

ヒメトビウカの野外個体群における殺虫剤抵抗性¹⁾

尾崎 幸三郎 ・ 葛 西 辰 雄

(香川県農業試験場)

ま え が き

ヒメトビウカのマラソン-Rあるいはフェニトロチオン-R系統は有機りん系の多くの殺虫剤に交差抵抗性を示すが(木村・中沢, 1968; 尾崎・葛西, 1969), フェニトロチオン-R系統は, マラソン-R系統に比べて, マラソン以外の各種有機りん剤に対する抵抗性レベルが高く, またマラソン-R系統はDDTと γ -BHCに対して負相関の交差抵抗性を示すが, フェニトロチオン-R系統にはそのような現象はみられないといったように, 交差抵抗性の型は相互に異なっていた。しかしマラソン-Rとフェニトロチオン-R系統はともに環状基をもつ phosphate と thiophosphate 化合物ならびに carboxy 基をもつ化合物に対して抵抗性を増大し, 両系統には共通の抵抗性因子が存在しているらしいと報告されている(尾崎・葛西, 1969)。

現在問題になっているヒメトビウカの殺虫剤抵抗性は, これまでにこの害虫ならびに水稲の各種害虫の防除に使用された種々の有機りん剤の淘汰で発達したものと考えるが, マラソン-Rとフェニトロチオン-R系統に有機りん剤抵抗性の共通の因子が存在しているとする, 過去に接触した殺虫剤が一部異なったとしても, 抵抗性型は採集場所を異にした個体群間で大きく変化しないと思われる。しかし近年, 水稲害虫の防除薬剤は著しく変化しつつあり, とくにウンカ・ヨコバイ類の防除にはカーバメイト剤が多く使用されるようになった。そこで筆者らは香川県の各地からヒメトビウカを採集し, 種々の殺虫剤の致死薬量を検定して感受性系統に対するそれらと比較するとともに, 野外個体群における薬剤抵抗性の型について検討した。

材 料 お よ び 方 法

ヒメトビウカは1969年に大川郡前山, 綾歌郡端岡と観音寺市吉岡から第2回成虫を採集した。これらの野外個体群は温度 $25^{\circ}\pm 1^{\circ}\text{C}$, 16時間照明の飼育室で, 2世代間殺虫剤に接触させないで飼育増殖した。産卵および幼虫の飼育にはイネ苗(草丈3~5cm)を与えたが, 幼虫期にはイネ苗は5~7日おきに新しいものと取りかえた。

この実験にはフェニトロチオン(99.6%), フェンチオン(94.2%), ジメトエート(97.0%), メカルバム(85.0%)の各原体およびマラソン, カーバリル, MTMCとDDTの各純品の10種類の殺虫剤を供試した。

ヒメトビウカに対する殺虫剤の致死薬量は葛西・尾崎(1966)と同一方法で検定したが, これにはすべて5令幼虫を用いた。殺虫剤に対する抵抗性レベルは野外個体群における LD_{50} を感受性系統におけるそれで除して求めたが, 感受性系統に対する各殺虫剤の LD_{50} は尾崎・葛西(1969)を引用した。また1965年に高松市仏生山町から採集したヒメトビウカに対する種々

1) Patterns of insecticide resistance in field populations of the smaller brown planthopper, *Laodelphax striatellus* FALLÉN. By Kozaburo OZAKI and Tatsuo KASSAI.

