

**Residual Effect of Several Preparations of DDT and Lindane.** Studies on Residual Effect of Insecticides. II Takeshi SUZUKI (Department of Parasitology, Institute for Infectious Diseases, University of Tokyo) and Teruhiko TÔYAMA (Mitsui Chemical Industry Company, LTD.) Received May 9, 1957. *Botyu-Kagaku* 22, 283, 1957 (with English résumé, 292)

49. **DDT及び二三の lindane 製剤の残効性** 殺虫剤の残効性の研究 第2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) 32. 5. 9. 受理

撒布面、薬剤量、製剤の形態などをかえ、DDT, lindane 及び樹脂酸の混合物からなる効力増強物質を加えた lindane 製剤の、イエバエに対する残効性を比較検討した。また一旦落下横転したイエバエが蘇生する傾向が、DDT において著しく、lindane において殆んど認められないことを報告した。

ま え が き

我が国の衛生害虫駆除作業においては、蚊やハエの成虫に対して、殺虫剤を屋内の壁面或いは天井面へ噴霧するという、いわゆる残留噴霧方式が広く行われている。しかし、各種薬剤の残効性に関する基礎的な研究報告は案外に少い。こゝに、広く各種の殺虫剤を網羅し、各種の条件下において、2. 3の衛生害虫に対する残効性を検討する研究を志した所以である。

さきに第1報<sup>3)</sup>として、畜舎に DDT 及び dieldrin を撒布し、屋内繫留蚊数の消長によつて、その蚊に対する残留効果を求め、これを報告した。こゝでは、実験室内における、基礎的な実験結果を報告する。すなわち、薬剤としては、DDT, lindane 及び効力増強物質を加えた lindane の、各油剤と乳剤をとり上げ、イエバエ成虫を供試虫とし、異つた種類の平面に対して一定量を撒布後、その効果の持続状況を検討した。

本文に入るに先立ち、この研究にあつて御指導を得た当研究室主任佐々学助教授、御援助を頂いた当研究部員諸氏及び薬剤の調製その他に御協力を頂いた三井化学技術部及び同目黒研究所に、心からの謝意を捧げる。

実験材料及び供試昆虫

実験材料 5% DDT 液剤, 0.5% lindane 液剤, 30% DDT 乳剤, 10% lindane 乳剤は、何れも市販品を用いた。効力増強物質は、三井化学目黒研究所より提供されたもので、樹脂酸の混合物であり、lindane の残留効果を長びかせる目的を持つている。こゝに用いた 0.5% lindane 液剤 A 及び 10% lindane 乳剤 A は、それぞれ lindane と等量の効力増強物質を含み、また 0.5% lindane 液剤 B 及び 10% lindane 乳剤 B は、それぞれ lindane の倍量のそれを含有せしめたものである。

供試昆虫 当研究室において、オリエンタル酵母 K.

K. 製実験動物飼育用飼料及びフスマを用いて累代飼育中のイエバエ *Musca vicina* Macquart を用いた。実験に供試したのは、羽化後 1~2 週の成虫であり、雌雄の混合比は不明である。

実験方法

各種平面の薬剤処理及び保存 透明ガラス板、表面をカンナで削つた杉板、及び石膏板を用いた。石膏板は、石膏と水を適当に混和して杉板上にひろげ、乾燥後杉板と分離したもので、杉板と接した平滑な面を使用した。

液剤 (kerosene 溶液) はそのまま、乳剤は水で所定の濃度に稀釈し、スプレーガンを用い、10~15ポンドの圧力で処理面に噴霧した。処理面は室温にて乾燥せしめた後、25°~27°C の定温器中か或いは室内の壁に、それぞれ垂直に保存した。

昆虫の接触及び効果の観察 薬剤を撒布してから所定の日(週)数経過後、直径 9cm, 高さ 6cm (或いは直径 15cm, 高さ 3cm) のシャーレを水平に保持した処理面上に伏せ、この中に 1 区約 15 匹のイエバエ成虫を放ち、25°~27°C にて 2 時間接触せしめた。これを同時に 1~3 回くりかえした。その後、この成虫を 20cm×15cm×20cm (高さ) の金網製飼育籠に移し、餌を与えて 24 時間飼育した。その間、所定の時間後の落下仰転虫数及び 24 時間後の死虫数を観察した。

実験及びその結果

1. ガラス面に対する液剤撒布の効果 (実験 1)  
1ft×1ft のガラス板に、DDT, lindane, lindane A 及び lindane B の 4 液剤を、それぞれ 10cc 撒布した。すなわち DDT として 500mg/ft<sup>2</sup>、或いは lindane として 50mg/ft<sup>2</sup> にあたる。撒布した日は、1953年11月12日である。

その後 8 週間、すなわち 1954 年 1 月 8 日までは室温

防虫科学第22巻-I

Table 1. The residual effect of insecticidal solutions applied on glass to the common house fly. The dosage is 500mg/ft<sup>2</sup> in DDT, or 50mg/ft<sup>2</sup> in lindane. (Exp. I)

