

The Insecticidal Activity of Synthetic Pyrethroids A. HAYASHI (Laboratory of Applied Entomology, Taisho Pharmaceutic Co., Ltd. Tokyo).

合成 Pyrethroids の殺虫力について 林 晃史 (大正製薬株式会社研究部防虫科学研究室)

1. はじめに

Pyrethroids 剤の発展はシロバナムシヨケギク *Chrysanthemum cinerariifolium* の成分中に殺虫力のあることの発見が端緒になり、今日の発展にいたった。この原産地はコーカサス、北部イラン地方であるといわれている。なお、ヨーロッパに移入されたのは19世紀の初頭といわれている。

近年、農薬の過剰使用が環境の汚染につながり、人畜へ影響が論議されるにいたった。したがって、急速に人畜に安全性の高い殺虫剤の開発が必要となってきた。しかし、にわかに新しいものの開発は困難であるので、従来より使用されて来たもののうちより再検討することも必要となって来た。その一つとして、Pyrethroids 系殺虫剤が注目されつつあるので、これについて殺虫力の面より、本邦における最近の研究を中心に、その経過と現状についてまとめてみたい。

2. 日本における除虫菊の歴史

本論に入るに際し、日本における除虫菊の歴史についてまとめてみれば、大体次のようにまとめる事が出来る。

表1. 日本における除虫菊の経過

年 代	事 項
明治14年	大阪の葉種商、桂林堂がイギリスより輸入
明治18年	玉利喜造博士、アメリカより種子を持帰り 駒場の東京農林学校農場で栽培
明治23年	上山英一郎「除虫菊栽培略書」著す。
明治24年	農商務省が除虫菊石油乳剤の使用を奨励。
明治29年	北海道石狩町 金子清一郎 東京より種子 を持帰り栽培を始める。

和歌山県葉業史⁽⁴⁾によれば、明治14年に大阪の葉種商、桂林堂が除虫菊末を神戸のモルフ商会の手を経て英国のベース社から輸入したのが殺虫剤として使用された始めとされている。

栽培に関しては明治18年に玉利喜三博士がアメリカより種子を持帰り、駒場の東京農林学校の農場で栽培されたのが始めである。なお、種子の伝来と栽培に関して諸説があるが、オーストラリアのトリエスト領事

館からヒュッテロット氏が政府に贈ったダルマチヤ種、アメリカのアーモラー氏の手を経て上山英一郎氏に入ったダルマチヤ種、長井長義博士より、時の内務省衛生局長の長世宜斎に伝えたドイツ種がある様である。

実用的栽培は和歌山県有田郡で始められ、明治23年にはこの地方の上山英一郎氏によって、「除虫菊栽培略書」が著され、当時の貴重な指導書となり、栽培発展に大きく寄与した。また、農薬として盛んに使用され始めたのは明治24年に農商務省が除虫菊油乳剤の使用を奨励したのが契機となった。

除虫菊の需要にともない、栽培地域も広がり、北海道が産地として大きな地位を占めて来た。なお、この地方の栽培の起源は明治29年で、石狩町の子子清一郎氏が東京より種子を持帰り、栽培したのが始りである。

除虫菊乾花の生産量は昭和10年に最高の13,000トンに達したが、その後、社会情勢の変化により減産した。しかし、昭和33年には1760トンに回復して来たが、合成 Pyrethroids の発達により、戦前の量には達しないであろう。

除虫菊成分の研究も今より60数年前の1908年⁽¹⁰⁾頃より始められ、その後、米国の LaForge, F. B., ら (1945)⁽²⁾ の cinerins 類の発見と pyrethrin 側鎖の平面構造の決定等の研究によって飛躍的な発展をたどるにいたった。なお、このようなピレスロイド化学の発展については勝田 (1970)⁽²⁾ が詳細な綜説を出している。

Pyrethroids 系殺虫剤(pyrethrins や allethrin) の殺虫力や作用機作の研究のほとんどが1930年代から1950年代に行なわれ、第二次世界大戦後における DDT, BHC をはじめ、有機合成殺虫剤の開発研究が急速に発展し、pyrethroids 系殺虫剤の存在がうすれていた。

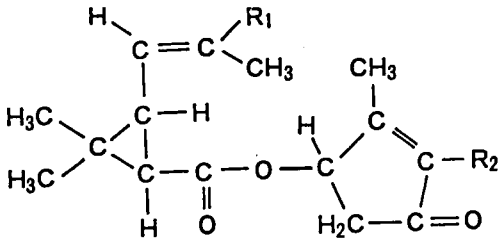
3. Pyrethroids 系殺虫剤の種類

現在、本邦で実用化されているもの、および近い将来に使用可能なるものについてあげれば次の8種類があげられる。

(1) Pyrethrins (天然ピレトリン)

本品ははじめに記した如く、今日の Pyrethroids 化学の発展の基礎をなしたもので、除虫菊より抽出され、最も古くより今日まで使用されている。その構造は図

天然ピレトリン類の化学構造



		R ₁	R ₂
Pyrethrin-I		-CH ₃	$-\text{CH}_2-\overset{\text{H}}{\underset{\text{H}}{\text{C}}}=\overset{\text{H}}{\underset{\text{H}}{\text{C}}}-\text{CH}=\text{CH}_2$
" II		-COOCH ₃	"
Cinerin I		-CH ₃	$-\text{CH}_2-\overset{\text{H}}{\underset{\text{H}}{\text{C}}}=\overset{\text{H}}{\underset{\text{H}}{\text{C}}}-\text{CH}_3$
" II		-COOCH ₃	"
Jasmolin I		-CH ₃	$-\text{CH}_2-\overset{\text{H}}{\underset{\text{H}}{\text{C}}}=\overset{\text{H}}{\underset{\text{H}}{\text{C}}}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
" II		-COOH ₃	"

Mono- or di-chrysanthemate of {Cinerolone
Pyrethrolone}

LD₅₀ (全動物の平均) 1500 mg/kg

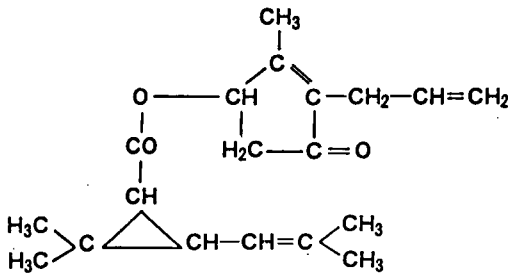
図1. Pyrethrins (Pyrethrum.)

1に示す如くで、毒性も各種の動物で実施し、その平均的な LD₅₀ 値は1,500 mg/kgである。

(2) Allethrin

本品は商品名を Pynamin といい、合成 pyrethroids の代表的なもので、住友化学の松井正直博士を中心として研究され、1949年に合成に成功し、1952年に工業化を完成した。

構造は図2に示した如くで、経口急性毒性はマウスの LD₅₀ 値が480mg/kg、ラットで920mg/kg、ラビットが4,290 mg/kgである。本品は蚊取線香の有効成分として広く使用されている。



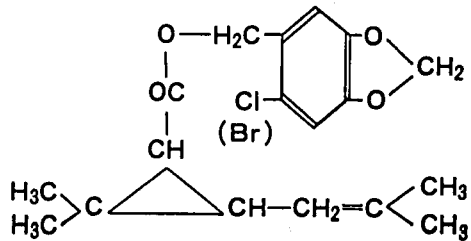
LD₅₀ { Mouse. 480 mg/kg
Rat. 920 mg/kg
Rabbit. 4290 mg/kg

(±)-*cis-trans*-chrysanthemate of (±)-2-allyl-3-methyl-4-hydroxy-2-cyclopenten-1-one

図2. Allethrin. (ピナミン)

(3) Barthrin

U. S. D. A. の研究所において開発されたもので、合成者である W. F. Barthel の名前をとって Barthrin と命名された構造は図3に示す如くである。経口急性毒性はラットの LD₅₀ 値が15 g/kgで、きわめて低毒性である。しかし、殺虫力の点では劣る。



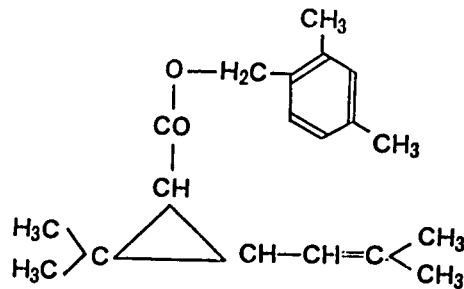
6-chloropiperonyl or 6-bromopiperonyl
(±)-*cis-trans*-chrysanthemate

LD₅₀ Rat. 1500 mg/kg

図3. Barthrin.

