

# 臺灣中部地區水稻褐飛蝨和黑尾葉蟬之抗藥性發展趨勢\*

王順成\*\* 古德業\*\*\*

## 一、前言

水稻褐飛蝨及黑尾葉蟬在本省稻田上繼二化螟蟲之猖獗為害後，一直是本省水稻上主要害蟲。本省水稻褐飛蝨在 1977 及 1978 年據筆者調查<sup>(6)</sup>，褐飛蝨對 14 種常用殺蟲劑除了對 carbofuran, methyl parathion 之相對抗藥性比(以 1976 年為比較標準)分別為 3.0、3.4 及 1.8、3.9 外，褐飛蝨對其他供試藥劑之抗性倍數比均甚低在 0.2~2.1 之間，顯然本省中部供試地區水稻褐飛蝨在 1978 年以前對常用殺蟲劑之抗藥性變化幅度不大。惟據日本方面研究褐飛蝨在 1967~1976 之九年間褐飛蝨在 Nagasaki 和 Kagoshima 地區對胺基甲酸鹽藥劑之抗藥性僅增加 3 倍<sup>(11)</sup>及有機磷劑中 malathion 增加 10 倍<sup>(13)</sup>，然在此之後三年間 1976~79，對胺基甲酸鹽系藥劑卻增加 7.7 至 20.9 倍之多。由於本省水稻田生態環境與日本迥異，加上本省褐飛蝨之抗藥性之發展與褐飛蝨遷移性是否有關，尚未有足夠試驗證據支持。本文之研究目的，即欲藉長期性在中部地區水稻褐飛蝨之抗藥性調查，以瞭解褐飛蝨對常用藥劑之抗藥性幅度及發展趨勢，以提供綜合防治褐飛蝨之參考。

水稻黑尾葉蟬對水稻直接性為害較為次要，但其可傳佈多種水稻病毒，成為水稻病毒重要媒介昆蟲，此蟲在本省稻田之抗藥性據筆者 1975 年調查<sup>(5)</sup>，對 14 種水稻常用殺蟲劑之抗性倍數比(與聯合國糧農組織資料比較)除 methomyl 以及 monocrotophos 外，其他藥劑為在 10~680 倍之間，可見在 1975 年本省調查所得之黑尾葉蟬已具相當高之抗藥性，尤其以 ethyl parathion、methyl parathion 更高達 396 及 680 倍之多。1971 年黑尾葉蟬在日本 Nakagawara 及 Yoshida 兩地區對 BPMC、MIPC 及 propoxur 之抗藥性高達 100 倍左右<sup>(7)</sup>。1969 年黑尾葉蟬在日本 Nakagawahara 地區對有機磷劑之抗藥性如 fenitrothion 75 倍、methyl parathion 47 倍、parathion 41 倍<sup>(14)</sup>。由此可知黑尾葉蟬在日本部分地區至 1971 年對所使用胺基甲酸鹽及有機磷已有較高之抗藥性產生。為明瞭黑尾葉蟬在本省田間對常用藥劑之抗藥性幅度變化情形，本試驗繼續田間抗藥性偵測，希望藉此資料與亞洲稻田區黑尾葉蟬對常用藥劑抗藥性情形做一比較，以明瞭黑尾葉蟬在整個亞洲稻作區對藥劑抗藥性之情形。

## 二、材料與方法

### (一)供試藥劑

#### 1. 胺基甲酸鹽類

- (1) BPMC 2-sec-Butylphenyl-N-methylcarbamate, 50% E.C. 和豐化工公司。
- (2) carbaryl 1-Naphtyl-N-methylcarbamate, 85% W.P. 國統農化公司。
- (3) carbofuran 2,3-Dihydro-2,2-dimethyl-7-benzofuranylmethylcarbamate, 75% 10.p. 正豐化學有限公司。
- (4) Hokbal (a) 2-sec-Butylphenyl-N-methylcarbamate (SBPMC)。(b) 2-ter-Butylphenyl-N-methylcarbamate (TBPMC) 40% Mixture E.C. 庵原農藥有限公司。
- (5) Hopcide 2-Chlorophenyl-N-methylcarbamate, 50% W.P. 庵原農藥有限公司。
- (6) methomyl S-Methyl-N-(methylcarbamoyl)-oxy-thioacetimidate, 90% W.P. 杜台化學有限公司。
- (7) MIPC 2-Isopropyl-phenyl-N-methylcarbamate, 20% E.C. 衆益化學工業公司。
- (8) MTMC m-Tolyl-methylcarbamate,

