

オンシツツヤコバチに対する農薬の影響

林 英 明

キーワード：オンシツツヤコバチ，寄生蜂，オンシツコナジラミ，農薬の影響

オンシツツヤコバチ *Encarsia formosa* Gahan¹⁾ はコナジラミ類 [*Aleyrodes spiraeoides* Quaintance²⁾，タバココナジラミ *Bemisia tabaci* (Gennadius)²⁾，*Dialeurodes chittendeni* Laing^{2,23)}，ミカンコナジラミ *D. citri* (Ashmead)^{2,23)} 及びオンシツコナジラミ *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood)^{2,23)}] の単寄生性の寄生蜂である。特に，本種はオンシツコナジラミの天敵として世界的に広く利用されている^{12,20)}。

本種は，オンシツコナジラミの天敵として1975年にイギリスからわが国へ導入され²⁷⁾，生物的防除資材としての利用が試みられてきた^{10,27,31)}。1995年3月には農薬登録され，トマトのオンシツコナジラミ防除資材として実用化されることとなった。

ところで，わが国のトマトの施設栽培では発生する病害虫の種類が多く，現在の技術水準ではコナジラミ以外の病害虫に対しては農薬を使用せざるを得ない状況にある。このため，天敵を有効利用するには殺虫剤，殺菌剤及び殺ダニ剤のオンシツツヤコバチに対する影響を明確にしておく必要がある。

オンシツツヤコバチに対する農薬の影響については，外国では多くの試験例^{3,6,18,29)}があるものの，わが国の使用条件とは異なる場合が多い。また，わが国でのオンシツツヤコバチに対する農薬の影響については，岡田・三田²⁷⁾，河合¹⁷⁾の報告があるものの，その後に登録された農薬については検討されていない。

そこで，新規登録農薬を含む各種薬剤のオンシツツヤコバチに及ぼす影響を，蛹(マミー)に対する直接的影響と成虫に対する残効性について検討した。その結果，若干の知見を得たので報告する。

材料及び方法

1. 成虫への残効期間

ここでの残効期間とは，農薬がオンシツツヤコバチへ影響を及ぼす期間を示し，オンシツツヤコバチの死虫率が25%以下になった場合に農薬の影響がなくなったとみなす。

(1)1988～1989年の試験

供試虫は農業試験場(現在の農業技術センター)のガラス室内のタバコ 'N×N' (育種用小葉種) に寄生させたオンシツコナジラミを寄主として累代飼育しているオンシツツヤコバチの成虫を用いた。

薬剤処理は殺虫剤17剤と殺菌剤9剤について，展開葉が7～9枚のタバコ株(品種：N×N)に所定濃度(常用濃度)の薬液を十分量散布し，ガラス室内(25±5°C)で管理した。なお，水和剤には展着剤のポリオキシエチレンアルキルフェニルエーテル10.0%+ジナフチルメタンジスルホン酸ナトリウム6.0%(×5,000)を加用した。農薬の残効期間の調査は，原則として，散布当日(風乾後)，1日後，3日後，7日後及び14日後に実施した。処理は各処理区株の中位葉1枚を摘葉し，コルクボーラーで切り取った葉片(直径3cm)の裏面を上側にして用いた。葉片は上板にプランクトンネット(200メッシュ/2.54cm)を貼り，通気を良くしたアクリル板ケージ (Figure 1; Ledieu, M.S.¹⁸⁾の改良型) で挟んだ。アクリル板ケージ内の各ホールにオンシツツヤコバチ成虫を約30頭づつ収容し，24時間後の生死虫数を調べた。成虫の日齢は考慮しなかった。

供試したオンシツツヤコバチの成虫は，ガラス室内の成虫を吸虫管で試験管(長さ200mm×直径18mm)に採集し，試験管ごと10秒間氷水中に浸漬して低温麻酔したものをアクリル板ケージ内へ収容した。低温麻酔に要する時間は，予備試験により10秒間と決定した。

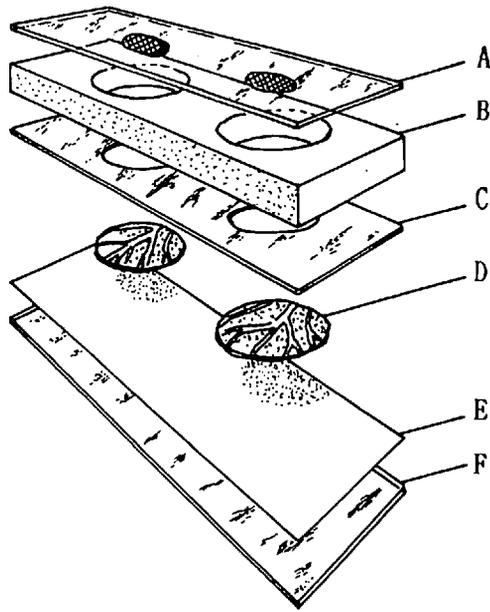


Figure 1. Apparatus used in the laboratory screening of pesticides against adult *Encarsia formosa*.

- A : 76×52×2mm acrylic plate with 10mm diameter holes at 35mm centers covered 200 mesh plankton net.
- B : Acrylic capillary with 24mm diameter holes at 35mm centers, 15mm height.
- C : Acrylic sheet with 18mm diameter holes at 35mm centers.
- D : 30mm diameter tobacco (N×N variety) leaf discs.
- E : wet blotting paper.
- F : Glass microscope slides.