(4) Dimethrin

これも U. S. D. A. の Barthel によって合成されたもので、構造は図4に示す如くである。経口急性毒性はラットの LD₅₀ 値が40 g/kgできわめて低毒性である。しかし、この低毒性である点是他剤にくらべて利用価値があるので再検討すべきものである。



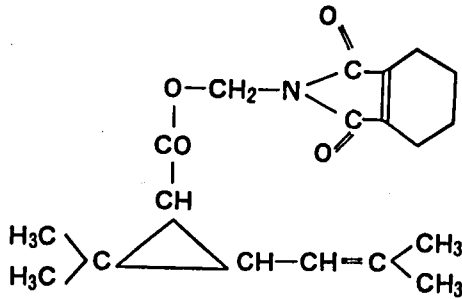
LD₅₀ Rat. 40 g/kg

2,4-Dimethylbenzyl(±)-*cis-trans*-chrysanthemate

図4. Dimethrin.

(5) Phthalthrin

Tetramethrin ともいい、1964年に加藤、ら (特公 昭40-3799) によって発明された。商品名は Neopynamin と呼ばれ、経口急性毒性はラットの LD_{50} 値が 20 g/kg、マウスが 5.2 g/kg で非常に低毒性である。構造は図5に示す如くである。殺虫力は従来の allethrin に比較してやや劣るが、ノックダウン効果が特に優れている。



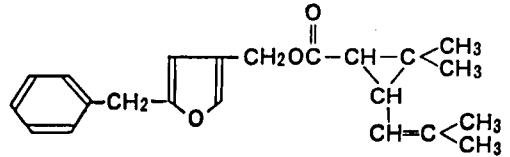
LD_{50} {Rat. 20 g/kg
Mouse. 5.2 g/kg}

N-(3,4,5,6-tetrahydrophthalimido) methyl
(±)-*cis-trans*-chrysanthemate

図5. Phthalthrin (Tetramethrin, ネオピナミン).

(6) Resmethrin

商品名は Chrysron といい、従来の Pyrethroids に比較して殺虫力がきわめて強いものである。経口急性毒性はマウスの LD_{50} 値が 5.0 g/kg、ラットで 2.0 g/kg である。構造は図6に示す如くである。



LD_{50} {Rat. 5000 mg/kg
Mouse. 2000 mg/kg}

5-benzyl-3-furylmethyl-(±)-*cis*,
trans-chrysanthemate

図6. Resmethrin (NRDC-104, SBP-1382)

(7) Proparathrin

本邦で開発された、新しい Pyrethroids で、商品名を Kikuthrin と呼ばれている。経口急性毒性はマウスで LD_{50} が 8.4 g/kg、ラットで 14.0 g/kg ときわめて低毒性である。構造は図7に示す如くで、殺虫力が高い。

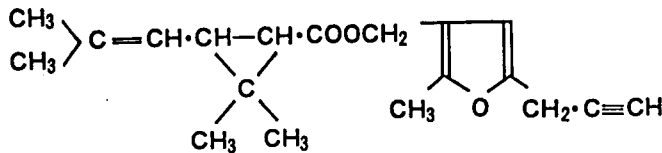
(8) Prothrin

proparathrin とほとんど同時期に開発された、新しい Pyrethroids である。経口急性毒性はマウスの LD_{50} 値が 5.0 g/kg、ラットで 10.0 g/kg ときわめて毒性が低い構造は図8に示した如くである。

以上の8種類が現在の Pyrethroids 系殺虫剤の殆んどで、いずれも毒性は低く、他の殺虫剤に比較して安全性は高い。

4. Pyrethroids の殺虫力

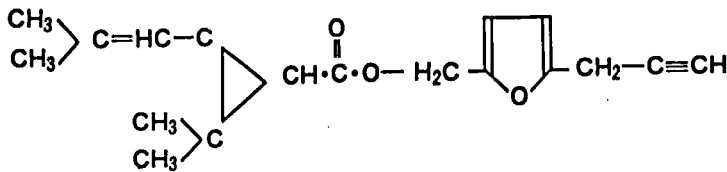
Pyrethroids 系殺虫剤は他の殺虫剤に比較して、速



2-methyl-5-(2-propynyl)-3-furylmethyl chrysanthemate

LD_{50} {Mouse. 8400 mg/kg
Rat. 14000 mg/kg}

図7. Proparathrin.



5-propargylfurfuryl (±)-*cis, trans*-chrysanthemate

LD_{50} {Mouse. 5000 mg/kg
Rat. 10000 mg/kg}

図8. Prothrin.

表2. 数種ピレスロイドのイエバエ成虫に対する殺虫力について²³⁾

供試化合物	LD ₅₀ (μg/イエバエ(♀))	
	林ら	参 考 資 料
Allethrin	0.574	1.180(大神. 1970), 0.820(住友. 1970), 0.712(中西. 1970).
Phthalthrin	0.646→1.080	0.302(大神. 1970), 0.570(住友. 1970), 0.822(武衛. 1966).
Pxrethrins	0.443	0.456(大神. 1970), 0.200, 0.660, 1.175(住友. 1970), 1.072(武衛. 1966).
Dimethrin	2.084	4.170, 2.810(松原. 1964).
Barthrin	1.773	1.60, 1.29(松原. 1964).
Resmethrin	0.012→0.023	0.0175, 0.023, 0.024(住友. 1970).
Proparthrin	0.258→0.357	0.250(中西. 1970).
Prothrin	0.276	0.165(大神. 1970).
DDVP	0.009→0.033	

効性に富み、低毒性である点が特徴であった。しかし反面、殺虫力が弱く蘇生する現象があり、これが欠点でもあった。このため、他の殺虫剤との混合使用や、協力剤の研究がなされてきた。このことに関しては先学の業績があまりにも多いため、本文では、1960年以降の研究で、特に本邦で行なわれてきた業績を中心に研究の経過をとりまとめ、現状を明らかにした。

8種類の Pyrethroids のイエバエ *Musca domestica vicina* Macqu., 高槻系に対する殺虫力を局所施用法で実験した結果をまとめると、表2に示される如くである。

殺虫力は resmethrin, proparthrin, prothrin, pyrethrins, allethrin, phthalthrin, barthrin, および dimethrin の順に低下した。この傾向は表中に記載した他の研究者の結果と大きな変動はない。非常に興味深い点は新しい Pyrethroids である resmethrin が有機燐剤の DDVP と同等の殺虫力を持つことで、今後の用途開発に新たな示唆を与えるものである。

また、ゴキブリ類に対する殺虫力については表3に示す如くである。チャバネゴキブリに対する効力順位は、resmethrin, pyrethrins, phthalthrin, allethrin, proparthrin および prothrin の順に低下した。ワモンゴキブリでは、prothrin を除いて、両種間の効力差が大きく、効力順位は、prothrin, resmethrin, pyrethrins, proparthrin の順に低下した。大神、ら (1970)⁴⁰⁾ がチャバネゴキブリに対し、LD₅₀ 値を求めた結果 prothrin, 12.56 μg; allethrin, 4.28 μg; phthalthrin, 3.3 μg; pyrethrins, 0.61 μg と報告した結果と異なるが、pyrethrins については同じ様な結果を得た。中西、ら (1970)³⁷⁾ のチャバネゴキブリに対する proparthrin の値は 2.98 μg で、本表のデータと同じであり、allethrin の 3.85 μg はやや感受性が低い。奥野、ら (1969)³⁹⁾ のゴキブリに対するデー