\*臺灣植物保護中心農藥毒理組研究報告第 37 號。  
 \*\*臺灣植物保護中心農藥毒理組助理研究員。  
 \*\*\*行政院農發會農業生產處副處長兼臺灣植物保護中心農藥毒理組研究員。

50 % W.P. 瑞豐農化工廠。

(9) propoxur 2-(1-Methylethoxy) phenolmethylcarbamate, 50 % W.P. 興農公司。

2.有機磷劑類

(1) acephate O,S-Dimethylacetyl-phosphoramidothioate, 75 % W.P. 華農化學公司。

(2) diazinon O,O-Diethyl-O-(2-isopropyl-4-methyl-6-pyrimidinyl) phosphorothioate, 60 % E.C. 中農化工公司。

(3) dicrotophos Dimethyl-cis-2-dimethyl-carbomoyl-1-methylvinyl-phosphate, 27.4 % E.C. 利台化學公司。

(4) parathion O,O-Diethyl-O-p-nitrophenylthiophosphate, 47 % E.C. 和豐農化廠。

(5) malathion O,O-Dimethyl-S-(1,2-dicarbethoxyethyl) phosphoro-dithioate, 50 % E.C. 榮民化工工廠。

(6) methyl parathion O,O-Dimethyl-

O-P-nitrophenylthiophosphate, 50 % E.C. 民芳化學工業公司。

(7) monocrotophos O,O-dimethyl-O-(2-methylcarbomoyl-1-methyl-vinyl)-phosphate, 55 % S. 華農化學股份公司。

(8) vamidothion O,O-Dimethyl-S-[2-(1-methylcarbamoylethyl) thio] ethyl] phosphorodithioate, 40 % E.C. 中國農藥公司。

(二)黑尾葉蟬及褐飛蝨之採集及藥劑處理

黑尾葉蟬 (*Nephotettix cincticeps* Uhler) 自 1979 年, 每年 3 月中旬採自本省中部地區水稻田, 攜回溫室, 經 3~5 天俟其適應後, 再選雌成蟲試驗。褐飛蝨 (*Nilaparata lugens* Stal) 每年 10 月下旬採自中部地區水稻, 亦以適應後第一子代 5 日齡雌成蟲為供試蟲源。

本試驗所採用藥劑以商品級為主, 所採用藥劑濃度參照每年田間測試所得之  $LC_{50}$  值<sup>(1,2,3,4)</sup>, 再依次稀釋成一系列之各種濃度稀釋液處理昆蟲。對照組不添加農藥, 其他操作處理方法如試驗組, 每組處理蟲數以 30 隻為主, 每種處理至少做三次或以上之重覆, 溫度維持  $26 \pm 2^{\circ}C$ ,

RH 70-80 %。本試驗採用乾膜法 (Residual film method), 試驗程序與先前報告<sup>(1,2,3,4)</sup> 相同, 24 小時後觀察記錄其死亡率, 再經統計分析, 求出各種藥劑對害蟲之斜率,  $LC_{50}$  及  $LC_{95}$  值<sup>(1,2,3,4,5)</sup>。

三、結果與討論

(一)中部地區稻田褐飛蝨 1979-1981 抗藥性變化趨勢

1979-81 年由田間褐飛蝨偵測之  $LC_{50}$  值 (表 1), 可分成兩個時期。第一時期為 1979 及 1980 年, 在此兩年間, 褐飛蝨對藥

