

植物防疫

10

Plant Protection

2022
VOL.76



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

BASF
We create chemistry

農林水産省登録 第24439号

サンケイ コテツ[®]ベイト

難防除害虫 ホウレンソウケナガコナダニに効く

® = BASF社の登録商標

コナダニ防除の常識は ベイトで変える。

特長

- 難防除害虫である
ホウレンソウケナガコナダニに卓効
- 害虫を誘引し食毒により防除
- 混和する必要なく、処理が簡便
- 優れた残効性



ベイト粒



圃場に撒くだけで害虫を誘引



ホウレンソウ
ケナガコナダニ



サンケイ化学株式会社

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



速く効く。
あの害虫にも効く。^{*1}
だから、
収量に差がつく。^{*2}



無処理 残葉率 0%



A剤 残葉率 20%



グレースシア乳剤 残葉率 90%

食害される前に駆除できる。^{*}

野菜・
茶用
殺虫剤

グレースシア[®] 乳剤



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

^{*}1 作物によって適用害虫は異なります。詳しくはグレースシアホームページをご覧ください。
^{*}2 効果は害虫の発生密度や天候、栽培環境等によって異なる場合があります。
^{*} グレースシア乳剤のハスモンヨトウ終齢幼虫に対する速効性試験 2018年日産化学生物科学研究所(社内試験)
 【試験方法】虫体浸漬、処理1時間後投入、20時間後撮影



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



 日産化学株式会社



イネリーグ®

イネを守る実績の3成分、
イネリーグ®の除草が
頼もしい！



水稲用初・中期一発処理除草剤「イネリーグ®」

- | | |
|---|---|
| 1 3成分で高い除草効果 | 5 特殊雑草に対する高い除草効果 (クサネム・イボクサ) |
| 2 広い散布適期幅 (1キロ粒剤 (田植同時~ノビエ3葉期)、フロアブル・ジャンボ® (移植直後~ノビエ3葉期)) | 6 水稲に対する高い安全性 (田植同時散布可能: 1キロ粒剤) |
| 3 ノビエへの高い除草効果 (殺草効果・残効性) | 7 直播水稲に使用可能 (1キロ粒剤 (イネ1葉期~ノビエ2.5葉期)、フロアブル・ジャンボ® (イネ1葉期~ノビエ3葉期)) |
| 4 SU抵抗性雑草に対する高い除草効果 (ホタルイ・コナギアゼナ等) | 8 無人航空機による処理可能 (1キロ粒剤・フロアブル) |

●使用前にはラベルをよく読んで下さい。●ラベルの記載以外には使用しないで下さい。●本剤は小児の手の届く所には置かないで下さい。
®イネリーグはバイエルグループの登録商標。®ジャンボは(公財)日本植物調節剤研究協会の登録商標。

バイエル クロップサイエンス株式会社

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

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

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。

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

殺ダニ剤 アシノナビル水和剤

ダニオーテ® フロアブル



●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。



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

HPはこちらから
ご覧いただけます



目次

巻頭言

真実はひとつ 原田 孝則 1

総説

岩手県の畑ワサビに発生した *Rhizoctonia solani* による苗立枯れ症状と同種による
既知病害との異同 岩館康哉・西村穂花・森 万菜実・三澤知央 2

研究報告

合成性フェロモントラップを活用したフタオビコヤガの発生予察の可能性 高橋 和夫 6
マツ類葉さび病菌 *Coleosporium phellodendri* の担子胞子の有効感染距離と各種薬剤の
防除効果について 楠 幹生・三浦 靖・藤田 究・山岡裕一・岡根 泉・鈴木浩之 12

調査報告

スクミリングガイ被害抑制に向けた水田管理技術の再考
—ジャンボタニシは IPM で解決する— 清水 健 22

トピックス

秋田県におけるアスパラガス褐斑病の発生実態と薬剤耐性菌の発生状況
..... 齋藤隆明・藤井直哉・渡辺恭平・藤 晋一 28

新技術解説

IoT 自動撮影カメラを装着した粘着式フェロモントラップによる害虫日別誘殺数の即日把握：
シロイチモジヨトウでの検証 金子 修治 33
ミナミキイロアザミウマを効率よく誘殺する青緑色トラップの開発 土井 誠・長谷部 昇 37
天敵昆虫サビマダラオオホソカタムシの大量増殖へ向けた新たな飼育法の開発 糸山 享・佐藤翠音 43

果樹防除の基本となる「病虫害防除暦」の考え方

長野県におけるりんご病虫害防除暦の考え方 江口 直樹 47
和歌山県におけるウンシュウミカンの病虫害防除暦作成の考え方 武田 知明 52

研究室紹介

岩手県農業研究センター 県北農業研究所 園芸研究室 川戸 善徳 56
山梨県果樹試験場 環境部 病害虫科 内田 一秀 57

農林水産省プレスリリース (2022.8.16~2022.9.12) 21
新しく登録された農薬 (2022.8.1~8.31) 27
登録が失効した農薬 (2022.8.1~8.31) 32
発生予察情報・特殊報 (2022.8.1~8.31) 46

【表紙写真】

上段左：IoT カメラ付き粘着式フェロモントラップと粘着板に誘殺されたシロイチモジヨトウ雄成虫

上段右：スクミリングガイの成虫とイネに産卵された卵塊

下段：沢に造成した「わさび田」で栽培される水ワサビと畑ワサビの育苗時に問題となる苗立枯病

私たちの多彩さが、
この国の農業を笑顔にします。



殺虫剤

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

殺菌剤

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

水稲用箱処理剤

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

水稲用除草剤

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

植物成長調整剤

住友ジベレリン® **ロミカ**® **スミセブNP**® フルメット®

®は登録商標です。

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

〒103-6020 東京都中央区日本橋2丁目7番1号 お客様相談室



0570-058-669



大地のめぐみ、まっすぐ人へ
SCG GROUP



住友化学

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


 巻頭言

真実 は ひとつ

一般財団法人残留農業研究所 理事長 はら原 だ田 たか孝 のり則



「真実はいつもひとつ」は、アニメ漫画「名探偵コナン」の主人公である江戸川コナンの名セリフとしてよく知られているが、世界情勢を観るにつけ、はたしていつもひとつなのであろうかと疑問が湧いてくる。広辞苑によれば「真実とは嘘偽りのない本当のこと」と記されており、確かに真実はひとつしかないはずであるが、歴史上の出来事を事実としてとらえた場合、その観方・解釈は必ずしも真実を反映しているとは思えないことも多い。例えば、今年2月に勃発したロシア軍によるウクライナへの軍事侵攻はロシアにとっては親ロシア派住民を擁護するための正当な行為としてロシア国民に伝えられ、これに対しウクライナ側ではロシアによる不当な一方的侵略行為として国際社会に訴え西側諸国とともに強く反発している。今回のロシア軍の侵攻は第三者的に見れば、明らかに国際法違反の戦争犯罪であり許されるべきものではないが、ロシア国民には情報操作により真実が伝えられていないため、多くのロシア国民はロシア政府のプロパガンダを信じている。ロシア・ウクライナ間で戦争が起きていることは事実であるが、その解釈ではロシア側はネオナチからの祖国防衛のためと主張し、ウクライナ側はロシアによる一方的な不当な侵略に対する自国防衛戦争と位置づけている。どちらが正しい主張をしているかは自由に情報を入手できる日本や欧米諸国にとって明らかであるが、情報操作されているロシア国民にとっては真実を知ることは難しく、正しい判断ができず不幸である。いずれにしても多くの犠牲者が出ているので早く終結を祈るばかりであるが、同様なことは第二次世界大戦中にも起きており、それは「カティンの森事件」として知られる旧ソ連軍によるポーランド人虐殺事件で、1939年にポーランドに侵攻したソ連軍は旧ポーランド東部地域を侵略併合し、多数のポーランド人捕虜を虐殺した。しかし、ソ連はこの虐殺は当時同地域に侵攻していたナチス・ドイツ軍によるものであると主張し続け、真実を隠蔽しようとした。ただし、その後の調査によりポーランド人の虐殺をスターリンが指令した署名文書が発覚し、事件はソ連が実行者であることが50年後の1992年になってようやく判明・確定した。全体主義国家のような体制下では、そこに君臨する独裁者は自

分に都合のよいことのみを国民に伝え、不都合なことは情報操作により隠蔽する傾向にあるため、真実が国民に伝わらないことが多く、誤解による不幸が生まれ易い。戦争は当事者に悲しみと同時に憎しみを生み出す悲惨な行為であり、絶対に繰り返してはならないものであるが、有史以来紛争は民族間で絶えることなく繰り返し起きているのが事実であり、カティン事件から80年経った21世紀の現在においてもロシア軍による同様な戦争犯罪が再び勃発し、極めて残念なことである。特にロシアは国連の常任理事国であることから、その行為は狂気の沙汰であり、国連の再構築が必要であることを痛感させられる。国家間の紛争の原因は様々であるが、独裁者の思い込みによる誤った意向と情報操作によるプロパガンダに起因することが多く、特に独裁者の人間性と取り巻き布陣の質と多様性が失われた場合に紛争リスクが高まる。現代社会は情報社会で様々な情報がSNSなどSocial Mediaを介して提供されるが、その中で我々は常に正しい情報を見いだすこと、すなわち、ファクトチェックが極めて重要であり、正しい情報の下で物事の是非を判断する姿勢が平和を維持するために必要であると考えられる。世界平和を目指して2015年に国連サミットで採択された持続可能な開発目標（sustainable development goals：SDGs）を達成するため、現在193か国の国際社会が協力して推し進めているが、各国が互いの存在ならびに人間社会の多様性と人権を尊重し、武力ではなく、対話で物事を解決していく姿勢と努力が必要である。また、人類の生活圏が急速に広がり今や世界人口は79億にも達し、地球温暖化がますます進み地球レベルの気候変動の危機に瀕している。したがって、今や人類存続のみならず生物多様性および自然環境保護にも最大限尽力しないとこの地球上の生態系が崩壊してしまう恐れがあり、強い危機感を感じる。真の世界平和を達成するためには、我々人類が互いの存在・生命を尊重し、限られた地球上の資源を平等に分け合い、蓄積された知識・技術を共有し、「人は何のために生きるのか」を真剣に考え続けることである。



岩手県の畑ワサビに発生した *Rhizoctonia solani* による苗立枯れ症状と同種による既知病害との異同

岩手県農業研究センター ^いわだて ^{やす}や ^{にしむら} ^{ほのか} 穂花
 岩 館 康哉・西村 穂花
 北海道立総合研究機構 中央農業試験場 ^{もり} 森 ^ま ^な ^み 万菜実
 北海道立総合研究機構 農業研究本部 ^み 三 ^{さわ} 澤 ^{とも} 知 ^お 央

はじめに

ワサビ (*Eutrema japonicum*) は、アブラナ科に属する日本原産の食用作物である。独特な刺激臭や辛味成分をもち、食欲増進や殺菌作用効果があることから、日本の食文化に馴染み深い香辛料として古くから利用されてきた。岩手県では、林間地でのワサビ(畑ワサビ)栽培が盛んであり、畑ワサビの生産量(根茎+葉柄)は350.7tと、全国生産量(686.6t)の約半分を占める(林野庁, 2022)。

近年、畑ワサビの主産地である岩手県岩泉町において、育苗期における苗の出芽不良や生育不良、枯死症状が多発し問題となっている。筆者らは、病原菌を分離・同定し、この症状が *Rhizoctonia solani* AG-2-1 によって引き起こされる病害であることを明らかにした(森ら, 2021)。日本植物病名目録には *Rhizoctonia* 属菌によるワサビ病害として茎腐病および葉腐病の2病害が記載されている(横木, 1932; 竹内ら, 2008)。また、日本植物病名目録には未掲載ではあるが苗立枯病についても報告事例がある(鈴木, 1976)。今回確認された症状は苗立枯れ症状であったことから、病名として苗立枯病を提案したところである(森ら, 2021)。また、病名の検討過程において、日本植物病名目録にあるワサビ病害の病名の一部は修正が必要であることを見だし、病害の発生実態や症状に合致した病名に整理することを提案した(森ら, 2021)。本稿では、岩手県岩泉町における畑ワサビ栽培の概要と、同町で発生した *R. solani* AG-2-1 によ

るワサビ苗立枯病、および *R. solani* による既報のワサビ病害の病名について再検討した内容を紹介する。

I 岩手県におけるワサビ栽培

1 水ワサビと畑ワサビの違い

ワサビには、二通りの栽培方法がある。一つ目は、苗を溪流や沢等に造成した「わさび田」に移植し、養水をかけ流しながら育てる方法であり(図-1)、二つ目は、苗を山林に直接植え付けて育てる方法である(図-2)。前者の方法により栽培されたワサビは「水ワサビ(沢ワサビ)」, 後者は「畑ワサビ」と呼ばれている。植物学上はどちらも同じワサビであり、それぞれの栽培方法に応じた専用品種は存在しない。育苗方法に違いはなく、ハウスもしくは畑地で育苗される。定植する本圃の環境の違い(わさび田・山林)によって、主として利用する部位が異なる。水ワサビは、主に根茎(すりおろして利用される部分)の収穫を目的とする(図-3)。栽培には多量の水資源と労力が必要となるが、収穫された根茎の品質は畑ワサビよりも優れており、生食用として高値で取



図-1 沢に造成した「わさび田」で栽培される水ワサビ(岩手県遠野市)

Wasabi Damping-Off Caused by *Rhizoctonia solani* Occurred in Iwate Prefecture and Difference from other *Rhizoctonia* Diseases of Wasabi. By Yasuya IWADATE, Honoka NISHIMURA, Manami MORI and Tomoo MISAWA

(キーワード: ワサビ, 病名, 苗立枯病, 茎腐病, 葉腐病)



図-2 山林で栽培される畑ワサビ (岩手県岩泉町)

引される。代表的な産地は静岡県や長野県であるが、本県でも、遠野市において水ワサビの栽培が行われている。畑ワサビは、主に葉柄 (図-3) の収穫を目的とし、練りわさびの原料や加工品として利用される。水ワサビと比較すると根茎は短く小型となり、根茎、葉柄ともに安価で取引されるが、原料用としての需要は多い。さらに、養水を十分に確保できなくても栽培可能で、開畑にかかる初期投資が少ないといった利点がある。代表的な産地は岩手県であり、県産畑ワサビのほとんどが岩泉町において栽培されている。

2 岩泉町における畑ワサビ生産の概要

岩泉町は、北上高地の急峻な連山に囲まれた山間地であり、町の面積の90%以上を森林が占める。岩泉町では、豊富な森林資源を活用できる特産物として、1984年ころから畑ワサビの栽培が進められてきた。行政や関係団体による基盤整備をはじめとした生産振興策が積極的に展開された結果、現在では畑ワサビが町の農業振興上欠かせない作物となっている。

ワサビの生育適温は8~18℃の範囲とされ、6℃を下回るか20℃を超えると生育が停止する (星谷, 1996)。日陰を好むため強日射に弱く、乾燥にも弱い非常にデリケートな植物である。このため、比較的冷涼 (夏期の平均気温が25℃以下) で年間を通じて気温の変化が少なく、西日や夏期の強い日射が遮られる山林のような環境が栽培に適している。広大な天然の広葉樹林や、カラマツとアカマツの間伐林を擁する岩泉町は、畑ワサビの生育環境として好適である。「畑」と聞くと、通常は平地畑を思い浮かべるが、畑ワサビは傾斜のある林の中で栽培されている場合が多い (図-2)。

ワサビの増殖は、分けつ茎 (図-3) を用いた株分けによる栄養繁殖、組織培養による大量増殖および実生繁殖の三つの方法がある。株分けによる増殖は病害の発生リスクが高まること、一度に増殖できる数に限りがあるこ

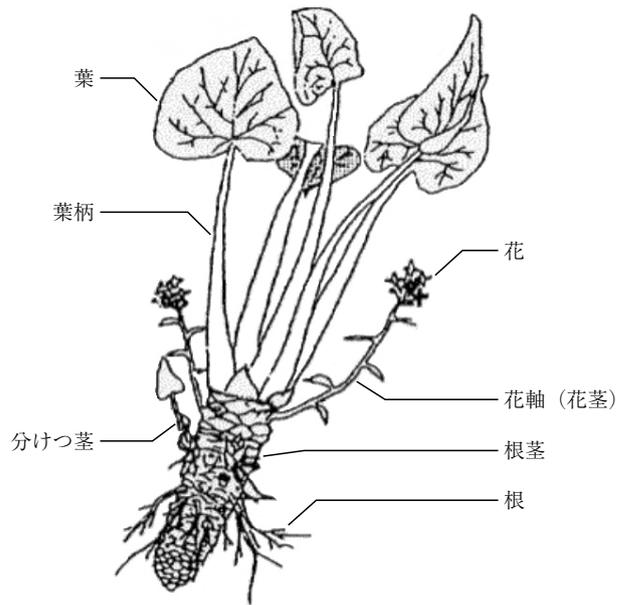


図-3 ワサビの形態

※岩手県 (2022) 令和4年度野菜栽培技術指針, p.160, 図1を一部改変。

とから一般には行われていない。組織培養は、コストがかかることから、高単価が期待できる水ワサビ栽培で取り入れられている。そのため、岩泉町の畑ワサビ栽培では、実生繁殖が基本となっており、種苗業者から購入するか自家採種によって次作の種子を確保している。

本県での畑ワサビの作型は、春植え (4月中旬~5月下旬定植) と秋植え (9月上旬~10月中旬定植) が基本となっており、一部で入梅植え (6月上旬~7月上旬定植) が行われている。春植えは定植1年後の7月下旬以降に収穫され、秋植えは定植2年後の6月下旬以降に収穫される。入梅植えは定植後の生育状況に応じて、1年後または2年後に収穫される。畑ワサビは、春になると白い小さな花を咲かせる。通常、花茎や花芽は、株の栄養生長を阻害するため開花前もしくは開花直後に地際から取り除かれる。なお、摘み取った花茎の一部は生食用や加工用として利用されている。

II 岩泉町のワサビ育苗施設で発生した苗の生育不良症状

1 発生状況

近年、岩泉町の畑ワサビ育苗施設において、葉柄基部のくびれや葉柄の脱落を伴う生育不良や枯死症状等、いわゆる苗立枯れ症状が多発し問題となっている (図-4)。酷い場合には播種後の出芽不良となる場合も見られる。これらの症状は、春植えと秋植えのいずれの育苗時期においても発生している。また、苗立枯れ症状は、播種直



図-4 畑ワサビ（実生苗）の育苗時に問題となる苗立枯病

後の出芽不良の症状から定植時期まで生育した苗の枯死に至るまで、育苗期間を通じて発生している。この症状は、2019年以降、岩泉町内のほぼすべての育苗施設において発生しており、枯死株率が10%を超える場合も見られる。

2 苗立枯れ症状を呈するワサビ苗から分離された *Rhizoctonia solani*

2019年4月、葉柄地際部の黒変部や苗立枯れ症状を呈するワサビ苗から、*Rhizoctonia* 属に類似した菌叢を呈する菌株が高頻度で得られた。分離菌株は形態的特徴、菌糸融合反応、培養菌叢、rDNA-ITS領域の塩基配列により、*R. solani* AG-2-1・Subset 2 および clade HK であることが明らかとなった（森ら，2021）。また、供試菌株の接種により、ワサビの葉柄の黒変や苗立枯れ症状が再現された。

R. solani AG-2-1 は、rDNA-ITS領域の塩基配列に基づき Subset 1~3 および clade HK に分類され、我が国に分布する *R. solani* AG-2-1 は Subset 1 が主体である（MISAWA et al., 2018）。Subset 2 は、オーストラリアとアラスカに分布する菌群として記載され、これまで我が国では北海道での分離事例があるのみであった（MISAWA et al., 2018）。Subset 3 は、イタリアとフランスのタバコの地際部腐敗症状から分離された菌株をもとに設立された菌群である（NICOLETTI et al., 1999）。clade HK は、近年、北海道の野菜類から分離・命名された菌群であり、国内では北海道のみに分布するとされていた（MISAWA et al., 2018）。今回の調査により本州における AG-2-1・Subset 2 および clade HK の分布が初めて確認された。なお、病原菌の性状や接種試験の詳細については森ら（2021）の報告を参照されたい。

III *Rhizoctonia solani* が引き起こすワサビ病害と病名の再検討

日本植物病名目録には、*R. solani* によるワサビの病害として茎腐病（異名：株腐病）（横木，1932；野津・横木，1942）と葉腐病（竹内ら，2003；2008）の2病害が記載されている。茎腐病の病徴は、「主にワサビの葉柄が侵され、軟化黒変し萎凋する（横木，1932）」とされ、本稿で紹介した苗立枯れ症状とは明らかに異なる。このことから、苗立枯れ症状を示す病名として、苗立枯病を用いることを提案した（森ら，2021）。さらに、茎腐病の病名については修正が必要と思われた。ワサビの茎とは、植物学的には「根茎」を指す。「花軸」も「花茎」と記載されることがあり、これを含めると根茎と花茎を茎と捉えることができる（図-3）。一方、葉柄は現地において慣例的に「茎」と呼ばれているものの、厳密には茎ではない。茎腐病は、「葉柄」が主たる発病部位であり、「根茎」を腐敗させるようなことはほとんどない（横木，1932）。このことから、「茎腐病」という病名は、発病部位に誤解を生じさせる可能性がある。さらに、茎腐病を報告した横木（1932）は、経緯は不明であるものの、同じ症状を10年後に株腐病として再提案している（野津・横木，1942）。これらのことから、筆者らは、茎腐病の病名を使用し続けることは実用上の問題があると判断し、*R. solani* によって引き起こされる病害について、以下に示す通り苗立枯病、株腐病および葉腐病の3病害に整理することを提案した（表-1；森ら，2021）。

1 苗立枯病

苗立枯病は、ワサビの実生育苗時における重要な病害として報告された（鈴木，1976）。種子の発芽不良や苗立枯れ症状、根茎や葉柄基部の黒色病斑が主たる病徴で

表-1 *Rhizoctonia solani* によって引き起こされるワサビ病害の新病名と旧病名
(森ら (2021) を一部改変)

新病名	旧病名	出典	主な症状	菌糸融合群・亜群
苗立枯病	苗立枯病	鈴木 (1976)	苗立枯れ	不明
		森ら (2021)	苗立枯れ	AG-2-1・Subset 2, AG-2-1・clade HK
株腐病	茎腐病	竹内ら (2008)	苗立枯れ	AG-4 (培養型 IIIA)
	茎腐病	横木 (1932)	葉柄の軟腐, 地上部全体の枯死	不明
株腐病	株腐病	野津・横木 (1942)	葉柄の軟腐, 地上部全体の枯死	不明
	葉腐病	竹内ら (2003) 竹内ら (2008)	葉腐れ	AG-1 IB

ある。森ら (2021) が報告した *R. solani* AG-2-1 によるワサビの実生育苗時の苗立枯れ症状は、鈴木 (1976) の報告とほぼ一致した。現在、日本植物病名目録には「苗立枯病」は未掲載のため、*R. solani* AG-2-1 による苗立枯病の記載を提案した (森ら, 2021)。

竹内ら (2008) は、育苗期の苗立枯れ症状から *R. solani* AG-4 (培養型 IIIA) を分離・同定し、この菌群によって引き起こされる病害を茎腐病と提案した。この症状は、鈴木 (1976)、森ら (2021) が報告した苗立枯病とほぼ同じ症状である。このことから筆者らは、竹内ら (2008) の苗立枯れ症状についても、苗立枯病に含めることを提案した (森ら, 2021)。

2 株腐病

葉柄が主たる発病部位であり、葉柄を軟腐させる病害として、当初、茎腐病として報告された (横木, 1932)。本病は、発病が著しい場合、地上部全体が枯死する場合もある。この病徴に対しては、野津・横木 (1942) によって再提案された株腐病がふさわしいと判断し、植物病名目録における茎腐病の記載を株腐病に変更することを提案した (森ら, 2021)。

3 葉腐病

葉腐病は、水ワサビの葉縁部に葉腐れを起こす病害として報告された (竹内ら, 2003)。病原菌は *R. solani* AG-1 IB であり、横木 (1932) による茎腐病とは異なり、葉柄基部に病徴は見られない。分離菌株の接種試験においても、葉腐れ症状のみが再現され、地際部付近には病徴が発現しないことから、葉腐病と命名された (竹内ら, 2008)。

おわりに

岩泉町の畑ワサビの育苗期間は、春作型で 80 日、秋作型で 60 日程度と長期間に及ぶ。今回確認された苗立枯病の症状は、播種後の出芽不良や幼苗の立枯れだけではない。定植時期まで生育した段階の苗においても葉柄基部の軟化腐敗を生じるなど、育苗期間を通じて問題となる。しかし、育苗期に使用可能な農薬はなく、現地では防除に苦慮していることから、本病に効果のある農薬の登録が求められている。また、効果が期待できる農薬候補があったとしても、適用拡大に必要な作物残留試験の実施には数百万円の経費が必要となることも課題である。生産者が効率的な防除を行えるように農薬の適用拡大を支援していくことは急務であるものの、適用拡大にかかるコスト面での課題もあり速やかな対応が難しい状況にある。県単独での取組みには限界があるため、畑ワサビの実生育苗において *R. solani* による苗立枯病が問題となっている産地があれば連携して農薬の適用拡大に取り組んでいきたい。

引用文献

- 1) 星谷佳功 (1996): 新特産シリーズ ワサビ一栽培から加工・売り方まで一、農山漁村文化協会、東京、p.42~43.
- 2) 岩手県 (2022): 令和 4 年度野菜栽培技術指針、p.160.
- 3) MISAWA, T. et al. (2018): J. Gen. Plant Pathol. 84: 387~394.
- 4) 森 万葉実ら (2021): 北日本病虫研報 72: 19~24.
- 5) NICOLETTI, R. et al. (1999): J. Phytopathol. 147: 71~77.
- 6) 野津六兵衛・横木國臣 (1942): 農及園 171: 1435~1439.
- 7) 林野庁 (2022): 令和 2 年特用林産基礎資料、<https://www.e-stat.go.jp/dbview?sid=0003447000> (2022 年 8 月 10 日参照)
- 8) 鈴木春夫 (1976): 植物防疫 30: 374~378.
- 9) 竹内 純ら (2003): 関東病虫研報 50: 61~64.
- 10) ———ら (2008): 同上 55: 39~44.
- 11) 横木國臣 (1932): 病蟲雑 19: 814~820.


 研究
報告

合成性フェロモントラップを活用した フタオビコヤガの発生予察の可能性

新潟県農業総合研究所作物研究センター たか高 はし橋 かず和 ひろ大

はじめに

フタオビコヤガ *Naranga aenescens* は、チョウ目ヤガ科の水稻害虫である。2016年には、植物防疫法に基づく指定有害動植物として、国の発生予察事業の対象害虫に指定されており、現在五つの道府県で幼虫数や被害株率、食害度を指標とした要防除水準が設定されている。新潟県では、要防除水準は設定されていないが、7月下旬から8月上旬にふ化する第3世代幼虫による葉の食害が大きい場合、減収を招く危険性がある（江村・小嶋，1974）。本種の発生量は年次による差が大きく、発生予察を活用した適切な防除対応が重要である。

本種の発生予察には、これまで予察灯が主に用いられてきた。しかし、予察灯は高価であり、導入のハードルが高く、大型で電源を必要とするため、設置できる場所が限られる。さらに、調査対象以外の昆虫も多く誘殺されるため、回収した虫の仕分けや計数が大きな負担となる。そのため、地域ごとの細やかな予察に利用することは難しい。

このような予察灯の代替として、合成性フェロモントラップを利用した発生予察が行われている。フェロモントラップは予察灯と比較して非常に安価であり、小型で設置場所を選ばない。さらに、対象害虫のみが誘引されるため、地域ごとの予察における活用場面の拡大が期待される。実際に水稻のチョウ目害虫としては、ニカメイガでフェロモントラップの有用性が示されている（小嶋ら，1996）。

フタオビコヤガ用の合成性フェロモントラップも開発されており、このフェロモントラップは各世代の成虫の発生を明確にとらえることが可能で、予察灯の代替として発生予察に利用できるという報告（遠藤ら，1989）があり、本種の発生消長の調査ツールとしても利用されている（横山ら，2012；相花ら，2013；横堀ら，2019）こ

とから、発生時期の予察における利用可能性は高いと考えられる。しかし、これまで新潟県における実用性の検討や、具体的な利用法については示されていなかった。また、予察灯では、第2世代誘殺数は第1世代誘殺数と強い正の相関関係が見られるという報告がある（江村・小嶋，1974）。フェロモントラップにおいても、このような前後の世代間の関係が示されれば、発生量や被害の予測への活用が期待される。

以上を踏まえて、本報では、新潟県農業総合研究所作物研究センターにおける9年間のフェロモントラップの誘殺データを用いて、予察灯の誘殺数や誘殺消長、有効積算温度シミュレーションによる推定発生時期といった各種発生予察手法と比較した結果を紹介する。また、フェロモントラップ誘殺数の世代間の関係および誘殺数と発生量の関係についても検討したので併せて報告する。なお、内容の多くは発表済み（高橋ら，2022）のため、詳細はこちらを参照いただきたい。

I 新潟県における発生状況

新潟県におけるフタオビコヤガの発生状況を図-1に示した。病虫害防除所の抽出調査による株当たり最高幼虫寄生数は2004年までは低く、その後高く推移し、2006年および2010年、2011年では2頭を超えた。2013年以降は再び低く推移している。発生面積の推移も株当たり最高幼虫寄生数とおおむね同様の傾向を示している。株当たり最高幼虫寄生数が2頭前後の年に一部中発生が見られるが、発生面積の大部分が少発生である。本種の発生は年次変動が大きく、発生の多い年と少ない年がある程度連続する傾向が見られる。本種は水田の周辺で越冬するため、その年の発生量が翌年の発生量に影響するものと考えられる。

本種の防除には、予防的に育苗箱処理剤を用いるか、若～中齢幼虫期に本田防除が行われる。本県では、本種を含む各種初期害虫の防除の一環として育苗箱処理剤の施用が行われ、通常は本種を対象とした本田防除は実施しない。

Possibility of Forecasting of the Rice Green Caterpillar, *Naranga aenescens* Utilizing Synthetic Sex-Attractant Pheromone Trap.

