



【Research report】

臺灣區褐飛蟲(*Nilaparvata lugens* Stal)地理變異存在性之探討【研究報告】

朱耀沂、寇融、李王珊

*通訊作者E-mail:

Received: Accepted: Available online: 1982/09/01

Abstract

摘要

有關臺灣區褐飛蟲地理變異存在性之研究，乃是於1979年秋季(10月)、1981年春季(4月)、1981年秋季(10月)之三個時期中，於臺北、宜蘭、花蓮、臺中、埔里、嘉義、臺東、屏東八個地區定點採集之褐飛蟲，進而研究臺灣各地區褐飛蟲是否有地理性與季節性之差異。本試驗共分下列四部份進行：1.外部形態特徵之測定比較：以羽化後2日之各地區長翅型褐飛蟲雌雄個體各50隻，於雌蟲測其體長、胸寬、後足腿節長；於雄蟲則測其前翅長、體長、觸角長、後足腿節長。結果顯示，1979年秋季採的各地區褐飛蟲族群其外部形態之地理性差異顯著，其雌、雄蟲體皆以宜蘭、臺東地區之個體較大，而以嘉義、屏東等南部地區之個體較小。在1981年春季，其雌蟲以臺東地區較特殊，而其餘七地區之間則差異不明顯；在雄蟲方面也沒有明確的地理性劃分。在1981年秋季，仍是以臺東地區的褐飛蟲個體較大，其於外部形態上的地理性差異雖然存在，然於各測定項目上卻沒有明顯的一致性。此外，在每一採集地區都有不同程度的季節性差異。2.酯每變異性之電泳分析：取羽化後6日之長短翅型懷孕雌蟲各50隻，以poyacrylamide板狀膠體電泳法進行酯每之異構每分析，結果顯示，在不同地區及各季節型褐飛蟲其酯每之出現頻度各不相同，基因異結合型程度以1979年秋季之宜蘭地區最高，而以1981年春季最低。其遺傳距離也是於1979年秋季之各地區褐飛蟲最具地理性之差異，其次為1981年秋季，而1981年春季之各地區褐飛蟲彼此間的遺傳距離最小，不超過0.01。3.若蟲期之比較：於25°C-27°C，12小時光照條件下，每一地區族群中，各觀察30隻若蟲之發育期，結果發現，在1979年秋季，短翅型褐飛蟲之若蟲期沒有地理性之顯著差異，但長翅雄蟲之若蟲期卻具有明顯的地理性差異。在1981年春季，除宜蘭、嘉義地區之短翅雌蟲發育較快，在其餘各地區之間都沒有顯著性差異，其長翅雄蟲亦無地理性差異。而1981年秋季，於短翅雌蟲與長翅雄蟲幾乎有相同之地理性差異。4.短翅型出現率之比較：有關各地短翅型出現率之比較，共以下列三因素探討：(1)密度因子：於直徑2cm×高9.5cm之小試管中控制若蟲密度為1、5、10、20隻，並以兩種試管排列方式測定其若蟲對密度之感受方式有否視覺刺激作用，I：以12隻試管圍成圓陣而就中央3隻試管觀察。II：將12隻試管彼此隔開而就單隻試管觀察。(2)光週期因子：以250V之植物燈，分別予以11、12、13、14、15、16小時之光照等6種處理。(3)營養因子：在水稻發芽後至2-3葉期之間，分別施以0克、2.5克、5克之氮肥，以做為低、中高含氮量之三種處理。結果發現，1979年秋季各地區褐飛蟲族群中，以埔里、嘉義地區具有較高之短翅型出現率，受密度或光週期之影響並不大。而1981年春季的族群，幾乎每一地區都有很高的短翅型出現率，沒有地理性的差異。而1981年秋季的族群，則花蓮、臺中、臺東、屏東地區短翅型出現率較低，尤以屏東地區在八個地區中最低。至於營養因子，在上述之三因子中影響力最小；而季節性的變化相當明顯，在三個採集季節中，以1981年秋季族群的短翅率普遍較1979年秋季或1981年春季低。故知本省八個地區的褐飛蟲族群，其地理性的差異亦具有季節性不同。在1981年春季，也就是褐飛蟲於本省田間發生之初期，其於外部形態、酯每變異性、若蟲發育期及短翅型出現率等方面，地理性的差異都很小，或不具有顯著性差異。但是到了田間發生盛期的秋季，各地區褐飛蟲於各研究項目上就具有較大的地理性變異。此外，同一地區也因季節之不同而產生了很大的季節性差異。

Key words:

關鍵詞:

Full Text:  PDF (2.93 MB)下載其它卷期全文 Browse all articles in archive: <http://entsocjournal.yabee.com.tw>

臺灣區褐飛蝨 (*Nilaparvata lugens* Stål)

地理變異存在性之探討*

朱耀沂 寇 融 李玉珊

國立臺灣大學植物病蟲害學系昆蟲組

摘 要

有關臺灣區褐飛蝨地理變異存在性之研究，乃是於1979年秋季（10月），1981年春季（4月），1981年秋季（10月）之三個時期中，於臺北、宜蘭、花蓮、臺中、埔里、嘉義、臺東、屏東八個地區定點採集之褐飛蝨，進而研究臺灣各地區褐飛蝨是否有地理性與季節性之差異。本試驗共分下列四部份進行：

1. 外部形態特徵之測定比較：

以羽化後2日之各地區長翅型褐飛蝨雌雄個體各50隻，於雌蟲測其體長、胸寬、後足腿節長；於雄蟲則測其前翅長、體長、觸角長、後足腿節長。結果顯示，1979年秋季採的各地區褐飛蝨族群其外部形態之地理性差異顯著，其雌、雄蟲體皆以宜蘭、臺東地區之個體較大，而以嘉義、屏東等南部地區之個體較小。在1981年春季，其雌蟲以臺東地區較特殊，而其餘七地區之間則差異不明顯；在雄蟲方面也沒有明確的地理性劃分。在1981年秋季，仍是以臺東地區的褐飛蝨個體較大，其於外部形態上的地理性差異雖然存在，然於各測定項目上卻沒有明顯的一致性。此外，在每一採集地區都有不同程度的季節性差異。

2. 酯酶變異性之電泳分析：

取羽化後6日之長短翅型懷孕雌蟲各50隻，以polyacrylamide板狀膠體電泳法進行酯酶之異構酶分析，結果顯示，在不同地區及各季節型褐飛蝨其酯酶之出現頻度各不相同，基因異結合程度以1979年秋季之宜蘭地區最高，而以1981年春季最低。其遺傳距離也是於1979年秋季之各地區褐飛蝨最具地理性之差異，其次為1981年秋季，而1981年春季之各地區褐飛蝨彼此間的遺傳距離最小，不超過0.01。

3. 若蟲期之比較：

於25°C~27°C，12小時光照條件下，每一地區族群中，各觀察30隻若蟲之發育期，結果發現，在1979年秋季，短翅型褐飛蝨之若蟲期沒有地理性之顯著差異，但長翅雄蟲之若蟲期却具有明顯的地理性差異。在1981年春季，除宜蘭、嘉義地區之短翅雌蟲發育較快，在其餘各地區之間都沒有顯著性差異，其長翅雄蟲亦無地理性差異。而1981年秋季，於短翅雌蟲與長翅雄蟲幾乎有相同之地理性差異。

4. 短翅型出現率之比較：

有關各地區短翅型出現率之比較，共以下列三因素探討：

(1) 密度因子：

於直徑2 cm×高9.5 cm之小試管中控制若蟲密度為1、5、10、20隻，並以兩種試管排列方式測定其若蟲對密度之感受方式有否視覺刺激作用，I：以12隻試管圍成圓陣而就

*本文承蒙農發會72農建—4·1—一產—25(3)之經費補助，始得完成，在此致上謝意。

中央3隻試管觀察。II：將12隻試管彼此隔開而就單隻試管觀察。

(2) 光週期因子：

以250V之植物燈，分別予以11、12、13、14、15、16小時之光照等6種處理。

(3) 營養因子：

在水稻發芽後至2—3葉期之間，分別施以0克、2.5克、5克之氮肥，以做為低、中、高含氮量之三種處理。

結果發現，1979年秋季各地區褐飛蝨族群中，以埔里、嘉義地區具有較高之短翅型出現率，受密度或光週期之影響並不大。而1981年春季的族群，幾乎每一地區都有很高的短翅型出現率，沒有地理性的差異。而1981年秋季的族群，則以花蓮、臺中、臺東、屏東地區短翅型出現率較低，尤以屏東地區在八個地區中最低。至於營養因子，在上述之三因子中影響力最小；而季節性的變化相當明顯，在三個採集季節中，以1981年秋季族群的短翅率普遍較1979年秋季或1981年春季低。

故知本省八個地區的褐飛蝨族群，其地理性的差異亦具有季節性的不同。在1981年春季，也就是褐飛蝨於本省田間發生之初期，其於外部形態、酯酶變異性、若蟲發育期及短翅型出現率等方面，地理性的差異都很小，或不具有顯著性差異。但是到了田間發生盛期的秋季，各地區褐飛蝨於各研究項目上就具有較大的地理性變異。此外，同一地區也因季節之不同而產生了很大的季節性差異。

緒 論

褐飛蝨 [*Nilaparvata lugens* (Stål)]，屬半翅目 (Hemiptera)，白蟻蟲總科 (Fulgoroidea)，飛蝨科 (Delphacidae)，為分布於亞洲全域、玻里尼西亞 (Polynesia) 以及澳洲北部之水稻害蟲。在1960年代，由於水稻各種栽培制度的改變，一躍而為主要害蟲 (久野 1981, 陳 1978, Mochida et al 1976)。

在本省，褐飛蝨第一次大發生出現於1912年，並在1930年代初期被列為重要害蟲 (朱及楊 1980b)，自1960年代起為害稻作嚴重性漸增，就目前本省水稻兩期作後期嚴重受害情況而言，褐飛蝨已毫無疑問地被認為是本省最主要的水稻害蟲；其於本省，年生8—12代不等，愈南則世代數愈多，田間發生狀況也因地而異 (鄭 1976)。

關於此蟲在為害初期的族群來源，在日本向來就存在有兩種學說；一是本地越冬說，就是在當地的較溫暖處越冬的個體，到了春季高溫後繁衍而成災。二是海外飛來說，即是在春季隨着向北吹來的季節風侵入，再經過一、二代後成災 (岸本 1975)。關於前者之說法，就本省之氣象條件而言，雖然Kisimoto與Dyck (1976) 認為褐飛蝨在本省越冬可能性極小，但由於本省中南部冬季氣溫高，不致使褐飛蝨凍死 (朱 1977)，而且事實上在一月中旬於中部之休耕田中仍可採到褐飛蝨之成蟲與若蟲，即使在較寒冷之北部，冬季也有越冬個體之發現 (朱及楊 1980a)；再論及其食性，本蟲雖然只是為害部份稻屬 (*Oryza* spp.) 植物的單食性昆蟲，但因為冬季有再生稻的存在，越冬食物不虞匱乏，所以褐飛蝨在本省越冬繁殖幾乎是可以肯定。然而此等殘留下來的越冬族群其密度顯然極低，就其量而言，能否成為次年所有褐飛蝨之主要發生源却也是個疑問。

其次，關於海外飛來說，乃是導源於1967年，在日本本州潮岬南方500公里的太平洋上，其位於北緯29度，東經35度之氣象觀測定點“Tango”，發現大量褐飛蝨與白背飛蝨 (*Sogatella furcifera*) 之遷移族群 (朝比奈及鶴岡 1968, 鶴岡 1968) 自此證明了飛蝨類自海外長距離遷移的可能性，而後Kisimoto (1971) 又在中國東海上發現了相同的事實，根據岸本所發展的理論，飛蝨類有兩次遷移，第一次是自南部熱帶地區於3、4月間隨着溫暖而潮濕的氣團北進，到達臺灣北部、琉球群島與中國華南；第二次再由中國華南隨梅雨前線之西南風，於5—6月間遷至日本。因此，在考慮氣流與季節風之移動方向時，褐飛蝨從菲律賓或華南方面遷移到臺灣的可能性仍是很大；另一方面，臺灣的褐

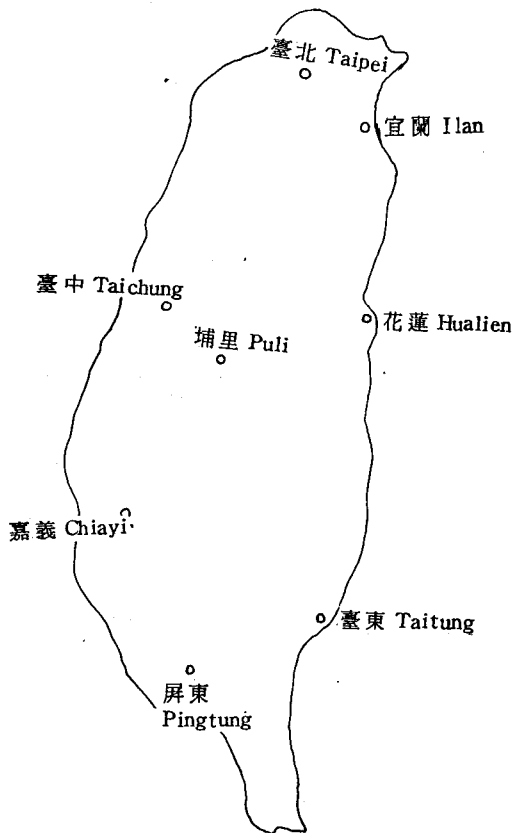
飛蝨向北遷出的可能性也不可忽略(朱 1977)。

在此，值得商榷的問題便在於遷入或遷出的褐飛蝨在臺灣的族群中所佔的百分率，如果遷入的個體數目極少，則各地必定以在該地累代越冬繁殖的褐飛蝨為次年的主要發生源，且必定由於空間上的隔離而產生地理性的差異，而本省之褐飛蝨生態、族群動態研究仍可照以往情形進行；但若遷入之飛蝨量相當大，則每年有大量的外來蟲源混入本地，而不能造成地理性的變異，因而族群動態與化學防治亦當有原則上的改變。所以此一問題之解決對於建立本蟲之長期發生預測系統，具有極大之影響。故此，在進一步了解褐飛蝨的飛翔移動性之前，必先調查全省各地褐飛蝨有否地理變異之存在。

材 料 與 方 法

一、材 料：

本試驗所用之供試蟲源共於三個時期，採自八個地區：於1979年秋季(10月)、1981年春季(4月)、1981年秋季(10月)，在臺北(臺大農場)、宜蘭(宜蘭市)、花蓮(花蓮市)、臺中(臺中市)、南投(埔里)、嘉義(嘉義市)、臺東(利嘉)、屏東(屏東市)等八個地區(圖一)，做定點採集褐飛蝨，携回養蟲室內，於 $30 \times 30 \times 90$ 立方公分之養蟲箱中以臺南5號水稻1~3葉期之秧苗隔離飼育，以各地區褐飛蝨所繁殖之後代為試驗材料。

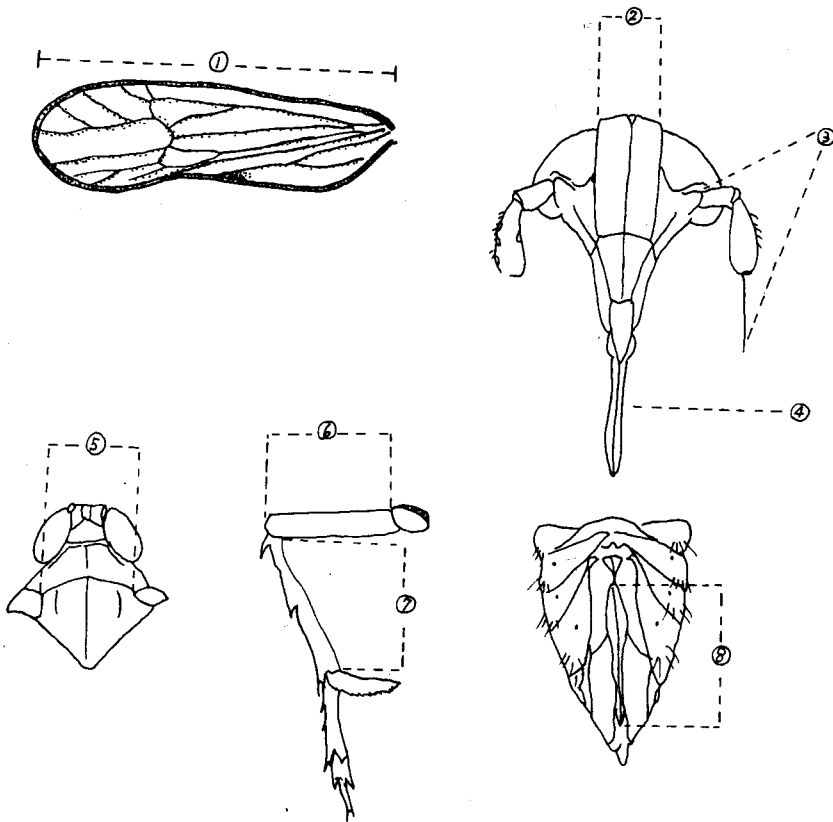


圖一 臺灣八個褐飛蝨採集區之地理分布圖。

Fig 1. Map of Taiwan showing the localities of brown planthopper collection.

二、方 法：

(一) 外部形態特徵測定比較：首先自1979年秋季採得之八地區蟲源中，取羽化後2日之長翅型雌雄個體各50隻，以乙醚麻醉後，泡入70%酒精中，立即於解剖放大鏡下測其體長、觸角長、口針長、頭寬、胸寬、後足腿節長、後足脛節長、產卵管長等外部形態特徵(圖二)(Okada 1976)其測定結果先以鄧肯氏多變域測驗(Duncan's multiple range test)分析，選出較具地理性差異之各測定項目，做為再次測定1981年4月、10月兩季節採集之褐飛蝨外部形態之標準；而後以此等選出之項目之測定結果，經由Roach's approximation 複因子分析(Cooley & Lohnes 1971)，以求得同一季節中之不同地區褐飛蝨、以及同一地區之褐飛蝨在不同季節中，於外部形態上之變異情形。



圖二 褐飛蝨外部形態測定特徵

Fig 2. Morphometric Characteristics of the Brown Planthopper (*Nilaparvata lugens* Stål)

- ① 前翅長 (fore wing length)
- ② 頭寬 (head width)
- ③ 觸角長 (antenna length)
- ④ 口針長 (stylet length)
- ⑤ 胸寬 (thorax width)
- ⑥ 後足腿節長 (hind femur length)
- ⑦ 後足脛節長 (hind tibia length)
- ⑧ 產卵管長 (ovipositor length)

(二) 酯酶變異性之電泳分析：每地區取 6 日齡之長、短翅型懷孕雌蟲各 50 隻，而以單隻懷孕雌蟲研磨於 $30\mu\text{l}$ 之研磨液，研磨液成份為 4 份 40% Sucrose solution 加上 1 份 5% Triton X-100 (Takada 1979)，再加入 0.5% BPB 作為 Tracking dye，取此蟲體研磨液 $20\mu\text{l}$ 注入上層膠之梳狀槽中以進行酯酶之電泳分析，電流 25mA，於 4°C 下約 3 小時完成。

電泳 (Electrophoresis) 是以 10% 的垂直式板狀膠體電泳法 (10% Vertical polyacrylamide slab gel electrophoresis) 進行 (黃 1965)，電泳後之膠體染色則用 α -naphthyl acetate、 β -naphthyl acetate 與 Fast Garnet GBC salt。

酯酶電泳結果之分析，採用 Nei (1975) 之方法，推算各地區褐飛蝨彼此間之遺傳相似度與遺傳距離 (Genetic Identity & Genetic Distance)，從而以 UPGMA clustering method 建立起彼此間之進化分歧樹 (phylogenetic tree) (Sneath & Sokal 1973)，同時比較同一地區褐飛蝨，在不同季節中有無不同之酯酶變異性。

(三) 若蟲發育期之比較：於直徑 $6.5\text{ cm} \times$ 高 6.5 cm 之塑膠花盆內植以臺南 5 號水稻，室溫下，一星期後之秧苗期接入各地區各不同季節型長翅型褐飛蝨 10 對，花盆上覆紗布，於 $25^{\circ}\text{C} \sim 27^{\circ}\text{C}$ 12 小時光照條件下使產卵，經 10~11 天後一齡若蟲孵化，以細毛筆將單隻一齡若蟲分別接入直徑 $2\text{ cm} \times$ 高 9.5 cm 之小試管中，同於 $25 \sim 27^{\circ}\text{C}$ 、12 小時光照條件下，飼以臺南 5 號水稻之 2 葉期秧苗，每日觀察脫皮情形，至成蟲期為止。

每一地區、每一季節共重覆 30 隻若蟲發育期之觀察。所得結果，以鄧肯氏多變域測驗， $P=0.05$ 分析不同地區以及不同季節型褐飛蝨若蟲發育期是否有地區性與季節性之顯著差異。

(四) 短翅型出現率之比較，於直徑 $15\text{ cm} \times$ 高 7.5 cm 之玻璃皿中，植以臺南 5 號水稻，室溫下，10 天後之秧苗期上接入各地區、各季節型之短翅型褐飛蝨成蟲 20 對，經 10~11 天後，一齡若蟲孵化，俟其成長至第 2 齡若蟲後，再依下列方向進行各項研究：

1. 密度因子：

於直徑 $2\text{ cm} \times 9.5\text{ cm}$ 之小試管內，分別控制密度為 1、5、10、20 隻第 2 齡若蟲/試管，為了同時調查其若蟲期對密度之感受有否視覺的效應，其試管排列法採用下列 2 種處理：

處理 I 以 12 隻試管成圓陣，而就中央部份之三隻試管觀察。

處理 II：以 12 隻試管排成一列，各試管間以不透明紙隔開，就每單隻試管觀察。

在若蟲飼育之上述期間，以臺南 5 號水稻之秧苗期 (2 葉期)，於 $25^{\circ}\text{C} \sim 27^{\circ}\text{C}$ ，12 小時光照條件下，每 2 日更換稻苗一次，每隻試管內放置稻苗 2~3 株。

2. 光週期因子：

於直徑 $2\text{ cm} \times$ 高 9.5 cm 之小試管內，置入 5 隻第 2 齡若蟲，稻苗 2 株，於 $25^{\circ}\text{C} \sim 27^{\circ}\text{C}$ ，以 FL-10BR 之植物燈分別以下列光週期處理，每一處理重覆 10 次：

- (1) 11 hr : 13 hr = L : D
- (2) 12 hr : 12 hr = L : D
- (3) 13 hr : 11 hr = L : D
- (4) 14 hr : 10 hr = L : D
- (5) 15 hr : 9 hr = L : D
- (6) 16 hr : 8 hr = L : D

若蟲飼育期間，每 2 日更換稻苗一次。

3. 營養日子：

此項試驗着重於稻苗不同含氮量之營養效果，於 3 個長 $35\text{ cm} \times$ 寬 25 cm 之塑膠盆中，放入 Yoshida 等人配方 (1971) 之水耕液，每盆撒上 500 粒左右之臺南 5 號發芽稻種，於其生長至 2 葉末與 3 葉初之 20 多日內，分別施以 0 g、2.5 g、5 g 之 20% 的硫酸銨 ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) 以做為低、中、

高含氮量三種處理，稻苗生長於室溫下，12小時光照。

若蟲則以第2齡若蟲5隻接入每隻小試管內，飼以2株上述處理之稻苗，每一處理重覆10次，每2日更換稻株一次，若蟲飼於 $25^{\circ}\text{C}\sim 27^{\circ}\text{C}$ ，12小時光照。

