マメハモグリバエ *Liriomyza trifolii* (BURGESS) に対する 各種殺虫剤の効力¹⁾

西東 力・大石剛裕・池田二三高・沢木忠雄

静岡県農業試験場

Effect of Insecticides on the Serpentine Leafminer, *Liriomyza trifolii* (BURGESS) (Diptera: Agromyzidae). Tsutomu SARITO, Takahiro OISHI, Fumitaka IKEDA and Tadao SAWAKI (Shizuoka Prefectural Experiment Station, Toyoda, Iwata, Shizuoka 438, Japan). *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* **36**: 183–191 (1992)

An outbreak of the serpentine leafminer, *Liriomyza trifolii* (BURGESS) occurred on many ornamental crops and vegetables in the spring of 1990 in Shizuoka Prefecture, Japan. The fly proved impossible for growers to control with conventional insecticides. Insecticides were evaluated for control of the fly on a bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in the laboratory. Among 54 insecticides tested by spraying on one-day-old larvae, isoxathion, thiocyclam, cartap, cyromazine, and flufenoxuron gave high mortality. The LC₅₀ values three days after treatment were 33, 72, 236, 4.8, and 103 ppm, respectively. Eight days after treatment, the LC₅₀ values for the insect growth regulators (IGRs), cyromazine and flufenoxuron, were 3.0 and 2.8 ppm, respectively. The granular systemic insecticides cartap and acephate gave good larval control. High pupal mortalities occurred with the prepupae were placed on a polyethylene film treated with isoxathion, cyromazine, cartap, and thiocyclam. Isoxathion, thiocyclam, and ethofenprox had high adulticidal activity and reduced the number of feeding and oviposition punctures. Cyromazine and flufenoxuron lacked adulticidal activity and the repellent effect on feeding and oviposition. However, adult females exposed for 2 days to the IGR-treated foliage had reduced eggs and larvae viability. Adult females that survived the IGR treatment as larvae had fewer progeny.

Key words: *Liriomyza trifolii*, insecticide resistance, isoxathion, flufenoxuron, cyromazine

緒 言

マメハモグリバエ *Liriomyza trifolii* (BURGESS) は 1970 年代以降、殺虫剤抵抗性が世界各地で問題になっているハモグリバエとして有名である (LINDQUIST, 1983; MINKENBERG and VAN LENTEREN, 1986; MINKENBERG, 1988)。わが国では 1949 年に北海道のダイズとハマエンドウで採集され (SASAKAWA, 1961)、マメ科植物の害虫とされているが (笹川, 1966)、防除が必要になるほど発生したことはこれまでなかった。このマメハモグリバエが 1990 年 6 月ごろから静岡県のキク、ガーベラ、セルリーなどで大発生している。その後、本種は愛知県、和歌山県、東京都、長崎県、千葉県、三重県、栃木県などでもあいついで確認され、今後、全国的な重要害虫になることが予想される。

現在各地で問題になっているマメハモグリバエは、従来わが国で知られていたマメハモグリバエと多くの点で異なっている。すなわち、現在問題化しているマメハモグリバエは寄生範囲がきわめて広く、しかも発生当初から殺虫剤抵抗性が疑われていた。また、これまで採集されたことのなかった関東以西で発生しており、さらに静岡県の場合、外国からの輸入苗を使った施設栽培圃場を中心に発生が拡大している。こうしたことから、このマメハモグリバエは外国から持ち込まれた殺虫剤抵抗性の系統と考えられる (西東, 1992)。

ここでは、マメハモグリバエの防除剤を探索する目的で各種殺虫剤の殺虫力を調べ、また数種の殺虫剤については作用特性の検討も行ったので、その結果を報告する。

本文に先立ち、本種の同定を賜った元京都府立大学教

1) 本報の一部は、日本応用動物昆虫学会第 35 回大会 (1991 年 10 月、静岡) で発表した。
1992 年 1 月 23 日受領 (Received 23 January 1992)
1992 年 4 月 18 日登載決定 (Accepted 18 April 1992)

授笹川満廣博士，ならびに本稿のご校閲とご助言を賜った農水省農業環境技術研究所浜弘司博士に厚くお礼申し上げます。

材料および方法

1. 供試虫と飼育方法

供試したマメハモグリバエ個体群は，1991年4月16日に静岡県浜松市三方原町のトマトおよびガーベラ栽培温室で採集した約1,000個の蛹から，当場の昆虫飼育室(23～27°C，全明)内でインゲンマメ(品種：キーストンすじなし江戸川，以下，インゲンと略記)を与えて累代飼育したものである。

実験には，鉢植えのインゲン(直径15 cmのプラスチック鉢，2株/鉢)あるいは切り取ったインゲンの子葉を餌として用いた。いずれの場合も十分に生育した子葉のみを使った。切り取った子葉を餌とした場合は，これをスチロール製のアイスクリームカップ(直径：10 cm，深さ：5 cm)で作った飼育容器(底部を切り取り，テトラゴンゴスを張ったもの)内に入れ，ふたに開けた穴から葉柄を出して水に挿した。鉢植えインゲンを使った実験では，鉢をトレーに入れ，落下した老熟幼虫(前蛹)をこのなかで蛹化させた。

