

Synergistic Effect of Synthetic Synergists on Pyrethrins and Allethrin against Adults of the Common House Fly, *Musca domestica vicina*. Kazuo BUÉI (Public Health Research Institute, Osaka-Fu, Osaka) Shiro ASADA and Masayoshi KODAMA (Research Laboratory, The Nippon Camphor Co. Ltd., Kobe). Received July 16, 1963. *Botyu-Kagaku*, 28, 47, 1963 (with English résumé 54).

8. イエバエに対するピレトリン、アレスリンと合成共力剤の共力効果について 武衛和雄 (大阪府立公衆衛生研究所)。浅田四郎・児玉昌克 (日本樟脳株式会社研究所) 38. 7. 16 受理

ピレトリン、アレスリンに 5, 10 倍量を混用した 8 種類の合成共力剤について噴霧降下装置法により比較効力実験を行なった。イエバエに対するノックダウン効果と致死効果とは平行関係ではなく、薬剤によつては死虫率のかなり低いものがみられた。sesoxane はピレトリン、アレスリンいずれにも共力効果のある最もすぐれた共力剤であつた。isobornyl thiocynoacetate をピレトリン、アレスリンに混用すると、すぐれたノックダウン効果がみとめられた。

ピレトリン、アレスリンが家庭用、防疫用あるいは家畜用安全殺虫剤としてひろく使用され、年々その需要の増加をたどっているが、これらの薬剤が人畜に対してほとんど毒性をとまなわないという他に比類のない特長をもつことは注目に値しよう。しかしながら、ピレスロイドは昆虫に対すすぐれた麻痺作用をもちながら致死の効力にとほしく、致死濃度に達しない場合は蘇生する割合がかなり高いという致命的な欠陥をもつことはみのがせない。また一方では経済的な使用の立場から、ピレスロイドに共力剤を混用してその効果をたかめようとするところみは戦前から行なわれていた。Eagleson⁹⁾はゴマ油が除虫菊に対して共力作用のあることを発見し、Haller et al.¹⁰⁾によりゴマ油中に含まれる有効成分 sesamin が分離され、つづいてその光学異性体である asarinin が発見された。1954年 Beroza²⁾はゴマ油中より sesamin の 5 倍の殺虫共力効果を有する sesamol を分離、構造を決定し、その後 sesamol の acetal である sesoxane を強力な共力剤として発表した。その間 piperonyl butoxide を代表とする methylenedioxyphenyl 基をもつ多くの化合物が合成され、あいつぐ新共力剤発見のいとぐちとなつたが、今日ひろく使用されている共力剤にはこの group に属するものが多い。一方わが国では天然共力剤の発見にも意がそそがれ、sesamin, asarinin と同一基本骨格を有し、かつ異性体の関係にあるエゴノール、ヒノキニンについて、ピレスロイドに対すすぐれた共力作用のあることを発見した松原の一連の研究が注目される¹⁷⁻²¹⁾。共力剤のピレスロイドにおける生物試験については内外ともに数多くの研究業績がみられる。わが国でも松原¹⁷⁻²⁰⁾、長沢²²⁾、小林¹⁸⁾、酒井²¹⁾、安富²³⁾、林¹⁹⁾らによつて検討されている。筆者らがここに報告する内容は、これら諸先輩によつてし

るされた結果とは本質的には異なるものではないが、一連の比較実験よりえられた資料をもとにして 2, 3 の知見を考察し、今後の研究進展への一資料に供したい。この研究を行なうにあたり、試料を提供された関係各社に対しあつくお礼を申しあげる。

