

マラソン抵抗性ヒメトビウンカに関する研究 (V)

マラソン抵抗性ヒメトビウンカにおける交差抵抗性

木村義典・中沢啓一

1 緒 言

さきに著者の一人¹⁰⁾木村はマラソン抵抗性ヒメトビウンカが広島県下に広く分布すること、抵抗性個体群はマラソンの連続使用に関連して発達したものであることを報告した。抵抗性が発達した昆虫集団を有効に防除し、さらにその集団に抵抗性を発達させないための殺虫剤の使用法として、それまで使用してきた殺虫剤を別の殺虫剤に切りかえるとか、または数種の殺虫剤の交互使用²⁾があげられる。この場合、使用される殺虫剤は、お互いに交差抵抗性を示さないことが必要である。

そこで筆者らは、マラソン抵抗性ヒメトビウンカを有効に防除でき、しかもマラソンに交差抵抗性を示さない殺虫剤を知るために、1965年には、マラソン淘汰によってえた抵抗性系統と感受性系統をもちい、さらに1966年には、マラソン抵抗性と密接な関係がある β -ナフチルアセテート加水分解酵素の高活性系統および低活性系統を供試して、数種の殺虫剤に対する感受性を比較することによって、マラソンとの間の交差抵抗性関係の有無を検討した。ここにその結果を報告する。

この試験を実施するにあたっては、香川県農業試験場尾崎幸三郎博士から種々のご指導と助言をいただきまた本研究実施にあたっては当時細田昭男研究員、松本蘭子氏の協力をえた。記して深謝の意を表す。

2 材料および方法

1) マラソン淘汰系統による検定 (1965年)

この実験にもちいたヒメトビウンカは、西条産のマラソン淘汰系統 (R系) と美土里産の感受性系統 (S系) の4世代目 (F₄) および11世代目 (F₁₀) の羽化後2~3日目の雌成虫である。なお、両系統の飼育方法および管理方法はさきに報告した¹¹⁾とおりである。供試殺虫剤はつぎの市販の乳剤または水和剤を水で所定の濃度に稀釈してもちいた。

※本報告の一部 (1965年の試験) は昭和41年3月31日、日本応用動物昆虫学会昭和41年度大会において発表。

Insecticide used

Insecticide

chemical structure

Formulation

PAP $(\text{CH}_3\text{O})_2 \text{P}(\text{S})\text{CHCOOC}_2\text{H}_5$ Emulsion

Malathion $(\text{CH}_3\text{O})_2 \text{P}(\text{S})\text{CH}(\text{C}_6\text{H}_5)\text{COOC}_2\text{H}_5$ Emulsion
 $\text{CH}_2\text{COOC}_2\text{H}_5$

Dimethoate $(\text{CH}_3\text{O})_2 \text{P}(\text{S})\text{CH}_2\text{CONHCH}_3$ Emulsion

Ethyl Parathion $(\text{C}_2\text{H}_5\text{O})_2 \text{P}(\text{S})\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{NO}_2$ Emulsion

Mecarbam $(\text{C}_2\text{H}_5\text{O})_2 \text{P}(\text{S})\text{CH}_2\text{CONCOOC}_2\text{H}_5$ Emulsion
 CH_3

MEP $(\text{CH}_3\text{O})_2 \text{P}(\text{S})\text{O}-\text{C}_6\text{H}_3(\text{CH}_3)-\text{NO}_2$ Emulsion

MPP $(\text{CH}_3\text{O})_2 \text{P}(\text{S})\text{O}-\text{C}_6\text{H}_3(\text{CH})-\text{SCH}$ Emulsion

Diazinon $(\text{C}_2\text{H}_5\text{O})_2 \text{P}(\text{S})\text{O}-\text{C}_5\text{H}_3\text{N}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ Emulsion

Methyl Parathion $(\text{CH}_3\text{O})_2 \text{P}(\text{S})\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{NO}_2$ Emulsion

EPN $\text{C}_2\text{H}_5\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{P}(\text{S})\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{NO}_2$ Emulsion

PHC $(\text{CH}_3)_2 \text{CHO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{OCONHCH}_3$ Water suspension

