

Studies on the Control of Fly Larvae by Chemicals. 6. The Resistance to Lindane and the Size of Adult Flies of *Sarcophaga peregrina* treated by Lindane in Larval Stage. Takeshi SUZUKI (Department of Parasitology, Institute for Infectious Diseases, University of Tokyo) and Teruhiko TÔYAMA (Mitsui Chemical Industrial Company). Received April 30, 1956. *Botyu-Kagaku*, 21, 43, 1956. (with English résumé, 47).

10. 幼虫期に lindane の処理を受けたセンチクバエ成虫の抵抗性及び形態について
薬剤によるハエ幼虫駆除に関する研究 第6報 鈴木 猛 (東京大学 伝染病研究所 寄生虫
研究部)・遠山輝彦※ (三井化学工業株式会社) 31. 4. 30. 受理

幼虫期に lindane の処理を受けたセンチクバエ成虫の lindane に対する抵抗性は、対照区の成虫に比較して僅かに小さい。又その大きさ及び形態は、対照区のそれに比較して一般に差が認められないが、処理区においては均一な個体を生ずる傾向があり、これは特に♂において著しい。

まえがき

さきに筆者ら¹⁾は、センチクバエ3齢幼虫に lindane を接触せしめた結果、その効力は幼虫期にあらわれるばかりでなく、蛹化した蛹、及び羽化した成虫に対してもその一部を死亡せしめることを報告し、これを lindane の後作用として論じた。その後、幼虫期に lindane の処理を受けた成虫及び対照区の成虫につき、lindane に対する抵抗力を比較し、あわせて成虫の大きさ及び形態の比較を行い、興味ある知見を得たのでここに報告する。

この研究の実施にあたって、御指導をたまわつた当研究室主任佐々学助教授、御協力を得た当研究室の林滋生博士及び佐藤孝慈、堀井正信、平社俊之助、佐藤金作の諸氏に深謝する。又、供試昆虫の飼育及び実験の大部分は、松永秀子嬢の献身的な協力によつてゐる。あわせて謝意を表する次第である。

なお、本研究の要旨は、1956年4月の日本衛生動物学会第8回総会において報告した。

薬剤及び供試昆虫

薬剤 lindane (結晶) 10%, キシロール 60%, ロート油 30% の組成を有する 10% lindane 乳剤を調製し、これを幼虫処理薬剤とした。

成虫の抵抗性比較にあつては、lindane の結晶をアセトンに溶解した 1% の lindane アセトン溶液を用いた。

供試昆虫 実験室内で累代飼育中のセンチクバエ *Sarcophaga peregrina* Robineau-Desvoidy を用いた。飼育方法及びシステムは、本研究の以前の各報に報告したものと全く同じである。

幼虫の lindane 処理

方法。処理法は第1報に報告したモミガラ浸漬法に

※ 伝研寄生虫研究部に派遣された当時の業績である。

準じている。すなわち、内径 9 cm, 高さ 6 cm のシャーレに、モミガラ 2 g と有効成分に対して 30,000 倍にあたる稀釈液 (すなわち 10% lindane 乳剤の 3,000 倍稀釈液) 20 cc をよく攪拌して入れ、これに産仔後 2~3 日のセンチクバエ 3 齢幼虫約 25 匹を放ち、布蓋をして 25~28°C に 24 時間保つた。その後この幼虫を別のシャーレに移し、その中で蛹化せしめる。これを、処理区についてはシャーレ 30 コ (幼虫 725 匹)、対照区については 12 コ (298 匹) を用いて同時に行つた。

蛹は、処理区についてはシャーレ 6 コ毎に、対照区については 2 コ毎にあつて、30 cm×30 cm×30 cm の金網をはつた飼育ケージに入れ、この中で羽化せしめた。成虫の餌としては 5% 砂糖水を与え、又温度は 25~28°C に保つた。

結果。この実験結果を第1表に示した。先に報告した結果と同様に、この実験においても、接触を開始してから 48 時間後の幼虫致死率 (26.8%) は、24 時間後の致死率 (29.2%) より若干低くあらわれている。その後、不蛹化率 (幼虫期総致死率)、不羽化率 (幼虫期及び蛹期の総致死率) になるに従つてこれらの数値は増大し、最初の成虫が羽化してから 5 日後における累積致死率 (幼虫期、蛹期及び成虫期 5 日間の総致死率) は、83.2% を示している。

