

애멸구의 藥劑抵抗性에 關한 研究(I). Malathion 및 NAC 에 對한 애멸구感受性의 地域的差異

崔承允* · 宋裕漢** · 朴重秀**

[接受日字 : 1975. 4. 10]

Insecticide Resistance to Small Brown Planthopper (*Laodelphax striatellus* Fallen) (1). Local Variabilities in Susceptibility of Small Brown Planthopper to Malathion and NAC

Seung Yoon Choi*, Yoo Han Song**, Jung Soo Park**

Abstract

The local variabilities of resistance to Malathion and NAC (Sevin) were studied during 1973 with the strains of small brown planthopper (*Laodelphax striatellus* Fallen) collected from Jinjoo, Sunsang, Milyang, Kwangjoo and Iri districts of southern part of Korea. The susceptible lab strain used for this study has been reared successively in the laboratory without exposure to any insecticide since 1970. The insecticides were applied topically in acetone to the thoracic sternum of the adult insects.

LD₅₀ values of Malathion to the insect were varied with the locality of the planthoppers. Relatively high levels of resistance to Malathion were observed in the strains of Jinjoo and Sunsang; showing 27.7 times in female and 24.9 times in male for Jinjoo strain and 18.4 times in female and 13.8 times in male for Sunsang strain as compared with the susceptible lab strain, and in other strains of Milyang, Kwangjoo and Iri the levels of resistance to Malathion were still less than 5 times. However, there was no any specific difference among the strains in susceptibility to NAC. The malathion-resistant strain of the small brown planthopper seemed to be still localized in some regions of Korea.

The susceptibility of the planthoppers to Malathion was varied with the sex; LD₅₀ values based on the individual ($\mu\text{g}/\text{insect}$) were higher in female than in male, while the values based on the body weight ($\mu\text{g}/\text{g}$) conversely higher in male than in female.

緒 論

水稻害虫의 藥劑抵抗性問題는 1960年 日本에서 Ethyl

parathion 에 對한 이화명충^{4,6,10,11}, 그후 Malathion 에 對한 끝동매미충^{5,7}의 抵抗性發生이 確認되던서 始作되었다. 그후 우리나라에서도 水稻害虫의 防除를 위

*서울大學校 農科大學 *College of Agriculture, Seoul National University, Suweon, Korea, 170

**農村振興廳 農業技術研究所 **Institute of Agricultural Science, Office of Rural Development, Suweon, Korea, 170.

해 農藥의 使用이 急增하면서 水稻害虫의 藥劑抵抗性에 關心을 갖게 되어 몇 가지 慣用 殺虫劑들에 對한 이 화명종의 藥劑抵抗性의 地域的差異에 關한 研究를 보게 되었다^{2,8,15)}.

1963年 以後 特히 南部地方에서 줄무늬잎마름病的 發生이 甚해지기 始作하였는데⁹⁾ 그때부터 媒介虫 애멸구의 藥劑防除가 積極性을 띠우게 되었다. 줄무늬잎마름病的 發生이 甚한 南部地方에서는 苗板期와 本畚初期에 애멸구防除를 위해 많은 藥劑가 使用되고 있으며 그것도 每年 藥劑使用量이 急增하고 있음은 勿論 同一藥劑의 連用이 계속되고 있다. 그럼에도 不拘하고 아직 藥劑抵抗性 發生 與否에 關한 試驗이 전혀 없는 實情에 있다.

日本에서는 1969年 廣島縣에서 애멸구에 對한 BHC와 Malathion 抵抗性, 香川縣에서 有機磷系抵抗性의 發生이 確認 報告되면서 끝동매미종의 藥劑抵抗性과 아울러 代替藥劑選定을 위한 研究가 크게 活氣를 띠기 始作하였다^{12,13,14)}. 尾崎^{12,13,14)}는 이와 같은 藥劑抵抗性의 發生은 끝동매미종이나 애멸구의 防除에 使用한 殺虫劑의 영향에 起因할 뿐만 아니라 이 화명종의 防除에 使用한 각종 有機磷系殺虫劑의 影響을 많이 받았을 것이고 한편 地域에 따라서는 애멸구의 防除를 위해 空中散布한 Malathion의 影響을 받은 것이라 指摘하면서 今後 애멸구나 끝동매미종의 防除方法을 檢討할 때는 殺虫劑에 對한 抵抗性問題를 除外할 수 없음을 말하였다.

