

## 야외계통의 점박이응애(*Tetranychus urticae*)에 대한 살비제 혼합의 연합독작용\*

### Joint Toxic Action of Acaricide Mixtures to the Field-Collected Strain of *Tetranychus urticae*(Acarina : Tetranychidae)

김상수<sup>1</sup>, 김도익<sup>2</sup>, 이승찬<sup>2</sup>

Sang Soo Kim<sup>1</sup>, Do Ik Kim<sup>2</sup>, Seung Chan Lee<sup>2</sup>

**ABSTRACT** These studies were conducted to investigate the joint toxic action of mixtures of several acaricides including amitraz, bifenthrin, propargite, fenbutatin oxide and dicofol to the field-collected strain of *Tetranychus urticae*. The synergistic action of acaricidal mixtures was greatly varied with the kind of acaricide combinations and their mixture ratios. The combinations of amitraz with each of the tested acaricides were synergized at the given mixture ratios. The higher synergistic action in the each combination was observed at 2 : 8 ratio of amitraz and bifenthrin, 8 : 2 ratio of amitraz and fenbutatin oxide, 4 : 6 ratio of amitraz and propargite and 6 : 4 ratio of amitraz and dicofol.

**KEY WORDS** *Tetranychus urticae*, joint toxic action, field-collected strain

**초 록** 야외계통 점박이응애에 대해 amitraz와 bifenthrin, propargite, fenbutatin oxide, dicofol을 여러 비율로 혼합하여 연합독작용을 시험한 결과, 살비제 혼합에 의한 협력작용은 살비제의 조합 또는 그들의 혼합비율에 따라 큰 차이가 있었다. 모든 약제조합에서 협력작용이 나타나, amitraz와 bifenthrin의 혼합에서 2 : 8, amitraz와 fenbutatin oxide의 조합에서 8 : 2, amitraz와 propargite의 혼합에서 4 : 6 그리고 amitraz와 dicofol의 조합에서는 6 : 4의 비율에서 최대의 협력 효과를 나타내었다.

**검 색 어** 점박이응애, 연합독작용, 야외계통

점박이응애(*Tetranychus urticae*)는 과수재배 지대의 만성적인 주요해충일 뿐만아니라 채소·화훼재배지대까지도 큰 타격을 주고 있어, 이들의 방제를 위해 해마다 과중한 방제비를 투입해 왔으나 관용약제에 대한 높은 수준의 저항성발달은 물론 새로 개발된 살비제에 대하여

도 쉽게 저항성이 유발되어 더욱 더 방제가 어려워지고 있는 실정이다(이 등 1986, 박 등 1986).

이와 같은 약제저항성계통 점박이응애에 대한 효율적인 방제대책의 하나로서 그리고 농약의 합리적인 이용이라는 관점에서 약제의 혼합 사용이 최근 많이 고려되고 있는데, 이러한 혼합제의 이용은 약제의 작용특성 보안을 통한 효력증진을 추구하고 해충의 약제에 대한 저항성발달을 지연시킬 수 있을 뿐만 아니라 저항

1 순천대학교 농과대학(College of Agriculture, Suncheon Nat'l Univ., Suncheon, Korea)

2 전남대학교 농과대학(College of Agriculture, Chonnam Nat'l Univ., Kwangju, Korea)

\* 이 연구는 '91년도 한국과학재단 연구비 지원에 의한 결과임(과제번호 : 913-1503-016-2).

성계통 해충에 대해 보다 효과적인 방제 결과를 얻을 수 있다는 가능성이 제시됨에 따라 많은 관심을 끌고 있다(Kuwahara 1977a, Iwata 1981, Ozaki 등 1984, Konno & Kajihara 1985, Byford 등 1987, 1988.).

살충효력의 증진을 도모하기 위한 혼합제의 개발에서 살충제에 협력제를 첨가하는 방법에는 상당한 경제적 부담이 따르기 때문에 기왕에 개발된 여러 화학적 계통의 약제를 대상으로 하여 협력작용을 나타내는 약제조합을 탐색하려는 시도가 많은데, 이러한 기존 약제의 이용은 새로운 약제 개발에 따르는 엄청난 비용과 그 기간의 단축에 의한 경제적인 이득이 있다 하겠다(Chung 등 1987, Stone 등 1988, Shishido & Konno 1990, Hinks & Spurr 1991).

