

薬剤抵抗性害虫防除対策に関する研究

第1報 広島県におけるカーバメイト剤抵抗性ツマグロヨコバイの出現とそれに対する複合剤の効果

細田 昭 男・藤 原 昭 雄*

要 約

細田昭男・藤原昭雄(1976): 薬剤抵抗性害虫防除対策に関する研究(第1報) 広島県におけるカーバメイト剤抵抗性ツマグロヨコバイの出現とそれに対する複合剤の効果。広島農試報告37: 25~30

1969年に広島県でツマグロヨコバイに対するカーバメイト系殺虫剤の効果の減退する事例が生じたので、ツマグロヨコバイにおけるカーバメイト剤抵抗性発達の確認と、その対策を検討した。その結果、吉田個体群のNACに対するLD-50は1967年に1.8 μ g/gであったが、1970年には34.9 μ g/gとなり、3年間に19倍も増大していた。ほ場試験の結果、カーバメイト剤抵抗性ツマグロヨコバイには、ダイアジノンとプロパホスの単剤ならびにこれらの有機リン系殺虫剤とカーバメイト系殺虫剤とを1種類ずつ混合した複合剤が有効であった。またアセフェート・NAC、ジメトエート・NACとピリダフェンチオン・MTMCなどの複合剤や、有機リン系の殺菌剤IBPとダイアジノンまたはNACとの複合剤もカーバメイト剤抵抗性ツマグロヨコバイに高い効果を示した。

I 緒 言

広島県では、1964年にツマグロヨコバイのマラソンまたはメチルパラチオン抵抗性の発達が確認され³⁾、1966年以降には、ツマグロヨコバイは主としてカーバメイト系の各種殺虫剤で防除されるようになった。ところが、1969年に県中北部の高田郡美土里町でカーバメイト剤の効力低下がみられ、翌年には高田郡吉田町でも同様の現象が生じた。そこで著者らは美土里町と吉田町のツマグロヨコバイを対象に、カーバメイト剤に対する抵抗性の発達状況ならびに両個体群に有効な防除剤について検討した。ここにその結果を報告する。

II 材料および方法

ツマグロヨコバイの採集およびほ場試験を実施した場所は第1図のとおりである。

ツマグロヨコバイは、毎年8月末~9月末に同じ地区から成虫を採集し、これを飼育室内(27 \pm 1 $^{\circ}$ C, 16時間照明)で1~3世代飼育増殖して検定に供した。なお殺虫剤の処理には羽化3~7日後の雌成虫を用いた。

供試薬剤は MTMC (Tsumacide), *m*-tolyl methylcarbamate; MPMC (Meobal), 3,4-xylyl methylca

rbamate; NAC (Carbaryl), 1-naphtyl methylcarbamate; プロパホス (Propaphos), *O, O*-di-(*n*)-propyl-*O*-4-methylthiophenyl phosphate; ジメトエート (Dimethoate), dimethyl *S*-(*N*-methylcarbamoylmethyl) phosphorothiolothionate の5種の単剤とプロパホス・NACとジメトエート・NACの2種の複合剤とした。なお複合剤の混合比は1:1とした。



Fig. 1. Sites in which the green rice leafhoppers were collected and field tests were made.

薬剤感受性の検定は次のような方法によった。すなわち各薬剤のアセトン溶液を雌成虫の胸部背面に1頭当たり0.51 μ l宛局所施用した。処理した雌成虫はイネ苗を与え飼育室内で管理し、24時間後に生・死虫数を調べた。カーバメイト剤抵抗性ツマグロヨコバイに対する複合剤の共力作用の有意性は、Sun and Johnson⁷⁾のCo-toxicity coefficientにより判定した。

