

コナガの室内淘汰によるフェンバレレート抵抗性の発達および野外個体群のピレスロイド剤抵抗性

誌名	香川県農業試験場研究報告
ISSN	03748804
著者	佐々木, 善隆
巻/号	41号
掲載ページ	p. 21-28
発行年月	1990年1月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



コナガの室内淘汰によるフェンバレレート抵抗性の 発達および野外個体群のピレスロイド剤抵抗性

佐々木善隆

Development of Resistance to the Fenvalerate in
Diamondback Moth by the Selection Pressure with the Fenvalerate and the
Resistance to Pyrethroide Compounds in the Field Population of
Diamondback Moth

Yoshitaka SASAKI

Diamondback moth were studied on the development of resistance by selection pressure with the fenvalerate in the susceptible population which was collected from Kagawa prefecture, the decrease of resistance to the fenvalerate at the rearing free from insecticides, the synergism of fenvalerate by PB and IBP in fenvalerate resistant population, and the cross resistance among the fenvalerate and the several synthetic pyrethroids, and also the susceptibility to permethrin and the mixture of fenvalerate and dimethoate to the some population which were collected from Kagawa prefecture were determined.

1. Development of resistance to fenvalerate by the selection pressure with the fenvalerate susceptible population were very small but Shionoe82 population were developed 25 times distance from the susceptible population.

On the other hand, Kotonami85 population were developed to 1340 times against the susceptible population by the selection pressure with the fenvalerate.

2. Fenvalerate resistant population were shown the high level — cross resistance among the fenvalerate and flilucythrinate, permethrin, fenpropathrin, cypermethrin, fluvalinate and cycloprothrin.

3. The resistance of Kotonami 85 population to fenvalerate were decreased rearing free from insecticides for 7 generation. The LC_{50} values of them were almost the same a susceptible population.

The low level, fenvalerate resistant population which was selected by fenvalerate from the Kotonami 85 population were recovered to the susceptibility for some generation, but very high level resistant population to fenvalerate were shown a little progress toward recovery in the susceptibility.

4. Synergism were shown a PB or IBP addition to fenvalerate in the fenvalerate resistant population.

5. The larvae collected from main production area of the brassica vegetable in Kagawa prefecture at toward the end of 1986 were shown the high level resistance to permethrin and the mixture of fenvalerate and dimethoate.

感受性個体群及び、香川県内から採集したコナガのフェンバレレートでの淘汰による抵抗性の発達、抵抗性個体群の累代飼育による感受性の復元、淘汰個体群の各種ピレスロイド剤の交差抵抗性を検討した。さらに香川県内数種個体群のピレスロイド剤感受性についても検討した。

1. フェンバレレートでの淘汰によって、感受性個体群の抵抗性発達は小さく、塩江82個体群はR/S比で25にまで発達した。一方、琴南85個体群は6世代の淘汰でR/S比は1340にまで発達した。

2. 琴南85個体群をフェンバレレートで4世代と6世代淘汰した個体群はフルシトリネート、パーメスリン、

フェンプロパスリン, サイバメスリン, フルバリネートおよびシクロプロスリンに対して高い交差抵抗性がみられた。

3. 琴南85個体群を室内で累代飼育すると7世代で LC_{50} は感受性個体群とはほぼ同じになった。琴南85個体群をフェンバレレートで淘汰した個体群もR/S比が低い場合はその後の累代飼育で早期に感受性が復元した。しかし、極めて高い抵抗性に発達した個体群は感受性の復元は小さかった。

4. フェンバレレート抵抗性個体群はフェンバレレートにPBあるいはIBPを加えることで共力作用がみられた。

5. 1986年秋から冬にかけて採集された香川県内のアブラナ科野菜産地のコナガはフェンバレレート・ジメトエートとパーメスリンに高い抵抗性がみられた。

結 言

香川県のアブラナ科野菜の主要産地では、以前コナガの有機リン剤抵抗性の発達がみられていた^{10,11,12}。そのような背景下で1983年夏に合成ピレスロイド剤のフェンバレレートと有機リン剤の混合剤が農業登録され、コナガには卓効を示した。有効な殺虫剤のなかった時の登録であり急速に、広範囲に使用されはじめた。

