

交信かく乱法によるリンゴの鱗翅目害虫の防除

青森県りんご試験場 ^{かわ}川 ^{しま}嶋 ^{こう}浩 ^{ぞう}三

は じ め に

性フェロモンによる交信かく乱法による害虫防除が注目される中で、リンゴ害虫への利用に対する期待も非常に大きいものがある。リンゴの病害虫を対象にした防除回数は年十数回にもなり、昨今の時代的な背景などから、その削減が望まれている。しかし、消費者は安全性の指向から農薬使用量の低減を求めるが、それに伴うコストメックな品質の劣化を必ずしも許容しない。また、散布回数の削減は直接的に生産の減少につながる場合も多く、現実的には難しい状況にある。したがって、単なる散布回数の削減ではなく、低下した防除圧を他の手段である程度補完した上で削減が求められている。

一方、薬剤を多用しているにもかかわらず、リンゴ園内ではリンゴワタムシなど、天敵によってその発生が抑圧されている害虫も多く、また、訪花昆虫、特にマメコバチは受粉になくはならないものになっている（関田，1992）。新しい防除手段は少なくともこれらの有益昆虫に害のないことが必要で、むしろこれらをより活用できる手法であることが望まれる。

このような状況から、交信かく乱法の導入に大きな期待が寄せられている。今回は日本における試験及び実用化の経緯、ミダレカクモンハマキに対する大規模試験の結果及び海外での状況を紹介し、さらに今後の普及に向けた対応について考えてみたい。

I 今までの経緯

「農林有害動物：昆虫名鑑」（1987）に掲載されるリンゴの害虫は 250 種を超え、その半数以上を鱗翅目で占めている。しかし、現在実害が問題となる種はモモシנקイガ、ナシヒメシנקイ、リンゴコカクモンハマキ、ミダレカクモンハマキ、リンゴモンハマキ、キンモンホソガ、ギンモンハモグリガなどでさほど多くなく、また地域ごとにみるとその数はもっと限定される。性フェロモンの成分はギンモンハモグリガを除いて既に明らかにされており、合成も可能となっている。

モモシנקイガに対する交信かく乱法の試験は、1980 年から各県で盛んに行われている。佐藤（1986）及び奥

ら（1989）は、交信かく乱剤を導入することで殺虫剤の使用回数を 3～4 回に削減できることを示唆している。ただし、交信かく乱剤単独では実用的な効果は得られず、高密度の場合や傾斜地での効果は不十分としている。1985 年には主成分である (Z)-13-eicosen-10 one をポリエチレン細管に封入したピーチフルア剤（商品名：シンクイコン）が登録認可され、一部の県では普及に移されている。しかし、青森県では効果は認められるものの、農薬に比べると評価が劣るとの理由で実用化には至らなかった。

ハマキムシ類に対する試験は、リンゴコカクモンハマキやリンゴモンハマキなどを対象に 1985 年ごろから行われているが、試験例はあまり多くない。1990 年、テトラセニルアセテート剤（商品名：ハマキコン）がリンゴコカクモンハマキを対象に登録認可されているものの、ほとんど実用化されていない。しかし、近年、ミダレカクモンハマキに対するハマキコンの有効性が示され（OHIRA and OKU, 1992）、青森県でも大規模試験を含む試験が始まっている。その概略については後述する。ハマキコンは、1992 年にミダレカクモンハマキ及びリンゴモンハマキに対しても登録が拡大されている。

キンモンホソガに対する試験は 1985 年から開始され（佐藤，1992）、1990 年ごろから各県で本格的な圃場試験が始まっている。比較的高い効果（阿部ら，1992；川嶋，未発表）が得られている事例もあるが、高密度での試験や試験面積が狭い場合は、かなりふれが大きい。

1991 年以降、ハマキムシ類、モモシנקイガ、ナシヒメシנקイ及びキンモンホソガを対象にした各種性フェロモンの混合製剤（4 種混合交信かく乱剤）の試験が開始された。この製剤については「IV 交信かく乱法の位置付け」で考察するが、個々の対象害虫の防除効果ばかりでなく、全体の防除回数の削減と結び付けた試験が行われている（南島，1992）。

