

Cypermethrin과 Pirimicarb 抵抗性系統 복숭아혹진딧물에 대한 殺虫劑間의 連合毒作用

Joint Toxic Action of Insecticide Mixtures to the Cypermethrin-and
Pirimicarb-Selected Strains of Green Peach Aphid(*Myzus persicae* Sulzer)

安 龍 濤¹ · 金 吉 河^{1,3} · 崔 承 允²

Young Joon Ahn¹, Gil Hah Kim¹ and Seung Yoon Choi²

ABSTRACT The joint toxic action of mixtures of cypermethrin or pirimicarb with one of other insecticides (acephate, cypermethrin, demeton-S-methyl and pirimicarb) on the cypermethrin or pirimicarb-selected green peach aphid (*Myzus persicae* Sulzer) was investigated. The responses depended on the choice and ratios of insecticide combination. In the cypermethrin-selected strain bioassay, mixtures of test insecticides showed no synergistic effect. On the other hand, the maximum synergistic effects for the pirimicarb-selected strain were obtained at the 8 : 2 ratio of pirimicarb and acephate, and the 2 : 8 ratio of pirimicarb and cypermethrin. However, mixture of pirimicarb and demeton-S-methyl exhibited antagonistic effect.

KEY WORDS green peach aphid, resistant strain, joint toxic action, synergistic effect

抄 錄 Cypermethrin과 pirimicarb 淘汰 抵抗性系統 복숭아혹진딧물(*Myzus persicae* Sulzer)에 대한 acephate, cypermethrin, demeton-S-methyl, pirimicarb 相互 混合時의 連合毒作用을 檢討한 結果는 다음과 같다. Cypermethrin 淘汰 抵抗性系統에 cypermethrin+acephate, cypermethrin+demeton-S-methyl, cypermethrin+pirimicarb를 處理하였을 때, 混合比에 따른 程度의 差異는 있었으나, 獨立作用 또는 拮抗作用을 보였다. Pirimicarb 淘汰 抵抗性系統에 pirimicarb+acephate, pirimicarb+cypermethrin을 各各 8 : 2, 2 : 8 混合處理하였을 때 最大의 協力效果를 보였으나, pirimicarb+demeton-S-methyl의 경우에는 混合比에 關係없이 拮抗作用을 나타내었다.

檢 索 語 복숭아혹진딧물, 저항성 계통, 연합 독작용, 협력 효과

殺虫劑의 混合劑製 또는 殺虫劑間 混合處理는 적용범위가 넓을 뿐만 아니라, 저항성해충의 방제 가능성을 제시함에 따라 害虫防除라는 면에서 混合劑의 이용은 대단히 중요한 意義를 지니고 있다(深見 等 1983, Metcalf 1967).

殺虫劑間의 混合은 주로 類似作用 또는 獨立作用을 나타내는 것이 일반적인 현상으로 協力效果를 나타내는 것은 흔하지 않은데, Nagasawa와 Shiba(1964)는 Lindane과 Hercules 5727을

혼합하여 집파리에 처리하였을 때 協力效果를 보고한 바 있다. 小島와 石塚(1960)는 malathion과 DDVP를 혼합하여 끝동매미충에 처리하였을 때 殺虫効力의 增進은 解毒作用系의 억제에 그 원인이 있다고 하였으나, Kasai(1965)는 有機磷劑(malathion, diazinon)와 카바메이트劑(UC 10 854, NAC)를 혼합하여 처리하였던 바 毒성의 증가가 없었다고 하였는데, 이는 카바메이트劑가 有機磷劑의 解毒過程을 억제하였거나, 또는 카바메이트劑가 有機磷劑의 虫體內로의 浸透阻害에 그 원인이 있다고 하였다.

국내에서 安 等(1980)은 carbofuran과 diazinon을 혼합하여 거세미나방 3齡幼虫에 처리하였을 때 4.8 : 5.2의 비율에서 최대의 協力效果를 얻었다고 보고하였으며, 崔와 金(1987), 金

1 韓國化學研究所 農藥活性研究室 (Pesticide Lab., Korea Research Institute of Chemical Technology, Daejeon, Korea)

2 서울大學校 農科大學 農生物學科 (Dept. of Agric. Biology, College of Agric., Seoul National Univ., Suwon, Korea) Professor Choi Passed away December 26, 1988

3 Send reprint requests to Gil Hah Kim

等(1987)은 각각 有機磷劑(acephate, demeton-S-methyl) 淘汰 抵抗性系統과 殺虫劑 無淘汰系統의 복숭아혹진딧물을 供試, 相互混合의 連合毒作用은 混合 殺虫劑의 종류와 混合比에 따라 커다란 차이를 보인다고 하였다. 이와 같이 2種 또는 그 이상의 살충제를 혼합하여 사용하면 살충효과의 增進을 도모하여 보다 효과적인 방제를 기대할 수가 있다.

