

The Effect of Pyrethroids to Larvae and Pupae of *Culex pipiens pallens* Coquillett. Studies on the Biological Assay of Pyrethroids. VI. Kazuo BUÉI (Osaka Prefectural Institute of Public Health, Osaka) Received Dec. 16, 1974, *Botyu-Kagaku* 40, 27, 1975. (with English Summary 30)

5. アカイエカの幼虫, サナギに対する各種ピレスロイドの効力について ピレスロイドの生物試験に関する研究 第6報 武衛和雄 (大阪府立公衆衛生研究所医動物室) 49. 12. 16 受理

各種ピレスロイドのアカイエカ幼虫, サナギに対する効力をテストした。幼虫に対しては furamethrin の効力が最もすぐれ、butethrin, phenothrin は pyrethrins と同等の効力があり、allethrin は最も劣った。全般にピレスロイドの効力は diazinon, fenitrothion と同等もしくはすぐれたものが多かった。サナギと幼虫とのピレスロイドに対する感受性の差は、有機リン剤に比べてかなり小さいものと思われた。

ピレスロイドは他の有機合成殺虫剤に比べて人畜に対する毒性がひくく、かつ分解されやすいことから、環境汚染をひきおこす怖れが少ないなどの利点が考えられる。従来ピレスロイド系の殺虫剤は、主としてハエ・蚊の成虫駆除を目的としたエアゾール、蚊とり線香などの用途にむけられていた。

最近ではピレスロイドの合成が著しく進展し、これらの中には衛生害虫に対すぐれた殺虫効果をあらわすかすかすの化合物が発表されている。このことは、近い将来ハエ、蚊などの発生源対策を主眼とした、いわゆる防疫用として適用範囲を拡大できる可能性をもつに至っている。

本報では、アカイエカの幼虫, サナギに対する各種ピレスロイドの効力を比較テストした結果、すぐれた効力をもついくつかの化合物が見出されたので報告する。

この実験にあたり、アカイエカの飼育に協力された当室の伊藤寿美代博士、実験に協力して下さった近畿大学農学部の大久飛克明、小浜卓司、邑上勝一、別所浩、山田敬、蒲生信一、加藤雅章の各氏に感謝申しあげる。

供試昆虫および実験方法

供試したアカイエカは、1971年奈良県御所市内の下水溝で採集した卵塊から出発し、以後当研究室で累代飼育中の御所系と称する系統である。有機リン剤やピレスロイドに対しては非抵抗性で、比較的均質な感受性をもつ集団として、殺虫剤などの生物試験の標準系統として供試している。

幼虫は 25°C 前後で飼育し、孵化後 6—7 日目の 4 令幼虫を実験にあてた。またサナギは蛹化第 2 日目の個体群を供試した。

供試したピレスロイドは次の 11 種類で、実験用または工業用の原体である。

allethrin 住友化学工業, a. i. content 91%
d-trans-allethrin (bioallethrin) Rousse-Uclaf 社, 93%

butethrin 大正製薬, 90%
furamethrin 住友化学, 81%
d-furamethrin 同, 89.5%
d-phenothrin 同, 97.7%
proparthrin 吉富製薬, 93%
pyrethrins 大日本除虫菊, total pyrethrins 20.23 %を含有するエキス

resmethrin 住友化学, 92.9%
d-resmethrin 同, 91.6%
tetramethrin 同, 85%

また比較のために供試した有機リン剤は、diazinon (96.67%), fenitrothion (99.7%) および fenthion (97.5%) である。

実験は WHO の蚊幼虫の抵抗性試験法に準じて行なった。直径 10 cm, 深さ 8.5 cm の塩化ビニール製カップ (蓋つき) に蒸溜水 225 ml をいれ、この中に所定の濃度に希釈した殺虫剤のエチルアルコール溶液 1 ml を滴下して攪拌する。供試虫は別の容器に 20 匹ずつとり、水を加えて 25 ml とし、これを前記のカップの中に移し入れ、室温 25°C に保った。効果の判定は、幼虫では 24 時間後の生死を判別したが、その間に蛹化した個体は除外した。サナギのテストでは羽化を完了するまで待つて、完全羽化をしない個体を死亡とみなした。

