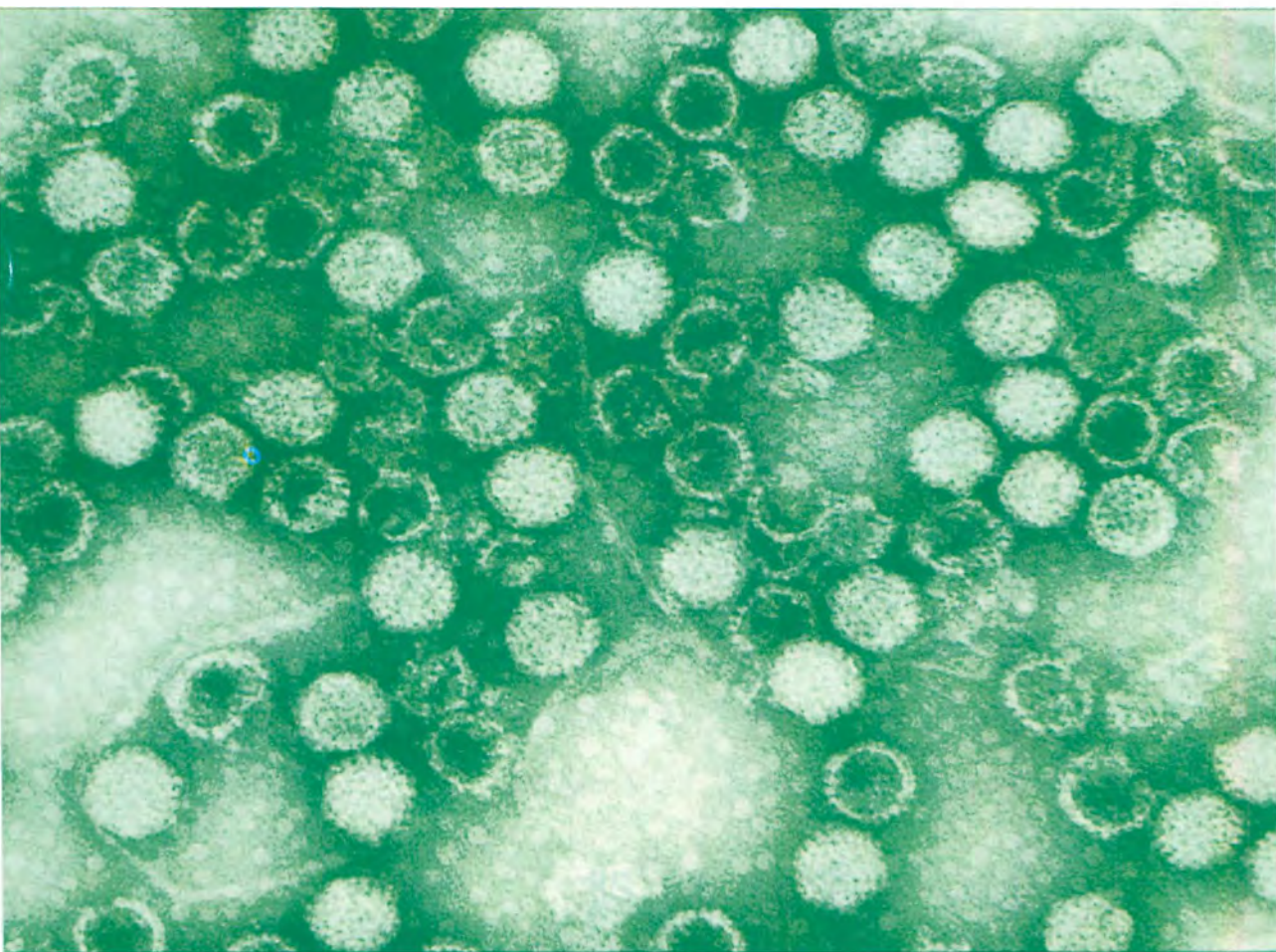


植物防疫

特集号

害虫防除新素材の特性と利用技術



1996

11

VOL 50

畑のチャンピオン、ガゼットくん。

野菜・畑作害虫をノックアウト



- 抵抗性コナガ、キスジノミハムシ、ミナミキイロアザミウマなど難防除害虫に優れた効果を示します。
- かんしょやいちごのコガネムシ類（幼虫）、さとうきびのハリガネムシなど土壌害虫にすぐれた効果を示します。
- 優れた浸透移行性により、薬剤のかかりにくい部分でも十分な効果を示します。
- 優れた残効性により防除回数を減らすことが可能です。

適用作物

キャベツ、はくさい、ブロッコリー、だいこん、ねぎ、きゅうり、なす、ピーマン、メロン、すいか、かんしょ、ばれいしょ、とうがん、いちご、さとうきび、たばこ、きく、ストック、水稲



ガゼット[®]粒剤

カルボスルファン…3.0%

[®]は米国FMC社の登録商標です。



日産化学



原体供給元
FMCコーポレーション

省力・経済防除。
 水稻初期害虫を
 同時にノックアウト。



- ★高い浸透移行作用により、イネミズゾウムシ成虫・幼虫を強力に防除します。
- ★初期害虫であるヒメトビウンカ、ツマグロヨコバイ、イネドロオイムシなどを同時に防除できます。
- ★残効が長いので薬剤の使用回数を減らすことができるので経済的です。
- ★箱施用なので省力的です。薬害が出にくいので田植3日前から直前まで使用できます。



ガゼットくん



ガゼット[®]粒剤

カルボスルファン…3.0%

®は米国FMC社の登録商標です。



日産化学



原体供給元
FMCコーポレーション

あなたの喜びが、私たちの喜びです。



研究開発のいちばんの大きなテーマは、あなたの満足です。

効果、品質、安全。すべての面において最良の製品であること。

私たちの企業のテーマはここにあります。

そしてそれをよりレベルの高い次元で実現するために、絶え間ない研究開発を続けています。

生産から販売さらには消費という、私たちのお届けする製品が関わるあらゆる場に

喜びをもたらすために、笑顔をもたらすために、私たちは努力を惜しみません。

私たちは日本サイアナミッドです。

日本サイアナミッド株式会社

東京本社 東京都港区六本木1-4-30 六本木25森ビル 〒106 TEL.03-3586-9712

田原研究所 愛知県渥美郡田原町大字六連字神ヶ谷16-1 〒441-34 TEL.05312-7-1630

掛川工場 静岡県掛川市細谷字山合635-15 〒436-01 TEL.0537-26-3721

フリーダイヤル

0120-22-3388

●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。

天敵の特性と利用技術

(本文 13 ページ参照)

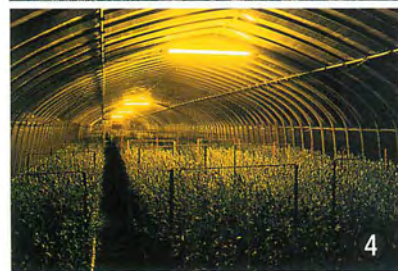


- ① オンシツツヤコバチ雌成虫
- ② トマト株上に設置したオンシツツヤコバチマミーカード
- ③ チリカブリダニ成虫

(いずれもコバート社原図)

物理的防除の特性と利用技術—昆虫の色覚の利用—

(本文 30 ページ参照)



- ① 光反射資材によるダイズのアブラムシ類、アザミウマ類の防除（畦の両サイド処理）
- ② 光反射フィルムマルチによるダイズのアブラムシ類、アザミウマ類の防除（畦全面処理）
- ③ カーネーションの蕾を食害するオオタバコガの幼虫
- ④ 黄色蛍光灯を点灯した状態のカーネーション栽培施設内
- ⑤ 黄色蛍光灯を点灯したカーネーション、バラ栽培施設用地（淡路島東浦町）

(①、②：河野哲氏、③～⑤：八瀬順也氏原図)

新しい防除シーン を提案します。

フェロモン製剤は
新しい防除シーンを
提案します。

害虫の発生を予察する。
交信を攪乱して交尾を阻害する。
大量に誘引して防除する。

害虫の抵抗性を
発達させることがなく、
また殺虫剤の
散布回数を軽減する。

サンケイ化学のフェロモン製剤

【交信攪乱用製剤】

●コナガコン® (コナガ用)

●ヨトウコン®-S

(シロイチモジヨトウ用)

【大量誘殺用製剤】

●アリモドキコール®

(アリモドキゾウムシ用)

●オキメラノコール®

(オキナワカンシャクシコメツキ用)

【発生予察用製剤】

●コドリングコール® (コドリング用)

●SEルアー (ニカメイガ、コナガ、

シロイチモジヨトウ、カブラヤガ、

モモハモグリガ、キンモンホソガ、

チャノボンガ、シバツツガ、

スジキリヨトウ、ヒメコガネ、

アリモドキゾウムシ用)

※は登録商標



サンケイ化学株式会社

本社: ☎890 鹿児島市唐湊4-17-6

☎(0992)54-1161

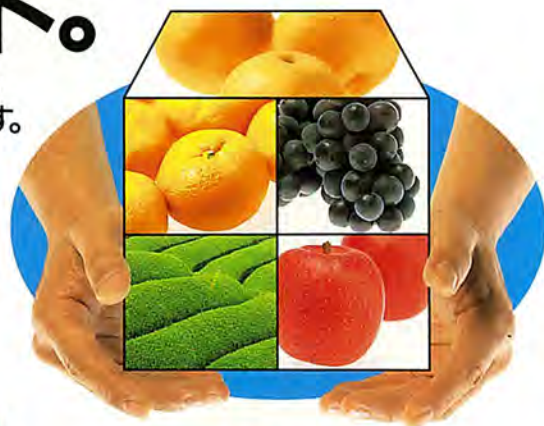
東京本社: ☎110 東京都台東区東上野6-2-1 (都信上野ビル) ☎(03)3845-7951

タフな効きめで、 しっかりガード。

ぶどう、りんご、なしなどの病害に優れた
効果を示す、新しいタイプのEBI剤です。

●特長

1. 広範な病害の防除
2. 優れた持続力
3. 安定した効果
4. 低薬量・低濃度
5. 難防除病害にも有効



ツイン・アクションの園芸用殺菌剤



マネーヅ® 水和剤



北興化学工業株式会社 〒103 東京都中央区日本橋本石町4-4-20

®は北興化学工業の登録商標

植物防疫

Shokubutsu bōeki
(Plant Protection)

第 50 卷 第 11 号
平成 8 年 11 月号

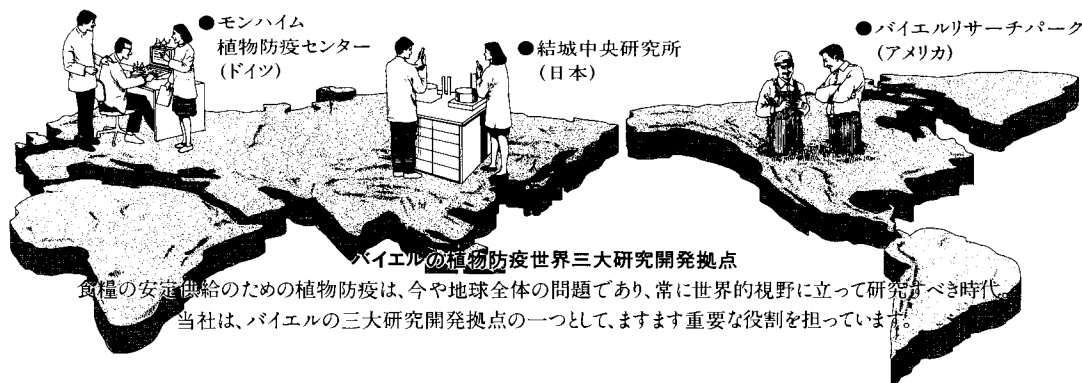
目 次

特集号：害虫防除新素材の特性と利用技術

害虫の防除素材と防除戦略	中村 和雄	1
新殺虫剤の特性と利用上の問題	浜 弘司	4
線虫防除薬剤の特性と利用技術	清水 啓	9
天敵の特性と利用技術	矢野 栄二	13
昆虫病原糸状菌の特性と利用技術	行徳 裕	18
フェロモンの特性と利用技術	田付 貞洋	22
施設野菜害虫の物理的防除法——被覆資材——	上遠野富士夫・河名利幸	26
物理的防除の特性と利用技術——昆虫の色覚の利用——	河野 哲・八瀬順也	30
病虫害防除に関する農林水産省の新研究体制	風野 光	34
(リレー随筆) 産地の研究室から——地域ブランドを育てる/(13)おかひじき	川村 啓造	38
新しく登録された農薬 (8.10.1~10.31)		43
人事消息	40	主な次号予告 44

自然の恵みをより豊かにするために。

「確かさ」を追求…バイエルの農薬



新しい時代のニーズに合った 夢の新殺虫剤

アドマイヤー®

Bayer

日本バイエルアグロケム株式会社
東京都港区高輪4-10-8 ☎108

タケダが 作ると、



殺虫剤はこう
なります。...

ベストガードは野菜、茶、果樹、
水稻の新殺虫剤。

アブラムシ・アザミウマ・コナ
ジラミ類、ウンカ・ヨコバイ類
に優れた効果があります。

■ベストガードの特長■

- ユニークな殺虫作用を持ち、抵抗性害虫にも有効。
- 害虫の口、皮膚両方からの効果がある。
- 優れた浸透移行性とトランスラミナー効果。
- 処理適期幅が広く長く効く。
- 有用生物（天敵等）への影響が少ない。
- 水溶性顆粒でボトル入り。はかりやすく、溶けやすい。使いやすい。（水溶剤）
- キャップで計量できる。（水溶剤）



新 発 売

ベストガード®登場。

■ベストガードは水溶剤の他に ●粒剤（野菜定植時処理）●粉剤・混合粉剤（水稻用）があります。

武田薬品工業株式会社

アグロカンパニー 〒103 東京都中央区日本橋2丁目12番10号

- 農業は正しく
使いましょう！
- 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。
- 小児の手の届くところには置かないでください。

害虫の防除素材と防除戦略

農林水産省農業研究センター ^{なか}中 ^{むら}村 ^{かず}和 ^お雄

はじめに

殺虫剤一辺倒の害虫防除への警告から、総合防除が提唱されて既に久しい。総合防除という、まるで同義語のように天敵による防除やフェロモンによる防除を思い浮かべる。これらによる防除は、室内実験や圃場での試験では有効性が示されてきたものの、実用化にはなかなか至らず、したがって、総合防除の確立には遠い道のりが残されていた。

しかし、ここ数年の間に状況は大きく変わりつつある。農薬として登録された天敵やフェロモン剤が増加し、IGRをはじめ新しい作用機作による殺虫剤の使用も増加している。これには様々な原因が関係しているであろうが、外的な要因として大きなものは、安全な食品を求める消費者の意向と環境保全を希求する世界的な動きであることは間違いないであろう。

本特集では、これらの新しい防除素材の特質とその利用法を概観する。新しい防除素材が開発されたとしても、それらは直ちに害虫防除のために使うことができるものではない。そのためには、その効果の判定法をまず確立し、現場に適用するための技術として確立する必要がある。さらに総合防除ないしは害虫個体群の管理のためには、それらはどういった場面でどのように適用できるのかの問題となる。こういった観点にこの特集が応えるものであれば幸いである。

I 害虫防除法

害虫の防除法は、化学的、生物学的などと分類されることが普通である。例えば、斎藤ら(1986)の「新応用昆虫学」では、(1)化学的防除、(2)機械的・物理的防除、(3)耕種的防除、(4)生物防除に分けているが、これは「方法」によるもので、「目標」によって分けると、駆除と予防になるとしている。そして、例えば化学薬品を使用する方法を化学的防除、機械的あるいは物理的な方法を用いるものを機械的・物理的防除と定義している。一見明りょうのようであるが、物理的な方法とは何を意味するのか、あるいはどこまでを耕種的な方法に含めるのかなど、必ずしも明確ではない。実際、この本

では、不妊化放飼法は放射線を用いるから物理的防除法ともいえるが、原理的には対象害虫の遺伝子を破壊するから遺伝的防除法であるといい、「方法」と「機能」の混乱を露呈している。放射線を用いる不妊化放飼法が物理的防除なら、不妊剤を用いる場合は化学的防除になる。

しかし、実際の防除を考える場合には、不妊化するために放射線を用いたか、化学薬品を用いたかは重要ではなく、重要なのは不妊化した雄を野外個体群に導入して密度低下をもくろむ方法なのである。

II 被害回避のための方法

害虫防除というと、害虫を取り除いたり、発生を抑制したりというイメージを抱く。このため、殺虫剤によるものが防除法の中心で、他の方法はそのための補完に過ぎないと考えられることが少なくない(例えば、前記の「新応用昆虫学」)。しかし、われわれの目的は、害虫の個体数を減少させることではなくて、害虫による作物の被害を回避して、作物の収量(品質も含めた)を増加させることである。そういった害虫管理の概念形成のためには、化学的、生物学的、耕種的防除法といった分類とは異なった新しい分類が必要である。

菅原・進藤(1988)は、明治後期以降における焼畑で採られていた病虫害防除法を聞き取りやアンケート調査によって調査し、その結果を駆除、忌避、回避、祈願の四つに分けている。このうち、「回避」として分類されているものには、焼畑造成のための伐採や火入れを上げている。普通、山林の伐採は7~8月に行い、火入れは翌年の7~8月に行う。これは、病虫害が最も活発に活動している夏期にその生息場所を壊滅して、なお残存していたものの密度を火入れによって下げてから、作物を栽培するためであったという。そして、作付けされる作物は、病虫害の被害を蒙りやすいものを回避するように慎重に選定され、その上に立って、捕殺や誘殺、ヒ素やタバコ汁による殺虫、ウルシやアセビなどのくん煙による忌避が行われていた。これから、焼畑農法は病虫害による被害を回避するためのシステムということが出来る。

すなわち、森林の伐採と火入れによる焼畑造成は、新しいシステムの組立て(synthesis;以下、RUESINK

(1976) 参照) であり, 病虫害の被害の少ない作物の選定は, システムの設計 (design) に, 害虫の駆除や忌避はシステムへの入力 (control) とみることができる。

こういった観点から, 現在採られている様々な被害回避法の分類を試みたのが表-1 である。

まず, システムの組立てに関するものには, 上で見た焼畑の造成のための林の伐採と火入れの例があるが, 多くの場合, 既にある農地での害虫の管理が求められるのが普通であるから, システムを好適な害虫管理のために組み立て直す場面はほとんどない。しかし, 害虫個体群の環境容量を低下させるために, 畑の周辺における害虫の生息地を減少させたり, 害虫の越冬場所を破壊したりすることは普通に行われている (PEDIGO, 1996)。また, 外からの害虫の侵入を絶った施設や植物工場などは, 害虫の被害をまぬがれるための栽培システムと見ることもできよう。

次に, システムの設計に関するものとして, 作物の被害感受性を低下させるものがある (PEDIGO, 1996)。このための最もよく知られたものは, 抵抗性品種の利用であるが, 害虫にとって好適ではない寄主植物を用いた輪作や, 加害適期をずらすようにした栽培法なども考えられる。ここで重要なことは, 採用される設計が経営上成り立つものであることである。主要な害虫の寄主植物でない作物が, 収益が小さく, 普通は選択されないものであったとしても, それを輪作に組み込むことによって害虫密度が減少し, システム全体としては経営上成り立つものであれば, 採用したほうが利益は大きい。埼玉県では, イネ縞葉枯病抵抗性品種を導入し, その作付けが最高時で 75% までに達した結果, ヒメトビウンカの保毒虫率が急激に低下して, それ以後, 縞葉枯病の発生面積が大幅に減少し, 収量の増加をもたらした (神田, 1996)。

第三のシステムの制御に関するものは, 作物を加害する害虫個体数を減少させるものである。これは, 大きく三つのカテゴリーに分けることができる。第一は, 外から移入してくる個体数を減少させるもので, 続いて, 個体群の死亡率を高めるものと, 増殖率を減少させるものである。

畑に移入してくる害虫がいなければ害虫は発生しないし, したがって被害も生じない。このためには, 害虫を殺すことなく作物から隔離させればよく, 網や被覆資材で果樹園や施設の中への虫の侵入を阻止したり, 忌避剤や反射光によって虫を作物に寄せつけない方法などが採られる。トラップ作物に害虫を誘引する方法も作物から

表-1 害虫による作物の被害回避のための方法

1. システムの組立てに関するもの
害虫個体群の環境容量を低下させるもの
〔例〕環境改変, 生息地・越冬場所の破壊, その他
2. システムの設計に関するもの
 - 1) 作物の被害感受性を低下させるもの
〔例〕抵抗性品種の利用, 適正な栽培法など
 - 2) 被害発生の少ない作物を選択するもの
〔例〕輪作, 加害適期の回避など
3. システムの制御に関するもの
 - 1) 害虫の移入数を減少させるもの
〔例〕防虫網や被覆資材による侵入阻止, 忌避, トラップ作物など
 - 2) 害虫個体群の死亡率を増加させるもの
〔例〕殺虫剤散布, 天敵の放飼, 誘引・捕殺など
 - 3) 害虫個体群の増殖率を低下させるもの
〔例〕交信かく乱法, 大量誘殺法, 不妊化放飼法, 遺伝的防除など

の隔離をねらったものである。

害虫個体群の死亡率を増加させるためには, 殺虫剤散布や天敵の放飼, 様々な誘引源を用いた誘引・捕殺などが行われる。これらの手段は, 殺虫剤のように, 加害ステージに適用されるか, 卵寄生蜂のように加害よりも前のステージで適用される (ここでの誘引・捕殺も, 加害ステージを対象としたもので, フェロモンによる大量誘殺などは考えない)。このため, これらの方法は, 主として害虫の個体数を一時的に減少させるものといえる。

それに対して, 害虫個体群の増殖率の減少のためには, IGR, フェロモンを用いた交信かく乱法, 大量誘殺法など成虫の捕獲, 不妊雄放飼, 遺伝的防除などが用いられる。当然のことながら, これらの方法は, 適用時よりも後の世代での個体数の減少をもくろむものである。したがって, これらの方法は, 害虫個体群の密度を長期にわたって低く保つためのものといえる。

III 個体数減少のための防除素材の特質

上で考えた害虫の個体数を減少させるための方法 (表-1) は, それぞれの特質を持っている。これはいろいろな観点から考えることができるが, 害虫管理を行う上で重要な特質の一つは, それらの効果 (殺虫数) が害虫の密度に応じてどう変化するかということである。今, 防除素材の適用量を一定としたとき, 害虫の密度の変化に応じて殺虫数がどう変わるかを考えてみる (中村, 1983)。まず, 殺虫剤 (IGR を含む) は, 害虫の密度に関係なく常に一定の割合の死亡を引き起こすであろう (密度非依存)。作物から害虫を遮断する方法も, 密

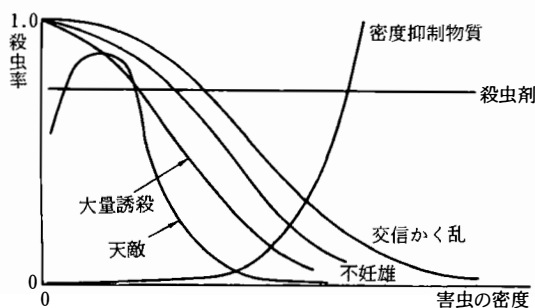


図-1 害虫の個体数を減少させるための方法の密度依存性（それぞれの適用量を一定としたとき、害虫密度の変化に対する殺虫率の変化）（中村，1983）

度に関係なく一定の割合の個体が侵入してくると考えられるから、密度非依存的に働く。一方、性フェロモンによる大量誘殺や交信かく乱法あるいは不妊雄放飼法などは、密度が増加するにつれて低下すると考えられる（密度逆依存）。天敵の効果は、一般に機能の反応の結果、ある点までは密度の上昇に伴って殺虫効果は上昇するが、それ以上の上昇に対しては逆依存的に働く（図-1）。

次に、害虫の密度が一定のときにそれぞれの防除素材の適用量を増加させていくと、殺虫効果はどう変化するであろうか。一般には、殺虫剤でもフェロモンあるいは天敵でも、適用量を増加させると殺虫数は増加するが、その増加率は徐々に減少していくと考えられる（中村，1983）。この場合、適用量の増加はコストを増加させるばかりでなく、環境汚染を増大させることになる。このため、密度非依存ないし逆依的に働く防除素材の量を害虫密度に応じて増加させることはもちろんできるが、それは必ずしも実行可能な方法とはいえない。不妊雄放飼法では、何らかの方法で害虫の密度を低下させた上で適用されるのが普通であるし、天敵の適用も害虫発生初期の密度が低いときに適用することが多い。

IV 害虫管理への適用

これらの密度依存性の異なる防除素材を、害虫の密度に応じていかに適用するかが害虫管理の重要なポイントになる。田中（1992）は、施設の中のクレソンに発生するコナガの防除手段として、電撃誘殺機、フェロモン剤、害虫吸引機の効果とその作用の仕方を検討した。このうち、電撃誘殺機はコナガの密度に関係なく常に一定の割合の成虫を殺すが、誘殺率が低すぎて実用的ではな

い。害虫吸引機の効果も密度非依存であるが、この場合は誘殺率は高く、作動回数を増加させることによってさらに誘殺数を高めることができる。しかし、吸引によって成虫密度が減少していくと、作動回数を増加させても密度の減少は少なくなっていく。フェロモン剤の効果（交信かく乱の効果）は、密度逆依存で、密度が低いほど効果が高い。

そこで、田中（1992）は、フェロモン剤を常設しておいて、コナガの密度が高まり交尾阻害を十分に維持できなくなったときは、害虫誘引機を作動させてその密度を下げることを提案している。これは、密度依存性の異なる防除手段をうまく組み合わせて、害虫密度を管理しようとした好例である。この例は、施設という閉鎖された空間内において、ただ二つの防除手段を組み合わせたものであるが、害虫管理のための基本を示すものである。

なお、上で示されていたように、殺虫率の低い防除手段では、適用量を増加させたとしても殺虫効率はそのほど上がらないから（田中，1993）、殺虫率が高いことも重要な要因であることがわかる。

おわりに

以上、害虫管理における防除素材の位置づけと、それぞれ異なった特質を持った防除素材の役割について概観してきた。我々の多くの研究勢力が、害虫の個体数を減少させるための防除素材の探索・開発とその適用法の開発に向けられるのは当然であるとしても、これらの素材は、個体群の環境容量を低下させたり、作物の被害感受性を低下させるなどして、設計されたシステムを制御するためのものであることを念頭においておく必要がある。

引用文献

- 1) 神田 徹(1996)：平成8年度水稻・畑作物病害虫防除研究会現地検討会講演要旨，日本植物防疫協会，pp. 18～22.
- 2) 中村和雄(1983)：昭和58年度フェロモンに関するシンポジウム講演要旨，日本植物防疫協会，pp. 21～26.
- 3) Pedigo, L. P.(1996)：Entomology and Pest Management. 2nd Edition, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 679pp.
- 4) RUESINK, W. G. (1976)：Ann. Rev. Entomol. 21: 27～44.
- 5) 斎藤哲夫ら(1986)：新応用昆虫学，朝倉書店，250 pp.
- 6) 菅原清康・進藤 隆(1988)：農作業研究 23: 189～195.
- 7) 田中 寛(1992)：植物防疫 46: 300～303.
- 8) ———(1993)：コナガ，おもしろ生態とかしこい防ぎ方。農文協，118 pp.

