

green rice leafhopper, *Nephotettix cincticeps* Uhler and the plant hoppers, the experimental apparatus and methods were devised, and the details were given here. This method is advantageous in the following points; very small amount of toxicant is needed, treatment is rapid and obtained results are reproducible. Accordingly, it is considered to be useful for the biological test method on screening of new insecticides and the detection of insecticidal resistance of insects.

Bioassay was carried out under the condition of 25°C and 50% relative humidity. Using this method, the differences on the susceptibilities to malathion and Sevin between female and male adults of the green rice leafhopper were investigated, and found that the female adults had

lower susceptibility than the male adults.

Using the female adults of green rice leafhopper collected regularly from the field in Kozu, Odawara city, seasonal fluctuations of susceptibility to malathion and Sevin were investigated. At the same time, these results were compared with the results tested with the female adults of green rice leafhopper reared successively from generation to generation in the biotron of Toa Agricultural Chemicals Institute at Odawara. From the above results, it was found that any difference was not recognized on the seasonal fluctuations of susceptibilities of the test insects to the insecticides mentioned above, and the susceptibilities of both insects had also no difference at all.

On the Synergistic Effect of Synthetic Synergists on 1-Naphthyl *N*-methylcarbamate. Studies on Synergist for Insecticides, XXIII. Hiromichi MATSUBARA (Department of Agricultural Chemistry, Faculty of Agriculture, Gifu University) Received May 30, 1963. *Botyu-Kagaku*, 28, 35, 1963. (with English résumé, 39)

7. 1-Naphthyl *N*-methylcarbamate に対する合成共力剤の共力効果について (農薬の共力剤に関する研究 第23報)* 松原弘道(岐阜大学 農学部 農芸化学教室) 38, 5, 30. 受理

アカイエカの幼虫に対するノックダウンおよび致死効果によって 1-naphthyl *N*-methylcarbamate に対する各種合成共力剤の共力効果を研究した。一般に本殺虫剤のノックダウン効力への供試 5 共力剤の共力効果はそれらが barthrin や dimethrin に対する場合よりまさり、またその致死効力へのそれらの共力効果は 4 ピレスロイドに対する場合よりはるかに大きいのを認めた。

Carbamate 系殺虫剤 1-naphthyl *N*-methylcarbamate (以下 Sevin と称す) は塩素および磷を含有しない低毒性接触剤で速効性¹⁾と残効性をそなえ、ツマグロヨコバイ、ウンカ、アブラムシおよびコナカイガラムシなどに優れた効果を示し、また天敵を殺さないという特性をもつことから新しい型の殺虫剤として注目されているものである。本剤に対する共力剤の作用については最初 Moorefield^{2,3)} は 3-isopropylphenyl *N*-methylcarbamate, 3-tert.-butylphenyl *N*-methylcarbamate, Sevin, isolan および prolan のような carbamate 系殺虫剤のイエバエ (*Musca domestica*) に対する致死効力へ piperonyl butoxide, sesoxane, sulfoxide, *n*-propyl isome および sesame oil extractives のような methylenedioxyphenyl 基をもつ pyrethrins の共力剤が共力効果をもつことを報告し, Eldefrawi *et al.*^{4,5)} は DDT およびパラチオン感受性ならびに抵抗性イエバエを用いて Sevin に対す

る sesoxane および 3,4-methylenedioxyphenyl benzenesulfonate の共力効果を研究し、両共力剤が低濃度でも Sevin の効力を著しく増進する事を観察し、抵抗性イエバエの防除に希望を与えるものであることを指摘した。Speirs⁶⁾ はコクヌストモドキに対し同様に Sevin-sesoxane の混合剤が有効であることを報告し, Georghiou *et al.*⁷⁾ はイエバエを用い pyrethrins の共力剤である octachlorodipropylether が carbamate 系殺虫剤に強い共力効果をもつことを発見している。また最近 Shorey⁸⁾ は Sevin に対する piperonyl butoxide および octachlorodipropylether の共力作用をシャクトリムシおよびヨトウムシの幼虫を用いて研究し共力効果のあることを観察し, Cole and Clark⁹⁾ はコロモジラミ (*Pediculus h. humanis*) の成虫および卵に対する Sevin の効力へ sulfoxide および piperonyl butoxide が強い共力効果を示すことを報告している。