이와 같이 藥劑의 連用은 水稻害虫의 藥劑抵抗性을 增大시켜 防除效果의 低下를 가져오고 있다. 그럼에도 不拘하고 우리나라에서는 애멸구에 對한 藥劑抵抗性 發生與否를 전혀 고려하고 있지 않은 實情에 있다. 그러므로 우선 現在 우리나라의 애멸구가 어느 藥劑에 對하여 어느 程度의 抵抗性을 獲得하고 있으며 交叉抵抗性을 나타내지 않는 代替藥劑가 무엇인가를 밝히는 일은 今後 애멸구의 藥劑防除를 위해 大端히 重要한 일이라 생각한다.

이에서 筆者들은 우리나라에서도 日本에서와 같은 現象이 나타나고 있는가를 알기 위해 우선 南部地方에서 5個地域을 任意로 選定하여 Malathion과 NAC에 對한 애멸구의 感受性差異를 究明해 보고져 本實驗을 實施하였다.

本實驗을 위해 供試虫 採集에 協助해준 全北道振興院 진성계, 全南道振興院 朴仁善, 慶南道振興院 柳昌榮, 慶北道振興院 손준수 諸係長과 湖南作物試驗場 咸泳秀 場長 및 嶺南作物試驗場 鄭圭鎔場長님께 感謝드리며 아울러 供試虫 飼育 및 實驗에 크게 協助해준 李炯來君

에게 感謝한다.

材料 및 方法

供試된 애멸구는 1973年 다음 各 地域內에서 成虫을 採集하였다.

裡里(Iri) : 全北 裡里市 湖南作物試驗場 圃場

光州(Kwangjoo) : 全南 光山郡 서창면(全南 道院畚圃場 近方)

晉州(Jinjoo) : 慶南 晉州市 桃洞

密陽(Milyang) : 慶南 密陽邑 嶺南作物試驗場圃場

善山(Sunsan) : 慶南 善山郡 高牙面 官心洞

室內系統(Lab strain)은 1970年 京畿道 水原市 西屯洞 一帶에서 採集하여 室內에서 累代飼育하고 있는 애멸구를 使用하였다.

採集된 供試虫은 27~30°C, 24時間照明(100W 白熱電球) 條件下의 室內에서 17.5×17×14cm 크기의 아크릴케이지內 水稻幼苗(品種 振興)에서 產卵시켜 飼育하면서 供試虫을 얻었다. 殺虫劑의 處理에는 羽化 2~3日後의 成虫을 雌雄 區別하여 使用하였다. 供試虫은 吸虫管으로 取하여 炭酸가스로 麻醉시켜 扱取하였다.

供試藥劑는 Malathion(95.5%)과 NAC(99%)의 原體를 Acetone을 써서 所定의 濃度로 稀釋하였다. 이 Acetone 稀釋液은 Arnold microapplicator(Type LV. 65)를 써서 成虫의 胸腹部에 1個體當 0.5 μ l씩 處理하였다. 處理한 成虫은 벼의 幼苗(品種 振興 約 10cm) 1本을 넣은 試驗管(內徑 2cm, 깊이 18.5cm 試驗管에 幼苗의 根部를 濕한 脫脂綿으로 감아넣은 것)에 5마리씩 넣어 各 濃度當 3反覆으로 실시하였다. Malathion에 대해서는 암컷과 수컷으로 나누어 處理하였고, NAC에 대해서는 암컷 단 供試하여 處理하였다. 處理後 試驗管은 위의 供試虫飼育에서와 같은 條件下에 두고 生·死虫數는 24時間과 48時間後 2回에 걸쳐 調查하였으나 結果分析은 48時間後의 死虫率을 利用하였다. 얻어진 濃度와 平均死虫率關係는 Probit 變換法을 써서 地域, 雌雄別 死虫率의 回歸直線을 計算하고 이에서 中央致死藥量을 求하여 感受性의 地域的差異를 比較하였다. 抵抗性比는 室內虫의 中央致死藥量에 對한 各 地域別 中央致死藥量의 比로서 表示하였다.

