

# ツマグロヨコバイにおけるカーバメート系殺虫剤抵抗性とその機構

誌名	日本応用動物昆虫学会誌
ISSN	00214914
著者	浜, 弘司 岩田, 俊一
巻/号	17巻3号
掲載ページ	p. 154-161
発行年月	1973年9月

## ツマグロヨコバイにおけるカーバメート系殺虫剤抵抗性とその機構<sup>1</sup>

浜 弘 司・岩 田 俊 一

農林省農業技術研究所

(1973年6月6日受領)

Resistance to Carbamate Insecticides and Its Mechanism in the Green Rice Leafhopper, *Nephotettix cincticeps* UHLER. Hiroshi HAMA and Toshikazu IWATA (Division of Entomology, National Institute of Agricultural Sciences, Nishigahara, Kita-ku, Tokyo 114) *Jap. J. appl. Ent. Zool.* **17**: 154—161 (1973)

Seven populations of the green rice leafhopper, *Nephotettix cincticeps*, used in this study were collected in the fields where carbamate insecticides had become ineffective. They showed high resistance to carbamate insecticides at the same or a little less degree as the Nakagawara strain, and their resistance spectrum against carbamate insecticides were also similar to that obtained in the Nakagawara strain. Synergistic effects of piperonyl butoxide, tri-*o*-cresyl phosphate and triphenyl phosphate to carbamate insecticides were not remarkable in four of the resistant populations tested as in the case of a susceptible strain. Cholinesterase obtained from the seven resistant populations showed almost the same level of activity, but the enzyme from the resistant populations was much less inhibited by the carbamate insecticides than that from the susceptible strain. In the moderately resistant Ôzu population, a plateau was observed at about 70% mortality on the dosage-mortality curve. In this population a decline of sensitivity of the cholinesterase to carbamate insecticides was also detected. These results suggested that the resistance in the resistant populations used in this study was caused by lowered sensitivity of cholinesterase to the insecticides as previously shown in the Nakagawara strain. Therefore, the presence of the less sensitive cholinesterase is considered to be a general mechanism of carbamate-resistance in this insect.

ツマグロヨコバイのカーバメート系殺虫剤抵抗性は1969年に愛媛県松山市松前町で最初に発見されて以来、翌1970年には広島県下で、また1972年には九州の数カ所で次々に報告され、さらになおその分布は拡大しそうな状況にある(岩田・浜, 1973参照)。

著者らは、最初に本種のカーバメート剤抵抗性が問題となった愛媛県松前町中川原で採集したツマグロヨコバイ(以下中川原系統という)を用いカーバメート剤抵抗性の機構を検討し、この抵抗性が従来イエバエなど他種の昆虫で知られているような解毒分解活性の増大によるのではなく、この薬剤の作用点と考えられているアセチルコリンエステラーゼ(ChE)の本剤に対する感受性低下によることをほぼ明らかにした(岩田・浜, 1971; HAMA and IWATA, 1971)。

ChEの薬剤に対する感受性低下の現象は、ナミハダニ(SMISSEART, 1964; VOSS and MATSUMURA, 1964)

やオウシマダニ(LEE and BATHAM, 1966; WHARTON and ROULSTON, 1970)などダニ類の薬剤抵抗性機構として知られているが、昆虫では従来この種の現象は知られていなかった。そこでこの現象がツマグロヨコバイのカーバメート剤抵抗性機構として一般的なものであるか否かを確かめるため、他地域に発生したカーバメート剤抵抗性個体群について、抵抗性発達の程度とカーバメート剤に対する共力剤の効果およびChE活性とそのカーバメート剤に対する感受性を測定し、一部すでに報告した感受性系統ならびに中川原系統の結果と比較、検討した。

本文に入るに先だち、供試虫の採集にご便宜をいただいた愛媛県農業試験場吉岡幸治郎氏、広島県農業試験場藤原昭雄氏、鹿児島県農業試験場原敬一・堀切正俊・馬場口勝男氏らならびに供試虫をご分譲いただいた保土谷化学工業株式会社黒須泰久氏各位に厚くお礼申し上げます。

