

リンゴ園における天敵と益虫の保護利用に関する研究 (第2報)

クワコナカイガラヤドリバチ (*Pseudaphycus malinus* GAHAN) によるク
ワコナカイガラムシ (*Pseudococcus comstocki* KUWANA) の生物的防除

白崎将英・関田徳雄・山田雅輝・小山信行・津川 力
(青森県りんご試験場)

Preservation and utilization of natural enemies
and useful insects in apple orchards

II. On biological control of Comstock mealybug,
Pseudococcus comstocki KUWANA, by parasite,
Pseudaphycus malinus GAHAN

SHŌEI SHIRASAKI, NORIO SEKITA, MASATERU YAMADA,
NOBUYUKI OYAMA, and CHIKARA TSUGAWA
(Aomori Apple Experiment Station)

目 次

I 緒 言	1
II 放飼試験	2
1 材料および方法	2
2 試験結果	3
(1) クワコナカイガラヤドリバチの寄生率	3
(2) 放飼園のクワコナカイガラムシによる被害率	6
III 生態調査	10
1 放飼園における越冬後の生存量およびその羽化期	10
(1) 調査方法	10
(2) 調査結果	10
2 クワコナカイガラヤドリバチの放飼園における分散	12
(1) 調査方法	12
(2) 調査結果	12
IV 考 察	12
1 防除効果	12
2 放飼量	13
3 放飼期	13
4 分散力	15
5 越冬	15
6 土着寄生蜂との関係	16
V 摘 要	16
引用文献	17
Summary	19

I 緒 言

クワコナカイガラムシ (*Pseudococcus comstocki* KUWANA) はかなり古い時代からのリンゴ害虫であるが、現在でも依然として主要害虫の地位にあるもので、とくに有袋栽培の果実に甚大な被害を与え、その商品価値を著しく低下させる。本害虫はその生理的、生態的な面から殺虫剤の使用のみによる防除は容易でない。すなわち、卵および生育の進んだ幼虫、成虫はある種のろう質物で被覆されるため薬液の付着を妨げ、またその棲息場所は生涯を通じてほとんど樹幹の空洞内や粗皮下、樹皮の割れ目、あるいは袋内部などであるため、薬液の到達が不十分となりがちで、殺虫剤の防除効果を十分にあげることができない。したがって、本害虫を防除するためには殺虫剤の使用に加えて、粗皮剥ぎやバンド巻による越冬世代卵の除去、タンダルフート塗布による越冬世代幼虫の移動遮断、あるいは夏期成幼虫の潰殺など、有効と考えられるいろいろの防除手段を組み合わせ、いわゆる総合的防除法によっている現状である(福田, 1961; 津川, 1961; 成田, 1968) が、さらにこれに総合的防除法の1手段として天敵の利用を組み入れることにより、より一層の防除効果を期待できるものと考えられる。

害虫防除に天敵の利用が試みられ、成功した例は少なくない。例えば、SWEETMAN (1958) は79種の害虫の防除成功例を挙げ、その中に日本におけるものとして4例を含むが、安松 (1960) は我国における成功例の顕著なものとして、旧領土を含めて7種類を挙げている。我国におけるリンゴ害虫に対する天敵利用の試みは前記安松の挙げた例の1つであるリンゴワタムシ (*Eriosoma lanigera* HAUSMAN) に対するワタムシヤドリコバチ (*Aphelinus mali* HALDEMAN) が1931年に米国から我国に導入され、青森県をはじめ各地のリンゴ園においてリンゴワタムシの防除に成功した(豊島, 1938)ものを除いては実用化に至ったものはない。

クワコナカイガラムシに対する天敵利用は米国において、1939年から1941年にかけて日本から導入された5種類の寄生蜂の増殖、放飼が試みられ、そのうちクワコナカイガラヤドリクロバチ (*Allotropa burrelli* MUESEBECK) とクワコナカイガラヤドリバチ (*Pseudaphycus malinus* GAHAN) の2種は各地でよく定着し、その定着地では年々寄生率の増加が認められ(HAEUSLER & CLANCY, 1944) とくにOhio州では顕著な防除効果を示した(CUTRIGHT, 1951)といわれる。また、これより

先に寄主と同時に偶然移入されたと考えられるルリコナカイガラヤドリバチ (*Clausenia purpurea* ISHII) があり(CLANCY, 1944)、これら3種により北西部の州においてはクワコナカイガラムシの被害がみられない程に発生密度を低下させるに至ったという(CLAUSEN, 1958)。

安松 (1960) は害虫防除のための天敵利用法の1つとして、害虫の発生量に応じて天敵を不定期に、または定期的に放飼するという生物農薬の使用法を提唱したが、この場合、気候など諸条件で定着できないような種類のものでも、毎年定期的に放飼するという方法により利用できるという。

リンゴ害虫防除の大部分を殺虫剤に依存し、年間を通じて各種害虫の発生期に多量の殺虫剤散布が行なわれている現在のリンゴ園において、ある種の害虫に対して天敵を導入したとしても、たちまちにしてその天敵の絶滅を招くことは明らかである。このような現状で、リンゴ園において天敵を利用しようとするならば、ある時期にある世代の害虫のみを対象に大量に天敵を放飼することによりその世代の害虫の発生密度の低下をはかり、一方殺虫剤の使用によってさらに発生密度を低下させ、その総合された結果としての防除効果を期待するの一方と考える。

リンゴ園においてクワコナカイガラムシ防除に天敵を利用しようとする筆者らの目的も、天敵の活動に悪影響の少ないような時期にクワコナカイガラムシに対して大量の天敵を放飼して、殺虫剤の防除効果を補なうことにある。

殺虫剤の偏重に警鐘を乱打して世界の耳目を集めた Silent Spring (CARSON, 1962) に指摘されるまでもなく、立花、西口 (1968) の紹介にもあるように、社会開発に伴って、自然保護がうとんじられ、その結果かえって人間社会に悲劇を招く事から1日も早く脱却するためにも、生物的防除と化学的防除の調和(安松, 1960; 田中, 1960)をはかる事が、今後の方向としては当然であろう。

殺虫剤の活用を全面的に否定するものではないが、これには限界のある(石倉, 1965)事を認識しながら、害虫防除に新たな機軸を打ち出さなければならない時期に来ているように思われる。

村上 (1964) は我国におけるクワコナカイガラムシの天敵として6種類の寄生蜂と3種類の捕食虫を挙げ、そのうちクワコナカイガラヤドリバチ (*Pseudaphycus*

Table 2. Parasitization of the Comstock mealybug, *Pseudococcus comstocki*, at released years in various apple orchards

Year	Place	Number of released parasites ^a	Within the band-trap						Under the coarse barks of trunk				
			Number of apple trees surveyed	Total number of mealybugs	Average number of mealybugs per one band-trap	Rate of parasitism by <i>Pseudaphycus malinus</i>		Rate of parasitism by native parasites	Number of apple trees surveyed	Total number of mealybugs	Rate of parasitism by <i>Pseudaphycus malinus</i>		Rate of parasitism by native parasites
						Host died before oviposition	Host died after oviposition				Host died before oviposition	Host died after oviposition	
1964	Tareyanagi (A) (Inakadate-mura)	20,000	-	-	-	%	%	%	2	178	%	%	-
		10,000	-	-	-	-	-	-	1	315	78.1	90.8	-
1965	Sakaimatsu (A) (Kuroishi-city)	20,000	5	480	32.5	61.7	-	-	9	584	78.6	-	3.4
		10,000	5	40	2.7	55.0	-	-	9	291	73.9	-	2.4
	0	5	140	9.4	14.2	-	-	5	183	2.2	-	4.9	
	0	5	61	4.1	83.6	-	-	9	129	75.2	-	1.6	
Sakaimatsu (B) (Kuroishi-city)	10,000	5	167	11.1	70.7	-	-	8	112	70.5	-	4.5	
	0	5	25	1.7	16.0	-	-	5	17	0	-	0	
1966	Aonao (Hirosaki-city)	10,000	5	886	34.1	63.2	5.6	2.8	5	295	71.2	7.0	0.4
		0	5	523	20.9	8.0	2.3	1.3	5	106	0.9	0	1.9
	Yakushido ^b (Hirosaki-city)	10,000	6	1437	46.3	67.7	12.3	1.9	6	660	73.3	0.3	0.2
		0	5	371	13.3	8.6	2.2	14.8	5	186	3.8	1.6	14.0
Tareyanagi (B) (Inakadate-mura)	10,000	5	920	36.8	8.8	4.1	72.9	5	636	5.8	5.0	68.5	
	0	5	1089	40.3	1.1	0.6	79.1	5	630	1.1	0.6	71.6	
1967	Yakushido ^b (Hirosaki-city)	10,000	6	34	1.4	8.8	0	79.4	6	663	73.0	0	23.8
		0	5	7	0.4	0	0	85.7	5	44	70.5	0	22.7
	Nagasaka (A) ^b (Kuroishi-city)	20,000	8	1321	40.0	75.6	13.4	0.3	-	-	-	-	-
		10,000	8	529	16.5	79.8	12.1	0.2	-	-	-	-	-
0	8	1363	44.0	17.8	16.2	0.1	-	-	-	-	-	-	

a) Shown by the number of mummies per 10a.

b) Releasings were made twice in 1966 and 1967

は後述するように土着種の寄生蜂による寄生率が極端に高かったことから、例外的なものとみたい。2万区のものでは境松Aおよび境松Bにおいては1万区よりやや高かったが、長坂Aにおいては1万区とほぼ同程度の寄生率であった。樹幹粗皮下侵入虫についてみると、いずれの園においても1万区、2万区とも70%台の寄生率を示し、2万区が1万区よりやや高い傾向が認められるがその差は小さい。

クワコナカイガラヤドリバチの寄生をうけているクワコナカイガラムシの中には死亡する以前に産卵したものが認められることもあり、とくに1966年の薬師堂および1967年の長坂Aにおいてその割合が大きく、両園とも寄生率の高かったこと、およびバンド内侵入虫数からみていずれもクワコナカイガラムシの発生量が多かった点でも共通していた。また無放飼樹にもいくらかの寄生が認

められる場合が多く、1967年の長坂Aではとくに高く34%に達したが、他は多くて10%台の寄生率であった。

放飼を実施した園ではいずれも多少の土着種の寄生が認められたが、とくに垂柳Bにおいて70%前後の土着種による寄生が認められ特異なものであった。その大部分はルリコナカイガラヤドリバチ (*Clausenia purpurea* ISHII) であった。他の園では薬師堂で14~24%を示したものを除いてはいずれも非常に少ない。

第1世代幼虫期である8月10日に放飼を行なった垂柳Aにおいては、樹幹粗皮下侵入虫についてクワコナカイガラヤドリバチによる寄生率をみると、2万区ではおよそ78%を示したのに対し、1万区では約91%と放飼数が少ない区でむしろ寄生率が高かった。袋内侵入虫についても調査したところ、その寄生率は1万区33.5%、2万区74.3%で2万区が高かった(津川ら, 1965)。

