

殺虫・殺ダニ剤 ロディー®(フェンプロパトリン)

笠松 紀美 宝塚総合研究所 農業科学研究所 主任研究員

松尾 憲忠 宝塚総合研究所 農業科学研究所 主任研究員

津田 重典 宝塚総合研究所 農業科学研究所 主任研究員

奥野 泰由 安全性研究所 主任研究員

Insecticide-Acaricide Rody®(fenpropathrin)

Kiyoshi KASAMATSU (Takarazuka Research Center)

Noritada MATSUO (Takarazuka Research Center)

Shigenori TSUDA (Takarazuka Research Center)

Yasuyoshi OKUNO (Biochemistry and Toxicology Lab.)

Rody® (fenpropathrin, Meothrin®, Danitol®) is a new pyrethroid insecticide-acaricide invented and developed by Sumitomo Chemical Co., Ltd. It is highly effective against various species of insect pests including *Lepidoptera*, *Hemiptera*, *Diptera* and *Thysanoptera*, as well as against mites. Applications of Rody® are scarcely found of mite outbreaks so-called "mite-resurgence" by reason of its favourable selective effects between mites and natural enemies.

In the review, the properties of Rody® are described on the basis of various test results such as history of its invention, development, physicochemical properties, formulation, efficacy, toxicology and environmental assessment.

はじめに

天然除虫菊成分のピレトリンを基本骨格として、30年以上にわたる新規化合物の探索が行なわれた結果、多くの合成ピレスロイド系殺虫剤が創製された。中でも fenvalerate (スミサイジン®) が世界で初めて農業分野に実用化されたことは、従来のピレスロイド剤のイメージを一新した画期的な技術革新であった¹⁾。その後、deltamethrin, permethrin や cypermethrin²⁾等が相次いで開発された。これらは高い防除効果を示すうえに人畜に安全性高いことから、棉、野菜及び果樹など広範囲な害虫防除に実用化されており、ピレスロイド剤の使用量は農業用殺虫剤の約1/4を占めるにまで至っている。

しかしながら、これらのピレスロイド剤はハダニ類に対する防除効果が不十分である上に、散布後にハダニが異常に増加するいわゆる“ハダニのリサージェンス現象”を認めることがあり、柑橘、茶や棉分野などで問題視されている^{3,4)}。

ロディー® (fenpropathrin, Meothrin®, Danitol®)

は住友化学工業㈱の独自品として発明及び開発された合成ピレスロイド系殺虫・殺ダニ剤である。本剤は他のピレスロイド剤と同様に広い殺虫スペクトラムをもち、鱗翅目、半翅目、双翅目及びアザミウマ目などに属する害虫に極めて高い効果を発揮する^{5,6)}。更には、速効性や残効性にすぐれた薬剤であるが、ロディー®の特筆すべきはハダニ類に対して強い活性を示すことと、ハダニのリサージェンス現象が起こりにくい特性を持ち合わせていることである。

ここでは、ロディー®の発明の経緯及び実用化にあたって種々検討された製法、物性、製剤、実用効果、代謝、残留、毒性について報告する。

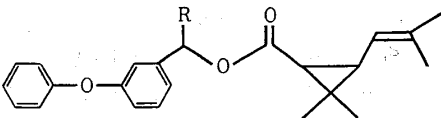
ロディー®の発明の経緯

1968年、板谷らにより発明された⁷⁾フェノトリンは、高い殺虫効力と安全性を有し、防疫用殺虫剤として幅広く使用されている合成ピレスロイドである。当社では1970年よりフェノトリンのアルコール部分である3-フェノキシベンジルアルコールの製法研究を開始したが、そ

れと共に3-フェノキシベンジルアルコールを利用した新しいピレスロイドのアルコール成分の探索研究も同時に開始することになった。丁度この頃、蚊取線香剤としてすぐれた効力を有するフラメトリンのアルコール成分の製法研究も行われていたが、研究の過程で不純物として単離された α -エチニルアルコールの菊酸エステル(S-3064)が元のフラメトリンに比べて約2倍の殺虫効力を有することが大野らにより見いだされた⁸⁾(第1図)。

以上の知見と、天然ピレトリンのアルコール成分が2級アルコールである事、および2級アルコールエステルは1級に比べて昆虫体内で加水分解を受けにくいという生化学的知見とを考慮して、 α 位に置換基を有する3-フェノキシベンジルアルコールの合成が進められた。第1表に菊酸エステルのイエバエに対する相対殺虫効力を示した。この中で、 α -エチニルアルコールの菊酸エステルはかなりの殺虫活性を示したが、元のアルコールに比べると約1/2に過ぎず、フラメトリンの場合とは異なる結果となった。この結果にめげず、さらに数十点の2級アルコールが合成された。この中から α -シアノ体がフェノトリンに比べて2倍以上の殺虫活性を示すことが見いだされた⁹⁾。その当時知られていなかった1級ピレスロイドアルコールについてもシアノ基導入を試みたが、いずれも大幅な効力低下となった(第2表)。シアノ基導入による効力の大幅な向上は3-フェノキシベンジルアルコール特有の性質であることが判明した。ここで見

第1表 α -置換体のイエバエに対する相対殺虫効力 (ターンテーブル法)



R	相対殺虫効力
-C≡CH	300
-CH ₃	100
-CH=CH ₂	100
-C(CH ₃) ₂	10以下
-CO ₂ CH ₃	10以下
-CH ₂ SCH ₃	10以下
-CH ₂ OCH ₃	10
-CH ₂ Cl	20
-CH(OCH ₃) ₂	10以下
-CN	1550
-H(フェノトリン)	700
ピレトリン	100

い出された菊酸エステルは、家庭用殺虫剤として、効力は最高の位置にあり、ゴキラート[®]として海外で販売されている(第2図)。同時に合成された2, 2, 3, 3-テトラメチルシクロプロパンカルボン酸エステルがロディー[®]であり、後述するように殺虫、殺ダニ効果を合わせ持ち、かつ農業用殺虫剤としても適度の光安定性を有することが見いだされ、殺虫・殺ダニ剤として、海外では、1980年より、又国内では1988年より販売されており好評を博している。

α -シアノ-3-フェノキシベンジルアルコールは、上記ロディー[®]、ゴキラート[®]のアルコール成分のみならず当社のスミサイジン[®]、スミアルファ[®]、アグロスリン[®]をはじめとして、いわゆる第2世代の合成ピレスロイドのアルコール成分の殆んどすべてに含まれており、その発見の意義は大きい。

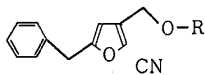
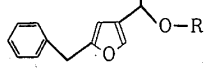
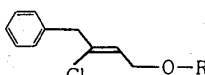
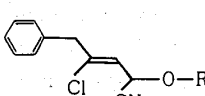
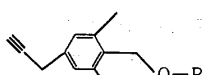
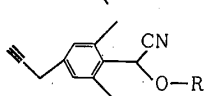
なお、合成ピレスロイドの構造改変については本誌既掲載の「スミサイジン[®]」¹⁾および「3-フェノキシベンジル系合成ピレスロイドの開発」¹⁰⁾を参照されたい。

ロディー[®]の合成法および分析法

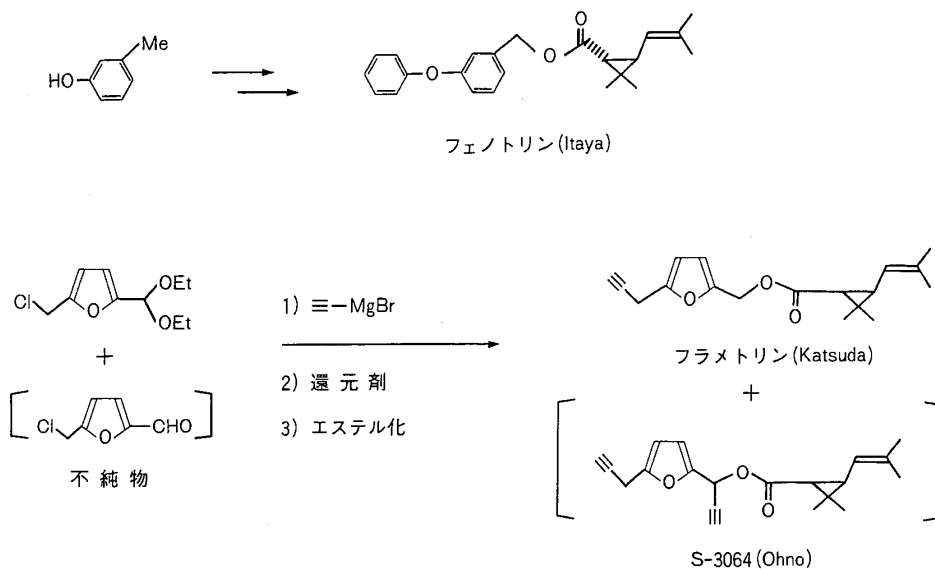
1. ロディー[®]の合成法

ロディー[®]の製法としては、第3図に示した2方法が

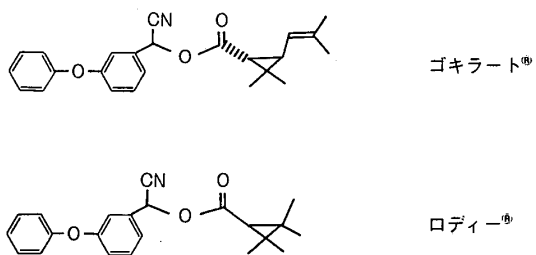
第2表 種々の α -シアノエステルの相対殺虫効力 (対イエバエ)

