カンザワハダニにたいする cycloprate の殺卵性

浅野昌司・亀井正治

大塚製薬株式会社徳島工場

Ovicidal Activity of Cycloprate Against the Kanzawa Spider Mite, *Tetranychus kanzawai* KISHIDA (Acarina:Tetranychidae). Shoji ASANO and Masaharu KAMEI (Laboratories of Agricultural Chemicals Research, Tokushima Factory, Otsuka Pharmaceutical Co., Ltd., Kawauchi, Tokushima 771-01). *Jap. J. appl. Ent. Zool.* **22**: 196~203 (1978)

Ovicidal activity of cycloprate (ZARDEX[®], ZR-0856, hexadecyl cyclopropanecarboxylate) against the Kanzawa spider mite, *Tetranychus kanzawai* KISHIDA, was investigated in relation to the age of eggs and compared with that of chlordimeform and tricyclohexyltin hydroxide. The effectiveness of cycloprate for malathion- and dicofol-resistant strains was evaluated. The selection by cycloprate was also made for 7 generations. Cycloprate inhibited the hatching and lethally affected the hatched larvae. The ovicidal activities decreased with the elapsed time of egg stage, in contrast with the activities of both chlordimeform or tricyclohexyltin hydroxide. Cycloprate was effective on both malathion- and dicofol-resistant strains as well as susceptible ones. The egg susceptibility decreased by about 1/5 in both the 1st and 2nd selection, but it became almost constant after the 3rd selection.

Cycloprate (ZARDEX[®], ZR-0856, hexadecyl cyclopropanecarboxylate) は、従来の殺ダニ剤とその構造を異にする新しいタイプの殺ダニ活性物質である。この化合物の殺ダニ活性については、すでにナミハダニ *Tetranychus urticae* KOCK (STAAL *et al.*, 1975; NELSON and SHOW, 1975; HENRICK *et al.*, 1976), ケナゴコナダニ *Tyrophagus putrescentiae* (SCHRANK) (KRAMER and MCGREGOR 1976), ミカンハダニ *Panonychus citri* (MCGREGOR) (ASANO and KAMEI, 1977) で報告されている。その中で、この化合物は、とくに高い殺卵性を有することが明らかにされている。今回、カンザワハダニ、*Tetranychus kanzawai* KISHIDA を用いて cycloprate の殺卵性と卵の発育時期との関係を調べ、市販殺ダニ剤のそれと比較した。また、薬剤抵抗性系統にたいする cycloprate の有効性および連続淘汰における感受性の推移についても調べた。その結果を報告する。

本文にさきだち、カンザワハダニの各系統の分譲と試験遂行に種々の助言を賜った農林水産省農業技術研究所 桑原雅彦技官、本稿の御校閲を仰いだ島根大学農学部 長沢純夫博士、ハダニの飼育管理および薬剤試験に御助力を願った大塚製薬株式会社徳島工場昆虫研究所 川下安江女史並びに郡 隆男氏に感謝の意を表する。

材料と方法

試験に用いたカンザワハダニ *Tetranychus kanzawai* の種々の系統は農林省農業技術研究所より分譲をうけ、25°C、長日条件下でダイズ苗を用いて累代飼育したものである。試験は水を入れた 80 ml 容量のポリエチレンカップの蓋の上に直径 7 cm のろ紙をのせ、その上にダイズ葉をおいた。これに雌成虫を 1 葉あたり 7 個体おき、24 時間産卵させたあと成虫を除去し、その葉を所定濃度の薬液に浸漬処理した。室温で風乾後、再び同一環境条件下の同じカップの上に処理葉をおいた。調査は産卵後 7 日目に未ふ化卵数とふ化した幼虫の生死個体数を、ついで 5 日後に成虫発育した個体数を記録した。cycloprate の殺卵性を chlordimeform および tricyclohexyltin hydroxide と比較した試験では、同じ方法で 5 日間連続して産卵させたのち、成虫を除去し、所定濃度の薬液に浸漬処理し、その後、24 時間毎にふ化幼虫数を記録した。cycloprate による累代淘汰試験では 1 葉あたり、5~7 個体の雌成虫に 24 時間産卵させたあと、同様に処理した。設定した淘汰濃度において生存発育した雌成虫を新鮮なダイズ葉に移し、同様に 24 時間産卵後処理を行った。この方法をくり返して 7 世代にわたって淘汰を行っ