タは resmethrin が 0.58 μg, pyrethrins が 0.88 μg ではほぼ同じ結果である。

表3. 数種ピレスロイドのゴキブリ類に対する LD₅₀ 値 (μg/1頭)²³⁾

供 試 薬 剤	チャバネゴキブリ	ワモンゴキブリ
Resmethrin	0.24 (♂) 0.87 (♀)	15.327(終令)
Phthalthrin	1.12 (♂) 3.770(♀)	250
Proparthrin	2.162(♂)	22.115
Prothrin	3.584(♂)	48.421(終令)
Pyrethrins	0.505(♂)	3.590(終令)
Allethrin	1.922(♂)	20.206
Linden	0.12 (♂) 0.36 (♀)	—

以上の結果より、resmethrin は従来の Linden に代り得るものではないかと考える。

なお、実験を進めて行くうえには、供試昆虫の感受性の変化を明らかにして置く必要より、イエバエ成虫で羽化後の経過日数と allethrin に対する感受性の推移を明らかにした。表4に示した如く、実験に用いるには羽化後4～5日目のものが適当と考えられた。また、日間変動は小さいので、問題はない。しかし、羽化後11日目より性比が顕著にかわり、雄成虫の感受性が急激に高くなることは興味ある現象で、なお、他の供試虫についても明らかにして置く必要が問題である。

(1) 検定方法と効力

他の殺虫剤についても同様のことがいえるが、Pyrethroids の場合にはことに、その影響が大きい。表5に示した如く、残留塗布の効果을推定するようなシャーレ接触法では効力差が明確ではなく、空間噴霧のような差異を知ることが出来ない。このことは、スクリーニングの段階から、2種類以上の方法で検討する必要のあることを示している。

シャーレ接触法では pyrethrins の効果が全く利用

表4. イエバエ成虫の羽化後の経過日数と薬剤感受性について ($LD_{50}\mu\text{g}/\text{イエバエ}$)²³⁾

項 目			経過日数と LD ₅₀ 値														
			直後	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.
イエバエ(♀)			0.49	0.94	0.80	0.81	0.68	0.66	0.62	0.37	0.43	0.45	0.47	0.38	0.40	0.41	0.44
(♂)			0.54	0.55	0.59	0.42	0.51	0.33	0.33	0.26	0.16	0.15	0.15	0.09	0.09	—	—
性比(♀：♂)														1:1	1.5:1	3.5:1	4:1
日 変 化	8時	♀						0.62									
		♂						0.36									
	11時	♀						0.61									
		♂						0.34									
	16時	♀						0.53									
		♂						0.35									

註) アレスリン, 局所施用法

表5. 数種ピレスロイドのイエバエに対する致落下仰転効果について²³⁾

供 試 検 体	KT ₅₀ 値 (分)	
	シャーレ 接 触 法 ¹⁾	0.5m ³ 箱型法 ²⁾
0.2% Pyrethrins	5.9*	3'02"
0.2% Allethrin	17'52"	4'11"
0.2% Phthalthrin	16'18"	1'55"
0.2% Resmethrin	17'52"	3'44"

* 60分後の致落下仰転率(%)

1) アセトン液, シャーレ/0.5 ml

2) 2秒噴射

価値がないと評価され, 0.5 m³ 箱型法の場合ではそれぞれ性格が明かにできる。

また同一の製剤で, 同じ方法で検討する場合においても供試虫の違いによって細部の操作が異なり, 効力

順位も変わってくる。

イエバエでは phthalthrin, pyrethrins, prothrin, allethrin, proparthrin および resmethrin の順に効力は低下する傾向が観察される。proparthrin, prothrin, allethrin, のノックダウン効果はほとんど同程度で, 奥野, ら (1969)³⁹⁾, 中西, ら (1970)³⁷⁾, 大神, ら (1970)⁴⁰⁾の結果と類似している。

アカイエカではイエバエとほとんど同様であるが, resmethrin と proparthrin の効果が劣る。

チャバネゴキブリに対しては resmethrin の効果が高く, イエバエやアカイエカの場合に優れていた phthalthrin と逆な関係が生ずる。これらのことよりみても, 検定方法の選定はきわめて重要であることが明らかである。ことに, 同じ噴霧剤であっても DS 型法, Peet-Grady 法, 0.5 m³ 箱型法¹⁷⁾ では効力順位が大きく異なるので, 評価法の選定はより重要なものと

表6. 数種ピレスロイドエアゾール剤の殺虫効果について²³⁾

(0.2%エアゾール剤)

検 体	*イエバエ(♀)		**アカイエカ(♀)		***チャバネゴキブリ(♂)	
	KT-50	致 死 率	KT-50	致 死 率	24 致 死 率	48 致 死 率
Proparthrin	2' 58"	97.5	4' 42"	100.0	27.8	42.2
Prothrin	2.22	100.0	2.06	100.0	15.6	18.9
Resmethrin	3.11	98.3	4.42	100.0	100.0	100.0
Phthalthrin	1.22	90.0	1.28	100.0	100.0	21.1
Pyrethrins	1.52	80.0	1.29	100.0	90.0	19.1
Allethrin	2.39	85.8	2.12	100.0	50.0	63.3

註) 0.5 m³ 箱型法 (24時間後の致死率)。

* 2秒噴射 (n=120) ** 2秒噴射 (n=90~120) *** 5秒噴射 60分被毒 (n=90)

表7. 数種ピレスロイドの DS 型法による
致落下仰転効果¹⁸⁾

供 試 検 体	実験 回数	供試 虫数	時間一致落下仰転 率(%)		
			30分	4時間	24時間
0.2% Pyrethrins	3	144	40.3	12.5	5.6
0.2% Allethrin	3	144	11.8	0	2.1
0.2% Phthalthrin	3	144	57.6	4.2	3.5
0.2% Resmethrin	3	144	88.1	90.9	90.9

註) 噴射量, 2秒 待機時間, 10秒 通過速度, 5秒

いえる。

殺虫効果は実験方法の違いのみならず、製剤形態によっても大きく異なる。速効性に富んだ phthalthrin について 0.2% のエアゾール剤を作り、その基材を水性にしたものと油性の場合について実験した。その詳細は林、ら (1969)¹⁷⁾が報告した。

0.2% phthalthrin 水性エアゾールと油性エアゾールを広い部屋で噴霧点より 50 cm, 80 cm, 100 cm, 130 cm の所に金アミカゴにイエバエを入れ、これにエアゾールを直接噴射し、被毒後、別の部屋に移して KT_{50} 値を観察した結果は表9に示された如くである。

実験結果にみられる如く、噴射距離が遠くなるに従って、水性エアゾールのノックダウン効果と致死効果が優れており、他の方法に逆の結果が得られた。これはエアゾールの粒径や到達時の物理的条件の違いに起因するものと推定される。

また、有効成分の違いによっても、同じような結果が生ずることも考えられるので phthalthrin, allethrin, resmethrin の油性ゾルを作り、同様の実験を行い、表10の結果を得た。

これらの結果よりみて、phthalthrin と resmethrin の間に効力差がなく、このことは実用時にはノックダウンの遅速は致死力に比較して明確に差異が現われ難いものと判断される。

実験方法により効果が異なる一つの原因として薬剤の付着性が考えられるので、DS 型法と 0.5 m³ 箱型法で実験を行い、薬剤の附着量を林、ら (1968)¹⁸⁾の方法で定量した。実験の結果は表11と12に示した。

0.5 m³ 箱型法では1成虫あたり、0.547 μ g, DS 型では0.013 μ g と大きな違いが認められた。これらの結果よりノックダウンの遅速を検討する場合、種々な装置方法で実験をすると同時に、濃度効果の検討を充分に行う必要があることが示唆された。

