

リンゴにおけるハマキムシの発生動向

白 崎 将 瑛

(青森県りんご試験場)

Pest Status and Problems Associated with
the Leaf Rollers at Apple Orchards

Shōei SHIRASAKI

(Aomori Apple Experiment Station)

1 はじめに

ハマキガ類は、古くからリンゴ害虫として重要なものが多く、その幼虫が葉のみならず果実をも食害するため、時には大きな実害をもたらすことがある。しかし、発生程度や種類構成は時代によって大きく変わってきており¹⁾、これには栽培管理法や防除体系の変遷、更にはそれらに伴う環境条件の変化が大きく関与してきたものとみなされる。

現在、リンゴ園における主要な種類としてはリンゴコカクモンハマキ及びミダレカクモンハマキの2種類が第1に挙げられ、これに次ぐものとしてリンゴモンハマキ、トビハマキ、カクモンハマキ等がある。近年、リンゴコカクモンハマキとミダレカクモンハマキでは薬剤抵抗性のものが現れ、このため防除の上でいろいろの問題を生じている。

以下にリンゴにおけるハマキムシの発生動向のうち、主として薬剤抵抗性に係わる事項について、青森県を例に挙げて述べる。

2 ハマキムシの薬剤抵抗性の現状

(1) リンゴコカクモンハマキ

本種は大正11年に既に県内の一部のリンゴ園で多発生した例が記録されているが、本格的に発生して問題になってきたのは昭和20年代末期からである。これに対して当時はDDT, BHC, あるいはパラチオン等の強力な殺虫剤が広く普及されており、多発生した場合にこれらが大きな威力を発揮した。

昭和30年代に入ってからにはNAC (昭和36年), MPP (37年), MEP (38年), PAP (43年), サリチオン (44年) 等のいわゆる低毒性殺虫剤がリンゴ害虫防除薬剤として次々に実用化され、ハマキムシ類に対してもパラチオンに匹敵する高い防除効果を示し、広く使用されようになった。

ところが、昭和44年8月、リンゴコカクモンハマキが多発しているリンゴ園から採集した幼虫を供試し、各種殺虫剤について効力検定試験を行った際、対照薬剤の中でサリチオンを除くNAC, MEP, PAPのいずれも常用濃度では非常に低い死虫率を示した。この場合、ハマ

表一 1 リンゴコカクモンハマキ幼虫の薬剤感受性の低下 (1970, 青森りんご試)

薬 剤 名	成 分 含 量	希 釈 倍 数 (倍)	処理 3 日後の死虫率 (%)								
			越冬世代		第 1 世代		第 2 世代				
			A	B	A	B	A	B	C		
M E P	(40)	200	86	43	86	62	86	86	97		
		400	77	32	91	61	100	77	85		
		800※	25	14	42	59	91	44	29		
P A P	(40)	200	97	91	100	96	78	90	100		
		400	90	35	83	64	100	95	93		
		800※	61	31	50	46	40	42	80		
N A C	(85)	300	87	70	93	66	89	85	97		
		600	64	60	88	59	90	67	73		
		1, 200※	57	13	55	61	60	69	56		
サ リ チ オ ン	(25)	1, 000※	100	100	100	90	100	100	100		
		2, 000	100	100	100	97	100	97	97		
		4, 000	100	100	100	93	90	91	94		
ク ロ ル ピ リ ホ ス	(25)	1, 000※	—	—	—	—	100	100	97		
		2, 000	—	—	—	—	100	96	97		
		4, 000	—	—	—	—	89	89	96		

注. A～C; 産地別 ※; 常用濃度

キムシの特効薬的存在であったパラチオンでも必ずしも十分な効果がみられなかった。

翌45年に別の地域の多発生園からも幼虫を採集して試験を繰り返した結果、いずれの園地のものもNAC, MEP及びPAPの効力低下が著しかった(表一1)。なお、新薬剤のクロルピリホスはサリチオンと同等の高い効果を示した。