II ハマキコンによるミダレカクモンハマキの防除

ミダレカクモンハマキ（*Archips fuscocupreanus* WALSINGHAM）はリンゴ樹上で卵越冬している。ふ化時期が 4 月下旬～5 月上旬で、リンゴの開花期ごろが防除適期となる。しかし、この時期は訪花昆虫（特にマメコバ

Control of Lepidopterous Pests in Apple Orchards by Mating Disruption. By Kōzō KAWASHIMA

チ)を保護する必要性から、殺虫剤の使用が制限されている。また、年1回の発生であるため、防除チャンスがこの時期しかなく、発生の多い地域では恒常的な問題となっている。このような背景からマメコバチを利用しながらミダレカクモンハマキを防除する技術の開発が求められており、IGR 剤とともに、交信かく乱法に期待が持たれている。青森県では1990年から現地での試験を開始し、1991年からは3年間の予定で大規模試験を行っている。

大規模試験の試験園は青森県弘前市弥生地区の岩木山東側山麓に位置し、東西方向の緩やかな傾斜地である。南北1 km、東西700 m (70 ha) の方形の地域のうち、リンゴ園55 haに交信かく乱剤を全面処理した。交信かく乱剤は信越化学工業株式会社製のハマキコンを使用し、10 a 当たり120本設置した。年によって周辺部に追加したり、斜面の上部に当たる園地に多めに設置したため、設置総数は70,000本前後となった。取り付けは生産者が行い、成虫羽化前の5月末から6月上旬までに終了するようにした。ミダレカクモンハマキの密度は一年目から顕著な低下が認められ、越冬卵塊密度(調査:主幹部×5樹×5園地)は樹当たり平均2.1から0.3に、また、幼虫密度(調査:2枝/樹×5樹×11園地)は枝当たり平均2.36(9.4~0.1)から0.39(1.0~0.1)に減少した(川嶋,1992)。試験は継続中であるため詳細については終了後に報告する予定であるが、2年目以降も低密度を維持しており、交信かく乱法の効果があったものと判断している。

ここで、この試験を行っている園地内の生産者44名を対象に実施したアンケート結果を紹介しておきたい(川嶋,1993)。設問はハマキコンの使用に関するものを主体としたが、交信かく乱剤導入によってもたらされる減農薬についても若干触れた。回収数は27、回収率は61.4%であった。主な設問における集計結果を表-1に示した。試験前のミダレカクモンハマキの密度を93%の生産者が「非常に多い」あるいは「多い」としており、防除に苦慮していたことがうかがえる。交信かく乱剤の処理で、「効いた」と感じた生産者が93%と非常に多く、そのうち88%が減少率を50%以上とみている。この間における実際の幼虫密度の減少は平均80%以上であり、生産者の感覚もこれとほぼ一致した。前述したようにミダレカクモンハマキの防除適期は開花直前及び直後であるが、マメコバチの保護のため殺虫剤の使用ができない。したがって、効果は不十分であるものの、その前後に当たる芽出し10日後及び落花10日後ころの散布で対応している。この防除を50%の生産者が「省略できる」

表-1 ハマキコンによるミダレカクモンハマキ防除試験園
地内生産者に対するアンケート

「ハマキコン」を使用する前、あなたの園地のミダレカクモンハマキはどのような状態でしたか?				
	回答数	比率(%)		
非常に多かった。	14	52	93	多い
多かった。	11	41		
少しいた。	2	7		
全く発生していなかった。	0	0	0	無

「ハマキコン」のミダレカクモンハマキに対する効果をどう思いますか?

	回答数	比率(%)		
非常によく効いた。	7	26	93	効く
よく効いた。	18	67		
効かない。	1	4		
わからない。	1	4	4	

「非常によく効いた」「よく効いた」と答えた方
使用前と比べ、幼虫はどのくらい減少したと感じましたか?