た。試験は1濃度につき3反復を基本としたが、設定した淘汰濃度では、次世代の雌成虫数を確保するため10反復以上行った。cycloprate は淘汰試験では、乳剤(27.28%)を用い、他の試験はすべて水和剤(25%)で行った。chlordimeform および tricyclohexyltin hydroxide は、それぞれ市販のガルエクロン乳剤(50%)およびプリクトラン水和剤(50%)である。

結 果

卵の発育時期と感受性

カンザワハダニの卵期間は、本試験の25°Cの条件では約6日である。産下後24時間毎の120時間までの異なる発育段階の卵にたいするcycloprateの活性を調べ

た結果をTable 1に示した。表には各濃度におけるふ化率、ふ化直後の幼虫生存率、および最終脱皮後の成虫発育率を示した。各発育時期における対照区のふ化率および幼虫生存率は90.0~96.6%の範囲にあり、いずれも高い値でほとんど死亡しないが、成虫発育率は低く、67.7~84.6%であった。ふ化後の発育過程における死亡率は8.3~24.8%で、平均16.1%であり、その大半は供試葉周縁での水没による死亡であった。処理区においても水没個体がみられるが、とくに卵の発育後期処理では、明らかに発育阻害がみられる。水没死個体の中にも薬剤の影響を受けた個体も含まれると考え、成虫発育率の計算をここでは供試総卵数にたいする成虫発育個体数の割合で求めた。卵の発育時期とcycloprateの活性

Table 1. Ovicidal activity of cycloprate against eggs of different age of *Tetranychus kanzawai*

Age of eggs (hrs after oviposition)	Concentration (ppm)	No. of eggs	Per cent hatchability	Per cent survival of larvae	Per cent development to adult
0—24	500	106	0.9	0.9	0.0
	250	162	11.1	3.8	2.5
	125	168	34.5	22.0	19.6
	62.5	153	72.5	52.3	39.2
	31.25	163	81.0	73.6	63.2
	15.63	165	90.9	88.5	65.5
	Control	130	92.3	90.0	67.7
24—48	500	279	3.9	0.7	0.0
	250	185	15.1	9.2	4.9
	125	215	69.3	24.7	18.8
	62.5	260	63.8	48.8	34.2
	31.25	228	88.6	77.2	55.7
	15.63	241	96.3	92.9	74.7
	Control	206	94.2	93.2	82.5
48—72	500	209	14.8	5.7	1.9
	250	225	23.6	9.8	5.8
	125	210	48.1	27.6	20.5
	62.5	230	74.8	63.9	46.1
	31.25	203	83.3	73.4	52.2
	15.63	207	92.8	88.4	65.2
	Control	235	96.6	94.0	74.0
72—96	500	206	54.4	30.6	1.5
	250	263	47.9	29.7	9.5
	125	217	75.1	56.2	22.6
	62.5	249	89.6	79.5	65.5
	31.25	143	90.9	83.2	75.5
	15.63	211	97.2	94.8	87.7
	Control	253	96.4	94.1	84.6
96—120	500	143	95.8	94.4	5.6
	250	161	91.3	89.4	8.1
	125	170	91.8	87.1	46.5
	62.5	203	91.6	88.2	62.1
	31.25	125	94.4	93.6	80.0
	15.63	117	97.4	94.9	82.1
	Control	161	93.2	91.3	76.4

Table 2. Concentration-inhibition regression equations and the median inhibitory concentrations (IC_{50}) of cycloprate for eggs of different stages of *Tetranychus kanzawai*