同一園内において樹によるクワコナカイガラヤドリバチの寄生率の変異についてみると、クワコナカイガラムシのバンド内侵入虫が多いことなどから、その発生密度の高いと推定される樹において必ずしも寄生率の低下が認められず、また反対に発生密度の低いと推定されるよ

うな樹で必ずしも高い寄生率を示すとは限らない。一方、これまでの調査結果からは10,000ないし20,000個のマミーを放飼した場合にバンド内侵入虫および樹幹粗皮下侵入虫合計で100%の寄生率を示したものは非常に少なく、境松Bにおいて2万区で2樹認められたのみで、

Table 3. Frequency of infested trees classified by the rate of fruit injured by the Comstock mealybug in the released orchards

Year	Place	Number of released parasites ^a	Number of trees surveyed	Number of trees classified by the rate of injured fruit						Average rate of injured fruit
				0%	20%	40%	60%	80%	100%	
1964	Tareyanagi (A) (Inakadate-mura)	20,000	13		10(3) ^b	3(6)	(3)		(1)	11.5(36.8)% 17.5(28.6)
		10,000	12		9(5)	2(4)	1(2)	(1)		
1965	Sakaimatsu (A) (Kuroishi-city)	20,000	9		5	1	1	2		34.1
		10,000	9		5	3			1	25.1
		0	5		1	1	2		1	44.9
1965	Sakaimatsu (B) (Kuroishi-city)	20,000	9		9					8.7
		10,000	8		8					6.7
		0	5	1	4					3.0
1965	Nyui (Hirosaki-city)	10,000	21		4	14	3			6.6
		0	5		4			1		23.4
1966	Aonao (Hirosaki-city)	10,000	11		2	6	2	1		32.3
		0	5		5	2	2	1		50.0
		10,000	26	2	19	4	1			11.7
1966	Yakushido ^c (Hirosaki-city)	10,000	10		1	5	1	2	1	42.9
		0	10		1	3	2	1		18.7
1966	Tareyanagi (B) (Inakadate-mura)	10,000	7		1	3	2	1		27.1
		0	7		3	3	1			75.0
1966	Nagasaka (A) ^c (Kuroishi-city)	15,000	16				2		5	46.1
		0	8		1	3	2	2		1.5
1967	Onizawa (A) (Hirosaki-city)	10,000	14		9	5				0.2
		0	10		7	3				0.1
1967	Onizawa (B) (Hirosaki-city)	10,000	10		9	1				0.5
		0	5		3	2				0.8
1967	Sugisawa (Namioka-machi)	10,000	7		6	1				0.2
		0	5		4	1				15.2
1967	Yoshinoda (Namioka-machi)	10,000	25		1	17	6	1		17.1
		0	10		6	3	1			3.1
1967	Karabayashi (Itayanagi-machi)	10,000	17		5	12				4.2
		0	11		2	9				13.9
1967	Nozaki (A) (Goshogawara-city)	10,000	17		2	11	2	2		18.1
		0	10		7	2	1			20.7
1967	Nozaki (B) (Goshogawara-city)	10,000	16		10	5	1			32.0
		0	12		5	6	1			4.4
1967	Nagasaka (B) (Kuroishi-city)	10,000	15		3	11	1			1.6
		0	7		2	5				27.1
1967	Karadake (Hiraka-machi)	10,000	15		1	7	3	2	1	9.3
		0	10		3	5	2			0.1
1967	Yakushido ^c (Hirosaki-city)	10,000	17		15	2				0.8
		0	10		4	6				13.1
1967	Nagasaka (A) ^c (Kuroishi-city)	20,000	8		6	1	1			10.9
		10,000	8		6	1	1			29.0
		0	8		4	2	2			

a) Shown by the number of mummies per 10a.

b) Figures in parenthesis are the results in the following years

c) Releasings were made twice in 1966 and 1967

バンド内または樹幹粗皮下のいずれかで100%の寄生率を示したもので、境松Aの2万区で1樹、1万区で2樹、1966年薬師堂の1万区で1樹、1967年の長坂Aの2万区で1樹、1万区で2樹とその数は少なかった。この場合いずれもクワコナカイガラムシの発生密度は非常に少ないと推定される樹で認められた。

(2) 放飼園のクワコナカイガラムシによる被害率

放飼を行なった園において、多くの場合クワコナカイガラムシによる果実被害率はリンゴ樹間の変異が大きかったが、各園の処理区ごとに被害程度別の樹数を示すと第3表のとおりであった。以下おのおの園についてクワコナカイガラヤドリバチの放飼による果実被害量の減少の点から防除効果を、その諸条件を考慮しながら無放飼区との比較により検討してみた。

まず、第1世代幼虫の発生期に放飼を行なった垂柳Aにおいては、1万区、2万区とも20%以下の被害率を示したものが多く、その平均値では1万区が2万区よりやや高かったが、1万区と2万区との防除効果の明らかな差は認められなかった。本園においては無放飼区を設定しなかったため放飼の効果は明らかでない。また、翌年追加放飼をしないままにその被害率をみると1万区、2万区とも前年より全般に増加したが、2万区の方がより高い傾向を示した。樹によっては前年より低い被害率を示したものもあり、とくに1万区に多かった。

越冬世代幼虫発生期に放飼を行なった境松Aにおいては、1万区と2万区では半数以上が20%以下の被害率を示したのに対し、無放飼区では半数以上が41%以上の被害率を示し、平均値では無放飼区が最も高く、1万区が最も低かった。なお、バンド内侵入虫数が2万区に

Table 4. Relation between the rate of the Comstock mealybug parasitized by *Pseudaphycus malinus* and the rate of fruit injured by the Comstock mealybug at Sakaimatsu A-orchard, Kuroishi-city (1965)

Number of released parasites ^a	Individual trees surveyed	Number of mealybugs per one band-trap ^b	Rate of mealybug parasitized by <i>P. malinus</i>	Number of fruit surveyed	Rate of fruit injured by mealybug
20,000	1	21.0	59 %	393	16 %
	2	21.0	40	374	12
	3	9.7	100	345	14
	4	84.7	60	391	40
	5	25.7	74	344	76
10,000	1	0.3	100	539	16
	2	5.3	13	413	14
	3	1.3	100	586	1
	4	1.0	67	451	4
	5	5.7	77	325	31
0	1	15.0	18	318	83
	2	9.7	21	349	41
	3	0.3	0	317	4
	4	20.3	7	376	59
	5	1.7	40	413	38

a) Shown by the number of mummies per 10a.

b) On each tree, banding was made at three great branches

特に多かった(第4表)事からみて、試験開始前にはクワコナカイガラムシの発生が2万区を設定した場所に多かったものと思われ、このような環境下においても、ほぼ20%以下の被害率に保ち得た事は、放飼効果がかなりあったものとみなしてよい。しかし、その効果は必ずしも顕著でなく2万区と1万区との差も明らかでない。境松Aと同時に放飼を行なった境松Bにおいては、当初のクワコナカイガラムシの発生量がそれほど多くなかったことから、被害率はいずれも20%以下を示し、ほとんどの供試樹で10%以下であった。とくに無放飼区では

低く、その平均値は3%にすぎなかった。また1万区と2万区の間には明らかな効果の差は認め難い。第1世代幼虫および第2回成虫の発生期に放飼した乳井においては被害率は平均値では無放飼区が23.4%であるのに対して1万区では6.6%と低い。しかし、無放飼区においては1樹のみ74%の高い被害率を示したほかはいずれも10%前後にすぎず、また放飼区においても樹による変異が大ききこと、および放飼当時すでにクワコナカイガラムシの袋内侵入が認められたものがあつたことから考えて、放飼による防除効果は必ずしも充分でなかったことがう

Table 5. Relation between the rate of the Comstock mealybug parasitized by *Pseudaphycus malinus* and the rate of fruit injured by the Comstock mealybug at Sakaimatsu B-orchard, Kuroishi-city (1965)

Number of released parasites ^a	Individual trees surveyed	Number of mealybugs per one band-trap ^b	Rate of mealybug parasitized by <i>P. malinus</i>	Number of fruits surveyed	Rate of fruit injured by mealybug
20,000	1	8.3	86 %	238	20 %
	2	0.8	100	250	1
	3	4.0	67	240	10
	4	2.0	83	174	10
	5	2.0	100	276	9
10,000	1	8.7	85	294	7
	2	7.0	91	247	3
	3	8.3	52	248	1
	4	8.7	85	254	3
	5	23.0	61	341	13
0	1	7.7	17	127	11
	2	0.3	0	138	0
	3	0	-	180	1
	4	0.3	0	187	3
	5	0	-	236	1

a) Shown by the number of mummies per 10a.

b) On each tree, banding was made at three great branches

かがわれる。越冬世代幼虫の2～3令期を対象に放飼を行なった青女子においては、1万区と無放飼区の被害果率の平均値はそれぞれ32.3%および50.0%で放飼区が低い。本園におけるクワコナカイガラムシの発生量は多目であったが、樹による発生密度の差も大きく、このため被害果率も樹によってかなりの差が認められ、放飼区においても高い被害果率を示したものもある。しかし、バンド内に侵入したクワコナカイガラムシ数の多少はその樹における発生密度の高低を示すと考えられ、バンド内侵入虫数から同程度の発生とみなされるもので、放飼区

と無放飼区を比較すると、第6表に示すように放飼区の被害率は無放飼区のものより明らかに低く、2分の1ないし3分の1程度とみなされる。本園においては6月16日に放飼を行なったが、無放飼区では6月18日にホリドール乳剤2,000倍の散布が行なわれており、この時期の放飼は同期のホリドールの散布より防除効果は高かったといえる。なお、放飼樹に対してはアリ忌避バンドを巻いたがその有効期間は短く、数日後にはアリの上昇が認められた。青女子と同時期に放飼を行なった薬師堂においては、被害果率の平均値は1万区は11.7%で無放飼区の

Table 6. Relation between the rate of the Comstock mealybug parasitized by *Pseudaphycus malinus* and the rate of fruit injured by the Comstock mealybug at Aonao, Hirosaki-city. (1966)

Number of released parasites ^a	Individual trees surveyed	Number of mealybugs per one band-trap ^b	Rate of mealybug parasitized by <i>P. malinus</i>	Number of fruits surveyed	Rate of fruit injured by mealybug
10,000	1	3.2	69 %	427	13 %
	2	21.4	79	311	22
	3	28.8	59	343	25
	4	41.8	62	361	31
	5	73.6	75	267	57
0	1	3.6	0	220	38
	2	12.0	7	283	32
	3	18.0	6	246	41
	4	21.2	3	316	59
	5	49.0	17	291	80

a) Shown by the number of mummies per 10a.