新殺虫剤の特性と利用上の問題

農林水産省農業環境技術研究所

はま
浜

ひろ
弘

し
司

はじめに

第二次世界大戦以降化学工業の発達により、有機合成農薬が安価で大量に生産供給されるようになり、病害虫による加害が回避され今日の高品質で多様な農作物の大量供給体制が確立した。一方、農産物の安全性や環境問題が大きな社会問題となり、農薬がその批判の対象とされるようになっていく。

こうした中で、農薬によらない環境にやさしい防除資材や防除法の開発が進められているが、作物を加害する主要害虫が複数種存在する温暖なわが国では、農薬以外の手段で高品質の農産物を大量に供給する体制の確立は難しいといえる。

農薬そのものもこの 10 年で大きく様変わりしており、さらに将来大きく変遷することが予想される。したがって、将来生物防除資材など農薬以外の防除法が導入されて、有機合成農薬への依存度は低下しても化学防除資材は病害虫防除の不可欠な基幹資材であると考えられる。

本報では、有機合成殺虫剤の変遷、比較的新しい殺虫剤の特性を概説し、有機合成殺虫剤の使用上の問題を整理した。

I 殺虫剤の変遷と特徴

有機合成殺虫剤が大量に使用されるようになった 1950 年代の殺虫剤は、パラチオンなど人間に対しても毒性の高い薬剤や、DDT、ドリノ剤など環境中で分解されず生物体内で蓄積濃縮される薬剤が多かった。そのため有機塩素系薬剤の地球規模での汚染や、食物連鎖の上位に位置する水鳥や海洋の哺乳動物への影響など農薬は大きな社会問題となった。1960 年代以降、哺乳動物に対する毒性の低い MEP (スミチオン)、マラソンなどの低毒性で環境中で容易に分解され、生物体内への濃縮性も小さな薬剤が開発され普及している。

さらに、これまでの殺虫剤は害虫の神経系に作用し殺滅するタイプのものが主流であったが、最近、昆虫に固有の脱皮・変態過程をかく乱して防除効果を発揮する成

長制御型タイプのものが開発され、普及している。こうした制御型タイプの薬剤は低用量で高い効果を示すため、圃場に投下する有効成分量は従来の殺滅型の薬剤に比べて十分の一から百分の一以下と少なくなり、薬剤の環境に及ぼす影響は質量の両面で小さくなった。

殺虫剤の長所としては、害虫の個体群密度を短期間に大幅に下げる効果がある。その速効的で確実な防除効果は他の防除法では代替が難しい。一方、短所としては天敵生物や非標的生物への影響が大きくなり、薬剤の種類や環境条件により害虫の多発 (リサージェンス)、潜在害虫種の害虫化、薬剤の連用による抵抗性害虫の出現が挙げられる。

II 最近の殺虫剤の特徴 (表-1)

1 神経系に作用する殺虫剤

(1) 有機リン系薬剤

有機リン系およびカーバメート系薬剤は、ともに神経系シナプスの刺激伝達の機能に関与する酵素アセチルコリンエステラーゼを阻害し、刺激伝達機能をかく乱し致死させる。本グループの薬剤は接触毒剤が多いが、食毒としても作用する。本グループの中には植物体内に浸透・移行して植物を吸汁加害するアブラムシ類などの害虫に殺虫効果を発現するジスルホトン (ダイシストン)、アセフェートなどの浸透移行性を有する薬剤もある。こうした薬剤をイネの育苗箱や土壌に施用し、地上部を加害する害虫を防除する方法が広く普及している。

多くの薬剤では、リン酸エステル結合は *O*、*O*-ジアルキル基の対称型であるが、非対称のリン酸エステル構造を有するものが開発されている。その中には難防除害虫ミナミキイロアザミウマに卓効を示すスルプロホス (ボルスツール)、土壌線虫やミナミキイロアザミウマに効果を示すホスチアゼート (ネマトリン)、鱗翅目、半翅目害虫や土壌線虫に有効なピラクロホス (ボルテージ) など、特徴のある薬剤がある。

(2) カーバメート系薬剤

殺虫スペクトルの広い NAC、メソミル (ランネート) とウンカ・ヨコバイ類対象の各種の置換フェニル *N*-メチルカーバメート系薬剤が知られていたが、1980 年代から毒性の高いカルボフランを低毒化したカルボスルファン (アドバンテージ) とベンフラカルブ (オンコ

本文の農薬名は一般名とし、() 内に代表的な商品名を示した。

Characteristics of Newly Developed Insecticides and Problems on Their Use. By Hiroshi HAMA

表-1 最近の殺虫剤の特性

薬剤〔ISO名〕(商品名)	化学構造, 毒性, 作用特性など
〔有機リン剤〕	
プロフェノホス(エンセダン)	非対称のリン酸エステル 魚毒性大(C類) 殺ダニ活性あり
ピラクロホス(ボルテージ)	非対称のリン酸エステル 劇物 魚毒性大(C類) 殺ダニ活性あり, 土壌害虫(キスジノミハムシ, ネダニ)および土壌線虫にも有効
スルプロホス(ボルスタール)	非対称のリン酸エステル 劇物 遅効的, 残効性あり, 主に施設で使用, ミナミキイロアザミウマに有効
ホスチアゼート(ネマトリン)	リン酸アミド系 劇物 殺線虫剤であるがミナミキイロアザミウマにも有効
エトプロホス(モーキャップ)	毒物 殺線虫剤であるがミナミキイロアザミウマや土壌害虫にも有効
〔カーバメート剤〕	
カルボスルファン(アドバンテージ)	カルボフラン誘導体 劇物 魚毒性やや大(B-s類) 浸透移行性あり, イネ害虫(イネミズゾウムシ, イネドロオイムシ, ウンカ・ヨコバイ類など)の防除に育苗箱施用, 野菜害虫(アザミウマ目, 甲虫目, 双翅目, 半翅目, 鱗翅目)の防除に土壌処理, 土壌害虫にも有効
ベンフラカルブ(オンコル)	カルボフラン誘導体 劇物 魚毒性やや大(B-s類) 浸透移行性あり, イネ害虫(イネミズゾウムシ, イネドロオイムシ, ウンカ・ヨコバイ類など)の防除に育苗箱施用, 野菜害虫(アザミウマ目, 甲虫目, 双翅目, 半翅目, 鱗翅目)の防除に土壌処理, 土壌害虫にも有効
フラチオカルブ (デルタネット, リゲノン)	カルボフラン誘導体 劇物 浸透移行性あり, イネ害虫(イネミズゾウムシ, イネドロオイムシ, ウンカ・ヨコバイ類)の防除に育苗箱施用, 野菜害虫(鱗翅目, 半翅目, アザミウマ目)の防除に土壌処理, 土壌害虫にも有効
オキサミル(バイデート)	オキシムカーバメート 毒物 浸透移行性あり, 水に溶けやすく土壌移行性大, アザミウマ目, アブラムシ類に有効, 土壌線虫にも有効
チオジカルブ(ラービン)	オキシムカーバメート 劇物 イネ, 野菜, 茶, 果樹などの鱗翅目害虫の防除剤
アラニカルブ(オリオン)	オキシムカーバメート 浸透移行性あり, 野菜, 果樹などの鱗翅目害虫, アブラムシ類の防除剤
〔ピレスロイド剤〕(野菜, 果樹など広範な害虫に有効) (殺ダニ活性なし, 魚毒性大C類)	
エスフェンバレレート(スミアルファ)	フェンバレレートの光学異性体 A α 劇物
(殺ダニ活性あり, 魚毒性大C類)	
ピフェントリン(テルスター)	劇物
ハルフェンブロックス(アニバース)	エーテル結合 劇物 殺ダニ剤であるが, 半翅目, アザミウマ目害虫に有効
アクリナトリン(アーデント)	ピレトリン酸構造 鱗翅目, 半翅目, アザミウマ目害虫に有効
(水田用防除剤, 魚毒性低いB類あるいはA類)	
シクロプロトリン(シクロサルU)	殺虫スペクトル狭い(イネミズゾウムシ, イネドロオイムシ, イナゴ類, ツマグロヨコバイに有効), ダイズ害虫(カメムシ類), ミカン, 茶の害虫(ハモグリガ, アザミウマ目)にも有効
エトフェンブロックス(トレボン)	エーテル結合 殺虫スペクトル広い(鱗翅目, 半翅目, 直翅目, 双翅目など), ムギ類, ダイズ, キャベツなどの害虫にも有効
シラフルオフェン(MR. ジョーカー)	有機ケイ素 殺虫スペクトル広い(鱗翅目, 半翅目, 甲虫目, 直翅目に有効), 茶, 果樹の害虫にも有効
(土壌害虫専用防除剤)	
テフルトリン(フォース)	毒物 魚毒性大C類 くん蒸作用あり
〔ネライストキシシン系薬剤〕	
ベンスルタップ(ルーバン)	低魚毒性であるがドジョウに毒性大 イネ, 野菜, 茶の害虫(鱗翅目, 甲虫目, アザミウマ目)の防除剤
〔クロロニコチル系薬剤〕	
イミダクロプリド(アドマイヤー)	劇物 残効性大, 浸透移行性あり, イネ, 野菜, 果樹の害虫(鱗翅目, 甲虫目, 半翅目, アザミウマ目)の防除剤, イネ害虫の防除に育苗箱施用, 野菜害虫の防除に土壌処理
アセタミプリド(モスピラン)	劇物 残効性大, 浸透移行性あり, 野菜, 果樹, 茶の害虫(鱗翅目, 半翅目, アザミウマ目, 甲虫目)の防除剤, 特に鱗翅目に効果大, 野菜害虫の防除に土壌処理
ニテンピラム(ベストガード)	残効性大, 浸透移行性あり, イネ害虫(ウンカ・ヨコバイ類), 野菜, 果樹, 茶の害虫(半翅目, アザミウマ目)の防除剤, 野菜害虫の防除に土壌処理
〔ピラゾール系薬剤〕	
フィプロニル(プリンス)	劇物 やや遅効的, 残効性あり, 浸透移行性あり, イネ害虫(イネミズゾウムシ, イネドロオイムシ, ウンカ類, コブノメイガなど)の防除に育苗箱施用

(昆虫成長制御剤)

(キチン合成阻害剤, プロフェジン系)

プロフェジン(アブロード) イネ, 野菜, 果樹の害虫(ウンカ・ヨコバイ類, コナジラミ類など)の防除剤

(キチン合成阻害剤, ベンゾイルフェニル尿素系, その他)

テフルベンズロン(ノーモルト) 果樹, 野菜, 茶の害虫(鱗翅目, 甲虫目)の防除剤

クロフルアズロン(アタブロン) 果樹, 野菜, 茶の害虫(鱗翅目), 野菜害虫(ミナミキイロアザミウマ)の防除剤

フルフェノクスロン(カスケード) 果樹, 野菜, 茶の害虫(鱗翅目, ヨコバイ類, アザミウマ目)の防除剤, ハダニ類にも有効

ヘキサフルムロン(コンセルト) 果樹, 茶の鱗翅目害虫の防除剤

シロマジン(トリガード) トリアジン系 浸透移行性あり, 花き害虫マメハモグリバエの防除剤

(昆虫ホルモン様活性剤, 幼若ホルモン様活性)

フェノキシカルブ(インセガー) カーバメート系 果樹, 茶の害虫(鱗翅目, カイガラムシ類)の防除剤

ピリプロキシフェン(ラノー) 野菜害虫(コナジラミ類, アザミウマ目)の防除剤(施設に限定)

(昆虫ホルモン様活性剤, 脱皮ホルモン様活性)

テブフェノジド(ロムダン) ベンゾイルヒドラジド系 イネの鱗翅目害虫の防除剤

(その他の薬剤)

ピリダベン(サンマイト) 劇物 魚毒性大C類 殺ダニ剤であるが果樹, 野菜, 茶の害虫(コナジラミ類, アザミウマ目, アブラムシ類)にも有効

ピリミジフェン(マイトクリーン) フェノキシエチルアミン系 劇物 殺ダニ剤であるが, コナガにも有効

クロルフェナピル(コテツ) ピロール系 劇物 魚毒性大C類, 残効性あり, 野菜, 果樹, 茶の害虫(鱗翅目, アザミウマ目)の防除剤 ハダニ類にも有効

オレイン酸ナトリウム(オレート) 界面活性剤 残効性なし, 野菜のアブラムシ類に有効

毒性の区分は原体を基準

ル)が, 1991年にはメソミルを低毒化したアラニカルブ(オリオン)が開発された。いずれの薬剤も浸透移行性を有し, カルボスルファンとベンフラカルブは, アザミウマ類, 半翅目, 甲虫目, 鱗翅目, 双翅目など広範な害虫に対し有効である。オキシム型のオキサミル(バイデート)はアザミウマ類, アブラムシ類や土壌線虫の防除に用いられる。

(3) ピレスロイド系薬剤

哺乳動物に対する毒性が低い天然物質ピレトリン(除虫菊の殺虫成分)は, 太陽光に不安定で野外では使用できなかったが, 1980年代前半に野外においても安定なピレスロイド剤が相次いで開発された。本剤は神経膜(興奮性膜)の刺激伝導に関与するナトリウムイオンチャンネルに作用する。本剤は一般に魚毒性が高く水田では使用できなかったが, 魚毒性の低い, 水田で使えるシクロプロトリン(シクロサルU), エトフェンプロックス(トレボン)などが開発された。さらに最近炭素原子をケイ素原子で置換した魚毒性の低いシラフルオフェン(MR.ジョーカー)が登録になった。

ピレスロイド剤は天敵昆虫に対する毒性が高いものが多いが, その上開発初期のものはハダニ類に活性がなかったために, ピレスロイド剤の使用後にハダニ類が異常に多発する現象が問題となったが, その後, ハダニ類にも防除効果のあるフルバリネート(マブリック), フェンプロパトリン(ロディー), ピフェントリン(テルスタ

一)などが開発された。また, コガネムシ類, ネキリムシ類などの土壌害虫に有効なテフルトリン(フォース)が開発された。

(4) ネライストキシン系薬剤

カルタップ(パダン)は神経シナプス後膜のアセチルコリン受容体に作用し, 鱗翅目害虫に対して特効的に作用する。本剤は既に1960年代後半からニカメイガ, コブノメイガなどイネ害虫の防除を中心に使用されてきた。現在でも, 本剤は各種の鱗翅目害虫や各種薬剤に高度の抵抗性が生じているコナガなどの防除剤として貴重な存在である。

(5) クロロニコチン系薬剤

ニコチンはタバコから製剤化され急性毒性が高く従来注目されなかったが, 1992年にニコチンと類似の作用性を有するイミダクロプリド(アドマイヤー)が開発された。本剤は神経シナプス後膜のアセチルコリン受容体に作用し, 致死させる。本剤は浸透移行性を有し, ウンカ・ヨコバイ類, アブラムシ類, コナジラミ類などの半翅目や, イネミズゾウムシ, コガネムシ類など甲虫目, ミナミキイロアザミウマなどの広範囲の害虫に卓効を示し, 粒剤の土壌処理では1か月あるいはそれ以上の長い残効性が確認されている。本剤には直接的な殺虫効果のほかに, 摂食, 交尾, 産卵, 飛翔行動などにも影響を及ぼし生育不良や産卵数の低下などを起こさせる生理作用が観察されている。本剤と類似の作用性をもつアセタミ

ブリド（モスピラン）とニテンピラム（ベストガード）の2剤が登録された。

（6）ピラゾール系薬剤

本年登録になったフィプロニル（プリンス）は、昆虫の抑制性神経シナプスのGABAレセプターに作用する。本剤は残効性が長く浸透移行性を有し、イネのほとんどすべての害虫に高い防除効果を示す。

2 昆虫成長制御剤

昆虫に固有の脱皮・変態の過程に作用し防除効果を示す殺虫剤を昆虫成長制御剤（IGR 剤）という。皮膚の主成分であるキチンの生合成系を阻害し防除効果を示す薬剤にブプロフェジン（アブロード）と、ベンゾイルフェニル尿素系薬剤が普及している。また、脱皮・変態に関与するホルモン系に作用するIGR 剤が開発されている。この種の薬剤は、昆虫固有の生理機能に作用するため選択性がきわめて高く安全性が高い。一方、従来の神経系に作用する殺虫剤に比べて効果は遅効的で、害虫の種類によっては幼虫による食害が進行する。しかし、本グループの薬剤は産卵数の減少や産下卵のふ化率の低下など次世代の個体密度を抑制する作用をもつため、増殖の旺盛なウンカ・ヨコバイ類、アザミウマ目などの害虫に対しては顕著な防除効果を示す。

（1）キチン合成阻害剤

ブプロフェジン（アブロード）はウンカ・ヨコバイ類に対し長期間にわたり防除効果を示すほか、コナジラミ類、カイガラムシ類など半翅目害虫やホコリダニ類に対しても顕著な防除効果を示す。クロルフルアズロン（アタブロン）は鱗翅目害虫に効果があるほか、双翅目、甲虫目にも効果を有する。フルフェノクスロン（カスケード）は殺ダニ活性も有する。

（2）ホルモン様活性化剤

幼若ホルモン活性を有するカーバメート系のフェノキシカルブ（インセガー）は、鱗翅目害虫やカイガラムシ類に有効である。ピリプロキシフェン（ラノー）はコナジラミ類、アザミウマ目、カイガラムシ類に対し防除効果を有する。また、脱皮ホルモンはステロイド骨格を有しその農薬としての利用は困難と考えられていたが、脱皮ホルモン様活性を有するベンゾイルヒドラジド系のテブフェノジド（ロムダン）が鱗翅目害虫の防除剤として開発された。

3 生物由来の殺虫剤など

芽胞形成細菌 *Bacillus thuringiensis* を製剤化したBT 剤は、1981 年に鱗翅目害虫の防除剤として登録された。最近コガネムシ類に防除効果のある菌株が見いだされ、製剤化に向けた試験が行われている。

土壌放線菌が産生する16 員環マクロライド系物質を有効成分とする殺ダニ剤ミルベメクチン（ミルベノック）が登録になったが、同系統のエバメクチンなどが鱗翅目やアザミウマ目害虫の防除剤として試験中である。

木本植物（センダン属）から抽出したニームに対する関心が高い。本剤の殺虫成分アザディラクチンは、ジフイドロフラン環をもつ複雑な化学構造で摂食阻害作用のほかIGR 剤様活性を示し、各種の害虫に対する防除効果が確認されている。

クロルフェナピルは本年登録された呼吸系（エネルギー生成系）を阻害する薬剤で、鱗翅目、アザミウマ目害虫やハダニ類に有効である。

昆虫の気管系を覆い窒息致死させる作用をもつ界面活性剤オレイン酸ナトリウム（オレート）が、アブラムシ類、コナジラミ類、アザミウマ目など微小な害虫の防除剤として1992 年に登録された。

III 殺虫剤の利用上の問題

1 天敵生物および生物防除資材との併用

農薬を使用している農耕地においても、害虫を摂食する各種の天敵生物が生息し害虫の個体密度を制御している。ピレスロイド剤が農耕地で使用され始めた当時、薬剤散布後数週間してハダニ類が異常に多発する現象（リサージェンス）が柑橘園、茶園などで観察されたが、その主因はピレスロイド剤の天敵に対する影響と殺ダニ活性がなかったことである。その後殺ダニ活性を有するピレスロイド剤が開発され、こうした薬剤を用いるか、残効性の長い殺ダニ剤を併用することでハダニ類の多発は回避されている（古橋・森本、1989）。

一般に神経系に作用する殺虫剤の天敵昆虫に及ぼす影響は大きく、天敵生物や生物防除資材の導入に伴い殺虫剤との共存が今後の大きな問題である。殺虫剤のこうした影響を回避・軽減する手段として四つほどのことが考えられる（表-2）。

第一は、天敵昆虫や生物防除資材に影響が少ない薬剤の使用である。ブプロフェジンやベンゾイルフェニル尿素系などのIGR 剤は、寄生蜂、テントウムシ、ハナカメムシなどの天敵昆虫に対する影響はほとんどない。ミナミキイロアザミウマとその捕食性昆虫ヒメハナカメムシに対する各種薬剤による影響を調べた結果によると、従来の神経系に作用する薬剤は天敵昆虫に対する影響が大きく状況によってアザミウマが多発するが、IGR 剤ピリプロキシフェンは天敵昆虫に影響が少なく、アザミウマを効果的に防除できる（永井、1991）。

なお、こうした選択性の高いIGR 剤は、カイコや河

表-2 有機合成殺虫剤と天敵生物や生物防除剤との共存方法

共存方法	具体例
天敵生物や生物防除剤に対し影響の少ない薬剤の使用	昆虫成長制御剤(IGR), 微生物剤, 界面活性剤, ピリミカーブ
薬剤の天敵生物や生物防除剤との時間的な接触回避	残効性の短い薬剤(DDVP など)
薬剤の天敵生物や生物防除剤との空間的な接触回避	薬剤散布しない畦あるいは区の設定, スポット散布
薬剤の処理方法による天敵生物や生物防除剤に対する影響回避	浸透移行性薬剤(アセフェート, カルボスルファン, ペンフラカルブなど)の土壌処理や育苗箱施用

川に生息する水生昆虫やエビなど甲殻類に対する影響は無視できず、使用に当たっては十分配慮する必要がある。アブラムシ類専用防除剤であるカーバメート系のピリミカーブ(ピリマー)は、天敵昆虫に対する影響が比較的少ない薬剤として知られている。

わが国では殺虫剤の天敵生物や非標的生物に対する影響評価のガイドラインが整備されていないが、欧米では国際生物的防除機関(IOBC)や環境毒性学・化学学会(SETAC)を中心に検定法がマニュアル化され検定データが整理され、農薬登録時に関連資料の提出を義務づけることも検討されている(平井, 1996; 根本, 1995)。

第二, 三の手段は、天敵昆虫と殺虫剤との接触を時間的あるいは空間的に回避することである。天敵昆虫に多少の影響はあっても、DDVPなど残効性の短い殺虫剤を生物防除資材の放飼とずらして散布することで、薬剤の影響を回避することが可能である。薬剤との接触を空間的に断つ手段としては、殺虫剤散布をしない畦あるいは区画を設けたり、害虫が発生している箇所に集中的に散布するなどにより天敵昆虫を温存する方法がある。

もう一つの方法は農薬の処理方法である。製剤をフィルムで包装したパック剤などの使用もドリフトによる影響を軽減する手段となる。前述した浸透移行性を有する薬剤を土壌に施用する方法が普及しているが、こうした施用方法は地上部を吸収加害する害虫に対し効力を発揮し、その害虫の天敵昆虫に対する影響は少なく理に叶った合理的な方法といえる。最近、ピリプロキシフェン(ラノー)を付着した黄色テープを施設内の作物上部に設置し、コナジラミ類を誘引、接触させる資材が開発された。すなわち、テープに付着した薬剤に接触したコナジラミ類が産下する卵はふ化せず次世代の密度を低下させる効果がある。

2 薬剤抵抗性の管理(浜, 1996)

これまで害虫の防除が殺虫剤に大きく依存してきた結果として、薬剤抵抗性害虫が顕在化し大きな問題となっている。ハダニ類やコナガの抵抗性発達の経過から、薬剤抵抗性問題は新たな殺虫剤の開発で解決し得ないことが明らかになった。抵抗性発達を事前に予測することは難しいものの、過去の経験から抵抗性が生じにくい殺虫剤が明らかにされている。コナガのような抵抗性が発達しやすい種類でも、BT剤やネライストキシン系薬剤に対する抵抗性発達は他の薬剤に比べて遅いようである。また、マシン油や界面活性剤など、物理的作用で致死させる薬剤に対する抵抗性は報告されていない。

抵抗性発達は同じ薬剤を連用する場合が最も早いことが、経験的、あるいはシミュレーション予測により確認されている。作用性の異なる多様な薬剤が開発されており、これらの薬剤をローテーション使用することによって各薬剤に対する抵抗性発達を回避、あるいは抑制する抵抗性管理技術を確立する必要がある。

おわりに

ガット・ウルグアイ・ラウンド対策の一つとして稲作の省力・大規模化栽培があるが、フィプロニルなど残効性の長く広範な害虫に有効な殺虫剤は省力化の有力な資材となる。一方、総合防除(IPM)システムを構築する際には、防除効力がそれ程高くなく殺虫スペクトルの狭い薬剤であっても天敵生物に影響の少ない薬剤や速効的で残効性の短い薬剤が必要である。すなわち、薬剤以外の防除資材や防除法と組み合わせ併用するには、多様な作用性をもつ各種の殺虫剤を用意する必要がある。

殺虫剤の天敵生物や防除対象外の生物に及ぼす影響評価は、急性毒性についての検討に限定され、薬剤の長期的な影響や食物連鎖による間接的な生態系に及ぼす影響についてはほとんど検討されていない。こうした影響評価は今後の重要な課題である。

本文の作成にあたり新薬剤の資料をご教示いただいた住友化学工業(株)笠松紀美博士にお礼申し上げる。

参考文献

- 1) 古橋嘉一・森本輝一(1989): 植物防疫 43: 375~379.
- 2) 浜 弘司(1996): 研究ジャーナル 19(11): 印刷中.
- 3) 林 直人・森田久孝(1996): 植物防疫 50: 81~92.
- 4) 平井一男(1996): 同上 50: 285~289.
- 5) 永井一哉(1991): 同上 45: 423~426.
- 6) 根本 久(1995): 天敵利用と害虫管理. 農山漁村文化協会, pp. 181.
- 7) 農薬工業会: 農薬時報. 最近号の新農薬情報.
- 8) 辰巳 勤(1996): 農薬 43(3): 9~11.
- 9) 上畠 完(1994): 同上 41(3): 38~42.

