

水稻主要害虫 및 捕食性天敵 황산적거미에 對한 殺虫劑의 選擇毒性에 關한 研究

劉載起* · 權寧旭* · 朴亨萬* · 李炯來*

Studies on the Selective Toxicity of Insecticides for Rice Insect Pests between Some Dominant Rice Insect Pests and a Predacious Spider, *Pirata subpiraticus*

J.K. Yoo, Y.W. Kwon, H.M. Park, and H.R. Lee

ABSTRACT

The present studies were conducted to investigate the relative toxicity of several insecticides to the rice insect pests and the predacious spider, *Pirata subpiraticus*.

In laboratory test by topical application, BPMC and MIPC for the plant and leafhoppers were toxic to *Nilaparvata lugens*, but less toxic to *Pirata subpiraticus*. Other carbamate insecticides such as carbaryl, carbofuran, and MTMC showed highly toxic effect on *P. subpiraticus* as well as *N. lugens*. No organophosphates showed selective toxicity to *P. subpiraticus*.

Thiocyclam, effective to *Chilo suppressalis* and *Sesamia inferens*, had highly good selective toxicity to *P. subpiraticus*. In case of insecticides for *Nephotettix cincticeps*, BPMC only had a little selective toxicity between *N. cincticeps* and *P. subpiraticus*. Organophosphate insecticides which had been reported to induce chemical resistance to *N. cincticeps* showed high LD₅₀ value to *N. cincticeps*.

In pot trials, dust formulation was more toxic to *P. subpiraticus* than emulsifiable concentrate. It was more toxic to *P. subpiraticus* to increase number. of insecticide application.

緒 論

食糧增産은 爆發的 人口增加로 因하여 人類가 만드 시 解決해야 할 課題이며, 이를 爲해서 數 많은 農業科學的 方法이 開發되었다. 作物 病虫害의 防除手段은 이러한 目的을 達成하기 爲하여 發展되어 왔으며 近年에 이르러 害虫의 綜合管理(integrated pest management)라는 概念이 定立되었고, 綜合管理方法中的 하나가 有用天敵의 利用이다(Metcalf, 1975).

水稻에 局限시켜 볼 때 國內의 天敵種類는 寄生蜂 33種, 捕食性 昆蟲 10種¹⁾, 거미類 80餘種이 있으며¹³⁾, 特히 問題되는 害虫인 멸구·매미虫類의 主要 天敵은 거미類이다.^{7,8,9,10,11,12,13)}

그러나, 殺虫劑의 使用에 依하여 거미類를 包含한 天敵의 密度가 減少되고 그 結果로 初期의 害虫密度를 抑制하지 못하여 resurgence가 일어난다는 見解가 있음으로 天敵에 影響이 적은 殺虫劑를 찾고자 하는 努力이 國內外에서 일어나게 되었다.^{1,6,7,12)} 하지만 初期의 選擇毒性(selective toxicity)의 概念은 單純히 害虫

*農村振興廳 農藥研究所(Agricultural Chemicals Research Institute, ORD, Suwon 170, KOREA)

種間的 藥劑에 對한 感受性 差異만을 意味하였고^{2,4,6)} 害蟲과 天敵間的 感受性 差異라는 概念으로 選擇毒性이란 表現을 쓴 것은 Takahashi¹²⁾ 以後인 것으로 생각된다.

國外的 研究結果를 보면 Bartlett²⁾는 天敵에 安全한 藥劑로서 消化中毒劑 (stomach poison)을 強調하였고, 國際米作研究所^{7,8,9,10)}에서는 殺蟲劑의 種類, 處理方法, 處理時期等과 害蟲密度의 變動을 調查하고, 거미의 地域別(國家別) 捕喰量을 調查報告하였다. 日本의 Fukuda⁶⁾, Takahashi¹²⁾ 등은 害蟲種間, 害蟲 및 天敵間 藥劑에 對한 感受性 差異를 調查하였고, 特히 Takahashi는 相對毒性(relative toxicity)이라는 概念을 使用하였다. 또 國內에서도 安等¹⁾, 崔等⁴⁾, 張等³⁾, 崔等⁵⁾, 白等¹¹⁾에 依하여 天敵種類調查, 害蟲間 藥劑 感受性調查, 害蟲 및 天敵間 選擇毒性調查 등이 이루어졌으나 當時 選發되었던 藥劑들이 現在의 水稻用 藥劑와 甚異なる 것이 많아서, 그대로 適用할 수 없으므로 새로이 實驗을 實施하여 몇가지 結果를 얻었기에 報告하는 바이다.

