

female and male respectively. These values could be expressed in the unit of $\mu\text{g}/\text{mg}$ as 0.11146 and 0.06400 for female and male as the average body weights of females and males used for the present experiment were 73.4 and 49.2mg respectively. In this case, so that, male was ca 1.74 times more susceptible to B-1946 than female. This slight difference between two values determined from the dosage ($\mu\text{g}/\text{mg}$)-mortality

and dosage ($\mu\text{g}/\text{roach}$)-mortality data is seemed to be due to that the body weight was left out of consideration. The effect of grouping was examined by computing the same data in seven different arrangements. Every constants were almost the same among six different groupings although all results were somewhat different from the result computed from the ungrouped data.

Toxicity of B-1946 to the Common House Fly Evaluated by the Impregnated Filter Paper Method. Studies on the Biological Assay of Insecticides. L. Sumio NAGASAWA and Michiyo SHIBA (Ihara Agricultural Chemicals Institute, Shimizu, Shizuoka Pref.) Received Jan. 23, 1965. *Botyu-Kagaku*, 30, 30, 1965 (with English Summary, 33)

6. 濾紙法による B-1946 のイエバエに対する毒性の評価 殺虫剤の生物試験に関する研究 第50報 長沢純夫・柴三千代 (イハラ農薬研究所) 40. 1. 23 受理

イエバエに対する B-1946 の毒性を、アセトンにとかした場合と、これにゴマ油を加用した場合とにおいて、濾紙法により評価比較した。プロビットに変換した致死率と、塗布薬量および曝露時間の対数の3者からなるプロビット平面はたたまれて、1本の直線と考えられることができた。Finneyの方法によりこれを解析した結果、この実験の範囲内ではゴマ油をアセトンに加用すると、B-1946の毒性は若干低下すること、および致死を決定する要因として塗布薬量、曝露時間ともほぼ同等の重要性を有することを知りえた。

さきに筆者らは、malathion のイエバエに対する毒性を、溶媒にアセトンをもちいた場合と、このアセトンにゴマ油を加用した場合とにおいて、濾紙法により実験し、えられた結果をプロビット平面に描いてこれを解析評価した。これと全く同じ実験計画と方法によつて、今回 B-1946 のイエバエに対する毒性を算定した。しかし本実験の場合、描かれたプロビット平面はたたまれて1本の直線と考えることができ、より簡単な形において比較することができた。その結果をここに報告する。本文にはいるに先立ち、供試昆虫の飼育に御協力いただいた伏見主子嬢に謝意を表する。

実験材料および方法

供試昆虫：この実験にもちいたイエバエ *Musca domestica vicina* Macq. は、豆腐粕培基により幼虫期を、砂糖と水をあたえて成虫期を飼育した、いわゆる高槻系と称される累代飼育系統の、羽化後4~5日目の雌個体である。

供試薬剤：B-1946 のコードナンバーを有する薬物は、イハラ農薬研究所で合成された O,O-dimethyl ortho-nitrobenzyl dithiophosphate と O,O-dimethyl para-nitrobenzyl dithiophosphate の混合物で、有

効成分82.6%を表示する research grade の試料である。これをアセトンおよびゴマ油を10%加用したアセトンで3.5, 5.0, 7.0 および 10.0 $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ の濃度に稀釈し供試薬液とした。

実験方法：稀釈薬液 1cc を、面積 63.59 cm^2 の円形濾紙 (東洋濾紙 No. 2) に一様に滴下し、乾くのをまつてこれを直径 9cm のペトリ皿中に導入、その中の約40匹のイエバエに 160, 200 および 252 分間接触させた。処理後これらを直径 9cm, 高さ 5cm のガラス容器に移し、網蓋をかぶせてその上から餌として水で等量稀釈した牛乳を脱脂綿にひたしてあたえた。生死の記録は薬剤を塗布した濾紙面の曝露をとり去つたときからかぞえて、24時間後におこなつた。別に対照区として、溶媒のみをそれぞれ 1cc 滴下したものについて、同様の実験をおこなつた。実験飼育ともに 25°C 関係湿度70%の環境条件下でなされた。