b) On each tree, banding was made at five or six great branches

Table 7. Relation between the rate of the Comstock mealybug parasitized by *Pseudaphycus malinus* and the rate of fruit injured by the Comstock mealybug at Yakushido, Hirosaki-city (1966)

Number of released parasites ^a	Individual trees surveyed	Number of mealybugs per one band-trap ^b	Rate of mealybug parasitized by <i>P. malinus</i>	Number of fruits surveyed	Rate of fruit injured by mealybug
10,000	1	0.8	100 %	301	1 %
	2	6.6	97	291	14
	3	15.3	80	286	7
	4	16.8	60	242	12
	5	59.4	83	303	16
	6	185.4	80	310	48
0	1	3.0	27	303	21
	2	4.0	15	274	11
	3	13.4	10	397	21
	4	16.3	9	344	24
	5	26.2	10	332	38

a) Shown by the number of mummies per 10a.

b) On each tree, banding was made at five or six great branches

42.9%に比べて非常に低かった。本園における放飼前のクワコナカイガラムシの発生量は多目で、そのため、前年の果実被害量の多い場所に放飼区を設定したものであるがバンド内侵入虫数からみても放飼区は無放飼区のおおよそ3倍の発生量とみなされ(第2表)、放飼の効果は相当顕著なものといえる。クワコナカイガラムシのバンド内侵入虫数を考慮して放飼区と無放飼区の被害率を比較した場合、同程度の発生密度のものは放飼区では無放飼区にくらべおおよそ2分の1ないし3分の1程度とみなされる(第7表)。本園においては放飼の4日前全園にダイアジノン34%水和剤1,000倍が散布されたが、その後7月始めまでは殺虫剤はまったく散布されず、その間クワコナカイガラムシの活動はほぼ順調に行

なわれたと考えられ、放飼区より15~20m以上離れた無放飼区においても相当数の寄生が認められた。

本園においては翌年越冬世代幼虫の2~3令期に前年の放飼区に再び放飼を行なったが、それに先立ち、春期の観察によると、前年の放飼区・無放飼区とも樹幹粗皮下に多数のクワコナカイガラムシ越冬世代のマミーが認められ、クワコナカイガラムシ越冬世代卵の量は非常に少なかった。放飼の結果は、放飼区では17樹のうち14樹はまったく被害果は認められず、わずかに3樹において1%以下の被害果率を示したのみであった。また無放飼区においても10樹のうち4樹でまったく被害を認めず、他も3%以下の被害果率で、全園にわたって被害果率の著しい低下をみた。本園において2年連続して放飼した結

Table 8. Relation between the rate of the parasitized Comstock mealybug and the rate of the fruit injured by the Comstock mealybug at Tareyanagi B-orchard, Inakadata-mura (1966)

Number of released parasites ^a	Individual trees surveyed	Number of mealybugs per one band-trap ^b	Rate of mealybug parasitized by <i>P. malinus</i>	Rate of mealybug parasitized by native parasite	Number of fruits surveyed	Rate of fruit injured by mealybug
10,000	1	72.4	19 %	65 %	376	42 %
	2	32.4	4	86	357	22
	3	16.6	15	51	305	17
	4	32.4	16	74	266	15
	5	30.0	3	89	290	27
0	1	13.8	0	91	140	14
	2	23.0	2	75	200	12
	3	15.6	1	95	249	8
	4	73.8	2	81	381	35
	5	65.4	2	74	316	49

a) Shown by the number of mummies per 10a.

b) On each tree, banding was made at five great branches

果，全園にわたって顕著な防除効果を示したといえる。

垂柳Bにおいても同時期に放飼を行なったが，平均被害率は1万区が18.7%で無放飼区の27.1%にくらべて低かった。本園においては土着寄生蜂の発生密度が非常に高く，クワコナカイガラヤドリバチの寄生率は低かったことから放飼の効果は小さかったものとみなされる。

第1世代幼虫および第2回成虫発生期に15,000個の放飼を行なった長坂Aにおいては，試験開始前はもちろん放飼当時のクワコナカイガラムシの発生量は非常に多くすでに袋内侵入による袋の汚染の認められるものが多かった。とくに放飼区を設定した樹では無放飼区を設定した樹より発生量は多かった。放飼の結果，被害果率は無放飼区よりも放飼区がかえって高く，最高94%，最低52%で平均75.0%というこれまでにを行なった試験を通じて最も被害量の多いものであった。放飼区・無放飼区とも樹幹粗皮下などにいるもので寄生をうけたクワコナカイガラムシが相当認められたが，被害率の点からは放飼の効果は認められなかったといえる。これは前述の乳井と同じ傾向を示しており，放飼の時期が第2回成虫発生期の8月下旬になると，その年の被害果率は減少しない。本園においては翌1967年に越冬世代幼虫の発生期に前年の放飼区に，2万区および1万区を設けて，再度放飼を行なったが，その結果，1万区および2万区では平均値で13.1%および10.9%の被害果率を示し，前年にくらべて顕著な被害量の減少をみた。この場合，前年に引き続いて無放飼とした区においても前年より被害量は減少したが，樹別の被害率について前年比（1967年の被害率÷1966年の被害率）を算出して区ごとの平均値をみると，無放飼区は0.66で前年のおよそ3分の2の被害量とみなされるのに対し，2万区と1万区はともにその比が0.15を示し，放飼区の被害量は前年のおよそ6分の1に減少した。この点から，再放飼の効果は顕著であったといえる。

さらに1967年には，前記薬師堂および長坂Aを除く他の試験地において，普通に管理の行なわれている園に対して，越冬世代幼虫2～3令期の6月中旬に10,000個のマミーの放飼を行ない，その後被害果率のみについて調査したが，鬼沢Aおよび鬼沢Bにおいては両園とも放飼当時のクワコナカイガラムシの発生量は少な目であったことから被害果率も低く，放飼区および無放飼区のいずれも，ほとんどの樹で被害がまったくみられないか，あるいは1～2%程度にすぎなかったため，クワコナカイガラヤドリバチの放飼効果は判定できなかった。しかし鬼沢Aにおいては，試験開始の前年にはほぼ100%近い被害を示した1樹で，放飼後の調査では16%に低下していることと，全般に例年より相当被害量が少ないことか

ら放飼による効果はかなりあったともみられる。

杉沢の放飼区においては放飼当時樹上に相当数のクワコナカイガラムシが認められ，発生量はやや多かったが無放飼区では少なかった。被害果率は放飼区・無放飼区ともにほとんどのものが0～1%程度にすぎず，放飼区の1樹が6%を示したのみであった。本園においては放飼2日後の6月15日とその後6月20日に全園にホリドール乳剤1,500倍が散布され，その残効期間を考慮に入れるとクワコナカイガラヤドリバチ成虫の活動はほとんど不可能であったと考えられ，クワコナカイガラムシの防除は殺虫剤によってのみ行なわれたものとみなされる。

吉野田においては以前から全園にクワコナカイガラムシが大発生しており，放飼当時の発生量も多めであった。放飼の結果，被害果率の平均値では放飼区が無放飼区をわずかに下回ったが，樹別の変異も大きいことから明らかな効果の差とはいえず放飼の効果は顕著でない。

掛落林においてはクワコナカイガラムシの発生量は放飼区の1部を除いてそれ程多くなかった。放飼の結果，放飼区・無放飼区ともほとんどのものが6～7%以下の被害果率を示し，両者間に差は認められない。放飼区の1部の樹で10%を越す寄生率を示したが，これらは例年被害量が多く，放飼の結果，前年と比較観察すると非常に少なかった。本園で顕著であるといえないまでもある程度放飼による防除効果があったとみなされる。

野崎Aにおいては放飼当時のクワコナカイガラムシの発生量は多かった。その被害果率は試験開始前から発生量の多い樹でやはり高かったが，放飼区は無放飼区にくらべてやや低い。なお，本園では放飼当日無放飼区全部および放飼区の1部にホリドール乳剤2,000倍の散布が行なわれたが，放飼区は無散布樹と無放飼区のものと比較すれば，当日の放飼はホリドールの散布と同等かややまさる防除効果があったとみなされる。

野崎Bにおいては，放飼当時のクワコナカイガラムシの発生量は放飼区の1部では多かったが，無放飼区では少なかった。放飼の結果，放飼区では無放飼区にくらべ被害果率は低く，放飼区の半数は10%以下の被害果率であったのに対し，無放飼区では半数以上は21%以上の被害果率を示した。平均値は，放飼区20.7%で無放飼区の32.0%より低い。なお，本園においては放飼区・無放飼区とも半数の樹には放飼のおよそ3時間前にホリドール乳剤2,000倍が散布されたが，降雨のため残りのものに対する散布は中止された。当日のホリドール散布の有無とクワコナカイガラヤドリバチ放飼の有無の別にその被害果率についてみると，第9表に示すように放飼区においてホリドールの散布が行なわれないものが最も被害果率少

Table 9. Influence of parathion upon *Pseudaphycus malinus* released at Nozaki B-orchard, Goshogawara-city (1967)

<i>P. malinus</i>	Parathion	Number of apple-trees surveyed	Rate of fruit injured by mealybug		
			Max.	Min.	Mean
Released	Not sprayed	8	33 %	2 %	14.8 %
Released	Sprayed	8	59	3	26.6
Not released	Sprayed	6	53	10	28.9
Not released	Not sprayed	6	42	23	35.9

なく、これに次いで放飼区のホリドール散布されたものと無放飼区のホリドール散布されたものがほぼ同程度の被害率であり、無放飼区でホリドール散布の行なわれなかったものの被害量が最も多かった。したがってクワコナカイガラヤドリバチの放飼は当日のホリドール散布より効果が高く、当日ホリドールが散布された樹に放飼した場合寄生蜂の効果はほとんどなかったものとみなされる。

長坂Bにおいては放飼当時のクワコナカイガラシの発生が多かった割には、被害果率は放飼区・無放飼区とも低目であった。クワコナカイガラヤドリバチが無放飼

区にまで分散し、園全体のクワコナカイガラシの発生密度を低下させたとも推定される。

唐竹においては、放飼当時の観察によると放飼区の2～3樹を除いては全般にクワコナカイガラシの発生量はそれ程多くなかった。放飼の結果、放飼区では高い被害果率を示した樹が多く、平均値は27.1%を示した。無放飼区においても30%程度の被害果率を示したものもあったが、平均値は9.3%であった。本園においては被害果率の点からみると放飼の効果は認められなかったといえる。