結 果

各 地域에서 얻어진 애멸구 成虫에 대한 Malathion, NAC (Sevin) 두 殺虫劑의 局所處理로서 48時間만에 얻어진 殺虫率을 基礎로 Bliss¹⁾의 Probit法으로 分析, 두 藥劑에 對한 感受性程度를 比較한 바 그 結果는 Table 1과 같다.

Table 1. Dosage-mortality regression equations (in probit) and LD₅₀ values of Malathion and NAC (Sevin) to the adults of small brown planthopper (*Laodelphax striatellus* Fallen) of some strains collected from different localities in Korean (1973)

| Locality | Sex | Regression equation | Degree of freedom | X ² | LD ₅₀ * (μg/adult) | LD ₅₀ (μg/g) | Resistant ratio** |
|-------------------|-----|---------------------|-------------------|----------------|-------------------------------|-------------------------|-------------------|
| Malathion | | | | | | | |
| Jinjoo (晋州) | ♀ | Y=3.757X+ 8.760 | 2 | 0.463 | 0.0998 | 94.51 | 27.7 |
| | ♂ | Y=4.106X+ 9.350 | 2 | 0.152 | 0.0873 | 114.42 | 24.9 |
| Sunsan (善山) | ♀ | Y=1.930X+ 7.276 | 3 | 0.056 | 0.0662 | 62.69 | 18.4 |
| | ♂ | Y=3.121X+ 9.111 | 3 | 0.009 | 0.0482 | 63.17 | 13.8 |
| Milyang (密陽) | ♀ | Y=3.051X+10.578 | 3 | 0.187 | 0.0149 | 14.11 | 4.1 |
| | ♂ | Y=3.246X+11.186 | 3 | 0.075 | 0.0124 | 16.25 | 3.5 |
| Kwangjoo (光州) | ♀ | Y=1.231X+ 7.305 | 4 | 1.539 | 0.0134 | 12.69 | 3.7 |
| | ♂ | Y=1.659X+ 7.961 | 4 | 2.121 | 0.0164 | 21.49 | 4.7 |
| Iri (裡里) | ♀ | Y=2.378X+ 9.574 | 2 | 0.842 | 0.0119 | 11.27 | 3.3 |
| | ♂ | Y=1.690X+ 8.136 | 2 | 0.168 | 0.0139 | 18.22 | 3.7 |
| Lab st. (室內) | ♀ | Y=1.803X+ 9.415 | 2 | 4.417 | 0.0036 | 3.41 | |
| | ♂ | Y=2.440X+11.007 | 2 | 0.202 | 0.0035 | 4.59 | |
| NAC(Sevin) | | | | | | | |
| Jinjoo | ♀ | Y=2.157X+10.149 | 3 | 1.731 | 0.0041 | 3.88 | 1.1 |
| Milyang | ♂ | Y=2.494X+10.246 | 3 | 1.754 | 0.0067 | 6.35 | 1.8 |
| Kwangjoo | ♀ | Y=1.980X+ 9.928 | 4 | 0.725 | 0.0032 | 3.03 | 0.9 |
| Iri | ♀ | Y=1.610X+ 8.437 | 3 | 0.527 | 0.0073 | 6.91 | 2.0 |
| Lab st. | ♀ | Y=2.062X+10.004 | 3 | 0.431 | 0.0037 | 3.50 | |

