

水稻黃葉病之黑尾浮塵子媒介傳播及流行學研究¹

陳慶忠、柯文華、王玉沙、游素梅、胡德貴²

目 錄

一、前言.....	1
二、前人之研究.....	2
三、一般研究材料及方法.....	3
四、試驗過程、結果及討論.....	4
第一部分：影響黑尾浮塵子傳播黃葉病因子之探討.....	4
第二部分：病原毒素對媒介昆蟲之影響.....	18
第三部分：台中地區水稻黃葉病之流行病學.....	22
五、綜合討論.....	38
六、參考文獻.....	40
七、中文摘要.....	45
八、英文摘要.....	46
九、附錄.....	48

一、前 言

臺灣目前由飛蝨或浮塵子傳播之水稻毒素(Virus)或類菌質體(Mycoplasma-like organism)病害計有六種：黃萎病(Yellow dwarf)^(36,54)，黃葉病(Transitory yellowing)⁽⁵⁵⁾、縞葉枯病(Stripe)⁽⁴⁴⁾、草狀矮化病(Grassy stunt)⁽⁴⁵⁾、萎凋矮化病(Wilted stunt)⁽³⁵⁾及皺縮病(Ragged stunt)(陳慶忠、邱人璋未發表資料)。其中以由黑尾浮塵子*Nephotettix* spp.³傳播之黃葉病及黃萎病發生較為嚴重^(16,31)。萎凋矮化病為由褐飛蝨傳播新記錄之病害⁽³⁵⁾，已知其在本省發生範圍極廣，今後對其發生動向應密切注意。過去黃葉病僅知分佈於本省，晚近日本沖繩(琉球)亦有發生記錄⁽⁴²⁾。

民國49年第二期作，屏東地區水稻田發生原因不明的病害，張守敬氏認為該病害與土壤缺氧所引起的水稻窒息病(Suffocating disease)相似⁽³⁷⁾。至51年9月以後Chiu et al.⁽⁵⁵⁾由下列試驗初步證實，此一原因不明的病害是由昆蟲傳播而引起；(1)溫室內培育之稻苗，移植於發病田不加蟲罩，經七日者，移回溫室後發病率自百分之八至百分之六十八不等。而加罩者均不發病；(2)在以浮塵子傳播黃萎病試驗中，偶然發現類似「窒息病」的病徵。後經以健全虫群進行傳播試驗證明原來發生於屏東地區之病害是經由黑尾浮塵子傳播的一種新毒素病害。

由於水稻黃葉病病徵與發生於東南亞地區的Tungro病病徵酷似且媒介昆蟲種類相同。早期有些研究者認為此一種病害可能為同一病害^(62,83)。1966年Ling⁽⁷³⁾首先證明Tungro病的媒介昆蟲傳播型式屬於非持續性(Non-persistent)而與Chiu et al.⁽⁵⁶⁾報告黃葉病病原在媒介虫體內潛伏期達8~35日不等，又陳、四方⁽²⁴⁾發現黃葉病病原為槍彈型(Bullet-form)的粒子與Galvez所觀

1. 本文為第一作者之碩士論文，研究工作得國科會及農復會(77-A11-A-2596, 78-A11-A-2638, 79-(ARDP)-3.1-A-442)補助，特予誌謝。
2. 臺中區農業改良場技正及研究助理。
3. 黑尾浮塵子之學名前經多次更改^(61,68,69)本文所引用文獻中之*Nephotettix apicalis* 視同*N. nigropictus*; *N. impicticeps* 視同*N. tirsescens*。普通名稱不論中名或英名均有混淆，本文中所用中名「黑尾浮塵子」係*Nephotettix* 屬的總稱；凡特別指出那一種(Species)時均以學名示之。

察Tungro病病毒為多面體粒子⁽⁵⁹⁾，二者有顯著的差異。自此水稻黃葉病與Tungro病二者分別為不同之病毒所引起的兩種病害更獲進一步的證實。

水稻黃葉病主要發生於第二期稻作，第一期作發生輕微。主要病徵為病株自下方葉片變橘黃色與分蘖減少⁽¹⁶⁾。其引起產量之損失程度與感染時期有關，稻齡愈大感染者，受害較輕⁽¹⁶⁾。本病主要分佈於本省中、南部及東部之水稻栽培區。民國49、50及51年全省累計發生面積分別為13772、13848及24713公頃(包含所謂窒息病之發生面積)⁽¹⁶⁾。以後發生面積漸減，發病程度亦趨緩和。據農林廳統計資料⁽¹⁰⁾近十餘年來全省發生面積，除民國58年及66年較少外，其餘年份均在2000至7000公頃之間。近最2、3年，黃葉病全省主要發生地域包括台中地區(台中縣石岡、東勢、南投縣魚池、彰化縣溪州)；屏東地區(屏東縣美濃、枋寮)；台東縣(台東市、新港、東河)及花蓮縣(瑞穗、富源)等地(蔡財旺先生、李新傳先生、劉清河先生等惠告)。

水稻黃葉病在本省發生雖有20年的歷史，其對稻作生產所構成的威脅曾引起廣泛地注意且每年均耗資採取防治措施。惟涉及與病害防除有關之媒介昆蟲傳病生態的基礎問題則研究報告尚少。本試驗目的在探討黃葉病病原毒素、媒介昆蟲、寄生植物及環境因子間之相互關係藉以闡明下列問題，供病害防除措施之理論基礎：

(一)影響黑尾浮塵子傳播黃葉病之因子，(二)黃葉病病原毒素對媒介昆蟲的影響，(三)台中地區水稻黃葉病之流行病學。

本文按研究項目的性質分成三部分撰寫。由於項目較多，試驗材料及方法中屬於一般性者將於第三項介紹外，每一部分亦將包括簡單的目的，詳細的試驗方法、結果及討論。綜合討論及參考文獻則附錄於後。

二、前人之研究法

(一)黑尾浮塵子之傳播

水稻黃葉病可經由*Nephotettix apicalis* (Motsch.)⁽⁵⁵⁾，*N. cincticeps* (Uhler)⁽¹⁵⁾及*N. impicticeps* (Ishihara)⁽⁶⁶⁾三種黑尾浮塵子傳播。但不能藉種子、土壤、機械磨擦或經由*Nephotettix*屬以外之昆蟲傳播⁽⁵⁶⁾

黑尾浮塵子若蟲、成蟲(雌、雄性)均可獲毒傳病。病毒在*N. apicalis*蟲體內之潛伏期為3~29日⁽⁵⁵⁾。在*N. cincticeps*為21~34日⁽⁵⁶⁾。在*N. impicticeps*為4~20日⁽⁶⁶⁾。Hsieh⁽⁶⁵⁾以注射方法使*N. apicalis*獲毒，其傳病潛伏期較取食病株者為短。潛伏期之長短尚受溫度、獲毒時蟲齡、毒素濃度等之影響。

*N. apicalis*在病株上取食5分鐘即可獲毒，取食時間達5小時可達最高傳病蟲率^(53,56)。但高氏⁽²⁰⁾以媒介昆蟲在病株上吸食時間由2小時至96小時，發現傳病蟲率隨獲毒時間延長而增高。Chiu and Jean⁽⁵³⁾及Chiu et al.⁽⁵⁶⁾以已表現傳病能力之媒介昆蟲接種健苗，能使稻苗發病之最短接種時間為5-10分鐘，如讓帶毒蟲在健苗上停留24小時，可使90%供試稻苗發病。

