

The Toxic Action of a Mixture of γ -BHC and EDB to *Monochamus alternatus* Hope. Studies on the Control of Forest Pests. VII. Shoji ASANO, Sumio NAGASAWA and Fuyoko MAKITA (Biological Research Laboratory, Kumiai Chemical Industry Co. Shimizu) Received May 19, 1969. *Botyu-Kagaku*, 34, 111, 1969. (with English Summary, 114).

14. γ -BHC と EDB のマツノマダラカミキリ幼虫にたいする連合致死作用 林業害虫の防除に関する研究, 第7報, 浅野昌司・長沢純夫・牧田富代子 (クミアイ化学工業株式会社生物研究所) 44. 5. 19 受理

マツノマダラカミキリにたいする防除薬剤の有効度の評価は, 樹皮を剥皮して, その生死を個体別に記録し, 解析する方法が好ましい。この方法で検討した, γ -BHC と EDB のマツノマダラカミキリ幼虫にたいする連合致死作用を調べた結果は, 両者の間に相乗的な効果はみいだされなかった。

樹皮下に穿孔して加害する害虫の, 防除薬剤の有効度を評価するための, 室内試験法の確立を目的に, 著者らは, キイロコキクイムシを対象に検討を行なってきた。すなわち, マツの樹枝部から羽化脱出するこの成虫の分布が, 過大分散を示し, 負の二項分布型によく適合する知見^{1,2)}を利用して, 薬剤処理一定期間後に, 羽化脱出する成虫を数えて, その有効度を評価する方法を確立した^{9,10)}。一方, マツの主要な穿孔性害虫のひとつで, キイロコキクイムシとは生態の異なる, マツノマダラカミキリにたいしても, 簡便な室内試験方法を見出す目的で, まず樹枝部から脱出する成虫の分布を推定するために, 樹皮下に形成された穿入孔の分布について調べた。その知見を基礎に, 個体別記録の方法によって, γ -BHC と EDB の連合致死作用について検討した。その結果を報告する。

本文にさきだち, 供試木の採集に, 御協力をいただいた, 静岡県保安林巡視員鈴木時策氏に深謝する。

実験材料および方法

清水市日本平の山麓の天然松林内で, マツノマダラカミキリ *Monochamus alternatus* Hope の加害して

いる50~80年生の赤マツ11本を, 1967年12月から1968年1月にかけて伐倒し, その樹枝部を剥皮して, 長さ10cm を単位に穿入孔の数を調べた。 γ -BHC と EDB (ethylene dibromide) の連合致死作用の試験には, 同じ松林内で, マツノマダラカミキリが穿孔加害している, 約50年生のクロマツ2本を, 1968年7月に伐採し, その樹枝部を長さ20cm に玉切りしたものを供試した。 γ -BHC と EDB の単用は, 共に有効成分10%の乳剤をもちい, 両者の併用は, 使用時に4:6および1:10の割合に混合した。薬剤処理は, 所要の濃度に希釈した薬液に, 供試木を約10秒間浸漬した。その後, 室内に放置し, 2週間後に剥皮して, 樹皮下のマツノマダラカミキリ幼虫の生死数を調べた。供試木は各濃度に4本をもちいた。

実験結果と考察

(1) 樹枝部に形成されたマツノマダラカミキリ幼虫の穿入孔の分布。加害を受けたマツの樹枝部から, 羽化脱出するマツノマダラカミキリ成虫の分布を推定するために穿入孔の分布を, 長さ10cm を単位に調べた。第1表には, 調査サンプル数 N , 穿入孔の平均値 $\bar{x}$,

Table 1. Spatial distribution of burrows of *Monochamus alternatus* Hope on pine branches and the results of χ^2 -test for Poisson distribution.