Date	Weeks		5% DDT Solution		0.5% Lindane Solution		0.5% Lindane Solution A		0.5% Lindane Solution B	
	After Application	After Transference to 25°~27°C	K. D. % after 2hrs.	Mortality after 24hrs.	K. D. % after 2hrs.	Mortality after 24hrs.	K. D. % after 2hrs.	Mortality after 24hrs.	K. D. % after 2hrs.	Mortality after 24hrs.
1953										
Nov. 19	1		100	100	100	100	100	100	100	100
Nov. 26	2		100	100	100	100	100	100	100	100
Dec. 3	3		100	100	100	100	100	100	100	100
Dec. 10	4		100	100	100	100	100	100	100	100
Dec. 24	6		100	100	100	100	100	100	100	100
1954										
Jan. 8	8	0	100	100	100	100	100	100	100	100
Jan. 22	10	2	100	100	43.3	82.1	93.3	100	100	100
Jan. 29	11	3	100	100	47.1	70.6	100	100	100	100
Feb. 4	12	4	100	100	13.3	15.5	100	100	100	100
Feb. 11	13	5	100	86.6	0	0	100	100	100	100
Feb. 19	14	6	100	56.2	0	8.3	100	100	100	100
Feb. 26	15	7	100	36.7	0	0	100	96.7	100	100
Mar. 4	16	8	100	96.6	0	10.0	100	86.2	100	97.1
Mar. 11	17	9	100	66.1			96.8	96.8	100	100
Mar. 18	18	10	100	71.9	0	3.3	100	100	100	100
Mar. 25	19	11	100	46.4			53.3	73.3	100	100
Apr. 2	20	12	81.3	59.4	0	10.0	100	100	100	100
Apr. 9	21	13	100	76.7			80.6	80.6	100	100
Apr. 16	22	14	90.6	45.1			100	96.6	100	100
Apr. 30	24	16	75.0	62.5			96.6	96.4	100	100
May 14	26	18	93.3	60.7			100	100	100	100
May 28	28	20	73.3	43.3			83.3	76.7	100	90.3
Jun. 10	30	22	67.7	35.5			38.7	61.3	100	93.3
Jun. 24	32	24	40.0	23.3			43.7	50.0	90.6	87.5
Jul. 8	34	26	73.3	30.0			53.3	60.0	90.9	97.0
Aug. 20	40	32	16.7	10.3			100	83.4	100	100
Sep. 2	42	34	29.0	3.3			100	75.9	100	100

に保存し、以後実験終了の1954年9月2日までは、25°~27°の定温器中に保存した。その間、所定週数経過後にイエバエ成虫を接触せしめ、2時間後の落下仰転虫数、及び24時間後の死虫数を観察した。

その結果は第1表に示してある。

2. ガラス面に対する液剤及び乳剤撒布の効果(実験2)

1ft×1ftのガラス板に対し、DDT, lindane, lindane A 及び lindane B の各液剤ではその1ccを、DDT 乳剤ではその6倍稀釈液1ccを、また lindane, lindane A 及び lindane B の各乳剤では、20倍稀釈液のそれぞれ1ccを噴霧した。すなわち、液剤、乳剤ともに、1ft<sup>2</sup>あたり、DDT では50mg, lindane

では5mgにあたる。薬剤撒布は1954年3月2日、その後実験終了まで、処理面を25°~27°の定温器中に保存した。

その間、所定の週数経過後に、イエバエ成虫を処理面に接触せしめ、2時間後の落下仰転虫数及び24時間後の死虫数を観察した。

その結果を第2表に示した。

3. 各種の面に対する液剤撒布の効果(実験3)

ガラス板、杉板、石膏板を3枚ずつ用意し、この面上の直径17.6cmの円形(0.26ft<sup>2</sup>)内に、DDT, lindane 及び lindane B の各液剤をそれぞれ1.05cc撒布した。これは、1ft<sup>2</sup>あたり DDT では200mg, lindane では20mgにあたる。薬剤撒布は、1954年7

Table 2. The residual effect of insecticidal solutions and emulsions applied on glass to the common house fly. The dosage is 50mg/ft<sup>2</sup> in DDT, or 5mg/ft<sup>2</sup> in lindane. (Exp. II)

Date (1954)	Weeks after Application	Kerosene Solution							
		5% DDT		0.5% Lindane		0.5% Lindane A		0.5% Lindane B	
		K. D. % after 2hrs.	Mortality after 24hrs.	K. D. % after 2hrs.	Mortality after 24hrs.	K. D. % after 2hrs.	Mortality after 24hrs.	K. D. % after 2hrs.	Mortality after 24hrs.
Mar. 3	(2days)	100	100	100	100	100	100	100	100
Mar. 8	1	93.3	93.3	20.0	20.0	31.3	75.0	33.3	66.7
Mar. 15	2	90.6	90.6	20.7	27.6	37.2	60.0	40.6	46.8
Mar. 22	3	79.3	68.9	10.0	33.3	46.2	53.8	13.3	73.3
Mar. 29	4	94.1	76.5	16.0	20.0	16.7	60.0	30.4	47.8
Apr. 12	6	100	70.0	16.1	19.3	29.0	38.7	33.3	46.7
Apr. 26	8	98.3	70.3	18.0	13.2	22.3	17.1	32.4	37.9
May 10	10	87.5	74.8	0	4.0	0	15.5	6.7	19.3
Jun. 7	14	100	69.0	3.3	3.5	16.7	13.9	20.7	21.9
Jul. 20	20	83.3	40.0	0	3.3	3.4	10.3	13.8	20.7
Dec. 3	40	100	25.0	0	0	0	14.0	0	0

Date (1954)	Weeks after Application	Emulsion							
		30% DDT		10% Lindane		10% Lindane A		10% Lindane B	
		K. D. % after 2hrs.	Mortality after 24hrs.	K. D. % after 2hrs.	Mortality after 24hrs.	K. D. % after 2hrs.	Mortality after 24hrs.	K. D. % after 2hrs.	Mortality after 24hrs.
Mar. 3	(2days)	100	100	100	100	100	100	100	100
Mar. 8	1	93.3	93.3	6.7	20.0	33.3	66.7	14.3	57.1
Mar. 15	2	100	82.7	0	10.0	30.3	36.4	23.3	40.0
Mar. 22	3	87.5	93.7	9.7	12.9	34.5	37.9	13.3	30.0
Mar. 29	4	94.1	100	13.0	13.0	8.7	17.4	13.6	28.3
Apr. 12	6	96.8	87.1	29.0	25.8	43.3	36.6	45.5	36.4
Apr. 26	8	100	92.6	8.3	12.9	6.8	17.2	13.6	28.8
May 10	10	67.7	76.9	0	7.7	0	11.5	0	15.3
Jun. 7	14	100	61.2	3.3	6.9	10.6	21.5	16.1	20.0
Jul. 20	20	86.7	40.0	0	0	26.7	23.3	13.3	13.3
Dec. 3	40	66.7	20.0	0	0	0	0	13.3	0

