

## 関東地方におけるイエバエのピレスロイド抵抗性の現状

誌名	日本農薬学会誌
ISSN	03851559
巻/号	112
掲載ページ	p. 261-266
発行年月	1986年5月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター  
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council  
Secretariat



## 報 文

## 関東地方におけるイエバエのピレスロイド抵抗性の現状

船城 衛介, 田原雄一郎\*, 本山直樹

千葉大学園芸学部

\*三共株式会社

(昭和60年11月5日受理)

Current Status of Pyrethroid Resistance in the Housefly  
in Kanto Area

Eisuke FUNAKI, Yuichiro TABARU\* and Naoki MOTOYAMA

Faculty of Horticulture, Chiba University, Matsudo, Matsudo 271, Japan

\*Sankyo Co., Ltd., Chuo-ku, Tokyo 104, Japan

Susceptibility to several insecticides of housefly populations collected from hog and chicken farms as well as garbage dumping land-fill sites in Chiba-ken, Tochigi-ken, Ibaraki-ken and Tokyo was determined by the topical application method and compared with that of CSMA, a susceptible strain. A significant level of resmethrin resistance, *i.e.* 5.2  $\mu\text{g}/\text{♀}$  in  $\text{LD}_{50}$  and 179 fold in resistance factor, was detected only with the colony collected from the same hog farm in Mashiko, Tochigi-ken as where the first case of pyrethroid resistance was found in 1983. All other colonies were highly susceptible to resmethrin except one from the garbage dumping land-fill site of Yachiyo, Chiba-ken, which showed a slight decrease in susceptibility to the pyrethroid. All the colonies except CSMA strain were highly resistant to *p,p'*-DDT. The flies were also found retaining resistance reported in 1970s to organophosphorus insecticides such as diazinon and fenitrothion to varying degrees.

## 緒 言

わが国におけるイエバエの殺虫剤抵抗性発達の歴史を、林<sup>1)</sup>は3期に区分した。すなわち、第1期は1953~1960年の有機塩素剤抵抗性時代、第2期は1961~1969年の有機リン剤抵抗性時代、第3期は1970年以降の低毒性有機リン剤抵抗性時代である。1978年までにすでに多くの地域で malathion や fenitrothion のような低毒性有機リン剤に対する抵抗性の発達が著しく、これらによるイエバエの防除は困難であるとされた<sup>2)</sup>。

一方、合成ピレスロイドは、1977年に permethrin が防疫用殺虫剤として認可されて以来、上述した有機リン剤の効力が減退したゴミ処理場や畜舎等におけるイエバエ防除に頻繁に使用されるようになってきた。なおイエバエの合成ピレスロイドに対する抵抗性は、ヨーロッパ

においては早くから知られていたが<sup>3)</sup>、わが国では宮崎県都城産コロニーのピレスロイドに対する感受性が若干低下していることが確認された<sup>4)</sup>のを除いて、最近まで報告がなかった。しかしその後、1983年夏に至って、栃木県益子町の豚舎においてピレスロイドに著しく高い抵抗性を示すイエバエのコロニーが発見された<sup>5,6)</sup>。数種のピレスロイドがすでに農薬として登録され、今後害虫防除に大きな役割を果たすことが期待されている現在、益子系のコロニーで見られたピレスロイド抵抗性は、近い将来他の地域のイエバエや他の害虫でも起こることの前兆なのか、あるいは局地的に限定された、むしろ例外的な現象なのか、興味深い。

