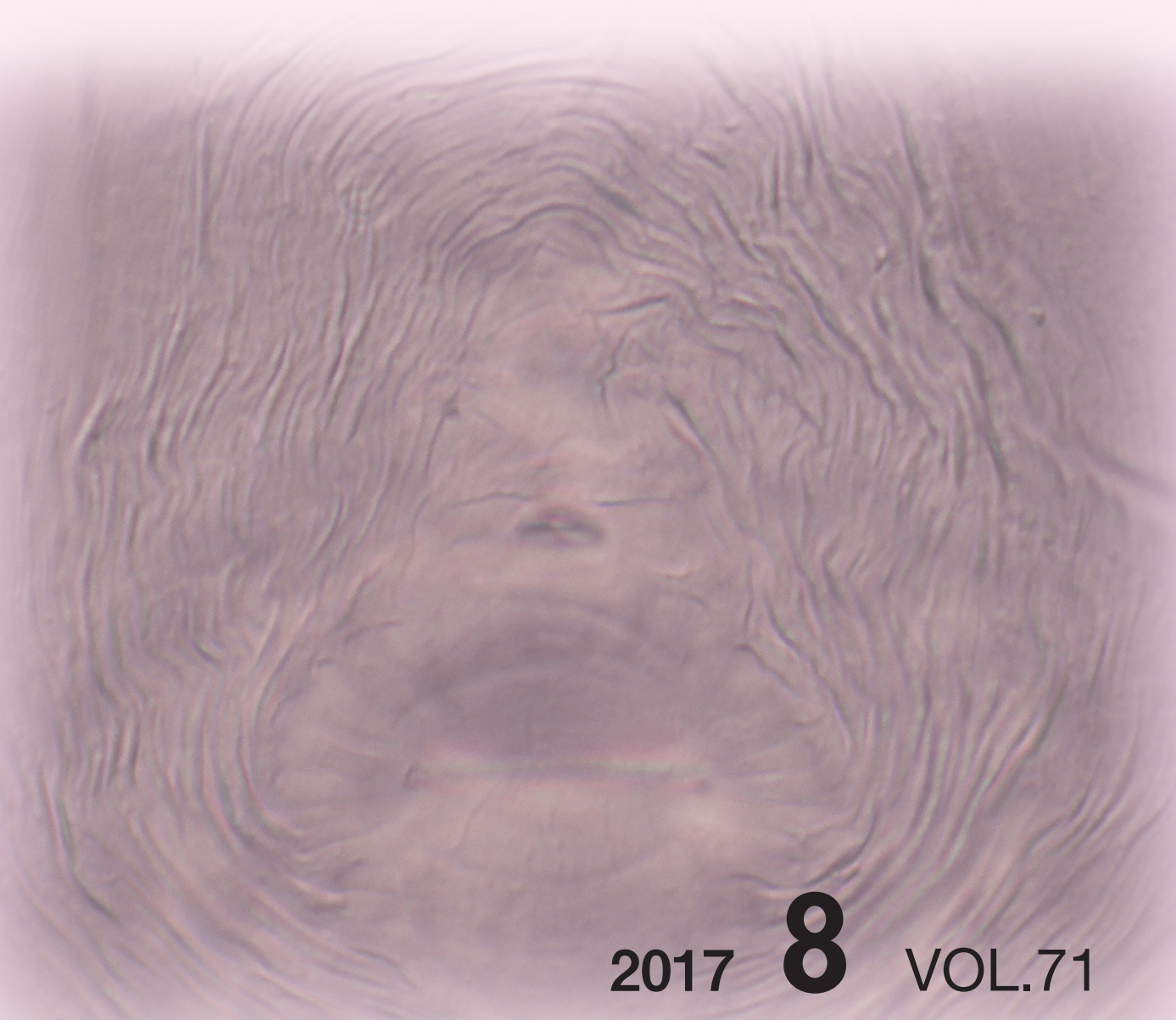
平成29年7月25日　印　刷　第71巻　第8号　平成29年8月1日　発　行（毎月1回1日発行）
ISSN 0037-4091

植物防疫

Plant Protection



2017 8 VOL.71



食料生産の重要性と農薬の役割

webで動画配信中!
www.jcpa.or.jp/labo/movie/



スマホからも
アクセス!

※農薬工業会では、農業者及び農薬流通関係者の皆様に、「食料生産の重要性と農薬の役割」に関する情報をまとめた動画コンテンツをご提供しています。研修会などにお役立てくださ



見つめなおそう、食と農。

農薬工業会

〒103-0025 東京都中央区日本橋茅場町2-3-6 宗和ビル4F　TEL 03-5649-7191（代表）　FAX 03-5649-7245



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

- 三井東圧 アルバリン® 顆粒水溶剤・粒剤 粉剤DL・箱粒剤
- スタークル® 顆粒水溶剤
- スタークルメイト® 1キロH粒剤 液剤10
- トレボンスター® フロアブル 粉剤DL
- トレボン® 乳剤・EW・MC・粉剤DL 粒剤・エアー・スカイMC
- アニキ® 乳剤
- コロマイト® 水和剤 乳剤
- ミルベノック® 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

- アフェット® フロアブル
- ベジセイバー®
- ピカット® フロアブル
- フルーツセイバー
- ネビジン® 粉剤
- ネビリュウ®
- モンガリット® 1キロ粒剤 粒剤
- サンリット® 水和剤
- テーク® 水和剤
- タチガレン® 粉剤 液剤
- タチガレエース® M 粉剤 液剤
- タチガレファイト® 液剤
- サンブラス® 粒剤
- ガッツスター® 粒剤
- トリプルキック® 箱粒剤
- サントリプル® 箱粒剤
- サンフェスタ® 箱粒剤
- クロピクテープ
- 三井東圧 クロールピクリン
- 三井 ソイリーン®
- ドロクロール

除草剤

- アールタイプ® 1キロ粒剤・ジャンボ フロアブル
- シュナイデン® 1キロ粒剤・ジャンボ フロアブル
- アルファープロ® 1キロ粒剤75/51・ジャンボH/L フロアブルH/L
- クサトリーBSX® 1キロ粒剤75/51 ジャンボH/L・フロアブルH/L
- キクンジャ〜Z® 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
- クサバルカン® 1キロ粒剤・ジャンボ フロアブル
- オシオキ® MX 1キロ粒剤
- フォローアップ® 1キロ粒剤
- サンバード® 粒剤
- ワイドアタック™ SC
- 草枯らし MIC®
- アトカラ® SジャンボMX
- セカンドショット® SジャンボMX

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

三井化学グループ
三井化学アグロ株式会社 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/

“ミニディスペンサー”を土壌表面に施用する交信かく乱法によるケブカアカチャコガネの防除

（本文 5 ページ参照，新垣則雄氏原図）



口絵①　地表面で観察されたケブカアカチャコガネの交尾ペア

寄生蜂誘引物質 CLB の特性とフジコナカイガラムシに対する密度抑制効果

（本文 12 ページ参照，手柴真弓氏原図）



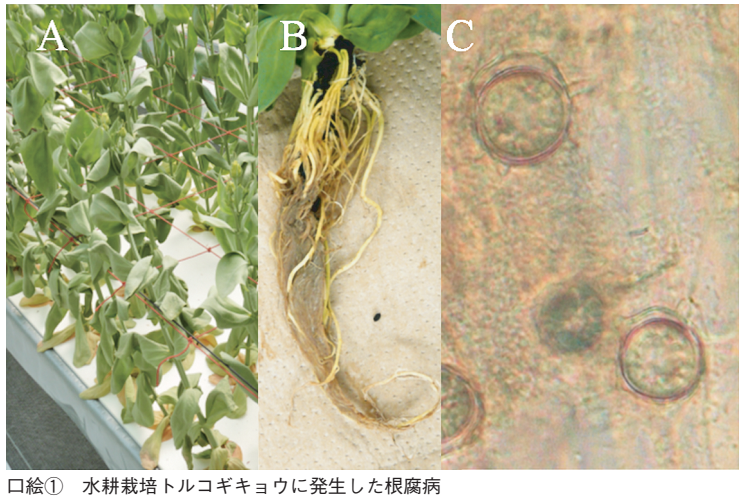
口絵①　カボス果実を用いた場内試験の様子（2010 年筑紫野市）



口絵②　現地試験に用いたルアー

トルコギキョウの水耕栽培における根腐病への化学合成農薬の適用

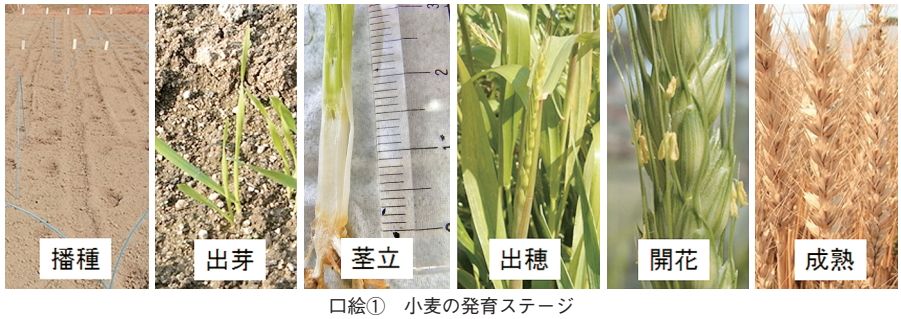
（本文 19 ページ参照，佐藤　衛氏原図）



口絵①　水耕栽培トルコギキョウに発生した根腐病
A：根腐病による萎れ，B：根腐病による根の褐変腐敗，C：根の組織内に形成された根腐病菌の卵胞子

小麦赤かび病を適期に防除するための開花期予測システム

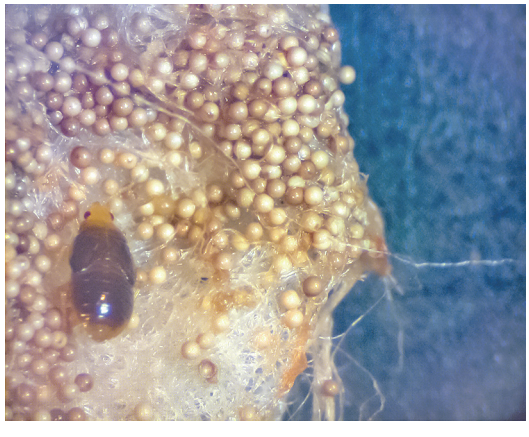
（本文 22 ページ参照，黒瀬義孝氏原図）



口絵①　小麦の発育ステージ

捕食性天敵の代替餌としてのブラインシュリンプ耐久卵

（本文 38 ページ参照，西森敬晃氏原図）



口絵①　ブラインシュリンプ耐久卵を吸汁しているタイリクヒメハナカメムシ幼虫

SANKEI
ECO PRODUCTS



植物油脂パワー！
サンクリスタル乳剤



チョウ目害虫退治の生物農薬！
サンケイ
サブリナフロアブル



植物保護薬！
サンケイ
ジーファイン水和剤



硫黄の力でうどんこ病防除！
サンケイ
クムラス



安定した銅の効果！
サンボルドー



キュウリ・カボチャのうどんこ病に！
ハッパ乳剤

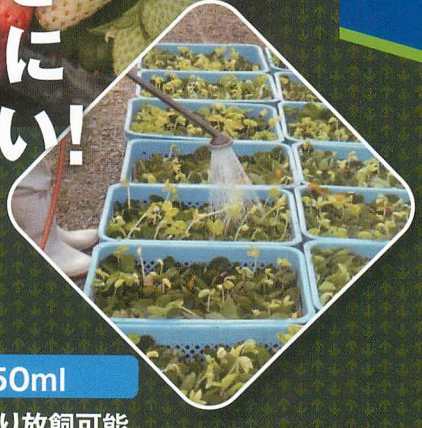


硫黄と銅の強力タッグ！
園芸ボルドー

サンケイ化学株式会社

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

定植前の灌注処理でハダニ類をいちご本圃に持ち込まない！



BAYER

モベントX フロアブル

動画を配信してるんダ！！

500倍液を1株に50ml

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

バイエル クロップサイエンス株式会社
www.bayercropscience.co.jp
お客様相談室 0120-575-078
(9:00～12:00、13:00～17:00 土・日・祝日を除く)

植物防疫

Shokubutsu bōeki
(Plant Protection)

第 71 巻 第 8 号
平 成 29 年 8 月 号

目　次

“ミニディスペンサー” を土壌表面に施用する交信かく乱法によるケブカアカチャコガネの防除
……新垣　則雄… 1

群馬県の露地ナスにおける天敵利用防除体系の現状と展望……蓼沼　優… 6

寄生蜂誘引物質 CLB の特性とフジコナカイガラムシに対する密度抑制効果 ……手柴　真弓…10

イネツトムシの薬剤防除……加進　丈二…15

トルコギキョウの水耕栽培における根腐病への化学合成農薬の適用……佐藤　衛…19

小麦赤かび病を適期に防除するための開花期予測システム……黒瀬　義孝…22

海外における薬効・薬害に関する要求事項とマイナー作物対策……佐々木　千潮…26

フタオビコヤガの大量飼育法……奥谷恭代・福田侑記…33

捕食性天敵の代替餌としてのブラインシュリンプ耐久卵……三浦　一芸…37

植物防疫基礎講座

植物病原菌の薬剤感受性検定マニュアル 2016

（21）リンゴ炭疽病菌―QoI 剤（培地検定・生物検定)― ……赤平　知也…41

奈良県におけるカキのチャノキイロアザミウマ多発について……井村　岳男…45

リレー連載：農薬製剤・施用技術の最新動向⑯育苗箱および田植同時処理装置～その特徴と今後の展望～
……濱田　晃次…49

GAP の取組・認証取得の拡大に向けて ……及川　仁…53

エッセイ：楽しい “虫音楽” の世界（その 21 「害虫唱歌」を聴く）最終回 ……柏田　雄三…56

農林水産省プレスリリース（29.6.14 ～ 29.7.13)……55

新しく登録された農薬（29.6.1 ～ 6.30） …… 48, 55　　登録が失効した農薬（29.6.1 ～ 6.30)……40

発生予察情報・特殊報（29.6.1 ～ 6.30） ……21

私たちの多彩さが、
この国の農業を笑顔にします。



殺虫剤

ロビンフッド® ディアナ® プレオ® スミチオン® ダントツ®
パダン® アディオン® エスマルク® ゴッツA®

殺菌剤

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

殺虫殺菌剤

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

水稲用除草剤

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

Ⓡは登録商標です。

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

〒104-8260 東京都中央区新川2丁目27番1号　お客様相談室 0570-058-669
農業支援サイト 農力 https://www.i-nouryoku.com

大地のめぐみ、まっすぐ人へ SCC GROUP　住友化学

研究報告

“ミニディスペンサー”を土壌表面に施用する交信かく乱法によるケブカアカチャコガネの防除

沖縄県農業研究センター　新垣則雄（あらかきのりお）

はじめに

人工的に合成した性フェロモンを用いた交信かく乱による害虫防除では一般に，合成性フェロモンを細いポリエチレンチューブ（ディスペンサー）に液体として充てんし，表面に滲み出たフェロモンがチューブ表面から安定的に徐々に長期間放出される製剤が開発され，普及されてきた。これまで交信かく乱法による害虫防除では，圃場に多数のディスペンサーを設置するために多大な労力が必要であった。防除する農地の面積が大きければそれに応じて多数の人員が要る。さらに，防除時期が終了するとこれらのディスペンサーを回収する労力も必要である。現在登録がある交信かく乱剤は，使用後に回収して，環境中に残置する物質を最小限にすることが前提になっているが，例えば生分解性の材料を使って環境への悪影響の懸念を回避できるようにできれば，回収の必要がない散布型の製剤の開発が可能になろう。本年1月，ケブカアカチャコガネの交信かく乱剤が農薬登録された。この交信かく乱剤は，コウチュウ目害虫に対するものとしては，オキナワカンシャクシコメツキに次いで2番目であり，また交信かく乱剤の直接の効果である野生雌の交尾率が現地圃場で直接評価できる稀有な事例でもあった。しかし現在のケブカアカチャコガネの交信かく乱剤は，他の剤と比較して面積当たりの施用量が多い。そこで，農作物の株元に小さなディスペンサーを散布するだけですみ，かつ従来の製剤と同等以上の防除効果を期待して「ミニディスペンサー」を考案し，現地サトウキビ圃場で交信かく乱効果を直接評価した。本稿では，このような新しい交信かく乱剤による防除効果と現時点での適用に際しての問題点を紹介したい。

なお，本文はArakaki et al.（2017）に発表した内容を中心に，本誌向けに書き改めたものである。

Ground-surface Application of Pheromones through a Mini-dispenser for Mating Disruption of the White Grub Beetle *Dasylepida ishigakiensis* (Coleoptera: Scarabaeidae).　By Norio Arakaki

（キーワード：交信かく乱，性フェロモン，コガネムシ，サトウキビ）

Ⅰ　害虫としてのケブカアカチャコガネ

ケブカアカチャコガネ（*Dasylepida ishigakiensis* Niijima et Kinoshita）は南西諸島の宮古島や伊良部島においてサトウキビに多大な被害を与えている（佐渡山ら，2001）。このコガネムシの幼虫はサトウキビの根を食害する。4～5月にふ化した幼虫は，秋になると摂食量が最大になる3齢に達する。3齢幼虫に根を食いつくされたサトウキビは土壌から水分や養分を吸収できなくなり，収穫を目前に立ち枯れてしまう。3齢幼虫は摂食を続けながら越冬し，翌年3～7月に地下深部にもぐって越夏し，11月に蛹から成虫に羽化する。成虫は生殖休眠を経て，一番寒い時期である2月初旬から3月中旬にかけて交尾のため地上に出現する。地上では，前年9月に新植されたサトウキビが青々と育っている時期である（Oyafuso et al., 2002；Arakaki et al., 2004）。一般に，土中に生息する害虫は直接農薬を接触させることができないので，防除が難しい。また，宮古島では飲料水を地下水に依存しているため，できるだけ農薬に依らない防除方法が望ましい。このような状況において，合成性フェロモンを利用した害虫防除法の開発が待望された。

Ⅱ　2-ブタノールの特徴とロープ型ディスペンサーの課題

本種の性フェロモンは2-ブタノール（2-butanol）という揮発性の高いアルコールの1種と同定された（Wakamura et al., 2009 a）。2-ブタノールには(*R*)-2-ブタノール（以下R2B）と(*S*)-2-ブタノール（以下S2B）の二つの立体異性体（高純度のものは非常に高価）が存在する。そのうちR2Bにだけ誘引活性が認められた。通常の方法で大量合成が容易なR2BとS2Bのラセミ混合物（ラセミ体，以下2B）には誘引活性がなかった。このことからS2Bはむしろ誘引阻害的に働いていると考えられる。

誘引剤（ルアー）には高価であってもR2Bを使うほかない。高揮発性のR2Bを持続的に放出させるために，ポリエチレン製のチューブにアルコールを封入して利用する方法を開発した。長さ1 cmのチューブに12 mgの

R2B を封入すると 5 か月以上誘引効力があると推定され，このルアーでケブカアカチャコガネ成虫の交尾活動期間を十分にカバーすることができる（Wakamura et al., 2009 b）。

一方，交信かく乱効果については，安価な 2B を用いてケブカアカチャコガネ雌成虫の交尾率を下げることができることが室内実験と野外実験両方で示された（Yasui et al., 2012）。さらに処理面積を実際の圃場規模に拡大した交信かく乱試験（3,200 m^2）においては，雌の一夜当たりの交尾率をわずか 1%に抑えることができ，さらに次世代の幼虫密度はほぼゼロレベルにまで低下させることが示された（Arakaki et al., 2013）。これらの結果は，サトウキビ圃場のケブカアカチャコガネを防除するために，2B による交信かく乱法が極めて有効な方法であることを示している。しかし，現場で適用するためには解決しなければならない大きな課題がある。このケブカアカチャコガネの交信かく乱においては，サトウキビ畑の総畝数の約 9 割にディスペンサーを取り付ける必要があり，そのため多数のディスペンサーの購入のために必然的に防除コストが高くなることである。今回実施したロープ型ディスペンサーを用いた野外試験（Arakaki et al., 2013）においては，800 m^2 のサトウキビ圃場に 640 g の 2B と 2.15 kg のプラスチック樹脂を使用した。これらの数量を 1 ha 当たりに換算すると，2B が 8 kg，プラスチック樹脂が 26.9 kg と膨大な量になる。このため，まずプラスチック樹脂の使用量を減らす必要がある。また，2B は安価であるが，使用量が多いとコストを押し上げる要因になるので，これも減らす必要がある。しかし，防除効果は減らす以前のそれと同等に維持したい。さらに，サトウキビ畑に多数のロープ型ディスペンサーを設置したり，回収したりする際の労力を減らしたいと考えた。

III　ミニディスペンサーとは？

ケブカアカチャコガネに対する高い防除効果を損なわず，処理コストを減じ，かつフェロモン濃度の均等性を図る方法として，信越化学工業（株）は，生分解性のプラスチックで作製した小さなディスペンサーをサトウキビの株元に均等に処理する方法を考案し，これを“ミニディスペンサー”と呼んだ（図−1 a）。生分解性のプラスチックは，微生物などによって最終的に水と二酸化炭素に分解される性質を持っている（Gross and Kalra, 2002）ため，圃場に残置しても環境への悪影響が少ないと考えられ，回収する作業が不要になる利点がある。

IV　検証試験の材料と方法

交信かく乱の検証試験に用いたミニディスペンサーとロープ型ディスペンサーは信越化学工業（株）合成技術研究所で製剤化されたものである。

ミニディスペンサーは生分解性の脂肪族ポリエステルチューブ（Binolle 3000，昭和電工（株），東京）で外径 2.2 mm，長さ 2 cm，一個当たり 16 mg の 2B が封入されている（第 1 図）。実験室内で 15℃の条件下では 2B の放出量は 0.35 mg/day であった（未発表データ）。

対照として用いたロープ型ディスペンサーはポリエチレン製であり，外径 2.3 mm，長さが 25 m で，液の偏在を防ぐために 20 cm ごとに 6 mm の幅でシールされている。20 cm 当たりに約 240 mg の 2B が封入され，成虫の発生初期に設置すれば有効期間は発生期間より長い。実験室において 20℃の条件下におけるこのディスペンサー 20 cm 当たりの 2B 放出量は 1.45 mg/day であった（Arakaki et al., 2013）。

ディスペンサーの設置が雄のケブカアカチャコガネの



図-1　ミニディスペンサー(a)とそれのサトウキビ圃場への施用例(b)
各ミニディスペンサーは長さ 2 cm.

配偶行動に与える影響を調べるために，衝突板付きのトラップ（Trécé Inc. Salinas, CA, USA）に R2B を誘引源としたルアーを取り付け，試験圃場にそれぞれ 4 台ずつ設置した。ルアーはポリエチレンチューブ（長さ 1 cm，内径 1.3 mm，外径 2.3 mm）で，中に 12 mg の R2B が封入されている（純度：＞99%）。また，飛び回っているうちに偶然トラップに入った個体数を相殺するために，ルアーを取り付けてない空のトラップを同数，それぞれ 5 m 離して設置した。

野外試験は宮古島のケブカアカチャコガネの発生が確認されたサトウキビ圃場で 2012 年の 2 月 4 ～ 14 日にかけて実施した。7 箇所の新植圃場（植付け後約 6 か月）でそれぞれの処理を実施し，処理面積は 800 m^2（32 m × 25 m）とした。また交信かく乱処理を行っている圃場から 1 km 以上離してフェロモンの影響が懸念されないように，2 箇所の新植圃場を無処理区として選定した。

各フェロモン処理の内容を第 1 表に要約した（表–1）。ミニディスペンサーは 2012 年の 2 月 3 ～ 4 日に 800 m^2 当たり 2,000 個，4,000 個，8,000 個の密度で地表面に設置した。サトウキビ畝間に処理した場合は降雨や調査時の踏み付けでミニディスペンサーが土に埋まるリスクが高いため，株元近くに処理した（図–1 b）。対照として，これまで使用してきたロープ型ディスペンサー（長さ 25 m）を畝に沿ってサトウキビの葉や葉鞘，茎の上に地面から約 30 cm の高さになるように竹の支柱を用いて合計で 20 巻き（800 m^2 当たり）設置した。

交信かく乱剤による処理が雌成虫の交尾率に及ぼす影響を評価するために，2 月上旬の 19:00 から 20:00 の間に 1 人の場合は 1 時間，2 人なら 30 分間，サトウキビ葉や茎にとどまっている成虫を捕獲した。成虫は 19:00 前に飛翔活動を止め，植物体上で静止しているか，あるいは交尾した状態でつながっている。捕獲した単独の成虫や交尾ペアは別々に透明小ビニール袋に入れ，実験室で触角の形態的な違い（Tanaka et al., 2006）をもとに雌雄を判別した。

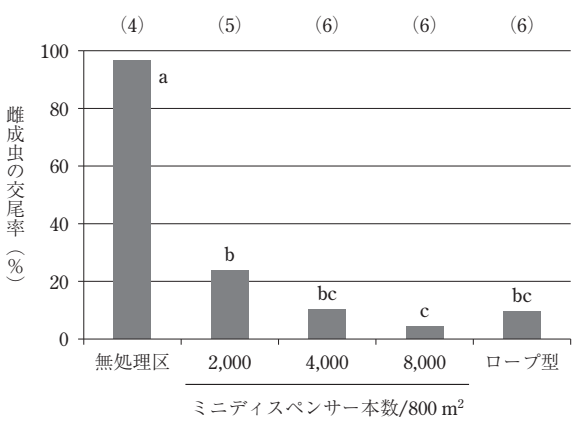
表–1　交信かく乱処理のミニディスペンサー区とロープ型ディスペンサー区において使用した 2B 量とプラスチック樹脂量の比較（宮古島，2012 年 2 月）

ディスペンサーの処理密度 /800 m^2	ディスペンサーの長さ	ディスペンサーの合計長（m）	2B の充てん量（% [1)]）	プラスチック樹脂量（% [1)]）
2,000	2 cm	40	32 g（5%）	0.17 kg（8%）
4,000	2 cm	80	64 g（10%）	0.34 kg（16%）
8,000	2 cm	160	128 g（20%）	0.69 kg（32%）
ロープ型	20 cm	500	640 g（100%）	2.15 kg（100%）

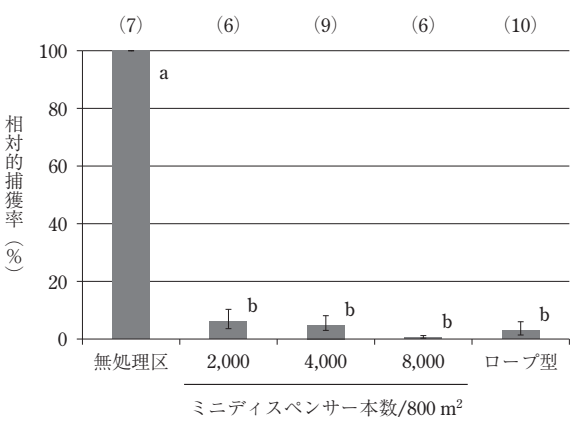
[1)] ロープ型ディスペンサー区を 100%とした場合のミニディスペンサー処理区の相対的割合.

V　検証試験の結果

無処理区においてはほとんどの雌成虫が交尾していた（95%，図–2）。一方，ミニディスペンサーとロープ型ディスペンサーの処理区ではほとんどの雌は交尾してなく，無処理区と比べて有意に交尾率が低下していた



図–2　ミニディスペンサーの異なる処理密度区とロープ型ディスペンサー処理区および無処理区におけるケブカアカチャコガネ雌成虫の交尾率
括弧内の数字は反復数.
異なる英小文字を付けた処理区間は 0.1%のレベルで有意差があることを示す（Tukey の多重比較）.



図–3　ミニディスペンサーの異なる処理密度区とロープ型ディスペンサー処理区および無処理区におけるケブカアカチャコガネ雄成虫の相対捕獲率（無処理区を 100%とした場合の処理区の捕獲率）
括弧内の数字は反復数.
異なる英小文字を付けた処理区間は 5%のレベルで有意差があることを示す（Tukey の多重比較）.

（$p < 0.001$）。ミニディスペンサーの処理密度が増加するに伴い交尾率が低下し，8,000 個処理区と 2,000 個処理区では有意差が認められた（$p < 0.001$）。ミニディスペンサーの 4,000 個処理はロープ型ディスペンサー処理とほぼ同程度の交尾率であった（図-2）。トラップによる雄成虫の相対捕獲率では処理区は無処理区に比べて有意に捕獲数の減少が認められ，ミニディスペンサー処理区とロープ型ディスペンサー処理区はほぼ同程度であった（$p < 0.05$）（図-3）。

VI　ミニディスペンサーを用いた交信かく乱の効果

これまでに多くのチョウ目害虫において，長期間に渡って安定して徐放的に合成性フェロモンを放出させるためにポリエチレンチューブ製のディスペンサーが用いられ，この方法で多数の防除の成功事例が報告されてきた（Cardé and Minks, 1995；Sarfraz et al., 2006）。Arakaki et al.（2008）はロープ型ディスペンサーを用いて合成性フェロモンを放出させる交信かく乱法によって，オキナワカンシャクシコメツキ *Melanotus okinawensis* の交尾率を低減させることに成功した。コウチュウ目において性フェロモンを利用した交信かく乱法による交尾阻害の成功事例は世界的にも初めてのことである。

同じコウチュウ目に属するケブカアカチャコガネにおいて，サトウキビ圃場においてロープ型ディスペンサーを用いて 2B を放出させて交信かく乱を実施した結果，雌成虫の交尾率を低減させ，その結果，次世代の幼虫密度が低減することが示された（Yasui et al., 2012；Arakaki et al., 2013）。しかし，この方法にはコストと労力の観点から解決しなければならない課題がいくつか残されている。今回の野外試験において，ミニディスペンサーによって合成性フェロモンを放出させた処理圃場におけるケブカアカチャコガネ雌の交尾率は無処理区のそれに比べてはるかに低下していた（表-1，図-2）。ミニディスペンサーの処理密度は交尾率に影響を及ぼし，最も低い処理密度（2,000 個/800 m^2 = 25,000 個/ha）の場合はまだかなりの雌が交尾していた。一方，処理密度が 4,000 個/800 m^2（= 50,000 個/ha）の場合は，ロープ型ディスペンサーを用いた場合にほぼ匹敵する交尾率の抑制効果が認められた。ミニディスペンサーの 2B 使用量はロープ型の場合のわずか 10%であり，さらにプラスチック樹脂使用量はわずか 16%であった（表-1）。

これらの結果はミニディスペンサーを用いればフェロモンとプラスチック樹脂の両方を大幅に節約できることを示している。ミニディスペンサーのもう一つの利点として，サトウキビの株元に散布するだけですむ施用方法の簡便さにある。ロープ型ディスペンサーの場合は収穫前後の農作業の邪魔になる。しかし，ミニディスペンサーの場合はこのような農作業の邪魔になることはない。さらに重要な点として，ミニディスペンサーは生分解性のプラスチック樹脂でできているので，回収する作業が不要になる。一方，欠点として，サイズが小さいために，人為的な踏み付けや降雨によって土に埋まってしまうリスクは存在する。

樹脂使用量を低減する試みとして 2011 年に宮古島のサトウキビ圃場で，フェロモン放出量が通常の 2 倍と 3 倍である高揮発性のロープ型ディスペンサーを用いて，その代わり，圃場への設置本数を 1/2，1/3 に減じた，つまり圃場のフェロモン総放出量はほぼ同じであるが設置本数を減らした野外試験を実施した。この結果，通常の設置密度区では平均交尾率が 5.4%と低く抑えられたが，1/2 区と 1/3 区では平均交尾率が 30.3%と 32.2%といずれも高く，十分な防除効果が得られなかった（図-4，未発表データ）。設置本数を減らした結果，ディスペンサーを設置していない畝が生じ，そこでケブカアカチャコガネの交尾が頻繁に観察された。この原因として処理圃場内でフェロモンの濃度にムラが生じ，薄いところで交尾している可能性が考えられた。さらに処理面積が 800 m^2 と小さい圃場の場合は，風向きが交尾率に大きく影響を及ぼすこともあった。ロープ型ディスペンサーは畝に沿ってサトウキビの葉や葉鞘，茎の上に設置する。畝と直交する方向に風が吹けば高い交尾阻害効果が

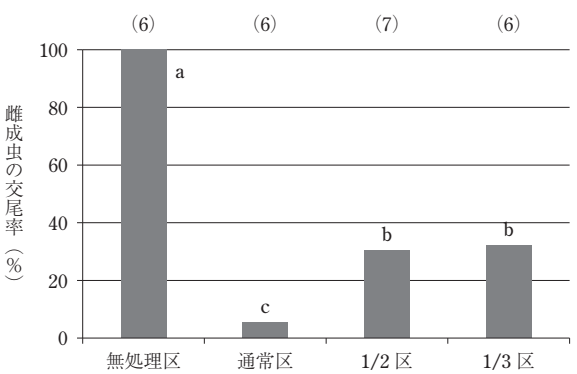


図-4　放出量が異なるロープ型ディスペンサーによるケブカアカチャコガネに対する交信かく乱効果．放出量が通常のタイプの 2 倍と 3 倍のディスペンサーをそれぞれ 2 分の 1 と 3 分の 1 量使用して，単位面積単位時間当たりの放出量を通常のタイプと同等にした
括弧内の数字は反復数．
異なる英小文字を付けた処理区間は 0.1%のレベルで有意差があることを示す（Tukey の多重比較）．

得られたが，畝に平行な方向に風が吹くと，風上側はフェロモンが風下に流亡するため，濃度が薄くなり，そのことにより風上側で交尾率が高くなってしまう欠点があった。ただし，処理面積が広ければこのような欠点は緩和できる。しかし，多数のポイントから少量ずつフェロモンを放出するミニディスペンサーの場合は，圃場内にムラなくフェロモンを充満させることができるので，風向きの影響も，処理面積の影響も受けにくく，安定した交尾阻害効果を得られると考えられる。ケブカアカチャコガネの発生地域において，圃場単位で発生密度に大きなバラツキがあり，多発生の圃場の近隣には防除を必要としない低密度の圃場もある。その点，ミニディスペンサーの場合は，圃場単位で交信かく乱による防除が可能であり，理想的な方法と言えよう。

ミニディスペンサーを用いて高い防除効果が得られる理由として，ケブカアカチャコガネの配偶行動が地面近くで行われることも関係していると思われる（Arakaki et al., 2004）。夕方に地上に出現した雄成虫は雌を探索するために地面からおよそ 10 ～ 30 cm の高さでサトウキビ畝間をジグザグに飛び回る。一方，地面から出た雌はほんのわずかな飛翔を行い，地面からおよそ 20 ～ 50 cm の高さでサトウキビの葉や茎にとどまり，そこでコーリングを行う。しかし，極端に雄が多い状態の場合は地表面でも交尾が観察される（図–5，口絵①，新垣，未発表データ）。したがって，本試験で地面から 30 ～ 50 cm の高さに設置してあるロープ型ディスペンサーよりも地表面に置いてあるミニディスペンサーのほうがより効果的に配偶行動をかく乱したと推測された。

室内予備試験においては，ミニディスペンサーのフェロモン放出期間は約 1 か月間である。ケブカアカチャコガネ成虫は 1 ～ 3 月にかけて地上に出現する（Arakaki et al., 2004）。ケブカアカチャコガネ成虫の室内観察に基づいて，合成性フェロモンの放出は 1 月中旬（交尾時期の少し前）から 3 月末までが望ましい（Hata et al., 2014）。このため交尾時期をすべてカバーするには，ミニディスペンサーの追加の散布が必要となる。しかし，一回の処理で済ますことが望ましいことから，ケブカアカチャコガネの交尾時期をすべてカバーできるようにミニディスペンサーの放出期間を延長できるように改良することが考えられる。ミニディスペンサーはサイズが小さく均一なので，将来的には近年飛躍的に性能がアップしたドローンを用いて空中から処理区域へ面積当たり一定本数を施用できるような使い方が可能になるかもしれない。



図–5　地表面で観察されたケブカアカチャコガネの交尾ペア

お　わ　り　に

本研究において，ミニディスペンサーのケブカアカチャコガネ防除に対する有効性が確認されたが，地表面に散布し，回収しないミニディスペンサーの登録には，ロープ型ディスペンサーに比べ多くの試験データが要求されること，対象害虫での市場性の低さから農薬登録には至らなかった。しかし，この方法は他の害虫防除にも有効と考えられ，今後の応用を期待したい。

謝辞　京都学園大学の若村定男教授には本稿に貴重なご助言をいただいた。厚くお礼申し上げる。

引　用　文　献

1）Arakaki, N. et al.（2004）: Appl. Entomol. Zool. **39**: 669 ～ 674.
2）———— et al.（2008）: J. Econ. Entomol. **101**: 1568 ～ 1574.
3）———— et al.（2013）: Appl. Entomol. Zool. **48**: 441 ～ 446.
4）———— et al.（2017）: ibid. **52**: 159 ～ 164.
5）Cardé, R. T. and A. K. Minks（1995）: Annu. Rev. Entomol. **40**: 559 ～ 585.
6）Gross, R. A. and B. Kalra（2002）: Science **297**: 803 ～ 807.
7）Hata, T. et al.（2014）: Int. J. Trop. Insect Sci. **34**: 32 ～ 48.
8）Oyafuso, A. et al.（2002）: Appl. Entomol. Zool. **37**: 595 ～ 601.
9）佐渡山安常ら（2001）: 応動昆 **45**: 89 ～ 91.
10）Sarfraz, R. M. et al.（2006）: Outlooks Pest Manage **17**: 36 ～ 45.
11）Tanaka, S. et al.（2006）: Appl. Entomol. Zool. **41**: 455 ～ 461.
12）Wakamura, S. et al.（2009 a）: Appl. Entomol. Zool. **44**: 231 ～ 239.
13）———— et al.（2009 b）: ibid. **44**: 579 ～ 586.
14）Yasui, H. et al.（2012）: Bull. Entomol. Res. **102**: 157 ～ 164.