ここに述べたリンゴコカクモンハマキの多発生園はいずれも慣行防除を行っており、防除対策を省略したり、その時期を誤っているということもなかった。これらの園では防除に使用された薬剤に対して抵抗性をもった個体群が発達していたため、結果的にはほとんど防除されず、多発生を招いているものとみなされた。いろいろの場所で、しかも系統の異なる薬剤にほぼ同時に抵抗性を持ったものが出現したことになる。

昭和46年以降はリンゴコカクモンハマキの発生が多い場合にはサリチオンを使用するように指導し、更に、49年にクロルピリホスが実用化され、以後、これら2薬剤によりリンゴコカクモンハマキに対処した。このころから毎年、各地に局部的に多発生園がみられるようになり、時には異常に多い場合もあった。これらの薬剤にも抵抗性の出現が疑われ、その都度検定を行ったが、いずれも明らかな効力低下は認められていなかった。使用薬剤の種類や濃度、あるいは散布時期や散布量等の点で問題を生じている場合が多かった。

昭和53年8月に県内各地にリンゴコカクモンハマキが多発生したことがある。多発生園の幼虫について薬剤の効力検定をした結果、MEP及びPAPはもちろん、サリチオンとクロルピリホスでも非常に低い死虫率を示す例が多かった。

表一 2 リンゴコカクモンハマキ幼虫のサリチオン及びクロルピリホスに対する感受性の変動
(青森りんご試)

産地	1978年(昭53)				1979年(昭54)			
	第2世代		第3世代		越冬世代	第1世代		第2世代
	サ	ク	サ	ク	サ	ク	サ	ク
I z	28	97	84	87	100	100	100	100
O k	67	61	—	—				
S m	47	73	77	92		100	97	100
O n	91	75	—	—				
Y w	67	81	100	86				
Y s	92	86	100	100				
S h	57	50	55	79	97	75	100	100
I t	94	90	94	88				
O r	40	50	73	79	95	100		
M w	83	61	—	—				
S n	85	100	—	—				
K w	—	—	84	67				
K n	—	—	98	92				
平均	68.3	74.0	85.2	86.4				

注. 1. 数値は処理3日後の死虫率。

2. サ; サリチオン、ク; クロルピリホス、いずれも常用濃度(1,000倍)。

次世代(9月)には全県的に多発園が続出し、この場合の検定結果も前と同様に効力の低下したものが多かった(表一2)。

ところが翌54年に前年の効力低下園のうちの数か所について検定した結果、サリチオンとクロルピリホスは常用濃度で以前と変わらない高い死虫率を示し、実用上問題のないものであった(表一2)。

結局、53年に異常な多発生をみた原因や、その時に薬剤感受性が一時的に低下したのが何故かは明らかでない。害虫がある薬剤に抵抗性を獲得して行く過程の特異な現象とも考えられる。

その後現在に至るまでサリチオンとクロルピリホスで再びこのような著しい効力低下の例を見ていないが、当初に比較すると総体的には効力低下の傾向は否定できない。例えば以前は常

用濃度の $\frac{1}{2}$ ~ $\frac{1}{4}$ の薄い濃度でも高い殺虫率を示したが、現在では常用濃度が限界に近いものと見られるに至っている。

(2) ミダレカクモンハマキ

本種は昭和30年代後半までは場所によって多少の発生を見る場合もあったが、特に問題視されるようになったのは42年ころからであり、47年ころまで毎年局地的な多発生が見られるようになった。その後一時的に減少したが、50年代後半から再び増加し、特にここ数年は各地で発生が多くなっている。

近年、リンゴの受粉のためにマメコバチの飼養が年々盛んになっているが、その活動時期とミダレカクモンハマキ幼虫の発生時期が丁度一致するため、マメコバチの増殖を計りながら一方ではミダレカクモンハマキ幼虫も防除しなくてはな

