

料を提供された各会社にそれぞれ深く感謝する。

## 文 献

- 1) 鈴木 猛: 農薬 8 (4), 13 (1961)
- 2) 大串晃治: 衛生動物 12, 85 (1961)
- 3) 松原弘道: 防虫科学 26, 44 (1961)
- 4) 安富和男: 衛生動物学会東日本支部大会・東京 (1961)
- 5) Suzuki, T. and Mizutani, K.: *Japan. J. Exp. Med.* (in press)
- 6) 安富和男: 衛生動物 11, 202 (1960)
- 7) Sutherland, D. W. S. and Darsie, R. F.: *W. H. O. Information Circular on Insecticide Resistance* 30, 5 (1961)
- 8) 井上義郷: 農薬研究 6 (3), 32 (1961)
- 9) 諏訪内正名: 植物防疫 15, 391 (1961)
- 10) 田杉平司・上遠 章・河田 覚: 病虫・農薬辞典 東京 p. 192 (1955)
- 11) 松原弘道・丹羽英司・高橋梯蔵: 岐阜大農報 11, 116 (1959)
- 12) 松原弘道・中井英樹・高橋梯蔵: 岐阜大農報 12, 152 (1960)
- 13) 山本 亮: 農薬学, 東京 p. 22 (1962)
- 14) Metcalf, R. L.: *Organic Insecticides*. New York (1955)

## Résumé

The author proposed previously a simple measuring method for the relative appearing velocity of the efficacy of insecticides by means of the knockdown of mosquito larvae, *Culex pipiens pallens*. This time, the author, after making some tests on estimating conditions of that, measured the appearing velocity of 21 kinds of organic insecticides, and attempted to make a new rank for it.

The relative lethal toxicity of each insecticides was determined by means of bioassay using mosquito larvae, comparing with that of *p, p'*-DDT. The appearing velocity of the efficacy of each insecticides was measured by the knockdown effect of toxicant emulsion or solution applied to that insect in median lethal concentration ratio.

When the appearing velocity of the efficacy of *p, p'*-DDT was taken as a standard, the relative value of each insecticides was as follows: - pyrethrins 27.2, allethrin 20.5, dimethrin 8.63, lindane 4.69, barthrin 4.61, sevin 4.49, TEPP 2.88, nicotine 2.86, DDVP 1.73, methyl parathion 1.14, malathion 1.10, diazinon 0.80, EPN 0.71, sumithion 0.70, endrin 0.68, dieldrin 0.56, dip-terex 0.51, ethyl parathion 0.48, rotenone 0.33, aldrin 0.21. The following terms were proposed as a new indication to each of the ranks of the appearing velocity: - (relative value)

very rapid .....	> 15
rapid .....	14 ~ 5
ordinary .....	4 ~ 3
slow .....	2 ~ 0.5
very slow .....	< 0.4

From the product of relative median lethal concentration and relative median knockdown time against insect, and reciprocal of relative median lethal dose against mammals of insecticide, we can compare the quality of that insecticide; that is, the lesser the product is the better the insecticide as controller against sanitary pest insects. Pyrethroid such as dimethrin, pyrethrins, barthrin and allethrin can be said to be superior for their small value of the products.

**Lindane-Resistance in the So-called "Takatsuki" Strain of the Common House Fly, *Musca domestica vicina*.** Problems on the Breeding of Insects for Biological Assay of Insecticides. XXX. Sumio NAGASAWA (Ihara Agricultural Chemicals Institute, Shimizu). Received Oct. 31, 1962. *Botyu-Kagaku*, 27, 108, 1962. (with English résumé, 112).