이에 본 연구는 카바메이트劑와 피레스로이드劑 저항성 복숭아혹진딧물의 효율적인 방제를 위한 혼합제의 개발 가능성을 검토하기 위하여 pirimicarb와 cypermethrin 淘汰 저항성계통 복숭아혹진딧물을 供試하여 有機磷劑인 acephate와 demeton-S-methyl, 카바메이트劑인 pirimicarb, 피레스로이드劑인 cypermethrin을 相互混合하였을 때의 連合毒作用을 調査하였다.

본 연구의 遂行을 위하여 연구비를 지원해 준 韓國科學財團에 謝意를 표하는 바입니다.

材料 및 方法

供試虫 경기도 수원시 서둔동 주변 배추밭에서 채집한 복숭아혹진딧물(*Myzus persicae*)을 포트에栽植된 담배묘에서 2년간 살충제 접촉 없이 累代飼育한 후 感受性系統으로 이용하였다. 살충제 저항성계통은 감수성계통을 cypermethrin과 pirimicarb에 각각 供試하여 葉浸漬法(leaf-dipping method)으로 50%의 殺虫率을 나타내는 농도수준으로 每世代 도태를 행하여 20세대 累代淘汰하였다. 실내사육 온도는 25±3°C가 되도록 조절하였다

供試殺虫劑 본 시험에 供試된 살충제는 acephate, demeton-S-methyl, cypermethrin 및 pirimicarb이었으며, 이들 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.

毒性試驗 살충제 처리방법으로서는 FAO(1-980)의 진딧물에 대한 저항성 檢定方法을 약간 수정한 葉浸漬法으로 실시하였다. 供試殺虫劑를 各各 0:10, 2:8, 4:6, 5:5, 6:4, 8:2, 10:0의 비율로 혼합한 다음 所定濃度로 희석한 殺虫劑液에 담배잎(7×7cm)을 30秒間 浸漬하였다. 30~60분간 陰乾한 후, 紗에 陰乾한 잎을 놓고, cypermethrin 또는 pirimicarb 저항성 및 感受性系統 복숭아혹진딧물 無翅雌成虫을 20마리씩 3反復 接種하였다. 처리된 진딧물은 항온실(25±1°C, 16L:8D)에 보관, 24시간후 死虫數를 調査하였으며, Finney(1963)의 probit計算法에 의하여 半數致死濃度(LC₅₀)를 산출하였다. 殺虫劑 相互間의 連合毒作用은 Sun과 Johnson(1960)의 방법으로 평가하였다.

結 果

Cypermethrin 淘汰 抵抗性系統에 대한 連合毒作用

Cypermethrin+acephate, cypermethrin+demeton-S-methyl, cypermethrin+pirimicarb를 cypermethrin 淘汰 저항성계통의 복숭아혹진딧물에 葉浸漬法으로 처리하였을 때, 그들의 半數致死濃度(LC₅₀)와 共力系數(Co-toxicity coefficient)를 구한 바, 그 결과는 表 2~4와 같다.

Cypermethrin과 acephate의 混合處理에서는 混合比에 관계없이 모두 拮抗作用을 나타내었다(表 2). 또 cypermethrin과 demeton-S-methyl 混合處理에서는 5:5의 混合比에서만 獨立作用을 나타내었을 뿐 他混合比에서는 拮抗作用을 나타내었다(表 3). 비슷한 결과가 cypermethrin

Table 1. Insecticides tested

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

Table 2. LC₅₀ (ppm) and Co-toxicity coefficient values of cypermethrin and acephate mixtures for the cypermethrin-selected green peach aphid

Mixture (cypermethrin: acephate)	LC ₅₀ (ppm)	Co-toxicity ^a coefficient (C.C)
0 : 10	160.4	—
2 : 8	419.6	45.2
4 : 6	813.2	28.5
5 : 5	500.2	32.1
6 : 4	846.2	43.4
8 : 2	954.4	43.9
10 : 0	543.0	—

^a C.C was calculated by the method of Sun and Johnson(1960).

