

factured, using talc as carrier, by mixing the pyrethrum dust containing 0.002% of pyrethrins with 0.8% of egonol and the same molarity of the above-mentioned compounds as much as egonol, and regarding the median knock-down time calculated the time-percent knock-down curve by probit method developed by Bliss as an index of the effectiveness of its dusts, the author obtained the following conclusions: Both 2-phenylcoumarone and 2-(3,4-methylenedioxyphenyl)-coumarone had respectively devoted the effectiveness of 0.746 time and 0.891 time of egonol. That is to say, the 2-phenylcoumarone itself, the fundamental skeleton of egonol, exhibited rather moderately the synergistic action with pyrethrins, and when the methylenedioxy group is introduced into 3,4-positions of phenyl radical, the synergistic action increases, and furthermore, when ω -oxy- n -propyl side chain and methoxyl group is to be introduced into 5 and 7-positions of coumarone nucleus respectively, the activity is further increased. Egonol decreases

its effectiveness by acetylation, and increases it when oxydized to nor-egonolonidine acetate and acetylstyraxinic acid, especially the latter does it to 1.571 times of egonol. Both styraxinolic acid and dihydroconiferyl alcohol exhibit the markedly synergistic action with pyrethrins, especially the former exhibit 2.000 times as much as the effectiveness of egonol. It may be said to be an interesting observation that such compounds as containing no methylenedioxy group should denote a markedly synergistic action with pyrethrins.

In conclusion, the reason why egonol, among natural substances, exhibits its comparatively powerful synergistic action with pyrethrins is to be expounded, as due to its possessing methylenedioxyphenyl group in molecule, its fundamental skeleton being identified as 2-phenylcoumarone, the existence of ω -oxy- n -propyl side chain in 5-position of coumarone nucleus and of methoxyl group in 7-position of the same.

On the Relative Resistance of Several Species of Insect Pest of Stored Products to the Gaseous γ -BHC. Tatsuro KONO (Entomological Laboratory, Kyoto University).

Received Nov. 25, 1952. *Botyu-Kagaku* 17: 153, 1952 (With English résumé, 153)

27. 貯穀害虫数種の γ -BHC ガスに対する抵抗力*

河野達郎 (京都大学農学部

昆虫学研究室) 27, 11, 25 受理

I 緒 言

γ -BHC は単に接触剤として有効だけでなく、かなりすぐれた燻蒸剤的な効果をもつことが知られている。これは γ -BHC のもつ気化性によると考えられているが、この特性に着目して、 γ -BHC を貯穀害虫の防除に利用しようとする試みは早くよりなされてきた。なかでも貯穀害虫の大部をしめる甲虫類に対し非常にすぐれた効力をもつことは応用的価値を高くするもので、既にこのような用途をめざした製品も市販されつつある。

著者は貯穀害虫に関する研究の一環として、貯穀害虫のうち鞘翅目に属するもの数種をえらび、これらの γ -BHC ガスに対する抵抗力を実験的に比較検討したので、その概要をここに報告する。なおこの研究は文部省科学究研費の1部によつて行つたものである。

II. 供試材料及び実験方法

供試昆虫は次の6種で、30°C 恒温室で1定の条件のもとに飼育し羽化後 2~7 日目の成虫を実験に用いた。

コクゾウ *Calandra oryzae*

ココクゾウ *Calandra sasakii*

ナガシソクイ *Rhizopertha dominica*

ヒラタコクヌストモドキ *Tribolium castaneum*

アズキゾウムシ *Callosobruchius chinensis*

ヨツモンマメゾウムシ *Callosobruchius quadrimaculatus*

γ -BHC は京都大学化学研究所武居研究室で精製されたものを用いた。供試薬を分譲していただいた上記研究室に御礼を申上げる。

殺虫試験は次の方法によつた。即ち高さ約 12cm、直径 13cm のガラス容器を用い、容器の底部に 0.5 g

* 京都大学農学部昆虫学研究室業績第 218 号

ラムの γ -BHC 粉末を一樣に撒布して上面の口部はコルク栓で密封し、1 週間後より実験を行つた。供試虫は 20~25 頭宛を多孔ガラス管 (高さ 4 cm, 直径 1.6cm) に封入して、これを上部の穴から燻蒸室内の 1 定の高さに吊るすようにした。上部の穴を閉鎖することによる容器内のガス濃度変化は考えられるが、5 日後行つた予備実験の結果、死亡率に著しい変動がないことが判つたので、その影響は考慮する必要がなかつた。