Ⅲ 生態調査

これまでに行なった放飼試験に付随して、クワコナカイガラヤドリバチについて2、3の生態に関する調査を行なったが、以下にその結果を示した。

1. 放飼園における越冬後の生存量およびその羽化期

(1) 調査方法

1967年に放飼を行なった吉野田および野崎Bより1968年4月4日に、越冬後のクワコナカイガラヤドリバチのマミーを採集し、これをりんご試験場飼育室に放置しておいた。その後4月23日にこれらのマミーを实体顕微鏡下で解体し、中のクワコナカイガラヤドリバチの個体別にその發育ステージおよび生・死の別を調査した。生・死の判別は虫体の褐変もしくは乾固により明らかに死亡していると認められるものを除いてはすべて生虫として扱った。

また1968年4月上旬に黒石市のりんご試験場ほ場(1964～5年クワコナカイガラヤドリバチ放飼)、垂柳B(1966年同放飼)および野崎B(1967年同放飼)においてリンゴ樹上より各種寄生蜂により寄生をうけたクワコナカイガラシのマミーを採集し、これらをりんご試験場内の飼育室において、1～2日ごとに定期的にその羽

化数を調査した。なおマミーは採集地別に1個ずつ、または数個をまとめてガラスチューブに入れて綿栓をし、これらを飽和食塩水で湿度を保ったデシケーターに入れて常温下においた。またりんご試験場ほ場より採集したクワコナカイガラシ越冬世代卵からのふ化期についてもあわせて調査した。

(2) 調査結果

吉野田および野崎Bで越冬したクワコナカイガラヤドリバチの發育状況およびその生存率は第10表に示すとおりであるが、吉野田では老熟幼虫で排泄前のステージのものが大部分を占め越冬数の約半数は死亡虫であった。

一方、野崎Bでは排泄前の老熟幼虫から蛹および成虫までの各ステージのものがあつたが、發育の進んだ蛹および成虫は生存しているものがなく、これは越冬前にこれらのステージに達したものが、越冬中にすべて死亡したものとみられる。また排泄後の老熟幼虫および蛹の初期のステージのものは越冬後に發育したものと考えられる。本園においては生存率は12%と低いが、老熟幼虫態で越冬したと考えられるものだけについてみると26%の生存率であった。

次に寄生蜂の種類別の羽化期は第11表に示すとおり

Table 10. Developmental stage and the survival ratio of *Pseudaphycus malinus* in the mummies overwintered in released fields

Place	Number of mummies surveyed	Number of individual classified into each developmental stage ^a							
		I	II	III	IV	V	VI	VII	Total
Yoshinoda (Namioka-machi)	30	350 (51.5) ^b						2 (0)	352 (50.9)
Nozaki (B) (Goshogawara-city)	12	36 (11.1)	9 (55.6)	4 (100)			44 (0)	2 (0)	108 (12.0)

a) Each developmental stage is classified as follow

Stage I; Matured larva, before evacuation

II; Matured larva, after evacuation

III; Pupa, before development of eye pigment

IV; Pupa, with yellowish eye-pigmentation

V; Pupa, with wine colour eye-pigmentation

VI; Pupa, after becoming blackish all over the body

VII; Adult, before emergence from mummy

b) Figures in parenthesis show the survival rate in each stage after overwintering

であるが、りんご試験場のものでは5月15日にシロツノコナカイガラヤドリバチ (*Anagyrus subalbipes* ISHII) の初発を認め、5月末頃がその最盛期であった。これに対しクワコナカイガラヤドリバチは6月9日に初発を認め、6月中旬後半が最盛期であった。垂柳Bのものでは5月28日から6月1日にかけてシロツノコナカイガラヤドリバチが羽化し、ルリコナカイガラヤドリバチ (*Clausenia purpurea* ISHII) は6月1日に初発を認め、6月中旬前半が最盛期であった。クワコナカイガラヤドリバチは少なく、6月18日に少数羽化したに過ぎない。野崎Bのものでは5月26日から6月3日にかけてシロツノコナカイガラヤドリバチが羽化し、クワコナカイガラヤドリバチは6月15日に初発を認め、6月中旬後半がその最盛期であった。

一方、りんご試験場ほ場より採集したクワコナカイガラムシ越冬世代卵からのふ化は5月14日に初発を認め、5月末頃がその最盛期であった。

これらの点から3種の寄生蜂の出現期を比較すると、シロツノコナカイガラヤドリバチが最も早く、ついでルリコナカイガラヤドリバチ、クワコナカイガラヤドリバチの順に出現するものとみなされ、おのおの最盛期を寄生のふ化期と比較するとシロツノコナカイガラヤドリバチは5月末ないし6月始め頃が最盛期で寄生のふ化朝とほぼ一致し、ルリコナカイガラヤドリバチは6月中旬頃が最盛期で寄生のふ化期よりおよそ10日から2週間位おくれ、クワコナカイガラヤドリバチは6月中旬ないし下旬頃が最盛期で、寄主のふ化期よりおよそ2~3週間遅いものとみなされる。なお、コナカイガラヤドリクロ

Table 11. Relation between the time of emergence of parasites from overwintered mummies and the time of hatching of the malybug from the overwintered egg^a

Place	Species	Number of individual observed in each period									
		May 11-15	16-20	21-25	26-31	June 1-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30
Aomori Apple Experiment Station (Kuroishi-city)	<i>Anagyrus subalbipes</i>	1	0	20	130	30	7				
	<i>Pseudaphycus malinus</i>					4	46	379	60	14	
	<i>Pseudococcus comstocki</i> (host)	13	83	113	553	365	40				
Tareyanagi (B) (Inakadate-mura)	<i>A. subalbipes</i>				5	1					
	<i>Clausenia purpurea</i>					2	4	60	0	2	
	<i>P. malinus</i>							15			
Nozaki (B) (Goshogawara-city)	<i>A. subalbipes</i>				4	7					
	<i>P. malinus</i>							11	54	29	

a) Materials were obtained from apple trees in each orchard in 1968, and observed in the insectarium of Aomori Apple Experiment Station

バチ (*Allotropa burrelli* MUESEBECK) については羽化数が少なかったので、消長の全貌を知る事はできないが、りんご試験場および垂柳Bではいずれも7月1日に少数の羽化が認められた。

2. クワコナカイガラヤドリバチの放飼園における分散

(1) 調査方法

1967年6月13日に放飼を行なった吉野田においてクワコナカイガラヤドリバチの分散状況について調査した。放飼当時のクワコナカイガラムシは2令程度のものが多く、一部3令のものがあった。放飼面積は約15aで約7.5m間隔で東西に4列、南北に7列、主として国光が定植されていた。放飼区のすぐ北側に農道が通り、その向うにりんご園があるが、他の三方はすぐりんご園が続いている。1968年4月に南方に続く無放飼園において放飼区南端より南方に向かって1列上にあるりんご樹について樹幹粗皮下のクワコナカイガラムシ卵のう数およびクワコナカイガラヤドリバチの寄生によるマミー数を数えて寄生率を算出した。

(2) 調査結果

放飼区南端からの距離別のクワコナカイガラヤドリバ

チによる無放飼樹における寄生率は第1図にみられるとおりである。放飼区に近接した樹では放飼区と同程度の

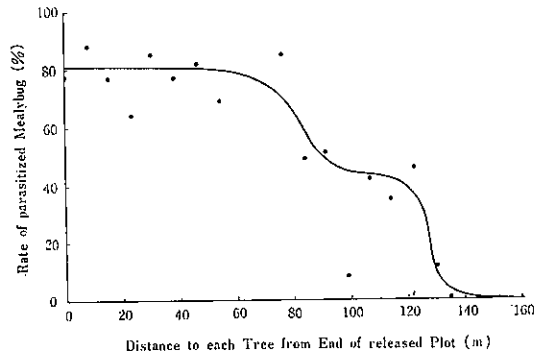


Fig. 1. Ability of dispersion of *P. malinus* in the released season

寄生率であったが、放飼区からの距離が増すにつれ寄生率は低下した。放飼区端から10本目の76mまではほぼ60~90%程度の寄生率を示したが、11本目の84mで約50%に低下し、16本目の123mまではおよそ35~50%程度の寄生率を示し、17本目の130mで約10%に低下し、18本目の137m以上離れた樹では寄生が認められなかった。

IV 考 察

MURAKAMI, et al. (1967) は生物農薬として利用するための天敵に必要な要素として、(1)経済的に大量生産でき、(2)長期の貯蔵によく耐え、(3)使用方法が簡単で、(4)害虫の発生密度の低い園でも有効で、(5)その分散力の小さいことを挙げ、クワコナカイガラヤドリバチがこれらを十分に満足させる点で生物農薬として利用できることを示唆している。しかし、この条件を備えたものがただちに実用できるとは限らず、実用化のためにはそれをいかに利用するのが最も効果的であるかという点から検討される必要がある。これまでに得られた結果から、これらの点について考察してみたい。

1. 防除効果

害虫防除のための天敵利用の目的は、害虫の発生密度低下をはかり、その結果として被害量の低減をはかる事にあるとすれば、りんご園におけるクワコナカイガラヤドリバチ放飼の効果は最終的にはクワコナカイガラムシによる果実被害量の減少の程度から評価されるべきものと考えられる。この観点からすれば、これまでに放飼を

行なった結果からは必ずしも顕著な効果を認めたとはいえない。しかし、この際主として放飼を行なった年における被害量についての検討のみであり、CLAUSEN (1951) のいう有力な天敵は放飼した場所において3年以内にはその寄主を駆除し、多くの場合、寄主の3世代の間に効果をあらわすという説から、越冬世代幼虫に対して放飼を行なった場合、第2回成虫の発生密度は相当低下されるにしても、それ以前に第1回成虫の生き残ったものから生じた第1世代幼虫による加害は相当進行するものも多いと考えられ、その年のクワコナカイガラムシの発生密度の低下がただちに果実被害量の減少を示さない場合もありうる。1966年に放飼した結果、翌年の被害量がほとんど皆無となった薬師堂における例や、長坂Aにおいて1966年に放飼したもので、翌年の被害量が前年のおよそ6分の1に減少した例からみて、これらが翌年再度の放飼を行なったとはいうものの、いずれも最初の放飼によりクワコナカイガラムシの越冬密度が相当減少したことによる効果も大きいことが推測される。クワコナカイガラヤドリバチの利用がクワコナカイガラムシ

のある世代のものの発生密度を大量放飼により短期間に低下させることに重点がおかれるとしても、その防除効果については、その年の果実被害量のみならず、数年間にわたる検討が必要であろう。

2. 放飼量

クワコナカイガラヤドリバチは通常多寄生を示すが、発育の進んでいない幼虫に寄生した場合単寄生を示すこともある。3令幼虫ないし成虫に寄生した場合、1寄主あたりの寄生数は通常12~17頭（村上, 1964; MURAKAMI, et al., 1967）で、筆者らの調査では多いものは27~28頭の寄生数を認めたものがあった。

