

## 両種トコジラミの生態並びに薬剤駆除に 関する実験的研究

### 2. 薬剤駆除に関する研究\*

長崎大学風土病研究所 衛生動物学研究室 (主任: 大森教授)

横 尾 秀 典  
よこ お ひで のり

Experimental Studies on the Ecology and Chemical Control of *Cimex lectularius* and *C. hemipterus*. 2. Chemical control experiments. Hidenori Yokowo, Department of Medical Zoology, Research Institute of Endemics, Nagasaki University (Director: Prof. N. OMORI).

#### 緒 言

トコジラミ (*Cimex lectularius*) は世界の温帯から寒帯に、ネツタイトコジラミ (*Cimex hemipterus*) は熱帯、亜熱帯に広く分布して共に人類から好んで吸血する衛生害虫であるのでこれを駆除するために DDT その他の防疫用殺虫剤が家庭的に使用され、所によつてはクロール剤に極めて強い抵抗性を示している (Busvine, 1958). 吾国でも大、中都市ではトコジラミが全国的に分布して居り、洋式建築物特にアパートなどでは小都市や田舎に於いてさえ多発している所があるが、これを撲滅するための基礎的な駆除実験は全く行なわれていない。著者は日本産のトコジラミ及び台湾産のネツタイトコジラミを入手し得たのでこの両種について、発育時期による薬剤抵抗性を比較し、最も抵抗性の強い時期のものを材料として各種薬剤に対する抵抗性を比較して両種トコジラミの薬剤駆除の指針を得ようと試み、いさゝか興味ある知見を得たのでここに報告する。

本報告を出すに当り実験の指導と原稿の校閲を忝うした恩師大森教授に深謝し、台湾産ネツタイトコジラミの入手に御協力を頂いた林和木氏に謝意を表する。殺虫剤を供与された日本曹達KK 並びに近藤化学工業KK に感謝の意を表する。

#### 実験材料

トコジラミ (*Cimex lectularius*) は Common bed bug と称せられ世界の温帯、寒帯に広く分布し、日

本全土に分布する種類で本文ではこれを普通種と呼称する。本種は昭和31年5月22日、当時諫早市にあつた風土病研究所の動物舎から採集されたもので恐らくメルモット又はマウスの購入先から輸送箱に附着してきたものと考えられる。

ネツタイトコジラミ (*Cimex hemipterus*) は Tropical bed bug と称せられ世界の熱帯、亜熱帯に広く分布しているが吾国では沖縄のみに発見されるものである。これを本報告では熱帯種と呼称する。本種は昭和30年11月30日台湾省屏東県産のものを入手した。両種共第1報で述べたような方法で、大森研究室で累代飼育されているものである。lectularius は当研究室で入手する以前に殺虫剤に接触したかどうかについては全く不明である。hemipterus は台湾省屏東県、東城郷、海口村で採集されたものであるが、採集される迄に年1回ずつ、3カ年に亘つて DDT 水和剤の残留噴霧に曝されている。即ちマリア防遏のための噴射が1953年8~9月、1954年9~10月、及び1955年7~9月に各1回実施された由である。

#### 実験方法

径8.5cm の濾紙の一面に殺虫剤の所定の稀釈液 0.3 cc を可及的普遍的に塗布し、25°C の室内で24時間放置した (所謂1日残渣) のものを、外径 9.0cm、高さ 2.5cm のシャーレの内底に敷き、その上に一定数のトコジラミを放ち、原則としてガラス蓋をして継続接触中に於ける死亡率を調べた場合と、一定時間接触させた後に健康紙上に移してその後の死亡率を観察した場合とがある。供試材料は幼虫期のものは脱皮後、

\*長崎大学風土病研究所業績 第328号

成虫は羽化後、2～4日目のものを使用した。25°Cの温室で飼育中は最も飢餓に弱い1令幼虫でさえ2～4日中に死亡するものは殆んどない。この期間中に死亡するものがあるとすれば、これは取扱い上の不注意によるものである。それらは実験から除外した。2令以上の幼虫ではこの間の死亡率は全くない。従つて本報告で述べる諸実験に於いては対照の死亡率は零とみなしてある。実験は、夏期は室温25～30°C、比湿50～87%の下で、気温の低下した時期には25°C、60～83%の温室で行なつた。