17. いわゆる高槻系イエバエの Lindane 抵抗性 殺虫剤の生物試験用昆虫の飼育に関する諸問題 第30報 長沢純夫 (イハラ農薬研究所) 37. 10. 31 受理

数カ所で飼育されたいわゆる高槻系イエバエの個体群が lindane にたいしてしめす抵抗性の程度を滴下法によって検討した結果, これらのしめす 1 雌あたりの LD<sub>50</sub> は, 0.05~1.08 μg の範囲にあった。さきに DDT にたいする抵抗性を検討した結果と照合すると, 交叉抵抗性に関する今日まで

の知見から DDT の淘汰によって抵抗性ができたとと思われる個体群は、B だけの様である。lindane にたいする感受性の上からも、H, A, K の個体群が、原系統に一番ちかいもの様に考えられるが、原系統が保存されていない現在、確定的な結論はなしえない。lindane にたいしてしめされた標準の S よりもたかい耐性ないし抵抗性は、その原因が lindane の淘汰によるものであるか否かは、系列のことなる他の薬剤をもちいて実験をおこなった結果から、その交叉抵抗性の様相を解析すればある程度推定が可能であろう。

いわゆる高槻系と称されて、わが国でひろく殺虫剤の生物試験検定のためにもちいられているイエバエのしめす DDT 抵抗性については、さきにくつかの個体群をえらんで実験し、その結果を報告した<sup>9)</sup>。それによれば、ひとつの原系統から出発したいくつかの個体群も、2 年余の間に飼育された場所によって、かなり異ったものに変化していることが明らかにされ、標準系統の保存と飼育管理には最大の注意が払われるべきことが強調された。本報においては同じ個体群のしめす lindane 抵抗性を検討した結果をのべ、さきの DDT にたいしてしめた抵抗性の発達の要因を解析することとする。本文にはいるにさきだち、昆虫の飼育につくされた伏見主子嬢と、数値の計算に御助力いただいた高田なつ子嬢に謝意を表す。

実験材料および方法

供試昆虫：系統の由来、また飼育個体群にあたえられた符号、飼育方法などすべて前報<sup>9)</sup>と同じである。

供試薬剤：Lindane (m. p. 112-3°) を最高濃度 10  $\mu\text{g}/\text{mm}^3$  のアセトン溶液として、対数間隔 0.3 をもって 8 段階に稀釈して用いた。

試験方法：葉液処理、調査の方法、および齊整不完備型の実験計画などもまたすべて前報<sup>9)</sup>とおなじである。実験のおこなわれたのは 1962 年 6 月 21 日から 8 月 15 日にいたる期間で全実験を通じて 10421 匹のイエバエが用いられた。

実験結果と考察

中央致死薬量の算定：実験日ごとに各個体群についてえられた薬量と致死率の関係をプロビット交換法により整理し、まず回帰線の平行性を変量分析の方法で検定した。その結果は第 1 表にしめすごとくで、有意水準 0.05 において (実験 1 における各集団別の回帰線の平行性を検定した値においては、有意水準 0.01 において) 平行関係にあるものと考えてさしつかえない。それゆえ combined slope  $b_0$  をもちいて、各回帰線の平行化をはかり、それによって再計算された中央致死薬量にもとづいて以後の計算をすすめることが可能である。 $b_0$  をもちいて再計算されたそれぞれの回帰線から算定された中央致死薬量指数をひとつの表にまとめたのが第 2 表である。

中央致死薬量の比較：齊整不完備型の実験計画にもとづいてえられた第 2 表の実験結果を、一定の方法で整理したのが第 4 表第 1 欄の平均中央致死薬量指数である。第 3 表の数値は平均中央致死薬量指数を算定するための係数をもとめる分散分析の結果である。第 4 表にしめた  $\mu\text{g}/\text{g}$  の数値は前報同様、1 雌の生体重を 18mg として算定した数値である。S の lindane にたいする感受性を 1 とした時の、各個体群の相対耐性ないし抵抗性の数値を第 4 表の最後の欄にしめた。第 4 表にしめされた lindane 抵抗性の程度をみると、DDT の場合におけると同様 C および D の個体群

Table 1. Comparison of the slopes of the curves relating probit kill and log-dosages, representing the dosage-mortality curves based upon weighted, corrected probits.

Variance due to	Degrees of freedom	Experiment 1			Experiment 2		
		Sum of squares	Mean square	F	Sum of squares	Mean square	F
Combined slope for all tests, $b_0$	1	710.99746			678.89643		
Differences between daily slopes	6	6.60838	1.10140	2.89	6.12525	1.02088	1.87
Differences between individual slopes	14	11.05537	0.78967	2.07	19.12714	1.36622	2.50
Deviation from straight line	84	32.05662	0.38162		45.91960	0.54666	

Table 2. Toxicity in terms of the log-LD<sub>50</sub> for each series.