CPMC $\text{OCONHCH}_3-\text{C}_6\text{H}_3(\text{Cl})$ Emulsion

NAC $\text{OCONHCH}_3-\text{C}_{10}\text{H}_7$ Emulsion

MTMC $\text{OCONHCH}_3-\text{C}_6\text{H}_3(\text{CH}_3)$ Emulsion

DDT $\text{Cl}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}(\text{H})(\text{Cl})-\text{C}_6\text{H}_4-\text{Cl}$ Emulsion

BHC $\text{Cl}-\text{C}_6\text{H}_2(\text{Cl})_4-\text{Cl}$ Emulsion

稀釈濃度はそれぞれの殺虫剤の種類によって著しく異なったが、それぞれの殺虫剤について0.0002～0.1%の範囲で、殺虫率が0から100%になる濃度範囲5～8段階をもちいた。殺虫剤の処理はつぎの手順によった。すなわち径9cm高さ7cmの容器の底に径7cm円型ろ紙をしき、その上に長さ約5cmのイネ苗を根元をよくそろえて入れ、その容器は薬液噴霧ノズルの30cm真下に置いて、所定濃度に調整した薬液1ccを120%の圧力で噴霧した。薬液が噴霧された容器には数分後に供試虫25頭を放し、苗の乾燥を防ぐためにろ紙に適度の水を与えたのち上部をガーゼでおおい、25°C、16時間照明の恒温室に保持した。生・死虫数は虫を放つてから24時間後に調べた。処理はそれぞれ2回反覆した。

2) エステラーゼ高活性系統による検定 (1966年)

この実験にもちいたヒメトビウンカは前述のR系またはS系のF₁の4令幼虫から、それぞれ個体飼育し羽化成虫を1対宛交配させる方法で、つぎの手順によって分離してえた系統の子孫である。

R系からβ-ナフチルアセテート加水分解酵素が高活性を示す系統(R.H.E.系)を分離するには、OZAKI and KOIKEの方法によって、R系の雌または雄成虫の個体の全身磨碎酵素液のエステラーゼ活性を測定し、親個体が両親ともエステラーゼ高活性を示す組合せ(親個体の磨碎酵素液が分解したβ-ナフトール量が、雌では317μg以上、雄では100μg以上)の子孫を分離し、同じ操作を5世代継続した。S系から加水分解酵素が低活性を示す系統(S.L.E.系)を分離するには、親個体が両親ともエステラーゼ低活性を示す組合せ(β-ナフトール生産量が雌雄ともに10.0μg以下)の子孫を分離した。この場合の分離操作は1回だけ行なった。

このようにしてえたR.H.E.系およびS.L.E.系のヒメトビウンカは飼育箱(30×20×20cm)内でイネ苗に産卵させて増殖した。幼虫の飼料としてはイネ苗を与え、イネ苗は5日ごとに新鮮なものとりかえた。飼育条件は、温度25°C±1°C16時間照明とした。殺虫試験にはR.H.E.系は分離後5世代目、S.L.E.系は分離後10世代目の5令幼虫を供試した。使用した殺虫剤および殺虫試験の方法は(1)の場合と同様である。

3 実 験 結 果

1) 淘汰系統による殺虫試験 (1965年)

殺虫剤の処理24時間後における生・死虫数の調査結果から、濃度対数—死虫率プロビット回帰直線を計算し、さらにそれぞれの殺虫剤に対する致死濃度を求めた。結果はTable 1のとおりである。x²-検定の結果、大部分の殺虫剤では観測値と回帰直線の間には有意差が認められなかった。

Table 1. Comparative resistance of malathion-resistant and susceptible strains in female adults of the small brown planthopper by spraying method.