線虫防除薬剤の特性と利用技術

農林水産省農業研究センター ^し清 ^{みず}水 ^{けい}啓

有害線虫は主として土壤中に生息しているために、防除の場合は線虫の分布している土壤の全域となる。したがって、拡散性の良いくん蒸剤が広く使われている。本剤は作物に葉害を出すため、処理後ガス抜きを行い、播種・定植が行われる。したがって処理回数は1作1回である。以上が地上部の害虫防除と異なる主要な点である。

近年環境に優しい農業が唱えられ、くん蒸剤の環境に及ぼす影響が取りざたされるようになり、戦後長い間使われてきた優秀なくん蒸剤のいくつかは世の中から姿を消した。さらに臭化メチルはオゾン層破壊の原因物質ということで、近々これまた姿を消そうとしている。ガス拡散性の良いくん蒸剤が使えないということは線虫防除にとって大変なことであるが、これに代わって近年非くん蒸性の殺線虫剤が次々と開発され、広く使われるようになった。表-1, 2 に現在使用できる線虫防除剤の一覧を示した。

このように、線虫防除剤は大きく分けて、くん蒸剤と非くん蒸剤の2種類に分類される。また、近年たばこのネコブセンチュウ防除を目的に生物農薬も1種開発された。これらの線虫剤の特性と利用法を挙げ、後段で防除試験法および評価法について触れた。

I 線虫剤の特性と利用法

1 くん蒸剤

[D-D 剤] 殺線虫作用は成分の1,3ジクロロプロペンの蒸気によるものである。5℃でも多少の効果はあるが20℃以上がガス拡散の最適温度である。土壤水分も35%程度は必要である。

[メチルイソチオシアネート (MITC) 剤] メチルイソチオシアネート、ダゾメット、カーバム剤は土壤中で加水分解・ガス化して、有効成分のMITCとなり、線虫に作用する。分解速度には地温、土壤水分、土壤構造などが影響する。6℃ぐらいから分解が進み、18℃以上で分解は急速に高まる。土壤水分も影響し、処理後、数日間は50%は必要とされている。ガスの逸散を防止するために、水封や被覆を行うと効果は高い。地温が10℃

以下の場合、重粘土や多湿土壤では葉害発生のおそれがあるので注意する。

[臭化メチル] 本剤は蒸気圧が高いので地温が5℃以上であれば使用することができる。ビニルまたはポリフィルムによる密閉投薬が必要となるので、床土を積み上げ、全面を覆うか、ハウス全体を密閉後処理する。多湿土壤、アルカリ性肥料の事前散布をさける。

[クロロピクリン剤] 地温15℃以上で効果があり、プラスチックフィルム被覆あるいは水封でさらに効果は上がる。本剤は有害物質生成を促すのでアルカリ性肥料の事前散布は避ける。ウリ科は特に弱いので、ガス抜きをていねいに行う。

2 非くん蒸剤

[オキサミル粒剤] 当初ばれいしょのジャガイモシストセンチュウ防除を目的に開発され、その後畑作物、野菜類に適用拡大された非くん蒸型粒剤の草分け的存在である。本剤は浸透移行性を有し、土壤から吸収した後、作物体内で効果を発揮する。

[ピラクロホス粒剤] ピラゾール系非対称型の有機リン系殺線虫剤である。低濃度で高い殺線虫性を示すとともに、制線虫作用（線虫の寄主発見、移動、根内侵入の阻害）により線虫の土壤中の運動活動を抑えるため、作物根系への被害を阻止する。作物への浸透移行性はほとんどないため、葉害発生が認められない。

[ホスチアゼート粒剤] 有機リン酸アミド化合物で、標的生物のアセチルコリンエステラーゼを阻害して、線虫を死に至らしめる。また低濃度の薬剤に接触した場合は線虫の根管内への侵入や摂食活動を低下させる。接触型の薬剤でガス効果はない。

[エトプロホス剤] 有機リン剤でコリンエステラーゼ阻害によって殺線虫性を示す。その他、制線虫作用、ふ化阻害効果が認められる。本剤はマイクロカプセル化しており、直接有効成分にふれることなく取り扱いができるため、より安全性を高めた製剤といえる。また有効成分が、土壤水分によりマイクロカプセルから徐々に溶出するため、残効性が優れた製剤といえる。

[生物農薬] モナクロスポリウム・フィマトパガム剤で線虫捕食菌を利用する線虫防除用の生物農薬。捕食機能は菌糸あるいは分岐上に形成される捕食器によって、線虫体表に付着し、体内に侵入し、内容物を摂取・致死さ

表-1 農薬適用一覧表(線虫防除剤)

作物名	薬剤名	エトプロホス粒剤	オキサミル粒剤	・カーバム剤	・カーバムナトリウム塩液剤	・クロルピクリンくん蒸剤	・クロルピクリン・DCIP油剤	・クロルピクリン・DD油剤	・クロルピクリン・臭化メチルくん蒸剤	臭化メチルくん蒸剤	石灰窒素	・ダゾメット粉粒剤	ピラクロホス粒剤	ピラクロホス・ピリダフェンチオン粒剤	ホスチアゼート粒剤	・メチルイソチオシアネート油剤	・メチルイソチオシアネート・DD剤	・DCIP粒剤	・DCIP乳剤	・DD剤
水稲・畑作物	稲					○														○
	麦類					○														
	とうもろこし					○														
	かんしょ	○	○			○	○		○	○			○		○			○		○
	ばれいしょ	○	○			○			○	○					○					○
	やまのいも		○			○		○	○	○							○			○
	さといも					○			○	○		○								○
	だいず					○			○	○		○								○
	えんどう					○			○	○										
	そらまめ					○			○	○										
	あずき					○			○	○					○					
野	らっつかせい					○			○	○										○
	いんげんまめ					○			○	○										
	きゅうり	○	○		○	○	○	○	○	○			○	○	○	○	○	○	○	○
	すいか		○		○	○			○	○						○	○	○	○	○
	メロン				○	○			○	○						○	○			○
	しろうり					○			○	○							○			○
	かぼちゃ					○			○	○										○
	まくわうり					○			○	○										○
	トマト	○	○		○	○	○		○	○		○	○	○	○		○		○	○
	なす					○	○		○	○		○			○		○		○	○
菜	ピーマン					○			○	○										○
	キャベツ					○			○	○										○
	カリフラワー					○			○	○										○
	ブロッコリー					○			○	○										○
	はくさい					○			○	○								○	○	○
	だいこん		○		○	○			○	○		○	○	○	○	○	○		○	○
	かぶ					○			○	○										○
	いちご				○	○			○	○							○			○
	にんじん		○		○	○		○	○	○		○	○		○	○	○			○
	ごぼう		○		○	○		○	○	○					○	○	○			○
類	セルリー					○												○		
	レタス		○			○				○										○
	しょうが								○	○										
	ぼうれんそう					○												○		○
	パセリ																			
	アスパラガス					○														
	やまごぼう		○																	
	にんにく											○								
	こまつな																			○
茶	茶																			
	たばこ		○	○	○	○	○	○	○	○		○			○	○	○	○	○	○
	てんさい					○														○
	ごんや					○														○
	きく		○	○		○	○	○	○	○		○		○	○	○	○			○
	カーネーション					○				○								○		○
	シクラメン									○										
	杉			○						○										○
	松類		○	○																
	つつじ											○					○			
他	さつき																○			
	薬																	○	○	
	いちぢく																		○	○

* : くん蒸剤, 「農薬適用一覧表」(日本植物防疫協会(1996))より作製.

表-2 農薬適用一覧表(線虫防除剤)

作物名 (適用線虫)	塩酸レバミゾール液剤	カルボスルファン粒剤	*カルタップ水溶液	**酒石酸モランテル液剤	ダイアジノン粉粒剤	ダイアジノン粒剤	*チウラム・チオファネートメチル水溶液	*チウラム・ベノミル水和剤	*チオシクラム水和剤	**ネマデクチン液剤	*ベノミル水和剤	ペンフラカルブ粒剤	**メスルフエンホス油剤	メソミル粉粒剤	メソミル水和剤	モナクロスポリウム・フィマトパガム剤	DEP乳剤	DEP水	*MEP乳剤	*MPP粉剤	*MPP乳剤
稲(シガラセンチュウ)			○		○	○	○	○	○		○								○	○	○
さといも(ネグサレセンチュウ)			○																		
いちご(ネグサレセンチュウ)		○										○									
いちご(メセンチュウ)															○		○	○			
にんじん(キタネコブセンチュウ)													○								
にんにく(イモグサレセンチュウ)							○														
たばこ(センチュウ類)																○					
きく(センチュウ類)		○																			
ユリ(イチゴセンチュウ)															○						
松類(マツノザイセンチュウ)	○			○						○			○								

*: 種子消毒剤, **: 樹幹注入剤, 「農薬適用一覧表」(日本植物防疫協会(1996))より作製。

せる。本剤は微生物資材なので処理環境は極端な乾燥を避けることと、他の農薬と併用しない。また保存は冷暗所とし、購入後速やかに使用する。

3 利用法

(1) くん蒸剤

薬剤およびその有効成分量、対象作物により、施用量、使用時期は異なるため、登録要件にあった処理を励行する。ガスの拡散は土壌の形態、土壌水分量、地温等で異なるが、理論的には注入点を中心に真円的(球形)な広がりとなる(植物防疫課, 1960)ので、油剤および液剤の場合、30×30 cm 千鳥間隔で地表面から15~20 cm, 1穴2~6 ml, 15~40 l/10 a 注入し、粒剤の場合は5~30 kgを手まきあるいは肥料散布機などを用いて全面散布後ロータリー耕耘を行って土壌と薬剤を十分混和する。ロータリーとフィルムマルチを同時に行う機械を利用すると処理効果が高い。処理後7~10日間のくん蒸期間、その間の地表面灌水、いわゆる水封あるいはプラスチックフィルムによる被覆等はいっそうの効果を高める。ロータリー耕耘によりガス抜きを行い、さらに10日間程空けた後播種・定植を行う。薬剤、土壌状態によってはガス抜きを反復し、薬害を回避することがある。DCIP 剤についてはガス抜きの必要はない。

(2) 非くん蒸型粒剤

ガスの拡散は実質的にないので、それを補うために薬剤施用後土壌と十分かくはんし、土壌に生息する有害線虫に接触させることが殺線虫効果を上げるうえで必要である。また殺線虫有効成分 MITC への分解には土壌水分の助けが不可欠なので、十分な水分条件の下での処理を行う必要がある。処理は播種・定植前に20~40 kgを粒剤型くん蒸剤と同様の方法で行う。石灰窒素は50~100 kgを作付け前に処理する。

(3) 生物農薬

モナクロスポリウム・フィマトパガム 10⁴ 個/g 含有。たばこの子床肥土(育苗培土)調整時に慣行肥土3に対し本剤1の容積比で混合処理する。

(4) 種子消毒剤

イネシガラセンチュウ、イモグサレセンチュウ、ネグサレセンチュウおよびイチゴセンチュウを対象に種子、芋、鱗茎、苗等の薬剤浸漬、種子粉衣処理により種子伝染性線虫の防除を図る。薬剤と対象作物の組み合わせにより、薬量と処理時間は異なる。

種子伝染性線虫の場合、この処理を怠ると、圃場での発病・まん延を来すので、播種前の防除は欠かせない。

(5) 樹幹注入剤

マツノザイセンチュウの防除を目的に開発され、処理時期は本線虫を運搬するマツノマダラカミキリの発生3か月前と決められている。地上1mぐらいの樹幹にドリルで穴をうち薬液の所定量を注入する。線虫の侵入・増殖を抑える効果がある。

II 防除試験法および評価法

平成3年5月に日本植物防疫協会(1991)(以後、協会と略す)の試験研究委員会による「野菜害虫殺虫剤圃場試験法」が改訂され、現在、協会委託試験はこれにより行われている。線虫防除試験法についても本書の中で、トマトのネコブセンチュウ類、メロンのネコブセンチュウ類(施設)、だいこんのキタネグサレセンチュウ、にんじんのネコブセンチュウ類およびキタネグサレセンチュウ、ごぼうのキタネグサレセンチュウ、さといものミナミネグサレセンチュウ、らっかせいのキタネコブセンチュウおよびいちごのイチゴメセンチュウの合わせて8作物、9線虫種が挙げられている。線虫の協会委託試験についてもこれらの試験項目に沿って行われている。

以下に試験の概要と特徴、効果評価法の主要な点について述べる。

1 線虫防除試験法の概要

線虫防除は前述したように、作付け前1回行われるため、栽培期間の長い作物ではこの間線虫も数世代を繰り返す、防除効果の低い場合には線虫の回復・増殖により思わぬ被害をもたらすことがある。そこで線虫剤の試験は収穫時までみることが一般的であり、薬剤処理前・処理後の土壤中線虫密度、葉害の発生有無、生育調査、生育時萎凋等の症状の有無、枯れ上がり日数、収穫時の土壤中線虫密度、根の根瘤指数、褐変指数、根粒着性程度、収量、収穫物等級分類などによる作物被害度の算定など、長期間にわたるこれらの多数項目の結果を総合判定し、効果が判定される。

(1) 試験法の概要

〔実施時期および圃場の選定〕 野菜の作型は促成、半促成、トンネル、抑制栽培と様々であるが、線虫被害の多い5~7月に定植する作型を選ぶ。土壤中線虫密度の均一、多発圃場を選ぶ。前作から増殖寄主作物の均一栽培に心がける。供試品種は抵抗性品種を避け、育苗は無病土で行う。対象線虫の種名を明らかにしておく。

〔試験規模〕 1区面積は10m²、処理区(濃度、剤型、処理量など)のほか必ず無処理区および対照薬剤区(登

録農薬で、同一剤型、登録要件にあった処理量、施用方法)を設ける。原則として、乱塊法により、3連制とする。

〔薬剤の施用方法〕 処理は1回で、定植・播種10~20日前(くん蒸剤)、定植・播種直前(非くん蒸型粒剤)、過湿・過乾土壌、極端なpH、有機資材の事前投入は極力避ける。くん蒸剤は30cm間隔千鳥に1穴、深さ15cmに手動注入器で注入する。注入口をふさぎ、鎮圧、時に水封、プラスチックフィルム被覆を行い、最低7日間くん蒸期間をおく。耕耘によりガス抜きを行い、さらに7~10日おく。処理時の地温、土壌水分を測定、記録する。粒剤は全面散布後土壌混和を行う。

〔調査方法〕 収穫末期に隣接区の影響を避け、各区任意の10株を調査する。根をていねいに掘り上げ、根こぶあるいは褐変程度を5段階法で調査し、指数化の計算を行う。また、土壤中線虫密度を薬剤処理直前、定植直前、および掘り上げ調査時の3回、それぞれ1区5か所、深さ10~15cmから採土し、よくかくはん後土壌20gをベルマン法を用いて、室温下2日間の線虫分離を行う。その他、葉害調査、生育・収量調査を行い、土性・気象条件等記録にとどめる。以上の調査方法は作物、対象線虫により多少異なるため、最適条件を設定する。

お わ り に

協会の委託試験の結果、6線虫剤、7作物、16例の単純平均値で、線虫剤を処理することにより、線虫密度あるいは被害度からみた防除価は71で、無処理区に対する増収効果は138%(102~364)であった。このことから、線虫剤による防除効果がいかに高いかがうかがわれる。

線虫剤の効率的施用法については、いまだ検討の余地は十分残っていると考えられる。初期密度が高い場合の効力低下防止法、リサージェンス現象の回避法、効果を保持させたうえでの薬量低減法など、問題は山積している。これらを解決しつつ、生態系に調和した線虫防除剤による防除の位置づけを早期に確立したいものである。

引 用 文 献

- 1) 日本植物防疫協会(1991): 野菜害虫殺虫剤圃場試験法 220 pp.
- 2) — (1994): 農薬ハンドブック, 786 pp.
- 3) — (1996): 農薬適用一覧表, 426 pp.
- 4) 農林省振興局植物防疫課(1960): 土壌燻蒸の理論 (CLEVE A. Goring 著), 87 pp.

天敵の特性と利用技術

農林水産省農業環境技術研究所 矢野栄二

はじめに

現在、農業に替わる新しい防除技術として、施設園芸害虫に対する利用を中心とした天敵昆虫の生物農薬的な利用が注目されている。従来の果樹害虫に対する天敵の永続的利用と異なり、一年生作物に適用される手法であるが、天敵の大量増殖が必要で商品化されることが多いのが特徴である。天敵昆虫の生物農薬の利用は、畑作物や露地野菜の鱗翅目害虫に対する卵寄生蜂の利用に代表される大量放飼と、施設園芸害虫に対する天敵利用で行われている接種的放飼とに分けられる。前者では放飼世代の天敵の効果のみを利用するのに対し、後者では放飼後の数世代にわたる天敵の効果を利用する点が異なっている。ここでは、すでに商品化されたオンシツツヤコバチとチリカブリダニの2種と、より実用化に近いと思われる天敵について、施設園芸害虫の防除における特性と利用技術、および問題点について概略を述べる。

I オンシツツヤコバチ (*Encarsia formosa*)

1 生物的特性

オンシツツヤコバチ(口絵写真①)はツヤコバチ科の単寄生性の内部寄生蜂である。寄生範囲は狭く、これまで確認されている寄主は、オンシツコナジラミ、タバココナジラミ、シルバーリーフコナジラミおよびミカンコナジラミの4種である(MOUND and HALSEY, 1978)。雌成虫は体長が約0.6 mmで雄は雌よりやや大きい。処女生殖でのみ繁殖し、雄は繁殖に関与しない。本種の産雌処女生殖(Thelytoky)は、雌の体内に共生している *Wolbachia* 属のリケッチアによって引き起こされていることが最近示された(ZCHORI-Fein et al., 1992)。雌成虫は最も好適な寄主であるオンシツコナジラミのすべての齢期に寄生が可能であるが、特に3齢および4齢初期幼虫に好んで寄生する(NELL et al., 1976)。また、すでに寄生された幼虫への寄生を回避する傾向がある(LENTEREN et al., 1976)。成虫はコナジラミ幼虫が排せつする甘露を摂食するが、産卵管でコナジラミ幼虫を殺してから体液を摂食する、いわゆる寄主体液摂取行動

(host feeding)によっても栄養を獲得する。成虫の寿命や産卵数は温度(図-1, 2)や湿度などの環境条件に強く影響される。総産卵数は25°Cでは約400個にも達する(VAN ROERMUND, 1995)。寄生者の卵は寄主の体内でふ化後、3齢を経過して蛹となるが、その際寄生された寄主の外観が黒変する(寄生により黒変した寄主幼虫はマミーと呼ばれる)。23°Cでは産卵されてから黒変するまでが約10日、その後新成虫が羽化するまでさらに10日を要する。温度と卵・幼虫期の发育速度(发育日数の逆数)の関係を図-3に示した。

2 利用技術

現在登録のあるトマトのオンシツコナジラミの防除にオンシツツヤコバチを利用する場合、厚紙の上に前述のマミーを張り付けた製剤を、カード状に切り分けてトマトの株上に設置する(口絵写真②)。放飼密度は、1 m²当たり2頭で、1週間間隔で4, 5回程度寄生率が80%以上になるまで繰り返して放飼する。放飼は、コナジラミの発生が確認されたらできるだけ速やかに行うことが、確実な防除には重要である。そのため黄色粘着トラップによる発生調査がよく行われる。

オンシツツヤコバチの効果には種々の要因が関係している。最も重要と思われるのが、温度の影響である。オンシツツヤコバチとオンシツコナジラミのトマトにおける内的自然増加率(r_m)を図-4に示した(VAN ROERMUND, 1995)。本種が単寄生性であることを考慮すれば、オンシツツヤコバチの r_m がオンシツコナジラミより低い13°C以下ではかなり効果が低下することが推測できる。また、オンシツツヤコバチの雌成虫は18°C以下では生存していても、寄主探索は全く行わないことが最近明らかにされた(VAN ROERMUND, 1995)。一方、体内における卵成熟は5°C以上であれば進行する(KAJITA and VAN LENTEREN, 1982)。オンシツツヤコバチは非休眠性で、日長は影響しない。極端な高湿度や低湿度は成虫の産卵や寿命に悪影響を与える(梶田, 1979)。しかし、温度や湿度の影響についての研究はすべて定温または定湿度条件で行われており、現実の温室内では温湿度が昼と夜でかなり変動していることを考慮すれば、これらの結果をそのまま当てはめることはできない。ハウスの場合は近紫外線除去フィルムがよく利用される。紫外線は昆虫の移動分散行動には重要な役割を果たしていると考えられ

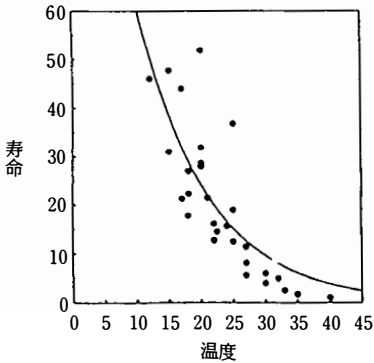


図-1 オンシツツヤコバチの雌成虫寿命と温度の関係 (VAN ROERMUND, 1995)

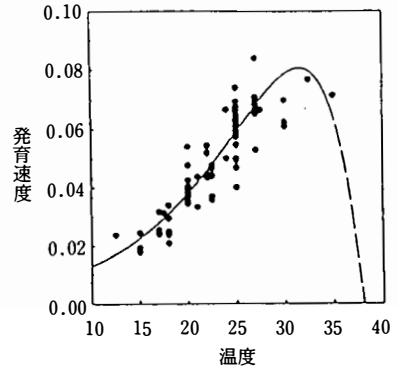


図-3 オンシツツヤコバチの卵・幼虫期の发育速度と温度の関係 (VAN ROERMUND, 1995)

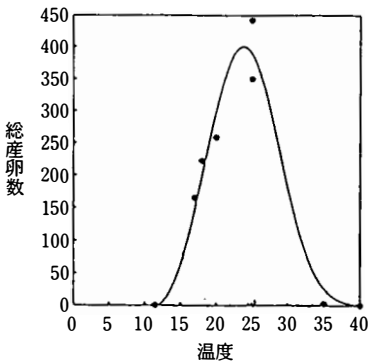


図-2 オンシツツヤコバチ雌成虫の総産卵数と温度の関係 (VAN ROERMUND, 1995)

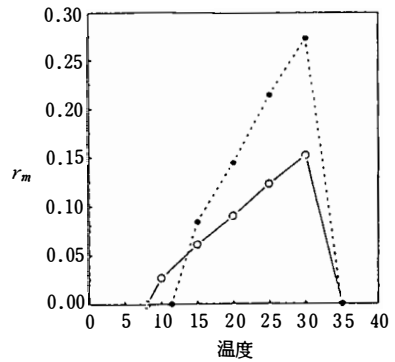


図-4 トマト上におけるオニシツコナジラミ (白色) とオニシツツヤコバチ (黒丸) の内的自然増加率 (r_m) に及ぼす温度の影響

る。オンシツツヤコバチがあまり影響されないとする報告もあるが(梶田, 1986), フィルムの種類によって除去される波長域が異なるため, フィルムの種類によっては影響されるかもしれない。生物的要因としては, コナジラミおよび作物の種類が重要である。オンシツツヤコバチはオンシツコナジラミが最も好適な寄主であり, 最も寄生率が高くなる。シルバーリーフコナジラミに対しては, 温室内でも寄生率が高くなり, それ以外の要因による死亡率が高い(松井, 1995)。死亡要因としては, 寄主体液摂取のほか, 死ごもりも考えられる。いずれにしろ, シルバーリーフコナジラミに対するオンシツツヤコバチの効果は, オンシツコナジラミに対するよりも劣るとされている。オンシツツヤコバチを放飼する作物の種類も影響する。これにはコナジラミの増殖率が作物の種類によって異なることによる間接的効果と, 植物の葉の表面構造が寄生者の探索行動に影響する直接的効果によるものとがある。前者については, 一般に天敵による害虫防除は害虫の増殖率が低いほうが成功するといわれ

ており, 理論的にも証明されている(HASSELL, 1976)。その意味でオンシツコナジラミの増殖率の低いトマトでは, より高いキュウリやナスよりも効果が高いことが推測できる。放飼方法も本種の効果に影響する。経験的に, 成虫羽化時に寄生に好適な寄主幼虫が存在するように放飼すること, 寄主との相対密度を重視して放飼密度を決定すること, 総放飼数が同じ場合には放飼回数を多くすること, 温室内に均一に放飼するのではなく, コナジラミの密度の高い場所に重点的に放飼することなどがよいとされている。矢野(1988)は, オンシツツヤコバチの最適な放飼方法をオンシツコナジラミとオンシツツヤコバチの個体群動態モデルにより検討し, 放飼密度, 回数, 時期について, これら経験的にいわれている法則と同じ結果を得た。

II チリカブリダニ (*Phytoseiulus persimilis*)

1 生物的特性

チリカブリダニ(口絵写真③)は, ナミハダニ, カン

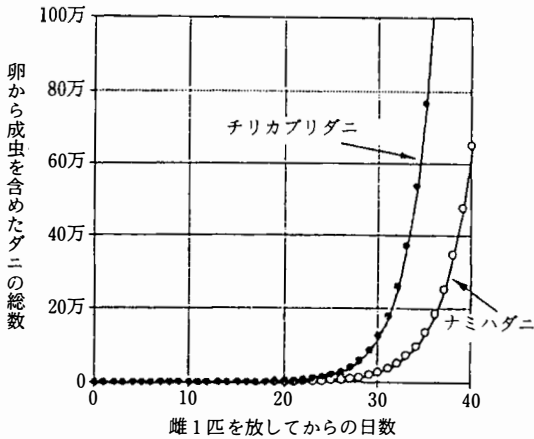


図-5 25°Cにおけるナミハダニとチリカブリダニの増殖
(森, 1993)

ザワハダニなどの *Tetranychus* 属のハダニを攻撃する捕食性の天敵で、ハダニの卵を特に好んで捕食する。ハダニと同様に卵、幼虫、第一若虫、第二若虫および成虫の発育ステージに分けられる。成虫は植物の葉上のハダニのいる場所にハダニ卵の約2倍の大きさの卵を産みつける (マライス・ラーフェンスベルグ, 1995)。活発な捕食活動を行うのは第一若虫以後のステージである。成虫は1日に20個程度のハダニ卵を捕食し、25°Cでは総産卵数は約60個である。成虫の雄と雌の性比は約1:4である。またハダニより発育速度が速く、25°Cでは7日で発育を完了する。分散能力が高いため、餌のハダニがないとすぐ分散する反面、ハダニの密度の高いところでは定着する。

2 利用技術

チリカブリダニはヨーロッパでは、施設栽培のキュウリのナミハダニの防除に利用されていたが、最近はいちごに対しても利用されるようになった。わが国でもいちごのハダニ類の防除を目的として登録された。製剤としては、500 ccのプラスチックボトルに約2,000頭のカブリダニとキャリアーとしてパーミキュライトを入れたものが一般的である (マライス・ラーフェンスベルグ, 1995)。よく混ぜてパーミキュライトを一定量葉上に置けば、一定量のチリカブリダニが放飼される。葉の小さな作物での放飼には、紙袋に入れたタイプの製剤もあり、袋を植物体上に釣り下げることにより放飼する。いちごのハダニの防除に利用する場合、最初の放飼は、ハダニが株当たり1頭程度の少発生時に、1m²当たり2~4頭を放飼する。以後ハダニの発生に応じ2回目以後の放飼を行う。1回の放飼で十分な場合もあるが、通

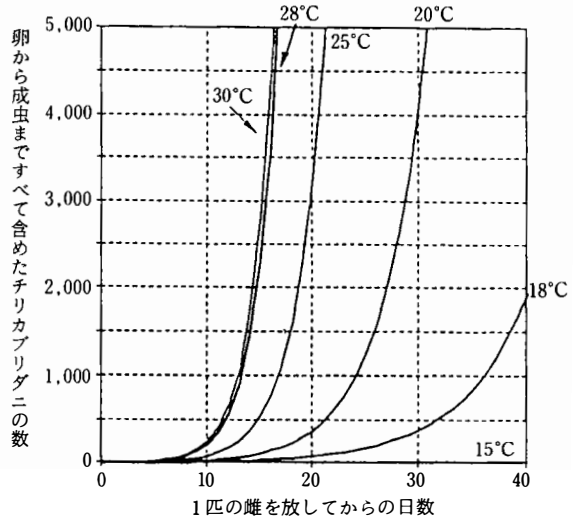


図-6 異なる温度条件下におけるチリカブリダニの増殖
(森, 1993)

常は2回放飼することが多い。また放飼の初期密度は、チリカブリダニに対するハダニの密度を30倍以下にするのが望ましいとされている。チリカブリダニの最初の放飼時期の決定は、ハダニの発生調査に基づいて行わなければならない。ヨーロッパで本種が利用されているキュウリについては、少数のハダニの食害痕が容易にわかるため、ハダニの被害程度に基づく放飼時期の決定が可能であるが、いちごは葉がより厚いため同じ方法は取れない。やはり葉のサンプリングによる発生調査が必要となるかもしれない。

チリカブリダニの利用のもう一つの重要な問題点は、本種の活動が温湿度に強く影響されることである。チリカブリダニは25°Cではハダニより速やかに増殖するが (図-5)、15°Cではほとんど増殖せず、30°C近くになると温度が高くなっても増殖速度がほとんど速くならない (図-6)。30°C以上では捕食活動が鈍り、33°C以上では繁殖障害が引き起こされることもわかっている (森, 1993)。低温も捕食能力に影響し、雌成虫の捕食能力は20°C以下では急速に低下し、10°Cではほとんど捕食しなくなる。相対湿度もかなり強く影響する。卵のふ化率は50%以下では極端に低下するが (森・真梶, 1977)、成虫の捕食能力は33%程度の低湿度でむしろ高く、100%では著しく低下する。以上からチリカブリダニの活動に好適な温湿度は15~30°C、50~90%RHであると言われている (森, 1993)。わが国において本種の利用のための登録がなされたいちごの管理温度を考えた場合、この温湿度条件はかなり厳しい条件であると言わざるを得