表8. 数種ピレスロイドの Peet-Grady 法による致落下仰転効果²³⁾

供 試 検 体	実験回数	供試虫数	時間一致落下仰転率(%)			致 死 率 (24時間後)
			5分	10分	15分	
0.2% Phthalthrin	3	300	18.0	41.6	57.3	20.6
0.2% Pyrethrins	3	300	15.7	37.3	49.6	27.3
0.2% Allethrin	3	300	8.5	25.0	36.0	4.5
0.2% Resmethrin	3	300	18.3	51.3	67.9	67.9

* 2秒噴射 (1.8 g)

表9. 実際条件でそれぞれの距離より直接に噴霧した場合のイエバエ成虫に対する殺虫効果²³⁾

噴 射 量 (秒)	剤 型	噴霧位置からの距離と殺虫効力 (致死率)			
		50 cm	80 cm	100 cm	130 cm
2 秒	油 性	1'.35" (80.9)	2'.45" (28.8)	7'.07" (3.8)	16'.18" (10.0)
	水 性	1'.29" (98.6)	1'.38" (91.3)	3'.44" (56.3)	11'.48" (25.0)
3 秒	油 性	55" (97.4)	2'.20" (41.7)	4'.14" (6.3)	5'.16" (45.0)
	水 性	44" (100.0)	1'.10" (77.2)	3'.24" (48.8)	4'.11" (45.0)
5 秒	油 性	—	—	2'.04" (46.8)	3'.24" (28.8)
	水 性	—	—	1'.03" (100.0)	2'.42" (62.5)

註) 0.2% ネオピナミンエアゾール剤, 1回20頭, 5~7回反復 (1:1)

表10. 実際条件で距離をかえて噴霧した場合の各ピレスロイドの
イエバエ成虫に対する殺虫効果について²³⁾

供試薬剤	実験回数	供試虫数	観察時間	噴射位置からの距離と殺虫効力 (%)				
				50 cm	80 cm	100 cm	130 cm	180 cm
Phthalthrin	3	60	30分	100.0	100.0	100.0	78.3	66.6
	3	60	24 hr.	95.0	81.6	41.7	33.3	23.3
Allethrin	3	60	30分	100.0	100.0	81.6	45.0	15.0
	3	60	24 hr.	88.3	35.0	11.7	8.3	0
Resmethrin	3	60	30分	100.0	100.0	100.0	98.3	61.6
	3	60	24 hr.	100.0	100.0	100.0	100.0	76.6

* 0.2%エアゾール剤, 2秒噴射

表11. DS 型および 0.5m³ 型装置における被毒時間
ならびに薬量と実際の着量の関係について
(0.2%アレスリンエアゾール)²¹⁾

噴射量 (秒)	通過速度と薬剤附着量 (μg)			
	5 秒	14秒	2分*	3分*
2	0.196±0.017 (0.013)	0.216±0.018 (0.013)	5.47 (0.547)	5.57 (0.557)
4	0.380±0.051 (0.024)	0.332±0.018 (0.021)	—	—

註) 9回の平均値 () 内は1頭当りの薬量

* 印は 0.5 m³ 法の値

(2) 協力剤の効果

Pyrethroids は単独で使用されていることが少なく、他の殺虫剤との混合や協力剤の混合が行われてきた。これは殺虫力の増大をはかるとともにノックダウン効果を高めることが目的とされて来た。これに関する研究も多く、先学者による綜説も数多いが、酒井

(1960)⁴⁴⁾の論文や銀塚(1965)²⁷⁾および林 (1969, 71)¹⁹⁾
²¹⁾の綜説を参照されたい。

協力剤の混用により殺虫力の増加することは松原 (1961, 62, 63, 64, 67)³¹⁾³²⁾³³⁾³⁴⁾³⁵⁾の報告、武衛, ら (1963, 66)²³⁾、奥野, ら (1969)³⁰⁾にも明かである。

また表13に示されるごとく、pyrethrinsに対しては p. butoxide が、合成 Pyrethroids には S-421 が効果的であることが明かである。協力剤の混用により、イエバエの飛翔活動が賦活刺激されることも考えられるので、活動に大きく関係する翅を切除し、そのめやすとして、この場合の呼吸量を測定した。この結果は表14に示される如く有翅虫に比較して無翅虫の呼吸量は小さく活動量が小さいものと考えた。これにもとづき、健全虫と両翅切除虫に対し、局所用法で LD₅₀ 値をもとめた。その結果、表15の値を得たが、健全虫の場合は活動が刺激されて少量の薬量で致死するものと仮定したが、これを支持するような差異は観察されなかった。

表12. 2種類の試験装置におけるイエバエの翅および胴部へのアレスリンの附着量について²¹⁾

	実験装置	DS 装置 ¹⁾	0.5 m ³ 箱型装置 ²⁾
供試薬剤	測定虫数	16頭 (1頭当たり)	10頭 (1頭当たり)
	噴射量(秒)	10秒	2秒
	被毒時間	5秒	2分
0.2% Allethrin	翅	0.626±0.072 (0.039)	3.60±0.33 (0.36)
	胴	0.202±0.027 (0.013)	1.86±0.23 (0.19)
0.2% Allethrin + 1.0 p. butoxide	翅	0.594±0.041 (0.037)	3.52±0.16 (0.35)
	胴	0.135±0.011 (0.009)	1.69±0.13 (0.17)

註) 1) 9回の平均値. 2) 6回の平均値. 単位, μg.

表13. イエバエ成虫における Pyrethroids に対する共力剤の共力効果²⁰⁾
(LD-50, $\mu\text{g}/1$ 頭, 雌)

Pyrethroid 混 合 比 共 力 剤	Pyrethrins		Allethrin		Phtalthrin		Barthrin		Dimethrin	
	1:5	1:10	1:5	1:10	1:5	1:10	1:5	1:10	1:5	1:10
P. butoxide	0.076	0.054	0.231	0.166	0.068	0.109	0.280	0.260	0.320	0.240
MGK-264	0.603	0.576	0.251	0.168	0.310	0.178	0.416	0.260	0.408	0.250
Safroxan	0.099	0.051	0.159	0.131	0.099	0.178	—	0.447	0.451	0.451
S-421	0.101	0.059	0.182	0.080	0.112	0.149	0.250	0.210	0.300	0.220
n-Propylisome	0.086	0.096	0.275	0.171	—	0.164	—	—	—	—
Pyrethroid 単用	0.470		0.398		0.646		1.77		2.08	

表14. イエバエ成虫及びチャバネゴキブリの翅
の有無と呼吸量について¹⁴⁾

供 試 虫	条 件	実験温度と呼吸量 ($\text{mm}^3/40\text{mg}$)*		
		20°C	25°C	30°C
イエバエ	健全虫	92.07	122.87	187.17
	両翅切除	66.16	91.62	133.76
チャバネ ゴキブリ**	健全虫	—	52.38	—
	両翅切除	—	49.07	—

* 60分当りの数値

** チャバネゴキブリは27°C, 体重は50 mg

表15. イエバエ健全虫及び両翅切除虫に対する
協力剤の効果について¹⁴⁾

LD ₅₀ , $\mu\text{g}/\text{fly}$ (♀)				
供試薬剤	条 件	単独	P. butoxide	S-421
Allethrin	健全虫	0.573	0.581	0.147
	両翅切除	0.944	0.314	0.168
Pyrethrins	健全虫	0.441	0.050	0.097
	両翅切除	0.319	0.087	0.154

