

all prepared at the same concentration of 0.1% acetone solutions,⁵ and 6.25 cc of each solution was applied homogeneously to the inner surface of a jar (Jar, spring fastened cap, specimen, 1 pint) allowing the solution to evaporate at room temperature. The concentration of residual insecticides on the inner surface of these prepared jars was calculated to be 25 mg per square foot.

20 adult flies were placed in the treated jar from a series of stock cages in which the sexes were already separated. The number of knocked down individuals were counted at set time intervals. It was confirmed that all of the flies knocked down on the bottom of the jar were found dead after several hours. Tables 1, 2, 3 and 4 show the results of the experiments with relation between the time (T) and cumulative percentage knockdown Y . By transforming the cumulative percentage knockdown Y to probit y , and the time T to logarithm t , the parameters of the equation of time-knockdown regression isodoses, $y = 5 + b(T - t)$ were calculated as presented in Table 5.

Results: From this experiment, one can draw the following conclusions;

1. The median knockdown times of the adult flies by insecticides at the same concentration of 25 mg per square foot are 51.41 min. by p, p' -DDT 43.27 min. by γ -BHC and 15.90 min. by Malathion.

2. A marked difference in the resistance to the effects of insecticides was seen to exist between the males and females. The female flies are more resistant than the males and the sexual difference is very characteristic according to the kinds of insecticides. If the difference is expressed in terms of median knockdown times, female flies are 2.194 times as resistant as the males by p, p' -

DDT, 1.335 times by γ -BHC and 1.431 times by Malathion.

文 献

- 1) Anonymous: Methods for determining resistance of insects to insecticides, published at the U. S. Army Environmental Health Laboratory. (1956).
- 2) Bliss, C. I.: Ann. Appl. Biol. 22, 134(1935).
- 3) Bliss, C. I.: Ann. Appl. Biol. 22, 307(1935).
- 4) King, W. V. and J. B. Gahan: J. Econ. Ent. 42, 405 (1949).
- 5) Luger, P. et al: Helv. Chim. Acta, 27, 892 (1944).
- 6) 長沢純夫: 応用昆虫 8, 29 (1952).
- 7) 長沢純夫: 防虫科学 17, 123 (1952).
- 8) 長沢純夫: 植物防疫 6, 393 (1952).
- 9) 長沢純夫: 新昆虫 7, 11, 33 (1953).
- 10) 長沢純夫: 防虫科学 19, 32 (1954).
- 11) Perry, A. S. and W. M. Hoskins: Science 111, 600 (1950).
- 12) Perry, A. S. and W. M. Hoskins: J. Econ. Ent. 44, 850 (1951).
- 13) Sternburg, J. and C. W. Kearns: Ann. Ent. Soc. Amer. 43, 444 (1950).
- 14) Sternburg, J. et al: Agri. Food Chem. 2, 1125 (1943).
- 15) Wiesmann, R.: Mitt. Schweiz. Ent. Gesell. 20, 484 (1947).
- 16) Wiesmann, R.: J. Insect Physiol. 1, 187 (1957).
- 17) Reiff, M.: Rev. Suisse. Zool. 63, 317 (1957).
- 18) Wheeler, C. M. et al: U.S. Armed Forces Med. J. 9, 68 (1958).
- 19) Yeager, J. G. and S. M. Munson: J. Econ. Ent. 42, 874 (1949).
- 20) Sacca, G.: Riv. Parassit. 8, 127 (1947).

On the Resistance of the Korean Body Louse, *Pediculus humanus corporis* DeGeer, to p, p' -DDT, γ -BHC and Malathion. Studies on Insecticide Resistance of Medical Insects in Korea. II. Yung Han PARK (Department of Preventive Medicine & Hygiene, Soo-Do Medical College, Seoul, Korea) Received Oct. 31, 1959. *Botyu-Kagaku*, 25, 10, 1960 (with English résumé, 13).

