

복숭아혹진딧물의 殺虫劑 抵抗性에 關한 研究 (V). Cypermethrin과 Pirimicarb에 의한 抵抗性 發達과 交叉抵抗性

Studies on the Insecticide Resistance in the Green Peach Aphid, *Myzus persicae* Sulzer (V). Development of Cypermethrin and Pirimicarb Resistance, and Cross Resistance

崔 承 允¹ · 金 吉 河^{2,3} · 安 龍 濬²

Seung Yoon Choi, Gil Hah Kim and Young Joon Ahn

ABSTRACT The green peach aphid(*Myzus persicae* Sulzer) was selected over 20 generations with cypermethrin and pirimicarb, respectively. The resulting resistant strains were tested to investigate the development of insecticide resistance and cross-resistance to some insecticides in the laboratory.

The development of insecticide resistance against green peach aphid at the 20th selected generation was greatly varied with the insecticides: 20.5 fold for cypermethrin and 3.2 fold for pirimicarb compared with the parent strain. The cypermethrin selected strain exhibited cross resistance to acephate and pirimicarb, and pirimicarb selected strain to acephate and cypermethrin, respectively. Demeton-S-methyl, however, has not been shown cross-resistance by the selected strains.

KEY WORDS green peach aphid, selected strain, resistance development, cross resistance

抄 錄 Pyrethroid系 살충제인 cypermethrin과 carbamate系 살충제인 pirimicarb를 供試하여 실내 感受性系統 복숭아혹진딧물(*Myzus persicae*)을 인위적으로 累代淘汰한 후, 저항성 발달속도와 정도를 조사하고, 이들 저항성 계통의 他殺虫劑에 대한 교차저항성 유무와 그 정도를 검토하였다. 저항성 발달속도는 cypermethrin 20세대 淘汰系統에서 도태전에 비하여 20.5배 증가하였으나, pirimicarb 20세대 도태계통에서는 3.2배 증가에 그쳐 살충제 종류에 따라 큰 차이를 보였다. Cypermethrin 도태계통은 acephate와 pirimicarb에 대해서, pirimicarb 도태계통은 acephate와 cypermethrin에 대해서 교차저항성을 나타내었다. 그러나 cypermethrin, pirimicarb 도태계통은 demeton-S-methyl에 대해서 非交叉抵抗性을 나타내었다.

檢 索 語 복숭아혹진딧물, 淘汰系統, 抵抗性發達, 交叉抵抗性

살충제에 의한 저항성 해충이 발생하였다는 최초의 보고는 1908年 石灰硫黃合劑에 대한 선택제각지벌레(*Quadrapsidiotus perniciosus*)의 저항성으로부터 시작되었다(Melander 1914). 有機合成 살충제의 사용전인 1938년까지 보고된 저항성 해충은 7種에 불과하던 것이 1940年代

以後 有機合成 살충제가 광범위하게 사용되면서 저항성 해충의 種數는 급격히 증가하여 1968년에는 224種, 최근에는 432種에 이르고 있음이 보고되었는데(Georghiou & Mellon 1983), 그 밖에 보고되지 않은 것들을 포함시킨다면 化學的 防除의 對象이 되어 왔던 모든 해충은 이미 慣用殺虫劑들에 대하여 상당한 수준의 저항성이 발달된 것으로 추정할 수 있다.

최근 저항성 발달은 化學構造的으로 近緣化合物 사이에서 생기는 單純交叉抵抗性 뿐만 아니라 作用機構와 解毒經路가 전혀 다른 異種의 살

1 서울大學校 農科大學 農生物學科(Dept. of Agric. Biology, College of Agriculture, Seoul National Univ., Suwon, Korea) Professor Choi Passec away December 26, 1988
2 韓國化學研究所 農業活性研究室(Korea Research Institute of Chemical Technology, Pesticide Lab., Daejon, Korea)
3 Send reprint requests to Gil Hah Kim

