

青森県りんご試験場報告
 第20号：31—52 (1983)
 Bull. of the Aomori
 Apple Exp. Sta.,
 No. 20 : 31—52 (1983)

リンゴ害虫の性フェロモン利用

1. 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

白崎 将瑛・山田 雅輝

(青森県りんご試験場)

Sex pheromone of pest insects in apple orchard

1. Evaluation of pheromone trap as surveying measure of
 summer fruit tortrix, *Adoxophyes orana fasciata*
 WALSINGHAM (Lepidoptera : Tortricidae)

Shoei SHIRASAKI and Masateru YAMADA

Aomori Apple Experiment Station

Kuroishi, Aomori, 036—03, Japan

目 次

I 緒 言	33
II フェロモントラップの誘引性	33
1. 各種フェロモン製剤の誘引効力	33
2. フェロモントラップによる誘引消長	36
3. 誘が(蛾)灯との比較	40
III フェロモントラップによる雄成虫の誘引消長と ほ場における幼虫の発生状況	41
1. 越冬世代幼虫密度と第1回成虫誘引数	41
2. 越冬世代幼虫の発生時期と第1回成虫誘引時期	42
3. 第1回成虫誘引数と第1世代幼虫発生量	43
4. 第1回成虫誘引時期と第1世代幼虫発生時期	44
IV 発生予察への利用	45
1. 誘引消長からみた発育零点及び1世代を 経過するのに要する有効積算温量	45
2. 第1世代幼虫ふ化期及び防除適期の予測	46
V 摘 要	49
引用文献	49
Summary	51

1 緒 言

現在、わが国におけるリンゴ害虫として主要なものはハマキガ類、シンクイガ類、ハモグリガ類、ハダニ類、カイガラムシ類などであるが、いずれもその防除は殺虫剤散布を主体としたものである。しかも、それは発生状況に応じて適用するかどうかを判断して行なわれるものではなく、薬剤散布暦などに基づく散布スケジュールに従って行なわれるものが多い。これは個々の生産者が発生状況を的確に判断できる簡便な方法が確立されていない現状では止むをえないものといえるが、その結果として必要以上の殺虫剤が使用される。

害虫防除の上で殺虫剤の利用が手軽で、且つ効果的なものであることを否定するものではないが、一方ではまた、殺虫剤多用の結果としてもたらされた薬剤抵抗性の発達、生態系の攪乱及びそれに起因する新規害虫の出現などの事例を数多くみてきた。さらに、近年、環境汚染が大きな社会問題となっており、健康に対する関心もより高まっている。これらのことから殺虫剤の使用は必要最少限にとどめるべきものと考えられる。

昆虫に接近行動をひき起す働きをもつ、フェロモンは害虫防除に利用できるものと考えられており、近年、わが国においてもその利用のための研究がいろいろの害虫において活発に進められている(玉木, 1981)。

害虫防除を殺虫剤のみならず、いろいろの手段をとり入れて行ない、しかも、その撲滅を計るものではなく、それを被害のない程度に管理するといういわゆる総合防除(integrated control)体系は将来の害虫防除の主流をなすものと考えられるが、その中でフェロモン利用もまた大きな役割を果たすものの一つとして期待されている。

害虫防除へのフェロモン利用の方法として大量誘殺法や交信擾乱法のように直接防除手段として用いて密度低下をねらう方法と、強い誘引性を利用してほ場における害虫の発生状況を知り、それによって害虫防除を効率的に行なうという間接的な利用法が考えられている(石井, 1974; 玉木・中村, 1976; 中筋, 1979; 中村, 1980; 若村, 1980など)。

わが国におけるリンゴ害虫のうちで、これまでに性フェロモンの化学構造が明らかにされ、その合成物が得られているものとしてはナンヒメシンクイ(*Grapholita*

molesta BUSCK), リンゴコカクモンハマキ(*Adoxophyes orana fasciata* WALSINGHAM) (TAMAKI *et al.*, 1971), モモシンクイガ(*Carposina niponensis* WALSINGHAM) (TAMAKI *et al.*, 1977), リンゴモンハマキ(*Archippus (Archippus) breviplicanus* WALSINGHAM) (SUGIE *et al.*, 1977), 及びクワコナカイガラムシ(*Pseudococcus comstocki* KUWANA) (NEGISHI *et al.*, 1980)の5種類があり、今後、ほかの種でも次々に明らかにされるものと考えられる。

著者らはこれらの合成化合物をリンゴ害虫防除の上で活用する方法を見いだすべく1974年にその研究に着手し、これまでナンヒメシンクイ、リンゴコカクモンハマキ及びモモシンクイガの3種について、主として発生調査への利用を目的とした研究を行なった。いずれも研究の途上であり、明確な結論を得るまでに至っていないが、今後の研究を進めていく上での問題点を明らかにすることを含めて、これまでに得られた知見をとりまとめることとした。

本報ではリンゴコカクモンハマキの発生予察を行なうため、発生調査手段としてフェロモンを利用した研究より、これまでに得られた結果を述べる。

本研究を行なうにあたり、多くのご教示をいただいた農林水産省九州農業試験場環境第1部長湯嶋健博士、農林水産省農業技術研究所害虫防除第1研究室長玉木桂男博士、本研究に深いご理解を示して絶えず激励をいただいた前青森県りんご試験場長福島住雄博士、青森県りんご試験場長津川力博士の各位に謹んで感謝の意を表す。また、本研究のためにほ場の使用をご快諾いただき、調査にも多大の協力をいただいた小山資敦氏、水木二玲氏、白戸丑雄氏、成田一郎氏、野呂昌作氏、葛西信男氏、白取勝一氏、川村繁氏の各位に厚くお礼申し上げる。本研究のための合成フェロモン製剤及びトラップは武田薬品工業株式会社及び大塚製薬株式会社よりご提供いただいた。両社のご厚意に対し厚くお礼申し上げます。また、本研究遂行にあたり、多くのご助言とご援助をいただいた青森県営農大高等学校小山信行総括主任、当場昆虫科関田徳雄主任研究員、川嶋浩三技師、会津博作技師の各位に対し深く感謝の意を表す。

II フェロモントラップの誘引性

1. 各種フェロモン製剤の誘引効力

試験方法

リンゴコカクモンハマキの雌性フェロモン成分である

cis-9-及び*cis*-11-tetradecenyl acetateの合成化合物のそれぞれ9:1の比率とした混合物を所定の保持物質(以下、dispenserという)に吸着させたもの(以下、フェロモン製剤という)を誘引源としたトラップ(以下、

フェロモントラップという)をリンゴ園に設置して誘引数を調査した。

試験1:1974年に第1表にあげた中の6種類のフェロモン製剤を供試し、これらを誘引源としたフェロモントラップ3個ずつとフェロモン製剤を入れないもの2個(合計20個)により調査を行なった。

約1haのリンゴ園においておよそ10~20m間隔で円周状に20本のトラップ設置樹を選定し、6月上旬にそれぞれのトラップを無作為に配置した。その後、10月下旬までおよそ5日ごとに誘引数を調査した。この間、7月上旬と8月上旬の2回、フェロモン製剤を更新し、また、

粘着板は適宜交換した。なお、トラップは目通りの高さ(地上約1.2~1.5m)に設置し、調査の都度、配置を換えた。

試験2:1975年に第1表にあげた中の4種類のフェロモン製剤を供試し、それぞれ3個ずつ(合計12個)のフェロモントラップにより、調査1に準じて実施した。期間は6月上旬から10月上旬までで、この間、フェロモン製剤の更新をしなかった。また、6月20日に1回だけフェロモントラップの配置を換えたが、この場合、それまでの合計誘引数の順位に従って、上位のものと下位のものを入れ換えた。

試験3:1974年及び1977年にそれぞれ3か所及び2か所のリンゴ園において、第1表のうち2種類のフェロモン製剤によるフェロモントラップを1個ずつ設置し(トラップ間隔は15m以上)、発生期間を通して毎日の誘引数を調査した。この間、約1か月ごとにフェロモン製剤を更新した。

結果

試験1ではほ場でのリンゴコカクモンハマキの発生密度が比較的高かった。1mgの分量により dispenser として6種類のゴムキャップを用いた結果、いずれも雄成虫が捕えられ、雌成虫は全く捕えられなかった。また、フェロモン製剤を入れなかったトラップには全期間を通して捕えられたものが全くなかった。このことからトラップに捕えられた雄成虫はすべて合成フェロモンに誘引されたものといえる。個々のトラップの誘引数をみると、配置場所によるとみなされるふれがあり、同一の dispenser でも必ずしも一様の誘引数を示さないことがあった。これを世代別の合計誘引数により比較すると第2表のようであり、各世代を通してかなり共通した傾向を示し、全体的にみるとa及びbのゴムキャップでは概して誘引数が多く、a₀及びdのゴムキャップで少なかった。本調査に供したフェロモン製剤の誘引効力持続期間については明らかにできなかった。しかし、最終的に8月6日(第2回成虫最盛期直前ころ)にフェロモン製剤を更新して10月末まで継続調査したところ、第3回成虫最盛期にあたる9月中旬までおよそ40~50日経過したにもかかわらず、いずれの dispenser でも相当の誘引数を認めた。

第1表 誘引試験の供試フェロモン製剤

区別	製造会社名	Dispenser ²⁾	分量
(試験1)			
a ₀ -1	武田薬品工業	ゴムキャップ(a ₀)	1mg
a-1	〃	〃(a)	〃
b-1	〃	〃(b)	〃
c-1	〃	〃(c)	〃
d-1	〃	〃(d)	〃
e-1	〃	〃(e)	〃
(試験2)			
a ₀ -5	武田薬品工業	ゴムキャップ(a ₀)	5mg
b-5	〃	〃(b)	〃
s-5	〃	スポンジゴム	〃
p-5	〃	ポリエチレンカプセル	〃
(試験3)			
T ¹⁾	武田薬品工業	ゴムキャップ(a ₀)	1mg
O	大塚製薬	ポリエチレンカプセル	10mg

1) 1974年にはトラップあたり1個を用いたが、1977年には3個を用いた。

2) a₀, a, d, e: 加硫天然ゴム(硬度に差あり) b: 珪素ゴム
c: 加硫再生ゴム

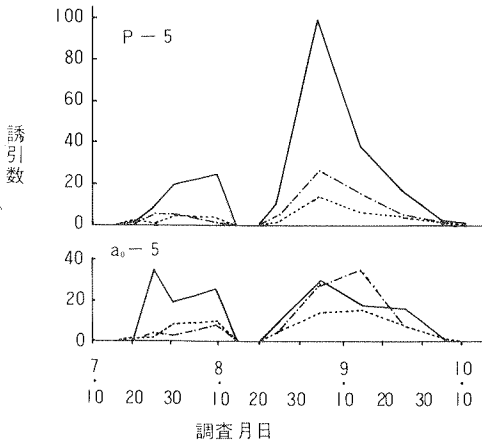
第2表 異なる種類のゴムキャップを dispenser としたフェロモン製剤によるリンゴコカクモンハマキの誘引数(1974)

