

殺 蟎 劑 交 互 淘 汰 에 의 한 점 박 이 응 애 의 抵 抗 性 發 達 에 關 한 研 究 *

Resistant Development of Two-spotted Spider Mite, *Tetranychus urticae*
(Tetranychidae) under Alternate Selection of Acaricides金 桑 洙¹ · 李 升 燦²Sang Soo Kim¹ and Seung Chan Lee²

ABSTRACT These studies were conducted to investigate the development of chemical resistance in two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae* Koch) through alternate selection for a given period of time with four acaricides including ethion of organophosphorus compound, dicofol of organo-chlorine compound, cyhexatin of organo-tin compound, and biphenthrin of synthetic pyrethroid compound; and to examine multiple-resistance among the acaricides to the selected populations. The development levels of chemical resistance in the two-spotted spider mite were greatly varied under alternate selection with the different chemical-group combination of four acaricides. Resistant levels of the ethion/dicofol-selected population at 13th-13th generation showed 49.4-fold resistance to ethion and 18.1-fold to dicofol; the ethion/cyhexatin-selected population at 9th-9th generation exhibited 28.1-fold to ethion and 5-fold to cyhexatin; the ethion/biphenthrin-selected population at 10th-10th generation revealed 39.8-fold to ethion and 19.2-fold to biphenthrin. However, the dicofol/cyhexatin-selected population at 9th-9th generation showed 11.3-fold to dicofol and 4.9-fold to cyhexatin, and the dicofol/biphenthrin-selected population at 12th-12th generation exhibited 11.2-fold to dicofol and 9.4-fold to biphenthrin, while the cyhexatin/biphenthrin-selected population at 9th-9th generation revealed 3.7-fold to cyhexatin and 7.7-fold to biphenthrin. In case of alternate selection, the ethion/dicofol-selected population revealed moderate multiple-resistance level to biphenthrin. The ethion/cyhexatin-selected and the ethion/biphenthrin-selected populations showed low multiple-resistance level to biphenthrin and dicofol, respectively. However, the dicofol/cyhexatin-selected, the dicofol/biphenthrin-selected and the cyhexatin/biphenthrin-selected populations exhibited high multiple-resistance level to ethion.

KEY WORDS two-spotted spider mite, chemical resistance, alternate selection, multiple-resistance

抄 錄 점박이응애(*Tetranychus urticae* Koch)의感受性系統에 대하여有機磷系殺蟎劑인 ethion,有機鹽素系인 dicofol과有機錫系인 cyhexatin 및合成pyrethroid系인 biphenthrin 등으로交互累代淘汰를實施하여各殺蟎劑의抵抗性發達差異와複合抵抗性的有無 및程度를試驗·調査하였다. Ethion/dicofol(13-13世代)淘汰系統은 ethion에 대하여 49.4배, dicofol에 대하여 18.1배의抵抗性이, ethion/cyhexatin(9-9世代)淘汰系統은 ethion에 대해서 28.1배, cyhexatin에 대해서 5배의抵抗性이, ethion/biphenthrin(10-10世代)淘汰系統은 ethion에 대하여 39.8배, biphenthrin에 대하여 19.2배의抵抗性이, dicofol/cyhexatin(9-9世代)淘汰系統은 dicofol에 대해서 11.3배, cyhexatin에 대해서 4.9배의抵抗性이, dicofol/biphenthrin(12-12世代)淘汰系統은 dicofol에 대하여 11.2배, biphenthrin에 대하여 9.4배의抵抗性이, cyhexatin/biphenthrin(9-9世代)淘汰系統은 cyhexatin에 대하여 3.7배, biphenthrin에 대해서 7.7배의抵抗性이發達하여淘汰殺蟎劑의組合에 따라抵抗性發達水準의差異가 있었다. Ethion/dicofol抵抗性系統은淘汰에關與하지 않은 biphenthrin에 대하여中度的複合抵抗性を 나타내었고, ethion/cyhexatin, ethion/biphenthrin抵抗性系統들은 각각 biphenthrin과 dicofol에 대해서 비교적 낮은水準의複合抵抗性を 보였으며,

1 순천대학교 농과대학(College of Agriculture, Suncheon National University)

2 전남대학교 농과대학(College of Agriculture, Chonnam National University)

* 이 논문은 1987年度 文敎部 自由公募課題 學術研究造成費에 의하여 遂行되었음.

dicofol/cyhexatin, dicofol/biphenhrin 그리고 cyhexatin/biphenhrin 淘汰系統들은 모두 ethion 에 대하여 각각 高度의 複合抵抗性を 나타내었다.

