

寒冷地果樹における害虫管理への 合成性フェロモンの利用

奥 俊 夫
(果樹試験場盛岡支場)

Use of Synthesized Sex Pheromones for Management
of Fruit Pest Insects in Colder Districts

Toshio Oku
(Morioka Branch, Fruit Tree Research Station)

1 はじめに

多くの昆虫において、雌成虫がある時間帯に性フェロモンを発散し、それに誘引された雄と交尾することが判明している。この性フェロモンを合成して誘殺調査や防除に応用しようという着想はそれ程新しいものではなく、フェロモン利用は再三プロジェクト研究に取り上げられてきた。しかし、分析、合成技術が進みフェロモンの製剤化に成功しても、直ちにその利用技術が確立されるものではない。実用技術として確立するには、段階を踏んだ地道な研究過程を経る必要がある。その意味では、合成性フェロモンの利用はまだ精練の過程にある新しい技術である。

この機会に、リンゴを主とする寒冷地果樹の害虫管理における性フェロモンの利用がどこまで来ているか、現状を展望し、問題点と今後の発展方向を述べ参考に供したい。

稿を進めるに当たり、試験を担当された関係機関の各位に対し謝意並びに敬意を表する。なお、寒冷地果樹関係の試験は他地域とも連携しつつ進めているので、本報の取りまとめには他地域の成績も参照した。

2 寒冷地果樹害虫の合成性フェロモン

我が国で合成に成功した寒冷地果樹害虫の性フェロモンは表-1のとおりである。このうち、クワコナカイガラムシは近年発生が少なく、試

表-1 我が国で合成に成功した寒冷地果樹害虫の性フェロモン

害 虫 名	成 分	備 考
リンゴコカクモンハマキ	主成分 Z9-14Ac 微量成分 Z11-14Ac	誘殺調査に実用化。
リンゴモンハマキ	" E11-14Ac " Z11-14Ac	同 上
キンモンホソガ	" Z10-14Ac " E4, Z10-14Ac	試 験 中
モモシンクイガ	{主成分 (Z)-7-eicosen-11-one 微量成分(Z)-7-nonadecen-11-one	主成分のみ、誘殺及び防除に実用化。
クワコナカイガラムシ	2, 6-dimethy-3-acetoxy-1, 5-hptadiene	誘殺調査用に製剤化。

験も行われていないのでここでは取上げない。
表に示すほか、アトボシハマキ、トビハマキ、コガネムシ類等のフェロモンも同定が進みつつあり、やがて合成が可能となろう。また、モモに被害が多く、寒冷地果樹にも発生するナシヒメシンクイガ、コスカシバの性フェロモンも製剤化され、調査に実用されている。

他の新薬剤と同様、合成性フェロモンもいかに安価に供給できるかが大きな問題であるが、他用途の化合物合成の副産物や途中産物を原材料として利用できれば、比較的安価に合成できるとされている。

3 モニタリングへの利用

害虫の誘殺調査は、従来、主に誘蛾灯に頼っていたため実施場所が限られていたが、ゴムキャップ等に吸着させた合成性フェロモンを誘引源とする簡便なトラップは、ほとんどあらゆる場所で使用でき、しかも、モモシンクイガのような光源に強く反応しない害虫も扱い得る。この点が合成性フェロモン開発の最大の功績であろう。フェロモントラップの利用場面を大別すると次のようになる。

A：侵入害虫の検出（検疫的利用）。

B：地方的発消長の判定 通年調査結果の比較対照により、発生期間、発生回数など、地域的な成虫発生様相の特徴を判定する。

C：発生時期及び量の把握及び予測（発生予測） 誘殺数の推移から場所ごと、時期ごとの害虫発育進度及び発生量を知る。予め誘殺数の動きと害虫の活動との関係が詳細に解明されていなくてはならない。

以上のうち、当初はBに重点が置かれており、調査地点数を増し得たため、相応の成果が上がっ

たが、内容的には誘蛾灯に依存していた当時と大差がなかった。近年はCの発生予測に重点が移されているが、達成度も問題点も害虫によって異なるので、以下、害虫別に概観しよう。

(1) ハマキムシ類

1) 地方的発消長の判定

リンゴコカクモンハマキ及びリンゴモンハマキのフェロモントラップによる誘殺消長は、誘蛾灯とほぼ並行的になるので、調査結果は誘蛾灯並みに信頼できると考えられる。特に、低温期には誘蛾灯よりもフェロモントラップの方が誘引性が高いようであり、発消長の判定にもより有効であろう。ただし、図—1に示すように¹³⁾、蛹数(羽化虫数の指標)と誘殺数の関係を示す回帰直線の位置が世代によって異なり、また一般に傾斜が緩かなことからみて、トラップの誘殺効率が季節及び発生密度によって異なると判断される。しかし、年間世代数や成虫の活動期間の比較検討には十分であろう。