Expt.	Population	1	2	3	4	5	6	7	V <sub>s</sub>	W <sub>s</sub>	Y <sub>s</sub>	
1	S	1.484	0.836		1.441				3.761	1.704	3.824	
	A	1.241				0.967	1.327		3.535	-1.924	3.464	
	B		0.776	0.888		0.942		1.108	2.606	7.566	2.885	
	C	0.673		0.460					2.241	-2.408	2.152	
	D		0.753					0.766	0.765	2.284	-3.046	2.172
	E				1.892	1.785			2.207	5.884	-1.870	5.815
	F			1.315	1.373			1.738		4.426	-0.022	4.425
	T <sub>s</sub>	3.398	2.365	2.663	4.706	3.694	3.831	4.080	24.737	0.000	24.737	
2	S	1.146	1.445		0.909				3.500	-0.722	3.468	
	G	2.172				1.944	1.939		6.055	1.152	6.105	
	H		1.230	0.877		0.989			3.096	-2.056	3.006	
	I	1.496		1.604				1.661	4.761	-0.934	4.720	
	J		1.723					1.574	1.837	5.134	-3.078	4.999
	K				0.926	1.212			1.154	3.292	0.936	3.333
	L			1.700	1.724			1.690		5.114	4.702	5.321
	T <sub>s</sub>	4.814	4.398	4.181	3.559	4.145	5.203	4.652	30.952	0.000	30.952	

Table 3. Analysis of variance for separating variation between days from remainder.

Variance due to	Degrees of freedom	Experiment 1		Experiment 2	
		Sum of squares	Mean square	Sum of squares	Mean square
Populations, ignoring days from V <sub>s</sub>	6	3.488409		2.550893	
Days, exclusive of populations from W <sub>s</sub>	6	0.490617	0.081770	0.234565	0.039094
Error within days and populations	7	0.276701	0.039529	0.105394	0.015056
Total	19	4.255727		2.890852	

が一番に感受性である。しかしCの個体群は性比が著しく異った生理的には異質であると考えられるものであった。また、Dの個体群は外国の感受性系統がそのまま高槻系とあやまられて導入されたと推定されたものである。このことは lindane 感受性をしらべた本報の結果においても、そのままとりいれることが可能の様で、比較の対照として一応除外してもよいであろう。つぎに、H, A, K の個体群が DDT の感受性の程度から、原系統に割合ちかい個体群であるとした想定は、本報の lindane 感受性をしらべた結果からもなりたつ様である。標準に用いたSの個体群もこれらK, H, A 個体群のそれに比べれば、わずかの耐性をしめしている。このSよりも lindane にたいしさらに高い耐性ないし抵抗性をしめしているのは、F, I, J,

L, E, G の個体群である。これらは lindane ないし heptachlor, dieldrin の様な cyclodiene 化合物あるいは有機燐殺虫剤の淘汰をある程度うけているものと考えられる。しかし、そのうちの化合物群のいずれによって大きな淘汰をうけたかはここではいえない。ただBの個体群だけは今日までの交叉抵抗性に関する知見から DDT ないしその類縁化合物によって淘汰されたと結論してさしつかえないであろう。すなわち Kearns<sup>2)</sup>は40のことなるイエバエの抵抗性系統を実際に実験検討した結果、これらつぎの3群にわけうることをのべている。すなわち、(1)野外または実験室において、DDT および methoxychlor の淘汰によってできた DDT およびその類縁化合物にたいする抵抗性は、 $\gamma$ -BHC, dieldrin およびその類縁化合物に

Table 4. Relative resistance of female adults of the so-called "Takatsuki" strain of the common house fly, *Musca domestica vicina* Macquardt, for lindane applied topically, corrected for differences between days. Significant difference for  $n=8$ , and  $P_r=0.05$ .

