

各種合成殺虫剤に対するコナガの薬剤抵抗性

土 生 昶 毅・新 井 茂・阿久津 喜 作

緒 言

体長6mm程の小型の蛾であるコナガ *Plutella xylostella* (L.) は、キャベツなどアブラナ科野菜の害虫として世界に広く知られている。わが国では主にキャベツの作付面積の増加と周年栽培化が進んだ1960年代以降、本種は多発するようになった。現在ではアブラナ科野菜の重要害虫となり、農作物害虫のなかでも難防除害虫の一つに上げられている。その原因の一つにコナガの薬剤抵抗性の発達が上げられる(山田, 1977)。

薬剤抵抗性は、一般にこれまで有効であった殺虫剤の薬量で防除できなくなることで示されている。わが国では従来よりコナガの防除にはDDVPなど主に有機リン剤に依存していたが、1970年中頃より有機リン剤に対する薬剤抵抗性が報告され(東海林・野村, 1975), その後カーバメート剤等多くの薬剤に対しても抵抗性の発達が確認された(浜, 1986)。

このような状況下の1983年に上市された合成ピレスロイド系殺虫剤は、殺虫スペクトラムが極めて広く、コナガを始め幅広い害虫の防除に卓越した効果を示し、有機リン剤などに対し感受性の低下したコナガの特効薬として多用された。沖縄県では合成ピレスロイド系殺虫剤導入1年後の1984年には、コナガの本薬剤に対する感受性の低下が報告され(牧野・堀切, 1985), Hama (1987) により抵抗性が確認された。その後、合成ピレスロイド系殺虫剤抵抗性コナガの発生は西日本から関東へと広がった(森下・東1987; 衣巻ら, 1986; 浜, 1988)。東京都でも1986年夏以降、コナガの合成ピレスロイド系殺虫剤に対する薬剤感受性の低下が農家や普及関係者の間で問題になった。

本報では、東京のキャベツ産地である練馬区

で採集したコナガの各種薬剤に対する薬剤感受性、合成ピレスロイド系殺虫剤(以下合成ピレスロイド剤)に対する薬剤抵抗性とその性質について得られた知見を報告する。

本文に先立ち、本稿をまとめるにあたり貴重な御助言をいただいた農林水産省農業環境技術研究所 浜 弘司博士に厚く御礼申し上げる。

I. 材料と方法

1. 供試虫

1986年10月21日に練馬区の農家のキャベツ圃場と、同年10月27日東京都農業試験場内圃場(立川市)でそれぞれコナガ幼虫と蛹を採集し、室内で羽化させ、4~5世代増殖させて供試虫とした。飼育は腰原・山田(1978)の方法を参考にカイワレダイコンの芽生えを用い、25±1℃、長日条件下の恒温室で行った(温度条件は、飼育作業間隔調整のため約20世代後より24±1℃に変更した)。羽化当日の雌2匹、雄3匹を、カイワレダイコンの芽生えを用意した幼虫飼育容器(径9.5cm、深さ5.5cm、蓋に約2cmの穴をあけ綿栓をした)内で2日間同居、産卵させ、蛹まで同容器内で飼育した。成虫は同居後3日目に取り除いた。各世代とも20個の飼育容器を用意した。

2. 薬剤感受性検定

薬剤検定は、4令幼虫(約4.5mg/頭)を用い、虫体浸漬法で実施した。両端を金網で覆ったプラスチック円筒(径2.5cm、長さ5cm)に幼虫を20頭ずつ入れ、所定の希釈濃度の薬液に10秒間浸漬した。補正死亡率を求めるため、対照として展着剤5,000倍(グラミン)液のみに対して10秒間浸漬した。浸漬後、直ちに幼虫はろ紙上に移し、キャベツ葉とともにシャーレー

(径9 cm)内に収容し、 $24 \pm 1^\circ\text{C}$ に保管、48時間後に生死を判定した。苦悶虫は死亡虫とし、一部蛹化したものは羽化を待ち生死を判定した。B T剤についてはその効果が経口的に作用するため葉片浸漬法で行った。薬剤感受性検定には、各薬剤、各希釈濃度、各世代につき60匹を供試することを原則とした。