Insecticide	Susceptible strain				Malathion-selected strain			
	LC ₅₀ ppm		Slope		LC ₅₀ ppm		Slope	
	F ₃	F ₁₀	F ₃	F ₁₀	F ₃	F ₁₀	F ₃	F ₁₀
$(\text{CH}_3\text{O})_2 \text{P} \begin{array}{c} \text{S} \\ \parallel \\ \text{P}-\text{S}-\text{X}-\text{C}-\text{Y} \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}$ P A P Malathion	6.6	6.7*	2.14	2.07*	26.1*	40.5*	4.43*	1.97*
	8.9*	3.6*	2.02*	1.45*	47.3*	102.5*	1.90*	1.78*
$(\text{C}_2\text{H}_5\text{O})_2 \text{P} \begin{array}{c} \text{S} \\ \parallel \\ \text{P}-\text{S}-\text{X}-\text{C}-\text{Y} \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}$ Mecarbam	25.9*	8.7*	4.65*	3.55*	28.7*	12.6	1.42*	4.60
$(\text{CH}_3\text{O})_2 \text{P} \begin{array}{c} \text{S} \\ \parallel \\ \text{P}-\text{O}-\text{X} \end{array}$ M E P (Sumithion) M P P (Baycid) Methyl Parathin	0.7	2.8	3.17	2.69	6.0*	5.4*	2.43*	3.23*
	5.5*	10.0	4.28*	1.51	9.0	16.1*	2.13	4.02*
	1.7	1.5*	2.93	2.26*	4.7*	3.9	3.01*	1.72
$(\text{C}_2\text{H}_5\text{O})_2 \text{P} \begin{array}{c} \text{S} \\ \parallel \\ \text{P}-\text{O}-\text{X} \end{array}$ Diazinon Ethyl Parathion	0.5	0.9*	1.86*	1.14	6.8*	5.0	1.90*	1.77
	3.7*	1.8*	2.80*	1.78*	7.8*	6.2	2.18*	2.49
Other organophosphorous insecticide								
EPN	11.7*	22.6	2.26*	2.32	70.0*	30.9	2.53*	1.46
Carbamate insecticides								
PHC	4.5*	3.1*	3.91*	3.20*	4.1*	2.5	2.58*	2.47
CPMC	10.5*	8.5*	5.23*	1.08*	16.6*	20.5*	3.42*	2.67*
NAC	14.3*	13.0	2.89*	2.46	15.3*	12.6	3.96*	1.81
Other insecticides								
DDT	58.5*	25.1*	2.88*	2.17*	53.8*	68.5*	3.39*	2.91*
γ-BHC	7.1*	12.9	1.95*	1.18	31.9*	23.4*	0.79*	1.13

* There were no significant differences by the χ^2 -test between respective dosage-mortality data and regressive lines.

Table 1 によると美土里産の感受性個体群 (S系) ではダイアジノンのLC₅₀は1.0 ppm以下であり, またMEP, メチルパラチオン, エチルパラチオンおよびPHCが5.0 ppm以下であり, これらの殺虫剤に対する感受性は著しく高かった。しかしγ-BHC, NAC, EPN, メカルバムおよびDDTのLC₅₀は10.0 ppm以上であり, これらの殺虫剤に対する感受性は低かった。

一方マラソン淘汰を行っている西条産の個体群 (R系) ではLC₅₀が1.0 ppm以下の殺虫剤はみられず, 5.0 ppm以下の殺虫剤はPHCおよびメチルパラチオンのみであった。

カーバメート系殺虫剤と有機塩素系殺虫剤のLC₅₀はR系とS系の個体群の間にほとんど差がみられなかったが, 有機りん剤の中にはLC₅₀がR系において高い殺虫剤がみられた。

2) エステラーゼ高活性系統による殺虫試験 (1966年)

エステラーゼ高活性側 (RHE) および低活性側 (SLE) に分離したヒメトビウンカの雌成虫の個体ごとの

エステラーゼ活性を測定し、その活性の頻度を求めた結果は Fig. 1 のとおりである。Fig. 1 によるとエステラーゼ活性の強弱を基準とした分離操作によってえられた両系統の子孫は、RHE. 系ではエステラーゼ高活性（雌個体の β -ナフトール生産量が $56.3\mu\text{g}$ 以上）を、SLE. 系では低活性（雌個体の β -ナフトール生産量が $31.7\mu\text{g}$ 以下）を示す個体群に分離されていた。

この両系統の5令幼虫を殺虫剤の処理された容器に放ち、処理24時間後における生・死虫の調査結果から濃度対数—死虫率プロビット回帰直線を計算し、さらにそれぞれの殺虫剤に対する致死濃度を求めた結果は Table 2 のとおりである。

Table 2. Comparative resistance of malathion-resistant and susceptible strains in 5th instar larvae of the small brown planthopper by spraying method.