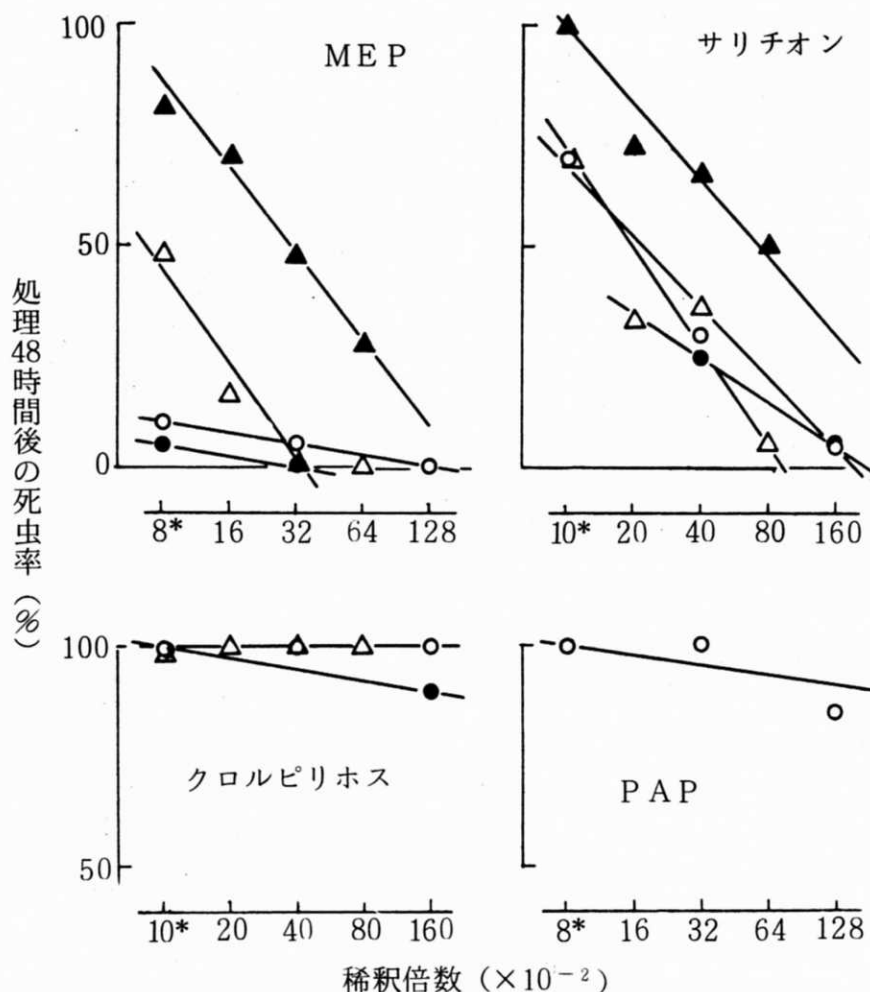


図-1 ミダレカクモンハマキ幼虫の薬剤感受性
(1984, 青森りんご試)

注。○; りんご試 ●; 黒石 △; 平賀
▲; 弘前 (殺虫剤無散布) *; 常用濃度

らない。このような背景の下に、最近における本種の発生増加は非常に大きな問題になっている。

本種では最近までリンゴコカクモンハマキの場合のような殺虫剤の効力低下が認められていなかったが、昭和58年に行った効力検定の際、サリチオンとMEPが常用濃度でかなり低い死虫率を示した例が見られた。そこで翌59年に数か所のリンゴ園で採集した幼虫について防除薬剤に対する感受性検定を行ってみたところ、その結果は図-1のとおりであり、数年間にわたって殺虫剤を全く使用していない園のものでは供試薬剤に対して高い死虫率を示したが、慣行防