ほ場試験は、1969年には高田郡美土里町で、そのほかの年には高田郡吉田町で実施した。試験は主に8月末～

9月上旬に発生する第4世代を対象に実施した。試験区の大きさは1～2aとし、粉剤は4kg/10aを手動式散粉機で散布した。調査はすべて捕虫網での10～20回振りすくい取り法により、防除効果の判定は次式により補正密度指数を求めて行った。

$$\text{補正密度指数} = \frac{\text{散布後虫数}}{\text{散布前虫数}} \times \frac{\text{無処理区(Ca)} \times \text{散布前虫数}}{\text{処理区(Tb)} \times \text{散布後虫数}} \times 100$$

(Corrected relative infestation) $\frac{(Ta) \times (Cb)}{(Tb) \times (Ca)}$

Table 1. Comparison of the LD-50 values of carbaryl, MTMC and MPMC for various populations of the green rice leafhopper collected during 1967 through 1975 from localities in Hiroshima Prefecture.

Insecticide	Year	LD-50 μ g/g								
		Shobara	Miyoshi	Midori	Yoshida	Kozan	Toyosaka	Hachi-honmatsu	Fuku-yama	Take-hara
MPMC	1969	—	—	16.5	—	—	—	6.3	—	—
	1970	—	—	32.1	—	—	—	8.7	—	—
MTMC	1969	—	9.8	62.5	72.3	—	—	11.9	—	15.0
	1967	—	3.8	—	1.8	—	—	2.1	—	1.1
	1969	—	—	15.5	—	—	—	—	—	—
	1970	9.7	6.0	—	34.9	10.5	—	—	5.3	6.0
	1971	—	11.3	—	35.2	—	—	6.3	—	4.5
Carbaryl	1972	—	6.3	—	22.1	—	28.3	9.7	—	14.0
	1973	—	26.7	—	20.4	—	—	19.7	—	12.8
	1974	—	20.5	—	17.1	—	—	18.3	—	20.8
	1975	—	27.1	—	36.2	—	—	19.5	—	14.8

Ⅲ 結果および考察

1. カーバメイト剤抵抗性の発達

1969年にカーバメイト剤の効力低下が問題となった高田郡美土里町と翌1970年に効力低下が問題となった高田郡吉田町から採集したツマグロヨコバイのカーバメイト系殺虫剤に対する感受性の検定結果は第1表に、両地区で行ったほ場試験の結果は第2表と第3表に示した。

美土里と吉田個体群のMTMCに対するLD-50は、1970年には60.5 μ g/gと72.3 μ g/gであった。これらの値は1969年の美土里個体群のその2倍で、1年間に感受性の顕著な低下がみられた。吉田個体群のNACに対するLD-50は、1967年に1.8 μ g/gであったが、1970年には34.9 μ g/gになり、3年間に19倍増大していた。他の個体群でもNACに対する致死薬量の年次的な増大がみられた。

美土里町における1969年のほ場試験では、散布1日後

の補正密度指数はNAC, PHC, MPMC, CPMC MTMCおよびBPMCのいずれも13.2～26.6 μ g/gの範囲の値であったが、1970年の吉田町での試験では、いずれのカーバメイト剤も、1日後の補正密度指数は50以上で、この地域ではカーバメイト剤の効力は明らかに低下していた。このことは吉田町のツマグロヨコバイはこの頃からカーバメイト剤抵抗性が発達したことを示しており、この個体群が中川原個体群と同様、ナフチル系とフェニル系カーバメイト剤のすべてに抵抗性が発達していることはすでに報告されている¹⁾。

2. 有効薬剤の選抜

すでに有機リン剤に抵抗性の発達している美土里と吉田個体群のツマグロヨコバイはカーバメイト剤にも抵抗性が発達し、これらの地域ではツマグロヨコバイに有効な代替薬剤の選定が極めて難しくなった。そこで、1970～1974年に吉田町において、各種の殺虫剤のツマグロヨ