Expt.	Population	log LD <sub>50</sub> (+2,000)	LD <sub>50</sub> ( $\mu$ g/fly)	LD <sub>50</sub> ( $\mu$ g/g)	Relative resistance
1	S	1.273	0.19	11	1.00
	A	1.154	0.14	8	0.76
	B	0.961	0.09	5	0.49
	C	0.717	0.05	3	0.28
	D	0.723	0.05	3	0.28
	E	1.937	0.87	48	4.61
	F	1.474	0.30	17	1.58
Standard error		0.123			
Difference between populations		0.401			
2	S	1.155	0.14	8	1.00
	G	2.033	1.08	60	7.55
	H	1.001	0.10	6	0.70
	I	1.572	0.37	21	2.61
	J	1.665	0.46	26	3.24
	K	1.120	0.13	7	0.92
	L	1.772	0.59	23	4.14
Standard error		0.077			
Difference between populations		0.251			

は感受性である。(2)同様に  $\gamma$ -BHC または dieldrin の淘汰によってできた  $\gamma$ -BHC, dieldrin およびその類縁化合物にたいする抵抗性系統は, DDT およびその類縁化合物にたいして感受性である。(3)この両群の化合物によって, 連続的に淘汰された系統は, 塩素系化合物のいずれにたいしても抵抗性である。筆者のもちいた13の個体群のうち少くともBの個体群だけは, 上記の1に該当するものと考えられよう。このE, F, G, I, L は dieldrin ないしその類縁化合物による感受性の程度をしらべることによって, さらに何らかの解決がえられるものとする。Jの個体群は先報にも述べた様に, その性比がひとしくないものでCと同様あるいは考察の対象からとりのぞくべきものかもしれない。DDT およびその類縁化合物で淘汰されて抵抗性の発達したイエバエは, lindane, chlordane, dieldrin などにたいしては, わずかの耐性をしめす程度であるという実験室ないし野外における観察事実は, 上記の Kearns の報告のみならず, 多くの入たち<sup>1,2,3,4,5,6,8,10,11</sup>)によっても報告されており, DDT の淘汰によってできた抵抗性の  $\gamma$ -BHC にたいする交叉抵抗性は有意でないというのは, 今日では一般的な法則

となっている様である。

文献の上にもみられる高槻系イエバエの lindane にたいする感受性は1雌あたりの LD<sub>50</sub> でしめすと, 0.24 $\mu$ g (武衛・中島)<sup>2)</sup> 0.095 $\mu$ g (安富)<sup>18,19)</sup>, あるいはgあたりでしめすと, 10.0 $\mu$ g/g (Yamasaki,<sup>15)</sup> Yamasaki and Narahashi<sup>16)</sup>)となっている。LD<sub>50</sub> ないし KT<sub>50</sub> でしめされた lindane 抵抗性は, 白井および鈴木<sup>12)</sup>, 安富<sup>17)</sup>によれば, 高槻系は, 他の彦根, 福岡, 板付, 伝研, 海老名などに比べて, 一番にひどいことがしるされている。安富<sup>17,18,19,21)</sup>, 鈴木<sup>13,14)</sup>がいわゆる高槻系は60 $\mu$ g/♀で30~50%以下の致死率しかえられなかったとのべていることと照合すると, さきにしるした交叉抵抗性の知見から彼らの使用した高槻系のしめした DDT 抵抗性は, DDT そのものの淘汰によってもたらされたものと推定ができる様である。なお高槻系を  $\gamma$ -BHC で淘汰すると, 彦根系程ではないがきわめて短時日の間に抵抗性が獲得されることは安富<sup>21)</sup>によって発表されている。なお幼虫にたいする LD<sub>50</sub> は安富<sup>20)</sup>によれば 1.164 p. p. m. で CSMA 系よりは耐性をしめすが, 海老名系より感受性である。

## 摘 要

(1) さきに DDT にたいする感受性の様相を検討したいいわゆる高槻系イエバエ13個体群の lindane 感受性を、滴下法によってえられた結果から比較考察した。実験は7×7のラテン方格法にもとづく斉整不完備型の計画にしたがっておこなった。