しかし、マレーシアでは1977年にすでにコナガのフェンバレレートに対する抵抗性が報ぜられ¹³、その後台湾でも同様のことが報告されていた。一方、日本でもフェンバレレートの農業登録1年後に鹿児島県で抵抗性個体群がみられ⁹、1985年には愛媛県からも抵抗性の報告があった。

そこで、香川県内から採集した個体群のフェンバレ

レートでの淘汰による抵抗性の発達状況、交差抵抗性及び香川県内各地のコナガのフェンバレレートに対する感受性について検定したのでここに報告する。

材料および方法

供試したコナガは表-1に示した。これらは採集後、供試するまで25℃, 16時間明-8時間暗(16L-8D)の飼育室で、ダイコン芽出し苗に産卵させ、ふ化後はキャベツ葉を与えて飼育した。殺虫試験には4令初期の幼虫を使用した。供試した殺虫剤は表-2に示した。

これらの殺虫剤は水道水で所定濃度に希釈して用いた。展着剤は加用しなかったが、特にフェンバレレートにピペロニルブトキサイド(以下PB)を加用した時のみアプローチを1000倍で使用した。

殺虫試験は直径9cm, 深さ1cmのプラスチックシャーレに水で湿したろ紙(No.2)を敷き、供試虫を10個体ずつ入れた後、みずほ理科学製回転式散布筒を用いて薬液を1シャーレ当たり3mlずつ散布した。

薬剤散布を終えたシャーレには4cm×4cmのキャベツ葉片を与えてふたをし、25℃16L-8Dの飼育室に保持し、24時間後に生死の判定を行った。

フェンバレレートでの淘汰には、1982年に塩江から採集した個体群(塩江82個体群)の場合は所定濃度に希釈した薬液に4令幼虫を1分間浸漬し、余分の薬液を除いて乾燥させた後、直径9cm, 深さ9cmの腰高シャーレに入れて保持し、生存虫を次世代の増殖源とした。

1985年に琴南から採集した個体群(琴南85個体群)の淘汰は殺虫試験と同様の方法で薬剤を処理し、生き残った個体を次世代の増殖源とした。この場合、各世代の個体群は2分し、一方を殺虫試験に、もう一方を淘汰に使

表-1 供試個体群の採集地、採集年次、寄生植物および採集ステージ

個体群名	採集年次	採集地	採集時の寄生植物	採集ステージ	備	考
感受性	1969年	大阪府交野市	不明	不明	住友化学工業株式会社で累代飼育していた系統を分譲され、ダイコン芽出しとキャベツ葉で累代飼育	
塩江82	1982年9月	塩江町上西	ダイコン	老齢幼虫, 蛹	ダイコン芽出し, キャベツ葉で15世代飼育	
琴南85	1985年9月	琴南町下福家	キャベツ	老齢幼虫, 蛹	ダイコン芽出し, キャベツ葉で1~10世代飼育	
下福家	1986年10月	琴南町下福家	キャベツ	老齢幼虫, 蛹	ダイコン芽出し, キャベツ葉で1~4世代飼育	
中熊	1986年10月	琴南町中熊	キャベツ	老齢幼虫, 蛹	ダイコン芽出し, キャベツ葉で1~4世代飼育	
多度津	1986年12月	多度津町四箇	ブロッコリー	老齢幼虫, 蛹	ダイコン芽出し, キャベツ葉で1~4世代飼育	
岡田	1986年12月	綾歌町岡田	キャベツ	老齢幼虫, 蛹	ダイコン芽出し, キャベツ葉で1~4世代飼育	
寒川	1986年12月	寒川町石田	キャベツ	老齢幼虫, 蛹	ダイコン芽出し, キャベツ葉で1~4世代飼育	
引田	1986年12月	引田町相生	キャベツ	老齢幼虫, 蛹	ダイコン芽出し, キャベツ葉で1~4世代飼育	