試験に供したクワコナカイガラヤドリバチの基準羽化数は武田薬品工業株式会社より1シート200個のマミーより2,000頭以上とされていた。

性比については HAEUSLER & CLANCY (1944) は雄1に対して雌3~4の割合であるとしているが、MURAKAMI, et al. (1967) は雌が75%であるとし、筆者らの調査例では、雄1に対して雌3.4の結果を得ており、いずれにしても羽化数の75~80%が雌であるとみなされ、放飼園において10aあたり10,000個のマミーを放飼した場合、羽化が正常に行なわれたとすると、羽化数はおよそ100,000頭以上で、そのうち雌は75,000頭以上とみなされる。

放飼園における放飼の対象となった世代のクワコナカイガラムシに対する寄生率をみると、放飼量を10aあたりマミー10,000個とした場合、最も高いものでは90%を上回ったが、一般的には70~80%程度とみられる。各県における同一放飼量による結果をみると、例えば秋田県果樹試験場（1965, 1966）は59.2~94.4%、岩手県園芸試験場（1965, 1966）は17.5~86.7%、山形県立農業試験場置賜分場（1965, 1966）は22.4~37.8%、宮城県立農業試験場（1965, 1966）は46.7~97.6%、および長野県園芸試験場（1965, 1966）は86.6~88.7%の寄生率をそれぞれ得ているが、90%を越す寄生率を示す例は少ない。

一方放飼量を倍量の10aあたりマミー20,000個とした場合、やや寄生率の増加の認められた例もあったが、まったく差がないか、反対に1万区の方で高い寄生率を示した例もあり、また、他県においても岩手県園芸試験場（1965）のように寄生率の増加を示した例や、長野県園芸試験場（1965）のように1万区と差がないか、ときにはそれより低い寄生率を示した例から、10aあたりの放飼量が10,000個と20,000個とでは大差がないとみるのが妥当であろう。

同一園内において樹によって寄生率に多少の変異が認められる場合が多かったが、樹別のクワコナカイガラムシの発生密度の高低とクワコナカイガラヤドリバチの寄生率の多少との明らかな関連性は認められない。例えば1966年の薬師堂および青女子において1バンドあたり侵入虫数が185頭および73頭で、園内で最も発生量の多いと推定される樹においても平均値を上回る寄生率を示している。とくに薬師堂におけるものは激発樹といえる。

一般にクワコナカイガラムシの発生が多いといわれる園内において、全園にわたって全樹に一樣に大発生しているということは稀で、ほとんどの場合、園内に局部的に発生が多い樹が認められることが多い。また後述するように、クワコナカイガラヤドリバチの分散力はそれ程小さくないことから、園内に均一に放飼したとしても、クワコナカイガラヤドリバチがクワコナカイガラムシの発生が少ない樹から発生が多い樹に移動することが充分推測でき、発生量の多い樹において必ずしもクワコナカイガラヤドリバチの数が不足を生じなかったものであろう。

放飼を行なった園のうち、1966年の薬師堂、1967年の長坂Aなどは、クワコナカイガラムシの発生量は多かったが、これらにおいても10,000個の放飼で相当高い寄生率を得たこと、また20,000個の放飼により顕著な寄生率の増加がみられないことなどから、実用的な放飼量は10aあたりマミー10,000個程度が適当と考えられる。この場合、放飼されたクワコナカイガラヤドリバチの樹間の交流は相当活ばつなものと推測されるとはいうものの、放飼の効果をよりすみやかにし、より確実にするために、例年クワコナカイガラムシの発生が多い樹には放飼マミー数を多目にし、発生が少ない樹ではそれだけ減らしてやるという配慮が必要であろう（山田, 1968）。

3. 放飼期

青森県におけるクワコナカイガラムシの発生経過は、5月下旬から6月上旬にかけて越冬世代卵からのふ化が行なわれ、第1回成虫は7月上旬頃より発生し、その最盛期は7月中~下旬頃である。第1世代卵からのふ化は7月上旬から8月上旬にかけて行なわれ、第2回成虫は8月下旬から10月下旬にかけて発生し、越冬世代卵を産出する。

リンゴ果実に対する袋掛けは一般に7月上旬頃までに完了するが、クワコナカイガラムシの袋内侵入量は7月下旬頃より多くなる。第1世代幼虫および第2回成虫の発生期に放飼を行なうとすれば、7月下旬および8月始め頃の2回、クワコナカイガラムシとハマキムシを対象

とした殺虫剤散布が行なわれ、とくに8月始めの散布はハマキムシ防除のために省略できないから、8月上旬までは放飼を行なうことは困難である。

BEIRNE (1967) は一時的な生物的防除を行なう際、果実などに直接害を与えるような害虫に対しては、その発生の初期に行なうのが有効であるとしているが、8月中～下旬に放飼を行なった場合、例えば1966年の長坂Aにおけるように、クワコナカイガラヤドリバチにより寄生をうけたクワコナカイガラムシが相当認められたにもかかわらず、果実被害量の減少はほとんど認められなかった。また成田・高橋 (1966) もクワコナカイガラムシの越冬世代期の放飼にくらべ、第1世代期の放飼の防除効果が劣る結果を得、これはすでに袋内に侵入したクワコナカイガラムシに対してクワコナカイガラヤドリバチが寄生できないためその年の被害を軽減できないものであるとし、また福島県園芸試験場 (1965) もナシにおける放飼試験で得た同様の結果はクワコナカイガラムシの越冬世代幼虫の発育の斉一性およびその発生密度の低いことによるものとしている。これらのことから考えて8月中旬以降の放飼は第2回成虫の発生密度を低下させ、翌年への越冬世代卵の量を少なくする点では有効としても、その年の果実被害量を減少できないという点では有力なものとはいえない。

一方、越冬世代幼虫および第1回成虫を放飼の対象とした場合、この期間に青森県においては通常5月末頃 (紅玉の落花10日後) および6月上旬後期 (紅玉の落花20日後) の連続2回、ふ化直後のクワコナカイガラムシ越冬世代幼虫に対して殺虫剤が散布され、さらに6月末から7月始めにかけてハマキムシ防除のため殺虫剤が散布される。

これまでの試験でクワコナカイガラヤドリバチの寄生をうけているクワコナカイガラムシのうち、死亡してマミーとなる以前に卵を産出するものの認められることが少なくなかったが、これらは発育の進んだ寄主に寄生した場合の現象と推定され、放飼期が極端におそくなった場合には寄主は殺すことができても寄主の産卵を抑えることができないという事態も生じ得る。このことからすれば、放飼は寄主の幼虫期を対象とする必要がある。

今、殺虫剤と生物農薬の組み合わせによる防除を行なうとすれば、発育の進んだクワコナカイガラムシに対しては殺虫剤の効果が不十分な点から、その使用は越冬世代卵からのふ化直後の幼虫に対して行ない、その後生き残ったものに対してクワコナカイガラヤドリバチの放飼を行なうのが得策と考えられる。この場合、殺虫剤散布後クワコナカイガラヤドリバチ放飼までどの程度の期

間をおくべきか、また、放飼後の活動期間中どのような薬剤が障害となるかという点で、クワコナカイガラヤドリバチに対する殺虫剤の影響について検討が必要である。菅原・若公 (1966, 1967) によると、クワコナカイガラヤドリバチ成虫に対しては、ホリドールが最も強く影響し、デナボン、キルバール、DDTがこれに次ぐ。また散布後の日数の経過についての農薬残留の影響は、デナボンは7日後、DDT、キルバールは5日後でも50%以上の殺虫力を示し、ホリドール、キルバール、デナボン、DDTは散布1週間以内、ニッソール、ガルエクロン、ダイアジノンは散布後5日以内、ルビトックスは3日以内に放飼した場合かなり死亡するものがあるとのべている。

筆者らがクワコナカイガラヤドリバチのマミーに対する影響を調査した例 (青森県りんご試験場, 1966) ではダイアジノンが最も影響が大きく、ついでスミチオンが大きかったほかは、デナボン、ニッソール、キルバール、ひ酸鉛などがいくらか羽化数の減少を示し、他の殺ダニ剤および殺菌剤はいずれも正常な羽化を認めた。これらの成績からみて、現在使用されている殺虫剤は散布後およそ10日経過した場合クワコナカイガラヤドリバチに対してそれほど大きな悪影響はないものと考えられ、通常通りの散布を行なった上で、クワコナカイガラヤドリバチの放飼を行なうとすれば、クワコナカイガラムシの防除のための第2回の散布が6月10日以前とした場合、マミーの放飼は6月15～20日頃が適当であろう。この際成虫の羽化は放飼と同時または1～2日後から行なわれるように調整される必要がある。通常、羽化開始より3～4日で最盛期となり、羽化継続期間はおよそ7～10日にわたるが、前述の時期に放飼した場合、成虫の活動可能な期間は、6月末～7月始めのハマキムシに対する散布までのおよそ10～15日間であり、実際には遅く羽化したものがほとんど活動できない。また雌の産卵期間は4～10日 (MURAKAMI, et al., 1967) といわれることから、6月20日頃に放飼した場合、クワコナカイガラヤドリバチの産卵活動が充分に行なわれないことが懸念される。

ここでクワコナカイガラヤドリバチの放飼を生物農薬の散布と考えれば、従来の2回の殺虫剤散布を最初の1回だけとし、後の1回を生物農薬におきかえるという考え方もある (山田, 1968)。このようにした場合、クワコナカイガラヤドリバチ成虫の活動可能な期間はさらに延長し、産卵活動も充分に行なわれ得るであろう。しかし、この点に関しては、詳細な試験がなく、いずれの方法が最も効果的であるかは明らかにできないが、1965年の青女子における例では、6月4日にホリドール乳剤

2,000倍を散布をした園において、一方に6月16日にクワコナカイガラヤドリバチを放飼し、他方に6月18日にホリドール乳剤2,000倍を散布した結果、収穫期前の果実被害率は前者が後者の2分の1程度でホリドール散布よりクワコナカイガラヤドリバチの放飼が有効であった。また、1967年野崎Bの試験では、6月14日に放飼を行ない、当日放飼直前に放飼区と無放飼区のそれぞれに局部的にホリドール乳剤2,000倍を散布したが、ホリドールの散布された直後にクワコナカイガラヤドリバチが放されたものでは放飼の効果がなく、ホリドールの散布がされなかったところに放飼した区がクワコナカイガラヤドリバチを放さないでホリドールの散布のみ行なった区より防除効果が高かった。また、1966年薬師堂の例のように、6月13日にダイアジノンが1回散布された後、6月17日に放飼を行ない、その後7月始めまで殺虫剤を使用しなかった場合、その防除効果はきわめて高かった。

これらの例は、いずれも殺虫剤の散布がクワコナカイガラムシに対して適期に行なわれたかどうかの点でやや疑問はあるとしても、発育の進んだクワコナカイガラムシに対しては、クワコナカイガラヤドリバチによる防除効果が殺虫剤より有効なことを示し、また、一般にクワコナカイガラムシに対する落花20日後の散布期が遅れがちであることから、この時期の殺虫剤散布をクワコナカイガラヤドリバチの放飼におきかえることは可能である。

