

Response of Larvae of Common House Fly, *Musca Domestica Vicina* Macq., to Lindane Emulsion. Analysis of Ecological Factors in Biological Assay of Insecticide. I. Haruhisa UENO and Yukichi MATSUYAMA (Wakayama Prefectural Institute of Sanitation). Received Oct. 29, 1956. *Botyu-Kagaku*, 21, 117, 1956 (with English résumé, 122)

25. リンデン乳剤のイエバエ幼虫に及ぼす影響 (殺蛆剤の効力試験における生物学的要因の解析 第1報) 上野晴久・松山雄吉 (和歌山県 衛生研究所) 31. 10. 29 受理

イエバエ3令幼虫をリンデン乳剤稀釈液に一定時間浸漬してその影響をしらべたところ、M. L. C. は浸漬時間の延長と共に小となり、薬剤の影響として異常蛹が現われ、その羽化率は非常に低く、正常な蛹と顕著な差が認められた。

緒 言

従来ハエ類幼虫の駆除には、オルソジクロロールベンゾールを主剤とした種々の殺蛆剤、いわゆるオルソ剤が用いられて来たが、近年リンデン乳剤の使用がさかんになり、その効力も従来のオルソ剤に比して数段優れているとの報告が井上¹⁾、鈴木等²⁾によつてなされ、殺蛆剤として各種のリンデン乳剤が市販された。一方これらの殺蛆剤の効力を比較する試験方法については、各種の複雑な要因が加わり、未だ方法的に確立されていない。遠山等³⁾はその標準的な試験法として、“モミガラ浸漬法”を提唱したが、著者等の経験によれば、この方法ではシャーレの壁、布蓋等にのぼる個体がかかり多く、同一シャーレ内でも、薬液に対する接触時間が一定しないきらいがあり、又他の浸漬法に比して中央致死濃度が高くなり、効力を過少評価するおそれもある。又殺虫効果の判定法についても、判定時期、生死の標準等をどうとるかは、これらの試験法の確立には重要なことである。更に幼虫の飼育密度により薬剤に対する抵抗性が異なってくることも考えられ、すでに石倉等⁴⁾はアズキソウムシ *Callosobruchus chinensis* を用いて、BHC に対する抵抗性が飼育密度と共に変化することを報じている。このほか鈴木等は乳化剤の相違も成虫の不羽化率に影響することを報じており、又リンデン乳剤はオルソ剤に比して遅効性と云われるが、接触時間と殺蛆効果の間の関係も問題となってくる。

以上の如く殺蛆剤の効力試験には種々の問題があり、あるものはその方法的なものであり、又あるものは薬剤自体の特性によるものもあるが、昆虫自体の諸種の要因によつて支配されている面も甚だ大きい。幼虫駆除のための基礎研究として、これらの諸問題を明らかにすることは非常に重要なことと思われる。この様な見地より、本報においては、一定の物理的、化学的条件下で薬剤処理を受けた時、ハエ類幼虫がどのような反応を呈するかと云うことを先ず明らかにし、更に薬

剤処理の時間を変えた時、その反応がどのように変化するかを問題とし、併せて二・三の効力判定上の問題について述べる。

実験材料及び方法

材料としては京都大学化学研究所で歴代飼育した高槻系のイエバエ *Musca domestica vicina* Macq. を分譲していたとき、長沢⁵⁾の提唱した豆腐粕飼育法により当研究所で飼育したものをを用い、又薬剤としては某社市販の防疫用 10% リンデン乳剤を用いた。牛乳で飼育した成虫に、魚粉と米ヌカを 1:1 の割合で混ぜ水でねつたものに 12 時間産卵させ、その後 24 時間たつて 1 令幼虫となつたものを、豆腐粕培地約 150g を入れた径 9 cm、深さ 12 cm のガラスポットに、1 ポット当たり約 250 頭の割合で移して飼育し、それから 4 日目の 3 令幼虫をば実験につかつた。実験方法は径 9 cm、深さ 8 cm の腰高シャーレに、10% リンデン乳剤を所要濃度に稀釈した薬液 150 cc を入れ、前述の如くにしてあつめた 3 令幼虫を、一方を金網で、他方をコルクで栓をした径 1 cm、深さ 4 cm のガラス管に、1 管当たり 20 頭ずつ入れ、3 管を 1 単位として所定の時間薬液中に浸漬した。所定時間が経過すると取出して、漚紙で余分の薬液を吸い取つた後、径 3 cm、深さ 4 cm のガラス管に入れセロハン紙で蓋をして、浸漬後 48 時間、96 時間 (1 部は 24 時間後) の死亡及び蛹化虫数をしらべ、更に蛹化したものについて羽化率、羽化迄に要した日数、性比等を調査した。幼虫の生死の判定は柄つき針の先で突いて、全然反応を示さないものを死亡と見做し、対照区として水を用いて所定時間の浸漬を行つた。以上の実験を夫々 3 回繰返し、その平均値について考察を加えた。なお薬液浸漬時間は 30 分、60 分、120 分、180 分、240 分の 5 通りに分けた。以上の実験中薬液浸漬及び諸調査は 25~28°C の室内で行い、その他の時はすべて温度 28°C、食塩の過飽和液で湿度約 76% R. H. に調節した恒温器中においた。