3. コロモジラミの p, p' -DDT, γ -BHC および Malathion に対する抵抗性について 韓国産衛生昆虫の抵抗性に関する研究 第2報 白永漢 (韓国, Seoul, 首都医科大学, 予防医学教室) 34. 10. 31 受理

Seoul 系コロモジラミの殺虫剤抵抗性を明らかにするため、Seoul 市内の浮浪人衣服より採集した成虫及び第3期若虫の *p,p'*-DDT, γ -BHC 及び Malathion に対する抵抗性を、オーランド正常系を対照として比較検討した。

I 緒 言

発疹チフス、蜱壕熱および再帰熱を媒介してその集団的発生を惹起させるコロモジラミ (*Pediculus humanus corporis* DeG.) の駆除方法に関する業績は数多い。しかし、第2次大戦初期までのシラミ駆除法としては、清潔と衣類煮沸、または有毒ガス使用による方法しかなかった。大戦中、DDT 製造は急速な発達をとげ、戦後、イタリーのナポリ、その他ヨーロッパ各地、韓国、日本などで、発疹チフス猖獗の抑制に劇的な成功をおさめ^{1,2}、多くの野外試験で DDT 使用がシラミ駆除、および発疹チフス流行防止に、卓越なる効果があると報告された^{3,4,5,6}。しかし、この殺虫剤が出現して数年たたぬ内に DDT による昆虫の淘汰と遺伝的変異によって、シラミは DDT に対して強力な抵抗性をあらわしてきた。Bushland ら^{7,8}は DDT 使用当初の1944~45年、室内および野外実験でコロモジラミに対して、10% DDT は24時間以内に100%の殺虫効果があり、その効果は30日乃至40日間持続したと報告した。

DDT によるシラミ駆除の失敗は1950~1951年 Hurlbut ら⁹によって韓国で最初に報告された。その後 Eddy¹⁰は韓国においての実験で、上記事実を再確認した。韓国産コロモジラミの DDT-抵抗性が他処にくらべて、かく速かにあらわれたのに対して、Eddy は韓国のコロモジラミが、生来的に耐性が強いのではないかという疑問があるが、DDT が韓国で使用された1945年当時、その感受性に関する調査がなかったため、確言できないと指摘した。しかし、1945~46年冬季間、発疹チフス防疫のため、進駐軍により、DDT が大量、広範囲に使用された点¹¹より推して、その抵抗性が獲得されたものではないかと推測される。

安富¹²はコロモジラミを DDT 接触により、3代を淘汰した生存系は原系にくらべて、57.9~69.4倍その耐性が強くなった事を報告した。

Hurlbut ら⁹は1955年エジプトでのコロモジラミ抵抗性実験により、過去 DDT が大量使用されていない該地域のコロモジラミの DDT に対する感受性は他地域のコロモジラミにくらべて、著しく高いと報告した。著者は前報において、Seoul 系コロモジラミは高度の DDT-抵抗性をあらわしている事を報告したが、今般オーランド正常系との抵抗性比較対照の基準を詳述した最新の文献¹³に接する機会をえたので、韓国産コロモジラミの DDT-抵抗性を正常系とより精

密に比較観察し、また、1952年以来、DDT にかかわって、コロモジラミ駆除に使用されている γ -BHC に対する抵抗性および有機燐剤の Malathion に対する抵抗性を究明すべく本実験を企てた。

II 実験材料

1. 供試殺虫剤：本実験に使用した殺虫剤は *p,p'*-DDT ESA (Entomological Society of America) standard, (Technical grade) (mp. 108°-109°C), γ -BHC ESA standard, (Technical grade), Malathion (Technical grade) (American cyanamid Co. 製品) の3種である。

2. 供試昆虫：コロモジラミ成虫および第3期若虫の雌雄両性を使用した。実験当日、早朝 Seoul 市内の浮浪人衣服で採集して実験室に持参し、吸血後間もない健全な個体をえらんで実験に提供した。

III 実験方法

U. S. Armed Forces Pest Control Board で設定した基準により、殺虫剤をアセトンに溶かして、下記濃度のアセトン溶液にした。*p,p'*-DDT は5%、10%、 γ -BHC は0.001%、0.002%、0.003%、0.004%、0.005%、および0.01%、Malathion は0.005%、0.01%、0.015%および0.02%の濃度にした。直径150mmの汙紙を3枚かさねて、内径150mmのペトリ皿の底に敷き、これに上記各濃度の殺虫剤アセトン溶液を各々、5cc ずつピペットで注入して、汙紙に吸取らせ、汙紙を取り出して、室温に15分間放置して、アセトンをとばして、殺虫剤を汙紙に残留させた。この処理された汙紙を板硝子の上に置き、汙紙の上にあらかじめ置いておいた雌雄各々10匹ずつ放ち、外部への逸脱を防ぐためペトリ皿の蓋をかぶせ、30°+1°C、関係湿度70%に調節した孵卵器に保存した。処理された汙紙にコロモジラミを24時間接触させたのち、致死率を記録した。この際、運動の平衡を失い、正常歩行のできぬ頻死状態の個体は死虫とみなして記録した。なお、同一孵卵器内に非処理区をおき、この区の死亡率を対照として処理区の致死率を Abbott の式を使用して補正した。

