各種昆虫の殺虫剤に対する抵抗性の研究

第5報 協力剤 S-421 添加による塩素系殺虫剤抵抗性
イエバエの駆除に関する研究Studies on the insect-resistance to insecticides V.
Control of the chlorinated hydrocarbon resistant house fly by adding
S-421 as synergist in insecticides.

安 富 和 男*

Kazuo Yasutomi

I. 緒 言

筆者はさきに(1954), Pyrethrins に対する Synergist の一つである Piperonyl cyclonene を, p,p'-DDT に混入することによつて, p,p'-DDT の効力が増強される結果について報告した。

しかし, Piperonyl cyclonene は原液が着色しており, 且つ, 特異の臭気があることや, p,p'-DDT に対して, ほぼ等量を混入しなければならないことなどに原因したためか, A. W. A. Brown(1958)も述べているように, 欧米においても, 本邦においても, DDT の効力増強剤として実用化はされなかつた。

その後, 筆者は, DDT, γ -BHC, dieldrin など塩素系殺虫剤に抵抗性の強いイエバエに有効に作用する Synergist を探索していたが, Pyrethrins 及び Allethrin, とくに Allethrin の Synergist として報告のある Octachlorodipropylether (一般名 S-421)が, 各塩素系殺虫剤に混入されるときには, 抵抗性イエバエに対して極めて有効であることを発見したので, こゝに, 取纏めて報告する次第である。

本文に入るに先だち, 常々御指導をいただいている国立予防衛生研究所衛生昆虫部, 朝比奈正二郎部長に深く感謝する。

II. 実験供試薬剤

(a) 化学構造

S-421, すなわち, Octachlorodipropylether は, 次のような構造を有するもので, 最初 Becke & Sperber によつて報告された。

* 国立予防衛生研究所衛生昆虫部
Department of Medical Entomology, National
Institute of Health, Tokyo

(b) 物理性

無色透明, 無臭の液体で, 次のような性状のもので, 褐色瓶に保有すれば少くも2年以上は安定だと云われる。

- 1) Specific gravity 1.65
- 2) Flash point over 190°C
- 3) Viscosity at 20°C, 6.07°E(=211 Saybolt)

(c) 毒性

マウス, ラットに対する LD₅₀ の値は Adolphi(1958)によれば, 次のようであり, 危険性は皆無であろう。

Table 1

Acute toxicity (undiluted)	LD ₅₀	
	(in 1 day)	(in 8 days)
white mouse intraperitoneal	2g/kg	1.65g/kg
white rat per os	13g/kg	4.1 g/kg
white mouse per os	20g/kg	5.8 g/kg

今回の実験に際しては p,p'-DDT, Technical DDT, γ -BHC, あるいは, dieldrin の種々な含量のアセトン液に, S-421 を種々混入した液を調製した。

III. 供試昆虫の飼育方法

供試したイエバエ *Musca domestica vicina*, *M. d. domestica* は, 次のような population である。

- a). 高槻系統
- b). 彦根市より採集し累代飼育中のイエバエ群
- c). 神奈川県海老名町より採集し累代飼育中のイエバエ群
- d). 千葉県君津郡小櫃村より採集し累代飼育中のイエバエ群

これらの各イエバエ群は、当研究室の 28°C の恒温室中で、豆腐粕培基（豆腐粕 1 kg にエビオス 30 g 混入）により幼虫を飼育し、羽化させた成虫は、羽化後 5 日間 5 % 粉ミルク・5 % 砂糖混液を与えて飼育した。

IV. 実験方法

(1) 時間—落下仰転虫数率の比較実験

種々なイエバエ群を供試虫として、アセトン液撒布濾紙面残渣に強制接触させ、時間—落下仰転虫数率、さらに、中央落下仰転時間(KT-50)を求めて、塩素系殺虫剤の単独のものと、S-421 を混入したものとの検討を行なったわけである。