実験結果及びその考察

没溺時間の相違により実験区を5区に分けたが、各実験区の所定判定時におけるイエバエ3令幼虫の、各薬液濃度に対する死亡率を示すと第1表の如くなる。

Table 1. Mortality of the larvae of common house fly, estimated at 24, 48 and 96 hours after treatment, due to different dipping times in lindane emulsion.

Estimated time after dipping	Number of larvae	Time of dipping	Concentration of lindane emulsion in percentage																														
			1.666	1.25	1.0	.833	.666	.50	.333	.285	.25	.20	.166	.125	.10	.083	.062	.05	.04	.033	.025	.016	0										
24 hours	60	30 (min)	40.0	31.6	20.0	18.3	5.0	0	0	100	85.0	66.6	48.3	18.3	3.3	0	0	0	0	0	0	0	0										
		240 (〃)																															
48 hours	〃	30 (〃)	88.3	68.3	56.6	56.6	31.6	18.3	11.6	5.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0										
	〃	60 (〃)						95.0	86.6	66.6	53.3	40.0	31.6	11.6	8.3	0	0	0	0	0	0	0	0										
	〃	120 (〃)							80.0	73.3	55.0	28.6	16.6	8.3					5.0	0	0	0	0										
	〃	180 (〃)								95.0	86.6								83.3	70.0	51.6	35.0	23.3	11.6	3.3	1.6	0	0	0	0			
	〃	240 (〃)								100									100	83.3	63.3	38.3	18.3	15.0	6.6	5.0	0	0	0	0	0		
96 hours	〃	30 (〃)	100	93.3	81.6	80.0	60.0	31.6	23.3	8.3	3.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	〃	60 (〃)						100	100	96.6	85.0	75.0	41.6	21.6	16.6	8.3	3.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	〃	120 (〃)							100																								
	〃	180 (〃)								100																							
	〃	240 (〃)									100																						

Table 2. Concentration-mortality regressions of third instar larvae of common house fly, due to different dipping time in lindane emulsion.

Time after dipping	Number of larvae	Time of dipping	Regression equation $y = \bar{y} + b(X - \bar{X})$	χ^2	Degree of freedom	Probability in χ^2 -test	M. L. C. in %
24 hours	60	30 minutes	$y = 4.8051 + 6.6885(X - 1.0078)^*$	1.041	2	.80 > P_r > .50	.1088
48	〃	240					
	〃	30	$y = 4.8273 + 3.2075(X - 0.8754)^{**}$	3.961	5	.80 > P_r > .50	.8496
	〃	60	$y = 4.9261 + 3.9451(X - 1.3248)^*$	2.373	6	.90 > P_r > .80	.2205
	〃	120	$y = 4.9880 + 4.1503(X - 0.9991)^*$	3.621	5	.80 > P_r > .50	.1015
	〃	180	$y = 4.8385 + 4.6242(X - 0.9473)^*$	1.024	4	.95 > P_r > .90	.0969
〃	〃	240	$y = 4.9947 + 5.1076(X - 0.9217)^*$	5.344	3	.20 > P_r > .10	.0837
96	〃	30	$y = 5.3048 + 4.3640(X - 1.8320)^*$	3.432	3	.50 > P_r > .30	.5797
	〃	60	$y = 5.0972 + 5.4487(X - 1.2160)^*$	4.671	4	.50 > P_r > .30	.1578
	〃	120	$y = 5.1582 + 5.1629(X - 0.9086)^*$	1.480	4	.90 > P_r > .80	.0755
	〃	180	$y = 5.0063 + 5.6251(X - 0.7787)^*$	2.409	4	.80 > P_r > .50	.0599
	〃	240	$y = 4.9898 + 5.4068(X - 0.7721)^*$	1.767	3	.80 > P_r > .50	.0594