<sup>1</sup> 本報の一部は昭和47年度日本応用動物昆虫学会大会(静岡)で講演した。

第1表 供試したツマグロヨコバイの採集地と採集時期

個体群名	採集地	採集時期
感受性 ( S )	宮城県仙台市	1969年 秋
中川原 ( N )	愛媛県松山市松前町中川原	1970年 夏
大洲	〃 大洲市	1971年 春
吉田	広島県高田郡吉田町	1971年 夏
新和	熊本県天草郡新和町	1972年 秋
鹿屋 (かのや)	鹿児島県鹿屋市	1972年 晩秋
知覧 (ちらん)	〃 川辺郡知覧町	〃
加世田	〃 加世田市	〃
穎娃 (えい)	〃 揖宿郡穎娃町	〃
吾平 (あいら)	〃 肝属郡吾平町	〃

る。

## 材料と方法

供試虫：実験に用いたツマグロヨコバイの採集地、採集時期は第1表のとおり。採集した各個体群は室内でイネの芽出しを与え1~2世代飼育後実験に供試したが、熊本の新和個体群は採集後室内で4~5世代経過した虫を譲り受け、さらに2~3世代飼育した後に供試した。実験にはすべて羽化後4~8日の成虫を用いた。

供試薬剤：以下に示す11種類のカーバメート系殺虫剤と3種の共力剤を用いた。殺虫剤は下記の純度の原体あるいはそれを精製して供試した。共力剤はいずれも東京化成工業製の試薬である。

CPMC (ホップサイド) 純度 93%, *o*-chlorophenyl methylcarbamate ; MTMC (ツマサイド) 98.0%, *m*-tolyl methylcarbamate ; MPMC (メオパール) 98.0%, 3,4-xylyl methylcarbamate ; XMC (マクパール) 96.2%, 3,5-xylyl methylcarbamate ; カーボノレート精製品, 2-chloro-4,5-xylyl methylcarbamate ; APC (ハイドロール) 精製品, 4-diallylamino-3,5-xylyl methylcarbamate ; MIPC (ミプシン) 精製品, *o*-cumenyl methylcarbamate ; BPMC (バッサ) 97%, *o*-sec-butylphenyl methylcarbamate ; PHC (サンサイド) 精製品, *o*-isopropoxyphenyl methylcarbamate ; NAC 98%, 1-naphthyl methylcarbamate ; メソミル 90%, S-methyl N-(methylcarbamoyloxy) thioacetimidate.

共力剤, piperonyl butoxide (p. b. と略), tri-*o*-cresyl phosphate (TOCP), triphenyl phosphate (TPP)。

殺虫試験法：殺虫試験は前報 (岩田・浜, 1971) に準じて行なった。すなわち殺虫剤を所定の濃度にアセトンで希釈し、雌成虫背面に1頭当り 0.5 $\mu$ l を局所施用した。処理した虫はイネの芽出しを入れたポリ容器に収容し、27 $\pm$ 1.5 $^{\circ}$ C の定温室に置き、24時間後に生死を判定した。共力作用試験では共力剤とカーバメート剤を混

合したアセトン溶液を処理する方法と共力剤を先に処理し、60分後にカーバメート剤を処理する方法を試みた。処理方法は上の殺虫試験法に準じて行ない、SUN and JOHNSON (1960) に従って共力作用係数 (co-toxicity coefficient) を計算した。

ChE 活性の測定法：ChE 活性は前報 (HAMA and IWARA, 1971) に準じて測定した。すなわち成虫を 1/15M リン酸緩衝液, pH 7.2 (8~10 頭成虫/ml) でガラスホモゲナイザーを用い摩砕し、ナイロン布でろ過した液を酵素液とした。この酵素液 1ml と 0.004M アセチルコリン・ブロマイド (リン酸緩衝液で希釈したもの) 1ml を試験管に入れ、37 $^{\circ}$ C の恒温槽で 30分 (一部 40分) 反応させた後、残存している基質を Hestrin 法で発色させて比色定量した。

ChE 活性のカーバメート剤による阻害実験では、阻害剤が酵素液中で所定の濃度になるように阻害剤のアセトン溶液をマイクロシリンジで一定量とり、溶媒を蒸発させた後、酵素液 1ml を加え 37 $^{\circ}$ C で 15分間阻害させ、次いで 1ml のアセチルコリン液を加えさらに 30分反応させ阻害されていない ChE 活性を測定した。

