

Studies on Insecticide Resistance of Medical Insects in Korea (A preliminary report) Yung Han PAIK (Department of Preventive Medicine & Hygien, Soo-Do Medical College, Seoul, Korea). Received Oct. 31, 1959. *Botyu-Kagaku*, 25, 1, 1960 (with English résumé, 4).

1. 韓国産衛生昆虫の抵抗性に関する研究 (予報) 白 永 漢 (韓国, Seoul, 首都医科大学予防医学教室) 34. 10. 31 受理

韓国産コロモジラミ及びイエバエの殺虫剤抵抗性を再検討する目的で, Seoul 郊外の浮浪人収容所で採集したコロモジラミ成虫の μ , γ -DDT, およびピレトリン製剤に対する抵抗性を室内試験によってしらべ, これをオランダ正常系の抵抗性と比較した。また Seoul 産イエバエの DDT 抵抗性も同様に調査した。

I 緒 言

1936年 DDT の劃期的な殺虫力が発見されて以来, この物質は昆虫媒介性疾患防疫ならびに植物防疫上絶大な寄与をなした。しかしながら1946年イエバエの DDT 抵抗性が報告され^{15), 16)}, その後昆虫集団の殺虫剤に対する抵抗性の発展は, 公衆衛生上また農業上, 全世界を通じて深刻な問題として取扱われてきた。現今, 抵抗性をあらわしている衛生害虫は少くとも32種にのぼるといわれている¹⁷⁾。

韓国において, 衛生昆虫の抵抗性問題はすべて国連軍関係の学者によって取扱われてきた。特に, 韓国産コロモジラミ (*Pediculus humanus corporis* DeG.) が著しい DDT 抵抗性をもっている事を発見した Hurlbut ら¹⁸⁾ の報告は, コロモジラミの抵抗性に関する世界最初のものである。

このように, コロモジラミの抵抗性が他処にくらべて速かに現われた原因としては, 第2次世界大戦終戦後の社会経済的混乱に乗じて, 韓国及び日本で1945~46年冬季の発疹チフス大流行時, 防疫用として大量の DDT 撒布が進駐軍により行われた¹⁹⁾ 事によると考えられる。韓国動乱中, 共産軍捕虜及び北韓からの避難民に防疫用として広汎な DDT 撒布がくりかえし行われた所, DDT がコロモジラミに対して殺虫効果を示さなくなった。これを解決するために, 1951年 Eddy が来韓して, DDT 抵抗性コロモジラミに対する各種殺虫剤の効力を試験し, 韓国の DDT 抵抗性コロモジラミは, DDT 以外の有機合成殺虫剤には未だ感受性があると報告した²⁰⁾。

韓国産イエバエ (*Musca domestica* L.) の抵抗性に関しては, Wheeler ら²¹⁾ が, 1953~54年の間 Seoul 地方で採集した系統に対して試験した結果, 日本, 琉球などのイエバエにくらべて比較的感受性が高いと報告した。

以上の如く, 韓国産衛生昆虫の抵抗性に就いては, 前記諸氏による2, 3の報告があるのみで未だその本態が究明されていない。この実情にかんがみ, 著者はより広範囲に, また, 多角度にこれを追究する必要を感じ, 本実験をくだした。今回はここに予備的におこなわれた試験の結果を報告する。

本研究をすすめるにあたって, 終始御懇篤なる御指導と御校閲を賜った, 首都医科大学予防医学教室朱仁鎬博士および京都大学化学研究所長沢純夫博士ならびに, 貴重な薬剤を供給して下さいった 406th Medical General Laboratory の Bayliss 博士および米第37予防医務隊の Johnston 氏に深厚たる謝意を表する。

II コロモジラミ (*Pediculus corporis* DeG.) の抵抗性

1. コロモジラミの飼育方法

浮浪人らより, 採集したシラミに, 直接, 薬物をふりかけて, その生死を見るような方法では満足な成績を得る事が難しいので, シラミを同一条件のもとで飼育したものを使用した。

