Apholate と Metepa のアズキゾウムシに対する連合不妊作用、とくに処理された成虫が産下した卵のふ化率¹

長 沢 純 夫・篠 原 寛

イハラ農業研究所

アズキゾウムシに対する apholate の不妊作用は、metepa のそれより若干たかいことは、さきに SHINOHARA and NAGASAWA (1963) によって浸漬法による実験の結果から報ぜられた。今回両者の連合作用様式をする目的で、先報と全くおなじ材料と方法によって実験をおこない、えられた計量的反応記録にもとづいて連合作用様式を検定するひとつの方法を考察した。その結果をここにのべる。本文にはいるに先だち実験結果の解析にあたって、種々御教示をいただいた D. J. FINNEY 博士に謝意を表する次第である。

実験材料および方法

実験材料、方法、飼育、実験施行時の環境条件など、すべてさきの報告にしるしたところとおなじである。Apholate および metepa の間の連合作用の検討には、両者を等量混合したものをもちいた。なおこの実験は、1964年10月2日から25日にいたる期間におこなった。

実験結果と考察

実験の結果をしめすと第1表のごとくである。第3報

第1表 Apholate, metepa およびこれらを等量混合して処理したアズキゾウムシの成虫によって産下された1対あたりの卵のふ化数と濃度の関係

薬 剤	濃 度 %	ふ 化 数										計	平 均
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X		
Apholate	1.0	3	3	6	0	0	0	0	0	0	3	15	1.5
	0.7	6	0	4	3	0	0	5	1	6	9	34	3.4
	0.5	0	9	0	0	1	4	3	8	5	1	31	3.1
	0.35	1	0	11	3	16	6	10	18	24	31	120	12.0
	0.25	18	7	5	12	5	4	11	3	7	12	84	8.4
	0.175	32	27	43	22	10	33	34	38	39	41	319	31.9
	0.125	28	52	16	54	54	38	36	32	30	29	369	36.9
	0.0875	45	12	42	46	45	42	43	38	48	42	403	40.3
	0.0625	39	51	33	29	55	37	66	53	58	55	476	47.6
	0.04375	63	48	33	48	51	57	62	44	63	46	515	51.5
Metepa	1.0	1	4	0	0	0	0	1	0	1	3	10	1.0
	0.7	9	7	9	12	5	7	7	14	17	10	97	9.7
	0.5	22	17	18	25	14	18	4	15	20	19	172	17.2
	0.35	34	31	38	20	36	17	33	23	39	34	305	30.5
	0.25	41	6	52	39	51	5	31	30	38	60	353	35.3
	0.175	48	40	43	50	37	25	38	50	50	42	423	42.3
	0.125	40	40	5	56	55	52	50	41	43	51	433	43.3
	0.0875	50	55	64	49	41	38	51	50	59	39	496	49.6
	0.0625	84	51	57	42	56	59	48	54	43	45	539	53.9
	0.04375	42	47	48	47	62	44	51	38	56	68	503	50.3
1 : 1	1.0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	0.3
	0.7	2	3	6	9	8	2	4	0	10	10	54	5.4
	0.5	8	4	11	5	10	0	2	10	5	6	61	6.1
	0.35	16	9	3	15	5	17	14	32	27	6	144	14.4
	0.25	35	13	13	6	8	17	23	29	12	17	173	17.3
	0.175	38	0	37	38	41	36	40	46	0	8	284	28.4
	0.125	45	40	40	50	12	40	44	43	47	32	393	39.3
	0.0875	46	54	62	49	66	53	33	17	56	56	492	49.2
	0.0625	51	55	62	46	66	44	49	58	15	56	502	50.2
	0.04375	42	39	60	41	47	42	70	69	46	49	505	50.5
無処理	—∞	44	40	74	55	57	52	41	69	55	71	558	55.8

1 昆虫の化学不妊剤に関する研究。第5報。本文の要約は1965年3月31日昭和40年度日本応用動物昆虫学会大会（東京）において講演発表。
(1965年3月8日 受領)