材料 및 方法

가. 害蟲과 거미에 對한 半致死藥量調查

(1) 버벌구: 供試農藥의 原劑를 acetone에 5~7 濃度로 稀釋한 후 飼育室에서 累代 飼育한 羽化 3日 以內的 雌成蟲(平均體重 2mg)을 炭酸가스에 5~10秒間 麻酔시켜 微量局所處理器(topical-microapplicator)로 虫體當 0.25 μ l씩 胸部 背面에 處理하였으며 供試虫數는 濃度當 30마리로 하였다. 處理된 供試虫은 버 幼苗가 들은 試驗管(3 \times 20cm)에 넣어 25°C 飼育室에서 24時間 保管後 殺虫率을 調查하여 probit 分析法로 半致死藥量을 求하였다.

(2) 二化螟虫·벼밤나방: 稻殘株와 稻葉를 分解하여 越冬幼虫을 採集한 後 4~5令虫을 選別하여 飼育室에

서 覺醒시켜 供試藥劑를 微量局所處理器로 頭部 3~4節의 背面에 虫體當 0.5 μ l씩 處理하였으며 바닥에 吸着紙(filter paper)를 깔 먹이 없는 높은 층의 사피에 담아 飼育室에 24時間 保管後 殺虫率을 調查하여 半致死藥量을 求하였다.

(3) 끝동매미충: 發生이 많이 된 圃場에서 捕虫網으로 採集하여 室內에서 1日間 馴化시킨 後 雌成蟲을 골라 버벌구와 同一한 方法으로 實驗하였다.

(4) 황산적거미(*Pirata subpiraticus*): 一般 農家圃場에서 吸虫管으로 採集하여 室內에서 2~3日間 馴化시킨 後 炭酸가스로 15~20秒間 麻酔시켰으며 供試藥劑를 虫體當 0.5 μ l씩 處理하여 24時間동안 個體別로 바닥에 脫脂綿(濕氣있는)을 깔 유리병(3 \times 5cm)에 넣고 술마개를 한 後 飼育室에 保管한 後 殺虫率을 調查하여 半致死藥量을 求하였다.

위와 같이 하여 얻어진 各 害蟲의 半致死藥量을 거미의 것과 比較하여 相對毒性 값을 算出하였다.

나. 藥劑劑型 및 處理回數가 害蟲과 天敵密度에 미치는 影響(포트試驗)

藥劑撒布에 따른 害蟲 및 거미의 密度變動을 調查코자 와그너포트(Wagner's pot: 1/2, 000a)에 50日 苗令의 豊産벼를 5月 20日에 移秧하고 各 害蟲 및 황산적거미를 接種하기 前에 白色 노방으로 만든 cage를 씌워 供試虫의 離脫을 막았다.

二化螟虫은 1化期 成蟲을 採集하여 室內에서 포트에 심은 幼苗에 産卵시킨 後 卵塊를 收集, 常溫에서 孵化시켜 孵化幼蟲을 가는 붓으로 벼에 接種하였으며 거미도 同日에 接種하여 藥劑處理後의 被害莖率 및 在虫數와 거미 密度를 調查하였다.

혹명나방은 幼蟲을, 끝동매미충은 成蟲을 採集하여 거미와 함께 接種하고 藥劑撒布後의 被害莖率과 殺虫率 및 거미 密度를 調查하였다(虫接種 및 藥劑處理內容은 表 1 參照).