2) 防除適期の予測

同じ園内でリンゴコカクモンハマキのフェロモントラップによる誘殺消長と幼虫経過を比較してみると図—2のようになる。気温と卵期日数の関係に基づいて逆算すると、誘殺数が特に多かった時期に産卵も多かったものと推測された¹⁵⁾。時期をずらして何回か殺幼虫剤を散布し防除効果を比較した結果、この推測は妥当なものと判断できた。したがって、フェロモントラップの誘殺ピークからふ化までの日数を気温に基づいて概算すれば、散布適期を予測できることになる。

天候不順な年には、誘殺数の増加期に急に低温となって、ピークが後へ持越されることもあるので、散布適期の判断は日ごとの調査値では

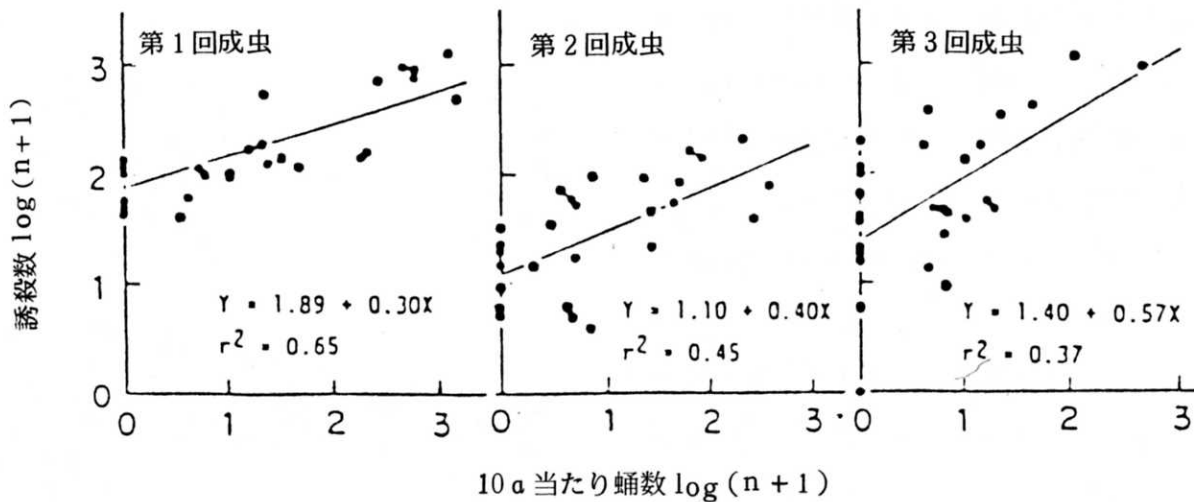


図-1 圃場におけるリンゴコカクモンハマキの発生密度とフェロモントラップ誘殺数の関係

注. 発生密度の指標として蛹数を使用。白崎¹³⁾による。

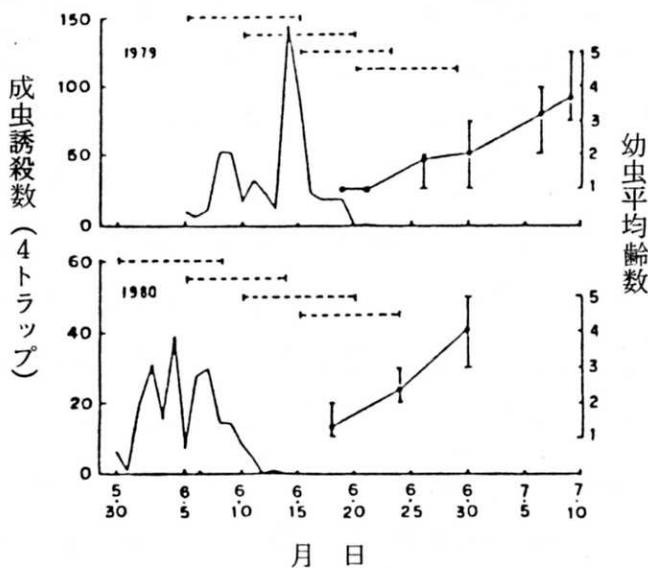


図-2 リンゴコカクモンハマキ成虫のフェロモントラップ誘殺消長と次世代幼虫の発育経過の比較

注. 折線グラフ左は成虫, 右は幼虫平均年齢と変異幅, 横破線は各時期の推定卵期間 (左端で産卵, 右端でふ化)。白崎・山田¹⁵⁾による。

なく何日かの合計値によるなどの工夫を要する¹⁵⁾。また, 誘殺効率と気温の関係も明らかにされているので¹²⁾, 気象予報も判断の目安になるであろう (図-3)。

しかし, 1世代の成虫活動期間が長いため,

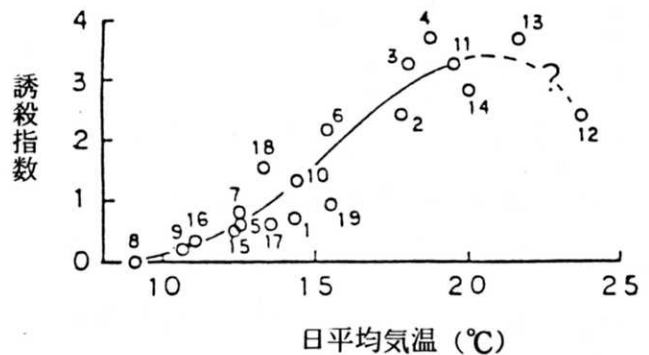


図-3 リンゴコカクモンハマキ成虫のフェロモントラップ誘殺数と気温の関係

注. 図中の数字は5月18日を起点とする日数, 誘殺指数は19日間の場合ごと総誘殺に対する百分比を5段階に区分し平均したもの。