*Significant at 5% level

**Resistant ratio = $\frac{LD_{50} \text{ of local strain}}{LD_{50} \text{ of lab strain}}$

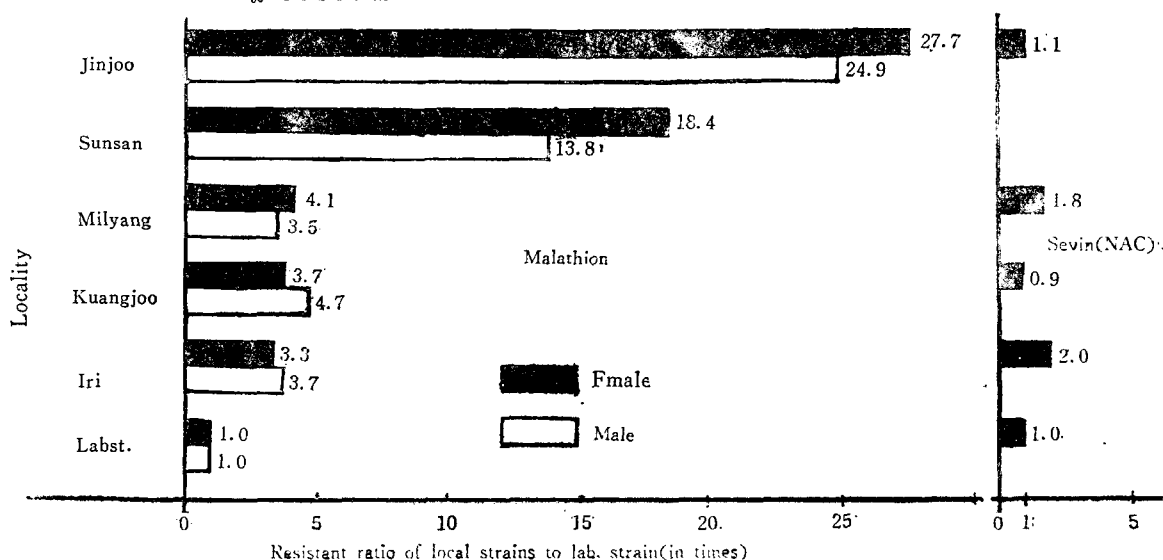


Fig.1. Resistant ratio of the local strains to lab strain in the adult of small brown planthopper when Malathion and NAC were applied topically in acetone

Malathion의 경우 室內保有系統 애벌거에 비하여 各地域系統의 애벌거에서 높은 LD₅₀ 値를 보이고 있다. 즉 各地域系統은 室內系統에 비하여 Malathion에 對한 感受性이 크게 낮았다. 그들 地域中 特別 慶南의 晉州와 慶北의 善山系統에서 높은 LD₅₀ 値를 보이고 있다. 그러나 Sevin의 경우는 室內保有系統과 地域系統 사이에 感受性差違가 거의 없다. 室內系統의 1g 體重當 LD₅₀은 Malathion의 경우와 (3.41 μ g(우), 4.59 μ g(♂)) Sevin의 경우(3.50 μ g)는 同等한 感受性을 보이고 있다. 그리고 Malathion의 경우 虫當 LD₅₀ (μ g/adult)은 숫컷에 비하여 암컷에서 높은 數値를 보이나 體重當 LD₅₀(μ g/g)은 반대로 암컷에 비하여 숫컷에서 높은 數値를 나타내고 있다. 이와 같은 現象은 各地域系統에서도 같은 傾向을 보여 주었다.

室內系統에 對한 各地域系統의 感受性差異를 抵抗性 比로서 나타내면 Table 1과 Fig. 1에 表示한 바와 같다. 即, 有機磷系 殺虫劑 Malathion은 암놈의 경우 晉州 27.7倍, 善山 18.4倍, 密陽 4.1倍, 光州 3.7倍, 裡里 3.3倍이고 숫놈의 경우 晉州 24.9倍, 善山 13.8倍, 密陽 3.5倍, 光州 4.7倍, 裡里 3.7倍로서 晉州와 善山에서 높은 抵抗性比를 보이고 있다. 그러나 Carbamate系 殺虫劑 Sevin에 對한 抵抗性比를 보면 晉州 1.1倍, 密陽 1.8倍, 光州 0.9倍, 裡里 2.0倍로서 地域間에 別差를 볼 수 없다.

以上에서 보면 有機磷系 殺虫劑 Malathion에 對해서는 地域에 따라서 抵抗性이 크게 增大하고 있으나 Carbamate系 殺虫劑 Sevin에 對해서는 抵抗性이 增大하고 있지 않은 것으로 여겨진다.