上述3項試驗，皆進行至若蟲發育為成蟲為止，並計算其短翅型出現率。

結 果 與 討 論

一、外部形態特徵測定比較

1. 1979年秋季(10月)採集的褐飛蝨，其雌、雄個體各項外部形態特徵之測定結果，如表一及表二所示，於各測定項目各有不同之地理性差異，其中雌蟲以胸寬、後足腿節長、體長、較具地理性差異；而雄蟲則以後足腿節長、前翅長、觸角長、體長較具地理性差異，再以此等較具地理性差異之項目，經由 Roa's approximation 複因子分析法進行綜合性之分析，結果如表三及表四所示，在此，於雌蟲可歸納為“宜蘭”、“臺東——臺北——埔里”、“臺中——花蓮——嘉義——屏東”等三區，而雄蟲則可歸納為“宜蘭——臺東——花蓮”、“臺北——臺中——埔里”、“嘉義——屏東”等三區。

2. 1981年春季(4月)採集的褐飛蝨，與前部份之測定項目同，在雌蟲測其體長、胸寬、後足腿節長；在雄蟲測其前翅長、體長、觸角長、後足腿節長，各項測定結果再以 Roa's approximation 複因子分析法進行綜合性之分析後，結果如表五及表六所示。於表五顯示，1981年春季的褐飛蝨雌蟲，以臺東的個體較大，在統計上與其他各地區蟲體間有顯著性差異，而其餘各地區褐飛蝨彼此於外部形態上沒有太大的差異。故知1981年春季的褐飛蝨，其雌蟲於外部形態上可以明顯的分成兩區，即臺東地區以及其餘七地區，而雄蟲，由表六可知，其外部形態的地理性差異不如雌蟲之單純，臺東地區的蟲體依舊較大，就所有各測定項目來區分，可分為“臺中——臺東——宜蘭——屏東”及“臺北——埔里——嘉義——花蓮”等二區，但此種分法並不是絕對的，在這兩區之間尚有重疊的情形，就是在宜蘭、埔里、嘉義、屏東等四地區之間其雄蟲於外部形態沒有顯着性的差異，可以自成一區，故知1981年春季的褐飛蝨，其於外部形態上的地理性差異不明確，其雌蟲以臺東地區較特殊，而在雄蟲則較雌蟲複雜，但卻沒有明顯的地區性劃分。

3. 1981年秋季(10月)採集的褐飛蝨，如前述，於雌蟲測其體長、胸寬、後足腿節長，於雄蟲則測其前翅長、體長、觸角長、後足腿節長，各項測定結果依 Roa's approximation 做複因子分析後，列於表七及表八。表七顯示，各地區雌蟲在三項測定項目中，臺東地區的蟲體顯然較大，而臺北、宜蘭的蟲體則顯然較小，且其餘之花蓮、臺中、埔里、嘉義、屏東等5地區，則又與上述3地區之間沒有明顯的差異。故知1981年秋季的雌蟲以臺東地區個體較大，愈向北如臺北、宜蘭等地則愈小，在此兩極端之間的各地區褐飛蝨彼此於外部形態上沒有顯着性的差異，且具有重疊的現象。而在雄蟲，由表八可知，各地區之褐飛蝨雄蟲於觸角長及後足腿節長兩測定項目中，皆無顯著性之地理性差異，但在前翅長一項中則可明顯的區分為“臺東——花蓮——宜蘭”及“臺北——臺中——埔里——嘉義——屏東”等二區，但在體長方面則大致可分為“臺北——臺東——屏東”及“宜蘭——臺中——埔里”等二區，而嘉義、花蓮兩地區則於彼此間或是與上述兩區間都沒有明顯的差異。就所有各項測定項目來看，臺東的雄性褐飛蝨顯然較大，地理性的差異雖然存在，卻沒有明顯的一致性存在各測定項目中。

由上述結果知，在1979年秋季，臺灣各地區褐飛蝨外部形態方面之地理性差異明顯，其與1981年秋季褐飛蝨之地理性差異有相似之處，即兩季節中臺東的蟲體皆較大，但相反的情形則為宜蘭地區的蟲體到了1981年秋季時變得較小；但在雄蟲却也同樣以“宜蘭——臺東——花蓮”歸納為一區；至於1981年春季各地區發生初期之褐飛蝨族群，其外部形態之地理性差異較不明顯，尤以雌蟲為然。

此外，同一地區之褐飛蝨其外部形態隨季節之變動情形，依其雌雄分別列於表九及表十。

表一 1979年10月臺灣各地區褐飛虱雌蟲外部形態測定比較。
Table 1. Comparison of morphometric measurements of the female brown planthopper collected in Oct. 1979.

	前翅長(μ) (length of fore wing)	體長(μ) (length of body)	頭寬(μ) (width of head)	觸角長(μ) (length of antenna)	口針長(μ) (length of stylet)	胸寬(μ) (width of thorax)	後足腿節長(μ) (length of hind femur)	後足脛節長(μ) (length of hind tibia)	產卵管長(μ) (length of ovipositor)
臺北 (Taipei)	4188.8±24.7 ^b	3739.1±18.4 ^a	271.6±2.3 ^b	1227.9±13.1 ^c	704.2±5.6 ^b	967.4±9.4 ^b	937.3±7.9 ^b	1115.0±9.1 ^{a,c}	1029.0±8.2 ^{b,c}
宜蘭 (Ilan)	4306.5±24.7 ^a	3770.9±27.3 ^a	300.3±4.1 ^a	1371.3±9.1 ^a	732.9±4.0 ^a	1059.8±7.9 ^a	989.1±7.7 ^a	1121.4±9.4 ^a	1099.7±8.3 ^a
花蓮 (Hualien)	4294.5±21.8 ^a	3581.0±22.1 ^b	259.0±2.6 ^c	1295.0±7.5 ^b	671.5±6.6 ^{c,d}	899.5±6.0 ^d	860.3±7.3 ^{d,e}	1113.0±9.3 ^{a,c}	1035.3±6.2 ^{b,c}
臺中 (Taichung)	4078.2±25.6 ^c	3538.0±29.8 ^b	258.3±2.8 ^c	1271.2±10.5 ^b	658.7±6.5 ^d	931.0±8.0 ^c	896.7±6.2 ^c	1071.7±8.5 ^b	1037.4±9.6 ^{b,c}
埔里 (Puli)	4178.3±28.0 ^b	3599.4±18.3 ^b	268.8±3.0 ^b	1236.1±10.1 ^c	662.9±4.1 ^{c,d}	930.3±6.8 ^c	882.6±7.4 ^{c,d}	1101.8±8.5 ^{a,c}	983.5±7.5 ^d
嘉義 (Chiayi)	4178.5±27.9 ^b	3466.0±25.4 ^c	247.1±1.8 ^d	1240.4±8.2 ^c	632.1±4.8 ^e	860.2±6.7 ^e	838.5±6.3 ^f	1089.2±8.1 ^{b,c}	1021.3±5.9 ^c
臺東 (Taitung)	4186.0±22.3 ^b	3752.7±22.9 ^a	268.1±2.9 ^b	1295.7±10.6 ^b	683.9±3.3 ^c	969.5±6.8 ^b	936.6±7.9 ^b	1095.5±7.5 ^{a,b,c}	1044.4±9.2 ^b
屏東 (Pingtung)	4173.4±27.3 ^b	3452.4±18.4 ^c	246.4±1.0 ^d	1271.9±10.2 ^b	639.1±4.3 ^e	869.3±6.9 ^e	856.1±5.2 ^f	1107.4±9.0 ^{a,c}	1020.6±4.9 ^c

註：各特徵數據旁不同字母，表示在 Duncan's 多變異測驗 $P=0.05$ 時，有顯著差異
Characteristic data followed by different letter in each column are significant at $p=0.05$ according to Duncan's multiple range test.

表 2 1979年10月臺灣各地區褐飛蝨雄蟲外部形態測定比較。

Table 2. Comparison of morphometric measurements of the brown planthopper collected in Oct. 1979.

	前翅長 (μ) (length of fore wing)	體長 (μ) (length of body)	頭寬 (μ) (width of head)	觸角長 (μ) (length of antenna)	口針長 (μ) (length of stylet)	胸寬 (μ) (width of thorax)	後足腿節長 (μ) (length of hind femur)	後足脛節長 (μ) (length of hind tibia)
臺 北 (Taipei)	3643.7 ± 16.4 ^c	2745.5 ± 24.5 ^d	270.0 ± 4.2 ^a	1082.4 ± 14.4 ^c	633.5 ± 8.4 ^a	839.7 ± 16.6 ^b	784.0 ± 7.4 ^c	1003.1 ± 7.2 ^{ab}
宜 蘭 (Ilan)	3723.6 ± 30.4 ^b	2989.7 ± 29.0 ^a	257.6 ± 3.1 ^b	1284.5 ± 9.8 ^a	643.3 ± 4.9 ^a	893.9 ± 6.3 ^a	868.0 ± 5.5 ^a	1017.3 ± 8.7 ^a
花 蓮 (Hualien)	3741.5 ± 22.3 ^{ab}	2872.7 ± 22.5 ^b	235.2 ± 2.9 ^c	1229.9 ± 8.8 ^b	584.4 ± 4.2 ^b	792.7 ± 10.6 ^c	754.6 ± 6.3 ^c	1007.3 ± 8.7 ^a
臺 中 (Taichung)	3523.9 ± 26.4 ^d	2748.9 ± 20.2 ^d	218.4 ± 2.7 ^c	1163.4 ± 9.6 ^{cd}	584.5 ± 4.0 ^b	785.4 ± 4.6 ^c	774.2 ± 5.5 ^{cd}	961.1 ± 6.4 ^d
埔 里 (Puli)	3707.9 ± 21.4 ^b	2821.1 ± 24.5 ^c	230.3 ± 2.4 ^{cd}	1147.5 ± 7.8 ^d	580.8 ± 2.9 ^{bc}	787.5 ± 5.6 ^c	762.3 ± 5.6 ^{de}	1005.9 ± 7.9 ^a
嘉 義 (Chiayi)	3582.6 ± 17.4 ^{cd}	2707.4 ± 18.7 ^d	236.6 ± 2.5 ^c	1151.7 ± 9.4 ^{cd}	571.1 ± 3.2 ^c	739.2 ± 5.8 ^d	737.8 ± 6.2 ^{fg}	965.3 ± 7.5 ^{cd}
臺 東 (Taitung)	3787.7 ± 18.9 ^a	2898.7 ± 19.5 ^b	226.2 ± 2.8 ^{ce}	1203.3 ± 6.6 ^b	591.7 ± 3.5 ^b	801.5 ± 6.3 ^c	800.8 ± 6.1 ^b	1012.9 ± 7.4 ^a
屏 東 (Pingtung)	3568.7 ± 19.4 ^d	2688.0 ± 20.1 ^d	232.4 ± 3.7 ^{cd}	1175.3 ± 10.0 ^{cd}	580.3 ± 4.2 ^{bc}	730.1 ± 5.1 ^d	722.4 ± 4.5 ^g	983.5 ± 6.6 ^{bc}

註：各特徵數據旁不同字母表示在 Duncan's 多變數測驗，P = 0.05時有顯著差異

Characteristic data followed by different letter in each column are significant at p=0.05 according to Duncan's multiple range test.

表三 1979年10月臺灣各地區褐飛蝨雌蟲外部形態測定比較。

Table 3. Comparison of morphometric measurements of the female brown planthopper collected in Oct. 1979.

	體長 (μ) (length of body)	胸寬 (μ) (width of thorax)	後足腿節長 (μ) (length of hind femur)
臺北 (Taipei)	3739.1 ^{ab}	967.4 ^b	937.3 ^b
宜蘭 (Ilan)	3770.9 ^a	1059.8 ^a	999.1 ^a
花蓮 (Hualien)	3531.0 ^c	899.5 ^{cd}	860.3 ^{cd}
臺中 (Taichung)	3538.0 ^c	931.0 ^{bc}	896.7 ^{bc}
埔里 (Puli)	3599.4 ^{bc} ± 22.8	930.3 ^{bc} ± 7.3	882.6 ^{cd} ± 7.1
嘉義 (Chiayi)	3466.4 ^c	860.2 ^d	833.5 ^d
臺東 (Taitung)	3752.7 ^{ab}	969.5 ^b	936.6 ^b
屏東 (Pingtung)	3452.4 ^c	869.3 ^d	856.1 ^{cd}

註：各特徵數據旁不同字母表示在 Roa's approximation 複因子分析， $P=0.05$ 時有顯著性差異
Characteristic data followed by the different letter in each column are significant at $p=0.05$ according to Roa's approximation of multiple variable analysis.

表四 1979年10月臺灣各地區褐飛蝨雄蟲外部形態測定比較。

Table 4. Comparison of morphometric measurements of the male brown planthopper collected in Oct. 1979.

	前翅長 (μ) (length of fore wing)	體長 (μ) (length of body)	觸角長 (μ) (length of antenna)	後足腿節長 (μ) (length of hind femur)
臺北 (Taipei)	3643.7 ^{ab}	2745.1 ^{bcd}	1082.4 ^d	784.0 ^{bc}
宜蘭 (Ilan)	3723.6 ^a	2989.7 ^a	1284.5 ^a	868.0 ^a
花蓮 (Hualien)	3741.5 ^a	2872.7 ^{abc}	1229.9 ^{ab}	754.6 ^{cde}
臺中 (Taichung)	3523.9 ^b	2748.9 ^{bcd}	1163.4 ^{bc}	774.2 ^{bcd}
埔里 (Puli)	3707.9 ^a ± 21.6	2821.1 ^{abcd} ± 22.3	1147.5 ^{cd} ± 9.6	762.3 ^{bcd} ± 5.9
嘉義 (Chiayi)	3582.6 ^b	2707.4 ^{cd}	1151.7 ^{cd}	737.8 ^{de}
臺東 (Taitung)	3787.7 ^a	2898.7 ^{ab}	1203.3 ^{bc}	800.8 ^b
屏東 (Pingtung)	3568.7 ^b	2688.0 ^d	1175.3 ^{bc}	722.4 ^e

註：各特徵數據旁不同字母表示在 Roa's approximation 複因子分析， $P=0.05$ 時有顯著性差異
Characteristic data followed by the different letter in each column are significant at $p=0.05$ according to Roa's approximation of multiple variable analysis.

表五 1981年4月臺灣各地區褐飛蝨雌蟲外部形態測定比較。

Table 5. Comparison of morphometric measurements of the female brown planthopper collected in Apr. 1981.

	體長 (μ) (length of body)	胸寬 (μ) (width of thorax)	後足腿節長 (μ) (length of hind femur)
臺北 (Taipei)	3497.9 ^b	950.6 ^b	909.3 ^b
宜蘭 (Ilan)	3525.9 ^b	942.2 ^b	914.9 ^b
花蓮 (Hualien)	3538.5 ^b	942.2 ^b	900.9 ^b
臺中 (Taichung)	3505.6 ^b	970.2 ^b	947.1 ^a
埔里 (Puli)	3548.3 ^b ± 25.6	959.7 ^b ± 6.1	917.0 ^b ± 7.2
嘉義 (Chiayi)	3381.0 ^b	955.5 ^b	898.8 ^b
臺東 (Taitung)	3741.5 ^a	1012.2 ^a	975.1 ^a
屏東 (Pingtung)	3587.5 ^a	968.8 ^b	923.3 ^b

註：各特徵數據旁不同字母表示在 Roa's approximation 複因子分析， $P=0.05$ 時有顯著性差異
Characteristic data followed by the different letter in each column are significant at $p=0.05$ according to Roa's approximation of multiple variable analysis.

表六 1981年4月臺灣各地區褐飛蝨雄蟲外部形態測定比較。

Table 6. Comparison of morphometric measurements of the male brown planthopper collected in Apr. 1981.

	前翅長 (μ) (length of fore wing)	體長 (μ) (length of body)	觸角長 (μ) (length of antenna)	後足腿節長 (μ) (length of hind femur)
臺北 (Taipei)	3346.0 ^d	2696.4 ^{ab}	1217.3 ^b	785.4 ^c
宜蘭 (Ilan)	3455.2 ^{abc}	2776.9 ^{ab}	1271.2 ^a	807.8 ^{abc}
花蓮 (Hualien)	3276.7 ^d	2651.6 ^b	1222.9 ^{ab}	787.5 ^c
臺中 (Taichung)	3490.9 ^{ab}	2699.9 ^{ab}	1229.9 ^{ab}	332.3 ^a
埔里 (Puli)	3341.1 ^d ± 19.6	2777.6 ^{ab} ± 25.6	1258.6 ^{ab} ± 6.9	787.5 ^c ± 5.8
嘉義 (Chiayi)	3359.3 ^{bcd}	2658.6 ^b	1246.0 ^{ab}	790.3 ^b
臺東 (Taitung)	3499.3 ^a	2818.2 ^{ab}	1239.7 ^{ab}	828.8 ^{ab}
屏東 (Pingtung)	3430.7 ^{abc}	2863.4 ^a	1259.3 ^{ab}	815.5 ^{abc}

註：各特徵數據旁不同字母表示在 Roa's approximation 複因子分析， $P=0.05$ 時有顯著性差異
Characteristic data followed by the different letter in each column are significant at $p=0.05$ according to Roa's approximation of multiple variable analysis.

表七 1981年10月臺灣各地區褐飛蝨雌蟲外部形態測定比較。

Table 7. Comparison of morphometric measurements of the female brown planthopper collected in Oct. 1981.

	體長(μ) (length of body)	胸寬(μ) (width of thorax)	後足腿節長(μ) (length of hind femur)
臺北 (Taipei)	3710.0 ^a	1011.5 ^b	963.9 ^b
宜蘭 (Ilan)	3537.8 ^b	1030.4 ^{ab}	974.4 ^{ab}
花蓮 (Hualien)	3640.0 ^{ab}	1043.7 ^{ab}	1018.5 ^a
臺中 (Taichung)	3660.3 ^{ab}	1015.7 ^b	988.4 ^{ab}
埔里 (Puli)	3657.5 ^{ab} ± 22.8	1034.6 ^{ab} ± 5.3	982.8 ^{ab} ± 6.8
嘉義 (Chiayi)	3729.6 ^a	1028.3 ^{ab}	975.8 ^{ab}
臺東 (Taitung)	3752.7 ^a	1059.1 ^a	994.7 ^{ab}
屏東 (Pingtung)	3698.8 ^{ab}	1031.8 ^{ab}	1001.7 ^{ab}

註：各特徵數據旁不同字母表示在 Roa's approximation 複因子分析，P=0.05時有顯著性差異
Characteristic data followed by the different letter in each column are significant at p=0.05 according to Roa's approximation of multiple variable analysis.

表八 1981年10月臺灣各地區褐飛蝨雄蟲外部形態測定比較。

Table 8. Comparison of morphometric measurements of the male brown planthopper collected in Oct. 1981.

	前翅長(μ) (length of fore wing)	體長(μ) (length of body)	觸角長(μ) (length of antenna)	後足腿節長(μ) (length of hind femur)
臺北 (Taipei)	3454.5 ^b	3196.9 ^a	1269.8 ^a	842.8 ^a
宜蘭 (Ilan)	3676.4 ^a	2883.3 ^{cde}	1262.8 ^a	870.1 ^a
花蓮 (Hualien)	3689.7 ^a	2994.1 ^{bcd}	1282.4 ^a	879.2 ^a
臺中 (Taichung)	3402.7 ^b	2742.6 ^e	1262.1 ^a	851.9 ^a
埔里 (Puli)	3460.8 ^b ± 18.6	2848.3 ^{de} ± 22.8	1272.6 ^a ± 7.7	853.3 ^a ± 5.3
嘉義 (Chiayi)	3460.1 ^b	2996.7 ^{bcd}	1254.4 ^a	847.0 ^a
臺東 (Taitung)	3695.3 ^a	3154.2 ^{ab}	1305.5 ^a	877.8 ^a
屏東 (Pingtung)	3504.2 ^b	3040.8 ^{abc}	1279.6 ^b	866.6 ^a

註：各特徵數據旁不同字母表示在 Roa's approximation 複因子分析，P=0.05時有顯著性差異
Characteristic data followed by the different letter in each column are significant at p=0.05 according to Roa's approximation of multiple variable analysis.

表九 臺灣各地區不同季節型褐飛蝨雌蟲外部形態測定比較。

Table 9. Comparison of morphometric measurements of the female brown planthopper in Taiwan collected in 3 seasons.

	體 長 (μ) (Length of body)	胸 寬 (μ) (Width of thorax)	後足腿節長 (μ) (Length of hind femur)
I ²⁾	3739.1 ^a	967.4 ^b	937.3 ^{ab}
A ¹⁾ II	3497.9 ^b \pm 22.3	950.6 ^b \pm 6.9	909.3 ^b \pm 7.0
III	3710.0 ^a	1011.5 ^a	963.9 ^a
I	3770.9 ^a	1059.8 ^a	989.1 ^a
B II	3525.9 ^b \pm 24.5	942.2 ^b \pm 6.2	914.9 ^b \pm 6.5
III	3537.8 ^b	1030.4 ^a	974.4 ^a
I	3581.0 ^a	899.5 ^c	860.3 ^c
C II	3538.5 ^a \pm 23.5	942.5 ^b \pm 5.7	900.9 ^b \pm 7.2
III	3640.0 ^a	1043.7 ^a	1018.5 ^a
I	3538.0 ^{ab}	931.0 ^c	896.7 ^c
D II	3505.6 ^a \pm 29.5	970.2 ^b \pm 6.7	947.1 ^b \pm 7.3
III	3660.3 ^b	1015.7 ^a	988.4 ^a
I	3599.4 ^{ab}	930.3 ^b	882.6 ^c
E II	3548.3 ^b \pm 22.7	959.7 ^b \pm 6.8	917.0 ^b \pm 7.0
III	3657.5 ^a	1034.6 ^a	982.8 ^a
I	3466.4 ^b	860.2 ^c	838.5 ^c
F II	3381.0 ^b \pm 24.0	955.5 ^b \pm 5.7	898.8 ^b \pm 6.6
III	3729.6 ^a	1028.3 ^a	975.8 ^a
I	3752.7 ^a	969.5 ^c	936.6 ^b
G II	3741.5 ^a \pm 7.2	1012.2 ^b \pm 6.0	975.1 ^a \pm 7.8
III	3752.7 ^a	1059.1 ^a	994.7 ^a
I	3452.4 ^c	869.3 ^c	856.1 ^c
H II	3587.5 ^b \pm 21.4	968.8 ^b \pm 6.1	923.3 ^b \pm 6.7
III	3698.8 ^a	1031.8 ^a	1001.7 ^a

註：各特徵數據旁不同字母顯示在 Roa's approximation 複因子分析， $P=0.05$ 時有顯著差異
Characteristic data followed by the different letter in each column are significant at $p=0.05$ according to Roa's approximation of multiple variable analysis.

