

- 23) Richards, A. G. & J. L. Weygandt: J. New York Entomol. Soc. **53**, 153 (1945).
- 24) Richards, A. G.: The integument of arthropods. Univ. Minnesota Press, St. Paul (1951).
- 25) Sakai, S. et al.: Botyu Kagaku **16**, 130 (1951); Oyo-Kontyu **7**, 135 (1951).
- 26) Skvortzov, A. A.: Advances mod. Biol. **21**, 249 (1946).
- 27) Tattersfield, F., C. Potter & E. Gillham: Bull. Entomol. Research **37**, 497 (1947).
- 28) Webb, J. E.: Bull. Entomol. Research **36**, 15 (1945).
- 29) Webb, J. E.: Proc. Zool. Soc. Lond. **115**, 218 (1945).
- 30) Webb, J. E. & R. A. Green: J. Exptl. Biol. **22**, 8 (1945).
- 31) Webb, J. E.: Selective toxicity & antibiotics, Cambridge Univ. Press, London (1949).
- 32) Wigglesworth, V. B.: Nature, (London), **153**, 493 (1944); J. Exptl. Biol. **21**, 97 (1945).

Analytical Observations on the Lethal Doses of DDT and BHC to Mosquito Larvae. Studies on the Action of Insecticides. II. Shigeo HAYASHI and Takeshi SUZUKI (Department of Parasitology, Institute for Infectious Diseases, University of Tokyo, Tokyo). Received Nov. 11, 1956. *Botyu-Kagaku*, **22**, 138-144, 1957, (with English résumé, 144).

21. 蚊幼虫に対する DDT 及び BHC の致死量についての解析 殺虫作用に関する研究 第2報 林 滋生・鈴木 猛(東京大学 伝染病研究所 寄生虫研究部) 31. 11. 11 受理

謹んで春川忠吉博士の古稀を祝賀し奉る。

蚊幼虫に殺虫剤を食毒として与えた場合、各個体についてそれぞれの致死量を簡便に測定出来るようにした。この致死量と薬剤濃度の間の関係を追求したところ、薬剤の作用という刺激とそれに対する反応との間に、Weber-Fechner の法則が適合する場合には、各個体の感受性は、薬剤濃度そのものではなく、その対数に対して正規分布をすることが理論的に帰結された。なお、DDT, BHC, リンデンの実験例をあげ、致死量にあらわれた薬剤の特性を比較考察した。

殺虫剤の効力試験にあたって、その結果の統計的処理には、現在 Bliss^{1,2)} の方法が広く用いられている。これは、Trevan¹⁰⁾, Gaddum⁹⁾ らの系統をひく考え方に立脚し、我が国では、大沢・長沢⁹⁾ の綜説によつて紹介されて以来、長沢はじめ、多くの研究者によつてとり上げられている。Bliss の方法は、しばしば指摘されているごとく、その根本に、作用曲線感受性の個体差分布の累積曲線と解釈すること、また濃度を適当に変換するとこの分布が正規に近くなることを仮定している。そして、この後者の仮定については、若干の検討が加えられてはいるが(たとえば河野⁶⁾)、多くの場合に、単に経験的な事実から、濃度を対数に変換しているにすぎない。

しかし、対数変換しても正規に近づかない場合、すなわち、プロビットを用いていわゆる1次変換をしても直線にならない場合がしばしばある。これがふたつあるいはそれ以上の直線の連続によつて表現され、作用機序の異なるものの合成として理解される場合もあるが、またそのように考えられない場合も多い。

本稿に報告する実験は、経験的に知られた対数変換

が、何故正規になるか*。またひいては、どういう場合に対数変換が不適当か、ということを解明したい意図から出発している。本実験の基本的な部分の一部は、さきに筆者の一人林によつて予報されたが⁴⁾、更にこの実験方法を応用発展させることによつて、興味ある知見を得つゝあるので、逐次報告してゆく予定である。