表 1. 1979~1981 年臺灣中部地區水稻褐飛蝨對常用殺蟲劑之  $LC_{50}$  值

Insecticides	$LC_{50}$ (ppm)		
	1979	1980	1981
BPMC	23.4	40.9	25.7
Carbaryl	124.4	694.2	312.6
Carbofuran	21.2	133.5	82.4
Hokbal	30.6	33.1	23.2
Methomyl	66.9	143.0	139.3
MIPC	40.4	41.6	21.8
MTMC	24.9	71.6	37.1
Propoxur	37.3	62.2	71.2
Monocrotophos	101.5	300.4	125.7
Ethyl Parathion	64.3	76.0	46.7
Vamidothion	167.3	107.2	118.8
Malathion	1935.5	2025.8	1834.5
Methyl Parathion	148.7	175.7	152.9
Acephate	115.2	113.1	126.4

劑之  $LC_{50}$  值(表1)除 propoxur ( 57.6 , 37.3 )及 Methyl parathion (148.7 ,175.7 )變化較小外,其餘供試藥劑之  $LC_{50}$  值均呈現上升,其中變化較大的藥劑 carbaryl 二年內之  $LC_{50}$  值由 1979 年之 124.4ppm 上升至 1980 年 694.2ppm。在 1979 年  $LC_{50}$  顯著提升之藥劑尚有 monocrotophos ( 101.5 ppm), malathion ( 1935.5 ppm )。1980 年對於台灣田間褐飛蝨抗藥性之測試是一個相當重要的年代。若仍以 1976 年之  $LC_{50}$  值為比較標準,1979 年之相對抗性比值範圍從 0.6 ~ 12.5 之間(圖 1、2), 1980 年為 0.5 ~ 21.5 之間(圖 1、2), 其中 carbaryl、carbofuran、metho-

myl、MTMC、monocrotophos 及 malathion 之相對抗性比值分別高達 21.5、14.8、4.4、6.5、9.7 及 13.1。第二時期為 1981 年偵測結果,所有供試藥劑除 acephate 之  $LC_{50}$  值(126.4 ppm)呈上升外,其餘供試藥劑之  $LC_{50}$  值均呈下降,其抗性比值範圍 0.5-11.8。

由以上試驗結果,本省中部供試稻田褐飛蝨相對抗性遲至 1979 年以後才急劇變化。其中 carbaryl、carbofuran、monocrotophos、malathion 之變化幅度最大(表 1 及圖 1、2), carbaryl (以粉劑型式)、carbofuran (以粒劑型式)、monocrotophos 是目前農民使用頻率較高藥劑,可能與褐飛蝨形成高幅