同種媒介昆蟲不同個體間傳病能力的差異，可能受其本身對毒素遺傳抵抗性的影響⁽⁵⁶⁾。不同種間媒介昆蟲傳病能力亦有差異^(26,64)。Chiu et al.⁽⁵⁶⁾報告三種*N. apicalis*蟲群之傳病能力分別為62、41及65%；*N. cincticeps*在兩次試驗中，傳病蟲率分別為25及35%⁽⁵⁶⁾。Hsieh et al.⁽⁶⁶⁾報告*N. impicticeps*之傳病蟲率為33%。晚近林氏⁽¹⁴⁾曾在相同試驗條件下比較*N. cincticeps*及*N. apicalis*之傳病蟲率，兩次試驗結果*N. cincticeps*之傳病率分別為36、37.5%及*N. apicalis* 40、52%，以*N. apicalis*傳病能力較高。

(二)病原毒素

有關病原毒素顆粒形態(Virus particles)，陳、四方⁽²⁴⁾以陰染法(Negative staining)作成Dip preparation及Crude sap preparation在電子顯微鏡下觀察，發現粒子呈桿菌狀(Bacilli-

form)或槍彈型(Bullet-shaped)，其直徑平均為96nm (90~100nm)，長度129nm (120~140nm)，軸溝(Axial canal)寬約45nm，長約76nm。利用超薄切片觀察可見粒子周圍有由三層膜所構成之被膜(Envelope)。同時，陳、四方^(24,25)又指出病毒粒子之多寡與病徵輕重有關，黃化現象已甚顯著之葉片組織，水浸狀斑點或銹色小斑點之幼葉韌皮部細胞內所含之粒子甚多。在發病葉片組織內，病毒粒子大部分出現於韌皮部，偶見於維管束附近之柔組織細胞中，其他部位則未見病毒粒子的存在。

(三)病原毒素與媒介昆蟲間之生物學關係

媒介昆蟲一旦獲毒開始傳病即能終身帶毒。其傳播型式屬持續性(Persistent)⁽⁵⁵⁾。病毒可在蟲體內繁殖^(25,65)，但不能經卵傳播⁽⁵⁶⁾。

在帶毒蟲體內，陳、四方⁽²⁵⁾及Chen and Shikata⁽⁵²⁾發現唾腺(Salivary gland)之粘液葉(Mucous)表層之空腔內，有近似槍彈型病毒粒子。其平均長度為216nm，寬度為92nm，比存在於植物細胞內者略長。在腸壁細胞內可見許多長管狀(Tubular)構造，直徑在81~114nm之間，長度1100~2000nm，約為典型病毒粒子之5~10倍，其外圍亦顯示三層膜狀構造。帶毒蟲之馬氏管(Malpighian tubules)及脂肪體(Fat-body)則未發現病毒粒子。

(四)黃葉病之發生生態及防治

謝氏⁽⁴³⁾自民國55年至57年間於中興大學試驗農場每月測定田間帶毒蟲率消長，發現幾乎全年間均有帶毒蟲存在。6月及10月為傳病蟲率之高峰期，1至3月為全年間傳播圈之最弱點。Chiu et al.⁽⁵⁶⁾曾以水稻田附近常見之雜草，試圖尋找水稻以外之黃葉病寄主植物，但未獲成功。

黃葉病對水稻產量的影響，似與感染時期有關，感染時期愈早，產量損失愈大，但孕穗期以後感染者不表現病徵^(16,46)。

在防治方面，賽文(Sevin)曾首先被用於第二期作秧田期及本田初期防治黑尾浮塵子以期減少黃葉病之發生，效果良好，但防除效果似受到播種期遲早之影響。播種期早之秧苗，秧田期施藥效果更佳⁽¹⁶⁾。於第二期作秧田或本田初期施用殺蟲劑防治媒介昆蟲，已成為本省有效遏止毒素病發生的措施之一⁽³⁾。此外調整栽培時期及抗病品種之利用，亦經證實為有效的防治對策^(16,17)。

三、一般研究材料及方法

(一)、健全水稻及罹病株來源

1.供試水稻品種及育苗方法

試驗過程中使用水稻(*Oryza sativa*)品種，除非另有說明，均為台南五號。

水稻種子經催芽後，播種於內盛輕蛭石(Vermiculite)之培養皿(9cm×1.5cm)內，加適當水份，置於玻璃室特殊設計之網罩內。網架(長120cm×寬120cm×高55cm)外繫以60 mesh透明尼龍網。經8~12日，稻苗長度約10公分時供飼養昆蟲或生物檢定接種的健全稻苗材料。

2.罹病稻株準備

試驗過程中供媒介昆蟲吸毒的黃葉病病株，均係取用溫室內以媒介昆蟲接種3-4葉期台南五號水稻而發病者。

(二)、健全媒介昆蟲飼養方法

1.媒介昆蟲種類及來源

供試媒介昆蟲種類包括*Nephotettix cincticeps*及*N. nigropictus*前者主要採自台中縣大里鄉鷺村附近稻田，後者均採自國立中興大學昆蟲系網室。

2.飼育方法

採自田間之媒介昆蟲(雌性成蟲及部分雄蟲)以2~3葉期健全稻苗飼育於養蟲箱(45×45×35cm，每台養蟲箱設置10燭光植物置一盞及60燭光燈泡一只)，養蟲箱放置于具有空氣調節之養蟲室內，溫度維持24~28℃。雌蟲在健苗上產卵二日後，取出健苗，約經7~10日孵

化出大量若蟲。所得F1或F2成蟲再集體飼養於對黃葉病具免疫性(Immunity)之稗草(*Echinochola crusgalli* (L.) Beauv.及*E. colonum*(L.) Link⁽⁵⁶⁾)上產卵。在稗草上孵化之蟲群(Colony)視為健全蟲源。

(三)、媒介昆蟲獲毒及接種方法

1.獲毒方法

將發病之植株，修剪去病徵不明顯葉片並以塑膠布包紮稻莖部位。將欲獲毒之供試蟲放入蟲罩內並罩於病株上。獲毒時間除非另有說明，均為24小時。

2.接種方法

獲毒以後之媒介昆蟲，立即編號，單隻飼養於內置有二葉期健苗之試管(口徑1.8cm×長14.5cm)內，管內加少許水份。試管一端以紗布蓋住，防供試蟲逃逸。試驗如需測定潛伏期時，於每日或每兩日更換新稻苗一次至供試蟲死亡為止，並將更換後稻苗編號種植於溫室或網室栽盆。如試驗目的僅在測定傳病蟲率時，則每隔2-3日更換健苗一次，並將獲毒後第10、15、20、25及30日之稻苗種植於網室或溫室內，並自移植後第二週起開始記錄發病情形。

(四)、傳病蟲率及潛伏期之計算方法

試驗結果，接種後之發病苗數用為傳病蟲數的估評證據。傳病蟲率為自獲毒日算起，5日後至供試蟲死亡為止之全部傳病蟲數除以自獲毒日算起5日後至供試蟲死亡為止之全部供試蟲數。潛伏期指自媒介昆蟲開始獲毒日算起至傳病時所經過之日數。

(五)、其他設備及溫、網室管理

試驗過程中所使用之定溫設備包括恆溫箱(General Electric Model 805及806各二台；Revco IB-1650-A-X，二台)及植物生長箱(Sherer Model CEL 8)二台。試驗時恆溫箱均設置20燭光植物燈二盞，光照時間24小時。植物生長箱光照時間為16小時，濕度60~70%，光度為200燭光。

