

# 臺灣中部地區褐飛蝨(*Nilaparvata lugens* Stål)對四種常用殺蟲劑抗藥性之研究

章加寶<sup>1</sup>

## 前 言

褐飛蝨(*Nilaparvata lugens* Stål)為本省水稻之主要害蟲，其以刺吸式口器吸食稻株汁液，使水稻生長受阻甚或枯死，且易造成蝨燒(Hopper burn)現象，影響稻作產量至鉅。由於田間殺蟲劑之大量使用，使天敵嚴重受到傷害，且促成抗藥性小種之產生<sup>(2)</sup>，使得褐飛蝨在水稻害蟲中成為最難以防治之種類。已為近二十年來本省<sup>(7)</sup>及亞洲<sup>(11)</sup>若干水稻栽培地區之主要害蟲之一。

多年以來本省皆採用化學藥劑以防治褐飛蝨，民國六十九年經政府推薦的殺蟲劑即有50種之多<sup>(3)</sup>，其中包括有機磷劑、氨基甲酸鹽類、合成除蟲菊類及少數其他種類的化合物。而本省全年使用於水稻害蟲之殺蟲劑中，平均60%應用於防治褐飛蝨<sup>(10)</sup>。中部地區農民多採用MIPC.MTMC.Hokbal及Azodrin為防治褐飛蝨之主要藥劑，而此類藥劑之防除效果似有日漸降低之勢。Plapp(1976)指出長時間大量使用同種或同類殺蟲劑，會加重殺蟲劑對害蟲之選汰壓力(Selection pressure)，而易產生抗藥品系。褐飛蝨是否對此常用之四種藥劑產生抗藥性，實值得深加探討。然而在田間，藥劑之效果不彰，並非即指已有抗藥性之發生，其他因素如環境狀況、藥劑品質、施藥方式等，均可能影響防治效果，故抗藥性之產生與否，當應與感性品系相比較後即可測得<sup>(12)</sup>。本實驗目的之一即首在調查本省中部地區田間褐飛蝨棲群是否已對此四種殺蟲劑產生抗藥性。

在昆蟲抗藥性之機制中，代謝作用甚具重要性<sup>(1)</sup>。而脂酶(Esterases)在抗藥性之生化研究上尤扮演著不可忽視之角色<sup>(8)</sup>。脂酶在質與量上之變化，與昆蟲對殺蟲劑之感受性的差異有著密切之關係。故本實驗之另一目的即在利用垂直式板狀膠體電泳法(Vertical polyacrylanide slab gel electrophoresis)以進行各地區品系與感性品系之脂酶(Esterases)電泳分析，期能尋求其間之相關性。

## 材料與方法

### 一、試驗材料：

#### 1.供試蟲源：

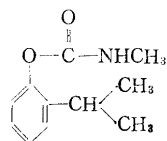
於民國七十年二期稻作，分別自臺中、大里、大甲、東勢、花壇、埔鹽、線西、竹塘、魚池等九個地區，每地區所採集之褐飛蝨，取5點採樣混合之，攜回室內繁殖，以第一代之4、5齡若蟲為試驗材料。感性品系(此品系最早由嘉義農試分所鄭清煥先生育成)則由植物保護中心毒理組王順成先生所提供，於室內飼育繁殖，以供對照之用。

#### 2.供試藥劑：

##### (1)MIPC(滅必蝨，Mipcin<sup>®</sup>)

化學名稱：2-Isopropylphenyl-N-methylcarbamate

構造式：



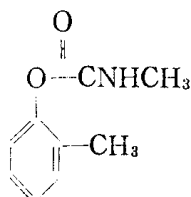
<sup>1</sup>臺中要農業改良場助理

日本三菱化學株式會社製造，98% Technical Grade

(2)MTMC(治滅蝨，Tsumacide<sup>®</sup>)

化學名稱：m-Tolyl-N-methylcarbamate

構造式：

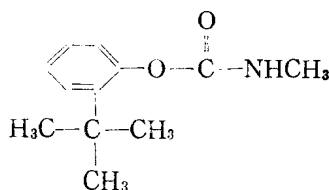


日本農業株式會社製造，95% Technical Grade

(3)Hokbal (雙滅必蝨)

化學名稱：2-tert-Butylphenyl-N-methylcarbamate

構造式：

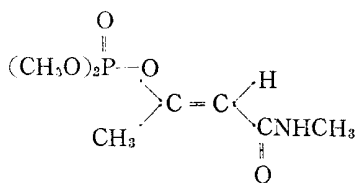


日本北興化學公司共同製造，77% Technical Grade

(4)Azodrin(亞素靈 Nuracron)

化學名稱：Dimethyl phosphate of 3-Hydroxy-Nmethyl-cis-crotonamide

構造式：



英國Shell公司及瑞士Ciba公司製造70% Technical Grade

二、試驗方法：

1.各地區褐飛蝨品系感受性之測定：

各試劑之標準溶液(Stock solution)為1%濃度之丙酮溶液(w/v)再依1:½之比例，依次稀釋成一系列之各種濃度稀釋液，再選擇適當濃度測試之。

褐飛蝨若蟲先用CO<sub>2</sub>使之昏迷，以微量施藥器(Microapplicator)，採表面施藥方法(Topical application)，將藥液每次以0.2ul/隻定量處理於褐飛蝨腹部背板上，每一試驗至少使用五種濃度，另加對照組。每組用蟲30隻，作三次重複。處理後將若蟲移至新鮮水稻秧苗上，置於直徑9公分，高15公分之玻璃瓶內，24小時後，記錄其死亡率。若對照組死亡率大於10%，則該組測定不予採用。若對照組死亡率在5%至10%之間，則以Abbott公式校正試驗組死亡率，依據Finney (1962)之統計分析，求得對機數迴歸直線方程式(Concentration-probit regression line)及各主要之介量(Parameters)

2. 褐飛蝨體內脂酶(Esterases)電泳分析：

將若蟲置於50ul之研磨液中，用手研磨後，以Autopipette吸取部分澄清液做為電析材料。

電泳分方法採用垂直式板狀膠體電泳法(Vertical polyacrylamide slab gel electrophoresis)，使用試劑之配方參照Maurer<sup>(17)</sup>之方法，在4°C冰箱中，電壓300伏特，30-60mA電流下，2-3小時後，在室溫20°C下，移入含有受質 $\alpha$ -Naphthyl acetate(0.03%)之Phosphate buffer PH6.0溶液中，15分鐘後加入Fast blue B salt 50mg染色，經30分鐘取出置於冰醋酸，乙醇溶液中固定，並加入甘油，以加強Gel韌性，另加福馬林以防止Gel發霉。染色程度依蘇文瀛氏<sup>(6)</sup>，以其相對之明暗度定訂為「極深」、「深」、「淺」、「極淺」四級，並以4、3、2、1，分別表示之，以便於分析各Esterase zymogram band 明暗度之介量，作為與抗藥性比值相關性分析之用。

## 結果與討論

### 一、各地區褐飛蝨品系感受性之測定：

#### 1. 對MIPC感受性之測定：

各地區褐飛蝨感受性測定之結果見圖一，其相關介量列於表一。各品系之MIPC LD<sub>50</sub>之高低順序依次為：花壇>埔鹽>臺中>大甲>線西>大里>東勢>竹塘>魚池。各品系之LD<sub>50</sub>與感性品系比較，感受性比值大於5倍者，有花壇品系，而比值接近但小於5倍者，有埔鹽品系；其他品系除臺中品系為3.3倍外，均在3倍以下，依Decker and Bruce<sup>(9)</sup>對抗藥性之判斷法，謂一棲群對某一藥劑LD<sub>50</sub>與感性品系相比較，比值大於5倍者，在田間該藥劑常有防治失效之現象，可視為已產生抗藥性(Resistance)；LD<sub>50</sub>比值雖小於5倍，但仍與感性品系有顯著差異者，則視為具有忍受性(Tolerance)。依此，花壇褐飛蝨品系對MIPC可謂已產生抗藥性，而埔鹽褐飛蝨品系亦呈現高度之忍受性，應可視為抗性品系。臺中、大甲、線西、大里、東勢、竹塘、魚池等七個品系與感性品系之差異並不顯著，其對MIPC應仍具有相當之感受性。

由圖一各迴歸直線之斜率可知其斜率大小順序為：花壇>埔鹽>臺中>大里>線西>大甲>竹塘>東勢>魚池，此順序或許可表示各棲群中異質基因個體之比率高低。花壇、埔鹽二品系之斜率較高，也即表示要殺死10%~90%褐飛蝨個體所需MIPC之藥量，相差不會太大，且此二品系又有較高之LD<sub>50</sub>，故可預測此二品系可能十分趨近同質基因之抗藥性棲群；臺中品系之

表一、各地區褐飛蝨品系對 MIPC 感受性之對機數迴歸方程及其相關介量

Table 1. The susceptibility, regression equation & parameter of ten strains of brown planthoppers treated with MIPC.