Insecticide	RHE-strain		SLE-strain	
	LC ₅₀ (ppm)	Slope	LC ₅₀ (ppm)	Slope
PAP	60.34*	2.93*	2.1*	3.84*
Malathin	333.97*	2.04*	3.1*	2.46*
Dimethoate	21.90*	3.94*	1.5*	0.77*
Mecarbam	81.40*	2.74*	7.2	1.79
MEP	20.15*	4.86*	1.1*	4.13*
MPP	31.65*	3.30*	4.1*	2.95*
Diazinon	10.71*	2.64*	0.4*	1.89*
NAC	23.59*	4.38*	4.7*	2.44*
MTMC	12.11*	5.39*	2.7	2.28
γ -BHC	9.14	2.42*	15.2*	1.81*

* There were no significant differences by the χ^2 -test between respective dosage-mortality date and regressive lines.

Table 2 によると、SLE. 個体群はダイアジノンのLC₅₀は1.0ppm以下であり、MEP、ジメトエート、PAP、MTMC、マラソン、MPPおよびNACが5.0ppm以下で、これらの殺虫剤に対する感受性は著しく高かった。しかし γ -BHCのLC₅₀は10.0ppm以上であり、感受性は低かった。

一方RHE. 個体群ではLC₅₀が5.0ppm以下の殺虫剤はみられず、 γ -BHC以外の殺虫剤のLC₅₀はすべて10.0ppm以上であり、これらの殺虫剤に対する感受性は著しく低かった。

γ -BHCのLC₅₀はRHE. 個体群がSLE. 個体群より低かった。しかし、カーバメート系殺虫剤のLC₅₀はRHE. 個体群においてやや高く、有機りん系殺虫剤のLC₅₀はRHE. 個体群において著しく高かった。

4 考 察

昆虫の殺虫剤抵抗性の研究において、抵抗性個体群における抵抗性の発達程度は、抵抗性と感受性個体群について同じ方法で求めた致死薬量または致死濃度を比較することによって知ることができる。この場合、それぞれの殺虫剤について、感受性個体群のLD₅₀またはLC₅₀で抵抗性個体群のそれを除した値を抵抗性レベルとして比較する方法がとられる。

いまR系のF₃およびF₁₀個体群におけるそれぞれの殺虫剤の抵抗性レベルが5.0以上であったものをあげるとつぎのとおりである（かっこ内は抵抗性レベル）。

F₃個体群：ダイアジノン (13.6), MEP (8.6), EPN (6.0), マラソン (5.3)

F₁₀個体群：マラソン (28.5), PAP (6.0), ダイアジノン (5.6)

これら抵抗性レベルが5.0以上を示した殺虫剤はいずれも有機りん系のものであった。

R系のF₁₀個体群はF₃個体群から6世代(途中F₃は淘汰しなかった)継続してマラソンで淘汰されてきたものであるため、当然マラソンの抵抗性レベルはF₃個体群より高くなっている。しかし上記の有機りん系において抵抗性レベルがマラソンと同様にF₃個体群よりF₁₀個体群において高くなったのはPAP (F₃が4.0, F₁₀が6.0)のみで、他の殺虫剤の抵抗性レベルはF₁₀個体群の方が低くなった。ゆえにこれらの結果だけからでは、上記の有機りん系殺虫剤がマラソンと交差抵抗性を有するか否かは判定しがたい。

尾崎¹⁸⁾と葛西¹⁶⁾および西川¹⁶⁾らはヒメトビウンカのマラソン抵抗性とエステラーゼ活性(β-ナフチルアセテート加水分解酵素)との間には密接な関係があることを明らかにし、さらに尾崎と葛西は薄層電気泳動によってE₁バンドが高活性を示す(高活性を示すのはE₁バンドだけであった)個体を1対宛交配させる方法で分離することによってマラソン抵抗性が発達した個体群をえられると報告している。