水稻接種後均種植於溫室或網室中玻纖栽盆(45×35×15cm)內，移植時第一週及第三週各灑肥料液(N:R:K=2:1:1，1000倍液)一次。溫室或網室內每週定時噴佈40.6% Furadan FW (2,3-Dihydro-2,2-dimethyl-7-benzofuranyl N-methylcarbamate) 1200倍液或55% Azodrin S. ((E)-dimethyl 1-methyl-3-(methylamino)-3-oxo-1-propenyl phosphate) 2000倍液1~2次，撲滅雜蟲以避免污染試驗。試驗過程中雖盡人力防止其他昆蟲干擾，少數污染勢難避免。故於每組試驗進行時，均自供試健全蟲群中取樣加設一組未獲毒對照處理。極少數之對照組發現病株時，一律視該組試驗為受污染，此組結果將不在報告中列出。

四、試驗過程、結果及討論

第一部分：影響黑尾浮塵子傳播黃葉病因子之探討

由昆蟲傳播之植物毒素或類似病害，在田間之發生必需要有媒介昆蟲、病原、寄主植物及環境因子四種因素相互配合的有利條件下，才能造成猖獗。本試驗目的在藉室內試驗探討環境因子中之溫度以及寄主植物等對媒介昆蟲傳播病害的影響。

(一)、溫度對媒介昆蟲傳病之影響

試驗方法

1.媒介昆蟲吸食病株時之溫度對其傳病蟲率的影響

於10、15、20、25、30及35°C等不同溫度下，將2~3齡黑尾浮塵子若蟲飼育於病株上24小時，而後按溫度別分組將供試蟲單隻飼育於24~28°C養蟲室內，測定各供試蟲群之傳病蟲率。本項試驗媒介昆蟲種類包括*Nephotettix cincticeps*及*N. nigropictus*，分別於不同期間各試驗3及4次。每次每處理供試蟲數約為60隻，並均設置對照組，供試蟲來源與前述相同，但未在病株上飼育。

2. 媒介昆蟲吸食病株後的飼育溫度對其潛伏期及傳病蟲率之影響

黑尾浮塵子2~3齡健全若蟲於28°C定溫下，先飼育於同一病株歷2日後，放入10、15、20、25、30及35°C等不同溫度之恆溫箱內，以健苗將供試蟲單隻飼育於試管內，每隔2日更換稻苗一次至供試蟲全部死亡為止。供試蟲種類包括*N. cincticeps*及*N. nigropictus*，各於不同時期試驗2次。每次每一處理供試蟲數約40隻。另外，於25°C定溫下設置未吸食病株之對照一組為對照。

3. 吸食接種時的溫度對媒介昆蟲傳病的影響

將已表現傳病能力的媒介昆蟲*N. cincticeps*在15、20、25及30°C等不同溫度下接種健苗。每隔24小時更換稻苗一次至全部供試蟲死亡為止。觀察供試稻苗之發病率。試驗進行一次，每一處理供試蟲數為10隻。

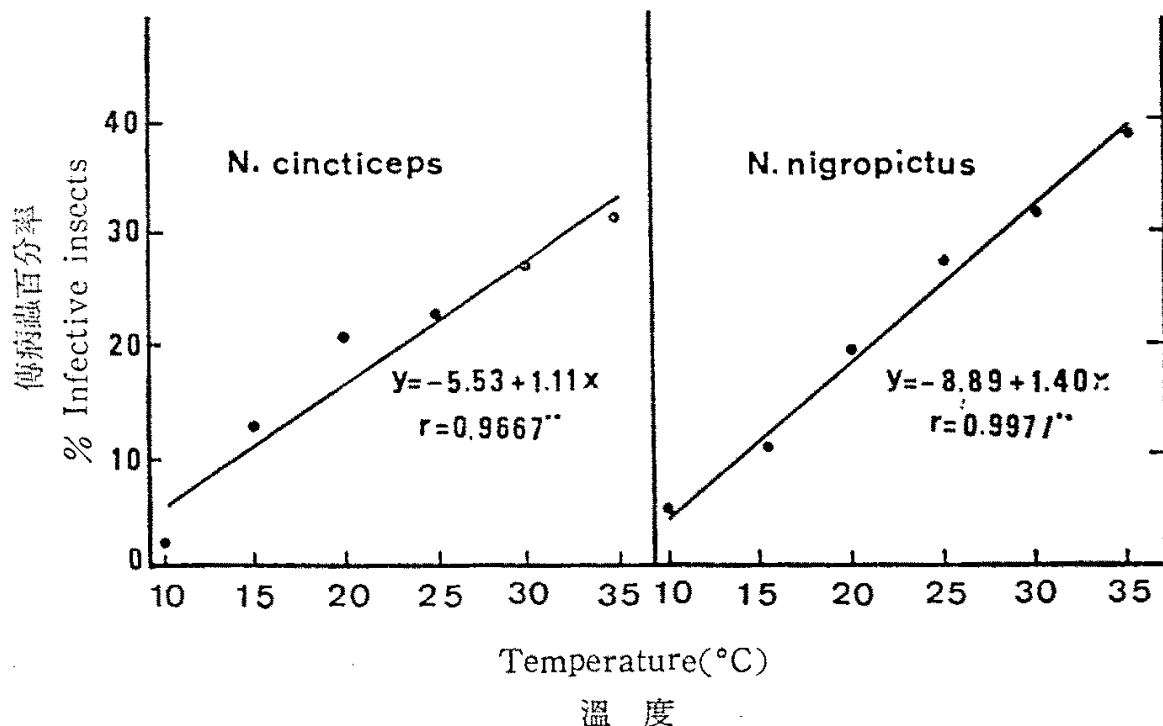
4. 媒介昆蟲傳播黃葉病之最低臨界溫度測定

本節2項試驗結果顯示於15°C時，黑尾浮塵子吸食病株後，歷65日仍未能傳病。Hsieh⁽⁶⁵⁾報告16°C時*N. apicalis*歷60日亦未能傳病。本試驗以*N. cincticeps*及*N. nigropictus* 2-3齡若蟲，於17°C定溫下吸食病株24小時並行個別飼育。自吸食病株後第20日起每隔2日更換健苗一次至供試蟲死亡為止，觀察其傳病情形。試驗於不同期間分別實施3次。每次供試蟲數約30隻。另外，每次試驗時均設置未吸食病株之對照一組以為對照。

