

4. 殺虫剤の生物試験にかんする研究（第12報）

BHC 粉剤のイエバエ成虫を落下仰轉せし
める効力について

長 沢 純 夫

Studies on the Biological Assay of Insecticides. (XII)

On the Knock Down Effect of the BHC Powder to the Adult of the Common Housefly (*Musca domestica* L.)

Sumio Nagasawa

(Takei Laboratory)

In order to evaluate the effectiveness of BHC powder, the writer made a biological assay by the modified settling tower method of Nagasawa and Takano¹⁴⁾ using the adult of the common housefly (*Musca domestica* L.), and analysed the data from the statistico-physiological point of view. Both the time-knock down regression isodoses and the concentration-knock down regression isochrons which is computed theoretically prove very well the assumption of the linear transformation of dosage-response curve developed by Bliss^{1,2,3,5)}. The relation between time and concentration is in good fit with the equation of Ostwald¹⁶⁾, $C^n t = k$. The two median knock down time-concentration regression lines, one computed from the $(T - Y_K)_C$ curves and the other from $(C - Y_K)_T$ curves, coincide with each other approximately. The equation of these two regression lines are $C^{0.147} t = 10.51$ and $C^{0.140} t = 10.38$ respectively. The relation among log time (t), log concentration (c) and knock down percentage in terms of probits (y_k) is represented by the equation $y_k = -2.68664 + 7.52198t + 1.10098c$ and $y_k = -2.88927 + 7.77659t + 1.09243c$, the former is computed from $(T - Y_K)_C$ curves and the latter from the $(C - Y_K)_T$ curves respectively, and the equation of these two regression lines coincide with each other approximately. The two median knock down time-concentration regression lines derived from these two equations are $C^{0.143} t = 10.52$ and $C^{0.141} t = 10.34$, the parameters being nearly equal to those given above. Based on the above mentioned facts, the writer concluded that this modified settling tower method is also suitable to evaluate the effectiveness of BHC powder as well as the effectiveness of DDT powder.

I 緒 言

多方面にわたる殺虫殺菌剤粉体の有効度を生物学的に検定するために、多くの人々は撒粉降下装置 (settling tower apparatus または settling dust chamber) を種々改良して利用しているが、(たとえば Bugler & Nelson⁷⁾, Swingle et al.¹⁸⁾, Heuberger & Turner,¹⁰⁾ Turner^{19,20,21)}, McCallan¹²⁾ など), 筆者¹⁴⁾ もさきに DDT 粉剤の有効度を検定する目的で Campbell¹¹⁾ の turn table 装置のガラスシリンダーを、とりはづしてそのまま撒粉降下装置とし、このなかでイエバエが DDT の毒性に基因して落下仰轉する時間を有効度判定の指標として実験をおこない、きわめて満足すべき結果をえた。今回こゝのべようとするところは、全く同一の装置方法が BHC 粉剤の有効度検定に應用できるか否かをしろうとして実験を計画し、施行した結果を、統計生理学の見地から分析検討したものである。

本文にはいるにさきだち、終始御懇篤なる御指導と御援助をたまわつた大野稔博士、ならびに実験の助力と数値の計算に盡力せられた吉信翠嬢に深甚の謝意を表するとともに、 γ -BHC を分譲せられた大岩俊彦農学士と、Insecticide Grade Pyrophyllite を送付せられた C. Tennant, Sons & Co., New York にたいしてあつく鳴謝する次第である。

II 実験材料

(1) 供試薬剤. γ -BHC (mp. 112-112.5°) を所要の濃度すなわち 0.5, 1, 2 および 4 % の粉剤に調製するため擔体として、米國の Carolina Pyrophyllite Co. において精製せられた Grendon, N. C. 産の pyrophyllite をえらび、benzol を溶剤として coating 法をとつた。すなわち所要量の BHC を精製した benzol に充分とかし、これに Tyler の標準篩 325 mesh を通過した pyrophyllite を所要量投入し、室温において benzol を揮発せしめたのち、ふたたび磨碎して 325 mesh の篩を完全に通過せしめ、はじめて実験に供した。

