

リンゴ園におけるクワコナカイガラムシの 生態と防除に関する研究

第3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の生物防除について

成田 弘・高橋佑治・工藤哲男・佐藤修司

目	次
I. 緒 言	83
II. 放飼適期は握試験 (1965)	84
1. 材料と方法	
2. 結 果	
3. 考 察	
III. クワコナカイガラムシと共棲 するアリの駆除と防除効果 (1966-1967)	87
1. 材料と方法	
2. 結 果	
3. 考 察	
IV. 殺虫剤の使用方法和防除効果(1967) ...	94
1. 材料と方法	
2. 結 果	
3. 考 察	
V. 実用化試験 (1968-1969)	96
1. 材料と方法	
2. 結 果	
3. 考 察	
VI. 総合考察	100
VII. 摘 要	103
VIII. 引用文献	103
IX. 写真説明	106

I. 緒 言

クワコナカイガラムシはリンゴの有袋果実の商品性を著しく低下させる重要害虫の一つである。生息場所はリンゴ樹の枝幹面粗皮下、枝幹の割れ目、果叢基部、枝の切口、空洞部内、根際地中などのほか、果実に袋がかけられると袋の中に潜入するなど、散布薬剤がかかりにくい場所に多い。また、ふ化幼虫の殺虫剤感受性は高いが、発育するにつれて体表を白色ろう物質でおおい、卵も白色綿状のろう物質卵のうに包まれるため殺虫剤の効果が期待できなくなる。さらに、この害虫の発育は生息場所の環境条件に影響されるため、生息場所の違いによってふ化幼虫の発生期に差を生ずる。筆者らはクワコナカイガラムシの防除体系確立のため、1958～1967年にこの害虫のほ(圖)場におけるふ化幼虫の移動の実態を明らかにし(26)、1958～1964年にこの結果に基づいた殺虫剤散布による防除法を解明した(27)。殺虫剤散布による防除はこの方法でおおむね確立出来たが、散布適期の中が狭いこと、適期をは握するための予察上の技術、夏期に10日間隔2回の殺虫剤散布による既存天敵への悪影響など諸問題が残されている。こういう状況下に、村上(17、18、19)、梶

田(13、14)、守本(20、21、22、23)らの研究で、本害虫の有力天敵であるクワコナカイガラヤドリバチの大量放飼による防除法が提唱された。天敵利用による害虫防除の例は安松(37、38、39)によって広く紹介されているが、リンゴ害虫での実績は少なく、リンゴワタムシ(*Eriosoma lanigera* HAUSMANN)に米国から導入したワタムシヤドリコバチ(*Aphelinus mali* HALDEMAN)

で成功した1例だけであった。このヤドリコバチは1931年上遠によって導入され、青森県リンゴ試験場害虫研究所の豊島が自然増殖法に成功し(34)、当時リンゴワタムシの大発生で危機にさらされていた東北地方のリンゴ栽培を救ったとされている(1)。クワコナカイガラヤドリバチは村上、梶田、守本らによって基礎的研究が行なわれ、守本ら武田薬品グループによって大量増殖、商品化の研究がなされたが、筆者らの試験期間中の製品はヤドリバチの羽化数が均一でなく、その改良研究も含めて試験された。ヤドリバチは生物農薬なので、この利用には種々の制約があり、今までの殺虫剤使用法とは根本的に考え方を変える必要があるが、試験結果はすぐれた防除効果が認められた。この研究は1965～1969年の5年間にわたり、放飼適期(1965)、クワコナカイガラムシと共棲するアリの駆除と防除効果(1966～1967)、殺虫剤の使用法と防除効果(1967)、実用化試験(1968～1969)などを検討し、ここに実用化の見通しを得たので報告する。

この研究にあたり、ご指導いただいた当試験場・今喜代治場長、ご助言や文献のお手配をいただいた九州大学教授・安松京三博士、村上陽三博士、梶田泰司博士、武田薬品・守本陸也博士、試験園をご提供いただいた生産者、ヤドリバチを提供された武田薬品工業株式会社の各位につつしんで感謝の意を表する。

II. 放飼適期は握試験(1965)

秋田県におけるクワコナカイガラムシの発生回数は成虫が年2回、ふ化幼虫の移動が年3回でまれに2回のこともある。越冬は1～3令幼虫、成虫、卵のうなどの各態で入るが、冬期間に成・幼虫は倒死し、翌春の発生源は卵のうに限られる。卵の発育は越冬場所の気象条件に影響されるため、場所の差によるふ化幼虫発生期に差が生じ、寄生樹の状態によってかなり発育虫が不揃いになる(26)。しかし、クワコナカイガラヤドリバチはコナカイガラムシの卵以外の1～3令幼虫、成虫に広く寄生するとされており(13、19)、防除時期の適用範囲が殺虫剤散布による防除法より広く、実用上有利と推定される。ただヤドリバチが産卵してから寄主が倒死するまでの日数は約10日を要することから、コナカイガラムシの成虫に寄生した場合は死亡するまでの間に少数ながら産卵され(22)、これが次世代の発生源になると予想される。これらのことから、ヤドリバチを放飼する時期の寄主は成虫の発生前で2～3令幼虫期が適当と考えられていた(23)。県内ではこの時期が年3回あり、1回目はコナカイガラムシ越冬世代期の6月中旬～下旬頃、2回目は第1世代期の8月上旬～中旬頃、3回目は第2世代期で越冬直前の10月下旬～11月上旬頃になる。このうち3回目の発生

はリンゴの晩生種の収穫期にあたり、直接その年の防除に関係がないので一応考慮外とし、1回目、2回目に放飼する方法で検討した。リンゴ栽培の現状は着色向上を主目的に紙袋を掛けているが、袋掛けの時期は落花25日～30日頃を適期としている。1回目の放飼時期は袋掛け期前後になり、2回目は袋かけ後になるが、この試験では1回目がヤドリバチ放飼後に新聞紙袋を掛け、2回目は新聞紙袋を掛けた後に放飼し、耕種条件に差をつけて行なった。しかし、試験園設置の手違いから放飼時期がやや遅れ、両試験とも成虫の初発生期に放飼する結果になった。また、両試験園の一方にコナカイガラムシとアリが共棲していたので、条件を同じくする意味で Way (40) らの報告に基づき、ア리를ヤドリバチ放飼前に駆除して結果を比較検討した。

1. 材料と方法

越冬世代放飼による防除試験方法

年度	No.	試験場所	放飼時期	放飼樹数	調査樹	マミー型	アリの防除	1シート当 推定羽化数	被害果 調査日
1965	1	平鹿郡平鹿町醍醐 大類秀夫氏園	7月3日 成虫発生初期	9 (国光など)	3	非休眠型	6月23日 BHC 5%wp × 400	1600頭	9月15日
	2	平鹿郡増田町湯の沢 藤原芳松氏園	8月26日 成虫発生初期	9 (国光など)	3	非休眠型	アリ不在	1300	9月 ²⁹ ₃₀ 日

(1) 越冬世代期の放飼効果

前年コナカイガラムシの被害の多かった園の中心部から30年生成木9樹を選んだ。供試樹の品種は国光3樹、旭3樹、印度2樹、ゴールデン1樹で、いずれも風雪害による枝幹の欠損部が多く、樹幹、大枝などに空洞部が出来ており、この中にトビイロケアリが営巣していた。アリの駆除は6月23日に行ない、BHC水和剤5%400倍を動力噴霧機で巣に灌注する方法を用いた。ヤドリバチの放飼は7月3日に行ない、1シート当り2,000頭羽化するように調整された紙シート(約8×6cm)を1樹に3シート取りつけた。シートの取り付け位置は第1亜主枝分岐点の主枝育面で、折り込んだままのシートを釘で固定した。そして、別に3シートを抜きとって室内におき、羽化数を調査した。放飼時期のコナカイガラムシは3令幼虫が最も多く、2令幼虫がこれに次ぎ、少数の成虫、1令幼虫が発生していた。被害果調査は国光2樹、ゴールデン1樹を用い、同園の東側にあった国光3樹を対照区とし、9月15日～27日に行なった。調査方法は1樹から8～10年枝をランダムに3本選び、全果を除袋し、コナカイガラムシの在虫果数を数えた。また、マミー型成率の調査は7月28日、29日に行ない、枝幹面粗皮下潜入虫を採集して室内飼育で調査した。供試樹の袋掛けは7月4日に行ない、殺虫剤散布は放飼前10日の6月23日から、放飼後22日の7月25日まで行なわなかった。

(2) 第1世代期の放飼効果

前年被害の多かった園の中心部にある20年生成木9樹を選んだ。供試樹の品種は国光6樹、紅玉2樹、印度1樹で、いずれも枝幹に欠損部がなく、アリの営巣も認められなかった。放飼は8月26日に行ない、試験1と同じ方法で1樹3シート固定した。被害果調査は国光3樹を用い、同園の南側にある国光3樹を対照区にとり、9月29日、30日に試験1と同じ方法で行なった。また、マミー形成率はヤドリバチ放飼後にクラフト紙でバンド誘殺を行なったが、誘引虫数が極めて少なかったので、9月10～15日の間に枝幹粗皮下潜入虫と袋内潜入虫を採集し、室内飼育で調査した。また、供試園の殺虫剤散布は放飼前20日の8月6日から放飼後10日の9月5日まで行なわなかった。

2. 結 果

第1表 越冬世代放飼試験：試験1(1965)

試験番号	区	樹番号	果 実 調 査			枝幹面寄生調査		
			調査果数	被害果数	被害果率(%)	調査虫数	マミー形成虫数	マミー形成率(%)
1	放飼区	1	366	0	0	38	37	97.4
		2	252	0	0	24	22	91.7
		3	291	2	0.7	62	58	93.5
	対照区	4	263	156	59.3	63	0	0
		5	284	172	60.6	78	0	0
		6	329	208	63.2	82	0	0

