

## バイオコントロール 第2巻2号 目 次

はじめに .....	2
カリフォルニアの天敵産業 .....	農学博士 高木 正見 ..... 3 (九州大学農学部生物防除研究施設)
昆虫病原糸状菌を用いた施設野菜害虫の防除 .....	主任技師 黒木 修一 ..... 7 (宮崎県総合農業試験場)
施設トマトにおける天敵（オンシツツヤコバチ）利用による防除作業の省力化 .....	技師 深山 陽子 ..... 12 (神奈川県農業総合研究所 生産技術部)
農家側からみた天敵利用の現状と課題 .....	会長 石川 榮一 ..... 15 (神奈川県天敵利用研究会)
フェロモンによる害虫防除 .....	小川 欽也 ..... 18 (信越化学工業株式会社)
捕食・寄生性昆虫文献データベースのご紹介 .....	農学博士 戒能 洋一 ..... 24 (筑波大学 農林学系)
お知らせ .....	24
資料	
1) 天敵に対する農薬の影響について .....	元樹トーメン 脇田 鎮夫 ..... 練じ込み 樹モノアグリカ 石井 俊彦
2) 正会員会社の商品紹介 (信越化学工業株式会社) .....	25
訂 正 (第2号 VOL. 2, No. 1) .....	17
会員名簿 .....	26
協議会規約 .....	29
編集後記 .....	(事務局) ..... 30

◆ ◆ ◆ ◆ ◆

表紙及び 代表的な浮世絵師 歌麿の「画本虫撰」の中から「蝶」と「蜻蛉」を使いました。  
裏表紙 国会図書館所蔵の原本からのフィルムを利用させて頂きました。

表紙裏面：九州大学 高木氏「カリフォルニアの天敵産業」写真1-6

裏表紙内面：九州大学 高木氏「カリフォルニアの天敵産業」写真7-9

：宮崎農試 黒木氏「昆虫病原糸状菌を用いた施設野菜害虫の防除」写真1

：神奈川農試 深山氏「施設トマトにおける天敵（オニシツツヤコバチ）利用による  
防除作業の省力化」写真1、2

## はじめに

### ☆どうして生物的防除が求められるのか

化学農薬がまるで親の仇のように扱われつつあるこの20世紀末の期間は、次の世紀にはどのように回顧されることになるのであろうか。というのは化学農薬は、毎年世界的に数兆円という金額が消費されている巨大産業である。この現実を無視して、かつ代替の技術を導入もなくして、ただ無農薬あるいは実体の不明確な有機栽培の後押しのみをすることは、理性的かつ科学的な態度とはいえないのではないだろうか。それはあたかも実戦では敗れているにもかかわらず、連戦連勝を報告する第二次大戦中の大本営発表を流しつづけた報道機関を想起させさえする。

ひるがえって、生物的防除はどうであろう。もちろん効果もないものを効果が高いなどと、宣伝し続ければ、上述の大本営化はまぬがれない。日本の生物的防除は、一つには輸入および登録に関する規制のため、欧米に比べ遅れているといわざるをえない。またそれを普及していくための体制と技術レベルもまだ満足のいくものでないことは周知の事実である。

しかし、もしこの生物的防除が、社会の求めるところのものであれば、自然と、生物的防除の源流のような流れは奔流となり、ゆったりとした大河となるであろう。

フランスの詩人ランボーの詩に次の様な一節がある。

ぼくらが非情の大河を下れば、

Quand nous descendrions le fleuve impitoyable,

新しい試みは、試練を越えて慈愛の大海上に達するだろう。

Le nouveau essai va arriver à la mer bénéficiaire après la deluge.

因みに *bénéficiaire* とは益虫という意味もある。(和)

## カリфорニアの天敵産業

九州大学農学部生物的防除研究施設 高木正見

カリфорニアには多くの天敵増殖会社がある。1つ1つの天敵増殖会社の規模はヨーロッパの大きな業者に比べれば小さいが、その歴史は古く、創業は古いものでは1920年台にさかのぼる。しかもここでは、天敵を大量増殖して販売することが、1つのビジネスとして定着している。アメリカ合衆国で天敵産業がやっていけるのは、天敵を大量増殖して販売すること自体には規制がない（注1）ので、日本に比べて自由に天敵の増殖・販売が行えるというのが大きな理由であろう。日本とアメリカでは農業や害虫防除を取り巻く状況が全く違うので、天敵の増殖・販売の規制緩和だけで日本の天敵産業の未来が開けるとも言えないが、カリфорニアの天敵産業の現状は、参考になる点もあると思う。カリфорニア大学リバーサイド校に留学中に天敵増殖会社を数社を訪問する機会があったので、ここでは、そのときの見聞を紹介する。

### フィルモア柑橘共同防除組合

フィルモア柑橘共同防除組合はカリфорニア州ベンチュラ郡の柑橘栽培農家が、1926年にアカマルカイガラムシの防除の目的で設立した防除組合が発展したものである。最初は化学農薬でアカマルカイガラムシを根絶するのが目的であったが、その後、USDAやカリфорニア大学リバーサイド校の指導などにより、生物的防除を中心に据えた害虫管理を行うようになった。基本的には、フィルモア周辺の柑橘農家の害虫防除請負が本業である。ここでは、農家の面積に応じて負担金を徴収している。そして、請け負った農家の柑橘園の生物的防除のためにアカマルカイガラムシの天敵、*Aphytis melinus* とオリーブカタカイガラムシの天敵、*Metaphycus helvolus* の大量増殖を行っている。自分の所で生産していない天敵は、必要とあれば他の天敵増殖業者から購入する一方、自社製品を他の業者を通じ、あるいは直接、注文があれば販売している。

フィルモア柑橘共同防除組合の天敵増殖工場は、エアコンもない木造の平屋建てで、工場と言うより、日本で言えば養鶏場といった感じであった（写真1）。専門の職員は2～3人で、後は季節的にパート労働者を雇っている。とにかく、天敵の製造コストをいかに切り下げるかを工夫している。幸いフィルモアは1年を通して気候が穏和で、建物の作りを工夫すれば、冬は寒くないし、夏もそれ程暑くならないので、空調のコストは節約できる。

ここでは、*A. melinus* の増殖は、本来の寄主、アカマルカイガラムシでなくシロマルカイガラムシを寄主として行っている。アカマルカイガラムシの大量増殖は、レモンの果実を用いる方法も確立しているが、レモンはコストがかかる。大学での研究用はむしろアカマルカイガラムシを寄主として使う必要があるので、レモンで増殖しているが、商業的な大量増殖では、バナナスカッシュという大型の楕円形のカボチャの1種を用いて、シロマルカイガラムシを大量増殖し、それを寄主として用いている（写真2、3）。カイガラムシがたくさん付いたバナナスカッシュを飼育箱（写真4）に入れてハチを増殖する。ハチが羽化したら、炭酸ガス麻酔で飼育箱の下に差し込んだ紙に落とし回収する。メスシリンドーで測って、アイスクリームカップの中に入れる。このアイスクリームカップの内側には蜂蜜が塗ってある。これらの天敵増殖技術はカリфорニア大学リバーサイド校で開発されたものを更に改良して商業的に確立している。

一方、*M. helvolus* の増殖には、適当な代替え寄主がないので、オリーブカタカイガラムシそのも

のを使っている。また、オリーブカタカイガラムシの飼育には、アカマルカイガラムシの場合のバナナスカッシュのような手頃な代用餌がないので、キヨウチクトウの鉢植えを用いている。1度使ったキヨウチクトウは切り返して新しい芽を出し、再利用している。鉢植えのキヨウチクトウを使い回しているので、かなりの手間がかかっている（写真5）。日本の黒皮カボチャを始めとする色々なカボチャや入手が簡単な観賞植物などが使えないかどうか、カリフォルニア大学リバーサイド校で寄主カイガラムシの餌植物を色々試しているが、今の所うまくいっていない。

キヨウチクトウの鉢植えにオリーブカタカイガラムシを接種し、それが増えたら別の部屋に移し、そこでハチを増殖する。羽化したハチは明るい窓に止まっているのを吸虫管で吸い取るという、かなり原始的な方法で大量増殖を行っている。このように、*M. helvolus* の大量増殖には手間とコストがかかっている。しかし、生物的防除中心の柑橘害虫防除体系を構築するために、オリーブカタカイガラムシの生物的防除は不可欠なので、手間が掛かっても継続している。コストとそれから得られる利益とのバランスで総てを考えるアメリカ流の価値基準では、オリーブカタカイガラムシを生物的防除に頼るのはペイしないと言える。しかし、柑橘害虫の総合的害虫防除体系全体からみて、それが不可欠であれば、少し手間が掛かっても、エネルギーをつぎ込むのである。フィルモア柑橘共同防除組合を見学して、個々の天敵を大量増殖して、販売すればよいというやり方では、とても *M. helvolus* の大量増殖は続かないと思った。柑橘園の害虫管理をトータルで請け負っているので、手間の掛かる天敵の大量増殖が続けられているのである。

### リンカンバイトバ天敵増殖会社

リンカンバイトバ天敵増殖会社はカリフォルニア大学リバーサイド校の元技官、ディートリヒ氏が大学を退職後、その知識と技術を生かして始めた会社である。今は娘のジェーンさんが経営を引き継いでいる。ジェフ・ホンダ氏（現、サンノゼ大学、当時、カリフォルニア大学リバーサイド校）と新島さん（玉川大学）と一緒に訪問したときは、ディートリヒ氏が相手してくれたが、氏いわく、「天敵産業は工業というより農業的な感覚でやるべきで、いかに簡単なシステムで費用をかけずに大量飼育し、さらに、それらをいかにうまく収穫し、いかに早いうちに使用するかが重要である。そのためには、使用する現場の出来るだけ近くで天敵の増殖ができる、小回りの利く小さな企業が有利である。」と（写真6）。後発ながら、大きく成長し、製品を外国にも輸出しているヨーロッパの天敵産業に少し対抗的な言葉であった。