(2) 高槻系イエバエの lindane にたいする感受性は飼育機関別にみて、かなりことなつたものになっていることは、DDT についてもとめた結果とおなじで、1雌あたりの LD<sub>50</sub> は 0.05~1.08 μg の範囲であった。LD<sub>50</sub> が 0.10~0.14 μg/♀ をしめす A, H, K の3個体群が、DDT 抵抗性を検定した場合に推定したと同様原系統に一番ちかひのもの様に思われる。しかし原系統が保存されていない現在、これを証明することは不可能である。

(3) 今日までの交叉抵抗性にかんする知見では、DDT の淘汰によってできた抵抗性は、lindane にたいしては抵抗性をしめさない。これによればさきにしめされた DDT 抵抗性個体群のうち、B だけはあきらかに DDT ないしその類縁化合物の淘汰によってできた個体群であると考えられる。

## 文 献

- 1) Barber, G. W. and Schmitt, J. B.: *J. Econ. Ent.*, **42**, 287 (1949).
- 2) 武備和雄・中島貞夫: *衛生動物* **11**, 66 (1960).
- 3) Busvine, J. R.: *Nature*, **168**, 193 (1951).
- 4) Decker, G. C. and Bruce, W. N.: *Amer. J. Trop. Med. Hyg.*, **1**, 395 (1952).
- 5) Harrison, R. A.: *J. Sci. Tech. B.* **32**, 5 (1951).
- 6) Keiding, J. and van Deurs, H.: *Nature*, **163**, 964 (1949).
- 7) Kearns, C. W.: *Origins of resistance in toxic agents*, edited by Sevag, M. G., Reid, R. D., Reynolds, O. E., 148 (1955).
- 8) King, W. V.: *J. Econ. Ent.*, **43**, 527 (1950).
- 9) 長沢純夫: *防虫科学* **27**, 67 (1962).
- 10) Pimentel, D. and Dewey, J. E.: *J. Econ. Ent.*, **43**, 105 (1950).
- 11) Pimentel, D. Schwardt, H. H. and Dewey, J. E.: *J. Econ. Ent.*, **46**, 295 (1953).
- 12) 白井充子・鈴木 猛: *衛生動物* **9**, 87 (1958).
- 13) 鈴木 猛: *日本薬剤師協会雑誌* **10**, 15 (1958).
- 14) 鈴木 猛: *日本の医学の1959年*, (第15回日本医学会総会学術集會記録) **2**, 685 (1959).
- 15) Yamasaki, T.: *WHO Insecticides*, **76**, *Seminar*

*on the resistance of insects to insecticides*, New Delhi, India, 27 February-7 March, 1958, 143 (1958).

- 16) Yamasaki, T. and Narahashi, T.: *Botyu-Kagaku* **23**, 146 (1958).
- 17) 安富和男: *衛生動物* **9**, 85 (1958).
- 18) 安富和男: *衛生動物* **10**, 92 (1959).
- 19) 安富和男: *衛生動物* **11**, 112 (1960).
- 20) 安富和男: *衛生動物* **11**, 202 (1960).
- 21) 安富和男: *植物防疫* **15**, 213 (1961).

## Résumé

In the previous paper, some bioassay experiments on the DDT-resistance of the so-called "Takatsuki" strain of the common house fly were carried out using 13 populations which were divided from the original strain and bred separately in the different institutions for about two years. The result of experiments has shown that the median lethal dosages of DDT to the common house fly of the "Takatsuki" strain are considerably variable with population. In this paper, the lindane-resistance of the same populations was discussed. The rearing method of the house fly, topical application method of acetone solution of lindane, and the experimental design of the balanced incomplete blocks based upon a 7 by 7 latin square are all the same as that adopted in the experiment of DDT-resistance. The median lethal dosages of lindane to those populations were in the range from 0.05 to 1.08 μg/♀. As well as in the case of DDT-resistance, from the result of lindane-resistance obtained it was assumed that the populations K, H and A are close to the original population of the "Takatsuki" strain which was reared in the Institute for Chemical Research, Kyoto University at Takatsuki until May 1959. However, it is impossible to prove this assumption as the original population is not already kept at the institute mentioned above. It is certainly said as the general rule that strains made DDT-resistance by DDT pressure show no significant cross-resistance to γ-BHC. Among the DDT-resistant or tolerant populations found in the previous paper, only the population B is seemed to be the result by DDT pressure.