実験は 1 濃度について 5—6 回くりかえし、一薬剤について数回反復した。

実験結果

各種薬剤のアカイエカ幼虫に対する濃度致死率回帰直線を描いたのが図 1 である。図中ピレスロイドは実線で示し、有機リン剤は点線で示してある。

同様に、アカイエカのサナギに対する濃度致死率回帰直線を図2に示す。

Finney の図解法によって求めた各薬剤の幼虫とサナギの LC_{50} 値、および allethrin に対する相対効力比を表1に示す。

考 察

1. 幼虫に対するピレスロイドの効力

最も顕著な効力が認められたのは furamethrin で、(+)-isomer である d-furamethrin は allethrin の19倍の効力を示している。Pyrethrins の効力は、これらの化合物中のほぼ中央の位置にあり、d-phenothrin, butethrin の効力もそれとほぼ同じ系列にある。これらのピレスロイドでは allethrin は最も効力が小さい。

注目されるのはピレスロイドの光学活性化により効力が増強されることで、表1に示したごとく、アカイエカの幼虫に対し furamethrin, resmethrin の(+)-cis, trans 体は(±)-cis, trans の混合物に比べてそれぞれ2.2, 3.0倍の効力を持ち、また allethrin の(+)-trans 体は(±)-cis, trans 混合物の1.9倍の効力をもっている。

ピレスロイドの光学異性体の効力については多くの検討が行なわれ、今日ではかなり明確にされている^{4,12)}。いずれの化合物でも菊酸側の光学異性体の(+)-体の殺虫力がすぐれ、(-)体はほとんど無効にちかといわれる。Nishizawa⁸⁾によれば、ピレスロイドのイエバエに対する致死効力は、(+)-trans 体は(±)-cis, trans の混合物に比べてほぼ2倍の効力を示すという。アカイエカ幼虫の場合もイエバエと同様であるが、と

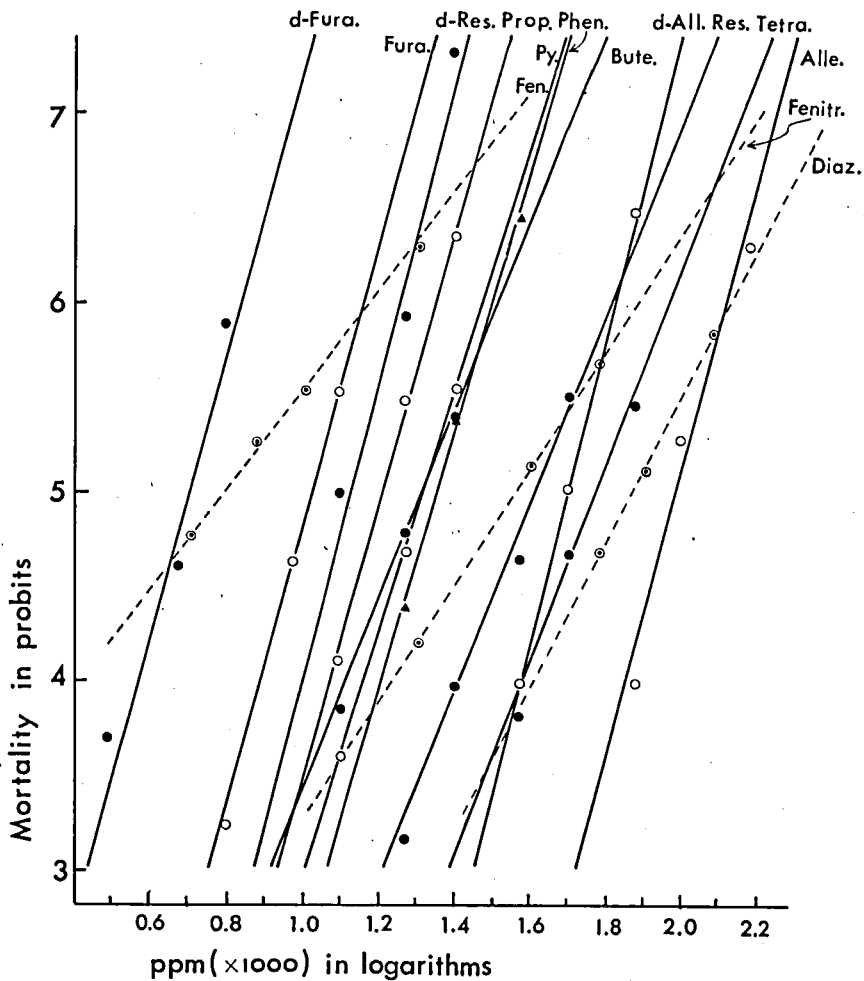


Fig. 1. Concentration-mortality regression lines of *Culex pipiens pallens* larvae exposed to pyrethroids and organophosphorus compounds.