Dispenser ¹⁾	世代別誘引数(3トラップ合計)			
	第1回成虫	第2回成虫	第3回成虫	計
a ₀	24 (13.3) ²⁾	42 (12.2)	151 (12.2)	217 (12.5)
a	41 (22.8)	69 (20.0)	241 (20.0)	351 (20.3)
b	31 (17.2)	76 (22.0)	309 (25.6)	416 (24.0)
c	28 (15.6)	58 (16.8)	170 (14.1)	256 (14.8)
d	19 (10.6)	46 (13.3)	155 (12.8)	220 (12.7)
e	37 (20.6)	54 (15.7)	182 (15.1)	273 (15.8)
計	180 (100)	345 (100)	1,208 (100)	1,733 (100)

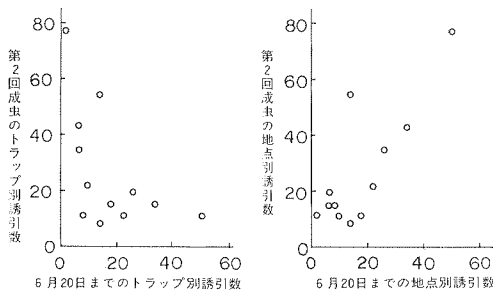
1) 1mgの合成フェロモンを吸着させて供試した。

2) ()内は合計誘引数に対する100分率

試験2では成分量を5mgとしてフェロモン製剤を更新することなく継続したところ、各世代別の合計誘引数は第3表のとおりであった。これによると、第1回成虫及び第3回成虫の誘引数はポリエチレンカプセルによるものが最も多く、第2回成虫ではa₀のゴムキャップによるものが最も多かった。しかし、トラップ別の誘引数をみると同一種類のものでもトラップ間の変異がかなり大きく、その例を示すと第1図のようであった。これはトラップの配置場所により大きく左右されるためとみなされ、この点を検討してみた。すなわち、6月20日にそれまでの総誘引数の順位により、逆の順位の場所のものに入れ換えたが、この際変更前と変更後の誘引数をトラップ及び場所別に示すと第2図のようであった。すなわち、誘引数の多少にはトラップの種類よりも配置場所の違いが大きく影響していることが明らかである。



第1図 同一フェロモン製剤によるフェロモントラップ別の誘引数の変異 (1975)



第2図 トラップの配置変更前と変更後における誘引数 (1975)

第3表 Dispenserの異なるフェロモン製剤によるリンゴコカクモンハマキの誘引数 (1975)

Dispenser ¹⁾	世代別誘引数 (3トラップ合計)			計
	第1回成虫	第2回成虫	第3回成虫	
a ₀	54 (22.9) ²⁾	115 (36.1)	189 (23.1)	358 (26.1)
b	58 (24.6)	71 (22.3)	194 (23.7)	323 (23.5)
s	48 (20.3)	58 (18.2)	188 (23.0)	294 (21.4)
p	76 (32.2)	75 (23.5)	247 (30.2)	398 (29.0)
計	236 (100)	319 (100)	818 (100)	1,373 (100)

1) 5mgの合成フェロモンを吸着させて供試した。
2) 第2表と同じ。

試験3では成分量が10mg (ポリエチレンカプセル) と1mg (ゴムキャップ, a₀) のフェロモン製剤により1974年に3か所のは場で調査した。その結果は第4表のとおりであり、2か所では10mgのものが1mgのものより誘引数がかかなり多かったが、1か所では両者の誘引数に明らかな差異が認められなかった。1977年にも同様のフェロモン製剤を供試して2か所のは場で調査し、この場合は1mgのものはトラップに3個入れた。結果は第5表のと

第4表 成分量の異なるフェロモン製剤によるリンゴコカクモンハマキの誘引数 (1974)

場所	世代	誘引数	
		1mg	10mg
川除	1	4	43
	2	55	113
	3	54	139
	計	113	295
吉野田	1	38	31
	2	28	25
	3	99	66
	計	165	122
藤崎	1	101	263
	2	45	24
	3	127	315
	計	273	602

第5表 成分量の異なるフェロモン製剤によるリンゴコカクモンハマキの誘引数 (1977)

場所	世代	誘引数	
		1mg×3	10mg
藤崎	1	44	122
	2	37	200
	3	92	85
	計	173	407
C-3ほ	1	8	66
	2	4	34
	3	4	44
	計	16	144

おりで、藤崎における第3回成虫の1例を除くと、10mgのものの方が1mg3個のものより誘引数が多かった。

考察

合成フェロモンを誘引源として利用する際、フェロモン成分の蒸発量を制御し、長期間にわたって安定した誘引効力を維持するために dispenser としてゴムやプラスチックはよく用いられるものである。ゴムの場合にその種類によって誘引効力やその持続性に違いがあることが知られている(佐藤ら, 1976)。また、プラスチックはゴムに比較して初期の誘引効力が高い反面持続期間が短いという報告(佐藤ら, 1976; TATSUKI et al., 1979; 玉木ら, 1980; 野口ら, 1981)があるが、必ずしもそうでない事例(白崎ら, 1979)も出ている。

リンゴコカクモンハマキについてこれらの点をほ場での誘引調査により検討してみたところ、1mgの成分量ではゴムキャップの種類によっては総誘引数にいくらか差異のある傾向をみとめたが、効力の持続性の点ではいずれも40~50日を経過してもあまり低下しなかった。この場合、佐藤ら(1976)がハスモンヨトウ(*Spodoptera litura* (F.))で効力低下が急速に進むことを確認している珪素ゴム(b)も供試したが、リンゴコカクモンハマキではむしろ高い誘引性を長期間持続した。

第6表 リンゴコカクモンハマキ誘引消長調査実施ほ場

略 称	場 所・園 主	実施年次
C-3ほ又はC3	黒石市・青森県りんご試験場 ¹⁾	1974~81
吉野田 " YS	南津軽郡浪岡町・小山資教氏 ²⁾	"
八幡崎 " YW	" 尾上町・白戸丑雄氏	1974~80
藤崎 " FJ	" 藤崎町・野呂兼作氏	1974~77
川除 " KW	北津軽郡木造町・成田一郎氏 ³⁾	1974~76
苦木 " NG	南津軽郡大鰐町・水木二玲氏 ²⁾	1976~81
五代 " GD	中津軽郡岩木町・葛西信夫氏 ²⁾	1978~81
深味 " FK	北津軽郡根子町・白取勝一氏 ²⁾	"
田茂木野 " TM	青森市 川村 繁氏 ²⁾	"

- 1) 殺虫剤無散布, 他のは場はすべて慣行防除。
- 2) 発生予察地区調査員, 誘引数調査を依頼した。
- 3) 農協営農指導員, 誘引数調査を依頼した。

第7表 リンゴコカクモンハマキの誘引消長調査の供試フェロモン製剤

年次	製剤名	Dispenser	成分量	供試場所
1974	a ₀ -1	ゴムキャップ(a ₀)	1 mg	全ほ場
1975~77	"	"	"	全ほ場(トラップあたり3個)
1978	a ₀ -5	"	5	全ほ場
1979	"	"	"	C3, NG, YS, YW, (第1回成虫)
"	P7541*	ポリエチレンカプセル	10	GD, FK, TM, (第1回成虫)
"	f-1	ゴムキャップ(f)	1	全ほ場(第2, 3回成虫)
1980~81	"	"	"	全ほ場

* 大塚製薬製, 他はすべて武田薬品工業製

プラスチックカプセル, ゴムキャップ及びスポンジゴムによる製剤について5mgの成分量により比較した結果では製剤間における誘引性の差異が明確でなく, いずれも誘引効力が高く, その持続期間も100日前後に及ぶことから, これらの製剤間には実用的な違いがないものと考えられた。

これらのことから, リンゴコカクモンハマキのフェロモン製剤の dispenser としてゴムキャップ, プラスチックカプセルのいずれも利用可能なものとする。

Dispenser あたりの成分量は誘引効力に大きく関与するとみなされ, リンゴコカクモンハマキでも成分量が10mgの場合に1mgのものより誘引数が多いといえるが, フェロモントラップを発生調査に利用する場合, その目的によっては誘引数の多いことが必ずしも要求されない(玉木・中村, 1976)。本試験及び次に述べる試験結果から, リンゴコカクモンハマキではほ場での誘引消長をとらえるには成分量が1mgのもので充分に実用性があるとみられる。ただ, 誘引数からほ場での発生密度を推定したり, 発生量を予測する目的で利用する場合は, トラップの誘引数にはほ場の発生密度がどのように反映するかが極めて重要である。したがってこれにかかわるものとしてフェロモン製剤の dispenser や成分量と誘引効率との関係を明らかにすることが必要である。

2. フェロモントラップによる誘引消長

調査方法

1974年以降, りんご試験場ほ場及び現地の数か所のリンゴ園においてリンゴコカクモンハマキのフェロモントラップを設置し, 発生期間を通して誘引数を調査した。調査を実施したほ場は第6表のとおりである。

供試したフェロモン製剤は武田薬品工業製のものを中心としたが, 一部は大塚製薬製のものも用いた。この場合, 年により成分量や dispenser の異なるものを用いたが, その内容は第7表のとおりであった。

トラップは主として武田薬品工業製の粘着トラップ(武田式粘着トラップ, 写真2)を用いたが, 一部はZoecon製粘着トラップ(Pherocon[®] IC Trap, 写真2)も用いた。



写真1. リンゴカクモンハマキのフェロモン製剤
左, ゴムキャップ, 右, ポリエチレンキャップ

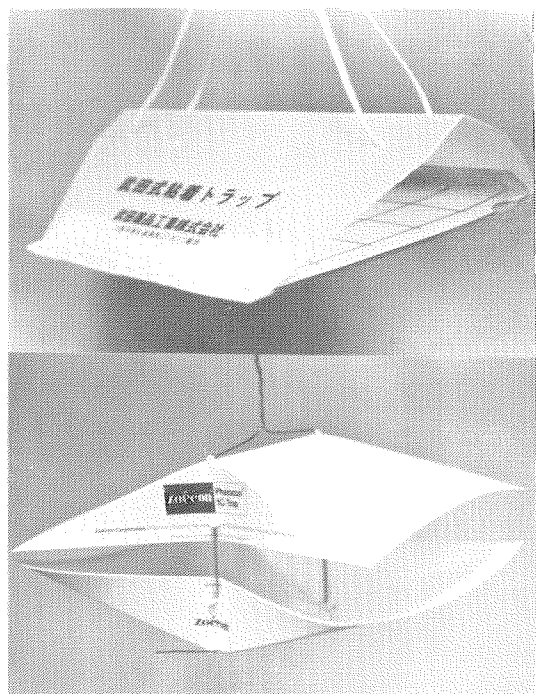


写真2. リンゴカクモンハマキの誘引調査に
用いたトラップ
上, 武田式粘着トラップ
下, Pherocon® IC Trap

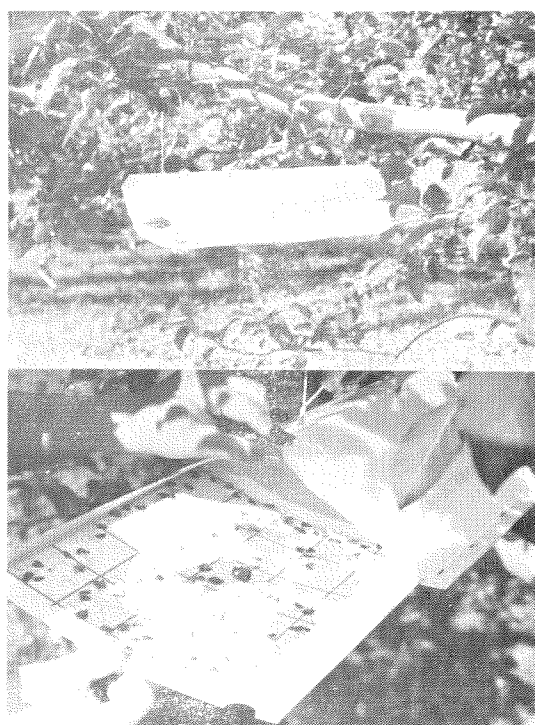


写真3. リンゴ園に設置したリンゴカクモンハ
マキのフェロモントラップ（上）とこれに誘
引された雄成虫（下）

トラップは各ほ場の中心部にあるリンゴ樹の目通りの高さ(地上約1.2~1.5m)に1個ずつ設置し(写真3), それについて毎日(一部は5日ごと)の誘引数を調査した。現地のは場においては誘引数の調査を園主に依頼したが, 一部のは場でよりんご試験場・昆虫科員が行なった。