本研究では、関東地方におけるイエバエのピレスロイド抵抗性の現状を明らかにすることを目的とし、豚舎を中心に一部鶏舎、ゴミ処理場等からイエバエを採集して

数種殺虫剤に対する感受性を検定した。

### 材料および方法

#### 1. 供試昆虫と調査地点

イエバエ *Musca domestica* L. は、おのおのの地域より1984年9~10月に成虫を採集し、室内で2~3世代飼育増殖したものをを用いた。これらのイエバエの幼虫はラット、マウス用粉末飼料 CE-2®(日本クレア株式会社製)を与えて、 $25 \pm 1^\circ\text{C}$  の恒温室内で飼育し、殺虫剤感受性検定には羽化後4~5日目の雌成虫を供した。コロニー No., 採集地点および採集月日は次のとおりである。千葉県—(1)山武郡白子町牛込 S 豚舎, 10月30日採集, (2)山武郡白子町牛込 M 豚舎, 10月30日採集, (3)山武郡白子町関 O 豚舎, 10月30日採集, (4)八千代市上高野, 八千代市清掃センターゴミ埋立地, 10月30日採集, (5)八千代市佐山 K 豚舎, 10月30日採集。栃木県—(6)芳賀郡益子町小竹 A 豚舎, 9月27日採集, (7)芳賀郡益子町北方 B 豚舎, 9月19日採集, (8)芳賀郡益子町栗生 C 豚舎, 9月27日採集, (9)芳賀郡益子町七井 D 豚舎 (1983年夏にピレスロイド抵抗性が発見された豚舎<sup>5,6)</sup>), 9月19日採集, (10)芳賀郡茂木町 E 鶏舎, 9月27日採集, (11)芳賀郡二宮町東物井 F 豚舎, 9月27日採集, (12)真岡市八条

G 豚舎, 9月27日採集。茨城県—(13)下館市八丁 A 豚舎, 9月27日採集, (14)下妻市大宝 B 豚舎, 9月27日採集, (15)下妻市加養亀崎 C 豚舎, 9月27日採集, (16)結城郡石下町館方 D 豚舎, 9月27日採集。東京都—(17)国立予防衛生研究所の安富和男博士が1984年6月に第3夢の島にて採集したコロニー (以下夢の島-84と呼ぶ)。なお、これらの採集地点のおおよその位置関係は Fig. 1 に示すとおりである。このほかに感受性系統として、米国ノース・カロライナ州立大学 W. C. Dauterman 教授より1980年に入手し、以来千葉大学で累代飼育している CSMA 系を供試した。

#### 2. 供試殺虫剤

各農薬会社から入手した次の殺虫剤の工業用原体を用いた—resmethrin (95.1%), 5-benzyl-3-furylmethyl (1RS)cis, trans-chrysanthemate; *p,p'*-DDT (85.0%), 1,1,1-trichloro-2,2-bis(*p*-chlorophenyl)ethane; diazinon (96.5%), *O,O*-diethyl *O*-2-isopropyl-6-methylprimidin-4-yl phosphorothioate; fenitrothion (>99.0%), *O,O*-dimethyl *O*-4-nitro-*m*-tolyl phosphorothioate.

#### 3. 感受性検定法

所定濃度に希釈した各薬剤のアセトン溶液を、1頭当たり  $0.5 \mu\text{l}$  ずつ雌成虫の胸部背板に局所処理した。処理は各濃度20頭2反復で行ない、処理虫は砂糖水を与えて  $25 \pm 1^\circ\text{C}$  の恒温室内に保ち、24時間後の生虫数を記録した。Abbott<sup>7)</sup>の方法で補正死亡率を求め、 $\text{LD}_{50}$  値とその95%信頼限界(CL)は Bliss<sup>8)</sup>のプロビット法に準じてマイクロコンピューター(NEC, PC-9801型)を用いて計算した。

### 実験結果

供試した全18系統の resmethrin に対する感受性を Table 1 に示した。前年にピレスロイド抵抗性が発見された栃木県益子町の D 豚舎から採集したコロニーは、 $\text{LD}_{50}$  値で  $5.2 \mu\text{g}/\text{♀}$ 、抵抗性比で179倍という高い抵抗性を示した。しかしその他の地点では、千葉県八千代市のゴミ埋立地のコロニーが若干低い感受性を示した以外、益子町の3豚舎(コロニー No. 6, 7, 8)も含めて顕著な抵抗性はみられなかった。