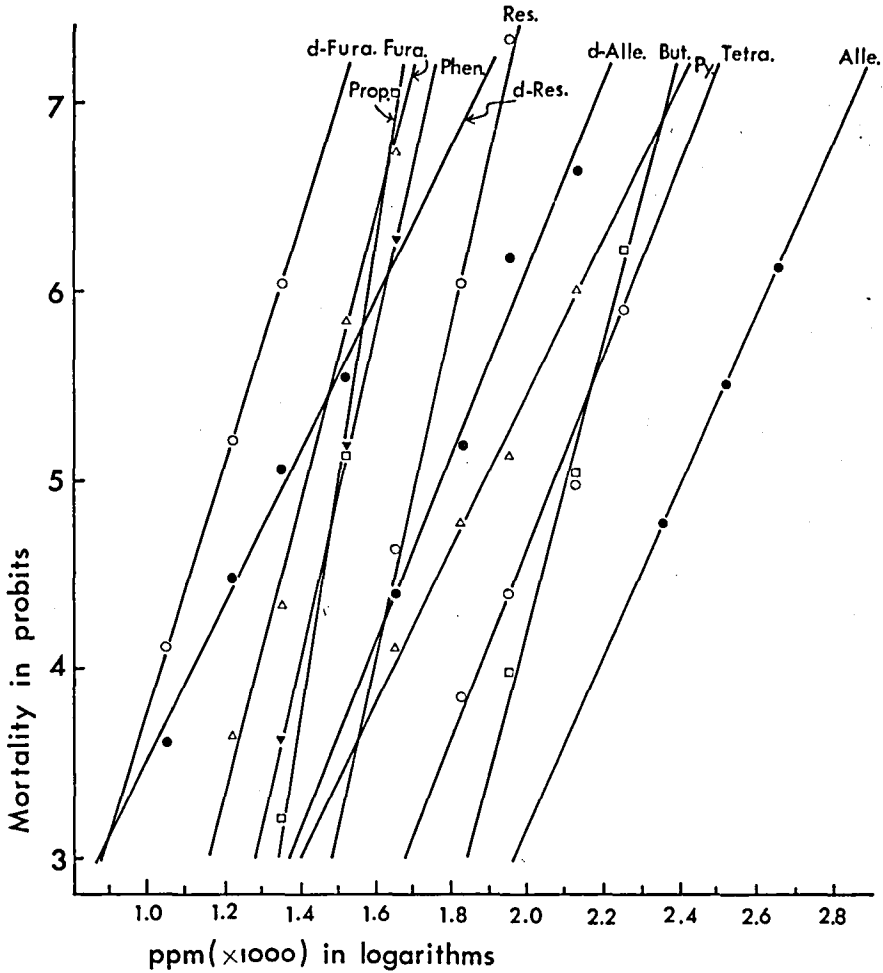


Fig. 2. Concentration-mortality regression lines of *Culex pipiens pallens* pupae exposed to pyrethroids.

くに resmethrin と phenothrin では (+)-*cis* 体の方が (+)-*trans* 体よりも活性が高いという報告があり⁹⁾、このことは昆虫の種に対して特異性を示すという点で興味ぶかい。

ピレスロイドのアカイエカ幼虫に対する効力については林ら¹⁾、宮本ら⁴⁾、中西ら⁷⁾、大神ら⁹⁾、奥野ら¹⁰⁾、安富¹¹⁾等によって報告され、これらの成績から LC₅₀ の値を比較してみると、著者によりかなり異なった数値が得られている。たとえば、allethrin の LC₅₀ は 0.050~0.218ppm、pyrethrins では 0.021~0.093ppm で、それぞれ約 4 倍のひらきがみられる。このことはアカイエカの殺虫剤感受性が系統によってかなり異なることが考えられるので、イエバエにおいてこれまでしばしば論議されたように、アカイエカにおいても標

準系統の設定について検討する必要があると思われる。

Diazinon, fenitrothion, fenthion のアカイエカ幼虫に対する効力を、ピレスロイドのそれと比較すると、allethrin を除く他のピレスロイドはすべて diazinon よりもすぐれ、fenitrothion と比べても 7 種類のピレスロイドがすぐれている。Fenthion には及ばないが、*d*-furamethrin はそれと同等の効力が期待される。

2. サナギに対するピレスロイドの効力

表 1 に示したように、サナギに対するピレスロイドの効力は、幼虫のそれと比べて効力の順位は必ずしも平行的でない。サナギの LC₅₀ 値と幼虫のそれとの比をみると、最小 1.3 から最大 6.8 までの差がみられる。即ち *d*-*trans*-allethrin や resmethrin では幼虫とサナギ間の感受性のちがいは小さく、butethrin ではそ

Table 1. LC₅₀ values, in ppm, of larvae and pupae of *Culex pipiens pallens* to pyrethroids and organophosphorus compounds.