	回答数	比率(%)		
全くいなくなった。	1	4	88	50% 以上 減
ほとんどいなくなった。 (8~9割減少)	9	36		
半分くらいになった。	12	48		
少し減少した。 (2~3割減少)	3	12	12	

「ハマキコン」を使用することでミダレカクモンハマキ対象の殺虫剤は省略できると思いますか?

	回答数	比率(%)	
省略できる。	13	50	
省略できない。	5	19	
わからない。	8	31	

「ハマキコン」の取り付けはどうかでしたか?

	回答数	比率(%)	
非常に大変だった。	0	0	
大変だった。	14	54	
たいしたことない。	12	46	

減農薬についてどのように思われますか?

	回答数	比率(%)		
積極的に取り組みたい。	12	44	77	92
機会があればやってみたい。	9	33		
必要だと思うが、今はまだ早い。	4	15		
必要はない。	0	0	0	
わからない。	2	7	7	

と判断しているものの、50%は「できない」、あるいは「わからない」としており、交信かく乱剤だけで防除が可能かに関しては意見が分かれた。取り付けについては半数以上が「大変だった」としており、今後の改善が望まれる。減農薬に関しては「取り組んでみたい」が77%で、「必要性を感じている」を含めると92%に達し、非常に関心が高かった。他の設問から、ハマキコンの価格(約2,000~2,500円/10a)は受け入れられる範囲であり、モモシクイガやキンモンホソガなどの交信かく乱剤を含めた場合でも、10a当たり10,000円以下であれば使用してみたいという意見が多かった。また、「ハマキコンの色を毎年変えてほしい」、「設置数を少なくできないか」などの意見が寄せられた。新しい防除資材の導入の際は効果の判断ばかりでなく、生産者の感覚、使用方法や労力などについても考慮する必要がある、このアンケート結果を実用化の際の参考にしていきたい。

しかし、ハマキコンのミダレカクモンハマキに対する効果は紹介したような成功例ばかりではない。周辺部も含めてミダレカクモンハマキの密度が高い場合は効果が安定していないし(川嶋, 1992)、細長い傾斜地での試験では効果がみられていない(関田, 未発表)。

III 海外での状況

コドリंगाに対する交信かく乱法の試験は歴史も古く、アメリカ、ヨーロッパ、オセアニアなど各国で、また、様々な手法で行われており、多くの報告も出されている(IORIATTI and ARN, 1992など)。低密度下では高い効果が期待され、既に北アメリカでは約1,000haで使用されている(KNIGHT, 1991)。しかし、高密度では失敗例も多く、幼虫密度が1,000個体/haを超える場合は殺虫剤による密度の低下が前もって必要との指摘もあり、製剤や手法の改良が試みられている(VIKERS and ROTHCHILD, 1991)。

ニュージーランドでは有機リン剤に対する抵抗性出現により、キーベストとなっているLightbrown apple moth (*Epiphyas postvittana*)で試験が行われ、被害の軽減及び殺虫剤の散布回数の削減が可能になっている(SUCKLING and SHAW, 1991)。リングコカクモンハマキに対してはヨーロッパでの試験が多いが、必ずしも成功例ばかりではなく、ディスペンサーの改良などの試験が行われている(CHARMILLOT and PASQUIER, 1992)。ナシヒメシクイはモモなどでの試験例が多く(KYPARISSOUDAS, 1989; VIKERS and ROTHCHILD, 1985)、ドイツではスカシバの一種Apple clearwing moth (*Synanthedon myopaeformis*) (HARZER, 1991)、アメリカではハマキコンによる多種ハマ

キ類を対象にした試験も行われている(KNIGHT, 1991)。また、ヨーロッパでは、交信かく乱法をIPMの中でのように位置付けるかも重要な課題となっている(BLOMMERS, 1992)。