この装置によると、燻蒸室内の γ -BHC ガス濃度を測定しない限り、昆虫に対する実際の作用薬量は判らないので、本実験では薬量として作用時間を取り、種々の作用時間に対する死亡率を求めた。したがつて得られる結果は薬量-死亡率曲線と本質的にはちがわないものである。1 定時間処理した供試虫はガス室より取出し、それぞれの昆虫の餌料(米又はメリケン粉)を与えて 30°C に保護し、約 1 日後にその生死を判別した。実験は 2~4 回反復した。

III. 実験結果及び考察

供試昆虫の 6 種のうち、アズキノウムシとヨツモンマメゾウムシ以外のものでは雌雄の抵抗性に有意な差

のないことが予備実験の結果から推定されたので、これらの昆虫は雌雄を区別せず実験を行つた。したがつて供試虫の種類は 8 種類となつた。これらをそれぞれ γ -BHC ガスに接触処理した結果、それぞれの作用時間に対応する死亡率は第 1 表の如く求められた。別に無処理の標準区を設けたが、いずれも死亡率は 0% を示したので死亡率補正の必要はなかつた。

第 1 表の結果から γ -BHC に対する各昆虫の抵抗性の凡その傾向は見出せるが、更に客観的にこれを評価することがのぞましい。そのため Bliss⁹⁾ のプロビット変換法により詳細な計算を行つた。これらの作用時間に対する死亡率の分布は観測点が少いため χ^2 -検定では必ずしも適合しなかつたけれども時間の実数に対してほぼ正規分布することが認められた。計算によつて得られた回帰直線方程式及びそれから得られた主要な数値は第 2 表に示す通りである。

この結果からみて、これらの昆虫の間にはその抵抗性においてかなり顕著な差が認められるが、とくにヨツモンマメゾウムシとコクヌストモドキは γ -BHC に対して強い抵抗性を示し、アズキノウムシ、コクゾウ、ナガシクタイのそれは弱いと言える。しかしこの抵抗

Table 1. Time-mortality data for several species of insect pest of stored product exposed to gaseous γ -BHC for different times. (at 33°C)

Name of Species	No. of Insect Used	Exposure Time in Hours															
		2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	
<i>Calandra oryzae</i>	1100	—	0	2	6	15	23	68	68	87	95	99	100	—	—	—	—
<i>C. sasakii</i>	600	1	30	40	83	94	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Rhizopertha dominica</i>	800	1	5	14	39	72	81	94	99	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Tribolium castaneum</i>	1100	—	—	—	—	0	3	7	28	40	66	65	74	87	80	95	—
<i>Callosobruchus chinensis</i> , ♀	600	2	38	48	88	82	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
" " ♂	600	6	20	56	80	100	98	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>C. quadrimaculatus</i> , ♀	1100	—	—	—	2	2	4	22	30	36	50	72	60	78	80	—	—
" " ♂	700	—	—	0	4	18	52	84	74	100	—	—	—	—	—	—	—

Table 2. Results of regression analysis for time-mortality data shown in table 1.

Name of Species	Regression Equation $Y = a + b(X - \bar{x})$	MLT *	Degrees of Freedom	χ^2
<i>Calandra oryzae</i>	$Y = 5.031 + 0.269(X - 13.766)$	13.651	7	11.263
<i>C. sasakii</i>	$Y = 5.066 + 0.401(X - 6.179)$	6.013	3	18.602
<i>Rhizopertha dominica</i>	$Y = 5.088 + 0.340(X - 9.115)$	8.856	6	4.572
<i>Tribolium castaneum</i>	$Y = 4.903 + 0.171(X - 19.611)$	20.015	8	29.826
<i>Callosobruchus chinensis</i> , ♀	$Y = 5.071 + 0.295(X - 6.082)$	5.841	3	24.987
" " ♂	$Y = 4.909 + 0.389(X - 5.672)$	5.905	3	1.340
<i>C. quadrimaculatus</i> , ♀	$Y = 4.837 + 0.142(X - 19.573)$	20.714	9	16.274
" " ♂	$Y = 4.905 + 0.297(X - 12.196)$	12.515	3	21.871

* MLT = median lethal time (in hours)

Table 3. Quantity of oxygen consumed by test insects before treatment at duration of five minutes (30°C)