Insecticides	Larvae		Pupae		Ratio B/A
	LC ₅₀ (A)	Relative effectiveness	LC ₅₀ (B)	Relative effectiveness	
allethrin	0.097	1.0	0.286	1.0	2.9
<i>d-trans</i> -allethrin	0.050	1.9	0.067	4.3	1.3
butethrin	0.021	4.6	0.143	2.0	6.8
furamethrin	0.011	8.8	0.029	9.9	2.6
<i>d</i> -furamethrin	0.005	19.4	0.017	16.8	3.4
<i>d</i> -phenothrin	0.023	4.2	0.036	7.9	1.6
proparthrin	0.016	6.1	0.036	7.9	2.3
pyrethrins	0.021	4.6	0.086	3.3	4.1
resmethrin	0.042	2.3	0.056	5.1	1.3
<i>d</i> -resmethrin	0.014	6.9	0.026	11.0	1.9
tetramethrin	0.060	1.6	0.132	2.2	2.2
diazinon	0.075	1.3	—	—	—
fentirothion	0.037	2.6	—	—	—
fenthion	0.006	16.2	—	—	—

れが大きい。このような差が何によっているのかは不明だが、有機リン剤について同じような相異を検討した水谷ら⁹⁾によると、そのひらきは6~72倍ということである。これはピレスロイドに比べて非常に大きいからである。

3. 総合的な評価

この実験を通じて、ピレスロイドのアカイエカ幼虫に対する効果は、一般に有機リン剤に匹敵するものが多く、しかも幼虫とサナギとでは感受性の差が比較的小さいことがわかった。実際の駆除にあたって、アカイエカの発生源には各令期の幼虫とサナギとが混在すると考えられるから、このような点でも有利なことが伺える。

最近わが国では殺虫剤に対する抵抗性の発達が問題になり、とくにイエバエでは有機リン剤に対して抵抗性の集団が各地から発見されている⁹⁾。アカイエカにおいても有機リン剤に multiple-resistant の幼虫が発見されて注目され¹¹⁾、最近では尼崎市のアカイエカ幼虫は、各地域のものが baytex に強いといわれる⁹⁾。このような強い抵抗性をもったアカイエカでも、ピレスロイド系に対しては交差抵抗性は全く認められなかったということであり¹²⁾、抵抗性対策という立場からもピレスロイドは検討されてよいと考えられる。

文 献

- 1) 林 晃史, 高間良之助: 防虫科学, 37, 1 (1972).
- 2) 林 晃史, 田中哲雄: 防虫科学, 38, 29 (1973).

- 3) 林 晃史: 防虫科学, 38, 158 (1973).
- 4) 宮本純之, 吉岡宏輔, 藤本敬明, 門田忠臣, 奥野吉俊: 住友化学, 2, 1 (1973).
- 5) 水谷 澄, 鈴木 猛: 衛生動物, 13, 56 (1962).
- 6) 向 暁, 十河恵一郎, 林 晃史: 防虫科学, 39, 91 (1974).
- 7) 中西美智夫, 津田 厚, 安部宏三, 稲垣修司, 向井俊彦: 防虫科学, 35, 91 (1970).
- 8) Nishizawa, Y.: *Bull. W. H. O.* 44, 325 (1971).
- 9) 大神 弘, 吉田安俊, 勝田純郎, 宮本純之, 門田忠臣: 防虫科学, 35, 45 (1970).
- 10) 奥野吉俊, 藤本敬明, 門田忠臣, 宮本純之, 羽室桂三: 防虫科学, 34, 157 (1969).
- 11) 鈴木 猛: 衛生動物, 19, 98 (1968).
- 12) 山本 出: 農学集報, 17, 273 (1973).
- 13) 安富和男: 防虫科学, 39, 59 (1974).