Table 1. Insecticides tested

Common name	Trade name/formulation	Chemical name
Acephate Cypermethrin	Ortran 50 WP Ripcord 5 EC	<i>O,S</i> -dimethyl acetyl phosphoramidothioate (<i>RS</i>)- α -cyano-3-phenoxybenzyl(1 <i>RS</i> , 3 <i>RS</i> ; 1 <i>RS</i> , 3 <i>SR</i>)-3-(2, 2-dichlorovinyl)-2, 2-dimethylcyclopropanecarboxylate
Demeton-S-methyl Pirimicarb	Metasystox 25 EC Pirimor 25 WP	<i>S</i> -2-ethylthioethyl <i>O,O</i> -dimethyl phosphorothioate 2-dimethylamino-5, 6-dimethylpyrimidin-4-yl-dimethylcarbamate

충제에 대해서도 동시에 발달하는 複合抵抗性의 例가 상당히 지적되고 있다(Metcalf 1983, 深見等 1983). 저항성 해충의 방제 대책수립을 위해서는 저항성 발달여부 조사, 機作을 중심으로 한 요인분석, 여러가지 요인들의 종합적 분석과 대책 研究過程을 거쳐야 하는데 먼저 연구해야 할 일은 殺虫劑別 對象害虫에 대한 저항성 발달 정도의 확인, 交叉抵抗性 有無檢定을 통한 代替藥劑의 선정이라 볼 수 있다.

이미 잘 알려진 바와 같이 복숭아혹진딧물 (*Myzus persicae*)은 年間 發生世代數가 무려 20 여회나 되고 單爲生殖을 하며 각종 농작물에서 寄主轉換을 자주하기 때문에 당연히 살충제에 의한 淘汰의 기회가 많지므로 살충제 저항성 발달이 다른 해충들에 비하여 빠르게 나타날 가능성이 높다(松木, 辻 1979, 崔, 金 1986b).

따라서 本 研究은 前報(崔, 金 1986b, 1986c)에 이어 복숭아혹진딧물의 효과적인 방제대책수립의 일환으로 pyrethroid系 살충제 cypermethrin과 carbamate系 pirimicarb를 供試하여 실내 감수성계통 복숭아혹진딧물을 인위적으로 누대 도태하여 저항성을 유발하고 저항성 발달 속도와 정도 및 他殺虫劑에 대한 교차저항성 有無에 대하여 검토코자 하였다.

本 研究의 수행을 위하여 연구비를 지원해 준 韓國科學財團에 謝意를表하는 바입니다.

材料 및 方法

試驗材料

供試虫 경기도 수원시 서둔동 주변 배추밭에서 채집한 복숭아혹진딧물(*Myzus persicae*)을 pot에 栽植된 담배苗에서 2年間 살충제 접촉 없

이 누대 사육한 후 감수성 계통으로 이용하였으며, 살충제 저항성계통은 감수성 계통을 20세대 이상 누대 도태하여 선발하였다. 실내 사육온도는 $25 \pm 3^\circ\text{C}$ 가 되도록 조절하였다.

供試殺虫劑 도태에 사용된 살충제는 cypermethrin과 pirimicarb였고 교차저항성 검정에 사용된 살충제는 acephate, cypermethrin, demeton-S-methyl 및 pirimicarb 등 4種이었으며, 그들 살충제의 一般名, 商標名, 有效成分含量, 製劑形態 및 化學名은 表 1과 같다.

試驗方法

殺虫劑 處理方法 FAO(1980)에서 제시한 진딧물 저항성 검정방법을 약간 수정한 葉浸漬法(leaf-dipping method)으로 실시하였다. 담배잎(7×7cm)을 所定濃度로 희석한 殺虫劑液에 30초간 浸漬한 다음 30~60분간 陰乾한 후, 紗籠에 직경 9cm 정도의 여지를 깔고 그위에 浸漬處理된 잎을 놓고, 진딧물 無翅雌成虫을 20마리씩 3 反復 接種하였다. 처리된 진딧물은 항온실($25 \pm 1^\circ\text{C}$, 16L:8D)에 보관, 24시간 후 死虫數를 조사하였으며, Finney(1963)의 probit계산법에 의하여 回歸方程式과 半數致死濃度(LC₅₀)를 산출하였다.