それはともかく、リンカンバイトバ天敵増殖会社では、バクガ卵をいかに効率よく低成本で大量生産するかが基本で、それを寄主としてタマゴヤドリコバチを飼育し、さらに、餌として利用してクサカゲロウを飼育し製品化していた。バクガを大量増殖している場所は、なんと中古のトレーラーの荷物室だけを切り取って、空き地に置いただけの施設で、エアコンも何もなく、ただ中に吊した袋の中に、大麦とバクガが入っていた（写真7、8）。中古トレーラーという廃物利用の倉庫の中で、管理の悪い大麦に蛾が湧いているという感じであった。これがリンカンバイトバ天敵増殖会社の製品の源ということになる。この沸き立つバクガコロニーから、いかに卵を収穫するかについては、ディートリヒ氏は社外秘密だといって見せてくれなかった。ただし、この方法については、後日、カリフォルニア大学バークレー校の生物的防除研究センターで、産卵用のケージと、得られた卵を親の鱗粉やゴミから分離する方法を見せてもらった。それほど秘密ということもなさそうであった。しかし、こういった昆虫の飼育技術は、別に特許を取っている訳でないので、元従業員が、技術を盗んで、競争相手となる新規天敵増殖業会社を始めたこともあったらしい。従って、ある1工程のちょっとしたア

イデアでも、従業員といえども絶対見せないで、その部分は、ほんの身内だけで作業するという事になっているようである。

ここも正規従業員は数名で、後は、ヒスピニック系の安いパート労働力でに頼っていた。新鮮なバクガ卵は、タマゴヤドリコバチの寄主として利用し、その残りを冷凍保存しても利用できる、捕食者クサカゲロウの餌として、利用するという。この様に、とことん安価に製造したバクガ卵を、さらに無駄なく使うというシステムであった。リンカンバイトバ天敵増殖会社の製品リストには色々挙がっているが、例えば、*A. melinus*についてはフィルモア柑橘共同防除組合から仕入れているようで、中の天敵増殖会社同士、不得意な分野は他社製品も販売リストに載せて、相互協力でカバーしてあつていた。

## バイオタクティクス社

この会社もディートリヒ氏と同じ、カリフォルニア大学リバーサイド校の元技官、スクライバン氏が、大学勤務時に得た知識と技術を元に始めた会社である。ぼくがカリフォルニア大学リバーサイド校にいたときの友人、パトリック・ルフト博士がこのバイオタクティクス社に就職したので、彼の勤務している砂漠の中の研究所を訪れた。彼は本社から数十キロ離れたこの研究所で、新しい天敵の商品化の研究を行っていた。大量増殖が有望な数種天敵について、何とか商業的大量増殖システムを確立するために、博士号取得直後の若手天敵昆虫学者を雇っているということである。

この研究所が砂漠の中にある理由は、実は、研究所であると同時に、ここはナミハダニの大量増殖施設であるという事であった。砂漠の真ん中なので、捕食者や近縁種が飼育システムにコンタミする確率を最大限減らせるからだという事である。こんな砂漠の真ん中で、夏の気温は35°C以上になることもあり、とても空調なしにはハダニは飼えないと思うのに、そうではなかった。かまぼこ型のテント（写真9）の中でインゲンが栽培され、そこでナミハダニが飼育されていた。両側に大きなファンが回っており、空気の乾燥した南カリフォルニアでは、直射日光さえ遮断すれば、ハダニの増殖に高温障害が出るほど温度は上昇しないとのことである。ここでは、ハダニの飼育だけを行っており、これを餌としたチリカブリダニの増殖は数十キロ離れた別の場所で行っているとのことであった。そこまでは、ハダニを車で運搬するそうである。

## バシットコオロギ飼育所

これまでの3社は、一応うまくいっている例であるが、それが、カリフォルニアの天敵産業の総ではない。バシットコオロギ飼育所は、もともと天敵増殖は行っておらず、魚の餌としてのコオロギの増殖を行っていた。その会社が「天敵は儲かるそうだ。」と話を聞いて、天敵の増殖も始めてみたが、うまく行かないので、カリフォルニア大学リバーサイド校の技官、リサ・フォスターさんに相談を持ちかけた。サンホーキンバレーのオレンジ園に調査に行った帰りに寄ってみると同行した。

実は、バナナスカッシュでシロマルカイガラムシを増殖して、それを寄主にして*A. melinus*の大量増殖しようとしているが、シロマルカイガラムシが増えないというのである。そこで、シロマルカイガラムシを増殖している部屋をよく調べると、シロマルカイガラムシを接種したバナナスカッシュの上にテントウムシが数匹発見できた。入り口の扉も開けっ放しで、部屋も雑然としていて、フィルモア柑橘共同防除組合のシロマルカイガラムシ飼育室とは様子が異なっていた。アドバイスとしては、「扉を網戸にして、きちんと閉めること。人が出入りする際は、必ずテントウムシの付着に注意する

こと。」ということになった。フィルモア柑橘共同防除組合のシロマルカイガラムシ飼育室が養鶏場の鶏舎に見えたのは、ぼくが細部にわたって注意深く見てなかつたということある。実は出入口は網戸と普通の扉の2重になっていたり、その他、目に見えないような工夫が随所になされていたのである。

## おわりに

この小文は、カリフォルニアの天敵産業を、正式に調査した報告ではない。天敵産業について断片しか見てないし、聞いた話を少し誤解している点もあるかも知れない。また、細かな増殖技術のノウハウについての情報はほとんど触れなかつた。しかし、カリフォルニアで天敵産業が継続的に成立している背景について、ヒントは得られたと思う。ディートリヒ氏が言っていたが、天敵の大量増殖にはあまり高価な施設や器具は必要ないのである。昆虫の飼育法に関する細かなアイデアの積み重ねと、虫を上手に飼うセンスがポイントで、それらをいかにシステム化できるかということのようである。

昆虫の大量増殖施設というと、日本では沖縄県のミバエ大量増殖施設を思い浮かべるが、フィルモア柑橘共同防除組合やリンカンバイトバ天敵増殖会社を見ていると、そのシステムはむしろ、かつての日本の養蚕農家に似ていると感じた。今の日本の農薬登録システムの元では、このような個人経営的な天敵産業は成立し得ないであろう。しかし、かぶと虫や鈴虫を増殖する感覚で天敵を増殖し、それを自由に販売できるのであれば、日本でもカリフォルニア的な中小天敵業者の存在は可能であろうと思った。土着天敵を大量増殖したものを販売し、それを農家が購入して気軽に利用することに、日本には厳しい規制があることが理解できない。

---

(注1) 最近、外国からの天敵導入に関しては、アメリカ合衆国では規制強化の動きがある。しかし、既に定着している天敵を大量増殖して販売すること自体は自由である。

---

### 写真の説明

- (写真1) フィルモア柑橘共同防除組合を視察に来たカリフォルニア大学リバーサイド校のボブ・ラック教授一行
  - (写真2) アカマルカイガラムシを接種したバナナスカッシュを並べてある棚
  - (写真3) 走光性を利用して、アカマルカイガラムシのクローラを集めているところ
  - (写真4) *Aphytis melinus* の飼育箱
  - (写真5) オリーブカタカイガラムシの飼育のためのキョウチクトウのポット植
  - (写真6) 天敵産業のあり方について話すディートリヒ氏
  - (写真7) 中古のトレーラーを利用したバクガの飼育室
  - (写真8) バクガの飼育室の内部
  - (写真9) ナミハダニの大量飼育ハウス
-

## 昆虫病原糸状菌を用いた施設野菜害虫の防除

宮崎県総合農業試験場 黒木修一

### はじめに

作物害虫の防除に微生物を含む天敵類を活用しようとする研究が盛んにおこなわれ、農薬として販売される天敵も徐々に増えつつある。そのなかで、昆虫病原糸状菌製剤はカンキツや桑に寄生するカミキリムシに対する1剤が既に市販されており、なお数種の昆虫病原糸状菌製剤が野菜害虫を対象とした農薬としての実用性評価がおこなわれている。現在、実用性があると判定された数剤については準備が整い次第販売が始められようとしている。宮崎県総合農業試験場では薬剤抵抗性害虫対策という視点から、施設栽培野菜における天敵の利用法について研究を進めており、数種の昆虫病原糸状菌による害虫防除試験も行っている。今回は、*Verticillium lecanii* 菌を中心に施設野菜害虫に対する昆虫病原糸状菌の防除効果と使用にあたっての注意点など幾らかの知見を紹介したい。

### 施設栽培と昆虫病原糸状菌

冬季のビニルハウス内では数種の在来昆虫病原糸状菌（以下寄生菌とする）により害虫類が感染死することがしばしば見られ、害虫の爆発的増加が抑制されていると考えられる。場内のトマト栽培ハウスを24の均等なブロックに区切って、寄生菌によるシルバーリーフコナジラミの自然発病を観察した事例を表1に示す。この例では、ブロックごとの発病率は異なるものの2種の在来寄生菌が混在して発生し、平均7%の個体が発病していた。このことから野菜の栽培施設内は寄生菌の利用に適しているものと推察される。施設栽培野菜ではベト病や斑点病、灰色カビ病などの高湿度環境で発生する病害が多い。これは、病害防除の面からは重大な問題であるが、同じように高湿度環境を要求するカビである寄生菌の利用に、施設内が適していることを婉曲に示している。

### 昆虫病原糸状菌の利用と湿度制御

現在、野菜害虫防除のために農薬登録が進められ、実用化が最も近いのは、*Verticillium lecanii*、*Beauveria bassiana* および *Paecilomyces fumosoroseus* の3菌を利用した製剤である。ほとんどの剤は菌の胞子が製剤の主体であり、胞子が発芽して昆虫体に菌糸を侵入させることにより病原性を發揮する。この3菌は共に胞子の発芽には高湿度を要求するが、その程度は異なり *V. lecanii*（以下レカニとする）は特に高い湿度を要求することが知られている。本菌の接種により高い感染力を得るためには、接種後の相対湿度が100%で14時間以上持続する必要があるとされている（Hall, 1981）。つまりレカニを用いてある程度の防除効果を得るためにには、多くの場合人為的な環境制御と使用時期の選択が必要となると解釈できる。レカニ製剤を用いてキュウリのワタアブラムシ防除を行った事例を図1、2に示す。両例とも施設内の散水や密閉などの湿度を高める操作を行ったが、必ずしも寄生菌の好適環境が得られなかった。その結果、好適環境が全く得られなかった場合（図1）では、無処理に比較してアブラムシの増殖は抑えているものの、実用的な防除効果は得られなかった。剤の処理後に概ね好適環境が持続した場合（図2）には高い防除効果が得られた。図2では、3回の剤の散布がおこなわれたが、2回目の散布後では環境が整わず、一時的にアブラムシが増殖し始めたことも観察された。これらのことから、剤の散布後の環境が寄生菌の害虫防除効果に強く影響することがわかる。もし除湿機や加温機を利用して病害の被害軽減が図られれば当然大きな影響を与えることになると考えられる。