試験は各薬剤，各調査日毎に3反復とした。

(2)1992～1995年の試験

供試虫はプラスチック・シャーレ（直径90mm×高さ20mm，以後のシャーレは同一規格）内に，2枚づつ入れたマミー・カード（エンストリップ®；30×40mmのカードに約100頭のオンシツツヤコバチの蛹を糊付けしたもの）から羽化した24時間以内のオンシツツヤコバチの成虫を用いた。

薬剤処理は殺虫剤13剤，殺ダニ剤2剤及び殺菌剤4剤の所定濃度（常用濃度）を展開葉数9～10枚のトマト‘瑞栄’に十分量散布した。なお，水和剤には展着剤（×5,000）を加用した。薬剤散布したトマトはガラス室内（25±5℃）で管理した。農薬の残効期間の調査は，原則として，散布当日（風乾後），1日後，3日後，7日後及び14日後に実施した。処理は各処理株の中位の1小葉を摘葉し，湿らせた口紙を敷いたプラスチック・シャーレ内に收容し，処理葉上に低温麻酔したオンシツツヤコバチの成虫を約30頭放し，25℃恒温条件で24時間後の生死虫数を計数した。

試験は各薬剤，各調査日毎に3反復とした。

2. 蛹に対する影響

(1)1992～1995年の試験

薬剤処理は殺虫剤13剤，殺ダニ剤1剤及び殺菌剤4剤について，所定濃度の薬液にマミーカードを10秒間浸漬したものを風乾後，口紙を敷いたプラスチック・シャーレ内に收容した。羽化したオンシツツヤコバチの成虫が逃亡しないようにシャーレの蓋は裏返しにし，25℃の恒温条件下に置いた。約3週間後に羽化成虫数，蛹の死籠り数を計数した。

各処理は3反復行なった。

結 果

薬剤のオンシツツヤコバチに及ぼす影響をIOBC/WPRSの4段階評価⁴⁾を参考に，25%刻みで類別した。オンシツツヤコバチに対する各薬剤の死虫率が25%以下を実害のないレベルとし，オンシツツヤコバチと薬剤の併用が可能な程度とした。なお，繰り返しのある供試薬剤は，影響度合いの高い方の値で評価した。この評価はオンシツツヤコバチの成虫と蛹の両者に用いた。

1. オンシツツヤコバチ成虫への残効期間

殺虫剤27剤，殺ダニ剤2剤及び殺菌剤12剤のオンシツツヤコバチの成虫への残効性に関する試験結果をTable 1～4に示した。

(1) 殺虫剤

散布当日のオンシツツヤコバチ成虫の死虫率が25%以下の薬剤は，ピリミカーブ水和剤，プロフェジン水和剤，ピリプロキシフェン乳剤，BT水和剤，テフルベンズロン乳剤，クロルフルアズロン乳剤及びオレイン酸ナトリウム液剤であった。散布1日後に死虫率が25%以下になった薬剤は，ピレトリン乳剤，ピメトロジン水和剤であった。散布7日後に死虫率が25%以下になった薬剤はDDVP乳剤であった。さらに，散布14日後に死虫率が25%以下になった薬剤は，BRP乳剤，サリチオン乳剤であった。

その他のMEP乳剤，ピリミホスメチル乳剤，イソキサチオン乳剤，マラソン乳剤，PAP乳剤，DMTP乳剤，BPMC乳剤，ベルメトリン乳剤，エトフェンプロックス乳剤，シベルメトリン水和剤，ピフェントリン水和剤，トラロメトリン乳剤，フェンバレレート+マラソン水和剤，イミダクロプリド水和剤及びアセタミプリド水和剤は，調査全期間を通して死虫率が25%以下にならなかった。とくに，ピリミホスメチル乳剤，イソキサチオン乳剤，マラソン乳剤，PAP乳剤，DMTP乳剤，BPMC

Table 1. Residual toxicity of some insecticides to the adult of *Encarsia formosa* (1988~89)

Pesticide (active ingredient)	Formulation (% a.i. & type)	Dilution	0 day		1 day		3 days		7 days		14 days	
			mortality ^{b)}	EC ^{c)}	mortality	EC	mortality	EC	mortality	EC	mortality	EC
Fenitrothion (MEP)	50% E.C. ^{a)}	×1,000	100.0	H	100.0	H	100.0	H	100.0	H	100.0	65.3 MH
Pirimiphos-methyl	45% E.C.	×500	100.0	H	100.0	H	100.0	H	100.0	H	100.0	100.0 H
Isoxathion	50% E.C.	×1,000	100.0	H	100.0	H	100.0	H	100.0	H	100.0	97.5 H
Malathion	50% E.C.	×2,000	99.3	H	94.6	H	91.8	H	93.4	H	93.4	95.2 H
Phenthoate (PAP)	50% E.C.	×1,000	100.0	H	100.0	H	100.0	H	100.0	H	100.0	100.0 H
Methidathion (DMTP)	40% E.C.	×1,000	100.0	H	100.0	H	100.0	H	100.0	H	100.0	99.2 H
Dichlorvos (DDVP)	50% E.C.	×1,000	100.0	H	12.0	S	27.5	SH	2.6	S	0.9	0.9 S
Naled (BRP)	50% E.C.	×1,000	100.0	H	100.0	H	89.1	H	41.6	SH	0.5	0.5 S
Dioxabenzofos	25% E.C.	×1,000	100.0	H	96.9	H	80.9	H	43.3	SH	7.5	7.5 S
Pirimicarb	48% W.P.	×2,000	10.5	S	—	—	—	—	—	—	—	—
Fenobucarb (BPMC)	50% E.C.	×2,000	81.5	H	100.0	H	100.0	H	99.1	H	100.0	100.0 H
Fenvalerate & malathion mixture (1)	10, 30% W.P.	×2,000	100.0	H	100.0	H	100.0	H	100.0	H	100.0	(9 days: 97.1 H)
Fenvalerate & malathion mixture (2)	10, 30% W.P.	×2,000	100.0	H	98.2	H	97.1	H	88.4	H	—	—
Permethrin (1)	20% E.C.	×2,000	93.3	H	80.3	H	99.5	H	94.6	H	92.0	92.0 H
Permethrin (2)	20% E.C.	×2,000	82.5	H	85.2	H	93.2	H	83.5	H	—	—
Cypermethrin (1)	6% W.P.	×1,000	93.2	H	98.1	H	98.4	H	—	—	—	(9 days: 95.0 H)
Cypermethrin (2)	6% W.P.	×1,000	98.1	H	100.0	H	98.5	H	99.0	H	—	—
Tralomethrin	1.6% E.C.	×3,000	56.7	MH	59.8	MH	75.5	H	74.9	MH	69.2	69.2 MH
Ethofenprox (1)	20% E.C.	×1,000	84.0	H	64.2	MH	94.0	H	100.0	H	100.0	87.8 H
Ethofenprox (2)	20% E.C.	×1,000	81.8	H	76.7	H	96.3	H	—	—	—	—
Ethofenprox (3)	20% E.C.	×1,000	91.2	H	86.0	H	85.3	H	79.1	H	—	—
Buprofezin	25% W.P.	×2,000	3.9	S	—	—	—	—	—	—	—	—