Table 1. No. of infested insects and spiders per pot and contents of insecticide application (pot trials)

	Infestation		Insecticide application		Date of Investigation
	No./pot	Date	Amount (1, kg/10a)	Date Ist. 2nd.	
Green riceleafhopper ¹⁾	5prs ⁵⁾	9.4	160, 4	9.7 9.17	9.20, 9.30
Spider ²⁾	10				
Rice stem borer ³⁾	20	6.22	80, 3	6.23 6.29	7.8
Spider	10				
Grass leaf roller ⁴⁾	10	8.25	160, 4	9.2 9.9	9.23
Spider	10				

¹⁾ *Nephotettix cincticeps* UHLER

²⁾ *Pirata subpiraticus* BOES. et STR.

³⁾ *Chilo suppressalis* WALKER

⁴⁾ *Cnaphalocrocis medinalis* GUENEE

⁵⁾ pairs

結果 및 考察

가. 害虫과 거미에 對한 半致死藥量 및 相對毒性

벼멸구와 황산적거미에 對한 carbamate系殺虫劑의 相對毒性值를 比較한 結果 BPMC와 MIPC에서 8以上으로 높았다(表 2). 이 結果는 BPMC 및 MIPC의 벼멸구 및 황산적거미에 對한 相對毒性值가 17.5와 65.7로 높았다는 張³⁾의 實驗과도 一致된다. 단, 數值의 差異는 當時와 지금의 實驗條件, 供試虫 狀態등의 差異에 基因한 것으로 생각된다.¹¹⁾ 以上の 結果는 벼멸구를 防除하기 爲하여 所定濃度로 藥劑를 稀釋했을 境遇 相對毒性值가 낮은 他藥劑에 比하여 거미에 對한 惡影響이 그만큼 적다는 것을 意味한다. 따라서 相對毒性值

는 클수록 天敵에 對한 影響이 적은 藥劑라 할 수 있다. 다만, 相對毒性值가 具體的으로 어느 程度일 때 安全한가라는 點은 앞으로 追加의 實驗을 通하여 充分한 考察이 이루어져야 할 問題라고 思料된다. Takahashi¹²⁾는 相對毒性值가 1보다 크면 比較的 安全한 藥劑라고 하였지만 이는 지나친 생각이고 藥劑의 天敵에 對한 安全性은 相對毒性值 뿐만 아니라 害虫과 天敵의 半致死藥量 水準 및 實用 稀釋濃度까지 考慮해야 될 것으로 생각한다.

有機磷系의 境遇는 황산적거미에 對한 半致死藥量이 높고 相對毒性值는 매우 낮아 바람직한 藥劑라 할 수 없다.^{3,12)}

二化螟虫 및 벼바나방과 황산적거미에 對한 藥劑別 相對毒性值를 보면(表 3). thioyclam이 二化螟虫과

Table 2. Relative toxicity of insecticides for planthoppers between *Niaparvata lugens* and *Pirata subpiraticus*

Insecticides	1982			1983		
	LD ₅₀ (μg/g) of <i>N. lugens</i>	LD ₅₀ (μg/g) of <i>P. subpiraticus</i>	Relative toxicity ¹⁾	LD ₅₀ (μg/g) of <i>N. lugens</i>	LD ₅₀ (μg/g) of <i>P. subpiraticus</i>	Relative toxicity
Carbamates						
BPMC	2.90	85.82	29.6	0.84	15.43	18.4
Carbaryl	1.65	2.79	1.7	—	—	—
Carbofuran	0.22	1.17	5.3	0.27	1.17	4.3
MIPC	1.69	13.48	8.0	0.68	6.98	10.3
MTMC	—	—	—	0.81	5.96	7.4
Organophosphates						
Diazinon	16.21	19.13	1.2	9.92	14.73	1.5
Phenthoate	11.79	4.49	0.4	—	—	—

¹⁾ Relative toxicity was calculated by the formula, $\frac{LD_{50} \text{ of spider}}{LD_{50} \text{ of insect pest}}$

Table 3. Relative toxicity of insecticides for the rice stem borer between *Chilo suppressalis*, *Sesamia inferens* and *Pirata subpiraticus*

