

복숭아혹진딧물의 殺虫劑 抵抗性에 關한 研究(Ⅱ) 感受性의 地域的 差異

崔 承 允 · 金 吉 河

CHOI, SEUNG-YOON AND GIL-HAH KIM: Studies on the Resistance of Green Peach Aphids to Insecticides(Ⅱ)—Local Differences in Susceptibility—

Korean J. Plant Prot. 24(4) : 223~230(1986)

ABSTRACT A series of experiments were carried out to evaluate the differences in susceptibility of the 13-aphidicidal insecticides in the green peach aphids (*Myzus persicae*) collected from 13 different localities. The aphids were reared and increased on the potted tobacco plants in the laboratory. The susceptibility to insecticides was compared at the LC₅₀ levels with the resistant ratio by a leaf-dip method with a laboratory strain reared for 2 years in the laboratory without exposure to insecticides. The susceptibility to the insecticides was greatly varied with the local strains. The local strains demonstrated relatively high resistance to the insecticides over the laboratory strain at the LC₅₀ level; in resistant fold, 2.3 to 519.0 to cypermethrin, 2.3 to 494.5 to decamethrin, 2.8 to 442.4 to fenvalerate, 2.5 to 170.6 to formothion, 1.5 to 494.5 to decamethrin, 2.8 to 442.4 to fenvalerate, 2.5 to 170.6 to formothion, 1.5 to 231.8 to phosphamidon, 3.1 to 42.1 to monocrotophos, 1.0 to 30.9 to phenthionate+dimethoate, 1.8 to 21.0 to heptanophos, 2.1 to 24.8 to oxydemeton-methyl, 1.0 to 24.9 to thiometon, 1.6 to 4.7 acephate, 0.8 to 4.1 to pirimicarb.

緒 言

有機合成 殺虫劑가 積極的으로 使用되면서 發生한 副作用 중 應用昆蟲學의 側面에서 注目을 끌고 있는 것은 Resurgence, Resistance 및 Residue이다. 特히 害虫의 殺虫劑 抵抗性 問題는 現行 殺虫劑가 連用되는 한 必然的으로 따르는 現象이므로 이 現象을 보다 정확히 파악하여 대처하는 일은 抵抗性害虫 防除對算을 수립하는 데 무엇보다 重要하다.

殺虫劑의 連用에 의해서 抵抗性系 害虫이 發生하였다는 最初의 報告는 1908年 美國에서 石灰硫黃合劑에 對한 샌호제깍지벌레의 抵抗性으로부터 始作되었다. 有機合成 殺虫劑의 使用前인 1938年까지 報告된 抵抗性系 害虫은 7種에 불과하던 것이 1940年代 以後 有機合成殺虫劑가 積極的으로 使用되면서 抵抗性系 害虫의 種類數는 급격히 증가하였다. 1968年 Brown에 의하여 224種의 抵抗性系 害虫이 報告되었다. 最近 Georghiou and Mellon(1983)의 集計에 의하면 殺虫

劑抵抗性害虫은 432種에 이르고 있음이 報告되었는데 그 밖에 報告되지 않은 것들을 포함시킨다면 化學的 防除의 對象이 되어 왔던 모든 害虫은 이미 慣用殺虫劑들에 대하여 상당한 水準의 抵抗性이 發達된 것으로 推定할 수 있다.

Brader(1977)는 복숭아혹진딧물을 各種 慣用有機磷系 殺虫劑들에 의하여 抵抗性이 發達되었음을 報告하면서 이를 機磷系 抵抗性 복숭아혹진딧물의 防除를 위한 代替藥劑는 carbamate系 殺虫劑들이라 指摘하였으나 現在 복숭아혹진딧물의 殺虫劑 抵抗性은 全世界에 걸쳐 有機磷系 殺虫劑 뿐만 아니라 carbamate系 殺虫劑에 對해서도 抵抗性이 發達되었음이 報告되고 있다. (Sawicki et al., 1978; Sudderuddin, 1973). 한편 最近 Georghiou · Mellon(1983)은 복숭아혹진딧물의 殺虫劑抵抗性은 慣用되고 있는 有機鹽素系, 有機磷系, carbamate系 및 pyrethroids系 殺虫劑들에서도 이미 抵抗性이 發達되고 있음이 報告되어 그 後 진딧물의 化學的防除에 어려운 問題를 시사하게 되었다.