実験成績

各種薬剤に対する抵抗性を比較するに先だつて、どの発育時期のものが最も抵抗性が高いかを決定しておくことが、実際問題としては極めて大切であるので、各発育期の幼虫及び♀、♂成虫については抵抗性の比較試験を同一薬剤を使用して、全く同様の方法で行なつた。次に、選ばれた発育期の個体群の絶食或いは吸血後のどのような状態の時期のものを実験に使用すべきかを調べ、その後に各種薬剤についての比較実験を行なつた。

A. 各発育期による抵抗性の比較

I及びII令幼虫の場合には孵化及び脱皮後2日目、III令以上の幼虫及び成虫の場合には脱皮又は羽化後2～4日目のものを、19～30個体ずつ1batchとして、各発育期毎に数batchを用意し、各batch毎に外径9.0cm、深さ2.5cmのシャーレの底に敷いた薬剤塗布一日残渣の濾紙の上に放つて観察時以外は原則

としてガラス蓋をしておいた。薬剤は5%DDT油剤を用い、その0.3ccを径8.5cmの濾紙の上に可及的一様に浸み込むように塗布し、25°Cの室内に24時間放置したものを上記シャーレの底に敷いた。この塗布量は1平方米当り52.8cc散布に相当する。この実験では継続接触中の死亡率を調べたのであるが、薬剤に接触後時間の経過に伴う死亡数を各batch毎に記録し、各種、各令毎の合計実験個体数に対する死亡率を出した。この死亡率をプロビットに変換し、接触経過時間の対数に対応するプロビットの値から最小自乗法によつて時間致死率回帰直線の方程式を求めた。この様にして求めた回帰直線を、各種類、各発育期毎に作図したのが第1図である。この実験に供した兩種トコジラミの個体数、求められた回帰方程式及び中央致死時間(対数で示す)を第1表に表示した。

第1図から、I令及びII令幼虫では普通種の方が熱帯種より抵抗性が強いが、III令以後は熱帯種が逆に強くなる事がわかる。この事は健康個体の飼育の際に熱帯種のI、II令幼虫が普通種の場合に比して可成り困難(横尾, 1959)である事実と関係がある事かも知れない。次に、発育時期による抵抗性の程度を比較するとV令幼虫が最も強く、成虫は案外に弱い。この事はBusvine (1958)も認めている所である。♀、♂の成虫についてみると、何れの種類でも♀の方が明らかに抵抗性が強いがこの点はBusvineの成績と逆である。以上の結果からトコジラミの殺虫試験を行なう場合には、V令幼虫を使用する事が実際問題としては極めて適切であると思われるので、以後の実験ではV令幼虫を使用することにした。

Table 1. Probit/log-time (hour) regression equation and median lethal time in logarithm for bed bugs of each developmental stage (cf. Fig. 1)

<i>lectularius</i>				<i>hemipterus</i>			
Stage	No. tested	Regression equation	LT 50	Stage	No. tested	Regression equation	LT 50
I	136	$y = 6.61774x - 1.69017$	1.01	I	112	$y = 6.46178x - 0.33528$	0.83
II	145	$y = 6.95817x - 2.74388$	1.11	II	139	$y = 4.08957x - 0.86896$	1.01
III	147	$y = 5.60504x - 2.30797$	1.30	III	141	$y = 5.99722x - 3.44285$	1.41
IV	143	$y = 10.91602x - 11.29261$	1.49	IV	149	$y = 7.63392x - 6.94051$	1.56
V	149	$y = 8.08685x - 7.60685$	1.56	V	149	$y = 7.70614x - 8.12685$	1.70
Adult	{ ♀ 61 ♂ 60	$y = 7.30170x - 5.53035$	1.44	Adult	{ ♀ 39 ♂ 39	$y = 4.85883x - 2.00701$	1.44
Adult ♀		$y = 7.14031x - 5.57561$	1.48	Adult ♀		$y = 5.73639x - 3.66217$	1.51
Adult ♂	60	$y = 6.35781x - 3.62400$	1.36	Adult ♂	39	$y = 5.27700x - 2.24593$	1.37

Fig. 1 Probit/log-time regression lines for bed bugs of different developmental stages

