

ヤマトクサカゲロウ幼虫に対する農薬の影響

戸田 世嗣¹⁾・柏尾 具俊²⁾

(¹⁾熊本県病害虫防除所・²⁾野菜・茶業試験場久留米支場)

Toxic effect of pesticides on the larvae of *Chrysoperla carnea*. Seishi TODA¹⁾ and Tomotoshi KASHIO²⁾ (¹⁾Kumamoto Prefectural Plant Protection Office, Koushi-machi, Kumamoto 861-11. ²⁾Kurume Branch, National Research Institute of Vegetables, Ornamental Plants and Tea, Kurume, Fukuoka 830)

The toxic effect of 34 insecticides, 6 acaricides and 9 fungicides on the 1st instar larvae of *Chrysoperla carnea* (STEPHENS) were tested by two methods, a direct dipping test and a residual contact test, at 25±1°C in the laboratory. In the former method, larvae were dipped in aqueous dilutions of the pesticide. In the latter method, larvae were reared on cucumber leaves with cotton aphids treated with the aqueous dilutions. Pyrethroid group insecticides, ethofenprox, permethrin and cypermethrin, showed high toxicity, but 5 other insecticides showed low toxicity. Although three carbamate group insecticides showed high toxicity to the insect larvae, pirimicarb showed no toxicity. All organophosphate group insecticides except DEP showed high toxicity. Insect growth regulator group insecticides, flufenoxuron, teflubenzuron and chlorfluzuron, showed no toxicity within 48 hours of treatment, but showed high mortality after 96 hours. Tebufenozide, buprofezin and pyriproxyfen were not toxic. Chloronicotinyl group insecticides, nitenpyram, imidacloprid and acetamiprid showed low toxicity by a dipping test, but showed high toxicity by a residual contact test. Acaricides and fungicides showed no toxicity.

Key word: *Chrysoperla carnea*, pesticide, toxicity

ヤマトクサカゲロウ *Chrysoperla carnea* (STEPHENS) は、アブラムシ類の有効な天敵として知られており、欧米では本種の製剤が施設野菜などで利用されている。我が国でもメロン、スイカ、ピーマン、イチゴで本種を利用したアブラムシ類に対する防除試験が行われ、高い防除効果が認められている(戸田ら, 1996; 黒木ら, 1996; 柏尾, 1997; 柏尾・戸田, 1997)。天敵を利用した害虫の総合防除を行う場合、天敵類で防除できない病害虫には、農業による防除を行わねばならず、農業の天敵に対する影響を明らかにし、影響の少ない薬剤を組み込んだ防除体系を確立することが重要となる。カンキツ類の重要害虫であるミカンハダニ *Panonychus citri* においては、各種土着天敵に対する農薬の影響が調査され(柏尾・田中, 1979; 柏尾, 1983; 行徳・柏尾, 1990)、これらの天敵に悪影響がなくミカンハダニ以外の各種病害虫の防除が可能な薬剤が明らかにされるとともに、天敵を保護した防

除が進められている。生物農薬として利用されている天敵の場合も、各種病害虫の防除のために散布される薬剤の影響は重要である。そのため、チリカブリダニ *Phytoseiulus persimilis* やオンシツツヤコバチ *Encarsia formosa* では、多くの試験が行われており(芦原・真梶, 1977; 河合, 1988)、使用の手引き書等に影響の少ない薬剤が記載されている。

ヤマトクサカゲロウの幼虫(以下、カゲロウ幼虫)についても、海外では各種薬剤への影響が調べられており(PLAPP and BULL, 1978)、本種を実用的に利用する場合に使用可能な薬剤のリストが作られている(山本実孝, 私信)。しかし、今後我が国の野菜栽培において、カゲロウ幼虫の実用化を図るためには、我が国で一般的に使用されている薬剤について、より詳細な検討を行う必要である。そこで、本試験ではカゲロウ幼虫に対する各種農薬の影響を調査した。

材料および方法

1. 供試虫および供試薬剤

供試虫として、ドイツの CHEMBICO 社から輸入されたヤマトクサカゲロウの1齢幼虫を用いた。

供試薬剤は、ウリ科、ナス科等の野菜類に登録のある薬剤を中心に選定し、一部登録予定の薬剤も含めた。薬剤の濃度は実用濃度を基準に設定し、希釈倍率に幅がある場合は高い濃度を選んだ (Table 1)。