以上の諸研究において何れも共力剤として safroxan

* 本研究の概要は日本農芸化学会中部支部第34回例会 (1963年5月) で報告した。

および MGK-264 を、また供試昆虫としてアカイエカの幼虫が使用されておらず、そのノックダウンおよび致死に対する共力効果が明らかでなく、さらに著者¹⁰⁾の研究においてイエバエに対する Sevin の致死効力へ safroxan が極わめて強い共力効果を示すのを観察したが、果してアカイエカでは如何なる反応を示すかは興味ある問題と思われるので、著者はこれらの点を明らかにする目的をもって、アカイエカの幼虫を用いる生物試験によって合成共力剤 5 種の Sevin に対する共力効果について実験を行ったのでここに報告する。

実験材料、装置および方法

供試薬剤：1-naphthyl *N*-methylcarbamate (Sevin) は mp 138~140°, 純度 95% の原体, piperonyl butoxide, sulfoxide, *n*-propyl isome, safroxan および MGK-F5026 は著者¹¹⁾ が先に報告したものと同様のものである。

供試昆虫：生物試験に使用したアカイエカ *Culex pipiens pallens* の幼虫は著者¹²⁾ が先に報告したのと同様の終令虫である。

実験装置および方法：供試乳剤のアカイエカの幼虫に対するノックダウンおよび致死効果は著者^{13,14)} が先に報告したベトリー皿法によって検定した。Sevin と共力剤との混合比はすべて 1 : 8 とし、ノックダウン試験に用いた供試乳剤では、0.1% Sevin 乳剤 (Sevin 0.1g, Triton X-100 1.0g, xylene 1.25g, butyl cellosolve 0.24g, 水で 100cc とする) 2cc に 0.8% 共力剤の乳剤 (共力剤 0.8g, Triton X-100 1.0g, xylene 1.25g, butyl cellosolve 0.24g, 水で 100cc とする) 2cc を混ぜ水で 2000cc とした。同じく致死試験に用いた乳剤原液ではその組成を Sevin 3.33%, 共力剤 26.67%, Triton X-100 33.33%, butyl cellosolve 36.67% とした。

実験結果および考察

Sevin のノックダウン効力への各種合成共力剤の共力効果：今まで諸研究者によって行われた carbamate 系殺虫剤に対する共力剤の効果の生物試験においてはイエバエ、ゴキブリ、コクヌストモドキ、シャクトリムシ類、ヨトウムシ類およびコロモシラミなどが用いられているが、アカイエカの幼虫は用いられておらず、また薬剤の昆虫に対するノックダウン効力への諸共力剤の共力効果についても報告がないので、著者はこの点を明らかにするために前記実験法に従い、まず Sevin のアカイエカの幼虫に対するノックダウン効力への piperonyl butoxide, sulfoxide, *n*-propyl isome, safroxan および MGK-F5026 の共力効果を検定し第 1 表に示すような結果を得た。なお実験時の水温は 26.5° であった。

第 1 表の実験結果について更に精密な比較を行うため Bliss の時間-反応率曲線 1 次変換操作を施してその帰帰方程式を求め、その方程式から前報¹¹⁾ の如く各乳剤の絶対および相対有効度を算出すると第 2 表のようになる。

今 KT-50 を乳剤の有効度として考察すれば、供試合成共力剤は何れも Sevin のノックダウン効力に対して共力効果を示し、そのうち piperonyl butoxide および sulfoxide の共力度は何れも 1.61 で、供試共力剤中最も大であり、次いで MGK-F5026 (1.46), safroxan (1.31), *n*-propyl isome (1.30) の順に小となる。

先に著者^{11,14,15,16)} は諸ピレスロイドのアカイエカの幼虫に対するノックダウン効力への各種天然および合成共力剤の共力効果について報告したが、piperonyl butoxide の pyrethrins に対する共力度 2.92 は例外として、本実験における Sevin に対する sulfoxide および MGK-F5026 の共力度は pyrethrins に対する

Table 1. Time (min.)-knock down (%) of larvae of the common house mosquito by synergized 1-naphthyl *N*-methylcarbamate (Sevin) emulsion with various synthetic synergists.