(2) 供試昆虫. 羽化後 4~5 日をへた健全なるイエバエ *Musca domestica* L. をもちいたが、この飼育環境條件はすべてさきに長沢・漆葉¹³⁾によつてのべられたところとおなじである。

III 実験装置と方法

実験装置方法ともまた長沢・高野¹⁴⁾によつて記されたところと大体おなじである。なおこの実験は昭和25年7月10日より30日にいたる期間に温度約 30°C 内外の環境条件下でおこなつた。

IV 実験結果

γ -BHC 4 濃度粉剤の処理時間(T)と致落下仰轉虫数率(Y_K)との関係を表示すると第1表のごとくである。なお、BHC の毒性に基因して器底に落下仰轉した個体は、BHC において

きわめて特異的にみられる廻轉性錯亂状態を呈し、一度こうした状態におちいつた個体は、ふたたび蘇生することなく一様に死滅した。それゆゑ致落下仰轉の強度を有効度判定の指標としても、殺虫剤としての價值判別をあやまるおそれはあまりないものとかんがえられる。また擔体としてもちいた pyrophyllite のみでは数時間後も全く落下仰轉する個体がみられなかつた。

Table 1. Per cent cumulative frequency tables $Y_K(\%)$ of knock down times $T(\text{min.})$ with the γ -BHC powder of various concentrations $C(\%)$.

Concentration, C		0.5	1.0	2.0	4.0
Number of experiment		17	17	17	17
Number of individuals		207	207	202	202
Time, T	4	0.00	0.00	0.00	0.60
	6	0.97	4.83	6.44	11.88
	8	10.63	15.46	27.23	43.56
	12	56.53	69.57	80.10	85.64
	16	84.06	91.79	93.03	98.02
	24	99.03	99.52	100.00	100.00
	32	100.00	100.00	100.00	100.00

V 考 察 と 結 論

(1) 時間-致落下仰轉虫数率等濃度 ($T-Y_K$) $_C$ 曲線.

致死時間によつてあらわされる生物体の抵抗性は、時間の対数軸にたいして正規に分布するという假説は、かなりひろい範囲において現在すでにみとめられているところである。致落下仰轉時間をもつてするイエバエの場合にも、同様この対数の法則が成立することはさきに長沢・高野¹⁴⁾が報告した。本実験結果にもまたこの法則が適用されることを予測して、まづ第1表の時間 T を対数 t ，致落下仰轉虫数率 Y_K を Bliss のプロビット y_k に変換して、その回帰方程式

$$y_k = 5 + b_c(t - \bar{t}_c)$$

をもとめ^{*}，あわせてこれにたいする χ^2 試験をおこなつた結果をしめすと、第2表のごとく

Table 2. Characteristics of the time-knock down regression isodoses in the range of concentration of γ -BHC powder C from 0.5 to 4.0%, and the χ^2 test for comparing observations with the computed curve.

Concentration $C(\%)$	Regression coefficient b_c	Standard deviation σ_c	Log median knock down time $\bar{t}_c$	Median knock down time $T_c(\text{min.})$	χ^2	Degree of freedom n	Probability in χ^2 test P_r
0.5	7.56941	0.13212	1.06547	11.63	0.95881	3	0.80944
1.0	7.60214	0.13154	1.02048	10.48	4.14007	3	0.24980
2.0	7.43539	0.13449	0.98196	9.59	3.32990	2	0.19087
4.0	7.48623	0.13358	0.93131	8.54	0.65589	3	0.86964

* プロビット單位に変換した落下仰轉虫数率と時間の対数との關係をもとめるにあつて、便宜上薬量-致死率曲線の計算方法を適用し、それによつてもとめられた數値を基礎として以後の考察をおこなつてゐるが、これは嚴密には正しい方法でない。時間-致死率曲線の計算方法によるのが正当である。