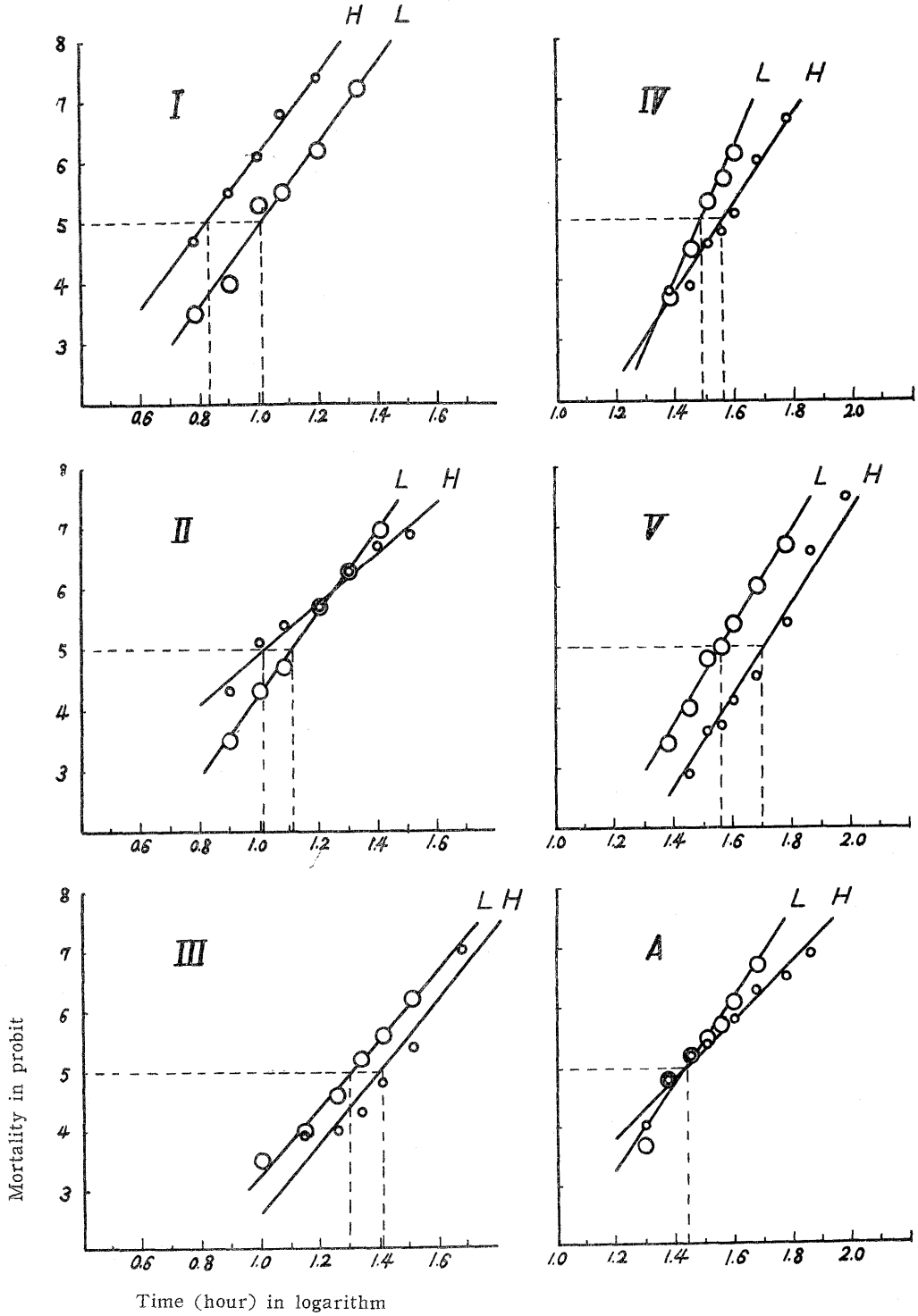
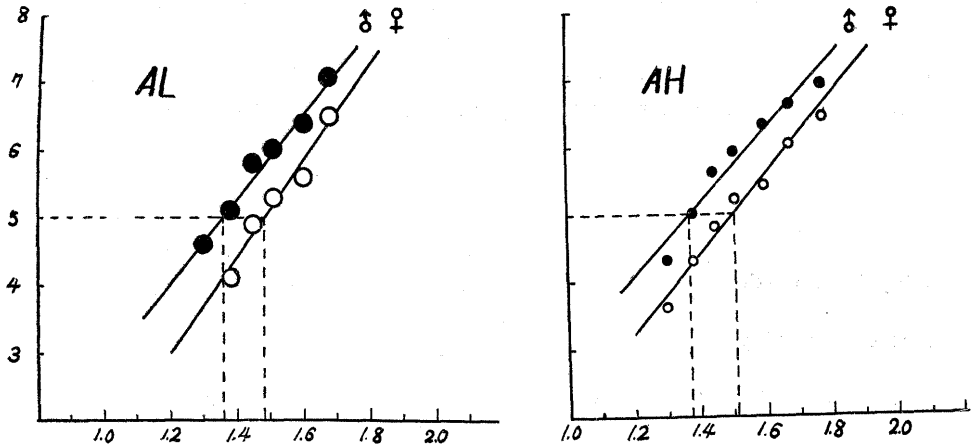