コバイに対する効果を試験し、有効な薬剤の選抜を行った。その結果を第4表に示した。

カーバメイト剤抵抗性ツマグロヨコバイには、単剤としては有機リン剤のダイアジノン、プロバホス、アセフェートとNNI-711の効果が高く、特にダイアジノンとプロバホスは各年の試験で安定した防除効果を示した。尾崎ら⁴⁾はメチルパラチオンあるいはマラソン抵抗性ツマグロヨコバイはダイアジノンに対して交差抵抗性を生じ難いと報じているが、過去に有機リン剤の抵抗性が発達し、そのうえにカーバメイト剤抵抗性の発達した吉田個体群に対してダイアジノンが有効なことは、同様の現象で興味ある点と考えられる。

複合剤としては、1972年を中心にして行ったダイアジノンとMPMC, BPMC, XMC, MPPおよびNACとのいずれの複合剤（1～2%+1.5%）もダイアジノン単剤（2～3%）と同等かそれ以上の効果が認められた。

1973年に行ったプロバホスと各種のカーバメイト系殺虫剤との複合剤（1%+1.5%）も、プロバホス単剤（2%）と同様優れた防除効果が認められた。また、アセフェートとNAC, ジメトエートとNAC, ピリダフェンチオンとMTMCあるいはNNI-711とMTMCの複合剤の効果も高かった。

Table 2. Effectiveness of various carbamate insecticides against the green rice leafhopper in Midori-cho in 1969.

Insecticide (4kg/10a)	Ingredient %	No. of green rice leafhoppers				Corrected relative infestation *	
		Before appl.		After 1 day			
		Larvae	Adult	Larvae	Adult		
Carbaryl	Dust	2.0	492.0	60.3	92.3	26.0	26.6
PHC	Dust	2.0	401.7	41.0	55.0	17.7	20.4
MPMC	Dust	2.0	386.7	53.7	35.7	19.3	15.5
CPMC	Dust	2.0	407.0	48.0	73.7	22.0	26.1
MTMC	Dust	2.0	322.3	45.7	31.0	11.3	14.3
BPMC	Dust	2.0	317.3	44.3	28.7	9.7	13.2
Check	—	—	524.7	48.3	416.7	44.3	100.0

Note; Applied on September 19th.

$$* \text{ Corrected relative infestation} = \frac{T_a \times C_b}{T_b \times C_a} \times 100$$

Tb = number of leafhoppers before treatment

Ta = number of leafhoppers after treatment

Cb = number of leafhoppers in untreated check before treatment

Ca = number of leafhoppers in untreated check after treatment

Table 3. Effectiveness of various carbamate insecticides against the green rice leafhopper in Yoshida-cho in 1970.

Insecticide (4kg/10a)	Ingredient %	No. of green rice leafhoppers						Corrected relative infestation			
		Before appl.		After 1 day		After 7 days		After 1 day	After 7 days		
		Larvae	Adult	Larvae	Adult	Larvae	Adult				
Carbaryl	Dust	3.0	18.7	206.7	8.7	62.3	1.0	53.7	49.1	36.4	
Carbaryl	Dust*	3.0	25.7	200.0	11.3	73.3	0.7	40.0	58.4	27.1	
MPMC	Dust	2.0	30.0	139.7	15.3	110.0	8.3	69.7	115.1	69.0	
MTMC	Dust	2.0	27.0	176.7	8.3	82.3	10.0	69.7	69.4	58.7	
BPMC	Dust	2.0	29.7	183.0	14.3	122.3	3.3	76.7	100.1	56.5	
BPMC	Carbaryl	1.5	1.5	28.7	125.3	9.3	82.3	3.7	59.7	92.7	61.8
Check	Dust	—	—	39.3	213.3	38.0	124.0	21.3	147.0	100.0	100.0

Note; Applied on August 10th.

* Dusting 5kg/10a

Table 4. Effectiveness of various insecticides against the green rice leafhopper in Yoshida-cho during 1970 through 1974.