檢索語 접박이응애, 藥劑抵抗性, 交互淘汰, 複合抵抗性

害虫의 殺虫劑抵抗性 發現現象은 Melander (1914)의 報告로 인해 관심을 끌게 되었으며, 이후 有機合成殺虫劑가 害虫防除에 無分別하게 使用되면서 抵抗性 害虫數가 급격히 增加하여 최근에는 430여종에 이르는 것으로 報告(Georghiou & Mellon 1983)되고 있다. 특히 접박이응애(*Tetranychus urticae* Koch)는 果樹栽培地帶에서 慣用殺蟬劑에 대한 抵抗性이 크게 發達하여, 一般果樹園에서 殺蟬劑의 合理的 使用의 一環으로 藥劑를 交互로 散布하여도 충분한 防除 效果를 얻지 못할 뿐만 아니라 使用殺蟬劑間에 交叉抵抗性 또는 複合抵抗性이 나타나는 경우도 있어 化學的 防除를 遂行함에 있어 큰 問題點이 되고 있다. Ozaki(1983)는 一般적으로 作用機作이 서로 다른 殺蟬劑들을 交互處理하면 藥劑에 대한 抵抗性發達을 遲延시킬 수 있다고 報告한 反面, Burden 등(1968)은 交互淘汰가 抵抗性發達을 遲延시킬 수는 있지만, 각 藥劑에 대한 抵抗性誘發은 防止할 수 없음을 指摘하였다.

따라서 藥劑抵抗性 응애系統의 效果의 防除를 위하여는 각종 殺蟬劑에 의한 抵抗性發達 樣相에 대하여 多角的인 檢討가 要望된다. 本 試驗 研究는 一般農家에서 많이 使用했거나 現在 使用하고 있는 여러 殺蟬劑중 使用頻度가 높은 4 가지 化學的 系統에서 대표적인 藥劑들을 선택하고 藥劑間의 交互淘汰를 實施하여 각 殺蟬劑間의 抵抗性發達 水準의 差異와 複合抵抗性의 有無 및 程度를 究明코자 遂行하였다.

材料 및 方法

本 試驗에 使用된 접박이응애는 藥劑에 露出된 적이 없는 感受性系統으로 1986년에 光州市 花停洞 개인소유 정원의 國화에서 採集하였으며, 水盤箱子(85×85 cm)내 4~5개의 pot에 원 用 床土를 使用하여 栽培한 豇豆콩(*Phaseolus vulgaris* L.)에서 飼育하면서 試驗에 필요한 응애를 確保하였다. 이때 使用한 箱子內部에는 water barrier를 設置하여 응애의 離脫과 他系統의 侵入을 막았다. 溫室의 飼育溫度는 25 ± 3°C로 維持하였으며, 明暗條件은 全등을 利用하여 매일 16:8時間으로 調節하였다. 供試殺蟬劑는 有機磷系인 ethion, 有機鹽素系인 dicofol, 有機 朱錫系인 cyhexatin 그리고 合成pyrethroid系인 biphenhrin 등 4種이었다. 이들 殺蟬劑의 化學的 系統, 一般名, 化學名, 有效成分 및 商品名은 Table 1에 表示된 바와 같으며, 市販製품을 주로 使用하였다.