表-1 今後生物農薬として登録が期待される天敵

天 敵	作 物	害 虫
<i>Dacnusa sibirica</i> (コマユバチ)	トマト	マメハモグリバエ
<i>Diglyphus isaea</i> (ヒメコバチ)	トマト	マメハモグリバエ
<i>D. sibirica</i> + <i>D. isaea</i>	トマト	マメハモグリバエ
<i>Aphidoletes aphidimyza</i> (ショクガタマバエ)	イチゴ, キュウリ	アブラムシ類
<i>Aphidius colemani</i> (アブラバチ)	イチゴ, キュウリ	アブラムシ類
<i>A. aphidimyza</i> + <i>A. colemani</i>	イチゴ, キュウリ	アブラムシ類
<i>Chrysoperla carnea</i> (ヤマトクサカゲロウ)	イチゴ, キュウリ	アブラムシ類
<i>Orius sauteri</i> (ナミヒメハナカメムシ)	ナス, キュウリ ピーマン	ミナミキイロアザミウマ
<i>Amblyseius cucumeris</i> (カブリダニ)	ナス	ミナミキイロアザミウマ

ない。冬期の温度は低過ぎ、5月以後の昼間の温度は高過ぎると考えられ、利用できる時期が限定されてしまうことになる。

III その他の天敵

1 今後登録が期待される天敵

今後わが国で、施設栽培の害虫防除素材として登録される可能性の高い天敵を表-1に示した。アブラムシの防除用のアブラバチ (*Aphidius colemani*) およびショクガタマバエ *Aphidoletes aphidimyza*, マメハモグリバエ防除用の寄生蜂 *Diglyphus isaea* および *Dacnusa sibirica* は、単剤および混合剤の両方で試験されている。アブラムシ用の2種はイチゴ、ハモグリバエ用の2種はトマトの天敵利用に基づく体系防除を完成させるため登録が急がれている。アブラムシに対してはこれ以外にヒメクサカゲロウの試験が行われ、かなり速効性で効果も高いことが確認された。*A. colemani* がワタアブラムシとモモアカアブラムシの2種にしか有効でないことや、ショクガタマバエの効果が不安定であることを考慮すれば、ヤマトクサカゲロウのような広食性の捕食者の登録も望まれる。トマトとイチゴ以外の施設栽培野菜では、ミナミキイロアザミウマが重要害虫となっている。そのための天敵防除素材として、カブリダニ *Amblyseius cucumeris* と土着天敵のナミヒメハナカメムシ *Orius sauteri* の利用技術の開発が進められており、両種とも有望な結果が得られている。*A. cucumeris* やヒメハナカメムシ類は、ヨーロッパではわが国でも問題化しつつあるミカンキイロアザミウマの防除に利用されて

おり、わが国でも今後の利用技術の開発が期待される。これから試験が行われる予定の有望天敵としては、コナジラミに対する寄生蜂 *Eretmocerus californicus* およびアザミウマに対するカブリダニ *Amblyseius degenerans* の利用があげられる。ここではわが国で最も実用化が急がれる、トマトのマメハモグリバエ防除対策としての寄生蜂の利用方法について補足説明する。

2 マメハモグリバエに対する寄生蜂の利用

欧米では1980年以降、トマトやキュウリを加害するナスハモグリバエ、マメハモグリバエおよびわが国で未発見のハモグリバエ *Liriomyza huidobrensis* の防除に2種の寄生蜂 *Diglyphus isaea* および *Dacnusa sibirica* が利用されている (RAVENSBURG, 1992)。ヒメコバチの *D. isaea* は外部寄生性で寄主体液摂取により産卵寄生と同じぐらいの数のハモグリバエ幼虫を殺すのに対し、コマユバチの *D. sibirica* は、内部寄生性で寄主体液摂取は行わない。増殖能力は15℃以上では前者が、以下では後者が高い (MINKENBERG, 1990)。移動分散能力は *D. sibirica* の方が高いと推測されている。寄生に好適な寄主の齢も異なっており、*D. isaea* は3齢に好んで寄生し、*D. sibirica* はより若い寄主に寄生する。製剤は、ボトルに一定数の成虫を入れたもので、一方の種だけを入れた単剤と両種を入れた混合剤とがある。わが国では混合剤の場合、0.5~2頭/m²の密度でハモグリバエの発生確認後1週間間隔で4回放飼されている。1頭の蜂でかなり多数のハモグリバエ幼虫を殺すのと食害の確認が容易なため、放飼の遅れによる防除の失敗の可能性はオンシツツヤコバチに比べれば低い。しかし時期によって

は在来の寄生蜂の寄生率が高くなり、効果の確認ができないのが試験上の問題となっている。両種の利用時期としては、温度に対する増殖能力の違いを反映して、低温時は *D. sibirica*、高温時は *D. isaea* の利用が好ましいとされている。混合剤は時期によらず有効であることをねらいとするものであろう。わが国には、マメハモグリバエの土着天敵の利用に関する研究も行われており、すでに有力寄生蜂の確認と増殖技術の開発はほぼ完了している。わが国土着の有力寄生蜂はすべてヒメコバチであり、その中で西東ら(1996)は、温室および露地における寄生状況調査から *Hemiptarsenus varicornis* が有望種であるとしている。今後の利用技術の開発が期待される。

おわりに

天敵の生物農薬の利用のためには、供給体制が整ったとしても、現場における技術的な問題として、農薬との併用など各種作物における防除の体系化、天敵に対する農薬の影響評価、天敵の放飼時期の決定および効果の確認のための発生調査法の確立などが解決されなければならない。天敵を大量生産する立場における問題として品質管理の問題がクローズアップされている。このような問題は国際的にも重要で欧米を中心に活発な研究、情報交換が行われている。これらの動向を踏まえつつわが国

における技術開発を進めることが望まれる。

引用文献

- 1) HASSELL, M. P. (1976) : The Dynamics of Arthropod Predator - Prey Systems, Princeton University Press, Princeton, 237pp.
- 2) 梶田泰司 (1979) : 九病虫研会報 25 : 112~113.
- 3) ——— (1986) : 同上 32 : 155~157.
- 4) KAJITA, H. and J. C. VAN LENTEREN (1982) : Z. ang. Ent. 93 : 430~439.
- 5) 松井正春 (1995) : 応動昆 39 : 25~31.
- 6) マライス, マーレーン・ウィレム ラーフフェンスベルグ (1995) : 天敵利用の基礎知識, 農文協, 東京, 116 pp.
- 7) MINKENBERG, O. P. J. M. (1990) : On seasonal inoculative biological control. Ph. D. thesis, Wageningen Agricultural University, 230pp.
- 8) MOUND, L. A. and S. H. HALSEY (1978) : Whitefly of the world. John Wiley and Sons, Chichester-New York-Brisbane-Toronto, 340pp.
- 9) 森樊須 (1993) : 天敵農薬—チリカブリダニその生態と応用—, 日本植物防疫協会, 東京, 130pp.
- 10) ———・真梶徳純 (1977) : チリカブリダニによるハダニ類の生物的防除, 日本植物防疫協会, 東京, 89pp.
- 11) NELL, H. W. et al. (1976) : Z. ang. Ent. 81 : 372~376.
- 12) RAVENSBERG, W. J. (1992) : Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer 45/1992, 1 : 49~72.
- 13) 西東 力ら (1996) : 応動昆 40 : 127~133.
- 14) VAN LENTEREN, J. C. et al. (1976) : Z. ang. Ent. 81 : 377~380.
- 15) VAN ROERMUND, H. J. W. (1995) : Understanding biological control of greenhouse whitefly with the parasitoid *Encarsia formosa* - From individual behaviour to population dynamics. Ph. D. thesis, Wageningen Agricultural University, 243 pp.
- 16) 矢野栄二 (1988) : 野菜茶試研報 A. 2 : 143~200.
- 17) ZCHORI-FEIN, E. et al. (1992) : Experientia 48 : 102~105.

日本植物防疫協会の生物農薬関連図書

「生物農薬開発の手引き」

B5判 111頁 定価 2,000円 送料 310円

生物農薬の実用化促進に社会的な期待が寄せられており、行政面でも農薬登録のガイドライン(微生物農薬検査基準)の検討が進められている。当協会でも「生物農薬検討委員会」を設置し、適切な試験研究をすすめるための諸問題の検討を始めた。本書はその事業の一環として作成されたもので、これまでの知見や議論を集約し、開発や試験研究の参考とするべく資料を集成し、解説を加えたものである。

雑誌「植物防疫」特別増刊号 No.2

「天敵微生物の研究手法」

B5判 222頁 定価 3,000円 送料 140円

生物農薬の中で一番研究開発の進んだ天敵微生物について、その採集から各種実験法までを詳しく解説。

「天敵農薬」

—チリカブリダニその生態と応用—

森 樊須(北海道大学名誉教授)編

A5判 130頁 定価 2,400円 送料 310円

昆虫病原糸状菌の特性と利用技術

ぎょう とく ゆたか
行 徳 裕
熊本県農業研究センター果樹研究所

微生物的防除の素材として利用される天敵微生物には、昆虫病原ウイルス、昆虫病原細菌、昆虫病原糸状菌および昆虫病原原生動物の4種類がある。これまで、数多くの昆虫から天敵微生物が分離され、防除試験が実施されているが、実用化されている天敵微生物はほんの一握りである。現在、わが国において利用されているものは、チャハマキとチャノコカクモンハマキの顆粒病ウイルス (GV)、昆虫病原細菌 *Bacillus thuringiensis*、昆虫病原糸状菌 *Beauveria brongniartii* の4種にすぎない。しかし、食品の安全性や環境保全に対する消費者の関心が高まるとともに、化学合成農薬に代わる方法として、微生物農薬を含む生物農薬が注目されてきている。

近年、多くの研究機関で天敵微生物を利用する防除試験が実施されるようになった。このなかには *Verticillium lecanii*、*Metarhizium anisopliae* など実用化に近いものも含まれており、微生物農薬の種類や使用量は増加していくものと考えられる。

4種類の天敵微生物はそれぞれ特徴があり、一括して取り扱うのは難しい。本稿では、昨年登録された *B. brongniartii* 製剤 (バイオリサ・カミキリ®) に関する試験結果を例に取りながら、昆虫病原糸状菌製剤の特徴、施用方法、試験方法、評価方法および実用上の問題点について解説したい。

I 昆虫病原糸状菌の特徴

昆虫病原糸状菌には、病原菌を定着させ永続的に害虫の密度を下げることを目的とする利用法と、化学合成農薬のように一時的な密度抑制効果を目的とする利用法の二つがある。*B. brongniartii* 製剤あるいは試験中の昆虫病原糸状菌では、すべて一時的な密度抑制効果を目的として開発が進められている。

昆虫病原糸状菌は対象害虫の体表に分生子が付着・発芽し、菌糸が体腔内へ侵入することで感染し、最終的に害虫を死亡させる。この特徴が昆虫病原糸状菌を農薬的に使用する場合の問題点となる。最も大きい問題は、遅効的であるという点である。菌や菌株の種類、分生子の付着量によって差が認められるが、分生子が付着して死

亡するまでに1週間～10日以上が必要である。また、分生子が発芽し体腔内に侵入するためには、高い湿度と好適な温度が一定期間維持されることが必要である。このため、体腔内へ侵入するまでに必要な時間は、野外で施用する場合は気象条件に、施設で施用する場合は栽培管理によって左右される。さらに、感染個体の摂食量・体重、産卵(仔)は、死亡する直前まで変化が認められないことも問題である(図-1)。

このような欠点を持つため、昆虫病原糸状菌は、利用できる害虫が限定される。一般に、施用世代の防除効果を必要としない(次世代の密度を低下させることを目的に親世代に施用する)場合や要防除水準が比較的高い害虫に有効であるとされている。しかし、要防除水準が低い害虫であっても、*V. lecanii* 製剤 (MYCOTOL® など) のように、発生初期に施用することで防除に利用することも可能である。

昆虫病原糸状菌は施用による直接の効果以外に、飛散分生子、菌汚染虫(体表面に分生子が付着した個体)による水平伝播、菌叢生虫(体表に菌糸が叢生した病死虫)への接触、あるいはその体表に形成された分生子の

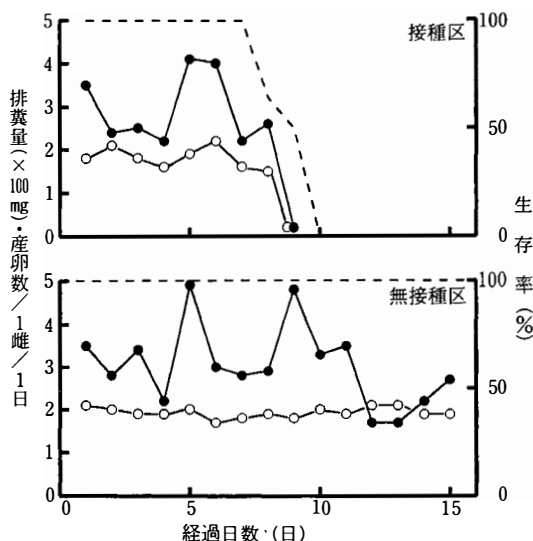


図-1 *B. brongniartii* に感染したゴマダラカミキリ成虫の産卵数(白丸)、排糞量(黒丸)および生存率(破線)の推移(柏尾・氏家, 1988)

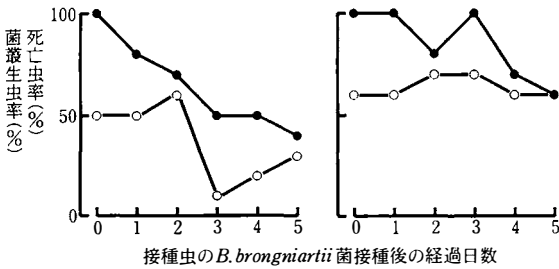


図-2 キボシカミキリにおける *B. brongniartii* による菌汚染虫からの水平伝播^{a)} (堤・山中, 1985)

左：雄汚染虫からの水平伝播，右：雌汚染虫からの水平伝播，白丸：菌叢生虫率，黒丸：死亡虫率

^{a)}：*B. brongniartii* 製剤上を歩行させた個体を処理0日目から毎日，異なる異性の健全虫と30分同居させた。同居させた健全虫は個体飼育して感染の有無を調査した。

飛散による二次感染の効果も期待される。*B. brongniartii* では，菌接種5日後まで菌汚染虫から健全虫に水平伝播することや，菌叢生虫から他個体へ二次感染することが明らかにされている (図-2・表-1)。このほか，昆虫病原糸状菌は種特異性が高く，天敵に対する悪影響がないことや，環境への負荷が少ないことなどの利点もある。

II 昆虫病原糸状菌の施用法

昆虫病原糸状菌の感染は，分生子が体表に付着することから始まる。したがって，高い効果を得るためには，対象害虫の体表に効率よく分生子を付着させる施用方法が必要である。昆虫病原糸状菌の施用法には，①分生子懸濁液の散布，②分生子と菌糸を含む培地（以下，培養担体）の施用，③分生子を付着させた菌汚染虫の放飼，がある。

分生子懸濁液の散布は，圃場に発生しているすべての対象害虫に対して分生子を付着させることが可能な施用方法である。また，農薬と同じ方法で施用できるため，簡便であり，普及性が高い。

培養担体は培地を含む製剤であるため，施用が煩雑となる場合が多い。また，植物全体へ施用することが難しく，分生子を対象害虫へ付着させるために特殊な施用方法が必要となる。しかし，培地の栄養分を利用して分生子が再生産されるため，分生子懸濁液の散布に比べ残効が長いという長所がある。

菌汚染虫の放飼は放飼個体からの水平伝播や二次感染を利用して密度を抑制する方法である。この方法には，大量の放飼個体を確保する必要があること，放飼個体が

表-1 *B. brongniartii* に感染し菌を叢生したゴマダラカミキリからの二次感染^{a)}

反 復	供試虫数 (頭)	病死虫率 (%)	病死までの 日数(日)
1	6	100	9.4
2	4	75	7.8

^{a)}：1×1×1 m の網ケージに菌が叢生した病死虫を枝に固定し，健全虫を2日間放飼した。回収した個体は個体飼育を行い感染の有無を調査した。

植物に被害を与える場合は利用できないことなど，多くの問題点がある。

B. brongniartii は，対象害虫であるカミキリムシ類の発生期間が2～3か月と長いため，残効が長い培養担体が製剤に選ばれた。また，成虫の羽化脱出部位が主幹に集中することから，この部位に培養担体を施用する方法が考えられた。さらに，施用を簡便にするため，培養担体は細長い帯状に加工されている (図-3)。このように，施用方法を選択するにはあらかじめ対象害虫の生態を把握し，高い頻度で製剤に接触する方法を選択・開発する必要がある。また，施用方法と製剤の形態は密接に関係しており，製剤の生産を担当する農薬メーカーや防除組合との協力は不可欠である。

III 昆虫病原糸状菌の試験方法

昆虫病原糸状菌は遅効的であり，感染虫は死亡する直前まで活動する。したがって，施用圃場の感染虫や菌汚染虫は，健全虫と同じように移動・分散する。さらに，培養担体上の分生子が風雨により飛散したり，分生子懸濁液が散布時に無施用区や対照区へドリフトすることも考えられる。昆虫病原糸状菌は，水平伝播や二次感染によってその効果が拡大されるため，それらの影響は化学合成農薬に比べて大きい。圃場試験を実施する場合は，以下の方法で菌の拡散を防止する必要がある。

感染虫や菌汚染虫の移動が想定される場合，フェンスや波板で物理的な障壁を設ける。ただし，カミキリムシ類など移動能力が高く，物理的障壁によって移動が抑えられない種類は，施用区に隣接して対照区を設定することは困難である。このため，ケージ試験や網掛け試験などの準室内試験や処理区のための試験となる。また，分生子の飛散，ドリフトによる影響を排除するため，施用区と無施用区・対照区の間には緩衝地帯を設ける。

圃場試験は，製剤の効果を明らかにするため高密度条件下で実施されることが多い。また，フェンスや波板で



図-3 カンキツにおける *B. brongniartii* 製剤の施用法
上から順に枝吊り法、枝架け法、バンド法

移動を制限するため、施用区外への感染虫・菌汚染虫の移出、施用区内への未感染虫の移入が起りにくく、効果が過大に評価される傾向がある。一方、実用化された場合、対象害虫の移出入は制限されず、低密度条件下でも使用される。このため、対象害虫や昆虫病原糸状菌の種類によっては、製剤の効果を確認する試験と実用化試験とを分離して実施する必要がある。

IV 昆虫病原糸状菌の防除効果の判定

防除効果は、対象害虫の生息密度、被害程度、病死虫の発生推移および菌密度の4項目について調査し、総合的に評価する必要がある。

対象害虫の生息密度と被害程度の調査は、既存の農薬試験の調査法、調査基準を用いる。また、病死虫の発生消長は生息密度の調査法に準じて行う。ただし、カミキリムシ類のように生息密度調査で病死虫の発見が困難な種類では、施用圃場から発生個体の一部を採集し、一定期間個体飼育して病死虫率を求め、感染率を推定する方法もある。病死虫を調査する場合、菌叢生虫と硬化病死した個体を病死虫とし、別々に計数する。また、菌を叢生しない病死虫と原因不明の死亡虫の判別が難しい場合は、死亡虫と菌叢生虫にわけて調査する。

先に述べたとおり、昆虫病原糸状菌は菌汚染虫や菌叢生虫から水平伝播、二次感染する。水平伝播や二次感染した個体は、施用した分生子によって感染した個体に比べ遅れて発病する。また、その発生頻度によっては施用区内で流行病的な発生が観察される場合もある。このため、昆虫病原糸状菌の効果試験は、化学合成農薬に比べ長期間、調査する必要がある。

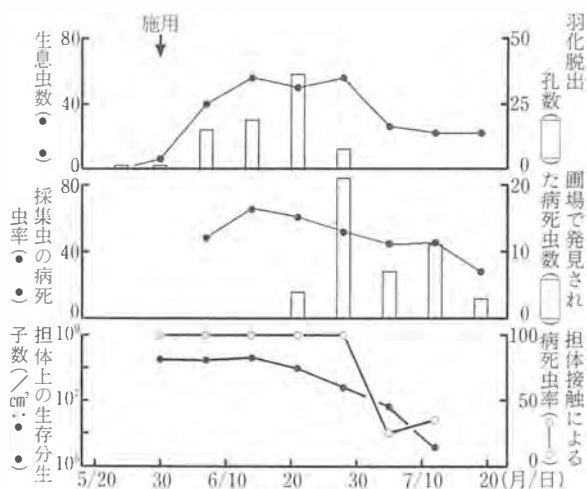


図-4 *B. brongniartii* 製剤施用圃場におけるゴマダラカミキリ成虫の生息数、羽化脱出孔数、圃場で観察された病死虫数、採集虫の病死虫率、製剤上の生存分生子数および担体への接触による病死虫率^{a)}

^{a)}：健全虫を収容した容器に回収した製剤の一部(2.5×5 cm)を入れ24時間接触させた後、個体飼育を行い感染の有無を調査した。

研究室で培養した糸状菌を使用する場合は、施用前に分生子懸濁液・培養担体上の単位体積(面積)当たりの分生子数と分生子の発芽率を調査する。製剤の試験であっても、製造後に分生子の生存率が低下することが考えられるので、施用前に同様の調査を行い、表示された力価が保持されていることを確認する必要がある。施用後も施用植物上や培養担体上の分生子数の推移を調査することも必要である。特に、培養担体は施用後も新たに分生子が形成されるため、この調査は重要である。

B. brongniartii 製剤の試験では、生息密度、感染率および病死虫の発生推移を調査すると同時に、施用した製剤を回収して単位面積当たりの分生子数と発芽率を調査した。さらに、回収した培養担体にゴマダラカミキリを接触させ感染の有無を調査し、圃場における菌密度および感染力維持期間(残効)を推定するための目安とした(図-4)。分生子懸濁液散布でも、施用植物に対象害虫を接触させ感染率を求める方法や、植物体上の分生子を回収する方法で調査が可能である。

以上の調査をすべて実施するには多大の労力を必要とする。試験に当たっては、調査目的に応じて調査項目を選ぶ必要がある。

化学合成農薬では、対象害虫の密度と被害程度を対照薬剤と比較して評価する。昆虫病原糸状菌は化学合成農薬と性格が異なるため、その効果を単純に比較すること

は適切ではない。あくまで、要防除水準を基準とした防除効果を中心に、菌の残効、水平伝播や二次感染による副次的効果、天敵に与える影響などを総合して、実用性や普及性を評価しなければならない。

V 昆虫病原糸状菌の普及上の問題点

現行の防除体系に昆虫病原糸状菌製剤を導入するためには、他の病害虫の防除に利用される農薬が製剤に与える影響について明らかにし、新しい防除体系を組み立てなければならない。また、昆虫病原糸状菌の感染が成立するためには好適な温度と高い湿度が一定期間継続する必要があるため、防除体系と同時にこれらの条件を満たす栽培管理を確立する必要もある。

昆虫病原糸状菌は低温での保管が必須であり、通常の農薬と同じ流通経路で輸送・貯蔵することはできない。

しかし、農薬を取り扱う卸業者、小売業者、JA、農家は専用の低温庫を保有していない。このため、製造場所から使用する現場までの輸送あるいは貯蔵法についても事前に検討しておくことが必要である。

昆虫病原糸状菌は、化学合成農薬と異なる特徴を多く持っている。また、施用方法、施用時期、施用時の栽培管理などの注意事項も多い。さらに、効果の判定法も化学合成農薬と異なる場合が多い。普及に際しては、普及を担当する技術者、普及センターやJAの技術員、使用する農家に対してこれらの技術を移転し、製剤を使用させる必要がある。

引用文献

- 1) 柏尾具俊・氏家 武(1988): 九病虫研会報 34: 190~193.
- 2) 堤 隆文・山中正博(1995): 応動昆 39: 267~269.