月20日で、以後実験終了まで、処理面を室内の壁に垂直に立てかけて保存した。

その間、所定の週数経過後に、イエバエ成虫を直径15cm、高さ3cmのシャーレに入れて2時間接触せしめ、その直後の落下仰転虫数、及び24時間後の死虫数を観察した。なお、この間7月より10月に至る間、休日を除いて毎日午後2時における室温及び相対湿度を観察記録した。

これに関する実験結果を第3表に示した。

考 察

1. 残留効果について ハエ、蚊、ゴキブリなどの衛生害虫の駆除にあつては、あらかじめ薬剤を、家屋内或いは畜舎内の壁面や天井に撒布しておき、その後長期間にわたつて、こゝにとまつた害虫を死亡せ

しめるといふ、いわゆる残留噴霧方式がしばしば用いられている。この方式は、消極的な駆除手段ではあるが、害虫の習性を巧みに利用し、一度の撒布によつて以後は自動的に駆除効果を期待し得る点から、進歩した方法であると考えられている。

今、この“残留効果”を規定する各種の要因を分類してみると、次の如くなる。

I. 薬剤の残留性

1. 薬剤をめぐるとの要因

a. 薬剤の種類  
(効力増強物質添加)

b. 薬剤の形態

c. 薬剤の撒布量

2. 撒布対象をめぐるとの要因

a. 撒布対象の種類 (特に表面の性質)

Table 3. The residual effect of insecticidal solutions applied on glass, board or gypsum to the common house fly. The dosage is 200mg/ft<sup>2</sup> in DDT, or 20mg/ft<sup>2</sup> in lindane. (Exp. III)

Date (1954)	Room Temp. (°C)	Weeks after Application	Glass					
			5% DDT		0.5% Lindane		0.5% Lindane B	
			K. D. % after 2hrs.	Mortality after 24hrs.	K. D. % after 2hrs.	Mortality after 24hrs.	K. D. % after 2hrs.	Mortality after 24hrs.
①Jul. 23	25.0	(3days)	100	93.3	6.7	80.0	100	100
②Jul. 27	29.5	1	73.5	72.3	0	28.6	69.7	68.2
③Aug. 9	31.5	3	51.7	29.1	0	7.5	24.1	28.5
④Aug. 17	29.5	4	22.6	25.4	1.9	8.8	0	13.8
⑤Aug. 30	27.0	6	87.1	28.3	6.9	4.2	6.7	25.9
⑥Sep. 14	29.0	8	71.4	33.4	7.1	8.4	6.2	16.6
⑦Oct. 19	20.0	13	90.0	20.0	0	0	0	0
⑧Nov. 22	—	18	100	20.0	0	0	0	13.3

Board						Gypsum					
5% DDT		0.5% Lindane		0.5% Lindane B		5% DDT		0.5% Lindane		0.5% Lindane B	
K.D. % after 2hrs.	Mortality after 24hrs.	K.D. % after 2hrs.	Mortality after 24hrs.	K.D. % after 2hrs.	Mortality after 24hrs.	K.D. % after 2hrs.	Mortality after 24hrs.	K.D. % after 2hrs.	Mortality after 24hrs.	K. D. % after 2hrs.	Mortality after 24hrs.
①85.7	50.0	100	100	100	100	66.7	46.6	100	100	100	100
②60.9	40.5	43.2	65.0	62.2	73.5	81.0	76.2	46.6	56.3	72.5	74.8
③ 9.8	0	3.2	0	3.6	26.8	68.9	62.5	6.8	37.5	6.2	6.3
④15.0	30.0	0	19.5	0	19.5	85.0	27.8	0	13.7	3.4	16.7
⑤48.4	14.0	6.5	10.3	15.6	9.7	96.7	44.4	0	0.3	10.0	7.4
⑥49.9	33.4	17.6	22.8	28.5	25.0	92.8	25.0	0	6.3	7.1	16.6
⑦17.9	7.1	0	0	0	0	100	25.8	0	0	0	0
⑧ 0	6.7	0	0	0	0	100	18.7	0	0	0	0

b. 環境条件

- i. 気象条件—温度, 湿度, 日照, 風など.
- ii. 環境条件 (狹義)—塵埃の附着, 他物の接触など.

II. 昆虫の動態

1. 静的要因 (分類学的)

- a. 昆虫の種類, 系統, 性, 令期. (感受性に関する先天的要因)
- b. 昆虫の栄養状態, 棲息状態その他. (感受性に関する後天的要因)

2. 動的要因 (生態学的)

- a. 撒布面への繫留性
- b. 撒布面 (薬剤) に対する忌避性
- c. 落下仰転と致死との関係

こゝに見るように, 残留効果を規定する要因は複雑多岐にわたっている. それというのも, 残留効果というのが, 薬剤を実際に昆虫に適用する方式に直接の関連を持つ観念であるからである. すなわち, こゝに示した I 及び II の各 1, つまり「薬剤をめぐる要因」と, 昆虫の「静的要因」が, それぞれ一般の殺虫剤生

物試験を規定する薬剤の側及び昆虫の側の要因にあたるが, 残留効果の試験にあつては, これ以外に撒布対象をめぐる要因と, 昆虫側の動的要因が加わってくる.