Active ingredient (ppm)	Sevin	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	Synergist	—	Pip. but. 8.0	Sulfo. 8.0	<i>n</i> -Pro. 8.0	Safro. 8.0	MGK 8.0
Time	8	0	0	0	1	0	0
	12	0	2	0	3	1	0
	16	4	6	2	8	3	1
	24	14	17	15	20	14	9
	32	21	37	37	30	27	31
	48	36	73	75	53	70	66
	64	57	88	92	69	92	77

(One hundred individuals were used in each emulsion.)

Table 2. Absolute and relative effectiveness of synergized Sevin emulsion with various synthetic synergists to larvae of the common house mosquito.

Toxicant	Absolute effectiveness				Relative effectiveness
	Standard deviation in susceptibility	Knock down efficiency	Index of median knock down time	Median knock down time (KT-50)	Median equivalent
Sevin	0.336	3.026	1.76826	58.649 min.	1.00
Sevin+Pip. but.	0.215	4.649	1.56178	36.457	1.61
Sevin+Sulfo.	0.175	5.718	1.56246	36.514	1.61
Sevin+n-Pro.	0.315	3.174	1.65585	45.274	1.30
Sevin+Safro.	0.244	4.098	1.65143	44.816	1.31
Sevin+MGK	0.175	5.723	1.60392	40.172	1.46

両共力剤の共力度に殆んど等しい値であることから、Sevin のアカイエカの幼虫に対するノックダウン効力への諸共力剤の効果はそれらが pyrethrins に対する場合とほぼ同程度の効果を示すものと考えられる。また barthrin および dimethrin に対してこれら諸共力剤が MGK-F5026 の共力度 1.56 を最高として大部分のものが 1.1~1.2 の共力度しか示さず、さらに piperonyl butoxide, safroxan あるいは n-propyl isome のように逆に拮抗作用を示す場合もあることから、諸共力剤とも Sevin のノックダウン効力に対しては、それが barthrin および dimethrin に対する場合より優れた共力効果を示すものと思われる。

なお著者¹⁾の研究によればアカイエカの幼虫に対する Sevin の効力発現速度は比較的大であり、barthrin

に近い値を示し、p,p'-DDT を標準とすれば 4.49 で、著者のいわゆる速効性の部類に属するものであるが、第2項に述べるように Sevin に対する諸共力剤の致死共力度がかなり大であるにもかかわらず本実験に示されるようにノックダウン効果に対する共力度がそれ程大でない点から考察すると、既に著者¹⁾が発表した諸ピレスロイドの効力発現速度に及ぼす共力剤の影響の場合と同様に、恐らく Sevin に共力剤を混用する場合は Sevin の効力発現が遅延せられるものと想像せられる。

Sevin の致死効力への各種合成共力剤の共力効果：前項の実験によって、Sevin のアカイエカの幼虫に対するノックダウン効力へ供試合成共力剤がすべて共力効果を示すのを観察したので、さらに Sevin の同一昆

Table 3. Dosage (ppm)-mortality (%) relation for synergized Sevin emulsion with piperonyl butoxide and safroxan against mosquito larvae.

Dilution	Dosage	Sevin + Pip. but.	Sevin + Safro.	Sevin	Pip. but.	Safro.
2667	375.00	—	—	—	91	92
3200	312.50	—	—	—	87	68
4267	234.38	—	—	—	76	18
5333	187.50	—	—	—	66	2
6400	156.25	—	—	—	57	0
8533	117.19	—	—	—	46	0
25600	39.063	—	—	51	—	—
34133	29.297	—	—	32	—	—
42667	23.438	—	—	20	—	—
51200	19.531	98	98	15	—	—
68266	14.649	76	84	9	—	—
85333	11.719	46	52	6	—	—
102400	9.7656	14	22	2	—	—
136533	7.3242	2	5	0	—	—
170667	5.8596	0	1	—	—	—
204800	4.8828	0	0	—	—	—

(One hundred individuals were used in each emulsion.)