である。ここで $\bar{t}_c$ は中央値で致落下仰轉虫数率分布曲線のモードの値の対数、その逆対数値 $\bar{T}_c = \log^{-1} \bar{t}_c$ は中央致落下仰轉時間、 b_c は致落下仰轉能率、すなわちもとむる回帰直線の角係数で、その逆数 $1/b_c = \sigma_c$ は変換された抵抗性の正規分布曲線の標準偏差である。

なおこの関係を
図示したのが第
1図である。

χ^2 試験における
 P_r の値がしめ
す様に、きわめ
てたかい値をも
つて一次変換假
説の肯定が可能
である。なおさ
きの DDT 粉剤
の場合における
と同様 b_c は大
体濃度 C とは
無関係にほぼ一
様の値をしめし

ている（平均値7.52388）。この b_c の不変性をなおく
わしく Bliss⁴⁾ の方法によつて統計学的に吟味した
結果は第3表のごとくで、すべて $\chi^2 < 3.841$ となり
これら4つの回帰直線はたかに抽出誤差の範囲内
で平行関係にあるとみなしてさしつかえない。

(2) 濃度-致落下仰轉虫数率等時間 $(C - Y_K)_T$ 曲線。

前節においてえた時間-致落下仰轉虫数率等濃度
の関係から、さらに濃度-致落下仰轉虫数率等時間
 $(C - Y_K)_T$ 曲線が理論的にもとめえられることは容
易にうなづけるところである。第2表の濃度 C の対数 c を横軸にとり、致落下仰轉虫数率
 Y_K にたいする y_k をとつて $(c - y_k)_c$ 曲線線をえがくと第2図にしめす様な平行直線群が
えられる。

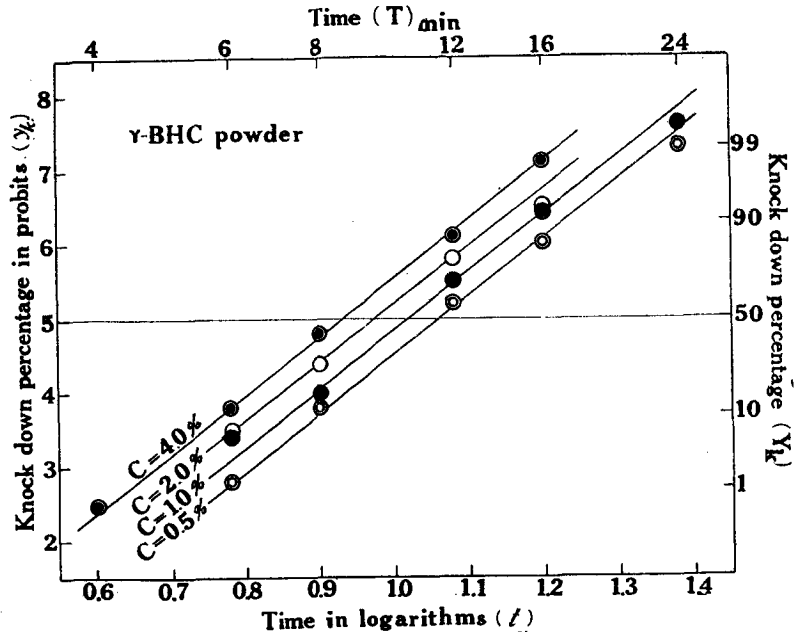


Fig. 1. Time-knock down regression isodoses in the range of concentration of γ -BHC powder C from 0.5 to 4.0%.

Table 8. χ^2 test of discrepancy in regression coefficient, b_c , for a series of time-knock down regression isodoses. (Degree of freedom, $n=1$).

