

生物的防除部会ニュース No. 6

平成9年8月1日発行

生物的防除部会平成9年度総会報告

5月22日総合研究所会議室において午後3時より開催、会員30名近くの出席をえて、議事次第に従って討議が進められた。まず、前年度（平成8年度）事業報告および会計報告、続いて今年度の事業計画および予算案が説明され、いずれも承認された。次に役員改選があり、次のメンバーが選任された。任期は2年である。役員の主な分担は下記の通り。

新役員

部会長	内藤 篤	留任	
幹 事	大沢 貴寿	留任	総務担当
幹 事	河合 省三	留任	会計担当
幹 事	榎井 昭夫	留任	会報ニュース担当
幹 事	根元 久	留任	セミナー担当
幹 事	松永 良夫	新任	総務担当（西野操前幹事の後任）
会計監査	和田哲夫	留任	

総会終了後、引き続き会場にて2題の講演があり、活発な質疑応答が行われた。

- 1 小川欣也 フェロモンによる害虫防除と天敵
- 2 矢野栄二 天敵をどうすればうまく働かせることができるか

講演会終了後、懇親会が開かれ、和やかな雰囲気の下に、会員相互の懇親と情報交換がなされた。

総会にて、新役員がそろいました。新しく松永さんに参加していただき、気持ちを新たに会員の皆様方のご要望に答えていきたいと考えております。ご支援のほどをよろしくおねがいいたします。

役員一同（代表 内藤 篤）

天敵をうまく働かせるために

農業環境技術研究所

矢野 栄二

はじめに

天敵は農薬と異なり生物であるため、その害虫防除効果には種々の環境条件が影響する。また、天敵の放飼時期、放飼密度もその効果に強く影響することが経験的に言われており、それと関連して放飼時期の決定及び放飼後の天敵の効果判定のためのモニタリングも重要となる。天敵をうまく働かせるためにはこれらを考慮したシステムの構築が必要である。

天敵の効果と環境条件

温度

温度は天敵の生活史に関係する他の要因に影響している。成虫の寿命や産卵能力にはかなり影響があり、一般に温度が低いほど寿命は長くなる。産卵数については最適温度があり、それより低くても高くても産卵数は少なくなる。著名な生物農薬であるコナジラミ類の天敵オンシツツヤコバチ (van Roermund、1995) 及びハダニ類の天敵チリカブリダニの産卵のための最適温度は約25℃ (森・真梶、1977) である。産卵や発育等の生活史に関連する要因のデータに基づいて、天敵の集団の増殖能力 (内的自然増加率 r_m) に対する温度の影響が対象害虫のそれと比較され、防除効果の指標とされることが多い。例えばオンシツツヤコバチは15~30℃で、オンシツコナジラミより高い内的自然増加率を示し、マメ

ハモグリバエの防除に利用されている寄生蜂の1種 *Diglyphus isaea* は、やはり15~25℃でマメハモグリバエよりはるかに高い内的自然増加率を示した (Minkenbergh、1990)。これらの温度域では天敵は害虫を抑圧する能力は高いと予測されている。天敵に好適な温度域以外の極端な低温や高温が悪影響を及ぼすこともある。例えばチリカブリダニは33℃以上の高温が1日数時間継続するだけで致命的な繁殖障害を起こし、我が国の夏期における本種の利用が困難な一因となっている (森、1993)。温度は天敵の捕食、寄生能力や、寄主探索能力にも影響する。オンシツツヤコバチの場合、雌成虫は18℃以下ではたとえ生存しても、葉の上で静止して全く動かず、寄主探索もおこなわないことが行動観察から明らかとなった (van Roermund、1995)。チリカブリダニの捕食能力にも温度が強く影響し、雌成虫1日当たりの捕食数は20℃以下では急速に低下し、10℃ではほとんど捕食しなくなる (森・真梶、1977)。またナミヒメハナカメムシの日当たり最大捕食能力も15℃以下ではほとんどゼロに近くなる (永井ら、1996)。

相対湿度

湿度が天敵の効果に影響する例は比較的に少ない。チリカブリダニの卵は湿度が50%以下

になると極端に孵化率が低下し、一方成虫の捕食率はむしろ33%程度の低湿条件で高く、100 %のような高湿度では著しく低下する（森・真梶、1977）。以上からチリカブリダニの活動に好適な湿度は50~90%であると言われている。湿度条件は、昆虫寄生菌 *Verticillium lecanii* 等を利用する場合には重要な条件となる。