除園のものではいずれもサリチオンとMEPの効力低下が著しかった。なお、PAPとクロルピリホスはいずれの場合も実用的に充分な高い死虫率を示した。

ミダレカクモンハマキにおいてもMEP及びサリチオンに対して薬剤抵抗性のものが出現したと判断された。

(3) その他のハマキ

アトボシハマキはこれまでもリンゴの加害種リストには挙げられてきたが、一般のリンゴ園ではほとんど発生が見られていなかった。

昭和57年6月に岩木山麓のある共同防除園内にかなり広い範囲に多発生したことがあり、それ以降、年によって多発生園が散見されるようになり、増加傾向がうかがわれる。

その原因として、薬剤抵抗性が疑われたが、57年に各種のハマキムシ防除薬剤について行った効力検定によると、いずれも高い効果を示し、薬剤感受性の低下に起因するものでないと考えられる。現在のところ、特に大きな問題になるような発生状況ではないが、今後の発生動向には注意をする。

3 薬剤抵抗性対策及び防除技術に関する研究成果

(1) 有効薬剤の探索

昭和45年にリンゴコカクモンハマキでNAC、MEP等の薬剤抵抗性が確認されて以来、これ

らにも有効な薬剤を見つけ出すためのスクリーニングテストを行ってきたが、供試した多くのものは余り殺虫効果が高くなかった。その内、高い殺虫効果を示したものとしてはクロルピリホスとプロチオホスがあり、49年と60年にそれぞれ防除剤として実用化された。

昭和50年代に入り、これまでの殺虫剤の主流を占めていた有機りん剤やカーバメイト剤と異なる化合物として、合成ピレスロイド剤と呼ばれるグループのものが登場してきたが、いずれも高い殺虫効果を示し、そのうちフェンバレート・MEP剤（58年）及びペルメトリン（61年）の2剤が実用化された。

(2) BT剤の利用に関する研究

微生物農薬であるBT剤は従来の殺虫剤と異なる副次的効果も期待され、47年より試験を開始した。当初、ハマキムシをはじめいろいろの鱗翅目害虫での室内試験を主体に殺虫効果を検討した。その結果によると、遅効的ではあるがある程度の高い効果が認められた。

ミダレカクモンハマキ幼虫はリンゴの開花期を中心に発生するため、その防除は同一時期に活動するマメコバチや他の受粉昆虫に対する影響が少ない方法で行う必要がある。この目的に合うものとしてBT剤の利用が期待され、57年

よりミダレカクモンハマキを対象に圃場試験を実施した。しかし、60年までの4か年の結果によると、開花直前（幼虫ふ化揃い期）又は落花直後（3～4齢幼虫期）に散布しても明らかな防除効果が認められなかった。

室内実験によるとBT剤で処理したリンゴ葉を幼虫に与え続けた場合は蛹化できずに死亡するが、途中から無処理葉を与えた場合は回復して蛹化するものがある。この時期はリンゴの新葉伸展が盛んな時であり、散布後にBT菌の付着していない葉が増加し、そのために明らかな防除効果が出ないことも考えられる。61年には開花直前と落花直後の2回連続散布をしたが、その結果は表一3に示すとおりであり、この場合も期待した効果が得られず、結局、ミダレカクモンハマキに対してはBT剤の実用性が疑問視されるに至っている。

(3) コカクモンハマキ顆粒病ウイルスの利用に関する研究

コカクモンハマキの顆粒病ウイルスについては、リンゴコカクモンハマキに対する罹病性、増殖法等に関する基礎研究並びにリンゴ園での防除試験が農林水産省果樹試験場を中心に進められてきた^{4,6)}。

昭和55～59年に農林水産省のプロジェクト研究

表一3 ミダレカクモンハマキに対するBT剤の防除効果（1986年、青森りんご試）

区 別 薬 剤 名 希釈倍数	散 布 時 期	処理前虫数 (ふ化幼虫数)	生存虫率(%)	
			5月19日	6月2日
B T 剤1,000倍	開花直前, 落花直後	526	32.1	14.8
2,000	開花直前, 落花直後	581	24.6	23.9
クロルピリホス1,000	開花直前 —	250	1.6	1.2
1,000	— 落花直後	239	23.0	0
無 散 布	— —	416	30.0	27.2