a) E.C.: Emulsifiable concentrate, W.P.: Wettable powder. b) Corrected mortality according to Abbot's formula based on check value. c) Four evaluation categories (standard test methods of IOBC/WPRS-working group "Pesticides and Beneficial Organisms") of some pesticides to the adult and mummy of *Encarsia formosa*. The results are expressed as safe (S), slightly harmful (SH), moderately harmful (MH) and harmful (H) whereby S = <25% mortality, SH = 26-50% mortality, MH = 51-75% mortality and H = >76% mortality.

乳剤, ペルメトリン乳剤, エトフェンプロックス乳剤, シベルメトリン水和剤, ビフェントリン水和剤, フェンパレレート+マラソン水和剤及びイミダクロプリド水和剤は, 調査全期間を通して75%以上の死虫率を示した。

(2) 殺ダニ剤

散布当日のオンシツツヤコバチ成虫の死虫率が25%以下の薬剤はケルセン乳剤であった。ピリダベンフロアブルは処理14日後においても死虫率が25%以下にならなかった。

(3) 殺菌剤

散布当日のオンシツツヤコバチ成虫の死虫率が25%以下の薬剤は, ホセチル水和剤, DBEDC 乳剤, キノキサリン系水和剤, プロシミドン水和剤, ポリカーバメート水和剤, トリアジン [アニラジン] 水和剤, ポリオキシン水和剤, CNA 水和剤及びシモキサニル水和剤であった。散布1日後に死虫率が25%以下になった薬剤は, マンゼブ水和剤, イプロジオン水和剤であった。散布14日後に死虫率が25%以下になった薬剤はトリフルミゾール水和剤であった。

2. オンシツツヤコバチ蛹への影響

殺虫剤12剤, 殺ダニ剤2剤及び殺菌剤4剤のオンシツツヤコバチ蛹への影響に関する試験結果をTable 5 に示した。

(1) 殺虫剤

オンシツツヤコバチ蛹に対する死虫率が25%以下の薬剤は, ピレトリン乳剤, ピメトロジン水和剤, ププロフェジン水和剤, テフルベンズロン乳剤, クロルフルアズロン乳剤, BT 水和剤及びオレイン酸ナトリウム液剤であった。死虫率が51-75%の薬剤はアセタミプリド水和剤とイミダクロプリド水和剤であった。さらに, 死虫率が75%以上の薬剤はDDVP 乳剤, BRP 乳剤及びピリプロキシフェン乳剤であった。

(2) 殺ダニ剤

オンシツツヤコバチ蛹に対する死虫率が25%以下の薬剤はケルセン乳剤であった。ピリダベンフロアブルは75%以上の死虫率であった。

(2) 殺菌剤

供試した殺菌剤のイプロジオン水和剤, トリフルミゾール水和剤, マンゼブ水和剤及びシモキサニル水和剤のオンシツツヤコバチ蛹に対する死虫率は25%以下であった。

考 察

同一薬剤において, オンシツツヤコバチの成虫に対する処理当日の影響(Table 1~4)と蛹への直接処理の影響

Table 2. Residual toxicity of some fungicides to the adult of *Encarsia formosa* (1988~89)

Pesticide (active ingredient)	Formulation (% a.i. & type)	Dilution	0 day		1 day		3 days		7 days	
			mortality ^{b)}	EC ^{c)}	mortality	EC	mortality	EC	mortality	EC
Fosetyl (1)	80% W.P. ^{a)}	×500	-0.8	S	-	-	-	-	-	-
Fosetyl (2)	80% W.P.	×500	-7.0	S	-	-	-	-	-	-
DBEDC	20% E.C.	×500	3.9	S	2.2	S	4.8	S	6.0	S
Chinomethionat	25% W.P.	×2,000	8.6	S	-	-	-	-	-	-
Procymidone	50% W.P.	×2,000	-6.8	S	-	-	-	-	-	-
Mancozeb	75% W.P.	×500	10.3	S	-	-	-	-	-	-
Polycarbamate	75% W.P.	×500	4.9	S	-	-	-	-	-	-
Anilazine (Triazine)	50% W.P.	×500	6.1	S	-	-	-	-	-	-
Polyoxins	10% W.P.	×500	2.1	S	-	-	-	-	-	-
Dicloran (CNA)	50% W.P.	×1,000	4.1	S	-	-	-	-	-	-