IV 実験結果

非処理区を対照として Abbott の式により補正を施した処理区の致死率の平均を表示すると第1表の如くである。*p,p'*-DDT では非処理区の死亡率が、時に

より処理区の致死率よりも高率である時があり、処理区の補正を施した致死率の平均は0%を示した。 γ -BHCでは、0.01%濃度で86.1%, 0.001%濃度で10.8%, Malathionでは0.02%濃度で96.6%, 0.005%濃度で25.1%の補正致死率を示した。

Table 1. Mortality of the body louse of the Seoul strain in 24 hours contact with p,p' -DDT, γ -BHC and malathion, using 20 lice per test. Average of 3 to 6 tests.

Chemicals	Concentration (%)	Mortality *
p,p' -DDT	10	0
	5	0
γ -BHC	0.01	86.1
	0.005	74.3
	0.004	76.9
	0.003	67.7
	0.002	37.9
	0.001	10.8
Malathion	0.02	96.6
	0.015	72.4
	0.01	40.8
	0.005	25.1

* Corrected by Abbott's formula.

Table 2. Statistical analysis of experimental data with p,p' -DDT, γ -BHC and malathion.

Chemicals	Regression equation	LC-50	LC-90
p,p' -DDT	— —	>10.0	>10.0
γ -BHC	I $Y=5.0020+3.40(X-0.3701)$	0.0023	
	II $Y=5.7129+1.14(X-0.6883)$		0.0156
Malathion	I $Y=4.8485+2.55(X-0.9863)$	0.0112	
	II $Y=5.3572+6.28(X-1.1121)$		0.0182

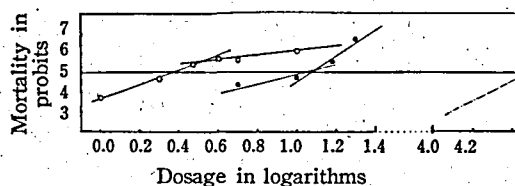


Fig. 1. Dosage-mortality regression lines of the body louse of the Seoul strain (*Pediculus humanus corporis* DeG.) obtained by the insecticidal applications.

—○— γ -BHC, —●— Malathion,
---- p,p' -DDT

Table 3. Comparison of LC-50 and LC-90 between the Seoul strain and the normal Orlando laboratory strain.

Insecticide	LC	Seoul strain	Normal Orlando* laboratory strain
p,p' -DDT	50	>10	0.0157
	90	>10	0.2397
γ -BHC	50	0.0023	0.0025
	90	0.0156	0.0047
Malathion	50	0.0112	0.0124
	90	0.0182	0.0199

* Quoted from Technical Information Memorandum Nr. 3 published by the U.S. Armed Forces Pest Control Board (1959).

V 考 察

Seoul 系コロモジラミの各殺虫剤に対する抵抗性の比較とオーランド正常系との対比を精密に行うことを容易にするため、Bliss のプロビット法^{5,6)}を適用して実験結果を回帰方程式 $Y=a+b(X-x)$ にもとめた結果は第2表の如くである。また、各濃度一致率の関係を回帰直線でえがけば、第1図の如くである。なお、Seoul 系に対する各殺虫剤の LC-50 および LC-90とオーランド正常系のそれを対照すると第3表の如くである。

以上の結果を総合考察する時、Seoul 系は DDTに

対して高度の抵抗性を示しており、LC-50 を標準にしてこれを正常系と比較する時、Seoul 系は少なくとも約 637 倍以上の抵抗性を有するものといえる。著者は前報において、Seoul 系に対する DDT の実用上の効力を測定した結果、10% DDT 粉末に対して、Seoul 系は24時間接触後、56.5%の致死率を示すことを報告した。韓国に DDT が導入されて以来、さらに加えて韓国動乱により、戦争中莫大なる DDT が使用されたため、休戦線以南の大部分の地域のコロモジラミは DDT にくりかえし曝露されているとみなされるので、DDT は韓国産コロモジラミに対して実用上の効