(長沢・篠原, 1964)にしるした方法にしたがって, 共通勾配, 平均限界ふ化数を同時にきめて, それぞれの処理薬液の濃度と, 1対あたりの平均ふ化数との関係を回帰方程式にもとめた。その結果はつぎのごとくである。なお 1, 2 および 3 の subscript number は, apholate, metepa および mixture のそれであることをしめす。

$$Y_1 = 2.7649 - 2.9394x$$

$$Y_2 = 3.6541 - 2.9394x$$

$$Y_3 = 2.9590 - 2.9394x$$

これは $H=54.0$ を 1 対あたりの暫定平均限界ふ化数として計算された結果である。この計算によってあらたにえられた平均限界ふ化数 H' は 52.95 で, さきの $H=54.0$ とそれほどちがっていない。したがってこれ以上の補正計算をくりかえす必要がないと判断される。

第3表は観測値とさきにしめした方程式の x に, それぞれの数値を代入してもとめた期待ふ化数との比較をおこなったもので, 最下欄の $S(\bar{u}-U)^2=246.06$ に実験をくりかえした数10をかけて2460.6をえるが, これは3本の回帰直線の各々の位置に関するパラメーターと, 共通の勾配に関するパラメーターおよび $\delta H/H$ の, 都合5を

第2表 第1表の結果の分散分析表

要 因	自由度	平方和	平均平方
処 理	30	114581.8	3719.39
誤 差	279	28210.6	101.13 = s^2
合 計	309	142798.4	

31濃度からさしひいた, 自由度26の残差平方和となる。それ故, 算定された曲線からのはずれの度合いをしめす平均平方は,

$$D_0^2 = Sn(\bar{u}-U)^2/(k-5) = 2460.6/26 = 94.64$$

で, これは第1表の数値の分散分析をおこなった第2表の誤差の平均平方 $s^2=101.13$ ($n=279$) より小さく, 有意性をしめしていない。したがって第1表の実験結果は, さきにしるした, 共通の勾配を有する三つの回帰方程式によってしめしても差支えないというる。

3本の回帰直線が平行関係にある場合は, metepa の apholate に対する relative potency ρ は, つぎのごとく計算することができる。

$$\log \rho = (a_2 - a_1)/b = (3.6541 - 2.7649)/-2.9394 = -0.3025$$

第3表 観測値と計算によってもとめられた期待ふ化数との比較

薬 剂	x	Y	P	$U=H'P$	$\bar{u}$	$\bar{u}-U$	$(\bar{u}-U)^2$
Apholate	0.00	2.7649	0.013	0.7	1.5	0.8	0.64
	-0.15	3.2058	0.036	1.9	3.4	1.5	2.25
	-0.30	3.6467	0.088	4.7	3.1	-1.6	2.56
	-0.45	4.0876	0.181	9.6	12.0	2.4	5.76
	-0.60	4.5285	0.319	16.9	8.4	-8.5	72.25
	-0.75	4.9695	0.488	25.8	31.9	-6.1	37.21
	-0.90	5.4104	0.659	34.9	36.9	2.0	4.00
	-1.05	5.8513	0.803	42.5	40.3	-2.2	4.84
	-1.20	6.2922	0.902	47.8	47.6	-0.2	0.04
	-1.35	6.7331	0.959	50.8	51.5	0.7	0.49
Metepa	0.00	3.6541	0.089	4.7	1.0	-3.7	13.69
	-0.15	4.0950	0.183	9.7	9.7	0.0	0.00
	-0.30	4.5349	0.321	17.0	17.2	0.2	0.04
	-0.45	4.9768	0.491	26.0	30.5	4.5	20.25
	-0.60	5.4177	0.662	35.1	35.3	0.2	0.04
	-0.75	5.8587	0.805	42.6	42.3	-0.3	0.09
	-0.90	6.2996	0.903	47.8	43.3	-4.5	20.25
	-1.05	6.7405	0.959	50.8	49.6	-1.2	1.44
	-1.20	7.1814	0.985	52.2	53.9	1.7	2.89
	-1.35	7.6223	0.996	52.7	50.3	-2.4	5.76
1 : 1	0.00	2.9590	0.021	1.1	0.3	-0.8	0.64
	-0.15	3.3999	0.055	2.9	5.4	2.5	6.25
	-0.30	3.8408	0.123	6.5	6.1	-0.4	0.16
	-0.45	4.2817	0.236	12.5	14.4	1.9	3.61
	-0.60	4.7226	0.391	20.7	17.3	-3.4	11.56
	-0.75	5.1636	0.565	29.9	28.4	-1.5	2.25
	-0.90	5.6045	0.727	38.5	39.3	0.8	0.64
	-1.05	6.0454	0.852	45.1	49.2	4.1	16.81
	-1.20	6.4863	0.931	49.3	50.2	0.9	0.81
	-1.35	6.9272	0.973	51.5	50.5	-1.0	1.00
無 処 理	$-\infty$		1.000	53.0	55.8	2.8	7.84
合 計							$S(\bar{u}-U)^2=246.06$

