昆虫フェロモン交信攪乱剤の 害虫防除への利用

小川欽也*

農業生産に果たす超低毒性農薬への期待は大きい。従来の殺虫剤の欠点を補う新しいアプローチの1つに昆虫フェロモンの利用がある。特に農業害虫の中心である鱗翅目のフェロモン研究を基礎的知見として、交信攪乱剤の開発とその事例、さらにその長所と短所、今後の総合防除技術の方向などを紹介する。

限られた農耕地で増加する人間の食生活を充足させるためには、生産性の高い農業技術の確立が必要である。そのために果たしてきた農薬、肥料、農機具の役割が如何に大きいかは議論する必要もないほどである。

しかし一方では、有機農法の必要性が叫ばれており、アメリカのカリフォルニア州などでは、かなり普及しつつある。特に有機農法により栽培された農産物が、アメリカではベビーフード用にプレミアム付きで販売されていることも事実である。日本では、「有機農法」、「省農薬栽培」の定義が明確でないため、一部では単なる宣伝用に「有機栽培」などの言葉が使用されている。このような現状から「有機農法はまったくのマヤカシである」との発言をする学者も存在するが、これはやや感情的発言であろう。謙虚に農薬の短所や有機農法の長所も認めて、より低毒性の農薬が開発され、安全で有効な農薬の利用技術が確立されることが期待される。本稿では、新しい防除法の1つとして話題になっているフェロモン利用の現状と問題点について述べる。

殺虫剤の欠点

殺虫剤の欠点としては、防除対象害虫の獲得する抵抗性、第2害虫の発生、毒性および環境汚染が挙げられる。

1. 抵抗性

殺虫剤に対する抵抗性は実用面で大きな問題となっており、多くの発表があるので、ここでは触れない。しかしこの抵抗性の発現が、より濃度の高い散布や散布回数の増加をもたらし、殺虫剤の社会問題化の原因ともなりやすいことに配慮して、農薬生産者側も使用者側も、抵抗性発現の防止に一層の努力をすべきである。

2. 第2害虫の発生

第2害虫とは、農薬の散布によって防除対象の害虫を減らしても、かわりに発生してくる対象外の害虫のことを言う。Baker はリンゴのコードリンガ防除に使われた DDT の影響について、次のように述べている⁽¹⁾。「いまだかつて……リンゴの DDT 散布事業の後に起こったほどの多くの害虫が、これほど広い範囲の生息場所で、特徴的に高い被害水準に達したことはないであろう」。このような顕著な第2害虫発生の例の一部を表1に示した。

日本においても殺虫剤、特にピレスロイド系殺

表 1 ■ 殺虫剤による第2害虫の発生

地域	作物	防除対象害虫	使用殺虫剤	第2害虫
日本	茶	チャハマキ	ピレスロイド	カンザワハダニ
日本	ミカン	ミカンハモグリガ	ピレスロイド	ミカンハダニ
日本	甘薯	アリモドキゾウムシ	ヘプタクロル	ナカジロシタバ
アメリカ	リンゴ	コードリンガ	アジンホスメチル	ナミハダニ
アメリカ	ナシ	コードリンガ	アジンホスメチル	キジラミ
アメリカ	モモ	ナンヒメシンクイガ	ピレスロイド	モモアカアブラムシ
アメリカ	綿	ワタアカミムシ	ピレスロイド	ワタコナジラミ
メキシコ	トマト	トマトピンworm	ピレスロイド	マメハモグリバエ

The Application of Insect Sex Pheromones for Pest Control

* Kinya OGAWA, 信越化学工業(株) ファインケミカル部

ワタアカミムシ (PBW) の幼虫

虫剤の散布後、ハダニは恒常的大害虫となっている。第2害虫の問題は広く認められているが、因果関係を正確にとらえた報告は少ない。南西諸島から北上して、種子島や九州の開聞町にまで侵入したアリモドキゾウムシの防除にヘプタクロルを散布した結果、ナカジロシタバの大発生を招き、補償問題にまで発展した記憶は生々しい。最近、第2害虫の存在をフェロモンの使用により間接的に証明した例があるので以下に紹介する。