저항성 유발시험 Cypermethrin과 pirimicarb를 供試하여 室內系統에 葉浸漬法(leaf-dipping method)으로 50%의 살충율을 나타내는 농도수준으로 매세대 도태를 실시하였다. 淘汰過程에서 저항성이 증대하여 死虫率이 저하된 경우에는 처리농도를 높여가면서 도태하였다. 도태 5세대, 10세대, 15세대, 20세대에서 半數致死濃度를 求하여 저항성 유발정도를 비교·검토하였다.

Table 2. Development of resistance in the green peach aphid selected by cypermethrin and pirimicarb successively

No. generations selected	Regression equation	df	LC ₅₀ (ppm)
Cypermethrin			
Parental	$y = 3.32x + 0.30$	3	29.6
F ₅	$y = 2.03x + 1.36$	4	61.5
F ₁₀	$y = 2.63x - 0.32$	4	104.5
F ₁₅	$y = 4.51x - 7.43$	5	570.8
F ₂₀	$y = 1.99x - 0.26$	4	607.1
Pirimicarb			
Parental	$y = 1.95x + 3.61$	4	3.1
F ₅	$y = 2.17x + 2.62$	4	6.2
F ₁₀	$y = 2.14x + 2.81$	3	10.6
F ₁₅	$y = 3.44x + 1.13$	4	11.3
F ₂₀	$y = 3.22x + 2.51$	4	9.9

교차저항성 검정 교차저항성 검정은 도태시험에서의 동일한 방법으로 실시하였다. Cypermethrin과 pirimicarb 淘汰系統의 acephate, cypermethrin, demeton-S-methyl 및 pirimicarb에 대한 半数致死濃度를 구하여 살충제 종류별 교차저항성 유무와 정도를 비교·검토하였다.

結果 및 考察

淘汰에 의한 抵抗性 發達

Cypermethrin, pirimicarb 도태계통의 5, 10, 15, 20세대에서 얻어진 回歸方程式과 半数致死濃度(LC₅₀)는 表 2와 같으며 살충제종류에 따라 저항성 발달속도에 명백한 차이가 있음을 확인할 수 있었다. 즉 cypermethrin 도태계통은 cypermethrin의 半数致死濃度가 도태전의 29.6 ppm에서 10세대 도태후 104.5ppm, 20세대 도태후 607.1ppm으로 크게 증가하였으나, pirimicarb 淘汰系統은 pirimicarb의 半数致死濃度가 도태전의 3.1ppm에서 20세대 도태후 9.9 ppm으로 매우 완만하게 증가하였다.

어느 해충이건 살충제로 누대 도태하면 도태 횟수가 증가할수록 저항성 정도도 증대되는 것은 주지의 사실이나, 동종의 해충이라도 살충제의 종류, 淘汰壓等 여러 요인에 의하여 저항성 증가 속도 및 정도가 달라질 수 있으므로(深見 1983, Georghiou & Taylor 1977, Metcalf 1983), 도태 약제별 저항성 증가양상을 살펴 보는

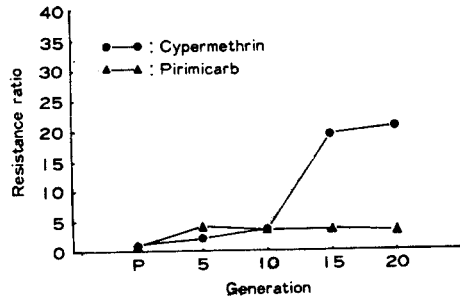


Fig. 1. The changes of the resistance ratio in green peach aphid to cypermethrin and pirimicarb in relation to the generation.