* : Concentration $\times 10^2$ ** : Concentration $\times 10$

なお 24 時間判定では死亡又は蛹化した個体が少なく、まだ多くの個体が幼虫として生存しており、48 時間では大部分の個体が死亡又は蛹化して、幼虫として生存していたのは極く少数の個体であつた。更に 96 時

Table 3. Pupation of the third instar larvae of common house fly, under the effects of different concentrations and dipping times of lindane emulsion, in percentage.

Time of dipping	Time after dipping	Number of larvae	Concentration of lindane emulsion in percentage																				
			1.666	1.25	1.0	.833	.666	.50	.333	.285	.25	.20	.166	.125	.10	.083	.062	.05	.04	.033	.025	.016	0
30 (minutes)	24 (hours)	60	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1.6 (6.6)	16.6 (5.0)		20.0 (3.3)		43.3 (0)	48.3 (0)			55.0 (0)				85 (0)		71.6 (0)
	48 (〃)	〃	0 (0)	0 (5.0)	0 (13.3)	0 (18.3)	0 (35.0)	6.6 (51.6)	46.6 (26.6)		58.3 (13.3)		90.0 (6.6)	85.0 (0)			90.0 (0)				100		98.3 (0)
	96 (〃)	〃	0 (0)	0 (6.6)	0 (18.3)	0 (20.0)	0 (38.3)	6.6 (61.6)	46.6 (30.0)		61.6 (16.6)		90.0 (6.6)	95.0 (5.0)			100 (0)				100		100
60 (〃)	48 (〃)	〃						0 (0)	0 (0)	0 (3.3)	0 (15.0)	0 (23.3)	0 (58.3)	3.3 (75.0)	23.3 (60.0)	25.0 (65.0)	61.6 (33.3)	88.3 (3.3)			100		100
	96 (〃)	〃						0 (0)	0 (0)	0 (3.3)	0 (15.0)	0 (25.0)	0 (58.3)	3.3 (75.0)	23.3 (60.0)	26.6 (65.0)	63.3 (33.3)	96.7 (3.3)			100		100
120 (〃)	48 (〃)	〃							0 (0)		0 (0)	0 (0)	0 (1.6)	0 (8.3)	0 (26.6)	0 (45.0)	1.6 (71.6)	5.0 (81.6)		31.6 (58.3)	75.0 (25.0)	91.6 (3.3)	100
	96 (〃)	〃							0 (0)		0 (0)	0 (0)	0 (1.6)	0 (8.3)	0 (28.3)	0 (46.6)	1.6 (73.3)	6.6 (81.6)		31.6 (60.0)	75.0 (25.0)	96.6 (3.3)	100
180 (〃)	48 (〃)	〃								0 (0)			0 (0)	0 (0)	0 (8.3)	1.6 (25.0)	3.3 (35.0)	6.6 (63.3)	25.0 (63.3)	31.6 (56.6)	75.0 (21.6)	100	100
	96 (〃)	〃								0 (0)			0 (0)	0 (0)	0 (10.0)	1.6 (28.3)	3.3 (36.6)	6.6 (63.3)	25.0 (63.3)	31.6 (56.6)	76.6 (21.6)	110	100
240 (〃)	24 (〃)	〃									0 (0)		0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1.6 (0)	0 (0)	1.6 (6.6)	5.0 (25.0)	20.0 (16.6)	33.3 (6.6)	76.6 (0)
	48 (〃)	〃									0 (0)		0 (0)	0 (0)	0 (6.6)	0 (30.0)	6.6 (43.3)	0 (63.3)	16.6 (63.3)	21.6 (66.6)	51.6 (43.3)	85.0 (10.0)	100
	96 (〃)	〃									0 (0)		0 (0)	0 (0)	0 (6.6)	0 (30.0)	6.6 (43.3)	0 (63.3)	16.6 (65.0)	25.0 (66.6)	53.3 (43.3)	90.0 (10.0)	100

() : Percentage of abnormal pupae.