表-2 供試殺虫剤の剤型及び濃度

薬 剤 名	剤 型	濃 度 (%)	調 整
サイバメスリン	乳 剤	20	住友化学工業株式会社 試験用
シクロプロスリン	乳 剤	20	日本化薬株式会社 試験用
パーメスリン	乳 剤	20	住友化学工業株式会社 試験用
フェンバレレート	乳 剤	20	" "
フェンプロバスリン	乳 剤	20	" "
フルシトリネート	乳 剤	10	日本サイアナミッド株式会社 試験用
フルバリネート	水和剤	20	三菱化成工業株式会社 試験用
フェンバレレート・ジメトエート	乳 剤	10 (フェンバレレート)	クミアイ化学工業株式会社 市販品
PB	原 体		住友化学工業株式会社 試験用
IBP	乳 剤	48	クミアイ化学工業株式会社 市販品

用した。いずれも1回の淘汰には300~1000個体の幼虫を使用し、淘汰率は70~80%となるよう薬液の濃度で調節した。

結 果

表-3は感受性個体群と塩江82個体群をフェンバレレートで淘汰したときのフェンバレレートに対する感受性の変化をみたものである。

感受性個体群の50%致死濃度 (LC₅₀) は3.98ppmであったが、これを3世代淘汰するとLC₅₀は9.07ppm、淘汰個体群のLC₅₀を感受性個体群のLC₅₀で除した値 (R/

S比) は2.28となった。さらに1世代淘汰した第4世代のLC₅₀は17.28、R/S比は4.34となった。しかし、その後は淘汰を繰り返してもLC₅₀は大きく変化することなく、第8世代のLC₅₀は18.62ppm、R/S比は4.68に止どまった。

一方、塩江82個体群はLC₅₀が5.09ppmでR/S比は1.3であった。この個体群をフェンバレレートで淘汰した第3世代のLC₅₀は72.79ppm、第4世代は100.59ppmとなりR/S比はそれぞれ18.3、25.3となり、第4世代のLC₅₀は元の個体群の19.7倍に相当した。

この個体群もその後の淘汰でLC₅₀が上昇することはなく、むしろやや低下し第10世代のR/S比は19.6に止

表-3 感受性個体群および塩江82個体群のフェンバレレート淘汰による感受性の変化

淘汰世代	感 受 性				塩 江 82				
	淘汰濃度	LC ₅₀	1/b	R/S	淘汰濃度	LC ₅₀	1/b	R/S	R/OP
OP	—	3.98	0.34	1.0	—	5.09	0.26	1.3	1.0
1	0.78				1.56				
2	1.0				2.0				
3	1.0	9.07	0.39	2.28	2.86	72.79	0.37	18.3	14.3
4	2.0	17.28	0.33	4.34	20.0	100.59	0.29	25.3	19.7
5	2.0				25.0	95.82	0.18	24.1	18.8
6	2.5				33.3				
7	5.0	19.07	0.13	4.79	33.3	93.97	0.26	23.6	18.5
8	10.0	18.62	0.19	4.68	33.3	68.07	0.13	17.1	13.4
9					50.0				
10					50.0	78.11	0.19	19.6	15.4

淘汰濃度, LC₅₀の単位はppm

どまった。

表-4は琴南85個体群をフェンバレレートで淘汰した場合のフェンバレレートに対する感受性の変化を示したものである。

琴南85個体群はLC₅₀が8.02ppm, R/S比は3.4であった。この個体群は1回の淘汰ではLC₅₀の変化は小さかったが、その後淘汰を重ねるとLC₅₀は増大し、第2世代は56.63ppm, 第3世代は370.4ppm, 第4世代は833.4ppm, 第5世代は1500ppm, 第6世代は3164ppm以上となった。第4世代のR/S比は833.1, 第6世代のそれは1341で、6回の淘汰でLC₅₀は元の個体群の約400倍に増大した。

図-1は琴南85個体群をフェンバレレートで淘汰した場合の濃度・死亡率回帰曲線を示したものである。これによると2回淘汰, 3回淘汰個体群で死虫率50%付近にプラトーがみられた。しかし、4回淘汰個体群は低濃度域の死虫率が低下し直線化した。この傾向は5回淘汰で更に強くなり、また回帰直線の勾配が大きくなった。その後6回淘汰個体群は再び死虫率50%付近で勾配が小さくなりはじめた。