Fig. 1 (Continuation)



Each of from two to five batches (containing 19 - 30 unfed nymphs or adults of 2 - 3 days age) prepared for each species, developmental stage or sex was released on the filter paper of 8.5cm in diameter treated one day before with 0.3cc of 5% DDT oil (it is equal to a spray of 52.8cc per square meter) and was kept continuously at a room of 25-27°C and 66-83% R.H. (The results are also shown in Table 1).

L : *lectularius* H : *hemipterus* A : Adult

I : First instar nymph; L 136, H 112 II : Second i. n.; L 145, H 139

III : Third i. n.; L 147, H 141 IV : Fourth i. n.; L 143, H 149

V : Fifth i. n.; L 149, H 149 A : L 121 (♀61, ♂60); H 78 (♀39, ♂39)

AL : ♀61, ♂60 AH : ♀39, ♂39

**B. 絶食又は摂食の薬剤抵抗性に及ぼす影響**

上の実験から、V令幼虫が DDT に対して最も抵抗性の強い事を知ったが、脱皮後絶食させておく場合及び吸血後の時間の経過に伴なって抵抗性がどのように変化するかを調べる必要がある。この目的のために、25°C 温室内で脱皮後4日及び8日間絶食させたもの、吸血直後から5日後までのものについて DDT に継続接触させ、中央致死時間を目安としてその抵抗性を比較したのが第2図である。この実験では1 batch 30個体ずつしか使用していないので正確を期し難いが大体の傾向はつかめるのではないかと考える。この実験では脱皮後4日目以内のものは実験していないが、第1図、第1表に示した実験で使用したV令幼虫は脱皮後2~4日、多くは2~3日目のものであつてその中央致死時間は普通種及び熱帯種が夫々 1.56 及び 1.70 であつたが、本実験の脱皮後4日目のものは 16.2 及び 16.0 であるので、必ずしも平行的ではないにしても、脱皮後2~4日位のものは略同じ程度の抵抗性を示すものと考えてもよさそうに思われる。それ以上絶

食させる場合には抵抗性が次第に減退するようと思われる。一方充分吸血させた場合には、直後から時間の経過と共に次第に強くなり吸血後3、4日目のものが最大となる。然しその後羽化前には急激に減退する。この成績から見ると実際の殺虫試験にはV令幼虫の吸血後3、4日目のものを使用する事が望ましいのであるが、この時期のものは羽化が近づくに抵抗性が急激に減じ、羽化という生理現象によつて感受性が大きく変動する事が考えられるので、この時期のものを避けて、以後の実験では脱皮後2~4日目の不吸血個体を使用した。