¹⁾ A：臺北，Taipei B：宜蘭，Ilan C：花蓮，Hualien D：臺中，Taichung
E：埔里，Puli F：嘉義，Chiayi G：臺東，Taitung H：屏東，Pingtung

²⁾ I：1979年10月，Oct. 1979 II：1981年4月，Apr. 1981 III：1981年10月，Oct. 1981

由表九可知，在雌蟲，其於八個採集地區中，各有不同之季節性變化，在花蓮、臺東地區，其體長不具有季節性差異，此外，無論是1979年秋季或是1981年秋季的褐飛蝨都明顯的大於1981年春季的族群，再以1981年的春季與秋季的族群互相比較，除宜蘭、花蓮、臺東等地區，其他地區於其體長、胸寬、後足腿節等測定項目上都具有顯着的季節性差異，而1981年秋季的褐飛蝨通常較1979年秋季族群之個體為大。由表九中也可發現，最特殊的是屏東地區的族群，在三個季節中其外部形態有極顯着之差異。

表十 臺灣各地區不同季節型褐飛蝨雄蟲外部形態測定比較。

Table 10. Comparison of morphometric measurements of the male brown planthopper in Taiwan collected in 3 seasons.

	前翅長 (μ) (length of fore wing)	體長 (μ) (length of body)	觸角長 (μ) (length of antenna)	後足腿節長 (μ) (length of hind femur)	
A ¹⁾	I ²⁾	3643.7 ^a	2745.1 ^b	1082.4 ^b	784.0 ^b
	II	3346.0 ^b ± 18.9	2696.4 ^b ± 29.5	1217.3 ^a ± 10.3	785.4 ^b ± 6.6
	III	3454.5 ^c	3196.9 ^a	1269.8 ^a	842.8 ^a
B	I	3723.6 ^a	2989.7 ^a	1284.5 ^a	868.0 ^a
	II	3455.2 ^b ± 22.8	2776.9 ^b ± 23.9	1271.2 ^a ± 8.4	807.8 ^b ± 5.2
	III	3676.4 ^a	2883.3 ^a ^b	1262.8 ^a	870.1 ^a
C	I	3741.5 ^a	2872.7 ^b	1229.9 ^b	754.6 ^c
	II	3276.7 ^b ± 23.6	2651.6 ^a ± 22.6	1222.9 ^b ± 7.8	787.5 ^b ± 5.5
	III	3689.7 ^a	2994.1 ^a	1282.4 ^a	879.2 ^a
D	I	3523.9 ^a	2748.9 ^a	1163.4 ^b	774.2 ^b
	II	3490.9 ^a ^b ± 21.6	2699.9 ^a ± 18.4	1229.9 ^a ± 7.9	832.3 ^a ± 5.6
	III	3402.7 ^b	2742.6 ^a	1262.1 ^a	851.9 ^a
E	I	3707.9 ^a	2821.1 ^a	1147.5 ^b	762.3 ^b
	II	3341.1 ^b ± 19.9	2777.6 ^a ± 24.2	1258.6 ^a ± 7.6	787.5 ^b ± 5.7
	III	3460.8 ^c	2848.3 ^a	1272.6 ^a	853.3 ^a
F	I	3582.6 ^a	2707.4 ^b	1151.7 ^b	737.8 ^c
	II	3359.3 ^b ± 17.6	2658.6 ^b ± 20.6	1246.0 ^a ± 7.6	790.3 ^b ± 5.7
	III	3460.1 ^c	2996.7 ^a	1254.4 ^a	847.0 ^a
G	I	3787.7 ^a	2898.7 ^b	1203.3 ^b	800.8 ^b
	II	3499.3 ^b ± 18.1	2818.2 ^b ± 25.5	1239.7 ^b ± 7.8	828.8 ^b ± 5.5
	III	3695.3 ^a	3154.2 ^b	1305.5 ^a	877.8 ^a
H	I	3568.7 ^a	2688.0 ^c	1175.3 ^b	722.4 ^c
	II	3430.7 ^b ± 18.6	2863.4 ^b ± 27.1	1259.3 ^a ± 8.2	815.5 ^b ± 5.5
	III	3504.2 ^a ^b	3040.8 ^a	1279.6 ^a	866.6 ^a

註：各特徵數據旁不同字母顯示在 Roa's approximation 複因子分析， $P=0.05$ 時有顯着差異
Characteristic data followed by the different letter in each column are significant at $p=0.05$ according to Roa's approximation of multiple variable analysis.

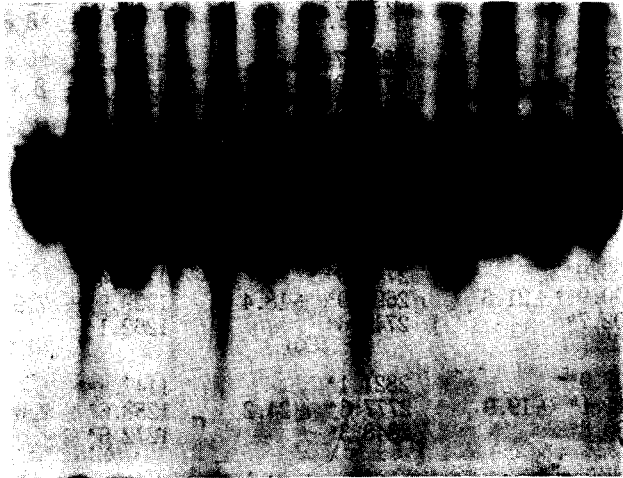
- 1) A：臺北，Taipei B：宜蘭，Ilan C：花蓮，Hualien D：臺中，Taichung
E：埔里，Puli F：嘉義，Chiayi G：臺東，Taitung H：屏東，Pingtung
2) I：1979年10月；Oct. 1979. II：1981年4月；Apr. 1981.
III：1981年10月；Oct. 1981.

雄蟲方面，由表十可知，其與雌蟲有相似之趨勢，即是 1979 年秋季或 1981 年秋季之族群，皆較 1981 年春季族群個體為大，而且除了前翅長，各地區族群多以 1981 年秋季之個體為最大；此外，在不同地區其外部形態之季節性差異亦不相同，其中以臺北、臺中、埔里、臺東地區之族群，於 1979 年與 1981 年春季間的季節性異異較小，而在花蓮、屏東、嘉義地區的族群，則於三個採集季節中，均具有較大的季節性差異。

由上述各項結果可知，在 1979 年或 1981 年秋季，本省各地區族群之地理性差異較 1981 年春季為大，且各地區族群其外部形態具有季節性之差異。

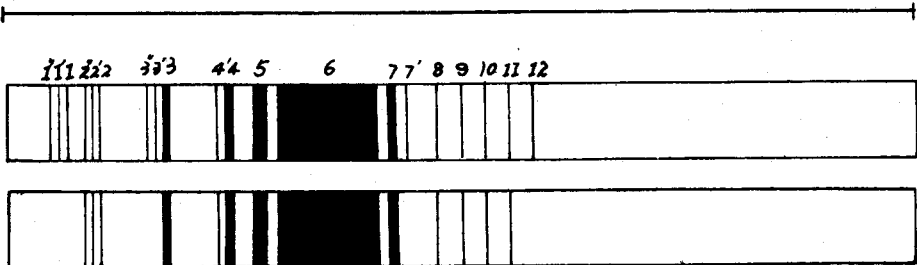
二、酯酶變異性之電泳分析

1. 1979 年秋季 (10 月) 所採集的八個地區褐飛蝨，其長、短翅型雌蟲之研磨液經電泳分析、染色後，其酯酶之異構酶電泳帶即依次自負極向正極移動而出現於膠體上，如圖三所示，依各電泳帶在膠體上移動速率之不同，如圖四所示，分別標示以 Est-1, Est-2 Est-12 等，結果顯示，在長翅型其酯酶各異構酶帶共有 11 區，而在短翅型共可分為 12 區；此等異構酶電泳帶在每一地區出現之頻度 (frequency)，依其長、短翅型分別列於表十一及表十二。



圖三 褐飛蝨雌蟲各酯酶帶在 Polyacrylamide 膠體上自負極向正極移動的情形。

Fig 3. Esterase bands of the female brown planthopper moved from cathod to anode in the polyacrylamide gel.



圖四 電泳分析褐飛蝨長短翅型雌蟲所得之酯酶帶。

Fig 4. The esterase bands of the brachypterous (B) and macropterous (M) female brown planthopper resulted from electrophoresis development.

表十一 1979年10月臺灣各地區長翅型褐飛蝨雌蟲各對偶子之出現頻度。

Table 11. The frequency of alleles of the macropterous female brown planthopper collected in Oct. 1979.

alleles	locality ¹⁾							
	A	B	C	D	E	F	G	H
Est-2	.20	.80	.16	.00	.16	.16	.10	.02
Est-2'	.00	.00	.00	.00	.00	.02	.02	.00
Est-2''	.00	.00	.00	.00	.00	.02	.00	.00
Null	.80	.92	.84	1.00	.84	.80	.88	.98
Est-3	.22	.36	.28	.00	.30	.52	.16	.02
Null	.78	.64	.72	1.00	.70	.48	.84	.98
Est-4	.62	.24	.30	.16	.74	.44	.46	.04
Est-4'	.06	.06	.00	.06	.06	.10	.04	.00
Null	.32	.70	.70	.78	.20	.46	.50	.96
Est-5	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Null	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
Est-6	1.00	.64	1.00	1.00	1.00	1.00	.96	1.00
Null	.00	.36	.00	.00	.00	.00	.04	.00
Est-7	.00	.04	.00	.02	.00	.00	.04	.00
Null	1.00	.96	1.00	.98	1.00	1.00	.96	1.00
Est-8	.10	.12	.00	.40	.04	.06	.14	.06
Null	.90	.88	1.00	.60	.96	.94	.86	.94
Est-9	.00	.26	.00	.24	.00	.20	.06	.04
Null	1.00	.74	1.00	.76	1.00	.80	.94	.96
Est-10	.00	.14	.00	.04	.00	.04	.06	.04
Null	1.00	.86	1.00	.96	1.00	.96	.94	.96
Est-11	.00	.40	.02	.00	.00	.00	.00	.00
Null	1.00	.60	.98	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

1) A: 臺北, Taipei B: 宜蘭, Ilan C: 花蓮, Hualien D: 臺中, Taichung
 E: 埔里, Puli F: 嘉義, Chiayi G: 臺東, Taitung H: 屏東, Pingtung

表十二 1979年10月臺灣各地區短翅型褐飛蝨雌蟲各對偶子之出現頻度。

Table 12. The frequency of alleles of the brachypterous female brown planthopper collected in Oct. 1979.

alleles	locality ¹⁾							
	A	B	C	D	E	F	G	H
Est-1	.00	.50	.06	.16	.12	.02	.04	.04
Est-1'	.00	.30	.00	.04	.02	.00	.00	.02
Est-1''	.00	.20	.00	.00	.00	.00	.00	.00
Null	1.00	.00	.94	.84	.86	.98	.96	.94
Est-2	.18	.68	.50	.26	.40	.24	.24	.20
Est-2'	.00	.20	.00	.06	.00	.00	.00	.00
Null	.82	.12	.50	.68	.60	.76	.76	.80
Est-3	.18	.70	.40	.50	.40	.20	.32	.20
Est-3'	.00	.10	.10	.04	.00	.02	.00	.02
Est-3''	.00	.00	.00	.04	.00	.00	.00	.00
Null	.82	.20	.50	.42	.60	.78	.68	.78
Est-4	.32	.26	.70	.00	.80	.58	.70	.50
Est-4'	.08	.06	.26	.00	.06	.14	.26	.00
Null	.60	.68	.04	1.00	.14	.28	.04	.50
Est-5	1.00	1.00	.90	1.00	1.00	.98	1.00	.96
Null	.00	.00	.10	.00	.00	.02	.00	.04
Est-6	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Null	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
Est-7	.00	.02	.02	.00	.02	.00	.00	.00
Est-7'	.00	.00	.04	.00	.02	.00	.00	.00
Null	1.00	.98	.94	1.00	.96	1.00	1.00	1.00
Est-8	.00	.14	.02	.10	.14	.00	.02	.00
Null	1.00	.86	.98	.90	.86	1.00	.98	1.00
Est-9	.30	.24	.18	.30	.12	.00	.06	.10
Null	.70	.76	.82	.70	.88	1.00	.94	.90
Est-10	.02	.20	.00	.14	.04	.00	.06	.06
Null	.98	.80	1.00	.86	.96	1.00	.94	.94
Est-11	.00	.24	.00	.04	.00	.00	.00	.02
Null	1.00	.76	1.00	.96	1.00	1.00	1.00	.98
Est-12	.00	.26	.00	.00	.00	.00	.00	.00
Null	1.00	.74	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

1) A: 臺北, Taipei B: 宜蘭, Ilan C: 花蓮, Hualien D: 臺中, Taichung
E: 埔里, Puli F: 嘉義, Chiayi G: 臺東, Taitung H: 屏東, Pingtung.

由此二表可知，無論是長翅型或短翅型，不同地區褐飛蝨各有不同的酯酶出現頻度，其中 Est-5 與 Est-6 乃是最普遍的酯酶帶或對偶子 (most common alleles)，其出現頻度於各地區皆近於 1.0，幾乎成爲單態型 (monomorphic)；再者，宜蘭地區褐飛蝨無論是長翅型或短翅型，其酯酶變異頻度皆大於其他地區，從而依 Nei 氏之公式求得各地區褐飛蝨在遺傳上之異結合型程度 (Heterozygosity, $H = 1 - \sum X_i^2$, 簡稱 H 值)，如表二十三及表二十四中之 I 所示。

表二十三 臺灣各地區不同季節型褐飛蝨其長翅型雌蟲之基因異結合型程度。

Table 23. The degree of heterozygosity of macropterous female brown planthopper from 8 localities of 3 different seasons.

		Locality ¹⁾							
		A	B	C	D	E	F	G	H
Season ²⁾	I	.1353	.2911	.1131	.1293	.1104	.1927	.1641	.0422
	II	.0910	.0096	.0477	.0141	.0049	.0585	.0096	.0817
	III	.0164	.2318	.0599	.1490	.1919	.1714	.1408	.0298

1) A: 臺北, Taipei B: 宜蘭, Ilan C: 花蓮, Hualien D: 臺中, Taichung
E: 埔里, Puli F: 嘉義, Chiayi G: 臺東, Taitung H: 屏東, Pingtung

2) I: 1979年10月; Oct. 1979. II: 1981年4月; Apr. 1981.
III: 1981年10月; Oct. 1981.

表二十四 臺灣各地區不同季節型褐飛蝨其短翅型雌蟲之基因異結合型程度。

Table 24. The degree of heterozygosity of brachypterous female brown planthopper from 8 localities of 3 different seasons.

		Locality ¹⁾							
		A	B	C	D	E	F	G	H
Season ²⁾	I	.1317	.3120	.1885	.1880	.1726	.1133	.1319	.1262
	II	.1485	.0526	.1025	.0879	.0941	.0533	.0922	.0513
	III	.0211	.1971	.1254	.2023	.0662	.0698	.0620	.0554

1) A: 臺北, Taipei B: 宜蘭, Ilan C: 花蓮, Hualien D: 臺中, Taichung
E: 埔里, Puli F: 嘉義, Chiayi G: 臺東, Taitung H: 屏東, Pingtung

2) I: 1979年10月; Oct. 1979. II: 1981年4月; Apr. 1981.
III: 1981年10月; Oct. 1981.

其中宜蘭地區之族群，無論是長翅型或短翅型，皆具最大的H值，在長翅型爲 .2911，在短翅型爲 .3120，由此H值可知該地之蟲群具有較大之繁殖力，對環境適應力較強，且地理分布範圍較廣，就酵素本身而言，活性亦較大 (Nei 1975) 而其餘地區，由表二十四之 I 可知，其短翅型之H值彼此間沒有太大差異，但由表二十三之 I 可知，長翅型，在屏東地區之H值較低，爲 .0422，根據 Nei 氏 (1975) 之理論，乃是較弱的一群，地理分布較窄，酵素活性也較低。此外，依酯酶各異構酶之變異頻度，進而按 Nei 氏之公式求得各地區蟲群彼此間之遺傳相似度 (Genetic identity) 與遺傳距離

(Genetic distance)，依其長、短翅型列於表十三及表十四。

表十三 1979年10月臺灣各地區長翅型褐飛蝨雌蟲彼此間之遺傳相似度與遺傳距離。

Table 13. The genetic identity and genetic distance of the macropterous female brown planthopper collected from 8 localities in Oct. 1979.

		Genetic Identity ¹⁾							
		A ³⁾	B	C	D	E	F	G	H
Genetic Distance ²⁾	A ³⁾	—	.9333	.9848	.9481	.9970	.9813	.9938	.9516
	B	.0690	—	.9566	.9841	.9245	.9499	.9520	.9472
	C	.0152	.0444	—	.9614	.9744	.9836	.9910	.9832
	D	.0533	.0160	.0393	—	.9267	.9394	.9746	.9812
	E	.0029	.0785	.0259	.0760	—	.9776	.9855	.9315
	F	.0189	.0513	.0165	.0624	.0225	—	.9817	.9454
	G	.0061	.0491	.0090	.0257	.0145	.0184	—	.9762
	H	.0496	.0542	.0170	.0189	.0709	.0561	.0240	—

1) $I = \sum X_i Y_i / \sqrt{\sum X_i^2 \sum Y_i^2}$

2) $D = -\log_e I$

- 3) A: 臺北, Taipei B: 宜蘭, Ilan C: 花蓮, Hualien D: 臺中, Taichung
E: 埔里, Puli F: 嘉義, Chiayi G: 臺東, Taitung H: 屏東, Pingtung

表十四 1979年10月臺灣各地區短翅型褐飛蝨雌蟲彼此間之遺傳相似度與遺傳距離。

Table 14. The genetic identity and genetic distance of the brachypterous female brown planthopper collected from 8 localities in Oct. 1979.

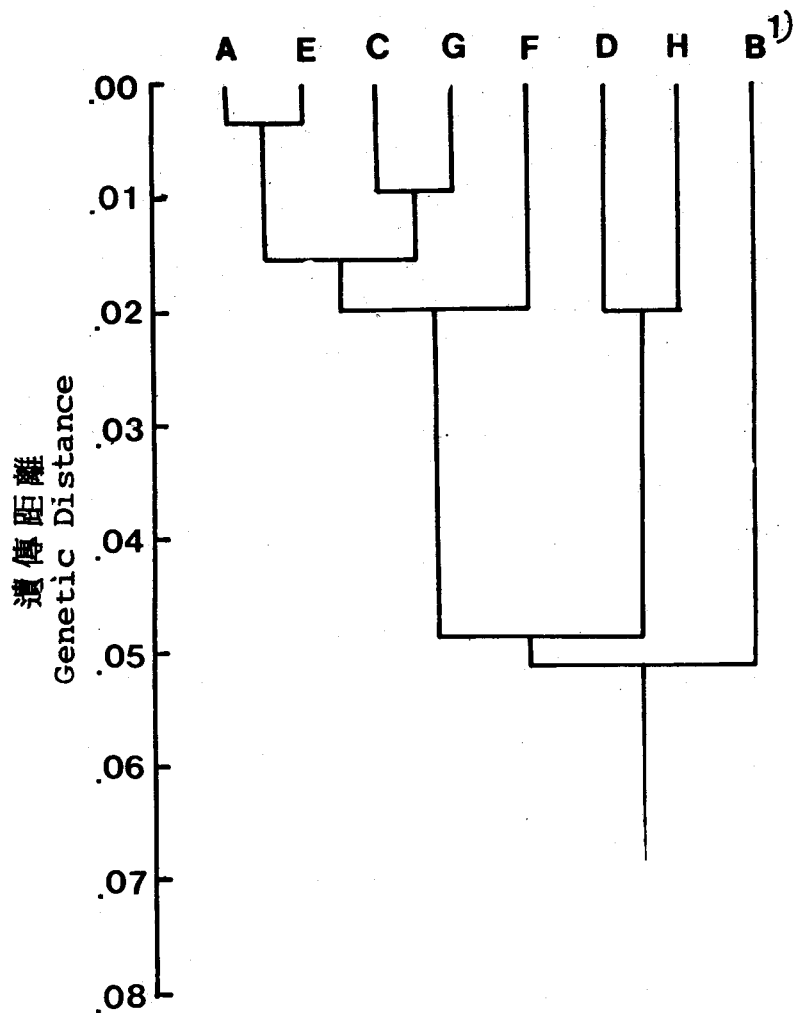
		Genetic Identity ¹⁾							
		A ³⁾	B	C	D	E	F	G	H
Genetic Distance ²⁾	A ³⁾	—	.8344	.9549	.9673	.9618	.9826	.9684	.9901
	B	.1810	—	.8564	.8957	.8638	.8314	.8278	.8677
	C	.0461	.1550	—	.9116	.9913	.9797	.9883	.9675
	D	.0332	.1102	.0926	—	.9208	.9327	.9130	.9562
	E	.0389	.1463	.0087	.0825	—	.9862	.9915	.9786
	F	.0175	.1846	.0205	.0696	.0139	—	.9939	.9949
	G	.0321	.1889	.0117	.0910	.0085	.0060	—	.9828
	H	.0099	.1419	.0330	.0448	.0216	.0050	.0173	—

1) $I = \sum X_i Y_i / \sqrt{\sum X_i^2 \sum Y_i^2}$

2) $D = -\log_e I$

- 3) A: 臺北, Taipei B: 宜蘭, Ilan C: 花蓮, Hualien D: 臺中, Taichung
E: 埔里, Puli F: 嘉義, Chiayi G: 臺東, Taitung H: 屏東, Pingtung

在表十三中，長翅型褐飛蝨之遺傳距離以臺北與埔里之間為最小為 .0029。而表十四中，宜蘭與臺東之間最大，為 .1889；遺傳相似度愈大，遺傳距離就愈小，顯示遺傳組成(Genetic constitution)的不同度愈小(Nei 1972)；為了進一步求得各地區褐飛蝨在遺傳上之相互關係，將此遺傳距離以 UPGMA clustering method 建立起褐飛蝨各族群間種內之進化分歧樹(phylogenetic tree)，如圖五及圖六所示。

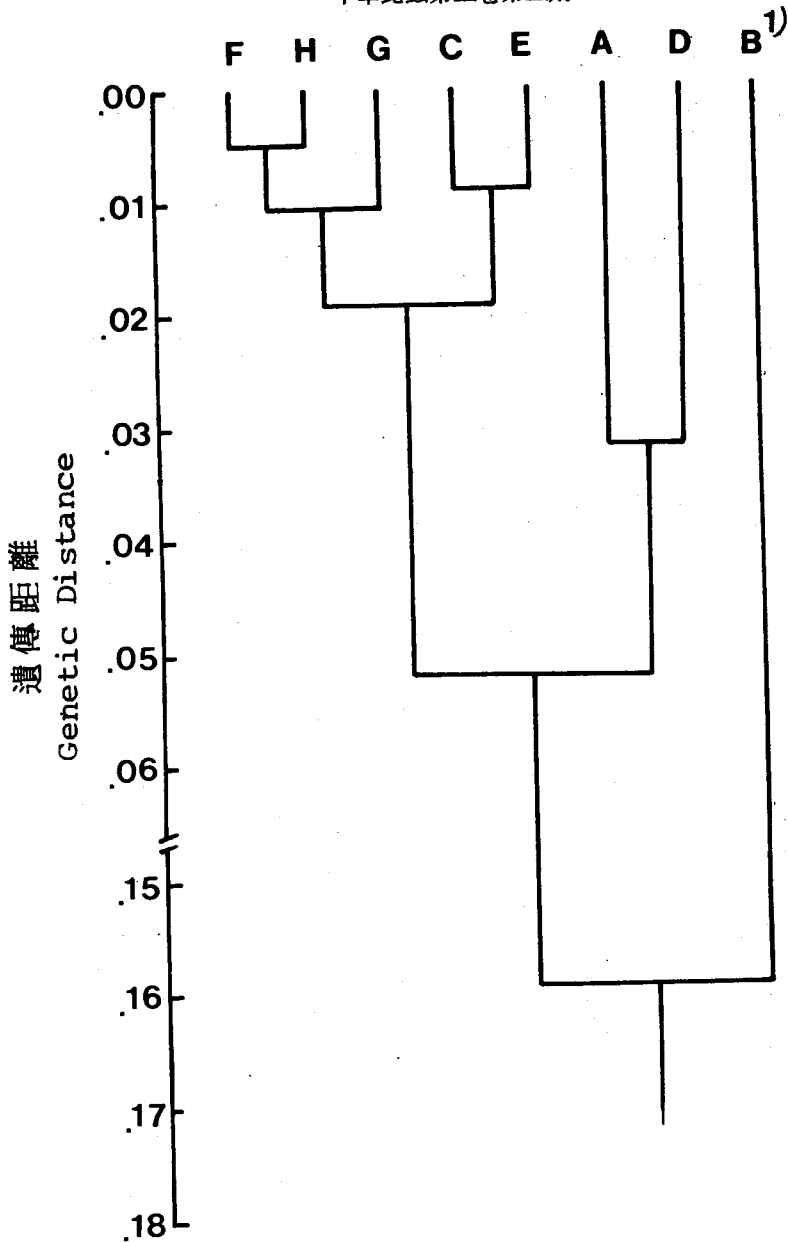


圖五 1979年10月臺灣八地區長翅型褐飛蝨雌蟲之進化分歧樹。

Fig 5. The phylogenetic tree of the macropterous female brown planthopper collected from 8 localities in Taiwan in Oct. 1979.