この研究に御指導を頂いた伝染病研究所寄生虫研究部佐々学助教授、実験を担当して頂いた木村マリ、佐藤金作、松永秀子諸氏に厚く感謝の意を表する。

実験材料及び方法

通常の殺虫試験では、供試昆虫の薬剤に対する感受性の個体差分布を、直接求めることが出来ない(時間・致死率などの試験では、ある程度可能ではあるが)。このため、濃度-致死率の実験においては、いくつかの段階の濃度における致死率をしらべ、いわゆる作用曲線を求めて、これを感受性分布の累積曲線として分析をすすめるわけである。

* 第1報以後、金光・長谷川⁵⁾ が別種の説明を試みた報告があらわれた。

筆者らは、直接に感受性の分布を求める方法を考案した。それは、蚊の幼虫に殺虫剤を食糧として与えた場合、各個体についてそれぞれ一定量の薬剤が摂取されると、中毒作用が発現して摂食がとまり、やがて死亡する。従つて、死亡した各個体について、それまでに摂取した薬剤の量は、それぞれの最小致死量となり、各個体の感受性を表現する一指標と考えることが出来るからである。

以下に、本稿に用いた実験方法の概略を述べる。

供試昆虫：特にことわらぬ場合は、当研究部飼育室で累代飼育されたアカイエカ *Culex pipiens pallens* の第4令幼虫を用いた。

容器：500cc 容のビーカー又は腰高シャーレを用い、中に水 300cc を入れ、供試昆虫を各50匹ずつ放つた。外側の大チリンデルに温湯をそそぎ、実験中の水温をほぼ一定 (23°) に保つた。

カルミン前食処置：これは実験に供する前に、幼虫がすでに摂取した食物と、実験中に摂取する薬剤との境界を明瞭ならしめるために、実験開始の直前に、色素カルミンの粉末を食わせる処置である。すなわち、カルミン 100mg に対してロート油 2 滴を加えてよくねり、水約 500cc に分散せしめたものに蚊の幼虫を入れると、よくカルミンを摂取する。約 10 分経過後、大量の水を入れた容器に幼虫を移し、附着したカルミンを除いてから 50 匹ずつ別々の小容器に移す。

なお、後に述べるような、殺虫剤の稀釈剤中にカルミンをあらかじめ含ませておく方法では、摂取された薬剤が紅く着色されて見易くなるため、このカルミン前食処置を施さないですむ。この場合には、稀釈剤として、珪藻土 92%、カルミン 5%、エマール 3% を使用した。

薬剤：本稿では、DDT、BHC 及びリンデンの各粉剤を用いた例を報告する。これらの殺虫剤は、それぞれタルクまたは珪藻土で、適宜に対数的間隔をもつて5段階に稀釈して、各段階それぞれ 30mg を上記のビーカーに入れ、摂食せしめた。

DDT の例は 1950 年 5 月に行つた実験で、市販の某 10% 粉剤を用い、タルクで 10% より 0.625% に至るまで、対数的間隔をもつて5段階に稀釈し、カルミン前食法を施した。BHC の例は、1950 年 10 月に、市販の γ -BHC 1.5% 含有粉剤を使用したもので、 γ -BHC が 1.5% より 0.094% に至る5段階にタルクで倍数稀釈し、カルミン前食法を施した。リンデンの例は、1956 年 9 月に行つたもので、リンデン結晶を上記のカルミン含有珪藻土で 1% より 0.0625% まで同じ様に5段階に稀釈して実験に供した。

これらの各種薬剤の濃度の範囲は、実験が開始され

てから終了まで、長くとも5時間以内にとゞまるように設計された。濃度がうすすぎると、実験に要する時間が長びくばかりでなく、摂取粉剤の量が多くなるため、死亡するまでにその一部が肛門から排泄される場合が起り、摂取量の正確な測定が不可能になるからである。