数値は3区合計値 被害果数LSD5%=46.90

越冬世代期放飼試験の羽

化開始はシートの取付け2日後の7月5日で、終了は7月16日、羽化期間は11日間みとめられた。抜きとり調査による1シート当たり平均羽化数は約1,600頭であった。放飼した結果(第1表)は被害果率0.2%で対

第2表 第1世代放飼試験：試験2(1965)

試験番号	区	樹番号	果 実 調 査			枝 幹 面 寄 生 調 査			被害果内寄生調査		
			調査果数	被害果数	被害果率(%)	調査虫数	マミー形成虫数	マミー形成率(%)	調査虫数	マミー形成虫数	マミー形成率(%) 一果当り寄生虫数
2	放飼区	1	151	110	72.8	5	5	100	82	0	0 5.7
		2	85	57	67.1	8	7	87.5	76	0	0 4.3
		3	136	72	52.9	5	4	80.0	85	0	0 2.4
	対照区	4	102	84	82.4	41	0	0	65	0	0 5.2
		5	131	105	80.2	36	0	0	89	0	0 2.2
		6	74	29	39.2	52	0	0	77	0	0 7.3

数値は3区合計値 被害果数LSD5%=88.87

照区の61.2%に比べてすぐれた防除効果が認められた。また、枝幹面のマミー形成も放飼区で平均94.4%と著しく高かった。第1世代放飼試験の羽化開始はシート取付け日の8月26日で、終了は9月4日、羽化期間は9日間みとめられ、1シート当たり平均羽化数は約1,300頭であった。放飼した結果(第2表)は被害果率が64.2%もあり、対照区の71.0%と有意な差がなく、被害果1果当りのコナカイガラムシ寄生数も放飼区が4.12頭、対照区が4.92頭でこれも差がなく、防除効果は認められなかった。また、マミー形成率は放飼区が枝幹面で平均88.9%と高かったのに比べ、

被害果内では 0% であった。

3. 考 察

この2試験は条件の異なる園で行なったが、アリが生息していた越冬世代放飼園はあらかじめ駆除し、殺虫剤の使用も放飼した世代の羽化期に影響がないよう配慮し、条件を同じようにするため努めた。しかし、1シート当りの平均羽化数は越冬世代放飼園が約300頭多く不揃いであったが、枝幹面のマミー形成率は越冬世代放飼園が約5%多かった程度で、ヤドリバチの産卵活動はおおむね似た条件で行なわれたと考えてさしつかえなかろう。したがって、両園の防除効果の差はヤドリバチ放飼時期の袋かけ有無に関係が深いと考えられる。コナカイガラムシのふ化幼虫は走行による移動性が高く、光を嫌う習性があるため、樹冠内の潜伏場所にもぐるほか、果実に袋がかけられると留金の部分から袋内に潜入する。秋田県内でのふ化幼虫発生期は、越冬世代が5月下旬頃から移動始めて樹によって6月上旬～7月中旬まで不斉一に移動し、第1世代は7月中旬から約45日間移動する(26)。越冬世代放飼園は7月3日に放飼して4日に袋かけし、第1世代放飼園は7月始めまでに袋かけして8月26日に放飼したが、越冬世代放飼園ではコナカイガラムシが袋内に潜入する前にヤドリバチが活動し、第1世代放飼園ではコナカイガラムシの越冬世代ふ化幼虫の後期から第1世代ふ化幼虫までが袋内に潜入して完了してからヤドリバチが放飼されたことになる。これが両園の防除効果の差を大きくした原因と考えられる。また、ヤドリバチの袋内潜入能力について第1世代放飼園の結果からみると、放飼区の被害果内マミー形成率は0%であって、ヤドリバチの袋内潜入活動が認められなかったが、枝幹面のマミー形成率は高く、袋外での活動は十分行なわれたことが実証された。この原因はヤドリバチの習性によるものか、袋の紙質によって生ずる留金部分の空間の大小による物理的なものか判明しなかった。以上から、ヤドリバチの放飼適期はコナカイガラムシの越冬世代期であることが明らかになったが、これは共同研究の諸結果(2、3、8、11、12、15、16、24、25、36)と一致した。しかし、青森県りんご試験場(2)、岩手県園芸試験場(11)、長野県園芸試験場(24)、宮城県農業試験場(16)、山形県農業試験場置賜分場(36)らの防除効果に変動が認められた。これはコナカイガラムシの寄生量に比べてヤドリバチの羽化数が不足したためと考察されたが、供試樹のアリの生息が確認されていなかった。筆者らが越冬世代放飼園でカイガラムシと共棲するア리를駆除して均一な防除効果をあげた例から、これらの効果の変動は放飼したヤドリバチの羽化数不足も原因の1つであろうが、アリの生息がおもな原因ではなかろうかと推定した。

Ⅲ. クワコナカイガラムシと共棲するアリの駆除と防除効果(1966～1967)

アリはアブラムシ類やカイガラムシ類の排泄する蜜(honeydew)を好むため外敵からこれを保護しており、これらの害虫を防除するにはアリの駆除が大きな要因とされている(9、10、40)。コナ

カイガラムシは老木樹や風雪害などが原因で枝幹に欠損の出来た樹に多く寄生し、この欠損個所の木質部や根際地中などにアリが巣を作っていることが多い。アリは巣とコナカイガラムシの生息場所との間を土砂や木くずなどでドーム状トンネルを作り、コナカイガラムシを外気から覆って保護し、トンネルがこわされた時はコナカイガラムシを口にくわえて自分の巣に運ぶこともある。秋田県内のリンゴ樹に生息するアリの種類は明らかでないが、共棲している主要種はトビイロケアリ (*Lasius niger* L.) である。前試験の結果とこれまでの報告から、ヤドリバチを放飼してコナカイガラムシを防除する場合、共棲するアリが生物的障害要因として重要ではないかと想定するに至った。そのため、アリの駆除とヤドリバチ放飼によるコナカイガラムシの防除効果の関係を明らかにする必要があると考え、1966～1967年に5試験を行なった。

1. 材料と方法

全試験園とも前年にコナカイガラムシの被害の多かった成木を用い、国光は新聞紙袋、印度は長

共棲するアリの駆除と防除効果の試験方法

年度	No.	試験場所	放飼時期	放飼樹数	調査樹数	マミー型	アリの防除	被害果調査日
1966	3	平鹿郡平鹿町醍醐 榑原悦男氏園	6月18日 2～3令幼虫	7 (国光など)	7	非休眠型	6月14日 硫ニコ×800	9月28日
	4	鹿角郡八幡平村 田中重太郎氏園	6月25日 2～3令幼虫	6 (国光など)	6	非休眠型	アリバンド	9月30日
	5	平鹿郡増田町湯の沢 藤原芳松氏園	6月21日 2～3令幼虫	7 (国光など)	7	非休眠型	アリバンド	9月21日
	6	横手市金沢 栗津忠太郎氏園	6月15日 2～3令幼虫	12 (印度など)	12	非休眠型	6月9日 BHC 5wp×400	10月2日
	7	平鹿郡雄物川町大沢 伊藤松四郎氏園	6月16日 2～3令幼虫	12 (国光など)	12	非休眠型	アリ不在	9月22日

野県小林製袋製作の防疫2重袋を掛け、殺虫剤の散布は5月下旬から放飼後2週間まで行なわなかった。ヤドリバチの放飼時期はコナカイガラムシの越冬世代期で、2～3令幼虫が目立った時期に行ない、試験3、6、7は3令幼虫が最も多い時期、試験4、5、は2令幼虫が最も多い時期にした。放飼したシートからのヤドリバチ成虫羽化は、いずれも放飼後2～3日から始まり、約10日間で終了した。シートの取つけ位置は果実のなっている場所に出来るだけ近づけ、第1垂主枝分岐点の主枝脊面に折りたたんだまま釘で固定した(第1図)。放飼量はコナカイガラムシの推定寄生量の多少と樹冠の大小に応じて3～5シート(第3表)にし、推定寄生量は枝幹の切口、空洞部内の外部から見える部分、果叢基部などに寄生しているコナカイガラムシの量を観察して暫定的に行なった。トビイロケアリが生息していた園は試験3、4、5、6の4園で、試験7には見られなかった。このうち試験3、6の2園では全供試樹に営巣が認められたので、試験3が放飼前4日に硫酸ニコチン800倍、試験6が放飼前6日にBHC水和剤5%400倍をそれぞれ動力噴霧機で巣に灌注した。試験4、5の2園では1～2樹の供試樹に営巣が認められたが、これにはアリの忌避剤をスポンジ

に浸透させたアリバンド（武田薬品試作品）を1樹に5～6箇所巻き、この効果もあわせて検討した。そして、ヤドリバチ放飼後から7月中旬にかけて、全試験の供試樹のアリの駆除効果を確認し、アリが活動していた枝をマークした。被害果調査は1樹から8～10年枝をランダムに3本選び、その全果実を9月下旬～10月始めに調査し、被害は紙袋の煤病汚染で判定した。また、試験3では7月14～19日、試験4では6月25日に供試樹の枝幹面からコナカイガラムシを採集し、室内でマミー形成率を調査した。さらに、試験3、5、6ではアリの活動していた枝とアリ不在の枝の被害果率を調査し、これの総括からアリが障害要因かどうかを解析する資料にした。