薬剤感受性検定に供試した薬剤は、フェンバレレート・マラソン水和剤、エトフェンプロックス乳剤(以上合成ピレスロイド剤)、アセフェート水和剤、イソキサチオン乳剤、CYAP水和剤、ジメチルピノホス水和剤、ピリミホスメチル乳剤、プロチオホス乳剤、PAP乳剤、(以上有機リン剤)、メソミル水和剤(カーバメート剤)、カルタップ水和剤、チオシクロラム水和剤(以上ネライストキシン剤)、B T剤の計5系統13薬剤である。なお、乳剤及び希釈濃度5,000倍以上になる水和剤は、5,000倍に希釈した展着剤液で希釈した。

3. 合成ピレスロイド剤抵抗性の安定性と遺伝的性質

練馬個体群を野外から採集後の約50世代までの継代飼育を1.と同じ方法で行った。その後の世代については、各幼虫飼育容器内の蛹を集め成虫飼育箱(30×30×45cm³、約500匹)内で羽化させ、飼育箱内に用意したキャベツもしくはコマツナの葉に産卵させた。葉に産み付けられた卵は約120粒づつ葉ごと切り取り、幼虫飼育器(1.と同じ大きさ)内の発芽したダイコンの幼苗上に置き、蛹になるまで飼育した。

合成ピレスロイド剤抵抗性の遺伝的性質を検討するため、抵抗性コナガとして練馬個体群を、また2.で行った検定で合成ピレスロイド剤に対し感受性が高かった立川個体群を感受性コナガとし、練馬個体群の8世代と16世代を供試して正逆交配試験を行った。本試験では未交尾の雌雄が必要であるため、幼虫飼育容器内で蛹化した蛹を1頭づつ管ピン(口径1 cm、深さ5 cm)に保管し、羽化させ雌雄の判別を行い、練馬雌2匹×立川雄3匹、立川雌2匹×練馬雄3匹の

正逆交配になるよう芽生えを用意した幼虫飼育容器に同居させた。薬剤に対する感受性検定は、2.と同じ方法で行った。合成ピレスロイド剤は、フェンバレレート・マラソン水和剤を用いた。

II. 結 果

1. 数種薬剤に対する薬剤感受性

5系統13種の各薬剤について、通常キャベツのコナガ防除に使用される実用希釈濃度の薬液に対するコナガ(練馬個体群)の補正死虫率(以下死虫率)を第1表に示した。検定時、供試虫の採集後の飼育世代数が各薬剤で異なるが、いずれの薬剤に対しても感受性の低下が推察された。検定した5系統13薬剤の中で、殺虫作用性が神経阻害である12薬剤とは全く異なる微生物農薬B T剤は死虫率が91.5%と、供試薬剤中最も高い感受性を示した。

1986年に東京都でも問題となった合成ピレスロイド剤であるフェンバレレート・マラソン水和剤では、採集後5世代目、16世代目とも実用希釈濃度1,000倍で死虫率0%と全く殺虫効果が認められず、同系薬剤のエトフェンプロックス乳剤に対しても死虫率0%と合成ピレスロイド剤に対して感受性の著しい低下が認められた。ただし、立川個体群の場合は実用希釈濃度に対し100%と高い死虫率を示し(第1表-B)、合成ピレスロイド剤に対しては感受性に個体群間の違いが生じていた。

有機リン剤の実用希釈濃度に対する練馬個体群の感受性は薬剤間で差が認められ、ジメチルピノホス乳剤、PAP乳剤による死虫率は約70%と供試した有機リン剤の中では比較的高い値を示した。プロチオホス乳剤では死虫率が約15%、さらにアセフェート水和剤、イソキサチオン乳剤では死虫率数%もしくは0%と感受性は極めて低い結果となった。カーバメート剤のメソミル水和剤では死虫率0%、ネライストキシン剤ではカルタップ水和剤の死虫率が低いがチオシクロラム水和剤はやや高い死虫率を示した。しかし、いずれもB T剤に比べ感受性は低く、