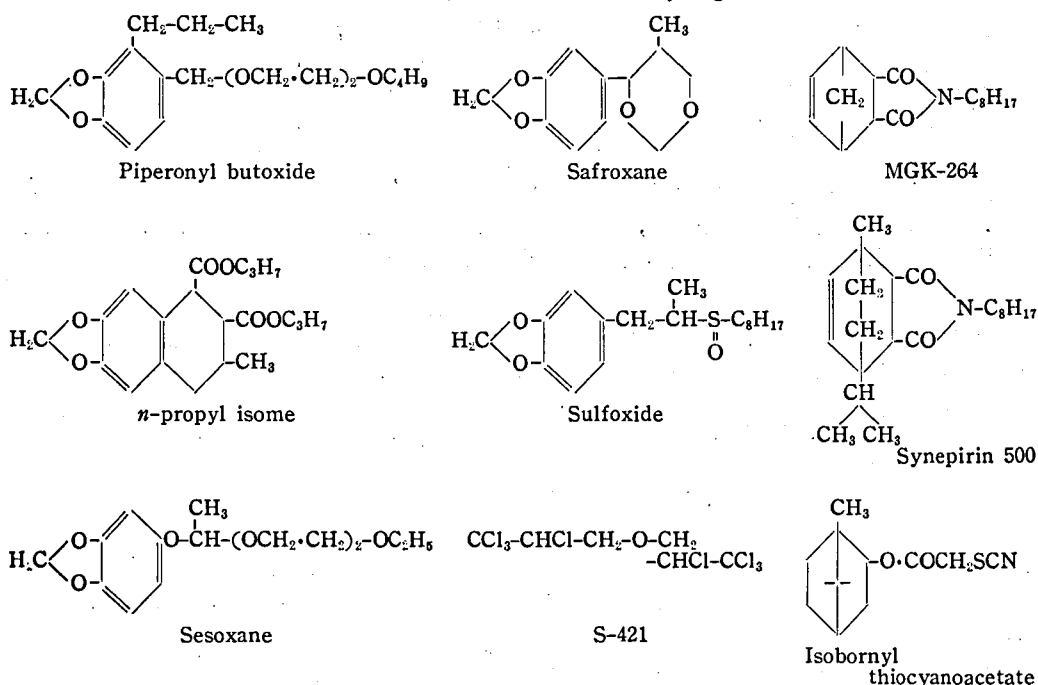
実験材料および実験方法

実験に供した薬剤は第 1 表に示した 8 種類の合成共力剤と、チオシアン系化合物である isobornyl thiocynoacetate (純度 91.1%) である。いずれも technical grade のものを用いた (piperonyl butoxide 98.8%, safrothane 93%, sulfoxide 89%, MGK-264 98%, synepirin 500 98%)。ピレトリンは大日本除虫菊株式会社製造による pyrethrin I 10.17%, pyrethrin II 9.99%, total pyrethrins 20.16% を含むエキスを、アレスリンは住友化学工業株式会社製造による純度 90.3% のものである。ピレトリン、アレスリンは白燈油 (bp. 165~230°) に溶解し、0.05% を含有する石油液とした。共力剤はそれぞれ 5 倍、10 倍量を加え、0.25%, 0.5% とした。

実験に用いたイエバエ *Musca domestica vicina* Macq. は高槻系と称するもので、1959年京都大学化学研究所より分与していただき、以後当研究室において幼虫期は小麦ふすまと魚粉の混合培基 (2:1) で、成虫期は 2% 砂糖水とミルクをあたえて累代飼育したものの子孫である。また実験のさいは、羽化後 3-5 日の 2% 砂糖水だけをあたえて飼育した個体群を試した。

実験の装置は、長沢²²⁾が Campbell の turn table 法を改変して考案した噴霧降下装置を用いた。高さ 43.5 cm, 外径 22cm のガラスシリンダーの上端をゴムパッキングをはさんだ円盤でおさえ、下方には高さ 20cm のガラスポット内に雌雄あわせて 14 匹内外の

Table 1. Structural formula of various synergists used.



イエバエを放つ。シリンダーとポットの間の遮へい用のすべり板には鉄板を使用した。噴霧のさい、ピレトリンとその共力剤混用液については 0.2ml を、アレスリンとその共力剤混用液については 0.3ml を小試験管にとり、これをガラス製のアトマイザーに接着させて圧力 20lb./in² で 3 秒間噴霧する。大きな霧滴を沈着せしめた 10 秒後にすべり板をひらいて薬液をポット内に降下させた。イエバエが薬液の被毒により麻痺し、器底にノックダウンする個体数を分の対数値にして 0.1 の間隔をもつて記録した。実験は 25° の恒温室でおこなった。噴霧露出時間 10 分経過後、麻痺状態にあるイエバエをとりだして腰高シャーレにうつし入れ、2% 砂糖水をあたえて 25° の恒温のもとに 24 時間保つたのちの死亡数を観察した。

実験結果

ピレトリン、アレスリン及びその共力剤のイエバエに対する時間致落下仰転虫数率を求めた。このさい、両薬液の噴霧量によつてイエバエのノックダウン速度がかなり異なることが観察されたので、各共力剤の共力効果の比較を容易ならしめるために、ピレトリンとアレスリンの薬量をかえて、ほぼひとしい時間でノックダウン効果がえられるように調整した。すなわち、ピレトリン 0.2ml の噴霧量とアレスリン 0.3ml の噴霧量とでほぼひとしいノックダウン効果と致死効果と

がえられている。

時間—反応率曲線の計算は、グラフの横軸に時間の対数をとってプロットし、それらの点を満足する予備回帰直線をもとめたのが第 1 図および第 2 図である。このようにして図上解析から中央致落下仰転時間 (KT-50) を求め、 $Y=5+b(X-\bar{x})$ より予備回帰方程式が計算された (b は回帰直線の勾配、 $\bar{x}$ は KT-50 の対数)。実験で求められた KT-50 の数値からノックダウン効果を比較するために、対ピレスロイドとの比 $KT_{50} \text{ pyrethroid} / (KT_{50} \text{ pyrethroid} + \text{synergist})$ から相対有効度を求めた。これらを一括してまとめたのが第 2 表 (ピレトリン) および第 3 表 (アレスリン) である。

各共力剤のピレトリン、アレスリンにおけるノックダウン効果は、ピレトリン、アレスリン単剤のばあいにくらべていずれも促進する傾向があらわれている。ピレトリンにおいては 10 倍量を混用した sesoxane の効果が最も大きく、ついで synepirin 500, sulfoxide, p. buto. とつづくが, safroxane, S-421 の効果は小さく、両者とも 5 倍量混用ではほとんど効果がない。一方アレスリンにおいては、S-421 のノックダウン効果が最もすぐれ、ついで sesoxane, sulfoxide, p. buto., synepirin 500 となるが、その他の共力剤では効力のひらきは小さい。