Field Collected	LC <sub>50</sub> (mg/ml)	LC <sub>50</sub> 95% Confidence limit		LC <sub>50</sub> (ug/隻)	LC <sub>50</sub> Ratio*	對機數迴歸方程式 y = a + bx	b 值標準機差 Sb	LC <sub>90</sub> (mg/ml)
		Upper	Lower					
臺中(TC)	0.033	0.037	0.029	0.0066	3.30	y = 2.04 + 1.95x	0.63	0.152
東勢(TS)	0.015	0.022	0.008	0.0030	1.50	y = 3.44 + 1.34x	0.38	0.131
大里(TL)	0.020	0.025	0.015	0.0040	2.00	y = 2.62 + 1.83x	0.37	0.100
大甲(TCH)	0.028	0.032	0.024	0.0056	2.80	y = 2.92 + 1.44x	0.30	0.215
花壇(HT)	0.058	0.068	0.048	0.0106	5.80	y = 0.80 + 2.38x	0.34	0.201
埔鹽(PY)	0.041	0.049	0.033	0.0082	4.10	y = 1.52 + 2.16x	0.52	0.160
線西(HsHs)	0.023	0.028	0.018	0.0046	2.30	y = 2.39 + 1.65x	0.38	0.228
竹塘(CT)	0.014	0.017	0.010	0.0028	1.40	y = 3.37 + 1.42x	0.27	0.112
魚池(YC)	0.011	0.015	0.008	0.0022	1.10	y = 3.68 + 1.32x	0.28	0.093
S	0.010	0.013	0.007	0.0020	1.00	y = 3.78 + 1.17x	0.37	0.137

\* LD<sub>50</sub> ratio= LD<sub>50</sub> of field strain/ LD<sub>50</sub> of S strain

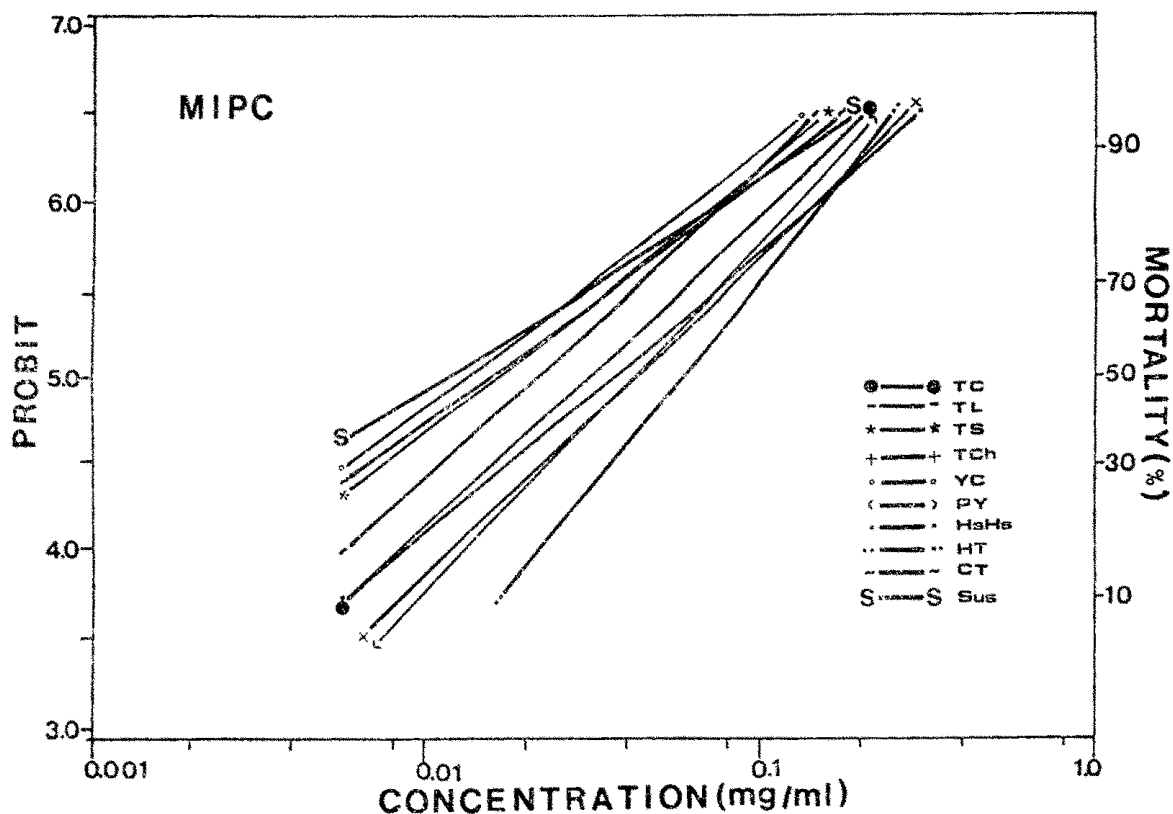


圖 1：各地區褐飛蝨品系對 MIPC 反應之對機數迴歸直線

Fig 1: Concentration-probit regression lines of 10 strains of brown planthoppers treated with MIPC

斜率尚小，但若繼續受選汰壓力，其LD<sub>50</sub>比值在未來可能會較目前之3.3倍更，大甲品系亦由於相同之原因，可能會成為抗藥品系；其餘地區棲群雖未見有抗藥性發，然個體間感受性有相當之變異。

2.對MTMC感受性之測定：

各地區褐飛蝨感受性測定之結果見圖二，其相關介量列於表二。各品系的MTMC LD<sub>50</sub> 之高低順序依次為：花壇>埔鹽>臺中>大甲> 大里>線西>東勢>竹塘>魚池。其中與感性品系LD<sub>50</sub> 比值大於5倍者，有花壇、埔鹽、臺中等四個品系，可視為已產生抗藥性。其他品系除大里品系比值為3.56倍外，其餘皆在3倍以下，大里、線西、東勢、竹塘、魚池等六個品系尚未MTMC產生明顯之抗藥性，故其對MTMC應仍具有相當之感受性

由圖二各迴歸直線之斜率可知其斜率大小順序為：線西>花壇>竹塘>埔鹽>大里>臺中>大甲> 東勢>魚池。花壇之品系之斜率較高，也即表示要殺死10%~90%褐飛蝨個體所需MTMC之藥量，相差不會太大，且其又具較高之LD<sub>50</sub>，故可預測此一品系可能十分趨近同質基因之抗藥性棲群；臺中、埔鹽品系，由於斜率尚小，但抗藥性比值頗大，若繼續受MTMC之選汰壓力，抗藥性比值可能會大幅度增加，其餘地區品系棲群對MTMC之抗藥性或許系由具異質基因個體組成，其抗藥性程度應有繼續增加之可能。

表二、地區褐飛蝨品系對 MTMC 感受性之對機數迴歸方程式及相關介量

Fig 2 : The susceptibility, regression equation &amp; parameter of ten strains of brown planthoppers treated with MTMC.