*Resistance ratio = $\frac{LC_{50} \text{ values of test generation}}{LC_{50} \text{ values of the parent strain}}$
 P : Parent strain

것은 매우 의미있는 일로 생각된다. 도태전 세대에 대한 각 淘汰 세대의 저항성비(半数致死濃度 基準)를 산출한 결과를 그림 1에 제시하였다. Cypermethrin 도태계통은 도태 10세대까지는 큰 변화가 없으나 10~15세대 사이에 급속히 증가하였고, 그 이후는 다시 완만히 증가한 반면, pirimicarb 도태계통은 全淘汰期間을 통하여 거의 변화가 없었다. 深見 等(1983)은 살충제 저항성 발달 유형을 1) 도태 초기단계에 저항성이 급격히 증가하는 유형, 2) 거의 또는 전혀 저항성이 발달되지 않는 유형, 3) 수십세대 도태 이후부터 저항성이 발달하는 유형으로 구

Table 3. Cross resistance of the green peach aphid selected by cypermethrin(20th gen.) and pirimicarb (15th gen.) to some insecticides

Insecticides	Regression equation	df	LC ₅₀ (ppm)	Resistance* ratio
Cypermethrin-selected strain(20th gen.)				
Acephate	$y = 2.94x - 1.53$	2	166.8	5.9
Cypermethrin	$y = 1.99x - 0.26$	4	607.1	20.5
Demeton-S-methyl	$y = 3.21x - 0.24$	3	30.4	1.2
Pirimicarb	$y = 2.54x + 1.86$	5	17.2	5.5
Pirimicarb-selected strain(15th gen.)				
Acephate	$y = 1.97x + 0.97$	6	162.7	5.8
Cypermethrin	$y = 1.97x + 0.70$	5	225.1	7.6
Demeton-S-methyl	$y = 1.69x + 2.75$	4	21.2	0.9
Pirimicarb	$y = 3.44x + 1.13$	4	11.3	3.6
Lab. strain				
Acephate	$y = 5.76x - 1.71$	2	28.1	1.0
Cypermethrin	$y = 3.32x - 0.30$	3	29.6	1.0
Demeton-S-methyl	$y = 2.41x + 3.28$	1	24.9	1.0
Pirimicarb	$y = 1.95x + 3.61$	4	3.1	1.0

*Resistance ratio = $\frac{LC_{50} \text{ values of the selected strain}}{LC_{50} \text{ values of the lab. strain}}$

분하였는 바, pyrethroid系인 cypermethrin은 3)번 유형이고, carbamate系인 pirimicarb는 2)번 유형으로 생각된다. 그러나 前報(崔, 金 1986b, 1986c)에서 언급했듯이 동일 계통의 살충제에서도 저항성 발달 양상이 다르므로 모든 pyrethroid와 carbamate系 살충제에 적용할 수는 없을 것으로 본다.

淺野(1979), 崔(1985), 崔, 金(1986a) 등이 지적했듯이 복숭아혹진딧물의 살충제 저항성 발달은 사용된 살충제의 종류 및 사용량과 밀접한 관계가 있으며, 특히 살충제 종류는 화학적 구조의 차이를 의미하므로 궁극적으로는 구조와 저항성기작과의 상관 관계가 밝혀져야 할 것으로 생각된다.

交叉抵抗性

Cypermethrin(20世代), pirimicarb(15世代) 淘汰系統에 대한 acephate, cypermethrin, demeton-S-methyl, pirimicarb의 교차저항성을 검정하여 얻어진 回歸方程式과 半數致死濃度, 室內系統에 대한 저항성비는 表 3에 나타낸 바와 같다.