本実験に使用したコロモジラミは, Seoul 郊外の浮浪人収容所で採集し, これを実験室で飼育したものである。飼育方法は間けつ吸血法 (1月2回皮膚に密着して吸血させる方法) を使用した。50ml ビーカーの底に直径 4.5cm に裁断した黒サージを2枚重ねて置き, サージの間に, シラミを保存して, このビーカーを $30^{\circ} \pm 1^{\circ} \text{C}$, 関係湿度60~70%に調節した孵卵器に納めて朝夕2回, 給血者の前膊部にこの黒サージを置いて給血させた。この方法でシラミは, 雌1匹が毎日3~6個の産卵をなし, 35°C で約10日後孵化し, 2週間に3回の脱皮をして成虫となった。

2. Seoul 系とオランダ (Orlando) 研究所正常系との抵抗性比較試験

今日、衛生昆虫の抵抗性獲得は、DDT 出現以後有機合成殺虫剤に曝露された事なく実験室で飼育された米国フロリダ州米農務省オーランド研究所の正常系（以下オーランド正常系とする）の殺虫剤に対する抵抗性と供試昆虫の抵抗性を比較して、決定する事が通例となっているので、Seoul 系コロモジラミの抵抗性を正常系のそれに比較して見た。

試験方法および材料：試験方法では、米国陸軍省規定の方法¹⁾によった。殺虫剤は *p,p'*-DDT ESA (Entomological Society of America) standard, (mp. 108°-109°C) を使用し、これを第1表に記載された各濃度のアセトン溶液を作り、この溶液に直径4cmの黒サージを浸漬した後これをすくい上げ、垂直に吊してアセトンを充分に揮発させた。この布地を50ml ビーカーの底に敷き吸血直後のコロモジラミ成虫を放ち、これを30°±1° 関係湿度70%に調節した孵卵器に保存して1日2回吸血させながら24時間後の致死率を計算した。

試験結果および考察：非処理区に斃死虫がある場合には Abbott の式によって補正を施した。試験結果を表示すると第1表の如くである。

Table 1. Mortality of the body louse of the Seoul strain in 24 hours contact with DDT-treated cloth, using 10 lice per test. Average of 3 tests.

Concentration (%)	Mortality* (%)
0.1	10.4
0.05	3.3
0.025	0.0

* Corrected by Abbott's formula

これと対照すべきオーランド研究所のコロモジラミ各系の致死率は、第2表に示した如くである。

Table 2. Susceptibility of the body louse of the Orlando laboratory strain to DDT.

Concentration (%)	mortality (%) in 24 hours contact	
	DDT colony A*	Regular colony
0.1	0-5	
0.05	0-5	
0.025		100
0.01		85-100

* A highly resistant strain

Quoted from "Methods for determining resistance of insects to insecticides" published by the U.S. Army Environmental Health Laboratory (1956)

これを相互比較する時、Seoul 系は、高度の抵抗性をもっているという事ができる。

3. コロモジラミに対する DDT の効力試験

試験方法および材料：*p,p'*-DDT (mp. 108°-109°C) を20%, 10%, 5%, 2.5%, 1.25%に希釈した粉剤にして試験に供した。希釈方法は原剤を少量のアセトンに溶解してこれに所要量のタルクを加え均等に練った後一昼夜 37°C の孵卵器に納めてアセトンをとばしてからデシケーター内で乾燥させ乳鉢で混和して均等な粉剤を作った。供試粉剤を直接直径4cmの黒サージに平方 cm 当り、3mg になるよう均一に散布した後、50ml ビーカーの底に敷きここに、吸血直後のコロモジラミ成虫を1区に20匹内外放って DDT に接触させ 30°±1°C、65%関係湿度に調節した孵卵器内に保存して、無吸血のまま24時間後の致死率を記録し、推計学的方法によって DDT の効力を定量的に測定した。

試験結果：上記の試験方法によって得た、粉剤の希釈度と殺虫率との関係を表示すれば、第3表の如くである。

Table 3. Mortality of the body louse of the Seoul strain in 24 hours contact with cloth impregnated with 3 mg of DDT powder per square centimeter.