## 昆虫病原糸状菌の利用と農薬の使用

寄生菌のみを用いて発生した全ての害虫を防除できることは希であるし、寄生菌の好適環境は植物病害にとっても好適な環境となるため、防除体系の中では寄生菌と薬剤の併用は避けることができない。現在、農薬登録が進んでいる剤のほとんどは、水和剤など一般の薬剤と同様に水に懸濁して散布する方法をとっている。通常レカニ剤などには寄生菌の栄養となる成分が含まれているため生存期間が比較的長く、散布時に寄生菌の胞子が昆虫体に付着しなくとも、胞子は葉上で発芽し昆虫との接触を目指す（写真1）。このように散布した寄生菌は寄主昆虫を葉上などで待ち伏せして感染する作用も持っているので薬剤の近接使用の影響は意外と大きい。ほとんどの寄生菌製剤の大きな特徴は、従来の薬剤と同様に取り扱えることであり、場合によっては慣行の薬剤防除時に混用して使えるという点である。殺虫効果の面からは、従来の薬剤と混用することによる供給作用が認められており、今後の研究成果が待たれる。個別の薬剤のレカニ菌に対する影響については、日本バイオロジカルコントロール協議会資料などで、ある程度の知見が紹介されているので、ここでは詳細には触れない。

## 防除体系における昆虫病原糸状菌の位置

促成ピーマンにおける栽培暦と害虫発生の模式図を図3に示す。ピーマンは最低温度が約18°Cと他の作物に比べて高く管理される。このため、この作型においては12月中頃になると、露地栽培の終了や保温のために施設の密閉度が高まるために、外部から施設内への害虫の侵入はほとんど無くなる。このころまでに十分な防除対策がなされれば、理屈としては春まで防除の必要がなく、わずかな害虫が残ったとしても、その世代交代による増殖にだけ注意すればよい。播種から定植、加温が始まる11月ころまでは、施設外から害虫類の侵入量が多く、気温が高いために害虫類の増殖スピードも速い。あらゆる対策を用いて強力な防除が行われる必要があり、天敵類の活用も一つの方法である。しかし、このころまではピーマンの樹も小さく人為的に高湿度環境に調整しなければ寄生菌の使用は困難である。この作型においては、加温機が作動する11月以降に菌核病や斑点病が発生する。このことから推察して、施設の密閉度が高まり、樹が成長して葉が茂ることによって、高い相対湿度が得られるようになる11～12月頃以降に、通常の利用法により寄生菌が活用できるようになるものと思われる。また、施設内は加温してあるとはいえ、冬季の施設内は平均気温が下がり、害虫の活動や増殖のスピードが鈍る。このことは、温湿度環境が防除効果に大きく影響する寄生菌にとって、高温期に比較して防除効果を上げやすくする結果をもたらすものと考えられる。このように、各作物には寄生菌の防除効果が出やすい環境が存在する。薬剤と天敵動物などと役割を分担させ、どの時期に寄生菌を使用すれば効果が上がりやすいかは、栽培者にとっては容易に判断できることであろう。

## 昆虫病原糸状菌を用いたアブラムシ防除

促成栽培ピーマンにおいて、レカニ菌製剤である Vertalec を用いモモアカアブラムシ防除を行った試験の例を図4に示す。試験は少発生のモモアカアブラムシを防除対象として行い、本作型において寄生菌の好適な環境が整う12月末から行った。Vertalec の通常使用濃度である1000倍液を約7日間隔で3回散布し、無処理と比較した。その結果、試験期間である12月末から1月末までの期間に無処理区では、モモアカアブラムシは約50倍に増殖したのに対して、Vertalec 敷設区ではほとんど増加が見られず高い防除効果が認められた。アブラムシはウイルスのベクターとならない限り、ピーマンにおいては多少存在しても実害はない。また先に述べたように、この時期は施設外からの侵入がほとんど無く、増殖する圃場内にいる個体が増殖しないように管理できれば良い。ただし、わずかな個体は存在し続けるので、栽培者は害虫が圃場内に存在するという脅威を受け続けなければならない。寄生菌のみでこの脅威を排除するのか、他の防除手法と組み合わせて排除するのかは、そのと

きの状況によって決定していく必要がある。

### 昆虫病原糸状菌利用のスケジュール化

寄生菌を利用するときの湿度環境については先に述べた。寄生菌に限らず天敵を利用する上で絶対の条件は、害虫が少発生の段階で使用することである。少発生の定義とは難しいが、概ね害虫の発生を確認したときと解釈した方がよい。しかし、害虫がどれほど発生しているかを正確に把握するのは、栽培者にとっては労力的にほぼ不可能と思つてよく、少発生というタイミングを掴むのは意外と難しい。従つて、寄生菌の利用に限らず、天敵という化学農薬に比べれば安定性の劣る防除手段を有効に利用するためには、防除体系を一つのシステムとして捉え、害虫の発生に関わらずスケジュールに従つて防除を行っていく体制を整える必要があると思われる。スケジュールに従つて防除をおこなうためには、作物・作型によって害虫の発生動向を把握しておくことは当然必要であり、ある程度の害虫発生のズレや突発発生害虫に対抗する手段も、スケジュールに組み込んでおく必要がある。従来行われてきたような害虫の発生を見ておこなう臨機防除は最後の手段として捉えるべきではないかと考える。

### おわりに

昆虫病原糸状菌に限らず天敵の利用技術は、まだ十分に確立していないところがある。また、栽培地や作型、栽培品目によって害虫の発生は当然異なるから、個別の事例について寄生菌による防除体系の検証をおこなう必要がある。生物防除資材は、化学薬剤に比較すれば扱いも難しく、防除効果も安定していない。しかし、農業を取り巻く様々な状況や薬剤抵抗性害虫の発生などから、生物防除資材が有効に利用されることが望まれている。昆虫病原糸状菌製剤も極めて近い将来、複数の剤が市販されることがわかっていることから、有効な利用法の開発だけでなく、具体的な利用法について普及啓蒙に力を入れていく必要があろう。