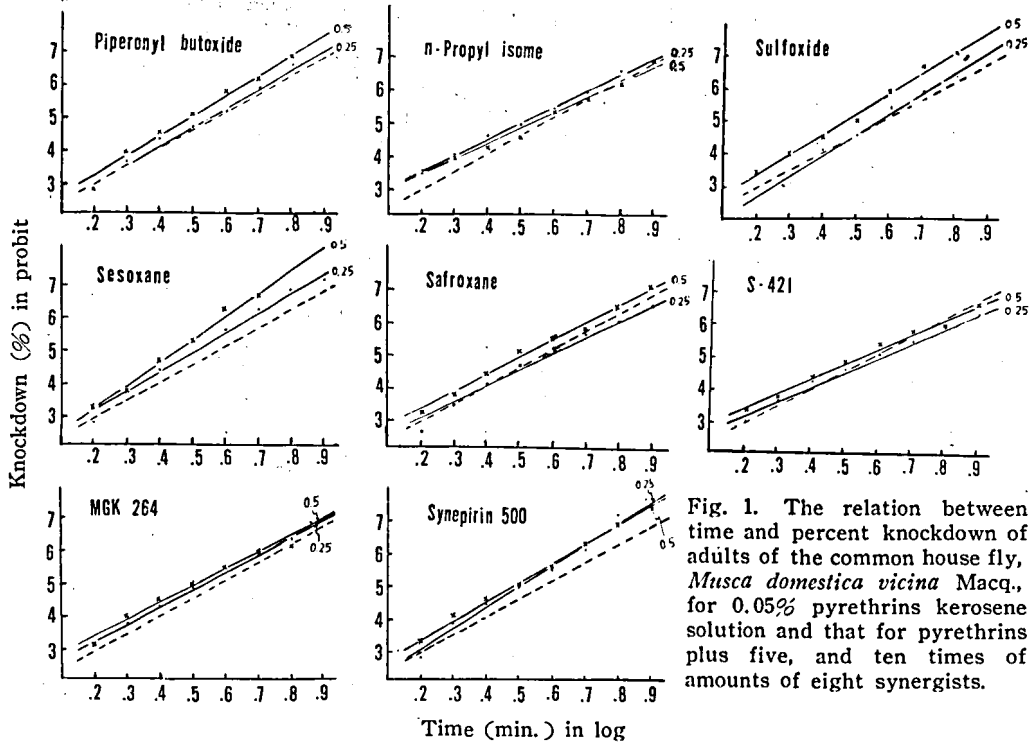


Fig. 1. The relation between time and percent knockdown of adults of the common house fly, *Musca domestica vicina* Macq., for 0.05% pyrethrins kerosene solution and that for pyrethrins plus five, and ten times of amounts of eight synergists.

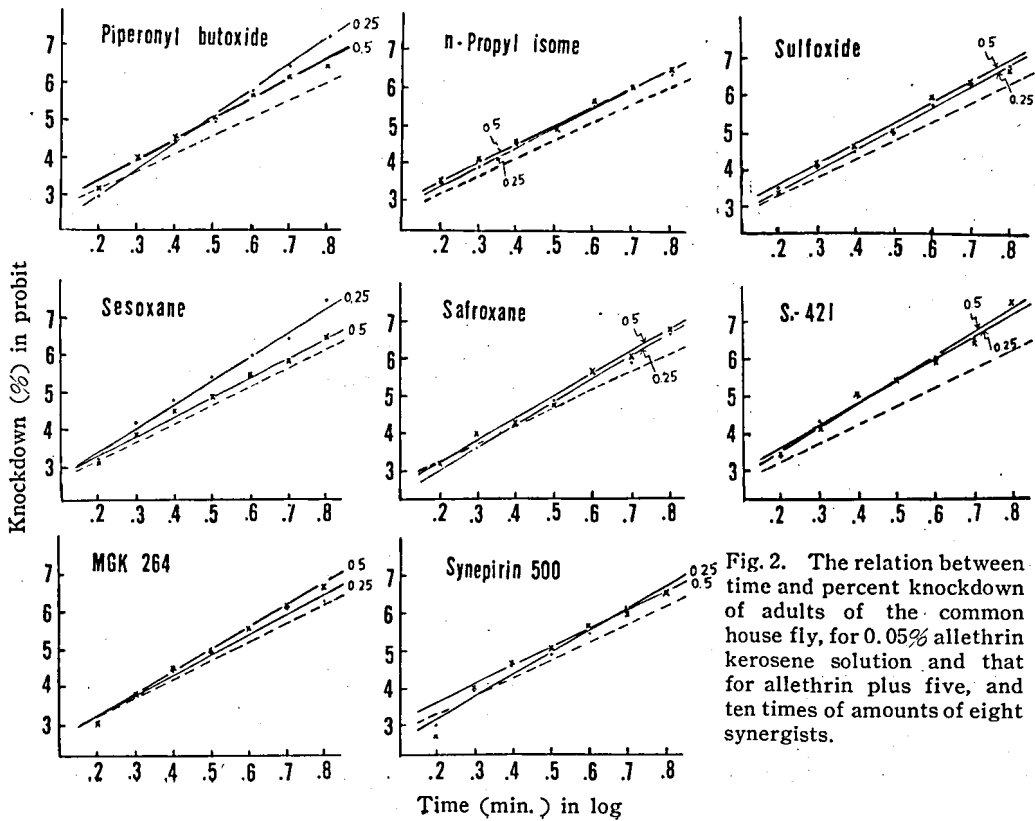


Fig. 2. The relation between time and percent knockdown of adults of the common house fly, for 0.05% allethrin kerosene solution and that for allethrin plus five, and ten times of amounts of eight synergists.

Table 2. Summary of data of experiments on the relation between time and percent knockdown of the adults of the common house fly for 0.05% pyrethrins kerosene solution and that for pyrethrins plus five, and ten times of amounts of several synergists.