間判定では、蛹化するものは全部蛹化してしまい、幼虫のまゝ生存している個体はなかつた。従つて 24 時間後の判定は浸漬時間の最も短い 30 分区分、最も長い 240 分区分の 2 区について行つただけで、他の区については 24 時間判定は行わなかつた。このことはリンデン乳剤がかなり遅効性であることを示しており、判定時間としては浸漬終了後 48 時間以上経過したほうが望ましい。この第 1 表の結果について夫々 Bliss のプロビット法により直線転換を行つた結果を示したのが第 2 表である。各実験区、各判定時間共、 χ^2 検定の結果を見ると適合度は良好と云えよう。この表より判定時間と M. L. C. (中央致死濃度) の動きを見ると、各実験区共、時間の経過と共に M. L. C. は小となり、鈴木等⁶⁾の述べた様な 48 時間後に死亡率が一旦低くなるという現象は認められなかつた。次に浸漬時間と M. L. C. の動きを見ると、48 時間、96 時間両判定共浸漬時間の延長にしたがつて M. L. C. は小となっている。これを図示すると第 1 図の如くなり、30 分区分から 60 分区分への減少は激しいが、120 分区分以上ではさきわめて緩やかでありその推移はほぼ双曲線に近い傾向を示している。又第 2 表の回帰直線の方向係数 b の値は、48 時間判定では浸漬時間の延長と共に増大しているが、96 時間判定ではやゝこの傾向が乱れている。以上のことより見るに、120 分区分以上では割合に安定した結果が得られている様に思われる。

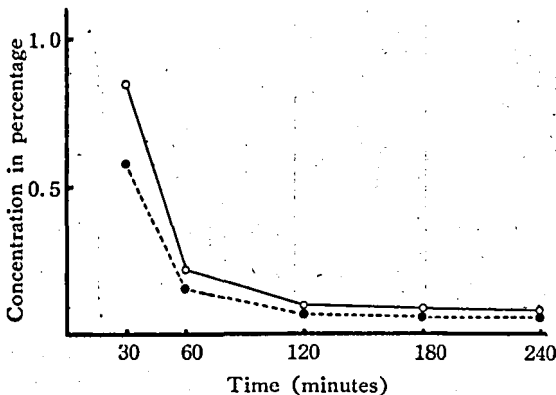


Fig. 1. Relation between M. L. C. and dipping time.

○ : 48 hours after dipping
● : 96 " " "

次にこれらの各実験区における蛹化の状態を調査した。第 3 表は各判定時間別に薬液処理をうけた 3 令幼虫の蛹化率を、供試虫数に対する百分率で示したものである。いずれも薬液濃度の減少にしたがつて、ほぼ直線的に蛹化率は高くなっている。判定時間別に見る

と、各実験区、各濃度共 24 時間後と 48 時間後の結果では蛹化率にかなりの差が認められるが、48 時間後と 96 時間後とでは差は僅少となつている。又蛹化したものについて見ると、対照と薬液処理区とあまり蛹化迄の時間に差はなく、薬液処理による蛹化遅延又は促進という現象は認められなかつた。なおカッコ内の数字は異常蛹の供試幼虫数に対する百分率を示している。こゝで云う異常蛹とは Feldman-Muhsum⁷⁾が温度処理によつて生じた異常蛹について述べているものと若干異なり、形態的には口器は幼虫時の形態を保つて突き出しているが他の部分は正常の蛹と全く異なるもので metathetely と思われる様な現象である。後述する如く羽化率が甚だ低く正常の蛹とは同一に扱えないものであり、対照区では全然この様な異常蛹は生じないので明かに薬液の影響によつて、正常の蛹化が阻げられて生じたものと思われる。この様な異常変態は種々の異常環境にさらすことによつて生起させ得ることが既に Nagel R. H.⁸⁾, Chapman R. N.⁹⁾, v. Lengerken¹⁰⁾ 等によつて報ぜられているが、双翅目幼虫で殺虫剤処理により metathetely が生じたということは非常に興味ある事実である。この異常蛹の出現状態を第 3 表について見ると、各実験区共、正常蛹が現われるよりもずっと高濃度の薬液処理の段階で現われはじめ、正常蛹が出現しはじめる濃度の附近で最高となり、その後は薬液の濃度が低くなるにつれて減少して、正常蛹とおきかわつている。この出現状態を薬液濃度の対数に対する頻度分布として現わしてみると、30 分区分以外はいずれもほぼ正規分布と見做し得た。その各パラメーター及び χ^2 検定の結果を示したのが第 4 表である。平均は浸漬時間の延長につれて 1.7 から 0.6 迄 (0.517% から 0.0418% 迄) 漸減しており、標準偏差は 30 分区分を除いて各実験区共 0.15~0.18 の間の値を保っている。次にこれらの正常蛹及び異常蛹の羽化率をしらべると第 5 表の如くなる。浸漬時間の相違による羽化率の差は、薬液処理をうけた正常蛹、異常蛹、対照区を通じて認められなかつた。同一実験区内では、異常蛹の羽化率は正常蛹のそれと比して常に非常に悪く、顕著な差を示したが、薬液処理をうけた正常蛹の羽化率は、対照区のそれとあまり差はなく、鈴木等の云うリンデン乳剤の羽化に及ぼす後作用は認められなかつた。なお羽化成虫の性比及び羽化に要した日数については、実験区別、異常蛹、薬液処理をうけた正常蛹、対照区等による差は認められなかつた。この様な異常蛹はリンデン乳剤の特殊作用によつて生じたのではなく、オルソ剤等による同様な薬液処理によつても生じており、従来殺虫剤の効力を論ずる時にこの様な中間的段階の影響について、あまり考慮はは