発行

日本植物防疫協会

「昆虫の飼育法」

湯嶋 健・釜野静也・玉木佳男 共編

収録種(項目)数 126 種

B5判 400 ページ

定価 12,000 円 (本体 11,650 円) 送料サービス

昆虫の飼育法

湯嶋 健
釜野静也 編
玉木佳男



社団法人 日本植物防疫協会

昆虫の飼育法について、実際に飼育に従事されている方に、独特のコツを含めて詳述していただいた。総論では、共通性のある、餌の種類／人工飼料の調整／飼育虫の病気対策／虫質管理／飼育環境／飼育施設／飼育計画と作業計画などを、各論では、126 種(項目)の虫につき、材料の採集／餌／飼育法／作業計画／注意事項と問題点／参考文献などを詳述。付録に、ビタミン混合とその作り方、無機塩混合物とその作り方、昆虫用市販人工飼料リストを付す。

〈お申し込みは前金(現金書留・郵便振替)で本会まで〉

フェロモンの特性と利用技術

東京大学大学院農学生命科学研究科 た 田 つき 付 さだ 真 ひろ 洋

はじめに

「フェロモン」という語は、新聞・雑誌・テレビなどで馴染み深いものになった反面、本来の意味から著しく逸脱した用法も目にするようになった。生物学でいう「フェロモン」は、広汎な生物種に見いだされる同種個体間での情報伝達を担う化学物質である。中でも昆虫の性フェロモンは、超微量で劇的な効果を示し、種特異性が高く、しかも無毒という特性を持つため、1960年代には既に安全な次世代の害虫制御剤として注目された。そして現在、わが国では主要農作物害虫 20 数種を対象に発生調査用の性フェロモン剤が市販されており、さらにその半数近い種では防除用フェロモン剤に農業登録が採られている。このような事情からすると、フェロモンを新素材と呼ぶことは適当でないかもしれないが、普及の度合いを見ると、まだ一般に馴染み深い農業資材にはなっていない。

害虫の制御に利用されているフェロモンはいまのところガ類や甲虫類を主な対象とした性フェロモンと、クイムシ類などを対象とした集合フェロモンに限られている。ここでは、最も広く利用されているガ類の雌の性フェロモンを中心に特性と利用技術を述べるが、甲虫類をはじめ、その他の昆虫の性フェロモンについても基本的には同様と考えてよい。

なお、紙数の関係で具体的な資材（フェロモントラップ、誘引剤、かく乱剤、など）についての詳しい説明はできないので、これらについては、「性フェロモン剤等使用の手引き」（日本植物防疫協会、1993）を、また、性フェロモン利用に結びつく生理生態学的原理と各論については、本誌特集号（47 巻 11 号、1993）を参照されることをお勧めする。

I 性フェロモンの特性

1 生物学的特性

(1) 異性の誘引

害虫制御に利用されるのは、雌成虫が大気中にニオイ

として放出し風下から雄成虫を雌のもとに誘引する性誘引フェロモンである。ニオイとして作用するから効果は風下に限られるが、有効範囲は殺虫剤と比べればはるかに広い。

(2) ブレンドの重要性

大半の種が 2 成分以上を一定比率でブレンドしたものをフェロモンとして利用している。個々の成分ではフェロモン活性が示されない例も多い。通常、すべての成分を正しい割合で含む完全なブレンドが最大のフェロモン活性を示す。フェロモンを特徴づけている種特異性は、第一に成分の組成とその混合比率によって発揮される。ところが、好適なブレンドであっても他の類似成分がわずかに加わるだけで一挙に活性が抑制されてしまうこともよくある。これらの点はフェロモンを利用する際に特に重要である。

(3) 高感受性と至適濃度範囲

1 頭の雌に含まれる性フェロモン量は極めて微量で（主成分でも 1 ng 前後から数 100 ng 程度）、空中に放出される濃度も極めて低い。それにもかかわらず雄は数 10 m も風下でこれをキャッチできる極めて高感度の、フェロモンに特殊化した嗅覚感覚器をもっている。さらに雄の性フェロモンの受容には種に特異的な至適濃度範囲が存在し、濃度が低すぎればもちろん、高すぎても反応は生じない。同じ成分を性フェロモンとする 2 種の間では、性フェロモンの至適濃度範囲の違いが生殖隔離に機能している例も知られている。

以上述べた生物学的特性によって、性フェロモン利用の成否が左右されることもある。

2 化学的特性

(1) 物質の種類

すでに 300 種を超えるガ類の雌から性フェロモンが同定されているが、それらの成分の大多数は炭素数が 10 から 20 数個までの鎖状の脂肪族化合物（アルコール、エステル、アルデヒド、炭化水素、など）であり、比較的限られた範囲の物質がフェロモン成分に使われていることがわかる。なお、甲虫類では以上の化合物に加えて芳香族やテルペノイドなど、より広い範囲の物質が使われている。

(2) 毒性

一般にフェロモン物質の毒性は殺虫剤に比べれば著しく低いものである。したがって、自然界やフェロモンを利用する場合での人畜、野生動物、昆虫などに対する毒性は通常は問題にならない。逆にいうとフェロモンで害虫を直接殺すことはできない。

(3) フェロモンの物理化学的性質

ニオイとして作用することからわかるように、フェロモン成分は揮発性を有する。しかし、その程度はそれほど高くなく、拡散も激しくないで、あまり広がらずに風に乗って遠くまで流されていく。このようにしてフェロモン源から風下に形成されるフェロモンの流れを「ブルーム」とよぶ。気化したフェロモンは空気よりも重いので、風のない条件下では地上近くに溜まりやすい。

フェロモンはいずれも疎水性物質で、水には不溶だが脂質や高分子ポリマー（ゴム、プラスチック、皮）などには非常によく吸着される。また、吸着量がある程度以上になればそこから徐々に揮発する（徐放効果）。フェロモン物質には程度に差はあるが空気中の酸素や紫外線によって分解を受けるものが多い（特にアルデヒドや不飽和度の高い化合物）。

これらの特徴も、フェロモンの利用の仕方に特性とやらんで制限を与えるものである。

II 性フェロモンの利用技術

現在実施されている性フェロモンの害虫制御への利用法は、間接的利用である「発生調査」と、直接害虫の密度制御を目的とする「大量誘殺」、「交信かく乱」の3種である。これらのうち発生調査と大量誘殺は、性フェロモン本来の強力な誘引性を利用するものであり、交信かく乱はフェロモンの特性をうまく利用して、合成フェロモンなどによって雌雄間のフェロモンによる交信をかく乱するものである。

どの方法にも共通する技術的課題は、揮発性があってしかも分解されやすいフェロモン物質を長期にわたり安定して蒸発させることであるが、そのための最も普通の方法はゴムやプラスチックなどの高分子ポリマーへの含浸である。

1 発生調査

性フェロモンによる発生調査の目的は、フェロモントラップへの捕獲状況から発生や侵入の有無を知ること、捕獲数の消長から発生のピークを把握して殺虫剤の散布適期を予測すること、および、捕獲数を基に野外の害虫密度を推定して防除の必要性を決定することの三つである。したがって、発生調査では捕獲効率を一定にできる

ようにトラップの設置条件を管理することがポイントとなる。関係する事項は、誘引製剤（ルアー）およびトラップの種類、トラップの設置法（場所、密度、高さなど）である。

(1) 誘引製剤

誘引製剤は、好適な比率の性フェロモン成分のブレンダーが好適な濃度で蒸発するようにゴムセブタム（ゴムキャップ）、ポリエチレンカプセルなどにフェロモンを含浸処理したものである。市販の誘引製剤は密封してあるので、使用寸前まで開封せず冷暗所に保管しておく（ポリエチレンの製剤は低温で状態が変化して蒸発量に影響する恐れがあるのでフリーザーは不可）。製剤の取り扱いには汚染を防ぐため以下のような特別の注意が必要である；製剤は素手で触らずピンセットなどを使用する。残った分はガラス製のバイアルに入れて密栓をするか、あるいはアルミホイルとサランラップで二重に包装して再び冷暗所に保管する。複数の種類の誘引製剤は一緒にせず別々に保管する。また、使用済みの製剤は焼却処分とする。

製剤には種類によって決められた有効期間が表示されているが、たとえ誘引活性が残っていても安定した効果を得るためにはこれを厳守することが必要である。なお、一つのトラップに2種以上の誘引製剤を入れると誘引阻害が生じることがあるので、問題ないことがわかっている場合を除いて避けるべきである。

誘引製剤は安定した誘引効力が得られるようにはなっているが、特に誘引力を高めた大量誘殺用製剤とは異なるので、防除には有効ではないだけでなく、防除に使用することは違法でもある。あくまで発生調査専用であるという認識が必要である。

(2) トラップ

トラップには粘着式、水盤式、ファネル式など様々な型式があり、それぞれ少しずつ特徴が異なるが、捕獲効率に通常は大きな差は認められないので、対象種や圃場の条件により適宜選択すればよい。ただし、種類によっては特定の型式のトラップに捕獲されにくい場合もある（指定されたトラップを使用すれば問題ない）。また、非常に発生密度が高い場合や大型種が対象の場合、粘着式ではすぐにトラップが捕獲された虫で飽和されてしまい正確な調査が不能になることがある。

トラップもフェロモンにより汚染される。トラップから製剤を取り除いた後もしばらくの間虫が捕獲されることがある。したがって、使用後のトラップを他の種類に転用することは避けるべきである。

(3) 捕獲データの取り扱い

目的が特定の害虫の検出、および発生ピークの把握である場合は安定した捕獲効率を得られるような配慮をしたうえで、捕獲の有無、あるいは捕獲数の推移をみればよい。しかし、生息密度の推定が目的の場合には、事前の十分な調査により捕獲数と実際の圃場の生息密度の間の関係を把握しておく必要がある。その場合、発生密度や季節(世代)、地形その他の環境条件によりトラップの捕獲効率が変わることがあるので、これらによる影響が認められる場合は補正の方法を確立しておく必要がある。

2 直接制御

直接制御の方法は大量誘殺法と交信かく乱法である。これらは全く異なる原理によるが、ともに雌の交尾率を低下させることを目的とする点では共通している。実際に密度制御の効果が表れるのは実施した世代の次の世代においてであり、この点が殺虫剤による制御と大きく異なっている。また、このタイムラグがあるために制御効果の判定が時として非常に難しくなる。

(1) 大量誘殺

性フェロモンの強力な誘引性を利用して雄を大量にトラップに捕獲することにより、性比を極端なアンバランス(雌大過剰)に導き、交尾率を下げた産卵数を減らし、次世代の密度を低下させようとする方法である。考え方そのものは非常にオーソドックスでわかりやすい。使用する資材も基本的には発生調査と類似した誘引製剤とトラップを使用するので一見簡単な方法に思えるのだが、実際にはこの方法の適用には以下に記すようにいくつかのかなり厳しい条件が科せられる。

第一に、用いる誘引製剤は野外の処女雌をしのぐ強い誘引性を持たねばならない。これを可能にするにはフェロモン成分の正確な同定がなされているとともに、雌の放出するフェロモン濃度より高い濃度のフェロモンにも雄が正常に反応できる(至適濃度範囲が雌の放出するフェロモンの濃度範囲を超える)かどうか一つのかぎとなる。いずれにしても、大量誘殺用の誘引製剤は発生調査用には要求されない厳しい条件をクリアしたものであり、このことから発生調査用の製剤を防除に使用できないことが理解されよう。製剤の取り扱いには発生調査用製剤と同様である。

第二に、用いるトラップは誘引効率が高いことに加えて捕獲した虫の収容能力が大きくなければならない。コンパクトで、しかも収容力の大きなトラップの開発が必要である。

第三に、一般に複数回の交尾が可能な雄の交尾能力を

考慮すると、高い割合で雄を除去する必要がある。しかも、要求される雄除去率の程度は野外密度に依存して高密度になるほど高くなり(効果の密度逆依存性)、非現実的な数のトラップを必要とする事態にもなりかねない。

(2) 交信かく乱

合成フェロモン成分や類似物質(これらは必ずしも誘引性を必要としない)などのかく乱剤を蒸発させて生息場所に漂わせ、雌雄間での微量の性フェロモンによる交信をかく乱^{*}し、交尾を抑制する方法である。この方法も大量誘殺法と同様、雌の交尾率低下による次世代の個体数減少を目指す。さらに、交尾の抑制に付随して生じる雌の交尾遅延が産卵やふ化に悪影響を及ぼすこともある。大量誘殺法の適用が上に述べたような原因で限定されるため、性フェロモンによる害虫制御法としては交信かく乱法が主体となっており、好結果も多く報告されている。

交信かく乱法では、誘引性を利用する場合とは全く異なり、対象種の生息する圃場一面に雌の放出するよりはるかに高濃度のかく乱剤を漂わせることが必要なので、誘引製剤と比べてはるかに大きな蒸発速度が得られるかく乱製剤が必要である。市販されている製剤で最も普通に使われているのはポリエチレン製のチューブである。チューブ内に封入されたフェロモンはポリエチレン層を透過して表面に達し、徐々に蒸発する。蒸発量のコントロールはポリエチレンの重合度と厚さ、およびチューブの長さでなされる。果樹、茶樹のハマキガ類やヨトウガ類では、20 cm 程度の長さの製剤を1〜数本取り付け付けたポールを一定間隔で圃場内および周辺に設置するが、コナガではロープ状の長いチューブを圃場に張り渡す方法が採られる。もう一つのタイプはハマキガ類などで使われるテープ状の製剤で、フェロモンを含浸させた層と蒸発制御する素材をラミネートしたものである。かく乱製剤の取扱いは誘引製剤と同様だが、含有量をはるかに多いので汚染防止には一層の注意が必要である。

処理効果を左右する要因は、第一に単位面積当たりのかく乱剤の蒸発量であり、第二にいかにして処理圃場内に均一にかく乱剤を分布させるかである。これらに関連

* かく乱の機構としては、(1)フェロモンを受容する触角上の感覚器官あるいは中枢における感受性低下、すなわち「慣れ」、(2)雌が放出・形成するフェロモンブルームのかく乱剤によるカムフラージュ、(3)誘引性のあるかく乱剤では雄をめぐる製剤と雌との競合、などが挙げられる。かく乱剤の組成、処理量(蒸発量)、製剤の設置方法などにより、これらの一部あるいは全部が総合してかく乱効果をもたらすと考えられる。

するのは、製剤の数量（数あるいは長さ）、製剤の設置密度あるいは設置間隔、および処理する圃場の面積などである。均一な分布を実現するためには処理面積をできるだけ大きくすることや、圃場の内部だけでなく周辺部まで含めて処理することなどが有効である。常時強い風の吹く圃場や斜面に位置する圃場では蒸発したフェロモンが流出しやすく、十分な濃度の保持が難しいことが多い。

3 フェロモンによる制御の問題点

フェロモンの持つ特性から、フェロモンによる害虫制御には独特の問題点がいくつか存在する。十分な効果を得るためには、これらをよく理解した上での利用が望まれる。

(1) 効果の密度逆依存性

雌の交尾率を下げることで次世代密度の低下を図るという方法では、必然的に低密度になるほど効果が現れやすくなる。密度がこれ以下になれば効果が上がる、というレベルを示すことは難しいが、毎年世代を追って密度の上昇が見られるような虫では、まだ被害が目立たない初期の低密度の世代にフェロモン処理をすることが有効である。高密度条件下ではいきなりフェロモン処理を行っても効果は得にくい。他の手段、例えば殺虫剤処理により、ある程度密度を下げてからの処理が有効になる。

(2) 処理圃場外からの飛び込み

雌の交尾率を下げるのが目的であるから、たとえ処理圃場内でフェロモン処理の効果が上がっても、処理圃場の外で交尾を済ませた雌が処理圃場に侵入してくれば産卵抑制はできなくなる。フェロモンによる害虫制御で常に問題になるのがこの点である。これを防ぐには処理する圃場の面積を十分にとるほかはないが、どのくらいの面積が必要かは種によって活動範囲が異なるので一概には言えない。また、同一種であっても、そのときの生

息密度、気象条件などによっても移動距離は変化し得るものである。

(3) 効果の判定

フェロモン処理による防除効果を判定することは、既に述べたように必ずしも容易ではない。フェロモン処理中の効果（処理効果）は次に述べる各種のモニタリング法で推定が可能であるが、それが直ちに次世代の密度抑制につながるとは限らないところに難しさがある。

処理効果は、大量誘殺でも交信かく乱でも処理圃場内外の雌をサンプリングして交尾の状態を調査し、処理圃場内の未交尾雌の率が外部より明らかに高ければ効果ありと判断できる。しかし、差が認められないときには、処理効果が十分でないためなのか、外部からの飛び込みがあったためなのかの区別はつきにくい（いずれにしても密度制御効果は望めない）。つなぎ雌法（処女雌の片翅を糸でしばり、ポールなどにつないで圃場に一夜置いた後回収して野外雄との交尾の有無を調査する方法）が実施できれば一層確実に処理効果の判定ができる。交信かく乱法では上記のほかに発生調査用のトラップ（モニタートラップ）を設置して、処理区での誘引が抑制されていればかく乱効果ありと判断できる。

モニタリングでフェロモン処理の効果ありと認められたら、次世代の密度抑制効果が問題になる。処理から次世代発生までにはかなりのタイムラグがあるので、処理直後から時間を追って、産卵数、若齢、老齢幼虫の密度をそれぞれ処理圃場内外で比較調査できれば理想だが、それが困難ならば次世代による被害だけを調査して効果を判定する。なお、これらの調査時には処理圃場への既交尾雌の侵入、天敵や競争種の存在など、密度に直接影響を与える要因にも留意しなければならない。

フェロモン処理の効果は何世代かを経て徐々に現れることも考えられるので、長期にわたる密度変動の調査を要する場合もある。

施設野菜害虫の物理的防除法

——被覆資材——

千葉県農業試験場

上遠野

富士夫

千葉県病害虫防除所

かわ河

な名

とし利

ゆき幸*

はじめに

戦後の有機合成化学のめざましい発展は、農業生産場面においても大きな役割を果たしてきた。化学肥料の多投入は農業生産の多収をもたらし、ビニールの発明は栽培時期や栽培値を拡大した。そして、化学合成農薬はこれまで防除困難とされてきた病害虫の防除を可能にした。しかし、化学肥料は土壌侵食や高塩類障害などを引き起こし、化学農薬は病害虫の薬剤抵抗性の発達、農薬残留による環境汚染などの社会的問題も引き起こした。このような背景から、欧米を中心に低投入持続型農業や環境保全型農業の推進が叫ばれるようになり、わが国においてもできるだけ環境に負荷を与えない環境保全型農業の推進が要望されるようになった。害虫防除は現在も主に化学農薬を中心に展開されているが、環境保全型農業を推進させていくためにはこれらに代わる代替技術としての生物的防除や物理的防除法、あるいは耕種的防除法の技術開発が必要である。しかし、現在の代替防除に関する研究は導入天敵を有効利用する生物的防除が中心になっており、物理的・耕種的防除に関する研究は比較的目的立たない。本報では、物理的防除法の一手段である被覆資材を用いた害虫防除の事例を述べるとともに、これらの資材を害虫防除に使用した場合の長所と短所について述べ、読者の参考に供したい。

被覆資材による害虫防除の考え方は、作物の一部または全体を被覆することによって両者の関係を遮断し、被害を回避することにある。また、被覆資材の持っている物理的特性の中には、害虫の行動や病原菌の孢子形成等に影響するものがある (本田, 1982)。こういったものを防除体系の中にうまく組み込むことによって、農薬の量を少なくした病害虫防除が可能になってくる。しかし、被覆資材の中には作物の花や果実の色に影響したり、花粉媒介昆虫など有用昆虫の行動を抑制してしまうものもあり、使用に当たっては作物の生育と有用昆虫や害虫の行動の両面から判断しなくてはならない。

I 紫外線除去フィルムの被覆による害虫防除

昆虫の可視光線は一般的に人間のそれより短波長域にずれており、昆虫は紫外線を見ることができる。また、糸状菌の孢子形成や菌核形成に紫外域が有効に働くことが知られている (本田, 1982)。そこで、紫外線を除去したフィルムを施設に被覆することによって、病害虫の発生を未然に防ぐ方法が昔から検討されてきた。永井・野中 (1982) は、紫外線除去フィルムで被覆したハウスと普通フィルムで被覆したハウスでピーマンのミナミキイロアザミウマの防除効果を検討した。その結果、紫外線除去フィルムで被覆したハウスでは、ミナミキイロアザミウマの生息密度および被害が顕著に少なくなり有効であることを明らかにした。筆者らは 1992 年に薬剤抵抗性を高度に発達させたマメハモグリバエの防除手段として、紫外線除去フィルムの有効性について検討した。供試した被覆資材はカットエース (380 nm 以下を除去)、ムラサキエース (380 nm 以下および 550~600 nm の 20% を除去)、ノービエース 13 (380 nm 以下を除去)、ノービエース 10 (290 nm 以下を除去) の 4 種類 (いずれも三菱化学 MKV 製) で、これらのフィルムを用いてマメハモグリバエ成虫の侵入抑制ならびに施設へ侵入した後の成虫の摂食・産卵などの行動抑制の可能性を検討した。まず長さ 30 cm、直径 55 mm のガラス管を 2 本用意し、一方に資材を巻き付けたもの、他方に資材を巻き付けなかったものを 2 本つなぎ合わせ、その両端にマメハモグリバエを誘引する黄色粘着トラップを張り付けた。そして、ガラス管の中にマメハモグリバエ成虫を入れたところ、カットエースとムラサキエースはノービエース 10 と比較してフィルム側への成虫の侵入が有意に抑制された (表-1)。次に、紫外線除去範囲の異なるカットエースとノービエース 10 を被覆したガラス管をつなぎ合わせて同様の試験を実施したところ、紫外線除去範囲が広いカットエースのほうが成虫の捕獲数が少なかった (表-2)。また、紫外線除去フィルム下にマメハモグリバエの成虫が侵入した場合を想定して成虫の摂食・産卵への影響を 4 種のフィルムで調査したところ、カットエース区はノービエース 10 区より摂食・産卵痕数および産卵数ともに有意に少なくなった (表-3、

* 現千葉県暖地園芸試験場

Insect Pest Control by Covering Materials in House-vegetables. By Fujio KADONO and Toshiyuki KAWANA

表-1 各種フィルム下におけるマメハモグリバエ成虫の捕獲数

供試フィルム	平均捕獲虫数±S.D.	
	フィルム側	無被覆側
カットエース	2.42±1.88	16.08±2.27
ムラサキエース	3.42±1.98	15.00±1.86
ノービエース 10	5.33±2.93	12.58±2.19

表-2 紫外線の除去範囲が異なる2種類のフィルム下におけるマメハモグリバエ成虫の捕獲数

	カットエース側	ノービエース 10 側
平均捕獲虫数±S.D.	4.75±2.30	14.00±2.63

表-3 各種フィルム被覆条件下でのマメハモグリバエ成虫の摂食産卵痕数

供試フィルム	摂食産卵痕数/トマト 3 株			
	1 回目	2 回目	3 回目	平 均
カットエース	13	191	75	93.0
ムラサキエース	1,143	1,807	2,508	1,819.3
ノービエース 13	0	204	293	165.7
ノービエース 10	187	705	420	437.3

表-4 各種フィルム被覆条件下でのマメハモグリバエの産卵数

供試フィルム	産卵数/トマト 3 株			
	1 回目	2 回目	3 回目	平 均
カットエース	0	23	12	11.7
ムラサキエース	37	140	228	135.0
ノービエース 13	0	14	24	12.7
ノービエース 10	22	38	34	31.3

表-5 クラクール(1.05 mm, シルバー)を展張した区のマメハモグリバエ成虫の誘殺数(1993 年)

	8/11	18	25	9/1	9	16	22	29
展張区 ^{a)}	—	0.1	0.2	0.3	0.3	6.0	4.8	3.6
対照区 ^{a)}	—	2.0	2.0	1.0	8.0	2.4	5.2	2.6
露地(展張側) ^{b)}	8	5	7	10	30	102	27	28
露地(対照側) ^{b)}	8	4	5	10	35	47	13	21

^{a)}: 施設内は黄色粘着トラップ 1 枚当たり, ^{b)}: 露地は黄色粘着トラップ 2 枚の合計値

4)。しかし、ムラサキエースはノービエース 10 やカットエースの紫外線域の除去範囲が同じであるにもかかわらず、摂食・産卵痕数、産卵数は有意に多くなった。この原因については不明であるが、550～600 nm が 20% 程度除去されていることが影響しているものと思われる。

II 寒冷紗等の被覆または展張による害虫防除

作物に寒冷紗を被覆して害虫を防除する例として、タフベル 3000 N やパスライトのべたがけ、サンサンネットやタフベル 3000 N のトンネルがけによるコナガの防除が知られている(田中ら, 1989; 柴尾ら, 1991)。森下・東(1990)もクレモナ F 1000 をキャベツ畑に被覆すると、成虫の侵入が抑制されコナガに対して高い防除効果が得られることを明らかにした。しかし、被覆資材と葉が触れるところでは、コナガが外部から産卵可能になるので増殖してしまうことも指摘している。ミナミキイロアザミウマでも被覆資材による防除が検討されている。田中・木村(1991)は2種類の白色タフベル(3000 N, 4000 N)と2種類の銀色タフベル(4000 S, 5000 S)、白色透明なクレモナ寒冷紗(F 1000)および銀色のクレモナ寒冷紗(# 109)の6種類の寒冷紗を用いてミナミキイロアザミウマの侵入抑制効果を検討した。その結果、目合が1.4 mm のクレモナ# 109 が最も侵入抑制効果が高かった。また、木村・田中(1987)は各種の被覆資材を用いてミナミキイロアザミウマの侵入防止効果を比較しており、白色透明または銀色のタフベルの中では目合の大きさが小さい程、目合が同じ場合は白色より銀色のほうが侵入防止効果が高かった。池田(1991)もメロンのミナミキイロアザミウマで同様な試験を行っており、1 mm 目のクレモナ F 1000 を換気窓に設置すれば長期間侵入抑制すると述べている。また、タバココナジラミでも1 mm 目の寒冷紗を被覆すると高い侵入防止効果があることを明らかにしている(青木ら, 1992)。筆者らも銀白色で目合 1.05 mm のクラクール(クラレ製、繊維が毛羽立っており、マメハモグリバエ成虫の侵入はほとんど不可能と考えられる)を施設の開口部に展張してマメハモグリバエの施設内への侵入抑制効果を抑制トマトハウスで検討した。その結果、野外でのマメハモグリバエの発生は展張区側と対照区側で大差なかったのに対し、展張区は対照区と比較して成虫誘殺数は9月上旬まで1/5以下に抑制され効果は高かった(表-5)。しかし、被覆資材の設置が真夏の暑い時期であったため、施設内の温度は平均気温で約4℃、日平均気温で7℃も上昇した(表-6)。以上のように寒冷紗等を用いて

表-6 露地と施設内の気温差(1993 年)

	8/12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
最高気温															
露地	33.0	32.0	30.5	33.0	24.5	31.5	31.0	29.5	36.0	35.5	32.0	34.0	33.0	34.0	25.0
展張区	6.5	7.0	2.5	6.5	0.5	3.0	3.5	3.5	2.5	2.5	5.0	3.0	3.5	4.0	1.0
対照区	1.5	-1.0	0.5	-1.5	3.0	1.0	0.5	2.0	1.0	0.5	0.0	0.0	-1.5	-2.0	1.0
最低気温	18.0	18.0	24.0	22.5	22.0	21.0	25.0	22.5	23.0	23.5	22.0	23.0	22.5	22.0	22.5

展張区、対照区の数値は最高気温の露地との差を示す。最低気温は、施設内、露地ともほとんど差はなかった。展張区は、8月24日の午前より遮蔽資材展張部分よりさらに上位部分を開放し換気を行った。

表-7 ダイオミラー 410(シルバー)を展張した区のマメハモグリバエ成虫の誘殺数(/トラップ・枚)(1995 年)

調査月日	8/3	9	17	23	31	9/7	14	21	28	10/4	11	18
展張区	0	0	0.1	0.1	0.4	0	0.5	0.7	0.5	5.2	2.3	4.3
対照区	0	0.2	0.2	0.2	2.4	0.8	2.4	6.0	3.6	23.6	18.8	11.9

表-8 ダイオミラー 410(シルバー)を展張した区のマメハモグリバエ幼虫の食害株率・葉率(1995 年)

調査月日	8/3	9	17	23	31	9/7	14	21	28	10/4	11	18
展張区	1.6 (32.8)	0 (0)	1.6 (7.0)	1.6 (8.2)	7.8 (32.8)	3.1 (24.6)	7.8 (12.4)	15.0 (18.9)	6.9 (10.9)	23.3 (28.3)	58.3 (58.3)	85.0 (85.0)
対照区	4.8	1.6	22.2	19.0	23.8	12.7	62.9	79.4	63.5	82.5	100	100

8月9日までは株の全葉、9月21日までは先端より10葉目、その後は摘芯のため適宜上位に移し調査した
()内は対照区を100とした場合の数値

表-9 ダイオミラー 410(シルバー)を展張した区のマメハモグリバエ寄生幼虫数(1995 年)

調査月日	8/3	9	17	23	31	9/7	14	21	28	10/4	11	18
展張区	0 (—)	0 (—)	0.16 (14.1)	0 (0)	0.31 (13.1)	0.16 (24.6)	0 (0)	1.00 (7.7)	0 (0)	0.67 (38.2)	4.33 (8.2)	8.83 (11.1)
対照区	0	0	1.11	0.16	2.38	0.63	11.61	13.02	0.63	1.75	52.54	79.52

表-8の注を参照

害虫の侵入を防止するためには、害虫よりも小さい目合の被覆資材を用いればよいことになる。しかし、寒冷紗等の被覆は日射量を低下させるだけでなく、トマトの抑制栽培のように夏季の暑い時期を経過する作型では、ハウス内の温度が過上昇して作物の生育に悪影響を与えることにもなる。特に単棟のハウスでは目合が小さい資材は温度の過上昇が顕著になって使用できない。したがって、そのような作型では通気性と害虫の侵入抑制効果を兼ね備えた被覆資材が必要になってくる。そこで、目の粗い銀白色のダイオミラー 410 (ダイオ化成製)を施設開口部に展張し抑制トマトのマメハモグリバエの侵入抑制効果を検討した。その結果、ダイオミラー 410 展張区は対照区と比較して成虫誘殺数で 1/5 程度 (表-7)、幼虫食害株率・葉率で 1/5 程度 (表-8)、寄生幼虫数で 1/

10 (表-9) となり、物理的に成虫の侵入が可能な目の粗さでも侵入抑制効果は長期間図られることがわかった。なお、この場合施設内の温度の上昇は換気を通常に行っている対照区とほとんど差がなかった。