Proc. Assoc. Pl. Prot. Sikoku, No. 6: 81 - 87 (1971)

の殺虫剤のLD₅₀を感受性系統のそれらと比較するとともに、各殺虫剤に対する抵抗性レベルを求め、この個体群の抵抗性型を1969年に検定した3個体群と比較した。

ヒメトビウンカの感受性系統と野外個体群の各個体については β -naphthyl acetateを加水分解するとエステラーゼのzymogramをOZAKI & KASSAI(1970)と同一条件および方法で調べたが、エステラーゼの電気泳動にはすべて成虫(雌雄比1:1)を供試した。

結 果

ヒメトビウンカの感受性系統と香川県の各地から採取した野外個体群に対する各種殺虫剤のLD₅₀は第1表のとおりである。

第1表によると、仏生山個体群ではパラチオン、DDVP、ジメトエート、バミドエート、サリチオン、カーバリル、CPMC、MPMC、PHC、DDTと γ -BHCのLD₅₀は感受性系統と同等あるいはそれ以下であったが、有機りん系の多くの殺虫剤のLD₅₀は仏生山個体群において高かった。また前山個体群ではフェンチオン、ジメトエート、カーバリルとMTMC、端岡個体群ではフェンチオン、ジメトエート、カーバリルとDDT、吉岡個体群ではジメトエート、カーバリルとDDTのLD₅₀が感受性系統とほぼ同等であったが、有機りん系の多くの殺虫剤のLD₅₀は感受性系統におけるより高く、端岡と吉岡個体群ではMTMCのLD₅₀も感受性系統より高かった。

第1表 ヒメトビウンカの野外個体群と感受性系統に対する各種殺虫剤の接触毒性

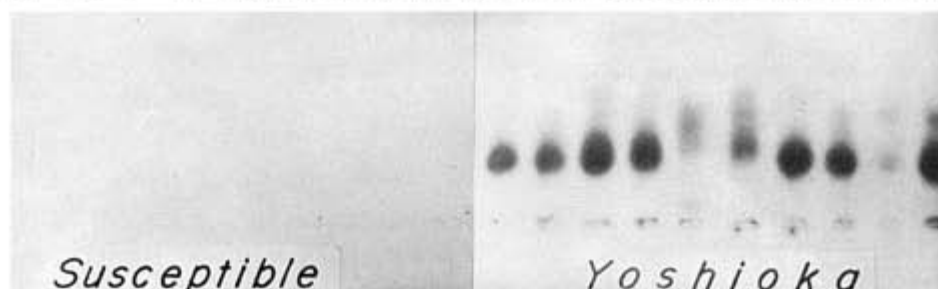
殺 虫 剤	前 山		端 岡		吉 岡		仏 生 山 ²⁾		感 受 性 ³⁾	
	1/b	LD ₅₀ ¹⁾	1/b	LD ₅₀	1/b	LD ₅₀	1/b	LD ₅₀	1/b	LD ₅₀
パ ラ チ オ ン	—	—	—	—	—	—	0.78	0.146	0.20	0.127
メチルパラチオン	—	—	—	—	—	—	0.61	0.173	0.19	0.026
フェニトロチオン	0.25	0.083	0.38	0.078	0.34	0.230	0.42	0.377	0.14	0.040
フェンチオン	0.49	0.221	0.41	0.219	0.37	0.512	0.48	1.954	0.24	0.286
ダイアジノン	0.37	0.537	0.29	0.706	0.35	0.843	0.61	0.460	0.20	0.143
D D V P	—	—	—	—	—	—	0.29	0.131	0.24	0.081
C V P	0.31	2.858	0.33	2.717	0.30	3.476	—	—	0.34	1.213
ダイシストン	—	—	—	—	—	—	0.26	0.195	0.23	0.078
ジメトエート	0.25	0.847	0.26	0.989	0.27	0.859	0.36	1.009	0.25	0.944
マ ラ ソ ン	0.50	1.734	0.45	1.726	0.94	3.366	0.97	1.409	0.26	0.242
シ デ ィ ア ル	—	—	—	—	—	—	0.42	1.770	0.32	0.204
メ カ ル バ ム	0.36	1.746	0.24	1.649	0.32	1.812	—	—	0.18	0.906
バミドエート	—	—	—	—	—	—	0.31	1.387	0.21	1.250
E P N	—	—	—	—	—	—	0.47	1.535	0.29	0.553
サ リ チ オ ン	—	—	—	—	—	—	0.42	0.031	0.18	0.024
カ ー バ リ ル	0.61	0.463	0.43	0.535	0.31	0.427	0.34	0.204	0.20	0.379
C P M C	—	—	—	—	—	—	0.45	0.024	0.27	0.052
M T M C	0.36	0.046	0.48	0.059	0.32	0.107	—	—	0.13	0.029
M P M C	—	—	—	—	—	—	0.37	0.042	0.32	0.102
P H C	—	—	—	—	—	—	0.35	0.018	0.24	0.049
D D T	—	—	0.99	8.242	0.68	6.653	0.43	8.280	0.66	7.178
γ -BHC	—	—	—	—	—	—	0.82	0.993	0.60	0.538