- 1) A: 臺北, Taipei B: 宜蘭, Ilan C: 花蓮, Hualien D: 臺中, Taichung
E: 埔里, Puli F: 嘉義, Chiayi G: 臺東, Taitung H: 屏東, Pingtung.

由圖五知此八地區之長翅型雌蟲，可分為三區，其中臺北、埔里、花蓮、臺東、嘉義等5個地區，其間之遺傳距離僅為 .0191，可歸納為一區；而臺中、屏東之間的遺傳距離則為 .0189，另成一區；但此二區之間的遺傳距離為 .0474；宜蘭地區的褐飛蝨則自成一區，與上述二區之間的遺傳距離為 .0517。



圖六 1979年10月臺灣八地區短翅型褐飛蝨雌蟲之進化分歧樹。

Fig 6. The phylogenetic tree of the brachypterous female brown planthopper collected from 8 localities in Taiwan in Oct. 1979.

- 1) A: 臺北, Taipei B: 宜蘭, Ilan C: 花蓮, Hualien D: 臺中, Taichung
E: 埔里, Puli F: 嘉義, Chiayi G: 臺東, Taitung H: 屏東, Pingtung

圖六所示，則為短翅型雌蟲，同樣可分為三區，其中嘉義、屏東、臺東、花蓮、埔里 5 地區其相互間之遺傳距離不到 0.0200，故歸納成一區；而臺北、臺中兩地間之遺傳距離在 .0332，另成一區，而此二區之間的遺傳距離則為 .0530；宜蘭地區與上述二區之遺傳距離則為 .1580；由上述結果可知，1979年秋季（10月）的褐飛蝨，就其遺傳變異程度，大致可分成三個區域，雖然在不同翅型上，此三區的劃分不盡一致，但宜蘭地區的族群顯然與其他地區族群於遺傳組成上有較大的差異。

2. 1981年春季(4月)採集之八個地區褐飛蝨,經電泳分析其長、短翅型雌蟲之酯酶後,將各異構酶之出現頻度列於表十五及表十六。

表十五 1981年4月臺灣各地區長翅型褐飛蝨雌蟲各對偶子之出現頻度。

Table 15. The frequency of alleles of the macropterous female brown planthopper collected in Apr. 1981.

alleles	locality ¹⁾							
	A	B	C	D	E	F	G	H
Est-3	.00	.00	.00	.00	.00	.04	.00	.00
Null	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	.96	1.00	1.00
Est-4	.18	.04	.06	.06	.02	.12	.04	.20
Null	.82	.96	.94	.94	.98	.88	.96	.80
Est-5	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Null	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
Est-6	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Null	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
Est-8	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.08
Null	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	.92
Est-9	.06	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.08
Null	.94	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	.92
Est-10	.20	.00	.16	.00	.00	.00	.00	.02
Null	.80	1.00	.84	1.00	1.00	1.00	1.00	.98
Est-11	.00	.00	.00	.00	.00	.10	.00	.00
Null	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	.90	1.00	1.00

1) A: 臺北, Taipei B: 宜蘭, Ilan C: 花蓮, Hualien D: 臺中, Taichung
E: 埔里, Puli F: 嘉義, Chiayi G: 臺東, Taitung H: 屏東, Pingtung

表十六 1981年4月臺灣各地區短翅型褐飛蝨雌蟲各對偶子之出現頻度。

Table 16. The frequency of alleles of the brachypterous female brown planthopper collected in Apr. 1981.

alleles	locality ¹⁾							
	A	B	C	D	E	F	G	H
Est—3	.04	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
Null	.96	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Est—4	.42	.20	.30	.46	.32	.40	.14	.12
Null	.58	.80	.70	.54	.68	.60	.86	.88
Est—5	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Null	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
Est—6	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Null	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
Est—7	.00	.00	.00	.00	.02	.00	.00	.00
Est—7'	.00	.00	.02	.00	.00	.00	.00	.00
Null	1.00	1.00	.98	1.00	.98	1.00	1.00	1.00
Est—8	.06	.00	.02	.00	.06	.00	.04	.02
Null	.94	1.00	.98	1.00	.94	1.00	.96	.98
Est—9	.24	.04	.00	.08	.06	.00	.24	.12
Null	.76	.96	1.00	.92	.94	1.00	.76	.88
Est—10	.18	.04	.16	.08	.08	.00	.08	.00
Null	.82	.96	.84	.92	.92	1.00	.92	1.00
Est—11	.00	.00	.04	.00	.00	.00	.00	.00
Null	1.00	1.00	.96	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

1) A: 臺北, Taipei B: 宜蘭, Ilan C: 花蓮, Hualien D: 臺中, Taichung
E: 埔里, Puli F: 嘉義, Chiayi G: 臺東, Taitung H: 屏東, Pingtung

結果顯示, 1981年春季之褐飛蝨, 於長翅型雌蟲共有8條酯酶電泳帶, 自Est—3至Est—11, 其出現頻率由表十五可知, 地理性之差異並不大; 至於短翅雌蟲, 由表十六可知, 其出現之電泳帶較長翅型為多, 自Est—3至Est—11共有10條, 其中Est—5、Est—6仍是最普遍出現的對偶子, 且為單態型, 出現頻度皆為1.0; 而在短翅型, 各酯酶電泳帶出現頻度之地理性差異也較長翅型為大。各酯酶變異頻度, 依Nei氏公式進一步求得各地區長、短翅型雌蟲之基因異結合型程度, 列於表二十三及表二十四之II, 其於長翅型, 以臺北、屏東地區之H值較其他地區為大; 至於短翅雌蟲也是以臺北地區之H值較大, 但屏東地區之H值較小。就整體看來, 短翅型雌蟲之H值較長翅型為大, 而且春季的蟲群於兩種翅型上所表現的異結合型程度, 地理性的差異並不大; 此外再將表十五及表十六中所列之各酯酶頻度依Nei氏之公式, 求得此八個地區褐飛蝨之遺傳相似度與遺傳距離, 依其長、短翅型分別列於表十七及表十八。

表十七 1981年4月臺灣各地區長翅型褐飛蝨雌蟲彼此間之遺傳相似度與遺傳距離。

Table 17. The genetic identity and genetic distance of the macropterous female brown planthopper collected from 8 localities in Apr. 1981.

		Genetic Identity ¹⁾							
		A ³⁾	B	C	D	E	F	G	H
Genetic Distance ²⁾	A ³⁾	—	.9926	.9976	.9932	.9919	.9928	.9926	.9945
	B	.0074	—	.9968	.9999	.9999	.9986	1.0000	.9956
	C	.0023	.0032	—	.9969	.9967	.9953	.9968	.9932
	D	.0069	.0001	.0032	—	.9998	.9989	.9999	.9963
	E	.0081	.0001	.0033	.0002	—	.9983	.9999	.9948
	F	.0072	.0013	.0047	.0010	.0017	—	.9986	.9965
	G	.0074	.0000	.0032	.0001	.0001	.0013	—	.9956
	H	.0054	.0044	.0068	.0037	.0052	.0035	.0044	—

1) $I = \sum X_i Y_i / \sqrt{\sum X_i^2 \sum Y_i^2}$

2) $D = -\log_e I$

3) A: 臺北, Taipei B: 宜蘭, Ilan C: 花蓮, Hualien D: 臺中, Taichung
E: 埔里, Puli F: 嘉義, Chiayi G: 臺東, Taitung H: 屏東, Pingtung

在表十七中，其長翅型褐飛蝨以宜蘭與臺東地區之間的遺傳距離最小，為 .0000，顯示二者於遺傳組成上沒有差異，而其最大的遺傳距離亦不過是 .0081，在臺北與埔里之間。

表十八 1981年4月臺灣各地區短翅型褐飛蝨雌蟲彼此間之遺傳相似度與遺傳距離。

Table 18: The genetic identity and genetic distance of the brachypterous female brown planthopper collected from 8 localities in Apr. 1981.

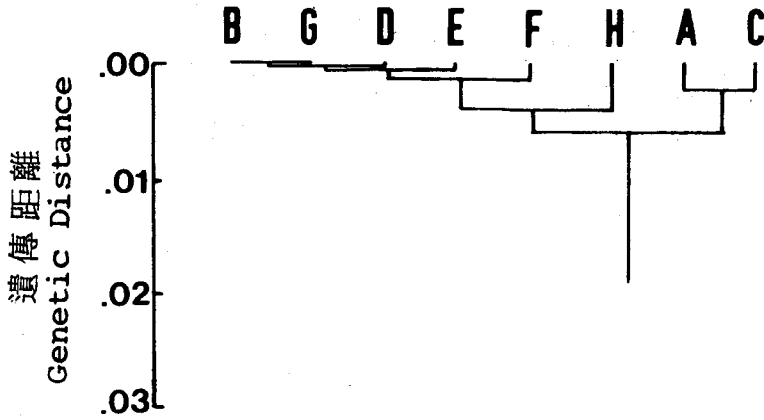
		Genetic Identity ¹⁾							
		A ³⁾	B	C	D	E	F	G	H
Genetic Distance ²⁾	A ³⁾	—	.9976	.9903	.9948	.9932	.9891	.9886	.9837
	B	.0023	—	.9968	.9917	.9978	.9949	.9946	.9983
	C	.0098	.0032	—	.9950	.9876	.9957	.9887	.9913
	D	.0052	.0083	.0050	—	.9971	.9982	.9842	.9850
	E	.0068	.0022	.0123	.0029	—	.9978	.9919	.9940
	F	.0108	.0051	.0043	.0018	.0022	—	.9843	.9891
	G	.0114	.0054	.0113	.0160	.0081	.0159	—	.9976
	H	.0164	.0017	.0086	.0151	.0060	.0109	.0023	—

1) $I = \sum X_i Y_i / \sqrt{\sum X_i^2 \sum Y_i^2}$

2) $D = -\log_e I$

3) A: 臺北, Taipei B: 宜蘭, Ilan C: 花蓮, Hualien D: 臺中, Taichung
E: 埔里, Puli F: 嘉義, Chiayi G: 臺東, Taitung H: 屏東, Pingtung

在表十八中，短翅型褐飛蝨以宜蘭與屏東地區之間的遺傳距離最小，為 .0017，而臺北與屏東之間的遺傳距離最大，為 .0164；而這些數值所代表的遺傳距離程度都很低，再進一步將遺傳距離以 UPGMA clustering method 建立起各地區褐飛蝨族群之種內進化分歧樹，如圖七及圖八。

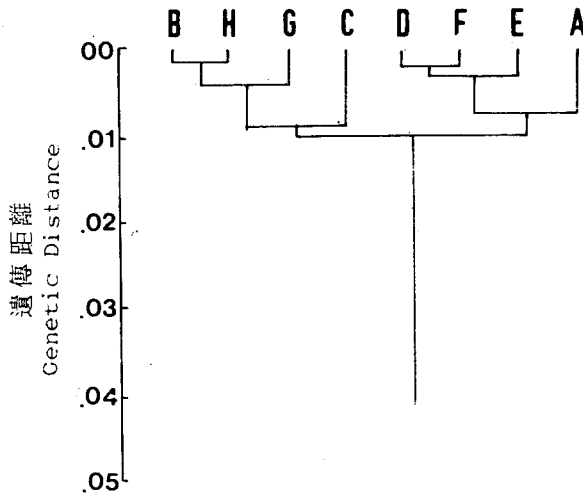


圖七 1981年4月臺灣八地區長翅型褐飛蝨雌蟲之進化分歧樹

Fig 7. The phylogenetic tree of the macropterous female brown planthopper collected from 8 localities in Taiwan in Apr. 1981.

A: 臺北, Taipei B: 宜蘭, Ilan C: 花蓮, Hualien D: 臺中, Taichung
E: 埔里, Puli F: 嘉義, Chiayi G: 臺東, Taitung H: 屏東, Pingtung.

在圖七，其長翅型雌蟲於遺傳變異上雖可分為“宜蘭——臺東——臺中——埔里——嘉義”及“臺北——花蓮”兩區，但此兩區之間的遺傳距離不到 .0100。



圖八 1981年4月臺灣八地區短翅型褐飛蝨雌蟲之進化分歧樹

Fig 8. The phylogenetic tree of the brachypterous female brown planthopper collected from 8 localities in Taiwan in Apr. 1981.

A: 臺北, Taipei B: 宜蘭, Ilan C: 花蓮, Hualien D: 臺中, Taichung
E: 埔里, Puli F: 嘉義, Chiayi G: 臺東, Taitung H: 屏東, Pingtung.

在短翔型其最大遺傳距離亦止於 .0100 (圖八)。故由上述結果可知，春季(4月)的褐飛蝨其遺傳組成之地理性差異極小。

3. 1981年秋季(10月)的褐飛蝨，經電泳分析其酯酶後，其各異構酶於各地區之出現頻度，依翅型不同列於表十九及表二十。

表十九 1981年10月臺灣各地長翅型褐飛蝨雌蟲各對偶子之出現頻度。

Table 19. The frequency of alleles of the macropterous female brown planthopper collected in Oct. 1981.

alleles	locality ¹⁾							
	A	B	C	D	E	F	G	H
Est-1	.00	.12	.02	.00	.00	.12	.06	.00
Est-1	.00	.08	.02	.00	.18	.12	.06	.00
Null	1.00	.80	.96	1.00	.82	.76	.88	1.00
Est-2	.00	.38	.04	.30	.24	.30	.18	.00
Null	1.00	.62	.96	.70	.76	.70	.82	1.00
Est-3	.00	.38	.04	.30	.24	.30	.18	.00
Null	1.00	.62	.96	.70	.76	.70	.82	1.00
Est-4	.08	.62	.16	.74	.56	.62	.36	.16
Est-4	.00	.00	.00	.00	.22	.00	.06	.00
Null	.92	.38	.84	.26	.22	.38	.58	.84
Est-5	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Null	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
Est-6	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Null	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
Est-8	.00	.02	.00	.00	.00	.00	.00	.00
Null	1.00	.98	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Est-9	.00	.08	.02	.04	.06	.00	.00	.00
Null	1.00	.92	.98	.96	.94	1.00	1.00	1.00
Est-10	.00	.08	.00	.02	.00	.00	.00	.00
Null	1.00	.92	1.00	.98	1.00	1.00	1.00	1.00

1) A: 臺北, Taipei B: 宜蘭, Ilan C: 花蓮, Hualien D: 臺中, Taichung
E: 埔里, Puli F: 嘉義, Chiayi G: 臺東, Taitung H: 屏東, Pingtung.

表二十 1981年10月臺灣各地區短翅型褐飛蝨雌蟲各對偶子之出現頻度。

Table 20. The frequency of alleles of the brachypterous female brown planthopper collected in Oct. 1981.

alleles	locality ¹⁾							
	A	B	C	D	E	F	G	H
Est-1	.00	.26	.08	.10	.00	.00	.00	.00
Est-1'	.00	.26	.08	.10	.00	.00	.00	.00
Null	1.00	.48	.84	.80	1.00	1.00	1.00	1.00
Est-2	.00	.20	.10	.28	.00	.03	.02	.00
Null	1.00	.80	.90	.72	1.00	.97	.98	1.00
Est-3	.00	.20	.10	.28	.00	.03	.02	.00
Null	1.00	.80	.90	.72	1.00	.97	.98	1.00
Est-4	.16	.48	.42	.46	.40	.32	.26	.12
Est-4	.00	.00	.00	.12	.00	.00	.04	.00
Null	.84	.52	.58	.42	.60	.68	.70	.88
Est-5	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Null	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
Est-6	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Null	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
Est-8	.02	.00	.00	.00	.00	.04	.00	.00
Null	.98	1.00	1.00	1.00	1.00	.96	1.00	1.00
Est-9	.02	.00	.10	.04	.04	.00	.02	.04
Null	.98	1.00	.90	.96	.96	1.00	.98	.96
Est-10	.00	.00	.00	.00	.02	.00	.00	.12
Null	1.00	1.00	1.00	1.00	.98	1.00	1.00	.88

1) A: 臺北, Taipei B: 宜蘭, Ilan C: 花蓮, Hualien D: 臺中, Taichung
E: 埔里, Puli F: 嘉義, Chiayi G: 臺東, Taitung H: 屏東, Pingtung.

由此二表可知, Est-5 與 Est-6 依舊是最普遍存在的對偶子, 且出現頻度依舊為1.0, 是為單態型; 依此酯酶之出現頻度, 以 Nei 氏之公式求得各地區褐飛蝨長、短翅型雌蟲之遺傳上的異結合型程度 (H 值), 列於表二十三與表二十四之 III, 結果發現, 宜蘭地區褐飛蝨在兩種翅型上都表現了較高的 H 值, 其於長翅型為 .2318, 於短翅型為 .1971, 而臺北、屏東等地區則具有較低之 H 值, 顯示出地理性的不同。將表十九及表二十中所列之各酯酶頻度, 再次依 Nei 氏之公式, 求得褐飛蝨各族群間之遺傳相似度與遺傳距離, 並依其長、短翅型分別列於表二十一及表二十二。

表二十一 1981年10月臺灣各地區長翅型褐飛蝨雌蟲彼此間之遺傳相似度與遺傳距離。

Table 21. The genetic identity and genetic distance of the macropterous female brown planthopper collected from 8 localities in Oct. 1981.

		Genetic Identity ¹⁾							
		A ³⁾	B	C	D	E	F	G	H
Genetic Distance ²⁾	A ³⁾	—	.9278	.9989	.9276	.9380	.9409	.9819	.9993
	B	.0748	—	.9431	.9919	.9865	.9980	.9806	.9380
	C	.0010	.0586	—	.9423	.9517	.9550	.9839	.9996
	D	.0751	.0081	.0594	—	.9890	.9926	.9786	.9387
	E	.0639	.0135	.0494	.0109	—	.9920	.9848	.9480
	F	.0609	.0020	.0460	.0074	.0080	—	.9883	.9498
	G	.0183	.0196	.0108	.0215	.0153	.0117	—	.9865
	H	.0007	.0640	.0004	.0632	.0534	.0514	.0135	—

1) $I = \sum X_i Y_i / \sqrt{\sum X_i^2 \sum Y_i^2}$

2) $D = -\log_e I$

3) A: 臺北, Taipei B: 宜蘭, Ilan C: 花蓮, Hualien D: 臺中, Taichung
E: 埔里, Puli F: 嘉義, Chiayi G: 臺東, Taitung H: 屏東, Pingtung

表二十二 1981年10月臺灣各地區短翅型褐飛蝨雌蟲彼此間之遺傳相似度與遺傳距離。

Table 22. The genetic identity and genetic distance of the brachypterous female brown planthopper collected from a localities in Oct. 1981.

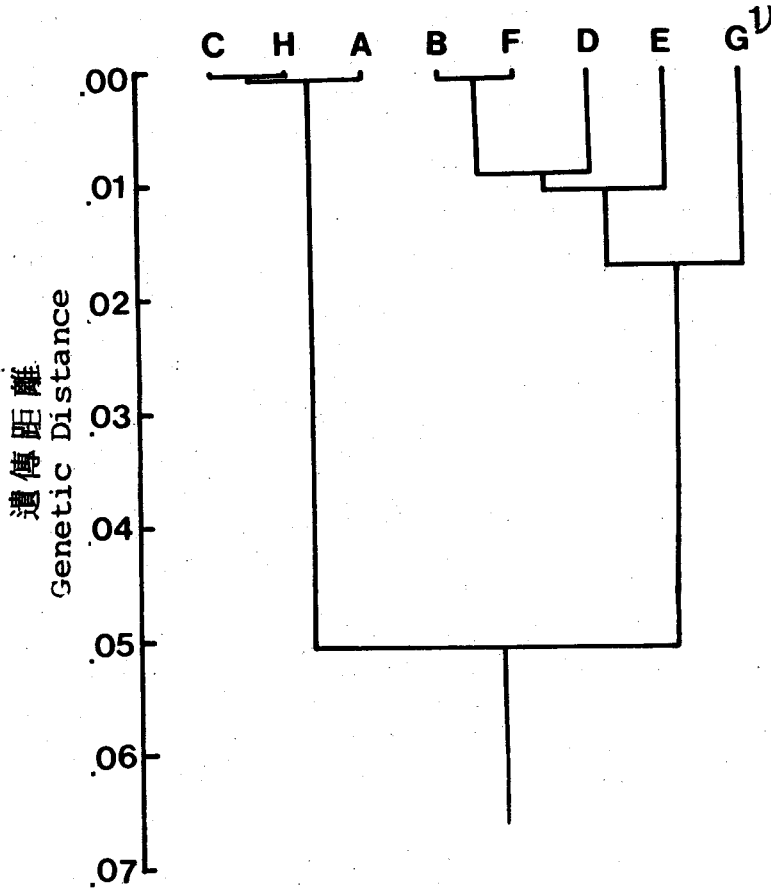
		Genetic Identity ¹⁾							
		A ³⁾	B	C	D	E	F	G	H
Genetic Distance ²⁾	A ³⁾	—	.9552	.9878	.9627	.9932	.9968	.9982	.9981
	B	.0458	—	.9829	.9856	.9654	.9657	.9634	.9486
	C	.0123	.0172	—	.9844	.9950	.9945	.9934	.9826
	D	.0380	.0144	.0156	—	.9756	.9760	.9739	.9557
	E	.0068	.0351	.0049	.0248	—	.9985	.9978	.9895
	F	.0032	.0349	.0054	.0243	.0014	—	.9994	.9929
	G	.0018	.0372	.0065	.0265	.0021	.0006	—	.9949
	H	.0019	.0527	.0176	.0453	.0105	.0070	.0051	—

1) $I = \sum X_i Y_i / \sqrt{\sum X_i^2 \sum Y_i^2}$

2) $D = -\log_e I$

3) A: 臺北, Taipei B: 宜蘭, Ilan C: 花蓮, Hualien D: 臺中, Taichung
E: 埔里, Puli F: 嘉義, Chiayi G: 臺東, Taitung H: 屏東, Pingtung

其長翅型之遺傳距離以花蓮、屏東之間最小，為 .0004；而以臺北、臺中之間最大，為 .0751。在短翅型，遺傳距離以臺東、嘉義之間最小，為 .0006；而以宜蘭、屏東之間最大，為 .0527，遺傳距離的大小，分別表示八個地區褐飛蝨其遺傳組成差異度的大小。再將此遺傳距離以 UPGMA clustering method 建立起褐飛蝨種內之進化分歧樹，如圖九及圖十所示。

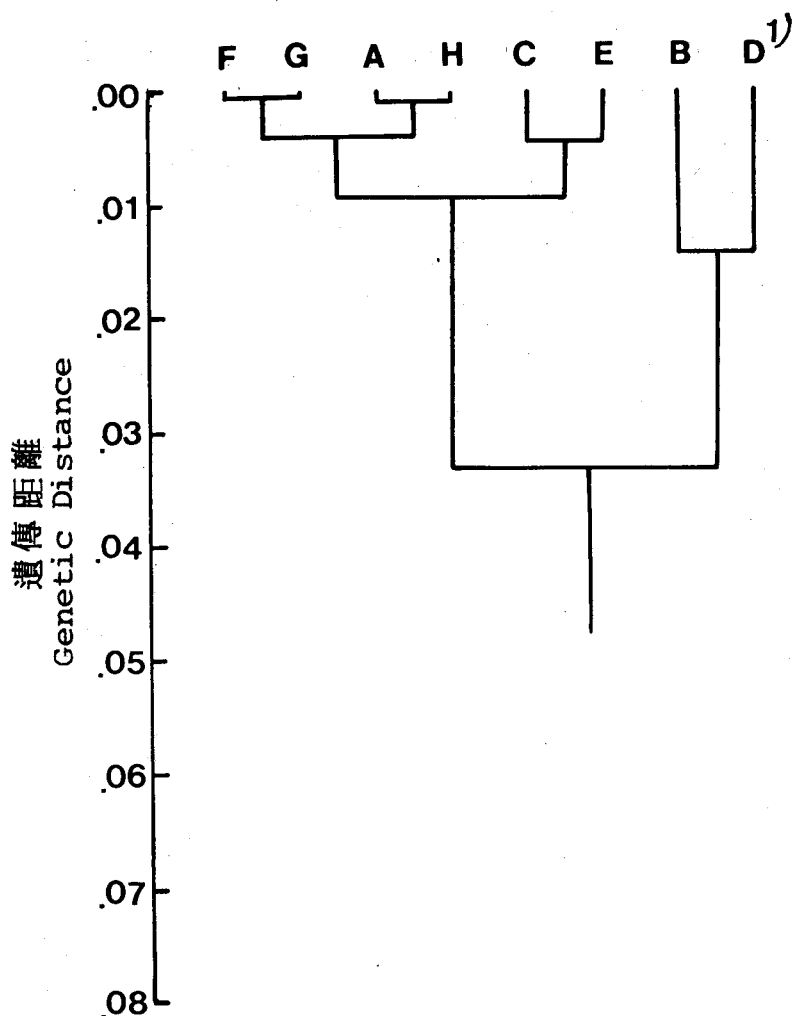


圖九 1981年10月臺灣八地區長翅型褐飛蝨雌蟲之進化分歧樹。

Fig 9. The phylogenetic tree of the macropterous female brown planthopper collected from 8 localities in Taiwan in Oct. 1981.