交互淘汰에 의한 抵抗性系統을 얻고자, 供試된 4種의 殺蟬劑를 2種씩 組合하여 每世代마다 成虫의 密度가 가장 높을 때 LC₅₀值의 淘汰 壓으로 感受性系統에 1회씩 交互處理하였고, 抵抗性이 增大됨에 따라 濃度を 높여가면서 淘汰를 實施하였다. 抵抗性發達 水準을 調查하고자 slide dip法을 이용하여 回歸方程式과 LC₅₀值를 구하고, 感受性系統의 LC₅₀值와 對比하여 各 系統간 抵抗性增加 程度를 比較하였다. 試驗誤

Table 1. Acaricides used in alternate selection on susceptible strain of *T. urticae*

Chemical group	Common name	Chemical name	% a.i.	Trade name
Organo-phosphate	Ethion	0, 0, 0', 0'-tetraethyl-S, S'-methylene bis(phosphoro dithioate)	25	
Organo-chlorine	Dicofol	2, 2, 2-trichloro-1, 1-bis(4-chlorophenyl) ethanol	35	Kelthane
Organo-tin	Cyhexatin	Tricyclohexylhydroxystannane	25	Plictran
Synthetic pyrethroid	Biphenhrin	2-methylbiphenyl-3-ylmethyl(Z)-(1RS, 3RS)-3-(2-chloro-3, 3, 3-trifluoroprop-1-enyl)-2, 2-dimethylcyclopropanecarboxylate	2	Talster

차를 줄이기 위하여 크기가 균등한 雌成虫을 선택해서 처리당 30마리씩 3反復으로 하였으며, 藥劑에 5초간 담근 후 상대습도를 80%로 조절한 desiccator에 넣어 溫度 25~30°C의 室內에서 24시간 경과 후 殺蟬率을 調査한 다음 probit 분석(Finney 1971)을 실시하였다. 藥劑處理는 최소한 3水準 이상의 稀釋濃度로 하였다. 複合 抵抗性 試驗은 각 淘汰個體群別로 淘汰에 關與하지 않은 殺蟬劑를 供試하여 slide dip法으로 實新하였다. 이때의 처리방법은 前項과 同一하였으며, 回歸直線을 誘導한 다음 LC₅₀值를 구하여 각 淘汰系統別 殺蟬劑간의 複合抵抗性의 有無와 程度를 比較·檢討하였다. 이때 각 殺蟬劑의 淘汰系統에 대한 LC₅₀值가 感受性系統에 비하여 5倍 이상이면 複合抵抗性이 發現된 것으로 하였다.

結果 및 考察

交互淘汰에 의한 抵抗性發達

化學的 系統이 다른 4種의 殺蟬劑를 交互累

代淘汰하여 抵抗性發達 程度를 試驗 調査한 結果, 그들 각각의 回歸方程式, LC₅₀值 및 抵抗性比는 Table 2에 表示된 바와 같다.

Ethion/dicofol(Et/Dc) 交互淘汰群(13-13世代 淘汰)은 抵抗性比가 ethion에서 49.4倍, dicofol에서 18.1倍로서 두 殺蟬劑에 대하여 모두 높은 水準의 抵抗性이 誘發되었다. 또한 ethion/cyhexatin(Et/Cx) 交互淘汰群(9-9世代)과 ethion/biphenthrin(Et/Bp) 交互淘汰群(10-10世代)도 ethion에서 28.1倍와 39.8倍로 높은 水準의 抵抗性이 發達하였으며, cyhexatin과 biphenthrin에서도 5倍와 19.2倍로 다른 cyhexatin이나 biphenthrin淘汰組合群들에 비하여 높은 水準의 抵抗性이 發達하였다. 다음으로 dicofol/cyhexatin(Dc/Cx) 交互淘汰群(9-9世代), dicofol/biphenthrin(Cc/Bp) 交互淘汰群(12-12世代)은 dicofol의 경우 11.3倍와 11.2倍로 거의 같은 水準의 抵抗性이 發達되었으나, Et/Dc交互淘汰에 의한 dicofol抵抗性 增加水準보다는 약간 낮았다. 또한 이들 두 交互淘汰群에서의 cyhexatin에 대하여는 4.9倍의 抵抗性이 誘發되어 Et/Cx交互

Table 2. Development of resistance in *T. urticae* under alternate selection by several acaricides