とくに明記しない限り，実験は昆虫飼育室内で行った。また，鉢植えインゲンへの産卵は，多数の成虫を放した飼育箱(38×40×30 cm)のなかに1日間入れる方法で行った。

2. 供試薬剤

54種類の散布剤(乳剤，水和剤，水溶剤，フロアブル剤)(Table 1)および9種類の粒剤(Table 3)を供試した。いずれも市販品あるいは市販用に製剤化されたものである。散布剤の稀釈液には，展着剤を0.05%添加した。

3. 生死の判定

ふ化卵と未ふ化卵の識別および幼虫の生死の判定は，実体顕微鏡あるいはルーペを用いて行った。蛹の生死については，前蛹のまま死亡したものに加え，蛹化後，黒褐色に変色したもの，正常な蛹と比べて極端に小さなもの，くびれたり細長くなったものなどをすべて死亡とみなした。また，必要に応じて，蛹を湿らせた濾紙敷のアイスクリームカップに入れ，所定の日数が経過した後，羽化率を調べた。

4. 幼虫に対する殺虫剤の効力

1) 散布剤の試験

成虫接種5日後(幼虫のふ化1日後に相当)の鉢植え

インゲンに各散布剤の1,000倍稀釈液をハンドスプレーで散布し，処理3日後と8日後(蛹化終了後)に死亡率を調べた。1剤に2鉢を使い，散布は1991年5月28日に行った。

この試験で効果の高かった5剤(isoxathion, thiocyclam, cartap, cyromazine, flufenoxuron)およびacephateについては，処理3日後のLC₅₀値を求めた。すなわち，各濃度の稀釈液を前述の試験と同様の方法で幼虫に散布し，その死亡率からプロビット法によってLC₅₀値を算出した。このうち，IGR剤の2剤(cyromazine, flufenoxuron)は，遅効性であることも予想されたため，処理8日後ならびに20日後(羽化終了後)のLC₅₀値も求めた。各濃度2鉢を使用し，100頭前後の幼虫に処理した。殺虫剤の散布は，1991年7月8日に行った。

2) 粒剤の試験

成虫接種5日後(幼虫のふ化1日後に相当)の鉢植えインゲンの鉢土表面に所定量の各粒剤を施用し，6日後に幼虫と蛹を合わせた死亡率を求めた。1処理に2鉢を使用した。処理は1991年8月12日に行った。

5. 前蛹(老熟幼虫)に対する殺虫剤の効力

マルチ栽培の農作物では蛹化が被覆資材上で行われるため，本実験は落下した前蛹を防除するという想定で行った。まず，食品包装用のラップフィルムを敷いたトレー(30×25×5 cm)に各殺虫剤の1,000倍稀釈液を流し込み，十分に広げたのち，トレーを斜めにして余分の薬液を捨て，風乾させた。このトレーの真上に，前蛹の脱出最盛期にある鉢植えインゲンを設置し，2日間にわたって前蛹を落下させた。鉢を取り除き，そのままの状態で4日間放置したのち，蛹をラップフィルムごとアイスクリームカップに入れ，7日後まで羽化しなかった個体を死亡とみなした。実験は1991年6月20日に行った。

6. 成虫に対する殺虫剤の効力

各殺虫剤の1,000倍稀釈液にインゲン葉を約10秒間浸漬し，風乾後，アイスクリームカップで作った飼育容器の中に入れた。ここに羽化2日以内の雌成虫2匹を放し，24時間後に死虫数と葉面に残された摂食・産卵痕数を調べた。1殺虫剤に6～12個の飼育容器を使った。実験は，1991年7月22日から23日にかけて，恒温実験室(25°C，全明)内で行った。

7. Flufenoxuron と cyromazine の不妊作用

1) 成虫に対する影響

1991年7月29日，flufenoxuronあるいはcyromazineの稀釈液(成分濃度：500 ppm)を鉢植えインゲン5鉢に散布し，風乾後，飼育箱の中に入れた。ここに羽化1

日以内の雌雄の成虫各 30 匹を放し、2 日間産卵させてから取り除いた。3 日後に葉を切り取って、ふ化卵数と未ふ化卵数を調べ、両者の合計を産卵数とした。

取り除いた成虫については、無処理葉を入れた飼育容器に雌成虫を 1 匹ずつ放し、前述の実験と同様の方法で産卵数とふ化率を調べた。さらに、この 3 日後、産卵された卵のうち蛹化まで至った生存率を求めた。本実験は、恒温実験室 (25°C, 全明) 内で行った。

2) 幼虫に対する影響

幼虫に対する LC₅₀ 値を求めた前項 4.1) の試験後の生存個体を供試し、幼虫期に受けた両剤の影響が成虫にまで残存するか否かを検討した。すなわち、各濃度処理区から得られた羽化 1 日以内の雌成虫 1 匹と雄成虫 2 匹

を、無処理葉を入れた飼育容器内に放して 3 日間産卵させたのち除去し、この 3 日後にふ化幼虫数を調べた。本試験は、1991 年 8 月 2 日から 5 日にかけて 3 回に分けて行った。

結 果

1. 幼虫に対する殺虫剤の効力

1) 散布剤の試験

各殺虫剤の幼虫に対する殺虫力を Table 1 に示した。処理 3 日後の死亡率が 80% 以上であったのは、有機リン剤の isoxathion、ネライストキシン系殺虫剤の thiocyclam および cartap、IGR 剤の cyromazine の 4 剤にすぎなかった。このほかの殺虫剤では、acephate と

