

Evaluation of Mixtures of Two Insecticides for Control of the Susceptible, Malathion-and Fenitrothion-resistant Strains of Smaller Brown Planthopper, *Laodelphax striatellus* FALLÉN. Yoshitaka SASAKI and Kozaburo OZAKI (Division of Entomology, Kagawa Agricultural Experiment Station, Takamatsu, Kagawa) Received May 22, 1976. *Botyu-Kagaku*, 41, 177, 1976. (with English Summary 180)

27. 有機リン系とカーバメイト系殺虫剤との複合剤の感受性、マラソン抵抗性とフェニトロチオン抵抗性ヒメトビウンカに対する殺虫作用* 佐々木善隆, 尾崎幸三郎 (香川県農業試験場)
51. 5. 22 受理

ヒメトビウンカの感受性 (LE), マラソン抵抗性 (R_m) とフェニトロチオン抵抗性 (R_r) 系統に対するマラソンあるいはダイアジノンとカーバメイト系殺虫剤を 1:1 で混合した複合剤の殺虫力を検定した。

LE 系統に対するマラソンとカーバメイト系殺虫剤との複合剤の LD_{50} は, MP 剤 (マラソン:MPMC) 以外, それぞれに混用した単剤より高く, 拮抗作用が認められた。ダイアジノンとカーバメイト系殺虫剤を混合した複合剤も LE 系統に対して拮抗作用を示した。

MN 剤 (マラソン:NAC) と MP 剤には, R_m 系統に対する共力作用が認められた。DN 剤 (ダイアジノン:NAC) もこの系統に対して共力作用が認められたが, DT 剤 (ダイアジノン:MTMC) と DP 剤 (ダイアジノン:MPMC) にはそれが認められなかった。

MN 剤の R_r 系統に対する LD_{50} は, LE 系統に対するそれとの間に大きな差がみられなかった。そしてこの複合剤には R_r 系統に共力作用がみられた。その他の複合剤の R_r 系統に対する LD_{50} は, R_m 系統に対すると同様 LE 系統に対するそれより高く, またそれぞれに混用した単剤間で共力作用がみられなかった。

現在, ウンカ・ヨコバイ類の防除には, カーバメイト系の各種殺虫剤が実用されている。しかしヒメトビウンカでは, 一部地区で, カーバメイト系殺虫剤に対する感受性の低下が認められているとはいえず, いまだカーバメイト剤抵抗性の発達はみていない。最近ヒメトビウンカの発生数は著しく減少しているため, 稲縞葉枯病による被害は普通, 防除を必要とする程大きくないが, 最近麦の生産増強が推進されようとしていることから考えると, 今後ヒメトビウンカの密度が上昇し, 稲縞葉枯病が多発生することもあり得るのでないかと思われる。したがって稲縞葉枯病の防除対策には, 常に万全を期しておく必要があるが, それには現在唯一の防除手段であるカーバメイト系殺虫剤に媒介虫のヒメトビウンカが抵抗性を発達しないよう日頃からの配慮が必要である。

尾崎²⁾らは, 感受性ヒメトビウンカを MN (マラソン・NAC, 1:1), MT (マラソン・MTMC, 1:1) あるいは FNMe (フェニトロチオン・NAC・メソミル, 1:1:1) の 3 種類の複合剤で連続淘汰し, これら複合剤の使用はヒメトビウンカにおける薬剤抵抗性の発達を抑制する効果が期待できることを明らかにしている。

* この研究の一部は第16回日本応用動物昆虫学会大会 (1972) で発表した。

そこで筆者らは, ヒメトビウンカに有効な複合剤を探索するため, 感受性とリン剤抵抗性ヒメトビウンカを供試し, 有機リン系とカーバメイト系殺虫剤の 1 種類あてを等量混合した複合剤の殺虫力を検討した。ここにその結果を報告する。

材料および方法

この実験にはヒメトビウンカの感受性 (LE), マラソン抵抗性 (R_m) とフェニトロチオン抵抗性 (R_r) 系統を供試した。 R_m と R_r 系統は LE 系統を室内でマラソンあるいはフェニトロチオンで連続淘汰したものであり, この 2 系統は, 有機リン系の多くの殺虫剤には交差抵抗性を示すが, カーバメイト系殺虫剤には感受性である³⁾。

供試薬剤はマラソン; O,O-Dimethyl S-1,2 bis (ethoxycarbonyl) ethyl phosphorodithioate 96.3 %, ダイアジノン; O,O-Diethyl O-(2-iso-propyl-4-methyl-6-pyrimidinyl) phosphorothioate 97.2 %, NAC (カーバリル); 1-Naphthyl N-methyl carbamate 99.0 %, MTMC (ツマサイド); m-Tolyl-N-methyl carbamate 94.0 %, MPMC (メオパール); 3,4-Xylyl-N-methyl carbamate 96.2 %, BPMC (パッサ); 2-sec Buthylphenyl-N-methyl carbamate 99.6 % およびこれら薬剤を 1:1 の割合で混合した