Population	Acaricide	No. of generations selected	Equation for probit regres. line(Y)	LC ₅₀ in % a.i.	Resistant ratio
Ethion/dicofol	Ethion	13	6.58 + 2.63X	0.25011	49.4
		Unselected	7.62 + 1.14X	0.00506	1
	Dicofol	13	8.61 + 2.91X	0.05717	18.1
		Unselected	10.43 + 2.17X	0.00315	1
Ethion/cyhexatin	Ethion	9	6.85 + 2.19X	0.14235	28.1
		Unselected	7.62 + 1.14X	0.00506	1
	Cyhexatin	9	12.59 + 3.17X	0.00405	5.0
		Unselected	20.44 + 5.00X	0.00082	1
Ethion/biphenthrin	Ethion	10	6.44 + 2.07X	0.20129	39.8
		Unselected	7.62 + 1.14X	0.00506	1
	Biphenthrin	10	7.31 + 1.46X	0.02592	19.2
		Unselected	10.24 + 1.83X	0.00135	1
Dicofol/cyhexatin	Dicofol	9	8.94 + 2.73X	0.03575	11.3
		Unselected	10.43 + 2.17X	0.00315	1
	Cyhexatin	9	11.43 + 2.68X	0.00399	4.9
		Unselected	20.44 + 5.00X	0.00082	1
Dicofol/biphenthrin	Dicofol	12	8.18 + 2.19X	0.03532	11.2
		Unselected	10.43 + 2.17X	0.00315	1
	Biphenthrin	12	11.92 + 3.65X	0.01272	9.4
		Unselected	10.24 + 1.83X	0.00135	1
Cyhexatin/biphenthrin	Cyhexatin	9	13.76 + 3.48X	0.00303	3.7
		Unselected	20.44 + 5.00X	0.00082	1
	Biphenthrin	9	9.12 + 2.07X	0.01035	7.7
		Unselected	10.24 + 1.83X	0.00135	1

淘汰에 의한 cyhexatin의 抵抗性增加 水準과 거의 같았으나, biphenthrin의 경우는 9.4배로 抵抗性이 增加되어 Et/Bp 交互淘汰群에서의 biphenthrin보다 淘汰世代數는 많지만 抵抗性發達 水準은 半程度에도 미치지 못하였다. cyhexatin/biphenthrin(Cx/Bp) 交互淘汰群(9-9世代)은 각각의 殺蟬劑에 대하여 3.7배와 7.7배의 抵抗性이 誘發되었는데, 두 경우 모두 다른 cyhexatin 淘汰組合群과 biphenthrin 淘汰組合群들에 비하여 낮은 水準으로 抵抗性이 誘發되었다. 위와 같은 結果를 前報(金, 李 1989)에서 이들 4種 殺蟬劑를 동일기간에 單劑淘汰하였을 때 ethion(24世代)에서 64.1배, dicofol(28世代)에서 39.7배, biphenthrin에서 25.2배 그리고 cyhexatin(20世代)에서 13배로 抵抗性이 增加한 것과 비교할 때, 交互淘汰의 結果 抵抗性發達이 대부분 半이하의 水準으로 抑制되었으며, 각 殺蟬劑의 淘汰回數와 抵抗性增加 水準은 組合된 藥劑의 종류에 따라 差異가 있었다. 이와 類似한 報告로 MacDonald 등(1983)은 집파리(*Musca domestica* L.)를 80% 殺虫率水準으로 8世代 單劑淘汰, 4-4世代 交互淘汰시켰을 때, permethrin은 單劑淘汰에서 73배, 交互淘汰에서 31배의 抵抗性을 誘發시켰고 dichlorvos는 각각 22배와 10배의 抵抗性을 誘發시켰으며, 交互淘汰個體群에서의 抵抗性水準이 半程度였다고 報告했다. 또한 Ozaki 등(1973 a, b)도 애벌레(*Laodelphax striatellus* Fallen)를 malathion과 cabaryl로 交互淘汰하였을 때 抵抗性發達이 크게 抑制되었다고 하였다. 그러나 本 試驗에서 대부분의 交互淘汰個體群이 單劑淘汰의 경우보다 半이하의 水準으로 抵抗性發達이 抑制되었으나 Et/Dc 交互淘汰群과 Et/Bp 交互淘汰群에서의 ethion과 biphenthrin은 單劑淘汰時的 抵抗性發達 水準과 큰 差異가 없거나 半이상의 水準이어서 모든 경우에 一致한다고 볼 수는 없다.

