

マメコバチに寄生するツツハナコナダニの
薬劑及び熱処理による防除

山田 雅輝

Control of Chaetodactylus Mite, *Chaetodactylus nipponicus*
KUROSA, an Important Mortarity Agent of Cornfaced
Osmia Bee, *Osmia cornifrons* RADOSZKOWSKI.

Masateru YAMADA

Aomori Apple Experiment Station
Kuroishi, Aomori, 036-03, Japan.

目 次

I 緒 言	41
II ツツハナコナダニの生活史の概要	42
III 薬剤による防除	43
試験方法	43
試験結果	44
1. 移動型ヒポプスの薬剤感受性検定法の比較	44
2. 移動型ヒポプス防除薬剤の検索	47
3. 殺虫剤・殺ダニ剤並びに萘酸に対する移動型ヒポプスの感受性	47
4. マメコバチ成虫に付着しているヒポプスの駆除	49
(1) マメコバチ成虫浸漬処理の効果	49
(2) 越夜場所処理の効果	50
5. 薬剤による造巢前筒処理の効果	52
6. 防除薬剤のマメコバチ成虫に対する殺虫性	53
考 察	55
IV 熱処理による駆除	58
試験方法	58
試験結果	59
1. 処理温度及び処理時期がツツハナコナダニとマメコバチに与える影響	59
2. 大型施設による大量処理	62
(1) 加温日数とコナダニ及びマメコバチの生死	62
(2) 加温によるマメコバチの発育遅延	63
(3) 9月中旬処理の影響	65
(4) 32℃処理の効果	66
(5) 花粉開葯施設を利用した高温処理の効果	67
考 察	68
V 総合考察	69
VI 摘 要	70
引用文献	72
Summary	75
写 真	77

I 諸 言

近年、マメコバチ *Osmia cornifrons* RADOSZ-KOWSKI はリンゴ、オウオウ、ナシなどの授粉のため広く利用されるようになり、中でもリンゴでは人手授粉に代わる最も有力な授粉手段となっている。しかし、飼育年限が長くなるに伴い、増殖を阻害する天敵の増加が問題となっている。我が国におけるマメコバチの天敵は20種以上知られており(21, 35, 44), そのうち、あるものについては防除手段が考案されているが(20), 多くの重要な種については依然として防除対策が不十分である。

北日本ではマメコバチの独房に侵入し、その卵又は幼虫を殺したうえで、残った花粉団子を食餌として繁殖するコナダニ類がマメコバチ増殖上の最も重要な阻害要因となっている(21, 23, 35, 44, 45)。我が国でマメコバチに寄生するダニ類は少なくとも3種類が知られており、このうち、北日本からは *Tortonia* sp. とツツハナコナダニ *Chaetodactylus nipponicus* KUROSA が確認されているが(18, 19), 青森県で特に問題となっている種は後者である(40, 41)。このようなダニの被害は従前より問題視されており(36), このため、殺虫剤を使った防除試験を試みた例もあるが、実用化にいたっていない(18, 19)。従来、コナダニの寄生率が高くなった場合の対策として、古い巣筒を新しいものに更新するように提案されている(3, 22, 35, 41, 44)。しかし、筒を割ること自体、大変な労力を要し、また、代替の新しい筒を用意しなければならないので、その調整労力とアシ筒の購入経費がかかる。安価で造巣率の高い人工巣材が開発されていない現在(17, 45), このような巣筒更新法は大量飼育者ほど実施が困難になっており、簡単にコナダニを駆除できる方法の確立が強く要望されてきた。

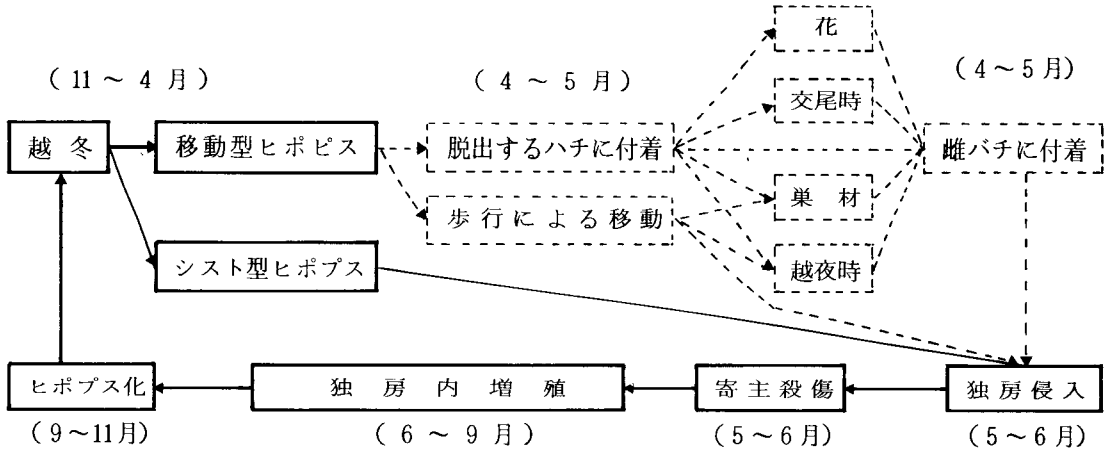
ツツハナコナダニは周年経過において、大部分の期間をマメコバチの独房内で過ごすので、この期間は薬剤処理が困難であり、また、唯一の筒外活動時期はマメコバチの体に付着して行動することが多いため、マメコバチに安全な手法でコナダニを防除するのは至難と考えられた。しかし、その後、マメコバチ増殖率の著しい低下、種バチ流通上のトラブルなど利用上の問題が大きくなり、その対策の確立が急務となったので、1983年から本格的な研究に着手した。研究はまず炭酸ガス処理法について、次いで熱処理法及び薬剤処理法について検討し、これまで熱処理法及び薬剤処理法について実用性を確認できた。これらの駆除手段には、今後、応用面で発展させてゆくべき技術が数多く残されているが、1986年4月より著者自身の職場が変わるなど、研究を継続できなくなったのを機会に、それまでの成果を取りまとめ、今後の研究発展に資することとした。なお、これまで一部の成績は技術普及誌及び指導書などに紹介してきたが、それらはいずれも本研究の成果を基にしたものである。

この研究を行うに当たり、最も必要となったのは試験用の巣筒であり、藤崎町林崎の太田昭一氏、弘前市青女子の館山角一氏、津軽平賀農協、相馬村農協及び浪岡農協の各位より貴重なマメコバチの巣筒を提供していただいた。さらに相馬村農協と津軽平賀農協には花粉開葯施設の使用に当たり、並々ならない御協力を仰いだ。なお、青森県りんご試験場田中弥平前次長(元病虫害部長)並びに病虫害部昆虫班職員一同には日頃より本研究に対して深い御理解をいただき、数々の御助言並びに御支援を下された。これらの御援助がなければ到底本研究を遂行できなかったものであり、ここに記して深甚なる謝意を表す。

II ツツハナコナダニの生活史の概要

本種の防除方法の内容を理解するにはその生活史を知っておくことが必要と考えられるので、以下にその概要を示す。

本種の生態に関して断片的に記述した事例は少なくない(18, 19, 21, 27, 43, 45)。これらの資料並びに著者の観察により、その周年経過の



第1図 マメコバチに寄生するツツハナコナダニの周年経過模式図。
実線は独房内、点線は独房外の移動分散期における過程。

概要を示すと第1図のようである。越冬時の発育形態には移動型ヒポプス(写真B)とシスト型ヒポプスがあり(写真C)、後者は独房の内壁に付着している。移動型ヒポプスは奥の独房にいるマメコバチが独房壁を破り、ダニ被害独房を通過して脱出する際、マメコバチの体にとり付く(写真A)、この際取り残された移動型ヒポプスは開放された独房を通り抜けて筒の入口まで出、その周辺に群がっている(写真D)。そのような場所にマメコバチの成虫が巣の探索、越夜などのために訪れるとヒポプスはそれにとり付く。また、歩行により周辺の筒に入り込むなど盛んに移動する。さらにコナダニの付着しているマメコバチの成虫からほかの個体への乗換えも考えられ、特に集団である越夜時や交尾の時に起こりうる。そのほか、花や越夜場所を介しての伝ばんも考えられる。

成虫の体にとり付いたヒポプスはマメコバチの営巣期間を通じて少しずつその体から離れ、新しい独房への侵入を果たす。一方、シスト型ヒポプスは筒の内壁に付着したままハチの造巣期を迎え、同じ筒に再度マメコバチが巣作りし、独房が作られるとシストを破って新しい独房に定着すると考えられる。このようにして新しい独房に入ったコナダニは独房内のマメコバチの卵又は若齢幼虫に傷害を与えて殺し、残った花粉団子を餌として春から秋にかけて同一独房内で数世代を繰り返す。

繁殖は餌がなくなる秋期まで続き、越冬期前にはほとんどの個体がヒポプスとなる。越冬期における1独房当たりのヒポプスは数千個体に達し、その大部分は移動型で、独房にぎっしり詰まった状態である。

コナダニ類では一般に餌の豊富な増殖期にはヒポプスが生じないで、卵-幼虫-第1若虫-第2若虫-成虫の順に経過するが、餌不足など環境条件が悪化すると第1若虫の後にヒポプスが生じ、これは飢餓に対しても耐性が強い(7, 32)。この場合、ヒポプスから後の発育は第2若虫となり、

次いで成虫となって交尾、産卵する。

このようにツツハナコナダニではマメコバチの活動期に当たる4~5月が移動分散期で、その他はすべてマメコバチの独房内で経過する。なお、本種と同属で、ほかのツツハナバチ類に寄生するコナダニでも類似の生活史が知られている(4, 30)。

III 薬剤による防除

試験方法

i 移動型ヒポプスの薬剤感受性検定

1983年4~5月にりんご試験場産のツツハナコナダニ移動型ヒポプスを供試し、次のようなA, B二つの方法により同一薬剤を処理して薬剤感受性を比較した。

(i) ろ紙法；直径7cmのろ紙にあらかじめ溶解しておいたパラフィンで直径4.5cmの円を幅2~4mmで描き、パラフィンが固まってからその上にタングルフトを1mm位の幅で塗ってコナダニの逃亡を防ぐ棚とした。パラフィン枠の中にヒポプスを放し、1日後にタングルフトに付着した個体、脱皮殻、死亡虫などを除去した後に処理に供した。処理は所定薬液5mlをみずほ式薬剤散布塔で噴霧し、処理後は室温下に置き、1~4日後に生存虫、死亡虫及びタングル付着虫別に調査した。

(ii) スライドガラス浸漬法；スライドガラスに幅1.5cm、長さ5~6cmの両面粘着テープ(ナイスタック)を貼りつけ、これに移動型ヒポプスの背面を付着させて固定した。これを所定薬液に10秒間浸漬処理し、余分な薬液を除去してから室温下に静置しておき、1~4日後に生虫と死虫を調査した。なお、供試虫は当年の越冬個体を複数のマメコバチ巣筒から採集して混合し、冷蔵庫に保管してあるものを使用した。また、処理薬剤には展着剤として新リノー5,000倍を加用した。

ii マメコバチ成虫に付着しているヒポプスの薬剤による駆除

虫体浸漬処理；1984年にツツハナコナダニの移動型ヒポプスを人為的に多数付着させたマメコバチ成虫を試験に供した。処理はあらかじめ調整しておいた薬液(新リノー5,000倍加用)にそのような成虫を数秒間浸漬して行った。処理後の成虫を網蓋の付いた直径14cm、高さ6cmのプラスチック容器に入れ、蜂蜜を与えて室温下で飼育した。処理1~5日後にマメコバチの生死、ヒポプスの付着程度などを調査した。処理月日は4月9, 16及び19日の3回である。

越夜場所処理；1985年、りんご試験場産のマメコバチ巣筒を3月下旬から冷蔵庫に保管しておき、7月に分解して取り出したマメコバチ成虫並びにツツハナコナダニの移動型ヒポプスを供試し、以下に示す二つの試験を行った。

(i) 次のような3種の材料でマメコバチの越夜素材を作って試験に供した。

A. 黒らしゃ紙を5cm×8cmに切り、内径7mm、長さ8cmの筒を作り、片側をホッチキスで閉じたもの。

B. 木綿布を5cm×15cmに切り、三つ折りに重ねてセロテープで止め、折り目に隙間を作ってマメコバチが潜入できるようにしたもの。

C. 黒色寒冷紗を10cm×20cmに切り、B同様に折り曲げて隙間を作ったもの。

上記の越夜素材をベンゾエピン乳剤の各種濃度の液に4~5秒間浸漬した後、約1時間風乾した。Aは直径12cm、高さ5.5cmの円型タッパーに2本ずつ、Bは1個ずつ、また、Cは縦26cm、横17cm、

高さ7cmの角型タッパーに1個ずつ入れた。各容器にコナダニの移動型ヒポプスが100個体以上付着しているマメコバチ成虫を放し、経過日数ごとにヒポプスの付着程度を調査した。供試数はAとBでは10個体、Cでは20個体としたが、処理後に死亡した個体は除外した。なお、処理月日は7月11日で、AとCでは蜂蜜を与えてマメコバチを飼ったが、Bでは何も与えなかった。また、飼育容器の蓋には部分的に網を取り付け換気口とした。

(ii) 内径6.5mm、長さ8cmのアシ筒3本(うち2本は片側に節があるもの)を1組とし、処定薬液に数秒間浸漬し、筒内にも薬液を充分浸透させて処理した。これを日陰で乾燥させ、処理3時間後、2日後及び5日後にそれぞれ(i)の試験と同じ円型タッパーに収容した上、コナダニの付着するマメコバチ成虫を放して蜂蜜を与えながら飼育した。マメコバチを放してから1日後にヒポプスの付着程度を調べた。なお、マメコバチの放飼月日は7月25日で、1日後の調査終了後に更に新規の成虫を放し、処理2、3及び6日後の供試とみなして同様の調査を行った。

なお、iiの試験を通じて、マメコバチ成虫に付着するヒポプスの密度はおおむね次のような基準とした。

一：付着なし、+：1～9個体、++：10～99個体、+++：100個体以上。

iii 薬剤による造巢前筒の処理

1985年春期にマメコバチの巣材用として新しく切断したアシ筒200本ずつを束ね、1区3束を供試した。筒は処定薬液に浸漬しながら筒内に薬液が出入りするようによく揺り動かして処理した後、薬液を振り落とし、さらに2日間風乾させた。4区分計12束を1個のリンゴ箱に交互に収容し、それをマメコバチ脱出直前に当たる5月上旬にツツハナコナダニにひどく汚染されている平賀町沖館の巣群に与えた。7月26日にそれを回収し、巣造りされた筒をすべて割り、独房ごとのマメコバチ生死並びにその死亡要因を調べた。この際、まゆを形成

したものはすべて生存虫とみなした。

iv マメコバチに対する薬剤の殺虫性

マメコバチはりんご試験場で飼育している個体群から1983年4～5月に脱出させた成虫を供試した。処理は、1mm目のビニール網を底面に張った直径9cm、高さ6cmのプラスチック製容器に10個体ずつマメコバチの成虫を入れ、網の部分を上面にしてみずほ式薬剤散布塔で5mlの処定薬液を噴霧して行った。処理後は常温下で蜂蜜を与えて飼育し、その後の死亡虫を調査した。なお、5月10日に行ったコナダニ薬剤感受性検定はスライドグラス浸漬法によるもので、マメコバチの処理に使用したのと同じ薬液で処理した。