研究報告

群馬県の露地ナスにおける天敵利用防除体系の現状と展望

群馬県館林地区農業指導センター　蓼沼（たでぬま）　優（まさる）

はじめに

群馬県では，2010年ころから施設ナスなどを中心に天敵製剤を利用した防除体系が導入され，スワルスキーカブリダニ製剤によるアザミウマ類防除（嶽本・浦，2008；山中，2009）を中心に，カブリダニなどの天敵製剤を用いた微小害虫防除が広く定着している。また，露地ナスでもヒメハナカメムシ類（以下，ヒメハナ）などの土着天敵を温存した防除体系（河合・河本，1994；高井，1998）の導入に向けた取り組みが行われ，土着天敵によるアザミウマ類の防除効果も報告されていたが，効果が不安定な事例もあり，全面的な技術普及には至らない状況にあった。

2015年5月に天敵製剤「スワルスキー（スワルスキーカブリダニ，以下スワルスキー）」が露地ナスへ適用拡大され，同年9月には「スパイカルEX（ミヤコカブリダニ，以下ミヤコ）」が露地野菜類に適用拡大された。そこで，2015年から管内露地ナス圃場において，天敵製剤と土着天敵を併用した微小害虫防除および被害抑制効果について検討を実施した。露地ナスにおける天敵製剤利用防除の検証は，まだ未解明な部分も多いが，本稿ではこれまでに得られた成果と今後の展望について紹介したい。

I　現地調査圃場の概要および結果

1　2015年現地調査の結果概要

群馬県館林市の露地ナス圃場において，インセクタリープランツによる土着天敵の温存と併せてスワルスキー製剤を放飼した天敵製剤併用区および，土着天敵温存のみの土着天敵温存区を設置して調査を実施した。ナスは5月7～9日に定植し，天敵製剤併用区は5月26日にスワルスキー（50,000頭/10 a）を放飼した。インセクタリープランツは両区とも圃場外周へソルゴーを播種し，ソルゴーの内側とナスの株間および畝の両端に，フレンチマリーゴールド（井村・神川，2013）を定植した（図–1）。栽培期間中に使用した防除薬剤は両区とも天敵製剤導入圃場に準じて選定し，使用回数，希釈倍率などはすべて同一とした。また，その他の圃場管理は担当農家慣行とした。

天敵製剤併用区の見取り調査では，調査開始直後からスワルスキーおよびヒメハナの定着が確認され，アザミウマ類，コナジラミ類の発生は期間を通して実害のない範囲に抑えることができた（図–2）。また，9～10月にかけて10日間隔で6回実施した収穫果の全量調査では，アザミウマ類による小さな食害痕（出荷可能な程度）が，平均3%発生したが，アザミウマ類の食害による廃棄果実は認められなかった（表–1）。

土着天敵温存区でも，早期からヒメハナを中心とした土着天敵が確認され，アザミウマ類，コナジラミ類は比較的低密度に抑制された（図–3）。また，アザミウマ類による被害果数も天敵併用区に比べやや多い結果となったが，被害果率は平均5%未満，被害果の廃棄率は1%未満にとどまった（表–1）。

天敵製剤併用区における部位別見取り調査では，調査期間前半はヒメハナが開花部位周辺に多く，スワルスキーは株元付近の下葉で多く確認され，部位ごとに両種が棲み分けている状態が観察された。しかし，7月下旬以降ヒメハナの個体数が一時的に減少すると，スワルスキーの個体数は株全体で急激に増加し，8月下旬以降再びヒメハナが増加した後も調査終了までヒメハナを上回る個体数を維持した（図–4）。なお，調査期間中に要防除と判断された微小害虫はハダニ類のみであった。

2　2016年現地調査の結果概要

前年圃場提供者の協力により，継続して現地調査を実施した。調査区はスワルスキー放飼区（以下，スワル区）のほか，前年の土着天敵温存区をミヤコ放飼区（以下，ミヤコ区）に変更して設置し，それぞれ天敵製剤と土着天敵の併用効果について調査した。ナスは5月8日に定植し，天敵製剤はいずれも5月31日に放飼した（スワルスキー50,000頭/10 a，ミヤコ5,000頭/10 a）。インセクタリープランツには前年同様ソルゴーとマリーゴール

Present Status and Prospects for Biological Control by Insect Natural Enemies in Open-Field Cultivation of Eggplants in Gunma Prefecture.　By Masaru Tadenuma

（キーワード：天敵，スワルスキーカブリダニ，ミヤコカブリダニ）

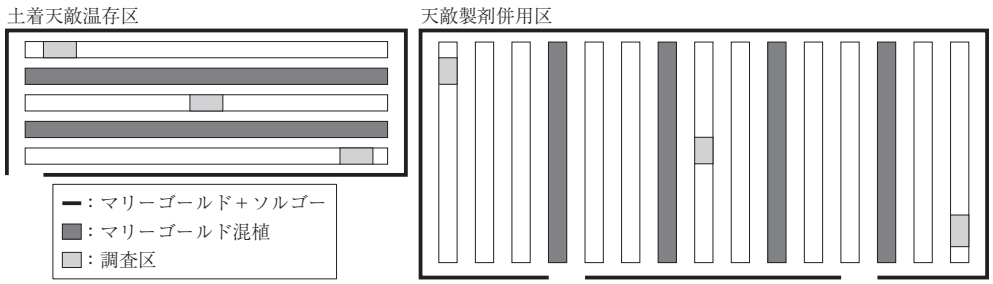


図-1　調査圃場の概略（2015 年）

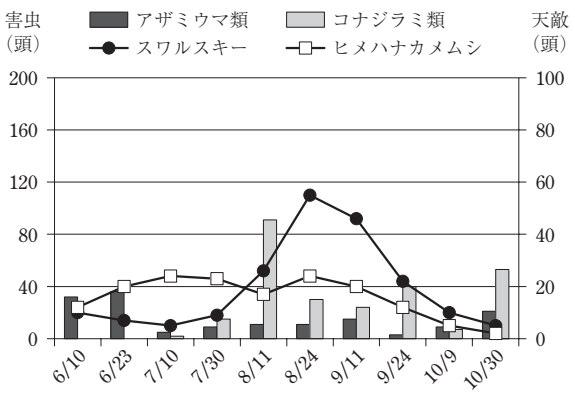


図-2　天敵製剤併用区見取り調査結果
（開花節直下，15 株 60 葉）

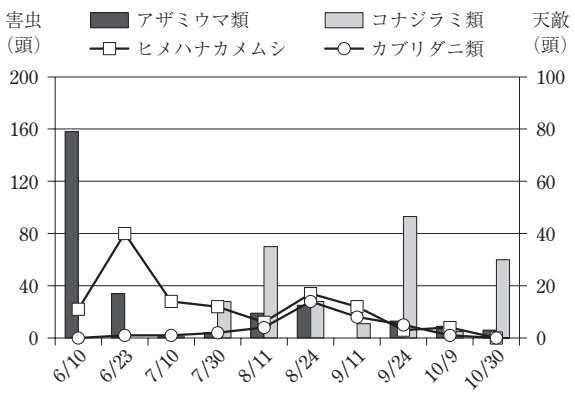


図-3　土着天敵温存区見取り調査結果
（開花節直下，15 株 60 葉）

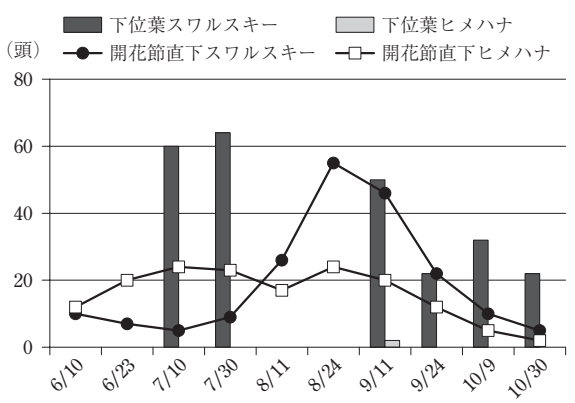


図-4　天敵製剤併用区における垂直分布調査結果（15 株 60 葉）

表-1　収穫果調査結果の概要（2015）

	天敵製剤併用区			土着天敵温存区		
	可販果率	アザミウマ被害果		可販果率	アザミウマ被害果	
		被害果率	廃棄率		被害果率	廃棄率
9 月 9 日	98.6%	2.7%	0.0%	97.1%	6.3%	0.0%
9 月 18 日	97.7%	7.4%	0.0%	97.9%	7.6%	0.3%
9 月 29 日	98.7%	2.4%	0.0%	98.3%	3.6%	0.0%
10 月 8 日	98.7%	2.8%	0.0%	99.3%	1.8%	0.0%
10 月 22 日	98.3%	1.9%	0.0%	95.8%	2.4%	0.0%
10 月 31 日	81.5%	0.8%	0.0%	70.5%	4.1%	0.0%
平均値	96.1%	3.0%	0.0%	93.7%	4.3%	0.0%

ドを使用し，マリーゴールドは圃場外周およびすべての作条に混植した（図-5）。

スワル区の見取り調査では，調査開始直後からカブリダニ類およびヒメハナが確認され，アザミウマ類は調査期間を通して低密度に抑制された（図-6）。また，収穫果調査では，アザミウマ類による被害果の発生率は 1% 未満であった（表-2）。ハダニ類は調査開始直後からスポット状の発生が続き，7 月下旬には一部で葉の黄白化や落葉が観察されたため，要防除と判断しスワル区のみ薬剤防除を実施した。

ミヤコ区の見取り調査では，6 月下旬以降カブリダニ類とヒメハナの定着が確認された。また前年の土着天敵

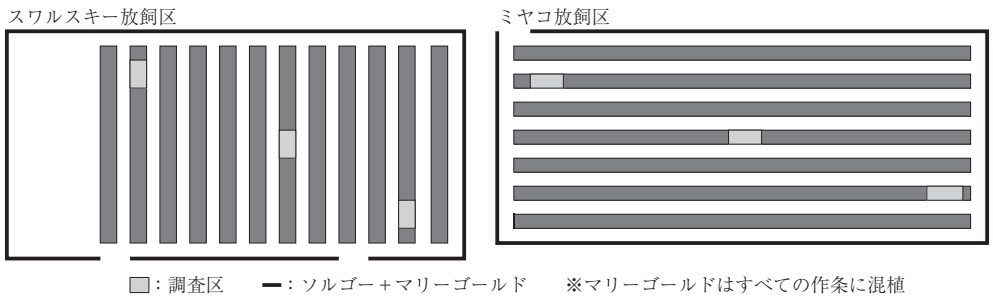


図-5　調査圃場の概略（2016 年）

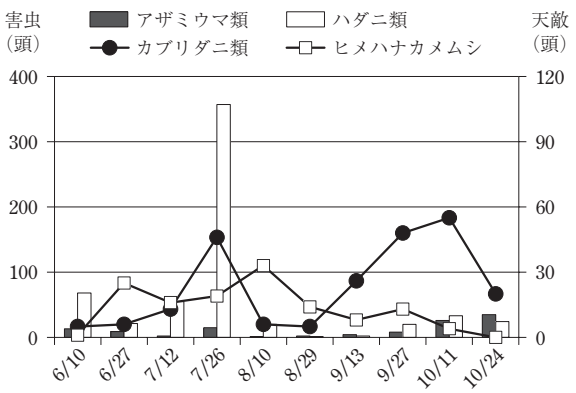


図-6　スワルスキー区見取り調査結果
（開花節直下，15 株 60 葉）

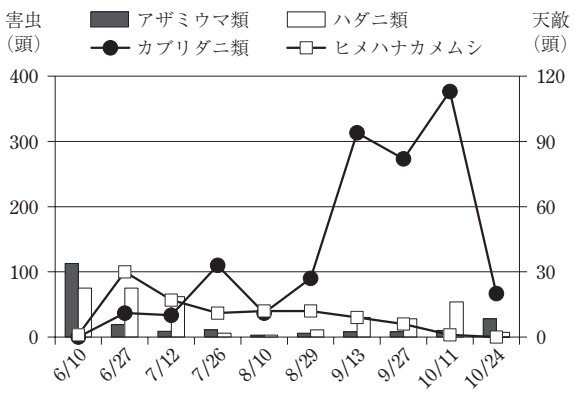


図-7　ミヤコ区見取り調査結果
（開花節直下，15 株 60 葉）

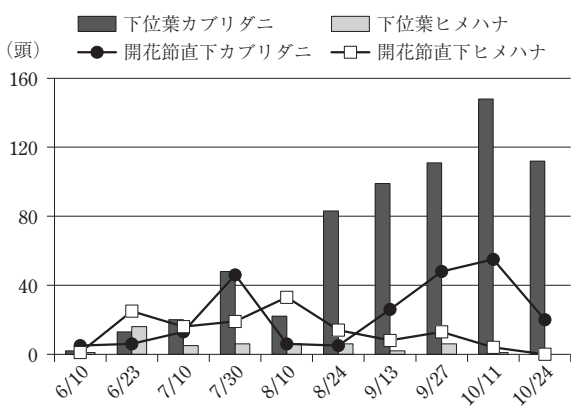


図-8　スワルスキー区垂直分布調査結果（15 株 60 葉）

表-2　収穫果調査結果の概要（2016）

	スワルスキー区			ミヤコ区		
	可販果率	アザミウマ被害果		可販果率	アザミウマ被害果	
		被害果率	廃棄率		被害果率	廃棄率
10 月 16 日	96.3%	1.3%	0.3%	95.6%	4.1%	0.6%
10 月 31 日	81.9%	0.3%	0.0%	82.8%	5.5%	1.7%
平均値	89.1%	0.8%	0.2%	89.2%	4.8%	1.2%

区と同様，調査開始直後のアザミウマ類寄生数はやや多い状況にあったが，ヒメハナが定着すると個体数は短期間で減少し，その後調査終了まで低密度で推移した（図-7）。アザミウマ類による被害果の発生率は 5% 未満，廃棄率は 1.2% で，前年調査の土着天敵区とおおむね同等であった（表-2）。ハダニ類についてはスワル区と同様に調査開始直後からスポット状の発生が認められたが，カブリダニ類が増加するとハダニ類は徐々に減少し，7 月下旬以降は低密度に推移したため薬剤による防除は必要としなかった（図-7）。

部位別の見取り調査では，両区とも前年同様ヒメハナは開花節付近，カブリダニ類は株元の下位葉で多く，両種の棲み分けが観察された。さらに 8 月下旬以降ヒメハナの個体数が減少すると，株全体でカブリダニ類の個体

数が増加することも確認された（図–8 ミヤコ区データ省略）。

そのほかの害虫については，両区とも 10 月上旬以降チャノホコリダニがスポット状に発生し徐々に被害が拡大したため，10 月 14 日に適用薬剤による防除を実施したが，そのほかには特に被害が問題となる害虫の発生はなかった。

Ⅱ 考　　察

各年度とも比較的早期から土着ヒメハナを中心とした土着天敵の定着が確認され，アザミウマ類に対し一定の防除効果が確認されたが，ヒメハナは移動性が高く梅雨明け以降の効果が不安定になる可能性がある。しかし，株元にはスワルスキーや土着カブリダニ類が定着しており，ヒメハナが減少すると短期間で株全体に分散したため，アザミウマ類に対する防除効果を維持することができたものと考えられた。また，ハダニ類を捕食する土着天敵は比較的多くの種が確認されたが，土着天敵のみによる明確な防除効果は確認することができなかった。しかし 2016 年の調査では，ミヤコと土着天敵の併用により持続的な防除効果が確認されたことから，天敵製剤を併用することで一定の防除効果を得られるものと推測された。これらのことから，露地ナスにおける天敵製剤と土着天敵を併用した防除法は実用性が高いと考えられた。

Ⅲ 現地対応の概要と所感

現地対応では，はじめに施設ナスの天敵製剤導入例を参考とした情報の見直しを行った。見直しの結果，栽培講習会では天敵昆虫が活動しやすい整枝法を中心とした圃場管理改善を提案し，露地天敵利用講習会では農薬による影響を考慮した防除計画の例として，管理計画表を配布したほか，対象害虫や天敵昆虫について情報提供を行った。また 6 ～ 8 月にかけて各月開催した現地研修会では，天敵昆虫が活動しやすい草姿を維持する剪定管理法や対象昆虫の観察法等，継続的な実習を取り入れた現地対応を実施した。圃場管理の改善や観察を実行する生産者が現れると，問い合わせというかたちで得られる現地情報も増加したので，得られた情報をその後の現地対応へ反映させることもできるようになった。

これまで本県の土着天敵によるアザミウマ類防除は，具体的な管理基準がなく効果も不安定なため普及に結びつかなかった。しかし今回の取り組みでは天敵製剤を導入していない生産者でも，天敵製剤併用に比べやや不安定ながら，一定の効果を得ることができた。これら土着天敵管理の成功事例は，一連の取り組みが生産者の意識と管理技術の改善につながったことに加え，天敵製剤導入時の管理基準が土着天敵の温存に有効であったことも重要な要因であると考えている。

なお，今回の調査圃場を担当した生産者も「病害虫の発生しにくい整枝管理を心がけ，圃場を観察することが重要。天敵製剤を併用することで防除を控えながら圃場を観察する余裕が生まれた」と天敵製剤併用の感想を語っている。今後，天敵製剤と土着天敵どちらを主力とするかによって，管理方法や防除計画，必要資材等細かな部分は異なってくるが，双方の長所を組合せることによって，露地作物の天敵利用防除技術はより導入しやすい技術となるはずである。

Ⅳ 今 後 の 展 望

本県の露地作物における天敵利用防除の普及は始まったばかりだが，現地生産者の関心は高く，今後導入面積の増加が見込まれている。まだ未解明な部分も多いことから，天敵製剤やインセクタリープランツは，単なる防除資材として安易に導入を推進するのではなく，圃場管理や周辺環境の改善等と平行して失敗リスクの低減を考慮しながら推進していく必要がある。また，露地作物では施設作物に比べ多くの昆虫が混在し，環境や時期ごとに優位に立つ種が入れ替わること等も考慮する必要があるため，継続的に情報の収集と整理を行い，生産者が利用できる作業計画表や観察指標の作成等も検討したい。

なお，施設ナスでは天敵製剤を利用した防除体系が広く普及しているが，将来的には露地作物における土着天敵との併用技術を踏まえ，施設内へ土着天敵を誘引し天敵製剤と併用する防除技術の実用化についても検討を行いたい。

引 用 文 献

1）井村岳男・神川　論（2013）：技術と普及 **50**（1）：48 ～ 50.
2）河合　章・河本賢二（1994）：野菜・茶業試験場研究報告 A 野菜・花き **9**：85 ～ 101.
3）高井幹夫（1998）：高知県農業技術センター研究報告 **7**：21 ～ 27, 29 ～ 31.
4）嶽本弘之・浦　広幸（2008）：日本応用動物昆虫学会大会講演要旨 **52**：203.
5）山中　聡（2009）：植物防疫 **63**：381 ～ 384.

研究報告

寄生蜂誘引物質CLBの特性とフジコナカイガラムシに対する密度抑制効果

福岡県農林業総合試験場 病害虫部　手柴真弓（てしばまゆみ）

はじめに

殺虫剤は，その効果の高さや使いやすさから害虫の防除手段としてこれまで広く用いられてきた。一方で，薬剤感受性の低下やリサージェンス等を引き起こし，その利用法が見直される場面も多い。そのような中，天敵利用は害虫防除技術の一つとして期待されており，天敵製剤の農薬的利用（田口，2006）や，選択的薬剤を併用した土着天敵の保護利用（永井，1990；中園ら，2016），害虫に加害された作物が放出するにおい物質（HIPV）の活用による土着天敵の積極的利用（浦野ら，2007）等，様々な研究が行われている。

筆者は，これまでカキの重要害虫フジコナカイガラムシ（以下，フジコナ）の防除技術の開発に取り組んできた。その中で，寄生蜂類を誘引する物質シクロラバンデュリルブチレート（以下，CLB）を発見した。本稿ではその特性や発見の経緯，今後の課題について紹介する。

本文に先立ち，今回紹介する一連の試験実施に際して貴重なご助言をいただき，また，CLBおよび各種誘引剤を提供していただいた，農研機構中央農業研究センターの田端　純博士並びに信越化学工業株式会社の関係者各位にお礼申し上げる。

I　CLB発見の経緯

フジコナは西日本のカキ栽培において特に問題となっている害虫である。本種に対する主な防除法は殺虫剤散布であるが，生息場所が果実とヘタの隙間など薬剤がかかりにくい場所であること，防除効果の高いふ化幼虫が微小であるため発生時期が把握しづらいこと等の理由により，その効果には限界がある。そこで，殺虫剤を補完する技術開発のツールとして性フェロモンに注目し，捕集，同定，合成（Sugie et al., 2008）を行った。この合成性フェロモンを野外に設置したところ，寄生蜂が誘引された。寄生蜂の中には寄主の性フェロモンをカイロモンとして利用しているものも知られている（Franco et al., 2008）。しかし，夾雑物を取り除いて性フェロモンの純度を上げると誘引されなくなったことから，寄生蜂は夾雑物に含まれる何らかの成分に誘引されていたことが明らかとなり，その後の調査で夾雑物中から寄生蜂類を誘引するにおい物質CLBを発見した（Tabata et al., 2011）。

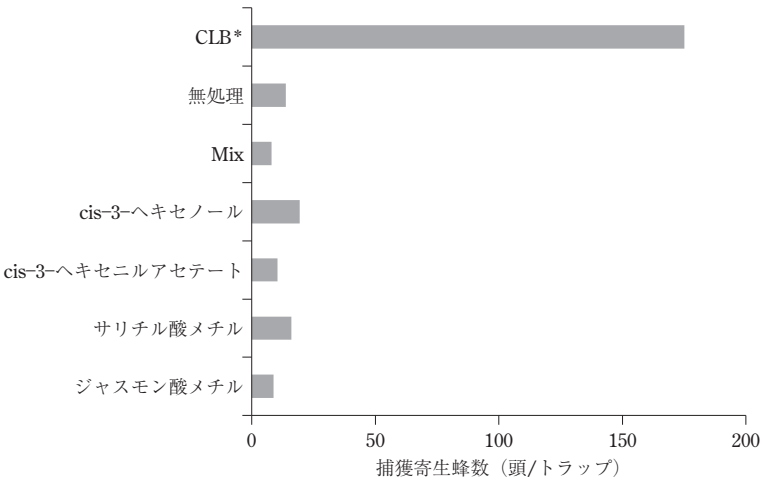
II　CLBの特性

CLBに誘引される寄生蜂は2種確認されている。フジコナヒゲナガトビコバチ*Leptomastix dactylopii*（以下，ヒゲナガ）とサワダトビコバチ*Anagyrus sawadai*（以下，サワダ）で，前者はフジコナの寄生蜂として記載されている（東浦，2008）。一方，後者はスギヒメコナカイガラムシの寄生蜂であり，これまでフジコナの天敵としての記録はない（安松・渡辺，1965）。過去に福岡県内のカキ園でフジコナの天敵相を調査した際にも確認されなかった（手柴・堤，2004）。同属のフジコナカイガラトビコバチ*Anagyrus fujikona*はフジコナの有力な土着天敵で，フジコナの性フェロモンをカイロモンとして利用している（杖田，2014）が，CLBには誘引されない。なお，サワダとフジコナカイガラトビコバチはいずれも白色の触角をもつ体長約2 mm程度の蜂で形態がよく似ているが，前者は第1繋節のみ黒色，後者は第1および第2繋節が黒色である点で判別できる。また，サワダはミカンヒメコナカイガラムシの寄生蜂シロツノコナカイガラトビコバチと酷似しているため区別が難しく，シノニムの可能性もある（安松・渡辺，1965；東浦，2008）。

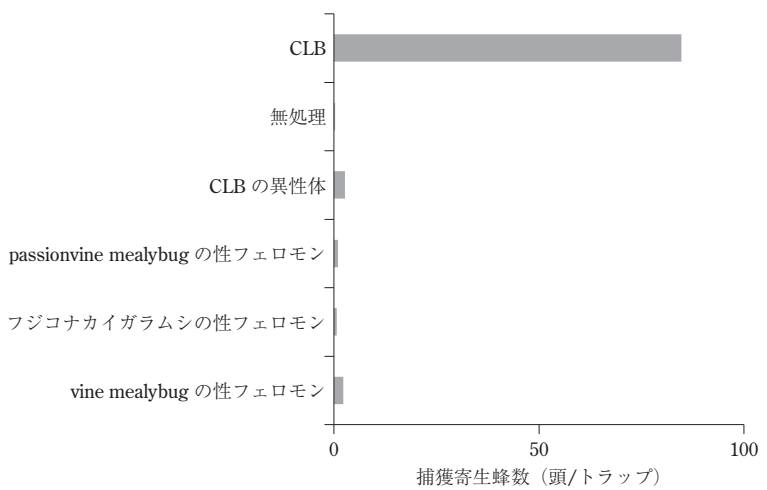
寄生蜂類に対する誘引性を調べるため，2012年7月から10月の4か月間，植物由来物質を含む各種誘引源とSEトラップを組合せて福岡県内のカキ園（朝倉市）に設置し，捕獲された寄生蜂類の数を調べた（図−1）。CLBを誘引源としたトラップには植物由来物質の場合に比べて多くの寄生蜂類が捕獲され，そのほとんどがサワダであった。一方，植物由来物質にはサワダは全く捕獲されなかった。翌2013年7月，福岡県農業総合試験場（福岡県筑紫野市。現福岡県農林業総合試験場。以下，

Characteristic Features of CLB, an Attractant for Parasitoids, and Its Suppressive Effect on the Population Density of Japanese Mealybug *Planococcus kraunhiae*.　By Mayumi Teshiba

（キーワード：サワダトビコバチ，*Anagyrus sawadai*，フジコナヒゲナガトビコバチ，*Leptomastix dactylopii*，誘引物質，フジコナカイガラムシ）



図–1　CLB の寄生蜂に対する誘引性（植物由来物質との比較）
SE トラップの屋根とクワシロカイガラムシ用小型粘着板，各種誘引源を組合せたトラップをカキ栽培園に設置した．誘引源は CLB0.16 mg，Mix は CLB 以外の 4 種を 1 mg ずつ計 4 mg，それ以外は各 1 mg をゴムセプタムに含浸させたものを用い，約 1 か月ごとに新しいものと交換した．なお，無処理には誘引源を用いなかった．グラフは 2012 年 7 月 2 日から 10 月 25 日までの総捕獲寄生蜂数（3 反復の平均値．*CLB のみ 1 反復，サワダトビコバチのみの捕獲数）を示した．



図–2　CLB の寄生蜂に対する誘引性（コナカイガラムシ類性フェロモンとの比較）
SE トラップの屋根とクワシロカイガラムシ用小型粘着板，各種誘引源を組合せたトラップをカキ栽培園に設置した．誘引源はいずれも 0.16 mg をゴムセプタムに含浸させたものを用い，無処理には誘引源を用いなかった．グラフは 2013 年 7 月 12 日から 8 月 2 日までの総捕獲寄生蜂数．いずれも 3 反復の平均値を示した．

試験場）内カキ園においてコナカイガラムシ類の性フェロモンおよび CLB 異性体との比較を行った（図–2）。植物由来物質の結果と同様に，CLB では寄生蜂類が多く捕獲され，その 98% 以上がサワダであった。一方，CLB 以外での寄生蜂類の捕獲は数頭で，うちサワダは CLB 異性体でトラップ当たり 1 頭捕獲されたのみであった。

なお，この 2 年間の調査においてヒゲナガは全く捕獲されなかった。その要因として，2012 年は調査圃場に発生していなかった可能性が，また，2013 年は調査時

期が早かったため発生していなかった可能性が考えられるが，詳細は不明である。

Ⅲ　CLBに対するサワダの誘引消長

CLBとSEトラップを組合せたCLBトラップを用いて，CLBに対するサワダの誘引消長を調べた。過去の調査では4月の捕獲数が少なかったため，5月から調査する目的で2016年4月20日に試験場内のスギとカキ園に2台ずつ，合計4台のCLBトラップを設置し，約2週間間隔で捕獲されたサワダの数を調べた（図-3）。サワダは，いずれの場所に設置したトラップにも最初（5月11日）から確認され，数回のピークを経て10月20日まで捕獲された。サワダの本来の寄主はスギに寄生するスギヒメコナカイガラムシである。このため，スギではカキ園よりも多くのサワダが捕獲されると予想されたが，実際にはカキ園（トラップ当たりサワダ総捕獲数198.5頭）でもスギ（同118.5頭）と同様に多く捕獲された。

Ⅳ　寄生蜂類の寄生にCLBが及ぼす影響（場内試験）

フジコナの近くにCLBを設置することで多くの寄生蜂が誘引され，その結果，寄生率が向上すればフジコナ密度が抑制される。すなわち，誘引物質を用いた土着天敵の積極的利用による防除技術につながる可能性がある。そこで，CLB設置が寄生蜂のフジコナへの寄生などに及ぼす影響を調べるため，2010年に試験場内カキ園で試験を行った（図-4，口絵①）。

実験室内で累代飼育しているフジコナ3齢幼虫並びに雌成虫合計約30頭をカボス果実に寄生させて，CLBルアーを設置したカキ樹（以下，CLB区）に2日間放飼し，回収後実験室内で約1か月飼育して羽化した寄生蜂および未羽化マミー数を調べた（図-5）。試験は6回繰り返したが，CLB区では9月30日から10月28日までの3回で合計45頭のヒゲナガが羽化した。本種はフジコナの土着天敵であるが，主要種であるフジコナカイガラトビコバチなどに比べて土着天敵相調査における捕獲数が少なく（手柴・堤，2004），今回の試験でもCLBルアーを設置していない樹（以下，無処理区）からは1頭も羽化していない。さらに，サワダは無処理区では寄生が認められなかったが，CLB区では8月25日から9月30日までの4回で合計16頭が羽化した。本種はスギヒメコナカイガラムシの寄生蜂として記載されているが，フジコナの天敵としては記載されていない。今回の結果のように，野外試験においてにおい物質に誘引された寄生蜂が本来の寄主ではない種に寄生した事例はこれまで報告されていない。