By Kazuhiro TAKAHASHI

(キーワード：フタオビコヤガ，発生予察，フェロモントラップ)

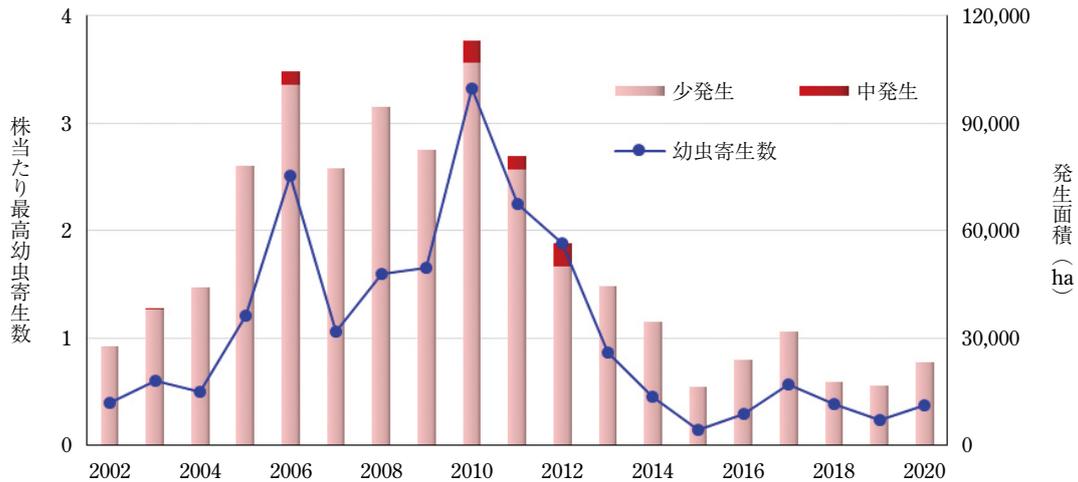


図-1 新潟県におけるフタオビコヤガの株当たり最高幼虫寄生数（新潟県病害虫防除所）および発生面積の推移（JPP-NET）

II 誘殺数の比較（予察灯）

フェロモントラップにおけるフタオビコヤガ雄成虫の年間総誘殺数および各世代の誘殺数を予察灯の誘殺数と比較した。調査は、2012～20年に新潟県農業総合研究所長倉圃場で実施した。フェロモントラップおよび予察灯は各1基ずつ用いた。なお、フェロモントラップは粘着トラップ（SEトラップ：サンケイ化学）を水田の畦畔際に設置し、誘引源はフェロモンルアー（サンケイ化学）を使用した。フェロモントラップにおける各世代の区切りは、得られた誘殺データ（図-2）をもとに、表-1の通りに設定した。なお、第4世代は少発生であり、世代の区切りが判然としない年次も見られたため、第3世代に含めて第3・第4世代として扱った。

フェロモントラップの年間総誘殺数の年ごとの推移は、予察灯とおおむね一致しており、発生量の年次変化をとらえていた（図-3）。さらに、予察灯の年間総誘殺数が0～65頭であったのに対し、フェロモントラップは88～569頭と、すべての年でフェロモントラップの方が多く、少なくとも6倍程度の差があり、予察灯の誘殺数が非常に少ない年であっても、一定の誘殺が見られた。また、すべての世代において、フェロモントラップの誘殺数は予察灯より多かった（図-4）。特に越冬世代では、予察灯の平均0.3頭に対してフェロモントラップでは平均75頭と、両者の差は大きかった。この原因としては、越冬世代が発生する4月中旬から5月下旬は夜間の気温が低く、飛翔活動が抑制されるため、予察灯では誘殺されにくいのが、フェロモントラップでは気温の高い昼間に飛翔している成虫を捕らえているためと考えられる。また、第2世代（ $r = 0.751$, $p < 0.05$, r はピアソンの積率

相関係数を示す）および第3・第4世代（ $r = 0.829$, $p < 0.01$ ）において、フェロモントラップと予察灯の間に正の相関関係が見られた。これにより、フェロモントラップのデータを予察灯のデータの代替とすることに問題はないと考えられる。

III 誘殺消長の比較（予察灯・有効積算温度シミュレーション）

フェロモントラップの誘殺消長を予察灯および有効積算温度シミュレーションによる推定発生時期と比較した。シミュレーションに用いた本種の発育零点および有効積算温度は、岸野・佐藤（1975）に従い、卵期は第1世代を11.5℃、46.0日度、第2世代以降を10.2℃、58.0日度、幼虫期は8.8℃、233.0日度、蛹期は12.0℃、66.0日度に設定した。

図-2に年次ごとのフェロモントラップおよび予察灯の発生消長を示した。上述の通り、越冬世代はフェロモントラップで明確なピークが認められたが、予察灯ではほとんど誘殺がなかった。両者の誘殺数が最も多かった2012年においては、いずれも第1世代以降のピークが見られ、第1世代と第2世代においてピークが一致した。それ以外の年次については、フェロモントラップではおおむね各世代をとらえていた。一方、予察灯では2013年、2017年および2018年において第3世代のピークが予察灯と一致したが、それ以外の年では誘殺数が極めて少なく、各世代は判然としなかった。

図-2および表-1に有効積算温度シミュレーションによる各世代の推定発生時期を示した。一部フェロモントラップの誘殺数が少なく、世代が判然としない年次もあったが、有効積算温度シミュレーションによる各世代の

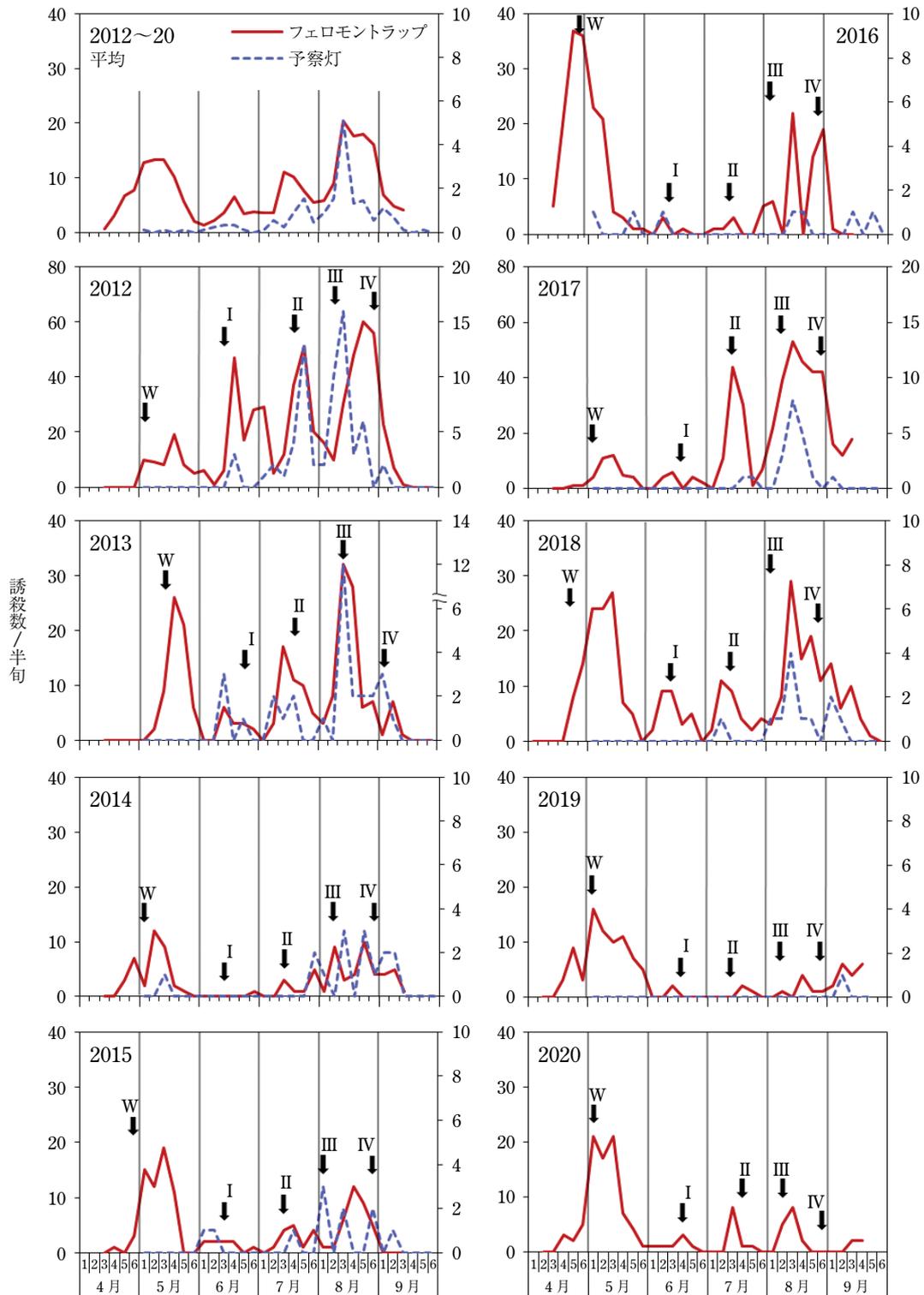


図-2 フェロモントラップと予察灯におけるフタオビコヤガ成虫の年次別の誘殺消長（高橋ら，2022を改変）

注1) 左軸はフェロモントラップ，右軸は予察灯における半月ごとの誘殺数を示す。

2) 2020年の予察灯の誘殺はゼロ。

3) 矢印は有効積算温度シミュレーションによる各世代の推定発生始期を示す。

4) 各推定発生始期において，Wは越冬世代，Iは第1世代，IIは第2世代，IIIは第3世代，IVは第4世代を示す。

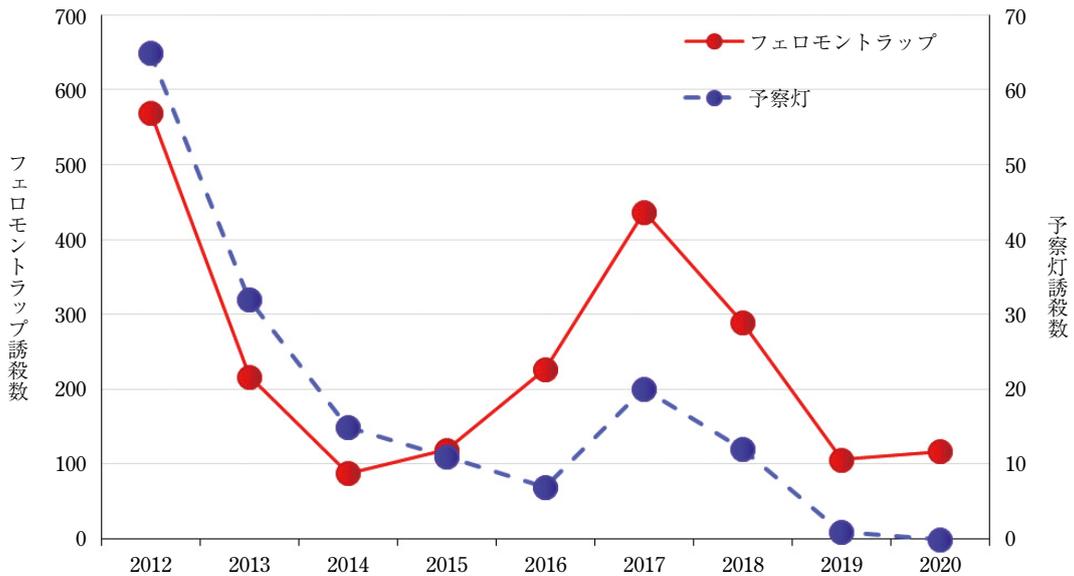


図-3 フェロモントラップと予察灯におけるフタオビコヤガ総誘殺数の年ごとの推移 (高橋ら, 2022 を改変)

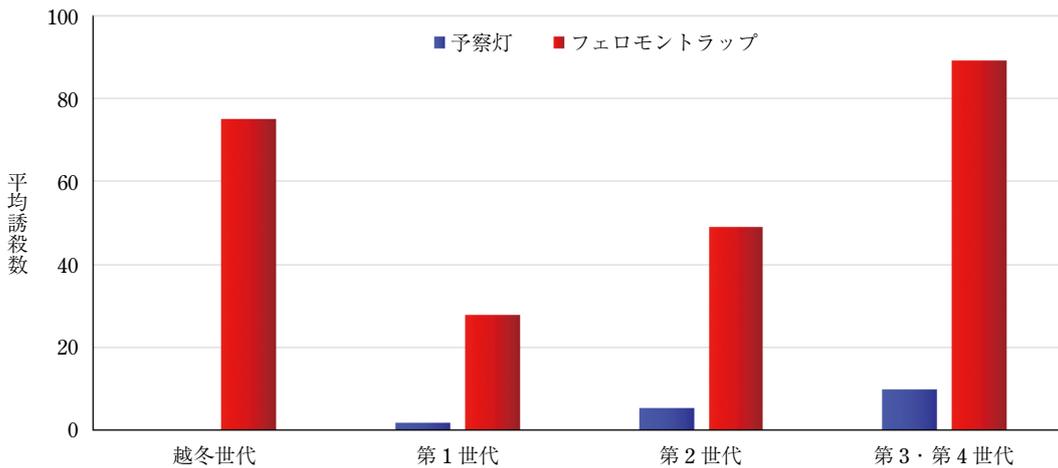


図-4 フタオビコヤガ成虫の各世代における予察灯とフェロモントラップの誘殺数の比較 (高橋ら, 2022 より作図)

推定発生時期は、おおむねフェロモントラップにおける各世代の誘殺始期から誘殺ピークの間該当した。また、有効積算温度シミュレーションによる推定発生時期を基準とした±1半旬以内におけるフェロモントラップの各世代の誘殺始期との一致率は、全体で52.8%であり、第2世代では66.7%であった。なお、第2世代において一致しなかった世代も、すべてが推定発生時期-2半旬以内には入っていた。これにより、フェロモントラップでとらえたフタオビコヤガ成虫の発生消長は、防除上特に重要である第3世代幼虫の親にあたる第2世代において、有効積算温度による推定発生時期との一致率が高く、発生時期の予察には実用上十分な精度が担保されていると考えられる。

IV 誘殺数の世代間の関係

図-5にフェロモントラップで得られた誘殺数の世代間の関係を示した。各世代誘殺数とその前世代の誘殺数において、前年第3・第4世代と越冬世代および越冬世代と第1世代の間には相関関係が見られなかった。一方で、第1世代と第2世代および第2世代と第3・第4世代では強い正の相関関係が見られ、ほぼすべての年において、世代間で誘殺数が増加していた。さらに、フェロモントラップの第2世代誘殺数と今回の調査期間中における本県の株当たり最高幼虫寄生数には正の相関関係が見られた(図-6)。

フタオビコヤガの幼虫期における生存および発育は、

表-1 フタオビコヤガ成虫の有効積算温度による推定発生時期とフェロモントラップの誘殺期間 (高橋ら, 2022 を改変)

年次		越冬世代	第1世代	第2世代	第3・第4世代
2012	有効積算温度	5/1	6/3	7/4	8/2
	フェロモントラップ	5/1 ~ 6/2	6/3 ~ 7/2	7/3 ~ 8/2	8/3 ~
2013	有効積算温度	5/3	6/5	7/4	8/3
	フェロモントラップ	5/2 ~ 5/6	6/3 ~ 6/6	7/2 ~ 8/1	8/2 ~
2014	有効積算温度	5/1	6/3	7/3	8/2
	フェロモントラップ	4/5 ~ 5/5	6/6 ~ 6/6	7/3 ~ 8/1	8/2 ~
2015	有効積算温度	4/6	6/3	7/3	8/1
	フェロモントラップ	4/4 ~ 5/4	6/1 ~ 6/6	7/2 ~ 8/1	8/2 ~
2016	有効積算温度	4/6	6/3	7/3	8/1
	フェロモントラップ	4/3 ~ 5/6	6/2 ~ 6/4	7/1 ~ 8/1	8/3 ~
2017	有効積算温度	5/1	6/4	7/3	8/2
	フェロモントラップ	4/5 ~ 5/5	6/2 ~ 6/6	7/2 ~ 7/5	7/6 ~
2018	有効積算温度	4/5	6/3	7/3	8/1
	フェロモントラップ	4/5 ~ 5/5	6/1 ~ 6/5	7/1 ~ 7/5	7/6 ~
2019	有効積算温度	5/1	6/4	7/3	8/2
	フェロモントラップ	4/4 ~ 5/6	6/3 ~ 6/3	7/4 ~ 7/5	8/2 ~
2020	有効積算温度	5/1	6/4	7/4	8/2
	フェロモントラップ	4/4 ~ 5/6	6/1 ~ 6/5	7/3 ~ 7/5	8/2 ~

注1) 各世代の数字は月/半旬を示す。

2) 赤の網掛けは各世代のフェロモントラップ誘殺始期が有効積算温度シミュレーションで推定された発生時期を基準に±1半旬以内で一致していることを示す。

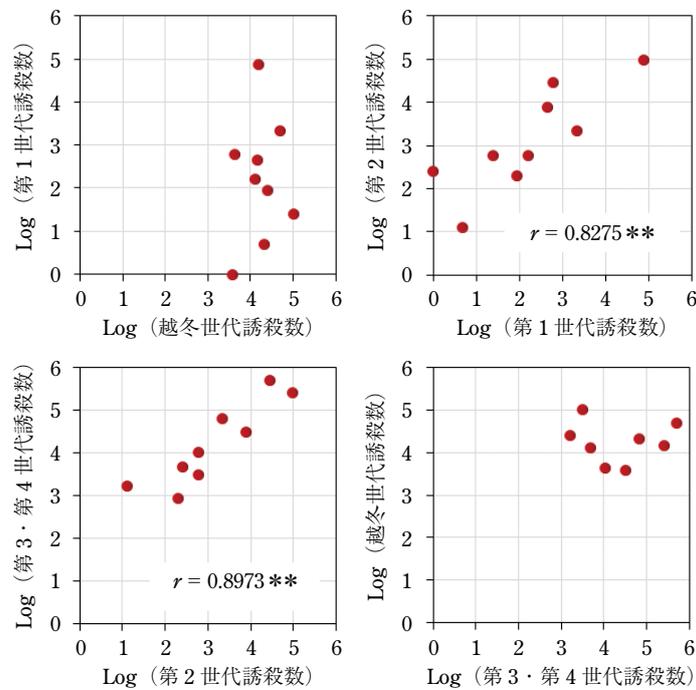


図-5 フェロモントラップにおけるフタオビコヤガ誘殺数の世代間の関係 (高橋ら, 2022 を改変)

注1) 各世代の誘殺数を対数変換して示した。

2) r はピアソンの積率相関係数, **は1%水準で有意であることを示す。

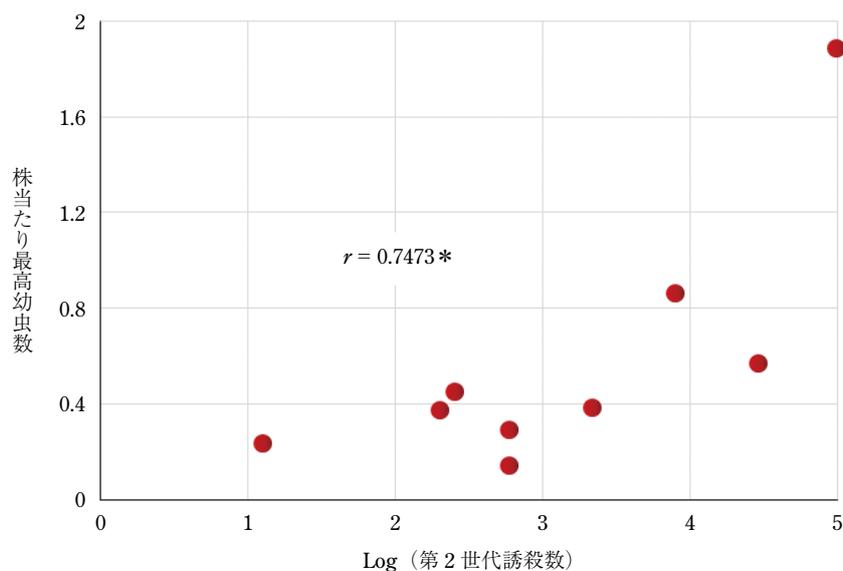


図-6 フェロモントラップにおけるフタオビコヤガ第2世代誘殺数と新潟県における発生量との関係

注1) 誘殺数は対数変換して示した。

2) r はピアソンの積率相関係数, *は5%水準で有意であることを示す。

湿度条件や餌となるイネの繁茂程度と密接な関係がある。第2世代の幼虫期および第3・第4世代の誘殺数のうち大部分を占める第3世代の幼虫期は、およそイネの幼穂形成期から出穂期に該当する。水田内はイネが繁茂し、餌が豊富で、過度に乾燥せず湿度が保たれており、フタオビコヤガの幼虫の発育に適していたことで、順調に密度を高めていったと考えられ、これが世代間の正の相関関係に寄与していた可能性がある。

ニカメイガでは、フェロモントラップの誘殺数を用いた被害予測が行われており、新潟県でもフェロモントラップの誘殺数を基準とした要防除水準が設定されている。一方で、フタオビコヤガではフェロモントラップの誘殺数による、次世代幼虫の発生量や被害の程度予測についての知見は少ない。今回、一部の世代間において誘殺数に正の相関関係が見られたことや、図-6にある通り、1地点のデータではあるが、フェロモントラップ誘殺数と県全体の幼虫発生量の間に正の相関関係が見られたことから、フェロモントラップ誘殺数をもとに、次の世代の発生量や被害程度を予測できる可能性が考えられる。なお、今回の調査期間において、調査水田やその周辺の水田では本種による被害は目立たなかったことから、少なくともこの程度の誘殺数では幼虫による被害が

多発する可能性は低いと考えられる。

おわりに

令和3年度に策定された「みどりの食料システム戦略」では、化学農薬の削減目標が示されている。発生時期や発生量を予測し、必要な場合にのみ、適切に防除を実施するために、発生予測の重要性は依然として高い。フタオビコヤガのフェロモントラップについて、①誘殺数・発生消長ともに予察灯の代替として利用できる、②発生時期の予察として十分な精度がある、③発生量の予察にも活用できる可能性がある、という3点が示された。今後さらに多様な発生条件でのデータが蓄積されることにより、フェロモントラップを用いた被害予測技術の開発が期待される。

引用文献

- 1) 相花絵里ら (2013): 北日本病虫研報 64: 143~146.
- 2) 江村一雄・小嶋昭雄 (1974): 新潟農試研報 23: 27~36.
- 3) 遠藤秀一ら (1989): 北日本病虫研報 40: 105~107.
- 4) 岸野賢一・佐藤テイ (1975): 東北農試研報 50: 27~62.
- 5) 小嶋昭雄ら (1996): 応動昆 40: 279~286.
- 6) 高橋和夫ら (2022): 新潟農総研報 19: 9~16.
- 7) 横堀亜弥ら (2019): 北日本病虫研報 70: 119~124.
- 8) 横山克至ら (2012): 同上 63: 145~149.


 研究
報告

マツ類葉さび病菌 *Coleosporium phellodendri* の担子胞子の有効感染距離と各種薬剤の防除効果について

香川県農業試験場病害虫防除所

くすのき みきお みうら やすし ふじた きわむ
 楠 幹生・三浦 靖・藤田 究*

筑波大学生命環境系

やまおか ゆういち おかね いずみ すずき ひろゆき
 山岡 裕一・岡根 泉・鈴木 浩之**

はじめに

日本における主要なマツ類であるクロマツとアカマツは本州、四国、および九州に分布している。これらの種は日本が誇る伝統的な芸術である盆栽に欠かせないものとなっている。マツ盆栽は、全国の8割を占めている香川県などの産地で約200年前から栽培されており、近年欧州を中心とした海外でもBONSAIとして認知され、世界各国でBONSAI文化が根付き始めており、日本から海外への盆栽の輸出額が増加している。欧州連合(EU)へは1979年から輸出検疫措置を行ってゴヨウマツやビヤクシン属などを輸出しており、さらに、日本文化の象徴であるクロマツ盆栽も海外のバイヤーからは強く輸出を要望されている。しかし、EUはゴヨウマツを宿主とせずクロマツを宿主とする葉さび病菌(*Coleosporium phellodendri* Komarov) およびこぶ病菌(*Cronartium orientale* S. Kaneko) について侵入を警戒しており、EUは日本からのクロマツ盆栽の輸入を禁止していた。こうした中、香川県はEU向けクロマツ盆栽の早期の輸出解禁に向け、国が行う2国間協議に参加するとともに、2017年度から筑波大学や農研機構、盆栽生産農家などと研究コンソーシアムをつくり、2国間協議に必要なデータを提供するために、両病害の発生生態調査と防除方法の開発を進めてきた。

マツ類葉さび病菌およびこぶ病菌は、季節によってマツ類以外の植物(中間宿主)に宿主を変え、中間宿主に

形成された担子胞子が再度マツ類に感染することで生活環を維持する異種寄生性を有するため、中間宿主からマツ類への感染経路を断つことで、両病害の発生を防止させることができる。すなわち、中間宿主に形成された担子胞子の感染可能な飛散距離を把握することにより、マツ類の植生地からその範囲内に中間宿主がないことを確認することや、中間宿主を除去することが有効な防除手段となる。すでに、香川県の盆栽園地において、マツ類葉さび病・こぶ病の発生調査および葉さび病の中間宿主であるキハダとこぶ病の中間宿主であるブナ科コナラ属等の植生調査を3年間行い、香川県の盆栽産地では、マツ類葉さび病およびこぶ病の発生する可能性は極めて低いことを報告している(楠ら, 2017; KUSUNOKI et al., 2017; 2019)。今回は、盆栽産地での発生調査の有効性を確認するため、*C. phellodendri* について、遺伝子診断技術を用い、キハダからマツ類への担子胞子の飛散距離を調査した結果を報告する(三浦ら, 2021)。

また、クロマツ盆栽をEUに輸出するためには、EUが警戒している両病害に感染しないようにする必要があり、定期的な殺菌剤の散布が必要になってくる。「マツ」あるいは「樹木類」に登録のある4種類の殺菌剤を用い、葉さび病に対する防除効果を調査したので、その結果を報告する(YAMAOKA et al., 2019; 楠ら, 2021)。

なお、本研究は、農研機構生物系特定産業技術研究支援センターによる革新的技術開発・緊急展開事業(うち経営体強化プロジェクト)の支援を受け、香川県を主査とし、国立大学法人筑波大学、農研機構中央農業研究センター、果樹茶業研究部門が共同して実施した「マツ盆栽等の輸出解禁・緩和に必要な病害虫防除方法の開発(2017~19)」における研究成果である。

I マツ類葉さび病菌 (*Coleosporium phellodendri*) における特異的プライマーの作成

C. phellodendri における特異的プライマーを作成する

Effective Infection Distance of Basidiospores of a Needle Pine Rust Fungus, *Coleosporium phellodendri* from Its Intermediate Host *Phellodendron amurense* and Efficacy of Several Fungicides Against This Rust Fungus. By Mikio KUSUNOKI, Yasushi MIURA, Kiwamu FUJITA, Yuichi YAMAOKA, Izumi OKANE and Hiroyuki SUZUKI

(キーワード: マツ類, 葉さび病, 担子胞子, 感染距離, 防除, マンゼブ水和剤)

*現所属: 香川県園芸総合センター

**現所属: 新潟食料農業大学

ため、米国生物工学情報センター塩基配列データベース (GenBank) に登録されている *Coleosporium* 属菌のうち、日本において二葉マツ類にさび孢子堆を形成することが知られている 9 種について rDNA ITS2 領域の塩基配列データを取得し、*C. phellodendri* に特異的な配列を探索してリバースプライマー (Coleo_Phello_R:5'-CCATAT CACAACCCTTTATACAATC-3') を設計した。アライメントデータは TreeBase に登録した (<http://purl.org/phylo/treebase/phyloids/study/TB2:S27392>)。フォワードプ

ライマーは、AIME (2006) において作成された Rust2inv を改変した Coleo_Phello_F (5'-TCGATGAAGAACACA GTGAAATG-3') を用いた。

プライマーセットの特異性を確認するため、筑波大学植物寄生菌学研究室標本庫に保管されている 12 種 22 標本の *Coleosporium* 属菌 (表-1) を供試して PCR を行うと、*C. phellodendri* では DNA 断片 (195 bp) の増幅が確認されたが、他種においては見られず、プライマーセットの特異性が確認できた (図-1)。

表-1 種特異的プライマー作製のために用いた標本

菌種	標本 ^a	冬孢子世代宿主	GenBank accession numbers
			ITS2 領域
<i>Coleosporium asterum</i>	TSH-R6575	ゴマナ	LC333797
	TSH-R11695	ノコンギク	
<i>C. pini-asteris</i>	TSH-R9584	シラヤマギク	MN108161
<i>C. bletiae</i>	BSC1	シラン	
<i>C. clematidis</i>	TSH-R10862	シラン	KX386010
	N79	クレマチス属	
<i>C. clematidis-ajiifoliae</i>	TSH-R11102	センニンソウ	LC333796
	TSH-R6521	ポタンヅル	
<i>C. horianum</i>	TSH-R11106	ポタンヅル	LC333800
	TSH-R18330	ツルニンジン	
<i>C. lycopodis</i>	TSH-R6560	ツリガネニンジン	LC333800
	TSH-R6581	ツリガネニンジン	
<i>C. pedunculatum</i>	TSH-R9048	<i>Saussurea grandifolia</i>	LC333801
<i>C. phellodendri</i>	TSH-R6525	キハダ	
	TSH-R6658	キハダ	
<i>C. plectranthi</i>	TSH-R6766	キハダ	KX386011
	N85	-	
<i>C. tussilaginis</i>	TSH-R10935	シソ	MF769653
	U74	<i>Senecio triangularis</i>	
<i>C. zanthoxyli</i>	TSH-R9046	<i>Campanula gromerata</i>	KX386019
	N105	サンショウ	
	TSH-R6808	カラスザンショウ	

^a TSH: 筑波大学植物寄生菌学研究室標本庫。



図-1 プライマーセット Coleo_Phello_F および Coleo_Phello_R の PCR による特異性試験の結果
1: *C. phellodendri*, 2: *C. phellodendri*, 3: *C. asterum*, 4: *C. pini-asteris*, 5: *C. bletiae*, 6: *C. clematidis*, 7: *C. clematidis-ajiifoliae*, 8: *C. horianum*, 9: *C. lycopodis*, 10: *C. pedunculatum*, 11: *C. plectranthi*, 12: *C. tussilaginis*, 13: *C. zanthoxyli*, M: マーカー。

Coleosporium 属菌の精子およびさび胞子世代は、種間の形態的差異が乏しいため、葉さび病を引き起こしている種を形態的に同定することは難しい (SUZUKI et al., 2018)。また、香川県仲多度郡まんのう町 (香川県森林センター) では、ボタンヅルを中間宿主とする *C. clematidis-apiifoliae* Dietel が確認されている。これらのことから、以下の試験では、上記のプライマーセットを用いた PCR 検定を行い、発病葉上の精子器またはさび胞子堆が *C. phellodendri* であるかどうかを確認した。

II マツ類葉さび病菌 (*Coleosporium phellodendri*) の中間宿主キハダから飛散する担子胞子の有効感染距離

1 キハダ周辺に植生しているマツ類におけるマツ類葉さび病の発生調査

茨城県の 2019 年の調査では、茨城県つくば市 (筑波大学山岳科学センター演習林植物見本園) 内とその周辺に植栽されているアカマツのうち、キハダ群から 14 m, 21 m, 28 m, 75 m, 200 m 離れた個体の針葉に *C. phellodendri* のさび胞子堆の発生が見られた (表-2)。

香川県の 2018 年の調査では、高松市東植田町 (公測森林公園) でキハダ群から 120 m の地点のアカマツ、香川県森林センターでキハダ群から 16 m および 75 m 地点のアカマツ、21 m および 75 m の地点のクロマツの針葉に *C. phellodendri* のさび胞子堆の発生が見られた (表-2, 図-2)。

香川県の 2019 年の調査では、公測森林公園ではキハダ群から 120 m および 240 m 地点のアカマツ (表-2,

図-3), 森林センターでは 26 m, 36 m および 75 m 地点のクロマツの針葉に *C. phellodendri* のさび胞子堆の発生

表-2 筑波大学植物見本園, 公測森林公園および香川県森林センター内に植生するマツ類針葉上で採取したさび胞子堆からの *C. phellodendri* の検出結果

調査年	調査地点	キハダからの距離 (m)	樹種	<i>C. phellodendri</i> 検出	
2019	筑波大学植物見本園	14	アカマツ	+	
		21	アカマツ	+	
		28	アカマツ	+	
		75	アカマツ	+	
		110	アカマツ	-	
		200	アカマツ	+	
2018	公測森林公園	120	アカマツ	+	
		香川県森林センター	16	アカマツ	+
			21	クロマツ	+
			75	アカマツ	+
			75	クロマツ	+
2019	公測森林公園	120	アカマツ	+	
		240	アカマツ	+	
	香川県森林センター	26	クロマツ	+	
		26	クロマツ	+	
		26	クロマツ	+	
		36	アカマツ	+	
		74	アカマツ	-	
		74	アカマツ	-	
		75	クロマツ	+	
		150	クロマツ	-	
		150	クロマツ	-	
		150	クロマツ	-	

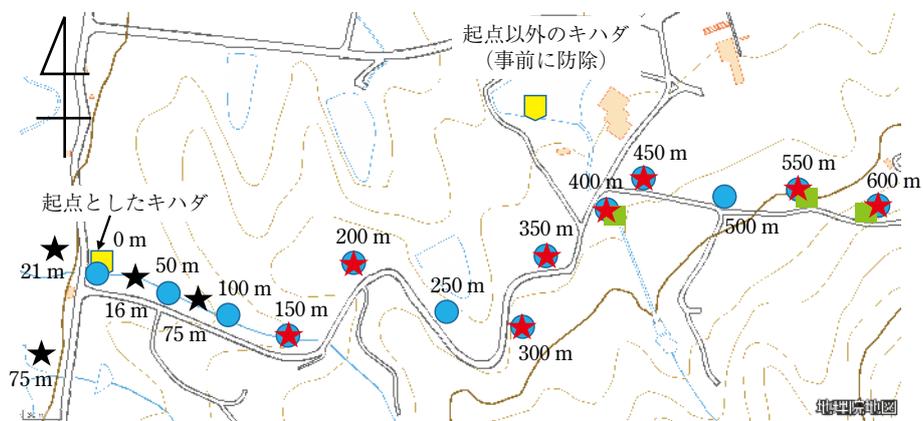


図-2 起点としたキハダ周辺に植生しているマツ類 (2018 年) および距離別に設置したマツ苗 (図中青丸: 2017 年) におけるマツ類葉さび病発生調査結果 (香川県森林センター)

注) ★は発病が見られた苗で、いずれも *C. phellodendri* 種特異的プライマーで検出されなかった。そのうちシーケンスを行った■については *C. clematidis-apiifoliae* であることを確認した。★は植生しているマツで発病を確認したもの (いずれも種特異的プライマーにより *C. phellodendri* であることを確認した)。

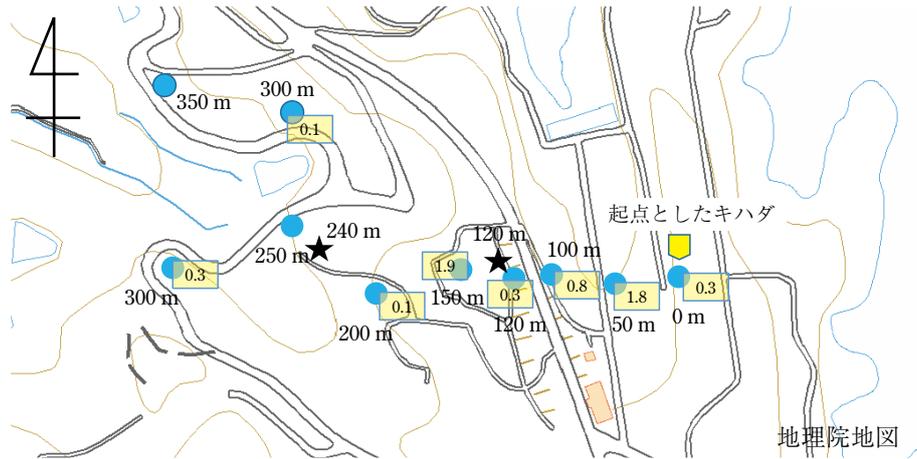


図-3 キハダ周辺に植生しているマツ類およびキハダ周辺に距離別に設置したマツ苗 (図中青丸) におけるマツ類葉さび病発生調査結果 (公測森林公園, 2019年)
 注) ★は植生しているマツで発病を確認したもの, 数値は苗当たり発病針葉数 (いずれも種特異的プライマーにより *C. phellodendri* であることを確認した).