Toxicant (%)	Number of individuals	Number of replicates	Provisional regression line	Median Knock-down time (KT-50) (min.)	Relative effectiveness
Pyrethrins 0.05	147	11	$Y=5+5.61(X-0.571)$	3.72	1.00
Piperonyl butoxide 0.25	70	5	$Y=5+5.83(X-0.555)$	3.59	1.04
0.5	65	5	$Y=5+7.69(X-0.495)$	3.13	1.19
<i>n</i> -Propyl isome 0.25	67	5	$Y=5+5.00(X-0.500)$	3.16	1.18
0.5	65	5	$Y=5+4.76(X-0.530)$	3.39	1.10
Sesoxane 0.25	65	5	$Y=5+6.00(X-0.505)$	3.20	1.16
0.5	62	5	$Y=5+7.14(X-0.450)$	2.82	1.32
Safroxane 0.25	109	8	$Y=5+4.88(X-0.590)$	3.89	0.96
0.5	109	8	$Y=5+5.31(X-0.515)$	3.27	1.14
MGK-264 0.25	68	5	$Y=5+5.26(X-0.530)$	3.39	1.10
0.5	66	5	$Y=5+5.10(X-0.505)$	3.20	1.16
Synepirin 0.25	70	5	$Y=5+6.49(X-0.511)$	3.24	1.15
500 0.5	69	5	$Y=5+5.95(X-0.480)$	3.02	1.23
Sulfoxide 0.25	65	5	$Y=5+6.38(X-0.571)$	3.72	1.00
0.5	62	5	$Y=5+6.38(X-0.470)$	2.95	1.26
S-421 0.25	82	6	$Y=5+4.63(X-0.580)$	3.80	0.98
0.5	79	6	$Y=5+4.81(X-0.530)$	3.39	1.10
IBTA 0.25	67	5	$Y=5+4.42(X-0.553)$	3.57	1.04
0.5	69	5	$Y=5+4.53(X-0.525)$	3.35	1.11
1.0	68	5	$Y=5+4.16(X-0.391)$	2.46	1.51
2.0	67	5	$Y=5+4.33(X-0.400)$	2.51	1.48

Table 3. Summary of data of experiments on the relation between time and percent knockdown of the adults of the common house fly for 0.05% allethrin kerosene solution and that for allethrin plus five, and ten times of amounts of several synergists.

Toxicant (%)	Number of individuals	Number of replicates	Provisional regression line	Median Knock-down time (KT-50) (min.)	Relative effectiveness
Allethrin 0.05	200	15	$Y=5+5.00(X-0.560)$	3.63	1.00
Piperonyl butoxide 0.25	82	6	$Y=5+7.14(X-0.476)$	2.99	1.21
0.5	83	6	$Y=5+5.56(X-0.490)$	3.09	1.17
<i>n</i> -propyl isome 0.25	81	6	$Y=5+7.14(X-0.500)$	3.16	1.15
0.5	82	6	$Y=5+6.90(X-0.496)$	3.13	1.16
Sesoxane 0.25	153	11	$Y=5+6.45(X-0.446)$	2.79	1.30
0.5	154	11	$Y=5+5.26(X-0.525)$	3.35	1.08
Safroxane 0.25	83	6	$Y=5+5.15(X-0.525)$	3.35	1.08
0.5	82	6	$Y=5+5.88(X-0.496)$	3.13	1.16
MGK-264 0.25	96	7	$Y=5+5.48(X-0.525)$	3.35	1.08
0.5	96	7	$Y=5+5.88(X-0.505)$	3.20	1.13
Synepirin 0.25	97	7	$Y=5+5.80(X-0.505)$	3.20	1.13
500 0.5	98	7	$Y=5+5.00(X-0.480)$	3.02	1.20
Sulfoxide 0.25	70	5	$Y=5+5.71(X-0.496)$	3.13	1.16
0.5	67	5	$Y=5+5.48(X-0.470)$	2.95	1.23
S-421 0.25	152	11	$Y=5+5.88(X-0.435)$	2.72	1.33
0.5	154	11	$Y=5+6.35(X-0.435)$	2.72	1.33
IBTA 0.25	98	7	$Y=5+5.47(X-0.425)$	2.66	1.36
0.5	95	7	$Y=5+4.42(X-0.395)$	2.48	1.46
1.0	96	7	$Y=5+4.59(X-0.338)$	2.18	1.67
2.0	94	7	$Y=5+4.44(X-0.320)$	2.09	1.74

全般的にピレトリンでは、共力剤の混合率が大きくなるとノックダウン効果も促進する傾向があらわれているが、p. isome では逆にその効果が減退している。この傾向はアレスリンでかなり顕著であり、p. buto. や sesoxane にそれがみられるし、p. isome や S-421 では5倍量と10倍量の混用においてほとんどそのひらきはあらわれない。

24時間後における死虫率は第4表に示したとおりである。ピレトリン、アレスリン単剤による死虫率はきわめて低く、蘇生率の高いことを示しているが、ここにえられた結果からみると、両者ともほぼひとしい死虫率を示している。したがってこの実験では死虫率からみた共力剤の効力を両ピレスロイドについて比較することが可能である。ピレトリンに対して高い死虫率を示した共力剤は p. buto. と sesoxane で両者の効果はほぼひとしい。sulfoxide の致死効果はピレトリン、アレスリンいずれにも同じ程度の効果がえられた。他の共力剤のピレトリンに対する致死効果はいずれも劣

っている。アレスリンでは p. buto. の致死効果は劣っているが、S-421, sesoxane, safroxane の効果がすぐれており、それぞれ同程度の高い死虫率がえられている。全般的に共力剤の混合率の増加にともない、死虫率も平行的に増大している点が、ノックダウン効果における反応現象とは異なっているといえよう。

Isobornyl thiocynoacetate (以下 IBTA と略称) は、1940年 Hercules Powder Co. ではじめて製造販売されたチオシアン系殺虫剤で、 α -ピネンを原料としてチオシアン塩を反応させてつくられる。米国では Thanite の名称でひろく市販されているが、最近わが国でも市販されている低毒性の安全殺虫剤である。ノックダウン効果が比較的すみやかに発現される特長のある興味ある殺虫剤で、著者らはこれをピレトリン又はアレスリンと混用すると、すぐれた共力効果のあらわれることを見出した。第3, 4図は IBTA 又はピレスロイドとの混用によるイエバエの時間致落下仰転虫数率の関係を示したもので、これらを要約すれば第5表 (IBTA 単剤) および第2, 3表 (IBTA+ピレスロイド) のとおりである。IBTA を2% 含む石油液のノックダウン効果は、アレスリン 0.05% のそれに匹敵するものと考えられるが、単剤による死虫率はピレトリンやアレスリンの場合と同様に低く、蘇生する割合が高い。ピレトリン、アレスリンに IBTA の濃度をかえて混用

Table 4. Percent mortality of adult house flies in 24 hrs.

