

**On the Resistibility of the Cabbage Armyworm, *Barathra brassicae* L. to BHC Emulsion and the Recovery from the Toxic Symptoms.** Tei ISHII, Taira ICHINOSE and Kenji KOJIMA (Laboratory of Agricultural Entomology, Faculty of Agriculture, Tokyo University of Agriculture and Technology, Fuchu, Tokyo). Received Oct. 31, 1956. *Botyu-Kagaku*, 22, 63-69, 1957, (with English résumé, 69).

11. BHC 乳剤に対するヨトウムシ (*Barathra brassicae* L.) の抵抗力と処理個体の症状からの回復について 石井悌・一瀬太良・小島健司 (東京農工大学農学部 農業昆虫学研究室) 31. 10. 31 受理

謹んで春川忠吉博士の古稀を祝賀し奉る。

ヨトウムシ各令幼虫をBHC乳剤に浸漬してその感受性を調べたところ、中令期以後においてDDT乳剤に対するよりも遙かに強い抵抗力と、著しい中毒症状からの回復を見出した。さらに、抵抗の機構を知るために体内に $\gamma$ -BHCを注入しその時間的消長を追求した。

Weinman & Decker<sup>6)</sup> が army worm に対する毒力を DDT 及び BHC で比較した結果は、体重の増大した後令期幼虫に対しても BHC の方が DDT よりも毒力が大であると報告している。ところが本邦において近縁のヨトウムシ (*Barathra brassicae* L.) 幼虫に対する BHC の毒力については、粉剤の物理性に関する研究<sup>9)</sup> をみるのみであつて、実際の使用者からはむしろ無効であるという声を聞くことが多い。筆者らは既に本昆虫の孵化直前の卵内の幼虫が $\gamma$ -BHC に対して比較的的感受性が高いことを認めていたので、上記のような報告に興味をいだき、幼虫の発育と感受性の関係を検討すべく実験を行った。先ず外部処理によつて BHC 乳剤に対する各令幼虫の感受性をしらべたところ、特に中令期以後に於いて DDT 乳剤に対するよりも遙かに強い抵抗力と、又 DDT の被害の場合には見られなかつた顕著な中毒症状からの回復を見出した。

Oppenoorth<sup>3,4)</sup> は BHC に対する抵抗性イエバエと非抵抗性イエバエについて BHC 代謝の時間的変化の速度を比較し、両者の間に著しい差異を見出した。本昆虫の BHC に対する抵抗力も抵抗性イエバエのように特異な点があるのではないかと考えて更に 1, 2 の実験を追加した。以上の結果を報告したい。

本研究にあたり、農林省農業技術研究所石井象二郎、平野千里両技官ならびに東京大学山崎輝男、橋橋敏夫両氏は種々御教示と実験の便宜を与えられ、又京都大学化学研究所長沢純夫博士から有益な御教示を戴いた。これらの方々には厚く御礼申し上げる次第である。又当研究室波谷成美、栗林力両君の協力を感謝する。

#### 実験材料

供試ヨトウムシは東京都下府中市東京農工大学附属農場より卵塊及び幼虫を採集して、カラシナ及びカブ

の葉を食餌として飼育した。処理に当つては前報の DDT 乳剤の場合<sup>9)</sup> と同様、脱皮前の眠に入つたものや脱皮直後のものはすべて除外し、多数の個体群中より充分に発育を遂げた斉一な個体を雌雄を考慮せずに選出して供試した。6令幼虫では発育日数が10日内外に延長し、個体差も甚だ大きくなるので生体重 1.0~1.2g のものを用いた。以上により各令幼虫に対してはその令期内における最大に近い抵抗力が求められるものと考えた。

供試した BHC 乳剤及び対照とした乳剤は下記の組成である。

$\gamma$ -BHC 20%;  $\gamma$ -BHC 10.0000 g, acetone を加えて 50 cc とする。

乳化剤 (polyoxyethylenealkylester) 25 cc.