a) E.C.: Emulsifiable concentrate, W.P.: Wettable powder. b) Corrected mortality according to Abbot's formula based on check value. c) Four evaluation categories (standard test methods of IOBC/WPRS-working group "Pesticides and Beneficial Organisms") of some pesticides to the adult and mummy of *Encarsia formosa*. The results are expressed as safe (S), slightly harmful (SH), moderately harmful (MH) and harmful (H) whereby S = <25% mortality, SH = 26-50% mortality, MH = 51-75% mortality and H = >76% mortality.

Table 3. Residual toxicity of some insecticides to the adult of *Encarsia formosa* (1992~95)

Pesticide (active ingredient)	Formulation (% a.i. & type)	Dilution	0 day		1 day		3 days		7 days		14 days	
			mortality ^{b)}	EC ^{c)}	mortality	EC	mortality	EC	mortality	EC	mortality	EC
Dichlorvos (DDVP)	75% E.C. ^{a)}	×2,000	—	H	100.0	H	—	—	11.0	S	19.5	S
Naled (1) (BRP)	50% E.C.	×1,000	100.0	H	22.8	S	11.3	S	0.0	S	1.0	S
Naled (2) (BRP)	50% E.C.	×1,000	100.0	H	76.7	H	33.7	SH	-6.7	S	-3.2	S
Bifenthrin	2% W.P.	×1,000	72.8	MH	95.9	H	95.2	H	81.5	H	—	—
Pyriproxyfen	10% E.C.	×2,000	10.0	S	0.9	S	0.1	S	3.7	S	4.0	S
Pyrethrins	3% E.C.	×1,000	38.8	SH	-1.7	S	3.9	S	0.0	S	0.9	S
Acetamiprid	20% W.P.	×2,000	97.9	H	100.0	H	100.0	H	87.4	H	31.0	SH
Pymetrozine	25% W.P.	×3,000	26.5	SH	3.0	S	10.7	S	0.0	S	1.8	S
Imidacloprid	20% F.F.	×2,000	23.7	H	81.1	H	95.6	H	33.8	SH	—	—
Imidacloprid	10% W.P.	×2,000	100.0	H	100.0	H	100.0	H	98.6	H	84.9	H
<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>aizawai</i> (1)	10.3% W.P.	×1,000	-1.8	S	-0.9	S	-1.9	S	0.0	S	0.0	S
<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>aizawai</i> (2)	10.3% W.P.	×2,000	-1.8	S	0.1	S	0.0	S	-1.1	S	1.0	S
Buprofezin	25% W.P.	×2,000	-1.8	S	3.0	S	3.1	S	0.0	S	4.4	S
Teflubenzuron	5% E.C.	×2,000	0.0	S	1.7	S	1.0	S	6.8	S	2.9	S
Chlorfluazuron	5% E.C.	×2,000	2.0	S	1.9	S	-0.1	S	1.5	S	3.0	S
Sodium oleate	20% L.F.	×100	12.9	S	-8.7	S	7.8	S	1.0	S	0.0	S

a) E.C.: Emulsifiable concentrate, W.P.: Wettable powder, F.F.: Flowerbrite formulation, L.F.: Liquid formulation. b) Corrected mortality according to Abbot's formula based on check value. c) Four evaluation categories (standard test methods of IOBC/WPRS- working group "Pesticides and Beneficial Organisms") of some pesticides to the adult and mummy of *Encarsia formosa*. The results are expressed as safe (S), slightly harmful (SH), moderately harmful (MH) and harmful (H) whereby S = <25% mortality, SH = 26-50% mortality, MH = 51-75% mortality and H = >76% mortality.

(Table 5)を比較すると、成虫と蛹への影響はほぼ同等または成虫に対する影響が大きい傾向がみられた。しかし、ピリプロキシフェン乳剤とピリダベンフロアブルでは、例外的に成虫よりも蛹に対する影響が大きく現われた。したがって、オンシツツヤコバチを利用した総合的害虫管理 (Integrated Pest Management : 以下 IPM と記す) システムに適応可能な薬剤を探索する場合には、オンシツツヤコバチの成虫だけでなく、蛹に対する影響についても考慮しなければならない。

そこで、オンシツツヤコバチの成虫と蛹の双方で検討した薬剤 (殺虫剤12剤、殺ダニ剤2剤及び殺菌剤4剤の計18剤) について、オンシツツヤコバチに対する影響度合いを分類し、Table 6 に示した。

殺虫剤でオンシツツヤコバチ成虫と蛹への影響がほとんどない薬剤は、BT 水和剤、テフルベンズロン乳剤、クロルフルアズロン乳剤、プロフェジン水和剤、ピリプロキシフェン乳剤及びオレイン酸ナトリウム液剤であった。このうち、ピリプロキシフェン乳剤はオンシツツヤコバチ蛹に対する影響は大きいものの、成虫に対する影響はほとんどないのでこのカテゴリーに入れた。

BT 水和剤は細菌が生成する結晶毒素を有効成分とする殺虫剤で、鱗翅目害虫に対する種特異性があり、しかも、授粉昆虫のマルハナバチや天敵類への影響が極めて少ない薬剤である。天敵導入後のハスモンヨトウ *Spodoptera litulla* やオオタバコガ *Helicoverpa armigera* の防除剤として、IPM システムにおいて不可欠な薬剤になると考えられるので、農薬登録に向けた検討が急がれる。