### 写真の説明

(写真1) 葉上における菌糸と寄主の接触

アブラムシの脚に *V. lecanii* の菌糸がからみつこうとしている。

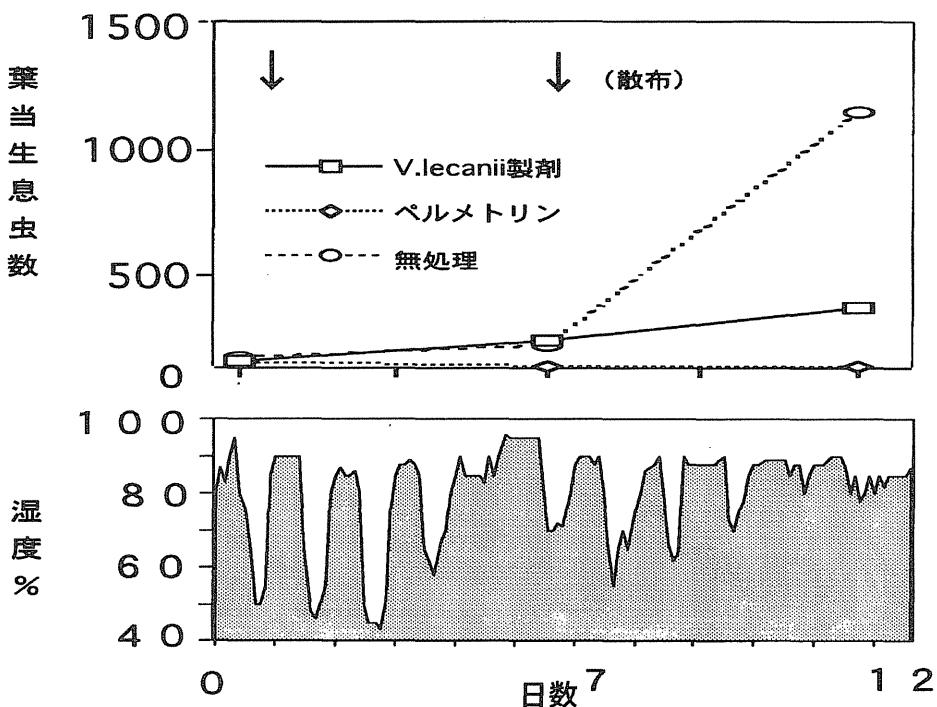


図1 キュウリ栽培施設における昆虫病原糸状菌処理後の湿度変化と生息虫数の変化（不適環境時）

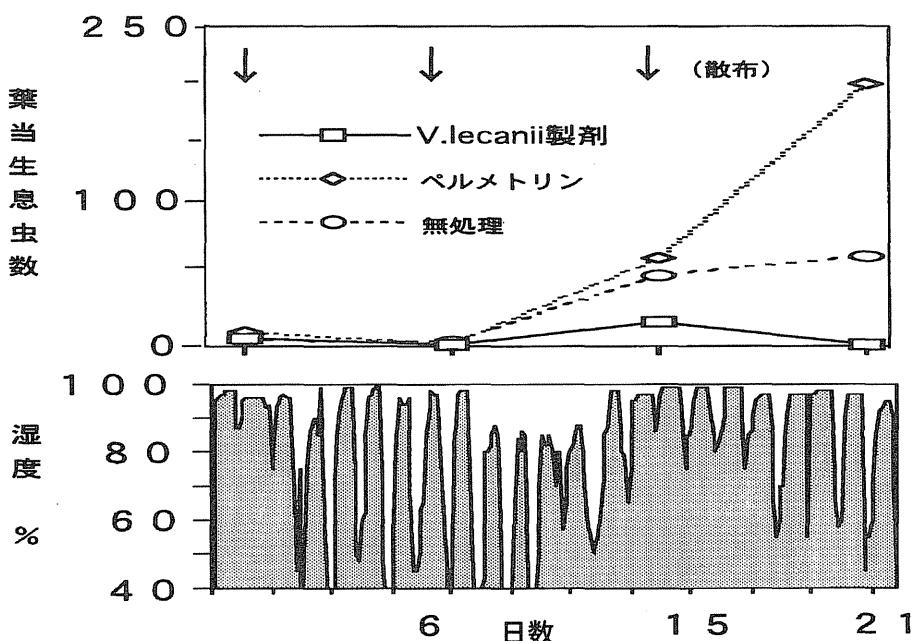


図2 キュウリ栽培施設における昆虫病原糸状菌処理後の湿度変化と生息虫数の変化（好適環境時）

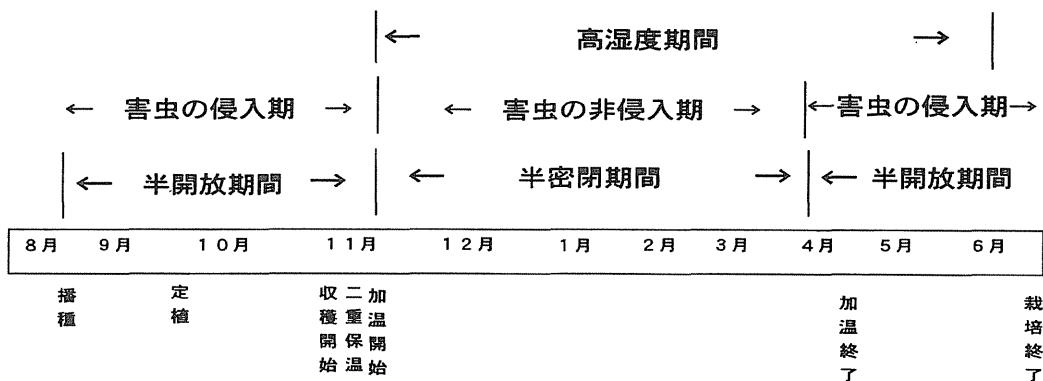


図3 促制栽培ピーマンの栽培歴と害虫発生の模式図

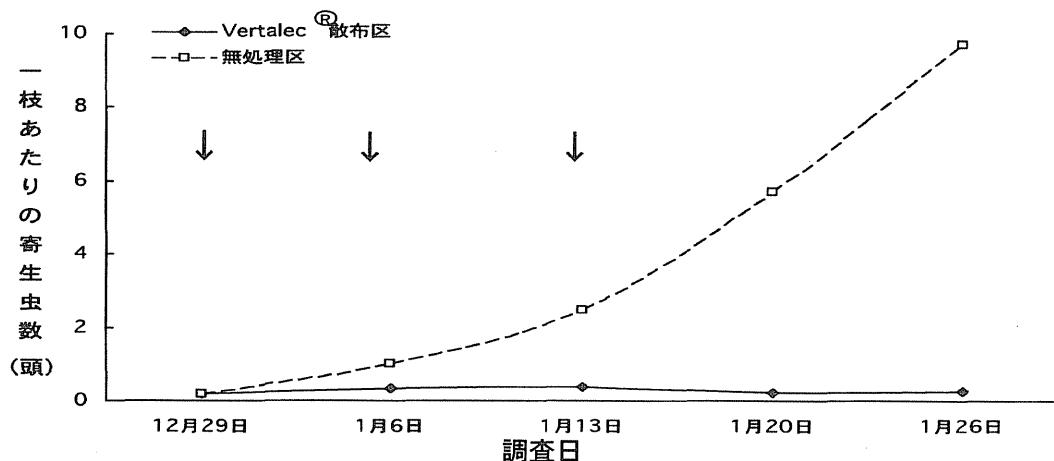


図4 昆虫寄生菌の散布によるピーマンのモモアカアブラムシ防除効果  
↓は昆虫寄生菌の散布 Vertalec® 1000倍液

表1 トマト栽培施設内におけるシルバーリーフコナジラミの昆虫病原糸状菌による自然発病率

菌種	最高発病率 (%)	最低発病率 (%)	平均発病率 (%) A.v ± S.D
V.lecanii	20.6	0	5.1 ± 4.5
Paecilomyces sp	19.3	0	1.9 ± 4.2
合計	21.0	0.2	7.0 ± 5.4

注) 合計は全調査ブロック中で両菌の合計発病率が最も高かった数値。

## 施設トマトにおける天敵（オンシツツヤコバチ剤）利用による防除作業の省力化

神奈川県農業総合研究所 生産技術部  
技師 深山陽子

### 1. はじめに

害虫防除に天敵を利用するメリットはいくつかあげられ、その一つとして‘従来の化学合成農薬主体の防除と比べて作業の快適化かつ省力化が期待できる’といわれている。しかし、天敵を利用した場合の防除作業の量的、質的な評価をおこなった調査例はほとんどない。今回、施設トマト栽培におけるオンシツツヤコバチ剤を利用した場合の防除作業体系を労働科学的手法を用いて調査したところ、若干のデータが得られたのでここに紹介する。

### 2. 試験方法

神奈川農業総合研究所内ガラス温室内（面積 330m<sup>2</sup>）のトマト（品種：ハウス桃太郎、定植：1997年4月2、22日、栽植様式：畝間150 cm×条間30 cm×株間60 cm、2条植え）でオンシツツヤコバチ剤を1997年5月14日、22日、29日、6月4日に25株当たり1カード放飼した。定植後の農薬散布については、動力噴霧機を用い、2人組作業（散布者と補助者）で、6月10日、19日にうどんこ病に對して行った。

このとき、オンシツツヤコバチ剤の放飼作業と動力噴霧機による農薬散布作業の作業時間、エネルギー代謝率（以下、RMRと略す）※、消費エネルギー量\*\*\*を調べた。被験者は、男性、56歳、身長163cm、体重61kg、農作業経験2年である。また、労働負担調査とあわせてコナジラミ類寄生葉率、被害果率、オンシツツヤコバチ寄生率を調べた。

### 3. 結果

作業時間は天敵放飼作業が0.29時間/10a/回、薬剤散布作業が4.65時間/10a/回（2人組作業、薬液作成時間、片づけ時間、洗浄時間を含む）と、天敵放飼作業は薬剤散布作業の6.2%であった（表1）。

天敵放飼作業のRMRは0.9で作業強度の分類\*\*\*上「極軽作業」に分類されることがわかった（表1）。RMR 0.9とは、だいたい家庭の炊事を行う労働とほぼ同じ値であり、トマトに関わる作業の中では芽かき作業と同じくらいの値である。

消費エネルギー量は天敵放飼作業が36 kcal/10a/回、薬剤散布作業の散布者が381 kcal/10a/回と、天敵放飼作業は薬剤散布作業の9.4%であった（表1）。今回の調査では動力噴霧機からホースを引っ張る補助作業者がいたが、農家によっては1人でホースを引きながら散布を行うケースもある。1人で作業する場合は、作業時間と作業強度はともに今回得られたデータより大きくなると予想されるため、散布者の消費エネルギー量はさらに大きくなると考えられる。

今回、労働負担調査を行ったオンシツツヤコバチ剤を利用した防除体系を組んだ施設で、コナジラミ類へのオンシツツヤコバチの寄生率は高く、コナジラミ類の寄生葉率は低く抑えられ、防除効果は高かった。すす病果、着色異常果の発生は認められず、被害は問題なかった（表2、3）。

### 4. 考察

通常、農薬散布はコナジラミ類だけではなく、他の病害虫に対しても行う。したがって、オンシツ

ツヤコバチ剤を利用しても、農薬散布回数が減らなければ、省力化されたとはいえない。そこで、前述の所内試験と作付け時期が近い神奈川県内トマト栽培農家の薬剤散布回数を調査し、全防除作業時間を試算し、比較した。調査した3件のうち、オンシツツヤコバチ剤を利用してない2件の薬剤散布回数は4回及び7回であり、利用した農家の薬剤散布回数は所内試験と同じく2回であった。（表4）このうち、殺虫剤のみの散布回数はオンシツツヤコバチ剤を利用した農家が0回であったのに対し、利用しなかった農家は2及び3回あり、いずれもオンシツコナジラミを対象とした散布であった。後者の殺虫剤のみの散布時期はいずれも忙しい収穫時期と重なっていたため、オンシツツヤコバチ剤を利用すれば、この時期の労働時間を短縮することが期待できる。

定植時から収穫終了時までの全防除作業時間（天敵放飼作業4回+薬剤散布作業2回）を試算すると、オンシツツヤコバチ剤を利用した所内試験とA農家では10.07時間であった。オンシツツヤコバチ剤を使用せず、仮に薬剤散布作業を（表4）のB農家のように4回行ったとすると、全防除作業時間は18.61時間であり、（表4）のC農家のように7回を行ったとすると32.56時間と試算される。

また、エネルギー消費量を同様に試算すると、所内試験とA農家では858 kcal、（表4）のB農家のように4回薬剤散布では1,523kcal、（表4）のC農家のように7回では2,665 kcalとなる。（薬剤散布は散布者の散布時ののみの値を含めた。補助作業者の値、準備、片づけなどを含めると天敵利用した場合としない場合の差はさらに広がる。）

以上のことから、本作型のトマトでオンシツツヤコバチ剤の効果は高く、この剤を防除体系に組み込むことにより防除に費やす作業の大幅な時間短縮が可能となり、労働負担も軽減されることがわかった。

## 5. 今後の課題

今回は労働負担に着目して調査を行ったが、オンシツツヤコバチ剤を用いて防除を行えば、「楽になる」というだけでは現場の農家は利用しにくい。というのは、オンシツツヤコバチ剤そのものの価格が化学合成農薬と比較して割高であるからである。今後は経済性の評価をさらに細かく行い、現場への普及・導入の際の参考資料としたいと考えている。

\*エネルギー代謝率（Relative Metabolic Rate: RMR）とは、性別、年齢差、体格差などの個人差に関わりなく筋的労働の強度を表現する値である。労働のために消費されたエネルギーがその個人の基礎代謝量の何倍に当たるかを表し、次式で表される。

$$RMR = (\text{労働代謝量} - \text{安静代謝量}) / \text{基礎代謝量}$$

基礎代謝量=人間が生命維持のために必要な覚醒時の最低エネルギー量で、体表面積に比例し、年齢、性別、体格などによって影響される。

安静代謝量=基礎代謝量に姿勢保持のためのエネルギー代謝量を加えたもの。

労働代謝量=労働時のエネルギー代謝量。

\*\*\* 消費エネルギー量は今回はエネルギー代謝率から算定し、日本人男子の平均的な値(1.0 kcal/分)をとって算定した。

\*\*\*\*作業強度は、RMRの値によって「極軽作業」、「軽作業」、「中等作業」、「重作業」、「激作業」の5段階に分類される。

表1 作業時間、エネルギー代謝率(RMR)、消費エネルギー量

	作業時間 時間/10a/回	RMR	消費エネルギー量 <sup>*)</sup>
			kcal/10a/回
天敵放飼作業区	0.29	0.9	36
薬剤散布作業区	4.65 <sup>a)</sup>	1.9 <sup>b)</sup>	381 <sup>b)</sup>

\*) 基礎代謝量値を1.0 kcal/minとして計算。

a) 2人組作業の延べ時間。薬液作成、片づけ、洗浄時間含む。

b) 散布者の散布時の値。

表2 コナジラミ類発生状況及びオンシツツヤコバチ寄生状況

調査月日	オンシツツコナジラミ			シルバーリーフコナジラミ		
	成虫寄生数	幼虫・蛹寄生数	オンシツツヤコバチ 寄生率	成虫寄生数	幼虫・蛹寄生数	
					頭/葉	
頭/葉	頭/葉	%	頭/葉	頭/葉	頭/葉	頭/葉
6月12日	0.1	0.5	70.4	0.0	0.0	0.0
7月17日	0.1	4.1	82.4	0.0	0.0	0.0