MN 剤 (マラソン・NAC), MT 剤 (マラソン・MTMC), MP 剤 (マラソン・MPMC), DN 剤 (ダイアジノン・NAC), DT 剤 (ダイアジノン・MTMC) と DP 剤 (ダイアジノン・MPMC) とした。

各単剤と複合剤はエタノールで所定の濃度に希釈し、雌成虫の腹部に $0.04 \mu\text{l}$ 宛局所施用した。なお薬液の局所施用にはガスクロマトグラフィ試料注入用のシリンジを用い、先端の針は腹部に軽く接触させ、所定量を確実に付着させるようにした。薬液を処理した雌成虫はイネの幼苗を入れた径 2 cm、長さ 10 cm の試験管に入れ、 25°C に保持した。生・死虫数は処理 24 時間後に調べた。共力作用は Sun and Johnson⁴⁾ の方法で Co-Toxicity Coefficient をもとめて検討した。

結果および考察

ヒメトビウンカの LE, R_m と R_r 系統に対する複合剤とそれぞれに混用した単剤の対数葉量—プロビット死虫率直線は Fig. 1 のとおりであり、 LD_{50} と共力作用係数は Table 1 のとおりである。

LE 系統に対する LD_{50} はマラソンが最も低かった。他の単剤の LD_{50} も低く、成虫体重の g 当り 2.7 から $3.4 \mu\text{g}$ の範囲であった。マラソンとカーバメイト系殺虫剤を混合した複合剤の LD_{50} は、MP 剤以外それぞれに混用した単剤より高く、拮抗作用がみられた。またダイアジノンとカーバメイト系殺虫剤を混合した複合剤の LD_{50} はいずれもそれぞれに混用した単剤より

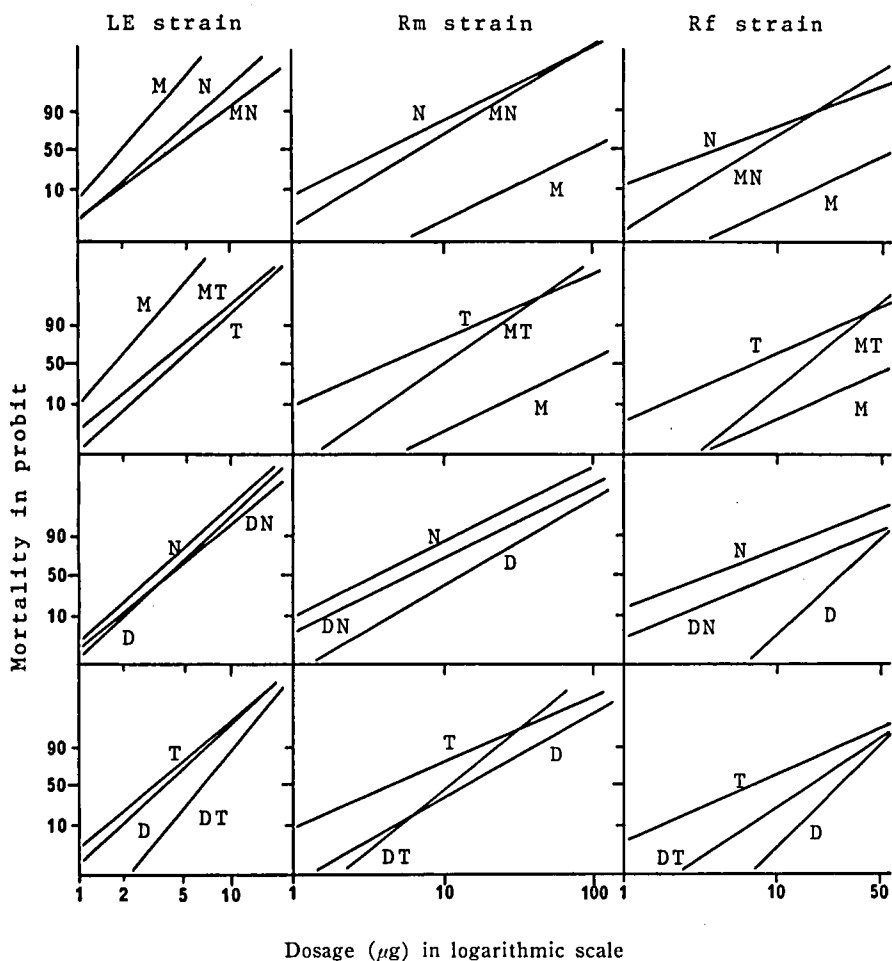


Fig. 1. Log dosage-probit mortality line of malathion (M), diazinon (D), NAC (N), MTMC (T), malathion: NAC (MN), malathion: MTMC (MT), diazinon: NAC (DN), diazinon: MTMC (DT) to the LE, R_m and R_r strains of smaller brown planthopper.