Ethion 淘汰組合群에서 ethion의 抵抗性發達 水準과 淘汰世代는 組合된 殺蟬劑의 種類에 따라 상당한 差異가 있었는데, cyhexatin보다는 dicofol과 biphenthrin으로 組合하였을 때보다 높은 水準으로 抵抗性이 增加되었다. 이와 같은 現象은 Hansen 등(1963)이 점박이용애에서 有

機磷劑로 淘汰한 個體群은 dicofol에 交叉抵抗性을 나타낸다고 하였으며, 有機磷劑抵抗性 집파리는 合成pyrethroid劑에 交叉抵抗性이 나타난다고 報告(Farnham & Sawicki 1976)된 바 있어 本 試驗에서도 이러한 藥劑간의 交叉抵抗性의 有無에 緣由한 것으로 생각된다.

또한 有機磷劑는 一般的으로 다른 系統의 藥劑보다 抵抗性發達 速度가 빠르다는 報告(Cranham & Helle 1985)가 있는데, 本 試驗에서도 Et/Cx의 9-9世代 交互淘汰群에서 28.1배의 抵抗性水準을 보여 다른 殺蟬劑에 비하면 淘汰世代初期에 抵抗性이 높게 誘發되었으며, 특히 Et/Dc 交互淘汰群에서는 13-13세대 淘汰에서 49.4배로 抵抗性이 發達하여 24세대 單劑淘汰時的 64.1배에 비하여 큰 差異가 나지 않아 ethion 또한 抵抗性發達 速度가 아주 빠름을 알 수 있었다. Dicofol 淘汰組合群에서 淘汰世代는 組合된 殺蟬劑에 따라 달랐으나 抵抗性發達 水準은 淘汰個體群 Et/Dc, Dc/Cx, Dc/Bp에서 각각 18.1배, 11.3배, 11.2배로서 Et/Dc 交互淘汰群에서 약간 높게 나타났는데, 이는 前述한 비와 같이 有機磷劑와 dicofol은 交叉抵抗性을 나타낸다고 報告(Hansen *et al.* 1963)된 바 있어 이러한 점에 基因한 結果로 생각된다. 또한 dicofol은 有機磷劑에 비해 抵抗性發達 速度가 緩慢하다고 報告(Osakabe 1973, Cranham & Helle 1985)된 바 있는데, 本 試驗에서도 dicofol은 3 系統의 淘汰組合群에서 모두 28세대 單劑淘汰時的 39.7배의 半정도에 훨씬 미치지 못하였다. Biphenthrin 淘汰組合群의 경우 淘汰個體群 Dc/Bp와 Cx/Bp에서 biphenthrin은 9.4배와 7.7배로서 24세대 單劑淘汰時的 25.2배에 비하면 半정도에 미치지 못하였으나 Et/Bp의 경우는 19.2배로 發達하여 單劑淘汰時的 抵抗性發達 水準과 큰 差異가 없었다. 이러한 現象은 Croft 등(1982)이 permethrin 抵抗性 포식성응애(*Amblyseius fallacis* Garman)가 azinphosmethyl에 대하여 높은 水準의 交叉抵抗性을 나타내었다고 報告한 바 있고, Choi와 Kim(1986 a, b)도 acephate와 oxydemeton-methyl 抵抗性系統 북송아혹진딧물(*Myzus persicae*(Sulzer))은 cypermethrin에 高度의 交叉抵抗性을 보였다고 하여 이러한 藥劑간의 交