対照: acetone 50 cc に乳化剤 25 cc を加える。

原液は acetone 溶液として保存し、実験前に乳化剤を加え蒸溜水で所定濃度に稀釈した。

#### 実験方法及び結果

浸漬処理による各令幼虫の抵抗力の比較

〔実験方法〕処理は1回につき供試個体 10~20 を用い、所定濃度稀釈液に10秒間浸漬した。実験は 4~6 回繰返し、全供試個体数は 2900 であつた。葉液より引上げた個体は手早く液を切つて底部に濾紙を敷いたペトリシャーレ (1~4 令幼虫には直径 9cm 高さ 2cm, 5~6 令幼虫には直径 12cm 高さ 3cm のものを用いた) に収容し、すっかり皮膚が乾いてから食餌を与えた。なおこれらの容器は上面を寒冷紗又は金網蓋で覆つて通気を良好にした。葉液の処理温度は 25°, 処理後は室温下に放置した。実験期間中の平均温度は 21.5 ± 3.7° であつた。

処理個体は処理後 3~7 日間観察し、24時間毎に斃死虫を加算したが、これは 1~4 令幼虫に対して 3日

後、5、6令幼虫に対して5日後に止めた。これは令期の進むに従って致死時間が長引く故である。一見斃死虫の如く見えて針で触れると体の一部にかすかな動きを見せる瀕死虫は全く回復する見込がないので死虫に加算した。

〔結果〕(1) 各令幼虫の抵抗力；実験成績より致死率を Probit に変換し、濃度を対数におきかえて濃度-致死率回帰直線の方程式を求め、各令幼虫の MLC を算出すると第1、2表及び第1図の通りである。

2令、3令及び4令幼虫の回帰直線は  $\chi^2$  の確率が 0.05 以下であるので適合しない。恐らく用いた供試虫の斉一性がやゝ悪かつたものと思われる。又回帰直線は3令幼虫と6令幼虫のものがそれぞれ濃度の高い

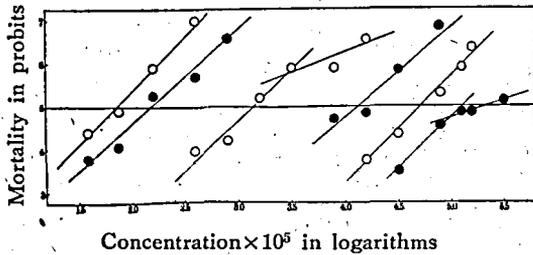


Fig. 1. Concentration-mortality curves of the larvae of *Barathra brassicae* L. to  $\gamma$ -BHC emulsion applied by dipping method. From left to right: 1, 2, 3, 4, 5 and the 6th instars.

部分で2折して勾配を減じた。これが供試材料の欠陥に起因しているのか、乳剤の性質に起因しているのかは全く不明である。

各令幼虫の抵抗力は令期の進むに従ってそれぞれ増加するが、その増加率は DDT 乳剤に対する場合のように漸進的ではなく、2~4令の間に於いて著しく高まっている。1令幼虫は比較的に感受性が高いが、これは孵化直前の幼虫が BHC 乳剤によつて卵内で高率に斃死する事実<sup>3)</sup>とよく一致する。2令に進むと既に1令幼虫の2倍の抵抗力を示し、3令の相対抵抗力は1令の約18倍、4令約180倍、5令約700倍、6令約1700倍となっている。これらを各令幼虫の体重と比較すると特に4令及び5令幼虫の抵抗力が体重当りに著しく増加していることが指摘出来る。各令幼虫間に於ける抵抗力の増加率は上述の如く中令期で大きくなっているが、5令及び6令では漸次に減少している。又1~4令ではそれぞれ90%以上の致死率を示す $\gamma$ -BHC濃度の対照区に於いて死亡率が0%か又はこれに近いのに反し、5令では $\gamma$ -BHC 1%、6令では2%の対照区において死亡率が高く50%以上に達している。毒物に対してこのような大きな抵抗力が示される場合には、如何に昆虫体に影響の少ない溶媒でも、投薬物は必然的に濃厚或は多量にならざるを得ない。したがつて毒物以外の溶媒や乳化剤の影響が強く現われてくるのであろう。それ故仮に毒物以外の物質の影響をより

Table 1. Equations of concentration-mortality curves of the larvae of *Barathra brassicae* L. to BHC emulsion applied by dipping method and  $\chi^2$  tests for comparing the results of observations with the computed curves.