径 9 cm, 高さ 2 cm のシャーレの底に濾紙をしき、供試剤を 0.35 cc 宛 (50 cc/m² に相当)、均一にメスピペットで撒布し、アセトンの揮発直後の面、並びに、20~25°C の室内に 2~30 日間放置した残渣面に、供試虫を 20~30 頭宛接触させて、時間の経過に伴う落下仰転虫数率を調べた。

(2) Topical application により LD₅₀ を求める方法

供試イエバエ群をエーテルで麻酔しておきその前胸背面に各供試殺虫成分、及び S-421 (Synergist) の種々な量を含むアセトン液を 0.0006 cc 宛、滴下し、餌を入れた腰高シャーレに移して 25°C の室内に 24 時間放置し、死亡数を調べた。1 薬剤 1 濃度の実験ごとに、供試虫は 20~30 頭宛用い、3~5 回、実験を繰返して、その総計から死亡率を算出した。

V. 実験結果に関する論議

(1) 時間—落下仰転率の比較実験

(A) Allethrin, Pyrethrins に対する相乗作用
Octachlorodipropylether, すなわち S-421 は、従来、

Synergist の作用が顕著でないといわれていた Allethrin に対して、最も強力に働く Synergist であると、Adolphi (1958) により報ぜられているので、筆者は、まず Allethrin 並びに Pyrethrin に S-421 を混入することによる効力の増強について比較実験を行なつてみたわけであるが、その結果は第 2 表に示すように、従来から Pyrethrins 系統に最も広く使用されている Piperonyl butoxide に比較して、Allethrin に対する相乗効果は格段に強力であることがわかる。

そして、Allethrin 0.02 % 単独では、接触後 24 時間を経過しても、イエバエに対する落下仰転効果は顕著でないのに比べて、0.01 % の Allethrin に、0.05 % の S-421 を添加したものには、かなり、すぐれた殺虫力が認められる。S-421 の添加量は、Allethrin の 5 倍量で一応充分と考えられるが、10 倍量ならば、効力はさらによいことが第 2 表から推察できる。

また、0.02 % の Allethrin に 0.1 % の S-421 を混入したものは、等量の 0.02 % の Pyrethrins に、0.1 % の S-421 を混入したものと、ほぼ同等な効力を示す。

(B) 塩素系殺虫成分に対する相乗作用

p,p'-DDT、及び Technical DDT の単剤 (5 %), 並びにそれらに等量、乃至は 5 分の 1 量の S-421 を添加した Sample の撒布面による各イエバエ群の時間—落下仰転虫数率については第 3, 4 表に示した。

本邦のイエバエは、筆者がさきに (1956) 報告したように、もともと、p,p'-DDT に対する Tolerance が強く、標準の高槻系統、彦根、平川、袖カ浦の各 population と、第 3, 4 表に見られるように、極めて遅効的である。

しかし、S-421 を等量 (5 % + 5 %) 添加した p,p'-DDT の Sample の場合、彦根産イエバエ群では、中央落下仰転時間(KT-50)を求めると 21.8 分を示し、p,p'-DDT 単

Table 2 Time-percent knockdown relation of the house fly to the residues of 5 cc/sq. ft. acetone solution

Sample	Number of individuals	Time (minutes)											
		10	15	20	30	40	50	60	80	120	240	1440	
0.01 % allethrin	30										0.0	30.0	
0.01 % allethrin+0.05 % S-421	30				3.3	10.0	16.7	33.3	70.0	83.3	90.0	100.0	
0.02 % allethrin	30										0.0	46.7	
0.02 % allethrin+0.1 % S-421	30	3.3	6.7	6.7	10.0	23.3	30.0	53.3	83.3	96.7	100.0		
0.02 % allethrin+0.1 % piperonyl butoxide	30						3.3	10.0	13.3	13.3	16.7	40.0	
0.02 % pyrethrins	30										3.3	73.3	
0.02 % pyrethrins+0.1 % S-421	30			6.7	10.0	16.7	23.3	60.0	93.3	96.7	100.0		
0.02 % allethrin+0.2 % S-421	30	3.3	10.0	33.3	60.0	76.7	80.0	96.7	100.0				

Table 3 Time-percent knockdown relation of the house fly to the residues of 5 cc/sq.ft. DDT acetone solution