α -シアノエステル	相対殺虫効力
	1410
	100
	300
	10以下
	200
	10以下
ピレトリン	100

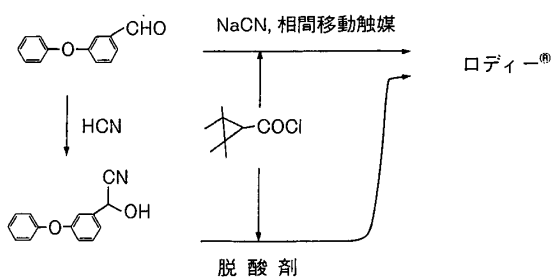
R: 菊酸残基



第1図 フェノトロリン及びS-3064の発明



第2図 ゴキラート®及びロディー®の構造



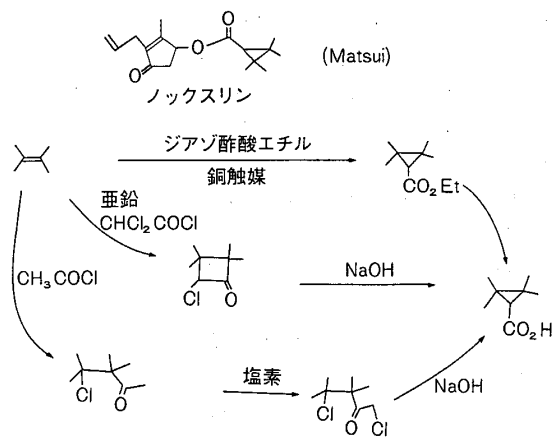
第3図 ロディー®の製法

代表的である。即ち、2, 2, 3, 3-テトラメチルシクロプロパンカルボン酸クロリドと α -シアノ-3-フェノキシベンジルアルコールとを脱酸剤存在下に反応させる方法、あるいは、酸クロリドおよび3-フェノキシベ

ンズアルデヒドとを相関移動触媒存在下にシアン化ナトリウムを反応させる方法により、ロディー®を得ることができる。

2, 2, 2, 3, 3-テトラメチルシクロプロパンカルボン酸の合成法

ロディー®の酸成分は、2, 2, 3, 3-テトラメチルシクロプロパンカルボン酸であり、そのアレスロロンエステル(ノックスリン®)は松井らにより発明された¹¹⁾。酸成分の合成法としては3方法知られており^{12,13)}、いずれも、テトラメチルエチレンを出発物質としている(第4図)。

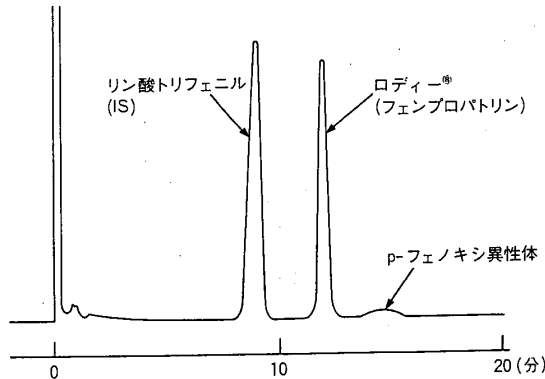


第4図 ノックスリンの発明及び酸成分の合成法

3. ロディー®の分析法

ロディー® 原体は、ガスクロマトグラフ (GC) 法でカラムに3% Silicone OV-101 (1 m) を用い、リン酸トリフェニルを内部標準物質として精度よく分析できる。

第5図に、ロディー® 原体のガスクロマトグラムとGC分析条件を示す。



GC条件: 島津GC-7A (FID)、3% Silicone OV-101 on Chromosorb W AW DMCS (100-120mesh) ϕ 3mm
長さ 1mカラム, カラム温度 195°C,
注入部温度 250°C, N_2 50ml/分

第5図 ロディー®原体のガスクロマトグラム

物性および製剤

1. 物理化学的性質

主な物理化学的性質の測定例を第3表および第4表に示す。ロディー® 原体は室温において粘度の高い液体もしくは固体状を呈するため、製剤化工程においては60°C以上に加熱して溶融し低粘度化を行う必要がある。溶解性に関しては、芳香族系溶媒、ケトン、クロロホルム等に比較的良好に溶解するが、パラフィン系溶媒、アルコールにはやや溶解しにくい。また水にもごくわずかしこ溶解しない。

空気雰囲気中での示差熱分析ダイアグラムを第6図に示す。顕著な分解ピークは認められず100°C付近から減量が始まり300°C付近では急激な減量が起る。この挙動はアグロスリン®²⁾ と

ほぼ同様であるが、やや低温側にシフトしている。

2. 安定性

原体は非常に安定で60°C 6ヶ月、室温3年保存してもほとんど分解しない (第5表)。溶媒中での安定性を第6表に示す。アルコール中ではやや不安定であるが、炭化水素系溶媒等中では安定である。水中での安定性を第7表に示す。アルカリ性では極めて不安定である事がわかる。

担体中ではホワイトカーボン、珪藻土中では安定であるが、クレイ、タルク、ベントナイト、炭カル中ではやや不安定である (第8表)。

ロディー® の n-ヘキサン溶液に紫外線を分光照射した後の残存率を第9表に示す。240~290nmの光でよく分解していることがわかる。これは277nmにロディー® の極大吸収があることとよく対応している。

3. 製剤

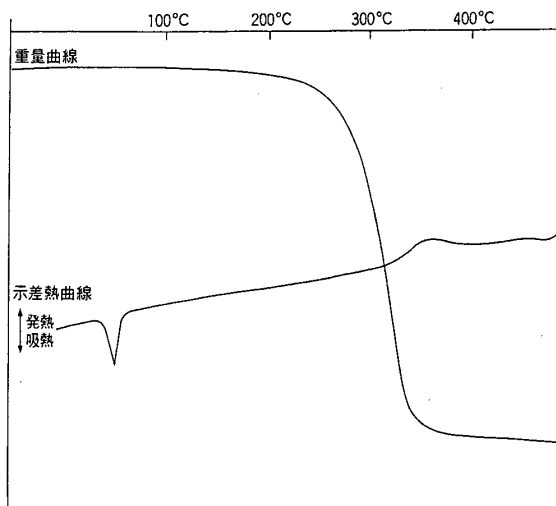
現在10%乳剤、10%水和剤及び10%くん煙顆粒が国内で上市されている。10%乳剤の代表的な製剤物性を第10表に示す。製剤物性は極めて良好である。容器としては、ガラスビン、フェノール樹脂コーティング缶、内層エパールのプラボトルなどが使用できる。10%水和剤の代表的な製剤物性の試験例を第11表に示す。容器としては、アルミ箔ポリエチレンラミネート袋が最も適しているが、

第3表 ロディー®の主な物性

項目	物性	値
(1) 外観	黄色~赤褐色 液体又は固体	
(2) 融点	47.1°C (日局法)	
(3) 比重	$d_4^{20} = 1.17$ (空気比較式比重計)	
(4) 引火点	205°C	
(5) 発火温度	325°C (発火遅れ時間 7.7秒)	
(6) 燃焼熱	7650cal/g	
(7) 粘度	22cp(80°C) 64cp(60°C) 210cp(40°C)	
(8) 分配係数(オクタノール/水)	$\log P = 6.00$ (OECD, 室温)	
(9) 蒸気圧	5.5×10^{-9} mmHg (20°C) (第4表参照)	
(10) 溶解度	n-ヘキサン 97g/l (20°C) メタノール 173g/l (20°C) キシレン, エチルセロソルブ, アセトン メチルイソブチルケトン, C-ヘキサノン 酢酸エチル, ジメチルホルムアミド ジメチルスルホキシド, クロロホルム, アセトニトリル 水 14.1±1.8μg/l (25°C)	} >500g/l (20°C)
(11) 吸光係数	$\epsilon = 2100$ (277nmのピーク)	

第4表 ロディー®の蒸気圧(ガスクロマトグラフ法¹⁴⁾)

実測値 (mmHg)					$\log P = A - B/T$		外挿値 $\times 10^6$ (mmHg)	
225°C	250°C	275°C	300°C	325°C	A	B	20°C	25°C
6.66	18.3	44.7	97.8	189	9.5548	4340	5.5	9.7