調査の際, 誘引虫は除去し, 粘着板は適宜新しいものと交換した。フェロモン製剤はおよそ30~40日ごとに更新した。

結果

各地のリンゴ園におけるフェロモントラップによるリンゴコカクモンハマキの年間誘引消長は多くの場合, 各世代の成虫発生最盛期に対応するとみなされる3つの山をもち, しかも, 各世代の切れめが明らかに判別できるものであった(第5, 6図)。一部の場所ではほかの多くの例とかなり異なる消長を示した例もあった。

各ほ場における年次及び世代別の誘引数及び誘引時期を示すと第8~13表のとおりであった。

第8表 C-3ほにおけるフェロモントラップによるリンゴコカクモンハマキの世代別誘引数及び誘引時期

年	誘引数	誘引期間		50% 誘引日	最盛期 ^D	
		開始日	終息日		A	B
(第1回成虫)						
1974	15	6.2	6.24	6.9	6.9	6.10
75	117	5.25	6.29	6.4	6.4	6.3
76	38	5.31	6.18	6.12	6.14	6.12
77	8	6.7	6.19	6.9	6.8	6.9
78	10	6.4	6.22	6.10	6.12	6.14
79	50	6.3	6.17	6.9	6.8	6.9
80	123	5.29	6.12	6.1	6.2	6.1
81	286	6.3	6.28	6.11	6.11	6.10
平均		6.1	6.21	6.8	6.8	6.8
(第2回成虫)						
1974	3	7.26	8.7	8.3	8.5	8.6
75	16	7.10	8.11	7.24	7.22	7.20
76	4	7.28	8.8	7.29	7.28	7.28
77	4	7.25	8.4	7.31	8.2	7.31
78	34	7.13	7.24	7.19	7.21	7.18
79	37	7.18	8.12	7.26	7.26	7.25
80	41	7.14	8.10	7.21	7.22	7.23
81	49	7.19	8.11	7.30	7.27	7.25
平均		7.19	8.7	7.26	7.26	7.25
(第3回成虫)						
1974	40	8.26	9.18	9.9	9.10	9.11
75	109	8.24	10.2	8.31	8.30	8.31
76	15	8.31	9.20	9.10	9.5	9.6
77	4	8.25	9.27	9.1	—	—
78	46	8.18	9.15	8.24	8.22	8.22
79	76	8.19	11.6	9.17	9.27	9.10
80	32	8.19	9.21	9.8	9.6	9.9
81	54	8.18	9.15	9.9	9.9	9.10
平均		8.22	9.26	9.5	9.6	9.5

1) Aは連続した5日間の合計値が最大となったときの中央日, Bは連続した3日間の合計値が最大となったときの中央日

第9表 吉野田におけるフェロモントラップによるリンゴコカクモンハマキの世代別誘引数及び誘引時期

年	誘引数	誘引期間		50% 誘引日	最盛期 ^D	
		開始日	終息日		A	B
(第1回成虫)						
1974	38	6.4	6.20	6.10	6.9	6.10
75	209	5.29	6.30	6.8	6.8	6.9
76	102	6.3	6.20	6.12	6.12	6.13
77	8	6.7	6.17	6.9	6.9	6.8
78	96	6.2	6.23	9.12	6.13	6.10
79	108	6.4	6.23	6.14	6.13	6.15
80	119	6.1	6.12	6.6	6.5	6.5
81	140	6.10	7.9	6.24	6.26	6.25
平均		6.3	6.23	6.11	6.11	6.11
(第2回成虫)						
1974	28	7.31	8.21	8.7	8.6	8.6
75	40	7.20	8.9	8.2	7.28	8.8
76	14	7.24	8.9	7.29	7.27	7.28
77	14	7.24	8.20	8.7	8.9	8.7
78	56	7.15	8.2	7.22	7.21	7.22
79	21	7.22	8.15	7.28	7.27	7.28
80	59	7.14	8.20	7.26	7.25	7.24
81	35	7.22	8.10	8.5	8.4	8.6
平均		7.21	8.10	7.31	7.30	8.31
(第3回成虫)						
1974	99	8.29	10.3	9.17	9.16	9.16
75	94	8.21	10.8	9.13	9.12	9.13
76	17	9.8	10.5	9.23	9.22	9.21
77	29	9.4	9.28	9.13	9.15	9.5
78	243	8.18	9.28	8.26	8.24	8.24
79	107	8.30	10.5	9.22	9.24	9.25
80	205	8.28	10.12	9.18	9.18	9.19
81	170	9.1	10.4	9.17	9.17	9.15
平均		8.29	10.4	9.14	9.14	9.13

1) 第8表と同じ

第10表 苦木におけるフェロモントラップによるリンゴコカクモンハマキの世代別誘引数及び誘引時期

年	誘引数	誘引期間		50% 誘引日	最盛期 ^D	
		開始日	終息日		A	B
(第1回成虫)						
1976	40	6.4	6.13	6.12	6.10	6.11
78	17	6.9	6.27	6.16	6.14	6.15
79	31	6.10	6.21	6.14	6.12	6.13
80	212	6.1	6.23	6.7	6.6	6.7
81	79	6.7	6.28	6.18	6.16	6.15
平均		6.6	6.22	6.13	6.11	6.12
(第2回成虫)						
1976	12	7.21	8.6	7.30	7.30	7.31
78	26	7.16	8.9	7.22	7.21	7.22
79	45	7.23	8.11	7.31	7.27	7.26
80	91	7.18	8.9	7.25	7.25	7.25
81	49	7.23	8.20	8.7	8.7	8.8
平均		7.20	8.11	7.29	7.28	7.28
(第3回成虫)						
1976	3	8.29	9.24	—	—	—
78	36	8.22	9.24	9.3	8.24	9.4
79	119	9.1	10.6	9.18	9.19	9.20
80	50	9.2	9.29	9.14	9.8	9.9
81	240	8.23	9.23	9.13	9.7	9.8
平均		8.27	9.27	9.12	9.6	9.10

1) 第8表と同じ

第11表 藤崎及び川除におけるリンゴコカクモンハマキのフェロモントラップによる世代別誘引数及び誘引時期

場所	年	誘引数	誘引期間		50%誘引日
			開始日	終息日	
(第1回成虫)					
藤	1974	103	5.30	6.22	6.10
	75	253	5.27	6.21	6.6
	76	429	5.30	6.24	6.13
	77	44	6.7	6.25	6.11
(第2回成虫)					
崎	1974	35	7.18	8.21	7.30
	75	66	7.19	8.10	7.26
	76	65	7.22	8.16	7.31
	77	37	7.21	8.11	7.27
(第3回成虫)					
崎	1974	128	8.31	10.22	9.13
	75	96	8.20	10.12	8.29
	76	44	9.3	10.6	9.19*
	77	92	8.31	10.15	9.10*
(第1回成虫)					
川	1974	4	6.15	7.10	6.19
	75	111	5.22	7.14	6.14
	76	37	6.8	7.18	6.20
(第2回成虫)					
除	1974	35	8.14	8.27	8.19
	75	48	7.22	8.28	8.8
	76	19	7.26	9.4	8.26*
(第3回成虫)					
除	1974	54	9.7	10.17	9.20
	75	34	9.1	10.4	9.13*
	76	—	—	—	—

* 推定値

第12表 八幡崎におけるフェロモントラップによるリンゴコカクモンハマキの世代別誘引数と50%誘引日

年	第1回成虫		第2回成虫		第3回成虫	
	誘引数	50%誘引日	誘引数	50%誘引日	誘引数	50%誘引日
1974	37	6.8	18	7.30	205	9.14
75	128	6.4	126	7.27	28	8.28
76	98	6.11	58	7.27	98	9.9
77	137	6.9	124	7.25	85	9.6
78	131	6.8	44	7.20	69	8.26
79	91	6.11	12	8.3	107	9.13
80	75	6.3	15	7.23	47	9.13

1) 5日ごとの調査結果からの推定値

これらの調査例によると、多くの場合誘引最盛期には1夜に20~30頭程度の雄成虫が誘引されたが、特に誘引数が多い場合には50~80頭に達することもあった(写真3)。なお、日別の誘引数は日によって大きく変動することが時々みられた。

世代別の誘引数を見ると、これまでの調査例では第1回成虫期に概して多く、第2回成虫期に少ない傾向がみられた(第3~6図)。

考察

リンゴコカクモンハマキのフェロモントラップをリン

第13表 五代、深味及び田茂木野におけるフェロモントラップによるリンゴコカクモンハマキの世代別誘引数及び誘引時期

場所	年	誘引数	誘引期間		50%誘引日
			開始日	終息日	
(第1回成虫)					
五	1978	61	6.1	6.13	6.8
	79	251	6.1	6.14	6.6
	80	127	5.30	6.11	6.5
	81	56	6.10	6.27	6.18
(第2回成虫)					
代	1978	107	7.8	8.9	7.22
	79	35	7.15	8.6	7.26
	80	27	7.22	8.5	7.25
	81	15	7.24	8.20	8.7
(第3回成虫)					
代	1978	47	—	—	—
	79	54	8.21	9.26	9.12
	80	—	—	—	—
	81	19	8.27	10.7	9.15
(第1回成虫)					
深	1978	95	6.2	6.22	6.12
	79	169	6.2	6.23	6.7
	80	45	5.31	6.26	6.4
	81	124	6.5	6.29	6.16
(第2回成虫)					
味	1978	81	7.11	7.22	7.16
	79	124	7.20	8.7	7.27
	80	38	7.17	8.2	7.24
	81	39	7.22	8.10	8.2
(第3回成虫)					
味	1978	228	8.11	9.4	8.21
	79	27	8.22	9.25	9.7
	80	0	—	—	—
	81	148	8.23	9.24	9.14
(第1回成虫)					
田	1978	10	6.14	6.20	6.16
	79	54	6.4	7.10	6.22
	80	1	7.2	—	—
茂	81	8	7.20	7.30	7.23
	(第2回成虫)				
木	1978	0	—	—	—
	79	44	8.3	9.10	8.20
	80	7	8.4	8.24	8.6
	81	16	8.15	9.13	9.4