Toxicant	Mortality (%) in 24 hrs.			
	♂	♀	♂	♀
Pyrethrins	6.0	1.4	—	—
Allethrin	—	—	6.7	4.1
Synergist (%)	Pyrethrins +synergist		Allethrin +synergist	
Piperonyl 0.25 butoxide 0.5	38.7 78.1	26.3 36.4	14.6 14.6	11.9 11.9
n-Propyl 0.25 isome 0.5	16.7 12.6	6.3 4.3	22.2 34.9	20.5 25.0
Sesoxane 0.25 0.5	41.2 77.4	8.8 38.7	55.7 72.2	39.2 71.1
Safroxane 0.25 0.5	13.0 21.2	0 5.6	35.0 70.0	20.0 68.3
MGK-264 0.25 0.5	11.4 6.7	0 0	4.9 20.4	0 4.3
Synepirin 0.25 500 0.5	5.6 13.9	6.3 3.1	10.4 6.1	6.1 4.1
Sulfoxide 0.25 0.5	23.5 42.4	9.4 30.0	22.2 27.3	15.6 24.2
S-421 0.25 0.5	14.6 23.7	2.5 7.7	50.0 75.6	27.6 64.5
IBTA	0.25	9.4	5.9	10.2
	0.5	11.8	8.8	8.5
	1.0	30.3	11.8	8.5
	2.0	57.5	42.1	20.0

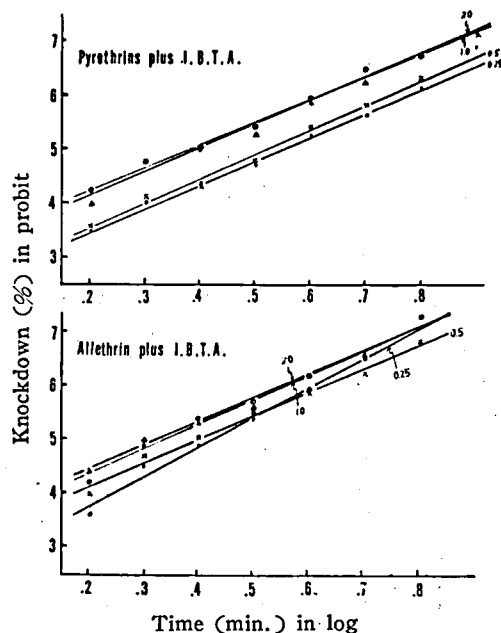


Fig. 3. The relation between time and percent knockdown of adults of the common house fly, for either pyrethrins or allethrin plus isobornyl thiocynoacetate.

したときのノックダウン効果は、ピレトリンにおけるよりもアレスリンにおいてより大きく作用し、しかも他のいずれの共剤よりもノックダウン効果はすぐれていた。混合比においては、ピレトリン、アレスリンいずれも1:20の割合で混用した場合に最大の効果がえられたが、死虫率(第4表)では効力の大きかつたピ

レトリンにおける sesoxane, p. buto. や、アレスリンにおける sesoxane, S-421, safroxane には及ばなかった。

考 察

ピレスロイドにおける共剤の意義のひとつは、ノックダウン効果を促進する作用のあることだといわれており、この現象は数多くの研究業績によつて確認されている。ピレトリンにおける共剤の作用機構については確定的には解明されていない。Chamberlain⁶⁾はピレトリンに最も効果のある解毒酵素 lipase の作用が共剤によつて阻害されるためであるとの仮説をたてた。松原は p. buto. はピレトリンの酵素的解毒作用に対してはかなり阻害作用を示すが、アレスリンに対してはほとんど阻害されないことを認め、致死効力に対する共剤度の差をこの仮説だけでは説明できないが²³⁾、ノックダウン効力に対しては p. buto. に阻害作用のあることをみとめている²⁴⁾。また酒井³¹⁾は殺虫剤とその共剤の賦活作用について、チャバネゴキブリに leg jerk 法を施用したとき、methylenedioxyphenyl 基をもつ化合物の多くは昆虫の活動力を賦活する作用が高いことをみとめた。また p. buto. などのようなそれ自身の殺虫力が0%でありながら、ピレスロイドに添加することによつて共剤効果のあらわれる作用を賦活連合作用 activated joint toxic action であると説明している。

ピレトリン、アレスリンにおける共剤のノックダウン効果の比較—今日実用化されている共剤の多くは、3,4-methylenedioxyphenyl 基をもつ化合物が多いが、その多くはアレスリンに対してはピレトリンに対するほど強力な効果を示さないことが多くの研究者