なお、薬剤の代りに水を用いた以外は全く同様な処理を施した対照区においては、供試幼虫 298 匹中、15 匹が羽化しなかつた (不羽化率 5.0%)。しかしこれ以外は、どの令期においても全く死亡していない。

なお、最初の成虫が羽化してから 20 日後、すなわち産仔後 35 日における生存成虫は、処理区で 68 匹、対照区で 164 匹である。この成虫を用いて以後の実験を進めた。

Table 1. The retarded lethal effect of lindane in larval, pupal and adult stages of *S. peregrina*. The 3rd instar larvae were treated by 30,000 dilution of lindane.

	No. of larvae used	Mortality of larvae after treatment		No. of pupae	M. b. P. S. ¹⁾	No. of adult flies emerged	M. b. A. S. ²⁾	No. of dead flies within 5 days	A. M. ³⁾
		24 hours	48 hours						
Treated	725	29.2%	26.8%	485	33.1%	159	78.1%	37	83.2%
Untreated	298	0	0	298	0	283	5.0	0	5.0

- 1) Mortality before pupal stage (total mortality in larval stage).
- 2) Mortality before adult stage (total mortality in larval and pupal stages).
- 3) Accumulated mortality (total mortality in larval, pupal and adult stages).

成虫の lindane に対する抵抗性比較

方法。前記の成虫を炭酸ガスで麻酔して♀と♂に分けた。この7匹ないし15匹の成虫を、直径12cm、高さ6cmのガラスシャーレに移し、ガーゼで蓋をした。これをガラス円筒(直径16cm、高さ45cm)の中央におき、円筒の上部の小孔から、1%のlindaneアセトン溶液0.5ccを、エアコンプレッサーによって20ポンドに加圧し、スプレーガンを用いて噴霧した。以後、所定の時間経過後に、シャーレの器底に落下仰転する成虫数を観察記録した。実験時の室温は18.0°C、関係湿度は70%である。

結果。この実験結果は第2表に示してある。これによれば、処理区及び対照区の各成虫について、♀、♂の間で落下仰転率に著しい差が認められない。又供

試虫数も比較的少いので、便宜上両区とも♀、♂を合した平均の落下仰転率を求め、以後の解析を進めた。すなわち、時間とこの平均落下仰転率につき、Blissの薬量-致死率1次変換の方法に準じて解析を行った結果が第3表である。

ここで、 X は時間(分)の対数、 Y は落下仰転率(%)のプロビットを示し、又 $Y=a+b(X-\bar{x})$ において、 $\bar{x}$ は時間の対数の加重平均、 a はプロビットにおきかえた落下仰転率の加重平均で回帰直線の位置をあらわす恒数、 b はその傾斜をあらわす恒数である。

この方程式につき、観測値との適合性に関する χ^2 -試験を行った結果では、その P_r の値はどれも0.05より大きい。すなわち、ここに得られた回帰直線方程

Table 2. Knockdown percentage of the adult flies by spraying 1% lindane solution.

Treated or untreated in larval stage	Sex	No. of flies used	Knockdown percentage after the minutes				
			8	12	16	24	32
Treated	♀	20	10.0	30.0	60.0	90.0	100
	♂	34	8.8	20.6	67.6	94.1	97.1
	Total	54	9.3	24.1	64.6	92.6	98.1
Untreated	♀	45	11.1	24.4	46.7	84.4	100
	♂	37	2.7	18.9	56.8	81.1	97.3
	Total	82	7.3	22.0	51.2	82.9	98.8

Table 3. Summary of the data shown in Table 2.