Age of eggs (hrs after oviposition)	Inhibition	Regression equations	IC_{50} with 95% confidence limits (ppm)
0—24	Egg hatch	$Y=5+2.8075(X-1.9882)$	97.3 (89.2–106)
	Larval survival	$Y=5+2.8010(X-1.8378)$	68.8 (62.1–75.7)
	Adult development	$Y=5+3.2058(X-1.8984)$	79.1 (71.8–87.1)
24—48	Egg hatch	$Y=5+2.5747(X-2.1113)$	129 (119–141)
	Larval survival	$Y=5+2.7997(X-1.8624)$	72.9 (67.7–78.4)
	Adult development	$Y=5+2.3726(X-1.7181)$	52.3 (48.0–56.8)
48—72	Egg hatch	$Y=5+1.9278(X-2.1085)$	123 (117–142)
	Larval survival	$Y=5+2.2019(X-1.9039)$	80.1 (73.4–87.5)
	Adult development	$Y=5+2.1166(X-1.8092)$	64.4 (58.8–70.5)
72—96	Egg hatch	$Y=5+1.5125(X-2.6183)$	415 (352–415)
	Larval survival	$Y=5+1.7897(X-2.2720)$	187 (169–209)
	Adult development	$Y=5+2.9916(X-1.9553)$	90.2 (84.0–96.8)
96—120	Egg hatch		>500
	Larval survival		>500
	Adult development	$Y=5+3.1451(X-2.1258)$	134 (123–145)

の関係をみるため、産卵数をもとに計算したふ化率、幼虫生存率および成虫発育率の対照区にたいする割合からそれぞれの阻害率を算出した。濃度-阻害率の関係を常法のプロビット法にもとづいて解析し、その回帰直線の方程式を算定した。これより、それぞれの 50% 阻害濃度 (IC_{50}) と 95% 信頼限界を求め、Table 2 に示した。産下後 0~72 時間の卵についてはふ化阻害、幼虫生存阻害および成虫発育阻害率のいずれにおいても濃度との関係式が求められたが、産下後 96~120 時間の卵については供試した濃度範囲ではふ化および幼虫生存のいずれもほとんど阻害がみられなかった。一方、成虫発育阻害についてはこの場合も濃度との関係式が求められた。算定したそれぞれの IC_{50} の値と卵の発育時期との関係を Fig. 1 に対比して示した。cycloprate は産下後 0~72 時間までの卵にたいしてはほぼ同程度のふ化阻害を与えるが、それ以後の卵にたいしては活性が低下し、とくに、産下後 96~120 時間（ふ化 0~24 時間前）の卵にたいしては、500 ppm の高濃度においてもほとんどふ化の阻害がみられなかった。また、ふ化後の幼虫生存阻害と卵の処理時期との関係は、ふ化阻害のそれとほぼ同じで、卵の発育後期ほど活性が低下する。これは、処理卵数にたいする幼虫生存率をもとにしているの、幼虫生存阻害効果の中にふ化阻害効果が含まれており、純然たる幼虫生存阻害はそれほど大きくはない。幼虫の死亡はほとんどがふ化直後の時期にみられ、大半は卵殻のごく近くで死亡している。一部は葉縁で水没死する。対照区では幼虫期での水没個体がほとんど発生しないこ

Fig. 1 Relations between the 50% inhibitory concentration (IC_{50}) of cycloprate and age of eggs in egg hatch (○), larval survival (●), and adult development (⊙) of *Tetranychus kanzawai*.