Table 1. Toxicity of insecticides applied as foliar sprays against one-day-old larvae of *L. trifolii*

Insecticide ¹⁾	n ²⁾	% Mortality		Insecticide ¹⁾	n ²⁾	% Mortality	
		Day 3 ³⁾	Day 8 ⁴⁾			Day 3 ³⁾	Day 8 ⁴⁾
Organophosphate				Synthetic pyrethroid			
Isoxathion 50E	105	100	100	Fluvalinate 20E	112	1.8	39.3
EPN 45E	242	0	51.2	Tralomethrin 1.4F	175	0	14.9
Acephate 50W	127	18.5	40.9	Cyhalothrin 5E	161	0	12.4
Prothiofos 45E	130	0	33.8	Ethofeprox 20E	60	0	8.3
Pyraclofos 35W	116	0	19.0	Fenvalerate 3E	94	3.3	5.3
Chlorpyrifos				Cypermethrin 6E	48	0	2.1
-methyl 25E	13	3.0	14.1	Permethrin 20E	112	1.8	1.8
Phosalone 35E	201	0	12.9	Fenpropathrin 10E	69	0	0
Pyridaphenthion 40E	82	0	11.0	Bifenthrin 2W	105	0	0
Phenthoate 50E	99	2.0	7.1	Nereistoxin analog			
Profenofos 40E	180	0	4.4	Thiocyclam 50W	149	86.6	100
Diazinon 40E	135	0.7	3.7	Cartap 50S	131	80.2	100
Vamidothion 37E	162	0	3.7	Bensultap 50W	59	5.1	71.1
Salithion 25E	83	0	3.6	Insect growth regulator (IGR)			
Fenitrothion 50E	113	0	2.7	Cyromazine 75W	122	98.4	99.2
Dimethoate 43E	120	0	2.5	Flufenoxuron 10E	105	27.6	80.0
Thiometon 25E	117	0	1.7	Teflubenzuron 5E	149	2.0	16.8
Cyanophos 50E	64	0	1.6	Chlorfluazuron 5E	89	1.1	13.5
Pirimiphos-methyl 45E	130	0.8	1.5	Fenoxycarb 25W	90	0	9.7
Chlorfenvinphos 50E	80	0	1.3	Buprofezin 25W	160	0	3.1
ESP 45E	163	0	1.2	Diflubenzuron 23.5W	112	0	2.7
Methidathion 50E	95	0	1.1	Others			
Dichlorvos 50E	122	0	0.8	Pyridaben 20F	283	0	16.0
Trichlorphon 50E	51	0	0	Fenpyroximate 5F	240	2.1	9.6
Malathion 50E	110	0	0	Endosulfan 30E	103	1.0	1.9
Carbamate				Pyrethrins 3E	60	0	0
Carbaryl 85W	65	1.5	44.6	Milbemectin 1E	74	0	0
BPMC 50E	96	3.1	5.2	Chinomethionate 25W	79	0	0
Ethiofencarb 50E	122	0.8	2.5	Imidacloprid 10W	108	0	0
Methomyl 45W	46	0	0	Control (water)	143	0	0

1) Materials sprayed at 100 g/100 liters of water.

2) Number of larvae tested.

3) Principally larval mortalities.

4) Mortalities of larval and pupal stages combined.

Table 2. Toxicity of selected insecticides applied as foliar sprays against one-day-old larvae of *L. trifolii*¹⁾

Insecticide	Day ²⁾	LC ₅₀ (ppm AI)	95% confidence limit of LC ₅₀ (ppm AI)	Log-dosage probit regression equation
Cyromazine 75W	3	4.8	4.1-5.4	$Y=2.26X+3.46$
	8	3.0	2.7-3.4	$Y=2.88X+3.62$
	20	2.8	2.5-3.2	$Y=2.83X+3.73$
Flufenoxuron 10E	3	103	95-137	$Y=1.06X+2.88$
	8	2.8	2.5-3.2	$Y=2.89X+3.70$
	20	2.8	2.5-3.2	$Y=3.72X+3.32$
Isoxathion 50E	3	33	29-38	$Y=2.82X+0.72$
Thiocyclam 50W	3	72	63-82	$Y=4.66X-3.67$
Cartap 50S	3	236	180-305	$Y=3.88X-4.20$
Acephate 45W	3	707	591-847	$Y=2.61X-2.43$

¹⁾ Ca. 100 larvae treated per dosage.²⁾ See 3) and 4) in Table 1 for mortalities of Day 3 and Day 8, respectively. Mortalities of Day 20 were calculated from the number of emerged adults.Table 3. Toxicity of granular systemic insecticides applied against one-day-old larvae of *L. trifolii*¹⁾

Insecticide	% Mortality on Day 6 ²⁾		
	0.5 g ³⁾	1 g	2 g
Cartap 4G	100 (n=137) ⁴⁾	100 (n=117)	100 (n=286)
Acephate 5G	98.0 (n=147)	100 (n=126)	100 (n=334)
Dimethoate 5G	69.0 (n=116)	86.8 (n=144)	99.4 (n=327)
Oxamyl 1G	5.4 (n=130)	9.0 (n=122)	19.5 (n=159)
Cabosulfan 3G	1.6 (n=127)	14.8 (n=135)	10.5 (n=275)
Disulfoton 5G	9.1 (n=186)	5.3 (n=205)	8.5 (n=246)
Benfuracarb 5G	6.2 (n=177)	8.3 (n=204)	7.9 (n=164)
Diazinon 5G	4.8 (n=146)	11.6 (n=232)	7.4 (n=258)
Isoxathion 3G	2.6 (n=117)	1.6 (n=128)	4.1 (n=121)
Control	5.1 (n=350)		