力がほとんどないといっても過言ではないと思われる。次に Seoul 系に対する γ -BHC の LC-50 を、正常系のそれに比較する時、両者の間にはほとんど差異がない所から、未だこの殺虫剤には抵抗性があらわれていないといえる。しかし、 γ -BHC の LC-90 をみる時 Seoul 系が正常系にくらべて 3.3 倍高い点は、Seoul 系の γ -BHC に対する抵抗性は正常系とほとんど同等であるが、その個体中には、ある程度高い濃度に対して耐性をもった個体が混在している事を物語るもので、近い将来その抵抗性の増大を招来する可能性を暗示しているものと思われる。Seoul 系に対する Malathion の LC-50 および LC-90 は正常系のそれにくらべて低くこの殺虫剤に対する抵抗性は未だあらわれていない。

VI 総括

1) Seoul 系コロシラミを 5% および 10% の p, p' -DDT を吸取させた汚紙に 24 時間接触させた時、致死率は 0% を示した。したがって、Seoul 系に対する p, p' -DDT の LC-50 および LC-90 をオランダ正常系のそれに比較する時、Seoul 系は少なくとも 637 倍以上にその抵抗性が強いといえる。

2) Seoul 系に対する γ -BHC の LC-50 および LC-90 は各々、0.0023%, 0.0156% であり、LC-50 は正常系に対する LC-50、0.0025% とほとんど同等であるゆえ、この殺虫剤に対する抵抗性は未だあらわれていないといえる。

3) Seoul 系に対する Malathion の LC-50 および LC-90 は各々 0.112%, 0.182% であり正常系よりその抵抗性が幾分弱いといえる。

Résumé

As to the efficacy of DDT, known as the first synthetic insecticide, Bushland *et al* first found in 1944 that 10% DDT killed 100% of the human body louse and the duration of residual effectiveness of 10% DDT powder was between 30 days and 40 days. This spectacular experiment immediately led the world to conduct an extensive insecticidal operation with DDT in the field of preventive medicine. In 1952, about a decade later after the world-wide use of a new weapon in disease control, Hurlbut *et al* found that the Korean body louse had developed a marked degree of resistance to DDT. Tests indicated that 24-hour mortality was only 33%-65%. A concurrent observation was also made by Eddy in 1953 with a result of 10% DDT causing 25% to 30%

mortality, where as the untreated control was 20%. The failure of DDT to control the body louse was again investigated by the author and results showed that 10% DDT caused 56.5% kill in 24 hours. The LC-50 was found to be 6.68% with Bliss's probit analysis method. Comparing the author's data with those of previous investigators, his result of 56.5% mortality with 10% DDT is more or less similar to that of Hurlbut. The more marked resistance as demonstrated by Eddy was probably due to lice collected from prisoners of Korean War. Prisoners were dusted with DDT at least once a week throughout the year.

In this experiment, the author carried out the resistant tests with Seoul strain of body lice with the use of p, p' -DDT, γ -BHC and Malathion, all of which are now currently used in Korea. Since 1952 when Hurlbut *et al* and Eddy reported the development of DDT-resistance of the lice, 1% γ -BHC has almost completely replaced 10% DDT as the lousicide of choice in Korea. Malathion, the new organic phosphates, has been recently introduced for the purpose of fly control. Experimental procedure:

The insecticides, p, p' -DDT and γ -BHC used here were both technical grade of ESA standards, and the malathion (95%) utilized was a product of the American Cyanamide Co. Lice were collected from vagrants in Seoul city during February, 1959. Adult lice and large nymphs of both sexes were used in this experiment. Only active lice that showed evidence of having fed recently were selected for the experiment. Acetone solutions of each technical grade insecticides were so prepared to give the concentrations as indicated in the "Technical Information Memorandum No. 3" (30 January 1959, U. S. Armed Forces Pest Control Board). Three sheets of filter paper of 150 mm in diameter, placed at the bottom of petri dish, were saturated by pouring 5 ml. of each acetone solution. The papers were then dried on a metallic surface until acetone was completely evaporated. After having been thoroughly dried, the treated papers were placed on the glass panel, and each lot of 20 lice was placed on the treated paper. The lice were confined by placing cover over the dish. Both treated and untreated groups were immediately put into an incubator in which a

constant temperature of $30^{\circ}\pm 1^{\circ}\text{C}$. was maintained. After 24 hours of contact with treated papers, the lice were examined for mortality. In all lots of experiment, significant mortalities in the control tests were corrected with the use of Abbott's formula.