実験結果と考察

実験の結果をしめすと第1表の第1~3および6~8欄のごとくである。なお溶媒のみの処理をおこなつた対照区における致死率は0%であつた。ところでこのような実験計画にしたがつておこなわれた試験の

結果は、

$$Y = a + b_1x_1 + b_2x_2$$

なる偏回帰方程式をもつてあらわしうる、プロビット平面のえられることをさきにしるした。すなわち、第1表第4欄の x_1 は紙面につけた薬量の対数で、第

5欄の x_2 はこれに曝露した時間の対数である。第8欄の致死率 P に対する empirical probit が第9欄でこの empirical probit を $x_1 + x_2$ にたいして点綴した場合、平行な格子模様のプロビット平面がそこにえがかれるはずである。これと全く同じようにしてグラフ

Table 1. Per cent mortality data of the common house fly for B-1946 deposited on filter paper and computations for fitting of probit plane.

Solvent	Deposit (mg/64cm ²)	Time (min.)	Log deposit x_1	Log time x_2	n	r	p	Empirical probit	Expected probit	w	y	Y	
Acetone	3.5	160	0.55	2.2	120	15	12.5	3.85	4.01	53.0	3.86	4.01	
	5.0	160	0.70	2.2	120	43	35.8	4.64	4.69	73.7	4.64	4.69	
	7.0	160	0.85	2.2	120	82	68.3	5.48	5.37	72.6	5.47	5.38	
	10.0	160	1.00	2.2	120	105	87.5	6.15	6.06	50.2	6.15	6.06	
											249.5		
	3.5	200	0.55	2.3	120	36	30.0	4.48	4.49	69.4	4.48	4.49	
	5.0	200	0.70	2.3	120	72	60.0	5.25	5.17	75.5	5.25	5.17	
	7.0	200	0.85	2.3	120	95	79.2	5.81	5.85	58.4	5.81	5.86	
	10.0	200	1.00	2.3	120	110	91.7	6.39	6.54	30.8	6.36	6.54	
											234.1		
	3.5	252	0.55	2.4	120	60	50.0	5.00	4.97	76.3	5.00	4.97	
	5.0	252	0.70	2.4	120	90	75.0	5.67	5.65	65.4	5.67	5.65	
7.0	252	0.85	2.4	120	110	91.7	6.39	6.33	39.1	6.38	6.34		
10.0	252	1.00	2.4	120	117	97.5	6.96	7.02	15.2	6.95	7.02		
										196.0			
										679.6			
Acetone + oil	3.5	160	0.55	2.2	120	15	12.5	3.85	3.83	45.7	3.85	3.83	
	5.0	160	0.70	2.2	120	40	33.3	4.57	4.52	70.2	4.57	4.51	
	7.0	160	0.85	2.2	120	72	60.0	5.25	5.20	75.3	5.25	5.20	
	10.0	160	1.00	2.2	120	98	81.7	5.90	5.88	57.3	5.90	5.88	
											248.5		
	3.5	200	0.55	2.3	120	29	24.2	4.30	4.31	64.1	4.30	4.31	
	5.0	200	0.70	2.3	120	60	50.0	5.00	5.00	76.4	5.00	4.99	
	7.0	200	0.85	2.3	120	83	69.2	5.70	5.68	64.4	5.49	5.68	
	10.0	200	1.00	2.3	120	110	91.7	6.40	6.36	37.9	6.38	6.36	
											242.8		
	3.5	252	0.55	2.4	120	51	42.5	4.75	4.79	75.2	4.81	4.79	
	5.0	252	0.70	2.4	120	84	70.0	5.45	5.48	70.2	5.52	5.48	
7.0	252	0.85	2.4	120	104	86.7	6.15	6.16	46.1	6.11	6.16		
10.0	252	1.00	2.4	120	116	96.7	6.85	6.84	20.4	6.83	6.84		
										211.9			
										703.2			