考 察

害虫의 殺虫劑抵抗性 發達過程의 把握은 感受性個體群에 對한 다른 個體群의 致死藥量으로 比較하게 되므로 感受性系統의 保有는 大端히 重要하다. 本試驗에 供試된 感受性系統은 1970年 以後 室內에서 累代飼育해온 애벌거이므로 感受性個體群이라 보아진다. 室內에서 飼育하여 얻은 애벌거 암컷 成虫의 平均體重은 1.23mg 이고 숫컷은 0.75mg 으로서 암수에 差違가 있다. 그리고 Malathion에 對한 LD₅₀ 値에 있어서 암컷에서는 虫當 0.0035 μ g 이고 1g 體重當 4.59 μ g 이었다. 그리고 Sevin에 對해서는 암컷에서 虫當 0.0037 μ g 이고 1g 體重當 3.50 μ g 으로 나타났다. Fukuda·Nagata⁽⁴⁾는 Malathion의 경우 LD₅₀이 우에서 0.0020 μ g/虫, 1.63 μ g/g, ♂에서 0.0011 μ g/虫, 1.52 μ g/g 이었고, NAC의 경우는 우에서 0.0020 μ g/虫, 1.61 μ g/g, ♂에서 0.0015 μ g/虫, 2.03 μ g/g 이라 하였는가 하면 Miya-

hara·Fukuda⁽¹⁰⁾는 Malathion의 경우 LD₅₀이 우에서 0.0027 μ g/虫, 2.2 μ g/g, ♂에서 0.0008 μ g/虫, 1.0 μ g/g 이었고, NAC(Carbaryl)의 경우 우에서 0.0037 μ g/虫 3.0 μ g/g, 우에서 0.0009 μ g/虫, 1.1 μ g/g 이라 報告되어 있다. 이와 같은 昆虫의 體重差異나 藥劑에 對한 感受性差異는 먼저 自然環境이나 飼育條件이 昆虫의 發育에 影響을 주었을 것으로 본다.

Malathion에 對한 애벌거의 感受性에 있어서 암수의 差異를 보면 1頭當 LD₅₀(μ g/insect)에서는 숫놈이 암컷에 비하여 感受性이 높았으나 體重當 LD₅₀(μ g/g)에서는 反對로 암컷이 숫컷에 비하여 感受性이 높았다. 藥劑感受性의 암수差異에 對해서는 各種 昆虫에서 많이 報告되어 있는데 대개 體重當으로 比較해 보면 숫컷이 암컷보다 感受性이 높은 것으로 되어 있다. 그중 끝동매미충과 애벌거⁽¹⁰⁾에서는 숫컷이 암컷에 비하여 感受性이 높았다는 報告가 있다. 그러나 Fukuda·Nagata⁽⁴⁾는 3種의 벌구類(애벌거, 흰등벌거 및 버벌거)에 對한 殺虫劑 選擇毒성에 關한 研究에서 數種의 藥劑에 對한 암수의 感受性差異를 報告한 바 있는데 Miyahara·Fukuda⁽¹⁰⁾의 結果와는 相反되었다. Fukuda·Nagata⁽⁴⁾에 依하면 1頭當 LD₅₀에서는 3種의 벌구가 例外없이 숫컷이 암컷보다 感受性이 높았으나 體重當 LD₅₀은 대부분의 藥劑에 對해서 암컷과 숫컷이 같거나 암컷이 숫컷보다 조금 높은 感受性을 보였다. 이 結果는 本研究結果와 一致하고 있다. 報告者에 따라 藥劑에 對한 암수의 感受性差異가 나타나는 것은 自然環境과 飼育條件에 따른 昆虫의 生理的原因에서 오는 差異가 아닌가 생각되나 이 點에 對해서는 앞으로 詳細한 檢討를 要하는 것 같다.