第1図 Apholate (白丸), metepa (黒丸)およびこれらを等量混合(半黒丸)して処理した, アズキゾウムシによって産下された, 1対あたりの卵の平均ふ化率と濃度との関係。破線は理論的に期待される混合剤の濃度-ふ化率回帰直線

$$\therefore \rho = 10^{-0.3025} = 0.4983$$

ここで apholate と metepa の混合比を $\pi_1 : \pi_2$ とすると, 両者を等量混合したもののある濃度 λ は

$$(\pi_1 + \rho\pi_2)\lambda = (0.5 + 0.4983 \times 0.5)\lambda = 0.7492\lambda$$

となり, 両者が similarly にはたらくと仮定すると, その濃度-ふ化率回帰線の方程式は, 理論上つぎのようにかきあらわすことができる。

$$\begin{aligned} Y_3' &= 2.7649 - 2.9394 \log 0.7492 - 2.9394x \\ &= 3.1335 - 2.9394x \end{aligned}$$

ゆえに measure of synergism Δs は, さきの Y_3 式と Y_3' 式からつぎのごとくしめしえられる。

$$\Delta s = 2.9590 - 3.1335 = -0.1745$$

すなわち apholate と metepa のアズキゾウムシの, ふ化におよぼす連合作用様式は, 若干共力的にはたらくもののようである。

ところでこのようにして計算された Δs の有意性の検定は, 普通は FINNEY (1952) の著書 Probit analysis にしるされている公式 (8.11) によってなされるが, ここにしめたような quantitative response data の解析ではさらにひとつの補助変数 x' をふくんでいて, Δs の variance をもとめるにあたって (8.11) 式をそのまま

もちいることは不可能である。FINNEY (1964, 1965) は, これをすこしく改変した,

$$\begin{aligned} V(\Delta s) &= \frac{s^2}{(\pi_1 + \rho\pi_2)^2 H^2} \left[\frac{\pi_1^2}{{}_1S_{nw}} + \frac{\rho^2 \pi_2^2}{{}_2S_{nw}} + \frac{(\pi_1 + \rho\pi_2)^2}{{}_3S_{nw}} \right. \\ &\quad \left. + \frac{\{\pi_1 \bar{y}_1 + \rho\pi_2 \bar{y}_2 - (\pi_1 + \rho\pi_2)(\bar{y}_3 - \Delta s)\}^2 v_{11}}{b^2} \right] \end{aligned}$$

をもちい $\chi^2_{(1)} = \Delta s^2 / V(\Delta s)$ によって χ^2 検定するようしめた。ここで v_{11} は b の variance で, H は平均限界ふ化数をしめし, s^2 は第2表にしめた誤差の平均平方である。すなわち

$$\begin{aligned} V(\Delta s) &= \frac{101.13}{54.0^2 \times 0.7492^2} \left[\frac{0.5^2}{6.4840} + \frac{0.4983^2 \times 0.5^2}{6.8100} \right. \\ &\quad \left. + \frac{0.7492^2}{6.4930} + \frac{\{0.5 \times 4.9950 + 0.2492 \times 5.0831 - 0.7492(4.9687 + 0.1745)\}^2 \times 1.580539}{-2.9394^2} \right] \\ &= \frac{13.710093}{1636.753716} = 0.008376 \end{aligned}$$