第6図 ロディー®のDTAダイアグラム

第5表 ロディー®の熱安定性

保存条件		ロディー®含量%(分解率%)	
初期値		92.1	
室温	6ヶ月	92.0	(0.1)
	1年	92.3	(-)
	2年	92.6	(-)
	3年	91.9	(0.2)
40℃	6ヶ月	92.0	(0.1)
60℃	6ヶ月	90.4	(2.0)

ポリエチレンラミネート袋も使用可能である。

海外では10~20%乳剤として各国で汎用されている。また、5~10%水和剤としても現在数カ国で開発が進められている。さらに、低毒性製剤化を目的として10%フロアブル剤の開発も行っている。このフロアブル剤はソ連および欧州諸国にて登録を取得中である。米国においては2.4 (lb./gal.) 乳剤として Valent 社より登録申請中であり、近々登録が認可される見込みである。

ロディー® はまた、各種の殺虫剤、殺ダニ剤との混合剤としても開発されている。現在はすでにスミチオン® との混合乳剤が海外において上市されており、国内でも近々登録の予定である。この乳剤はロディー® とスミチオン® との共力作用によって、広い範囲の害虫に卓効を示すことが確認されている。

第6表 ロディー®の溶媒中での安定性

溶媒	保存条件				
	冷保存 3ヶ月	40℃		60℃	
		1ヶ月	3ヶ月	1ヶ月	3ヶ月
キシレン	1.01	1.01 (0)	1.02 (-)	1.02 (-)	1.01 (0)
脱臭ケロセン	1.02	1.02 (0)	1.02 (0)	1.02 (0)	1.02 (0)
メタノール	0.99	0.99 (0)	0.99 (0)	0.98 (1.0)	0.77 (22.2)
エチルセロソルブ	0.95	0.87 (8.4)	0.87 (8.4)	0.89 (6.3)	0.89 (6.3)
アセトン	1.05	1.05 (0)	1.05 (0)	1.04 (1.0)	1.05 (0)
シクロヘキサノン	0.98	0.96 (2.0)	0.96 (2.0)	0.96 (2.0)	0.96 (2.0)
メチルイソブチルケトン	1.01	1.00 (1.0)	1.01 (0)	1.01 (0)	0.99 (2.0)
酢酸エチル	1.04	1.04 (0)	1.04 (0)	1.04 (0)	1.04 (0)
アセトニトリル	0.98	0.98 (0)	0.99 (-)	0.98 (0)	0.99 (-)
クロロホルム	1.00	0.99 (1.0)	0.98 (2.0)	0.94 (6.0)	0.94 (6.0)
プロピオン酸	1.01	1.02 (-)	1.00 (1.0)	0.99 (2.0)	0.96 (5.0)
ジメチルホルムアミド	1.04	1.04 (0)	1.04 (0)	1.02 (1.9)	1.00 (3.8)

数値は含量%(w/v), ()内は分解率%

第7表 ロディー®の水中での安定性

		at 30℃				
期間	PH	3.01	5.02	7.02	9.00	11.01
開始直後		0.12	0.13	0.12	0.15	0.15
5時間		-	-	0.12 (0)	0.14 (6.7)	0.04 (73.3)
1日		0.14 (-)	0.14 (-)	0.10 (16.7)	0.14 (6.7)	<0.01 (>93)
3日		0.13 (-)	0.13 (0)	-	0.13 (13.3)	-
7日		0.12 (0)	0.14 (-)	0.12 (0)	0.11 (26.7)	-

数値は含量ppm, ()内は開始直後に対する分解率%

第8表 ロディー®の担体中での安定性

担体	ロディー®含量%(分解率%)		
	冷保存	40℃ 1ヶ月	40℃ 3ヶ月
ホワイトカーボン	18.0	17.9(0.6)	17.8(1.1)
珪藻土	18.0	17.8(1.1)	17.8(1.1)
セリサイト	0.45	0.40(11.1)	0.35(22.2)
クレーク	0.45	0.36(20.0)	0.23(48.9)
タルク	0.45	0.42(6.7)	0.39(13.3)
ペントナイト	0.42	0.36(14.3)	0.28(33.3)
酸性白土	0.45	0.40(11.1)	0.33(26.7)
炭酸カルシウム	0.45	0.36(20.0)	0.33(26.7)

第9表 ロディー®の光分解の波長依存性

照射光 中心波長 (nm)	500 カウント照射後の含量	
	1セル中の ロディー®量 (mg)	暗条件を100とした 時の残存率 (%)
暗条件	1.130	100
212.4	0.399	35.3
238.2	0	0
264.1	0	0
289.9	0	0
315.8	0.719	63.6
341.6	1.016	89.9
367.5	1.063	94.1
393.3	1.127	99.7
419.2	1.145	100
445.0	1.121	99.2
470.0	1.151	100
494.1	1.137	100

(ロディー®25mgをn-ヘキサン100mlに溶解して1セルに4mlづつ入れて照射)

第10表 ロディー®10%乳剤の主な物性(試験例)

項目	物性
外観	黄色の油状液体
安定性	40℃ 4ヶ月、60℃ 1ヶ月の虐待保存後も原体はほとんど分解しない。
乳化性	水(3°H, 19.2°H)、温度(10, 20, 30℃)いずれの条件でも1000倍稀釈で良好な乳化性を示す。40℃ 4ヶ月、60℃ 1ヶ月の虐待保存後の乳化性も良好である。
pH (20%)	3.35
比重	d ₄ ²⁰ =0.906

ロディー®の殺虫殺ダニ特性と圃場での効果

1. 殺虫作用機構

ロディー®の昆虫やハダニに対する作用機構の解明はされていないが、従来のピレスロイド剤と類似しているものと考えられている。すなわち、昆虫の中枢および末梢神経系(含シナプス)の神経膜(軸索)に作用し、刺

第11表 ロディー®10%水和剤の主な物性(試験例)

項目	物性
外観	類白色の粉末
粉末度	99.0% (45μm 通過)
見掛け比重	0.250
水和性	38.0秒
懸垂率	96.0% (担し、有効成分は溶媒を留去した後GC法にて定量した。15分後、懸濁液中には油状物質などはほとんど認められなかった。)
pH (20%)	5.06
水中分散性	98.5%
安定性	2.3% (カールフィッシャー法) 40℃ 3ヶ月の虐待保存後も原体はほとんど分解しない。また、その時上記物性もほとんど変化しない。
体積固有抵抗	1.4×10 ⁸ Ω・cm
粉塵爆発下限界	40mg/ℓ

激の伝導に関与しているイオンチャンネルのなかで、Naチャンネルに働き開放状態にさせる。神経膜外にあったナトリウムイオンが膜を透過し神経膜内へ流入することにより神経内のイオンバランスがくずれ刺激の伝導に異常が生じる。その結果、神経の異常な興奮が発生する。この興奮状態が継続すると神経の伝導機能が阻害され、虫体は麻痺状態におちいり、最終的には死に至らしめるものと推察されている¹⁵⁾。

2. 基礎活性

ロディー®の数種害虫に対する殺虫殺ダニ活性を室内又は温室条件下で検討した結果を第12表に示した。

ロディー®はハスモンヨトウ、コナガ及びチャノホンガなど鱗翅目害虫に対し明らかに methomyl や cartap 以上の殺虫活性を示し、fenvalerateを始めとする従来のピレスロイド剤とほぼ同等のすぐれた活性を示した。

ロディー®は吸汁性害虫であるオンシツコナジラミ、マルカメムシ、ヒメトビウンカやツマグロヨコバイなど半翅目害虫にも高い活性を示し、イエバエ(双翅目)及

第12表 数種害虫に対する殺虫殺ダニ活性

供試薬剤	相 対 有 効 度									
	ハスモン 1) ヨトウ	コナガ 2)	チャノ 3) ホンガ	オンシツ 4) コナジラミ	マルカメ 5) ムシ	ヒメトビ 6) ウンカ	R-ツマ 7) グロヨコバイ	イエバエ 8)	チャバネ 9) ゴキブリ	ミカン 10) ハダニ
ロディー®	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
fenvalerate	100	138	149	24	24	14	113	136	165	10
permethrin	40	165	149	88	—	44	35	100	54	5
対照薬剤	methomyl 40	methomyl 2	cartap 2	DMTP <20	fenitrothion 59	MPMC 65	MPMC 4	fenitrothion 59	diazinon 61	dicofol 10

1) LC₅₀ 12ppmを100とする

2) " 10.2 " "

3) " 0.6 " "

4) " 12 " "

5) LC₅₀ 0.83ppmを100とする

6) " 22 " "

7) " 6 " "

8) LD₅₀ 0.038μg/頭を100とする (CSMA系)

9) LC₅₀ 7ppmを100とする

10) EC₅₀ 5ppmを100とする

びチャバネゴキブリ（ゴキブリ目）などに対しても有効である。このようにロディー® は広い殺虫スペクトラムを有する薬剤であるが、ハダニに対しても高い活性を認めることが従来のピレスロイド剤と異なる点である。