Concentration (%)	Number of lice used	Mortality (%)
20	121	90.9
10	124	56.5
5	126	38.1
2.5	110	21.8
1.25	108	3.7
Control	88	0.0

一般的考察：DDTが最初に使用された当時、Bushland ら⁹⁾は10% DDT は、コロモジラミに対して100%の殺虫力をもっていると報告した。Hurlbut¹⁰⁾らが本試験とほとんど同じ条件の下で（薬剤投量平方 cm 当り 3.2mg）韓国産コロモジラミに対する DDT の効力を試験した成績は、10% DDT による殺虫率が、33%~65%、5% DDT による殺虫率は平均46%であり、本成績と、概ね大同小異である。エジプトで Hurlbut ら¹¹⁾が本試験と同じ条件の下で試験した10% DDT による殺虫率は89%であり、Bunn¹²⁾が西独において10% DDT を平方インチ当り 13mg（平方 cm 当り 2.1mg）投量した試験の殺虫率は80~90%である。このような諸外国の試験結果にくらべて韓国産コロモジラミの抵抗性は著しく強いといえる。然し Barnett ら¹³⁾が東京で採集したコロモジラミに対して行った成

績は10% DDT による殺虫率が38.7%であり韓国産よりも抵抗性が強い。

推計学的分析：生物群内において毒物に対する抵抗性は横軸に薬物濃度の対数を取り、縦軸に死亡率を取る時それが正規分布の累積曲線を示すという理論に立脚して濃度-致死率曲線の統計的意義を明かにしたのは Bliss,^{3,4)} Hemmingsen⁹⁾、らの功績である。特に Bliss のプロビット分析の考察方法は、毒物あるいは薬物の毒性試験または細菌、ビールス培養濾液の毒性定量に広く応用されており、大沢・長沢¹⁴⁾は、この考察法を殺虫剤の生物試験法に導入して抵抗性の標準偏差、殺虫能率、中央致死量、有効致死量、有効度等の算出方法を発展させた。

著者はこの方法を適用して、第2表の結果より第1図に示した回帰直線を得る事が出来た。この直線によって計算したコロモシラミ Seoul 系に対する DDT の LD-50 は6.68%である。Hurlbut ら¹⁵⁾のエジプトにおける DDT 効力試験による LD-50 は0.33%であり、これと比較する時、Seoul 系は DDT 使用の歴史が浅い地域のコロモシラミであるエジプト系にくらべて約20.2倍抵抗性が強いといえる。

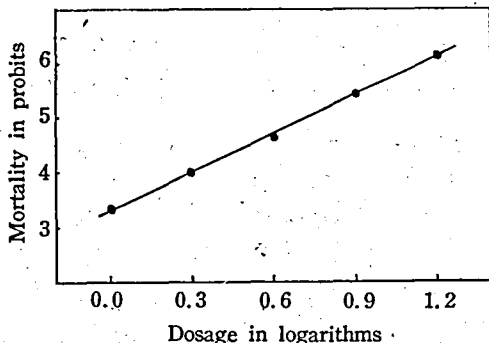


Fig. 1. Dosage-mortality regression line of the body louse of the Seoul strain for *p,p'*-DDT powder in range of concentration from 1.25% to 20%.