同様に、全系統の DDT に対する感受性を Table 2 に示した。CSMA 系の  $\text{LD}_{50}$  値は  $0.21 \mu\text{g}/\text{♀}$  であるのに対し、その他のコロニーはすべて抵抗性が強く、 $\text{LD}_{50}$  値が  $40 \mu\text{g}/\text{♀}$  以上というコロニーが多かった。ピレスロイド抵抗性の益子D豚舎のコロニーについては DDT を  $170 \mu\text{g}/\text{♀}$  まで処理したが、ほとんど死亡する個体はなかった。

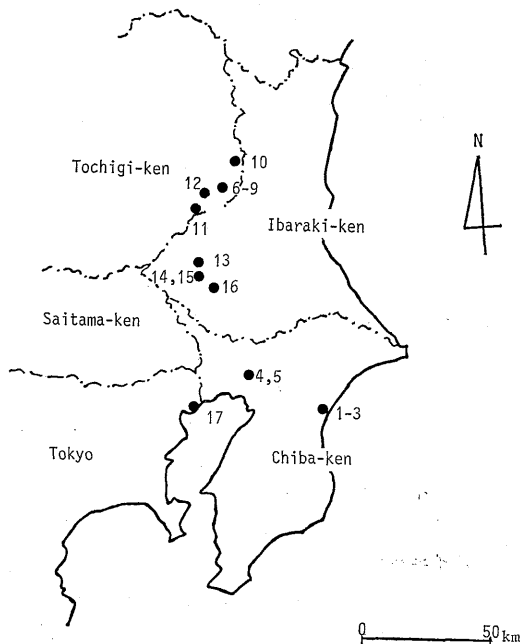


Fig. 1 Schematic map showing the locations where houseflies were collected.

The numbers correspond to the colonies described in the text.

Table 1 Susceptibility to resmethrin of housefly colonies collected in 1984 from various locations in Kanto area, Japan.

Housefly colony		LD <sub>50</sub> μg/♀ (95% CL)	Resist- ance factor
Location	No.		
Chiba-ken			
Shirako-cho	1	0.020(0.022-0.030)	0.9
	2	0.060(0.049-0.075)	2.1
	3	0.024(0.011-0.041)	0.8
Yachiyo-shi	4	0.13 (0.090-0.22)	4.5
	5	0.055(0.040-0.10)	1.9
Tochigi-ken			
Mashiko-cho	6	0.010(0.0030-0.014)	0.3
	7	0.077(0.051-0.12)	2.7
	8	0.035(0.027-0.048)	1.2
	9 <sup>a)</sup>	5.2 (3.9 -6.5)	179
Motegi-cho	10	0.0080(0.0060-0.010)	0.3
Ninomiya-cho	11	0.014(0.010-0.018)	0.5
Moka-shi	12	0.040(0.029-0.059)	1.4
Ibaraki-ken			
Shimodate-shi	13	0.0080(0.0050-0.010)	0.3
Shimozuma-shi	14	0.019 (0.015-0.023)	0.7
	15	<0.010	<0.3
Ishige-cho	16	<0.010	<0.3
Tokyo			
3rd Yumeno-shima	17	0.037(0.032-0.054)	1.3
Susceptible standard			
CSMA <sup>b)</sup>		0.029(0.010-0.11)	1

<sup>a)</sup> The colony No. 9 was collected from the same hog farm as where pyrethroid resistance was found in 1983.<sup>5,6)</sup>

<sup>b)</sup> CSMA is a standard susceptible strain obtained in 1980 from North Carolina State University, USA.