摂取量の測定：実験中しばしば毛細管の先端で虫体を刺戟し、完全に死亡したと認められた幼虫は、ただちにとり出して一たん 60~70° の熱湯で固定し、ガムクロラル液で封入して顕微鏡標本に作製した。標本が透明になるときをまつて、顕微描画装置によつて、第1図に示す各部位を描写し、curvimeter を用いて長さの測定を行つた。部位を明瞭に判定出来て測定が容易となるように、頭端は襟 (いわゆる collar) の中央部、尾端は鞍板の後縁部と定めた。

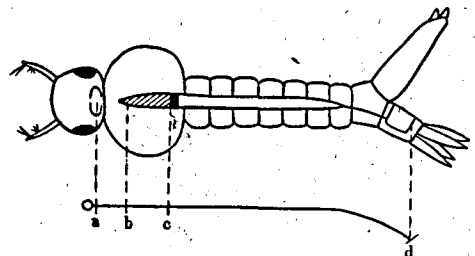


Fig. 1. Diagram of preparation of mosquito larva for microscopic examination. Area hatched obliquely shows column of swallowed insecticide. Solid area shows carmin. Blank area shows food previously taken.

図中 b~c 間の距離は、摂取された粉剤の占める長さであり、幼虫の各個体間における腸管の太さの変異を殆んど無視し得るものと考えれば、この長さをもつて、摂取粉剤の量をあらわすものと考えて差支えない。a~b 間の長さは、中毒作用が発現して粉剤の摂取をやめてから、死ぬまでに蠕動のため粉剤柱が腸管内を移動した距離をあらわす。これを「エリアキ」と称することにした。a~d の長さは、いわば幼虫の体長を示すもので、各実験区における供試昆虫の大きさの同一性をチェックするために用いられる。

こゝに、薬剤に対する蚊幼虫の各個体の感受性を、その最小致死量、すなわち死亡するまでに摂食した薬剤の量で表現し、摂取薬剤量を、幼虫各個体の腸管内に占める薬剤の長さによつてあらわすものとして、以下の成績を解析する。

実験結果

DDT 粉剤：市販の 10% DDT 粉剤から稀釈した粉剤について実験した成績を第1表に示す。各濃度の

Table 1. The length of the "insecticide column" and the "collar space" at several concentrations of DDT.

Concentration C (%)	$\log_2 C$	Mean length of the "insecticide column", L (mm)	Unbiased estimate of variance of L	Mean length of "collar space", l (mm)
0.625	-0.678	2.32	0.325	0.543
1.25	0.322	1.75	0.386	0.602
2.5	1.322	1.45	0.146	0.552
5.0	2.322	0.940	0.150	0.661
10.0	3.322	0.228	0.023	0.670

粉剤について、それぞれ約 50 匹の蚊幼虫について計測した値の平均を示した。これを図示したものが第2図であるが、濃度を対数にとれば、摂取粉剤長及びエリアキは、共にこれと直線関係にあることが判る。

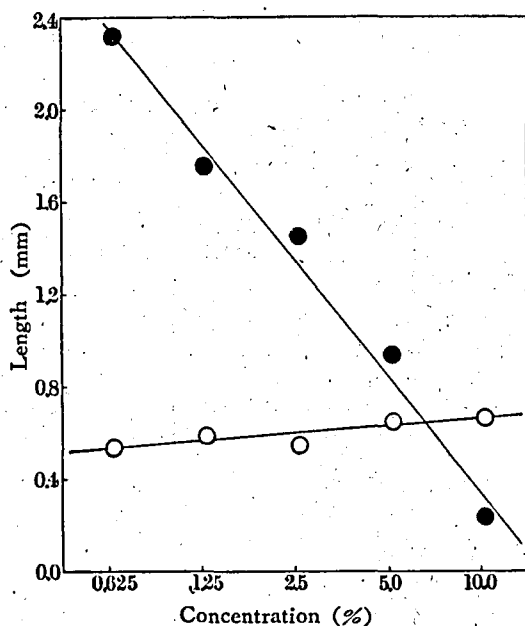


Fig. 2. Relations of concentration of DDT to length of "insecticide column" swallowed by mosquito larva (—●—) and "collar space" behind insecticide column (—○—).