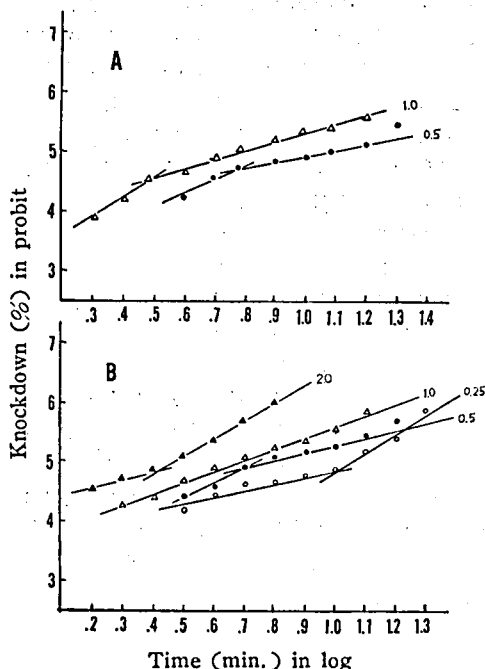


Fig. 4. The relation between time and percent knockdown of adults of the common house fly, for 0.25, 0.5, 1.0 and 2.0% isobornyl thiocyanacetate kerosene solution. A: 0.2ml., B: 0.3ml. respectively in sprayed volume.

Table 5. Summary of data of experiments on the relation between time and percent knockdown of the adults of the common house fly for isobornyl thiocyanacetate kerosene solutions in various concentrations.

Toxicant (%)	Sprayed volume (ml.)	Number of individuals	Number of replicates	Provisional regression line	Median knock-down time (KT-50)(min.)	Mortality (%) in 24 hrs.	
						♂	♀
Isobornyl 0.5 thiocyanacetate	0.2	82	6	$\{Y=5+2.27(X-1.080), \text{upper}$ $Y=5+4.88(X-0.905), \text{lower}$	12.02	2.4	2.8
		80	6	$\{Y=5+2.99(X-0.805), \text{upper}$ $Y=5+6.04(X-0.655), \text{lower}$	6.38	2.4	2.4
Isobornyl 0.5 thiocyanacetate	0.3	85	6	$\{Y=5+6.36(X-1.060), \text{upper}$ $Y=5+2.18(X-1.160), \text{lower}$	11.48	2.4	2.3
		83	6	$\{Y=5+2.63(X-0.800), \text{upper}$ $Y=5+4.88(X-0.755), \text{lower}$	6.31	0	2.4
		83	6	$Y=5+3.75(X-0.700)$	5.01	14.6	9.3
		81	6	$\{Y=5+5.91(X-0.480), \text{upper}$ $Y=5+2.56(X-0.565), \text{lower}$	3.02	17.5	17.1

によつて観察されている (Piquett,²⁹⁾ Jones et al.,¹³⁾ Gersdorff et al.,^{8,9)} Fales et al.,⁶⁾ 長沢ら²⁸⁾、松原^{21,23)}。しかし同じ group に属する safroxane がピレトリンにおけるよりもアレスリンにおいて効力がまることが倉岡ら¹⁰⁾、Incho et al.¹²⁾ によつてみとめられていることは注目すべきである。本実験結果によると、ノックダウン効果ではピレトリン、アレスリンのいずれも大きいひらきはなく、10倍量を混用したときにノックダウン効果の促進がみられる。しかし致死率は明らかにアレスリンにおける方がまきり、sesoxane や S-421 と同程度の効果が期待される。safroxane のピレトリンに対する共力効果は、Chadwick³¹⁾ や Sawicki³²⁾ によつて示されておるうちに、p. buto. に比較してかなり劣るものと推察される。

Methylenedioxyphenyl 基をもたない MGK-264, synepirin 500 は、diene 化合物に無水マレイン酸を Diels-Alder 反応にて付加させた構造をもつ化合物であるが、ノックダウン効果において synepirin 500 の方がすぐれているのは興味深い。ピレトリンにおいては p. buto. よりもノックダウン効果はすぐれているといえる。MGK-264 は一般にピレトリンよりもアレスリンに対しての共力効果が大きいといわれるが (Schroeder et al.,³³⁾ Gersdorff et al.,⁸⁾ Incho et al.¹²⁾、本実験結果からみれば、MGK-264 はピレトリン、アレスリンいずれにおいてもそのノックダウン効果は同程度であると考えられる。

S-421 はピレトリンに対し、p. buto. と同等あるいはそれ以上の共力効果を示すと Adolphi¹⁾ が報告したが、Jones et al.,¹⁴⁾ Price,³⁰⁾ 林¹¹⁾、Incho et al.¹²⁾ はピレトリンに対しての共力効果は劣ることを認めている。しかしアレスリンに対し顕著な共力効果を示すことは、安富³⁵⁾、林¹¹⁾、Incho et al.¹²⁾ によつて確認されている。著者らの成績も同様で、アレスリンに対してはノックダウン効果も致死効果ともに p. buto. よりもすぐれていることを確かめることができた。

供試した 8 つの共力剤を通じて sesoxane はピレトリンにもアレスリンにも共力作用をもつすぐれた薬剤であつた。これは Fales et al.⁷⁾ が報告した結果と全く一致しており、また Price³⁰⁾ はチャバネゴキブリおよびワモンゴキブリに対して、ピレトリンとの混用において sulfoxide と同程度の共力効果を示したと報じている。しかしながら sesoxane は実用的には市販には至っていない。したがって現在ではピレトリン、アレスリンの両方に対してすぐれた共力効果をもつ薬剤は全くみあたらない。

実験の結果より methylenedioxyphenyl 基をもち、かつ適当な長さの側鎖をもつことがピレトリンのノックダウン効果や致死効果をたかめるといえる。これに