Acetone $\bar{x}_1=0.7362$ $\bar{x}_2=2.2921$ $\bar{y}=5.3006$
 Acetone + oil $\bar{x}_1=0.7495$ $\bar{x}_2=2.2948$ $\bar{y}=5.1953$

	$[x_1^2]$	$[x_1x_2]$	$[x_2^2]$	$[x_1y]$	$[x_2y]$	$[y^2]$	
Acetone	384.3580	1145.0200	3574.929	2718.0177	8270.7801	19474.194	
	368.3135	1146.8008	3570.4729	2652.0096	8256.8204	19094.325	
	16.0445	- 1.7808	4.4561	66.0081	13.9597	379.869	- 377.98=1.89
Acetone + oil	412.0350	1207.6425	3707.696	2805.7037	8396.7369	19344.010	
	395.0165	1209.4682	3703.1188	2738.1941	8383.7328	18980.306	
	17.0185	- 1.8257	4.5772	67.5096	13.0040	363.704	- 361.39=2.31
Total	33.0630	- 3.6065	9.0333	133.5177	26.9637	743.573	- 738.79=4.78

Log deposit + log time for B-1946 in acetone with oil

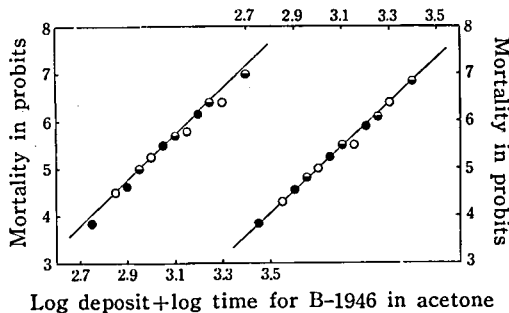


Fig. 1. Lethal effect of B-1946 on the common house fly evaluated by the impregnated filter paper method. Left closed probit plane is for B-1946 in acetone and right closed probit plane is for that in acetone with sesame oil.

の上に点綴した結果が第1図であるが、本実験の場合格子はたたまれて1本の回帰直線がえられた。すなわち格子を組立てる二つの平行な回帰線群、すなわち x_2 を固定して x_1 と致死率のプロビットとの間の回帰線の角係数と x_1 を固定して x_2 と致死率のプロビットとの間の回帰線の角係数が、ほとんどひとしいと考えられる状態がえられた。

先報に示したように、第1表下段の数値から平行なプロビット平面の回帰係数 b_1 および b_2 をもとめる連立方程式をかくと

$$\begin{aligned} 33.063b_1 - 3.607b_2 &= 133.518 \\ -3.607b_1 + 9.033b_2 &= 26.964 \end{aligned}$$

をえる。行列式

$$V = \begin{pmatrix} v_{11} & v_{12} \\ v_{12} & v_{22} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.03162 & 0.01263 \\ 0.01263 & 0.11575 \end{pmatrix}$$

をみちびき、これから b_1 および b_2 をもとめると、それぞれ 4.5624 および 4.8074 となる。これと第1表下段の $\bar{x}_1, \bar{x}_2, \bar{y}$ とから溶媒にアセトンをもちいた場合と、アセトンにゴマ油を加用した場合のプロビット平面の方程式

$$Y = \bar{y} + b_1(x_1 - \bar{x}_1) + b_2(x_2 - \bar{x}_2)$$

をもとめると、それぞれ

$$\begin{aligned} Y_A &= -9.0772 + 4.5624x_1 + 4.8074x_2 \\ Y_0 &= -9.2502 + 4.5624x_1 + 4.8074x_2 \end{aligned}$$

となった。この方程式に第1表の第4,5欄の数値を代入して、第1表の最後の欄の Y がえられたが、これは第10欄の expected probit とほとんどひとしく、これ以上の補正計算をおこなう必要がないということが可能である。第2表は二つのプロビット平面の平行性と異質性を χ^2 検定した結果で、これらのはづれの有意性は充分5%水準以下であることがわかる。

ところで本実験の場合、probit plane の格子はほ

Table 2. Test of parallelism and heterogeneity of probit planes.