近來 日本에서도 복숭아혹진딧물의 殺虫劑抵抗性에 關한 報告가 있는데 (淺野, 1979; 板本奎吾 · 辻英明, 1979; 永田徹 · 林晃史, 1983; 中須

Table 1. Test insecticides and their formulations

Common name	Trade name and formulation	Chemical name
acephate	Ortran 50Wp	0, S-dimethyl N-acetyl phosphoroamidothioate
cypermethrin	Ripcord 5Ec	α -cyano-3-phenoxybenzyl(1RS) cis, trans-3-(2,2-dichlorovinyl)-2,2-dimethyl-cyclopropanecarboxylate
decamethrin	Decis 1Ec	α -cyano-3-phenoxybenzyl(1RS) cis-3-(2,2-dibromovinyl)-2,2-dimethylcyclopropanecarboxylate
fenvalerate	Sumicidin 5Ec	α -cyano-3-phenoxybenzyl α -isopropyl-4-chlorophenylacetate
formothion	Anthio 33Ec	S-(N-formyl-N-methyl-carbamoylmethyl) 0,0-dimethyl phosphorodithioate
heptanophos	Hostaquick 50Ec	6-chlorobicyclo(3,2,0) hepta-2,6-dien-7-dimethyl phosphate
monocrotophos	Azodrin 24Ec	dimethyl(E)-1-methyl-2-(methylcarbamoyl)-vinyl phosphate
oxydemeton-methyl	Metasystox-R 25Ec	S-2-ethylsulfinylethyl 0,0-dimethyl phosphorodithioate
permathion	MEP 30Ec+Sumicidin 10Ec	0,0-dimethyl 0-4-nitro-m-tolyl phosphorothioate+ α -cyano-3-phenoxybenzyl α -isopropyl-4-chlorophenylacetate
phentoate	PAP 30Ec	S- α -ethoxycarbonylbenzyl 0,0-dimethyl phosphorodithioate
+dimethoate	+Dimethoate 15Ec	+0,0-dimethyl S-methyl carbamoylmethyl phosphorodithioate
phosphamidon	Dimecron 50Ec	2-chloro-2-diethylcarbamoyl-1-methylvinyl dimethyl phosphate
pirimicarb	Pirimo 25Wp	2-dimethylamino-5,6-dimethylpyrimidin-4-yl dimethylcarbamate
thiometon	Ekatin 25Ec	5-2-ethylthioethyl 0,0-dimethyl phosphorodithioate

賀考, 1979; 野村健一・船城衛介, 1977), 特히淺野勝可(1979)는 各種 有機磷系殺虫剤들에 의하여 복승아흑진딧물의 抵抗性 增大가 最高 487.8倍 이 상까지 發達하여 藥劑防除에서 殺虫效果減退問題가 제기되고 있음을 지적하였다.

國內에서 崔(1985)는 복승아흑진딧물의 殺虫剤抵抗性에 關하여 報告한 바 있다. 이 報告에 의하면 복승아흑진딧물의 感受性은 채집지역과 殺虫剤의 種類에 따라 현저한 感受性 差異가 있었다고 하였으며, 特히, pyrethroid系 殺虫剤들은 調查地域에 따라 약간의 差異는 있었으나 모두 比較的 높은抵抗性比를 나타내었다고 報告하였다.

以上에서 살펴 본 바와 같이 복승아흑진딧물은 거의 모두 慣用 殺虫剤들에 對해서抵抗性이 나타나고 있으므로 本研究는 殺虫剤의 種類別, 地域別,抵抗性 危險水準 및 分布를 調査하여 效果의 防除 對策을 수립하기 위한 基礎資料로 이 용도로 그 結果를 報告하는 바이다.

本研究의 遂行을 위해 研究費를 지원해 준 韓國科學財團에 謝意를 表한다.

材料 및 方法

1. 供試虫의 採集과 飼育

공시된 복승아흑진딧물은 1984년도 전국 13개

地域 담배 배추밭에서 採集하였으며 이들 각各의 地域系統은 pot에 栽植한 담배 苗에서 1~2世代增殖하면서 供試虫(無翅虫)을 확보하였다. 供試虫飼育箱子의 크기는 41×41×88cm이었으며 供試虫 飼育溫度는 25±3°C이었다.