果樹栽培でも、害虫防除のために各種被覆資材が利用されている。防鳥網 (目合 30~50 mm) は鳥の害を未然に防ぐもので、果樹園全体を被覆するものである。鳥以外に吸蛾類の侵入を防止し、さらに降雹の害を防ぐために千葉県では目合が 8 mm 前後の多目的防災網が使われている。これらの網は当然目合が細かいほど害虫類の侵入防止効果が高くなるが、より微小なハダニ類は逆に多発を助長することもあるので注意する必要がある。

お わ り に

以上述べてきたように、施設野菜の被覆資材にはいろいろなものがあり、その中には害虫防除資材として使用されているものも少なくない。資材の種類によってほぼ完全に害虫の侵入を防止できるものから、ある程度抑制するものまで、その程度は多様である。仮に害虫を完全に侵入防止できなくても、被覆資材を積極的に利用することによって長期間害虫の侵入を抑制することができ、薬剤の散布回数も低減させられるものと思われる。また、天敵を施設に放飼して害虫防除する場合、天敵放飼後に外部から短期間に大量に害虫が侵入すると防除効果が現れるまで長期間を要することになったり、防除不可

能になってしまうこともある。したがって、天敵を利用して害虫防除する場合でも侵入防止用の被覆資材の利用は天敵を有効に働かせるための補助手段として重要であり、環境保全型農業を推進していくためにも被覆資材等、物理的防除技術の活用を図っていく必要があろう。

引用文献

- 1) 青木克典ら(1992)：関西病虫研報 34：55。
- 2) 本田雄一(1982)：植物防疫 36：457～465。
- 3) 池田二三高(1991)：関東東山病虫研報 38：211～212。
- 4) 木村 裕・田中 寛(1987)：関西病虫研報 29：55。
- 5) 森下正彦・東 勝千代(1990)：同上 32：29～34。
- 6) 永井清文・野中耕次(1982)：植物防疫 36：466～468。
- 7) 田中 寛ら(1989)：応動昆虫中国支会報 31：1～4。
- 8) ———・木村 裕(1991)：関西病虫研報 33：117。
- 9) 柴尾 学ら(1991)：同上 33：129。

本 会 発 行 図 書

『最新 農薬の規制・基準値便覧 1995 年版』

(平成 7 年 6 月 30 日現在)

定価 5,000 円(本体 4,855 円) 送料 450 円

A 4 判, 411 ページ

農薬について設定されている各種の基準などを網羅、農薬ごとに関係する基準値を掲載したデータブック(目次) 農薬に係る各種規制・基準の解説—農薬と関係法規。1. 残留農薬基準, 2. 農薬登録保留基準, 3. 農薬安全使用基準, 4. 環境基準, 5. 公共用水域等における農薬の水質評価指針, 6. ゴルフ場使用農薬に係る指針・通達, 7. 水道水質基準, 8. 排水基準。／掲載農薬一覧。／表の見方。／本表。／掲載農薬名索引。

問合せ、ご注文は本会へ(個人は前金(現金・振替)、機関は後払いも可(FAX 注文))
 社団法人日本植物防疫協会 〒170 東京都豊島区駒込 1-43-11 TEL:(03)3944-1561 FAX:(03)3944-2103

ご利用下さい。「植物防疫」専用合本ファイル



本誌名金文字入・美麗 定価 720 円 送料 390 円

本誌 B 5 判 12 冊 1 年分が簡単にご自分で製本できます。

- ・ 貴方の書棚を飾る美しい外観。
- ・ 穴もあけず糊も使わず合本できる。
- ・ 冊誌を傷めず保存できる。
- ・ 中のいづれでも取外しが簡単。
- ・ 製本費がはぶける。
- ・ 表紙がビニールクロスで丈夫。

ご希望の方は現金・郵便振替で直接本会へお申し込み下さい。

物理的防除の特性と利用技術

——昆虫の色覚の利用——

兵庫県病害虫防除所

兵庫県立淡路農業技術センター

こう
河
や
八の
野
せ
瀬じゅん
順さとし
哲
や
也

はじめに

近年、環境に優しい農業の推進を背景に、特に登録農薬のない害虫や難防除害虫に対して、昆虫の色覚を利用した防除技術が開発され、効果を上げている。

有翅のアブラムシ、アザミウマ類等の微小昆虫は黄色に強く誘引される反面、白色と銀色を忌避する作用がある。1989年にキャベツ圃場で実施した誘引試験では、コナガは黄色の粘着板に最も多く誘引され、次いで白色が多く、赤、青では黄色の約1/2程度であった(表-1, 河野, 未発表)。

一方、多くの昆虫の複眼は赤色光を感受しない代わりに、紫外線を感じることができ、色覚が短波長のほうに偏っている(松本ら, 1995)。紫外線や近紫外線が多くの夜間活動性昆虫の活動を活発にさせるのに対して、長波長光線は昆虫の活動を抑制する。例えば、紫外線をカットしたハウスには害虫の侵入が少なかったり(永井ら, 1982)、最大波長580 nmの夜間照明により、果実吸蛾類等の活動が著しく抑えられる(野村ら, 1965)のはこのためである。このような昆虫の光、色に対する習性を利用した害虫防除法のなかで、現在、実用化されているのは、①黄色(青色)粘着リボン、②光反射ポリフィルムマルチ・テープ、③紫外線除去フィルム、④黄色蛍光灯を利用した方法、である。

I 黄色(青色)粘着リボンによる防除

この方法は、昆虫の黄色もしくは青色への誘引性を利用した方法である。ウンカ類、有翅アブラムシ類、オンシツコナジラミは黄色に、ミナミキイロアザミウマなどアザミウマ類は青色に誘引されやすい(北方ら, 1982)。粘着誘引リボンを作物の近くに設置して大量捕獲をねらっている。これは害虫の初期侵入定着防止や高密度時の他の防除手段との併用、あるいは他に有効な防除手段がない場合に有効な方法である。

II 光反射フィルムマルチ・テープによる防除

銀色のポリフィルムを畦にマルチングしたり、作物上に光反射テープを張ることによって銀白色を忌避する害虫の飛来数を抑え、栽培作物への加害およびアブラムシ媒介ウイルス病を減少させる方法である。対象害虫としては、各種野菜のアブラムシ類とそれが媒介するウイルス病、アザミウマ類、ウリハムシ、ハモグリバエ、エンドウのウラナミシジミ(白浜, 1979; 木村, 1982; 鈴木ら, 1984; 東, 1992)、ダイコンのキスジノミハムシ(山田, 1992)が挙げられる。

露地ギク(4月20日定植)のワタアブラムシに対する光反射ポリフィルムマルチおよび銀白色テープの防除効果を検討した。光反射ポリフィルムをキクの株元に畦面施用し、銀白色テープは支柱ネットにはわせて設置した。設置1週間後のアブラムシ虫数は、光反射ポリフィルムと銀白色テープを同時に処理した区は無処理区に比べて約1/4の密度に抑制し、光反射ポリフィルムのみを処理した区は無処理の1/2に抑制した(表-2)。防除効果のみならず、草丈もマルチ区は無処理区より優り、生育に良好であった。これは夜温の保持と下方からの反射光によって作物の生育が促進されたためと考えられる。

光反射ポリフィルムをキクの定植(7月7日)前に処

表-1 コナガの色彩反応

粘着板の色 ^{a)}	誘引数(比率)
赤	46 (62.0)
白	74 (100.0)
黄	90 (122.0)
青	40 (54.0)

^{a)}: 15 cm×21 cmの着色合成樹脂

表-2 露地ギクのワタアブラムシに対する光反射ポリフィルムマルチと銀白色テープの防除効果(1975)

区	7日後 寄生虫数 ^{a)}	補正密度 指数	草丈 (cm)
光反射ポリフィルムマルチ と銀白色テープ	4.5	25.7	103.4
光反射ポリフィルムマルチ	8.5	48.6	103.0
無処理	17.5	100.0	95.0

^{a)}: 新芽10個当たり

理しておくと、無処理区、黒ビニール処理区に比べてアブラムシ有翅の飛び込みが遅く、8月末まで約50日間発生を抑制した（未発表）。

黒ダイズの播種もしくは定植2～3日後に幅100 cmの光反射資材（商品名：タイベック）を畦面に処理した試験では、アザミウマ類（優占種：ダイズウスイロアザミウマ）の発生を長期間抑制した（表-3）。無処理では定植後、もしくは出芽後多数のアザミウマ類が飛来したが、光反射資材を畦面にマルチングした区では高密度圃場でも低密度圃場でもかなり少ない飛来にとどまった。

Ⅲ 紫外線除去フィルムによる防除

紫外線除去フィルムは作物の生育促進のために開発されたものであるが、雨よけハウスなどで昆虫の特性を利用した防除方法としても利用されている。有効な作物と害虫の組み合わせは、キュウリ、スイカ、ピーマン、ホウレンソウのミナミキイロアザミウマ、トマト、ピーマンのヒラズハナアザミウマ、キュウリ、ホウレンソウのアブラムシ類、キュウリのオンシツコナジラミ（善林，1992）、トマト、軟弱野菜、ガーベラのマメハモグリバエ（井口ら，1995）、ダイコンのタネバエ（山田，1992）である。

紫外線除去フィルムは、侵入した害虫の増殖には阻害効果がないので、ハウスの屋根部分だけでなく側面にも使用すると効果が高い。換気装置などの開口部から虫が侵入するのでそのような部分は寒冷紗などで覆う必要がある。よく観察し、発生を確認したら防除対策を講じな

表-3 黒ダイズのアザミウマ類に対する各種資材の防除効果(1994)

区	10葉当たり虫数					
	篠山町(高密度)			西紀町(低密度)		
	6.27	7.12	7.25	6.27	7.12	7.25
光反射資材	13.0	10.2	0.8	0.2	3.0	1.4
シルバーテープ	193.0	26.4	4.4	3.4	7.4	2.2
寒冷紗障壁	114.0	23.8	4.9	35.4	10.0	6.8
無処理	315.8	16.4	11.6	24.0	8.4	1.8

6月13日に処理した。

ければならない。一方、紫外線除去フィルムは、ミツバチなどの花粉媒介昆虫の活動が阻害されるので、イチゴやメロンなどの作物では使用が難しく、また、アントシアニン系色素で発色するナスでは果実の着色不良を生じるので使用が困難である。

Ⅳ 黄色蛍光灯による防除

夜間照明することによって、夜行性害虫の活動を抑え被害を回避しようとする防除技術である。ナシの果実吸蛾類（内田ら，1978；内田，1982）、カキのチャバネアオカメムシに対して黄色蛍光灯を点灯して高い効果を得ており、既に実用化されている。

近年、野菜、花などでも利用が試みられ、オオバ（青ジソ）のハスモンヨトウ（田中ら，1992）、カーネーションのシロイチモジヨトウ（矢野，1994）、タバコガ・ヨトウムシ類（八瀬ら，1996）、スイートコーンのアワノメイガ（那波・向阪，1995）などで黄色蛍光灯の有用性が報告されている。

1 カーネーションのオオタバコガ、シロイチモジヨトウの防除

面積300 m²のビニルハウス内中央部、地上2.8 mの位置に約12 m間隔で40 Wの黄色蛍光灯（FL 40 S-Y-F）を防雨型器具（商品名：EG ライト）を用いて設置し（10 a 当たり13灯相当）（図-1）、1995年の7月18日から12月まで点灯した。点灯時間は19時～翌朝5時を初期設定とし、その後日長の変化に応じて日没前から日の出直後までに適宜変えていった。比較対照とする無点灯施設を約100 m離れたビニルハウスにおいた。殺虫剤を含む一般管理は農家にまかせた。

その結果、点灯施設では無点灯施設に比べ、オオタバコガ幼虫による花蕾の被害はかなりの低密度で経過し、卵数も少なく、高い防除効果が認められた（表-4）。また、対照施設ではシロイチモジヨトウ幼虫、およびそれによる茎・葉の被害が多くみられたが、点灯施設での発生は極めて少なく、シロイチモジヨトウに対する防除効果も十分であった（表-4）。

各調査区における照度は約2～60 Luxの範囲であっ



図-1 黄色蛍光灯設置カーネーション施設概略図

表-4 カーネーションのオオタバコガ, シロイチモジヨトウに対する黄色蛍光灯の防除効果(1995)

調査項目	施設/月日	8.24	9.06	9.21	10.05	10.19	11.02	11.15	11.28
オオタバコガによる 被害花蕾率(%)	点 灯				0.3	1.7	0.3	0.7	0
	無点灯			5.0	4.3	13.3	7.0	3.7	2.7
オオタバコガの卵数 (100 蕾当たり)	点 灯				0	0	0	0	0
	無点灯			5.0	0	4.0	0.3	0	0
シロイチモジヨトウによる 被害茎・葉の割合(%)	点 灯	0	0.3	1.3	0.7	0	0	0	0
	無点灯	13.3	51.0	73.3	34.0	30.0	17.3	15.0	5.0

表-5 バラのはスモンヨトウに対する黄色蛍光灯の防除効果(1995)

調査項目	施設/月日	7.25	8.09	8.24	9.06	9.21	10.05	10.19	11.02
被害茎・葉 の割合(%)	点 灯	0	0	0	0	0	0	0	0
	無点灯	0	8.5	9.0	10.0	5.3	10.0	8.0	4.0
はスモンヨトウ 幼虫数/100 茎	点 灯	0	0	0	0	0	0	0	0
	無点灯	0	0.5	0	0	0	有	0	13.2

たが、照度の違いによる被害程度の差は認められなかった。また、供試品種‘ホワイトキャンドル’の生育に対する影響は特に認められなかった。

2 バラのはスモンヨトウの防除

面積 470 m² のガラス温室内の中央部地上 3.5 m の位置に約 14 m 間隔で 40 W の黄色蛍光灯を設置 (10 a 当たり 8.5 灯相当) し、1995 年の 7 月 1 日から 11 月まで点灯した。点灯時間は 19 時～翌朝 6 時を初期設定とし、その後日長の変化に応じて日没前から日の出直後までに適宜変えていった。比較対照とする無点灯施設を約 10 m 離れたガラス温室においた。殺虫剤散布を含む一般管理は農家にまかせた。

その結果、はスモンヨトウ幼虫による葉の食害は無点灯施設で 8 月よりみられはじめ、被害茎率で 10% 前後の高い状態が 11 月まで続いたのに対して、点灯施設では調査期間中幼虫、被害とも認められず、非常に防除効果が高かった (表-5)。

各調査区における照度はおよそ 1～47 Lux の範囲であったが、照度の違いによる被害程度の差は認められなかった。また、供試品種‘ローテローゼ’の生育に対する

影響は特に認められなかった。

3 キクのオオタバコガ, シロイチモジヨトウの防除

露地ギク‘城下町’の植栽畝上に鉄製ポールを立て、縦位置にした 40 W の黄色蛍光灯の中央部が地上 3 m になるように 1 灯だけ設置した (図-2)。1995 年の 7 月 18 日に点灯を開始し、切り花の終わる 9 月下旬まで続けた。点灯時間は 19 時～翌朝 5 時を初期設定とし、その後日長の変化に応じて日没前から日の出直後までに適宜変えていった。殺虫剤を含む一般管理は農家にまかせた。

その結果、シロイチモジヨトウ、オオタバコガに対する防除効果は黄色蛍光灯から 12 m 以内で顕著に認められた (表-6)。その付近の照度は約 1 Lux であり、防除効果は 1 Lux 以上で安定するものと考えられる。

防除効果の認められる範囲においても、点灯開始後の約 3 週間に被害が多くみられたのは、点灯開始時既に幼虫 (卵を含む) が寄生していたためと考えられる。

4 利用上の注意点

作物の生育に対する影響は作物あるいは品種によって異なるので、注意する必要がある。

カーネーション‘ノラ’では 8 Lux 以上の場所でわず

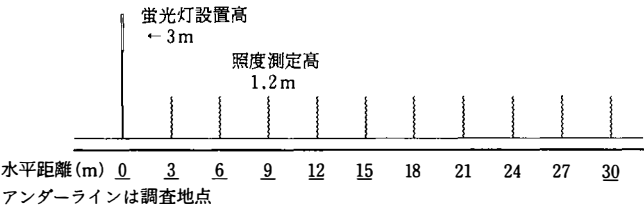


図-2 黄色蛍光灯設置キク圃場概略図

表-6 黄色蛍光灯からの距離とキクのシロイチモジヨトウ、オオタバコガ^{a)}による被害^{b)}との関係

調査月日	黄色蛍光灯設置場所からの水平距離と照度						
	0 m 0.27 Lux	3 12.0	6 4.2	9 1.9	12 1.1	15 0.6	30 0.04
7.25	0	6	7	1	0	2	3
8.9	1	3	2	1	0	10	3
.24	0	0	0	0	0	1	1
9.6	0	0	0	0	0	0	2
.14	0	0	0	0	0	0	5
.21	0	0	1	1	0	3	5
8.24~ 9.21の累積	0	0	1	1	0	4	13

^{a)}: 7.25~8.24 はシロイチモジヨトウ, 9.6~9.21 はオオタバコガが主要害虫であった。^{b)}: 50 茎当たり成長点の被害茎数。

かながら着花節位の低下, 開花促進, 節間の伸長などの傾向がみられているが, 商品的価値への影響は認められていない (山中ら, 1996)。キク‘秀芳の力’では 5 Lux 以上の場所で開花遅延あるいは未開花が認められている (山中ら, 1996)。同じくキク‘有明’でも開花遅延の傾向が顕著にみられているが, ‘城下町’ではそれほど顕著な影響はみられていない (八瀬, 未発表)。一方, このことを応用して, ‘秀芳の力’の開花制御用照明として黄色蛍光灯利用の可能性の示唆もある (石倉ら, 1996)。

また, 黄色蛍光灯による防除効果が期待できる照度は, 内田ら (1978), 那波ら (1995) および前述のキクでの防除効果の事例から, 1 Lux 以上であると考えられる。カーネーションの試験例のようにごく一般的なビニルハウスの場合, 10 a 当たり 12~15 灯を目安に設置すれば施設内照度はおおむね 1 Lux 以上になる。一方, バラでの試験例のように, ガラス温室などでは, 黄色蛍光灯の取り付け位置を高くすることによって, 10 a 当たり 10 灯程度に減らすことができる。ただ, 蛍光灯の明るさは使用時間に伴って減少していくので, 設置当初より 3 割程度暗くなることを考慮に入れておく必要がある。

なお, 点灯開始時作物上にこれらの卵や幼虫が既に発生している場合は, 幼虫がいなくなるまで加害は続くので, 効果が安定するまで約 3 週間程度かかることがある。

カーネーション施設 10 a を例に黄色蛍光灯設置にかかわる収支を試算したところ, 1 年間当たりの設置費用とランニングコストは合わせて約 6 万円かかるのに対して, 被害軽減により 24 万円の増収が見込まれる。すでに作業用の白色蛍光灯が設置されている施設では, 黄色蛍光灯に取り替えるだけでよいので, 設置費用はかなり抑えられる。また, タバコガ・ヨトウムシ類に対する減

農薬化が可能となり, かなりの薬剤費や散布労力の軽減も図れる。現在, 兵庫県の淡路島ではカーネーション作付面積の 8 割以上でこの黄色蛍光灯が利用されている。

おわりに

昆虫の色覚を利用した防除技術は古くは誘殺灯としてニカメイガの防除に使われたが, 農薬の開発に伴って物理的防除等の防除手段が軽視される時期があった。最近では, 侵入害虫を中心に有効な防除薬剤がない難防除害虫に対して物理的, 耕種的防除手段が見直されており, 環境保全型農業の推進に伴っていっそう注目されるようになり, 技術開発も活発に行われている。

先に述べた方法の共通の問題点は, いずれも単独では十分な効果を上げにくいことである。光反射マルチでは作物が大きくなると効果が落ちたり, 多発生条件では作物への飛び込みも多くなってくる。和歌山農試の調査では, モンシロチョウやコナガの産卵数が多くなったり, ハスモンヨトウが多発するようである。紫外線除去フィルムを張ったハウスでも侵入してしまった害虫に対しては効果が落ちる。侵入虫の初期防除と苗からの持ち込みには十分注意を払わなければならない。また, 黄色蛍光灯でも害虫の多発生条件下では十分とはいえない。このような場合, 他の防除手段に依存する場合も多く, 特に薬剤防除との併用が必要になる。様々な防除手段を組み込んだ害虫管理技術のさらなる発展が望まれるところである。

引用文献

- 1) 東勝千代 (1992): 農業総覧「病害虫防除・資材編」10, 農文協, 東京: pp. 999~1003.
- 2) 北方節夫・吉田 守 (1982): 植物防疫 36 (10): 478~481.
- 3) 井口雅裕ら (1995): 関西病虫研報 (37): 講要 62.
- 4) 石倉 聡ら (1996): 園学中四国支部要 35: 46.
- 5) 木村 裕 (1982): 植物防疫 36 (10): 469~473.
- 6) 松本義明ら (1995): 応用昆虫学入門, 川島書店, 東京 219 pp.
- 7) 那波邦彦・向阪信一 (1995): 応動昆中国支会報 37: 19~24.
- 8) 永井清文・野中耕次 (1982) 植物防疫 36 (10): 466~468.
- 9) 野村健一ら (1965): 応動昆 9: 179~186.
- 10) 白浜賢一 (1979) 農薬 26 (3): 28~33.
- 11) 鈴木 寛・雨宮安正 (1984): 沖縄農試研報 9: 85~93.
- 12) 田中 寛ら (1992): 関西病虫研報 34: 47.
- 13) 内田正人ら (1978): 鳥取果試研報 8: 1~29.
- 14) ——— (1982): 植物防疫 36 (10): 474~477.
- 15) 山田偉雄 (1992): 同上 46 (12): 461~465.
- 16) 山中正仁ら (1996): 園芸学雑誌 36, 別 2: (講要) 印刷中.
- 17) 矢野貞彦 (1994): 農耕と園芸 6: 122.
- 18) 八瀬順也ら (1996): 応動昆中国支部会報 38: 1~7.
- 19) 善林六朗 (1992): 農業総覧「病害虫防除・資材編」10, 農文協, 東京: pp. 982~985.

病虫害防除に関する農林水産省の新研究体制

農業研究センター総合研究官 ^{かざ}風 ^の野 ^{ひかる}光

わが国の経済社会状況は、国際化、情報化の進展等急速に変化しており、農業についても例外ではない。特に、平成5年12月のガット・ウルグアイ・ラウンド農業合意以降、わが国の農業は本格的な国際競争の時期を迎えている。

このような情勢のもとで、農業関係の試験研究機関には、わが国農業の体質強化と農村の活性化のための試験研究を推進することが要請されている。このため、①地域に対応し、現場に直結する技術開発の一層の推進、②専門研究分野における革新的技術創出につながる研究開発の強化、③効率的な研究推進のための柔軟な研究体制の確立、の三つの視点から、農業関係試験研究機関組織の再編・整備を図ることとなった。

一口に「病虫害防除に関する研究」というが、昭和58年度および63年度に行われた農業関係試験研究機関の体制整備以降、ごく一部の場所を除いて病害の研究と虫害の研究はそれぞれ、専門場所および地域農業試験場の生産環境部（場所により部の名称は病虫害防除部、保護部、環境部、地域基盤研究部などと異なっているが）の病害研究室、虫害研究室という別々の研究室で行われていた。1研究室は少なくとも室長1名と研究室員2名の3名から構成されることが望ましいが、行政改革の一環として行われる定員の削減は研究公務員といえども例外ではなく、従来の体制では1研究室3人という構成を維持することがかなり困難な状況になってきた。そこで研究の機動性と継承性を確保し、効率的な研究の推進を図るため、研究内容に応じた研究単位（研究室、研究チーム）の見直しを行うこととした。具体的には研究室の統合等により1研究室の構成人員を3人以上にすることを目標としたが、これにより現在685ある研究単位が562となった。これまで病虫害研究室として、一つの研究室で病害防除と害虫防除に関する研究を所掌していた東北農業試験場畑地利用部と国際農林水産業研究センター沖縄支所（研究室名は作物保護研究室）に加えて、野菜・茶業試験場久留米支場、東北農業試験場水田利用

部、四国農業試験場に病虫害研究室（野菜茶試は病虫害研究室）が設置された。

各試験場のそれぞれの研究室における所掌事項は、農林水産省組織規程に基づいて規定される各試験場の事務分掌および、組織の細目に関する規程により定められている。また、今後10年間に各試験場が行う試験研究の推進方向、研究課題の体系等は各試験場が公表する研究基本計画に示されているので、詳細はそちらに譲るが、病虫害関係の研究室に共通に求められている研究問題は「環境保全に配慮した生産技術の開発」というキーワードに集約される。また、専門分野における研究の深化と同時に、農業の試験研究機関の専門研究室として常にかえておかなければならない「生産現場に直結する技術の開発」を指向した研究の推進が求められている。一例として、病害の研究は耐病性品種の開発に直接・間接にかかわっており、病害の研究と育種の研究は従来からも連携して行われてきたが、今回の組織改正はこのような方向を一層強く打ち出している。その一例として、これまで野菜・茶業試験場盛岡支場の病害研究室が野菜育種部耐病性機構研究室となったことが挙げられる。

さらに、「生産現場に直結する技術の開発」を担当するプロジェクト研究チーム、総合研究チームのうち、農業研究センターのプロジェクト研究第2チームと、東北農業試験場総合研究部総合研究第3チームの研究課題は、病虫害防除に関する総合研究を推進していることを特記したい。

各試験場ごとの病虫害関係の研究単位の名称は別表を参照していただきたい。これらの研究単位のうち、標題の項目「病虫害防除に関する試験研究」を主として担当する研究単位について、研究課題・分担の概要を簡単に記した。

I 北海道農業試験場

北海道の自然環境は「寒地」というキーワードで示することができるが、同地域の病虫害に関する研究は生産環境部に属する四つの研究室と、芽室に所在の畑作研究センター環境制御研究チームが担当する。北海道の農業生態系は、栽培法や作付体系等の農耕地環境の急変と新作物の導入により変容し、既往の病虫害に加えてこれまで

表-1 新体制における病虫害防除関係研究室(8.10.1)

農業研究センター病虫害防除部 水田病害研究室, *畑病害研究室 *ウイルス病害研究室, *マイコプラズマ病害研究室 *虫害研究室, 線虫害研究室, 鳥害研究室	東北農業試験場 地域基盤研究部 病害生態研究室, 害虫発生予察研究室 水田利用部 *水田病虫害研究室 畑地利用部 畑病虫害研究室 畜産部 家畜虫害研究室
農業生物資源研究所 遺伝資源第一部微生物探索評価研究チーム *生理機能部耐病性研究室	
農業環境技術研究所 環境生物部微生物管理科 *微生物特性・分類研究室, 寄生菌動態研究室 土壤微生物生態研究室, 線虫・小動物研究室 環境生物部昆虫管理科 昆虫分類研究室, 昆虫行動研究室 天敵生物研究室, 個体群動態研究室 資材動態部農薬動態科 *殺虫剤動態研究室, *殺菌剤動態研究室 農薬管理研究室	北陸農業試験場 水田利用部 病害研究室, 虫害研究室
畜産試験場 *育種部みづばち研究室	中国農業試験場 地域基盤研究部 *病害研究室, 虫害研究室
草地試験場環境部 作物病害研究室, *害虫制御研究室	四国農業試験場 作物開発部 *病虫害研究室
果樹試験場 保護部 *病害研究室, *病原機能研究室, 虫害研究室 *天敵機能研究室 カンキツ部 *病害研究室(口之津), *虫害研究室(口之津) リンゴ支場 病害研究室, 虫害研究室 カキ・ブドウ部 病害研究室, 虫害研究室	九州農業試験場 地域基盤研究部 *病害生態制御研究室, *病害遺伝子制御研究室 *害虫生態制御研究室 *害虫管理システム研究室, 線虫制御研究室
野菜・茶業試験場 環境部 *病害研究室, *虫害研究室 野菜育種部 *耐病性機構研究室(盛岡) 花き部 *病害研究室 茶栽培部 病害研究室, 虫害研究室 久留米支場 *病虫害研究室	食品総合研究所 流通保全部 貯蔵害虫研究室, *微生物・トキシキン研究室
北海道農業試験場 生産環境部 病害研究室, ウイルス病研究室, 虫害研究室 線虫研究室 畑作研究センター 環境制御研究チーム	蚕糸・昆虫農業技術研究所 生体情報部 生理活性物質研究室, 代謝調節研究室 神経生理研究室, 行動調節研究室 増殖機構研究室, 選択情報研究室 生体防御研究室, *共生媒介機構研究室 機能開発部 低分子素材利用研究室 生産技術部 桑病害研究室, 蚕病害研究室, 虫害研究室
	国際農林水産業研究センター 生産利用部 沖縄支所 作物保護研究室
	*は平成8年10月1日付けで組織改正された新研究室 ()は当該研究室が部の主たる所在地外に立地している場合の所在地を示す