ゴ園に設置することにより、雄成虫の誘引消長をとらえることができ、しかも各世代の誘引の山や世代の切れ目が比較的明瞭である。これは従来より知られている成虫発生期(津川,1961;青森県りんご試験場,1981)とおよそ一致するものであり、フェロモントラップの誘引消長はほ場での成虫発生時期をある程度反映しているとみることができる。

一般にフェロモントラップの誘引効率は気象条件によって影響されたり、ほ場における発生密度によっても変動するものと考えられている(玉木・中村,1976;中村,1980)。

毎日の誘引調査によると、近接した日の間で一時的に誘引数が大きく変動することがしばしばみられる。このような場合、ほ場での成虫密度に同様の変化が起っているとみるよりも、気温、風などの気象条件が大きく関与した結果とみなされる。また、これまでの調査例では7月下旬から8月中旬ころにかけての第2回成虫期における誘引数が他の世代に比較して少ない傾向がみられた。これはほ場における幼虫の発生状況などからみて、この世代の成虫密度が低いためとは必ずしもいえない。フェロモントラップの誘引効率が世代や時期によって変動する現象は他の昆虫でも誘蛾灯の誘引数との比較や放飼虫の再捕率などにより確認されている例がある(若村ら, 1981)。それが何に起因するかは推測の域を出ないが、雌成虫の行動や習性の変化、トラップの誘引性の変化、あるいはほ場の環境条件の変化などが考えられ、今後解明を要する。

リンゴ害虫の一つであるモモンクイガは青森県内でも地域によって休眠性及び発生時期の異なるものの存在が知られている(津川, 1972; 佐藤・石谷, 1976)が、リンゴコカクモンハマキでもこのような地域差があるかどうかは検討されていない。しかし、本調査による川除や田茂木野では年により特異的な発生様相を示した例があり、そのような個体群の存在との関連で興味深いものである。ほ場での発生時期がフェロモントラップの誘引消長によく反映されているものとすれば、その使用により広い地域から容易に情報を得ることが可能となるので、地域的な発生時期の差異や、生理的性質の異なる個体群の分布状況を明らかにする手段としても活用できよう。

3. 誘が(蛾)灯との比較

調査方法

りんご試験場・C-3ほ及び第6表に示したそれぞれの発生子察地区調査員のほ場には誘が灯(光源: 20W青色蛍光灯, 乾式装置)が設置されており、ハマキガ類成虫の発生調査が行なわれてきたが、このうち、C-3ほと吉野田においては第6表に示したように1974年からフェロモントラップによる誘引消長調査をあわせて行なったので、その誘引数及び誘引時期などについて誘が灯と比較した。

なお、フェロモントラップは誘が灯より20~30m離れた場所に設置した。

結果

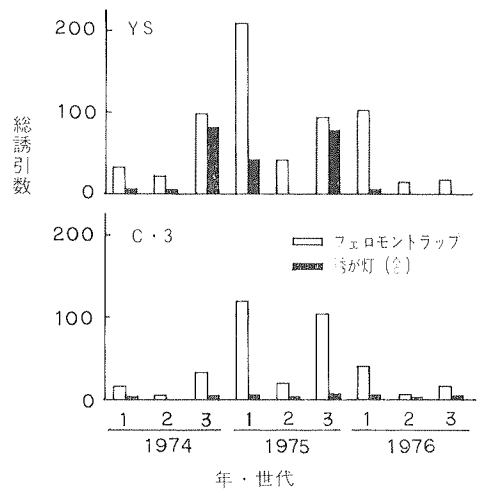
誘引数: 誘が灯とフェロモントラップの誘引結果から年次別及び世代別の誘引数を比較すると、第3図及び第4図に示したように、概してフェロモントラップの誘引数が多かった。

とくに、C-3ほにおいてははいずれの年においても誘が

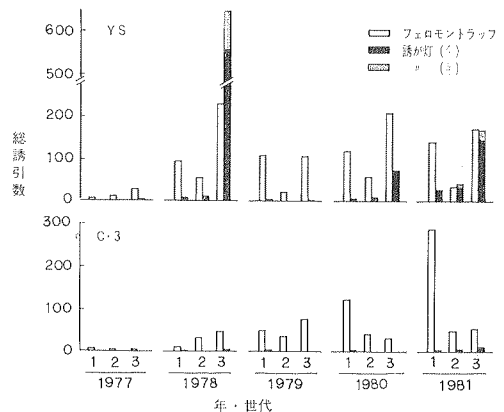
灯の誘引数がフェロモントラップに比較して著しく少なく、誘が灯に全く誘引されなかった場合にもフェロモントラップによく誘引された例があった。

一方、吉野田においては年次や世代によって誘が灯にもかなりの誘引数をみたが、その場合でも、1978年の第3回成虫の1例を除いて、フェロモントラップの方が誘引数が多かった。

なお、誘が灯には雌成虫も誘引されたが、雄成虫に比較して非常に少ないものであった。



第3図 フェロモントラップと誘が灯によるリンゴコカクモンハマキの誘引数の比較



第4図 フェロモントラップと誘が灯によるリンゴコカクモンハマキの誘引数の比較

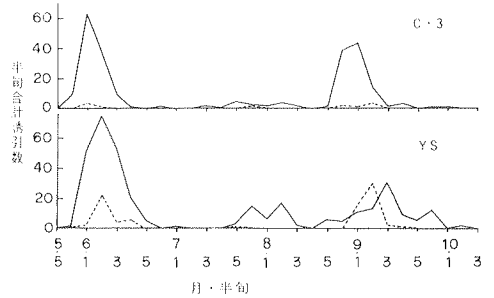
誘引時期：誘が灯では誘引数が少なく、時期的消長が明確にとらえられない場合も多かったが、誘引数が比較的多かったものについて、フェロモントラップの誘引消長と対比してみると第5、6図のようであり、各世代の誘引期間はフェロモントラップで長い傾向があった。また、両者の時期的な誘引数の増減は同様の傾向を示し、それぞれの誘引最盛期はほぼ一致していた。

考察

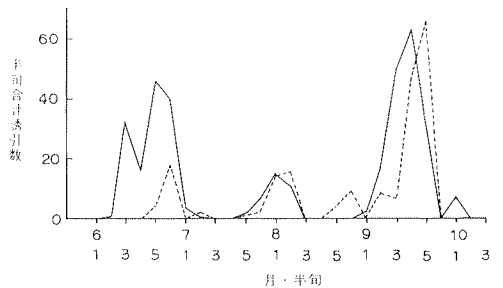
本試験では供試したフェロモン製剤が年によって成分量を異にしており、そのちがいによる誘引性能の差異が明らかでないという問題がある。しかし、成分量が最も少ない1mgのものでも誘が灯より誘引数が多かった事実、また、誘が灯にほとんど誘引されず、明らかな消長をとらえられなかった場合にも、フェロモントラップでは明らかな誘引消長を得られた例が多い事実などがあり、総じてフェロモントラップの方が誘引消長を知る手段としてはまさるものと評価できる。特に、低密度時において高い検出力を示すことは誘が灯にみられない特性である。

ただし、これらのことからフェロモントラップがすぐれた調査手段であると結論づけるわけにはいかない。一般にフェロモントラップの誘引効率にはほ場での発生密度により変動するものと考えられており、低密度時には実際の発生状況よりも過大に、また、高密度時には、逆に過少に評価される可能性がある。このことはフェロモントラップを発生量調査に利用する際の大きな障害となる。

今後、発生量の予察にフェロモントラップを活用するためには、発生密度と誘引効率との関係を解明することが特に重要である。



第5図 フェロモントラップと誘が灯によるリンゴコカクモンハマキの誘引消長(1975)
—: フェロモントラップ …: 誘が灯



第6図 フェロモントラップと誘が灯によるリンゴコカクモンハマキの誘引消長(1981, 吉野田)
—: フェロモントラップ …: 誘が灯

Ⅲ フェロモントラップによる雄成虫の誘引消長と

ほ場における幼虫の発生状況

1. 越冬世代幼虫密度と第1回成虫誘引数

調査方法

1975年から1977年の3か年にわたり、Ⅱ、2の誘引消長調査を行なったC-3は、吉野田、藤崎及び八幡崎の4か所のは場において、越冬世代幼虫の発生期(5月上~中旬)に、フェロモントラップ設置(予定)樹を中心とした5~10本のリンゴ樹について幼虫の発生密度を調査した。各調査樹の東西南北の4方向より、目通りの高さの5年枝1本を抽出し、枝上のリンゴコカクモンハマキ幼虫の発生数を調査した。

結果

各ほ場におけるリンゴコカクモンハマキ幼虫の5年枝

あたり発生密度は第14表のとおりであり、これより生幼虫について3か年の結果を込みにし、それと各ほ場における誘引消長調査によって得られた第1回成虫の総誘引数を対比して示すと第7図のようであった。すなわち、幼虫密度の増加につれて誘引数が増加する傾向がうかがわれたが、全般にふれが大きく、全体的には両者の関連性は明らかでなかった。

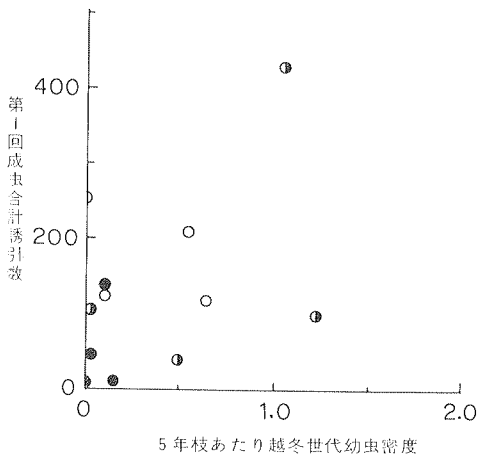
考察

5年枝を単位としてみた越冬世代幼虫密度と第1回成虫の誘引数との間に一定の傾向を認めなかった理由として次のようなことが考えられる。すなわち、第1に本調査で採用したサンプリング法による幼虫発生密度の推定値がほ場における全体の発生量をよく反映していなかつ

第14表 各ほ場におけるリンゴコカクモンハマキの越冬世代幼虫発生密度

場 所	年	調査月日	調査樹数	1 枝平均*	
				被 害 花 葉 数	生 幼 虫 数
C-3ほ 吉野田 藤崎 八幡崎	1975	4. 28	5	0.75	0.65
		5. 8	5	0.80	0.55
		5. 16	5	0.50	0
C-3ほ 吉野田 藤崎 八幡崎	1976	5. 12	10	0.75	0.50
		5. 7	10	0.03	0.03
		5. 7	10	2.53	1.05
C-3ほ 吉野田 藤崎 八幡崎	1977	5. 9	10	0.22	0.15
		5. 10	5	0	0
		5. 20	5	0.05	0.05
八幡崎		5. 10	5	0.10	0.10