こゝでとり上げたのは, 主として I の「薬剤の残留性」に関するもので, 「1. 薬剤をめぐる要因」としては, a において特に効力増強物質添加の意義については, b の液剤と乳剤, c の撒布量と, 更に, 「2. 撒布対象をめぐる要因」として, a の撒布面の種類 (ガラス, 杉板, 石膏) と, b の i の撒布面の保存条件 (定温器内及び室内) などである. 更に, 「II. 昆虫の動態」に関しては, 2. C. に関係して, 蘇生の問題に触れて考察を加えることにする.

こゝで特に指摘しておきたいのは, この種の残効性の試験においては, 薬剤処理面に個々の供試昆虫を一定時間接触せしめることは, 特に蚊やハエのような飛翔昆虫にあつては不可能に近い. 従つて, 一定の容器内に昆虫を放ち, その一面 (或いは各面) を薬剤処理面をもつてあて, 一定時間その状態に保つて, 個々の昆虫が処理面に接触した時間は, 各試験を通じて平均

的に一定しているという仮定の上に立つ他はないわけである。更に一旦落下仰転した昆虫は、背面を薬剤処理面に接触するにしても（容器の下面に薬剤処理をしてある場合）、正常時に脚部末端（ハエの場合は褥盤）において薬剤処理面に接するのとは、全く異つてくる。この点から、昆虫の受けた薬剤量を、撒布面に残留している薬剤量の函数と考えることに疑義が生ずる。

つぎに、長期にわたる残効性の試験にあつては、試験ごとに供試昆虫の感受性を一様に保つことに問題がある。こうして得られたデータにあつては、処理面の保存期間が長びくにつれて、残効性がなだらかなカーブで落ちてゆくことはむしろ少く、実際には著しく凹凸を示しながら、全体として落ちてゆくという傾向をたどる。Fay, Simmons & Clapp<sup>3,9</sup> は残効性の試験において、ある観察時における致死率を B とした場合、その前の観察時の致死率 A と、その次の観察時の致死率 C から、 $(A+2B+C)/4$  を算出してそのときの致死率とし、それによつてこのカーブを少しでもなだらかにすることを試みているが、こゝに得た実験データについては、粗データから大体の傾向をくりあげ、これによつて考察を加えることにする。

効力増強物質添加の残効性に与える影響

lindane に効力増強物質を加え、その残効性を改良する試みとしては、Hornstein, Sullivan, Tsao らの、chlorinated polyphenyl を用いた研究<sup>7,8</sup> があり、何れも有効であつたと報告している。

こゝに用いた効力増強物質は、天然樹脂からとり出した樹脂酸の混合物であり、その作用については lindane と固溶体を形成してその結晶化を防ぎ、従つてその揮散を抑制するものと考えられている。

実験 1. 2. 3 における24時間後の致死率を、それぞれ第1. 2. 3 図に図示した。これによつて、効力増強物質を添加した lindane の効力を lindane 単独のもの及び DDT と比較して考察する。なお、このすべての実験において、実用上の比率から DDT においては lindane の 10 倍量を用いている。

第1図（実験 1）においては、lindane B は、実験終了の 42 週後まで、殆んどすべての場合に 90% 以上の致死率を示し、DDT よりも遙かに残効性が長い。lindane A は、lindane B よりやゝ劣るが、DDT よりは長期にわたつて有効である。ところが、第2図（実験 2）においては、液剤と乳剤の何れにおいても、DDT より残効性が短かく、また lindane A と lindane B の間に顕著な差が認められない。第3図（実験 3）では、lindane B は、ガラス板と石苳では全般的に DDT にやゝ劣り、杉板では前半に勝り後半に劣る傾向を示している。なお、lindane と比較した場

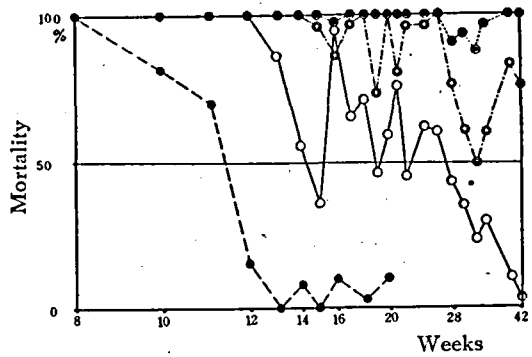


Fig. 1. The residual effect of insecticidal solution on glass to the common house fly. Mortality after 24 hours is shown. —○— indicates DDT, ---●--- lindane, ---○--- lindane A and .....●..... lindane B. The dosage is 500mg/ft<sup>2</sup> in DDT, or 50mg/ft<sup>2</sup> in lindane. (Exp. I)

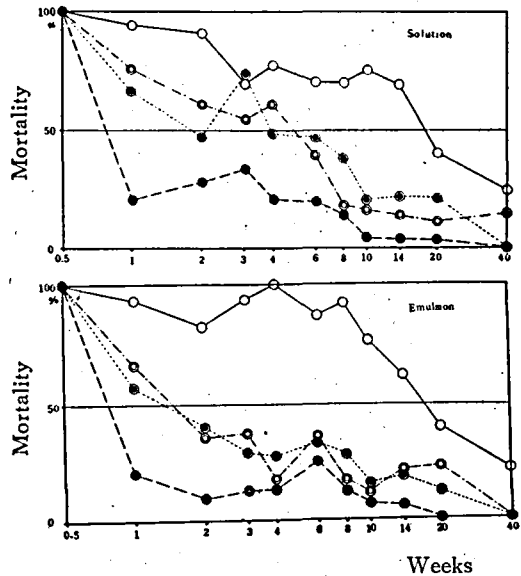


Fig. 2. The residual effect of insecticidal solutions and emulsions applied on glass to the common house fly. Mortality after 24 hours is shown. —○— indicates DDT, ---●--- lindane, ---○--- lindane A and .....●..... lindane B. The dosage is 50mg/ft<sup>2</sup> in DDT, or 5mg/ft<sup>2</sup> in lindane. (Exp. II)