問題とならなかった病害や、中・長距離移動性害虫の異常発生など、新たな被害をもたらす病害虫も少なくない状況にある。これらの問題を解決するため、生産環境部病害研究室、ウイルス病研究室、虫害研究室、線虫研究室では寒地作物病害虫の特性、発生機構、生態等を解明し、生物的防除等を利用した病害虫の制御技術を開発する。また、大規模畑作農業は北海道農業の特徴の一つであり、畑作研究センターの環境制御研究チームは、大規模畑作農業における環境保全型高収益生産システムを確立するために生態系活用型作物保護技術に関する研究を行う。

II 東北農業試験場

東北農業の特徴は北海道に次いで低温の害を受けやすい寒冷地という気候的条件、やませであり、また、比較的大規模な水田農業と土地利用型畑作と草地畜産である。このような農業情勢に対応して、病害虫防除に当たる研究室として、地域基盤研究部に病害生態研究室と害虫発生予察研究室が、水田利用部に水田病虫害研究室が、畜産部に家畜虫害研究室が、また、畑地利用部に畑病虫害研究室が設置されている。病害生態研究室、害虫発生予察研究室では、やませ気候下における病害虫の生理・生態の解明、発生予測およびこれらの管理技術を開発する研究を行う。水田利用部水田病虫害研究室では水田病虫害の効率的な管理技術開発に向けて、東北地域稲作の最も重要な病害であるイネいもち病やイネミズゾウムシ、イネカラバエ、ウンカ・ヨコバイ類に関する研究を実施する。畑地利用部畑病虫害研究室では、主として畑作物の持続的生産・高品質化の阻害要因となっている土壌病虫害の発生生態の解明と制御技術の開発を担当する。畜産部家畜虫害研究室では、生態系に調和した寒冷地草地畜産技術確立のために、家畜害虫の生理・生態の解明と総合的管理技術の開発に関する研究を行うとともに、昆虫等を利用した家畜排せつ物の草地、耕地への還元容量を高め、また、家畜排せつ物を処理・資源化して利用するための技術を開発する。

以上のほか、福島に所在する総合研究第3チームの研究課題「寒冷地中山間地域における野菜の高品質・持続型生産システム」は、病害虫防除研究と密接なかわりを持っている。

III 農業研究センター

農業研究センターは、水田作、畑作の作目別の研究を担当する専門研究機関であると同時に、関東・東海地域に関する農業の諸問題解決に向けて研究を行う地域農業

試験場としての双方の性格を持っている。その中で、病害虫防除に関する研究は病害虫防除部に属する水田病害研究室、畑病害研究室、ウイルス病害研究室、マイコプラズマ病害研究室、虫害研究室、線虫研究室の6研究室が担当する。なお、このほか鳥害研究室も病害虫防除部に所属している。

農業研究センターでは研究問題を6課題に大別しているが、病害虫防除部では、このうち「低コスト・高位安定水田農業の確立」と「高収益・持続的畑作農業の確立」の二つの農業技術の確立に向けて、水田および畑作物について、病害に関しては作物の発病機構の解明、病害の伝染機構の解明、発生予測技術の開発を、害虫・鳥については生態特性と加害行動の解明を通じて新しい防除技術の開発を行い、これらの結果を踏まえて病害虫の総合管理体系を確立するための研究を実施する。また、プロジェクト研究第2チームの研究課題は、「畑耕地の生態系調和型管理技術の開発」で、病害虫防除部の研究内容と関連が深い。

IV 北陸農業試験場

北陸地域の気象的特徴は何といっても冬の豪雪であり、農業的には水田農業が中心になっている。したがって、病害虫の研究も高品質米の低コスト・高位安定栽培管理技術の開発に向けて、水稻病虫害の発生生態や発生機構の解明と総合的管理技術を確立するために行われる研究が中心となっているが、多雪地水田の高度利用のため作付けされる麦、大豆、野菜等の病害虫に関する研究にも対応する。

V 中国農業試験場

これまで病害虫の研究室は生産環境部に所属していたが、今回の組織改正で部名は地域基盤研究部となった。これは近畿・中国地域は都市と農村が近接していること、瀬戸内海・琵琶湖等の内水面に面していること等の理由で、他地域に比べても地域環境に対する関心が高く、また、農家当たりの耕地面積が一般に狭く、耕地が入り組んでおり、規模拡大による効率の高い生産を目指す地域が限られていて、環境との調和を前提とした高付加価値生産を目指す傾向が強いという背景を踏まえたものである。

病害研究室、虫害研究室は耕地生態系を広く視点に据えた病害虫の発生生態の解析および病原菌・害虫の密度抑制技術の開発と、環境への影響の少ない病害虫の生物的防除、耕種的方法等による病害虫密度制御技術を開発して、高付加価値農業のための栽培環境管理技術を確立

することを目指している。

Ⅵ 四国農業試験場

四国地域の農業は他の地域に比較して傾斜地で営まれる割合が大きく、そこでは野菜をはじめとする多様な作物が集約的に、かつ、周年的に栽培されている。また、複雑な地形と温暖で変化に富む気象条件とあいまって、病害虫の種類が非常に多く、その発生の頻度と程度が高い。作物開発部に属する病虫害研究室では、主として野菜・花き・果樹の病害虫を対象として、環境保全型防除技術の開発を担当する。

Ⅶ 九州農業試験場

昭和63年10月に行われた組織改正で各地域農業試験場には、その地域に特有の問題を解決するための研究組織として地域基盤研究部が誕生した。九州はその地理的位置から長距離飛来害虫を中心とする病害虫の発生が多いことから、九州農業試験場の地域基盤研究部は病虫害の研究室で組織された。今回の組織改正に当たってもこのことは引き継がれ、研究室の大型化により部に所属する研究室数は7研究室から5研究室になったが、暖地における難防除病害虫の総合管理技術の確立を目指して研究を推進することには変わりはない。

Ⅷ 専門場所における病害虫防除研究

草地試験場には、作物病害研究室と害虫制御研究室がある。作物病害研究室では、生物機能を活用した飼料作物等の病害による被害軽減技術と、耐病性飼料作物等の育種技術開発を行う。害虫制御研究室は生物機能を活用した飼料作物等の害虫による被害軽減技術と耐虫性飼料作物等の育種技術開発のほか、家畜害虫の発生生態と制御技術の開発も担当する。

果樹試験場にはつくばに所在する保護部のほか、盛岡、安芸津、口之津に病害、虫害の研究室が設置されているが、つくば以外の研究室の部名、支場名に研究の対象とする樹種名が付されることになった。なお、保護部

の病害および虫害の研究室が対象とする樹種はナシ、クリと核果類である。また、保護部の病原機能研究室では病害抵抗性品種を利用するために、病原微生物の感染機構や宿主、非宿主の抵抗性機構などに関する基礎的研究を行う。同部の天敵機能研究室は天敵微生物に加え、昆虫関連共生微生物の機能に関する基礎的研究を担当するほか、天敵昆虫等に関する研究の基礎的部分を担当する。なお、天敵の害虫防除への利用についての研究は、樹種ごとに各部・支場の虫害研究室が受け持つ。

野菜・茶業試験場の研究拠点は7か所であるが、病虫害の研究室が所在するのは三重県安濃町、静岡県金谷町、盛岡市、久留米市である。安濃には野菜の病害研究を担当する環境部病害研究室、野菜と花きの害虫研究を担当する環境部虫害研究室がある。なお、花の病害研究は新しく組織された花き部の病害研究室が行う。金谷ではそれぞれ茶樹の病害および害虫の研究を行う。久留米支場には暖地における野菜と花きの病害虫に関する試験研究を担当する病虫害研究室があり、盛岡に所在する野菜育種部耐病性機構研究室では夏秋野菜における病害発生機構と病害抵抗性に関する試験研究を行う。

食品総合研究所の貯蔵害虫研究室では食品を加害する害虫の制御法の改良開発を、微生物・トキシン制御研究室では食品加害菌およびマイコトキシンの制御法の改良、開発を行う。

農業生物資源研究所、農業環境技術研究所、蚕糸・昆虫農業技術研究所の関係研究室では病害虫の防除に限らず、微生物や昆虫等を積極的に利用する立場からの基礎的研究も担当する。なお、ミツバチを研究の対象としている畜産試験場みつばち研究室も昆虫を利用する視点からの研究を行う。

国際農林水産業研究センター生産利用部および沖縄支所作物保護研究室では、開発途上地域における農林水産物の持続的生産技術の開発・改善に向けて、農作物加害生物の生態解明と防除技術の開発・改善のための研究を行う。

産地の研究室から/地域ブランドを育てる(13)

リレー随筆

おかひじき

(山形県立園芸試験場野菜部 かわむらけいぞう 川村啓造)

はじめに

おかひじきは、‘シャキ’とした独特の歯ざわりに加え、鮮やかな緑色と繊細な形が特徴の野菜である。栄養面でもカリウムやビタミンAをはじめとして、B₁、B₂およびCも多く、機能性食品としても人気が高まっている。

食用とするのは、若く軟らかい茎葉部で、茹でたものをからし醤油あえたものは、おかずや酒のつまみとして逸品料理である。その他、しょうが醤油、からし味噌にもよく合い、最近ではサラダ、天ぷら、炒め物、汁の実などにも使われている。

その消費は県内に限られていたが、消費宣伝の実施や周年出荷体系が確立されたことから、京浜等にも出荷がなされている。

特性

アカザ科に属する1年草である。分布はシベリアから中国、ヨーロッパに及び、わが国でも、各地の海岸砂地に自生している。若い葉や茎は軟らかいが、老化したものや花を着けるようになると葉や茎は硬くなり、葉の先端はとげ状になる。葉は濃緑色、円柱形、多肉質で、長さが2〜6cm、ただし、生長点まで花を着けるようになると、生長点に近いものほど小さく、正三角形の形に変わる。

花芽分化には日長が関係し、14時間以下の短日であればあるほど早く分化が始まる。花は各葉腋に1個着き、淡緑色で花弁がない。長日下の春から初夏に播種した場合は、約1m四方に株が広まり、秋から冬



出荷期のおかひじき

の短日下にあつては、ごく小さいうちに花ができて、極端な場合には1cmそこそこで伸張が停止するものもみられる。種子には休眠期間があり、その期間は一定ではなく、栽培条件や年次によって異なる。発芽適温は20〜25℃とされる。

山形園試の生い立ち

山形県立園芸試験場は、園芸作物の振興と発展を図るため、昭和39年に農業試験場より独立発足した。

所在地は、“さくらんぼ”で全国的に知られる寒河江市で、県都山形市から北西約13kmに位置する。設立当初は、野菜花き、果樹の2課であったが、昭和46年環境課が設置され、その後数回の機構改革が行われ、さらに、昭和60年代に入つて、果樹をめぐる輸入の自由化、産地間競争の激化および消費の多様化など内外情勢の変化に伴い、育種およびバイオテク分野の育種部および先進技術開発室が設置されている。平成4年野菜花き部が分割され、野菜部と花き部が設立され、現在1室、5部制となっている。

主な試験研究としては、果樹では、優良品種の育成・優良品種の選抜、健全な樹体管理、生産安定、省力低コスト栽培技術、わい化栽培、結実確保技術、生育診断技術、病虫害防除技術の開発が行われている。

また、野菜および花きでは、優良品種の育成・選抜、産地基盤確立のための生産技術の開発、新品目・新作型の開発、省力低コスト栽培技術、施設の高度利用技術や新食糧法施行に伴う水田農業の変化に対応できる生産技術開発など広い範囲にわたっており、多くの注目すべき成果が得られている。

おかひじきの試験研究の取り組み

○特性に関する試験

休眠打破には低温処理(0〜10℃2週間)が有効で



園芸試験場

ある。

発芽年限は種子の貯蔵方法により異なり、自然温湿度の室内では採種翌年の梅雨期までであるが、低温(0℃)貯蔵では採種後1年半にも及ぶ。

花成開花は短日ほど、そして適度な温度や施肥量が与えられ生育が促進されるほど早まるが、長日下に移されると花成開花は抑制される。しかし、長日でもある期間を経過すると開花することから、相対的短日植物とみられる。

○周年栽培に関する試験

短日下における効果的な電照方法は、真夜中1時間の光中断で、照度は10 Lux以上がよい。

○安定生産に関する試験

露地栽培における施肥量は、10 a当たり20 kgぐらいが適当であり、無機態-N量で30~45 mg/100 g乾土が望ましい。

生育に良好なpHは、5.3~8.0範囲と思われる。

○高冷地秋どり栽培試験

播種期は6月上旬から7月中旬まで可能であった。播種方法としては、まき床 m^2 当たり40 mlの種子を溝切り条播するのがよい。発芽率の向上を図るためには、本葉2葉期まで寒冷しゃ被覆の効果が高い。

○べと病菌生態と発生実態調査

産地での発生は、露地よりもハウス栽培に多く、発生時期は、ハウスを密閉気味に管理しやすい5~6月と9~11月ごろに多発する。

主として葉が侵され、はじめ水浸状になるがはっきりした病斑はみられない。のちにその部分に灰色の分生孢子と分生子柄を生じる。やがて葉は褐色から黒褐色になり多湿な状態では溶けてくる。通常下葉に発生が多く、激発園場では上位葉まで発病する。樹枝状の分生子柄と分生孢子が多数観察される。分生子柄は無色で隔膜を欠き、長さ150~850 μm 、2~4回分枝する。分生孢子は単胞、無色でレモン形をして乳頭突起



出荷荷姿

がなく、大きさ17~44×12~22 μm (平均35.0×17.4 μm)で発芽管を出して発芽する。

アカザ科植物に対する接種試験では、おかひじきとマツナに寄生性がみられたが、アカザ、テンサイ、ホウレンソウ、フダンソウには寄生性がみられなかった。

以上のことから、本病菌は *Peronospora* sp. と考えられるので、病名をべと病と提案した。

産地動向

青葉氏らによると、栽培の起こりは、江戸時代初期ごろに最上川を船便で内陸へ伝えられ、現在の南陽市で栽培が始まったとされている。

平成4年度の県内の栽培面積(野菜生産状況表式調査：山形県農林水産部農蚕園芸課調べ)は、約22 haで、主な産地は南陽市、山形市、東根市などである。県外では、長野県と静岡県で小規模ながら産地化がなされている。

本県では、年々施設による栽培割合が増加し、周年出荷がなされつつあるものの、依然として4~5月出荷割合が多いことから、さらなる作型分化による周年出荷体制の推進を図ることが急務である。

人 事 消 息

平成 8 年 10 月 1 日の組織改正に伴う新旧組織対照表を、下記に示した(主な、病害虫関係研究室等の所属をずる部について、なお、部の改編の大きな場所は省略させていただいた(生物資源研等)、人の異動には触れていない)。

旧		新	
【農業研究センター】			
次長 総合研究官		次長 総合研究官 野菜研究官	
耕地利用部	作付体系研 家畜導入研 野菜導入研 水田雑草研 畑雑草研 除草剤研 気象災害研	耕地利用部 上席研究官	作付体系研 野菜生産研 水田雑草研 畑雑草研 気象立地研
病害虫防除部	水田病害研 畑病害研 土壌病害研 ウイルス病診断研 ウイルス病防除研 マイコプラズマ 病防除研 水田虫害研 畑虫害研 線虫害研 鳥害研	病害虫防除部 上席研究官	水田病害研 畑病害研 ウイルス病害研 マイコプラズマ 病害研 虫害研 線虫害研 鳥害研
【農業環境技術研究所】			
(環境生物部) 微生物管理科	微生物特性・ 分類研 寄生菌動態研 土壌微生物分類研 土壌微生物生態研 土壌微生物利用研 線虫・小動物研	(環境生物部) 微生物管理科 上席研究官	微生物特性・ 分類研 寄生菌動態研 土壌微生物生態研 土壌微生物利用研 線虫・小動物研
昆虫管理科	昆虫分類研 昆虫行動研 天敵生物研 個体群動態研	昆虫管理科	昆虫分類研 昆虫行動研 天敵生物研 個体群動態研
資材動態部 農薬動態科	殺菌剤動態研 殺虫剤動態研 除草剤動態研 薬剤耐性研 農薬管理研	資材動態部 農薬動態科 上席研究官	殺菌剤動態研 殺虫剤動態研 除草剤動態研 農薬管理研
【草地試験場】			
環境部	作物病害研 作物害虫研 土壌肥料第1研 土壌肥料第2研	飼料資源研究官 環境部 上席研究官	作物病害研 害虫制御研 土壌物質動態研 作物栄養研

【果樹試験場】			
保護部	病害第 1 研 病害第 2 研 虫害研 天敵微生物研	保護部	病害研 病原機能研 虫害研 天敵機能研
盛岡支場 (盛岡)	庶務課 育種研 栽培研 流通利用研 病害研 虫害研 業務関係	リンゴ支場 (盛岡)	庶務課 育種研 栽培生理研 病害研 虫害研 業務関係
安芸津支場 (安芸津)	庶務課 育種法研 育種研 栽培研 病害研 虫害研 業務関係	カキ・ブドウ 支場(安芸津)	庶務課 育種研 栽培生理研 病害研 虫害研 業務関係
興津支場 (興津)	庶務課 養成研修課 育種第 1 研 育種第 2 研 栽培研 加工貯蔵研 病害研 虫害研 業務関係	カンキツ部 (興津)	育種技術研 遺伝資源研 形質発現研 品質化学研 業務関係 * 2(1 名は 口之津)
口之津支場 (口之津)	庶務課 養成研修課 育種研 栽培研 栄養生理研 病害研 虫害研 業務科	カンキツ研究 官(口之津)	育種研(口之津) 栽培生理研(口之津) 病害研(口之津) 虫害研(口之津) 業務科(口之津)
【野菜・茶業試験場】			
環境部	病害第 1 研 病害第 2 研 虫害第 1 研 虫害第 2 研 土壌肥料研	環境部	病害研 虫害研 土壌肥料研
野菜育種部	育種第 1 研 育種第 2 研 育種第 3 研 育種第 4 研 種苗工学研 品質評価研	野菜育種部	育種法研 ユリ科育種研 ナス科育種研 アブラナ科育種研 種苗工学研 夏秋野菜育種研(盛岡) 生態特性評価研(盛岡)

花き部	育種法研	花き部 上席研究官	耐病性機構研 (盛岡)	【東北農業試験場】			
	育種研		育種法研	地域基盤研究部	気象特性研	地域基盤研究部 上席研究官	気象評価制御研
	開花制御研		育種研		気象環境制御研		生理生態研
	流通技術研		開花制御研		施設工学研		低温ストレス研
	緑化植物研		流通技術研		低温ストレス研		病害生態研
			緑化植物研		害虫発生予察研		
			病害研		生理生態研		
茶栽培部 (金谷)	育種法研	茶栽培部 (金谷) 上席研究官	生理遺伝研	水田利用部(大曲)	稲育種研	水田利用部(大曲) 上席研究官	稲育種研
	育種研		育種研		栽培生理研		栽培生理研
	作業技術研		暖地茶樹育種研(枕崎)		機械利用研(湯川)		雑草制御研
	栽培生理研		作業技術研		雑草制御研		水田病虫害研
	病害研		病害研		水田病害研		水田土壌管理研
	虫害研		虫害研		水田虫害研		水田作業技術研(盛岡)
	土壌肥料研		土壌肥料研		水田土壌管理研		業務科
	業務科		業務科		作業システム研(湯川)		業務科
久留米支場	庶務課	久留米支場 上席研究官	庶務課	畑地利用部(福島)	作付体系研	畑地利用部(福島) 上席研究官	畑作物栽培生理研
	養成研修課		養成研修課		畑病虫害研		畑病虫害研
	育種第1研		ウリ科野菜育種研		畑土壌管理研		畑土壌管理研
	育種第2研		栄養繁殖性野菜育種研		養蚕研		作付体系研
	栽培生理研		栽培生理研		流通利用研		流通利用研
	花き研		花き研	畜産部	略	畜産部 上席研究官	略
	病害研		病害虫研		家畜虫害研		家畜虫害研
	虫害研		業務科				
	育種素材研 (枕崎)						
	茶樹育種研 (枕崎)						
業務科							
盛岡支場	庶務課			水田利用部	栽培生理研	水田利用部 上席研究官	栽培生理研
	育種第1研				病害研		病害研
	育種第2研				虫害研		虫害研
	栽培生理研				土壌管理研		土壌管理研
病害研		品質評価研	水田整備研				
業務関係		家畜飼養研(柏崎)	作業技術研				
		管理衛生研(柏崎)	気象資源研				
		飼料作物研	畑・飼料作物育種研				
【北海道農業試験場】				【中国農業試験場】			
生産環境部	病害研	生産環境部 上席研究官	病害研	生産環境部	発病機構研	地域基盤研究部 上席研究官	病害研
	ウイルス病研		ウイルス病研		病害研		虫害研
	虫害研		虫害研		虫害研		土壌管理研
	線虫研		線虫研		虫害研		気象資源研
	土壌特性研		土壌特性・微生物研		土壌管理研		
	水田土壌管理研 (美唄含む)		水田土壌管理研 (美唄含む)		基盤整備研		
	養分動態研		養分動態研		気象資源研		
	土壌微生物研究研		気象資源評価研				
畑作研究センター(芽室) 畑作研究管理官	麦育種研	畑作研究センター(芽室) 畑作研究管理官	麦育種研	生産環境部	病害研	作物開発部 上席研究官	育種工学研
	てん菜育種研		てん菜育種研		虫害研		資源作物育種研
	ばれいしょ育種研		ばれいしょ育種研		土壌管理研		野菜花き研
	遺伝資源利用研 (紋別含む)		遺伝資源利用研 (紋別含む)		気象資源研		果樹栽培研
	生産技術研究チーム		生産技術研究チーム				品質評価研
	環境制御研究チーム		環境制御研究チーム				病虫害研
	品質制御研究チーム		品質制御研究チーム				気象資源研
	流通システム研究チーム 業務科		流通システム研究チーム 業務科				
【四国農業試験場】							
				生産環境部	病害研	作物開発部 上席研究官	育種工学研
					虫害研		資源作物育種研
					土壌管理研		野菜花き研
					気象資源研		果樹栽培研

【九州農業試験場】

地域基盤研究部	流行機構研 微生物制御研 ウイルス病研 害虫行動研 害虫制御研 情報処理研 線虫制御研	地域基盤研究部 上席研究官	病害生態制御研 病害遺伝子制御研 害虫管理システム研 害虫生態制御研 線虫制御研
---------	---	------------------	--

【蚕糸・昆虫農業技術研究所】

遺伝育種部	遺伝素材研(小淵沢) 遺伝子工学研 細胞工学研 適応遺伝研 発生分化研 育種素材化研 天敵育種研	遺伝育種部 上席研究官	遺伝素材研(小淵沢) 遺伝子工学研 細胞工学研 発生分化研 育種素材化研 天敵育種研
生体情報部	生理活性物質研 代謝調節研 神経生理研 行動調節研 増殖機構研 選択情報研 生体防御研 共生機構研 媒介機能研	生体情報部 上席研究官	生理活性物質研 代謝調節研 神経生理研 行動調節研 増殖機構研 選択情報研 生体防御研 共生媒介機構研

生産技術部 (松本)	桑育種研 桑栽培生理研 桑病害研 原蚕種製造研 人工飼料研 蚕栄養生理研 蚕病害研 虫害研 蚕育種研究 チーム(松本) 養蚕技術研究 チーム(松本) 製糸技術研究 チーム(岡谷)	生産技術部 (松本)	桑育種研 桑栽培生理研 桑病害研 原蚕種製造研 人工飼料研 蚕栄養生理研 蚕病害研 虫害研 蚕育種研究 チーム(松本) 養蚕技術研究チ ーム(松本) 製糸技術研究チ ーム(岡谷)
---------------	--	---------------	--

【食品総合研究所】

流通保全部	貯蔵害虫研 微生物制御研 マイコトキシン研 食品包装研 低温流通研 放射線利用研	流通保全部 上席研究官	貯蔵害虫研 微生物・トキシン制御研 食品包装研 放射線利用研
-------	---	----------------	---

人 事 消 息

(10月1日付)

柳瀬春夫氏(果樹試験場長)は退職 [JICA ブラジル]
 川崎 健氏(四国農業試験場長)は退職
 田中滋郎氏(九州農業試験場長)は退職
 間亭谷 徹氏(果樹試企画連絡室長)は果樹試験場長に
 小野良孝氏(四国農試企画連絡室長)は四国農試場長に
 神尾正義氏(農研センター総合研究官)は九州農試場長に
 福田博之氏(果樹試盛岡支場長)は退職 [JICA ブラジル]
 美濃部侑三氏(農業生物資源研分子育種部長)は同研分子
 遺伝部長に
 笠毛邦弘氏(同上研機能開発部長)は同研生理機能部長に
 大澤勝次氏(同上研細胞育種部長)は同研生物工学部長に
 梶浦一郎氏(技会事務局研究管理官)は果樹試企連室長に
 小泉銘冊氏(果樹試興津支場長)は果樹試カンキツ部長に
 工藤 晟氏(果樹試口之津支場長)は同試カンキツ部カ
 ンキツ研究官に
 駒村研三氏(果樹試企連室企画科長)は同試リング支場
 長に

梅川 学氏(果樹試安芸津支場長)は同試カキ・ブドウ
 支場長に
 浅野次郎氏(野菜・茶試盛岡支場長)は野菜・茶試花き
 部長に
 古川嗣彦氏(北海道農試農村計画部長)は同試総合研究
 部長に
 石谷孝佑氏(農研センター作物生理品質部長)は東北農
 試企画連絡室長に
 原田節也氏(東北農試農村計画部長)は同試総合研究部
 長に
 中島寛爾氏(北陸農試地域基盤研究部長)は同試総合研
 究部長に
 濱村邦夫氏(北陸農試作物開発部長)は同試地域基盤研
 究部長に
 小池俊吉氏(農研センター農業計画部土地利用研究室長)
 は中国農試総合研究部長に
 日比野啓行氏(中国農試生産環境部長)は同試地域基盤
 研究部長に
 滝本勇治氏(中国農試畜産部長)は四国農試企画連絡室
 長に
 飯塚隆治氏(四国農試生産環境部長)は同試総合研究部
 長に
 上原守一氏(九州農試農村計画部長)は同試総合研究部
 長に
 (以下、各場ごとの異動については次号掲載予定)