Table 1. LD₅₀ values and index of joint toxic action of mixtures of two insecticides against the LE, R_m and R_r strain of smaller brown planthopper.

Insecticide	LE strain		R _m strain		R _r strain	
	LD ₅₀ *	index** of j. t. a.	LD ₅₀	index of j. t. a.	LD ₅₀	index of j. t. a.
malathion	1.2	—	70.9	—	45.3	—
diazinon	3.4	—	11.8	—	18.1	—
NAC	2.8	—	3.3	—	2.7	—
MTMC	2.7	—	3.9	—	5.2	—
MPMC	3.3	—	6.4	—	2.9	—
malathion: NAC (MN)***	3.4	48.3	5.6	111.9	4.5	113.3
malathion: MTMC (MT)	3.7	43.1	9.3	79.8	11.9	78.3
malathion: MPMC (MP)	3.2	53.6	9.2	126.8	6.6	83.0
diazinon: NAC (DN)	3.6	85.3	5.0	103.2	6.9	68.1
diazinon: MTMC (DT)	6.1	49.3	9.6	61.2	16.4	49.3
diazinon: MPMC (DP)	6.5	51.7	8.6	95.8	10.4	48.1

* LD₅₀ in μ g per gram of body weight of female adult.

** By Sun and Johnson (1960).

*** Mixed at a ratio of 1:1.

高く、とくにダイアジノンと置換フェニールカーバメイト剤との複合剤では LD₅₀ の単剤との差が大きく、顕著な拮抗作用が現われた。

R_m 系統に対するマラソンの LD₅₀ は極めて高く、LE 系統の約 59 倍であったが、ダイアジノンの LD₅₀ は LE 系統の約 3 倍で、この系統はダイアジノンにあまり大きな交差抵抗性を示さず、またカーバメイト系殺虫剤の LD₅₀ は LE 系統に対するのとはほとんど同等で、交差抵抗性を示さなかった。このように R_m 系統に対するマラソンとカーバメイト系殺虫剤との複合剤の LD₅₀ は殺虫力の高いカーバメイト系殺虫剤のそれに近く、MN 剤と MP 剤では、共力作用がみられた。しかし MP 剤と MT 剤の LD₅₀ は LE 系統に対するそれより 2.5 から 3.0 倍高く、MT 剤では共力作用は認められなかった。ダイアジノンとカーバメイト系殺虫剤との複合剤では、LE 系統におけるような拮抗作用はみられなかったが、それぞれの複合剤の LD₅₀ は混用した単剤の中間に位置しており、DN 剤には共力作用が認められたが、DT 剤と DP 剤にはそれが認められなかった。

なおダイアジノンに NAC, MTMC と MPMC を混合した場合の LD₅₀ とマラソンにそれぞれを混合した場合のそれとはほぼ一致していた。

R_r 系統に対するマラソンとダイアジノンの LD₅₀ は、LE 系統の 38 倍と 5 倍であり、この抵抗性系統は、マラソンに高水準、ダイアジノンに低水準の交差抵抗性を示した。しかし、カーバメイト系の各殺虫剤には

交差抵抗性を示さなかった。MN 剤のこの系統に対する LD₅₀ は殺虫力の高い NAC に近い値を示し、LE 系統に対するそれとの間に大きな差がみられなかった。そしてこの複合剤には R_r 系統に共力作用がみられた。しかしその他の複合剤の LD₅₀ は、R_m 系統に対すると同様、LE 系統に対するそれより高く、またそれぞれに混用した単剤間で共力作用はみられなかった。

なお MN 剤、MT 剤と MP 剤の効力順位、あるいは DN 剤、DT 剤と DP 剤のそれは R_m 系統に対する場合と同じであったが、MN 剤を除く他の複合剤の R_r 系統に対する LD₅₀ は R_m 系統に対するそれより高かった。これは、R_r 系統には R_m 系統における異なった抵抗性因子を持っているために生じた現象でないかと思う。