Table 4. Parameters of frequency distributions of abnormal pupae to logarithm of concentration.

Time of dipping	Number of total abnormal pupae	Mean* concentration in logarithm (%)	Standard deviation	Test of fitness to normal distribution		
				χ^2	Degree of freedom	Probability of fitness
30 minutes	122	1.7141	± 0.214	9.930	4	.05 > Pr > .02
60 "	203	1.0651	± 0.167	5.429	5	.50 > Pr > .30
120 "	197	0.7451	± 0.175	7.982	4	.10 > Pr > .05
180 "	168	0.6629	± 0.153	8.961	4	.10 > Pr > .05
240 "	203	0.6213	± 0.180	9.160	4	.10 > Pr > .05

* : $\log (\text{concentration} \times 10^5)$

Table 5. Emergence of common house fly under the effect of different dipping time of lindane emulsion.

Time of dipping (min.)		30	60	120	180	240
Number of total normal pupae		300	188	127	147	115
" of total abnormal pupae		122	203	197	168	203
Rate of emergence in %	from normal pupae	83.4	81.4	79.1	65.3	84.4
	" abnormal pupae	14.1	3.1	4.9	13.1	9.6
	" control	86.6	88.3	93.3	76.6	83.3

られなかつたが、この異常蛹の様に、10% 前後の低い羽化率をもつたものが、薬液処理の影響によつて生ずると言うことは、幼虫の死亡率、死亡時間等とは別に、殺虫剤の作用機構、効力等を論ずるにあたつて考慮すべき事柄である。又その出現状態が薬液濃度の対数に対して正規性を有するということは、昆虫の薬剤に対する感受性という面から見て妥当なことであり、ハエ類幼虫の薬剤に対する抵抗性の正当な発現の一種であると思われる。なお 30 分区分が第 4 表において正規分布を示さず、又標準偏差が他の実験区に比して大であることは、第 1 図及び第 2 表の M. L. C. が非常に大であることと併せて、何か他の実験区に比して、リンデン乳剤の作用が異なる様に思われる。

要 約

第 3 令のイエバエ幼虫をリンデン乳剤の稀釈液に浸漬してその影響をしらべた。

1. 浸漬時間は 30 分, 60 分, 120 分, 180 分, 240 分の 5 通りとし、判定時間は浸漬後 24 時間, 48 時間, 96 時間とした。

2. M. L. C. は浸漬時間、判定時間の延長につれて小となつた。

3. 薬液処理の影響として異常蛹があらわれ、その

出現状態は薬液濃度の対数に対して、ほぼ正規分布を示した。

4. 薬液処理による蛹化の遅延又は促進は認められなかつた。

5. 異常蛹の羽化率は非常に低く、正常蛹との間に顕著な差が認められた。薬液処理をうけた正常蛹と対照区とでは羽化率に差は認められなかつた。

5. 浸漬時間の差による羽化率への影響は認められなかつた。

文 献

- (1) Chapman R. N. : J. Exp. Zool. 45, 292~299 (1926)
- (2) Feldman-Muhsum B. : Bull. Ent. Res., 35, 53~67 (1944)
- (3) 井上義郷 : 衛生動物, 6, 111~117 (1955)
- (4) 石倉秀次・尾崎幸三郎 : 防虫科学, 18, 85~89 (1953)
- (5) v. Lengerken, H. : Zool. Anz., 58, 179~185 (1924)
- (6) — : —, 59, 323~330 (1924)
- (7) 長沢純夫 : 植物防疫, 6, 393~395 (1952)
- (8) Nagel R. H. : Ann. Ent. Soc. Amer., 27,