## 結 果

### 1. 各個体群のカーバメート剤に対する抵抗性発達の程度

吉田個体群に対する各種カーバメート剤の LD<sub>50</sub> を第2表に、九州各地の抵抗性個体群に対する3種カーバメート剤の LD<sub>50</sub> を第3表に、またそれらの薬量-死虫率の関係を大洲、その他2, 3の個体群と比較して第1, 2, 3図に示した。吉田個体群に対する各種カーバメート剤の LD<sub>50</sub> は、PHC と NAC が少し低いほかは、中川原系統の値と近似していた。また、九州各地の抵抗性個体群の LD<sub>50</sub> も中川原系統と同じ傾向を示し、いずれの個体群も PHC には非常に高く、次いで MTMC, NAC の順であった。しかし、個体群の間でやや細かく

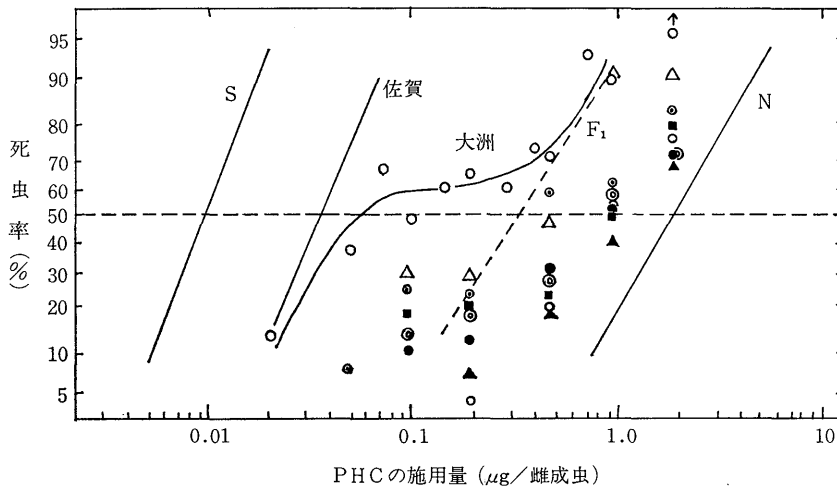
第2表 吉田個体群雌成虫に対する各種カーバメート剤の LD<sub>50</sub> と抵抗性比

	LD <sub>50</sub> (μg/g 虫体重)			吉田の抵抗性比 (吉田のLD <sub>50</sub> /SのLD <sub>50</sub> )
	感受性 (S)	中川原 (N)	吉 田	
MIPC (ミブシン)	2.3	220	180	78
BPMC (バッサ)	1.6	200	170	106
PHC (サンサイド)	2.6	440	180	69
CPMC (ホップサイド)	3.8	52	47	12
MTMC (ツマサイド)	4.3	81	61	14
MPMC (メオパール)	2.6	62	55	21
XMC (マクパール)	2.6	74	78	30
カーボノレート	0.62	43	33	53
APC (ハイドロール)	0.62	23	16	26
NAC	0.71	71	22	31
メソミル	0.29	3.8	2.7	9.3

第3表 各個体群雌成虫に対する3種カーバメート剤の LD<sub>50</sub>

	LD <sub>50</sub> (μg/g 虫体重)									
	感受性(S)	中川原(N)	吉 田	新 和	鹿 屋	知 覧	加世田	穎 娃	吾 平	
PHC (サンサイド)	2.6	440	180	250	138*	225*	313	120*	250*	
MTMC (ツマサイド)	4.3	81	61	63	70	68	118	38	50	
NAC	0.71	71	22	35	33	40	38	19	33	