第1表 コナガの各種薬剤に対する感受性

A) 練馬個体群

薬 剤 名	希釈倍率	検定時 ^(a) 世代数	補正死虫 率 (%)
合成ピレスロイド剤			
フェンバレーレート・ マラソン水和剤	1 0 0 0	5	0. 0
		16	0. 0
エトフェンプロックス乳剤	1 0 0 0	17	0. 0
有機リン剤			
プロチオホス乳剤	1 0 0 0	5	14. 3
アセフェート水和剤	1 0 0 0	12	0. 0
イソサキチオン乳剤	1 0 0 0	12	5. 9
CYAP乳剤	1 0 0 0	12	19. 8
ジメチルピビンホス水和剤	1 5 0 0	16	46. 3
ピリミホスメチル乳剤	5 0 0	16	73. 0
PAP乳剤	1 0 0 0	16	67. 3
カーバメート剤			
メソミル水和剤	1 0 0 0	16	0. 0
ネライストキシシン剤			
カルタップ水溶液	1 0 0 0	12	22. 0
チオシクラム水和剤	1 0 0 0	17	66. 7
B T 剤			
B T 剤	1 0 0 0	17	91. 5

B) 立川個体群

薬 剤 名	希釈倍率	検定時 ^(a) 世代数	補正死虫 率 (%)
合成ピレスロイド剤			
フェンバレーレート・ マラソン水和剤	1 0 0 0	5	100. 0
有機リン剤			
プロチオホス乳剤	1 0 0 0	5	19. 3

(a) 野外より採集後の世代数

抵抗性の発達が示唆された。

2. 合成ピレスロイド剤抵抗性

第2表に、合成ピレスロイド剤のフェンバレーレート・マラソン水和剤の各希釈倍率に対する練馬個体群、及び立川個体群の感受性検定の結果を示した。練馬個体群では、合成ピレスロイド剤に対しては希釈倍率50倍と極めて濃い薬液でも約80%の死虫率しか得られず、400倍以上になると死亡する個体が認められなかった。一方、立川個体群では5,000倍の薬液に対して95.5%の高い死虫率を示し、20,000倍でも約20%の死虫率が認められ、高い感受性を示した。これらの結果から、プロビット法を用いて推定される

中央致死濃度(LC₅₀)値は、前者で約9,300 ppm(希釈倍率約110倍)であるのに対し、立川個体群では約70ppm(同15,000倍)となり、立川個体群に対する練馬個体群の抵抗性比はおよそ130となった。

一方、有機リン剤のプロチオホス乳剤を供試し、同様の検定を行った結果(第3表)、希釈倍率100倍で死虫率が練馬個体群95.5%、立川個体群88.2%であり、実用倍率1,000倍では練馬個体群14.3%、立川個体群19.3%であった。LC₅₀に相当する希釈濃度はいずれも約2,100 ppm(約500倍)と推定され、抵抗性の発達が示唆されたが、両個体群間では差が認められなかった。

第 2 表 フェンバレレート・マラソン水和剤に対する薬剤感受性

練馬個体群		立川個体群	
希釈倍率	補正死虫率 ^(a)	希釈倍率	補正死虫率 ^(a)
50	81.5%	5000	95.5%
100	62.1	10000	86.3
200	17.2	15000	51.2
400	0.0	20000	21.5
800	0.0	25000	2.7
1000	0.0		