Regression line	χ^2
0.5 — 1	0.00420 < 3.841
0.5 — 2	0.07586 < 3.841
0.5 — 4	0.02624 < 3.841
1 — 2	0.11063 < 3.841
1 — 4	0.04328 < 3.841
2 — 4	0.00975 < 3.841

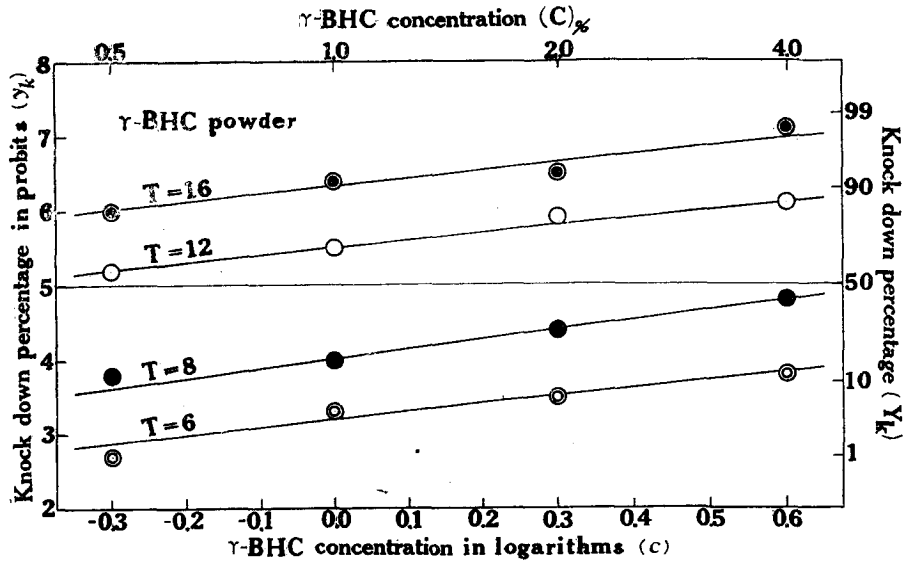


Fig. 2. Concentration-knock down regression isochrons in the range of time T from 6 to 16 minutes.

計算によつてもとめたこれら濃度-致落下仰轉虫数率等時間回歸線

$$y_k = 5 + b_t(c - \bar{c}_t)$$

の中央値 $\bar{c}_t$ ，中央致落下仰轉濃度 $\bar{C}_t = \log^{-1} \bar{c}_t$ ，致落下仰轉能率 b_t ，抵抗性の標準偏差 σ_t ，および χ^2 試験結果をしめすと第4表のごとくである。 χ^2 試験の P_r の値は $(t - y_k)_c$ 回歸線におけると同様，きわめて大きく，理論的にもとめた $(c - y_k)_t$ 回歸線より Gaddum⁸⁾ Hemmingsen⁹⁾，Bliss³⁾，O'Kane et al¹⁶⁾，らによつてそれぞれ独立的に解明せられた濃度-致死率等時間 $(C - P_M)_T$ 曲線一次変換の原理を，そのまゝこの致落下仰轉虫数率の場合に適用してよいことがわかる。こゝにおいてもとめた b_t の値もまた $(t - y_k)_c$ 回歸線における b_c と同様ほぼ一定の値をしめしている（平均値 1.05554）。なおくわしく統計学的の吟味

Table 4. Characteristics of the concentration-knock down regression isochrons in the range of time T from 6 to 16 minutes and the χ^2 test for comparing observations with the computed curve.

Time T (min.)	Regression coefficient b_t	Standard deviation σ_t	Log median knock down concentration $\bar{c}_t$	Median knock down concentration $\bar{C}_t(\%)$	χ^2	Degree of freedom n	Probability in χ^2 test (P_r)
6	1.03401	0.96711	1.73494	54.33	1.18590	2	0.56216
8	1.22648	0.81566	0.76302	5.80	0.79904	2	0.34826
12	1.03144	0.96993	-0.47520	0.34	0.49999	2	0.80327
16	0.99532	1.00472	-1.31194	0.05	2.51970	2	0.28265

をおこなつた結果は第5表にしめすごとくである。

(3) 時間-濃度等致落下仰轉虫数率 ($T-C$) Y_K 曲線.