- 1) A: 臺北, Taipei B: 宜蘭, Ilan C: 花蓮, Hualien D: 臺中, Taichung
E: 埔里, Puli F: 嘉義, Chiayi G: 臺東, Taitung H: 屏東, Pingtung.

在圖九，長翅型褐飛蝨可區分為“臺北——花蓮——屏東”及“宜蘭——嘉義——臺中——埔里——臺東”等兩區，其間之遺傳距離為 .0508。



圖十 1981年10月臺灣八地區短翅型褐飛蝨雌蟲之進化分歧樹。

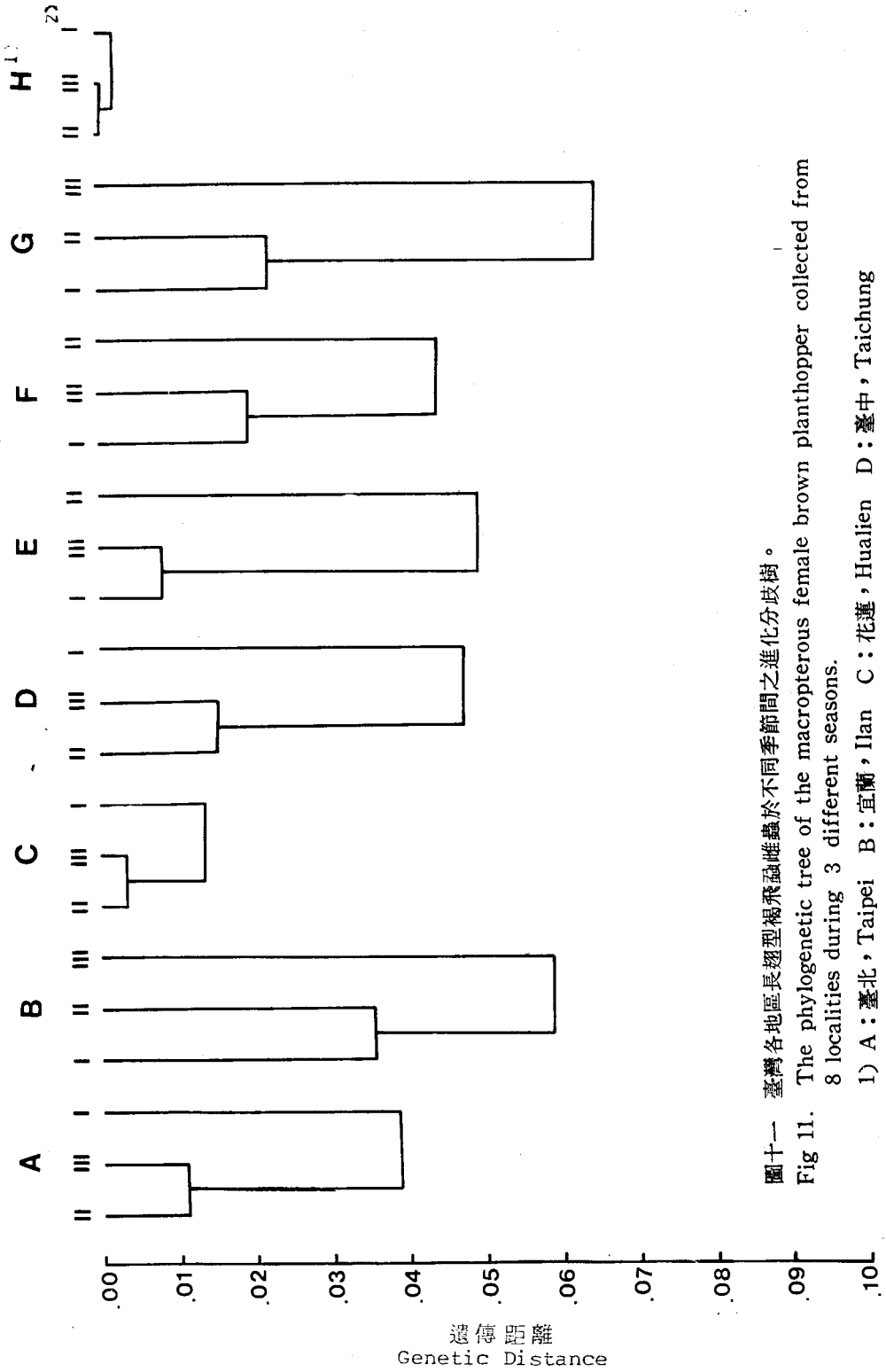
Fig 10. The phylogenetic tree of the brachypterous female brown planthopper collected from 8 localities in Taiwan in Oct. 1981.

- 1) A: 臺北, Taipei B: 宜蘭, Ilan C: 花蓮, Hualien D: 臺中, Taichung
E: 埔里, Puli F: 嘉義, Chiayi G: 臺東, Taitung H: 屏東, Pingtung.

而在圖十，顯示短翅型雌蟲在八個地區間的遺傳距離只為 .0331，沒有很大的地理性差異存在。

由上述三項結果可知，1979年秋季採得之褐飛蝨，因地理分布而有不同的遺傳變異度，且其變異程度大於1981年春季與秋季的族群，其中以1981年春季族群之變異度最小，而秋季的族群其地理性變異普遍較春季族群為大，為了進一步了解各地區褐飛蝨族群於遺傳組成上之季節性變動情形，首先比較各個地區在不同季節中其基因異結合型程度，如表二十三及表二十四中所列，由此二表可知，1979年秋季的褐飛蝨，除了屏東地區的長翅型，幾乎在兩種翅型上都具有較其他季節為高的異結合型程度，顯示當時之褐飛蝨具有較強的繁殖力，族群密度較旺盛，於各該地區有較大之分布範圍，而1981年春季的褐飛蝨，其異結合型程度普遍下降，至1981年秋季各地區之異結合型程度又有回升之趨勢，而且多與1979年秋季的族群有相似之H值。

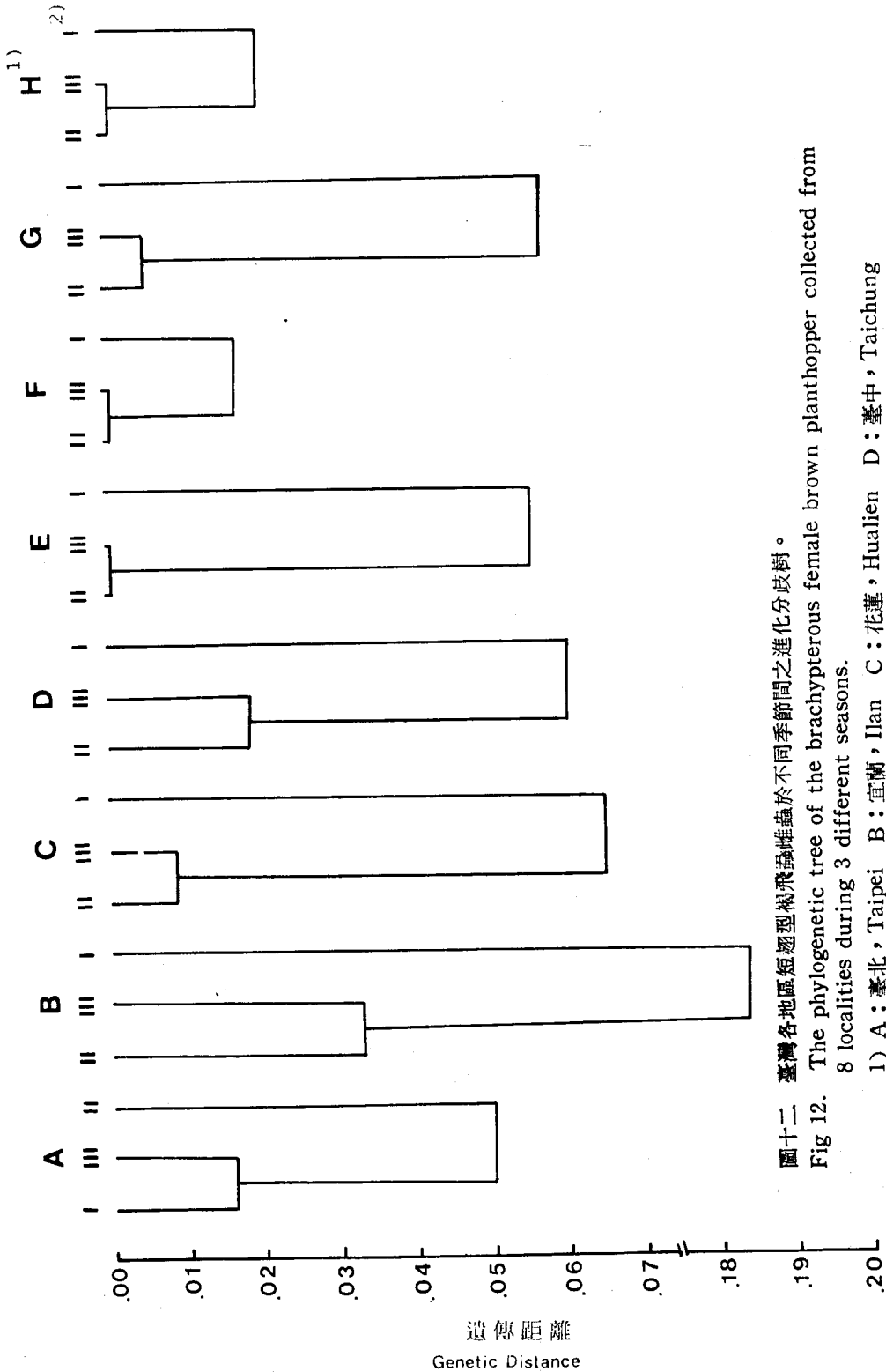
此外，以 UPGMA clustering method 求得之各地區族群於不同季節中之進化分歧樹，如圖十一及圖十二。



圖十一 臺灣各地區長翅型褐飛蝨雌蟲於不同季節間之進化分歧樹。

Fig 11. The phylogenetic tree of the macropterous female brown planthopper collected from 8 localities during 3 different seasons.

- 1) A : 臺北, Taipei B : 宜蘭, Hualien C : 花蓮, Hualien D : 臺中, Taichung
E : 埔里, Puli F : 嘉義, Chiayi G : 臺東, Taitung H : 屏東, Pingtung.
- 2) I : 1979年10月, Oct. 1979. II : 1981年4月, Apr. 1981. III : 1981年10月, Oct. 1981.



圖十二 臺灣各地區短翅型褐飛蝨雌蟲於不同季節間之進化分歧樹。
 Fig 12. The phylogenetic tree of the brachypterous female brown planthopper collected from 8 localities during 3 different seasons.

- 1) A : 臺北, Taipei B : 宜蘭, Hualien C : 花蓮, Hualien D : 臺中, Taichung
 E : 埔里, Puli F : 嘉義, Chiayi G : 臺東, Taitung H : 屏東, Pingtung.
 2) I : 1979年10月, Oct. 1979. II : 1981年4月, Apr. 1981. III : 1981年10月, Oct. 1981.

結果顯示，同一地區褐飛蝨，因季節不同，其遺傳變異度也不同，且每一地區之季節性變動亦不相同，其中臺東、宜蘭地區的族群於兩期秋季與春季間之季節性差異最大，而花蓮、屏東地區之長翅型雌蟲與嘉義、屏東之短翅型雌蟲，季節性之差異較小，就所有八個採集地區相來，同一地區但不同季節型之褐飛蝨其遺傳變異所受季節之影響，並不亞於同一季節下各地區之間的差異。

基因變異在一個族群中是原本就存在的 (Shaw 1965)，而同種族群若是由於地理環境之長久隔離，必定產生不同程度之遺傳變異 (Gould & Johnston 1972; Nei 1975)；酶，乃是基因的產物，由於基因變異造成了許多功能相同而結構相異的異構酶 (Vesell 1968)，因此，異構酶的電泳分析，已成為研究昆蟲遺傳變異的指標 (Wagner & Selander 1974)，以電泳法研究昆蟲酶類之地理性變異，以 Lewontin 與 Hubby (1966) 為先驅，發現在果蠅 (*Drosophila pseudoobscura*)，由於不同之地理分布而有不同之異構酶頻度；而後，有許多關於果蠅 (*Drosophila* spp.) (Ayala & Powell 1972; Band 1975; Hidckey 1979; Kojima, et al 1972; Prakash, et al 1969; Triantaphyllids, et al 1978) 以及大二十八星瓢蟲 (*Henosepilachna vigintioctomaculata*) (Kuboki 1978)，發現其各種酯酶之出現頻度及基因異結合型程度都隨着地理分布而有驚人的變化，目前至少在果蠅方面已肯定了其異構酶之地理性變異 (Ayala, et al 1972)。

褐飛蝨，其酯酶之電泳研究，始於 Sogawa (1978) 分析三種生物小種雄蟲之酯酶變異情形，而後有小池 (1982) 關於褐飛蝨酯酶地理性變異之研究，在本試驗中，1979年秋季各地區褐飛蝨彼此間的遺傳距離為 .0029~.1889，(表十三及表十四)，其基因異結合型程度為 .0442~.3120 (表二十三及表二十四之I)。在1981年春季，八個地區褐飛蝨族群間的遺傳距離為 .0000~.0164 (表十七及表十八)，基因異結合型程度為 .0049~.1485 (表二十三及表二十四之II)。1981年秋季，各地區褐飛蝨族群之遺傳距離為 .0004~.0751，(表二十一及表二十二)，基因異結合型程度則為 .0164~.2318 (表二十三及表二十四之III)。而同一地區，不同季節型之褐飛蝨，其因季節而產生之遺傳距離，在長翅型，以屏東地區變化最小，為 .0002~.0023，而以臺東地區為最大，為 .0200~.0635 (圖十一)，在短翅型，以嘉義地區變化最小，為 .0008~.0167，而以宜蘭地區為最大，為 .0322~.1836 (圖十二)，基因異結合型程度也於每一地區有季節性之差異，如前述之表二十五及表二十六可知。根據 Prakash 等 (1969) 研究果蠅 (*Drosophila pseudoobscura*) 各同種族群之 local races，其遺傳距離為 .003~.010，而 Ayala 等 (1972) 所做另一種果蠅 (*Drosophila willistoni*) 之 local races 其遺傳距離為 .001~.008，同時 Prakash 等 (1969)、Ayala 等 (1972) 及 Richmond (1972) 研究各種果蠅之不同族群，其基因異結合型 .08~.21，平均為 .135；此外，Prakash (1969) 也研究果蠅 (*Drosophila pseudoobscura*) 各亞種間之遺傳距離為 .083~.126；而後又有 Richmond (1972) 研究果蠅 (*Drosophila paulistorum*) 之半種 (semispecies) 之遺傳距離為 .038~.234，而 Ayala 與 Tracy (1973) 於果蠅 (*Drosophila willistoni*) 之同胞種 (sibling species) 間所得之遺傳距離為 .201，故知親源關係愈遠，其間之遺傳距離愈大，在此，如果以果蠅方面的資料做為本試驗結果之參考，則不難發現，無論是地區間或是不同季節間褐飛蝨各族群之遺傳距離都介乎地區性品系 (local races) 與 subgroup 之間，然而飛蝨類與果蠅究竟具有不同的分類地位，且飛蝨類之遷移性大，往往因季節不同而於當地有很大的遷入或移出族群量，故必須與所有其他項目之研究結果做綜合性之探討。

三、若蟲發育期之比較

各地區褐飛蝨於不同季節中其若蟲發育情形之比較，結果列於表二十五~二十七，在試驗期間發現在各地區所觀察之30隻若蟲當中，常未見有長翅型雌蟲羽化之情形，即或羽化但因數目太少，故無法在地區之間予以比較，只比較短翅型雌雄個體及長翅型雄蟲自2齡若蟲至成蟲期之發育日數，但其中短翅雌蟲之羽化數也不多，於各地區間為1~10隻，為恐其不具代表性，故只於各表中列為參考而不予以討論。

表二十五 1979年10月臺灣谷地區褐飛蝨若蟲期之比較。

Table 25. Comparison of nymphal stage (2nd instar stage-5th instar stage) of brown planthopper collected in Oct. 1979.

翅型 與性別 sex & wing form	地區 locality	齡 期 instar stage				Total nymphal period (Days): (except 1st instar)
		2nd	3rd	4th	5th	
B♂ ¹⁾	A ³⁾	4.0	2.2	3.0	2.8	12.0 ^a
	B	1.8	2.5	2.8	3.5	10.5 ^a
	C	3.3	2.7	2.3	3.3	11.7 ^a
	D	4.0	2.5	3.5	2.5	12.5 ^a
	E	3.0	2.0	4.0	5.0	14.0 ^a
	F	3.0	3.0	3.0	3.0	12.0 ^a
	G	3.0	1.5	2.5	2.5	9.5 ^a
	H	2.3	2.0	2.3	3.7	10.3 ^a
B♀	A	3.7	2.5	3.0	3.7	12.8 ^a
	B	2.5	2.7	2.8	3.8	11.8 ^a
	C	2.9	2.8	2.7	4.0	12.4 ^a
	D	3.2	2.3	2.7	4.1	12.1 ^a
	E	2.7	2.5	2.6	3.8	11.7 ^a
	F	2.6	2.4	2.9	4.0	11.2 ^a
	G	2.6	2.5	2.5	3.8	11.5 ^a
	H	3.2	2.5	2.5	3.9	12.2 ^a
M♂ ²⁾	A	4.0	2.5	3.2	2.7	12.3 ^{ab}
	B	2.3	2.0	2.7	3.8	10.7 ^d
	C	2.5	2.2	2.6	3.6	10.9 ^{cd}
	D	3.8	2.6	2.4	3.8	12.6 ^{ab}
	E	2.9	2.5	2.5	3.7	11.6 ^{bcd}
	F	2.3	2.3	2.7	4.1	11.4 ^{bcd}
	G	3.9	2.6	2.4	4.6	13.3 ^b
	H	3.4	2.3	2.4	4.3	12.2 ^{abc}

1) B: Brachypterous form 2) M: Macropterous form

3) A: 臺北, Taiepi B: 宜蘭, Ilan C: 花蓮, Hualien D: 臺中, Taichung
E: 埔里, Puli F: 嘉義, Chiayi G: 臺東, Taitung H: 屏東, Pingtung

表二十六 1981年4月臺灣各地區褐飛蝨若蟲期之比較。

Table 26. Comparison of nymphal stage (2nd instar stage-5th instar stage) of brown planthopper collected in Apr., 1981.

翅型 與性別 sex & wing form	齡 期 instar stage	instar stage				Total nymphal period (Days) (except 1st instar)
		2nd	3rd	4th	5th	
B♂ ¹⁾	A ³⁾	2.9	3.1	3.0	4.1	13.1 ^a
	B	2.5	2.5	3.0	3.0	11.0 ^b
	C	3.0	2.5	4.0	3.5	13.0 ^a
	D	2.9	2.9	2.8	4.7	13.3 ^a
	E	2.8	2.8	2.8	4.3	12.5 ^a
	F	3.3	2.7	2.7	4.3	13.0 ^a
	G	2.5	3.0	3.0	4.5	13.0 ^a
	H	2.7	2.1	3.0	4.4	12.3 ^a
B♀	A	3.1	2.7	3.5	4.3	13.5 ^{ab}
	B	2.6	2.8	2.9	3.9	12.3 ^c
	C	2.8	2.5	3.6	4.6	13.3 ^{ab}
	D	2.8	3.3	2.8	4.9	13.7 ^{ab}
	E	3.0	2.8	3.3	4.8	13.8 ^a
	F	2.9	2.4	3.3	4.3	12.9 ^{bc}
	G	3.1	2.5	3.3	4.5	13.4 ^{ab}
	H	2.9	2.1	3.5	4.6	13.1 ^{ab}
M♂ ²⁾	A	2.9	2.8	3.2	4.7	13.6 ^a
	B	2.7	2.5	2.6	3.9	11.8 ^a
	C	2.6	2.5	3.1	3.9	12.1 ^a
	D	2.5	2.9	3.5	3.9	12.7 ^a
	E	2.6	2.7	3.0	3.9	12.3 ^a
	F	3.3	2.3	3.1	3.9	12.6 ^a
	G	2.8	2.6	3.2	4.5	13.2 ^a
	H	2.6	2.4	3.1	4.2	12.3 ^a

1) B: Brachypterous form 2) M: Macropterous form

3) A: 臺北, Taipei B: 宜蘭, Ilan C: 花蓮, Hualien D: 臺中, Taichung
E: 埔里, Puli F: 嘉義, Chiayi G: 臺東, Taitung H: 屏東, Pingtung

表二十七 1981年10月臺灣各地區褐飛蝨若蟲期之比較。

Table 27. Comparison of nymphal stage (2nd instar stage-5th instar stage) of brown planthopper collected in Oct. 1981.