第1の例は、長野県でハマキムシ類およびシンクイムシ類のフェロモン交信攪乱剤の併用により、7回殺虫剤の散布を減らした結果、リンゴハダニの発生を1/10以下にすることができたという報告である⁽²⁾。もちろん使用したフェロモンは直接的には、ハダニには何の影響も与えないものであり、天敵の働きと考えられる。

第2の例は、アメリカのインペリアルバレーにおける綿畑でのフェロモンによるワタアカミムシ (PBW) の防除である。この地方は世界でも最も PBW 被害が著しく、1985 年まで年間 10 回以上の殺虫剤散布が行なわれてきた。その結果、コナジラミが大発生し、この害虫が野菜畑を加害するので綿作を中止しようとの議論さえ起きていた。その対策として、USDA (米国農務省) の指導で全地域でフェロモンによる PBW の防除が推進された。その結果、殺虫剤の散布を従来の 1/3 に減少しても PBW の防除が可能になった上、殺虫剤の減少でコナジラミの発生も 1/10 になった。

この2つの例から判断しても、自然界では生物間でバランスをとって生態系を維持していること

チャハマキの幼虫

が知られる。また、我々が考えている以上に、天敵による害虫防除は広く行なわれている。この現象をよく理解し、利用することを考えれば、完全な無農薬栽培は不可能にしても、省農薬農法とグリーン作物の栽培は実現可能であろう。

3. 毒性および環境汚染

農薬は一般に毒性を有するものが多いが、最近では低毒性の殺虫剤に移行してきており、直接的毒性被害は農薬散布時に十分な配慮がなされれば問題はない。また残留毒性についても、その使用基準、特に収穫前の一定期間散布を中止する基準を厳守すれば、問題は少ない。しかし、環境汚染、特に河川・海水汚染を考えると、使用後比較的短時間に、水、炭酸ガス、無機磷酸塩などの自然に分解還元する農薬が好ましいと言える。アメリカ・カリフォルニア州などで話題になっているベビーフード用の有機農法産物ブームの根拠については明確でないが、乳幼児用食品についての残留には、一層の配慮が必要かもしれない。

フェロモンの利用

フェロモンには、性フェロモン、警報フェロモン、集合フェロモン、道しるべフェロモンなどが知られている。それらについては、総説^(3~5)が多く出版されているので参照されたい。ここでは農業害虫の中心である鱗翅目の性フェロモンについてのみ述べる。

性フェロモンとは、主に昆虫の雌が放出する微量の有機物で、同種の雄がその物質を感知して雌

表 2■フェロモンの利用方法

モニタリング	フェロモントラップにより、対象害虫の発生状況を測定する。
大量誘殺法	フェロモンにより、雄害虫を誘引し、捕殺する。
交信攪乱法	フェロモンにより、交尾を阻害し、幼虫の発生を抑制する。
アトラクトアンドキル	フェロモンと少量の殺虫剤で誘引殺虫する。
バイオイリタント	フェロモンにより、虫の活動を刺激し、殺虫剤の効果を上げる。

に接近し、交尾を可能にする役割を果たしている。鱗翅目の性フェロモンは、炭素数 10~20 の直鎖のアルコールの酢酸エステルが最も多く、同様のアルデヒド、アルコール、炭化水素など数種の組合せのものが多い。比較的類似の化合物が多いが、二重結合の位置、立体構造およびその構成比率の差異により、種独特の性フェロモンを構成している。

同属の昆虫は類似のフェロモンを持っている。たとえば、タバコ、綿、野菜などを加害する *Heliothis* 類は (Z)-11-ヘキサデセナール (Z-11-16 ALD) を共通主成分としており、ハマキムシの仲間 (Z)-11-テトラデセニルアセタート (Z-11-14 AC) を共通成分としている (最初の数字は二重結合の位置、次の数字は炭素数、AC はアセタート、ALD はアルデヒド、OH はアルコール、KT はケトン)。