表3 コナジラミ類被害果率

すす病果	着色異常果
%	%
0.0	0.0

表4 本試験及び神奈川県内農家の栽培期間と薬剤散布回数(1997年)

	定植	収穫終了	薬剤散布回数	オンシツツヤコバチ剤
	月 日	月 日	(うち殺虫剤のみ散布回数)	利用状況
本試験	4月22日	8月4日	2回(0回)	利用
A農家	4月1日	7月末	2回(0回)	利用
B農家	4月初	7月25日	4回(2回)	利用せず
C農家	3月末	7月末	7回(3回)	利用せず

## 農家側からみた天敵利用の現状と課題

神奈川県天敵利用研究会 石川 榮一

天敵を利用している実践農家として、どのように使っているのか、そして、何が問題か、私見を述べたい。私が現在の経営（施設野菜）を始めたのは、1965年からである。この時代、外国からの侵入害虫としては特別なものにはお目にかかるつていなかった。また、防除の考え方としては、農薬を散布すれば、それですべて病気・害虫は防げると考えていたのである。しかし、同一地で、しかも、特定の作物（植物）を植えつけていること自体、自然界からすれば、不合理なことであった。特定の植物に飛来する昆虫はごく少ない種類であり、土着天敵の働く余地などとても考えられないものである。このような状況からして、天敵との出会いは、私にとって、衝撃的なことであった。

### （1）天敵使用に至るまでの経過

私の栽培では、（トマト）1991年春から、オンシツツヤコバチの導入を始めた。

私の圃場で、オンシツコナジラミが確認されたのは1970年広島県で確認をされた年に見られている。当初は珍しい虫だと思っていたが、密度が高くなるにつれ、幼虫の甘露のため、スス病が発生し、その対策に苦慮し始めたのである。各種の薬剤を散布したが、密度の低下はみられず、どう防除対策を組んだらよいか、大変悩んだものであった。

1970年ころまでのトマト栽培の害虫対策は、アブラムシ類とダニ（ナミハダニ）程度であった。しかし、このオンシツコナジラミの侵入により、その後の害虫対策に大きな転機が訪れたのである。

### （2）天敵の導入

〔1991年〕 導入後の結果は惨憺たる状況であった。マミーは確認でき、オンシツツヤコバチの繁殖も多くはなって来たが、オンシツコナジラミの数からしたら、とてもかなわぬ数であったため、甘露によるスス病の発生で、大変な思いをしたのであった。

今、考えると、放飼のタイミングが大きくずれていることが、失敗の要因であった。

〔1992年〕 前年の導入結果からみて、本年は導入をためらったのであったが、オランダでは成功しているとの情報に再度挑戦した。しかし、結果は前年よりも若干の改善はみたものの、防除効果としては、表に出す状況ではなかった。原因の一つに、自分自身の圃場観察が十分できていなかった。

〔1993年〕 2年連続の失敗により自信をなくしていたが、これを最後の挑戦と思い導入を決意。

導入前の発生密度をできるだけ低くして、放飼を試みたが、やはりタイミングがずれ期待した効果は得られなかつた。——（私の期待する効果とは、スス病の発生は若干あってもよいが、出荷調整作業に支障をきたす密度まで増加したのでは失敗とみる）

〔1994年〕 過去3年の苦い経験から、放飼を考えはしなかつた。しかし、試験要請があり、さらに、天敵、害虫に関する情報が豊富に入り、今までとは違った観点から導入を考えた。それは、密度の極く少ないうちからの放飼である。育苗期——定植期——定植後——生育盛期と、トマト栽培のステージすべてに放飼したのである。この方法により、大きな成果を得た。——成功である。

このことにより、現在の放飼効果を得るきっかけができたのである。さらに、天敵と害虫の生活史をより注意深く観察することにつとめたのである。今までではわからなかつたことが少しづつわかり、放飼のタイミングを早くつかむことができたのである。しかし、反面、天敵を十分に働かせるためには、化学農薬の散布は極力避けなければならないため、病気や害虫の発生にはより注意深さが必要に

なってきた。たえず、病気がでたら、害虫が発生したらと、不安につきまとわれたことは事実である。

〔1995年以降〕 過去4回の放飼経験から、害虫の発生状況と今後の発生予察が可能になった。どの場所から発生を始め、どの場所が一番多く発生していくのか、自分の施設内の状況がつかめるようになってきた。

大事なことは、自分の施設内の生育状況、環境をよく知ることである。特に春先は気温の上昇により、発生状況が大きく変化するわけであるから、どこに、どの位の数が発生しているか、つかんでおく必要がある。

### (3) 天敵導入後の問題点

- (イ) 作物、害虫、天敵をより注意深く観察する必要性
- (ロ) 作物の栽培最適環境と、天敵の生活環境との差をどうするか。天敵に快適な環境と、作物の栽培環境とは一致しない。天敵を使用した場合の栽培環境の研究が未熟であるので、早急の着手を期待する。
- (ハ) 天敵導入作物の評価をどうしていくか。
- (ニ) 天敵の価格と一般化学合成農薬との価格差を何によって、縮めるか。（防除コスト）
- (ホ) 天敵の供給価格を引き下げることは可能なのか。
- (ヘ) 天敵の導入をスムースにするために、技術者の養成が必要である。
- (ト) 環境を重視した、栽培技術の推進をより一層進めることが大切である。

実際、私が生産している農産物も一般の農産物と同じ扱いを受けている。それは、私が属している生産グループの中で突出しては問題が発生するからである。しかし、天敵導入による防除効果が、一般化学農業を使用した場合と変わらないことによく変化のきざしが始めてきた。現在、複数の会員が、導入を始めた。そして、私共の出荷先は、生活協同組合なので、今後は天敵の使用が加速されるものと考える。天敵の導入によってより安全な農産物が生産されることは、誰でも分かっているのであるが、収量、品質を落としてしまうことがないだろうか、と思う不安解消にはかなりの時間がかかった。栽培経験が長ければ長い程、その不安はより大きいものである。これらの不安を解消させるだけの実績を作り上げることが最も重要である。—— 論より証拠である。

次に私の周囲の農家が何が原因で、天敵使用をためらっているのか、いくつか挙げてみる。

### (4) 天敵導入を阻害しているのはなにか！

- (イ) 防除効果が確実であるかの不安  
害虫をゼロにすることを望む人が多い。
- (ロ) 防除効果がどれほど持続するのかの不安  
栽培期間が長いため、効果の持続期間がわからない。
- (ハ) 他の病気、害虫が発生した時どのように対処したらよいのか分からない  
どのような農薬を使用すれば天敵に影響がないか、良く知られていない。メーカーの天敵への影響チェックが不十分。
- (ニ) 天敵を使った農産物に付加価値をつけることができるか?  
天敵を使用するので防除コストがかかるので、コスト分を販売価格に上乗せできるか。
- (ホ) 化学合成農薬との価格差がありコスト上昇が心配  
防除コストを販売価格の中でペイできるのか、天敵価格がもっと下がれば使いたい。
- (ヘ) 天敵の購入に時間がかかりすぎる！  
天敵が届くまでに時間がかかり、その間、被害が拡大してしまうかもしれない。

(4) どの時期に使えば良いのかわからない?

日本の気候変化に適切に対処出来る情報が少ない。

#### (5) 天敵使用農産物の販売状況はどうなのか

量販店、スーパーのバイヤーの話しであるが、1に価値、2に鮮度、3に安全という話しを良く聞く。日本の消費者の購入ポイントはやはり価格である。安く、鮮度が良く、安全であればという訳である。必ずしも安全が前面にて販売されるという例は非常に少ない。このことは、生産者のみならず、流通、メーカー、研究者のPR不足が否めない。安全はすべてに優先されるべきなのに、非常に残念である。私の販売ポイントは安全である。価格は同じでも、天敵使用農産物と化学農薬使用農産物を並べたら、必ず天敵使用農産物を購入するはずである。私共の周りは、ありとあらゆる化学物質に取り囲まれているといつても過言ではない。一つでも化学物質を減らしていく努力が必要である。最近問題になりだした、環境ホルモンも決して無縁ではなかろう。

これから社会は、働く安全、食べる安全、生活環境の安全が強く求められていくものと考えられる。天敵を使用することで、どの位の化学農薬の削減になるのか、数量試算が必要である。

#### (6) 天敵供給価格について

天敵の導入をためらう要因として、大きいものがある。現在の価格では、一部の使い慣れた生産者のみでしかなく、導入面積の上昇はあまり望めないだろう。現在の価格の1/2程度まで下がれば、だれでも一度は試してみようと考えるはずである。そして、失敗しても、もう一度試してみようと思うはずだ。現在のように高価なものでは、周到な準備をしてからでないと失敗するケースが多い。もつと気軽に使用出来る価格を期待したい。

#### おわりに

今日、日本各地で環境保全型農業が脚光を浴びているが、天敵の使用をこれに組み入れるべきである。天敵の使用により化学物質の投入量は、かなり低く抑えられるし、天敵を放飼することで、今迄よりも生物に対する観察が生まれ、無用な薬剤の投入が抑制されるはずである。

#### 訂正とお詫び

##### Vol. 2, No.1

◆ 鈴木芳人氏の「イネウンカ類の天敵カタグロミドリメクラガメ」以下訂正をお願いいたします。

P. 14 はじめに 3行目 有力現 → 有力視

P. 15 本文10行目 飛来畳 → 飛来量

P. 16 本文中央「■飼育」2行目 初に → 初めに

◆ 郷原雅敏氏 「海外における微生物除草剤の研究開発の現状」 以下訂正をお願いいたします。

P. 20 1. はじめに 17行目 ケシ、コカ → ケシ、コカ

P. 21 3. 微生物除草剤の歴史 33行目 除草剤 Camperlco → Camperico

P. 23 8. フリカ地域 → アフリカ地域

P. 24 9. 虫近東、インド地域 → 中近東、インド地域

P. 25 11. オセアニア地域 21行目 牧草地のカルフォルニア → 牧草地のカルフォルニア

◆ 名簿 個人会員一覧 最終行

P. 33 石川氏 神奈川県天敵利用研究室 → 神奈川県天敵利用研究会

## フェロモンによる害虫防除

信越化学工業（株） 小川 欽也

### 1. 何故今フェロモンか

有機農産物がいろいろと話題を呼んでいるが、一方では日本では有機農法は無理だとの意見が強い。例えば今殺虫剤の使用を中止したならば、リンゴは害虫に侵され90%以上は虫食いなどで商品価値はなくなると言われている。しかし有機殺虫剤などが、なかつた戦前はどうだったか。戦前殺虫剤を散布しなくとも、半分以上の果実が被害に会うほど、害虫の被害は酷くなかった。実際今でも有機農法に真面目に取り組んでいる農家もある一方で、周辺に有機農法をやっている農家があると害虫の被害が多いとのクレームも多い。このような一見食い違う現象を生じている原因是天敵に対する考え方の差によると思われる。昔は有機殺虫剤を散布されることはなく、天敵は十分に活躍していた。現状は有機殺虫剤で天敵を殺しており、しかも消費者の外観重視の態度から、農家が完全な防除を志向している。害虫の密度がほぼゼロとは、天敵にとっては餌がない状態であり、とても天敵の寄与は期待できない。ではこの状況を少しでも改善するためには、何から始めるべきか。