* 1 樹あたり5年枝4本調査



第7図 リンゴコカクモンハマキの越冬世代幼虫密度とフェロモントラップによる第1回成虫誘引数
○：1975年 ●：1976年 ●：1977年

た場合、第2に幼虫期から成虫期に至る過程において、いろいろの要因による死亡率が各ほ場によって大きく異なる場合、第3に誘引数に調査ほ場のみならず、これに隣接するほ場での発生密度も関与する場合などが考えられ、今後これらの点について、なお検討を要する。この場合第3の問題に関連して、フェロモントラップに誘引された雄成虫がどれだけ離れた場所からのものであるか、すなわち、フェロモントラップの誘引範囲の解明は幼虫密度推定のためのサンプリング範囲を決定するためのみならず、発生予察への利用を考えた場合にその適用範囲やトラップ設置数などを決定する上で欠かせないものと考えられる。

2. 越冬世代幼虫の発生時期と第1回成虫誘引時期

調査方法

1976年に C-3ほ、吉野田、藤崎及び八幡崎の4か所のほ場において、越冬世代幼虫発生期におよそ2週間間隔で2回にわたってリンゴコカクモンハマキ幼虫の発育状態を調査した。

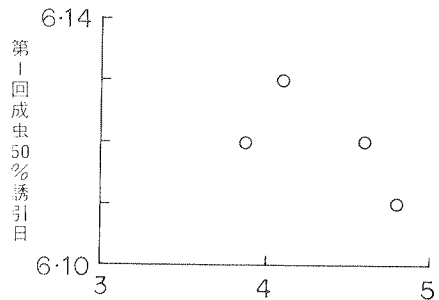
調査はフェロモントラップ設置(予定)樹を中心とした周囲のリンゴ樹に発生している幼虫を探し出して行ない、逐次、齢を判別しながら虫数を数えた。

結果

2回にわたって幼虫の齢構成を調査した結果から、各調査日における平均齢を算出したところ第15表のとおりであった。各ほ場における越冬世代幼虫の発育状態の早晚を比較するために、2回の調査日の平均齢を直線で結び、それより特定の日(5月20日とした)に相当する平均齢を読みとると、八幡崎、吉野田、藤崎及びC-3ほの順で発育が進んでおり、それぞれ、4.8、4.6、4.1及び3.9齢であった。これらを、Ⅱ、2の誘引消長調査により得られた各ほ場における第1回成虫50%誘引日の早晚と対比してみると第8図のようになり、両者の早晚にある程度一致した傾向がうかがわれた。

第15表 各ほ場におけるリンゴコカクモンハマキ越冬世代幼虫の発育状態(1976)

場 所	調査月日	幼虫数	齢 構 成				平均齢
			2 齢	3	4	5 蛹	
C-3ほ	5月12日	20	10	6	4	3.7	
	5 27	5	2	1	2	4.0	
吉野田	5 7	1		1		4.0	
	5 19	6	1		5	4.5	
藤崎	5 7	42	17	15	10	2.8	
	5 24	4		2	2	4.5	
八幡崎	5 7	49	5	29	15	3.2	
	5 19	32	4	6	21	4.6	



第8図 リンゴコカクモンハマキの越冬世代幼虫の発育の早晚と第1回成虫誘引時期の早晚(1976)

考察

本調査においては調査ほ場数が少なかった上、調査日によっては虫数を十分にとれなかったものもあり、ほ場別の発育状態のとらえ方に問題がないわけではない。しかし、越冬世代幼虫の発生時期の早晚が、その後の第1回成虫の誘引時期にある程度反映されているとみることができる。

3. 第1回成虫誘引数と第1世代幼虫発生量

調査方法

1978年から1980年までの3か年にわたり、Ⅱ、2の誘引消長調査を行なった各ほ場において第1世代幼虫期(7月上旬)に、フェロモントラップ設置樹を中心とした5~10本のリンゴ樹について、1樹あたり100~200本の伸長中の新梢を無作為に抽出し、ハマキガ幼虫による被害(巻葉)の有無、幼虫の有無、種類、生死などを調査した。なお、1978年にはりんご試験場において、C-3ほのほかこれより約200m離れた場所のA-6ほ(慣行防除)においても調査を行なった。

結果

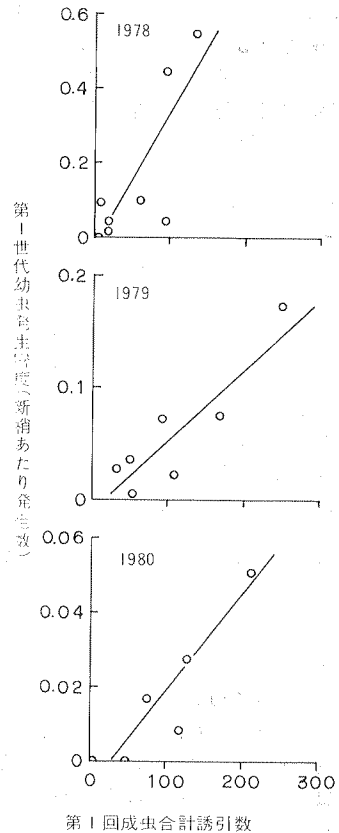
3か年にわたって各ほ場で調査した結果、いずれの場合も、リンゴコカクモンハマキ以外の種類は全く、あるいはほとんど認められなかった。また、新梢上に幼虫が発生している場合はほとんど1頭であったが、まれには2~3頭の幼虫がみられることがあった。

各ほ場におけるリンゴコカクモンハマキ第1世代幼虫

第16表 各ほ場におけるリンゴコカクモンハマキ第1世代幼虫発生密度

場所	年	調査月日	調査新梢数	新梢あたり発生数	
				被害巻葉数	生幼虫数
C-3ほ	1978	6. 30	715	0.097	0.024
A-6ほ		6. 30	2,169	0.017	0
田茂木野		7. 5	614	0	0
吉野田		7. 5	761	0.049	0.020
深 味		7. 5	543	0.497	0.311
五 代		7. 5	520	0.098	0.074
苦 木		7. 6	432	0.044	0.016
八幡崎		7. 1	703	0.549	0.350
C-3ほ	1979	7. 7	360	0.036	0.008
苦 木		7. 4	680	0.028	0
五 代		7. 4	560	0.173	0.115
深 味		7. 3	420	0.074	0.010
吉野田		7. 3	580	0.022	0
田茂木野		7. 3	580	0.005	0
八幡崎	7. 4	680	0.072	0.019	
苦 木	1980	7. 7	560	0.055	0.024
八幡崎		7. 7	650	0.017	0.010
吉野田		7. 8	510	0.008	0.004
五 代		7. 7	658	0.027	0.009
深 味		7. 7	660	0	0
田茂木野		7. 8	320	0	0

の発生状況は第16表のとおりであった。調査は3~4齢幼虫が主体の時期に行なったので、一般ほ場ではそれまでに第1世代幼虫を対象とした防除薬剤の散布が少なくとも1回は行なわれていた。このため、被害巻葉中に必ずしも生存幼虫がいないものもあった。しかし、調査時点での幼虫の有無にかかわらず、被害巻葉はそこに幼虫が生息していた証拠であるので、これを第1世代幼虫の発生量を表わす指標とみなし、各ほ場におけるフェロモントラップへの第1回成虫誘引数との関係を検討することとした。すなわち、両者の関係は第9図のようであり、1978~1980年におけるそれぞれの第1回成虫総誘引数とその後の第1世代幼虫の新梢あたり発生数との間にはそれぞれ0.780、0.892、0.909の高い相関係数が得られた。ただし、図からも明らかのように、回帰直線を求めると、その勾配が年によりかなり異なっており、1978年が0.00357、1979年が0.00064、1980年が0.0002であった。



第9図 リンゴコカクモンハマキのフェロモントラップによる第1回成虫誘引数と第1世代幼虫発生量との関係

考察

第1回成虫誘引数と第1世代幼虫発生量と相関関係が高いことはフェロモントラップを発生量予測に利用できる可能性を示したものと見える。ただ、年次によって回帰直線の勾配に差異がみられたことは重要な検討課題である。

本報の場合、この点についてまず考えられることは供試したフェロモン製剤が毎年同一のものでなく、1978年はa₀-5(成分量:5mg)が、1979年はa₀-5が主体で一部のは場でP-7541(成分量:10mg)が、1980年にはf-1(成分量:1mg)がそれぞれ用いられたことがあげられる。しかし成分量の多いものの誘引性能が高いものとするれば、それが少なかった1980年の方がむしろ回帰線の勾配は大きくなるはずであるにもかかわらず、得られた結果はこれと全く逆であったので、年による勾配のちがいはフェロモン製剤の性能にかかわるものとは考え難い。

次に、第1回成虫期から第1世代幼虫期に至る間の増加率の年による変動が考えられ、これにかかわるものとして産卵量、ふ化率、幼虫定着率(初期の死亡率を含む)などがあげられる。現在のところ、これらがどのような条件でどの程度に変化するかは明らかでない。ちなみに、1978年は7月中旬以降、青森県内の各地にリンゴコカクモンハマキの異常な発生をみたが、この年は防除薬剤に対するリンゴコカクモンハマキ幼虫の感受性が特異的に低下していた(青森県りんご試験場,1978)。また、同年は6~7月の異常高温及び6月中旬の記録的な降水量及び日照不足などが続き、これが第1世代幼虫の増加率に直接、あるいは間接的にかかわりがあったものと推測されている。例えば、そのような条件のため新梢伸長停止期が遅れ、それに伴い、ふ化幼虫の新梢への定着率が高まった可能性が考えられる。

このようにフェロモントラップの誘引数から次世代の幼虫発生量の予測を行なうにはまだ多くの解明されなければならない問題が残されている。

4. 第1回成虫誘引時期と第1世代幼虫発生時期

試験方法

試験1:1976年にC-3は、藤崎及び八幡崎の3か所において、リンゴコカクモンハマキ第1世代幼虫の発生期に、数回にわたって幼虫の発育状態を調査した。調査は各ほ場のトラップ設置樹を中心とした周囲のリンゴ樹の新梢に発生している幼虫について行ない、齢を判別しながらその虫数を数えた。毎回の調査虫数は一定でなかったが、多くの場合、30~60頭程度であった。

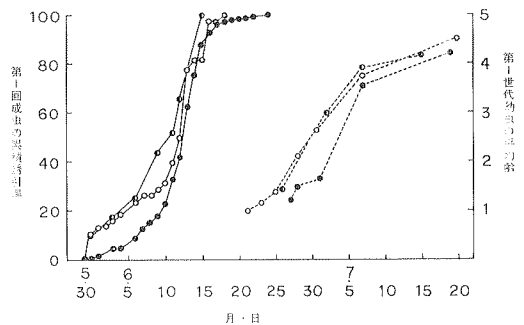
試験2:1979年にII, 2の誘引調査を行なったほ場において、第1世代幼虫発生期の7月3日及び4日に調査1に準じた方法により幼虫の発育状態を調査した。