Treated or untreated	Regression equation $Y=a+b(X-\bar{x})$	χ^2	n	Probability in χ^2 -test P_r	log KT-50 (m)	$m+2\sigma$	$m-2\sigma$	KT-50	
								Minutes	Ratio
Treated	$Y=5.1585+5.9170(X-1.1805)$	3.954	3	0.2~0.3	1.1537	1.1882	1.1192	14.25	0.9
Untreated	$Y=5.1966+5.4824(X-1.2335)$	1.904	3	0.5~0.7	1.1976	1.2260	1.1692	15.76	1

式は、抽出誤差の範囲内で観測値を満足せしめるものと認められる。

次に、この両直線の平行性について、Blissの方法によつて χ^2 -試験を試みたところ、 $\chi^2_0 = 0.299 < 3.841 (n=1)$ となり、 P_r の値は 0.5~0.7 で 0.05 より大きい。すなわち、この両直線は平行であるとみなしてよいこと、言いかえれば、抵抗性の正規分布における標準偏差については、両区の成虫の間に差が認められないことになる。

従つて、両区の成虫の抵抗性は、単に KT-50 の点で比較すればよい。今これらの方程式から KT-50 を算出すると、処理区 14.25 分、対照区 15.76 分になる。この対数值 ($\log$ KT-50) につき、チエビシエフの定理に従つて差があるかどうかの検定を行つたところ、第3表第7、8列に示す如く、有意な差が認められた。そこで KT-50 の比を求めると、0.9:1 となる。すなわち、処理区の方が対照区よりも lindane に対する抵抗性が小さく、この方法によれば、対照区の 0.9 倍にあたる。

成虫の大きさ及び形態の比較

方法。前述の lindane 噴霧をうけた成虫は、処理区及び対照区とも、おそくも 24 時間後にはすべて死亡したが、この成虫につき、その大きさを測定した。対照区の♀において、45 匹中 23 匹を at random にえらんだ以外は、噴霧を行つた成虫すべてについて測定を行つた。

すなわち、双眼顕微鏡にオキユラーマイクロメーターを装着し、これによつて各成虫の、横溝と小楯板の間の長さ (a)、頭幅 (b)、後脚の腿節長 (c) を測定

し、これを大きさの指標とした。腿節長は右後脚を測定するのを原則としたが、これがとれているものについては、左後脚を測定してこれにかえた。なお両後脚ともとれていた 1 匹 (処理区の♀) は欠測されている。

次に、各個体のこれらの測定値から b/a , b/c , a/c を算出し、これを形態の指標とした。

結果。処理区及び対照区の、それぞれ♀及び♂について求めた大きさと形態の平均値と標準偏差を第4表に示した。

次に、各測定値或いは算出値について、♀、♂に分けた上で、それぞれ処理区と対照区の間で平均値の検定を行つた。すなわち、まず分散の検定を行い、同一母集団に属すると認められたものは、常法によつて平均値の差を検定し、又同一母集団と認められないものは近似法によつて検定した。その結果は一括して第5表に示してある。

これによつてみれば、先ず大きさについては、♀はすべて、処理区と対照区が同一母集団に属すると認められるに拘らず、♂では、a, b, c 何れの指標においても、その分散は有意な差をもつて処理区の方が小さい。すなわち、処理区の方が対照区よりも、大きさのバラツキが小さいことになる。大きさの平均値は、♂のbにおいて対照区が大きい以外は、有意な差が認められない。

次に形態をみると、大きさの場合と同様に、♀においてはすべて同一の母集団に属すると認められるが、♂では、やはり同様に、いずれも有意な差で処理区の方が分散が小さい。すなわち、処理区の方が、形態においても粒がそろつており、バラツキが小さいことに

Table 4. The size of the adult flies treated or untreated by lindane in larval stage. 1 unit=0.08 mm

		Sex	Treated	Untreated
Length or width	Length between transverse suture and scutellum (a)	♂	34.085±1.344	34.686±1.859
		♀	35.125±1.694	35.443±2.275
	Width of head (b)	♂	38.159±1.017	37.084±2.083
		♀	40.440±1.857	39.265±2.356
	Length of femur (c)	♂	34.571±1.367	33.889±2.035
		♀	33.174±1.774	32.748±1.882
Shape	b/a	♂	1.120±0.0374	1.073±0.0374
		♀	1.151±0.0398	1.109±0.0343
	b/c	♂	1.106±0.0173	1.096±0.0576
		♀	1.219±0.0384	1.199±0.0336
	a/c	♂	0.987±0.0421	1.025±0.0639
		♀	1.060±0.0538	1.083±0.0447

Table 5. The results of *F*-test on the difference of size between the treated and the untreated.