Insecticides	LD ₅₀ (μg/g)			Relative toxicity	
	<i>C. suppressalis</i> (A)	<i>S. inferens</i> (B)	<i>P. subpiraticus</i> (C)	C/A	C/B
Organophosphates					
Chlorpyrifos-methyl	2.52	83.14	35.74	14.2	0.4
Diazinon	3.32	30.89	19.13	5.8	0.6
Fenitrothion	1.74	22.83	6.22	3.6	0.3
Fenthion	1.54	4.02	12.98	8.4	3.2
Phenthoate	0.60	2.01	4.49	7.5	2.2
Others					
Cartap	0.50	0.33	1.78	3.6	5.4
Thioyclam	0.25	0.96	181.70	726.8	189.3

벼밤나방에서 相對毒性値가 各各 726.8, 189.3으로 높았고 황산적거미에 對한 半致死藥量도 181.70 μ g/g으로 높았다. chlorpyrifos-methyl, fenthion은 二化螟虫의 境遇 各各 14.2(35.74 μ g/g), 8.4(12.98 μ g/g)으로 比較의 良好하였다. 그러나 벼밤나방의 境遇는 thiocyclam을 除外한 모든 藥劑의 相對毒性値가 낮아 防除가 必要할 境遇 相當한 注意를 要한다.

表 4와 같이, 끝동매미충 防除藥劑의 황산적거미에 對한 相對毒性値를 보면 carbamate系인 BPMC는 8.2로서 가장 良好하였다. 그러나, 끝동매미충에 藥劑抵抗性 誘發程度가 높은 藥劑로 알려진(朴等: 1981, 1982, 1983; Nagata: 1982) fenitrothion은 相對毒性値가 0.03로 極히 낮아 황산적거미에 安全한 藥劑라 할 수 없으며, 끝동매미충에 對한 半致死藥量도 199.56 μ g/g으로 높아서 끝동매미충 防除藥劑로 쓸 수 없게 되었다. 이러한 結果는 pyridaphenthion 등이 황산적거미에 對한 影響이 적은 반면 fenitrothion, fenthion 등의 相對毒性値가 낮다고 한 張³⁾等, Takahashi¹²⁾ 등의 結果와 一致된다.

Table 4. Relative toxicity of insecticides for the green rice leafhopper between *Nephotettix cincticeps* and *Pirata subpiraticus*

Insecticides	LD ₅₀ (μ g/g)		Relative toxicity (B/A)
	<i>N. cincticeps</i> (A)	<i>P. subpiraticus</i> (B)	
Carbamates			
BPMC	10.46	85.82	8.2
Carbaryl	2.45	2.79	1.1
Carbofuran	1.63	1.17	0.7
MIPC	5.14	13.48	2.6
Organophosphates			
Chlorpyrifos-methyl	34.67	35.74	1.0
Diazinon	3.14	19.13	6.1
Fenitrothion	199.56	6.22	0.03
Fenthion	113.64	12.98	0.1
Phenthoate	3.39	4.49	1.3

나. 藥劑劑型 및 處理回數가 害虫 및 天敵密度에 미치는 影響(포트試驗)

表 5에서와 같이 二化螟虫 防除藥劑中 cartap, fenitrothion, phenthoate等 3種을 粒·粉劑 및 稀釋劑로 劑型을 달리하고 撒布回數를 달리했을 때, 累積 거미數는 cartap水溶劑 處理에서 3포트 內의 거미數가 1회, 2회 處理 各各 39, 18마리로서 다른 處理區에 比하여 높

Table 5. No. of survived spiders treated by insecticides for rice stem borer with different formulations and no. of application

Insecticides	No. of application	Control effect on <i>C. suppressalis</i>		No. of spiders per 3 pots
		No. of damaged tillers	No. of survived <i>C. suppressalis</i>	
Cartap 4% GR	1	7.5	0.0	16
Cartap 4% GR	2	—	—	14
Cartap 50% SP	1	16.0	1.3	39
Cartap 50% SP	2	—	—	18
Fenitrothion 2% D	1	—	—	4
Fenitrothion 2% D	2	—	—	1
Fenitrothion 50%EC1	—	15.9	0.7	33
Fenitrothion 50%EC2	—	—	—	3
Phenthoate 2% D	1	—	—	1
Phenthoate 2% D	2	—	—	0
Phenthoate 47.5% EC	1	15.2	1.3	13
Phenthoate 47.5% EC	2	—	—	15
Untreated	—	29.1	10.0	33

았다. 또, 劑型間 比較時 粉劑 處理區보다 乳劑 處理區에서 거미密度가 높은 것은 粉劑가 稻穗에 오랫동안 附着되어 있기 때문인 것으로 생각된다.