注. 散布月日: 5月8日(開花直前), 5月21日(落花直後)

「生物学的手法による病害虫新防除技術確立のための総合研究」において、果樹試験場の委託試験として青森県りんご試験場がその適正利用について検討した結果の概要は以下のとおりであった。

1) ウイルスの散布量は10a 当たり400個体の罹病虫で充分であり、それ以上増しても罹病率が増加しなかった²⁾。

2) 生産者の圃場4か所において3か年にわたり第1世代及び第2世代卵期にウイルス罹病虫を10a 当たり400個体散布した結果、圃場の幼虫がウイルスに感染し、その罹病率は第2世代では密度依存的であった²⁾。

3) この場合、ウイルス散布区と殺虫剤散布区における個体数変動のシミュレーションの結果、特に高密度条件下で効果の高いことが示され、防除への利用の可能性を示した²⁾。

(4) フェロモントラップによる発生予察に関する研究

薬剤の効力が高い場合であれば防除の適期を少々はずれてもそれほど支障のない程度の防除効果を得ることができるが、防除薬剤の効力低下に伴い、適期防除の重要性が増してきた。そのためには圃場における対象害虫の発生状況を的確にとらえることが重要になり、しかもそれを共同防除園あるいは個々の圃場を単位として行う必要がある。その簡便な手段としてフェロモントラップの利用が考えられる。

昭和49年よりリンゴコカクモンハマキのフェロモントラップを発生予察に利用するための研究を開始し、また、農林水産省の発生予察特殊調査事業「フェロモントラップによる発生予察法確立に関する特殊調査」(昭57～59)、「誘引剤利用法の改善に関する特殊調査」(昭60～61)を実施してきた結果の概要は次のとおりであった。

1) フェロモントラップはリンゴ園における雄成虫の発生時期の調査手段として実用性があると評価された⁵⁾。

2) 防除の上で最も重要な第1世代幼虫のふ化最盛期を予察するための利用法を検討した結果、越冬世代成虫の誘引消長からその2～3日後を産卵時期と仮定し、毎日の平均気温に基づいて第1世代幼虫のふ化期を推定してみると、圃場で実際に観察された発生経過とかなり良く合致した⁵⁾。

3) 発生量調査への利用を目的として、トラップの誘引効率に關与する要因について検討した結果、圃場での密度が高まるにつれて誘引効率が低下することが明らかになり、また、世代によってもそれが変化し、第1世代成虫期には越冬世代の場合に比較して誘引効率の低い傾向がみられた(図-2)。

誘引効率の変動要因として気温も大きく關与し³⁾、また、リンゴ樹の高さ(わい性樹と普通樹)によっても誘引効率に違いを生ずることもある(図-3)。

4 今後の課題

(1) 防除薬剤

1) 近年新しく登場してきた合成ピレスロイド剤は多種類のものに非選択的に強い殺虫力を有し、また、残効性が非常に長いという特徴がある。今後このグループのものが次々に実用化されることが見込まれる。これらについては薬剤抵抗性の出現及びリンゴ園における生物相の変化に伴う新たな問題を生ずる懸念もあり、今後の動向には注意を要する。