いま、摂取粉剤長を L 、薬剤濃度を C とすれば、

$$L = a \log C + b \quad (1)$$

とあらわすことが出来る。ここに a 、 b は、蚊幼虫の種類、令期、水温、薬剤の種類などで定まる定数とする。この例で、重みをつけずに単純な最小自乗法で計算した結果は、

$$L = 1.998 - 0.499 \log_2 C$$

が得られた。

同様に、エリアキについても、その長さを l 、定数を k 、 γ とすれば、

$$l = k \log_2 C + r \quad (2)$$

であらわされる関係が存在する。この例では、

$$l = 0.565 + 0.0313 \log_2 C$$

という結果が得られた。従つて、DDT 1% の粉剤を与えた場合、アカイエカの第4令幼虫によつて摂取される粉剤長の理論値は、平均 1.998mm で、エリアキは 0.565mm ということになる。

こゝで、摂取薬剤長の分布をしらべるために、各薬剤濃度別に、摂取長をそれぞれいくつかの区間にわけ、度数分布を求めた。この度数分布の部分、便宜上摂取長を実長になおさずに、描画図の計測値のまゝとりあつた。これらについて、1次変換によつて正規性の検定を行つたものを第3図に示したが、各濃度の場合とも、ほぼ直線にあつてることが見てとれる。なお、この度数分布から平均値と分散をもとめ、正規分布とみなして計算した理論度数とのくいちがいを、 χ^2 -test で検定⁹⁾ した結果は、第2表に示す如く、濃

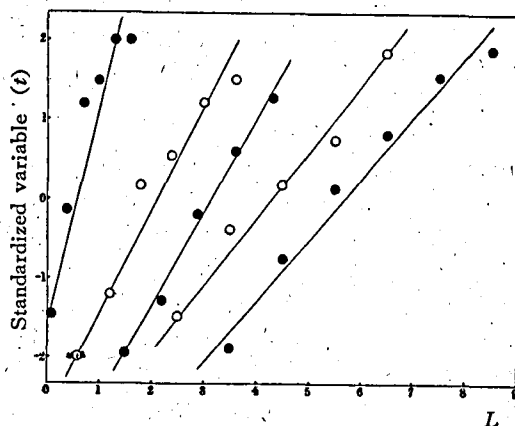


Fig. 3. Tests of the goodness of fit of the observed distribution of L to the normal distribution, using the principle of normal probability paper at various concentrations of DDT. Left to right, 10, 5, 2.5, 1.25 and 0.625%. The scale of L has been shifted horizontally by 0.5 for the curves of 1.25 and 0.625% to avoid overlapping.

Table 2. χ^2 -test for the fit of normal distribution to the distribution of L at various concentrations of DDT.

C (%)	L	σ_L^2	σ_L	χ^2_0	$P_r\{\chi^2 \geq \chi^2_0\}$
0.625	5.015	1.695	1.302	0.518	$0.80 > Pr > 0.70$
1.25	3.767	1.858	1.363	3.551	$0.20 > Pr > 0.10$
2.5	3.128	0.701	0.837	0.916	$0.70 > Pr > 0.50$
5.0	1.964	0.719	0.848	10.789	$0.01 > Pr > 0.001^*$
10.0	0.466	0.109	0.330	5.959	$0.10 > Pr > 0.05$

* significant.

度5%における場合が、偶然かまたは不明の原因で大きくはずれた以外には、すべて有意なくいちがいが認められなかった。

すなわち、本実験の範囲の濃度では、摂取薬剤量、ひいては蚊幼虫各個体の感受性をあらわす最小致死量は、正規分布をすると考えて妥当なものと思われる。

既に証明されたごとく、この範囲では、摂取薬剤量と濃度の間に(1)式が恒等的に成り立つものであれば、左辺の L が上記の如く正規分布をすることが確かめられた以上、右辺における $\log C$ なる変量は、正規分布をするものと考えられる。これは、従来経験的に知られていた、感受性の分布が薬剤の濃度 C そのまゝではなく、 $\log C$ に対して正規分布をするという事実に一致するわけである。