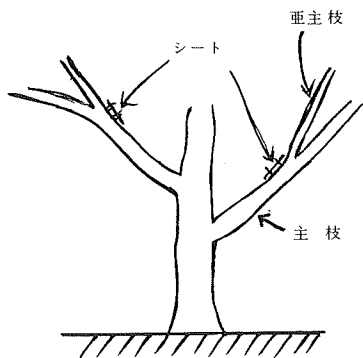
第3表 取つけシート数の基準

シート数	クワコナカイガラムシの推定寄生量	樹冠の大きさ
5	甚	極大
4	多	大
3	中	中

2. 結 果

試験3（第4表）ではヤドリバチを放飼した7樹とも防除効果は認められたが、このうちNo.2、5の2樹にアリの駆除が不完全であった主枝がそれぞれ1本あり、樹全体の被害果率が12.1～16.4%で、他の放飼樹の被害果率が0.5～9.9%に比べてやや劣った。また、枝幹面

採集虫のマミー形成率でも、No.2、5の2樹は55.9～70.4%であったのに比べ、他のアリ駆除が完全であった5樹が88.8～94.9%と高かった。さらに、この2樹の防除効果をアリのいなかった枝とアリのいた枝に分けてみると、No.2樹ではアリのいなかった枝の被害果率6.8%、マミー形成率96.1%に比べ、アリのいた枝の被害果率40.0%、マミー形成率26.7%であった。No.5樹でもアリのいなかった枝の被害果率9.3%、マミー形成率95.5%に比べ、アリのいた枝の被害果率18.7%、マミー形成率17.0%で、いずれもアリのいた枝の被害果率が高く、マミー形成率も劣っていた（第2図）。試験4（第5表）ではNo.2樹にアリバンドを巻いたが、その効果は認められず、



第1図 シートの取つけ位置

10月まで樹上活動が認められた。放飼した6樹のうちアリの活動していたNo.2樹の被害果が13.7%で、他の放飼樹が1.0～7.9%であったのに比べて防除効果が劣った。マミー形成率もNo.2樹が17.6%で、他の放飼樹が60.0～85.7%であったのに比べて著しく劣り、試験3と同じ傾向を伺い得た。この試験3と4の結果から、被害果数と非マミー形成虫数の間に $+0.8585$ ($P>0.01$) の高い相関関係が認められた（第3図）。試験5（第6表）ではNo.2、5の2樹にアリバンドを巻いたが、その効果は認められず、

アリがバンド上に砂土を運び、巣とカイガラムシ生息場所との間にトンネルを作って活動していた。放飼した7樹のうち、アリの活動していたNo.2、5の2樹の被害果率が27.3%、49.9%で、他の

アリが生息していなかった放飼樹が 0～17.4% であったのに比べて防除効果が劣った。また、この2樹をアリのいなかった枝とアリのいた枝に分けてみると、No.2 樹ではアリのいなかった枝の被害果率が 4.3% に比べ、アリのいた枝が 46.2% であった。No.5 樹でもアリのいなかった枝の被害果率が 0% に比べ、アリのいた枝が 25.8%、92.6% で、いずれもアリのいた枝の被害果率が高かった(第4図)。試験6(第7表)では放飼した12樹のうちアリの駆除が不完全であったNo.5 樹の被害果率が 29.5%、同じく No.9 樹が 13.0% であったのに比べ、他のアリの駆除が完全であった10樹の被害果率が 0～3.1% で、アリの駆除が不完全であった樹の防除効果がやや劣った。No.5、9 樹をアリのいなかった枝と、アリのいた枝に分けてみると、No.5 樹のアリのいなかった枝の被害果率が 11.0% に比べ、アリのいた枝が 25.0%、53.0% であった。No.9 樹もアリのいなかった枝の被害果率が 0%、1.0% に比べ、アリのいた枝が 38.0% で、いずれもアリのいた枝の被害果率が高く、試験3、5と同じ傾向であった(第5図)。また、7月15日に枝幹面から採集したコナカイガラムシのマミー形成率は 96.7% と高く、10月2日に印度の被害果 50果 から採集したコナカイガラムシのマミー形成率は 40.0% であった。試験7(第8表)では全園にアリが生息しなかったが、放飼した12樹の被害果率は 0～14.0% で、対照区が 39.3～78.6% であったのに比べてすぐれた効果が認められた。そして、この試験3～7の放飼樹で共通した現象は、アリのいなかった樹の被害果は下垂枝先端部分に多くみられたことであった。

第4表 アリの駆除と放飼効果：試験3(1966)

試験 番号	区	樹 番号	放飼シ ート数	果 実 調 査				枝 幹 面 寄 生 調 査		
				調査果数	被害果数	被害果率 (%)	平均被害 果率(%)	調査虫数	マミー形 成虫数	マミー形 成率(%)
3	放飼区	1	5	323	8	2.5	6.4	79	75	94.9
		②	3	265	43	16.2		81	57	70.4
		3	3	263	26	9.9		107	95	88.8
		4	3	196	9	4.6		73	65	89.0
		⑤	5	354	43	12.1		93	52	55.9
		6	3	320	2	0.6	29.7	61	60	98.4
		7	3	371	2	0.5		55	52	94.5
	対照区	8	—	196	52	26.5		95	0	0
		9	—	206	71	34.5		7	2	2.7
		10	—	277	52	18.8		43	0	0
		11	—	192	53	27.6		51	0	0
		12	—	232	86	37.1		43	0	0
		13	—	219	78	35.6		62	1	1.6

数値は3区合計値 被害果数 L S D 5% = 18.79

○：アリ駆除不完全樹

注：第8表は95頁に挿入

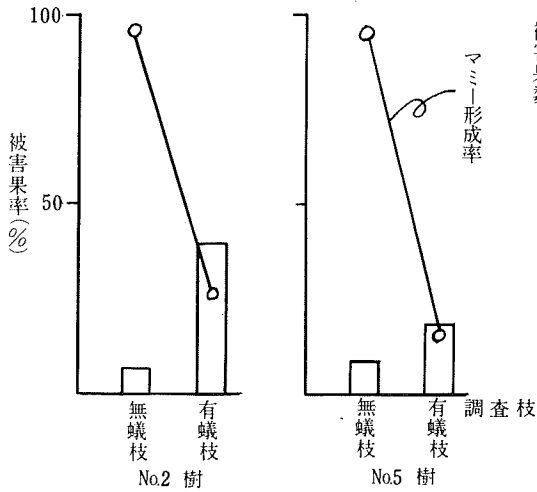
第5表 アリの駆除と放飼効果：試験4（1966）

試験 番号	区	樹 番号	放飼シ ト 数	果 実 調 査				枝 幹 面 寄 生 調 査		
				調査果数	被害果数	被害果率 (%)	平均被害 果率(%)	調査虫数	マミー形 成虫数	マミー形 成率(%)
4	放飼区	1	4	302	3	1.0	4.9	7	6	85.7
		②	4	247	34	13.8		34	6	17.6
		3	4	239	19	7.9		42	27	64.3
		4	4	315	8	2.5		36	29	80.6
		5	4	372	7	1.9		7	6	85.7
		6	5	351	18	5.1		80	48	60.0
	対照区	7	—	381	57	15.0	12.6	107	0	0
		8	—	408	83	20.3		46	1	2.2
		9	—	335	21	6.3		—	—	—
		10	—	374	35	9.4		—	—	—
		11	—	275	29	10.5		—	—	—
		12	—	259	31	12.0		—	—	—
		13	—	305	39	12.8		—	—	—

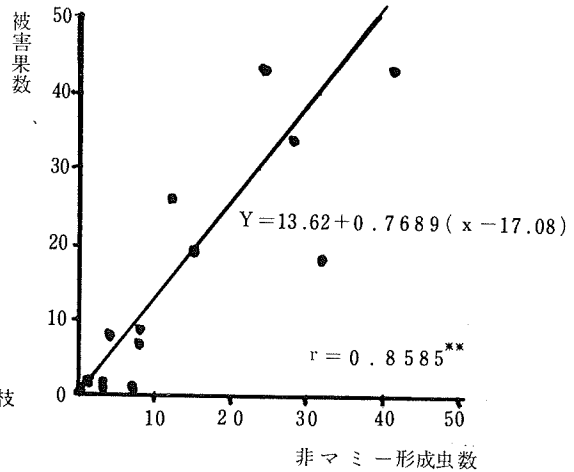
数値は3区合計値

被害果数LSD5%=18.94

○：アリ駆除不完全樹



第2図 試験3の枝別にみたアリの有無とマミー形成率の関係



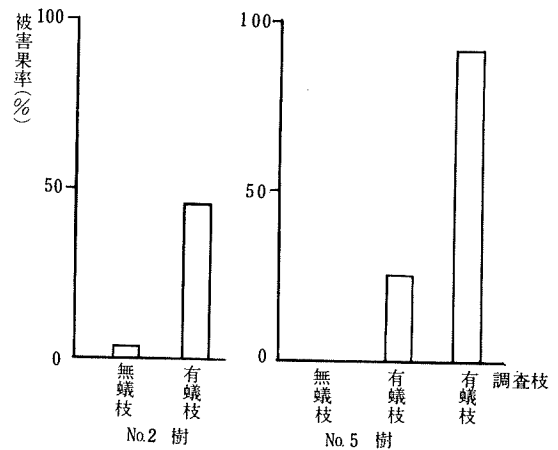
第3図 非マミー形成虫数と被害果数の相関

第6表 アリの駆除と放飼効果：試験5 (1966)

試験 番号	区	樹 番号	放飼シ ト数	果 実 調 査			
				調査果数	被害果数	被害果率 (%)	平均被害 果率(%)
5	放飼区	1	3	111	4	3.6	22.0
		②	3	260	71	27.3	
		3	3	165	0	0	
		4	3	190	33	17.4	
		⑤	4	335	167	49.9	
		6	3	101	10	9.9	
	対照区	7	3	135	0	0	35.8
		8	—	127	55	43.3	
		9	—	80	29	36.3	
		10	—	150	74	49.3	
		11	—	99	55	55.6	
		12	—	201	22	10.9	