끝동매미충에 對한 試驗 結果는 表 6과 같으며 MIPC 處理區에서의 거미密度는 他藥劑에 比해 높게 維持되었고, 끝동매미충 密度도 낮아 가장 바람직하였다.

pyridaphenthion은 거미密度는 가장 높게 維持되었지만 處理 13日後의 끝동매미충 防除價가 낮아서 끝동매미충 防除藥劑로의 活用이 어렵다고 判斷된다. 一般的으로 處理回數가 增加할 수록 거미密度는 낮아지는 傾向이었다.

한편, pyridaphenthion 1회 處理에서 거미密度가 높게 維持되었으며 혹은나방 防除效果도 높게 나타나 安¹⁾張³⁾ 등의 實驗結果대로 거미에 미치는 影響이 적음이 立證되었다(圖 1).

以上の 結果를 綜合하면 BPMC, MIPC, thiocyclam, pyridaphenthion 등이 對象害虫防除效果는 높고, 捕喰性 天敵인 황산적거미에 影響이 적은 藥劑로 選拔되었으며, 이는 張³⁾, Takahashi¹²⁾ 등의 試驗 結果와 一致된다. 단, 室內實驗 내지 포트試驗 結果이므로 圃場에서도 同一한 結果가 나올지는 疑問이다.¹²⁾ 害虫과 天敵의 關係는 먹이連鎖이므로 害虫의 密度를 抑制하면 天

Table 6. No. of survived spiders treated by insecticides for green rice leafhopper with different no. of application

Insecticides	No. of application	No. of <i>N. cincticeps</i> per 3 pots		No. of <i>P. subpiraticus</i> per 3 pots	
		3 DAT ¹⁾	13 DAT	3 DAT	13 DAT
Carbofuran 3% GR	1	0	0a	10	9a
Carbofuran 3% GR	2	0	0a	10	10a
MIPC 2% D	1	0	8a	31	18a
MIPC 2% D	2	0	0a	29	12a
MIPC 50% WP	1	0	0a	24	11a
MIPC 50% WP	2	0	5a	18	22a
Pyridaphenthion 30% EC	1	0	76 b	21	90 b
Pyridaphenthion 30% EC	2	0	32ab	39	20a
Phenthoate 2% D	1	0	39 b	13	19a
Phenthoate 2% D	2	0	16ab	12	3a
Untreated	—	26	182 c	31	139 c

1) Days after treatment

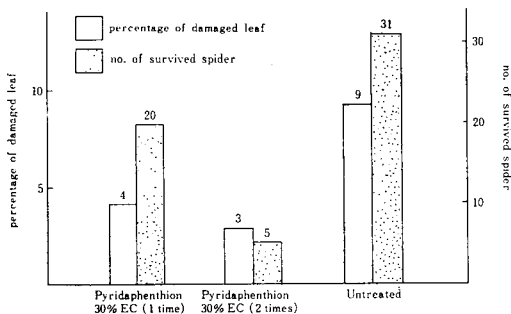


Fig. 1. The effects and selective toxicity of pyridaphenthion on *Cnaphalocrocis medinalis* and *Pirata subpiraticus*

敵의 密度도 低下될 可能性이 있으며 먹이連鎖에 依한 累積의인 毒性이 發現될 수도 있기 때문이다.^{5,8)}

國際米作研究所⁵⁾에서는 殺虫劑를 粒劑化하여 根部處理 (root-zone application)했을 때 天敵密度에 影響없이 害虫을 防除할 수 있다고 하였으나, 崔⁸⁾ 등은 carbofuran 粒劑를 根部處理하였을 때 오히려 無處理區나 다른 處理區에 比하여 거미密度가 低下됨을 報告하고, 이는 藥劑處理→土壤→水稻→벌구·매미충→거미로 移行되는 먹이連鎖에 따른 藥劑의 蓄積때문일 可能性을 提視하였다. 耐虫性 및 感受性 벼 品種에 따른 거미 密度 變動을 調査한 結果⁷⁾, 벌구 密度가 낮은 耐虫