Instar	Number of individuals	Regression equation	Degrees of freedom(n)	$\chi^2$	Probability in $\chi^2$ test
1	541	$Y=5.21527+2.592(X-1.76161)$	2	4.926	0.1 $>Pr>0.05$
2	639	$Y=4.99042+2.189(X-1.98920)$	3	11.949	0.01 $>Pr>0.001$
3	487	$Y=4.96358+2.408(X-2.91860)$	2	6.566	0.05 $>Pr>0.02$
4	494	$Y=5.29532+2.191(X-4.07174)$	2	10.260	0.01 $>Pr>0.001$
5	342	$Y=4.82386+2.505(X-4.45836)$	3	1.575	0.7 $>Pr>0.5$
6	130	$Y=4.29565+2.359(X-4.62198)$	1	0.204	0.7 $>Pr>0.5$

Table 2. Differential resistibility of the larval instars of *Barathra brassicae* L. to BHC emulsion applied by dipping method.

Instar	Average body weight (mg)	Log. median lethal conc. ( $\times 10^5$ )	Regression coefficient	MLC	Relative resistance
1	0.7	1.6786 $\pm$ 0.0257	2.592 $\pm$ 0.048	0.00048	1.0
2	3.1	1.9936 $\pm$ 0.0275	2.189 $\pm$ 0.089	0.00099	2.1
3	13.7	2.9337 $\pm$ 0.0263	2.408 $\pm$ 0.153	0.0086	17.9
4	45.5	3.9370 $\pm$ 0.0332	2.191 $\pm$ 0.234	0.086	179.2
5	290	4.5287 $\pm$ 0.0321	2.505 $\pm$ 0.053	0.34	708.3
6	1098	4.9206 $\pm$ 0.0909	2.359 $\pm$ 0.329	0.83	1729.1

少くすることが出来れば、5令及び6令の抵抗力は更に大きくなるのではないと思われる。

(2) 致死時間; 令の増加に伴つて致死時間の延長がみられたことは DDT 乳剤の場合と同様であつたが、DDT よりも一般に短いようである。即ち 2, 3 令は MLC 以下の低濃度でも 24 時間以内、4, 5 令は 2 日以内に大半の斃死虫を確認出来る。6 令でも 3 日後には生虫と斃死虫とを決定出来ることが多く、致死に 5 日以上を要するものは殆んど見られなかつた。なお一旦殆んど正常に回復した個体が数日後に至つて突然死んだ場合は、毒物の影響を無視出来ないけれども 2 次的原因によることが大きいと認め、これらを少数の明らかな病死虫と共に棄却した。

(3) 中毒症状と症状からの回復; 死に至る中毒症状の外見は DDT の場合と似ているが、多少異なり、急激な痙攣はより散発的である。しかし中毒個体の体形や症状の移行などは DDT の場合とよく似ている。浸漬処理後の消化管液の吐出は 3~5 時間後に著しい。

特異な点は DDT の場合には見られなかつた中毒症状からの回復が外見的に明確に認められたことである。即ち  $\gamma$ -BHC 0.5% 区では症状が不明確であつたが、1% 区では処理 1 時間後に烈しい痙攣反射を示した個体に、24 時間後の観察ではその症状の消失と摂食が認められた。しかし本例では処理後間もなく溶媒によると思われる影響が併発したのであまり好適な例ではない。症状からの回復については後にも述べる。

注射による 6 令幼虫の抵抗力

浸漬法では毒物が体内に入る過程は徐々であると考えられ、この実験で著しい抵抗力を示しても一時に体内に多量の毒物を注入すると感受性が高くなる場合も起り得よう。そこでこのような体内抵抗を吟味する意味で次の注射を行つた。なお以下の実験には取扱いと観察が容易な 6 令幼虫を用いた。