数値は3区合計値 被害果数LSD5%=29.29

○：アリ駆除不完全樹



第4図 試験5の枝別にみたアリの有無と被害果率の関係

第7表 アリの駆除と放飼効果：試験6 (1967)

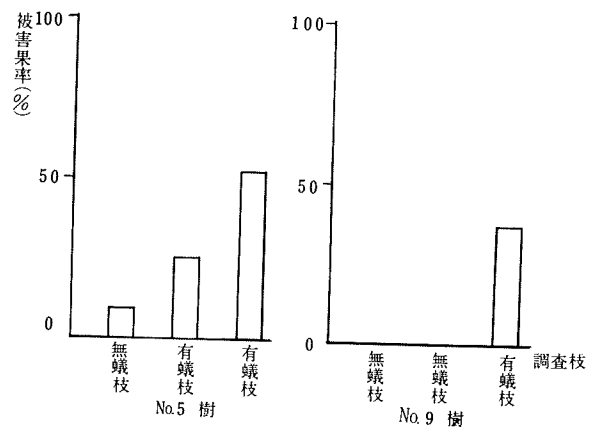
試験 番号	区	樹 番号	放飼シ ト数	果 実 調 査			
				調査果数	被害果数	被害果率 (%)	平均被害 果率(%)
6	放飼区	1	3	250	5	2.0	4.3
		2	3	345	3	0.9	
		3	3	265	0	0	
		4	3	354	4	1.1	
		⑤	5	312	92	29.5	
		6	4	323	10	3.1	
		7	3	318	0	0	
		8	5	324	4	1.2	
		⑨	3	338	44	13.0	
		10	4	324	0	0	
		11	3	266	0	0	
		12	3	343	0	0	
	対照区	13	—	317	196	61.8	59.1
		14	—	318	155	48.7	
		15	—	333	221	66.4	

数値は3区合計値 被害果数LSD5%=19.73

○：アリ駆除不完全樹

1～4樹 新聞紙袋掛け国光

5～15樹 防疫2重袋掛け印度



第5図 試験6の枝別にみたアリの有無と被害果率の関係

3. 考 察

Flanders (9)、Henry (10)、Way (40)らは体から蜜 (honeydew) を排泄するアブラムシやカイガラムシとアリの共棲関係について報告し、アリが外敵から害虫を守るため、共棲している害虫の個体群は共棲しない個体群より繁殖力が大きく、これらの害虫を防除するにはアリの駆除の成否

が防除効果を左右する重要な要因であることを指摘した。筆者らの試験結果からも、トビイロケアリの営巣していたリンゴ樹にヤドリバチを放飼した場合の防除効果は、アリの生息しなかった樹に放飼した場合より明らかに劣り、アリの生息していた樹や枝のマミー形成率は低く、被害果数と非マミー形成虫数の間に正の高い相関関係が認められた。このことは、放飼したヤドリバチのコナカイガラムシに対する寄生活動がアリによって阻害されたためと考えられる。したがって、ヤドリバチを放飼してコナカイガラムシを防除するには、共棲するアリが生物的障害要因として大きく、リンゴの場合もアリの駆除の成否が防除効果を左右する要因であることが明らかになった。アリの駆除法は殺虫剤の巣への灌注とアリバンドによる忌避の2方法で検討したが、アリバンドの実用性は劣った。殺虫剤は硫酸ニコチン 800倍、BHC水和剤 5% 400倍の2剤を用い、両剤とも効果が認められたが、BHC剤の方が安定した効果があった。しかし、BHC剤の使用は残留毒の立場から避けねばならず、アリの駆除剤についてはさらに検討を加える必要がある。また、トビイロケアリがリンゴ樹に営巣する場合、空洞部の木質部に複雑な迷路を作っているため、動力噴霧機で圧力をかけた程度の殺虫剤灌注では巣の内部まで薬剤が達せず、十分な駆除効果が出ない場合もあり、駆除方法の確立も残された問題の一つである。

村上(19)、梶田(13)らはヤドリバチのコナカイガラムシに対する産卵能力を実験し、ヤドリバチ雌1頭の産卵能力は約100個で、寄主の異なる令期では令期のすすんだ方によく寄生産卵し、1令幼虫には単寄生、2令幼虫以上には發育順に多寄生の割合が高くなると報告した。この結果からすると發育のすすんだ成虫ほどヤドリバチの寄生率が高いことになるが、成虫がマミー化するまで少量ながら産卵し、これが次世代の発生源になるため、成虫の前の3令幼虫にヤドリバチを産卵させるのが適当と考えられる。しかし、自然ではコナカイガラムシの生息場所の条件差から發育が不揃いになり、3令幼虫だけ発生することはなく、実用的には2~3令幼虫が目立つ時期となろう。先の試験1では、コナカイガラムシ越冬世代2~3令幼虫発生期で、3令幼虫が最も多く、極少数の成虫が発生した時期、試験3、6、7は同じ発生期で3令幼虫が最も多い時期、試験4、5も同じ発生期で2令幼虫が最も多い時期にそれぞれヤドリバチを放飼した。その結果はいずれの時期でも防除効果が高く、寄主令期選択の中が広いことが伺われた。また、先の村上、梶田らの実験から、ヤドリバチ雌成虫1頭の産卵能力が限定され、寄主の令期のすすんだものほどよく産卵寄生し、しかも、多寄生であることは、ヤドリバチ1雌成虫の倒すコナカイガラムシの数は成虫ほど少なく、1令幼虫ほど多いことを意味する。このことから、コナカイガラムシの幼令期にヤドリバチを放飼した方がよりよい効果をあげることが推察されるが、これに関するほ場試験結果はなく、今後検討を要する重要な問題の一つであろう。

アリの生息しない樹や駆除が完全であった樹にヤドリバチを放飼した場合、すぐれた防除効果が認められたが、少数の被害果は一様に下垂枝先端部の果実に多かった。この原因は明らかでないが、

ヤドリバチの活動能力の限界を示したのではないかと考えられる。また、袋内潜入能力については、試験2で新聞紙袋を掛けた被害果内マミー形成率が0%であったのに比べ、試験6の防疫2重袋内マミー形成率が40.0%もあり、袋内潜入活動が認められた。この差の原因も明らかでないが、袋の紙質の違いで生ずる留金部分の隙間の大小が原因の一つと思われ、ヤドリバチが潜れる隙間があれば、袋内潜入のコナカイガラムシにも寄生活動をするものと考えられる。

Ⅳ. 殺虫剤の使用方法和防除効果(1967)

ヤドリバチに対する薬剤の影響については田中(33)、菅原ら(28、29)、青森県りんご試(4)によって、殺菌剤の影響力は少ないが、殺虫剤と殺ダニ剤の一部が影響力が強く、薬剤によって残効力の長短が大きいことが知られていた。これまで行なった試験1～7でも殺虫剤の残効力を考慮に入れ、アリの駆除はBHC剤が放飼前7日、硫酸ニコチンが放飼前4日に処理し、放飼後は羽化成虫に影響がないように2週間以上たってから殺虫剤を散布するよう配慮した。しかし、ヤドリバチ羽化期間中に殺虫剤を散布した場合は試験結果が知られていなかったもので、1967年にこの試験を行なった。

1. 材料と方法

殺 虫 剤 の 影 響 試 験 方 法

年度	No.	試 験 場 所	放飼時期	放飼樹数	調査樹数	マミー型	アリの防除	被害果調査日
1967	8	平鹿郡雄物川町大沢 佐藤茂蔵園	6月12日 2～3令幼虫	12 樹	12 樹	非休眠型	6月5日 BHC 5% wp × 400	9月22日

前年コナカイガラムシの被害の多かった園から40年生国光成木を12樹選んだ。供試樹には全部空洞部が出来ており、トビイロケアリが営巣していたので、6月5日に肩かけ散布機でBHC水和剤5%400倍を巣に灌注し、処理後7日の6月12日にシートを試験3と同じ方法で取りつけた。放飼時期のコナカイガラムシは2～3令幼虫が目立ち、2令幼虫が最も多かった。シートからのヤドリバチの羽化は6月15日から始まり、19日を最盛日に6月25日頃までの約10日間認められた。放飼した12樹のうち7樹には羽化開始後5日の6月20日、他の5樹には羽化開始後8日の6月23日にスミチオン水和剤25%600倍を3-12式ボルドウ液に混用散布し、新聞紙袋を果実に掛けた。薬剤散布をした6月20日はヤドリバチ羽化最盛日の1日後、6月23日は羽化最盛日の4日後にあたる。被害果調査は試験3と同じ方法で9月22日に行なった。

2. 結 果

成虫羽化開始後8日に殺虫剤を散布した区は平均被害果率0.6%ですぐれた効果が認められたが、成虫羽化開始後5日に殺虫剤を散布した区は効果の変動が大きく、平均被害果率25.1%で劣った。

しかし、対照区の平均被害果率 59.7% よりは効果が高かった。

第8表 アリの駆除と放飼効果：試験7 (1967)

試験 番号	区	樹 番 号	放飼シ 一ト数	果 実 調 査			
				調査果数	被害果数	被害果率 (%)	平均被害 果率(%)
7	放飼区	1	3	374	23	6.1	4.5
		2	3	292	3	1.0	
		3	3	467	4	0.9	
		4	3	372	52	14.0	
		5	3	323	37	11.5	
		6	3	351	1	0.3	
		7	3	459	35	7.6	
		8	3	394	1	0.3	
		9	3	382	5	1.3	
		10	3	428	8	1.9	
		11	3	528	43	8.1	
		12	3	360	0	0	
対照区	13	—	297	190	64.0	58.1	
	14	—	426	335	78.6		
	15	—	381	150	39.4		
	16	—	304	143	47.0		