Sekita¹²⁾による。

この間に複数のピークを生じると判断を誤る危険もある。この点の改善には, 積算気温と累積誘殺数の関係等に基づく予測モデルを作成し, これによって適期判定を容易にするのも一方法であろう。

3) 発生量の予測

白崎・山田¹⁵⁾はリンゴコカクモンハマキの成虫誘殺数と次世代幼虫密度の間に高い正の相関を認めたが, 年によって回帰直線の傾斜が異なる

ため、誘殺数から直接、幼虫発生量を予測することは今のところ困難である。このような年次差を生じる原因としては、幼虫調査前の死亡率や気温による誘引効率の変動も考えられるが、先に図-1に示したように、調査園内で蛹が見当たらない場合でもかなり多数の成虫が誘殺されているので、雄成虫の行動範囲が予想外に広く、調査園の外から頻繁に侵入してくるのかもしれない。この点は海外においても同様で、まだ、フェロモントラップ利用によりハマキムシの発生量予測に成功した例はないようである。ちなみに、オランダにおける試験ではリンゴコカクモンハマキの雄成虫の行動距離は45mを越えるとされている。

(2) キンモンホソガ

この害虫の性フェロモンは最近合成されたばかりであるため、その実用性は未知数であるが、異性体の混入があっても誘引性に対する影響は問題にするに足らないので、精製の過程はある程度簡略化できる見込みである。果樹試験場盛岡支場で実施中の試験によると、成虫の発生活消長はフェロモントラップで把握できそうであるが、春期には比較的高温な地表近くにおいてのみよく誘殺されるので、時期によってトラップの設置位置を変える必要がある。また、長期間の継続調査のためには、フェロモン放出量が安定するよう、フェロモン担体の検討を要する。なお、通常の屋根形トラップでは時に雌成虫が入りこむことがあるらしく、それが誘引効率に大きく影響し調査結果が攪乱されることがないかどうか問題である。