が見られた (表-2)。

2 マツ類の苗を用いたマツ類葉さび病菌担子胞子トラップ試験

茨城県の試験では, 2017年9~11月の間, つくば市天王台 (筑波大学山岳科学センター演習林植物見本園) に植栽されているキハダ4本を中心として, 1m, 10m, 25m, 50m, 75m, 100m, 150m, 200mおよび300m地点にアカマツ苗をキハダ葉上から飛散するマツ類葉さび病菌の担子胞子のトラップとして設置した (図-4, 5)。その後, キハダから400m以上離れた場所で苗を越冬管理し, 2018年4月にアカマツ苗の針葉上での精子器およびさび胞子堆の形成を苗ごとに調査し, 観測地点ごとに苗当たりの感染針葉数の平均値を求めて散布図を作成した。キハダ群から1m, 10m, 25m, 50mおよび75m地点に設置したアカマツ苗の針葉上で精子器の形成が確認できた (図-4)。観測地点ごとの苗当たり感染針葉数の平均値から散布図を作成したところ, “ $y = -1.6116x + 3.285$ ” ($R^2 = 0.5965$) の近似直線が得られ, 担子胞子の有効感染距離が100m程度であると推測された (図-6)。

香川県の試験では, 2017年は香川県森林センター, 2018, 19年は公測森林公園に植栽されているキハダ群から50m間隔で150~600m地点まで, アカマツ, クロマツ苗を9~12月の間設置し, その後, 綾歌郡綾川町 (香川県農業試験場) に苗を移動して管理した。調査は翌年の4~6月にマツ苗の針葉上での葉さび病の精子器およびさび胞子堆の調査とPCR検定を行った。森林センターにおいては, 150m, 200m, 300m, 400m, 450m, 550mおよび600m地点のアカマツにさび胞子堆が確認された

が, すべてが *C. phellodendri* 特異的プライマーで検出できなかった。シーケンスした結果, ボタンヅルを中間宿主とする *C. clematidis-apiifoliae* であることが確認された (表-3, 図-2)。公測森林公園においては, 2018年では, 0m, 50m, 100m, 120mおよび150m地点のアカマツの苗から, 2019年では, 0m, 50m, 100m, 120m, 150m, 200mおよび300m地点のアカマツの苗から, *C. phellodendri* による精子器またはさび胞子堆が確認され, 担子胞子の有効感染距離は最大で300mであった (表-3, 図-3)。

3 まとめ

二葉マツ類の葉さび病を引き起こす日本に存在する *Coleosporium* 属菌は, 種によって, あるいは冬胞子が形成される中間宿主の種によって担子胞子の飛散距離は異なる。キハダを中間宿主とする *C. phellodendri* では, キハダから120m (佐保, 1963) あるいは200m以上 (浜, 1972) 離れた場所のマツ上でもさび胞子堆形成が認められることを報告している。

2017年秋に筑波大学植物見本園で実施したアカマツ苗を用いた葉さび病菌担子胞子のトラップ試験では, 本菌担子胞子の有効感染距離は約100mと推定されたが, 2019年の調査では, キハダから200m離れたアカマツ針葉上で本菌のさび胞子堆が検出された。香川県における試験でも, 試験を実施した年, 場所および方法によって精子器またはさび胞子堆が形成されたマツ類のキハダからの距離は異なり, 最長で300mとなった。今回の試験結果から, 担子胞子の飛散距離は, 風の強さや地形, 樹林の植生状況等により異なると考えられた。本研究で得られた結果を総合的に判断すると本菌の担子胞子の有

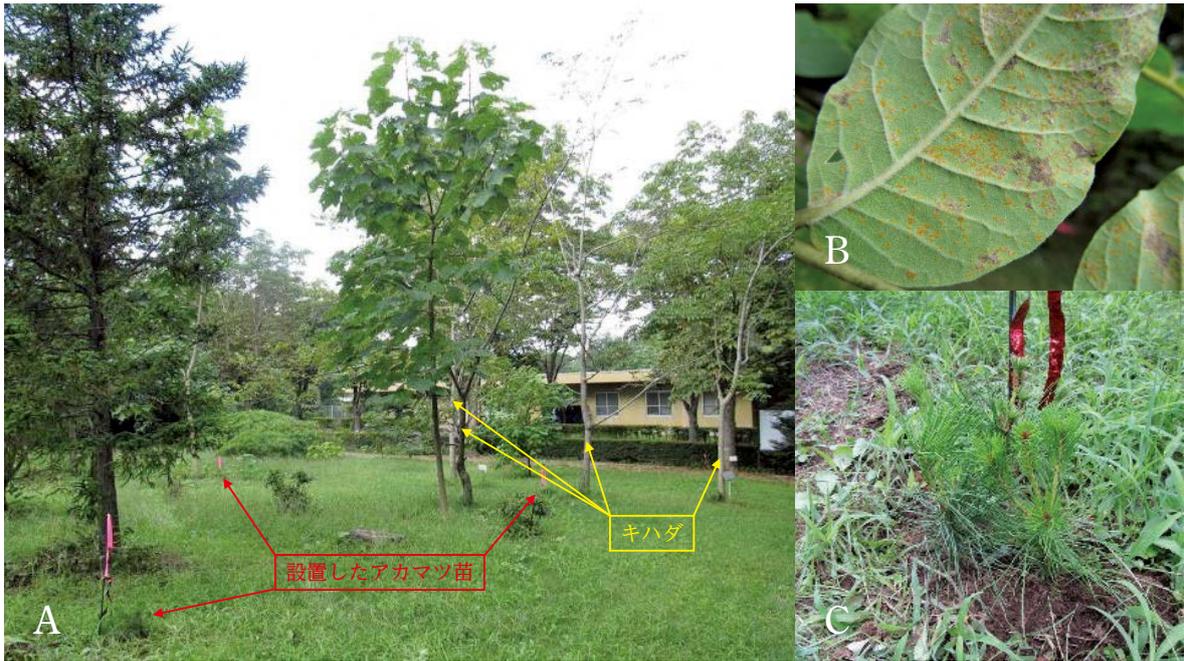


図-4 アカマツ苗を用いたマツ類葉さび病菌の発生調査試験地の様子
 A: マツ類葉さび病菌担子胞子トラップ試験の試験地.
 B: キハダ上の冬孢子堆.
 C: 設置したアカマツ苗.

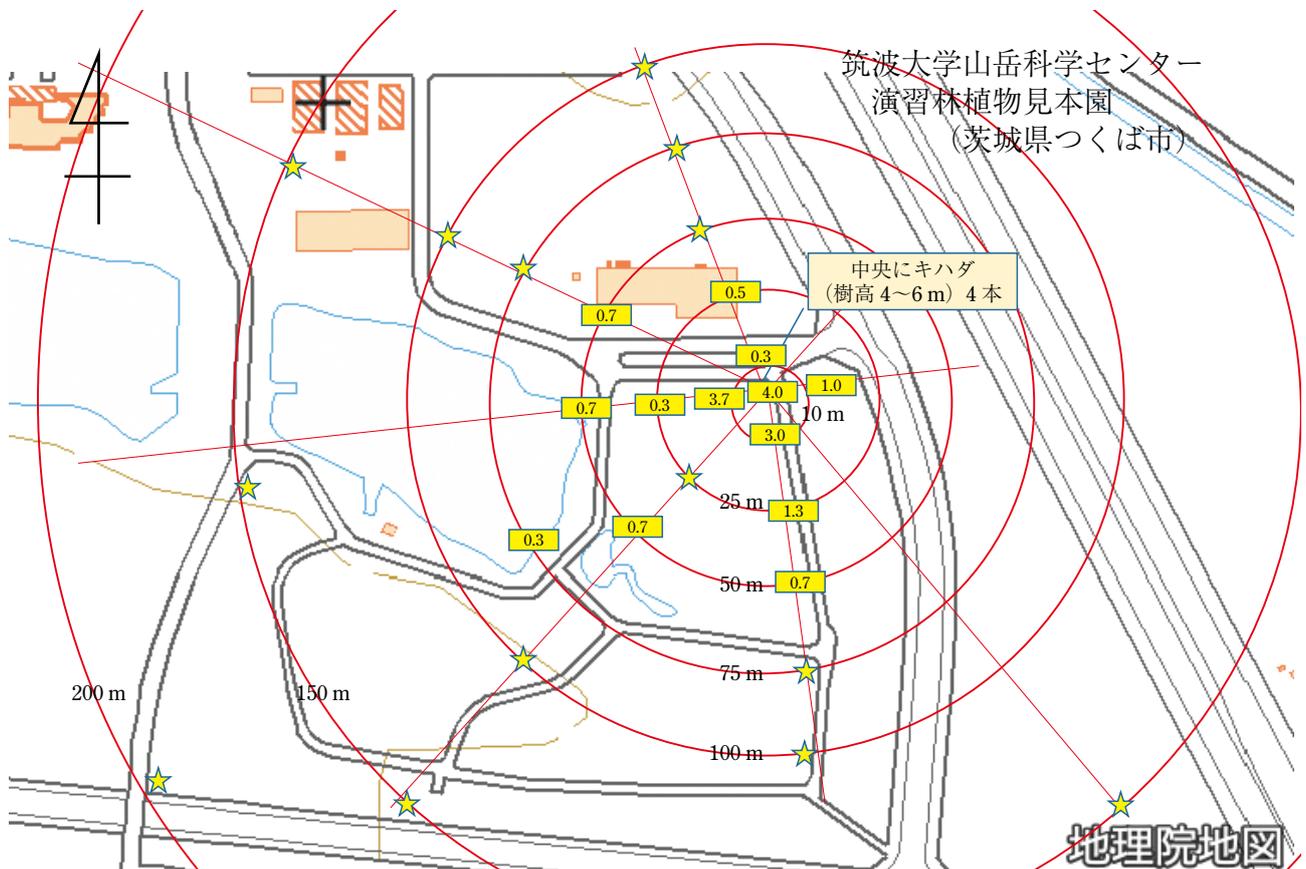


図-5 アカマツ苗を用いたマツ類葉さび病菌発生調査における設置箇所および調査結果
 (2017年9月に設置, 2018年4月に判定) ☆は苗設置位置, 数値は苗当たりの平均感染針葉数)

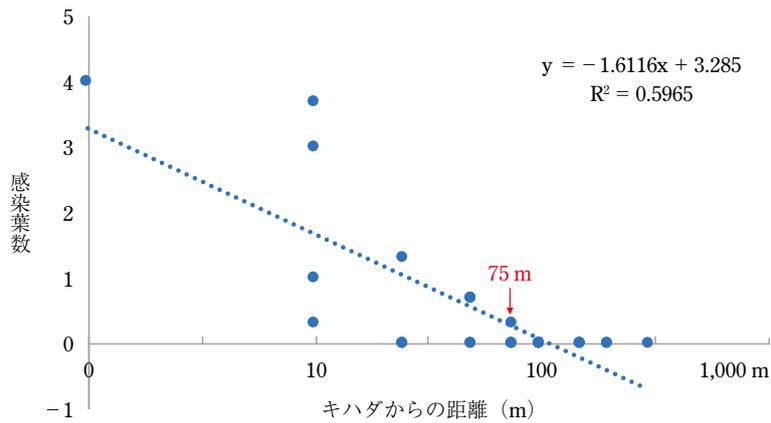


図-6 アカマツ苗を用いたマツ類葉さび病菌の発生調査における有効感染距離 (2017年9月に設置, 2018年4月に判定)

表-3 公測森林公園および香川県森林センターに設置したマツ類苗の針葉上で採取したさび胞子堆からの *C. phellodendri* および *C. clematidis-apiifoliae* の検出結果

苗設置年	設置地点	キハダからの距離 (m)	樹種	<i>C. phellodendri</i> 検出	<i>C. clematidis-apiifoliae</i> 検出
2017	香川県森林センター	150	アカマツ	-	未検定
		200	アカマツ	-	未検定
		300	アカマツ	-	未検定
		350	アカマツ	-	未検定
		400	アカマツ	-	+
		450	アカマツ	-	未検定
		500	アカマツ	-	未検定
		550	アカマツ	-	+
2018	公測森林公園*	0	アカマツ	+	未検定
		50	アカマツ	+	未検定
		100	アカマツ	+	未検定
		120	アカマツ	+	未検定
		150	アカマツ	+	未検定
2019	公測森林公園	0	アカマツ	+	未検定
		50	アカマツ	+	未検定
		100	アカマツ	+	未検定
		120	アカマツ	+	未検定
		150	アカマツ	+	未検定
		200	アカマツ	+	未検定
		250	アカマツ	-	未検定
		300	アカマツ	+	未検定
		300	アカマツ	+	未検定
		350	アカマツ	-	未検定

* : クロマツ苗も設置したが, すべての苗でさび胞子堆は発生しなかった.

有効感染距離は 300 m 程度であると判断した。

楠ら (2017), Kusunoki et al. (2017 ; 2019) は, 2016~18 年に香川県の主要な盆栽産地である高松市鬼無町および国分寺町でマツ盆栽園地とその周辺でマツ類葉さび病の発生状況を調査するとともに, 盆栽園地から 300 m の範囲でマツ類葉さび病の中間宿主であるキハダの植生

調査を行っている。その結果, すべての盆栽園地内のマツ類に葉さび病の発生は認めず, キハダはすべての盆栽園地から 300 m 範囲内には分布していなかった。このことは, 有効感染距離調査結果と合わせて考えると本地域におけるマツ葉さび病の発生の可能性は低いと考えられる。

III マツ類葉さび病に対する各種薬剤の防除効果

1 薬剤添加培地上での担子胞子の発芽阻害試験

「マツ」あるいは「樹木類」に農薬登録のある殺菌剤として、有機銅水和剤、マンゼブ水和剤、チオファネートメチル水和剤およびヘキサコナゾール水和剤の4薬剤を供試して培地上での担子胞子の発芽阻害について試験を行った。登録に基づいた実際の散布濃度になるように有機銅水和剤は500倍、マンゼブ水和剤は600倍、チオファネートメチル水和剤は1,000倍、ヘキサコナゾール水和剤は1,000倍に希釈して作製した薬液を1倍希釈区とし、それらを希釈して10倍、100倍および1,000倍希釈区を設けた。薬剤添加平板培地（9 cm プラスチックシャーレ）は、これらの薬液の10倍濃度液を作製し、1.5%素寒天平板培地9に対して1の割合で分注直前に加えて混和して作製した。なお、薬剤を添加していない素寒天平板培地を無処理区とした。マツ類葉さび病菌 (*C. phellodendri*) の冬孢子堆は長野県南佐久郡南牧村（筑波大学山岳科学センター八ヶ岳演習林）のキハダ葉上で採取した。シャーレのふたの内側に素寒天片を貼り付け、その上に *C. phellodendri* の冬孢子堆が形成されたキハダ葉小片を接着させ、ふたをしたのちにパラフィルムで密閉し、17℃の温室で培養した。培養24時間後に、

冬孢子から培地上に落下した担子胞子の発芽の有無を調査して発芽率を算出した。

担子胞子の発芽阻害効果は、マンゼブ水和剤の効果が最も高く、野外での標準的散布濃度の1~100倍希釈培地上でも発芽が完全に阻害された（表-4、図-7B）。また、有機銅水和剤でも1~1,000倍希釈培地上で発芽が著しく阻害された（表-4、図-7C）。ヘキサコナゾール水和剤については、発芽阻害はわずかであったが、1~10倍希釈区では発芽後の発芽管に異常、細胞内容物の漏出が認められた（表-4、図-7D）。チオファネートメチル水和剤については、1~10倍希釈区で発芽阻害が認められた（表-4、図-7E）。

2 圃場での各種薬剤の防除効果試験

キハダを中間宿主とするマツ類葉さび病が発生している香川県森林センター、公測森林公園および筑波大学山岳科学センター八ヶ岳演習林で、無防除のクロマツおよびアカマツの2~3年生苗を定植した試験圃場を設けた（図-8）。試験は2017~18年および2018~19年の2回行い、試験区は1区10~33本、3~5連制でランダムに配置して自然感染条件下での薬剤効果試験を行った。供試薬剤は有機銅水和剤500倍、マンゼブ水和剤600倍、チオファネートメチル水和剤1,000倍、ヘキサコナゾール水和剤1,000倍の4薬剤の散布区を設置し、対照として

表-4 *Coleosporium phellodendri* 担子胞子の発芽に対する各種薬剤の阻害効果

薬剤	濃度	反復1		反復2		反復3		反復4	
		観察した担子胞子数	担子胞子発芽率(%)	観察した担子胞子数	担子胞子発芽率(%)	観察した担子胞子数	担子胞子発芽率(%)	観察した担子胞子数	担子胞子発芽率(%)
マンゼブ水和剤 (600倍液)**	×1	2*	0	41*	0	8*	0	92*	0
	×10	62*	0	0*	0	30*	0	100*	0
	×100	300<	0	0*	0	22*	0	69*	0
	×1,000	300<	10.9	68*	0	300<	0	300<	0
ヘキサコナゾール水和剤 (1,000倍液)	×1	300<	63.7	300<	53.0	300<	28.1	300<	35.9
	×10	300<	82.9	300<	87.1	300<	96.0	300<	94.9
	×100	300<	87.2	300<	92.6	300<	90.9	300<	93.1
	×1,000	300<	94.9	300<	95.5	259	99.6	290	90.3
チオファネートメチル水和剤 (1,000倍液)	×1	300<	14.1	61*	0	300<	0	300<	7.4
	×10	300<	91.9	300<	91.5	300<	82.7	300<	79.0
	×100	300<	82.7	300<	96.0	104*	96.2	300<	93.9
	×1,000	300<	88.9	300<	95.4	300<	93.1	300<	94.8
有機銅水和剤 (500倍液)	×1	300<	0	12*	0	300<	0	300<	0
	×10	300<	0	300<	0	300<	0	277	0
	×100	300<	0	300<	0	300<	0	300<	0
	×1,000	300<	0	300<	0	300<	0	300<	0
無処理		300<	92.2	300<	95.8	300<	97.4	300<	91.6

*担子胞子形成不良。ほとんどの場合300個以上の担子胞子を観察できたが、観察できた胞子が150個以下であった場合を示す。

**圃場散布試験で使用した濃度。この濃度を寒天培地では1倍として各希釈培地を作成した。

八ヶ岳演習林で採集した菌株を用い、17℃で2日間培養。

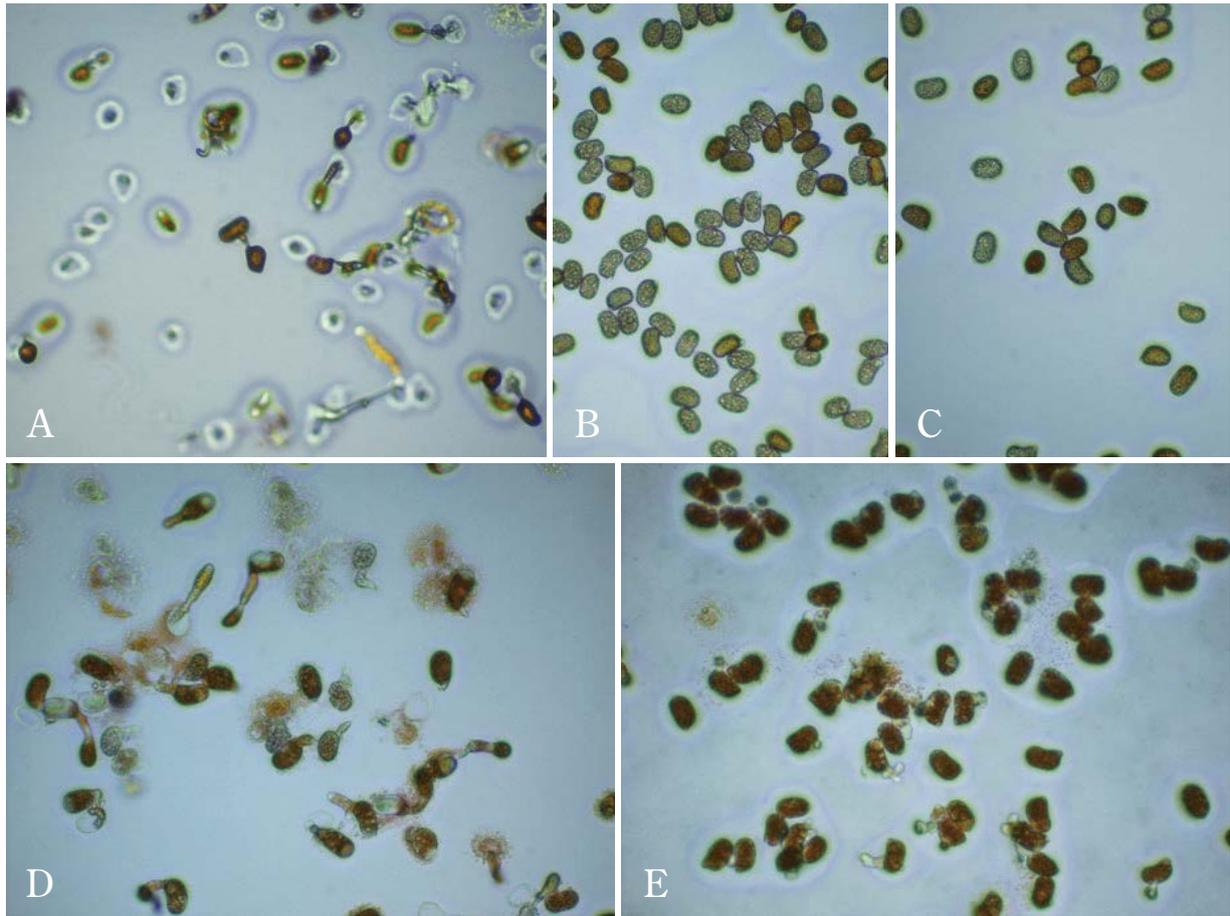


図-7 培地試験における *Coleosporium phellodendri* 担子胞子の発芽と殺菌剤による発芽阻害の様子

- A: 無処理区の担子胞子 (間接発芽).
 B: マンゼブ水和剤×100 区の担子胞子 (発芽していない).
 C: 有機銅水和剤×1,000 区の薬剤入り寒天培地表面の担子胞子 (発芽していない).
 D: ヘキサコナゾール水和剤×1 区の薬剤入り寒天培地表面の担子胞子 (発芽しているが、細胞内容物が漏出している).
 E: チオファネートメチル水和剤×1 区の薬剤入り寒天培地表面の担子胞子 (発芽しているが、細胞内容物が漏出している).



図-8 薬剤効果試験圃場の様子

- A: 筑波大学山岳科学センター八ヶ岳演習林 (長野県南佐久郡南牧村).
 B: 香川県森林センター (香川県仲多度郡まんのう町).

無散布区を設けた。薬剤散布は8~10月に3~4週間間隔で3回行った。発病調査は翌年の5~7月に全株対象に精子器およびさび胞子堆を形成している葉数を計数し、1樹当たりの葉さび病の感染葉数を求めた。1樹当

たりの葉さび病の発病葉数から各薬剤の防除価を算出し、1変量の分散分析およびDunnnettの方法によって無処理区との有意差を検定した。

香川県の2箇所および長野県での2017~18年と

表-5 マツ類葉さび病に対する各種薬剤の防除効果

試験場所	試験年	樹種	薬剤			
			マンゼブ水和剤	ヘキサコナゾール水和剤	チオファネートメチル水和剤	有機銅水和剤
香川県森林センター	2017~18	クロマツ	98.2*	90.9*	49.1	9.1
	2018~19	クロマツ	81.1*	83.0*	52.8	0
		アカマツ	91.7*	87.5*	66.7*	45.8
公測森林公園	2018~19	クロマツ	91.3*	67.5	0	0
筑波大学山岳科学センター 八ヶ岳演習林	2017~18	クロマツ	100*	54.0*	43.9*	52.7*
		アカマツ	100*	86.4*	43.5*	41.7*
	2018~19	クロマツ	98.2*	93.4*	0	74.1
		アカマツ	100	98.8	0	0

*1 変量の分散分析および Dunnett の方法により無処理区と有意差あり ($p < 0.05$).
数字は防除価で、マイナスの場合は0とした。

2018~19年の試験におけるクロマツ、アカマツでのマツ類葉さび病に対する薬剤処理効果を表-5にまとめた。マンゼブ水和剤は防除価が81.1~100であり、最も高い防除効果を示し、効果も安定していた。次いで、ヘキサコナゾール水和剤は防除価が54.0~98.8であり、安定した高い防除効果を示した。チオファネートメチル水和剤は防除価が0~66.7、有機銅水和剤は防除価が0~74.1で、一定の効果が認められるが、効果に振れがあった。

3 まとめ

マンゼブ水和剤は、野外での自然感染防除試験および寒天培地を用いた担子胞子発芽阻害試験の結果から、マツ類葉さび病菌の防除に極めて効果的であることがわかった (YAMAOKA et al., 2019; 楠ら, 2021)。また、作山 (1980) もマンゼブ水和剤と同じ有機硫黄殺菌剤に属するマンネブ水和剤が、マツ類葉さび病の防除に有効であると報告している。マンゼブ水和剤は、多作用点接触活性を有し、有効な菌種の範囲が広く、さび病菌以外にも子囊菌類や卵菌類にも有効とされている。本薬剤は、香川県が作成したEU向けマツ盆栽防除暦に斑点症 (シュードサーコスポーラ菌) の防除としてすでに組み込まれている。

ヘキサコナゾール水和剤は、野外での自然感染防除試験では高い防除効果があったが、寒天培地を用いた担子胞子発芽阻害試験では、担子胞子発芽阻害効果は低かった。本薬剤は胞子の発芽よりもむしろ、発芽管や植物組織内での菌糸の伸長を抑制することが知られており、担子胞子発芽阻害効果は低かったが、野外での自然感染防除試験で効果が認められたと考えられる。ヘキサコナゾール水和剤についてもマツ類葉さび病に対して高い効

果を示してマツ類葉さび病対策剤として有望であることから、マツ盆栽の防除暦への掲載が可能と考える。

一方、チオファネートメチル水和剤や有機銅水和剤でもある程度の効果が見られたが、その効果は安定しなかった。有機銅水和剤は寒天培地を用いた担子胞子発芽阻害試験では、マンゼブ水和剤と同様に高い発芽阻害効果を発揮したが、野外の自然感染条件での防除試験では、マンゼブ水和剤に比べ効力は低かった。今回野外では約3週間間隔で薬剤散布を実施したが、この散布間隔では残効性が短く、効果を十分に発揮できなかったと考える。チオファネートメチル水和剤はマンゼブ水和剤に比べて担子胞子発芽阻害効果は低かったため、野外の自然感染条件での防除試験においてもマンゼブ水和剤に比べて防除効果が劣ったものと考えられる。

香川県のEU向けマツ盆栽防除暦では、マンゼブ水和剤は斑点症 (シュードサーコスポーラ菌) 対策として5月上旬、6月中旬、7月中旬および10月中旬に散布することになっている。今回の試験結果から、マツ類葉さび病に対しても効果が高いと考えられることから、これまでも盆栽産地では葉さび病がマンゼブ水和剤の散布によって同時防除できていたと考えられる。また、葉さび病の発生生態や今回の結果から、マンゼブ水和剤を5月上旬、8月中旬、9月上旬および10月中旬に散布する防除暦を作成して盆栽産地で実証したところ、葉さび病の発生は確認されず、新しい防除暦についても実用性が高いことが確認でき、現在、EU向けマツ盆栽防除暦として利用されている。

おわりに

葉さび病菌の担子胞子の有効感染距離が300 m程度であるという研究成果は、盆栽産地での輸出用盆栽園地から300 mの範囲内で行った葉さび病の発生およびキハダの植生調査結果の正当性を裏付けるものであり、クロマツ盆栽がEUへ輸出された場合、葉さび病のEUへの侵入リスクは極めて低いと判断できる。また、EUが危惧する葉さび病の防除技術も確立された。これまでに取り組んできた具体的な科学データを論文に取りまとめ、それを基に農林水産省植物防疫課二国間協議担当とともにEUの植物防疫担当部局と協議を積み重ねた結果、ついにEUの規則が改正され、2020年10月1日からクロマツ盆栽の輸出解禁が実現した。今後の輸出にあたってはゴヨウマツと同様に①連続した2年間、植物防疫所に登録された圃場で栽培管理する、②年に6回は植物防疫所の検査を受ける、③植物防疫官による輸出検査に合格する、等の検疫措置が必要になる。このため、本格的な輸出は2年間の栽培管理を経たあとの2023年以降になるが、EUへのクロマツ輸出解禁は、盆栽農家の

所得向上や地域産業の活性化につながるものと考えられる。

本試験を実施するにあたり、香川県東讃農業改良普及センター、香川県農政水産部農業経営課、農業生産流通課の担当者には調査に協力いただいた。また、香川県森林センター、公湖森林公園および筑波大学山岳科学センター八ヶ岳演習林、筑波実験林植物見本園の担当者には、実験場所の提供や担子胞子有効感染飛散距離や薬剤試験のための試験地の設定およびさび胞子堆の採取に協力いただいた。ここに、関係各位への感謝の意を表す。

引用文献

- 1) AIME, M. C. (2006): *Mycoscience* **47**: 112~122.
- 2) 浜 武人 (1972): 林業試験場研究報告 **247**: 1~13.
- 3) 楠 幹生ら (2017): 樹木医学研究 **21**: 8~12.
- 4) KUSUNOKI, M. et al. (2017): *Bulletin of the Kagawa Prefecture Agricultural Experiment Station* **68**: 33~39.
- 5) ————— et al. (2019): *ibid.* **70**: 53~58.
- 6) 楠 幹生ら (2021): 香川農試研報 **72**: 23~30.
- 7) 三浦 靖ら (2021): 同上 **72**: 31~41.
- 8) 佐保春芳 (1963): 日植病報 **28**: 182~184.
- 9) 作山 健 (1980): 岩手林試成果報告 **13**: 19~28.
- 10) SUZUKI, H. et al. (2018): *Mycoscience* **59**: 424~432.
- 11) YAMAOKA, Y. et al. (2019): *Tree and Forest Health* **23**: 7~13.