Colony of house fly	Sample	Number of individuals	Time (minutes)													
			10	15	20	25	30	40	50	60	80	120	180	240	480	1440
Hikone	5 % p,p'-DDT 5 % p,p'-DDT + 5 % S-421	30						3.3	6.7	20.0	26.7	70.0	90.0	93.3		
		30	3.3	10.0	50.0	63.3	90.0	100.0								
	5 % Technical DDT 5 % Tech. DDT + 5 % S-421	30					3.3	10.0	40.0	73.3	80.0	86.7	93.3	100.0		
		30	3.3	10.0	60.0	73.3	96.7	100.0								
Hirakawa	5 % Technical DDT 5 % Tech. DDT + 1 % S-421	30						3.3	10.0	16.7	26.7	33.3	40.0	43.3	50.0	93.3
		30		3.3	10.0	40.0	50.0	86.7	90.0	96.7	100.0					
Takatsuki	5 % Technical DDT 5 % Tech. DDT + 1 % S-421	30					3.3	23.3	33.3	56.7	63.3	70.0	80.0	86.7		96.7
		30	6.7	10.0	16.7	46.7	66.7	83.3	96.7	100.0						
	2.5 % Tech. DDT + 1 % S-421	30		6.7	10.0	40.0	50.0	73.3	93.3	100.0						
		30

Fig. 1 Time-percent knockdown regression lines of Takatsuki strain exposed to technical DDT residues (2.5 g/m²)

剤の 101.3 分に比べて、5 分の 1 に短縮され、Technical DDT に S-421 を添加した Sample (5 % + 5 %) の場合、KT-50 で 19.3 分を示し、Technical DDT 単剤の 52.7 分に比べて約 3 分の 1 に短縮された。

高槻系統に対する各 Sample の撒布直後の面による時間一落下仰転虫数率回帰直線は第 1 図に示すようになり、これより KT-50 を求めてみると、5 % Technical DDT 単剤で 60.1 分を示すのに比べ、5 % の Technical DDT に、S-421 を 1 % 混入したものでは 25.9 分で 2.3 分の 1 速く、50 % の Knockdown が得られるわけである。また、2.5 % の Technical DDT に 1 % の S-421 を

Table 4 Time-percent knockdown relation of the house fly to the residues of 5 cc/sq.ft. DDT acetone solution.

Days	Colony of house fly	Sample	Number of individuals	Time (minutes)													
				10	15	20	25	30	40	50	60	80	120	180	240	480	1440
10	Sode-gaura	5 % p,p'-DDT	20						5.0	35.0	40.0	65.0	65.0	70.0	70.0	70.0	75.0
		5 % p,p'-DDT+ 5 % S-421	20	5.0	15.0	60.0	75.0	95.0	100.0								
		5 % Technical DDT	20						10.0	20.0	30.0	50.0	70.0	75.0	80.0	95.0	100.0
		5 % Tech. DDT+ 5 % S-421	20	5.0	15.0	60.0	80.0	95.0	100.0								
20	Taka-tsuki	5 %p,p'-DDT	30						6.7	13.3	40.0	66.7	76.7	83.3			
		5 % p,p'-DDT+ 5 % S-421	30		20.0	40.0	70.0	93.3	96.7	100.0							
		5 % Technical DDT	30					3.3	10.0	13.3	43.3	73.3	80.0	90.0			
		5 % Tech. DDT + 5 % S-421	30		20.0	50.0	73.3	93.3	96.7	100.0							
30	Taka-tsuki	5 % p,p'-DDT	20							15.0	30.0	70.0	75.0	80.0			
		5 %p,p'-DDT+ 5 % S-421	20		20.0	45.0	75.0	95.0	100.0								
		5 % Technical DDT	20							15.0	40.0	75.0	80.0	85.0			
		5 % Tech. DDT + 5 % S-421	20		20.0	50.0	80.0	95.0	100.0								
		2.5%Tech. DDT+ 2.5% S-421	20	10.0	20.0	55.0	80.0	90.0	95.0	100.0