注 1) 試験管(1.1×10.4 cm)あたり μ g.

2) 葛西・尾崎(1966)から引用.

3) 尾崎・葛西(1969)から引用.

感受性系統と野外個体群の各個体の β -naphthyl acetate を加水分解するエステラーゼの zymogram を薄層ゲル電気泳動法で調べたが、その一部を示すと、第1図のとおりであり、感受性系統の各個体はいずれの泳動帯のエステラーゼ活性も低かったが、野外個体群には E₇ 泳動帯のエステラーゼが中間あるいは高活性の個体が多くみられた。第2表は野外個体群における



第1図 ヒメトビウソカ成虫におけるエステラーゼの zymogram の感受性系統と野外個体群との違い

る E₇ 泳動帯の低、中間と高活性個体の頻度であるが、このように、E₇ 泳動帯が中間あるいは高活性である個体の頻度には個体群間で差がみられ、高活性個体の頻度は前山あるいは端岡個体群より仏生山と吉岡個体群において高かった。

考 察

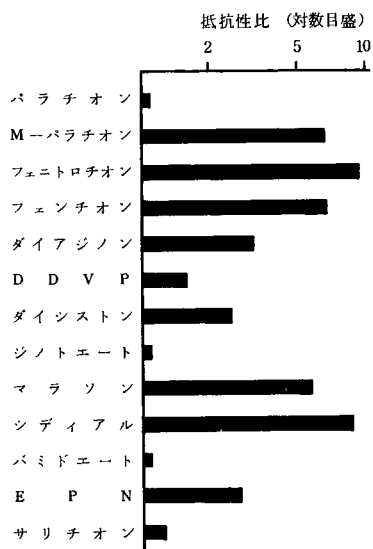
第2図と第3図にはヒメトビウソカの野外個体群の各種殺虫剤に対する抵抗性レベルを

求めて示したが、第2図によると、仏生山個体群はメチルパラチオン(6.7倍)、フェニトロチオン(9.4倍)、フェンチオン(6.8倍)、マラソン(5.8倍)とシディアル(8.7倍)に抵抗性を示し、ダイアジノン、ダイシストンと EPN の LD₅₀ は感受性系統に対するより2~3倍高かった。また前山個体群はマラソンに、端岡個体群はマラソンとダイアジノンに、吉岡個体群はマラソン、フェニトロチオンとダイアジノンに5倍以上の抵抗性を示した(第3図)。このように野外個体群は有機りん系の多くの殺虫剤に抵抗性を示すことが明らかにされたが、この場合、仏生山個体群はフェンチオンに5倍以上の抵抗性を示すが、前山、端岡と吉岡個体群はこの殺虫剤に抵抗性でなく、仏生山個体群はマラソンに対する抵抗性レベルがフェニトロチオンに対するより低かったが、前山など3個体群ではマラソンに対する抵抗性レベルの方が高かった。また吉岡個体群には、前山あるいは端岡個体群に比べて、5倍以上の抵抗性を示す殺虫剤が多くみられるとともに、それぞれの殺虫剤に対する抵抗性レベルが高いといったように、有機りん系の各殺虫剤に対する抵抗性レベルには個体群間で違いがみられた。