Tree	N	$\bar{x}$	s^2	$s^2/\bar{x}$	$\bar{x}^2$	n	P
A	309	0.3560	0.3274	0.920	2.938	2	0.236
B	198	0.2121	0.2289	1.079	0.024	1	0.886
C	104	0.1923	0.1957	1.018	0.058	1	0.826
D	166	0.2892	0.2795	0.967	0.847	1	0.387
E	326	0.2393	0.3487	1.457	10.797	1	0.005
F	120	0.1250	0.1271	1.016	0.004	1	0.900
G	328	0.0518	0.0554	1.069	8.196	1	0.005
H	264	0.1288	0.1278	0.992	2.312	1	0.143
I	38	0.4211	0.5747	1.365	2.088	1	0.167
J	49	1.4286	1.2083	0.846	1.153	3	0.764
K	99	0.2323	0.2618	1.127	0.057	1	0.828

分散 s^2 , および分散と平均値の比 $s^2/\bar{x}$ を掲げた. $s^2/\bar{x}$ はいづれも, おおむね 1 に近く, 樹枝部における穿入孔の分布は, ランダムであることが予想された. ランダム分布の典型的な数学的なモデルである, ポアソン分布への適合性を χ^2 検定した結果は, 1 表に示したように, 調査木 11 本のうち, E および G の 2 本を除いて, すべてが有意水準 $P=0.05$ で適合した. このように樹枝部における穿入孔の分布がポアソン分布に適合することは, 樹枝部から羽化脱出する成虫も, 他の特別な条件が介入しないかぎり, 同じくポアソン分布を示すと推測される. それゆえ, 脱出する成虫数から, 薬剤の有効度を評価するには, キイロコキクイムシの場合と異なり, この前提で, Wadley¹³⁾ Finney⁴⁾ の最尤推定法を用いて解析することができる. しかし, 第 1 表でみられるように, マツノマダラカミキリの穿入孔の密度は, 一般に低く, 樹枝部を供試する場合には, 相当数の試料が必要である. またマツノマダラカミキリは, キイロコキクイムシとは, 生態的にも異なり, 幼虫期間が長く, 発生も通常年 1 回であるので, 特別な実験条件が確立されないかぎり, 試験の時期が限定されよう. 以上のことから, マツノマダラカミキリにたいする薬剤の評価は, キイロコキクイムシで利用した, 脱出成虫数をもとになされた解析法は, あまり適切ではないと考えられる.

樹皮下に穿入した昆虫に対する薬剤の防除効果は, 従来, 剥皮の方法で調査されてきたが, これには, 種々の問題点が含まれている. そのひとつに, 個体数の見落としがある. 剥皮部分の生死個体の総数を確認することは, 対象とする昆虫が小型になるほど, 困難である. しかしマツノマダラカミキリはマツの穿孔性害虫のうちでは大型の部類で, 孵化直後を除けば, 調査の際の個体数の見落としも少ない. このような場合には, 個体別に記録する方法も有利であると考えられる. すでに筆者らは⁸⁾, BHC+EDB 混合乳剤をもちいて, この方法にしたがってマツノマダラカミキリ幼虫に対する有効度の検定を試みた. 個体別記録の方法は, 供試薬剤の濃度間隔を細かくすることによって, 供試木をかなり節減しうる利点があるので, 室内試験法として利用できよう. つぎにその実験例をしめそう.

(2) γ -BHC と EDB のマツノマダラカミキリ幼虫にたいする連合致死作用

川崎・梅谷⁹⁾ は, γ -BHC と EDB を混合するとマツの穿孔性害虫にたいして高い殺虫率を示すことを, 主としてマツノオオクイムシ *Ips cembra* をもちいて報告し, 合田・酒井⁵⁾ もコクヌストモドキ *Tribolium castaneum*, ワモンゴリブリ *Periplaneta americana* にたいして γ -BHC と EDB の混合は理論値より高い協力作用のあることをのべている. 筆者ら¹⁰⁾がキイロ

Table 2. Response of 40 larvae of *Monochamus alternatus* Hope to 4:6 mixture of γ -BHC and EDB E.C. Concentrations in % have been arranged in ascending order. The empirical sub-lethal, intermediate and lethal zones are separated by horizontal lines.