3. 速効性と残効性

ロディー® のハスモンヨトウ及びモモアカアブラムシに対する速効性（ノックダウン活性）は第13表に示すように fenvalerate に勝り、各々の害虫の代表的薬剤と比べても格段にすぐれた活性が認められた。

残効性（第14表）は、ハスモンヨトウに対して対照の fenvalerate に若干劣るものの、methomyl に勝るすぐれた活性を示した。

第13表 速効性（ノックダウン効果）

供試虫	供試薬剤	濃度 (ppm)	KT ₅₀ (分)	24時間後の死亡率 (%)
ハスモンヨトウ	ロディー®	50	21.0	100
	fenvalerate	50	49.0	100
	methomyl	225	52.9	100
	acephate	250	>180	100
モモアカアブラムシ	ロディー®	50	12.0	100
	fenvalerate	50	20.0	100
	acephate	500	>120.0	100

第14表 ハスモンヨトウに対する残効性

供試薬剤	濃度 (ppm)	処理後の経過日数と各々の48時間後の死亡率 (%)		
		当日放飼	7日後放飼	14日後放飼
ロディー®	50	100	83	33
fenvalerate	50	100	93	93
methomyl	125	100	33	0
無処理		0	0	0

4. ハダニ類に対する作用特性

ロディー® のニセナミハダニ及びミカンハダニに対する殺ダニ活性、殺卵活性及び忌避活性などの諸性質について述べる。

(1) 殺ダニ活性

ロディー® は二種ハダニの雌成虫に対して対照薬剤に比べ明らかに高い活性を示した（第15表）。

小林は¹⁶⁾、ピレスロイド剤の各令期に対する殺ダニ活性の試験から、ハダニの静止期すなわち脱皮中のステージに対しピレスロイド剤の活性が著しく低下することを報告している。これは散布後にある特定のステージが生き残ることを示唆しており、これらの生存個体が一斉に成虫化した時に急激な増加率の高まりが観察され、後述するハダニのリサージェンス発生要因の一つに挙げられ

ている。ハダニ脱皮時の薬剤感受性低下は、ハダニの皮膚の内層に新しい皮膚が形成されていることから、薬剤の皮膚透過性の低下と深い関係があるものと考えられる。ロディー® はこの静止期に対しても高い殺ダニ活性を示し、特定のステージに対する活性低下は認められなかった。このようにロディー® はハダニの各令期に安定した高い殺ダニ活性を示した。

第15表 ロディー® の二種ハダニに対する活性

供試薬剤	LC ₅₀ (ppm)				
	殺卵(1日卵)		雌成虫		第2静止期
	T. C.	P. C.	T. C.	P. C.	P. C.
ロディー®	500	80	17	11	9
fenvalerate	>500	>500	80	70	200
amitraz	350	120	152	48	—
dicofol	250	250	32	136	—

T. C. : ニセナミハダニ

P. C. : ミカンハダニ

(2) 殺卵活性

ロディー® の殺卵活性（1日卵に対する活性）は、本剤の実用濃度（50~100ppm）から考慮すると使用場面では高い効果を期待できない（第15表）。

卵令期の感受性をナミハダニをもちいて検討したところ（第16表）、日令がすすむにつれ薬剤感受性が高まり、4日令の卵に対しては相当高い活性が示された。ロディー® はいずれの場合も、胚発生の阻害は認められなかった。卵の孵化は阻害されたが、これは孵化前のハダニがロディー® の作用を受け卵殻内で死亡したものと考えられる。

第16表 ロディー® のナミハダニに対する殺卵活性

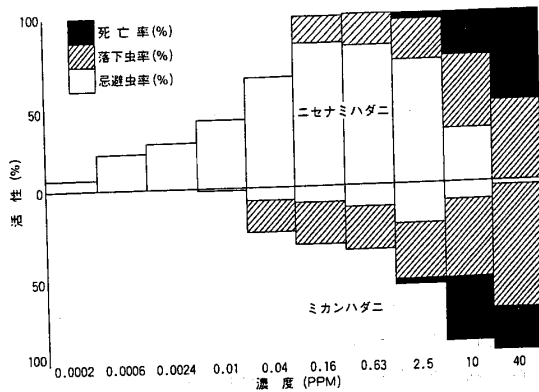
卵日令	LC ₅₀ (ppm)
< 1日卵	177
1~2日卵	47
2~3日卵	33
3~4日卵	19

(3) 忌避活性

ロディー® は従来のピレスロイド剤と同様にノックダウン、フラッシング、摂食阻害、産卵阻害及び忌避活性を示すが、ハダニに対する忌避活性は特にすぐれる^{7,18)}。

第7図には本剤の二種ハダニに対する忌避活性を示した。この忌避活性は歩行による逃亡（図中では忌避虫率で示した）と糸を吐いて落下する（同、落下虫率）二つのハダニの行動を示した。0.01ppm 程度の低い濃度では

歩行による忌避虫がみられるものの、濃度が高まるにつれてハダニが葉上から麻痺して落下する個体が増加した。本剤の実用的な濃度ではほとんどのハダニが死亡又は葉上から落下した。供試した二種ハダニで忌避性の様子を比較すると、ニセナミハダニは相当低い濃度でも歩行による忌避虫が認められた。一方、ミカンハダニは葉上より落下する個体が多く認められ、ハダニの種類により活性のあらわれ方が若干異なった。このような忌避性は圃場でも確認されており、殺ダニ性ととも本剤のハダニ抑制効果に働く重要な作用といえる¹⁹⁾。



第7図 ロディー®の忌避活性

5. 実用場面での効果

ロディー®は実際の圃場において鱗翅目、半翅目、双翅目及びアザミウマ目に属する害虫等にすぐれた殺虫効果を示す。チャで検討されたチャノミドリヒメヨコバイ(第17表)、カンキツのチャノキイロアザミウマ(第18表)及びリンゴのモモシクイガ(第19表)を始めとする重要害虫に対する防除効果は、有機リン剤やカーバメイト剤にすぐれ、且つ fenvalerate など従来のピレスロイド剤に匹敵する高い実用効果が確認されている。ロディー®の殺ダニ効果は(第20表)ピレスロイド剤の中では卓越しており、ハダニの種類によっては殺ダニ剤としての使用が可能である²⁰⁾。

従来のピレスロイド剤は散布後にハダニが異常に増殖するいわゆる“ハダニのリサージェンス現象”が認められることにより、カンキツやチャの分野では使用を控えるを得ない事情がある。ロディー®はすぐれた殺虫効果、殺ダニ効果及びハダニのリサージェンスがほとんどないことから該分野での使用が最も有効であるが、このようなロディー®の特殊な性能はリンゴやモモなどの果樹、ナスやイチゴなどの野菜でも卓効が示されている。

尚、参考までに国内でロディー®が使用される分野を第21表に示した。

6. 有用昆虫に対する影響

ロディー®のミツバチ²¹⁾やカイコに対する毒性は、従

第17表 チャノミドリヒメヨコバイに対する防除効果
(鹿児島県茶業試験場 1986年)

供試薬剤	濃度 (ppm)	生息密度 (9月5日)			被害芽率 (%) (9月15日)	被害芽調査時における生育状況
		成虫	幼虫	計		
ロディー®10%乳剤	100	1	0	1	0	極良
MTMC 50%水和剤	500	18	0	18	5.4	良
無処理	—	41	8	49	13.8	やや不良

チャ: さやまみどり 18年生 規模: 1区 10.8㎡ 3連制 散布: 9月2日

第18表 カンキツ寄生のチャノキイロアザミウマに対する防除効果
(鹿児島県果樹試験場 1986年)

供試薬剤	濃度 (ppm)	調査果数	果 梗 部			果 頂 部			
			程度別果実数			被害果率	被害度	被害果率	被害度
			少	中	多				
ロディー® 10%乳剤	50	150	7	4	2	8.7	3.4	3.3	0.6
acephate 45%水和剤	300	150	27	33	64	82.7	56.7	27.3	4.6
Manzeb 75%水和剤	1900	150	15	31	60	70.7	52.0	36.0	6.0
無処理	—	150	18	16	112	97.3	82.0	53.3	8.9

規模: 1区 15樹 散布: 6月4日, 24日, 7月14日, 8月17日
調査: 7月20日(果梗部)、10月8日(果頂部)

第19表 リンゴ寄生のモモシクイガに対する防除効果
(秋田県果樹試験場 1985年)

供 試 薬 剤	濃 度 (ppm)	被害果数/500果		
		7月5日	8月7日	10月11日
ロディー® 10%水和剤	100	0	2	6
fermethrin 20%水和剤	100	0	1	7
fenvalerate/ fenitrothion40%水和剤	100+300	0	1	10

規模：1区 20a
散布：6月18日 スピードスプレーで500 ℓ/10a 散布

第20表 ミカンハダニに対する防除効果
(住友化学 1988年)

供 試 薬 剤	濃 度 (ppm)	雌成虫数/100葉			
		7/15	7/25	8/9	8/23
ロディー® 10%乳 剤	100	20	3	19	118
fenvalerate 20%乳 剤	100	22	74	150	851
hexythiazox 10%水和剤	33	39	29	62	71
無 処 理	—	24	25	149	159