先ず天敵に害を与えない防除方法と、それを実現するための緩い防除水準を考えてみる必要がある。緩い防除水準を志向するには多少の虫食いを認めてもらえるよう、先ず消費者の理解を得ねばならない。一方では緩い防除水準を設定し、天敵を保護すれば本当に減農薬なり、IPM（総合防除）が実現するだろうか。この種の試験をしようとすると、登録されている各農薬の天敵に対する影響データが必要になる。残念ながら日本では、まだ農薬登録時にこれらデータの提出は義務づけられていない。そのため正確な判断はできないが、現在のところ比較的天敵に安全な剤はBT剤、IGR剤、天敵などの生物農薬、フェロモンなどに限られていると思われる。

そのなかで土壤残留問題、毒性、薬害、環境ホルモンなどの問題が最も少ないとされるフェロモンに対する関心が高まっており、施用面積も急激に増加し、綿、リンゴを中心に50万haに達している。ここでフェロモン防除の内容と問題点について概要を記す。

### 2. フェロモンによる防除

性フェロモンは交尾時にメスから放出される。オスがこの $10^{-14}$ grと言う極く微量のフェロモンを感じしメスに近づき、交尾する。この誘引性を利用し、害虫を集めて殺す大量誘殺法が1960年代に試みられた。しかしこの方法は（1）メスを捕集できない、（2）フェロモン量を増やすと逆に虫が集まらなくなる、（3）捕集されずに残ったオスが何回も交尾する等の欠点から、現在では1~2の例外があるだけで、ほとんど実用化も研究もなされていない。

その研究の過程で、フェロモン量を増やすと誘引性が無くなる現象を知り、これを利用しようとの試みが1970年代から始まった。対象害虫のフェロモンを $10^{-9}$ gr/m<sup>3</sup>程度の濃度でフィールドに保持すると、交尾が阻害され、害虫の被害は低下する。この方法は交信攪乱法と呼ばれている。1976年アメリカで綿の害虫Pink bollworm (P B W) の防除用製剤がEPAから農薬として認可された。しかしその製剤はライフが短い等の欠点があり、効果に影響を与える要因も解明されていなかったことも影響し、その後10年間まったく普及しなかった。1984年普及しない原因を調査のため、筆者が現地Imperial valley, Calif. を訪ねた時の農家のフェロモンに対する印象は全く否定的であった。種々検討の結果交信攪乱を成功させたためには、次のような点に配慮しなければならないことを知った。

### 3. 交信搅乱法成功の条件

交信搅乱を成功させるには次の要件を満たさねばならない。

- (1) フェロモンの同定と最適な組成の決定：天然組成より飽和化合物を除く組成が普通
- (2) ディスペンサーの開発：安定性、均一放出性、長いライフが必要
- (3) 適切な圃場テスト：使用開始時期、施用量、設置方法の決定
- (4) 毒性試験と登録：各国により必要データが異なることが普及の障害の一つ
- (5) 普及：効果に影響する要因の解明と現地に適した説明

フェロモンの同定は公的機関で実施しており、日本以外では組成自身、特許にはならず、その結果を誰でも無料で利用できる。ディスペンサーの開発は最も時間を要し、重要である。当初はスプレタイプが好まれたが、ライフの長いスプレイタイプは今でも開発できず、現状では殆ど reservoir type と言われる hand application type が主流になっている。シーズンを通じて均一な放出速度を保つことと、長いライフを有することは、ディスペンサーの大切な特性である。安定性については重合、酸化、鹹化について注意を要する。特に共役二重結合を有するフェロモンの異性化、オリゴマーの生成、アルデヒドタイプの三量化、酸化は起こり易い。現在は各種の安定剤が使用されており問題は少ない。効果に影響する要因は多いが、それについては次項に記す。天敵に配慮した薬剤の散布も重要な要因である。ピレスロイド剤の使用下ではフェロモンによる防除は成功しにくい。

毒性データは各国によって要求が異なり、このことがフェロモン普及の一つの障害になっている。普及に際し最も大きな障害にならることは、従来の慣行防除とは全くその機構が異なり、効果が目で確認できること、効果に影響する要因が多く複雑であることである。また各社の製剤はライフ、放出速度の制御の点で欠点があり、このことが農家のフェロモンの効果に対する不信感の一因にもなっている。従ってより理想的なディスペンサーの開発が普及の鍵とも言える。

### 4. 効果に影響する要因

効果に影響する要因は多く、その中でも (1) フェロモン濃度、(2) 害虫密度、(3) 風速、(4) 使用面積、(5) 天敵密度の影響は大きい。

#### 4. 1 フェロモン濃度

交信搅乱に必要なフェロモン濃度は害虫の種類、密度によって異なるが、一般に  $(1 \sim 5) \times 10^{-9} \text{ gr/M}^3$  である。フェロモンは虫を殺さないので成虫の生存中、常にその濃度を保たなくてはならない。ディスペンサーから十分なフェロモン量が放出されても風などの条件によってフェロモンがフィールド外に流出すれば、フェロモン濃度は不足する。暑い日が続くとショートライフのディスペンサーではフェロモン不足となる。

#### 4. 2 害虫密度

交信搅乱の一つの欠点は密度が高い時は効果が低下することである。しかしながら密度の高い地域でも越冬世代からフェロモンによる防除を開始すれば効果は発揮できる。しかしシーズンの途中からのフェロモンの使用は注意を要する。綿害虫 PBW の密度の高いことで有名な Imperial Valley でも、シーズン初期からフェロモンを使用すれば効果は上がる。しかし実害を与える第 2 世代からの使用では全く効果が発揮されない例を第 1 表に示す。

第1表 使用開始時期と効果 (PB-ROPE 400本/acre)

使用開始日	7月後半被害(%)	8月前半被害(%)	備考
5月14日	1. 7%	2. 3%	first pinsquare の時期
5月19日	2. 8%	2. 5%	
5月30日	8. 0%	11. 3%	開花の時期、第2世代開始
6月10日	13. 3%	28. 0%	殺虫剤散布開始の時期、

第2世代からのフェロモン使用で良い効果が得られたからと言って、安心して第2世代からフェロモンを使用していると、暖冬などで密度が高い年に、全く効果が発揮されないことがある。

#### 4.3 風速

各社のフェロモン剤とも風速が高いと放出速度は高くなるが、それ以上に風によるロスが大きいので、風の強さにより施用量も増加せねばならない。第2表に実例を示す。

第2表 風速と投与量 (PB-ROPE)

試験場所	投与量 (本/ha)	ライフ (日)	風速 (m/sec)
Brazil Parana	500	70~80	1. 0~1. 5
China Hubei	500	65~75	1. 0~2. 0
Egypt Sharkia	750	60~70	1. 5~2. 5
USA Imperial Valley	1000	40~50	3. 0~4. 0
USA Phoenix	750	60~70	1. 5~2. 5
Pakistan Multan	400	70~90	0. 5~1. 5

風速の高い地域では投与量が大きくなるだけでなく、ライフも短くなる。

#### 4.4 面積

面積も大きな要因である。面積が10倍になった時、投与量は約半分になる。また大面積では、他要因の変化した時に生じやすい悪影響も吸収し、安定した効果を発揮する。そのためできる限り大きい面積での施用を薦めている。

殺虫剤での防除では面積、風速により投与量を変える必要はないが、フェロモン防除では大幅に投与量は変えねばならない。従って大圃場で、風の弱い地域ではフェロモン防除が慣行防除より有利なことが多い。日本でフェロモン防除を普及させるためには先ず集団栽培を進めなければならない。

面積が大きい圃場では周囲条件、風速、作物の高さなど多少の不利な条件があっても、フェロモンの効果を発揮しやすい。

第3表 面積と効果 (シロイチモジョトウ)

面積 (ha)	投与量 (本/ha)	防除率 (%)
198	1000	99. 1
11	1000	92. 5
3. 7	1500	70. 3
0. 1	5000	50. 4
20 慣行防除	0	20. 4

#### 4.5 その他要因

フィールドの周囲条件と傾斜、植物体の高さと密度、気温なども効果に影響する。それらの条件が変わった時に、フェロモン濃度が高くなるか、低くなるかを判断すれば、効果に対する影響も予想できる。ただし温度はライフに対する影響が大きく温暖地では追加処理が必要になるケースが多い。天敵の影響については後で記す。

### 5. 実例

現在フェロモンが最も普及している綿とリンゴについて記す。

#### 5.1 綿の害虫 PBW

綿の害虫としてはPink bollworm (PBW:ワタアカミムシ) , American bollworm (ABW:オオタバコガ) , White fly (WF:ワタコナジラミ) が重要と言われている。特にスーダン、中国北部、インド、パキスタンではABW, WFが主要害虫でPBWはマイナー害虫と言われている。筆者らはフェロモンを主に用いているエジプトではPBWが主要害虫で、ピレスロイドを多用している国ではABW、WFが主要害虫であることから考えて、天敵への配慮をすればPBWが主要害虫になるとの仮定にもとづき、インドでテストを行った。

第1図から判断すれば慣行防除区では現地の農家、研究者が主張しているように、ABWの密度はPBWの2~3倍である。ABWはPBWより形が大きく綿ボールに入り出る頻度が高く、PBWは小さくボールに入ったらそのままの中で食害する。そのため密度の差以上にABWが目立つのは当然である。第2図から見ると密度は2~3倍であるABWの被害は慣行防除区でもPBWより小さい。更にPBWのフェロモンからなるPB-ROPE Lを100本/acre処理し、殺虫剤を処理し