室內系統은 水原市 西屯洞에서 採集, 室內에서 2年間 累代飼育한 것이었으며 이를 感受性系統으로 하였다.

2. 供試殺虫剤

供試殺虫剤는 acephate 外 12種이었으며 그들殺虫剤의 一般名, 商品名, 有效成分, 製劑形 및 化學名은 Table 1에 表示된 바와 같다.

3. 試驗方法

(1) 供試殺虫剤의 稀釋과 藥劑處理

乳劑 또는 水和劑들을 蒸溜水에 高濃度로 稀釋(w/w比)하여 4°C冷藏庫에 保管, 必要에 따라 所定濃度(ppm)로 再稀釋하였다. 殺虫剤處理方法은 FAO(1980) 진딧물 試驗方法을 약간 수정한 leaf-dipping法으로 하였다. 即, 담배잎을 稀釋藥液에 30秒間 浸漬한 다음 室內에서 30分~1時間, 風乾하여 試驗에 使用하였다. 浸漬處理된 잎은 約 6×6cm크기로 잘라 直徑 9cm程度의 小形沙一례에 filter paper를 깔고 그 위에 浸漬處理임을 놓고 試驗하였다.

(2) 地域系統의 感受性差異에 關한 試驗

浸漬處理된 일은 風乾후 샤一래內 filter paper 위에 놓고 供試虫(無翅虫)을 接種하여 25°C 明暗條件을 16:8時間으로 調節된 恒溫室內에 備置하고 48時間에 死虫率을 調査하였다.豫備實驗에서 殺虫劑別로 死虫率 0~100%가 나타나는範圍를 決定하고 本試驗에서 6~7段階의 濃度水準에서 試驗하였다. 各濃度水準當 無翅雌虫을 20마리씩 接種, 殺虫率 및 補正殺虫率(必要에 따라)을 求한 다음 probit計算法(Finny, 1963)에 準하여 電算處理로써 回歸方程式, LC_{50} , LC_{95} 價를 算出하였다. 室內系統斗 地域系統의 LC_{50} 價를 基準으로 殺虫劑別名 地域系統의 抵抗性比를 求하여 抵抗性 程度를 比較하였다. 한편崔(1985)의 抵抗性水準分類에 의하면 LC_{95} 備에 對한 추천농도(ppm) 水準에 따라 感受性(S)은 추천농도보다 매우 낮을 때 中間性(M)은 추천농도에 比較的 近接할 때, 抵抗性(R)은 추천농도의 以上일 때, 추천농도의 2倍 以上일 때를 高度抵抗性(HR)으로 分類하여 抵抗性의 危險水準을 檢討하였다.

結果 및 考察

1. 回歸方程式과 LC_{50} 價

全國 13個地域系統斗 室內系統(感受性系統)을 供試하여 acephate外 12種의 殺虫劑에 對한 感受性 差異를 試驗하여 얻어진 48시간의 LC_{50} 價는 Table 2에 表示된 바와 같다. 各 地域系統은 室內系統에 比하여 LC_{50} 價가 보다 높았으며, 또 한 그들은 殺虫劑의 種類에 따라서도 큰 差異가 있었다. 그리고 同一殺虫劑라도 本蟲아혹진딧물의 採集地, 即 地域的 系統에 따라 큰 差異가 있음을 알 수 있었다. 이러한 地域的 感受性 差異는 이미 여러 研究者에 의하여 報告되어 왔다. (Anthon, 1955; Brader, 1977; 崔 1985; Devonshire et al., 1977; Georgiou, 1963; Kozil · Semtner, 1984; Miyata, 1983; 永田徹 · 林晃史 1983, Needham · Sawick, 1971, Sawick, et al., 1978, Sudderuddin, 1973).

殺虫劑의 種類에 對한 地域的 感受性 差異는 그 地域에 있어서의 그들 殺虫劑의 連用 또는 他殺虫劑의 淘汰與否에 關係가 있을 것으로 思料된다.

