生農家圃場における発生要因 ……………島田 峻…	31

新技術解説

フェロモントラップに誘引されたナシヒメシンクイと その近縁種の見分け方……………那須義次・吉松慎一…	35
---	----

植物防疫講座

病害編-38 作物に発生するウィロイド病害 ……………松下陽介…	39
虫害編-33 カンキツに発生する主要害虫の発生生態 と防除-1 ーカイガラムシ類, ミカンハダニ, チャ ノキイロアザミウマ……………増井伸一…	45
農薬編-34 細胞壁のメラニン合成を阻害する殺菌剤 ……………萩原寛之…	51

研究室紹介

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 九州沖縄農業研究センター 生産環境研究領域 熱帯 性病害虫管理グループ……………市瀬克也…	56
和歌山県果樹試験場 環境部 ……………井口雅裕…	57

4 月号

巻頭言

農薬製剤研究は学際的だからこそ多種多様な製剤・施 用法技術が生まれる……………大河内武夫…	1
--	---

時事解説

2021 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 3 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……………	11

研究報告

コムギ眼紋病の発生要因と近年の発生状況 ……………竹内 徹…	15
山梨県におけるブドウ害虫「クビアカスカシバ」の生	

態と薬剤の効果……………内田一秀…	21
-------------------	----

トピックス

シロイチモジヨトウ発生予察用フェロモン剤に誘引さ れて問題となる非標的チョウ目昆虫……………河野勝行…	27
ヨコバイ科の一種 <i>Singapore shinshana</i> の徳島県での 発生と有効薬剤……………兼田武典・中西友章…	33

植物防疫講座

病害編-39 庭木・緑化樹木の病害 ……………堀江博道…	37
農薬編-35 キチン生合成阻害剤タイプ 1—ブプロフ ェジン—……………藤岡伸祐…	48

研究室紹介

埼玉県農業技術研究センター 病害虫研究担当 ……………宇賀博之…	52
愛媛県農林水産研究所 農業研究部 病理昆虫室 ……………松田 透…	53

5 月号

巻頭言

コロナ禍で変わる世界の中で思うこと……………中倉紀彦…	1
-----------------------------	---

特集：緊急に求められた病害虫防除対策の事例を考える

青森県におけるリング黒星病の現状と新たな防除体系 の構築……………赤平知也ら…	2
徳島県内のモモ産地におけるクビアカツヤカミキリの 撲滅に向けた取り組みと最近の発生状況 ……………中野昭雄…	8

総説

<i>Stemphylium</i> 属菌の分類・同定と同属菌による病害の 診断……………三澤知央…	16
---	----

研究報告

山口県におけるイネカメムシの生態と防除対策 ……………本田善之ら…	24
ミヤコカブリダニと併用する気門封鎖剤の散布間隔と 併用効果……………山口晃一・森 光太郎…	29
愛知県のウメ輪紋病発生地域における有翅アブラムシ 類の発生活長と PPV 保毒状況 ……………堀川英則…	35

新技術解説

ネギハモグリバエ大量飼育法の確立……………浦入千宗…	39
----------------------------	----

植物防疫講座

病害編-40 果樹類に発生する主要病害と防除の実際 ……………富田恭範…	44
虫害編-34 ニホンナシに発生する害虫の生態と防除 ……………清水 健…	48

研究室紹介

福島県農業総合センター 生産環境部 作物保護科 ……………岸 正広…	53
---------------------------------------	----

島根県農業技術センター 資源環境研究部 病虫科
……………澤村信生…54

6 月号

巻頭言

農薬の市民権……………土佐幸雄… 1

特集：緊急に求められた病害虫防除対策の事例を考える
モモせん孔細菌病の総合的な防除の取り組み
……………七海隆之… 2

研究報告

地球温暖化による気温上昇がイネ紋枯病の発生および
被害に及ぼす影響評価……………井上博喜… 7
メッシュ農業気象データシステムを用いたカイガラム
シ類の防除適期推定とその適合性検証
……………恒川健太…11

チャ栽培における赤色防虫ネットのチャノキイロアザ
ミウマおよびチャノミドリヒメヨコバイに対する防
除効果……………徳丸晋虫…18

トピックス

青森県で発生したカボチャ果実斑点細菌病について
……………近藤 亨…22
トルコギキョウ斑点病の生育適温および病徴と発病程
度の品種間差……………舩本将明・坂本幸栄子…25

新技術解説

ダイズ紫斑病菌の液体培養菌糸を用いた紫斑粒の形成
方法……………岩間俊太…29

植物防疫講座

病害編-41 カンキツ病害の発生生態と防除
……………富村健太…35
虫害編-35 ネコブセンチュウの生態と防除
……………上杉謙太…41
虫害編-36 草地・飼料作物における主要な害虫の生
態と防除—飼料用トウモロコシ編—…吉田信代…46