表16. ³H-Pyrethroids をイエバエ成虫に処理した後の経過時間と分布量(%)について¹⁹⁾

経過時間	供 試 薬 剤	Phthalthrin			Allethrin		
		体表	体内	排泄	体表	体内	排泄
1 時間	Pyrethroids	40.9	51.9	7.2	37.2	57.8	5.0
	+S-421	60.7	33.7	5.6	30.5	68.3	1.2
	+P. butoxide	57.2	40.5	2.3	47.5	50.4	2.0
3 時間	Pyrethroids	42.1	47.8	10.1	17.2	70.6	12.2
	+S-421	37.0	58.3	4.6	29.6	66.0	4.5
	+P. butoxide	46.6	43.6	9.8	42.4	55.4	2.2
5 時間	Pyrethroids	49.3	37.9	12.8	19.6	67.7	12.6
	+S-421	50.5	45.2	4.2	28.0	65.3	6.6
	+P. butoxide	53.8	40.5	5.7	41.6	56.6	1.8
24時間	Pyrethroids	3.3	54.9	41.8	6.0	43.1	50.9
	+S-421	18.2	69.6	12.2	5.3	91.7	3.0
	+P. butoxide	35.4	51.3	13.3	16.0	77.1	6.9
	+Safroxan	11.1	72.6	16.3	8.0	86.4	5.6
	+Sulfoxide	20.2	66.3	13.6	14.3	78.1	7.6
	+MGK-264	21.7	60.0	18.3	7.6	50.6	41.8
	+n-P-isome	32.7	56.7	10.6	12.8	77.3	9.9

更に ^3H -pyrethroids を用いた実験を行ない、表16に示される結果を得た。これより、Pyrethroids に協力剤を混用することにより、Pyrethroids の体内蓄積を高め、排泄を抑制することが明かになった。したがって、その作用機構の主要部分は解毒分解の抑制にあるものと考えた。

また、協力剤の作用の一つとして、その混用により、製品の安定性を高めることも考えられる。その一例として、安定性の悪い除虫菊粉剤について、協力剤を混用した場合と混用しない場合の違いを 37°C の恒温器に保存し殺虫力によって安定性の評価を行った。実験の結果は表17に示した如くで、1カ年を経過した場合、 0°C で保存した協力剤を含まない除虫菊粉剤の KT_{50} 値が467秒であるのに、 37°C で放置したものは1,980秒、協力剤を加えたものでは223秒、328秒等で低下は認められず、安定性の維持に大きく関与していることが明かになった。その他、協力剤の混用による効力値と経済性について実験を行い、表18の結果を得た。allethrin と S-421 を 1:1 から 1:10 の混用、phthalthrin と S-421 を 1:3, 1:20 の混用区で高い経済価値を発揮することが明らかになった。しかし、この実験結果からは p. butoxide では経済効果が充分ではなかった。

(3) 蚊取線香

現在、Pyrethroids の用途としては蚊取線香への使用量が大きな割合を占めている。しかし、その殆んどが allethrin で実験例も少なかった。また、1960年以降、線香に対する協力剤の研究もほとんどなかった。

本実験ではアカイエカを用い、allethrin 線香とそれに対する協力剤に関する実験を行い、表19の結果を得た。ノックダウンの協力剤としては S-421 が優れ、致死効果のみでは p. butoxide も効果のあることが明らかにになった。

新しい Pyrethroids である proparthrin の線香への応用を試み、表20の結果を得た。proparthrin 0.6%品と allethrin 0.8% から 1.0% と同程度で、proparthrin は蚊取線香の成分として効果的であることが明かになった。

また、剤型と用法は異なるが resmethrin について電気で加温して利用する方法で実験し、表21の結果を得た。この場合、proparthrin にはおよばなかったが蚊取線香の成分として利用出来るものといえる。

また、allethrin 濃度の明らかな線香と市販品線香を実際条件下で使用した場合の効果について家屋内で実験し、表22、表23の結果を得た。結果的にみて、0.6%含有線香で十分な効果が期待出来ることがわかった。しかたがって、この結果よりみて製剤技術の改良によって効率の良い低濃度線香の開発が可能といえ

表17. 共力剤混用除虫菊粉剤の保存期間 (37°C 恒温室) とイエバエ成虫に対する効力²²⁾

保存期間	供 試 薬 剤	TK-50 (秒)
1カ月	Pyrethrins (0°C)	489
	Pyrethrins	891
	Pyr. + P. butoxide	166
	+S-421	251
	+MGK-264	501
	+Synepirin-500	794
3カ月	Pyrethrins (0°C)	602
	Pyrethrins	1996
	Pyr. + P. butoxide	362
	+S-421	502
	+MGK-264	955
	+Synepirin-500	1048
5カ月	Pyrethrins (0°C)	660
	Pyrethrins	1319
	Pyr. + P. butoxide	174
	+S-421	504
	+MGK-264	575
	+Synepirin-500	813
7カ月	Pyrethrins (0°C)	478
	Pyrethrins	1381
	Pyr. + P. butoxide	275
	+S-421	490
	+MGK-264	1000
	+Synepirin-500	645
12カ月	Pyrethrins (0°C)	467
	Pyrethrins	1980
	Pyr. + P. butoxide	223
	+S-421	323
	+MGK-264	851
	+Synepirin-500	

る。

これらの実験例から推定するに、近年、増加しつつある施設園芸 (温室栽培) 用の殺虫剤として合成 Pyrethroids の利用価値があるものと考え、これは非残留性農薬としての用途拡大の可能性を示唆するものといえる。

(4) Pyrethroids の混用

いままでの結果よりみて、Pyrethroids には速効性に富むものと致死性に富むものの二つに大別出来ることが明らかになった。

このような場合、それぞれの特徴を利用して2種類の Pyrethroids の混合使用ということが考えられる。

普通には殺虫力の強い resmethrin と速効性に富

表18. 共力剤の混用割合の増加にともなう効力増強度と経済性について¹⁹⁾

共試共力剤	Allethrin					Phthalthrin				
	混合割合 (Py:Syn)	有効度	KT-50 (秒)	致死率 (%)	価格 (円)	混用割合 (Py:Syn)	有効度	KT-50 (秒)	致死率 (%)	価格 (円)
S-421	1:0	1.00	298	49.0	20.00	1:0	1.00	219	61.0	30.00
	1:1	1.26	235	76.0	16.90	1:1	0.79	246	59.0	39.62
	1:3	1.78	178	81.0	13.42	1:3	1.29	170	87.0	26.28
	1:5	2.40	115	90.0	11.04	1:5	1.20	170	87.0	30.42
	1:10	1.95	138	84.0	16.92	1:10	1.26	148	86.0	34.13
	1:20	1.29	159	89.0	35.65	1:20	1.95	148	86.0	28.72
	1:40	1.95	140	90.0	36.92	1:40	1.41	138	86.0	58.16
P. butoxide	1:0	1.00	298	49.0	20.00	1:0	1.00	219	61.0	30.00
	1:1	1.07	276	78.0	20.37	1:1	0.79	252	80.0	42.25
	1:3	1.17	270	74.0	21.71	1:3	0.81	270	83.0	43.70
	1:5	1.26	219	88.0	23.01	1:5	1.00	209	90.0	39.00
	1:10	1.20	224	85.0	31.67	1:10	1.14	163	90.0	42.11
	1:20	1.10	186	64.0	50.91	1:20	1.17	246	89.0	56.41
	1:40	1.41	209	100.0	65.25	1:40	1.02	191	90.0	117.65

$$\text{単価 (g)} = \frac{\text{pyrethroids の単価} + \text{共力剤の単価} \times \text{混用量}}{\text{効力増強度}}$$

表19. 共力剤混用蚊取線香のアカイエカに対する効果¹⁹⁾

供 試 薬 剤		KT-50 (秒)	24時間後 の致死率 (%)	0.5% allethrin に対する効力 増強度
0.5% allethrin +P. butoxide	0.5%	288	100.0	0.83
	2.5%	355	100.0	0.68
	5.0%	398	100.0	0.60
0.5% allethrin +S-421	0.5%	152	100.0	1.58
	2.5%	132	100.0	1.82
	5.0%	163	100.0	1.47
0.5% allethrin +Synepirin-500	0.5%	295	82.4	0.81
	2.5%	339	77.0	0.71
	5.0%	380	90.2	0.63
0.5% allethrin +MGK-264	0.5%	282	58.9	0.85
	2.5%	331	78.1	0.73
	5.0%	309	69.2	0.78
0.1% allethrin		1319	1.0	0.18
0.2% allethrin		371	28.4	0.65
0.3% allethrin		302	36.0	0.79
0.6% allethrin		195	37.4	1.23
0.8% allethrin		129	34.1	1.86
1.0% allethrin		102	37.8	2.35
0.5% allethrin		240	34.0	1.00