試験結果

1. 移動型ヒポプスの薬剤感受性検定法の比較

1983年4月27日に処理した結果は第1表に、5月9日に処理した結果は第2表に示した。処理2日後の結果についてみると、プロフェノホス乳剤はスライドグラス浸漬法の場合5ppm以上の濃度で100%の死亡率を示し、それ以下の濃度では順次低下した。一方、同剤のろ紙法では5ppmまで高い死亡率を示し、それ以下の濃度で低下する点ではスライドグラス浸漬法に類似した。死亡率に占めるタングル付着虫の割合は5～6ppmをピークとして濃度の高低両方で低下した。

CVP乳剤の6.3～50ppmではいずれも殺虫力が低く、試験方法による差も認められなかった。

アミトラズ乳剤はスライドグラス浸漬法の場合2日後の死亡率が80ppmでも50%以下と低かったが、4日後では全般にかなり高まった。ろ紙法では全般にスライドグラス浸漬法よりやや低い死亡率を示したが、濃度の低下とともに死亡率も低下する傾向は同様に認められた。タングル付着虫の割合は全般に低く、濃度の低下とともに減少した。

クロルフェナミジン水和剤は150及び300ppmで高い死亡率を示し、それより低い38ppmまでは濃度の低下とともに死虫率も低下した。その傾

第1表 ツツハナコナダニ移動型ヒポプスに対する薬剤処理法の違いと死虫率（その1）

薬 剤 名	濃 度 (ppm)	処理2日後死虫率(%)	
		ろ 紙 法	スライドガラス浸漬法
プロフェノホス乳剤	50	100 (14.3)	100
	25	100 (22.1)	100
	12.5	100 (22.2)	100
	6.3	100 (60.8)	100
CVP乳剤	50	0 (1.3)	0
	25	0 (0)	0
	12.5	0 (0)	0
	6.3	4.2 (4.8)	2.0
クロルフェナミジン水和剤	300	96.3 (51.3)	100
	150	94.0 (54.4)	96.6
	75	84.6 (69.4)	60.2
	37.5	67.9 (52.6)	52.2
対照(展着剤)	-	<3.3>(3.3)	<7.1>

備考 供試虫数はろ紙法で平均92(39~134)個体, スライドガラス浸漬法で平均73(48~112)個体。死虫率はABOTTの補正值, ただし, ()で示したタングル付着虫は非補正值で, 以下の表に共通。1983年4月27日処理。

第2表 ツツハナコナダニ移動型ヒポプスに対する薬剤処理法の違いと死虫率(その2)

薬 剤 名	濃 度 (ppm)	処理2日後死虫率(%)		処理4日後死虫率(%)	
		ろ 紙 法	スライドガラス浸漬法	ろ 紙 法	スライドガラス浸漬法
プロフェノホス乳剤	10	93.0 (18.0)	96.9	98.9	100
	5	92.5 (67.3)	96.2	97.2	100
	2.5	51.6 (36.8)	86.1	68.0	99.6
	1.3	39.3 (31.0)	11.0	54.2	30.5
アミトラス乳剤	80	19.0 (17.4)	48.2	55.9	89.3
	40	17.2 (16.5)	18.6	30.3	77.1
	20	5.5 (4.3)	5.5	9.3	62.4
	10	1.5 (2.6)	1.0	2.5	17.6
石灰硫黄合剤	2,200	100 (2.0)	100	100	100
	1,100	100 (1.4)	96.1	100	100
	550	99.4 (1.3)	96.6	100	100
	275	97.5 (0.4)	52.9	99.2	64.7
対照(展着剤)	-	<1.1>(1.1)	<0>	<2.8>	<0>

備考 1983年5月9日処理, 供試虫数はろ紙法で平均171(93~243)個体, スライドガラス浸漬法で同じく90(56~223)個体。石灰硫黄合剤は硫黄濃度で示した。

向はスラドガラス浸漬法、ろ紙法とも同様であった。ろ紙法では死亡虫に占めるタングル付着虫の割合が濃度によってやや変動したものの全般に50~60%台の高い値であった。

石灰硫黄合剤はスライドガラス浸漬法の場合、有効硫黄含量 550 ~ 2,200 ppm で高い殺虫率を認めしたが、275 ppm では 52.9 % と低下した。しかし、ろ紙法では 275 ppm でも高い殺虫率を示した。本剤ではろ紙法におけるタングル付着虫の割合が極めて少く、275 ppm までは死虫率に占めるタングル付着虫の割合にほとんど差を認めなかった。

5月9日処理の場合、処理4日後にも追加調査したが、ほとんどの薬剤で4日後には死亡率が高まっており、さらに濃度-死亡率直線の勾配も高まる傾向を示した。また、4日後の対照区における死亡率は低く、スライドガラス浸漬法で0%、ろ紙法で2.8%にとどまった。

以上のようにスライドガラス浸漬法とろ紙法では殺虫率の評価にそれほど大きな差を生じないが、薬剤の種類によってはアミトラズ乳剤のようにろ紙法で幾分低い値となる場合と逆に石灰硫黄合剤のようにろ紙法で幾分高い殺虫率を示す例があった。

第3表 ツツハナコナダニ移動型ヒポプスに対する各種薬剤の感受性

薬 剤 名	濃 度 (ppm)	ろ紙法による死亡				3日後 の補正 死虫率	スライドガラス 浸漬法による補 正死虫率 (%)	
		タングル付着率 (%)			2日後		3日後	
		1日後	2日後	3日後				
DDVP 乳剤	75	18	12	12	0	30	40	
ダイアジノン水和剤	34	33	33	33	17.9	18	23	
CYAP 水和剤	40	13	13	13	0	13	13	
クロルピリホス水和剤	25	5	12	18	3.8	14	26	
イソキサチオン乳剤	40	4	9	13	0	8	8	
MEP 水和剤	40	11	13	16	1.3	27	29	
プロチオホス水和剤	45	49	53	55	98.7	74	95	
エチルチオメトン乳剤	25	11	12	15	0	22	22	
PAP 乳剤	50	1	3	8	0	2	2	
ホサロン乳剤	35	6	6	6	0	4	4	
バミドチオン液剤	37	5	5	5	0	3	7	
ケルセン乳剤	40	11	17	18	6.4	5	13	
DMTP 水和剤	36	25	29	29	53.8	28	45	
B T 剤	*	11	8	11	12.8	23	23	
NAC 水和剤	85	3	6	6	0	17	20	
カルタップ水溶剤	50	31	31	31	19.2	3	3	
ベンゾエピン乳剤	60	44	57	57	98.7	10	17	
クロルベンジレート乳剤	450	9	12	12	14.1	7	13	
ベンゾメート乳剤	200	24	24	24	9.0	7	22	
水酸化トリシクロヘキシルスズ水和剤	250	10	12	14	35.9	89	94	
対照 (展着剤)	—	12	12	16	< 22 >	< 4 >	< 4 >	

備考 処理月日 1983年4月15日, * : 製剤の1,000倍稀釈液。

供試個体数はろ紙法で平均73 (58~103), スライドガラス浸漬法で平均48 (28~68) 個体。

ろ紙法の場合、タングルに付着して死亡した個体の割合が薬剤の濃度によって変化し、供試虫に対するその割合は高濃度で低く、濃度の低下とともに増加し、さらに殺虫力が低下するまで濃度を下げると再び付着虫が減じるという傾向が認められ、その典型的な例はプロフェノホス乳剤であった。

2. 移動型ピポプス防除薬剤の検索

供試薬剤の選択に当たっては主としてリンゴ園で使用されていたり、試験に供されたことのある殺虫剤又は殺ダニ剤を主体とし、そのほか文献上有効と考えられる薬剤を含めた。供試に当たってはマメコバチへの安全性を考慮して、有機りん系、カーバメイト系、ピレスロイド系など非選択的な殺虫剤では常用濃度の1/10程度で、その他

第4表 ツツハナコナダニ移動型ヒポプスに対する各種薬剤のろ紙法による感受性

薬 剤 名	濃 度 (ppm)	補 正 死 虫 率 (%)	ろ 紙 付 着 率 (%)
プロフェノホス乳剤	50	100	25.0
酸化フェンブタスズ 水和剤	250	4.5	16.3
MPP乳剤	50	33.1	13.8
メカルバム乳剤	25	9.1	10.1
ビナバクルル水和剤	250	0	8.2
MTMC乳剤	30	37.2	16.9
除虫菊乳剤	15	33.6	11.3
ジメトエート乳剤	43	32.0	20.5
アミトラズ乳剤	100	76.7	67.9
ヘキシチアゾクス乳剤	50	13.1	10.4
シペルメトリン水和剤	6	18.3	32.2
フェンパレレート・ MEP水和剤	40	0	7.9
エチオフェンカルブ乳剤	250	0	1.2
ホサロン乳剤	35	0	5.2
ポリナクチン複合体・ CPCBS乳剤	165	0	5.2
クロルフェナミジン 水和剤	120	96.0	92.6
対照 (展着剤)	—	<17.3>	13.3

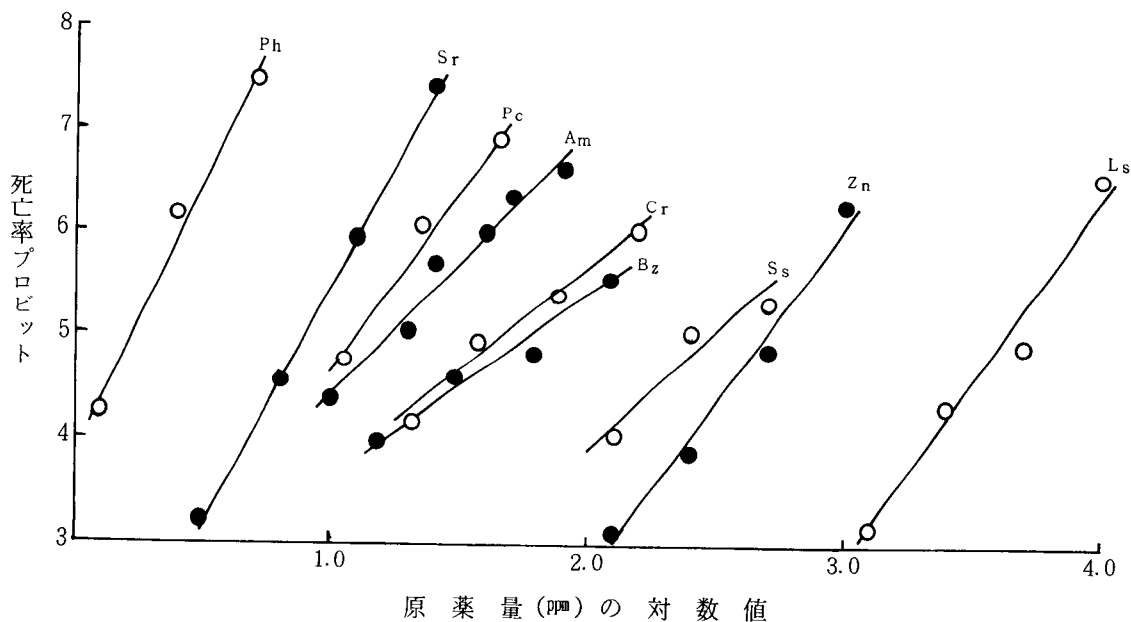
備考 処理年月日1983年4月22日。処理3日後の死虫率。供試虫数は平均92(52~136)個体。

の薬剤では常用濃度又はそれよりやや低い濃度で行うようにした。二つの検定法を併用した4月15日処理の結果は第3表のとおりで、20薬剤のうち、プロチオホス水和剤45ppmだけがいずれの方法でも高い殺虫率を認めた。これに対し、ベンゾエピン乳剤60ppmではろ紙法で高い死亡率を認めたが、スライドガラス浸漬法ではやや低く、水酸化トリシクロヘキシルスズ水和剤では逆にスライドガラス浸漬法で高く、ろ紙法で低い死虫率であった。この際、プロチオホス水和剤とベンゾエピン乳剤ではタングル付着虫が特に多い傾向が認められた。また、ろ紙法だけで検討した4月22日処理のものでは第4表のように17薬剤のうち、プロフェノホス乳剤50ppm及びクロルフェナミジン水和剤200ppmで高い死亡率を認め、アミトラズ乳剤100ppmもやや高い値であった。

以上のようにツツハナコナダニ移動型ピポプスに対して、常用濃度よりはるかに低い濃度で殺虫力を示す殺虫剤あるいは常用濃度程度で殺虫力を示す殺ダニ剤としてプロチオホス水和剤、ベンゾエピン乳剤、水酸化トリシクロヘキシルスズ水和剤、プロフェノホス乳剤、アミトラズ乳剤、クロルフェナミジン水溶剤及び石灰硫合剤の7薬剤を選抜することができた。

3. 殺虫剤、殺ダニ剤並びに萘酸に対する移動型ヒポプスの感受性

これまでの検索で選抜した7薬剤とミツバチヘギイタダニ*Varroa jacobsoni* (OUDEMANS)に有効性が認められている萘酸(38)並びにツツハナコナダニに高い殺虫性のあることが知られているサリチオン水和剤(29)を供試し、いろいろな濃度に対するツツハナコナダニの反応を調査した。これらの試験のうち、スライドガラス浸漬法によって得られた結果について濃度と死亡率の関係を示したのが第2図である。すなわち、最も致死効果の高いのはプロフェノホス乳剤であり、次いでサリチオン水和剤であった。逆に石灰硫黄合剤は高濃度でないと殺虫力が不十分で、水酸化トリシクロヘキシルスズ水和



第2図 各種薬剤の濃度-死亡率回帰関係。

Ph : プロフェノホス, Sr : サリチオン, Pc : プロチオホス, Am : アミトラズ, Cr : クロルフェナミジン, Bj : ベンゾエピン, Ss : 脛酸, Zn : 水酸化トリシクロヘキシルスズ, Ls : 石灰硫黄合剤。

剤, 脛酸なども比較的高濃度側に直線が分布した。第2図に示した資料より最小自乗法により回帰直線を求め, さらにそれよりLC-50, LC-95の理論値を算出して第5表に示した。LC-50値ではプロフェノホス乳剤とサリチオン水和剤が10ppm以下で, 石灰硫黄合剤が4,127ppmと最も高く, 水酸化トリシクロヘキシルスズ水和剤と脛酸は1,000ppm台, ベンゾエピン乳剤とクロルフェナミ

ジン水和剤は100ppm台であった。また, 回帰直線の勾配はプロフェノホス乳剤及びサリチオン水和剤がそれぞれ5.45及び4.70と高く, 次いで石灰硫黄合剤, プロチオホス水和剤及び水酸化トリシクロヘキシルスズ水和剤が3と4の間にあり, ベンゾエピンが最も低い1.66であった。

次に9薬剤のうち, 第1表, 第2表に示したように, ろ紙法による濃度検定例のあるものを除い

第5表 ツツハナコナダニ移動型ヒポプスに対する各種薬剤のスライドグラス浸漬法による濃度死亡率回帰直線と50%及び95%致死濃度

薬 剤 名	回 帰 直 線	LC - 50	LC - 95
プロチオホス水和剤	$Y = 3.567 X + 1.095$	12.4 ppm	36.0 ppm
ベンゾエピン乳剤	$Y = 1.660 X + 2.059$	59.1	578.9
サリチオン水和剤	$Y = 4.699 X + 0.843$	7.7	17.2
水酸化トリシクロヘキシルスズ水和剤	$Y = 3.490 X - 4.347$	476.7	1,411.0
プロフェノホス乳剤	$Y = 5.450 X + 3.793$	1.7	3.3
アミトラズ乳剤	$Y = 2.607 X + 1.824$	16.5	70.7
クロルフェナミジン水和剤	$Y = 2.035 X + 1.632$	45.2	290.7
石灰硫黄合剤	$Y = 3.580 X - 7.944$	4,127.1	11,888.1
脛 酸	$Y = 2.200 X - 0.453$	286.0	1,683.9