新農薬の紹介

新規ウンカ・ヨコバイ防除剤ベンズピリモキサン
(オーケストラ®フロアブル) の特徴と使い方
……………高儀春香ら…52

研究室紹介

奈良県農業研究開発センター 研究開発部 環境科
……………井村岳男…57

7 月号

巻頭言

農研機構植物防疫研究部門の創設—足元と 30 年後を
見据えて—……………真岡哲夫… 1

時事解説

イネウンカ類の発生予察と防除対策……………真田幸代… 2

総説

近年増加しているイネカメムシの発生状況と調査法
……………石島 力… 8

研究報告

移植・直播圃場が混在する大規模経営体におけるイネ
いもち病の発生様相と市販の葉面濡れセンサーの発
生予察への適用性の検討……………吉田めぐみ…13
宮城県内リンゴ園のナミハダニに対する殺ダニ剤の効
果—薬剤使用履歴および周辺環境による影響—
……………関根崇行・伊藤博祐…24

トピックス

Rhizoctonia solani AG-1 IB によるニンジン葉腐病と
Rhizoctonia 属菌によるその他のニンジン病害
……………森 万葉実・三澤知央…30
茨城県のキョウナ栽培で発生する萎凋病を引き起こす
Fusarium 属菌の菌種 ……………林 可奈子ら…35
品種および作型によるネギ黄色斑紋病斑の発生回避法
の検討……………岸 孝二ら…38

病害虫の見分け方シリーズ

イネウンカ類 3 種とその被害の見分け方
……………松村正哉…43

植物防疫講座

虫害編-37 草地・飼料作物における主要な害虫の生
態と防除—牧草編—……………柴 卓也・吉田信代…49

研究室紹介

地方独立行政法人 北海道立総合研究機構 農業研究本
部 道南農業試験場 研究部 作物病虫グループ
……………安岡眞二…54
佐賀県果樹試験場 病害虫研究担当 ……衛藤友紀…55

8 月号

巻頭言

殺菌剤耐性菌研究会の使命……………鈴木啓史… 1

研究報告

北海道の移植栽培タマネギにおけるネギハモグリバエ
の発消長および幼虫のりん茎被害に対する薬剤防
除……………荻野瑠衣… 2
モモ樹内におけるクビアカツヤカミキリ幼虫の寄生状
況と頭幅分布および蛹室形成位置……………春山直人… 9
山梨県のモモにおけるウメシロカイガラムシの発生状
況と各種薬剤の殺虫効果……………内田一秀…14

トピックス

菌類 *Stemphylium lycopersici* によるアスパラガス斑点

病	富岡啓介	21
新技術解説		
水耕装置を用いたトルコギキョウ立枯病 (<i>Fusarium solani</i>) 抵抗性簡易検定法	小野崎 隆	25
病害虫の見分け方シリーズ		
野菜・果樹・花きに発生するアザミウマ類の見分け方と被害の特徴	柴尾 学	32
植物防疫講座		
病害編-42 ブドウに発生する病害の生態と防除	須崎浩一	39
農薬編-36 GABA 作動性塩化物イオン (塩素イオン) チャネルアロステリックモジュレーター	稲田 誠	45
新農薬の紹介		
新規殺虫剤テネベナール® (一般名: プロフラニリド) の特長	直井敦子	50
研究室紹介		
秋田県農業試験場 生産環境部 病害虫担当	藤井直哉	56
高知県農業技術センター 生産環境課 病理担当	下元祥史	57

9 月号

巻頭言

科学情報とコミュニケーション	塩月孝博	1
----------------	------	---

研究報告

チャ栽培における農薬散布量削減の研究と普及	鹿子木 聡	2
交信かく乱剤のローブ製剤と慣行防除の併用による夏秋キャベツ害虫の防除効果	大河原一品	9
和歌山市の施設栽培コマツナにおけるコナガの防除対策	井口雅裕	13

トピックス

群馬県におけるシロイチモジヨトウのトラップ方式による誘殺の比較	新井朋二	18
チャ赤焼病の茶樹内の菌密度の推移と各種防除薬剤の効果	鈴木幹彦	24

新技術解説

事前乾燥を取り入れた温湯種子消毒によるイネ種子伝染性病害の防除効果	藤 晋一・伊賀優実	29
ネギ圃場に設置した黄色粘着トラップに捕殺されるネギアザミウマ雌雄成虫の簡易判別法	金子政夫	34

病害虫の見分け方シリーズ

イネにおけるチョウ目害虫の被害と見分け方	奥谷恭代	40
----------------------	------	----

シラホシカメムシ類 3 種の見分け方, 発生生態および被害	八尾充睦	48
-------------------------------	------	----