4. Pyrethrins and Synthetics の殺虫力試験

Pyrethrin と合成物質の混和製剤である Pyrethrins and Synthetics (U. S. Q. M. Stock No. 51-1-119 Type II) の殺虫力を試験した結果は次の如くである。

試験方法および材料：Pyrethrins and Synthetics を黒サージに、平方インチ当り 18mg, 9mg の2群に分けて、均等に撒布して、前記 DDT 効力試験と同じ要領で操作し、24時間後の致死率を記録した。

試験結果および考察：上記方法による試験結果は第4表に表示した如くである。平方インチ当り、10mg 撒布量は、平方 cm 当り 3mg とほぼ同等の量であり

Pyrethrins and Synthetics 18mg 撒布区の致死率は10% DDT を平方 cm 当り 3mg 撒布の致死率 56.5%より遙かに高率である。平方インチ当り 18mg 撒布は成人被服に2オンス、9mg は1オンスを撒布した量とほぼ同量である⁵⁾ゆえ、本試験結果から実地使用量は1人当り毎回2オンス以上が有効であると思われる。

Table 4. Mortality of the body louse of the Seoul strain in 24 hours contact with cloth impregnated with pyrethrin preparations.

Dose applied per sq. inch	Number of lice used	Mortality* (%)
9mg	49	58.4
18mg	52	85.5

* Corrected by Abbott's formula

III Seoul 系およびオーランド正常系イエバエの抵抗性比較試験

試験方法および材料：イエバエの飼育方法は長沢の飼育法^{12,13)}によって、豆腐粕に酵母を混合したものを幼虫培基とし、成虫に対する飼料は5%砂糖水及び50%牛乳の混合液を使用した。試験方法は前記の方法¹⁾によった。*p,p'*-DDT (mp. 108°-109°C) をアセトンに溶解して0.1%溶液を作り、これをピペットで2.5 cc を1パイント容積の無蓋フルーツジャー (fruit jar) に注入した後、ジャーを垂直と水平に廻転して、DDT 溶液が、フルーツジャー内部全面に平等に塗布されるように操作した。(ジャー内壁に平方インチ当り 10mg の DDT が残留される比率となる)。アセトンを充分揮発させて DDT の結晶のみが残留されているこのジャー内に羽化後5日目の成虫雌を入れて15分間 DDT に接触させたのち、飼育箱 (10×10×8 インチ) に速やかにうつして、飼料をあたえながら、24時間後の致死率を記録した。なお、ハエをジャー内に入れて DDT に接触させるときジャーの開口の方には忌避剤 benzyl benzoate を含ませた濾紙を被せてハエが DDT 処理硝子面以外に立ち止る事を防いだ。

試験結果および考察：上記方法による試験結果は第5表の如くである。同じ方法によるオーランド研究所

Table 5. Mortality of the female housefly of the Seoul strain after 15 minutes exposure to DDT, 10 mg per sq. ft.

Test	Number of flies used	Mortality in 24 hrs* (%)
1st	30	3.3
2nd	30	3.3
3rd	30	0.0

* Corrected by Abbott's formula

Table 6. Typical results obtained against resistant and non-resistant strains of flies after 15 minutes on DDT 10 mg per sq. ft.

Colony of flies	Per-cent mortality in 24 hours
Non-resistant No. 1	88-100
Non-resistant No. 2	82
Resistant No. 1	13
Resistant No. 2	5
Resistant No. 3	56
Resistant No. 4	43-55
Resistant No. 5	39

* Quoted from "Determining Resistant of Insects to Insecticides" (1956) published by the U.S. Army Environmental Health Laboratory.