翅型 與性別 sex & wing form	地區 locality	齡 期 instar stage				Total nymphal period (Dyas); except 1st instar)
		2nd	3rd	4th	5th	
B ♂ ¹⁾	A ³⁾	2.5	2.0	2.2	3.1	10.1 ^b
	B	3.3	2.8	3.3	4.8	14.0 ^a
	C	3.0	1.5	2.0	3.5	10.0 ^b
	D	1.8	2.0	2.4	3.2	10.0 ^b
	E	3.1	2.8	2.2	4.0	12.2 ^{ab}
	F	2.7	2.6	2.4	2.9	11.1 ^{ab}
	G	2.3	2.7	2.0	4.0	12.0 ^{ab}
	H	2.7	3.3	3.5	3.0	12.0 ^{ab}
B ♀	A	2.6	1.9	2.4	3.1	11.0 ^d
	B	2.8	2.9	2.8	3.7	12.6 ^{abc}
	C	2.6	2.0	2.5	3.2	10.5 ^d
	D	2.7	2.4	2.9	3.2	11.8 ^{cd}
	E	3.0	3.3	2.6	3.9	13.5 ^{ab}
	F	2.9	2.7	2.6	3.7	12.6 ^{abc}
	G	2.4	2.3	2.5	2.9	10.6 ^d
	H	3.0	2.9	2.8	4.0	13.6 ^a
M ♂ ²⁾	A	2.6	1.6	2.6	3.0	10.5 ^c
	B	2.8	2.5	2.9	3.9	12.4 ^b
	C	2.4	1.7	2.5	3.5	10.1 ^c
	D	2.9	2.9	2.8	3.6	12.2 ^b
	E	2.9	2.9	2.6	5.1	14.1 ^a
	F	3.0	2.8	2.6	4.0	12.4 ^b
	G	2.1	1.9	2.7	3.2	10.4 ^c
	H	2.8	3.0	2.4	3.8	13.4 ^{ab}

1) B: Brachypterous form 2) M: Macropterous form

3) A: 臺北, Taipei B: 宜蘭, Ilan C: 花蓮, Hualien D: 臺中, Taichung
E: 埔里, Puli F: 嘉義, Chiayi G: 臺東, Taitung H: 屏東, Pingtung

表二十八 臺灣各地區褐飛蟲在不同季節中若蟲期之比較。
 Table 28. Comparison of nymphal stage (2nd instar stage-5th instar stage) of brown planthopper collected from different localities in 3 different seasons.

季節 season	翅型性別與 sex & wing form	locality ¹⁾											
		A			B			C			D		
I ⁴⁾	B♂ ³⁾	12.0 ^a	12.8 ^a	12.3 ^b	10.5 ^b	11.8 ^a	10.7 ^b	11.7 ^{ab}	12.3 ^a	10.9 ^b	12.5 ^a	12.1 ^b	12.6 ^a
II	B♀	13.1 ^a	13.5 ^a	13.6 ^a	11.0 ^b	12.3 ^a	11.8 ^{ab}	13.0 ^a	13.3 ^a	12.1 ^a	13.3 ^a	13.8 ^a	12.7 ^a
III	M♂ ³⁾	10.1 ^b	11.0 ^b	10.5 ^c	14.0 ^a	12.6 ^a	12.4 ^a	10.0 ^b	10.5 ^b	10.1 ^b	10.0 ^b	11.8 ^b	12.2 ^a

季節 season	翅型與性別 sex & wing form	locality ¹⁾											
		E			F			G			H		
I ⁴⁾	B♂	14.0 ^a	11.7 ^b	11.6 ^b	12.0 ^a	11.8 ^b	11.4 ^a	9.5 ^a	11.5 ^b	13.3 ^a	10.3 ^a	12.2 ^a	12.2 ^a
II	B♀	12.5 ^a	13.8 ^a	12.3 ^b	13.0 ^a	12.9 ^a	12.6 ^a	13.0 ^a	13.4 ^a	13.2 ^a	12.3 ^a	13.1 ^a	12.3 ^a
III	M♂	12.2 ^a	13.5 ^a	14.1 ^a	11.1 ^a	12.6 ^{ab}	12.4 ^a	12.0 ^a	10.6 ^b	10.4 ^b	12.0 ^a	13.6 ^a	13.4 ^a

1) A: 臺北, Taipei B: 宜蘭, Ilan C: 花蓮, Hualien D: 臺中, Taichung E: 埔里, Puli F: 嘉義, Chiayi
 G: 臺東, Taitung H: 屏東, Pingtung
 2) B: Brachypterous form
 3) M: Macropterous form
 4) I: 1979年10月; October, 1979. II: 1981年4月; April, 1981. III: 1981年10月; October, 1981.

表二七九. 1979年10月臺灣各地區褐飛虱若蟲飼育密度與短翅型出現率之關係，處理 I：試管圍成圓陣，處理 II：試管彼此隔開。
 Table 29. Relationships between the rearing density in nymphal stage and the percent of brachypterous form emergence of brown planthopper collected in Oct. 1979; with 2 different treatments.

若蟲 密度 No. of nymph per tube	地區 locality ¹⁾		locality ²⁾																
	性別 Sex		A		B		C		D		E		F		G		H		
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	
1	I ³⁾		1.00	.60	1.00	.80	1.00	.60	1.00	1.00	1.00	.80	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	.60
	II ³⁾		1.00	.88	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	.88	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	.83
5	I		1.00	1.00	.90	.83	1.00	.94	1.00	1.00	1.00	.75	1.00	1.00	1.00	.77	.68	1.00	.78
	II		.97	.80	1.00	.88	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	.98	.78	1.00	.97	.76	.66	1.00	1.00
10	I		.98	.92	.97	.88	1.00	1.00	1.00	1.00	.93	.83	.97	1.00	.85	.75	.96	.78	
	II		.68	.67	.97	1.00	.98	.94	1.00	.98	.97	.93	.98	1.00	.72	.62	.98	.94	
20	I		.86	.88	.85	.85	.92	.95	.97	1.00	.90	.86	.95	.94	.58	.50	.72	.60	
	II		.65	.72	.83	.75	.90	.92	.92	.90	1.00	.98	.92	.98	.31	.32	.90	.92	

1) A: 臺北, Taipei B: 宜蘭, Ilan C: 花蓮, Hualien D: 臺中, Taichung E: 埔里, Puli F: 嘉義, Chiayi
 G: 臺東, Taitung H: 屏東, Pingtung

2) Test tube with visual response to other ones.

3) Test tube without visual response to other ones.

由表二十五知，1979年秋天各地區之短翅型雌蟲，其若蟲發育期於8地區之間沒有顯着性差異，但在長翅型雄蟲其若蟲發育期則具有地理性的差異，其中以臺北、臺中、臺東、屏東等地區發育較慢，為12.2~13.3天，而宜蘭、花蓮地區則發育期較快，約10天左右。1981年春天，如表二十六。

其短翅雌蟲以宜蘭地區發育較快，為12.3天，而其餘七地區之若蟲發育期則為13天左右，然其長翅型雄蟲則在八個地區之間沒有顯着性差異。在1981年秋天，如表二十七。

其短翅雌蟲之若蟲發育期具有地理性差異，以埔里、屏東地區之若蟲發育期較長，為13天左右，而在花蓮、臺東地區則發育較快，約為10天左右，而其長翅型雄蟲，也是在埔里、屏東地區其若蟲發育期較長，為13~14天，而花蓮、臺東地區則發育較快，約10天左右。為進一步了解同一地區褐飛蝨在不同季節中之發育情形，將每地區各翅型褐飛蝨在不同季節中之若蟲發育情形列於表二十八。

在短翅型雌蟲，以臺北、花蓮、臺中、埔里、嘉義、臺東等地區其若蟲發育期具有季節性之顯着差異；而在長翅雄蟲，則以臺北、宜蘭、花蓮、埔里、臺東等地區之若蟲期具有顯着之季節性差異。就表二十八中各翅型褐飛蝨在三個季節中的發育期看來，除埔里地區外，1981年春季的若蟲發育期普遍高於1979或1981年秋季的族群，此或與春季之低溫有關。在此發現幾項值得注意的事：①1979年秋季的褐飛蝨其短翅型之若蟲期不具地理性之差異，但長翅型雄蟲却具有地理性的差異。②1981年春季的褐飛蝨，除了宜蘭地區發育較慢，其餘各地區之長、短翅型褐飛蝨若蟲期皆無顯着之地理性差異。③1981年秋季各地區褐飛蝨族群，於短翅雌蟲及長翅雄蟲幾乎有完全相同之地理性差異。④在宜蘭、埔里、嘉義、屏東地區其於1979年秋季之若蟲發育期較1981年秋季為短，但在其餘地區則有相反的情形。

四、短翅型出現率之比較

1. 密度因子：

為瞭解各地區各季節型褐飛蝨其若蟲飼育密度與翅型出現率之關係，並探求其若蟲除了密度本身之刺激作用外，是否有摻有視覺刺激之效果，分別於不同密度下，予以兩種處理：處理I，以圓陣形試管集中飼育，處理II：以單隻試管隔離飼育，所得試驗結果分述如下：

(1) 1979年秋季的褐飛蝨，其結果如表二十九所示：

在處理I，當密度為每隻試管一隻若蟲（1隻/試管），所有各地區之短翅型雌蟲出現率皆為100%，而短翅型雄蟲出現率則具有地理性之變動，於臺北、屏東、花蓮地區較低，為60%。當若蟲密度為5隻/試管，短翅型雌蟲之出現率除臺東地區降為77%外，其餘各地區仍為100%或近於100%，但短翅型雄蟲出現率在臺北、宜蘭、花蓮與屏東則分別增至100，83，94，與78%，在埔里、臺東則降為75.68%。當若蟲密度為10隻/試管，短翅型雌蟲出現率於臺東地區增至85%，而其餘地區依舊維持93~100%之高比率；而短翅雄蟲出現率除臺東地區為75%及屏東地區為78%，其餘地區皆維持高頻率之短翅型雄蟲出現率。當若蟲密度升高至20隻/試管，其短翅型雌蟲出現率在八個地區中皆有下降的趨勢，尤以臺東、屏東兩地區較明顯，於雌雄蟲分別降至58%、50%及72%、60%。在處理II，若蟲密度為1隻/試管，各地區之短翅型雌蟲出現率與處理I同，皆為100%；而短翅型雄蟲出現率除臺東地區為83%，其他各地區皆較處理I為高。當若蟲密度為5隻/試管，各地區之短翅型雌蟲出現率以及短翅型雄蟲出現率，與處理I之間的差異極小。若蟲密度為10隻/試管，除臺北、臺東之短翅型雌蟲出現率較低，為68%與72%，其餘各地區之短翅型出現率相當高，與處理I之間沒有明顯差異。當若蟲密度為20隻/試管，其短翅型雌蟲出現率，在臺北地區為65%與72%，在臺東地區為31%與32%，皆低於處理I，而其餘各地區之短翅型出現率則與處理I之間沒有明顯的差異。

因此，1979年秋天的褐飛蝨，在考慮其若蟲飼育密度與短翅型出現率之關係，及其若蟲對密度之感受方式時，發現在宜蘭、花蓮、臺中、埔里、嘉義等5個地區，翅型之發生並未受到若蟲飼育密度之影響，而且在兩種處理之間也沒有明顯的差異，在任何密度下都維持高且恒定的短翅型出現率。而臺北、臺東、屏東地區，則隨着若蟲飼育密度增加而造成短翅型出現率的減低，其中臺北與臺東兩地

表三十 1981年4月臺灣各地區褐飛蝨若蟲飼育密度與短翅型出現率之關係，處理I：試管圍成圓陣，處理II：試管彼此隔開。
 Table 30. Relationships between the rearing density in nymphal stage and the percent of brachypterous form emergence of brown planthopper collected in April, 1981; with 2 different treatments.

若蟲 密度 No. of nymph per tube	地區 locality ¹⁾		A		B		C		D		E		F		G		H		
	處理 Treatment	性別 Sex	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	
																			I ²⁾
1	I ²⁾	♀	1.00	.80	1.00	.70	1.00	.50	1.00	1.00	1.00	.80	1.00	1.00	1.00	.50	1.00	1.00	.40
		♂	.85	.83	1.00	1.00	.90	.67	1.00	.86	.90	1.00	1.00	.80	1.00	.80	1.00	.55	1.00
	II ³⁾	♀	.97	.85	1.00	.96	1.00	1.00	1.00	.94	.96	.80	1.00	.78	1.00	.81	1.00	1.00	.85
		♂	1.00	.93	.93	.97	1.00	1.00	1.00	.90	.90	.93	.86	.93	.86	.93	1.00	.97	.97
10	I	♀	.90	.70	.94	.93	.96	1.00	1.00	.93	.98	.91	.85	.93	.97	.93	.98	.95	
		♂	.83	.83	1.00	.98	1.00	.97	.98	.93	.86	.85	.96	.95	1.00	.99	.88	.91	
	II	♀	.80	.70	1.00	1.00	.95	.95	1.00	.95	1.00	.86	.83	.90	1.00	.92	.96	.99	
		♂	.76	.73	.97	.90	.99	.97	.94	.98	.70	.77	.87	.98	1.00	.93	.97	.94	

1) A: 臺北, Taipei B: 宜蘭, Iilan C: 花蓮, Hualien D: 臺中, Taichung E: 埔里, Puli F: 嘉義, Chiayi
 G: 臺東, Taitung H: 屏東, Pingtung

2) Test tube with visual response to other ones.

3) Test tube without visual response to other ones.

表三十一 1981年10月臺灣各地區褐飛蟲若蟲飼育密度與短翅型出現率之關係，處理I：試管圍成圍陣，處理II：試管彼此隔開。
 Table 31. Relationships between the rearing density in nymphal stage and the percent of brachypterous form emergence of brown planthopper collected in Oct. 1981; with 2 different treatments.

若蟲 密度 No. of nymph per tube	地區 locality		locality ¹⁾															
	性別 Sex		A		B		C		D		E		F		G		H	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
1	I ²⁾		1.00	.83	.75	1.00	.80	.80	1.00	.42	1.00	.80	1.00	1.00	1.00	.60	1.00	1.00
	II ³⁾		1.00	.80	1.00	.83	.70	.60	.80	.50	.80	.70	1.00	.70	1.00	.40	.88	.50
5	I		.95	.80	.60	.40	.68	.53	.74	.40	.88	.83	.86	.76	.76	.43	.63	.44
	II		.97	.80	.80	.60	.69	.55	.50	.40	.70	.60	.93	.73	.70	.40	.40	.30
10	I		.87	.83	.80	.54	.53	.48	.46	.28	.86	.88	.90	.90	.77	.46	.43	.36
	II		.76	.60	.76	.53	.40	.44	.55	.40	1.00	.60	.89	.95	.54	.34	.20	.20
20	I		.80	.74	.64	.47	.50	.55	.20	.13	.80	.77	.78	.80	.24	.33	.36	.13
	II		.80	.75	.46	.49	.82	.70	.34	.30	.90	.66	.72	.75	.47	.34	.35	.25

1) A : 臺北, Taipei B : 宜蘭, Ilan C : 花蓮, Hualien D : 臺中, Taichung E : 埔里, Puli F : 嘉義, Chiayi
 G : 臺東, Taitung H : 屏東, Pingtung
 2) Test tube with visual response to other ones.
 3) Test tube without visual response to other ones.

，在高若蟲密度下（20隻／試管），其於處理Ⅱ之單獨飼育區，短翅型出現率較處理Ⅰ有明顯的下降趨勢。

(2) 1981年春季的褐飛蝨，由表三十可知

花蓮、臺東、屏東等地區，其短翅型雄蟲出現率在低密度時（1隻／試管）較低，而臺北、埔里地區則於高密度下其短翅型出現率較低，此外幾乎各地區褐飛蝨在各種若蟲密度下都有相當高的短翅型出現率，顯示春季之褐飛蝨其翅型的發生並未受到若蟲密度太大的影響。同時，由表三十可知，在處理Ⅰ與處理Ⅱ之間，其短翅型出現率並沒有太大的差異。顯示若蟲對密度的感受作用，並沒有視覺刺激的效果。

(3) 1981年秋季的褐飛蝨，由表三十一可知。

在處理Ⅰ，若蟲密度為1隻／試管，其短翅型雌蟲出現率於花蓮地區為80%，而其餘地區皆為100%；短翅型雌蟲出現率之地理性變動較大，其中以宜蘭、嘉義為100%，而屏東地區為0%，皆為長翅型。當若蟲密度為5隻／試管，除屏東地區之短翅型雄蟲出現率上升為44%，其餘各地區之短翅型成蟲出現率皆有下降之趨勢。當若蟲密度為20隻／試管，幾乎所有各地區之短翅型出現率皆下降，其中尤以屏東地區之短翅型雄蟲出現率為13%，而臺東地區之短翅型雌蟲出現率為24%。在處理Ⅱ，當若蟲飼育密度為1隻／試管，各地區之短翅型成蟲率除了屏東地區之短翅型雌蟲出現率增為50%，其餘地區與處理Ⅰ之間沒有明顯的差異。當若蟲密度為5隻／試管，除埔里、屏東地區其短翅型出現率較處理Ⅰ為低，宜蘭地區之短翅率較處理Ⅰ為高；在其餘地區則與處理Ⅰ之間沒有太大差異，同是於臺北、嘉義地區之短翅型出現率較高，而屏東地區之短翅型出現率較低。當若蟲密度為10隻／試管，各地區之短翅型出現率與處理Ⅰ有相似之增減情形，仍以嘉義地區之短翅型出現率為最高，其於雌、雄蟲分別為89%與95%。當若蟲密度為20隻／試管，除臺中、埔里、花蓮、臺東地區之短翅型雌蟲出現率及臺中、花蓮地區之短翅型雄蟲出現率較處理Ⅰ為高，其餘地區之短翅成蟲出現率則與處理Ⅰ之間不具明顯差異。同時也發現在臺中、屏東地區，具有較低之短翅型出現率。為明瞭每一地區褐飛蝨在不同季節中其翅型出現率與若蟲飼育密度之關係，將表二十九、三十、三十一中之處理Ⅰ各項結果做圖如圖十三。

在臺北地區（圖十三A），其短翅型雌蟲出現率在四種若蟲密度下都很高，而且在三個季節中有相似之趨勢，但短翅型雄蟲出現率與若蟲飼育密度間的關係則具有季節性之變動。在宜蘭地區（圖十三B），1979年秋季與1981年春季兩季節之短翅型出現率皆高，但在1981年秋季則較低，且發現於秋季的短翅型雌蟲出現率對密度有相似的反應，而短翅型雄蟲出現率在1981年秋季，以1隻／試管之密度下為最高，而後就逐漸下降。在花蓮地區（圖十三C），其短翅型雌蟲出現率於1979年秋季與1981年春季都很高，與宜蘭地區（B）相同，但在1981年秋季則隨着密度增加而下降。其短翅型雌蟲出現率在1979年秋天、1981年春天，當密度為1隻／試管時較低，而後則隨密度增加而維持其高出現率，但在1981年秋天則恰相反，低密度（1隻／試管）時短翅型出現率較高，而後則維持一定的低出現率。在臺中地區（圖十三D），1979年秋季與1981年春季的短翅型出現率相當高，但於1981年秋季則隨密度增加而有下降的趨勢。埔里地區（圖十三E），其於三個季節中翅型隨密度的變化不大，短翅率皆在75%~100%之間。嘉義地區（圖十三F），同樣於三個季節中短翅率相當高，在75%~100%之間，受密度的影響不大，其中1981年春、秋兩季的短翅型雌蟲出現率有相似的變化曲線。臺東地區（圖十三G），其短翅型雌蟲出現率在1981年春季較高，約為100%，不受密度的影響，在1979與1981年秋季則隨密度上升而下降；然其短翅型雌蟲出現率則具有較大的季節性變動現象。屏東地區（圖十三H），其短翅型雌蟲出現率，於1979年秋季與1981年春季都維持在75%~100%，受密度的影響不大，而在1981年秋季則隨密度升高而下降，而其短翅型雌蟲出現率隨密度之變動情形則因季節而異。

2. 光週期因子：

不同光週期因子，11、12、13、14、15、16小時的光照條件下，對各地區不同季節型褐飛蝨翅型

出現率之影響，如圖十四所示。

在臺北地區（圖十四A），其短翅型雌蟲出現率於1979年秋季以12小時與14小時光照為最高，至15、16小時光照則逐漸下降，而1981年春季則短翅型出現率高，受光週期影響不大；1981年秋季則在14小時光照下其短翅型出現率最低。其短翅型雄蟲出現率，在1979年秋季同樣是於12小時與14小時光照為最高，但1981年春季亦是於12小時與14小時光照下為最高，而以13小時光照為最低。至1981年秋季，產生最高與最低短翅型比率的光照小時數則較當年春季向後移1小時，宜蘭地區（圖十四B），其短翅型雌蟲出現率，在1979年秋季以13小時與15小時光照為最高，在1981年春季則不受光週期之影響，短翅率相當高，在1981年秋季則以11、14、16小時光照為最高，13小時為最低；其短翅雄蟲率，在1979年秋季，與臺北地區同是於13小時光照為最低；1981年春季其翅型不受光週期影響；在1981年秋季其比率相當低，最高不到60%，出現於15小時光照。花蓮地區（圖十四C），於1979年秋季及1981年春季其短翅型雌雄蟲率都相當高，在80~100%之間，因光週期而引起之翅型變動並不大；而1981年秋季之短翅型出現率較低，於雌蟲最高出現率在14小時光照，於雄蟲其短翅型出現率隨光照小時數之增加而下降。臺中地區（圖十四D），在1979年秋季與1981年春季之短翅型雌蟲出現率都相當高，近於100%，且兩者之雄蟲短翅型出現率隨光週期而有相似之變化，在1981年秋季，短翅型出現率相當低，於雌蟲其最高出現率為12小時光照，而雄蟲翅型變化則沒有明顯的光週期反應。在埔里地區（圖十四E），其雌蟲短翅型出現率在1979年秋季與1981年春季較高，且對光週期有相似之反應，在1981年秋季則於12小時、16小時光照下具較高之短翅型出現率，15小時光照時最低；雄蟲短翅型出現率，在1979年秋季以11、16小時光照為最高，而1981年春季則以13小時光照為最高，16小時光照為最低，至1981年秋季則以12小時光照為具高短翅型出現率。嘉義地區（圖十四F），在三個季節中的短翅率都相當高，其受光週期作用而產生之翅型變動率亦在78~100%之間，故知光週期對其翅型之影響不明顯。臺東地區（圖十四G），其短翅型雌蟲出現率在1981年春季與秋季有相似之趨勢，隨着光週期加長而下降，但在1979年秋季，則於11小時光照為最低，而後逐漸上升，短翅型雄蟲出現率，於1979年秋季在14小時光照下降至最低，在1981年春季，則隨光週期加長而稍稍下降；在1981年秋季亦隨光週期加長而下降，至13小時與16小時光照具有最低之短翅型出現率。屏東地區（圖十四H），短翅型雌蟲出現率在1979年秋季以16小時光照為最低，1981年春季之短翅型雌蟲出現率較高，在1981年秋季則隨光週期加長而逐漸下降。雄蟲之短翅型出現率在1979年秋季與雌蟲同是於16小時光照下為最低，而1981年春季之短翅型出現率亦是與雌蟲同於14小時光照下為最低，1981年秋季，其短翅型出現率亦是隨光週期加長而下降，至15小時光照時為0。