未羽化マミー数も，無処理区の3個に比べてCLB区は10個と多かった。無処理区では供試したフジコナ

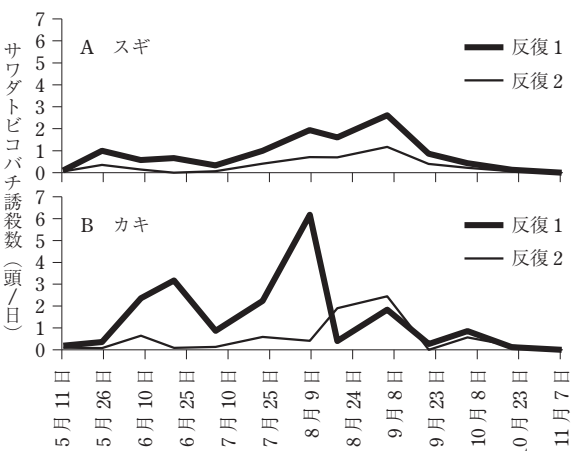


図-3　サワダトビコバチのCLBに対する捕獲消長（2016年福岡県筑紫野市）
SEトラップとクワシロカイガラムシ用小型粘着板，誘引源としてCLB0.16 mgをゴムセプタムに含浸させたものを組合せたCLBトラップをスギ（A）およびカキ園（B）の地上約1.5 mの枝に設置した．スギ，カキとも福岡県農林業総合試験場内で，いずれも反復として500 m程度離れた2箇所に，4月20日から11月7日まで設置した．
誘引源は約1か月ごと，粘着板は約2週間ごと新しいものと交換し，回収した粘着板に捕獲されているサワダトビコバチ数を調べた．



図-4　カボス果実を用いた場内試験の様子（2010年筑紫野市）
累代飼育したフジコナカイガラムシ3齢幼虫または雌成虫30頭程度をカボス果実に寄生させ，テニスボールホルダーを利用して場内カキ園の樹上に設置した．なお，カボス果実にアクリル製極太毛糸を巻き付けて供試虫の定着場所とした．CLB区には，設置したカボス果実に近接した枝に，CLB0.16 mgを含浸させたゴムセプタム10個を針金で結束して1本としたルアーを設置した．

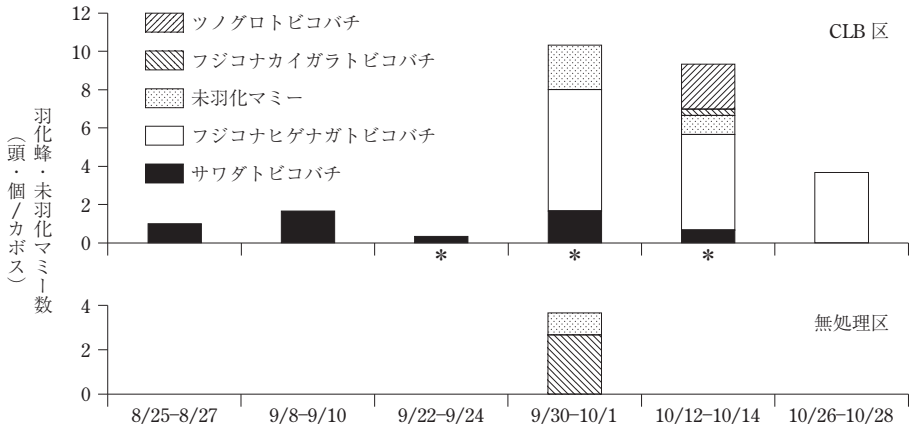


図-5　フジコナカイガラムシに対する蜂の寄生に CLB が及ぼす影響（2010 年筑紫野市）
場内カキ園の 6 樹を選んで調査樹とし，カボスに寄生させたフジコナカイガラムシ約 30 頭をカボスごと各樹上に 1 個ずつ設置した．うち 3 樹には，近接する枝にルアー（CLB1.6 mg/本）を 1 または 10 本（*）設置して CLB 区とし，残り 3 樹はルアーを設置せず無処理区とした．2 日後，供試虫をカボス果実ごとプラスチック容器（直径 8 cm，高さ 5 cm，天井部を開口してゴースで塞ぎ通気口とした）に回収し，25℃自然日長で飼育して約 1 か月後に羽化した天敵と未羽化マミーを計数した．同時に，CLB 区のルアーも回収した．なお，試験は場所の影響を排除するためルアー設置樹を毎回入れ替え，前回の試験の影響を排除するため 1 週間以上間隔をあけながら，8 月 25 日から 10 月 28 日まで 6 回実施した．

509 頭のうち 308 頭（61%）が回収でき，マミー化したのは 3%のみであった。一方，CLB 区では供試虫 488 頭中，回収できたのは 254 頭（52%）と無処理区に比べてやや少なく，さらにそのうちの 27%がマミー化したことから，樹上における密度抑制効果も示唆された。

V　フジコナに対する密度抑制効果（現地試験）

場内試験の結果から CLB 設置によるフジコナ密度抑制効果の可能性が示唆されたが，現地カキ園においてもその効果が示された（Teshiba and Tabata, 2017）。試験圃場は，山の斜面から川岸の平坦部までカキ園が広がり，その中に民家や雑木，スギ・ヒノキ等の針葉樹林も混在しているカキ栽培地帯（福岡県朝倉市）の中の，比較的フジコナが多発している 2 圃場（以下①，②として区別）である。2014 年，CLB トラップにおけるサワダの捕獲数が増加する 7 月上旬に，圃場の一画（5 樹）に CLB ルアー（図-6，口絵②）を設置して CLB 区とし，同一圃場内で CLB 区から最も離れた一画を対照区とした。フジコナは年間約 3 世代経過するが，試験開始時の 7 月上旬は第一世代成虫発生時期である。試験開始時の CLB 区のフジコナ密度が対照区に比べて有意に高かった①では，次世代幼虫発生時期である 8 月 27 日には対照区と同等までフジコナ密度が低下した。両区とも同等のフジコナ密度で試験を開始した②では，次世代発生時期に密度が増加した対照区に比べて CLB 区では有意に低下した（図-7）。



図-6　現地試験に用いたルアー
CLB4.86 mg を封入したチューブ（長さ 2 cm）．
CLB 放出期間は 3 か月以上と推定される．

フジコナの密度抑制にかかわった寄生蜂の種類を調べるため，両区の果実上の寄主（フジコナおよびマミー）140 ～ 242 頭・個/区を採集して飼育したところ，①，

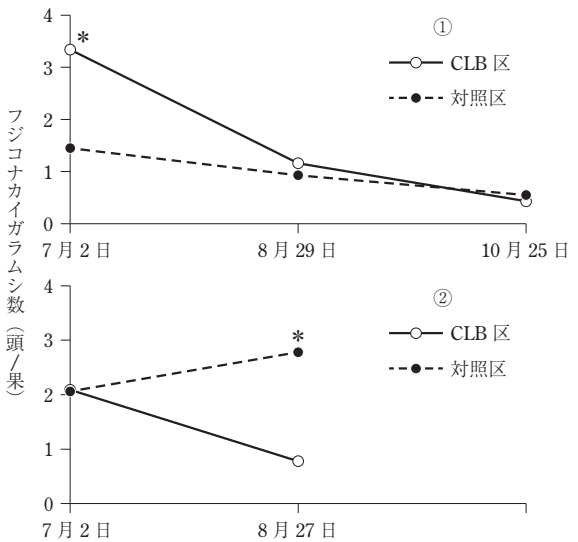


図-7　CLB 設置によるフジコナカイガラムシ密度抑制効果（2014 年朝倉市）

7 月 2 日に CLB ルアー 10 本/樹（樹冠占有面積：① 130 m^2, ② 45 m^2）設置した 5 樹を CLB 区，同一圃場内で最も離れた一画（区間の距離：① 55 m, ② 70 m）を対照区とし，両区を含む圃場全体に同じ防除を行った．ただし，①と②は別防除．各区 3 樹を調査樹とし，各樹約 100 果に寄生しているフジコナカイガラムシ数を調べた．*は 5%水準で区間に有意差あり（*t* 検定）．

栽培品種と収穫時期：① ‘富有’ 11 月，② ‘伊豆’ 10 月上旬．

（Teshiba and Tabata（2017）一部改変）

②とも CLB 区からのみサワダ（① 7 頭，② 4 頭）が羽化し，CLB に誘引されたサワダがフジコナの密度抑制に関与したことが示された。一方で，採集した寄主に占めるサワダの羽化割合は，① 4.8%，② 2.9%とそれほど高くなかった。これは，本来の寄主ではないフジコナを利用したことによりサワダの羽化率が低下した可能性がある。CLB のフジコナに対する密度抑制効果をより正しく評価するためには，ドラミングや産卵管挿入等サワダの産卵行動自体がフジコナの生存率に及ぼす影響を調査する必要がある。さらに，サワダと同属の ***Anagyrus mangicola***（Bokonon-Ganta et al., 1995）やフジコナカイガラトビコバチ（井上，私信）の雌は寄主の体液など栄養を摂取して蔵卵数を増やすことが知られている（Jervis and Kidd, 1986）。寄生蜂の寄主体液摂取は寄主の死亡要因として重要となる場合があり（Van Driesche et al., 1987），サワダでも今後その影響を明らかにする必要がある。なお，今回の調査において，ヒゲナガは①の CLB 区で 1 頭羽化したのみであり，密度抑制との関係は判然としなかった。

お わ り に

これまで述べたように，CLB は 2 種の寄生蜂を誘引し，本来のフジコナの天敵ヒゲナガによる寄生率を向上させ，サワダに対しては本来の寄主ではないフジコナに対する寄生を引き起こした。さらに，現地カキ園においてフジコナに対する密度抑制効果が実証され，土着天敵類の積極的利用の可能性が示された。農業現場ではフジコナ以外にも様々なコナカイガラムシ類が発生して問題となっている。CLB はこれらのコナカイガラムシ類に対しても有効である可能性があり，今後検証する必要がある。また，CLB 利用の可能性は誘引される寄生蜂類の分布や発生消長に大きく影響されるため，その解明は非常に重要である。さらに，CLB の天然物は現時点では見つかっていないが，CLB の特性解明や効率的な利用法の開発を進めるうえで天然物の発見は重要である。現時点で CLB が防除資材として販売される予定はないが，今後これらの課題が解明されれば実用化も期待できるかもしれない。

引 用 文 献

1）Bokonon-Ganta et al.（1995）: Biol. Cont. **5** : 479 ～ 486.
2）Franco, J. C. et al.（2008）: Entomol. Exp. Appl. **126** : 122 ～ 130.
3）東浦祥光（2008）: 新訂原色昆虫大図鑑 第Ⅲ巻，北隆館，東京，p.523 ～ 524.
4）Jervis, M. A. and N. A. C. Kidd（1986）: Biol. Rev. **61** : 395 ～ 434.
5）永井一哉（1990）: 応動昆 **34** : 109 ～ 114.
6）中園健太郎ら（2016）: 福岡農林試研究報告 **2** : 69 ～ 74.
7）Sugie, H. et al.（2008）: Appl. Entomol. Zool. **43** : 369 ～ 375.
8）Tabata, J. et al.（2011）: ibid. **46** : 117 ～ 123.
9）田口義広（2006）: 植物防疫 **60** : 532 ～ 538.
10）Teshiba, M. and J. Tabata（2017）: ibid. **52** : 153 ～ 158.
11）手柴真弓・堤　隆文（2004）: 福岡県研究報告 **23** : 68 ～ 72.
12）杖田浩二（2014）: 応動昆 **58** : 147 ～ 152.
13）浦野　知ら（2007）: 植物防疫 **61** : 699 ～ 703.
14）Van Driesche, R. G. et al.（1987）: Entomol. Exp. Appl. **44** : 97 ～ 100.
15）安松京三・渡辺千尚（1965）: 日本産害虫の天敵目録 第 2 篇，九州大学，福岡，116 pp.

研究報告

イネツトムシの薬剤防除

宮城県病害虫防除所　加進丈二（かしんじょうじ）

はじめに

イチモンジセセリ（*Parnara guttata guttata*（Bremer et Grey））は，チョウ目セセリチョウ科に属するチョウの一種で，成虫の後翅にある一列に並んだ四つの白斑が名前の由来である。本種に似たオオチャバネセセリ（*Polytremis pellucida pellucida*（Murray））やチャバネセセリ（*Pelopidas mathias oberthueri* Evans）とは，この白斑の並び方などの違いで判別することができる。本種は「渡り」をするチョウとしてよく知られており，日浦（2005）や中筋・石井（1988）の著作に代表されるように，群れて移動する習性やその生態について多くの調査研究が行われている。

一方，稲作においてはイネの葉を食害する害虫として知られる。幼虫は数枚の葉を束ねて巣をつくり，昼間はこの中に潜んでいるが，夕方になると巣から這い出して周辺の葉を食べ始める。この巣の形状が稲わらを束ねて食品などを入れるのに用いられる「苞（つと）」に似ていることから，害虫としては「イネツトムシ」，巣は「ツト」と呼ばれることが多い。農薬登録上の対象害虫名も「イネツトムシ」として扱われていることから，本稿においても以降「イネツトムシ」と表記する。

イネツトムシによる被害には，幼虫による葉の食害とツトの形成が関与している。幼虫の加害量が大きくなると葉面積の減少にともなって登熟不良となり，子実収量が低下する（河野・藤井，1983）。また，止葉などの上位葉にツトが形成されると，イネの出穂が物理的に阻害されて茎が折損し，これを原因とした登熟歩合の低下が生じる（高橋ら，2003）。ホールクロップサイレージ用の飼料用イネの場合は，幼虫の食害によって葉部や穂部の乾物量が低下するだけでなく，サイレージ調製後の栄養価が低下することも明らかにされている（松山ら，2013）。

イネツトムシは，ススキやヨシ等のイネ科植物で幼虫越冬する。宮城県では越冬できず，本県の水田に発生する幼虫は，暖地から飛来した成虫に由来すると考えられている。第1世代幼虫は6～7月にかけて水田で発生が見られるが，その密度は低く防除の対象にはならない。しかし，7月中旬から8月中旬にかけて発生する第2世代幼虫は第1世代に比べて密度が高まりやすく，しばしば甚大な被害をもたらす。窒素肥料を多く施用した水田，移植時期が遅い水田，一般的な移植栽培よりも生育が遅れる直播栽培水田などで被害を受けやすい。近年，宮城県では直播栽培の増加にともなって，イネツトムシの被害が目立っている（菅野，2015）。本稿では，その対策として宮城県古川農業試験場が取り組んできた薬剤防除に関する研究成果の概要を紹介したい。なお，本研究の一部は復興庁・農林水産省の「食料生産地域再生のための先端技術展開事業」により実施したものである。

I　育苗箱処理

育苗箱処理は，浸透移行性のある殺虫剤を育苗箱に散布し，その苗を機械移植することで移植後に発生する害虫を防除する技術である。剤型としては粒剤や水和剤があり，育苗期間中または移植時に薬剤を散布する方法のほか，床土や覆土に混和して処理する方法がある。重要病害のいもち病を対象とした殺菌剤との混合剤が主流であり，主要病害虫を1回の処理で防除できる省力的な技術として広く行われている。

宮城県の移植栽培ではイネツトムシの被害が問題となることは少なく，本種の防除を目的として育苗箱処理剤の選択が行われることはあまりない。しかし，耕作面積の大きな経営体向けに県が低コスト技術として推奨している疎植栽培や乳苗移植栽培，あるいはそれらを組合せた乳苗疎植栽培では，慣行の移植栽培と比べてイネツトムシの被害を受けやすく（加進ら，2017），その対策として効果の高い育苗箱処理剤を選択することは重要である。ジアミド系のクロラントラニリプロールはチョウ目害虫に対して卓効があり（島，2009），これを有効成分とする育苗箱処理剤は，イネの生育初期から出穂期ころまで世代を繰り返して発生するフタオビコヤガに対して高い防除効果を有する（相花ら，2013）。そこで，クロラントラニリプロール・プロベナゾール粒剤（有効成分0.75%，24.0%）の育苗箱処理についてイネツトムシに対する防除効果を検討した（加進ら，2017）。その結果，

Control of Rice Skipper, *Parnara guttata guttata* with Insecticides. By Joji Kashin

（キーワード：イネ，イチモンジセセリ，育苗箱処理，水面施用，茎葉散布，殺虫剤）

表-1 疎植栽培におけるイネツトムシの発生リスクと育苗箱処理剤の防除効果

要因[1]		幼虫・蛹数/50 株[2]				
栽植密度	薬剤処理	若齢	中齢	老齢	蛹	合計
疎植	処理	0	0	0	0	0
	無処理	1.67 ± 0.33	3.33 ± 0.88	1.00 ± 0.58	0	6.00 ± 1.15
慣行	処理	0	0	0	0	0
	無処理	0.33 ± 0.33	0	0.33 ± 0.33	1.00 ± 0.58	1.67 ± 0.88
二元配置分散分析[3]						
栽植密度		*	**	n.s.	n.s.	n.s.
薬剤処理		**	**	n.s.	n.s.	**
栽植密度×薬剤処理		*	**	n.s.	n.s.	n.s.

[1] 栽植密度　疎植：11.1 株/m^2，慣行：22.2 株/m^2，薬剤：クロラントラニリプロール・プロベナゾール粒剤.
[2] 数値は平均値 ± 標準誤差で示した（n = 3）.
[3] n.s.：有意差なし，*：$p < 0.05$，**：$p < 0.01$.

発生リスクの高い疎植栽培であっても本種の発生は完全に抑えられ（表-1），フタオビコヤガの場合と同様に高い防除効果を有することが確認されたことから，実用性は高いと考えられた。

II 水 面 施 用

水面施用は湛水施用とも呼ばれ，水田に水を張った状態で薬剤を散布する水田特有の方法である。水で希釈する必要がなく，背負式動力散布機や散粒機等を用いた簡便な方法で防除作業ができるのが利点である。宮城県では直播栽培におけるイネツトムシの防除にカルタップ粒剤（4.0%，ネライストキシン系）が用いられてきたが，効果が十分に得られない事例があったため，防除効果の検証を行った（大槻ら，2015）。

試験は 2011 年に品種 'ひとめぼれ' を用いた乾田直播栽培の水田で行った。幼虫の発育段階の違いが防除効果に与える影響を調べるため，試験区としてカルタップ粒剤を若中齢期（7 月 25 日），中齢期（8 月 2 日）および老齢期（8 月 9 日）の異なる時期に水面施用した 3 処理区と無処理区を設けた。散布直前，同 7 日後，同 14 日後に幼虫および蛹の密度を調査し，次式により補正密度指数を求めて防除効果を評価した。

補正密度指数 = (Ta × Cb) / (Tb × Ca) × 100
Ta：処理区の散布後虫数
Tb：処理区の散布前虫数
Ca：無処理区の散布後虫数
Cb：無処理区の散布前虫数

いずれの散布時期でも散布 7 日後，14 日後と時間の経過とともに補正密度指数は低下し，相対的に若中齢期処理区が最も低かった（図-1）。しかし，その値は散布

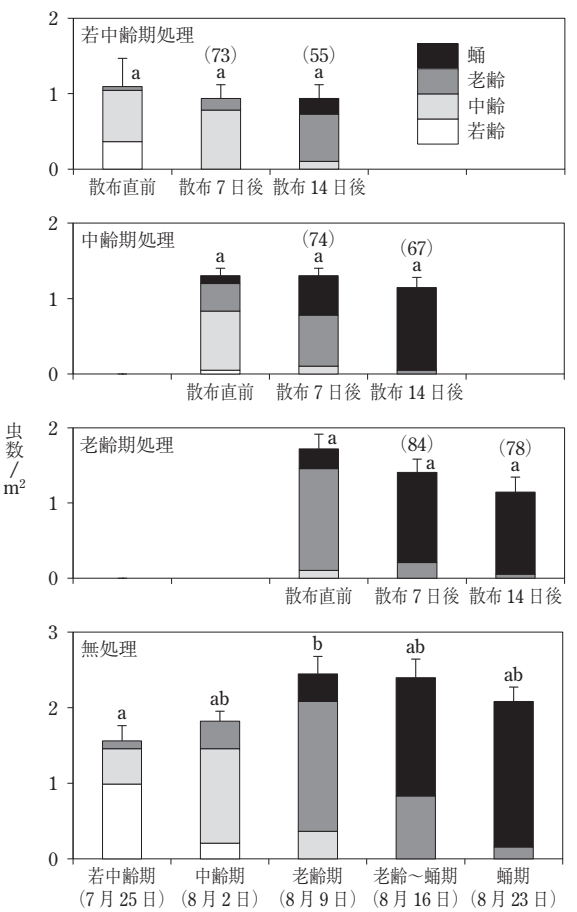


図-1 カルタップ粒剤の水面施用によるイネツトムシに対する防除効果
1）若中齢期，中齢期，老齢期の各処理区の処理時期は，無処理区における若中齢期，中齢期，老齢期の調査日と一致する.
2）図中の括弧内の数値は補正密度指数（本文参照）を示す.
3）図中の同一英小文字間に有意差なし（Tukey 法，$p > 0.05$）.
4）図中のバーは合計値の標準誤差を示す.

7日後で「73」，同14日後で「55」といずれも密度抑制効果は低かった。また，散布前後における幼虫密度と齢期の変化を見ると，若中齢期処理区の若齢幼虫に対してのみ防除効果が確認されたが，中齢以上の幼虫には防除効果がなく，無処理区と同様の発育進展が認められた。したがって，本剤の水面施用は散布時の若齢幼虫にのみ防除効果を有すると考えられた。実際の水田では若齢から老齢までの異なる発育段階の個体が混在するので，実用場面では安定した防除効果を期待するのは難しいと考えられた。

III 茎葉散布

茎葉散布とは，農作物の葉や茎に直接薬剤を散布する方法で，水和剤や乳剤等のように水で希釈して散布する液剤散布と粉剤を散布する固形剤散布がある。水稲直播栽培が大区画に整備された水田で導入が進んでいる現状を踏まえ，ブームスプレーヤを用いた液剤散布が主体になると想定した。また，試験を行った当時，本種の防除によく使用されていたDEP乳剤（50.0%，有機リン系）の農薬登録失効が見込まれていたため，代替剤の探索が必要であった。そこで，2012および2013年に液剤散布による防除試験を品種‘げんきまる’を用いた直播栽培水田で行った（大槻ら，2015）。

2012年は乾田直播栽培で，試験区はスピネトラム水和剤（11.7%，スピノシン系）4,000倍液，テブフェノジド水和剤（10.0%，ジアシル−ヒドラジン系）1,000倍液，カルタップ水溶剤（75.0%，ネライストキシン系）1,500倍液，DEP乳剤1,000倍液を散布した4処理区に無処理区を加えた5区を設けた。薬剤散布は8月9日に行い，散布量は100 *l*/10 aとした。なお，DEP乳剤の農薬登録は現在失効している。2013年は湛水直播栽培で，試験区はBT水和剤（*Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki* F810菌由来の生芽胞および産生結晶毒素10.0%，BT）4,000倍液，テブフェノジド水和剤1,000倍液を散布した2処理区に無処理区を加えた3区を設けた。薬剤散布は8月2日に行い，散布量は100 *l*/10 aとした。両年ともに散布直前，同4日後，同11日後に幼虫および蛹の密度を調査し，補正密度指数を求めて防除効果を評価した。

2012，2013年ともに散布時のイネツトムシは中齢幼虫が主体であった（図−2，3）。2012年の試験において，DEP乳剤の防除効果は認められなかった。一方，スピネトラム水和剤，テブフェノジド水和剤，カルタップ水溶剤，BT水和剤はいずれも高い密度低減効果が認められ，イネツトムシの防除薬剤としての実用性は高いと判断された。なかでも，スピネトラム水和剤とBT水和剤は散布4日後の時点で大幅に密度が低下しており，他剤

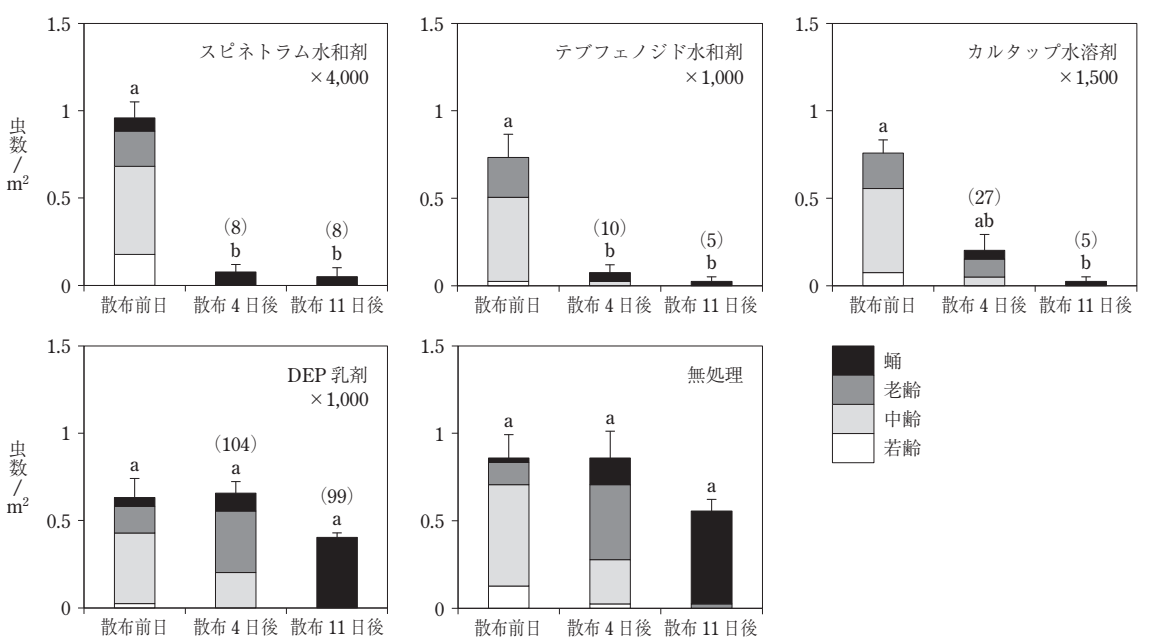


図-2　イネツトムシに対する茎葉散布剤の防除効果（2012年試験）
1）図中の括弧内の数値は補正密度指数（本文参照）を示す.
2）図中のバーは合計値の標準誤差を示す.
3）図中の同一英小文字間に有意差なし（Tukey法，$p > 0.05$）.

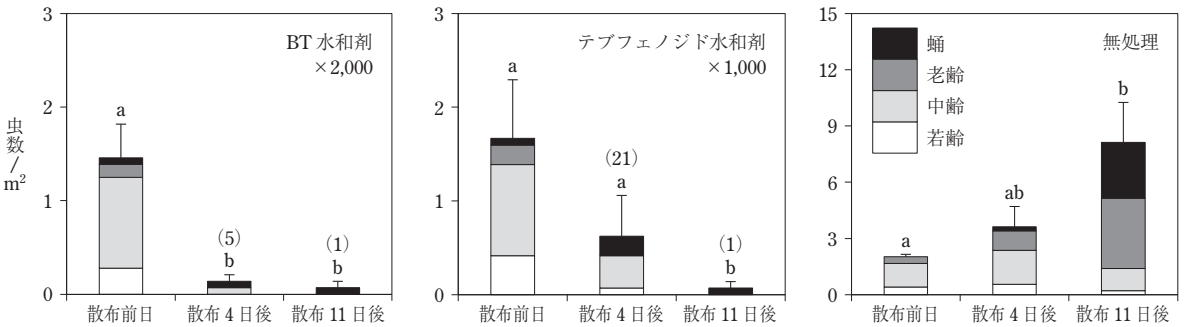


図-3　イネツトムシに対する茎葉散布剤の防除効果（2013 年試験）
1）図中の括弧内の数値は補正密度指数（本文参照）を示す.
2）図中のバーは合計値の標準誤差を示す.
3）図中の同一英小文字間に有意差なし（Tukey 法，$p > 0.05$）.

と比べて速効性が認められた。

イネツトムシの防除は，若齢幼虫期あるいは若中齢幼虫期と発生の初期段階で行わなければ効果が低下するとされてきた（尾崎，1951；増田ら，1999；柴田ら，2006）。しかし，実際には若齢から老齢まで混在した状態で発生することが多く，発生初期を的確に判断するのは難しい。また，摂食が旺盛になるのは老齢期であり，中齢期までの食害は問題とならない。今回有望とされた 4 剤は中齢幼虫が主体の時期でも高い防除効果が得られることから，これらを使用することによって防除適期を中齢幼虫期まで遅らせることが可能と考えられた。また，BT 水和剤は微生物農薬であることから，有機農産物の生産に使用できるほか，化学合成農薬の使用回数にカウントされないため特別栽培農産物の生産では使用するメリットがある。

お わ り に

イネツトムシを対象とした育苗箱処理剤は，クロラントラニリプロールを有効成分とするもののほか，ジアミド系のシアントラニリプロール，スピノシン系のスピネトラムやスピノサドを有効成分とするもの等，近年になって多くの薬剤が上市された。殺虫スペクトルは薬剤によって異なるので，薬剤を選択するにあたってはイネツトムシ以外の害虫への適用が地域の実態に適合しているかを検討する必要がある。

茎葉散布の防除試験において有望と判断した 4 剤は，いずれも中齢幼虫期における防除効果が高く，特にスピネトラム水和剤と BT 水和剤は優れた速効性も有する。この結果をもとに，これまで若齢幼虫期としてきた防除適期を中齢幼虫期に変更するならば，次に要防除水準の見直しが必要となる。従来の要防除水準では，若齢幼虫期の幼虫またはツトの密度を防除要否の判断基準としてきた（青木，1981；吉沢，1996；千本木，2002）。しかし，この時期の幼虫やツトは小さく発見するのが容易ではないため，吉沢（1996）は実用場面でこの基準を用いるのは困難であると指摘している。これに対し，中齢幼虫期であれば幼虫，ツトともに大きくなり容易に確認できることから，この時期の密度を判断基準とした要防除水準を設定できれば，従来よりも実用的なものになると考えられる。

また，イネツトムシを対象に茎葉散布剤として使用できる殺虫剤は，2017 年 5 月現在，いずれも地上防除での使用に限られている。低コストや省力化を目指した直播栽培では，防除作業でも効率化が求められていることから，無人ヘリコプターを利用した防除への適用拡大を望みたい。

引 用 文 献

1）相花絵里ら（2013）：北日本病虫研報 **64**：143 ～ 146.
2）青木　敏（1981）：稲の病害虫の生態と防除（尾崎幸三郎 編），全国農村教育協会，東京，p.17 ～ 28.
3）日浦　勇（2005）：海をわたる蝶，講談社，東京，283 pp.（底本 日浦　勇（1973）：海をわたる蝶，蒼樹書房，東京，200 pp.）
4）加進丈二ら（2017）：宮城古川農試報 **12**：81 ～ 96.
5）河野幹幸・藤井忠敬（1983）：関西病虫研報 **25**：16 ～ 17.
6）菅野博英（2015）：植調 **49**：56 ～ 60.
7）松山裕城ら（2013）：日草誌 **59**：33 ～ 37.
8）増田周太ら（1999）：北陸病虫研報 **47**：9 ～ 12.
9）中筋房雄・石井　実（1988）：蝶，海へ還る イチモンジセセリ渡りの謎，冬樹社，156 pp.
10）大槻恵太ら（2015）：北日本病虫研報 **66**：116 ～ 120.
11）尾崎重夫（1951）：農業及園芸 **26**：580 ～ 582.
12）千本木市夫ら（2002）：群馬農試報 **7**：33 ～ 48.
13）柴田夏実ら（2006）：茨城病虫研報 **45**：51 ～ 56.
14）島　克弥（2009）：植物防疫 **63**：723 ～ 729.
15）高橋智恵子ら（2003）：北日本病虫研報 **54**：119 ～ 122.
16）吉沢栄治（1996）：植物防疫 **50**：504 ～ 506.

研究報告

トルコギキョウの水耕栽培における根腐病への化学合成農薬の適用

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 野菜花き研究部門　佐藤　衛（さとう　まもる）

はじめに

2011年3月，東日本大震災が発生し，多大な被害を被った。復興庁・農林水産省「食料生産地域再生のための先端技術展開事業」によって，2014年8月から福島県いわき市で，13 aのプラスチックハウスにおいて水耕栽培によるトルコギキョウの周年栽培が開始された（図-1）。

トルコギキョウは，出荷までの栽培期間が長期にわたる（福田ら，2013）ことから，病害発生のリスクも高くなることが考えられた。水耕栽培においてトルコギキョウを周年で安定的に生産するには，*Pythium* 属菌による根腐病（吉松，1993；植松ら，1993）が第一の生産阻害要因になると考えられた（図-2，口絵①）。そこで，紫外線による殺菌やフィルターろ過装置などが導入されたが，栽培ベッドへの病原菌の飛び込みに対しては無防備であることなどから，効果は認められなかった。そのため，温室内外への出入時の靴の履き替えの徹底，ハウス周辺のシート被覆による塵埃飛散防止等を行ってきた。しかし，これだけでは不十分であり，薬剤による防除が望まれた。しかしながら，水耕栽培における農薬の登録は，野菜類でオクトクロスのみである（草刈ら，2003）ことから，既存薬剤の適用拡大を行うことを試みた。具体的には，トルコギキョウの水耕栽培（NFT式循環型）における根腐病の発生を抑えるとともに，栽培終了時の養液で，処理薬剤（アゾキシストロビン・メタラキシルM粒剤）の薬効成分が農薬の登録保留基準（環境省，2007；2008；2011；2012）を下回るような施用方法を検討する試験を行った（佐藤・福田，2016）。本報告では，一試験例を紹介する。

なお，本試験は前述した復興庁・農林水産省「食料生産地域再生のための先端技術展開事業」により実施した。

I 試験の概要

水耕栽培にはホームハイポニカKaren（協和株式会社，高槻市）を用い，福島県いわき市現地の管理とほぼ同じ養液量となるよう，1本当たりの養液量を0.5～1.0 *l* とし，1台10本植えとした（図-3）。2015年4月2日にトルコギキョウ苗を定植し，翌日，株元にアゾキシストロビン・メタラキシルM粒剤を処理（株元散布）し，さらに3日後に根腐病菌（*Pythium spinosum*）を接種した。



図-1　水耕栽培中のトルコギキョウ

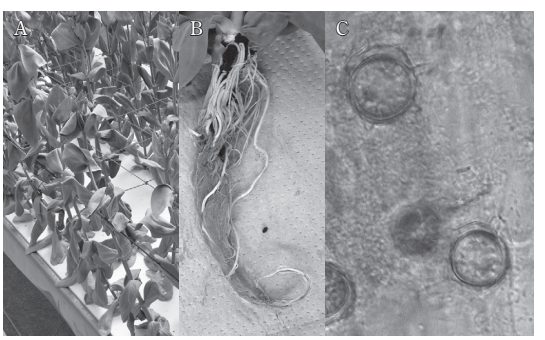


図-2　水耕栽培トルコギキョウに発生した根腐病
A：根腐病による萎れ，B：根腐病による根の褐変腐敗，
C：根の組織内に形成された根腐病菌の卵胞子.