Cypermethrin 20世代 淘汰系統은 cypermethrin에 대하여 20.5배의 저항성을 나타낸데 비

하여 도태에 관여되지 않은 acephate에 대해서 5.9배, pirimicarb에 대해서 5.5배의 교차저항성을 나타냈고, demeton-S-methyl에 대해서 1.2배의 非交叉抵抗性を 나타냈다. Pirimicarb 15世代 淘汰系統은 pirimicarb에 대해서 3.6배의 저항성을 나타낸데 비하여 도태에 관여되지 않은 acephate와 cypermethrin에 대해서 각각 5.8배, 7.6배의 교차저항성을 보였고, demeton-S-methyl에 대해서 0.9배의 非交叉抵抗性を 나타내고 있어 교차저항성의 유무와 정도는 살충제의 종류 또는 어느 살충제에 의하여 저항성이 발달되었느냐에 따라 차이가 있음을 알 수 있다. Pirimicarb 淘汰系統과 같이 해당 살충제에 대한 저항성 유발정도는 느리면서 他殺虫劑에 대해서는 높은 교차저항성을 나타낼 가능성이 있는데, 이와 같은 결과는 본 시험 뿐만 아니라, 前報(崔 1985, 崔, 金 1986b, 1986c)에서도 여실히 입증되었으므로 今後에 있어서 살충제 선정이나 평가에서는 이런 점이 충분히 고려되어야 할 것으로 생각된다. 그러나 도태에 관여되지 않은 demeton-S-methyl은 도태계통 cypermethrin과 pirimicarb에 대해서 非交叉抵抗性を 나타내고 있어 저항성 해충방제에 적절한 살충제라고 사료된다.

이상의 결과를 종합적으로 볼 때 복숭아혹진딧물에 대한 pyrethroid系 살충제 cypermethrin, carbamate系 살충제 pirimicarb에 의한 도태는 供試 살충제에 대한 저항성증대 뿐만 아니라 他 殺虫劑에 대한 교차저항성 발현에도 크게 관여하고 있으므로 이같은 저항성 발현 機作을 구명하는 일은 앞으로 살충제 저항성 해충방제를 위해 반드시 필요한 일이라 보아진다.

引用 文 獻

淺野勝司. 1979. 昭和 54年度 野菜害虫の殺虫劑抵抗性に關するシンポジウム講演要旨. 日本植物防疫協會. p. 53.

崔承允. 1985. 복숭아혹진딧물의 殺虫劑抵抗성에 關한 研究(I). 大韓民國 學術院論文集(自然科學篇). 24: 201~226.

崔承允, 金吉河. 1986a. 복숭아혹진딧물의 殺虫劑 抵抗성에 關한 研究(II). 感受性的 地域的 差異. 한국 식물보호학회지. 24: 223~230.

崔承允, 金吉河. 1986b. 복숭아혹진딧물의 殺虫劑 抵抗성에 關한 研究(III). Acephate 抵抗性 發達, 交叉抵抗性 및 Esterase Isozymes. 한국식물보호학회지. 25: 99~105.

崔承允, 金吉河. 1986c. 복숭아혹진딧물의 殺虫劑 抵抗성에 關한 研究(IV) Oxydemeton-methyl 淘汰에 의한 抵抗性發達, 交叉抵抗性 및 Esterase Isozymes. 한국식물보호학회지. 25: 151~157.

FAO. 1980. Methods for adult aphids. FAO method No. 17. In Recommended methods for measurement of pest resistance to pesticides. FAO Pl. Prod. and Prot. Paper. 21: 103~106.

Finney, D.J. 1963. Statistical methods in bioassay. 2nd edn. London Griffin. 668pp.

Georghiou, G.P. & R.B. Mellon. 1983. Pesticide resistance in time and space. In Pest resistance to pesticides. ed. by G.P. Georghiou and T. Saito. pp. 1~46. Plenum Press, N.Y.

Georghiou, G.P. & C.E. Taylor. 1977. Pesticide resistance as an evolutionary phenomenon. Proc. of XV Int. Cong. Ent. Wash. D.C. Aug. 19~27: 759~785.

深見順一, 上杉康彦, 石塚皓造. 1983. 藥劑抵抗性一新レい農藥開發と總合防除の指針ソフトサイエンス社. 3~172.

松本奎吾, 辻英明. 1979. モモアカアブラムシの色彩型の發生消長と殺虫劑感受性について. 日本應用動物昆虫學會誌. 23: 92~99.

Melander, A.L. 1914. Can insects become resistant to sprays? J. Econ. Entomol. 8: 475~481.

Metcalfe, R.L. 1983. Implications and prognosis of resistance to insecticides In pest resistance to pesticides. Plenum Press. 703~733.

(1989년 1월 31일 접수)