

ピレスロイドの煙霧剤としての検討

Observations on fogging effects of pyrethroids

水谷 澄*

Kiyoshi Mizutani

ここ10年来、化学物質の生物体内への蓄積性をはじめ、種々の環境汚染の問題が提起され、この方面の研究が行われるようになり、新事実が徐々に解明されつつある。この結果、従来用いられてきた物質も、仮に著しい有用性が認められているとしても、同時に環境汚染物質であることが、明確にされると、その物質は否定されるという、合成化合物に対するきびしいチェックが要求される状況下にある。

衛生害虫用の殺虫剤は、1971年に有機塩素剤の使用が禁止された結果、DDT、Lindaneなどが使えなくなり、現在有機リン剤とピレスロイドが用いられている。有機リン剤は急性毒としての作用は強いが、慢性的な障害は少ないというのが専門家の一般的な考え方である。しかし現行の有機リン剤の中でも急性毒性の強い化合物に対しては、より問題の少ない物質に切り換える必要があるのはいうまでもない。

一方ピレスロイドは、もともと天然から得られた殺虫有効成分(ピレスリン)から発展してきた殺虫剤である。使用歴も長く、事故の記録もほとんどない。対象害虫に細かい粒子として直撃したときの速効性、生体内の蓄積性がない点、毒性も比較的低いことから、この系列の殺虫剤は一般に安全であろうとみなされている。こんな状況の下に、殺虫剤メーカーは新しいピレスロイドの開発に力を入れてきたが、この中で従来のピレスロイドより強力な物質が合成され、そのうち2、3の原体は国の製造承認を受けている。

著者は、これらのピレスロイドを用いて、その特性をいかにした使用場面を種々検討してきたが、ここでは煙霧として処理したときの衛生害虫に対するピレスロイドの効力を、従来煙霧剤として用いられているDDVPと比較検討したので、その結果を報告する。

なお、殺虫剤の煙霧処理による衛生害虫に対する効力

評価についての報告は、ほとんどない。とくに実験室内のデータは皆無である、したがって試験方法自体確立されていないので、試験を始める前に方法の検討も若干行ったので、その結果も含めて報告する。

供試薬剤

- Pyrethrins
20% extract
- Allethrin
dl-allethronyl dl-cis, trans-chrysanthemate
- d-Allethrin
dl-allethronyl d-trans-chrysanthemate
- Phthalthrin
N-(3,4,5,6-tetrahydrophthalimido)
methyl dl-cis, trans-chrysanthemate
- Resmethrin
5-benzyl-3-furylmethyl-dl-cis, trans-
chrysanthemate
- d-Resmethrin
5-benzyl-3-furylmethyl-d-trans-
chrysanthemate
- Furamethrin
5-propargylfurfuryl-dl-cis, trans-
chrysanthemate
- Butethrin
3-chloro-4-phenyl-trans-2-buten-1-yl-dl-
cis, trans-chrysanthemate
- DDVP
0, 0-dimethyl 0-2, 2-dichlorovinyl
phosphate
- 以上各0.3%油剤
- d-Resmethrin 0.05% Phthalthrin 0.2% Piperonyl
butoxide 1.25% 混合油剤
- d-Res. 0.05% d-Allethrin 0.2% P.b. 1.25% 混合油剤
- d-Res. 0.05% Furamethrin 0.15% P.b. 1% 混合油剤
- Resmethrin 0.05% Phth. 0.2 P.b. 1.25% 混合油剤
- Res. 0.05% d-All. 0.2% P.b. 1.25% 混合油剤
- Furamethrin 0.2% P.b. 1% 混合油剤
- d-All. 0.25% P.b. 1.25% 混合油剤
- DDVP 0.3% 調製油剤 市販製剤