4. 分散力

クワコナカイガラヤドリバチ成虫は通常歩行により移動するが、接触刺激などにより跳躍する。まれに跳躍の際飛翔が認められることもあるが、この場合跳躍の途中で方向を転換する程度で、長距離にわたる飛翔は認められず、飛翔行動は跳躍行動の中に含めて考えてよい。跳躍の距離は小さくせいぜい30cm以下のものである。豊島(1938)はリンゴワタムシの寄生蜂であるワタムシヤドリコバチは通常小さな跳躍をするが、ときには蚊柱状群飛をして遠方まで移動することを確認している。クワコナカイガラヤドリバチにもこのような習性があるかどうかは明らかでないが、一般には樹上に放飼された場合、寄主の探索は主として歩行によって樹上を移動して行なわれるようである。

MURAKAMI et al. (1967)によると、本種の分散力は小さく、1世代の分散限界は放飼地点からおよそ20mであるとしているが、これまでの試験によると、放飼を行なった園においては放飼樹のみならず、無放飼樹にもしばしば本種の寄生が認められ、しかも場合によっては

放飼樹から相当離れた場所においてもそれが認められることがある。1967年6月中旬に放飼を行なった吉野田においては、秋までには、放飼樹から約130m離れた樹においてもその寄生を認めたが(第1図)、放飼期および当時の寄主の発育状況などから、本園においてクワコナカイガラヤドリバチ成虫は、放飼したものを数えて、秋までに4~5回発生したと推定される。このことから、クワコナカイガラヤドリバチの5世代間における放飼地点からの分散距離を130mとすると、1世代の分散限界距離は26m前後とみなされる。この際、放飼区端からおよそ80mの地点で、寄生率の不連続的な低下を示しており、これがほぼ3世代間の分散限界距離に相当することは興味深い。しかし、分散距離はいろいろな条件のちがいにより、相当左右されると考えられ、この1例のみをもって結論づけることはできないにしても、クワコナカイガラヤドリバチは発育速度が早く、年間の世代数の多いことから、1世代の分散距離はそれ程大きくないが1年間の分散距離は相当大きいものと思われる。

5. 越冬

村上(1964)はクワコナカイガラヤドリバチを福岡県と千葉県でのみ認め、その分布は比較的暖地に限られるであろうと述べていることから、当初は青森県のような寒冷地での越冬は不可能であろうと推測されていたが1965年に放飼を行なった園から翌春採集した越冬後のクワコナカイガラヤドリバチのマミーから成虫の羽化を認め、青森県においても越冬するものがあることを確認した。

1967年に放飼を行なった吉野田および野崎Bのものについて、1968年に調査した例では、前者は約50%、後者は約90%の死亡率を示したことから、越冬中の死亡率は相当高いものと推定される。また、この調査から、越冬中のマミー内におけるクワコナカイガラヤドリバチの越冬ステージは排泄物を排出する前の老熟幼虫とみなされ秋期にこのステージに達したものが休眠し、冬期間を経過したものと考えられる。したがって、野崎Bにみられるような発育の進んだ蛹、成虫のすべてが死亡していたことは、前年の秋にこれらのステージまで発育したものが冬期の低温に耐えることができなかったためと考えられる。

越冬後、休眠を脱したものは気温の上昇につれて発育をはじめると考えられるが、これが蛹期を経過して成虫が出現する時期は、早いものはクワコナカイガラムシの越冬世代卵からのふ化が完了した頃から始まるが、最盛期は寄主のふ化最盛期より2~3週間遅れ、これは

寄主の2～3令期にあたる。

クワコナカイガラヤドリバチの放飼に殺虫剤散布と同様、一時的な防除効果を期待するという生物農薬的利用の見地からすれば、本種が放飼後に園内で順調に増殖が行なわれるかどうか、あるいは放飼地で越冬が可能かどうかという点はそれ程重要性をもたないが、もし放飼後に園内で増殖し、また、越冬して翌年においてさらに増殖するならばより有効であることはいうまでもない。

暖い地域原産の昆虫がより寒い地域に適応し生存しうる能力は、寒冷な地域原産の昆虫がより暖い地域に適応し生存しうる能力よりも大きい(安松, 1968)といわれ比較的暖地に適応しているとみられる本種を、青森県において放飼した場合、いくつかの園において少数ではあるが厳寒期間を経過し得るものがあるという事実から、これらがさらに増殖した場合、寒冷地に適応した系統の発達および放飼地での定着の可能性も考えられる。

6. 土着寄生蜂との関係

1966年に放飼を行なった垂柳Bにおいては、土着寄生蜂による寄生率が異常に高かった点で特異なものであ

た。本園における栽培管理状況は標準を下回り、とくに薬剤散布回数は非常に少ないため、土着寄生蜂の発生密度が例年高いものと推定される。その大部分はルリコナカイガラヤドリバチ (*Clausenia purpurea* ISHII) であったが、1968年4月同園より採集した越冬後のマミーからも、多くのルリコナカイガラヤドリバチが羽化した(第11表)。

また、数か所のリンゴ園より得られた各種寄生蜂の羽化期をみると、シロツノコナカイガラヤドリバチ (*Anagyris subalbipes* ISHII) が最も早く、クワコナカイガラムシ越冬世代卵からのふ化期とほぼ一致しているとみなされ、ルリコナカイガラヤドリバチはこれよりおよそ10日おくれ、例年では6月上旬頃が最盛期と考えられる。したがって前記垂柳Bにおいて6月22日に行なったクワコナカイガラヤドリバチの放飼は、これら土着種による寄生がほとんど終了した後であったため、放飼種の寄生できる余地が非常に少なかったと推測され、このことは土着種の寄生率が高かったのに対し、導入種の寄生率が非常に低かったことの主な理由と考えられる。

V 摘 要

リンゴの害虫クワコナカイガラムシを防除するためにその有力天敵であるクワコナカイガラヤドリバチによる生物的防除法を実用化する目的で、その放飼試験を行なった結果以下に示すとおりであった。

1. 試験は1964年から1967年まで青森県のリンゴ園17か所において行なった。

2. 試験には1か所5～15aのリンゴ園を供試し、クワコナカイガラヤドリバチのマミーを10aあたり10,000～20,000個放飼した。この場合200個のマミーが包含されるマミーシートはリンゴ樹1本あたり1万放飼区で3～4枚、2万放飼区で6～7枚を必要とした。

3. 放飼は多くの場合クワコナカイガラムシの越冬世代幼虫の発生期である6月中旬～7月上旬に行なったが少数の園では第1世代幼虫および第2回成虫の発生期である8月上～下旬に行なった。

4. 1試験区における放飼回数は原則として1回としたが、2か年にわたり続けて2回放飼を行なった園もある。

5. 放飼園における殺虫剤および殺菌剤の散布は多くの場合通常どおり行なったが、少数の園では放飼期に殺虫剤の散布期の変更、もしくは散布の中止をした場合も

ある。

6. 試験園においては誘引バンド内、または樹幹粗皮下のクワコナカイガラムシのクワコナカイガラヤドリバチによる寄生状況と、収穫期の被害状況を調査した。

7. 放飼区におけるクワコナカイガラムシに対するクワコナカイガラヤドリバチの寄生率は、越冬世代幼虫の発生期に放飼を行なった場合、1万放飼区では55～92%であったが、多くの場合70～80%を示した。また、土着種の発生密度が極端に高い点で例外的とみなされる1例では13%の低率を示した。2万放飼区におけるクワコナカイガラヤドリバチの寄生率は62～89%で、1万放飼区と大きな差はなかった。

8. 第1世代幼虫および第2回成虫の発生期の8月10日に放飼を行なった園においては、クワコナカイガラヤドリバチの寄生率は1万放飼区91%、2万放飼区78%であった。

9. クワコナカイガラムシによる果実被害率は多くの場合樹によって変異が大きかったが、クワコナカイガラヤドリバチの放飼により放飼前に比較して明らかに被害量の減少した例や、無放飼区にくらべて被害率の低下が著しかった例もあったが、多くの場合放飼を行なった年

においては顕著な被害量の減少を示さなかった。とくに第1世代幼虫および第2回成虫の発生期に放飼を行なった場合、その年の被害軽減の効果は小さい。また1万放飼区と2万放飼区との明らかな効果の差は認められなかった。

10. 2年連続して放飼を行なった園においては2年目にはクワコナカイガラムシによる果実被害率の顕著な低下をみたが、これらの園では最初の年の放飼によりクワコナカイガラムシの翌年への越冬世代卵の量が著しく減少した。

11. 青森県においてクワコナカイガラヤドリバチを放飼した結果、放飼園において越冬するものがあつた。

12. 放飼園で越冬したクワコナカイガラヤドリバチはマミー内で排泄前の老熟幼虫で経過したもののみが生存

し、越冬後の生存率は高い例で50%を上回り、低い場合は12%にすぎなかった。

13. 放飼園で越冬したクワコナカイガラヤドリバチは6月上～下旬に成虫がマミーから脱出するが、その最盛期は6月中旬であり、土着種のシロツノコナカイガラヤドリバチよりおよそ2～3週間、ルリコナカイガラヤドリバチよりおよそ1週間おそく、寄主であるクワコナカイガラムシの越冬世代卵からのふ化期よりおよそ2～3週間おそかった。

14. クワコナカイガラムシ越冬世代幼虫の2～3令期の6月中旬に放飼が行なわれた園において、クワコナカイガラヤドリバチは秋までには放飼の場所から約130m離れた地点にまで分散が認められ、その1世代の分散可能な距離は25m以上とみなされる。

