

벼멸구(*Nilaparvata lugens*)와 끝동매미충(*Nephotettix virescens*)에 對한 有機磷系·Carbamate系 殺虫劑 混合의 協力作用

鄭 富 根¹·持田 作²·崔 承 允¹

CHUNG, BU-KEUN, OSAMU MOCHIDA AND SEUNG-YOON CHOI: Joint Toxic Action of Mixtures of Organophosphorus and Carbamate Insecticides to *Nilaparvata lugens* and *Nephotettix virescens*.

Korean J. Plant Prot. 26(3) : 159~163 (1987)

ABSTRACT The toxicity of the mixture at 1 to 1 ratio among the insecticides, BPMP, carbofuran, diazinon and monocrotophos to the brown planthopper (BPH), *Nilaparvata lugens* and green leafhopper (GLH), *Nephotettix virescens* were tested and compared to their toxicities of individual insecticides. Among the mixtures, carbofuran combinations with BPMP and diazinon showed synergistic effect in toxicity to BPH. There was also synergistic action in toxicity with mixture of BPMP plus monocrotophos to GLH. Other combinations were independent in toxic action to both insects.

緒 論

중요 작물의 안전재배에 있어서 農藥 依存은 불가피하다. 때문에 農藥의 合理的 利用이라는 측면에서 農藥混用이 각광을 받고 있다. 그 이유는 農藥을 混用撒布함으로써 노력의 절감, 作用持性の 補完 및 效力의 증진 등을 꾀할 수 있기 때문이다. 노력을 절감하기 위하여 殺虫劑와 殺菌劑의 混合^{6,7,9,11,12,13} 및 殺虫劑와 除草劑의 混合⁴ 등이 보고되었다. 한편 作用持性の 補完이라는 측면에서 El-Sayed와 Knowles(1984)는 살비제인 Formamidines에 pyrethroid계를 混合하여 살비효과를 증진시켰다고 하였다. 그러나 본 연구에 있어서는 殺虫劑의 混用に 依한 殺虫效力의 증진이라는 관점에서 좀 더 언급하고자 한다.

殺虫效力의 증진을 꾀하기 위하여 殺虫劑에 協力劑를 첨가하는 경우와 2種 이상의 殺虫劑를 一定 비율로 혼합하여, 上昇效果를 추구하는 두 가지 방법이 고려되고 있다. 비록 과수나 田作物 害虫을 방제하기 위하여 pyrethroid系 농약에 協力劑를 첨가하는 것이 많이 논의되고 있으

나 수도에 적용시키는 데에는 어려움이 있다. 그것은 協力劑의 가격과 pyrethroid系 殺虫劑의 어독성이 문제시되기 때문이다. 그러므로 기존의 有機磷系나 carbamate系 殺虫劑와 같은 개발된 藥劑를 利用하여 上昇作用을 발휘하는 藥劑組合를 발견하려는 시도가 각광을 받고 있다.^{3,5,8,16,19} 이와같이 이미 개발된 약제를 이용함으로써 새로운 藥劑의 개발에 따른 기간과 비용에 비하여 큰 잇점이 있다. 뿐만이 아니고 殺虫劑의 混合처리가 抵抗性 害虫에 더 効果的이라는 보고도 있다.^{3,5,14,16}

따라서 본 연구는 2種類의 有機磷劑와 2種類의 carbamate系 殺虫劑, 총 4種 중 2藥劑씩 선택하여 만들어지는 총 6組合의 殺虫劑에 대한 協力作用 유무를 IRRI(國際米作研究所) 포장에서 채집한 벼멸구(*Nilaparvata lugens*)와 끝동매미충(*Nephotettix virescens*) 個體群에 대하여 실시하였다.