表-5は琴南85個体群をフェンバレレートで3回あるいは4回淘汰した個体群のフェンバレレート, フェンバレレート+PB, フェンバレレート+IBPに対する感受性をみたものである。これによると、フェンバレレートにPBを1:1の割合で混合した場合R/S比は約4分の1に低下し1:5の割合で混合した場合R/S比は約6分の1に低下した。またフェンバレレートにIBPを1:5の割合で混合してもR/S比は約2分の1に低下した。

表-6は感受性個体群, 琴南85個体群および琴南85個

表-4 琴南85個体群のフェンバレレート淘汰による感受性の変化

淘汰世代	淘汰濃度	LC ₅₀	R/S	R/OP
OP		8.02	3.4	1.0
1	10	9.14	3.9	1.1
2	20	56.63	23.6	6.9
3	67	370.4	157.0	46.2
4	100	833.4	353.1	104
5	1600	1500	636.0	187
6	1600	3164	1341	395

淘汰濃度, LC₅₀の単位はppm

表-5 琴南85個体群をフェンバレレートで3回あるいは4回淘汰した個体群に対するフェンバレレートとPBあるいはIBPの共力作用

薬剤 あるいは 混合剤	あるいは 混合比	3回淘汰個体群		4回淘汰個体群	
		LC ₅₀	R/S	LC ₅₀	R/S
フェンバレレート	-	370	157	833	353
フェンバレレート +PB	1:1	102	43		
フェンバレレート +PB	1:5	59	25	172	73
フェンバレレート +IBP	1:5			411	174

LC₅₀の単位はppm

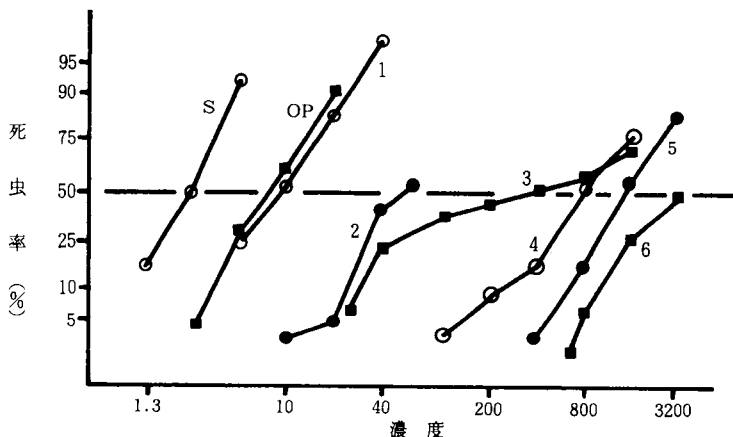


図-1 琴南85個体群のコンナガのフェンバレレート淘汰による濃度-死亡率回帰直線の変化
S 感受性個体群 OP 琴南85個体群
1~6 各淘汰世代個体群

体群をフェンバレートで4回あるいは6回淘汰した個体群のフェンバレート、フルシトリネート、パーメスリン、フェンプロバスリン、サイバメスリン、フルバリネートおよびシクロプロバスリンに対する感受性をみたものである。

琴南85個体群のLC₅₀は8.02ppmでR/S比は3.4であった。その他の剤のR/S比も1.7から2.3の範囲で、わずかではあるがそれぞれ増大していた。4回淘汰個体群に対するフェンバレートのLC₅₀は833ppm、R/S比は353と増大していた。この個体群はその他の供試した全てのピレスロイド剤のR/S比も増大し103から611の範囲であった。

6回淘汰個体群のフェンバレートのLC₅₀は3000ppmを越え、R/S比も1341とさらに増大した。その他の供試ピレスロイド剤のLC₅₀も全て4回淘汰個体群に比べると増大し、R/S比は240から700の範囲であった。

表-7は琴南85個体群を10世代室内で累代飼育しフェンバレートに対する感受性の変化をみたものである。

これによると、第7世代にはすでにLC₅₀は感受性とほぼ同じ程度にまで低下しR/S比は1.07となった。この数字は10世代目でも変わらなかった。しかし、LC₉₅は感受性個体群の約2倍あり、感受性の標準偏差(1/b)は大きく、感受性個体群とは異なっていた。

図-2は琴南85個体群をフェンバレートで2回、3

表-7 琴南85個体群を累代飼育したときのフェンバレートに対する感受性の変化

	LC ₅₀	LC ₉₅	1/b	R/S
感受性	2.36	6.35	0.26	-
琴南85	8.02	26.52	0.27	3.39
7世代飼育	2.53	11.31	0.40	1.07
10世代飼育	2.52	12.28	0.42	1.07