植物防疫講座

病害編-43 作物や樹木に発生するファイトプラズマ病害	大島研郎	53
-----------------------------	------	----

10 月号

巻頭言

人類が 22 世紀を迎えることを可能にする時代に生きて	小野正人	1
-----------------------------	------	---

総説

飼料作物・牧草および芝草類で問題となっている病害～最近 10 年間で発生した新病害を中心に	月星隆雄	2
---	------	---

研究報告

千葉県における DMI 剤耐性ナシ黒星病菌の発生リスク軽減に向けた取り組み	青木 由	7
モモ寄生クワシロカイガラムシの薬剤感受性と JPP-NET の有効積算温度計算シミュレーションを用いたふ化盛期予測法の現地適合性	弘岡拓人	14

トピックス

施設イチゴにおけるヒメナガカメムシの発生生態と薬剤防除	窪田聖一	19
着色期のウンシュウミカンを加害するハナアザミウマの防除対策	松山尚生・勘代博文	24
サクラ類に寄生するカミキリムシ幼虫のフラスについて	石川陽介	29
農薬散布機具の洗浄と農薬残留量について	天野昭子ら	36

病害虫の見分け方シリーズ

水稻を加害するカスミカメムシ類の識別法	安永智秀	40
---------------------	------	----

植物防疫講座

病害編-44 カキ病害の発生生態と防除	永島 進	44
---------------------	------	----

新農薬の紹介

新規殺菌剤アデピディン™ (ミラピス®) フロアブルの特徴	谷口しずく	50
-------------------------------	-------	----