交叉抵抗성의 有無에 의한 結果로 생각된다. cyhexatin 淘汰組合群은 淘汰個體群 Et/Cx, Dc/Cx, Cx/Bp에서 5倍, 4.9倍, 3.7倍의 抵抗성이 誘發되어 組合된 殺蟬劑에 따른 差異는 크지 않았으나 20世代 單劑淘汰時의 13倍에 비하면 半 이하의 水準으로 抵抗성이 增加되었는데, 單劑淘汰時의 結果와 같이 交互淘汰에서도 여타 殺蟬劑들에 비하면 淘汰世代에 따른 抵抗性增加 水準이 가장 낮아 그 發達速度가 아주 느린 藥劑로 생각된다. 위와 같은 結果를 綜合해 볼 때, 本 試驗에서 매세대마다 殺蟬劑를 代替시켜 나갈 경우 抵抗性發達 水準은 殺蟬劑의 使用頻度에 따라 比例的으로 增加하는 것으로 나타났는데, Georghiou 등(1983)도 藥劑의 交互淘汰時 短期的인 것보다는 보다 長期的으로 交互處理하는 것이 藥劑간의 負의 상호작용과 유전적 불안정성 등의 이점이 있다고 報告하여, 抵抗性發達 程度의 확인에 따라 몇세대 간격으로 交互處理하는 것이 短期的으로 交互處理하는 것보다 抵抗性發達을 遲延시킬 수 있을 것으로 보아지며, 交互處理時 藥劑의 선택에도 化學的 系統이나 藥種別로 報告된 抵抗性機作과 交叉抵抗性 有無를 고려하여 申중을 기해야 할 것으로 料된다.

複合抵抗性

複合抵抗性的 試驗結果, Et/Dc 交互淘汰群은

Table 3에서와 같이 biphenthrin에 대해서 12.7倍로 中度의 複合抵抗性을 나타내었으며, cyhexatin에는 3.3倍로 複合抵抗性을 認定할 수 없었다.

Et/Cx 交互淘汰群은 biphenthrin에 대하여 7.6倍로 낮은 水準의 複合抵抗性을 보였으며 dicofol에 대하여는 4.9倍로서 感受性對比 5倍 이상을 複合抵抗性的 發現으로 보았을 때 非複合抵抗性이 나타나는 것으로 해석되지만 倍數로 보아 상당히 강한 耐性을 나타내었다. Et/Bp 交互淘汰群은 dicofol에 대해서 5.3倍로 낮은 水準의 複合抵抗性을 認定할 수 있었다.

다음으로 Dc/Cx 交互淘汰群은 ethion에 대하여 11.6倍로 dicofol과 cyhexatin 自體의 抵抗性發達보다 높은 水準으로 나타나 高度의 複合抵抗性을 나타냈으나 biphenthrin에 대하여는 1.9倍로 複合抵抗性이 나타나지 않았다. 또한 Dc/Bp 交互淘汰群에서도 ethion에 대해서 12.6倍로 dicofol과 biphenthrin의 抵抗性發達보다 높은 水準으로 나타나 高度의 複合抵抗性을 보였으나 cyhexatin에 대해서는 1.5倍로 非複合抵抗性을 나타내었다. 한편 Cx/Bp 交互淘汰群은 ethion에 대하여 23.2倍로 cyhexatin과 biphenthrin의 抵抗性發達 水準보다 높음은 물론 Dc/Cx와 Dc/Bp 交互淘汰群에서의 ethion에 대한 反應보다도 훨씬 높은 水準으로 複合抵抗性을 나타내었으나

Table 3. Multiple resistance of the alternately selected populations of *T. urticae* with six combinations of each two acaricides

Population	Acaricide tested	Equation for probit regres. line(Y)	LC ₅₀ in a.i.(%)	Resistance ratio
Et/Dc	Biphenthrin	8.98 + 2.25 X	0.01720	12.7
	Cyhexatin	10.03 + 1.96 X	0.00271	3.3
Et/Cx	Biphenthrin	8.25 + 1.63 X	0.01031	7.6
	Dicofol	6.45 + 0.80 X	0.01559	4.9
Et/Bp	Dicofol	9.71 + 2.65 X	0.01659	5.3
	Cyhexatin	9.40 + 1.73 X	0.00286	3.5
Dc/Cx	Ethion	8.18 + 2.59 X	0.05879	11.6
	Biphenthrin	9.72 + 1.82 X	0.00257	1.9
Dc/Bp	Ethion	10.25 + 4.39 X	0.06351	12.6
	Cyhexatin	12.47 + 2.56 X	0.00119	1.5
Cx/Bp	Ethion	6.85 + 2.19 X	0.11738	23.2
	Dicofol	9.87 + 2.14 X	0.00533	1.7
Susceptible	Ethion	7.62 + 1.14 X	0.00506	—
	Dicofol	10.43 + 2.17 X	0.00315	—
	Cyhexatin	20.44 + 5.00 X	0.00082	—
	Biphenthrin	10.24 + 1.83 X	0.00135	—

dicofol에 대하여는 1.7배로 복합저항성이 나타나지 않았다.