	Degees of freedom	Sum of squares	Mean square
Regression plane	2	738.79	
Parallelism of planes	2	0.58	
Residual heterogeneity	18	4.20	0.23
Total	22	743.57	

とんどたたまれたままの形、すなわち b_1 と b_2 がほとんど同じ状態がえられたが、もしこれが抽出誤差の範囲内でひとしい場合は、その平均値をもつておきかえることが可能である。その検定は、 $b_1 - b_2$ に対する平方和は1自由度をもち、

$$D_0^2 = (b_1 - b_2)^2 / (c_{11} - 2c_{12} + c_{22})$$

として直接計算することができ、その有意性を $F = D_0^2 / s^2$ によつて検定すればよい。そしてもし F が有意性からはるかに遠い場合は、この別々の係数を

$$\bar{b}_i = \frac{b_1(c_{22} - c_{12}) + b_2(c_{11} - c_{12})}{c_{11} - 2c_{12} + c_{22}}$$

でおきかえることが可能である。本実験の場合 $D_0^2 = 0.491565$ で、独立変数 x_1 と x_2 に対する係数は有意に異ならず、その平均 $b_i = 4.600508$ をもちいてもさしつかえない。さきにしるしたアセトンに溶媒にしたとき、アセトンにゴマ油を加用して溶媒にしたときの偏回帰方程式は、それぞれ

$$\begin{aligned} Y_A &= -9.0772 + 4.6005(x_1 + x_2) \\ Y_0 &= -9.2562 + 4.6005(x_1 + x_2) \end{aligned}$$

となる。この Y に5を代入することによつて、 $\log LD_{50}$ をもとめる式がえられる。すなわちそれぞれは、

$$\begin{aligned} 4.6005(x_1 + x_2) &= 14.0772 \\ 4.6005(x_1 + x_2) &= 14.2562 \end{aligned}$$

となる。 x_1 および x_2 の両要因を含んでいるが、それらがどのような数値であつてもその合計値が前者の場合は3.060、後者の場合は3.098の $\log LD_{50}$ がえられる。この場合の D は塗布薬量、曝露時間の両方を意味する dosage である。それ故、ここで塗布薬量をひとしくすると、同じ致死率をえるために曝露時間を後者の場合は、対数単位にして0.0389多くしなければならぬが、逆に曝露時間をひとしくしても同じ致死率をえようとする場合、後者において薬量を対数単位にして0.0389多くとればよい事になる。すなわちこの場合、致死を決定する要因として塗布薬量、曝露時間ともに同等の重要性をもっているということが出来る。平均プロビットの分散は、weight の合計の逆数すなわち $V(\bar{y}) = 1/\Sigma w$ で、アセトンおよびアセトンにゴマ油を加用した場合、それぞれ0.00147、0.00142

となる。

b_1 の分散は、さきにしめした $v_{11}=0.03162$, b_2 の分散は、 $v_{22}=0.11575$, b_1 と b_2 の共分散は $v_{12}=0.01263$ で、 b_1 , b_2 の標準誤差はそれぞれ ± 0.178 , 0.340 となる。そして

$$V(Y) = 1/\Sigma w + (x_1 - \bar{x}_1)^2 V(b_1) + 2(x_1 - \bar{x}_1)(x_2 - \bar{x}_2) \text{Cov}(b_1, b_2) + (x_2 - \bar{x}_2)^2 V(b_2)$$

の式にそれぞれの数値を代入することによつて、ある投量に対する predicted probit Y の分散をもとめることができる。

溶媒にアセトンを用いたとき、アセトンにゴマ油を加用したときの相対効力は、この場合平行な回帰線の垂直距離をもつてあらわすと、

$$d = \bar{y}_A - \bar{y}_0 - b_1(\bar{x}_{1A} - \bar{x}_{10} + \bar{x}_{2A} - \bar{x}_{20}) = 0.179 \pm 0.054$$