反し、アレスリンにおいてはピレトリンにおけるような一定の構造を想起することが難しく、今後の共力剤の実現を期待したい。

ノックダウン効果と致死効果とは平行関係であるか—ピレスロイドに共力剤を混用したときのノックダウン効果と致死効果とが常に平行関係にあるかどうかは、共力剤の実用的価値をしる上にきわめて重要な要素である。この関係については、供試昆虫の種類はもちろん、実験にもちいた装置や処理の方法によつておのずから異なる場合もありうるだろう。松原^{25,26)} は、各種共力剤をピレスロイドに混用した場合のアカイエカ幼虫に対するノックダウン効果と致死効果とは平行関係にあることを指摘している。

第 2, 3 表に示した各種共力剤のなかには、かなりノックダウン効果を促進させる作用をもちながら、第 5 表の死虫率と対照してみると、きわめて低い致死率しか示さないものがみられる。たとえばピレトリンにおける p. isome や synepirin 500、アレスリンにおける p. buto., MGK-264, synepirin 500 がその部類にはいる。このようにノックダウン効果のすぐれたものは必ずしも致死率においてもすぐれているとは限らないことを示し、共力剤の化学構造によつて両者に対する作用機構が異なるためであろうと推定される。

IBTA にピレトリン、アレスリンを混用するとノックダウン効果の促進がみられることは、Hercules の technical data³⁴⁾ にもしるされてあり、この場合ピレトリンにおけるよりもアレスリンにおいて効力がまきつていことは著者らの成績とおなじ結果を示している。しかし致死率においてはかなり劣り、このふたつの関係が平行しない。ピレスロイドのイエバエに対する作用機構と IBTA の作用機構とは異なるものと考えられるので、この場合の 2 種の混合による共力効果は、相異連合作用 dissimilar joint toxic action であると解釈される。

ま と め

1. ピレトリンおよびアレスリンに 8 種類の共力剤をそれぞれ 5 倍、10 倍量混用した石油液により、噴霧降下装置を用いてイエバエに対する効力の比較実験を行なつた。

2. 共力剤のノックダウン効果は、ピレトリンにおいては sesoxane が最もすぐれ、ついで synepirin 500, sulfoxide, p. butoxide となるが、safroxane, S-421 の効果は劣つていた。アレスリンでは S-421 が最もすぐれ、sesoxane, sulfoxide, p. butoxide, synepirin 500 がこれについで。

3. ピレトリンにおける共力剤の混合率は、5 倍量より 10 倍量を混用した方がノックダウン効果を促進す

る傾向がみられたが、アレスリンでは混合比の増加により逆にその効果が減退したり、ほとんどひらきのあらわれないものがみとめられた。

4. ノックダウン効果とその致死効果とは必ずしも平行関係ではなく、致死率でみるとピレトリンでは sesoxane と p. buto. が最も高く、MGK-264, synepirin 500 が最も低かった。またアレスリンでは S-421, sesoxane, safrothane の致死率が高かった。

5. Isobornyl thiocynoacetate をピレトリン、アレスリンと混用すると、ノックダウン効果が促進され、アレスリンにおいてとくに顕著であった。これらの混合率は、isobornyl thiocynoacetate を 20 倍量混用したときに最大の効果がえられた。しかし致死効果では劣っていた。

文 献

- Adolphi, H.R.: *Pyrethrum Post* 4 (4), 3 (1958).
- Beroza, M.: *J. Amer. Oil Chem. Soc.* 31, 302 (1954).
- Chadwick, P.R.: *Pyrethrum Post* 6 (2), 30 (1961).
- Chamberlain, R.: *Amer. J. Hygiene* 52, 153 (1950).
- Eagleson, C.: *Soap Sanit. Chemicals* 18(12), 125 (1942).
- Fales, J.H. and Bodenstein, O.F.: *J. Econ. Ent.* 49, 156 (1956).
- Fales, J.H., Bodenstein, O.F. and Beroza, M.: *Soap Chem. Specialities* 33 (2), 79 (1957).
- Gersdorff, W.A., Nelson, R.H. and Mitlin, N.: *J. Econ. Ent.* 44, 921 (1951).
- Gersdorff, W.A., Nelson, R.H. and Mitlin, N.: *J. Econ. Ent.* 45, 905 (1952).
- Haller, H.L., La Forge, F.B. and Sullivan, W.N.: *J. Econ. Ent.* 35, 247 (1942).
- 林兎史: 日本応動誌 6, 76 (1962).
- Incho, H.H. and Odeneal, J.F.: *Soap Chem. Specialities* 38 (8), 69 (1950).
- Jones, G.D., Glynn, Schroeder, H.O. and Incho, H.H.: *Soap Sanit. Chemicals* 26 (8), 109 (1950).
- Jones, G.D., Glynn and Chadwick, P.R.: *Pyrethrum Post* 5 (3), 22 (1960).
- 小林源次, 南出哲史郎: 日本衛生動物学会近畿支部第七回例会講演抄録 15 (1953).
- 倉岡藤一, 菅原志朗: 樟脳技協講演集 21, 160 (1956).
- 松原弘道: 防虫科学 15, 21 (1950).
- 松原弘道: 防虫科学 15, 23 (1950).
- 松原弘道: 防虫科学 17, 82 (1952).
- 松原弘道: 防虫科学 18, 10 (1953).
- 松原弘道: 防虫科学 19, 15 (1954).
- 松原弘道: 防虫科学 19, 47 (1954).
- 松原弘道: 防虫科学 19, 61 (1954).
- 松原弘道: 防虫科学 20, 117 (1955).
- 松原弘道: 防虫科学 22, 345 (1957).
- 松原弘道: 岐阜大農報 6, 124 (1956).
- 長沢純夫: 防虫科学 18, 183 (1953).
- 長沢純夫, 西村昭: 防虫科学 18, 105 (1953).
- Piquett, P.G.: *J. Econ. Ent.* 42, 841 (1949).
- Price, R.W.: *Pyrethrum Post* 5 (3), 5 (1960).
- 酒井清六: 殺虫剤の連合作用と昆虫毒物学的研究 479 pp. 東京 (1960).
- Sawicki, R.M.: *Pyrethrum Post* 6 (2), 38 (1961).
- Schroeder, H.O. and Berlin, F.D.: *Soap Sanit. Chemicals* 26 (6), 145 (1950).
- Technical data reported on Hercules Powder Co. 32 pp. (1962).
- 安富和男: 衛生動物 11, 36 (1960).

