

- 4) Fukami, J. & C. Tomizawa: *Botyu-Kagaku* **21**, 129 (1956).
- 5) Gore, M. B. R. & H. McIlwain: *J. Physiol.* **117**, 471. (1952).
- 6) Lorente de N6, R.: A Study of Nerve Physiology, Studies from the Rockefeller Institute for Medical Research. **131** & **132**, (1947).
- 7) McIlwain, H.: *Biochem. J.* **49**, 382 (1951a).
- 8) —: *ibid.* **50**, 132 (1951b).
- 9) —: *Brit. J. Pharmacol.* **6**, 531 (1951c).
- 10) —: *Biochem. J.* **53**, 403 (1953).
- 11) McIlwain, H., G. Anguiano, & J. D. Cheshire: *ibid.* **50**, 12 (1951).
- 12) Th6rner, W.: *Arch. ges. Physiol.* **197**, 159 (1922).
- 13) Woronzow, D. S.: *ibid.* **203**, 300 (1924).
- 14) —: *ibid.* **207**, 279 (1925).
- 15) Yamasaki, T & T. Narahashi: *Botyu-Kagaku* **22**, 259 (1957a).
- 16) —, —: *ibid.* **22**, 296 (1957b).
- 17) —, —: *ibid.* **22**, 305 (1957c).

On the Joint Action of Camphor Derivatives for γ -BHC and DDT. Studies on the Insecticidal Effect of Camphor Derivatives. VI. Kaoru OHTA (Laboratory of Food, Kyoto Women's University, Kyoto) and Yasunosuke IKEDA (Takamine Research Laboratory, Sankyo Co. Ltd., Yasu, Shiga Pref.). Received Oct. 31, 1957. *Botyu-Kagaku* **22**, 367, 1957 (with English résumé, 369).

61. γ -BHC, DDT との連合作用について 樟脳誘導体の殺虫効力に関する研究 第6報 太田堅 (京都女子大学 食品学教室). 池田安之助 (三共株式会社 高峰研究所) 32. 10. 31 受理

前報¹⁾の如く γ -BHC 又は DDT に樟脳誘導体特に α' -chlorocamphor を混合するときは, γ -BHC 又は DDT の殺虫効力を増大せしめるので, 薬剤相互間にある種の連合作用が存在すると思われる。よつて先に得た殺虫試験結果について, Bliss の方法により解析を試み, 更に LD₅₀ における各薬剤の協力効果を Goodwin-Bailey の degree of Synergism の単位で示した。

前報¹⁾において, γ -BHC 又は DDT に樟脳誘導体を混合してゆくと, 次第に混合物の融点は降下し, ある割合において甚だ低い融点の共融混合物を形成することが認められた。この様な共融混合物の殺虫効力について, アズキノウムシ成虫に対する室内試験を試みたところ, 樟脳誘導体特に α' -chlorocamphor を混合することによつて, γ -BHC 又は DDT の殺虫効力が増大し, 薬剤相互間に或る種の連合作用があると思われる。よつて, これら殺虫試験から得られた測

定値を基にして, 2, 3 の解析を試みたのでその結果につき報告する次第である。

I. γ -BHC に対する樟脳誘導体の連合効果

γ -BHC + 樟脳誘導体ならびに各単剤のアズキノウムシ成虫に対する殺虫試験の結果は, 前報¹⁾の第5表に示す通りであり, 薬剤間に顕著な効力差が認められる。これらの値を Bliss^{2), 3)}のプロビット単位に置きかえ, 薬量一致死率曲線 (D-M 曲線) の一次変換の計算をなし, その回帰方程式とこれに附随する 2, 3 の

Table 1. Summary of data of experiments on the relation between dosage and mortality of Azuki bean weevil, *Callosobruchus chinensis* L. in γ -BHC and its eutectic mixtures.