次に、この事実の理論的な根拠を解明するために、(1)式について少しく検討してみたい。いま、(1)の両辺を C について微分すれば、

$$\frac{dL}{dC} = a \frac{1}{C} \quad (3)$$

となる。これは

$$\Delta L = a \Delta C / C \quad (4)$$

と表わすことも出来る。つまり C が増すにつれて、次第に L は短くなるが、その減少の仕方は C に反比例するということである。

これは、広く生物界において、刺激と反応の間にみられる普遍的な法則のひとつである Weber-Fechner の法則⁹⁾と全く一致している。つまり、薬剤の作用という刺激と、供試昆虫のそれに対する反応との間に、

やはり Weber-Fechner の法則が成立して、(3)ないし(4)の関数が存在し、そのために薬剤濃度と摂取長のあいだに(1)式が成立しているものである。しかるに上記の如く、供試昆虫の薬剤に対する感受性は、薬剤の摂取量で表現すれば、 L が正規分布をすることが確かめられたので、薬剤濃度で表現すれば C ではなく $\log C$ が正規分布をするということが、当然の帰結となってくる。いままで経験的に知られた事実の根底に、実は生物界に広く認められた法則が存在することは興味深い。

なお、Weber-Fechner の法則は、よく知られたように、多くの場合適合する一定の範囲があつて、刺激のあまり弱いところまたはあまりに強いところではあてはまらないことがある。殺虫試験の場合にときどき経験されることであるが、濃度を対数にとつて1次変換しても直線にならないことがある。つまり濃度の対数に対して正規分布をしないわけであるから、根底に Weber-Fechner の法則の適合する範囲からはずれているところがあるのではないかと、疑つてみることも無駄ではないであろう。

BHC 粉剤: DDT 以外の薬剤についても、同様に摂取薬剤量と濃度の間に、(1)式の直線関係が成立するものかどうか、成立するとすれば、各種薬剤間で定数 a , b などにかなる相違が見出されるかをしらべるために、まず BHC 粉剤を試みた。その結果を第3表及び第4図に示した。図に見るごとく、摂取粉剤長、エリアキ共に濃度の対数ときれいな直線関係を示している。

Table 3. The length of the "insecticide column" and the "collar space" at several concentrations of BHC.

Concentration C (%)	$\log_2 C$	Mean length of "insecticide column", L (mm)	Unbiased estimate of variance of L	Mean length of "collar space", l (mm)
0.094	-3.415	1.67	0.521	0.347
0.188	-2.415	1.32	0.227	0.364
0.375	-1.415	1.08	0.179	0.313
0.75	-0.415	0.77	0.161	0.285
1.5	0.585	0.47	0.105	0.344

Table 4. The length of the "insecticide column" and the "collar space" at several concentrations of lindane.

Concentration C (%)	$\log_2 C$	Mean length of "insecticide column", L (mm)	Unbiased estimate of variance of L	Mean length of "collar space", l (mm)
0.0625	-4.0	1.12	0.321	0.559
0.125	-3.0	0.91	0.195	0.509
0.25	-2.0	0.79	0.082	0.452
0.5	-1.0	0.55	0.049	0.415
1.0	0	0.35	0.060	0.322

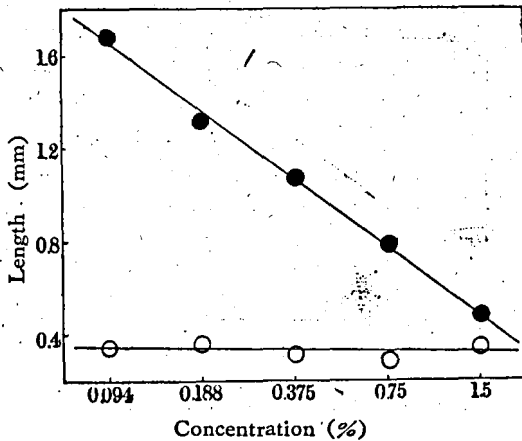


Fig. 4. Relations of concentration of BHC to length of "insecticide column" swallowed by mosquito larva (—●—) and "collar space" behind insecticide column (—○—).