(a) 48時間後の3区の平均補正死虫率
苦悶虫は死亡虫とした。

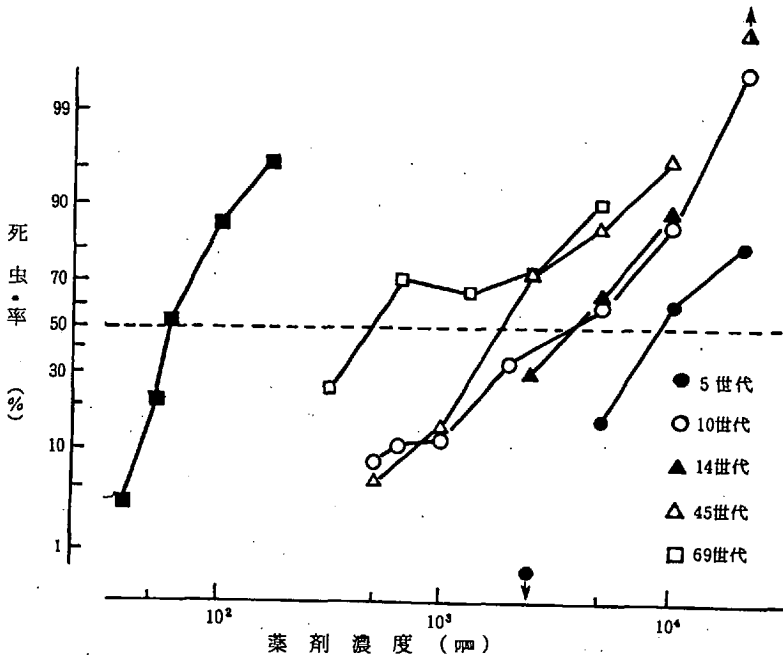
第 3 表 プロチオホス乳剤に対する薬剤感受性

希釈倍率	補正死虫率 ^(a)	
	練馬個体群	立川個体群
100	95.5%	88.2%
300	65.2	
500	55.6	31.1
1000	14.3	19.3
2500	0.0	20.0
5000		5.4

(a) 48時間後の3区の平均補正死虫率
苦悶虫は死亡虫とした。

3. 合成ピレスロイド剤感受性の回復

薬剤に触れさせずに継代飼育した練馬個体群のフェンバレレート・マラソン水和剤に対する各世代の感受性の変化を第1図に薬剤濃度-死虫率曲線で示した。薬剤濃度に対する死虫率曲線は、世代が経過するにつれて立川個体群の死虫率曲線に片寄る傾向が認められた。各世代のLC₅₀値を推定するため、回帰式を求め第4表に示した。69世代の回帰式を除きいずれも有意性が認められた(p<0.05)。LC₅₀値は5世代で約9,300ppm(希釈倍率約110倍)であったのが、45世代では約2,000ppm(同約500倍)となり、明らかにフェンバレレート・マラソン水和剤に対する感受性の回復が認められた。継代飼育後の世代数に対しLC₅₀値の対数値をプロットすると(第2図)、高い負の相関関係が認められた。この回帰式から練馬個体群のフェンバレレート・マラソン水和剤に対する感受性を立川個体群レベルまで回復させるためには、薬剤に接触させずにおよそ130世代経過させる必要があると推定された。

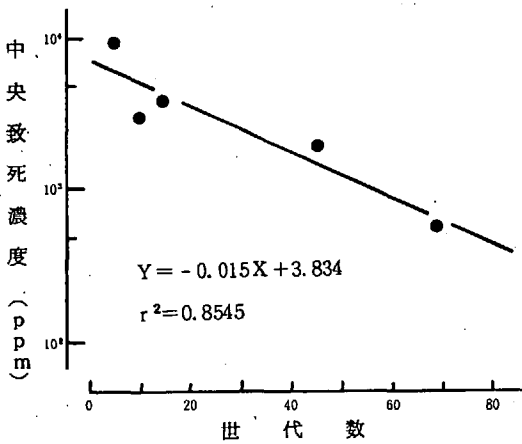


第 1 図 継代飼育した練馬個体群のフェンバレレート・マラソン水和剤に対する感受性の変動

(↑: 100%, ↓: 0%)

第4表 薬剤に接触することなく継代飼育した練馬個体群の薬剤濃度-死虫率の回帰式と中央致死濃度 (LC₅₀)

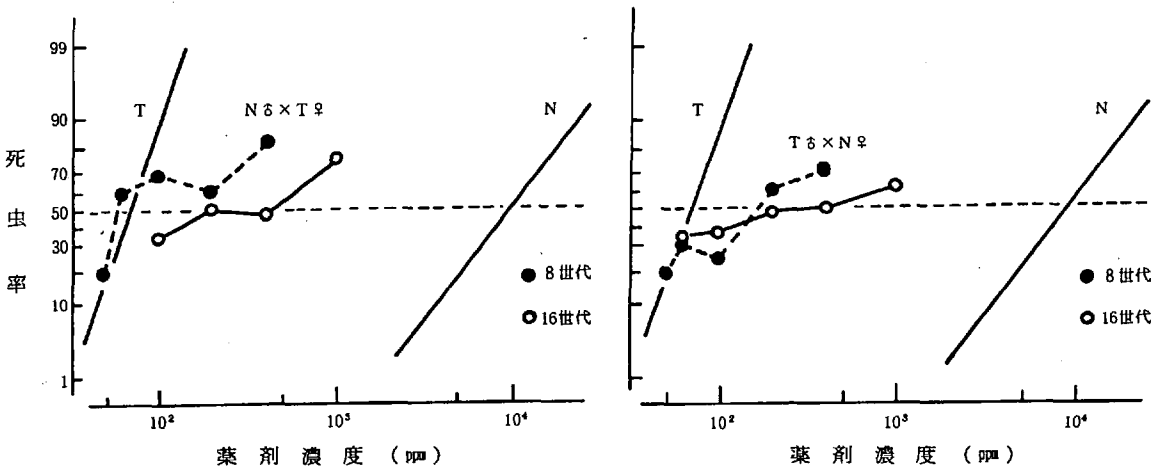
世代数	回帰式	LC ₅₀ ^(a)
5	$Y=5+3.17(X-3.97)$	9,333(107)
10	$Y=5+1.94(X-3.47)$	2,951(339)
14	$Y=5+2.82(X-3.57)$	3,715(269)
45	$Y=5+2.76(X-3.29)$	1,950(513)
69	$Y=5+1.40(X-2.78)$	610(1639)
立川個体群	$Y=5+7.30(X-1.83)$	67(14925)