LC₅₀の単位はppm

表-6 感受性、琴南85と琴南85をフェンバレートで4回および6回淘汰した個体群の数種ピレスロイド剤に対する感受性

薬 剤 名	感受性	琴 南 85		4 回 淘 汰		6 回 淘 汰	
	LC ₅₀	LC ₅₀	R/S	LC ₅₀	R/S	LC ₅₀	R/S
フェンバレート	2.36	8.02	3.4	833	353	3164	1341
フルシトリネート	1.21	2.57	2.1	430	356	850	702
パーメスリン	3.54	6.94	1.7	748	211	838	237
フェンプロバスリン	3.64	6.90	1.9	841	231	1120	308
サイバメスリン	4.64	9.46	2.0	477	103	1920	413
フルバリネート	14.89	33.98	2.3	2378	160	4479	301
シクロプロバスリン	16.67	33.36	2.0	10187	611	8131	488

LC₅₀値の単位はppm

表-8 香川県下各地のコナガのフェンバレート・ジメトエート乳剤とパーメスリン乳剤に対する感受性

個 体 群	死 虫 率 (%)			
	フェンバレート・ジメトエート乳剤		パーメスリン乳剤	
	1000 倍	500 倍	1000 倍	500 倍
琴南 下福家	3.0	15.2	0	9.1
琴南 中熊	0	15.2	6.1	6.1
多度津 四箇	0	12.1	9.1	39.4
綾歌 岡田	12.1	6.1	0	8.8
寒川 石田	45.5	69.7	30.3	36.4
引田 相生	0	42.4	6.1	30.3

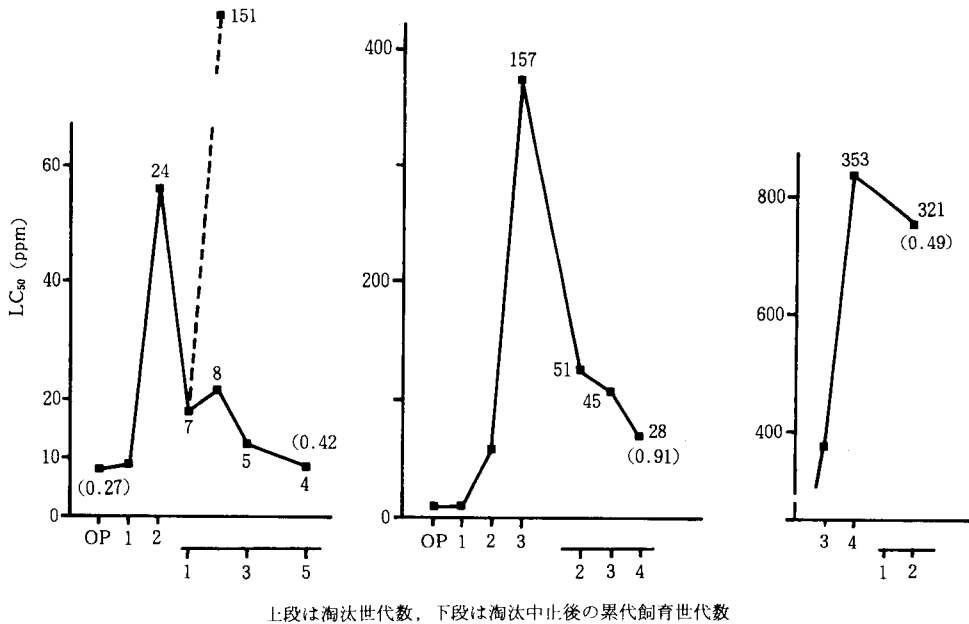


図-2 琴南85個体群をフェンバレーレートで2回、3回および4回淘汰した個体群の累代飼育によるフェンバレーレート感受性の変化

* 図中数字はR/S ()内数字は1/bを示す。

**破線はフェンバレーレートでの再淘汰による感受性の変化を示す。

回及び4回淘汰した個体群をその後累代飼育した場合のフェンバレーレートに対する感受性の変化をみたものである。

2回淘汰個体群のR/S比は24であったが、累代第1世代は7に低下し、第5世代は4にまで低下した。琴南85個体群のR/S比が3.4であるからほぼ淘汰前の値にまで低下したことになる。この第5世代も1/bの値は0.42で琴南85個体群のその0.27に比べると大きかった。ただ、R/S比が7にまで低下した累代1世代の個体群も1回のフェンバレーレートでの淘汰でR/S比は129と著しく大きくなった。