Field Collected	LC <sub>50</sub> (mg/ml)	LC <sub>50</sub> 95% Confidence limit		LC <sub>50</sub> (ug/隻)	LC <sub>50</sub> Ratio*	對機數迴歸方程式 y = a + bx	b 值標準機差 Sb	LC <sub>90</sub> (mg/ml)
		Upper	Lower					
臺中(TC)	0.053	0.061	0.045	0.0106	5.89	y = 2.75 + 1.29x	0.40	0.516
東勢(TS)	0.012	0.015	0.009	0.0024	1.33	y = 3.91 + 1.01x	0.42	0.227
大里(TL)	0.032	0.040	0.025	0.0064	3.56	y = 3.01 + 1.32x	0.43	0.305
大甲(TCH)	0.045	0.058	0.032	0.0090	5.00	y = 3.07 + 1.17x	0.33	0.554
花壇(HT)	0.076	0.096	0.057	0.0152	8.44	y = 0.88 + 2.19x	0.47	0.292
埔鹽(PY)	0.054	0.068	0.039	0.0108	6.00	y = 2.24 + 1.67x	0.33	0.312
線西(HsHs)	0.022	0.030	0.013	0.0044	2.44	y = 1.98 + 2.23x	0.54	0.085
竹塘(CT)	0.011	0.013	0.009	0.0022	1.22	y = 3.20 + 1.71x	0.21	0.063
魚池(YC)	0.010	0.014	0.005	0.0020	1.11	y = 4.01 + 0.99x	0.31	0.196
S	0.009	0.011	0.008	0.0018	1.00	y = 3.88 + 1.17x	0.21	0.113

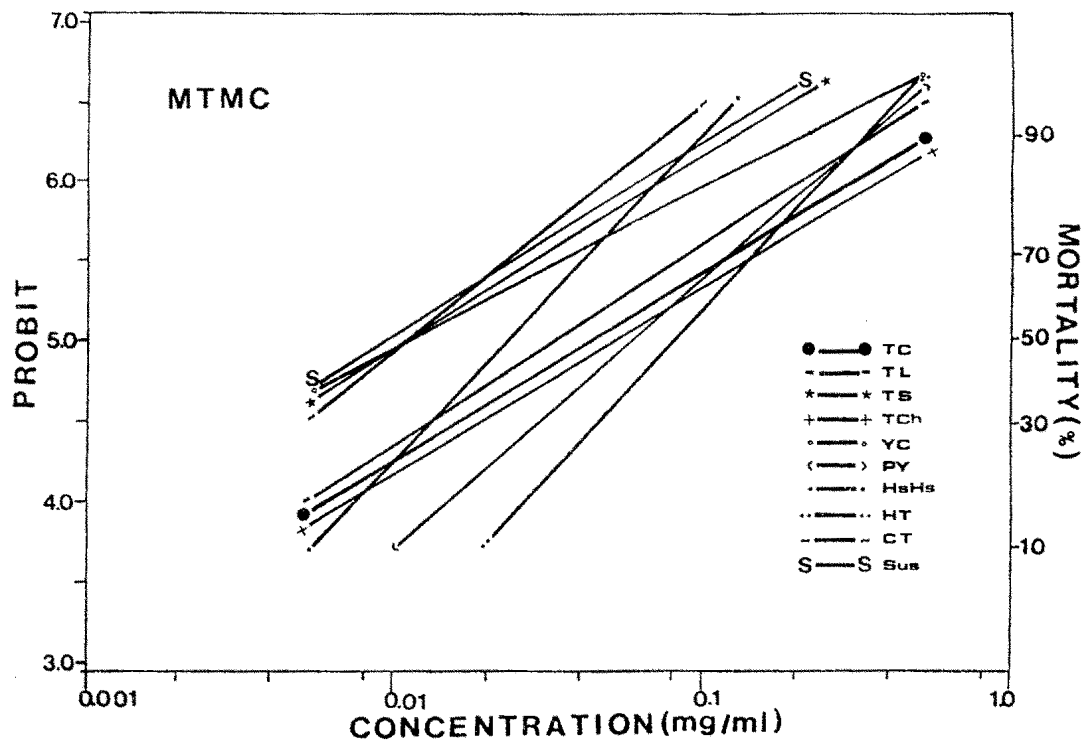
\* LD<sub>50</sub> ratio= LD<sub>50</sub> of field strain/ LD<sub>50</sub> of S strain

圖 1：各地區褐飛蝨品系對 MTMC 反應之對機數迴歸直線

Fig 1 : Concentration-probit regression lines of 10 strains of brown planthoppers treated with MTMC.

### 3.對Hokbal 感受性之測定：

各地區褐飛蝨感受性測定之結果見圖三，其相關介量列於表三。各品系的Hokbal LD<sub>50</sub> 之高低順序依次為：花壇>臺中>大甲> 埔鹽>線西> 大里>魚池>竹塘>東勢。其中與感性品系 LD<sub>50</sub>比值大於5倍者為花壇品系，應視為已產生抗藥性。其餘品系除臺中品系比值為3.67倍，大甲為3.33倍外，皆在3倍以下，故除花壇品系外，各品系對Hokbal尚未明顯之抗藥性，是仍以對Hokbal具有相當之感受性

由圖三各迴歸直線之斜率可知其斜率大小依次為：花壇>大甲>大里>東勢>臺中> 埔鹽>線西>魚池>竹塘。花壇之品系之斜率較高，也即表示要殺死10%~90%褐飛蝨個體所需Hokbal之藥量，相差不會太大，且其又具較高之LD<sub>50</sub>，故可預測此品系可能十分趨近同質基因之抗藥性棲群；大里、大甲品系由於斜率較大，抗藥性比值亦大，若繼續受Hokbal之選汰壓力，其抗藥性比值當會增加，唯不致太大。其餘品系棲群對Hokbal之抗藥性可能係由異質基因個體組成，其抗藥性程度或許有繼續增加之可能，尤其埔鹽品系，由於斜率較小，而抗藥性比值較大，若繼續受到Hokbal之選汰壓力，其抗藥性比值可能會大幅度增加。

表三、各地區褐飛蝨品系對 Hokbal 感受性之對機數迴歸方程式及相關介量

Fig 3 : The susceptibility, regression equation & parameter of ten strains of brown planthoppers treated with Hokbal.

Field Collected	LC <sub>50</sub> (mg/ml)	LC <sub>50</sub> 95% Confidence limit		LC <sub>50</sub> (ug/隻)	LC <sub>50</sub> Ratio*	對機數迴歸方程式 y = a + bx	b 值標準機差 Sb	LC <sub>90</sub> (mg/ml)
		Upper	Lower					
臺中(TC)	0.022	0.030	0.014	0.0044	3.67	y = 2.48 + 1.88x	0.80	0.015
東勢(TS)	0.006	0.008	0.004	0.0012	1.00	y = 3.22 + 2.31x	0.33	0.021
大里(TL)	0.013	0.016	0.010	0.0026	2.17	y = 1.86 + 2.41x	0.32	0.045
大甲(TCH)	0.020	0.025	0.015	0.0040	3.33	y = 1.86 + 2.41x	0.32	0.06
花壇(HT)	0.033	0.043	0.024	0.0066	5.50	y = 0.34 + 3.07x	0.36	0.086
埔鹽(PY)	0.017	0.022	0.013	0.0034	2.83	y = 3.55 + 1.19x	0.29	0.197
線西(HsHs)	0.014	0.019	0.009	0.0028	2.33	y = 3.64 + 1.19x	0.56	0.165
竹塘(CT)	0.008	0.013	0.004	0.0016	1.13	y = 4.06 + 1.03x	0.26	0.112
魚池(YC)	0.007	0.011	0.004	0.0014	1.17	y = 4.09 + 1.08x	0.21	0.107
S	0.006	0.010	0.003	0.0012	1.00	y = 4.46 + 0.69x	0.25	0.434

\* LD<sub>50</sub> ratio= LD<sub>50</sub> of field strain/ LD<sub>50</sub> of S strain