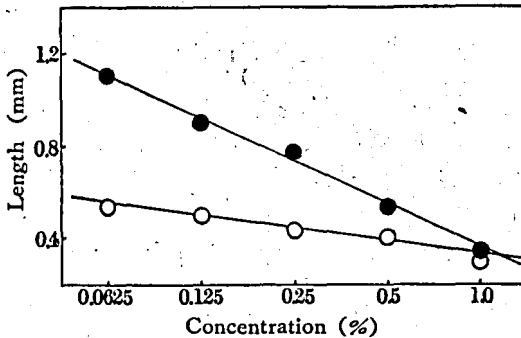


Fig. 5. Relations of concentration of lindane to length of "insecticide column" swallowed by mosquito larva (—●—) and "collar space" behind insecticide column (—○—).

リンデン粉剤：リンデン結晶から調製した薬剤について行った結果を、第4表及び第5図に示した。本実験では、供試昆虫として、野外より採集したアカイエカの第4令幼虫を用いた。

考 察

DDT と BHC, リンデンの比較：上記の3実験で得られたそれぞれの 摂取薬剤長・濃度 及び エリアキ・濃度の各回帰直線を第5表にまとめ、また摂取薬剤

Table 5. Summary of regression equations calculated with the data shown in Tables 1, 3 and 4.

Insecticide	C - L relation	C - l relation
DDT	$L=1.998$ $-0.499 \log_2 C$	$l=0.565$ $+0.0313 \log_2 C$
BHC	$L=0.641$ $-0.296 \log_2 C$	$l=0.319$ $-0.0085 \log_2 C$
Lindane	$L=0.364$ $-0.190 \log_2 C$	$l=0.339$ $-0.0567 \log_2 C$

長・濃度直線は、3実験の濃度軸をそろえて第6図に示した。この図における濃度軸は、濃度を % で示して2を底とする対数にとつてあり、縦軸は、mmを単位とした実長であらわした。3実験に供したアカイエカ幼虫の体長は、各群とも、分散、平均値に差が認められないので、摂取薬剤長はそのまゝ3群の比較に用いて差支えないものと思われる。

BHC とリンデンの両直線間に多少のズレが認められるが、これは、BHC は工業製品を使用し、リンデンは γ -BHCの結晶を用いたところによるのか、または BHC の実験では、実験室で累代飼育したアカイエカを使用したのに、リンデンの場合は、野外採集のものをを用いたという、供試昆虫の系統の差に由来するものか、将来の検討にまちなう。

いずれにしても、市販品であろうが、結晶からつくった粉剤であろうが、BHC を使用した実験では、摂取薬剤長と濃度の間に、(1)式の直線関係がなりたつことは興味深い。実験の当初、DDT よりも水に対する溶解性の大きい BHC の場合は、食毒として以外に接触毒としても作用するであろうから、特に高濃度の部分では、理論値よりも下方にずれた短い摂取長が観察され、従つて直線は下方に曲るかも知れないとい

う予想を立てた。実際には、両実験ともこの範囲の濃度ではきれいに直線にのり、予想ははずれた。この程度の濃度と短い観察時間の間では、やはり食毒として主に作用しているものと考えられる。

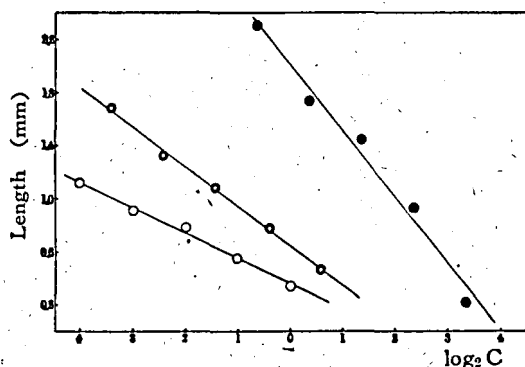


Fig. 6. Comparison among regression lines for the relation between the concentration and the length of "insecticide column". DDT (—●—), BHC (—○—) and lindane (—○—).