注 \* 薬量-死虫率曲線で直線がみだれたもので、おおよその値を示した。



第1図 各個体群における PHC の薬量-死虫率の関係。

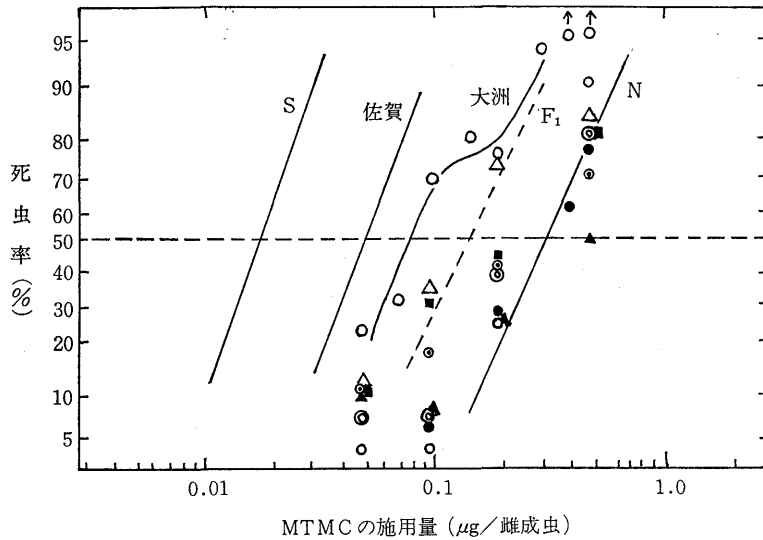
●：吉田，○：新和，◎：鹿屋，⊙：知覧，▲：加世田，△：穎娃，■：吾平，○—○：大洲  
各個体群，F<sub>1</sub>(---)は S×N の F<sub>1</sub> 世代を，佐賀(—)は佐賀個体群を示し，参考にした。  
↑：死虫率 100%，↓：死虫率 0% (なお，薬量 5μg/雌成虫の死虫率は，いずれの個体群も  
100% であった)。

比較すると，中川原系統は PHC と NAC に，加世田個体群は PHC と MTMC に他の個体群に比べて高い値を示し，穎娃個体群はいずれの薬剤に対しても供試した抵抗性個体群の中では最も低い値であった。

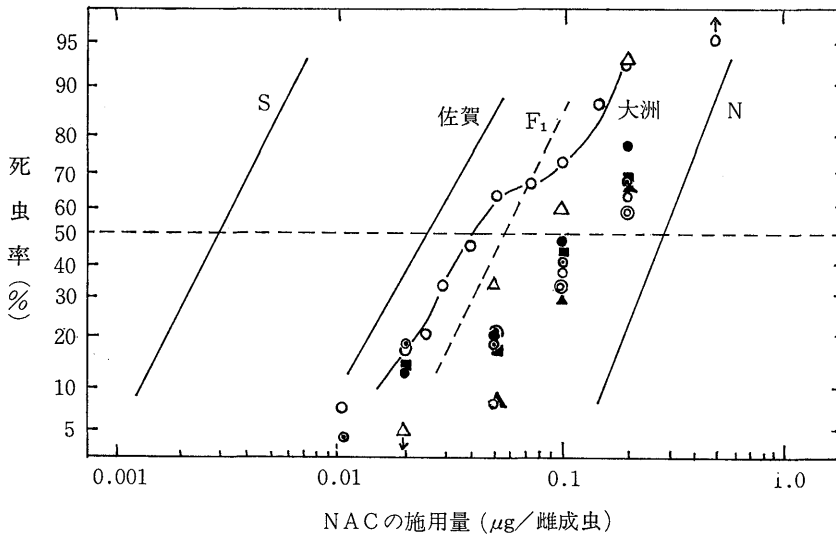
3種カーバメート剤の薬量-死虫率の関係をみると，

吉田，新和，加世田個体群では3種カーバメート剤に対しほぼ直線にのり，中川原系統と同等か多少低い程度であったが，鹿児島県のほかの個体群では特に PHC に対して死虫率の低いところで直線がみだれた。

また大洲個体群における3種カーバメート剤の薬量-



第2図 各個体群における MTMC の薬量—死虫率の関係。説明は第1図に同じ。



第3図 各個体群における NAC の薬量—死虫率の関係。説明は第1図に同じ。  
(なお、薬量 0.5μg/雌成虫の死虫率は、いずれの個体群も 100% であった)

死虫率曲線はいずれも死虫率 70% 付近に明瞭なプラトウが認められた。

**2. 各個体群のカーバメート剤に対する 3 種共力剤の作用**

抵抗性の吉田, 新和, 鹿屋, 知覧の各個体群, 中川原系統および感受性系統を用いて, PHC に対する p. b., TOCP, TPP の共力作用を検討した結果は第4表に示すとおり, 吉田, 新和, 知覧個体群で p. b. の共力効果