이와 같이 연합독작용을 나타내는 약제조합을 찾기 위한 시험은 근래 화학적 계통이 다른 약제간에 주로 이루어지고 있고, 그중에서도 formamidine계 약제들은 유기인제를 비롯한 관용약제들에 저항성을 나타내는 해충류에 좋은 방제효과를 나타내며 화학적 구조에 연관성이 없는 여러가지 약제와 혼합사용하였을 때 협력효과를 보인다는 보고가 있어 약제조합시의 대상약제로서 많이 고려하게 되었다(Chang & Knowles 1977, Kuwahara 1977b, 1978; Bodnaryk 1982).

Chlordimeform을 비롯한 formamidine계 약제와 화학적 계통이 다른 기존 약제들과의 혼합사용에 대한 시도는 지금까지 주로 밤나방과의 해충인 bollworm(*Heliothis zea*)과 tobacco budworm(*Heliothis virescens*)을 대상으로 많이 이루어졌으며 이들 경우에 합성 제충국제 또는 유기인제와의 조합이 주류를 이루고 있는데(Plapp 1979, Rajakulendran & Plapp 1982, Chang & Plapp 1983, El-Sayed & Knowles 1984b, Horowitz 등 1987, Campanhola & Plapp 1989a, b, c) 특히 Campanhola와 Plapp (1989a)은 Chlordimeform 혼합에 의한 협력작용은 조합약제의 화학적 계통 또는 동일 계통 내에서도 약종에 따라 차이가 있다고 보고하였

다.

그러나 응애류에 대한 이러한 시도는 많지 않아서, El-Sayed와 Knowles(1984a)는 점박이 응애에 대해 formamidine계 약제들과 합성제충국제들을 혼합사용하였을 때 협력작용의 정도는 합성제충국제의 종류에 따라 다르게 나타난다고 하였으며, Bynum 등 (1990)이 banks grassmite(*Oilgonychus pratensis*)와 점박이응애에 대하여 formamidine계 약제인 chlordimeform과 amitraz를 합성제충국제 또는 유기인제와 조합했을 때의 협력작용을 보고하였을 정도이고 현재 많이 사용되고 있는 다른 화학적 계통 약제와의 조합에 관한 연구보고는 별로 없다.

한편 약제상호혼합에 의한 연합독작용의 유무와 정도는 혼합약제의 종류는 물론 혼합비율에 따라서도 큰 차이를 보인다는 보고가 있는데(Kojima & Ishizuka 1960, Nagasawa & Shiba 1964), 국내에서도 약제저항성계통 복숭아혹진딧물(*Myzus persicae*)에 대한 연합독작용의 시험연구에서 이와 같은 내용이 실증된 바 있다(최 와 김 1987, 김 등 1987, 안 등 1989).

따라서 본 연구는 약제저항성계통 점박이응애의 효율적 방제를 위한 혼합제의 개발 가능성을 검토하기 위해 formamidine계 약제인 amitraz와 일반농가에서 사용빈도가 높고 화학적 계통이 다른 몇가지 살비제간의 상호혼합과 혼합비율에 따른 연합독작용의 유무와 그 정도를 시험하고자 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 공시 응애

본 시험에 사용된 점박이응애의 야외계통은 전남 나주군에 소재한 배나무원인 송강농장에서 채집하여, 응애의 이탈을 막기 위해 water barrier를 설치한 수반상자(85×85 cm)내의 pot에 식재한 강남콩(*Phaseolus vulgaris*)에 사용 증식하여 확보하였다. 이때 온실의 사육 온

도는  $25 \pm 3^\circ\text{C}$ 로 유지하였으며, 명암조건은 16 : 8시간으로 조절하였다.

**공시 살비제**

본 시험에 이용한 살비제는 amitraz, dicofol, propargite, fenbutatin-oxide와 bifenthrin 등이었으며, 이들의 화학적 계통, 일반명, 화학명, 제형과 상표명은 Table 1과 같다.