* 日本環境衛生センター環境生物部

これらの薬剤は原体レベルでの効力の検討のために用いた。

下段の混合油剤もすべて試験室内で調製し、DDVP 0.3%油剤と共に実地試験に供した。

供試昆虫

イエバエ *Musca domestica vicina* Macquart

伝研コロニー

1955年9月に医科学研究所構内で採集し、以後研究室内で累代飼育している集団である。試験には羽化3~6日後の雌成虫を供した。

チャバネゴキブリ *Blattella germanica* Linne

渡田コロニー

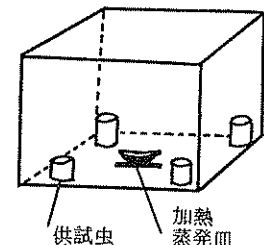
1966年に川崎市渡田から採集し、以後、当飼育室で累代飼育しているコロニーである。

試験には雌成虫を供した。

試験方法

1) チャンバー内煙霧試験

0.308 m³ の容積を有するチャンバー内に供試虫を一定数入れた腰高シャーレ(イエバエには金網蓋使用, チャバネゴキブリは蓋なし)を四隅に設置する。一方小砂利を8分目程入れた直径9cmの磁製蒸発皿を容器共電気炉に入れ、500~800℃にあらかじめ加熱したのち金属ばさみを用いてこれを取り出し、小砂利の中には熱電対をさし込み、前述のチャンバー内中央に設置する。



供試虫 加熱蒸発皿
使用チャンバー(0.308 m³)

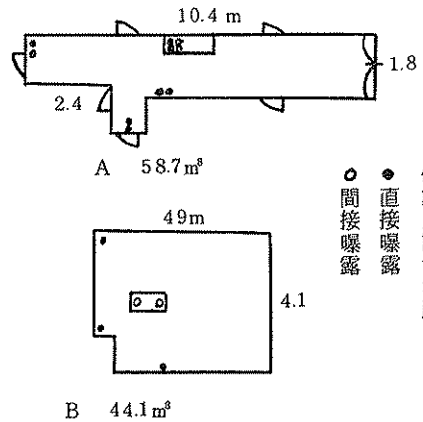
約5分後温度計が400°または280℃を示したときに、クロマトグラフ用噴霧器を用いて0.3~0.6 ml(ただし噴霧器内残余量0.06 ml)の供試油剤を熱源(加熱した蒸発皿中の小砂利)にむかって噴霧、油剤を瞬時に煙霧化し、このときからの

時間の経過にともなう供試虫のノックダウンの状況を観察した。被煙は30分間で打切り、その後供試虫を25℃の温度下の清潔な部屋に移し、24時間後の致死率を観察した。

なお試験を行なうのに先だち580℃においても前述と同様のテストを行い、煙霧温度の違いによる殺虫効力差について、あわせて検討した。

2) 居室内煙霧試験

図に示したように44.1 m³ならびに58.7 m³の室内に供試虫を入れた腰高シャーレを設置する。ドア窓を閉めきったのち、小型煙霧器(インセクトフォガー)を用い



て、供試油剤を一定量煙霧処理した。

効果の判定は時間の経過に伴う供試虫のノックダウンの状況を観察し、さらに一定時間後、供試虫を被煙からはずし、清潔な部屋に移し、24時間後の致死率を観察し、この結果から供試薬剤の効力を検討した。

なお、使用煙霧器の煙霧温度は280℃、煙霧速度は12.5~15 ml/min. 煙霧量はイエバエに対して1 ml/m²、チャバネゴキブリには2 ml/m²宛処理した。

結果ならびに考察

1) チャンバー内煙霧試験

効力結果を検討する前に試験法の若干の検討と前試験の結果について述べる。

熱源(加熱した蒸発皿中の小砂利)の時間経過に伴う温度降下を示したのが図1である。電気炉で800℃に加熱した熱源は20℃の室温下にさらすと、5分後に約500℃、10分後に300℃、20分後に120℃に低下した。グラフに示されているように温度降下速度は比較的緩慢である。したがって少量の油剤を吹きつけて煙霧化するのに十分な時間的な余裕が得られ、かつ油剤処理