農林水産省プレスリリース (2022.8.16~2022.9.12)

農林水産省プレスリリースから、病害虫関連の情報を紹介します。

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

- ◆ 「令和4年秋の農作業安全確認運動」の実施及び「令和4年秋の農作業安全確認運動推進会議」の開催について (22/8/18) /nousan/sizai/220818.html
- ◆ GAP, 有機農業・環境保全型農業の意欲的な取組を募集します~「令和4年度未来につながる持続可能な農業推進コンクール」を実施~ (22/8/22) /nousan/kankyo/220822.html
- ◆ 令和4年度「農作業安全ポスターデザインコンテスト」の受賞作品の決定について (22/8/23) /nousan/sizai/220823.html
- ◆ 「みどりの食料システム戦略本部」の開催について (22/8/30) /kanbo/b_kankyo/220830.html
- ◆ 「令和4年度病害虫発生予報第7号」の発表について (22/9/7) /syouan/syokubo/220907.html

調査報告

スクミリングガイ被害抑制に向けた水田管理技術の再考

—ジャンボタニシは IPM で解決する—

千葉県農林総合研究センター 病理昆虫研究室 清水 健*

はじめに

近年、関東各県の水稲ではスクミリングガイ *Pomacea canaliculata* (Lamarck) が発生し、移植直後の苗を食害することにより、しばしば経済的被害の原因となっている (図-1)。本種に対する化学的防除にはメタアルデヒド粒剤、カルタップ粒剤、チオシクロラム粒剤、磷酸第二鉄粒剤等複数の殺虫剤の登録があるものの、貝の発生密度が高い圃場では、これらを使用した場合でも甚大な被害が発生する場合がある。米価の低迷も問題視される昨今、防除のための新たな投資は抑えつつ、本種による減収を食い止めることが喫緊の課題である。

千葉県では養殖目的で海外から導入された個体が放棄され、1986年に野生化が確認された (廣田・大木, 1989)。その後分布が拡大し、現在は県北東部を中心に被害の拡大が認められている (松下, 2015)。本種は千葉県内では水田の土壤中で越冬可能であることが確認されているが (廣田・大木, 1989)、その生存率には冬期の低温が

大きな影響を及ぼすため、被害の大小には年次変動が認められる (松下, 2012)。また、被害の発生程度は、同じ年の同じ地域内においても圃場ごとに大きく異なる事例が散見される (図-2)。これらは主に各生産者の防除への取り組みの違いによる結果と推察されるが、このことは同時に、本種による被害は対策の取り方次第で抑制できる問題であることを示唆する。既に現地において取り組まれている既存の防除技術の効果を改めて検証し、方法を見直すことによって、より効果的な防除につなげる必要があると考えられた。

そこで千葉県では、2020年の作において被害がほとんど発生しなかった圃場と、隣接する甚大な被害が発生した圃場において、それぞれで異なる各生産者の水田管理技術に着目し、各種技術による被害抑制効果を再検証した。まず、収穫後の耕うんによる物理的防除効果の違いを明らかにした (清水, 2022)。次に、スマート機器を活用し、両圃場における田面の均平度を比較することにより、被害の発生に影響しうる水田管理技術の違いを



図-1 スクミリングガイ成貝 (左) と甚被害の発生した水田 (右) (2021年7月29日撮影)

Reconsideration on Paddy Cultivation Methods to Suppress Damages from *Pomacea canaliculata* (Lamarck) (Gastropoda: Ampullariidae). By Ken SHIMIZU

(キーワード: スクミリングガイ, IPM, PTO, ドローン, RTK-GNSS, 均平)

*現所属: 千葉県農林水産部 担い手支援課 専門普及指導室



図-2 公道を挟んで隣接するスクミリングガイによる被害の少発生水田（左，30 a）と甚発生水田（右，35 a）
（2020年5月27日撮影）（清水ら，2022より改変）

明らかにした（清水ら，2022）。ここではそれぞれの内容について紹介する。

I 収穫後の耕うん方法の違いによる防除効果の検証 —物理的防除—

スクミリングガイに対しては既に多様な防除手段の効果が明らかになっているが（WADA, 2004），特に耕うんによる物理的防除効果については多くの研究例がある（高橋ら，2000；2002 a；2002 b；和田ら，2004）。耕うんは水稻栽培における必須な管理作業の一つである。この管理方法を改善することによって，より効果的な防除が可能となれば，新たに必要となる防除投資も最小限で済むため，大きな期待が寄せられている。

図-2に挙げた両圃場においては，毎年収穫後に実施される耕うん方法に大きな違いが認められた。甚被害の発生した圃場においてはロータリーを地域慣行のPTO（power-take-off）1速で回転させて耕うんしていたのに対して，毎年ほとんど被害を発生させていない圃場においては，収穫後の最初の耕うんにおいてPTO2速の高回転ロータリー耕を，約1.4 km/hという遅めの作業速度で実施していた。高回転の耕うんが高い防除効果を示すという先行事例に合致するこの傾向を再検証するため，異なる殻高のスクミリングガイ成貝を着色して現地圃場の土中に埋設し，その上から様々な条件で耕うんを行う試験を実施した（図-3）。その結果，PTO2速の耕うんでは特にサイズの小さい貝に対する殺貝効果がより高くなることが明らかとなった（図-4）。異なる土性区分の圃場で試験した場合には殺貝効果の値は異なった。また，既往の知見のとおり，収穫後2回目以降の耕うんではPTO2速であってもその殺貝効果は低下した。これは，



図-3 水性塗料により着色し番号を付した供試貝（上）と土壤への埋設時の様子（下）（清水，2022より改変）

膨軟な土壌内においては貝がロータリーの刃に当たらず，刃とともに回転してしまうためと考えられる。死亡個体にはすべて直接ロータリーの刃が殻に当たった跡が確認されたことから，防除のためには土壌が硬く，貝

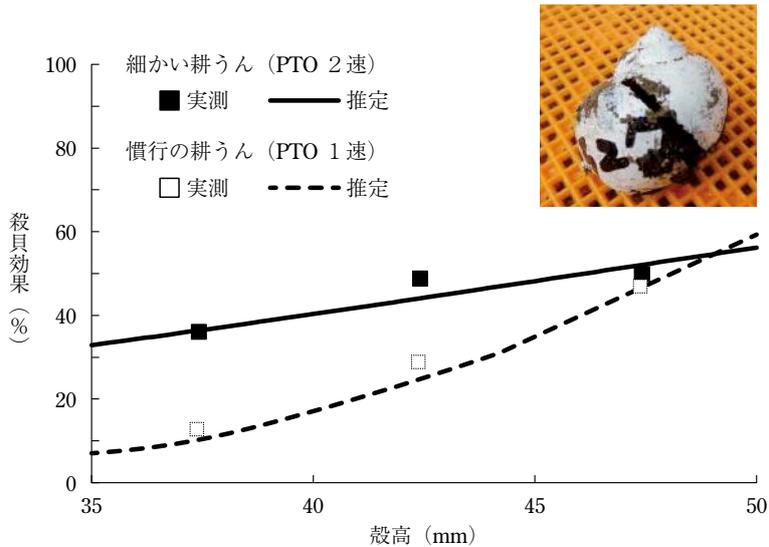


図-4 埋設した供試貝の殻高と PTO ギア段数の異なる耕うんによる殺貝効果の関係 (清水, 2022 より改変)
 図中の写真はロータリーの刃が当たることによって殻が破損した貝。PTO2速の耕うんでは小さい貝に対する殺貝効果が高いことがわかる。

が土中に固定された状態で高回転の刃が当たる必要があることが示唆された。

一般に、圃場内での本種の越冬生存率は総じて低いと考えられているが (YOSHIDA et al., 2009), 好適な気象条件が続き 2 回以上の越冬を経た比較的大きな個体が圃場内に多数残存していた場合、容易に甚大な被害につながる懸念される。これらを耕うんにより確実に防除することは、被害発生リスクの低い状態で新たなシーズンを迎えるために重要なポイントとなる。

II 被害程度の異なる田面に見る均平度の違い 一耕種的防除「浅水管理」に向けて一

水中でしか摂食できない本種に対して、最も効果が高い耕種的防除手段として、播種後や移植後の水田において水深を 4 cm 以下に維持する「浅水管理」が挙げられる (小澤ら, 1988 ; WADA et al., 1999)。しかし、圃場全体の水深を浅くしたとしても、田面に水溜まり部分があるとそこでは逆に被害が集中するため、本技術を導入する際には圃場の土壌表面が均平であることが前提条件となる。田面の凹凸がスクミリングガイによる被害発生程度に及ぼす影響を評価するため、前出の隣接した圃場間において、収穫後に耕うんを行ったあとの田面の均平度を可視化し、少被害圃場と甚被害圃場間の差異を把握した。

収穫後、それぞれ複数回の耕うんを行った各圃場において、ドローンによる空撮画像解析と RTK-GNSS (Real Time Kinematic-Global Navigation Satellite System : リアルタイム動的汎地球測位航法衛星システム) 測量とを組

合せ、田面の均平度を図示した。RTK-GNSS は、GPS など衛星を用いた測位と、地上に設置した基準局からの位置情報データを組合せることによって、高い精度の測位を実現する測量技術の一つである (高野瀬ら, 2021)。RTK-GNSS 測量から得た各圃場内 8 地点の緯度・経度・標高情報を入力することにより、UAV 空撮画像からオルソモザイク画像および Digital Surface Model (DSM) を作成し (Agisoft 社, Metashape Pro-professional version 1.7.3), さらにこれらの画像ファイルを用いて、Q-GIS (version2.14) により田面の高低差 20 cm の範囲をグレースケールにより図示した (図-5)。

少被害だった圃場 (図-5 左) では、圃場全体の黒白の濃淡がおおむね均一で、田面の均平度が高いことがわかる。一方で、甚被害圃場 (図-5 右) では黒白の濃淡にむらがあり、特定の部分の田面が特に低くなっていることが視覚的に確認された。

各圃場表面の高低差の特徴を模式的に示す (図-6)。少被害圃場ではその面積の大部分において表面の高さが均一であることがわかる (図-6-(1))。一部、圃場北端 (図-6-(2)) の土壌が高くなっているが、生産者によると、この圃場では以前は南側の土が高く、毎年の耕うん作業の際に、意識して土を北方向へと移動させた結果であろうとのことであった。

一方、甚被害圃場では、まず、トラクターによる耕うん作業 1 工程に該当すると考えられる長辺方向の同間隔の幅の内部に、ストライプ状の高低差が確認された (図-6-(3))。ロータリーの深さが一定に保たれていない

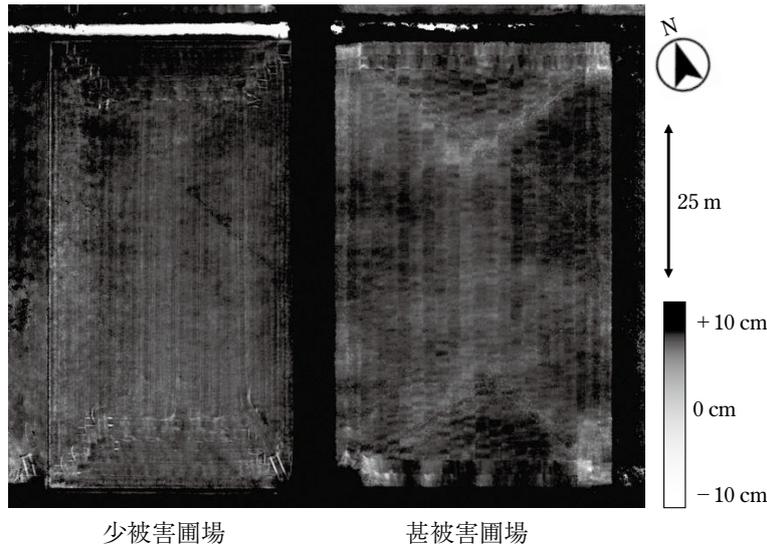


図-5 移植後の被害程度の異なる隣接した水田における耕うん後の田面の高低差 (清水ら, 2022 より改変)
対象圃場のドローン撮影画像 (2020年12月8日撮影) と, RTK-GNSS 測量により得られた標高値を合成し, グレースケールで図示した。なお, 対象圃場は図-2 に示した少被害圃場 (左) および甚被害圃場 (右)。

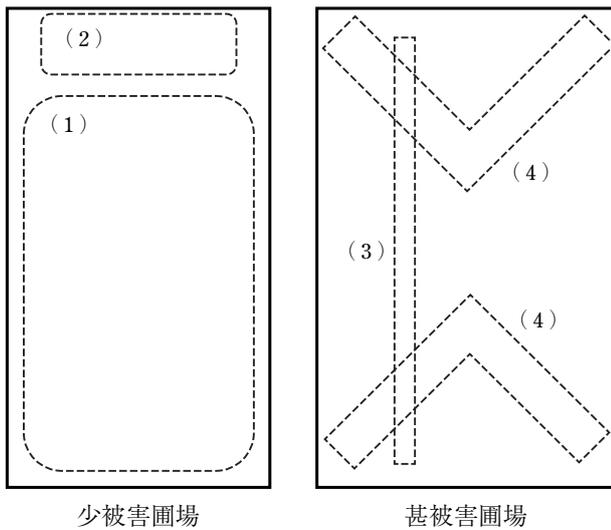


図-6 圃場表面の高低差に係る特徴の模式図 (清水ら, 2022 より改変)
(1) 少被害圃場は全体的に滑らかに管理されている。
(2) 圃場北側で田面がやや高いのは, 過去に行った圃場南側からの意図的な土の移動によるものと考えられる (生産者, 私信)。
(3) 甚被害圃場ではトラクターによる耕うん作業の1工程の間に同間隔でストライプ状の高低差が確認される。
(4) 四隅から中央へ向けてV字 (逆V字) 模様を描くように低い部分がある。

ことが原因となり, 意図しない土の移動によって表面の高低差を生み出しているものと考えられる。また, 四隅から圃場中央へ向けてV字および逆V字の模様を描くように低い部分が確認された (図-6-(4))。これらは,

2010年の収穫直後の対象圃場の空中写真 (国土交通省, 2010) で撮影されたコンバイン操作の痕跡とおおむね合致する (図-7右)。

甚被害圃場では, 収穫時にコンバインにより圃場内を周囲四辺ともに終始刈り取る方式であるため, 各角でコンバインを旋回させる際の切り返し跡がこの模様となって圃場に残ったものと考えられる (図-7中)。四辺の刈り始め部分ではコンバインからワラが排出されず, さらにコンバインを旋回させるためにクローラーによる土壌の掘り返しや寄りが発生すると考えられる。結果として, V字・逆V字模様の部分で土壌表面が低くなった可能性が高い。

一方で, 少被害圃場における収穫時のコンバインによる刈り取り作業では, 作業開始時は甚被害圃場と同様に圃場内を周囲四辺ともに刈り取るが, 短辺側の端にコンバインが旋回できる幅を刈り取った後は, 長辺方向の二辺のみコンバインの左サイドから刈り取る方式である (図-7左)。圃場を管理する生産者によると, これはコンバインの切り返しを最小限にするための作業方法とのことであり, 圃場の長辺方向の端に到達したコンバインが反対側の長辺へ移動する際に緩やかに旋回する軌道を描くように操作が行われており, 旋回時の土壌の掘り返しや寄りが発生しにくいと考えられる。

各圃場におけるこうした機械操作は, それぞれ10年以上繰り返されており, 土壌表面の凹凸にはその影響が蓄積されているものと考えられる。以上のことから, 機

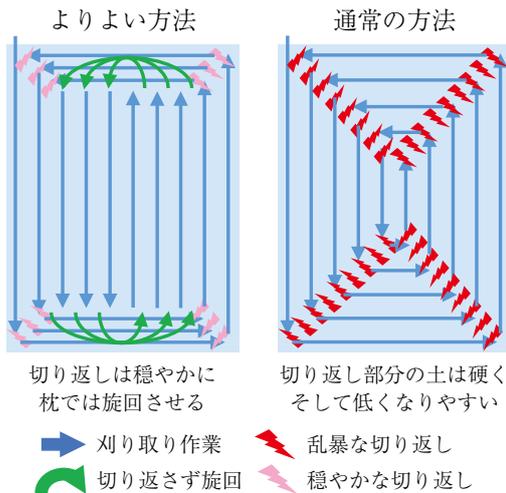
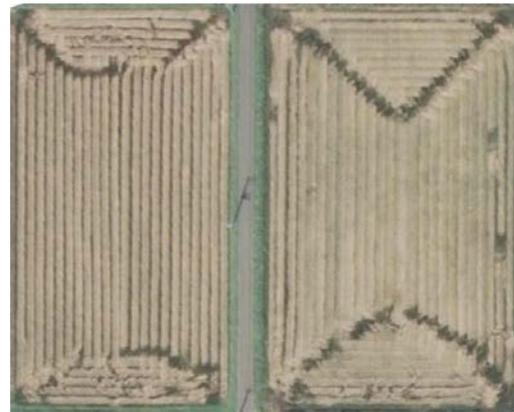


図-7 コンバインの操作方法の違い(左)と収穫後の田面に残る痕跡(右)(千葉県, 2021; 清水ら, 2022より改変)

対象圃場の収穫直後に撮影された航空写真に見られる痕跡は、それぞれの圃場における生産者によるコンバイン操作の特徴を反映しており、図-6の高低差を生み出す原因の一つになると考えられる。



対象圃場の収穫直後の空撮画像
(2010年9月22日撮影, 国土地理院, 2010)

械作業時の機械の操作法や癖によって、田面の高低差が生み出されている可能性が示唆された。均平に管理された圃場においては、浅水管理に取り組みやすく、スクミリングガイによる被害の発生が抑制されやすい状態にあることがわかる。

III IPMによるスクミリングガイ対策 一「組合せ」が防除効果を高める一

本稿ではスクミリングガイの物理的防除と耕種の防除に関連する水田管理技術について取り上げた。これらの技術は単独でも一定の防除効果が期待されるものではあるが、ここで強調したいのは、これらを他の防除技術と合理的に組合せることによる相乗効果である。

例えば、高回転ロータリー耕による物理的防除は、表面近くの土中において越冬している本種に対して、耕うんの深度は浅くてもよいと考えられている(高橋ら, 2002b)。しかし、表面に凹凸が多い圃場において浅い耕うんを試みても、部分的にロータリーが入らず、耕うんのむらが発生する。耕うんによる防除効果を高めるためにも、田面は均平である必要がある。

化学的防除の効果については本稿では取り上げないが、スクミリングガイに対して登録のある多くの殺虫剤がベイト剤であることから、確実に摂食されるためには、やはり田面は均平であるほうが好都合であろう。また、イネが摂食されないサイズに成長した後、本種は圃場内の雑草を餌として成長するが、餌となる雑草を生やさないためにも、除草剤の効果が十分に発揮される必要がある。湛水状態で施用される多くの除草剤の効果を発

揮させるためにも、均平が必要であることは言うまでもない。

化学的防除、物理的防除、耕種の防除を相互に組合せることが、効果の高い害虫対策につながる可能性は、生物的防除が特に重視されがちな昨今のIPMシーンに一石を投じる事例となるのではなかろうか。

おわりに

例年、均平を意識した水田管理を行っていた少被害圃場の生産者は、本稿に紹介した画像解析の結果により、初めて自分が管理する圃場の表面が均平であることを知り、自らの管理技術に自信をつけた。同じく例年、均平を意識せずに水田管理していた甚被害圃場の生産者も、初めて自分が管理する圃場の表面の状態を知った。最も興味深いのは、後者が即座に対策を取り、PTO2速の耕うんを実施し、均平を意識した、その翌年の結果である。2020年に甚被害にあった圃場では、2021年にはほとんど被害が発生せずに栽培が完了した。波及効果は強烈で、現在、同地域では生産者たちが互いに均平を目指し、さながら「均平合戦」を繰り広げている。

本稿で紹介した研究の一部は、農林水産省「令和2～3年度病害虫の効率的防除体制の再編委託事業(スクミリングガイの総合防除体系の確立)」において実施したものである。他の最新の成果も含めて「スクミリングガイ防除対策マニュアル(移植水稻)」(農林水産省消費・安全局植物防疫課, 2022)としてまとめられているので、参照されたい。

引用文献

- 1) 千葉県 (2021):「STOP! ジャンボタニシ被害」リーフレット, 4 pp. https://www.pref.chiba.lg.jp/annou/nouyaku/documents/r3_zyantani_tirashi.pdf
- 2) 廣田龍司・大木 浩 (1989): 関東東山病虫研報 36: 212~213.
- 3) 国土交通省 (2010): 国土地理院地理空間情報ライブラリー地図・空中写真閲覧サービス, <https://mapps.gsi.go.jp>
- 4) 松下みどり (2012): 関東東山病虫研報 59: 89~90.
- 5) ————— (2015): 植物防疫 69(3): 152~154.
- 6) 農林水産省消費・安全局植物防疫課 (2022): スクミリングガイ防除対策マニュアル (移植水稻), 24 pp, https://www.maff.go.jp/j/syouan/syokubo/gaicyu/siryou2/sukumi/PDF/sukumi_manual.pdf
- 7) 小澤朗人ら (1988): 関東東山病虫研報 35: 221~222.
- 8) 清水 健ら (2022): 千葉農林総研研報 14: 59~63.
- 9) ————— (2022): 同上 14: 65~70.
- 10) 高橋仁康ら (2000): 農林水産技術研究ジャーナル 23(3): 16~19.
- 11) —————ら (2002 a): 農業機械学会誌 64(5): 101~107.
- 12) —————ら (2002 b): 同上 64(6): 76~81.
- 13) 高野瀬碧輝ら (2021): 日本機械学会論文集 87(898): 14 pp.
- 14) WADA, T. (2004): JARQ 38(2): 75~80.
- 15) ————— et al. (1999): Appl. Entomol. Zool. 34: 365~370.
- 16) 和田 節ら (2004): 九病虫研会報 50: 23~28.
- 17) YOSHIDA, K. et al. (2009): Appl. Entomol. Zool. 44: 465~474.

新しく登録された農薬 (2022.8.1~8.31)

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

「殺菌剤」

- メトミノストロピン水和剤
24637：メトミン（住商アグロインター）22/8/30
メトミノストロピン：18.7%
マンゴー：炭疽病：収穫前日まで
- メトミノストロピン水和剤
24638：サンケイメトミン SC（サンケイ）22/8/30
メトミノストロピン：18.7%
マンゴー：炭疽病：収穫前日まで

「殺虫剤」

- エトキサゾール水和剤
24639：ネコナカットフロアブル（協友アグリ）22/8/30
エトキサゾール：5.0%
ほうれんそう：ケナガコナダニ類：収穫3日前まで
にら：ネダニ類：収穫7日前まで
- フロメトキン水和剤
24640：ファインスナイパー（日本化薬）22/8/30
フロメトキン：10.0%
きゅうり：アザミウマ類：収穫前日まで

「除草剤」

- オキサジアゾン水和剤
24634：オレオールフロアブル（バイエル）22/8/24
オキサジアゾン：34.8%
日本芝：一年生雑草

●ジメテナミドP・レナシル水和剤

- 24635：フィールドスター P Duo 水和剤（BASF ジャパン）22/8/24
ジメテナミドP：15.4%
レナシル：19.2%
てんさい（移植栽培）：一年生雑草
てんさい（直播栽培）：一年生雑草
- DCMU 水和剤
24636：サンケイダイロン（サンケイ）22/8/24
DCMU：80.0%
陸稲：一年生雑草
だいず、あずき：一年生雑草
らっかせい：一年生雑草
ばれいしょ：一年生雑草
らっきょう：一年生雑草
さとうきび：一年生雑草
飼料用さとうきび：一年生雑草，多年生広葉雑草
食用亜麻：一年生雑草
麦類（冬作）：ヤエムグラ，一年生雑草
りんご，なし，もも，かき，かんきつ，ぶどう，おうとう，うめ：一年生雑草
あま（単作）：一年生雑草
うこん：一年生雑草
桑：一年生雑草
樹木等：一年生雑草



秋田県におけるアスパラガス褐斑病の発生実態と薬剤耐性菌の発生状況

秋田県農業試験場 齋藤 隆明・藤井 直哉・渡辺 恭平
秋田県立大学 藤 晋 一

はじめに

秋田県におけるアスパラガス栽培は、作付面積 362 ha (2020 年度統計)、収穫量 1,380 t (全国 9 位) で野菜の中で重要な品目の一つとなっている。アスパラガスの主な作型は、春どりを早めに打ち切り、立茎しながら収穫を継続して夏秋どりに移行する露地長期どり栽培(以下、露地)がほとんどであるが、近年は、露地よりも早く収穫することができ、収量性が優れるハウス半促成栽培(以下、施設)の普及がすすめられている。

本県でのアスパラガスの斑点性病害に対する薬剤防除は、主にアスパラガス斑点病(以下、斑点病)を対象として行われてきたが、2019 年 9 月に県内の施設圃場において茎葉部の上位の黄化・枯死症状が多発し(図-1)、被害部位を確認すると、図-2 の病徴が多く確認された。詳細に調査した結果、斑点病と病徴が酷似しているアスパラガス褐斑病(以下、褐斑病)の発生が初確認された(齋藤ら, 2021)。そこで、現地圃場における褐斑病の発生実態を把握するとともに、調査を行う中で耐性菌の発生が疑われたため、その発生状況も合わせて調査した。本稿ではこれらの試験結果の概要について紹介する。

I 秋田県における褐斑病の発生実態

2020 年と 2021 年に県内 11 市町のアスパラガス圃場において、褐斑病の発生実態を調査した。その結果、露地や施設に関係なく、褐斑病は県内に広く発生しており、特に、施設では褐斑病単独または斑点病との混発(褐斑病優占)圃場が約 80% と高い割合であった(表-1, 2)。褐斑病は暖地に多い傾向であることが知られており(尾沢, 1982)、施設では露地に比べて高温になりやすいことが本病の発生が多い要因の一つとなることから、寒冷



図-1 アスパラガス褐斑病による茎葉部の上位の黄化・枯死



図-2 アスパラガス褐斑病の病徴

地の北海道でも施設で本病の発生が確認されている(中塚ら, 2016)。また、今回の調査結果から、褐斑病の発生を初確認した 2019 年以前から県内で本病が発生していた可能性が高いと考えられた。

II 薬剤耐性菌の発生状況

秋田県では、アスパラガス栽培における基幹防除剤として QoI 剤が使用されてきたが、すでに県内では斑点病菌に対して QoI 剤であるアズキシストロピン水和剤(シンジェンタジャパン株式会社, 商品名: アミスター

Field Survey and Occurrence of Fungicide-Resistant Field Isolates of Leaf Spot Disease on Asparagus Caused by *Cercospora asparagi* in Akita Prefecture. By Takaaki SAITO, Naoya FUJII, Kyohei WATANABE and Shin-ichi FUJI

(キーワード: アスパラガス, 褐斑病, 薬剤耐性菌)

表-1 露地におけるアスパラガス褐斑病および斑点病の発生状況

調査市町 ^{a)}	調査圃場数	斑点性病害発生圃場 ^{b)}			
		褐斑病 単独	混発 (褐斑病優占)	混発 (斑点病優占)	斑点病 単独
鹿角市	5	0	0	4	1
大館市	3	1	0	2	0
三種町	4	0	0	0	4
秋田市	6	2	2	1	1
由利本荘市	2	0	0	2	0
にかほ市	5	0	1	3	1
仙北市	1	0	0	0	1
大仙市	1	0	0	0	1
美郷町	1	0	0	0	1
横手市	7	1	2	4	0
湯沢市	7	0	1	3	3
合計	42	4 (9.5%) ^{c)}	6 (14.3%)	19 (45.2%)	13 (31.0%)

a) 三種町は伏せ込み促成栽培であり、その他は露地長期どり栽培。

b) 2020年9月上旬～10月下旬と2021年9月上旬において、斑点性病害が多く発生している時期に発病している擬葉または側枝を圃場から無作為に採取後、室温・湿室で約7日間置いた後、病斑100個について実体顕微鏡下で標徴を観察した。褐斑病と斑点病の発病割合を算出後、各調査圃場ごとについて以下の通りに分類し、各地域における圃場割合を算出した。

褐斑病単独：褐斑病菌のみ確認された圃場。

混発（褐斑病優占）：両病原菌が確認されたが、褐斑病菌の割合が斑点病菌よりも高い圃場。

混発（斑点病優占）：両病原菌が確認されたが、斑点病菌の割合が褐斑病菌よりも高い圃場。

斑点病単独：斑点病菌のみ確認された圃場。

c) () 内の数値は、圃場割合を表す。

表-2 施設におけるアスパラガス褐斑病および斑点病の発生状況

調査市町	調査圃場数	斑点性病害発生圃場 ^{b)}			
		褐斑病 単独	混発 (褐斑病優占)	混発 (斑点病優占)	斑点病 単独
鹿角市	— ^{a)}	—	—	—	—
大館市	2	0	0	2	0
三種町	—	—	—	—	—
秋田市	4	2	1	1	0
由利本荘市	6	5	1	0	0
にかほ市	2	1	1	0	0
仙北市	3	1	1	0	1
大仙市	4	4	0	0	0
美郷町	1	0	0	0	1
横手市	6	2	3	0	1
湯沢市	—	—	—	—	—
合計	28	15 (53.6%) ^{c)}	7 (25.0%)	3 (10.7%)	3 (10.7%)

a) —は調査を実施していない。

b) 調査方法は、表-1の注釈に記載の通り。

c) () 内の数値は、圃場割合を表す。

20フロアブル)の感受性低下が確認されている(藤井ら, 2015)。前章で示した通り, 褐斑病は県内に広く発生しており, 斑点病と混発している圃場が多く, かつ生産現場で褐斑病を対象とした薬剤防除でQoI剤を使用しても多発する事例が確認されたため, 本病においてもQoI剤に対する感受性低下が疑われた。そこで, 2020年と2021年に採集した褐斑病菌の感受性検定とチトクロームb遺伝子の解析を行い, QoI剤耐性褐斑病菌の発生状況を調査した。なお, 耐性菌検定は8市の褐斑病の発生圃場から罹病した擬葉または側枝を採集し, それらより単孢子分離した64菌株を用いて行った。