**연합독작용 시험**

공시한 점박이응애의 약제저항성계통에 대하여 amitraz와 각 살비제를 조합하고, 0 : 10, 2 : 8, 4 : 6, 5 : 5, 6 : 4, 8 : 2, 10 : 0의 비율로 혼합한 다음 slide dip법을 사용하여 처리하였다.

점박이응애의 자성충을 처리당 20마리씩 3반복으로 하여 소정농도로 희석한 약액에 5초간 담근 후, 항온실( $25 \pm 1^\circ\text{C}$ , 16L : 8D)에 보관하고 48시간 후 살비율을 조사한 다음, probit분석(Finney 1971)을 실시해서  $LC_{50}$ 치를 산출하였다. 살비제간의 연합독작용은 Sun과 Johnson(1960)의 방법으로 평가하고 공력계수(Co-toxicity coefficient)를 산출하였다.

**결과 및 고찰**

Amitraz, chlordimeform과 같은 formamidine계 약제들은 주로 *Heliothis*속의 해충들에 대해 화학적 계통이 다른 여러 약제들과 혼합사용시

**Table 1. Tested acaricides in this experiment**

Chemical group	Common name	Chemical name	Formulation	Trade name
Formamidine	Amitraz	N-methyl bis(2, 4-xylyliminomethyl) amine)	20EC	Micut
Organo-chlorine	Dicofol	2, 2, 2-trichloro-1, 1-bis(4-chlorophenyl)ethanol	35WP	Kelthane
Organo-sulfur	Propargite	2 - (4 - tert - butylphenoxy) cyclohexyl prop-2-ynyl sulphite	30WP	Omite
Organotin	Fenbutatin-oxide	Bis[tris(2 - methyl - 2 - phenylpropyl)tin] oxide	50WP	Torque
Synthetic pyrethroid	Bifenthrin	2-methylbiphenyl-3-yl-methyl(Z)-(1RS, 3RS)-3-(2-chloro-3, 3, 3-tri-fluoroprop-1-enyl)-2, 2-dimethyl-cyclopropanecarboxylate	20WP	Talstar

협력작용을 나타내어 기존약제들에 대한 협력제로서의 실질적인 응용가능성이 제시되고, 이러한 혼합사용은 해충의 각 약제에 대한 저항성발달을 지연시킬 가능성이 있을 뿐만 아니라 저항성계통 해충에 대해 보다 효과적인 방제결과를 얻을 수 있다는 여러 보고가 있음에 따라 경제작물의 주요해충이나 위생해충 방제의 실제적인 면에서 많이 고려되고 있다(El-Sayed & Knowles 1984b, Horowitz 등 1987, Bohmann 등 1988, Campanhola & Plapp

1989a, Liu & Plapp 1990.).

본 시험에서 점박이응애에 대해 amitraz와 bifenthrin을 조합하였을 때 모든 혼합비율에서 높은 수준의 협력효과를 보였으며 그중 2 : 8의 혼합비에서 공력계수가 636.1로 최대의 협력작용이 나타났는데(Table 2), El-Sayed와 Knowles(1984a)는 chlordimeform과 합성제충국제들을 점박이응애에 혼합처리하였을 때 모든 경우에 협력작용이 나타나지만 그 정도는 약종 또는 혼합비율에 따라 상당한 차이가 있

**Table 2. Response of the field-collected population of *T. urticae* to amitraz, bifenthrin and their mixtures at various ratios**

Mixture ratio (amitraz : bifenthrin)	LC <sub>50</sub> in % a. i. (± S. E.)	Co-toxicity coefficient
0 : 10	0.01821(±0.00226)	—
2 : 8	0.00250(±0.00023)	636.1
4 : 6	0.00252(±0.00020)	560.2
5 : 5	0.00236(±0.00023)	566.5
6 : 4	0.00275(±0.00030)	461.5
8 : 2	0.00534(±0.00050)	215.9
10 : 0	0.01056(±0.00917)	—