IV 交信かく乱法の位置づけ

リングの害虫防除の場合、ミダレカクモンハマキのように単一種を対象にした防除をする場面はあまりない。一般的には数種の主要害虫を同時に防除し、付随的にアブラムシ類などマイナー害虫も同時に防除している。また、基本的には殺菌剤が10日間隔で散布されており、殺虫剤、殺ダニ剤を加用する形がとられている。しかも防除暦によるスケジュール散布が主体であり、スピードスプレーヤを主体とした共同防除の組織率も高い。交信かく乱法をこの体系の中にどのように組み込んでいくか、また、導入した場合、体系全体をどのように変えていくかが課題となる。

ミダレカクモンハマキに対するハマキコンの利用は対象が単一種であり、また、防除手段開発の緊急性もあることから比較的受け入れやすい。しかし、他の主要害虫はほとんどの場合、同時防除によって対応しており、特定の害虫のみの交信かく乱による防除を成功させても実際にはあまり意味がない。モモシクイガも現行の散布体系で防除上大きな問題があるわけではなく、シクイコンの利用は養蚕地域などの特殊技術の意味合いが強い。シクイコンの導入によりモモシクイガの防除を減らすことができたとしても、ハマキムシ類やキンモンホソガの対応は不可欠であるし、殺菌剤の必要性から防除回数は全く減少しない。散布回数が削減できないのであれば、有機リン剤などの安価なモモシクイガ防除剤を混用したほうが確実であるし、労力的な負担もかからない。シクイコンなどをIGR剤、BT剤、ウイルス剤などと組み合わせて使用する手法も考えられるが、価格面、労力面、さらには防除効果に対するデータの不足から、すぐに普及できる技術とはいえない。現在、青森県では合成ピレスロイド剤によるモモシクイガ、リングコカクモンハマキ及びキンモンホソガの同時防除が防除のポイントとなっており、新しい防除手段はこれらすべてに対応するくらいのインパクトが必要で、しかも今後の労力事情を考えた場合、省力性が普及の大きな鍵ともいえる。これらを考えると単一の製剤の活用は問題が多いことから、先に示した4種混合交信かく乱剤の、しかも年1回の設置での検討を行っている。複数の交信かく乱剤を同時に処理するとそれぞれの害虫に対するかく乱効果に悪影響を及ぼす事例(佐藤, 1992)もあり、むや

みに対象を増やすことには注意が必要であるが、年1回の処理で多くの種を対象にできることには大きなメリットがある。さらに、コドリングなどで試みられているような粘着物質とファイバー状のかく乱剤の組み合わせによる機械での散布 (Moffitt and Short, 1982) など、より省力的な手法の開発も必要と思われる。

先に殺虫剤に代わり得る手段として交信かく乱法の意味を考えたが、不安定さや遅効性などの理由からストレートに殺虫剤の代替とすることには無理がある。奥 (1986) は交信かく乱法を天敵利用と同様に、害虫密度を全体としてしかも長期間低下させる一種の環境抵抗要因とみたほうがよいとしている。主要害虫をマイナー害虫にできれば、その後の防除を省略できるかもしれないし、少なくとも従来のような定期的な薬剤の防除は不要となる。防除の要否を判断する簡便な密度調査の開発も必要であるが、生産者自体が発生量が十分に低下したことを認識し、防除対象から外せれば大きな前進となる。

V 今後の問題

普及に際しては、急傾斜地や高密度園地に対する使用制限などいくつかの条件の設定が必要となる。処理面積の最低限をどのくらいに設定するか、広域処理を指定した場合、現状の園地は入り組んでいるので、どのくらい実現可能かなども残された課題である。生産者、指導者の交信かく乱法に対する認識も重要である。交信かく乱法の欠点などを納得した上で使用しないと効果も期待できないし、普及後に様々な問題が生じるおそれがある。交信かく乱剤を導入することでどの時期の薬剤をどの程度省略できるかは最大の課題であるが、当面、基本的には現行の防除に交信かく乱剤を上乗せする体系にせざるを得ないだろう。ただし、個々の生産者の段階で交信かく乱法により対象害虫が少なくなったと判断した場合は、防除を省略できるような柔軟な指導も必要であろう。