宮内イヨカン、規模 1区 1樹 3連制
散布日：7月15日 場所：愛媛県伊予市

第21表 ロディー®の使用分野

作 物	対 象 害 虫	使用希釈倍率
(10%乳剤) 茶	チャノコカクモンハマキ (<i>Adoxophyes sp.</i>) チャノミドリヒメヨコバイ (<i>Empoasca onukii</i>) チャノキイロアザミウマ (<i>Seirtothrips dorsalis</i>)	1000 〃 〃
モ モ	アブラムシ類 (<i>Aphis, Myzus</i>) シンクイムシ類 (<i>Grapholita</i>)	1000 〃
カ ン キ ッ	ミカンハモグリガ (<i>Phyllocnistis citrella</i>) チャノキイロアザミウマ (<i>S. dorsalis</i>) カメムシ類 (<i>Eysarcoris, Nezara</i>) アブラムシ類 (<i>Aphis, Toxoptera</i>)	2000 〃 〃 〃
ナ ス	アブラムシ類 (<i>Aphis, Myzus</i>)	1000~2000
(10%水和剤) リ ン ゴ	モモシクイガ (<i>Carposina niponensis</i>) キンモンホソガ (<i>Phyllonorycter ringoneella</i>)	1000 〃
(10%くん煙顆粒) ナ ス イ チ ゴ カ ン キ ッ	ハダニ類 (<i>Tetranychus sp.</i>) 〃 ミカンハダニ (<i>Panonychus citri</i>)	温室、ビニール ハウス等 密閉 できる場所

来のピレスロイド剤とはほぼ同等であり、今までの方法に準じて使用すれば何ら問題ない。

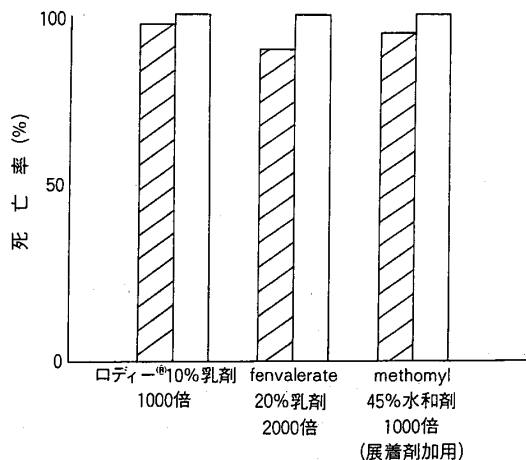
7. 薬害

ロディー®は以下に示す作物に対し、通常の使用濃度では薬害は認められていない。

- 果樹：カンキツ、モモ、オウトウ、リンゴ、ナシ、
ブドウ、ウメ、カキ、クリ
- 野菜：イチゴ、トマト、ピーマン、ナス、キュウリ、
スイカ、メロン、キャベツ、ハクサイ
カリフラワー、レタス、ネギ、タマネギ、ニンジン、インゲン、エンドウ
- その他：チャ、テンサイ、パレイショ、ササゲ、ダイズ、
タバコ、ナタネ、ワタ、キク、カーネーション、
ガーベラ、ゼラニウム、ダリア、ヒマワリ等

8. 耐雨性

ロディー®乳剤の耐雨性は良好であり第8図に示すように、散布後、薬液が風乾すれば雨による薬剤の流亡は少なく、無降雨とほとんど変わらない殺虫効果を示された。



■ 散布, 風乾後に降雨
□ 無降雨

第8図 耐雨性試験
(カンラン食葉散布法によるハスモンヨトウに対する効果, 降雨量 34mm/1時間)

ハダニのリサージェンス現象と対策

1. ハダニのリサージェンス発生要因

ハダニのリサージェンス現象は古くから、有機リン剤、カーバメイト剤や有機塩素剤などで認められており、この様子は McMurtry らの総説²²⁾にくわしくまとめられている。

ピレスロイド剤によるハダニのリサージェンス現象は Zwick (1978) や Hall (1979)^{23,24)}らにより報告されて以来多くの研究が行われた。我が国では静岡県リサージェンス対策研究会、九州病害虫防除推進協議会やチャリリングなどの関係各試験機関で多くの研究成果が報告されている。古橋ら (1989)^{4,25)}はミカンハダニの場合の発生要因として、①ハダニに対する効果不足と②天敵類に対する影響の2点であるとの考えをまとめている。しかしながら、行徳と柏尾 (1989)²⁶⁾は古橋らの説を支持するものの、これだけではリサージェンス現象を説明できない部分があるとしている。Iftner²⁷⁾や Penman²⁸⁾らは、ナミハダニを用いた検討結果から、ピレスロイド剤は①ハダニの産卵数の増加を引き起こす②忌避作用はハダニを散布むら部分に強制的に移動させ、ハダニの集中度を高めることを示唆しており、これらもリサージェンス発生要因に含まれると推測している。ハダニの種類によって発生メカニズムが若干異なるのであろうか。

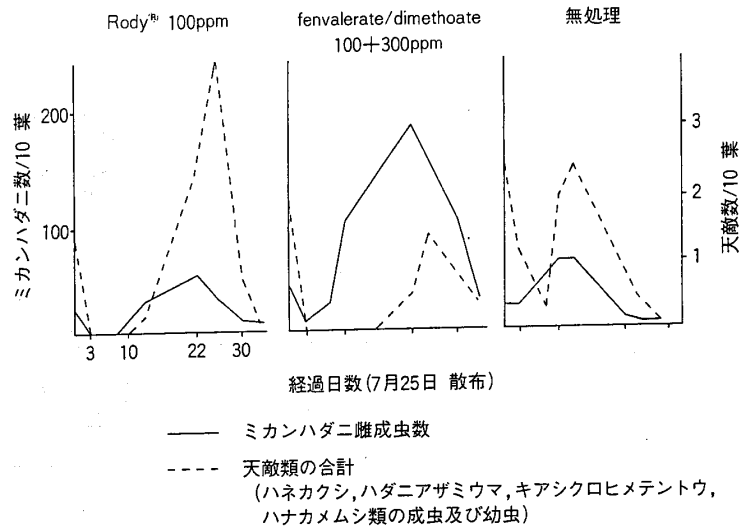
2. 天敵類に対する影響

いずれにしてもピレスロイド剤の天敵類への影響は最も重要なファクターといえる。行徳と柏尾 (1989)²⁶⁾は、各種薬剤のハネカクシ類 (ミカンハダニなどで最も重要な天敵類) に対する直接的な毒性及び残毒期間を報告している。それによると、ピレスロイド剤は一般に既存の有機リン剤やカーバメイト剤に比べ直接的な毒性が高いことと残毒期間が相当長いことが示された。しかしながら、ピレスロイド剤以外にも carbaryl 剤は長期間天敵に毒性を示すことが判明し、同剤を散布した場合にもハダニの異常発生が観察されている。このことは、ミカンハダニのリサージェンスはピレスロイド剤特有のものでなく、天敵の活動が長期間排除される条件が揃えば発生するとの考えを述べている。

ロディー[®] は、fenitrothion や methidathion など

の有機リン剤とはほぼ同等の直接的な毒性及び残毒期間 (5~10日以内) であり、ピレスロイド剤といえどもロディー[®] の如く、ハネカクシ類に影響少ないものもあることが、前出の報告の中で示された。

このようなロディー[®] の天敵類に対する影響を圃場で検討したところ (第9図)、本剤散布後のハネカクシ、ハダニアザミウマやハナカメムシ類などの天敵類再侵入が早いこと及び侵入数が多いことが観察され、本剤の天敵類に及ぼす影響が軽微であることが確認された。



第9図 ロディー[®]のミカンハダニに対する効果と天敵類に及ぼす影響 (1988年)

3. ハダニのリサージェンス回避へのアプローチ

ハダニのリサージェンスを回避するためには発生の主要な原因の排除、すなわちハダニの効果不足と天敵類への対策を講じることが有効である。

(1) 殺ダニ剤との混用又は近接散布

殺ダニ剤の効果によりハダニの異常な増殖を抑制する手段である。これは最も実質的で有効であるが⁴⁾、殺ダニ剤の多用は薬剤抵抗性発達の危惧がもたれるので、必要に応じて計画的な使用が肝要である。

(2) 殺ダニ効果を高める混合剤 (殺ダニ剤を除く)

ピレスロイド剤には acephate や fenitrothion などと混合することによりハダニ類を始めとして多くの害虫に高い共力作用を示すものがある。特にロディー[®]と acephate の混合はミカンハダニに極めて高い共力作用を示すことからカンキツ分野では実用性の高い殺ダニ剤として評価されている。