II 薬剤の防除効果

本試験において，無処理区では接種9日後に萎れが確認された。栽培終了時（6月25日）の無処理区での発

Agrichemical Application for Control of Root Rot of Russell Prairie Gentian（*Eustoma grandiflorum*）in Hydroponic Culture.　By Mamoru Satou

（キーワード：水耕栽培，トルコギキョウ，農薬，適用拡大）

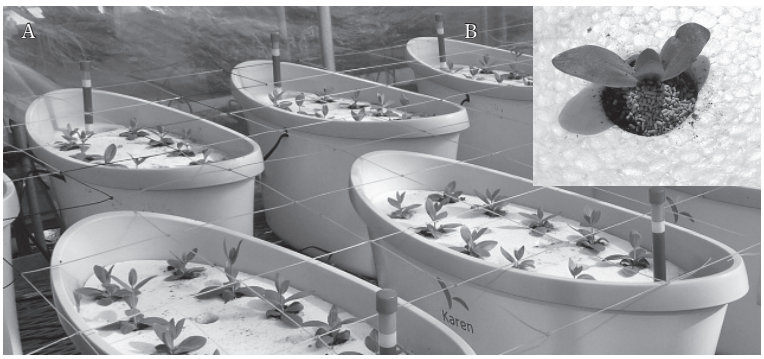


図-3 水耕栽培装置による試験
A：定植後のトルコギキョウ（ポンプで養液を汲み上げて循環），B：薬剤処理.

表-1 薬剤処理によるトルコギキョウの発病株率，発病度，防除価，薬害発生の有無および草丈への影響（2015 年試験）

処理区名	株当たり処理量	調査月日												
		4 月 30 日				5 月 28 日				6 月 25 日（栽培終了時）				
		発病株率（%）	発病度	防除価	薬害	発病株率（%）	発病度	防除価	薬害	発病株率（%）	発病度	防除価	薬害	草丈（cm）
アゾキシストロビン・メタラキシル M 粒剤	0.25 g	0	0	100	なし	2.0	0.5	98.2	なし	14.0	4.5	92.8	なし	67.8
アゾキシストロビン・メタラキシル M 粒剤	0.5 g	0	0	100	なし	2.5	0.6	97.8	なし	7.5	1.9	97.0	なし	67.7
無処理		52.0	22.0			96.0	28.0			100	62.5			46.6

発病度＝Σ［（発病程度別株数×指数）/（調査株数×4）］×100.
発病程度；0：無発病，1：下位葉～中位葉の萎れまたは生育不良，2：上位葉まで萎れ，3：株全体が青枯れまたは全身萎凋，4：枯死.
防除価＝100－（各薬剤処理区の発病度）/（薬剤無処理区の発病）×100.

表-2 養液中のアゾキシストロビン・メタラキシル M 粒剤の薬効成分の濃度（2015 年試験）

アゾキシストロビン・メタラキシル M 粒剤処理量	薬剤処理後日数および月日							
	処理 3 日後 4 月 6 日		処理 55 日後 5 月 28 日		処理 69 日後 6 月 11 日		処理 83 日後（栽培終了時） 6 月 25 日	
	アゾキシストロビン	メタラキシル M	アゾキシストロビン	メタラキシル M	アゾキシストロビン	メタラキシル M	アゾキシストロビン	メタラキシル M
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
0.25 g/株	ND	0.04 ～ *0.10*	ND	0.01 ～ *0.08*	ND	ND ～ 0.02	ND	ND ～ 0.02
0.5 g/株	ND	0.01 ～ *0.17*	ND	ND ～ *0.08*	ND	ND ～ 0.01	ND	ND ～ 0.02

保留基準濃度：アゾキシストロビン（水産動植物 0.028 ppm，水質汚濁 0.47 ppm），メタラキシル M（水産動植物 9.5 ppm，水質汚濁 0.058 ppm）を上回るものは斜字とした.
ND：検出せず.

病株率は100%であり，発病度は62.5であった。一方，アゾキシストロビン・メタラキシルM粒剤0.25 g/株の処理区では，栽培終了時の発病株率は14.0%，発病度は4.5，防除価は92.8であった。また，0.5 g/株の処理区では，栽培終了時の発病株率は7.5%，発病度は1.9，防除価は97.0であった。両薬剤処理区とも発病株率および発病度において無処理区との間に差が認められ，防除効果は高かった。さらには，草丈においても，無処理区が46.6 cmであるのに対して，アゾキシストロビン・メタラキシルM粒剤0.25 g/株処理区では67.8 cm，0.5 g/株処理区では67.7 cmであり，薬剤処理区と無処理区との間には差が認められた。試験期間を通じて，薬害は認められなかった（表–1）。

III　養液における薬効成分の残留

本試験では，薬剤処理3日後の0.25 g/株および0.5 g/株の両処理区において，養液中にアゾキシストロビン・メタラキシルM粒剤の薬効成分のひとつであるアゾキシストロビンは検出されなかった。一方，メタラキシルMは一部の区で登録保留基準濃度を超えて検出された。しかし，薬剤処理69日後以降では，メタラキシルMも両処理区ともに，定められている登録保留基準濃度を下回る結果となった（表–2）。

お　わ　り　に

本試験のほか，もう1例の試験結果を積み上げたことにより，2か年にわたる防除効果を確認できた。養液中の薬効成分濃度を参考資料として添付したうえで，農薬メーカーがアゾキシストロビン・メタラキシルM粒剤の適用拡大申請を行い，2016年2月17日に「トルコギキョウ（水耕栽培）に使用する場合，NFT式循環型水耕栽培施設で行うこと。使用にあたっては普及指導センターの指導に従い，廃液は環境中に流出しないように適切に処理すること。」といった使用上の注意が付され，トルコギキョウ（水耕栽培）の根腐病へ適用拡大された。これにより，普及指導センターの指導に従うこと，廃液を環境中に流出しないこと，を遵守することにより，水耕栽培におけるトルコギキョウ根腐病の防除が可能となり，安定生産への道筋が見えてきつつある。この農薬の適用拡大だけではなく，栽培技術の向上など様々な方法により，今後，トルコギキョウの水耕栽培が展開していくことに期待したい。

引　用　文　献

1）福田直子ら（2013）：園芸学研究 **12**（別1）：204.
2）環境省（2007）：水産動植物の被害防止に係る農薬登録保留基準の設定に関する資料 メタラキシル及びメタラキシルM，https://www.env.go.jp/water/sui-kaitei/kijun/rv/m03_metalaxyl.pdf（2017年6月1日アクセス確認）
3）――――（2008）：水産動植物の被害防止に係る農薬登録保留基準の設定に関する資料 アゾキシストロビン，https://www.env.go.jp/water/sui-kaitei/kijun/rv/a04_azoxystrobin.pdf（2017年6月1日アクセス確認）
4）――――（2011）：水質汚濁に係る農薬登録保留基準の設定に関する資料 アゾキシストロビン，https://www.env.go.jp/water/dojo/noyaku/odaku_kijun/rv/a10_azoxystrobin.pdf（2017年6月1日アクセス確認）
5）――――（2012）：水質汚濁に係る農薬登録保留基準の設定に関する資料 メタラキシル及びメタラキシルM，https://www.env.go.jp/water/dojo/noyaku/odaku_kijun/rv/m10_metalaxyl.pdf（2017年6月1日アクセス確認）
6）草刈眞一ら（2003）：植物防疫 **57**：325 ～ 329.
7）佐藤　衛・福田直子（2016）：日植病報 **82**：93 ～ 100.
8）植松清次ら（1993）：関東病虫研報 **40**：167 ～ 170.
9）吉松英明（1993）：日植病報 **59**：51.

発生予察情報・特殊報（29.6.1 ～ 6.30）

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

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

■**ラッキョウ：ホモノハダニ**（徳島県）6/5
■**リンドウ：えそ斑紋病**（栃木県：初）6/8
■**バラ：バラハオレタマバエ**（滋賀県：初）6/14
■**トルコギキョウ：斑点病**（宮崎県：初）6/19
■**トウガラシ類：炭疽病**（岡山県：初）6/19
■**イチジク：フタモンマダラメイガ**（福岡県）6/22
■**ビワ：ビワキジラミ**（兵庫県：初）6/28
■**モモ，スモモ：クビアカツヤカミキリ**（栃木県：初）6/29
■**タマネギ：黒腐菌核病**（鳥取県）6/29

研究報告

小麦赤かび病を適期に防除するための開花期予測システム

農研機構 西日本農業研究センター 黒瀬義孝（くろせよしたか）

はじめに

小麦の登熟期間が梅雨と重なり高温多湿となる日本では，赤かび病は小麦の最重要病害である。赤かび病は収量を低下させるだけでなく，小麦粒中にかび毒を蓄積させる。かび毒を高濃度に含んだ食品を食べると，下痢や嘔吐，腹痛などの中毒症状を引き起こす。さらに最近の研究から，かび毒の濃度が低くても長期間摂取し続けると，成長抑制や体重低下などが引き起こされることが明らかとなった。小麦はパンや麺等の主原料であり，毎日食べられる食材である。このため，赤かび病がクローズアップされるようになった。

日本では厚生労働省が2002年に小麦のかび毒濃度（DON）を1.1 ppm以下とする暫定基準を設けた。これを受けて，農林水産省は2003年産の小麦から赤かび粒の混入率を0.049%以下とする基準を設け，この基準を超えた小麦は規格外となり，食用として流通できなくなった。2002年までの基準が1.0%以下であったことから，2003年から検査基準が非常に厳しくなった。このため，赤かび病対策の徹底が求められ，小麦産地は仕分け集荷やDONの分析等の対応に追われた。

図-1は赤かび病に罹病した小麦である。小麦が赤かび病菌に最も感染しやすい時期は開花期であり，赤かび病対策は開花期における薬剤防除が基本となる。開花期から防除日が1週間ずれると発病度は2倍になるとの報告があるように（九州沖縄農業研究センター，2008），防除のタイミングが重要であり，開花期をピンポイントで狙った防除が必要とされる。しかし，年々の寒暖の差により開花期は早い年と遅い年とで2～3週間の違いがあり，適期防除を困難にしている。さらに，近年主流となりつつある無人ヘリコプターによる薬剤散布では，防除を実施する2～3週間前に開花期がいつごろになるかを予想して防除日を決定する必要があり，適期防除をさらに困難にしている。そこで，気象データから開花期を予測する技術を開発し，適期防除に役立てることにした。



図-1　赤かび病に罹病した小麦

I　開花期（防除適期）を予測する発育予測モデル

小麦の発育は種子を撒く「播種」から始まり，芽が土から出る「出芽」，主桿長が2 cm以上となり茎が立ってくる「茎立」，葉鞘から穂が出る「出穂」，小穂から葯が出る「開花」，子実が実る「成熟」と進んで行き，収穫を迎える（図-2，口絵①）。防除適期である開花期とは，全茎数の50%が開花した日と定義される。開花期より前で，生産者が正確に日にちを把握している発育ステージは播種日のみのようである。そのため，播種日を起点に開花期を予測する必要があった。

小麦赤かび病の防除適期である開花期を気象データから予測する手法としてDVRモデルを用いた。DVRモデルは発育において，量的な変化が蓄積し，蓄積した量が閾値に達すると質的な変化が起こるとする予測手法である。量的な変化は発育速度で表され，質的な変化が出穂期や開花期等の発育ステージである。小麦は茎立期以降に日長反応が弱くなる。このため，播種から茎立期までは気温と日長から発育速度を求め，茎立期以降は気温のみで発育速度を求めた。なお，日長は場所（緯度）が決まれば計算によって求まるため，発育速度は日平均気温が得られれば求まる。

The System to Predict the Flowering Time for Optimal Fungicide Application on Fusarium Head Blight in Wheat.　By Yoshitaka Kurose

（キーワード：小麦，赤かび病，開花期，防除，予測）

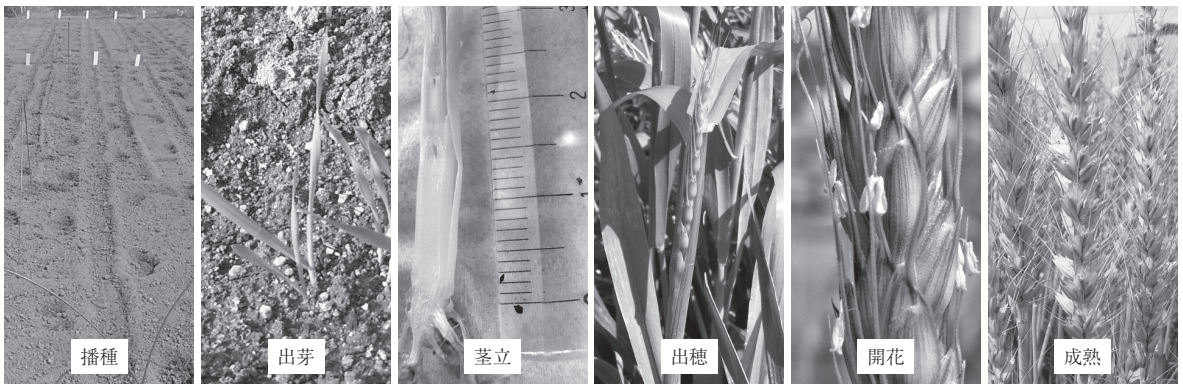


図-2　小麦の発育ステージ
茎立の写真は，茎立期を判定するために茎を切り，主桿長を測定している．



図-3　作期移動試験の小麦
5月9日撮影．品種は‘シロガネコムギ’．図中の月は播種した月であり，どの月も15日ころに播種を行っている．12月播種では開花期を迎え，1月播種では出穂期を迎えた．また，2月播種では翌日から出穂が始まった．

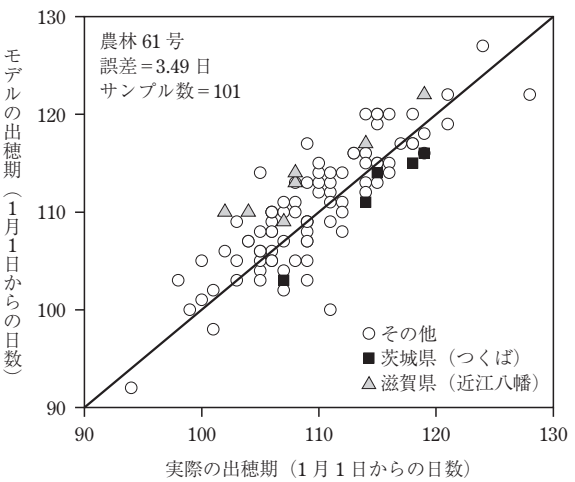


図-4　出穂期の予測結果

開花期のデータは皆無であったことから，西日本農業研究センター圃場（広島県福山市）で10月から翌年の3月まで1か月おきに播種を行う作期移動試験を行い，得られた発育データと気象データから発育予測モデルを作成した。図-3は作期移動試験の小麦を5月9日に刈り取り，作期順に並べた写真である。左から10月播種，11月播種と続き，右端が3月播種である。作期移動試験により，短期間に多くの発育データを蓄積するとともに，小麦が生育期間中に幅広い気温と日長に遭遇するようにし，広い地域に適用可能なモデルを作成した。発育予測モデルを作成した品種は‘農林61号’，‘シロガネコムギ’，‘チクゴイズミ’であり，この3品種で西日本の小麦作付面積の9割以上を占める。さらに，比較的新しい品種である‘ニシノカオリ’，‘ミナミノカオリ’，‘ふくさやか’を含めた6品種の発育予測モデルを作成した。

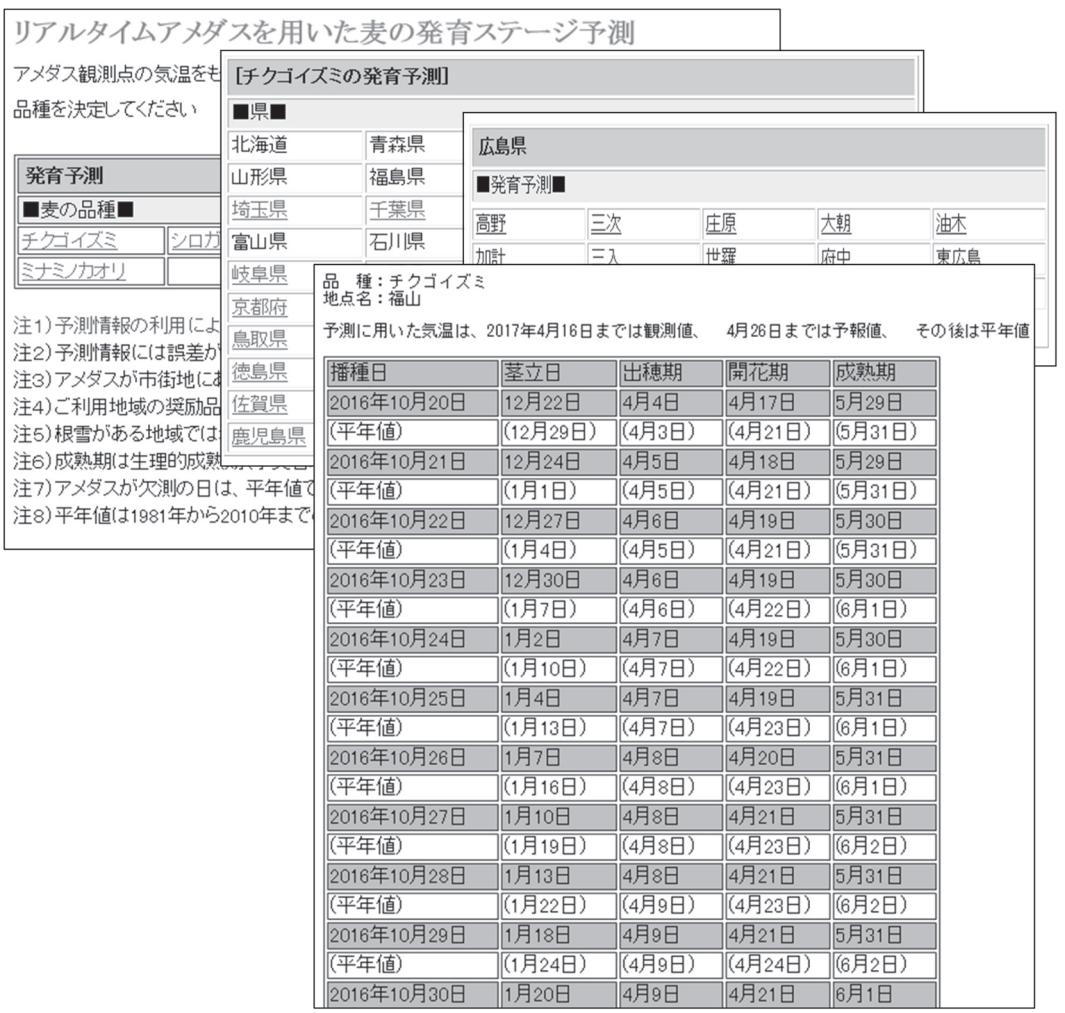
Ⅱ　予測精度および予測結果を利用するうえでの注意点

開花期の予測結果を検証するため，農林水産省消費・安全局より全国の普及所に開花期の調査を依頼していただいた。その結果，9県から6品種53作期のデータが得られた。このデータを使って開花期の予測結果を検証した。誤差（平均二乗誤差）は3.18日であり，開花期の予測は実用に耐えると判断した（黒瀬，2013）。

多くの地域で予測結果を検証するため，奨励品種決定試験のデータを用いた。ただし，奨励品種決定試験で調査される発育ステージは播種日，出穂期，成熟期であり，

開花期は調査されない。そのため，出穂期で検証を行った。出穂期とは全茎数の 50%が出穂した日であり，開花期の 1 週間から 10 日前に当たる。検証に使用したデータは 2002 ～ 07 年（播種年）であり，圃場の近くで気温を観測している地点を抽出して行った。検証データの最も多かった‘農林 61 号’の結果を図–4 に示す。北は群馬県から南は大分県までの 13 府県 17 箇所で行われた 101 作期のデータで検証を行った。検証の結果，誤差は 3.49 日であった。同様に，他の品種についても検証を行った結果，誤差は 2.84 日～ 3.67 日であり，出穂期の予測に関しても実用に耐えると考えた。

図–4 では誤差が 1 週間程度のデータも見られる。誤差の大きかった滋賀県（近江八幡）と茨城県（つくば）についてはシンボルを変えて図示している。近江八幡では実際の出穂期よりも 5 日程度遅く予測された。逆に，つくばでは 3 日程度早く予測された。発育予測は日平均気温と日長のデータのみで行っており，土壌の種類や施肥条件などは考慮していない。施肥量を増やすと成熟が遅れるように，発育速度は気象以外の影響も受ける。滋賀県や茨城県で予測日が一定の傾向でずれたのは，気象以外の要因が影響している可能性がある。また，発育予測はアメダスの気温を使って行われている。アメダス観



播種日	茎立日	出穂期	開花期	成熟期
2016年10月20日	12月22日	4月4日	4月17日	5月29日
(平年値)	(12月29日)	(4月3日)	(4月21日)	(5月31日)
2016年10月21日	12月24日	4月5日	4月18日	5月29日
(平年値)	(1月1日)	(4月5日)	(4月21日)	(5月31日)
2016年10月22日	12月27日	4月6日	4月19日	5月30日
(平年値)	(1月4日)	(4月5日)	(4月21日)	(5月31日)
2016年10月23日	12月30日	4月6日	4月19日	5月30日
(平年値)	(1月7日)	(4月6日)	(4月22日)	(6月1日)
2016年10月24日	1月2日	4月7日	4月19日	5月30日
(平年値)	(1月10日)	(4月7日)	(4月22日)	(6月1日)
2016年10月25日	1月4日	4月7日	4月19日	5月31日
(平年値)	(1月13日)	(4月7日)	(4月23日)	(6月1日)
2016年10月26日	1月7日	4月8日	4月20日	5月31日
(平年値)	(1月16日)	(4月8日)	(4月23日)	(6月1日)
2016年10月27日	1月10日	4月8日	4月21日	5月31日
(平年値)	(1月19日)	(4月8日)	(4月23日)	(6月2日)
2016年10月28日	1月13日	4月8日	4月21日	5月31日
(平年値)	(1月22日)	(4月9日)	(4月23日)	(6月2日)
2016年10月29日	1月18日	4月9日	4月21日	5月31日
(平年値)	(1月24日)	(4月9日)	(4月24日)	(6月2日)
2016年10月30日	1月20日	4月9日	4月21日	6月1日

図–5　予測結果を閲覧するまでの手順
トップページ（左上図）から品種を選択する．次に，県の一覧が表示されるので，県を選択する．最後に，その県内にあるアメダス観測点の一覧が表示されるので，アメダス観測点を選択すると，播種日に対する出穂期，開花期，成熟期が表示される．色つきのセルは今年の気象データを使って予測した結果，白抜きのセルは平年の気象データから予測した結果である．

測点は市街地に設置されている場合が多く，農地の気温とは異なる。これらから，発育ステージの予測結果を使用する場合，生産者の圃場で実際の発育と予測日とを比較し，誤差の傾向を把握したうえで予測情報を利用することが望まれる。

III　防除適期（開花期）の予測結果を公開するシステム

開花期を予測する発育予測モデルを作っただけでは，生産者の役には立たない。生産者に活用してもらうには，実際の気象データから開花期を予測し，予測した結果を生産者に伝える必要がある。そこで，リアルタイムのアメダスデータと 2 週間先までの気温予報値を使って開花期を予測し，予測した結果を WEB 上に公開するシステムを構築し，運用を行っている。

開花期の予測結果を閲覧するまでの手順を図-5 に示す。まず，開花期の予測結果を公開しているページ（http://www.naro.affrc.go.jp/org/warc/meteo_fukuyama/WEB/wheat/index_mugi.html または西日本農研の HP ｜営農支援ツール｜リアルタイムアメダスを用いた麦の発育ステージ予測）にアクセスする。次に，小麦の品種，県，アメダス観測点の順でクリックしていくと，播種日ごとに開花期の予測日が表示される仕組みとなっている。色付きのセルは今年の気温を使って予測した結果，白抜きのセルは平年の気温を使って予測した結果であり，平年との差もわかるようになっている。生産者はパソコンだけでなくスマートフォンからも予測結果を閲覧できる。2016 年のように開花期が平年より 1 週間～ 10 日早まった年には，府県の防除所ニュースなどで本システムの予測結果が紹介され，利用されている。また，防除適期である開花期以外にも，茎立期，出穂期，成熟期の予測結果も公開している。いずれも重要な農作業がある時期である。

開花 1 か月前から開花期当日にかけて，予測された開花期の推移を図-6 に示す。実際の開花期は 5 月 1 日であり，開花 1 か月前から 5 月 1 日に開花期を迎えると予測できれば理想的なシステムである（図中の実線）。この年は 4 月 7 ～ 21 日にかけて気温が平年より 3℃ 以上高い日が続き，逆に 22 日以降は平年より 3℃ 以上気温が低い日が続いたため，発育の予測が難しい年であった。無人ヘリコプター防除では開花 2 ～ 3 週間前である 4 月 10 日～ 17 日に防除日が決定される。予測を行った日以降の気温として平年値を用いた場合（図中の白丸），予測された開花期は日々変わっており，防除日の決定には役立たなかった。一方，気温予報値を用いることにより（図中の黒丸），開花 3 週間前には予測誤差は 1 日に収まっている。気温予報値を使うことにより，これからの天候が平年と大きく異なる場合にも対応できるようになった。データは毎日更新され，最新の気象データを取り込んで予測が行われる。

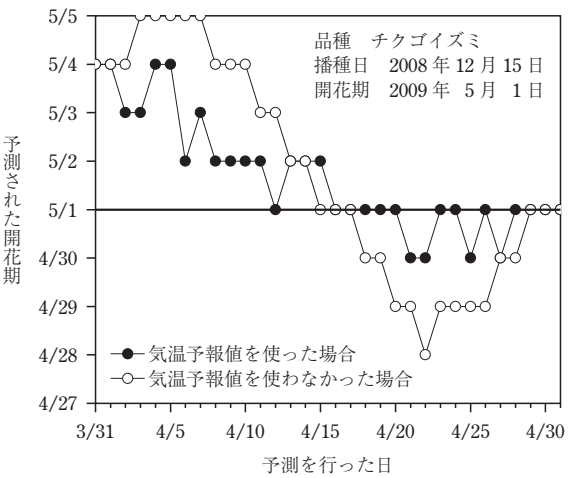


図-6　予測された開花期の推移

本研究の一部は，農林水産省の委託事業である「生産・流通・加工工程における体系的な危害要因の特性解明とリスク低減技術の開発」および総合科学技術・イノベーション会議の SIP（戦略的イノベーション創造プログラム）「次世代農林水産業創造技術」により実施した。

引　用　文　献

1）黒瀬義孝（2013）: 日本醸造協会誌 **108**: 25 ～ 31.
2）九州沖縄農業研究センター（2008）: 麦類のかび毒汚染低減のための生産工程管理マニュアル，http://www.naro.affrc.go.jp/karc/contents/files/manual.pdf

調査報告

海外における薬効・薬害に関する要求事項とマイナー使用対策

独立行政法人農林水産消費安全技術センター 農薬検査部　佐々木（ささき）　千潮（ちしお）

はじめに

我が国では，農薬取締法（昭和23年法律第82号）に基づき，農薬登録申請時に，当該農薬の薬効および薬害に関する試験成績の提出を求めている。農薬の効果の程度は，防除対象となる病害虫・雑草（以下「対象病害虫など」）が同じであっても，あるいはそれらが加害する作物が同じであっても，使用する気象条件や作物の栽培環境の違いによって，異なることが多々ある。薬害についても同様なことが言える。このような観点から，諸外国においても薬効および薬害に関する試験は農薬登録申請を行う国ごとで実施されている。このため，薬効・薬害に関する要求事項は国により異なっている状況にある。本稿では，米国，カナダ，EU，オーストラリアにおける薬効・薬害の要求事項を紹介するとともに，我が国の要求事項との違いについて紹介する。さらに，我が国を含む多くの国で共通の課題となっているマイナー使用対策についても紹介する。

I　薬効・薬害に関する要求事項

1　米国

（1）　審査機関

米国では，Federal Insecticide, Fungicide, and Rodenticide Act（FIFRA：連邦殺虫剤殺菌剤殺そ剤法）に基づきEnvironmental Protection Agency（EPA：米国環境保護庁）が登録に係る審査を行っている。

（2）　薬効・薬害試験の要求事項

農薬の登録申請において薬効・薬害試験成績は要求されないが，EPAは申請するすべての適用について薬効・薬害試験成績を所持することを申請者（または登録者）に求めており，EPAが提出を求めた場合には登録者は15日以内に提出しなければならない。EPAの要求に対し，期限内に薬効・薬害試験成績の提出が行われない場合には，当該適用の取り消し，あるいは登録の失効等の規制を受けることとなる。

また，申請者は登録申請時に使用方法を記載した農薬のラベル（案）を提出する必要があり，当該ラベル案を作成するためには，薬効・薬害に関する試験を実施しておく必要がある。

2　カナダ

（1）　審査機関

カナダでは，Pest Control Products Act（PCPA：病害虫防除製品法）に基づき，Pest Management Regulatory Agency（PMRA：カナダ保健省病害虫管理規制局）が登録に係る審査を行っている。

（2）　薬効・薬害試験の要求事項

薬効および薬害に関する試験は，Regulatory Directive DIR2003-03：Efficacy Guideline for Plant Protection Products（以下「規則指令：DIR2003-03」）に基づき農薬の用途ごとに要求される。

試験は，GEP（Good Experimental Practice）に基づき実施する必要がある（表-1および表-2）。

3　EU

（1）　審査の枠組み

EUでは，EC Regulation 1107/2009（EC, 2009）に基

表-1　カナダの薬効試験の要求

対象	要件
殺虫剤	作物と害虫ごとに少なくとも3例以上 農業，林業用途は2か年にわたり実施
殺菌剤	作物と害虫ごとに3例以上
除草剤	草種ごとに2か年にわたり10例以上

表-2　カナダの薬害試験の要求

対象	要件
殺虫剤	規定なし
殺菌剤	規定なし
除草剤	新規有効成分または新たな使用方法に関して最低2か年にわたり申請薬量およびその2倍量で10例以上

Data Requirements for Efficacy and Crop Safety Evaluation of Pesticides and the Countermeasures to Solve Minor Use Problems in Oversea.　By Chishio Sasaki

（キーワード：薬効，薬害，病害虫，雑草，読替，マイナー作物，使用許可）

づき，EU 域内を三つの地域に分けて，それぞれの域内で審査が行われている。三つの地域は，北部・中部・南部に分けられ，それぞれ以下の国が属している（表–3）。EU 域内での農薬の申請は，EU の地域内の一つ（または複数）の国で行うことができる。

申請を受け付けた国（Lead 国）が最初に評価を行う。評価する内容は，薬効に関するもの，後作物，周辺作物に関するもの，薬剤抵抗性に関するもの等である。申請者は地域内の他の加盟国に対して相互承認を求めることができる。当該国は，Lead 国の評価結果について 120 日以内に承認または拒否するかを決定することが求められている。

一方，EPPO（European and Mediterranean Plant Protection Organization：ヨーロッパ地中海地域植物防疫機関）が作成した農薬の効果に関するガイドラインにおいて，薬効の評価を行うために気候的な類似性を考慮した地域分けも行われている（PP1/241 Guidance on comparable climates）（表–4）。

表–3　EU 規則による地域分け

地域（Zone）	加盟国（Member States）
北部（North）	デンマーク，エストニア，ラトビア，リトアニア，フィンランド，スウェーデン
中部（Center）	オーストリア，ベルギー，チェコ，ドイツ，アイルランド，ルクセンブルク，ハンガリー，オランダ，ポーランド，ルーマニア，スロバキア，スロベニア，イギリス
南部（South）	ブルガリア，キプロス，フランス，ギリシャ，イタリア，マルタ，ポルトガル，スペイン，クロアチア

表–4　EPPO による地域分け

地域（Zone）	加盟国（Member States）
北東地域（North-east）	エストニア，ラトビア，リトアニア，ポーランド，フィンランド
海洋地域（Maritime）	ベルギー，チェコ，デンマーク，ドイツ，アイルランド，北フランス，ルクセンブルク，オランダ，オーストリア，スウェーデン，イギリス，ノルウェイ，スイス
地中海地域（Mediterranean）	ギリシャ，スペイン，南フランス，イタリア，キプロス，マルタ，ポルトガル，マケドニア，アルバニア，モンテネグロ
南東地域（South-east）	ブルガリア，ハンガリー，ルーマニア，スロバキア，スロベニア，クロアチア，ボスニアヘルツエゴビナ，セルビア，コソボ

※下線は EU 未加盟国.