다고 하였으며, Bynum 등 (1990)도 점박이응애에 대해 bifenthrin과 amitraz 또는 chlordimeform을 각각 1 : 1과 6 : 1의 비율로 혼합사용하였을 때 높은 수준의 협력작용이 나타났다고 하여, 이러한 실험들의 결과는 최근 합성제충국제의 지속적 사용에 따른 저항성발현 문제(김 과 이 1989)의 관리에 일조를 할 수 있을 것으로 보인다. 그러나 합성제충국제의 약종에 따라 협력작용의 정도에 차이가 있다는 점을 고려한다면 앞으로 살비효력이 있는 약종의 범위를 확대해서 연합독작용에 대한 시험이 이루어질 필요성이 있다고 본다. 또한 이 조합에서 bifenthrin의 혼합비율이 높아질수록 공력계수도 높아지는 경향이었는데, 실제적이

고 경제적인 관점에서 본다면 bifenthrin의 혼합비율이 낮을수록 바람직하다고 하겠다. 이러한 점에 대해 Stone 등(1988)은 두 약제의 적정조합은 이들 약제의 상대적 가격과 요구되는 살충율에 따라 좌우된다고 하여 실제 이용면에서 충분히 검토되어야 할 것으로 생각된다.

Amitraz와 fenbutatin oxide 또는 propargite를 조합하였을 때는 두 경우 모두 혼합비에 따라 협력작용의 정도에 차이가 많았으나 모든 혼합처리에서 상당한 협력효과를 보였으며 각각 8 : 2와 4 : 6의 혼합비에서 공력계수가 447.5와 375.1로 최대의 협력작용을 나타내었는데 (Table 3, 4), 전반적으로 보아 amitraz와

**Table 3. Response of the field-collected population of *T. urticae* to amitraz, fenbutatin oxide and their mixtures at various ratios**

Mixture ratio (amitraz : fenb. oxide)	LC <sub>50</sub> in % a. i. (± S. E.)	Co-toxicity coefficient
0 : 10	0.02422(±0.00205)	—
2 : 8	0.00681(±0.00062)	282.6
4 : 6	0.00438(±0.00043)	364.4
5 : 5	0.00397(±0.00045)	370.5
6 : 4	0.00436(±0.00041)	312.8
8 : 2	0.00266(±0.00022)	447.5
10 : 0	0.01056(±0.00917)	—

bifenthrin의 조합에서 보다는 그 정도가 높지 않았다. 지금까지 약제저항성계통 응애류에 대한 방제대책의 일환으로 formamidine약제와 이들 두 약제와 같은 organotin제나 organo-

sulfur제간의 협력작용을 검토한 연구보고는 거의 없으나, 최근까지도 일반농가에서 합성제충국제와 더불어 fenbutatin oxide와 propargite의 사용회수가 많아 약제별 사용역사에 따른

**Table 4. Response of the field-collected population of *T. urticae* to amitraz, propargite and their mixtures at various ratios**

Mixture ratio (amitraz : propargite)	LC <sub>50</sub> in % a. i. (± S. E.)	Co-toxicity coefficient
0 : 10	0.02061(±0.00174)	—
2 : 8	0.00689(±0.00062)	251.5
4 : 6	0.00398(±0.00045)	375.1
5 : 5	0.00607(±0.00069)	230.2
6 : 4	0.00458(±0.00050)	286.5
8 : 2	0.00603(±0.00063)	194.1
10 : 0	0.01056(±0.00917)	—

항성발달 양상을 감안하고(김 과 이 1989, 박 등 1986) 전술한 바와 같이 상대적 가격 등을 참작한다면, 이들 두 조합에서 최대협력작용을 나타내는 혼합비들의 경우에는 저항성계통 점박이응애의 방제에 있어 amitraz와 bifenthrin의 조합에 비견하게 그 유용성이 있을 것으로 보인다.

Amitraz와 dicofol의 조합에서는 모든 혼합 처리에서 협력효과를 보였으며 혼합비에 따라 협력작용의 정도에 차이가 크지 않았으나 6 : 4의 비율에서 공력계수가 313.9로 최대의 협력

작용을 나타내었는데(Table 5), 이 역시 전반적으로 amitraz와 bifenthrin 조합의 경우보다는 그 정도가 높지 않았다. 그러나 제베농가에서 dicofol의 사용역사가 오래되어 점박이응애의 계통에 따라 이 약제에 대해 고도의 저항성을 나타내는 경우 amitraz와 혼용함으로써 방제가 가능할 것으로 기대된다. 또한 Chang과 Plapp(1983)은 tobacco budworm에서 dicofol과 같은 유기염소제인 DDT와 chlordimeform간의 협력작용에 대해 보고한 바 있다.