引用文献

1. 秋田県果樹試験場 1965 昭和40年度TPM（クワコナカイガラヤドリバチ）に関する試験成績 5p.（とう写）
2. ————— 1966 クワコナコバチによるクワコナカイガラムシの防除試験（越冬世代放飼の効果）昭和41年度りんご農薬連絡試験成績（殺虫剤の部）7—12（とう写）
3. 青森県りんご試験場 1966 クワコナカイガラヤドリバチ（TPM）の薬剤に対する感受性に関する試験昭和41年度業務年報 8
4. BEIRNE, B. P. 1967 The future of integrated control. Natural enemies in the Pacific Area (Biological control), MUSHI Vol. 39 Supplement, 127—130
5. CARSON, R. 1962 Silent spring. England, Penguin Books, 317p.
6. CLANCY, D. W. 1944 Hyperparasitization of *Clausenia purpurea* ISHII, an important parasite of the comstock mealybug. Jour. Econ. Ent. 37: 450—451
7. CLAUSEN, C. P. 1951 The time factor in biological control. Jour. Econ. Ent. 44: 1—9
8. ————— 1958 The biological control of insect pests. in the Continental United States. Proceedings of the tenth international congress of entomology, 4: 443—448
9. CUTRIGHT, C. R. 1951 Comstock mealybug in Ohio. Jour. Econ. Ent. 44: 123—124
10. 福田仁郎 1961 果樹害虫編 527p. 養賢堂
11. 福島県園芸試験場 1965 クワコナカイガラヤドリバチに関する試験 昭和40年度果樹病害虫試験成績書 42—45（とう写）
12. HAEUSSLER, G. J. and D. W. CLANCY, 1944 Natural enemies of Comstock mealybug in Eastern States. Jour. Econ. Ent. 37: 503—509
13. 石倉秀次 1965 害虫防除の問題と新動向 農業および園芸 40(7): 1043—1046
14. 岩手県園芸試験場 1965 TPMに関する試験 昭和40年度りんご農薬連絡試験成績 23—29（とう写）
15. ————— 1966 クワコナコバチ（TPM）に関する試験 昭和41年度りんご農薬連絡試験成績（殺虫剤）11—20（とう写）
16. 宮城県立農業試験場 1965 TPM（クワコナカイガラヤドリバチ）昭和40年度りんご農薬連絡試験成績書 38—43（とう写）
17. ————— 1966 クワコナコバチ（TPM）に関する試験 昭和41年度りんご農薬連絡試験成績 殺虫剤の部 11—20（とう写）

18. 村上陽三 1964 クワコナカイガラムシとその天敵に関する研究 農林省園芸試験場 果樹第2部試験研究年報 No.2 (1963) : 91—106
19. MURAKAMI, Y., R. MORIMOTO, and H. KAJITA 1967 Possibility of biological control of *Pseudococcus comstocki* in Japan. Natural enemies in the Pacific Area (Biological control), MUSHI Vol. 39 Supplement, 85—96
20. 長野県園芸試験場 1965 T P M放飼によるクワコナカイガラムシの防除試験 昭和40年度りんごの農業に関する連絡試験成績(附, その他の農業に関する試験成績) 6—8 (とう写)
21. ————— 1966 T P Mによるクワコナカイガラムシの防除 昭和41年度りんごの農業に関する連絡試験成績 34 (とう写)
22. 成田 弘 1968 リンゴのカイガラムシ類 北島博編 落葉果樹の病害虫 生態と防除 48—51 誠文堂新光社
23. ———, 高橋佑治 1966 生物農業の実用化に関する研究 1. P M放飼によるクワコナカイガラムシの防除効果について 北日本病害虫研究会年報 第18号 137
24. 菅原寛夫, 若公正義 1966 クワコナカイガラヤドリバチに対する数種殺虫剤の残留毒試験 北日本病害虫研究会年報 第17号 136
25. ———, ——— 1967 クワコナカイガラヤドリバチに対する数種殺虫剤の残留毒試験(続報) 北日本病害虫研究会年報 第18号 152
26. SWEETMAN, H. L. 1958 Successful biological control against animals. Proceedings of the tenth international congress of entomology, 4 : 449—459
27. 立花親二, 西口親雄 1968 森林衛生学——森林昆虫学の進むべき道 233p. 地球出版社
28. 田中 学 1960 薬剤との組み合わせによる果樹園における天敵の利用 植物防疫 14 (11) : 482—484
29. 豊島在寛 1938 綿虫寄生小蜂 *Aphelinus mali* に関する研究 第1報 青森県立苹果試験場研究報告 第1号 28p.
30. 津川 力 1961 りんごの主要害虫 木村甚弥編 りんご栽培全編 728—814 養賢堂
31. ———, 山田雅輝, 白崎将英, 小山信行 1965 クワコナカイガラヤドリバチの実用化に関する試験(予報) 北日本病害虫研究会年報 第16号 91—92
32. 山田雅輝 1968 最近のクワコナカイガラムシ発生と天敵利用 農業および園芸 43 (6) : 983—986
33. 山形県立農業試験場置賜分場 1965 T P Mによるクワコナカイガラムシの防除試験 昭和40年度りんご農業試験成績 14—15 (とう写)
34. ————— 1966 天敵(クワコナコバチ)によるコナカイガラムシの防除試験 りんご農業連絡試験成績 昭和41年度 11—14 (とう写)
35. 安松京三 1960 生物的防除の現状と将来 植物防疫 14 (11) : 467—470
36. ——— 1968 侵入害虫に対する天敵利用の企画 植物防疫 22 : 210—213

Preservation and utilization of natural enemies and useful insects in apple orchards

II. On biological control of Comstock mealybug, *Pseudococcus comstocki* KUWANA, by parasite, *Pseudaphycus malinus* GAHAN

SHŌEI SHIRASAKI, NORIO SEKITA, MASATERU YAMADA,
NOBUYUKI OYAMA, and CHIKARA TSUGAWA

Entomolgy Section, Aomori Apple Experiment Station,
Kuroishi-city, Aomori Prefecture, Japan

Summary

The Comstock mealybug, *Pseudococcus comstocki* KUWANA, is one of the most injurious pests on apple.

This mealybug passes two to three generations a year in Japan. In Aomori Prefecture, the nymph hatches from overwintered egg from late May to early June and grow to adult from late June to late July and the first generation egg is laid during this period. About two weeks later it will hatch to nymph, and adult appear from middle of August and lays the egg of overwinter generation.

This mealybug attacks the apple tree on twigs and leaves causing loss of its vigour, and infests on fruits giving spots over the surface. In reality, the damage to tree is not so significant, but the scarring of fruit which will reduce the commercial value is most important for the grower.

When apple is cultivated under the fruit bagging system, which is practiced widely on some varieties such as Ralls, Indo and Golden Delicious for maintaining fruit free from rust or enhancing in colour, the fruit will tend to suffer greatly from the mealybug infestation.

It is also true that the mealybug infestation tends to be heavy in older tree, because, with the age of tree, the wood parts will be readily decayed and makes caves giving satisfactory place for mealybug to live in.

In Aomori Prefecture there are many orchards consisted of above mentioned varieties and older trees, so that the problem of mealybug is inevitably important.

To control this pest all of the following control measures have been practiced integrally, because the use of insecticide alone is not efficient.

That is:

1. Scrape off the overwintering eggs together with coarse barks from the trunk and limbs during winter, and spray machine oil emulsion early in spring.
2. Intercept the nymph to move toward bearing branches by painting "tangle foot" or paste-like sticky material with a few inches width around the big branches in mid May, before hatching from overwintered egg.
3. Spray insecticide against young nymph, in late May and early June in spring, and late July and early August in summer.
4. Smash the adult by hand, if found, on the tree. Any insecticides are not effective against adults.

5. Fill up the caves on the tree, if found, with plaster or cement at any time.
6. Band the band-traps around big branches to lure the adult for oviposition under them in late summer. After oviposition, remove them together with eggs.
7. If there are found so many fruit-bags blotted with black fungus which is one of the proofs of mealybug infestation, remove fruit-bags as quickly as possible to stop the further increase of injury.

Although above mentioned measures have been practiced combiningly in many orchards the result has not been sufficient necessarily to control the mealybug. In certain year fruit injury from the mealybug marked as high as 10 to 30 per cent in Aomori Prefecture.

Needless to say, our main purpose is not to eradicate whole individuals of injurious species from growing environment, but it is to keep their population under a satisfactory level.

To attain this, after World War II chemical insecticides have been used indiscriminately in many orchards but has unfortunately resulted to the disturbances of nature and yielded so many new anomalous troubles.

Now we should reconsider whether we have overestimated the effectiveness of the chemical insecticides in crop protection and pest controls.

Under such situation our experiments were carried out in connection with the probability of biological control of the mealybug by using one of the natural enemies, *Pseudaphycus malinus* GAHAN, the native inhabitant in southern Japan.

In present paper, results obtained from liberation tests are presented as a basis for further efforts toward biological control of the mealybug on apple.

The outline of the cause of experiment and results are summarized as follows:

1. The experiments were carried out at seventeen mealybug infesting apple orchards from 1964 to 1967 in Aomori Prefecture. Size of orchards used were 5 to 150a.

2. Parasite stuff released was mass-produced by the TAKEDA CHEMICAL COMPANY Ltd. in Osaka and was furnished for the tests each year. The parasites were contained in a sheet of paper in the form of mummified host covered with net firmly. As mummy-paper contains about 200 mummified hosts and from each host about ten parasite individuals emerge, about 2,000 individuals in which 75 to 80 per cent are female will emerge from each mummy-paper.

3. In each plot the mummy-papers were fixed on limbs and branches with pin. The parasite adults emerged from mummy can pass through the net to the surface of the tree.

4. In this experiment the parasites were released 10,000 or 20,000 in number of mummified host per 10 a. Each orchard was divided to 10,000 mummy plot and not released plot or both of the 10,000 and 20,000 mummy plot and not released plot. In the 10,000 and 20,000 plot, three to four and six to seven mummy-papers were placed per tree, respectively.

5. All liberations were made from mid June to early July against nymph of mealybug derived from overwintered eggs in all orchards, except in a few orchards where from early to late August against nymph and adult of the first generation. As a rule, liberation was made only once per plot but in some orchards it was made twice in two successive years.

6. In this experiment, the Ralls or Jonathan was mainly used, but adding to this, other variety such as Indo, American Summer Pearmain and Delicious were also used in a few orchards. All of them was cultivated under the fruit bagging system. Spray program was followed the Aomori Apple Spray Calendar in most orchards. In some cases, however, spray

program just before and after time of liberation was changed or cancelled absolutely.

7. Some of trees treated were banded on limbs and branches with corrugated cardboard at the time of liberation to lure the mealybug adults under them. The rate of parasitism was proved by collecting all the mealybugs gathered under the bands to oviposit. In addition to this the rate of parasitism under the coarse barks was also investigated in some orchards.

When released against overwintered generation, the rates of parasitism showed 52 to 99 and 62 to 89 per cent in 10,000 and 20,000 plots, respectively. In 10,000 plots, however, the rates of parasitism of most orchards were between 70 to 80 per cent, so that it should be evaluated almost equivalent to those of 20,000 plots. Here it must be noted, however, that as low as 13 per cent of parasitism was shown at a orchard, Tareyanagi B, where the parasitism by native parasites, *Clausenia purpurea* ISHII, was remarkably high. That is probably due to the competition between them.

When released against nymph and adult of first generation in late summer, the rates of parasitism obtained from one orchard were 91 and 78 per cent in 10,000 and 20,000 plots, respectively.

8. The rates of fruit injured by the mealybugs were investigated before harvest in all orchards. Commonly, the mealybugs are not evenly distributed all over the trees, although they are cultivated under the same system, but their densities are so largely fluctuated between trees that the rates of infested fruit are also widely fluctuated between trees in a orchard. By this reason, it would be nonsense to evaluate the effectiveness of parasites only by the comparison of the rates of fruit injury between released and not released. In addition to this, it is necessary to consider the mealybug densities of before and after liberation on each tree and also the rate of fruit infestation of the year before liberation.

