2022年8月25日　印　刷　第76巻　第9号　2022年9月1日　発　行（毎月1回1日発行）

ISSN 0037-4091

植物防疫

Plant Protection

9

2022

VOL.76

一般社団法人 日本植物防疫協会

Japan Plant Protection Association

無処理　残葉率 0%　　A剤　残葉率 20%　　グレーシア乳剤　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時間後餌入、20時間後撮影

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

日産化学株式会社

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

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

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

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

植物防疫
Plant Protection
2022
第76巻 第9号

目　　次

巻 頭 言

AIによる植物病害診断とクラシカル植物病理学 …… 増田　税　1

研究報告

晩生品種導入地区における斑点米カメムシ類の広域防除の効果 …… 石本　万寿広　2
ジャガイモ黒あし病の発生を防ぐための工程管理 …… 藤本　岳人　6
キヌサヤエンドウを加害するハナアザミウマの発生消長と防除対策について
…… 衛藤夏葉・岡本　崇・髙岸香里　14
シトロネラオイルを用いたミカンバエの捕獲効率の向上 …… 望月雅俊・楢原　稔　21
野生イノシシの成幼獣の違いと餌の配置が箱わなへの誘引に及ぼす影響および仕掛けの
位置がわな作動に及ぼす影響 …… 辻井　修　27

トピックス

イネばか苗病のペフラゾエートに対する感受性低下とその後の対応策 …… 松本　純一　32

新技術解説

ニラハウス栽培におけるネギネクロバネキノコバエの発生消長と防除対策 …… 星野　航佑　37

植物防疫講座

病害編−50　オウトウに発生する病害の生態と防除 …… 後藤　新一　42
虫害編−39　野菜類に発生するゾウムシ類の生態と防除 …… 大井田　寛　47

研究室紹介

福井県農業試験場 次世代技術研究部 生産環境研究グループ …… 富田　浩治　56
長野県野菜花き試験場 環境部 …… 小木曽　秀紀　57

農林水産省プレスリリース（2022.7.12～2022.8.16）　46
新しく登録された農薬（2022.7.1～7.31）　20
登録が失効した農薬（2022.7.1～7.31）　13
発生予察情報・特殊報（2022.7.1～7.31）　41

【表紙写真】
上段：アカスジカスミカメ（左），ジャガイモ黒あし病発病株の症状（右）
下段：オウトウ灰星病による熟果腐れ（左），サビヒョウタンゾウムシ（右）

農林水産省登録
第２２８０１号

殺ダニ・殺虫剤

サフオイル®乳剤

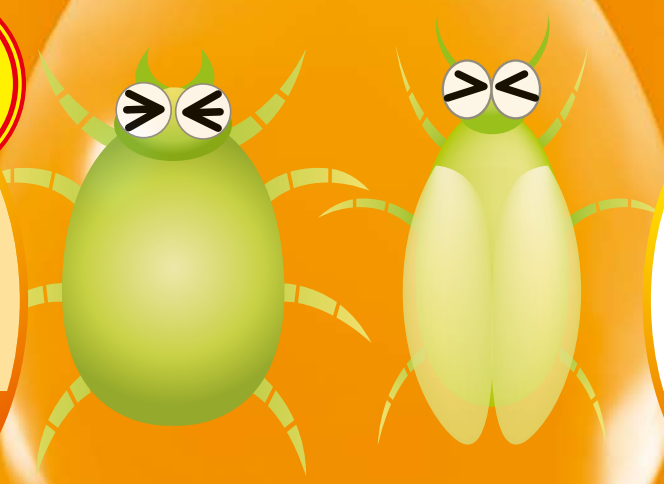
Suffoil

調合油乳剤　1ℓ、5ℓ入

一歩上の物理防除剤
残効性・殺卵効果もあるんです！

有機JAS使用可能農薬

5ℓ 大型規格 発売中



天然物由来
紅花油・綿実油

サフオイル乳剤の特長

- 物理的に作用する剤であり、抵抗性が発達するおそれが殆どないので連続散布が可能です。
- 既存の薬剤に対して抵抗性の発達したハダニ類及びコナジラミ類にも効果を発揮します。
- ハダニ類への残効性が認められています。
- 殺卵活性も認められ、ハダニ類及びコナジラミ類の全発育ステージに対して有効です。
- 天敵や有用昆虫に対する影響が小さく、IPM（総合的病害虫管理）に適しています。
- 有効成分は食用の植物油なので、安心して収穫前日まで散布可能です。
- 日本農林規格（有機JAS）別表２の有機農産物に使うことのできる農薬（調合油乳剤）です。

®はOATアグリオ（株）の登録商標

本製品は、国立研究開発法人理化学研究所の研究成果が利用されています。

OATアグリオ株式会社
https://www.oat-agrio.co.jp/ 〒101-0052 東京都千代田区神田小川町1-3-1
コールセンター：0120-210-928（9:00～12:00、13:00～17:00 土・日・祝日をのぞく）

巻頭言

AIによる植物病害診断とクラシカル植物病理学

北海道大学　増田（ます た）　税（ちから）

巻頭言では歴代の著者の先生方が随想的に普段感じておられることを述べられておられるようなので，私は，今回「植物病理学にAIはどのように役立つのか」という話題で私見を自由気ままに述べさせていただいた。

最近，農学分野では「スマート農業」という言葉がもてはやされており，日本の農業を変える救世主であるかのように伝えられている。農家の高齢化や若者の農業離れを解決してくれる期待の技術である。無人トラクターや無人コンバインはドラマにも登場し，日本の農業が一大改革期にさしかかったことを印象づけた。ここで，少しスマート農業の将来に思いをはせてみよう。そこには，農業のプロはいらない。つまり，イネの神様もリンゴの神様も必要としない。田んぼや畑に人影はない。極端な話，農家が経営する必要はなく，生産者は遠く離れたところに住んでいてもよい。外国人で日本にいなくても，例えば，北海道でスマート農業ができてしまう。このような現実であれば，将来，農業に夢を託す若者の姿をどれほど見ることができるのかと私は少し不安になる。農業の醍醐味は，心血を注げば注ぐほど，それに応じた見返り（収穫）があるということではなかったのか。そこに，農業の楽しさがある。

スマート農業の駆動はAI技術であるが，植物病理学分野にもその勢いは忍び寄ってきている。画像処理のdeep learningはAIの得意とするところであるが，圃場の病害診断に取り入れる研究が日本の至る所で行われている。人が雨の日でも圃場に入って，何度も，何度も調査して病害診断していた日々は過去の話になってしまうのであろうか。AIさえあれば植物病理研究者の出番はもうなく，泥臭い仕事は消えてしまうのであろうか。漏れ聞いた情報によるとジャガイモのウイルス病の診断の正答率は，80％を超えたそうである。ここで私は，はたと黙考せざるを得ない。圃場で見つかる植物の病気は，大半が複数の病原体による混合感染であり，植物体に見える病徴は一様なものではない。同じ品種でも病徴の現れ方は個体差が大きく，これをAIがどのように学習できるというのであろう。空中から撮った画像だけを見て判断できると考えるのは，いかなる根拠に寄るのかと疑いたくなる。もし，植物病理学者が地道に複数の病原体を分離し，そのときに観察した様々な病徴をAIに覚えさせる努力を続けたら，AIは学習し，病害診断はコンピュータ上で，本当にできるようになるのであろうか。そのときは，植物病理学者の与える情報の正確性が鍵になるであろうが，混合感染と病気の関係を解き明かすことがいかに至難の業であるのか思い知るべきである。

さて，植物防疫においては，AIはどのように活躍できるのであろう。輸入食品に混じった植物，ウイルスフリーとして輸入した花，輸入小包などに日本に存在しない植物病原体が混入しているかどうか，AIはどのように識別するのであろうか。私は，AIを詳しく知らないが，画像情報だけで診断できないだろうことは容易に見当がつく。植物防疫官がいちいち輸入品から病原体の分離を試みる仕事は，決してAIにできることではない。植物病理学の分野で本当にAIが活躍できる場は，研究者が病原体を正確に同定するためのツールとして使用するときである。少ない情報からAIに候補を導き出してもらい，それを頼りに正確な病原体同定につなげることは普通のことになるであろう。Google Lensというアプリがスマホにある。私は，散歩中に見つけた植物の名前を調べるのにこのアプリをよく使う。写真を撮るだけで，植物の名前を教えてくれる。実に便利なAIがもう手元にある。今後は，顕微鏡下で，様々な形をした病原菌の胞子の大きさを詳細に計測して，種を同定する作業などは，顕微鏡写真一発でAIが候補を教えてくれるであろうか。

私は，大学で植物ウイルス学を教えているが，最近の学生さんの中には，研究室での実験よりもビッグデータの解析やシステムバイオロジーによるシミュレーションが得意な「ドライの学生」が珍しくなくなってきた。ウイルスに少しも触らずに卒業する学生もおり，時代の流れを感じている。希望する就職先が植物病理学関係でないときには，プログラムが作れて，AIを動かせる能力こそ，その学生さんのセールスポイントになる。いわゆる「つぶしの効く就活」ということかもしれない。どうしても植物病理学の研究者になりたくて，毎日公務員試験の勉強をしている学生を最近あまり見なくなったのも「ドライの学生」に多くの就職先が舞い込んでくるからかもしれない。最後に，AIによる植物病理学の発展は望むところであるが，クラシカル植物病理学をきちんと学んだうえでAI時代に備える学生さん（若い研究者）が育ってくれることを大いに期待したい。

（日本植物病理学会　会長）

研究報告

晩生品種導入地区における斑点米カメムシ類の広域防除の効果

新潟県農業総合研究所　石本万寿広（いしもと ますひろ）

はじめに

水稲では，登熟期の高温による玄米品質の低下を回避する手段の一つとして晩生品種を導入する動きが多くの地域でみられる。新潟県においては，主力の‘コシヒカリ’は中生に位置付けられているが，これより出穂期，成熟期が遅い晩生の‘新之助’の普及が進んでいる。

水稲の病害虫防除の主要な手段として，無人ヘリコプターなどによる広域防除があり，本県では斑点米カメムシ類を主な対象として，栽培面積のおよそ1/2で実施されている。広域防除では，通常，出穂期や生育に違いがある水田を，地域的に1日あるいは数日間で一括して防除する。水田単位では，斑点米カメムシ類に対する防除適期はイネの出穂期以降であり，1回散布の場合には出穂期の7～10日後とされている。地域内では，出穂期の異なる水田が混在していることがふつうであり，広域防除では，できるだけ多くの水田が防除適期に収まるように，防除時期を設定することが重要になる。本県の品種構成は，中生の‘コシヒカリ’の面積が大きく，次いで早生品種であり，出穂期の幅は7～10日程度である。このような条件で，アカヒゲホソミドリカスミカメ，あるいはアカヒゲホソミドリカスミカメとアカスジカスミカメの混発に対して，1回の広域防除で高い効果が認められている（石本，2007；石本・岩田，2017）。

近年，晩生の‘新之助’の普及が進み，水田間の出穂期の違いが2週間程度に拡大している（図-1）。また，県内ではアカスジカスミカメが増加し，ほとんどの地域で優占種になるとともに，アカヒゲホソミドリカスミカメとの混発が常態化している（岩田ら，2021）。このような条件では，現在実施している斑点米カメムシ類に対する広域防除の効果低下が懸念される。

本報は，広域防除実施地区における晩生品種への防除効果を確認する目的で行った調査の結果を紹介する。なお，この多くは筆者が作物研究センター在勤時に実施したものである。いずれも研究報告などで発表済み（石本・岩田，2021；2022；岩田・石本，2021）なので，詳細はこちらを参照いただきたい。

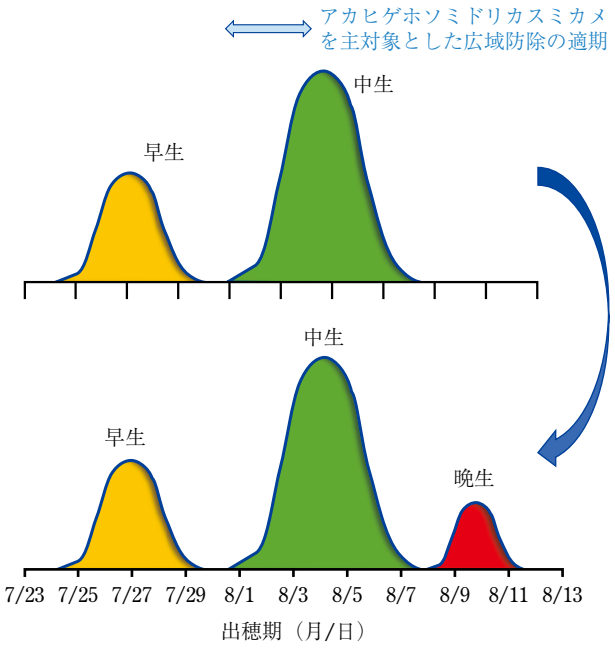


図-1　新潟県における熟期別，出穂期別の水稲栽培面積（模式図）

I　イネの早晩性とカメムシの種および発生量の関係

一般にカメムシ類による斑点米被害は出穂期が早い品種で多く，また，カスミカメムシ科のアカヒゲホソミドリカスミカメやアカスジカスミカメでは，割れ籾が多い品種で多い。アカヒゲホソミドリカスミカメではこれらのことが特に顕著で，極早生，早生で割れ籾が多い品種で斑点米が多発する。アカスジカスミカメでは，これまでに割れ籾の影響は評価されているが，出穂期の影響は明確にされていない。

殺虫剤散布がない条件で，出穂期の異なる数種品種のカメムシの発生を比較すると，アカヒゲホソミドリカスミカメは早生品種で多く，アカスジカスミカメは晩生品種で多く，発生期間も長い傾向がある（図-2，図-3）。しかし，晩生の‘新之助’の斑点米率は低く，いずれの年次も1等米基準の0.1%を下回っている。アカヒゲホソ

Effects of Regional Insecticide Application on Bugs Caused Pecky Rice Grains in Late Maturing Cultivar.　By Masuhiro Ishimoto

（キーワード：アカスジカスミカメ，広域防除，晩生品種）

ミドリカスミカメとアカスジカスミカメが混発する条件では，晩生品種ではアカスジカスミカメが多くなりやすいが，斑点米発生リスクは必ずしも高くないと考えられる。‘新之助’は割れ籾が少ない品種であり，このことが斑点米率の低さに強く影響しているとみられ，逆に，晩生であっても，割れ籾が多い品種ではそのリスクは高まるとみられる。また，アカスジカスミカメ発生量がより多い条件では斑点米が多発する可能性もあり，さらに確認する必要がある。

これらのことから，広域防除で早生～晩生のすべての品種を対象とする場合，早生品種への防除効果を重視しつつ，晩生品種におけるアカスジカスミカメへの効果も確保する必要があると考えられる。

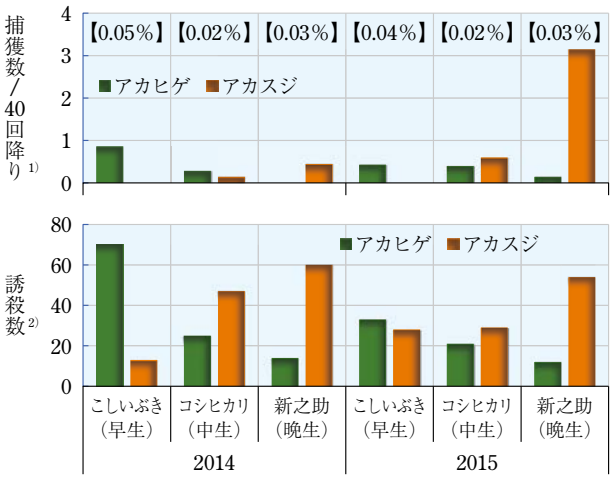


図-2　早晩性の異なる3品種におけるカメムシ発生量の比較（上：すくい取り調査，下：フェロモントラップ調査）（岩田・石本，2021より作図）
注）アカヒゲ：アカヒゲホソミドリカスミカメ，アカスジ：アカスジカスミカメ．捕獲数は出穂期～成熟期の5～9回の調査の平均，いずれも成虫．幼虫捕獲数は0．誘殺数は出穂期～成熟期の総誘殺数．グラフ内の【　】は斑点米率．

Ⅱ　広域防除実施地区の晩生品種におけるカメムシ類の発生

本県では，‘新之助’の普及により，早生～晩生の品種が混在する地域が増えてきているが，現時点では，広域防除の回数は晩生品種普及前と同じく1回で，防除時期の変更もないことから，この防除による晩生品種への効果を評価した。

2014～16年に，延べ11地区で，‘新之助’と‘コシヒカリ’を対象に実態調査を行った。防除時期は，‘新之助’の出穂期の4～14日前，平均8.3日前であり，薬剤は1地区がクロチアニジン水和剤，他はジノテフラン液剤であった。フェロモントラップ調査やすくい取り調査では，防除後も主にアカスジカスミカメの発生が認められ，その発生量は‘コシヒカリ’より‘新之助’で多かった（図-4）。しかし，いずれの地区，品種でもこの発生量は少なく，斑点米率は，1等米の基準の0.1%を下回った（表-1）。また，2017～19年に，広域防除実施地区内で防除を除外した‘新之助’でも，カメムシおよび斑点米の発生量は

表-1　共同防除実施地区における2品種の斑点米率（石本・岩田，2022を改変）

年次	地点数	品種	斑点米率（%）	
			平均	最大
2014	2	コシヒカリ	0	–
		新之助	0.01	0.01
2015	4	コシヒカリ	0.00	0.01
		新之助	0.01	0.03
2016	5	コシヒカリ	0	–
		新之助	0.00	0.01

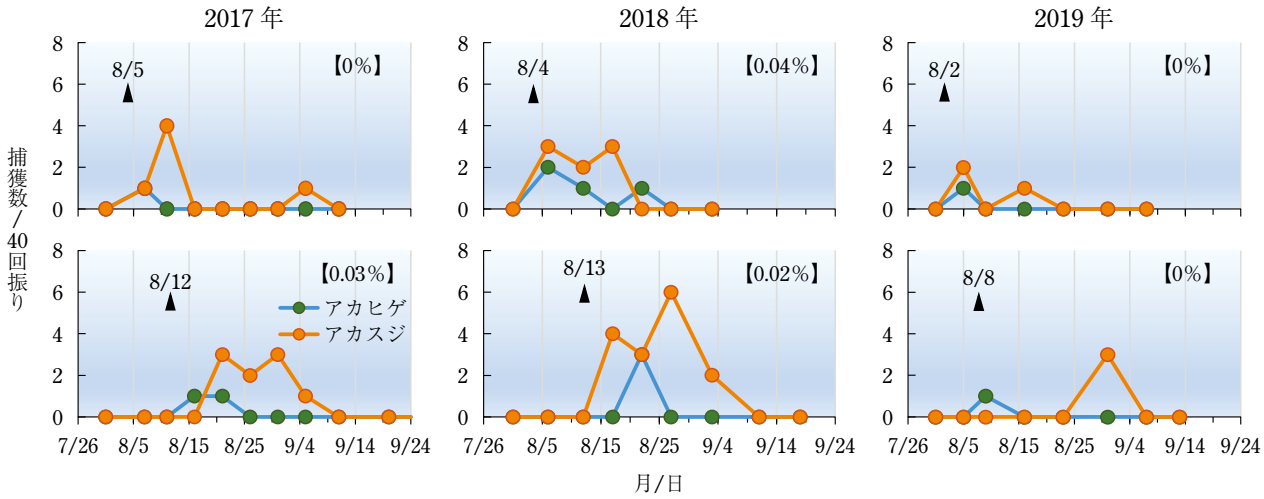


図-3　‘コシヒカリ’（上）と‘新之助’（下）におけるカメムシ捕獲数の推移（石本・岩田，2021を改変）
注）▲：出穂期（月/日）．いずれも成虫．幼虫捕獲数は0．グラフ内の【　】は斑点米率．

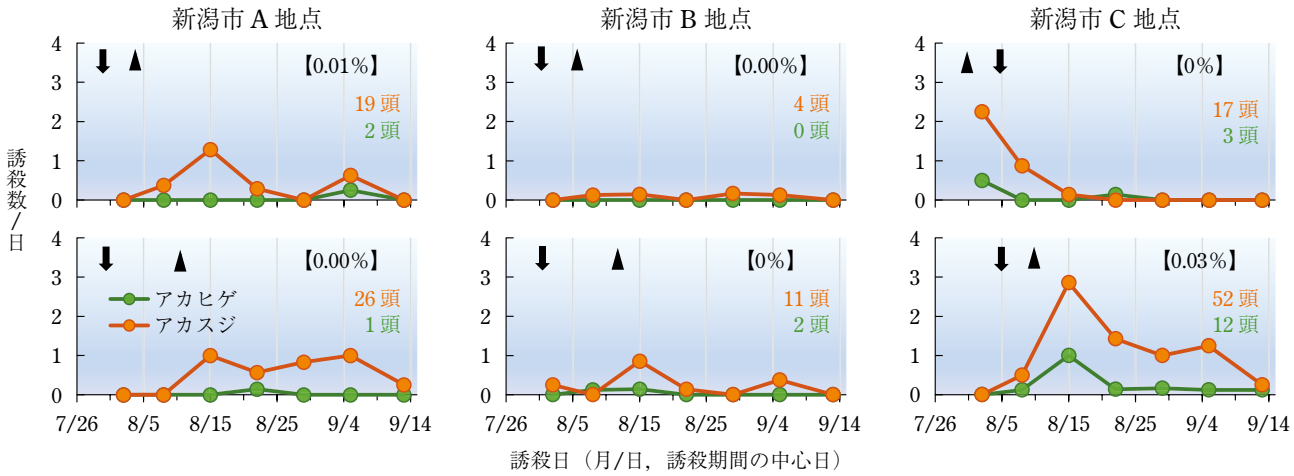


図-4　広域防除を実施した‘コシヒカリ’（上）と‘新之助’（下）におけるフェロモントラップ誘殺数の推移（2015 年）
（石本・岩田，2022 より作図）
注）↓：防除実施日，▲：出穂期．グラフ内の【　】は斑点米率，頭数は各カメムシの総誘殺数．

表-2　共同防除地区内の防除実施水田と防除除外水田におけるカメムシ類捕獲数と割れ籾率，斑点米率（石本・岩田，2022 を改変）

年次	地区	圃場数		捕獲数（40 回すくい取り）						斑点米率（%）	
				除外			防除				
		除外	防除	アカスジ	アカヒゲ	クモヘリ	アカスジ	アカヒゲ	クモヘリ	除外	防除
2017	長岡市 A	1	1	0	0	0	0.5	0.5	0	0.01	0
	長岡市 C	1	1	2.8	0	0	0.8	0.3	0	0.05	0.03
	長岡市 D	1	1	0	0	0	0.3	0	0	0.00	0.01
2018	長岡市 C	1	1	1.2	0	0	0.2	0	0	0.01	0.01
	長岡市 F	1	1	0.3	0	0	0	0.3	0	0.01	0.01
	長岡市 G	1	1	0.2	0	0	0.2	0	0	0	0.00
2019	長岡市 C	1	1	2.5	0.3	0	1.0	1.0	0	0.05	0.02
	長岡市 G	3	3	0.3	0	6.0	0.1	0	2.3	0.07	0.04
	長岡市 H	2	2	0.1	0.3	0	0	0	0	0	0.01

注）クモヘリ：クモヘリカメムシ．捕獲数は登熟期の 4～5 回調査の平均．

少なく，防除実施水田との違いも小さかった（表-2）。ただし，クモヘリカメムシが発生している 1 地区では，斑点米率の最大値は 0.11%で高かった。調査水田数が少ないことや，対照地区の設定がない条件ではあるが，複数年，異なる環境条件の水田において，防除後のカメムシ類の発生量や斑点米率は低かったことから，本県における現在の広域防除は，晩生品種に対してもおおむね十分な効果があるとみなしている。

広域防除実施後に，水田内にカメムシが発生することは，防除効果を評価するうえで重要なポイントである。今回の調査では，主にアカスジカスミカメが確認され，晩生品種で多かったが（図-4），防除後にアカスジカスミカメが発生すること，その発生量に品種間で違いがあり，出穂期が遅い品種で多いことは他の調査（石本・岩田，2017）でも認められている。これらのデータは，防除後にもアカスジカスミカメが水田に侵入すること，成虫は登熟段階が早い（出穂期が遅い）水田を選好することを示している。また，地区内では，晩生品種が出穂期，成熟期が最も遅いことで，アカスジカスミカメが集中しやすいとも考えられる。

広域防除の実施日が出穂期より明らかに早い時期に実施されたにもかかわらず，‘新之助’のカメムシ発生量が少なく抑えられた理由は何であろうか。これまでのいくつかの報告から，散布した殺虫剤（ジノテフラン液剤）の残効期間は最長で 10 日程度と見込まれることから，出穂期以降の‘新之助’では殺虫効果はないか低く，新たに侵入する成虫には高い効果は期待できない。このことから，そもそも出穂後に侵入する成虫数が少ない可能性が考えられる。晩生品種に侵入する成虫の発生源としては，畦畔などの雑草地や，周辺のより出穂期が早い水田が考えられる。広域防除を実施した地区では，‘新之助’より出穂期が早い‘コシヒカリ’でのアカスジカスミカメ

発生量は少ない（図–4）。また，出穂したイネ科雑草が繁茂する畦畔のカメムシ数は，広域防除実施後，2週間程度は低い状態が維持される例が示されている（石本・岩田，2017）。これらのことから，広域防除によって，‘新之助’の出穂後しばらくは当該水田周辺のカメムシの密度が低く維持されていることが，‘新之助’のカメムシ発生量が少ない主な要因と考えられる。

Ⅲ　出穂期の水田間差が拡大した条件での防除対策

1　1回散布での対応

本県では，広域防除は1回の実施であることから，対象地域内の出穂期の違いが大きくなるほど，防除適期から外れる水田は多くなる。出穂期が早い水田は防除遅れ，出穂期が遅い水田は防除が早すぎることになり，いずれも被害発生リスクは高まる。出穂後，防除までの間にはカメムシは確実に籾を加害することから，防除が早まるより遅れる場合のリスクが高いと見込まれる。防除遅れを避けるため，早めの防除がよいと考えられる。ただし，出穂期が早い水田が少数の場合は，広域防除の前にこれらを個別に防除することを前提に，出穂期が遅い水田に合わせた防除にすることも選択肢となる。なお，本県では広域防除の実施日より出穂期が10日以上早い水田に対しては，広域防除前に個別に防除することを推奨している。

2　マルチコプターの利用

産業用無人ヘリコプター（以下「無人ヘリ」）は散布効率が高く，広域防除に広く使用されている。しかし，無人ヘリは，操縦が難しいことや，機体数，オペレーター数が限られていること等から，出穂期やカメムシの発生状況に応じた細かな対応が難しい。一方，マルチコプター（以下「ドローン」）は時間当たりの散布能力が低いことが欠点であるが，農業者自らが簡単に，少ない労力で散布できることから，無人ヘリに比べ細やかな対応ができる。現在，個別の防除では，ドローンによる農薬散布が急速に拡大していることから，これを広域防除にも利用することが考えられる。

広域防除で無人ヘリの散布を主体にし，ドローンを補完的に使用することが考えられる。無人ヘリの散布で防除適期からはずれる水田を対象に，無人ヘリ散布より早い時期，あるいは遅い時期にドローンで散布することが合理的である。ドローン散布の労力が増加するものの，いずれの水田も最小限の防除回数にしつつ，被害を抑えることができる。

比較的規模が小さな広域防除や，大規模経営体等では，ドローンによる散布のみでも効率的な防除を実施できる。出穂期群ごとに品種，水田をいくつかに区分して，それぞれの適期に防除を実施する。これにより，品種に適した薬剤の選定（殺菌剤も含む）も容易になり，防除効果も向上し，さらに防除回数の削減，農薬使用量の削減ができる可能性もある。

これまで，地区の一斉防除と地区を分割して防除する場合の効果を十分に比較した例はなく，今後，これを実証することも必要であろう。

3　色彩選別機の利用

広域防除では，実際にはすべての水田の斑点米被害を抑えることは極めて難しく，一部の水田では被害が生じることを前提にせざるを得ない。農業者の理解を得るには，防除計画を策定する際に，散布時期や水田環境等から斑点米発生リスクが高い水田をあらかじめ把握し，これらの情報を農業者に提供しておくことも必要である。

現在は，色彩選別機により，収穫後に斑点米を除去することができるようになっている。色彩選別機はJAや生産者で導入が進み（田渕ら，2015），籾摺り～計量のラインに組み入れて恒常的に使用される状況が増えていると見込まれる。広域防除実施地区においてこの使用を前提にするなら，収穫時の斑点米混入率の許容レベルも上がり，一部の水田での防除効果の低下も許容されやすく，防除をより柔軟に実施することができる。

お　わ　り　に

「みどりの食料システム戦略」の目標には，2050年までに農薬使用量（リスク換算）の50%削減，2040年までにネオニコチノイド系を含む従来の殺虫剤を使用しなくてもすむような新規農薬などの開発が盛り込まれている。現在，東日本の多くの地域では，カメムシ類が最重要害虫であり，この防除にネオニコチノイド系も含めて多くの殺虫剤が使用されている。出穂期の幅の拡大やアカスジカスミカメの増加は，本県だけでなく他県においても生じていることと思われる。このような地域では斑点米の発生リスクは依然として高いが，水稲での殺虫剤使用の削減には，カメムシ類に対する殺虫剤の削減が大きなポイントであり，カメムシの防除対策について改めて検討する必要があると思われる。

引　用　文　献

1）石本万寿広（2007）：北陸病虫研報 **56**：17～21.
2）――――・岩田大介（2017）：同上 **66**：1～8.
3）――――・――――（2021）：新潟農総研報 **18**：1～5.
4）――――・――――（2022）：同上 **19**：25～30.
5）岩田大介・石本万寿広（2021）：北陸病虫研報 **70**：1～8.
6）――――ら（2021）：同上 **70**：9～18.
7）田渕　研ら（2015）：東北農研研報 **117**：63～115.