日長及び光条件

天敵の種類によっては、短日条件で成虫が産卵しなくなる現象が見られ、生殖休眠とよばれる。アザミウマ類の防除に利用するため研究されているヒメハナカメムシ類は多くの種が生殖休眠を示すことが明らかにされている。休眠に入る種は冬期には使いづらいので、非休眠性の種が利用されることが多い。南方系の種が非休眠性のものが多く、西欧でも地中海沿岸や中近東原産で非休眠性の弱い *O. aevigatus* が実用化している。我が国でも雑草地では、ナミヒメハナカメムシ、タイリクヒメハナカメムシ、コヒメハナカメムシ及びミナミヒメハナカメムシの主要4種が知られているが、沖縄地方にだけ生息するミナミヒメハナカメムシが休眠性が弱い以外はいずれの種も短日条件で休眠に入る（河野、1995）。しかし我が国でミナミキイロアザミウマ、ミカンキイロアザミウマの防除への利用が期待されているナミヒメハナカメムシは、真冬以外は春から秋まで高い防除効果を示す。日長の感受期が幼虫期であり、長日で飼育した成虫を短日条件の温室に放飼しても産卵することから、秋期はかなり使える用途が立ちつつある。光の強さや照度は、場合によっては天敵の移動分散にかなり影響する。例えば

Diglyphus isaea は、400 ルックス以上の照度でなければ正常な飛翔ができず、葉に潜っている寄主幼虫を発見できないことが報告されている（杉本ら、1996）。しかし、通常は温室内の光の強さは天敵の飛翔や移動には十分であろうと考えられる。近年、ビニルハウス用の被覆資材として近紫外線除去フィルムが広く利用されており、作物の生育促進、病原菌の胞子の発芽抑制、アザミウマ、アブラムシ、コナジラミ等の侵入防止等の効果があると思われる（真梶ら、1983）。害虫に対するこのような効果はそれらが移動の際に視覚刺激として利用している紫外線を除去することによる行動阻害であろうと推測されている。天敵昆虫も同様に視覚刺激として紫外線を利用している可能性が高い。したがってこの種類のフィルムの利用は放飼した天敵の成虫の移動分散に重大な影響を与える可能性がある。

作物の影響

害虫と天敵の組み合わせが同じでも、害虫の寄主植物となる作物の種類は、害虫の増殖能力や天敵の寄主探索能力、天敵に対する餌の供給に違いをもたらす、ひいては天敵の効果に影響する。一般に害虫の増殖能力が低い作物ほど天敵利用は成功し易い。例えばナミヒメハナカメムシの利用はミナミキイロアザミウマの増殖能力の高いキュウリに比べ、より低いナスやピーマンの方が容易であると考えられる（矢野・永井、1997）。ヒメハナカメムシやカブリダニでは花粉を餌として利用するものが多いが、花粉を大量に生産する作物の方が生産しない作物より、天敵の餌供給が安定する点から天敵利用は容易であるとされている（van den Meiracker and Ramakers

、1991)。

天敵の放飼条件

天敵の放飼時期や放飼密度は天敵の効果に影響するだけでなく、天敵利用の経済性の面からも重要である。最小の放飼数で十分な効果が得られることが望ましいのはいうまでもない。オンシツツヤコバチの利用については、経験的にコナジラミが初発生時の低密度の状態に放飼するのが、安定な防除効果とコナジラミを低密度に保つためには重要であると言われている。シミュレーションモデルをもちいて、オンシツコナジラミの放飼方法と効果について検討したところ、寄生蜂の寄生に好適なコナジラミ幼虫が出現したらできるだけ早く放飼するのが効果的であることがわかった。また同じ数の寄生蜂を放飼するのであれば、一度に放飼するよりは何回にも分けて放飼する方が効果が高いことも予測された(矢野、1988)。ミナミキイロアザミウマに対するナミヒメハナカメムシの効果を同様にシミュレーションモデルで評価すると、早期放飼と高密度放飼の重要性が示唆された(矢野ら、1995)。