研究室紹介

長野県南信農業試験場 栽培部	近藤賢一	55
静岡県農林技術研究所 植物保護・環境保全科	土井 誠	56

11 月号

巻頭言

私の植物防疫と空中散布との出会い…福盛田共義… 1

総説

内生細菌を用いた生物農薬の開発と今後の戦略
……………相野公孝… 2

研究報告

促成栽培イチゴのナミハダニに対する高濃度炭酸ガス
くん蒸処理と天敵保護装置を併用した防除体系の現
地実証……………林 真弓… 8

トピックス

ナシさび色胴枯病菌によるナシ果実腐敗症状の発生—
チャバネアオカメムシの加害部からの感染—
……………唐津達彦…18

Podosphaera leucotricha によるモモうどんこ病の発生
と防除……………横澤志織・七海隆之…23

病害虫の見分け方シリーズ

ヨコバイ類の見分け方と被害症状……………紙谷聡志…28
同定困難な緑色系カスミカメムシ類の識別
……………安永智秀…34

植物防疫講座

病害編-45 リンゴに発生する病害の生態と防除
……………赤平知也…38

農薬編-37 酸化的リン酸化の脱共役を引き起こす殺
菌剤—ピリジナミン系薬剤の作用性—
……………福森庸平・鈴木一実…47

研究室紹介

地方独立行政法人 青森県産業技術センター 農林総合
研究所 病虫部 ……………倉内賢一…54
長崎県農林技術開発センター 環境研究部門 病害虫研

究室……………菅 康弘…55

12 月号

巻頭言

食料・農林水産業の生産力向上と持続性の両立のため
に……………本田 卓… 1

日植防シンポジウムから

発生予察の高度化を踏まえた今後の発生予察事業につ
いて……………羽石洋平… 2

深層学習による病害虫画像識別技術の開発と将来展望
……………岩崎亘典… 8

病害虫の発生予察におけるスマートフォン用アプリ
ケーション「レイミーの AI 病害虫雑草診断」活用
と将来の展望……………谷口健太郎…15

奈良県における発生予察・病害虫診断・防除指導の現
状と将来……………國本佳範…20

岩手県における発生予察・病害虫診断・防除指導の現
状と将来……………岩館康哉…25

新技術解説

紫外線 (UV) 照射によるイチゴうどんこ病に対する
抵抗性誘導の評価法開発……………太田江美ら…31

病害虫の見分け方シリーズ

野菜に発生するコナジラミ類の識別と被害
……………樋口聡志…36

植物防疫講座

病害編-46 ウメ病害の発生生態と防除
……………菱池政志…43

研究室紹介

宮崎県総合農業試験場 生物環境部 ……榎間義幸…46
熊本県農業研究センター果樹研究所 病虫化学研究室
……………杉浦直幸…47

「植物防疫」第 75 巻 項目別 総目次

2021 年（令和 3 年）1～12 月号

.....（掲載月）—総頁

植物防疫行政

2021 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（4）—186

令和 3 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（4）—195

病害虫全般

令和 2 年病害虫の発生と防除

農林水産省消費・安全局 植物防疫課,
農産安全管理課（1）— 4

病 害

青森県で発生したウリ類の炭腐病について

.....岩間俊太…（1）— 25

西日本のタマネギ産地に深刻な被害を及ぼしているべと
病の防除技術の開発と普及.....井手洋一…（2）— 68

一般化線形混合モデルとベイズ推定を用いたオオムギ黒
節病の発病リスク評価.....川口 章…（2）— 72

発生予察調査データを活用したコムギ赤さび病のリスク
要因解析.....恒川健太…（2）— 76

キウイフルーツかいよう病とその類似症状の見分け方
.....菊原賢次…（2）— 96

連棟ハウスにおけるメロン退緑黄化病の発生と防虫ネッ
トの発病抑制効果.....行徳 裕ら…（3）—126

湿度制御と薬剤散布を併用したトマト灰色かび病の効率
防除.....渡辺秀樹…（3）—131

「広義の *Pseudomonas marginalis*」が抱える諸問題
.....澤田宏之…（3）—135

サツマイモつる割病発生農家圃場における発生要因
.....島田 峻…（3）—155

コムギ眼紋病の発生要因と近年の発生状況
.....竹内 徹…（4）—199

Stemphylium 属菌の分類・同定と同属菌による病害の診
断.....三澤知央…（5）—256

地球温暖化による気温上昇がイネ乾枯病の発生および被
害に及ぼす影響評価.....井上博喜…（6）—305

青森県で発生したカボチャ果実斑点細菌病について
.....近藤 亨…（6）—320

トルコギキョウ斑点病の生育適温および病徴と発病程度
の品種間差.....舩本将明・坂本幸栄子…（6）—323

ダイズ紫斑病菌の液体培養菌糸を用いた紫斑粒の形成方
法.....岩間俊太…（6）—327

移植・直播圃場が混在する大規模経営体におけるイネい
もち病の発生様相と市販の葉面濡れセンサーの発生予
察への適用性の検討.....吉田めぐみ…（7）—369

Rhizoctonia solani AG-1 IB によるニンジン葉腐病と *Rhi-*
zoctonia 属菌によるその他のニンジン病害

.....森 万葉実・三澤知央…（7）—386

茨城県のキョウナ栽培で発生する萎凋病を引き起こす
Fusarium 属菌の菌種林 可奈子ら…（7）—391

品種および作型によるネギ黄色斑紋病斑の発生回避法の
検討.....岸 孝二ら…（7）—394

菌類 *Stemphylium lycopersici* によるアスパラガス斑点病
.....富岡啓介…（8）—433

水耕装置を用いたトルコギキョウ立枯病 (*Fusarium*
solani) 抵抗性簡易検定法小野崎 隆…（8）—437

チャ赤焼病の茶樹内の菌密度の推移と各種防除薬剤の効
果.....鈴木幹彦…（9）—494

事前乾燥を取り入れた温湯種子消毒によるイネ種子伝染
性病害の防除効果.....藤 晋一・伊賀優実…（9）—499

飼料作物・牧草および芝草類で問題となっている病害～
最近 10 年間で発生した新病害を中心に

.....月星隆雄…（10）—530

千葉県における DMI 剤耐性ナシ黒星病菌の発生リスク
軽減に向けた取り組み.....青木 由…（10）—535

ナシさび色胴枯病菌によるナシ果実腐敗症状の発生—チ
ャバナアオカメムシの加害部からの感染—

.....唐津達彦ら…（11）—604

Podosphaera leucotricha によるモモうどんこ病の発生と
防除.....横澤志織・七海隆之…（11）—609

紫外線 (UV) 照射によるイチゴうどんこ病に対する抵
抗性誘導の評価法開発.....太田江美ら…（12）—675

特集：緊急に求められた病害虫防除対策の事例を考える
青森県におけるリンゴ黒星病の現状と新たな防除体系
の構築.....赤平知也ら…（5）—242

モモせん孔細菌病の総合的な防除の取り組み
.....七海隆之…（6）—300

植物防疫講座

- 病害編-36 芝草病害の発生生態と防除
……………矢口重治…(1)-41
- 病害編-37 作物に発生するウイルス・ウイロイドと
その管理技術……………津田新哉…(2)-101
- 病害編-38 作物に発生するウイロイド病害
……………松下陽介…(3)-163
- 病害編-39 庭木・緑化樹木の病害
……………堀江博道…(4)-221
- 病害編-40 果樹類に発生する主要病害と防除の実際
……………富田恭範…(5)-284
- 病害編-41 カンキツ病害の発生生態と防除
……………富村健太…(6)-333
- 病害編-42 ブドウに発生する病害の生態と防除
……………須崎浩一…(8)-451
- 病害編-43 作物や樹木に発生するファイトプラズマ
病害……………大島研郎…(9)-523
- 病害編-44 カキ病害の発生生態と防除
……………永島 進…(10)-572
- 病害編-45 リンゴに発生する病害の生態と防除
……………赤平知也…(11)-624
- 病害編-46 ウメ病害の発生生態と防除
……………菱池政志…(12)-687