ツマグロヨコバイでは、抵抗性機構が同じであると考えられる個体群間でも、メチルパラチオンに対する抵抗性の発達程度の低い個体群はそれの高い個体群が抵抗性を示す有機りん剤、例えばパラチオン、フェンチオン、ダイアジノン、シディアル、EPNなどに抵抗性でないことが明らかにされているが(尾崎・葛西, 1970)、吉岡個体群ではフェンチオンに対する感受性が多少低下しているとか、前山個体群はフェニトロチオンとダイアジノン、端岡個体群はフェニトロチオンの LD₅₀ が感受性系統より2~4倍増大していることからみて、上記のような有機りん

第2表 エステラーゼの E₇ 泳動帯の低、中間と高活性個体出現頻度の個体群による違い

個 体 群	エ ス テ ラ ー ゼ 活 性		
	低	中 間	高
仏 生 山	28%	45%	27%
前 山	31	54	15
端 岡	34	49	17
吉 岡	15	40	45

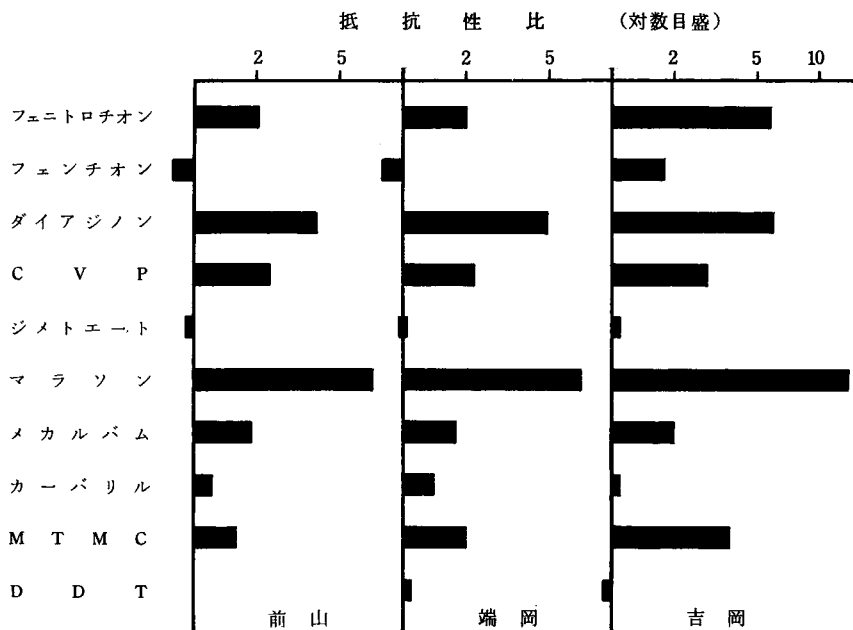


第2図 仏生山個体群の各種殺虫剤に対する抵抗性

$$\text{抵抗性比} = \log \frac{\text{野外個体群の LD}_{50}}{\text{感受性系統の LD}_{50}}$$

ん系の各殺虫剤に対する抵抗性の増大状態の個体群間における相違はそれぞれの野外個体群で抵抗性の発達程度が総体的に低かったことと、発達程度が個体群間で異なったために生じたものでないかと思われる。

ヒメトビウンカのマラソン-Rとフェニトロチオン-R系統では、交差抵抗性の型は同じではないが、両系統は環状基をもつ phosphate と thiophosphate化合物および carboxy 基をもつ化合物に抵抗性を増大することが明らかにされている(尾崎・葛西, 1969)。ところが仏生山個体群はパラチオンに、前山と端岡個体群はフェンチオンに対する感受性の変化が全くみられなかった。しかし野外個体群とマラソン-Rあるいはフェニトロチオン-R系統間におけるこのような違いも野外の各個体群において抵抗性の発達程度が低いために生じたものと考えられ、第2図あるいは第3図にみられるような野外個体群