研究報告

ジャガイモ黒あし病の発生を防ぐための工程管理

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構
本部企画戦略本部
藤本岳人（ふじもとたけと）

はじめに

ばれいしょは我が国の基幹作物の一つであり，その生産量と作付面積はそれぞれ約 235 万トン，約 8 万 ha である。特に，北海道では国内生産量の 80% を占める約 173 万トンの生産を行う一大産地である。ばれいしょは親と同じ形質の次世代を収穫するために，茎の一部である塊茎を種いもとして植え付け，次代塊茎を収穫する栄養繁殖性作物である。そうすることで，親と同じ形質の次世代を得ることができるが，ウイルス病などの種苗伝染性病害のリスクが高くなる。そのため，種いも（種ばれいしょ）は健全無病であることが不可欠である。我が国では，原原種生産，原種生産，採種生産といくつもの段階を経て，種ばれいしょを増殖させており，これらの生産現場では，健全性が担保された種ばれいしょ生産を行うために，植物防疫法などに基づく厳格な管理と検査が行われている。また，原原種生産では隔離温室内で栽培されたミニチューバーと呼ばれる塊茎を，1〜2 年ほど圃場で増殖（基本ほ生産）させた塊茎を種いもとして使用している。ミニチューバーは立ち入り制限などの病害虫感染防止策を講じた温室で栽培されるため，栽培中に病原菌に汚染される可能性は極めて低い。

しかしながら，近年，北海道の種ばれいしょ生産圃場において，種いもを含む塊茎腐敗，株のしおれ，株元の黒変腐敗等を起こすジャガイモ黒あし病（以下，黒あし病と略記）が頻発し，種ばれいしょの生産量を低下させ

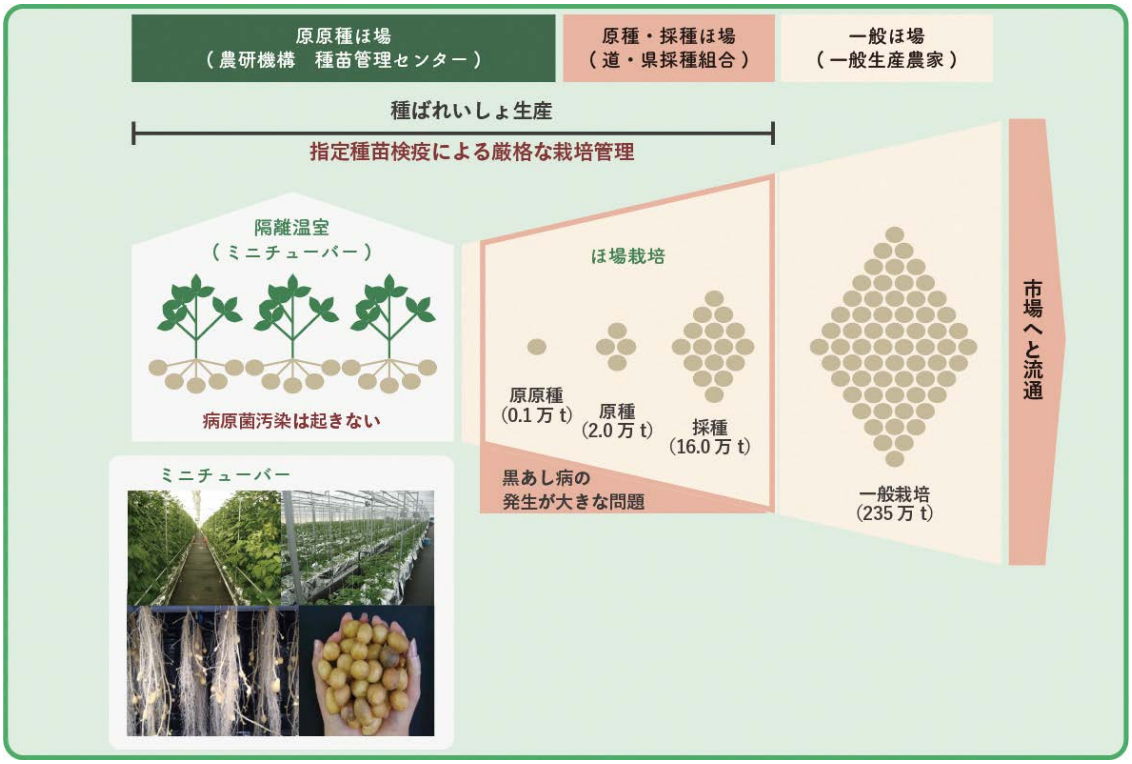


図-1　我が国のばれいしょ生産体系とジャガイモ黒あし病の発生

Management to Prevent the Occurrence of Potato Blackleg Disease.　By Taketo Fujimoto

（キーワード：種いも伝染性病害，細菌，工程管理，栽培，貯蔵）

る要因となっている（図-1）。黒あし病菌は塊茎伝染することが知られている。保菌塊茎から種いもが増殖されることによって黒あし病のまん延を引き起こす可能性があるため，現在，種ばれいしょ生産現場では定期的な圃場巡回を行い，黒あし病発病株の検出と抜き取りに努め，被害の拡大を防いでいる。しかしながら，塊茎伝染だけでは説明しきれない事例も発生しており，感染経路の解明が望まれていた。我が国で発生する黒あし病の発生菌種の全容が明らかでないこと，ばれいしょ生産圃場およびその周辺環境から黒あし病菌を高感度に検出するための手法が整備されていなかったこと等が原因となり，詳細な感染源の特定に至っていなかった．本稿ではこれまでの研究成果（イノベーション創出強化研究推進事業「健全種ばれいしょ生産を達成するジャガイモ黒あし病発病リスク回避技術の確立」）や，成果から明らかとなった黒あし病対策に有効な工程管理技術の一部について紹介するが，より詳細な内容については，農研機構より公表されている「ジャガイモ黒あし病の発生を防ぐ為の工程管理マニュアル」（https://www.naro.go.jp/publicity_report/publication/laboratory/nipp/manual/152127.html）にまとめられている。本稿で使用する図表はすべてマニュアルより引用する。

I　ジャガイモ黒あし病の症状

黒あし病は，北海道の作付体系では主に5月上旬から7月上旬に発病が認められる病気であり，低温・多雨の気象条件が続くと発病株が増えることが知られている。その症状は，まず，種いもの腐敗が起きる。種いもの腐敗が著しい場合，萌芽前に芽が腐敗してしまうため，欠株となる場合もある。萌芽後に発病した場合は，茎葉のしおれや茎基部の黒変腐敗（黒あし症状）を示す。土壌中の種いもが腐敗し，そこから伸びる茎内部の維管束が褐変することが特徴である。茎葉の症状は，萌芽後1～2週間ころから現れ，初期症状として，好天の日中に1～2本の茎葉がしおれて下垂する。その後，茎基部から黒変するとともに，下葉からやや退緑してしおれる。発病株はやがて黄化し，地際部から倒伏する。発病が著しい場合，株全体が腐敗する。発病株に着生した次世代塊茎は腐敗し，収量の低下を引き起こす（図-2-1～図-2-3）。

II　ジャガイモ黒あし病の病原

黒あし病の病原として，国内では *Dickeya* 属2種，*Pectobacterium* 属3種の計5種，海外ではさらに *Dickeya* 属1種を加えた6種の細菌が報告されている。発病した植物の症状から病原種の違いを見分けることはできず，*Dickeya* 属と *Pectobacterium* 属を電子顕微鏡等による観察により判断することも困難である（図-3）。ただし，国内外ともに *Dickeya* 属のほうが *Pectobacterium* 属に比べ，種いも腐敗を含む病原性が強いと報告されている。黒あし病の病原は以下の通りである。

（1）　*Dickeya* 属細菌
- *D. dianthicola*（Ddi）
- *D. chrysanthemi*（Dch）

（2）　*Pectobacterium* 属細菌
- *Pectobacterium atrosepticum*（Pa）
- *P. wasabiae*（≒ *P. parmentieri*）（Pw）※
- *P. carotovorum* subsp. *brasiliense*（Pcb）

（3）　海外でのみ報告されているジャガイモ黒あし病の病原
- *Dickeya solani*

※海外では黒あし病を引き起こす *P. wasabiae* について *P. parmentieri* と種名変更するよう報告があるが，国内では種名の統一が図られていないため，同種異名として併記する。*P. carotovorum* subsp. *brasiliense* については，現時点では *P. brasiliense* が有効種名とされているが，ここでは日本植物病名目録に則って前者で記述する。

2000年以降に国内で確認された黒あし病発病株から検出された病原菌219菌株を調べた結果，Pcb が44.7%，Pw が42.9%，Ddi が12.4%であることが明らかとなった（図-4）。国内では2000年以降 Pa による黒あし病の発生は確認されておらず，Dch は2021年時点で2017年に局所限定的に発生が確認された以外に検出例がない。

III　ジャガイモ黒あし病と症状が類似した病害

ばれいしょ病害のうち，黒あし病と見間違う恐れがある病害を以下に示す。これ以外の病害に関しても，病徴によっては黒あし病と見間違う恐れがあることにも留意したうえで，病原の検定などを通じて発病株を診断することが重要である。

1　ジャガイモ軟腐病

Pectobacterium 属細菌により引き起こされる細菌病で，黒あし病と類似点が多く，病原も一部重複するため，最も間違いやすい病気の一つである。2022年時点で国内のばれいしょでは *P. carotovorum* subsp. *carotovorum*（Pcc），Pw，Pcb の3菌種による軟腐病の発病が確認されている。管理作業による損傷または生育後半の自然倒伏で地面に接地した茎葉から腐敗が始まる。腐敗が茎にまで達すると，葉柄の基部から上下に黒褐色の腐敗が進み，維管束が褐変し髄部も空洞化し枯死する。地際部から茎葉の黒変が確認される黒あし病と異なり，茎上部の

（1）種いも腐敗

（2）茎葉のしおれ

図-2-1　ジャガイモ黒あし病の病徴①

（3）茎基部の黒変腐敗（黒あし症状）

（4）維管束褐変

図-2-2　ジャガイモ黒あし病の病徴②

（5）次世代塊茎の腐敗

図-2-3　ジャガイモ黒あし病の病徴③

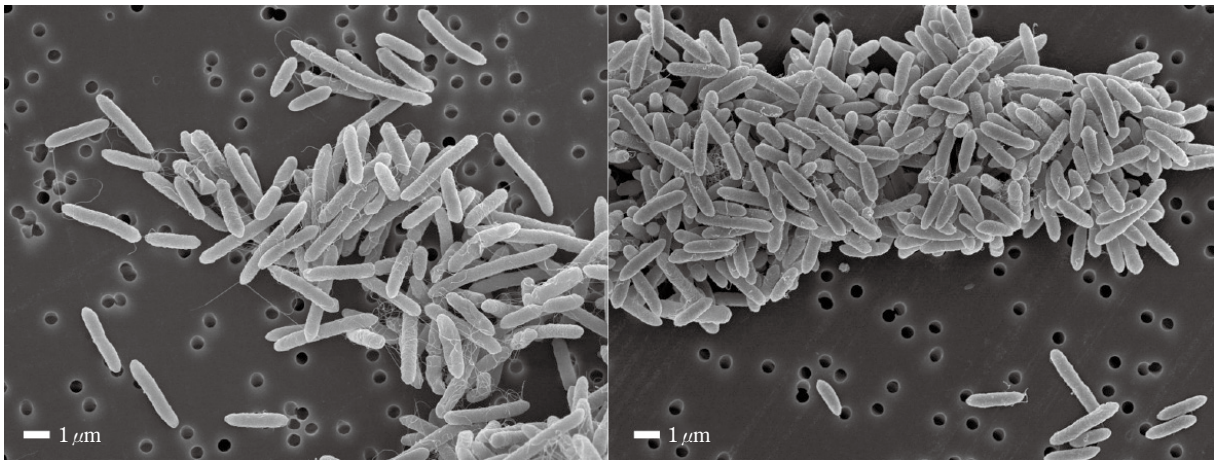


図-3　ジャガイモ黒あし病菌の電子顕微鏡写真（左：*Pectobacterium wasabiae*，右：*Dickeya dianthicola*）

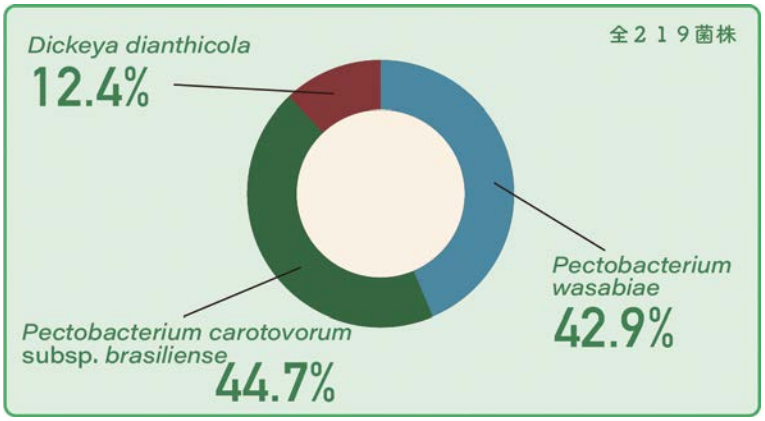


図-4　国内で検出されたジャガイモ黒あし病菌の菌種割合

図-5　ジャガイモ軟腐病発病株と北海道における発病時期

みが黒変腐敗している場合は軟腐病である。また，北海道では黒あし病と軟腐病の発病時期が異なるため，区別することができるが，栽培年によっては期間が一部重複する場合もあることに留意する（図–5）。

2　ジャガイモ青枯病

Ralstonia solanacearum により引き起こされる細菌病である。発病初期は1～数本の茎葉，特に頂葉がしおれるが，朝夕や曇天時には回復する。その後，急速に病気が進行し，株全体の葉がしおれ，青いまま枯死する。黒あし病と同様に茎やストロンが褐変するが，それらの部位に乳白色の粘液が認められ，発病茎を切断し水につけると数分で切断面から乳白色の菌泥の流出が観察される。主に九州の西南暖地での発生が多い（図–6）。

3　ジャガイモ半身萎凋病

Verticillium 属糸状菌によって引き起こされる菌類病である。開花期ころに下葉がしおれて退緑し，後に黄化，褐変し，枯死する。症状は下位葉から上位葉へと進展し，最終的には株全体が枯れ上がり早期枯ちょうする。発病初期は茎の片側の葉や1～2本の茎だけに症状が見られることもある。茎の維管束は褐変し，表面に条斑を生じることもある。黒あし病とは異なり茎葉の軟化腐敗はほぼ認められない（図–7）。

4　ジャガイモ腰折症状

Rhizoctonia solani によって引き起こされる菌類病である。北海道内のばれいしょ栽培圃場において，7月上旬以降に発病株があらわれる。茎の地際部付近がくさび形

図–6　ジャガイモ青枯病発病株

図–7　ジャガイモ半身萎凋病発病株

図-8　ジャガイモ腰折れ症状発病株

に腐敗して折れ，やがて株全体が枯死する。*R. solani* はテンサイに根腐病を起こす菌でもあることから，前作のテンサイで根腐病が発生した圃場でばれいしょを栽培した場合に本症状の発生が確認されている（図-8）。

Ⅳ　ジャガイモ黒あし病の感染経路

黒あし病は主として病原菌を保有した種いもを栽培圃場に植え付けることで発生すると考えられている。そこで，いかに保菌した種いもを生み出さないかが最も重要な対策になるが，これまでの研究成果より，①栽培圃場やその周辺環境に自生する雑草や野良いもが黒あし病菌に感染していること，②明渠排水の中からも黒あし病菌が検出されること，③栽培圃場の土壌や前年度の植付植物の残渣に黒あし病菌が残存していることが示唆されている。これらの圃場環境周辺に存在する黒あし病菌が降雨などによって圃場内に入り込み，健全なばれいしょ株が黒あし病菌に感染することも感染経路の一つであると推測される。

また，黒あし病菌に感染したとしても，必ずしもすべてのばれいしょ株が発病するわけではなく，感染していても見た目は健全な株（無病徴感染株）も確認されている。無病徴感染株から収穫された塊茎が黒あし病菌を保菌していた例があるとともに，Pcb や Pw の接種による軟腐病発病株，およびその無病徴感染株から収穫された塊茎には Pcb や Pw が保菌されていることがわかっている。これらの保菌した塊茎を植え付けると黒あし病を発病することが確認されている。

黒あし病菌を保菌した塊茎が貯蔵中に腐敗すると，接触している周辺の塊茎が汚染される。特に，塊茎表面が濡れていたり，土壌が付着していたりすると，保菌塊茎は腐敗しやすくなる。

このように，圃場での栽培中に感染するリスクと収穫後の貯蔵工程中に感染するリスクがあるため，それぞれの感染リスクに対して，適切な対策を行うことが感染拡大を回避するために重要である。

Ⅴ　ジャガイモ黒あし病を発生させないための管理手法

これまでの研究成果より黒あし病の感染経路と発生要因が解明されつつあるが，その全容が解明されたとは言いきれず，現在までに完全な防除手段が確立されていない。そのため，黒あし病対策として，できる限り感染リスクを減らすことで発病を減らす方針のもと，栽培工程や貯蔵工程で発生しうる感染リスクを適切に管理・コントロールすることが重要である。栽培工程や貯蔵工程の各段階において，想定されるリスクの抽出とその対策の検討を行い，定めた手順に従って工程を徹底的に管理することで，病原菌とばれいしょが接触する機会を極力減らし，感染リスクを低下させる一連の対策を種ばれいしょ生産団体とともにとりまとめ，実証しているところである。これらの対策は随時チェック・見直しを行うことで適切な改善を図ることになっている。

お　わ　り　に

黒あし病の感染拡大阻止に取り組むにあたって，黒あし病菌の特性を正しく理解するだけでなく，取り組みの限界を認識することが重要である。黒あし病の病原菌をばれいしょ生産圃場やその周辺環境から完全に除去することは不可能であるとともに，発病株の抜き取りや保菌塊茎の選別は目視での判別となるため，発病株や腐敗塊茎は除去できても，無病徴感染株や無病徴感染塊茎を除去することはできない。農薬による種いもの消毒も，表面の菌は除去できても内部に存在する菌を除去することはできないため，感染・発病のリスクを完全に排除することは困難である。これらのリスクが残っていることを正しく理解したうえで，可能な限りリスクを排除し，保

菌塊茎の出荷を抑えること，そして生産現場（原原種・原種・採種・一般）での発生を抑えることが目標となる。そのためにも，生産に携わるひとりひとりが黒あし病について理解を深める必要がある。また，抜き取りや選別工程は調査を行う人間の目視に頼ることが多いので，技能を継承していくことも必要である。そのほかにも，定めた栽培技術や機械作業，さらには検査等を的確に行えるよう教育訓練を行い，高品質なばれいしょ生産体系を確立することが求められるため，研究機関と生産現場が協力し合って今後も研究と対策をアップデートさせていくことが重要と考える。

引　用　文　献

1）農研機構（2022）：ジャガイモ黒あし病の発生を防ぐための工程管理マニュアル：1〜72.

登録が失効した農薬（2022.7.1〜7.31）

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。

「殺菌剤」

●**トリフロキシストロビン・ホセチル水和剤**
22115：**フルーツメイト水和剤**（バイエルクロップサイエンス株式会社）22/7/19

●**ピラクロストロビン・ボスカリド水和剤**
21796：**日曹ナリア WDG**（日本曹達株式会社）22/7/28

●**トルクロホスメチル・マンデストロビン水和剤**
24420：**住化ディアマンテ**（住友化学株式会社）22/7/28

「除草剤」

●**イマゾスルフロン・ダイムロン・ピリブチカルブ・メフェナセット水和剤**
19817：**［DIC］ロンゲットフロアブル**（日本曹達株式会社）22/7/28

「その他」

●**マシニッサルア剤**
24036：**ヘタムシコン**（信越化学工業株式会社）22/7/4

研究報告

キヌサヤエンドウを加害するハナアザミウマの発生消長と防除対策について

和歌山県農業試験場　衛藤（えとう）　夏葉（かよう）・岡本（おかもと）　崇（たかし）・髙岸（たかぎし）　香里（かおり）*

は　じ　め　に

ハナアザミウマ（*Thrips hawaiiensis*（Morgan），図-1）はアブラナ科，ウリ科，キク科等多数の植物に寄生し，主に花に生息する。マメ類では，エンドウ，ソラマメ，インゲンマメ等に寄生し，エンドウではヒラズハナアザミウマ（*Frankliniella intonsa*（Trybom）），ネギアザミウマ（*Thrips tabaci* Lindeman）等とともに莢に白ぶくれ症（図-2A）を起こす（梅谷・岡田 編，2003）。これは，アザミウマ類の産卵痕が白く膨れる症状であり，トマトやオクラでも発生が確認されている（豊田，1972）。和歌山県のキヌサヤエンドウ（以下，キヌサヤ）栽培では，花に生息するアザミウマ類はハナアザミウマが多く，本種がガクの黄化・枯死症状（以下，ガク枯れ，図-2B）を発生させることも確認されており（岡本，2019），近年，白ぶくれ症とともに問題となっている。2013～20年にアザミウマ類による莢の被害発生状況を調査した結果，発生圃場率は平均95%と高かった（和歌山県農作物病害

図-1　ハナアザミウマ雌成虫

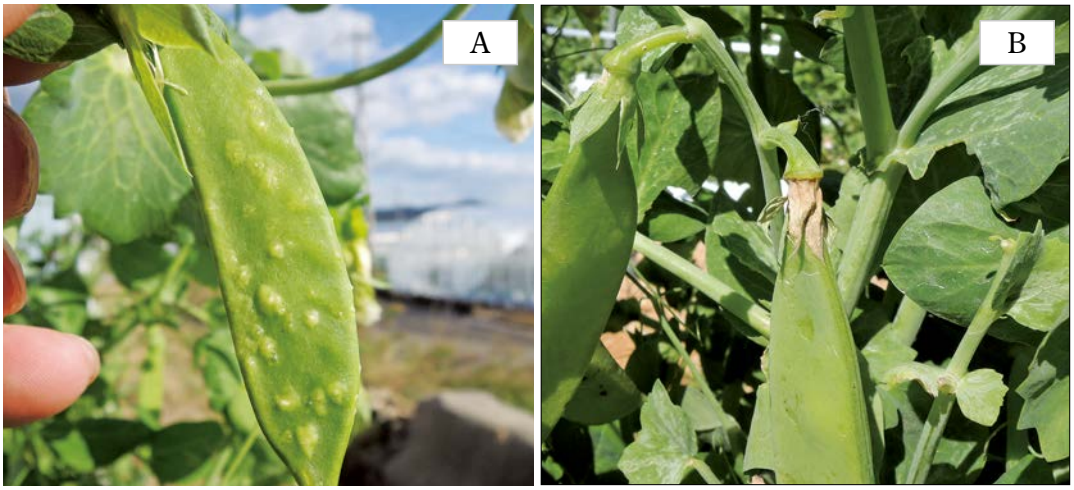


図-2　ハナアザミウマによるキヌサヤエンドウ果実の被害
A：白ぶくれ症，B：ガク枯れ．

Seasonal Occurrence of *Thrips hawaiiensis*（Morgan）that Damage Garden Pea（Kinusaya Pea）and Its Control.　By Kayo Eto, Takashi Okamoto and Kaori Takagishi

（キーワード：ハナアザミウマ，白ぶくれ症，ガク枯れ，エンドウ）

*現所属：和歌山県農林水産部農林水産総務課

虫防除所調べ)。しかし，キヌサヤ栽培におけるハナアザミウマの生態や有効薬剤が明らかになっておらず，積極的な防除が行われていない。そこで，ハナアザミウマの飛来源と飛来時期，薬剤の防除効果，光反射マルチによる防除効果を検討したので概要を報告する。

I　飛来源と飛来時期

1　飛来源

2017年9月26日，10月29日，11月21日に和歌山県日高郡印南町のキヌサヤ圃場周辺において，開花してい

表-1　キヌサヤ圃場周辺の植物[z)]の分布と花序におけるハナアザミウマ雌成虫の生息数

調査時期	開花植物（科）	開花植物（種）と分布量，30花序から採集したハナアザミウマ雌成虫数[y)]
9月	マメ科	**クズ（多，1072）**，サヤエンドウ（多，1），ヤブツルアズキ（少，0）
	キク科	ナルトサワギク（多，3），アメリカタカサブロウ（中，0），コセンダングサ（花弁無）（多，0），コセンダングサ（花弁有）（多，2），ヨモギ（多，0），ヒメムカシヨモギ（多，0）
	カタバミ科	カタバミ（中，0），ハナカタバミ（中，4）
	イネ科	メヒシバ（多，0），エノコログサ（多，5），ネズミノオ（中，0）
	キジカクシ科	ツルボ（中，5）
	タデ科	イヌタデ（中，0），ママコノシリヌグイ（多，0）
	ヒユ科	イノコズチ（中，2）
	ヒルガオ科	ホシアサガオ（中，0）
	ツユクサ科	ツユクサ（多，0）
	キツネノマゴ科	キツネノマゴ（多，0）
	クマツヅラ科	アレチハナガサ（中，0）
10月	マメ科	サヤエンドウ（多，3），マルバハギ（少，0）
	キク科	**セイタカアワダチソウ（多，72）**，ヨシノアザミ（中，7），ヨメナ（少，5），ツワブキ（中，2），ナルトサワギク（多，0），コセンダングサ（花弁無）（多，0），コセンダングサ（花弁有）（多，0），ノゲシ（多，0），オニタビラコ（中，0），アキノゲシ（多，0）
	カタバミ科	カタバミ（中，0），ハナカタバミ（中，0）
	シソ科	ヤブチョロギ（多，0），ホトケノザ（多，0）
	ムラサキ科	ハナイバナ（中，0）
	ナス科	イヌホオズキ（中，1）
	アブラナ科	ナズナ（少，0）
	タデ科	ギシギシ（中，10），ママコノシリヌグイ（多，0）
	ヒルガオ科	ホシアサガオ（中，0）
	クマツヅラ科	ランタナ（中，9），アレチハナガサ（中，0）
11月	マメ科	サヤエンドウ（多，3）
	キク科	**セイタカアワダチソウ（多，91）**，ヨメナ（中，19），タイキンギク（中，9），ナルトサワギク（多，3），ノゲシ（中，0），ヤクシソウ（少，0）
	カタバミ科	ハナカタバミ（中，1）
	シソ科	ヤブチョロギ（多，0），ホトケノザ（多，1）
	ムラサキ科	ハナイバナ（中，0）
	ケシ科	ムラサキケマン（中，0）
	アブラナ科	ナズナ（中，0）
	タデ科	イヌタデ（中，0）
	イソマツ科	リモニウム（多，0）
	クマツヅラ科	ランタナ（少，0），アレチハナガサ（少，0）

z) 栽培されているサヤエンドウも含む.
y) カッコ内の左に分布量，右に頭数を記載.

た植物と，それらに生息するハナアザミウマの雌成虫数を調査した。道沿いを徒歩で移動しながら，目視で両側に分布する開花植物種とその株または連続したコロニーが認められた地点数を調査し，植物種ごとに花序を採集した。調査地域は印南町印南と同西ノ地の2地域とし，調査移動距離は印南で約3.0 km，西ノ地で約1.5 kmとした。

開花植物（栽培されているキヌサヤも含む）の分布については，6地点より多かったものを「多」，探せば6地点あったものを「中」，探しても5地点以下しかなかったものを「少」とした。

各開花植物の花序からアザミウマ類を回収した。「多」および「中」の植物では5花序/地点，「少」は地点あたり6花序以上採集し，各植物合計30花序を採集した。採集した花序はポリ袋に入れて密閉し，採集当日に虫体を70%エタノールで抽出してハナアザミウマの雌成虫を計数した。種の判別は，千脇・佐野（2011）を参考にした。

調査結果を表-1に示す。9月に植物の分布が「多」であったのは，クズ，サヤエンドウ等11種，10月に植物の分布が「多」であったのは，サヤエンドウ，セイタカアワダチソウ等9種，11月に植物の分布が「多」であったのは，サヤエンドウ，セイタカアワダチソウ等6種であった。また，ハナアザミウマ雌成虫の生息数が最も

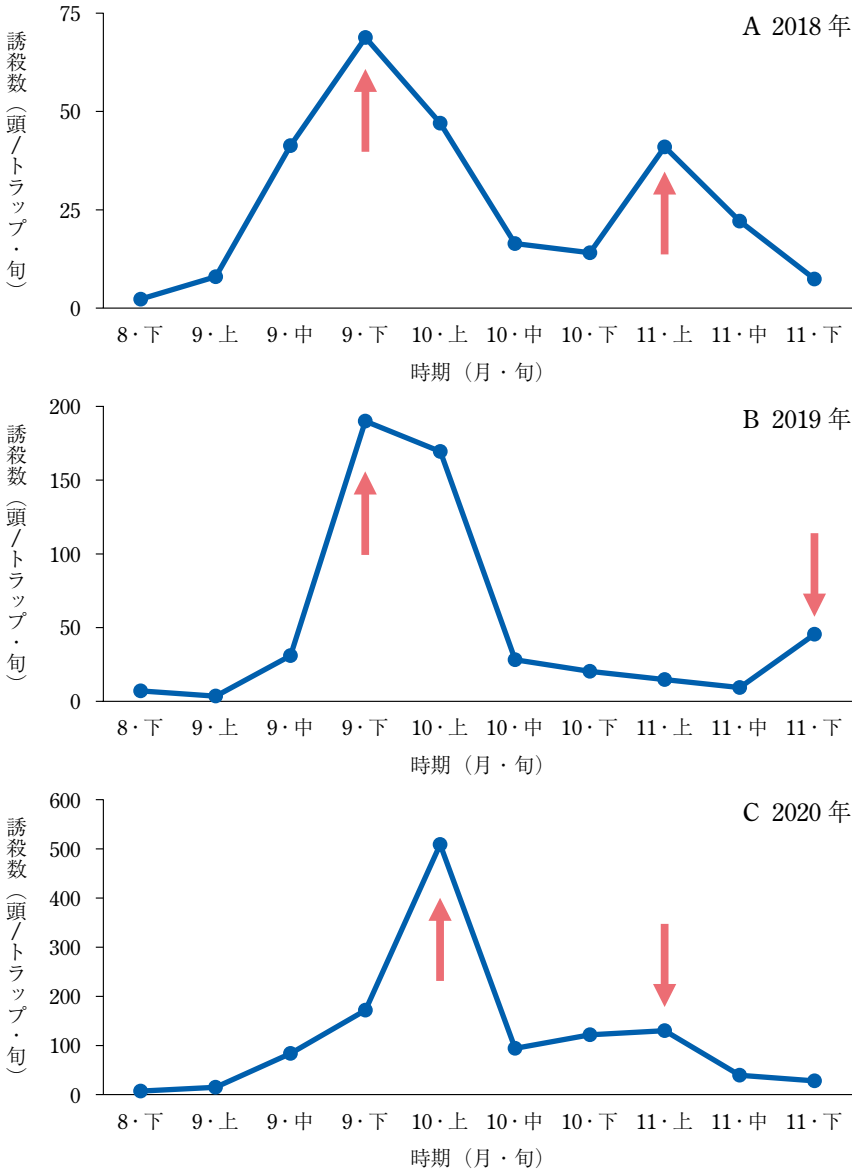


図-3　ハナアザミウマ雌成虫の旬別誘殺数（2018～20年）
図中の矢印は誘殺のピークを示す.
2018年は5圃場16箇所，2019年は3圃場8箇所，2020年は3圃場9箇所の平均.