次に、DDT による結果と、BHC あるいはリンデンによる結果を比較すると、第6図で認められる如く、BHC あるいはリンデンの場合は、DDT のものに比較して、明らかに薬剤の摂取長が著しく短い。これは直接に薬剤の効力の差につながる。いまかりに、濃度1% ($\log_2 C=0$) の点で、摂取された薬剤の量をもって効力を比較するものとすれば、 γ -BHC は DDT の1/3~1/6 の量で有効ということになる。

また、この回帰直線の勾配を比較すると、 γ -BHC の場合は、DDT に比較してなだらかになっていることがうかがわれるが、これは、濃度が増しても、摂取長の減り方が比較的少ないことを意味し、従来の殺虫試験における殺虫能率に匹敵する。こゝに得られた結果からみると、アカイエカ幼虫に対して γ -BHC は DDT に比較して殺虫能率が劣ることになる。

エリアキについて：エリアキの成因は、さきに述べた如く、薬剤の中毒作用の発現としてまず摂食不能におちいり、それから死亡するまでの時間内に、蠕動のため粉剤柱が腸管内を移動する結果である。従つて、エリアキの大小は、摂食不能という中毒作用の発現から、死亡するまでの時間の長短を表現することになる。3例の実験からうかがえるように、エリアキ、濃度回帰直線の勾配は著しく小さい。これは、いずれの濃度の場合でも、一旦中毒作用が発現してから死ぬまでの時間に、それほど著しい差がないことを示している。

実際には、中毒してから死ぬまでの時間は、摂取された薬剤が腸管壁から吸収される割合に支配される。

従つて、腸管内の粉剤柱の長さ、含まれる薬剤の濃度の複雑なからみ合いによって影響をうけることになる。

DDT の例では、濃度の高い程エリアキが大きく、腸管壁からの薬剤の吸収は、濃度よりも粉剤柱の長さが主として影響しているものと思われる。これに反して、BHC やリンデンの例では、エリアキ、濃度回帰直線の勾配が負になっていることから知られるように、濃度が高い程エリアキが短い。すなわち、濃度が高くても薬剤長が短い方が死亡までの時間が短いことから、腸管壁での薬剤の吸収には、薬剤長（従つて吸収面積）よりも、薬剤濃度の方が主として影響を与えているものと思われる。この考察の妥当性についてはしばらくおくとして、薬剤の吸収の割合を考究する上に、エリアキが興味ある資料を提供するものとして注目される。

総 括

1. アカイエカの第4令幼虫を用いて、DDT 及び BHC の粉剤を食毒として与えた場合、供試昆虫の感受性個体差をあらわすものとして、各個体における最小致死量を測定する便法を考案した。
2. 蚊の幼虫が死ぬまでに摂取した薬剤の、腸管内に占める長さ L と薬剤濃度 C の間には、 $L=a \log C + b$ なる直線関係が存在する。そしてこの L は正規分布をすることを、DDT の例について確認した。
3. 感受性の個体差は、 C そのままでなく、 $\log C$ に対して正規分布することを導いた。この直線式の根拠に、広く生物界の刺激-反応系にみとめられる Weber-Fechner の法則があることを指摘し、この法則の成立する範囲内では、薬剤濃度の対数をとると、感受性は正規分布になることを、理論的に確かめた。
4. 上記の直線式における定数 a と b をもとにして、薬剤の効力の比較が可能であることを例によつて示した。
5. 中毒作用が発現してから、死亡するに至るまでの時間を示す指標として、エリアキなる量を考案した。エリアキは、供試昆虫における薬剤の吸収の問題を考究する上に手がかりになることを、DDT と BHC の例によつて説明した。

なお、本稿に報告した実験方法は、単に食毒の場合にとどまらず、無害の粉末を摂取させるることによつて、接触毒の作用についても応用が可能であり、現在更に範囲をひろげて実験を継続中である。

文 献

- 1) Bliss, C. I.: Ann. Appl. Biol. 22, 134 (1935).