(3) モモシンクイガ

1) 地方的発生活消長の判定

隔離状態にある樹にフェロモントラップを設

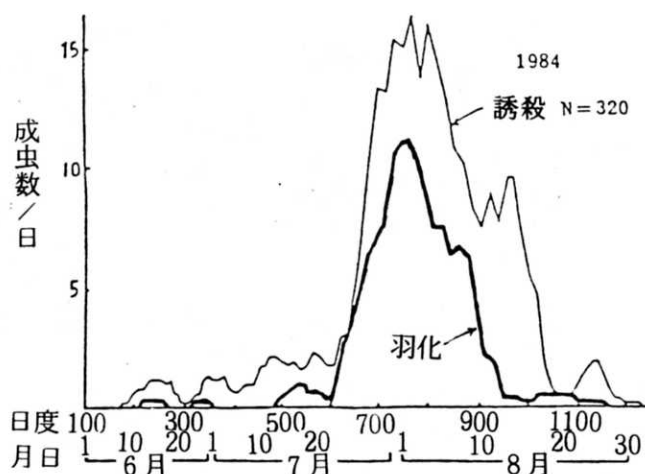
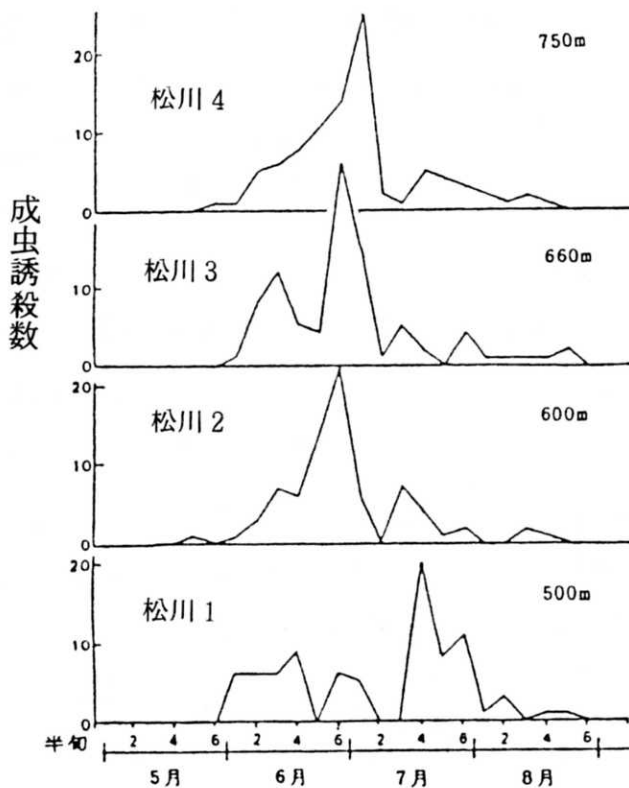


図-4 モモシンクイガの越冬世代羽化消長とフェロモントラップ誘殺消長の比較(1984)

注. 5日間移動平均による。横軸は5月1日を起点とする10℃以上の積算気温により、その下に月日を併記。果樹試験盛岡支場³⁾による。

置し、誘殺数の消長をその樹冠下における越冬世代の羽化消長と比較したところ、図-4のように、羽化が終るまで両者はほぼ並行的に推移した³⁾。したがって、誘殺数はかなりよく現存成虫数を反映していると考えられる。ただし、低温な発生初期には、羽化が中断しても誘殺数がかなり多いこともあった。これは、低温期に成虫の寿命が長く、早く羽化した成虫が誘殺されたことによると思われる。

長野県南信地方では(図-5)、標高600m以上の高地で誘殺数がシーズン前半にのみ多く、年1回発生が主体とみられるのに対し、500m地点では後期誘殺数も多く年2回発生と考えられた⁶⁾。これに似た地域的差異は岩手県北部と南部の間にも認められる¹⁾。これらの現象は地方的な温度条件の差に相応し、常識的にも容認できるので、発生活消長の全体的傾向の把握にはフェロモントラップは有用であり、微気象や供試虫の採集時期に影響される羽化調査よりも信頼度が高い^{5,10)}。青森県では、羽化調査結果をトラップ調査により補足修正して、モモシンクイガの季



図一五 標高の異なる地点におけるモモシクイガの誘殺消長の比較 (1984)

注. 長野県南信農試⁶⁾による。

節的消長による地帯区分を行っている¹⁴⁾。

2) 発生量及び時期の予測

以上のように、フェロモントラップは発生様相の全体的特徴の解明には役立つが、防除指標として応用するには問題が多いので、その点を概観しつつ今後の研究方向を示唆したい。モモシクイガは成虫の活動期間が著しく長く、年2世代を経過する地方においても産卵は切れ目なく続くことが多いので、防除は継続的定期散布によらざるを得ず、発生予察の重点は次の事項にしばられよう。

①定期散布開始期(産卵初期)の予測：成虫の発生初期にはトラップ誘殺があっても産卵を認めないことが多く⁵⁾、産卵開始までの日数も年によって異なる²⁾。このため、誘殺数を目安に防除を開始すると過剰散布になりやすい。産卵開始の指標としては、雄のみを誘引するフェロモントラップは不十分であり、別の指標(夜温な

ど)を探すため雌の行動解析を要する。

②産卵盛期(重点防除期)の予測：昆虫の越冬後発育が一般に温度に左右されることに着目し、積算気温による誘殺及び産卵盛期の予測が試みられつつある³⁾。盛岡市では10℃以上の積算800~900日度で誘殺盛期となるが(図一四)、異常高温年には予測が外れた⁸⁾。普遍性のある予測値を得るには、羽化までの期間と温度の関係を解明する必要があるだろう。