のイエバエ各系の致死率は第6表に示した如くであり、これを比較する時、Seoul系はDDTに対する抵抗性を獲得しており、"Orlando laboratory fly colony resistant No. 2"に該当する抵抗性を示しているといえる。

IV 総 括

著者は1958年5月初より8月末に至る間Seoul系コロモシラミおよびイエバエの殺虫剤に対する抵抗性を試験した結果、つぎの結論をえた。

1) Seoul系コロモシラミのDDTに対する抵抗性をオランダ正常系のそれと比較する時、Seoul系は0.1%濃度において10.4%、0.05%濃度において、3.3%の致死率を示し、高度の抵抗性を示した。

2) Seoul系コロモシラミをDDT粉末に24時間接触させた時、20%濃度で90.9%、10%で56.5%、5%で38.1%、2.5%で21.8%、1.25%で3.7%の致死率を示し、DDTのLD-50は6.68%に計算された。

3) Pyrethrins and Syntheticsを平方インチ当り18mg、9mgのおのおのを散布した布地に、コロモシラミを24時間接触させた時、その致死率は、おのおの85.5%、58.4%を示し、同量の10%、DDT散布よりも有効である。

4) Seoul系イエバエのDDTに対する抵抗性をオランダ正常系の抵抗性に比較する時、Seoul系はDDT 10mg per sq. ft.に15分間接触にて、2.2%の致死率(24時間後)を示し、"Orlando laboratory fly colony resistant No. 2"に相当する抵抗性をもつことを知った。

V 文 献

- 1) Anonymous : Methods for determining resis-

tance of insects to insecticides, published by the U.S. Army Environmental Health Laboratory. (1956)

- 2) Barnett, H. C., and E. C. Knoblock : U. S. Armed Forces Med. J. 3, 279 (1952).
- 3) Bliss, C. I. : Ann. Appl. Biol. 22, 134 (1935).
- 4) Bliss, C. I. : Ann. Appl. Biol. 22, 307 (1935).
- 5) Bunn, R. W. : U. S. Armed Forces Med. J. 4, 243 (1953).
- 6) Bushland, R. C., L. C. MacAlister, Jr., C. W. Eddy, and H. A. Jones : J. Econ. Ent. 37, 126 (1944).
- 7) Bushland, R. C., L. C. MacAlister, Jr., H. A. Jones, and C. H. Culpepper : J. Econ. Ent. 38, 210 (1945).
- 8) Eddy, C. W. : J. Econ. Ent. 45, 1043 (1953).
- 9) Hemmingsen, A. M. : Quart. J. Pharm. 6, 39 (1933).
- 10) Hurlbut, H. S., R. M. Altman, and C. Nibley : Science 115, 11 (1952).
- 11) Hurlbut, H. S., R. M. Altman, and A. A. Salah : J. Trop. Med. & Hyg. 3, 922 (1954).
- 12) 長沢純夫 : 植物防疫 6, 393 (1952).
- 13) 長沢純夫 : 新昆虫 7, 11, 33 (1954).
- 14) 大沢 済・長沢純夫 : 防虫科学 7・8・9, 1 (1947).
- 15) Sacca, G : Riv. Parassit. 8, 127 (1947).
- 16) Scoville, A. B., Jr. : Epidemic typhus fever in Japan and Korea. Symposium on "Rickettsial Diseases of Man". Assoc. Advancement of Science. p. 28 (1948).
- 17) Simmon, S. W. : Public health significance of insect resistance to insecticides and future orientation of vector control programmes. In : Instituto Superiore di Sanita, First International Symposium on the Control of Insect Vectors of Disease, Rome. p. 97 (1954).
- 18) Wheeler, C. M., H. D. Newson, and T. E. Blakeslee : U. S. Armed Forces Med. J. 9, 68 (1958).
- 19) Wiesmann, R. : Mitt. Schweiz. Ent. Gesell. 20, 484 (1947).

Résumé

The author carried out a series of several tests on insecticide resistance of lice and house-flies from early May to late August 1958. Some of the important results so far obtained as of today can

be summarized in this preliminary report.

1. Tests on the body lice of the Seoul strain were performed with the procedures described in a book of "Methods for Determining Resistance of Insects to Insecticides" published by the U. S. Army Environmental Health Laboratory. Through the tests it was found that 0.1% *p,p'*-DDT caused 10.4% mortality of lice in 24 hours and 0.05% *p,p'*-DDT caused 3.3% mortality in the same hours. This indicated that the body lice of the Seoul strain is highly resistant to DDT as compared with the results on the Orlando laboratory normal strain.