Code sign	Nos. of test insects	Regression equation $y=a+b(x-\bar{x})$	Degree of freedom (n)	x^2
γ -BHC	1376	$y=6.27604+0.73668(x-1.16692)$	2	0.14778
γ -BHC+ α' -Cl. C.	1346	$y=6.29845+1.15867(x-1.15949)$	2	0.60979
γ -BHC+ α -Br. C.	1192	$y=6.12130+0.85828(x-1.16650)$	2	0.11806
γ -BHC+C.	1166	$y=6.06539+1.04489(x-1.23684)$	2	0.93001
α' -Cl. C.	759	$y=4.35492+0.77903(x-1.88948)$	2	0.01443
α -Br. C.	795	$y=3.96662+0.85363(x-1.93236)$	2	0.07543
C.	995	$y=3.57463+0.62186(x-1.92974)$	2	0.06631

Table 2. Absolute toxicity of γ -BHC and its eutectic mixtures in emulsifiable concentrates to the adult of Azuki bean weevil, *Callosobruchus chinensis* L.

Formulation	γ -BHC	γ -BHC+ α' -Cl.C.	γ -BHC+ α -Br.C.	γ -BHC+C.	α' -Cl.C.	α -Br.C.	C.
Standard deviation of susceptibility σ	1.35744	0.86306	1.16512	0.95704	1.28365	1.17147	1.60806
Efficiency of lethal action b	0.73668	1.15867	0.85828	1.04489	0.77903	0.85363	0.62186
Index of O-th order lethal dose $D_0=M$	0.56523	0.03885	0.13995	0.21722	2.71754	3.14293	4.22185
Median lethal dose $d_0=\log-IM$	0.000367	0.000109	0.000138	0.000164	0.05218	0.13890	1.66666
Median degree of dilution $1/d_0$	2721.8	9149.1	7246.3	6064.2	19.1	7.2	0.6
Median lethal dose (concentration%)	0.00367	0.00109	0.00138	0.00164	0.52181	1.38888	16.6666
MLD γ -BHC% c	0.00367	0.00054	0.00069	0.00082	—	—	—
Degree of synergism $\bar{c}/c$	1.000	9.796	5.318	4.475	0.00703 (1/142)	0.00264 (1/378)	0.00022 (1/4541)

数値を求めた結果は、第1表及び第2表の通りである。

ここで薬剤相互間の連合作用の程度を知るため、 LD_{50} における各薬剤の連合効果の強弱を Goodwin-Bailey⁴⁾により提唱された degree of synergism の単位で示すと第2表中の $\bar{c}/c$ であり、等量の樟脳誘導体を混合することにより、 γ -BHC の効力は著しく増強され、特に α' -chlorocamphor を混合する場合その作用は強くなる。

LD_{50} に於ける γ -BHC 濃度で比較すると次の通りである。

γ -BHC 単剤： γ -BHC+ α' -chlorocamphor=1.00:6.79

尚 α -BHC に対しても樟脳誘導体は連合作用を有するのではないかと予想し、 γ -BHC の場合と同様に

殺虫試験を行つたが、その作用は全く認められなかつた。

II. DDT に対する樟脳誘導体の連合作用

DDT+樟脳誘導体ならびに各単剤のアズキゾウムシ成虫に対する殺虫試験の結果は、前報¹⁾の第6表に示した通りであり、 γ -BHC の場合にあらわれた様な顕著な効力増加は認められず、特に α -bromocamphor と DDT との混合物では、かえつて効力減退の現象が見られた。

試験の結果得られた値に薬量一致死率曲線の一次変換の操作をなし、その回帰方程式及びそれに附随する2, 3の数値を求め、更に LD_{50} における各薬剤の連合効果の強弱を Goodwin-Bailey⁴⁾による協力度の単位で示すと第3表及び第4表の如くである。

Table 3. Summary of data of experiments on the relation between dosage and mortality of Azuki bean weevil, *Callosobruchus chinensis* L., in p,p'-DDT and its eutectic mixtures.

Code sign	Nos. of test insects	Regression equation $y=a+b(x-\bar{x})$	Degree of freedom (n)	x^2
DDT	985	$y=5.13608+3.00169(x-1.44231)$	2	4.64716
DDT+ α' -Cl. C.	995	$y=4.88970+4.02879(x-1.58339)$	2	1.08975
DDT+ α -Br. C.	988	$y=4.78378+3.73051(x-1.67863)$	2	0.86041
DDT+C.	1006	$y=4.83644+3.72712(x-1.59639)$	2	0.83331

Table 4. Absolute toxicity of p,p'-DDT and its eutectic mixtures in emulsifiable concentrates against the adult of Azuki bean weevil, *Callosobruchus chinensis* L.