材料 및 方法

供試虫. *N. lugens*는 hopper-burn이 발생한 IRRI포장에서 채집하여 실내 cage내에서 羽化한지 3日 이내의 供試虫을 사용하였다. *N. virescens*는 1984년 4월 24일 부터 3주 동안 IRRI 포장 가장자리에 설치된 black light근처에 보통의 형광등을 나일론 screen상단에 설치하고 이들 빛에 誘引된 昆虫을 채집하였다. 이들을 4세

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, South Korea)

2 國際米作研究所 昆虫科(Entomology Dept., International Rice Research Institute, P.O. Box 933, Manila, Philippines)

대 동안크기 107×306×102(cm)의 cage내에서 증식시킨 다음에 羽化된지 3日 이내의 供試虫을 사용하였다.

供試殺虫劑. 有機磷系 殺虫劑로서 monocrotophos(dimethy-1-methyl-2-(methylcarbamoyl) vinylphosphate), 78.8%와 diazinon (O,O-diet-hyl-O-2-isopropyl-6-methylpyrimidin-4-yl-p-hosphorothioate), 96.16%; carbamate 系로서 carbofuran (2, 3-dihydro-2, 2-dimethylbenzofuran 7-yl-methylcarbamate), 95.5%와 BP-MC (2-sec-butylphenyl methylcarbamate), 90.12%의 technical grade 殺虫劑를 사용하였다.

이들 供試藥劑를 acetone에 所定濃度로 稀釋하여 *N. lugens*는 0.1 μ l, *N. virescens*는 0.2 μ l를 Burkard microtopical applicator*로 흥배판에 처리 하였다. 처리 24時間 후에 死虫數를 조사하여 LD₅₀을 산출하기 위해 probit분석하였다. 協力作用은 1:1로 두 藥劑를 混合하여 處理・檢定하였다. 이때 混合物의 藥量은 두 성분의 총량으로 표시하였다. Co-toxicity coefficients는 Sun과 Johnson(1960)의 方法으로 계산하였다.

結果 및 考察

6가지 組合의 混合劑로 *N. lugens*와 *N. virescens*에 대한 協力作用을 檢定하여 표 1에 제시

하였다.

殺虫劑 感受性 系統과 抵抗性 系統을 동일 藥劑와 稀釋 比率로 처리했을때 抵抗性 系統에서 joint toxic action이 높게 나타났다는 보고가 많다.^{3,5,16)} 한편 4가지 供試藥劑에 대한 IRRI greenhouse 系統의 LD₅₀값¹³⁾에 비하여 '본 실험에 供試된 *N. lugens*는 7~61배의 비교적 높은 抵抗性을, *N. virescens*는 3배 以下의 耐性을 보여 抵抗性 수준에 있어서 차이가 있었다.

이러한 관점에서 살펴볼 때 殺虫劑에 대하여 비교적 抵抗性을 보인 *N. lugens*에서 mixture에 대한 共力係數가 *N. virescens*에 비해 높게 나타난 경우로서 우선 carbofuran과 monocrotophos의 組合을 들 수 있다. Ku(1979)에 의하면 이 係數가 실내 感受性 系統보다도 포장계통이 더 感受性을 보인 *N. lugens*에서는 71, *Nephotettix cincticeps*에서는 154로, 벼멸구에서 그 값이 비록 낮았지만 *N. cincticeps*의 抵抗性 수준이 15배 정도 높아 앞에서 언급한 경향과 일치하였다. 한편 BP-MC와 diazinon 混合組合에 대하여 *N. lugens*에서는 檢討되지 못했으나 *N. virescens*에서 共力係數가 70으로 獨立作用을 보였다. 동일한 殺虫劑 組合에 대하여 Sasaki와 Ozaki(1976a)은 *N. cincticeps*에서 127.1을 권등(1983)은 *N. lugens*에서 153.7로 현저하게 높은 값을 보였으나 Yoshioka(1979)는 1970년 松前에서 채집한

Table 1. LD₅₀ value and co-toxicity of insecticide mixtures to *N. lugens* and *N. virescens*