が多少認められるが, TOCP, TPP の効果はいずれの個体群においても認められなかった。なお, 第4表に示した感受性, 中川原両系統および吉田個体群に対する PHC の LD<sub>50</sub> が, 第3表に示した値と多少異なっているが, これは共力作用の試験と同時にを行った値を採用したため, その違いは累代飼育中の薬剤感受性の変動や試験誤差によるものと考えられる。

第4表 各個体群雌成虫に対する PHC と p.b., TOCP, TPP の共力作用

	LD <sub>50</sub> (μg/g 虫体重)					
	感受性(S)	中川原(N)	吉 田	新 和	鹿 屋	知 覧
PHC (サンサイド)	2.0	263	263	250	138	225
PHC+p.b.	2.0 (100)	238(111)	188(140)	188(133)	125(110)	125(180)
PHC+TOCP	1.88(106)	313 (84)	225(117)	—	—	—
PHC+TPP	—	—	—	238(105)	163 (85)	275 (82)

注 共力剤単独ではいずれも使用濃度で殺虫力なし。( )内は共力作用係数 PHC 単独のLD<sub>50</sub>/PHC+共力剤のLD<sub>50</sub>×100 を示す。S, N 系統に対しては PHC と共力剤の 1:5 混合液を処理, 吉田では 0.4% 共力剤を処理し, 60 分後に PHC を処理, 新和, 鹿屋, 知覧では PHC と共力剤の 1:2 混合液を処理した。

第5表 各個体群雌成虫の ChE 活性

	虫 体 重 (mg/成虫)	アセチルコリン分解量	
		μM/成虫/30分	μM/g 虫体重/30分
感受性 (S)	2.71±0.06 (4.35±.08)	0.197±0.009 (.312±.007)	72.8±4.9 (71.7±1.4)
中川原 (N)	2.40±.08 (3.97±.12)	.289±.009 (.300±.004)	121.1±6.8 (75.5±0.9)
吉 田	(4.63±.06)	(.388±.013)	(84.0±2.7)
新 和	2.60±.08	.245±.008	94.9±5.9
鹿 屋	2.56±.04	.239±.009	93.3±3.4
知 覧	2.57±.08	.246±.003	95.8±1.4
加世田	2.62±.03	.247±.015	94.6±6.6
颯 娃	2.61±.02	.234±.007	89.7±3.2
吾 平	2.52±.08	.225±.012	90.3±7.6

注 4~5 回反復の平均値±S. E. ( )内は雌成虫を用い, 反応時間 40 分の分解量を示す。

第6表 吉田, 大洲個体群雌成虫における ChE 活性のカーバメート剤に対する感受性

	50% 阻害濃度, I <sub>50</sub> (M)			
	感受性(S)	中川原(N)	吉 田	大 洲
PHC (サンサイド)	1.3×10 <sup>-5</sup>	1.5×10 <sup>-3</sup> (120)	7.0×10 <sup>-4</sup> (54)	1.0×10 <sup>-4</sup> (8)
MTMC (ツマサイド)	2.4×10 <sup>-5</sup>	4.0×10 <sup>-4</sup> (17)	4.0×10 <sup>-4</sup> (17)	5.0×10 <sup>-5</sup> (2)
NAC	1.4×10 <sup>-6</sup>	6.0×10 <sup>-5</sup> (43)	4.2×10 <sup>-5</sup> (30)	1.3×10 <sup>-5</sup> (9)

注 ( )内は 各抵抗性個体群の I<sub>50</sub>/S の I<sub>50</sub> を示す。

第7表 各個体群雌成虫における ChE 活性のカーバメート剤に対する感受性

	ChE 活性のカーバメートによる阻害度 (%)							
	感受性(S)	中川原(N)	新 和	鹿 屋	知 覧	加世田	颯 娃	吾 平
PHC (サンサイド)	87.1	23.9	18.5	20.3	13.6	14.6	35.4	19.8
MTMC (ツマサイド)	76.2	28.0	22.2	28.3	18.8	25.3	38.9	31.6
NAC	80.2	31.8	25.5	30.7	24.1	24.4	39.7	27.9