結果

1976年の場合には3か所のは場において第1世代幼虫の発育状態について時期的な推移を調査した結果から、調査日ごとに平均齢を算出し(第17表)、それとII, 2の誘引調査によって得られている第1回成虫の誘引経過とを対比して示すと第10図のとおりであった。すなわち、第1回成虫の誘引時期は八幡崎、C-3ほ、藤崎の順で早く50%誘引日を比較すると、それぞれ6月11日、6月12日及び6月13日であった。各ほ場における第1世代幼虫の平均齢の推移を比較すると、八幡崎とC-3ほはほぼ同時に進み、藤崎ではこれよりやや遅れた。このように、第1回成虫誘引時期の早晚が、その後の第1世代幼虫の発生時期の早晚にある程度反映されているようであった。

第17表 各ほ場におけるリンゴコカクモンハマキ第1世代幼虫の発育経過(1976)

場所	調査月日	幼虫数	齢 構 成					平均齢	
			1齢	2	3	4	5		
C-3ほ	6月21日	3	3					1.00	
		23	33	23	5			1.15	
		25	56	34	22			1.39	
		28	52	6	32	13	1	2.17	
	7	1	31	1	12	15	3	2.65	
		7	40		2	13	18	7	3.75
藤 崎	6月26日	40	31	9				1.23	
		28	37	26	7	2	2	1.50	
		7	1	60	34	14	11	1	1.65
		7	32		4	12	11	5	3.53
	7	19	107		2	18	41	46	4.22
		八幡崎	6月26日	37	26	6	5		
7	2			1		1			3.00
7	7		12			4	5	3	3.92
	15		25			4	13	8	4.16



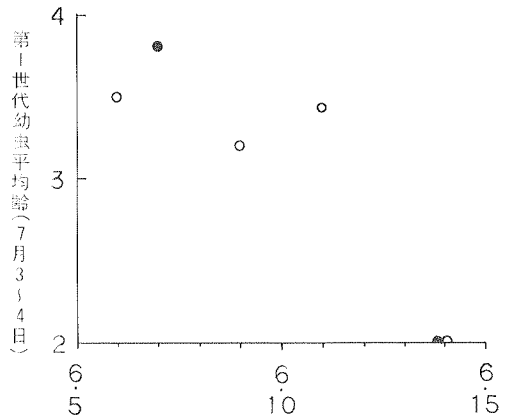
第10図 リンゴコカクモンハマキのフェロモントラップによる第1回成虫誘引消長と第1世代幼虫の発育経過(1976)
 一:成虫 ・・・:幼虫 ○:C-3ほ
 ○:八幡崎 ●:藤崎

1979年の場合は各ほ場における第1回成虫の50%誘引日が最も早いほ場（五代）で6月6日、最も遅いほ場（吉木及び吉野田）で6月14日であった。その後、各ほ場における第1世代幼虫の発育状態の早晚を7月3日及び4日の時点における平均齢と比較すると、最も早いほ場（深味）が3.8齢、最も遅いほ場（吉木及び吉野田）が2.0齢で、ほかは五代（3.5齢）、八幡崎（3.4齢）、C-3ほ（3.2齢）の順に早かった。これらを第1回成虫50%誘引日と対比して示すと第11図のようになり、成虫誘引時期の早晚がその後の幼虫発生時期の早晚に反映されているようであった。

考察

リンゴコカクモンハマキを防除する上で、第1世代幼虫期の殺虫剤散布が最も重要なものであり、とくに、その散布適期がふ化最盛期ないしはその直後の時期に限定されるため、この時期を的確にとらえることが防除成功のかぎとなる。

本調査で得られた結果から、第1回成虫の誘引時期の早晚がその後の第1世代幼虫の発育の早晚にかなりよく反映されているとみることができ、フェロモントラップの誘引調査により、防除に重要な第1世代幼虫のふ化時期を予測する方法を見いだせる可能性がある。



第1回成虫50%誘引日

第11図 リンゴコカクモンハマキのフェロモントラップによる第1回成虫50%誘引日と第1世代幼虫の発育状態 (1979)
○: 生存幼虫を調査
●: 死亡幼虫も含まれる

IV 発生予察への利用

1. 誘引消長からみた発育零点及び1世代を経過するのに要する有効積算温量

調査方法

田中・矢吹 (1978) がナンヒメシンクイのフェロモントラップによる誘引消長について行なった方法をリンゴコカクモンハマキに適用した。

りんご試験場・C-3ほにおいて1974年から1981年までの8か年にわたり、II, 2の誘引調査によって得られた各世代の50%誘引日をもとに、各年の第1回成虫から第2回成虫、第2回成虫から第3回成虫までの所要日数を算出し、その逆数を発育速度とした。なお、1977年は誘引数が少なかったため、別の調査 (II, 1; 試験3) によって得られた資料も加えて50%誘引日を算出したが、この際、第1回、第2回及び第3回成虫がそれぞれ、6月9日、7月1日及び9月1日であった。

一方、トラップ設置場所から約150 m離れた場所での毎日の気象観測資料から日平均気温 (日最高気温と日最低気温の平均値) を求め、これより各年の世代間の平均気温を算出し、発育速度と世代間の平均気温との関係から発育零点及び有効積算温量を算出した。

結果及び考察

田中・矢吹 (1978) はナンヒメシンクイにおいてフェロモントラップの誘引消長によるある世代から次の世代までの所要期間とその間の平均気温との関係をみたところ、昆虫を異なる温度条件下で飼育した場合の所要日数との関係とよく似ていることから、ほ場での1世代経過のための発育零点及び有効積算温量の算出を試みた。これを各地で調査されたフェロモントラップによる誘引消長にあてはめてみたところ、それぞれの場所での有効積算温量と各世代の誘引時期とがよく適合することを明らかにした。

りんご試験場・C-3ほにおけるリンゴコカクモンハマキの8か年の誘引調査の結果から50%誘引日より求めた各世代間の所要日数(P)及びその間の平均気温(T)をまとめて示すと第18表のとおりである。これより平均気温と発育速度 (V: 100/P) との関係を見ると第12図のようであり、

$$V = 0.141T - 0.832, \quad (r^2 = 0.663)$$

の回帰式が得られ、発育零点が5.9℃、有効積算温量が715日度と算出された。

第18表 リンゴコカクモンハマキのフェロモントラップの50%誘引日による各世代間の所要期間とその平均気温（C—3は）

年	第1回～第2回50%誘引日		第2回～第3回50%誘引日	
	日数	平均気温	日数	平均気温
1974	55	20.1	37	23.2
75	50	19.5	38	24.6
76	47	20.1	43	20.8
77	47	19.7	47	22.6
78	39	23.0	36	25.5
79	47	20.6	53	22.0
80	50	20.1	49	20.7
81	49	21.3	41	22.1
平均	48	20.6	43	22.7

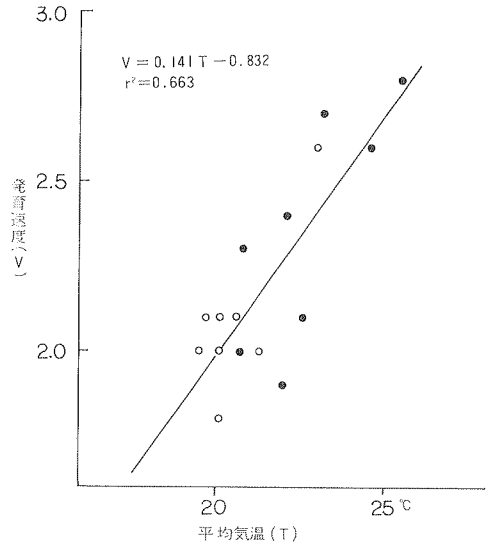
奥（1970）によるとリンゴコカクモンハマキの卵及び蛹発育のための発育零点はそれぞれ6.9℃及び7.4℃で、発育有効積算温量がそれぞれ116.2日度及び113.1日度である。これに比較して上に示した発育零点（5.9℃）は約1～2℃低いが、ほ場の場合には産卵前期間、産卵期間、卵期間、幼虫期間及び蛹期間などが込みになったものであり、その差を一概に論ずることはできない。

また、温度が常に変化するほ場条件下では温度に対する反応が定温条件下のものと異なったり、発育に不適な高温条件が出現することもあり得る。これらの点については今後さらに検討を要する。

ここで、それぞれの年ごとに第1回成虫及び第2回成虫の50%誘引日を起算日とし、毎日の平均気温から発育零点（5.9℃）を越える温量を積算し、それが715日度に達した日を計算上の次世代成虫50%誘引日とすると第19表に示すようであった。すなわち、理論値と実測値との差は第2回成虫では3日以内、第3回成虫では6日以内の場合が多く、比較的良好に適合しているといえる。これは発育零点及び有効積算温量が最も変動が少なくなる

第19表 発育零点（5.9℃）と有効積算温量（715日度）から算出された次世代成虫50%誘引日とフェロモントラップによる50%誘引日

年	第1回成虫50%誘引日	第2回成虫50%誘引日		第3回成虫50%誘引日	
		実測値	推定値	実測値	推定値
1974	6. 9	8. 3	7. 31 (-3)	9. 9	9. 15 (+6)
75	6. 4	7. 24	7. 26 (+2)	8. 31	9. 1 (+2)
76	6. 12	7. 29	8. 1 (+3)	9. 10	9. 16 (+6)
77	6. 8	7. 25	7. 29 (+4)	9. 10	9. 6 (-4)
78	6. 10	7. 19	7. 22 (+3)	8. 24	8. 25 (+1)
79	6. 9	7. 26	7. 28 (+2)	9. 17	9. 7 (-10)
80	6. 1	7. 21	7. 22 (+1)	9. 8	9. 8 (0)
81	6. 11	7. 30	7. 29 (-1)	9. 9	9. 14 (+5)



第12図 リンゴコカクモンハマキのフェロモントラップの誘引消長からみた気温と発育速度との関係
○：第1回～第2回成虫
●：第2回～第3回成虫
V：100/経過日数

ように求めたものを元の資料に還元した結果であり、よく適合するのが当然といえるが、過去8か年と同様のことが将来にも起り得る可能性が大きいことからすれば、今後、フェロモントラップの誘引消長の調査により次世代の成虫発生時期を予測する上で、ここで得られた発育零点及び有効積算温量を適用できるものと考えられる。

2. 第1世代幼虫ふ化期及び防除適期の予測*

試験方法

1979年にりんご試験場・藤崎ほ場の約27aのわい性リンゴ樹によるほ場（スターキングデリシャス，M7台，1977年定植，6.0m×2.15m 植え，174本）において，第1回成虫発生期に4か所にリンゴコカクモンハマキのフェロモントラップを設置し，毎日の誘引数を調査した。