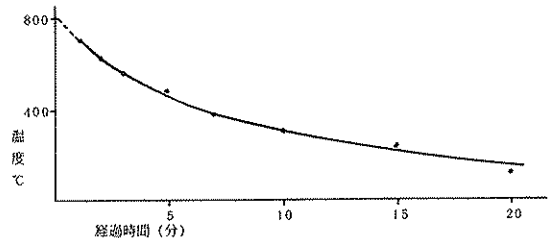


図1 蒸発皿中の熱源の時間経過に伴う温度降下

による瞬間的な温度の低下も認められず、噴霧開始時の温度から20℃低下する範囲内で油剤の煙霧化が行われているものと判断された。

図2は煙霧温度と効力の関連をテストした結果を示す。

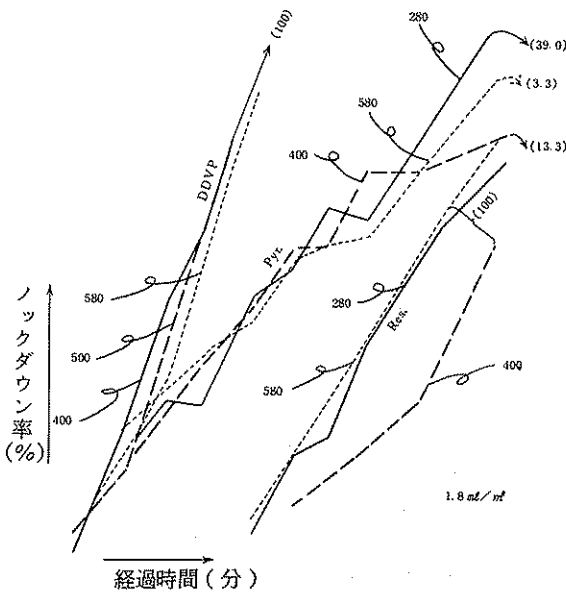


図2 煙霧温度と効力に関連

供試薬剤はDDVP, Pyrethrins, Resmethrin, 各0.3%油剤を選んだ。DDVPは400~580℃の温度範囲で行ったが、この範囲内では効力と温度間に有意な

差は認められていない、Pyrethrinsは280°~580℃の間でテストを行ったところ、横転効果には差が認められなかったが、煙霧温度が高くなるに従がい致死効力が低下する傾向を認めた。Resmethrinは280℃と580℃の間に効力差は認められなかった。しかし400℃のテストでは明らかな差が認められたが、この理由については明らかでない。

市販煙霧器の煙霧温度は、家庭用の小型のもので250℃~300℃、大型の一般用のものは350℃~500℃の範囲にあるという。

煙霧温度と効力に関連は上述したテスト結果から、殺虫剤によっては、高温時の効力が若干低下することを示したが、400℃以下であれば実用上、効力の著しい影響はないものと判断した。また煙霧器の煙霧温度のかわいから、以下のテストは280℃または400℃で煙霧処理を行うこととした。

以上の条件下で、原体レベルでのピレスロイドと、現在煙霧剤として繁用されているDDVPを比較としてイエバエ成虫に対するチャンパー内煙霧試験を行った結果を表1ならびに表2に示す。また二つの表をまとめたものを表3に示す。その結果、単味剤各0.3%油剤を空間容積1m³当たり0.8ml~1.8mlの割合で煙霧処理すると、横転効果の面ではDDVPが最も速効的な効力を示した。ピレスロイドの中では、Pyrethrins, d-Allethrin,

表1 チャンパー内煙霧試験によるイエバエ雌成虫に対するノックダウン率と致死率 (薬量0.8ml/m³)