Insecticide	Ingredi- ent	Corrected relative infestation											
		1970		1971		1972	1973 *			1974			
		Days after application											
		%	2	8	2	7	2	a ₂	5	13	b ₃	11	3
Diazinon	1.0			7.8	16.0								
	2.0			4.1	9.1		6.7	14.0	20.4	4.8	6.0	10.5	33.6
	3.0	6.0	9.0	3.8	8.7	6.0							
Propaphos	2.0					1.2	4.8	11.7	7.0	2.0	1.8	5.1	9.3
Acephate	1.0						6.0	8.2	14.1				
NNI-711	3.0			6.9	15.2							1.6	22.0
Diazinon MPMC	1.0 1.5	8.2	24.7			6.9				0.4	2.1		
Diazinon BPMC	1.0 1.5	3.3	8.2			4.9							
XMC Diazinon	2.0 2.0					0.2							
MPP Diazinon	2.0 2.0					1.5							
Carbaryl Diazinon	1.5 1.0			25.3	21.0	4.2	5.6	23.8	24.6	1.0	1.6	6.1	7.9
Propaphos Carbaryl	1.0 1.5						13.9	17.0	17.0	0.4	2.8		
Propaphos BPMC	1.0 1.5						4.2	5.9	16.5	0.7	1.8		
Propaphos XMC	1.0 1.5									0.4	2.2		
Propaphos MTMC	1.0 1.5									0.2	1.8		
Propaphos MPMC	1.0 1.5									1.0	1.7		
Propaphos MIPC	1.0 1.5									1.3	4.5		
Dimethoate Carbaryl	2.0 2.0	7.6	14.5			1.1	8.6	15.0	18.1	1.7	6.2		
Isoxathion Carbaryl	2.0 2.0	23.1	23.4										
NNI-711 MTMC	1.0 1.5					1.6							
Pyridaphenthion MTMC	2.0 1.5					4.0	2.9	8.6	8.5				
Acephate Carbaryl	1.0 1.5						7.1	15.2	10.0				
PMP Carbaryl	2.0 1.0											5.7	10.9
Diazinon IBP	2.0 2.0											3.2	10.6
IBP Carbaryl	2.0 2.0											3.1	5.6
BPMC Carbaryl	1.5 1.5					18.0							
Carbaryl**	2.0	35.7	33.3	13.7	28.2	21.6	20.2	30.3	26.3	10.2	14.2	23.6	39.2
MTMC	2.0			20.8	45.3	31.0	14.7	13.6	28.0			5.8	45.4
MPMC	2.0	29.9	45.0										
BPBC	2.0	27.9	72.8										
XMC	2.0	22.1	51.1			49.9							
Check	—	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Note; * a : Applied on September 12th. b : Applied on September 14th.

** 3.0% in 1970 and 1971.

3. 複合剤の効果

カーバメイト剤抵抗性ツマグロヨコバイの防除試験の結果、有機リン系殺虫剤、特にダイアジノンとプロパホスなどとカーバメイト系殺虫剤との複合剤が有効であった(第4表)。

佐々木ら⁶⁾はリン剤・カーバメイト剤抵抗性ツマグロ

ヨコバイには、ダイアジノン・NAC複合剤のLC-50の方がそれぞれの単剤よりも低い値を示し、明らかな相乗効果がみられると報じている。また、浜ら²⁾はカーバメイト剤と有機リン剤に抵抗性の中川原個体群に対し、有機リン系殺虫剤とカーバメイト系殺虫剤の混合で顕著な共力作用のあることを明らかにしている。そこで、

Sun and Johnson⁷⁾ の Co-toxicity coefficient を用いて、カーバメイト剤抵抗性ツマグロヨコバイ吉田個体群に対する複合剤の効果をプロパホス・NACとジメトエート・NACについて検討した結果を第5表に示した。

プロパホス・NACのLD-50は10.2 μ g/gで、プロパホスとNACの20.4 μ g/gと13.4 μ g/gに比べるとやや低い程度で、共力作用係数も153.1であった。一方、ジメトエート・NACのLD-50は14.8 μ g/gで、ジメトエートの119.0 μ g/gとNACの20.4 μ g/gと比べるとかなり低く、共力作用係数も230.7であった。