多かった植物は，9月はクズで1,072頭，10月，11月はいずれもセイタカアワダチソウで，それぞれ72頭，91頭であった。植物の分布が「多」で，かつ生息虫数が最多であった植物は，9月はクズ，10，11月はセイタカアワダチソウであり，この2種が主要な飛来源であると考えられた。

鹿児島県指宿地域のエンドウ栽培圃場周辺雑草でのハナアザミウマ分布調査では，両種とも寄生頻度が高い植物種として報告されている（東・入料，2015）。特に，セイタカアワダチソウは秋期のハナアザミウマの増殖源とされており（寺本ら，2001），近年，本虫による被害が問題となっている和歌山県の露地栽培ウンシュウミカンでも，セイタカアワダチソウが主要な飛来源と考察されている（松山・勘代，2021）。

2　飛来時期

2018～20年の8～11月に，クズ，セイタカアワダチソウが優占している雑草地近辺のキヌサヤ圃場に青色粘着トラップを設置し，10～14日間隔で交換した。トラップ両面のハナアザミウマ雌成虫誘殺数を調査し，旬別に集計した。

旬別のトラップ当たり平均ハナアザミウマ誘殺数を図-3に示す。誘殺数のピークは，2018年は9月下旬と11月上旬（図-3A），2019年は9月下旬～10月上旬（図-3B），2020年は10月上旬と11月上旬（図-3C）であった。2019年は，最終調査時の11月下旬の誘殺数が1回目のピーク以降で最多となっていたため（図-3B），ピークと見なした。以上から，キヌサヤへのハナアザミウマ飛来のピークは9月下旬～10月上旬と11月の計2回と考えられた。

Ⅱ　薬剤の防除効果

1　室内検定

供試薬剤は，「さやえんどう」に適用がある薬剤を中心に表-2に示した8剤とし，濃度は「さやえんどう」適用濃度およびその1/10濃度とした。供試虫は，2015年10月に印南町西ノ地の露地栽培キヌサヤから採集し，累代飼育したハナアザミウマ雌成虫を用いた。検定は柴尾（2013）の方法を一部改変して実施し，殺虫効果は48時間後の補正死虫率で判断した。

スピノサド顆粒水和剤，スピネトラム水和剤およびエトフェンプロックス乳剤は，「さやえんどう」適用濃度およびその1/10濃度で高い殺虫効果を示した。クロルフェナピルフロアブルは適用濃度で効果が高く，その1/10濃度では，適用濃度には劣るものの，高い効果が認められた。これら4剤は防除薬剤として有望であると考えられた。エマメクチン安息香酸塩乳剤，アセタミプ

表-2　室内検定における各種薬剤のハナアザミウマに対する殺虫効果

IRACコード	系統名	薬剤名	希釈倍率[z]	補正死虫率[y]（%）
5	スピノシン系	スピノサド顆粒水和剤	5,000	100
			50,000	100
		スピネトラム水和剤	5,000	100
			50,000	100
13	ピロール	クロルフェナピルフロアブル	2,000	100
			20,000	80.7
6	アベルメクチン系 ミルベマイシン系	エマメクチン安息香酸塩乳剤	2,000	93.8
			20,000	58.9
		レピメクチン乳剤	2,000	0.2
			20,000	0
3A	ピレスロイド系	エトフェンプロックス乳剤	1,000	100
			10,000	100
4A	ネオニコチノイド系	アセタミプリド顆粒水溶剤	4,000	90.0
			40,000	50.2
14	ネライストキシン類縁体	カルタップ水溶剤	1,500	100
			15,000	49.9
		無処理		0

[z] 各薬剤の上段が適用濃度，下段が1/10濃度.
[y] 補正死虫率（%）＝{（無処理区生存率－処理区生存率）/無処理区生存率}×100.

リド顆粒水溶剤，カルタップ水溶剤は適用濃度で殺虫効果が高かったが，その1/10濃度では効果が低く，レピメクチン乳剤はいずれの濃度においても効果が低かった（表-2）。

2　圃場試験

供試薬剤は，「さやえんどう」に適用がある薬剤を中心に図-4凡例の6剤とした。特に莢の被害が多くなる2回目の発生ピークに対する効果を確認するため，2018年10月26日，11月5日の2回，キヌサヤの開花盛期に所定濃度の薬液を散布した。調査は第1回処理前（10月26日）から第2回処理21日後（11月26日）にかけて7回実施し，各調査日に各区30莢×3反復の白ぶくれ症莢数を計数した。

各処理区の白ぶくれ症莢率の推移を図-4に示す。処理前の白ぶくれ症莢率はすべての区で20%前後であったが，無処理区では第1回処理10日後に53%，第2回処理9日後に68%，それ以降50%以上と最も高く推移した。薬剤処理区のうち，エトフェンプロックス乳剤区では第1回処理4日後以降，約30%に安定して抑制され，さらに第2回処理後には10%台まで低下した。他剤では，第1回処理7日後に処理前の2倍程度，約40%に増加したが，第2回処理後，調査終了までスピノサド顆粒水和剤，アセタミプリド顆粒水溶剤およびカルタップ水溶剤の各区で約30%，エマメクチン安息香酸塩乳剤区で約40%に安定して抑制された。クロルフェナピルフロアブル区では無処理区と同様，第2回処理9日後に最も高くなり，第2回処理後は50%前後で推移して被害抑制効果は認められなかった。

第1回処理前を除く全調査日の平均白ぶくれ症莢率を比較すると，エトフェンプロックス乳剤22.0%，スピノサド顆粒水和剤31.1%，アセタミプリド顆粒水溶剤33.3%，カルタップ水溶剤31.1%，エマメクチン安息香酸塩乳剤40.2%，クロルフェナピルフロアブル46.7%，無処理53.9%であり，エトフェンプロックス乳剤が最も低かった。

今回の供試薬剤のうち，クロルフェナピルフロアブル以外の5剤については，2回散布により白ぶくれ症莢の発生抑制が認められたことから，ハナアザミウマの被害抑制には，発生ピーク前からの複数回の薬剤防除が効果的であり，その効果は2回目の処理後，21日程度持続することが示唆された。なお，薬剤感受性の低下を防ぐため，複数回の薬剤散布を実施する場合は系統の異なる剤を組合せることが望ましく，剤の組合せの効果については今後検討が必要である。

III　光反射マルチの効果

2018～20年に光反射マルチ敷設がキヌサヤのハナアザミウマ被害軽減に及ぼす影響を検討した。

各年の9～11月，印南町のキヌサヤ圃場において，農家慣行の白黒マルチの上に，白色反射マルチ（商品名：タイベック700AG，丸和バイオケミカル株式会社）またはシルバーマルチ（商品名：ボーチューシルバーL，東罐興産株式会社）を50 cm幅で畝の両側に敷設した。慣行区は白黒マルチのままとした。

調査は，10月下旬から12月上旬まで1～2週間隔で5または6回実施し，収穫適期の莢（7 cm程度）の白ぶくれ症およびガク枯れの発生量を調査した。2018，19年は各調査日に各区50莢（収穫数がそれ以下の場合は全量）×3反復，2020年は各区2反復の全収穫莢（調査期間計900～955莢/区）について調査した。各年度の

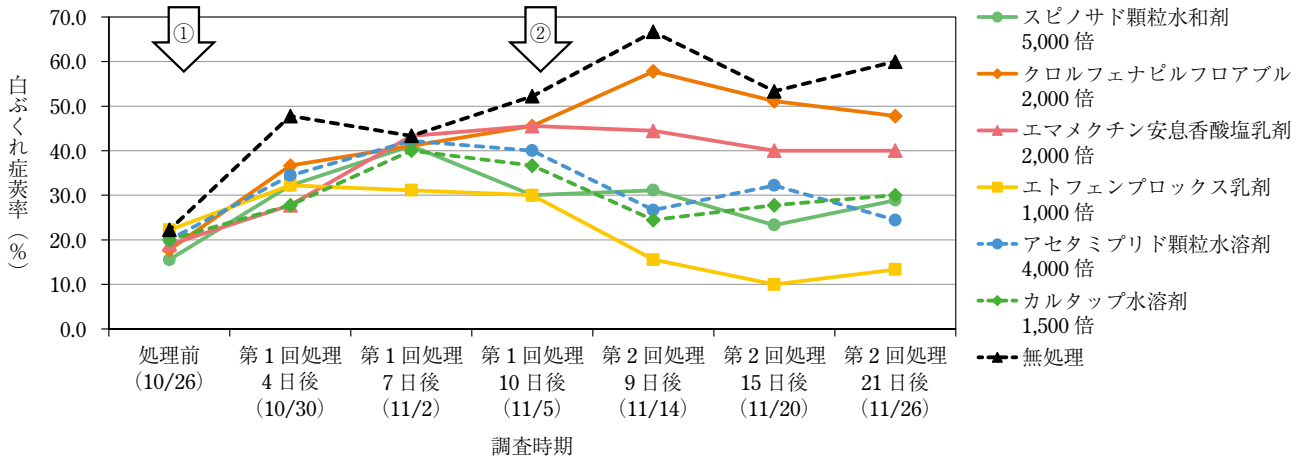


図-4　圃場での薬剤効果試験における白ぶくれ症莢率の推移
各調査日に各区30莢（莢長2～8 cm，厚さ2 mm以内）×3反復の白ぶくれ症の有無を調査し，莢率を算出．
矢印は薬剤散布時期を示す．

白ぶくれ症莢率を図-5A，ガク枯れ莢率を図-5Bに示す。

白ぶくれ症莢率およびガク枯れ莢率は，いずれも白色反射マルチ区，シルバーマルチ区で慣行と比較して低い傾向であり，白色反射マルチとシルバーマルチの効果の差は小さい傾向であった。また，光反射マルチによる被害抑制程度には年により差があった。光反射マルチを敷設しても，茎葉が通路に張り出すことでマルチ上に影が多くなっていたり，作土でマルチが汚れていたりすると，防除効果が低下する事例が確認されたため（データ省略），マルチが反射する光量の変化が防除効果に影響したと推察される。

お　わ　り　に

キヌサヤへのハナアザミウマの飛来のピークは，9月下旬～10月上旬と11月の2回であった。この時期はキヌサヤ圃場周辺でハナアザミウマが多く生息していたクズおよびセイタカアワダチソウの開花終期とそれぞれほぼ合致する。これらに生息していたハナアザミウマがそれぞれの開花終了とともにキヌサヤに飛来すると考えられた。圃場周辺にクズやセイタカアワダチソウが分布する場合は，それらの開花時期を考慮して薬剤防除を行うことで防除の効率化が期待できる。

ハナアザミウマに対する室内検定の殺虫効果，圃場における被害莢の発生抑制効果ともに高かったのはエトフェンプロックス乳剤であった。エトフェンプロックス乳剤は，キヌサヤの重要害虫であるウラナミシジミにも高い防除効果がある（岡本，2018）。ウラナミシジミの加害開始期はキヌサヤの開花始期であり，ハナアザミウマの飛来時期と重なる。このことから，エトフェンプロックス乳剤をキヌサヤの開花始期に散布することでこれらの害虫の同時防除が期待できる（本剤は2022年7月1日現在，「さやえんどう」の「アザミウマ類」に対する農薬登録なし）。

光反射マルチを設置することでハナアザミウマによる被害の抑制効果が認められた。今後，光反射マルチの露出幅など，効果を安定させるための条件検討が必要であ

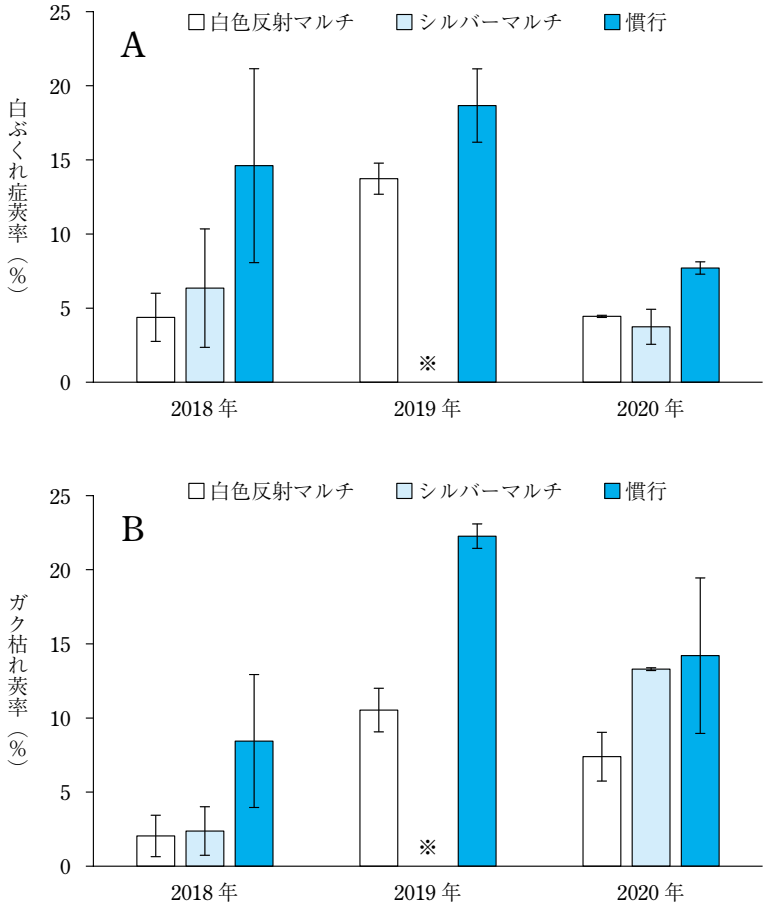


図-5　光反射マルチによるハナアザミウマ被害の防除効果
A：白ぶくれ症莢率，B：ガク枯れ莢率.
エラーバーは標準偏差.
※2019年はシルバーマルチ区の設置なし.

る。また，薬剤と光反射マルチの併用による防除効果向上にも期待したい。

引　用　文　献

1）千脇健司・佐野敏広（2011）：アザミウマ類の見分け方，日本植物防疫協会，東京，p.35～38.
2）東　幸男・入料珠美（2015）：鹿児島農総セ研報 **9**：43～47.
3）松山尚生・勘代博文（2021）：和歌山農林水研報 **9**：37～46.
4）岡本　崇（2018）：関西病虫研報 **60**：65～69.
5）――――（2019）：同上 **61**：173（講要）.
6）柴尾　学（2013）：農業害虫の薬剤感受性検定マニュアル，日本植物防疫協会，東京，p.55～58.
7）寺本　健ら（2001）：九病虫研会報 **47**：123～127.
8）豊田久蔵（1972）：同上 **18**：23～27.
9）梅谷献二・岡田利承 編（2003）：日本農業害虫大事典，全国農村教育協会，東京，p.127.

新しく登録された農薬（2022.7.1～7.31）

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

「殺虫剤」

●メタアルデヒド粒剤

24632：**ナメトックス粒剤**（住友化学園芸）22/7/6
メタアルデヒド：3.0％
かんきつ：ナメクジ類，カタツムリ類：収穫 30 日前まで
キャベツ，レタス：ナメクジ類，カタツムリ類：収穫 14 日前まで
はくさい：ナメクジ類，カタツムリ類：収穫 3 日前まで
いちご：ナメクジ類：収穫前日まで
花き類・観葉植物：ナメクジ類，カタツムリ類

●メタアルデヒド水和剤

24633：**ナメトックス FL**（住友化学園芸）22/7/6
メタアルデヒド：10.0％
かんきつ：ナメクジ類，カタツムリ類：収穫 30 日前まで
キャベツ，レタス：ナメクジ類，カタツムリ類：収穫 14 日前まで
非結球レタス：ナメクジ類，カタツムリ類：収穫 14 日前まで
花き類・観葉植物：ナメクジ類，カタツムリ類
ナメクジ類，カタツムリ類が加害する農作物等：ナメクジ類，カタツムリ類

研究報告

シトロネラオイルを用いたミカンバエの捕獲効率の向上

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 果樹茶業研究部門
望月雅俊

大分県農林水産研究指導センター 農業研究部 果樹グループ
楢原稔

はじめに

ミカンバエ，*Bactrocera tsuneonis*（Miyake）（図-1）は，日本のカンキツ類を加害する年1化性のミバエ科害虫であり，奄美諸島を含む九州南部から東部，中国四国のいずれも一部地域において，放任または管理不良カンキツ園での発生が確認されている。世界的には中国大陸南部にも分布する（White and Wang, 1992）。成虫は体長11 mm前後と大型で，6～7月に羽化し，7～9月に成熟前の果実へ産卵する。幼虫（蛆）は果実内部を食害して3齢を経過し，11月に成熟果実から脱出して地中で囲蛹となり，翌年の羽化まで長期間を経過する。10 mm以上にも成長するため，被害果が流通して幼虫が発見された場合には，非常に驚かれる害虫である。

本種の日本での被害報告は，19世紀末に大分県で最初に記録されている（深井，1958）。果実内部を幼虫が食害して商品価値が皆無になるため，当時の農商務省農事試験場技師であった三宅恒方博士が本種の経過習性を解明し，成虫の捕殺と被害果の収集処分等を対策として講じた（農商務省農務局，1919）。本種の生態と防除に関する研究報告（Miyake, 1919）は世界初のものである。その後は第二次世界大戦によるカンキツ園地の著しい荒廃により1940年代から50年代前半に一時的に大分県，熊本県で被害が発生したが（深井，1958；安松・永富，1959；安松・中尾，1959），有機合成農薬が普及した1950年代後半以降は非常に珍しい害虫としての期間が長く続いた（甲斐，1971）。しかし1990年代から再び被害が散見され始め（楢原ら，2007），現在はカンキツ類の輸出拡大を進めるうえで対処が必要な害虫となってきている。

図-1 ミカンバエ成虫（雌）

近年，カンキツ類の輸出拡大が国の政策として掲げられているが，輸出相手国からは日本の病害虫が持ち込まれないことが求められる。具体的には，消毒処理，発生調査，園地・選果管理，輸出検査等を組合せた検疫措置を提案し，輸出先国・地域と協議し合意された結果，輸出が認められる。ミカンバエに関しては，北米，EU，ニュージーランド，タイ，ベトナムへの輸出に際して，果実切開調査による幼虫とトラップ調査による成虫が発見されないことが条件とされる（農林水産省植物防疫所）。

このうちミカンバエ成虫のトラップ調査では，ビール酵母などを主要な成分とするタンパク質加水分解物がミバエ類共通の誘引源として用いられる。そして誘引源を入れた容量1ガロン（3.785 *l*）程度のプラスチック製の桶型トラップはガロントラップと称され，ミカンバエの無発生を確認するために輸出用カンキツ園内およびその周辺に配置されて，捕獲状況の定期的な調査が行われる。しかしタンパク質加水分解物を誘引源としたトラップにはミバエ類以外の昆虫（主にハエ類などの双翅目昆虫）が多数捕獲されるため，（Leblanc et al., 2010）その中からミカンバエを選別するには非常に時間がかかるうえ，夏の高温での捕獲虫の腐敗により，誘引剤から発す

Improvement of Catching Efficiency of *Bactrocera tsuneonis*（Diptera: Tephritidae）Using Citronella Oil.　By Masatoshi Mochizuki and Minoru Narahara

（キーワード：ミカンバエ，カンキツ，シトロネラオイル，トラップ，タンパク質加水分解物）

る強烈な悪臭が調査の妨げにもなるため，腐敗しにくい誘引源と特異的な誘引剤が求められていた。また防除が徹底された園地では，生息やトラップへの捕獲の可能性がほとんどないため，発生園においてトラップへの捕獲状況を確認しておく必要がある。

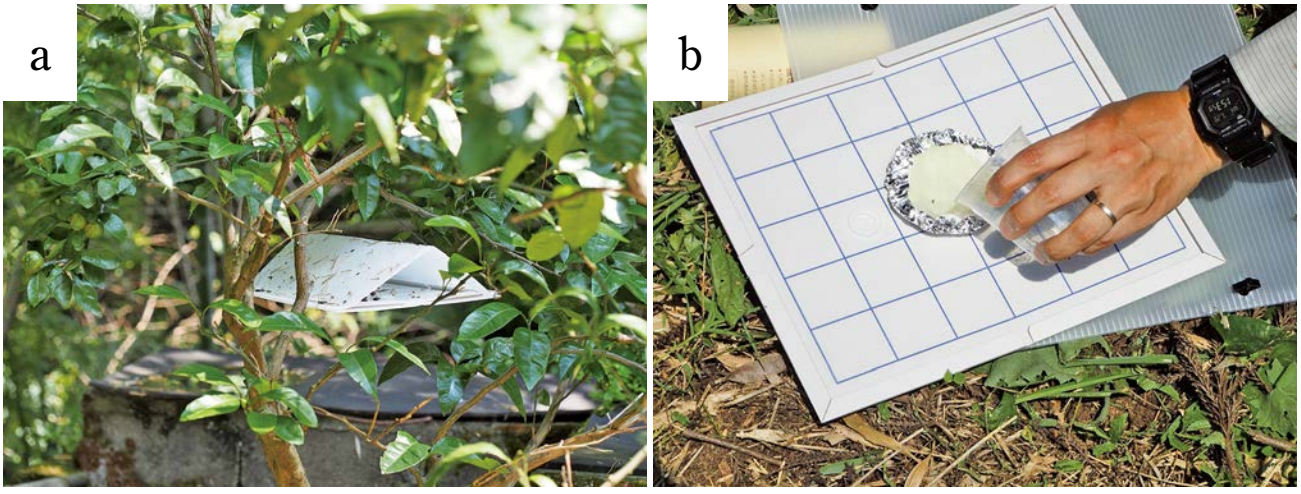
ミバエ類は様々な匂いに誘引されるが，Howlett（1912）は，インドネシアの果樹園において，シトロネラグラスから抽出されるシトロネラオイルを染み込ませたハンカチに多数のミバエ類が誘引されることを報告した。この報告をもとにMiyake（1919）は網ケージ内に置いたシトロネラオイル入りのガラス小ビンにミカンバエ成虫が溺れることを観察し，後にはシトロネラオイルを入れた皿を野外に置くとミカンバエが誘引されることを一般向けの昆虫学啓蒙書「天使の翅」に記載した（三宅，1922）。これらはミカンバエの発生調査にシトロネラオイルが有効なことを示唆していたが，これまで検証されていなかった。

そこで筆者らはカンキツ輸出検疫措置に必要なミカンバエ成虫のトラップ調査を，より簡便かつ効果的に行うために，その発生地においてシトロネラオイルへの誘引性を平板粘着トラップにより検証するとともに，従来のタンパク質加水分解物を誘引源としたガロントラップへシトロネラオイルを追加した場合の誘引効果を，タンパク質加水分解物だけの場合と比較調査した。本研究は平成27～29年度農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業「輸出入植物検疫処理の円滑化等に資する新たなくん蒸技術の確立」，農林水産省「平成30年，31年輸出植物検疫の迅速化委託事業」，「令和2年，3年我が国の輸出に有利な国際的検疫処理基準の確立・実証委託事業」の一部として実施し，本稿ではMochizuki and Narahara（2022）に沿って内容を紹介する。

I　シトロネラオイルへの誘引効果の検証

誘引源としたシトロネラオイルは市販品として国内のアロマストアから販売されているものから2つのブランドを入手した。これらはシトロネラグラス（*Cymbopogon nardus*（L.）Rendleまたは*Cymbopogon winterianus* Jowitt ex Bor）から蒸気蒸留で得られたとの製品情報はあったが，成分については室温での揮発性成分の組成を委託分析し，いずれのブランドについてもD–リモネン（36～35%），（R）–（+）–シトロネラール（36～35%），アセトン（7～13%）が主要な構成成分であることを確認した。

初めに，これらを脱脂綿に25 m*l*含ませた誘引源を，白色の屋根付き平板粘着トラップ（サンケイ化学製，以下SEトラップと略）に設置して，捕獲状況を調査した（図–2）。成虫はカンキツ類の枝葉の間を飛び，葉裏に静止する様子もたびたび観察されたことと，誘引源への定位行動がピンポイントではないことも想定して，トラップ内の粘着板のほかに，外側と上面の裏側にも粘着剤を噴霧した。またカンキツ園の周辺部に被害果実が発生しやすいため（安松・永富，1959；安松・中尾，1959），トラップは園地外縁のカンキツ樹または防風樹に地上約1.5 mで吊るした（図–2）。調査地域は大分県内で，被害が確認されていた放任あるいは管理不良なカンキツ園（面積約500～1,000 m^2）10地点とした。2013～18年の7～9月にかけて毎年数地点ずつにシトロネラオイルを誘引源としたトラップを1～2台配置し（合計24台），うち5地点では誘引剤なしのトラップも対照として設定した（合計8台）。二つを設置した場合は互いに5 m以上離れて配置した。観察は1～2週間間隔で実施し，2013～15年にはトラップ内の捕獲位置（内側，外側上部，外側下部）も記録した。



図–2　a）SEトラップの設置状況とb）トラップ内の粘着板上の誘引源（シトロネラオイル）

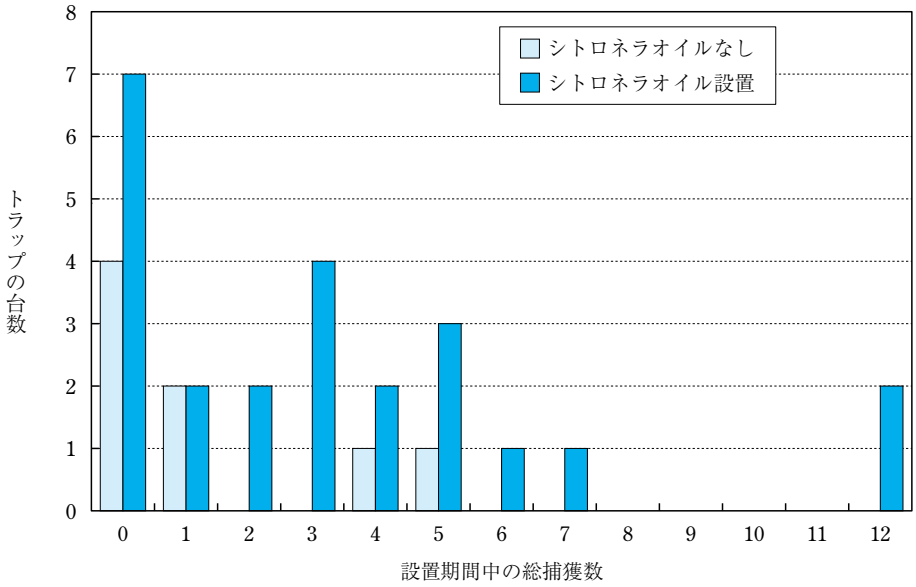


図-3　シトロネラオイルを誘引源としたSEトラップ24台と対照トラップ（誘引源なし）8台における捕獲数ごとのトラップ台数の頻度分布
トラップは2013～18年（いずれも7～9月）に設置（Mochizuki and Narahara（2022）より作成）.