合、実験 3 の杉板と石苳ではほぼ同じレベルにあるが、他のすべての実験において、lindane に勝る傾向を示している。

以上を総括すれば、lindane にこの効力増強物質を加えた製剤は、lindane 単独の製剤の残効性をかなり

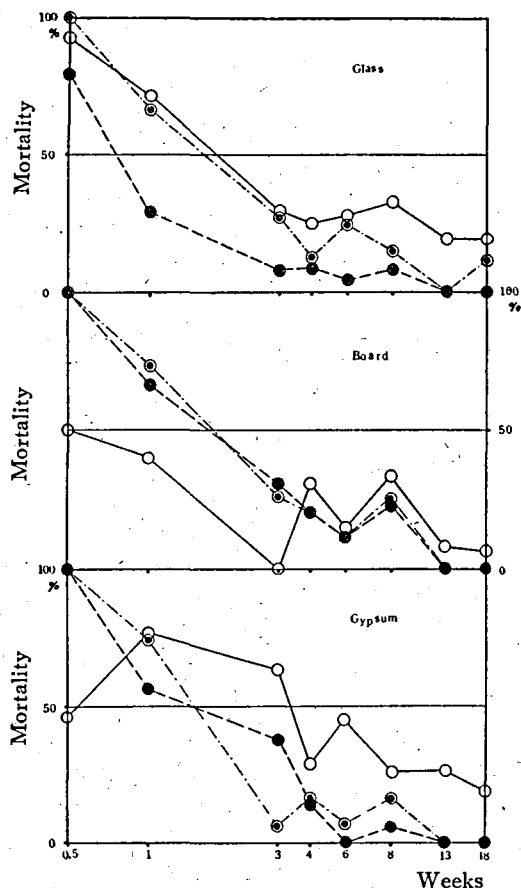


Fig. 3. The residual effect of insecticidal solutions applied on glass, board or gypsum to the common house fly. Mortality after 24 hours is shown. —○— indicates DDT, ----●---- lindane and ----○---- lindane B. The dosage is 200mg/ft<sup>2</sup> in DDT, or 20mg/ft<sup>2</sup> in lindane. (Exp. III)

の程度に改良する効果が認められる。この残効性延長は、多量を撒布した場合に著しく、lindane として 50mg/ft<sup>2</sup> 撒布では、DDT 50mg/ft<sup>2</sup> 撒布と比較しても遙かに有効である。また多量撒布では、効力増強物質の添加量によつて残効性に差が認められるが、少量撒布では添加量の差が明らかにあらわれない。次に、ガラス板のような非吸収性の面に比較し、杉板や石膏のような吸収性の面では、効力増強物質添加の効果が余り認められない。これは、吸収性の面では撒布された薬剤が内部に浸透し、その結果、lindane 単独の製剤においても、ある程度揮散が抑制されるためと考える。

なお、lindane 単独と DDT の残効性を比較すると、殆んどすべての実験を通じ、lindane の残効性は

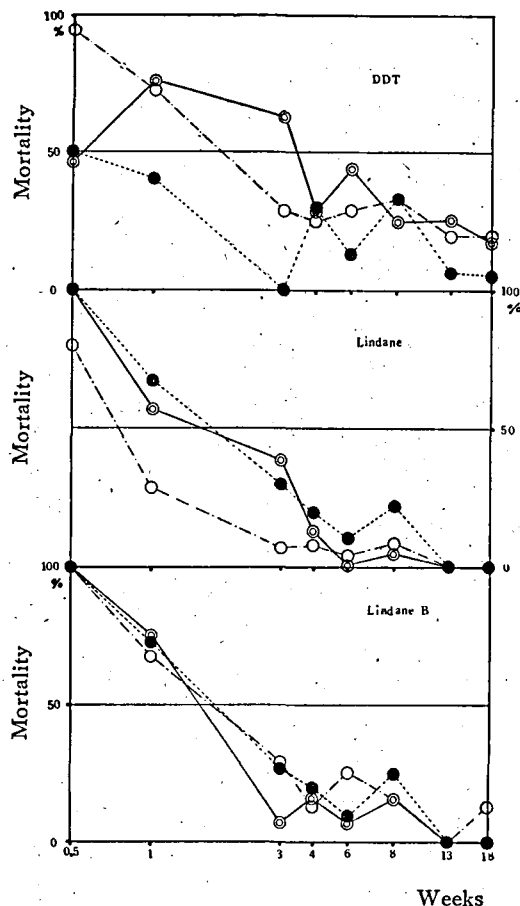


Fig. 4. Comparison of the persistence of the insecticidal residue. The data are based on the mortality after 24 hours listed in Table 3 (Exp. III). ----○---- indicates glass, ...●... board and —○— gypsum.