위와 같이 모든 상호소멸군은 소멸에 관련하지 않은 살충제에 다양한 형태로 복합저항성이 나타났는데, ethion이 조합된 3시스템의 상호소멸군에서 Et/Dc 상호소멸군의 경우는 biphenthrin에 중도의 복합저항성을, Et/Cx와 Et/Bp 상호소멸군은 각각 biphenthrin과 dicofol에 낮은 수준의 복합저항성을 나타내었다. 그러나 前報(金, 李 1989)에서 이들 살충제를 단일소멸하였을 때 ethion 소멸시스템은 dicofol과 biphenthrin에 대해 각각 4.4배와 4배로서 교차저항성이 인정되지 않았으며, dicofol과 cyhexatin 소멸시스템은 biphenthrin에 대해서 각각 3.5배와 2.3배로 교차저항성이 보이지 않았을 뿐만 아니라 biphenthrin 소멸시스템 또한 dicofol에 대해 1.3배로 교차저항성이 나타나지 않았다.

따라서 위와 같이 Et/Dc, Et/Cx와 Et/Bp 상호소멸군이 각각 biphenthrin과 dicofol에 중도 또는 낮은 수준의 복합저항성을 나타낸 것은 상당히 주목되는 현상이었으나 이를 설명할 수 있는 문헌근거가 없어 現在로서는 상호소멸시 이들 약제간의 상호작용 특성으로 인한 결과로 생각되지만, 추후 이러한 복합저항성의 발견에 대해서 살충제의 분자구조와 저항성작용을 연관지어 깊이 있는 연구가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

다음으로 Dc/Cx와 Dc/Bp 상호소멸군은 모두 ethion에 대하여 두 상호소멸군에 供試된 살충제들의 저항성 발달보다 높은 저항성비를 보여高度的 복합저항성이 나타났는데, 前報(金, 李 1989)에서 dicofol, cyhexatin과 biphenthrin을 단일소멸하였을 때 모든 경우에 ethion에 대하여 중도 또는高度的 교차저항성을 나타낸 점과 Kono(1987 a, b)가 dicofol 소멸시스템은 有機磷제에 대하여 그 自體의 저항성 발달보다 더 높은 배수로 교차저항성이 나타난다고 한 報告를 종합하면 이와 같은 결과가 나올 가능성이 있을 것으로 생각된다. 또한 Cx/Bp 상호소멸군에서도 ethion에 대해서高度的 복합저항성을 보였으나 소멸個體群 Dc/Cx와 Dc/Bp의 ethion에 대한 저항수준에 비하면 2배 정도로 크게 나타나 주목

되었다. 이와 같은 현상은 dicofol, biphenthrin과 cyhexatin을 단일소멸하였을 때 dicofol보다는 cyhexatin과 biphenthrin의 경우가 ethion에 대하여 훨씬 높은 수준으로 교차저항성을 나타내어 이러한 점에 基因된 것으로 생각된다. 또한 Choi와 Kim(1986 b)은 살충제를 累代소멸하였을 때 소멸에 관련된 살충제보다도 관련치 않았던 살충제에 대해 더욱 높은 저항성反應이 나타날 수 있다고 報告했는데, 本試驗에서 위와 같은 3시스템의 상호소멸군 Dc/Cx, Dc/Bp와 Cx/Bp에서의 ethion에 대한 反應으로 보아 Choi와 Kim(1986 b)과 같은 結果인 것으로 생각한다.

따라서 위와 같은 結果를 綜合해 보면, 한 種의 살충제에 대한 저항성작용을 밝히는 것도 중요하지만 追後에는 살충제간의 교차저항성 또는 복합저항성의 發現작용에 관하여 化學的 系統間에는 물론 同一系 藥種間에도 광범위하게 試驗研究가 이루어져야 할 것으로 思料된다.