Résumé

1. Pyrethrins and allethrin were mixed with one of eight synergists respectively in kerosene solution at the ratio of 1:5 and 1:10. The knockdown and lethal effects of mixed solutions were evaluated against adults of the common housefly, *Musca domestica vicina*, with Nagasawa's settling mist apparatus.

2. Knockdown effect of pyrethrins mixed with sesoxane was most effective. The effectiveness was as follows in descending order: synepirin 500, sulfoxide and piperonyl butoxide. Safoxane and S-421 were lower than the chemicals mentioned above. On the other hand, the knockdown effect of allethrin mixed with S-421 was most effective. Sesoxane, sulfoxide, p. butoxide and synepirin 500 followed.

3. It was observed that the knockdown effect of pyrethrins was higher when 10 times of synergists was mixed than the case of 5 times. The knockdown effect of those synergists for allethrin, however, was either decreased or unchanged by increasing the mixing ratio.

4. The knockdown and lethal effects of those

chemicals against the house fly seem to be independent. Judging from percent mortality, sesoxane or p. butoxide with pyrethrins indicated highest effect and MGK-264 and synepirin 500 were lowest, while the mortalities of S-421, sesoxane or safrothane mixed with allethrin solution were most excellent.

5. The knockdown effect of isobornyl thiocyanacetate was remarkably increased by mixing with pyrethrins and allethrin, especially with the latter. By 20 times of mixing ratio of isobornyl thiocyanacetate for pyrethrins or allethrin, the highest effect was obtained. But, lethal effect was comparatively low.

Metabolic Fate of Parathion and Paraoxon in Parathion Susceptible and Resistant Larvae of the Rice Stem Borer, *Chilo suppressalis*. * By Ken'ichi KOJIMA, Tadayoshi ISHIZUKA and Setuo KITAKATA (Institute of Agricultural Chemicals, Toa Noyaku Co., Ltd., Odawara, Kanagawa) Received July 20, 1963. *Botyu-Kagaku*, 28, 55, 1963.

9. Parathion 感受性および抵抗性ニカメイガ幼虫における parathion と paraoxon の代謝 小島建一・石塚忠克・北方節夫 (東亜農業株式会社 農業研究所) 38. 7. 20 受理

1960年夏、香川県の一部で、parathion がニカメイガ幼虫の防除に役立たなかつたという事例にそう遇したので、香川県において parathion の防除効果に疑念のあつた地帯の幼虫と、その効果に問題のなかつた静岡県産の幼虫をもちいて parathion に対する感受性を滴下施用法によつて検定し、両者の間には明らかに感受性に相違のあることを知つた。さらに parathion に対して感受性の低い香川産幼虫は paraoxon に対しても抵抗性のあることを見出した。そこで同年秋、parathion に対して感受性の異なる香川産と静岡産幼虫について、parathion と paraoxon の代謝を、ヒト血漿による抗コリンエステラーゼ法によつて定量的に比較検討した。その結果、幼虫体内への parathion や paraoxon の表皮透過性には両者間に差があるとはおもわれなかつた。また体内での parathion の paraoxon への酸化活性化にも両者間に差異は認められなかつた。そして両産幼虫とも parathion および paraoxon を分解解毒するが、その解毒力は静岡産幼虫より香川産のそれの方が強く、paraoxon は parathion より速かに分解解毒された。これらの実験結果から、香川産幼虫の parathion および paraoxon に対する抵抗性は体内における毒物の速かな解毒が一要因であると推察した。また両産幼虫における parathion の代謝の様相を代謝平衡指数 (Metabolic balance index, MBI)、すなわち体内での酸化活性化と分解解毒の代謝のつりあいを示すひとつの指数で表わしてみた。

The metabolic fates of parathion and paraoxon in parathion susceptible and resistant larvae of the rice stem borer were studied. The cuticle penetration of parathion and paraoxon, or activation of parathion to paraoxon in the bodies of larvae, did not differ between susceptible and resistant larvae. Although both parathion and paraoxon were detoxified by the larvae, resistant larvae detoxified them more rapidly than susceptible larvae. Paraoxon was detoxified much more rapidly than parathion in resistant larvae. It is considered that the more active detoxication of paraoxon as well as parathion was one of the major mechanisms of parathion resistance in the rice stem borer larvae. Metabolic balance index (MBI) presented the aspect of parathion meta-

bolism in both susceptible and resistant larvae.

In order to solve the problem of insect resistance to insecticide, it is certainly important to clarify the metabolic fate of the insecticide in insects. Working with normal and parathion resistant house fly, *Musca domestica*, Oppenoorth⁹⁾ demonstrated that susceptibility of flies to parathion was inversely related to the ability by which flies detoxified the insecticide or its activated derivative, paraoxon. March⁸⁾ reported the similar finding, that a malathion resistant strain of flies metabolized malaoxon as twice as fast in a susceptible strain. According to their opinions, the resistance of the house fly to organophosphorus insecticides does not relate primarily to changing the systems concerning

* Studies on detoxication of insecticides, Part X.