数値は3区合計値 被害果数LSD5%=19.03

第9表 殺虫剤散布と放飼効果：試験8 (1967)

試験 番号	区	樹 番 号	放飼シ 一ト数	果 実 調 査			
				調査果数	被害果数	被害果率 (%)	平均被害 果率(%)
8	放 飼 区	羽化開始5日後散布	1 3	283	180	63.6	25.1
		2 3	452	92	20.4		
		3 3	493	181	36.7		
		4 3	421	19	4.5		
		5 3	350	6	1.7		
		6 3	374	52	13.9		
		7 3	356	154	43.3		
	区	羽化開始8日後散布	8 3	350	1	0.3	0.6
		9 3	415	0	0		
		10 3	446	6	1.3		
		11 4	378	0	0		
		12 3	384	5	1.3		
	対 照 区		13 —	325	146	44.9	59.7
			14 —	302	148	49.0	
			15 —	41	332	78.9	

数値は3区合計値 被害果数LSD5%=48.57

3. 考 察

ヤドリバチの羽化消長は 20℃ 定温下で羽化開始後3日で約50%、5日後で約95%、7日後で100%になり、最盛日は3日後で、羽化期間は常温下で約10日間とされている(32)。また、産卵は羽化後2日までに過半数を終え、6～7日後に90%に達するとされている(19)。この試験で羽化開始後5日に殺虫剤を散布した区は、羽化最盛日の1日後に殺虫剤が散布されたことになり、産卵が羽化後2日で過半数になることから、産卵最盛日前に殺虫剤が散布されたと推定される。スミチオン剤のヤドリバチ成虫に対する影響は強く、リンゴ葉に散布処理後に成虫を葉に接触させると5日後まで強い殺虫効果があり、7～10日後から急速に殺虫力が減退する(7)。したがって、この区の成虫はコナカイガラムシに対する産卵活動の初期に殺虫剤で倒されたと考えられる。また、羽化開始8日後に殺虫剤を散布した区は、羽化最盛日の4日後に散布したことになり、産卵活動の最盛日が過ぎてから殺虫剤で倒されたと考えられる。防除効果は後者の方がすぐれた結果を得たが、この差は殺虫剤散布時期のちがいによるヤドリバチの寄生産卵量の差によって生じたものと考えて差し支えなからう。そして、羽化開始5日後散布区7樹の防除効果の変動は、供試樹のコナカイガラムシ寄生量の多少、ヤドリバチ羽化期の遅早、産卵条件の適否などによって生じたものと考えられる。ヤドリバチ成虫に対する薬剤の影響は殺菌剤がほとんどないが、殺虫剤の有機燐剤、NAC剤、フッソ剤、塩素剤などはいずれも薬剤処理直後～3時間後の接触で高い殺虫力があることが知られていた(28、29、33)。しかし、残効力では薬剤間差が大きく、処理後から影響がなくなるまでの期間が硫酸ニコチンで約3日、BHCが3～10日、スミチオンが9～11日もある(7)。また、マミーに対する殺虫剤

の影響はスミチオン、ダイアジノンなどが強いことが知られている(4)。このことから、ヤドリバチを放飼してコナカイガラムシを防除するには、殺虫剤散布が人為的障害要因として重要であり、アリの駆除を含めて、放飼前約7日から放飼後約10日の間は殺虫剤の散布を避けねばならない。

V. 実用化試験 (1968~1969)

1965~1967年に行なった8試験の結果から、放飼適期、シートの取りつけ数、取りつけ位置、アリの駆除対策、殺虫剤の使用規制などがおおむね解明された。これらの結果を現地の共同防除園に適用し、総合的に組み立てた実用効果を検討するため、1968、1969年にそれぞれ1試験を行なった。

1. 材料と方法

実 用 化 試 験 方 法

年度	No.	試 験 時 期	放飼時期	放飼樹数	調査樹数	マミー型	アリの防除	被害果調査日
1968	9	雄勝郡稲川町東福寺 駒形第3共防園	6月11~15日 2~3令幼虫	92	92	休眠型	5月30~6月2日 リンデン25wp ×1000	9月25日
1969	10	平鹿郡増田町亀田 増田、沢口、樋場、各共防	6月9~12日 2~3令幼虫	650	325	非休眠型	5月30~6月3日 リンデン25wp ×1000	9月25日 ~26日

薬 剤 散 布 方 法

回数	試 験 9				試 験 10			
	散布日	殺菌剤	殺虫剤		散布日	殺菌剤	殺虫剤	
1	4・4	×1500 ジクロロ剤			4・20	×1500 ジクロロ剤		
2	27	×1500 ジクロロ剤	×800 デナボン		5・3	×500 ハイバン	×800 デナボン	
3	5・17	×500 ハイバン	×2000 キルバール		18	×500 ハイバン	×2000 キルバール	
4	25	×500 ハイバン			27	×500 ハイバン		
5	6・6	×500 ハイバン			6・10	×500 ハイバン		
6	15	3-12式			28	×600 モノックス	×800 エルサン	
7	23	3-12式			7・14	×800 トモキシラン	×1500 ガルエクロン	
8	7・4	×600 モノックス	×2000 ケルセン		8・7	×800 トモキシラン	×1000 N・D	
9	24	3-12式			26	×600 モノックス	×1500 ミルベックス	
10	8・6	3-12式	×2000 ホリドール					
11	13		×1500 ミルベックス					
12	31	3-12式						

1968年に行なった試験9は、約6haの共同防除園から前年コナカイガラムシの被害の多かった成木92樹を用いた。その品種の内訳は国光56樹、紅玉2樹、印度26樹、ゴールデン・デリシャス8樹で、国光、紅玉には新聞紙袋、印度には防疫2重袋をそれぞれヤドリバチ放飼後に、ゴールデンには放飼前にハロン紙小袋、放飼後の7月上旬にその上から新聞紙大袋を2重に掛けた。トビイロケアリが生息していた樹は28樹あったが、これには5月30日から6月2日にかけてリンデン水和剤25

%1,000倍を動力噴霧機で巣に灌注した。しかし、5樹は駆除が不完全であり、10月までアリの活動が認められた。供試マミーは試験1～8に用いた非休眠型のものではなく、長期貯蔵を目的として作られた休眠型のものをを用いたが、6樹だけに従来の非休眠型のものを放飼して効果を比較した。また、ヤドリバチ成虫羽化開始後3日にDDT水和剤20%400倍を5樹に散布し、その効果もみた。したがって、試験区は休眠型マミーを用いたもの86樹で、そのうち、アリの生息しなかった樹が43樹、アリの駆除が完全であった樹が23樹、アリの駆除が不完全であった樹が5樹、羽化期にDDT散布した樹が5樹、非休眠型マミーをアリの生息しなかった樹に放飼したのが5樹、無放飼の対照が10樹の計6区に分けた。放飼は休眠型のものが6月11日～13日、非休眠型のものが6月15日に行なったが、この時期はコナカイガラムシの2～3令幼虫が目立ち、2令幼虫が最も多かった。放飼方法は試験3と同じ方法で行なった。被害果は袋の煤病汚染で判定し、1樹から8～10年枝の結果母枝を3本ランダムに選び、9月25日にその全果について健全果数、被害果数を数え、被害果率を指数に換算して被害度で表示した。薬剤散布は実績表にみられるように、ヤドリバチの第1回成虫羽化期間中の6月15日、6月23日にボルドウ液を散布し、7月4日にハマキムシ幼虫防除のため殺虫剤を散布したが、この時期にはヤドリバチの産卵活動が終わっていた。

被害指数	1969年に行なった試験10は、隣接する3共同防除園 約65ha か
0:1樹のうち被害果 0	ら前年コナカイガラムシの被害のあった650樹を選び、調査は
1:1樹のうち被害果 5%以内	325樹について行なった。調査樹の品種は国光 183樹、ゴールデン・デリシャス 68樹、印度 52樹、ふじ 18樹、その他4樹であっ
2:1樹のうち被害果 10%以内	たが、立木仕立のバートレット 6樹、廿世紀1樹も用いた。袋は
3:1樹のうち被害果 30%以内	国光、ふじ、バートレット、その他に新聞紙袋、印度には防疫2
4:1樹のうち被害果 50%以内	
5:1樹のうち被害果 80%以内	
6:1樹のうち被害果 80%以上	

重袋、廿世紀にはパラフィン紙袋をそれぞれヤドリバチ放飼後に、ゴールデンには放飼前にハトロン紙小袋、放飼後の7月上旬にその上から新聞紙大袋を2重に掛けた。放飼マミーは試験1～8で供試した非休眠型を用いた。トビイロケアリが生息していた樹は126樹あったが、このうち117樹には5月30日から6月3日にかけてリンデン水和剤25%1000倍を動力噴霧機で巣に灌注した。しかし、33樹は駆除が不完全であった。試験区はアリの生息しなかった樹が181樹、アリの駆除が完全であった樹が84樹、アリの駆除が不完全であった樹が33樹、アリの駆除しなかった樹が9樹、無放飼の対照樹が18樹の5区に分けた。放飼は6月9～12日試験3と同じ方法で行なったが、この時期はコナカイガラムシの2～3令幼虫が目立ち、2令幼虫が最も多かった。被害果は袋の煤病汚染で判定し、9月25～26日に調査樹1本の全果実に占める被害果量を2人で査定し、試験9と同じ指数を用いて被害度で表示した。薬剤散布は実績表のように放飼日の前後にハイパンを1回散布し、放飼後16～19日後にハマキムシ幼虫防除のため殺虫剤を散布した。