有機磷系 殺虫劑 Malathion에 對한 애벌거의 感受性은 애벌거의 採集地에 따라 현저한 差異를 보이고 있다. 各地域의 애벌거는 그 동안 계속 각종 殺虫劑의 處理를 받아 淘汰되어 藥劑抵抗性으로 나타나고 있는 現象이 아닌가 생각된다. 筆者들은 各 採集地에서 그 동안 水稻害虫防除에 使用해온 殺虫劑의 種類 및 使用量을 調査해보려 하였으나 確實한 成績을 入受할 수 없어 이들 地域의 抵抗性程度와 直接的인 比較檢討는 할 수 없었다. 그러나 우리나라에서 벌의 害虫防除은 거의 有機磷系 殺虫劑에 의존해 온 것으로 미루어 보아 이들 藥劑에 對한 害虫의 抵抗性은 주로 有機磷系 殺虫劑에 의해서 發生되고 있을 것으로 思料된다. Malathion의 경우 感受性 室內系統에 對한 各地域系統의 感受性差異를 抵抗性比로서 檢討해 볼 때 5倍以上의 抵抗性比를 나타낸 地域은 慶南의 晉州와 慶北의 善山이며 密陽, 光州 및 裡里系統은 5倍 以下の 낮은

抵抗性比를 나타내고 있다. 그러나 Carbamate系 殺虫劑 NAC(Sevin)에 대해서는 地域間에 感受性差異를 볼 수 없었다. Malathion에서 24.9倍(♂) 내지 27.7倍(♀)를 보였던 晋州系統도 NAC에 대해서는 1.1倍로서 非交叉抵抗性を 보이고 있다.

有機磷系 殺虫藥 抵抗性에 대해서 Carbamate系 殺虫劑가 非交叉抵抗性を 나타낸다는 事實은 애멸구에 대한 尾崎^{13,14,15}의 報告를 엿볼 수 있다. 그 報告에 依하면 香川縣의 애멸구는 Malathion, Paphthion, Methylparathion, Sumithion, Baycid 등 有機磷系 殺虫劑에 대해서 5倍 以上の 抵抗性を 나타내었으나 NAC(Sevin)나 그밖에 Carbamate系 殺虫劑에 대해서는 전혀 抵抗性이 생기지 않았다고 한다. 한편 이들 애멸구를 Malathion으로 15世代 連續淘汰한 系統은 Malathion에 202倍, Paphthion에 69倍라는 높은 抵抗性を 보였고 그밖에 Parathion, Methylparathion, Diazinon 및 EPN 등 有機磷系 殺虫劑에 대해서 상당히 높은 抵抗性を 나타내었다. 그러나 Sevin 등 Carbamate系 殺虫劑에 대해서는 交叉抵抗性を 나타내지 않음을 밝혔다. 한편 感受性 애멸구를 Malathion, Sumithion, Sevin으로 淘汰시켜 抵抗性發達을 檢討하였는데 Malathion이나 Sumithion으로 淘汰하면 10世代頃까지는 抵抗性이 크게 變하지 않으나 10世代 以上 淘汰를 시켰을 때는 抵抗性이 急激히 增大하였다. 이 實驗에서 Malathion은 16世代 淘汰로서 130倍 以上, Sumithion은 12世代 淘汰로서 65倍 以上の 抵抗性이 增大하였다. 그러나 Sevin에서는 같은 方法으로 15世代 淘汰後에도 抵抗性이 增大하지 않았다고 한다.

本研究의 結果도 앞에서 指摘된 日本의 現象과 類似한 것으로 보아진다. 이와 같은 藥劑抵抗性的 發生은 그 동안 애멸구의 防除에 使用한 殺虫劑뿐만 아니라 꿀동매미충이나 이화명충 또는 다른 水稻害虫防除에 使用한 여러가지 藥劑의 複合된 影響을 받았을 것으로 생각된다.

摘 要

애멸구의 發生이 甚한 南部地方 몇개 地域을 對象으로 Malathion과 NAC(Sevin)에 對한 애멸구의 感受性 差異를 微量局所處理法(Arnold microapplicator 使用)에 依한 檢定을 實施하여 아래와 같은 結果를 얻었다.

室內感受性系統에 比하여 供試된 各地域系統의 애멸구들은 Malathion에 對하여 感受性이 크게 낮았으나 NAC에 對해서는 室內系統과 地域系統間에 感受性 差異가 없었다.