結 果

1. 媒介昆蟲吸食病株時之溫度對其傳病蟲率的影響

試驗結果(圖一及附表一、二)顯示在溫度10~35°C範圍內，媒介昆蟲均可獲毒。溫度與傳病蟲率間呈顯著之正相關。即黑尾浮塵子之獲毒率隨吸食病株時之溫度升高而增高。

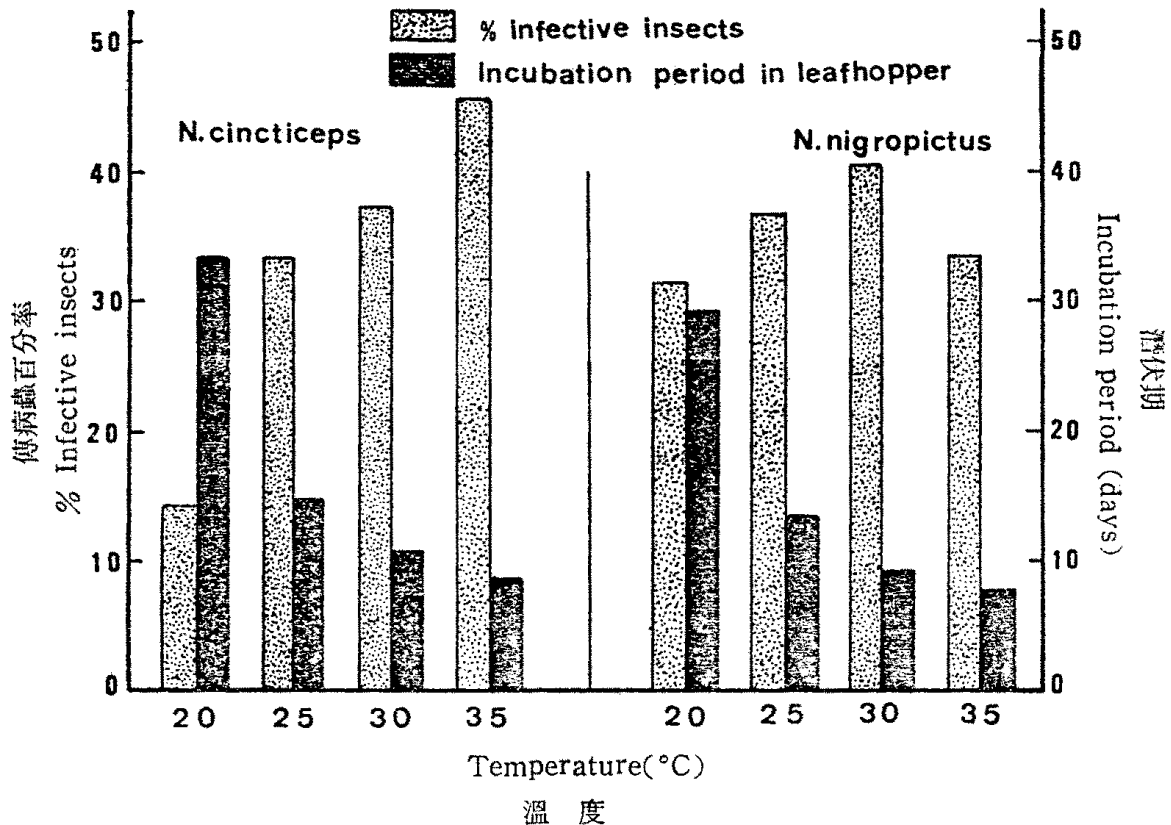


圖一、媒介昆蟲於不同溫度下吸食病株與其傳病蟲率的關係

Fig. 1. Effect of acquisition feeding temperature on transmission of RTYV by rice green leafhopper.

2. 媒介昆蟲吸食病株後的飼育溫度對其潛伏期及傳病蟲率之影響

試驗結果(圖二及附表三)顯示媒介昆蟲在28°C定溫下吸食病株2日後之飼育溫度會影響其後之傳病蟲率及潛伏期。在10°C及15°C飼育之*N. cincticeps*，分別歷66日及65日均未能傳病。溫度在20~35°C範圍內，病毒在蟲體內之潛伏期隨飼育溫度升高而縮短。傳病蟲率也隨溫度之升高而增高。在35°C時，病毒在蟲體內潛伏期較短，傳病蟲率較高，但試驗過程中供試個體死亡數較多且平均傳病日數顯著減短。故黑尾浮塵子之獲毒及傳病最適溫度為25~30°C。



圖二、媒介昆蟲飼養溫度對其傳播黃葉病之影響

Fig. 2. Effect of temperature to which the vector leafhoppers were exposed following acquisition feeding on the transmission of RTYV.

3. 接種吸食時的溫度對媒介昆蟲傳病的影響

在15°C時，10隻傳病蟲先後共接種123株健苗，發病者81株。每蟲每日平均傳播健苗數為0.66株。供試蟲中每日均能連續傳病者僅1隻，該蟲於傳病4日後死亡；在20°C時，10隻供試蟲共接種206株健苗，其中149株發病，平均每蟲每日傳播健苗數為0.72株，在此組試驗未發現每日均能傳病者；25°C時，10隻供試蟲先後共接種141株健苗，其中135株發病，每蟲每日平均傳播健苗數為0.96株。供試蟲中每日均能連續傳病之個體計有8隻；30°C時，10隻供試蟲共接種61株稻苗，發病者55株，每蟲每日傳病苗數平均為0.9株。每日均能連續傳病之個體計有6隻。惟在此溫度下供試蟲生存日數較短(圖三)。另外，於10°C接種時，10隻供試蟲均於試驗次日死亡。根據以上結果，25°C時，似較適宜*N. cincticeps*傳播病害。

溫度 Temp. °C	性別 Sex	1	5	10	15	20	Day	罹病苗率 % Infected Seedling
15	♂	●●●●●○						65.8
	♀	●●●●●○						
	♂	●●●●●○						
	♀	●●●●●○						
	♂	●●●●●○						
	♀	●●●●●○						
	♂	●●●●●○						
	♀	●●●●●○						
20	♀	●●●●●○	●●●●●○	●●●●●○	●●●●●○	●●●●●○		71.8
	♂	●●●●●○	●●●●●○	●●●●●○	●●●●●○	●●●●●○		
	♀	●●●●●○	●●●●●○	●●●●●○	●●●●●○	●●●●●○		
	♂	●●●●●○	●●●●●○	●●●●●○	●●●●●○	●●●●●○		
	♀	●●●●●○	●●●●●○	●●●●●○	●●●●●○	●●●●●○		
	♂	●●●●●○	●●●●●○	●●●●●○	●●●●●○	●●●●●○		
	♀	●●●●●○	●●●●●○	●●●●●○	●●●●●○	●●●●●○		
	♂	●●●●●○	●●●●●○	●●●●●○	●●●●●○	●●●●●○		
25	♀	●●●●●○	●●●●●○	●●●●●○	●●●●●○	●●●●●○		95.7
	♂	●●●●●○	●●●●●○	●●●●●○	●●●●●○	●●●●●○		
	♀	●●●●●○	●●●●●○	●●●●●○	●●●●●○	●●●●●○		
	♂	●●●●●○	●●●●●○	●●●●●○	●●●●●○	●●●●●○		
	♀	●●●●●○	●●●●●○	●●●●●○	●●●●●○	●●●●●○		
	♂	●●●●●○	●●●●●○	●●●●●○	●●●●●○	●●●●●○		
	♀	●●●●●○	●●●●●○	●●●●●○	●●●●●○	●●●●●○		
	♂	●●●●●○	●●●●●○	●●●●●○	●●●●●○	●●●●●○		
30	♀	●●●●●○	●●●●●○	●●●●●○	●●●●●○	●●●●●○		90.2
	♂	●●●●●○	●●●●●○	●●●●●○	●●●●●○	●●●●●○		
	♀	●●●●●○	●●●●●○	●●●●●○	●●●●●○	●●●●●○		
	♂	●●●●●○	●●●●●○	●●●●●○	●●●●●○	●●●●●○		
	♀	●●●●●○	●●●●●○	●●●●●○	●●●●●○	●●●●●○		
	♂	●●●●●○	●●●●●○	●●●●●○	●●●●●○	●●●●●○		
	♀	●●●●●○	●●●●●○	●●●●●○	●●●●●○	●●●●●○		
	♂	●●●●●○	●●●●●○	●●●●●○	●●●●●○	●●●●●○		

●Infection 傳病
○No infection 不傳病

圖三、不同溫度下，*N. cincticeps* 每日傳病情形

Fig. 3. Daily transmission of RTYV by infective leafhoppers of *N. cincticeps* at various temperatures.