Insecticide	<i>N. lugens</i>		<i>N. virescens</i>	
	LD ₅₀ (μ g/g)	Co-toxicity coefficient	LD ₅₀ (μ g/g)	Co-toxicity coefficient
<i>Carbamate</i>				
BPMC	34.82(25.87~48.20) ^a	—	7.44(4.85~11.42) ^a	—
Carbofuran	12.70(10.56~15.28)	—	2.08(1.28~3.36)	—
<i>Organophosphorus</i>				
Diazinon	201.76(133.02~320.34)	—	22.46(14.16~32.33)	—
Monocrotophos	8.46(7.31~9.62)	—	9.72(7.17~12.82)	—
<i>Carbamate+Carbamate</i>				
Carbofuran+BPMC	9.41(8.00~10.51)	198	2.45(2.04~3.04)	133
<i>Carbamate+Organophosphorus</i>				
BPMC+diazinon	—	—	16.02(14.32~18.64)	70
BPMC+monocrotophos	15.20(10.85~16.37)	90	7.74(6.92~8.59)	109
Carbofuran+diazinon	10.84(8.80~12.43)	220	6.54(5.39~8.49)	57
Carbofuran+monocrotophos	10.77(8.70~12.14)	94	3.95(3.13~5.44)	87
<i>Organophosphorus+Organophosphorus</i>				
Diazinon+mmonocrotophos	21.17(18.46~23.84)	77	5.80(4.19~9.47)	234

* Figures in parentheses indicate 95% confidence limits

*N. cincticeps*의 共力係數가 43이었는데, 1975년 diazinon과 BPMC에 대한 LD₅₀값이 각각 3~10 배, 1~2배 정도 높은 3個 지역에서 共力係數가 116~174사이의 additive내지 synergistic하게 나타나 抵抗性 수준에 따라 변화할 수 있음을 시사하였다. 이외에도 carbofuran과 diazinon組合 및 BPMC와 carbofuran 混合組合들을 들 수 있다. 비록 BPMC와 monocrotophos 組合에서와 같이 共力係數가 *N. lugens*에서 90, *N. virescens*에서 109로 별 차이를 인정하지 않는다해도 diazinon과 monocrotophos로 混合한 경우에는 *N. lugens*와 *N. virescens*에서 각각 77과 234로 현저한 차이를 보이고 있다. 특히 이러한 차이는 위에서 논의된 것과 정 반대의 결과이다. 이러한 반대되는 경향은 昆虫의 種과 藥劑組合에 따른 특성으로 생각되며 앞으로 좀더 檢討되어야 하리라고 본다.

Carbamate系 殺虫劑들 간의 混合에서 BPMC와 carbofuran의 混合組合을 처리했을 때 共力係數가 *N. lugens*에 대해서는 198로 synergism을, *N. virescens*에 대해서는 133으로 additive한 효과를 보였다. 그러나 권등(1983)은 39.8로 antagonistic effect를 보여 주었다. Kyomura와 Takahashi(1979)는 여러가지 N-methylcarbamate系 藥劑에 대하여 交叉抵抗性을 보인 *N. cincticeps*를 N-methyl과 N-propylcarbamate와 混合하여 처리하였을 때 강한 synergistic 殺虫力을 나타냈다고 하면서 이 抵抗性 *N. cincticeps*에 있어서 N-propylcarbamate에는 sensitive하지만 N-methylcarbamate에는 insensitive한 acetylcholinesterase局所가 있다고 하였다. 그러나 본 실험에 사용된 carbamate 殺虫劑는 모두 N-methylcarbamate로서 *N. lugens*에서 synergism을 보이고 있는 것은 좀더 檢討가 필요하다고 본다. 하지만 Casida(1963)는 獨立의으로 작용하는 carbamate系 藥劑를 混合했을 때 additive toxicity가 척추동물에서 기대된다고 하여 본 실험의 *N. virescens*에 대한 값과 일치한다.