引用文獻

- Burden, G.S., C.S. Lofgren & C.N. Smith. 1960. Development of chlordane and malathion resistance in the german cockroach. *J. Econ. Entomol.* 53 : 1138~1139.
- Choi, S.Y. & G.H. Kim. 1986a. Studies of Insecticide resistance in green peach aphids, *Myzus persicae* (Sulz.) III. Acephate resistance, cross-resistance, and esterase isozymes.
- Choi, S.Y. & G.H. Kim. 1986b. Studies of insecticide resistance in the green peach aphid, *Myzus persicae* (Sulz.) (IV). Oxydemeton-methyl resistance development, crossresistance and esterase isozymes. *Korean J. Plant Prot.* 25 : 151~157.
- Cranham, J.E. & W. Helle. 1985. Pesticide resistance in Tetranychidae, pp.405~421. *In* W. Helle & M.W. Sabelis (ed.), *Spider mites their biology, natural enemies and control*. Vol. 1B. Elsevier, Amsterdam.
- Croft, B.A., S.W. Wagner & J.G. Scott. 1982. Multiple and cross-resistance to insecticides in pyrethroid-resistant strains of the predatory mite, *Amblyseius fallacis*. *Environ. Entomol.* 11 : 161~164.
- Farnham, A.W. & R.M. Sawicki. 1976. Development of resistance to pyrethroids in insects resistant to other insecticides. *Pestic. Sci.* 7 : 278~282.
- Finney, D.J. 1971. *Probit analysis*. Cambridge Univ. Press. Cambridge. Eng. p.318.

- Georghiou, G.P., A. Lagunes & J.D. Baker. 1983. Effect of insecticide rotations on evolution of resistance, pp.183~189. *In* J. Miyamoto & P.C. Kearny (ed.), *Pesticide Chemistry: Human Welfare and the environment*. Pergamon Press, N.Y.
- Georghiou, G.P. & R.B. Mellon. 1983. Pesticide resistance in time and space, pp.1~46. *In* G.P. Georghiou & T. Saito (ed.), *Pest resistance to pesticides*. Plenum Press, N.Y.
- Hansen, C.O., J.A. Naegele & H.E. Everett. 1963. Cross resistance patterns in the two spotted spider mite. *Adv. Acarol.* 1 : 257~275.
- 金桑洙, 李升燦. 1989. 점박이응애의 殺蟎劑抵抗性 發達과 交叉抵抗性에 關한 研究. *韓應昆誌.* 28 : 146~153.
- Kono, S. 1987a. Dicofol resistance in the two-spotted spider mite. *Tetranychus urticae* Koch. *Shokubutsu boeki* 41 : 8 : 12.
- Kono, S. 1987b. Changes of susceptibility to acaricides in the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch, selected with dicofol. *Jap. J. Appl. Ent. Zool.* 31 : 409~411.
- MacDonald, R.S., G.A. Surgeoner, K.R. Solomon & C.R. Harris. 1983. Effect of four spray regimes on the development of permethrin and dichlorvos resistance, in the laboratory, by the housefly (Diptera : Muscidae). *J. Econ. Entomol.* 76 : 417~422.
- Melander, A.L. 1914. Can insects become resistant to sprays? *J. Econ. Entomol.* 7 : 167~172.
- 刑部勝. 1973. カンザワハダニの藥劑抵抗性に關する研究. *茶試報* 8 : 1~95.
- Ozaki, K., 1983. Suppression of resistance through synergistic combination with emphasis on planthopper infesting rice in Japan, pp.595~613. *In* G.P. Georghiou & T. Saito (ed.), *Pest resistance to pesticides*. Plenum Press, N.Y.
- Ozaki, K., Y. Sasaki & M. Ueda. 1973a. The development of resistance to carbamate insecticides in the smaller brown planthopper, *Laodelphax striatellus* Fallen. *Botyu-kagaku.* 38 : 216~221.
- Ozaki, K., Y. Sasaki, M. Ueda & T. Kasai. 1973b. Results of the alternate selection with two insecticides and the continuous selection with mixture of two or three ones of *Laodelphax striatellus* Fallen. *Botyu-kagaku.* 38 : 222~231.

(1989년 12월 6일 접수)