¹⁾ All materials added on soil of pots (10-cm diam).²⁾ Mortalities of larval and pupal stages combined.³⁾ Quality of granules per pot.⁴⁾ Number of larvae tested.

flufenoxuronを除き、死亡率がいずれも10%以下と低かった。

処理8日後の調査では、IGR剤のflufenoxuron、ネライストキン系殺虫剤のbensultapにおいても70%以上の死亡率が認められた。Flufenoxuronと同じbenzoylphenylurea化合物に属するteflubenzuron, chlorfluazuronおよびdiflubenzuronの殺虫力は低かった。

Thiocyclam, cartap, isoxathion, cyromazine, flufenoxuronおよびacephateのLC₅₀値をTable 2に示した。処理3日後のLC₅₀値は、cyromazineの4.8 ppmが最小で、ついでisoxathionの33 ppm, thiocyclamの72 ppm, flufenoxuronの103 ppmの順であった。AcephateのLC₅₀値は707 ppmと高かった。CyromazineおよびflufenoxuronのLC₅₀値は、処理8日後にそれぞれ3.0 ppmと2.8 ppm、処理20日後にはいづれ

も2.8 ppmとなった。Flufenoxuronの場合、処理8日後のLC₅₀値が処理3日後のそれより30倍以上も低下したことから、本剤は遅効性であることがわかった。

2) 粒剤の試験

各粒剤の幼虫に対する効力をTable 3に示した。殺虫力が最も高かったのはcartapで、鉢当たり0.5 gの少量施用区においても100%の死亡率が得られた。ついで、acephateの殺虫力が高く、0.5 g施用区で98%、1 g以上の施用区で100%の死亡率が得られた。散布剤に殺虫力が認められなかったdimethoateは、多量施用区(2 g)において高い死亡率(99.4%)を示した。一方、散布剤として処理した場合に殺虫力が高かったisoxathionは、粒剤の場合は殺虫力をほとんど示さなかった。

2. 前蛹(老熟幼虫)に対する殺虫剤の効力

各殺虫剤の前蛹に対する殺虫力をTable 4に示した。

Table 4. Toxicity of insecticide residues on a polyethylene film against prepupae of *L. trifolii*¹⁾

Insecticide	n ²⁾	% Mortality
Isoxathion 50E	71	100
Cyromazine 75W	47	97.9
Cartap 50S	66	80.3
Thiocyclam 50W	85	50.6
Prothiofos 45E	70	41.4
Flufenoxuron 10E	70	34.3
Teflubenzuron 5E	45	20.0
Malathion 50E	82	19.5
Diazinon 40E	89	18.0
Pyrethrins 3E	63	15.9
Carbaryl 85W	86	14.0
Fluvalinate 20E	111	13.5
Dimethoate 43E	84	11.9
Ethofenprox 20E	47	10.6
Permethrin 20E	79	8.9
Dichlorvos 50E	74	8.1
Acephate 50W	60	6.7
Buprofezin 25W	60	6.7
Control (water)	66	7.6

1) Prepupae were placed for 2 days on a polyethylene film treated with insecticide preparations (100 g of material/100 liters of water). After 11 days, pupal mortalities were calculated from the number of non-emerged adults.

2) Number of prepupae tested.

50%以上の死亡率を示したのは isoxathion, cyromazine, cartap および thiocyclam の4剤であった。とりわけ, isoxathion の効力が高く, 蛹化後数日以内にすべての蛹が黒褐色を呈して死亡した。

3. 成虫に対する殺虫剤の効力

各殺虫剤の成虫に対する殺虫力と処理葉における摂食・産卵痕数を Table 5 に示した。50%以上の死亡率を示したのは thiocyclam, cartap, ethofenprox, isoxathion および prothiofos の5剤で, なかでも前2者の殺虫力が優れていた。上記5剤の処理葉では摂食・産卵痕数も少なかった。幼虫に対して高い殺虫力を示した cyromazine と flufenoxuron は, 成虫に対しては殺虫力をまったく示さず, 摂食・産卵への影響もみられなかった。

4. Flufenoxuron と cyromazine の不妊作用

1) 成虫に対する影響

両剤処理葉における産卵数とふ化率を Table 6 に示した。産卵数は, 処理葉と無処理葉とで大きな違いがみられず, これは Table 5 の結果と一致した。しかし, 処理葉におけるふ化率の低下は両剤とも顕著であった。

両剤処理葉で2日間飼育した成虫を無処理葉に移した

Table 5. Toxicity of insecticides applied on leaflets against adult females of *L. trifolii*¹⁾