10倍量の DDT と比較してかなり劣るようである。ただし、杉板及び石膏を用いた場合は、初期において、lindane の方に高い効力が認められた。

撒布面の性質及び薬剤の形態が残効性に及ぼす影響  
実験 3 のデータから、各薬剤別に各種撒布面の残効性をまとめたのが第 4 図である。

これによつてみると、ガラス板、杉板、石膏の 3 種の面の残効性は、lindane B で処理した場合に最も近似した値を示しており、反対に、DDT 処理ではかなり異つてくる。すなわち、大体の傾向として、DDT では、石膏>ガラス板>杉板、lindane では杉板=石膏>ガラス板、という序列であり、lindane B では、この 3 者の間に顕著な差が認められない。

井上<sup>5)</sup> は、DDT は平滑で非吸収性の面ほど残効性が大きく、γ-BHC は多孔質で吸収性の面ほど残効性は

が大きいことを報告しているが、こゝに得た結果についても、ほゞ似たような傾向が認められた。たゞ、DDT と lindane の何れにおいても、石苴において残効性が大きいことは、後に述べる如く、落下仰転虫数率と致死率の比較において、石苴が顕著な持性を示すこととともに、注目すべき現象と考える。

また第3図によると、処理面の放置週数の増加にもなつて効力の減少する状態は、ガラス板において最もなだらかなカーブを示し、杉板ではやゝ乱れ、石苴ではこの乱れが更に甚だしい。特に、石苴に DDT を撒布した場合は、撒布3日後より1週後に効力が増大し、その後も著しく凸凹の経過をたどっている。これらのデータの乱れは、処理面における薬剤の吸収、保持、蒸発などの複雑な要因の合成によるものであろう。

なお井上<sup>5)</sup>は、DDT 5%,  $\gamma$ -BHC 0.25% の混合油剤では、撒布面の差異によつて残効性が顕著な差を示さないと報告し、これを両薬剤がその傾向を補足し合つた結果として説明している。こゝに得た結果にお

いて、lindane B が各種の処理面ではほゞ似たような残効性を示していることは、lindane に効力増強物質を添加することによつて、DDT の性格に近似してくるものと考えられる。

つぎに、実験2のデータから、各種薬剤別に、液剤と乳剤の残効性を比較したのが第5図である。これによると、全体としてみた場合に、この両形態の効力の差は、予期した程顕著ではない。たゞ、lindane A 或いは lindane B において、油剤の効力が乳剤のそれにやゝ勝る傾向がみられ、これは lindane の初期にも認められるが、DDT ではむしろ乳剤の方が残効性が大きい傾向を示す。しかし、この図にみられた僅かな相違を、この種の実験において意味づけるのは危険であらう。

処理面の保存条件の残効性に与える影響

薬剤処理面を保存する場合、温度、湿度、その他の気象及び環境条件によつて、その残効性が著しく異なることは、しばしば報告されている<sup>9)</sup>。

こゝに報告した実験1においては、薬剤撒布後8週間は室温に保存し、以後は 25°~27° の定温器中に保存した。室温保存期間は、11月12日より翌年の1月8日に至る間であり、その間の室温は、25°~27°より相当に下まわるものと考えられる。この実験結果をみると、特に lindane において、定温器に移した直後から効力が減少しているのが認められる。

また、実験2の 50mg/ft<sup>2</sup> (DDT) 或いは 5mg/ft<sup>2</sup> (lindane) 撒布した場合の効力と、実験3の同じくガラス板に、200mg/ft<sup>2</sup> (DDT) 或いは 20mg/ft<sup>2</sup> (lindane) 撒布した場合の効力を比較すると、DDT, lindane, lindane B の何れにおいても、薬剤量の少い前者の方が、むしろ残効性は大きい。前者は処理面を 25°~27° の定温器中に保存し、後者は室温(6月から11月に至る間)に保存したものである。この場合は、後者の温度が前者のそれよりも若干高いものと推定されるが、それ以外に、保存空間の状態、すなわち空間の大きさ、開放性、通風などの影響によるものと考えられる。

これらを総括すれば、処理面の保存に関して、温度や保存空間の状態が残効性の有効期間にかなりの影響を与えるものと推定される。

落下仰転と致死との関係

残留噴霧は垂直な壁面或は水平の天井下面などに行われるものであり、そこにとまつて中毒し落下仰転した昆虫がやがて死亡することを予想している。この場合、落下仰転した昆虫は、落下した瞬間から薬剤との接触を終るわけであり、この昆虫が後に蘇生するならば、残留噴霧の実用上の効果は、減殺されてくる。

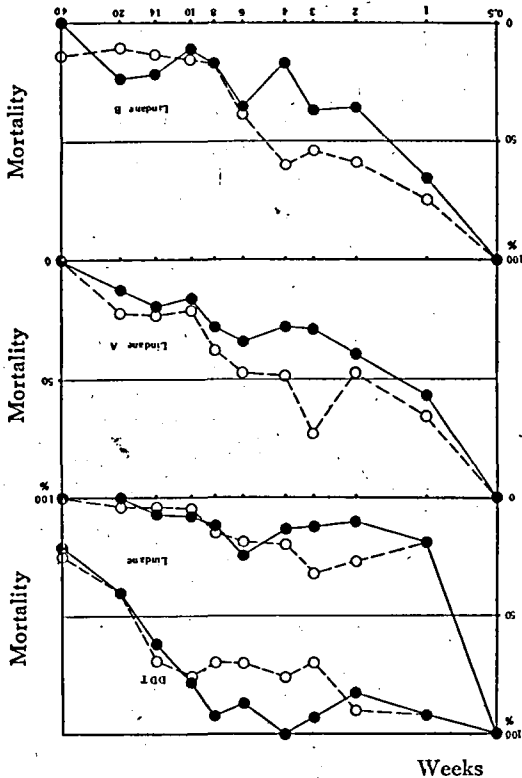


Fig. 5. Comparison of the persistence of kerosene solutions and emulsions. The data are based on the mortality after 24 hours listed in Table 2 (Exp. II). ---○--- indicates solution, and —●— emulsion.