供試油剤	煙霧温度	曝露時間 (分)								致死率 24時間
		5	6	8	10	12	15	20	30	
Pyrethrin	280			1.7	8.3		18.3	40.0	60.0	1.7
	400			1.7	5.0		15.0	26.7	33.3	0
Allethrin	280						1.7	5.0	21.7	0
	400							5.0	18.3	0
d-Allethrin	280				3.3	13.3	26.7	28.3	33.3	1.7
	400					6.7	15.0	18.3	16.7	0
Phthal thrin	280			4.2	9.1	12.5	24.2	40.0	62.5	2.5
	400			5.0	12.5	22.5	30.8	55.0	76.7	2.5
Resmethrin	280					1.7	1.7	31.7	80.0	100
	400				3.3	6.7	11.7	38.3	83.3	100
d-Resmethrin	280						3.3	6.7	56.7	100
	400						6.7	35.0	83.3	100
Bute thrin	280								0	1.7
	400								0	0
Furame thrin	280			12.4	23.9		51.2	64.5	90.1	20.7
	400			3.3	11.7	21.7	48.3	71.7	91.7	3.3
DDVP	280	6.6	19.8	62.0	95.0	100				100
	400	2.5	9.8	45.1	78.7	91.8	95.9	100		100

註 供試薬剤はいずれも0.3%調製油剤を使用

表2 チャンバー内煙霧試験によるイエバエ雌成虫に対する
ノックダウン率と致死率 (薬量 1.8 ml/m³)

供試油剤	煙霧温度	曝露時間 (分)										致死率 24時間
		3	4	5	6	8	10	12	15	20	30	
Pyrethrins	280	3.4	18.6	35.6	33.9	72.9	81.4	93.2	91.5	98.3	100	39.0
	400	3.3	15.0	31.7	48.3	70.0	86.7	86.7	96.7	96.7	98.3	13.3
Allethrin	280					10.0	13.3	30.0	38.3	66.7	85.0	1.7
	400					13.3	20.0	40.0	51.7	80.0	96.7	0
d-Allethrin	280		5.0	20.0	35.0	65.0	80.0	86.7	95.0	95.0	100	8.3
	400		5.0	10.0	20.0	45.0	63.3	85.0	93.3	95.0	98.3	10.0
Phthalthrin	280	5.0	11.7	16.7	21.7	40.0	56.7	68.3	78.3	90.0	98.3	6.7
	400		1.7	5.0	13.3	23.3	41.7	68.3	80.0	90.0	98.3	3.3
Resmethrin	280					5.0	18.3	23.3	56.7	90.0	96.7	100
	400						8.3		20.0	35.0	86.7	100
d-Resmethrin	280					3.3	10.0	16.7	36.7	71.7	95.0	100
	400					6.7	8.3	18.3	43.3	76.7	100	100
Butethrin	280									1.7	5.0	36.7
	400									1.7	13.3	45.0
Furamethrin	280		1.7	8.5	15.3	39.0	57.6	81.4	88.1	100		45.8
	400		3.3	10.0	13.3	31.7	61.7	70.0	91.7	90.0	100	20.0
DDVP	280	5.0	15.0	50.0	78.3	95.0	100					100
	400	3.3	26.7	71.7	90.0	100						100

註 供試薬剤はいずれも 0.3%調製油剤を使用

Phthalthrin, ならびに Furamethrin の 4 薬剤の効力が高かった。

致死効力の面では、2 濃度共 100%の致死率を示した薬剤は、DDVP, d-Resmethrin, Resmethrin のみで他の薬剤は Butethrin を除き、著しい蘇生が認められた。

以上の結果からピレスロイドを単剤として煙霧処理した場合は、現行の DDVP の効力におよばない。しかし、ここで得られた致死効力の高い d-Resmethrin, あるいは Resmethrin に、速効的な作用を示す Pyrethrins, d-Allethrin, Phthalthrin Furamethrin のいずれかを配伍し、さらにピレスロイド本来の使い方に従って共力剤を添加した製剤は、実用的な効力が期待されるものと推測される。

2) 居室内煙霧試験

チャンバー内煙霧試験法の項で述べたように、ピレスロイドの実用的な煙霧剤を考えると速効性ピレスロイド + 高致死性ピレスロイド + 共力剤という組合わせが得られるが、この考え方にそって数種の混合剤を調製し、これらの調製薬剤を用いた実地試験を 44.1 m³ と 58.7 m³ の容積を有する室内で、小型煙霧器を使って行った結果を表 4 と 5 に示す。表 5 は供試油剤を 1 ml/m³ の割合で処理し、イエバエ成虫に対する効果を示したもので、DDVP 0.3%油剤と比較すると、d-Resmethrin 0.05%