Table 2. LC_{50} values(ppm) (48hrs) of insecticides to the local strains of green peach aphid in 1984.

Insecticide	Local strain						Lab
	Seoul	Sujeon	Pocheon	Gapyeong	Ichheon	Miwon	
acephate	3.5	1.9	3.0	3.1	4.8	2.2	4.7
cypermethrin	64.7	16.0	38.7	64.7	1.1	79.7	0.5
decamethrin	10.2	15.7	19.6	1.9	0.1	16.8	169.5
fenvalerate	0.3	1.7	23.1	12.0	2.7	2.6	0.3
formothion	129.6	59.8	90.8	75.7	4.2	69.3	118.3
heptanophos	5.8	3.4	28.5	5.1	8.7	30.7	11.2
monocrotophos	12.2	2.2	4.4	10.4	4.5	1.9	9.9
oxydemetonmethyl	3.8	4.3	2.8	1.3	2.1	12.7	1.3
permethrin	0.8	0.7	1.2	0.7	0.5	1.0	0.9
phenothate+dimethoate	1.8	11.8	22.8	7.7	3.4	11.9	3.9
phosphamidon	189.3	41.1	90.3	34.5	3.1	13.0	4.1
pirimicarb	1.5	0.8	2.2	1.9	0.9	1.3	1.6
thiometon	5.8	4.5	1.2	1.9	23.6	20.8	1.0

2. 抵抗性比

室內系統에 對한 地域系統의 殺虫劑別抵抗性比(LC_{50} 價 基準)를 算出한 바 그 結果는 Table 3에 表示된 바와 같다. 이들 抵抗性比는 殺虫劑의 種類, 地域系統에 따라 현저한 差異를 나타내었는데 供試殺虫劑 중抵抗性比가 높았던 殺虫劑는 pyrethroids系 殺虫劑에 속하는 cypermethrin, decamethrin 및 fenvalerate^a였으며, 地域系統에 따라 큰 差異는 있었지만抵抗性比가 比較的 높은 부류에 속하는 殺虫劑는 formothion, monocrotophos, phosphamidon 등이었다. 그리고 地域에 關係없이抵抗性比가 比較的 낮았던 殺虫劑는 acephate, permethion, pirimicarb, oxydemetonmethyl, phenothoate+dimethoate, thiometon, heptanophos 등이었다.

48時間에 調査된 LC_{50} 價를 基準으로 하였을 때 室內系統에 對한 地域系統의抵抗性比範圍는 cypermethrin에서 2.3~519.0倍, decamethrin에서 2.5~170.6倍, phosphamidon에서 1.5~231.8倍이 있고 그밖의 殺虫劑들에서는抵抗性比가 낮았다. 本 試驗에 있어서 특히 pyrethroids系의 殺虫劑인 cypermethrin, decamethrin, fenvalerate들은 程度差異는 있지만 거의 모든 地域系統에서 높은抵抗性比를 나타내었는데, 이들의抵抗性發達은 그들 殺虫劑自體에 의한抵抗性發達이란기 보다는 他殺虫劑의淘汰에 의한交叉抵抗에서起因되었을 것으로 본다. 왜냐하면 이들 pyrethroids系 殺虫劑는 우리나라에서 使用한 기간이 짧을 뿐만 아니라 아직 널리 사용되고 있지 않기 때문이다. 한편 acephate, permethion, pirimicarb 등이 地域間에抵抗性差異를 나타내지 않은 것은 이 藥劑에 對한抵抗性誘發이 되지 않았거나 他殺虫劑에 의하여抵抗性이 發達하였어도 그들과는 非交叉抵抗性을 나타내는 것으로 推定된다.

3. 抵抗性水準分類

어느 程度의抵抗性水準에 達하면害虫防除에서 問題가 된다는 基準은 없지만崔(1985)의抵抗性水準分類에 의하면 LC_{95} 價에 對한 추천농도(ppm)水準에 따라感受性(S)은 추천농도보다 매우 낮을 때 中間性(M)은 추천농도에 比較的近接할 때,抵抗性(R)은 추천농도의 以上일

Table 3. Local differences in the susceptibility of green peach aphids in 1984.