Carbamate殺虫劑와 有機磷系 殺虫劑와의 混合組合에서 Casida(1963)는 carbamate系인 methylcarbamate와 有機磷系 殺虫劑의 混合은 additive toxicity정도 뿐이라고 하였다. 더나

가 그는 어떤 경우들에서 carbamate 藥劑는 cholinesterase阻害에 있어서 reversible한 성질 때문에 organophosphate에 의한 irreversible한 범위를 축소시켜 organophosphate의 毒性을 감퇴시킬 것이라고 하였다. 이는 본 실험에서 대부분의 경우 獨立作用을 보인 것과 일치하는 경향이다. 한편 Kono와 Kajihara(1985)는 選擇的 殺虫劑인 pirimicarb(carbamate系)와 화학구조적으로 4가지 groups로 대별되는 有機磷系 殺虫劑들과의 混合毒性을 有機磷系 抵抗性인 *Chilo suppressalis*에 대하여 검정하였던 malathion(dimethylthiophosphate group)을 포함한 dimethylthiophosphates(diethylthiophosphate group은 제외) group에 대해서만 synergism이 인정된다고 하였다. 하지만 본 실험의 carbofuran과 diazinon 組合에서 높은 共力係數인 220을 보였는데 여기서 diazinon은 diethylthiophosphate group에 속한다. 하지만 일본의 경우에는 포장에 투입된 殺虫劑가 dimethylthiophosphate group인 malathion으로 사용하다가 methylcarbamate系 藥劑로 전환한 반면 IIRI 포장에서는 diethylthiophosphate인 diazinon에서 methylcarbamate로 藥劑를 대체시킨 배경을 고려할 때 어떤 殺虫劑가 그 포장에 사용되었는지에 따라서는 joint toxic action이 달리 나타날 수 있으리라고 생각된다.

*N. virescens*에서 有機磷系 藥劑끼리인 monocrotophos와 diazinon으로 混合처리 하였을 때 共力係數가 234로 높은 값을 보이고 있는 것은 앞으로 藥劑의 화학적인 구조뿐만이 아니고 그들의 생화학적인 기작과 연관지어서도 좀더 상세한 검토가 수행되어야 하리라고 본다.

摘 要

4種類의 殺虫劑(monocrotophos, diazinon(有機磷系), carbofuran, BPMC(carbamates系)) 중 두 藥劑를 택하여 1대 1 비율로 섞은 6가지 混合劑 組合들에 대한 協力作用을 보이는 組合을 발견하기 위하여 벼멸구(*Nilaparvata lugens*)와 끝동매미충(*Nephotettix virescens*)을 공시하여 실험을 수행하였다.

1. 벼멸구에 대하여는 carbofuran과 diazinon

組合 및 BPMC와 carbofuran 組合이 協力作用 係數 200정도로 효과적이었다.

2. 끝동매미충(*N. virescens*)에 대하여는 diazinon과 monocrotophos 組合이 協力作用 係數 234로 효과적이었다.

3. 여타의 組合들은 獨立作用내지 부가작용을 보였다.