とから、処理区におけるこの時期の死亡は薬剤による影響と思われる。これには卵期にうけた薬剤の影響とふ化

後幼虫が葉面上に残留する薬剤との接触による影響との両方が考えられるが、産下後 96~120 時間の卵処理ではふ化幼虫の死亡がほとんどないことから、他の時期の卵処理におけるふ化幼虫の死亡は、卵期にうけた薬剤の作用によるものと考えた。つぎに成虫発育阻害効果についてみると、いづれの処理区にも認められるが、とくに、産下後 96~120 時間の卵処理は、ふ化および幼虫生存にたいしてほとんど阻害がみられないにもかかわらず、成虫発育までの過程に明らかな阻害がみられる。その阻害はとくに第 1 静止期およびそれからの脱皮直後に多く観察される。この様に cycloprate の卵期処理における生理活性の発現は、ふ化阻害、ふ化幼虫の生存阻害および成虫発育過程における阻害でみられる。この内、前 2 者は卵期にうけた薬剤の作用によるもので、後者はふ化後に接触した薬剤の作用によるものと思われる。それ故、cycloprate のハダニにたいする殺卵性を検定する場合、未ふ化卵数とふ化直後の死亡幼虫数を記録し、両者の合計数の処理卵数にたいする割合（ここでは幼虫生存阻害率で求めた）で評価するのが良いと考えられた。

市販殺ダニ剤との殺卵作用の比較

Cycloprate のカンザワハダニにたいする殺卵性は卵の

Table 3. Number of larvae hatched from non-synchronized eggs of *Tetranychus kanzawai* after treatment with cycloprate, chlordimeform, and tricyclohexyltin hydroxide

Miticide	Concentration (ppm)	Days after treatment				
		1	2	3	4	5
Cycloprate	500	120	20	1	2	1
	250	122	31	2	3	0
	125	130	41	13	4	6
	62.5	109	77	27	24	10
	31.25	164	145	113	109	38
	15.63	143	164	106	123	67
	Control	146	180	130	119	63
Chlordimeform	100	0	2	4	13	9
	50	0	4	17	21	15
	25	2	9	43	59	38
	12.5	5	30	93	81	49
	6.25	7	25	95	95	52
	3.13	68	140	123	113	59
	Control	99	108	86	113	61
Tricyclohexyltin hydroxide						
	100	28	11	9	14	8
	50	67	39	34	37	22
	25	64	56	58	74	45
	12.5	87	82	99	146	90
	6.25	111	108	102	154	94
	3.13	80	122	105	149	74
	Control	77	101	121	111	68

発育時期によって異なり、発育後期の卵は感受性が低いことがわかった。こうした殺卵性の傾向を市販殺ダニ剤の chlordimeform および tricyclohexyltin hydroxide のそれと比較検討した。卵の発育時期と殺卵性の関係は、5 日間連続して産卵させた葉を処理し、その後、24 時間毎にふ化する幼虫数を記録する簡便な方法で調べた。その結果を Table 3 に示した。Cycloprate では、処理後 1 日目のふ化幼虫数は対照区とほぼ同程度であるが、日数の経過とともに相対的に減少する。Chlordimeform では、逆に処理後 1 日目のふ化幼虫数が少なく、日数の経過とともに増大する。Tricyclohexyltin hydroxide ではふ化幼虫数が処理後の日数でありあまり変わらない。25 °C の条件では、カンザワハダニの卵期間が約 6 日であるので、処理後 1 日目のふ化幼虫は、逆算して産下後、96~120 時間経過した卵からのものと推測される。以下同様な計算で産下後の卵の発育時期を推定し、処理区のふ化幼虫数の対照区のそれにたいする割合を求め、グラフ上で 50% ふ化阻害濃度を読み取り、これと産下後の日数との関係を示したのが Fig. 2 である。cycloprate は、産下後の日数が早いほど殺卵性が高く、発育後期の

Fig. 2 Ovicidal activities of cycloprate (○), chlordimeform (⊙), and tricyclohexyltin hydroxide (●) for *Tetranychus kanzawai*.