第3図 前山、端岡と吉岡個体群の各種殺虫剤に対する抵抗性

の有機りん剤に対する抵抗性の増大状態からみると、むしろこれらの野外個体群にはマラソン-Rとかフェニトロチオン-R系統におけると類似の有機りん剤抵抗因子をもっているといえそうである。

ヒメトビウンカの感受性系統をマラソンあるいはフェニトロチオンで連続淘汰すると、両淘汰系統はそれぞれの殺虫剤に対する抵抗性の発達にともなって、 β -naphthyl acetate を加水分解するとエステラーゼのE₇泳動帯の高活性個体の割合が増大し、マラソンあるいはフェニトロチオン抵抗性とE₇泳動帯のエステラーゼ活性との間には密接な関係のあることが判明した(大熊・尾崎, 1969)。また OZAKI & KASSAI (1970) はヒメトビウンカにおけるマラソン抵抗性とE₇泳動帯のエステラーゼ活性は同じ遺伝子の支配によるらしいと報じているが、第1図および第2表に示したように、野外の各個体群にはE₇泳動帯が中間あるいは高活性の個体が多くみられ、有機りん剤抵抗性の発達程度の高い吉岡個体群では、他の個体群に比べて、E₇泳動帯の中間と高活性個体の合計頻度が高かった。このことは野外個体群にはマラソン-Rとかフェニトロチオン-R系統におけると類似な有機りん剤に対する抵抗性因子が存在している可能性を裏付けているものと考ええる。

ヒメトビウンカのマラソン-R系統はカーバリルとMTMCに低レベルの交差抵抗性を示すという報告もあるが(木村・中沢, 1968), 尾崎・葛西(1969)はマラソン-Rとフェニトロチオン-R系統はカーバリル, CPMC, MTMC, MPMC, BPMC, PHCとAPCに交差抵抗性を示さないと報告しており、また仏生山個体群の各種殺虫剤に対するLD₅₀は1965年に採集して検定したが、この個体群のカーバメイト系の各殺虫剤に対するLD₅₀は感受性系統のそれらよりむしろ低く、抵抗性の増大は全くみられなかった。このような諸結果は、一般に、ヒメトビウンカは有機りん剤に抵抗性を発達させても、カーバメイト系の各殺虫剤には交差抵抗性が生じにくいことを示すものであると考える。ところが1969年に検定した端岡と吉岡個体群ではMTMCのLD₅₀が感受性系統より高く、とくに吉岡個体群ではそれが3.6倍に増大していた。香川県では1966年まで水稻害虫の防除にカーバメイト剤はそれほど多く使用されていなかったが、1967年以降、セジロウンカあるいはトビイロウンカの多発生年が続いたため、水田へのカーバメイト剤の使用が急増しているが、端岡と吉岡個体群はこの時期を経過した後に採集され、各種殺虫剤に対する致死薬量が検定されたことになるので、これらの個体群におけるMTMCのLD₅₀の増大は採集までの数年間に使用されたカーバメイト剤の影響によるものと解せられる。ただこれらの個体群はカーバリルに対して感受性の標準偏差が多少大きくなっているとはいえ、LD₅₀は感受性系統との間に顕著な差がみられなかった。この点は香川県におけるウンカ・ヨコバイ類の防除が主としてフェニル型のカーバメイト剤で実施されてきたという実状とてらし合わせて興味深い、フェニル型のカーバメイト剤の使用はヒメトビウンカのカーバリルに対する感受性に影響をおよぼしにくいのではないかと思う。この点今後検討して明らかにしたいが、現段階では香川県のヒメトビウンカは有機りん剤に次いで、フェニル型カーバメイト剤に対して抵抗性を発達させている兆候がうかがわれ、ヒメトビウンカの薬剤抵抗性はOP-フェニルカーバメイト型に発展しつつあるといえる。西日本の各地では、現在、ウンカ・ヨコバイ類の防除薬剤はカーバメイト剤に限定されており、有機りん剤に抵抗性のものに有効な新しい型の薬剤が早急に開発される見通しをもたないことから考えると、このことはウンカ・ヨコバイ類の防除面で重大な問題が近い将来に生じる危険性のあることを示しているといえるので、これらの害虫の防除に当って、カーバメイト剤に対する感受性が今以上に低下しないような防除技術を早急に開発する必要がある。