第2図 継代飼育した世代数と中央致死濃度との関係

4. 合成ピレスロイド剤抵抗性の遺伝的特性

練馬個体群と立川個体群を正逆交配したF₁世代のフェンバレート・マラソン水和剤に対する感受性検定の結果を第3図に示した。F₁世代の薬剤濃度-死虫率曲線は正逆いずれも立川個体群の曲線に片寄り、感受性レベルは練馬個体群に比べ明らかに高くなった。交配時練馬個体群が16世代目の場合、F₁世代の死虫率曲線は正逆どちらも比較的直線回帰性が高いので(第3図)、LC₅₀値を求めた。LC₅₀値は、練馬♀×立川♂で約260ppm(希釈倍率3,800倍)、立川♀×練馬♂で約290ppm(希釈倍率3,400倍)と極めて近い値が推定された。立川個体群に対する抵抗性比は前者で3.8、後方で4.3であった。F₁世代の感受性レベルは、交配時の練馬個体群の世代間に大きな違いは見られなかった。このF₁世代の本薬剤に対する感受性レベルは、親世代である練馬個体群(14世代目)の感受性に比べおよそ10倍程度高くなった。このLC₅₀値を用い、Stone(1968)の提案した優性度(D)を算出すると、どちらも0>D>-1となり練馬個体群の本薬剤に対する抵抗性は、遺伝的には不完全劣勢であった。この様な現象は、台湾におけるフェンバレート抵抗性コナガにおいて



第3図 正逆交配によるF₁世代幼虫のフェンバレート・マラソン水和剤に対する感受性。N：練馬個体群、T：立川個体群

も報告されている (Lui et al., 1982)。また浜 (1989) は感受性コナガ (日農系) とフェンバレート抵抗性コナガ (長崎県個体群) の正逆交配実験により同様の結果を得ている。

III. 考 察

コナガは、発育速度が速いため年間の発生世代数も多く、また1雌の産卵数が多いなど増殖力も大きい。このコナガの生態的特徴は、発生密度を多くすると共に薬剤抵抗性を発達させ易い特質でもある。さらに、コナガは各世代が重なり合いしばしば卵から成虫までの発育ステージが揃って圃場に存在し、また老齢幼虫や蛹になると殺虫剤に対する感受性が低下するなどのため、殺虫剤の散布回数が多くなり抵抗性の発達を助長させている。本検定では、日農系コナガなどいわゆる感受性コナガとの比較ができていないので感受性の低下の度合いを明らかにできないが、練馬個体群はBT剤を除いてそのレベルの差はあるがいずれも抵抗性の発達が示唆された。供試薬剤は13種であったが、現在コナガ防除に登録ある薬剤は成分、形状等の違いを含めて約70種類の農薬があり、その半数以上が有機リン剤である。そして有機りん剤に抵抗性を示すコナガは有機りん剤間で交差抵抗性を示す場合が確認されている (佐々木, 1982; Cheng et al., 1985) ことから、練馬個体群の薬剤感受性は更に多くの有機リン剤に対しても低下していると考えなければならない。

練馬個体群が合成ピレスロイド系殺虫剤フェンバレート・マラソン水和剤に対しては著しく感受性を低下させていたのに対し、立川個体群は同薬剤に対し高い感受性を示し、感受性に関しては個体群間で著しい違いが認められた (第2表)。ところが、有機りん剤プロチオホス乳剤の場合、両個体群とも薬剤抵抗性の発達が示唆されたが (第3表)、個体群間で合成ピレスロイド剤のような感受性に極端な違いは認められなかった。