3回淘汰個体群のR/S比は157であったが、累代飼育2世代で51に低下し、その後も更に低下したが4世代で7に止どまった。

一方、4回淘汰個体群のR/S比は353と著しく大きく、これを2世代飼育した場合R/S比は321に止どまり、低下程度は極めて小さかった。

表-8は香川県内のキャベツあるいはブロッコリーの産地6箇所から1986年に採集した個体群のフェンバレーレート・ジメトエート乳剤とパーメスリン乳剤を常用の2倍と4倍の濃度で散布した場合の死虫率を示したものである。これによると、場所によりあるいは薬剤によって死虫率の変動はみられたものの、いずれも極めて低い死虫率であった。

考 察

感受性個体群、塩江82と琴南85個体群をフェンバレーレートで淘汰した場合、個体群によって明確に抵抗性発達程度に差を生じた。これら個体群はそれまでの殺虫剤の使用歴において特徴がある。感受性個体群は殺虫剤が多用される以前に室内に持ち込まれ、累代飼育期間も長く全ての薬剤に感受性であるが、塩江82個体群はピレスロイド剤はまだ使用されていないが、多くの有機リン剤には抵抗性である。琴南85個体群は多くの有機リン剤には抵抗性であり、フェンバレーレートの混合剤も3年間使用されている。

コナガのピレスロイド剤抵抗性の機構としてHama et al.⁶⁾は電気生理実験から神経の低感受性を報じている。一方、解毒代謝活性の増大も報告されている²⁸⁾。

佐々木¹²⁾は感受性コナガをプロチオホスで淘汰した場合ピレトリンのR/S比がわずかではあるが増大したことを報じている。この場合、コリンエステラーゼ阻害剤である有機リン剤の淘汰で神経の底感受性が増大したとは考えにくく、解毒活性の増大と考えたほうが自然であると思われる。塩江82個体群はプロチオホスには高レベルの抵抗性であり、この個体群のフェンバレーレートでの淘汰は解毒代謝活性機能を淘汰したのかも知れない。

笠松ら⁶は著者と同じ琴南から採集した個体群を淘汰し、60世代の淘汰でR/S比は80が上限であったと報じており、著者の数世代で1000を越えたのとは大きく異なる。

淘汰の過程で回帰曲線に50%付近でプラトーが見られたことから遺伝的に2つの個体群の混在していることは理解できた。しかし、抵抗性が複数の遺伝因子に支配されているかどうかは回帰線の勾配の変化からは明らかにされなかった。しかし、フェンバレーレート抵抗性個体群はフェンバレーレートにPBあるいはIBPを加用することでR/S比が低下しており、フェンバレーレート抵抗性機構として解毒代謝活性が関与していると思われる。ただし、PBあるいはIBPを添加してもR/S比はまだ著しく高かった。PBあるいはIBPの量の問題もあると思われるが、PBの増加量とR/S比の低下度から考えると別の機構が関与していると考えたほうが自然であると思われる。

実験個体群は元の個体数が限られており、必然的にその個体群がもっている遺伝因子にも限界がある。このことが3つの個体群の抵抗性発達の違いとして現れたように思われる。そうすると、野外の莫大な個体数の下で使用された薬剤は僅かな期間でも抵抗性の遺伝因子集積には極めて効率的であると思われる。

Hama³は野外採集の抵抗性個体群の検定結果からフェンバレーレートは多くの合成ピレスロイド剤に交差抵抗性を示すと述べ、室内淘汰実験による本研究結果と一致した。したがって防除にあたってフェンバレーレート抵抗性個体群の代替薬剤として合成ピレスロイド剤をあてることは困難であると思われる。