新しく登録された農薬 (8.9.1～8.9.30)

掲載は、種類名、有効成分および含有量、商品名（登録年月日）、登録番号（製造業者又は輸入業者）、対象作物：対象病害虫：使用時期および回数など。ただし、除草剤については、適用雑草：使用方法を記載。（…日…回は収穫何日前、何回以内散布の略）。（登録番号 19323～19348 までの 26 件、有効登録件数は 5,434 件）

なお、アンダーラインのついた種類名は新規化合物で、〔 〕内は試験段階時の薬剤名である。

「殺虫剤」

ネマデクチン液剤〔AC-088 液剤〕

ネマデクチン 3.6%

メガトップ液剤 (8.9.10)

19325 (日本サイアナミッド)

まつ（生立木）：マツノザイセンチュウ：マツノマダラ
カミキリ成虫発生 3 か月前まで：1 回：樹幹部に注入
孔をあけ、注入器の先端を押し込み樹幹注入する

アセタミプリドくん煙剤

アセタミプリド 15.0%

モスピランジェット (8.9.10)

19326 (日本曹達)、19327 (新富士化成薬)

温室・ビニールハウス等密閉できる場所（きゅうり・な
す：アブラムシ類・ミナミキイロアザミウマ：収穫前
日まで：3 回以内：くん煙、すいか：アブラムシ類：
収穫前日まで：3 回以内：くん煙、トマト：タバココ
ナジラミ：収穫前日まで：2 回以内：くん煙、ピーマ
ン・いちご：アブラムシ類：収穫前日まで：2 回以
内：くん煙、みかん：アブラムシ類：収穫 3 日前ま
で：3 回以内：くん煙、きく：アブラムシ類：5 回以
内：くん煙）

イソキサチオン・シラフルオフェン粉剤

イソキサチオン 2.0%，シラフルオフェン 0.50%

カルホスジョーカー粉剤 DL (8.9.10)

19335 (九州三共)

稲：ウンカ類・ツマグロヨコバイ・コブノメイガ・イナ
ゴ類・カメムシ類：14 日 3 回

「殺菌剤」

ヘキサコナゾール水和剤

ヘキサコナゾール 2.0%

アンビルフロアブル (8.9.10)

19336 (日本農薬)

りんご：モニリア病・斑点落葉病・赤星病・黒星病・う
どんこ病：7 日 3 回，かき：うどんこ病：7 日 3 回，
なし：赤星病・黒星病・うどんこ病・輪紋病：7 日 3
回，おうとう：灰星病：7 日 1 回，もも：灰星病・黒
星病：前日 3 回，きく：白さび病：発病初期：7 回以
内：散布，ばら：うどんこ病：発病初期：7 回以内：
散布

プロピコナゾール・ポリオキシシン水和剤

プロピコナゾール 4.0%，ポリオキシシン 6.8%

ワンバット水和剤 (8.9.27)

19338 (科研製薬)

芝：日本芝：葉腐病（ラージパッチ）：発病初期：6 回
以内：1m² 当たり 1 l 散布，疑似葉腐病（春はげ
症）：休眠期前：6 回以内：1m² 当たり 1 l 散布，へ

ルミントスポリウム葉枯病・カーブラリア葉枯病：発
病初期：6 回以内：1m² 当たり 1 l 散布，ペントグラ
ス：葉腐病（ブラウンパッチ）・ヘルミントスポリウ
ム葉枯病・カーブラリア葉枯病：発病初期：6 回以
内：1m² 当たり 1 l 散布

トリシクラゾール・ベンシクロン粉剤

トリシクラゾール 0.50%，ベンシクロン 1.5%

ビームモンセレン粉剤 5 DL (8.9.27)

19342 (クミアイ化学)

稲：いもち病・紋枯病・穂枯れ（ごま葉枯病菌）：21 日
3 回

「殺虫殺菌剤」

イミベンコナゾール・マンゼブ水和剤

イミベンコナゾール 3.0%，マンゼブ 65.0%

マネージ M 水和剤 (8.9.10)

19337 (明治製薬)

りんご：斑点落葉病・黒点病・黒星病・すす点病・すす
斑病・モニリア病・うどんこ病：60 日 3 回，みか
ん：そうか病・黒点病・ミカンサビダニ：30 日 3 回，
灰色かび病：開花期（収穫 30 日前まで）：3 回以内：
散布

ブプロフェジン・ペルメトリン・ミクロブタニル エア ゾル

ブプロフェジン 0.10%，ペルメトリン 0.20%，ミクロ
ブタニル 0.10%

ポロポン V (8.9.27)

19339 (日本農薬)

ばら：黒星病・うどんこ病・アブラムシ類；さざんか：
カイガラムシ類；きく：アブラムシ類・白さび病；ま
さき・ぼけ：ロウムシ類：30 cm 以上離れた所から数
回断続して噴射する

カルタップ・ベンシクロン粉剤

カルタップ 2.0%，ベンシクロン 1.5%

パダモンセレン粉剤 DL (8.9.27)

19341 (クミアイ化学)

稲：紋枯病・ニカメイチュウ・コブノメイガ・イネツト
ムシ・フタオビコヤガ：21 日 4 回

「除草剤」

デシラルコール乳剤

デシラルコール 78.0%

オーディラン乳剤 (8.9.10)

19328 (大塚化学)

公園・庭園・駐車場・宅地等：一年生雑草：雑草生育初
期（草丈 10 cm 以下）：5 回以内：雑草茎葉散布

ナプロアニリド・プロモブチド・メフェナセツト粒剤

ナプロアニリド 20.0%, プロモブチド 10.0%, メフェナセット 10.0%

シンザン 1 キロ粒剤 (8.9.10)

19329 (三井東圧化学), 19330 (アグロス), 19331 (塩野義), 19332 (住友化学), 19333 (日本バイエル), 19334 (八洲化学)

移植水稻: 水田一年生雑草・マツバイ・ホタルイ・ウリカワ (九州を除く)・ヘラオモダカ (関東以西を除く)・ミズカヤツリ (北海道を除く)・ヒルムシロ (東北, 北陸, 九州の普通期を除く)・藻類による表層はく離 (東北, 北陸, 九州の普通期を除く): 移植後 5~15 日 (ノビエ 2.5 葉期まで): [北海道では壤土~埴土 (減水深 2 cm/日以下)・東北では壤土~埴土 (減水深 1 cm/日以下)・北陸では埴壤土~埴土 (減水深 1 cm/日以下)・関東・東山・東海の普通期栽培地帯では埴壤土~埴土 (減水深 1.5 cm/日以下)]: 1 回: 湛水散布, 移植後 5~12 日 (ノビエ 2.5 葉期まで): [近畿・中国・四国の普通期栽培地帯では砂壤土~埴土 (減水深 2 cm/日以下)・九州の普通期および早期栽培地帯では砂壤土~埴土 (減水深 1 cm/日以下)]: 1 回: 湛水散布

ピリブチカルブ・ベンスルフロンメチル粒剤

ピリブチカルブ 14.0%, ベンスルフロンメチル 1.5%
クサトリ E ジャンボ (8.9.27)

19343 (三共), 19344 (デュポン), 19345 (大日本インキ)

移植水稻: 水田一年生雑草・マツバイ・ホタルイ・ウリカワ・ミズガヤツリ (東北)・ヘラオモダカ・ヒルムシロ (北海道)・セリ (北海道)・アオミドロ・藻類による表層はく離 (北海道): 移植後 3~10 日 (ノビエ 1.5 葉期まで): [北海道では埴壤土~埴土 (減水深 2 cm/日以下)・東北では埴壤土~埴土 (減水深 1.5 cm/日以下)]: 1 回: 水田小包装 (パック) のまま投げ入れる

ピリブチカルブ・ベンスルフロンメチル粒剤

ピリブチカルブ 12.0%, ベンスルフロンメチル 1.02%
クサトリ E ジャンボ L (8.9.27)

19346 (三共), 19347 (デュポン), 19348 (大日本インキ)

移植水稻: 水田一年生雑草・マツバイ・ホタルイ・ウリカワ・ミズガヤツリ・ヒルムシロ (北陸を除く)・セリ: 移植後 3~10 日 (ノビエ 1.5 葉期まで): [北陸では埴壤土~埴土 (減水深 1.5 cm/日以下)・関東・東山・東海の普通期栽培地帯では埴壤土~埴土 (減水深 2 cm/日以下)・近畿・中国・四国の普通期栽培地帯では砂壤土~埴土 (減水深 2 cm/日以下)]: 1 回: 水田に小包装 (パック) のまま投げ入れる, 水田一年生雑草・マツバイ・ホタルイ・ウリカワ・ミズガヤツリ: [九州の普通期栽培地帯では砂壤土~埴土 (減水深 1.5 cm/日以下)]: 1 回: 水田に小包装 (パック) のまま投げ入れる

「植物成長調整剤」

アブシジン酸水溶剤 [SHT-911 水溶剤]

アブシジン酸 1.0%

アブシジン酸水溶剤 (8.9.10)

19323 (三共), 19324 (北興化学)

湛水直播水稻: 出芽苗立率向上: 種粒消毒後: 1 回: 24 時間種子浸漬

「殺菌植調剤」

トリシクラゾール・プロヘキサジオンカルシウム塩粉剤

トリシクラゾール 0.50%, プロヘキサジオンカルシウム塩 0.12%

ビームビビフル粉剤 5 DL (8.9.27)

19340 (クミアイ化学)

稲: 節間短縮による倒伏軽減・いもち病: 出穂 10~5 日前: 1 回: 散布

主な次号予告

次 12 月号は, 下記原稿を掲載する予定です。

農薬の環境リスク評価に関する諸外国の現状と今後の動向 早川泰弘
弱毒ウイルスの複合利用によるキュウリのウイルス病防除 小坂能尚・岩崎真人
イチモンジセセリの被害解析および要防除密度 吉沢栄治
アブラナ科野菜根こぶ病菌の検出方法 折原詳子
作物の害虫群集はいかに形成されるか 井村 治

トレハラーゼ阻害剤の害虫制御への利用 河野義明
(リレー随筆) 産地の研究室から——地域ブランドを育てる (14) ゆり根 小田義信
植物防疫基礎講座

農業害虫および天敵昆虫等の薬剤感受性検定マニュアル (5) 各論: イネ害虫ニカメイガ・コブノメイガ 昆野安彦・遠藤正造
植物病原菌の薬剤感受性検定マニュアル (22)

イチゴうどんこ病 武田敏幸・中澤靖彦

定期購読者以外のお申込みは至急前金にて本会へ

定価 1 部 800 円 送料 76 円

植物防疫

平成 8 年

11 月号

(毎月 1 回 1 日発行)

＝ 禁 転 載 ＝

第 50 巻

平成 8 年 10 月 25 日印刷

第 11 号

平成 8 年 11 月 1 日発行

編集人 植物防疫編集委員会

発行人 岩 本 毅

印刷所 三 美 印 刷 (株)

東京都荒川区西日暮里 5-9-8

定価 800 円 送料 76 円
(本体 777 円)

平成 8 年分購読料
前金 9,000 円 後払 9,600 円
(共にサービス, 消費税込み)

—— 発 行 所 ——

東京都豊島区駒込 1 丁目 43 番 11 号 郵便番号 170
社団法人 日本植物防疫協会

電話 (03) 3944-1561~6 番

FAX (03) 3944-2103 (出版情報グループ)

振替 00110-7-177867 番

効きめ
抜群！



コロマイト[®]乳剤

効きめ、速攻…分解が早く、環境にやさしい殺ダニ剤。

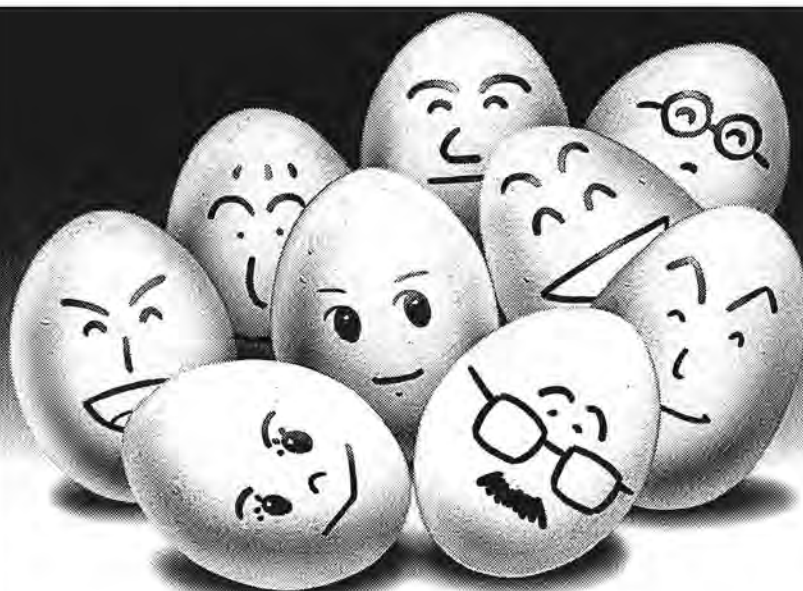
なし、もち、……………
きゅうり、なす、すいか、いちご(親株床)、
あずき、宿根かすみそうのハダニ退治に！

●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。



三共株式会社

農薬開発普及部
東京都中央区銀座2-7-12 〒104



●殺虫剤／トレボン・オフナック・アニバース ●除草剤／シンザン ●殺菌剤／ネビジン
●殺虫・殺菌剤／ドクロロール・クロールピクリン ●植物生長調整剤／純グリーン

多様な個性。
多彩な発想。



三井東圧化学

TEL 03-3592-4617
FAX 03-3592-4282



三井東圧農薬

TEL 03-3231-0666
FAX 03-3231-0699



苦勞話を聞かせてください。

栽培管理、病害虫・雑草対策、後継者問題……。

農業生産者の苦勞話は絶えません。

ゼネカは、限られた大地からより多くの作物を収穫する

世界中の、そして日本の農業生産者を

農薬を通じてバックアップしています。

農作物の安定多収に貢献するゼネカ農薬。

除草剤

【水稲用】フジグラス粒剤
コントラクト粒剤／スパークスター粒剤
ゴーサイン粒剤／マメットSM粒剤
マメット粒剤／ペルーフ粒剤
オードラム粒剤
【果樹・野菜・非農耕地用】ブリグロックスL
マイゼット／タッチダウン／レグロックS
【芝用】クサレス水和剤
ローンベスト水和剤
殺虫剤
【果樹・野菜用】フォース粒剤
アクテリック乳剤／サイハロン水和剤
サイハロン乳剤／ビリープ水和剤
ビリーマー水和剤／ビリーマーナック水和剤

殺菌剤

【水稲用】ケス水和剤
【果樹・野菜用】アンビルフロアブル
アリエッティC水和剤／キャプタン水和剤
ロブキャプタン水和剤／ミルカーブ液剤
植物成長調整剤
【水稲用】
スマレクト粒剤／イネビタン粒剤
【果樹・緑花木用】
バウンティフロアブル
【非農耕地用】
トリミッドフロアブル
【花き・花木用】
ボンザイフロアブル

ZENECA

ゼネカ株式会社 農薬事業部
〒107 東京都港区赤坂8-1-22 赤坂王子ビル

■ 農薬に関する唯一の統計資料集

■ 登録のある全ての農薬名を掲載

1995年版（平成6農薬年度）

農薬要覧

農林水産省農産園芸局植物防疫課 監修

主な目次

- I 農薬の生産、出荷一種類別生産出荷数量・金額／製剤形態別生産数量・金額／主要農薬原体生産数量／種類別会社別農薬生産・出荷数量／など
- II 農薬の流通、消費一県別農薬種類別出荷金額／農薬の農家購入価格の推移／など
- III 農薬の輸出、輸入一種類別輸出数量／種類別輸入数量／仕向地別輸出金額／など
- IV 登録農薬—平成6年9月末現在の登録農薬一覧／農薬登録のしくみ／など
- V 新農薬解説
- VI 関連資料—6年度農作物作付（栽培）面積／主要病害虫の発生面積・防除面積／など
- VII 付録—農薬の毒性及び魚毒性一覧表／関係機関等名簿／登録農薬索引／など

バックナンバー

- 1994年版—5,200円 送料サービス
- 1993年版—5,200円 //
- 1992年版—5,200円 //
- 1991年版—5,000円 //
- 1989年版—4,400円 送料 340円
- 1983年版—3,296円 送料 310円

※定価は税込価格です。

品切れ版

1963～82, 84～88, 90年版

■ ご注文は、個人は前金（現金・振替）で、機関は後払いも可、本会へ

しつこい害虫も即OK!

ミナミキイロアザミウマ、コナガ、ネギハモグリバエ等

難防除害虫に卓効!

オンコル[®] 粒剤 5

特長

- 1 浸透移行性: 速やかに浸透移行し、植物全体を害虫から守ります。
- 2 残効性: 残効期間が長いので、薬剤散布回数を減らすことができます。
- 3 広い殺虫スペクトル: 広範囲の害虫に効果を示し、一剤で同時防除が出来ます。

※新たにキスジノミハムシ、アオムシ、アブラムシ等の害虫にも、登録が拡大され更に使い易くなっております。

こころなかな!!
ゆせや



大塚化学株式会社

大阪市中央区大手通3-2-27
農薬部 / Tel.06(946)6241

麦・りんご・かんきつ等の病害防除に

ベフラン[®]

液剤25
塗布剤3

ディクタジン[®]

塗布剤

- 幅広い抗菌スペクトラムを有しています。
- 耐性菌に対して有効で、すぐれた予防効果・残効性があります。



頼りになつてもいい

- 大切な梨を胴枯病から守ります。
- 固着性・残効性もトップガンです。



ベフラン普及会
クミアイ化学工業株式会社・三共株式会社・八洲化学工業株式会社・サンケイ化学株式会社
事務局 **大日本インキ化学工業株式会社**
東京都中央区日本橋3-7-20 ☎03(5203)7870

△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。

雑誌「植物防疫」バックナンバーのお知らせ

月の後は特集号の題名、()内は特集の題名、価格は1部(送料・消費税込)の値段

購読者各位よりたびたびバックナンバーのお問い合わせがありますので、現在在庫しております巻号をお知らせいたします。この機会に是非お取り揃え下さい。

42巻(63年)〔全号揃〕

1, 2, 4, 7, 10, 12月	566円
3月:(ネズミ)	566円
5月:微生物による病害防除	618円
6月:(寄生昆虫の生物学)	566円
8月:(動物のモニタリング)	566円
9月:(害虫・線虫と病害)	566円
11月:害虫管理	618円

43巻(平成元年)〔全号揃〕

2, 3, 10, 12月	648円
1月:(植物病理学最近の進歩(ICPPシンポジウムより))	648円
4月:(熱帯の害虫獣)	648円
5月:植物ウイルス研究の進歩	669円
6月:(イネいもち病の多発生)	648円
7月:(ハダニ類)	648円
8月:(熱帯作物の病害(1))	648円
9月:(熱帯作物の病害(2))	648円
11月:新農薬の開発をめぐる	669円

44巻(平成2年)

1, 2, 10月	651円
3月:(アリモドキゾウムシとイモゾウムシ)	651円
4月:花と緑の害虫虫	671円
5月:(ムギの病害)	651円
6月:(果樹コナカイガラムシ類)	651円
7月:(病原菌の病原性の分化)	651円
8月:(施設野菜栽培における害虫管理)	651円
9月:(薬剤抵抗性)	651円
12月:(線虫学)	651円

45巻(平成3年)

1, 2, 4月	651円
3月:(作物病害の生物防除)	651円
5月:病害虫発生予察	671円
6月:(シロイチモジョトウ)	651円
7月:(植物病原体の分子進化)	651円
8月:(果樹の根頭がんしゅ病)	651円
9月:(熱帯のイネウンカ類)	651円
10月:(ウリ類の病害)	651円

11月:高品質生産と病虫害防除	671円
-----------------	------

46巻(平成4年)〔全号揃〕

2, 3, 7, 10, 12月	700円
1月:(フェロモンによる発生予察)	700円
4月:(平成3年のイネいもち病の発生状況)	700円
5月:イネウンカ類	700円
6月:(サツマイモのウイルス病)	700円
8月:(RFLP解析とその応用)	700円
9月:(イチモンジセリ)	700円
11月:環境保全型農業と病虫害防除	700円

47巻(平成5年)〔全号揃〕

1, 4, 6, 7, 9月	700円
2月:(花の新病害)	700円
3月:(微小害虫の生態と防除)	700円
5月:新しい農薬創製をめざして	700円
8月:(土壌微生物と農薬)	700円
10月:(施設環境制御と病害防除)	700円
11月:性フェロモン	700円
12月:(ミバエ類の根絶)	700円

48巻(平成6年)〔全号揃〕

1, 4, 6, 7, 10, 12月	800円
2月:(ニカメイチュウ)	800円
3月:(平成5年の異常気象といもち病)	800円
5月:農薬の新施用技術	800円
8月:(昆虫バイオ/イチゴ炭そ病)	800円
9月:(発生予察とシミュレーション)	800円
11月:害虫の微生物的防除	800円

49巻(平成7年)〔全号揃〕

1, 2, 3, 5, 9, 10, 12月	800円
4月:(昆虫ホルモン研究の現状と問題点)	800円
6月:(水稻の直播栽培と病害虫・雑草)	800円
7月:化学物質のリスク評価	800円
8月:(地域発生予察による病虫害防除)	800円
11月:昆虫産業	800円

50巻(平成8年)

1~12月(前納)	9,000円
(後納)	9,600円

在庫僅少のものもありますので、ご希望の方はお早めに郵便振替・小為替・現金など(切手でも結構です)で直接本会へお申し込み下さい。42巻(63年)以前のものについては、出版部までお問い合わせ下さい。

上記の定価、送料につきましては、43巻3月以前発行のものについては、消費税導入以前の料金が印刷されておりますのでお含みおき下さい。

送料は実費となります。

ばか苗病・ごま葉枯病
いもち病

もみ枯細菌病・褐条病
苗立枯細菌病

を

まとめて防ぐ。

さきがけの稲用種子消毒剤

日産

スポルタック®

スターナ®SE

- 糸状菌および細菌による病害の同時防除が可能で、混用の手間がかかりません。
- 本剤のSE(Suspo-Emulsion)は粘性の低い液状タイプなので、取り扱いが簡単です。
- 本剤は主溶剤に水を用いているため安全性の高い製剤です。
- 本剤成分のプロクロラズおよびオキシリニック酸は水稻苗に対する安全性が高いことが実証されています。

®スポルタックはアグレボUK社。

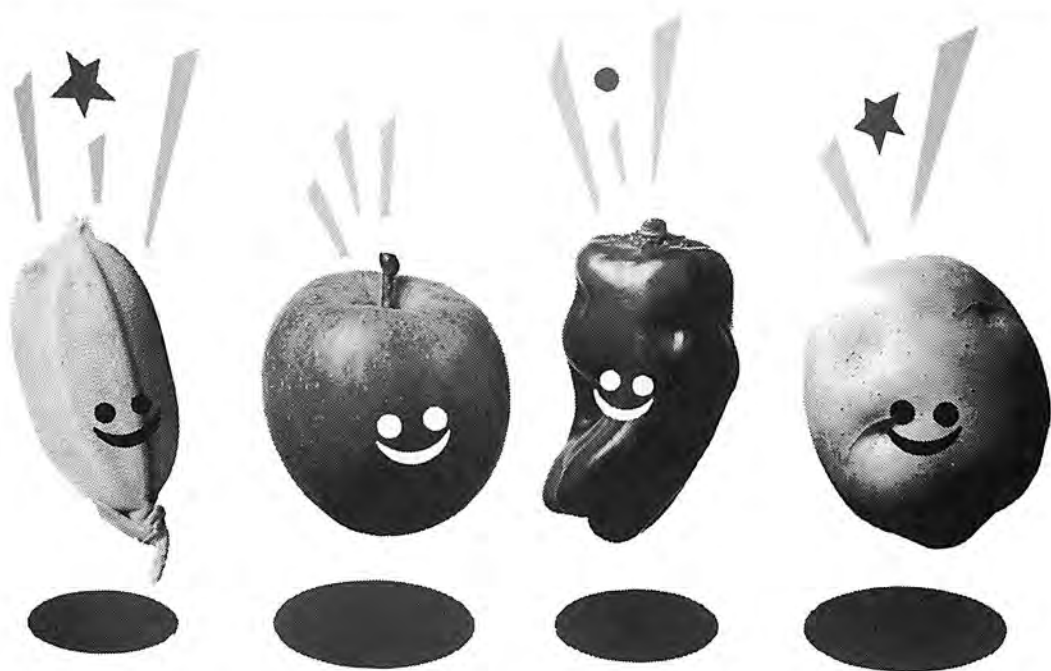
®スターナは住友化学工業株式会社の登録商標です。



日産化学工業株式会社

本社 東京都千代田区神田錦町 3-7-1

元気な作物、おいしい作物。 私たちも推薦!



水稻から園芸までの総合防除に
当社の主力ライン・ナップ

いもち病、登熟向上に
フジワン

ウンカ・ヨコバイ類に
アプロード

もんがれ病に
モンカット

水田の一発除草に
フジクラス

ダニ防除に
ダニトロン

®は日本農薬株式会社の登録商標です。



日本農薬株式会社
東京都中央区日本橋1丁目2番5号

おいしい笑顔の応援団

アグロ・カネショウがお手伝い。



連作障害に!!

刺激臭が少なく、散布が簡単。
使いやすい土壌消毒剤。

® **バスアミド** 微粒剤

®ドイツ国BASF社の登録商標で、
本剤は同社で製造されたものです。

バスアミドはオゾン層にやさしい土壌消毒剤です。



アグロ・カネショウ株式会社

〒107 東京都港区赤坂4-2-19

長い効きめ、高い効果

クミアイ

アドマイヤー®

箱 粒剤 水和剤

①粒剤 粉剤DL



アドマイヤーは、まったく新しい系統の殺虫剤で、水稻の初期害虫～ウンカ類まで、長期間防除効果を持続します。野菜・果樹ではアブラムシ類やスリップス類などの難防除害虫にも高い効果を発揮します。



JAグループ

農 協



経済連

※は登録商標です



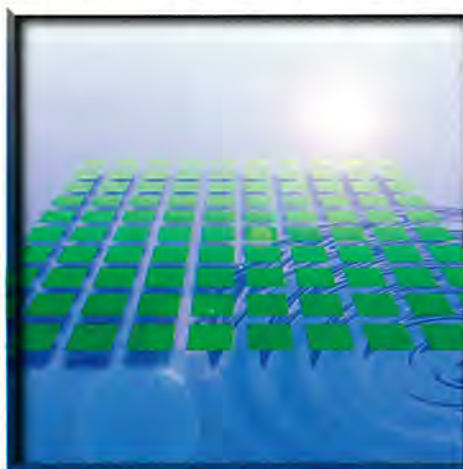
自然に学び 自然を守る

クミアイ化学工業株式会社

本社：東京都台東区池之端1-4-26 電話110-91 TEL 03-3822-5131

いのちの輝きを見つめる
Meiji

私たちは、夢と楽しさ、いのちの輝きを大切に、
世界の人々の心豊かな暮らしに、貢献します。



抵抗性誘導型殺菌剤

オリゼメート粒剤

稲いもち病・白葉枯病の他、キュウリ・レタス
キャベツ等の細菌性病害にも有効です。

天然物で確実除草!

ハービー®液剤

果樹園の下草処理でハダニ類の密度抑制効果が
認められています。



明治製薬株式会社

104東京都中央区京橋2-4-16

定価 八〇〇円(本体七七七円)(送料七六円)