〔実験方法〕 供試個体の選出、供試薬液の処方は実

験 1 に準じ、注射方法は DDT の場合と同様である。即ち注射針 1/4 を用い肛門下部より所定濃度に稀釈した薬液を 1 匹当り 0.1cc 注射した。本法によると針先は腹部第 5, 6 節腹面の皮下に透視出来、注意して行うときは体液、薬液の漏出は全く認められず確実に体腔内に注入し得るものである。処理温度は 25°, 処理個体の取扱いや致死率の求め方は実験 1 に準じた。

〔結果〕 薬量対数-致死率 プロビット 回帰直線式を求め、これより  $\gamma$ -BHC, LD-50=40.256 $\gamma$ , LD-90=166.441 $\gamma$ , LD-99=1233.67 $\gamma$  を得た (第 3, 4 表, 第 2 図)。これらの数値から直接体内に  $\gamma$ -BHC を入れた場合にも強い体内抵抗力を示すことがわかる。

症状と処理個体の回復;  $\gamma$ -BHC の作用による症状を正確にとらえるには、山崎・石井<sup>7)</sup> がイエバエ及びゴキブリについて示したように作用点である神経を観察して時間単位の痙攣誘発率を求め得れば好都合である。ところが本昆虫の場合、リンゲル液中の切開標本から神経の痙攣を観察すると極めて散発的であつて、

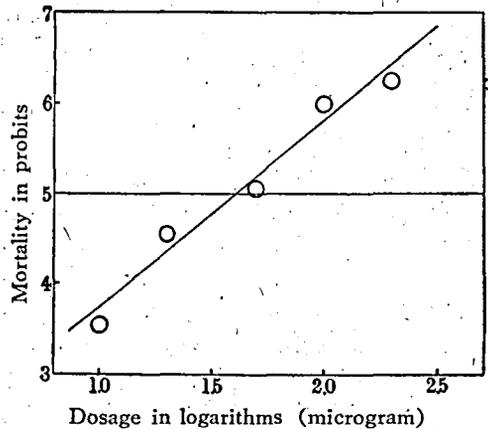


Fig. 2. Dosage-mortality curve of the 6th instar larvae of *Barathra brassicae* L. to  $\gamma$ -BHC emulsion applied by injection method.

Table 3. Equation of dosage-mortality curve of the 6th instar larvae of *Barathra brassicae* L. to BHC emulsion applied by injection and  $\chi^2$  test for comparing the results of observations with the computed curve.

Number of individuals	Regression equation	Degrees of freedom (n)	$\chi^2$	Probability in $\chi^2$ test
342	$Y=5.13225+2.079(X-1.66844)$	3	3.545	$0.1 > Pr > 0.05$

Table 4. The resistibility of the 6th instar larvae of *Barathra brassicae* L. to BHC emulsion applied by injection method.

Body weight (g)			Log median lethal dose	Regression coefficient	LD-50 ( $\gamma$ )
Max.	Min.	Ay.			
1.35	1.01	1.13	$1.6048 \pm 0.0388$	$2.079 \pm 0.037$	40.256

明確な算定が困難である。それ故処理個体をそのまま外部より観察したが、注射の場合は浸漬処理よりも症状の発現、例えば痙攣、消化管液の吐出等が遙かに短時間に起り、又  $\gamma$ -BHC を含まない対照区の差異がより明らかであった。本実験では浸漬の場合と異なり処理虫の転倒と起上り。(正常姿勢に戻ることを意味する)は  $\gamma$ -BHC による症状の程度や処理昆虫の回復を知るのにひとつの指標となり得るように思われた。何故ならば対照区に於いて  $\gamma$ -BHC 200 $\mu$  及び 100 $\mu$  両実験区の対照共、やゝ摂食量が落ちる他全く中毒症状の発現が認められなかつたからである。以下 2, 3 の例について表示する (第5表)。