そこで筆者らはマラソン抵抗性がさらに発達した個体群においてそれぞれの殺虫剤とマラソンとの交差抵抗性関係を知るため、OZAKI and KOIKE¹⁷⁾の方法でエステラーゼ活性を測定し、1対宛交配させる方法によって、エステラーゼ高活性方向へ系統分離し、マラソン抵抗性がより高度に発達した個体群をえようと試みた(Fig. 1)。

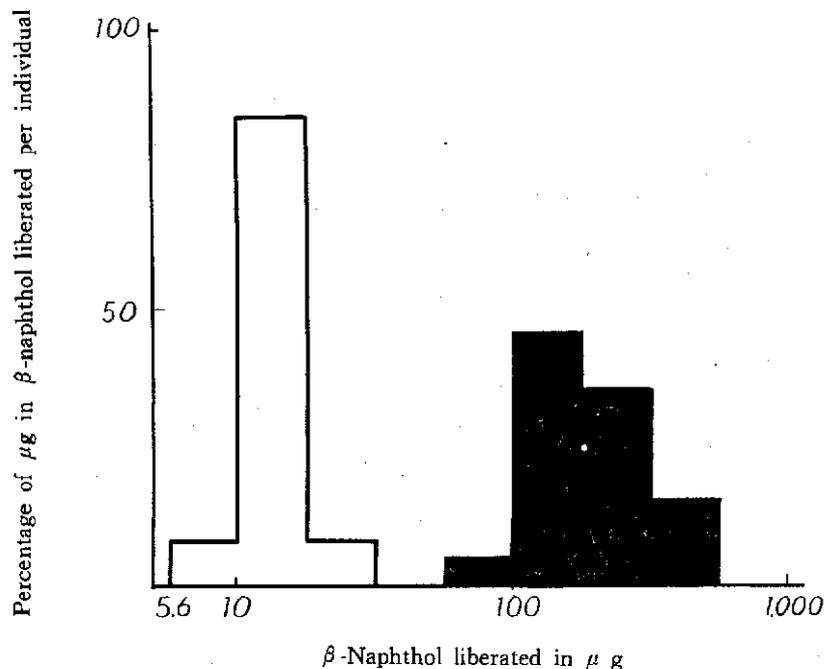


Fig. 1 The esterase activity in female adults of susceptible and resistant strains of the small brown planthopper. Hollow is susceptible strain, solid is resistant strain.

これによってえられたRHE系のマラソンの抵抗性レベルは107.7 (Table 2より求めた)であり、マラソン抵抗性はより高度に発達していた。この結果は尾崎と葛西がえたのと同じである。

RHE個体群におけるそれぞれの殺虫剤の抵抗性レベルをTable 2から求めるとつぎのとおりである(かっこ内は抵抗性レベル)。

マラソン (107.7), PAP (28.7), MPP (27.7), ダイアジノン (14.6), MEP (18.3), ジメトエート (14.6), メカルバム (11.3), NAC (5.0), MTMC (4.5), *γ*-BHC (0.6)。

有機りん系殺虫剤の抵抗性レベルはいずれも10.0以上を示した。

イエバエのマラソン抵抗性系統(抵抗性レベルは167.0)では有機りん系の他の化合物に抵抗性を生じにくいことが報告されている。しかし、ツマグロヨコバイのマラソン抵抗性系統(淘汰による抵抗性レベルが97.6に達したもの)では、サリチオン、サリオクソンなどを除くいわゆる有機りん系殺虫剤に抵抗性を生じ

ることが報告²⁰⁾されている。この試験のマラソン抵抗性ヒメトビウンカにおいては、その抵抗性の発達程度が低い個体群(マラソン淘汰[R系]のF₃またはF₁₀)では有機りん系殺虫剤に交差抵抗性を生じるかどうかよくわからないことは既に述べたが、R.H.E. 個体群のようにマラソン抵抗性が高度に発達したものでは供試した有機りん系殺虫剤にはいずれも交差抵抗性を生じた。このことからマラソン抵抗性ヒメトビウンカは有機りん系殺虫剤に対して田中らのツマグロヨコバイの場合ような交差抵抗性の型を示すものと考えられる。