1 感受性検定

検定用培地には, アゾキシストロビン水和剤を有効成分濃度が1,600 ppmから0.78 ppmまでになるように2倍段階希釈して添加したPDA平板培地を用い, 対照は薬剤無添加PDA平板培地とした。すべての培地には, AOX阻害剤として2,3-ジヒドロキシベンズアルデヒド0.8 mMを添加した。AOX阻害剤を添加する際には, ジメチルスルホキシドにあらかじめ溶解し, 最終濃度0.5%になるようにした。供試菌株は25℃・暗所で7日間程度前培養し, 菌叢の周辺部分を直径4 mmのコルクボーラーで打ち抜き, 検定培地に菌叢面が下になるように置床した。25℃・暗所で3日間培養し, 菌糸生育の有無により, MIC(最小生育阻止濃度)値を算出した。その結果, MIC値が常用濃度100 ppm以上の菌株は64菌株中53菌株であった(図-3)。

2 チトクロームb遺伝子の解析

供試菌株をPDA斜面培地で培養後, PS液体培地に移植し, 25℃・暗所で5日間培養した。得られた培養物はブフナー漏斗を用いて吸引る過し, 菌体を回収後に約5 mm角の大きさに切り出し, PEX法(NAKAHARA et al., 1999)によりDNAを抽出した。抽出したDNAを鋳型

として, プライマーRSCBF1 5'-TATTATGAGAGATGTAAATAATGG-3'とRSCBR2 5'-AACAAATATCTTGTCCAATTCATGG-3'(ISHII et al., 2001)を用いてチトクローム遺伝子を増幅した。PCRにはAmpliTaq Gold DNA polymerase (Applied Biosystems)を用い, 94℃10分間の熱変性の後94℃30秒, 52℃1分, 72℃1分30秒を40サイクル72℃5分の伸長反応のPCR条件とした。PCRで増幅された産物は, 上述のプライマーならびにBig-Dye Terminator v3.1 Cycle Sequencing Kit (Applied Biosystems)を用いてシーケンス反応を行い, ABI PRISM 3500xl Genetic Analyzer (Applied Biosystems)で反応物の塩基配列を解析し, 得られた配列からアミノ酸配列を決定した。その結果, 感受性検定においてMIC値が100 ppm以上の53菌株はすべてG143A変異株であり, 12.5 ppm以下の菌株にはG143A変異が見られなかった。QoI剤耐性については, 様々な病原菌においてチトクロームb遺伝子の変異, 特にG143A変異によることが多く報告されていることから(石井, 2012), これらの変異菌株を耐性菌と判定した。ただし, 他の病原菌ではG143A変異の他にF129LやG137R変異も確認されており(近藤, 2014; LEIMINGER et al., 2014), MIC値が常用濃度未満でも耐性菌が確認されていることから(近藤, 2014), 感受性菌と判定したMIC値12.5 ppm以下の菌株が耐性菌かどうかさらなる検討が必要である。

本検定方法による培地上での感受性検定と遺伝子解析結果に基づく, 耐性菌検出圃場率と菌株率はそれぞれ80.0%と82.8%となり, 品種や栽培様式に関係なく, 非常に高い割合であった(表-3)。今回, 鹿角市や湯沢市では耐性菌が確認されなかったが, 圃場数と菌株数が非常に少なかったため, 耐性菌の発生が確認できなかった可能性がある。県内では, 褐斑病と斑点病の混発圃場が多く, 斑点病菌のアゾキシストロビン剤感受性低下も広

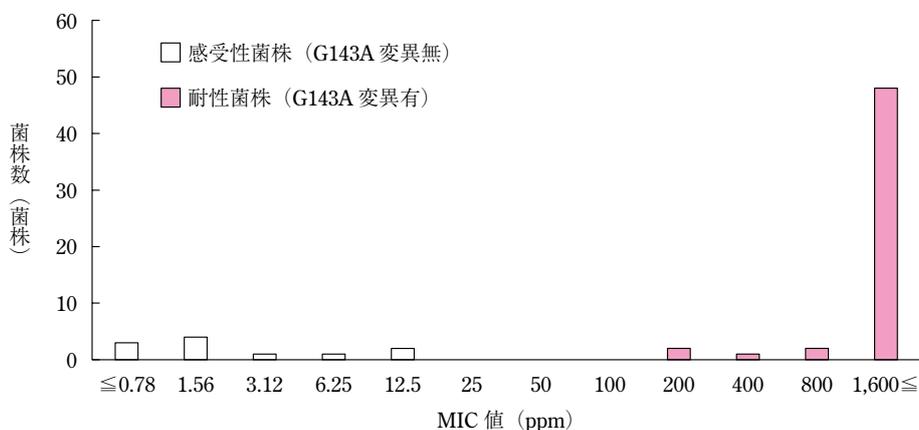


図-3 県内におけるアスパラガス褐斑病菌に対するアゾキシストロビン剤のMIC値の頻度分布

表-3 QoI 剤耐性アスパラガス褐斑病菌の発生状況

圃場 No.	調査圃場		品種	栽培様式	検定菌株数	耐性菌株数 ²⁾	耐性菌検出圃場率(%)	耐性菌検出菌株率(%)
	地域名 ¹⁾	市町名						
1	鹿角	鹿角市	バイトル	露地	1	0	0	0
2		鹿角市	ゼンユウガリバー	露地	1	0		
3	秋田	秋田市	ウエルカム	施設	2	2	100	86.7
4		秋田市	ウエルカム	施設	9	7		
5		秋田市	ウエルカム	施設	1	1		
6		秋田市	ウエルカム	施設	1	1		
7		秋田市	ウエルカム	施設	1	1		
8		秋田市	ウエルカム	施設	1	1		
9	由利	由利本荘市	ウエルカム	施設	3	3	83.3	90.0
10		由利本荘市	ウエルカム	施設	2	2		
11		由利本荘市	ウエルカム	施設	3	3		
12		由利本荘市	ウエルカム	施設	1	0		
13		由利本荘市	メーデル	施設	9	8		
14		にかほ市	ウエルカム	施設	2	2		
15	仙北	大仙市	バイトル	施設	3	3	100	88.2
16		大仙市	ゼンユウガリバー	施設	3	3		
17		大仙市	ゼンユウガリバー	施設	3	2		
18		大仙市	ゼンユウガリバー	施設	3	3		
19		仙北市	ゼンユウガリバー	施設	3	2		
20		仙北市	ゼンユウガリバー	施設	2	2		
21	平鹿	横手市	ウエルカム	露地	1	0	77.8	77.8
22		横手市	ウエルカム	露地	1	0		
23		横手市	ウエルカム	露地	1	1		
24		横手市	ウエルカム	露地	1	1		
25		横手市	ウエルカム	露地	1	1		
26		横手市	ウエルカム	施設	1	1		
27		横手市	ウエルカム	施設	1	1		
28		横手市	ウエルカム	施設	1	1		
29		横手市	ウエルカム	施設	1	1		
30	雄勝	湯沢市	ウエルカム	露地	1	0	0	0
合計					64	53	80.0	82.8

¹⁾ 各地域振興局管内。

²⁾ 感受性検定で MIC 値 100 ppm 以上、チトクローム b 遺伝子の解析で G143A 変異があった菌株を耐性菌とした。

く確認されていることから、耐性菌未確認または未調査地域を含め QoI 剤耐性褐斑病菌が県内で広く発生していると考えられる。なお、本菌における QoI 剤耐性菌は本邦初確認である。

調査圃場の薬剤防除履歴は不明であるが、各産地の防除暦にはアゾキシストロピン水和剤が採用されている。さらに以前は、アスパラガスに登録のある薬剤が少なく、褐斑病以外のアスパラガス病害でも本剤が多用されていた実態があったことから、長期間にわたり複数回使用されていた可能性が高く、これが、耐性菌が発生した

主な要因と考えられる。生物検定は行っていないが、他の病害では G143A 変異株に対して QoI 剤の防除効果が非常に低くなる事例が確認されているため（西村・楠，2015；綿打ら，2015），耐性菌が発生している圃場では薬剤の低下が起きているものと考えられる。また、アスパラガスには数種の QoI 剤の登録があるが、様々な病原菌において QoI 剤間での交差耐性が報告されている（石井，2012）。したがって、今回確認された QoI 剤耐性褐斑病菌についてはアスパラガスに登録があるピラクロストロピン、ピコキシストロピン、クレソキシムメチルに

対しても薬剤耐性が発達しているものと考えられる。

おわりに

今回の調査により、露地と施設では褐斑病単独または斑点病との混発（褐斑病優占）圃場も確認されたため、斑点性病害を対象とした防除は斑点病だけでなく褐斑病も考慮して行う必要があることがわかった。また、褐斑病と斑点病に対する薬剤防除ではQoI剤の使用を避け、他系統の薬剤による防除を行う必要があることと、QoI剤以外の他系統の薬剤耐性菌が発生しないよう、特定の系統の薬剤に偏らず、同系統の薬剤の連用を避ける薬剤防除を行うことが重要である。

引用文献

- 1) 藤井直哉ら (2015): 実用化できる試験研究成果 平成27年度, https://www.pref.akita.lg.jp/uploads/public/archive_0000010648_00/2015-09.pdf
- 2) ISHII, H. et al. (2001): *Phytopathology* **91**: 1166~1171.
- 3) 石井英夫 (2012): *植物防疫* **66**: 481~487.
- 4) 近藤 亨 (2014): *北日本病虫研報* **65**: 50~53.
- 5) LEIMINGER, J. et al. (2014): *Plant Pathol.* **63**: 640~650.
- 6) NAKAHARA, K. et al. (1999): *Journal of Virological Methods* **77**: 47~58.
- 7) 尾沢 賢 (1982): 新版野菜の病害虫—診断と防除—「アスパラガスの病害」(岸國平 編), 全国農村教育協会, p.383~390.
- 8) 中塚由依ら (2016): *北日本病虫研報* **67**: 112~115.
- 9) 西村文宏・楠 幹生 (2015): *植物防疫* **69**: 480~483.
- 10) 齋藤隆明ら (2021): *日植病報* (87): 17 (講要).
- 11) 綿打享子ら (2015): *山梨果試研報* **14**: 39~47.



登録が失効した農薬 (2022.8.1~8.31)

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」

- ベンスルトップ粒剤
16704：ルーバン粒剤（住友化学株式会社）22/8/26
- BPMC粒剤
19658：ミミダス（フマキラー株式会社）22/8/29

「除草剤」

- イマズスルフロン・シハロホップブチル・ジメタメトリン・プレチラクロール粒剤
19213：大塚シェリフ1キロ粒剤（OATアグリオ株式会社）22/8/2
- ダイムロン・ピリミノバックメチル・ベンスルフロンメチル・ペントキサゾン粒剤
20915：フォーマット1キロ粒剤51（クミアイ化学工業株式会社）22/8/3
- プロモブチド・ベンスルフロンメチル・ペントキサゾン粒剤
22338：クミアイクサカリテイオー1キロ粒剤51（クミアイ化学工業株式会社）22/8/3
- プロモブチド・ベンスルフロンメチル・ペントキサゾン粒剤
22339：クミアイクサカリテイオーLフロアブル（クミアイ化学工業株式会社）22/8/3
- プロモブチド・ベンスルフロンメチル・ペントキサゾン粒剤

- 22341：クミアイクサカリテイオー1キロ粒剤75（クミアイ化学工業株式会社）22/8/3
- フルアジホップP・DCMU・2,4-PA粒剤
22550：ロングヒッターA粒剤（石原産業株式会社）22/8/12
- フルセトスルフロン・ベンタゾン水和剤
22556：アンカーマンDF（石原産業株式会社）22/8/12
- クミルロン・ベンスルフロンメチル・ペントキサゾン水和剤
22587：石原ドウジガードフロアブル（石原産業株式会社）22/8/12
- クミルロン・ベンスルフロンメチル・ペントキサゾン水和剤
22590：石原ドウジガードLフロアブル（石原産業株式会社）22/8/12
- クミルロン・ベンスルフロンメチル・ペントキサゾン水和剤
22857：石原ドウジガード1キロ粒剤51（石原産業株式会社）22/8/12
- クミルロン・ベンスルフロンメチル・ペントキサゾン粒剤
22860：石原ドウジガード1キロ粒剤75（石原産業株式会社）22/8/12
- テニルクロール・ペントキサゾン水和剤
21236：スピフロアブル（住友化学株式会社）22/8/26

新技術

解説

IoT 自動撮影カメラを装着した粘着式フェロモントラップによる害虫日別誘殺数の即日把握：シロイチモジヨトウでの検証

地方独立行政法人 大阪府立環境農林水産総合研究所 かね こ しゅう じ
金 子 修 治

はじめに

フェロモントラップは、比較的小型・軽量のため設置が容易で、特定の害虫種のみを捕獲するため調査が簡便である（本郷，2009）。一方で、フェロモントラップは広域に点在して設置されることが多いため、誘殺数の調査の際は設置場所への移動に多くの時間と労力が必要であり、またこれにより毎日の誘殺数の把握が困難などの課題がある。特に、日別の誘殺数データが速やかに取得できれば、害虫の初発日や発生最盛日がより正確かつ迅速に推定でき、発生予察の精度向上に大きく貢献すると考えられる。

筆者らは、フェロモントラップにおける害虫の日別誘殺数を省力的・効率的に把握するため、インターネット経由でデータ通信が可能な IoT 自動撮影カメラと粘着式

フェロモントラップとを組合せた調査手法を開発した（金子ら，2021；金子・城塚，2022）。具体的には、サンケイ化学製 SE トラップの部品を使って自作した粘着式フェロモントラップに市販の IoT 自動撮影カメラを装着し（図-1）、毎朝に粘着板を自動で撮影後、直ちにその画像を携帯電話回線を介して指定のメールアドレスに自動送信させ、それを受信したパソコンのモニター画面上で画像に映った誘殺虫を計数するものである。

本稿では、この IoT 自動撮影カメラを装着した粘着式フェロモントラップを大阪府内のキク栽培圃場に設置し、シロイチモジヨトウ *Spodoptera exigua* (Hübner)（チョウ目：ヤガ科）（図-2）を対象に日別誘殺数を即日把握できるか検証した（金子・城塚，2022）ので、その概要を紹介する。本種は、ネギではふ化幼虫が葉身内に食入し、花き類などでは若齢幼虫が芯葉に潜り込み加害する



図-1 市販の IoT 自動撮影カメラを市販品の部品から自作した粘着式フェロモントラップに装着して作成した「IoT カメラ付き粘着式フェロモントラップ」（右写真は雨除けカバーを付けた状態）（金子ら（2021）より関西病虫害研究会の承諾を得て転載）

Grasping Daily Catches of Insect Pests by Using a Sticky Pheromone Trap Equipped with an IoT Monitoring Camera : Verification for *Spodoptera exigua*. By Shuji KANEKO

（キーワード：シロイチモジヨトウ，IoT 自動撮影カメラ，粘着式フェロモントラップ，日別誘殺数，キク）



図-2 粘着板に誘殺されたシロイチモジヨトウ雄成虫

(河合, 1991) ため成虫の発生盛期から幼虫を対象とした防除適期までの期間が短い。このため、フェロモントラップにおける誘殺最盛日の速やかな把握が求められる。

I IoT カメラを装着した粘着式フェロモントラップ

トラップには、比較的簡単に入手でき、かつ、その作成や機器の設定・操作が容易にできるよう、市販の製品を用いた。その作成手順は次の通りである(図-1参照)。まず、サンケイ化学製 SE トラップ(白色)の屋根2枚と底板3枚を組合せて、縦29 cm、横32 cm、高さ31 cmの粘着式フェロモントラップを自作した。次に、この自作したトラップの天面にIoT自動撮影カメラ(ハイクカム LT4GM マクロ、株式会社ハイク製: 本体サイズ150 × 120 × 72 mm (+アンテナ高170 mm)、重量450 g)を針金などで固定した。なお、トラップ底面からカメラ前面までの距離は約35 cmとした。最後に、その底面に粘着板1枚をダブルクリップで取り付けた。

本IoT自動撮影カメラ(ハイクカム LT4GM マクロ)は単3乾電池12本で稼働する。本カメラによる自動撮影は撮影の時間や回数、画像の画素数(300, 500, 800, 1,000, 1,200万画素のいずれか)が設定可能である。なお、撮影時の露出は自動で補正される。撮影された画像はJPEGファイルでIoTカメラ内部のSDカードに保存される。また、撮影された画像は携帯電話回線(LTE; NTT docomoのみ使用可能)を介して指定のメールアドレスに自動送信でき、送信時の画像の画素数(30, 130, 300, 500, 800, 1,000, 1,200万画素)も設定可能である。

II シロイチモジヨトウでの検証

1 トラップの設定

作成したIoTカメラ付き粘着式フェロモントラップを

現地キク栽培圃場(大阪府和泉市: 約10 a, 7月上旬定植, 11月収穫)に2021年6月29日~11月30日に設置し、シロイチモジヨトウの日別誘殺数を調査した。トラップは、本キク圃場の端部に、粘着板が地上から約30 cmの高さの位置するよう設置した。粘着板中央にはシロイチモジヨトウのフェロモンルアー(サンケイ化学製)1個を貼り付けた。フェロモンルアーは約1か月間隔で、粘着板は14~28日間隔で交換した。

IoTカメラによる粘着板の自動撮影は毎日午前10時に1回行うとし、撮影時の画像は300万画素(1,920 × 1,440ピクセル)に設定した。また、撮影された画像は撮影直後に自動送信し、送信時の画像は通信費削減のため30万画素(640 × 480ピクセル)に設定した。本カメラには2021年6月28日に新品の単3乾電池12本を取り付けたが、試験期間中にこれらを交換することはなかった。

2 誘殺消長の把握

本トラップに誘殺されたシロイチモジヨトウ雄成虫数(以下、誘殺数)は次の方法で調査した。羽曳野市の大阪府立環境農林水産総合研究所内(トラップ設置圃場から直線距離で約20 km)において、受信した粘着板の画像ファイルをパソコンのモニター画面(14インチ)上で目視し、誘殺数を調査した。なお、誘殺虫の判定が難しい場合は画像の該当箇所を拡大した。1日の誘殺数は、当日に調査した誘殺数から前日に調査した誘殺数を差し引いて求めた。あわせて、本トラップを設置した圃場において、粘着板の交換時(14~28日間隔: 計7回)に粘着板上の誘殺数を直接目視により計数した。

粘着式フェロモントラップに装着したIoTカメラは、毎日欠かさず午前10時に粘着板を自動撮影し、その画像(図-3)を指定のメールアドレスに自動送信した。送

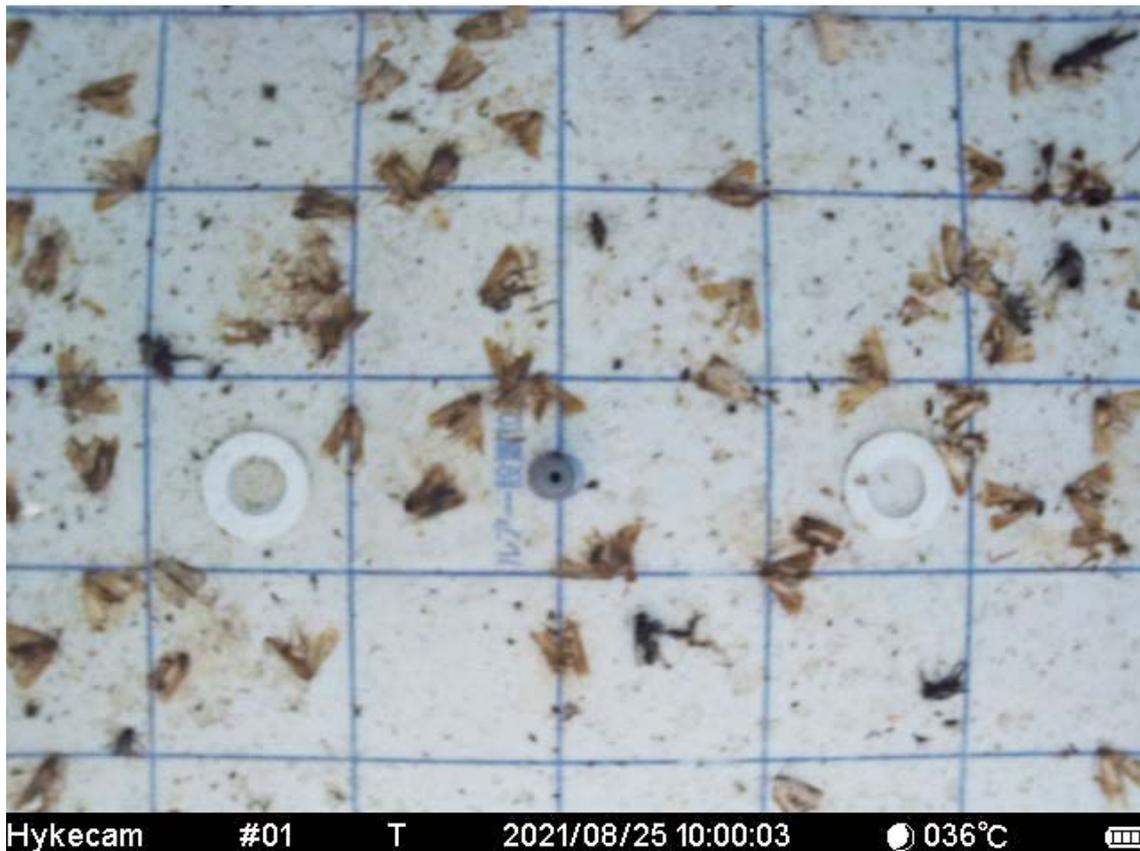


図-3 フェロモントラップに装着したIoT自動撮影カメラが撮影・送信した粘着板および誘殺されたシロイチモジヨトウ雄成虫の画像例（2021年8月25日午前10時撮影：原図は送信時の画像で30万画素）（金子・城塚（2022）より関西病虫害研究会の承諾を得て転載）

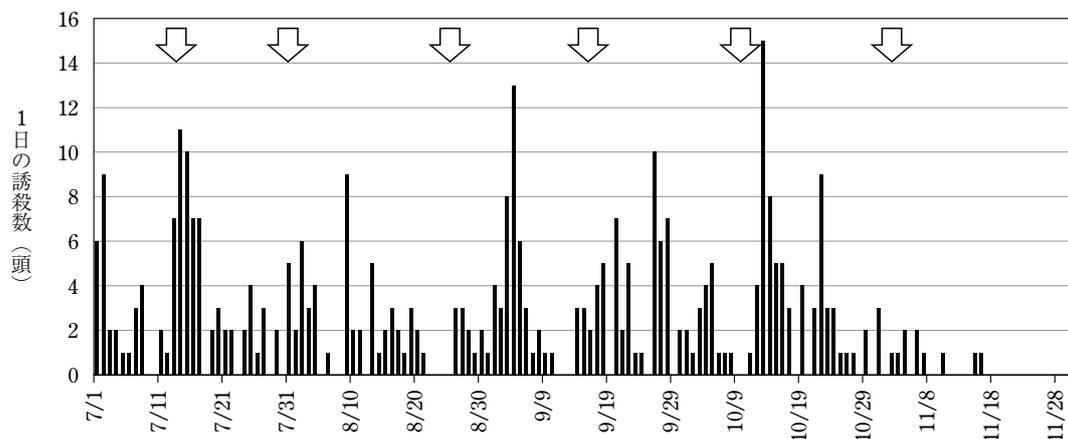


図-4 IoT自動撮影カメラが撮影・送信した粘着板の画像をパソコンのモニター画面上で目視して計数したシロイチモジヨトウ雄成虫の1日の誘殺数の推移（白矢印は粘着板を交換した日を示す）（金子・城塚（2022）より関西病虫害研究会の承諾を得て転載）

信された粘着板の画像をパソコンのモニター画面上で目視して誘殺数を調査することは可能で、これにより日別の誘殺数を把握することができた（図-4）。誘殺数のピークは7月14日、8月9日、9月4日、10月13日に認められた。

シロイチモジヨトウのフェロモントラップには本種以

外のチョウ目昆虫種も誘殺されることが報告されている（河野ら，2020）が、今回の試験では粘着板上にシロイチモジヨトウと誤認する可能性がある他種のチョウ目個体は確認されなかった。今後、シロイチモジヨトウ以外のチョウ目個体が誘殺された場合に送信された画像上で識別が可能か検証する必要があるだろう。

表-1 IoT 自動撮影カメラを装着した粘着式フェロモントラップにおけるシロイチモジヨトウ雄成虫の誘殺数の比較
(金子・城塚 (2022) より関西病虫研究会の承諾を得て転載)

計数方法 および計数誤差	粘着板交換日 (設置期間)						
	7月13日 (14日)	7月29日 (16日)	8月25日 (27日)	9月16日 (22日)	10月12日 (26日)	11月2日 (21日)	11月30日 (28日)
画面上目視 a	52	56	54	62	73	67	9
直接目視 b	54	59	53	64	72	71	9
計数誤差 c	-2	-3	1	-2	1	-4	0
誤差割合 (%) d	3.7	5.1	1.9	3.1	1.4	5.6	0

注. a: IoT 自動撮影カメラが撮影・送信した粘着板の画像をパソコンモニター画面上で目視して調査した誘殺数,
b: 粘着板を直接目視して調査した誘殺数, c: a - b, d: (a - b)/b × 100 の絶対値.

3 計数精度とトラップ交換頻度

粘着板の各交換日において, IoT カメラが自動撮影・送信した粘着板の画像をパソコンのモニター画面上で目視して調査した誘殺数と粘着板を直接目視して調査した誘殺数との差は-4~1頭であった(表-1)。この誤差の主な原因として, 画面上での誘殺数が直接目視での誘殺数よりも少ない事例では, 雄成虫2頭が大きく重なって捕獲された場合に画面上では誤って2頭を1頭として計数したことが考えられた。一方, 画面上での誘殺数が直接目視での誘殺数よりも多い事例では, 大きく翅を広げた状態で捕獲された雄成虫1頭の翅の一部が他の翅を広げた雄成虫1頭の翅と重なって捕獲された場合に画面上では誤って2頭を3頭として計数したことが考えられた。

粘着板における誘殺数は, 大阪府立環境農林水産総合研究所内の圃場での試験では粘着板1枚当たり最大でも24頭と少なかった(金子ら, 2021)が, 今回の試験では11月30日を除き52~73頭と多かった(表-1)。この場合でも, 計数誤差割合は最大で約5%であった。このことから, パソコンのモニター画面上で本種雄成虫を計数する手法は, 今回の試験での誘殺数(14~27日間に粘着板1枚に52~73頭)の範囲内では日別の誘殺数の把握に大きな問題はないと考えられた。

また, 今回の試験では粘着板の交換間隔が14~27日と比較的長くても誘殺虫の計数に問題はなかったことから, 今回の試験での誘殺数(14~27日間に粘着板1枚

に52~73頭)程度であれば, 粘着板の交換間隔を通常の1週間程度よりも長くでき, 交換の負担軽減につながることを示唆された。

おわりに

今回の試験から, このIoTカメラを装着した粘着式フェロモントラップを用いることで, シロイチモジヨトウの毎日の誘殺数を5%程度の誤差で即日に把握できることが示された。今後は, フェロモン剤が利用可能な他のチョウ目害虫種において, このIoTカメラを装着した粘着式フェロモントラップが利用可能か明らかにする必要がある。特に, シロイチモジヨトウと同様にふ化幼虫が植物体内部に食入するオオタバコガ *Helicoverpa armigera* (Hübner) のように成虫の発生盛期から防除適期までの期間が短い害虫種において, 誘殺最盛日の迅速な把握が可能か検証することが望まれる。加えて, 本トラップの作成・維持管理に必要な経費や調査に係る労働負担・経費等を明確にし, 経済的な側面からその実用性を評価する必要があるだろう。

引用文献

- 1) 本郷智明 (2009): 植物防疫 63: 784~791.
- 2) 金子修治ら (2021): 関西病虫研報 63: 155~158.
- 3) ———・城塚可奈子 (2022): 同上 64: 125~127.
- 4) 河合 章 (1991): 植物防疫 45: 231~234.
- 5) 河野勝行ら (2020): 関西病虫研報 62: 9~13.