抵抗性を発達させ易い合成ピレスロイド剤は、

1983年以来その卓越した殺虫効果のため、一般には有機りん剤抵抗性コナガ等に対する特効薬として1作に4~5回、もしくはそれ以上に多用されたようであった。しかし、立川個体群を採集した当農業試験場では、通常同一薬剤の連用を避けるため合成ピレスロイド剤の使用は1作に1回もしくはそれ以下であった。すなわち、使用回数の多少が合成ピレスロイド剤に対する個体群間の抵抗性発達の度合いを変えたと考えられた。ところが、合成ピレスロイド剤が登場するまではDDVPなどの有機りん剤が主に防除薬剤として用いられたが、系統の異なった各種薬剤も使用されて来た。そのため同一薬剤の連用が自ずと避けられた。散布回数こそ練馬個体群でやや多くなるが使用薬剤の種類は両個体群で大きく異なるとは考えられない。また、有機りん剤間では交差抵抗性が存在するため、供試した有機りん剤プロチオホス乳剤に対する感受性に両個体群間で著しい差が現れなかったと推察される。

浜 (1988) は、合成ピレスロイド剤に強い抵抗性を示すコナガ10個体群を各地から集め、薬剤に接触させずにおよそ15~30世代継代飼育し、抵抗性の安定性を検討した。その結果、益田 (島根県)、石垣 (沖縄県) 個体群のように数世代の飼育で感受性が著しく回復する個体群が存在する一方、瑞穂 (長崎県)、御坊 (和歌山県) 個体群のように10数世代経過しても当初の抵抗性レベルを維持している個体群など抵抗性の安定性には個体群間で違いが存在した。各個体群が示した薬剤抵抗性の安定性の特徴から、浜 (1988) は、数世代の飼育で感受性が著しく回復する個体群を第I群、感受性は徐々に回復はするが、10数世代から20世代飼育しても依然としてかなり高い抵抗性を維持している個体群を第II群、そして10数世代経過しても当初の抵抗性レベルを維持している個体群を第III群とする3つのグループに個体群を類別した。

本薬剤検定では合成ピレスロイド剤として用いた薬剤の種類及び検定法が虫体浸漬法であるなど浜 (1988) の場合と異なるため、抵抗性レ

ベルそのものを各個体群と直接比較出来ない。しかし、練馬個体群は薬剤に接触しない世代の経過が増すに連れ、薬剤濃度－死亡率曲線が感受性個体群の示す曲線に片寄るように徐々に移動し感受性の回復が認められた。さらに、同個体群は10数世代を経過しても感受性の高い立川個体群との抵抗比が約50と5世代時の約3分の1に減少したと予想されるが、それでもなお高い抵抗性レベルを維持していた。以上の抵抗性に対する性質から、練馬個体群は、浜（1988）の類別した第II群に属すると考えられる。

このように、練馬個体群に見られる抵抗性は比較的安定し、短期間には十分な感受性回復が望めない。すなわち、LC₅₀値の対数値と世代数より得られた回帰式（第3図）からは、抵抗性レベルの半減期が約20世代－関東地方ではおよそ2年余りと推定され、立川個体群の感受性レベルまで回復を期待するには約10年以上が必要となる。コナガがこのような性質を示す抵抗性を一度獲得してしまうと、該当する合成ピレスロイド剤の使用を中止して代替薬剤により抵抗性発達回避のためのローテーション散布を行ったとしても、当該薬剤に対する感受性が早急に回復することは望まず、その薬剤はコナガの防除薬剤としての価値を失うことになる。そして、合成ピレスロイド剤に対する感受性を回復させた抵抗性個体群を再び合成ピレスロイド剤で淘汰するとその個体群では速やかに高度の抵抗性が発達するという厄介な問題も示されている（浜，1988；Noppun et al., 1987）。

Taylor and Georghiou (1979) は、感受性個体の移入が抵抗性発達の抑制に効果のあることをシミュレーション予測によって示唆している。練馬個体群の69世代目でも立川個体群との抵抗比が約9であったが、正逆交配によるF₁世代では立川個体群との抵抗比が約4と半分以下である。練馬個体群のように抵抗性が不完全劣勢である場合、合成ピレスロイド系殺虫剤の使用を中止すれば、練馬個体群のような性質の抵抗性が発達していたとしても、感受性個体群の移入による正逆交配が感受性遺伝子の頻度を高め、