It was found in some instances that the rates of fruit injury after liberation were lower compared to those of year before liberation or those of not released plot. In many orchard, however, the rates of injury at the same year of liberation were not lowered so remarkably. This fact was much true in the orchards where liberation was made in late summer against nymph and adult of the first generation.

It was also found that there was not clear difference of effects between 10,000 and 20,000 mummy plots.

In all orchards where liberations were made twice in two successive years, the rates of injured fruit were remarkably low at the second year, that is probably due to the reduction of the mealybug population of the first year by the liberation of parasites.

9. The ability of winter survival of *Pseudaphycus malinus* was surveyed at the two orchards, Yoshinoda and Nozaki B. The rates of survival were marked more than 50 per cent in former orchard and 12 per cent in the latter. This fact will mean the possibility of establishment of this species in Aomori Prefecture, northern Japan, although they are native inhabitant of warmer parts of Japan.

Within the mummified host after overwintering at field, *Pseudaphycus malinus* is to be in the stages of the matured larva, pupa and adult. Except the matured larvae, however, all of them were killed during the winter. The overwintered larvae pupate within the mummy and adults emerge from the mummy early to late June. Compared to the emergence of the native parasites, it is two to three weeks and one week later than *Anagyrus subalbipes* ISHII and *Clausenia purpurea* ISHII, respectively. And it is two to three weeks later than hatching of the host mealybug.

10. The ability of dispersion of *P. malinus* was surveyed at the orchard, Yoshinoda, where liberation was made on June 13, 1967 against second and third instar nymphs of the mealybug of the overwintered generation. By the end of liberation year, some of these progenies dispersed about 130 metres in distance from released point. It was evaluated from this that the ability of dispersion of *P. malinus* would be more than 25 metres wide for one generation as they supposedly passed four to five generations in this year.

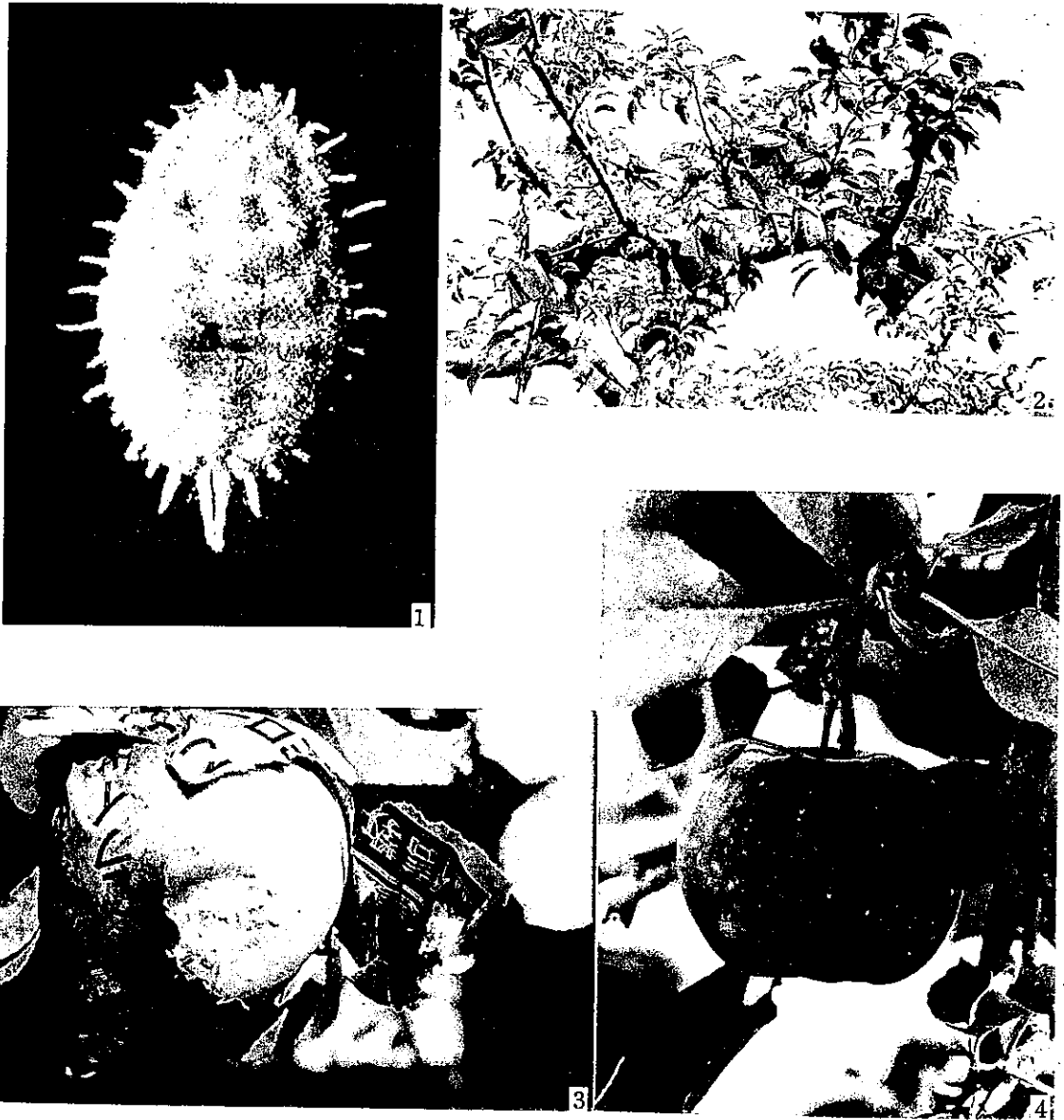


Plate I. Comstock mealybug and infestation on fruits

1. Female adult of *Pseudococcus comstocki* KUWANA
2. Blotted fruit bags with black fungus, caused by mealybug infestation on fruit
3. Mealybugs infesting on fruit
4. Spotted fruit by mealybugs

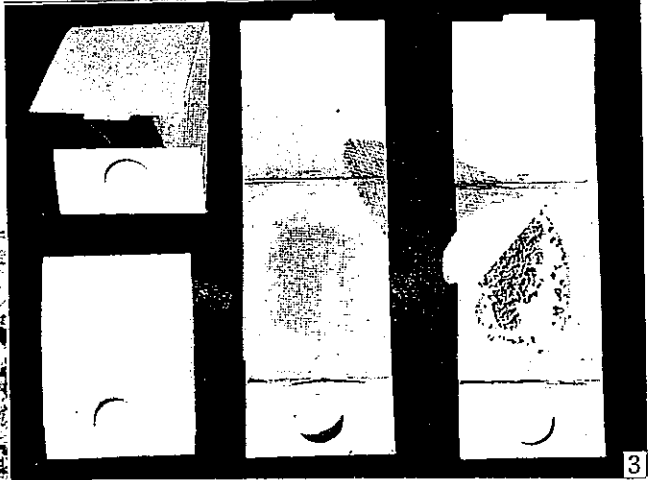


Plate II. *Pseudaphycus malinus* GAHAN and mummy-paper

1. Adult of *Pseudaphycus malinus* GAHAN
2. Mummified host by parasitism of *P. malinus*
3. Mummy-paper used for liberation test
4. 5. Mummy-papers on apple tree

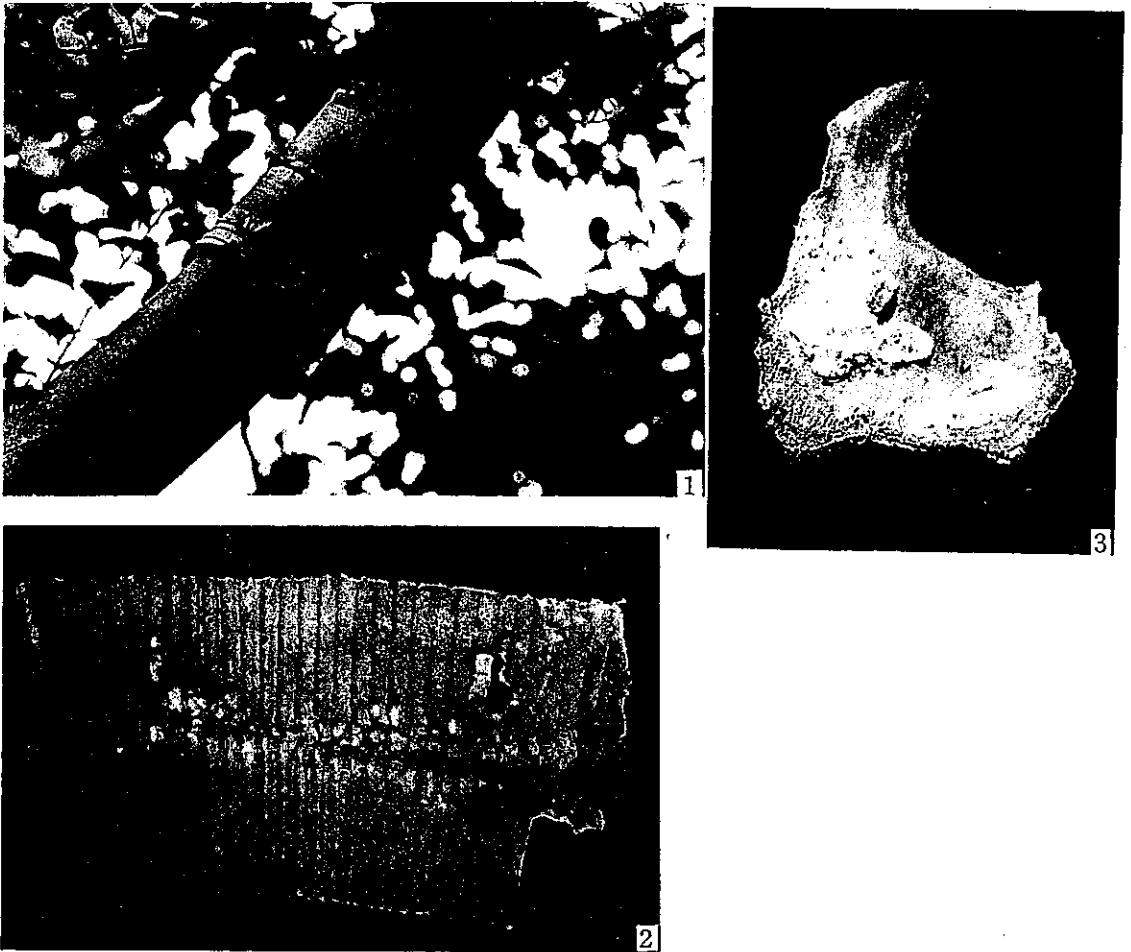


Plate III.

1. Band-trap set for surveying of parasitism
2. Mealybugs in band-trap
3. Parasitized mealybug under bark