有機リン殺虫剤の diazinon に対する感受性をまとめた結果を Table 3 に示した。いずれのコロニーも抵抗性が発達していたが、とくに千葉県八千代市ゴミ埋立地のものと、第3夢の島ゴミ埋立地のコロニーは LD<sub>50</sub> 値が 4 μg/♀ 以上であった。

Fenitrothion に対する感受性は、CSMA 系を除いて供試個体数が不足したので、数段階の薬量で検定した結果を Table 4 に LD<sub>50</sub> 値の範囲で表わした。CSMA 系の LD<sub>50</sub> 値が 0.020 μg/♀ であるのに対して、いずれのコロニーも抵抗性を示し、LD<sub>50</sub> 値が 0.5~5 μg/♀ のものが 10 地点 (59%)、5~50 μg/♀ のものが 4 地点 (24%)、50 μg/♀ 以上のものが 3 地点 (18%) であった。

Table 2 Susceptibility to *p,p'*-DDT of housefly colonies collected in 1984 from various locations in Kanto area, Japan.

Housefly colony		LD <sub>50</sub> μg/♀ (95% CL)	Resist- ance factor
Location	No.		
Chiba-ken			
Shirako-cho	1	9.4 (7.5-11)	45
	2	32 (25 -40)	152
	3	10 (8.2-12)	48
Yachiyo-shi	4	>43	>205
	5	17 (9.1-31)	81
Tochigi-ken			
Mashiko-cho	6	>43	>205
	7	>43	>205
	8	>43	>205
	9 <sup>a)</sup>	>170	>810
Motegi-cho	10	>25	>119
Ninomiya-cho	11	>43	>205
Moka-shi	12	>43	>205
Ibaraki-ken			
Shimodate-shi	13	5.1 (2.1-8.8)	24
Shimozuma-shi	14	>43	>205
	15	28 (20 -40)	133
Ishige-cho	16	18 (15 -23)	86
Tokyo			
3rd Yumeno-shima	17	>43	>205
Susceptible standard			
CSMA <sup>b)</sup>		0.21(0.067-0.43)	1

<sup>a)</sup> The colony No. 9 was collected from the same hog farm as where pyrethroid resistance was found in 1983.<sup>5,6)</sup>

<sup>b)</sup> CSMA is a standard susceptible strain obtained in 1980 from North Carolina State University, USA.

## 考 察

Georghiouら<sup>9)</sup>によると、1980年までに殺虫剤抵抗性の発達した昆虫・ダニは428種にのぼる。その中でピレスロイド抵抗性の昆虫は22種もあり、Shono<sup>10)</sup>は最近、*kdr* 遺伝子による神経感受性低下を中心にピレスロイド抵抗性について総説を発表した。デンマークのイエバエでは、強いピレスロイド抵抗性が報告されており<sup>9)</sup>、これは1940年代におけるDDTの使用によるDDT抵抗性に遠因があるものといわれているが、1971~1978年にかけて林ら<sup>11-15)</sup>が行なった日本各地のイエバエの殺虫剤感受性調査では resmethrin に対する感受性はきわめて高く、ピレスロイド抵抗性を示唆する例は得られていな

Table 3 Susceptibility to diazinon of housefly colonies collected in 1984 from various locations in Kanto area, Japan.

Housefly colony		LD <sub>50</sub> μg/♀ (95% CL)	Resist- ance factor
Location	No.		
Chiba-ken			
Shirako-cho	1	1.1 (0.96-1.4)	37
	2	2.2 (1.7-2.9)	73
	3	0.47 (0.36-0.60)	16
Yachiyo-shi	4	4.0 (3.4-5.0)	133
	5	0.74 (0.60-0.92)	25
Tochigi-ken			
Mashiko-cho	6	0.62 (0.47-0.82)	21
	7	—	—
	8	1.3 (0.98-1.7)	43
	9 <sup>a)</sup>	1.6 (1.1-2.1)	53
Motegi-cho	10	—	—
Ninomiya-cho	11	1.7 (1.2-2.3)	57
Moka-shi	12	—	—
Ibaraki-ken			
Shimodate-shi	13	0.60 (0.33-1.2)	20
Shimozuma-shi	14	0.21 (0.12-0.35)	7
	15	1.0 (0.19-5.7)	33
Ishige-cho	16	1.9 (1.3-2.9)	63
Tokyo			
3rd Yumeno-shima	17	4.3 (3.7-5.2)	143
Susceptible standard			
CSMA <sup>b)</sup>		0.030(0.020-0.044)	1

<sup>a)</sup> The colony No. 9 was collected from the same hog farm as where pyrethroid resistance was found in 1983.<sup>5,6)</sup>

<sup>b)</sup> CSMA is a standard susceptible strain obtained in 1980 from North Carolina State University, USA.