卵ではその活性が低下する。この傾向は Table 1 で得られた結果と同じであり、この方法で卵の発育時期と殺卵性の関係が十分評価できることが確認できた。Chlor-dimeform は cycloprate と対照的に産下後の日数が経過した卵ほど殺卵性が高く、tricyclohexyltin hydroxide は産下後の日数にはあまり関係がなく、いずれの卵期にもほぼ同程度の殺卵性を示した。これらの結果は、殺ダニ剤の種類によって卵の発育時期と殺卵性の関係が異なることを示し、同時に殺卵作用の特異性を示唆する。それ故、cycloprate のカンザワハダニの卵にたいする作用機作は、少なくとも本試験に用いた chlordimeform および tricyclohexyltin hydroxide のそれと異なるものと考えられる。

抵抗性系統にたいする殺卵性

既存の殺ダニ剤に抵抗性を示すカンザワハダニの系統が cycloprate にたいして交差抵抗性を示すかどうかを検討した。供試したカンザワハダニの系統の中、N-S は東京都北区西ヶ原のヤマブキから採集された感受性の系統で、M-R は N-S を malathion で連続淘汰して得られた抵抗性系統である。Zo-S は静岡県清水市久能のインガキイチゴから採集された感受性系統で、Zo-R は、Zo-S を dicofol で連続淘汰して得られた抵抗性系統である。これらの4系統のカンザワハダニにたいする cycloprate の殺卵性を調べた結果を Table 4 に示した。表には、産下 24 時間以内の卵に所定濃度を処理した時のふ化幼虫の生存率を示した。プロビット法によって各系統にたいする濃度-阻害率回帰直線を算定し、 IC_{50} と

その 95% 信頼限界を求めた。Table 4 の下段に示す様に、得られた回帰直線の勾配は各系統のいずれも近似した値である。感受性の有意性を検討するため、まず共通勾配の検定を行った。その結果は Table 5 に示す様にすべての回帰直線は相互に平行であるとみなせた。算定した共通勾配 2.9588 を用いて、各系統間の感受性を、FINNEY (1952) のプロビット解析法にもとづいて χ^2 検定した結果、M-R の IC_{50} は、他の3系統のそれにたいして $P=0.05$ で有意であった。Zo-S と Zo-R の IC_{50} の差は $\chi^2=3.781$ で、 $P=0.05$ でわずかに有意性が認められないが、その確率は $P=0.0526$ であり、感受性に差がないとみなしても良い値である。いずれにしても cycloprate は、malathion あるいは dicofol に抵抗性を示す系統にたいしてもとくに交差がなく、高い殺卵性を示すことがわかった。

連続性の淘汰による抵抗性の発達

カンザワハダニの cycloprate にたいする抵抗性の発達の度合を室内の連続淘汰試験で予備的に調べた。その結果を Table 6 に示した。薬剤散布は、いずれも産下後 24 時間以内の卵を対象に、濃度は 1 ~ 3 世代が 62.5

Table 5. Analysis of variance in concentration-inhibition regression lines shown in Table 4.

Factors	DF	SS	MS	F
Common slope	1	847.2078		
Departure from parallelism	3	0.2848	0.0949	0.03
Heterogeneity	16	49.9580	3.1224	

Table 4. Comparative ovicidal activities of cycloprate against several strains of *Tetranychus kanzawai*

Concentration (ppm)	N-S**		M-R**		Zo-S**		Zo-R**	
	No. of eggs	Per cent survival of larvae	No. of eggs	Per cent survival of larvae	No. of eggs	Per cent survival of larvae	No. of eggs	Per cent survival of larvae
1,000	91	0.7	107	0.0	146	1.1	62	0.9
500	112	5.0	100	2.7	140	8.0	75	5.0
250	114	21.7	95	16.9	83	36.8	65	26.3
125	100	66.9	101	33.3	130	60.0	64	47.5
62.5	96	65.9	106	84.1	85	88.5	63	88.7
31.25	129	95.2	104	93.5	125	89.9	92	96.2
Control	116	92.9	116	100	127	92.2	51	98.3
Concentration-inhibition regression lines and IC_{50} s with 95% confidence limits								
Slope		2.8974		3.0354		2.9181		2.9996
Position		-1.2407		-1.1864		-1.5882		-1.4737
IC_{50} (ppm)*		143 a		109 b		181 a		144 a
Confidence limits (ppm)		128-158		93.1-121		162-201		126-164

* IC_{50} s with the same letter are not significantly different each other at 5% level of probability.