2. 結 果

試験9 (第10表)では、休眠型供試マミーの1シート当り平均羽化数は500頭弱で、非休眠型供試マミーの約1800頭より非常に少なかった。また、羽化期間も休眠型マミーは約15日を要し、非休眠型マミーの約10日より長かった。しかし、防除効果は平均被害度で、アリの生息しなかった樹が0.93、アリの駆除が完全であった樹が0.83、アリの生息しなかった樹に非休眠型マミーを放飼した樹が0.67でそれぞれの間に差がなく、すぐれた効果が認められた。これに比べ、アリの駆除が不完全であった樹が3.00で、放飼しなかった樹の3.70と差がなく効果が劣り、さらに、羽化期間にDDT剤を散布した樹が4.80と一段劣った。また、ヤドリバチを放飼した82樹の取りつけシート数と被害度の関係を第11表に示したが、このうち、アリの生息しなかった樹とアリの駆除が完全であった樹の計66樹について相関係数が0.1331の低い結果を得た。試験10 (第12表)では、非休眠型マミーの1シート当り平均羽化数は約1000頭で、製品の予定羽化数2000頭の半数であった。しかし、防除効果はアリの生息しなかった181樹の平均被害度が0.12、アリの駆除が完全であった84樹が0.37とすぐれていた。これに比べアリの駆除が不完全であった33樹が2.94で効果が劣り、さらに、アリの駆除しなかった9樹が3.11で、放飼しなかった18樹の3.50と差がなく一段と効果が劣った。また、立木仕立のパートレット6樹は平均被害度 0.33 ± 0.5164 、廿世紀1樹は被害度0で、すぐれた効果が認められた。

第10表 実用化試験：試験9 (1968)

試験 番号	区	項 目	被 害 度							調 査 樹 数	平 均 被害度	標準偏差	LSD 5 % 1.07
			0	1	2	3	4	5	6				
9	アリ不在樹	数率	17 40.0	13 30.0	12 28.0	1 2.0				43	0.93	±0.7284	A
	アリ完全駆除樹	数率	10 43.0	8 35.0	4 17.0	1 4.0				23	0.83	±0.7325	A
	アリ不完全駆除樹	数率			2 40.0	1 20.0	2 40.0			5	3.00	±0.8660	B
	羽化期 DDT散布樹	数率					1 20.0	4 80.0		5	4.80	±0.4472	C
	非休眠型 アリ不在樹	数率	2 33.0	4 67.0						6	0.67	±0.1292	A
	無放飼樹	数率			1 10.0	2 20.0	6 60.0	1 10.0		10	3.70	±1.1291	B

・数値は樹数

第11表 試験9の取りつけシート数と被害度(1968)

区	シート数	被害度							計
		0	1	2	3	4	5	6	
アリ不在樹	3	3	8	7					18
	4	8	2	3					13
	5	6	3	2	1				12
アリ駆除完全樹	2	1							1
	3	2		1					3
	4	4	3	3	1				11
アリ駆除不完全樹	5	3	5						8
	4			1	1	2			4
羽化期DDT散布樹	6			1					1
	5						4		4
アリ不在樹非休眠型	4								1
	5	1							1
	5	1	3						4

数値は樹数

第12表 実用化試験：試験10 (1969)

試験番号	区	項目	被害度							調査樹数	平均	標準偏差	LSD 5 % 0.42
			0	1	2	3	4	5	6		被害度		
10	アリ不在樹	数率	159 88.0	22 12.0						181	0.12	±0.6266	A
	アリ完全駆除樹	数率	59 70.0	19 23.0	6 7.0					84	0.37	±0.6117	A
	アリ不完全駆除樹	数率	2 6.0	7 21.0	3 9.0	6 18.0	10 30.0	4 12.0	1 3.0	33	2.94	±1.5671	B
	アリ無駆除樹	数率	1 11.0	1 11.0	1 11.0	3 33.0	1 11.0	2 22.0		9	3.11	±2.8844	B C
	無放飼樹	数率			2 11.0	9 50.0	3 17.0	4 22.0		18	3.50	±0.8488	C

・数値は樹数

3. 考 察

天敵による防除効果は害虫の発生量と天敵の放飼量との相互の量的な関係によって大きな影響を受け、コナカイガラムシの寄生量に比べてヤドリバチの放飼量が多過ぎる場合は必ずしも寄生率が高くなるとは限らないが、放飼量が少なかったと推定された場合の寄生率は低く、防除効果も劣るとされている(23)。しかし、試験9、10ではヤドリバチを放飼しなかった樹の被害度がかなり高く、供試樹の寄生量も相当多かったと推定されたが、ヤドリバチの羽化数が約500~1000頭で、規定数の1/4~1/2であつてもすぐれた防除効果が認められた。この原因の詳細は明らかでないが、次のことが主因であつたと考えられる。試験9では羽化期のDDT散布区を除き放飼後の殺虫剤は7月4日、8月6日の2回散布された。7月4日はヤドリバチ放飼後20~24日で、すでに産卵を終了し、寄生された虫がマミー化した頃であつた。このマミーに直接殺虫剤が散布された場合は体内のヤドリバチに影響あることは知られているが(4)、マミーの多くは粗皮下などの潜伏場所にあり、散布薬剤の影響がほとんどなかったものと考えられる。このマミーから7月18日に再びヤドリバチが羽化始め、約2週間の羽化期間が確認された。ちょうど、この時期はコナカイガラムシの第1世代ふ化幼虫の移動開始期から最盛日頃にあたり、ふ化幼虫にヤドリバチの再寄生が認められた。そ

して、8月6日の散布は再寄生の終了後になり、これもヤドリバチの繁殖に影響がなかったと考えられる。試験10では6月28日、8月7日の2回に殺虫剤が散布されたが、これも試験9と同じことがいえる。6月28日はヤドリバチ放飼後16～19日にあり、すでに産卵終了した時期であった。そして、第2回目のヤドリバチ羽化は7月20日～8月5日頃に観察され、羽化終了後の8月7日に殺虫剤が散布された。このように放飼後の殺虫剤散布がヤドリバチの繁殖に影響のない時期に偶然行なわれたため、初期の放飼量が少なくても、再寄生によって防除効果を高くしたものと考えられる。したがって、ヤドリバチの放飼量はコナカイガラムシの寄生量だけでなく、放飼後の殺虫剤散布時期との関連も考慮に入れる必要があろう。マミーの休眠型と非休眠型の比較では非休眠型の羽化期間が約10日であったのに比べ、休眠型は約15日と巾があった。実用的には他の害虫防除のためにヤドリバチ放飼期に接近して殺虫剤を散布する場合もあり得るので、出来るだけ羽化期間が短いことが望まれる。また、休眠型の羽化率が低いことも問題があり、現段階では非休眠型マミーの使用が適当である。しかし、長期貯蔵が出来る有利性から休眠型マミーの改良研究がなされる必要があろう。放飼量は暫定的な基準にしたがったが、取りつけシート数と被害度の相関関係が低くかつたことから、この方法で十分な効果があげられると考える。この試験結果から放飼適期、放飼量、アリの駆除、殺虫剤の使用時期など試験1～8で検討されたことが再確認され、実用性が高いことが実証された。また、少数例ではあったが、立木仕立のナシ類にも適用出来る可能性があると考えられた。

VI. 総 合 考 察

この試験は放飼量、シートの取りつけ位置などを暫定的な基準を設けて実施した。

コナカイガラムシを防除するためのヤドリバチの放飼量については、白崎ら(30)は10a当り50シートと100シートを各樹均当割に放飼したが被害果率に判然と差が認められず、また、10a当り50シートとその5倍量を放飼した区の被害果率にも大きな差が認められなかった。これは、コナカイガラムシの発生は園全体に一樣に発生せず、局部的に発生樹が点在する特性があることや、守本(23)のいうように、あまり大量の寄生蜂を狭い地域に集中的に放飼した場合、過寄生や分散増大などの密度効果による諸現象のため、必ずしも期待した効果が得られないことに原因があろう。そして、逆にコナカイガラムシの寄生量に対して放飼量が少なかったと推定された場合の防除効果は劣るが、寄生量に差がない場合は放飼量と寄生率の間に密接な相関が認められている(2、3、5、6)。これらのことから、ヤドリバチの放飼量はコナカイガラムシの発生量に応じたものであることが望ましいが、まだ発生量を予察する方法が確立されていないことに問題がある。この試験では一応の目安を作り、寄生場所の観察によって寄生量の多少を推定する方法を用い、これにヤドリバチの分散能力を考慮に入れて放飼樹の樹冠の大小を加味した暫定的な方法を用いた。その結果、安定した効果が認められ、おおむね実用的な方法と考えられるが、被害を最少限に抑える適性放飼量

を知るための方法確立が望まれる。また、シートの取り付け位置も暫定的な方法で行なって、何ら差し支えがなく、釘で樹に固定する場合、シートを折りたたんだまま取り付け、開いてつけても防除効果に差が認められなかった。

放飼適期はコナカイガラムシの越冬世代期であることが実証されたが、適用令期は2～3令幼虫の発生期で、2令幼虫が多い時期、3令幼虫が多い時期、成虫発生初期のいずれも効果が認められ、寄主令期選択の中が広いことが判明した。守本(23)はヤドリバチの寄主選択について、寄主の生息場所におけるランダムな運動途上での寄主との出合によって行なわれるものと推察している。したがって、寄主の体が大きいほど遭遇の機会が多くなるが、成虫寄生の場合はマミー化するまで少量ながら産卵する個体がみられるため、成虫前の2令幼虫終期で雄が繭を造り始めの頃、実用的には2～3令幼虫発生期が適すると報告している。これは筆者らの試験結果と一致した。この時期は秋田県南部が6月10頃、県北部が6月15日頃に当たる。