第6表 ツツハナコナダニ移動型ヒポプス
に対する5薬剤のろ紙法による殺虫率

薬 剤 名	濃 度	処理3日後	
		補 正 死虫率	ろ 紙 付着率
プロチオホス乳剤	ppm	%	%
	90	97.9	22.4
	45	95.6	60.0
	22.5	22.5	22.1
ベンゾエピン乳剤	11.3	0	0.6
	60	100	18.8
	30	93.7	88.4
	15	72.3	72.7
サリチオン水和剤	7.5	3.5	4.9
	25	100	44.4
	12.5	98.0	44.2
	5.3	95.7	59.7
水酸化トリシクロ ヘキシルスズ水和剤	3.7	28.9	27.1
	250	21.5	9.4
	125	23.5	19.3
	62.5	6.0	0
修 酸	31.3	0	0
	2,000	55.8	21.8
	1,000	46.9	25.5
	500	35.4	14.5
対 照 (水)	250	10.6	4.6
	—	<1.4>	0.7

備考 処理年月日1983年4月18日。
供試虫数は平均119(52~268)個体。

た5薬剤の濃度と死亡率の関係を検討した結果第6表のようであった。スライドガラス浸漬法と比較するとプロチオホス水和剤及び水酸化トリシクロヘキシルスズ水和剤ではあまり差が見られないが、ベンゾエピン乳剤とサリチオン水和剤ではろ紙法で高い死亡率を示し、修酸では逆にろ紙法で低い効果となった。このうち、ベンゾエピン乳剤の高い死亡率は低濃度でのタングル付着虫の増加が少くとも原因の一つとなっていた。すなわち、ベンゾエピン乳剤の15ppm及び30ppmではそれぞれ72.3%及び93.7%の高い死虫率を示したが、そのうち、タングルに付着して死亡したものが15ppmで

ほぼ全体に当たる72.7%、30ppmで9割以上に当たる88.4%と異常に高かった。死亡虫に占めるタングル付着虫の割合がこれ程大きな値を示した薬剤はほかにみられなかった。このことはベンゾエピン乳剤の致死作用には遅効的で死亡に至るまでの苦悶期間が長いとか忌避的な効果があるなど特異な作用性の存在を示唆する。

4. マメコバチ成虫に付着しているヒポプスの駆除

(1) マメコバチ成虫浸漬処理の効果

1984年4月上~中旬に実施した3回の試験結果はそれぞれ第7~8表に示した。

プロフェノホス乳剤は5~20ppmの範囲で処理したが、マメコバチへの影響が小さくなると考えられる10ppm以下ではコナダニの除去効果が不十分であった。

ベンゾエピン乳剤は30~120ppmの範囲で処理した。いずれの濃度でもコナダニの除去効果は極めて高く、処理4日後では大部分のマメコバチ成虫から完全にダニが除去された。4月9日に60ppmで処理した区でマメコバチの死亡が若干認められたが、その後の2回の試験では同濃度でも無処理区と差がなかった。

アミトラズ乳剤は40ppmで処理した1例だけであるが、この濃度でのコナダニ除去効果は不十分であった。この際、マメコバチの死亡は4日後でわずかに認められたが、マメコバチ成虫に対するほかの試験例からみて、この濃度ではマメコバチにあまり影響がないとみなされる。

石灰硫黄合剤は550~2,200ppmで処理したが、コナダニ除去効果は4月9日処理の1,100ppm区を除けば不十分であり、効果のふれが大きかった。また、マメコバチ成虫の死亡はいずれの濃度でもほとんどなかった。

以上の結果よりマメコバチの成虫に付着しているコナダニの除去にはベンゾエピン乳剤の30~120ppmに数秒間虫体を浸漬処理することが効果的であり、特にハチへの影響と経済性を考慮すれば

第7表 マメコバチ成虫に付着しているツツハナコナダニに対する殺虫剤への浸漬処理効果(1984.a)

薬 剤 名	濃 度	処 理 2 日 後						処 理 4 日 後					
		マメコバチ		コナダニ付着程度				マメコバチ		コナダニ付着程度			
		生	死	-	+	++	+++	生	死	-	+	++	+++
プロフェノホス乳剤	12.5 ppm	11	1	0	9	2	0	11	0	9	2	0	0
ベンゾエピン乳剤	60	8	4	6	2	0	0	7	5	7	0	0	0
アミトラズ乳剤	40	11	2	0	9	2	0	10	3	0	8	2	0
石灰硫黄合剤	1,100	12	0	0	10	2	0	11	1	10	1	0	0
	550	12	0	0	3	7	2	11	1	0	3	7	1
サリチオン水和剤	25	0	12	12*	0	0	0	-	-	-	-	-	-
	12.5	0	12	0	12*	0	0	-	-	-	-	-	-
展 着 剤	-	9	1	0	0	0	9	9	1	0	0	0	9
プロフェノホス乳剤	20	14	6	0	12	2	0	7	13	4	3	0	0
	10	17	2	0	0	19	0	16	3	0	12	4	0
	5	20	0	0	0	20	0	19	1	0	13	6	0
ベンゾエピン乳剤	120	20	0	20	0	0	0	20	0	15	5	0	0
	60	20	0	10	10	0	0	19	1	15	4	0	0
	30	20	0	10	10	0	0	20	0	15	5	0	0
石灰硫黄合剤	2,200	20	0	0	0	10	10	20	0	0	0	11	9
	1,100	20	0	0	0	10	10	20	0	0	0	10	10
水	-	20	0	0	0	0	20	19	1	0	0	0	19
無 処 理	-	19	1	0	0	0	19	19	1	0	0	0	19

備考 供試虫は各区雌雄半数ずつ供試。上段は4月9日、下段は4月16日処理、マメコバチ成虫数で表示。

コナダニ付着程度：-；付着なし，+；1～9個体，++；10～99個体，+++；100個体以上。

*印はマメコバチの死亡虫について、他は生存虫のみについて調査。

30ppmでの処理がよいとみなされる。

(2) 越夜場所処理の効果

3種の人為的な越夜素材をベンゾエピン乳剤60, 120及び240ppmの各濃度で処理した試験の結果は第9表のようであり、いずれの区においても高いコナダニ除去効果を認めた。すなわち、これらの素材に潜入して越夜したマメコバチ成虫は1日後ではまだコナダニの付着する個体が若干あったが、2日後では全く認められなくなった。このようなコナダニ除去効果は無処理区に比較して顕著であった。この際、処理薬剤の使用した範囲内にお

る濃度による差は認められなかった。なお、マメコバチの死亡は餌を与えないで飼育したB素材区を除けばごく少数であり、Bにおいても薬剤処理区が無処理区を上回ることにはなかった。

ベンゾエピン乳剤60ppm又は150ppmで処理したアシ筒を越夜素材として与えた場合のコナダニ除去効果は第10表に示したように顕著であった。この場合も60ppmと150ppmによる効果の差は見られなかった。この試験では薬剤処理してからマメコバチを放飼するまでの日数を当日から6日後までの範囲で変えたが、日数による効果の差は認められず、

第8表 マメコバチ成虫に付着しているツツハナコナダニに対する薬剤への浸漬処理効果（1984 b）

薬 剤 名	濃 度	マメコバチ 供 試 数	処理後の日数別マメコバチ死亡数					コナダニ（1日後）	
			1日後	2	3	4	5	落下**	付着*
プロフェノホス乳剤	20 ppm	10	0	0	0	1	9	+	+
	10	10	0	0	1	6	10	+	+
	5	10	0	0	1	2	9	+	+
ベンゾエピン乳剤	120	10	0	0	4	5	10	+	-
	60	10	0	0	0	1	7	+	-
	30	10	0	0	0	5	9	+	+
石灰硫黄合剤	2,200	10	0	1	1	4	10	+	+
	1,100	10	0	0	2	4	7	+	+
展 着 剤	-	10	0	0	1	2	10	±	+
無 処 理	-	10	0	1	1	4	7	±	+

備考 処理後は23℃に保持した。

* -：すべての個体にコナダニの付着が見られない，+：1部の個体に少数のダニ付着が見られる，+：大部分の個体に少数のダニ付着がある，+：大部分の個体に多数のダニが付着する。

** マメコバチから離脱したコナダニの個体数が，+は非常に多い，+はやや多い，±は少ない。

第9表 ベンゾエピン乳剤で処理した素材内での越夜がマメコバチ成虫に付着しているコナダニを除去する効果

薬 剤 名	濃 度	処理後 の日数	コナダニ付着程度別成虫数（1日後）											
			試 料 A				試 料 B				試 料 C			
			-	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+
ベンゾエピン乳剤	240 ppm	1	9	1	0	0	5	0	0	0	19	1	0	0
		2	10	0	0	0	4	0	0	0	19	0	0	0
	120	1	6	3	0	0	5	1	0	0	14	2	1	1
		2	9	0	0	0	2	0	0	0	17	0	0	0
	60	1	7	3	0	0	6	0	0	0	11	7	1	0
		2	10	0	0	0	1	0	0	0	17	0	0	0
展 着 剤	-	1	0	0	1	9	0	0	0	6	0	0	0	20
		2	0	0	1	9	0	0	0	0	0	0	0	20

備考 越夜素材としてのAは黒い紙筒，Bは木綿布製，Cは寒冷紗製，Bではハチの餌を与えない。供試虫数はA，B，Cが各々10，10，20で，表中の数との差は死亡数。

第10表 ベンゾエピン乳剤で処理したアシ筒内での越夜がマメコバチ成虫に付着しているコナダニに与える影響

薬 剤 名	濃 度	薬 剤 の 処理時期	コナダニ付着程度別成虫数				処 理 時 期	コナダニ付着程度別成虫数			
			—	+	++	+++		—	+	++	+++
ベンゾエピン乳剤	150 ppm	当 日	12	0	0	0	1 日前	11	1	0	0
		2 日 前	11	1	0	0	3 日前	9	1	0	0
		5 日 前	12	0	0	0	6 日前	11	0	0	0
	60	当 日	12	0	0	0	1 日前	11	0	0	0
		2 日 前	13	0	0	0	3 日前	9	1	0	0
		5 日 前	13	0	0	0	6 日前	10	1	0	0
無 処 理	—	—	0	0	0	13	—	0	0	0	11

- 備考 1. 供試成虫はダニ付着程度がすべて+++ (100個体以上)のものを使用。
 2. 薬剤の処理時期はハチ放飼日を基準とした日数。
 3. コナダニ付着程度は放飼1日後の状態。

この範囲での残効性は十分高いとみなされる。なお、飼育1日後では若干のコナダニ付着虫を認めたマメコバチでも、2日後にはすべての個体で完全に除去されていた。マメコバチの体から離れたコナダニは2日後でほとんど死亡したが、越夜前

にマメコバチの体から離れ、飼育容器内に付着していたとみなされるものでは生存虫も認められた。なお、処理によるマメコバチの死亡はほとんどなく、試験終了時においても活発に活動していた。

第11表 薬剤で前処理したアシ筒における造巣数と要因別死亡率

薬 剤 名	濃 度 (ppm)	造巣筒数 (本)	ダニ寄生筒 (本)	独 房 数 (個)	ダニ寄生独房 (個)	その他要因による死亡 (個体)
ベンゾエピン乳剤	600	97	2 (2.1) a	696 a	2 (0.3) a	54 (7.8) a
	60	103	2 (1.9) a	684 a	2 (0.3) a	28 (4.1) a
石灰硫黄合剤	2,200	154	9 (5.8) a	1,045 a	16 (1.5) a	70 (6.7) a
無 処 理	—	105	50 (47.6) b	696 a	117 (16.8) b	32 (4.6) a

- 備考 数字は3区の合計, ()内は%である。
 a, bは区間の有意差を示す。

5. 薬剤による造巣前筒の処理

薬剤で処理しておいた筒を与えてマメコバチに巣作りさせた場合の造巣筒数、コナダニの寄生

状況、マメコバチの独房内死亡率などは第11表のようであった。これは200本ずつ結束して各3束を与えたものの合計値である。

造巢筒に対するコナダニの被害を受けた独房のある筒の比率（以下、コナダニ被害筒率）についてみると、無処理区で50%近くあったのに対し、処理区は6%以下であり、特にベンゾエピン乳剤処理区では2%程度の低率であった。しかし、ベンゾエピン乳剤600ppm、同剤60ppm及び石灰硫黄合剤の各区の差は統計的に有意でなかった。

また、全独房に占めるコナダニの被害を受けた独房の比率（以下、コナダニ被害独房率）では各区の独房数に違いがあったためコナダニ被害独房率を逆正弦変換した後、分散分析した。各処理区は無処理区と有意な差があり、処理薬剤並びに濃度間には差を認めなかった。しかし、コナダニ被害独房率の平均値ではコナダニ被害筒率の場合と同様にベンゾエピン乳剤区で石灰硫黄合剤区の1/3程度であった。

ダニ以外の要因による死亡率は薬剤処理によりマメコバチの次世代死亡率を高めるかどうかを評価する上で重要である。しかし、この値は4~8%の低い水準であり、コナダニ被害独房率同様の手法で検定した結果では区間の有意な差が認められなかった。

造巢筒数並びに独房数は与えた筒数が各区とも同数であるから区間の多少を直接比較できる。そして、その多少はマメコバチが巣造りに当たって処理筒を忌避あるいは選好するか否かの目安となる。この値は石灰硫黄合剤でやや高い平均値を示したが、反復した東による違いが大きく、区間の差は有意でなかった。

以上のようにマメコバチに与える造巢用の筒をあらかじめベンゾエピン乳剤又は石灰硫黄合剤により処理しておくことにより、次世代マメコバチのコナダニ被害率を低下させることができ、この際、薬剤処理はマメコバチの造巢行動並びに次世代の生存率にあまり影響を与えないことが判明した。

6. 防除薬剤のマメコバチ成虫に対する殺虫性
4月15日から5月10日までに行った5回の試験

結果から第12~13表のような結果が得られた。この試験では主としてコナダニに有効とみなされた薬剤を供試し、一部りんご病害虫防除に使用されている薬剤を加えた。

脣酸は試験により若干ふれがあったが、5,000ppm以上では死亡虫が認められ、2,500ppmでは死亡する個体がなかった。また、40,000ppm以上では高い死亡率を認めた。

第12表 マメコバチ成虫に対する数種薬剤濃度と殺虫力

薬 剤 名	濃 度	処理後の日数別死虫数 (%)		
		1日後	2日後	3日後
プロチオホス乳剤	45 ^{ppm}	0	47	73
	22.5	0	0	0
ベンゾエピン乳剤	300	0	0	0
	150	0	0	0
	75	0	0	0
	60	6	6	6
ポリナクチン複合体・C P C B S 乳剤	330	0	0	0
	165	10	10	10
サリチオン水和剤	50	100	—	—
	25	80*	94*	94*
	12.5	13*	17*	17*
	6.3	10*	10*	10*
水酸化トリシクロヘ ルシルスズ水和剤	1,000	0	0	0
	500	0	0	0
	250	0*	0*	0*
	125	0*	0*	0*
脣 酸	40,000	83*	83*	83*
	20,000	66*	66*	69*
	10,000	53*	55*	55*
	5,000	6	6	13
D D V P 乳 剤	2,500	0	0	0
	75	93	100	—
対 照 (水)	—	0	0	0