（2）　薬効・薬害試験の要求事項

EU 域内で農薬登録申請時に提出しなければならない薬効および薬害に関する試験は，農薬製剤のデータ要求を定めた委員会規則（EU）No 284/2013 により，EPPO のガイドラインに準じて行われなければならないとされている。また，試験は GEP に基づき実施されなければならない。

EPPO のガイドライン（PP1/226(2) Number of efficacy trials）において，要求されるべき薬効および薬害について表–5 および表–6 のように定められている。

4　オーストラリア

（1）　審査機関

オーストラリアでは，Agricultural and Veterinary Chemicals Act 1994（農薬および動物用医薬品規程法）に基づき Australian Pesticides and Veterinary Medicines Authority（APVMA：オーストラリア農薬・動物用医薬品局）が登録に係る審査を行っている。

（2）　薬効・薬害試験の要求事項

オーストラリアでは，2014 年 7 月にガイドラインが改定され，EPPO のガイドラインに準拠した試験を要求している（表–7 および表–8）。

Ⅱ　マイナー対策

（1）　マイナー使用の定義

我が国におけるマイナー対策はもっぱらマイナー作物を中心に行っているが，海外においてはマイナー作物に

表–5　EU（または EPPO）の薬効試験の要求

対象	要件
メジャー作物に発生する主要病害虫に使用する農薬	少なくとも 2 か年にわたり実施された 10 例（最低 6，最大 15）
マイナー作物またはマイナー病害虫に使用する農薬	3 例（最低 2，最大 6）
施設内の主要病害虫	単年で 6 例（最低 4，最大 8）

表–6　EU（または EPPO）の薬害試験の要求

対象	要件	その他の要件
殺虫剤 殺菌剤	薬効試験において確認．ただし種子処理では 4 例	有効成分の収量に及ぼす影響が不明の場合には 2 か年にわたり確認が必要
除草剤 植調剤	作物ごとに 2 か年にわたり申請薬量および倍量で実施した 8 例	有効成分の作用機作から悪影響がないことが明らかな場合には例数は減らされる．いくつかの作物で確認された場合には，近縁の作物では例数は減らされる

表-7 オーストラリアの薬効試験の要求

対象	要件
新規化合物，新たなメジャー作物に使用する農薬	少なくとも2か年または2生育期にわたり実施された10例以上
マイナー作物またはメジャー作物に発生するマイナー病害虫に使用する農薬	3例

表-8 オーストラリアの薬害試験の要求

要件
新規化合物，除草剤，植物成長調節剤，土壌消毒剤以外は薬効試験において確認
上記以外は農薬ごとに特性に応じて最適な方法で実施

加え，防除する頻度が少ないと見込まれる病害虫などに対する農薬使用なども対象に含まれ，これらをマイナー使用として様々な対策を講じている。我が国を含んだマイナー作物，マイナー使用の定義については以下の通りである。

1）米国

栽培面積が300,000 ac（約120,000 ha）未満の作物（マイナー作物）への農薬使用，または農薬使用による経済的な効果が見込めないため，農薬製造業者が登録および登録の維持をすることが困難であって，以下の条件を満たし，EPAにより承認されたものと定義されている。

（ⅰ） 効果的な代替農薬がない場合。

（ⅱ） 代替農薬の使用により人および環境へのリスクが高まる場合。

（ⅲ） 当該農薬が病害虫の抵抗性の管理に使用できる場合。

（ⅳ） 当該農薬がIPM（総合的病害虫管理）に使用できる場合。

2）カナダ

農薬製造業者が進んで農薬の登録および販売をするほど販売量が見込めないが，病害虫防除に必要な農薬の使用であって，PMRAにより承認されたものと定義されている。

3）EU

経済的重要度が低い作物（マイナー作物）への農薬使用，またはメジャー作物における重要でない病害虫（マイナー病害虫）への農薬使用がマイナー使用と定義され，対象は加盟国により決められている。なお，マイナー作物は，以下の基準を満たす作物（メジャー作物および超マイナー作物）以外とされている。

（ⅰ） メジャー作物の基準

ⅰ）EUのある地域における一日当たりの摂取量が体重1 kg当たり0.125 g（0.125 g/kgbw/day）を超え，かつ当該地域における栽培面積が20,000 haを超え，および，あるいは年間生産量が400,000 tを超える。

または

ⅱ）栽培面積が20,000 haを超える，かつ年間生産量が400,000 tを超える。

※メジャー作物の例：稲，オレンジ，りんご，ばれいしょ，キャベツ，レタス，オリーブ

（ⅱ） 超マイナー作物の基準

1日の平均摂取量が1.5 g未満，および，あるいは栽培面積が600 ha未満。

※超マイナー作物の例：ハーブ類，ベリー類

4）オーストラリア

以下の条件を満たし，APVMAにより承認されたものと定義されている。

（ⅰ） マイナー作物である。

生産量，栽培面積，消費量，重要性，輸出量を考慮して決められる。

（ⅱ） メジャー作物での農薬の使用が限定的である。

当該作物での年間の国内栽培面積の10%未満の使用または10,000 ha未満での使用のいずれか少ないほうに該当する場合。

（ⅲ） 登録に要する費用に見合うだけの収入が得られない場合。

申請者が，登録に要する費用やラベルを変更する費用等と，販売見込み等の収益に関するデータにより，採算がとれないことを証明する必要がある。

※メジャー作物の例：稲，りんご，マンゴー，ばれいしょ，キャベツ，レタス，ワタ

5）日本

マイナー使用といった明確な定義は規則などにはないが，マイナー作物として以下の通り定義されている。生産量が特に多い農作物（メジャー作物）と生産量が多い農作物（準メジャー作物）以外を生産量の少ない農作物（マイナー作物）と定義されている。

（ⅰ） 生産量が特に多い農作物の基準

ⅰ）年間生産量が30万tより多い農作物（主要な栽培地域に偏りのあるものを除く。）

ⅱ）年間生産量が3万tより多く30万t以下であり，かつ，1日当たりの農畜水産物摂取量に占める当該農作物由来の農産物摂取量の割合が1%より多い農作物（主要な栽培地域に偏りのあるものを除

く。）

（ⅱ） 生産量が多い農作物の基準

ⅰ）年間生産量が 30 万 t より多い農作物であって主要な栽培地域に偏りのあるもの

ⅱ）年間生産量が 3 万 t より多く 30 万 t 以下であり，かつ，1 日当たりの農畜水産物摂取量に占める当該農作物由来の農産物摂取量の割合が 1%より多い農作物であって主要な栽培地域に偏りのあるもの

ⅲ）年間生産量が 3 万 t より多く 30 万 t 以下であり，かつ，1 日当たりの農畜水産物摂取量に占める当該農作物由来の農産物摂取量の割合が 1%以下であるもの

また，我が国においても被害発生が局地的または散発的な病害虫については，マイナー病害虫として扱い，これらの防除のための農薬使用についてはマイナー使用の一環と言える。

以上のように，マイナー作物，マイナー使用といっても国により大きく異なることがわかる。

（2） マイナー対策

次に，具体的にどのような対策を講じているのかについて触れてみたい。

1）読替（Extrapolation）

読替は，作物，対象病害虫等，使用場面の類似性から，ある作物の試験を利用して他の作物の薬効・薬害を評価するものである。我が国ではあまり行われていないが，海外では行われている。

EPPO のガイドライン（PP1/257(1) Efficacy and crop safety extrapolations for minor uses）では対象病害虫などと作物の読替が定められている。

読替が認められるのは同一の EPPO 地域内（表-4 参照），あるいは，地域が異なる場合でも，気象条件などが同等と見なせる場合で，使用方法（薬量や使用時期等）が同等である場合である。ある作物を読替により登録する場合，当該作物が含まれるグループの代表作物（indicator crop）で実施した試験を利用できる。ただし，グループ内のいくつかの作物で試験をすることが望ましいとされている。さらに，同一病害虫・雑草に対する他作物の試験成績を根拠に，代表作物で必要とされる試験例数を軽減することもできる。現在，読替が適用される作物グループは以下の通りとなっている。

あぶらな科野菜，なす科野菜，うり科野菜，Allium 属，葉菜類，仁果類，核果類，ナッツ類，花き球根類，ベリー類，セリ科，エンドウ属，ソラマメ属，インゲン属，春穀類，冬穀類

また，EU のガイダンス文書（Guidance Document on Voluntary Mutual Recognition of Minor Use Authorizations）において，EU 加盟国間でのマイナー使用に関する相互承認が認められている。同じ有効成分を含有した類似の製剤で，使用方法，使用場面が関係二国間で同等であれば，他国の承認された登録内容に関する情報を利用して，承認することができる。使用方法，使用場面が異なる場合には追加の情報が必要となる。

カナダでも規則指令：DIR2003-03 において一部の試験成績は読替が認められている。

2）使用許可制度

読替は，他の試験成績を利用して，評価を行うものであるが，農薬登録をしなければ使用することはできない。一方，特別な許可を与えることで，登録しなくても使用を認める制度が海外で運用されている。

英国，カナダ，オーストラリアの制度を紹介する。

（ⅰ） 英国の Extension of Use（使用拡大）制度

英国では，マイナー使用対策として読替による評価以外に，Extension of Use（使用拡大）制度がある。

本制度は農薬の使用を希望する者からの申請に基づき審査される。Extension of Use（使用拡大）が認められると，農薬のラベルに，薬効および薬害は評価されていないので使用者の責任において使用する旨の記載が行われる（表-9）。

農薬の登録保持者はラベルに上記記載を行うことを拒否することはできるが，申請者（使用を希望する者）は，Extension of Use（使用拡大）が認められた旨の通知を Chemical Regulation Directorate（CRD：化学物質規制委員会）のウエブサイトから入手できる。

Extension of Use（使用拡大）の申請にあたっては，登録データ保有者の許可を得て，作物残留データと一般的な登録データの同意書をもらい，申請に至った理由（被害の規模や問題の生じた時期，代替方法の有無等）とともに，人や環境へのリスクについてデータや既に承認されている使用方法から類推して，安全性を説明する必要がある。また，登録を保持している者からの申請は，使用者の了解が必要である。

申請のパターンは以下のように分類される。

表-9 Extension of Use（使用拡大）に関するラベル表示

“This extension of the authorised use provides for the use of the [product name] in respect of crops and situations, other than those included on the product label [above]. No efficacy or phytotoxicity data have been assessed and as such the ‘extension of use’, is at all times done at the user’s choosing, and the commercial risk is entirely theirs.”

・新たな使用方法に関する申請
・同一製剤による承認済みの使用方法に関する申請
・同じ有効成分を含有する製剤による承認済みの使用方法に関する申請
・異なる有効成分を含有する製剤による承認済みの使用方法に関する申請
・EU 加盟国内の相互承認に関する申請
・承認された使用方法であるが経済的な理由により取り下げられたものに関する申請

（ⅱ） カナダのラベル表示要求制度および登録要求制度

カナダでは，農薬使用者からの要請に基づくラベル表示要求制度および登録要求制度が運用されている。

ⅰ）農薬使用者によるマイナー利用に関するラベルへの表示要求制度（User Requested Minor Use Label Expansion：URMULE）

以下の条件を満たすことが条件となっている。
・カナダ国内で登録のある有効成分または製剤であること。
・製剤のラベルに登録内容を反映すること。
・安全性，使用方法の有用性を評価できるだけの情報があること。

ラベル表示の許可を受けるには，該当する農薬の使用を希望する生産者が，使用方法に関する試験成績を添付して州のマイナー使用コーディネーターに申請を行う（表–10 および表–11）。申請内容は，PMRA に送られる。また農薬の製造業者は補助ラベルを作成し PMRA に提出する。審査の結果問題なければ，補助ラベルに基づいた登録が行われ，当該ラベルの写しがコーディネーター，使用を希望した生産者に送られる。ただし，農薬の製造業者の免責事項として，補助ラベルには当該登録内容が URMULE により行われたこと，薬効・薬害については保証しない旨ラベルに記載することとなっている。

さらに農薬製造業者は農薬のラベルにも補助ラベルの内容を記載することとなっている（表–12）。

ⅱ）農薬使用者によるマイナー使用に関する農薬の登録要求制度（User Requested Minor Use Registration：URMUR）

以下の条件を満たすことが条件となっている。
・生産者に必要とされていること。
・カナダ国内で登録はされていないが，OECD 加盟国で登録されている有効成分または農薬で，登録後 5 年未満のもの
・過去にカナダ国内の審査で登録が保留されたものでないこと。
・農薬の製造業者により申請され，OECD 加盟国の評価結果を提供できること。
・使用する場所が特定できること。

登録するには該当する農薬の使用を希望する生産者が，必要性を記載した文書にて農薬製造業者に登録を要請する。製造業者は要請が URMUR に適合しているかを確認し，PMRA に申請する。その後，海外の評価および提出された試験成績に基づき審査され，マイナー利

表–10　URMULE で要求される薬効試験

対象	要件
殺虫剤 殺菌剤	1 例（効果が十分でない場合には追加要求）
除草剤	既登録の雑草との類似性から 4 ～ 5 例

表–11　URMULE で要求される薬害試験

対象	要件
殺虫剤 殺菌剤	規程なし
除草剤	既登録の雑草との類似性から 4 ～ 5 例

表–12　URMULE に関する補助ラベルの記載

The DIRECTIONS FOR USE for this product for the use(s) described on this Supplemental Label were developed by persons other than (Company Name) and accepted for registration by Health Canada under the User Requested Minor Use Label Expansion program. (Company Name) itself makes no representation or warranty with respect to performance (efficacy) and/or crop tolerance (phytotoxicity) claims for this product when used on the crop(s) listed on this Supplenmental Label. Accordingly, the Buyer and User assume all risk related to performance and crop tolerance arising, and agree to hold (Company Name) harmless from any claims based on efficacy and/or phytotoxicity in connection with the use(s) described on this Supplementary Label.

表–13　URMUR に関する補助ラベルの記載

The DIRECTIONS FOR USE for this product for the use(s) described on the label were developed by persons other than (Company Name) and accepted for registration by Health Canada under the User Requested Minor Use Registration program. (Company Name) itself makes no representation or warranty with respect to performance (efficacy) and/or crop tolerance (phytotoxicity) claims for this product when used in accordance with this label. Accordingly, the user assumes risk of damage or loss resulting from such use(s), and agrees to hold (Company Name) harmless from any claims based on efficacy and/or phytotoxicity in connection with the use(s) described on this supplementary label.

用に限定した登録が行われる。ただし，農薬の製造業者の免責事項として，当該登録内容がURMURにより行われたこと，薬効・薬害については保証しない旨ラベルに記載することとなっている（表–13）。

（ⅲ） オーストラリアの使用許可制度

オーストラリアではマイナー使用は，通常の農薬登録手続きを経ずに使用が許可される，マイナー使用許可制度（Minor Use Permit）が運用されている。その情報は製剤のラベルには記載されないが，APVMAのホームページ（The APVMA Permit Research）から検索できる。

許可の申請にあたっては，通常の登録申請に必要な情報（製品の名称，有効成分名，適用作物名，適用病害虫名，使用方法，使用回数等）のほかに，マイナー使用許可の必要性，使用期間，使用地域に関する情報を提出しなければならない。さらに，人や環境に対する安全性に関する基準を満たすための情報，効果および薬害に関する基準を満たすための情報，貿易に関する基準を満たすための情報が必要となる。これらの情報には国内のガイドラインに基づき実施された試験に加え，海外で実施された試験も含まれる。

また，承認されたマイナー使用許可には，有効期限が定められるが，関連する必要な情報を添付して申請することで有効期限を延長することが可能である。

3）作物のグループ登録

作物グループによる登録は我が国だけでなく，海外でも行われている。食用作物の場合には薬効および薬害だけでなく作物残留上の要求も満たさなければならないが，グループに含まれる作物に使用できることから，マイナー作物対策の一つと言える。

例えば米国では，ウリ科野菜，果菜類（ナス科果菜類＋オクラ），アブラナ属野菜等で登録されている。

4）その他

米国のIR–4プロジェクト

マイナー使用される農薬の登録を促進する目的で1963年にIR–4プロジェクトが設立されている。当該プロジェクトでは，技術的な支援だけでなく，試験に要する費用支援も行われている。当初は，食用作物に使用する農薬が対象であったが，1977年に観葉植物に使用する農薬を対象に，1982年に微生物農薬を対象に，そして，2009年に公衆衛生に使用する薬剤も対象となり，四つの分野でプロジェクトが進められている。本プロジェクトにより2016年に実施された試験は，食用作物分野で22試験，観葉植物分野で676試験，微生物農薬分野で31試験となっている。

III　我が国との比較

薬効・薬害試験の要求について見ると，我が国の要求試験例数（薬効・薬害試験メジャー作物2か年で6例，マイナー作物2例，限界薬量薬害試験2例）は，決して多いわけではない（表–14）。我が国では用途にかかわらず一律の要求となっているが，海外では用途に応じて要求に重みを付けていることに特徴がある。薬害試験を例

表–14　薬効試験および薬害試験に関する要求事項およびマイナー対策の比較

		米国	カナダ	EU	オーストラリア	日本
薬効	メジャー作物	要求なし[a]	殺虫剤：3例[b] 殺菌剤：3例 除草剤：10例	10例（2か年）	10例（2か年）	6例（2か年）
	マイナー作物		殺虫剤：1例 殺菌剤：1例 除草剤：–	3例	3例	2例
薬害		要求なし[a]	殺虫剤：–[c] 殺菌剤：–[c] 除草剤：10例	殺虫剤：–[c] 殺菌剤：–[c] 除草剤：8例 （申請薬量，2倍薬量，2か年）	新規化合物，除草剤，植物成長調節剤，土壌消毒剤以外は薬効試験で確認．その他は特性に応じて適切に実施	2例 （申請薬量，2倍薬量）
マイナー使用対策[d]		IR–4，読替，作物グループ化	URMULE，URMUR，読替，作物グループ化	Off–label，読替，作物グループ化	Minor Use Permit，読替，作物グループ化	作物グループ化，試験費用の助成

[a] 登録申請時には要求されないが農薬のラベル作成のために申請者の責任において実施する必要がある．
[b] 農業用，林業用とは2か年にわたり実施．
[c] 薬効試験実施時に薬害を確認．
[d] EU加盟国により異なる．

に挙げると，殺虫剤や殺菌剤は，薬害発生のリスクが低いことから，多くの場合，薬効試験で薬害の有無を確認すればよいのに対して，除草剤については，薬害発生のリスクが高いことから，2 倍の薬量も含めて我が国より多い 10 例程度要求している。また，既登録農薬の製剤変更や使用方法変更等は，我が国同様要求が緩和されている（例数軽減）。

マイナー作物に対する要求については，我が国では 2 例を要求し，EU やオーストラリアに比べ少ないものの，海外では，読替による薬効薬害の評価，マイナー使用に関する許可により登録せずとも使用できる環境が整っている。

我が国では，マイナー病害虫に対しては，現場からの要望を踏まえ試験例数の軽減などを行っているが，登録が前提となっている。また，我が国では，作物グループによる登録推進や試験実施に係る支援を行っているが，これら支援は海外でも行われている。このような状況から，我が国のマイナー対策は，海外に比べ選択肢が少ない状況にある。さらに，我が国では認められていないが，栽培慣行や気象条件等が同等である条件下で実施された海外の試験を受け入れ可能としている国もあることにも留意したい。

Ⅳ お わ り に

農薬登録というと残留や安全性に目が向く傾向にあるが，農薬の目的は病害虫などを防除することである。よって，効果を確認することは重要であり，海外でもその認識で試験が実施されている。国により事情が異なるため，必ずしも海外と同じにする必要はないものの，マイナー対策については参考となる施策が多い。今後，我が国においても，現場にとってより効果的なマイナー対策の導入が望まれる。

引 用 文 献

米国
1）Data requirement for Pesticide Registration.
2）Federal Insecticide, Fungicide, and Rodenticide Act（FIFRA）.
3）Federal Food, Drug, and Cosmetic Act（FFDCA）.
4）IR-4 Annual Report 2011–2016.
5）OCSPP Harmonized Test Guidelines.
6）Pesticide Registration Manual Chapter2–Registering a Pesticide Product.
7）Product Performance Test Guideline.
8）Crop Data Management Systems Inc. Label Database. http://www.cdms.net/Label-Databasewww.cdms.net（閲覧：平成 29 年 4 月）

カナダ
1）Food and Drugs Act（FDA）.
2）Pest Control Products Act（PCPA）.
3）Pesticide Residue Compensation Act（PRCA）.
4）Regulatory Directive DIR99–05:User Requested Minor Use Registration.
5）Regulatory Directive DIR2001–01:User Requested Minor Use Label Expansion.
6）Regulatory Directive DIR2003–04:Efficacy Guideline for Plant Protection Products.

EU
1）EC Regulation 1107/2009（EC, 2009）.
2）Guideline on comparability, extrapolation, group tolerance and data requirement for setting MRLs.
3）Guidance Document on Voluntary Mutual Recognition of Minor Use Authorizations.
4）PP1/224（1）Principles of efficacy evaluation for minor uses.
5）PP1/241 Guidance on comparable climates.
6）PP1/257（1）Efficacy and crop safety extrapolations for minor uses.
7）PP1/226（2）Number of efficacy trials.

英国
1）Data Requirements Handbook Chapter 8: Guidance of efficacy requirement.
2）Efficacy Guideline No.115 Guidance on Numbers of Trials in Target Crops for Demonstration of Efficacy and Crop Safety.
3）Procedures for transfer of non-edible LTAEU to SOLAs.
4）The Applicant Guide: Extensions of Use under Regulation（EC）1107/2009.
5）The Long Term Arrangements for Extension of Use（2002）.
6）The Plant Protection Products Regulations 2011.

オーストラリア
1）Agricultural and Veterinary Chemicals（Administration）Act 1992.
2）Agricultural and Veterinary Chemicals Act 1994.
3）Agricultural and Veterinary Chemicals Code Act 1994.
4）Agricultural and Veterinary Chemicals（Administration）Regulations 1995.
5）Agricultural and Veterinary Chemicals Regulations 1999.
6）Agricultural and Veterinary Chemicals Code Regulations 1995.
7）Agricultural Manual of Requirement and Guideline.
8）Agricultural and Veterinary Chemicals Code（Efficacy Criteria）Determination 2014.
9）Agricultural and Veterinary Chemicals Code（Application Requirements）Instrument 2014.
10）Guide for Determining Minor Uses.
11）Pesticides efficacy and crop safety general guideline（Part8）.

日本
1）農薬の登録申請に係る試験成績について（平成 12 年 11 月 24 日付け 12 農産第 8147 号農林水産省農産園芸局通知）.
2）「農薬の登録申請に係る試験成績について」の運用について（平成 13 年 10 月 10 日付け 13 生産第 3986 号農林水産省生産局生産資材課長通知）.

新技術解説

フタオビコヤガの大量飼育法

鳥取県農業試験場　奥谷（おくたに）　恭代（やすよ）・福田（ふくだ）　侑記（ゆうき）

はじめに

フタオビコヤガ *Naranga aenescens* Moore は，日本および東南アジアに広く分布する水稲害虫（図–1）で，その幼虫が水稲の葉を食害することによって，水稲栽培に被害が生じる。1～2齢幼虫は水稲の葉の表面をかすり状に食害し，3齢以上の幼虫は葉の縁から階段状に食害する（図–2）。多発した水田では葉がほとんど食べ尽くされ，上位葉だけが残っている状態になる。本種は多化性で，東北地方～北海道では年3～4回（遠藤ら，1989；橋本，2004,），九州北部や中国地方では年4～6回（宮下，1956；奥谷，2011）発生し，幼虫の発生盛期は7月下旬～8月中旬ころである。ふ化から幼虫発生初期に曇天や雨の日が多い年，山間地や山沿いの水田，風通しの悪い水田で発生が多いことが知られている。

フタオビコヤガは1960年代半ばまでは極く普通の水稲害虫であった（宮原，1972）が，その後急激に発生量が減少し，極く一部の常発地以外では防除対象から除外されていた。ところが，2000年ころから各地で本種の発生面積が急増し，常発地のみならず平坦部にも多発生地域が拡大した（小谷，2006；衛藤，2009）。この状況をうけ，本種は再び水稲の防除対象の主要害虫として位置づけられ，新規薬剤の農薬登録取得に向けた各種試験，農薬の効果確認試験などが行われるようになった。

しかし，ここ数年，フタオビコヤガは全国的に少発生で推移し，多発圃場が減少している。そのため，農薬の効果確認試験を行う際には幼虫，蛹等の放飼が必要である。本種の飼育法として，水稲苗あるいは水稲の葉を用いた方法（岸野・佐藤，1975）が報告されているが，詳細な方法が記載されておらず，また，飼育に労力を要することから，改良が必要と考えた。そこで，岸野・佐藤（1975）の集合飼育法を改良して水稲苗を用いた飼育法を開発したので紹介する。

Rearing Method of Green Rice Caterpillar, *Naranga aenescens* Moore（Lepidoptera : Noctuidae）.　By Yasuyo Okutani-Akamatsu and Yuki Fukuda

（キーワード：フタオビコヤガ，飼育法）

I 材料の採集

1　成虫

フタオビコヤガは蛹で越冬し，北陸から西日本では4月下旬～5月に越冬世代成虫が羽化する。越冬世代成虫は，本田に移植された水稲苗だけでなく水田近くの苗床の苗にも産卵する（奥谷，2011）ため，苗床に集まってきた越冬世代成虫を採集して採卵に供するのが効率的である。苗床には様々なチョウ目の昆虫が発生するが，フタオビコヤガに類似した種は認められず，容易に識別できる。また，成虫は灯火に集まるので，多発地域では予察灯などの光源に集まった成虫を採集するのも一手法と考えられる。

2　蛹および幼虫

成虫の採集が困難な場合は，水田から蛹あるいは幼虫を採集し，実験室内で羽化させた成虫を採卵に用いる。なお，採集時期が遅いと休眠個体の割合が高くなるので，8月上旬ころまでに採集を行う。

（1）　蛹

フタオビコヤガの幼虫は水稲の葉でちまき状のツトを作り，その中で蛹になる（図–1）。ツトは落下するので，水田に水が張られているときに，水面に浮いているツトを採集するのが効率的である。近年の発生状況から，ツトの採集には無防除水田が適しているが，寄生バチが寄生している蛹の割合が高く健全個体が得られにくいため，多数の個体を同時期に集中的に採集する必要がある。

（2）　幼虫

幼虫（図–1）は水稲の葉と同じ色をしているが，常に水稲の葉の上にいるので慣れれば容易に採集できる。晴天の日の昼間，幼虫は稲株の下位葉にいることが多いが，曇天や雨の日には上位葉にも比較的多く見られる。この時期の幼虫は病原菌に感染している個体，寄生バチに寄生されている個体の割合が高いので，蛹と同様に多数の個体を同時期に集中的に採集するとともに，羽化するまでは個体ごとに飼育する必要がある。なお，個体飼育法については岸野・佐藤（1975）を参考にしていただきたい。

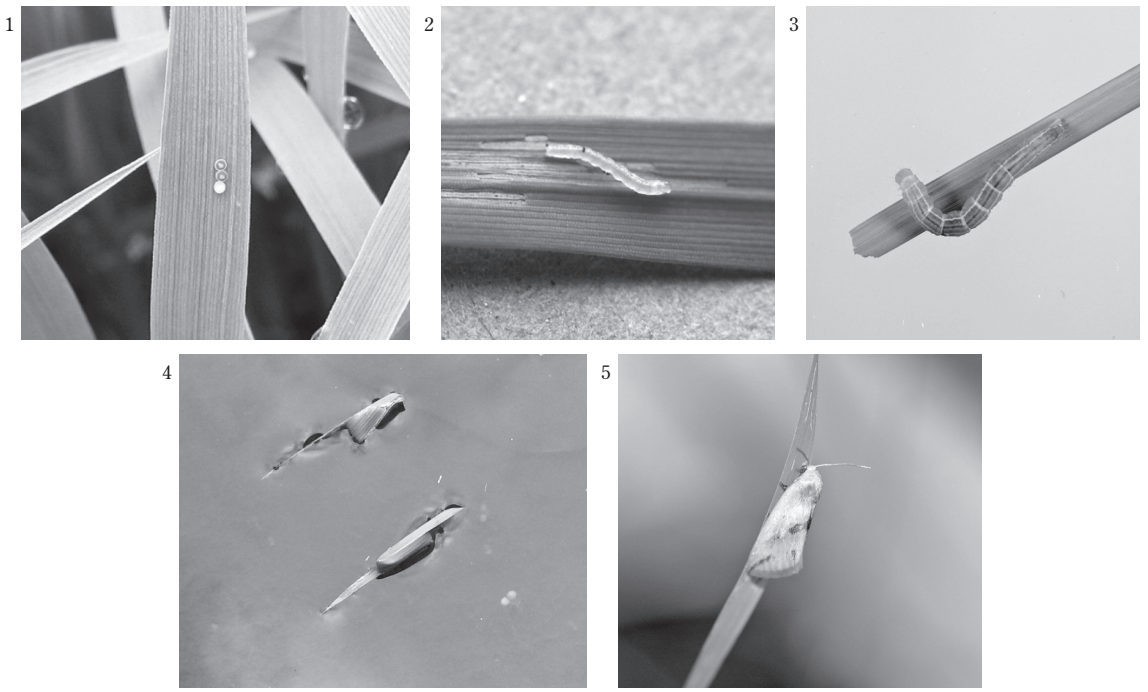


図-1　フタオビコヤガの各態
1：卵，2：1齢幼虫，3：終齢幼虫，4：水面に浮いているツト，5：成虫．

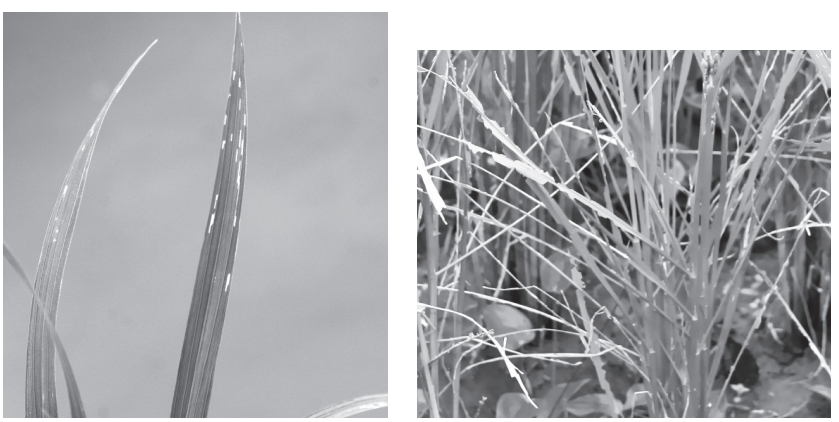


図-2　フタオビコヤガの食害
左：1～2齢幼虫，右：3齢以上の幼虫．

II 餌の作り方

水稲苗の育成は機械移植用水稲苗の育成とほぼ同じ要領である。ここでは育成容器として底面に8～10箇所程度の穴をあけたフルーツパック（内寸160 mm × 110 mm, 底寸137 mm × 87 mm, 高さ65 mm）を利用した一例を紹介する。

種籾の種子消毒（イプコナゾール・銅水和剤で消毒）を行った後，20℃で4～5日間水に浸漬し，種籾を鳩胸にする（数回水を交換）。容器に一般的な肥料入り水稲苗育苗土（粒状グリーンソイル寒地用，出雲グリーンエポック株式会社製）を約2 cmの高さ（200 m*l* ビーカーですり切り1杯）まで充てんし，底面の穴から吸水させる。容器当たり18 gの湿籾を播種し，床土の半量（厚さ1 cm程度，100 m*l* ビーカーですり切り1杯）の育苗土で覆土をする。霧吹きでTPN 40%水和剤とヒドロキ



図-3　飼育容器と餌の水稲苗



図-4　餌交換の様子

シイソキサゾール・メタラキシル M 液剤により床土消毒を行い，出芽をそろえるためにビニール袋などで被覆して 30℃に 3 日間置く。出芽後，実験室内（20 ～ 25℃，植物育成用ライト下）に移し，2 ～ 7 日間育成した苗を採卵用，10 ～ 20 日間育成した苗を幼虫飼育用（図-3）とする。飼育時は，容器より大きいサイズのバットなどに水を張って底面から継続的に吸水させる。

III 飼 育 方 法

1　飼育容器

筆者らは，ツマグロヨコバイ大量飼育箱 1 型（三紳工業製）を使用している（図-3）。幼虫は高湿度条件を好むので，2 型を使用する場合は側面の網張り部分を塞いで使用する。同じような形状の飼育容器であれば代用可能である。飼育中はフタオビコヤガの糞で汚れるので，消毒用アルコールを染み込ませたペーパータオルなどで底面を拭き取るか，餌の水稲苗とともに幼虫を新しい容器に移し替える。

2　飼育条件

筆者らは，25℃，16時間明期（照度3,000 ～ 3,500 lux），8時間暗期で飼育をしている。水稲苗の徒長抑制のため，照明は植物育成用ライトを利用しているが，一般的な照明用ライトでも問題なく飼育できることを確認している。なお，20℃でも飼育可能であるが，25℃条件下と比較して産卵量がやや少なく，未受精卵率がやや高くなる（岸野・佐藤，1975）。

3　採卵

フタオビコヤガは，特定の場所に集中することなく 1 ～数粒ずつ点々と産卵する（図-1）。平面であればポリエチレン製の袋や飼育容器の壁面にも産卵するが，筆者らは産卵基質として水稲苗を使用している。

飼育開始時は，採集した成虫もしくは採集した蛹や幼虫から羽化した成虫を採卵用の水稲苗とともに飼育容器に入れる。筆者らは，飼育容器当たり水稲苗 1 パックと雌雄 10 ～ 15 対を入れて飼育を開始した。累代飼育の場合は蛹を 30 個体置いたシャーレと水稲苗 1 パックを飼育容器に入れる。雌成虫の産卵期間は 25℃で約 6 日間であり，交尾 1 ～ 3 日後に約 60％が産卵される（岸野・佐藤，1975）。このことから，産卵が始まったら最初の 3 日間は毎日，以降は 1 ～ 2 日ごとに採卵用の苗を交換して卵の日齢をそろえると，幼虫飼育時の作業性がよい。蛹数を増やしても採卵に支障はないが，苗の交換時に成虫が逃亡しやすくなる点，水稲苗 1 パック当たりの卵数が多くなって幼虫期の餌交換が頻繁になる点に問題がある。

4　幼虫の飼育

25℃でのふ化は採卵 2 ～ 4 日後に始まる。ふ化直後の幼虫は体長 1 ～ 1.5 mm，頭幅 0.2 ～ 0.3 mm と小さくて確認しづらいが，白いカスリ状の食痕（図-2）が水稲の葉に生じるため，ふ化の確認は容易である。1 ～ 2 齢の幼虫期間は 5 ～ 7 日間で，この時期の摂食量は少ないが，幼虫が 3 齢以上になると摂食量が急増するので，餌不足にならないよう注意する。蛹化までに数回の餌交換を必要とし，幼虫が付いた古い苗パックを新しい苗パックに斜めに立てかけて 1 日おき，翌日逆向きにして斜めに立てかけておくと，幼虫は新しい苗へ自然に移動する



図-5　大量飼育時に使用した飼育容器



図-6　大量飼育時の餌交換の様子

（図-4）。なお，新しい苗を追加する際には，吸水用のバット内の水をその都度交換する。

5　蛹の採集

25℃ではふ化から14日間程度経過すると，終齢幼虫がツトを形成し始めるので，ツトを回収して別の容器で羽化させ次世代の採卵を行う。次世代成虫の羽化時期をそろえたい場合は1～2日ごとにツトを回収する。水稲苗が不足するとツトを作らずに蛹化するが，このような蛹も問題なく羽化する。

6　飼育期間

今回紹介した方法で飼育した場合の各ステージの発育期間は，卵期間が3～5日，幼虫期間が13～17日，蛹期間が5～6日，産卵前期間が1～2日であり，岸野・佐藤（1975）の報告とほぼ同じであった。採卵期間を含めると1世代の飼育に25～30日かかる。

7　大量増殖の一例

ここでは，農薬の効果確認試験などで大量の幼虫や蛹の放飼が必要な場合の飼育方法について紹介する。下記の例を参考に，各個人の飼育環境に見合った方法に改良していただければ幸いである。

（1）　採卵

飼育容器当たり蛹を50～80個体，水稲苗を2パック入れて採卵する。成虫の羽化時期をそろえると，その後の作業性がよいので，筆者らは1～2日ごとに採集した蛹を供している。なお，採卵用の水稲苗の交換は「3 採卵」の方法で行う。

（2）　幼虫の飼育

透明もしくは半透明のコロ付き収納ケース（幅40 cm×奥行き75 cm×高さ30 cm程度）に水を入れ，産卵された苗を10パック程度入れる。幼虫がふ化するまではケースのふたをしめ，ふ化後はふたを少しずらしておく（図-5）。幼虫による摂食が進行したら半量を別のケースに入れ，それぞれ空いたスペースに新しい水稲苗パックを置く（図-6）。この際，幼虫が生息する古い苗の下に台を置いて底面からの吸水を止めると，新しい苗へ幼虫が容易に移動する。

（3）　蛹の採集

放飼の際は成虫の羽化時期をそろえる必要はない。このため大部分の幼虫が蛹化したら水稲苗上やケースの底面に浮いているツト，水稲苗の容器内に落下しているツトや蛹を採集する。

お わ り に

幼虫期の餌交換を適切に行う点および飼育容器を清潔に保つ点に気を付ければ，今回紹介した飼育方法によって長期間の累代飼育が可能である。筆者らは2013年から飼育を開始（2016年に野外虫を追加）しているが，現在のところ大きな問題なく累代飼育を行っている。

引 用 文 献

1）衛藤友紀（2009）：植物防疫 **63**：95～97.
2）遠藤秀一ら（1989）：北日本病虫研報 **40**：105～107.
3）橋本庸三（2004）：同上 **55**：155～159.
4）岸野賢一・佐藤テイ（1975）：東北農試研報 **50**：27～62.
5）小谷基文（2006）：今月の農業 **Vol.8**：58.
6）宮原義雄（1972）：応動昆 **16**：163～165.
7）宮下和喜（1956）：農業技術研究所報告 **C6**：11～16.
8）奥谷恭代（2011）：応動昆中国支会報 **56**：44.