テフルベンズロン乳剤とクロルフルアズロン乳剤は鱗翅目害虫に対する種特異性が強く、天敵類への影響が極めて少ない薬剤である。トマトに対する農薬登録はないので、今後登録に向けた検討が必要である。

プロフェジン水和剤は種特異性が強く、オンシツコナジラミ²⁴⁾とタバココナジラミに対する密度抑制効果が高い³⁰⁾ので、オンシツツヤコバチ導入前後のオンシツコナジラミの密度抑制に有効な薬剤である。

オレイン酸ナトリウム液剤は昆虫の呼吸を担う気管系の物理的封鎖作用による殺虫効果²²⁾を有し、残効性、忌避効果及び殺卵活性はほとんど認められていない薬剤で、アブラムシ類、コナジラミ類、カイガラムシ類、アザミウマ類及びハダニ類などの微小昆虫類に対する殺虫活性が高く²²⁾、ミツバチやマルハナバチの授粉昆虫、チリカブリダニ²¹⁾やオンシツツヤコバチに対する影響も少なく、また、イチゴ、キュウリなどのうどんこ病に対する殺菌活性があり治療効果を有する²²⁾ことから、施設栽培トマ

Table 4. Residual toxicity of some acaricides and fungicides to the adult of *Encarsia formosa* (1992~95)

Pesticide (active ingredient)	Formulation (% a.i. & type)	Dilution	0 day		1 day		3 days		7 days		14 days	
			mortality ^{b)}	EC ^{c)}	mortality	EC	mortality	EC	mortality	EC	mortality	EC
<i>Acaricides</i>												
Dicofol	40% E.C. ^{a)}	×1,000	0.0	S	1.8	S	11.4	S	-3.3	S	-0.8	S
Pyridaben (1)	20% F.F.	×1,500	-	MH	65.9	MH	-	SH	40.8	SH	47.9	SH
Pyridaben (2)	20% F.F.	×1,500	34.0	SH	61.1	MH	65.1	MH	5.8	S	-	-
<i>Fungicides</i>												
Iprodione	50% W.P.	×500	-	S	8.7	S	-	S	15.1	S	7.6	S
Triflumizole (1)	30% W.P.	×3,000	-	S	7.0	S	-	S	3.6	S	4.0	S
Triflumizole (2)	30% W.P.	×3,000	26.5	SH	29.3	SH	29.1	SH	28.0	SH	-	-
Mancozeb	75% W.P.	×500	33.0	SH	1.6	S	6.9	S	0.4	S	-4.3	S
Cymoxanil (1)	50% W.P.	×3,333	-1.8	S	-0.9	S	-0.9	S	-1.0	S	1.9	S
Cymoxanil (2)	50% W.P.	×1,667	-1.8	S	2.1	S	0.8	S	1.5	S	1.0	S

a) E.C.: Emulsifiable concentrate, W.P.: Wettable powder. b) Corrected mortality according to Abbot's formula based on check value. c) Four evaluation categories (standard test methods of IOBC/WPRS-working group "Pesticides and Beneficial Organisms") of some pesticides to the adult and mummy of *Encarsia formosa*. The results are expressed as safe (S), slightly harmful (SH), moderately harmful (MH) and harmful (H) whereby S = <25% mortality, MH = 26-50% mortality, SH = 51-75% mortality and H = >76% mortality.

Table 5. Contact toxicity of some insecticides to the mummy of *Encarsia formosa* (1992~95)

Pesticide (active ingredient)	Formulation (% a.i. and type)	Dilution	Corrected mortality ^{b)} (24 h after)	Evaluation categories ^{c)}
<i>Insecticides</i>				
Dichlorvos (DDVP)	75% E.C. ^{a)}	×2,000	99.2	H
Naled (1) (BRP)	50% E.C.	×1,000	99.6	H
Naled (2) (BRP)	50% E.C.	×1,000	98.5	H
Pyrethrins	3% E.C.	×1,000	10.8	S
Acetamiprid	20% W.P.	×2,000	72.2	MH
Imidacloprid (1)	10% W.P.	×2,000	50.2	MH
Imidacloprid (2)	10% W.P.	×2,000	34.8	SH
Pyriproxyfen	10% E.C.	×2,000	79.7	H
Pymetrozine	25% W.P.	×3,000	21.8	S
Buprofezin (1)	25% W.P.	×2,000	24.4	S
Buprofezin (2)	25% W.P.	×2,000	6.6	S
Teflubenzuron	5% E.C.	×2,000	-7.3	S
Chlorfluazuron	5% E.C.	×2,000	0.6	S
<i>Bacillus thuringiensis</i>				
subsp. <i>aizawai</i> (1)	10.3% W.P.	×1,000	8.0	S
<i>Bacillus thuringiensis</i>				
subsp. <i>aizawai</i> (2)	10.3% W.P.	×2,000	5.6	S
Sodium oleate	20% L.F.	×100	18.6	S
<i>Acaricides</i>				
Dicofol	40% E.C.	×1,000	-1.9	S
Pyridaben	20% F.F.	×1,500	99.0	H
<i>Fungicides</i>				
Iprodione	50% W.P.	×1,000	2.5	S
Triflumizole	30% W.P.	×3,000	5.4	S
Mancozeb	75% W.P.	×500	1.8	S
Cymoxanil (1)	50% W.P.	×3,333	3.9	S
Cymoxanil (2)	50% W.P.	×1,667	6.6	S

a) E.C.: Emulsifiable concentrate, W.P.: Wettable powder, F.F.: Flowerble formulation, L.F.: Liquid formulation. b) Corrected mortality according to Abbot's formula based on check value. Four evaluation categories (standard test methods of IOBC/WPRS working group "Pesticides and Beneficial Organisms") of some pesticides to the adult and mummy of *Encarsia formosa*. The results are expressed as safe (S), slightly harmful (SH), moderately harmful (MH) and harmful (H) whereby S = <25% mortality, SH = 26-50% mortality, MH = 51-75% mortality and H = >76% mortality.