虫に対する致死効力へこれら共力剤がどの程度共力効果を示すかを検するためペトリー皿法によって試験した。各乳剤の稀釈倍率、薬量 (ppm) と致死率 (%) との関係を示すと第3および第4表のようになる。なお実験は piperonyl butoxide, safrozan ならびに sulfoxide, *n*-propyl isome, MGK-F5026 の2系列に分けて行い、前者における水温は28.0°, 後者のそれは23.0°であった。

第3および4表の結果についてさらに精密な比較を行うため薬量をその対数に、致死率を probit に置き換え、前述のような方法で各乳剤の絶対有効度を算出すれば第5表のような数値が得られる。

第5表の LC-50 から Sevin の致死効力に対する各共力剤の共力度を算定すれば第6表に示すようになる。すなわち piperonyl butoxide, sulfoxide, MGK-F5026, *n*-propyl isome および safrozan の共力度はそれぞれ 3.31, 4.28, 1.69, 4.92 および 3.49 で、何れの共力剤も sevin のアカイエカの幼虫に対する致死効力へ共力効果を示し、そのうちでも *n*-propyl isome の共力度が最も大で、MGK-F5026 のそれが最も小である。第6表に示すように著者¹⁷⁾が行った pyrethrins, allethrin, barthrin および dimethrin のアカイエカの幼虫に対する致死効果への各種合成共力剤の共力効果の研究において、最も共力度の大であったのは

Table 4. Dosage (ppm)-mortality (%) relation for synergized Sevin emulsion with sulfoxide, *n*-propyl isome and MGK-F5026 against mosquito larvae.

Dilution	Dosage	<i>n</i> -Pro.	MGK	Dilution	Dosage	Sevin + Sulfo.	Sevin + <i>n</i> -Pro.	Sevin + MGK	Sevin	Sulfo.
400	2500.0	90	—	12800	78.125	—	—	—	—	100
600	1666.7	69	—	17067	58.594	—	—	—	—	98
800	1250.0	38	—	21333	46.875	—	—	—	70	89
1200	833.33	20	—	25600	39.063	—	—	86	53	81
1600	625.00	7	—	34133	29.297	—	—	66	25	49
2400	416.67	1	—	42667	23.438	—	—	52	13	22
3200	312.50	0	96	51200	19.531	99	100	40	6	13
4267	234.38	—	84	68266	14.649	95	99	25	2	3
5333	187.50	—	66	85333	11.719	82	94	11	0	0
6400	156.25	—	47	102400	9.7656	66	78	7	—	—
8533	117.19	—	23	136533	7.3242	27	45	2	—	—
10667	93.750	—	14	170666	5.8596	7	16	—	—	—
12800	78.125	—	5	204800	4.8828	2	—	—	—	—

(One hundred individuals were used in each emulsion.)

Table 5. Absolute toxicity of synergized Sevin emulsion with various synthetic synergists to larvae of the common house mosquito.

Toxicant	Standard deviation in susceptibility	Efficiency of lethal action	Index of median lethal concentration	Median lethal concentration (LC-50)(ppm)
Sevin+Pip. but.	0.102	9.825	1.08517	12.167
Sevin+Safro.	0.115	8.683	1.06225	11.541
Sevin	0.315	3.171	1.60563	40.332
Pip. but.	0.348	2.878	2.11949	131.67
Safro.	0.090	11.108	2.45599	285.75
Sevin+Sulfo.	0.130	7.667	0.94769	8.8652
Sevin+ <i>n</i> -Pro.	0.122	8.174	0.88747	7.7174
Sevin+MGK	0.240	4.160	1.35136	22.457
Sevin	0.187	5.352	1.57943	37.969
Sulfo.	0.154	6.480	1.47127	29.599
<i>n</i> -Pro.	0.220	4.544	3.12671	1338.8
MGK	1.846	5.417	2.19485	156.52

Table 6. Degree of synergism of various synthetic synergists for the lethal effectiveness of Sevin, pyrethrins, allethrin, barthrin and dimethrin, determined by bioassay with mosquito larvae.