新技術解説

捕食性天敵の代替餌としてのブラインシュリンプ耐久卵

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構　三浦一芸（みうらかずき）

はじめに

環境保全型農業の推進は重要な課題である。消費者の関心が高い「食の安全・安心の確保」や「環境への配慮」の観点からも，化学合成農薬に代わる害虫管理技術の積極的な導入が不可欠であり（大井田，2016），天敵利用技術がその中核となっている。

天敵利用による害虫防除の主要な障害は，生態的なものより経済的な理由によると考えられる（Stinner, 1977；Grenier et al., 1994；Leppla and King, 1997）。近年，生物的防除因子として使われる天敵（例えば，テントウムシ，クサカゲロウおよび捕食性カメムシ）は世界中で市販されている。しかし，これらの天敵の大量飼育のコストは高いままである（例えば，van Lenteren et al., 1997）。

チョウ目の卵，特に紫外線照射および冷凍したスジコナマダラメイガ *Ephestia kuehniella*（Zeller）の卵は簡単に使用でき，天敵の飼育には最適であることから，天敵の代用餌として広く使用されている。しかし，スジコナマダラメイガ卵の市場価格は高く，さらに，需要が高いことや時折起こるスジコナマダラメイガの飼育時のアクシデントによって供給不足になることがある。安価でスジコナマダラメイガ卵と同等の栄養成分の代替餌の探索は低コスト天敵大量増殖の鍵となる。

I　ブラインシュリンプ

ブラインシュリンプ *Artemia* spp. は節足動物でホウネンエビモドキ科に属する。この属は9種が知られており，ブラインシュリンプは小型の甲殻類（体長約1 mm）で世界各地の塩水湖に生息している。よく知られている種には *Artemia franciscana*（Kellogg）や *A. salina* L. がある。雌は水などの環境がよければそのままふ化する卵胎生生殖を行う。一方，乾期などで環境が悪化すると，雌は乾燥に強く長期間休眠可能である耐久卵を産む卵生になる。耐久卵は環境の回復後ふ化する。

An Alternative Diet, Brine Shrimp Eggs, for Natural Enemies. By Kazuki Miura
（キーワード：代替餌，ブラインシュリンプ，スジコナマダラメイガ卵，捕食性天敵）



図-1　有殻ブラインシュリンプ耐久卵

乾燥した耐久卵は保存が利き，水などで戻すと1日程度でふ化する。この性質を利用して観賞魚の飼育・繁殖用として安価で販売されている（図-1）。

1960年世代では「シーモンキー」として知られ，現在でも科学教材や「おばけえび」，「エビゾーくん」，「生きた化石 ジュラ伝説」や「ゴーストシュリンプ」としても販売されている。

最近，このブラインシュリンプ耐久卵は，捕食性天敵の代替餌として利用の可能性を検討されている。例えば，Arijs and De Clercq（2001）や Bonte and De Clercq（2008）はヒメハナカメムシの一種 *Orius laevigatus*（Fieber）がブラインシュリンプ耐久卵で飼育可能であることを見いだしている。

II　タイリクヒメハナカメムシの代替餌としてのブラインシュリンプ耐久卵

タイリクヒメハナカメムシ *Orius strigicollis*（Poppius）はアザミウマのような微小害虫に対する有用な天敵の一つである。本種は施設栽培の野菜類において生物的防除因子として日本で販売・使用されている（Yano, 2004）。しかし，タイリクヒメハナカメムシの生産コストは，餌

として主にスジコナマダラメイガ卵が使用されていることもあり比較的高価である。

ここでは，タイリクヒメハナカメムシの大量飼育においてスジコナマダラメイガ卵に代わりブラインシュリンプ耐久卵が有効であることを紹介する。また，ブラインシュリンプ耐久卵が，他の捕食性天敵の大量増殖の代替餌としても有効であることについても述べる。さらに，施設で天敵の定着促進や繁殖維持・促進を目的に使われている例を紹介する。

Ⅲ 飼 育 方 法

市販のブラインシュリンプ耐久卵は有殻卵と無殻卵がある（図–2）。しかし，無殻卵は胚が硬化しているのでタイリクヒメハナカメムシが吸汁できない。そのため，有殻卵を利用しなければいけない。

ブラインシュリンプ耐久卵は乾燥状態で両面が凹状である。ブラインシュリンプ耐久卵を 2 時間水に浸け，球状になるまで吸水させる。この卵を，乾いた脱脂綿にバラマキ，タイリクヒメハナカメムシ成幼虫に与える（図–3，口絵①）。天敵への与え方は他の方法もあるのでそれは後述する。



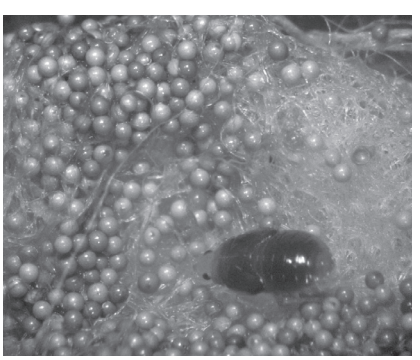
図–2　無殻ブラインシュリンプ耐久卵

Ⅳ 発育および増殖

Nishimori et al.（2016）は，ブラインシュリンプ耐久卵が代替餌として有効かどうかタイリクヒメハナカメムシの発育と増殖について対照としてスジコナマダラメイガ卵を使用して調べた。幼虫はブラインシュリンプ耐久卵で順調に生育し，その生存率もスジコナマダラメイガ卵との差はなかった（表–1）。ブラインシュリンプ耐久卵を与えたタイリクヒメハナカメムシ幼虫の発育日数はスジコナマダラメイガ卵より長くなった。しかし，その差は 1 日程度であるので影響はほとんどないと考えられた。

幼虫からブラインシュリンプ耐久卵を与え育てた成虫の羽化後 20 日までの生存率はスジコナマダラメイガ卵と同等に 100％であった。総産卵数および産卵前期間にも餌による差は認められなかった（表–2）。

このようにタイリクヒメハナカメムシは，ブラインシュリンプ耐久卵を餌としたときの幼虫の発育期間，成虫の生存率および総産卵数は，スジコナマダラメイガ卵を餌としたときとほぼ同じであった。今回の実験での発育および増殖についての値は Kakimoto et al.（2003）およ



図–3　ブラインシュリンプ耐久卵を吸汁しているタイリクヒメハナカメムシ幼虫（西森敬晃氏提供）

表–1　ブラインシュリンプ耐久卵およびスジコナマダラメイガ卵を与えたタイリクヒメハナカメムシ幼虫の発育日数と生存率（Nishimori et al., 2016 改変）

餌		3 齢	4 齢	5 齢	1 齢から 5 齢	
	n	発育日数（平均 ± 標準誤差）	発育日数（平均 ± 標準誤差）	発育日数（平均 ± 標準誤差）	発育日数（平均 ± 標準誤差）	生存率（%）
ブラインシュリンプ耐久卵	12	2.58 ± 0.18 a	2.83 ± 0.19 a	4.42 ± 0.18 a	14.67 ± 0.50 a	100
スジコナマダラメイガ卵	12	2.08 ± 0.08 b	2.16 ± 0.37 b	4.33 ± 0.18 a	13.25 ± 0.30 b	100

同一列の同じ文字間に有意差なし（t 検定，$p > 0.05$）.

表-2　ブラインシュリンプ耐久卵およびスジコナマダラメイガ卵を与えたタイリクヒメハナカメムシの総産卵数および前産卵期間（Nishimori et al., 2016 改変）

餌	n	総産卵数（平均±標準誤差）	産卵前期間（平均±標準誤差）
ブラインシュリンプ耐久卵	12	95.58 ± 5.10 a	2.50 ± 0.50 a
スジコナマダラメイガ卵	12	96.16 ± 6.14 a	3.25 ± 0.89 a

同一列の同じ文字間に有意差なし（t 検定，$p > 0.05$）.

び Ohta（2001）の報告とほぼ同様であった。これらの結果より，ブラインシュリンプ耐久卵はタイリクヒメハナカメムシの代替餌として有効であることがわかった。

V　他の捕食性天敵の代替餌

はじめにで述べたように，世界では他の捕食性天敵の代替餌としてのブラインシュリンプ耐久卵の可能性を検討した研究がある。それらを表–3 にまとめた。カブリダニ類ではリモニカスカブリダニ *Amblydromalus limonicus*（Garman and McGregor），スワルスキーカブリダニ *Amblyseius swirskii* Athias-Henrio で，ヤドリダニ類 *Gaeolaelaps aculeifer*（Canestrini）および *Stratiolaelaps scimitus* Womersley で，昆虫の捕食性天敵ではツヤアカオオヒメテントウ *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant，ヒメハナカメムシの一種 *Orius laevigatus* Fieber，クロヒョウタンカスミカメ *Pilophorus typicus*（Distant）やタバコカスミカメ *Nesidiocoris tenuis*（Reuter）で飼育可能であることが確認されている（Arijs and De Clercq, 2001；Bonte and De Clercq, 2008；荒川ら，2010；Vangansbeke et al., 2014 a；2014 b；2015；Navarro-Campos et al., 2016；Xie et al., 2017；中野，未発表）。これらの報告ではほとんどの場合，乾燥したブラインシュリンプ耐久卵を捕食性天敵に与えて飼育を成功させている。タイリクヒメハナカメムシの近縁種である *O. laevigatus* ではブラインシュリンプ耐久卵を乾燥したままでも水に浸しても飼育可能であると報告されている（Arijs and De Clercq, 2001）。本試験では水に浸けた卵の方が生育が良かったが，これらの報告もあり，タイリクヒメハナカメムシの飼育におけるブラインシュリンプ耐久卵の浸水の必要性については，今後の検討が必要であろう。

VI　天敵の定着促進や繁殖維持・促進

大量飼育の安価な代替餌としてブラインシュリンプ耐久卵が有効であることを述べてきた。一方，ブラインシュリンプ耐久卵を施設に放飼される捕食性天敵の定着促進や餌がいないときの増殖維持・促進に利用する研究も進んでいる（Messelink et al., 2015；Leman and Messelink, 2015；Oveja et al., 2016）。

Oveja et al.（2016）は，施設でブラインシュリンプ耐久卵をキュウリの葉に直接撒くことでカスミカメの一種 *Macrolophus pygmaeus*（Rambur）とヒメハナカメムシの一種 *Orius majusculus*（Reuter）および *O. laevigatus* の定着促進と迅速な増殖が可能であることを示した。このときのターゲット害虫はタバココナジラミ *Bemisia tabaci*（Gennadius）とミカンキイロアザミウマ *Frankliniella occidentalis*（Pergande）であった。同様に Messelink et al.（2015）はトウガラシのアブラムシ防除においてブラインシュリンプ耐久卵とスジコナマダラ卵を撒くことによって *M. pygmaeus* の定着と増殖を促進することを報告した。

Leman and Messelink（2015）は，実施したキクの施設

表-3　ブラインシュリンプ耐久卵での飼育報告

和名	学名	未成熟期の発育*	成虫の産卵・生存*	備考	
リモニカスカブリダニ	*Amblydroalus limonicaus*	○		インゲンマメと一緒に与える	Vangansbeke et al.（2014 a）
リモニカスカブリダニ	*Amblydroalus limonicaus*	○	○	インゲンマメと一緒に与える	Vangansbeke et al.（2014 b）
スワルスキーカブリダニ	*Amblyseius swirskii*	○	○	インゲンマメと一緒に与える	Vangansbeke et al.（2015）
ヤドリダニ類	*Gaeolaelaps aculeifer*		○		Navarro-Campos et al.（2016）
ヤドリダニ類	*Stratiolaelaps scimitus*		○		Navarro-Campos et al.（2016）
カスミカメムシ類	*Macrolophus caliginosus*	○	○		Castañé et al.（2006）
クロヒョウタンカスミカメ	*Stenotus rubrovittatus*	○	○		荒川ら（2010）
ヒメハナカメムシ類	*Orius laevigatus*	○	○		Arijs and De Clercq（2001）；Bonte and De Clercq（2008）
ツヤアカオオヒメテントウ	*Cryptolaemus montrouzieri*	○		人工餌として他のものも配合している	Xie et al.（2017）

*：○印は実験でそれぞれの項目について問題ないことを確認.

栽培で，スジコナマダラメイガ卵がスワルスキーカブリダニ，リモニカスカブリダニの定着や増殖に有効であったと報告した。一方，室内試験でブラインシュリンプ耐久卵が，両カブリダニ種の定着や増殖に有効でなかったことから，上記実証試験にブラインシュリンプ耐久卵を供しなかった。

実験はまだ少ないが，ハウスなどでの捕食性天敵の定着と増殖促進にはブラインシュリンプ耐久卵を利用することは有効であると考えられる。ただ，葉に直接撒くことは人件費が掛かるし，ハウス全体に蒔くことも無駄が多いと考えられる。適切なブラインシュリンプ耐久卵の利用法の開発は急務を要する課題だろう。

ま と め

日本におけるスジコナマダラメイガ卵の市場価格は約1,000,000円/kg（株式会社アグリセクト）である。これに対して，有殻ブラインシュリンプ耐久卵の市場価格は約25,000円/kg（スペクトラム ブランズ ジャパン株式会社）であった（2017年5月現在）。Nishimori et al.（2016）では，タイリクヒメハナカメムシを飼育するためのスジコナマダラメイガ卵と有殻ブラインシュリンプ耐久卵に量的な差はなかった。スジコナマダラメイガの卵および有殻ブラインシュリンプ耐久卵の価格における違いは，タイリクヒメハナカメムシの大量飼育のコストを減少させると思われる。

有殻ブラインシュリンプ耐久卵は捕食性天敵の飼育において，栄養的に適切かつ経済的に利用可能な代替餌であるだろう。

引 用 文 献

1）荒川　良ら（2010）：第54回応動昆講要：p80.
2）Arijs, Y. and P. De Clercq（2001）：Biol. Control **21**：79 ～ 83.
3）Bonte, M. and ――――（2008）：J. Econ. Entomol. **101**：1127 ～ 1133.
4）Castañé, C. et al.（2006）：Biol. Control **38**：405 ～ 412.
5）Grenier, S. et al.（1994）：In: Rosen, D. et al. eds Pest management in the subtropics: biological control- Florida perspective, Intercept, Andover, p.181 ～ 205.
6）Kakimoto, K. et al.（2003）：Appl. Entomol. Zool. **40**：247 ～ 255.
7）Leman, A. and G. J. Messelink（2015）：Exp. Appl. Acarol. **65**：511 ～ 524.
8）Leppla, N. C. and E. G. King（1997）：Entomophaga **41**：343 ～ 360.
9）Messelink, G. et al.（2015）：J. Appl. Entomol. **139**：333 ～ 341.
10）Navarro-Campos, C. et al.（2016）：Exp. Appl. Acarol. **70**：69 ～ 78.
11）Nishimori, T. et al.（2016）：Appl. Entomol. Zool. **l51**：321 ～ 325.
12）Ohta, I.（2001）：Appl. Entomol. Zool. **36**：483 ～ 488.
13）Oveja, M. F. et al.（2016）：BioControl **61**：47 ～ 56.
14）大井田　寛（2016）：応動昆 **60**：1 ～ 22.
15）Stinner, R. E.（1977）：Annu. Rev. Entomol. **22**：515 ～ 531.
16）Vangansbeke, D. et al.（2014 a）：Biol. Control **76**：95 ～ 100.
17）―――――― et al.（2014 b）：ibid. **59**：67 ～ 77.
18）―――――― et al.（2015）：Pest Manag. Sci. **72**：466 ～ 473.
19）van Lenteren, J. C. et al.（1997）：Biol. Control **10**：143 ～ 149.
20）Xie, J. et al.（2017）：Pest Manag. Sci. **73**：541 ～ 545.
21）Yano, E.（2004）：J. Asia-Pacific Entomol. **7**：5 ～ 11.

登録が失効した農薬（29.6.1 ～ 6.30）

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

「殺虫剤」

● **BPMC・MPP 乳剤**
13385：**T－7.5 バイサン乳剤**（井筒屋化学産業）17/6/26
● **BPMC・MEP 乳剤**
12466：**サンケイスミバッサ乳剤75**（サンケイ化学）17/6/30

「殺虫殺菌剤」

●**イミダクロプリド・スピノサド・チアジニル粒剤**
21508：**ブイゲットアドマイヤースピノ箱粒剤**（バイエルクロップサイエンス）17/6/1
●**イミダクロプリド・スピノサド・チアジニル粒剤**
21510：**日農ブイゲットアドマイヤースピノ箱粒剤**（日本農薬）17/6/1
●**エトフェンプロックス・イミベンコナゾール水和剤**
22175：**マネージトレボンフロアブル**（北興化学工業）17/6/25

「除草剤」

●**塩素酸塩粒剤**
7595：**デゾレート AZ 粒剤**（日本カーリット）17/6/1

植物防疫基礎講座：
植物病原菌の薬剤感受性検定マニュアル 2016

(21) リ ン ゴ 炭 疽 病 菌

—QoI 剤（培地検定・生物検定）—

（地独）青森県産業技術センターりんご研究所　赤（あか）　平（ひら）　知（とも）　也（や）

は じ め に

リンゴ炭疽病は *Colletotrichum acutatum* および *C. gloeosporioides* を病原とし，果実腐敗を引き起こす病害で，1980 年代の終わり頃から長野県など暖地のリンゴ主産県を中心に突発的に発生が見られてきた（飯島，1999；近藤，2013）。特に被害果の病斑上に生じた分生子の飛散により，樹上の着果部位が被害果より下方の果実に激しく二次感染して被害が拡大するため，雨量が多くなる梅雨期から夏季の重要病害として位置づけられている。青森県ではこれまで本病の発生は少なかったが，夏季に高温多雨となった 2010，2011，2013 年に多発し，果実被害が問題となった（赤平・花岡，2013；赤平ら，2014；赤平，2015）。

QoI 剤は青森県の生産現場で使用されるようになって 10 年以上経つ。2000 年のクレソキシムメチル水和剤の採用に始まり，2003 年にトリフロキシストロビン水和剤，2009 年にピラクロストロビン・ボスカリド水和剤を採用し，これら 3 剤は夏場の基幹防除剤として重要な位置を占め，現在に至っている。QoI 剤は炭疽病はもちろん斑点落葉病や輪紋病等の病害に対しても幅広い防除効果を示し，また収穫前日まで使用可能なことから生産現場での使用頻度は年々高くなっている。そのような状況の中で，2011，2013 年に県内でリンゴ炭疽病が多発し，一部園地からは QoI 剤耐性リンゴ炭疽病菌の存在が確認された（赤平・花岡，2013；赤平ら，2014）。今後，現地指導も含めた耐性菌対策を講じるためにも，園地における耐性菌分布の現状把握が必要になっている。本稿ではリンゴ炭疽病菌の QoI 剤に対する感受性検定法について，筆者らが実施している手法を紹介する。なお，本稿で供試しているリンゴ炭疽病菌 *C. gloeosporioides* および *C. acutatum* は，近年の分類学的再検討を経たものではなく，従来の検定培地による簡易識別法（佐藤，1996）で同定したものを供試しているため，それぞれ *C. gloeosporioides* sense lato（広義），*C. acutatum* sense lato と記載する。

I　青森県内における耐性菌の分布状況

リンゴ炭疽病が多発した 2011 年に青森県内のリンゴ 34 園地を調査したところ，2 園地（5.9%）で QoI 剤耐性菌が検出された（表-1）。同じく 2013 年に 21 園地を調査したところ，9 園地（42.9%）で耐性菌の分布が認められた。また，耐性菌の分布は長野県でも確認されており（近藤，2013），今のところ生産現場で大きな問題とはなっていないものの，今後，分布園地あるいは地域が増えていく可能性がある。

表-1　青森県における QoI 剤耐性リンゴ炭疽病菌の発生状況

調査地点	2011 年			2013 年		
	調査圃場数	耐性菌検出圃場数	検出率（%）	調査圃場数	耐性菌検出圃場数	検出率（%）
弘前市	14	0		9	4	
平川市	6	1		5	3	
大鰐町	3	1		1	0	
鶴田町	2	0		1	0	
黒石市	2	0		−	−	
つがる市	2	0		−	−	
藤崎町	2	0		−	−	
板柳町	1	0		3	1	
鰺ヶ沢町	1	0		−	−	
西目屋村	1	0		−	−	
五所川原市	−	−		1	1	
青森市	−	−		1	0	
計	34	2	5.9	21	9	42.9

−：調査なし.

Methods for Detecting QoI Fungicide Resistance in Apple Bitter Rot.　By Tomoya Akahira

（キーワード：リンゴ，炭疽病，QoI 剤，感受性検定）

Ⅱ 検定材料の調製

1 サンプリング

リンゴ炭疽病は果実，枝，葉に発病するといわれているが，樹上で見つけやすく，採集が容易であるため，果実を供試する。発病果は感染時期により病斑の大きさが異なる場合があり，6月中旬～7月の早期感染では小型の停止型病斑として，陽光面に紫～黒褐色のやや突出した1～5 mmのかさぶた状の斑点となる。8月以降の後期感染では拡大型病斑も発生し，果実が大きく腐敗し，病斑上に黒色の小粒点（分生子堆）が輪状に形成されて，そこから鮭肉色の粘液（分生子の集塊）が噴出する。本病は日当たりのよい果実に発生することが多く，拡大型病斑の場合，病斑上に形成された分生子が降雨などにより下方に向かって分散するため，下方の発病果は伝染源が同一である可能性が高い。そのため，現地における発病状況を見極めながら，わい性台樹の場合は1樹1～2果，普通台樹の場合は1亜主枝1～2果を目安に採集するのが好ましい。

2 病原菌の分離と保存

停止型病斑から分離する場合は，病斑部を含めて5 mm角で切り取り，70%エタノールに数秒間浸漬後，2%次亜塩素酸ナトリウム水溶液に1～2分間浸漬する。これらを滅菌水で洗浄して，滅菌ろ紙などで水分を除去後，PDA培地上に置床する。拡大型病斑から分離する場合は，病斑部と健全部の境界を滅菌したメスで表皮を取り除き，境界部分の果肉を滅菌した白金耳などで掻き取り，直接PDA培地上に置床することで，無菌的な分離が可能である。置床5～7日後に，生育した菌叢の先端部分を切り取ってPDA斜面培地に移植し，保存する。また，本病原菌はPDA培地上で分生子を形成するので，必要に応じて単胞子分離を実施し，保存する。分離菌株は5～10℃の条件下であればPDA斜面培地でも保存可能であるが，これ以下の温度では死滅しやすい傾向にある。なお，保存のための継代培養は年1回程度が望ましい。長期保存する場合は寒天ディスクによる凍結保存が望ましい（岡田，2006）。PDA培地で2～3週間培養して形成された菌叢を径5 mmのコルクボーラで寒天ごと打ち抜き，それを凍結保護剤（10%（w/v）グリセリン水溶液など）が入ったチューブに入れて4℃に一晩保った後に，－80℃フリーザーに入れて凍結する。解凍の際はチューブごと30℃の温水に3～5分間浸漬してからPDAに置床する。

3 菌種の識別

リンゴ炭疽病菌は*C. gloeosporioides* sense latoと*C. acutatum* sense latoの2種類に大きく分類されるが，果実病斑の形状あるいは培養菌叢や分生子の形態など形態的特徴からこれらを識別するのは難しい。そのため，分離菌株はジエトフェンカルブ625 ppm，ベノミル1,250 ppmを利用した簡易識別法（佐藤，1996）で識別している。なお，青森県内から採集した炭疽病菌は*C. gloeosporioides* sense latoの分離比率が高く，また，ベノミル耐性*C. gloeosporioides* sense latoと識別された菌株はQoI剤に対しても耐性を示していた（表-2）。長野県内から採集したリンゴ炭疽病菌も同じ識別法で同定されており，種の構成に関して青森県と同様の傾向が見られている（飯

表-2 青森県内のQoI剤耐性菌発生園から採集したリンゴ炭疽病菌の菌種

調査地点	菌株数	菌種[a]			QoI剤耐性[c]
		C.acutatum	*C.gloeosporioides*	ベノミル剤耐性 *C.gloeosporioides*[b]	
弘前市A	1	0	0	1	1
弘前市B	13	0	12	1	1
弘前市C	29	0	17	12	12
弘前市D	6	0	0	6	6
平川市A	11	2	8	1	1
平川市B	7	0	4	3	3
平川市C	5	0	3	2	2
五所川原市A	36	0	35	1	1
板柳町A	2	0	1	1	1
計	110	2	80	28	28

[a] 佐藤（1996）の簡易識別法により判定.
[b] および[c] は同一菌株.
[c] 本法の薬剤添加培地により判定.

島，1999；近藤，2013）。

III　感受性検定法

1　薬剤添加培地検定法

本法では「植物病原菌の薬剤感受性検定マニュアルII」のイチゴ炭疽病菌（稲田，2009）に準じ，検定にはトリフロキシストロビン25%水和剤を用いている。

（1）　検定培地の調製

基本培地にはPDA培地を用いて，培地をオートクレーブ滅菌後50～60℃に冷まし，トリフロキシストロビンを有効成分の最終濃度が0～125 ppmになるように添加する。さらにジメチルスルホキシド（DMSO）に溶かしたalternative oxidase（AOX）の阻害剤サリチルヒドロキサム酸（SHAM）を最終濃度1,000 ppmとなるように添加する。なお，SHAMは水に溶解しにくいことからDMSOに溶かして使用する。DMSOは検定用培地の1%となるように添加する。

（2）　検定方法

PDA培地で25℃，4～5日前培養したリンゴ炭疽病菌の菌叢先端を直径4 mmのコルクボーラで打ち抜いた菌叢ディスクを，菌叢面が下になるように検定培地に置床し，25℃で4日間培養する。

（3）　判定方法

2013年にトリフロキシストロビン水和剤（有効成分の実用濃度は83.3 ppm）とSHAM1,000 ppmを加用した培地を用いて，本病原菌に対するトリフロキシストロビンの最小生育阻止濃度（MIC）を調査した結果，供試した171菌株はMIC値0.1～12.5 ppmと3,000 ppm以上の二つのグループに分かれた（図-1）。これらは生物検定およびPCR-RFLPによる遺伝子診断（稲田，2009；石井，2002）の結果とも一致し，MIC値0.1～12.5 ppmの菌株は感受性菌，3,000 ppm以上の菌株は耐性菌と判定することができる。以上のことから，リンゴ炭疽病菌のQoI剤感受性はSHAM1,000 ppm（最終濃度）添加PDA培地にトリフロキシストロビン水和剤を添加した平板培地においても判定可能である。なお，アゾキシストロビン100 ppmおよびAOX阻害剤，没食子酸*n*-プロピル6 mMを添加した培地における菌糸生育率が無添加培地に比べて50%以上となる菌株をQoI剤耐性菌とする簡易な検定法も用いられている（近藤，2013）ので，そちらも参考にしていただきたい。

2　生物検定

本法はリンゴ果実に薬剤を散布後，リンゴ炭疽病菌の分生子懸濁液を噴霧接種して薬剤の効果を評価する方法である。供試品種として‘王林’や‘つがる’等の罹病性品種を用いるとよい。特に‘王林’などの黄色品種は地色が淡いため，発病調査など結果の判定が容易である。接種は6～8月であればいずれの時期でもよい。

（1）　薬剤処理と接種

薬剤散布区と無散布区を設け，各区10果を供試して，トリフロキシストロビン25%水和剤3,000倍を十分量散布する。散布1日後，供試菌株の分生子懸濁液（1×10^4 個/m*l*）を果実に万遍なく噴霧接種する。接種した果実はただちに外側がアルミニウム箔で被覆されたナイロン袋で2日間被覆して湿室に保ち，除袋後は一般管理とする。なお，*C. gloeosporioides* sense latoは*C. acutatum* sense latoに比べて培地上での分生子の形成量が極端に少ない。そこで，分生子を十分量確保するために，供試菌株をPDA培地上で5～7日間前培養した後，培養菌叢を滅菌したスライドガラスなどで培地表面から削ぎ落とし，これを1 m*l*の滅菌水を加えたホモジナイザーですり潰し，菌糸断片懸濁液を調製する。これをワックスマン寒天培地（蒸留水1 *l*に対し，ブドウ糖10 g，ペプトン5 g，リン酸カリウム1 g，硫酸マグネシウム0.5 g，寒天20 gでpHは5.6）に数滴たらし，コーンラージ棒で培地全体に均一に塗り広げる。これを25℃，BLB 24

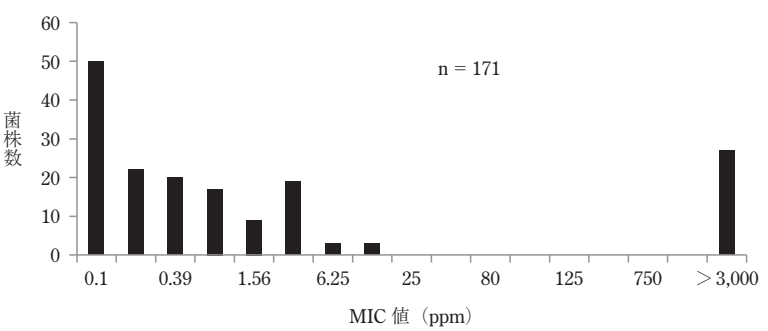


図-1　2013年に青森県内から採集したリンゴ炭疽病菌のトリフロキシストロビンに対する感受性頻度分布

表-3 トリフロキシストロビン水和剤3,000倍の防除効果と感受性検定結果（2013年）[a)]

菌株	採集場所	採集年月	菌種	MIC値	チトクローム *b* の変異	発病度[b)]		防除価[c)]
						散布区	無散布区	
AR09CGH3（感受性菌）	青森県平川市	2009年9月	*C.gloeosporioides*	0.1 ppm	−	10	100	90
AR11CG48（耐性菌）	〃 平川市	2011年9月	*C.gloeosporioides*	3,000 ppm	+	100	95	0

a) 供試樹は‘王林’とした.
b) 発病度＝Σ（発病指数別果数×発病指数）/（調査果数×4）×100.
果実の発病指数　0：発病なし，1：1果当たり病斑数が1～2個，2：同じく3～5個，
3：同じく6～10個，4：同じく11個以上.
c) 防除価＝（1－当該試験区発病度/無散布区発病度）×100.