- 2) Bliss, C. I. : Quart. J. Pharm. and Pharmacol. 11, 192 (1938).
- 3) Gaddum, J. H. and M. Hetherington: Quart. J. Pharm. and Pharmacol. 4, 183 (1931).
- 4) 林 滋生・木村マリ: 医学と生物学 20, 231 (1951).
- 5) 金光正次・長谷川恩: 第6回日衛動会演述 (1954).
- 6) 河野達郎: 防虫科学 16, 62 (1951).
- 7) 増山元三郎・黒岩洋子: 統計学辞典, 東京, 865 (1951).
- 8) 大沢 済・長沢純夫: 防虫科学 7・8・9, 1 (1947).
- 9) 田宮博: 科学 19, 338 (1949).
- 10) Trevan, J. W. : Proc. Roy. Soc. Biol. 101, 483 (1927).

Résumé

The probit transformation method developed by Bliss is, nowadays, widely used for the arrangement of result of experiments in the field of bioassay of insecticides. In many cases, it has been recognized that the normality of individual susceptibility can be attained by the transformation of concentrations of chemicals into logarithms. To evaluate theoretical basis of this empirically recognized fact is the purpose of the present experiments.

A simple method to observe the lethal dose of insecticidal powder for individual mosquito larva was devised by the authors. The lethal amount of the chemical in the individual larva is represented by the length of "insecticide column" L , which was swallowed by the larva until its surrender. The relations between L and the

concentration C of insecticides were observed in the experiments, using DDT, BHC and lindane powders against the forth instar larvæ of *Culex pipiens pallens*. The linear regression line, $L = a \log C + b$, was verified to be valid in all these cases. Here a and b are constants.

At the same time the normality for the distribution of L was ascertained, so it is reasonably proved that the distribution of $\log C$ is normal. The above mentioned equation can be led from Weber-Fechner's law ($\Delta L = a \Delta C/C$) which is widely valid in the field of biological science concerning stimulus-response relations. It is worthy of notice that Weber-Fechner's law is the basis of the equation, accordingly the fundament of the fact that the individual susceptibility to the insecticides distributes normally in logarithmic scale of concentrations.

The parameters a and b of the regression equations obtained in the experiments of DDT, BHC and lindane were also compared.

The "insecticide column" swallowed by a mosquito larva usually moved to some extent in the intestine after the intoxication began and the larva ceased eating. To represent the degree of the shifting, the distance between the collar situated at the hind-point of head and the end-point of the "insecticide column" was measured. This distance was named "collar space". The data on the "collar space" can be utilized to resolve certain problems on the absorption of insecticides at the intestinal wall of mosquito larva, because the collar space is the indicator for the time from the start of intoxication to the death.

On the Seasonal Fluctuation of the Population Density of *Meloidogyne incognita acrita* in the Sweetpotato Field. Tsuruhiko KONDO (Kanto-Tōsan Agricultural Experiment Station, Unakami, Chiba Pref.). Received Nov. 14, 1956. *Botyu-Kagaku*, 22, 144-149, 1957, (with English résumé, 149).

22. 甘藷畑におけるサツマイモコンリユウセンチユウの季節的消長について* 近藤鶴彦
(関東東山農業試験場) 31. 11. 14 受理

謹んで春川忠吉先生の古稀を祝賀し奉る。

コンリユウセンチユウの棲息密度の消長は寄主作物の種類、またその栽培条件などによつて著しく異つて来る。サツマイモコンリユウセンチユウの被害を、解析し防除対策をたてる為にはその増殖の実態をつかむ必要があるので、2年間にわたつて棲息密度の季節的消長を調査した。

* 本報告の要旨は昭和27年度(1952)日本農学会大会応用動物学会日本応用昆虫学会合同分科会において講演発表した。