上記の考察から第5表の症状は主として  $\gamma$ -BHC によるものと考えてよいと思われる。表は僅かな例に過ぎないが、注射による致死率の振れは浸漬法に比して遙かに少く、追試の結果もその症状の時間的経過は大体上表と大差がなかつた。更に  $\gamma$ -BHC 100 $\mu$ , 20 $\mu$  というような薬量区の症状を参照すると症状の発現、例えば歩行失調、転倒、苦悶などが注入薬量の減少に伴つて順次段階的におくれ、又回復、例えば起上りや苦悶の消失が速やかになつてゐる。10 $\mu$  区については、おそらくこの過程が最も短縮されて症状の発現と消失が相殺するために外見的に殆んど症状が現われないように考えられる。従つて典型的な症状の移行乃至処理個体の回復過程を外見的に観察するには上表の LD-50 附近を選ぶのが適当と思われる。致死率の高い 200 $\mu$  注射区では一旦殆んど麻痺に入つた1個体が4時間後に正常姿勢に戻るのが認められた。これは明らかに症状の或程度の回復と考えられる。しかしこのような高濃度では溶媒のアセトンや乳化剤の影響も大きくなると思われるし、又一旦回復して長時間の摂食不能や苦悶によるエネルギーの消失、消化管液吐出による水分の欠亡等に起因する衰弱によつて2次的に死亡することが想像される。50 $\mu$  区における消化管液吐出は甚だ顕著であつて、一般に処理5分後頃より激化し、10分前後に最も多量に吐出される。従つて50 $\mu$  区における処理個体の処理後の体重の減少は他の区におけるそれよりも著しいが 10 $\mu$  区や対照各区に於いてはかかる消化管液の吐出は殆んど認められない (第3図)。

#### 処理個体内における $\gamma$ -BHC の時間的消長

以上の抵抗力の機構を知るための一つの手掛りとして体内に注入した  $\gamma$ -BHC の時間的消長を定量的に追究した。もしこれらの抵抗力が、イエバエの BHC 抵抗系系統<sup>3,4)</sup>に見られるような急速な BHC の無毒化合物への変化によるものであれば、本昆虫における症状からの回復をよく説明出来ると考えたからである。

〔実験方法〕  $\gamma$ -BHC の処理方法は実験2によつた。

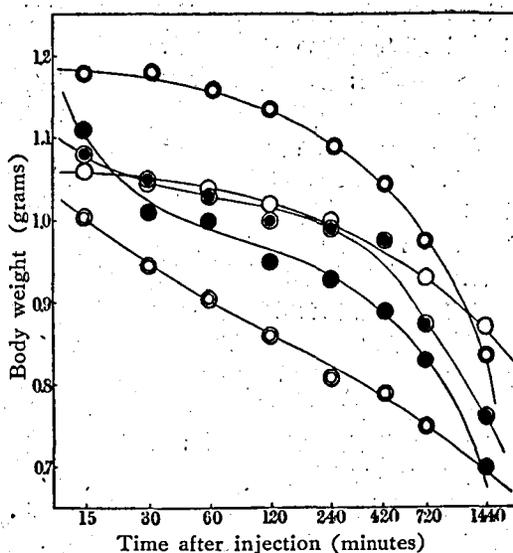


Fig. 3. Decrease in body weight of the 6th instar larvae of *Barathra brassicae* L. injected with BHC emulsion.

- Larva injected 10 microgram of  $\gamma$ -BHC,
- Larva injected 50 microgram of  $\gamma$ -BHC,
- Larva injected 200 microgram of  $\gamma$ -BHC,
- Larva injected control without BHC to 200 microgram of  $\gamma$ -BHC,
- Larva not treated.