—: not tested.

Table 4 Susceptibility to fenitrothion of housefly colonies collected in 1984 from various locations in Kanto area, Japan.

Housefly colony		LD <sub>50</sub> μg/♀ (95% CL)	Resist- ance factor
Location	No.		
Chiba-ken			
Shirako-cho	1	>50	>2500
	2	0.5-5	25-250
	3	0.5-5	25-250
Yachiyo-shi	4	>50	>2500
	5	5-50	250-2500
Tochigi-ken			
Mashiko-cho	6	0.5-5	25-250
	7	0.5-5	25-250
	8	0.5-5	25-250
	9 <sup>a)</sup>	0.5-5	25-250
Motegi-cho	10	0.5-5	25-250
Ninomiya-cho	11	0.5-5	25-250
Moka-shi	12	0.5-5	25-250
Ibaraki-ken			
Shimodate-shi	13	5-50	250-2500
Shimozuma-shi	14	5-50	250-2500
	15	5-50	250-2500
Ishige-cho	16	5-50	250-2500
Tokyo			
3rd Yumeno-shima	17	>50	>2500
Susceptible standard			
CSMA <sup>b)</sup>		0.020(0.014-0.029)	1

<sup>a)</sup> The colony No. 9 was collected from the same hog farm as where pyrethroid resistance was found in 1983.<sup>5,6)</sup>

<sup>b)</sup> CSMA is a standard susceptible strain obtained in 1980 from North Carolina State University, USA.

い。日本のイエバエにピレスロイド抵抗性が発達しにくい理由として安富ら<sup>17)</sup>は、日本のイエバエの DDT 抵抗性は *kdr* 遺伝子に基づくことは稀で、ほとんどが強い DDT-脱塩酸酵素活性によるためであると推察している。

1983年夏にわが国初の強いピレスロイド抵抗性の事例が益子町の豚舎で発見されたこと<sup>5,6)</sup>、他の地域のイエバエにも同様の現象がみられるかどうかは大きな関心事となり、いくつかの調査が行なわれた<sup>16,18)</sup>。その結果、群馬県柏倉地区<sup>18)</sup>で抵抗性コロニーが検出された以外、ほとんどの調査地域でイエバエのピレスロイド感受性は高いことがわかった。千葉県、栃木県、茨城県ならびに

東京都の一部を調査した本研究の結果でも、ピレスロイド抵抗性は益子町の D 豚舎だけに限定された現象であり、その他の地点ではすべて感受性であることが判明した。イエバエを採集した時の聞き込み調査では、コロニー No. 1~5 および 7 の豚舎ではピレスロイドがかなりの頻度で使用されたにもかかわらず、千葉県八千代市のゴミ埋立地のコロニー No. 4 の感受性が若干低い以外は、感受性の著しい低下は認められなかった。また、益子町では抵抗性の発見された D 豚舎 (コロニー No. 9) 以外にも D 豚舎から 2~3 km 以内の比較的近距離の豚舎 (コロニー No. 6, 7, 8) についても調査したが、明らかな抵抗性は認められなかった。したがって D 豚舎からの