室內系統에 對한 地域系統의 抵抗性差異는 Malathion

에 對하여 晋州系統은 암컷에서 27.7倍, 수컷에서 24.9倍, 善山系統은 암컷에서 18.4倍, 수컷에서 13.8倍이었으나 密陽, 光州, 裡里系統은 암수 모두 3~4倍 程度에 不超過하였다. Malathion에 對하여 27.7倍의 抵抗性を 보였던 晋州系統도 NAC에 對해서는 感受性에 差異가 없었다. 即 有機磷系 殺虫劑 Malathion 抵抗性 害虫에 對하여 Carbamate系 殺虫劑 NAC는 非交叉抵抗性反應을 보였다.

애멸구 成虫 一頭當 LD₅₀은 供試系統 大部分 수컷에 比하여 암컷에서 높은 數値를 보였으나 體重當 LD₅₀은 反對로 供試系統 모두 암컷에 比하여 수컷에서 높은 數値를 나타내는 등 애멸구 암수에 따라 藥劑에 對한 感受性差異도 觀察할 수 있었다.

引用 文 獻

1. Bliss, C. 1936. The calculation of the dosage-mortality curve. Ann. Appl. Biol. 22:134-167
2. Choi, S.Y. 1965. Study on the resistance of rice stem borer, *Chilo suppressalis* W., to Lebaycid and Sumithion. Seoul Univ. J. (B) 16:84-90
3. Chung, B.J. 1974. Studies on the occurrence, host range, transmission, and control of rice stripe disease in Korea. Kor. J. Pl. Prot. 13(4):181-204
4. Fukuda, H. and T. Nagata. 1969. Selective toxicity of several insecticides on three planthoppers. Jap. J. Appl. Ent. Zool. 13(3):142-149
5. Iyatomi, K. and T. Saito. 1961. Studies on insecticide resistance in the rice stem borer. Annual report(1961), University of Nagoya, to the Min. Agr. and Forest., Japan
6. Kojima, K., S. Kitakata, A. Shino and Y. Yoshii. 1963. On the development and decline of resistance to malathion of the green rice leafhopper, *Nephotettix cincticeps*. Botyu-Kagaku 28: 13-17
7. Kosaka, K. and T. Kasai. 1961. Effect of ethyl parathion against the rice stem borer larvae collected from different localities. Annual report (1961) on insecticide resistant insects. Jap. Plant Protect. Assoc., Tokyo. pp.38-45
8. 熊澤隆義·西尾善重·谷中清八·尾田啓一·正木十二郎·三田久男·南部敏明. 1964 栃木縣における マラソン抵抗性のツマクロヨコバイ. 関東東山病虫研究会報. 11:64
9. Lee, S. C., and J.K. Ku. 1973. Studies on the

- insecticidal resistance to the rice stem borer (*Chilo suppressalis*) and green rice leafhopper (*Nephotettix cincticeps*). Res. Rep. of Strenth. Pl. Prot. Res. and Train. Project in Korea. No. 3:139-143
10. Miyahara and H. Fukuda. 1964. Susceptibilities of the green rice leafhopper and the smaller brown planthopper to insecticide determined by means of micro-topical application. Jap. J. appl. Ent. and Zool. 8(3):210-17
 11. Ozaki, K. 1961. Ethyl parathion-resistance in the rice stem borer. Annual report (1961) on insecticide resistant insects. Jap. Plant Protect. Assoc., Tokyo. pp.99-125.
 12. Ozaki, K. 1962. Resistance to parathion in the rice stem borer, *Chilo suppressalis* Walker. Botyu-Kagaku 27:91-96
 13. 尾崎幸三郎. 1968. ウンカ・ヨコバイ防除薬劑の動向—ツマクロヨコバイとヒメトビウンカの殺虫劑抵抗性問題とセビン. 害虫防除の焦點. デナボン普及會: 28-34.
 14. 尾崎幸三郎. 1969. ヒメトビウンカにおける薬劑抵抗性發達の抑制. 今月の農薬 4:64-66
 15. 尾崎幸三郎. 1969. ヒメトビウンカにけ おける薬劑抵抗性發達の抑制. 今月の農薬 4:64-66
 16. 백문기. 1965. 이화명종의 약제저항성에 관한 조사연구. 농진청 식환연구보고서 562-568