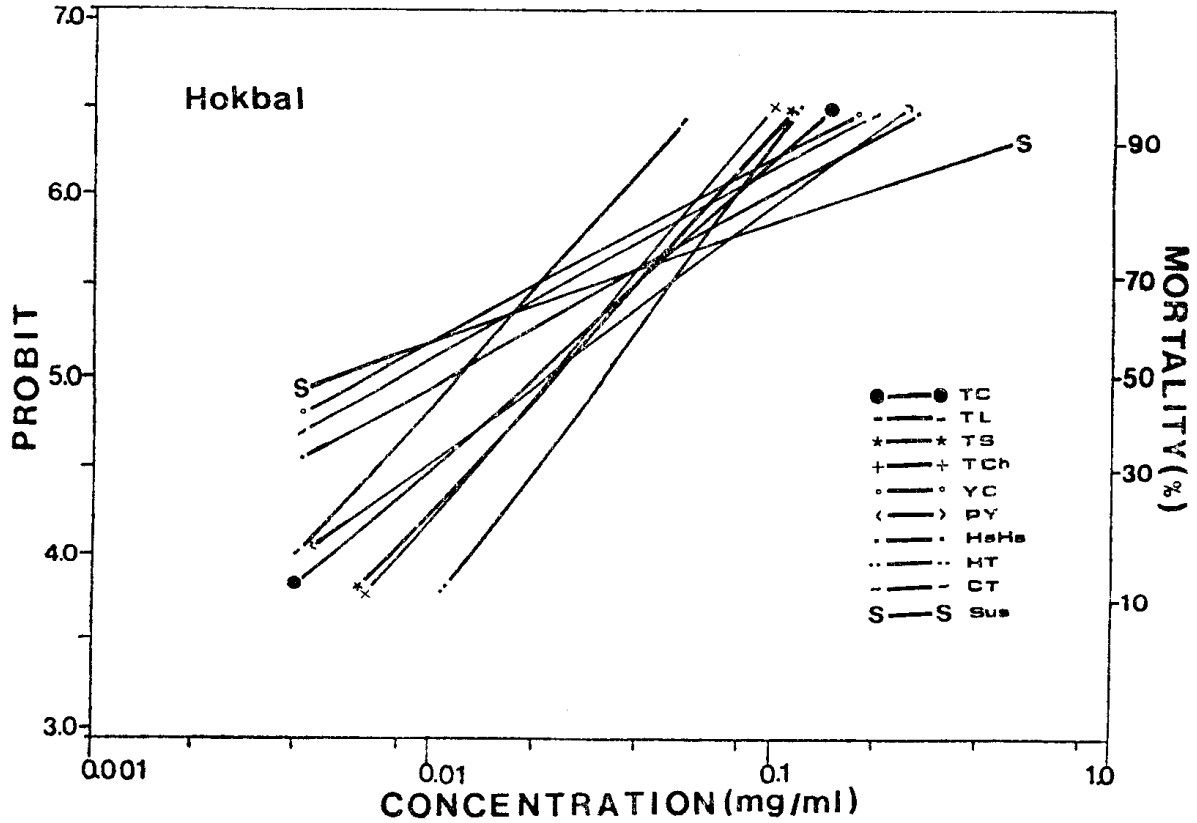


圖 3：各地區褐飛蝨品系對 Hokbal 反應之對機數迴歸直線

Fig 3 : Concentration-probit regression lines of 10 strains of brown planthoppers treated with Hokbal.

#### 4. 對 Azodrin 感受性之測定：

各地區褐飛蝨感受性測定之結果見圖四，其相關介量列於表四。各品系對 Azodrin  $LD_{50}$  之高低順序依次為：花壇>臺中>埔鹽>大里>線西>魚池>竹塘>大甲>東勢。其中與感性品系  $LD_{50}$  比值大於 5 倍者為花壇品系，應視為已產生抗藥性。而臺中品系由於抗藥性比值高達 4 倍，可視為已具有高度之忍受性。其餘品系抗藥性比值則皆低，尚未對 Azodrin 尚未明顯之抗藥性，對 Azodrin 具有相當之感受性

由圖四各迴歸直線之斜率可知其斜率大小順序為：埔鹽>花壇>東勢>大甲>線西>臺中>大里>魚池>竹塘。花壇之品系之斜率較高，也即表示要殺死 10%~90% 褐飛蝨個體所需 Azodrin 之藥量，相差不會太大，且其又具較高之抗藥性比值，故可預測此品系可能十分趨近同質基因之抗藥性棲群。臺中品系之抗藥性比值較大，而斜率較小，若繼續受 Azodrin 之選汰壓力，其抗藥性比值可能會大幅度增加；而埔鹽品系由於斜率較，抗藥性比值亦不小，故若繼續受到選汰壓力，期抗藥性比值當亦會增加，唯不致太大。其他品系棲群對 Azodrin 之抗藥性或許是由異質基因組成，其抗藥性程度應有繼續增加之可能。

表四、各地區褐飛蝨品系對 Azodrin 感受性之對機數迴歸方程式及相關介量

Fig 4 : The susceptibility, regression equation & parameter of ten strains of brown planthoppers treated with Azodrin.

Field Collected	LC <sub>50</sub> (mg/ml)	LC <sub>50</sub> 95% Confidence limit		LC <sub>50</sub> (ug/隻)	LC <sub>50</sub> Ratio*	對機數迴歸方程式 y = a + bx	b 值標準機差 Sb	LC <sub>90</sub> (mg/ml)
		Upper	Lower					
臺中(TC)	0.076	0.096	0.057	0.0152	4.00	y = 2.74 + 1.20x	0.23	0.891
東勢(TS)	0.023	0.028	0.018	0.0046	1.21	y = 2.45 + 1.87x	0.46	0.112
大里(TL)	0.036	0.039	0.032	0.0072	1.89	y = 3.16 + 1.18x	0.26	0.441
大甲(TCH)	0.025	0.033	0.018	0.0050	1.32	y = 2.84 + 1.55x	0.35	0.166
花壇(HT)	0.098	0.111	0.086	0.0196	5.16	y = 0.20 + 2.41x	0.27	0.333
埔鹽(PY)	0.053	0.071	0.035	0.0106	2.79	y = 0.05 + 2.87x	0.22	0.148
線西(HsHs)	0.034	0.038	0.031	0.0068	1.79	y = 3.04 + 1.28x	0.24	0.340
竹塘(CT)	0.028	0.032	0.024	0.0056	1.47	y = 3.52 + 1.02x	0.31	0.508
魚池(YC)	0.029	0.036	0.022	0.0058	1.53	y = 3.31 + 1.15x	0.22	0.382
S	0.019	0.26	0.012	0.0038	1.00	y = 3.58 + 1.11x	0.29	0.271

\* LD<sub>50</sub> ratio= LD<sub>50</sub> of field strain/ LD<sub>50</sub> of S strain

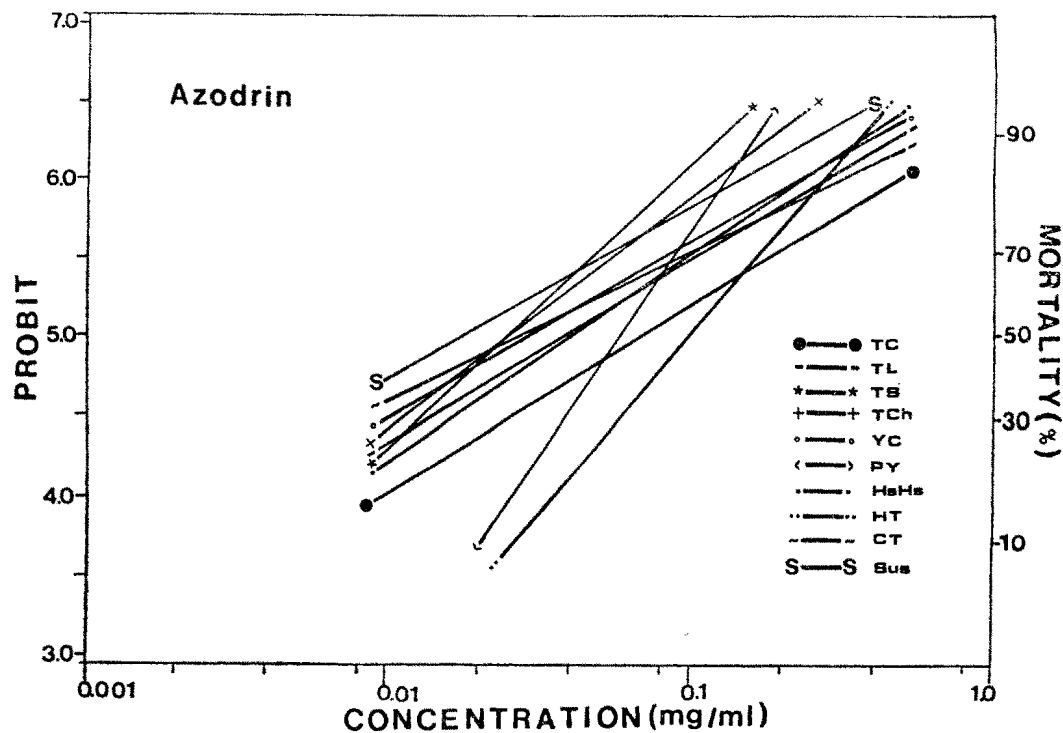


圖 4：各地區褐飛蝨品系對 Azodrin 反應之對機數迴歸直線

Fig 4 : Concentration-probit regression lines of 10 strains of brown planthoppers treated with Azodrin.