Table 3. LC₅₀ (ppm) and Co-toxicity coefficient values of cypermethrin and demeton-S-methyl mixtures for the cypermethrin-selected green peach aphid

Mixture (cypermethrin: demeton-S-methyl)	LC ₅₀ (ppm)	Co-toxicity ^a coefficient (C.C)
0 : 10	25.6	—
2 : 8	58.9	53.7
4 : 6	118.3	35.1
5 : 5	60.7	80.9
6 : 4	144.9	41.5
8 : 2	390.5	30.0
10 : 0	570.9	—

^a C.C was calculated by the method Sun and Johnson(1960).

Table 4. LC₅₀ (ppm) and Co-toxicity coefficient values of cypermethrin and pirimicarb mixtures for the cypermethrin-selected green peach aphid

Mixture (cypermethrin: pirimicarb)	LC ₅₀ (ppm)	Co-toxicity ^a coefficient (C.C)
0 : 10	5.9	—
2 : 8	45.6	61.9
4 : 6	25.7	38.0
5 : 5	56.3	20.7
6 : 4	51.3	28.3
8 : 2	235.7	12.0
10 : 0	570.9	—

^a C.C was calculated by the method of Sun and Johnson(1960).

Table 5. LC₅₀ (ppm) and Co-toxicity coefficient values of pirimicarb and acephate mixtures for the pirimicarb-selected green peach aphid

Mixture (pirimicarb: acephate)	LC ₅₀ (ppm)	Co-toxicity ^a coefficient (C.C)
0 : 10	162.7	—
2 : 8	99.6	50.3
4 : 6	48.0	61.7
5 : 5	58.7	41.9
6 : 4	16.9	124.4
8 : 2	7.0	232.7
10 : 0	13.3	—

^a C.C was calculated by the method of Sun and Johnson(1960).

Table 6. LC₅₀ (ppm) and Co-toxicity coefficient values of cypermethrin and pirimicarb mixtures for the pirimicarb-selected green peach aphid

Mixture (cypermethrin: pirimicarb)	LC ₅₀ (ppm)	Co-toxicity ^a coefficient (C.C)
0 : 10	117.7	—
2 : 8	9.4	414.6
4 : 6	89.8	26.0
5 : 5	44.7	43.5
6 : 4	8.8	189.4
8 : 2	9.9	130.9
10 : 0	10.6	—

^a C.C was calculated by the method of Sun and Johnson(1960).

Table 7. LC₅₀ (ppm) and Co-toxicity coefficient values of pirimicarb and demeton-S-methyl mixtures for the pirimicarb-selected green peach aphid

Mixture (pirimicarb: demeton-S-methyl)	LC ₅₀ (ppm)	Co-toxicity ^a coefficient (C.C)
0 : 10	21.2	—
2 : 8	61.9	30.6
4 : 6	52.6	32.6
5 : 5	58.4	28.0
6 : 4	65.3	23.9
8 : 2	55.0	26.1
10 : 0	13.3	—

^a C.C was calculated by the method of Sun and Johnson(1960).

+ pirimicarb 처리에서도 얻어져, 混合比에 관계없이 拮抗作用을 보였다(表 4).

Pirimicarb 淘汰 抵抗性系統에 대한 連合毒作用

Pirimicarb+acephate, pirimicarb+cypermethrin, pirimicarb+demeton-S-methyl을 pirimicarb 淘汰 저항성계통의 복숭아혹진딧물에 葉浸漬法으로 처리하였을 때 얻어진 결과는 각각 表 5~7에 나타낸 바와 같다.

Pirimicarb+acephate의 連合毒作用을 보면(表 5), 混合比에 따라 LC₅₀値와 共力係數에 커다란 차이를 보이고 있는데, pirimicarb의 混合比率이 증가함에 따라 共力係數가 커지며, 8:2의 混合比率에서 최대의 協力效果를 보인 반면, cypermethrin+pirimicarb 처리의 경우, 2:8의 비율에서 최대의 協力效果를 보였으나, 4:6, 5:5의 混合比에서는 오히려 拮抗作用을 나타내었다(表 6). Pirimicarb 淘汰 저항성계통에 대한 pirimicarb+demeton-S-methyl 처리에서는 混合比에 관계없이 協力作用은 보이지 않았다(表 7).