ミナミキイロアザミウマを効率よく誘殺する 青緑色トラップの開発

静岡県農林技術研究所 **どい**
小林製袋産業株式会社 **はせべ**
長谷部

まこと
誠
のぼる
昇

はじめに

ミナミキイロアザミウマ *Thrips palmi* Karny は、日本では 1978 年に宮崎県のピーマン *Capsicum annuum* L. で初確認され、その後全国に分布を拡大した侵入害虫で、メロン、キュウリ等のウリ科やピーマン、ナス等のナス科果菜類の重要害虫となっている（池田，1981；河合，2001）。

静岡県では県西部を中心に全県にわたりガラス温室での隔離床栽培を特徴とする温室メロンが栽培され、生産額では県産野菜の上位を占める重要品目となっている。この温室メロンにおいて、ミナミキイロアザミウマは葉や果実を吸汁する直接的な被害とともに、メロン黄化えそ病の原因ウイルスであるメロン黄化えそウイルス Melon yellow spot orthotospovirus (MYSV) を媒介するため（Karo et al., 1999）、最も重要な害虫となっている。本種は、様々な殺虫剤に対して感受性低下個体群が多数報告されており（柴尾ら，2007；鈴木・松田，2010；石川ら，2016）、種々の防除技術を組合せて、総合的に防除することが重要である（河合，2001）。

これまでも、本県の温室メロン栽培におけるミナミキイロアザミウマに対する IPM 技術の一環として、スワルスキーカブリダニ *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot の利用技術（増井，2011）やメロン株への赤色光の照射技術（片井ら，2015；石川ら，2018；片山ら，2019）等が開発されてきた。しかし、天敵と併用可能な薬剤が限られることや温室メロンでは一般に作期が重なりながら複数の施設で周年栽培が行われるため、定植直後からのミナミキイロアザミウマの飛び込み量が多いことなどから、さらなる IPM の構成技術が求められていた。

そこで、天敵カブリダニや赤色光照射、赤色防虫網、化学農薬等と併用可能と考えられる物理的技術として、

色彩粘着トラップについて検討し、ミナミキイロアザミウマに有効な青緑色粘着トラップを開発したので報告する。なお、本研究に取り組むにあたり多大なご協力をいただいた静岡県温室農業協同組合の大橋弘和氏、メロン生産者の皆様、静岡県中遠農林事務所の宮地桃子主任に深謝申し上げる。

I ミナミキイロアザミウマの誘引に効果的な色彩トラップの開発

色彩トラップは、害虫を視覚的に誘引して機械的に捕殺する物理的防除資材であり、今日求められている「農作物の安全性」や「環境への配慮」にこたえる害虫防除手段として広く利用されている（八瀬，2018）。

ミナミキイロアザミウマに有効な色彩トラップとしては、北方・吉田（1982）によって白色系統および青色系統の色調が有効と報告されており、現在でも生産現場では主に青色粘着トラップが利用されている。芳賀ら（2014）は、ミナミキイロアザミウマの色彩選好性について、カラーシートを用いた詳細な試験を実施しており、分光反射率のピーク波長が 481~523 nm の色（青~緑色）において誘殺数が多く、供試した 17 色のうちコバルトグリーン（株式会社中川ケミカル製「カッティングシート®」での色名称、ピーク波長 503 nm）で最も誘殺数が多かったと報告している。しかし、この試験で用いられたコバルトグリーンと市販の青色粘着トラップのミナミキイロアザミウマに対する誘引性の比較はされていないため温室メロンの栽培環境下でこの点を検討した。

1 ミナミキイロアザミウマに対するコバルトグリーン粘着トラップの誘引性

市販の青色粘着トラップ（ホリバー®ブルー、アリストライフサイエンス（以下ホリバー））とコバルトグリーン（カッティングシートをホリバーと同サイズの横 10 cm × 縦 25.7 cm に切り、同サイズの黒色プラスチック板に貼り付けて片面トラップとし、両面テープで同サイズの透明粘着シート（IT シート、日東電工）を貼り付けて粘着トラップとした）を現地のメロン栽培施設に

Sticky Trap Color for Efficient Attraction to Melon Thrips, *Thrips palmi* (Karny). By Makoto DOI and Noboru HASEBE

（キーワード：ミナミキイロアザミウマ，メロン，粘着トラップ，青緑色）

設置して、ミナミキイロアザミウマなどの誘殺数を比較した。

静岡県浜松市の温室メロン栽培施設（ガラス温室）に、2種トラップ間を25 cm 離して1対とし、対ごとに2種のトラップの位置関係を交互に入れ替えて施設内中央の3ベッドに設置、2回の設置期間（2018年5月11～18日、同5月18～24日）ごとに2種のトラップの位置関係を入れ替えた。回収トラップを実体顕微鏡下で観察して誘殺アザミウマ数を調査した結果、いずれのトラップでも誘殺されたアザミウマはThrips属で、一部プレパラート標本にして確認したところすべてミナミキイロアザミウマであった。コバルトグリーンの誘殺数はホリバーに比べ3倍以上で、有意に多く（図-1）、本色はミナミキイロアザミウマに対する色彩トラップとして有望と考えられた。

ちなみに、プランター植えネギを配置した施設内で、同様にネギアザミウマの誘殺数を調査しところ、コバルトグリーンの誘殺数は、ホリバーの10分の1以下で有意に少なく、本色はネギアザミウマの誘殺には適さないことが示唆された（データ略）。

2 紙製青緑色粘着トラップの開発

コバルトグリーンの試験結果から、青緑色はトラップとして有望と考えられたため、コバルトグリーンに近い色彩の粘着トラップの開発に取り組んだ。トラップの材質は、近年のプラスチック削減の社会的要請も踏まえて紙製とした。

多くの昆虫は紫外線受容体などの三つの光受容体遺伝子を持ち、波長選好性は、紫外線受容体や緑色受容体の吸収極大付近にある場合が多いとされている（霜田、

2018）。ミナミキイロアザミウマは、同じ白色でも紫外線を反射する資材よりも反射しない資材のほうが、誘引性が高いことが知られており（北方・吉田, 1982）、青緑色トラップの誘引性に紫外線をはじめとする光環境が影響することが考えられた。

そこで、ガラス温室や紫外線カットまたは紫外線透過フィルム展張ハウス、ミナミキイロアザミウマ対策としての赤色光照射下等いくつかの光環境下で青緑色トラップの誘引性を評価した。

（1）赤色光照射下での青緑色粘着トラップの性能

まず、ミナミキイロアザミウマに対する発生抑制効果があるとされる赤色光照射環境下（光強度 1×10^{18} photons/m² · s⁻¹、ピーク波長：660 nm、毎日日中照射）で、市販の青色粘着トラップ（ホリバー）とミナミキイロアザミウマに対する誘引数を比較した。供試トラップは、波長500 nm付近に分光反射率のピークを有し、色彩的に濃淡の異なる3種類の紙製青緑色トラップを試作し、試験は、静岡県浜松市の温室メロン栽培施設（ガラス温室）で、発生アザミウマ種類はほぼミナミキイロアザミウマという環境で行った。各トラップは10 × 10 cmで、15 × 15 cmの黒色プラスチック板中央に貼付けて片面トラップとし、粘着面を東に向け各トラップ2 m以上離して設置した（3反復）。2019年10月28日～11月11日および11月11日～11月22日の2回、トラップ位置を変えて調査した。その結果、青緑色は市販の青色より誘殺数が多く、赤色光照射下でも青緑色の市販青色トラップに対する相対的な優位性は変わらないことを確認した（図-2）。

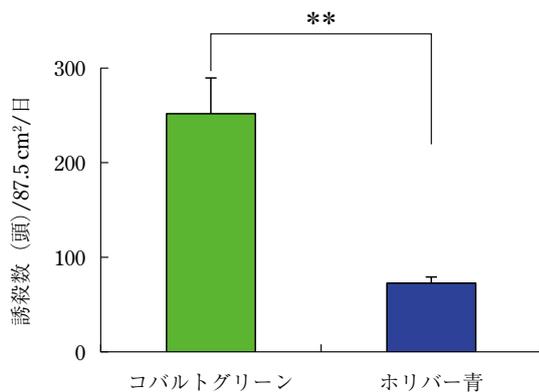


図-1 2種類のトラップに誘殺されたアザミウマ類成虫数
垂線は標準誤差。**有意差あり（虫数を対数変換 $\text{Log}(n + 0.5)$ 後の分散分析, $P < 0.001$ ）。
トラップ粘着面 17.5×10 cm（ホリバー粘着部相当）を横5 cm × 縦2.5 cmの14区画に分け、7区画 87.5 cm²を調査した。

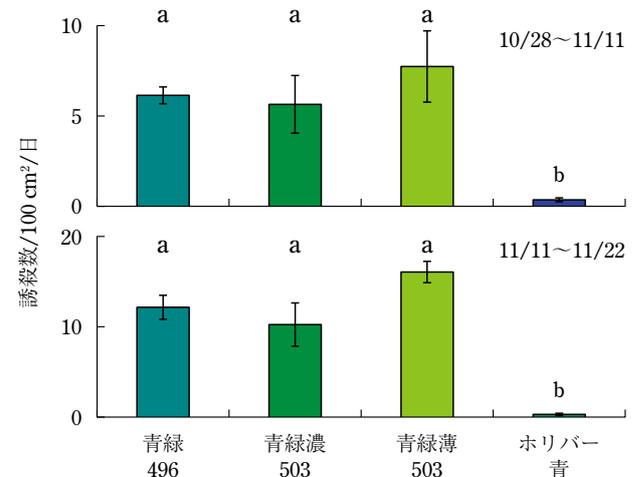


図-2 赤色光照射環境下での試作青緑色粘着トラップと市販青色トラップのアザミウマ類成虫誘殺数
垂線は標準誤差。調査期間ごとの異符号間に有意差有（虫数を対数変換 $\text{Log}(n + 0.5)$ 後のTukey-HSD ($p < 0.05$)) トラップ種類の下に数字は分光反射率ピーク波長。

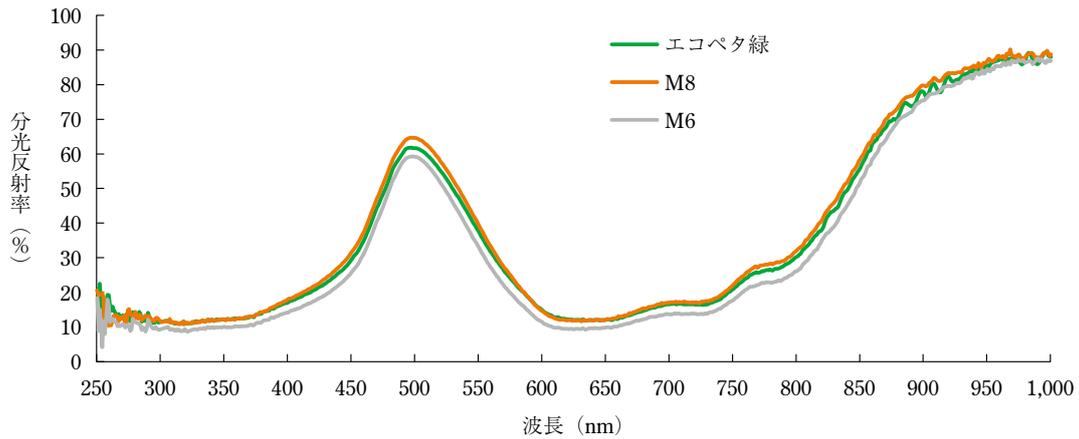


図-3 試験に供試した青緑色粘着トラップおよび新たに市販化した青緑粘着トラップ（エコベタ緑）の分光反射率

(2) 紫外線透過フィルム展張ハウス，ガラス温室での青緑色粘着トラップの性能

以下の試験では，新たに試作した青緑色トラップ（試作名 M4，M6，M8，サイズはいずれも 25×12 cm（粘着面 19.5×10 cm））のいずれかを用いた。これらは，同一インクを使用しているため基本的に分光反射率の増減パターンは同じで，インク量の違いにより反射率が異なり，反射率は M4<M6<M8 となっている。図-3 に M8，M6 および昨年から販売を始めた製品（商品名：エコベタ緑（図-4））の分光反射率を示した。

武藤ら（2021）は，紫外線カットフィルム展張ハウスにおいて，M4 トラップは市販の青色および黄色トラップよりミナミキイロアザミウマを多数誘引することを報告している。紫外線透過フィルム展張フィルムでも同様の結果が得られるか，M4，M8 トラップを用いて市販の青色（ホリバー）と比較した。試験は静岡県農林技術研究所内の紫外線透過性ポリオレフィンフィルム（商品名：ダイヤスター 15 VUJT（MKV プラquettek））を展張した同一規格の 6 棟のメロン栽培パイプハウスでミナミキイロアザミウマが主に発生している状態で 2021 年 10 月に行った。各トラップ下端が栽培ベッド面から 145 cm 高（メロンの先端付近）の位置に，粘着面を南北方向に向けて互いに 1 m 以上の間隔で交互に各 3 枚，4 日間設置した。その結果を図-5 に示した。紫外線透過フィルム下でも青緑トラップは市販青に比べてミナミキイロアザミウマを多く誘引することを確認した。なお，濃淡の異なる M4，M8 間では有意な差は認められなかった。

さらに，2 名の生産者のメロン栽培ガラス温室でも評価を行った。トラップは M8 を使用し，対象には市販青色トラップ（商品名：ピタットトルシー，23×10 cm（粘



図-4 新たに開発した青緑色粘着トラップ（商品名：エコベタ緑）
大きさは 25 cm×10 cm（粘着面 19.5 cm×9 cm），両面に粘着剤塗布。

着面 20×9 cm，180 cm²）を用いて 2020 年 7 月および 11～12 月に調査した。7 月調査では，栽培ベッドの縁に粘着面を上向（片面）に，各トラップ 1 m 以上離して設置した。11～12 月は，1 名の生産者のみ調査を行い，栽培ベッド面から 1 m 付近に吊るして設置（両面）した。その結果，どちらの生産者圃場でもミナミキイロアザミウマは青緑色に多く誘引された（図-6）。また，11～12 月調査においても同様の結果であった（データ略）。

以上の結果から，今回開発した青緑色粘着トラップは，様々な環境下で市販の青色粘着トラップよりミナミ

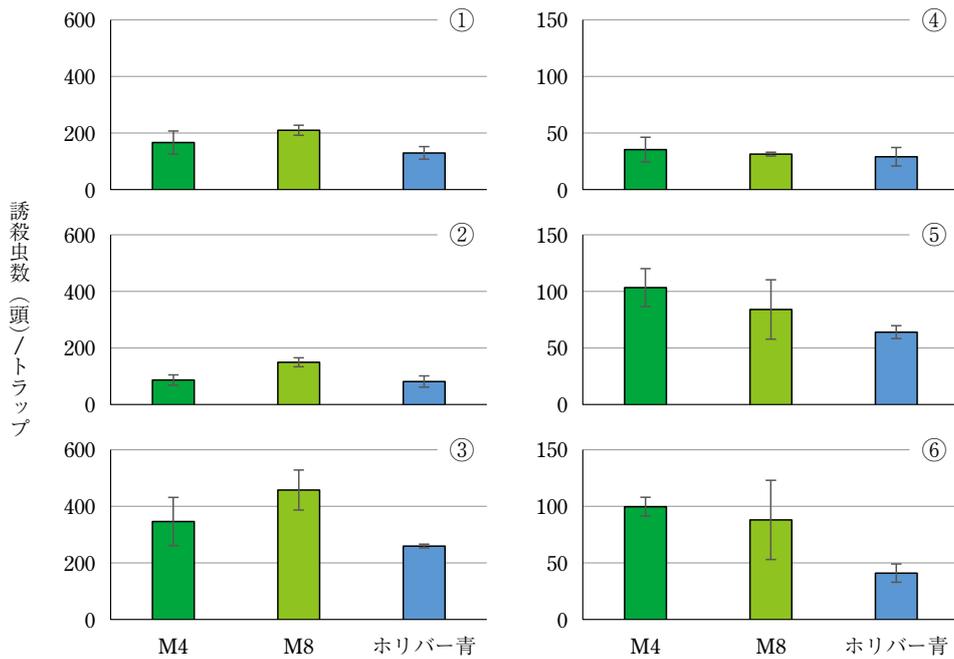


図-5 紫外線透過フィルム展張ハウスでの青緑色粘着トラップと市販青色粘着トラップのアザミウマ類誘殺虫数

垂線は標準誤差，青緑トラップ2種とホリバー間でアザミウマ類誘引数に有意差有（虫数を対数変換（ $\log(n+0.5)$ ）後の二元配置分散分析後の Tukey-HSD 検定， $p < 0.05$ ）。

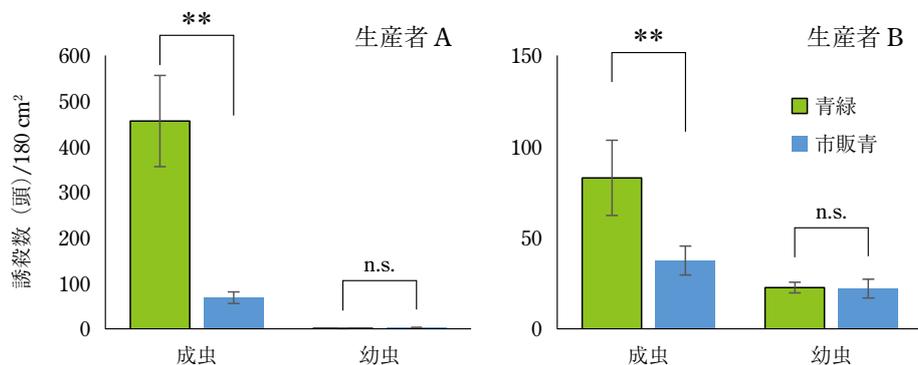


図-6 メロン栽培ガラス温室での青緑トラップおよび市販青色トラップのミナミキイロアザミウマ誘引性能

垂線は標準誤差（生産者 A は 6 反復，B は 15 反復のデータ）。** 有意差あり（** : $P < 0.01$ ，虫数を対数変換 $\log(n+0.5)$ 後の分散分析）。

キイロアザミウマを多く誘殺することが確認できた。今後さらに多様な環境下で，ミナミキイロアザミウマの誘引性を評価していきたい。

II 青緑色粘着トラップの大量設置試験

これまで述べてきたように，既存の青色粘着トラップに比べ青緑色はミナミキイロアザミウマを多数誘引することから，本種に対して大量設置による防除効果を検討した。

色彩粘着トラップによるミナミキイロアザミウマに対

する大量誘殺の有効性については，本種の増殖率が低いピーマンでは本種が高密度になっても効果が高く，これに対し，増殖に適したキュウリ，ナスでは高密度になっても効果は認められないが，低密度時から設置した場合には効果は高いとされている（河合，1990）。実際に，1980年代には青色粘着リボンを用いた本種の防除効果について，ピーマン（野中・永井，1984；鈴木・宮良，1984），ナス（鈴木ら，1982；竹内ら，1983；西野・小野，1984），キュウリ（西野・小野，1984）等多くの報告がある。

そこで、これらを参考にして温室メロン栽培においても定植直後から青緑色粘着トラップを多数設置することによる防除効果を実際の圃場で検証した。

試験は、温室メロン栽培施設（袋井市西同笠，静岡県温室農業協同組合ガラス温室 面積 90 m²，4 条植，200 株（50 株×4 列））で，M8 トラップを使用して行った。作を反復として 4 作行い（定植日：2021 年 2 月 12 日，3 月 19，26 日，6 月 5 日），温室内を東西に 2 分割しトラップ設置区（18 枚/区，（400 枚/10 a 相当））と無設置区とし，作ごとに区を入れ替えた。トラップは定植当日～3 日後に，粘着面を南北方向に向け栽培ベッド面から約 1 m の高さに吊るし，調査終了まで交換しなかつ

た。アザミウマ寄生虫数は，トラップ設置前および設置後約 1 週間間隔で 9 週後（4 作目は 8 週後）まで，各区の境界を除いた中央部 20 株の下葉および生長点に寄生

表-1 設置トラップのアザミウマ類誘殺数¹⁾

作	設置後週数				
	1	2	3	4	5
1	4	28	77	214	714
2	15	98	172	93	514
3	361	473	3,005	- ²⁾	-
4	404	686	919	-	-

¹⁾ 設置 18 枚の 1 週間ごとの合計。

²⁾ -：未調査。

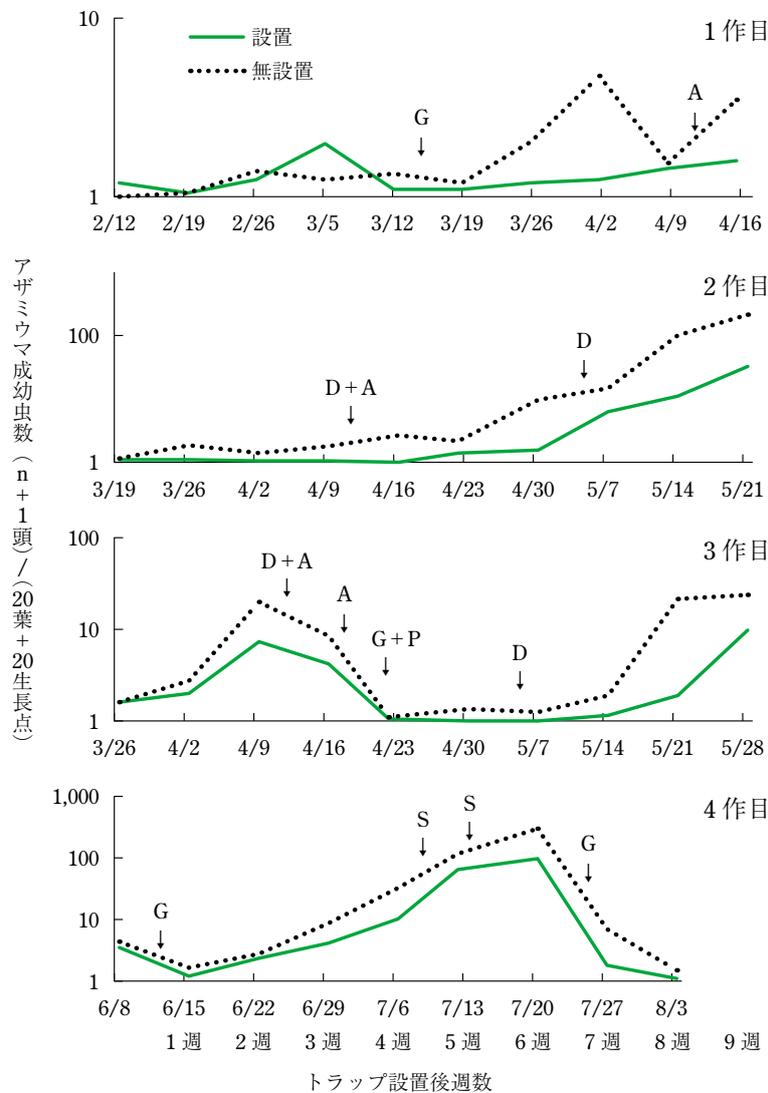


図-7 青緑色粘着トラップの大量設置によるメロンのアザミウマ類防除効果
アザミウマ成幼虫数を対数変換 (Log (n + 0.5)) 後，作・調査日を变量効果とした反復測定分散分析で，処理区間に有意差あり (P < 0.05)。
↓はアザミウマに登録のある薬剤の散布を示す。G：フルキサメタミド乳剤，D：ジフルベンズロン水和剤，A：エマメクチン安息香酸塩乳剤，P：ピリダリル水和剤，S：脂肪酸グリセリド乳剤。

表-2 青緑色トラップ設置区のみロン株におけるミナミキイロアザミウマの密度指数¹⁾の推移

	1 週後	2 週後	3 週後	4 週後	5 週後	6 週後	7 週後	8 週後	9 週後
1 作目	100.0	62.5	400.0	28.6	50.0	19.0	6.5	81.8	23.5
2 作目	66.7	11.8	12.5	6.3	0.0	34.8	6.3	39.0	10.0
3 作目	57.1	33.5	43.0	50.0	0.0	0.0	16.7	4.4	38.7
4 作目	74.6	30.8	77.1	41.2	29.3	55.1	32.4	13.3	20.0

¹⁾ 無設置区の成幼虫数を 100 とした場合の指数。

する成虫および幼虫を見取りにより計数した。トラップ誘殺虫数は、寄生調査に併せて 1 週間ごとに 3~5 週間まで、圃場でルーペによる観察等で計数した。

その結果、トラップへのアザミウマ類の誘殺は、いずれの作でも設置 1 週間後から認められ、週が進むごとに誘殺数は増加した(表-1)。1 作目の 5 週後(3 月 19 日)調査では、設置区的全トラップ 18 枚合計で 714 頭が誘殺されており、これは、設置区のみロン株全体 100 株の推定寄生虫数 200 頭(3 月 19 日の葉当たり寄生数 0.1 頭×みロンの株当たり平均葉数 20 枚×100 株)の 3 倍以上に当たると考えられる。みロンでのミナミキイロアザミウマの発生は、1 作目では、トラップ設置 3 週間後に設置区のアザミウマ類成幼虫密度が無設置区を上回ったが、以降は設置区のほうが低く推移した。2~4 作目では、トラップ設置 1 週間後から常に設置区の密度が低く推移し、本トラップ設置による防除効果が認められた(図-7, 表-2)。

青緑色粘着トラップは、既存の青色粘着トラップよりもミナミキイロアザミウマを効率よく誘殺でき、化学農薬との併用が可能だけでなく、成虫の侵入抑制が防除成功のカギとなる天敵カブリダニや赤色光照射との組合せで、これらの防除効果をより安定させることが可能と考えられる。今後は、これらについて生産現場での検証を行っていく必要がある。

おわりに

今回の試験を基に開発した青緑色粘着トラップは、

2021 年 6 月から市販している。今までのところ、青緑色で特に効率的に誘殺できることを確認できた害虫は、ミナミキイロアザミウマのみである。他のアザミウマ類も発生している場合には、青色や黄色も併用するか、これらに切り替える必要があるので注意する。今後は、他の害虫や天敵類等に対する誘引性を評価し、利用できる害虫などの詳細を明らかにしていく必要がある。

引用文献

- 1) 芳賀 一ら (2014): 応動昆 58: 17~22.
- 2) 池田二三高 (1981): 植物防疫 35: 289~290.
- 3) 石川隆輔ら (2016): 関東病虫研報 63: 65~68.
- 4) ———ら (2018): 植物防疫 72: 85~87.
- 5) 片井祐介ら (2015): 応動昆 59: 1~6.
- 6) 片山晴喜ら (2019): 関東病虫研報 66: 77~80.
- 7) Kato, K. et al. (1999): Ann. Phytopathol. Soc. Jpn. 65: 624~627.
- 8) 河合 章 (1990): 植物防疫 44: 341~344.
- 9) ——— (2001): 応動昆 45: 39~59.
- 10) 北方節夫・吉田 守 (1982): 植物防疫 36: 478~481.
- 11) 増井伸一 (2011): 同上 65: 612~615.
- 12) 武藤美樹ら (2021): 四国植防 54: 27~28 (講要).
- 13) 西野敏勝・小野公夫 (1984): 九農研 46: 124.
- 14) 野中耕次・永井清文 (1984): 同上 46: 125.
- 15) 柴尾 学ら (2007): 関西病虫研報 49: 85~86.
- 16) 霜田政美 (2018): 植物防疫 72: 79~84.
- 17) 鈴木 寛・宮良安正 (1984): 沖縄農試研報 9: 85~93.
- 18) ———ら (1982): 九病虫研会報 28: 134~137.
- 19) 鈴木 誠・松田広子 (2010): 関東病虫研報 57: 119~121.
- 20) 竹内秀次ら (1983): 同上 30: 146~147.
- 21) 八瀬順也 (2018): 植物防疫 72: 107~111.



天敵昆虫サビマダラオオホソカタムシの 大量増殖へ向けた新たな飼育法の開発

明治大学 農学部 ^{いとやま}糸山 ^{きょう}享・^{さとう}佐藤 ^{あきね}翠音

はじめに

日本におけるマツ材線虫病 (pine wilt disease) の被害は、1900年代に長崎県で初確認され (MAMIYA, 1988)、現在では青森県まで拡大している (東北林業試験研究機関連絡協議会森林保全部会, 2014)。日本以外でも、北アメリカや東アジア、ヨーロッパで被害が拡大しており、国際的な植物防疫上の問題となっている (ZHAO et al., 2008; ROBERTSON et al., 2011 等)。マツ材線虫病は、健全なマツに病原のマツノザイセンチュウ *Bursaphelenchus xylophilus* が感染することで発病するため、被害の拡大を防ぐ第一歩は、マツノザイセンチュウを媒介するマツノマダラカミキリ *Monochamus alternatus* の個体群管理となる。マツノマダラカミキリを対象とした主要な防除法は、現在のところ殺虫剤の広域散布であるが、環境負荷を低減する有効な代替技術の開発が求められている (ZHAO et al., 2008)。

サビマダラオオホソカタムシ *Dastarcus longulus* (図-1) は、ムキヒゲホソカタムシ科に属する体長 10 mm 前後のコウチュウで、東北地方から九州地方まで国内に広く分布しているが (青木, 2009)、マツノマダラカミキリの幼虫や蛹に外部寄生することが明らかとなり (竹常, 1982)、捕食寄生性の天敵資材として期待されるようになった。中国では、同属の *D. helophoroides* を用いて、松枯れの被害林に合計 16 億頭の成虫や卵を放飼し、マツノマダラカミキリの個体群密度を低減することに成功している (YANG et al., 2014)。この事例では、オサムシ類の蛹を用いた *D. helophoroides* の飼育法を開発して特許化していることから (Li et al., 2015)、サビマダラオオホソカタムシを天敵資材として放飼するためにも、新たな大量増殖技術の開発が必須となる。サビマダラオオホソカタムシの本来の寄主であるマツノマダラカミキリ

は、枯死したマツの樹幹に食入して発育するため、飼料として大量に準備することは難しい。これまでに半液状の人工飼料も開発されたが (OGURA et al., 1999)、体長 1 mm ほどの微小な 1 齢幼虫 (図-2) には適用できなかった。一方、カイコ用の人工飼料による飼育が可能なキボシカミキリ *Psacotha hilaris* は代替寄主として有望であるが (浦野, 2016)、大量増殖に向けては、さらなる代替寄主の選定と大量増殖技術の開発が必要と考えられた。本稿では、ツヤケシオオゴミムシダマシ *Zophobas atratus* の蛹を用いたサビマダラオオホソカタムシの飼育法について紹介する。



図-1 サビマダラオオホソカタムシの成虫



図-2 サビマダラオオホソカタムシの1齢幼虫

Development of a New Rearing Method for Mass Production of the Parasitoid Beetle *Dastarcus longulus*. By Kyo ITOYAMA and Akine SATO

(キーワード: 生物的防除, 松枯れ, ホソカタムシ, ジャイアントミルワーム, 大量増殖)

I ツヤケシオオゴミムシダマシの蛹に対する寄生の可否

ツヤケシオオゴミムシダマシは中央アメリカを起源とし、洞窟の床に堆積したコウモリの排泄物（肥料として利用されるバッドグアノ）や有機ゴミから見いだされるコウチュウである（TSCHINKEL and WILLSON, 1971）。日本に導入された経緯は不明であるが、幼虫（図-3）が「ジャイアントミルワーム」等の通称で流通し、ペットフードとして利用されている（梅谷, 2004）。また、近年では家畜飼料やヒトの食糧としての利用も検討されている、有用な資源昆虫である（RUMBOS and ATHANASSIOU, 2021）。また、ツヤケシオオゴミムシダマシは、蛹期間の共喰いを防ぐユニークな生活史特性を持っており、集団で飼育した幼虫は過剰脱皮を繰り返すが、十分に成長した後に単独で飼育するとすぐに蛹化する（QUENNEDEY et al., 1995）。購入した1g前後の幼虫を蛹化させるとキボシカミキリの蛹と同程度の大きさとなったことから（図-4）、これを代替寄主として実験に供することにした。

蛹化後24時間以内のツヤケシオオゴミムシダマシおよびキボシカミキリの蛹を、ろ紙片とともに1頭ずつバ

イアルピンに封じ、ふ化7日以内のサビマダラオオホソカタムシの1齢幼虫を5頭ずつ接種した。寄生したサビマダラオオホソカタムシの幼虫は、十分に成長すると寄主を離れて繭を作り、この中で蛹化する。そこで、最初の吐糸を確認した10日後に繭を割り、蛹化の成否を記録してから、実体顕微鏡下で雌雄を判別するとともに生体重を測定した。その後は医薬品用のゼラチンカプセルを利用した人工蛹室に移し、羽化を確認した後、人工蛹室から取り出した成虫の生体重と前翅長を測定した。

表-1に示した通り、サビマダラオオホソカタムシによる被寄生率（寄生を受けた寄主個体の割合）は、キボシカミキリよりもツヤケシオオゴミムシダマシで有意に低かった。また、寄生成功率を正常に蛹化した個体の割合として算出したところ、被寄生率と同様にツヤケシオオゴミムシダマシで有意に低かった。これらの結果から、ツヤケシオオゴミムシダマシの蛹にはサビマダラオオホソカタムシの寄生を妨げる要因があると推察された。一方、寄生に成功した場合には、サビマダラオオホソカタムシの蛹や成虫の体サイズには寄主種間で差がなく（表-2）、ツヤケシオオゴミムシダマシの蛹はサビマ



図-3 ツヤケシオオゴミムシダマシの幼虫（通称「ジャイアントミルワーム」）
幼虫の体長30~50mm程度。



図-4 キボシカミキリ（左）およびツヤケシオオゴミムシダマシ（右）の蛹

表-1 サビマダラオオホソカタムシによる寄主蛹への寄生の可否（SATO and ITOYAMA, 2022より改変）

寄主	被寄生率 (%) ¹	寄生成功率 (%) ¹
ツヤケシオオゴミムシダマシの蛹	63.2 a (n = 19)	21.1 a (n = 95)
キボシカミキリの蛹	92.9 b (n = 56)	55.4 b (n = 280)

¹異なる文字を付した値は統計的な有意差を示す（カイ二乗検定, $P < 0.01$ ）。

表-2 得られたサビマダラオオホソカタムシの蛹および成虫の体サイズ (SATO and ITOYAMA, 2022 より改変)

寄主	蛹		成虫	
	生体重 (mg) ¹	羽化成功率 (%) ²	生体重 (mg) ¹	前翅長 (mm) ¹
ツヤケシオオゴミムシダマシの蛹	45.5 ± 13.2 a (n = 20)	75.0 a (n = 20)	30.5 ± 9.6 a (n = 15)	6.4 ± 0.7 a (n = 15)
キボシカミキリの蛹	44.5 ± 14.8 a (n = 155)	67.1 a (n = 155)	31.3 ± 9.3 a (n = 104)	6.4 ± 0.6 a (n = 104)

¹異なる文字を付した値は統計的な有意差を示す (*t*検定, $P < 0.05$).

²異なる文字を付した値は統計的な有意差を示す (カイ二乗検定, $P < 0.01$).

表-3 冷凍処理したツヤケシオオゴミムシダマシ蛹への寄生の可否 (SATO and ITOYAMA, 2022 より改変)

寄主	被寄生率 (%) ¹	寄生成功率 (%) ¹
冷凍処理した蛹	65.0 a (n = 20)	38.0 a (n = 100)
生きた蛹 (対照)	75.0 a (n = 20)	36.0 a (n = 100)

¹異なる文字を付した値は統計的な有意差を示す (カイ二乗検定, $P < 0.01$).

表-4 冷凍処理したツヤケシオオゴミムシダマシ蛹から得られたサビマダラオオホソカタムシの蛹および成虫の体サイズ (SATO and ITOYAMA, 2022 より改変)

寄主	蛹		成虫	
	生体重 (mg) ¹	羽化成功率 (%) ²	生体重 (mg) ¹	前翅長 (mm) ¹
冷凍処理した蛹	37.2 ± 14.3 a (n = 38)	76.3 a (n = 38)	28.5 ± 9.4 a (n = 29)	5.9 ± 0.7 a (n = 29)
生きた蛹 (対照)	51.8 ± 11.0 b (n = 36)	66.7 a (n = 36)	37.1 ± 6.9 b (n = 15)	6.4 ± 0.5 b (n = 15)

¹異なる文字を付した値は統計的な有意差を示す (*t*検定, $P < 0.05$).