薬量は症状と比較する意味から LD-50 附近がよいと考え、このため1匹当たりの注射量を  $\gamma$ -BHC 50 $\mu$  とした。

測定時間は症状の回復経過を考慮して処理後5分、15分、30分、1時間、2時間及び5時間の6区とした。処理個体は1区10匹とし、処理後所定の時間を経過してからこれらを乳鉢に移し、アセトンを加えつゝ十分に磨砕した。次いでこれを減圧濾過して残渣を除いた。残渣は更に2, 3回 acetone で洗滌し、洗滌液は濾液と合した。この acetone 抽出液を4 $^{\circ}$ に冷蔵し、順次定量に供したが、本液の pH は 4.8~5.0 で、溶解している  $\gamma$ -BHC は安定と考えられる。

$\gamma$ -BHC の定量はアズキノウムシを用いた生物検定法によつた。各抽出液は減圧濃縮して 50cc に定容した。直径 9cm のペトリシャーレの底部に濾紙を敷き、これに一定量の試料を付けてアセトンが蒸発した後に約 50 匹のアズキノウムシを放つた。次いでこれらを 30 $^{\circ}$  の定温室に保ち、48時間後に致死率を調べた。なお、あらかじめ standard の薬量-致死率曲線を求めておいて試料と LD-50 を比較することによつて薬

Table 5. Showing toxic symptoms and the recovery from them, in the 6th instar larvae of *Barathra brassicae* L. injected with BHC emulsion.

Time after treatment (minutes)	Dosage of $\gamma$ -BHC 200 $\gamma$		Dosage of $\gamma$ -BHC 50 $\gamma$		Dosage of $\gamma$ -BHC 10 $\gamma$	
	Mortality computed	92.6%	Mortality computed	57.8%	Mortality computed	10.4%
	Number of individuals	5	Number of individuals	5	Number of individuals	5
Immediately after	standstill of creep. gait somewhat ataxic.		normal.		normal.	
2	tumble, fall in pang.		ataxy.		standstill or slow creep.	
5	body segments begin to shorten.		fall in pang, and begin to vomit.		ditto	
10	vomition of juice of digestive tract is remarkable.		begin to tumble. vomition of juice of digestive tract is most remarkable. body segments begin to shorten.		ditto body segments not shorten. no feeding.	
30	vomition cease, fall in paralytic period.		repeat to tumble and to rise. violent convulsion sporadic. vomition of juice decreased.		ditto	
60	ditto		all individuals have returned to normal posture, movement inactive. violent convulsion cease.		begin to feed.	
120	ditto		three individuals have recovered normal form. defecate, but do not feed.		normal, quantity of feeding increase.	
240	one returns to normal posture.		ditto		ditto	
300	one in paralysis falls in syncope. four others (one of them is in normal posture) show weak convulsion (3~8 per minute).		one tumbles again.		ditto	
540	two died. two others are in paralysis. one in normal posture does not feeds. above of them show weak convulsion.		one in tumble falls in paralysis.		ditto	
1440	two died. one in normal posture does not feeds.		above one fall in syncope, three others fed.		ditto	

量を算出した。

【結果】 定量した結果を第6表に示す。

5分後より2時間後迄の5つのプロット間には殆んど差が見られないが5時間後に至つて僅かに減少が見

られる。本実験の結果より体内に存在する $\gamma$ -BHCの減少と、実験2で述べた症状の回復、特に転倒した個体が苦悶状態より脱して正常姿勢に戻る経過とが平行的でないことがわかつた。

Table 6. The amounts of  $\gamma$ -BHC recovered from the 6th instar larva of *Barathra brassicae* L. which was kept for various times after injection of  $\gamma$ -BHC emulsion.

No.	I	II	III	IV	Av.
Time					
min.	$\gamma$				
5	13.567	21.210	12.197	—	15.658
15	13.203	13.265	19.624	—	15.364
30	12.993	16.414	18.058	19.380	16.711
60	12.530	17.311	22.521	—	17.454
120	23.980	24.007	15.458	—	21.148
300	5.438	10.443	12.484	—	9.455

## 考 察

1. BHC 乳剤に対する抵抗力の強さ：浸漬処理した各令幼虫の抵抗力を DDT 乳剤の場合と比較すると大差のないのは1令のみで、2令に進むと既に DDT 乳剤に対する4令幼虫の抵抗力に匹敵する。3令になると DDT 乳剤に対する5令幼虫の抵抗力を遙かに凌駕し、5令では後者に対する6令幼虫の抵抗力の2倍を超えている。6令では DDT 乳剤に対する場合の6倍の抵抗力が見られるが、これを注射による  $\gamma$ -BHC の LD-50 と  $\alpha, \beta$ -DDT のそれとで比較すると、前者が後者の約4倍となっており、若干低い値が得られる。しかし何れの処理によつても DDT 乳剤に対するよりも遙かに強い抵抗力を示している。