③要防除誘殺数の設定：定期散布の省略の目安として要防除誘殺数を設定するには、産卵のない初期(①参照)を除いて、誘殺数と被害の関係を解析せねばならないが、多数の無防除園を要することもあって、この問題は検討されていない。コドリギについては、便法として部分的に散布を省略し、その間の誘殺数と被害の関係から予備的要防除誘殺数を設定し、その有効性を現地試験の反復によって立証する方法が取られている。モモシクイガについても試みる価値のある方法と思われる。

(4) 発生予察法に関する展望

フェロモントラップによる誘殺数が産卵数の指標となるハマキムシ類では、誘殺消長に加えて気温を考慮することにより幼虫発生時期や防除適期を予測できる。この予測技術は既に実用段階に入った。キンモンホソガについてはまだ試験が始まったばかりであるが、その発生経過が比較的単純であるため、フェロモントラップによる発生期の予測は可能な見込みが大きい。

一方、モモシクイガは、成虫活動初期に誘殺が産卵の直接的指標にならず、また、越冬世代の羽化が極端な後山型^{9,17)}、更には2山型³⁾となる地方もあるため、誘殺消長のモデル化も単純ではない。本害虫の発生時期予測のためには、いっ

たんフェロモントラップの実用技術を離れて、成虫の活動性及び幼虫の休眠性を中心とする生態的基礎研究に立帰る必要がある。

発生量の予測は各害虫とも残された問題である。ハマキムシについて懸念されたように、雄成虫の行動範囲が広い場合は、誘殺数から個々の園の発生量を推定することは困難かもしれない。同じハマキガ科のナシヒメシンクイにおいても、被害皆無の園でトラップにかなり多くの雄成虫が入った例があり¹⁹⁾、雌雄の行動範囲が非常に異なることは確実である。このような害虫については、トラップ調査網は広域予察を重点とし、個々の園の発生量については別の手段によらざるを得ないであろう。

しかし、さほど行動範囲が広くない害虫については、理論的根拠に立った精密な発生量予測は困難としても、組織立った現地試験により、大まかな経験的要防除誘殺数の設定は可能と思われる。ただし、この目的の場合も、予め1台のトラップでカバーできる調査範囲が判明して

いないと、適切な調査網を設けることができない。トラップ密度を変えてモモシンクイガの誘殺数を調べてみると、平均誘殺数はトラップ密度が低下するにつれて増大したが、ある限度を越えると横這いに近くなった(図-6)。この結果を、誘殺数の園内分布や年次変動を考慮して補正し、1台のトラップでよく調査できる範囲は

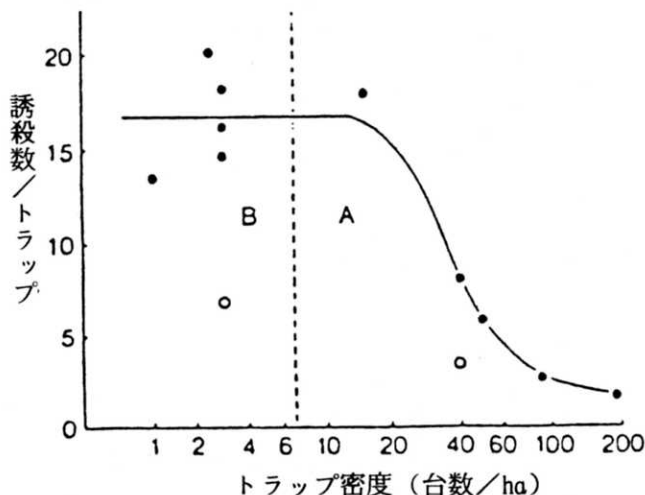


図-6 モモシンクイガのフェロモントラップ密度とトラップ当たり誘殺数の関係

注. A, B 2園の調査結果を一括、両園は隣接し同等の防除管理を行う。白丸は誘殺数が著しく少なかった1983年の数値。奥ら⁷⁾による。

表-2 交信攪乱処理の作業性及び効果に関するアンケート調査結果(昭58, 59)