6年間の結果をまとめると（図-3），シトロネラオイルを誘引源とした24台のトラップのうち17台で捕獲が見られ，うち2台では12頭も捕獲された。これら2台の設置場所では調査時に成虫が短時間で見つかり，発生密度も高いことが示唆された。また1地点では，設置前年にカンキツ樹が伐採されてしまい，成虫が生息するカンキツ樹がないのに4頭も捕獲され，シトロネラオイルへの誘引が伺われた。さらにシトロネラオイルを誘引源としたトラップでの捕獲個体の性比は，有意差は認められないものの，対照区よりも雄に偏る傾向があった。このような捕獲状況からミカンバエ成虫がシトロネラオイルへ誘引されていることが強く示唆されたので，その構成成分を検討すると，主要成分の一つであったd-リモネンは温州ミカンの皮から発する主要な揮発性成分（大東・森永，1984）であることが注目される。Miyake（1919）は成虫の行動を野外で観察し，若い果実が交尾および産卵場所であることを指摘しており，近縁種 ***Bactrocera minax***（Enderlein）でも同様の行動が見られている（Dong et al., 2014）。これらからシトロネラオイルを誘引源としたトラップでの捕獲は，幼果から発する揮発性成分を手掛かりとして成虫が交尾・産卵に適した若い果実を探す行動を反映しているのではないかと考えられる。またシトロネラオイルを誘引源としていても捕獲がなかった園地では，トラップ調査時の観察でも期間を通じて成虫が観察されなかったことから，成虫がいないことを反映していると推測される。

なおシトロネラオイルのない対照とした4台のトラップでも1～5頭が捕獲されたが，ミカンバエは枝葉の間を短く飛翔移動するため，トラップ付近にいた個体が偶発的に付着したものと推測された。しかし *B. minax* では球形の白色トラップでの捕獲も報告されている（Drew et al., 2006）ので，今後トラップ色と捕獲効率の関係を調査する必要がある。また2013～15年に捕獲された49頭のうち39頭は（79.6%）トラップ外側で捕獲されており，そのうちの半分は下部で捕獲された。このようなトラップ内での部位による捕獲頭数の違いには，誘引源への定位行動がピンポイント的でない可能性，また本種が葉の裏側に静止する行動が反映されていると思われた。

II　SEトラップの捕獲効率

シトロネラオイルに対する誘引性が強く示唆されたため，液体の誘引剤を使うガロントラップの代わりにシトロネラオイルを誘引源としたSEトラップを使えれば調査がより簡便で効率的になると考え，2016年に多発園においてSEトラップとガロントラップによる捕獲数を比較した。ガロントラップはNakagawa et al.（1975）を参考に，市販のプラスチック製漬物樽（色は薄黄）を加工した。大きさは直径20 cm，深さ20 cmで，側面に35 mmの穴を八つ開け，底部にビール酵母エキスを主成分とするタンパク質加水分解物（プロテイン20E；サンケイ化学製）を水で1：10に希釈した溶液500 m*l*を誘引源として入れた。トラップに入った昆虫を殺すため，

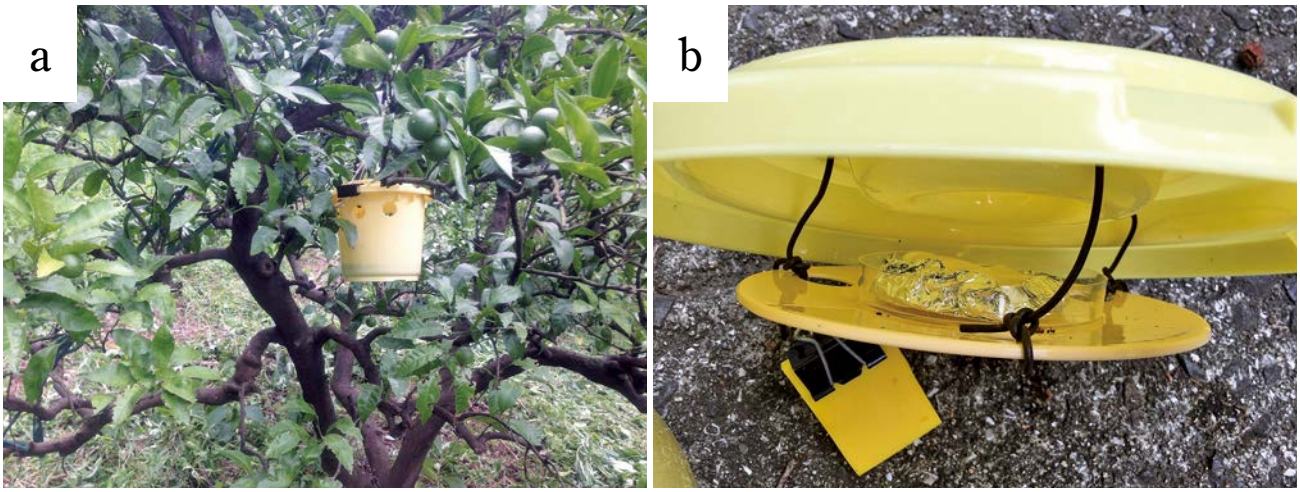


図-4　a）タンパク質加水分解物（プロテイン 20E）を誘引源としたガロントラップの設置状況と b）トラップふた裏側に取り付けた追加の誘引源（シトロネラオイル）と殺虫プレート

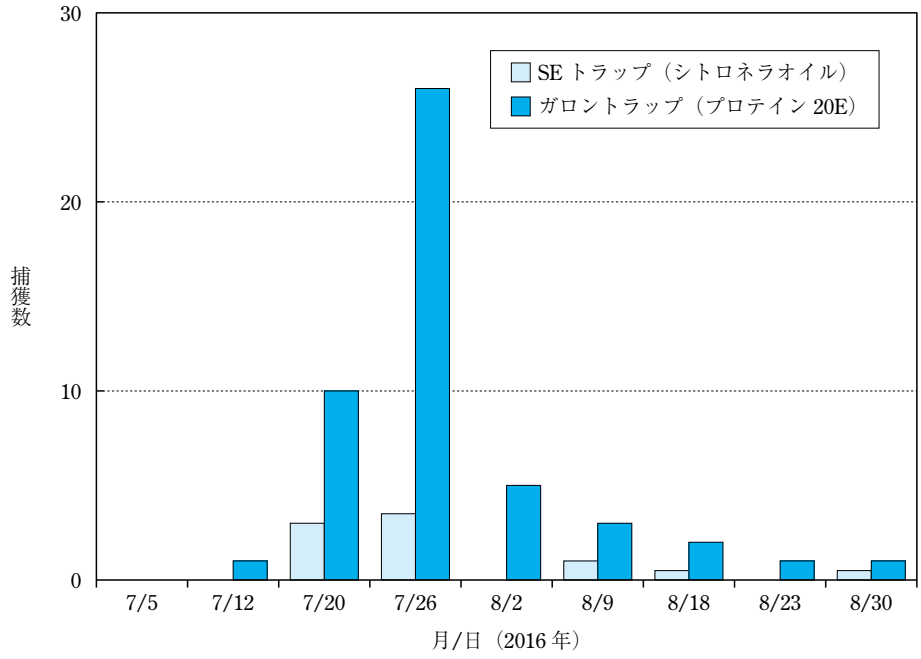


図-5　SE トラップ（シトロネラオイルを誘引源）とガロントラップ（プロテイン 20E を誘引源）における捕獲数の推移の比較
2016 年に調査した 2 箇所の成虫発生園での捕獲数平均値で示す.

ふたの裏側にはジクロルボスを含有した殺虫プレート（Vapona，アース製薬，東京）を吊り下げた。トラップを前項にならい地上約 1.5 m に（図-4），SE トラップからは 10 m 以上離して設置した。両者の設置場所は 1～2 週ごとに交替した。

調査の結果，SE トラップでは合計 13 匹のオスと 4 匹のメスが捕獲され，ガロン型トラップでは合計 58 匹のオスと 44 匹のメスが捕獲された。このように捕獲数には大きな差があったが，捕獲消長はトラップ間で類似し，また捕獲期間も先行研究における観察結果（深井，1958；安松・中尾，1959）とよく一致し，どちらも 7 月下旬にピークを迎えた（図-5）。以上からこの SE トラップは，設置と調査が簡単なことを踏まえれば，広い地域を対象に多くの地点でミカンバエの発生を網羅的に調査するのに適すると考えられた。

III　シトロネラオイル利用によるガロントラップ調査効率の向上

一連の結果から，プロテイン 20E を誘引源としたガロントラップにシトロネラオイルを組合せれば誘引効果

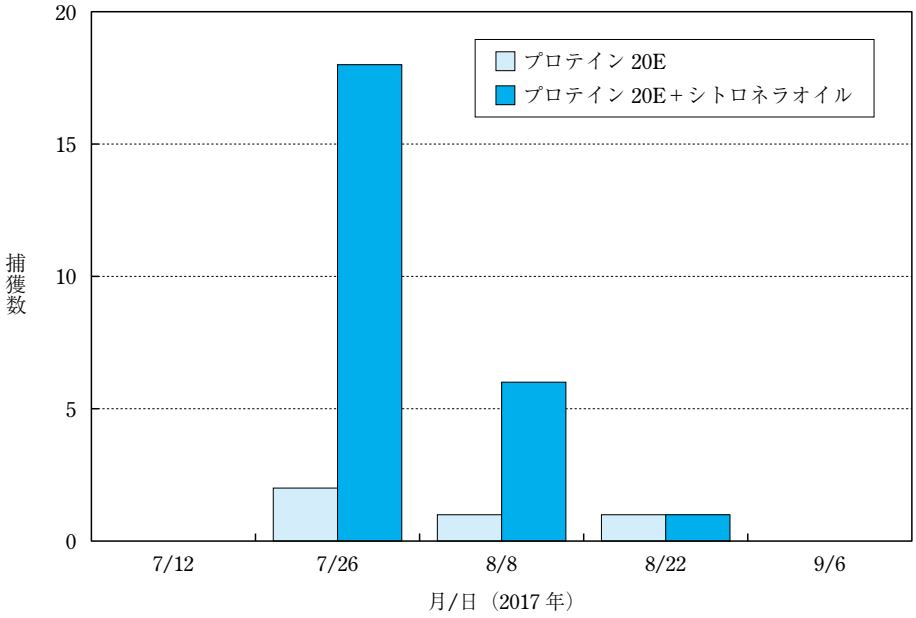


図-6　プロテイン 20E を誘引源としたガロントラップへ，シトロネラオイルを追加した場合の捕獲数の推移
2017 年に 1 箇所の成虫発生園で調査した．

が高まるのではないかと期待されたため，シトロネラオイルを含ませた脱脂綿を置いたトレイ（直径 5〜10 cm）をトラップふたの裏側に誘引源として追加し（図-4），プロテイン 20E のみを誘引源とした対照区と比較した。2017 年 7〜8 月に成虫が多発していた 1 園地に二つのタイプのガロントラップをそれぞれ 1 台ずつ 5 m 離して配置し，観察のたびに位置を交換して調査した。シトロネラオイルを組合せた場合の捕獲数は合計 25 頭で，対照区の 4 頭に比べ約 6 倍，捕獲消長も明確で 7 月下旬にピークに達した（図-6）。またシトロネラオイルを組合せるとハエ類など目的外昆虫の混入数が顕著に少なくなった（図-7）。

ミカンバエ発生地で行ったこれまでの三つの調査結果をまとめると，シトロネラオイルを誘引源とした SE トラップ，プロテイン 20E を誘引源としたガロントラップの 2 種類のトラップでは成虫の発生消長把握が可能であり，後者ではシトロネラオイルの追加設置により捕獲効率が高まることも明らかになった。今回の研究成果は，本種の発生調査方法について輸出先との協議に資する科学的データとして活用が期待される。

お　わ　り　に

ミカンバエの成虫調査時期は気温も湿度も高い盛夏期であり，発生地である管理不良園や放任園の多くは雑草などに覆われて足を踏み入れにくい状態にもなり，調査は労力的にも大変であった。また結果を見ながら試行錯誤を繰り返した調査のため，反復が少なく統計的解析が難しい部分があったことは止むを得ないと思っている。効果的な誘引物質の探索も含め，トラップへの誘引効果向上に関する科学的な知見をさらに積み上げるためには，今後は飼育系の確立を図ったうえでの実験・調査も必要であろう。またプロテイン 20E を誘引源とした際に問題となる雑昆虫の混入防止では，近年，ホウ砂の添加にも高い防止効果が報告されているので（北田・榎本，2020），今後はこのような知見も活用した比較調査が必要である。

本研究の実施にあたり三宅博士らによる 100 年前の詳細な先行研究，大分県での深井氏らによる地道な研究蓄積が非常に役立った。また本種のようにカンキツ生産が盛んな時代には発生がまれであった害虫が，放任園や管理不良園の増加等の環境変化によって顕在化する危険性があるので，長期にわたって同一種類のデータを取り続けるような地道な研究が可能な環境が保たれる必要性は高い。

防除手段開発のためにミカンバエの基礎的な生態を初めて報告した Miyake（1919）の論文結語には，スペイン風邪流行と，第一次世界大戦時の物資と人員不足による印刷の遅れが述べられている。それからほぼ 100 年を経過して，今度は輸出に向けた検疫措置確立のために行った一連の調査結果を論文として発表していく最中に，奇しくも新型コロナウイルス流行とウクライナでの戦争が起きた。不思議な偶然とはいえ「歴史は繰り返さない

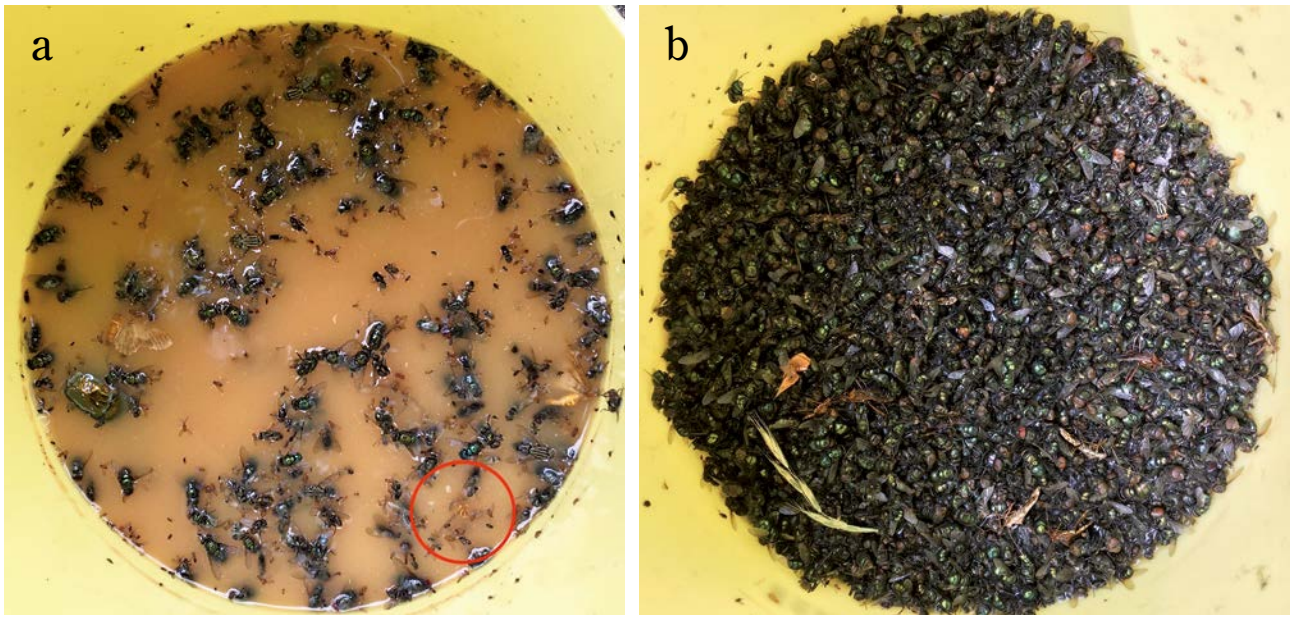


図-7　シトロネラオイルの有無によるガロントラップでの昆虫類の捕獲状況の違い
a）シトロネラオイルあり（赤丸はミカンバエ成虫），b）シトロネラオイルなし．

が，韻を踏む」という格言を強く感じながらの研究であった。最後に本研究にあたり調査方法などについてご意見と助言をいただいた山口県農林総合技術センターの東浦祥光博士にこの場を借りて感謝する。

引　用　文　献

1）大東　宏・森永邦久（1984）：園芸学雑誌 **53**(2)：141～149.
2）Dong, Y. et al.（2014）：J Pest Sci **87**：647～657.
3）Drew, R. A. I. et al.（2006）：J Econ Entomol **99**：1651～1656.
4）深井勝海（1958）：大分県津久見柑橘試験場特別報告第 1 号，昭和 33 年 9 月，1～37.
5）Howlett, F. M.（1912）：Trans Ent Soc Lond **60**：412～418.
6）甲斐一平（1971）：農薬時代 **105**：16～17.
7）北田真之・榎本竜二（2020）：植防研報 **56**：19～23.
8）Leblanc, L. et al.（2010）：Environ Entomol **39**：1626～1630.
9）Miyake, T.（1919）：Bull Imp Cent Agric Exp Sta Jpn II **1**：85～165.
10）三宅恒方（1922）：天使の翅，実業之日本社，東京，p.176～180.
11）Mochizuki, M. and M. Narahara（2022）：Appl. Entomol. Zool. **57**：37～43.
12）Nakagawa, S. et al.（1975）：J Econ Entomol **68**：405～406.
13）農林水産省植物防疫所 各国への輸出条件に関する情報（二国間協議により検疫条件が定められている品目），https://www.maff.go.jp/pps/j/search/attach/pdf/bilateral-2.pdf
14）農商務省農務局（1919）：病菌害蟲彙報第五號　蜜柑蝿ニ關スル調査，47 pp.
15）楢原　稔ら（2007）：大分県農林水産研究センター研究報告（農業編）第 1 号：95～116.
16）White, I. M. and X.-J. Wang（1992）：Bull Ent Res **82**：275～279.
17）安松京三・永富　昭（1959）：九州大學農學部學藝雑誌 **17**：129～146.
18）————・中尾舜一（1959）：同上 **17**：147～166.

研究報告

野生イノシシの成幼獣の違いと餌の配置が箱わなへの誘引に及ぼす影響および仕掛けの位置がわな作動に及ぼす影響

愛知県農業水産局農政部農業振興課野生イノシシ対策室　辻井修（つじ　い　おさむ）

はじめに

農作物被害対策のためのイノシシ捕獲では，警戒心の強い個体を生み出さないことが重要であるとされる（環境省自然環境局，2014；野生鳥獣被害防止マニュアル企画編集委員会，2018）。しかし現場で広く使用されている箱わな（以下「わな」という。）では，幼獣（当年産個体）だけが捕獲されるケースが多く（石川ら，2015；環境省自然環境局，2017），そのことが母イノシシがわなの危険性を学習する原因となる。そのため，母イノシシと幼獣が一緒に行動している時期はこれらの同時捕獲が望ましい。しかしその場合，誘引が容易な幼獣がわなに侵入するようになってからも警戒心の強い母イノシシの誘引のためにわなの管理を続けなければならず，捕獲までに要する日数は必然的に長くなる。結果として幼獣さえも捕獲されないケースも想定され，捕獲従事者の意欲が損なわれる懸念がある。そのため，わなへの誘引状況の観察結果に基づいた管理方法が示されれば，効果的な捕獲に結びつくと考えられた。

そこで2018年3月16日から9月13日までの182日に渡り，愛知県農業総合試験場（長久手市岩作三ヶ峯）北側に隣接する山林の林縁部に，大型獣捕獲用箱わな（目合い100 mmワイヤーメッシュ，黒色塗装，幅100 cm，奥行300 cm，高さ100 cm）を1台設置し調査を行った（図-1）。その際，わなには複数個所にわなの扉が落ちる仕掛けを施した上で扉はストッパーで固定し，わな付近および内部にイノシシを誘引するための米ぬか（配置箇所当たり3 *l*）を設置した。

また，イノシシのわなへの誘引状況を観察するためにブラックLEDフラッシュの自動撮影カメラ（BMC社製SG560P 8M，作動後次にセンサー感知するまでのインターバルは120秒に設定）を1台，わなの真横4 mの

図-1　調査に使った大型獣捕獲用箱わな

Effects of Age and Bait Layout on the Attraction to Box Traps and those of Trigger System on Capture of Wild Boar（*Sus scrofa leucomystax*）.　By Osamu Tsuji

（キーワード：野生イノシシ，箱わな，捕獲，餌誘引，成獣と幼獣）

前　愛知県農業総合試験場普及戦略部

地点に三脚に取り付けて設置し，赤外線センサー感知によってわな付近に現れるイノシシの静止画を撮影した。撮影した画像をもとに，1日当たりの作動回数，成獣と幼獣の延べ撮影頭数を記録した。

本稿では，これらの結果をもとに，新たな給餌からの経過日数が撮影頭数に及ぼす影響，成獣・幼獣の違いがわなへの誘引に及ぼす影響，餌の配置方法がわなへの誘引に及ぼす影響，仕掛けの位置がイノシシの接触に伴うわな作動に及ぼす影響と，イノシシの効果的な捕獲方法および総合的な被害防止対策の進め方について考察する。

Ⅰ　新たな給餌からの経過日数が撮影頭数に及ぼす影響

182日間の調査期間のうち97日で1頭以上のイノシシが撮影され，期間中のイノシシによるカメラ作動回数は合計610回であった。同一個体と思われるイノシシが続けて撮影された場合もすべて延べ撮影頭数に加算して集計した結果，成獣は延べ402頭，幼獣は延べ511頭，合計で延べ913頭であった。

イノシシは通常，日没から翌朝の日の出にかけて農地付近に出没し，同一個体群が日付をまたいで連続して観察されるケースも多い。そこで，データ集計上の1日の区切りは12時とした。新たな給餌からの日数を数える際は餌を置いた日の12時から翌日の12時を当日とし，2日目以降も同じ区切りで数えた。

撮影データを給餌からの経過日数ごとに，給餌当日（延74日），2日目（延39日），3日目（延29日），4日目（延19日）に区分し，経過日数ごとのイノシシの1日当たり延べ撮影頭数を算出した。給餌から5日目以降はデータ数が少なかったため除外した。給餌からの経過日数による出没状況を比較したところ，給餌当日の平均撮影頭数は7.34頭で，日数が経過するにつれ撮影頭数は，2日目は5.87頭，3日目は2.62頭，4日目は1.95頭に減少した（図-2）。給餌から日数が経過すると餌の量が少なくなるので，わなを訪れる回数が減少したことが影響したと考えられた。わな付近への出没頻度が高いほど必然的に捕獲機会は増加するので，こまめな給餌が重要であることが明白となった。

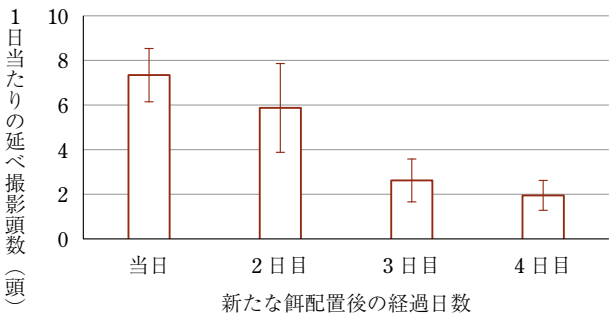


図-2　新たな餌配置後の経過日数がイノシシ撮影頭数に及ぼす影響（エラーバーは標準誤差を示す）

全国的に多くの市町村において，イノシシなどの有害鳥獣捕獲は地元猟友会に業務委託されている。しかし，限られた捕獲従事者による広範囲のわなの適切な管理は容易ではない。本研究の結果で示されたようなこまめな給餌の重要性が理解されても，思うようには実践できない状況がある。捕獲従事者に多大な負担を強いる事例が全国的にみられるとの指摘もあり（鈴木，2019），地域の農業者などによる協力体制づくりが急務である。愛知県内の事例として，豊川市では地域全体で誘引餌を常時確保する体制を整えるとともに，多くの農業者が日常的な給餌や観察等の補助活動に関与することで高い捕獲実績を上げている（中根，2018）。こういった事例をモデルケースとして情報共有し，地域ぐるみで積極的に取り組む体制づくりが望まれる。

Ⅱ　成獣，幼獣の違いがわなへの誘引に及ぼす影響

撮影された画像から，身体の縞模様の有無と大きさによって成獣と幼獣を判別した。わなへの誘引状況は，表-1に示す5段階の基準で評定し（以下「誘引評定値」），成獣および幼獣それぞれの日ごとの平均値を算出した。誘引評定値5の状態は「わなに侵入している状態」と判定した。幼獣と成獣のそれぞれについて日ごとの侵入率（誘引評定値5の延べ個体数/延べ撮影個体数）を算出した。

調査開始から88日目の2018年6月11日に，はじめて幼獣が撮影された。その後は成獣と幼獣が一緒に撮影されることが多くなり，幼獣は最大で4頭が同じ画像で捉えられた。最初に撮影された直後から，幼獣が順調にわなに誘引される様子が観察された。一方，幼獣とともに行動している成獣の誘引状況には，それ以前と比べ変化が認められなかった。誘引評定値は，幼獣が成獣の約2倍となった（幼獣：3.21＋SE0.13，成獣：1.61±SE0.05）。

表-1　自動撮影画像の観察によるイノシシのわなへの誘引状況の評定基準

撮影されたイノシシとわなの位置関係	誘引評定値
わなの入口から1m以上離れている	1
身体の一部がわな入口から1m以内	2
鼻先がわな入口よりも内側にある	3
前肢がわな入口よりも内側にある	4
四肢ともわな入口よりも内側にある	5

調査期間中，成獣の全身がわな内に完全に侵入した状態（評定値5に相当）の画像は一度も撮影されなかった。成獣の誘引評定値は最大で前肢までわなに入る状態の4で，餌での誘引を開始して169日目の2018年8月31日の午後9時42分に撮影された。一方，幼獣は最初の撮影から6日後の2018年6月16日には侵入が観察され，その後も断続的に侵入が認められた。調査期間中の侵入率は成獣0 ± SE0%，幼獣54.6 ± SE4.0%であった。

これまでに，イノシシのわな捕獲については，繁殖年齢に達した個体の捕獲割合が低いことが現地事例により示されており（環境省自然環境局，2014），本研究の結果もそれを裏付けるものとなった。わなに対する反応や警戒心は個体差も大きいと思われるが，成獣を誘引捕獲する難易度は高いと結論づけられる。

行動を共にする複数個体のイノシシの一部のみを捕獲するデメリットとして，捕獲を免れた個体によるわなの危険性の学習が考えられる。また授乳中の幼獣がすべて捕獲された場合，不定期出産を招く可能性がある（仲谷，2001）。農作物の被害軽減を図るには，授乳中の幼獣が含まれる群の同時捕獲が望ましいが本研究の結果からも群の同時捕獲が困難であることが示された。被害軽減のためには，群の同時捕獲を理想としつつも，難易度が非常に高いことを前提に考える必要がある。

イノシシは生後100日程度で離乳するため（楠本ら，2014），今回観察された群の幼獣は遅くとも9月20日ころまでには離乳すると推察される。イノシシは12〜1月に交尾を行うとされ（仲谷，2001），兵庫県における調査では受胎ピークは1月下旬と報告されている（辻・横山，2014）。そのため，10月1日以降の群の一部個体の捕獲は残存個体の学習を招く懸念はあるものの，この時期に母イノシシが発情して妊娠したとしても通常の繁殖期の範囲で不定期出産には当たらないと判断される。離乳後の幼獣個体は母親と距離を置いて餌探索を行うことも多くなると思われ，幼獣のみを捕獲することによって母親がわなを学習する機会も授乳期よりは減少すると考えられる。以上のことから，イノシシの繁殖特性に応じ，時期によって捕獲方法を変えることで，成獣の学習を防止しつつ，その年に生まれた幼獣も確実に捕獲し，個体数抑制につなげることができると考えられる。具体的には，授乳期の幼獣を含む群で行動する時期（概ね5〜9月）については，難易度は高くとも母イノシシを含む群れ全体の捕獲が望ましく，幼獣のみの捕獲はできるだけ避ける。続いて，授乳個体がほとんど存在しなくなる時期（概ね10〜翌年4月）は，容易にわなに誘引される幼獣を積極的に捕獲する。

III　餌の配置方法がわなへの誘引に及ぼす影響

わなを作動させる仕掛けの位置までイノシシを誘引するための餌配置の効果を判定するため，L_4直交配列表による試験を行った（表-2）。仕掛けの位置（わな入口から内部に向かって1 mの位置）への給餌は前提条件となるため，すべての試験区で餌を配置した。その上で，追加の餌配置として，わなの手前，入口，入口から仕掛けの位置までの線状の配置の有無が誘引評定値及び侵入率に与える影響を調査した。

観察によって餌がなくなっていることを確認し，4試験区を無作為に選択し新たな餌を配置した。撮影データを試験区ごとに分別し，誘引評定値と侵入率の日平均を算出した。これらに対する要因の効果を危険率5%水準の分散分析で評価するとともに，寄与率を算出した。

成獣の誘引評定値は追加の餌配置方法すべてにおいて，追加餌あり区が追加餌なし区を上回った（図-3）。幼獣の誘引評定値は，わなの入口手前およびわなの入口への餌の追加配置により高くなったが，入口と仕掛け位置の間への線状の追加配置によってわずかな差ながら逆に低くなった（図-5）。分散分析の結果，餌の追加配置が誘引および侵入率に与える影響は，いずれの方法においても有意性は認められなかった。

各要因の寄与率（分散値が平方和の合計値に占める比率）を算出した結果，成獣の誘引では，わな入口への餌配置の寄与率がやや低かったものの，全体として明確な傾向は認められなかった（表-3）。幼獣では，誘引，侵入率のいずれに対しても，入口手前および入口への餌配置の寄与率が高かった（表-3）。このことは，幼獣がわなの入口まで誘引されればほぼ確実に侵入にまで至ることを示すものと考えられる。

餌の種類や配置方法の工夫は手軽に取り組めることから，技術開発や普及指導の要請も多い。しかし本研究の結果は，餌配置の作為による実用上の効果は，イノシシ捕獲ではあまり期待できないことを示している。

表-2　L_4直交配列表を用いた餌の追加配置に関する3要因の影響を判定する実験計画

試験区	餌の追加配置方法		
	①わな入口手前（外側）への配置	②わな入口への配置	③わなの入口と仕掛け位置との間への配置
1	なし	なし	なし
2	なし	あり	あり
3	あり	なし	あり
4	あり	あり	なし

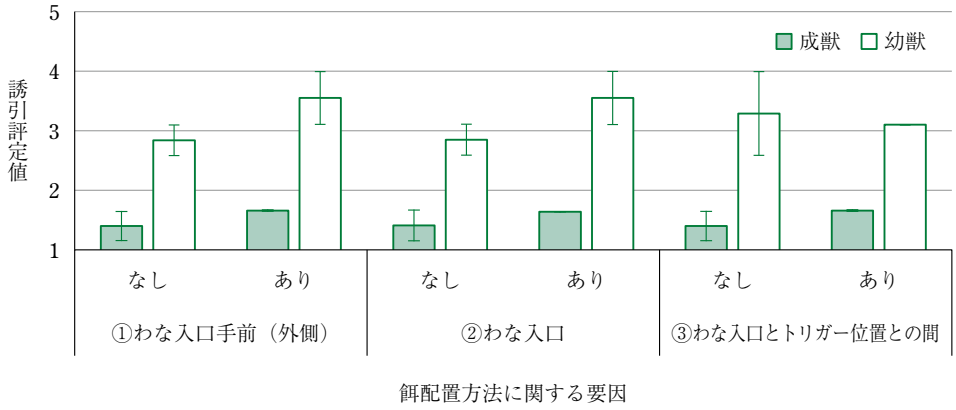


図-3　餌配置に関する3要因に係る各試験区における，成獣および幼獣の誘引評定値（表-1に示す基準による5段階評定，エラーバーは標準誤差を示す）

表-3　誘引状況の評定値および侵入率（幼獣のみ）に対する，餌配置方法に関する3要因の分散値の寄与率

餌配置方法に関する要因	分散値の寄与率		
	誘引状況の評定値		侵入率
	成獣	幼獣	幼獣
①わな入口手前（外側）	36.2%	48.7%	56.5%
②わな入口	28.7%	48.0%	31.5%
③わな入口とトリガー位置との間	35.1%	3.3%	12.0%

Ⅳ　仕掛けの位置がイノシシの接触に伴うわな作動に及ぼす影響

わな内部に太さ0.33 mmのつや消し黒色テグスを水平に張り，これにイノシシが接触すると扉が落ちる実験用の蹴り糸方式の仕掛け（以下「実験仕掛け」）を設置し，作動状況を調査した。実験仕掛けの位置による影響を調査するため，入口からの距離100 cmおよび150 cm，それぞれ高さ20 cm，40 cm，60 cmの合計6箇所に，実験仕掛けを設置した。イノシシが触れると蹴り糸が脱落して仕掛けの作動が判定できる構造とするため，黒色テグスの先端に綴りひもを結びつけ，わなのワイヤーメッシュに固定した幅25 mmの黒色ダブルクリップで綴りひも部分を挟んで固定した（図-4）。

実験仕掛けの作動状況の調査は，成獣と幼獣からなる個体群が観察された2018年6月11日から9月13日までの93日間に1から3日間隔で33回実施した。クリップからの蹴り糸の脱落が確認され，撮影データにより前回の展張以降にわなに侵入したイノシシ個体が観察された場合に「観察期間中にいずれかの個体が接触して実験仕掛けが作動した」と判定した。なお，繰り返し実験を行うために，わなの扉にはストッパーを掛けて捕獲できない状態とした。