## 5.對四種藥劑抗藥性(Resistance)關係之測定：

各地區品系及感性品系褐飛蝨對此四種供試藥劑感受性測定之結果，以迴歸分析(圖五、六、七)，測得Azodrin LC<sub>50</sub>與MTMC LC<sub>50</sub>之關係 $y=0.60+7.80x$ ,  $r=0.9008$ ；Azodrin LC<sub>50</sub>與MIPC LC<sub>50</sub>之關係 $y=0.52+3.32x$ ,  $r=0.9721$ ；Azodrin LC<sub>50</sub>與Hokbal LC<sub>50</sub>之關係 $y=0.29+2.21x$ ,  $r=0.9697$ ；MTMC LC<sub>50</sub>與MIPC LC<sub>50</sub>之關係 $y=0.63+5.05x$ ,  $r=0.9867$ ；MTMC LC<sub>50</sub>與Hokbal LC<sub>50</sub>之關係 $y=0.34+3.67x$ ,  $r=0.9717$ ；MIPC LC<sub>50</sub>與Hokbal LC<sub>50</sub>之關係 $y=0.54+0.97x$ ,  $r=0.9717$ ；MIPC LC<sub>50</sub>與Hokbal LC<sub>50</sub>之關係 $y=0.54+0.97x$ ,  $r=0.9861$ ；由此可知此四種藥劑間呈現高度之正相關關係，也就是所採集之褐飛蝨品系對此供試藥劑間可能具有很強之多重抗藥性(Multiresistance)，對此四種藥劑來講，此種現象應十皆顯著，因為此四種藥劑在中部地區之施用情形非常普遍，在同一地區常常輪番施用或一起施用，故多重抗藥性之產生不無可能。

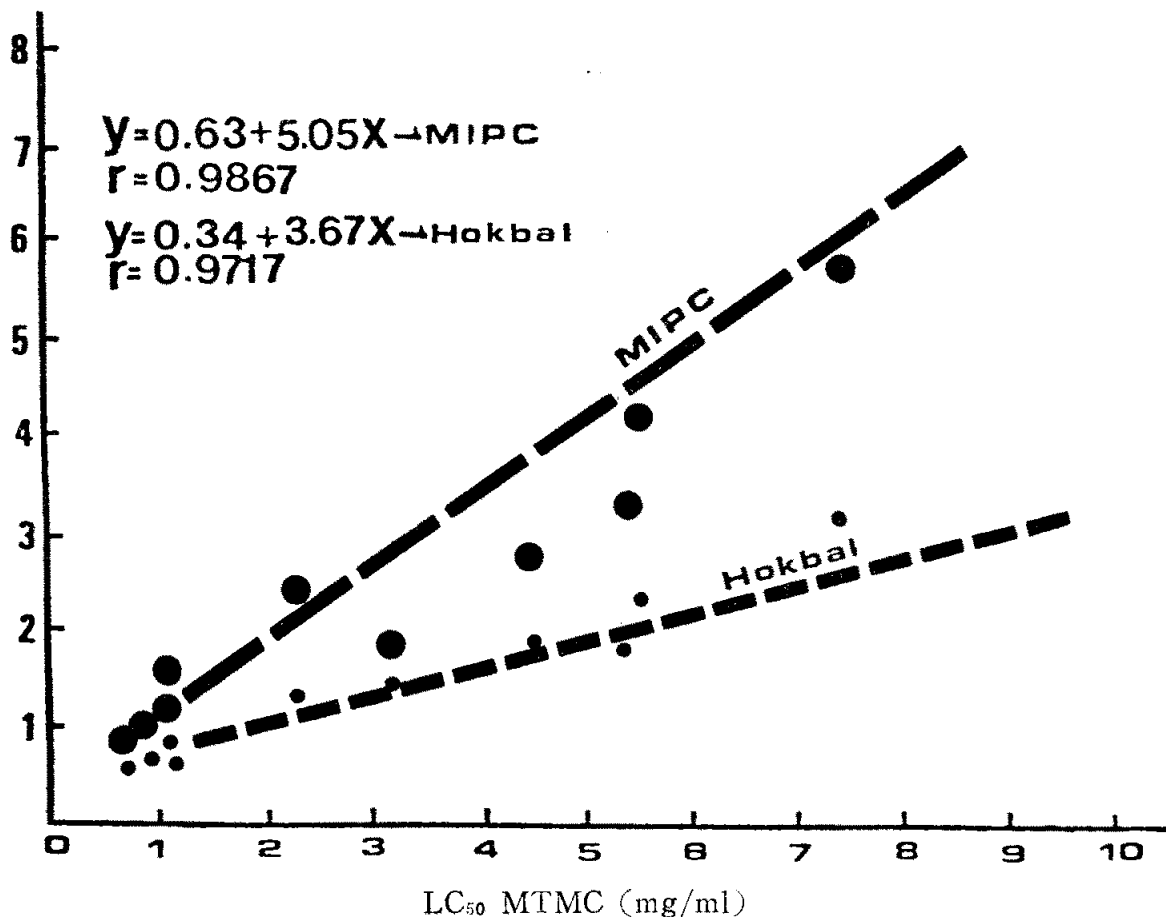


圖 5：MTMC、MIPC 及 Hokbal 對褐飛蝨毒效之相關圖

Fig 5 : The correlation of toxicities of MTMC, MIPC &amp; Hokbal to 10 strains of brown planthoppers.

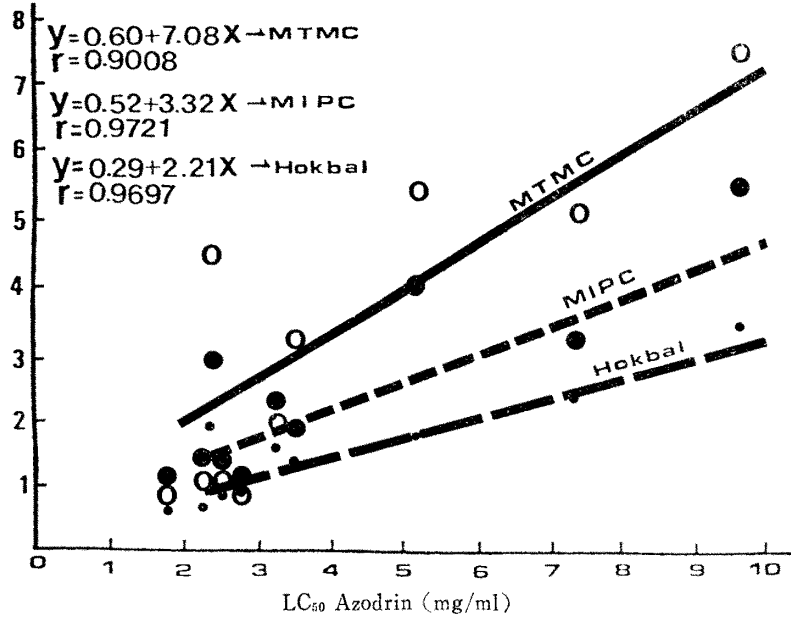


圖 6：Azodrin, MTMC, MIPC 對褐飛蝨毒效之相關圖

Fig 6 : The correlation of toxicities of Azodrin , MTMC, MIPC & Hokbal to 10 strains of brown planthoppers.