トの IPM システムにおいて、天敵導入後の使用に適する薬剤である。

ピリプロキシフェン乳剤は幼若ホルモン類縁体 (juvenile hormone analog, JHA) の1種⁵⁾で、オンシツコナジラミやタバココナジラミに対する孵化や成虫への羽化抑制効果が知られている^{7,25)}。本剤の乳剤はオンシツツヤコバチ成虫に対する影響は少ないものの蛹に対する影響が大きかった。したがって、本剤がオンシツツヤコバチ蛹に接触しないイエローシート²⁵⁾のような使用法を考慮すれば、有効な防除剤となると考えられた。

オンシツツヤコバチへの残効期間から、その他の剤の適用について考察すると、ピレトリン乳剤の残効期間は

1日以内であり、また、野菜類のアブラムシ類等に対して登録があるが、オンシツツヤコバチの存在下でのアブラムシ類防除剤としての利用はできるだけ控えたほうがよい。しかし、スポット散布などの工夫をすれば、天敵導入中での利用も可能な薬剤である。

ピメトロジン乳剤の残効期間は1日以内であった。処理当日の影響も少ないので、オンシツツヤコバチの存在下及びスポット散布でのアブラムシ類、コナジラミ類の防除剤として有効である。

DDVP 乳剤とジプロム乳剤の残効期間は7日以内であった。いずれの薬剤もオンシツツヤコバチ蛹に対する影響が大きいため、オンシツツヤコバチ導入前の育苗期等に

Table 6. Classification of side effects of pesticides to *Encarsia formosa* based on tables 1-5.

Residual activity ^{a)}	Insecticides	Acaricides	Fungicides
0 day	BT Teflubenzuron Chlorfluazuron Buprofezin (Pyriproxyfen) ^{b)} Sodium oleate	Dicofol	Iprodione Cymoxanil
1 day	Pyrethrins Pymetrozine		Mancozeb
7 days	Dichlorvos Naled		
14 days over	Acetamiprid Imidacloprid	Pyridaben	Triflumizole

a) Days until residual activity become harmless.

b) Pyriproxyfen is harmless to the adult but harmful to the mummy of *Encarsia formosa*.

利用可能な薬剤である。

アセタミプリド水和剤、イミダクリプド水和剤及びイミダクリプドフロアブルはオンシツツヤコバチに対する残効期間が14日以上と長く影響が大きいので、オンシツツヤコバチを導入した後のIPMシステムには組み込まない。

殺ダニ剤のケルセン乳剤はオンシツツヤコバチの成虫・蛹に対する影響がなく、オンシツツヤコバチ存在下でのハダニ防除に利用可能な薬剤である。本剤は、1986年以降、西南暖地を中心に発生が目立ち始めたトマトサビダニ^{8, 26)}に対する防除効果も高く²⁸⁾、オンシツツヤコバチを導入したIPMシステムにおいて不可欠な薬剤である。

ピリダベンフロアブルは残効期間が14日以上とオンシツツヤコバチに対する影響が大きいので、オンシツツヤコバチを導入したIPMシステムに利用するのは困難である。

殺菌剤4剤のうち、イプロジオン水和剤とシモキサニル水和剤はオンシツツヤコバチ成虫、蛹に対する影響がなく、オンシツツヤコバチ存在下でも利用可能な薬剤であった。マンゼブ水和剤は処理当日のオンシツツヤコバチ成虫に対する影響が少しみられた。トリフルミゾール水和剤は試験の繰り返しによってその値が異なり、オンシツツヤコバチ成虫に対する影響が少しみられた場合があったが、オンシツツヤコバチを導入したIPMシステムに利用する場合には大きな影響はなく利用できる。

この他、オンシツツヤコバチ成虫に対する残効性の検討は行なっているが、オンシツツヤコバチの蛹に対する影響試験の実施していない薬剤に対してはさらに検討を

加え、IPMシステムに組み込める農薬メニューを増やす努力が必要である。

さらに、わが国では導入天敵であるオンシツツヤコバチの他、*Encarsia transvena* (Timberlake), *E. japonica* Viggiani, *Eretmocerus debachi* Rose & Rosen 等の在来種天敵が存在する^{9, 10, 11, 14, 15, 16)}。もし、導入天敵の利用により薬剤防除が制限された場合、従来、薬剤の影響を受けていた在来種天敵の活動が活性化する可能性が考えられる。したがって、将来的には、これら在来種天敵に及ぼす農薬の影響についても検討が必要である。

ところで、BRP乳剤では、1992～1995年に実施したシャーレを用いた試験に比べて1988～89年に実施したIOBCに準拠した試験の方がオンシツツヤコバチ成虫に対する影響が強く現われる現象がみられた。今後、IPMシステムの導入によって天敵類に対する農薬の影響調査は一層重要になるので、統一した検定法の確立が望まれる。