致落下仰轉虫数率を刺戟標識とする時間の対数 t と濃度 C との関係は、さきに DDT 粉剤の場合についてその成立が証明せられた、Ostwald¹⁷⁾ が *Gammarus pulex* de Geer にたいする海水の致死作用の研究でえたとおころの

$$C^n t = k$$

の式 (n, k はともに常数で、第2, 3, 4, 5表にする

した χ^2 試験における自由度 n , および落下仰轉を意味する k とはことなる) がまたあてはまるものとかがえて、 $(T-Y_K)_C$ および $(C-Y_K)_T$ 両曲線の一次変換の結果にもとづき誤差をもつともちいさい中央致落下仰轉虫数率のえられる場合をえらんでその数値を計算してみた。第6表がそれで第3図はこの関係を図示したものである。二者の数値はきわめてよく一致している。これは抵抗性の分布にかんして、時間と薬量との対数値が完全相関の関係にあり、かつ2変数は一次函数の形であたえられることを証明するものであるが、こうした事実はすでに大沢・長沢¹⁵⁾, 長沢・吉野¹⁴⁾ らによつてのべられているところである。なおこゝで濃度の閾値 C_0 をいれて

$$(C-C_0)^n t = k$$

の式をかながえる必要性を分散分析法によつて検討してみると、その結果は第7表のごとくで二次回帰項にかんする分散比は、ともに1.7よりちいさく、この場合、時間濃度等致落下仰轉虫数率の関係は、 $C^n t = k$ の式で充分表示しうるものと解釈される。

(4) 濃度、時間、および致落下仰轉虫数率との関係.

時間-致落下仰轉虫数率等濃度回帰線における角係数 b_c は、その濃度に関係なく抽出誤

Table 5. χ^2 test of discrepancy in regression coefficient, b_t , for a series of concentration-knock down regression isochrons. (Degree of freedom, $n=1$).

Regression line	χ^2
6 — 8	0.53088 < 3.841
6 — 12	0.00015 < 3.841
6 — 16	0.01533 < 3.841
8 — 12	0.87088 < 3.841
8 — 16	0.73558 < 3.841
12 — 16	0.01826 < 3.841

Table 6. The relation between log-time and log-concentration at the 50 per cent knock down.

Computed from	Regression equation $t + b_2 c = a_2$, or in original units $C^n t = k$	Precision of parameter a_2 and b_2 S^2	Variance of parameter a_2 $V(a_2)$	Variance of parameter b_2 $V(b_2)$
$(T-Y_K)_C$ line	$t + 0.14650c = 1.02185$ or $C^{0.147} t = 10.51$	0.0000126	0.0000032	0.0000278
$(C-Y_K)_T$ line	$t + 0.14003c = 1.01602$ or $C^{0.140} t = 10.38$	0.0000468	0.0000117	0.0000086