** N-S : malathion-susceptible, M-R : malathion-resistant, Zo-S : dicofol-susceptible, and Zo-R : dicofol-resistant strains.

Table 6. Preliminary tests for resistance development of *Tetranychus kanzawai* against cycloprate

Generation	Concn. (ppm)	No. of egg	% Larval survival	IC ₅₀ with 95% confidence limits (ppm)
1	125	137	4.4	17.1
	*62.5	969	24.0	(11.3—22.1)
	31.25	94	26.5	
	15.63	148	50.7	
	Control	149	99.3	
2	125	202	8.9	28.2
	*62.5	1,155	39.1	(26.5—30.4)
	31.25	203	51.7	
	15.63	185	82.7	
	Control	136	100	
3	125	72	43.0	90.5
	*62.5	967	72.5	(83.6—100)
	31.25	161	85.7	
	15.63	122	98.4	
	Control	179	100	
4	500	118	13.6	80.4
	250	107	13.1	(70.7—90.6)
	*125	442	45.2	
	62.5	446	50.9	
	31.25	148	77.7	
	Control	131	100	
5	500	279	3.2	102
	250	179	15.7	(96.5—108)
	*125	682	36.5	
	62.5	288	68.1	
	31.25	188	96.9	
	Control	289	97.2	
6	500	93	4.3	116
	250	102	5.9	(110—122)
	*125	387	34.9	
	62.5	70	75.8	
	31.25	162	50.7	
	Control	66	97.0	
7	500	85	2.4	74.3
	250	54	14.8	(64.1—83.1)
	125	229	17.5	
	62.5	115	64.4	
	31.25	168	64.3	
	Control	197	98.5	

* Survived adults at the concentration were used for following generation.

ppm, 4～7世代が 125 ppm とした。これは 3 世代目の 62.5 ppm の淘汰圧が低くなったため、それ以後の淘汰濃度を 2 倍に高めた。各世代毎の感受性をみるため、淘汰濃度を含めて 4～5 段階の処理を行い、ふ化幼虫の生存率を調べた。濃度-阻害率の関係はプロビット法で解析し、IC₅₀ とその 95% 信頼限界を算定した。各世代における IC₅₀ の値は Fig. 3 に示す様に、淘汰 3 世代

Fig. 3 Change in cycloprate susceptibility of *Tetranychus kanzawai* selected at egg stage every generation.

目までは上昇し、感受性の低下が認められたが、それ以後はほとんど大きな変化がなく、淘汰 7 世代目までほぼ同程度の感受性を示した。また、濃度-阻害率回帰直線の勾配は、淘汰第 1 世代では 1.2580 であったが、第 2 世代以後は 2.9092～4.6899 の範囲で大半が 3 に近い値を示した。これらの結果から淘汰の初期には、カンザワハダニの cycloprate にたいする感受性の低下が認められるものの、少なくとも第 3 世代以後は感受性の均一な個体群になったものと思われる。

考 察

STAAL *et al.* (1975), HENRICK *et al.* (1976) は、cyclopropane を化学構造に持つ一連の化合物がナミハダニに対して高い殺卵性と殺幼虫性を有することを報告した。STAAL *et al.* (1975) はその中で、cycloprate は殺幼虫性より殺卵性に高い活性を示す化合物であるとした。NELSON and SHOW (1975) は、cycloprate およびその近縁化合物がナミハダニの成虫にたいする速効的致死作用はないが、雌成虫に一時的な不妊作用を与えることを明らかにした。こうした cycloprate の殺ダニ活性の特長については、すでにミカンハダニにおいても確めた (浅野・亀井, 1977)。その中で、この化合物はとくに殺卵活性の高いこと、また、卵の発育時期との関係では、産下後 0～120 時間の卵にたいしてふ化阻害作用が高いが、産下後 120～168 時間 (ふ化 0～48 時間前) の卵にはこの作用がほとんどみられないこと、一方、この時期の卵にはふ化後の発育過程における阻害作用が顕著であることがわかった。今回、カンザワハダニを用いて行った結果も同様な傾向が認められた。一般に、成虫に致死作用を持つ殺ダニ剤は、若令期の幼虫に最もその作