抵抗性コロニーの移動分散も今のところないようである。それではなぜ、D豚舎のイエバエにだけピレスロイド抵抗性が発達したのだろうか。D豚舎では今回調査した他のすべての豚舎と異なり、新鮮な豚糞が豚舎に隣接して常時野積みされており、イエバエにとって格好の産卵ならびに幼虫繁殖場所になっていた。ここでは発生源に対する対策をほとんど行わず、イエバエ発生期間中(春～秋)、成虫駆除のため頻繁に(多い時は週に数回)ピレスロイドの空間噴霧を5～6年間にわたって繰り返してきた<sup>6)</sup> ために、他の豚舎よりもはるかに高い淘汰圧がかけられたことも、ピレスロイド抵抗性が発達した一因と推察される。D豚舎と同様な状態にある他の豚舎でピレスロイド抵抗性の発達がみられないものもある<sup>10)</sup>、ピレスロイド抵抗性発達の条件を一概には論じられないが、いずれにしても今後他の地域においてピレスロイド抵抗性が発達するのを防ぐには、豚糞に何らかの処理をして幼虫を防除することによって成虫の発生密度を下げ、成虫に対するピレスロイドの使用頻度を減らし、連続した高い淘汰圧がかからないようにすることが重要であると考えられる。

また、今回の調査結果は、DDT 抵抗性のものが必ずしもピレスロイド抵抗性ではないということを示唆している。DDT 抵抗性の主要メカニズムは、*kdr* 遺伝子による神経の感受性低下、DDT-脱塩酸酵素による解毒分解、ならびにチトクローム P-450 依存性モノオキシゲナーゼ系(MFO)による解毒分解の三つが考えられる<sup>19)</sup>、供試したイエバエの DDT 抵抗性がその中のどれに起因しているのか今後の証明に待たなければならない。なお、益子系イエバエについては、*kdr* が存在することが最近電気生理学的に証明された<sup>20)</sup>、Tsukamoto ら<sup>21)</sup>はすでに1965年にわが国の DDT 抵抗性イエバエから *kdr* の存在を報告している。

Diazinon に対しては、やはり CSMA 系を除いてすべての調査したコロニーで抵抗性が認められたが、とくに千葉県八千代市のゴミ埋立地(コロニー No. 4)と東京都夢の島(コロニー No. 17)のイエバエの LD<sub>50</sub> 値はいずれも 4 μg/♀ 以上でかなり高かった。八千代市のコロニーは以前林ら<sup>22)</sup>が diazinon の LD<sub>50</sub> 値 40 μg/♀ を検出したのと同じ場所から採集したものであり、夢の島のコロニーについても過去に安富ら<sup>23)</sup>が diazinon の LD<sub>50</sub> 値として 30 μg/♀ を報告している。これら二つのコロニーについては、室内で diazinon を用いて 4～5 回淘汰をしたところ急速に抵抗性が高まり、LD<sub>50</sub> 値は約 50 μg/♀ になったので(未発表)、diazinon 抵抗性の遺伝子が維持されているものと思われる。

Fenitrothion に対しても、コロニー間で若干の変異もみられたが、CSMA 系以外はすべて抵抗性を示した。コロニー No. 1, 4, 17 のように fenitrothion の LD<sub>50</sub> 値が 50 μg/♀ 以上のコロニーは diazinon 抵抗性も高いことから、両薬剤に対する抵抗性に一部共通のメカニズムが関与していることが想像される。しかし、たとえば No. 11 と 13 のコロニーのように fenitrothion 抵抗性と diazinon 抵抗性のレベルの間に必ずしも相関関係がない場合もあり、両有機リン剤に対する抵抗性のメカニズムは必ずしも同一ではないと考えられる。

これらの結果から、関東地方のイエバエについては、高い DDT 抵抗性ととともに、1970 年代に林ら<sup>14)</sup>が報告したリン剤抵抗性が現在なお維持されていることが確かめられたが、ピレスロイド剤の resmethrin については益子町の D 豚舎を除いては著しい抵抗性は発達していないことが明らかになった。しかし、すでに述べたように群馬県柏倉<sup>18)</sup>などではピレスロイド抵抗性のイエバエも出現していることから、今後ピレスロイド抵抗性の発達を予防するためには、成虫防除だけを狙ったピレスロイド剤の過度な使い方を避け、幼虫対策も含めた総合的な防除を考えることが必要と思われる。

