有機リン剤抵抗性イエバエのピレスロイド剤淘汰 によるピレスロイド感受性の変化について¹⁾

林 晃 史^{2,3)} 新 庄 五 朗⁴⁾

²⁾ 千葉県衛生研究所医動物研究室 (〒280 千葉市仁戸町 666 の 2 番地)

³⁾ 東京医科歯科大学医学部医動物学教室 (〒113 東京都文京区湯島 1-5-45)

⁴⁾ 住友化学工業株式会社宝塚総合研究所 (〒665 兵庫県宝塚市高司 4 丁目 2 番 1 号)

(受領: 1984 年 7 月 13 日)

On change of susceptibility of houseflies to some pyrethroids
after successive selection to organophosphorus resistant
housefly colony (Dejima) with pyrethroids¹⁾

Akifumi HAYASHI^{2,3)} and Goro SHINJO⁴⁾

²⁾ *Laboratory of Medical Zoology, Institute of Public Health
of Chiba-prefecture, Nitonacho 666-2, Chiba 280, Japan*

³⁾ *Department of Medical Zoology, Tokyo Medical and Dental
University, Yushima, Bunkyo-ku, Tokyo 113, Japan*

⁴⁾ *Takarazuka Research Center, Sumitomo Chemical Co., LTD.,
Takatsukasa 4-2-1, Takarazuka, Hyogo 665, Japan*

Key words: OP-resistant housefly, pyrethroid compounds pressure, development of resistance,
Tetramethrin, Permethrin, Resmethrin.

最近の本邦産イエバエの殺虫剤に対する薬剤感受性の
実態と有機リン剤抵抗性のレベルの推移については林
(1979) や安富・主藤 (1978) の報告で明らかにされて
いる。

しかし、有機リン剤抵抗性イエバエに対する各種ピレ
スロイドの効果に関する報告はすくない。また、ピレス
ロイド剤が繁用された場合、ピレスロイド抵抗性発達の
有無やそのレベルを推定するための検討も、林・廿日出
(1975) がアレスリンを用いた検討のわずかの例を除き、
ほとんどなされていない。

本実験では、有機リン剤に対し強い抵抗性を持つ野外
採集イエバエを用いて、ピレスロイド剤による淘汰実験
を行い、薬剤感受性の変化について、若干の知見を得た
ので報告する。

¹⁾ 本研究の概要は第 32 回日本衛生動物学会大会 (金
沢: 昭和 55 年 4 月 4 日) にて報告した。

実験材料および方法

1) 供試昆虫

本実験に用いたイエバエ *Musca domestica* Linné
は次の 2 系統である。

有機リン剤抵抗性系統: この系統は昭和 51 年 9 月 7
日、茨城県新治郡出島村出島の「ごみ埋立地」で採集
し、その後、今日まで千葉県衛生研究所で累代飼育中
のものであり、出島系と称する。

感受性系統: 昭和 31 年以来、殺虫剤にふれること
なく累代飼育され、現在もなお、衛生研究所にて累代飼
育中の高槻系である。該系統は本邦における殺虫試験
の際の標準系として、しばしば用いられている。

なお、両系統の本実験開始時の薬剤感受性は Table 1
に記載したごとくである。

2) 供試薬剤

Table 1 Susceptibility of "Dejima" colony of adult houseflies for various insecticides in comparison with that of Takatsuki strain.

Chemical	LD ₅₀ (μg/female)		R/S
	Dejima (R)	Takatsuki (S)	
Malathion	>200	0.52	>384.6
Fenitrothion	154.5	0.095	1626.3
Fenthion	3.88	0.135	28.7
Diazinon	17.74	0.274	64.7
Dichlorvos	1.17	0.093	12.6
Pyrethrins	0.31	0.391	0.8
Tetramethrin	0.46	0.412	1.1
<i>d-trans</i> Allethrin	0.63	0.381	1.7
Resmethrin	0.022	0.016	1.4
Permethrin	0.015	0.044	0.3
<i>d</i> -Phenothrin	0.064	0.064	1.0
Fenvalerate	0.050	0.049	1.0

本実験に用いた殺虫剤は次のピレスロイド系殺虫剤と有機リン系殺虫剤である。

淘汰薬剤：有機リン剤抵抗性イエバエの出島系に対して淘汰に用いたピレスロイド剤は次の3種類である。

Tetramethrin： *N*-(3, 4, 5, 6-tetrahydrophtalimido) methyl *d, l-cis, trans*-chrysanthemate (純度 93.5 %)