4. 媒介昆蟲傳播黃葉病之最低臨界溫度測定

在17°C時，*N. cincticeps*傳病情形，先後於66年12月，67年1月及7月試驗3次。3次試驗所得傳病蟲比率及潛伏期分別為1/25 (68日)；0/27 (至74日止未傳病)及2/16 (60及66日)。 *N. nigrotictus*傳病情形於66年12月，67年6月及8月計試驗3次，所得傳病蟲率及潛伏期分別為1/40 (56日)；4/40 (48~62日)及1/35 (48日)。由於15°及16°C黑尾浮塵子均不能傳播黃葉病，根據以上結果17°C為黑尾浮塵子能傳播黃葉病之最低臨界溫度。

(二)影響媒介昆蟲獲毒及接種因子之探討

試驗方法

1. 吸食病株及接種時間與傳病之關係

N. cincticeps 2-3齡若蟲在同一病株上吸食10、20、30及60分鐘(吸食病株前先行飢餓1小時)及12、24、48、72小時。而後在28~30°C定溫下行單蟲接種測定潛伏期及傳病蟲率。

帶毒*N. cincticeps*成蟲於室溫下(28~32°C)，每隔30分鐘更換稻苗一次，連續6小時，測定其傳病苗數。

2. 飢餓處理對媒介昆蟲傳播效率的影響

*N. cincticeps*及*N. nigropictus* 2齡若蟲於吸食病株前，先行飢餓1、2、3小時及未予飢餓之對照處理。然後置於病株上吸食24小時，再行個別接種，測定各組之傳病蟲率。

3. 媒介昆蟲吸食發病程度不同之病株對其傳病蟲率的影響

病株種類：

- I. 復健病株一臺南五號水稻於3~4葉期接種黃葉病，於接種後50~60日，下方病葉完全枯死凋落，剩餘上方較晚之分蘗，外觀猶如正常者。
- II. 前述接種之水稻於接種後20~30日下方葉片表現典型橘黃色病徵，葉面散生銹色斑點。
- III. 同2之病株的上方未表現病徵的葉片。
- IV. 二葉期稻苗接種之發病株。

*N. cincticeps*及*N. nigropictus* 2~3齡若蟲，分組吸食前述病株24小時，再予個別接種測定各處理之傳病蟲率。

4. 吸食不同水稻品種的病株對傳病蟲率的影響

供試水稻品種⁽¹⁷⁾：

- B459b-PN-132-8-3-15-4(對黃葉病中抗)
- B52-85-3(中抗)
- IR1480-116-3-3(中抗)
- 台中秈3號(中感)
- 臺南五號(感)
- 臺中在來一號(感)

前述供試水稻品種於二葉期，以帶毒蟲接種。接種40日後之病株(除B459b-PN-132-8-3-15-4未表現病徵外，其餘均已發病)供媒介昆蟲吸食獲毒材料。來自同一蟲群之*N. cincticeps*或*N. nigropictus*若蟲分組於前述病株上吸食24小時後，再予個別接種，測定傳病蟲率。

5. 媒介昆蟲對黃葉病，黃萎病病株及健株間之棲息偏好性測定

供試媒介昆蟲為*N. cincticeps* 3~4齡若蟲及成蟲。

病株準備：供試水稻品種為臺南五號及臺中秈三號。播種後10日之稻苗，取健壯者移植於內徑25cm之燒鉢，每鉢栽植3株。移植後20日，以黃萎病傳病蟲接種其中一株，35日時，以黃葉病傳病蟲接種第2株，另1株不予接種。約於黃萎病接種後45~50日，選擇發病情形理想之稻株為試驗材料。並於試驗前將黃萎病病株做適當修剪，以使3種稻株高度及分蘗數趨向一致。試驗時將栽植供試稻之燒鉢放入45×45×60cm木製蟲箱內。蟲箱除一面為兩層式拉門外，其餘三面均裝釘60mesh白色尼龍網，上面為透明玻璃。蟲箱內上方並裝有20燭光日光燈二盞以調節箱內光線使趨於均勻。試驗時，每一蟲箱釋放供試蟲300隻，每隔24小時，記錄各稻株

上之棲息蟲數一次。隨即攪動供試蟲，移轉栽鉢位置並補充蟲數。連續觀察5日，計算各種稻株上之平均棲息蟲數。

結 果

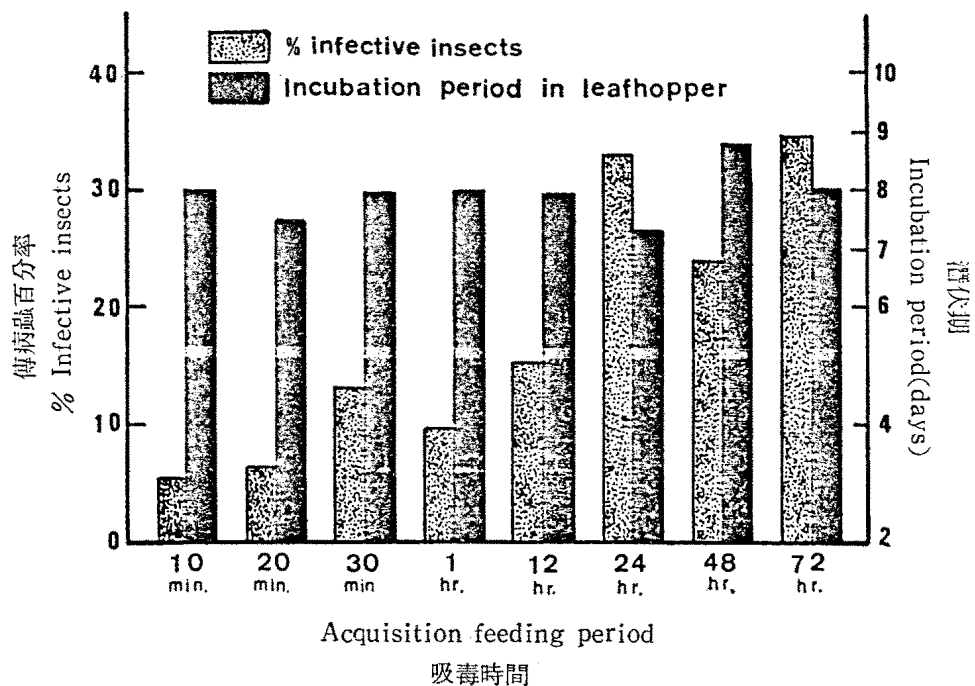
1. 吸食病株與接種時間對傳病之影響

試驗結果，*N. cincticeps*傳病蟲率有隨吸食病株時間延長而增高的趨勢(圖四)。

25隻帶毒*N. cincticeps*，每隔30分鐘更換稻苗一次，連續6小時。共接種305株稻苗(部分供試蟲於試驗中死亡)，其中發病者21株(6.2%)。

2. 飢餓處理對媒介昆蟲傳播效率之影響

試驗結果如圖五及附表四。媒介昆蟲在吸食病株前飢餓處理與未處理間之傳病蟲率在統計上並無差異($P < 0.05$)。但兩種供試蟲*N. cincticeps*及*N. nigropictus*均顯示飢餓1小時之處理獲毒率有較高之趨勢。