虫 害

- セイヨウナシに発生したセイヨウナシハモグリダニ（仮
称）の被害と越冬生態および休眠期における薬剤防除
の効果
……………五十嵐美穂・伊藤慎一・小松美千代…(1)-29
- 日本で初めて発生が確認されたスモモミハバチ *Monocel-*
licampa pruni Wei の発生生態と防除
……………溝部信二…(1)-37
- 春まきタマネギ栽培におけるネギアザミウマ防除対策と
殺虫剤・細菌防除剤の併用がりん茎の腐敗および収量
に及ぼす影響……………横田 啓…(2)-81
- ワサビクダアザミウマの寄主適合性と水ワサビ圃場にお
ける防除法……………松田健太郎ら…(2)-87
- クモヘリカメムシ（カメムシ目ホソヘリカメムシ科）の
北進と気象データから見た越冬可能地域の変遷
……………田 淵 研…(2)-91
- 沖縄県のサトウキビに寄生する線虫の地理的分布と土壤
理化学性の関係……………河野辺雅徳ら…(3)-144
- 新潟県におけるネオニコチノイド低感受性のアカヒゲホ
ソミドリカスミカメの発生と今後の対策
……………石本万寿広・岩田大介…(3)-151

- フェロモントラップに誘引されたナシヒメシシクイとそ
の近縁種の見分け方……………那須義次・吉松慎一…(3)-159
- 山梨県におけるブドウ害虫「クビアカスカシバ」の生態
と薬剤の効果……………内田一秀…(4)-205
- シロイチモジヨトウ発生予察用フェロモン剤に誘引され
て問題となる非標的チョウ目昆虫
……………河野勝行…(4)-211
- ヨコバイ科の一種 *Singapore shinshana* の徳島県での発
生と有効薬剤……………兼田武典・中西友章…(4)-217
- 山口県におけるイネカメムシの生態と防除対策
……………本田善之ら…(5)-264
- 愛知県のウメ輪紋病発生地域における有翅アブラムシ類
の発生消長と PPV 保毒状況 ……堀川英則…(5)-275
- ネギハモグリバエ大量飼育法の確立
……………浦入千宗…(5)-279
- メッシュ農業気象データシステムを用いたカイガラムシ
類の防除適期推定とその適合性検証
……………恒川健太…(6)-309
- チャ栽培における赤色防虫ネットのチャノキイロアザミ
ウマおよびチャノミドリヒメヨコバイに対する防除効
果……………徳丸晋虫…(6)-316
- イネウンカ類の発生予察と防除対策
……………真田幸代…(7)-358
- 近年増加しているイネカメムシの発生状況と調査法
……………石島 力…(7)-364
- 宮城県内リンゴ園のナミハダニに対する殺ダニ剤の効果
—薬剤使用履歴および周辺環境による影響—
……………関根崇行・伊藤博祐…(7)-380
- 北海道の移植栽培タマネギにおけるネギハモグリバエの
発生消長および幼虫のりん茎被害に対する薬剤防除
……………荻野瑠衣…(7)-414
- モモ樹内におけるクビアカツヤカミキリ幼虫の寄生状況
と頭幅分布および蛹室形成位置……………春山直人…(7)-421
- 山梨県のモモにおけるウメシロカイガラムシの発生状況
と各種薬剤の殺虫効果……………内田一秀…(7)-426
- 交信かく乱剤のローブ製剤と慣行防除の併用による夏秋
キャベツ害虫の防除効果……………大河原一品…(9)-479
- 和歌山市の施設栽培コマツナにおけるコナガの防除対策
……………井口雅裕…(9)-483
- 群馬県におけるシロイチモジヨトウのトラップ方式によ
る誘殺の比較……………新井朋二…(9)-488
- ネギ圃場に設置した黄色粘着トラップに捕殺されるネギ
アザミウマ雌雄成虫の簡易判別法
……………金子政夫…(9)-504
- モモ寄生クワシロカイガラムシの薬剤感受性と JPP-