高さ20 cmに設置した2箇所の仕掛けは，3回目の調査（6月22日）において最初の作動（蹴り糸の脱落）が同時に確認された。高さ20 cmの2箇所に加えて，9回目の調査（7月9日）では高さ40 cm，入口から150 cmの，12回目の調査（7月23日）では高さ40 cm，入口から100 cmの実験仕掛けの作動が確認された。なお9回目の調査において，作動しなかった高さ40 cm，入口から100 cmの実験仕掛けはかいくぐったものと推察された。

33回実施した調査のうち，自動撮影によってイノシシの侵入が見られなかったのは9回で，いずれも実験仕掛けの作動は認められなかった。一方，残り24回では1頭以上の侵入が撮影され，うち21回でいずれかの実験仕掛けの作動が確認された。イノシシがわなに侵入している様子が撮影された場合の作動率は，入口から100 cm，高さ20 cmが95.2%，同・高さ40 cmが52.4%，入口から150 cm，高さ20 cmが85.7%，同・高さ40 cmが57.1%，高さ60 cmはいずれも0%であった。実験仕掛けの位置が低いほど，高い確率で作動することが明確となった。撮影された画像からは，蹴り糸脱落のタイミングの判定や脱落させた個体判別はできず，成幼獣別の接触回数も明らかにすることはできなかった。しかし，調査期間中，全身がわなに侵入したのは幼獣のみであったことから，実験仕掛けの作動は幼獣によるものと推察された。

図-4　実験用の仕掛けの設置方法
（左：わな内部 6 箇所にテグス（黄色線で示す）を水平に展張，右：先端に綴りひもを取り付けてダブルクリップで挟んで固定することで，侵入したイノシシの接触により脱落し，仕掛けの作動を判定する仕組みとした）

長崎県では，イノシシの体長，体高，わなに誘引される際の姿勢の自動撮影による観察結果等に基づき，被害軽減効果を得るための蹴り糸方式の仕掛けの位置の目安を入口から 120 cm 以上，高さ 40 cm と提示している（平田，2017）。本研究においても，仕掛けとする蹴り糸の取り付け位置が，イノシシ侵入によるわなの作動に深く関与することが示された。成獣を捕獲するためには，先に侵入する幼獣による作動を回避し，成獣の侵入によって初めて作動するように，仕掛けとする蹴り糸の設置位置は高さ 40 cm 以上とすることが望ましい。幼獣の成育が進むと，高さ 40 cm の仕掛けの作動も認められた。野生および飼育イノシシの成育パターンの調査結果によると，体高は生後約 4 か月までは 40 cm 未満，生後 12 か月で 50 cm に達すると報告されている（農研機構，2011）。そのため，時期によってはさらに高い位置への変更も検討する必要がある。

お　わ　り　に

本研究で，新たな給餌からの日数経過とともにわなに誘引されるイノシシ個体は減少し，こまめな餌の管理が重要であること，成獣と幼獣とでは，幼獣のほうが容易に誘引されること，蹴り糸方式の仕掛けでわなを作動させる場合，蹴り糸の位置が低いほど作動率が高く，幼獣の侵入により確実に仕掛けが作動することが明らかになった。

農作物被害軽減に向け個体数管理を進展させるためには，繁殖に関与する成獣を捕獲することが重要で，そのために幼獣の授乳期に当たる 5～9 月は蹴り糸の高さは 40 cm 以上とするなど，仕掛けを工夫することによって成獣を含めた個体群全体を同時捕獲することが理想である。しかし個体群全体の捕獲は非常に難易度が高いため，幼獣がおおむね離乳する 10 月以降は方針を変更し，翌年の出産前にかけてできるだけ多くの個体を捕獲することが望ましいと考えられる。

引　用　文　献

1）平田滋樹（2017）：特定鳥獣の保護・管理に係る研修会講演要旨（環境省）.
2）石川圭介ら（2015）：日本家畜管理学会・応用動物行動学会 2015 春季合同研究発表会要旨，20.
3）環境省自然環境局（2014）：平成 25 年度イノシシの保護管理に関するレポート.
4）――――――（2017）：平成 28 年度イノシシの保護管理に関するレポート.
5）楠本華織ら（2014）：佐賀大農彙 **99**：21～31.
6）中根基貴（2018）：愛知県立農業大学校農業者生涯教育研修「経営管理研修」講演要旨.
7）仲谷　淳（2001）：知られざるイノシシの生態と社会「イノシシと人間」高橋晴成 編，古今書院，東京，p.200～220.
8）農研機構（2011）：中央農業総合研究センター 2010 年の成果情報，https://www.naro.go.jp/project/results/laboratory/narc/2010/narc10-37.html（2022 年 6 月参照）
9）鈴木正嗣（2019）：獣医疫学雑誌 **23**：9～12.
10）辻　知香・横山真弓（2014）：兵庫ワイルドライフモノグラフ **6**：84～92.
11）野生鳥獣被害防止マニュアル企画編集委員会（2018）：野生鳥獣被害防止マニュアル―総合対策編―，平成 30 年度鳥獣被害対策基盤支援事業 地域リーダー育成研修（集落），38 pp.

トピックス

イネばか苗病のペフラゾエートに対する感受性低下とその後の対応策

兵庫県立農林水産技術総合センター　松本純一（まつもと　じゅんいち）

はじめに

イネばか苗病は，*Fusarium fujikuroi* を病原とする種子伝染性病害であり，開花期に感染した種子が保菌して翌年の伝染源となる。優良種子（健全種子）生産，供給の観点から本病の発病は問題視されており，一般生産者が水稲を栽培するにあたって，育苗期に多発した場合は種子生産者に対するクレームの対象となることなど，種子生産上重要な病害である（藤，2018）。本病は1980年代末から90年代初めころまでベンゾイミダゾール（ベノミル）剤に対する耐性菌の発生により多発していたが，効果の高い種子消毒剤（DMI剤）の使用で2000年代後半までほとんど発生が見られなくなっていた。しかし，生物農薬や温湯消毒の普及に伴い，その発生が増える傾向にあり（藤，2013），国内外で卓効のあった化学農薬に耐性，薬剤感受性低下が発生している事例が散見されるようになった（工藤ら，2014；萬田ら，2019；森谷ら，2020）。さらに，外食・中食用として多様な品種が作付けされるなど，種子の流通が広域化，活発化している現在，兵庫県内でも本病の発生が顕在化してきており，かつてのような多発生が懸念，警戒されている。そこでイネばか苗病菌を分離して，県内で長年使用されているペフラゾエート（Pf）剤，およびプロクロラズ剤に対する感受性低下菌の発生した県においても高い効果が維持されているイプコナゾール剤（Ip）について薬剤感受性を調査した。その結果を紹介するとともに防除対策についても言及する。

I　各種子消毒剤に対する薬剤感受性検定

1　薬剤添加培地による分離菌株の薬剤感受性検定

兵庫県内各地域（2018年：8地域，2019年：6地域，2020年：12地域）から，ばか苗症状を呈した稲株を採集し常法に準じて分離した。分離株の同定は形態観察とPCR-RFLP（Suga et al., 2014）あるいはリアルタイムPCR（Amatulli et al., 2012）で行い，2018年は149菌株，2019年は188菌株，2020年は97菌株のばか苗病分離菌株を得た。Pfの薬剤感受性検定はWada et al.（1990）に準じて最小生育阻止濃度（minimum inhibitory concentration, MIC）法で行った。その結果，2018年，2019年のMIC値はいずれも0.78～12.5 mg/*l*の範囲であり，12.5 mg/*l*を頂点とする一峰性の感受性分布であった。しかしながら，2020年のMIC値は，1.56～12.5 mg/*l*となり，1.56 mg/*l*と6.25 mg/*l*にピークをもつ2峰性の感受性分布となった。0.78～12.5 mg/*l*の範囲で，1.56 mg/*l*を頂点とする一峰性の感受性分布であるWada et al.（1990）の報告と比較すると，MIC値の範囲はほぼ一致しているものの，ピークの値は4～8倍高濃度側に移行した（図-1）。なお，MIC値25 mg/*l*以上の分離株は確認されなかった。次に，ばか苗病分離菌株に対するIpのMIC値を検討したところ，0.39～1.57 mg/*l*（18年の下限は0.20 mg/*l*）の範囲であり，1.57 mg/*l*を頂点とする感受性分布であった。これは0.20～0.78 mg/*l*の範囲で，0.39 mg/*l*を頂点とする一峰性の感受性分布であることを報告したTateishi and Suga（2015）と比較すると，ピークは4倍高濃度に移行していた（図-2）。なお，MIC値3.13 mg/*l*以上の分離株は確認されなかった。

2　育苗法による薬剤感受性検定

実用濃度によるPf乳剤，銅（C）・フルジオキソニル（Fl）・Pf（以下，C＋Fl＋Pf）水和剤およびイプコナゾール（Ip）・銅（C）（以下，Ip＋C）水和剤のばか苗病に対する防除効果を検討した。

その結果，2018年分離1菌株（Pfに対するMIC値12.5 mg/*l*）の開花期接種種子に対しては，各剤の防除効果は高かった（データ省略）。次に，2019年は9菌株，2020年は3菌株を，イネ品種‘短銀坊主’に減圧接種して，これらを健全種子に30％混和し，各剤の防除効果を検討した。2019年分離菌株では，無処理区の発病苗率が10.5～58.1％であるのに対して，Pf乳剤区で0.4～33.4％となり（データ省略），防除価29.6～98.2とPf乳剤のば

Occurrence and Management of *Fusarium fujikuroi* Isolates Decreased Sensitivity to Pefurazoate in Hyogo Prefecture.
By Jun-ichi Matsumoto

（キーワード：*Fusarium fujikuroi*，ペフラゾエート，殺菌剤感受性，イネばか苗病）

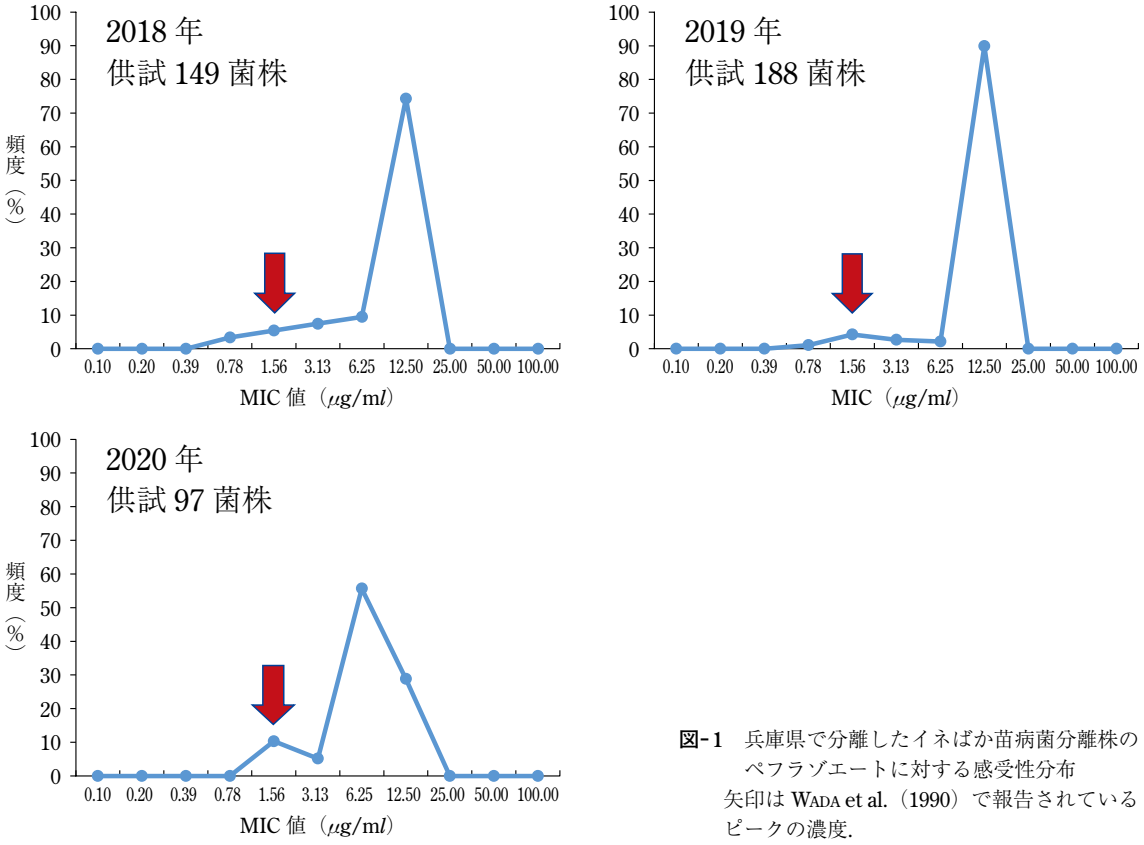


図-1　兵庫県で分離したイネばか苗病菌分離株のペフラゾエートに対する感受性分布
矢印は Wada et al.（1990）で報告されているピークの濃度.

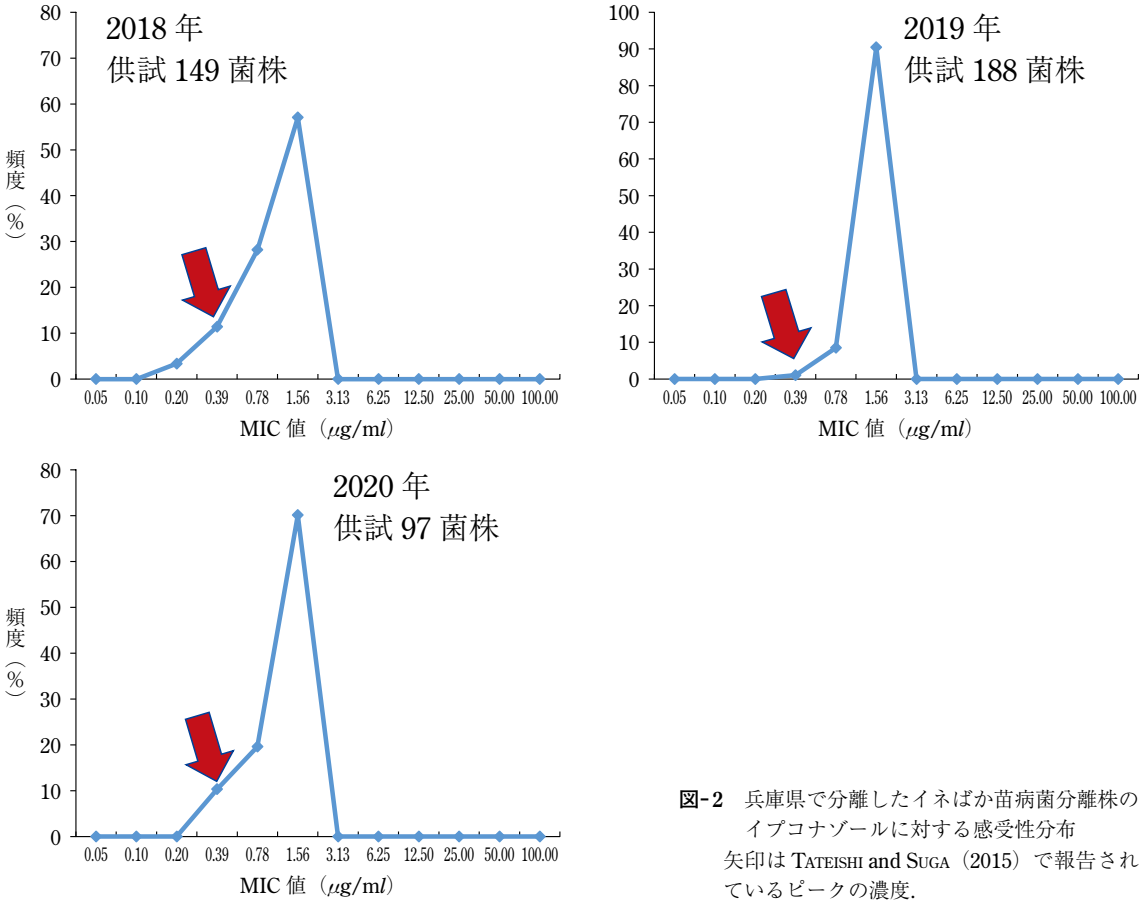


図-2　兵庫県で分離したイネばか苗病菌分離株のイプコナゾールに対する感受性分布
矢印は Tateishi and Suga（2015）で報告されているピークの濃度.

表-1　兵庫県で採集したばか苗病菌分離株に対する各種薬剤の防除効果

分離株	採取年度	採取地域	培地試験における MIC 値（mg/*l*）		短銀坊主を用いたばか苗病防除試験（防除価[1]）		
			ペフラゾエート（Pf）	イプコナゾール（Ip）	Pf 乳剤[2]	C＋Fl＋Pf 水和剤[2]	Ip＋C 水和剤[2]
1	2019	加西	12.5	1.57	38.6	100.0	99.6
2	2019	加西	12.5	1.57	29.6	100.0	98.5
3	2019	加西	12.5	1.57	61.2	100.0	100.0
4	2019	加西	12.5	1.57	74.4	99.4	99.0
5	2019	加東	0.78	0.39	97.6	100.0	100.0
6	2019	加東	12.5	1.57	62.8	100.0	100.0
7	2019	豊岡	1.57	0.78	98.2	100.0	100.0
8	2019	朝来	1.57	0.39	92.7	100.0	96.0
9	2019	朝来	1.57	1.57	95.2	100.0	100.0
10	2020	加東	12.5	0.78	98.3	100.0	100.0
11	2020	加東	12.5	1.57	10.7	100.0	97.2
12	2020	加東	12.5	1.57	68.9	99.5	100.0

[1] 無処理区を含む各処理区の徒長苗率（出芽した苗のうち徒長した苗の割合）を算出して，防除価は以下の式で計算した．
（無処理区の徒長苗率－処理区の徒長苗率）÷無処理区の徒長苗率×100.

[2] Pf 乳剤：ペフラゾエート乳剤，C＋Fl＋Pf 水和剤：銅・フルジオキソニル・ペフラゾエート水和剤，Ip＋C 水和剤：イプコナゾール・銅水和剤．

[3] 種子消毒はいずれの薬剤も 200 倍希釈液に浸種前 24 時間種子浸漬処理した．

[4] 供試品種は‘短銀坊主’で，健全種籾：イネばか苗病菌分離株減圧接種籾＝7：3 に混合して供試した．

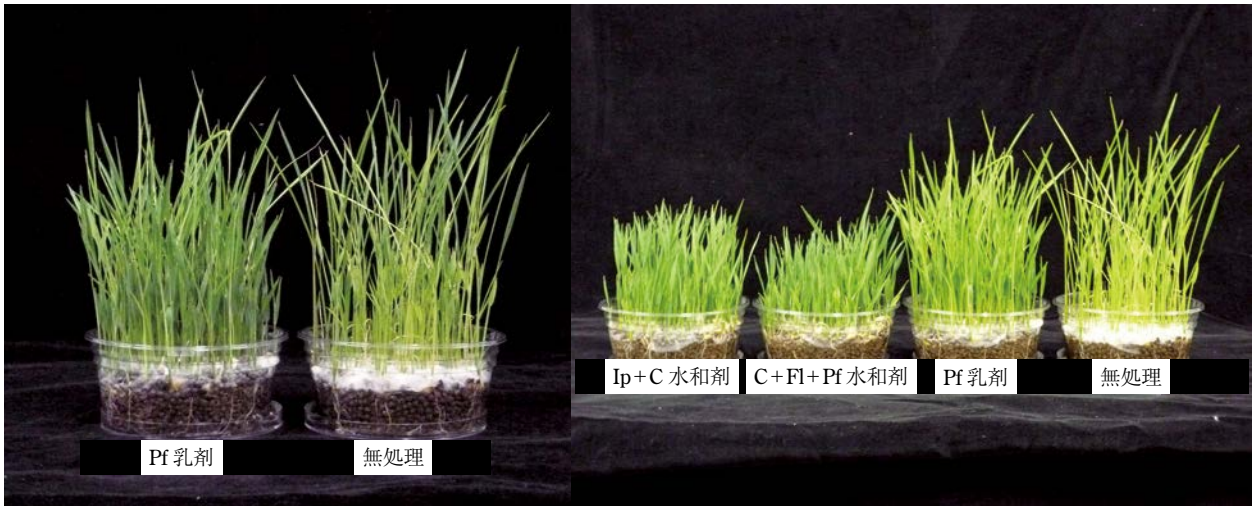


図-3　各種供試薬剤のばか苗病防除効果（分離株 2）
Pf 乳剤：ペフラゾエート乳剤，C＋Fl＋Pf 水和剤：銅・フルジオキソニル・ペフラゾエート水和剤，
Ip＋C 水和剤：イプコナゾール・銅水和剤．

か苗病に対する防除効果の低下が認められた（表-1，図-3）。また，2020 年分離菌株でも，同様に防除効果の低下が認められた（表-1）。

一方，これら菌株の C＋Fl＋Pf 水和剤に対する防除価は 99.4～100，Ip＋C 水和剤では 96.0～100 と，両剤ともに高かった（表-1）。

中島ら（2020）は，培養菌液の減圧接種種子を用いて，プロクロラズ剤に対するイネばか苗病菌の MIC 値とプロクロラズ乳剤の防除効果の関係を検討し，MIC 値 0.78 mg/*l* と 1.56 mg/*l* では十分な防除効果が認められたが，12.5 mg/*l*，25 mg/*l* では防除効果は認められなかったとした。Pf 乳剤を用いて行った本研究でも，MIC 値と防除効果に同様の関係が見られ，MIC 値 12.5 mg/*l* の 8 菌株のうち 7 菌株で防除効果が低かった。両剤はともに，DMI 剤であり，耐性菌リスク中程度とされている（FRAC，2021）。Pf 乳剤は 1992 年ころより 30 年近く兵庫県内で広く種子消毒剤として使用されてきた。このような広域での連用が，感受性低下菌出現の要因と考えられる。

一方，Ip＋C 水和剤は，MIC 値 1.57 mg/*l* 以下，防除価 96.0～100 で防除効果が高く維持されている。これは，兵庫県内での使用実績は少ないことが要因と考えられる。

また，C＋Fl＋Pf 水和剤は，Pf の MIC 値が 12.5 mg/*l*

である各菌株に対する防除効果が高かった（表–1）。松尾ら（2000）は，C＋Fl＋Pf 水和剤の高い種子消毒効果は，Pf の直線的濃度勾配を示す菌叢生育阻止能力，Fl の抗菌性，両剤のジベレリン産生能に対する協力的作用によると推察した。C＋Fl＋Pf 水和剤はこれにより，Pf に対して感受性が低下した菌株に対しても防除効果を維持していると考えられた。

II　種子消毒剤の変更と防除手法の探索

1　種子消毒剤の変更

ペフラゾエート（Pf）に対するばか苗病菌の薬剤感受性低下が確認されたことから，兵庫県病害虫防除所は「令和 2 年度病害虫発生予察技術情報第 1 号」を発表して注意喚起を行うとともに，次年度以降の種子消毒剤は C＋Fl＋Pf 水和剤，Ip＋C 水和剤および温湯消毒と生物農薬の併用を推奨した。

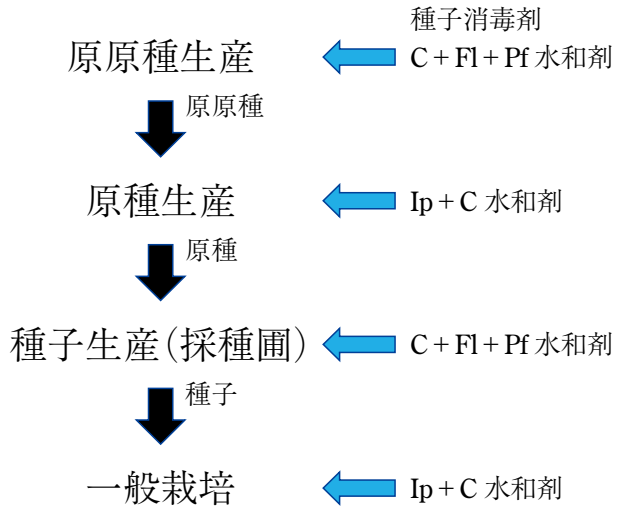
この技術情報発出を受けて，一般栽培における種子への吹付に用いる薬剤が Pf 乳剤から Ip＋C 水和剤に変更された。

一方，他県ではプロクロラズ剤耐性ばか苗病菌の出現（藤，2019；萬田ら，2019；森谷ら，2020）が報告されていることから，現時点では，兵庫県でばか苗病防除に使用できる水稲種子消毒用化学農薬は C＋Fl＋Pf 水和剤と Ip＋C 水和剤のみとなった。現在兵庫県では，この 2 剤の感受性低下を避けるため，前述のように一般栽培においては Ip＋C 水和剤を使用することと合わせて，図–4 のように，原原種生産から一般栽培の各段階で C＋Fl＋Pf 水和剤と Ip＋C 水和剤を交互に用いている。

2　原原種，原種生産における対策

兵庫県は，「原原種および原種・一般種子の生産と安定供給に都道府県が責任を持つ」ことを定めた主要農作物種子法の廃止に伴い，主要農作物種子生産条例を 2018 年 3 月に制定・施行して，法律廃止前と同様に対応している。

兵庫県立農林水産技術総合センターでは，水稲種子供給体制の上流，原原種生産と原種生産で，種子消毒での薬剤の交互使用を行うとともに，消毒の徹底をはかるべく，事前乾燥を取り入れた温湯種子消毒（伊賀ら，2020）を併用している。すなわち，種子水分を 10％程度まで乾燥させ，従来法より高温の 65℃ 10 分間の温湯消毒を行った後，薬剤浸漬による消毒を行うという手順をとっている。さらに，薬剤浸漬には金属銀水和剤も利用し，糸状菌病害や細菌性病害への対策を強化している。



図–4　一般生産者への種子供給の流れと種子消毒剤の変更

3　その他の対策

一般栽培圃場では，薬剤吹付種子が用いられることが多いため，種子消毒についての注意事項のチェックシートを活用している（図–5）。これは本田でばか苗病を発病させた農家では，種子予措を行う作業場に存在する籾殻や乾燥調整後の籾すりで発生する米ぬかや粉塵等にばか苗病菌が存在すること（藤，2018）から，種子予措作業での汚染を避けるために，作業場の清掃，水槽へのふたの設置，浸種時の浴比，浸種・催芽時の水温等に対する注意喚起を目的としている。特に，一般生産者だけでなく，JA の収穫調製施設も種子予措作業場と近い場合も多いため，JA などの育苗施設における衛生管理の徹底を啓発している。

お　わ　り　に

ベノミル剤耐性菌発生後の多発を DMI 剤の使用で乗り切ってきた経緯から，生産現場では，効果の高い新規種子消毒剤の開発が望まれている。C＋Fl＋Pf 水和剤と Ip＋C 水和剤は高い防除効果が保たれている薬剤ではあるが，原原種栽培から一般栽培の各段階での連用を避けるためには，指導機関としては，新規薬剤を組み込んで感受性低下の回避を図りたい。

農林水産省は 2021 年 5 月に「みどりの食料システム戦略」を発表し，2050 年までに，「低リスク農薬への転換，総合的な病害虫管理体系の確立・普及」などにより，「化学農薬の使用量（リスク換算）を 50％削減」を目指すとしている。種子消毒剤は水稲における種子伝染性病害の第一次伝染源の除去の観点から，農薬使用量削減に大きく貢献できると考えられる。

兵庫県では，1992 年から化学農薬低減技術などの環境にやさしい技術を同時に導入する，「環境創造型農業（人と環境にやさしい農業）」を県農業の基本としてき

化学農薬の吹き付け処理種子による水稲種子消毒　点検項目シート

No.	項　目	チェック
1	作業場及びその周辺の籾やわらなどの伝染源を除去し、床などの清掃をしていますか。	
2	浸種槽はロットごとに清掃・洗浄してから使用していますか。	
3	浸種袋につめる種子量は適正（種子袋の70%程度まで）ですか。	
4	薬剤吹付種子を浸種消毒する際は、種子に付着した薬剤が流れ落ちないよう、先に水を溜めてからゆっくりと水につけていますか。	
5	薬剤吹付種子の浸種時の水の量は適正ですか。（種子1kgに対して約4ℓ）	
6	薬剤吹付種子の浸種時の薬液は10℃～20℃の範囲であることを確認していますか。	
7	薬剤吹付種子の浸種から水換えまでの期間は適切ですか。（薬液の水温が低い時期は3日間、それ以後では2日間）	
8	粉塵や直射日光の侵入防止のため、浸種槽にフタをしていますか。	
9	水換えの際は、薬液から種子をゆっくりと引き上げ、種子容量の2倍の水に静かに漬けていますか。また、水交換の際に種子の水洗いをしていませんか。	
10	水換え後の浸種時の水温は10℃～20℃の範囲であることを確認していますか。	
11	薬液、水の使い回しは行っていませんか。	
12	適正温度（30℃）で催芽処理していますか。	
13	育苗箱は清掃・洗浄してから使用していますか。	
14	播種機は清掃・洗浄してから使用していますか。	
15	適正温度（30℃）で出芽処理していますか。	
16	育苗中にばか苗病の発生がないか確認していますか。	

【チェック欄】○：できている　△：一部できている　×：できていない　－：該当なし

化学農薬への浸漬による水稲種子消毒　点検項目シート

No.	項　目	チェック
1	作業場及びその周辺の籾やわらなどの伝染源を除去し、床などの清掃をしていますか。	
2	浸種槽はロットごとに清掃・洗浄してから使用していますか。	
3	浸種袋につめる種子量は適正（種子袋の70%程度まで）ですか。	
4	種子消毒薬液の量は適正ですか。（種子1kgに対して約2ℓ以上）	
5	薬液浸漬の際は浸種袋をよく揺すっていますか。	
6	種子消毒時の液温は10℃～20℃の範囲であることを確認していますか。	
7	種子消毒の時間は適切（24時間）ですか。	
8	粉塵や直射日光の侵入防止のため、浸種槽にフタをしていますか。	
9	水換えの際は、薬液から種子をゆっくりと引き上げ、種子容量の2倍の水に静かに漬けていますか。また、水交換の際に種子の水洗いをしていませんか。	
10	水換え後の浸種時の水温は10℃～20℃の範囲であることを確認していますか。	
11	薬液、水の使い回しは行っていませんか。	
12	適正温度（30℃）で催芽処理していますか。	
13	育苗箱は清掃・洗浄してから使用していますか。	
14	播種機は清掃・洗浄してから使用していますか。	
15	適正温度（30℃）で出芽処理していますか。	
16	育苗中にばか苗病の発生がないか確認していますか。	

【チェック欄】○：できている　△：一部できている　×：できていない　－：該当なし

図-5　種子消毒時の点検項目のチェックシート
温湯消毒版も作成，配布．

た。この施策により，県内でも温湯種子消毒が普及してきているが，東北地域における温湯消毒普及以後のばか苗病の発生傾向（藤，2013）を考えると，温湯消毒への過度な依存による種子消毒の無農薬化は困難と考えられる。防除の徹底と，「環境創造型農業」の推進を両立するうえで，温湯消毒よりも効果的でかつ化学合成農薬に依存しないタイプの種子消毒法の開発が期待される。

ばか苗病は，水稲生産にとって重要な病害である。今後は，本病を効果的に抑制するため，特に種子予措段階での感染生態の解明や新たな防除技術の開発に取り組む必要がある。

ここで紹介した試験を実施するにあたり，株式会社エス・ディー・エスバイオテック・村木智子氏ならびに北興化学工業株式会社・近藤　智氏にはペフラゾート原体を分譲いただいた。株式会社クレハ・三宅泰司博士ならびにクミアイ化学工業株式会社・貴田健一氏にはイプコナゾール原体を分譲いただいた。株式会社クレハ・竪石秀明博士には培地検定に関して貴重なご教示をいただいた。兵庫県内の農業改良普及センター，農業協同組合，生産者の皆様にはばか苗症状株の採集にご協力をいただいた。皆様にはこの場を借りて厚くお礼申し上げる。

引　用　文　献

1）Amatulli, M. T. et al.（2012）: European Journal of Plant Pathology **134**: 401～408.
2）FRAC（2021）: 殺菌剤の作用機構分類一覧表（2021.04.01）URL：https://www.jcpa.or.jp/labo/jfrac/pdf/code_pdf01_2021/pdf（2021年10月アクセス）
3）藤　晋一（2013）: 植物防疫 **67**: 223～227.
4）————（2018）: 同上 **72**: 254～258.
5）————（2019）: 同上 **73**: 556～561.
6）伊賀優実ら（2020）: 日植病報 **86**: 1～8.
7）工藤　学ら（2014）: 同上 **80**: 64～65.
8）松尾広信ら（2000）: 同上 **66**: 181～182.
9）萬田　等ら（2019）: 北陸病虫研会報 **68**: 53.
10）森谷真紀子ら（2020）: 北日本病虫研会報 **71**: 192.
11）中島宏和ら（2020）: 日植病報 **86**: 198～199.
12）Suga, H. et al.（2014）: Fungal Biology **118**: 402～412.
13）Tateishi, H. and H. Suga（2015）: J. Pestic. Sci. **40**: 124～129.
14）Wada, T. et al.（1990）: Ann. Phytopath. Soc. Japan **56**: 449～456.