Resmethrin： 5-benzyl-3-furymethyl *d, l-cis, trans* chrysanthemate (純度 94.1 %)

Permethrin： 3 phenoxybenzyl *d, l-cis, trans*-3-(2, 2-

dichlorovinyl)-2,2-dimethylcyclopropanecarboxylate (純度 93.3 %)

感受性調査の薬剤：薬剤感受性調査のために使用した殺虫剤は天然ピレトリン 25 %エキス, tetramethrin, *d-trans* allethrin (allethronyl *d-trans*-chrysanthemate：純度 91.5 %), *d*-phenothrin (3-phenoxybenzyl *d-cis, trans*-chrysanthemate：純度 93.5 %), resmethrin, permethrin, および, fenvalerate (α -cyano-3-phenoxybenzyl α -isopropyl-4-chlorophenylacetate：純度 95.6 %) のピレスロイド剤7種類と fenthion (*O, O*-dimethyl *O*-(3-methyl-4-methylthiophenyl) phosphorothioate：純度 96.8 %), malathion (S-[1,2-bis(ethoxycarbonyl) ethyl] *O, O*-dimethyl phosphorothioate：純度 85.9 %), fenitrothion(*O, O*-dimethyl *O*-(3-methyl-4-nitrophenyl) phosphorothioate：純度 99.9 %), diazinon (*O, O*-diethyl *O*-(2-isopropyl-6-methyl-4-pyrimidinyl) phosphorothioate：純度 97.0 %), および, dichlorvos (*O*-(2,2-dichlorovinyl) *O, O*-dimethyl phosphate：純度 98.5 %) の有機リン剤が5種類の計 12 種類である。

3) 実験方法

殺虫剤による淘汰の方法および薬剤感受性の試験方法は次のごとくである。

淘汰実験：ピレスロイド剤による淘汰の方法は、羽化後 3 ~ 5 日目の出島系未交尾イエバエの成虫に対し、局所施用法によって行った。

薬剤は微量注射器で、アセトンで希釈した所定濃度の薬剤をイエバエの胸部背板に 0.5 μ l 宛処理した。

この濃度は処理後 24 時間目の致死率が少なくとも 80

Table 2 Change of LD₅₀ values of various insecticides against the organophosphorus resistant housefly (Dejima colony) during tetramethrin selection.

Chemical	LD ₅₀ (μg/female) after selection				
	P-0*	1	2	5	10
Tetramethrin	0.46	0.33	0.49	0.52	0.86
Pyrethrins	0.31	—	—	0.43	1.10
<i>d-trans</i> Allethrin	0.63	0.79	0.38	0.58	0.62
Resmethrin	0.022	0.065	0.028	0.032	0.082
Permethrin	0.015	0.026	0.012	0.025	0.048
<i>d</i> -Phenothrin	0.064	0.033	0.044	0.038	0.053
Fenvalerate	0.050	0.069	0.062	0.029	0.072
Malathion	>200	—	—	—	41.7
Fenitrothion	154.5	—	—	9.75	13.5
Fenthion	3.88	—	—	1.71	0.60
Diazinon	17.74	—	—	2.34	1.03
Dichlorvos	1.17	—	—	0.79	0.92

* Generation selected; P-0: parent.

Fig. 1 Change of susceptibility of Dejima colony under tetramethrin-selection pressure to some pyrethroids.

○: Tetramethrin, △: Resmethrin, ●: Permethrin, P: Parent, *: As parent=1.

%以上になるよう設定した。

実験開始時の供試虫数は大量飼育した3,000頭以上の成虫群より、雌雄各600頭を用いた。以降、淘汰後の生存虫を飼育・植卵し、次世代の成虫を得て、同様の操作により、毎世代淘汰を繰り返した。

飼育環境温度は $26 \pm 2^\circ\text{C}$ 、実験時の温度は $22 \sim 28^\circ\text{C}$ であり、本実験は衛生研究所にて行った。

薬剤感受性試験：試験に使用した供試虫は淘汰により個体群がきわめて少数のため、 F_1 世代での実験は困難であった。従い、実験には F_2 から F_3 世代の3～5日目の雌成虫を用いた。