2. 虫体浸漬法

カゲロウ幼虫を薬液の中に5秒間浸漬し、濾紙の上で余分な薬液を取り除いた。これらの幼虫をプラスチック製のペトリ皿 (直径4 cm) に5頭ずつ入れた。餌としてワタアブラムシ *Aphis gossypii* GLOVER (以下、アブラムシ) の寄生したキュウリ葉片 (1.5×1.5 cm) を2, 3枚

一緒に入れた。25±1℃条件下に置き、24および48時間後に幼虫の生死を調査した。キチン合成阻害剤、脱皮促進剤等の昆虫成長制御剤については、72および96時間後の調査も加えた。餌不足を防ぐため、調査の際にアブラムシの寄生しているキュウリの葉片は取り替えた。反復は1供試薬剤に対して4回行い、水道水で処理した対照区も設けた。

3. 葉浸漬法

行徳・柏尾 (1990) で用いられたアクリル製の飼育容器と同型の容器 (縦: 70 mm, 横: 40 mm, 高さ: 6 mm, 容器の内径30 mm) を用いた。キュウリの葉を供試薬剤に5秒間浸漬し、風乾させたのち、飼育容器の底に敷いた。幼虫を容器に5頭ずつ入れ、さらに同様に薬液処理したアブラムシの寄生葉 (2×2 cm) を2, 3枚容器に入れた。反復と調査方法は虫体浸漬の場合と同様とした。

Table 1. Formulation and concentration of tested pesticides

Chemicals	Formulation ^{a)}	Concentration (ppm)	Chemicals	Formulation	Concentration (ppm)
Insecticides			Insecticides		
(Pyrethroid group)			(Insect growth regulator group)		
Ethofenprox	EC	200	Flufenoxuron	EC	50
Permethrin	EC	100	Teflubenzuron	EC	25
Cyhalothrin	WP	25	Chlorfluazuron	EC	25
Bifenthrin	WP	20	Tebufenozide	WP	100
Cypermethrin	WP	60	Buprofezin	WP	250
Acrinathrin	WP	30	Pyriproxyfen	EC	100
Fenpropathrin	EC	100	(others)		
Fluvalinate	WP	50	Emamectin benzoate	EC	10
(Carbamate group)			Sodium oleate	L	333
NAC	WP	425	Lufenuron	EC	50
Methomyl	WP	450	Pymetrozin	EC	125
Alanycarb	WP	400	Starch ^{b)}	L	500
Pirimicarb	WP	240	Acaricides		
(Organophosphate group)			Tebufenpyrad	EC	50
Diazinon	EC	400	Milbemectin	EC	10
PAP	EC	500	Fenbutatin oxide	WP	250
MEP	EC	500	Pyridaben	FL	200
Sulprofos	EC	333	Fenpyroximate	FL	50
DMTP	WP	360	Acequinocyl	FL	150
Acephate	WP	500	Fungicides		
DDVP	EC	500	Chinomethionat	WP	125
DEP	EC	1,000	Triflumizole	WP	100
(Chloronicotinyl group)			DBEDC	EC	400
Nitenpyram	SP	100	Potassium hydrogen carbonate	SP	1,000
Imidacloprid	WP	50	TPN	WP	571
Acetamiprid	SP	100	Myclobutanil	WP	25
			Iprodione	WP	500
			Maneb	WP	875
			Sulfur	FL	1,040

a) EC: emulsifiable concentrate; WP: wettable powder; SP: soluble powder; L: liquid; FL: flowable

b) Glue liquid to which pests stick.

結 果

1. 殺虫剤

カゲロウ幼虫に対する殺虫剤の虫体浸漬法と葉浸漬法の24および48時間後の殺虫率を Table 2 に示した。合成ピレスロイド系殺虫剤について見ると、虫体浸漬法ではエトフェンプロックスが48時間後に65%の高い殺虫率を示した。一方、ベルメトリン、シハロトリン、ピフェ

Table 2. Mortality of 1st instar larvae of *Chrysoperla carnea* treated with some insecticides