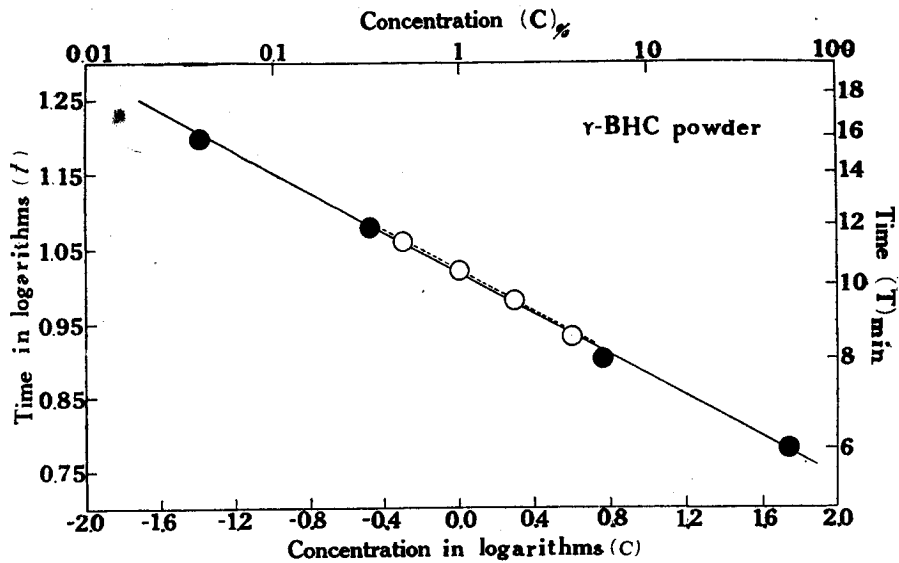


Fig. 3. The relations between time and concentration at the 50 per cent knock down; white circles and broken line show the result computed from the time-knock down regression isodoses, and black circles and solid line show the result computed from concentration-knock down regression isochrons, the equations of the straight line in original units are $C^{0.147}t = 10.51$ and $C^{0.140}t = 10.38$ respectively.

Table 7. Table of the analysis of variance for testing linearity of relation between log-time and log-concentration for the data in Table 2 and 4.

Computed from	Variance due to	Degree of freedom	Sum of squares	Mean square	Variance ratio
$(T - Y_K)_C$ line	Rectilinear relation between t and c , the linear term.	1	0.0097237	0.0097237	564.34475
	Single curvature from straight line, the quadratic term.	1	0.0000079	0.0000079	0.46141
	Error	$N' - 3 = 1$	0.0000172	0.0000172	1.00000
	Total	$N' - 1 = 3$	0.0097488	—	—
$(C - Y_K)_T$ line	Rectilinear relation between c and t , the linear term.	1	0.1062039	0.1062039	4084.76538
	Single curvature from straight line, the quadratic term.	1	0.0000140	0.0000140	0.53787
	Error	$N' - 3 = 1$	0.0000260	0.0000260	1.00000
	Total	$N' - 1 = 3$	0.1062450	—	—

差の範囲内ではほぼ一樣の値をしめすことは、すでに第1節においてのべた。また第3節においてその成立を証明しえた $C^n t = k$ の関係は、逆に b_c がまた抽出誤差の範囲内で相等しい値をもっているということをつらづけている。ところで濃度-致死率等濃度同帰線群におい

て、その角係数が抽出誤差の範囲内でひとしいとき、濃度、時間および致死率三者の間には

$$y=(5-b_0a_2)+b_0z+b_0b_2x$$

の式がなりたつことを Bliss⁶⁾ はのべている。こゝで y は probit 単位をもつてしめされた致死率、 x および z はそれぞれ濃度および時間の対数をしめし、 b_0 は各濃度-致死率回帰線の b を綜合した角係数で、 a_2 、 b_2 はともに常数である。

筆者が今回数種濃度の γ -BHC 粉剤についてえた時間-致落下仰轉虫数率等濃度曲線、ならびに理論的にもとめた濃度-致落下仰轉虫数率等時間曲線の関係からも、これとまつたくおなじ数式をみちびきだすことは可能である。混同をさけるためにいまでもちいてきた記号で、さきの関係式をつぎのようにかきなおして計算をすゝめることとする。

$$y_k=(5-b_0a_2)+b_0t+b_0b_2c$$

こゝで y_k は probit 単位をもつてあらわした致落下仰轉虫数率、 c および t はそれぞれ濃度および時間の対数をしめし、 b_0 は各回帰線の b を綜合した角係数である。元來 combined b

は b_0 とするす
のが適當である
が、さきの時間
-致落下仰轉虫
数率回帰線の角
係数 b_0 と混同

Table 8. The relation among log-time, log-concentration and knock down percentage in terms of probits.