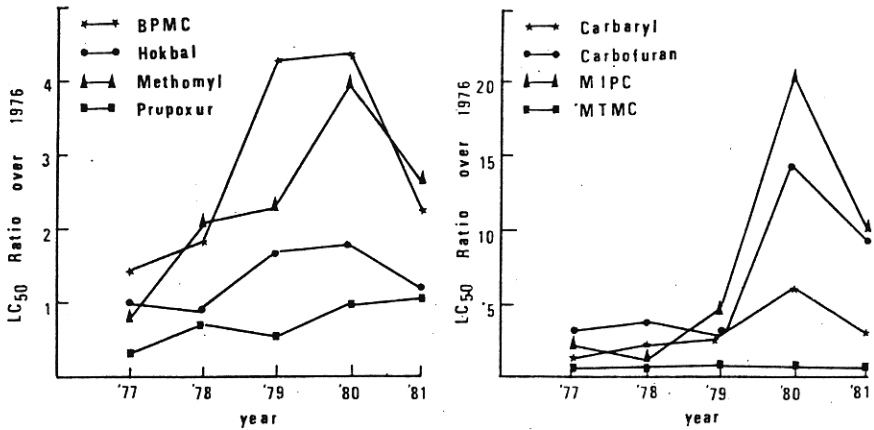


圖 1: 臺灣水稻褐飛蝨對胺基甲酸鹽殺蟲劑之抗藥性趨勢

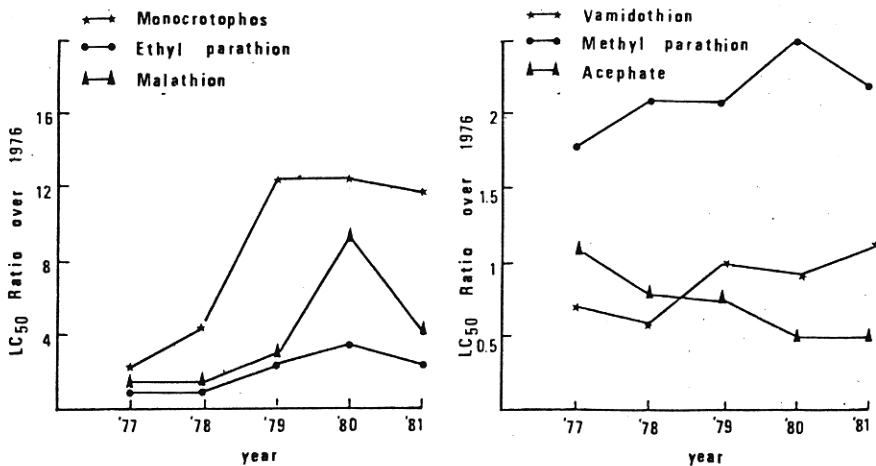


圖 2: 臺灣水稻褐飛蝨對有機磷殺蟲劑之抗藥性趨勢

度抗藥性有關。由多年累積之毒性資料分析，褐飛蝨在田間雖不如黑尾葉蟬短時間內形成較高倍數之抗藥性；但是在田間長期藥劑壓力下，需慢慢累積抗藥性倍數<sup>(13)</sup>，這一點由以上試驗之數據已可看出與日本褐飛蝨抗藥性有類似之處。至於褐飛蝨對於其他常用藥劑如 Hokbal、vamidothion、acceptate 至目前為止，仍無抗藥性

產生之現象。vamidothion 是本省空中噴藥以防治水稻害蟲的藥劑，70年度輸入成品數量為 100,000 公升，用量多但為何中部地區褐飛蝨對此藥多不產生抗藥性，有待進一步加以研究。此外褐飛蝨對常用藥劑在不同地區之抗藥性趨勢，亦需進一步探討。

(二) 中部地區水稻黑尾葉蟬抗藥性發展趨勢

表 2. 1979~1981 年臺灣中部地區水稻黑尾葉蟬對常用殺蟲劑之 LC<sub>50</sub> 值

Insecticides	LC <sub>50</sub> (ppm)		
	1979	1980	1981
BPMC	25.6	29.5	128.6
Carbaryl	118.2	50.6	47.7
Hopcide	72.7	18.8	-
Carbofuran	66.6	30.8	48.9
Hokbal	21.1	15.3	20.1
Methomyl	18.2	35.3	19.5
MIPC	76.7	39.7	33.0
MTMC	31.1	35.9	39.3
Propoxur	45.4	25.3	28.2
Monocrotophos	13.2	11.7	13.5
Dicrotophos	23.2	22.6	24.6
Diazinon	12.8	12.3	16.2
Ethyl Parathion	765.3	218.2	527.8
Vamidothion	71.1	58.6	108.9
Malathion	139.3	138.3	245.6
Methyl Parathion	892.3	472.3	2130.1
Acephate	59.8	18.5	6.5

1979~1981 年中部地區採集之黑尾葉蟬，經以乾膜法測定結果，其 LC<sub>50</sub> 值可由表 2 及圖 3 (由 1979~1981 年之 LC<sub>50</sub> 值及 1975 年之 LC<sub>50</sub> 之相對比值即所謂相對抗性比 (Relative resistance ratio) 得知，三年間相對抗性比值可分三個變化；1. 三年相對抗性值 1.5 以上之藥劑，如 BPMC、carbofuran、MIPC、monocrotophos、malathion 等四個藥劑，其中 BPMC 之相對抗性在 1981 年突然上升至 18.1，而在 1975~1980 年其相對抗性比一直維持 1.4~5.0 之間，其