天敵利用のためのモニタリング

総合的害虫管理の考え方では、要防除密度に害虫密度が達した場合のみ、農薬を施用することになる。天敵の放飼についても、放飼の時期を決めるための害虫のモニタリングが必要である。天敵放飼についての要防除密度が設定できるかどうかは、天敵と害虫の組み合わせに依存していると考えられる。1頭でも害虫が発見されたらすぐに放飼した場合も多いと思われる。いずれにせよ天敵放飼のた

めの害虫のモニタリングには、アザミウマ、コナジラミ及びハモグリバエ成虫に対する有色粘着トラップの利用及びハダニやアブラムシを対象にする被害葉率等存在頻度率の利用が実用的である。この場合要防除密度が一定期間内のトラップの捕獲数や被害葉率で表されることになる。しかしそのためには、基礎研究としてこれらの簡易密度推定法の推定値と直接の密度推定値との関係の把握及び昆虫の分布型の研究が重要である。

新出版図書案内

『総合的害虫管理学』 中筋房夫著

養賢堂 273頁

本書は、日本人研究者による初めてのIPMの本格的教科書である。日本でも、IPMが叫ばれて久しいが、農家レベルでIPMを実践している例はごく少ない。それは、理念として賛成できても、どのように実行したらよいのかが判らないからだ。IPMは日本人にとって最も不得意な分野だと思う。それは基礎と応用学問を組み合わせた総合調整の学問だからである。一般に大学の先生は立派なことは言えても現場の指導はほとんどできないと相場が決まっているが、著者の中筋教授は現職の前に県の試験場の経験もあり総合調整の学問の著者としてうってつけだ。内容は本書に譲るとして、病虫害防除にともなう問題点やIPMの考え方、IPMを支える技術、世界の食糧・人口問題まで言及され、現在のIPMに関連する問題がかなり言及されている。

フェロモンによる防除と害虫

信越化学株式会社

小川 欽也

IPMとフェロモン

IPMの一つの手段としてフェロモンの利用がある。フェロモンを利用した防除法としては、交信攪乱法、大量誘殺法、アトラクタントアンドキル法がある。1960年代には、大量誘殺法が盛んに研究された。しかしこの方法は（１）雌を捕獲できない（２）フェロモン濃度を上げると鱗翅目害虫では誘引性が低下することから実用化が困難であることが知られた。その間に得られた知見から、圃場に極めて薄い濃度のフェロモンを維持すると、その害虫は交尾しないことが見出された。現在では交信攪乱法と

呼ばれるこの方法がフェロモン利用の主流になっている。1976年にはアルバニー社のフェロモン製剤が米国で最初に農業として登録された。

それから既に20年になるが、その間のフェロモンのあゆみは苦難の連続であり、本当に実用になったと言えるのはこの2から3年である。

そのように実用化に年月を要した理由はフェロモンの効果影響する要因が多く、複雑であることと、良好な製剤開発が遅れたことにあると思われる。

しかし、今やヨーロッパではフェロモンは

IPMの手段として欠かせないものになっている。

交信攪乱法成功の要件

交信攪乱法を成功させるためには、（１）良好なディスペンサー、（２）正しい施用方法、（３）十分な天敵密度、（４）適性な防除水準が重要である。

ディスペンサー

ディスペンサーは第1表の条件を具備しな

第1表 ディスペンサーの性能

1 最適フェロモン組成	天然組成とは必ずしも同じではない
2 放出速度	零次の放出が望ましい、初期放出の高い剤が多い
3 ライフ	シーズンと同じライフが望ましい
4 安定性	異性化 : 共役二重結合を有するフェロモンの異性化
	酸化 : アルデヒドタイプの酸化
	重合 : アルデヒドの三量体、オリゴマーの生成
5 アプリケーション	設置しやすいタイプ
6 混合製剤	異なる有効成分の混合、分子量、感応基に配慮が必要
7 その他	自然崩壊性、スプレータイプへの要望

ければならない。市販されている製剤でも初期放出が異常に高いディスペンサーが多い。フェロモンは虫を殺さないの、成虫が存在している期間、常に一定以上のフェロモンを放出しなければならない。従ってこれら初期放出の高いディスペンサーは後半効果が低下