新技術解説

ニラハウス栽培におけるネギネクロバネキノコバエの発生消長と防除対策

群馬県農業技術センター　星野航佑（ほしの　こうすけ）

はじめに

ネギネクロバネキノコバエ（*Bradysia odoriphaga*，以下，ネギネ）は，群馬県において2016年12月にネギ圃場，2018年11月にニラ圃場でそれぞれ確認された（群馬県農業技術センター，2019）。ネギネは，近年，本県および埼玉県で確認された新奇の害虫であり（埼玉県病害虫防除所，2016；小俣，2017；群馬県農業技術センター，2019），特にニラでの報告は本県のみであるため，発生生態および効果的な防除対策についての知見が少ない。そこで，本県のネギネ発生地域におけるモニタリング調査，薬剤および熱による防除効果について検討し，ネギネ防除体系の確立を試みた。

Ⅰ　ニラにおけるネギネの被害

ネギネは，菌や有機質を好む他種キノコバエ類とは異なり，ネギ，ニンジンおよびニラ等の新鮮な植物を食害することが報告されている（Zhang et al., 2015；小俣，2017；群馬県農業技術センター，2019）。ニラでは，ネギネ幼虫が地下茎葉部を食害することで，加害された株は生育不良になり，さらに食害が進行すると地上部の茎葉が萎れて枯れるなどの被害が発生する（図-1）（群馬県農業技術センター，2019）。

図-1　ハウスニラにおけるネギネの被害

Seasonal Occurrence and Control of *Bradysia odoriphaga* in House Cultivation of Chinese Chive.　By Kosuke Hoshino

（キーワード：ネギネクロバネキノコバエ，ニラ，発生消長，防除）

Ⅱ　ニラのハウス栽培におけるネギネの発生消長

ネギネの発生消長については，2020年10月～2021年8月に調査を行った。群馬県伊勢崎市の施設ニラハウス2箇所（圃場①：175.5 m²（4.5 m × 39 m），②：216 m²（4.5 m × 48 m））において，中央付近の地際2箇所に黄色粘着トラップ（Arysta LifeScience Corp.，ホリバーイエロー）を設置し，捕殺される成虫数を調査した。その他，圃場内に地温測定用としてステンレスセンサー付き温度記録計（株式会社ティアンドデイ，おんどとりTR-52i）を設置した。地温は，ネギネが寄生している付近の地下6～9 cm（谷口ら，2020）の位置にステンレス保護センサを取り付けて測定を行った。トラップの交換は，おおむね1週間間隔で行った。

2020年10月～2021年8月の調査結果について，圃場①の中央では，10月15日に18頭が捕殺され，10月28日まで発生量の増加が確認された。その後，12，2月にごくわずかに発生が確認されたものの，11月上旬～5月中旬まで発生がほとんど確認されなかった。5月13日より発生が増加し，5月20日に17頭，27日に16頭が捕殺された。その後，6月24日に23頭，7月15日に13頭が捕殺され，8月12日にはいったん終息した。

10月には，約2週間にわたって1つのピークが確認された。また，5月～7月には3つのピークが見られ，それぞれのピークは約2週間にわたって確認された。

圃場②の中央では，10月，12月および1月にごくわずかに発生が確認された。また，2月における発生の立ち上がりは2月10日であった。2月以降は，4つのピークが見られ，それぞれのピークは約3週間にわたって確認された（図-2）。

今回の調査から，ニラハウスでは，ネギネ成虫が2月中旬から発生し，3～5週間ごとに発生量のピークが現れる可能性が示唆された。ネギにおけるネギネ成虫の発生は，3月中旬～12月で確認されている（埼玉県農業技術研究センター，2019）。今回，2月中旬にネギネが発生した圃場の地温は15℃前後であり，外気温（気象庁

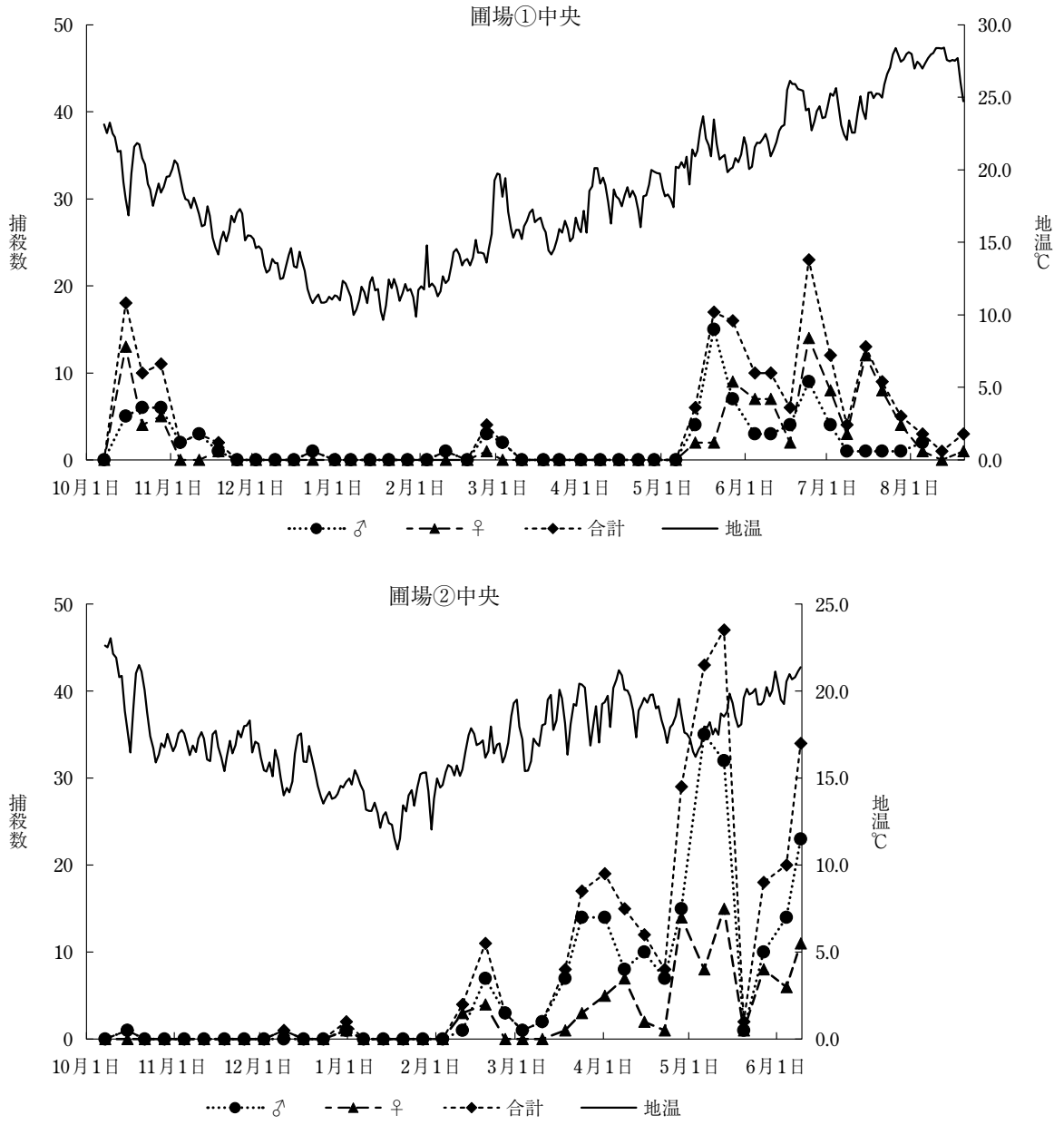


図-2　ネギネの発生消長（2020 年 10 月～2021 年 8 月，群馬県伊勢崎市）

観測データ，省略）と比較して高い傾向があった。ネギネの平均世代時間は，25℃で最も短く 30.5 日であるのに対し，16℃で約 2 か月，11℃で約 4 か月と地温が低下すると長くなる傾向がある（石原・田上，2019）。このことから，ニラのハウス栽培では，2 月の地温が外気温より高くなるため，露地のネギ圃場と比較して早くネギネの世代が交代する可能性が考えられる。

III　薬剤による防除効果の検討

本試験は，2019 年 1 月 30 日～2 月 13 日にかけて，本県伊勢崎市内のニラ圃場（ハウス）において実施した。試験区（3.47 m²（1.65 m × 2.1 m））は，メソミル水和剤およびジノテフラン水溶剤をそれぞれ 1 *l*/m² 相当量灌注処理した区および無処理区を設け，それぞれ 3 反復ずつ調査した。調査は，処理前，処理 8 日後，14 日後にニラ株を 1 区当たり 5 株ずつ掘り取り，寄生しているネギネ幼虫および蛹の頭数を計数した。補正密度指数については，次式により算出した。補正密度指数＝（処理区の 8 または 14 日後の密度）/（処理区の処理前密度）×（無処理区の処理前密度）/（無処理区の 8 または 14 日後の密度）× 100。

その結果，ジノテフラン水溶剤処理区における補正密度指数は，処理 8 日後に 33.9，処理 14 日後に 24.9 となった。また，メソミル水和剤処理区における補正密度指

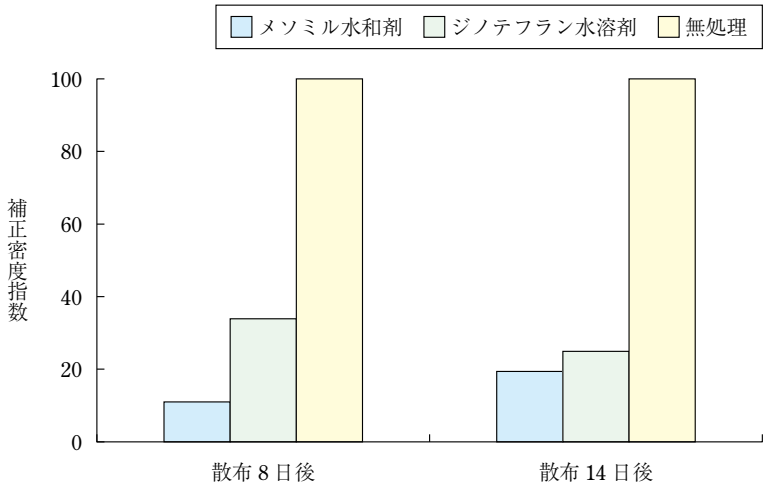
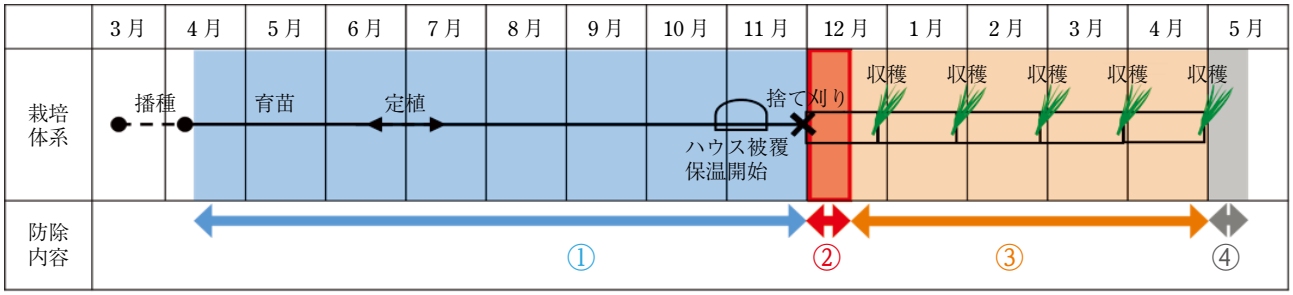


図-3　登録薬剤によるネギネ防除効果

表-1　ネギネおよびクロバネキノコバエ類防除に利用できる登録殺虫剤（2022 年 7 月現在）

薬剤名	使用方法	希釈倍率	使用量	使用時期	使用回数
メソミル水和剤	灌注	1,000 倍	1 *l*/m²	収穫 21 日前まで	2 回以内
ジノテフラン水溶剤	株元灌注	1,000 倍	1 *l*/m²	生育期（ただし，収穫 14 日前まで）	1 回
クロチアニジン水溶剤	散布	2,000 倍	100～300 *l*/10 a	収穫 3 日前まで	3 回以内
シペルメトリン乳剤	散布	2,000 倍	100～300 *l*/10 a	収穫 7 日前まで	3 回以内



本種の発生が見られた場合，以下の処理を行いましょう．

①育苗期および生育期（捨て刈り前）
②捨て刈り直後
③収穫期

→ 灌注・散布処理

※使用できる農薬
・メソミル水和剤（灌注）
・ジノテフラン水溶剤（株元灌注）
・クロチアニジン水溶剤（散布）
・シペルメトリン乳剤（散布）

④収穫終了後 → 古株枯死処理

※使用できる消毒剤
・キルパー

図-4　ニラにおける防除体系

数は，処理8日後に11.0，14日後に19.4となり，両処理区ともに無処理区と比較して低くなる傾向が見られ，ネギネに対する防除効果が確認された（図–3）。

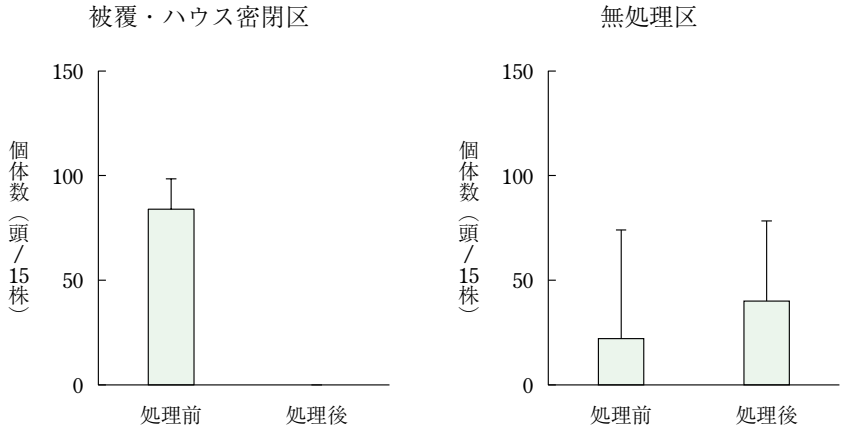
2022年7月現在，ニラにおけるネギネまたはクロバネキノコバエ類に対して登録のある薬剤は，表–1の通りである。ニラのハウス栽培において，育苗期および生育期（4～11月），捨て刈り直後（12月），収穫期（12～4月）にネギネ成虫の発生が確認された場合は，発生初期段階で現在登録のあるメソミル水和剤の灌注処理またはジノテフラン水溶剤の株元灌注処理，クロチアニジン水溶剤（2020年12月登録），シペルメトリン乳剤（2021年12月登録）の散布処理を行うことで，効率的なネギネ防除が期待される（図–4）。

Ⅳ　熱による防除効果の検討

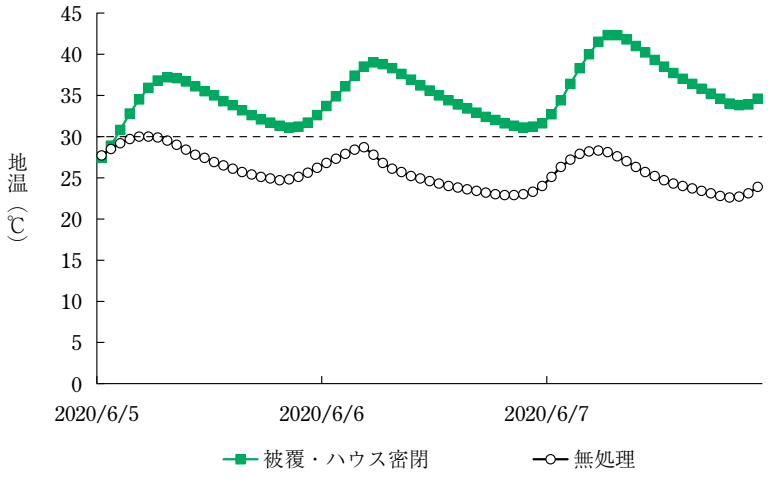
ネギネ幼虫および蛹は，高温に対する耐性が低く，30℃で発育障害が生じ増殖できなくなるという報告がある（石原・田上，2019）ことから，ニラのハウス栽培において，収穫後にハウスの密閉処理および農ポリによる畝の被覆処理を行い，ニラ株に寄生するネギネに対して熱による防除効果を得られるか検討した。

試験は，2020年6月5日～6月8日に本県伊勢崎市内の被害発生ニラ圃場において実施した。試験区については，ニラの収穫後に，農ポリ（0.03 mm）による畝の被覆処理およびハウスの密閉処理を実施した区を被覆・密閉区とした。また，無処理区として，農ポリによる被覆処理を行わず，ハウスサイドを開放した区を設けた。試験はそれぞれ3反復で実施した。調査は，処理前および処理3日後に各区において任意のニラ5株を掘り取り，寄生しているネギネ幼虫および蛹の頭数を計数した。また，地温はネギネが寄生している付近の地下6～9 cmの位置にステンレスセンサー付き温度記録計（前出）を取り付け，測定を行った。

その結果，ハウスの密閉処理および農ポリによる畝の



図–5　熱によるネギネの防除効果
図中のバーは，標準誤差を示す．



図–6　処理期間中の地温

被覆処理を3日間行うことで，無処理区と比較して，ネギネ頭数が減少する傾向が確認された（図–5）。また，処理期間中の地温は，無処理区では，日中でも30℃以下であったのに対して，被覆・密閉区では，30℃以上となり，40℃を超える時間帯もあった（図–6）。この結果から，ニラのハウス栽培において，収穫後にハウスの密閉処理および畝の被覆処理を3日間行うことで，ネギネを防除できる可能性が示唆された。ニラのハウス栽培において，栽培期間中における登録薬剤を用いた化学的防除および収穫終了後の熱による物理的防除法を組合せることで，ネギネの効果的な防除が期待される。

お　わ　り　に

今回，薬剤および熱を利用したネギネの防除体系を示したが，ネギネに対する登録薬剤は限られているため，今後は，熱を利用した物理的防除方法についてさらに検討を進め，薬剤のみに依存しない効果的な防除技術を確立する必要がある。

なお，本稿で紹介した研究成果の一部は，平成29年～31年度レギュラトリーサイエンス研究委託事業「クロバネキノコバエ科の一種の総合的防除体系の確立と実証」において実施したものである。

引　用　文　献

1）群馬県農業技術センター（2019）：平成30年度病害虫発生予察特殊報第3号：1～2.
2）石原由紀・田上陽介（2019）：日本応用動物昆虫学会誌 **63**(2)：57～67.
3）小俣良介（2017）：植物防疫 **71**(4)：48～51.
4）埼玉県病害虫防除所（2016）：平成28年度発生予察特殊報第1号：1～2.
5）埼玉県農業技術研究センター（2019）：ネギネクロバネキノコバエ防除マニュアル（令和元年10月版）：1～9.
6）谷口高大ら（2020）：関東東山病害虫研究会報第67集：99.
7）Zhang, P.（2015）：Phytoparasitica. **43**：107～120.

発生予察情報・特殊報（2022.7.1～7.31）

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

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

■**ピーマン：ピーマンえそ斑紋病（インパチエンスえそ斑点ウイルス）**（島根県：初）7/1
■**ナス，ジャガイモ：タバコノミハムシ**（香川県：初）7/12
■**サツマイモ：サツマイモ基腐病**（岡山県：初）7/15
■**キュウリ：キュウリ退緑黄化病**（香川県：初）7/22
■**トマトキバガ（侵入警戒トラップでの誘殺）**（岡山県：初）7/25

植物防疫講座

病害編−50

オウトウに発生する病害の生態と防除

山形県農業総合研究センター園芸農業研究所　後藤新一（ごとうしんいち）

はじめに

全国のオウトウの結果樹面積は4,260 ha，収穫量は13,100 tと（農林水産省大臣官房統計部，2021），近年，生産者の高齢化などの影響により他の果樹のほとんどの結果樹面積が減少する状況下において，ほぼ横ばいで推移している数少ない樹種の一つである。

国内でオウトウに発生する病害として日本植物病名目録（日本植物病理学会，2022）には32の病名（病原未詳，病名未提案を除く）の記載があり，病原別の内訳としては糸状菌病27，細菌病2，ウイルス病3と糸状菌による病害が大半を占めている。特に，オウトウの収穫期（6月上旬〜7月中旬）は梅雨期間にあたるため，灰星病や炭疽病等の果実腐敗性病害が問題となり，これらの病害を中心に防除が行われてきた。近年は，雨除けテント被覆の普及や効果の高い薬剤の利用により，これらの病害の発生は少ない傾向にある一方で，黒斑病や幼果菌核病，樹脂細菌病等の従来の灰星病を中心とした防除体系だけでは防除が困難な病害が顕在化してきている。ここでは，現在，山形県において防除対象としている五つの主要病害について，発生生態と防除対策について解説する。

I　灰星病（*Monilinia fructicola, M. fructigena, M. laxa*）

発病部位と生育ステージにより，花腐れ（図−1），幼果腐れ（図−2），熟果腐れ（図−3）と呼ばれる。花腐れは開花後の花器部全体が淡褐色〜茶褐色になり，やがて枯死する。幼果腐れは幼果に微細な黒色〜褐色の斑点が生じ，後に拡大し褐色腐敗する場合と，拡大せずに斑点部がやや陥没し，かさぶた状となる場合がある。なお，後者の場合は果実腐敗しない。熟果腐れは，成熟した果実全体が茶褐色となり軟化腐敗し，病斑部には灰褐色の綿埃状の分生子塊が生じる。

図−1　灰星病による花腐れ

図−2　灰星病による幼果腐れ

図−3　灰星病による熟果腐れ

Ecology and Control of Cherry Disease.　By Shinichi Goto
（キーワード：オウトウ，病害，発生生態，防除）

越冬伝染源は，地面に落下した発病果にできた菌核と樹上で越冬した発病果（ミイラ果）である。地面に落下した果実には，黒色ゴム状の菌核が生じ，越冬後，菌核から作られた子のう盤（キノコ）に子のう胞子が形成される。樹上で越冬したミイラ果には分生子が作られ，これらの子のう胞子や分生子が花器部に感染，発病し，花腐れとなる。花腐れが発生すると二次伝染源となり，幼果腐れの原因となる。その後，発病した幼果上に作られた分生子によって，成熟果での感染，発病が繰り返され，灰星病の発生が増加する。

本病は，多発してからの薬剤散布では十分に抑えきれないことから，初期の発生（花腐れ）を抑えるとともに，二次伝染を遮断することが防除対策の基本となる。特に，雨除けテント被覆前の発生をいかに抑えるかが，着色期以降の熟果腐れの発生を少なくするためのポイントとなる。

花腐れや幼果腐れは，開花期前後から5月中にかけての天候不順やこれに伴う薬剤防除の遅れにより多発する場合がある。さらに花腐れや幼果腐れは，その後の伝染源となるため，発生が見られる場合は確実に摘み取り，園外に持ち出して適切に処分することが感染量を抑えるうえで重要である。また，過繁茂や着果過多の場合は，湿度が高まり発病に好適となるうえに，薬液も到達しにくくなるため，発病増加の原因となる。適切な栽培管理は防除対策としても極めて重要である。

開花期前後の薬剤防除は，生育ステージに合わせて，風船状開花1日前（4月下旬），満開3日後（5月上旬），満開15日後（5月中旬）にキャプタン剤やチウラム剤，マンゼブ剤を中心に薬剤散布する。特に雨よけ被覆前に降雨が続く場合は雨の合間をみて薬剤防除するなど，防除間隔が開きすぎないように注意する必要がある。幼果期の5月下旬以降は前回散布時からの間隔や病害の発生状況に応じ，おおむね10日間隔で実施する。着色期以降はDMI剤，QoI剤，SDHI剤を中心に薬剤防除する。なお，耐性菌出現防止のため，同一系統の薬剤の連用を避け，異なる系統の薬剤を輪用散布する。

II　幼果菌核病（*M. kusanoi*）

発生程度に年次間差はあるが，県内で広く発生が見られる病害で，葉と果実に発生する。葉では，展開して間もない稚葉や若葉に褐色の病斑を生じ，中肋や葉柄に灰白色で粉状の胞子が作られる。果実は幼果のみに発生し，発病した幼果が茶褐色となり，果梗まで褐変する場合もある（図-4）。幼果での病徴は灰星病の幼果腐れと類似するが，幼果菌核病による発病果は次第にシワを生じ小さくなり，果実表面に灰白色で粉状の胞子が作られることが特徴である（野呂ら，1983）。

図-4　幼果菌核病

越冬伝染源は，地面に落下した発病果にできた菌核で，越冬後に菌核から作られた子のう盤（キノコ）に形成された子のう胞子が展葉間もない葉に感染する。その後，発病葉上に作られた分生子が開花期の柱頭から感染し，胚珠に到達すると果実内部から腐敗させる。

防除対策は，最も重要な時期である開花期（満開期）に薬剤散布を行う。特に，開花期間中に降雨が多い場合は発生が多くなる傾向があるため，連日降雨が続く場合は雨の合間をみて防除を行う。なお，落下した発病果は地面で越冬し，翌年の伝染源となるため，発病果は摘み取り園外で適切に処分する等，耕種的対策も組合せた防除対策が重要である。

III　炭疽病（*Colletotrichum acutatum, C. godetiae, Glomerella cingulata*）

灰星病と同様に，主に果実での発生が問題となる病害であるが，葉や芽にも発生する。雨除けテント被覆による栽培が普及してからは，果実での多発は少なくなっているが，雨除けを行っていない園地等では，本病による果実被害のほか，葉の黄変や早期落葉や芽の被害による不発芽が発生する場合がある（大沼ら，1983）。

果実では成熟果で発生が多く，果面がやや窪み，茶褐色～黒色の病斑を生じる。病斑上には，鮭肉色の分生子が見られる場合もある（図-5）。葉では，6月中旬ころから茶褐色～黒褐色の円形～不整形病斑が生じ，7月以降増加する（図-6）。多発すると早期落葉する場合がある。

本病原菌は枯死した芽や短果枝，落葉痕で越冬し，これら部位に形成された分生子が葉や果実に感染，発病する。

薬剤防除は，雨除け被覆前の幼果期までは本病に対し

図-5　炭疽病の発病果

図-6　炭疽病の発病葉

て効果の高いキャプタン剤を使用し，その後，収穫期までは灰星病との同時防除を兼ねて，本病にも効果のある薬剤を選択し散布する（大沼・平沢，1983；大沼ら，1986）。また，多発生した園地や例年発生が見られる園地では，収穫後の防除や休眠期防除も確実に行うようにする。

Ⅳ　黒斑病（*Alternaria* sp.）

山形県内では，従来からアルタナリア果実腐敗症として *Aletrnaria* 属菌による果実腐敗が確認されていたが，その後，葉の病徴が確認されている（佐藤・水野，2000）。

果実では，主に収穫期間際から収穫期に発生し，収穫後の輸送中に発生が広がる場合もある。初め果頂部付近が褐色水浸状に腐敗し，その後，病斑部が拡大するとともに病斑上には灰白色～黒色のビロード状のカビで覆われる（図-7）。

葉では，直径約 5 mm の褐色斑点が生じ，病斑部がせん孔したり，多発すると落葉する場合もある。

オウトウへの伝染経路は不明であるが，裂果など，果実に傷が多い場合は発生が多くなることから，これらの傷口などから感染するものと推察される。

現在，本病に適用のある薬剤（テブコナゾール水和剤，ピラクロストロビン・ボスカリド水和剤）は少ないが，例年発生が見られる園地では，着色期から灰星病との同時防除を兼ねてこれら薬剤を散布する。また，収穫が遅れた場合も発生が多くなることから適期に収穫を行う。収穫後も果実に傷がつかないようにていねいに取り扱うとともに，冷蔵輸送することで被害を軽減することが可能である。