要 約

香川県の各地から採集したヒメトビウンカに対する各種殺虫剤の致死薬量を感受性系統のそれらと比較し、野外個体群における薬剤抵抗性の型を検討した。

1965に検定した仏生山個体群および1969年に検定した前山、端岡と吉岡個体群ではそれぞれの殺虫剤に対する抵抗性レベルの増大程度に違いがみられたが、これらの野外個体群はそれぞれに供試検定した有機りん剤のうちの多くの殺虫剤に対して抵抗性の増大がみられた。それぞれの野外個体群にはE₇泳動帯のエステラーゼが中間あるいは高活性の個体が多くみられたが、E₇泳動帯の高活性個体の頻度は有機りん剤に対する抵抗性の発達程度の高い個体群においてより高かった。

野外の各個体群ではカーバリのLD₅₀は感受性のそれと同等であったが、端岡と吉岡個体群ではMTMCのLD₅₀が感受性系統より高く、吉岡個体群ではそれが3.6倍に増大していた。最近における香川県のウンカ・ヨコバイ類に対する防除薬剤の使用の実態から、これはヒメトビウンカの薬剤抵抗性がOP-フェニルカーバメイト型に発展しつつあることを示していると考ええる。

引 用 文 献

- 木村義典・中沢啓一(1968)：広島県農試報告，No. 26：105～115。
葛西辰雄・尾崎幸三郎(1966)：四国植物防疫研究，No. 1：35～37。
大熊衛・尾崎幸三郎(1969)：四国植物防疫研究，No. 4：45～49。
尾崎幸三郎・葛西辰雄(1969)：昭和44年度応動昆大会講演。
OZAKI K. & T. KASSAI(1970)：*Ent. exp. appl.* 13：162～172。
尾崎幸三郎・葛西辰雄(1970)：香川県農試報告，No. 20：62～68。

Summary

Susceptibility of the smaller brown planthopper to insecticides was tested concerning field populations at four localities, Busshozan, Maeyama, Hashioka and Yoshioka, of Kagawa Prefecture, and LD₅₀ values thus obtained were divided by those for a susceptible laboratory strain of the insect in the respective insecticides. The ratio was used as a measure for indicating the level of insecticide resistance.

The Busshozan population, in which LD₅₀ values were estimated in 1965, was resistant to methyl parathion, fenitrothion, fenfenthion, malathion and Oidial (above 5-fold of the susceptible strain). As for the susceptibilities to parathion, DDVP, dimethoate, Vamidoate, Salithion, carbaryl, CPMC, MPMC, PHC, DDT and γ -BHC, it did not differ from the susceptible strain.

The resistant levels to various insecticides differed among the Maeyama, Hashioka and Yoshioka populations when tested in 1969. Resistant spectra to organophosphorus insecticides of these three populations were similar to that of the Busshozan population. The population were as high in susceptibility to carbaryl as the susceptible strain. The LD₅₀ values of MTMC to the Hashioka and Yoshioka populations were slightly higher than that to the susceptible strain. These phenomena suggest that an insecticidal resistance of OP-phenyl carbamate type is growing among the smaller brown planthoppers in Kagawa Prefecture.

There was no difference in the zymogram patterns of the esterases hydrolyzing β -naphthyl acetate among the Busshozan, Maeyama, Hashioka and Yoshioka populations. In every population, most of the individuals treated exhibited middle and high degrees of the esterase activity at E₇ band of thin layer electrophoresis. (The esterase activity at that band is known to be low in susceptible individuals.)

(1971年 1 月26日受領)