となる。 d の分散は、

$$V(d) = 1/\Sigma w_A + 1/\Sigma w_0 + (\bar{x}_{1A} - \bar{x}_{10})^2 V(b_1) + 2(\bar{x}_{1A} - \bar{x}_{10})(\bar{x}_{2A} - \bar{x}_{20}) \text{Cov}(b_1, b_2) + (\bar{x}_{2A} - \bar{x}_{20})^2 V(b_2) = 0.0029321$$

d の値がしめすように、溶媒のアセトンにゴマ油を加用して濾紙に塗布した場合は、イエバエに対する B-1946 の有効度は、アセトンのみの場合に比べて少し低下するということができる。しかし先報でもしめた、塗布物件の物理的性質によつてこの相対値はいちぢるしく異なることが、B-1946 の場合にもまたあてはまることを付記しておかなければならない。

摘 要

1. 濾紙法によつて B-1946 の、イエバエの成虫に対する毒性を、溶媒にアセトンを用いた場合と、これにゴマ油を加用した場合とにわけて比較した。

2. 致死率 Y に対する投量因子、塗布葉量 X_1 および曝露時間 X_2 を、それぞれプロビット y および対数 x_1 , x_2 に変換して、これをプロビット平面に作図した結果、格子はたたまれてアセトンを溶媒にした場合、アセトンにゴマ油を加用した場合、それぞれ 1 本の回帰直線となつた。

3. x_2 を固定して描いた x_1 とプロビットとの間の回帰線群の角係数 b_1 と、 x_1 を固定して描いた x_2 とプロビットの間の回帰線群の角係数 b_2 とが、抽出誤差の範囲内でひとしく、直線をしめす方程式はそれぞれ

$$Y = -9.0772 + 4.6005(x_1 + x_2)$$

$$Y = -9.2562 + 4.6005(x_1 + x_2)$$

となつた。

4. 塗布葉量をひとしくすると、同じ致死率をえるためにアセトンにゴマ油を加用した場合は、アセトンのみを溶媒にした場合に比べて、曝露時間を対数単

位にして 0.0389 多くしなければならぬが、この関係は曝露時間をひとしくとつた場合にもおなじである。致死を決定する要因として、塗布葉量、曝露時間とも同等の重要性をもつものといふことができる。

5. 二つの回帰直線の垂直距離をもつて両者の相対的効力をしめすと $d = 0.179 \pm 0.054$ となつた。すなわち濾紙法においては溶媒のアセトンにゴマ油を加用すると、アセトンのみの場合に比べて B-1946 のイエバエに対する有効度は、少し低下するということが可能である。

文 献

- 1) Finney, D. J.: *Ann. Appl. Biol.* 30, 71~9 (1943).
- 2) Finney, D. J.: *Probit Analysis*. Cambridge at the Univ. Press. London 318pp. (1952).
- 3) 長沢純夫・柴三千代: *防虫科学* 29, 46~51 (1964).

Summary

By the impregnated filter paper method, the toxic effect of B-1946 dissolved in acetone to the common house fly was compared with that dissolved in acetone plus sesame oil (9:1 v/v). Test flies were exposed to the B-1946 deposits of 3.5, 5.0, 7.0 and 10.0 mg/64 cm² for 160, 200 and 252 minutes. Following Finney's method, the experimental data were expressed in two probit regression planes and analysed. In this case, however, two planes were closed and the simpler equations were obtained. The equations of the probit lines for B-1946 in acetone and for in acetone plus sesame oil were $Y = -9.0772 + 4.6005(x_1 + x_2)$ and $Y = -9.2562 + 4.6005(x_1 + x_2)$, respectively. The tests for heterogeneity and for parallelism did not show significant discrepancy. The mean probit difference was calculated to compare the mortality produced by two types of deposit. The result $d = 0.179 \pm 0.054$ obtained means that the toxicity of B-1946 to the house fly is slightly decreased when the sesame oil was added to acetone as solvent for impregnating the filter paper. Under the condition of this experiment, quantity of the toxicant deposited is almost as important as exposure time in determining the mortality.