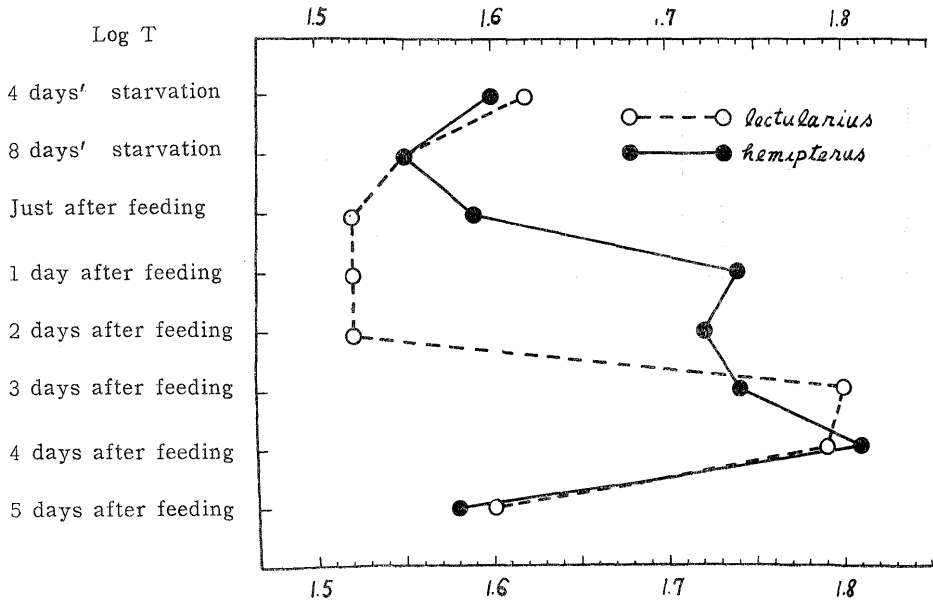
**C. 各種殺虫剤に対するV令幼虫の抵抗性の比較**

各種殺虫剤に継続接触中の中央致死時間(対数)を示すと第3図のようである。この図から、Diazinon のみについて見ると、濃度が高くなるにつれて殺虫効果は増すが、熱帯種に対しては普通種に対するようには効果がみられない。

現在、各家庭に於ける直接噴霧又は残留噴霧の場合には Diazinon の 0.5% のもの及び Diazinon 以外

Fig. 2 Median lethal time in hour (Log T) for the last insar nymphs exposed continuously to DDT oil under different feeding conditions

Thirty bugs of each species were released on the filter paper of 8.5cm in diameter treated, one day before, with 0.3cc of 5% DDT oil or at the rate of 52.8cc per square meter, and were kept at about 25°C and 60-75% R. H.



の殺虫剤で、図中に記載した濃度のものが一般に使用されているが、これらの中では Dieldrin 及び Lindane 系統のものが最も有効であつて、DDT 系統のものは多少劣るようになる。特に DDT 水和剤は、その理由はわからないが、最も劣るようである。Diazinon (0.5%) は Dieldrin や Lindane 等に比して稍劣るが、DDT と Diazinon の混合油剤は Diazinon 単味のものより、少なくとも熱帯種に対しては非常に有効である。この点トコジラミに対する Diazinon の殺虫性は可成り複雑であり、次の実験で分るよう極めて興味ある殺虫剤である。

#### D. 5% DDT 油剤と5%DDT+0.2% Diazinon 油剤とのV令幼虫に対する殺虫性の比較

両種トコジラミのV令幼虫を、これら2種の殺虫剤に4~32時間接触させた後、健康濾紙に移した後の時間の経過と死亡率との関係を示すと第2表のようになり、中央致死時間を図(図は示さない)から求めてみると同表の最右縦欄に示したようになる。