表20. Proparathrin の蚊取線香剤としての効果について²³⁾

供 試 濃 度	Proparathrin		Allethrin	
	KT ₅₀ 値	致死率 (24hr)	KT ₅₀ 値	致死率 (24hr)
1.0%	2' 43"	59.0	3' 29"	44.8
0.8	3.29	53.8	4.12	45.2
0.6	3.55	83.3	5.02	68.3
0.4	4.49	57.5	6.04	46.9
0.2	6.39	20.7	10.03	32.3

註) アカイエカ, 0.5m³ 箱型法, 0.5 g 燃焼表21. Resmethrin の電気蚊取剤としての殺虫効果について²³⁾

検 体	供試薬量	イ エ バ エ		アカイエカ
		KT ₅₀ 値	致死率 (24hr)	
Resmethrin	50mg	30.8*	13.3(%)	4'38"
	100mg	62分	19.2	3'46"
	200mg	71分	29.2	2'29"
Allethrin	50mg	34分	11.7	4'48"
	100mg	28分	15.0	3'12"
	200mg	26分	29.2	2'18"

註) 電気蚊取器 (145°C) 0.5 m³ 箱型法

* 60分後の致死率

表22. 蚊取線香の実際家屋内でのアカイエカに対する効果について²³⁾

供試検体	ピレスロイド量	燃焼性 (g/hr)	実験回数	供試虫数	致落下仰転率 (%)	
					30分後	15時間後
0.60%		2.04	3	241	35.5	62.4
市販品K	0.740%	1.80	3	213	21.9	59.6
市販品L	0.710%	2.04	3	220	17.9	53.3
1.00%		1.92	3	245	52.1	75.1

註) 六畳間 (通風, 少, アミ戸), 線香の上 1.0 m の位置に設置 (ホタルカゴ入)

表23. 屋内を自由に飛翔せしめた場合のアカイエカに対する効果について²³⁾

供試検体	供試虫数	時間一致落下仰転率 (%)				
		10分	30分	60分	180分	300分
0.60%	475	10.5	30.1	52.2	95.1	100.0
市販品K	486	9.9	34.4	50.2	84.5	100.0
市販品L	400	6.8	23.3	45.3	84.7	100.0
1.00%	491	12.5	30.6	49.8	85.8	100.0

註) 六畳間 (アミ戸付), 同一日に4戸を用い, 4反復実施の平均値

む phthalthrin の混用剤が考えられるので, イエバエを用い, DS 型, Peet-Grady 法, 0.5 m³ 箱型法で検討し, 表24の結果を得た。

DS 型法, Peet-Grady 法では resmethrin 0.15% + phthalthrin 0.05% 剤の効果が高く, 0.5 m³ 箱型法では resmethrin 0.05% + phthalthrin 0.15% 剤の効果が高い。

これは, 用法用途によって力価が異なることを示唆するもので, 家庭用製剤が農園芸用製剤かによって特徴を生かすべきと考える。

また, 局所施用法で resmethrin : allethrin, resmethrin : phthalthrin の連合作用を検討し, 表25の結果を得た。いずれも混用することにより殺虫効果は高まり, 実用価値の高いことを示している。これらの価を Sun, *et al.* (1960)⁴³⁾ の解析法で, 林 (1970)¹⁸⁾

が能率的で実用性の高い解析法であることを確め, これに従って解析し, 表26の結果を得た。resmethrin : allethrin の混用が 40 : 60, 20 : 80 の点で協力作用が高く resmethrin : phthalthrin の混用割合が 60 : 40, 40 : 60, 20 : 80 の点で協力作用のあることを明かにした。また, proparthrin : phthalthrin では 80 : 20, 60 : 40, 40 : 60 が高い協力作用を示した。また, チャバネゴキブリを用いて proparthrin : phthalthrin の作用を検討し, 表28に示す如く, きわめて協力効果の高いことが明らかになった。

以上のことより, Pyrethroids の2種類混用はきわめて重要となってきた。これは, 従来の範ちゅうを越えて農畜園芸用への新らたに考えを進める必要があることを示唆する。

表24. Resmethrin の致落下仰転の連合作用²³⁾

検体混合割合 Resmethrin:Phthalthrin		DS 型法			Peet-Grady 法				0.5 m ³ 法
		30分	4時間	24時間	5分	10分	15分	24時間	KT ₅₀ (分)
0.2%	—	(%) 67.3	(%) 77.7	(%) 67.3	(%) 6.9	(%) 36.6	(%) 51.9	(%) 51.9	2'05"
0.10	0.10	79.8	74.3	68.0	12.0	39.0	56.6	56.6	1.47
0.05	0.15	52.7	22.2	19.4	17.0	41.0	55.6	55.6	1.36
0.15	0.05	72.7	74.3	64.5	21.3	48.6	60.9	60.9	2.21
—	0.20	40.9	1.4	4.2	9.0	35.3	50.9	8.3	1.40

表25. ピレスロイド混合剤のイエバエに
対する LD₅₀ 値¹⁸⁾

混 合 剤 合 Resmethrin:Pyrethroids	Allethrin (μ g/イエ バエ)	Phthalthrin (μ g/イエ バエ)
100:0	0.012	0.027
80:20	0.019	0.031
60:40	0.023	0.032
40:60	0.013	0.033
20:80	0.014	0.027
0:100	0.840	1.000

表26. 混合剤の連合毒性係数¹⁸⁾

供 試 薬 剤	連合毒性係数	連合作用
Resmethrin:Allethrin		
80/20	76.86	独立作用
60/40	87.07	"
40/60	221.92	共力作用
20/80	392.40	"
Resmethrin:Phthalthrin		
80/20	107.63	相加作用
60/40	136.52	共力作用
40/60	193.09	"
20/80	482.59	"

(5) 種類感受性

Pyrethroids は蚊取線香や、噴霧剤として家庭用殺虫剤として使用されてきた。したがって、いままで防疫用殺虫剤としての検討が充分になされていなかった。本実験ではイエバエ、センチニクバエ、ヒツジキンバエ、アカイエカ、ネッタイシマカおよびオオチョウバエの終齢幼虫を用い、24時間浸漬法で検討し、表29の結果を得たこの結果、いずれの幼虫に対しても resmethrin の効果が高く、センチニクバエ、ヒツジキンバエを除いて、いずれの幼虫においても Pyrethroids の効果は高く、diazinon よりも優れていた。センチ

表27. Phthalthrin と Proparthrin 混用剤の
イエバエに対する連合作用²³⁾

Proparthrin:Phthalthrin	LD ₅₀ 値	毒性係数	連合作用
100:0	0.335	—	—
80:20	0.325	115.22	協力作用
60:40	0.309	137.36	"
40:60	0.432	113.39	"
20:80	0.622	93.10	独立作用
0:100	0.708	—	—

註) LD₅₀: μ g/イエバエ (♀)。表28. Phthalthrin と Proparthrin 混用剤の
チャバネゴキブリに対する連合作用

Proparthrin:Phthalthrin	LD ₅₀ 値	毒性係数	連合作用
100:0	2.162	—	—
80:20	1.187	199.13	協力作用
60:40	2.077	125.50	"
40:60	1.922	151.17	"
20:80	2.636	124.50	"
0:100	3.770	—	—