実験は通常の局所施用法により実施し、24時間後の致死率から、Blissのprobit法により、 LD_{50} 値を求めた。

また、試験は淘汰第1世代、第3世代、第5世代、第10世代、第20世代および第30世代について、千葉県衛生研究所および住友化学(株)宝塚総合研究所で実施した。

以上の実験期間は昭和52年1月から昭和55年3月の3年間である。

実験結果および考察

有機リン剤抵抗性イエバエの出島系に対して3種類のピレスロイド剤によって淘汰した時の薬剤感受性の変化は次のごとくである。

1) Tetramethrin による淘汰

各種殺虫剤に対する淘汰世代ごとの LD_{50} 値はTable 2に記載したごとくである。

Tetramethrin に対する LD_{50} 値は淘汰10世代においても $0.86 \mu\text{g}$ と、当初の2倍以内であり抵抗性の発達は認められなかった。

また、他のピレスロイドに対する感受性のレベルも、大差なく、resmethrin, permethrinの淘汰10世代目はFig. 1にみられるように、当初の3～4倍の感受性の低下にすぎない。

なお、興味深いことは淘汰10世代で、malathion, fenitrothionの感受性が高くなったことである。

2) Resmethrin による淘汰

各種殺虫剤に対する各淘汰世代ごとの LD_{50} 値はTa-

Table 3 Change of LD_{50} values of various insecticides against the organophosphorus resistant housefly (Dejima colony) during resmethrin selection.

Chemical	LD_{50} ($\mu\text{g}/\text{female}$) after selection					
	P-0*	1	3	5	10	20
Resmethrin	0.022	0.038	0.037	0.030	0.032	0.036
Pyrethrins	0.31	—	—	0.62	1.39	1.35
<i>d-trans</i> Allethrin	0.63	0.69	0.72	0.60	0.52	0.51
Tetramethrin	0.46	0.48	0.79	0.35	0.41	0.32
Permethrin	0.015	0.025	0.022	0.011	0.016	0.024
<i>d</i> -Phenothrin	0.064	0.042	0.087	0.045	0.065	0.073
Fenvalerate	0.050	0.074	0.064	0.075	0.020	0.069
Malathion	200	—	—	—	48.60	—
Fenitrothion	154.5	—	—	21.8	25.7	2.53
Fenthion	3.88	—	—	2.71	3.42	1.07
Diazinon	17.74	—	—	6.12	4.52	3.06
Dichlorvos	1.17	—	—	0.82	0.71	0.93

* Generation selected; P-0: parent.

Fig. 2 Change of susceptibility of Dejima colony under resmethrin-selection pressure to some pyrethroids.

○: Tetramethrin, △: Resmethrin, ●: Permethrin, P: Parent, *: As parent=1.

Table 4 Change of LD₅₀ values of various insecticides against the organophosphorus resistant housefly (Dejima colony) during permethrin selection.

Chemical	LD ₅₀ (μg/female) after selection						
	P-0*	1	3	5	10	20	30
Permethrin	0.015	0.022	0.029	0.017	0.048	0.051	0.044
Pyrethrins	0.31	—	—	0.73	1.15	2.16	3.42
<i>d-trans</i> Allethrin	0.63	1.09	0.79	0.50	0.57	0.99	0.66
Tetramethrin	0.46	0.25	0.49	0.52	0.98	0.86	0.22
Resmethrin	0.022	0.026	0.069	0.023	0.033	0.036	0.033
<i>d</i> -Phenothrin	0.064	0.055	0.089	0.068	0.13	0.076	0.059
Fenvalerate	0.050	0.095	0.10	0.079	0.12	0.074	0.038
Malathion	200	—	—	—	48.9	—	—
Fenitrothion	154.5	—	—	17.1	18.6	5.95	11.8
Fenthion	3.88	—	—	2.21	2.51	1.86	2.58
Diazinon	17.74	—	—	3.62	1.92	4.05	8.48
Dichlorvos	1.17	—	—	0.88	0.98	1.43	1.04

* Generation selected; P-0: parent.

Fig. 3 Change of susceptibility of Dejima colony under permethrin-selection pressure to some pyrethroids.