5%DDT 油剤に一定時間接触させた実験は1957年8月19日に実験室内で開始したので初めの20日間は25

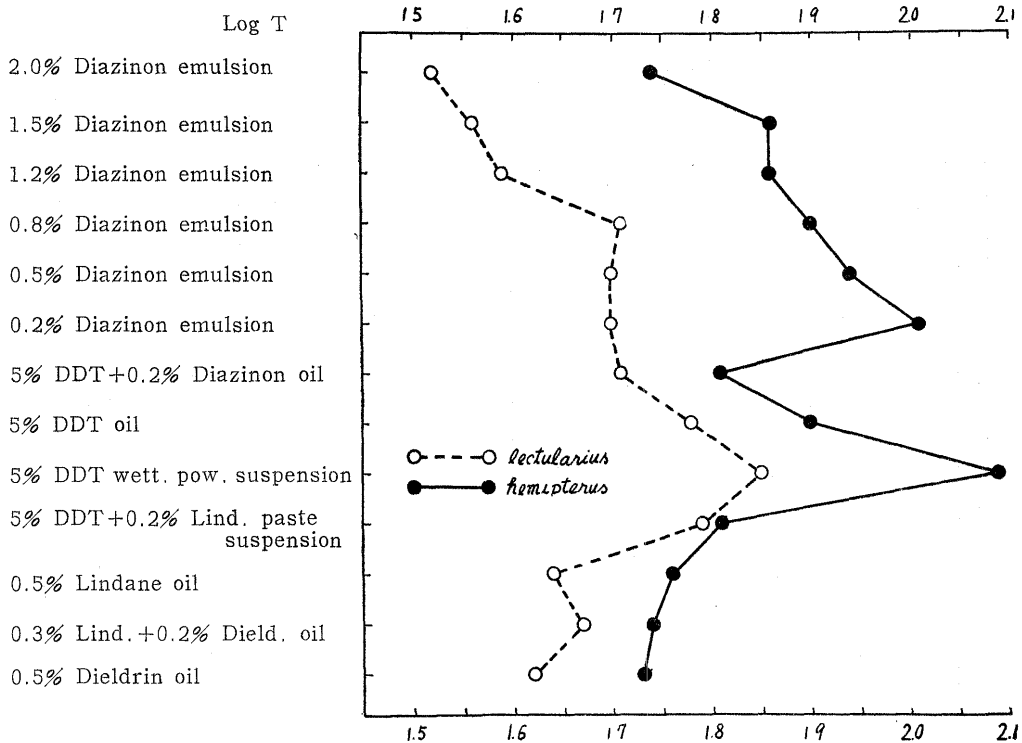
~30°C、以後、9月中、下旬には室温は20~27°Cとなり湿度は実験期間を通じて50~87%であつた。一方5% DDT+0.2% Diazinon の実験は11月中旬から行なつたがすべて25°C、55~78%の温室で行なつた。この様に温度条件が同一ではないので、両実験結果をそのまま比較することは適切ではないが、DDT 単味の場合、接触時間が4~8時間の様に短かい時には既に飢餓による死亡が対照に現われる程長時間の後にでなければ可成りの死亡率がみられない。16時間以上接触させると普通種に対しては急激に効果が現われるが、熱帯種に対しては尚著しい効果は認められない。

これに反して DDT と Diazinon の混合油剤の場合には、接触時間に拘らず、又、熱帯種に対しても普通種に近い効果がみられる事は誠に興味のあることである。

上のC及びDの実験結果からトコジラミを駆除する場合には、直接噴霧用薬剤としては Dieldrin 或は Lindane 等を、又、残留噴霧用としては5% DDT +0.2% Diazinon がよいのではないと思われる。

Fig. 3 Median lethal time (hour) in logarithm for the last instar nymph exposed continuously to the various insecticides

Each of from two to three batches containing about 30 unfed bugs of 2-3 days age prepared for each insecticide was released on the filter paper of 8.5cm in diameter treated one day before with 0.3cc of the indicated finished diluent or solution, and was kept at about 25°C and 60-75% R.H.



摘 要

1) 著者は昭和32年から33年にかけて、日本産トコジラミ(普通種=*Cimex lectularius*)とネツタイトコジラミ(熱帯種=*Cimex hemipterus*)を用いて各種殺虫剤による殺虫試験を行なった。普通種は研究所の動物小舎で採集したもので殺虫剤に対する前歴は全く不明である。熱帯種は台湾から送付されたもので、1953年から年1回ずつ3年に亘つて、マラリア防遏のためのDDT水和剤の残留噴霧に曝されたと考えられるものである。以下に述べる成績はこれらの兩種を実験室内で累代飼育したものを材料として実験を行なった結果である。

2) 兩種トコジラミについて、5%DDT油剤に対する抵抗性を比較すると、Ⅱ令の時期には普通種が熱帯種よりも多少強いが、Ⅲ令以上の幼虫期及び成虫

では、熱帯種が明らかに強い。次に、発育時期による抵抗性を比較するとⅤ令幼虫が最も強い。成虫はⅤ令幼虫より明らかに弱く、雄は雌に比して弱い。従つて殺虫試験の材料としてはⅤ令幼虫を選ぶことが望ましい。

3) Ⅴ令幼虫のDDTに対する抵抗性は脱皮後2~4日目のものは大体同程度であるが、更に絶食が進むと抵抗性が減退する。吸血させると直後から時間の経過と共に抵抗性を増し、3~4日目のものが最大となる。従つてこの時期のものを実験材料として選ぶのが望ましいが、成虫の羽化が近づくると急激に抵抗性を減じ、羽化に伴う生理的变化のため感受性が大きく変動することが考えられるので、以後の実験では、この時期のものを避けて、脱皮後2~4日目の不吸血Ⅴ令幼虫を実験材料とした。