(3) 天敵類に対する影響の回避

①ピレスロイド剤に影響を受けない天敵の育成：Hoy (1980)²⁹⁾はカブリダニの一種に対しピレスロイド剤で淘汰したところ、ある程度の抵抗性の高まりをみた。Markwick (1985)³⁰⁾は、野外におけるリンゴ園にて permethrin 又は cypermethrin を春から秋にかけて2週間及至1ヶ月毎、7年間散布したところ、リンゴ園に生息していた *Typhlodromus pyri* のピレスロイド抵抗性発達を認めた。この野外淘汰系は cypermethrin では若干の影響を受けるものの、ロディー[®]にはまったく影響を受けなかった。我国でもピレスロイド抵抗性天敵の育成はすでに開始されており、今後の成果が期待される。

②天敵類に影響の少ない製剤の開発：ターゲットの害虫にのみ影響を及ぼし、天敵類には作用しない選択性の高い製剤のことである。薬剤を膜物質でおおうマイクロカプセル剤が有効と考えられるが実用化には至っていない。

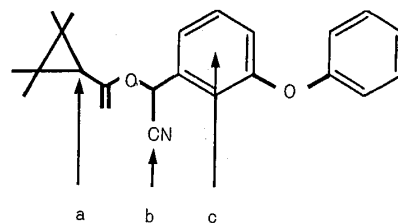
以上のべた中では、有効な殺ダニ剤との混合又は近接散布及び殺ダニ効果を高める薬剤との混合散布が実際に用いられている手段であるが、更に、いろいろな対策と併用することがより確実なリサージェンス回避方法と考えられる。

ロディー[®]はピレスロイド剤でありながら、殺ダニ効果と天敵類に対する影響に高い選択性を持つ特異な性能を備えている。ピレスロイド剤のハダニリサージェンスが問題視されている分野で、ロディー[®]は高い実用性が確認されており、これが今もっとも注目されるピレスロイド剤といえる所以である。

代謝、残留、毒性

1. 動物、植物および土壌等における代謝、分解、残留
合成ピレスロイド系殺虫剤の代謝分解については多くの研究が行われている^{31,32)}。特に農業用ピレスロイドについては、物理化学的安定性が防疫用のそれに比較して高く、このため環境における分解挙動研究に大きな努力が払われている³²⁾。ロディー[®]についても各種の研究が実施された。すなわち、ラットにおける代謝³³⁾に加え、トマト、リンゴ、ピントビーンにおける代謝^{34,35,36)}、土壌における分解、移行^{37,38)}及び水中、土壌表面における光分解試験³⁹⁾が行われた。これらの試験には第10図に示すような¹⁴C標識体が用いられ、ロディー[®]分子全体の運命が解明された。ロディー[®]の哺乳動物における代謝分解経路を第11図、植物および土壌における代謝分解経路ならびに太陽光による光分解経路を第12図に要約した。

ロディー[®]の哺乳動物での主代謝反応はアルコール側



a; シクロプロピル環 b; シアノ基 c; ベンゼン環

第10図 代謝、分解研究に使用したロディー[®]の¹⁴C標識位置

の2'-と4'-位および酸側のメチル基の酸化、ならびにエステル結合の開裂であり、これらの反応により生じた代謝物はグルクロン酸、硫酸あるいはグリシンとの抱合反応を経て、速やかに糞尿中に排泄された³³⁾。

ロディー[®]は植物中においても同様な経路で代謝され代謝物のほとんどはグルコースなどの植物特有の抱合体を形成した^{34,35,36)}。

一方、土壌では主にエステル結合の開裂反応が起こり、分解を受け、最終的にはCO₂にまで完全分解された。実験室内での土壌中における半減期は11~17日であった^{38,39)}。

ロディー[®]は太陽光によってもエステル結合の開裂反応等を受け、速やかに分解された。土壌表面、植物葉上における光分解半減期は1~5日であった³⁹⁾。

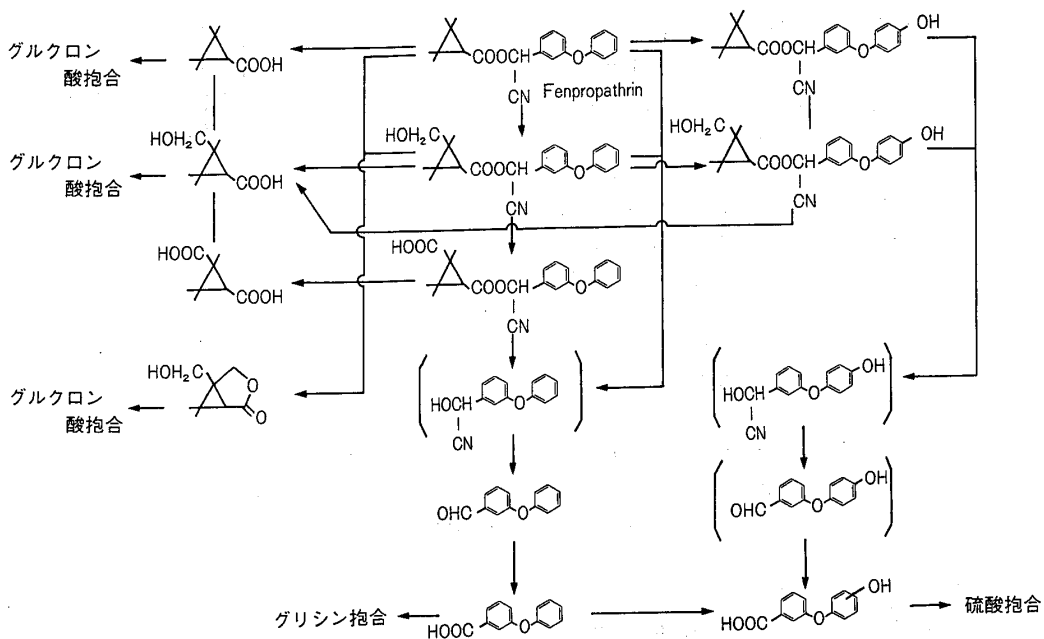
このようにロディー[®]は種々の環境要因により分解され易く、また、哺乳動物に取り込まれても速やかに代謝を受けて排泄され、生体内に残留しないことから、ロディー[®]やその分解物がヒトを含めた自然環境中に長期間残留することは極めて少ないと考えられる。

2. 哺乳動物における毒性

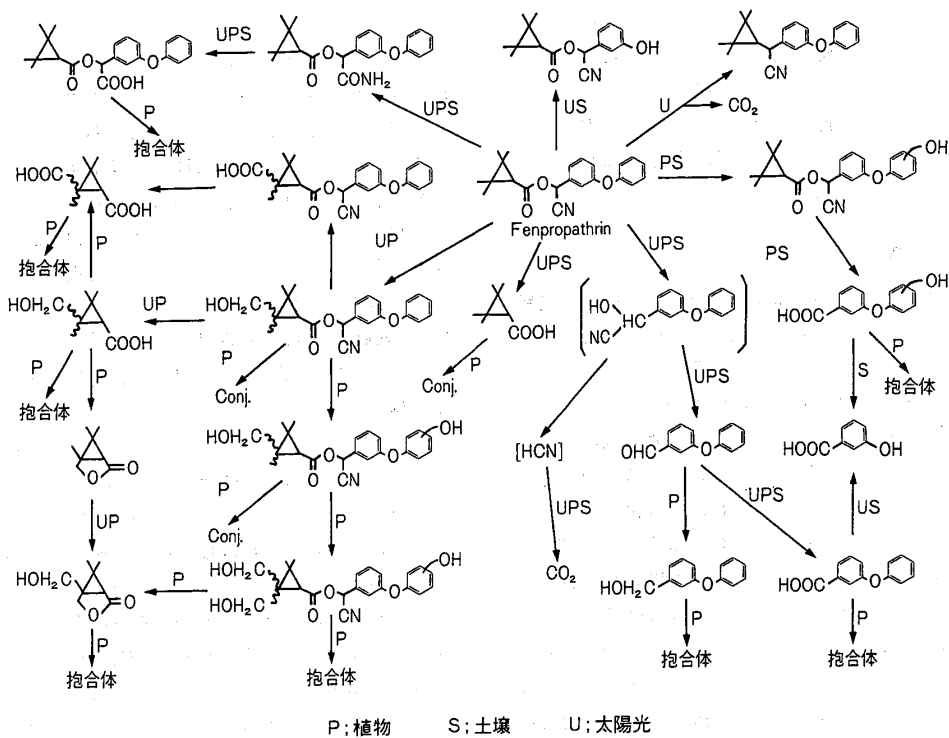
ロディー[®]の哺乳動物における毒性についても以下に示す様に各種の試験が行われた。

(1) 急性毒性

ロディー[®]を種々の賦形剤に溶解あるいは懸濁し、SDラット、ICRマウス、白色ウサギならびにビーグル犬に経口あるいは経皮(原体で投与)投与して急性毒性を検べた。その結果、経口投与では、マウスとラットに対して比較的強い毒性を、ウサギとイヌに対しては弱い毒性を示した(第22表)。一方、ラットに対する経皮投与においては、その毒性は極めて弱いものであった。これらの動物に中毒量を投与したときの症状は、他のピレスロイド系農薬においてもみられる筋攣縮、失調性歩行、流涎、振せん、立毛、呼吸不規則等であった。またSDラットを用いた急性吸入毒性試験では、実験可能