図-7　黒斑病の発病果

Ⅴ　褐色せん孔病（*Mycosphaerella cerasella*, *Phloeosporella padi*）

葉に発生する病害で，早い場合は 5 月下旬ころから見え始め，主に収穫後から広く発生が見られる。症状は，初め赤紫色の斑点が生じ，後に拡大し褐色の円形病斑となる（図-8）。早期に多発すると，8 月下旬ころから発病葉が黄変し，早期落葉するため，翌年の花芽の充実に影響を及ぼす。

越冬伝染源は前年の被害落葉で，病斑部の小黒点（子のう殻）から飛散した子のう胞子が葉に感染し発病する（一次感染）。その後は，病斑部に作られた分生子が別の葉に感染し二次感染が繰り返される。本病は，5 月中旬ころから一次感染が始まると考えられる。本病は，雨除け期間中の 5 月末から収穫終了までは，葉に直接雨滴があたることがなく，雨水による伝染はないが，湿度や温度条件が整えば，伝染・発病することが明らかになっている。また，本病は一次感染後の潜伏期間が長く，早期に感染しても収穫期間中の発病は比較的少ないという特

図-8　褐色せん孔病の発病葉

図-9　樹脂細菌病による枝幹部の病斑からの樹脂（ヤニ）の漏出

徴がある。

このため，防除は一次感染が始まる5月中旬ころから生育期間を通じて薬剤散布が必要であり，特に収穫期までの感染を抑えることが重要である。収穫期までは，灰星病との同時防除が可能な薬剤を選択したり，本病に効果の高いキャプタン剤を散布する。収穫後も本病の発生増加を見逃すことのないよう注意するとともに，発生状況をよく観察して散布間隔などを判断する。

Ⅵ　樹脂細菌病（*Pseudomonas syringae* pv. *syringae*, *P. syringae*, *P. viridiflava*）

本病の発生には，3種類の *Pseudomonas* 属菌が関与していることが明らかとなっている。3種類の病原細菌に共通する発病部位は枝幹部と芽で，枝や幹では春に初め褐色の円形病斑が生じ，後にやや陥没して縦長楕円状に褐変したり，病斑部が亀裂裂開したりする。病斑の拡大は夏には停滞する。特徴的な病徴は，かいよう状の病斑部からの樹脂（ヤニ）の漏出で，細菌の増殖が活発な春先は，病斑部直下の褐変部と健全部の境界部が緑色水浸状になる（図-9）。芽では感染すると不発芽となり，枝病斑へと進展する場合がある（結城ら，1994；1997）。

また，葉に発病する場合もあり，新梢葉に初め黄色のハローを伴う褐色不整形病斑が生じ，後に病斑部が黒変したりせん孔する（菊地ら，1999）。

枝幹部には，主に晩秋から翌春にかけて感染し，葉では発芽期から新梢の伸長停止時期ころまで感染すると考えられる。

本病は，枝幹部に発生する難防除病害であり，現在のところ本病に適用のある薬剤も限られていることから，薬剤防除だけではなく，病斑部の削り取り等の耕種的対策を組合せて実施することが重要である。枝幹部の病斑部は，木質部まで達するように健全部を含め大きく削り取り，切り口の癒合促進を図るため塗布剤を処理する。また，本病は枝幹部の傷から感染することから，風当たりの強い園地は防風ネットを設置する等，防風対策を実施する。その他，本病の発生園地では排水不良に伴う根腐れの発生や生育が徒長気味である等の特徴も見られることから，排水対策も含め適切な栽培管理を行う。

薬剤防除は，主要な感染時期が休眠期であることから，他の病害との同時防除を兼ねて，秋期や発芽前にボルドー剤や石灰硫黄合剤を散布する。

お　わ　り　に

本稿では，現在山形県でオウトウの防除対象としている五つの主要病害について病徴，発生生態，防除対策等について解説した。雨除けテント被覆の普及により，従来から問題となってきた灰星病や炭疽病等の果実腐敗性病害の被害は大幅に軽減されている一方で，黒斑病等が顕在化している。黒斑病に関しては，伝染源や感染時期等の発生生態について不明な点も多い。病害の発生生態

を明らかにすることは，「いつ」，「どのような手段（薬剤）」で防除をすべきか決定するうえで大変重要であり，今後引き続き調査研究を続けていく必要がある。また，効率的・効果的な防除を実施することは，無駄な薬剤防除を省くとともに，周辺環境への負荷軽減にも寄与する。薬剤防除のみに過度に依存せず，薬液のかかりやすさを考慮した剪定や不必要な徒長枝は切除する等，常日頃の栽培管理からのアプローチも含め総合的に防除を行っていくことが重要である。

引　用　文　献

1）菊地繁美ら（1999）：日植病報 **65**：662（講要）.
2）日本植物病理学会（2022）：日本植物病理学会 編，東京，2645 pp.
3）野呂俊一ら（1983）：日植病報 **49**：92（講要）.
4）農林水産省大臣官房統計部（2021）：農林水産省統計 令和3年11月30日公表 令和3年産びわ，おうとう，うめの結果樹面積，収穫量及び出荷量，https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotu/sakkyou_kazyu/attach/pdf/index-12.pdf
5）大沼幸男・平沢秀弥（1983）：同上 **49**：92（講要）.
6）――――ら（1983）：同上 **49**：92（講要）.
7）――――ら（1986）：山形園試研報 **5**：9～27.
8）佐藤　裕・水野　昇（2000）：日植病報 **66**：269（講要）.
9）結城昭一ら（1994）：同上 **60**：760（講要）.
10）――――ら（1997）：同上 **63**：198（講要）.

農林水産省プレスリリース（2022.7.12～2022.8.16）

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。

- **「アグリビジネス創出フェア2022」で最新の研究成果を紹介しませんか**（22/7/13）　maff.go.jp/ の後に /docs/press/220713.html
- **みどりの食料システム法に関するブロック別説明会の開催について**（22/7/19）　/kanbo/bio/220719.html
- **「令和4年度病害虫発生予報第5号（水稲特集）」の発表について**（22/7/20）　/syouan/syokubo/220720.html
- **令和2年度及び令和3年度遺伝子組換え植物実態調査の結果について**（22/7/26）　/syouan/nouan/220726.html
- **「令和4年度病害虫発生予報第6号」の発表について**（22/8/10）　/syouan/syokubo/220810.html

植物防疫講座

虫害編−39
野菜類に発生するゾウムシ類の生態と防除

法政大学生命科学部・法政大学植物医科学センター　大井田（おおいだ）　寛（ひろし）

はじめに

ゾウムシ類のうち，近年野菜類の害虫として問題となることが多いのは，ヤサイゾウムシ *Listroderes costirostris* Schönherr と，サビヒョウタンゾウムシ（以下サビとする）*Scepticus insularis* Roelofs，トビイロヒョウタンゾウムシ（ハイイロサビヒョウタンゾウムシ，以下トビイロとする）*Scepticus griseus*（Roelofs）およびスナムグリヒョウタンゾウムシ（以下スナムグリとする）*Scepticus tigrinus*（Roelofs）を主体とするヒョウタンゾウムシ類である。いずれも飛翔能力がなく歩行のみによって移動分散するため，飛来防止策を講じる必要はないが，特に後者は幼虫が根圏を地中深くまで潜るため，いったん圃場に侵入し定着すると，根絶が非常に難しい。これらゾウムシ類の防除に関する研究は化学的防除法を中心に1950〜70年代にかけて特に多く行われた。その後，ヤサイゾウムシに関しては有機栽培などに適用可能な物理的防除法に関する研究などが進められ，ヒョウタンゾウムシ類については被害が特に顕著な根菜類やラッカセイの栽培が多い千葉県や鹿児島県等で，その防除につながる生態の解明などが行われてきた。また，ヒョウタンゾウムシ類のうち沿岸部に生息するトビイロとスナムグリは近年，生物地理学的な面でも注目されている（Yamashita et al., 2019）。

なお，サビおよびトビイロの学名には，過去の誤同定以降それぞれ長らく *S. griseus* Roelofs と *S. uniformis* Kono が用いられてきたが，冒頭に示した学名が正しい（Morimoto et al., 2015）。

I　形　　態

1　ヤサイゾウムシ

成虫は体長約9 mmで体色は赤褐色〜灰褐色である。前翅は鱗片や毛に覆われて光沢がなく，後方には側上方から中央下方に向けて斜めに走る淡灰色の斑紋があり，これがV字型に見える（図−1A）。卵は半楕円形〜球形であり，黄土色を呈する。幼虫は乳白色〜淡緑色であり，体長10〜14 mmまで発育する。脚はないが，植物体に張り付いて葉の上を移動する。

2　ヒョウタンゾウムシ類

成虫（図−1B, C, D）は，頭部が小さく，胸部と腹部が大きいひょうたん型である。いずれも体長は6〜10 mm，体色は灰褐色〜黒褐色でありそれぞれ個体変異が大きく，外部形態の差異はわずかであるため（図−2），正確な同定には，微細な外部形態（図−3, 4）や雄交尾器の内袋骨片の形態（図−5）の違いを実体顕微鏡下で識別する必要がある。羽化直後の成虫の大顎には牙状の付属突起（図−6）があるが，地上に現れて間もなくこの突起は脱落する（森本，2006）。3種いずれも雌は雄と比較して腹部末端が尖っており（図−7），腹部末端節の腹板の縦横比（幅/高さ）が雄よりも小さいため，これを基準とした雌雄判別が可能である。ただし，サビでは縦横比の差が小さいため，個体によっては判断に迷うケースもある（塚越・大井田，未発表）。卵は半楕円形で，産卵当日の卵は乳白色であるが，常温では48時間以内に黒化する（図−8；田村，1982；眞﨑，1998 a；大井田ら，2018）。幼虫は頭部が褐色，胸部および腹部が乳色〜黄白色で，体毛が短く，脚がない（図−9）。成熟幼虫の体長は8〜10 mmである。

II　発　生　生　態

1　ヤサイゾウムシ

本種は低温に適応しており，成虫は夜間活動性で，日中は地際に潜む。年1化であり，卵は秋から冬にかけて植物の新芽付近に1〜数個ずつ産み付けられる。幼虫は10〜4月に観察され，その後地中で蛹化，羽化する。成虫は4〜6月に地上に現れ，その後は産卵せずに雑草の株元などで秋まで夏眠し，秋以降に活動を再開して産卵を開始する。冒頭で述べたように飛翔しないが，歩行力は非常に強く，圃場とその周辺を活発に移動する。本州，四国，九州に加え離島にも分布するが，海外からの侵入

Ecology and Control of Weevils on Vegetables.　By Hiroshi Oida

（キーワード：ヤサイゾウムシ，ヒョウタンゾウムシ類，判別法，生態，防除）

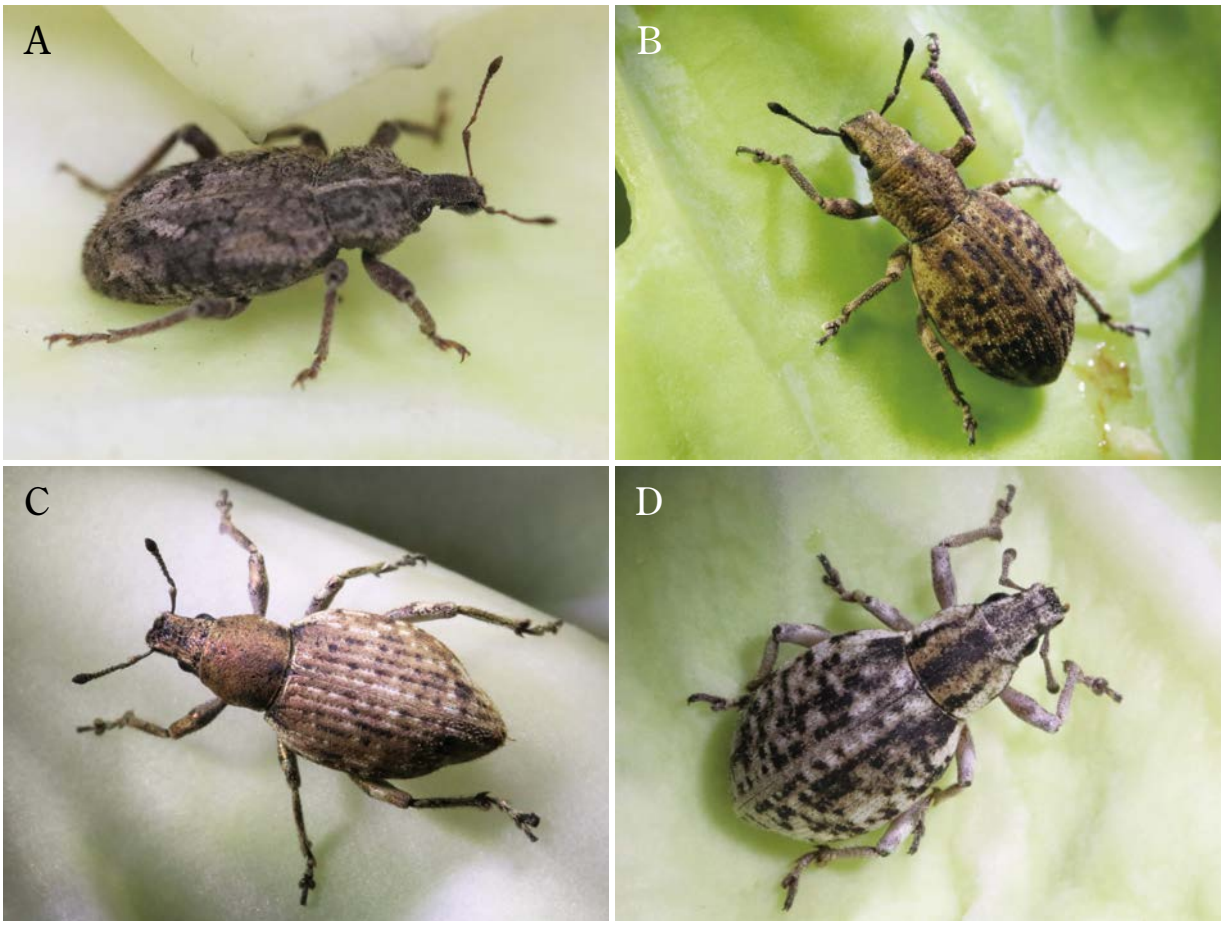


図-1　野菜類を加害するゾウムシ類の成虫
A：ヤサイゾウムシ，B：サビヒョウタンゾウムシ，
C：トビイロヒョウタンゾウムシ，D：スナムグリヒョウタンゾウムシ．

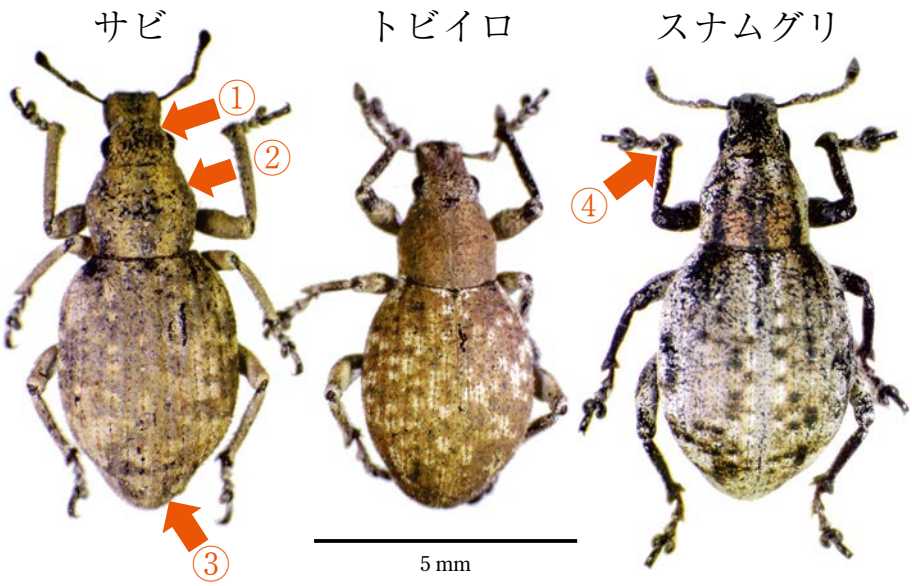


図-2　酷似する 3 種ヒョウタンゾウムシ類成虫の外部形態
①～④の数字は，図-3，4 の説明に対応する部分を示す．

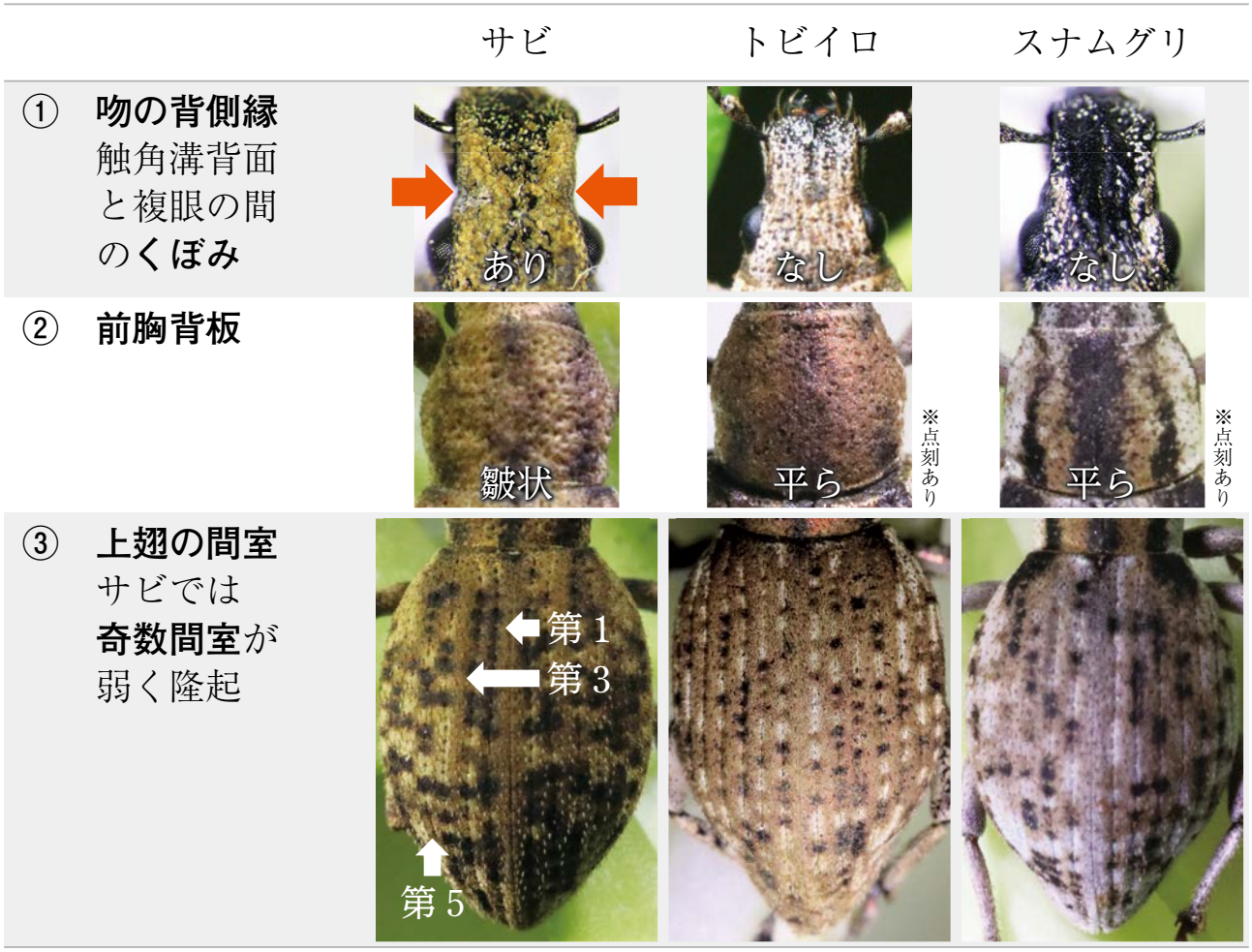


図-3　酷似する 3 種ヒョウタンゾウムシ類成虫の吻，前胸背板および上翅の形態の違い

④前脚脛節：スナムグリは先端で**外側へ拡がる**

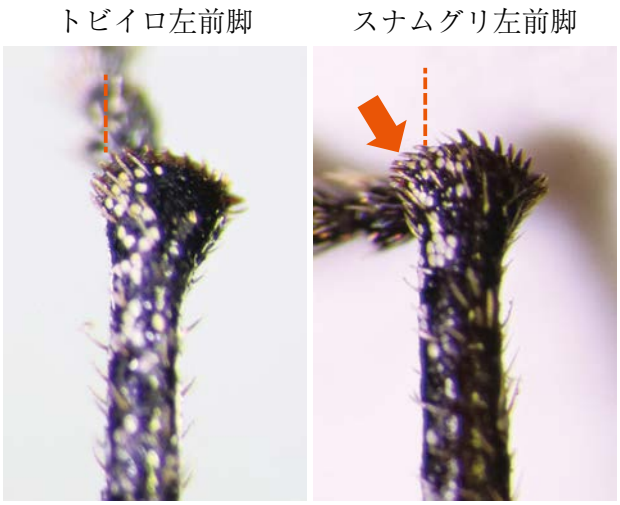


図-4　トビイロヒョウタンゾウムシおよびスナムグリヒョウタンゾウムシ成虫の前脚脛節先端部の形態の違い

⑤雄交尾器の内袋骨片

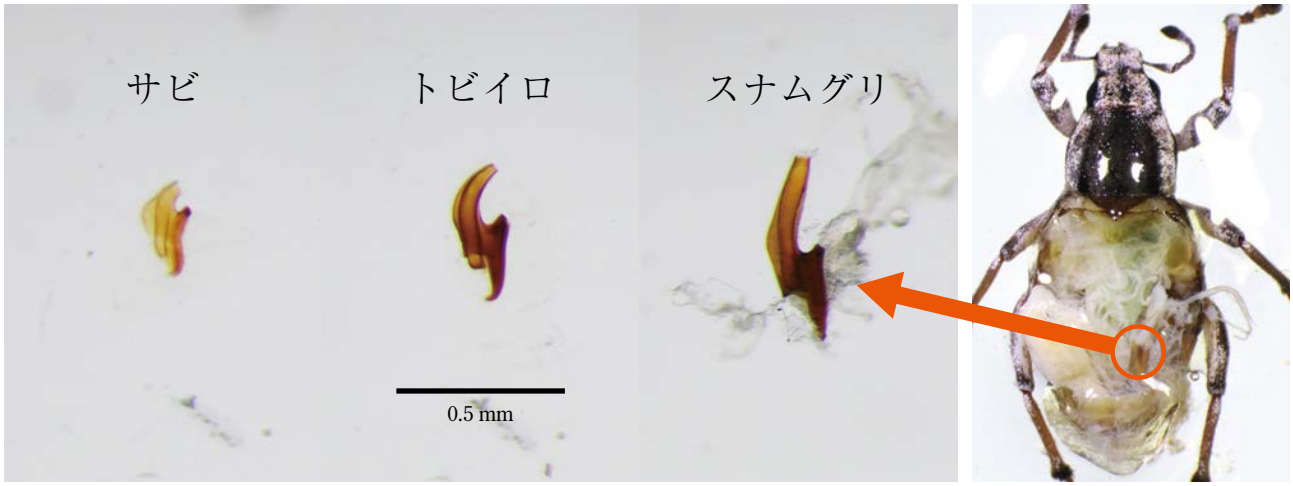


図-5　酷似する 3 種ヒョウタンゾウムシ類の雄成虫交尾器の内袋骨片（体内）の形状
右図はスナムグリの雄を解剖し背側から交尾器が見える状態．円内に骨片がある．

図-6　大顎に付属突起がある羽化数日後のトビイロヒョウタンゾウムシ成虫（飼育個体）

図-7　酷似する 3 種ヒョウタンゾウムシ類の雌雄成虫の腹板

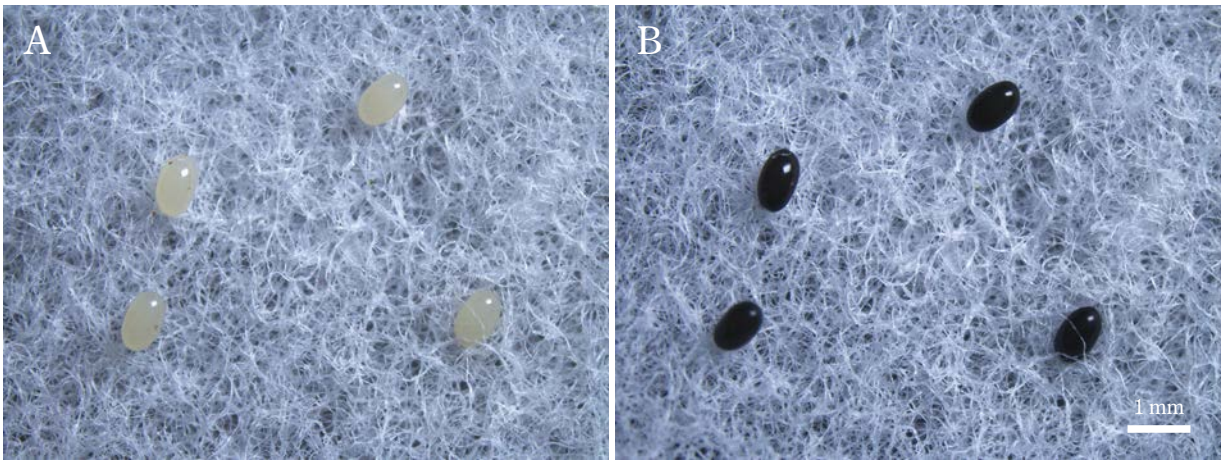


図-8　トビイロヒョウタンゾウムシの卵
A：産卵後 24 時間以内，B：同 24 時間以上 48 時間以内.

図-9　トビイロヒョウタンゾウムシ幼虫（脚がない）

種であり，日本には産雌単為生殖の個体群のみが生息している。

2　ヒョウタンゾウムシ類

サビおよびトビイロは，根菜類やラッカセイ等の畑作物の栽培がさかんな関東東海地域や南九州地域等，スナムグリは山陰や北陸地域等の圃場でそれぞれ発生と農作物に対する加害が報告されている。サビは主に内陸の畑地，トビイロおよびスナムグリは海岸に近い砂質土の環境に生息するとされている（Morimoto et al., 2015）。しかし，土性とゾウムシ種の分布の関連は必ずしも明瞭ではなく，例えば千葉県では，内陸の腐植質普通黒ボク土の環境であるにもかかわらずトビイロが優占している圃場も散見される。また，太平洋側ではサビとトビイロが混在する圃場が存在することも知られている。

生活史や習性には 3 種に共通する部分が多い。卵は寄主植物の毛茸（図–10）や株元の地表面等に産み付けられる。卵の発育零点および有効積算温度は 11～13℃ および 123～167 日度であり（眞﨑，1998 b），ふ化した幼虫は寄主植物の根圏に潜り，根部を餌として発育した後，地中で蛹化，羽化する。25℃ 条件下では産卵から羽化まで約 3 か月である。越冬した成虫は 4 月中下旬から活動を，5 月上中旬に産卵を開始し，6～8 月ころまで生存する（図–11）。多くの次世代個体は地中にとどまり幼虫態または成虫態で越冬するが，早い時期の卵からふ化した幼虫は 7～8 月に羽化して地表に現れ，わずかに産卵する（片瀬・清水，2005）。いったん地表に出た成虫は地中に再度潜ることはなく，10 月ころから雑草や冬作物の株元，枯れ草の下の地表面等で越冬する。ヒョウ

図-10　ラッカセイの葉基部に産み付けられたトビイロヒョウタンゾウムシの卵（矢印）

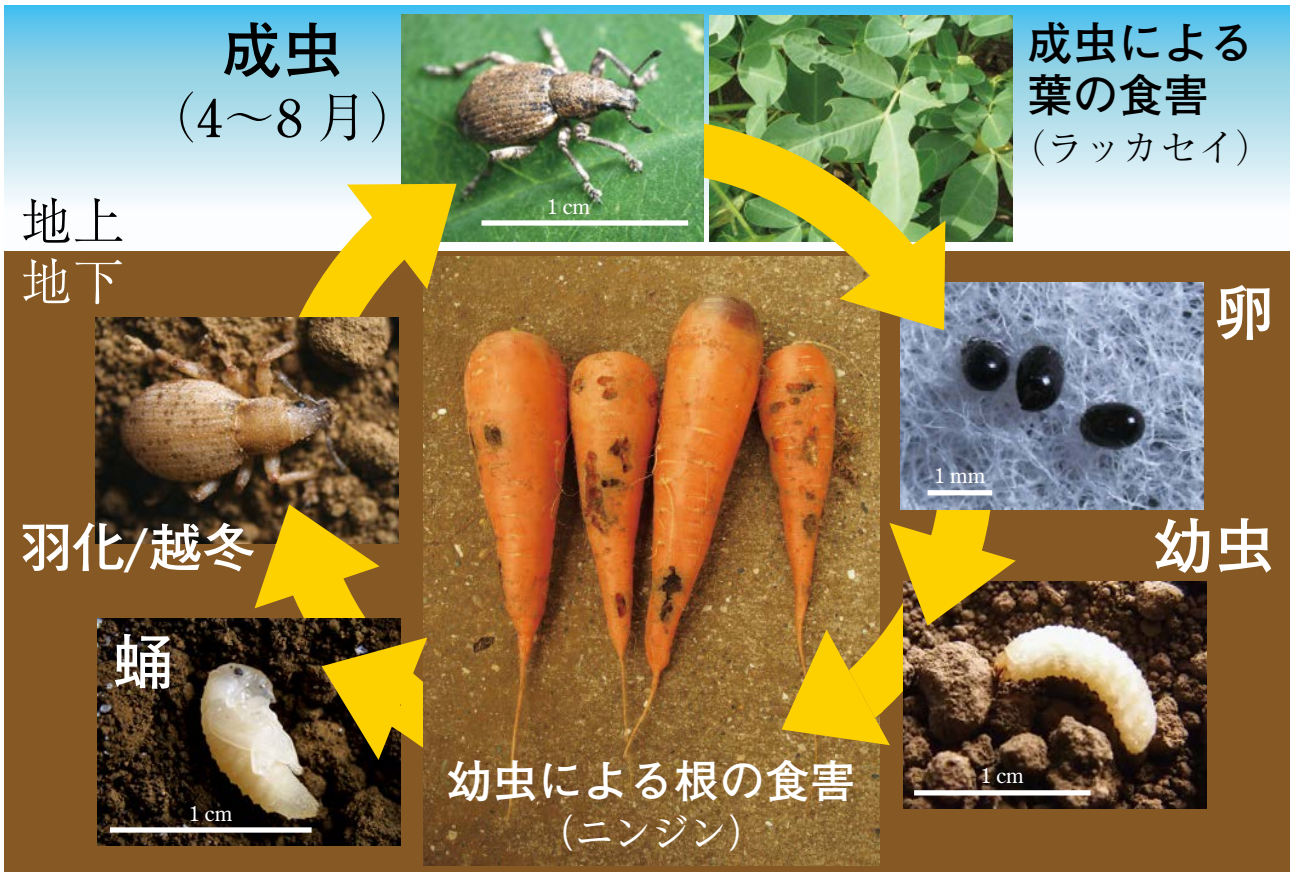


図-11　ヒョウタンゾウムシ類の生活環（写真はトビイロ）
OIDA et al.（2021）を改変.