3. 營養因子：

褐飛蝨短翅型出現率與水稻營養條件有密切之關係（末永 1951，三宅及藤原 1951，三宅等 1965，岸本 1965），在本試驗中，改變水稻之施氮量，以高含氮量、中含氮量與低含氮量等三種處理來調臺灣各地區褐飛蝨短翅型之出現率。結果發現經過這三種處理後之水稻，在外觀上有很明顯的變化，查其高含氮量者，稻根短少柔軟，稻葉深綠色、稻身組織柔軟；其低含氮量者，稻根繁多而結實，稻葉淡綠色，稻身組織較硬；而其中含氮量者則介乎二者之間。當各地區不同季節型之褐飛蝨若蟲取食此三種不同處理之水稻後，依其短翅型出現率做圖於圖十五。

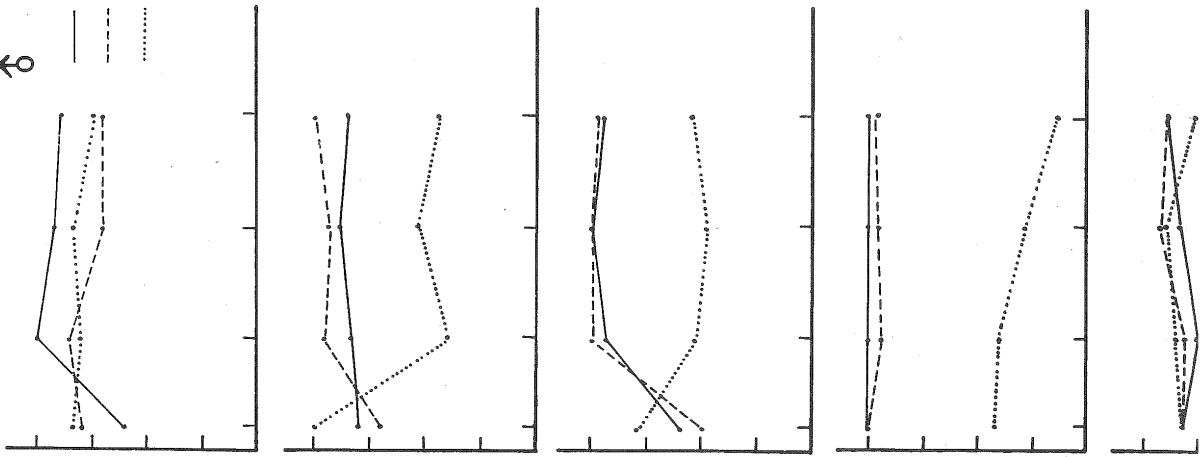
此圖顯示，1979年秋季與1981年春季的褐飛蝨在各種水稻含氮量處理下，各地區都有很高的短翅型出現率，而1981年秋季的褐飛蝨則於臺中、臺東、屏東等地區其短翅型出現率較低（圖十五D、G、H），而其餘5地區依舊有很高的短翅型出現率。

關於各地區不同季節型褐飛蝨之短翅型出現率，由上述各項研究結果可知，就密度因子而言（表二十九、表三十、表三十一），1979年秋季的褐飛蝨，除臺東地區之外，其餘各地區之短翅型出現率相當高，且其短翅型出現率與若蟲密度間之相互關係不明顯，其受視覺刺激作用也不明顯。而1981年春季的褐飛蝨，幾乎八個地區都有極高的短翅型雄蟲出現率，只有屏東、花蓮地區在低密度飼育（1

短翅型率 Percent - B-form

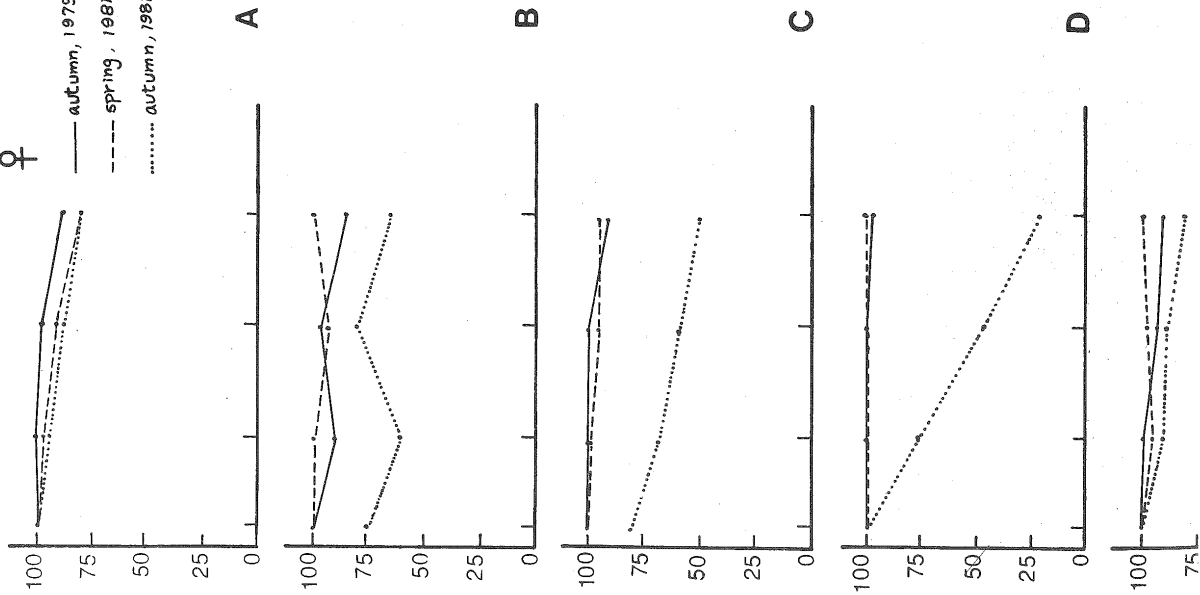
♂

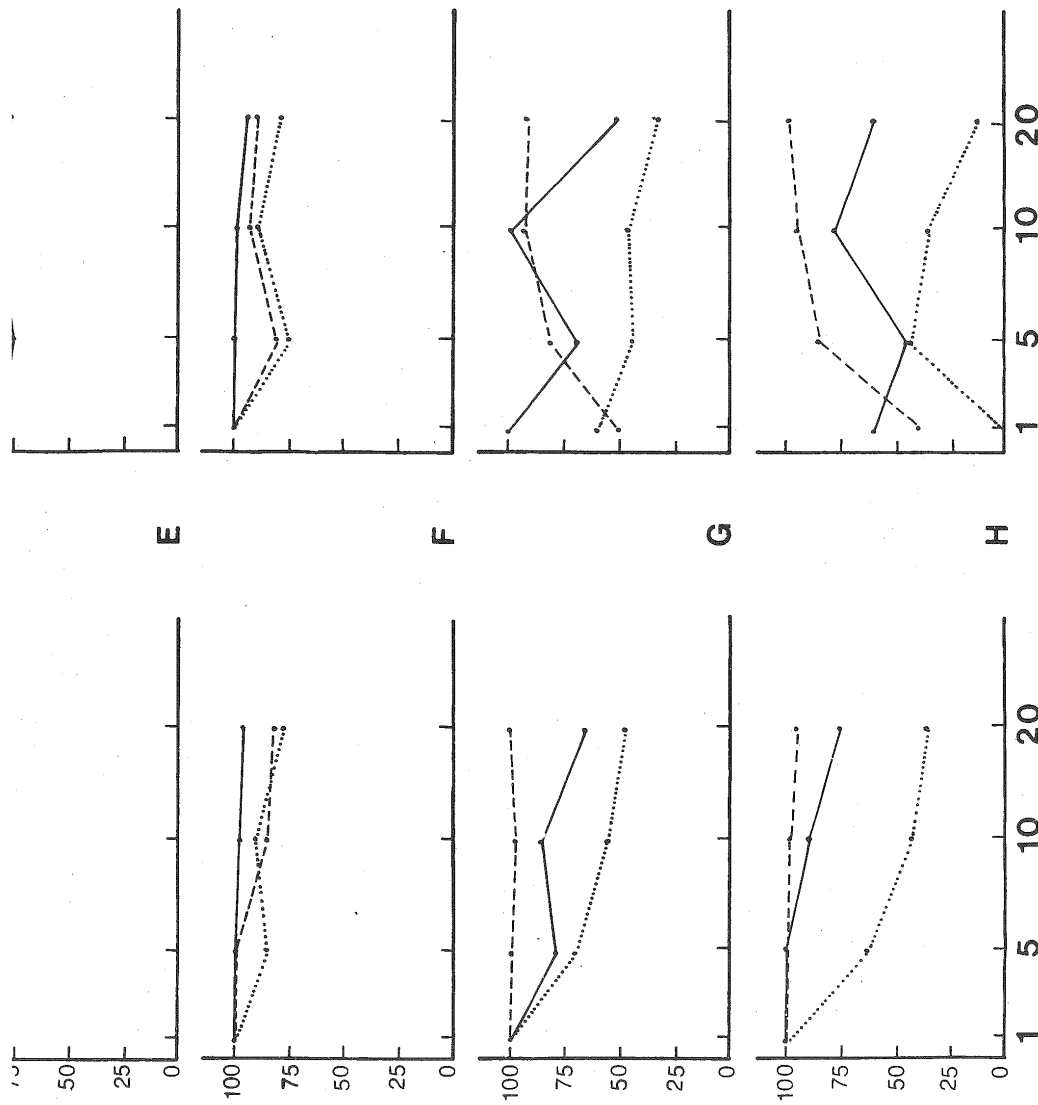
— autumn, 1979
 - - - spring, 1981
 autumn, 1981



♀

— autumn, 1979
 - - - spring, 1981
 autumn, 1981





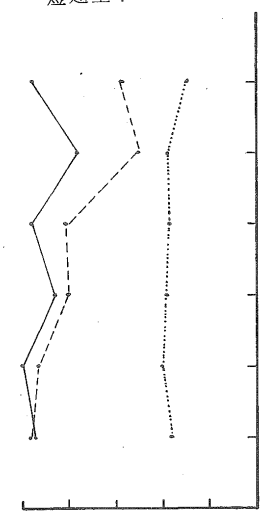
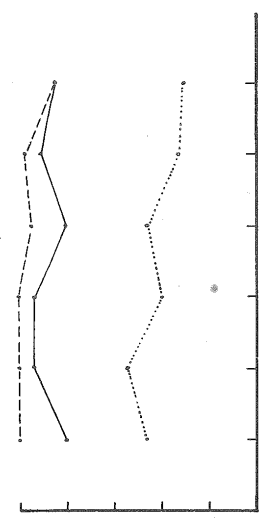
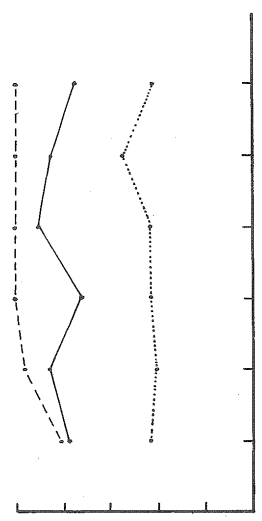
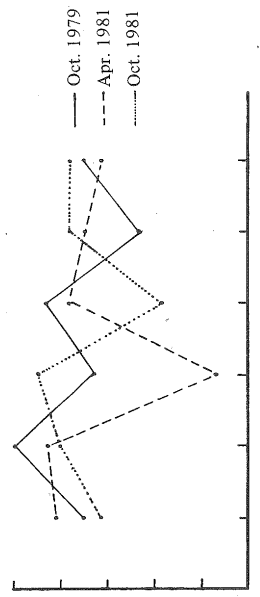
圖十三 臺灣各地區不同季節型褐飛蟲其短翅型出現率與若蟲期飼育密度之關係。

Fig 13. Relationships between the rearing density in nymphal stage and the percentage of brachypterous form emergence of the brown planthopper, collected from different localities and seasons.

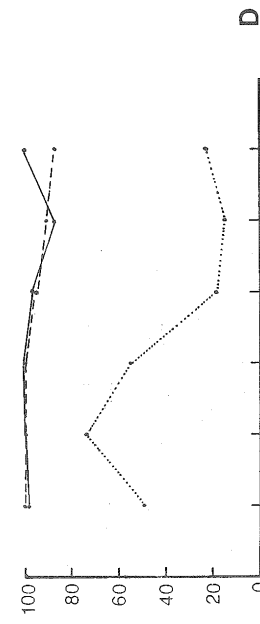
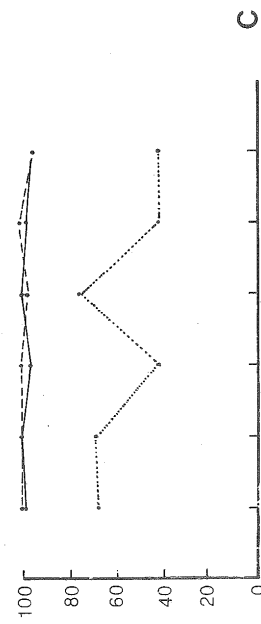
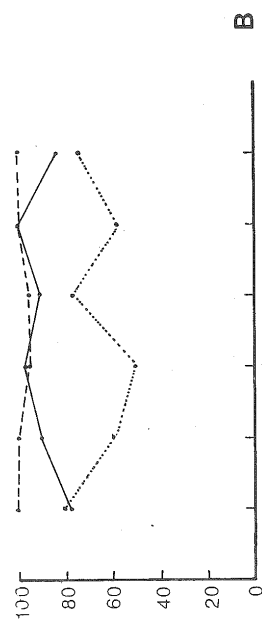
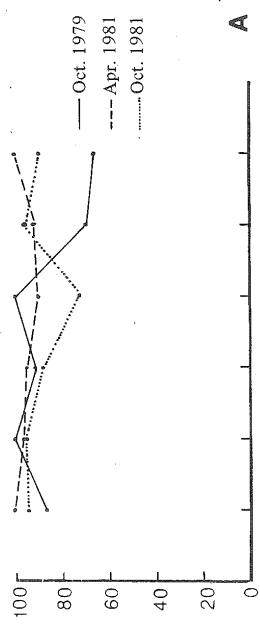
- 1) A: 臺北, Taipei B: 宜蘭, Ilan C: 花蓮, Hualien D: 臺中, Taichung
- E: 埔里, Puli F: 嘉義, Chiayi G: 臺東, Taitung H: 屏東, Pingtung

短翅型率 Percent - B - 5

♂



♀

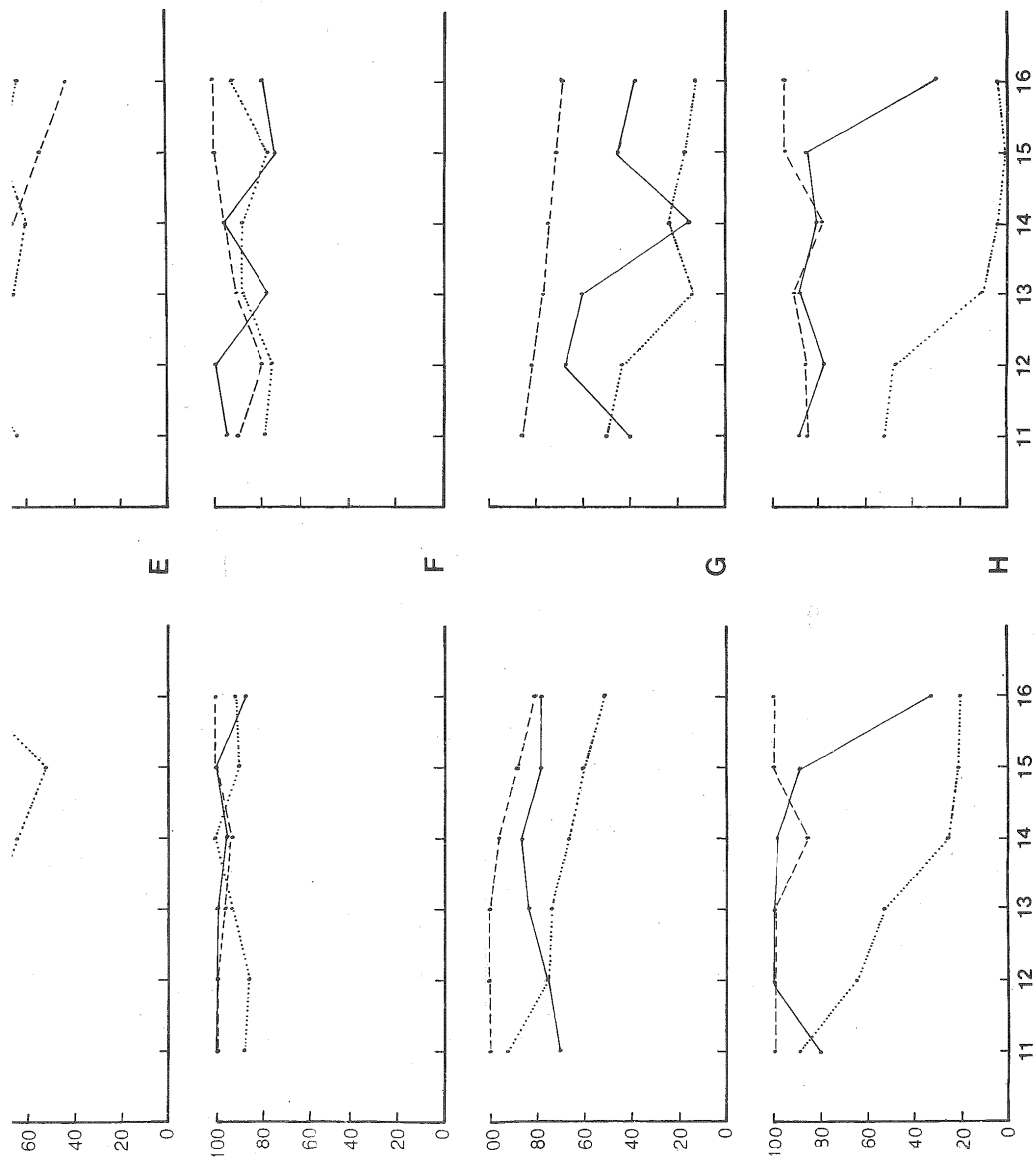


A

B

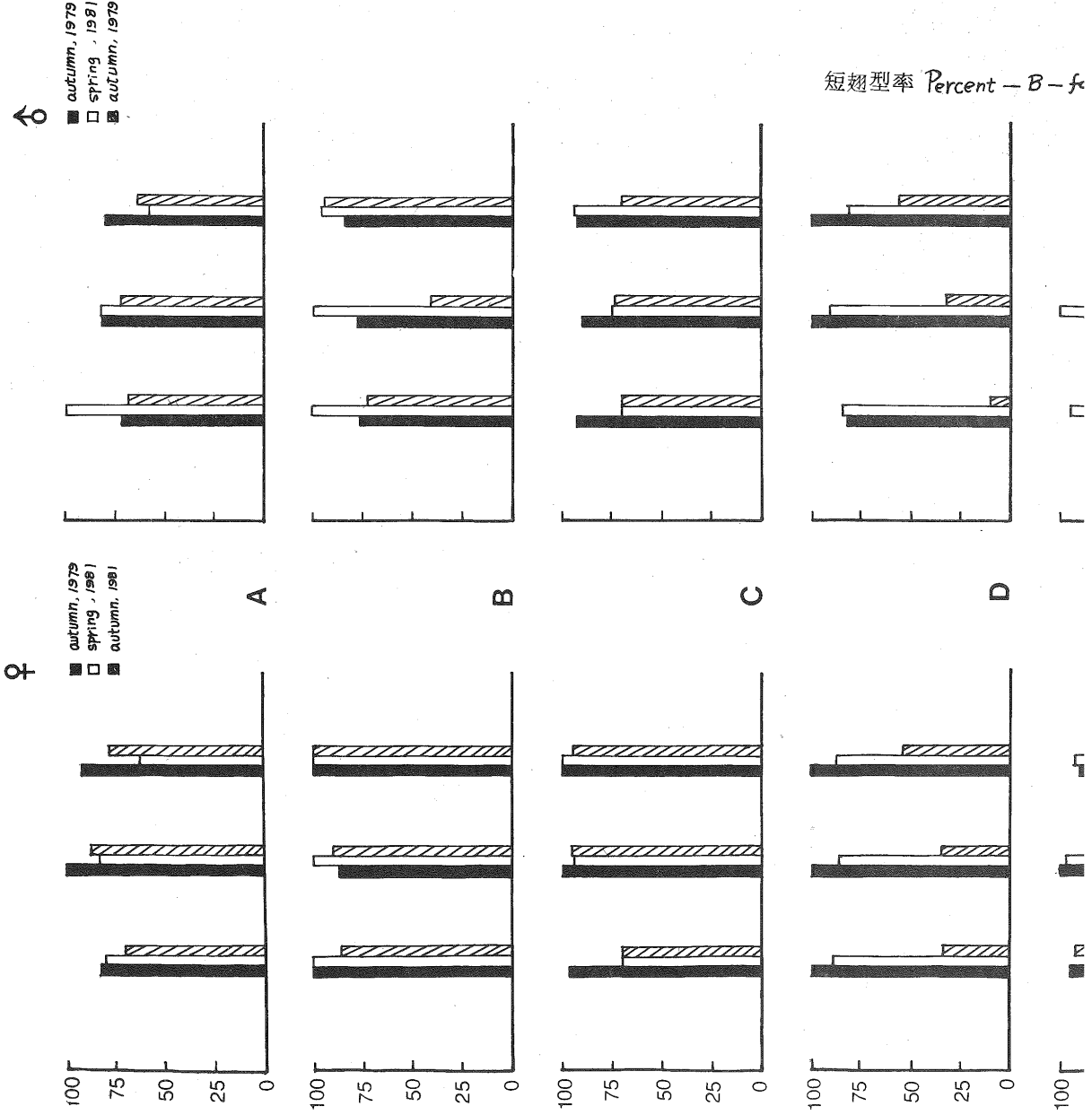
C

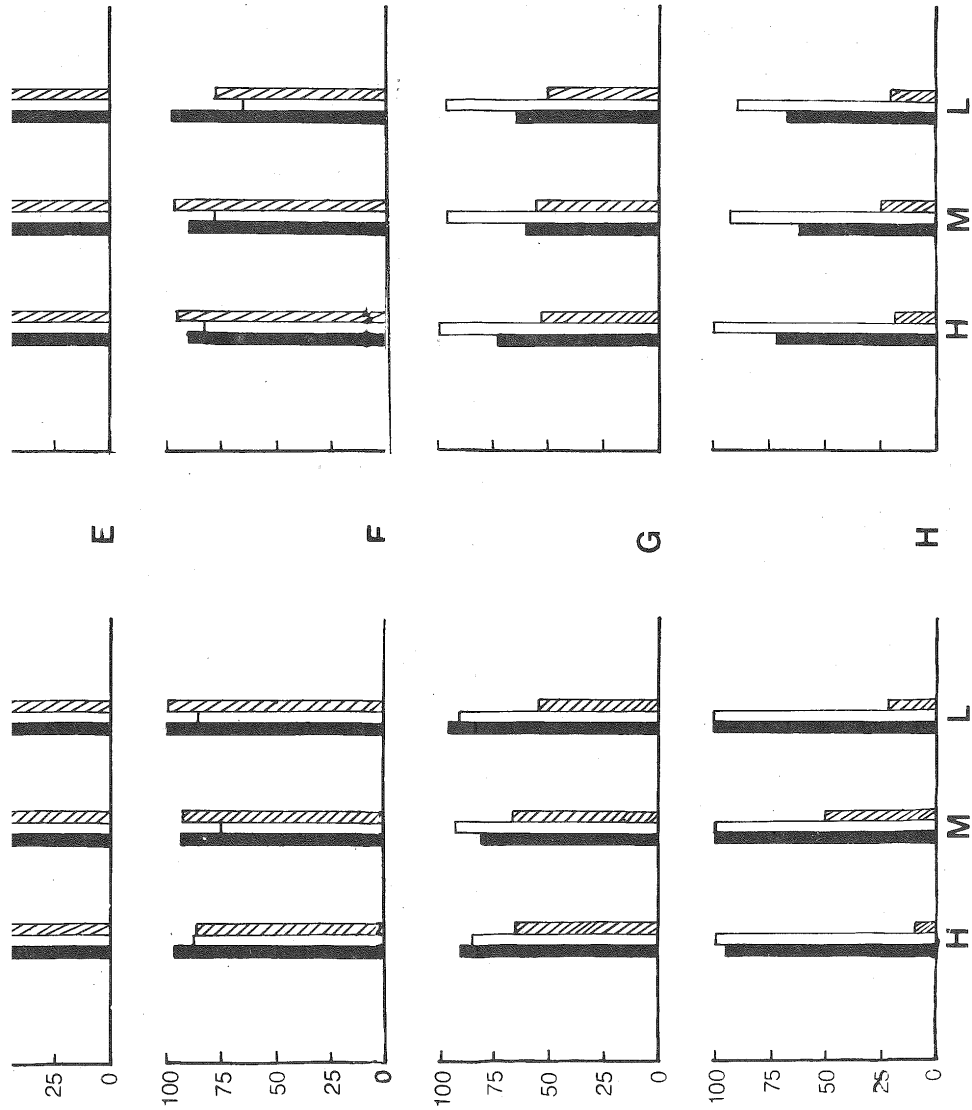
D



圖十四 臺灣各地區不同季節型褐飛蝨其短翅型出現率與光週期之關係。
 Fig 14. Relationships between the photoperiodism and the percentage of the brachypterous form emergence of the brown planthopper, collected from different localities and seasons.
 D) A: 臺北, Taipei B: 宜蘭, Ilan C: 花蓮, Hualien D: 臺中, Taichung
 E: 埔里, Puli F: 嘉義, Chiayi G: 臺東, Taitung H: 屏東, Pingtung.