2) 今後新たに登場するとみられる薬剤として、神経系に作用する従来のもものと異なり、昆

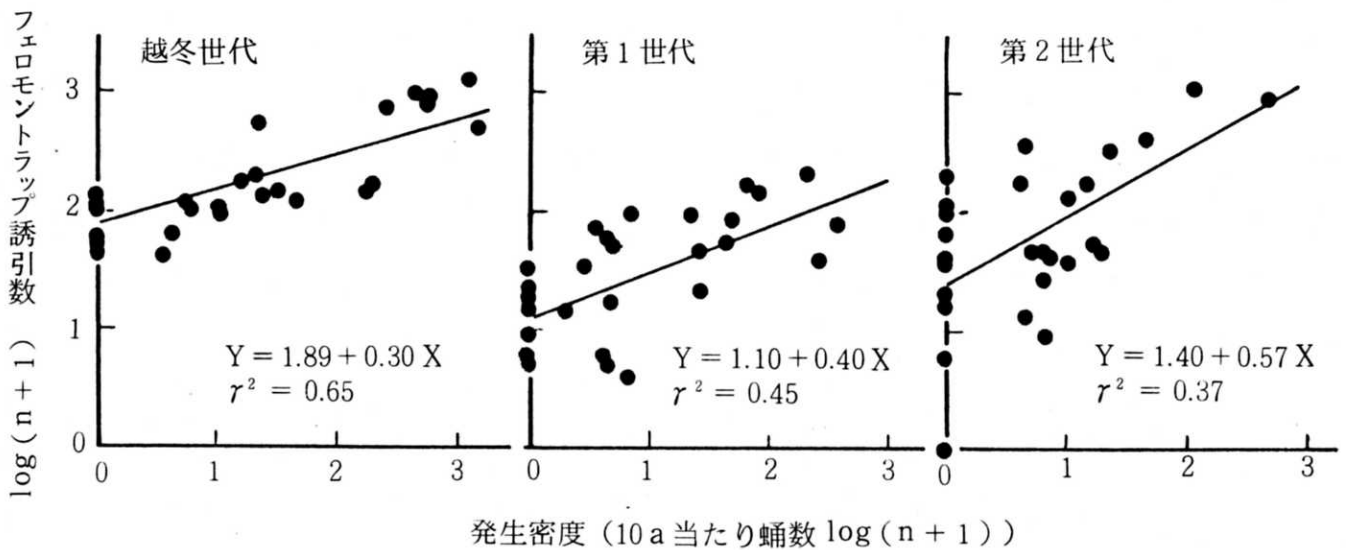


図-2 リンゴカクモンハマキの発生密度とフェロモントラップ誘引数
(1982~85, 青森りんご試)

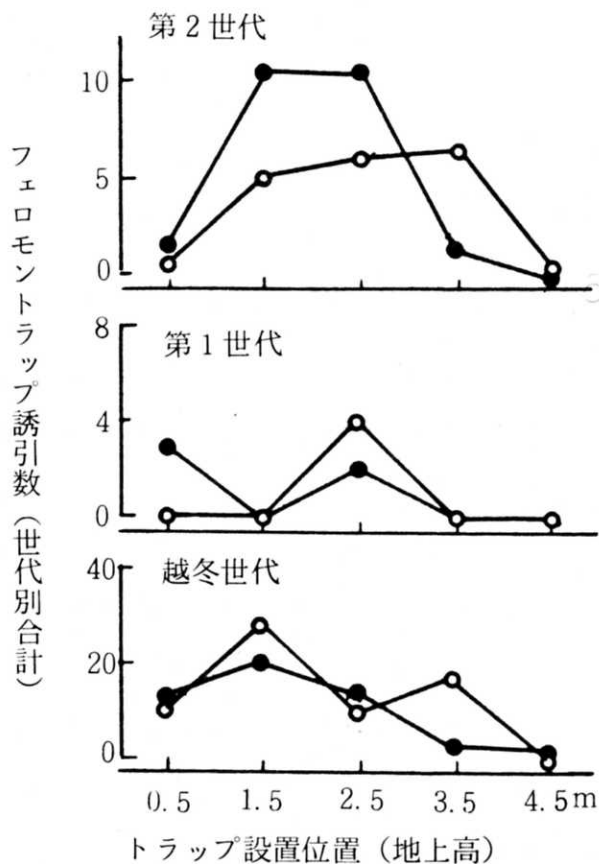


図-3 リンゴカクモンハマキのフェロモントラップの高さと誘引数 (1984, 青森りんご試)