Summary

Comparative effect of pyrethroids to larvae and pupae of *Culex pipiens pallens* was studied using dipping method. The mosquitoes of Gose strain were reared and maintained from egg-batches collected in Gose City, Nara Prefecture, 1971. Some organophosphorus compounds were also tested for comparison. The following results were obtained.

1. The effect of furamethrin to 4th instar

larvae was the most effective among 11 pyrethroids, *d*-resmethrin and proparthrin were the next, and allethrin was inferior to the above chemicals.

2. The effect of pyrethroids to larvae was effective as much as or more than that of organophosphorus compounds, i. e., diazinon,

fenitrothion.

3. The effect of *d*-furamethrin to pupae was most effective, and the descending order was as follows: *d*-resmethrin, furamethrin, proparthrin, *d*-phenothrin, resmethrin, *d-trans*-allethrin, pyrethrin, tetramethrin, butethrin, allethrin.

抄 録

ネッタイエカ幼虫の過密因子：単離と化学構造

Overcrowding Factors of Mosquito Larvae: Isolation and Chemical Identification. T. Ikeshoji and M. S. Mulla, *Environmental Entomol.*, 3, 482 (1974).

ネッタイエカ *Culex pipiens quinquefasciatus* Say の幼虫を過密状態で飼育すると、“過密因子”(overcrowding factor) と名付けられる物質を分泌して、幼虫の生育を阻害し、個体群密度の調節を行なっていることはすでに報告した。

まず過密因子の検索は、約 1l 容の瓶に 2000 頭の 3~4 令幼虫を 300ml の水中で 3~5 日飼育し、幼虫を汙別後、100ml エーテルで 3 回抽出したものを過密因子の 1 単位とする。生物試験は、50 頭の 1 令幼虫を 200ml の水で飼育し、試料をエタノールに溶解して加え、蛹化までの累積死亡数から死亡率を求めて活性を比較する。1 単位の粗抽出物は 89% の死亡率を示した。

過密因子の単離は 50 万頭の幼虫の過密飼育で得られる水のエーテル抽出、シリカゲルクロマトグラフィ、分取ガスクロマトグラフィの精製によって、10~15mg ずつの活性画分 A と B を得た。この画分の活性はそれぞれ LC_{50} で 0.4 および 2.4 ppm, LC_{95} で 2.5 および 14.6 ppm であった。両者の質量分析では炭化水素が主成分であることを示すと同時に、A では m/e 88 の、B では m/e 74 のピークの存在から、それぞれ 2-ethyl- および 2-methyl- の長鎖のカルボン酸の混在を推定した。さらにガスクロマトグラフィで精製することにより、A、B とともに 2 成分からなり、GC-MS 分析の結果から、それぞれ *n*-heptadecane, 7-methyloctadecane, *n*-octadecane, および 8-methylnonadecane

と同定した。

n-Octadecane および 1 つのメチル側鎖をもつ近縁の炭化水素の LC_{50} は 10 および 1.5~2.0 ppm である。このことは上記 A 画分の LC_{50} (0.4 ppm) と比較して、A に混在する 2-エチル-脂肪酸が重要な役割を果たしているものと推測される。そこで入手容易な 3-メチル-オクタデカン酸を 0.3 ppm 添加してみると、上記の炭化水素の活性は強く増大する結果をみた。

(高橋正三)

ネッタイエカ幼虫の過密因子：側鎖をもつ脂肪酸類の活性

Overcrowding Factors of Mosquito Larvae: Activity of Branched Fatty Acids against Mosquito Larvae. T. Ikeshoji and M. S. Mulla: *Environmental Entomol.*, 3, 487 (1974).

前報で明かなように、ネッタイエカ幼虫の過密因子として確認された 4 種の炭化水素の幼虫に対する殺虫性が粗抽出物と比較して高くないのは、他に微量成分として 2-アルキル置換脂肪酸類の存在によるものと考えられる。そこで、アルキル側鎖の位置や種類の差異が活性に及ぼす影響を知るために、43 種の脂肪酸のネッタイエカ 1 令幼虫に対する殺虫性を比較した。

その結果、2-ethyl-, 3-methyl-, および 2,3-dimethyl-octadecanoic acid の 3 種が最も強い活性を示し、 LC_{50} の値は 0.4~0.6 ppm であった。

3-Methyl-octadecanoic acid の 0.4 ppm 溶液を幼虫生育期間のある時期だけに施用するという実験の結果は、3 回の脱皮の直後に最も効力を示すことが判明