Fig. 2 Time-percent knockdown regression lines of Takatsuki strain exposed to technical DDT residues of 30 days after application

添加したものでも、KT-50 の値が、29.1 分で、5 % + 1 % と大差なく、DDT 量を 5 % から 2.5 % というように半減しても、1 % 程度の S-421 を添加することによって著しく速効性が附与されることになる。

そして、第 4 表に示すように、撒布後 10 ~ 30 日間放置した残渣面の効力においても、撒布直後の傾向と全く同様である。30 日後の Technical DDT 残渣面による高

機系統の時間一落下仰転虫数率回帰直線をグラフに示したのが第 2 図であり、これから、KT-50 を求めると、5 % Technical DDT 単独の残渣では 66.2 分という数値が得られ、撒布直後の 52.7 分よりやや低下していたのに比較して、5 % の Technical DDT と 5 % S-421 との混合物の残渣では 19.2 分という数値で、第 3 表から求めた撒布直後の数値 19.3 分と全く変化が見られない。

さらに、DDT としては半量の 2.5 % の Technical DDT と 2.5 % の S-421 の混合物の残渣による KT-50 の値も 18.2 分という数字で、5 % + 5 % と差異が認められない。

このことから、S-421 は、基準量 (2.5 g/m²) 撒布の DDT に対して、速効性を増強するだけでなく、増強された効力は撒布後 30 日、もしくはそれ以上持続することがわかり、また、DDT 量を減らしても、Synergist による効力にさほど影響のないこともわかった。

次に、 γ -BHC に S-421 を添加した際の、各イエバエ群での実験結果は第 5 表に取纏めたが、彦根、海老名のように、 γ -BHC に対して抵抗性の強い population の場合、単剤 (0.5 % γ -BHC) と Synergist 添加 Sample と

Table 5 Time-percent knockdown relation of the house fly to the 5 cc/sq. ft. γ -BHC acetone solution

Days	Colony of house fly	Sample	Number of individuals	Time (minutes)													
				10	15	20	25	30	40	50	60	80	100	120	180	240	
0	Hikone	0.5 % γ -BHC	30			10.0	30.0	36.7	46.7	56.7	76.7	83.3	90.0	93.3	100.0		
		0.5 % γ -BHC + 5 % S-421	30	10.0	16.7	56.7	63.3	93.3	100.0								
	Hirakawa	0.5 % γ -BHC	30		3.3	8.3	85.0	0.0	60.0	90.0	93.3	100.0					
		0.5 % γ -BHC + 0.5 % S-421	30	10.0	33.8	86.7	100.0										
	Ebina	0.5 % γ -BHC	30			10.0	30.0	43.3	60.0	70.0	76.7	83.3	90.0	93.3	96.7	100.0	
		0.5 % γ -BHC + 0.5 % S-421	30	20.0	70.0	83.3	96.7	100.0									
	Takatsuki	0.5 % γ -BHC	30		3.3	30.0	40.0	53.3	80.0	83.3	90.0	100.0					
		0.5 % γ -BHC + 0.5 % S-421	30	3.3	30.0	50.0	70.0	93.3	100.0								
		0.5 % γ -BHC + 5 % S-421	30	3.3	33.3	50.0	66.7	76.7	96.7	100.0							
		0.25 % γ -BHC + 0.25 % S-421	30	15.0	35.0	60.0	80.0	95.0	100.0								
5	Takatsuki	0.5 % γ -BHC	30			3.3	20.0	36.7	73.3	76.7	83.3	90.0	93.3	100.0			
		0.5 % γ -BHC + 0.5 % S-421	30			3.3	23.3	43.3	83.3	90.0	93.3	96.7	100.0				
		0.5 % γ -BHC + 5 % S-421	30	3.3	30.0	46.7	70.0	93.3	100.0								
7	Obitsu E	0.5 % γ -BHC	20					5.0	10.0	30.0	50.0	60.0	70.0	75.0	90.0	95.0	
		0.5 % γ -BHC + 0.5 % S-421	20			5.0	20.0	35.0	70.0	95.0	100.0						
		0.25 % γ -BHC + 0.25 % S-421	20			5.0	15.0	25.0	35.0	60.0	75.0	90.0	100.0				
20	Takatsuki	0.5 % γ -BHC	30													3.3	
		0.5 % γ -BHC + 5 % S-421	30	3.3	6.7	10.0	10.0	13.3	16.7	20.0	26.7	56.7	63.3	70.0	83.3	100.0	