時間照明下で約3～5日間培養すると，培地表面に橙色～鮭肉色の分生子塊が形成されるので，ここに少量（約5 m*l*）の滅菌水を流し入れ，硬めの絵筆で培地全体を撫でるように洗い流しガーゼで濾す。これを2～3度繰り返して，分生子懸濁液を調製し，所定の濃度に調整する。*C. gloeosporioides* sense lato の分生子形成法についてはオートミール培地を利用した方法（Suzaki, 2011）もあるので，そちらも参考にする。

（2） 判定方法

除袋後に果実の発病状況を随時観察しながら，接種15～30日後に果実に生じた病斑数を下記の基準で調査して，発病度と防除価を算出する。2013年に青森県内から採集した菌株について‘王林’を用いて実施した結果，トリフロキシストロビン25%水和剤3,000倍の防除価は感受性菌で90に対し，耐性菌で0であった（表-3）。

果実の発病指数　0：発病なし，1：1果当たり病斑数が1～2個，2：同3～5個，3：同6～10個，4：同11個以上

発病度＝Σ（発病指数別果数×発病指数）/（調査果数×4）×100

防除価＝（1－当該試験区における発病度/無散布区における発病度）×100

Ⅳ 今後の課題

QoI剤は多くの病害の防除に卓効を示し，収穫前日まで使用可能であるため，夏場に散布する基幹的な薬剤として，現地では多用されている現状がある。しかし，この結果として青森県内でもQoI剤耐性菌が確認されるようになったのも事実である。今のところ，防除対応に苦慮している状況にはないが，リンゴに限らず多くの作物でQoI剤耐性菌が発生している昨今，いつ耐性菌が多発するかわからない。そのため，日本植物病理学会殺菌剤耐性菌研究会が公表しているガイドライン（日本植物病理学会殺菌剤耐性菌研究会，2012）に基づき，耕種的防除等で発病しにくい環境条件にすること，薬剤の予防散布を徹底すること，使用回数もガイドラインを遵守することなどを生産現場に積極的に働きかける必要がある。一方で，我々研究サイドも，定期的なモニタリング調査・感受性検定を実施し，耐性菌の発生動向を注視していくとともに，QoI剤に依存しない防除体系を早急に構築する必要があると考えている。

引 用 文 献

1）赤平知也（2015）：果実日本 **70**：53～57.
2）――――・花岡朋絵（2013）：日植病報 **79**：197～198（講要）.
3）――――ら（2014）：日植病報 **80**：274（講要）.
4）飯島章彦（1999）：植物防疫 **53**：253～256.
5）稲田 稔（2009）：植物病原菌の薬剤感受性検定マニュアルⅡ，日本植物防疫協会，東京，p.96～99.
6）石井英夫（2002）：植物防疫 **56**：269～273.
7）近藤賢一（2013）：平成25年度寒冷地果樹研究会資料（果樹研究所 編）．p.33～40.
8）日本植物病理学会殺菌剤耐性菌研究会（2012）：野菜・果樹・茶におけるQoI剤及びSDHI剤使用ガイドライン. http://www.taiseikin.jp/mwbhpwp/wp-content/uploads/vege_gl.pdf（2017年6月29日アクセス確認）
9）岡田 元（2006）：日本微生物資源学会誌 **22**(2)：105～110.
10）佐藤豊三（1996）：植物防疫 **50**：273～280.
11）Suzaki, K.（2011）：J. Gen. Plant Pathol. **77**(2)：81～84.

トピックス

奈良県におけるカキのチャノキイロアザミウマ多発について

奈良県農業研究開発センター　井村岳男（いむらたけお）

はじめに

奈良県のカキは，都道府県別生産量が全国第2位と，県で最も重要な農産物の一つであり，2015年産の収穫量と産出額はそれぞれ30,600 t，59億円に達している。さらに，奈良県が推進する農産物生産のマーケティング・コスト戦略の中で，カキはリーディング品目と位置づけられ積極的な振興が図られている。

2015年度に，奈良県のカキ産地においてチャノキイロアザミウマによる果実被害が多発した。特に，渋柿を主に栽培している天理市において産地のほぼ全域で被害が発生し，被害果率が約8割に達した。また，県全体の生産量の9割近くを占める主産地の五條・吉野地域では，産出量全体に占める被害率は数％程度と低かったものの，局地的に多発圃場が見られた。そのため，産地から早急な被害発生原因の究明と対策の構築が求められた。

これを受けて，カキにおけるチャノキイロアザミウマ多発の原因と対策を探るため，果樹担当の革新支援専門員の呼びかけにより，果樹の普及担当者，農業研究開発センター果樹・薬草研究センターの病害虫担当者，および病害虫防除所担当者による協議が行われた。当初，2015年はカキの開花時期が平年より早かったことから，防除暦に記載された防除時期が防除適期である開花始期とずれたことが被害多発の主因と考えられた。また，突然の被害多発を受けて，生産現場からは有機リン系やネオニコチノイド系殺虫剤等，様々な殺虫剤に対する感受性の低下を懸念する声が聞かれた。さらに，カキのチャノキイロアザミウマに対する主力剤の一つであったアセフェート剤が，短期暴露評価に基づくARfDの設定による農薬残留基準値の下方変更を見越して，カキでの登録濃度が従来の1,000～1,500倍から1,500倍に下方変更されたため，これによる防除効果の低下を疑う意見もあった。

これらを受けて，筆者はカキ産地を所管する奈良県北部農林振興事務所，および南部農林振興事務所の普及指導員の協力の下，2016年に現地の被害圃場の状況を確認するとともに，黄色粘着トラップによる誘殺消長調査を行った。一連の調査により，チャノキイロアザミウマの発生状況について若干の知見を得るとともに，今回の多発の原因を考察して対策を講じたのでその概要を紹介する。

I 誘殺消長

2016年5～8月にかけて，天理市内の多発圃場1箇所，五條市内の多発圃場3箇所と少発圃場1箇所に黄色粘着トラップ（商品名：ホリバー黄，アリスタライフサイエンス株式会社製）を設置した。トラップは基本的に1週間間隔で交換し，実体顕微鏡下で同定しながら，チャノキイロアザミウマの誘殺虫数を調査した。さらにトラップ片面当たりの誘殺虫数を設置日数で除して，日当たり誘殺虫数を算出した。

図-1に多発圃場のうち天理市の1箇所と五條市の2箇所での誘殺消長を示した。最初の誘殺は5月の3週目に確認され，6月以降に増加する傾向が見られた。誘殺ピークの時期は圃場によって異なり判然としなかった。チャノキイロアザミウマの誘殺は，春にはおおむね少なく，夏以降に増加することが知られており（例えば，西野・小泊，1988），今回のデータもその傾向と一致した。

カキのチャノキイロアザミウマは，主にヘタの下に寄生して吸汁加害する。さらに果実の肥大に伴って被害痕は果実の横面に移動し，リング状の被害痕となる。そのため，この被害痕の位置から加害時期をおおまかに推定することが可能であると言われている（西野・小泊，1988）。生産現場を所管する普及指導員は，2015年産カキの出荷時に確認された被害果実に見られた被害痕の位置から，加害時期は6～7月ころであると推察した。このことも，先の誘殺消長データの傾向と一致した。

従来の防除体系では，カキの開花期である5月中旬を最も重要な防除時期としており，生産者によっては，6月以降の防除が省略される場合もあった。しかし今回の調査から，チャノキイロアザミウマはむしろ6月以降に

Outbreak of Persimmon Fruits Damage Caused by Yellow Tea Thrips, *Scirtothrips dorsalis* Hood in Nara Prefecture.　By Takeo Imura

（キーワード：カキ，チャノキイロアザミウマ，多発）

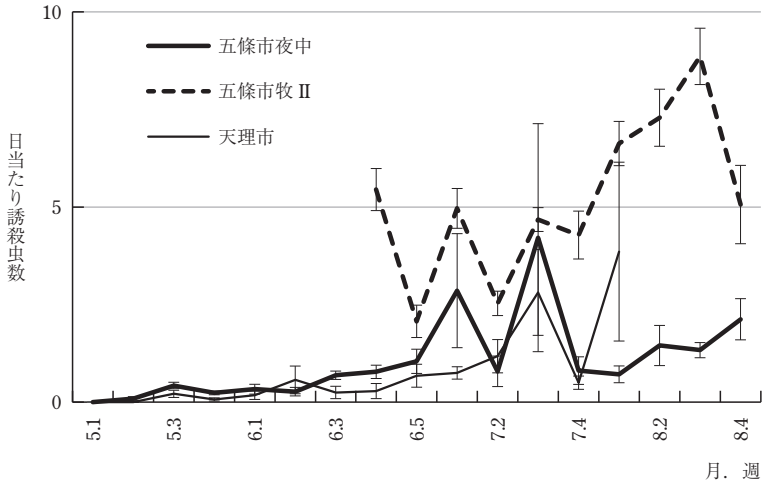


図-1　奈良県内の3地域におけるカキのチャノキイロアザミウマの発生消長（2016年）

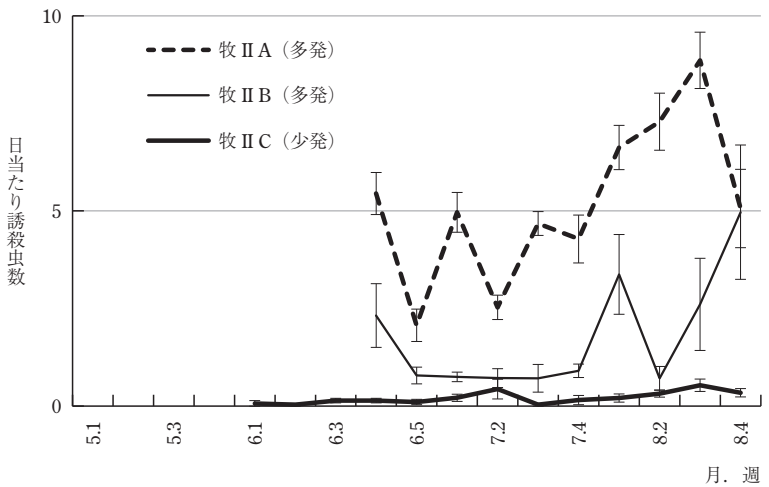


図-2　五條市の牧Ⅱ団地における発生量が異なる3圃場でのチャノキイロアザミウマの発生消長（2016年）

増加することが明らかになったので，多発地では，従来防除が手薄だったこの時期の防除を徹底すべきと考えられた。

次に，五條市西吉野町湯川にある牧Ⅱ団地（以下，牧Ⅱ団地とする）において，多発圃場2箇所と少発圃場1箇所での誘殺消長を比較した（図-2）。A，Bの2圃場では，防除を実施していたにもかかわらず多数の誘殺が確認された。また，目視で被害果の発生も確認されたが，同じ圃場内でも被害は特定の場所に集中する傾向が見られ，特定の発生源からの飛来が疑われた。また，これら多発圃場に隣接する圃場では被害は見られなかった。さらに，多発圃場から数百mに離れたC圃場のトラップには誘殺がほとんどなく，ここでも被害は発生しなかった。このように，6月以降の牧Ⅱ団地の誘殺虫数と被害果発生は多発圃場と少発圃場で大きな隔たりが見られ，特定の場所に被害が集中する傾向が認められた。生産者からの聞き取りでは，多発圃場は，以前よりある程度の被害が毎年発生する常発地とのことだった。これらのことから，牧Ⅱ団地における被害発生には，発生源の存在などの環境要因の関与が大きいと考えられた。

Ⅱ　現地巡回および聞き取りによる被害発生要因の推定

2016年5～6月に，普及指導員とともに天理市およ

び五條市の生産圃場を巡回し，チャノキイロアザミウマとその果実被害の発生状況，並びに圃場周辺の環境条件を目視確認するとともに，生産者に防除状況などを聞き取った。

2015 年にほぼ全域で被害が発生していた天理市では，前年の被害を受けて防除回数がおおむね増加していたが，一部圃場では果実被害が発生していた。天理市のカキ産地では，カキ圃場の近隣に温州ミカンやサンショの圃場が混在するほか，家庭菜園のブドウなども見られた。また，防風垣としてマキが植栽されている圃場も多かった。チャノキイロアザミウマは木本類を中心とした広食性害虫であり，これらの作物などはチャノキイロアザミウマの寄主植物であることが知られている（西野・小泊，1988）。このことから，これらが本種の一次発生源ではないかと疑われたが，これらの作物などにはチャノキイロアザミウマの寄生は確認されなかった。また，無防除のまま放置されたカキの放任園も観察したが，チャノキイロアザミウマは発生していなかった。

その一方で，カキ圃場近辺を詳細に観察したところ，圃場の境界に茶樹を植栽している所が多く見られた。茶の新葉を観察するとチャノキイロアザミマが多数寄生しており，その直上のカキ果実に被害が多発する傾向も観察された。生産者に茶樹の管理状況について聞き取ると，これまでチャノキイロアザミウマの発生源として意識して管理したことはなかったとの意見が聞かれた。このことから，チャノキイロアザミウマの一次発生源はカキ圃場付近に植栽された茶樹であり，これが温床となって本種がカキ樹に飛来し，果実の被害が発生していると推測された。

また，被害痕が見られる果実でも，防除実施済みの圃場であれば果実へのチャノキイロアザミウマの寄生は見られなかった。聞き取りでは，防除薬剤としては有機リン系，ネオニコチノイド系等が使用されていたが，その種類は生産者によって異なり，特定の防除薬剤の効果不足によって被害が発生したとは考えにくかった。

一方，被害発生場所が限定される傾向が見られた五條・吉野地域では，多発圃場はいずれも雑木林に隣接していた。先に述べたように，これらの被害発生圃場は常発地であったことや，近隣の別圃場では例年通りの防除で被害は発生しておらず，被害圃場が拡大する傾向も見られなかったことから，五條・吉野地域における本種の被害多発は，雑木林からの飛来によるものと推測された。

以上の状況をまとめると，カキのチャノキイロアザミウマの被害が多発した圃場は，周辺に人為的に植栽された茶樹や，管理が及ばない雑木林の雑木などの，適切に管理されていない寄主植物があり，これが一次発生源であると推定された。また，天理市，五條市と互いに離れた産地で同時多発的に被害が多発したことや，五條市では被害発生圃場が拡大する傾向が見られなかったこと，使用薬剤と被害の間に一定の傾向がなかったことから，殺虫剤感受性の低下や農薬登録濃度の変更に伴う殺虫効果の低下は生じていないと考えられた。

III　ま　と　め

以上の結果から，奈良県のカキにおけるチャノキイロアザミウマ被害は，圃場周辺の温床となる寄主植物からの大量飛来によって発生が助長されていると考えられた。また常発地では，従来防除が手薄であった 6 月以降にも防除を徹底する必要があることが示唆された。

被害発生圃場では，これまでも同様の防除を実施してきたにもかかわらず，なぜ 2015 年に突然被害が増加したのかは不明である。恐らく，本種の自然発生量が増加したためと考えられるが，その原因は明らかでない。近年，全国各地のピーマン，トウガラシ類で，侵入系統と考えられるチャノキイロアザミウマ C 系統による被害が発生している（Toda et al., 2014）。しかし，今回奈良県で多発したチャノキイロアザミウマは，カキ，チャ等の木本類に寄生しており，五條市の被害発生圃場は以前から常発地であったので，在来系統であると推測される。一方，千葉県のニホンナシでは 2008 年に本県と同様，突然チャノキイロアザミウマが多発し問題化した（河名・大井田，2016）。今回紹介した奈良県の事例と類似しており興味深いが，千葉県における多発原因は明らかになっていない。

2016 年度は，ここまで紹介した一連の調査結果を受けて現場指導を行った結果，誘殺虫数は多かったものの果実被害が大幅に抑制されており，生産者からはおおむね満足する声が聞かれたようである。しかし，図−1，図−2 の誘殺消長が示すように，チャノキイロアザミウマは夏以降増加しているが，7 月下旬以降は果皮の硬化によりカキでは被害が発生しなくなるため，本種が増加する夏〜秋の防除はなされていない。夏以降の増加がそのまま次年度への越冬量の増加につながれば，翌春には高密度での飛来が再現される可能性がある。現在，多発地では緊急的に防除回数を増加させることによって対応している状況であり，今後は長期的な管理を考えた対策も必要と考えられる。

奈良県では，チャノキイロアザミウマはカキの防除暦に必ず記載されている基本的害虫である。しかし，ここ 20 年ほどの間は被害が広範囲に問題化したことのない

害虫でもあったため，対策への意識が低くなっていた点は否めない。今回の多発の根本的原因は明らかではないが，改めて「発生しにくい生息環境の管理」，「きめ細かい防除情報の発信」，「基幹防除の徹底」といった基本的防除対策の重要性を認識する機会となった。

奈良県では，カキのチャノキイロアザミウマに対する対策として，2017年度から果樹・薬草研究センターで研究事業を開始しており，越冬場所の確認やシミュレーションによる発生ピーク予測等の検討を予定している。今後はこれらの研究結果を踏まえた，常発地での確実な被害抑制方法を確立する必要がある。

引 用 文 献

1）河名利幸・大井田　寛（2016）：関東病虫研報 **63**：110 ～ 112.
2）西野　操・小泊重洋（1988）：6. チャノキイロアザミウマ，農作物のアザミウマ，全国農村教育協会，東京，p.192 ～ 233.
3）Toda, S. et al.（2014）：Appl. Entomol. Zool. **49**：231 ～ 239.

新しく登録された農薬（29.6.1 ～ 6.30）

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

「殺虫剤」

●ペルメトリン乳剤

23948：**ベニカベジフル乳剤**（住友化学園芸）17/6/14
ペルメトリン：3.0％
なし：アブラムシ類，シンクイムシ類，ハマキムシ類，カメムシ類：収穫前日まで
もも：カメムシ類，シンクイムシ類，アブラムシ類，モモハモグリガ，ハマキムシ類：収穫7日前まで
ネクタリン：カメムシ類，シンクイムシ類，アブラムシ類，モモハモグリガ：収穫7日前まで
うめ：アブラムシ類：収穫前日まで
かき：カキノヘタムシガ，チャノキイロアザミウマ，カメムシ類，カキクダアザミウマ：収穫7日前まで
キウイフルーツ：キイロマイコガ，カメムシ類：収穫7日前まで
くり：クリタマバチ，クリシギゾウムシ：収穫14日前まで
かんきつ：ミカンハモグリガ，アブラムシ類，チャノキイロアザミウマ，カメムシ類：収穫14日前まで
いちじく：アザミウマ類，アブラムシ類，イチジクヒトリモドキ：収穫前日まで
はまなす（果実）：シンクイムシ類：収穫7日前まで
さるなし：キイロマイコガ：収穫7日前まで
アロニア：シンクイムシ類：収穫14日前まで
ハスカップ：ハマキムシ類，アブラムシ類：収穫3日前まで
とうもろこし：アブラムシ類，アワノメイガ：収穫14日前まで
きゅうり：オンシツコナジラミ，アブラムシ類，ウリハムシ：収穫前日まで
ズッキーニ：アブラムシ類，フキノメイガ：収穫7日前まで
すいか・メロン・カボチャ・いちご：アブラムシ類：収穫前日まで
ごぼう・トレビス：アブラムシ類：収穫7日前まで
葉ごぼう：アブラムシ類：収穫14日前まで
キャベツ：アオムシ，コナガ，アブラムシ類，ヨトウムシ，タマナギンウワバ：収穫3日前まで
はくさい：アオムシ，コナガ，アブラムシ類，ヨトウムシ：収穫7日前まで
だいこん：アオムシ，コナガ，アブラムシ類，ヨトウムシ，ハイマダラノメイガ：収穫30日前まで
茎ブロッコリー：アオムシ：収穫7日前まで
ブロッコリー・カリフラワー：コナガ，アブラムシ類：収穫3日前まで
ナバナ：コナガ：収穫14日前まで
シロナ：アオムシ：収穫7日前まで
ミズナ：アブラムシ類，ダイコンハムシ，ヤサイゾウムシ：収穫14日前まで
レタス：アブラムシ類・ヨトウムシ：収穫7日前まで
リーフレタス：アブラムシ類，ヨトウムシ：収穫14日前まで
たまねぎ：アザミウマ類，ネギコガ，ハスモンヨトウ：収穫7日前まで
ねぎ：アザミウマ類，ネギコガ，シロイチモジヨトウ：収穫7日前まで
にんにく：アブラムシ類：収穫前日まで
アスパラガス：ジュウシホシクビナガハムシ，ヨトウムシ，アブラムシ類・カメムシ類：収穫前日まで
豆類（未成熟，ただし，さやえんどう，未成熟そらまめを除く）：アザミウマ類，アブラムシ類，ハモグリバエ類，ヨトウムシ類，ウラナミシジミ，アズキノメイガ，マメシンクイガ：収穫14日前まで
未成熟そらまめ：アザミウマ類，アブラムシ類，ハモグリバエ類，ヨトウムシ類，ウラナミシジミ，アズキノメイガ，マメシンクイガ：収穫7日前まで
さやえんどう：ナモグリバエ，ヨトウムシ類，ウラナミシジミ：収穫前日まで
ほうれんそう：アブラムシ類，ハクサイダニ：収穫21日前まで
だいず：マメシンクイガ，ジャガイモヒゲナガアブラムシ：収穫7日前まで
あずき：アズキノメイガ，アブラムシ：収穫7日前まで
そらまめ：アブラムシ類：収穫7日前まで
しそ：ハスモンヨトウ，アザミウマ類，アブラムシ類，コナジラミ類：収穫5日前まで
トマト・ミニトマト：アブラムシ類，オンシツコナジラミ：収穫前日まで
なす：アブラムシ類，オンシツコナジラミ，テントウムシダマシ類，カメムシ類：収穫前日まで

（55ページに続く）

リレー連載

農薬製剤・施用技術の最新動向⑯
育苗箱および田植同時処理装置～その特徴と今後の展望～

株式会社クボタ　移植機技術部　濱田　晃次（はまだ　こうじ）

はじめに

田植をする機械が日本に初めて誕生してからおよそ半世紀が経過した。黎明期は歩く田植機，普及期は乗る田植機という流れの中，高機能・高性能化が進んだ。そのような田植機開発の変遷の中，農薬の田植同時処理技術の開発も進んでいる。本稿では，まず田植機開発の歴史とその根本的な技術である育苗法について簡単に述べた後，田植同時処理装置のうち除草剤散布機と殺虫殺菌剤施用機について紹介するとともに，田植同時処理装置開発の今後の動向について述べる。

Ⅰ　田植機の開発経過

昭和30年代に日本の経済成長とともに，農村の人手不足が顕著になり，農機メーカー各社は田植の機械化に取り組んだ。当初の田植機は成苗を移植するものだったが，苗の扱いが難しいことや，苗取りに労力を要することからあまり普及しなかった。その後，長野県農試で開発された室内育苗法による稚苗移植の有用性が認められ，全国各地へ普及が進んだ。この育苗法で使用する苗箱は30 cm（縦）×60 cm（横）×3 cm（深さ）という規格で，現在のマット苗育苗箱に連なるものである。このときの育苗は，育苗箱の中に特殊な仕切り板や紐を入れることで，帯状や紐状に苗を育てる工夫がされていた。機械もこの方法で育てられた稚苗の「帯苗」や「紐苗」に対応したものだったが，欠株の発生が課題だった（川島，2011）。また育苗箱への播種作業が煩雑で，育苗に労力を要するという点は成苗移植のころから変わっていなかった。

日本の一部の地域で，収獲した魚を入れる箱「トロ箱」に土を入れ，種もみをばらまきして稚苗作りが行われていたのをヒントに（川島，2011），久保田鉄工（株）（現（株）クボタ）がこの「ばらまき育苗方式」に合った機械の開発に乗り出し，1970年にばらまき育苗によるマット苗に対応した歩行型田植機（図-1）を販売した。ばらまき育苗は種籾をばらまくだけで済むので，播種作業は省力化され，また，苗箱の中で根が絡みあいマット状になることで，苗の機械的な取扱いも容易となった。この機械は，ばらまき育苗が従来の育苗方法より楽だったため，一気に普及した。傾斜した苗載台や，苗を横に送りながら植付爪でマット苗をかき取って田面に植えるという機械の基本構造は，この機械からスタートし，現在の最新の乗用型田植機（図-2）においてもベースとなっている。

育苗箱は内寸で580 mm × 280 mmと決まっている。深さはメーカーによってわずかに違うが，おおむね30 mm前後である。稚苗用育苗箱は底穴数が少なく，中・成苗用育苗箱は底穴数が多い，底面形状をダイヤ状にしたものなどが存在する。育苗箱の材質は当初木製だったが，現在ではポリプロピレンなどの樹脂製が主流である。一時塩化ビニルを使った卵パックのような育苗箱が出たが，強度に難があったため普及しなかった。

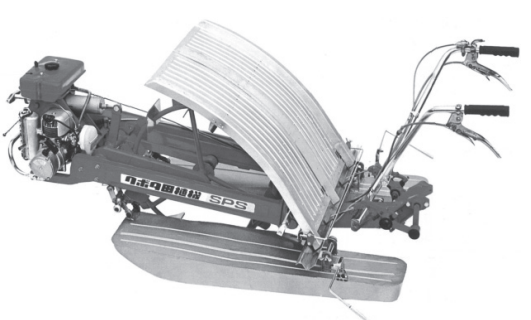


図-1「マット苗」を用いる歩行型田植機（実用化当初の例）

The Features and Future Prospects of Nursery Box and Rice-Transplanting Simultaneous Applicator.　By Koji Hamada

（キーワード：粒剤用田植同時除草剤散布機，液剤用田植同時除草剤散布機，田植同時殺虫殺菌剤施用機，直播同時殺虫殺菌剤施用機）

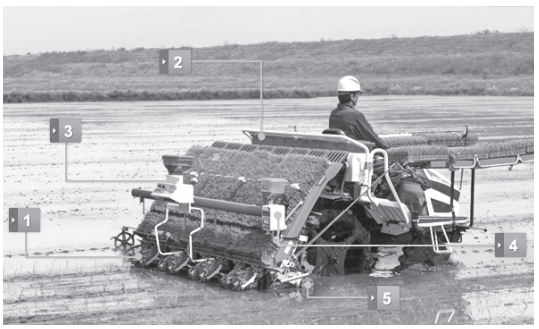


図-2　乗用田植機による田植同時作業の例
1；移植（田植）.
2；側条施肥.
3；除草剤散布（粒剤）.
4；殺虫殺菌剤（育苗箱施用剤）散布.
5；枕地整地.

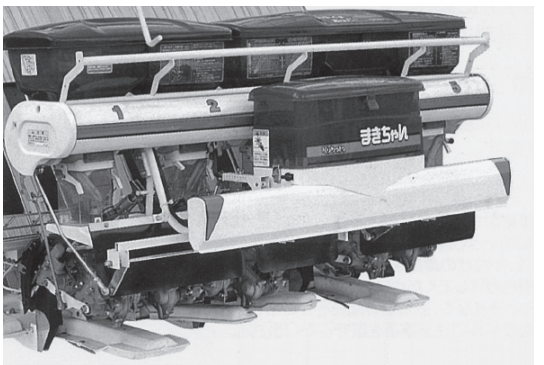


図-3　実用化当初の粒剤用田植同時除草散布機の例

II　田植同時処理

田植同時処理は，田植前後の栽培管理・防除作業を田植作業と同時に処理することで，省力，低コスト，生産性向上をはかるものである。現在，田植機が同時にできる作業は①移植②側条施肥③除草剤散布④殺虫殺菌剤（いわゆる箱育苗箱施用剤）施用⑤枕地整地の五つである（図-2）。

1　田植同時除草剤散布

田植同時除草剤散布には次のような利点がある。
①田植え後に圃場内または畦畔を歩き回らずに済む。
②大規模経営の場合でも散布適期を逃さない。
③機械による散布のため，手作業より散布ムラが少なく，安定した除草効果が期待できる。
④作業者が薬剤に触れる時間が少なく済み，作業者への安全性が高い。
⑤田植前の除草剤散布が必要ないため，田植え前落水による薬剤成分の河川への流出の恐れがない。

田植同時除草剤散布機は粒剤散布機と液剤散布機に大別される。それぞれの開発経緯，特徴について述べる。

（1）　粒剤除草剤散布機

田植え後の除草剤散布作業は動力散布機を用いて行われることが多かったが，作業者は畦畔を歩く必要があり圃場面積によっては負担の大きい作業だった。1989年に粒剤除草剤に対応した田植同時除草剤散布機が登場した（図-3）。90年代半ばには複数のメーカーから除草剤散布機が販売されるようになる。この当時は10 a当たりの散布量が3 kgである，いわゆる3キロ剤が主流で，現在主流の1キロ剤（すなわち，散布量が10 a当たり1 kgの剤）は出始めのころであり，手作業で精度よく1キロ散布することが現場では難しく，精度よい機械散布へのニーズが出てくる状況にあった。しかし，使用できる除草剤の殺草効果・イネに対する安全性のため，2000年ごろまで田植同時除草剤散布機の年間の販売台数は300 ～ 500台程度で，それほど市場には浸透していなかった。

その後2000年ころから，ある農薬メーカーが田植同時処理で十分な効果とイネに対する安全性が確保できる1キロ粒剤を開発し，同時に散布機メーカーと共同開発した専用の散布機を発売した。この散布機は，①すべての田植機に後付可能②取付けが簡単③軽量④低価格，を主なセールスポイントに開発された。この散布機と薬剤とのセットで販売する方式をとったところ，現場に受け入れられ，田植同時除草剤散布が一気に市場に浸透した。その後，田植同時処理が可能な粒剤の登録増に伴い，取付けが簡単，軽量かつ比較的低価格という点に加え，不特定の除草剤を散布可能，1キロ剤・3キロ剤ともに散布可能，といった特徴をもつ散布機が複数の農機メーカーによって開発され，前述の除草剤散布機同様，普及が進んでいる。

現在広く普及している田植同時除草剤散布機（図-4）の特徴は次の通りである。①苗載台の後方に専用の金具で固定され，比較的簡単に取り付け可能②動力源は田植機のバッテリからの電力③散布量は田植機の作業速度と連動④同じ散布機で条数の異なる田植機に対応可能。

九州などの西南地域ではスクミリンゴガイ，通称ジャンボタニシの駆除剤も田植同時で撒きたいという要望があり，粒状除草剤用とスクミリンゴガイ駆除剤用に2台の散布機を装着して作業することも可能である。

（2）　液剤用除草剤散布機

1989年に全農（全国農業協同組合連合会）の呼びか

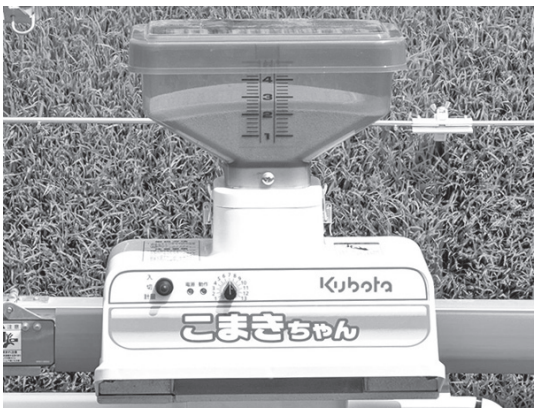


図-4 現在普及している粒剤用田植同時除草散布機の例

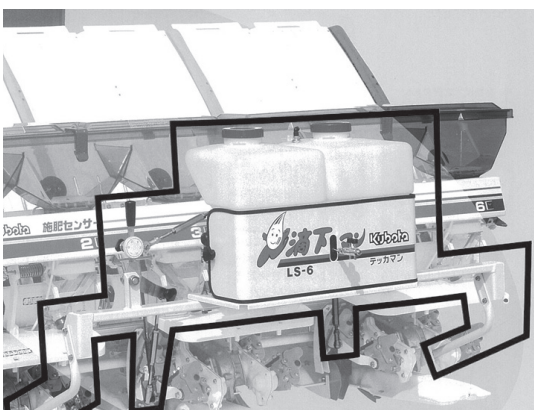


図-5 液剤用田植同時除草散布機の例

けで，全農と田植機メーカー，散布機メーカーの共同研究による開発がスタートし，1991 年に薬剤の適用拡大，1992 年に機械の販売がスタートした（図-5）。その後，使用できるフロアブル剤の数も増え，機械の改良も進んだ。現在は複数メーカーから，液剤用田植同時除草剤散布機が販売されている。

粒剤用除草剤散布機同様，装置は田植機の苗載台に専用の金具で固定されるが，動力源は電力ではなく，植付爪の回転部である。ここに専用の金具を装着し散布機の駆動部と連結することで，植付爪の回転から駆動をとり，ポンプを機械的に動かす構造となっている。ポンプはタンクから薬液を吸い込み，ノズルより田面に滴下させる。植付爪の回転から駆動をとっているため，粒剤散布機同様，滴下量は作業速度と連動する。すなわち，最初に設定した面積当たりの薬剤繰出し量は作業速度を変えても変わらない。一般的に，このようなメカ式の駆動方式の装置は，電気式と比べ部品点数が多いため重くなりがちだが，安価である。ポンプは医療用の点滴にも使われているチューブポンプで，低圧だが一定量を送りやすいため，圃場に規定量の液剤を数滴ずつ正確に送り込むのに適している。また，構造も簡単なためメンテナンス性にも優れている。

現状国内では，粒剤除草剤が主流であることもあり，液剤用除草剤散布機は粒剤用と比較すると，販売台数は圧倒的に少なく市場浸透性は低い状況である。

2　田植同時殺虫殺菌剤施用機

田植同時殺虫殺菌剤施用には次のような利点がある。

①田植え当日に箱に薬剤を撒かずに済む。

② 50 g を手ですくって撒くよりも，苗の株元へ均一な散布が可能である。

③作業者が薬剤に触れる時間が減り，作業者への安全性が高い。

④圃場内での施用のため，育苗施設などに剤をこぼす心配がなく，残留農薬を防止できる。

⑤使わない苗に事前に施用する必要がないため，薬剤の無駄がない。

近年新たに直播同時殺虫殺菌剤施薬機が開発，実用化段階に入ったため，施用機を田植同時と直播同時の二つに分けて，それぞれの開発経緯および特徴について説明する。

（1） 田植同時殺虫殺菌剤散布機

長期残効型の薬剤が 1990 年代後半に登場したことで，育苗箱に薬剤を処理することで，田植え後の本田防除作業を少なくできる省力化技術が確立し受け入れられていった。しかし，田植作業の当日に薬剤を散布する必要があるため，大区画圃場では負担が大きく，より省力的な育苗箱処理剤散布へのニーズがあった。

（株）クボタでは広島県の販売会社から開発要望を受け，1999 年に開発に着手し，2005 年に田植同時殺虫殺菌剤散布機を販売した（図-6）。その後，複数メーカーで機械の開発が行われ販売が開始されている。

田植同時殺虫殺菌剤散布機の特徴は次の通りである。①田植機の苗載台部に専用の金具で固定され，比較的簡単に取り付け可能②動力源は田植機本体のバッテリまたは植付爪の回転③株元に薬剤が施用されやすいよう，苗の基部を棒で分ける構造④薬剤に応じて散布量を調整可能。各メーカーで薬剤を繰出すまでの構造は異なるが，苗の株元に施用するために，苗の基部を棒で分けて，床土に薬剤がかかりやすいようにする構造は共通している。

田植同時殺虫殺菌剤施用には，上記の専用散布機を用いるのとは別に，側条施肥機を利用する方法もある。側条施肥機は苗のすぐ横の土中に，田植同時で肥料を施用する装置で，田植同時作業の中では最も早く実用化され

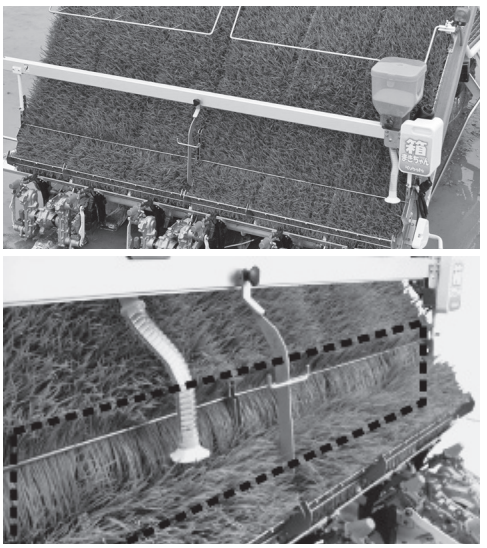


図-6　田植同時殺虫殺菌剤施用機の例
上段；施用機全体　下段；作業中の薬剤吐出部付近.