注 阻害度=阻害剤により阻害された ChE 活性/阻害剤を含まない場合の ChE 活性×100, 反復 2 回の平均値 (2 回の値はいずれも類似した)。阻害剤の酵素液中の濃度: PHC; 10<sup>-4</sup>M, MTMC; 10<sup>-4</sup>M, NAC; 10<sup>-5</sup>M, 阻害時間: 15分。

### 3. 各個体群のChE活性とそのカーバメート剤に対する感受性

各個体群のChE活性は第5表の通りで、各抵抗性個体群のChE活性は吉田個体群が中川原系統に比べ多少高いほかは、ほぼ同等の活性であった。

次に各個体群のChE活性のカーバメート剤に対する感受性は第6表および第7表の通りで、抵抗性個体群はいずれも感受性系統に比べて感受性が著しく低下していた。3種カーバメート剤に対する感受性は第7表に示すようにいずれも中川原系統と同様、PHCに対し最も低く、次いでMTMC、NACの順であった。また類姪個体群では他の個体群に比べて多少感受性低下の程度が小さかった。

また、第6表に示すように大洲個体群でもChEの感受性低下が認められ、その程度は感受性系統と中川原系統のほぼ中間であった。

## 考 察

著者らは、中川原系統のツマグロヨコバイにおけるカーバメート剤抵抗性の機構についてすでにほぼ明らかにした。すなわち、カーバメートの解毒分解過程の阻害剤として知られるp. b.のPHCやNACに対する共力作用が、中川原系統でも感受性系統と同様に顕著でなく(岩田・浜, 1971)、ChE活性には両系統で著しい差は認められないが、そのカーバメート剤に対する感受性が中川原系統では感受性系統に比べ著しく低下しており、各種カーバメート剤の抵抗性比(中川原系統のLD<sub>50</sub>/感受性系統のLD<sub>50</sub>)とChE活性のカーバメート剤に対する感受性の比(中川原系統のChEに対するI<sub>50</sub>/感受性系統のChEに対するI<sub>50</sub>)との間に高い相関関係が認められた(HAMA and IWATA, 1971)。一方、交配実験からこのカーバメート剤抵抗性は遺伝的に不完全優性の単一因子に支配されていて(浜・岩田, 1971)、この抵抗性とChE活性のカーバメート剤に対する感受性低下とは遺伝学的に分離しえないことが確認されている(浜, 未発表)。著者らは、これらの結果から中川原系統のカーバメート剤抵抗性はカーバメート剤に対して感受性の低下したChEがおもな原因であろうと考察している。

供試した広島、熊本、鹿児島県下の抵抗性個体群の各種カーバメート剤に対する抵抗性発達の程度は、いずれも中川原系統と同等かやや低く(第1~3図)。各個体群のカーバメート剤に対する抵抗性スペクトルも中川原系統と同様のもので、第3表で供試した3種のカーバメート剤の中では置換フェニルに長いアルコキシルの側鎖を

もつPHCに対して特に高い抵抗性を示している。

これらの個体群のうち吉田、新和、加世田個体群は薬量-死虫率曲線が直線にのり、ほぼ均一な抵抗性個体群といえるが、鹿児島県下の鹿屋、知覧、類姪、吾平個体群では20%前後の比較的感受性の高い個体の混在が示唆された。

カーバメート抵抗性イエバエではカーバメートの解毒分解活性が著しく高まっており、酸化酵素活性の阻害剤であるp. b.などの化合物をカーバメートと処理することにより抵抗性が著しく低下するという(MOOREFIELD, 1960; GEORGHIOU and METCALF, 1961)。ただし、この種の阻害剤により抵抗性レベルがそれ程低下しない系統も知られている(GEORGHIOU, 1962)。また、イエバエではエステラーゼの阻害剤であるTOCPがカーバメートの共力剤となることが報告されている(METCALF and FUKUTO, 1965)。

そこで、ツマグロヨコバイの抵抗性個体群に対するp. b.と、エステラーゼの阻害剤であるTOCP、TPPの共力作用を検討したが、いずれの個体群でも3種化合物の顕著な効果は認められなかった。よってこれらの化合物に影響されるような解毒分解の経路はツマグロヨコバイにおけるカーバメート剤抵抗性のおもな要因とはなっていないといえる。