NETの有効積算温度計算シミュレーションを用いた ふ化盛期予測法の現地適合性……弘岡拓人…(10)-542	
施設イチゴにおけるヒメナガカメムシの発生生態と薬剤 防除……窪田聖一…(10)-547	
着色期のウンシュウミカンを加害するハナアザミウマの 防除対策……松山尚生・勘代博文…(10)-552	
サクラ類に寄生するカミキリムシ幼虫のフラスについて ……石川陽介…(10)-557	
促成栽培イチゴのナミハダニに対する高濃度炭酸ガスく ん蒸処理と天敵保護装置を併用した防除体系の現地実 証……林 真弓…(11)-594	
特集：緊急に求められた病害虫防除対策の事例を考える 徳島県内のモモ産地におけるクビアカツヤカミキリの 撲滅に向けた取り組みと最近の発生状況 ……中野昭雄…(5)-248	
病害虫の見分け方シリーズ イネウンカ類3種とその被害の見分け方 ……松村正哉…(7)-399	
野菜・果樹・花きに発生するアザミウマ類の見分け方 と被害の特徴……柴尾 学…(8)-444	
イネにおけるチョウ目害虫の被害と見分け方 ……奥谷恭代…(9)-510	
シラホシカメムシ類3種の見分け方、発生生態および 被害……八尾充陸…(9)-518	
水稻を加害するカスミカメムシ類の識別法 ……安永智秀…(10)-568	
ヨコバイ類の見分け方と被害症状 ……紙谷聡志…(11)-614	
同定困難な緑色系カスミカメムシ類の識別 ……安永智秀…(11)-620	
野菜に発生するコナジラミ類の識別と被害 ……樋口聡志…(12)-680	
植物防疫講座 虫害編-31 果樹主要害虫の発生動向と防除 ……三代浩二…(1)-54	
虫害編-32 リンゴに発生する害虫の生態と防除 ……石栗陽一…(2)-113	
虫害編-33 カンキツに発生する主要害虫の発生生態 と防除-1 ーカイガラムシ類、ミカンハダニ、チャ ノキイロアザミウマー……増井伸一…(3)-169	
虫害編-34 ニホンナシに発生する害虫の生態と防除 ……清水 健…(5)-288	
虫害編-35 ネコブセンチュウの生態と防除 ……上杉謙太…(6)-339	
虫害編-36 草地・飼料作物における主要な害虫の生	

態と防除ー飼料用トウモロコシ編ー ……吉田信代…(6)-344	
虫害編-37 草地・飼料作物における主要な害虫の生 態と防除ー牧草編ー ……柴 卓也・吉田信代…(7)-405	

農 薬

殺虫剤抵抗性リスク評価表 抵抗性リスクに見える化し て対策へつなげる……山本敦司・土井 誠…(1)-16	
殺ダニ剤アシノナピルの特長……姜 昌慶…(1)-59	
ミヤコカブリダニと併用する気門封鎖剤の散布間隔と併 用効果……山口晃一・森 光太郎…(5)-269	
新規ウンカ・ヨコバイ防除剤ベンズピリモキサン（オー ケストラ®フロアブル）の特徴と使い方 ……高儀春香ら…(6)-350	
新規殺虫剤テネベナール®（一般名：プロフラニリド） の特長……直井敦子…(8)-462	
チャ栽培における農薬散布量削減の研究と普及 ……鹿子木 聡…(9)-472	
農薬散布機具の洗浄と農薬残留量について ……天野昭子ら…(10)-564	
新規殺菌剤アデピディン™（ミラビス®）フロアブルの特 徴……谷口しずく…(10)-578	
内生細菌を用いた生物農薬の開発と今後の戦略 ……相野公孝…(11)-588	
植物防疫講座 農薬編-34 細胞壁のメラニン合成を阻害する殺菌剤 ……萩原寛之…(3)-175	
農薬編-35 キチン生合成阻害剤タイプ1ーブプロフ ェジンー……藤岡伸祐…(4)-232	
農薬編-36 GABA作動性塩化物イオン（塩素イオン） チャンネルアロステリックモジュレーター ……稲田 誠…(8)-451	
農薬編-37 酸化的リン酸化の脱共役を引き起こす殺 菌剤ーピリジナミン系薬剤の作用性ー ……福森庸平・鈴木一実…(11)-633	

シンポジウム

発生予察の高度化を踏まえた今後の発生予察事業につい て……羽石洋平…(12)-646	
深層学習による病害虫画像識別技術の開発と将来展望 ……岩崎亘典…(12)-652	
病害虫の発生予察におけるスマートフォン用アプリケー ション「レイミーのAI病害虫雑草診断」活用と将来 の展望……谷口健太郎…(12)-659	

奈良県における発生予察・病害虫診断・防除指導の現状と将来……………	國本佳範…(12)–664
岩手県における発生予察・病害虫診断・防除指導の現状と将来……………	岩館康哉…(12)–669