図-12　退化したヒョウタンゾウムシ類の後翅（円内）
写真はスナムグリ.

タンゾウムシ類の多様な越冬生態については，サビおよびトビイロを対象に各地で調査された結果を整理してまとめた片瀬・清水（2008）の解説が参考となる。

ヒョウタンゾウムシ類も後翅が退化しており（図-12）飛翔しないが，成虫の歩行能力は高く，歩行によって圃場間を移動分散する。また，幼虫は寄主植物の根圏を地中深くまで潜ることができ，根部が長いゴボウの被害圃場では深さ 120 cm の位置からも越冬幼虫の生息が確認されている（片瀬，2005）。

Ⅲ　作 物 の 被 害

1　ヤサイゾウムシ

本種は，キク科，アブラナ科，セリ科，マメ科，ナス科等多様な野菜類を餌とする広食性の害虫であり（腰原，1986），国内では，寄主植物として 26 科 97 種を利用するとされている。特に被害が多いのはアブラナ科，ホウレンソウおよびニンジンである。圃場周囲の雑草地では，オオアレチノギク，アレチノギク，ヒメムカシヨモギ，ヒメジョオン等で発生することが多い（池田，2006）。秋から春にかけて成虫および幼虫が非休眠状態で露地野菜類の生長点付近や葉を食害する。若い作物が食害されると影響が大きいが，生長後は実害として問題になることは少ない。

2　ヒョウタンゾウムシ類

多様な野菜類や畑作物を加害する広食性のゾウムシ類として古くから知られている。成虫が地上部を，幼虫が地下部を加害するため，根菜類でも出荷部位に被害が生じるのがヤサイゾウムシとの違いである。

成虫は葉縁から葉を食害する（図-13A～F）。ラッカセイでは未展開の葉への食害が多く，展開後に左右対称の食害痕が生じる（図-13A）。播種・定植後間もない時期に子葉や若い本葉が成虫によって食害されると生育遅延や枯死を生じることがあるが，生育が進んだ作物では，コマツナなどの葉菜類を除き成虫の食害による影響は少ない。ヨモギ，オオアレチノギク，カラスノエンドウ等の雑草のみを摂食しても産卵可能（牧野・中川，1983）であることが報告されている。

被害がより大きいのは幼虫による根部の食害であり，著しい場合は生育不良をもたらす。ネギでは茎盤部が食害されて倒伏することもあるほか，ニンジン（図-11），ゴボウ，ダイコンの根部やネギの茎が食害されると，商品価値がなくなる。ラッカセイでは，莢と子実が食害され，商品価値が大きく低下する。

Ⅳ　防　　除

1　ヤサイゾウムシ

殺虫剤には弱く，他種害虫の防除として薬剤散布している圃場では発生が極めて少ない。2022 年 7 月現在，ニンジンではマラソン乳剤，ミズナではペルメトリン乳剤が使用できる。殺虫剤を施用できない圃場では，発生源となる雑草や隠れ家となる作物残渣を撤去するなどの圃場衛生に努めたうえ，防虫ネットの展張など物理的防

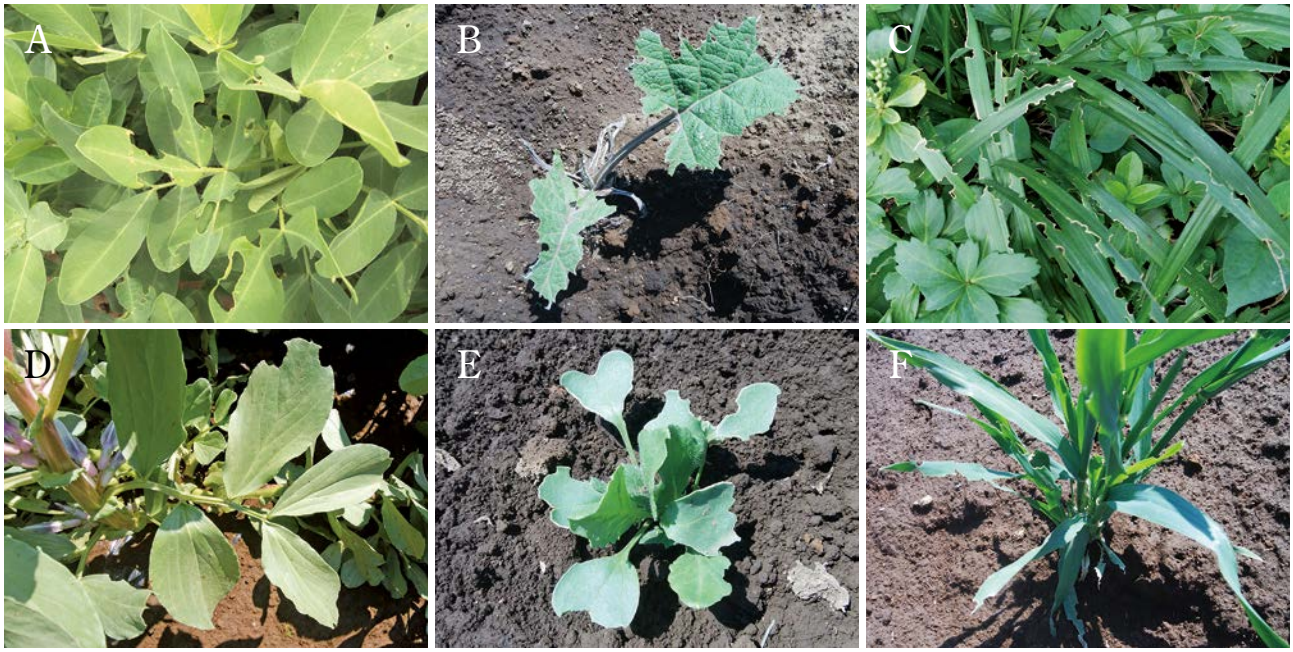


図-13　ヒョウタンゾウムシ類の成虫による各種植物葉の食害痕
A：ラッカセイ，B：ゴボウ，C：ヤブラン，D：ソラマメ，E：アブラナ科の幼苗，F：イネ科.

除法により対応する。

2　ヒョウタンゾウムシ類

（1）　化学的防除

登録薬剤は限られるが，幼虫による被害の大きいゴボウ，ニンジン，ネギおよびラッカセイにおいては殺虫剤が利用できる。2022年7月現在，ゴボウではメタフルミゾン水和剤，シペルメトリン乳剤およびプロチオホス粒剤，ニンジンではメタフルミゾン水和剤，クロルフェナピル水和剤とジノテフラン水溶剤（灌注処理），ネギではクロルフェナピル水和剤とトビイロに対するジノテフラン水溶剤（灌注処理），ラッカセイではプロチオホス粒剤がそれぞれ登録されている。

（2）　物理的防除

従来，ヒョウタンゾウムシ類は障壁を設置しても圃場への侵入を妨げることはできない（野中・永井，1989）とされていた。しかし，筆者らがトビイロを用いて実験的に行った調査では，垂直面の上端に40°の折り返しを設けた畔シート製の障壁には高い移動阻止効果があった（三須ら，2021）。広大な圃場を取り囲む障壁として活用するためには，資材加工の簡便性と移動阻止効果の安定性を両立するうえで課題もあるが，登録薬剤が少ないヒョウタンゾウムシ類の有力な防除手段として将来的に応用できる可能性がある。

（3）　耕種的防除

広食性のヒョウタンゾウムシ類は，イネ科作物を餌とした場合には産卵数が少なくなるものの，トウモロコシなど種類によっては圃場での被害発生事例もあり（片瀬・清水，2008），従来，イネ科作物などを取り入れた輪作による耕種的防除法の実施については現場では消極的な声が多かった。一方，露地野菜類や畑作物の栽培では土壌病害や線虫害の多発による連作障害が大きな問題となっており，耕種的な管理技術として緑肥作物の輪作導入が喫緊の課題である。そこで筆者らが各種緑肥作物などにおけるトビイロの増殖性や幼虫生存率を調査したところ，その増殖源として寄与しないと考えられる作物が明らかとなった。

飼育容器に羽化直後の一対の雌雄成虫を入れ，各種植物の葉を継続的に与えて生死および産卵数を調査し，卵のふ化状況を記録したところ，ニンジン，ラッカセイ，マリーゴールド，ライムギは産卵・増殖に好適な餌であると考えられた。一方，カラシナ，*Avena strigosa*（以下エンバクとする），*Crotalaria spectabilis*（以下クロタラリアとする）では産卵が少なく，さらに，ソルガムおよびスーダングラスでは全く産卵せず，生存期間も短かった（大井田ら，未発表）。トビイロの餌としての適否の傾向は幼虫においても同様であり，ソルガム，スーダ

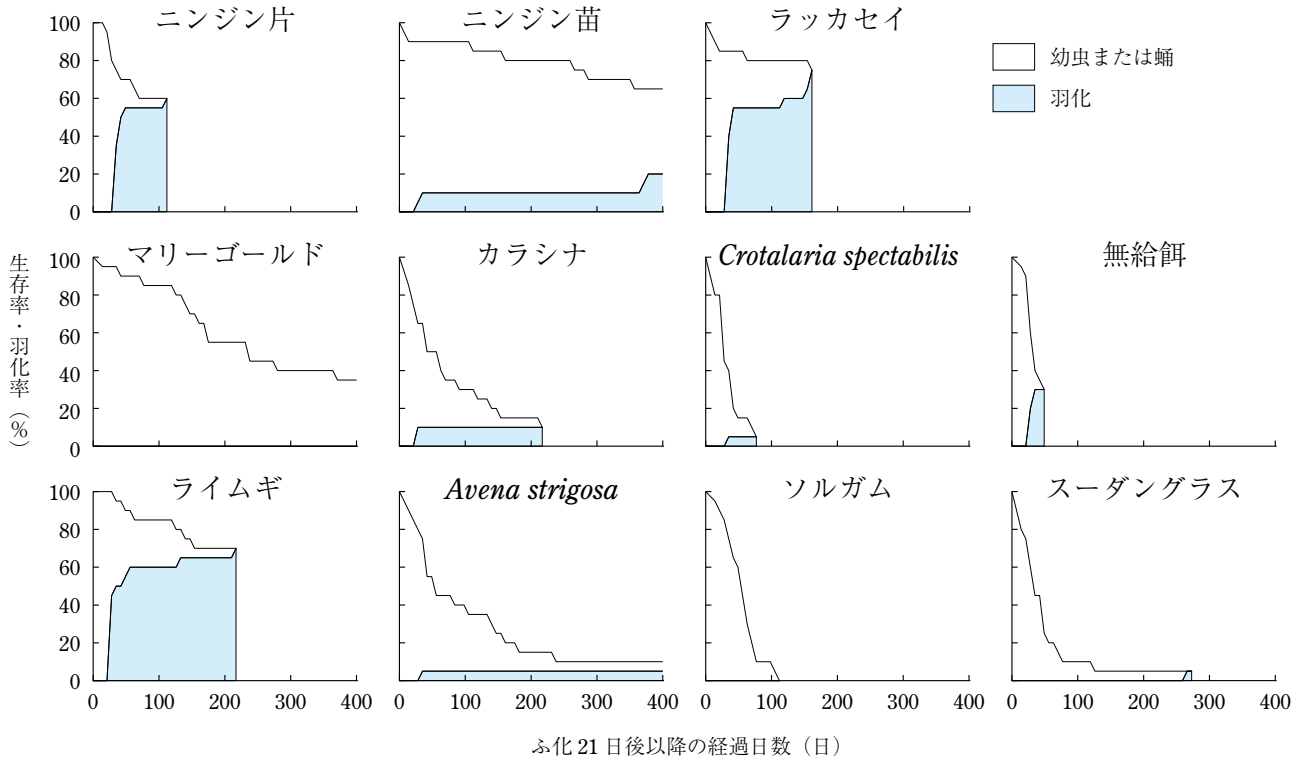


図-14　ふ化後21日間ニンジン切片を与えたトビイロ幼虫に緑肥作物等の根部を与えた場合の生存率の推移
飼育条件：24℃，16L：8D，供試個体数：各20頭，Oida et al.（2021）を改変.

ングラスではほぼ羽化せず，クロタラリアでは羽化率が低く，短期間のうちにすべて死亡した（図−14，Oida et al., 2021）。さらに，サビを対象とした調査でも幼虫の生存率の傾向はトビイロとほぼ同様であることが明らかとなった（山中・大井田，未発表）。以上の結果から，ソルガムおよびスーダングラスは成虫が産卵せず，羽化率も極めて低いため，ヒョウタンゾウムシ類の被害がある圃場でも利用可能と考えられる。また，クロタラリアでは成虫が若干産卵するが，幼虫の餌には適さず，少発生の圃場であれば利用できると考えられる。カラシナ，エンバクもヒョウタンゾウムシ類をあまり増やさないと思われるが，成虫が産卵でき，羽化率は低いものの幼虫がやや長く生存するため，緑肥作物としての栽培直後に本種が好む作物を栽培する場合には注意が必要と思われる。

V　ヒョウタンゾウムシ類の簡便な採卵方法

従来，ヒョウタンゾウムシ類の採卵には，圃場における産卵場所を参考として土壌や珪砂が用いられてきた。しかし本法では篩を用いて土や砂と卵を分ける必要があり，作業が煩雑であるという課題があった。筆者らは，前述した各種作物の給餌における成虫の産卵数を調査するための予備調査の段階でトビイロがリードペーパー（ライオン株式会社）に好んで産卵することを見出し（大井田ら，2018），以降は成虫の産卵基質として珪砂ではなくリードペーパーを用いている。ろ紙を敷き，水挿した餌とリードペーパー片を入れたプラスチックシャーレに成虫を入れて飼育した場合，約 82％の卵をリードペーパーに産むことが明らかとなっており，産卵数調査を目的としない採卵の場合にはリードペーパーを交換するだけで産卵日の明らかな卵を得ることができる。また，本法はサビ，スナムグリにも適用可能である。

お　わ　り　に

本項ではヒョウタンゾウムシ類を中心に，野菜類を加害するゾウムシ類について解説した。以前は少ない登録薬剤の使用と休閑のみがヒョウタンゾウムシ類の有効な防除対策と考えられてきたが，耕種的防除法や物理的防除法の中にも有望なものが見いだされた。これらの実用化により，他の病害虫とヒョウタンゾウムシ類の IPM の両立が期待される。

引　用　文　献

1）池田二三高（2006）：菜園の害虫と被害写真集，自費出版，静岡県袋井市，268 pp.
2）片瀬雅彦（2005）：千葉の植物防疫 **110**：5〜7.
3）————・清水喜一（2005）：関東病虫研報 **52**：77〜81.
4）————・————（2008）：植物防疫 **62**：131〜135.
5）腰原達雄（1986）：作物害虫ハンドブック（梶原敏宏ほか 編），養賢堂，東京，p.926〜927.
6）牧野　晋・中川耕人（1983）：九病虫研会報 **29**：96〜100.
7）眞﨑　誠（1998 a）：植防研報 **34**：41〜46.
8）————（1998 b）：同上 **34**：47〜49.
9）三須翔太ら（2021）：関東病虫研報 **68**：33〜34.
10）森本　桂（2006）：昆虫と自然 **41**(6)：2〜4.
11）Morimoto, K. et al.（2015）：The insects of Japan. Vol. 4. Curculionidae: Entiminae（Part 2）（Coleoptera），Touka Shobo, Fukuoka, p.546〜554.
12）野中耕次・永井清文（1989）：九病虫研会報 **35**：100〜102.
13）大井田　寛ら（2018）：応動昆 **62**：198〜201.
14）Oida, H. et al.（2021）：Appl. Entomol. Zool. **56**：83〜90.
15）田村光章（1982）：関東病虫研報 **29**：157〜158.
16）Yamashita, Y. et al.（2019）：Zool. Sci. **36**：82〜94.

研究室紹介

福井県農業試験場 次世代技術研究部 生産環境研究グループ

福井県農業試験場は1900年に福井県農会農事試験場として発足し，1965年に現在の福井市寮町に移転し，現在に至ります。本場は，福井市の東部に位置し，近くに北陸自動車道が通り，福井ICと福井北ICのどちらからも約3 kmのところにあります。

現在の組織体制は，試験研究の企画や農業経営に関する研究，普及指導員の指導や育成を行う企画・指導部，水稲新品種の育成や，作物に関する技術研究，園芸品目の新品種開発を行っている品種開発研究部，そしてICT技術やリモートセンシング技術を利用したスマート農業技術の開発，有機農業に関する研究，病害虫防除技術の研究を行っている次世代技術研究部，および病害虫防除室となっています。また附置機関として，大規模園芸施設や露地野菜，果樹，花きの技術開発を行っている園芸研究センターが県南西部の美浜町にあります。

病害虫に関する研究は，生産環境研究グループで行っており，現在4名の研究職員が配属されており，全員が病害虫防除室との兼務となっています。近年，長年病害虫の試験研究に取り組んできた研究者が相次いで定年退職され，技術継承や人材育成が課題となっております。

環境に優しい農業生産を目的に農薬の使用を減らした病害虫防除技術の開発が試験研究の大きな柱となっており，近年や，現在進行中の主な研究課題について簡単に紹介します。

農業試験場全景

キャベツ根こぶ病

「水稲病害虫対策」

斑点米カメムシ類の対策として，雑草管理によって，本田に侵入する前にカメムシ類の密度を低下させるために，稲の出穂前に畦畔の雑草を刈り取り，イネ科雑草の穂を付けさせない管理が重要です。積雪前の雑草管理により，5月下旬ころまで雑草の発生を抑制し，隣接水田での斑点米の発生を抑えることができないかを調査しました。また，新しい育苗箱施薬剤の斑点米カメムシ類に対する防除効果を確認したり，初期害虫に対し，4年に1回程度の箱施薬防除でも被害水準を超えないことがわかりました。

「野菜の病害虫対策」

本県では，水田園芸において，ネギやキャベツ，ブロッコリーが推進されており，園芸品目の病害虫に対する試験研究も増えています。アブラナ科野菜の根こぶ病に対して，耕種的防除の研究や，ネギの病害虫，特に夏季期間の病害虫に対する減農薬体系の研究に取り組んでいます。

「みどりの食料システム戦略」が策定されたことで，今後ますます，農家の現場で役に立ち，現場のニーズに合った，持続的生産体系のための試験研究を目指していきます。

（生産環境グループリーダー主任研究員　富田浩治）

〒918-8215　福井県福井市寮町辺操52-21
TEL　0776-54-5100

研究室紹介

長野県野菜花き試験場 環境部

長野県野菜花き試験場は，昭和51年に長野県農業総合試験場野菜花き試験場として長野市に新設されました。以後，研究部の創設・再編，支場の設置等を経て，平成21年に中信農業試験場と統合して塩尻市に移転しました。一部の研究部は長野市に存置しましたが，平成23年には移転を完了し，今日に至ります。

環境部では病害虫および土壌肥料に関する試験研究に取り組んでいます。

1　新規発生病害虫に対する防除技術の開発

長野県では，新規発生した土壌病害虫が課題です。

令和3年に県内セルリー栽培圃場において，立枯れ，外葉の黄化，芯葉先端の腐敗等の被害株が見られ（図-1），診断の結果 *Phytophthora* 属菌による疫病（仮称）であることが判明しました。本病に対する研究目標は，発生生態や発生助長要因を明らかにし，耕種的・化学的防除等による防除体系を構築することにあります。産地では被害が大きい圃場もあり，緊急性の高い病害です。現在は，有効薬剤の農薬登録に向けた試験に注力しています。

土壌害虫では，テンサイシストセンチュウが平成29年に長野県のアブラナ科野菜圃場において，国内で初めて発生が確認されました。発生後，速やかに国・県・関係機関が連携し，発生範囲の特定調査や全国調査が行われ，併せて発生圃場における土壌消毒等の緊急防除が実施されました。環境部では関係機関と連携し，イノベ事業等で防除薬剤や輪作作物を検討し，耕種的・化学的防除による栽培体系の実証に取り組んできました。

図-1　セルリー疫病（仮称）

〒399-6461　長野県塩尻市大字宗賀字床尾1066-1
TEL　0263-52-1148

図-2　作物栽培支援装置

図-3　夏秋どりイチゴにおけるUV-B照射試験

2　白ネギの生産拡大につながる体系的な栽培技術の構築

長野県では白ネギの生産が拡大していますが，葉枯病やアザミウマ類の発生が生産阻害要因となっております。そこで，葉枯病およびネギアザミウマの発生消長を把握し，有効薬剤を用いた適期防除による効率的な防除体系の確立を目指しています。葉枯病の試験では，圃場に作物栽培支援装置（アスザック社製クロップナビ，図-2）を設置して感染好適条件を解明中です。

3　地球温暖化によるレタス生産への影響評価

レタスは長野県の基幹品目であり，夏季の冷涼な気候を活かした栽培体系であることから，温暖化の影響が懸念されます。環境部ではレタス腐敗病，軟腐病等の細菌性病害やオオタバコガ等害虫について，異なる気象条件下での発生状況をモニタリングし，気象条件と発生との関係を調査しています。

4　耕種的，生物的，物理的防除を活用した野菜花き病害虫防除技術の開発

長野県では夏秋どりイチゴの生産が盛んですが，うどんこ病，ハダニ類，アザミウマ類が問題となっています。そこで，うどんこ病およびハダニ類を同時に防除できる方法として，紫外光（UV-B）照射（図-3）と気門封鎖型薬剤を併用した防除技術を確立しました。環境部では，環境負荷低減に向けた防除技術の開発にも注力しています。

以上，環境部の主な研究テーマを紹介しましたが，いずれの技術とも現場で普及しなければ価値半減です。職員は現地実証等を重ねて技術の完成度を高め，普及性の高い農業技術の開発に努めています。今後とも現場重視で，新技術の開発を進めます。

（部長　小木曽秀紀）

■訂　正

76巻8号に誤りがありました。訂正してお詫びいたします。

445頁　右段上から12行目

誤：当事

正：当時

学 会 だ よ り

○令和4年度日本植物病理学会関東部会のお知らせ

下記の要領でオンデマンド型動画配信にてWeb開催します。

場所：関東部会プラットフォーム

日時：2022年9月15日（木）10:00～16日（金）15:00
コアタイム　参加者はチャット形式で発表者と質疑応答
2022年9月15日（木）10:00～19日（月）17:00
動画を閲覧可能。コアタイム以降に質疑は不可

特別講演：微生物の輸入と本邦産の微生物の海外利用について（仮題）
独立行政法人製品評価技術基盤機構

詳細は学会ホームページでご確認ください。

○令和4年度日本植物病理学会関西部会のお知らせ

下記の要領で開催します。

場所：高知会館　〒780-0870 高知県高知市本町5-6-42

日時：2022年9月21日（水）
10:30～12:00 総会・部会長講演
13:00～17:00 一般講演
2022年9月22日（木）9:00～12:00 一般講演

参加締切：9月16日（金）

詳細は学会ホームページでご確認ください。

○令和4年度日本植物病理学会東北部会のお知らせ

下記の要領で開催します。

場所：コラッセふくしま
〒960-8053 福島県福島市三河南町1-20

日時：2022年9月27日（火）11:00～12:30 幹事会
13:00～16:00 一般講演
16:00～17:30 特別講演
特別講演Ⅰ：「ウイロイド研究―ホップ矮化ウイロイド」 弘前大学名誉教授　佐野輝男氏
特別講演Ⅱ：「植物ウイルスベクターの開発と応用」 岩手大学名誉教授　吉川信幸氏
2022年9月28日（水）9:10～9:40 総会
9:40～12:00 一般講演

詳細は学会ホームページでご確認ください。

○残留農薬分析セミナー2022年度

残留農薬分析に係る法律や農薬残留分析技術の基礎など初心者を対象に講義，総合討論および質疑応答を行います。

日時：2022年10月19日（水）10:00～17:00
開催方法：オンライン開催
定員：50名（先着順）
申込締切：9月22日（木）
講義内容：
・残留農薬分析に係る法律と背景
・食品検査のための残留分析
・農薬登録のための GLP 分析
・残留分析の手順と留意点
・残留分析における精度管理と信頼性確保
・総合討論および質疑応答

広告掲載会社一覧　（掲載順）

日産化学(株)……グレーシア
サンケイ化学(株)……コテツベイト
バイエルクロップサイエンス(株)……ナティーボ
日本曹達(株)……ダニオーテ
OAT アグリオ(株)……サフオイル
日本農薬(株)……AI診断
三井化学アグロ(株)……ソイリーン
ダウ・アグロサイエンス日本(株)……主要品目
クミアイ化学工業(株)……プロポーズ

次号予告

次号2022年10月号の主な予定記事は次のとおりです。

Rhizoctonia solani が引き起こすワサビ病害の Anastomosis Group による症状の識別　岩舘康哉
フタオビコヤガの発生予察における合成性フェロモントラップの活用　髙橋和大
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　幹生ら
スクミリンゴ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
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　齋藤隆明ら
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
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　誠ら
果樹防除の基本となる「病害虫防除暦」の考え方：
長野県におけるリンゴ病害虫防除暦の考え方　江口直樹
和歌山県におけるカンキツ病害虫防除暦作成の考え方　武田知明
植物防疫講座：病害編　果樹に発生する紋羽病（その1）　松本直幸
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　羽田　厚
山梨県果樹試験場 環境部 病害虫科　内田一秀

植物防疫
2022年
9月号
（毎月1回1日発行）

第76巻　2022年8月25日印刷
第9号　2022年9月1日発行
（通算909号）

定価965円
本体877円

編集発行人　早川　泰弘
印 刷 所　三美印刷㈱
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。

明日の農業を考える

病害虫雑草のプロを手の中に！

※画面は開発中のものです。

レイミーがスマートに解決！

写真を撮るだけで病害虫雑草診断ができる

有効薬剤がわかる！

診断履歴を管理・分析できる！

通信料を除く 無料！

スマートフォン用アプリ レイミーの

AI病害虫雑草診断

対応作物が増えました!!

無料 ダウンロードはこちら

利用時の通信料はお客様のご負担となります。

日本農薬ホームページから

日本農薬 検索

App Store からダウンロード　Google Play で手に入れよう

開発

日本農薬株式会社　NTTデータ 株式会社NTTデータCCS

参加

日産化学株式会社　日本曹達株式会社　三井化学アグロ株式会社

エスディーエスバイオテック　MBC 丸和バイオケミカル株式会社

■本アプリケーションで使用されているAI診断学習モデルは（株）NTTデータCCSと日本農薬（株）の共同開発です。
■本システムは農林水産省の農業界と経済界の連携による生産性向上モデル農業確立実証事業「防除支援システム研究会（H30～R1）」の成果を社会実装したものです。
■学習に用いたデータは、農林水産省委託事業「人工知能未来農業創造プロジェクト・AIを活用した病害虫診断技術の開発」および、「官民研究開発投資拡大プログラム（PRISM）」の成果である「病害虫被害画像データベース」を用いた。

元気な野菜つくりに!

土壌消毒剤 ソイリーン®

●使用前にはラベルを良く読んでご使用ください。
●灌注したら必ず被覆してください。
ソイリーンは（株）エス・ディー・エス バイオテックの登録商標です。

クロルピクリンとD-Dの効果で、
土壌病原菌、センチュウ類、一年生雑草を同時に防除。
しかも刺激臭が少なく使いやすい!!

お求めはお近くのJAへ
JAグループ
農　協 | 全農 | 経済連
全農は登録商標　第4702318号

全国農業協同組合連合会
株式会社エス・ディー・エス バイオテック
三井化学アグロ株式会社

※商品に関するお問い合せは、
三井化学アグロ　お客様相談室
TEL.0570-077-557
（平日9時～12時　13時～17時）

生産者と消費者の暮らしを豊かにし、
今、そして未来の進歩を実現することが私たちの使命です。

園芸用殺菌剤

ゾーベック™エニベル™

ゾーベック™エンカンティア™

ラリー™

インダー™

コサイド®3000

園芸用殺虫剤

トランスフォーム™
Isoclast™active

ダブルシューター™

スピノエース™

ランネート™

ファルコン™

ファルコンエース™

デリゲート™

水稲用除草剤

クリンチャー™

ワイドアタック™

ロイヤント™乳剤
Rinskor™active

ウィードコア™1キロ粒剤
Rinskor™active

水稲用殺虫殺菌剤

ビーム™エイトエクシード™
Isoclast™active

水稲用殺虫剤

エクシード™
Isoclast™active

ゼロカウント™

水稲用殺菌剤

ビーム™

ビーム™エイト

CORTEVA™ agriscience

ダウ・アグロサイエンス日本株式会社／コルテバ・アグリサイエンス日本株式会社
〒100-6110 東京都千代田区永田町2丁目11番1号 山王パークタワー

TM コルテバ・アグリサイエンスならびにその関連会社商標

殺菌剤

自然に学び 自然を守る
クミカ

プロポーズ®
顆粒水和剤

べと病・疫病に
2成分で優れた効果

予防 治療
と
残効性 耐雨性

100g 500g

Ⓡはクミアイ化学工業(株)の登録商標です。

JAグループ
農協 全農 経済連
全農は登録商標 第4702318号

自然に学び 自然を守る
クミアイ化学工業株式会社
本社：東京都台東区池之端1-4-26 〒110-8782 TEL03-3822-5036
ホームページ https：//www.kumiai-chem.co.jp

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

植物防疫 VOL.76 No.9
2022年9月1日 発行（毎月1回1日発行） 定価 965円 本体 877円（送料サービス）
一般社団法人 日本植物防疫協会
〒114-0015 東京都北区中里2丁目28番10号
電話 03(5980)2181 FAX 03(5980)6753
https://www.jppa.or.jp/