4) 現在直接噴霧又は残留噴霧用として市販されて

Table 2. Percentage kills of the last instar nymphs of 2 days age by different exposure to the filter papers of 8.5cm in diameter treated one day before with 0.3cc of 5% DDT oil and with 5% DDT+0.2% Diazinon oil

Insecticide	Exposure time in hour	Species & No. Nymphs	Time in hour												Time in day												LT 50 in day %		
			4	8	12	16	20	24	32	36	2	2.5	3	4	5	6	7	10	13	14	15	19	20	25	28	30		35	38
5% DDT oil	4	L 54																3.3	11.7	13.3	21.7	23.3	31.7	33.3	45.0	60.0	66.7	2.90	
		H 60																	3.7	7.4	9.3	33.3		46.3	55.6	63.0	70.4	80.0	2.78
	8	L 60											5.0		10.0	13.3	16.7		17.3	18.3	23.3	26.7	40.0		45.0	51.7	56.7	2.94	
		H 60															1.7	8.3		25.0	31.7	46.7	48.3						2.65
	12	L 59																	3.4	11.9	16.9	23.7	32.2	35.6	40.7				2.20
		H 59																		5.1	22.0	62.7	69.5						2.48
16	L 62												9.7						27.4	38.7	48.4	50.0	56.5	61.3				1.60	
	H 60																			3.3	6.7	31.7	48.3	55.0				2.35	
20	L 53																		4.7	7.7	8.0	86.8	84.3	96.2	98.1	100.0	1.64		
	H 54																		1.9	13.0	30.0	46.3	51.9	63.0	68.5	70.4	100.0	1.98	
4	L 90									1.1	5.6	7.8	14.4	18.9	22.2	27.8	38.9	72.2	100.0									1.81	
	H 30																											1.88	
5% DDT + 0.2% Diaz. oil	8	L 90																										1.84	
		H 30																										1.86	
16	L 90																											1.82	
	H 30																											1.89	
24	L 90																											1.78	
	H 30																											1.94	
32	L 90																											1.80	
	H 30																											1.93	

Control L 20 H 20 15.0 35.0 55.0  
 L: actularius H: hemipterus  
 Exposure  
 Suspension in observation  
 \* The values are roughly obtained graphically

いる殺虫剤の効果を比較してみると Dieldrin 及び Lindane 系統のものが最も効果があり, Diazinon (0.5%) 単味のものより寧ろ有効である。然し DDT 系統のものは可成りに劣り, 特に DDT 水和剤は非常に劣るように思われる。DDT と Diazinon 混合油剤は Diazinon 単味のものよりも有効のようである。

5) 5% DDT 油剤と 5% DDT+0.2% Diazinon 混合油剤との殺虫効果を比較すると, DDT 単味の場合は接触時間が短かい時(4~8時間)は殆んど効果は期待できない。16時間以上接触させると普通種に対しては有効であるが, 熱帯種に対しては尚有効とは云

えない。

これに反して DDT と Diazinon の混合油剤の場合には兩種共に有効であり, 而も興味のあることには接触時間が4~32時間と異なつても, その効果は変わらないので本剤はトコジラミを駆除する場合には推奨されるべき一つの殺虫剤であろう。

6) 以上の実験結果から, トコジラミを駆除する場合には, 直接噴霧用殺虫剤としては 0.5% Dieldrin 油剤, 0.5% Lindane 油剤或は兩者の混合油剤が最も有効であり, 残留噴霧用薬剤としては 5% DDT+0.2% Diazinon 混合油剤が推奨される。

文 献

1) Busvine, J. R. : Control of the bed bug. The Lancet, Jan. 11, 1941 : 3-8.  
 2) Busvine, J. R. : Insecticide-resistance in bed-bugs. Bull. Wld Hlth Org. 19 : 1041-1052, 1958.  
 3) Chen, H. H., Tseng, P.T., Pletsch, D. J. : DDT resistant bedbugs (*Cimex hemipterus* Fabr.) found in an army camp in southern Taiwan, China. J. Formosan Med. Assoc. 55 (4) : 143-149, 1956.  
 4) 川平善直 : トコジラミ (*Cimex lectularius* L.) の飢餓時における生存期間. 医学と生物学, 38 (3) : 85-89, 1956.  
 5) 長沢純夫 : 殺虫剤科学における生物試験の必要性