		Sex	Variance	Mean
Length or width	a	♂	$U > T^{**}$	$U \approx T$
		♀	$U \approx T$	$U \approx T$
	b	♂	$U > T^{***}$	$U < T^{***}$
		♀	$U \approx T$	$U \approx T$
	c	♂	$U > T^{**}$	$U \approx T$
		♀	$U \approx T$	$U \approx T$
Shape	b/a	♂	$U > T^{***}$	$U < T^{***}$
		♀	$U \approx T$	$U < T^{***}$
	b/c	♂	$U > T^{***}$	$U \approx T$
		♀	$U \approx T$	$U \approx T$
	a/c	♂	$U > T^{**}$	$U > T^{***}$
		♀	$U \approx T$	$U \approx T$

T : Treated.

U : Untreated.

≈ : Not significant.

* : Significant.

*** : Remarkably significant.

なる。それに対して平均値では、b/a では♀、♂ともに対照区が大きく、b/c では両者の間に有意な差が認められない。又 a/c では、♀は差が認められないが、♂では処理区の方が小さい。

次に、対照区成虫の大きさの測定値について変異係数を求めたところ、♀、♂及び a, b, c の間に多少の相違はあるが、何れも 5.36 と 6.42 の間にあり、大差はないと認められる (第6表)。

Table 6. The coefficient of variation of the length or width of flies untreated.

	♂	♀
a	5.36	6.42
b	5.62	6.00
c	6.00	5.67

考 察

1) この実験に用いた成虫は、処理区及び対照区とも、最初の成虫が羽化してから 20 日を経過したものである。この間に、それぞれ全羽化数に対して、処理区で 57.2%, 対照区で 42.1% の成虫が死亡している。このうち処理区については、さきに第3報に報告したように、幼虫期に接触した lindane の、いわゆる後作用による死亡成虫が含まれているわけである。

しかし、対照区成虫が相当数死亡しているのは、飼

育管理の不備、たとえば餌として砂糖水のみを与えたことなどにもよると考えられる。いずれにしても、こゝである種の淘汰が行われたわけであり、この点からみれば、生き残った成虫についての測定値が、羽化全成虫のそれをそのまま示しているとはいえないであらう。

2) 成虫の抵抗力は、lindane 溶液噴霧による時間と落下仰転虫率の関係から KT-50 を求め、これを比較する方法によつたが、いうまでもなく、この方法は、抵抗力を比較する一つの指標としてとりあげたものである。全く異つた方法によつて抵抗力を比較した場合、たとえば、薬量-致死率から LD-50 を求めて比較するか、或いは異つた試験法によつて時間-落下仰転虫率を求めた場合にも、こゝに得られた数値とは相対的に異つた数値が得られることもあり得るであらう。

こゝでは、この指標が、抵抗力というものをどの程度、或いはどのようにあらわしているかという点については検討を行わないし、又行う程のデータも得られていない。たゞこの方法によつた結果と、それに対する検討を提出するにとどめる。

3) 成虫の大きさをあらわす指標として、横溝と小楯板の間の長さ、頭幅及び腿節長をとりあげたのは、全く便宜的なものである。従来、ハエ成虫の大きさを比較するのに、しばしば翅長と体長がとりあげられているが、この実験においては、羽化後の日数が長く、翅の先端がきれているものが多いため、翅長の測定を行わなかつた。又体長は、測定値に誤差が大きいことを懸念して行わなかつたものである。なお、変異係数を比較すると、この3者の間に大差はない。すなわち変異の点だけからみれば、この3者のどれが優れているとも断じ得ない。

もともと成虫の大きさという言葉は甚だ漠然としており、結局は変異係数が小さく、測定しやすく誤差が少いという点を考慮しさえすれば、どこを指標にとつても本質的には誤りとはいえないのではなからうか。

又 b/a, b/c 及び a/c を形態の指標として算出したのは、更に便宜的なものであるが、虫体各部の大きさの比率は、形態というものの、ひとつの指標にはなり得るであらう。

4) こゝに報告した実験データを通じて、処理区の成虫が対照区の成虫に比較して、大きさ及び形態の分散が小さい傾向にあることは、興味ある事実である。さきに第3報に報告した蛹の大きさの測定値についてみると、統計的に有意な差が認められなかつたが、やはり処理区の分散が対照よりも小さい。又本報告にお