註) LD₅₀: μ g/チャバネ (♂)。

ニクバエでは prothrin の LD₅₀ 値は92.90 ppm で最も効果が劣り、安定性の面で検討を要することを示す。

また、イエバエ成虫の系統間の感受性の差をしらべ、表30の結果を得た。allethrin に対する LD₅₀ 値よりみても、多々良系、高槻系、Lab-em-7-em, P-9, Py, RP の順に大きな値を示し、殺虫剤の抵抗性と直接関係はなく、*M. domestica domestica* と *M. domestica vicina* の間の差異がある様に観察された。これらの点については、チャバネゴキブリとワモンゴキブリとの効力差が大きかったこととともに検討すべき問題である。

(6) 農薬としての現状

すでに、その使用は明治24年に端を發し第2次世界

表29. ピレスロイドの数種終令幼虫に対する24時間浸漬法による殺虫効果について²⁴⁾

供 試 昆 虫	Pyrethrins	Proparthrin	Resmethrin	Prothrin	Allethrin	Diazinon
イ エ バ エ	0.79	0.76	0.23	1.20	1.92	1.90
センチニクバエ	4.60	17.90	2.50	92.90	50.00	3.30
ヒツジキンバエ	4.67	1.55	0.85	9.70	8.13	1.20
アカイエカ	0.093	0.042	0.068	0.023	0.22	0.17
ネッタイシマカ	0.069	0.076	0.021	0.120	0.32	0.87
オオチョウバエ	0.30	1.31	0.08	2.60	1.70	1.69

註) LC₅₀ 値 (P.P.M.), 1回20頭, 3連区, 3反復

表30. 薬剤感受性の異なる数種系統イエバエに対する Pyrethroids 単用あるいは
共力剤を混用した場合の LD₅₀ 値について (雌1頭当り)¹⁵⁾

系 統	Allethrin			Pyrethrins			Phthalthrin		
	単 用	S-421	P. butoxide	単 用	S-421	P. butoxide	単 用	S-421	P. butoxid
Tatara	0.514	0.240	0.098	0.371	0.151	0.032	0.416	0.149	0.083
Takatsuki	0.573	0.080	0.116	0.441	0.097	0.050	1.080	0.149	0.109
Lab-em-7-em	1.481	0.269	0.347	0.774	0.166	0.151	0.380	0.251	0.264
213-ab	8.140	0.479	0.332	1.481	0.356	0.126	3.300	0.372	0.159
Py	2.188	0.332	0.738	1.414	0.296	0.162	1.414	0.316	0.102
P-9	1.861	0.282	0.604	1.029	0.240	0.155	0.997	0.170	0.219
RP	2.344	0.479	0.418	1.024	0.224	0.082	1.906	0.295	0.205

表31. 数種ピレスロイドの農業害虫に対する効果 (局所施用法, $\mu\text{g}/1$ 頭)²⁶⁾

供 試 虫 薬 剤	Dictyophara Japonica (テングスケバ)	Lymantria dispar (マイマイガ)	Epilachna sparsa orientalis (ニジュヤホシ テントウ)	Phalera flavescens (モンクロ シャチホコ)
Phthalthrin	0.76	7.4	5.4	0.06
Allethrin	2.9	12.0	2.6	>2.0
Dimethrin	1.8	24.0	12.0	—
Pyrethrins	0.09	2.2	2.1	0.14

(住友化学の資料より)

大戦中までは石油に添加してウンカの駆除、粉剤としてアブラムシ、イネツトムシに対してかなり使用されていた。戦後、有機合成殺虫剤の飛躍的発達にともなうて、殆んどその姿を消した。現在では稲作、野菜、倉庫用として農薬として登録されているのは次のようなものである¹¹⁾。

除虫菊粉：pyrethrins 0.8%含有、粉剤として使用する場合には木灰、ワラ灰 10 l に120から140 gを混合して、3~4 kg/10 a に撒布するとされている。

油剤として使用する場合、石油 1 l に 20 g を混ぜる。以上のような用法であるが、適応害虫は次のようである。

イネ——イネツトムシ、ウンカ類、ヨコバイ類、イネドロオイムシ、イネアオムシ、タバコのアブラムシ

野菜——アブラムシ類、ダイコンシンクイムシ、キスジノミルムシ

果樹——ゲンバイムシ

登録されているものには除虫菊乳剤、貯殺用除虫菊粉剤 (PGP, SPD)、デリス+除虫菊剤がある。

防疫用としては伝染病予防法施用規則によって30倍用除虫菊乳剤が登録されており、ハエ幼虫の場合に発生場所に30倍として、4.5 l/m² 蚊の幼虫では30倍にして発生場所の水量の1/1,000から1/600を撒布するこ

とが規定されている。実際にはどの程度の量が使用されているか不明である。

基礎実験例としては表31に示される如き実験例がある。その他に、未発表のものも多いと思われるが、今後、明かにされてくることである。

5. 欧米における農薬としての情況

欧米においては戦前より Pyrethroids の開発に積極的で、組織的な研究がなされて来た。ことに、貯殺害虫に関する研究は多く、pyrethrins と piperonyl butoxide の混用剤が広く使用されていた。

Gersdorff *et al.* (1960)¹²⁾ は allethrin の開発後、Barthrin の協力剤を研究し、Sesamex が効果的であることを明かにした。しかし、barthrin それ自身の殺虫力は弱く、特異的な協力剤もなかった。

Chapman (1960)¹³⁾ は貯殺害虫への駆除に pyrethrins の粉剤、乳剤、malathion の粉剤や乳剤の効果があつたことを明かにした。Bigley, *et al.* (1960)¹⁴⁾ はニワトリのダニやシラミに対し、Ronmel, malathion, DET, Barthrin の効果を検討し、直接噴霧法では Barthrin の効果は劣るが、0.01%, 0.025%, 0.05%のダニに対する24時間後の致死率が10%, 15%, 65%で同じ濃度の malathion より 少々劣ることを報告した。

Hoffman, et al. (1960)¹³⁾ は Barthrin 1.0% スプレーは1.0でシラミに対して15時間後の致死率は100%が得られた。

Roberts, et al. (1960)⁴²⁾ はサシバエに対する数種殺虫剤の忌避性と毒性について実験し、90%以上が反応する日数で評価を行い、致死が DDT で7日、malathion で1日、pyrethrins で2日であり、また、pyrethrins の忌避性の大きいことを明かにした。

Cole (1961)⁶⁾ はコロモシラミにおける DDT に対する交叉抵抗性と pyrethrins の抵抗性の発達について実験し、DDT にくらべ、pyrethrins や allethrin では抵抗性の発達がおそいことを明かにした。

Keller, et al. (1962)²⁹⁾ は Gypsy moth, *Porthetria dispar* L. 幼虫に対する効果を浸漬法で実験し、Dimethrin は malathion より効果があったが、0.01%では効果がなく、Barthrin についても同様のことといえることを明かにした。0.1% Dimethrin は100% 0.1% Barthrin は60%, 0.1% malathion は33%の致死率であった。

Dorsey, et al. (1962)⁹⁾ は Face fly の駆除に各種殺虫剤の1.0%油剤を塗布する方法で実験したが pyrethrins は他の殺虫剤より効果が劣っていることを明かにした。

Treccie (1962)⁴⁹⁾ は畜舎の Face fly の駆除を目的とし、殺虫剤の所定量を餌に、混合して与え、その排泄物よりのハエの発生状況を調査し、Dimethrin 1.0 mg/kg の場合、わずかに効果のあることを報告した。

Ode, et al. (1964)³⁸⁾ は Dimethrin や Barthrin を餌に混用して与える場合、10 mg/kg であれば効果があるが、それ以下では効果のないことを指摘した。

Roberts, et al. (1963)⁴⁾ はアブ、サシバエの駆除に pyrethrins + 忌避剤の実験を行い、0.1% pyrethrins よりも 0.02% pyrethrins + 忌避剤混用剤の効果があることを明かにし、Pyrethroids の用途に示唆を与えた。

Eldefrawi, et al. (1965)⁹⁾ は Egyptian cotton Leafworm に対する Pyrethroids の効果を実験し、協力剤の S-421 が効果的で、また、これは Pyrethroids の効力を効果的に高めたことを明かにした。