第11図 ロディー®の哺乳動物(ラット)における代謝経路



第12図 ロディー®の植物および土壌における代謝分解経路ならびに太陽光による光分解経路

第22表 ロディー®の哺乳動物に対する急性毒性試験

動物種/系統	投与経路	LD ₅₀ (mg/kg)		賦形剤	参照番号
		雄	雌		
S D ラット	経口	60	70	コーンオイル	41
		164	107	アラビアゴム	42
	経皮	>5000	>5000	コーンオイル	43
I C R マウス	吸入	>96	>96	Sorpol/キシレン	44
	経口	47	44	コーンオイル	45
		135	154	アラビアゴム	46
	吸入	100	43	Sorpol/キシレン	44
日本在来白色ウサギ	経口	675	510	コーンオイル	47
	経口	>1000	>1000	—	48

な最大噴射量である96mg/m³の空气中に3時間全身曝露しても死亡例はなかった。一方 ICR マウスを用いた急性吸入毒性試験において3時間全身曝露の LC₅₀ 値は雄100mg/m³、雌43mg/m³であった。

(2) 亜急性毒性

ロディー®の亜急性毒性試験の方法及び結果の要約を第23表に示す。ラットを用いた試験では600ppm 群の雄および450ppm 以上の群の雌において低体重および低摂餌量、450ppm 以上の群の雌において尿蛋白量および尿比重の上昇、600ppm 群雌において血清アルカリフォスファターゼ (ALP) 活性の増加を認めた⁴⁸⁾。またイヌを用いた試験では、500ppm 以上の群の雌雄において振せん、運動失調等の中毒症状の発現を認めた。また250ppm

群において雌雄の一部の動物に低頻度ながら振せんを認めた。750ppm 群ではその他低体重、貧血を認めた⁴⁹⁾。最大無作用量はラットの試験で150ppm、イヌの試験で<250ppm であった。

(3) 慢性毒性・発癌性

ロディー®の慢性毒性試験、発癌性試験の方法及び結果の要約を第24表に示す。

ビーグル犬における慢性毒性試験では、750ppm 群の雌雄において振せん、運動失調等の中毒症状の発現を認め、雄1頭が死亡した。また250ppm 群において雌雄の一部の動物に低頻度ながら振せんを認めた。750ppm 群ではその他低体重を認めた⁵⁰⁾。最大無作用量は100ppm であった。

第23表 ロディー®の亜急性毒性試験^{a)}

試験	動物	動物数	投与量(混餌)	最大無作用量	主要所見
3ヶ月亜急性	CDラット	雌雄各12/群	0.15, 50, 150, 450, 600ppm	♂♀ 150ppm	低体重、低摂餌量、尿蛋白量、尿比重、血清ALP活性の上昇
3ヶ月亜急性	ビーグル犬	雌雄各6/群	0.250, 500, 750 ^{b)} ppm	♂♀ <250ppm	振せん、運動失調、低体重、貧血

a) 主な検査項目; 臨床観察、体重、摂餌量、血液学的検査、血液生化学的検査、尿検査、眼科学的検査、臓器重量、肉眼的及び組織病理検査
b) 第3週までは1000ppm その後750ppmに変更した。

第24表 ロディー®の慢性・発癌性試験^{a)}

試験	投与期間	動物	動物数	投与量(混餌)	最大無作用量	主要所見
慢性	1年	ビーグル犬	雌雄各4/群	0.100, 250, 750ppm	♂♀ 100ppm	振せん、運動失調、低体重
慢性/発癌性	♂ 104週 ♀ 113週	CDラット	雌雄各50/主群 各15/副群 ^{b)}	0.50, 150, 450, 600ppm	♂ 450ppm ♀ 150ppm	振せん、高死亡率、低体重
慢性/発癌性	♂♀ 104週	CD-1マウス	雌雄各52/主群 各42/副群 ^{b)}	0.40, 150, 600ppm	♂♀ 150ppm	発癌性なし

a) 主な検査項目; 臨床観察、体重、摂餌量、血液学的検査、血液生化学的検査、尿検査、眼科学的検査(イヌ、ラット)、臓器重量、肉眼的及び組織病理検査

b) 途中採血、屠殺用動物

CD ラットにおける慢性毒性・発癌性試験では、600 ppm 群の雌雄ならびに450ppm 群の雌において振せんの発現を認め、死亡率が上昇した。600ppm 群の雌は高死亡率のため52週で全生存動物を屠殺した。600ppm 群の雌ではその他低体重を認めた。6, 12, 18, 24か月経過時に血液学的、血液生化学的および病理組織学的検査等を実施したが、ロディー® 投与に関連すると思われる一貫した変化を認めなかった。また、観察されたいずれの腫瘍においても、その発生率は対照群とロディー® 投与群との間で差はなく、ロディー® の発癌性は陰性であった⁵¹⁾。最大無作用量は雄で450ppm、雌で150ppm であった。

ICR マウスにおける慢性毒性・発癌性試験では、600ppm 群の雌において過敏が軽度にとめられた。病理組織学的検査の結果、非腫瘍性変化、腫瘍性変化のいずれにおいてもロディー® 投与に関連した変化はなかった⁵²⁾。最大無作用量は150ppm であった。

(4) 変異原性

第25表に示す如く、ロディー® は Rec Assay 法⁵³⁾、Ames test⁵⁴⁾、チャイニーズハムスター卵巣培養細胞染色体異常誘発性試験⁵⁵⁾ならびにマウスを用いた小核試験⁵⁶⁾でいずれも陰性を示し、変異原性はないと判断された。

(5) 刺激・アレルギー性

第26表に示した如く、刺激性試験ではロディー® の

0.1mlをウサギの目に適用したところ、結膜に浮腫あるいは充血が観察され、刺激性ありと判断されたが、ごく軽度の、実際的には問題にならない程度のものであった⁵⁷⁾。皮膚刺激性はなく⁵⁷⁾、皮膚感作性も認められなかった^{58,59)}。

(6) 世代に及ぼす影響

次世代に及ぼす試験の要約を第27表に示す。

妊娠ウサギおよびラットの胎仔器官形成期にウサギに対しては4, 12, 36mg/kg/日、ラットに対しては0.4, 2, 10mg/kg/日、を経口投与しても胎仔に影響はなく、ロディー® に催奇形性はなかった^{60,61)}。

また CD ラットにロディー® を40, 120, 360ppm 含有する飼料を2世代にわたって摂食させた。120, 360 ppm 群の雌親動物において振せん等の中毒症状の発現を認めた。しかしながら、妊娠率、出産率、交配率などの繁殖能力に関する各パラメーターにおいてロディー® によると考えられる変化は認められなかった⁶²⁾。

(7) 生体の機能に及ぼす影響

ロディー® の一般薬理作用についても dd マウス、日本在来白色種ウサギ、Wistar ラット、Hartley モルモットを用いて種々の試験を行った。その結果、ロディー® は致死量に近い用量で、痙攣を主徴とする中枢神経系、運動系の興奮を起こすことが明らかとなった。従って、急性中毒における死亡原因は痙攣による呼吸麻痺であると考えられた⁶³⁾。急性中毒の解毒、治療についても SD

第25表 ロディー®の変異原性試験

試験	供試動物	実験条件(濃度など)	結果
Rec Assay	枯草菌	0.100, 200, 500, 1000, 2000, 5000, 10000μg/ディスク (S9存在, 非存在下)	陰性
Ames test	サルモネラ菌 大腸菌	0.100, 200, 500, 1000, 2000, 5000μg/プレート (S9存在, 非存在下)	陰性
In Vitro 染色体異常誘発性	チャイニーズハムスター卵巣培養細胞	0.50, 158, 500μg/ml (S9非存在下) 0.500, 1580, 5000μg/ml (S9存在下)	陰性
小核試験	マウス	0.50, 100, 200mg/kg	陰性

第26表 ロディー®の刺激・アレルギー性試験

試験	供試動物	実験条件(濃度など)	結果
眼刺激性	ウサギ	0.1ml/眼を点眼	軽度の刺激性
皮膚刺激性	ウサギ	0.5ml/匹を貼布	刺激性なし
皮膚感作性	モルモット (Buehler法)	感作; 0.5ml/匹×10回(貼布) ^{a)} 誘発; 0.5ml/匹(貼布) ^{a)}	陰性
	(Landsteiner-Draize法)	感作; (1回目) 1.5%溶液0.05ml皮内 ^{b)} (2~10回目) 1.5%溶液0.1ml皮内 ^{b)} 誘発; 1.5%溶液0.05ml皮内 ^{b)}	陰性

a) 50% アセトン溶液 b) コーンオイル溶液

第27表 ロディー®の次世代に及ぼす影響試験

試験	動物種(系統)	動物数	投与量(飼料中)	投与期間	結果
催奇形性 ^{a)}	ウサギ (Newzealand White)	17~19/群	0.4, 12, 36mg/kg (po)	妊娠 7~19日	催奇形性なし
	ラット (Fischer 344)	27~28/群	0.0.4.2.10mg/kg (po)	妊娠 6~15日	催奇形性なし
繁殖性 ^{b)}	ラット (CD)	F ₀ ; 雌雄 各 28/群 F ₁ ; 雌雄 各 24/群	0.40, 120, 360ppm	F ₀ ; 6週令から F ₁ b離乳まで F ₁ ; F ₁ b離乳から F ₂ b離乳まで	繁殖性に影響 なし