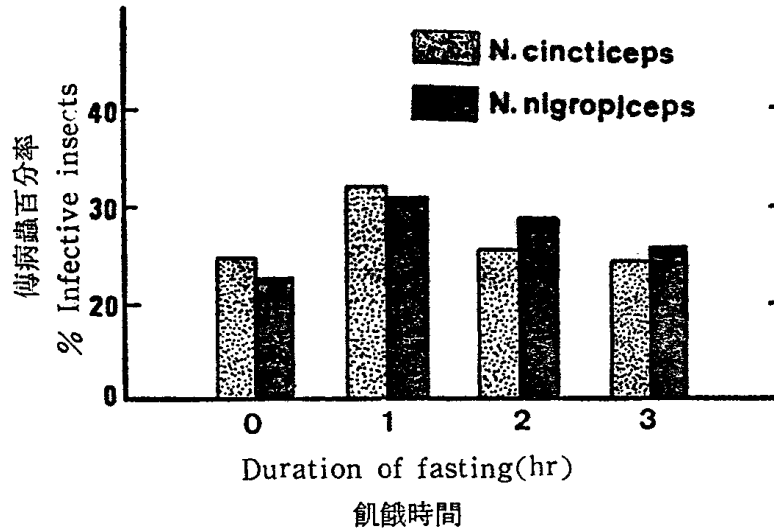


圖四、*N. cincticeps* 吸食病株時間對傳病之影響

Fig. 4. Effect of acquisition period on transmission of RTYV by *N. cincticeps*.

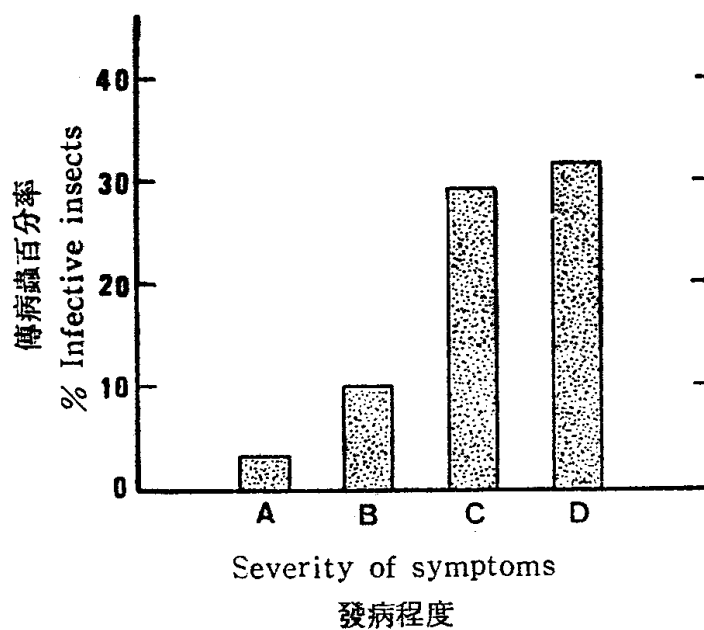
3. 媒介昆蟲吸食發病程度不同的病株對其傳病蟲率的影響

試驗結果(圖六及附表五)顯示媒介昆蟲吸食發病程度不同之病株會影響其後之傳病蟲率。當吸食幼嫩病株或病徵明顯之下方葉片時，獲毒率較高。而吸食復健病株或上方病徵不明顯之葉片，獲毒率則較低。



圖五、吸食病株前飢餓處理對黑尾浮塵子傳病之影響

Fig. 5. Effect of pre-acquisition feeding fasting on transmission of RTYV by rice green leafhoppers.



圖六、*N. cincticeps* 吸食不同發病程度之病株對其傳病蟲率的影響

Fig. 6. Effect of symptom severity of diseased plants on which *N. cincticeps* fed on the transmission of RTYV.

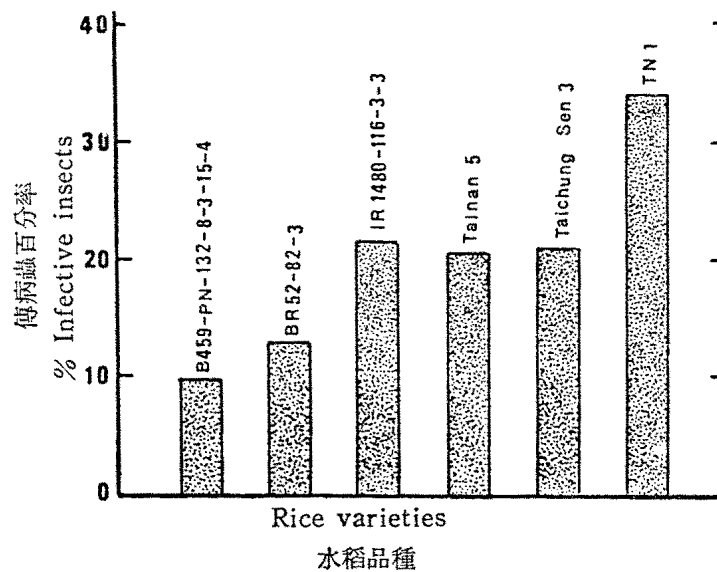
- A: 恢復病株 Diseased plant showing recovery
- B: 上方病徵不明顯葉片 Upper symptomless leaves
- C: 下方病徵明顯葉片 Lower leaves with apparent symptoms
- D: 幼苗病葉 Young diseased plants

4. 吸食不同水稻品種的病株對其傳病蟲率的影響

試驗結果(圖七及附表六)顯示 *N. cincticeps* 吸食不同品種的病株，對傳病蟲率有顯著的影響。當吸食對黃葉病中抗之品種 B459b-PN-132-8-3-15-4 (供吸食時未表現病徵) 的病株時，獲毒蟲率最低為 9%。吸食感病品種臺中在來一號病株時獲毒蟲率最高為 34.6%。

5. 媒介昆蟲對黃葉病、黃萎病病株及健株間之棲息偏好性測定

試驗結果(表一)，*N. cincticeps* 之成蟲或若蟲，均對黃葉病病株顯示不偏好棲息習性，但對黃萎病則呈現反現象，二者差異極顯著。



圖七、*N. cincticeps* 吸食不同水稻品種的病株對其傳病蟲率的影響

Fig. 7. Effect of rice varieties as virus source plants on the transmission of RTYV by *N. cincticeps*.

表一、*N. cincticeps* 對水稻黃葉病、黃萎病病株及健株之棲息偏好性測定

Table 1. Test on the preference of the vector leafhopper *N. cincticeps* toward rice plants infected with transitory yellowing, yellow dwarf or non-infected.