Burden, et al. (1968)⁴⁾ は Bed bug, Rat flea に対する数種殺虫剤の効果を口紙接触法で実験し Bed bug に対し allethrin, Dimethrin とも処理後1週間以内は効果があり、Rat flea には allethrin が8週間、Dimethrin は4週間効果のあった点を明かにしている。しかし、malathion の24週間にはおよばない。

Merrian, et al. (1970)³⁸⁾ は Gypsy moth に対する数種殺虫剤の効果を実験的に検定し2齢幼虫の駆除に

Dimethrin を3.3ポンド/エーカー処理し、1日後に52%, 2日後92%, 3日後に98%の致死率を得たこと、Tetramethrin では0.2ポンド/エーカーで88%, 92%, 94%の結果を得たことを報告している。diazinon の0.5ポンド/エーカーの致死率が88%, 96%, 100%という結果に比較して Dimethrin の効果は劣るが、Tetramethrin が効果的であったことは興味深い。

Roberts (1960)⁴²⁾ は Fall cankerworm, *Alsophila pometaria* に対し、pyrethrins, DDT, malathion を用いて、4齢幼虫に対する LD₅₀ 値 (μg/g) を比較し、pyrethrins が2.22 μg, DDT が38.6 μg, malathion が285 μgであることを明かにし、pyrethrins が予想以上に効果的であり、今後の用途拡大に大きな方向性を示した。

Cantu, et al. (1970)⁷⁾ は棉の数種害虫に対し、Tetramethrin や resmethrin の効果を実験し、葉面撒布ではいずれも、Fall armyworm に対して効果的で、ことに resmethrin は効果が高かった。また、Southern armyworms にはいずれも効果的であることを明かにした。しかし、resmethrin は Spider mites には効果がなかったが、局所施用法では Tabacco budworms に対して 0.41 μg, bollworm に 0.78 μg とかなり効果の高いことも明かにした。

以上が欧米における概略であるが、本邦におけるよりも Pyrethroids の用途開発研究は積極的で、進展していることがうかがえる。近い将来、農薬あるいは防疫用として充分活用出来る Pyrethroids 製剤が開発されるものと推定される。また、この方面の研究は重要になってくるものと考えられる。

6. おわりに

pyrethroids 剤に関する本邦における経過と実情についてとりまとめ、欧米の状況についてもわずかにふれた。

従来、Pyrethroids についての問題点は安全性、殺虫力(残効性がない)、高価、原料の安定供給という面であった。

しかし、安定性に関しては合成 Pyrethroids の開発が急速に進歩し、安定剤や協力剤の研究の充実により解決されるにいたった。殺虫力の面では近年開発された、resmethrin, proparthrin, prothrin の如く、殺虫力の強いものがあり、ノックダウン効果も phthalathrin の如く、優れたものも開発されて居り、これらの混合使用によってすべてが解決される段階にいたった。

今後、検討すべき点は安価に提供し得るものにするという点と、農園芸用殺虫剤として広範囲な実施試験を計画的に行う点であろう。ことに、施設園芸におい

ては充分に利用しうる可能性をもっており、対象害虫の生態と防除時期の確立という面の研究を進める必要があると考える。Pyrethroids は歴史的には古い殺虫剤であるが組織的な研究に欠ける面がきわめて多いのが現状といえる。

引 用 文 献

- 1) Bigley, W.S. *et al.*: *J. Econ. Entomol.*, 53, 12 (1960).
- 2) 武衛和雄, ら: 防虫科学, 28, 47 (1963).
- 3) 武衛和雄, ら: 防虫科学, 31, 86 (1966).
- 4) Burden, G.S. *et al.*: *J. Econ. Entomol.*, 61, 1565 (1968).
- 5) Capman, H.C.: *J. Econ. Entomol.*, 53, 536 (1960).
- 6) Cole, M.M.: *J. Econ. Entomol.*, 54, 649 (1961).
- 7) Cantu, E. *et al.*: *J. Econ. Entomol.*, 63, 1373 (1970).
- 8) Dorsey, C.K. *et al.*: *J. Econ. Entomol.*, 56, 369 (1962).
- 9) Eldefrawi, M.E. *et al.*: *J. Econ. Entomol.*, 58, 93 (1965).
- 10) Fujitani, Y.: *Arch. exp. Path. and pharm.*, 61, 47 (1969).
- 11) 福永一夫編: 農薬ハンドブック, 505頁, 日本植防疫協会, 東京 (1970).
- 12) Gersdorff, W.A. *et al.*: *J. Econ. Entomol.*, 53, 282 (1960).
- 13) Hoffman, R. A.: *J. Econ. Entomol.*, 53, 160 (1960).
- 14) 林 晃史: 第17回日本衛生動物学会東日本支部大会で講演 (1965).
- 15) 林 晃史, ら: 防虫科学, 33, 39 (1968).
- 16) 林 晃史, ら: 防虫科学, 33, 90 (1968).
- 17) 林 晃史, ら: 衛生動物, 20, 42 (1969).
- 18) 林 晃史: 衛生動物, 20, 261 (1969).
- 19) 林 晃史: 防虫科学, 34, 189 (1969).
- 20) 林 晃史: 殺虫剤の効力増進に関する基礎的研究103頁, 大正製薬株式会社研究部特別報告, 東京 (1969).
- 21) 林 晃史, ら: 国際エアゾール会議東京大会論文集, 12頁, 日本エアゾール協会, 東京 (1970).
- 22) 林 晃史: 衛生動物学の進歩 (第1集), 239頁, 学術図書出版会, 東京 (1971).
- 23) 林 晃史: 第26回日本衛生動物学会西日本支部大会において講演, 大阪 (1971).
- 24) 林 晃史, ら: 第23回日本衛生動物学会東日本支部大会において講演, 東京 (1971).
- 25) Keller, J.C. *et al.*: *J. Econ. Entomol.*, 55, 102 (1962).
- 26) 倉本佐一郎, ら: 住友化学, 特集号1965—Ⅱ (1965).
- 27) 銀塚昭三: 植物防疫, 19, 447 (1965).
- 28) 勝田純郎: 化学と生物, 7, 517 (1969).
- 29) LaForge, F.B. *et al.*: *J. Org. chem.*, 10, 114 (1945).
- 30) Lyon, R.L. *et al.*: *J. Econ. Entomol.*, 63, 1970 (1970).
- 31) 松原弘道: 岐阜大学農学部研究報告, 14, 124 (1961).
- 32) 松原弘道: 防虫科学, 27, 100 (1962).
- 33) 松原弘道: 防虫科学, 28, 35 (1963).
- 34) 松原弘道, ら: 防虫科学, 29, 1 (1964).
- 35) 松原弘道: 岐阜大学農学部研究報告, 24, 167 (1967).
- 36) Merriam, W.A. *et al.*: *J. Econ. Entomol.*, 63, 155 (1970).
- 37) 中西美智夫, ら: 防虫科学, 35, 91 (1970).
- 38) Ode, P.E. *et al.*: *J. Econ. Entomol.*, 57, 637 (1964).
- 39) 奥野吉俊, ら: 防虫科学, 34, 157 (1969).
- 40) 大神 弘, ら: 防虫科学, 35, 45 (1970).
- 41) Roberts, R.H. *et al.*: *J. Econ. Entomol.*, 56, 699 (1963).
- 42) Roberts, R. H.: *J. Econ. Entomol.*, 53, 887 (1960).
- 43) Sun, Y.P. *et al.*: *J. Econ. Entomol.*, 53, 887 (1960).
- 44) 酒井清六: 殺虫剤の連合作用に関する昆虫毒物学的研究, 479頁, 東京 (1960).
- 45) Treece, R. E.: *J. Econ. Entomol.*, 55, 765 (1962).
- 46) 和歌山県農業史刊行会編: 和歌山県農業史, 319頁, 和歌山 (1970).