Table 4. Resuscitation of the house fly brought into contact with insecticidal residue. (I) Percentage of frequency of the cases in which knockdown percentage after 2 hours is higher than mortality after 24 hours and those in which knockdown percentage is lower than the mortality in the Experiments I, II and III.

Chemicals	Forms	Dosage mg/ft <sup>2</sup>	Substances	Percentage of Frequency		
				Total cases	KD% > Mortality	KD% < Mortality
DDT	Kerosene Solution	500	Glass	18	100	0
		50	Glass	8	100	0
		200	Glass	8	87.5	12.5
		200	Board	8	75.0	25.0
		200	Gypsum	8	100	0
	Emulsion	50	Glass	9	66.7	33.3
Lindane	Kerosene Solution	50	Glass	7	0	100
		5	Glass	8	12.5	87.5
		20	Glass	6	16.7	33.3
		20	Board	5	20.0	80.0
		20	Gypsum	5	0	100
	Emulsion	5	Glass	7	14.3	85.7
Lindane A	Kerosene Solution	50	Glass	12	58.3	41.0
		5	Glass	10	20.0	80.0
	Emulsion	5	Glass	9	22.2	77.8
Lindane B	Kerosene Solution	50	Glass	5	80.0	20.0
		5	Glass	9	0	100
		20	Glass	6	16.7	83.3
		20	Board	5	40.0	60.0
		20	Gypsum	5	20.0	80.0
	Emulsion	5	Glass	9	22.2	77.8

さて、こゝに報告した実験においては、2時間の接触終了時における落下仰転虫率と、24時間後の致死率の両者を求めた。今、第1.2.3表において、落下仰転虫率（以下 KD 率と称する）と致死率とを比較してみると、薬剤によつてその両者の相対的な関係が著しく異なることに気付く。そこで、上記の諸表において、各実験の各薬剤別に、KD 率が致死率より大きいもの、及び致死率が KD 率より大きいものにつき、それぞれの出現頻度を百分率であらわしてまとめたのが、第4表である。但し KD 率と致死率が等しいものを除いて頻度を算出した。

次にこのデータを組み直し、薬剤量、形態、撒布面別に、(KD 率 > 致死率) の出現頻度を以て示したのが第5表である。

これらの表から、DDT においては KD 率の方が致死率より高く、lindane においては、逆に致死率の方が KD 率より高いという、顕著な傾向が認められる。すなわち、DDT では、2時間の接触終了後に落

Table 5. Resuscitation of the house fly brought into contact with insecticidal residue. (II) Percentage of frequency of the cases in which knockdown percentage after 2 hours is higher than mortality after 24 hours arranged in the dosage, form of the chemicals and substances on which the chemicals were applied.

Factors		Lindane	Lindane A	Lindane B	DDT
Dosage (mg)	500(DDT)	0	58.3	80.0	100
	50(Lindane)	16.7	—	16.7	87.5
	200(DDT)	12.5	20.0	0	100
	20(Lindane)	12.5	20.0	0	100
Form	50(DDT)	12.5	20.0	0	100
	5(Lindane)	14.3	22.2	22.2	66.7
Substances	Kerosene Solution	12.5	20.0	0	100
	Emulsion	14.3	22.2	22.2	66.7
	Gypsum	0	—	20.0	100
	Glass	16.7	—	16.7	87.5
	Board	20.0	—	40.0	75.0



下仰転していた昆虫で、24時間後に蘇生するものが多い、逆に lindane では、落下仰転していない昆虫で、24時間後に死亡するものが多いことになる。

第5表からこの関係を更に追求してみると、DDT と lindane の何れにおいても、この傾向は、撒布薬剤量が多い程若しく、乳剤よりは液剤の方が若しく、又撒布面の種類については、石膏で最も若しく、次いでガラスという順序を示している。又 lindane に効力増強物質を添加した製剤では、lindane より lindane A、更に lindane B と、効力増強物質の添加量が多くなるほど、lindane 的性格から離れ、DDT 的性格に近づいてくる。そして、その添加量の多い lindane B においては、撒布量が少い場合は lindane 的性格に近いが、撒布量が多くなると DDT 的な性格を示す。

なお、井上<sup>5)</sup>は、イエバエ成虫を用い、各種の撒布面における DDT 製剤、 $\gamma$ -BHC 製剤及び DDT- $\gamma$ -BHC 混合製剤の残効性を比較した結果を報告している。こゝに提出されたデータを見ると、処理面にシヤールを伏せ、この中にイエバエ成虫を入れてその面に継続接触せしめ、対数的な時間間隔において、落下仰転虫率 (KD 率) を記録しているのであるが、時間の経過にともなつて、KD 率が減少している例が、処々に認められる。すなわち、一旦落下仰転した供試虫が蘇生したことを示している。今、そのデータから KD 率が減少した回数を求め、蘇生出現頻度を算出したのが第6表である。こゝでは、接触開始後、15分、30分、

60分、120分、240分後の KD 率のみをとり上げこれから蘇生の出現頻度を求めた。

これによつて見ると、先ず蘇生という現象は、DDT 製剤において最もしばしばあらわれ、DDT- $\gamma$ -BHC 混合製剤がこれにつき、 $\gamma$ -BHC 製剤に於ては全く認められない。次に、全体を通じてみると、蘇生は乳剤において最もしばしばあらわれ、液剤がこれにつき、水和剤では最も少い。撒布対象別にみると、蘇生の出現頻度は、ベニヤ板>コンクリート板>ケント紙>ガラス板の順序となつている。なお、これらの蘇生現象の起つた時間についてみると、すべて 60分-120分と 120分-240分の間に起つており、DDT 剤、混合剤の何れにおいても、前者に於て多く、平均して 60分-120分が 25.4%、120分-240分が 15.9% となつている。そして、これ以外の、15分-30分、30分-60分の間には全く認められない。