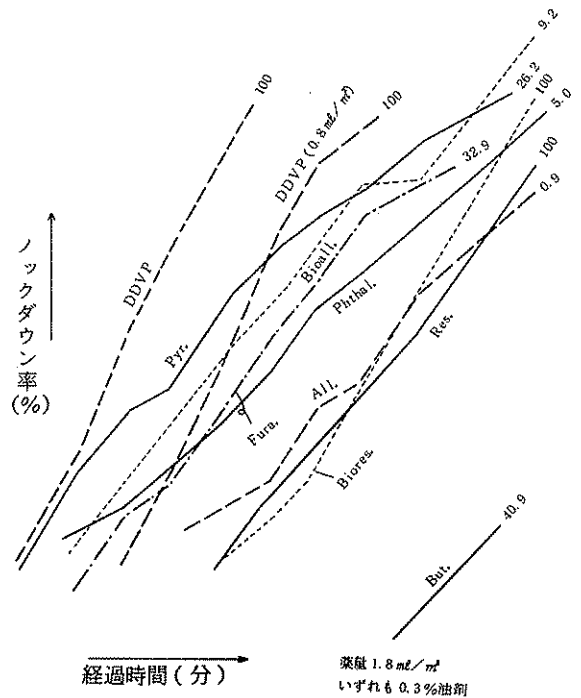


図3 チャンバー内煙霧試験によるイエバエ成虫に対する効力

表3 チャンバー内煙霧試験まとめ

供試薬剤	0.8ml/m ³		1.8ml/m ³	
	90%以上の横転率 の得られる曝露時間	致死率 24時間	90%以上の横転率 の得られる曝露時間	致死率 24時間後
Pyrethrins	—	0.9	15	26.2
Allethrin	—	0	30	0.9
d-Allethrin	—	0.9	15	9.2
Phthalthrin	—	2.5	20	5.0
Resmethrin	—	100	30	100
d-Resmethrin	—	100	30	100
Furamethrin	30	12.0	20	32.9
Butethrin	—	0.9	—	40.9
DDVP	12	100	8	100

註 煙霧温度 280~400℃

表4 室内煙霧試験によるイエバエ雌成虫のノック
ダウン率ならびに致死率 (薬量 1 ml/m³)

供試油剤	実験 場所	経過時間 (分)							致死率 24時間
		10	15	20	30	40	50	60	
d-Res. 0.05 Fura. 0.15) + P.b.	A		33.3	66.7	90.7	94.7	96.0	97.3	84.0
DDVP 0.3 (市販品)	A		21.3	76.0	100				100
Fura. 0.2 + P.b.	A			13.3	66.7	86.7	96.0	93.3	2.7
d-All. 0.25 + P.b.	A		12.0	33.3	64.0	80.0	80.0	85.3	2.7
d-Res. 0.05 Phthal. 0.2) + P.b.	B	46.7	85.3	97.3	100				98.7
d-Res. 0.05 d-All. 0.2) + P.b.	B	30.1	56.0	80.0	98.7	100			97.3
DDVP 0.3 (自製品)	B	24.0	73.3	98.7	100				100

表5 室内煙霧試験によるチャバネゴキブリ雌成虫のノック
ダウン率ならびに致死率 (薬量 2 ml/m³)

供試油剤	経過時間 (分)										致死率 24時間
	10	20	30	40	50	60	75	90	105	120	
d-Res. 0.05 Phthal. 0.2) + P.b.	3	18	30	42	54	63	69	70	77	81	63
d-Res. 0.05 d-All. 0.2) + P.b.	1	11	32	50	61	63	74	72	75	78	56
Res. 0.05 Phthal. 0.2) + P.b.	1	10	18	28	30	32	38	46	50	47	19
Res. 0.05 d-All. 0.2) + P.b.		5	7	11	15	16	17	19	21	21	18
DDVP 0.3			1	3	3	4	8	8		13	17
DDVP 0.3 (市販品)					4	2	4			4	6
d-All. 0.25 + P.b.	2	7	29	43	55	48	60	71	68	72	31
Fura. 0.2 + P.b.		1	10	16	19	25	29	34	37	34	6