備考 供試虫数 10~15個体、*印は2反復の平均値。
処理方法 虫体処理、処理年月、1983年4月。

第13表 マメコバチ成虫及びツツハナコナダニ移動型ヒポプスの薬剤感受性

薬 剤 名	濃 度	マメコバチ 死 虫 率			コナダニ補正死虫率(%)	
		1 日 後	2 日 後	3 日 後	2 日 後	4 日 後
プロフェノホス乳剤	200 ppm	50	90	100	98.9	100
	100	0	10	70	95.2	100
	50	0	0	0	100	—
	25	0	0	0	92.9	100
アミトラズ乳剤	200	0	0	0	68.1	100
	100	0	0	0	15.6	91.5
クロルフェナミジン水和剤	600	0	0	0	43.6	100
	300	0	0	0	3.6	99.5
石灰硫黄合剤	8,800	0	0	0	100	—
	4,400	0	0	0	100	—
	2,200	0	0	0	100	—
キャプタン・ ピナバクリル水和剤	1,250	0	0	0	0.7	0.7
フェナリモル水和剤	40	0	0	0	0	0
ジラム・チウラム水和剤	1,333	0	0	0	0	0
ヘキシチアゾクス水和剤	50	0	0	0	1.0	3.3
対 照 (展着剤)	—	0	0	0	(1.2)	(2.2)

備考 各区の供試虫はマメコバチが10個体、コナダニが平均 135 (72~194) 個体。処理法はマメコバチが虫体処理、コナダニはスライドグラス浸漬法による。

プロチオホス乳剤は45ppmで、3日後に約73%の個体が死亡したが、23ppmでは死亡虫が見られなかった。

ベンゾエピン乳剤は15~300ppmで死亡虫がほとんどなく、これらの濃度の散布ではマメコバチに直接的な影響がないものとみなされた。

サリチオン水和剤は25ppm及び50ppmでは極めて高い殺虫力があり、6ppm及び13ppmでも死亡個体が若干認められる例があり、必ずしもマメコバチに安全性の高い薬剤とは言えなかった。

水酸化トリシクロヘキシルスズ水和剤は125~1,000ppmで処理した場合でも3日後までほとんど死亡虫がなく、直接的な殺虫性は低いとみなされる。

プロフェノホス乳剤は100ppm以上の濃度では明

らかな殺虫性を認めたが、25及び50ppmでは死亡虫がみられなかった。

アミトラズ乳剤は100及び200ppmで死亡虫を認めなかった。クロルフェナミジン水和剤は300及び600ppmで死亡虫を認めなかった。

石灰硫黄合剤は25~100倍で死亡虫がなかった。

以上の外、リンゴ園で一般に使用されたり、今後使用される可能性のある各種薬剤のうち、常用濃度でマメコバチに影響が強いと考えられる薬剤は対照として使用したDDVP乳剤を除けば今回試験した中には認められなかった。すなわち、表にあげなかったものを含めヘキシチアゾクス水和剤、ポリナクチン複合体・CPCBS乳剤、フェナリモル水和剤、ジラム・チウラム水和剤、TPN水和剤、マンゼブ・DPC水和剤、トリアジメホン水和剤、

キャプタン・ホセチル水和剤、トリホリン水和剤及びピンクロゾリン水和剤などはマメコバチに対する直接的な散布でも殺虫力があまり強くないとみなされた。なお、第13表にはマメコバチへの影響を検討したのと同じの薬剤を使用してツツハナコナダニ移動型ヒポプスの薬剤感受性をスライドグラス浸漬法で調べた結果を併記した。これによるとプロフェノホス、アミトラス、クロルフェナミジン及び石灰硫黄合剤ではいずれもマメコバチの死亡がないような濃度でもコナダニの高い死亡率を示した。

考 察

野生ハナバチの天敵を排除するために薬剤の使用を試みた例はアルファルファハキリバチで見られる(5, 10)。しかし、これはヒメコバチ科の寄生蜂を対象にしたもので、コナダニを対象にしたものは含まれていない。マメコバチに寄生するコナダニを薬剤で防除しようとした試みは竹嶋(36)の著書や成田・高橋の資料(28, 29)の中に認められる。前者はマメコバチ成虫の体に付着しているダニを取り除くための1950～1963年の東北農業試験場の試験成績並びに現地での使用例を紹介したものであるが、マメコバチに対する安全性の評価が不十分で、その後実用化されるまでには至らなかった。後者は巣筒更新のためにマメコバチのまゆを取り出した場合そのまゆに付着しているヒポプスを駆除しようとしたもので、サリチオン水和剤の有効性を認めた。しかし、この際、薬剤処理をしなくても巣筒の更新だけで次世代へのコナダニ被害率は著しく低下することが分かっており(44)、むしろ筒を割って更新する作業自体が資源的、労力的に問題となっていることは前述したとおりである。

ツツハナコナダニは大部分の期間をマメコバチの独房内で経過するが、外部から独房内に薬剤を到達させることはくん蒸剤を含めても極めて困難であり、仮に到達させることができたとしてもマメコバチへの安全性が保証されなければならない。また、コナダニが独房を離れて外部に現れる時期

は同時にマメコバチの活動期である。この際、伝播の主体をなす移動型ヒポプスはほとんどマメコバチ成虫に付着して行動しており、ハチに薬剤を接触させないでコナダニだけを薬剤処理できるのはマメコバチの成虫に取り付くことができないで残された個体の一部だけである。したがって、コナダニの駆除を効率的に行うにはマメコバチにあまり影響を与えずにコナダニを防除できるような薬剤及びその施用法を開発することが肝要である。そのためにはコナダニとマメコバチの両方について薬剤感受性を検討する必要がある、また薬剤の施用方法に合わせたマメコバチへの安全性評価も欠くことができない。

1. 移動型ヒポプスの薬剤検定法とその特性

従来から活動が活発で、密閉した容器内では飼育が難しいハダニ類の薬剤検定にはしばしばスライドグラス浸漬法(Slide-dip method)が試みられており(34, 39, 40)、また体表が比較的硬化し、絶食にも強いカブリダニ類ではこの方法が広く行われている(13, 31, 33)。ツツハナコナダニの移動型ヒポプスは虫体が硬化しており、休眠終了後も長期間食餌をとらないので、カブリダニ同様にスライドグラス浸漬法に適している。このことは本研究で実施した試験の中で無処理区の死亡率がいつでも極めて低いことや貼付したまま1週間程度おいてもそれ程死亡しない事実からも明らかである。しかし、スライドグラス浸漬法は処理期間中いかにも不自然な状態で置かれ、虫体の反応はその生死以外あまり見ることができない欠点がある。一方、ろ紙法は狭い範囲に囲われているとは言いながら自然な姿勢のまま処理できるので、生死以外に歩行異常、転倒など興奮時のいろいろな反応を観察できる。柵として使ったタングルフートに付着する個体数の増減が処理薬剤の濃度によって変化していく様子はそのような反応に基づくとみなされる。しかし、生死の判定を行う場合にはこのようなタングル付着虫の取扱いが逆に問題となる。ろ紙を使って類似の手法により移動型ヒポ

ブスの薬剤感受性を検定した成田・高橋(会議資料)の試験では、ろ紙に直接タングルフートの柵を作り、薬剤処理もろ紙だけとした。著者が予備的に行った試験では、ろ紙に直接タングルフトを塗って虫体とろ紙に一定量の薬液を散布した場合、数日経過するとタングルフトがろ紙に吸着されて柵が中断し、そこからコナダニが逃亡する事例があって不都合であった。この点、パラフィンでいったん処理した上にタングルフトを塗るという改良は極めて効果的であった。

以上のことから考えて、本虫のような場合はろ紙法により有効薬剤を検索し、選抜されたものについての致死濃度を求めるなど、必要に応じてスライドグラス浸漬法を併用することによって有用な情報を得ることができると考えられる。

2. 薬剤感受性の評価とマメコバチへの影響

ハチ類に寄生するダニを駆除するために薬剤を使用した例はミツバチに寄生するミツバチヘギイタダニで多く見られ(16)、今回使用した蔞酸は同じダニに対して有効性の認められたものである(36)。しかし、そのほかのハチについては前出のマメコバチに関する我が国の試験例以外はあまり見られない。一方、各種農薬のハナバチ類に対する影響についてはミツバチを対象として詳しく検討されており(1, 2, 14)、Mc.GREGOR(10)は毒性の強弱から高、中及び低の3群に分け、さらにJOHNSON(15)は圃場で使用する際の安全性から、開花期間中いつでも有害なもの、開花中でも夕方遅く散布すると被害の少ないもの、同じく夜半又は早朝の散布で被害の少ないもの、及び開花中につき散布しても被害の少ないものの四つの群に区分している。また、野生ハナバチではアルカリハナバチ *Homia melanderi* COCKERELL やアルファルファハキリバチ *Megachile rotundata* FABRICIUS でも農薬との関係が示されている(8, 10, 14)。これらハナバチの中ではアルファルファハキリバチ>アルカリハナバチ>ミツバチ>マルハナバチの順に薬剤感受性が高い(15)。マメコバチについ

ては園芸関係の試験場で行った幾つかの事例があるものの(山田ら 未発表, 成田・高橋 会議資料)、試験法などの違いがあるので薬剤感受性について上記ハナバチ類と直接比較することはできない。しかし、これらはいずれも殺虫剤又は殺ダニ剤として使用される常用濃度での評価が主体であり、もっと低濃度で使用する場合などについてはさらに検討が必要である。

さて、本試験では40種程度の薬剤の中からツツハナコナダニの移動型ヒポプスに対して殺虫力の高い薬剤として9剤を確認できた。しかし、有機りん系の3殺虫剤のうち、サリチオン水和剤とプロチオホス水和剤は処理法によってはマメコバチに危険な場合も考えられる。すなわち、スライドグラス浸漬法によると、移動型ヒポプスに対するLC-95がサリチオン水和剤で17ppm、また、プロチオホス水和剤で36ppmであり、第12表からマメコバチに影響のない濃度を各6.3ppm及び22.5ppmとみなせば、マメコバチの安全な濃度はコナダニに対するLC-95より低い濃度になってしまう。一方、同じ有機りん剤でもプロフェノホス乳剤はコナダニでのLC-95が3ppmであり、これはマメコバチの安全な濃度50ppmとの間に十分な余裕があり、マメコバチ成虫の浸漬処理を除けば比較的安全に活用できるものと考えられる。

ベンゾエピン乳剤、水酸化トリシクロヘキシルスズ水和剤及び石灰硫黄合剤はコナダニに対するLC-95が非常に高濃度となったが、マメコバチに対してもかなり高い濃度で安全性を保ち、今回の試験ではマメコバチに危険な濃度の限界点を確定できなかった。しかし、マメコバチへの安全性を保った最高濃度とコナダニのLC50値とは接近しており、施用法によっては利用可能と考えられた。特にベンゾエピン乳剤や水酸化トリシクロヘキシルスズ水和剤はコナダニに対して遅効的であるほか、その作用性に特異的な面もあるので、これらの値だけから防除薬剤としての適否を決めるわけにはいかない。

また、アミトラズ乳剤、クロルフェナミジン水和剤及び蓚酸ではマメコバチとコナダニの殺虫性から見ると、一見安全に使用できるように考えられた。しかし、本試験で処理したマメコバチ成虫に対する散布では安全とみなされる薬剤でも浸漬など処理方法を変えると危険を伴う場合も認められる。実際、応用的な場面ではいろいろな処理方法が考えられ、処理方法の違いに見合った安全性の評価が必要である。いずれにしても作用性の異なる数種の薬剤を選択できたことは薬剤抵抗性対策とも関連して今後の利用に役立つものと考えられる。本試験では一部の薬剤について有効な使用方法を確立するまでに至らなかったが、それらの薬剤については今回明らかになった各薬剤の特性を踏まえながら今後の施用方法を中心とした応用研究が重要である。

3. 施用方法と防除効果

コナダニの付着しているマメコバチ成虫を薬剤に浸漬処理して、ハチの体からコナダニを除去できればそれ自体一つの防除対策となり得る。すなわち、多数のコナダニの付着によって飛ぶことができず、いずれ餓死するような個体をそれによって救うことができるからである。また、この方法でマメコバチへの影響がなければ、その薬剤及び濃度はマメコバチに対して極めて高い安全性があるとみなすことができる。本試験ではベンゾエピン乳剤30ppmがそのような効果の高いことが分かった。JOHANSEN (14) によると、ベンゾエピンはミツバチに対して中位の毒性を示し、圃場散布では毒性が低く、残効が5時間以下であり、ハチの飛んでいないときの散布では無毒とされている。しかし、同じ文献の中で、アルファルファハキリバチ及びアルカリハナバチに対してはいつでも有毒な薬剤と位置づけている。ただし、これらの毒性はハナバチ活動期において害虫防除を目的に散布した場合の影響であるから、今回のように低濃度で使用した場合はこの評価と必ずしも一致しな

いと考えられる。

一方、越夜場所処理は正常に飛しよ度程にダニが寄生しているマメコバチ成虫からコナダニを駆除する対策として有効と考えられる。マメコバチの越夜場所は巣材となる筒のほかに巣群付近の建物の隙間や枯れ草の下など様々であるが、いずれも狭い隙間に1個体または集団で越夜するので、そのような場所の内面に薬剤を処理すれば接触効果が期待される。実際には建物の隙間や落葉まで処理することは困難であるから営巣用の筒を処理するにとどまることになる。しかし、この処理による効果がハチの営巣期まで持続するものであれば、コナダニの最も有力な伝播源であるマメコバチ雌成虫に付着したヒポプスを営巣活動の初期段階で駆除できることになり、次世代へのコナダニ寄生率を低下させることが期待できる。営巣前に筒を薬剤処理して与え、高い効果を示した石灰硫黄合剤及びベンゾエピン乳剤はこのような作用性によるものと考えられる。なお、石灰硫黄合剤はミツバチに対しても安全な農薬と位置づけられている(8, 14)。次に、移動型ヒポプスに対して直接薬剤を接触させることができる別な機会として、ハチに付着することができないで、取り残された個体が巣筒の入口に群がっている時(写真D)を挙げるができる。このようなヒポプスは営巣場所を探索にくる健康なマメコバチに取り付き、マメコバチ成虫へのコナダニ寄生率を二次的に高め、これが次世代独房への寄生率を高めることになる。このように巣口に群がるヒポプスを対象に利用できる薬剤としてはマメコバチの体にかからないようにハチの活動しない夕方などをねらって散布すれば、本試験で有効性の認められた9薬剤とも利用可能と考えられる。ただ、マメコバチに対するより高い安全性、筒内から後で這い出してくるヒポプスに対する残効性などを考慮すれば、ここでもベンゾエピン乳剤が最も期待できる薬剤といえることができる。

IV 熱処理による駆除

試験方法

i 温度と処理時間

1983年はマメコバチの巣筒を蓋のない底面26cm×17cm、高さ7cmの角型タッパーに入れ、いろいろな温度に調整したガラス張定温器に収容し、所定時間加温処理した。供試した巣はりんご試験場及び弘前市青女子産のもので、いずれもコナダニ寄生率が高いアシ筒の巣である。処理数日後に巣筒を割り、独房ごとのマメコバチ及びコナダニの生死、死亡要因などを調査した。1984年は弘前市青女子産のものを1処理10～20本供試し、温度を28～33℃の範囲で数段階に設定し、加温開始時期を7月5日、7月19日、8月2日、8月23日及び9月17日として実施した。また、7月24日には湿度を一定とするため、ウィルス熱処理施設(38℃、湿度70%)を利用して同様の処理を行った。