短翅型率 Percent - B-f





不同含氮量

Nitrogen content (H: High; M: Medium; L: Low)

圖十五 臺灣各地區不同季節型稻飛虱其短翅型出現率與水稻不同含氮量之關係。
Fig 15. Relationships between nitrogen content in rice plant and the percentage of brachypterous form emergence of the brown planthopper, collected from different localities and seasons.

- 1) A: 臺北, Taipei B: 宜蘭, Ilan C: 花蓮, Hualien D: 臺中, Taichung
- E: 埔里, Puli F: 嘉義, Chiayi G: 臺東, Taitung H: 屏東, Pingtung.

雙/試管)時具有較低之短翅型雌蟲出現率。春季的褐飛蝨通常不具有“密度—翅型”之相互關係及視覺的效果。至於1981年秋季的褐飛蝨,其短翅型出現率隨密度而變動之地理性差異較大,但其若蟲對密度之感受方式也沒有明顯的視覺刺激作用。再者,同一地區之褐飛蝨在不同季節下,其翅型出現率亦不相同,在1979年秋季與1981年春季,短翅率都相當高,受密度影響不大,此與熱帶地區褐飛蝨之特徵至為吻合(Otake 1976);在1981年秋季則短翅出現率較低,且隨着若蟲飼育密度的增加而產生較多的長翅型,則又與岸本(1965)在溫帶地區的研究結果有相似的趨勢。

再就光週期因子來探討,由上述結果可知,臺灣各地區褐飛蝨之短翅型出現率對光週期有不同的反應,同時也受到季節的影響,由圖十四可知,1981年春季的褐飛蝨,除了臺北、臺中、埔里的雌蟲,光週期對其翅型之發生影響不大,而且短翅率相當高,此與密度因子所得之結果一致;再相1979年與1981年秋季的褐飛蝨,往往因地區不同對光週期的反應也不一致,其中1981年秋季的褐飛蝨其短翅率在三個季節中最低,尤以花蓮、臺中、臺東、屏東等地區為然,此亦與密度因子所得的結果極相似。顯然,在翅型出現率之影響因子中,除了上述密度、光週期等因子,尚包括有季節本身的因素;再考慮到營養因子——水稻的施氮量,由上述結果(圖十五)可知,良好的營養條件,對於1979年秋季及1981年春季的褐飛蝨而言,更容易產生短翅型個體,但對於短翅率原本就低的1981年秋季的臺中、臺東、屏東等地區褐飛蝨則沒有影響力。

關於飛蝨類翅型與若蟲期密度之關係,最早由Murata(1930)在斑飛蝨(*Laodelphax striatellus*)發現其若蟲密度增加則長翅型成蟲亦隨之增加,於褐飛蝨,三宅及藤原(1951)認為其翅型受到生息密度之影響,而後岸本(1965)報告,在日本,低密度下產生短翅雌蟲,隨密度增加而產生長翅型雌蟲;短翅雄蟲則出現於適中之密度。但依據Otake(1976)在斯里蘭卡之調查,却得到與岸本(1965)相反的結果,其地之短翅型出現率相當高,故知在熱帶與溫帶地區褐飛蝨翅型之出現有如是之差異。雖然以往有關褐飛蝨翅型之研究多注重其若蟲期密度因子,但就整個生活史的調節機構而言,密度並不是影響翅型轉換的唯一條件,光週期也是一個重要因子,有關此方面的研究最早由小山(cf. 正本 1974)發現,在一種蟋蟀(*Pteronemobius nitidus*),其於野外只有短翅型,但如果在室內自若蟲期就給予長日照條件,就多數羽化為長翅型,而後左伯(cf. 正木 1974)研究另一種蟋蟀(*Pteronemobius obmachi*)在不同的產地其翅型變化與光週期的關係,發現各地蟋蟀多在14~15小時光照條件下出現較多長翅型,此種光週期變化與各該蟋蟀原產地緯度也沒有太大的關係。此外,就昆蟲翅型本身而言,短翅型乃是對環境適應的定住型,而長翅型則是遷移型,能飛去找尋新天地,因此,翅型變化必與遷移力有密切的關係,然而飛翔移動必須要有強烈的筋肉活動,如果該季節氣溫不高,就無法完全發揮飛翔能力;然而,光週期是表現季節變換最自然又正確的方式,長日照即是高溫季節的象徵,如果氣溫低,即使有高密度也是產生短翅型,此外,翅型的變異與大發生也有關連,就族群密度而言,隨着季節的變換,環境的壓力也產生變化,當然族群密度也隨之變化以便適應環境,因此就產生了不同的翅型;是故,密度與光週期交互作用,調節了翅型的出現。(正木 1974)

果真翅型的變異與環境之季節性變化有關,則必與其生息地之氣候條件有密切關係,因此,在圖十九,發現不同產地的褐飛蝨族群,隨着各地不同光週期之變化而有不同的翅型出現率,而且在1981年,春季氣溫低,各地褐飛蝨皆以短翅型居多,在當年秋季却出現高比率之長翅型,尤其屏東地區,在高溫長日照下長翅型之出現率極高。至於1979年秋季的褐飛蝨其短翅率高過1981年秋季甚多,或許是由於當時在田間採集時間已近於當年10月之晚秋,遷移型的長翅型成蟲或許已經飛走,留下來的以短翅型成蟲居多,由於短翅雌蟲產卵前期較長翅型短,假設兩種翅型具有相同的壽命,則必定助長了短翅型於田間翅型篩選之蓄積作用。而根據Nagata(1980)在本省斗六、嘉義地區所做調查,發現兩地有截然不同的翅型出現率,其中嘉義地區的短翅型出現率相當高,但相隔50公里之遙的斗六地區其短翅型出現率却相當低,進而推定褐飛蝨在本省共有兩次飛來,一在四月間,一在八月間,果真如此,則1981年春季之採集時期,或許飛來蟲尚未到達,或許量少,對各地族群不構成影響,而秋季則

飛來量多，再加以季節之影響，故長翅率顯著增加，此外，本試驗於嘉義地區所得之結果與 Nagata (1982) 相同，無論於何種試驗條件下，都維持極高的短翅率。

結 論

本試驗共就四個方向探討臺灣地區褐飛蝨地理變異之存在性，即外部形態特徵之測定比較，酯酶各異構酶之變異性比較，若蟲期之比較及短翅型出現率之比較；並同時探究每個地區褐飛蝨族群在發生初期（春季）與發生盛期（秋季）是否有季節性的差異，而其最終目的則希望藉此了解本省褐飛蝨是否有地理性變異之存在及褐飛蝨族群之來源。

自本試驗所得的結果發現，1981年春季的褐飛蝨，在各測定項目中都沒有顯着的地理性差異，但在秋季的褐飛蝨族群其地理性之差異顯著增加，即使同一地區之族群，也往往因季節之不同而產生季節性的差異，就全省八個地區褐飛蝨之各項研究結果看來，其地理性差異之具有季節性變動已是十分明顯的了。

探討其於秋季之族群為何發生地理性之變異；首先，於春季存在之無地理性變異之族群，經過夏、秋之水稻栽培期，各於其生存之地區，受到多種環境因子的影響而發展其變異性。此點如永田與守谷 (1974) 之報告，在日本夏秋之間撒布 4 次 BHC，經過 2~3 世代後，就對 BHC 產生了 14~19 倍的抗性，又根據岸本 (1981) 以特定之水稻品種於室內飼養褐飛蝨，經過 10 代左右就產生新的生物小種 (biotype)；從此可知，褐飛蝨的野外族群一般甚富於對某種環境的適應性和變異性，何況在臺灣 4 月至 10 月之頃氣溫較高，其間褐飛蝨可以經過 10 代左右之生活史，此其間為適應其生活環境而發生地理性變異之可能性亦不能否認；加以考慮在臺灣海外飛來之族群存在時，其可能性更為增加，關於此點就臺灣而言，僅有臺東與嘉義各有 3 年和 1 年利用高空捕網之採集資料，然就此資料已知在臺灣有海外族群遷入之可能性甚高（未發表資料），如果此等遷入族群於所調查之 8 地區中，以不同蟲數或於不同時期遷入後，再與各地區原來的褐飛蝨族群以不同比率混合而產生後代，此時，其變異性即會增加，尤其如果遷入族群之發生來源地依季節而不同時，所引起的變異性必然更為明顯。

至於在春季之族群中為何消失地理性變異，第一可以考慮到臺灣北、中部地區就氣候條件及冬期之農業型態來看，大都並非為極能夠適於褐飛蝨生存之地，至於南部，就其溫度條件而言，雖不致使褐飛蝨凍死，然而此地之冬期裏作甚為發達；例如，屏東縣冬期稻田實施裏作的面積達到 27,167 公頃，佔整個稻田之 98%，在如此環境下，可能在水稻休閑期中，對褐飛蝨而言，其唯一的良好寄主植物——再生稻的生長亦甚差，故亦不能認為是褐飛蝨生存之良好環境。在如此低溫及不良環境下能夠生存的褐飛蝨或有一定的型態，故至秋季在各地區發展為各種地理性變異之族群，當其再遇到冬季的各種不良因子後，就再度被收斂為能夠忍受不良環境之共同型態族群。

然而此種春季族群是否在採集之 4 月間已從海外遷入而地均地定着於臺灣各地，此種可能性似乎並不大，因根據臺東、嘉義兩地高空捕網之調查，1 月至 4 月間甚少被採集到之蟲。

參 考 文 獻

- 三宅利雄、藤原昭雄 1951 トビイロウンカ長翅發現に關する研究 應昆・ 7:76 (自渡邊直, 1967)
- 三宅利雄、藤原昭雄、乘越要 1965 環境條件と長短翅型發現との關係 病蟲害發生子察特別報告 20:47—53
- 久野英二 1981 稻ウンカ・ヨコバイ類の生態學。p.221—236 昆蟲學最近の進歩 東京大學出版會 588 pp.

- 小池久義 1982 トビロウンカの殺蟲劑抵抗性と蟲體成份の關連 未發表資料。
- 末永 一 1951 浮塵子の發生に及ぼす食餌植物の生化學的影響，第1報セジロウンカの發生に及ぼす還元糖 九州農業研究，7：61—62。
- 末永 一、奈須壯兆 1954 九州本土のセジロウンカと種子島、草垣島、男島産セジロウンカの形態測定的比較 九州農業研究 13：25—27。
- 正木進三 1974 昆蟲の生活史と進化，東京・中央公論社 208 pp. esp. p.35—51。
- 永田徹、守谷茂雄 1974 トビロウンカの BHC に対する抵抗性 應動昆・ 18(2)：73—80。
- 朱耀沂 1977 飛蝨類之長距離移動及其對本省稻作影響之探討 稻作與糧倉蟲害研討會專輯 臺灣植物保護中心印行 p. 14—25。
- 岸本良一 1965 トビロウンカにおける多態現象とそれが個體群増殖の過程へ果す役割 四國農試場報告 13：1—106。
- 岸本良一 1975 ウンカ海を渡る 東京・中央公論社 233 pp. esp. p. 62—112。
- 岸本良一 1981 アジアにおける稻作の進展と害蟲問題 p.248—264 昆蟲學最近の進歩 東京大學出版社 588 pp.。
- 黃檀溪 1965 Polyacrylamide gel 在生物學上的應用 生物研究中心專刊，5：1—8。
- 陳秋男 1978 水稻褐飛蝨之生態，水稻病蟲害：生態學與流行學。p. 1—22，臺北。
- 朝比奈正二郎、鶴岡保明 1968 南方定點觀測船飛來した昆蟲，第2報，昆蟲・36(2)：190—202。
- 鄭清煥 1976 褐飛蝨及黑尾葉蟬對水稻產量損失估計，植保會刊，18：147—160。
- 鶴岡保明 1968 南方定點觀測船「おじか」に飛來したウンカ類について，病蟲害發生予察特別報告・23：11—17。
- Ayala, F. J. and J. R. Powell 1972. Enzyme variability in the *Drosophila willistoni* group. VI. Level of polymorphism and the physiological function of enzymes. *Biochem. Genet.* 7：331—345.
- Ayala, F. J.; J. R. Powell and M. L. Tracy 1972. Enzyme variability in the *Drosophila willistoni* group. V. Genic variation in the natural population of *Drosophila equinoxialis*. *Genet. Res.* 20：19—42.
- Ayala, F. J. and M. L. Tracy 1973. Genetic differentiation and reproductive isolation between two subgroups of *Drosophila willistoni*. *J. Hered.* 64：120—124.
- Band, H. T. 1975. A survey of isozyme polymorphism in a *Drosophila melanogaster* natural population. *Genetics* 80：761—771.
- Cooley, W. W. and R. P. Lohnes 1971. Multivariate data analysis. Library of Congress, U.S.A. 364 pp. esp, pp. 223—241.
- Gould, S. G. and R. F. Johnston 1972. Geographic variation. *Ann. Rev. Ecol. & Syst.* 3：457—498.
- Hidckey, D. A. 1979. The geographic pattern of an enzyme polymorphism in *Drosophila melanogaster*. *Genetica* 51：1—4.
- Kisimoto, R. 1971. Long distance migration of planthoppers, *Sogatella furcifera* and *Nilaparvata lugens*. *Pro. Symp. Rice Insects. Trop. Agr. Res. Cent. Japan.* pp. 201—216.
- Kisimoto, R. and A. Dyck 1976. Climate and rice insect. *Pro. Symp. Climate and Rice. IRRI. Philippines.* pp. 367—391.
- Kojima, K., P. Smouse, S. Yang, P. S. Nair and D. Brncic 1972. Isozyme frequency

- patterns in *Drosophila pavani* associated with geographical and seasonal variables. *Genetics* 72: 721—731.
- Kuboki, M. 1978. Studies on the phylogenetical relationships in the *Henosepilachna vigintiomaculata* complex based on variation of isozymes. *Appl. Ent. Zool.* 13 (4): 250—259.
- Lewontin, R. C. and J. L. Hubby 1966. A molecular approach to the study of genetic heterozygosity in natural populations. II. Amount of variation and degree of heterozygosity in natural populations of *Drosophila pseudoobscura*. *Genetics* 54: 595—609.
- Mochida, O., T. Suryana and A. Wahyu 1976. Recent outbreaks of the brown planthopper in Southeast Asia. in (The Rice Brown Planthopper), FFTC. (ASPAC). 46 pp.
- Murata, T. 1930. Lecture on the planthopper and leafhoppers injurious to the rice plant in Japan. VII. Appearance of the brachypterous form. *Dainippon-nokaiho* 601: 79—81.
- Nagata, T. 1982. Insecticide resistance and chemical control of the brown planthopper, *Nilaparvata lugens* (Stål) (Hemiptera: Delphacidae). *Bull. Kyushu Agr. Expt. Sta.* 22(1): 49—164.
- Nei, M. 1972. Genetic distance between populations. *Amer. Nat.* 109: 283—292.
- Nei, M. 1975. *Molecular population genetics and evolution*. North-Holland Publishing Company, Amsterdam Oxford. 288 pp.
- Okada, K. 1976. Taxonomic characters for identification of the rice brown planthopper (*Nilaparvata lugens*) and related species in the Asian and Pacific Region. in (The Rice Brown Planthopper), FFTC. (ASPAC). 27 pp.
- Otake, A. 1976. Studies on population of *Sogatella furcifera* (Horvath) and *Nilaparvata lugens* (Stål) and their parasites in Sri Lanka. *Appl. Ent. Zool* 11(4): 284—294.
- Prakash, S., R. C. Lewontin and J. L. Hubby 1969. A molecular approach to the study of genic variation in central, marginl, and isolated populations of *Drosophila pseudoobscura*. *Genetics* 61: 841—858.
- Richmond, R. C. 1972. Enzyme variability in the *Drosophila willistoni* group. III. Amount of variability in the subspecies, *D. paulistorum*. *Genetics* 70: 87—112.
- Shaw, C. R. 1965. Electrophoretic variation in enzymes. *Science* 149: 936—943.
- Sneath, P.H.A. and R.R. Sokal 1973. *Numerical taxonomy*. Freeman, San Francisco. 573 pp.
- Sogawa, K. 1978. Electrophoretic variations in esterase among biotypes of the brown planthopper. *Genetic evolution and utilization*. *IRRN.* 3: 5.
- Takada, H. 1979. Esterase variation in Japanese populations of *Myzus persica* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae), with special reference to resistance to organophosphorus insecticides. *Appl. Ent. Zool.* 14(3): 245—255.
- Triantaphyllidis, C. D., J.N. Panourgias and Z. G. Scouras 1978. Isozymes variation and phylogenetic relationships among six species of the *montium* subgroup of the *Drosophila melanogaster* species group. *Genetica* 48: 223—227.

Vesell, E. S. ed 1968. Multiple molecular forms of enzymes. Ann. NY Acad. Sci. 151: 1—689.

Wagner, R. P. and R. K. Selander 1974. Isozymes in insects and their significance. Ann. Rev. Ent. 19: 117—138.

Yoshida, S., D. A. Forno, J. H. Cooke and K. A. Gomez 1971. Laboratory manual for physiological studies of rice. IRRI. 70 pp.

STUDY ON THE GEOGRAPHICAL VARIATIONS OF THE BROWN PLANTHOPPER (*NILAPARVATA LUGENS* STAL) IN TAIWAN.

Yau-I Chu, Rong Kou and Yu-Shan Lee

Department of Plant Pathology and Entomology

National Taiwan University

Taipei, Taiwan. R.O.C.

The studies on the geographical variations of the brown planthopper (BPH) were conducted with the populations collected from 8 localities of 3 seasons in Taiwan. The localities were Taipei, Ilan, Hualien, Taichung, Puli, Chiayi, Taitung and Pingtung; and the seasons were the October of 1979, the April of 1981 and the October of 1981. The purpose of this work was to clarify the existence of any geographical differences in BPH from 8 localities and 3 seasons. Strain collected from different localities were reared on the rice cultivar of the Tainan No. 5 (Japonica type) in the laboratory to conduct several experiments as listed in the text.

There were four major parts of the experiments included in the present paper as in the followings:

1. The comparison of morphometric measurements:

Fifty individuals of macropterous adults of both sexes of BPH from every locality were used in this measurement. Three and four attributes for female and male respectively were measured. Accordingly, estimation was carried out on the length of body, the width of thorax, the length of hind femur for female, and the length of forewing, the length of antenna, the length of body and the length of hind femur for male. The results of those comparisons made on the samples collected in Oct. 1979 showed significant difference on the geographical variation between the 8 localities. Especially the difference was symbolized by the big body sized individuals on Ilan and Taitung's strains, and the small sized individuals on Chiayi and Pingtung's strains. On the Apr. 1981 collected strain, except female of Taitung strain still showed some degree of variation, scarce difference were observed on the other 7 localities. There were still have some degrees of geographical variations existed but few distinct correlation among the collected localities was obtained in the Oct. 1981 samples. However, there was some morphological variations between every locality's sample within the seasons in Taiwan.

2. The comparison of esterase variations:

The method of polyacrylamide slab gel electrophoresis was employed for the analysis of esterase variations. Fifty 6-days-old pregnant females of both brachy- and macropterous forms of BPH were used. The results showed that there were some different frequencies of esterase isozyme alleles both in different seasons and in

different localities. Referring to the heterozygosity (H value), the highest H value appeared in the populations collected in Oct. 1979. The genetic distance (D) was calculated from the allelic frequencies of esterases from each locality. The results revealed that there had larger distance between the localities in the Oct. 1979's and the Oct. 1981's samples, but not in the Apr. 1981's samples. The D value in the latter samples was less than 0.01.

3. The comparison of the nymphal development periods:

The investigation was started with 30 individuals of the second instar nymphs and continued until the emergence of new adults. The nymphs were reared under 25—27°C with 12 hr : 12 hr (L : D) in the laboratory. On the nymphal developmental stages of the brachypterous adult no geographical variations was shown by 1979's October BPH. On the contrary, the nymphal developmental stages of the macropterous form showed some degree of geographical variations. In the samples of the April of 1981, no geographical variations occurred among the 8 localities in both wing forms. However, in the samples of October 1981. The occurrence of the geographical variations were observed on the individuals of both wing forms.

4. The comparison of the percentages of brachypterous form:

Three factors, the density (1, 5, 10 and 20 nymphs/tube), the photoperiodism (11, 12, 13, 14, 15 and 16 hours of light) and the nutrition (0, 2.5 and 5 gm of $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) were employed.

The results showed that the formation of brachypterous form was influenced by the density and photoperiodism with the different responses of the BPH from the 8 localities and from the 3 seasons, though no influence was observed by the nutritional factor. Although, some geographical variation was observed among the examined 8 strains. The seasonal variation was rather significant. The samples of the spring of 1981 showed much higher percentages of the formation of brachypterous form of BPH. Even in the same locality, the formation of brachypterous form of BPH between seasons showed very distinct. On the contrary, the rate of brachypterous form emergence of October collected individual was low, especially in 1981 collected samples.

The process and course of the occurrence of the geographical variation are also discussed.