**Table 5. Response of the field-collected population of *T. urticae* to amitraz, dicofol and their mixtures at various ratios**

Mixture ratio (amitraz : dicofol)	LC <sub>50</sub> in % a. i. (± S. E.)	Co-toxicity coefficient
0 : 10	0.01263(±0.00085)	—
2 : 8	0.00548(±0.00053)	221.8
4 : 6	0.00530(±0.00043)	220.9
5 : 5	0.00375(±0.00040)	306.8
6 : 4	0.00360(±0.00038)	313.9
8 : 2	0.00400(±0.00037)	273.0
10 : 0	0.01056(±0.00917)	—

Formamidine 약제가 포함된 약제조합에서는 연합독작용기구에 관한 시험연구는 주로 formamidine 약제들의 합성제충국제들에 대한 협력작용에 대해 이루어져, 조합약제의 분해대사계 억제(Plapp, 1979), 대상해충에서 조합약제의 target site에 대한 영향(Chang & Plapp 1983, Liu & Plapp 1990), 대상해충의 행동변

화 유발(Treacy 등 1987, Liu & Plapp 1990, Spark 등 1991) 등이 제시되어 있는데, Bodnaryk(1982)는 일반적으로 formamidine 약제가 화학적계통이 다른 여러 약제와 협력작용을 나타내는 것으로 보아 분해대사계의 억제로 보기 어렵다고 보고한 바 있다. 따라서 본 시험에서의 결과도 위와 같은 사항을 포함한

다방면으로의 시험연구가 있어야 심도있는 분석이 가능할 것으로 생각된다.

한편 Rajakulendran과 Plapp(1982)는 5종의 합성제충국제와 chlordimeform의 혼합사용은 대부분의 경우 tobacco budworm과 그 포식충인 *Chrysopa carnea*에 선택적으로 작용하여 해충종합관리적인 측면에서 유용한 역할을 할 가능성이 있다고 보고하여, 이와 같은 면에 대해서도 관심을 가져야 할 것으로 생각된다.

이상의 결과를 종합해 보면 amitraz와 공시 살비제들의 혼합사용은 약제의 화학적계통이나 각 조합에서 혼합비율에 따라 그 정도에 차이가 있으나 모두 협력작용을 나타내어 약제저항성계통 점박이용애의 방제에 활용될 수 있음과 더불어 이 약제는 기존 살비제들에 대한 협력제로서의 역할에도 가능성이 엿보여, 앞으로 약제의 화학적계통이나 동일계통내에서도 약종의 범위를 확대하여 시험이 이루어질 필요성이 있다고 생각된다. 아울러 이와 같은 살비제의 혼합사용이 포식성응애를 비롯한 식식성응애류의 천적에 미치는 영향에 대해서도 평가를 하여 응애류의 종합관리에 상응하는 방향으로 이루어져야 할 것으로 사료된다.