Insecticide	n ²⁾	% Mortality	No. feeding and oviposition punctures / 2 adults ± SE
Thiocyclam 50W	24	100	0.42 ± 0.19
Cartap 50S	24	96	0.92 ± 0.44
Ethofenprox 20E	16	86	8.75 ± 2.3
Isoxathion 50E	18	67	76.0 ± 16
Prothiofos 45E	14	57	282 ± 74
Fluvalinate 20E	22	23	382 ± 46
Diazinon 40E	16	13	539 ± 37
Methomyl 45W	16	13	528 ± 119
Malathion 50E	16	6	527 ± 76
Cyromazine 75W	14	0	387 ± 40
Flufenoxuron 10E	14	0	424 ± 42
Carbaryl 85W	16	0	507 ± 61
Methidathion 50E	12	0	540 ± 64
Acephate 50W	18	0	545 ± 82
Dimethoate 43W	12	0	493 ± 51
Control (water)	24	0	493 ± 31

1) Leaflets were dipped in each material preparation (100 g of material/100 liters of water). Two adults were released per leaflet. Mortalities and the number of feeding and oviposition punctures were counted after 24 h.

2) Total number of adult tested.

Table 6. Effect of two IGRs (flufenoxuron and cyromazine) on oviposition of *L. trifolii* on the treated foliage¹⁾

Insecticide	Dosage (ppm AI)	No. ovipositions / female	% Hatchability
Flufenoxuron 10E	500	9.7	46.6
Cyromazine 75W	500	11.7	69.1
Control (water)		8.1	97.9

1) Thirty newly-emerged females and 30 newly-emerged males were released for 2 days in a cage with five potted plants sprayed with the IGR. The number of hatched and unhatched eggs were counted after 3 days.

場合の産卵数とふ化率を Table 7 に示した。この場合も産卵数には違いがみられなかったが, flufenoxuron 処理葉で飼育した成虫の卵はまったくふ化しなかった。また, cyromazine 処理葉のそれでは, ふ化率の低下はわずかであったが, その後の幼虫期に死亡する個体が多く, 蛹化後の生存率は約 36% と対照区の半分以下であった。このような不妊作用は, cyromazine より flufenoxuron のほうが強かった。

2) 幼虫に対する影響

両剤の幼虫に対する LC₅₀ 値を求めた実験で, 生き残った個体が羽化まで至ったのは flufenoxuron で 3.13 ppm 以下, cyromazine で 11.72 ppm 以下の濃度区であ

Table 7. Effect of two IGRs (flufenoxuron and cyromazine) on oviposition of *L. trifolii* transferred from treated foliage to nontreated leaflets¹⁾

Insecticide	n ²⁾	No. ovipositions /female	% Hatchability	% Normal puparia
Flufenoxuron 10E	9	30.7 a ³⁾	0	0
Cyromazine 75W	11	38.6 a	97.9	35.8
Control (water)	8	39.5 a	100	95.3

¹⁾ Adults females in Table 6 were individually released for 2 days on a nontreated leaflet. The number of hatched and unhatched eggs were counted after 3 days. The number of normal puparium were counted after 6 days.

²⁾ Number of adult females tested

³⁾ Values followed by the same letter are not significantly different at $p=0.05$ level, by DUNCAN's multiple range test.

Table 8. Effect of two IGRs (flufenoxuron and cyromazine) on *L. trifolii* adults surviving applications as one-day-old larvae¹⁾

Insecticide	Dosage (ppm AI)	n ²⁾	No. females producing larvae	No. larvae /female
Flufenoxuron 10E	3.13	6	2	4.2 a ³⁾
	1.58	17	8	15.9 b
	0.78	18	9	19.1 b
Cyromazine 75W	11.72	1	0	0 a
	5.86	5	3	15.4 b
	2.93	10	6	17.2 b
Control (water)		11	9	26.0 b

¹⁾ One adult female and two adult males surviving applications as larvae were released for 3 days on a nontreated leaflet. The number of females producing mines and the number of mines were counted after 5 days.

²⁾ Number of adult females tested

³⁾ Values followed by the same letter are not significantly different at $p=0.05$ level, by DUNCAN's multiple range test.

った。これらの成虫に産卵させたと、次世代の幼虫数は幼虫期に受けた処理濃度が高いほど減少する傾向が認められた (Table 8)。このように、成虫の不妊化は両剤を幼虫期に処理した場合にも発現した。

考 察

Liriomyza 属の殺虫剤抵抗性は、1940年代後半にアメリカ合衆国のフロリダで初めて確認され (GENUNG, 1957; WOLFENBARGER, 1958), その後、本属は有機塩素剤、有機リン剤、合成ピレスロイド剤など各種殺虫剤に対してつぎつぎに抵抗性を獲得してきた (WOLFENBAR-

GER, 1958; LEISSE, 1981; PARRELLA and KEIL, 1984)。マメハモグリバエ *L. trifolii* (BURGESS) もこのフロリダで殺虫剤抵抗性を獲得し、1970年代以降、輸出用のキクやガーベラなどに寄生して直後、間接に世界各地に運ばれたとされている (MINKENBERG, 1988)。本種は *Liriomyza* 属のなかでも殺虫剤抵抗性の発達がとくに早く (PARRELLA and KEIL, 1984), その水準も高いことが知られている (MASON et al., 1987)。たとえば、カリフォルニアでは permethrin が使われ始めた2年後に約20倍の感受性低下が確認され (PARRELLA and KEIL, 1984), カナダでも pyrazophos に対する感受性が使用開始の翌年に156倍も低下している (BROADBENT and PREE, 1989)。こうしたことから、フロリダの場合、1975年以降に使われ始めた殺虫剤に限ってみると、その有効期間の平均は3年以内ときわめて短い (PARRELLA and KEIL, 1984)。