摘 要

オンシツツヤコバチを利用したオンシツコナジラミの生物的防除を含むトマトのIPMシステムに利用可能な薬剤を選択する目的で、殺虫剤12剤、殺ダニ剤2剤及び殺菌剤4剤の、計18剤について、オンシツツヤコバチの蛹に対する直接的影響と成虫に対する残効性について調査した。

1. 殺虫剤12剤のうち、BT水和剤、テフルベンズロン乳剤、クロルフルアズロン乳剤、ブプロフェジン水和

剤及びオレイン酸ナトリウムはオンシツツヤコバチへの影響がなく、オンシツツヤコバチ導入後のトマトのIPMシステムに組み込める。ピリプロキシフェン乳剤は蛹に対する影響を考慮すれば、IPMシステムに組み込める。

2. ピレトリン乳剤、ピメトロジン水和剤は残効期間が短く、天敵導入直前ないし導入後のスポット処理に有効な薬剤と認められた。
3. DDVP乳剤とBRP乳剤は薬剤の残効期間を考慮すれば、天敵導入前のIPMシステムに組み込める。
4. アセタミプリド水和剤、イミダクロプリド水和剤はIPMシステムに組み込めない。
5. 殺ダニ剤2剤のうち、ケルセン乳剤はオンシツツヤコバチへの影響がなく、オンシツツヤコバチ導入後のIPMシステムに組み込める。ピリダベンフロアブルは残効性が長く、IPMシステムに組み込めない。
6. 殺菌剤4剤のうち、イプロジオン水和剤とシモキサニル水和剤はオンシツツヤコバチへの影響がなく、オンシツツヤコバチ導入後のIPMシステムに組み込める。マンゼブ水和剤は残効性が短く、天敵導入直前ないし導入後のスポット処理に有効な薬剤と認められた。トリフルミゾール水和剤はオンシツツヤコバチ成虫に対する影響が多少みられるものの、導入時期を考慮すればIPMシステムに組み込める。

謝 辞

本試験の実施に当たり、適切な助言を頂いた元農業試験場病害虫部中澤啓一部長（現在、県立農業技術大学校長）、オンシツツヤコバチのマミーカード（エンストリップ®）を提供して頂いた株式会社トーメン、さらに、本文を校閲して頂いた環境研究部井本征史部長に対し厚くお礼申しあげる。

引用文献

- 1) Gahan, A.B.: 1924. Some new parasitic Hymenoptera with notes on several described forms. Proc.U.S. Nat. Mus., 65 (2517) 1-23.
- 2) Gerling, D.: 1990. Natural enemies of whiteflies: predators and parasitoids. In *Whiteflies: their bionomics, pest status and management* (Gerling D. Ed.), Intercept, UK, 348pp.
- 3) Harbaugh, B.K. and R.H. Mattson: 1976. Insecticide effects on *Encarsia formosa* Gahan, parasite of the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood), J. Amer. Soc. Hort. Sci. 101(3): 228-233.
- 4) Hassan, S.A., R. Albert, F. Bigler, P. Blaisinger, H. Bogenschütz, E. Boller, J. Brun, P. Chiverton, P. Edwards, W.D. Englert, P. Huang, C. Inglesfield, E. Naton, P.A. Oomen, W.P.J. Overmeer, W. Rieckmann, L. Samsoe-Petersen, A. Stäubli, J.J.Tuset, G. Viggiani and G. Vanwetswinkel: 1987. Results of the third joint pesticide testing programme by the IOBC/WPRS-Working Group "Pesticides and Beneficial Organisms", J. Appl. Ent. 103, 92-107.
- 5) 波多腰信・中山 勇: 1987. 幼若ホルモン活性物質—最近の研究—. 植物防疫 41(7): 339-347.
- 6) Helyer, N.L.: 1982. Laboratory screening of pesticides for use in integrated control programmes with *Encarsia formosa* (Hymenoptera Aphelinidae) and *Phytoseiulus persimilis* (Acarina Phytoseiidae), Tac Report No.3, 2pp.
- 7) Ishaaya, I, A. De Cock, and D. Degheele: 1994. Pyriproxyfen, a potent suppressor of egg hatch and adult formation of the greenhouse whitefly (Homoptera: Aleyrodidae). J. Econ. Entomol. 87(5): 1185-1189.
- 8) Jeppson, L.R., W. Baker and H.H. Keifer: 1975. Mites injurious to economic plants. California: University of California Press, 507-508.
- 9) 梶田泰司: 1979. 野外のオンシツコナジラミの生存率と在来天敵. 九大農学芸誌. 33(2・3): 109-117.
- 10) ———: 1979. ビニールハウスのオンシツコナジラミに対する導入天敵 *Encarsia formosa* Gahan の防除効果. 九大農学芸誌. 33(2・3): 119-125.
- 11) ———: 1980. 野外のトマトに寄生したオンシツコナジラミの生存率と在来天敵の働き. 応動昆. 24(1): 24-26.
- 12) ———: 1983. オンシツコナジラミの天敵による防除. 今月の農業. 27(19): 38-45.
- 13) ———: 1984. オンシツコナジラミ防除へのオンシツツヤコバチ(仮称)の利用. 植物防疫. 38(6): 263-266.
- 14) Kajita, H.: 1986. Role of postcopulatory courtship in insemination of two aphelinid wasps (Hymenoptera: Aphelinidae). Appl. Ent. Zool. 21(3): 484-486.