其他 carbofuran、MIPC、monocrotophos、malathion 之相對抗性比值在 1979~1981 均在 1.5~4.2 範圍內。2. 最低相對抗性比值在 1.0 以上之藥劑：carbaryl、MTMC、dicrotophos、acephate 在此範圍之藥劑 carbaryl、MTMC、dicrotophos 之變化甚小，表示三種藥劑之抗性甚為穩定，以相對抗性比表示，其範圍在 1.0~1.8 之間。acephate 是唯一較突出之藥劑，在 1979 之相對比值為 13.0、1980 及 1981 年逐年下降至 1.4，若與 1976、1977、1978 相較顯然 1979 年是較突出之一。3. 三年內相對抗性比值在 1.0 以下之藥劑有 Hopcide、Hokbal、methomyl、propoxur

diazinon、ethyl parathion、vamidothion、methyl parathion，顯然這些藥劑自 1979 迄 1981 年間相對抗性比 (以 1975 年相比較) 均相當低，若從 1975 年~1981 觀之，此類藥劑均呈逐年下降之趨勢，其中以 ethyl parathion 之例子最顯著。ethyl parathion 在 1976 年之相對抗性比值高達 60.8，但至 1981 年已降至 0.2，六年間消退之比例高達 300 倍左右，ethyl parathion 自 1976 年中部地區測得對黑尾葉蟬產生高抗藥性，田間已甚少使用，此與黑尾葉蟬抗性逐漸下降之因素是否有關，本試驗正以酵素之機制加以探討。

黑尾葉蟬抗藥性之發展趨勢<sup>(10)</sup> 及有關抗藥

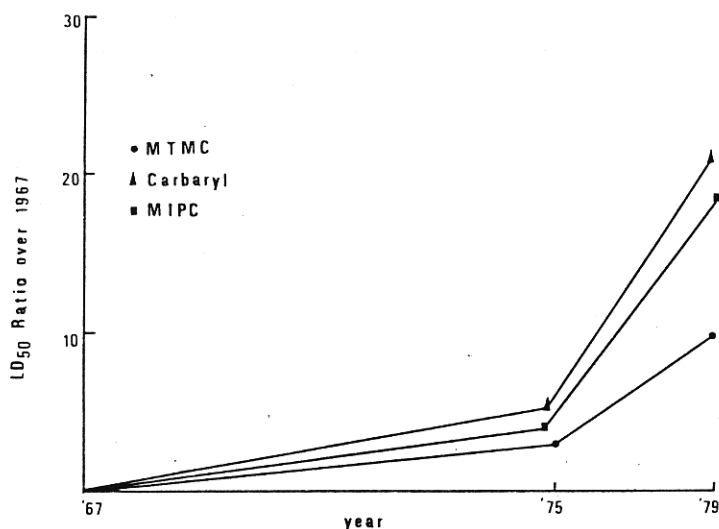


圖 3: 日本褐飛蠶對胺基甲酸鹽殺蟲劑之抗藥性趨勢

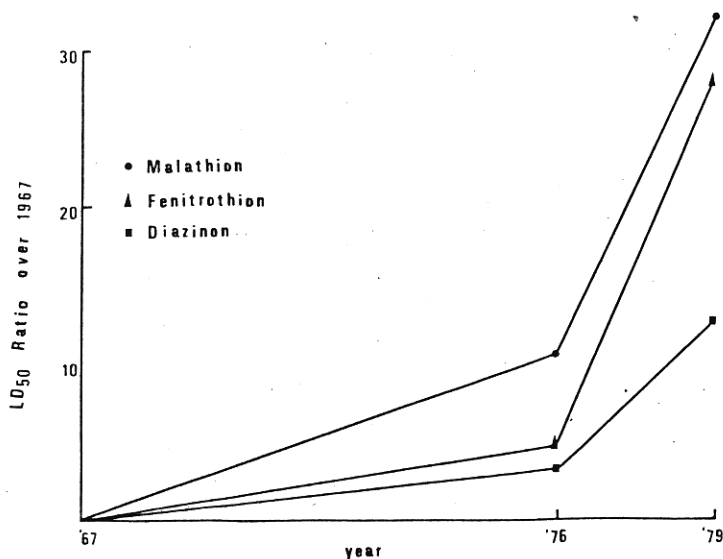


圖 4: 日本褐飛蠶對有機磷殺蟲劑之抗藥性趨勢

acephate 藥劑屬之。

黑尾葉蟬對藥劑抗藥性趨勢類別中值得注意的是屬於下列藥劑：Hokbal、methomyl、propoxur、diazinon、ethyl parathion、methyl parathion，其 $LC_{50}$ 值在七年內一直呈現下降，這些藥劑除Hokbal外，其餘藥劑在本省近年來用量已急劇降低。Hokbal是種混合藥劑，目前對於防治黑尾葉蟬及褐飛蠶藥效均佳