$\gamma$ -BHC 水和剤を使用した予備実験では、4令幼虫に対する MLC が 0.182% (W/V) であつて、本実験による4令幼虫よりも強い抵抗力を示した。 $\gamma$ -BHC の適用形態を変えて作用力の相違を吟味することは本研究の目的ではないが、3令以後のヨトウムシが BHC 乳剤に対して示す抵抗力は特に著しいものと思われる。ヨトウムシを対照として BHC 粉剤の効果を報告した岡場試験<sup>9)</sup>では、研究目的が筆者らのそれと異なっているために本昆虫の抵抗力に関する詳細は不明であるが、調査時に死虫よりも苦悶虫が多かつた点、 $\gamma$ -BHC 1% 粉剤に対する致死率が概して低い点等より、本研究で明らかにした昆虫の強い抵抗力を想像出来るように思われる。

2. 処理個体内における  $\gamma$ -BHC の時間的消長と中毒症状の消失との関係：Oppenoorth<sup>3,4)</sup>によると注射によりイエバエ体内に注入された  $\gamma$ -BHC の代謝速度は非抵抗性系統と抵抗性系統との間に著しい差があり、前者が処理後4時間以内に1/3以下の減少を示したのに対し後者は約80%を失っている。上記の実験結果よりみるとヨトウムシにおいては、イエバエの両系統の何れとも著しく異なっており、 $\gamma$ -BHC は注射後5分乃至5時間の間に顕著な減少を示さず、それ故本昆虫の中毒症状の回復は急速な  $\gamma$ -BHC の分解消失

によるものでないことが明らかである。幼虫の症状及び体内における  $\gamma$ -BHC の量的変化より判断して、 $\gamma$ -BHC は神経に達して毒作用を示す一方、相当量が幼虫の体内でそのまゝの形で吸着その他の機構により一時的に不活性化されるものと考えられる。

次に処理5分後の  $\gamma$ -BHC の回収率が50%以下に減少しているが、これは5~300分間における BHC の代謝速度から考えて、無毒化合物へ急速に変化したためにのみよるとは考え難い。消化管液吐出が処理5分以後に激化するにも拘わらず、体内の薬量がこれと平行的に減少しない点、ならびに注射方法より推して  $\gamma$ -BHC が直ちに消化管内に入つて消化管液と共に経口的に排出されることは起り得ないと思われ、おそらく一部は磨砕より濾過の過程において失われたものと考えている。何れにしても注射後2~5時間の、外見的には無処理個体と殆んど変らない迄に症状より回復した幼虫体内に、なお相当量の  $\gamma$ -BHC が残存し回収し得た事実は興味深い。

## 摘 要

筆者等は1955年ヨトウムシ (*Barathra brassicae* L.) (幼虫) について浸漬法及び注射により BHC 乳剤に対する抵抗力を検討した。

1) 浸漬処理によると各令幼虫に対する  $\gamma$ -BHC の MLC は1令 0.00048, 2令 0.00099, 3令 0.0086, 4令 0.086, 5令 0.34, 6令 0.83% (W/V) であつて、2令より4令の間に著しい抵抗力の増加が見られた。

2) 注射によると6令幼虫に対する  $\gamma$ -BHC の LD-50 は平均体重 1.13g あたり 40.256 $\gamma$  である。

3) BHC 乳剤の毒作用を受けた個体の致死時間は一般に DDT 乳剤に対するよりも短い、一方症状から回復して正常に戻る個体が認められた。

4) 処理個体の中毒症状の発現は薬量の多い程早く、その症状からの回復は薬量の多い程おそい。注射によると LD-50 附近における生存虫では5分後より症状

が発現し、1~3時間で回復に向かうものが多いが、LD-10附近では外見的に殆んど症状が現われない(第5表)。

5) ヨトウムシ体内に入れた $\gamma$ -BHCは処理5分後より2時間後迄殆んど量的変化が認められず、5時間後に僅かに減少が見られた。それ故体内に入った $\gamma$ -BHCの減少は、その個体の中毒症状の発現から回復までの推移とは平行的でないということが指摘出来る。