- 15) ——— : 1989. Mating and oviposition of three *Encarsia* species (Hymenoptera: Aphelinidae) on the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Homoptera: Aleyrodidae). *Appl. Ent. Zool.* 24(1): 11-19.
- 16) 梶田泰司 : 1992. タバココナジラミの寄生蜂と其の見分け方. 「タバココナジラミの防除に関する研究」推進会議資料 (農林水産技術会議事務局) 49-54.
- 17) 河合 章 : 1988. オンシツツヤコバチに対する殺虫剤及び殺菌剤の影響. 野菜・茶試研報. D.1 : 59-67.
- 18) Ledieu, M.S.: 1979. Laboratory and glasshouse screening of pesticides for adverse effects on the parasite *Encarsia formosa* Gahan. *Pestic. Sci.* 10 : 123-132.
- 19) ——— : 1985. 5.2 Evaluation of side-effects of pesticides by the glasshouse crops research institute. In *Biological pest control; the glasshouse experience* (N.W. Hussey and N. Scopes Eds.), Blandford Press, UK, 240pp.
- 20) マーレーン・マライス, ヴィレム・ラーフェンスベルグ (矢野栄二監訳・和田哲夫他訳, 池田二三高・根本久執筆) : 1995. 天敵利用の基礎知識, 農山漁村文化協会. 東京. 116pp.
- 21) 松田径央 : 1994. オレイン酸ナトリウム液剤のナミハダニに対する防除効果および捕食性天敵チリカブリダニに対する影響. 関西病虫研報. 36 : 45-46.
- 22) ———・宮田哲至・高木泰至 : 1995. オレイン酸ナトリウム液剤の殺虫効果と其のメカニズム. 植物防疫. 49(3) : 50-53.
- 23) Mound, L.A. and S.H. Halsey: 1978. *Whitefly of the world. A systematic catalogue of the Aleyrodidae (Homoptera) with host plant and natural enemy data.* British Museum (Natural History), 340pp.
- 24) Naba, K., K. Nakazawa, and H. Hayashi: 1983. Long-term effects of buprofezin spray in controlling the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood), in vinylhouse tomatoes. *Appl. Ent. Zool.* 18(2): 284-286.
- 25) Nakamura, S., M. Inoue, H. Fujimoto and K. Kasamatsu: 1994. A new application method of pyriproxyfen for controlling sweet potato whitefly, *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae). *Appl. Entomol. Zool.* 29(3): 454-456.
- 26) 根本 久 : 1991. 園芸作物を加害するダニ類の生態と防除に関する研究. 埼玉園試特報. 3 : 1-85.
- 27) 岡田忠虎・三田久男 : 1978. オンシツコナジラミ *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) の越冬と導入天敵 *Encarsia formosa* Gahan の利用に関する調査研究. 中国農試報. E14 : 9-31.
- 28) 高原 正・那須義次・砂池利浩・田中 寛 : 1990. トマトサビダニの大阪府における発生と薬剤防除試験. 応動昆中国支会報. 32 : 5-9.
- 29) Van de Veire, M. and C. Pelerents: 1989. Initial and residual contact toxicity of pesticides on the leafminer parasite *Dacnusa sibirica* and the greenhouse whitefly parasite *Encarsia formosa*. In *Integrated pest management in protected vegetable crops* (Cavalloro, R. and C. Pelerents Eds.), A.A. Balkema, Netherlands, 395pp.
- 30) Yasui, M., M. Fukuda and S. Maekawa: 1985. Effects of buprofezin on different developmental stages of the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Homoptera: Aleyrodidae). *Appl. Ent. Zool.* 20(3): 340-347.
- 31) 矢野栄二 : 1988. オンシツコナジラミと其の寄生蜂 *Encarsia formosa* Gahan の個体群動態に関する研究. 野菜・茶試研報. A.2 : 143-200.

Side Effects of Pesticides on *Encarsia formosa* Gahan

Hideaki HAYASHI

Summary

Biological control in grasshopper is difficult without the use of pesticides through the occurrence of a pest and disease complex. Therefore, toxicity of 18 pesticides to *Encarsia formosa* Gahan was evaluated to select the pesticides for integrated pest management (IPM) programs on tomato plants without killing *E. formosa* that introduced for the biological control of greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood). Toxicity was estimated two screening methods by mortality of *E. formosa* mummy after dipping in their chemical solutions, and by mortality of *E. formosa* adult after releasing on the pesticide-treated tomato leaf.

Of twelve insecticides tested, *Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai*, teflubenzuron, chlorfluazuron, buprofezin and sodium oleate were not toxic to *E. formosa* mummy and adult, and pyriproxyfen was not toxic to adult, and can be combined the IPM programs. Pyrethrins and pymetrozine were high toxic but their residual toxicity diminished in a short period. Therefore, these insecticides are suitable to use before the introduction of *E. formosa* or a spot-spray after the introduction of *E. formosa*. Two insecticides of DDVP and BPR can be used in the IPM programs if consider a period of residual toxicity. Acetamiprid and imidacloprid can not be combined in the IPM programs.

Of two acaricides tested, dicofol was not toxic to *E. formosa*, and can be combined in the IPM programs. Pyridaben, however, can not be combined in the IPM programs for a long residual toxicity.

Of four fungicides tested, iprodione and cymoxanil were not toxic to *E. formosa* mummy and adult, and can be combined the IPM programs. Mancozeb was slightly harmful to *E. formosa* adult but that residual toxicity diminished in a short period. Therefore, these are suitable to use before the introduction of *E. formosa* or a spot-spray after the introduction of *E. formosa*. Triflumizole was slightly harmful and residual toxicity remained over 7 days to *E. formosa* adult, but it can be used in the IPM programs if consider a period of residual toxicity before the introduction of *E. formosa*.

Key words: *Encarsia formosa*, parasitoid, Greenhouse whitefly, side effects of some pesticides