性フェロモンの利用法を表 2 に示した。以下その概要を記す。

1. モニタリング

最初に開発されたフェロモンの利用法である。具体的には、フェロモンを 0.1~1.0 mg 含有したキャップを誘引源として、粘着板または水盤で対象害虫を捕集する方法である。誘蛾燈に比較して種々の利点があり (表 3)、世界的に広く使用されている。日本でも植物防疫課の発生予察要項にもとり入れられている。アース製薬、武田薬品工

表 3■フェロモントラップの利点

技術	素人にも測定が可能。
価格	比較的安価に入手できる。
立地	電源のない場所でも容易に設置できる。
対象	光に感受性のない害虫にも適用できる。

モモシクイガの交尾

業が数種類のフェロモントラップを販売している。海外では、Biological Control System (イギリス)、BASF, Höchst (西ドイツ)、Istituto Guido Dodegani (イタリア)、Pherotech (カナダ)、Scentry, Trece (アメリカ) などがトラップを供給している。

トラップに使用するフェロモン量は、少量だが、純度は誘引性能に影響し、アセタート型フェロモンに対するアルコール、アルデヒド系不純物は、特に影響が大きいと言われている。害虫種類の同定、害虫の発生予測、防除適期予測、防疫管理などにますますフェロモントラップの重要性は増すであろう。

2. 大量誘殺法

フェロモンの害虫防除の応用法としては、最初に大量誘殺法が検討された。アメリカでは、すでに 1971 年に大規模試験が Gypsy moth について行なわれた。日本でも、1974~6 年にハスモンヨトウについて試験が実施された。この方法は、フェロモントラップを多数使用して、害虫の雄を捕殺しようとの試みである。少数のトラップを使用する時は多くの捕殺が認められるが、トラップ数を増加すると、トラップ 1 個当りの捕殺数は減少するなど、防除効果は一般に不満足なものであ

表 4■大量誘殺法の欠点

対象	雄害虫のみを捕殺するので効果が低い。
攪乱	フェロモン使用量の増加で交信攪乱が起こり誘引しない。
交尾	未捕殺雄害虫が複数の雌害虫と交尾する。

た。その理由として考えられる項目を表4に示す。鱗翅目では一般に成功していない大量誘殺法も、雌害虫をも誘引する甲虫目の害虫では、キクイムシ類でも成功している。また、食餌性誘引剤を併用する時には、高い効果が期待される。

3. 交信攪乱法

この方法については後に詳述する。

4. アトラクトアンドキル法

1980～85 年頃は、まだフェロモン原体価格が 1～3 ドル/g と高価で、交信攪乱剤としての性能も不安定であった。そのためフェロモン使用量が少量で済むアトラクトアンドキル法が検討された。

この方法は、フェロモン製剤を最初に開発した Albany 社の研究者などにより提案されたもので、フェロモンで害虫を誘引し、少量の殺虫剤使用で充分な殺虫効果を得ようとする方法である。

この方法は実験室的には成功するものの、大規模試験では効果の劣ることが多い。その理由としては、表4と同一の理由が考えられる。また、天敵の活用を期待できないことも本法の欠点である。アメリカの研究者の多くは、本法に対して否定的意見を述べている。また、PBW の密度の高いインペリアルバレーでは、すべて交信攪乱剤に移行していることから判断すれば、密度の高い条件下では、少なくとも本法の効果は低いと推定される。しかしアリゾナ州の一部では、現在でも本法製剤が使用されているので、その作用機作、効果についての評価は、今後の詳細な研究成果によらねばならない。

5. バイオイリタント

前法と同じく Albany 社の研究者により提案された。フェロモンの使用により、害虫の活動を活発にし、殺虫剤との接触を高めてその効果を上げようとの試みである。Nomate Vantage の製品名で Heliothis 用フェロモンを販売する試みがなされたが、現在では市販されていない。研究者の多くは、前法と同じく否定的意見を本法に対して

持っている。

上記2つの方法が有効である場合の一つの理由として、発生時期の異なる害虫をフェロモンと殺虫剤とで、同時に防除している可能性は考えられる。すなわち、フェロモンは成虫のステージの交尾阻害を、殺虫剤は幼虫のステージの害虫を死滅させる。これにより防除の適期期間を広げていることも考えられる。