## 인 용 문 헌

- 안용준, 김길하, 최승윤. 1989. Cypermethrin과 Pirimicarb 저항성계통 복숭아혹진딧물에 대한 살충제간의 연합독작용. *한농곤지*. 28(1) : 32~36.
- Bodnaryk, R. P. 1982. The effect of single and combined doses of chlordimeform and permethrin on cAMP and cGMP levels in the moth, *Mamestra configurata* Wlk. *Pestic. Biochem. Physiol.* 18 : 334~340.
- Bohmann, D. J., T. F. Wilson, L.A. Crowder & M. P. Jensen. 1988. Repression of permethrin resistance by chlordimeform in the tobacco budworm(Lepidoptera : Noctuidae). *J. Econ. Entomol.* 81(6) : 1536~1538.
- Byford, R. L., J.A. Lockwood, S.M. Smith, T.C. Sparks, & D. G. Luther. 1987. Insecticides mixtures as an approach to the management of pyrethroid-resistant horn flies(Diptera : Muscidae). *J. Econ. Entomol.* 80 : 111~116.
- Byford, R. L., T. C. Sparks, B. Green, J. Knox, & W. Wyatt. 1988. Organophosphorus insecticides for the control of pyrethroid-resistant horn flies (Diptera : Muscidae). *J. Econ. Entomol.* 81(6) : 1562~1566.
- Bynum, JR., E. D., T. L. Archer, & F. W. Plapp, JR. 1990. Action of insecticides to spider mites (Acari : Tetranychidae) on corn in the Texas high plains : toxicity, resistance, and synergistic combinations. *J. Econ. Entomol.* 83(4) : 1236~1242.
- Campanhola, C. & F.W. Plapp, JR. 1989a. Pyrethroid resistance in the tobacco budworm (Lepidoptera : Noctuidae) : insecticide bioassays and field monitoring. *J. Econ. Entomol.* 82(1) : 22~28.
- Campanhola, C. & F. W. Plapp, JR. 1989b. Toxicity and synergism of insecticides against susceptible and pyrethroid-resistant third instars of the tobacco budworm(Lepidoptera : Noctuidae). *J. Econ. Entomol.* 82(6) : 1495~1501.
- Campanhola, C. & F. W. Plapp, JR. 1989c. Toxicity and synergism of insecticides against susceptible and pyrethroid-resistant neonate larvae and adults of the tobacco budworm(Lepidoptera : Noctuidae). *J. Econ. Entomol.* 82(6) : 1527~1533.
- Chang, K. M. & C. O. Knowles. 1977. Formamidin acaricides. Toxicity and metabolism studies with twospotted spider mites, *Tetranychus urticae* Koch. *J. Agric. Food Chem.* 25(3) : 493~501.
- Chang, C. P. & F. W. Plapp, JR. 1983. DDT and synthetic pyrethroid : mode of action, selectivity, and mechanism of synergism in the tobacco budworm(Lepidoptera : Noctuidae) and a predator, *Chrysopa carnea* Stephens(Neuroptera : Chrysopidea). *J. Econ. Entomol.* 76 : 1206~1210.
- 최승윤, 김길하. 1987. Acephate, Demeton-S-methyl 저항성계통 복숭아혹진딧물에 대한 살충제간의 연합독작용. *한식보호지*. 26(3) : 151~157.
- Chung, B. K., O. Mochida & S. Y. Choi. 1987. Joint toxic action of mixtures of organophosphorus and carbamate insecticides to *Nilaparvata lugens* and *Nephotettix virescens*. *Korean J. Pl. Prot.* 26(3) :