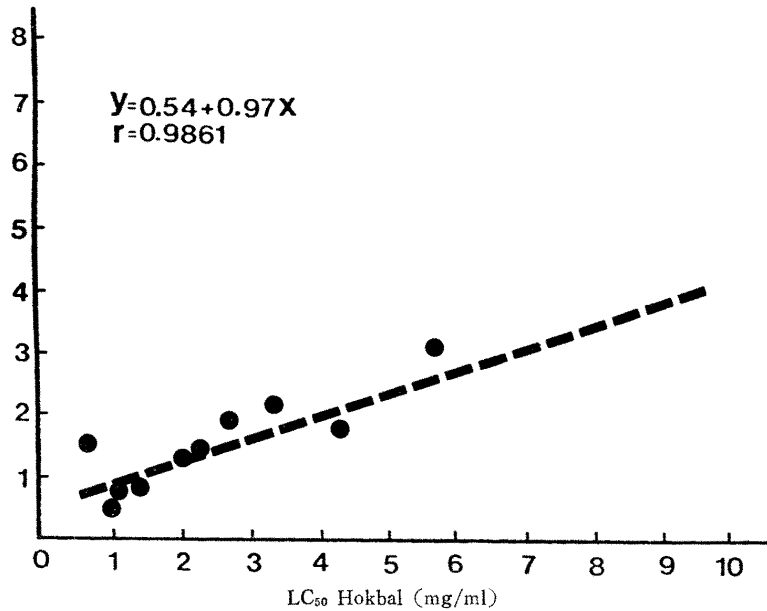


圖 7：MIPC 及 Hokbal 對褐飛蝨毒效之相關圖

Fig 7 : The correlation of toxicities of MIPC & Hokbal to 10 strains of brown planthoppers.

由上述各地區褐飛蝨品系感受性測定結果顯示，花壇品系對MIPC已具有抗藥性；而埔鹽品系亦有相當比例之抗性個體，對MIPC已具忍受性，如繼續使用此種藥劑，極易促成抗性品系，故在防治上應及早採取防範措施。花壇、埔鹽、臺中及大甲品系對MTPC已產生抗藥性。花壇品系對Hokbal、Azodrin亦已產生抗藥性；臺中品系對Azodrin可能已具忍受性，應加防範。其他地區之褐飛蝨對此四種藥劑尚有相當程度之感受性，在防治實施上暫不致會發抗藥性問題。

本試驗所測定之九個褐飛蝨品系中。據本場之氣象資料顯示，各地區氣溫不同，山區與平地氣溫有很大之差別，所以氣溫可能會影響到藥劑毒性及褐飛蝨發生情形，而二者或許可能影響抗藥性之產生。以位於平地之花壇品系而言，氣溫較高，且褐飛蝨接受藥劑選汰壓力之機會較多，或許有較高之抗藥性產生，而山區如魚池、東勢品系，由於氣溫較低，發生代數較少，抗藥性產生的速率理應較慢。早期稻以埔鹽品系而言，根據本場調查資料顯示，農民用藥較多，本試驗測試結果，其抗藥性亦較強，而晚期稻之線西品系，用藥較少，抗藥性也就較低，一般農民施藥之次數常依褐飛蝨發生情形而定，褐飛蝨發生時期，平均一星期即施藥一次，嚴重者有兩三天即施藥一次。故施藥次數、用藥習慣及用藥量等均可能是田間抗藥性差異形成之一。

二、各品系褐飛蝨脂酶(Esterases)之電泳分析及其與抗藥性之關係：

1.各品系褐飛蝨體內Esterases之電泳分析：

以垂直式板狀膠體電泳法(Vertical polyacrylamide slab gel electrophoresis) 分析出各品系

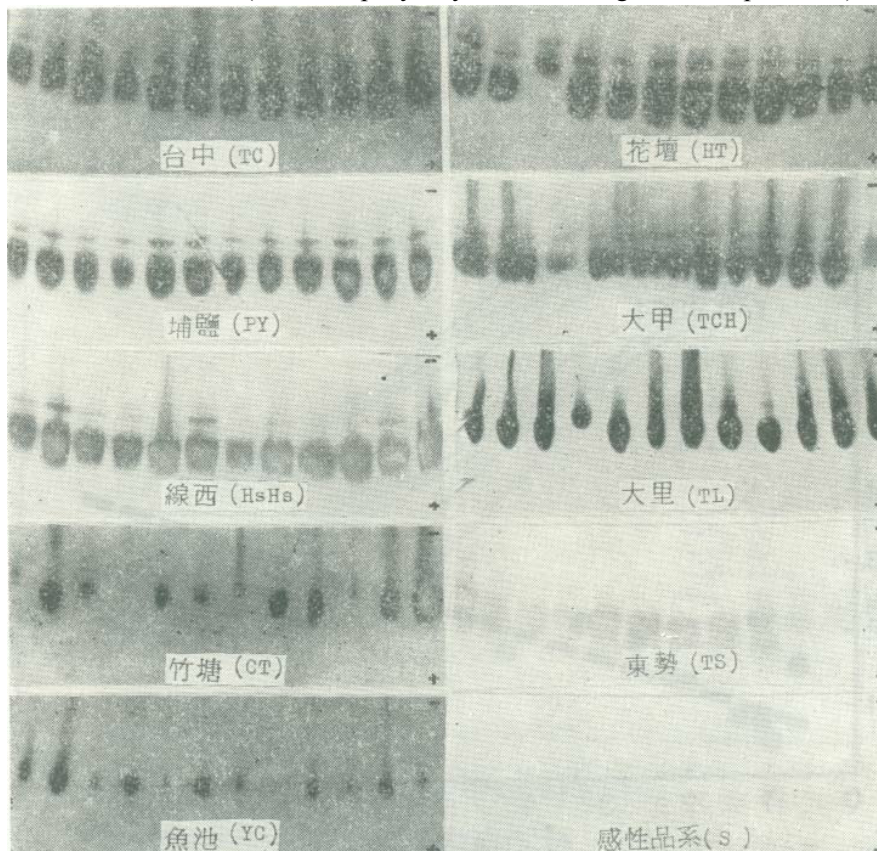


圖 8：供試褐飛蝨品系之 Esterases zymogram.

Fig 8 : The esterases zymogram of brown planthoppers tested.

褐飛蝨體內之Esterase zymogram，由圖八觀之，每一Esterase zymogram代表Esterase對 $\alpha$ -Naphthyl acetate之活化現象。依染色程度，求得各品系之Esterase zymogram之明暗度比值，其高低順序依次為：花壇、臺中、埔鹽、大甲、大里、線西、竹塘、魚池、感性品系。也就是花壇品系染色程度最深，可謂其體內之Esterase可能具有相當之活性，而感性品系染色極淺，可能僅具微弱之活性，其餘品系皆為中間型品系。

2.Esterases電泳分析結果與抗藥性之關係：由圖九、十、十一、十二迴歸分析測得褐飛蝨對此四種殺蟲劑之抗藥性比值與Esterase活性之關係，分別為MIPC  $y=-0.45+1.22x$ ， $r=0.9544$ ；MTMC  $y=-2.06+2.26x$ ， $r=0.9631$ ；Hokbal  $y=-0.53+1.19x$ ， $r=0.9797$ ；Azodrin  $y=-0.29+1.01x$ ， $r=0.9509$ ；由此可知，抗藥性比值與Esterase活性間呈現高度之正相關關係，亦就是凡對此四種殺蟲劑抗藥性強之褐飛蝨品系，均具有較高之Esterase活性。此與鍾德琪（1981）提出褐飛蝨對Malathion抗藥性之產生與Esterase活性增強有關相類似，是以褐飛蝨對殺蟲劑抗藥性與其Esterase活性間之相關性之說法於此提供更進一步之證實。若本實驗更進一步之研究，或許會與Hama and Iwata在1971年首次證實黑尾浮塵子體內Esterase對氨基甲酸鹽殺蟲劑具有抗藥性之相關性相吻合，與其稍後提出的對有機磷殺蟲劑抗藥性亦有密切關係者相類似。此種Esterase與抗藥性之關係，學者們有諸多類似的發展，Ozaki et al(1966)曾提出黑尾葉蟬對Malathion及斑飛蝨對Feitrothion與Malathion抗藥性之產生<sup>(18)</sup>主要是由於Esterases活性增強，其可將此二種殺蟲劑分解成無毒物質，經電泳分析結果亦發現主要參與Malathion解毒作用的為Esterase。此外，Devonshire(1977)指出桃蚜Myzus Persicae, Georghiou & Pasteur(1980)指出Culex quinquefasciatus對有機磷之抗藥性與其體內Esterases活性增強有關。故由以上實驗結果可知褐飛蝨之Esterase活性與其對此四種殺蟲性抗藥性間可能具有密切之關係。故Esterase活性之增強，可能為抗藥性產生之一個重要因子。