LIU et al.⁷はコナガのフェンバレーレート抵抗性は不完全劣勢遺伝すると報じた。これを支持すると一定期間使用を中止することによって感受性は復元すると思われる。事実、CHEN and SUN²はピレスロイド抵抗性個体群を室内で累代飼育した場合、10世代まではR/S比は低下しないがその後はフェンバレーレート、パーメスリン、サイパメスリンの感受性は復元すると述べた。

一方、浜⁵は多くの野外個体群を室内で累代飼育し、数世代の飼育で感受性が回復する群、感受性は徐々に高まるが20世代の累代飼育でも高い抵抗性レベルを保つ群および10世代以上累代飼育しても当初のレベルを維持する群の3群に分けたが、3群の特性要因は明確にできなかったと述べた。

感受性が復元するか否かは生産場面でのこの害虫の防除対策上大きな問題である。本実験では抵抗性レベルの低いうちには比較的早く感受性は復元するが、一度高レベルに発達すると復元までに長期間を要することが明らかにされている。ただ、感受性が復元したとはいえLC₅₀で

のことであって、回帰直線の勾配は元の個体群より小さく、別の個体群が形成されたと言っても良いように思われる。したがって、これを再淘汰すれば極めて容易に抵抗性を回復したことは理解できる。同様の事を浜⁵も指摘している。

香川県内の主要なキャベツあるいはブロッコリー産地のコナガは1986年にすでに高レベルの抵抗性であり、その後ピレスロイド剤が使用されず感受性がある程度復元したと仮定しても、1回のピレスロイド剤の使用で再び高レベルの抵抗性個体群となるように思われる。

引用文献

1. CHEN J. S., C. J. LEE, M. G. YAO and C. N. SUN (1985) : Effect of pyrethroids on knockdown and lack of coordination responses of susceptible and resistant Diamondback moth, *J. Econ. Entomol.* 78(6) 1198-1202.
2. CHEN J. S. and C. N. SUN (1986) : Resistance of diamondback moth (*Lepidoptera* : *Plutellidae*) to a combination of fenvalerate and piperonyl butoxide. *J. Econ. Entomol.* 79, 22-30.
3. HAMA H. (1987) : Development of pyrethroid resistance in the diamondback moth, *Plutella xylostella* LINNE (*Lepidoptera* : *Yponomeutidae*), *Appl. Ent. Zool.* 22(2) 166-175.
4. HAMA H., Y. KONO and Y. SATO (1987) : Decreased sensitivity of central nerve to fenvalerate in the pyrethroid-resistant diamondback moth, *Plutella xylostella* LINNE (*Lepidoptera* : *Yponomeutidae*), *Appl. Ent. Zool.* 22(2) 176-180.
5. 浜 弘司 (1988) : コナガのfenvalerateの安定性 応動昆 32(3) 210-214.
6. 笠松紀美, 菅谷重光, 竹田久巳, 河地邦弘, 阿部勉 (1986) : コナガのフェンバレーレート室内淘汰試験, 応動昆30回大会講要 205.
7. LIU M. Y., Y. J. TZENG and C. N. SUN (1981) : Diamondback Moth Resistance to Several Synthetic Pyrethroids, *J. Econ. Entomol.* 74(4) 393-396.
8. LIU M. Y., J. S. CHEN and C. N. SUN (1984) : Synergism of Pyrethroids by Several Compounds in Larvae of the Diamondback moth (*Lepidoptera*, *Plutellidae*), *J. Econ. Entomol.* 77(4) 851-856.
9. 牧野 晋, 堀切正利 (1985) : コナガの合成ピレスロイドに対する感受性の低下について, 九病虫研会報, 31, 175-178.

10. 佐々木善隆 (1979) : 野菜病害虫の殺虫剤抵抗性に関するシンポジウム講演要旨 47-51 日植防協会.
11. ——— (1984) : 香川県内3個体群のコナガの数種殺虫剤に対する感受性の比較 香川農試報 36 30-34.
12. ——— (1989) : 香川県におけるコナガの殺虫剤抵抗性, 病害虫緊急対策に関する報告書, 日植防協会.
13. SUDDERUDDIN K. I. and KOK POOI-FONG (1979) : Insecticide resistance in *plutella xylostella* collected from the Cameron highlands of Malaysia, FAO Plant protection bulletin, 26, 53-57.