この試験結果から、ヤドリバチの寄生活動を阻害する大きな要因が2つあることが明らかになった。その1は生物的障害要因のコナカイガラムシと共棲するアリの影響であった。アリの駆除が出来なかった樹のヤドリバチの寄生率は低く、防除効果も劣り、Flanders(9)、Henry(10)、Way(40)らの報告と同じ傾向が伺えた。守本(23)は果樹園に生息しているアリの種について、クロヤマアリ、アミメアリなどはヤドリバチの寄生活動に大きな影響がないようだが、トビイロケアリ、クロクサアリの妨害は激しいと報告している。秋田県内のリンゴ樹に生息しているアリの種はトビイロケアリがほとんどで、そのほかクロヤマアリと不明種が確認されている。この駆除は動力噴霧機を用いて殺虫剤を巣に灌注する方法を用いたが、巣の構造による駆除効果の不確実性、殺虫剤の人体毒性など、早急に確立しなければならない問題が残されている。今のところ、低毒性有機燐剤、NAC剤などを実用濃度で使い、リンデンなみの効果をあげている。

その2は人為的障害要因の殺虫剤の使用方法であった。ヤドリバチは殺虫剤に弱く、その残効力を考慮に入れると放飼前約7日から放飼後約10日の間は殺虫剤散布を規制する必要が認められた。この間に他の害虫防除のため殺虫剤散布が必要な場合はヤドリバチの実用化は望めない。リンゴ害虫の種は多く、高橋(31)は約180種、豊島(35)は132種でそのうち重要種は十数種と記録している。秋田県内では重要害虫が9種その他数種が年により発生が目立つことがある。これらの防除は殺虫剤の散布に頼っている現状だけに、発生種が多いほど散布回数も多くなり勝であるが、既存天敵の保護、園内昆虫相の均衡破壊防止、抵抗性害虫の出現防止などのため、年間の殺虫剤散布回数を3～4回に抑え、とくに落花後10～20日(5月下旬～6月上旬)のサビ果発生期間中の散布をやめて来た。この間に発生する害虫は数種あるが、標準防除暦ではハマキムシ類、ハダニ類、ドクガ類、シヤクトリムシ類は芽出し後2週間～落花直後(4月下旬～5月中旬)、キンモンホソガは8月始めに殺虫剤を散布する方法を行なっている。ヤドリバチの放飼適期はこの殺虫剤散布を避けている期間の後半にあたるので、標準園では現在の防除体系にそのままヤドリバチによる防除

法を組み込める有利性がある。しかし、障害になる害虫はモモシクイガである。この害虫の発生密度は全般的に低く、実害はほとんどない現状だが、被害果管理を怠っている園の密度は高く、実害も大きい。発生密度が普通以下の園では6月12～13日頃から果実に産卵し、この時期の卵期間が約10～14日間あるので、殺虫剤（低毒性有機燐剤、NAC 剤）の散布は6月20日過ぎになる。しかし、発生密度の高い園では6月初旬頃から産卵するため、殺卵剤散布は6月15日頃になり、試験結果のヤドリバチ放飼適期と重なることになる。発生密度が普通以下の園では殺卵剤の散布が最悪の場合に6月20日になるとして、これからヤドリバチに対する殺虫剤の影響がない放飼日を逆算すると6月10日になり、試験結果の放飼適期と一致することになる。したがって、モモシクイガの発生密度が高い園ではヤドリバチの利用は困難である。このような園では、被害果処分法を徹底させて発生密度を下げるのが先決問題であろう。ただ、村上（19）、梶田（13）らの若令期ほどヤドリバチ雌1頭当りのコナカイガラムシ倒死虫数が多いという報告から、コナカイガラムシの1～2令幼虫期にヤドリバチを放飼しても防除効果があるとすれば、このような園でも使用出来ることになる。ほ場での若令期に放飼した防除効果の検討はこの点からも必要であろう。また、放飼後の殺虫剤の使用方法でヤドリバチは自然増殖し、コナカイガラムシに再寄生することが判明した。6月中旬に放飼したヤドリバチは年4回の成虫が羽化し、第2回成虫の羽化期は1968年が7月18日～8月2日、1970年が7月9日～7月29日、1971年が7月16～8月5日であった。これに対し、秋田県の基準防除暦では6月末と8月上旬に他の害虫防除のため殺虫剤を散布するよう定めてある。この基準にしたがって実用化試験の殺虫剤散布を行なったため、第2回成虫に与えた影響が少なく、7月20日前後からふ化移動したコナカイガラムシの第1世代虫に対して再寄生が認められた。さらに、第3回成虫は8月～9月、第4回成虫は9月～10月に羽化し、生き残ったコナカイガラムシに寄生を繰返す偶然の結果になった。このことから、ヤドリバチを利用するには放飼虫の第1回羽化期だけでなく、薬剤散布期間中の羽化期に及ぼす殺虫剤の影響を排除することが最も効果的だと考える。また、これはヤドリバチ放飼量とも関連する問題である。この試験では供試樹の条件に応じて1樹に3～5シートを放飼したが、1シート当りの成虫羽化数は目標の2000頭を下廻わる約500～1000頭で行なわれたものが多かった。それにもかかわらず、防除効果が高かったのは放飼虫の再寄生現象によるものと考えられた。したがって、放飼適量には年間の成虫羽化時期と殺虫剤散布時期の相互関係が関与するものと判断されるので、この関係をほ場で明らかにすることが残された問題の1つであろう。現状では放飼適量を解く方法はないが、一連の試験結果から、秋田県の基準防除体系では1シート当り約1000頭の羽化数で十分であると考ええる。

ヤドリバチは比較的暖地に分布（17）するため、寒冷地帯の東北地方では越冬が疑問視されていた。しかし、白崎ら（30）も青森県で確認したように、秋田県でも少数ながら越冬虫が認められ、これが自然増殖することが観察された。越冬虫の発生経過は不明であるが、年内放飼虫の発生経過

とあわせて実態を明らかにしたい。

以上から、残された問題はいくつかあるが、コナカイガラムシ越冬世代の2令幼虫が最も多い時期に放飼、寄生量の多少、樹冠の大小に応じて1樹3～5シートの放飼、結果枝に出来るだけ近い場所にシートを固定、生物的障害要因のアリの駆除、人為的障害要因の殺虫剤使用法など解明された方法を実施することにより、ヤドリバチ放飼によるコナカイガラムシの防除効果は高く、十分な実用性が認められた。そして、この方法は従来の殺虫剤散布による方法(27)より適期の中が広く、効果の安定性も高く、且つ、夏期の殺虫剤散布の低減から既存天敵の保護にも役立つ有利性がある。

VII. 摘 要

1. 人工的に大量増殖したクワコナカイガラヤドリバチを用いて、リンゴの害虫クワコナカイガラムシの防除法を1965～1969年に試験した。その際、放飼量はコナカイガラムシの寄生量の多少と樹冠の大小により3～5シートとし、シートの取つけ位置は果実のなっている場所に近い第1亜主枝分岐点の主枝脊面に釘で固定した。

2. 放飼適期はコナカイガラムシの越冬世代期で2令幼虫の多い時期が適し、秋田県南部では6月10日頃、県北部では6月15日頃になる。

3. ヤドリバチ寄生活動の生物的障害要因は、リンゴ樹に営巣し、コナカイガラムシと共棲するアリ(とくに *Lasius niger* L.) であって、これを駆除しなければヤドリバチ放飼による防除効果を高くすることが出来なかった。アリの駆除法は暫定的に低毒性有機燐剤、NAC剤を実用濃度で巢に大量灌注する方法を用いた。

4. ヤドリバチ寄生活動の人為的障害要因は殺虫剤の使用で、放飼前約7日から放飼後約10日間は殺虫剤を散布してはならなかった。また、放飼したヤドリバチのは場での羽化回数は年4回認められたが、羽化期間中に殺虫剤を散布しなかった場合はヤドリバチがコナカイガラムシに再寄生し、これが防除効果をより一層高くした原因と考えられた。

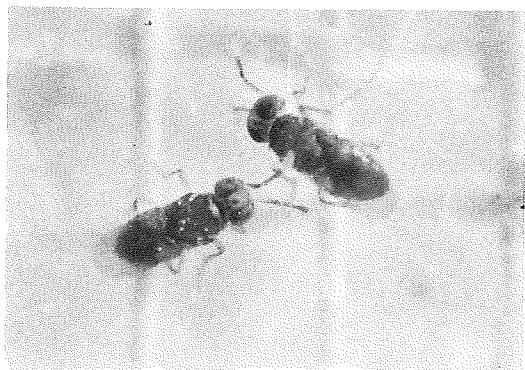
5. 放飼適期、共棲するアリの駆除、殺虫剤の影響排除などを考慮に入れて実用化試験を行なった結果、防除効果は高く、これまで行なって来た殺虫剤散布による防除法より安定性があり、実用性の高いことが実証された。

VIII. 引 用 文 献

1. 青森県農林部りんご課 (1970) : 青森県りんご発達史 : 9 : 72～77.
2. 青森県りんご試験場 (1965) : リンゴ農薬連絡試験成績. 88～93. (とう写)
3. 青森県りんご試験場 (1966 a) : リンゴ農薬連絡試験成績. 70～81. (とう写)