Conc. (%)	Log conc.	Died	Conc. (%)	Log conc.	Died
0.0427	0.630	—	0.180	1.255	+
0.0569	0.755	—	0.180	1.255	+
0.0569	0.755	—	0.240	1.380	—
0.0569	0.755	—	0.240	1.380	—
0.0569	0.755	+	0.240	1.380	+
0.0569	0.755	+	0.240	1.380	+
0.0758	0.880	—	0.240	1.380	+
0.0758	0.880	—	0.240	1.380	+
0.0758	0.880	—	0.320	1.505	+
0.0758	0.880	+	0.320	1.505	+
0.101	1.005	—	0.320	1.505	+
0.101	1.005	+	0.320	1.505	+
0.101	1.005	+	0.320	1.505	+
0.125	1.130	—	0.427	1.630	—
0.125	1.130	—	0.427	1.630	+
0.125	1.130	+	0.427	1.630	+
0.180	1.255	—	0.427	1.630	+
0.180	1.255	+	0.569	1.755	+
0.180	1.255	+	0.569	1.755	+
0.180	1.255	+	0.569	1.755	+

Table 3. Concentration-mortality regression equations and the median lethal concentrations of γ -BHC, ECB E.C., and their 4:6 and 1:10 mixtures for larvae of *Monochamus alternatus* Hope.

Chemical	Regression equation	LC ₅₀ (%)
γ -BHC	$Y=5.467+2.997(x-0.804)$	0.045
γ -BHC + EDB (4:6)	$Y=5.341+2.039(x-1.171)$	0.101
γ -BHC + EDB (1:10)	$Y=4.991+3.120(x-1.828)$	0.677
EDB	$Y=5.290+2.281(x-3.004)$	7.536

コキイムシについて行なった結果では、両者の混合は $r=0$ の independent action によく適合し、両者の間に相乗効果が認められなかった。今回、マツノマダラカミキリにたいして、個体別記録の方法によって、両薬剤の連合致死作用を調べた結果の1例を第2表に示した。このような試験結果を解析し、LC₅₀をもとめる方法は、Bliss⁹⁾ によつてのべられ、長沢ら^{7,11-13)} もこれもちいた実験結果の解析例を多く報告している。筆者ら⁸⁾ も、前述したようにマツノマダラカミキリにたいする薬剤試験にこれを応用した。その方法にしたがって、4個体ずつ類集して求めた各回帰直線の方程式と LC₅₀ の値を第3表にかかげ、第1図にこれらを図示した。合田・酒井⁶⁾ がのべたように、 γ -BHC と EDB の昆虫にたいする作用性は、全く異なるものと仮定すると、両者の連合作用の解析は Plackett and Hewlett¹⁴⁾ の提唱する数学的モデルの相異連合作用

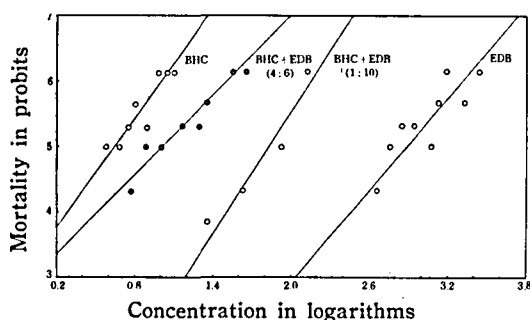


Fig. 1. Concentration-mortality curves of γ -BHC, EDB, and their 1:10, 4:6 mixtures for *Monochamus alternatus* Hope.

(dissimilar joint action) の見地に立つて検討するのが適当である。しかし第3表および第1図で明らかに、マツノマダラカミキリにたいする EDB の効力は、 γ -BHC のそれに比較して約 170 倍弱いので、 γ -BHC と EDB 混合物中における EDB 成分のしめる理論的殺虫効力は少ないと考えられる。それゆえ、混合物の殺虫効力が γ -BHC 成分によるものと仮定して、混合物の濃度を、 γ -BHC 成分の濃度に置きかえて、回帰直線の方程式を算出しなすと γ -BHC と

EDB の 4:6、および 1:10 の混合物の場合、それぞれ $Y=5.341+2.039(x-0.773)$ および $Y=4.991+3.120(x-0.786)$ となる。この二直線と、 γ -BHC 単用乳剤の回帰直線は、第4表に示すように、互に平行とみなすことができたので、つぎに γ -BHC 単用乳剤の回帰直線との差を検定した結果、いずれも有意性

Table 4. Test of heterogeneity and parallelism of concentration-mortality regression.