交信攪乱法

交信攪乱法は多量のフェロモンを害虫の生育域に放出させ、主に雄害虫に影響を与えて交尾を阻害する方法である。その作用機構については、①受容器官の慣れ、②神経中枢の麻痺、③人工フェロモンの擬似雌効果、④害虫の交尾行動への影響、⑤天然フェロモンの人工フェロモンによる組成変化、などの説が提案されているが、定説はない。しかし、①または②の機構の可能性が強い。

アメリカでは、1971 年にはマイマイガのフェロモンにより、1972 年には PBW のフェロモンのミミック（模擬物質）による交信攪乱の試験が実施され、1974 年には多量のフォローファイバー製剤による大規模試験が実施された。1976 年には Albany 社に対して、EPA（米国環境庁）は最初の交信攪乱剤 Nomate PBW の EUP (Experimental Use Permit) を与えた。日本では農水省のクリーン・クロップ・プロジェクトの一環として、チャハマキの交信攪乱法が研究され、1984 年に最初の交信攪乱剤ハマキコンの農薬登録がなされた。

1. 交信攪乱剤の開発

交信攪乱剤の開発のためには表5に示した項目について検討しなければならない。

表 5 ■ 交信攪乱剤の開発

フェロモン同定	天然フェロモン組成の決定
攪乱組成決定	交信攪乱用フェロモン組成の決定
製剤化技術開発	長期間安定に均一な放出を可能にする製剤開発
圃場試験	使用開始時期、施用量、設置方法の確立
毒性試験と登録	毒性データ提出による農薬登録取得
普及	殺虫剤と異なり集団防除による普及が重要

表 6 ■ 誘引剤組成と交信攪乱剤組成

分類	害虫名	化学名	組成	
			誘引 (%)	交信攪乱 (%)
同一組成	ワタアカミムシ (PBW)	Z, Z-7, 11-16 AC	50	50
		Z, E-7, 11-16 AC	50	50
主成分	モモシンクイガ (PFM)	Z-13-20-10 KT	95	100
		Z-13-19-10 KT	5	0
補助成分	チャノコカクモンハマキ (TT)	Z-11-14 AC	31	100
		Z-9-14 AC	61	0
		E-11-14 AC	4	0
		10Me-12 AC	2	0
特殊成分	ライトブラウンアップルモス (LBAM)	E-11-14 AC	95	66
		E, E-9, 11-14 AC	5	5
		Z-11-14 AC	0	29

最初にフェロモンの同定である。一般にフェロモンの同定は各国政府・大学の研究機関で、GC-MS などを使用して行なわれており、鱗翅目のフェロモンのみで、約 400 種のものが同定されている。最終的には推定されるフェロモンを合成し、その誘引性の確認を行なう。

交信攪乱剤の組成は、天然組成を参考に検討される。しかし必ずしも誘引組成と同一ではないので、その探索は試行錯誤を繰り返して行なわれている。表 6 に天然組成とは異なった組成のフェロモンが使用されている例を示した。誘引剤とまったく同一組成を利用している例もあるが、チャノコカクモンハマキのように、主要成分以外を使用している例もある。チャノコカクモンハマキには天然組成より、Z-11-14 AC 単一成分のほうが有効である⁽⁶⁾。

フェロモン組成が決定されると、次に必要な期間、必要なフェロモン量を放出する製剤の開発が

表 7 ■ 代表的製剤

会社名	Scentry	ICI	信越化学	BASF	日東電工	Agrisense
製剤タイプ	マイクロファイバー	マイクロカプセル	チューブ	ボトル	テープ	ボトル
寿命(月)	0.3~1.0	0.3~0.6	2~12	3~7	2~7	2~3
製剤数(個/ha)	5,000~50,000	>30,000	200~5,000	200~1,000	(連続点)	500~1,000
対象害虫	PBW TPW	PBW	PBW, TT OFM ACP DBM	GBM OFM	TT	PBW

PBW: ワタアカミムシ, OFM: ナシヒメシンクイガ, TPW: トマトピンworm, GBM: グレープベリーモス, TT: チャハマキ, DBM: コナガ, ACP: アーチチョークブラムモス