Computed from	Equation $y_k=(5-b_0a_2)+b_0t+b_0b_2c$	C and t relation at $y_k=5$
$(T-Y_K)_C$ line	$y_k=-2.68664+7.52198t+1.10098c$	$C^{0.143}t=10.52$
$(C-Y_K)_T$ line	$y_k=-2.38927+7.77659t+1.09243c$	$C^{0.141}t=10.34$

Table 9. Statistical test for agreement of data in Table 2 and 4 with equation $y_k=(5-b_0a_2)+b_0t+b_0b_2c$ by the analysis of variance.

Computed from	Variance due to	Degrees of freedom	Sum of squares	Mean squares	Variance ratio
$(T-Y_K)_C$ line	Departure from a rectilinear relation between log-time and log-concentration.	$N-2=2$	2.15910	1.07955	1.36859
	Departure from combined slope of component time-knock down regression isodoses.	$N-1=3$	0.13893	0.04631	0.05614
	Vertical scatter of original observations about component concentration-knock down regression isodoses, the experimental error.	$S(n)=11$	9.07467	0.82497	1.00000
$(C-Y_K)_T$ line	Departure from a rectilinear relation between log-concentration and log-time.	$N-2=2$	1.55328	0.77664	1.25439
	Departure from combined slope of component concentration-knock down regression isochrons.	$N-1=3$	1.23845	0.41248	0.66834
	Vertical scatter of original observations about component concentration-knock down regression isochrons, the experimental error.	$S(n)=8$	4.93732	0.61717	1.00000

するおそれがあるため、こゝでは b_1 の記号をもちいておく。そして a_2 および b_2 はともに常数である。一定の操作をほどこして算出した関係式は、第8表前半のごとくで両者ともよく一致している。なお $y_k=5$ とおくと KD-50 のときの時間-濃度関係すなわち時間-濃度中央致落下仰轉虫数率の関係がもとめられるが、第8表後半に示めたこれらふたつの数値はともによく一致し、また第3節において $(T-Y_K)_C$ および $(C-Y_K)_T$ の2曲線からもとめた式とよく一致しているといえる。分散分析法によつて関係式の適合性を検定した結果は第9表のごとくで、きわめて満足すべきものであることをしめしている。

(5) 有効成分の物理乃至化学的定量との関係. BHC 粉剤のイエバエ成虫にたいする毒作用を統計生理学上の見地から分析し、検討した結果、上述のごとく濃度、時間および致落下仰轉虫数率三者いづれの関係においても、それぞれ一定の生物学的法則がそこに成立することをつた。換言すればこうした統計学上の数値から、逆に今回筆者のおこなつた生物試験が材料方法ともにすべて満足すべきものであり、BHC 粉剤有効度の生物学的の一定量法として、今後とりあげてしかるべき充分の價値をもつていと結論してさしつかえないようである。しかしながら、こゝで注意しなければならないことは、以上のごとくきわめて純粋状態にある BHC 粉剤について生物学的に検定した結果は、同一試料についてポーラログラフ法赤外線吸収スペクトル法、乃至凝固点降下法などによる γ -BHC の物理乃至化学的分析結果とはおそらく完全に一致するものとおもわれるのであるが、ひとたび工業製品粉剤にかんした場合、生物学的に γ -BHC 相等濃度として定量された有効度は、かならずしも物理乃至化学的方法による有効成分の定量結果とは、一致しないであろうということである。複雑に構成された物質エネルギー系である生物体が、粗製毒物の被刺戦体としてしめす反應現象はそのなかに含有される有効成分のみに基因して発現するものでなく、残餘の諸物質との連合作用によることがきわめておゝいからである。BHC 粉剤有効度の生物学的定量法として是認せられた本法が、どの程度、物理乃至化学的定量法による有効成分含有量と一致するかは今後にのこされた問題である。

VI 摘 要

(1) さきに長沢・高野¹⁴⁾が DDT 粉剤の有効度を、生物学的に定量する目的をもつて究明したガラスシリンダーによる撒粉降下装置とその方法が、BHC 粉剤の有効度の定量にそのまま使用できるか否かをしろうとしてひとつの實驗をおこない、その結果を統計生理学の見地から分析検討した。