Formulation	DDT	DDT+ α' -Cl. C.	DDT+ α' -Br. C.	DDT+C.
Standard deviation of susceptibility σ	0.33315	0.24821	0.26806	0.26830
Efficiency of lethal action b	3.00169	4.02879	3.73051	3.72712
Index of O-th order lethal dose $D_0=M$	1.39698	1.61076	1.73658	1.64027
Median lethal dose $d_0=\log-1M$	0.002494	0.004080	0.005451	0.004367
Median degree of dilution $1/d_0$	400.96	245.09	183.45	228.99
Median lethan dose concentration (%)	0.0249	0.0408	0.0545	0.0436
MLD p,p'-DDT conc. per cent c	0.0249	0.0204	0.0272	0.0218
Degree of synergism $\bar{c}/c$	1.0000	1.2205	0.9154	1.1422

III. 考 察

以上の結果を考察すると、 α' -bromocamphor 及び α' -chlorocamphor のアズキノウムシ成虫に対する殺虫効力は微弱なものであるが、これらを γ -BHC 又は DDT と混用することによって、 γ -BHC 又は DDT の効力を増強することができる。特に α' -chlorocamphor と γ -BHC との混合においては、薬剤相互間の協力作用が最も大きくあらわれる。この協力作用の機構に関しては、未だ十分な検討をしていないが、かかる有機塩素剤と α' -chlorocamphor との混合により形成される低融点の共融混合物が、昆虫体に対して展着性・附着性をよくし、または殺虫有効成分の昆虫体内への浸透を容易ならしめ、効力増加に役立っているのではないかと想像される⁹⁾。

IV. 要 約

1. α' -Bromocamphor 及び α' -chlorocamphor のアズキノウムシ成虫に対する殺虫効力は微弱であるが、 γ -BHC 又は DDT と混用することにより、 γ -BHC 又は DDT の効力は増強し、ある種の連合作用があると思われる。

2. γ -BHC に対する樟腦誘導体の協力度を LD_{50} における γ -BHC 濃度で比較すると下記の如くであり、特に α' -chlorocamphor との混合により効力増加は著しい。

γ -BHC 単剤	1.00
γ -BHC+ α' -bromocamphor	5.31
γ -BHC+ α' -chlorocamphor	6.79
γ -BHC+camphor	4.47

3. DDT と樟腦誘導体との混合においては、若干の効力増加が見られる程度で、特に α' -bromocamphor 混合時は、かえって DDT の効力減少を見た。 LD_{50} における協力度は次の通りである。

DDT 単剤	1.00
DDT+ α' -bromocamphor	0.91
DDT+ α' -chlorocamphor	1.22
DDT+camphor	1.14

4. 連合作用の機構については、 γ -BHC 又は DDT と樟腦誘導体との混合により著しい融点降下が生じ、共融混合物が昆虫体に対して薬剤の展着性、附着性もしくは殺虫成分の体内浸入等を助長する点にあるのではないかと考えられる。

終りに本研究に当り、終始御指導を賜った京都大学農学部井上吉之教授、ならびに三共株式会社野洲川工場長梶村工氏、同試験課長浜田吉一氏に深く謝意を表す。

文 献

- 1) 太田馨・池田安之助：防虫科学，22，318 (1957)。
- 2) Bliss, C. I., : Ann. Appl. Biol., 22, 134 (1935)。
- 3) 長沢純夫：農薬の理論と応用，63p (1950)。
- 4) Goodwin-Bailey, K. F. and Holborn, J. M., Pyrethrum Post, 2, (4), 7 (1952)。
- 5) 太田馨・池田安之助：防虫科学，22，219 (1957)。

Résumé

In the preceding paper, the authors reported

on the insecticidal effects of eutectic mixtures of DDT or γ -BHC with camphor derivatives formulated in emulsifiable concentrates against the adult of Azuki bean weevil, *Callosobruchus chinensis* L., in laboratory conditions. In these tests, we recognized that the camphor derivatives have certain joint action for DDT and γ -BHC, but we did not mention enough about them.