必要となる。その容器を一般にディスペンサーと呼んでいる。その際フェロモンの安定性に充分配慮する必要がある。フェロモンは一般に二重結合を含んでいるので、酸化および異性化反応を受けやすい。またアルデヒド型フェロモンは酸化とともに、環状三量化反応を受けやすい。そのため多くの酸化防止剤、重合防止剤、異性化防止剤が検討され、添加されている。

表 7 に代表的なディスペンサーを示した。傾向として、寿命の短い製剤から長い製剤に、単位面積当り施用個数の多い製剤から少ない製剤に大きく変化している。寿命の短い製剤では気象条件の変化を吸収できず、安定した効果を示さない。大面積での施用では施用個数は効果に大きな影響を与えないことおよびコスト面から、大きな長寿命タイプのディスペンサーに変化している。

交信攪乱剤の開発で最も経費がかかるのが圃場試験である。狭い面積での試験は、誤った否定的結論を与えることが多い。殺虫剤であれば 1~10 a の試験でよいが、交信攪乱剤では、50 ha の試験が必要な場合もある。気象条件、環境条件などをよく検討して試験面積を決定する必要がある。

フェロモンによる交信攪乱剤は、ほとんどの国で殺虫剤の一種として定義され規制されている。農業登録には、各国で異なる毒性試験データの提出が義務づけられている。現在まで 10 種以上のフェロモンの毒性テストが実施されているが、毒性はまったく認められていない。この毒性データおよび農業登録が必要なため、市場性の小さいフェロモンの開発はなされていない。国際的に統一

した登録制度の確立の必要性が、アメリカの昆虫学会を中心に叫ばれている。

2. 交信攪乱剤の実例

現在登録されている主要製剤を表 8 に示した。チューブタイプのトマトピンworm、コドリナガ、グレープベリーモス用の製剤が近くアメリカで登録されよう。

表 8 ■ 代表的交信攪乱剤

対象害虫	作物	製造会社	商品名	フェロモン組成
チャハマキ	茶	信越化学 日東電工	ハマキコン* ニトセーフ*	Z-11-14 AC Z-11-14 AC
モモシンクイガ	リンゴ, モモ	信越化学 アース製薬	シンクイコン* モモシンガード*	Z-13-10 KT (ケトン) Z-13-10 KT (ケトン)
ワタアカミムシ	綿	信越化学 Scentry ICI Agrisense	PB-ROPE NoMate-PBW Pectone Agris-60	Z, Z/Z, E-7, 11-16 AC Z, Z/Z, E-7, 11-16 AC Z, Z/Z, E-7, 11-16 AC Z, Z/Z, E-7, 11-16 AC
ナシヒメシンクイガ	モモ	信越化学 BASF	Isomate-M RAK	Z/E-8-12-AC, Z-8-12 OH Z/E-8-12-AC, Z-8-12 OH
グレープベリーモス	ブドウ	信越化学 BASF	GB-ROPE RAK-I	Z-9-12 AC, Z-11-14 AC Z-9-12 AC
コナガ	野菜	信越化学	コナガコン*	Z-11-16 ALD, Z-11-16 AC
トマトピンworm	トマト	Scentry	NoMate-Pinworm	E/Z-4-13 AC
アーチチョークプラムモス	アーチチョークプラム	Hercon 信越化学	Disrupt ACPM APM-ROPE	Z-11-16 ALD Z-11-16 ALD
コスカンバ	梅, 桜, モモ	信越化学	スカシバコン*	Z, Z/E, Z-3, 13-18 AC
ピーチトリーボーラー	モモ	信越化学 Scentry	Isomate-L NoMate-BorerGard	Z, Z/E, Z-3, 13-18 AC Z, Z-3, 13-18 AC

* 日本登録

3. 交信攪乱法に影響する要因

1) フェロモン濃度

殺虫剤とは異なり、交信攪乱法ではフェロモン放出量より、フェロモン濃度が重要である。必要なフェロモン濃度は虫の種類と密度によって異なる。コスカシバでは 1×10^{-9} g/m³ 以下で効果があるのに対し、チャハマキでは $15 \sim 20 \times 10^{-9}$ g/m³ の濃度が必要である。ワタアカミムシ、ナシヒメシンクイガでは $2 \sim 5 \times 10^{-9}$ g/m³ 程度で効果がある⁽⁸⁾。