Chemicals	Methods of treatment ^{a)} and % mortality ^{b)}			
	Dipping		Residual contact	
	24h	48h	24h	48h
Pyrethroid group				
Ethofenprox	5.0	65.0	45.0	80.0
Permethrin	25.0	25.0	60.0	75.0
Cyhalothrin	20.0	25.0	0.0	15.0
Bifenthrin	15.0	25.0	5.6	33.3
Cypermethrin	15.0	20.0	26.3	47.4
Acinathrin	15.0	15.0	0.0	16.7
Fenprothrin	15.0	15.0	15.0	20.0
Fluvalinate	0.0	0.0	5.0	5.0
Carbamate group				
NAC	85.0	95.0	78.6	100.0
Methomyl	60.0	65.0	85.0	100.0
Alanycarb	52.6	68.4	65.0	90.0
Pirimicarb	0.0	0.0	0.0	0.0
Organophosphate group				
Diazinon	100.0	100.0	85.0	100.0
PAP	90.0	100.0	85.0	100.0
MEP	55.0	85.0	40.0	100.0
Sulprofos	80.0	85.0	40.0	85.0
DMTP	25.0	55.0	60.0	90.0
Acephate	30.0	40.0	85.0	100.0
DDVP	20.0	30.0	100.0	100.0
DEP	15.0	20.0	0.0	5.0
Chloronicotinyl group				
Nitenpyram	20.0	25.0	25.0	90.0
Imidacloprid	0.0	5.0	55.0	85.0
Acetamiprid	5.3	5.3	5.0	25.0
Others				
Emamectin benzoate	5.0	25.0	5.0	5.0
Sodium oleate	0.0	20.0	0.0	0.0
Lufenuron	15.0	25.0	0.0	0.0
Pymetrozin	0.0	0.0	0.0	5.3
Starch ^{c)}	0.0	0.0	0.0	0.0

a) Larvae were dipped in aqueous dilutions of chemicals or reared on cucumber leaves treated with the aqueous dilutions.

b) Values indicate mortality of larvae 24-48 hours after treatment of chemicals. Values were corrected according to Abbott's formula based on water checks.

c) Glue liquid to which pests stick.

ントリンの殺虫率は25%であり、シベルメトリン、アクリナトリン、フェンプロバトリン、フルバリネートは20%以下の低い値であった。

葉浸漬法では、エトフェンプロックスが48時間後に80%の殺虫率を示し、虫体浸漬法とほぼ同様であった。ベルメトリン、シベルメトリン、ピフェントリンの3剤は、虫体浸漬法よりも高い殺虫率を示した。一方、シハロトリンは、逆に15.0%で虫体浸漬法より低い値になった。虫体浸漬法で殺虫率が20%以下であったアクリナトリン、フェンプロバトリン、フルバリネートは、葉浸漬法の場合も20%以下の低い殺虫率であった。

カーバメート系殺虫剤では、NAC が虫体浸漬法で48時間後に95%の殺虫率を示した。同じ方法によるメソミルとアラニカルブの48時間後の殺虫率は65~68.4%にとどまった。しかし、葉浸漬法ではこれらの3剤は、いずれも90~100%の高い殺虫率を示した。ピリミカールは、虫体浸漬法、葉浸漬法のいずれの場合も死亡する個体はなくカゲロウ幼虫に対する殺虫性は認められなかった。

有機リン系殺虫剤は、虫体浸漬法でダイアジノン、PAP、スルプロホス、MEP において24時間後から50%以上の高い殺虫率を示し、48時間後にはほとんどの個体が死亡した。DMTP、アセフェート、DDVP は48時間後の殺虫率が30~55%で比較的低い値であった。しかし、葉浸漬法では以上の薬剤は、90~100%の高い殺虫率を示した。DEP は他の剤と異なり虫体浸漬法、葉浸漬法ともに低い殺虫率にとどまった。

クロロニコチル系殺虫剤は、虫体浸漬法では、ニテンピラムの48時間後の殺虫率が25%であった以外は20%以下の低い値を示した。しかし、葉浸漬法ではアセタミプリドは25%の殺虫率であったが、ニテンピラム、イミダクロプリドは、それぞれ90%と85%の高い値を示した。

その他の殺虫剤では、エマメクチン安息香酸塩、オレイン酸ナトリウム、ルフェヌロンが虫体浸漬法による試験の48時間後に25%前後の殺虫率を示したが、これらは葉浸漬法では0~5.3%の低い殺虫率であった。ピメトロジン、デンブンについては、ほとんど死亡個体は認められなかった。