考 察

2種 또는 그 이상의 살충제간의 혼합처리는 저항성해충의 효과적인 방제뿐만 아니라 저항성 발달의 속도를 억제하거나 지연시킨다(佐々木, 尾崎 1972, 浜, 岩田 1973, 桑原 1977, 辻, 藤田 1978, Ozaki *et al* 1980)는 점에서 커다란 주목을 끌고 있다. 본 시험은 神經系沮害劑인 cypermethrin, AChE沮害劑인 有機磷劑 및 카바메이트劑를 혼합하여, cypermethrin 또는 pirimicarb도태 저항성계통 복숭아혹진딧물에 처리하였을때의 連合毒作用을 평가하여, 이들 저항성 진딧물 방제를 위한 자료를 얻기 위하여 실시하였다.

살충제간의 連合毒作用은 해충의 종류 및 系統, 살충제의 종류 및 混合比率에 따라 상이한 反應을 보이고 있다((Nagasawa & Shiba 1964, Ozaki *et al* 1984, 崔, 金 1987). 본 시험에 있어서도 계통, 살충제의 종류 및 混合比率에 따라, 상이한 反應을 보이고 있는데, cypermethrin 도태 저항성계통에 있어서는 供試藥劑間 混合處理

時 拮抗作用을 보인 반면, pirimicarb도태 저항성계통의 경우 供試藥劑間 混合處理時 協力作用을 나타내었다.

살충제간의 혼합처리는 일반적으로 類似作用 또는 獨立作用을 보이고 있으며, 協力作用을 나타내는 예는 흔하지 않다. Sun과 Johnson(1960)은 2種 또는 그 이상의 有機鹽素劑를 혼합하여 집파리에 처리한즉, 화학적으로 관련이 있는 화합물들은 유사작용을 나타내었으나, 화학적으로 무관한 구조의 살충제는 獨立作用을 보인다고 하였다.

連合毒作用의 作用機構로서는 解毒作用系의 억제(Chang & Kearns 1964, Hewlett 1960, Nagasawa & Shiba 1964), 加水分解酵素 沮害抑制(Fukuto *et al* 1962, 浜, 岩田 1973, Liu *et al* 1984), 虫體內로의 浸透 促進(Chang & Kearns 1964, Kasai 1965) 등의 생리·생화학적 요인들이 보고되어 있으며, 이들 요인들이 단독 또는 복합적으로 작용하여 連合毒作用을 발휘하는 것으로 알려져 있다.

佐々木와 尾崎(1972)는 카바메이트劑와 有機磷劑 複合抵抗性的 끝동매미충(岩田, 浜 1973, Ozaki *et al* 1984)에 有機磷劑와 카바메이트劑를 混合施用하였을 때 協力效果를 보인다고 하였으며, 浜와 岩田(1973)는 이 協力效果는 저항성 계통의 aliesterase가 카바메이트劑에 현저히 저해되는데 그 원인이 있다고 하였다. 본 시험에 있어서의 pirimicarb도태 저항성계통의 복숭아혹진딧물에 대한 pirimicarb + acephate 또는 pirimicarb+cypermethrin의 경우에 있어서도 協力效果를 보였다.

일반적으로 協力效果가 인정된 두 살충제간 조합에서는 한쪽의 살충제가 다른쪽 살충제의 分解酵素를 저해하기 때문에 協力效果를 발휘하는 사례가 많다(Metcalf 1967). 그러나, DDT와 DMC처럼 類似化合物間의 混合處理時의 協力效果의 발현은 代謝의 競合(Morefield & Kearns 1955) 또는 AChE의 高親和性(高橋等 1975) 등에 기인하기 때문에, 2種 화합물의 混合施用에서 協力效果가 확인되었어도 그에 관여하는 요인이 복잡하므로, 본 시험에서 얻어진 pirimicarb도태 저항성계통에 대한 살충제간의 協力効

과가 어떠한 구조에 기인하는지 여부는 불투명하나, 이 진딧물 계통에 있어서의 저항성발현이 단일유전자에 의해 지배되고 있다는 것을 시사하고 있다. 복합유전자가 저항성발현에 관여하는 경우에는 혼합제의 기대효과가 낮은 것이 보통이다.

이상의 결과를 종합하여 볼 때, 작용機構를 달리하는 2種 살충제를 혼합施用함으로써 살충제 저항성 복숭아혹진딧물의 방제가 어느정도 가능할 것으로 기대된다. 그러나 막연한 2藥劑間의 혼합이 아닌 個個 약제의 특성약제의 상호관계 및 抵抗性機構의 명확한 이해를 토대로 하여 종합적방제의 한 요소로서 他 防除法과의 마찰없이 해충관리가 이루어져야 할 것이다. 이를 위해서는 분자생물학적 또는 생리·생화학적 측면에서 連合毒作用의 機構가 구명되어야 할 것이다.