## 要 約

千葉県、栃木県、茨城県、東京都の豚舎、鶏舎、およびゴミ埋立地から採集したイエバエ 17 コロニーの数種殺虫剤に対する感受性を局所用法で検定し、感受性系統の CSMA 系と比較した。その結果、resmethrin に対して抵抗性を示したのは 1983 年夏にピレスロイド抵抗性がはじめて発見された栃木県益子町の豚舎から採集したコロニーだけで、その LD<sub>50</sub> 値は 5.2 μg/♀、抵抗性比は 179 倍であった。その他のコロニーは、千葉県八千代市のゴミ埋立地のコロニーが若干の感受性低下を示した以外は、resmethrin に対する感受性の低下は認められなかった。また、*p,p'*-DDT については CSMA 系を除いて、供試したすべてのコロニーは高い抵抗性を示し、有機リン剤の diazinon と fenitrothion に対しても 1970 年代に報告された抵抗性が維持されていることがわかった。

イエバエの採集に関してご協力を賜った国立予防衛生研究所安富和男博士、千葉県東部家畜保健衛生所高畑聖二氏、井上潤一氏、千葉県八千代市上高野清掃事務所、栃木県益子町農協七井支所、ならびに各農家の方々に厚くお礼申し上げます。

## 引用文献

- 1) 林 晃史: 薬剤抵抗性, 深見順一・上杉康彦・石塚皓造編, ソフトサイエンス社, pp. 31-53, 1983
- 2) 林 晃史: お茶の水医学雑誌 **27**, 331 (1978)
- 3) J. Keiding: *Pestic. Sci.* **7**, 283 (1976)
- 4) 林 晃史・新庄五郎・牧田光康: 衛生動物 **34**, 123 (1983)
- 5) 本山直樹・林 晃史: 日本農薬学会第9回大会講演要旨集, p. 34, 1984
- 6) N. Motoyama: *J. Pesticide Sci.* **9**, 523 (1984)
- 7) W. S. Abbott: *J. Econ. Entomol.* **18**, 265 (1925)
- 8) C. I. Bliss: *Ann. Appl. Biol.* **22**, 134 (1935)
- 9) G. P. Georghiou & R. B. Mellon: "Pest Resistance to Pesticide," ed. by G. P. Georghiou & T. Saito, Plenum Press, New York, pp. 1-46, 1983
- 10) T. Shono: *J. Pesticide Sci.* **10**, 141 (1985)
- 11) 林 晃史・廿日出正美・長谷川恩・服部睦作: 防虫科学 **36**, 41 (1971)
- 12) 林 晃史・松崎沙和子: 防虫科学 **38**, 33 (1973)
- 13) 林 晃史・廿日出正美・森谷清樹: 防虫科学 **38**, 35 (1973)
- 14) 林 晃史・船城衛介・藤曲正登・加納六郎・野村健一: 防虫科学 **42**, 97 (1977)
- 15) 林 晃史・船城衛介・藤曲正登・加納六郎: 衛生動物 **30**, 315 (1979)
- 16) 林 晃史・新庄五郎: 日本農薬学会第10回大会講演要旨集, p. 69, 1985
- 17) 安富和男・主藤千枝子: 衛生動物 **35**, 174 (1984)
- 18) 正野俊夫・安富和男: 日本衛生動物学会東日本支部大会講演要旨集, p. 17, 1985
- 19) F. J. Oppenoorth & W. Welling: "Insecticide Biochemistry and Physiology," ed. by C. F. Wilkinson, Plenum Press, New York, pp. 507-551, 1976
- 20) Y. J. Ahn, E. Funaki, N. Motoyama, T. Shono & J. Fukami: *Pestic. Sci.* in contribution
- 21) M. Tsukamoto, T. Narahashi & T. Yamasaki: *Botyu-kagaku* **30**, 128 (1965)
- 22) 林 晃史・藤曲正登・船城衛介: 千葉衛研報告 **5**, 16 (1981)
- 23) 安富和男・主藤千枝子: 衛生動物 **31**, 155 (1980)