する。ライフの長さも重要である。一般に狭いスプレイタイプの製剤はライフが2-3週間と短い。ライフの短いディスペンサーは、施用回数が多くなるばかりでなく、追加施用の時期を誤り失敗をし易い。

正しい使用法

フェロモンの使用法で重要な点は(1)施用開始時期、(2)施用面積、(3)施用量などである。過去の失敗例を第2表に示した。最も多いのは施用遅れである。殺虫剤の場合、被害を与える幼虫の発生時期に使用すれば良いが、フェロモンでは越冬世代の発生前に施

により効果が大幅に変わる。また狭い面積でのフェロモンの施用では、シーズン後半の効果が低下する現象がしばしば認められる(第3表)。

風速はとくに重要な要因である。風の強い圃場では第4表のように放出速度は大きいにもかかわらず、フェロモン濃度は低下する。

そのため施用量を増加せねばならない上に、ライフも短くなる。

第4表 風の影響

風速 (m/s)	放出量 (mg/hr·ha)	濃度 (ng/m ³)
1.0	204	2.5
2.5	235	
A/B 0.4	0.89	1

第2表 フェロモン防除の失敗例

害虫名	国名	年度	原因
1 Oriental Fruit Moth	オーストラリア	1984	施用時期遅れ、第2世代よりの施用
2 Pink Boliworm	アメリカ	1985	施用時期遅れ、一か月遅れ
3 Pink Boliworm	エジプト	1986	施用時期遅れ、一か月遅れ
4 Rice Stemborer	日本	1986	アルデヒドの三量化
5 Grape Berry Moth	ドイツ	1987	施用時期遅れ、第2世代よりの施用
6 Oriental Fruit Moth	オーストラリア	1988	シーズン初期の放出量不足
7 Codling Moth	アメリカ	1993	オリゴマーの生成
8 Tea Tortrix	日本	1995	ピレスロイド散布による天敵の減少

用せねばならない。第2世代から施用して良い結果を得て、安心して何年かに一度酷い経験をする。次に重要な要因は施用面積である。狭い面積では施用量を増加せねばならない上に、風、害虫密度などの条件の変化

天敵とフェロモンによる防除

化学農業は農業の必需品のように思われているが、これはこの50から60年のことである。それ以前は天敵等の力に頼っていた。

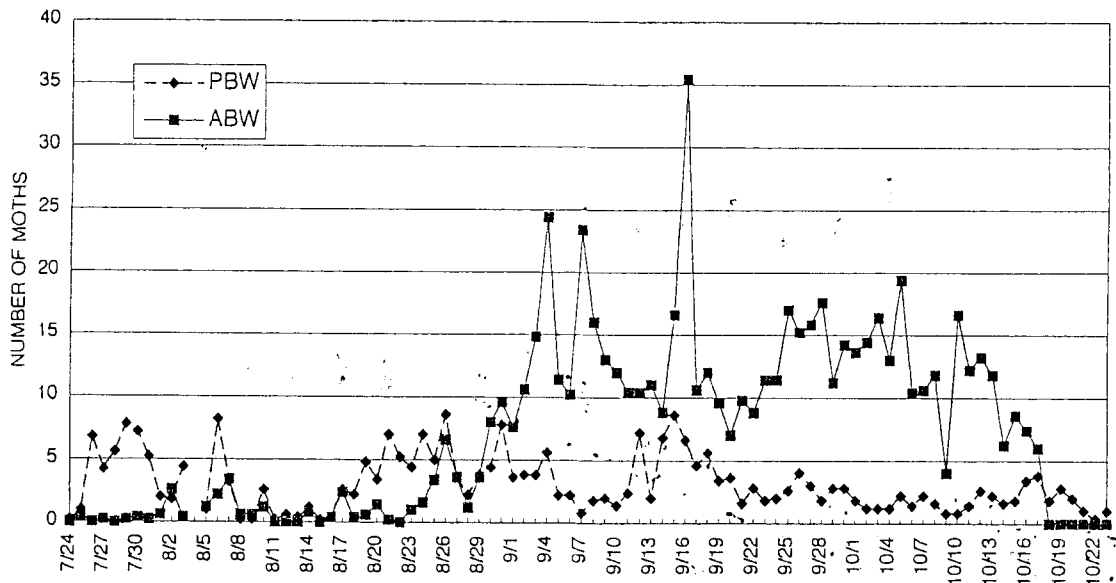
天敵には捕食性天敵と寄生性天敵があり、ともに重要な働きをしている。病気も重要な要素である。