一方、わが国で *Liriomyza* 属のハモグリバエが問題化した事例は少ない。最近、ナスハモグリバエ *L. bryoniae* (KALTENBACH) が施設栽培のメロン (西東, 1988a) やシュコンカスミソウ (西東, 1983) で取り上げられているものの、一般的な有機リン剤で防除できるとされている (西東, 1988 b)。マメハモグリバエについてはこれまでほとんど問題にならなかったことから、本種に対する殺虫剤の効力は調べられておらず、まして殺虫剤抵抗性が疑われるような事例は報告されていなかった。これに対し、現在各地で問題化しているマメハモグリバエは、発生当初からすでに殺虫剤の効きが悪かったことが生産者から指摘されており、各種殺虫剤の効力を検討した今回の実験においても有効とみなせるものが数剤にすぎなかった (Table 1)。

有機リン剤の多くに殺虫力がほとんどみられなかったなかで、isoxathion は幼虫に対して顕著な殺虫力を示し (Table 1, 2), 成虫に対しても比較的高い殺虫力をもっていた (Table 5)。本剤の効力を調べた報告は他にみあたらないため、この現象がわが国のマメハモグリバエに特有のものかどうかは不明であるが、本種における各種有機リン剤間の交差抵抗性 (PARRELLA et al., 1984; BROADBENT and PREE, 1989) の面から興味深い。Isoxathion 微粒剤が殺虫作用をまったく示さなかった (Table 3) のは、本剤に植物体への吸収・移行性がないためと思われる。

ネライストキシン系殺虫剤の thiocyclam と cartap は、幼虫と成虫の双方に対して殺虫力が高かった (Table 1, 5)。これと同様の知見は、イスラエル (YATHOM et al., 1988), ハンガリー (ILOVAI et al., 1989), 台湾 (CHENG,

私信) などでも確認されており、ネライストキシン系殺虫剤による被害が生じにくいアブラナ科野菜では有望な防除剤と考えられる。

各合成ピレスロイド剤も本種において交差抵抗性の関係にあると考えられており (PARKMAN and PIENKOWSKI, 1989), 今回供試した 9 種類の合成ピレスロイド剤は幼虫に対する殺虫力がいずれも低かった (Table 1)。成虫に対して比較的高い殺虫力を示した ethofenprox の実用性については、今後、圃場試験で検討する必要がある。一方、合成ピレスロイド剤に感受性の低下した個体群に対して本剤の散布を控えたり、このような個体群を無淘汰で飼育すると、感受性が高くなる現象が報告されている (ALVERSON and GORSUCH, 1982; PARRELLA and TRUMBLE, 1989)。しかし、10 か月 (15 世代) 程度の無淘汰期間では感受性系統の水準にまで回復しないという (PARRELLA and TRUMBLE, 1989)。

粒剤のなかでは、cartap および acephate が幼虫に対して効力が高かった (Table 3)。これらの粒剤は育苗期に使用するのがより効果的と思われる。

Isoxathion, cartap および thiocyclam は前蛹に対して高い効力を示した (Table 4)。マルチ栽培の場合、これらの殺虫剤を被覆資材上に広く散布しておく、ここに落下する前蛹の防除にも役立つと考えられる。

最近、マメハモグリバエの防除剤として、各種 IGR 剤、放線菌の一種 *Streptomyces avermitilis* が産生する avermectin (SCHUSTER and TAYLOR, 1987, 1988; LEIBEE, 1988; PARRELLA et al., 1988), センダン科植物 neem (*Azadirachta indica* A. JUSS) からの抽出物 (LAREW et al., 1985) などが注目されている。IGR 剤については、triazine 化合物の cyromazine (SCHUSTER and EVERETT, 1983; PARRELLA et al., 1983; YATHOM et al., 1986), benzoylphenylurea 化合物の chlorfluazuron (ASCHER et al., 1989), 幼若ホルモン様活性を有する methoprene (LINDQUIST et al., 1984) や fenoxycarb (ROBB and PARRELLA, 1984; PARRELLA et al., 1983) などの効力が優れているとされている。しかし、chlorfluazuron と fenoxycarb の殺虫力は今回供試した殺虫剤のなかでは比較的低く (Table 1), 圃場試験の結果でも防除効果はほとんど認められなかった (未発表)。一方、イスラエルにおいて効力が低いとされた benzoylphenylurea 化合物の flufenoxuron (ASCHER et al., 1989) は遅効性ではあったが、cyromazine に匹敵する高い殺虫力が認められた (Table 1, 2)。

Avermectin (SCHUSTER and TAYLOR, 1988), metho-

prene や fenoxycarb (ROBB and PARRELLA, 1984), neem 抽出物 (PARKMAN and PIENKOWSKI, 1989) は、直接の殺虫作用に加え、不妊作用をもっていることが知られている。今回の実験でも、この不妊作用が flufenoxuron と cyromazine に認められ (Table 7, 8), 両剤は卵の胚発生にも大きく影響しているものとみられる。Flufenoxuron と cyromazine はわが国では未登録の農薬であるが、実用性は高いと考えられる。