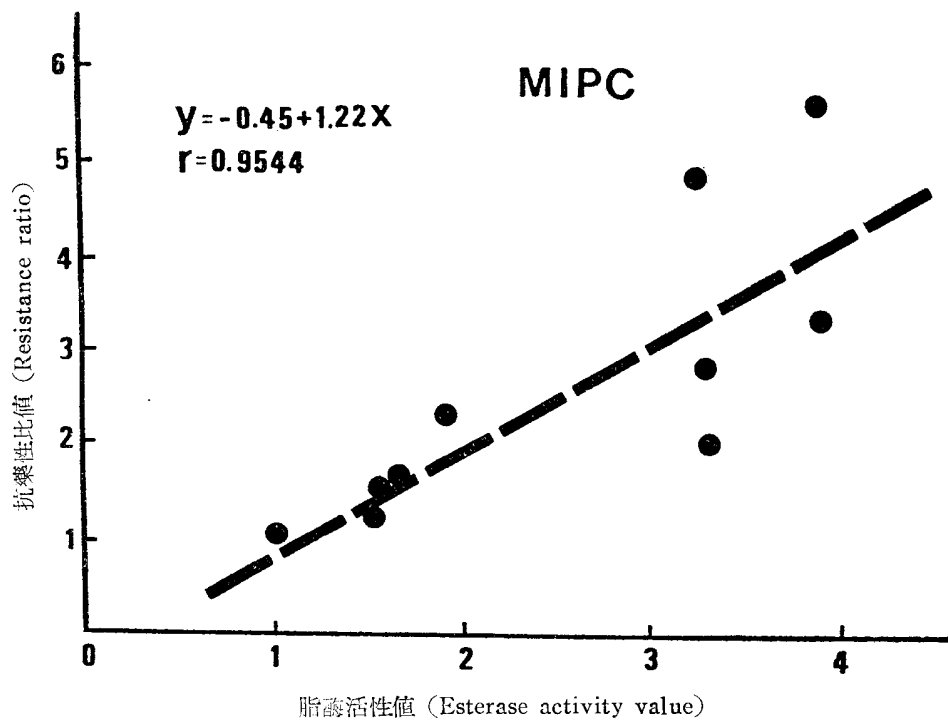


圖 9：供試褐飛蝨品系之 Esterase 性與其對 MIPC 抗藥性比值之關係圖

Fig 9: The correlation between esterase activity and resistance ratio of brown planthopper tested to MIPC.

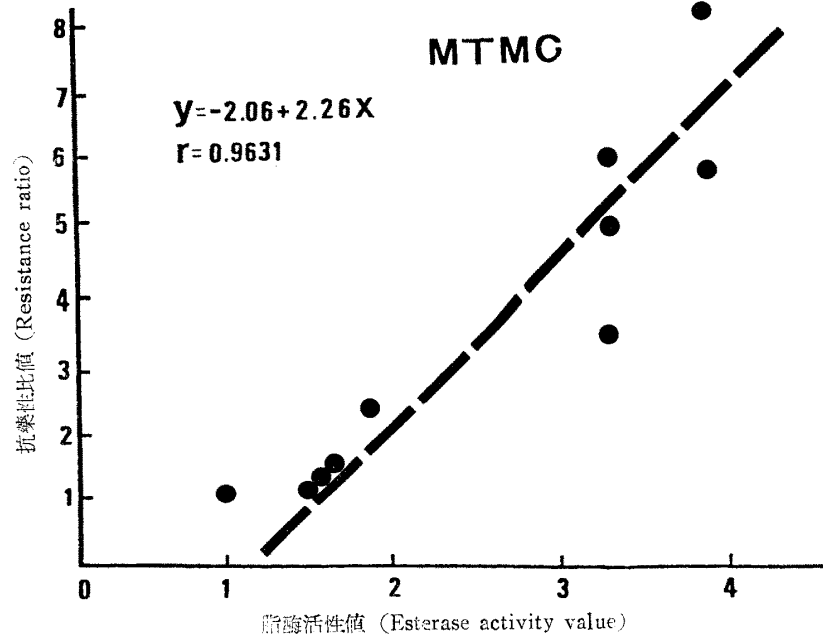


圖 10：供試褐飛蝨品系之 Esterase 性與其對 MIMC 抗藥性比值之關係圖

Fig 10: The correlation between esterase activity and resistance ratio of brown planthopper tested to MIMC.

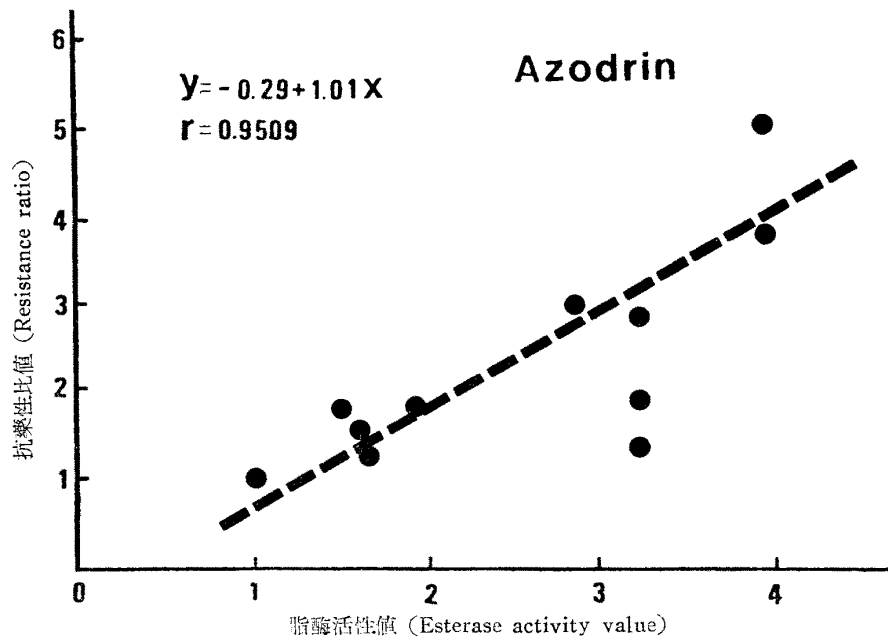


圖 11：供試褐飛蝨品系之 Esterase 性與其對 Azodrin 抗藥性比值之關係圖

Fig 11: The correlation between esterase activity and resistance ratio of brown planthopper tested to Azodrin.

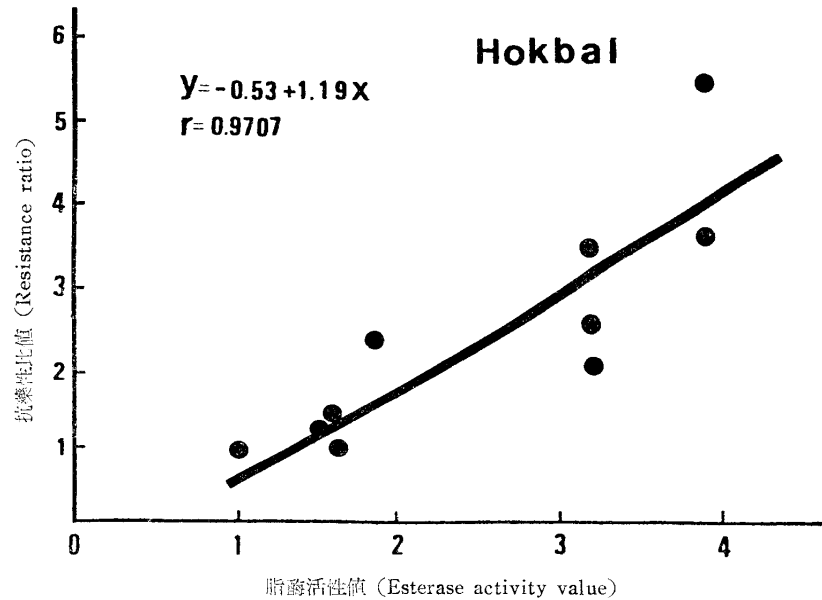


圖 12：供試褐飛蝨品系之 Esterase 性與其對 Hokbal 抗藥性比值之關係

Fig 12: The correlation between esterase activity and resistance ratio of brown planthopper tested to Hokbal.