文 献

- 1) 一瀬太良・石井象二郎：応用昆虫 11, 1(1955).
- 2) 石井悌・一瀬太良：農業及園芸 28, 883(1953).
- 3) Oppenoorth, F. C. : Nature 173, 1000 (1954).
- 4) Oppenoorth, F. C. : Nature 175, 124(1955)
- 5) 鈴木照磨・滝田清・能勢和夫・堀江平三：応用昆虫 3, 42 (1952).
- 6) Weinman, C. J. & G. C. Decker : J. Econ. Entomol. 44, 547 (1951).
- 7) 山崎輝男・石井敏夫：応用昆虫 11, 168(1955).

Résumé

The resistibility of the larvae of *Barathra brassicae* L. to BHC emulsion applied by dipping and injection methods was studied by the writers in 1955 in the laboratory. BHC emulsion concentration used for the study consisted of the following components:  $\gamma$ -BHC 10g, acetone was added to it to reach 50cc, polyoxyethylenealkylester. 25cc.

The results obtained are as follows:

1) MLC of  $\gamma$ -BHC to each instar obtained by dipping method was as follows: 1st instar 0.00048, 2nd 0.00099, 3rd 0.0086, 4th 0.086, 5th 0.34 and

6th 0.83 per cent (w/v) respectively, and the remarkable increase of resistibility to BHC emulsion was found out between the 2nd and the 4th instars.

2) LD-50 of  $\gamma$ -BHC obtained by injection to the 6th instar was 40.256 microgram per 1.13 gram of the average body weight.

3) The times required from treatment to death of individuals treated with BHC emulsion were generally shorter than the times of ones treated with DDT emulsion. But it was noticeable that considerable numbers of individuals treated with BHC were recovered from their toxic symptoms.

4) The appearance of the toxic symptoms of treated individuals was much faster in ones received more dosage, and the disappearance of the symptoms was much slower in ones received more dosage. It was observed that the living of the individuals in which the dosage near LD-50 was injected showed the toxic symptoms from about 5 minutes after treatment and many of them began to recover from their symptoms between 1 and 3 hours after treatment, but about at LD-10 these symptoms were scarcely observed in appearance (Table 5).

5) It was recognized that the amounts of  $\gamma$ -BHC in the bodies of the 6th instar larva scarcely changed in quantity from 5 minutes to 2 hours after injection, and slightly decreased at 5 hours after the treatment. Therefore, it is able to point out that the process of the appearance and disappearance of the toxic symptoms are not parallel with the decrease of  $\gamma$ -BHC in the body.

**Preliminary Notes on Field Studies of the Snakes.** Hajime FUKADA (Biological Laboratory, Momoyama Branch, Kyoto Gakugei University, Momoyama, Kyoto). Received Oct. 31, 1956. *Botyu-Kagaku*, 22, 69~74, 1957, (with English résumé, 74).

12. 蛇類の野外における観察 深田祝 (京都学芸大学 桃山分校 生物学教室) 31. 10. 31 受理

常に私たちを温かく導びかれた恩師春川忠吉先生の古稀を謹んでお祝い申し上げます

蛇類の野外の生態は我国では殆んど調べられていない。本報は京都市伏見区の田畑地帯で行っている蛇類の生態調査の予報である。この中で蛇類の季節による出現数の消長や住み場所の変移、幼蛇の生長及び食性などについてわかった点を記した。

これまで日本の蛇の野外の生態を調べたものはごく少く、内田・今泉<sup>1)</sup>の食性についての調査、中原<sup>2)</sup>の冬眠期間出現期間の調査などがあるほかはいづれも

断片的な記録のみのようである。一方北米では Carpenter<sup>3)</sup>の garter snakes 3種の mixed population に関するすぐれた野外生態研究の他、多くの報