主な検査項目;

- a) 親動物; 臨床観察, 体重, 摂餌量, 黄体数, 着床数, 胎仔数, 死亡胚・仔数
仔動物; 体重, 体長, 性比, 外形・骨格・内臓検査
b) 親動物; 臨床観察, 体重, 摂餌量, 妊娠率, 妊娠期間, 肉眼および組織病理検査
仔動物; 臨床観察, 出生仔数, 性比, 体重, 肉眼および組織病理検査, 外形・内臓検査

ラットを用いて検討され, メトカルバモールが効果的であることが明らかとなった⁶⁴⁾。

以上に述べた結果を総合的に評価すると, ロディー®には特に問題にする毒性がないと結論できる。またこれらの試験からみたロディー® 摂食における無影響濃度は, ラット慢性毒性・発癌性試験における100ppm であった。繁殖性試験の無影響濃度は40ppm であったが, 哺育期間中の雌親動物の摂餌量が2~4倍増加すること⁶⁵⁾から体重換算の摂取量はラット慢性毒性・発癌性試験と同等あるいは, それ以上と考えられる。

なお, 日本においては昭和63年10月に登録が取得され, 果実1ppm, なつみかんの外果皮10ppm, 野菜0.5ppm, 茶30ppmの残留基準値が設定されている。

おわりに

元来, ピレスロイドという言葉は天然ピレトリンに類似しているという意味をもち, 菊酸のエステル系化合物群の呼称に使われてきた。しかしながら, fenvalerateの如く菊酸とはまったく異なるフェニル酢酸エステルを有する化合物がピレスロイド剤と同じ作用性を示すことや, 立体構造の解析から該エステルが菊酸とよく一致することが証明され, これらの化合物群もピレスロイド剤の範疇にふくまれるようになった。更には, ピレスロイド剤とよく類似した性能をもちながらエステル結合をも持たない化合物が見い出され, ピレスロイド剤の化学構造は多種多様を極めるに至った。

一方, 性能面からみると, 神経系への作用性, 広い殺虫スペクトラム, 速効性, 残効性及び忌避性など基本的な特色はよく一致するものの, 従来とは相当趣きの異なるピレスロイド剤の開発が行なわれてきた。すなわち, 低魚毒性でウンカ類に効果の高い ethofenprox などや, 土壌害虫に効果の高い tefluthrin, ハダニ類に対して

効果の高い fluvalinate やロディー® などが挙げられ, 各々が特色のある化合物と云うことができよう。

ロディー® は, その高い殺虫及び殺ダニ効果を認めていたが, 経済的な製法技術に欠点があり, 改善に時間を要した。1983年には工業的製法の確立に成功し, 本剤の最大の問題を克服した。

ロディー® は動物に対する毒性試験や野外環境中での挙動等, 種々な角度からの安全性の検討や製剤の物理化学的な検討など各専門分野の成果の結集により, ここにユニークな農薬として上市に至った。

ロディー® を始めとする最近のピレスロイド剤の開発で示されたように, ピレスロイド剤はバリエーションに富んだ化合物群に成育しつつあり, 更に新しい作用性を示すピレスロイド剤の創出も期待される。今後の動向に注目したい。

引用文献

- 1) 大野信夫, 平野雅親, 平井 元, 辻 孝三, 吉岡宏輔, 宮本純之: 住友化学, 1980-II, 1
- 2) 笠松紀美, 奥野泰由, 辻 孝三, 西岡敏雄, 竹田久己, 加藤暉成: 住友化学, 1987-I, 72
- 3) 浜村徹三: 茶業試験場研究報告, 12, 121 (1986)
- 4) 古橋嘉一, 森本輝一: 植物防疫, 43, 375 (1989)
- 5) M. H. Breesse: Pesticide Science, 33, 264 (1977)
- 6) Y. Fujita: J. Pesticide Information, 38, 2 (1981)
- 7) 板谷信重ら (住友化学): 特公昭46-6904
- 8) 大野信夫ら (住友化学): 特公昭48-21487
- 9) 松尾 尚ら (住友化学): 特許昭48-10225
- 10) 板谷信重, 藤田義雄, 松尾憲忠, 奥野吉俊, 藤本敬明: 住友化学, 1981-I, 75
- 11) M. Matsui and T. Kitahara, Agr. Biol. Chem., 31, 1143 (1967)
- 12) C. Boyce, R. Searle and R. H. Davis (Shell) Ger. offen. 2,417,615 (1974)
- 13) 松尾憲忠, 対馬和礼 (住友化学): アメリカ特許 4,772,753 (1988)

- 14) D. J. Jensen and E. D. Shell, *J. Agr. Food. Chem.*, 14, 123 (1966)
- 15) D. W. Gammon, M. A. Brown and J. E. Casida : *Pestic. Biochem. Physiol.*, 15, 181 (1981)
- 16) 小林政信 : 日本応用動物昆虫学会, 第32回大会, TD 3, (1988)
- 17) K. Kasamatsu and Y. Fujita : *J. Pestic. Science*, 11, 421 (1986)
- 18) M. Hirano : *Appl. Ent. Zool.*, 22 (4), 499 (1987)
- 19) 笠松紀美 : 日本応用動物昆虫学会, 第33回大会, E59, (1989)
- 20) Y. Fujita and K. Kasamatsu : *Proc. Soc. Citriculture*, 661 (1981)
- 21) 笠松紀美 : *ミツバチ化学*, 7 (2), 61 (1986)
- 22) V. McMurtry : *Hilgardia*, 41 (13), 380 (1972)
- 23) R. W. Zwick and G. J. Field : *J. Econ. Entomol.*, 71, 793 (1978)
- 24) F. R. Hall : *J. Econ. Entomol.*, 72, 441 (1979)
- 25) 古橋嘉一 : 果樹課題別研究資料, P29 (1988)
- 26) 行徳 裕, 柏尾具俊 : 日本応用動物昆虫学会, 第33回大会, D3 (1989)
- 27) D. C. Iftner and F. R. Hall : *Environ. Entomol.*, 12, 1782 (1983)
- 28) D. R. Penman and R. B. Chapman : *Ent. Exp. & Appl.*, 33, 71 (1983)
- 29) M. A. Hoy, N. F. Knop and J. L. Joos : *California Agriculture*, 11, 2 (1980)
- 30) N. P. Markwick : Unpublished (1985)
- 31) J. Miyamoto : *Environm. Health Perspectives*, 14, 15 (1976)
- 32) J. Miyamoto : *Pure & Appl. Chem.*, 53, 1967 (1981)
- 33) 39), 40), 42), 44), 45), 53), 64)
実施機関 ; 住友化学工業株式会社, 報告年度 ; 1986
- 34) 35), 36)
実施機関 ; Chevron Chemical Co., 報告年度 ; 1986
- 37) 38)
実施機関 ; 住友化学工業株式会社, 報告年度 ; 1983
- 41) 実施機関 ; 住友化学工業株式会社, 報告年度 ; 1982
- 43) 実施機関 ; 住友化学工業株式会社, 報告年度 ; 1976
- 46) 実施機関 ; 住友化学工業株式会社, 報告年度 ; 1980
- 47) 実施機関 ; Hazleton Laboratories America, Inc., (HLA), 報告年度 ; 1979
- 48) 実施機関 ; 残留農薬研究所, 報告年度 ; 1986
- 49) 61) 実施機関 ; HLA, 報告年度 ; 1980
- 50) 実施機関 ; HLA, 報告年度 ; 1984
- 51) 62) 実施機関 ; Huntingdon Research Centre, (HRC), 報告年度 ; 1986
- 52) 60) 実施機関 ; HRC, 報告年度 ; 1985
- 54) 実施機関 ; 住友化学工業株式会社, 報告年度 ; 1987
- 55) 実施機関 ; Life Science Research, Italy 報告年度 ; 1984
- 56) 実施機関 ; 住友化学工業株式会社, 報告年度 ; 1984
- 57) 実施機関 ; 住友化学工業株式会社, 報告年度 ; 1978
- 58) 実施機関 ; 住友化学工業株式会社, 報告年度 ; 1975
- 59) 実施機関 ; 住友化学工業株式会社, 報告年度 ; 1981
- 63) 実施機関 ; 東京農工大農学部, 報告年度 ; 1986
- 65) 鈴木勝士「新しい毒性試験と安全性の評価」白須泰彦, 松岡 理編, ソフトサイエンス社, P.281 (1986)