Name of Species	No. of Insect Used	Body Weight of Insect	Volumes of Oxygen consumed by Insect	Volumes of Oxygen Consumed per gram of Body Weight
<i>Calandra oryzae</i> ♀	100	mg. 1.80	cm ³ 0.000350	cm ³ 3.886
" " ♂	100	1.85	0.000340	3.689
<i>C. sasakii</i>	100	0.95	0.000226	11.858
<i>Rhizopertha dominica</i>	100	0.91	0.000143	7.718
<i>Tribolium castaneum</i>	100	2.61	0.000386	1.774
<i>Callosobruchus chinensis</i> ♀	50	4.73	0.000722	1.373
" " ♂	50	3.58	0.000627	1.751
<i>C. quadrimaculatus</i> ♀	50	3.84	0.000648	2.194
" " ♂	50	2.68	0.000635	2.299

性の相違が何を意味するかはわからない。このような毒性ガスに対する昆虫の抵抗力に關与する因子としては色々考えられるが、そのうち重要なものとして呼吸量の大小が考えられる⁹⁾。Carpenter and Moore¹⁰⁾は昆虫の種類による青酸ガスに対する抵抗力の相違がそれら昆虫のガス吸入量の大小とかなりよい並行性をもつことを示した。著者はここに用いた昆虫の種類のあいだにこのような関係がみられるかどうかを検討してみた。即ち各種類の呼吸量を、Krough 式の micro-respirometer を用いて単位時間（5分間）毎の酸素消費量を測定することによつてしらべ、この結果をそれぞれの種類の示した抵抗力（MLT）と対比することとした。第3表は呼吸量測定の結果である。この測定は各種類ともガス接触の前に 10~25 頭を用いて反復して行つたもので、1回の測定群については5分毎に数回継続して酸素消費量を求め得られた測定値を平均した。表に示した消費量は便宜上、30°C、1気圧における酸素の容積（cm³）であらわした。

いまこの測定値によつて各種類の γ -BHC に対する抵抗力との関係をみるため、両者の関係を図示してみると第1図の如くなる。

この図によつて著者は次の如き推定が必ずしも不可能でないことを指適したい。即ち γ -BHC のガスに対する昆虫の抵抗力はそれら昆虫の呼吸作用のみによつて説明できるとは考えられないが、全く無関係ではないと思われる。ここに用いた昆虫のうち、2種のマメゾウムシを除く他の4種昆虫の間には点線で示すような相関的關係が見られることは興味あることである。しかし2種のマメゾウムシ間及び雌雄の間の抵抗性の相違は呼吸代謝の強さをもつては何も説明し得ない。これらの引衷は逆に γ -BHC の作用機構を考えるうえに1つの暗示を与えるものであろう。

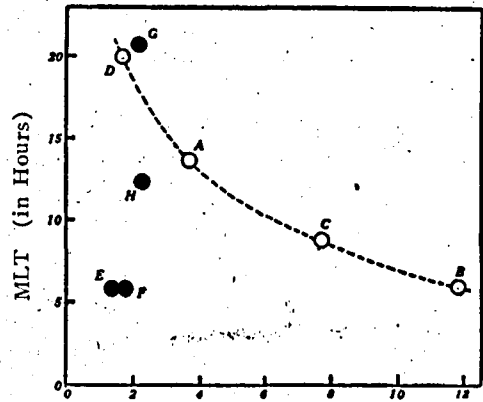
Volume of O₂ consumed at duration of five minutes (cm³)

Fig. 1. Relation between the relative resistance of several insect pests to gaseous γ -BHC and quantity of Oxygen consumed by these insects. A....*Calandra oryzae*, B....*Calandra sasakii* C....*Rhizopertha dominica* D....*Tribolium castaneum* E....Female of *Callosobruchus chinensis* F....Male of *Callosobruchus chinensis* G....Female of *Callosobruchus quadrimaculatus* H....Male of *Callosobruchus quadrimaculatus*

IV 要 約

1) 6種の貯穀害虫（成虫）の γ -BHC ガスに対する抵抗性をしらべるため、 γ -BHC のガス濃度を1定に保ち、作用時間と死亡率の関係を求めた。

2) ヨツモンマメゾウムシ♀及びコクストモドキは最も抵抗力強く、コクゾウ、ヨツモンマメゾウムシ

8, 次いで、ナガシソウイ、ココクゾウの順でアズキノウムシは最も感受性が高い。

3) γ -BHC ガスに対する抵抗性に關与する因子として呼吸代謝の大きいさを取りあげ、各供試昆虫の酸素消費量を測定して、これと抵抗性との關係を追求した。ゴクゾウ、ココクゾウ、ナガシソウイ、及びココヌストモドキの抵抗性の強弱と呼吸量の大小との間には負の相関的關係が認められた。