1985年は加温温度をより広い範囲に設定し、最高48℃までとし、7月9日に加温を開始した。また、別に加温時期を検討するため、38～41℃を中心に、7月10日から24日までの間に4～5回処理した。

1986年は加温する温度を40℃とし、一部42℃区も併せ、7月10日前後に処理した。

ii 大型施設による大量処理

1984年7月5日に室温30～31℃、光周期16L8Dとした床面積14.6m²の恒温室にマメコバチの巣箱(1箱当たり2,000～3,000本のアシ筒収容)を10個入れ、加温直前、加温後2週間目並びにその後1週間ごとに各巣箱から巣筒を任意に30～50本を抜き取り、調査に供した。調査は筒を割って独房ごとにマメコバチの生死と死亡要因を調べ、コナダニの被害が見られる独房についてはコナダニの生死と生存虫の多少を程度別に記録した。一方、マメコバチはすでにまゆを形成していたので、その生死とその後の発育を調査するため、まゆをカプセルに入れるか又はそのままの状態に厚紙に両面

テープを使って貼り付け、そのまま外気の通じる部屋で飼育した。飼育期間中、3日ごとに軟X線により写真を撮り、まゆ内の発育状態を調査した。供試虫は浪岡町で一般飼育していたものを使用した。

同じ施設を利用して9月14日に加温を開始する区を設けた。これには平賀町産の4箱分を供試し、同様に抜き取り調査をした。なお、7月5日処理及び9月14日処理のものについて、一部を翌春まで自然条件下に保管しておき、マメコバチの脱出終了後に分解して成虫の脱出率などを調査した。

さらに、1985年にもこの施設を用いて、温度条件を32±2℃に設定し、同様の試験を実施した。この年は弘前市青女子産の10箱分とりんご試験場産の8箱分を供試し、7月10日に加温を開始した。ただし、調査は処理後0、26及び37日に各箱から5本ずつ計50本の入口閉鎖壁のある巣筒を抜き取り、筒を割って独房ごとの内容について行った。調査時期は処理終了数日後とし、無処理区は7月29日とした。なお、両年とも室内の温度は自記温度計により記録した。

iii リンゴ花粉開葯施設利用による大量処理

1984年に相馬村農協と津軽平賀農協のリンゴ花粉開葯施設を利用してマメコバチの巣箱を30℃で加温処理した。相馬村農協の施設は床面積27.2m²の温風暖房方式によるもので、これにリンゴ箱20個分の現地産マメコバチ巣筒を収容し、7月8日から8月30日まで処理した。津軽平賀農協の施設は床面積14.6m²で、電熱ヒーターとサーキュレーターを利用したもので、これに現地産のマメコバチの巣筒12箱分を入れ、7月8日から9月9日まで処理した。両者とも室内の温度は自記温度計により記録したが、いずれも30±1℃を越えた日はほとんどなく、特に相馬では非常に安定した温度で管理された。調査は加温途中並びに終了時に任意に抜き取った巣筒を割って、独房ごとのマメコ

バチの死亡要因及びコナダニの生死などについて行った。さらに、マメコバチのまゆは10月末に軟X線写真によって内部検査をし、発育形態及び寄生の有無などを確認した。無処理区のもは加温前にあらかじめ抽出しておき、処理終了時に一緒に調査した。

結 果

1. 処理温度及び処理時期がツツハナコナダニとマメコバチに与える影響

小型定温器（16 L 8 D）で加温した一連の実験のうち、1984年に処理した結果は第14表のようであった。

第14表 マメコバチ巣筒の加温時期、加温条件とツツハナコナダニ殺虫効果（1984）

加温開始 (月・日)	処 理 条 件		供 試 数		マメコバチ		コナダニ寄生独房	
	温 度	日 数	巣 筒	独 房	調 査 数	加温後の 生 存 率	調 査 数	ダニ生存* 指 数
	℃	日	本	個	個体	%	個	
7・5	30	14	20	96	46	95	21	1.1
		21	16	91	56	100	24	1.2
	33	14	16	84	49	98	31	0
		21	15	84	44	100	38	0
		26	25	117	68	98	47	0
7・19	30	21	11	57	32	100	25	2.9
		28	16	69	47	100	18	2.4
	32	21	14	81	61	92	13	0.1
		28	16	79	54	98	25	0
		28	18	82	59	97	19	0
8・2	30	21	14	59	40	100	16	2.9
		28	15	84	57	100	14	2.3
	32	21	19	97	69	89	19	0
		28	19	99	70	100	22	0
8・23	28	21	20	99	62	97	28	1.7
		28	19	117	82	100	24	1.0
	30	21	17	83	48	93	26	1.6
		28	16	65	43	88	14	1.0
		21	16	70	46	77	19	1.5
		28	18	93	54	42	27	0
9・17	28	28	18	100	66	89	17	2.9
		35	14	71	53	53	16	1.6
	30	28	15	91	45	33	38	0
		35	17	110	66	—	36	0
		28	16	93	61	0	22	0
	35	17	99	62	0	30	0	

備考 *：ダニ生存指数は独房ごとのコナダニ生存程度を0；全部死亡，1；少数の生存虫あり，2；生存虫やや多い，3；生存虫非常に多いに区分した上で次の式により求めた。

$$P = \frac{1b + 2c + 3d}{a + b + c + d}$$

ただし、Pは生存指数、a、b、c、dはそれぞれ生存程度0、1、2、3、に含まれる独房数。したがって、 $0 \leq P \leq 3$ となる。

加温によるツツハナコナダニの死亡は温度及び処理時間が同じでも加温時期によりかなりばらつきがあった。すなわち、30℃では7月5日～8月23日に3週間加温した場合、いずれもかなりの独房で生存虫を認めたが、9月17日の加温ではすべて死亡した。また、7月5日と7月19日に33℃で加温したものでは2週以上の加温ですべてのダニが死亡した。32℃では7月19日及び8月23日から3週間処理した区でわずかに生存虫の残る独房をそれぞれ1例だけ認めた。しかし、同条件で4週間処理した区及び8月2日と9月17日から2週間以上処理した区などではすべてのダニが死亡した。28℃で8月23日及び9月17日から加温した場合には5週間処理しても多くの独房で生存虫が認められた。

一方、加温によるマメコバチへの影響を見るた

め、前蛹及び蛹の死亡率と成虫の死亡率について調査し、加温後の生存率を求めて第14表に併記した。前蛹と蛹の死亡は加温時期、温度及び処理時間の差にかかわらず、処理の影響によるとみなされる死亡率の増加が認められなかった。しかし、成虫の死亡率は8月23日と9月17日に処理した区で高まった例があった。すなわち、8月23日に加温したうち、28℃区では影響を認めなかったが、30℃及び32℃区では加温日数を増す程成虫死亡率が高まり、また、9月17日に加温したものでは28℃区でも死亡率が高く、32℃区では4週間及び5週間処理とも100%の死亡率となった。このように8月下旬以降の加温では高温程、また、処理日数が長くなる程マメコバチの死亡率が高まり、高温処理による影響が明らかに認められた。

1985年7月9日にいろいろな温度条件で加温処

第15表 温度及び処理時間がマメコバチの寄生ダニ駆除効果に与える影響(1)

温度 (℃)	時間 (h, d)	調査 独房数	要 因 別 死 亡 率 (%)					ダニ寄生 計	コナダニ 死亡 独房率(%)	加温後の マメコバチ 生存率(%)
			卵・幼虫	前 蛹	蛹	成 虫	ダニ寄生			
48	1h	99	3	3	—	—	36	42	95	—
	2h	81	4	21	2	0	37	64	100	73
	4h	87	1	55	0	0	41	97	100	3
41	1d	75	1	25	7	0	33	66	64	61
	2d	83	1	18	0	0	42	61	100	73
	3d	93	3	29	4	0	38	74	100	46
	3d _A	56	20	25	1	0	21	67	100	68
	4d _B	87	31	31	4	0	22	88	100	30
38	1d	73	8	11	1	0	30	50	0	81
	3d	89	3	25	5	0	46	79	61	69
	6d _A	64	2	24	3	0	52	81	100	49
	6d _B	68	2	4	—	—	37	43	100	—
	9d	97	4	29	0	0	37	70	100	41
35	5.5d	59	10	5	—	—	39	54	22	—
	14d	131	2	24	18	1	44	89	95	22
	20d	101	22	26	12	0	16	76	100	43
	25d	65	12	5	—	—	26	43	100	—
32	14d	70	3	6	—	—	43	52	57	—
	21d	73	16	14	—	—	11	41	13	—
	28d	72	13	10	9	0	32	64	81	75
	35d	95	6	13	13	0	41	73	97	61
	44d	93	8	8	26	0	27	69	100	53

備考 1985年7月9日加温開始。hは時間、dは日数をそれぞれ表わす。A、Bは反覆。
コナダニ死亡独房率=(コナダニが全部死亡した独房数/コナダニ被害独房数)×100

理した場合の結果は第15表のようである。いずれの温度でも処理時間が長い程コナダニの死亡率は高まったが、同時にマメコバチの生存率が低下した。しかし、48℃の2時間、41℃の2～3日、38℃の6～9日、35℃の14～20日及び32℃の35～44日処理区ではマメコバチに対して安全性を保ちながらコナダニの高い死亡率をもたらした。ただし、

ここで使用したマメコバチの巢はコナダニ以外の要因による死亡率がもともと高く、死亡個体の分布も筒を単位に集中する傾向があったため加温によるマメコバチへの影響評価には若干問題があった。しかし、各処理区の処理時間の短いもの並びに第16表の無処理区の各マメコバチ死亡要因と死亡の実態からみて、上記のような温度と処理時間

第16表 温度及び処理時間がマメコバチ寄生ダニの駆除効果に与える影響(2) (1985)

温度 (℃)	処理 月日	処理 時間	調査 独房数	要 因 別 別				死 亡 率 (%)			コナダニ 死 亡 独房率(%)	加温後の マメコバチ 生存率(%)
				卵・幼虫	前蛹	蛹	成虫	ダニ被害	計			
41	7・10	2d	101	4	8	5	0	33	60	100	77	
		7・11	1d	67	14	13	4	0	28	59	89	86
		4d	88	16	14	4	0	21	55	100	81	
	7・13	2d	100	14	38	12	0	17	81	100	30	
	7・15	2d	86	18	23	4	3	30	78	92	73	
40	7・13	2d	104	2	4	5	1	29	41	100	90	
		4d	62	0	16	4	0	27	47	100	73	
	7・15	2d	111	11	1	7	0	16	35	100	88	
		3d	111	4	8	11	0	17	40	100	76	
	7・16	28h	119	5	10	3	0	20	38	100	87	
	7・22	40h	46	0	19	25	0	24	68	82	41	
		2d	99	3	28	14	0	23	68	100	43	
		4d	96	15	36	22	1	18	92	100	9	
7・24	2d	64	26	14	0	11	17	68	100	56*		
	3d	55	18	18	9	13	35	93	100	15*		
38	7・10	5d	105	2	41	1	1	37	82	100	32	
	7・15	7d	102	1	13	8	20	41	83	100	21	
	7・18	1d	56	4	—	—	—	50	54	21	—	
	7・24	4d	71	18	20	3	4	18	63	100	58*	
		5d	87	16	16	2	21	35	90	100	21*	
	4d**	65	35	22	0	14	22	93	100	45*		
	5d**	91	35	19	0	14	25	93	100	3*		
47	7・24	2h	77	16	10	38	0	36	100	100	0	
		3h	80	5	20	50	0	18	93	100	0	
	無 処 理 (青女子)		143	0	4	12	0	53	69	3	66*	
	" (りんご試)		185	4	5	9	0	50	68	14	70*	

備考 *は前蛹期以降の生存率を表わす。 **はウィルス無毒化施設利用によるもの。

の組合せは有効性が期待できる。なお、加温前から死亡していたとみなされる前蛹の死亡要因は硬化病など病気によるものと考えられるが、筒内の全独房で死亡している場合には前年の死亡個体がそのまま混入した可能性もある。

ついで、1985年の7月10日から24日までの間に38～41℃で加温した場合の結果を第16表に示した。40℃及び41℃の温度で7月20日以前に加温した場合では2～4日間処理でマメコバチにあまり影響を与えずにコナダニをほぼ100%死亡させることができた。しかし、7月20日以降の処理では3～4日処理によりマメコバチの生存率を低下させる事例があった。すなわち、7月24日に38℃で処理

した例では4日間でコナダニがすべて死亡したが、マメコバチの生存率も無処理区に比べてやや低くなり、さらに5日間の処理ではマメコバチの生存率を著しく低めた。この傾向はリンゴウィルスフリー化のための熱処理施設で湿度を70%に調整して処理した場合もほぼ同様の結果であった。7月24日に47℃で加温した場合は2時間及び3時間処理でいずれもコナダニは完全に死亡したが、同時にマメコバチもすべて死亡した。このように7月20日以降の加温ではマメコバチに与える影響が懸念される。

1986年7月8日に42℃で20時間処理した場合と7月14日に40℃で40、50及び60時間処理した場合

第17表 温度及び処理時間がマメコバチとツツハナコナダニの生存に与える影響(1986)

温度 (℃)	処理 時間 (h)	調 査 独房数	要 因 別 死 亡 率 (%)					コナダニの生死		マメコバチ の前蛹以降 生存率 (%)
			卵・幼虫	前蛹	蛹	成虫	ダニ被害	死亡独房率 (%)	生存指数	
42	20	122	18.1	1.6	0.8	4.1	32.8	100	0	86.7
40	40	228	19.7	3.9	1.8	1.8	14.0	85	0.31	86.8
	50	185	9.2	4.9	0	3.2	30.8	68	0.70	86.5
	60	196	6.1	6.6	0	2.0	35.7	100	0	85.1
無 処 理		234	5.1	5.1	2.1	2.6	33.8	4	2.77	71.3

備考 7月8日加温。

の結果は第17表のようであった。42℃、20時間処理ではコナダニが100%死亡し、マメコバチへの影響はほとんどみられなかった。40℃では40時間処理区と50時間処理区で、コナダニ被害独房に占める全コナダニが死亡した独房の比率(以下、コナダニ死亡独房率)に逆転が見られたが、これは供試巣材の質的な違いなどによる実験誤差とみなされる。しかし、60時間処理ではコナダニが100%死亡し、マメコバチへの影響も認められなかった。

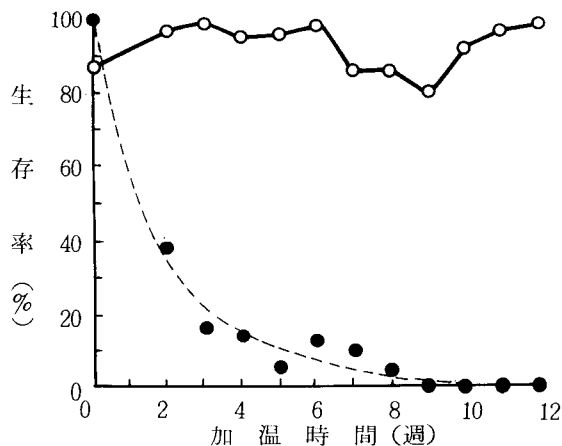
以上、3年間の試験結果より、7月上～中旬における、48℃の2時間、42℃の20時間、41℃の2～3日、40℃の2～4日、38℃の4～6日、35℃の20日及び32℃の35～44日などの処理はツツハナコナダニ駆除手段として活用できる可能性がある。