一方、抵抗性個体群のChE活性は中川原系統より多少低いようであるが、吉田個体群を除きほとんど同等の活性であった。これら個体群のChE活性のカーバメート剤に対する感受性は感受性系統に比べて著しく低下していた。第7表に示すように3種カーバメート剤に対するChE活性の感受性はいずれの個体群もPHCに対し最も低く、次いでMTMC、NACの順であり、LD<sub>50</sub>の値が高いもの程ChE活性の感受性は低い傾向が認められた。また抵抗性発達が比較的低かった類姪個体群ではChE活性の感受性低下も小さかった。よって、これらの個体群のカーバメート剤抵抗性は中川原系統と同様な機構によるものと推察される。

大洲個体群ではカーバメート剤の薬量-死虫率曲線で死虫率70%付近にプラトウが認められ、この個体群は約30%の抵抗性因子をもった個体と約70%の比較的感受性の高い個体を含む不均質な集団といえる。この個体群のChE活性は感受性系統とほとんど変わらない(HAMA and IWATA, 1971)が、そのカーバメート剤に対する感受性は明らかに低下しており、その程度は中川原系統と感受性系統のほぼ中間であった。

大洲個体群に混在する約70%の感受性の高い個体の

薬量—死虫率曲線は感受性系統 (S) の直線と比較するとかなり右側によっていることがわかる (第 1~3 図)。このような野外採集個体群間の比較には過去の薬剤選択を含めた地域差を考慮しなければならないため単純な考察は危険であるが、大洲個体群に含まれる比較的感受性の高い個体群の部分は先に報告した佐賀、藤枝両個体群の直線 (岩田・浜, 1971, 第 1~3 図に佐賀個体群を示した) によく近似する。佐賀、藤枝両個体群ではカーバメート剤の薬量—死虫率曲線は直線のりほぼ均一な集団と考えられている。また佐賀個体群ではカーバメート剤に対する共力剤の効果がほとんどなく、ChE 活性のカーバメート剤に対する感受性低下も認められていない (未発表)。したがって、大洲個体群ではカーバメート剤に対しやや感受性が低下した個体群から中川原系統のような機構による抵抗性を生じたように思われる。

なお、前田・守谷 (1973) は熊本県新和町と鹿児島県吾平町で 1972 年春に採集した個体群に対するカーバメート剤の薬量—死虫率曲線で、死虫率 50% 付近に大洲個体群と同様なプラトウを認めている。このように野外の個体群で薬量—死虫率曲線にプラトウが観察されることは、ツマグロヨコバイのカーバメート剤抵抗性の遺伝支配が単純なものであろうという著者らの考察を裏づけるものといえる。

以上の結果、供試した個体群のカーバメート剤抵抗性は中川原系統と同様、ChE のカーバメート剤に対する感受性の低下がおもな原因であると考えられ、この現象はツマグロヨコバイのカーバメート剤抵抗性ではかなり一般的であるといえよう。

## 摘 要

ツマグロヨコバイの中川原系統におけるカーバメート剤抵抗性は薬剤に対する ChE の感受性低下がおもな原因であると考えられているが、この現象が本種のカーバメート剤抵抗性の機構として一般的なものであるか否かを他地域で発生しているカーバメート剤抵抗性個体群について検討した。

広島、熊本、鹿児島県の七つの抵抗性個体群はカーバメート剤に対し中川原系統と同等かやや低い抵抗性発達を示し、またそれらの個体群の抵抗性スペクトルは中川原系統と同様の傾向を示した。