用が高い。Cycloprate は殺成虫作用は低いが、ふ化後の発育過程における生育阻害がみられる。その作用は各令期の活動期にはほとんどなく、大半が静止期あるいは静止期からの脱皮直後にあらわれる。とくに、第1静止期に生育阻害が多くみられる。また、卵処理におけるふ化直後の幼虫死亡は上記の生育阻害とは異なり、卵期にうけた cycloprate の影響によるものと考えられる。それ故、この化合物の殺卵作用は、ふ化阻害とふ化直後の幼虫の致死を合わせて評価するのが妥当と思われる。cycloprate の殺卵作用を卵の発育時期との関係でみると発育後期に活性が低下する傾向があり、比較的用いた chlordimeform や tricyclohexyltin hydroxide のそれとは明らかに異なる。Chlordimeform, dimethoate, phenkapton および dicofol は、いづれも発育の進んだ卵の方が感受性が高く、tetradifon は卵の発育時期による感受性の変異が少ないことが知られている(菅原ら1973)。こうした事実と比較すると、cycloprate は殺卵性の傾向が異なるので、その作用機作が少なくとも上記の殺ダニ剤と同一ではないものと考えられる。

感受性の系統から連続淘汰によって選抜された malathion 抵抗性および dicofol 抵抗性のカンザワハダニの系統に、cycloprate は感受性系統と同様に有効であった。Malathion で淘汰された系統はほとんどの有機りん系殺ダニ剤に抵抗性を示し、また、dicofol で淘汰された系統も同様に有機りん系殺ダニ剤に交差抵抗性を持つことが示されている(KUWAHARA, 1977 c)。本試験でこれらの抵抗性系統はいづれも cycloprate に交差抵抗性を示さないことが明らかになったが、Table 4 の結果で抵抗性系統が感受性系統より cycloprate にたいする感受性が高いことを示しているの、cycloprate が逆交差の関係を有することも考えられる。この点についてはさらに検討を加えたい。また、別の試験で、chlordimeform に抵抗性を示すカンザワハダニおよび benzomate に抵抗性を示すミカンハダニにたいしても cycloprate は感受性系統と同等以上の殺卵活性を持つことをみている(浅野, 未発表)。

Cycloprate によるカンザワハダニの卵期連続淘汰試験では、淘汰2世代目から感受性が低下し、3世代目以後は感受性にほとんど変動がなく安定した。それ故、淘汰3世代目で、感受性の均一な個体群になったと思われる。桑原(1977 a)は、metasystox-S によるカンザワハダニの成虫期連続淘汰試験で、淘汰2回目までは感受性に変化がないが、3回目から感受性が低下し、5回目まで平衡に達したと報告した。また、感受性の低下に伴い、

濃度-致死率回帰直線の勾配が上昇するが、感受性が平衡に達した時点で勾配も安定したと述べている。桑原(1977 b)は同様な淘汰試験で、chlordimeform および phenthoate は淘汰3回目以後感受性が低下し、3~9回目で平衡に達し、dicofol は淘汰10回目以後感受性が低下し、19回目までに安定したと報告している。これらの結果と比較すると、cycloprate の連続淘汰によるカンザワハダニの感受性の低下は比較的早いと言える。しかし、平衡になった時点における感受性を淘汰開始時のそれとの比で考えてみると、cycloprate では約1/5であり、metasystox-S の1/159, chlordimeform の1/17 phenthoate の1/166 および dicofol の1/83 に比べるとはるかに小さな値である。薬剤淘汰によるハダニの薬剤抵抗性の発達は、淘汰の対象となる個体群の採集場所やその集団の大きさ、淘汰する薬剤の種類、濃度あるいは淘汰するハダニの発育段階などによって異なると考えられる。Cycloprate の連続淘汰によるカンザワハダニの感受性の推移を予備的に調べた結果では、淘汰の初期において急激な感受性の低下がみられたものの、その度合いはいままでに報告されている既存の殺ダニ剤の抵抗性レベルに比べはるかに低いので、抵抗性の発達があるとみなすにはなお検討の余地がある。淘汰条件を変えてこの点はさらに検討を加えたい。