性品種에서도 거미密度가, 벌구 密度가 높은 感性受性品種만큼 維持됨을 報告하였다. 이와 같이 水稻生態系의 構成 因子들을 한 두가지 要因만으로 判定하기는 몹시 어려운 일이다. 그러므로 追後 보다 定量的인 實驗을 通하여 藥劑의 劑型이나 撒布回數가 天敵密度에 미치는 影響에 關한 研究가 繼續되어야 할 것으로 생각된다.

摘 要

가. 害虫과 거미에 對한 半致死藥量 및 相對毒性 調査

(1) BPMC와 MIPC는 벌구와 황산적거미에 對한 相對毒性值가 各各 18.4~29.6, 8.0~10.3으로 比較의 높은 選擇毒性을 보였다.

(2) 二化螟虫과 황산적거미에서는 thiocyclam, chlorpyrifos-methyl이 各各 727, 14의 相對毒性值를 보였으며 벼발나방에서는 thiocyclam이 189.3으로 選擇毒性이 높았다.

(3) 끝동매미충과 황산적거미에 對해서도 BPMC의 相對毒性值가 8.2로 良好하였다.

나. 藥劑劑型 및 處理回數가 害虫 및 天敵密度에 미치는 影響(פות시럼)

(1) 二化螟虫 防除藥劑中 cartap이 二化螟虫 防除效果도 높고, 거미密度도 높았으며, 劑型間에서는 乳劑가 粉劑보다 거미에 미치는 影響이 적었다.

(2) MIPC 處理區에서 끝동매미충 防除效果가 높고 거미密度에 미치는 影響도 적었다.

(3) pyridaphenthion 1回 處理區가 2回 處理區에 比하여 거미密度에 미치는 影響이 적었으나 흑명나방 防除效果는 비슷하였다.

引 用 文 獻

1. 安基濬等 1972. 벼용殺虫劑가 主要害虫相에 미치는 影響, 農技研試報(害虫防除編) pp.146-169.
2. Bartlett, B. R. 1966. Toxicity and acceptance of some pesticides fed to parasitic hymenoptera and predatory coccinellids. J. Econ. Entomol. 59 (5) : 1142-1149.
3. Chang, Y.D., Y.H. Song and S.Y. Choi, 1979. Effect of insecticides application on the population of the paddy rice insect pests and their natural enemies. Korean J. Plant Prot. 18(4) :

- 149-152.
4. Choi, S.Y. and H.R. Lee, 1976. Selective toxicity of insecticides to plant and leafhoppers. Korean J. Plant Prot. 15(1) : 1-6.
 - 5) Choi, S.Y., H.R. Lee and J.K. Ryu, 1978. Effects of carbofuran root-zone placement on the spider populations in the paddy fields. Korean J. Plant Prot. 17(2) : 99-103.
 6. Fukuda, H. and T. Nagata, 1969. Selective toxicity of several insecticides on three planthoppers. Japanese J. Appl. Ent. Zool. 13 : 142-149.
 7. International Rice Research Institute, 1972. Annual report, pp.181-183.
 8. _____, 1973. Annual report, pp.228-229.
 9. _____, 1974. Annual report, pp.215
 10. _____, 1976. Annual report, pp.175-178.
 11. 白種哲等. 1979. 벼害虫 天敵에 관한 研究. 農技研 試研報. (害虫防除編) pp.341-366.
 12. Takahashi, Y. and K. Kiritani. 1973. The selective toxicity of insecticides against insect pests of rice and their natural enemies. Japanese J. Appl. Ent. Zool. 8(4) : 220-226.
 13. Yoon, J.K. and J. Namkung, 1979. Distribution of spiders on paddy field in the suburb of Kwangju city. Korean J. Plant Prot. 18(3) : 137-141.