た技術である。側条施肥機には①ペースト施肥機②粒状施肥機の二つがある。前者については，ペースト肥料に殺虫殺菌剤を混ぜて施用する方法で，秋田県を中心に使われている。後者については，殺虫殺菌剤入りの粒状肥料がある。ただし，肥料成分と薬効成分の量が決まっているため，施肥量を変化させると農薬の有効成分量も変わり，適応範囲はペースト混合型と比較すると狭い。こうした課題へ対応するため，数種類の成分配合パターンの肥料が販売されている。

（2）　直播同時殺虫殺菌剤施薬機

近年強く望まれている稲作の低コスト・省力化に対応する技術の一つとして，湛水直播栽培がある。鉄コーティング直播栽培は，鉄粉を種籾にコーティングして播種することで，鳥害を受けにくく，表面点播でも水に流されにくい利点がある。直播における殺虫殺菌剤の施用方法として種子処理があるが，カルパーコーティングの場合，コーティング作業時に薬剤を混ぜて造粒する方法が実用化されているが，鉄コーティングの場合，同様の方法が普及当初はとれないということで，新たな施用方法を開発する必要があった。（株）クボタは2012年より薬剤メーカーと共同で開発し，実用段階に進みつつある（図-7）。

お わ り に

田植同時処理装置の中で除草剤散布機と殺虫殺菌剤施用機について，その開発経緯と概要を説明した。田植同時処理技術をまとめると，予防的処置としてこれまで手作業や田植以外の工程で実施していた作業を田植同時に複数行うことで，省力化や低コストをはかるものである。田植同時処理装置は大規模生産者を中心に普及が進んでおり，この傾向は今後も続くと考えられる。今後の田植同時処理装置の開発の方向性としては，特にこの大規模経営での，安全を含めた使いやすさ，また，情報技術を用いたより好適な防除体系を可能とするような機械の開発に進むと考えられる。さらに，今までは手作業で行っていたことを機械化する開発が多くを占めていたが，今後は機械での施用を前提とした開発を農薬業界，現場，機械メーカーが一体となって推進することで，これまでにない新しい施用技術が生まれてくると思われる。

引 用 文 献

1）川島長治（2011）：農業および園芸 **86**：1230 ～ 1238.

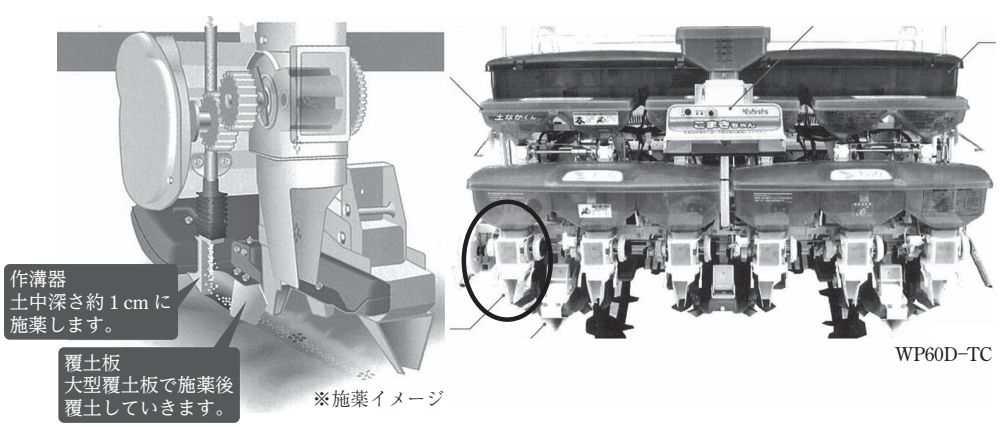


図-7　直播同時殺虫殺菌剤施用機の例（円内）
左；拡大図　右；直播機全体.

時事解説

GAPの取組・認証取得の拡大に向けて

農林水産省生産局農業環境対策課　及川（おいかわ）　仁（ひとし）

はじめに

近年，フードチェーンのグローバル化，複雑化に伴う流通過程の不透明化とともに，環境保全，人権保護等持続可能性への意識の高まりといった背景の下で，

①　消費者において，生産・製造過程が安全で持続可能なのかを知りたいというニーズ

②　また，農林水産物や食品の提供者も，安全で適切なものであることを信頼ある形で示し，消費者に安心して購入してほしいというニーズ

が高まっている。

こうした状況から，製品の生産行程などが一定の要求事項を満たしているかを中立的な第三者である機関が確認し，その証明を与える仕組みである「認証」制度により，農産物の食品安全など持続可能性を「見える化」することが世界的に求められつつある。

GAPについて

1　GAPの考え方（図-1）

まず，GAP（Good Agricultural Practice：農業生産工程管理）というのは，農業において，食品安全，環境保全，労働安全等の持続可能性を確保するための，生産工程管理の取組で，「する」ものである。「GAPをする」ことにより，適正な農業経営管理が確立され，従業員の責任感・自主性の向上や生産・販売計画の立てやすさ，資材の不良在庫の削減等が実現されるとの調査結果（図-2）も出されている。

一方，GAP認証とは，GAPが正しく実施されていることが国際的に通用する形で第三者の審査により確認された証明であり，「とる・取得する」ものである。現在，国内ではGLOBALG.A.P.とJGAPの二つの認証スキームが存在している。「GAP認証をとる」ことにより，持続可能性が「見える化」され，取引上選択されやすくなり，消費者の安心につながる。

2　自民党における提言

今年の3～5月にかけて，自民党農林水産業骨太方針実行PTにおいてGAPを含む規格・認証等について議論され，先般5月19日に，「規格・認証等戦略に関する提言」としてとりまとめられた。

当該提言において，

（1）「GAPをする」について，第1期（2020年までに）に生産現場を変えることを目標に，平成30年度中に，各県内のGAP指導体制における指導員数が全国で1,000人以上育成確保することをKPIとして設定

（2）「GAP認証をとる」について，2020年東京オリンピック・パラリンピック競技大会に必要な食材量を余裕を持って十分に供給できるGAP認証取得農産物などの出荷量を確保することを目標に，平成31年度末までに現状の3倍以上の認証取得，日本発GAP認証の仕組みが国際承認を得ることをKPI（重要業績評価指標）として設定

されたところである（図-3）。

また，平成29年6月に閣議決定された「経済財政運営と改革の基本方針2017」，「未来投資戦略2017」においても，GAPの戦略的推進，生産現場における国際水準のGAPの実施および認証取得の拡大等が盛り込まれている。

3　施策の推進

自民党における提言を受け，第1期に行うべき具体的な施策を設定したところである。

まず，「GAPをする」については，

（1）　GAPが農業者の経営改善上，必要な取組であることを農業者全員にとって共通認識となるよう，生産現場へ周知徹底すること

（2）　各県内で高い水準で指導できる人材の育成確保を図り，GAPの指導体制を構築すること

（3）　農業高校，農業大学校等農業教育機関におけるGAP教育を促進すること　等

また，「GAP認証をとる」については，販売戦略，取引先の要請に基づき農業経営者が判断することを基本として，

（4）　GAPの価値を共有する流通業者等を結集し，オールジャパンでの協力体制を構築すること

New Policy for Promoting Implementation and Certification of GAP.　By Hitoshi Oikawa

（キーワード：GAP，農業生産工程管理，食品安全，環境保全，労働安全，持続可能性）

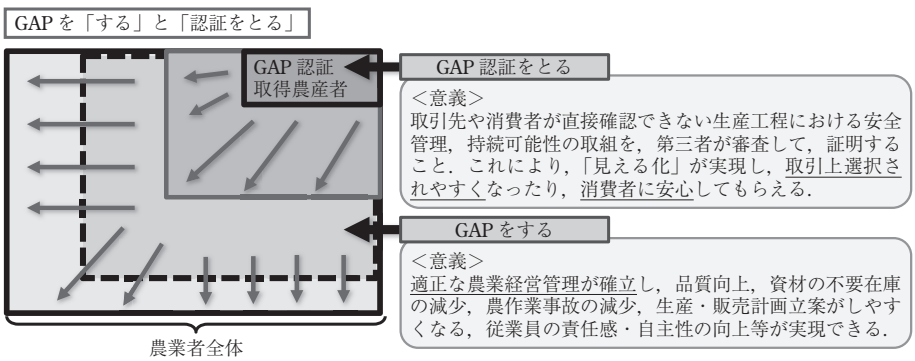
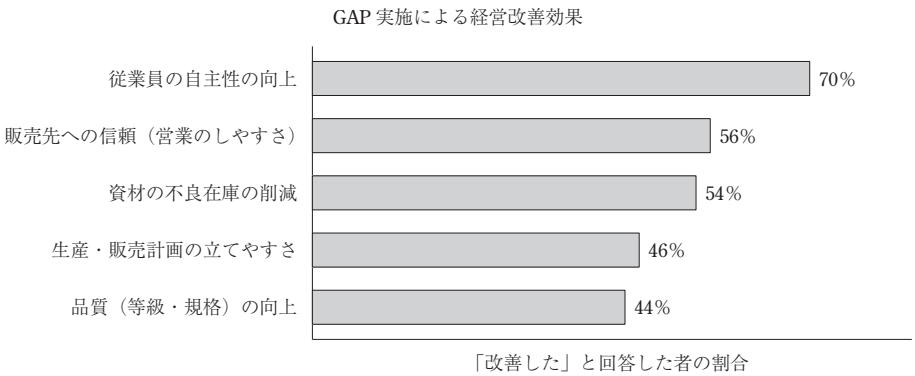


図-1　GAP の考え方



出典：「GAP 導入による経営改善効果に関するアンケート調査結果」（H25.1（独）農業・食品産業技術総合研究機構）を基に農林水産省生産局農業環境対策課で作成

図-2　GAP 実施による経営改善効果に関するアンケート調査結果

		第 1 期　2017 ～ 2020 年 （東京オリンピック・パラリンピック競技大会まで）	第 2 期　2021 ～ 2030 年
GAP をする		［目標］〈生産現場が変わる〉 ［KPI］・平成 30 年度中に，各県内の GAP 指導体制における指導員数を全国で 1,000 人以上育成確保 ・都道府県等の GAP は，オリパラ調達基準を満たす農林水産省ガイドライン準拠に統一	［目標］〈国際標準に達する取組が浸透〉 ・ほぼすべての国内の産地で国際水準の GAP を実施 ・農林水産省ガイドラインを国際水準レベルに改訂し推進 都道府県等の GAP は発展的解消
	GAP 認証をとる	［目標］東京オリンピック・パラリンピック競技大会に必要な食材量を余裕を持って十分に供給できる GAP 認証取得農産物などの出荷量確保 ［KPI］・平成 31 年度末までに現状の 3 倍以上の認証取得 ・日本発 GAP 認証の仕組みが国際承認を得る（GLOBALG.A.P. と同等の扱い）	［目標］〈フードチェーンが変わる〉 ・日本発 GAP 認証がアジアで主流の認証の仕組み（デファクトスタンダード）となる

図-3　自由民主党農林水産業骨太方針実行 PT「規格・認証等戦略に関する提言（別紙）」（平成 29 年 5 月 19 日とりまとめ）（抜粋）

（5） 地方における審査員の育成確保の促進，団体認証の推進により，審査コスト削減と認証体制の強化を図ること

（6） 日本発GAP認証の仕組みのGFSI（世界食品安全イニシアチブ）承認に向けて官民連携して推進すること　等

と設定した。

これら施策の実現のためには，とりわけ都道府県，JAグループの協力が必要であることから，5月29日に全国GAP推進会議を開催し，今後のGAP推進の方向などを説明したうえで，6～7月に，全国キャラバンとして全都道府県を訪問し，県庁，県JAグループとの意見交換などを行っている。

結　び

今後，GAPの推進にあたっては，幅広い関係者の皆様のご理解とご協力が必要である。食品安全のほか労働安全，環境保全等の観点も盛り込まれている国際水準GAPの取組拡大にあたり，とりわけ，農薬危害防止運動などとの関連運動と連携強化を図っていくことが求められている。今後とも，植物防疫関係者の皆様方におかれましては，なにとぞ国際水準GAPへのご理解をいただくとともに，その拡大に向けてご支援いただきたい。

（新しく登録された農薬48ページからの続き）

ピーマン：アブラムシ類，タバコガ，カメムシ類：収穫前日まで
とうがらし類：アブラムシ類，タバコガ：収穫7日前まで
ばれいしょ：アブラムシ類，テントウムシダマシ類：収穫14日前まで
やまのいも：アブラムシ類，ヤマノイモコガ，アザミウマ類：収穫7日前まで
てんさい：ヨトウムシ：収穫21日前まで
さといも・さといも（葉柄）：アブラムシ類，ハスモンヨトウ：収穫7日前まで
かんしょ：イモコガ：収穫7日前まで
オクラ：ハスモンヨトウ，アブラムシ類，カメムシ類：収穫前日まで
つるむらさき：ヨトウムシ：収穫7日前まで
食用ゆり：アブラムシ類：収穫前日まで
食用亜麻：ヨトウガ：収穫14日前まで
ごま：アブラムシ類：収穫3日前まで
しゅんぎく：アブラムシ類，ハクサイダニ：収穫21日前まで
茶：チャノコカクモンハマキ，チャノミドリヒメヨコバイ，チャノホソガ，チャノキイロアザミウマ：摘採14日前まで
花き類・観葉植物（はぼたんを除く）：アブラムシ類，カメムシ類，ハマキムシ類，ヨトウムシ類：発生初期
はぼたん：アブラムシ類，カメムシ類，ハマキムシ類，ヨトウムシ類・アオムシ：発生初期
樹木類（くちなしを除く）：アブラムシ類，ケムシ類，シャクトリムシ類：発生初期
くちなし：アブラムシ類，ケムシ類，シャクトリムシ類，アザミウマ類：発生初期

「殺虫・殺菌剤」

●ジノテフラン・プロベナゾール粒剤
23950：**オリザエートスター箱粒剤**（宇都宮化成）17/6/28
ジノテフラン：2.0%
プロベナゾール：25.0%
稲（箱育苗）：いもち病，ウンカ類，イネミズゾウムシ，イネドロオイムシ，ツマグロヨコバイ，ニカメイチュウ，イネクロカメムシ，もみ枯細菌病，白葉枯病：緑化期～移植当日
稲（箱育苗）：フタオビコヤガ：移植3日前～移植当日

「除草剤」

●グリホサートナトリウム塩・テトラピオン液剤
23949：**草刈くん**（三井化学アグロ）17/6/28
グリホサートナトリウム塩：0.135%
テトラピオン：0.20%
樹木等：多年生雑草（スギナを除く）

農林水産省プレスリリース（29.6.14～7.13）

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

◆**「平成29年度病害虫発生予報第3号」の発表について**
（6/14）　/syouan/syokubo/170614.html
◆**「農林水産『見える化』シリーズ」（まるみえアグリ）サイトの開設について**
（6/16）　/seisan/sizai/170616.html
◆**「平成29年度病害虫発生予報第4号」の発表について**
（7/12）　/syouan/syokubo/170712.html

エッセイ

楽しい“虫音楽”の世界
（その21 「害虫唱歌」を聴く）　《最終回》

昆虫芸術研究家

柏田　雄三（かしわだ　ゆうぞう）

瀬戸口明久著の「害虫の誕生―虫からみた日本史」（ちくま新書）に明治37年帝国大学教授佐々木忠次郎校閲の《害蟲駆除唱歌》のことが記載されている（以下「蟲」を「虫」と表記）。その詳しい歌詞を探していて井上頼国作詞，山田源一郎作曲の《害虫唱歌》という明治40年の別の曲を見つけた。瀬戸口氏によると当時「害虫駆除唱歌」は珍しくなかったそうなので，そのような曲の一つなのだろう。

井上・山田の《害虫唱歌》は「害虫駆除に往く時の歌」「害虫を駆除して帰る時の歌」「稲の害虫」「麦の害虫」「桑の害虫」「蔬菜其他の害虫」「果樹及茶の害虫」「益虫の歌」「益鳥の歌」の八つの部分に分かれ，それぞれ複数の節（番）でできている。

稲の害虫の部分は次のような内容である。
螟虫（ずいむし）：ニカメイチュウ，サンカメイチュウの卵塊を苗代で除去する。蛾を捕虫網で捕獲，誘蛾灯で誘殺。芯枯れ茎や白穂を抜き取る。刈株や藁の中の幼虫を焼く。男の子も女の子も心合わせて駆除しよう。
浮塵子（つまぐろ，背白，鳶うんか）：水面に石油を浮かべ払い落す。
苞虫：幼虫，蛹を除去。蝶を網ですくう。

メイチュウには9節（番）も充てられていて，最大の害虫であったことがわかる。佐々木の《害虫駆除唱歌》でもニカメイチュウの防除方法が詳しく歌われているし，当時ニカメイチュウ幼虫採集のコンテストが盛んに開かれていたことからも知れる。

筑波常治著の「五穀豊饒」によると，幕末から明治初期に活躍した熊本の篤農家幸島直言は《虫駆経》と称する俗謡を自費で印刷し県下の農家に無料で配布した立派な人で，幻燈と講話によってもメイチュウの害や防除方法を説いた。この曲は《虫害あほだら経》の別名を持ち，メイチュウの被害や防除法を詳しく述べている。「阿呆陀羅経」とは馬鹿を意味する関西語の「あほだら」を仏教の陀羅尼，曼陀羅等にこじつけて経文めかしたもので，江戸中期に大阪で発生し，大道芸として人気を呼び明治時代には寄席芸としても行われた時事風刺の滑稽な俗謡である。浪花節の原型の一つだと言われる。

（社）日本植物防疫協会資料館発行の「薬剤による螟虫の防除」（石倉秀次）によると明治12年の国の報告には9県で薬剤を用いた螟虫の防除法が記されているそうだが，明治40年のこの《害虫唱歌》では専ら物理的な手段である。

《害虫唱歌》を音楽的な面から見てみよう。歌詞は七五調である。七五調とは7音と5音を繰り返す形式のことで，《鉄道唱歌》《荒城の月》《軍艦マーチ》《花》等を例に挙げればわかりやすい。明治時代からの唱歌，寮歌，軍歌や校歌によく使われた。

また，曲は「ピョンコ節」で書かれている。「ピョンコ節」とは4分の2拍子または4分の4拍子で，1拍を付点8分音符と16分音符を繰り返し飛び跳ねるような曲を言う。リズミカルで曲を覚えやすく長い歌詞を伴う唱歌によく使われた。《鉄道唱歌》《軍艦マーチ》や前記の《害虫駆除唱歌》もこの様式である。

《害虫唱歌》には，親しみやすい七五調の歌詞とピョンコ節で害虫の怖さと食糧の増産に国民の目を向けさせようとした「お上」の意向が感じられる。渡辺裕著の「歌う国民」（中公新書）にもこのような唱歌が生まれた背景が書かれていて一読に値する。

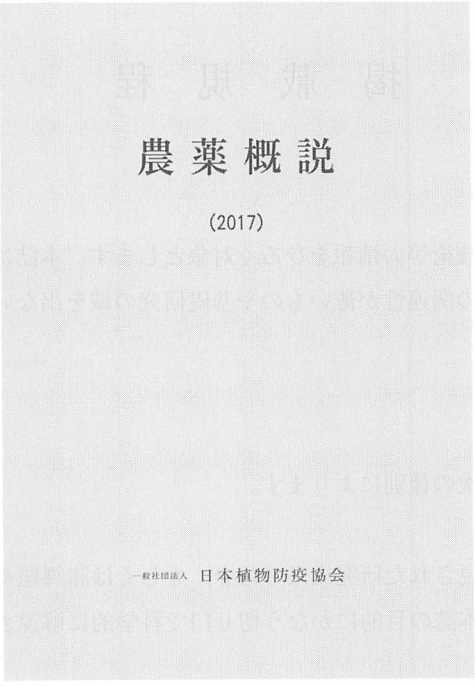


《害虫唱歌》の楽譜

農 薬 概 説 2017

B5判 本文358頁
本体1,800円＋税，送料実費

一般社団法人 日本植物防疫協会 編



本書は，農薬使用者に必要な行政情報，農薬の使用法や安全性・適正使用，防除対象となる病害虫・雑草に関する情報を網羅した解説書です。

2017 年版では，主に次のような改訂を行いました。

・マルチローターの実用化が始まったことから，普及状況等を追加。
・「住宅地等における農薬使用について」の通知を資料編に追加。
・「農薬の作用機構分類」は IRAC・FRAC・HRAC ともに最新版に更新。

細かい改訂点については下記にまとめました。
http://www.jppa.or.jp/shuppan/pdf/gaisetsu2017.pdf

農薬取扱業者用テキストのみならず，一般向けのテキストとしても利用できる内容となっています。

◆ お問合せとご注文は下記へお願いします ◆

〒114-0015 東京都北区中里 2-28-10
一般社団法人 日本植物防疫協会 支援事業部
TEL 03-5980-2183 FAX 03-5980-6753
mail order@jppa.or.jp
HP http://www.jppa.or.jp/

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

掲 載 規 程

1．掲載記事の分野

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

2．掲載記事の種別

本誌に掲載する記事はおおむね次の種別によります。

（1） 研究報告および総説

狙いや結果がわかりやすく解説された研究成果の紹介，もしくは諸課題や一連の研究成果等，関心度の高い技術テーマに関する総説。本誌の目的にかなう切り口で科学的に解説されているもの。(注1)

（2） 調査報告

調査を元にとりまとめ解説した研究報告に準ずる報告。(注2)

（3） 時事解説

行政の施策や世界動向等，関心度の高い時事テーマに関する解説。(注3)

（4） トピックス

新たに問題化した病害虫や薬剤耐性その他防除上のトピックス（地域限定の場合も含む）並びに新農薬の紹介等の諸情報。(注4)

（5） 新技術解説

新たな実験技法（圃場試験法や感受性検定法等），調査法，防除法の紹介。(注5)

（6） その他

新規農薬登録・特殊報・登録失効・農林水産省プレスリリース，新刊図書の紹介，行事案内など。(注6)

注1） テーマは病害虫・雑草防除研究に限らず，農薬のリスクや管理に関するもの，製剤・施用技術に関するもの等，幅広く掲載可能です。本誌の目的にかなう切り口で科学的に解説いただきます。既発表の研究報告である時は，他誌掲載内容と異なる実践的な切り口でとりまとめて下さい。総説では，最近まで取り組まれてきた関連研究を体系的に解説いただきます。必ず引用文献を付記して下さい。図表を含め

刷り上がり4頁程度を目安として下さい。

注2) テーマは植物防疫に関連して幅広く掲載可能です。例えば海外の登録制度情報の収集・比較や文献調査などが該当します。図表を含め刷り上がり4頁程度を標準としますが，必要に応じて調整可能です。

注3) 植物防疫に関連した時事で，テーマは幅広く掲載可能です。例えば施策に基づいた事業・法令改正の解説が該当します。図表を含め刷り上がり4頁程度を標準としますが，必要に応じて調整可能です。

注4) 早急に知見を周知する必要がある病害虫の発生・薬剤耐性等の情報が該当します。多少のデータ不足・限られた地域の事例でも可です。図表を含め刷り上がり2～3頁程度を目安としますが，更に短いものでも可とします。新農薬紹介は，記事広告ではなく，新規に登録となった有効成分について，物理化学性・作用機構と特長・適用表など基本情報の提供を目的とした記事です。基本的に図表を含め刷り上がり2頁とします。但し，活用法等の研究成果については（1）研究報告および総説で受け付けます。

注5) 従来の技術と比べた利点・活用法を明確に解説されていることが必要です。必要に応じて引用文献を付記して下さい。図表を含め刷り上がり4頁程度を標準としますが，必要に応じて調整可能です。

一連の技術が多数ある場合は連載化も検討します。

注6) 基本的に事務局が企画・執筆する記事ですが，新刊図書紹介・行事案内については，他者からのご提案の掲載も検討します。基本的に刷り上がり1頁以内です。

※1頁の字数は400字詰め原稿用紙換算5枚：2000字が目安です。

3．掲載の決定

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

（2） 審査の結果，内容の一部修正等をお願いすることがあります。

4．執筆に当たっての留意事項

（1） 外部からの支援あるいは他の機関との共同で実施された研究を紹介しようとする時は，その旨を明記するものとし，執筆者の責任で関係者の事前了解を得るものとします。

（2） 本誌掲載記事の著作権は当協会に帰属するものとします。

（3） 本誌掲載のほか，当協会ホームページで1頁目の見本提示，ダイジェストの作成・公開，PDF版への収録などに利用させて頂きます。

（4） 本誌掲載から2年を経過した時は，当協会ホームページ内の「植物防疫アーカイブ」に電子版として公開されます。

（5） 詳細を定めた「執筆要領」が必要な方は，事務局にご請求下さい。

5．投稿・連絡先

電話：03-5980-2183　　mail：genko@jppa.or.jp

一般社団法人　日本植物防疫協会　支援事業部　「植物防疫」編集担当

投稿はメールでの受け付けとなります。

協 会 だ よ り

○シンポジウム「薬剤施用法を考える」

日　　時：平成29年9月14日（木）10:00～17:30
場　　所：日本教育会館「一ツ橋ホール」
　　東京都千代田区一ツ橋2-6-2
主　　催：一般社団法人　日本植物防疫協会
開催趣旨：我が国では，多様な栽培体系を背景とし，防除作業の効率化に資する様々な薬剤施用法が実用化されているが，栽培体系の変化や機械化の進展により，一部に混乱がみられる現状にある。また，大規模化や省力化の促進が課題となる中，病害虫防除にあっても機械化体系への適合を考慮した一層効率的・省力的な薬剤施用法がますます重要になってくると考えられる。このため，本シンポジウムでは栽培管理作業の機械化の現状と展開方向を踏まえ，今後の薬剤施用法について考える。
　詳細は http://www.jppa.or.jp/symposium/sympo2909.pdf

団 体 だ よ り

○第32回報農会シンポジウム
「植物保護ハイビジョン―2017」
―加速するグローバル化に対応するIPMの進展―

主　催：公益財団法人　報農会
協　賛：日本応用動物昆虫学会・日本植物病理学会・日本農薬学会・日本雑草学会
日　時：平成29年9月13日（水）10:00～17:00
場　所：「北とぴあ」つつじホール
　　（東京都北区王子1-11-1）
趣　旨：グローバル化の加速が国外農産物の貿易圧力や病害虫の侵入・定着リスクの上昇を招いている。一方で不安定さを増す国際情勢や拡大する気候変動からは食糧自給率の向上・確保の必要性が高まっている。国際競争力を高めながら持続可能な農業を堅持するには，生産コストの削除と生産物の高品質・高付加価値化が不可欠であろう。植物保護分野ではこの難問解決にあたって，IPMを「絵に描いた餅」から「生産現場の切り札」に展開すべく努力が続けられている。
http://www.honokai.org/PDF/Symposium-32-koen-Annai.pdf

〔広告掲載会社一覧〕　（掲載順）
農薬工業会……総合
三井化学アグロ(株)……主要品目
サンケイ化学(株)……主要品目
バイエルクロップサイエンス(株)……モベント
住友化学(株)……主要品目
日本農薬(株)……フェニックス
日本曹達(株)……アベイル
日産化学工業(株)……スターマイト
石原バイオサイエンス(株)…ウララ，ミニタン
アグロカネショウ(株)…土壌消毒剤・線虫防除剤

人 事 異 動

［　］内は前職

○農林水産省（7月10日付）
池田　一樹氏［大臣官房付］消費・安全局長
瀬川　雅裕氏［消費・安全局農産安全管理課長］関東農政局次長
安岡　澄人氏［農林水産技術会議事務局研究調整官］消費・安全局農産安全管理課長
○農林水産省（7月9日付）
今城　健晴氏［消費・安全局長］退職

主 な 次 号 予 告

次号29年9号に予定されている掲載記事は次のとおりです。

農薬に関する情報発信　上路雅子
農薬はどう教えられているか―教科書に登場する農薬　宮川　恒
農薬関連の講義におけるいくつかの試みとその受講生による記述文　巣山弘介
京都府におけるネギハモグリバエの発生生態　徳丸　晋
LEDを用いたUV-B照射によるトマトモザイクウイルス（ToMV）の発病抑制　松浦昌平
喜界島におけるゴマダラカミキリ類の“バイオリサ”による防除　津田勝男
チャノホソガの殺虫剤検定法と薬剤感受性　上室　剛
長野県におけるナシ黒星病の「幸水」果実肥大期の主要感染時期　岩波靖彦
青森県におけるDMI剤耐性リンゴ黒星病菌の発生と防除対策　赤平知也
宮城県におけるQoI剤耐性イネいもち病菌の発生と対応　櫻田史彦
徳島県におけるラッキョウのホモノハダニの発生　中野昭雄
リレー連載：農薬製剤・施用技術の最新動向
⑰ドリフト防止（防除機，ドリフト防止ノズル）　宮原佳彦

植　物　防　疫
平成29年
8　月　号
（毎月1回1日発行）

第71巻　平成29年 7 月25日印刷
第 8 号　平成29年 8 月 1 日発行
（通算848号）

定価947円
本体877円

平成29年分購読料
前払10,800円，後払11,364円
（送料サービス，消費税込み）

編集発行人　上路　雅子
印 刷 所　三 美 印 刷 ㈱
東京都荒川区西日暮里5-9-8

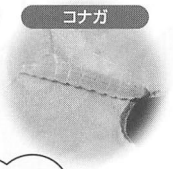
――発　行　所――
〒114-0015　東京都北区中里2丁目28番10号
一般社団法人　日本植物防疫協会
電 話（03）5980-2181（代）
FAX（03）5980-6753（支援事業部）
振 替 00110-7-177867番

本誌掲載記事の無断転載を禁じます。また，無断複写・複製（コピー等）は著作権法上の例外を除き禁じられています。

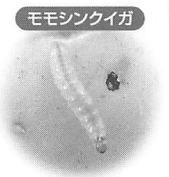
野菜、果樹、茶、だいず等の
チョウ目害虫
防除に！













明日の農業を考える



効きめが長いから安心！

殺虫剤
フェニックス®
顆粒水和剤

®は登録商標

日本農薬株式会社
東京都中央区京橋1丁目19番8号
ホームページアドレス http://www.nichino.co.jp/

●使用前にはラベルをよく読んでください。●ラベルの記載内容以外には使用しないでください。●本剤は小児の手の届くところには置かないでください。●空容器・空袋等は圃場などに放置せず、適切に処理してください。

新発売

アセタミプリド・シアントラニリプロール粒剤

農林水産省登録
第23623号

殺虫剤
アベイル®粒剤



特長
◆セル苗やポット苗に対して育苗期後半の株元処理が可能です。
◆速効性と残効に優れ、害虫が媒介する病害をも減少させます。
◆混合剤の為、薬剤抵抗性害虫の発達抑制も期待できます。
◆天敵、訪花昆虫に対して影響の少ない薬剤です。

日本曹達株式会社
本社 〒100-8165 東京都千代田区大手町2-2-1
TEL：03-3245-6178 FAX：03-3245-6084
http://www.nippon-soda.co.jp/nougyo/

作用点まで
しっかり届く!



殺ダニ剤
スターマイト®
フロアブル



殺ダニ成分「シエノピラフェン」配合

だから・・・

●抵抗性ハダニにもきちんと効く

殺ダニ成分「シエノピラフェン」が、ハダニ体内にある「電子伝達系複合体Ⅱ」にしっかり届き、その働きを阻害するので抵抗性ハダニにも優れた効果を発揮します。

●卵から成虫まで、ハダニの全ステージにしっかり効く

卵・幼虫・若虫・成虫とあらゆる生育ステージが混在して発生するハダニ類。全ステージに効くので、ハダニの様々な発生状況に対応できます。

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

日産化学工業株式会社

商品に関するお問い合せは
農薬化学品事業部 03-3296-8141

〒101-0054 東京都千代田区神田錦町3-7-1
http://www.nissan-agro.net/

やっかいな害虫を狙い撃つ新タイプの浸透性殺虫剤

ウララ® DF



小粒核果類を含む果樹7作物、非結球あぶらな科葉菜類を含む野菜34作物と茶・小麦に登録を取得。

天敵類やハチに影響が少なく、IPMに適しています


ワタアブラムシ


モモアカアブラムシ


ユキヤナギアブラムシ


オンシツコナジラミ


チャノキイロアザミウマ


チャノミドリヒメヨコバイ

菌核病防除への新提案！食の安心・安全に貢献します！

微生物殺菌剤

ミニタン® WG

有効成分：コニオチリウム ミニタンスCON/M/91-08胞子…5×10^8CFU/g

●菌核病菌の菌核にのみ寄生する菌核です。
有効成分は世界中に生息している“糸状菌”で、菌核の生育を阻害し、崩壊に導きます。

●有機農産物または特別栽培農産物にも使用可能です。



作物名	適用病害名	10a当りの使用量		使用時期	使用方法	総使用回数※
		薬量	希釈水量			
野菜類（キャベツを除く）	菌核病	800g	100ℓ	定植前	全面散布土壌混和	ー
キャベツ				すき込み時～定植前		
ねぎ	黒腐菌核病			定植前		
にんにく				植付前		

※本剤およびコニオチリウムミニタンスを含む農薬の総使用回数

ISK 石原産業株式会社

ISK 石原バイオサイエンス株式会社
〒102-0071 東京都千代田区富士見2丁目10番2号
ホームページ アドレス http://ibj.iskweb.co.jp

ラベルを守って正しく使用しましょう！
適用作物、薬量（希釈倍数）、使用時期、使用回数を守りましょう
石原は「食の安全」を大切にします



平成二十九年八月一日発行（毎月一回一日発行）定価九四七円 本体八七七円（送料サービス）

雑誌 04497-08

4910044970879
00877