V 文 献

- 1) Slade, R. E. : Chem. & Indust., **40**, 314 (1945)
- 2) Cherian, M. C. & Rao, P. P. N. : Indian Farm., **6**, 572 (1945)
- 3) Gay, F. J. : Austral. Council Sci. Ind. Res. Bull., **225**, 33 (1947)
- 4) Larter, L. N. H. : Trop. Agr., **24**, 40 (1947)
- 5) Owen, E. : J. Inst. Brewing, **53**, 236 (1947)
- 6) Emmel, L. : Anz. Schädlingskunde, **21**, 89 (1948)
- 7) 中島 稔, 大久保達雄 : 防虫科学, **15**, 175 (1950)
- 8) Bliss, C. I. : Ann. Appl. Biol., **22**, 134 (1935)
- 9) Sun, Y. P. : Univ. Minn. Agr. Exp. Sta. Tech. Bull., **177** (1947)

- 10) Carpenter, E. L. & Moore, W. : J. Econ. Ent., **31**, 270 (1938)

Résumé

Using several species of insect pest of stored products, the susceptibility of them to the gaseous form of γ -BHC is compared with each other. The results on the relative resistance of the adults of these insects are analyzed by Bliss's method and shown in table 2. The resistance of insects to the gaseous γ -BHC is shown in descending order as follow :

- 1) female of *Callosobruchus quadrimaculatus*, and *Tribolium castaneum*
- 2) *Calandra oryzae*, and male of *Callosobruchus quadrimaculatus*;
- 3) *Rhizopertha dominica*, and *Calandra sasakii*;
- 4) *Callosobruchus chinensis*.

The relation between the order of relative resistance and the intensity of respiratory metabolism is discussed, for the respiratory metabolism had been considered as a possible factor bringing some influence into the susceptibility of insect to such a gaseous poison.

Relative Humidity as a Factor Influencing the Resistance of *Callosobruchus chinensis* to Heat. Masao KIKOKU (Biological Institute, Kyoto Gakugei University) Received Nov. 25, 1952. *Botyu-Kagaku* **17**, 156, 1952 (with English résumé, 161)

28. アズキノウムシの熱抵抗に關する要因としての關係湿度に就いて 清久正夫
(京都学芸大学生物学研究室) 27. 11. 25 受理

緒 言

一般に關係湿度が昆虫の熱死点を变化せしむることが知られて居る。本研究の目的は上の問題を正確に検討することである。その為には主として 48°C に就いて種々の異なつた關係湿度の下に於ける昆虫の熱抵抗の変異の分布型式を窺ひ、Probit を用いた統計的方法を利用して比較検討し、更に熱抵抗性を決定する 3 要因、關係湿度、ばく露時間及び死亡率の關係を数量的に示そうと考えた。

材料及び方法

一定の系統に属し一定の条件の下に飼育して得たアズキノウムシ *Callosobruchus chinensis* の羽化 20 時間以内の成虫を実験に供した。実験した温度は 48°C、湿度は数種の無機塩類の飽和液による調節法を採用した。その種類は $ZnCl_2$, $CaCl_2$, $Ca(NO_3)_2$, $NaBr$, $NaCl$ 、及び水である。

所定の温度の下に昆虫をばく露せしめるには一定数

の材料を所定の容器に入れて投げ入れ、所定の時間が経過した後取り出し、飼育室に移し 3 日後生死の虫数をかぞえ死亡率を算出した。これらの材料及び方法は湿度に關する事項以外は著者の前報 (1951 a) と同様であるから細部の説明は省略する。

実験成績

同一の実験を 3~4 回繰返して得た結果の平均値を求め整理して示せば第 1 表の通りである。

第 1 表に示した成績から死亡率を縦軸に時間(分)を横軸に取つて作図すれば大体 S 型をした時間死亡率曲線が得られ、其の配列の状態や傾斜の様子から湿度の相違による差を認めることが出来る。即ち雌雄共に曲線は關係湿度が低くなるに従つて順次左方へ移り、且つその傾斜が急になつて来る。然し本実験の湿度の両極端のもの、即ち 10% R. H. 及び 100% R. H. の曲線がこの図の両端に位置するとは限らないこと、と、55% R. H. と 48% R. H. の両曲線がきわめてよ