以上のことから、マメハモグリバエの防除剤として散布剤では isoxathion, thiocyclam, cartap, flufenoxuron および cyromazine, 粒剤では cartap および acephate が有望と考えられた。

一方、methomyl (TRUMBLE and TOSCANO, 1983; TRUMBLE, 1985) や permethrin (SCHUSTER and PRICE, 1985) などの殺虫剤の散布が、マメハモグリバエの寄生蜂に悪影響を与え、本種の発生をかえって助長する結果にもなっている。こうしたことから、外国では寄生蜂に対して影響が少ない cyromazine, methoprene, avermectin などを IPM (害虫管理技術) のなかに組み込んでいこうとする研究が盛んである (PARRELLA et al., 1982, 1983; TRUMBLE, 1985, 1990; CHANDLER, 1985)。今回、わが国のマメハモグリバエに対して有効な殺虫剤がいくつか見いだされたが、本種が殺虫剤抵抗性をつぎつぎに獲得してきた経過を考えれば、今後、わが国の生産環境に合致した IPM の構築を急ぐ必要がある。

摘 要

1990 年 6 月ごろから、静岡県をはじめ各地で殺虫剤抵抗性の疑われるマメハモグリバエ *Liriomyza trifolii* (BURGESS) が大発生し、各種農作物に大きな被害を与えている。ここでは、本種の防除剤を選抜する目的で、各種殺虫剤の効力を調べた。

1) 本種は各種殺虫剤に対して感受性がきわめて低いことが明らかになった。

2) 散布剤のなかで幼虫に対して高い殺虫力を示したのは、isoxathion, thiocyclam, cartap, cyromazine および flufenoxuron の 5 剤で、その処理 3 日後における LC₅₀ 値は、それぞれ 33, 72, 236, 4.8, 103 ppm であった。Cyromazine と flufenoxuron の LC₅₀ 値は、処理 8 日後にそれぞれ 3.0, 2.8 ppm に低下した。

3) 粒剤では cartap および acephate が幼虫に対して高い殺虫力を示した。

4) 前蛹 (老熟幼虫) に対する殺虫力は、isoxathion, cyromazine, cartap および thiocyclam が高かった。

5) 成虫に対する殺虫力は, thiocyclam, cartap および ethofenprox が高かった。

6) Flufenoxuron と cyromazine は成虫に対する殺虫力をまったく示さなかったが, 強い不妊作用を有していた。

7) 以上の結果から, 散布剤では isoxathion, thiocyclam, cartap, flufenoxuron および cyromazine, 粒剤では cartap と acephate が本種の防除剤として有望と考えられた。

引 用 文 献

- ALVERSON, D.R. and C.S. GORSUCH (1982) Evaluation of chrysanthemum cultivars and insecticides for control of damage by a leafminer, *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae). J. Econ. Entomol. **75**: 888—891.
- ASCHER, K.R.S., S. YATHOM, N.E. NEMNY and S. TAL (1989) The effect of XRD-473 and other benzoylphenyl urea chitin synthesis inhibitors on a serpentine leafminer, *Liriomyza trifolii*. J. Pl. Dis. Prot. **96**: 60—70.
- BROADBENT, A.B. and PREE (1989) Resistance to pyrazophos in the serpentine leafminer *Liriomyza trifolii* (BURGESS) (Diptera: Agromyzidae) in Ontario greenhouses. Can. Entomol. **121**: 47—53.
- CHANDLER, L.D. (1985) Response of *Liriomyza trifolii* (BURGESS) to selected insecticides with notes on hymenopterous parasites. Southwest. Entomol. **10**: 228—235.
- GENUNG, W.G. (1957) Some possible cases of insect resistance to insecticides in Florida. Proc. Fla. State Hort. Soc. **70**: 148—152.
- ILOVAI, Z., C. BUDAI, I.H. ZSELLÉR and P. SZABÓ (1989) The occurrence of *Liriomyza trifolii* BURGESS on gerbera in Hungary: possibilities of an integrated control. Növényvédelem **25**: 403—408.
- LAREW, H.G., J.J. KNODEL-MONTZ, P.E. WEBB and J.D. WARTHEN (1985) *Liriomyza trifolii* (BURGESS) (Diptera: Agromyzidae) control on chrysanthemum by neem seed extract applied to soil. J. Econ. Entomol. **78**: 80—84.
- LEIBEE, G.L. (1981) Insecticidal control of *Liriomyza* spp. on vegetables. In: Proc. IFAS-Ind. Conf. Biol. Control *Liriomyza* Leafminers. (D.J. SCHUSTER ed.), Lake Buena Vista, Fla., pp. 216—220.
- LEIBEE, G.L. (1988) Toxicity of abamectin to *Liriomyza trifolii* (BURGESS) (Diptera: Agromyzidae). J. Econ. Entomol. **81**: 738—740.
- LINDQUIST, R.K. (1983) New greenhouse pest, with particular reference to the leafminer, *Liriomyza trifolii*. Proc. 10th Int. Congr. Plant Prot., Brighton, UK, **3**: 1087—1094.
- LINDQUIST, R.K., M.L. CASEY, N. HELYER and N.E.A. SCOPES (1984) Leafminers on greenhouse chrysanthemum: control of *Chromatomyia syngenesiae* and *Liriomyza trifolii*. J. Agric. Entomol. **1**: 256—263.
- MASON, G.A., M.W. JOHNSON and B.E. TABASHNIK (1987) Susceptibility of *Liriomyza sativae* and *L. trifolii* (Diptera: Agromyzidae) to permethrin and fenvalerate. J. Econ. Entomol. **80**: 1262—1266.
- MINKENBERG, O.P.J.M. (1988) Dispersal of *Liriomyza trifolii*. Bull. OEPP/EPPO Bull. **18**: 173—182.
- MINKENBERG, O.P.J.M. and J.C. VAN LENTEREN (1986) The leafminers *Liriomyza bryoniae* and *L. trifolii* (Diptera: Agromyzidae), their parasites and host plants: a review, Agricultural University Wageningen Papers **86-2**: 1—50.
- PARRELLA, M.P. and C.B. KEIL (1984) Insect pest management: The lesson of *Liriomyza*. Bull. Entomol. Soc. Am. **30**: 22—25.
- PARKMAN, P. and R.L. PIENKOWSKI (1989) Response of three populations of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) to topical applications of permethrin and bifenthrin. Fla. Entomol. **72**: 135—139.
- PARRELLA, M.P. and J.T. TRUMBLE (1989) Decline of resistance in *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) in the absence of insecticide selection pressure. J. Econ. Entomol. **82**: 365—368.
- PARRELLA, M.P., K.L. ROBB, G.D. CHRISTIE and J.A. BETHKE (1982) Control of *Liriomyza trifolii* with biological agents and insect growth regulators. Calif. Agr. **36**(11—12): 17—19.
- PARRELLA, M.P., G.D. CHRISTIE and K.L. ROBB (1983) Compatibility of insect growth regulators and *Chrysopa* *parksi* (Hymenoptera: Eulophidae) for the control of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae). J. Econ. Entomol. **76**: 949—951.
- PARRELLA, M.P., C.B. KEIL and J.G. MORSE (1984) Insecticide resistance in *Liriomyza trifolii*. Calif. Agr. **38** (1—2): 22—23.
- PARRELLA, M.P., K.L. ROBB, J.K. VIRZI and R.A. DYBAS (1988) Analysis of the impact of abamectin on *Liriomyza trifolii* (BURGESS) (Diptera: Agromyzidae). Can. Entomol. **120**: 831—837.
- ROBB, K.L. and M.P. PARRELLA (1984) Sublethal effects of two insect growth regulators applied to larvae of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae). J. Econ. Entomol. **77**: 1288—1292.
- 西 東 力 (1983) ナスハモグリバエ成虫の色彩選好性とその誘