2. 大型施設による大量処理

(1) 加温日数とコナダニ及びマメコバチの生死

1984年7月5日にりんご試験場内の定温室で処理したが、加温時のマメコバチは前蛹がほとんどで、発育の遅いものはまゆ形成直前の状態であり、また、コナダニはいろいろな発育形態のものが混在し、餌となる花粉塊も充分残っていて、盛んに増殖している状態であった。なお、無処理でも独房内のコナダニが増殖途中で全滅している例を若干認めた。処理期間を通じた巣筒の分解調査で得られた全独房ではまゆを形成したマメコバチの比率が73.8%、コナダニの被害を受けていたもの23.7%及び原因不明の死亡2.4%であった。また、まゆ内の死亡率は平均で7.2%と低かった。

加温日数別に見たまゆ内マメコバチの生存率及びコナダニの被害を受けた独房に占めるコナダニ生存虫を容する被害独房の比率（以下、コナダニ生存独房率）は第3図に示した。なお、調査独房数は平均199（137～283）個であった。マメコバチでは加温日数によるまゆ形成後の生存率に



第3図 マメコバチ前蛹期における高温処理とマメコバチ(○)及びツツハナコナダニ(●)の生存率。
ツツハナコナダニは生存独房率。

多少の変動があったものの加温により死亡が増加したとは判断できない程度のものである。しかし、コナダニでは処理開始とともに急激な生存率低下

があり、日数が増すに従い緩やかになったが、9週間以上の処理では生存虫を認めなくなった。この間、調査時に取り出されたコナダニ被害独房の花粉塊は処理日数の多いもの程、団子状のものが多く、処理日数が少く、コナダニの生存虫が多いもので粉状化していた(写真E)。

次に加温処理したものの一部を翌年5月まで野外で保管し、マメコバチの成虫が巣から脱出し終わった後に筒を分解して独房ごとの内容を調査した結果、第18表のようであった。

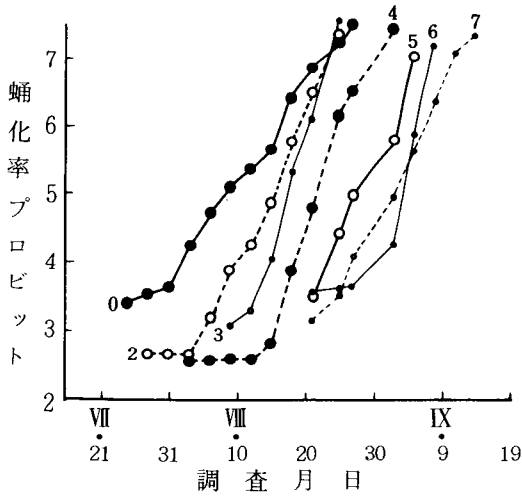
すなわち、コナダニ死亡独房率は7週間以上加温したもので極めて高く、7週間処理で生存虫の残ったのがわずかに1独房あったものの、10週間処理では全くなり、またマメコバチ成虫の死亡率はごく低く、全般に前年秋期までに調査した結果とほぼ一致した。

(2) 加温によるマメコバチの発育遅延

以上のような前蛹期における30℃程度での高温処理によってマメコバチの発育速度に影響が認められた。処理終了直後から3日ごとの発育形態を調査した結果から累積蛹化率と累積羽化率を求め、それぞれプロビット変換して図示すると、第4図及び第5図のようであった。すなわち、加温後6週間までは日数が増えるとともに蛹化曲線が右側

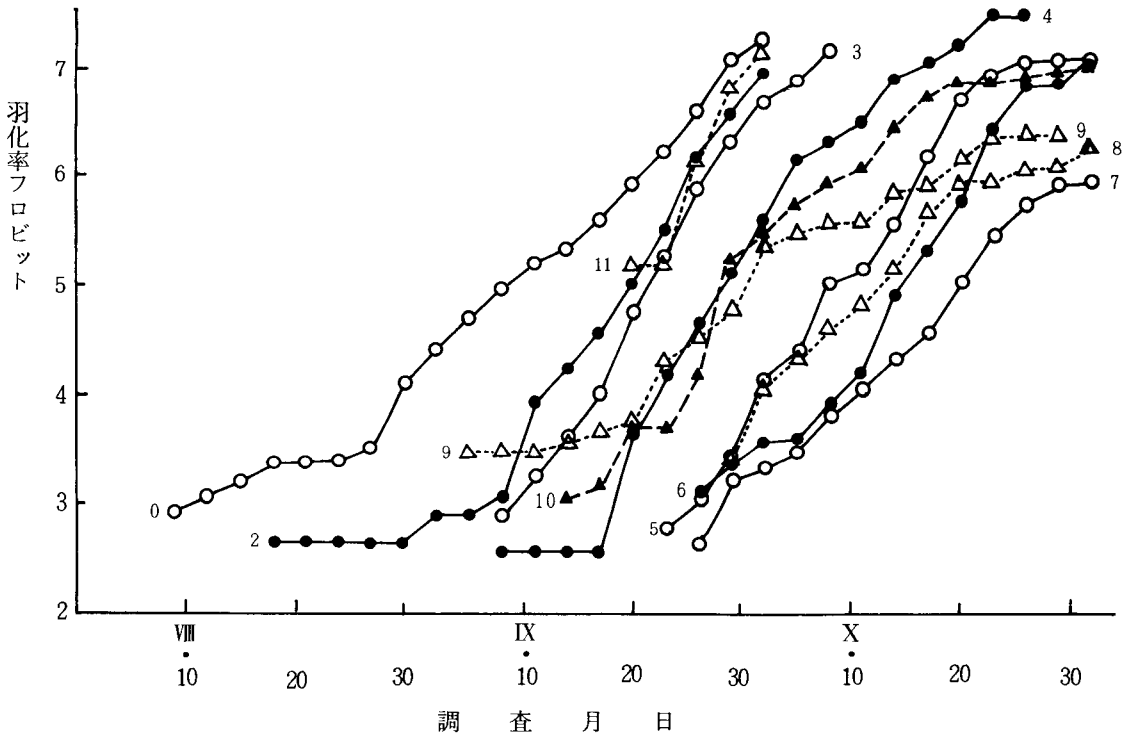
第18表 前年7月に高温処理したマメコバチの脱出成功率及びツツハナコナダニの死亡状況

調査項目	処 理 日 数 (日)						
	0	15	21	28	49	70	
筒 数(本)	60	38	54	37	40	39	
独 房 数(個)	319	187	279	178	218	215	
コナダニ被害独房数(個)	71	49	71	36	61	56	
コナダニ死亡独房率(%)	18.3	36.7	93.0	83.3	98.4	100	
前 蛹・ 蛹 死 亡 率 (%)	0	0	1.8	0	2.8	4.2	
成 虫	まゆ内死亡率(%)	0.3	0	0.4	0	2.8	0.5
	脱出失敗率(%)	0	0.5	0.7	0	0	0.5
	生存(脱出)率(%)	77.4	73.3	71.7	79.2	66.5	68.9
まゆ形成後の生存率(%)	99.6	99.3	96.2	100	92.4	93.1	

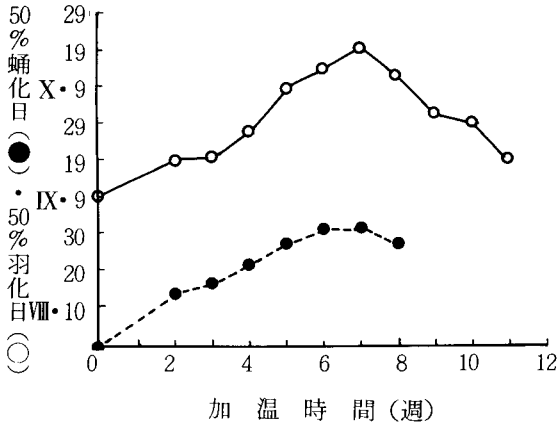


第4図 7月上旬に高温処理したマメコバチの加温期間別蛹化曲線。図中の数字は加温時間(週)。

へ移行し、7週間処理では6週間処理とほぼ同じ時期に蛹化し、それ以上の加温ではほとんどのものが加温中に蛹化した。しかし、7週間以内で処理したものの蛹化曲線の形にはあまり大きな差を認めなかった。また、羽化曲線でも蛹化曲線で見られたような加温日数に伴う羽化期の遅速が認められた。すなわち、7週間加温で羽化曲線が最も右寄りとなり、それ以上の加温では再び左寄りとなってきて、11週間加温で2週間加温のものとはほぼ同じ時期まで戻った。また、羽化曲線の形は、7、8及び9週間加温及び無加温区などでだらだらと羽化する傾向が認められた。以上の関係をさらに明確にするため、加温日数別の累積曲線をプロビット変換し、最小二乗法により回帰直線を求めた。それから50%蛹化日及び50%羽化日の理論値を算出し、第6図に示した。50%蛹化日は無加



第5図 7月上旬に高温処理したマメコバチの加温期間別羽化曲線。図中の数字は加温期間(週)。



第6図 7月上旬に高温処理法マメコバチの加温期間に伴う50%蛹化日(●)及び50%羽化日(○)の変化。

温区で8月9日であったが、加温日数を増すに従って6週間まではほぼ直線的に遅れて9月1日となったが、7週目で横ばいとなり、8週間加温では8月28日と逆に早まった。また、それ以上の加温では加温中に50%以上の蛹化を見た。

一方、50%羽化日は無加温の場合9月9日であったのに対し、加温日数の増加とともに次第に遅れ、7週間加温の10月19日を境としてそれ以上の加温では再び早まり、11週間加温では9月19日となった。

なお、この際求めた回帰直線の r^2 値は大部分

0.95以上で、それ以下になった4例でも0.85を下回るものはなかった。

次に蛹化消長から求めた回帰直線における勾配について見ると無加温で0.142であったのに対し、2及び3週間加温でそれぞれ0.216及び0.295と高まり、それ以上の加温では1週間ごとに、0.264, 0.220, 0.216, 0.193及び0.139と順次低下していった。

一方、羽化消長を示す回帰直線の勾配は無加温で0.100と低く、2週間、3週間及び4週間加温でそれぞれ0.161, 0.162及び0.181と順次高まり、それ以上の加温では次第に低下する傾向を示し、9週間加温では0.079と最低になった。しかし、10及び11週間加温ではそれぞれ0.136及び0.199と再び高まった。

(3) 9月中旬処理の影響

野外で一般管理していた平賀町広船産のマメコバチを1984年9月14日に30℃の定温室に収容し、加温処理した場合の結果は第19表のようであった。この時期のマメコバチは大半が成虫となっており、一部蛹が残っていた。また、コナダニは大部分の独房で増殖が終り、餌はほとんどなくなっており、発育形態は第1若虫が大部分であった。

コナダニ死亡独房率は加温日数の増加とともに順次高まり、6週間以上の加温で100%となった。この間、独房内コナダニの生存指数も順次低下し

第19表 9月における高温処理日数とツツハナコナダニ及びマメコバチの生死

加温日数	調査数		独 房 の 内 訳					
			ま		まゆ形成前死亡虫数	コナダニ被害独房		
	筒(本)	独房(個)	個 数	生存虫(%)		個 数	コナダニ死亡独房率(%)	コナダニ生存指数
0	66	406	92	96	13	301	0.5	2.8
14	29	120	28	100	0	92	20.7	2.4
21	30	147	43	74	0	104	40.4	1.0
28	30	168	47	37	1	120	35.8	1.3
35	27	126	31	13	3	92	37.0	0
42	30	132	40	0	1	91	100	0
49	30	152	52	5	4	97	100	0

ていることから加温によるコナダニの死亡過程が
うかがわれる。これに対し、マメコバチは2週間
加温では死亡が認められなかったものの、3週間
以上の加温では急激に死亡虫が多くなり、6週間
以上の加温では5%以下の生存率となった。この
ように9月中旬の処理ではコナダニ死亡独房率が
高まるような加温日数ではマメコバチの死亡率も

高くなった。このことは加温処理した後、野外に
保管しておき、翌年マメコバチが脱出した後に調
査した結果でも同様であった。すなわち、第20表
に示したように5週間以上の加温でコナダニはす
べて死亡したが、マメコバチの成虫死亡率も極め
て高く、4週間加温で約44%、5週間以上の加温
ではすべての成虫が死亡した。これに対し、対照

第20表 前年9月に高温処理したマメコバチの脱出成功率及びコナダニの死亡状況

調 査 項 目	処 理 日 数 (日)					
	0	28	35	42	49	
筒 数 (本)	45	45	30	30	27	
独 房 数 (個)	206	215	151	166	138	
ダニ被害独房数 (個)	133	131	94	95	90	
コナダニ死亡独房率(%)	0	—	100	100	100	
前蛹・蛹死亡率(%)	4.4	1.9	0.7	1.2	0	
成虫	まゆ内死亡率(%)	0.5	14.0	31.8	36.1	31.2
	脱出失敗率(%)	0	0.9	0	0	0
	生存(脱出)率(%)	28.2	19.1	0	0	0
まゆ形成後の生存率(%)	85.3	53.2	0	0	0	

として用いた7月5日と7月20日に加温したもの
では30日前後加温したもので成虫はもちろん、
前蛹、蛹の死亡もごく少数であった。このように
前年秋期に調査した結果も含めて考えると、9月
中旬の加温ではマメコバチに影響を与えずにコナ
ダニを駆除することはほとんど困難とみなされ、
室内の小型定温器を用いて実験した結果と一致し
た。

(4) 32℃処理の効果

1985年7月10日にりんご試験場の定温室を用い
て前年の試験より若干高い32±2℃で加温処理
し、その結果を第21表に示した。

供試した巣筒におけるコナダニ被害率は筒で80
~90%、独房では50~65%程度であり、コナダニ
以外による死亡は5%以下であった。無加温対照
区におけるコナダニ死亡独房率は8.9%あった。
一方、加温処理した区でのコナダニ死亡独房率は
26日及び37日目それぞれ93.7%及び96.7%と高

い値を示し、処理の効果を認めた。この際、加温
終了時におけるマメコバチの前蛹以降の死亡率は
各区ともごく少数であり、少くともこの段階での
加温の影響は認められなかった。

第21表 大型施設を用いた高温処理による
ツツハナコナダニの駆除効果

調 査 項 目	処 理 日 数 (日)		
	0	26	37
調査筒数 (本)	68	77	68
コナダニ被害巣筒率(%)	82	88	85
コナダニ死亡巣筒率(%)	4	85	97
調査独房数 (個)	328	369	298
マメコバチ生存独房率(%)	45.7	32.2	37.2
コナダニ被害独房率(%)	51.2	64.2	61.7
コナダニ死亡独房率(%)	8.9	93.7	96.7
その他要因による死亡率(%)	3.0	3.5	1.0