²異なる文字を付した値は統計的な有意差を示す (カイ二乗検定, $P < 0.01$).

ダラオオホソカタムシの餌資源として十分な価値を持つことが推察され、代替寄主としての有効性が示された。

II 冷凍処理の有効性

上記 I 章の結果を受けて、寄生成功率の向上が次の目標となった。ツヤケシオオゴミムシダマシの蛹は、共喰いを防ぐために腹部を激しく回転させる防御行動をとる (ICHIKAWA and KURAUCHI, 2009)。これがサビマダラオオホソカタムシの寄生を妨げる可能性が考えられたため、冷凍処理により防御行動を抑制することで寄生成功率が向上するかを検討した。

羽化後 24 時間以内のツヤケシオオゴミムシダマシの蛹をチャック付ビニール袋に密封し、 -30°C の冷凍庫に数日間保存して冷凍処理を行った。室温にて解冻後、ろ紙片とともに 1 頭ずつバイアル瓶に封じ、ふ化 7 日以内のサビマダラオオホソカタムシの 1 齢幼虫を 5 頭ずつ接種した。対照には生きたツヤケシオオゴミムシダマシの蛹を用い、以降の管理と調査は、上記 I 章と同様に行った。

表-3 に示した通り、冷凍処理した蛹の被寄生率は、生きた蛹と同等であった。また、サビマダラオオホソカ

タムシの寄生成功率にも有意差はなく、冷凍処理による寄生成功率の向上は認められなかった。一方、冷凍処理した蛹から得られたサビマダラオオホソカタムシの蛹や成虫は、生きた蛹を寄主とした場合と比較して体サイズが有意に小さかった (表-4)。サビマダラオオホソカタムシでは、雌成虫の体サイズが増殖能力に影響することが示されていることから (TOGASHI and ITABASHI, 2005)、この差は大量増殖に向けた問題となることが懸念される。しかしながら、飼料の保存や輸送の観点では、冷凍処理した寄主の利用は大きな利点もあるため、今後はサビマダラオオホソカタムシの寄生成功率の向上や体サイズの維持を可能とする冷凍処理の方法を検討する必要がある。

おわりに

ツヤケシオオゴミムシダマシを用いたサビマダラオオホソカタムシの飼育法は、まだまだ改善を必要とする発展途上の技術である。近年、ツヤハダゴマダラカミキリ *Anoplophora glabripennis* やクビアカツヤカミキリ *Aromia bungii* 等の外来カミキリムシ類の侵入が相次ぎ、日本の農林業に深刻な被害をもたらしている。ヨーロ

ツバでは、ツヤハダゴマダラカミキリを対象とした *D. helophoroides* の利用も進んでいることから (BRABBS et al., 2015), サビマダラオオホソカタムシは外来カミキリムシ類を対象とした天敵資材として有望であるため、大量増殖技術の開発と実用化を急ぎたい。

本研究の実施にあたり、元明治大学農学部教授の小倉信夫博士および森林総合研究所の浦野忠久博士には、供試虫をご提供いただくとともに数多くの助言をいただいた。この場を借り感謝の意を表す。

引用文献

- 1) 青木淳一 (2009): ホソカタムシの誘惑, 東海大学出版会, 東京, 194 pp.
- 2) BRABBS, T. et al. (2015): *Pest Management Sci.* **71**: 7~14.
- 3) ICHIKAWA, T. and T. KURAUCHI (2009): *Zool. Sci.* **26**: 525~529.
- 4) LI, X. I. et al. (2015): *J. For. Res.* **26**: 219~224.
- 5) MAMIYA, Y. (1988): *J. Nematology* **20**: 219~226.
- 6) OGURA, N. et al. (1999): *Bio Control* **44**: 291~299.
- 7) QUENNEDEY, A. et al. (1995): *J. Insect Physiol.* **41**: 143~152.
- 8) ROBERTSON, L. et al. (2011): *Nematology* **13**: 755~757.
- 9) RUMBOS, C. I. and C. G. ATHANASSIOU (2021): *J. Insect Sci.* **21**: 1~11.
- 10) SATO, A. and K. ITOYAMA (2022): *Appl. Entomol. Zool.* **57**: 103~107.
- 11) 竹常明仁 (1982): 森林防疫 **13**: 228~230.
- 12) TOGASHI, K. and M. ITABASHI (2005): *J. For. Res.* **10**: 373~376.
- 13) 東北林業試験研究機関連絡協議会森林保全部会 (2014): 森林総合研究所研究報告 **13**: 355~343.
- 14) TSCHINKEL, W. R. and C. D. WILLSON (1971): *J. Exp. Zool.* **176**: 137~146.
- 15) 梅谷献二 (2004): 虫を食べる文化誌, 創森社, 東京, 319 pp.
- 16) 浦野忠久 (2016): 関東森林研究 **67**: 5~8.
- 17) YANG, Z. Q. et al. (2014): *Biol. Control* **68**: 117~128.
- 18) ZHAO, B. G. et al. (2008): *Pine wilt disease*, Springer, Switzerland, 459 pp.

発生予察情報・特殊報 (2022.8.1~8.31)

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

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

- ギンバイカ：ギンバイカ褐斑病 (仮称) (東京都：初) 8/5
- ナス：ナスフザリウム立枯病 (福岡県：初) 8/10
- ウメ、ハナモモ：モモヒメヨコバイ (佐賀県：初) 8/10
- ネギ：ネギハモグリバエ B 系統 (石川県：初) 8/16
- ナス：タバコノミハムシ (徳島県：初) 8/10
- モモ：モモヒメヨコバイ (福岡県：初) 8/19
- トマトキバガ (侵入警戒トラップでの誘殺) (山口県：初) 8/26



長野県におけるりんご病害虫防除暦の考え方

長野県果樹試験場 **江** **口** **直** **樹**

はじめに

長野県におけるりんご栽培の歴史は明治12年に内務省勸業寮から苗木を配布されたことから始まる。りんご栽培の歴史は病害虫防除の歴史であり、栽培方法や品種、防除対象となる病害虫の変遷、スピードスプレーの普及など防除方法の変化、新たな農薬の開発・普及などを背景に防除体系も変化し続けている。長野県は南北に広く、りんごの栽培地帯は標高300mから700mと標高差も大きい。JA系統の防除暦だけでも20種類近くあり、これとは別に独自の防除暦を設定する農薬店も多い。長野県が毎年改訂し、発行している長野県農作物病害虫・雑草防除基準（以降：県防除基準）においてりんごの防除体系を示しているが、これは防除指針に相当するものである。各地域の防除暦はこの県防除基準を参考に、その地域で防除対象とする病害虫とその防除時期、主たる品種構成、過去の経過を踏まえて設定される。なお、平成30年にリンゴ黒星病のDMI剤耐性菌が確認された際には、関係機関で「長野県リンゴ黒星病（DMI剤耐性菌）対策チーム」を立ち上げ、県防除基準の見直しを行った。この県防除基準の考え方に従い各地の防除暦を改変して指導にあたったことにより、県全体の防除体系の変更が迅速かつ短期間に実現できた。ここでは指針となる県防除基準の変遷を例に、防除暦がどのように設定され、見直されて来たのかを示し、薬剤選定の際に考慮している事項について列挙する。

I りんご病害虫防除暦の歴史

1 品種の変遷

栽培されるりんごの品種は病害虫の発生や防除に大きく影響する。昭和21年の品種構成は‘国光’41.7%、‘紅玉’33.1%で全体の74.8%を占め、9月下旬から11月上旬に収穫される品種が多かった（長野県経済事業農業協同組合連合会, 1979）。令和3年には晩生種の‘ふじ’が57.0%、

早生種の‘つがる’が16.2%となっている（農林水産省, 2022）。ほかに‘シナノスイート’、‘シナノゴールド’等の中生種が約20%を占め、晩生種である‘ふじ’の割合が多いものの、長野県では早生～中生～晩生種と連続して出荷できる品種構成をめざしてきた。品種によって発生しやすい病害の種類が異なるほか、収穫時期の違いが防除期間や使用できる農薬の制限要因となっている。品種構成やそれに伴う病害虫発生の変化を的確にとらえ、防除暦に反映してきた。

2 対象病害虫

県防除基準や各地の防除暦では“防除時期”、“対象病害虫”、“防除方法”をセットで示している。表-1に時期別の防除対象病害虫を記した。現在の防除基準に近い体系として最も古い記録が残る昭和19年（1944年）、20年余りを経過し時代の節目であった昭和40年（1965年）、平成元年（1989年）、最新の令和4年（2022年）を抜粋した（長野県, 1965-2022；長野県植物防疫協会, 1972）。なお、当時の県防除基準の記載をそのまま引用しているため、表記が現在とは異なる病害虫名がある。また、病害をはじめに、次いで害虫を記載しており、それぞれで実害が大きい病害虫の順に記載している。これを見ると防除対象とする病害虫の種類数が昭和40年から平成元年にかけて急増しているのがわかるが、その理由は栽培面積の増加に伴い病害虫の発生が増加したことだけではない。以前は重要な防除手段として用いられていた有袋栽培から無袋栽培への移行、病害虫被害がない品質の高い果実を求める消費者志向の影響を受け、より多くの病害虫が防除対象になり、防除期間が長くなったことも影響したと考えられる。

病害の中で特筆すべきは黒星病と褐斑病である。黒星病は長野県内において昭和50年に初めて確認され、翌年の昭和51年から防除暦に記載されている。また、近年発生が多い褐斑病は昭和19年にはすでに記載されているものの昭和40年と平成元年には記載がなく、平成11年から再び記載されるようになり、現在に至る。

害虫ではハダニ類の防除期間が長くなっているのが特筆すべき点として挙げられる。これは多種の害虫防除に

The Concept of a Apple Pest Control Calendar in Nagano Prefecture. By Naoki EGUCHI

（キーワード：長野県、りんご、病害虫、防除、防除暦）

有効な非選択性殺虫剤を害虫防除の主体としたことで、土着の天敵群に悪影響を及ぼし、ハダニ類の多発を招いたためと考えられている。また、シンクイムシ類の中で

もスモモヒメシンクイは平成18年に初めて記載され、現在に至る。害虫全般に防除対象となる時期が時代によって変動しているが、これは各害虫の密度変化だけでは

表-1 長野県のりんご防除基準における防除対象病害虫の変遷

昭和19年(1944)		昭和40年(1965)		平成元年(1989)		令和4年(2022)	
時期	適用病害虫	時期	適用病害虫	時期	適用病害虫	時期	適用病害虫
発芽直前	ウドンコ病 介殻虫類	発芽10日前	越冬病害虫	発芽10日前	越冬病害虫	発芽10日前	越冬病害虫
発芽直後	葉捲虫	芽出し2週間後	うどんこ病, ハマキムシ類, キンモンホソガ, リンゴコブアブラムシ	発芽10日後	黒星病, 腐らん病, うどんこ病, ハマキムシ類, キンモンホソガ, リンゴコブアブラムシ, ギンモンハモグリガ	展葉期	黒星病, うどんこ病, 腐らん病, ハマキムシ類, リンゴコブアブラムシ, ギンモンハモグリガ
開花直前	ウドンコ病, 赤星病, 毛虫類, 尺蠖類, 葉虫, 象虫類	開花直前	うどんこ病, 赤星病, キンモンホソガ, ハマキムシ類	開花直前	黒星病, 腐らん病, うどんこ病, 赤星病, ハマキムシ類, リンゴコブアブラムシ, リンゴハダニ, ギンモンハモグリガ	開花直前	黒星病, うどんこ病, 赤星病, 腐らん病, ハマキムシ類, ギンモンハモグリガ, ケムシ類, キンモンホソガ
落花直後	ウドンコ病 赤星病, 毛虫類, 尺蠖類, 葉虫, 象虫類	落花直後	うどんこ病, 斑点落葉病, 赤星病, キンモンホソガ, ハマキムシ類	落花直後	黒星病, 腐らん病, うどんこ病, 赤星病, リンゴハダニ, キンモンホソガ, ハマキムシ類, ユキヤナギアブラムシ, リンゴワタムシ, ケムシ類, キリガ類, モモチョッキリゾウムシ, カメムシ類, ギンモンハモグリガ	落花直後	黒星病, うどんこ病, 赤星病, 黒点病, 腐らん病, リンゴハダニ, ケムシ類, ハマキムシ類, キリガ類
-	-	落花10日後	うどんこ病, 黒点病, 斑点落葉病, ハマキムシ類, ミドリヒメヨコバイ, ナシグンバイムシ, リンゴアブラムシ, リンゴワタムシ, キンモンホソガ, ナシヒメシンクイムシ, クワコナカイガラムシ	5月中下旬	黒星病, 斑点落葉病, 黒点病, 赤星病, うどんこ病, 腐らん病, ハマキムシ類, ナシヒメシンクイ, ケムシ類, キンモンホソガ, ギンモンハモグリガ	前日から10~14日後	黒星病, 黒点病, うどんこ病, 赤星病, 斑点落葉病, 褐斑病, 腐らん病, モモチョッキリゾウムシ, ミダレカクモンハマキ, ギンモンハモグリガ, リンゴワタムシ, ユキヤナギアブラムシ, カメムシ類, ヒメボクトウ
6月上旬	黒点病, 葉捲虫, 毛虫, 尺蠖虫, ミノ虫	落花20日後	(同上)	6月上旬	黒星病, 斑点落葉病, 黒点病, すず点病, すず斑病, うどんこ病, クワコナカイガラムシ, ケムシ類, キンモンホソガ, ユキヤナギアブラムシ, リンゴワタムシ, ギンモンハモグリガ	6月上旬	黒星病, 斑点落葉病, 黒点病, すず斑病, すず点病, うどんこ病, 褐斑病, クワコナカイガラムシ, ユキヤナギアブラムシ, リンゴワタムシ, キンモンホソガ, ヒメボクトウ
-	-	6月中旬	黒点病, 斑点落葉病, ナシヒメシンクイムシ	6月中旬	黒星病, 斑点落葉病, 黒点病, すず斑病, すず点病, 輪紋病, うどんこ病, ナシヒメシンクイ, ハマキムシ類, キンモンホソガ, ユキヤナギアブラムシ, リンゴワタムシ, クワコナカイガラムシ, ギンモンハモグリガ	6月中旬	斑点落葉病, 輪紋病, 炭疽病, 黒点病, すず斑病, すず点病, 褐斑病, 黒星病, うどんこ病, リンゴコカクモンハマキ, ナシマルカイガラムシ, リンゴワタムシ, ユキヤナギアブラムシ, クワコナカイガラムシ, モモシンクイガ, ヒメボクトウ
6月中下旬	介殻虫, 葉捲虫類, 毛虫類	6月下旬	黒点病, 斑点落葉病, 炭そ病, ナシヒメシンクイ, モモシンクイガ	6月下旬	斑点落葉病, 黒星病, 黒点病, 炭そ病, 輪紋病, ナシヒメシンクイ, モモシンクイガ, ハマキムシ類, ハダニ類, ギンモンハモグリガ	6月下旬	斑点落葉病, 輪紋病, 炭疽病, 褐斑病, すず斑病, すず点病, 腐らん病, 黒星病, 黒点病, ナシヒメシンクイ, モモシンクイガ, ハダニ類, ハマキムシ類, キンモンホソガ, ギンモンハモグリガ
-	-	7月上中旬	斑点落葉病, 炭そ病, ナシヒメシンクイムシ, モモシンクイガ, キンモンホソガ, ハマキムシ類, クワコナカイガラムシ, ミドリヒメヨコバイ, ハダニ類	7月上中旬	斑点落葉病, 炭そ病, 輪紋病, ナシヒメシンクイ, モモシンクイガ, キンモンホソガ, ハマキムシ類, クワコナカイガラムシ, ハダニ類, ゴマダラカミキリ, ギンモンハモグリガ	7月上旬	斑点落葉病, 輪紋病, 炭疽病, 褐斑病, すず斑病, すず点病, 黒星病, モモシンクイガ, キンモンホソガ, ハダニ類, ゴマダラカミキリ
7月中旬	褐斑病, 黒点病, 心喰虫	7月中下旬	(同上)	7月中下旬	(同上)	7月中下旬	輪紋病, 炭疽病, 斑点落葉病, 褐斑病, すず斑病, すず点病, モモシンクイガ, クワコナカイガラムシ, ハダニ類, キンモンホソガ, トビハマキ, ゴマダラカミキリ
8月上旬	(同上)	8月上中旬	斑点落葉病, ナシヒメシンクイムシ, モモシンクイガ, ハダニ類	8月上中旬	斑点落葉病, すず斑病, すず点病, 黒星病, ナシヒメシンクイ, モモシンクイガ, キンモンホソガ, ハマキムシ類, クワコナカイガラムシ, ケムシ類, ハダニ類, ギンモンハモグリガ	8月上中旬	炭疽病, 輪紋病, 斑点落葉病, 褐斑病, すず斑病, すず点病, ナシヒメシンクイ, モモシンクイガ, スモモヒメシンクイ, キンモンホソガ, ハダニ類, ハマキムシ類, ギンモンハモグリガ, クワコナカイガラムシ, カメムシ類
8月下旬	葉捲虫類	8月下旬	斑点落葉病, ナシヒメシンクイムシ, モモシンクイガ, ハマキムシ類, 吸蛾類	8月下旬~9月上旬	斑点落葉病, すず斑病, すず点病, 黒星病, ナシヒメシンクイ, モモシンクイガ, ハダニ類, ハマキムシ類, キンモンホソガ, 吸蛾類, ギンモンハモグリガ	8月下旬~9月上旬	斑点落葉病, すず斑病, すず点病, 炭疽病, 黒星病, 褐斑病, モモシンクイガ, スモモヒメシンクイ, ハマキムシ類, ナシヒメシンクイ, ハダニ類, キンモンホソガ, ギンモンハモグリガ, 吸蛾類, カメムシ類
-	-	-	-	9月中下旬	腐らん病, すず点病, すず斑病, 斑点落葉病, 黒星病	9月中下旬	すず斑病, すず点病, 褐斑病, 斑点落葉病, 腐らん病, 黒星病, スモモヒメシンクイ
-	-	-	-	12月上中旬	腐らん病	12月上中旬	腐らん病

く、各時代で使用される殺虫剤の効果や作用機構が異なることで、防除適期が移動していることへの対応も反映したものと考えられる。

このように県防除基準や各地域の防除暦では、病害虫の発生や使用する農薬の特性を考慮して防除適期を随時見直し、改訂されてきた。

3 防除薬剤

表-2 に昭和 19 年、昭和 40 年、平成元年、令和 4 年の県防除基準の防除薬剤を記載した（長野県、1965-2022；長野県植物防疫協会、1972）。県防除基準や各地の防除暦には注意事項として、突発的に発生しやすい病害虫に対応するための農薬も掲載されているが、ここでは県全域で必要と考えられる主たる農薬だけを記載している。当時の記載をそのまま引用しているため、昭和 19 年には

“毒剤加用”などの記載があるが、当時使用されていた“砒酸鉛”あるいは“砒酸石灰”を毒剤と表現したものである。

昭和 19 年は砒酸石灰と石灰硫黄合剤が主で、昭和 40 年には殺菌剤としてボルドー液と水和硫黄剤、殺虫剤では有機リン剤が基幹薬剤となっている。平成元年もボルドーが 2 回連続で使用される、いわゆる“ボルドー体系”であったが、化学合成の殺菌剤が増加したことや、“ボルドー体系”では殺ダニ剤の効果が低下するなどの理由から、現在は“非ボルドー体系”が主流になっている。また、平成元年ころから DMI 剤が使用されるようになり、黒星病の被害を沈静化することができた。この DMI 剤も平成 30 年に耐性を持つ黒星病菌が確認され、県内の分布や密度調査の結果をうけ、令和 4 年からりん

表-2 長野県のりんご防除基準における防除薬剤の変遷

昭和 19 年 (1944)		昭和 40 年 (1965)		平成元年 (1989)		令和 4 年 (2022)	
時期	適用病害虫	時期	適用病害虫	時期	適用病害虫	時期	適用病害虫
発芽直前	石灰硫黄合剤	発芽 10 日前	機械油乳剤	発芽 10 日前	石灰硫黄合剤	発芽 10 日前	石灰硫黄合剤
発芽直後	除虫菊剤	芽出し 2 週間後	水和硫黄剤 有機リン剤	発芽 10 日後	アントラコール、スパットサイド サブロールのいずれかと 殺虫剤※ 1	展葉期	ベフラン
開花直前	石灰硫黄合剤	開花直前	水和硫黄剤 砒酸鉛ボルドー	開花直前	トリフミン、バイコラール ルビゲンのいずれか	開花直前	ミギワ、ユニックスのいずれか
落花直後	毒剤加用 石灰硫黄合剤	落花直後	水和硫黄剤 有機リン剤	落花直後	トリフミン、バイコラール ルビゲンのいずれかと 殺虫剤※ 1	落花直後	オルフィン、カナメのいずれかと 殺虫剤※ 1
-	-	落花 10 日後	水和硫黄剤	5 月中下旬	ダイカモン、バイレトン AN ダイボルト、バルノックスのいずれか	前回から 10~14 日後	ジマンダイセン、ペンコゼブのいずれか
6 月上旬	毒剤加用 石灰硫黄合剤	落花 20 日後	チウラム剤、フアーバム剤 のいずれかと有機リン剤	6 月上旬	ダイボルト、バルノックス、 ジマンダイセン、アントラコールの いずれかと 殺虫剤※ 1	6 月上旬	アントラコール、チウラム剤のいずれかと 殺虫剤※ 1
-	(6 月中旬~7 月に袋掛け)	6 月中旬	砒酸鉛加用 3-9 式ボルドー あるいは チウラム剤、フアーバム剤 のいずれかと有機リン剤	6 月中旬	ダイボルト、バルノックスのいずれかと 殺虫剤※ 1	6 月中旬	アントラコール、デランのいずれかと 殺虫剤※ 1
6 月中下旬	毒剤加用 石灰硫黄合剤	6 月下旬	砒酸鉛加用 3-9 式ボルドー 殺ダニ剤※ 2	6 月下旬	有機銅、キャプタン有機銅のいずれかと 殺虫剤※ 1、殺ダニ剤※ 2	6 月下旬	有機銅剤、オキシランのいずれかと 殺虫剤※ 1、殺ダニ剤※ 2
-	-	7 月上中旬	3-9 式ボルドー 有機リン剤	7 月上中旬	ボルドー液 殺虫剤※ 1	7 月上旬	フリント、ナリア、有機銅剤、オキシ ランのいずれかと 殺虫剤※ 1
7 月中旬	毒剤加用 ボルドー液	7 月中下旬	3-9 式ボルドー 有機リン剤	7 月中下旬	ボルドー液 殺虫剤※ 1	7 月中下旬	ベフラン、ペフキノ、有機銅剤、オキ シラン、ダイパワのいずれかと 殺虫剤※ 1、殺ダニ剤※ 2
8 月上旬	毒剤加用 ボルドー液	8 月上中旬	砒酸鉛加用 3-9 式ボルドー	8 月上中旬	ポリオキシ AL 有機銅 殺虫剤※ 1	8 月上中旬	有機銅剤、ベフランのいずれかと 殺虫剤※ 1
8 月下旬	(除隊前) 毒剤加用 ボルドー液	8 月下旬	砒酸鉛加用 3-9 式ボルドー	8 月下旬~ 9 月上旬	アリエッティ C 殺虫剤	8 月下旬~ 9 月上旬	ストロビー、フリント、ベフランのい ずれかと 殺虫剤※ 1
-	-	-	-	9 月中下旬	有機銅剤	9 月中下旬	アリエッティ C、オーソサイドのいずれか
-	-	-	-	12 月上中旬	石灰硫黄合剤	12 月上中旬	石灰硫黄合剤

※ 1 表-3 参照、※ 2 表-4 参照。

この基幹薬剤から除外している。この件については別の機会に紹介したいと思う。

殺虫剤の具体的な薬剤名は昭和 51 年まで本欄中に記載していたが、薬剤数が増加したため、昭和 52 年から別表に記載するようになった。表-3 に各年に掲載されている殺虫剤を系統別に記載した。昭和 40 年は砒酸鉛あるいは有機リン剤が主体に使用され、平成元年にはカーバメート剤、合成ピレスロイド剤、BT 剤、IGR 剤等が、その後、ネオニコチノイド剤やジアミド剤、その他の新規系統剤が普及している。殺ダニ剤の具体的な薬剤名は確認できる昭和 37 年の時点ですでに注意事項や別表として示すようになっていた。昭和 40 年、平成元年および令和 4 年の県防除基準で、注意事項あるいは別表に記載された殺ダニ剤を表-4 に示す。各年の薬剤名を見比べると複数の年代に共通して記載されているのはオマイトのみであり、殺ダニ剤の入れ替わりが激しいことが伺える。今後も新規系統の殺ダニ剤は積極的に評価して普及させたいが、現在ある殺ダニ剤を今後も使用するため、効力低下を防ぐことが課題である。

表-3 長野県のリンゴ防除基準に記載のある殺虫剤の系統

年	殺虫剤の系統
昭和 40 年 (1965 年)	有機リン, 砒酸鉛
平成元年 (1989 年)	有機リン, カーバメート, 合成ピレスロイド, BT, IGR, その他 (硫酸ニコチン)
令和 4 年 (2022 年)	有機リン, カーバメート, 合成ピレスロイド, BT, IGR, ネオニコチノイド, ジアミド, その他 (ウララ, コルト, コテツ, ディアナ)

表-4 長野県のリンゴ防除基準に記載のある殺ダニ剤

年	IRAC コード	商品名
昭和 40 年 (1965 年)	-	キルバール, エストックス, アッパー, エラジト, ミルベックス, マイトラン, ケルセン, アカール
平成元年 (1989 年)	10	ニッソラン
	12	オサダン, オマイト,
	-	マイトサイジン B, シトラゾン, エイカロール
令和 4 年 (2022 年)	6	コロマイト
	10	バロック
	12	オマイト
	20	カネマイト, マイトコーネ
	21	サンマイト, ダニトロン, ピラニカ
	23	ダニゲッター
	25	スターマイト, ダニコング, ダニサラバ

4 防除方法

長野県では昭和 32 年に初めてスピードスプレーヤが導入され、それまでの手散布から大きく変化することとなった。また、平成 14 年に全国的に無登録農薬販売・使用が問題となり、農薬の適正使用が進められ、これと併せてドリフトの防止が大きな課題になった。ドリフト低減ノズルなど、散布器具の改良が進んだが、今後もさらに散布機械、器具、方法の改良が進むと思われる。

II 防除暦の作成 (薬剤選択) にあたり留意する事項

前章で長野県における防除基準の歴史について紹介し、その背景となる品種、主要病害虫、主体となる農業系統の変遷について紹介した。それを踏まえ、薬剤選定と防除暦作成にあたり、留意が必要な点を記載する。

1 対象病害虫と効果

表-1 に示したように、各回の防除において対象とする病害虫は複数ある。各病害虫に対する登録、効果を把握し、対象となる複数の病害虫に対応できる農薬を選定しなければならない。

2 薬害

果実では主に“さび症状”として現れる。品質に大きく影響するため、軽微であっても薬害を生じる剤の実用性はないと判断される。葉では葉身の斑点、葉縁部の褐変、奇形、激しい場合は落葉などの症状を呈する。収穫物の外観に直接影響しないが、光合成が阻害されるため、品質に影響する可能性がある。これらの薬害は発生しやすさや症状が品種によって異なるため、県として普及する品種や一定の栽培規模のある品種では確認が必要になっている。

特別な薬害事例として有機リン剤やカーバメート剤は幼果の生理落果を助長することがあり、品種によって著しい落果を引き起こした事例がある。そのため、本県では落花直後から 5 月中旬まではこれらの薬剤を使用しないようにしている。また、浸透性が高い殺虫剤を幼果の初期に使用する場合は、落果への影響を調査することを必須としている。

3 品種構成と収穫期 (農薬の登録内容と汚れ)

農薬登録の遵守は必須である。一般にりんごでは、収穫時期の異なる複数の品種が同一園内で栽培されることが多いため、品種構成と収穫時期、各農薬の使用時期を十分に考慮し薬剤を選定しなければならない。防除暦は地域で面的に活用されることから、園地ごとの品種構成だけでなく、地域における品種構成を考慮する必要がある。具体的には収穫時期が一番早い品種の収穫予定日から逆算して、収穫前日数制限を満たす薬剤を選定せざる

を得ない。また、使用回数は収穫後から次の収穫までの使用回数であることから、収穫後の薬剤散布は翌年の防除暦を作成するうえで、十分に配慮することが必要となる。

登録の範囲内の使用であっても、収穫前に散布すると薬剤による汚れ（葉斑）が残りやすくなる。汚れの許容程度は出荷先や市場によって異なる場合があり、汚れが残りやすい薬剤の使用には十分注意が必要である。

4 農薬危害（蚕、魚、蜜蜂）の防止

近年は養蚕農家が減少しているが、蚕に対して毒性が強い農薬があり、桑園付近での使用を制限する場合がある。また、本県では淡水魚の養魚池が点在するため、魚などの水産動物に対する影響も考慮しなければならない。使用する農薬の魚毒性の程度に応じ「養魚池付近では使用しない」などの注意喚起を行っている。また、蜜蜂に対しても影響がある場合は注意喚起を行っている。

5 訪花昆虫に対する影響

長野県ではマメコバチや蜜蜂を導入し、訪花昆虫により受粉を行う生産者が多い。開花期前後は訪花昆虫に影響がある薬剤は使用できない。

6 薬剤耐性・薬剤抵抗性対策

薬剤耐性菌や抵抗性害虫の発生を防ぐため、同一系統薬剤の連用は避け、系統によっては年間の使用回数を制限するよう、呼びかけている。県防除基準では FRAC、IRAC コードを記載し（日本農薬工業会、2022）、同一作用機構のグループを意識しやすくしているほか、殺菌剤の DMI 剤（FRAC コード 3）、QoI 剤（同 11）、SDHI 剤（同 7）、AP 剤（同 9）、殺虫剤の合成ピレスロイド剤（IRAC コード 3）、IGR 剤（同 15 あるいは 18）は年間使用回数を 2 回以内にとどめるよう、指導している。また殺ダニ剤のスターマイト、ダニコング、ダニサラバ（IRAC コード 25）は原則として、いずれか 1 回の使用を指導している。

7 その他、農薬選定時に考慮する事項

生産コストに直結する農薬の価格は薬剤を選択する上で重要である。また、長野県ではりんごともも等、複数品目を栽培する生産者も多いため、共通で使用できる農薬の選択肢を増やすことも求められる。

その他の技術的な留意点として、殺菌剤、殺虫剤、殺ダニ剤の混用時には混用による薬害の助長や、薬液の物理性の変化（凝集物の発生）があってはならない。また、皮膚に対する刺激の強い（かぶれやすい）薬剤は摘果作業など、作業者が園地に立ち入る頻度が高い時期はできるだけ避けている。

おわりに

防除暦は病害虫や農薬の専門知識がなくても一定品質の果実が生産できる便利なアイテムである。防除暦を一から組み立てるには経験と知識が必要で、状況に応じてアレンジできる生産者も少ない。最も懸念されるのが農薬の使用回数超過で、有効成分ごとに使用回数を把握することが必須だが、農薬名を有効成分に置き換えることも一般的な生産者にはハードルが高い。果樹の病害虫担当をしていると「〇〇病が出た。何をまけばいい？」という相談が頻繁にあるが、前年の収穫後から現在までの散布実績、今後の散布予定を把握しなければ具体的な薬剤を示すことができない。このような質問をされる方には、この理由を理解してもらうのも一苦勞である。