P. b., TOCP, TPP の 3 種化合物のカーバメート剤に対する共力作用はいずれの個体群でも顕著でなかった。

抵抗性個体群の ChE 活性は吉田個体群がやや高いほかはほぼ同等であったが、そのカーバメート剤に対する

感受性はいずれの個体群も感受性系統に比べると著しく低かった。ChE 活性の感受性低下は高い抵抗性を示した PHC に対して著しかった。

大洲個体群ではカーバメート剤の薬量—死虫率曲線で死虫率 70% 付近にプラトウが認められ、さらに ChE のカーバメート剤に対する感受性も低下していた。

以上の結果から、供試した個体群のカーバメート剤抵抗性は中川原系統と同様な ChE の薬剤に対する感受性低下がおもな原因であると考えられる。

## 引用文献

- GEORGHIOU, G. P. (1962) Carbamate insecticides: Toxic action of synergized carbamates against twelve resistant strains of the house fly. *J. Econ. Ent.* **55**: 768~772.
- GEORGHIOU, G. P. and R. L. METCALF (1961) The absorption and metabolism of 3-isopropylphenyl N-methyl carbamate by susceptible and carbamate-selected strains of house flies. *J. Econ. Ent.* **54**: 231~233.
- 浜 弘司・岩田俊一 (1971) ツマグロヨコバイにおけるカーバメート系殺虫剤抵抗性. 昭和 46 年度応動昆大会講演.
- HAMA, H. and T. IWATA (1971) Insensitive cholinesterase in the Nakagawara strain of the green rice leafhopper, *Nephotettix cincticeps* UHLER (Hemiptera: cicadellidae), as a cause of resistance to carbamate insecticides. *Appl. Ent. Zool.* **6**: 183~191.
- 岩田俊一・浜 弘司 (1971) カーバメート系殺虫剤抵抗性のツマグロヨコバイについて. *防虫科学* **36**: 174~179.
- 岩田俊一・浜 弘司 (1973) カーバメート系殺虫剤に対するツマグロヨコバイの抵抗性. *植物防疫* **27**: 165~169.
- LEE, R. M. and P. BATHAM (1966) The activity and organophosphate inhibition of cholinesterases from susceptible and resistant ticks (Acari). *Ent. exp. appl.* **9**: 13~24.
- 前田洋一・守谷茂雄 (1973) ツマグロヨコバイのカーバメート系殺虫剤抵抗性について (1) 各種薬剤に対する感受性. 昭和 48 年度応動昆大会講演.
- METCALF, R. L. and T. R. FUKUTO (1965) Effects of chemical structure on intoxication and detoxication of phenyl N-methylcarbamates in insects. *J. agr. Food Chem.* **13**: 220~231.
- MOOREFIELD, H. H. (1960) Insect resistance to the carbamate insecticides. *Mis. Publ. Ent. Soc. Amer.* **2**: 145~152.
- SMISSAERT, H. R. (1964) Cholinesterase inhibition in spider mites susceptible and resistant to organophosphate. *Science* **143**: 129~131.



- SUN, Y. P. and E. R. JOHNSON (1960) Analysis of joint action of insecticides against house flies. *J. Econ. Ent.* **53**: 887~892.
- Voss, G. and F. MATSUMURA (1964) Resistance to organophosphorus compounds in the two-spotted spider mite: two different mechanisms of resistance. *Nature* **202**: 319~320.
- WHARTON, R. H. and W. J. ROULSTON (1970) Resistance of ticks to chemicals. *Ann. Rev. Ent.* **15**: 381~404.

---

**Applied Entomology and Zoology, Vol. 8, No. 3 の目次**

藤家 梓・宮下和喜：ハスモンヨトウ雄成虫の交尾反復能力についての知見追加……………	131
堀 浩二：マキバメクラガメの摂食習性およびその寄主植物に対する害の研究	
IV. てん菜葉の被害組織中のアミノ酸と糖……………	138
笹川満広・根岸 務：キイロコキクイムシ雌成虫フェロモンに対する行動反応……………	143
伊藤嘉昭・L. O. ウォーレン：黒頭型および赤頭型アメリカシロヒトリに関する研究	
I. 生活史と交雑実験……………	157
服部伊楚子・伊藤嘉昭：黒頭型および赤頭型アメリカシロヒトリに関する研究	
II. 両型および交雑種の外部形態……………	172
平井一男・宮田 正・斎藤哲夫：有機リン剤抵抗性・感受性ミカンハダニにおける	
<sup>32</sup> P-ジメトエートの体内侵入……………	183
野田博明・寒川一成・斎藤哲夫：ウンカ・ヨコバイ類の排泄物中のアミノ酸……………	191
短 報	
笹川満広：オオスカシバ幼虫の体色に及ぼす連続接触の影響……………	198
中村好男：ツリミミズ類の卵包のふ化幼体数……………	199
玉木佳男・野口 浩・湯嶋 健：ハスモンヨトウの性フェロモンの単離・同定および合成……………	200