Synergist	Sevin	Pyrethrins	Allethrin	Barthrin	Dimethrin
Piperonyl butoxide	3.31	2.21	1.81	1.40	1.93
Sulfoxide	4.28	1.81	2.30	1.62	1.81
MGK-F5026	1.69	1.03	1.07	1.30	1.08
<i>n</i> -Propyl isome	4.92	1.78	2.08	1.82	3.17
Safroxan	3.49	1.21	1.29	1.34	1.69

dimethrin に対する *n*-propyl isome の共力度(3.17)で、次いで allethrin に対する sulfoxide (2.30)、pyrethrins に対する piperonyl butoxide (2.21)、allethrin に対する *n*-propyl isome (2.08) のそれであるが、他の共力剤の場合は何れの組合せでもその共力度が 2.0 以下であった。しかし本実験では MGK-F5026 を除いては何れの共力剤の共力度も 3.0 以上であり、また各共力剤がピレスロイドの何れに対する場合よりも Sevin に対する致死共力効果が常に大であることから、一般に Sevin に対する諸共力剤の共力効果はそれがピレスロイドに対する場合より甚だまざっているものと考えられる。別に著者¹⁰⁾もイエバエを用いた場合 safroxan の混用によって Sevin の効力が 1000 倍以上増強されることを観察しており、また最近 Shorey⁹⁾ も Sevin:piperonyl butoxide 1:10 混合剤をシャクトリムシ類に適用する時はその効力を 17 倍以上に増強することを報告していることはこの考えに支持を与えるものと思われる。なお上記生物試験において sulfoxide 単剤がアカイエカの幼虫に対して Sevin 以上の致死毒力を有する事が観察されたので、この場合 sulfoxide は Sevin に対して共力剤とはいえないかもしれないが、強い共力効果がみられる。

総 括

Sevin に対する各種合成共力剤の共力効果を明らかにする目的で、Sevin に共力剤を 8 倍量混合した乳剤のアカイエカの幼虫に対するノックダウンならびに致死効力をペトリー皿法によって検定し、それらの Sevin に対する共力効果を算定した。

Sevin のアカイエカの幼虫に対するノックダウン効力へ何れの供試共力剤も共力効果を示し、そのうち piperonyl butoxide および sulfoxide の共力度は何れも 1.61 で、供試共力剤中最も高い値を示し、次いで MGK, safroxan, *n*-propyl isome の順に小となる。一般に Sevin のアカイエカに対するノックダウン効力へは各種合成共力剤はそれが pyrethrins に対するとはほぼ同程度、またそれらが barthrin や dimethrin

に対するより優れた共力効果を示す。また Sevin の同一昆虫に対する致死効力へも供試共力剤は何れも共力効果を示し、そのうち *n*-propyl isome の共力度は 4.92 で、供試共力剤中最も高い値を示し、次で sulfoxide, safroxan, piperonyl butoxide, MGK の順に小となる。一般に Sevin のアカイエカの幼虫に対する致死効力に対して各種合成共力剤は、イエバエその他の昆虫に対すると同様に、それが pyrethrins, allethrin, barthrin あるいは dimethrin のようなピレスロイドに対する場合より遙かに大なる共力効果を示す。

本研究に当り試料入手に御援助を賜った高砂香料工業株式会社に感謝する。

文 献

- 1) 松原弘道: 防虫科学 27, 100 (1962)
- 2) Moorefield, H. H.: *Contr. Boyce Thompson Inst.* 19, 501 (1958)
- 3) Moorefield, H. H.: *Ent. Soc. Am., Misc. Publ.* 2, 145 (1960)
- 4) Eldefrawi, M. E., Miskus, R. and Hoskins, W. M.: *Science* 129, 898 (1959)
- 5) Eldefrawi, M. E., Miskus, R. and Sutchter, V.: *J. Econ. Ent.* 53, 231 (1960)
- 6) Speirs, R. D.: *J. Econ. Ent.* 53, 974 (1960)
- 7) Georghiou, G. P. and Metcalf, R. L.: *J. Econ. Ent.* 54, 150 (1961)
- 8) Shorey, H. H.: *J. Econ. Ent.* 54, 1243 (1961)
- 9) Cole, M. M. and Clark, P. H.: *J. Econ. Ent.* 55, 98 (1962)
- 10) 松原弘道: 未発表
- 11) 松原弘道: 防虫科学, 27, 17 (1962)
- 12) 松原弘道: 防虫科学, 26, 44 (1961)
- 13) 松原弘道: 防虫科学, 18, 10 (1953)
- 14) 松原弘道: 岐阜大農報, 6, 124 (1956)
- 15) 松原弘道: 防虫科学, 26, 125 (1961)
- 16) 松原弘道: 岐阜大農報, 14, 124 (1961)
- 17) 松原弘道: 日本農芸化学会大会講演(1963年4月)

Résumé

The synergistic effect of various synthetic synergists on 1-naphthyl *N*-methylcarbamate (Sevin) were evaluated by the knock down and lethal reaction of larvae of the common house mosquito, *Culex pipiens pallens* by means of petri dish method. Sevin-synergist ratio in synergized emulsion were on the whole 1:8, and the degree of synergism was calculated from median knock down time or median lethal concentration by probit method.