図 1-1

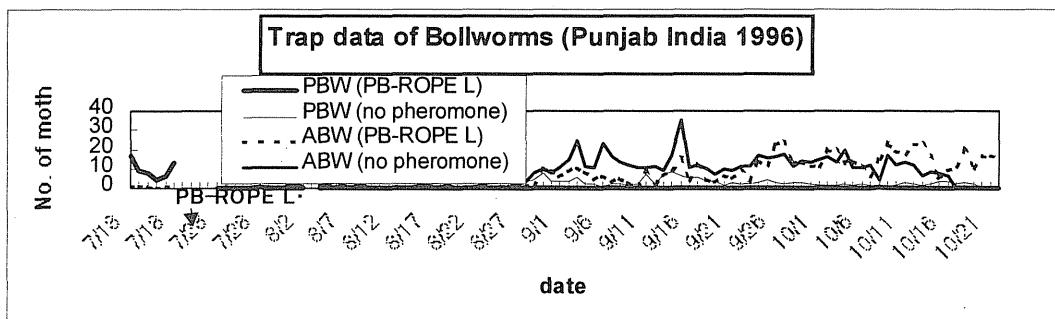
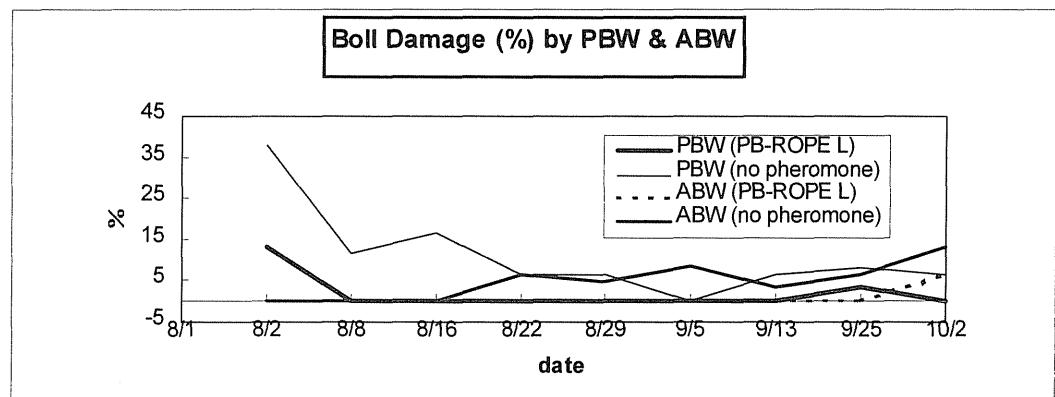


図 1-2



なければABW, PBWの被害が共になくなる。このデータおよびエジプト等の実態から判断すると、ABWに対する天敵の寄与が如何に大きいかが判る。すなわちPBWをフェロモンで防除し、殺虫剤の散布を削減することにより、天敵によるABWの防除を可能にしている。

## 5.2 リンゴ、ナシの害虫CDM

アジア以外の地域でのリンゴ、ナシの主要害虫はCodling Moth (CDM) である。ナシではCDM以外にPsylla (PSL: キジラミ) 、ダニに苦しんでいる。

アメリカのカルフォルニアでCDMのフェロモン製剤ISOMATE-Cを試験した結果を第4表に記す。

第4表 CDMフェロモン (ISOMATE-C 400本/ACRE)

区分	フェロモン	殺虫剤	CDM被害	PSL被害	ダニ被害
	本/ACRE	回/シーズン	被害果(%)	被害葉(%)	被害葉(%)
フェロモン区	400	0	0.1	2	3
慣行防除	0	4~6	0.2	75	53

## 6. フェロモンによる防除と天敵

### 6.1 フェロモン防除の対象

害虫の防除には天敵が大きく寄与している。天敵には捕食性天敵、寄生蜂、害虫の病気がある。ABWの防除には寄生蜂が大きく寄与しているらしい。ではどのような害虫をフェロモンで防除し、どのような害虫を天敵防除に依存すべきなのか。今後データを集めなければ判らない点が多いが、現状では二つの判断基準がある。（1）有機殺虫剤が使用されていなかった戦前、問題になっていた害虫、（2）樹、茎、実、巻いた葉など幼虫が植物体の中に隠れており、天敵の攻撃を受け難い害虫は天敵だけでは防除できないので、生物的防除または天敵に影響の少ない殺虫剤で防除する必要がある。これらの害虫をピレスロイドなど天敵に影響のある剤で防除しようとすると、本来天敵で十分防除していた害虫まで問題になる。先に述べた綿の場合、PBWは前者であり、ABW, WFは後者すなわち殺虫剤散布で被害が増大する恐れのある害虫と言える。

一般に難防除害虫と言われるダニ、WF、アザミウマ、カイガラムシは先ず天敵による防除を考えるべきである。

以上の観点から筆者らはフェロモンの対象として果樹の害虫モシンクイガ、ナシヒメシンクイ、CDM、ハマキ類、樹、茎の害虫スカシバ類、ニカメイチュウ、綿実の害虫PBW、ブドウの害虫Grape berry moth, Grape vine mothなどを考えている。

### 6.2 天敵活用の条件：防除水準

フェロモン防除では天敵による第2害虫の防除に期待している。天敵を十分に活用するためには天敵に影響するピレスロイドなどの殺虫剤の散布は当然避けるべきだが、防除水準も重要な要因である。外観重視の消費者の態度を反映して日本では一般に0.1%と低い防除水準を設定している。外国のリンゴでは1~2%と緩い防除水準を設定しているので、フェロモン防除ではピレスロイドの使用の必要性はなく、結果として天敵を保護し、ダニ剤は全く使用せず、天敵にやさしいIGR剤を一回追加するだけのフェロモン防除を可能にしている。日本では防除水準が低いためピレスロイド剤の使用も一般に行われており、結果としてダニ剤の省略も困難であり、フェロモン防除でも殺虫剤の散布を半減できる程度である。害虫と言っても天敵にとっては餌であり、餌のない状態では天敵の密度を維持することは困難であり、安定した天敵の寄与は期待できない。

# Mating Disruption in the World, 1997

## 世界の交信攪乱剤の使用面積

Crop 作物	Insect 害虫	Country 国	使用面積 (エーカー)	
			信越化学品	その他
Cotton 棉	<i>Pectinophora gossypiella</i> ワタアカミムシ	米 国 エジプト ギリシャ メキシコ イスラエル パキスタン インド	5,000 540,000 10,000 10,000 20,000 0 0	70,000 280,000 0 0 0 0 0
		計	585,000	350,000
Apple りんご Pear 梨	<i>Cydia pomonella</i> コドリンガ	米 国 オーストラリア イタリア 南アフリカ	25,000 4,000 15,000 10,000	8,000 0 2,000 3,000
		計	54,000	13,000
Apple りんご	<i>Adoxophyes orana</i> リンゴカクモンハマキ	日 本	4,000	0
	<i>Archips breviplicanus</i> リンゴモンハマキ			
	<i>Archips fuscocupreanus</i> ミダレカクモンハマキ			
	<i>Phyllonorycter ringonella</i> キンモンホソガ			
	<i>Carposina nipponensis</i> モモシンケイガ			
	<i>Grapholita molesta</i> ナシヒメシンケイ			
	<i>Carposina nipponensis</i> モモシンケイガ	日 本	1,000	0
Peach 桃 Nectarine カタリン	<i>Grapholita molesta</i> ナシヒメシンケイ	米 国 オーストラリア フランス 南アフリカ	10,000 3,000 0 2,000	8,000 0 5,000 1,000
		計	15,000	9,000
Grape ぶどう	<i>Eupoecilia ambiguella</i> グレープベリーモス	ドイツ	0	20,000
	<i>Lobesia botrana</i> グレープパインモス	フランス イタリア	20,000 2,000	20,000 2,000
		計	20,000	22,000
Tomato トマト	<i>Keiferia lycopersicella</i> トマトピンクワーム	メキシコ	0	8,000
Rice 稲	<i>Chilo suppressalis</i> ニカメイガ	スペイン	0	10,000
Tea 茶	<i>Adoxophyes sp.</i> チャノコカクモンハマキ	日 本	1,000	0
	<i>Homona magnanima</i> チャハマキ			
Japanese Plum 梅	<i>Synanthedon hector</i> コスカシバ	日 本	10,000	0
Vegetables 野菜	<i>Plutella xylostella</i> コナガ	日 本	2,500	0
Vegetables 野菜	<i>Spodoptera litula</i> ハスマンヨトウ	日 本	100	
Vegetables 野菜	<i>Spodoptera exigua</i> シロイチモジョトウ	日 本	2,000	0
Forest 森林	<i>Lymantria dispar</i> マイマイガ	米 国		25,000
Lawn 芝 (Golf course)	<i>Spodoptera depravata</i> スジキリヨトウ	日 本	1,000	0
	<i>Pediasia teterrellus</i> シバツトガ			
	Total 合計		697,600	457,000

## 捕食・寄生性昆虫文献データベースのご紹介

平成5年度より、科学研究費補助金「研究成果公開促進費」(データベース)を受けて捕食・寄生性昆虫研究会が行ってきた捕食・寄生性昆虫文献データベース作成も5年目になり、文献数も12,000件を越えるまでになりました。この捕食・寄生性昆虫文献のデータベースは、捕食性・寄生性昆虫および捕食性ダニに関する生理学、生態学、行動学、化学生態学、行動生態学、生物的防除などの分野の文献をデータとして入力し、これを各種のデータベースソフトにて利用可能なように、テキストファイルにしてフロッピーディスク2枚に納めたものです。文献データは、著者、タイトル、キーワード(または和文タイトル)、出典、コードからなり、お手持ちのデータベースソフトで自由に検索することができます。文献集は著者のアルファベット順に並べたもので、著者からの検索や内容の確認などに利用できるでしょう。現段階では、キーワードのない文献、テキスト変換時の文字化けやミススペルもありますが、関係者に利用していただきながら修正や新規データを加え、今後の改訂版へと継続していきたいと思っております。

このデータベースの購入(実費負担)を希望される場合は、下記事務所までお問い合わせ下さい。

捕食・寄生性昆虫研究会事務局  
〒305-8572 茨城県つくば市天王台1-1-1  
筑波大学 農林学系 戒能洋一  
TEL:0298-53-4692, FAX:0298-53-6617  
E-mail:parasite@sakura.cc.tsukuba.ac.jp