2. The mortality of the adult body lice was observed by exposing lice to various concentration of *p,p'*-DDT powder for 24 hours. The results indicated 90.9% kill with 20% of *p,p'*-DDT, 56.5% kill with 10% 38.1%, kill with 5%, 21.8% kill with 2.5% and 3.7% kill with 1.25%. LC-50 was thus computed to be 6.68% concentration with Bliss's probit analysis method.

3. The lice were continuously exposed to wool cloth patches in a 50 ml beaker for 24 hours. The patches were previously dusted with Pyrethrin preparations (U. S. QM stock No. 51-1-119 Type II) at two different concentrations of 18 mg and 9 mg per square inch, and the mortality rates were counted after 24 hours exposure. The results were as follows: 8.5% kill with 18 mg per square inch; 58.4% kill with 9 mg per square inch. This proved that Pyrethrin preparations are more effective than with the same dose of 10% DDT against the DDT-resistant lice.

4. Resistant tests were made of the house-flies of the Seoul strain with the methods described above book and the 24-hour mortality was counted after 15 minutes exposure to *p,p'*-DDT at rate of 10 mg per sq. ft. The result showed 2.2% mortality rate, which corresponds with experimental data on No. 2 resistant fly colony at the Orlando, Fla., laboratory of the Bureau of Entomology and Plant Quarantine.

On the Sexual Difference of Susceptibility of the Korean Housefly, *Musca domestica* L., to *p,p'*-DDT, γ -BHC and Malathion. Studies on Insecticide Resistance of Medical Insects in Korea. I. Yung Han PARK (Department of Preventive Medicine & Hygiene, Soo-Do Medical College Seoul Korea). Received Oct. 31, 1959. *Botyu-Kagaku*, 25, 5, 1960 (with English résumé, 9).

2. イエバエ雌雄の *p,p'*-DDT, γ -BHC および Malathion に対する抵抗性の差異について 韓国産衛生昆虫の抵抗性に関する研究 第1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 系イエバエの殺虫剤抵抗性を検討するため、羽化後4~5日目の成虫の *p,p'*-DDT, γ -BHC 及び Malathion に対する抵抗性を時間一落下仰転虫率曲線によって比較し、これら殺虫剤に対する雌雄抵抗性の差をも究明した。

I 緒 言

イエバエの殺虫剤抵抗性は Sacca²⁰⁾ Wiesmann¹⁵⁾ 両氏により1947年イタリアとスウェーデンにおいて最初に報告され、その後世界各地でイエバエの抵抗性に関する数多くの業績が報告されている。韓国産イエバエの抵抗性については1858年 Wheeler ら¹⁸⁾がイエバエ体表面に直接殺虫剤溶液を塗布してその中央致死量を求める所謂 Topical method により Seoul 系の抵抗性を日本、琉球などのイエバエの抵抗性と比較して韓国産イエバエの抵抗性が比較的低いと報告した。また、著者は前報において、Seoul 系イエバエの抵抗性

をオーランド正常系と比較した結果、韓国産イエバエの DDT-抵抗性が著しく高い事をのべた。しかし、韓国産イエバエに対する殺虫剤の効力を測定するにあたって、供試昆虫を薬剤に接触させた後の経過時間と反応率の関係を観察した報告は未だない。

著者は本実験において、イエバエが被毒後一定の興奮状態と部分的麻痺期をへて落下仰転し、正常状態に立ちかえる事が出来ずに体位の平衡を喪失する所謂 knock-down を目標として被毒後の時間と落下仰転虫率を観察し Seoul 系イエバエに対する殺虫剤の効力を測定した。また昆虫雌雄の抵抗性差異については一般的に雌が雄より強い傾向は早くから知られていたが、