4. 青森県りんご試験場 (1966 b) : 虫害に関する試験成績. 15~16. (とう写)
5. 青森県りんご試験場 (1967) : リンゴ農薬連絡試験成績. 91~111. (とう写)
6. 青森県りんご試験場 (1968) : 寒冷地果樹に関する試験研究打合せ会議資料 (第3分科会).
69~70. (とう写)
7. 秋田県果樹試験場 (1970) : リンゴ農薬連絡試験成績. 86~89. (とう写)
8. 福島県園芸試験場 (1965) : 果樹病虫害試験成績書. 42~45. (とう写)
9. Flanders, S. E. (1945) : J. Econ. Ent., 38 : 711~712.
10. Henry, A. B. (1958) : Proc. Hawaii Ent. Soc., 16(3) : 349~355.
11. 岩手県園芸試験場 (1965) : リンゴ農薬連絡試験成績. 23~29. (とう写)
12. 岩手県園芸試験場 (1966) : リンゴ農薬連絡試験成績. 11~20. (とう写)
13. 梶田泰司 (1966) : 九大農学部学芸雑誌. 22(3), 319~324.
14. 梶田泰司 (1969) : 九大農学部学芸雑誌. 24(2), 161~166.
15. 宮城県農業試験場 (1965) : リンゴ農薬連絡試験成績. 38~43. (とう写)
16. 宮城県農業試験場 (1966) : リンゴ農薬連絡試験成績. 19~24. (とう写)
17. 村上陽三 (1965 a) : 農林省園芸試験場報告. A 4 : 145~152.
18. 村上陽三 (1965 b) : 農林省園芸試験場報告. A 4 : 125~144.
19. 村上陽三 (1966) : 農林省園芸試験場報告. A 5 : 139~163.
20. 守本陸也・綿島朝次・三宅英雄・岸谷 靖雄・梶田泰司 (1964 a) : 応動昆大会講演要旨. 15.
21. 守本陸也・綿島朝次・三宅英雄・岸谷 靖雄・梶田泰司 (1964 b) : 応動昆大会講演要旨. 16.
22. 守本陸也・綿島朝次・三宅英雄・岸谷 靖雄・梶田泰司 (1965) : 応動昆大会講演要旨. 30.
23. 守本陸也 (1971) : 武田研究所報. 30(1) : 198~216.
24. 長野県園芸試験場 (1965) : リンゴ農薬連絡試験成績 (その他). 6~8. (とう写)
25. 長野県園芸試験場 (1966) : リンゴ農薬連絡試験成績. 34(とう写)
26. 成田 弘・高橋佑治・佐藤修司 (1969) : 秋田県果樹試験場研究報告. 1 : 71~94.
27. 成田 弘・高橋佑治・佐藤修司・工藤哲男 (1970) : 秋田県果樹試験場研究報告. 2 : 41~63.
28. 菅原寛夫・若公正義 (1966) : 北日本病虫害研究会報. 17 : 136.
29. 菅原寛夫・若公正義 (1967) : 北日本病虫害研究会報. 18 : 115.
30. 白崎将瑛・関田徳雄・山田雅輝・小山信行・津川 力 (1969) : 青森県りんご試験場報告.
13 : 1~25.
31. 高橋 奨 (1930) : 果樹害虫篇.
32. 武田薬品工業 (1970) : クワコナコバチ (りんご篇). 13~14.
33. 田中 学 (1966) : 農林水産技術会議研究成果. 28 : 69~70

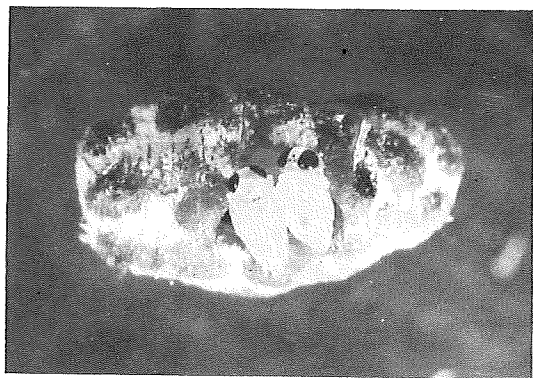
34. 豊島在寛 (1938) : 青森県苹果試験場研究報告. 1. 28.
35. 豊島在寛 (1950) : 病害虫の生態と防除 (果樹篇) 15~108.
36. 山形県農業試験場置賜分場 (1966) : リンゴ農薬連絡試験成績. 11~14. (とう写)
37. 安松京三 (1960) : 植物防疫. 14(11). 467~470.
38. 安松京三 (1968) : 植物防疫. 22(5). 210~213.
39. 安松京三 (1970) : 日本放送出版協会. 159.
40. Way, M. J. (1954) : Bull. Ent. Res., 45. 113~134.



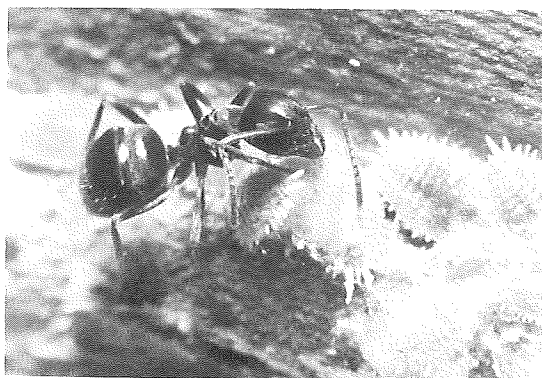
1. クワコナカイガラヤドリバチの成虫



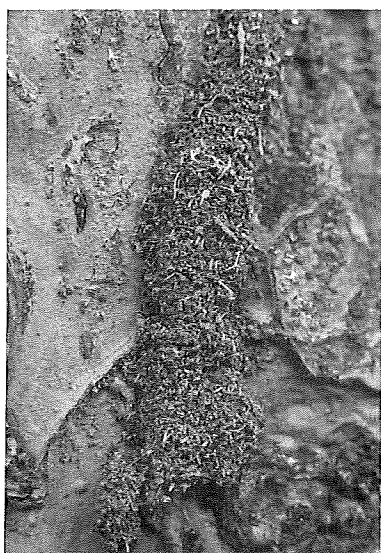
2. クワコナカイガラヤドリ~~バチ~~のマミー



3. マミー内のクワコナカイガラヤドリバチの蛹



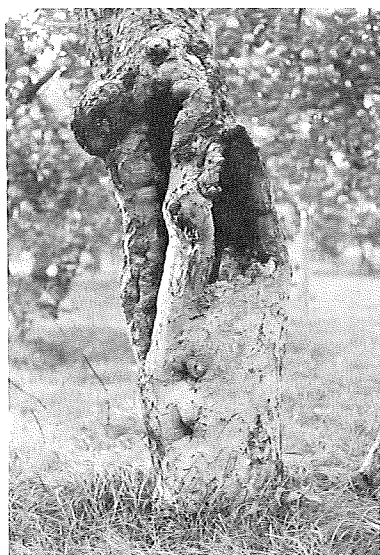
4. クワコナカイガラヤドリ~~バチ~~の排出蜜を
なめるトビイロケアリ



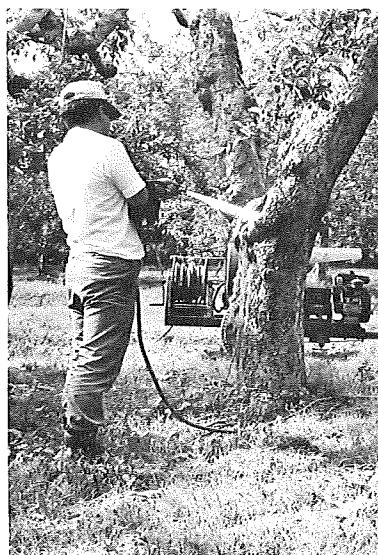
5. リンゴ樹幹に土砂、木くずでつくられたトビイロケアリのトンネル



6. トンネル内の樹皮と木質部の間にたまったクワコナカイガラムシの排出蜜をなめるトビイロケアリ



7. アリが営巣しているリンゴ樹幹の空洞部



8. アリの防除作業、動力噴霧機でアリの巣に殺虫剤を灌注する

Studies on the Ecology and Control Methods of Comstock Mealybug (*Pseudococcus comstocki* KUWANA) in Apple Orchard

III. On Biological Control of Comstock Mealybug by Parasite (*Pseudaphycus malinus* GAHAN)

Hiroshi Narita, Yuzi Takahashi, Tetuo Kudo and Shuji Sato

Summary

1. Test was carried out in 1965-1969 on extermination of an apple pest called comstock mealybug (*Pseudococcus comstocki* KUWANA) by using the parasite (*Pseudaphycus malinus* GAHAN) which was cultivated artificially in a large quantity. The amount of the parasite used as released parasite was between 3 to 5 sheets depending on the amount of comstock mealybug and the size of the crown, and the sheets were fixed by nailing them to the back side of the main branch of the first subbranch dividing point near the place where the fruit grows.

2. The optimum time for released parasite is during the overwintering generation period of comstock mealybug and a time when the amount of the second and third instar stage is large, which accords about June 10th in the southern part of Akita prefecture and June 15th in the northern part.

3. The biological obstruction factor of the parasitic activity of the parasite is the attack by ant (*Lasius niger* L.) which nests in apple trees and is symbiotic with comstock mealybug and it is difficult to obtain high control effect by releasing the parasite unless the ant is exterminated. The method of injecting a large amount of organic phosphorus compounds of low toxicity and NAC at a practical concentration into the nest was applied tentatively.

4. The artificial obstruction factor of the parasitic activity of the parasite is due to the use of insecticides and consequently, spraying of insecticides must not be carried out about 7 days before releasing and 10 days after

releasing. Also, it was considered that emergency time of the parasite was 4 times per year in the field. When insecticides are not sprayed during the emergency periods, the parasite becomes parasitic on comstock mealybug and it was assumed that this increased further the extermination effect.

5. A test for putting this into practical use was carried out by taking into consideration the releasing period, extermination of ant and removal of the effect of insecticides. As a result, it was shown that the extermination effect was good, and more stable than the control method of spraying insecticides, which has been practiced up to now and it has found a large possibility of practical use.