ほ場を5区画（1区画；6列×5～6本）に分け，それぞれに誘引最盛期を基準に散布時期（最盛期後5，10，15，20

* 本稿の一部は東北農業研究第27号（1980）に発表した。

日)の異なる区及び無散布の区を設け、所定の時期に防除薬剤を動力噴霧機により散布した。

また、各区の中央部の6~14樹を調査樹とし、散布前及び散布後に各調査樹の全梢梢について被害葉数、幼虫の有無、生死及び発育状態(齢)などを調査し、散布時の発生密度と発育程度の推定及び散布後の防除効果の判定をした。

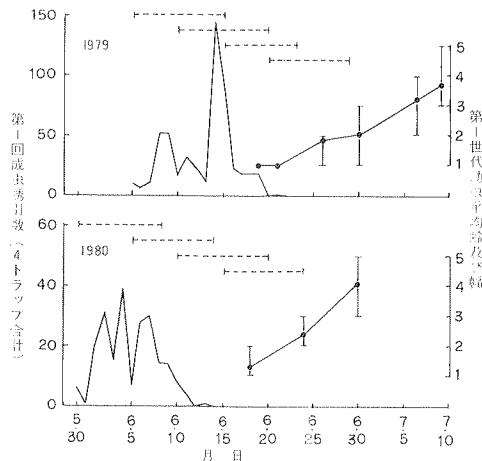
1980年に同一ほ場において同様の試験を繰り返した。

結果

MINKS & DE JONG (1975) は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引消長を調査し、これに産卵に要する期間及び毎日の気温に基づく卵発育速度を加味することによりふ化期を予測して防除時期決定を行なった。著者らも同様の観点から第1回成虫の誘引消長とそのほ場で観測された第1世代幼虫の発生経過を卵期間と関連づけて検討してみた。

試験ほ場に設置したフェロモントラップによる第1回成虫誘引消長を4個のトラップの合計値で示すと第13図のとおりであった。1979年は6月5日から6月21日にかけて誘引され、この間、6月8~9日に小さな山があったが、一時的に誘引数が減少した後、6月14~15日に誘引最盛期(50%誘引日; 6月14日)となった。

1980年は前年より誘引時期が早く、5月30日から6月13日にかけて誘引され、6月4日に最大の誘引数を示して50%誘引日となった。



第13図 リンゴコカクモンハマキのフェロモントラップによる第1回成虫誘引消長及び第1世代幼虫発生経過

—: 成虫誘引数 - - - : 幼虫平均齢
 | | : 齢幅 | ····· : 推定卵期間

一方、リンゴコカクモンハマキ卵の発育零点は6.9°Cで、ふ化までに要する有効積算温量が116.2日度であり(奥, 1960), それぞれの年にりんご試験場ほ場で観測された毎日の平均気温(最高気温と最低気温の平均値)をもとに、起算日を変えて卵期間を推定してみると、第13図に示すとおりであった。すなわち、1979年には6月5日、10日、15日及び20日を起算日として算出された推定卵期間はそれぞれ10日、10日、8日及び9日であった。1980年には5月30日、6月5日、10日及び15日を起算日とした推定卵期間はそれぞれ9日、9日、10日及び9日であった。

雄成虫の初誘引日から2~3日後に最初の産卵が始まる(MINKS & DE JONG, 1975)といわれるので、1979年の場合、最も早い産卵が6月7~8日ころとすればそのふ化日は6月17~18日ころと推定される。このほ場で最初のふ化を確認したのは6月19日であった。また、6月17~18日ころは産卵最盛期とみなされ、そのふ化日は6月25~27日ころと推定され、実際に6月26日の調査によると幼虫はすべて1~2齢で、その数も多かった。このように推測値と実測値はかなり一致するものとみなされた。

同様にして1980年の場合はふ化開始日が6月10~11日ころ、最盛期が6月16~17日ころと推定された。ほ場では6月13日の調査時に幼虫が発見されなかったが、その後、6月18日にふ化直後の幼虫が多くみられた。この年は推定値より実測値がやや遅いようであった。

このほ場において、誘引最盛期を基準に時期を変えて殺虫剤を散布し、その防除効果を比較したが、第20表にその結果を最終的な生存虫数で示した。

第20表 リンゴコカクモンハマキの第1世代幼虫に対する散布時期のちがひによる防除効果

年	散布月日 ¹⁾	1樹平均残存幼虫数 ²⁾
1979	6月21日(7日後)	1.07
	6月26日(12")	0
	6月30日(16")	0.29
	7月6日(22")	0.64
	無散布	2.79
1980	6月13日(9日後)	0.07
	6月19日(15")	0.07
	6月24日(20")	0.07
	6月30日(26")	0.50
	無散布	1.71

1) 誘引最盛期は1979年が6月14日、1980年が6月4日で、それより散布月日までの経過日数を()内に示した。
 2) 1979年7月9日及び1980年7月7日に各区とも14樹を調査

1979年は初期のものがようやくふ化し始めたときとみなされる6月21日に散布した場合、初期のものはよく防除したが、散布後にふ化した幼虫がかなり多かったことになり、最終的には防除効果が低かった。ふ化最盛期ころとみなされる6月26日に散布した場合にはよく防除された。6月30日には最も遅いものもふ化をほぼ終了したとみなされ、発育の進んだものは3齢に達していたが、大部分が1～2齢であり、この場合もよく防除された。7月6日になると幼虫の発育が進んでいたため、十分防除されず、生存虫が多かった、いずれも無散布の場合に比較すると残存幼虫数が少なかったが、誘引最盛期から12～16日後に散布した場合に防除効果が高かったことになる。

1980年の各散布月日における幼虫の発育状態をみると、6月13日にはほ場で幼虫が全く発生していなかった。6月19日はふ化最盛期ないしはその直後ころとみなされた。6月24日には最も遅いものもふ化を終了していたとみなされ、実際にはほ場では2齢幼虫が主体で一部3齢に達していた。6月30日は4齢幼虫が主体で一部3齢と5齢幼虫も含まれた。それぞれの時期に殺虫剤を散布した場合、いずれも最終的な生存幼虫数は殺虫剤無散布区に比較して少なかったが、この年は試験ほ場内の発生密度にかたよりがみられ、とくに無散布区及び6月30日の散布区を設定した場所は初期から発生量が多く経過した。したがって防除時期と防除効果の差異は明らかでできなかった。

考 察

リンゴコカクモンハマキの防除は幼虫期の殺虫剤散布により行なわれている。この場合、殺虫剤の効果はふ化直後の幼虫に対して最も高く、発育が進むにつれて低下するので、防除適期は若齢幼虫期に限定される。とくに、第1世代幼虫期にはそのふ化期が比較的よくそろい、短期間に集中するので、この世代のふ化最盛期ないしはその直後ころが防除に最も重要な時期とみなされている。しかし、この時期は幼虫も小さく、加害もあまり目立たないので、栽培者がこれをほ場で確認することはむずかしく、防除適期を逸しがちである。

ここに、ほ場での発生時期を知る一手役としてフェロモントラップの利用価値が存在する。フェロモントラップにより成虫の発生時期を知ることができれば、それを手がかりとして産卵時期やふ化時期を予測できる可能性

がある。さしあたって、防除上最も重要な第1世代幼虫ふ化時期をとらえることができれば防除を効率的に行なう上で大いに役立つものといえる。

このような観点から本試験を実施したものであり、その結果は第1世代幼虫ふ化日の推定を比較的容易に行なうことができる可能性を示したものと考える。このことは防除試験によってもある程度実証された。なお、これに関連して、産卵前期間の再検討を含め、産卵期間や産卵数、産卵条件など雌成虫の産卵習性の解明が必要である。

ここで、成虫の誘引消長を調査しながらその後の発生時期の予測を行なうことを想定した場合、発生早晚を何を目安にとらえるかについて考えておく必要がある。

50%発生日はいろいろの昆虫で発生時期の早晚の目安としてよく用いられるが、これは発生が終了するまでは知ることができない。連続した5日間の合計値が最大になったときの中央日は一般に最盛期として用いられる。これまで誘引消長調査を行なったもののうち、調査年数の多いものについて、50%誘引日、5日間合計による最盛日(A)及び3日間合計による最盛日(B) (第8～10表)を第1回成虫と第2回成虫でみると、50%誘引日と最盛期(A)との差が±2日以内の場合がおよそ97%及び83%であった。一方、50%誘引日と最盛期(B)ではそれが90%及び69%であり、最盛期(A)の場合と大きな違いがみられない。

次に、誘引消長が明らかな1つの山をもつ場合は誘引数の減少により最盛期の判別ができる。しかし、第13図の1979年の例のように誘引数が一時的に減少した後に再び増加し、2つの山を示すことも少なくない。

これまでの調査例から第1回成虫についてみると30例中11例が2山型の消長であった。この場合、最初の山から次の山までの期間が長く、しかも後の方が大きい場合は最初の山を最盛期と判断して処理した後に真の最盛期に遭遇するということが起り、防除適期の判断に誤りを犯す危険がある。実際にこのような場合が試験期間中に3例あり、2回の山の間隔は8～9日であった。

以上のことから、第1回成虫について誘引消長を調査した場合、一般的には3日間の合計値の推移からある程度の余裕をもって誘引最盛日をとらえることができると考えられる。

V 摘 要

リンゴコカクモンハマキの合成性フェロモン (*cis*-9-及び *cis*-11-tetradecenyl acetate の 9 : 1 の混合物) のほ場における誘引性を明らかにし、これを誘引源としたフェロモントラップを発生調査手段として利用できるかどうかを検討するために、リンゴ園における誘引調査及びこれに関連する事柄について調査した結果、その概要は以下のとおりであった。

1. dispenser としてゴムキャップやポリエチレンカプセルを供試し、これに 1~10mg の合成フェロモンを吸着させた場合、ほ場においていずれも 40~50 日ないしはそれ以上の期間にわたって雄成虫をよく誘引することが確認された。吸着量が 10mg の場合は 1mg のものより誘引数が多い傾向があった。

2. 1974 年から 1981 年までに、各地のリンゴ園にフェロモントラップを設置し、発生期間を通して誘引消長を調査した結果、第 1 回~第 3 回成虫の発生最盛期に対応するとみなされる誘引数の山をもった 3 回の誘引時期を確認することができた。誘引最盛期には 1 夜におよそ 20~30 頭の雌成虫が誘引され、発生が多い場合はそれが 50~80 頭に達した例もあった。

3. フェロモントラップと誘が灯を比較してみたところ、フェロモントラップの誘引数が概して多く、また、誘引期間が長い傾向があった。両者の時期的な消長はほぼ一致するようであった。

4. ほ場における発生量がフェロモントラップの誘引数にどのように反映されるかを知るために、4 か所のほ場で 1975~1977 年の 3 か年にわたって越冬世代幼虫の 5 年枝あたり密度とその後第 1 回成虫の総誘引数との関係をみたところ、明らかな相関関係が認められなかった。

5. 1976 年に 4 か所のほ場における越冬世代幼虫の発育の早晚と、その後第 1 回成虫の誘引時期の早晚を対比してみたところ、かなり一致する傾向がみられた。

6. 1978~1980 年の 3 か年にわたり、8~6 か所のほ場における第 1 回成虫の総誘引数とその後第 1 世代幼虫の新梢あたり発生量との関係をみたところ、いずれの年にも高い相関関係が認められた。この場合、回帰直線の勾配は年によってかなり異なるものであった。