## お知らせ

### SEARS/IOBC主催ワークショップ 一天敵から生物農薬への過程の評価－のご案内

SEARS/IOBC主催の施設栽培のIPMについてのワークショップが平成11年1月25日(月)-28日(木)オーストラリア、シドニーにて開催されます。

施設栽培分野での研究者及びIPM実践者向けの国際ワークショップであり、シンポジウムの内容は下記のとおりです。

1. 天敵の探索
2. 天敵の輸入にかかわる法規及び環境問題
3. 少量及び大量増殖方法の開発
4. 研究及び商業分野での品質管理
5. 効果評価の選択基準と研究室及び圃場での土着天敵の可能性
6. 新しい生物農薬の市場性と流通について
7. 生物農薬のIPMへの応用について

また、海外から9人の専門家が参加します。

参加希望、お問合わせの方は平成10年9月1日迄に直接下記迄ご連絡ください。

Dr. S. Goodwin

Horticultural Research and Advisory Station, NSW Agriculture, PO Box 581, Gosford NSW 2250  
Phone: 02-43481900, Fax: 02-43481910, E-mail: stephen.goodwin@agric.nsw.gov.au  
website: <http://www.dpi.qld.gov.au/喬>

注) IOBC: International Organization for Biological Control of Noxious Animals and Plants  
(国際生物的防除機構)

SEARS: South and East Asian Regional Section(南及び東アジア部会)

## 正会員会社の商品紹介

### 信越化学工業株式会社 有機合成事業部 ファインケミカル部

#### 『ハマキコンーL』

一般名：テトラデセニルアセタート剤  
適用作物：茶  
使用目的：交尾阻害  
適用害虫：チャノコカクモンハマキ、チャハマキ  
使用時期：設置時期は第一回成虫発生前  
10a 当り使用量：500本  
使用方法：本剤を枝にかける  
製 剤：20cm ポリエチレンチューブ：500本/袋  
農薬登録：1988年7月29日  
(登録番号：第17055号)

使用目的：交尾阻害

適用害虫：コナガ

使用時期：コナガの加害作物の栽培全期間

10a 当り使用量：露地 100～110m、ハウス 100～400m

使用方法：露地：ポリエチレンチューブをそのまま支柱等を用いてたるまないように畠の端から端まで畠上に張り渡す。ハウス：ポリエチレンチューブをそのままハウスの端から端まで張り渡すが、ポリエチレンチューブを40cmの長さに切り、ハウス内全体に等間隔になるよう吊り下げる。

製 剤：100m ポリエチレンチューブ

農薬登録：1994年11月28日

(登録番号：第18835号)

#### 『スカシバコン』

一般名：チエリトルア剤  
適用作物：もも、うめ、おうとう、さくら、かき  
使用目的：交尾阻害  
適用害虫：かき(ヒコスカシバ)、その他(コスカシバ)  
使用時期：成虫発生期  
10a 当り使用量：50～150本  
使用方法：本剤を枝等に巻きつけ  
製 剤：20cm ポリエチレンチューブ：50本/袋  
農薬登録：1988年12月22日  
(登録番号：第17152号)

#### 『コンフューザーA』

一般名：アリマルア・オリフルア・テトラテ・セニルアセテート・ビーチフルア剤  
適用作物：りんご  
使用目的：交尾阻害  
適用害虫：モモシクイガ、ナシメシクイ、キンモンホリガ、ミダレカモンハマキ、リンゴコカクモンハマキ、リンゴモンハマキ  
使用時期：成虫発生前から終期  
10a 当り使用量：150～240本  
使用方法：本剤を対象地帯の樹木等に吊り下げるか、又は巻き付ける。  
製 剤：30cm ポリエチレンチューブ：200本/袋  
農薬登録：1996年2月26日  
(登録番号：第19143号)

#### 『ヨトウコンーS』

一般名：ビートアーミルア剤  
適用作物：限定なし  
使用目的：交尾阻害  
適用害虫：シロイチモジヨトウ  
使用時期：シロイチモジヨトウの発生初期～終期  
10a 当り使用量：露地 100～500本、ハウス 500～700本(100m ティペンサーの場合 100～140m)  
使用方法：作物上に支柱などを用いて固定する  
製 剤：20cm ポリエチレンチューブ：500本/袋又は100mポリエチレンチューブ  
農薬登録：1990年7月4日  
(登録番号：第17605号)

#### 『ヨトウコンーH』

一般名：リトルア剤  
適用作物：しそ(施設)  
使用目的：交尾阻害  
適用害虫：ハスモンヨトウ  
使用時期：成虫発生初期から終期まで  
10a 当り使用量：200m(20cmチューブの場合 1000本)  
使用方法：施設内上部に固定する  
製 剤：50m ポリエチレンチューブ/巻又は 20cm ポリエチレンチューブ 500本/袋  
農薬登録：1996年7月22日  
(登録番号：第19290号)

#### 『コンフューザーG』

一般名：ブルウェルア・ロウカルア剤  
適用作物：芝  
使用目的：交尾阻害  
適用害虫：シバツトガ、スジキリヨトウ  
使用時期：発生初期～終期  
10a 当り使用量：20～40m  
使用方法：対象地帯周辺の樹木等に固定する  
製 剤：50m ポリエチレンチューブ/巻  
農薬登録：1992年6月30日  
(登録番号：第18431号)

#### 『コンフューザーP』

一般名：オリフルア・テトラテ・セニルアセテート・ビーチフルア・ビーリマルア剤  
適用作物：もも、なし等のバラ科果樹  
使用目的：交尾阻害  
適用害虫：モモシクイガ、ナシメシクイ、ハマキムシ類、モモハモグリガ  
使用時期：成虫発生前から終期  
10a 当り使用量：150から180本  
使用方法：本剤を対象地帯の樹木等に巻き付ける  
製 剤：30cm ポリエチレンチューブ：180本/袋  
農薬登録：1998年1月28日  
(登録番号：第19911号)

#### 『コナガコン』

一般名：ダイアモルア剤  
適用作物：コナガの加害作物栽培地帯

# 日本バイオロジカルコントロール協議会規約

## 第1条（名称）

本会は「日本バイオロジカルコントロール協議会」（以下「本会」という）と称し、事務局を株式会社トーメン生物産業部内に置く。

## 第2条（会員）

1. 正会員：生物的防除剤の研究・開発もしくは普及・販売を業とし、農薬登録を取得しているもしくは取得を予定している法人。
2. 賛助会員：第3条の目的に賛同し、入会した法人又は個人。  
賛助会員は機関誌の発行を受け、研修会等本会の行事に優先的に参加できるものとする。
3. 本会に入会を求める法人又は個人は、会員の推薦により、総会の承認を経て会員資格を得るものとする。

## 第3条（目的）

1. 日本国における生物的防除に関する技術開発及び技術普及の推進。
2. 国の内外における生物防除に関する情報の収集分析及び紹介。
3. 会員相互の意見交換を通じての関連知識の向上。
4. その他生物的防除技術の開発及び普及に必要な事項。

## 第4条（事業）

1. 本会は、第3条の目的を達成するため、次の事業を行う。ただし営利行為は行わない。
  - 1) 生物的病害虫防除技術普及のための研修会の実施及び機関誌の発行。
  - 2) 関連する官公庁及び諸団体との連絡・折衝。
  - 3) その他本会の目的達成に必要な事項。
2. 本会の事業年度及び会計年度は、10月1日から翌年9月30日までとする。

## 第5条（運営）

1. 本会は、毎年事業年度の始めに総会を開催する。また、必要に応じ臨時総会を開催することができる。
2. 下記の事項については、総会の議決を経るものとする。
  - 1) 各事業年度の事業報告及び会計報告の承認。
  - 2) 各事業年度の事業計画及び予算の承認。
  - 3) 会員の入会及び退会並びに規約改正の承認。
  - 4) その他本会の運営に関する重要な事項。
3. 総会は正会員の3分の2以上の出席により成立し、その議決には出席正会員の3分の2以上の賛成を必要とする。但し、本会に対して委任状を提出することにより、議決権の行使を行うことを妨げない。

## 第6条（成果）

1. 本会の事業によって得られた成果は、本会に帰属する。
2. 本会に帰属する成果は、原則として公開するものとする。

## 第7条（会費）

1. 本会運営に必要な費用は、会費として会員から徴収する。
2. 会費の金額は各年度毎に総会で定める。
3. 必要に応じ、会員の賛同を経て、臨時会費を徴収することができる。

## 第8条（会計）

会計は事務局が担当し、会計監査は、事務局以外の会員が年度毎に交代で当る。

## 第9条（退会）

会員が退会を通告した場合は、納入した会費は返却しない。

## 第10条（協議）

本規約の記載事項の解釈、記載のない事項または本会の運営に当って疑義を生じたときは、会員が誠意をもって協議し、解決する。

## \* 編集後記

去年から今年にかけて暖かい日が続き、特に今年の桜は、例年に比べて早く開花した所が多かった。所によっては、予定していた桜祭りが早まるなど、祭りの実行委員を困らせた様であった。春が早いとか、暖かいとなると当然の事ながら、害虫の発生も早まるとか、発生量も多いのではないかとの予報も見られる。

コナガ、ミカンキイロアザミウマなどの侵入害虫で薬剤抵抗性の出ているものが問題となっている。又、マメハモグリバエ、ミナミキイロアザミウマなども発生地が広がったり、急激に増えたりしている事が指摘されている。

最近は、害虫に薬剤抵抗性が出来て農薬が効かなくなつた対策としては、薬剤ローテーションに加えて天敵利用も耳にするようになった。又、農業に關係のない人たちからも天敵という言葉を聞く事が珍しくなくなった。

「天敵」という言葉を人間社会で使う場合には、「ライバル」或いは「邪魔になる他人」をさしているのであろう。広辞苑によると「生物界で或る生物の捕食者・寄生者となり、それを殺したり増加を抑制したりする他の種の生物。昆虫を捕食する鳥の類」とある。世の中では眞の意味での天敵という言葉をその通りの意味で使っており、誰でも普通に使っている。語源でもある昆虫や害虫に關係のある農業分野での天敵利用は、言葉ほどには普及していない。

この号ではフェロモンについて信越化学の小川さんに書いて頂いた。その中でも触れてあるが、フェロモンと天敵とがどのように協力し合えるのか、これも今後研究がすすめられる分野になると期待しているところである。

事務局

### 会員募集について

賛助会員の募集： 法人会員 年会費 2万円  
個人会員 " 2千円  
ご希望の方は事務局までお申し込みください。

### バイオコントロール Vol. 2. No.2

発 行 平成 10 年 7 月 1 日  
事務局 株式会社トーメン 生物産業部内  
編 集 山 下 功

年会費 賛助会員 個人 2千円  
法人 2万円

住 所 〒107 東京都港区赤坂2丁目14番27号

TEL 03-3588-6816

FAX 03-3588-9925