Table 6 Time-percent knockdown relation of the house fly to the residues of 5 cc/sq. ft. dieldrin acetone solution

Days	Colony of house fly	Sample	Number of individuals	Time (minutes)											
				15	20	25	30	40	50	60	80	120	180	240	1440
0	Ebina	0.5 % dieldrin	30								13.3	16.7	20.0	36.7	86.7
		0.5 % dieldrin + 0.5% S-421	30	3.3	13.3	23.3	40.0	90.0	96.7	100.0					
		0.5 % dieldrin + 0.5% S-421	30	6.7	16.7	33.3	53.3	100.0							
	Takatsuki	0.5 % dieldrin	30								13.3	26.7	60.0	80.0	100.0
		0.5 % dieldrin + 0.5% S-421	30		6.7	16.7	26.7	50.0	60.0	83.3	86.7	96.7	100.0		
2	Ebina	0.5 % dieldrin	30								3.3	16.7	23.3	23.3	86.7
		0.5 % dieldrin + 5 % S-421	30		6.7	23.3	40.0	86.7	93.3	100.0					
7	Obitsu E	0.5 % dieldrin	20										20.0	25.0	
		0.5 % dieldrin + 0.5% S-421	20	15.0	25.0	35.0	45.0	50.0	65.0	90.0	100.0				
		0.25 % dieldrin + 0.25% S-421	20	5.0	5.0	10.0	10.0	15.0	30.0	40.0	60.0	80.0	90.0	100.0

Fig. 3 Time-percent knockdown regression lines of Takatsuki and Ebina colonies exposed to γ -BHC residues (0.25 g/m²)

の効力の開きが顕著であつた。

第3図は、海老名（抵抗性がやゝ強い）産イエバエ群と、高槻系統とのそれぞれの撒布直後の面に対する時間一落下仰転虫数率回帰直線をグラフに表わしたものであるが、高槻系の0.5% γ -BHC 単剤での KT-50 (27.5分)と、等量の S-421 添加物での KT-50 (19.1分)との開きよりも、海老名産イエバエ群の単剤による KT-50 (33.4分)と、混合物による KT-50 (13.3分)との開きの方が大きいことが窺われる。

そして、DDT の場合と同様、5~20 日後の残留効果においても、Synergist 添加物は増強された効力が持続することが認められた。

また、 γ -BHC 量を半減して0.25%としても、0.25%の Synergist を添加した場合は、0.5%の単剤の効力よ

りすぐれていることが認められる。

次に、dieldrin に関する実験結果については第6表に纏めた。これによると、DDT, γ -BHC における場合と同様な傾向を示し、0.5%の dieldrin に対して、等量乃至は倍量の S-421 を添加した Sample では、効力が顕著に増強される。そして、とくに、海老名産イエバエ群のように、dieldrin に対して抵抗性の強いものは、S-421 添加の効果が顕著に認められた。第4図は、海老名産イエバエ群の時間一落下仰転虫数率回帰直線を図示したものであるが、0.5%の単剤での KT-50 は309.1分であるのに比べて、0.5%の dieldrin に0.5%の S-421 を添加したものは、28.1分という数値、1%の S-421 を添加したものは、27.3分という数値を示し、ともに、12分の1程度の時間に短縮された。

また、0.25%に dieldrin 量を減らしても、0.25%の S-421 を添加すれば、0.5%単剤より顕著に効力がすぐれ、増強された効力の持続性も認められた。

Fig. 4 Time-percent knockdown regression lines of Ebina colony exposed to dieldrin residues (0.25 g/m²)