## 摘 要

褐飛蝨(*Nilaparvata lugens* Stål)為本省水稻之主要害蟲，尤其在第二期稻作為害最為嚴重。在本省中部地區所調查之九個地區品系中，花壇品系對MIPC, MTMC, Hokbal及Azodrin四種常用藥劑已有抗藥性產生。埔鹽、臺中及大甲三個品系對MTMC已產生抗藥性，埔鹽品系對MIPC，臺中品系對Azodrin亦已具有高度之忍受性，若再繼續受此等藥劑之選汰壓力，亦可能會成為抗性品系。其他品系對此四種藥劑尚未產生明顯之抗藥性，仍具相當之感受性。而各不同地區褐飛蝨品系對此四種藥劑感受性程度之差異，亦可能與用藥習慣、施藥次數、害蟲發生情形及環境狀況不同有關。由相關迴歸分析顯示褐飛蝨品系對此四種藥劑可能具有多重抗藥性產生。

各品系之Esterases電泳分析結果顯示，Esterases活性與褐飛蝨抗藥性具密切之相關性，活性較高者，其抗藥性可能較高；花壇、臺中品系之抗藥性比值較高，其Esterases活性亦較高，而竹塘、魚池及感性品系之抗藥性比值較小，其Esterase活性亦較低。故Esterases活性之增強，可能為褐飛蝨對此類殺蟲劑產生抗性的一個重要因子。

## 誌 謝

本文進行期間承蒙興大孫教授志寧提供寶貴意見，植物保護中心毒理組技正王博士清澄慨借電泳試驗儀器，王順成先生提供感性褐飛蝨品系，馮海東先生、高慧蓮小姐之技術協助；本場黃課長山內、陳副研究員慶忠、楊副研究員涌祚、方股長敏男、劉助理研究員達修之指導與支持，陳啓吉、陳聰富、林正賢、陳鴻堂諸位先生之協助採蟲，曾惠圓小姐繕寫初稿，使本文得以順利完成，文成後復蒙恩師興大劉玉章教授，植保中心王清澄博士及馮海東先生修飾文辭，殷切指正，特此一併致謝。

## 參考文獻

1. 王清澄，1981：昆蟲抗藥性之生化遺傳研究，植保會刊，23(1)1-14。
2. 朱耀沂、何琦琛、陳碧珠，1975：數種殺蟲劑對褐飛蝨(*Nilaparvata lugens* Stal)、黑尾浮塵子(*Nephotettix cincticeps* Uhler)及其捕食性天敵六點狼蛛(*Lycosa pseudoannulata* Boeset Str)之相對毒性，植保會刊17(4)424-430。
3. 臺灣省政府農林廳，1980：植物保護手冊，104-108pp。
4. 林幼華、馮海東、孫志寧，1978：水稻害蟲之抗藥性，昆蟲學會會報。13(1)55-63。
5. 鍾德琪，1981：褐飛蝨(*Nilaparvata lugens* Stål)對數種有機磷及氨基甲酸鹽殺蟲劑之抗藥性。國立中興大學昆蟲學研究所碩士論文 pp.1-50。
6. 蘇文瀛，1976：本省產熱帶家蚊(*Culex pipiens fatigans* Wied)及埃及黑斑蚊(*Aedes aegypti* L.)對數種殺蟲劑感受性之研究。國立中興大學昆蟲學研究所碩士論文 pp.1-61。
7. Cheng, C. H., and W. L. Chang. 1979. Studies on varietal resistance to the brown planthopper in Taiwan. in: Brown planthopper: Threat to rice production in Asia. IRRI. 251-271pp.
8. Dauterman, W. C. 1976. Extramicrosomal metabolism of insecticides. In: Insecticide biochemistry and physiology(C. E. Wilkinson, edited). Plenum Press, New York and London, 149-171pp.
9. Decker, G. C., and W. N. Bruce. 1952. Housefly Resistance to Chemicals. Amer. J. Trop. Med. And Hyg. 1(3):395-403.
10. Devonshire, A.L. 1977. The properties a carboxylesterase from the peach potato aphid, *Myzus Pericae*(Sulz.), and its role in conferring insecticide resistance. Biochem. J. 176:676-683.
11. Dyck, V. A., and B. Thomas. 1979. The brown planthopper problem. in: Brown planthopper: Threat to rice production in Asia. IRIR. 1-17pp.
12. FAO 1969. General Principles. In "Recommended Methods for the Detection and Measurement of Resistance of Agricultural Pest to Pesticides." Chap. 1. FAO PL. Port. Bull. 17:76-81.
13. Finney, D. J. 1962. Estimation of the median effective dose. in: Probit analysis(D. J. Finney, 3rd edited). Cambridge University Press, 218pp.
14. Georghiou, G. P., N. Pasteur, and M. K. Hawley. 1980. Linkage relationships between organophosphate resistance and a highly active esterase-B in *Culex quinquefasciatus* from California. J. Econ. Entomol. 73(2):301-305.
15. Hama, H., and T. Iwata. 1971. Insensitivity of cholinesterase in *Nephotettix cincticeps* resistant to carbamate and organophosphorus insecticides. J. Econ. Entomol. 65(3):643-644.
16. Heinrichs. E. A. 1979. Chemical control of the brown planthopper. in: Brown planthopper: Threat to rice production in Asia. IRRI. 145-167.
17. Maurer, H. R. 1971. Disc. Electrophoresis and related Techniques of Polyacrylamide Gel Electrophoresis. Walter de Gruyter. Berlin. N. Y. 222pp.
18. Ozaki K., Y. Kurosu and H. Koika. 1971. Cross resistance to insecticides in the malathion and fenithion resistant strains of the smaller planthopper, *Laodelphax striatellus*

- Fallen. Botyu-Kagaku. 36:111-116.
19. Ozaki, K., Y. Kurosu and H. Koika. 1966. The relation between malathion resistance and esterase activity in the green rice leafhopper, *Nesphotettix cincticeps* Uhler. SABCO. I. 2:98-106.
20. Plapp, F. W. Jr. 1976. Biochemical genetics of insecticides resistance. Ann. Rev. Entomol. 21:179-197.

## Studies on the resistance of brown planthopper (*Nilaparvata lugens* Stål) to four commonly used insecticides in central Taiwan

C. P. Chang<sup>(1)</sup>

### Summary

The brown planthopper (*Nilaparvata lugens* Stål) distributes throughout the temperate, subtropical and tropical areas in the world and is regarded as one of the most serious pest insects on rice in Taiwan. This species is very prevalent in central Taiwan, occurring 8-11 generations annually and is more abundant in the second crop.

Among the nine areas surveyed, brown planthoppers of Hwatang strain was found to be resistant to MIPC, MTMC, Hokbal and Azodrin. Puyen, Taichung and Tachia strains were resistant to MTMC. The brown planthoppers of Puyen and Taichung strains were resistant to MTMC. The brown planthoppers of Puyen and Taichung strains were shown to be highly tolerant to MIPC and Azodrin, respectively, and the continuous use of these two insecticides might convert the population into a resistant strain after a period of time. Strains of the other areas surveyed remained relatively susceptible to these four insecticides. The different susceptibilities to these four insecticides of brown planthoppers from various areas might reflect the difference in kinds of insecticides used, the number of application, the occurrence of brown planthoppers and the environmental conditions. There is a conspicuous correlation among the resistance levels of these four commonly used insecticides occur in the field populations of brown planthoppers in central Taiwan, they may have the multiresistance to these insecticides.

Vertical polyacrylamide slab gel electrophoresis was used in the study of the esterases activity of the strains collected from various locations. There was positive correlation between the esterases activity and the resistance level of brown planthoppers to these four insecticides. The esterases activity is considered to be an important factor in the appearance of the resistances.

---

(1)Assistant, specialist, Taichung District Agricultural Improvement Station, Taichung, Taiwan, R.O.C.