問	選 択 す る 回 答	回 答 数
交信攪乱法によるモモシンクイガの防除効果及び価格面では実用可能と仮定した場合、取り付け作業はどう思いますか。	1. 手間がかかりすぎ実行不可能 2. もう少し改良されれば実行可能 3. 実行可能	〔信越製製剤〕〔大塚製製剤〕 0 0 4 1 13 11
モモシンクイガの果実被害量は前年度と比較するとどうでしたか。	1. 前年度より著しく減少(1/4未満) 2. 前年度より減少(1/4以上～3/4未満) 3. 前年度とほぼ同じ(3/4以上～5/4未満) 4. 前年度よりも増加(5/4以上)	20 2 0 0
交信攪乱法による処理の効果はあったと思いますか。	1. 非常に効果があった 2. 比較的效果があった 3. 効果はなかった 4. わからない	17 5 0 0

注. 福島市平野の15haの果樹園で22軒の農家の協力を得て交信攪乱処理し(信越化学製製剤11.3ha, 大塚化学製製剤3.8ha), 各農家にアンケート調査を行った。佐藤¹¹⁾による。

10a内外という数値を得た。ちなみに、コドリ
ンガの場合は雄成虫の行動範囲がもっと広いた
め、トラップ1台で0.4～1.8haをカバーでき
るとされている。

4 防除への利用

合成性フェロモンの防除への利用法としては、
大量誘殺法と交信攪乱法とが試験されてきた。
しかし、大量誘殺法は多くのトラップ機材を要
し、しかもそれをシーズン中に更新するなどの
難点がある。生産現場で実施可能な範囲の試験
では大量誘殺法の確実な成功例はないと思われ
るので、ここでは扱わない。交信攪乱法とは、
虫体から発散される量をはるかに越える性フェ
ロモンを人為的に多くの箇所から一斉に放出し、
フェロモンによる雌雄間の交信を阻げて交尾、
産卵を抑止しようとするものである。

(1) 交信攪乱法の実例

1) モモシンクイガ

本害虫の性フェロモンは2成分が知られている
が、主成分単独でも2成分混合に劣らぬ誘引性
を認めたので、交信攪乱には主成分のみが使用
されてきた。製剤は合成主成分をポリエチレン
チューブに封入し枝へ吊り下げるものと、ペー
スト状で枝幹に塗りつけるものがあるが、現
在、前者が実用化している。このチューブ式製
剤は1日の10a当たりフェロモン放出量30mg以
上（通常60mgまで）の条件で使用されるが、多
くの試験結果の要点は次のとおりであった。

①上記の標準放出量では、フェロモントラッ
プによる誘引機能は完全に近いほど阻害された
が、多少とも産卵、被害は認められた。誘殺数
は防除効果の指標としては不適當であった。

②佐藤¹¹⁾の試算では交信攪乱による被害抑止率

は45～92%、平均74%と、やや不安定で殺虫剤の
適期散布よりも低かった。このため、単独施用で
は次年の発生増大を抑止できない場合があった³⁾。

③交信攪乱と殺虫剤の併用は、害虫少発生で
効果が判然としない場合を除き、一般に殺虫剤
単独より効果が高く^{3,11)}、多発生条件下で特に卓
効を示した例があった^{3,4)}。

④通風が良い条件下では結果が思わしくない
ことが多い¹¹⁾、傾斜地で防風林を伐側した年に急
に被害が増した例があった³⁾。逆に大気が停滞し
やすい場所や、外周に大量施用した場所で効果
が著しく高い例があった¹¹⁾。

この標準施用量はフェロモントラップの誘引
阻止を目安に決めたものであるため¹⁰⁾、交尾阻害
の適量とはいえない。上記③から推測すると、施
用量を増すことによって更に防除効果を高め、
安定化する可能性は残されているように思われる。

現行の標準施用量で殺虫剤の慣行散布を併用
しリンゴ園団地の全面処理を行った結果は表一
2のとおりで、年度ごとでは若干の異同がある
が2年間を通じると例外なくモモシンクイガの
被害が低下し、満足すべき結果であった。交信
攪乱法は概して広面積処理で威力を発揮するよう
であるから、モモシンクイガに関しても広域処
理なら上記のように現行施用量で実用性が高い
ものと思われる。

モモシンクイガに対する交信攪乱法は、上記
②、③に指摘した事項を考慮し、慣行の殺虫剤
散布に上のせする形で、被害多発園における防
除促進を狙って普及に移されつつある。なお、
広面積処理のための航空散布計画も検討されて
いるが、このためには製剤の全面的改変が必要
となる。

2) キンモンホソガ

この害虫に対する交信攪乱試験も、モモシンクイガ用に似たチューブ式製剤を使用して着手された。まだ結論を得るに至っていないが、福島県果樹試験場が実施中の試験では、交信攪乱は硫酸ニコチン液剤のようなキンモンホソガの特効薬の適期散布に比較すると防除効果はやや低い、交尾率が低下することは確実であり、傾向としてはモモシンクイガの場合に似ているように思われる。