つぎに R.H.E. 個体群のカーバメート系殺虫剤における抵抗性レベルは4.5~5.0を示している。イエバエ¹⁴⁾においてはマラソン抵抗性系統はカーバメート系殺虫剤に交差抵抗性を示すことが知られており、ツマグロヨコバイにおいてもマラソン淘汰による抵抗性系統はNAC(4.2)、カソライト(3.0)およびMIPC(2.9)〔かっこ内は抵抗性レベル〕などでは抵抗性レベルがやや高くなることがみとめられている²⁰⁾。この試験のマラソン抵抗性ヒメトビウンカにおいても、マラソン抵抗性レベルが高い R.H.E. 個体群におけるカーバメート系殺虫剤の抵抗性レベルはツマグロヨコバイの場合と同じようにやや高いので、抵抗性の発達程度や個体群によってはカーバメート系殺虫剤にも交差抵抗性を生ずる可能性があると考えられる。

一方γ-BHCの抵抗性レベルは1.0以下であった。いま同じ方法で試験したR系のF₃とF₁₀および R.H.E. の各個体群についてマラソンおよびγ-BHCの抵抗性レベルを求め、さらにそれを対数変換した値を比較するとFig. 2のとおりである。

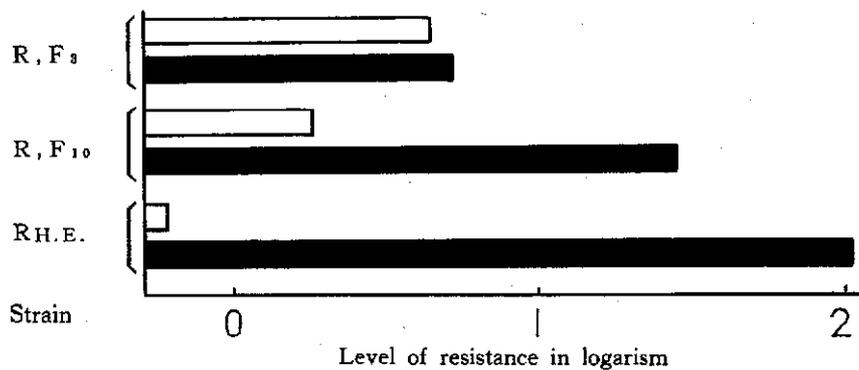


Fig. 2 Comparison of the levels of resistance in two strains of the small brown planthopper. The levels of resistance indicated are

$$\frac{\text{LC 50 resistant strain}}{\text{LC 50 susceptible strain}} \text{ for two insecticides.}$$

Hollow bars are resistant levels of γ-BHC, solid bars are those of Malathion.

これによるとγ-BHCの抵抗性レベルはマラソンの抵抗性レベルの増大に反比例して減少している。イエバエにおいてはマラソン抵抗性系統はγ-BHCにも抵抗性を示す¹⁵⁾のはじめパラチオンで淘汰した系統はDDTなどの有機塩素系殺虫剤に高度な交差抵抗性を示し、またダイアジノン抵抗性系統はγ-BHCを含む塩素系殺虫剤に高度な交差抵抗性を示すなど、有機りん系の抵抗性個体群は有機塩素系に高度な抵抗性をひきおこすことが報告されている。

一方、コロモジラミにおいては、カーバリル(NEC)で淘汰した系統はカーバリルの抵抗性レベルが増大するのに反比例してγ-BHCの抵抗性レベルは低下することが報告⁴⁾されている。

ヒメトビウンカにおけるマラソンとγ-BHCの抵抗性レベルの逆相関関係は、イエバエとは反対でむしろコロモジラミにおけるカーバリルとγ-BHCの関係に相似していることは興味深い。

昆虫における逆相関交差抵抗性(Negatively correlated cross-resistance)の事例は数多く報告されているがマラソンをも含めた有機りん系殺虫剤とγ-BHCとの間にその関係があることは未だみとめられていない。