殺虫剤が有効であり、散布回数か少ない間は問題は少ないが、抵抗性の発現とともに、天敵に対する影響が問題となる。天敵に配慮せずに安易に化学農業を散布し、逆に害虫の被害を増加させている例もある。パキスタン、インド、中国の綿作ではピレスロイド等の殺虫剤を多く散布しても収量は上がらないばかりか、アメリカン・ボール・ワーム (ABW)、ホワイトフライ (WF) の被害が増加

第3表 面積の影響 (シロイチモジヨトウ)

面積	処理本数 (1/ha)	防除率%
198	1,000	99.1
11	1,000	92.5
3.7	1,500	70.3
0.1	5,000	46.7
殺虫剤区	0	20.3

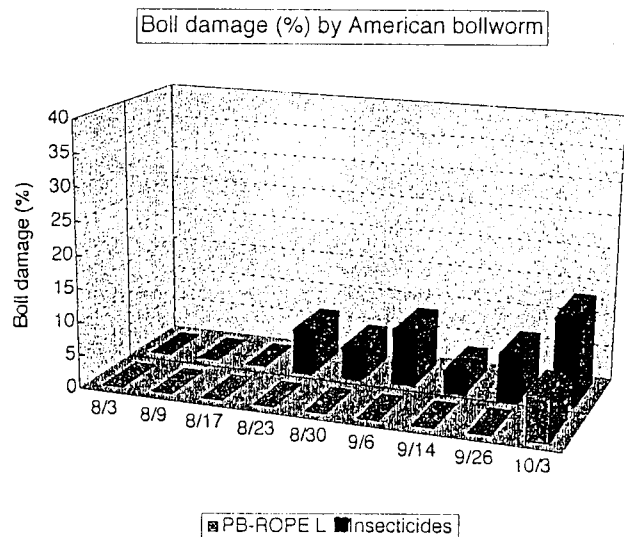
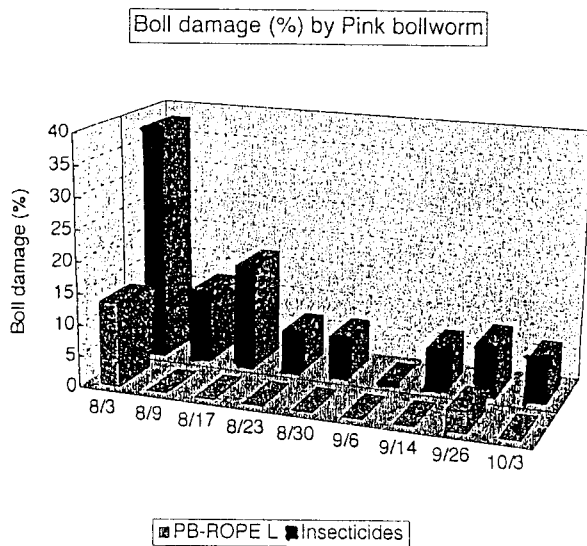
第1図 TRAP DATA OF BOLLWORMS IN COTTON FIELDS, PUNJUB, INDIA, 1996



している。そこで主要害虫であるピンクボールワーム（PBW）だけのフェロモンを利用し防除を試みてみた。その結果を第1図に示した。この地方ではABWが主要害虫と言われている。第1図を見ると、確かにABWの方がPBWよりトラップでの捕獲数は2倍程

度大きい。しかもABWの方が虫のサイズも大きいことから、ABWが主要害虫であると言われていることは良く理解できる。しかし慣行防除区の被害を第2図で見れば、ABW、PBWの被害は同程度である。PBWのフェロモンを施用した区を見ると、PBWだけで

第2図 The control of bollworms in the cotton fields with Pink bollworm pheromon, Punjab, India, 1996



なく、ABWの被害も殆ど無くなっている。PBWのフェロモンは、ABWには全く影響がないことから考えれば、いかに天敵の寄与が大きいかが理解できる。更に第5表の中国

第5表 中国での綿害虫のフェロモンによる防除

	殺虫剤区	併用区1	併用区2	フェロモン1	フェロモン2
殺虫剤	慣行	慣行	慣行	なし	なし
フェロモン(4/ha)	なし	100	150	100	150
1世代被害(%)	17.0	1.3	1.0	0.7	0.7
第3世代被害(%)	17.0	1.5	0.9	0.2	0.2