Results:

The current status of resistance of Korean body louse to *p,p'*-DDT, γ -BHC and malathion was studied in this paper and the results are as follows:

1. The 24-hour mortality of the body louse with 5% and 10% concentrations of *p,p'*-DDT caused no death, which gives evidence that LC for both 50% and 90% kill lies in far above 10%. Comparing the LC-50 of the Seoul strain with the Orlando laboratory normal strain, it can be said that the body louse at least 637 times more resistant to *p,p'*-DDT than is the Orlando strain.

2. The LC-50 and the LC-90 of the Seoul strain with γ -BHC are 0.0025% and 0.0156%. The LC-50 of the Seoul strain is somewhat equal to that of the Orlando strain. It is, therefore, indicated that the Seoul strain has not yet developed its resistance to γ -BHC.

3. The LC-50 and the LC-90 of the Seoul strain with malathion were found to be 0.112% and 0.182%, which indicates that the Seoul strain is somewhat more susceptible than the normal one.

文 献

- 1) Anonymous : Methods for determining the susceptibility or the resistance of insects to

insecticides, published by the U. S. Armed Forces Pest Control Board. (1959).

- 2) Bayne-Jones, S. : Epidemic typhus in the Mediterranean area during World War II. Symposium on "Rickettsial Diseases of Man". Amer. Assoc. Advancement of Science. p. 1 (1948).
- 3) Bushland, R.C., L.C. MacAlister Jr., G.W. Eddy, and H.A. Jones : J. Econ. Ent. 37, 126 (1944).
- 4) Bushland, R.C., L.C. MacAlister, Jr., H.A. Jones, and G.H. Culpepper : J. Econ. Ent. 38, 210 (1945).
- 5) Bliss, C. I. : Ann. Appl. Biol. 22, 134 (1935).
- 6) Bliss, C. I. : Ann. Appl. Biol. 22, 307 (1935).
- 7) Eddy, G. W. : J. Econ. Ent. 45, 1043 (1953).
- 8) Hurlbut, H.S., R.M. Altman and C. Nibley, Jr. : Science, 115, 11 (1952).
- 9) Hurlbut, H.S., R.L. Peffly, and A.A. Salah, : Amer. J. Trop. Med. & Hyg. 3, 922 (1954).
- 10) Munro, J. W. : "DDT" new insecticide, Nature 154, 352 (1944).
- 11) Ortiz-Mariotte, C., F. Malo-Juvera and G.C. Payne: Amer. J. Pub. Health, 35, 1191 (1945).
- 12) Scoville, A. B., Jr. : Epidemic typhus fever in Japan and Korea. Symposium on "Rickettsial Diseases of Man". Amer. Assoc. Advancement of Science. p. 28 (1948).
- 13) Stone, W.S. : J. Amer. Med. Assoc., 132, 507 (1946).
- 14) Wheeler, C.M. : Amer. J. Pub. Health, 36, 119 (1946).
- 15) 安富和男 : 防虫科学 17, 41 (1952).

On the Resistance of the Korean Housefly, *Musca domestica* L., to *p,p'*-DDT, γ -BHC and Malathion. Studies on Insecticide Resistance of Medical Insects in Korea. III. Yung Han PAIK (Department of Medical Preventive Medicine & Hygiene, Soo-Do Medical College, Seoul, Korea). Received Oct. 31, 1959. *Botyu-Kagaku*, 25, 14, 1960 (with English résumé, 16).

4. イエバエの *p,p'*-DDT, γ -BHC および Malathion に対する抵抗性について 韓国産衛生昆虫の抵抗性に関する研究 第3報 白永漢 (韓国, Seoul, 首都医科大学 予防医学教室) 34. 10. 31 受理

Seoul 系イエバエ成虫の *p,p'*-DDT, γ -BHC および Malathion に対する抵抗性をオーランド正常系イエバエを対照として比較検討した結果を報告する。