今、筆者の実験結果と井上<sup>5)</sup>のデータを比較考察してみると、筆者の実験に於ては、供試昆虫を2時間葉剤処理面に接触せしめた後は全く接触を断つて以後22時間飼育したものであり、従つて蘇生は接触終了直後の KD 率と24時間後の致死率の関係から求めている。これに対し、井上<sup>5)</sup>の実験に於ては、24時間継続接触であり、この間に KD 率減少の現象が見られるのであつて、4時間後の KD 率より24時間後の致死率が小さくなる例は全く認められない。このように、両者の観察対象は異つてはいるが、その結果において、DDT ではしばしば蘇生現象が認められ、 $\gamma$ -BHC に

Table 6. Resuscitation of the house fly brought into contact with insecticidal residue. (III) Percentage of frequency of the resuscitation in the data reported by Inoue (1956).

Substances	DDT				Mixture of DDT and $\gamma$ -BHC		
	Kerosene Solution	Emulsion	Suspension	Average	Kerosene Solution	Suspension	Average
Glass	0	0	5.9	2.3	6.3	5.3	5.7
Veneer	25.0	33.3	12.5	23.4	25.0	6.7	16.1
Kent Paper	7.7	38.5	0	14.3	0	6.3	3.7
Concrete	0	20.0	14.3	16.0	—	—	—
Average	12.2	22.6	7.9	14.0	11.6	6.0	8.6

Substances	$\gamma$ -BHC			Average (without $\gamma$ -BHC)
	Kerosene Solution	Emulsion	Average	
Glass	0	0	0	3.8
Veneer	0	0	0	20.5
Kent Paper	0	0	0	10.1
Concrete	0	0	0	16.0
Average	0	0	0	12.0

於てこれが著しく少いことは共通している。

さらに、この両者の実験方法は、何れも撒布面の上にシャーレを伏せ、この中にイエバエ成虫を入れたもので、処理面の薬剤に褥盤を通して接触し、中毒して落下仰転したイエバエは、その後も引きつゞき背面を処理面に接触していたものであり、上部或いは側面を薬剤処理した場合には、この蘇生現象が更に著しくあらわれることが予想される。

なお、その後の実験によれば、イエバエ成虫を個別に薬剤で処理した濾紙に接触せしめた結果、DDTのみならず、lindane に於てもある程度蘇生現象が認められたが、dieldrin 及び diazinon に於ては、この現象は殆んど認められなかつた。これについては、改めてその詳細を報告する予定である。

総 括

1. DDT, lindane 及び lindane に樹脂酸の混合物である効力増強物質を加えた lindane A (等量添加), lindane B (倍量添加) の, イエバエ成虫に対する残効性を比較検討した。

2. こゝに用いた効力増強物質は lindane の残効性を著しく改良し、その効果は特に多量を撒布した場合に顕著である。

3. 処理面の種類によつて残効性を比較すると、DDT では、石膏>ガラス板>杉板の序列であり、lindane では、杉板=石膏>ガラス板という傾向を示す。

4. 液剤と乳剤の残効性には、顕著な差が認められなかつた。

5. 温度、処理面保存における環境条件は、残効性にかかなり大きな影響を与えるものと推定される。

6. 薬剤処理面に2時間接触せしめた直後の落下仰転虫率と、24時間後の致死率を比較すると、DDT では前者が後者より高く、lindane に於てはこの逆の傾向が一般的に認められた。

7. 井上の残効性に関するデータから、時間の経過にともなつて落下仰転虫率が減少する傾向が、特に DDT に於て著しいことを認め、これらを蘇生現象として論じた。

8. 残留効果に関与する各種要因を分類し、これに考察を加えた。

文 献

1) R. W. Fay, S. W. Simmons, J. M. Clapp.: Publ. Hlth. Repts. Suppl. No. 186, Sep.

No. 3. (1945)

2) R. W. Fay, S. W. Simmons, J. M. Clapp.: Publ. Hlth. Repts. 62, 149, 158 (1947)  
 3) 福井・佐藤・本田・平社・池庄司・鈴木: 衛生動物 8, 34 (1957)  
 4) I. Hornstein, W. N. Sullivan, J. Econ. Entomol. 46, 937 (1953)  
 5) 井上義郷: 衛生動物 7, 43 (1956)  
 6) 井上義郷: 衛生動物 7, 157 (1956)  
 7) W. N. Sullivan, I. Hornstein: J. Econ. Entomol. 46, 158 (1953)  
 8) C. H. Tsao, W. N. Sullivan, I. Hornstein: J. Econ. Entomol. 46, 882 (1953)

Résumé

The residual effect of DDT, lindane alone and lindane synergized by resin acids against the common house fly, *Musca vicina* Macquart, was investigated in laboratory condition.

The resin acids mixture used in the present experiments were proved to improve considerably the residual effect of lindane. The effect was particularly higher in the application of higher dosage.

The general tendency of contact surface to insecticide persistence was as follows: DDT: gypsum>glass> board; lindane: board=gypsum>glass. No remarkable difference of the residual effect was noticed between the kerosene solution and the emulsion of the same insecticide.

Such environmental factors as temperature, ventilation, etc. in the room where the treated plates were kept were assumed to affect the persistence of the insecticides.

The general tendency was observed that in DDT the knockdown percentage after 2 hours was higher than the mortality after 24 hours, but in lindane the knockdown percentage was lower than the mortality. According to the knowledge, the authors were led to the conclusion that the resuscitation of the house fly brought into contact with insecticidal residues took place frequently in DDT and not or scarcely in lindane.