性機制<sup>(9,12)</sup>有關研究報告甚多。其抗藥性機制歸納之可分為四種類別<sup>(9)</sup>，第一：由於長期施用藥劑結果，使黑尾葉蟬之胆素脂酶(Acetylcholinesterase)對藥劑之敏感度降低，導致產生抗藥性。屬於此類藥劑包括propoxur、BPMC、isoprocab、carbaryl、Hopcide等。第二：黑尾葉蟬體內之胆素酯酶(AchE)和carboxyesterase兩種酵素皆對藥劑之敏感度降低而導致抗藥性產生，如malathion、phenthoate、methyl parathion，第三：由於黑尾葉蟬體內之GSH-S-transferase之敏感度降低，如fenitrothion即屬於此類。第四：由於其他不同酵素作用之結果如diazinon、propaphos、

黑尾葉蟬至目前為止對Hokbal之相對抗性比並不高，此可能是由於此藥劑屬於混合劑型，對抑制抗性產生有延緩作用<sup>(8,9)</sup>。而本省黑尾葉蟬之實際抗性倍數之幅度如何，目前正在測定由日本引進敏感性品系黑尾葉蟬之毒性，加以比較方得知。

(三)本省與亞洲相關地區水稻黑尾葉蟬及褐飛蠶抗藥性趨勢比較

表 3. 臺灣與日本褐飛蝨對殺蟲劑之抗性倍數之比較

Insecticide	Resistance ratio			
	Japan		Taiwan	
	1976/1937*	1979/1967*	1976/1975*	1980/1975*
Malathion	10.6	32.7	4.2	13.8
MTMC	2.4	9.7	1.2	6.5
Carbaryl	2.0	20.9	1.0	21.5
MIPC	2.0	15.7	1.9	4.4