これらの複合剤のは場試験の結果、プロパホス・NAC複合剤については、プロパホス単剤のみで高い防除効果が認められるので、共力効果の有無は明らかでなかった。しかし、LD-50が119.0 μ g/gとこの個体群に対して防除効果の低いと考えられるジメトエートと、抵抗性がついたNACとの複合剤は、1970、1972および1973年の各試験で優れた防除効果を示し、防除効果のうえで、共力効果のあることが認められた。殺菌剤のIBPとダイアジノンおよびNACとの複合剤の間でも同様の現象がみられ、NAC単剤（2%）は散布3日後と7日後の補正密度指数が23.6と39.2で、IBP・NAC複合剤（2%+2%）のそれが3.1と5.6と、殺虫効果が高まり、同時防除の立場からだけでなく、殺菌剤との複合剤の可能性を示している。吉田個体群を用いての複合剤の試験はリン剤1%とカーバメイト剤1.5%を検討したが（第4表）、ダイアジノンは魚毒性が、プロパホスは経皮毒性がやや高い問題点を含んでいるので、今後毒性も考慮した幅広い範囲の薬剤の組合せを行い、低い濃度の組合せで防除効果の高い複合剤を検討してみる必要もあると考えられる。

本県におけるツマグロヨコバイのNACに対するLD-50は、1967年に1.1~3.8 μ g/gで、1975年には各個体群とも14.8~36.2 μ g/gと高く、カーバメイト剤抵抗性が県下全域に発達してきている（第1表）。したがって、現在カーバメイト剤抵抗性の発達地で有効なダイアジノンやプロパホスなどを、今後出来る限り長期にわたって使用する方策をとる必要がある。

尾崎ら⁵⁾はマラソンとNACとの1世代交互使用はヒメトビウカにおける抵抗性発達を抑制する効果がありまたマラソンとNAC、マラソンとMTMCあるいはフェントロチオン、NACとメソミルを等量混合した複合剤の使用は、マラソンとNACとの1世代交互使用と同等かそれ以上に、抵抗性発達の抑制効果が期待できると報じている。著者らは、吉田個体群を用いての淘汰試験

Talbe 5. LD-50 Value and Co-toxicity coefficient of three insecticides and these mixtures to green rice leafhopper collected from Yoshida-cho in 1973.

Insecticide	LD-50 μ g/g	Co-toxicity coefficient
Carbaryl	20.4	—
Propaphos	13.4	—
Dimethoate	119.0	—
Propaphos Carbaryl	10.2	153.1
Dimethoate Carbaryl	14.8	230.7

で、ダイアジノンは感受性が低下し、それに比べるとプロパホスは24世代後でも感受性の低下は少なく、プロパホス・NAC淘汰ではプロパホスと同様感受性が変化し難い結果を得ている（未発表）。したがって、抵抗性発達抑制の一方法として、複合剤による防除も有効と考えられる。しかし、複合剤といえども、長期間連続して使用していると、やはり抵抗性が発達すると考えられるのでツマグロヨコバイの稲に対する加害の様相を解析して、要防除密度を明らかにすることによって、不必要な防除をなくすことも、抵抗性対策上重要な課題ではないかと考える。

IV 摘 要

1969年に広島県でツマグロヨコバイに対するカーバメイト系殺虫剤の効果の減退する事例が生じたので、ツマグロヨコバイにおけるカーバメイト剤抵抗性の発達の確認と、その対策として2種の殺虫剤を混合した複合剤の効果を検討した。結果は次のとおりである。

1) 1970年に採集した美土里と吉田個体群のMTMCに対するLD-50は、前年の美土里個体群の32.1 μ g/gの約2倍に増大していた。吉田個体群のNACに対するLD-50は1967年に1.8 μ g/gで、1970年には34.9 μ g/gとなり、3年間に19倍も増大していた。1970年の吉田町ではは場試験の結果、NAC、MPMC、MTMC、BPMCとBPMC・NACといずれのカーバメイト系殺虫剤の防除効果も低かった。