の例は、フェロモンだけの防除の方がフェロモンに殺虫剤を併用した区より良好な結果となっており、興味深い。殺虫剤の散布は天敵を殺し、悪影響を及ぼしていることを示している。これらの例をみれば、自然界では天敵の寄与がいかに大きいかが判る。

EUではIPMを推進するために、農業登録時には天敵に対する影響のデータの提出を義務づけている。

防除水準

防除水準も大切な要因である。例えばリンゴの害虫の防除の各国での要防除水準は、第6表のように大きく異なっている。日本、南

第6表 防除水準と防除費用 (リンゴ)

国名	日本	南アフリカ	イタリア	フランス	米国西部	米国東部
害虫名	PFM OFM L. R L. M ハタニ	CDM L. R ハタニ	CDM L. R	CDM L. R	CDM L. R	CDM A. maggot L. P L. M ハタニ
防除水準	0.1	0.1	1.0	2.0	1.0	1.0
使用薬剤	IGR OP PH PY MC	IGR OP PH MC	IGR PH	IGR OP PH	OP PH	OP (PH) PY MC
散布回数	6-9	5-8	1-2	1-3	1-3	5-7
費用(\$/ha)	1,800	900	300	350	350	(1,500)

PH:フェロモン MC:ダニ PY:ピレスロイド

PFM:モミジカイガ L. R:ハマキ CDM:コドリガハ L. M:ホリガハ OFM:オオヒメミダリ

アフリカでは、防除水準が0.1%と異常に低いマイナー害虫を含め、すべての害虫を防除しなければならない。そのため農業の散布回数が多くなるばかりでなく、天敵を殺

し、ホソガ、ダニなどの防除も必要になる。害虫は天敵にとっては餌であり、その存在が少なすぎれば天敵は食料がなく、十分な活動もできない。また日本、米国の東部ではピレスロイドの

使用が行われているので、ダニも多く発生し、ダニ剤の散布も必要になり、防除費用が高くなっている。フェロモンを効果的に利用するためには、先ず天敵に害を与える農業の散布を中止しなければならない。

フェロモン防除の欠点と長所

フェロモン防除の欠点としては次の点が挙げられる。(1)密度が高いと効果が低下する。(2)風が強いところでは高い薬量が必要。(3)狭い面積では効果が不安定で低下する。(4)特定の害虫にのみ有効。(5)害虫が発生してからでは効果はない。

フェロモンの長所は(1)人、動物、天敵、植物、環境などに悪影響を与えない。

(2)年一度の施用で良い。(3)抵抗性が発現し難く、長期に安定して使用できる。(4)作物に対する残留がない。(5)マイナー害虫の防除は天敵に依存しやすい点などである。しかしフェロモンを利用すれば、すべてのマイナー害虫が減少するとはいえない。第7表のように増加する害虫と減少する害虫がいる。これら増加する害虫についてはそのフェロモンの併用などを

表1 フェロモン防除により増加、減少する害虫

対象作物	フェロモン対象害虫	増加する害虫	減少する害虫
リンゴ	コドリンガ	ハマキ	ダニ、ハモグリカ、アブラムシ
ナシ	コドリンガ		ダニ、キイロミ
キャベツ	コナガ	ウワバ	ダニ、コナジラミ
綿	ワタアカミムシ	ハマキ	ダニ、コナジラミ、アブラムシ、アザミヤカ

考えなければならない。

日本ではまだフェロモンによる防除の普及は限られているが、消費者の外観重視の態度

が変わり、防除水準が緩められれば、次第に普及すると期待している。日本のこれからの農業は価格よりも、安全性、味、新鮮さで勝てねばならない。この面ではフェロモンは大いに貢献できると思

う。そのためには高性能で安価な製品の開発とEUのように政府の支援が不可欠である。

発行 東京農業大学 総合研究所研究会

生物的防除部会（代表 内藤 篤）

〒156

東京都世田谷区桜丘1丁目1番地1号

TEL 03-5477-2565

FAX 03-5477-2634