○: Tetramethrin, △: Resmethrin, ●: Permethrin, P: Parent, *: As parent=1.

ble 3に記載したごとくである。

Resmethrin に対する LD₅₀ 値は淘汰 20 世代においても、0.036 μg で当初の 2 倍以内の値で、顕著な感受性の低下は認められなかった。

なお、他のピレスロイドに対する感受性も、当初からの抵抗性比を整理すると Fig. 2 のごとくで、抵抗性の発達は認められなかった。

また、有機リン剤に対する感受性は、tetramethrin による淘汰の場合と同様の傾向が認められた。

3) Permethrin による淘汰

各種殺虫剤に対する各淘汰世代ごとの LD₅₀ 値は Table 4 のごとくである。

Permethrin に対する LD₅₀ 値は、淘汰世代 30 代においても 0.044 μg で、当初の約 3 倍の値であり、抵抗性の範囲に入らない。

なお、他のピレスロイドに対する感受性も、当初からの抵抗性比であらわすと Fig. 3 のごとくになり、いずれも抵抗性の発達が認められなかった。

以上、本邦産の有機リン剤抵抗性イエバエに対し、tetramethrin で 11 世代、resmethrin で 21 世代、permethrin で 31 世代にわたって淘汰し、それぞれ、10 世代、20 世代、30 世代まで薬剤感受性調査を行ったが、この実験の範囲では淘汰薬剤を含む他のピレスロイド剤に対し、著しい感受性の低下や抵抗性の発達は認められなかった。

この結果から、ピレスロイド剤に関しては短期間の使用では強い抵抗性の発達する可能性はすくないことがうかがえる。

イエバエのピレスロイド抵抗性に関しては、デンマークの農場で採集された個体群で、発達したもののあることが、Keiding (1976) によって報告されているので、現在、本邦におけるピレスロイド剤の使用実態と各地の鶏畜舎やごみ埋立地のイエバエのピレスロイド薬剤感受性について、調査・把握を行っているところである。

なお、ピレスロイドによる淘汰によって、有機リン剤の感受性が高まる傾向を示す成績が得られ、逆交差性 (Kassai and Ozaki, 1984) を示唆したが、ここではピレスロイド系殺虫剤に対する感受性の変化についてのみ述べた。

ま と め

本邦産の有機リン剤抵抗性イエバエ (出島系) を用いて、1977年1月から1980年3月まで、tetramethrin, resmethrin および permethrin で実験室で、成虫に対し80%以上の致死率の得られる濃度で淘汰し、淘汰世代ごとに主要なピレスロイド剤と有機リン剤に対する感受性の変化を局所施用法により調査した。

本実験の結果では、tetramethrin 10世代、resmethrin では20世代、permethrin では30世代にいたるも、淘汰ピレスロイドや他の主要なピレスロイドに対する感受性の低下や抵抗性の発達は認められなかった。

本実験を行うに際し、ご協力をいただいた研究室の各位に心からお礼申し上げます。

引用文献

林 晃史, 廿日出正美 (1975): イエバエの pyre-

throid 系殺虫剤に対する抵抗性について. 防虫科学, **40**: 119-121.

林 晃史 (1979): 日本, 東南アジアおよび南太平洋地域産イエバエの殺虫剤感受性に関する研究. お茶の水医学雑誌, **27**: 331-361.

Kassai, T and K. Ozaki (1984): Effects through successive selection with Fenvalerate on Malathion-Resistant Strains of the rice brown Planthopper and the Small Brown Planthopper, *J. Pesticide Sci.* **9**: 73-77.

Keiding, J. (1976): Development of resistance to Pyrethroids in field population of Danish Houseflies. *Pestic. Sci.*, **7**: 283-291.

安富和男, 主藤千枝子 (1978): 中央防波堤内側ごみ処分地 (第3夢の島) のイエバエの殺虫剤抵抗性について. 衛生動物, **29**: 205-208.

Summary

Change of susceptibility of a organophosphorus resistant housefly (*Musca domestica* Linné) colony collected at Dejima-cho in Ibaraki prefecture (Japan) to several organophosphorus and pyrethroid insecticides was studied during successive selection with tetramethrin, resmethrin or permethrin in the laboratory from January 1977 to March 1980. Selection was performed in the concentration which resulted in more than 80% mortality to the adult houseflies by topical application.

Present results indicated that susceptibility of these houseflies to pyrethroids did not decrease during successive selection for 10 generations with tetramethrin, 20 generations with resmethrin, or 30 generations with permethrin, respectively.