挨拶

新年を迎えて……………	及川 仁…(1)– 2
新年を迎えて……………	松村正哉…(1)– 3

巻頭言

新年を迎えて……………	富田恭範…(1)– 1
現場で使える技術を目指して—ゴールは農家— ……………	松本幸子…(2)– 67
トビイロウンカの発生予察に携わった頃 ……………	山中正博…(3)–125
農薬製剤研究は学際的だからこそ多種多様な製剤・施用 法技術が生まれる……………	大河内武夫…(4)–185
コロナ禍で変わる世界の中で思うこと ……………	中倉紀彦…(5)–241
農薬の市民権……………	土佐幸雄…(6)–299
農研機構植物防疫研究部門の創設—足元と30年後を見 据えて—……………	眞岡哲夫…(7)–357
殺菌剤耐性菌研究会の使命……………	鈴木啓史…(8)–413
科学情報とコミュニケーション……………	塩月孝博…(9)–471
人類が22世紀を迎えることを可能にする時代に生きて ……………	小野正人…(10)–529
私の植物防疫と空中散布との出会い ……………	福盛田共義…(11)–587
食料・農林水産業の生産力向上と持続性の両立のために ……………	本田 卓…(12)–645

研究室紹介

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 農 業環境変動研究センター 環境情報基盤研究領域 昆虫 分類評価ユニット……………	中谷至信…(1)– 62
国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 九 州沖縄農業研究センター 生産環境研究領域 虫害グ ループ……………	真田幸代…(1)– 63
国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 生	

物機能利用研究部門 植物・微生物機能利用研究領域 ……………	森 昌樹・石川雅之…(2)–122
三重県農業研究所 基盤技術研究室 農産物安全安心研究 課……………	西野 実…(2)–123
国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 九 州沖縄農業研究センター 生産環境研究領域 熱帯性病 害虫管理グループ……………	市瀬克也…(3)–180
和歌山県果樹試験場 環境部 ……	井口雅裕…(3)–181
埼玉県農業技術研究センター 病害虫研究担当 ……………	宇賀博之…(4)–236
愛媛県農林水産研究所 農業研究部 病理昆虫室 ……………	松田 透…(4)–237
福島県農業総合センター 生産環境部 作物保護科 ……………	岸 正広…(5)–293
島根県農業技術センター 資源環境研究部 病虫科 ……………	澤村信生…(5)–294
奈良県農業研究開発センター 研究開発部 環境科 ……………	井村岳男…(6)–355
地方独立行政法人 北海道立総合研究機構 農業研究本部 道南農業試験場 研究部 作物病虫グループ ……………	安岡眞二…(7)–410
佐賀県果樹試験場 病害虫研究担当 ……………	衛藤友紀…(7)–411
秋田県農業試験場 生産環境部 病害虫担当 ……………	藤井直哉…(8)–468
高知県農業技術センター 生産環境課 病理担当 ……………	下元祥史…(8)–469
長野県南信農業試験場 栽培部 ……	近藤賢一…(10)–583
静岡県農林技術研究所 植物保護・環境保全科 ……………	土井 誠…(10)–584
地方独立行政法人 青森県産業技術センター 農林総合研 究所 病虫部 ……	倉内賢一…(11)–640
長崎県農林技術開発センター 環境研究部門 病害虫研究 室……………	菅 康弘…(11)–641
宮崎県総合農業試験場 生物環境部 ……………	櫛間義幸…(12)–690
熊本県農業研究センター果樹研究所 病虫化学研究室 ……………	杉浦直幸…(12)–691

明日の「農」を支える力でありたい。

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

殺虫剤

三井薬匠 **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

アズキ® 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® 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**®

ヒカト® 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

シュファイデン® 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。



三井化学アグロ株式会社

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

明日の農業を考える

スマートフォンアプリ レイミーのAI病害虫雑草診断

無料!
通信料を除く

農作物に被害を及ぼす病害虫や雑草を写真からAIが診断し、有効な薬剤情報を提供する、スマートフォン用の防除支援ツールです。

対応作物
水稲

キャベツ

レタス

はくさい

ブロッコリー

ねぎ

※スマホ画面は開発中のもののため
実際と異なる場合があります

アプリのダウンロードはこちら

日本農業ホームページから
日本農業 検索

App Store
Google Play

■本アプリケーションで使用されているAI診断学習モデルは(株)NTTデータCCSと日本農業(株)の共同開発です。
■本システムは農林水産省の農業界と経済界の連携による生産性向上モデル農業確立実証事業「防除支援システム研究会(H30～R1)」の成果を社会実装したものです。

日本農業株式会社

ハダニ防除に 新たな一手!