LITERATURES CITED

- Casida, J.E. 1963. Mode of action of carbamates. *Ann. Rev. Entomol.* 8 : 39~58.
- El-Sayed, G.N. and C.V. Knowles. 1984. Formamidin synergism of pyrethroid toxicity to two spotted spider mites (Acari: Tetranychidae). *J. Econ. Entomol.* 77(1) : 23~30.
- Hama, H. and T. Iwata. 1973. Synergism of carbamate and organophosphorus insecticides against rice leafhoppers, *Nephotettix cincticeps* Uhler. *Jap. J. Appl. Ent. Zool.* 17 : 181~186.
- Kato, M., Y. Sato, and M. Sakai. 1967. Foliage spray treatment of cartap mixed with DCPA for simultaneous control of rice stem borer and barnyardgrass. *Jap. J. Appl. Ent. Zool.* 11 : 135~139.
- Konno, T. and 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.
- Ku, T.Y. 1979. Combined use of pesticides and its biological effects in rice insect and disease control. *In* Sensible use of pesticides. ed. M.M. Tetangco. Food and Fertilizer Technology Center, Taipei, Taiwan.
- Ku, T.Y. and S.C. Wang. 1978. The toxicity effects of fungicide-insecticide mixtures to the brown Planthopper(II) Taiwan Agric. Q. 14(4) : 12~29.
- Kuwahara, M. 1977. Joint action of organophosphates, carbamate and synthetic synergists against ESP-selected and ESP-reversely selected strains of kanzawa spider mite, *Tetranychus kanzawai* Kishida. *Jap. J. Appl. Ent. Zool.* 21 : 94~102.
- 권영욱 · 이형래 · 유재기 · 류갑희 · 1983. 혼합제 농약의 병해충 방제효과시험. 농촌진흥청 농약연구소 시험연구보고서 : 193~206.
- Kyomura, N. and Y. Takahashi. 1979. Joint insecticidal effects of N-propyl and N-methylcarbamates on the green rice leafhopper, resistant to N-methylcarbamates. *J. Pestic. Sci.* 4(3) : 401~409.
- 이형래 · 박중수 · 최승윤. 1979. 농약혼합제 선발에 관한시험 농촌진흥청 농업기술연구소 시험연구보고서(병해충·유전) : 387~390.
- Miyata, T., H. Sakai, T. Saito, K. Yoshioka, K. Ozaki, Y. Sasaki, A. Tsuboi 1981. Mechanism of joint toxic action of kitazin p with malathion in the malathion resistant green rice leafhopper, *Nephotettix cincticeps* Uhler (Hemiptera: Deltocephalidae). *Appl. Ent. Zool.* 16(3) : 258~263.
- Mochida, O., L. Fabellar and R. Basilio. 1984. Studies on insecticide susceptibility levels of rice pests and their natural enemies at IRRI. Presented at FAO/IRRI workshop on monitoring susceptibility levels of rice pests to insecticides held on 26 Nov., 1984.
- Payne, G.T. and T.M. Brown. 1984. EPN and S,S,S-tributylphosphorotrithioate as synergists of methyl parathion in resistant tobacco budworm larvae(Lepidoptera: Noctuidae) *J. Econ. Entomol.* 77(2) : 294~297.
- Sasaki, Y. and K. Ozaki. 1976a. Test on

- toxicity of mixtures of two insecticides against insecticide-resistant green rice leafhoppers, *Nephotettix cincticeps* Uhler. Bull. Kagawa Agri. Expt. Stn. 28 : 39~42.
16. Sasaki, Y. and K. Ozaki. 1976b. Evaluation of mixtures of two insecticides for control of the susceptible, malathion and fenitrothion-resistant strains of smaller brown planthopper, *Laodelphax striatellus* Fallen.
17. Sun, Y.S. and E.R. Johnson. 1960. Analysis of joint action of insecticides against house flies. J. Econ. Entomol. 53(5) : 887~892.
18. Tsuboi, T., T. Inoue and K. Kono. 1966. Insecticide joint action of kitazin and Sumithion on planthoppers. Proc. Assoc. Pl. Prot. Kyushu 12 : 38~41.
19. Tsuji, H. and K. Fujita. 1978. Synergistic action of formothion and MTMC against a resistant strain of the green rice leafhopper, *Nephotettix cincticeps* Uhler. Jap. J. Appl. Ent. Zool. 22 : 33~37.
20. Yoshioka, K. 1979. Insecticidal activity of the mixtures of agricultural chemicals against some strains of green rice leafhoppers, *Nephotettix cincticeps* with different levels of insecticide resistance. Proc. Assoc. Plant Prot. Shikoku 14 : 67~72.