LD<sub>50</sub> or LC<sub>50</sub> of 1976 or 1978 or 1979 or 1980

\*Resistance ratio=

LD<sub>50</sub> or LC<sub>50</sub> of 1967 or 1975

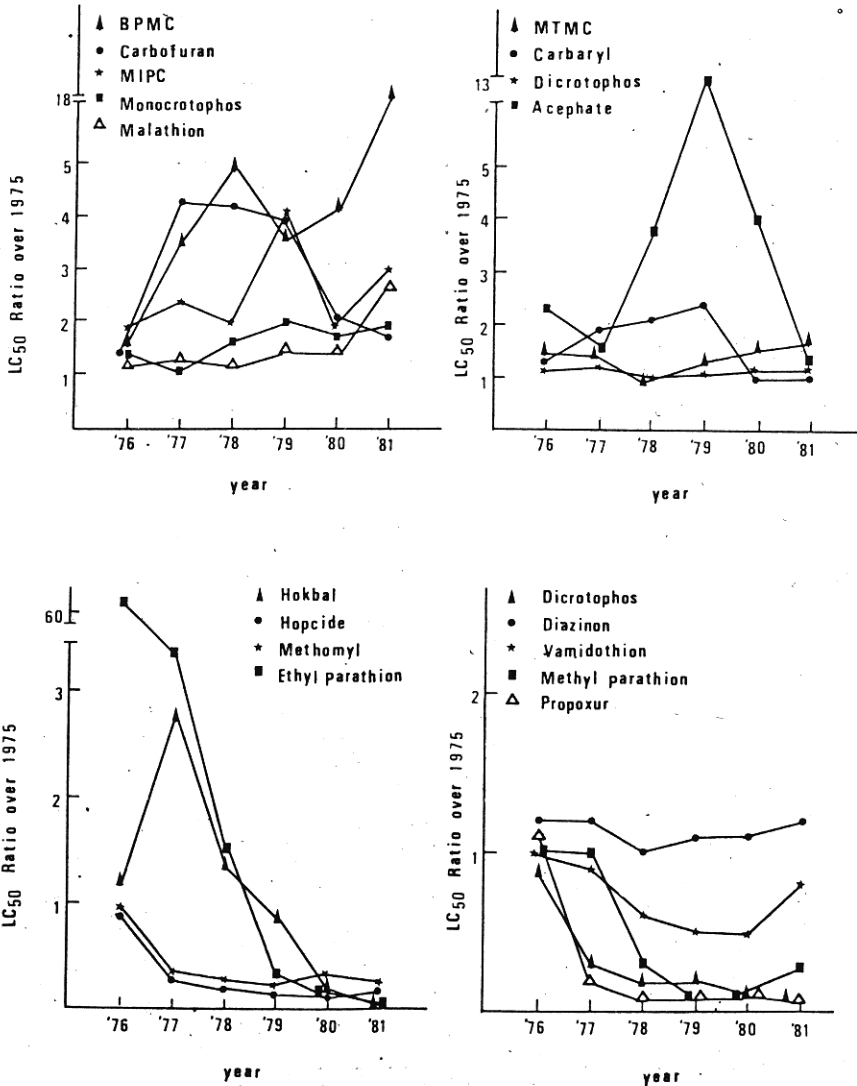


圖 5: 臺灣黑尾葉蟬對常用殺蟲劑之抗藥性趨勢

由表 3、圖 3、圖 4 顯示，以日本 Nagasaki 地區為例，malathion 由 1967~76 年九年之抗藥性增加 10 倍左右<sup>(13)</sup>，其後由 1976~79 年三年其相對抗性比已增至 32.7 倍<sup>(11)</sup>。在臺灣中部地區，1975~78 年三年間 malathion 之相對抗性比為 4.2<sup>(18)</sup>，1975~80 增至 13.8。MTMC 日本至 1979 年，臺灣地區至 1980 年之相對抗性比值分別為 9.7 及 6.5，比起其他藥劑之相對抗性比相差甚多。carbaryl 在日本，截至 1979 年之相對抗性比為 20.9，臺灣中部地

區 1980 年為 21.5，兩者相當接近。MIPC 1979 年在日本之相對抗性比為 15.7，1980 年在臺灣為 4.4。MIPC 在日本稻田中使用量甚多，何以抗性倍數比值不高，是否與環境因素有關尚待進一步分析。

由表 4、圖 1.2 可知，截至 1978 年為止，褐飛蝨在菲律賓<sup>(10)</sup>及臺灣對不同藥劑之抗性倍數比，由表 4 四種藥劑，1978 之 LC<sub>50</sub> 與 1977 之 LC<sub>50</sub> 比 (carbofuran, BPMC, MIPC, monocrotophos 除 carbofuran 外在臺灣相

表 4. 臺灣與菲律賓褐飛蝨對殺蟲劑之抗性倍數之比較

Insecticide	Resistance ratio*	
	Taiwan	Philippines
Carbofuran	1.12	18.61
BPMC	2.35	0.91
MIPC	1.64	1.07
Monocrotophos	1.36	0.87

\* Resistance ratio

$$= \frac{LD_{50} \text{ or } LC_{50} \text{ of 1978 in Philippines or Taiwan}}{LD_{50} \text{ or } LC_{50} \text{ of 1977 in Philippines or Taiwan}}$$

對抗性比為 1.12，在菲律賓為 18.61 差異較大，其餘三種藥劑之相對抗性比均在 0.87~2.35 之間。

由於褐飛蝨具長距離遷移 (Long-distance

migration) 現象，因此不同國家及地域之變化與褐飛蝨遷移關係，可能影響各地區褐飛蝨族群變動情形，進而影響褐飛蝨抗藥性產生之趨勢。臺灣地處日本與菲律賓之間，日菲兩國褐飛蝨之

表 5. 臺灣與日本之黑尾葉蟬對有機磷及胺基甲酸鹽殺蟲劑抗性倍數之比較。

Insecticide	Resistance ratio*	
	Japan (1970/1963)	Taiwan (1981/1976)
Methyl parathion	7.2	0.3
Malathion	26.2	2.7
Vamidethion	-	0.8
Diazinon	1.22	0.1
Carbaryl	43.3	1.0
Hopside	12.4	-
Propoxur	136.2	0.1

$$* \text{Resistance ratio} = \frac{LC_{50} \text{ or } LD_{50} \text{ of 1970, 1981}}{LC_{50} \text{ or } LD_{50} \text{ of 1963, 1976}}$$