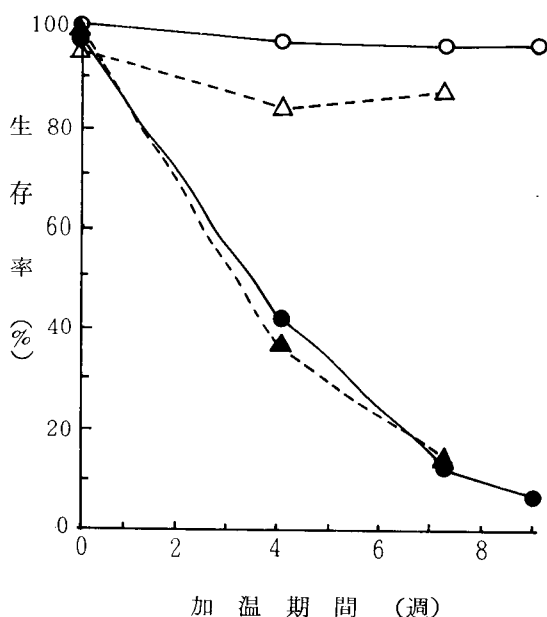
(5) 花粉開葯施設を利用した高温処理の効果
津軽平賀農協の施設では加温時における庫内の温度が、自記温度計で見える限りは $30 \pm 1^\circ\text{C}$ の範囲を越えた日が少く、比較的安定していた。処理

にかかわる各種の調査結果は第22表に示した。巢筒単位で見たコナダニの死亡簡率は処理日数の増加とともに高まり、9週目では87.5%に達した。また、コナダニ死亡独房率は第7図でも分かる

第22表 花粉開葯施設を用いた高温処理によるツツハナコナダニの駆除効果

調査項目	津軽平賀農協施設				相馬村農協施設		
	無処理	28日*	52日*	63日*	無処理	28日*	52日*
調査筒数	45	35	91	79	68	14	62
コナダニ被害巢筒率(%)	33	40	44	51	72	29	53
コナダニ死亡巢筒率(%)	0	42	78	88	2	50	85
調査独房数	157	128	503	457	462	112	439
マメコバチ生存独房率(%)	74.5	67.2	71.8	75.5	59.1	74.1	62.6
コナダニ被害独房率(%)	25.5	31.2	25.2	22.5	37.4	12.5	28.5
コナダニ死亡独房率(%)	2.5	57.5	86.6	92.2	1.7	64.3	86.4
その他要因による死亡率(%)	0	1.6	3.0	2.0	3.4	13.4	8.9

備考 * は加温した日数。



第7図 花粉開葯施設による高温処理期間とマメコバチ生存率(白)およびツツハナコナダニ生存独房率(黒)。点線は相馬農協、実線は津軽平賀農協の各施設による値。

ように処理4週目で57.5%となり、それ以上の加温では少しずつ高まり、9週目で92.2%に達した。一方、マメコバチの前蛹、蛹などの死亡率は各区ともほとんど認められず、加温によるマメコバチの死亡はあまりなかった。また、処理したマメコバチ巢筒の所有者の観察によると翌年のマメコバチ脱出数には特に異常を認めなかった。

相馬村農協の施設では庫内の温度変動が津軽平賀農協のものよりさらに小さく、 $30 \pm 1^\circ\text{C}$ の範囲内であった。処理後のコナダニ死亡状況、マメコバチの生存率などは第22表及び第7図のようであった。コナダニの死亡過程は津軽平賀農協のものと近似し、処理を終了した52日目では巢筒単位で見たコナダニ死亡簡率は84.8%、またコナダニ死亡独房率は86.4%であった。ここで処理したマメコバチにおいても翌年の脱出には異常が認められなかった。

以上二つの例から見て、花粉開葯施設を利用したコナダニの駆除は可能であった。この際りんご試験場の大型施設で行った実験と同様 30°C では60日程度の処理日数が必要であった。

考 察

熱を利用して害虫を直接駆除しようとする試みは果実に侵入したミバエやシンクイガの低温処理などにみられる(9, 24, 25, 26)。また、これより消極的な手法ではあるが、BOHART(5)は授粉昆虫として利用されているアルファルファハキリバチの天敵であるカッコウムシ類、カツオブシムシ類、コクヌストモドキ類、ハサミムシ類などを抑えるために35°Fでの貯蔵を勧めている。逆に高温で処理した例として、アルファルファハキリバチの天敵のうち、寄主よりも羽化時期の早いものを加温により先に羽化させ、分別して駆除した例がある(12)。前田(20)はマメコバチにも寄生するヒメコバチの1種 *Meritobia acasta* (WALKER) を駆除するには越冬中の老熟幼虫を一旦加温して耐寒性の乏しいさなぎにさせた後に0~5°Cで処理することが有効であるとしている。このように保護しようとする種と駆除しようとする種の間で温度に対する反応が異なっていれば高温処理あるいは低温処理は有効に活用できる場合がある。

マメコバチは夏の高温時に長い前蛹期間を有し、この発育形態では25°C以上の高温で発育が遅延する(21)。このような反応はいわゆる夏眠時の状態によく見られるもので、温度反応が鈍く、高温に対する耐性が期待できる。一方、ツツハナコナダニにとって夏期は増殖期に当たり、この間はいろいろな発育形態のものが混在し、高温で休眠するような特性がない。このように両種の間で温度に対する反応の異なる時期が存在することが熱処理の前提となった。この場合、高温がコナダニの致死要因になりえない場合でもその発育速度が早まり、異常に早い時期に餌不足となって生存に不利な状態となることも考えられたが、実際には餌を大量に残したままで死亡した(写真E)ことから高温そのものが致死要因であったと考えられる。

i, 温度及び処理期間と殺ダニ効果

青森県の真夏の気温を想定した30°Cの処理ではツツハナコナダニの高い死亡率を得るのに60日程

度を必要とし、さらに温度を高めると処理期間が短くて済むことが分かった。この際、温度と処理期間の関係は直線的でなく、温度の上昇に伴って急激に処理時間を短縮できる傾向があった。極端な場合は48°C、2時間でツツハナコナダニを駆除できた。しかし、高温になる程マメコバチを死亡させないでコナダニを駆除できるような期間も短くなるため、処理時間をより正確に守ることが必要となってくる。

実用的な観点から見ると大量の巣筒を巣箱に入れたまま処理しなければならないので、巣箱の中心部にある独房と周辺部にある独房では必要な高温に達するまでの時間的なずれが生ずることに配慮しなければならない。特に48°Cのような高温の場合、全体のコナダニを死亡させるような処理時間では外周部の独房で温度のかけ過ぎによるマメコバチの死亡をもたらすおそれがある。したがって、時間的効率、マメコバチへの安全性など総合的観点からすると40°C、3日間くらいが応用上有利な処理条件と考えられる。

ii, 高温処理とマメコバチの発育遅延

30°Cで処理した場合、処理期間とともにマメコバチの発育が遅れることが明らかとなった。これは前述したように前蛹期における発育が25°C以上で遅延するためである。今回の実験では羽化に至るまでの遅延の限界が50日処理程度のところであり、それ以上の加温日数では再び短縮した。これは加温中に蛹化するものが多くなり、その際、さなぎの発育は高温下で早まるためである。また、60日以上加温では加温中に羽化する個体が多くなったが、成虫の状態が高温に長く遭遇することは成虫の死亡率を高めるので実用上は好ましくない。一方、50日程度の処理で終わったものは8月下旬ころから外気温のもとでさなぎの発育が行われることになるが、このころから気温も低下してくるため、その羽化時期は高温による前蛹の発育遅延と外気の低温によるさなぎ発育の遅延が加わり、無加温のものより著しく遅れることとなる。

実際、1984年の調査では最も遅い個体が10月末にやっと成虫になった。しかし、この成虫は無事に越冬できたので、この程度の発育遅延は実用上それほど障害にならないものと考えられる。

一方、累積蛹化率及び累積羽化率をプロビット変換した回帰直線の勾配が、加温日数とともに小→大→小と変化した。蛹化の場合、加温後3週間まで勾配が高まったのは加温により休眠攪醒効果が高まるとともに加温終了後の外気温が高まったため、また、それ以上の加温では加温終了後の外気温にさらされる時期が遅くなるので、外気温の低下に伴う発育速度の遅延が考えられる。羽化の場合は勾配が4週間加温を頂点としてその前後で低下し、9週間加温で最低となり、それ以上の加温では再び高まった。これはさなぎ期間や羽化時期の早晩に与えたのと同じ理由と考えられる。なお40℃前後で数日間処理した場合のマメコバチの発育に対する影響は30℃で長期間処理したものより小さいと考えられるが、実用化にあたってはこの点についても解明しておく必要がある。

iii. 高温処理施設

30℃で処理する場合はリンゴの花粉開約施設を利用できることを立証した。ここで使用した施設はいずれも温度変動の幅が狭く、±1℃の範囲にとどまる性能であったが、処理は真夏に当たるため、年によって30℃以上の気温に達することもあ

り、施設によってはそのような外気温の影響を受け易いことも考えられる。しかし、温度条件の試験で明らかになったように真夏に起こりうる30℃以上の高温でも一時的なものであれば、マメコバチの生存にそれ程影響を与えないと考えられ、むしろコナダニの死亡を早める効果が期待される。このような場合は処理予定日数よりやや早めに抜き取り調査をして、処理時間の短縮を図るべきである。コナダニの死亡は30℃以下の期間が多くなると急激に少なくなるので、温度変動の大きい施設では低温側に注意して設定すべきと考える。また、庫内の温度分布はできるだけ均一にしないとイケないので、庫内の空気をかき混ぜるような装置のないものではサーキュレーターなどを取り付けることが必要である。

以上のような条件を備えていれば花粉開約施設以外の類似の施設でも利用が可能と考えられる。しかし、温室及びビニールハウスなど太陽光線が施設内部に達するものでは日照時に高温となり過ぎ、また、昼夜の温度較差も大きいので、コナダニ駆除の目的には不向きである。なお、40℃での加温を前提とした場合の現地における利用可能な施設は今のところ花粉開約施設が考えられる。しかし、安定して40℃に温度を上げることができる施設でなければならないので、個々のものについて今後の検討が望まれる。

V. 総 合 考 察

マメコバチ増殖上の重要な阻害要因であるツツハナコナダニを防除する手段として、薬剤による化学的手法と熱処理による物理的手法という全く作用性の異なる二つの方法によりいずれも単独で十分な効果を期待できることを明らかにした。したがって、以上のような結果とツツハナコナダニの生態とを考慮して直ちに利用できる技術として次のような手法が可能と考えられる。

i. コナダニのヒポブスが付着して飛しょうで

きないようなマメコバチの脱出成虫は回収してベンゾエピン乳剤60ppm液を噴霧する。これによって餓死すべき成虫を救うことができる。

ii. マメコバチが脱出後に筒の入口付近に群がっているヒポブスに対してベンゾエピン乳剤60ppm液を噴霧する。ただし、この場合、ハチの活動していない夕方に行う。これによってマメコバチ成虫への伝ばん拡大を軽減できる。

iii. 新しく与える筒はあらかじめベンゾエピン

乳剤60ppm液に浸漬処理し、乾燥させてから与える。ただし、この場合、処理時期はハチの脱出期になるべく接近させる。これによりこの筒に出入りするハチに付着しているコナダニを除くことができ、結果的に新たに作られる独房へのコナダニ寄生率を顕著に低下させる。

iv. 古い筒を割ってまゆを取り出した場合、まゆに付着しているコナダニのヒボプスを除去するためにベンゾエピン乳剤60ppmを噴霧しながらまゆをよくかき混ぜる。これによって巣筒更新法によるコナダニ駆除対策をより効果的に行うことができる。

v. 7月上旬より約60日間リング開約施設などを利用して巣筒を30℃に保持する。これにより独房内のツツハナコナダニを高率で駆除することができる。また、同じく30～32℃では抜き取り調査をすることにより処理日数をある程度短縮できる。

iiiについてはすでに供与している筒の処理にも応用できる可能性がある。すなわち、そのような筒のなかには独房の作られていないものや筒の途中まで作られ閉鎖壁のないものが混在しており、これらの筒を同様な手法で処理することにより次世代へのコナダニ寄生率を低下させることが期待できる。その効果は閉鎖壁のある筒が少ない程、つまり、マメコバチによる利用率の低い巣箱のほど高い効果が期待できる。

ivの項目については本試験の中にその具体的成績をあげていないが、成虫の浸漬処理などここに示した各種実験結果からこの可能性が十分に考えられたので、これにそって実際に利用されている個体群に処理し、良好な成果を得ている。

薬剤による防除では薬剤抵抗性の発達が絶えず問題となるが、ベンゾエピン以外にも幾つかの有用な薬剤が存在することを明らかにできたことは今後の施用方法の開発いかんによっては薬剤の輪番使用などが可能になり、長期にわたって化学的手法を定着させることができるものとする。

熱処理による方法は施設を必要とする欠点はあるが、上記のような薬剤処理の欠点を補うものとして十分な有用性があり、化学的手法を安心して実施する上での効果も高いと考える。ただ、30℃での処理はいかにも長期間を必要とし、1施設で年間1回の処理しかできないので、実用上はかなり大きい施設を使ってもその処理能力には限界がある。そのため、共同利用の場で同一園主のものを3～4年に1度の処理を実施するとしても利用者全員に行き渡らせるには新たに処理施設の設置が必要となろう。しかし、40℃処理の実用性が解明されれば、処理能力は30℃の数倍に高まるのでそれだけ施設も少なく済むことになる。このような観点から今後ベンゾエピン以外の有効薬剤の実用的な処理法を開発することと40℃で熱処理するための技術を確立することが望まれる。

VI 摘 要

マメコバチの独房に寄生するツツハナコナダニを防除するため、薬剤処理による方法と熱処理による方法について検討し、それぞれ以下のような結果を得ることができた。

i. ツツハナコナダニの移動型ヒボプスに対する有効薬剤を探索する方法としては逃亡防止柵を作ったろ紙上にヒボプスを放飼し、薬剤散布塔で一定量を噴霧するろ紙法とスライドグラスに虫

体を貼布し、薬液に浸漬処理するスライドグラス浸漬法を併用するのがよいとみなされた。

ii. マメコバチに直接的な影響があまりない濃度でツツハナコナダニの移動型ヒボプスに高い殺虫力を示す薬剤として、プロフェノホス乳剤、ベンゾエピン乳剤、クロルフェナミジン水溶剤、水酸化トリシクロヘキシルスズ水和剤、アミトラズ乳剤、石灰硫黄合剤及び修酸を認めた。

iii. 移動型ヒボプスが多数付着しているマメコバチ成虫をベンゾエピン乳剤30ppm液に2～3秒間浸漬処理することにより、マメコバチを殺すことなく、ヒボプスを一掃することができた。

iv. ベンゾエピン乳剤60ppm液に浸漬処理した後風乾したアシ筒及び紙筒などでマメコバチ成虫を越冬させると、成虫に付着していたコナダニのヒボプスは極めてよく除去された。

v. 新鮮なアシ筒をベンゾエピン乳剤600ppmか60ppm又は石灰硫黄合剤1,100ppmの各液に浸漬処理し、風乾後マメコバチの巣群に与えた場合、その筒に作られた独房に対するツツハナコナダニの寄生率は無処理のものに比較して明らかに低かった。

vi. 小型定温器を用いた小規模実験ではマメコバチの前蛹期に当たる7月に巣筒を高温で処理することにより、独房内に寄生しているツツハナコナダニを殺すことができた。この場合、30、32、

35、38及び40℃ではそれぞれ60、40、20、5及び3日程度の処理日数でマメコバチの死亡率は低くかつツツハナコナダニの高い死亡率を認めた。

vii. 7月上旬より30～32℃で加温処理した場合加温日数に伴ってマメコバチの蛹化期及び羽化期が遅延したが、7週間以上の加温では羽化期が再び早まった。この際、最も遅れた個体でも越冬前には羽化し、いずれも正常に越冬できた。

viii. 高温処理を8～9月に開始した場合、コナダニが死亡する処理日数ではマメコバチの死亡率も高まった。

ix. 30～32℃で大量の巣筒を処理するにはリンゴの花粉開葯施設が利用できることを実証した。

以上のようにマメコバチに寄生するツツハナコナダニは薬剤処理又は熱処理によって防除することが可能と認められたので、そのための実用的な手法についても総合的な論議を加えた。