Insecticide	Resistant ratio* at LC_{50}											
	Seoul	Suseon	Pocheon	Gapyeong	Pyeongtaek	Iceheon	Cheongju	Miwon	Daejeon	Cheongju	Kyongsan	Chinju
acephate	3.4	1.9	2.9	3.0	4.7	2.1	4.5	1.6	4.4	3.0	4.4	4.1
cypermethrin	323.6	80.2	193.6	323.0	5.7	398.6	2.3	56.0	32.8	263.3	465.1	519.0
decamethrin	255.8	392.0	490.3	48.0	2.3	419.8	52.8	3.8	28.8	14.0	449.5	494.5
fenvalerate	2.8	11.3	256.4	133.8	29.8	28.9	2.8	89.9	43.7	76.1	442.4	227.7
formothion	96.0	44.3	67.3	56.1	3.1	51.4	87.6	2.5	5.3	170.6	17.4	97.6
heptanophos	3.1	1.8	15.3	2.8	4.7	16.5	6.0	1.6	1.8	21.0	11.4	9.1
monocrotophos	42.1	7.4	15.3	35.8	15.6	6.6	34.1	9.4	7.7	9.9	19.0	3.1
oxydemetonmethyl	6.2	7.1	4.5	2.1	3.4	20.8	2.1	2.5	4.9	4.2	24.8	21.9
permethion	2.6	2.4	3.7	2.2	1.5	3.2	3.0	1.7	1.4	2.7	2.0	3.3
phenothoate+dimethoate	1.0	6.6	12.7	4.3	2.0	6.6	2.2	1.2	2.5	11.1	30.9	1.0
phosphamidon	108.8	23.6	51.9	19.8	1.8	7.4	2.4	1.5	3.0	231.8	168.6	99.3
pirimicarb	1.5	0.8	2.3	2.0	0.9	1.4	1.7	1.1	1.0	1.3	4.1	1.9
thiometon	6.1	4.8	1.2	2.0	24.9	21.9	1.0	1.3	5.4	18.4	5.1	1.6

* Resistant ratio = $\frac{LC_{50} \text{ of Local Strain}}{LC_{50} \text{ of } Laq}$

Table 4. Classification of resistant degree in relation to the possible control of green peach aphid in 1984.

Insecticide	Local Strain								
	Seoul	Suweon	Pocheon	Gapyeong	Pyongtaek	Icheon	Cheongju	Miwon	Daecheon
acephate	S	S	S	S	S	S	S	S	S
cypermethrin	HR	HR	HR	HR	R	R	HR	HR	HR
decamethrin	HR	HR	HR	R	R	HR	HR	HR	HR
fenvalerate	S	M	HR	S	R	S	R	R	HR
formothion	HR	R	S	M	S	R	S	R	M
heptanophos	S	S	M	S	R	S	S	M	R
monocrotophos	M	S	S	R	S	M	S	M	S
oxydemetonmethyl	S	S	S	S	S	S	S	S	S
permethion	S	S	S	S	S	S	S	S	S
phenothate+	S	S	M	M	M	M	S	M	M
dimethoate									
phosphamidon	R	R	HR	R	S	M	S	HR	R
pirimicarb	S	S	S	S	S	S	S	S	S
thiometon	S	S	S	S	M	S	S	S	S

*Resistant degree:

S : Susceptible: LC_{50} value(ppm) measured is significantly lower than the concentration(ppm) recommended.M : Moderate: LC_{50} value(ppm) measured is relatively close to the concentration(ppm) recommended.R : Resistant: LC_{50} value(ppm) measured is standing above the concentration(ppm) recommended.HR : Highly resistant: LC_{50} value(ppm) measured is almost twice as high as the concentration(ppm) recommended.