2) 気象条件

フェロモンは空気より 4～7 倍重いので、下方に流れるとともに、風により拡散する。そのため風の強さにより同一製剤の投与量、寿命が異なっ

てくる。表 9 に異なる条件下での必要投与量を示した。気温も効果に影響を及ぼす。特に昼夜の気温差の大きい地域では製剤の寿命は短くなる。

3) 面積

フェロモンの交信攪乱法では、施用面積によって効果は大幅に影響を受ける。表 10 に面積による効果差の例を示した。1988 年に 198 ha と広い面積全体に交信攪乱剤を使用した結果、1989 年には同地域で試験が不可能なほど害虫密度が低下した。11 ha の面積でも効果は認められたが、198 ha の場合に比較して大幅に効果は劣った⁽⁹⁾。

図 1 に PBW の防除試験で中央部と周辺部の効果差を示した⁽⁸⁾。周辺部では被害が認められるが、中央ではほぼ完全に交尾阻害が行なわれていることを示している。周辺部で効果が低下する原因と

表 9 ■ 風速と投与量

実施場所	投与量 (本/ha)	寿命 (日)	平均風速 (m/sec)
ブラジル・パラナ	500	70～80	1.0～1.5
中国・湖北省	500	65～75	1.0～2.0
エジプト・シャルキア	750	60～70	1.5～2.5
アメリカ・インペリアルバレー	1,000	40～50	3.0～4.0
アメリカ・フェニックス	750	60～70	1.5～2.5
パキスタン・ムルタン	<500	70～90	0.5～1.5

表 10 ■ シロイチモンジヨトウに対するフェロモンテスト

施用面積 (ha)	投与量 (本/ha)	幼虫密度 (匹/100本)
198	1,000	8
11	1,000	70
20	0	930

作物：ネギ、有効成分量：65 mg/本

図 1 ■ フェロモンによる PBW の防除
フェロモン製剤 PB-ROPE, 400 本/エーカー, フェロモン使用開始 6 月 8 日, 綿被害測定日 8 月 27 日, 殺虫剤無散布

表 11 ■ 設置時期と効果 (PBW)

フェロモン使用開始	綿被害果率 (%)	
	7 月後半	8 月前半
5 月 14 日	1.7	2.3
5 月 19 日	2.8	2.5
5 月 30 日	8.0	11.3
6 月 10 日	13.3	28.0

して, 未処理区よりの交尾雌の飛込みを挙げる研究者が多いが, 本テストでは, 周辺部でのフェロモン濃度の不足が効果低下の原因と思われる。PBW は綿, オクラなど特殊な作物にのみ生息し, イネ, トウモロコシには生息しない。したがって, 未処理区交尾雌の飛込みが主原因であるならば, 綿に隣接する下部周辺の被害が高くなるはずである。

これらの例から判断しても, 1~5 ha と小さい畑でのフェロモンによる交尾阻害には困難が伴う。フェロモン使用可能な最低面積は, 虫の種類, 密度, 気象条件, 地形周囲の状況によって異なる。一般にフェロモンが滞留しやすい条件では狭い面積でも高い効果を期待できる。

4) 地形

地形も効果に大きな影響を与える。傾斜地ではフェロモンは

高地より低地に移動する。同じ傾斜地でも鍋底形地では良好な結果を与えるが, 丘状地では効果は劣る。

5) 害虫の密度

害虫の密度が高い時には, 交信攪乱効果は低下する。その理由は明確ではないが, 密度の高い時にはフェロモンに依存せずに交尾することも考えられる。表 11 にフェロモンの設置時期を変えた時の結果を示した。一般にフェロモンは越冬世代発生時より使用することが望ましい。シーズン途中よりの使用では, 密度が上昇して失敗する例が多い。

6) 虫の生息ゾーンその他

一般に虫の生息ゾーンが低い場合のほうが高い効果を得やすい。たとえば, 同じスカシバ類であっても, 地上 1m 辺に生息する *Synanthedon exitiosa* は, 1.5~3m に生息する *S. pictipes* の 1/4 のフェロモン使用量で防除できる。