7. 1976 年に 3 か所のほ場における第 1 回成虫の誘引消長とその後第 1 世代幼虫の発育経過とを対比してみたところ、誘引時期の早晚と幼虫の発育の早晚はかなり一致する傾向を示した。また、1978 年に 5 か所のほ場における第 1 回成虫 50% 誘引日と 7 月上旬における第 1 世代幼虫の平均齢との間に高い相関関係が認められた。

8. りんご試験場内のほ場において 1974~1981 年の 8 か年にわたる誘引調査結果をもとに、ある世代から次世代までの 50% 誘引日でみた経過日数とその間の平均気温から、発育零点及び 1 世代経過に要する有効積算温量を算出してみたところ、それぞれ 5.9℃ 及び 719 日度であった。これにより第 1 回及び第 2 回成虫の 50% 誘引日を起算日として次回成虫の 50% 誘引日の推定値を算出してみたところ、実測値との差は第 2 回成虫では 3 日以内、第 3 回成虫では 6 日以内の場合が多かった。

9. 1979~1980 年にりんご試験場・藤崎ほ場において、第 1 回成虫誘引時期から 2~3 日後を産卵時期と仮定し、日平均気温をもとに卵の発育零点 (6.9℃) により有効積算温量 (116.2 日度) を算出し、第 1 世代幼虫ふ化期を推定してみたところ、1979 年はほ場で実際に観察された第 1 世代幼虫の発生経過とかなりよく合致した。このほ場で時期を変えて殺虫剤を散布した結果、ふ化最盛期と推定された時期ないしは若齢幼虫期に最も防除効果が高く、ふ化初期と推定された時期又は幼虫の発育が進んだ時期には防除効果が幾分低かった。1980 年は推定されたふ化期よりも実際にはほ場で観察された結果がやや遅い傾向がみられた。

引 用 文 献

1. 青森県りんご試験場 (1978) 虫害並びに訪花昆虫に関する試験及び調査. 昭和 53 年度業務年報. 89-104.
2. 青森県りんご試験場 (1981) 害虫の生態と防除. 青森県りんご試験場 50 年史. 782-944.
3. 石井象二郎 (1974) 昆虫の生理活性物質. 東京: 南江堂. 276P.
4. MINKS, A. K. and D. J. DE JONG (1975) Determination of spraying dates for *Adoxophyes orana* by sex pheromone traps and temperature records. J. Econ. Entomol. 68 : 729-732.
5. 中村和雄 (1980) 性フェロモントラップによる害虫の発生予察. 植物防疫. 34 : 223-228.
6. 中筋房夫 (1979) フェロモン利用による害虫防除, その実際と今後の課題. 農業および園芸. 54 : 843-848.
7. NEGISHI, T., M. UCHIDA, Y. TAMAKI, K. MORI, T. ISHIWATARI, S. ASANO and K. NAKAGAWA

- (1980) Sex pheromone of the Comstock mealybug, *Pseudococcus comstocki* KUWANA : Isolation and identification. *Appl. Ent. Zool.* **15** : 328-333.
8. 野口 浩・玉木佳男・新井 茂・下田美智子・石川 巖 (1981) チャハマキの合成性フェロモンの野外における誘引性. *応動昆.* **35** : 170-175.
 9. 奥 俊夫 (1970) リンゴを加害するカクモンハマキ族(りん翅目, ハマキガ科)の生活史に関する研究. *北海道立農業試験場報告.* **19** : 1-52.
 10. 佐藤信雄・石谷正博 (1976) モモンクイガの生活史. *青森県畑作園芸試験場報告.* **1** : 1-16.
 11. 佐藤安夫・長野正義・藤原 洋・坂井道彦 (1976) ハスモンヨトウのフェロモン製剤とその誘引効力. *武田研究所報.* **35** : 227-234.
 12. 白崎将暎・山田雅輝・佐藤力郎・柳沼 薫・熊倉正昭・玉木佳男 (1979) モモ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.
 13. SUGIE, H., K. YAGINUMA and Y. TAMAKI (1977) Sex pheromone of the Asiatic leafroller, *Archippus breviplicatus* WALSINGHAM (Lepidoptera : Tortricidae) : Isolation and identification. *Appl. Ent. Zool.* **12** : 69-74.
 14. 玉木佳男 (1981) 昆虫フェロモン, 昆虫学最近の進歩(石井象二郎 編), 東京: 東京大学出版会, PP. 175-185.
 15. TAMAKI, Y., K. HONMA and K. KAWASAKI (1977) Sex pheromone of the peach fruit moth, *Carposina nipponensis* WALSINGHAM (Lepidoptera : Carposinidae) : Isolation, identification and synthesis. *Appl. Ent. Zool.* **12** : 60-68.
 16. 玉木佳男・中村和雄 (1976) 性フェロモンによる害虫防除への道, その現状と問題点. *農業技術.* **31** : 310-315 ; 335-360 ; 385-390 ; 449-452 ; 492-495 ; 540-545.
 17. 玉木佳男・野口 浩・杉江 元・刈屋 明・新井 茂・大場正明・寺田考重・勝呂利男・森 謙治 (1980) チャノコカクモンハマキの4成分系合成性フェロモンの野外条件下における誘引性. *応動昆.* **24** : 221-228.
 18. TAMAKI, Y., H. NOGUCHI, T. YUSHIMA, C. HIRANO, K. HONMA and H. SUGAWARA (1971) Sex pheromone of the summerfruit tortrix : Isolation and identification. *Kontyū.* **38** : 338-340.
 19. 田中福三郎・矢吹 正 (1978) 性フェロモントラップによるナンヒメシメツクイの発生時期の予察. *応動昆.* **22** : 162-168.
 20. TATSUKI, S., M. KURIHARA, K. UCHIUMI, J. FUKAMI, Y. FUJIMOTO, T. TATSUNO and K. KISHINO (1979) Factors improving field trapping of male of rice stem borer moth, *Chilo suppressalis* WALKER (Lepidoptera : Pyralidae), by using synthetic attractant. *Appl. Ent. Zool.* **14** : 95-100.
 21. 津川 力 (1961) りんごの主要害虫, りんご栽培全編(木村甚弥 編), 東京: 養賢堂, PP. 729-814.
 22. 津川 力 (1972) リンゴ園における主要害虫類の発生予察. *青森県りんご試験場報告.* **16** : 1-73.
 23. 若村定男 (1980) 性フェロモンによる害虫の直接防除. *植物防疫.* **34** : 229-235.
 24. 若村定男・気賀沢和男・遠藤亘紀・松浦 博・腰原達男・富岡 暢・根本 久・北内義弘 (1981) 合成性フェロモントラップによるカブラヤガの捕獲消長. *応動昆.* **25** : 265-271.

Sex pheromone of pest insect in apple orchard.

1. Evaluation of pheromone trap as surveying measure
of summer fruit tortrix, *Adoxophyes orana fasciata*

WALSINGHAM (Lepidoptera : Tortricidae)

Shoei SHIRASAKI and Masateru YAMADA

Aomori Apple Experiment Station

Kuroishi, Aomori 036-03, JAPAN

Summary

In Japan, the summer fruit tortrix occurs on many deciduous fruit trees, such as apple, pear, peach, plum, cherry, etc. It is one of the most important pests on apple trees. The larvae cause damage feeding on the leaves and fruit.

In the control program of this pest, insecticides are sprayed against larval stage. As the larvae grow, however, it becomes more difficult to attain effective control because the larvae acquire tolerance against insecticides. Therefore, the time of spraying is restricted to the newly hatched larval stage. Determination of spray timing is very difficult, however, in the field: larva is too small at an earlier stage for field observation.

So far, prediction of hatching time and determination of spray timing were based on information about the flight period of moths recorded with a light trap, phenology of apple trees, development of eggs and weather conditions. Although the light trap supplies valuable information, the extent is limited in its utilization by various factors: requirement of electricity to operate, cost of maintenance, difficulty in sorting trapped insects for layman, etc.

In order to examine whether the pheromone trap can furnish reliable information for the determination of spray timing, field trials were carried out from 1974 to 1981. As an attractant source synthetic compounds were used at a ratio of 9 : 1 mixture of *cis*-9- and *cis*-11-tetradecenyl acetates.

The results obtained in this study were summarized as follows.

1. Attractancy of the male moths was stable for 40 to 50 days or more in the field, irrespective of materials used as dispenser of synthetic pheromonal compounds, i.e., rubber septa and polyethylene capsule. Although there were some exceptions, trap baited with 10 mg per dispenser tended to attract more moths than that with 1 mg.
2. In order to monitor the flight periods of moths, the traps were located in various orchards throughout this prefecture from 1974 to 1981. Three flight periods were distinguished in accordance to the three generations per season. Moth catches were 20 to 30 in number per night at the peak periods, and amounted to 50-80 in some cases where population densities were high.
3. In general the catches were larger in size and longer in duration by the pheromone traps than by light traps. But the seasonal trends of moth catches were basically identical between them.
4. The data obtained at four orchards each for three years was analyzed statistically. The analysis revealed no obvious relationship between the densities of matured larvae at spring and the sizes of pheromone trap catches of the first brood moth.

5. In 1976, larvae after hibernation were examined consecutively for their development at four orchards. The flight times of the first brood moth in these orchards lagged behind proportionally with the development of larvae, i. e., in the orchard where development of larvae was faster, the earlier was the time of moth flight and vice versa.
6. The data obtained at 6 to 8 orchards each in 1978 to 1980 was analyzed statistically. The larval densities in the first generation were linearly related to the size of the catches of the first brood moth in each year. The slope of regression lines differed significantly, however, from year to year.
7. By the analysis of data obtained at three orchards in 1976, it was found that the trends of larval development of the first generation lagged behind in parallel with the lapse of the catches of the first brood moth. This was reaffirmed by the data obtained from 5 orchards in 1978. Thus, a statistically significant correlation was gained between the dates at which 50% of moths were caught and the means of larval instar at a certain date in the first generation.
8. Based on the results of the pheromone trap records at Aomori Apple Experiment Station from 1974 to 1981, the observational development zero and total effective temperature were calculated as 5.9°C and 719 degree-days for the completion of one generation. Using these parameters, the dates of 50% of the moth catches were calculated and compared with the dates really observed in the field. Disagreements between the observed and calculated dates were within 3 days and 6 days in the second and third brood moth, respectively.
9. In 1979 and 1980, the hatching periods of the first generation were predicted at Fujisaki field based on the flight records of the first brood moth and the effective temperature accumulated after the dates of 50% of the moth catches. Here, it was assumed that the moths laid their eggs 2 to 3 days after appearance and that egg required 116.2 degree-days of heat unit above 6.9°C for the development. In 1979, the realized hatching period seemed to coincide well with the predicted period, while in 1980 the coincidence was somewhat poor. Thus, the observed period lagged behind the predicted one in this year. At this field, effective control was attained in 1979 at a plot where pesticide was sprayed at the time predicted as a peak of hatching, while the controls were not satisfactory at the other plots where pesticide applications were advanced or delayed.