+Furamethrin 0.15%+Piperonyl butoxide 1%の混合剤, d-Resmethrin 0.05%+Phthalthrin 0.2%+Piperonyl butoxide 1.25%混合剤ならびに d-Resmethrin 0.05%+d-Allethrin 0.2%+Piperonyl butoxide 1.25%混合剤は, 横転効果, 致死効果の両面について, ほぼ同等の効力が得られている。表4をグラフにした図4をみても上記3検体は, 現行のDDVP 0.3%油剤と匹敵できる効力が得られていることが示されている。

表5はチャバネゴキブリに対する結果を示したものである。DDVP油剤は曝露2時間後にいたっても4~13%のノックダウン率しか得られず, 致死率も6~17%にとどまった。これに反し d-Resmethrin または Resmethrin を主剤とした混合剤を適用すると, いずれもDDVPの効力をしのいでいる。この結果は, イエバエに対する効力と合わせて, ある種のピレスロイド混合油剤が現行の代表的煙霧剤であるDDVP 0.3%油剤の代替品として, 実用可能であることを示唆している。

図5は表5をグラフにしたもので, DDVPと比較してピレスロイド配伍+Piperonyl butoxide 混合剤の効力がすぐれているのが明瞭に示されている。

なお, 空間容積に対する煙霧量は, 伝染病予防法では $2\text{ ml}/\text{m}^3$ (ゴキブリに適用) とされている。この量は井

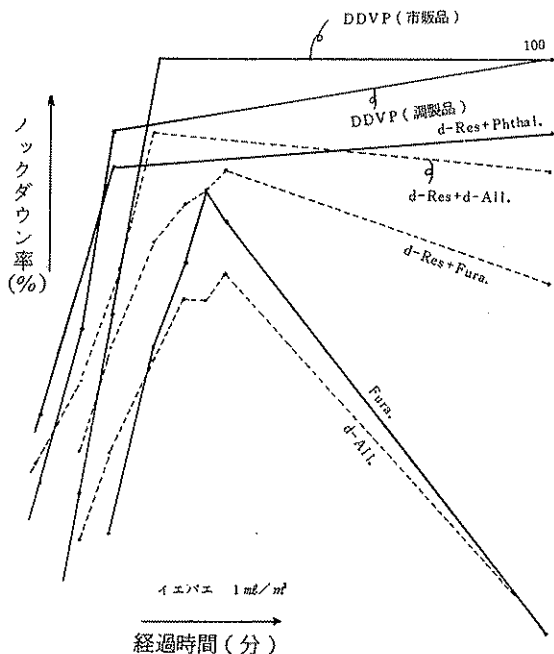


図4 室内煙霧試験によるイエバエ成虫に対する効力

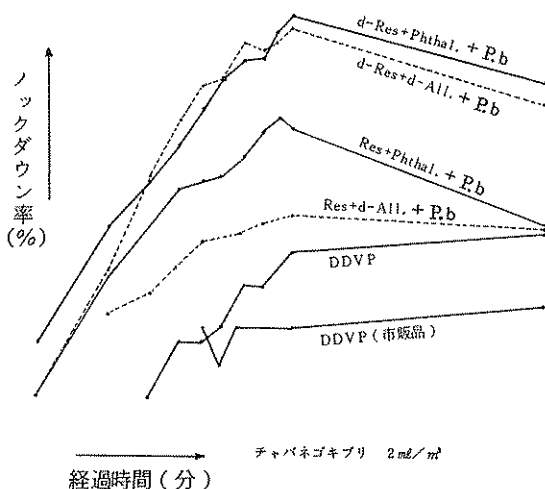


図5 室内煙霧試験によるチャバネゴキブリ成虫に対する効力

上¹⁾のデータにも適合した数値であるが, 煙霧を行う場合は煙霧器の効率も, その効力に大きな影響をおよぼすので一概には判断できないが, ここで行った室温18~20℃での比較的苛酷な条件下においては, チャバネゴキブリに対して $2\text{ ml}/\text{m}^3$ の煙霧量では雌成虫には十分な量とはいえないことが伺える。ピレスロイド混合剤で最も高い致死率を示した d-Res. 0.05%+Phthalthrin 0.2%+Piperonyl butoxide 1.25%の混合油剤を用いても, 雌成虫の致死率は63%しか得られなかったため, 実用的に用いる薬量は $2.5\text{ ml} \sim 3\text{ ml}/\text{m}^3$ を要するものと推測される。

ま と め

- 1) ピレスロイドを煙霧剤として使用したときの原体レベルでの基礎効力の検討をチャンバー内煙霧法で行った。また, その結果から得られたピレスロイド個々の性質をいかした調製油剤を用いて実用的な居室試験を行った。
- 2) チャンバー内煙霧法において, ピレスロイドは単味で用いると, DDVPに較べて効力は低かった。
- 3) イエバエ成虫に対する効力は, テストを行った8種のピレスロイドの中で, 横転効力の面で, Pyresins, d-Allethrin, Phthalthrin あるいは Furamethrin, 致死効力の面で d-Resmethrin と Resmethrin の効力がすぐれていることを認めた。
- 4) 室内煙霧試験において d-Resmethrin 0.05%+Phthalthrin 0.2% または d-Allethrin 0.2% あるいは Furamethrin 0.15% にそれぞれ, 有効成分の5

倍量の Piperonyl butoxide を配伍した油剤は、DDVP 0.3% 油剤と比較して、イエバエ成虫に対してはほぼ同等の効力、チャバネゴキブリに対してすぐれた効力を示した。