昆虫成長制御剤に対するカゲロウ幼虫の24, 48, 72, 96時間後の殺虫率を Table 3 に示した。フルフェノックスロン、テフルベンズロン、クローフルアズロンの虫体浸漬法による殺虫率は48時間後までは低い値であったが、時間の経過とともに上昇し、96時間後には63.2~90%の値を示した。これらの薬剤は葉浸漬法の場合でも96時間後には高い殺虫率を示した。一方、テブフェノジド、ブプロフェジン、ピリプロキシフェンの96時間後の

Table 3. Mortality of 1st instar larvae of *Chrysoperla carnea* treated with some insect growth regulator insecticides

Chemicals	Methods of treatment ^{a)} and % mortality ^{b)}							
	Dipping				Residual contact			
	24h	48h	72h	96h	24h	48h	72h	96h
Flufenoxuron	0.0	0.0	60.0	90.0	30.0	40.0	80.0	100.0
Teflubenzuron	5.0	15.0	55.0	80.0	5.3	5.3	68.4	100.0
Chlorfluazuron	15.0	15.8	26.3	63.2	0.0	0.0	65.0	90.0
Tebufenozide	0.0	15.0	15.0	20.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Buprofezin	0.0	0.0	0.0	5.6	0.0	0.0	0.0	0.0
Pyriproxyfen	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

a) Same meaning as shown in the foot-note of Table 2.

b) Values indicate mortality of larvae 24-96 hours after treatment of chemicals. Values were corrected according to ABBOTT's formula based on water checks.

Table 4. Mortality of 1st instar larvae of *Chrysoperla carnea* treated with some Acaricides

Chemicals	Methods of treatment ^{a)} and % mortality ^{b)}			
	Dipping		Residual contact	
	24h	48h	24h	48h
Tebufenpyrad	25.0	30.0	0.0	0.0
Milbemectin	0.0	10.5	0.0	10.0
Fenbutatin oxide	0.0	0.0	0.0	0.0
Pyridaben	0.0	0.0	0.0	0.0
Fenpyroximate	0.0	0.0	0.0	0.0
Acequinocyl	0.0	0.0	0.0	0.0

a), b) Same meaning as shown in the foot-note of Table 2.

殺虫率は、虫体浸漬法、葉浸漬法のいずれの場合においても20%以下であった。

2. 殺ダニ剤

カゲロウ幼虫に対する殺ダニ剤の虫体浸漬法と葉浸漬法における24時間と48時間後の殺虫率を Table 4 に示した。テブフェンピラドは、虫体浸漬法の48時間後の調査で30%の殺虫率を示したが、葉浸漬法では死亡個体は認められなかった。また、ミルベメクチンの48時間後の殺虫率は、虫体浸漬法と葉浸漬法でそれぞれ10.5%と10.0%であった。その他の薬剤では、殺虫性は認められなかった。

3. 殺菌剤

カゲロウ幼虫に対する殺菌剤の虫体浸漬法と葉浸漬法における24および48時間後の殺虫率を Table 5 に示した。殺菌剤では、殺ダニ剤としても使用されるキノキサリン系の殺菌剤が、虫体浸漬法で15.0%の殺虫率を示した。また、オンシツコナジラミに殺虫活性のあるDBEDCの殺虫率は、虫体浸漬法の48時間後に5.9%であった。しかし、葉浸漬法では2つの剤とも死亡個体は認められなかった。その他の剤では、マンネブが葉浸漬

Table 5. Mortality of 1st instar larvae of *Chrysoperla carnea* treated with some Fungicides

Chemicals	Methods of treatment ^{a)} and % mortality ^{b)}			
	Dipping		Residual contact	
	24h	48h	24h	48h
Chinomethionat	15.0	15.0	0.0	0.0
Triflumizole	0.0	5.9	0.0	0.0
DBEDC	0.0	5.3	0.0	0.0
Potassium hydrogen carbonate	0.0	5.0	0.0	0.0
Maneb	0.0	0.0	5.0	15.8
TPN	0.0	0.0	0.0	0.0
Myclobutanil	0.0	0.0	0.0	0.0
Iprodione	0.0	0.0	0.0	0.0
Sulfur	0.0	0.0	0.0	0.0

a), b) Same meaning as shown in the foot-note of Table 2.