防除暦は数々の病害虫の発生を想定した「最大限の防除」という生産者・技術者もいるが、一方で多発してからの農薬の乱用を未然に防止し、薬剤耐性・抵抗性リスクを地域的にコントロールしやすいことから「効率的で持続的な防除」と捉えることもできる。今回は県防除基準に記載されている農薬について説明してきたが、県防除基準や各地の防除暦には農薬以外の落葉処理、粗皮削り、捕殺、交信かく乱剤の設置等、生産現場で取り組める化学的防除以外の防除手段が記載されている。いわば、現場で取り組みやすい IPM マニュアルとしての役割を果たしていることを追記しておく。

前段で長野県における防除暦の変遷を示したが、温暖化や苗木流通の増加に伴い、これまで以上に病害虫の種類や発生時期が変わるスピードが早まると思われる。また、国が示す「みどりの食料システム戦略」の将来像を実現するための防除を構築していかなければならない。このためには防除方法や防除要否の判定に新たな技術の導入が必要となっており、従来の防除暦の考え方を変える時期を迎えているように思う。防除暦という考え方を進化させるのか、あるいは違う考え方の防除体系を作り上げるのかはまだ見通せないが、現場の生産を維持するために、また、新たな技術開発を進めるためにも、当面はこの防除暦のノウハウを継承する必要がある。

引用文献

- 1) 長野県経済事業農業協同組合連合会（1979）：長野県果樹発達史，p.150.
- 2) 長野県植物防疫協会（1972）：長野県植物防疫史，p.484～526.
- 3) 長野県（1965～2022）：長野県農作物病害虫・雑草防除基準.
- 4) 日本農薬工業会（2022）：<https://www.jcpa.or.jp/labomechanism.html>
- 5) 農林水産省統計情報（2022）：https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotu/sakkyou_kazyu/index.html



和歌山県におけるウンシュウミカンの病害虫防除暦作成の考え方

和歌山県果樹試験場 **武** **田** **知** **明**

はじめに

和歌山県ではカンキツの生産が盛んで、なかでもウンシュウミカンの収穫量は18年連続（2004～21年度産）で日本一となっている。ウンシュウミカンの栽培では、多種多様な病害虫が様々な時期に発生する。これらの病害虫を効果的かつ効率的に防除するうえで病害虫防除暦は必要不可欠なものである。本県におけるウンシュウミカンの防除暦は、和歌山県農林水産部が作成する農作物病害虫および雑草防除指針（以下、防除指針）内に「温州みかん防除暦例」として掲載されている。なお、防除指針には、各種病害虫の発生生態と防除方法、防除上の注意事項、IPM（総合的病害虫・雑草管理）の考え方やその実践指標、薬剤耐性対策として各種薬剤の作用機構や使用上のガイドライン等、様々な情報が記載されている。今回は本県の防除指針内に掲載されている温州ミカン防除暦例の考え方などについて解説する。

I 防除暦例の考え方

1 構成

表-1に令和4年度の防除暦例の概要を示した。防除暦例は「防除時期」、「対象」、「防除薬剤」の3項目で構成されている。表-1では省略したが、「防除薬剤」は「RACコード」、「薬剤名」、「対象病害虫」、「希釈倍数」、「使用基準（使用時期/使用回数）」、「備考」の欄に分かれている。「備考」欄には防除上の留意点や各種病害虫が多発した場合の防除法等が記載されている。

2 対象病害虫と防除適期

基幹防除の対象となる病害は、そうか病、灰色かび病、黒点病、貯蔵病害、害虫はハダニ類、カイガラムシ類、チャノキイロアザミウマ、ゴマダラカミキリ、ミカンサビダニである。比較的発生面積が広いアブラムシ類や近年問題となったハナアザミウマについても防除時期と薬

剤を記載している。防除暦例に記載がない病害虫の防除法については、防除指針内の別ページで解説している。

各種病害虫の大まかな防除時期を表-2に示した。防除時期は各種病害の感染時期や害虫の発生時期を基に設定している。防除時期が重なる場合は、なるべく複数の病害虫に適用がある剤を選択する。

3 時期別の防除の考え方

(1) 休眠期（12～3月）

12月下旬～1月上旬にハダニ類、カイガラムシ類を対象としてマシン油乳剤（95%）を散布する。この時期に散布できない場合は3月中下旬（発芽前）にマシン油乳剤（97%）を散布する。マシン油乳剤は薬剤抵抗性が発達したミカンハダニに対して有効であるうえ、生育期間中は適期防除が難しいカイガラムシ類に対しても効果が高い。このため、休眠期のマシン油乳剤の散布は両害虫を効果的に防除するうえで非常に重要である。

1～3月に各種病害の耕種的防除として、枯れ枝や罹病葉（かいよう病、そうか病等）のせん除、剪定枝の園外への除去を行う。なお、枯れ枝や放置された剪定枝は黒点病の伝染源として働く。同時期に実施するせん定作業と並行して行くと効率がよい。この作業により園内の菌密度を下げることで、生育期間中の薬剤の効果が発揮されやすくなるため、防除指針に必ず記載している。

(2) 開花期（5月）の防除

この時期の防除対象はそうか病、灰色かび病、黒点病である。そのため5月上中旬（満開期）にこれら3病害に適用があるストロビードライフロアブルまたはナリアWDGを散布する。前年にミカンサビダニが多発した園地では上記3病害に加えて本害虫にも適用があるフロンサイド水和剤の散布を推奨する。灰色かび病については、県内の一部園地でストロビードライフロアブルに対する耐性菌の発生が問題となっており、そのような園地ではナリアWDGを使用する。そうか病については、少発生園では本防除のみで被害を抑制できるが、中～多発生園では4月上旬（発芽直後）の防除を必ず実施する。黒点病は、降雨状況により開花期から幼果期までの感染にも注意する必要がある。極早生温州や早生温州等は特

The Concept of Constructing 'Satsuma Mandarin' Pest Control Calendar in Wakayama Prefecture. By Tomoaki TAKEDA

（キーワード：和歌山県，ウンシュウミカン，病害虫，防除，防除暦）

表-1 温州みかん防除暦例の概要

防除時期	対象	防除薬剤	備考
12月下旬～ 1月上旬 (収穫後)	ハダニ類 カイガラムシ類	マシン油乳剤 (95%)	
3月中下旬 (発芽前)	ハダニ類 カイガラムシ類	マシン油乳剤 (97%)	12月下旬～1月上旬にマシン油乳剤を散布できなかった園のみ
1～3月 (休眠期)	各種病害	枯枝・罹病葉の剪除, 剪定枝の園外への除去	
5月上中旬 (満開期)	黒点病 灰色かび病 そうか病	ストロビードライフフロアブル または ナリア WDG	前年ミカンサビダニ多発園はフロンスイド水和剤を使用
5月下旬 (新梢伸長期)	アブラムシ チャノキイロアザミウマ ナシマルカイガラムシ	モスピラン顆粒水溶剤 アブロード水和剤	多発園のみ
6月上旬 (第1次生理 落果期)	黒点病 チャノキイロアザミウマ	エムダイファー水和剤 ハチハチフロアブル	ヤノネカイガラムシ多発園ではマシン油乳剤 (97または98%) を6月上旬～中旬に散布し, 有機リン系の薬剤を6月中旬～下旬に散布するか, アルバリン/スタークル顆粒水溶剤を6月中旬に散布する。6月下旬のマシン油乳剤散布は重複して行わない
6月下旬 (第2次生理 落果期)	黒点病 ミカンハダニ ヤノネカイガラムシ	ジマンダイセン水和剤 マシン油乳剤 (97 または 98%)	
7月中旬	ゴマダラカミキリ成虫 チャノキイロアザミウマ ミカンサビダニ	モスピラン顆粒水溶剤 または ダントツ水溶剤 サンマイト水和剤	ゴマダラカミキリ多発園では株元散布も実施
7月中下旬	黒点病	ジマンダイセン水和剤	
8月上旬～ 9月中旬	ミカンサビダニ チャノキイロアザミウマ	ハチハチフロアブル または コテツフロアブル	
8月中下旬	黒点病	ジマンダイセン水和剤	
9月	ミカンハダニ ミカンサビダニ	ダニゲッターフロアブル	後期黒点病の対策として, 8月中下旬の薬剤散布以降に多雨となる場合は, ナティーボフロアブルなどを追加散布
9月下旬～ 11月	ハナアザミウマ	ディアナ WDG または スピノエースフロアブル	発生園のみ
10月中下旬	ミカンハダニ	コロマイト水和剤 または オマイト水和剤	発生園のみ
収穫前	貯蔵病害	トップジン M 水和剤 または ベンレート水和剤 または ベフラン液剤 25	

注1) 網掛けの時期は必要に応じた防除とする。

注2) 薬剤の登録内容は2021年11月30日時点の情報に基づく。

に問題となりやすいため、防除を徹底する。

(3) 幼果期 (6月)～収穫期までの防除

幼果期から収穫期までは黒点病の防除が中心となる。薬剤は主にジマンダイセン水和剤を使用する。散布時期を防除暦例に記載しているが、あくまでも目安であり、

降雨状況に合わせて散布を行う。具体的には、まず6月上旬ごろに1回目の散布を実施し、2回目以降は前回散布の約1か月後もしくは前回散布からの累積降雨量が200～250mmに達した時点で追加散布を行っていき、基本的に8月中下旬を最終散布とする。8月中下旬以降

に多雨となる場合、園地によっては黒点病の後期感染が問題となるため追加散布を行う。ジマンダイセン水和剤のウンシュウミカンにおける使用基準では、使用時期が収穫30日前まで、使用回数が4回（マンゼブを含む農薬の総使用回数）である。そのため、収穫時期が近い場合や多雨により使用回数の上限まで散布済みの場合には、ナティーボフロアブルなどの剤で対応する。

チャノキイロアザミウマの防除は6月上旬、7月中旬、8月上旬～9月中旬に実施する。各回に散布する薬剤としては、7月中旬はゴマダラカミキリ、8月上旬～9月中旬はミカンサビダニにも適用がある剤を選択する。チャノキイロアザミウマの多発園では、上記に加えて5月下旬にアブラムシ類との同時防除としてモスピラン顆粒水溶剤を散布する。本種の発生時期は年次変動、園地間変動が大きいことから各地域の発生消長調査の結果を参考にして適期防除に努める。

ミカンハダニの防除は6月下旬にマシン油乳剤、9月に化学合成殺ダニ剤を使用する。特に果実の着色期に被害されると経済的な被害が大きいため、9月以降の防除を徹底する。本種は薬剤抵抗性が発達しやすいことから、化学合成殺ダニ剤のみに頼らず、マシン油乳剤を組合せた防除が重要である。なお、マシン油乳剤は、果実品質への影響を考慮し7月以降は使用を控える。

カイガラムシ類は休眠期のマシン油乳剤散布を基幹防除とし、幼虫発生期には発生種に応じた防除を行う。ナシマルカイガラムシの多発園では5月下旬にアブロード水和剤を散布する。ヤノネカイガラムシの多発園ではマシン油乳剤（97または98%）を6月上旬～中旬に散布し、有機リン系の薬剤を6月中旬～下旬に散布するか、アルバリン/スタークル顆粒水溶剤を6月中旬に散布する。6月下旬のマシン油乳剤散布は重複して行わない。

ゴマダラカミキリの防除は主に7月の成虫発生時期にモスピラン顆粒水溶剤またはダントツ水溶剤を散布する。多発園では食入幼虫を対象として株元への薬剤散布も実施する。薬剤はモスピラン顆粒水溶剤（200～400倍）などの株元散布に適用がある剤を使用する。

ミカンサビダニの防除は梅雨明け直後にサンマイト水和剤で行い、これ以降11月ころまでは発生の可能性があるため、気象条件などを考慮し予防的な防除に努める。

貯蔵病害の防除は、各品種の収穫前に実施する。和歌山県における各品種の収穫時期は、おおむね極早生温州が9月下旬～10月、早生温州は11月、普通温州が12月、晩生温州が12月中下旬である。和歌山県では、収穫後に長期貯蔵せず出荷することが一般的であるため、問題となるのは主に緑かび病である。薬剤はトップジン M

水和剤、ベンレート水和剤、ベフラン液剤25のうちいずれかを使用する。

II 防除暦例の作成と検討

防除暦例は毎年見直されており、原案は和歌山県果樹試験場（以下、果試）が作成する。作成にあたっては、病虫害の発生状況、果試が実施した薬剤の感受性検定や防除効果試験の結果、他県が実施した効果試験（新農薬実用化試験等）の結果、現地からの意見等を参考に作成した防除暦例の原案は毎年10～11月頃に県庁内の関係部署、県内の各試験場、農作物病虫害防除所、各地域の振興局農業水産振興課（普及組織にあたる）等の担当者が集まって行われる防除指針検討会の中で検討され、修正が行われた後、完成となる。また、各JAは管轄する地域内の栽培品種や病虫害の発生状況の特異性などを考慮した独自の防除暦を作成しており、各地域の振興局農業水産振興課が監修を担当している。

III 防除暦の長所・短所

長所としては、備考欄等の情報を考慮しながら利用することで主要な病虫害を効率的に防除できることである。防除暦例は基本的に県内で発生が多い病虫害への対策を中心に作成されているため、暦通りに防除することで主要病虫害の被害を効率的に抑制することができる。短所としては、暦を単純に追従するだけでは、病虫害の突発的な発生などへの対応が難しいことが挙げられる。年次や園地によって病虫害の発生状況は異なる。気象条件などにより一部の病虫害が多発した年や一部園地で比較的マイナーな病虫害が発生した場合等は、防除が不十分になるおそれがある。また、病虫害の発生が少ない場合には、暦どおりに防除を実施すると必要以上の薬剤散布回数となる可能性がある。

おわりに

今後もウンシュウミカン栽培において、防除暦は必要不可欠なものであると考える。一方で、防除暦はあくまでも計画であるため、考えなしに暦通りの防除を実施することは奨めていない。防除暦を基本としつつ、生産者それぞれが園地内の病虫害発生状況を把握したうえで、状況に応じた防除を実践することが大切である。試験場としては、園地内の発生状況を簡易に把握する手法とそれに基づく防除要否、適期の判定技術の開発を進める必要があると感じる。このような知見を積み重ねることで、各生産者がより効果的に病虫害防除暦を活用できるようになると考えている。

研究室紹介

岩手県農業研究センター 県北農業研究所 園芸研究室

県北農業研究所は、岩手県北部の軽米町山内にあり、県北・中山間地域における経営改善の引き金となる技術開発をテーマに、県北部地域の立地特性や気象に対応した水稲や野菜、地域特産作物の安定生産技術や省力化技術の開発、新品種育成に向けた試験研究を実施しています。

所内の組織体制は、総務課、園芸研究室、作物研究室の1課、2室で構成し、うち園芸研究室は、室長、研究員3名の計4名が在籍しています。病害虫防除技術開発に関する業務は、主に1名が担当し、北上市にある岩手県農業研究センター生産環境研究部病理昆虫研究室（以下、「北上本部」）と連携しながら、以下の野菜などで技術開発に取り組んでいます。

1 抵抗性品種によるキャベツ根こぶ病対策の確立

本県は県北地域を中心に、7～10月を出荷時期とするキャベツの夏秋産地ですが、夏季を中心に根こぶ病が発生し、減収の要因となっています。本病の対策として薬剤の土壌処理やセルトレイ灌注処理、転炉スラグによるpH改良の効果が指導されていますが、より簡易で低コストな対策として抵抗性品種の利用が考えられます。産地で広く栽培されている春系品種では、根こぶ病抵抗性を持つ品種が非常に少なく、現地での栽培事例もほとんどありません。また、寒玉系品種には、強度の抵抗性を有する‘YCR ふゆいろ’などの新品種が近年開発されていますが、産地ではほとんど普及していません。

そこで当研究室では、抵抗性品種を用いた根こぶ病対策の確立を目的として、既存の抵抗性品種の栽培特性を把握するとともに、産地で発生している根こぶ病の病原型を明らかにする取組を実施しています。

2 ホップ生産における病害虫防除に関する試験

ホップ栽培において、ハダニ類の被害が特に問題となります。近年、ハダニ類において登録を有する薬剤への抵抗性発現が確認され、防除効果が低下しています。この抵抗性発現への対応としては、作用機構の異なる複数薬剤をローテーションで散布することが重要ですが、登録薬剤が少ないことから最適な防除体系の組立てが困難



研究所の庁舎と試験圃場



ホップの試験圃場（現地）

な状況にあります。

このため、北上本部と連携しながら、国内で既登録の殺ダニ剤とは異なる作用機構を示す薬剤について、農薬登録に必要な薬効・薬害試験、作物残留試験を実施しています。

3 その他

野菜や地域特産作物の新農薬実用化試験として、農薬登録や適用拡大に必要な薬効・薬害試験を実施しているほか、病害虫防除所が発信する防除情報の資とするため、野菜主要害虫数種の発生予察を行っています。

（室長 川戸善徳）

研究室紹介

山梨県果樹試験場 環境部 病害虫科

山梨県はブドウ、モモ、スモモの収穫量が日本一であり、また、農業生産額の半分以上を果樹類が占める国内有数の果樹生産地である。その果樹栽培に関する研究・普及・教育の主要な機関として山梨県果樹試験場は位置づけられている。研究部門は、育種部、栽培部、そして病害虫科が含まれる環境部の3部で構成されており、病害虫科には研究員3名、圃場管理を担う技能員1名、そして業務を補助する会計年度職員2名が配属されている。研究対象は、本県において重要な位置を占めるブドウ・モモ・スモモ・オウトウの4樹種に絞っており、限られた人員・予算・時間を集中させて、効率的な業務遂行を実現している。

他の試験研究機関と比較すると、決して規模の大きい担当ではないが様々な実績を上げている。以下にその一部を列記したい。

1 ブドウを加害するクビアカスカシバの加害生態と防除体系

本県における被害発生状況、産卵数や卵期間、ふ化幼虫の行動等の加害生態の解明と、有効薬剤の検索、残効期間の推定、効率的な散布時期などの防除体系の構築に取り組んだ。

2 ブドウべと病に対する花穂の感受性と有効薬剤

ブドウ‘赤嶺’では、花穂における感受性は展葉7枚期頃が最も高く、展葉7、9枚期頃の新梢では、基部に近い葉と比較し、先端に近い葉で病気の進展が早いことを明らかにした。また、生育初期における有効な防除薬剤を選定した。

3 携帯情報端末を用いた「果樹の病害虫診断サポートシステム」の開発

過去の試験研究や生産現場からの技術相談に伴って収集された多数の病害虫の写真を、病害虫診断における材料として活用できるように、ホームページと同様にHTMLを用いて整理した(図-1)。

4 露地栽培のモモにおけるウメシロカイガラムシ防除方法の改善

休眠期防除のマシン油乳剤について、希釈濃度と効果を検証するとともに、生育期における各種防除薬剤の効果を明らかにした。主要な防除薬剤としていた一部のIGR剤の効果が低下していることが判明した。

5 収穫期のブドウ‘シャインマスカット’におけるチャバネアオカメムシの被害

有袋栽培の果房で、果頂部が褐変した果粒が観察されたが、収穫期にチャバネアオカメムシを放虫することで症状が再現された。果実袋により被害は軽減できるが、



図-1 スマートフォンに表示した各病害虫のサムネイルと詳細な説明



図-2 モモ胴枯病の罹病部と削り取り後に塗布剤を処理した様子

袋と果粒が接した部分に被害が生じた。

6 モモの剪定切り口ならびに傷口における塗布剤のゆ合促進効果

剪定切り口に対し、ゆ合促進効果が高い塗布剤を使用することで、モモ胴枯病菌の感染率も下がる傾向が認められた。また、胴枯病の罹病部を削り取り、同様に塗布剤を使用すると、傷口のゆ合が進み、病斑の進展が抑えられることが明らかとなった(図-2)。

なお、現在、病害虫科では、ブドウ晩腐病の防除対策を菌種と生態面から詳細に再検討する課題や、メッシュ農業気象データシステムを活かして害虫類の発生時期を予測し、地図化する課題などに取り組んでいる。これらに関しても近い将来に成果が得られると考えている。

(主幹研究員 内田一秀)

学会だより

○第22回農薬バイオサイエンス研究会のお知らせ

第22回農薬バイオサイエンス研究会を以下のとおり開催します。

日時：2022年11月22日（火）13:30～16:10
 対面+オンラインでのハイブリッド開催

場所：京都大学 北部構内 農学部総合館
 タイトル：生物の生態と生存戦略を化学する

プログラム

- カメムシの餌探索行動を触発する植物香気（仮）（秋田県立大学生物資源科学部 野下浩二）
- 植物の乳液成分を手掛かりに新規な抗昆虫タンパク質を探す（仮）（京都工芸繊維大学応用生物学系 北島佐紀人）
- 植物と真菌の両方に寄生する青枯病菌の感染戦略（仮）（大阪公立大学大学院農学研究科 甲斐建次）
- 根圏での植物-微生物代謝ネットワーク（京大大学生存圏研究所 杉山暁史）

詳細は学会ホームページでご確認ください。

○第41回農薬製剤・施用法シンポジウムのお知らせ

日時：2022年10月14日（金）オンライン開催（Webex）

参加締切：10月9日（日）

午前の部 10:00～12:00

特別講演1：スマート農業実証事業におけるこれまでの成果の概要 住田弘一（農研機構 本部 スマート農業事業推進室）

特別講演2：「農薬の新施用技術検討協議会」の取り組みについて 舟木勇樹（日本植物防疫協会 調査企画部）

午後の部 13:00～16:30

特別講演3：データ駆動型農業における新しい農薬施用に関する全農の取組み 池町健太（全国農業協同組合連合会 耕種総合対策部）

技術研究発表1：4題予定

技術研究発表2：3題予定

詳細は学会ホームページでご確認ください。

○日本植物病理学会植物病害診断研究会のお知らせ

日時：2022年11月7日（月）13:15～17:00

場所：Zoomによるオンライン開催

広告掲載会社一覧（掲載順）

- サンケイ化学(株)……………コテツベイト
- 日産化学(株)……………グレーシア
- バイエルクロップサイエンス(株)……………イネリーグ
- 日本曹達(株)……………ダニオーテ
- 住友化学(株)……………主要品目
- 小林製袋産業(株)……………エコペタ
- 三井化学アグロ(株)……………主要品目
- BASF ジャパン(株)……………主要品目
- アグロカネショウ(株)……………主要品目

プログラム

特集 植物防疫を取り巻く状況の変化と植物病院の新たな展望

講演：植物防疫を取り巻く状況の変化

植物防疫法の改正について（農水省消費・安全局

植物防疫課 二階堂孝彦）

みどりの食料システム戦略について（農林水産大臣官房みどりの食料システム戦略グループ 齊賀大昌）

農研機構植物防疫研究部門の創設（農研機構植物防疫研究部門 大藤泰雄）

講演：植物病院の新たな展望

植物病院に期待すること（東京大学大学院農学生命科学研究科 市川和規）

大学による植物病院の新規開設（西日本短期大学 清水 進）

JAによる植物病院の設置1（愛知県経済農業協同組合連合会 三宅律幸）

JAによる植物病院の設置2（JA 鹿児島県経済連 徳永太蔵）

国研による植物病院の新規開設（農研機構本部 中島 隆）

詳細は学会ホームページでご確認ください。

次号予告

次号 2022年11月号の主な予定記事は次のとおりです。

- ミニ特集「ネギアザミウマにおける薬剤抵抗性と防除方法」
- 香川県におけるネギアザミウマの生殖系統の発生状況と薬剤感受性について 相澤美里ら
- 異なる作物におけるネギアザミウマの発生消長と生殖型割合 城塚可奈子
- 東北地域のタマネギりん茎に発生する腐敗性病害の病原細菌とその薬剤感受性について 達 瑞枝
- 花粉に乗り新たな植物に感染する植物ウイルスの伝染メカニズム 磯貝雅道
- 菌核病菌子のう胞子の飛散時期を基にしたキャベツ菌核病の防除対策 菱池政志

- イチゴ炭疽病の育苗期の薬剤防除 武山桂子ら
- トマトキバガの生態と防除 水谷信夫
- 果樹防除の基本となる「病害虫防除暦」の考え方：
- 岩手県におけるリンゴ病害虫防除暦の考え方 藤沢 巧
- 愛媛県におけるカンキツ病害虫防除暦作成の考え方 金崎秀司
- 植物防疫講座：病害編 果樹に発生するホモプシス属菌による病害の生態と防除 兼松聡子
- 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 花・野菜技術センター 佐々木 純
- 和歌山県果樹試験場かき・もも研究所 大谷洋子

植物防疫

第76巻 2022年9月25日印刷

第10号 2022年10月1日発行
 （通算910号）

定価965円

本体877円

2022年
 10月号

（毎月1回1日発行）

編集発行人 早川 泰弘

印刷所 三美印刷(株)

東京都荒川区西日暮里6-28-1

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。

農園芸用 粘着捕虫シート
エコペタ



ミナミキイロアザミウマ成虫

静岡県農林技術研究所と共同開発！！

- 👍 紙素材で扱いやすい
- 👍 両面粘着シートでしっかり捕虫
- 👍 3色展開 害虫に合わせて使い分け

～色と対象害虫～

- 緑** ミナミキイロアザミウマ
- 黄** コナジラミ類/チャノキイロアザミウマ/
ハモグリバエ類/ネギアザミウマ/
ミカンキイロアザミウマ
- 青** ヒラズハナアザミウマ/ミカンキイロ
アザミウマ/ネギアザミウマ

※本資材は環境に配慮して、紙基材を採用しております。耐水性の強い紙を使用しておりますが、ハウス等、屋内でご使用ください。

 小林製袋産業株式会社

〒395-8668 長野県飯田市北方101番地
 TEL 0265-24-2968 FAX 0265-24-7488
 E-mail info@k-seitai.co.jp URL <http://www.k-seitai.co.jp/>

農薬ハンドブック 絶賛発売中!!



RACによる作用機構分類に準じて掲載
 新規に作用機構に属する化合物解説を追加

殺虫剤

殺虫剤の作用機構は多岐にわたる。殺虫剤を分類する際には、殺虫剤の作用機構に注目して分類することが重要である。殺虫剤の作用機構は、殺虫剤の種類によって異なる。殺虫剤の作用機構は、殺虫剤の種類によって異なる。殺虫剤の作用機構は、殺虫剤の種類によって異なる。

神経・筋内に作用する薬剤

神経・筋内に作用する薬剤は、神経伝達物質であるアセチルコリン受容体や、神経伝達物質の分解酵素であるアセチルコリンエステラーゼを阻害するものがある。殺虫剤の種類によって異なる。殺虫剤の作用機構は、殺虫剤の種類によって異なる。殺虫剤の作用機構は、殺虫剤の種類によって異なる。

殺虫剤の作用機構

殺虫剤の作用機構は、殺虫剤の種類によって異なる。殺虫剤の作用機構は、殺虫剤の種類によって異なる。殺虫剤の作用機構は、殺虫剤の種類によって異なる。殺虫剤の作用機構は、殺虫剤の種類によって異なる。

価格：15,400円（税込み、送料サービス）A5判

一般社団法人 **日本植物防疫協会** ご注文は JPPA オンラインストアより
<https://jppaonlinestore.raku-uru.jp/>



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

三井薬工 **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

三井薬工 **クロールピクリン**

ベジセイバー®

ネビジジ® 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

三井薬工 **ソイリーン**®

ヒカット® フロアブル

ネビリュウ®

テーク® 水和剤

タチガレファイト® 液剤

トリプルキック® 箱粒剤

ツインキック® 箱
粒剤

サンスパイク® 箱
粒剤

除草剤

アールタイプ® 1キロ粒剤・ジャンボ
フロアブル

キクンジャベ® Z 1キロ粒剤・ジャンボ
フロアブル

サンバード® 粒剤

草枯らし MIC®

セカンドショット® SジャンボMX

シュイデン® 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/>

キレイなりんご作りを目指す皆さまへ。
BASFジャパンの農薬ラインナップ。



殺菌剤

セルカディス® D フロアブル

多作用点殺菌剤ジチアノンを含む2成分で、耐性菌管理にも有効



殺菌剤

アクサー® フロアブル

新成分「ゼミウム®」を含む2成分で、幅広い病害を抑える



殺菌剤

デラン® フロアブル

主要病害に優れた抗菌活性を示し、耐性菌が発達しにくい



殺菌剤

ナリア® WDG

優れた殺菌剤2成分で、主要な夏期病害を防除



殺虫剤

カスケード® 乳剤

ハマキムシ類、キンモンホソガ、ギンモンハモグリガの防除に



除草剤

バスタ®

りんご園の安心・安全な下草管理に

「今日もキレイだね」

「キレイの理由? ……私のこと? (笑)」

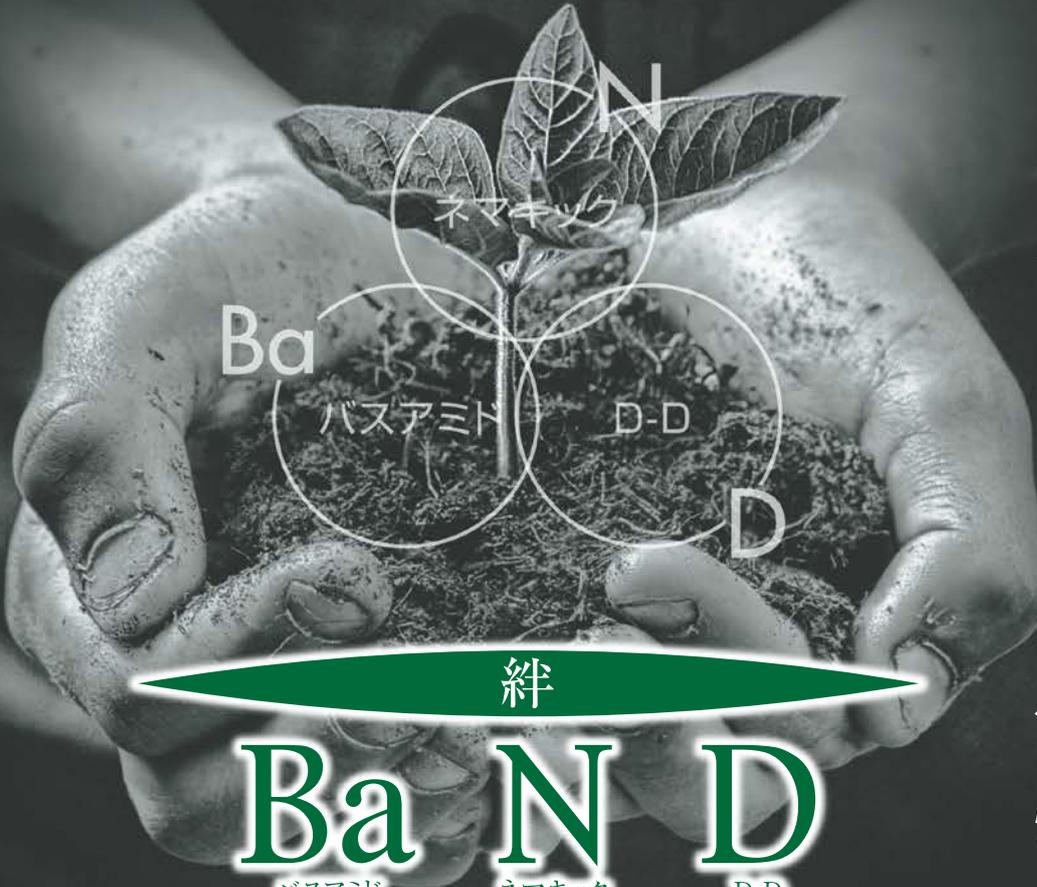
■ BASF
We create chemistry

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

いい土から、いい作物。



アグロカネショウの土壤消毒剤

絆
Ba N D
バスマミド 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!

土壌センチウ防除に!



ネマキック®
粒剤



バスマミド®
微粒剤

D-D®

アグロ カネショウの
土壤分析

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