交信かく乱法の導入ではマイナー害虫の顕在化が指摘される。リンゴの農生態系は非常に複雑で、また、農薬に対する感受性の強弱も種によってかなり変異がある。交信かく乱剤の導入に伴う農薬の防除圧の低下は思わぬ種の発生につながる可能性が高い。実際、ハマキコンなどの利用ではトビハマキ (南島, 1992), 4 種混合製剤の利用ではヒメシロモンドクガ (川島, 未発表) の発生が問題化している。どのようなマイナー害虫が顕在化するかは地域によって、また、年によって異なると考えられ、より細かい対応が必要と思われる。Oku (1993) が交信かく乱法導入の第2段階を天敵群を崩壊することなく二次害虫に適用できる手段の開発であると指摘しているように、リ

ンゴではこの問題を避けて通ることができないだろう。

おわりに

以上のように、リンゴ害虫に対する交信かく乱法は多くの問題を抱えながらも実用化の段階にさしかかっている。しかし、今までの多くの試験は交信かく乱剤の効果を状況証拠でしか判断していない場合が多い。交信かく乱法に対する期待の大きさから、とにかく実用化することが先行し、基礎的な部分がおろそかになっている。ミダレカクモンハマキでは交信かく乱によって交尾時期が遅れ、産卵数が減少し、結果的に防除効果を発揮するのではないかと推定がされている (Ohira and Oku, 1992)。今後、より効果的な交信かく乱法を目指すためには、このような対象害虫の行動学的調査や交信かく乱の科学的な探求が必要となる。交信かく乱では先駆的な立場にあるアメリカでのコドリングの防除も必ずしも成功事例ばかりではない。最近、これらの原因を解明するため、試験面積をむしろ小さくし、侵入個体を防いだり、幼虫を放飼することなどで条件を整え、より根本的な部分の解明を目指す試験も始まっている (Howell et al., 1992)。

引用文献

- 1) 阿部憲義ら (1992): 北日本病虫研報 43: 144~145.
- 2) BLOMMERS, L. H. M. (1992): Bulletin OILB/SROP 15 (5): 67~71.
- 3) CHARMILLOT, P.-J. and D. PASQUIER (1992): Mitt. Schweiz. Entomol. Ges. 65: 107~113.
- 4) HARZER, U. (1991): Obstbau (Bonn) 16 (7): 358~360.
- 5) HOWELL, J. F. et al. (1992): J. Econ. Entomol. 85 (3): 918~925.
- 6) IORIATTI, C. and H. ARN (1992): Bulletin IOBC/SRO 65~110.
- 7) 川嶋浩三 (1992): 昆虫学会・応動昆講要 253.
- 8) ——— (1993): 東北農業研究 (投稿中).
- 9) KNIGHT, A. (1992): Bulletin OILB/SROP 15 (5): 99~100.
- 10) KYPARISSOUDAS, D. S. (1989): Entomologia Hellenica 7: 3~6.
- 11) 南島 誠ら (1992): 昆虫学会・応動昆講要 255.
- 12) MOFFITT, H. R. and R. E. SHORT (1982): AAA-W-22, 27 pp.
- 13) OHIRA, Y. and T. OKU (1992): Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica 27: 501~506.
- 14) 奥 俊夫 (1986): 東北農業研究 38: 93~102.
- 15) ——— (1989): 果樹試験報告 C 16: 63~81.
- 16) OKU, T. (1993): JARQ 26: 271~276.
- 17) 佐藤力郎 (1992): 福島果樹試験報告 15: 27~91.
- 18) ——— (1986): 植物防疫 40 (2): 13~16.
- 19) 関田徳雄 (1992): 同上 46 (13): 10~14.
- 20) SUCKLING, D. M. and P. W. SHAW (1991): Proc. 44th N. Z. Weed and Pest Control Conf. 47~51.
- 21) VIKERS, R. A. and G. H. L. ROTHCHILD (1985): Bull. ent. Res. 75: 625~634.
- 22) ——— (1991): Tortricid Pests, Published by Elsevier, 339-354.