In this paper, in order to know the degree of the synergistic action of camphor derivatives with DDT or γ -BHC, we analysed the results of biological assay described in previous paper. Comparing their own effectiveness, LD₅₀ was calculated from dosage-mortality curve by probit method developed by Bliss, and the degree of synergism by the method introduced by Goodwin-Bailey et al.

The results of analyses are given in Table 1 to 4. The degree of synergism of camphor derivatives for γ -BHC is indicated as $\bar{c}/c$ in Table 2, and for DDT in Table 4.

According to these results, we supposed that the increase of lethal effect of DDT and γ -BHC by the addition of camphor derivatives is due to the formation of eutectic mixture having a very low melting point.

It is probable that the eutectic mixture tends to increase the adhesiveness to insect's cuticle as well as accelerate the permeation of the toxicant into the insect body. Nevertheless, chlorinated and brominated camphor themselves have a very weak action to the Azuki bean weevil, especially brominated camphor is inferior than that of chlorinated one.

On the Induction of the Larval Diapause and Recovery from it in the Peach Fruit Moth. Ecological Studies on the Peach Fruit Moth, *Carposina niponensis* Walsingham. V. Syôzô HUKUSIMA (Laboratory of Entomology, Faculty of Agriculture, Hirosaki University, Hirosaki, Aomori Pref.). Received Sep. 16, 1957. *Botyu-Kagaku* 22, 370, 1957, (with English résumé 377).

62. モモシンクイガの休眠性について* モモシンクイガに関する生態学的研究 第5報 福島正三 (弘前大学 農学部 昆虫学教室) 32.9.16 受理

東北および北海道地方においてはモモシンクイガの年間発生回数は普通2回であるが、約20%のものは1回の発生後直ちに休眠に入る。実験結果によれば一般に幼虫期間における低温は休眠を誘導し、高温は不休眠を誘起する。上述のように1部のものの休眠発育は早ければ8月上旬から、多くは8月中—下旬に開始されるが、この頃の気温は平均26°前後で、これは本幼虫の発育を阻止する温度外にある。したがってこの場合、休眠には温度条件以外に日長時間が比較的大きな要因として関連するものと推定された。また幼虫の休眠発育は5°前後の低温に1—3ヶ月間接触させることによって消去するが、その率は上の期間内では低温接触期間の長さに応じて高くなることを知った。

弘前地方においては、幼虫態で地下に越冬したモモシンクイガは翌春6月中旬頃より羽化し、同下旬より7月上旬にかけて羽化最盛期となる。また第2化成品は7月下旬—8月上旬に羽化し、8月中旬その最盛期に達する。しかし第1化成品の初発期が常態よりずれて7月下旬—8月上旬に羽化すると、これによる幼虫は年内に化蛹、羽化しないで直ちに冬(休眠)繭を形成する。北海道地方においては弘前地方におけるよりも初発期が多少おくれるが、第1化成品の発生経過は短くなり、終期は早くなっている。しかしその最盛期は両地方においてはほぼ同じで、宮下ら¹³⁾の9ヶ年にわたる調査結果によつてみても、第2化成品の発生期は

弘前地方におけるのと大差ない。同氏らはモモシンクイガのこのような発生型の2面性を決定する要因は環境温度の高低にあることを指摘し、その後の多年にわたる広範な調査の結果¹⁴⁾本種の発生密度の多少と、5月より8月にいたる平均気温の積算との間に正の相関があり、7月の平均気温が17.9°以下の年は全く第2化成品の出現をみないことを明かにした。

さて上のような発生型の2面性を他言をもつて表現すれば、休眠、不休眠幼虫の出現と環境条件との関係に帰着する。モモシンクイガ幼虫が越冬後第1化成品にいたる経過は越冬場所における地温の変化、土壌の水分含量などと密接に関連することはすでに前報⁵⁾においてのべたが、これによる新孵化幼虫が果実に食入後の

* 弘前大学農学部昆虫学教室業績 No. 30.