Table 7 LD₅₀ values in micrograms per female fly by topical application

Sample	Hikone	CSMA
p,p'-DDT	60<	1.656
p,p'-DDT+S-421 (1 : 1)	1.52	0.812
γ-BHC	1.260	0.021
γ-BHC+S-421 (1 : 1)	0.810	0.013
dieldrin	4.710	0.057
dieldrin+S-421 (1 : 1)	0.091	0.019

(2) LD₅₀ による検討

Topical application によつて、各イエバエ群の雌1頭当りの LD₅₀ (microgram) を求め、取纏めたものが第7表である。

これによれば、本邦の彦根、並びに欧米の標準系統である CSMA というそれぞれ塩素系殺虫剤に抵抗性と感受性の両イエバエ群のいずれに対しても、p,p'-DDT, γ-BHC, あるいは dieldrin に、等量 (1 : 1) の S-421 を加えることによつて、LD₅₀ の値が極めて小さくなる。すなわち、少量で有効になることがわかつた。

そして、前述の時間一落下仰転虫数率の関係でつかんだ傾向と同様、感受性 (CSMA 系統) のイエバエよりも、抵抗性の彦根産イエバエにおいて、Synergistic action が顕著であつた。

VI. 摘 要

Pyrethrins 及び Allethrins の Synergist の一つである Octachlorodipropylether (S-421) の、塩素系殺虫成分に対する相乗作用、とくに塩素系—抵抗性イエバエ の効力増強作用について実験をおこなつたところ、次のような諸点が明らかとなつた。

(1) Allethrin, 及び Pyrethrins, とくに Allethrin に対しては、Piperonyl butoxide に比べて極めて顕著な増強作用が認められた。

(2) DDT に S-421 を混入すると、本邦産の耐性の強いイエバエ群でも、基準量の撒布面 (2.5 g/m²) による中央致落下仰転時間 (KT-50) の値においても、また、Topical application による 雌イエバエ 1 頭当りの LD₅₀ の値においても、欧米の DDT に弱い代表的な感受性系統

とほぼ等しい結果が得られ、S-421 を混入すれば、DDT にもともと耐性が高い本邦のイエバエ駆除には極めて有意義であろうと思われる。そして、S-421 によつて増強された撒布面残渣の効力は、1 カ月以上も持続する。

(3) γ-BHC, 及び dieldrin に S-421 を混入した場合も、DDT の場合と同様、イエバエ、とくに抵抗性系統に対して顕著な相乗作用を示す。

参考文献

- 1) Adolphi, H. (1958): Examination of a pyrethrum synergist preliminary information. Pyrethrum Post. —
- 2) 安富和男 (1954) : 各種昆虫の殺虫剤に対する抵抗性の研究, 第3報, piperonyl cyclonene 添加による DDT 抵抗性昆虫の駆除に関する研究, 衛生動物, 5 (3・4) : 146-151. —
- 3) Yasutomi, K. (1957): Studies on insect resistance to insecticides. III. Control of DDT-resistant insects by adding piperonyl cyclonene to DDT. Japanese contributions to the study of the insecticide-resistance problem (Published by the Institute of Insect Control, Kyoto Univ. for the W. H. O.)

Résumé

Effect of octachlorodipropylether (S 421), a synergist for pyrethrins and allethrin, was studied in an attempt to utilize as a synergist against resistant and susceptible colonies of the house fly, *Musca domestica vicina* and *M. d. domestica*.

The result shows that the S 421 will be able to consider as a suitable synergist for pyrethrins and allethrin. In case of allethrin S 421 showed a definite superiority over piperonyl butoxide as has been known using European house flies.

The p, p'-DDT or technical DDT plus octachlorodipropylether (S 421) showed a remarkable synergistic activity against the Japanese *vicina*, indicated the original high tolerance to DDT, as compared with the activity of p, p'-DDT or technical DDT alone. The optimum ratio of the content of S 421 to the content of DDT was 0.2 to 1.

Similarly, the efficacy of γ-BHC or dieldrin added with S 421 at a ratio of 1 : 1-10 proved to be far higher than that of γ-BHC or dieldrin alone against the resistant populations, whereas it imparted a slight increase in efficacy against the susceptible populations.