2) 有効薬剤選定のは場試験の結果、カーバメイト剤抵抗性ツマグロヨコバイには、ダイアジノンおよびプロパホスと各種のカーバメイト系殺虫剤とを混合した複合剤が有効であった。また、アセフェート・NAC、ジメトエート・NACとビリダフェンチオン・MTMCなどの複合剤および有機リン系殺菌剤IBPとダイアジノンまたはNACとの複合剤も、カーバメイト剤抵抗性ツマ

グロヨコバイに高い防除効果を示した。3)以上の結果をもとに、複合剤の効果について考察した。

謝 辞

本試験を実施するにあたって、終始御指導いただいた香川県農業試験場の尾崎幸三郎博士に対して深甚なる謝意を表する。

引用文献

- 1) 浜 弘司・岩田俊一：1973. 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。応動昆17：154—161.
- 2) ————・—————：1973. 殺虫剤抵抗性ツマグロヨコバイに対するカーバメート系殺虫剤と有機リン系殺虫剤の共力作用。応動昆17：181—186.

3) 木村義典・中沢啓一：1973. 広島県におけるツマグロヨコバイのりん剤感受性の地理的変異。中国農研47：100—102.

4) 尾崎幸三郎・黒須泰久：1967. ツマグロヨコバイにおける殺虫剤抵抗性。応動昆11：145—149.

5) ————・佐々木善隆・上田実・葛西辰雄：1973. ヒメトビウソカにおける2種殺虫剤による交互淘汰と2または3種殺虫剤の複合剤による連続淘汰の結果について。防虫科学38：222—231.

6) 佐々木善隆・尾崎幸三郎：1972. 抵抗性害虫に対する複合剤の効果。第16回応動昆大会講演要旨。

7) SUN, Y.P. and E.R. JOHNSON：1960. Analysis of joint action of insecticides against house flies. J. Econ. Ent. 53: 887-892.

Studies on the Control Countermeasure of the Insecticide Resistant Insect Pest.

1. Occurrence of the resistance to carbamate insecticides in the green rice leafhopper, *Nephotettix cincticeps* UHLER in Hiroshima Prefecture and effectiveness of mixed insecticides to them.

Akio HOSODA and Akio FUJIWARA

Summary

It occurred in Hiroshima Prefecture in 1969 that the effectiveness of carbamate insecticides against the green rice leafhopper, *Nephotettix cincticeps* UHLER decreased. Therefore, the authors tested the susceptibility of the leafhoppers collected from 9 localities in Hiroshima Prefecture to various carbamate insecticides and the effectiveness of the mixture of two insecticides against the carbamate insecticide-resistant leafhopper. The results obtained were as follows:

The LD-50 values of the leafhopper collected from Midori and Yoshida in 1970 to MTMC increased to about 2 times higher than 32.1 μ g/g in 1969. The LD-50 value of Yoshida collony to carbaryl was 1.8 μ g/g in 1967, while it became 34.9 μ g/g in 1970. That is, it was supposed that the LD-50 value of Yoshida collony to carbaryl increased for 3 years about 19 times higher than the initial value. According to the results of field tests conducted in Yoshida-cho in 1970, the dust formulations of carbaryl, MPMC, MTMC, BPMC and combinations of BPMC and carbaryl were ineffective against the leafhoppers.

While, diazinon, propaphos and mixtures of carbamates with these two organophosphorus insecticides were highly effective. Satisfactory control was also obtained when the combination of acephate and carbaryl, dimethoate and carbaryl or pyridaphenthion and MTMC were used. Mixtures of IBP (i.e. organophosphorus fungicide) and diazinon or carbaryl gave good control against the carbamate insecticide-resistant leafhopper.