感受性レベルの回復を促進することが期待できる。しかし、合成ピレスロイド剤抵抗性コナガの発生は局所的なものではないため、自然状態での感受性個体の移入による短期間の感受性回復は期待し難い。短期間の感受性回復を期待するならば、人為的に多量の感受性個体を放飼しなければならないと考える。

以上のように、害虫に一度ある薬剤に対する抵抗性を発達させてしまうことは、一薬剤だけの問題ではすまなくなり、薬剤による防除を益々困難にする。合成ピレスロイド系殺虫剤に限らずコナガが各種薬剤に対する抵抗性を発達させるのを極力回避する必要がある。それには、総合防除技術の開発と共に、薬剤使用においては使用回数を少なくすることや、同一薬剤の連用を避けるローテーション散布が重要になると考える。

摘 要

キャベツのコナガ防除に特効薬的に使用されて来た合成ピレスロイド系殺虫剤に対するコナガの感受性の低下が、1986年夏頃より東京でも問題となった。同年10月末東京のキャベツ産地練馬区で採集したコナガ *Plutella xylostella* (L.) について各種薬剤に対する感受性及び合成ピレスロイド系殺虫剤に対する抵抗性とその特徴について検討した。コナガは採集後5世代から10数世代増殖させた。薬剤感受性検定は5系統13種類の殺虫剤の実用濃度に対し4令幼虫の虫体浸漬法により行った。

1. BT剤に対しては高い感受性が認められたが、有機リン剤、カーバメイト剤等BT剤以外の薬剤に対しては感受性レベルの高低は明らかではないが、感受性の低下が示唆された。特に合成ピレスロイド系殺虫剤に対する感受性の低下は著しく、実用濃度での死虫率は0%であった。

2. 練馬個体群が合成ピレスロイド系殺虫剤に対して著しく感受性を低下させていたにもかかわらず、同時期に採集した立川個体群（立川

市にある東京都農業試験場内圃場で採集)では感受性が高く、推定されたLC₅₀値は前者が約9,300ppmであったのに対し、後者では約70ppmと感受性に個体群差が認められた。両個体群間の感受性の比から練馬個体群は著しく合成ピレスロイド系殺虫剤に対し抵抗性が発達していたと考える。しかし、有機りん剤プロチオフォス乳剤に対しては両個体群ともに感受性の低下が示唆されたが、個体群間には感受性の差は認められなかった。

3. 練馬個体群の合成ピレスロイド系殺虫剤に対する抵抗性は比較的安定しているが、抵抗性のレベルは薬剤に接触させずに継代飼育すると徐々に低くなり感受性の回復が認められた。採集後の世代数と推定したLC₅₀の対数値との間には負の相関関係が認められた。関係式から推察すると、練馬個体群が立川個体群と同等の感受性レベルを有するまでには、約130世代(10年以上)の間本個体群が合成ピレスロイド系殺虫剤との接触から遮断される必要がある。

4. 抵抗性の強い練馬個体群と感受性の高い立川個体群による正逆交配の結果、F₁世代の合成ピレスロイド系殺虫剤に対する感受性は練馬個体群の感受性より高まった。これより、練馬個体群の合成ピレスロイド系殺虫剤に対する抵抗性は遺伝的には不完全劣勢であった。