- 5) この結果から、現行の DDVP 0.3% 油剤の煙霧剤としての使用をピレスロイド混合油剤に切り換えることが可能であることを認めた。
- 6) この場合の葉量は、イエバエに対して $1 \text{ ml} / \text{m}^3$ 、チャバネゴキブリに対しては $2.5 \sim 3 \text{ ml} / \text{m}^3$ を適用すれば、実用的な効力が期待されるものと推測された。

引用文献

- 1) 井上義郷：殺虫剤の煙霧によるビルディングのゴキブリ駆除の問題点，衛動10(4) 276-280, 1959

Summary

- 1) Fogging effects of pyrethroids to house flies, *Musca domestica vicina* and German cockroaches *Blattella germanica* were evaluated by small

chamber method in laboratory condition and by field trials in 44.1 m^3 or 58.7 m^3 rooms.

2) Pyrethrins, d-Allethrin, Phthalthrin and Furamethrin showed quick effects on small chamber method.

3) The lethal effects caused by the exposure to the fog for 30 minutes were most excellent on d-Resmethrin and Resmethrin.

4) As the results of the field trial, d-Resmethrin 0.05% + Phthalthrin 0.2% + Piperonyl butoxide 1.25% mixture oil, d-Resmethrin 0.05% + d-Allethrin 0.2% + Piperonyl butoxide 1.25% mixture oil and d-Resmethrin 0.05% + Furamethrin 0.15% + Piperonyl butoxide 1% mixture oil showed almost the same effects to house flies as DDVP 0.3% oil did and were more effective to German cockroaches than DDVP 0.3% solution.

5) From the above mentioned results, it was concluded that the some pyrethroid mixture solutions with synergist might have the possibility as the alternative fogging insecticide of conventional DDVP formulation.

6) It was supposed by the author that the necessary doses of the above-stated formulations as fogging application were $1 \text{ ml} / \text{m}^3$ to house flies and $2.5 \sim 3.0 \text{ ml} / \text{m}^3$ to cockroaches, respectively.