- 殺. 関西病虫研報 25: 14—15.
- 西東 力 (1988 a) メロンを加害するナスハモグリバエの発生生態. 関西病虫研報 30: 49—55.
- 西東 力 (1988 b) メロンのナスハモグリバエに対する各種殺虫剤の殺虫力と防除. 関東東山病虫研報 35: 168—170.
- 西東 力 (1992) マメハモグリバエのわが国における発生と防除. 植物防疫 46: 103—106.
- SASAKAWA, M. (1961) A study of the Japanese agromyzidae (Diptera). part 2, Pacific Insects 3: 307—472.
- 笹川満廣 (1966) 農作物を害するハモグリバエ類の見分け方. 植物防疫 20: 33—36.
- SCHUSTER, D.J. and P.H. EVERETT (1983) Response of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) to insecticides on tomato. J. Econ. Entomol. 76: 1170—1174.
- SCHUSTER, D.J. and J.F. PRICE (1985) Impact of insecticides on lepidopterous larval control and leafminer parasite emergence on tomato. Proc. Fla. State Hort. Soc. 98: 284—251.
- SCHUSTER, D.J. and J.L. TAYLOR (1987) Residual activity of abamectin against *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae). Fla. Entomol. 70: 351—354.
- SCHUSTER, D.J. and J.L. TAYLOR (1988) Longevity and oviposition of adult *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) exposed to abamectin in the laboratory. J. Econ. Entomol. 81: 106—109.
- TRUMBLE, J.T. (1985) Integrated pest management of *Liriomyza trifolii*: Influence of avermectin, cyromazine, and methomy of leafminer ecology in celery. Agr. Ecosyst. Environ. 12: 181—188.
- TRUMBLE, J.T. (1990) Vegetable insect control with minimal use of insecticides. HortScience 25: 159—164.
- TRUMBLE, J.T. and N.C. TOSCANO (1983) Impact of methamidophos and methomyl on populations of *Liriomyza species* (Diptera: Agromyzidae) and associated parasites in celery. Can. Entomol. 115: 1415—1420.
- WOLFENBARGER, D.O. (1958) Serpentine leaf miner: Brief history and summary of a decade of control measures in South Florida. J. Econ. Entomol. 51: 357—359.
- YATHOM, S., K.R.S. ASCHER, S. TAL and N.E. NEMNY (1986) The effect of cyromazine on different stages of *Liriomyza trifolii* (BURGESS) (Diptera: Agromyzidae). Israel J. Entomol. 20: 85—93.
- YATHOM, S., S. TAL and M. CHEN (1988) The effects of abamectin and thiocyclam on the eggs and larval stages of *Liriomyza trifolii* (BURGESS). Hassadeh 68: 1216—1218.
-