때, 추천농도의 2倍 以上 일때를 高度抵抗性(H-R)으로 分類하여 表示한바 Table 3과 같다. 이 基準을 토대로 抵抗性(R)水準 以上을抵抗性 發達로 殺虫效果가 減退되는 것으로 볼 때 地域별로 要約하면 다음과 같다. 서울계통에서는 cypermethrin, decamethrin, formothion, phosphamidon, 수원계통에서는 cypermethrin, decamethrin, fenvalerate, phosphamidon, 가평계통에서는 cypermethrin, decamethrin, fenvalerate, phosphamidon, 평택계통에서는 cypermethrin, monocrotophos, 이천계통에서는 cypermethrin, decamethrin, fenvalerate, formothion, heptanophos, 청주계통에서는 decamethrin, formothion, 미원계통에서는 cypermethrin, fenvalerate, 대전계통에서는 cypermethrin, decamethrin, fenvalerate, 전주계통에서는 cypermethrin, decamethrin, fenvalerate, formothion, phenthionate+dimethoate, phosphamidon, 무안계통에서는 cypermethrin, decamethrin, fenvalerate, heptanophos, phosphamidon, 경산계통에서는 cypermethrin, decamethrin, fenvalerate, formothion, heptanophos, phosphamidon, 진주계통에서는 cypermethrin, decamethrin, fenvalerate, phenthionate+dimethoate등이抵抗性 發達로 問題가 되고 있을 것으로 推定된다.

以上의 結果를 綜合해 볼 때 진딧물 防除用 殺虫劑에 對한 복숭아혹진딧물 地域系統의抵抗性 差異는 해당 殺虫劑의淘汰에 의한抵抗性의 증대 뿐만 아니라 他殺虫劑의淘汰를 通한 交叉抵抗性의 發現에도 緣由되고 있을 것으로 본다. 그리고 殺虫劑의 種類에 따라抵抗性 發達速度에 큰 差異가 있을 뿐만 아니라 交叉抵抗性 發現에도 密接한 關係가 있으므로 이들을 하루 速히 究明하여抵抗性 害虫防除에 活用하지 않으면 안될 것으로 본다.

概要

本 試驗은 복숭아혹진딧물(*Myzus persicae*)에 對한 殺虫劑의 感受性의 地域的 差異 및 抵抗性 發達 程度를 檢討하기 위해 실시하였다.

그 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 殺虫劑에 對한 복숭아혹진딧물(無翅雌虫)

의 感受性은 採集地域과 殺虫劑의 種類에 따라 현저한 差異가 있었다.

2. pyrethroid系 殺虫劑 cypermethrin, decamethrin, fenvalerate는 地域에 따라 약간의 差異는 있었으나 거의 모든 地域에서 比較的 높은抵抗性比를 나타내었고 formothion, monocrotophos, phosphamidon等은 地域에 따라抵抗性比에 差異가 있었으며 그 밖의 殺虫劑들의抵抗性比는 낮았다.

3. 抵抗性比範圍는 cypermethrin에서 2.3~519.0倍, decamethrin에서 2.3~494.5倍, fenvalerate에서 2.8~442倍, formothion에서 2.5~170.6倍 phosphamidon에서 1.5~231.8倍, monocrotophos에서 3.1~42.1倍 phenthionate+dimethoate에서 1.0~30.9倍이었고 그 밖에 殺虫劑들에서는抵抗性比가 훨씬 낮았다.

4. 地域에 관계없이抵抗性比가 낮아 別問題가 없다고 본 殺虫劑는 acephate, permethion, oxydemeton-methyl, phenthionate+dimethoate, pirimicarb, thiometon, heptanophos等이 있다.

5.抵抗性水準分類에 따라抵抗性發達로 地域別問題가 되고 있는 殺虫劑는 서울계통에서는 cypermethrin, decamethrin, formothion, phosphamidon, 수원계통에서는 cypermethrin, decamethrin, formothion, phosphamidon, 평택계통에서는 cypermethrin, decamethrin, fenvalerate, phosphamidon, 가평계통에서는 cypermethrin, decamethrin, fenvalerate, phosphamidon, 이천계통에서는 cypermethrin, decamethrin, fenvalerate, formothion, heptanophos, 청주계통에서는 decamethrin, formothion, 미원계통에서는 cypermethrin, fenvalerate, 대전계통에서는 cypermethrin, decamethrin, fenvalerate, 전주계통에서는 cypermethrin, decamethrin, fenvalerate, formothion, phenthionate+dimethoate, phosphamidon, 무안계통에서는 cypermethrin, decamethrin, fenvalerate, heptanophos, phosphamidon, 경산계통에서는 cypermethrin, decamethrin, fenvalerate, formothion, heptanophos, phosphamidon, 진주계통에서는 cypermethrin, decamethrin, fenvalerate,

phenthoate+dimethoate 등이 있다.