Effects	D. F.	S. S.	M. S.
Common slope	1	15.6515	15.6515
Departure from parallelism	2	2.3967	1.1983
Separate slope	3	18.0482	6.0161
Heterogeneity	16	28.7975	1.7998
Total	22	42.7632	

が認められなかった ($\chi^2_{a+b}=1.594$ for 4:6, 3.056 for 1:10 < 3.841). このことは γ -BHC と EDB の間には、この範囲において混合することによる理論的相乗作用が認められないことを示している。

摘 要

マツの樹皮下を加害する、マツノマダラカミキリにたいする薬剤の有効度を評価する、適当な室内試験法を見出す目的で、まず加害樹枝部におけるこの虫の穿入孔の分布について調べた。穿入孔の分布はポアソン分布に良く適合した。このことから、羽化脱出する成虫の分布もおそらくポアソン分布をなすものと推定された。しかし、一般に樹枝部における加害密度は小さく、また成虫の発生が通常年1回であることからして、羽化脱出する成虫の数から薬剤の有効度を評価する方法はあまり適切でなく、供試木を剥皮して、その生死を個体別に記録し、これをプロビット法によって解析する方法がより適していた。 γ -BHC と EDB の、マツノマダラカミキリ幼虫にたいする連合致死作用を 4:6、および 1:10 に混合して実験し、その結果をこの方法で解析したところ両者の間には、協力作用がみとめられなかった。

引用文献

- 1) 浅野昌司・長沢純夫・伏見静枝：防虫科学 33, 54~61 (1968).
- 2) 浅野昌司・長沢純夫・伏見静枝：防虫科学 33, 86~90 (1968).
- 3) Bliss, C. I.: *Quart. J. Pharm. Pharmacol.* 11, 192~216 (1938).
- 4) Finney, D. J.: *Biometrics* 37, 239~256 (1949).
- 5) 合田昌義・酒井清六：応動昆 10, 212~214 (1966).
- 6) 川崎倫一・梅谷献二：植防調査研究報告 2, 1~9 (1963).
- 7) 長沢純夫：植物防疫 19, 461~464 (1965).
- 8) 長沢純夫・浅野昌司・伏見静枝：森林防疫ニュース 15, 101~105 (1966).
- 9) 長沢純夫・浅野昌司・伏見静枝：防虫科学 33, 80~85 (1968).
- 10) 長沢純夫・浅野昌司・伏見静枝：防虫科学 33, 153~158 (1968).
- 11) 長沢純夫・柴三千代：衛生動物 15, 258~262 (1964).
- 12) 長沢純夫・柴三千代：防虫科学 30, 24~30 (1965).
- 13) 長沢純夫・柴三千代：関西病虫害研究会報 9, 13~17 (1966).
- 14) Plackett, R. L. and Hewlett, P. S.: *J. Roy. Stat. Soc. Ser. B*, 14, 141~163 (1952).
- 15) Wadley, F. M.: *Ann. Appl. Biol.* 36, 196~202 (1949).

Summary

The number of burrows of a red pine sawyer, *Monochamus alternatus* Hope, in branches was proved to be well fitted to the Poisson distribution in 9 samples of 11 red pines. The number

of adults emerged from branches would be also followed to the same distribution if any special condition does not affect on distribution. On this assumption, the effectiveness of chemicals for control of Cerambycids could be evaluated by counting only adults emerged from treated branches and by applying the method of maximum likelihood solution described by Wadley and Finney. In the case of *Monochamus alternatus*, however, population density in branches is relatively lower, and generally it lasts only one generation in a year. A large number of test branches, therefore, would be needed to carry out a series of this type of experiment, and also a possible season of experiment would be limited. To overcome these difficulties and to test the joint toxic action between γ -BHC and EDB emulsifiable concentrate, the bark of treated branches was stripped, and the dead or alive of larvae was recorded individually. The joint toxic action was tested for the mixtures of γ -BHC and EDB in the proportion of 4:6 and 1:10, and the record was made on the 14th day after treatment. The data obtained was then statistically analysed by the probit transformation method for individual record described by Bliss. The result of analysis showed that the individual record method is appropriate for evaluating the effectiveness of chemicals controlling Cerambycid. In the case of the present experiment, EDB was much less effective than γ -BHC, and the effectiveness of EDB was negligible for *Monochamus alternatus* when both chemicals were used jointly, and any synergistic action was not recognized between these two chemicals.