その他, 天敵の密度, 作物の密度, 成虫の発生分布など多くの要因があるので, 同一害虫に対する同一製剤であっても, 使用地域での使用方法を確立する必要がある。

4. 交信攪乱法普及の困難な理由

1) 概念

殺虫剤とはまったく異なる作用機構であるので, ビデオなど視覚に訴える手段による説明が重要である。

2) 早期設置

フェロモンは密度の低いシーズン当初よりの使用が大切であるが, その時期には農家は虫の被害を予想できないので, フェロモン使用を説得する

表 12 ■ 防除効果と経費 (US\$/エーカー)⁽⁷⁾

タイプ	殺虫剤	フェロモン	計	被害幼虫数 (匹/1,000ボール)	
				8 月	9 月
殺虫剤	回数	11.4	0	8.5	8.8
	費用	10×11.4	—	114	
フェロモン	回数	10.4	6	9.0	20.8
	費用	10×10.4	6×6	140	
	回数	6.6	1	3.2	3.9
	費用	10×6.6	35×1	101	

ことは困難である。

3) 集団防除

フェロモンは広い面積で使用して初めて高い効果が得られる。しかし野菜のように播種期の異なる作物で、同時にフェロモンを使用することは困難である。しかし遅い播種の農家にとっても、早期同時にフェロモンを使用することは、害虫の密度を低く維持し、フェロモンの効果を高めることになり、自分の畑にも有効である。

4) 殺虫剤の適期防除

フェロモンを使用する当初数年は、害虫の密度が高いので殺虫剤の助けを必要とすることがある。その場合、フェロモンを使用した安心感から、適期防除を無視するケースが多いが、適期を外れた殺虫剤の併用は天敵を殺す害となるだけである。その結果、フェロモンの効果を失う。

5) 価格

抵抗性の発現が顕著で散布回数の多い場合は、表 12 に示したようにフェロモンは競争力はある。逆に、散布回数の少ない場合には、フェロモンはまだ割高である。しかしクリーン問題、収穫量の増加、品質の向上、天敵の活用を考慮すれば、フェロモンは実用化の段階にきたといえる。

表 13 にフェロモン使用により収量が増加した例

表 13 ■ 収量への影響 (パキスタン)

防除方法 (PBW)	被害率 (%)		トラップ 捕虫数 (匹/週)	収量 (kg/エーカー)
	平均	最高		
フェロモン	2.4	8.0	1.0	607
殺虫剤	6.4	19.0	24.8	304

を示した。

交信攪乱剤の長所と今後

1. 交信攪乱剤の長所

交信攪乱剤には表 14 に示した長所と短所がある。そのため、期待されながら普及はまだまだである。一部にはその効果を疑問視する向きもある。しかし、集団で使用し、シーズン初期から使用することを守れば、次第にその特徴、効果が認め

表 14 ■ フェロモンによる害虫防除の長所と短所

項目	フェロモン	殺虫剤
毒性問題	人畜魚に毒性なし	一般に毒性はある
天敵活用	天敵活用は可能	第2害虫発生の恐れ
環境汚染	分解され天然物に	難分解物生成もある
抵抗性	まだ認められない	一般に抵抗性発生
散布回数	年1回の施用で充分	適期に数回散布
害虫密度	密度高いと効果不足	密度に影響されず
施用面積	集団防除が望ましい	小面積でも有効
天候	風速に左右される	雨天には施用できず
選択性	特定害虫にのみ有効	多種害虫を同時防除

図 2 ■ 殺虫剤の悪循環と対策

知されると思う。

2. クリーン問題と総合防除 (IPM)

クリーン問題に対する関心は非常に高くなってきたが、その解決は容易ではない。IPM の採用と消費者の態度、特に外観重視の態度の変化なくして、クリーン問題は解決しない。外観重視の態度が、厳しい防除水準を選択させ、殺虫剤の散布を増加させる。同一薬剤の反復使用は、図 2 のような殺虫剤の悪循環をもたらす。