農林水産省登録 第24213号

特長

- ★既存剤に対して感受性の低下したハダニ類に優れた効果を示します。
- ★各種ハダニ類の全ステージに活性を示します。
- ★気温による効果変動が小さく、安定して高い効果を示します。
- ★天敵・有用昆虫に対する影響の少ない薬剤です。
- ★登録作物への高い安全性が確認されています。

殺ダニ剤 アシノナビル水和剤

ダニオーテ®

フロアブル

登録作物

かんきつ、りんご、なし
おうとう、小粒核果類
いちご、なす、すいか

●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。

HPはこちらから
ご覧いただけます

日本曹達株式会社

東京都千代田区大手町2丁目2番1号
☎(03) 3245-6178

植物成長調整剤

サイコセル[®]PRO

クロルメコート液剤

短く、強い小麦作りに！

秋まき小麦に
2回散布できるよう
になりました。



BASF

We create chemistry

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

BASFジャパン株式会社

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

®=BASF社の登録商標

農林水産省登録 第20317号

れんこん/
レンコンネモグリセンチュウへ
適用拡大!!



センチュウによるれんこんの
黒皮症、ゆず肌症に対して有効です。



黒皮症



ゆず肌症



殺虫剤

グランドオンコル® 粒剤

殺虫剤分類

1A



®はOATアグリオ(株)の登録商標

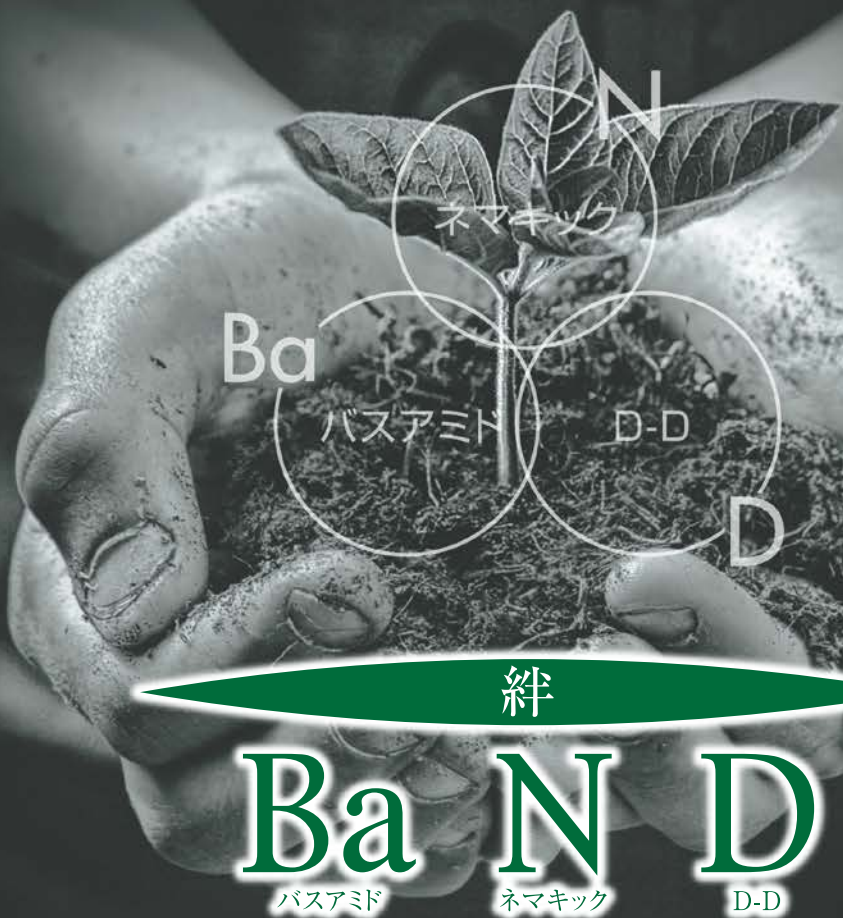
OATアグリオ株式会社
OAT <https://www.oat-agrio.co.jp/>
〒101-0052 東京都千代田区神田小川町1-3-1

コールセンター: ☎ 0120-210-928 (9:00~12:00・13:00~17:00 土日・祝日を除く)

- 使用前にはラベルをよく読んでください。
- ラベルの記載以外には使用しないでください。
- 本剤は小児の手の届く所には置かないでください。
- 使用量に合せて秤量し、使いきってください。
- 空容器は圃場などに放置せず、適切に処理してください。
- 防除日誌を記帳しましょう。

いい土から、いい作物。

アグロカネショウの土壌消毒剤



絆
Ba N D
バサアミド ネマキック D-D

で土壌を守る。

線虫問題にケリをつける!!

土壌病害・雑草防除に!

土壌センチュウ防除に!



ネマキック®
粒剤



バスアミド®
微粒剤

D-D®

アグロ カネショウ

の
土壌分析

化学性や生物性の土壌診断を行います。

土壌の
養分分析

線虫や
菌の密度

土壌分析の詳細や申込みについては▼

アグロ カネショウ土壌分析室 [0296-21-3108] まで



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

■製品のお問い合わせ

アグロ カネショウ(株) お客様相談係
04-2944-1117