とこれが検定法のあり方, プロビット法による投量-反応率曲線の計算. (農業試験法講習テキスト No. 3) 九州農業試験研究機関協議会. 32pp. 1955.  
 6) 長沢純夫 : プロビット法による時間反応率曲線の計算 (I), (II), (III). 農薬. 2 (11) : 17-26, 1955. 2 (12) : 28-30, 1955. 3(2) : 19-24, 1956.  
 7) 安富和男 : 各種昆虫の殺虫剤に対する抵抗性の研究. 第2報 各地産コロモジラミの DDT 及び 7-BHC に対する抵抗性の比較. 衛生動物, 4 (3・4) : 54-61, 1953.  
 8) 安富和男 : 同上, 第3報 Piperonyl cyclonene 添加による DDT 抵抗性昆虫の駆除に関する研究. 衛生動物, 5 (3・4) : 146-151, 1954.  
 9) 横尾秀典 : 兩種トコジラミの生態並びに薬剤駆除に関する実験的研究. 1. 生態学的研究. 長崎大学風土病紀要, 1 (2) : 166-175, 1959.

Summary

Control experiments against bed bugs of the two species, the common bed bug, *Cimex lectularius* and the tropical bed bug, *Cimex hemipterus* were conducted in the laboratory during 1957 and 1958. The former species had captured in the wooden boxes for rabbits in our laboratory on May 22, 1956 but the origin and the history of being exposed to synthetic insecticides of which had been entirely unknown. The latter had come from Formosa on September 30, 1955, which had been exposed to DDT residual sprays by three times, once a year, from 1953 to 1955.

To determine the most resistant stage, bugs of each instar nymph, adult mixing about equal number of sexes, and adult female and male were exposed to a given dose of 5% DDT oil. The results of the experiments show as seen from Fig. 1 and Table 1 that the common bed bug is more resistant only in I and II instar stages, while, in the advanced stages it becomes usually less resistant than the tropical species ; and V instar nymphs of both species are the most resistant among any



instar nymphs or adults ; and that the female bugs are more resistant than the males. The above suggests that as an experimental material, bugs of the last instar nymphs are to be used.

Next, the influence of the feeding conditions of the last instar nymphs upon the resistance to DDT oil was examined with the results (Fig. 2) that the LT-50 in logarithms of bugs of both species starved for 2-4 days since their ecdysis are in from 1.6 to 1.7 decreasing in resistance with advance in starvation, and that the resistance becomes the highest 3-4 days after the full blood meal. The resistance, however, abruptly decreases towards the days of emergence of adults. Consequently, it is desirable to use as experimental materials the unfed bugs of the last instar nymphs of 2-4 days old after their ecdysis.

Using the bugs of the healthy condition as stated above, experiments to compare the susceptibility to various insecticides were made. The LT-50 in logarithms of the bugs for various insecticides are illustrated in Fig. 3. The Diazinon emulsions become more effective with the increase in concentration but, in practice, 0.5% emulsion is to be used in household considering the economy and the virulence to man and animals and therefore its effect on bed bugs is to be compared with the effects of the 5% DDT+0.2% Diazinon oil and those given below it in Fig. 3. Among these insecticides, Dieldrin, Lindane and the mixture are more effective and the 5% DDT+0.2% Diazinon oil comes next, while the DDT oil is less effective and DDT wettable powder is the least effective.

The comparison of effects of 5% DDT oil and 5% DDT +0.2% Diazinon oil is presented in Table 2 showing that : The former is ineffective when the time of exposure is shorter than 12 hours but it becomes effective against *lectularius* when the exposure becomes longer than 16 hours, though it is again not so effective against *hemipterus*; on the contrary, the latter oil is moderately effective in spite of the duration of exposure.

From these experiments it is suggested that as space spray insecticides against bed bugs, Dieldrin and Lindane or the mixture are recommendable and as a residual spray one, 5% DDT+0.2% Diazinon oil is recommendable as far as these strains of bugs in hand are concerned.