品 種 Variety	供試蟲期 Stage of test insect	供試稻感染 Test rice plant infected with	棲息取食率 % Insects feeding on test plant	觀察蟲數 No. insects investigated	L. S. D.
Tainan 5	Adult	RTY	7.5	1,128	5%=6.96 1%=10.02
		YD	75.6		
		Healthy	16.9		
	Nymph	RTY	7.1	1,156	5%=5.21 1%=7.49
		YD	74.7		
		Healthy	18.2		
Taichungsen 3	Adult	RTY	9.8	1,063	5%=5.74 1%=8.25
		YD	75.2		
		Healthy	15.0		
	Nymph	RTY	9.9	893	5%=8.96 1%=12.89
		YD	74.1		
		Healthy	16.0		

(三)、媒介昆蟲種類、蟲期、性別及來源等對傳病之影響

試驗方法

1. 兩種黑尾浮塵子傳病能力之比較

*N. cincticeps*及*N. nigropictus* 2~3齡若蟲於24°C生長箱內吸食同一病株24小時(病株平分爲二部分)。根據供試若蟲外部形態特徵鑑別種類(Species)後，行個別接種，每日更換稻苗至供試中全部死亡爲止。比較兩種蟲之傳病潛伏期及傳病蟲率。

另外，繁殖自同一對成蟲之上述兩種媒介昆若蟲，若蟲於2~3齡時放入27°C生長箱內吸食同一病株24小時後，行個別接種，逐日更換稻苗至供試蟲全部死亡爲止。比較兩種蟲生存期間之傳病能力。

2. 不同蟲期媒介昆蟲吸食病株，對潛伏期及傳病蟲率的影響

*N. cincticeps*及*N. nigropictus* 1~2齡若蟲，4~5齡若蟲及成蟲分別吸食病株24小時後行個別接種。每隔2日更換稻苗一次至獲毒後35日爲止。測定不同蟲期媒介昆蟲傳病之潛伏期及傳病蟲率的差異。

3. 媒介昆蟲的性別與傳病之關係

蒐集本文各項室內試驗有關雌、雄性記錄資料以及自66年6月起至67年10月止所測定田間黑尾浮塵子傳病蟲率資料，加以綜合分析，藉以比較黑尾浮塵子雌雄性傳病能力的差異。

4. 不同來源之媒介昆蟲傳病能力的比較

將民國67年6月16日~20日間採自台中、屏東、台東、花蓮、新竹、苗栗等16處之黑尾浮塵子成蟲飼育於稗草上產卵2~5日，孵化之若蟲供爲試驗蟲源。上述2~4齡若蟲，按地點不同分別於病株上吸食24小時後於24~28°C養蟲室內行個別接種，每隔2~3日更換健苗一次並將其獲毒後第10、15、20、25及30日之更換稻苗種植於網室，記錄發病情形。

5. 不同季節室內飼育蟲群獲毒能力比較

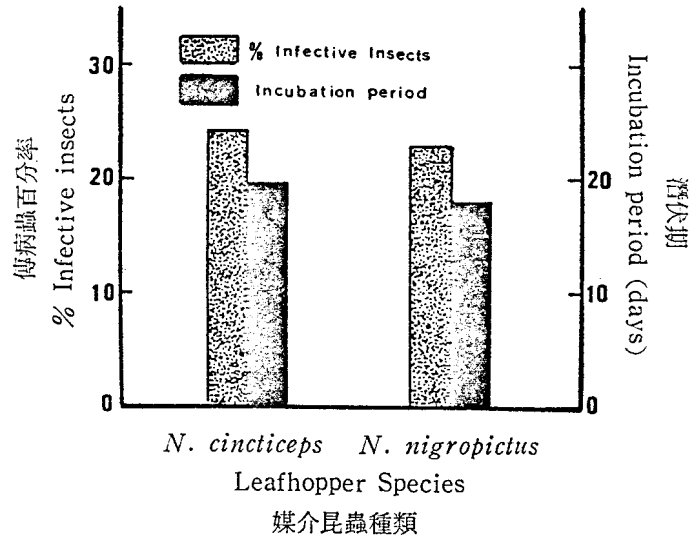
室內常溫下飼育之*N. cincticeps* 1~2齡健全蟲群，於每月15~20日間任取一批在病株上取食48小時後，在健全稻苗上繼續飼育至翌月10日左右，冬季月份則將吸毒後之供試蟲飼養於25°C恆溫箱內。就上述蟲群中隨機取樣雌、雄蟲各100隻行個別接種。接種後之第1及第5日稻移植於網室，記錄發病情形。

結 果

1. 兩種黑尾浮塵子傳病能力之比較

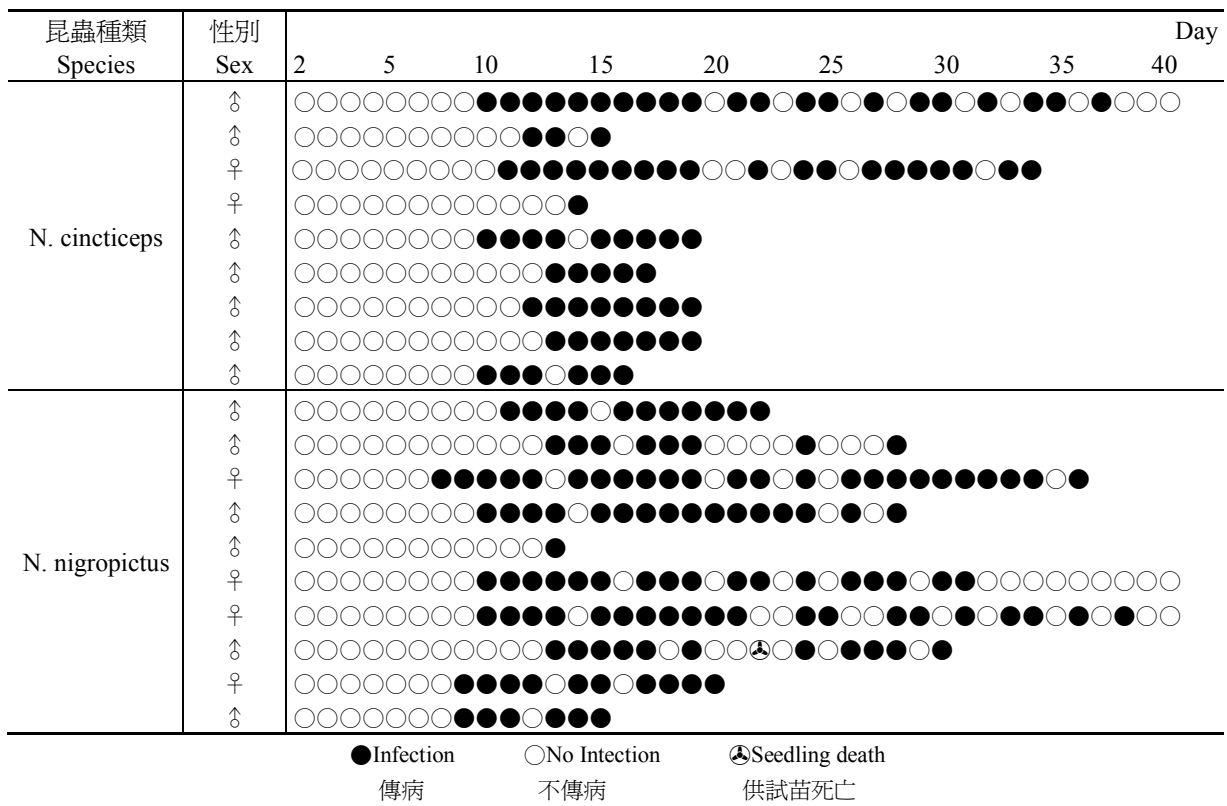
*N. cincticeps*及*N. nigropictus*在相同試驗條件下先後試驗4次，所得結果(圖八及附表七)顯示兩種媒介昆蟲傳病能力及潛伏期並無差異。另外，在蒐集涉及本文各項試驗條件下被記錄之6181隻*N. cincticeps*供試蟲中，傳病蟲率佔24.75%；供試*N. nigropictus*計有2368隻，傳病蟲佔25.5%。兩種蟲傳病能力似無差異。