ゆえに

$$\chi^2_{(1)} = \Delta s^2 / V(\Delta s) = -0.1745^2 / 0.008376 = 3.64$$

で, この値は有意水準 0.05 において, $n=1$ の $\chi^2 = 3.841$

の値より小さく、さきのわずかな共力現象は有意でなく両者の連合作用様式は **similar** であるとかんがえることが可能である。

摘 要

1. Apholate, metepa およびそれらの等量混合物によって、アズキゾウムシの成虫を浸漬処理した場合、産下した卵のふ化率と浸漬薬液の濃度の関係は、**quantitative response** にもとづく解析方法によって整理した結果、えられた3本の回帰直線は平行関係をしめた。

2. 理論的に期待される混合剤の回帰方程式と、実験値からえられたそれより算定した **measure of synergism** Δs は -0.1745 となり、apholate と metepa の間の連合不妊作用は若干の共力性をしめた。

3. **Quantal response data** の解析において用いられる式をすこしく改変したそれによって、 Δs の **variance** を計算し、 $\Delta s = -0.1745$ の値の有意性を χ^2 検定した結果は有意でなく、 $Pr = 0.05$ において apholate と metepa の連合不妊作用様式は、**similar** であると結論された。

引用文献

- FINNEY, D. J. (1952) *Probit analysis*. Cambridge Univ. Press. 318pp.
 FINNEY, D. J. (1964) 6月11日付書信.
 FINNEY, D. J. (1965) 1月14日, 2月2日付書信.
 長沢純夫・篠原寛 (1964) 応動昆 8: 272~276.
 SHINOHARA, H. and S. NAGASAWA (1963) *Entomol. Exp. Appl.* 6: 263~267.

Summary

Joint Sterilizing Effect of a Mixture of Apholate and Metepa on the Azuki Bean Weevil, *Callosobruchus chinensis* L., with Special Reference to the Hatchability of Eggs Deposited by Treated Weevils²

By Sumio NAGASAWA and Hiroshi SHINOHARA
 Ihara Agricultural Chemicals Institute, Shimizu

Joint physiological effect of a mixture of apholate and metepa on the hatchability of eggs deposited by treated azuki bean weevils has been tested by dipping method. The experimental data obtained were analysed statistically by FINNEY's method regarding quantitative observation. The relations between concentrations of chemicals and the average number of larvae hatched out per single pair of weevils could be fitted satisfactorily by the three parallel probit regression lines shown as equations: $Y_1 = 2.7649 - 2.9394x$, $Y_2 = 3.6541 - 2.9394x$, and $Y_3 = 2.9590 - 2.9394x$ (subscript numbers 1, 2 and 3 denote apholate, metepa and their 1 to 1 combination respectively). If apholate and metepa act similarly, the regression line for the mixture could be predicted as $Y_3' = 3.1335 - 2.9394x$. The value of synergism Δs calculated from these empirical and theoretical equations was -0.1745 and it showed weak synergism. Variance of Δs was calculated by the following equation which was slightly modified the equation (8.11) in FINNEY's Probit Analysis:

gism Δs calculated from these empirical and theoretical equations was -0.1745 and it showed weak synergism. Variance of Δs was calculated by the following equation which was slightly modified the equation (8.11) in FINNEY's Probit Analysis:

$$V(\Delta s) = \frac{s^2}{(\pi_1 + \rho\pi_2)^2 H^2} \left[\frac{\pi_1^2}{{}_1S_{nw}} + \frac{\rho^2\pi_2^2}{{}_2S_{nw}} + \frac{(\pi_1 + \rho\pi_2)^2}{{}_3S_{nw}} + \frac{\{\pi_1\bar{y}_1 + \rho\pi_2\bar{y}_2 - (\pi_1 + \rho\pi_2)(\bar{y}_3 - \Delta s)\}^2 v_{11}}{b^2} \right]$$

The test of significance of Δs which was carried out as a χ^2 test taking $\chi_{(1)}^2 = \Delta s^2 / V(\Delta s) = 3.64$ showed the indication of synergism was not significant at $Pr = 0.05$, so that apholate and metepa jointly acted in a similar way on the hatchability of eggs of the azuki bean weevil.

² Studies on the Chemosterilants of Insects. V.