引 用 文 献

1. ANDERSON, L. D. and E. L. ATKINS, JR. (1967) Pesticide usage in relation to beekeeping. *Ann. Rev. Entomol.*, 12: 214 - 238.
2. ANDERSON, L. D., E. L. ATKINS, H. NAKAHARA, and E. A. GREYWOOD, (1971) Toxicity of Pesticides and other agricultural chemicals to honey bees field study. *Calif. Agr. Exp. Serv.*, AXF - 251. 8pp.
3. 青森県りんご課 (1968) マメコバチ利用による授粉方法, 昭和43年りんご指導要項, りんご課資料, 167号: 105 - 108.
4. BAKER, E. W. (1962) Natural history of plummer island. Maryland. XI. Descriptions of the stage of *Chaetodactylus krombeini*, new species, a mite associated with the bee, *Osmia Lignaria* SAY (Acarina: Chaetodactylidae). *Proc. Entomol. Soc. Wash.*, 75: 227 - 236.
5. BOHART, G. E. (1972) Management of wild bees for the pollination of crops. *Ann. Rev. Entomol.*, 17: 287 - 312.
6. BRINDLEY, W. A. (1976) Carbaryl control of chalcidoid parasites from alfalfa leafcutting bees. *J. Econ. Entomol.*, 69: 225 - 228.
7. 江原昭三 (1980) ダニ類概説, 日本ダニ類図鑑: 491 - 510 東京, 全国農村教育協会.
8. GEORGE, D. A. and C. M. RINCKER (1982) Residues of commercially used insecticides in the environment of *Megachile rotundata*. *J. Econ. Entomol.*, 75: 319 - 323.
9. GLASS, E. H., P. J. CHAPMAN and R. M. SMOCK (1961) Fate of apple maggot and Plum curculio larvae in apple fruits held in controlled atmosphere storage. *J. Econ. Entomol.*, 54: 915 - 918.
10. GREGOR, Mc. (1976) Pesticides in relation to beekeeping and crop pollinators. Insect pollination of cultivated crop plants. U. S. D. A. *Agr. Handbook*, 496: 49 - 58.
11. HILL, B. D., K. W. RICHARDS and G. B. SHAALJE (1984) Use of dichlorvos resin stripe to reduce parasitism of alfalfa leafcutter bee (Hym.: Megachilidae) cocoon during incubation. *J. Econ. Entomol.*, 77: 1307 - 1312.
12. HOBBS, G. A. (1968) Controlling insect enemies of the alfalfa leafcutter bee, *Megachile rotundata*. *Can. Entomol.*, 100: 781 - 784.
13. IFTNER, D. C. and F. R. HALL (1983) Toxicities of selected synthetic pyrethroids to two species of phytophagous mites. *J. Econ. Entomol.*, 76: 687 - 689.
14. JOHANSEN, C. A. (1969) The bee poisoning hazard from pesticides. *Was. Agr. Expt. Sta. Bul.*, 709. 14pp.
15. JOHANSEN (1977) Pesticides and pollinators. *Ann. Rev. Entomol.*, 22: 177 - 192.
16. JONG, D. D., R. A. MORSE and G. C. EICKWORT (1982) Mite pest of honey bees. *Ann. Rev. Entomol.*, 27: 229 - 252.

17. 北村泰三・前田泰生 (1983) マメコバチ用人工巢の開発. 長野果試報, 1:21-30.
18. 黒佐和義 (1978) 日本産ハキリバチ類に見いだされるコナダニ. ダニ類研究会報, 5: 11-12.
19. KUROSA, K. (1987) Two new *Chaetodactylus* (Acari: Chaetodactylidae) associated with *Osmia* (Hymenoptera: Megachilidae) in Japan. Kontyu, 55: 373-381.
20. MAETA, Y. (1977) A preliminary study on the physical control of *Melittobia acasta* (WALKER) by cold treatment (Hym.: Eulophidae). Bull. Tohoku Natl. Agric. Stn., 58: 211-229.
21. 前田泰生 (1978) 日本産ツツハナバチ類の比較生態学的研究. 特に花粉媒介昆虫としての利用とマネージメントについて. 東北農試報, 57: 1-221.
22. 前田泰生・北村泰三 (1964) 落葉果樹の授粉のためのマメコバチのマネージメント, マメコバチの上手な飼い方, 使い方.
23. 前田泰生・北村泰三 (1965) ツツハナバチ属によるりんごのポリネーションに関する研究 (II) ポリネーターとしてのツツハナバチ属利用の特性と問題点. 昆虫, 33: 17-34.
24. MOFFIT, H. R. (1971) Methyl bromide fumigated with storage for control of codling moth in apples. J. Econ. Entomol., 64: 1258-1260.
25. MOFFIT, H. R. and D. J. ALBANO (1972) Effect of commercial fruit storage on stages of the codling moth. J. Econ. Entomol., 65: 770-772.
26. MORGAN, C. V. G., A. P. GAUNCE and C. JONG (1974) Control of codling moth larvae in harvested apple by methyl bromide fumigation and cold storage. Can. Entomol., 106: 917-920.
27. 中塚硬三・前田泰生 (1981) ツツハナバチ類 (*Osmia*) の天敵, ツツハナコナダニ類 (*Chaetodactylus* spp.) の生活史. 昆虫学会第45回大会講演要旨: 49.
28. 成田弘・高橋佑治 (1974) マメコバチの殺虫試験. 昭和48年度寒冷地果樹に関する試験研究打合せ会議資料 (虫害): 115-116.
29. 成田弘・高橋佑治 (1975) マメコバチ寄生コナダニの防除試験. (1) 有効剤の選抜. 昭和49年度寒冷地果樹に関する試験研究打合せ会議資料 (虫害): 151-153.
30. OCONNOR, B. M. (1982) Evolutionary ecology of astigmatid mites. Ann. Rev. Entomol., 27: 285-409.
31. ROCK, G. (1979) Relative toxicity of two synthetic pyrethroids to predator *Amblyseius fallacis* and its prey *Tetranychus urticae*. J. Econ. Entomol., 72: 293-294.
32. 佐々学 (1965) 食品・薬品などの害虫としてのダニ類, 佐々編ダニ類: 368-382, 東京, 東京大学出版会.
33. SEKITA, N. (1985) Toxicity of pesticides commonly used in Japanese apple orchards to predatory mite *Typhlodromus pyri* SCHEUTEN (Acari: Phytoseiidae) from New Zealand. Appl. Ent. Zool., 21: 173-175.
34. 菅原寛夫・真梶徳純・斎藤哲夫・田中学・成田弘・奥代重敬 (1973) 殺ダニ剤の効果検定法. 果樹ハダニ類の薬剤抵抗性に関する研究: 11-30.

35. 庄司敬 (1972) マメコバチの生態と増殖利用. 農及園, 47: 1579-1584.
36. 竹嶋儀助 (1958) マメコ蜂とりんごの交配. 青森県農業研究倶楽部, 22 P.
37. 竹嶋儀助 (1965) 新版マメコ蜂とりんごの交配. 青森県農業研究倶楽部, 41 P.
38. 竹内一男・原田圭一 (1983) 蓚酸溶液噴霧によるミツバチヘギイタダニの駆除. ミツバチ科学, 4: 113-116.
39. TIMOTHY, J. D., G. JEFFRE and L. THOMAS (1983) Relevanca of slide-dip and residual bioassay compararisonts to detection of resistance in spider mites. J. Econ. Entomol., 76: 1225-1230.
40. WALKER, W. F., A. L. BOSWELL and F. F. SMITH (1973) Resistance of spider mites to acaricides: Comparaison of slide dip and leaf dip methods. J. Econ. Entomol., 66: 549-550.
41. 山田雅輝 (1981) マメコバチの保護利用-果樹の訪花昆虫-. 実用化技術レポート85: 32P. 東京. 農林統計協会.
42. 山田雅輝 (1986) リンゴ授粉用マメコバチのコナダニ駆除法. 農及園, 61: 67-71.
43. 山田雅輝 (1987) マメコバチの飼い方と利用法. 青森県りんご協会技術シリーズ, 46. 28 P. 弘前市. 青森県りんご協会.
44. 山田雅輝・小山信行・関田徳雄・白崎将英・津川力 (1971) 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3報マメコバチ *Osmia cornifrons* (RADOSZKOWSKI)の生態とリンゴ授粉への利用. 青森リンゴ試報, 15: 1-80.
45. 山田雅輝・川島浩三・会津博作 (1984) マメコバチの増殖に関する個体群生態学的研究. 青森りんご試報, 21: 23-92.

Control of Chaetodactylus Mite, *Chaetodactylus nipponicus*
KUROKA, an Important Mortality Agent of Cornfaced
Osmia Bee, *Osmia cornifrons* RADOSZKOWSKI

Masateru YAMADA

Aomori Apple Experiment Station
Kuroishi, Aomori, 036 - 03, Japan.

Summary

The hornfaced osmia bee, *Osmia cornifrons* RADOSZKOWSKI has widely been used as a pollinator of apple flowers in northern Japan. A major problem for the successful management of the bee is the mortality caused by chaetodactylus mite, *Chaetodactylus nipponicus* KUROSA : The mite invades a bee nest to feed on pollens which has been stored by the bee in the nest for its offspring. It also adversely affects the adult bee by clinging to its body surface. This study is concerned with the establishment of effective control methods for this parasitic mite.

1. Chemicals which have a high toxicity to the mite but a less toxicity to the bee were screened from more than 40 chemicals. The chemicals which met the necessary criteria were profenofos, endosulfan, amitraz, chlordimeform, lime sulfur, cyhexatin and oxalic acid.

2. By dipping the bees which were externally parasitized by the mites into 30 ppm endosulfan solution for a few seconds could kill the mites without any side effect to the bees.

3. When the parasitized bees were forced to spend one night in the nests treated with 60 ppm endosulfan solution, they became free from the mite.

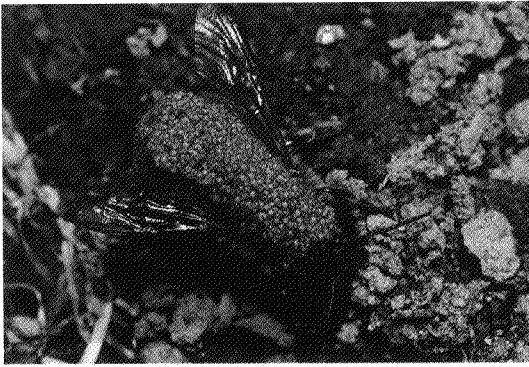
4. By supplying the bees with nest sources treated with 60 or 600 ppm endosulfan or 1,100 ppm lime sulfur, the mortality of the offspring from mite attacks was reduced to a negligible level.

5. Since the mite was more susceptible to higher temperatures than the bee at the prepupal stage, successful control of the mite was achieved by maintaining the bee nests at higher temperature conditions beginning in early July. Necessary periods of the treatment were 60, 40, 20, 5 and 3 days at the temperatures of 30, 32, 35, 38 and 40°C, respectively.

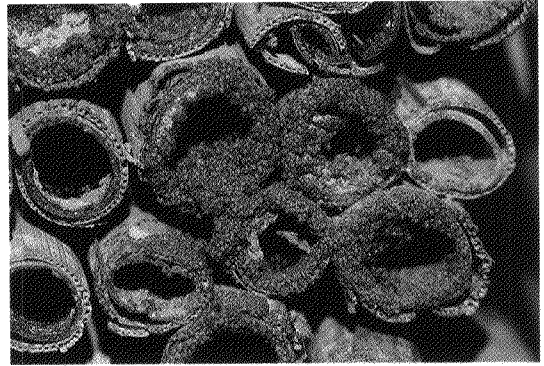
6. When the prepupae were maintained under a temperature condition of 30–32°C beginning in early July, their development to the pupal stage as well as to the adult stage was delayed in proportion to the maintained period for up to 6 weeks. Such a developmental delay was largely relaxed when they were maintained over 7 weeks. Even those that were maintained for 12 weeks at this condition could normally develop to an adult until winter and then could survive the winter.

7. When the high temperature treatment started from August or later, the periods necessary to kill the mite were also harmful to the bee.

8. Facilities for pollen dehiscence, which have widely been used by cooperative apple growers for hand pollination, proved useful for treating a large number of bee nests simultaneously.



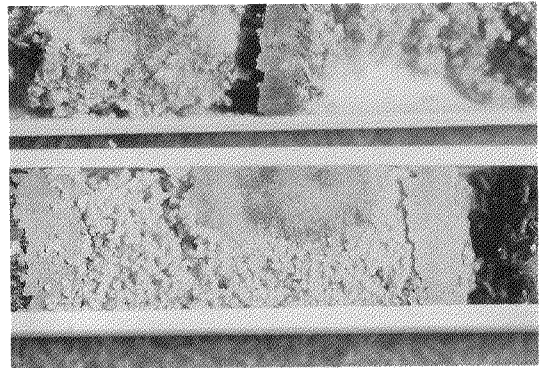
A：脱出時にツツハナコナダニの寄生独房を通過したため、移動型ヒポプスが大量に付着して飛べなくなったマメコバチの成虫。



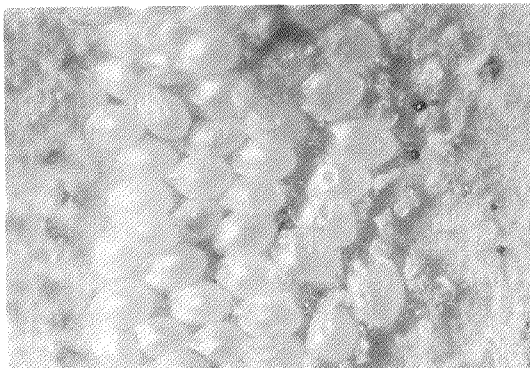
D：ツツハナコナダニの寄生独房が開放された後に単筒の入口付近に出て群がる移動型ヒポプス。



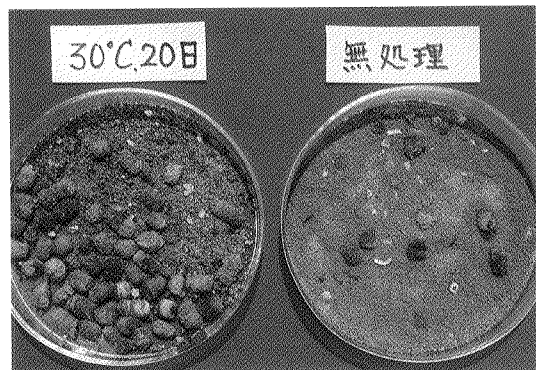
B：越冬期にとりだされ、ろ紙上で群がるツツハナコナダニ移動型ヒポプス。



E：高温処理によって、増殖途中でツツハナコナダニが死亡した独房の内部、死亡時の増殖程度により花粉塊の崩れ方が異なる。



C：独房内壁（アシ筒側）に固着しているツツハナコナダニのシスト型ヒポプス。



F：高温処理後に取り出したツツハナコナダニ寄生独房の花粉塊(左)と同じく無処理対照区(右)の状態。

Handwritten notes in the top left corner, possibly a list or index.

Small handwritten mark or note in the middle left area.

Large handwritten notes in the bottom left corner, appearing to be a detailed list or report.

Faint vertical text or markings along the right edge of the page, possibly bleed-through or a margin.