ヒメトビウンカにおけるマラソンとγ-BHCとの関係がはたして逆相関交差抵抗性であるかどうかについてはさらに実験を重ねた上で明らかにしたいと考える。

5 摘 要

マラソン抵抗性ヒメトビウンカに対する数種殺虫剤の抵抗性レベルを検討した。供試虫は西条産のマラソン淘汰系統と、淘汰系統から分離したエステラーゼ高活性系統をもちい、対照として美土里産の感受性系統と、感受性系統から分離したエステラーゼ低活性系統をもちいた。殺虫試験はイネ苗に殺虫剤稀釈液を散布したのちに供試虫を放ち処理24時間後に生・死虫数を調べる方法によった。結果はつぎのとおりであった。

1. マラソン抵抗性レベルが未だ低い個体群においては (Table 1), 有機りん系のなかには抵抗性レベル 5.0以上を示す殺虫剤がみられたが、これが交差抵抗性かどうかは明らかでなかった。

2. マラソン抵抗性レベルがさらに高い R.H.E. 個体群 ($\times 107.7$) においては、有機りん剤殺虫剤の抵抗性レベルはいずれも 10.0以上になったので、これらの殺虫剤には交差抵抗性が生じたものとみとめた (Table 2)。また R.H.E. 個体群においてはカーバメート系殺虫剤の抵抗性レベルも 5.0程度を示しており、マラソン抵抗性が高度に発達した場合や個体群では交差抵抗性を生ずる危険性があると考えられる。

これに反し、 γ -BHC はマラソン抵抗性レベルの増大に反比例してその抵抗性レベルは低下した (Fig. 2)。これが逆相関交差抵抗性か否かは今後さらに検討して明らかにしたい。

引 用 文 献

- 1) BROWN, A. W. A. 1960. Mechanism of resistance against insecticides. Ann. Rev. Econ. Ent. 6: 301-326
- 2) ———. 1961. Bull. Ent. Soc. Amer. 7:6-19
- 3) BUSVIN, J. R. 1959. Pattern of insecticide resistance to organo-phosphorus compounds in strains of houseflies from various sources. Ent. Exp. & Appl. 2:58-69
- 4) CLARK, P. H. and COLE, M. M. 1967. Resistance of body lice to carbaryl. Journ. Econ. Ent. 60: 398-400
- 5) FORGASH, A. J. and E. J. HANSENS. 1959. Cross resistance in a diazinon-resistat strain of *Musca domestica* Linne. Journ. Econ. Ent. 52:734-739
- 6) HANSENS, E. J. 1958. House fly resistance to diazinon. Journ. Econ. Ent. 51:497-499
- 7) HEUVEL, M. J. and D. G. COCHRAN, 1965. Cross resistance to organophosphorus compounds in malathion- and diazinon-resistant strains of *Blattella germanica*. Journ. Econ. Ent. 58:872-874
- 8) 葛西辰雄・尾崎幸三郎, 1966. 有機合成殺虫剤のヒメトビウンカに対する殺虫効力, 四国植防研, 1: 15-18
- 9) KASSAI, T. and Z. OGITA 1965. Studies on malathion-resistance and esterase activity in green rice leafhoppers. SABCO Journ. 1:130-140
- 10) 木村義典, 1965a. ヒメトビウンカのマラソンに対する抵抗性. 応動昆. 9:251-258
- 11) ———, 1965b. ヒメトビウンカのマラソンに対する抵抗性 (2) マラソン淘汰による抵抗性の増大 (予報), 応動昆中国支部会報, 8:22-24
- 12) 木村義典・中沢啓一, 1966. マラソン抵抗性ヒメトビウンカに関する研究 (4) 抵抗性系統におけるエステラーゼの高活性, 中国農研報, 34:43-44
- 13) 小島建一・石塚忠克・北方節夫, 1963. ツマグロヨコバイの malathion に対する抵抗性の機構, 防虫科学, 28:17-25
- 14) LABRECQUE, G. C., H. G. WILSON and C. N. SMITH. 1959. Effectiveness of two carbamates against DDT- and malathion-resistant house flies. Journ. Econ. Ent. 52:178-179
- 15) MARCH, R. B. 1958. Seminar on the susceptibility of insects to insecticides. Pan Amer. Health Organ. W. H. O. 254-269
- 16) 西川陽之助・笠井勉・片山覚・前川定文, 1966. ヒメトビウンカのマラソン抵抗性とエステラーゼ活性, 応動昆大会講要, 18