法の48時間後に15.8%の殺虫率を示したほかは、0~5.3%の低い殺虫率であった。

考 察

本試験で用いた殺ダニ剤や殺菌剤の中には、カゲロウ幼虫に対して強い殺虫性を示すものはなかった。したがって、カゲロウ幼虫を用いた防除体系の中でハダニ類や病害の防除にこれらの薬剤を組み込んでも問題はないと考えられる。

殺虫剤については、カーバメート系と有機リン系の殺虫剤のほとんどが、虫体、葉浸漬法ともに高い殺虫率を示した。これらの殺虫剤はカゲロウ幼虫に対する影響が大きいと考えられる。しかし、カーバメート系のピリニカーブと有機リン系のDEPの殺虫率は低く、これらの剤はカゲロウ幼虫と調和的に使用できる殺虫剤と考えられる。

合成ピレスロイド系の殺虫剤には、高い殺虫率を示す

ものも含まれていたが、アクリナトリン、フェンプロパトリン、フルバリネートは虫体、葉浸漬法ともに殺虫率は低く、カゲロウ幼虫に対する影響は小さいと考えられる。

クロロニコチル系の殺虫剤は、ニテンピラムとイミダクロプリドで虫体浸漬法より葉浸漬法で80%以上の高い殺虫率を示した。アセトアミプリドについては、今回行った葉浸漬法の48時間後の殺虫率は25%であったが、その後の同様の試験では、殺虫率0%と41.7%の両方の結果が得られた。殺虫活性が認められなかった試験では、死亡はしていないものの歩行活動が著しく低下した個体が観察された。本剤については、処理後48時間以降の調査も含め、作用様式について詳細な検討を行う必要があると思われる。

葉浸漬法において高い殺虫率が示されたイミダクロプリドには、定植時に処理する粒剤がある。この粒剤を定植時に処理して1ヶ月後にカゲロウ幼虫を放飼しても、充分な防除効果が得られている(柏尾・戸田, 1997)。本試験では粒剤については未調査であるが、クロロニコチル系殺虫剤も粒剤を使用する場合にはカゲロウ幼虫に対する影響は小さいと推測される。

昆虫成長制御剤では、テフルベンズロン、フルフェノックスロン、クロルフルアズロンが、96時間後には高い殺虫率を示し、カゲロウ幼虫に対する影響が見られた。しかし、テブフェノジド、プロプロフェジン、ピリプロキシフェンにおいては、96時間後においてもその影響は小さかった。

その他の殺虫剤では、エマメクチン安息香酸塩、ルフェヌロン、オレイン酸ナトリウムが、他の薬剤に比べると虫体浸漬法でやや死亡個体が見られるものの、葉浸漬法においては殺虫率は低く、カゲロウ幼虫に対する影響は小さいと考えられる。

以上の結果から、カゲロウ幼虫に対して影響が小さく、調和的に利用できる殺虫剤が明らかとなった。これらの殺虫剤とカゲロウ幼虫を組み入れた防除体系の中で検討して行くことが、今後の課題と思われる。なお、本試験では、薬剤の残効期間は調べていないが、実用場面ではこの点が特に重要であると考えられる。本試験で高い毒性が認められた薬剤については、その毒性がどの程度維持されるのか、さらに検討する必要がある。

引用文献

- 1) 芦原 巨・真梶徳純(1977)チリカブリダニによるハダニ類の生物的防除 日本植物防疫協会: pp. 50-52.
- 2) 行徳 祐・柏尾具俊(1990)九病虫研究会報 36: 155-159.
- 3) 柏尾具俊(1997)第41回応動昆虫大会講要 9p.
- 4) 柏尾具俊(1983)果樹試報告(口之津) D5: 83-92.
- 5) 柏尾具俊・田中 学(1979)九病虫研究会報 25: 153-156.
- 6) 柏尾具俊・戸田世嗣(1997)九病虫研究会報 43: 印刷中(講要).
- 7) 河合 章(1988)野菜・茶試研報 D1: 59-67.
- 8) 黒木修一・中村正和・川崎安夫(1996)九病虫研究会報 42: 99-102.
- 9) PLAPP, F. W. and BULL, D. L. (1978) Environ. Entomol. 7: 431-434.
- 10) 戸田世嗣・柏尾具俊・小島政義・清田洋次(1996)九病虫研究会報 42: 106-113.

(1997年4月30日 受領)