引用文獻

- 安龍瀟, 金錦泰, 金鴻鎮, 崔承允. 1980. 거세미나방幼虫에 對한 Carbofuan Diazinon混合의 連合毒作用. 한국식물보호학회지. 19: 73~78.
- Chang, S.C. & C.W. Kearns. 1964. Metabolism *in vivo* of C¹⁴-labelled pyrethrins I and cinerin I by house flies with special reference to synergistic mechanism. *J. Econ. Entomol.* 57: 397~404.
- 崔承允, 金吉河. 1987. Acephate, Demeton-S-methyl 抵抗性系統 복숭아혹진딧물에 對한 殺虫劑間의 連合毒作用. 한국식물보호학회지. 26: 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. & Prot. 21: 103~106.
- Finney, D.J. 1963. *Statistical methods in bioassay*. London Griffin 668pp.
- Fukuto, J.R., R.L. Metcalf, M.Y. Winton & P.A.R. Roberts. 1962. The synergism of substituted phenyl N-methylcarbamates by piperonyl butoxide. *J. Econ. Entomol.* 55: 341~345.
- 深見順一, 上杉康彦, 石塚皓造. 藥劑抵抗性一新しい農藥開發と總合防除の指針. ソフトサイエンス社. 3~172.
- 岩田俊一, 浜弘司 1973. 카르바메이트系殺虫劑에 對する ツマグロヨコバイ의 抵抗性. 植物防疫. 27: 165~169
- Hewlett, P.S. 1960. Joint action of insecticides. *Advanc. Pest Control. Res.* 3: 27~74.
- 小島建一, 石場忠克. 1960. ツマグロヨコバイ成蟲에 對する Malathion 効力の DDVP と의 增強について. 防蟲科學. 25: 16~22.
- 浜弘司, 岩田俊一. 1973. ツマグロヨコバイ에 對하는 카르바메이트系殺虫劑抵抗性とその機構. 應動昆. 17: 154~161.
- Kasai, T. 1965. Genetical and biochemical studies on joint action of insecticides. *Botyu-Kagaku.* 30: 73~91.
- 金吉河, 趙匡衍, 崔承允. 1987. 복숭아혹 진딧물에 對한 pyrethroids와 pirimicarb 混合의 連合毒作用. 한국곤충학회지. 17: 179~183.
- 桑原雅彦. 1977. ESPで淘汰および逆淘汰したカンザワハダニ에 對する 有機リン劑と 카르바메이트劑および合成共力劑의 共力作用. 應動昆. 21: 94~102.
- Liu, M.Y., J.S. Chen & C.N. Sun. 1984. Synergism of pyrethroids by several compounds in larvae of the diamondback moth(Lepidoptera: Plutellidae). *J. Econ. Entomol.* 77: 851~856.
- Metcalf, R.L. 1967. Mode of action of insecticide synergists. *Ann. Rev. Entomol.* 229~256.
- Morefield, H.H. & C.W. Kearns. 1955. Mechanism of action of certain synergist for DDT against resistant house flies. *J. Econ. Entomol.* 48: 403~406.
- Nagasawa, S. & M. Shiba. 1964. Joint toxic action of mixtures between lindane and hercules 5727 against the common house fly. *Botyu-Kagaku.* 29: 73~76.
- Ozaki, K., Y. Sasaki & T. Kasai. 1984. The insecticidal activity of mixtures of pyrethroids and carbamate or organophosphate against the insecticide-resistant green rice leafhopper, *Nephotettix cincticeps* Uhler. *J. Pesticide Sci.* 9: 67~72.
- 佐々木善隆, 尾崎幸三郎. 1972. 抵抗性害虫에 對する 複合劑의 效果. 第16回應動昆講演(靜岡).
- Sun, Y.P. & E.R. Johnson. 1960. Analysis of joint action of insecticides against house flies. *J. Econ. Entomol.* 53: 887~892.
- 高橋洋治, 興村伸夫, 山本 出. 1975. 抵抗性ツマグロヨコ바이의 카르바메이트系誘導體感受性について II. 카르바메이트誘導體間의 共力作用. 第19回應動昆講演(東京).
- 辻 英明・藤田勝夫. 1978. 殺虫劑抵抗性ツマグロヨコ바이에 對する 홀르モチオン과 MTMC와의 共力作用. 應動昆. 22: 33~37.

(1989년 2월 13일 접수)