棲群變化及褐飛蝨毒理資料之瞭解，有助於臺灣地區褐飛蝨之防治。上述曾提及日本已證實遷移為褐飛蝨棲群之主流。菲律賓亦證實部分褐飛蝨亦具有遷移性<sup>(15)</sup>，臺灣褐飛蝨遷移型與越冬型之比例關係及所佔角色，尚待進一步試驗。唯從臺灣中部地區稻田採集褐飛蝨所測得之毒理資料與日本Nagasaki地區之資料顯示，兩者在產生抗藥性之累積時間似乎相似(表3)，至於菲律賓與臺灣就使用相同藥劑而言，1977與1978年之抗性倍數比除carbofuran較臺灣為大外，其餘均較其他地區為緩。

表5為比較日本地區水稻黑尾葉蟬與臺灣地區之毒理資料之差異，1963~70年日本Nagawara地區之藥劑抗性倍數比，methyldiparathion為7.2、carbaryl 43.3、malathion 26.2、propoxur 136.2<sup>(7)</sup>，1976~81年臺灣中部地區malathion為2.7，其餘藥劑均介於0.1~1.0之間。由表5比較結果，似乎臺灣在1976年以後之相對抗性比變化很小。但若從LC<sub>50</sub>值與(F.A.O)敏感品系之LC<sub>50</sub>

比較，臺灣水稻黑尾葉蟬已具很高之抗藥性<sup>(9)</sup>。本試驗正從酵素測定方法來證明本省水稻黑尾葉蟬之抗藥性幅度是否已達到穩定情況，這對於日後田間防治黑尾葉蟬採行用藥途徑，將是一項有意義的探討。

#### 四、摘要

自1979年由本省中部稻田區採集褐飛蝨、黑尾葉蟬之雌成蟲經乾膜法測試對14種常用殺蟲劑抗藥性變化趨勢，1979~1981年(以1976年褐飛蝨之LC<sub>50</sub>值為比較標準)褐飛蝨之抗性倍數比為0.6~21.5之間，其中以1980年褐飛蝨對carbaryl、carbofuran、monocrotophos及malathion之抗性倍數比為最高分別為21.5, 14.8, 9.7及13.1。黑尾葉蟬在1979~81年間對相同14種殺蟲劑之抗性倍數比，1979年對acephate 13.10及1981年對BPMC為18.1外，對其餘藥劑之抗性倍數比較低為介於0.1~5.0之間。

#### 引用文獻

1. 古德業、辛竹英、王順成，1976，臺灣農業12(3):148-164.
2. 古德業、王順成，1976，臺灣農業，12(4):99-109.
3. 古德業、王順成，1977，臺灣農業，13(4):9-18.
4. 古德業、王順成，1978，植保會刊，20(1):21-32.
5. 古德業、王順成，1978，中央研究院動物研究所舉辦“昆蟲生態與防治研討會”講稿集，143~162.
6. 王順成、古德業，1981，臺灣大學植物病蟲害學刊第八期，1-18.
7. Asakawa, M. & H. Kazano, 1976. Plant Protec. Res. 9:101-123.
8. Hama, H. 1980. Rev. Plant Protec. Res. 13:54-73.
9. Hama, H. & T. Iwata, 1973. Jap. J. appl. Ent. Zool. 17:154-161.
10. Heinrichs, E.A. *et al.* 1978. IRRN: Insecticide evaluation result. pp.6-7.
11. Kilin, D., T. Nagata & T. Nasuda. 1981. Appl. Ent. Zool. 16:1-6.
12. Miyata, T. *et al.* 1981. Jap. J. Appl. Ent. Zool. 25:150-155.
13. Nagata, T., T. Masuda & S. Moriya, 1979. Appl. Ent. Zool. 14:264-269.
14. Ozaki, K. 1969. Plant Protec. Res. 2:1-15.
15. Rosenberg, L. T. 1981. IRRN 6(2):16-17.

### TRENDS IN INSECTICIDE RESISTANCE OF BROWN PLANTHOPPER AND GREEN RICE LEAFHOPPER IN CENTRAL TAIWAN