ける成虫の抵抗性の比較においても、同様に有意な差ではないが、抵抗性の正規分布における分散は、処理区の方が小さい。

このような傾向は、幼虫期の lindane 処理によって幼虫に淘汰が加えられ、抵抗性の弱いものが死亡した結果、粒のそろった個体が残され、大きさ、形態、更に抵抗性においてもバラツキが小さくなったと考えることが出来るであろう。たゞ、この傾向が♂において著しく、♀においてあまり認められないという理由については明らかでない。

5) 成虫の大きさの平均値について処理区と対照区を比較した場合、♂の頭幅以外では有意な差が認められなかった。第3報に報告したごとく、蛹の大きさについてみると、1%の危険率で、処理区の方が小さいという結果を得ている。幼虫期の薬剤接触が、蛹の大きさまでは影響を及ぼしても、成虫の大きさには殆んど影響を与えないとも考えられる。

6) 形態の指標としての b/a 、 b/c 及び a/c の平均値についてみると、 b/a では♀、♂いずれにおいても、1%の危険率で処理区の方が大きいことが注目される。すなわち、処理区は対照区に比較して、頭幅が、横溝から小楯板までの長さと比較して相対的に大きいことになる。しかしこれについて、その理由を推論するのは危険であろう。こゝではその事実の提出にとどめる。

総 括

1) 幼虫期に lindane の 30,000 倍稀釈液に接触せしめ、この羽化後20日のセンチニクバエ成虫につき、lindane に対する抵抗性、大きさ及び形態を対照区からの成虫と比較した。

2) 1% lindane 溶液を噴霧し、時間-落下仰転虫率から回帰直線方程式を求めた結果、処理区及び対照区の両回帰直線は平行であり、KT-50 には有意な差が認められた。すなわち、この方法によつた場合は、処理区成虫の抵抗性は対照区成虫のそれより小さく、その約0.9倍にあたる。

3) 成虫の大きさの指標として、横溝と小楯板間の長さ (a)、頭幅 (b) 及び後脚の腿節長 (c) を測定し、又これから b/a 、 b/c 、 a/c を算出して形態の指標とした。これらの値につき、♀、♂に分けて処理区及び対照区を比較した結果、この何れにおいても、処理区の分散が著しく小さく、これは特に♂において著しい。

4) 大きさ及び形態の各指標による平均値を比較すると、♂の頭幅を除いては、処理区と対照区で成虫の大きさには差が認められない。形態については、♀、

♂とも b/a において、処理区の方が対照区より大きいことが注目される。

文 献

- (1) 増山元三郎：少数例のまとめ方, 270 pp 河出書房 (1953).
- (2) 鈴木 猛：衛生動物, 6, 24—25 (1955).
- (3) 鈴木 猛・遠山輝彦：防虫科学, 20, 140—149 (1955).
- (4) 遠山輝彦・鈴木 猛：防虫科学, 19, 115—121 (1954).

Résumé

The resistance to lindane and the length and shape of adult flies of *Sarcophaga peregrina* treated by lindane in larval stage were compared with those of flies untreated in larval stage.

The larvae were dipped in lindane emulsion of 30,000 dilution by the "rice-husks immersion method". The adult flies 20 days after the emergence were sprayed by 1% lindane solution, and the knockdown percentage was obtained.

The time-knockdown percentage curves were transformed to straight lines by Bliss' method. Two lines obtained by the flies treated and untreated in larval stage were admitted to be parallel. The ratio of KT-50 of the treated and the untreated was 0.9:1, then the flies treated by lindane in larval stage were less resistant than the flies untreated.

The length between transverse suture and scutellum (a), the width of head (b) and the length of femur (c) of each fly were measured, and b/a , b/c and a/c were calculated as the index of the shape of the fly.

The variance of the average values of the length or the width, and that of the calculated values of the shape were comparatively smaller in the flies treated by lindane in larval stage than in those untreated. The average values of the length or the width of the treated and the untreated were nearly equal, except those of the width of head in ♂.

In the index of the shape, the average value of b/a of the treated was significantly larger than that of the untreated in both sexes.