3. 今後の方向

現在まで日本では、大学および政府の研究機関でフェロモンの研究が精力的に実施され、日本はフェロモン技術に関してはアメリカと並んで最も進んだ国となった。そこで、もう実用化の段階であり政府の関与する必要はないと主張する意見もある。しかし国内でフェロモンの普及をはかり、発展途上国にも技術指導していくためには、今こそ政府の支援が必要であり、また有効である。す

なわち、①交信攪乱剤のスクリーニング方法確立、②IPM 技術確立、③集団栽培防除の奨励、④消費者の教育、⑤農薬残留保証機関の設立、⑥有機農法などの定義の明確化、⑦発展途上国での IPM 技術確立などの項目について、政府の支援がフェロモンの普及、クリーン問題の解決にとって不可欠である。

文献

- 1) E. F. ニップリング: “害虫総合防除の原理”, 小山重郎訳, 東海大学出版会, 1989, p. 14.
- 2) 南島 誠ら: 寒冷地果樹試験成績概要集, 平成 2 年度 農林水産省果樹試験場編, 1990, p. 15, 未発表.
- 3) 中村和雄, 玉木佳男: “性フェロモンと害虫防除”, 古今書院, 1983.
- 4) A. F. Kydonieus: “Insect Suppression with Controlled Release Systems”, CRC Press, 1982.
- 5) A. R. Justum & R. F. S. Gordon: “Insect Pheromones in Plant Protection”, John Wiley & Sons, 1989.
- 6) 小川欽也: Entomology Society of America (1987) 年次総会, 未発表.
- 7) R. T. Staten *et al.*: *J. Econ. Entomol.*, 80, 1267 (1987).
- 8) 小川欽也: 32nd IUPAC Congress, 1989, 未発表.
- 9) 若村定夫ら: *Appl. Entomol. Zool.*, 24, 387 (1989).

お知らせ

日本農芸化学会関西支部シンポジウム

日時: 平成 2 年 7 月 7 日 (土) 13:00~17:00

会場: 大阪府立大学学術交流会館

〒 591 大阪府堺市百舌鳥梅町 4 丁 804

(☎ 0722-52-1161 内線 2791)

参加料: 無料

シンポジウム: 生理活性物質と細胞機能調節

アスパラガス実生における花成誘導物質の開発とその作用機構・岩村 俊 (京大農) / 高分子性花成物質による花成誘導機構・竹葉 剛 (京都府大生活科学) / 放線菌における二次代謝産物生産性制御因子 B-ファクターについて・川口剛司 (大阪府大農) / 食酢の生理活性について (主として脂質代謝調節と抗腫瘍活性)・久保田昭正 (タマノキ酢開発室) / コラーゲンをういたヒト癌細胞の増殖と分化・肥塚正博 (新田ゼラチン中研)

懇親会はシンポジウム終了後同会館にて行ないます。

世話人: 大阪府立大学農学部農芸化学科 中山 充

(☎ 0722-52-1161 内線 2468)

お知らせ

東北大学教養部生物学科助手

東北大学教養部では下記の要領で助手を公募いたします。

公募人員: 文部教官助手 1 名

所 属: 東北大学教養部生物学科

担当科目: 生物科学実験 I (植物系)

応募資格: 出身学部・学科は問わないが、博士の学位を有する者で、植物を対象とし、生理学、細胞学、生化学などの手法で研究のできる者。

提出書類: ①自筆の履歴書 (所属学会名、健康状態および連絡先も記入し、写真を添付すること)、②研究業績目録および別刷 (口頭発表を含む。コピー可)、③学位論文のテーマとその概要 (1,200 字程度)、④着任後の研究・教育への抱負 (1,200 字程度)、⑤応募者の人物、研究業績などについての照会に応じられる者の氏名、住所および電話番号を記載した書類。

採用予定年月日: 平成 2 年 11 月 1 日

募集締切日: 平成 2 年 6 月 30 日 (土)

送付、問合せ先: 〒 980 仙台市青葉区川内 東北大学教養部生物学科 生物学担当教官選考委員長 江刺洋司

☎ 022-222-1800 (内線 5316)

(応募書類は書留郵便とし、封筒に「教官応募書類在中」と朱書のこと)