- 17) OZAKI, K. and H. KOIKE, 1965. Naphthyl acetate esterase in the green rice leafhopper, *Nephotettix cincticeps* UHLER. with special reference to the resistant colony of the organo-phosphorus insecticide. Jap. Appl. Ent. Zool. 9:53-59
- 18) 尾崎幸三郎・葛西辰雄. 1966. ヒメトビウンカにおけるマラソン抵抗性とエステラーゼ活性との関係. 応動昆大会講要. 18
- 19) PIMENTEL, D. , H. H. SCHWORDT, and J. E. DEWEY. 1953. Development and loss of insecticide resistance in the house fly. Journ. Econ. Ent. 46:295-298
- 20) 田中文一・北方節夫・梅田兼弘. 1967. マラソン抵抗性ツマグロヨコバイにおける交叉抵抗性. 応動昆大会講要

Summary

Studies on the Malathion-Resistant Small Brown Planthopper,

Laodelphax striatellus FALLÉN(5) Cross-resistance to several insecticides in the
malathion-resistant small brown planthopper

Yoshinori KIMURA and Keiichi NAKAZAWA

A comparison of resistance to several insecticides between the Malathion-resistant and susceptible strains was made with the small brown planthopper, *Laodelphax striatellus* FALLÉN in 1965 and 1966. The Malathion-resistant strain of the small brown planthoppers (abbreviated to R) was originally collected at Saijo in Hiroshima Pref. in June of 1965 where Malathion had become ineffective to control this insect pest. Rearing of this insect used in the present experiments was carried out in the laboratory for a number of generations under constant selection pressure with Malathion.

The susceptible strain of the planthoppers (abbreviated to S) used for comparison was originally collected at Midori in Hiroshima Pref. in June of 1965, and reared successively without exposure to any insecticide. Up to that time, this colony had less experience of contacting with Malathion.

To determine the esterase activity β -naphthyl acetate was used as substrate. The amount of β -naphthol which was liberated by dehydrogenization of β -naphthyl acetate by the esterase action in the planthopper was measured by colorimetric method. The strain of high esterase activity (abbreviated R.H.E.) was obtained from the R-strain after replications of pair mating and measurements of esterase activity for five generations. On the other hand, the strain of low esterase activity (abbreviated to S.L.E.) was obtained in the same way from the S-strain.

The degree of resistant development to Malathion in the R-strain planthopper collected at Saijo was considerably lower till the 11th generation, the resistant levels having increased 5.3- and 28.5-fold by 4th and 11th generations, respectively. The levels of resistance to the various organophosphorus insecticides were 13.6-fold to Diazinon, 8.6-fold to MEP, 6-fold to EPN and 6-fold to PAP. At these generations cross-resistance to other organophosphorus compounds by selection of Malathion was observed in some degree.

The R.H.E. strain, which was able to tolerate 108 times as much Malathion as the susceptible strain, increased resistance not only to Malathion but to a wide variety of insecticides. The high levels of resistance above 10-fold were exhibited toward organophosphorus compounds such as PAP (28.7-fold), MPP (27.7-fold), Diazinon (26.8-fold), MEP (18.3-fold), Dimethoate (14.6-fold) and Mearbam (11.3-fold). Lesser levels of resistance developed to carbamates such as NAC (5.0-fold) and MTMC (4.5-fold). From these results the increases in resistance to organophosphorus compounds are considered true cross-resistance. The results obtained in

carbamates suggest the possibility that there will occur cross-resistance to other materials when the resistance to Malathion will develop highly.

On the contrary, the resistant levels to γ -BHC decreased in inverse proportion to Malathion resistance. However, further experiments on this point are being carried out whether this phenomenon shows a negatively correlated cross-resistance.