5. 人為的に大量の合成ピレスロイド剤感受性個体の放飼は短期間に合成ピレスロイド剤抵抗性個体群の感受性回復を促進すると考える。

引用文献

- CHENG, E. Y., T. CHOU and C. KAO (1985) Insecticide resistance study in *Plutella xylostella* (L.) VI. An experimental analysis of organophosphorous and synthetic pyrethroid resistance. J. Agric. Res. China, 34:96-104.
- 浜 弘司 (1986) コナガの薬剤抵抗性. 植物防疫 40:366-372.
- HAMA, H. (1987) Development of pyrethroid resistance in the diamondback moth, *plutella xylostella* LINNE (Lepidoptera:Yponomeutidae). Appl. Entomol. Zool. 22:166-175.
- 浜 弘司 (1988) コナガのfenvalerate 抵抗性の安定性. 応動昆 32:210-214.
- 浜 弘司 (1989) コナガのピレスロイド系殺虫剤に対する抵抗性発達の特徴. 中国農研報 4:119-134.
- 衣巻 巧・高橋知加子・伊東祐孝 (1986) 神奈川県におけるピレスロイド剤抵抗性コナガの発生. 関東病虫研報 33:201.
- 腰原達雄・山田偉雄 (1976) ナタネの芽ばえによるコナガの簡易飼育法. 応動昆20:110-114.
- LUI, M. Y., Y. J. TZENG and C. N. SUN (1981) Diamondback moth resistance to several synthetic pyrethroids. J. Econ. Entomol. 74:393-396.
- 牧野 晋・堀切正俊 (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.
- 森下正彦・東勝千代 (1987) 和歌山県におけるコナガの薬剤抵抗性. 関西病虫研報29:17-20.
- NOPPUN, V., T. MIYATA and T. SAITOU (1987) Selection for resistance of the diamondback moth, *Plutella xylostella* with fenvalerate. J. Pesticide Sci. 12:265-268.
- 佐々木善隆 (1982) 昭和57年度難防除病害虫防除に関する試験成績 (日本植物防疫協会). pp92-102.
- STONE, B. F. (1968) A formula for determining degree of dominance in cases of monofactorial resistance to chemicals. Bull. W. H. O. 38:325-326.
- TAYTOR, C. E. and G. P. GEORGHIOU (1979) Suppression fo insecticide resistance by alternation of gene dominance and migration. J. Econ. Entomol. 72:105-109.
- 東海林 修・野村健一 (1975) コナガ系統に対するDDVPおよびBT剤の効果比較. 応動昆 19:298-299.

Resistance to Various Synthetic Insecticides in the Diamondback Moth,
Plutella xylostella (L.) in Tokyo.

Nobutake HABU, Sigeru ARAI and Kisaku AKUTU

Summary

In the summer of 1986 in Tokyo, it was hard to control the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.), using the synthetic pyrethroid insecticides as the most effective insecticides against this pest. After the diamondback moth larvae collected from cabbage fields at Nerima area in Tokyo in October, 1986, (Nerima population) was reared in the laboratory during more than 5 generations from the time of collection, the susceptibility of the 4th-instar larvae to 13 insecticides was determined by the insect dipping method. And characteristics of pyrethroid resistance of this population was investigated. Results obtained were the following:

1) The results indicated that the susceptibility of the Nerima population to 12 insecticides except *Bacillus thuringiensis* Product decreased in greater or lesser degree. Especially, the susceptibility to the synthetic pyrethroid formulation (fenvalerate and malathion) drastically decreased and the larval mortality of this population to a practical dose of this insecticide was zero percent.

2) However, the diamondback moth larvae collected at Tachikawa area in Tokyo in October of same year (Tachikawa population) possessed the higher level of the susceptibility to the synthetic pyrethroid formulation (fenvalerate and malathion) as compared with that of the Nerima population. The LC_{50} value against this insecticide in the later population was ca. 9,300 ppm and that in the former population was only ca. 70 ppm. It was indicated that the resistance of the Nerima population to pyrethroid insecticides evolved to the higher level. However, the difference of the susceptibility to a organophosphorus insecticide (prothiofos) between the Nerima and the Tachikawa population was not detected.

3) The resistance of the Nerima population to the synthetic pyrethroid formulation (fenvalerate and malathion) was relatively stable. However, the pyrethroid resistance of this population decreased gradually as generations proceeded without insecticidal selections. And a linear relationship was obtained when the logarithm of LC_{50} value plotted against the generation after collection. According to this relationship, it was suggested the susceptibility of the Nerima population to the pyrethroid formulation would recover to the same level of the susceptibility of the Tachikawa population if the Nerima population is reared during about 130 generations without insecticidal selection.

4) As the results of reciprocal crosses made between the Nerima population (resistant) and the Tachikawa population (susceptible), the susceptibility of F_1 progeny to the synthetic pyrethroid formulation (fenvalerate and malathion) was higher than that of the

Nerima population. The pyrethroid resistance of the Nerima population was partially recessive in hereditary characters.

5) It may be possible that the susceptibility of such as a pyrethroid resistant population is increased by the mass release of pyrethroid susceptible moths.