注. ●; わい化樹 (樹高約 2.8 m),
○; 普通樹 (樹高約 4 m)

虫の変態, 発育等を阻害する働きをするものがある。これらで実用性の期待できる成績が得られているものもあり, 検討を要する。

(2) ミダレカクモンハマキの防除対策

1) 受粉昆虫に影響が少なく, ミダレカクモ

ンハマキに有効な防除剤の探索が急がれるが, 前記の発育阻害作用をもつ薬剤でマメコバチ成虫に対して殺虫性が低かった成績も得られているので, 今後, 更に実用性についての検討を要する。

2) 現在, ミダレカクモンハマキの防除体系は幼虫期を対象としたものであり, 今後, 卵期あるいは成虫期を対象とした体系も考慮すべきであり, そのための有効薬剤の探索及び使用法の検討が必要である。

(3) 天敵微生物の利用

1) リンゴコカクモンハマキの顆粒病ウイルスを実際の防除に実用化するまでには, まず第1にウイルスを大量に生産する技術の開発が必要であり, 昆虫の組織培養による大量増殖もその一つと考えられる。

2) ウイルスの人畜に対する安全性の確認はもちろん, これが大量に圃場に散布された場合の環境汚染の問題も充分確かめておく必要がある。

3) 核多角体病ウイルス等の他の病原ウイルスについてはまだ余り研究が進んでいないが,

今後の大きな課題と言える。

(4) フェロモンの利用

1) 現在、青森県においてはフェロモントラップの誘引消長に基づくふ化最盛期推定法が主として第1世代幼虫の防除時期決定に活用されているが、その精度を高めるためにはリンゴコカクモンハマキの生態、習性等の基礎的な面で未解明の事柄が少なくない。例を挙げると成虫の寿命、産卵習性、産卵期間、産卵数等がある。

2) 量的予察へのフェロモントラップの利用

については調査手段としてのトラップの性能に係わる問題と発生量予察そのものに係わる問題があり、特に後者については被害解析、経済的被害水準の解明、あるいは要防除水準の設定等もほとんど手掛けられていない現状であり、今後の最大の課題と言える。

3) フェロモンのもう一つの利用法である防除への直接利用についてはリンゴのハマキではほとんど研究が行われていない現状にあり、今後の課題である。

引用文献

- 1) 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. p. 782—944.
- 2) Sekita, N. ; Kawashima, K. ; Aizu, H. ; Shirasaki, S. ; Yamada, M. 1984. A Short Term Control of *Adoxophyes orana fasciata* Walsingham (Lepidoptera: Tortricidae) by a Granulosis Virus in Apple Orchards. Appl. Entomol. Zool. 19: 498—508.
- 3) Sekita, N. 1985. Statistical Analyses of Pheromone Trap Catches of the Summer Fruit Tortrix *Adoxophyes orana fasciata* Walsingham (Lepidoptera: Tortricidae) in Apple Orchards. Appl. Entomol. Zool. 20: 501—504.
- 4) Shiga, M. ; Yamada, H. ; Oho, N. ; Nakazawa, H. ; Itō, Y. 1973. A Granulosis Virus, Possible Biological Agent for Control of *Adoxophyes orana* (Lepidoptera: Tortricidae) in Apple Orchards. II. Semipersistent Effect of Artificial Dissemination into an Apple Orchard. J. Invertebr. Pathol. 21: 149—157.
- 5) 白崎将瑛, 山田雅輝. 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. 青森りんご試報 20: 31—52.
- 6) Yamada, H. ; Oho, N. 1973. A Granulosis Virus, Possible Biological Agent for Control of *Adoxophyes orana* (Lepidoptera: Tortricidae) in Apple Orchards. 1. Mass Production. J. Invertebr. Pathol. 21: 144—148.