(2) 時間-致落下仰轉虫数率等濃度 $(T-Y_K)_C$ 、ならびに理論的にもとめた濃度-致落下仰轉虫数率等時間 $(C-Y_K)_T$ の関係は、両者とも Bliss^{1,2,3,5)} のプロビット法による投量-抵抗性一次変換の假説に、きわめてたかい適合度をもつてあてはまる。

(3) 時間-濃度致落下仰轉虫数率の関係は、Ostwald の式に一致し、 $(T-Y_K)_c$ 曲線、および $(C-Y_K)_T$ 曲線よりもとめた時間-濃度中央致落下仰轉虫数率回歸線は、それぞれ $C^{0.147}t=10.51$ 、および $C^{0.140}t=10.38$ でその数値はほぼあいひとしい。

(4) 時間、濃度および致落下仰轉虫数率三者のあいだの関係式は、Bliss⁶⁾ の方法によつて $(T-Y_K)_c$ 曲線、ならびに $(C-Y_K)_T$ 曲線よりそれぞれ $y_k=-2.68664+7.52198t+1.10098c$ および $y_k=-2.88927+7.77659t+1.09243c$ とえられた。これからもとめた時間-濃度中央致落下仰轉虫数率回歸線は、それぞれ $C^{0.143}t=10.52$ および $C^{0.141}t=10.34$ でまゝの二式とほぼあいひとしい。

(5) 時間、濃度、致落下仰轉虫数率三者いづれの関係においても、上述のごとくその間に一定の生物学的法則が成立することは、この方法が BHC 粉剤有効度の生物学的定量法として満足すべきものであることを意味する。

(なお本研究昭和25年度文部省科学研究費に負うところが多い。銘記して感謝の意を表する次第である)。

VII. 引 用 文 献

- (1) Bliss, C. I. : Science 79 (1934) 38.
- (2) Bliss, C. I. : Science 79 (1934) 409.
- (3) Bliss, C. I. : Ann. App. Biol. 22 (1935) 134.
- (4) Bliss, C. I. : Ann. App. Biol. 22 (1935) 307.
- (5) Bliss, C. I. : Ann. App. Biol. 24 (1937) 815.
- (6) Bliss, C. I. : Ann. Ent. Soc. Amer. 33 (1940) 721.
- (7) Bulger, J. W. and O. A. Nelson : J. Econ. Ent. 32 (1939) 615.
- (8) Gaddum, J. H. : Spec. Rep. Ser. med. Res. Coun., London., no. 183 (1933).
- (9) Hemmingsen, A. M. : Quart. J. Pharm. 6 (1933) 39.
- (10) Heuberger, J. W. and N. Turner : Phytopath. 32 (1942) 166.
- (11) Jones, H. A., F. L. Campbell and W. N. Sullivan : Soap 11-9 (1935) 101.
- (12) McCallan, S. F. A. : Contrib. Boyce Thompson Inst. 11 (1940) 309.
- (13) 長沢純夫・漆葉千鶴子 : 防虫科学 14 (1949) 31.
- (14) 長沢純夫・高野武之助 : 防虫科学 15 (1950) 46.
- (15) 大沢清・長沢純夫 : 防虫科学 10 (1948) 42.
- (16) O'kane, W. C., W. A. Westgate and L. C. Glover : Tech. Bull. N. H. Agric. Exper. Sta., no. 58 (1934).
- (17) Ostwald, W. : Pflügers Arch. ges. Physiol. 120 (1907) 19.
- (18) Swingle, M. C., A. M. Phillips and J. B. Gahan : J. Econ. Ent. 34 (1941) 95.
- (19) Turner, N. : J. Econ. Ent. 36 (1943) 266.
- (20) Turner, N. : J. Econ. Ent. 38 (1945) 359.
- (21) Turner, N. : J. Econ. Ent. 39 (1946) 149.

(昭和25年12月19日受理)