ヒメトビウンカではマラソンとフェニトロチオンに対する抵抗性と β -naphthyl acetate を加水分解するエステラーゼの E_r 泳動帯の活性との間に密接な関係のあることが明らかにされており¹⁰⁾、宮田⁹⁾ らは R_m または R_r 系統における ¹⁴C-methyl malathion の分解は感受性系統より高く、各系統における代謝はほとんどがカルボキシエステラーゼによるものであり、このマラソン分解酵素は E_r 泳動帯を中心にした位置に存在することを明らかにしている。したがって宮田⁹⁾ らの研究結果からみて、R_m と R_r 系統のマラソンに対する抵抗性はカルボキシエステラーゼの高活性にもとづくといえるが、マラソンとカーバメイト系殺

虫剤を混合した複合剤では R_m と R_r 系統に対して共力作用の認められた例が 2, 3 あり, また共力作用が認められなくとも, 各複合剤の LD_{50} は殺虫力の高いカーバメイト系殺虫剤のそれに近かったことから考えると, 混用したカーバメイト系殺虫剤がカルボキシエステラーゼの活性を阻害し, 殺虫力が増強されたのではないかと思う。しかしカルボキシエステル基をもたないダイアジノンと NAC の混合でも, R_m 系統に共力作用がみられたことと, Kasai and Ogita⁷⁾ はマラソン抵抗性ツマグロヨコバイにおいてエステラーゼの高活性を示す E_9 泳動帯は methyl-*n*-butyrate, tributyrin, phenylacetate といった有機酸エステル類も加水分解すると報じており, ヒメトビウンカの R_m と R_r 系統における E_7 泳動帯も上記 3 種の有機酸エステルを加水分解する (尾崎未発表) ことなどから考えると, マラソンとカーバメイト系殺虫剤を混合した複合剤の R_m あるいは R_r 系統に対する共力作用の機構はかなり複雑なものでないかと思われる。ヒメトビウンカにおける薬剤抵抗性対策用の優れた防除剤を見出すため, 有機リン系とカーバメイト系殺虫剤のリン剤抵抗性ヒメトビウンカに対する共力作用の機構は詳細に検討する必要がある。

引 用 文 献

- 1) 尾崎幸三郎, 葛西辰雄: 四国植防, 6, 81-87 (1971).
- 2) 尾崎幸三郎, 佐々木善隆, 上田 実, 葛西辰雄: 防虫科学, 38, 222-231 (1973).
- 3) Ozaki, K. and T. Kassai: *Botyu-Kagaku*, 36, 111-116 (1971).
- 4) Sun, Y. P. and E. R. Johnson: *J. Econ. Ent.*, 53, 887-892 (1960).
- 5) 大熊 衛, 尾崎幸三郎: 四国植防, 4, 45-49 (1969).
- 6) Miyata, T., H. Honda, T. Saito, K. Ozaki and Y. Sasaki: *Botyu-Kagaku*, 41, 10-15 (1976).
- 7) Kasai, Y. and Z. Ogita: *SABCO J.*, 1, 130-140 (1965).

Summary

Insecticidal activity of mixtures of two insecticides has been evaluated from contact toxicity against susceptible (LE), malathion- (R_m) and

fenitrothion-resistant (R_r) strains of the smaller brown planthopper, *Laodelphax striatellus* FALLÉN. The LD_{50} values to the LE strain by topical application of acetone solution of malathion, diazinon, NAC, MTMC (3-methylphenyl N-methylcarbamate) and MPMC (3,4-dimethylphenyl N-methylcarbamate) ranged from 1.2 to 3.4 μ g per gram of body weight of the female adult. When mixtures of malathion and NAC (MN), MTMC (MT) or MPMC (MP) and diazinon and NAC (DN), MTMC (DT) or MPMC (DP) at a ratio of 1:1 were topically applied, the LD_{50} values ranged from 3.2 to 6.5 μ g per gram of body weight of the female adult. Most of the tested mixtures revealed a negative correlated joint toxic action against the LE strain.

The R_m and R_r strains showed a high level of resistance to malathion (59.1- and 37.8-fold, respectively), but only a slight resistance to diazinon (3.4- and 5.3-fold, respectively). No cross-resistance to carbamate insecticides were observed with the R_m and R_r strains.

When MN (malathion: NAC mixture) was topically applied, the joint toxic action was observed with the R_m and R_r strains. The similar results were obtained by topical application of acetone solution of MP (malathion: MPMC mixture) and DN (diazinon: NAC mixture) against the R_m strain. MP and DN, however, did not show any joint toxic action against the R_r strain. When MT (malathion: MTMC mixture), DT (diazinon: MTMC mixture) and DP (diazinon: MPMC mixture) were topically applied, the joint toxic action against both the R_m and R_r strains were not supported by statistical evidence.

MN and DN were the more effective to the LE, R_m and R_r strains of smaller brown planthopper. It suggests that good control is obtained with application of NAC and organophosphorus insecticides combinations to the planthopper which developed the resistance to organophosphorus insecticides.