なお、茶の害虫防除においてはハマキムシに対するフェロモン製剤が実用化したので、果樹のハマキムシに関しても利用できる可能性はあろう。しかし、果樹のハマキムシは地方により季節によって優占種が異なるので、汎用性のある製剤を安価に供給することができるかという問題がある。また、複数の害虫の同時防除には混合剤の使用が望ましいが、混合による各フェロモンの機能阻害がないかどうかにも注意を要しよう。

(2) 害虫管理における交信攪乱法の位置づけ

交信攪乱法は害虫を殺滅するのではなく雌雄が出逢う機会を減らすという穏やかな方法であるため、通常の殺虫剤散布に比較すると多少とも効果が不安定な面があり、文字どおり殺虫剤の代替として利用することは無理な場合が多いであろう。特に果実の場合は、軽微な被害であっても直接品質をそこなうので容易に散布を手抜きできない。その点は比較的粗放な栽培をしていると見られる米国においても同様で、果実の経済的被害許容水準は1%以下、あるいはせいぜい2%までであり、我が国とさして変らない。このことからすると、交信攪乱は天敵利用と似たように害虫密度を全体として低める一種の環境抵抗とみた方がよいと考えられる。

その反面、広く使用されている有機りん剤等に比較すると交信攪乱効果の持続期間は長く、モモシンクイガ用の製剤では1回の施用で優に2か月を越える長期間、フェロモン放出量を標準レベル以上に維持できた。適当な製剤さえ得られれば、この持続効果を利点として生かすことができよう。この点においても交信攪乱法は環境抵抗因子に近似する。

海外の果樹地帯の一部では、ハダニの天敵を、いわゆる生物農薬としてではなく、環境抵抗の一因子とみなし、害虫と天敵の相対的密度を調べた上でハダニの防除要否を決めている。果樹園内でいちいちフェロモンの交尾阻害率を調べるわけには行かないが、害虫の発生量を調べつつ、逐次防除要否を決めて行けば交信攪乱効果に見合うだけ殺虫剤散布も削減できることになるはずである。

ただし、皮肉なことに、交信攪乱処理下においては簡便なモニタリング手段であるフェロモントラップが役に立たない。発生量予測技術が未熟な現段階ではトラップが使えなくても不便はないかもしれないが、将来は大きな問題になる可能性があり、別の方法を開発する必要がある。

既知例では、害虫の性フェロモンは天敵に対して直接の害作用がないから、交信攪乱法の導入により殺虫剤散布を削減できれば天敵の勢力も増進されることになる。しかし、交信攪乱法で特定の害虫をよく防除できても、他の害虫に対する散布は必要なことが多い。ある程度散布を削減しても天敵の勢力が顕著に高まることはむしろ少ない。天敵保護のような側面的効果も含めて、交信攪乱法の利点を存分に生かすためには、防除体系全体としての“総合化”を要し、

当面はそこまで過大な期待を寄せることはできないと思われる。

(3) 当面の害虫管理体系との関係

多くの果樹害虫において殺虫剤抵抗性を生じつつあること、新しく開発される薬剤についても抵抗性発達の危険は免れないことから考えると、危険分散のため多様な手段を組合わせた害虫管理体系の総合化が将来の方向であることは確かであろう。交信攪乱法も一種の化学的防除であり永久に有効かどうか不明であるが、防除の総合化に当たって組入れるべき有力な一手段には違いない。

交信攪乱法の利点の一つが効果の持続性にあることを前に指摘したが、近年、合成ピレスロイドのような残効期間の長い殺虫剤も登場したので、将来はさておき、当面は次のような2体系が並立して行くのではなかろうか。

①多くの害虫を同時防除でき残効期間も長い殺虫剤を基幹とする皆殺し体系

②殺虫剤以外の手段、及び天敵無害の選択性殺虫剤又は殺虫剤抵抗性の天敵等を導入し総合防除化を指向する体系

実用上いずれが有利かは立地条件にもよるた

め簡単には言えないが、①には一部害虫の著しい増殖を引き起こす副作用（リサージェンス）、意外に早く殺虫剤抵抗性が生じる危険（実例あり）、②には多様な手段を使用するため防除の考え方が複雑であり、複合効果の評価が難しいという問題点がある。