要 約

Cycloprate のカンザワハダニにたいする殺卵作用について、卵の発育時期との関係を調べ、市販の殺ダニ剤および tricyclohexyltin hydroxide と比較した。また、malathion および dicofol に抵抗性を示す系統の cycloprate にたいする感受性の検定および連続淘汰による感受性の推移を調べた。

1. Cycloprate の殺卵作用は、ふ化阻害の他にふ化直後の幼虫の生存阻害を与える。卵の発育時期との関係では産下後 0~72 時間の卵にたいしては同程度の殺卵性を示すが、それ以後の卵期では活性が低下し、とくに、産下後 96~120 時間(ふ化 0~24 時間前)の卵にはほとんど殺卵活性がみられない。

2. Cycloprate の殺卵作用は、卵の発育後期に活性が高い chlordimeform や卵の発育時期に関係なく活性を示す tricyclohexyltin hydroxide と明らかに異なった。このことから、cycloprate の作用機構がこれらの殺ダニ剤と異なると思われた。

3. Malathion および dicofol に抵抗性を示すカンザワハダニの系統にたいしても cycloprate は感受性系統

と同等以上に活性を示し、交差抵抗性のないことがわかった。

4. Cycloprate による 7 世代の連続淘汰試験で、淘汰 3 世代目から感受性が低下したが、3 世代以後はほとんど同程度に維持された。こうした平衡に達した時期の感受性は、淘汰開始時のその約 1/5 であり、その度合は既存の殺ダニ剤について報告された抵抗性レベルに比べるとはるかに低い値である。

引用文献

- ASANO, S. and M. KAMEI (1977) Some biological activities of cycloprate to the citrus red mite, *Panonychus citri* (McGREGOR). J. Pestic. Sci. **2** : 439~444.
- FINNEY, D. J. (1952) *Probit Analysis*. (2nd Ed.) Cambridge Univ. Press, London, 318 pp.
- HENRICK, C. A., W. E. WILLY, G. B. STAAL and G. F. LUDVIK (1976) Ovicidal activity and its relation to chemical structure for the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae* KOCH) in a new class of miticides containing the cyclopropyl group. J. agric. Food. Chem. **24** : 1023~1029.
- KRAMER, K. J. and H. E. MCGREGOR (1976) Evaluation of hexadecyl cyclopropanecarboxylate for preventive control of the mold mite in stored grain. J. econ. Ent. **69** : 637~638.
- 桑原雅彦 (1977 a) ESP で淘汰および逆淘汰したカンザワハダニに対する有機りん剤とカーバメート剤および合成共力剤の協力作用. 応動昆 **21** : 94~102.
- 桑原雅彦 (1977 b) クロルジメホルム, ジコホルおよびフェントエートで淘汰したカンザワハダニの薬剤抵抗性の発達と遺伝様式. 応動昆 **21** : 163~168.
- KUWAHARA, M. (1977 c) The toxicity of chlordimeform to five strains of the Kanzawa spider mite, *Tetranychus kanzawai* KISHIDA (Acarina : Tetranychidae). Appl. Ent. Zool. **12** : 190~195.
- NELSON, R. D. and E. D. SHOW (1975) A novel group of miticides containing the cyclopropane moiety : Laboratory experiments and field studies in strawberries on the two spotted spider mite. J. econ. Ent. **68** : 261~266.
- STAAL, G. B., C. F. LUDVIK, S. G. NASSAR, C. A. HENRICK and W. E. WILLY (1975) A novel group of miticides containing the cyclopropane moiety. J. econ. Ent. **68** : 91~95.
- 菅原寛夫・真梶徳純・斉藤哲夫・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, 日植防協, 東京; 11~42.