- 159~163.
- El-Sayed, G.N. & C.O. Knowles. 1984a. Formamidine synergism of pyrethroid toxicity to twospotted spider mites(Acari : Tetranychidae). J. Econ. Entomol. 77 : 23~30.
- El-Sayed, G.N. & C.O. Knowles. 1984b. Synergism of insecticide activity to *Heliothis zea*(Boddie) (Lepidoptera : Noctuidae) by formamides and formamidines. J. Econ. Entomol. 77 : 872~875.
- Finney, D.J. 1971. Probit analysis. Cambridge Univ. Press. Cambridge Eng. p. 318.
- Hinks, C. F. & D. T. Spurr. 1991. The efficacy and cost benefits of binary mixtures of deltamethrin combined with other insecticides or synergists against grasshoppers at two temperatures. J. Agric. Entomol. 8(1) : 29~39.
- Horowitz, A. R., N. C. Toscana, R. R. Youngman, & T. A. Miller. 1987. Synergistic activity of binary mixtures of insecticides on tobacco budworm (Lepidoptera : Noctuidae)eggs. J. Econ. Entomol. 80 : 333~337.
- Iwata, T. 1981. Effect of pesticide combinations on the development of a resistance in green rice leafhopper, *Nephotettix cincticeps* Uhler. Japan Pestic. Inform. 39 : 3~7.
- 김길하, 조광연, 최승윤, 1987. 복숭아혹진딧물에 대한 pyrethroids와 pirimicarb 혼합의 연합독작용. 곤학지. 17(3) : 179~183.
- 김상수, 이승찬. 1989. 점박이용애의 살비제저항성 발달과 교차저항성에 관한 연구. 한용곤지. 28(3) : 146~153.
- Kojima, K. & T. Ishizuka. 1960. On the potentiation of the effectiveness of malathion by DDVP against the adults of the green rice leafhopper, *Nephotettix bipunctatus cincticeps* Uhler. Botyu-Kagaku. 25 : 16~22.
- Konno, T. & O. Kajihara. 1985. Synergism of pirimicarb and organophosphorus insecticides against the resistant rice stem borer, *Chilo suppressalis* Walker(Lepidoptera : Pyralidae). Appl. Ent. Zool. 20(4) : 403~410.
- Kuwahara, M. 1977a. Joint action of organophosphate, carbamates and synthetic synergists against ESP-selected and ESP-reversely-selected strains of knazawa spider mite, *Tetranychus kanzawai* Kishida. Jap. J. Appl. Ent. Zool. 21(2) : 94~102.
- Kuwahara, M. 1977b. The toxicity of chlordimegorm to five strains of kanzawa spider mite, *Tetranychus kanzawai* Kishida(Acarina : Tetranychidae). Appl. Ent. Xool. 12(2) : 190~195.
- Kuwahara, M. 1978. Toxicity of chlordimeform and its analogues and MAO-inhibitors to three species of mites, and improvement of toxicity by certain synergists. Appl. Ent. Zool. 13(4) : 296~303.
- 이승찬, 김운영, 김상수. 1986. 점박이용애의 약제 저항성 수준결정방법 비교와 benzomate, cyhexatin 및 dicofol 저항성 조사 연구. 한식보 호지. 25(3) : 133~138.
- Liu, M. Y. & F. W. Plapp, JR. 1990. Formamidines as synergists of cypermethrin in susceptible and pyrethroid resistant house flies(Diptera : Muscidae). J. Econ. Entomol. 83(6) : 2181~2186.
- 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. Kassaï. 1984. The insecticidal activity of pyrethroids and organophosphates or carbamates against the insecticide-resistant green rice leafhopper, *Nephotettix cincticeps* Uhler. J. Pestic. Sci. 9 : 67~72.
- 박형만, 최승윤, 유재기, 나승룡, 이경휘. 1986. 과수용애류 약제저항성 및 방제에 관한 연구, 농시 논문집. 28(2) : 65~71.
- Plapp, JR., F. W. 1979. Synergism of pyrethroid insecticides by formamidines against *Heliothis* pests of cotton. J. Econ. Entomol. 72 : 667~670.
- Rajakulendran, S.V. & F.W. Plapp, JR. 1982. Synergism of five synthetic pyrethroids by chlordimeform against the tobacco budworm(Lepidoptera : Noctuidae) and a predator, *Chrysopa carnea*(Neuroptera : Chrysopidae). J. Econ. Entomol. 75 : 1089~1092.
- Shishido, T. & Y. Konno. 1990. Synergists as a countermeasure for overcoming insecticide-resistance. Plant Protec. 44(9) : 12~16.
- Sparks, T. C., B. R. Leonard & J. B. Graves. 1991. Pyrethroid-formamidine interactions and behavioral effects in pyrethroid susceptible and resistant tobacco budworms. Southwestern Entomol. 15 : 111~119.

- Stone, N. D., M. E. Makela & F. W. Plapp, JR. 1988. Nonlinear optimization analysis of insecticide mixtures for the control of the tobacco budworm(Lepidoptera : Noctuidae). *J. Econ. Entomol.* 81(4) : 989~994.
- Sun, Y. P. & E. R. Johnson. 1960. Analysis of joint action of insecticides against house flies. *J. Econ. Entomol.* 53(5) : 887~892.
- Treacy, M. F., J. H. Benedict, K. M. Schmidt, R. M. Anderson, & T. L. Wagner. 1987. Behavior and spatial distribution patterns of tobacco budworm (Lepidoptera : Noctuidae) larvae on chlordimeform-treated cotton plants. *J. Econ. Entomol.* 80(6) : 1149~1151.

(1993년 1월 15일 접수)