養蚕地帯では①の体系をとることは無理であり、②の体系であっても選択性殺虫剤はカイコに対しては有害なものが多いため、交信攪乱法のような殺虫剤以外の手段が一層重要となる。モモシンクイガに対する交信攪乱法は福島県でいち早く実用されているが、これは、試験、指導機関の熱意もさることながら、養蚕地帯を有するという立地条件にも原因があろう。しかし、更に、モモシンクイガの防除に手を焼いている地帯があることも関係していると思われる。その地帯ではモモシンクイガ防除のため、他地方に遜色のない6～7回の殺虫剤散布を行い、これに交信攪乱を上のせしている。交信攪乱法の利点を生かし、旧来の殺虫剤散布を幾分かでも軽減するには、慣行散布体系のどこに問題があったか、殺虫剤以外の面も含めて見直すことも必要と思われる。

引用文献

- 1) 千葉武勝, 小林森巳. 1985. 岩手県のリンゴ園におけるモモシンクイガ *Carpodina niponensis* Walsingham の発消長. 岩手園試報 6: 1-14.
- 2) 萩原保身. 1985. モモシンクイガに関する研究の現状と今後の方向. 3) トラップ法による発生時期の把握. 昭和59年度東北地域農業研究会資料「寒冷地における果樹の総合生産力向上技術の確立」. p. 83-86.
- 3) 果樹試験場盛岡支場. 1985. リンゴ・モモのシンクイムシ類に対する性フェロモンの適正利用法. 昭和59年度寒冷地果樹に関する試験研究成績・計画概要集. p. 11-12, 27-28.

- 4) 北村泰三. 1982. 性フェロモン利用によるシンクイムシの防除. 昭和57年度フェロモン利用に関する現地検討会講要 (日本植物防疫協会). p. 20—24.
- 5) 水越 亨. 1983. モモシンクイガ合成性フェロモンの発生予察への利用性について. 北海道立農試集報 49: 41—48.
- 6) 長野県南信農業試験場. 1985. 果樹主要害虫の発消長. 昭和59年度病虫害試験成績概要 (害虫の部): 27—38.
- 7) 奥 俊夫, 若公正義, 大平喜男, 刑部 勝, 氏家 武. 1986. フェロモントラップによるモモシンクイガのモニタリング. I. リンゴ園における成虫誘殺数の分布及びトラップの誘殺範囲. 果樹試報 C (盛岡) 13: 57—74.
- 8) 大平喜男, 奥 俊夫, 若公正義. 1986. 性フェロモントラップによるモモシンクイガの誘殺消長とその変動要因. 応動昆第30回・昆虫学会第46回共催大会講要. p. 170.
- 9) 佐藤信雄, 石谷正博. 1976. モモシンクイガの生活史. 青森畑園試研報 1: 1—16.
- 10) 佐藤力郎. 1984. モモシンクイガ. (日本植物防疫協会編, フェロモン実験法(2)). p. 103—115.
- 11) ———. 1986. 交信かく乱法によるモモシンクイガの防除. 植物防疫 40: 63—66.
- 12) Sekita, N. 1985. Statistical analysis of pheromone trap catches of the summer fruit tortrix *Adoxophyes orana fasciata* Walsingham (Lepidoptera: Tortricidae) in apple orchards. Appl. Entomol. Zool. 20: 501—504.
- 13) 白崎将瑛. 1986. ハマキムシ類防除における基礎的諸問題. ハマキムシ類に対する性フェロモントラップの利用. 昭和60年度東北地域農業研究会資料「寒冷地における果樹の総合生産力向上技術の確立」. p. 83—86.
- 14) ———. 1986. モモシンクイガ成虫の発生時期の地域的差異. 応動昆第3回・昆虫学第4回共催大会講要. p. 31.
- 15) ———, 山田雅輝. 1983. リンゴ害虫の性フェロモン利用. I. フェロモントラップによるリンゴコカクモンハマキの発生調査. 青森りんご試報 20: 31—52.
- 16) ———, ———, 佐藤力郎, 熊倉正昭, 玉木佳男. 1979. モモシンクイガの合成性フェロモンのほ場における誘引性. 応動昆 23: 240—245.
- 17) 津川 力. 1972. リンゴにおける主要害虫類の発生予察. 青森りんご試報 16: 73p.
- 18) 若公正義, 奥 俊夫, 平野千里, 杉江 元, 玉木佳男. 1986. キンモンホソガ合成性フェロモンの製剤化のための基礎試験. 応動昆第30回・昆虫学会第46回共催大会講要. p. 114.
- 19) 柳沼 薫. 1982. 福島県におけるフェロモン利用の現状と問題点. 昭和57年度フェロモン利用に関する現地検討会講要 (日本植物防疫協会). p. 6—12.