425~428 (1934)

- (9) 鈴木猛・遠山輝彦・緒方一喜・佐々学：衛生動物，6，117~122 (1955)
- (10) 鈴木猛・遠山輝彦：防虫科学，20，140~149 (1955)
- (11) 遠山輝彦・鈴木猛：防虫科学，19，115~120 (1954)

Résumé

In this paper, we analyzed several ecological and technical problems in biological assay of insecticide, used third instar larvae of common house fly, *Musca domestica vicina* Macq. For this purpose, the larvae of fly are dipped in lindane 10% emulsion of various concentrations, during 30, 60, 120, 180, 240 minutes respectively. Then number of dead and pupated larvae are counted 24, 48 and 96 hours after treatment. Additionally, rate of emergence, developmental period from egg to emergence of adult, and sex ratio of adult are observed. The results are as follows:

Mortality and concentration-mortality regression

equations of larvae due to dipping in lindane emulsion are shown Table I and II. M. L. C. (median lethal concentration) decreases gradually with "time after dipping" and with the elongation of dipping time (see Fig. 1).

We observed abnormal pupation of some larvae, which were treated with the insecticide. Morphologically, their mouth parts remain at larval stage, but all other parts are successful pupae (metathetely). Frequency distribution of these abnormal pupae to logarithm of concentration of lindane emulsion fitted with normal distribution curve (Table IV). Comparing with normal pupae treated with lindane emulsion, the rate of emergence of these abnormal pupae is extremely low (Table V). But between the normal pupae treated with lindane emulsion and with water, difference of the rate of emergence is insignificant.

The rate of emergence, developmental period from egg to emergence of adult, and sex ratios of fly emerged from normal and abnormal pupae are not affected with any dipping time.

Effects of Some Insecticides on the Respiration of Insect Organs, with Special Reference to the Effects of Rotenone. Jun-ichi FUKAMI (Laboratory of Applied Entomology, Faculty of Agriculture, University of Tokyo) Received Oct. 29, 1956. *Botyu-Kagaku*, 21, 122, 1956 (with English résumé, 128).

26. 昆虫の臓器組織呼吸に及ぼす 2, 3 殺虫剤の影響, 特にロテノーンについて 深見順一 (東京大学 農学部 害虫学研究室) 31. 10. 29 受理

昆虫の臓器組織呼吸特に神経および筋肉の呼吸代謝に及ぼす 2, 3 殺虫剤 (パラチオン, DDT およびピレトリン) とロテノーンの影響を比較検討した結果, *in vivo* および *in vitro* を通じて阻害のあつたのは, ロテノーンのみであつた。この結果と現在までに得られた知見とを総合すると, ロテノーンは神経および筋肉の細胞呼吸を抑制してそれらを麻痺させ, 虫を致死させるものと推論される。

昆虫のロテノーンによる中毒症状は薬剤のいかなる 1 次作用によつて誘発されるかはまだ十分明かにされていない。古く Tischler²⁴⁾ はロテノーンの 1 次作用は虫体の酸素利用能力の阻害であると推論した。筆者らはこの観点から虫体の細胞呼吸に対するロテノーンの影響について検討を加え^{4) 5) 25)}, 筋肉組織の呼吸代謝にロテノーンが直接作用していることを明かにした。本研究においては, ロテノーンの重要な作用点と考えられる神経組織の呼吸代謝に及ぼす影響を, 筋肉や消化器官の呼吸代謝に及ぼす影響と比較検討すると

ともに, 他の殺虫剤すなわち DDT, メチルパラチオンおよびピレトリンについても比較実験を行つたので報告する次第である。

なお本研究を行うに当り御指導を賜つた東大農学部山崎輝男助教授および檜橋敏夫氏, また種々有益な御助言を賜つた農林省農業技術研究所石井象二郎博士, 富沢長次郎技官に厚くお礼申し上げる。

実験材料並びに方法

供試昆虫：ワモンゴキブリ *Periplaneta americana* L. および ダイミョウバツタ *Locusta migratoria*