All synergists tested were synergistic on knock down of the insect, and the degrees of synergism of piperonyl butoxide, sulfoxide, MGK-F5026, safroxan and *n*-propyl isome were 1.61, 1.61,

1.46, 1.31 and 1.30, respectively. The synergistic effect of various synthetic synergists on knock down effectiveness of Sevin against the insect were same degree as in the case of pyrethrins, and higher than that of barthrin or dimethrin.

All synergists tested were synergistic on lethal effectiveness of Sevin against the insect and the degrees of synergism of *n*-propyl isome, sulfoxide, safroxan, piperonyl butoxide and MGK-F5026 were 4.92, 4.28, 3.49, 3.31 and 1.69, respectively. In general, the combination of Sevin with various synthetic synergists shows higher order of synergism on lethal effectiveness than the similar combination of pyrethroids such as pyrethrins, allethrin, barthrin or dimethrin.

抄 録

昆虫ホルモンの化学と生化学

Chemie und Biochemie der Insectenhormone.
P. Karlson. *Angew. Chem.* 75, 257 (1963)

昆虫においては高等動物にみられるような第二次性徴を表わす性ホルモンの相当するものはないが、特に変態過程に作用するホルモンが昆虫ホルモンとして知られている。もっともよく研究されているのは変態ホルモンのエクチゾン(Ecdyson)であって、最近の研究によるとそれは $C_{27}H_{44}O_6$ の式をもつステロイド系の物質である。これは染色体に影響を及ぼすことがその作用機作の基礎となっていると考えられる。他のホルモン類似物質、フェロモンは特に高い生物活性をもちおり数分子の作用でも特徴ある生物反応を示す。

昆虫変態のホルモン支配

昆虫はいわゆる変態を行って生長するのであるが、その変態、すなわち幼虫の種々の時期における脱皮、蛹化、羽化の過程は多くのホルモンによって支配されている。それはまず神経分泌細胞で作られた前胸腺刺激ホルモンが前胸腺に作用し、それによってこの腺が活発になって本来の脱皮ホルモンであるエクチゾン(Ecdyson)が生産される。これはアラタ体から出る幼若ホルモンと一緒にあって幼虫の次の段階への脱皮を起すのであるが、蛹化および羽化の段階では幼若ホルモンはなくてもよい。脱皮ホルモンだけで作用する。

前胸腺ホルモンはまた脱皮ホルモン、変態ホルモン、生長ホルモン、あるいは分化ホルモン、などと

も言われるが、ここではエクチゾンと呼ぶ。アラタ体のホルモンは幼若ホルモン、(ジュベニルホルモン)あるいはネオテニン、とも呼ぶ。さらに前胸腺刺激ホルモンは脳ホルモン、とも呼ばれている。若い幼虫からアラタ体を取り去ると、すでに次の脱皮が蛹化一あるいは不完全変態のときは羽化ということになる。アラタ体を埋めこむと、生長した幼虫はもう一度脱皮して幼虫となる。蛹の場合もまた蛹となる。

脳ホルモン

脳がホルモン腺として役立つということはすでに比較的古くから研究されているが、その有効物質の抽出はやっと最近になって行われた。小林等はカイコの脳のエーテル抽出物があるホルモン作用をもつことをみとめ、それから活性のある結晶性の物質を単離したが、それはコレステリンであると同定した。しかしコレステリンは以前すでにカイコから単離されたものであり、それはとくに比較的多量に蛹にふくまれている。このことは普通の意味のホルモンであるということと相反している。もし彼等の単離したコレステリンが極く少量の高度に活性なホルモンを不純物としてふくんでいるのでなければ、おそらくコレステリンが他の作用物質、すなわちエクチゾンに変化されると解釈せねばならないであろう。昆虫はコレステリンあるいは他のステロイドを必須栄養分としてとり、体内ではsqualenの段階で破壊されて生合成されない。ホルモンは元来有機体自身によって作られるはずのものである。