引用文獻

1. 浅野勝司. 1979. 野菜害虫の殺虫剤抵抗性に関するシンポジウム講演要旨. 日本植物防疫協会. 53.
2. Anthon, E.W. 1955. Evidence for green peach aphid resistance to organophosphorous insecticides. *J. Econ. Entomol.* 48 (1) : 56~57.
3. Brader, L. 1977. Resistance in mites and insects affecting orchard crops. In *Pesticide Management and Insecticide Resistance*. Academic Press : 353~376.
4. 崔承允. 1983. 害虫의 殺虫剤抵抗性과 今後對策. *한국식물보호학회지* 22(2) : 98~105.
5. 崔承允. 1985. 복숭아후진딧물의 殺虫剤抵抗性에 關한 研究(I). *大韓民國學術院論文集(自然科學篇)* 24 : 201~226.
6. Devonshire, A.L., G.N. Foster and R.M. Sawicki. 1977. Peach-potato aphid, *Myzus persicae*(SULZ), Resistant to organophosphorous and carbamate insecticide on potatoes in Scotland. *Pl. Path.* 26 : 60~62.
7. Van Emden, H.F., V.F. Estop, R.D. Hughes and M.J. Way. 1969. The ecology of *Myzus persicae*. *Ann. Rev. Ent.* 14 : 197~270.
8. FAO. 1967. Report of the first session of the FAO Working Party of Experts on Resistance of Pests to Pesticides. FAO. Rome. PL/1965/18. p. 125.
9. 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.
10. Finney, D.J. 1963. Statistical methods in bioassay. 2nd ed. London Griffin : p. 668.
11. Georghiou, G.P. 1963. Comparative susceptibility to insecticides of two green peach aphid populations, collected 16 years apart. *J. Econ. Entomol.* 56(5) : 655~657.
12. Georghiou, G.P. and R.B. Mellon. 1983. Pesticide resistance in time space. In *Pest Resistance to pesticides*. Plenum Press : 1~46.
13. Georghiou, G.P. and C.E. Taylor. 1976. Pesticide resistance as an evolutionary phenomenon. Proc. of XV Intern. Congr. Ent. Wash. D.C. August 19~27 : 759~785.
14. Koziol, F.S. and P.J. Semtner. 1984. Extent of resistance to organophosphorous insecticides in field populations of the green peach aphids Homoptera: Aphididae) infesting flue-cured tobacco in Virginia. *J. Econ. Entomol.* 77(1) : 1~3.
15. 松本奎吾・辻英明. 1979. モモフカフブラムシの色彩型の發生消長と殺虫剤感受性について. *日本應用昆虫誌* 23(2) : 92~99.
16. Melander, A.L. 1914. Can insects become resistant to sprays? *J. Econ. Entomol.* 7 : 167.
17. Metcalf, R.L. 1983. Implications and prognosis of resistance to insecticides In *Pest Resistance to Pesticides*. Plenum Press : 703~733.
18. Miyata, T. 1983. Defection and monitoring methods for resistance in arthropods based on biochemical characteristics. In *Pest Resistance to pesticides*. Plenum Press : 99~116.
19. 永田徹・林晃史. 1983. 虫剤抵抗性の歴史、現況および対策、薬剤抵抗性. Soft Science社 : 9~53.
20. Needham, P.H. and R.M. Sawicki. 1971. Diagnosis of resistance to organophosphorous insecticides in *Myzus persicae*(SULZ) *Nature* 230(12) : 125~126.
21. 白雲夏. 1972. *한국동식물도감 제13권 동물편(곤충분류 V)* : p. 751.
22. Sawicki, R.M., A.L. Devonshire, A.D.

- Rice, G.D. Moores, S.M. Petzing and A. Cammeron. 1978. The dectition and distribution of organophosphorous and carbamate insecticides resistant *Myzus persicae*(Sulz) in Britain. in 1976. Pestic. Sci. 9 : 189.
23. Sudderuddin, K.I. 1973. Studies of insecticide resistance in *Myzus persicae*(Sulz) (Hem. Aphididae). Bull. Ent. Res. 62~5-