在27°C，每日更換稻苗的情況下，比較兩種媒介昆蟲傳病能力。38隻*N. cincticeps*供試蟲中9隻表現傳病能力，平均潛伏期10.6日(9~13日)。試驗期間9隻傳病蟲共計接種100株稻苗，其中83株發病，平均每日傳播苗數爲0.83株。40隻*N. nigropictus*供試蟲中10隻表現傳病能力，平均潛伏期爲9.6日(7~12日)，試驗期間10隻傳病蟲共接種178株稻苗，其中123株發病，平均每日傳播苗數爲0.61株(圖九)。根據試驗結果兩種媒介昆蟲，每日間之傳病情形均有斷續現象。*N. cincticeps*每日有效傳播苗數似較*N. nigropictus*爲多，惟每隻蟲生存期間有效傳播苗數則較少。就以田間實際傳播病害的觀點，仍以*N. nigropictus*之傳病效力較高。



圖八、兩種黑尾浮塵子傳播黃葉病能力之比較

Fig. 8. Comparison of *N. cincticeps* and *N. nigropictus* for ability to transmit RTYV

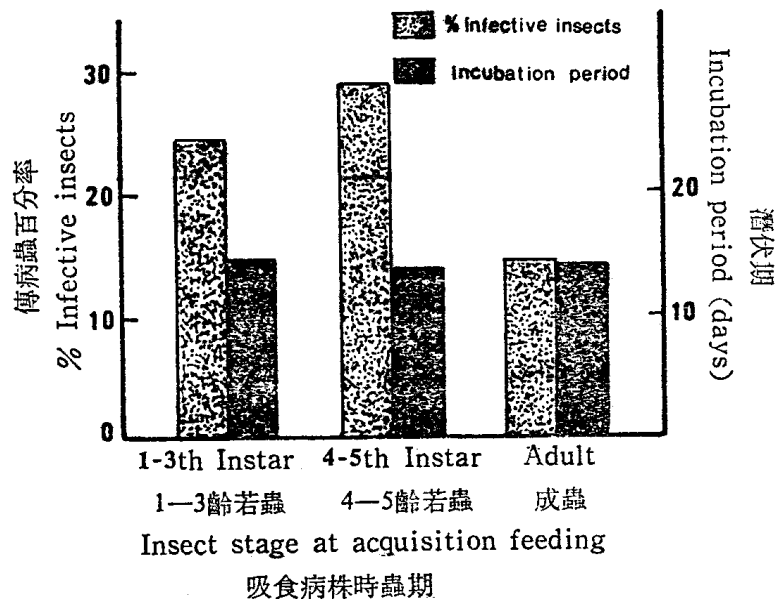


圖九、*N. cincticeps* 及 *N. nigropictus* 傳病持續情形之比較

Fig. 9. RTYV inculcivity of *N. cincticeps* and *N. nigropictus* following inoculation feeding.

2. 不同蟲期媒介昆蟲吸食病株，對潛伏期及傳病蟲率的影響

試驗結果(圖十及附表八)顯示 *N. cincticeps* 若蟲吸食病株後獲毒能力較成蟲為高。成、若蟲之潛伏期則無差異。1~3齡與4~5齡若蟲之傳病能力在統計上並無差異。



圖十、不同蟲期之 *N. cincticeps* 傳播黃葉病能力比較

Fig. 10. Comparison of different developmental stages of *N. cincticeps* for ability to transmit TRYP.

3. 媒介昆蟲的性別與傳病之關係

蒐集本文各項試驗所記錄之 *N. cincticeps* 雌、雄蟲分別為2959及2768隻，其中雌蟲傳病蟲率為21.97%，雄蟲為27.88%，雄蟲之傳病蟲率較雌蟲為高。*N. nigropictus* 記錄之雌、雄蟲數分別為1107及1064隻，其中雌蟲傳病蟲率為26.02%，雄蟲為25%，二者差異極小。

民國66年1月起至67年10月止，在東勢、石岡及溪州等地採集媒介昆蟲，測定田間傳病蟲的消長情形。該項調查先後檢定雌、雄蟲數分別為11162及12191隻，其中雌蟲傳病蟲率佔4%，雄蟲者為5.2%。上述調查並未將媒介昆蟲種類(Species)區分，但其中採自東勢及溪州者均屬 *N. cincticeps*，採自石岡者主要為 *N. nigropictus*。如果將採自石岡之個體加以分析。雌、雄蟲數分別為3498及3798隻，其中雌蟲傳病蟲率為4.29%，雄蟲為5.74%，仍以雄蟲之傳病蟲率為高。因此，雄蟲可能在田間實際傳播毒素時扮演著較活躍的角色。

4. 不同來源之媒介昆蟲傳病能力的比較

試驗結果(表二)顯示，採自全省十六個不同地點的黑尾浮塵子均能傳播黃葉病。其中採自新竹市及竹北二處(非黃葉病罹病區)之蟲群傳病蟲率最高，約有40~50%之個體具有傳病能力。而採自苗栗、魚池、麟洛、豐濱四處之蟲群媒介率最低，僅約10%。其餘地區之蟲群傳病蟲率在20~30%間。不同地區採得之媒介昆蟲傳病能力的差異，究因採集地點不同，抑因受取樣之影響，難以確言。但此項結果至少說明採集自黃葉病流行地區及非流行地區之黑尾浮

塵子均能傳播病害。非發病地區之所以病害不能流行，可能因該地區無病株源(Disease source)存在所致而與媒介昆蟲之傳病能力無關。

表二、不同來源之黑尾浮塵子傳播黃葉病能力比較

Table 2. Comparison of rice green leafhoppers collected from different localities for ability to transmit RTYV.

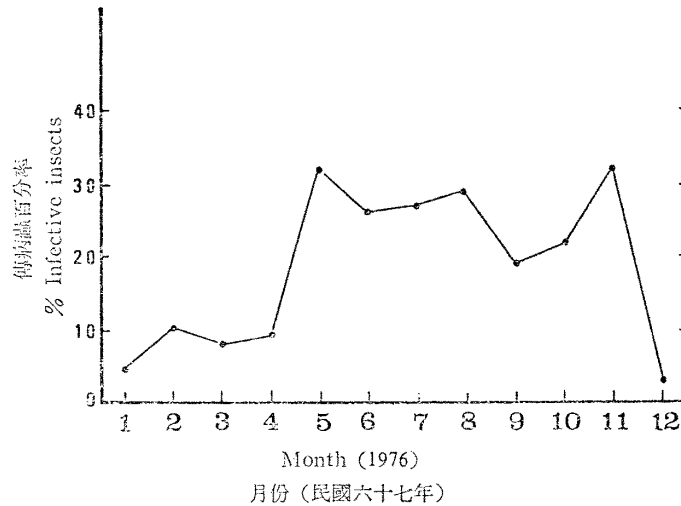
採集地點 Locality	供試蟲數 Number of insects tested	傳病蟲率 % Infective insects	昆蟲種類 Species	發病地區與否 ¹ Area of disease occurrence
臺中農業改良場 Taichung city	86	24.4	<i>N. cincticeps</i>	+
中興大學農場 Taichung city	54	22.2	<i>N. nigropictus</i>	+
東 勢 Tung-Shih	111	20.7	<i>N. cincticeps</i>	+
石 岡 Shi-Kon	52	25.0	<i>N. nigropictus</i>	+
魚 池 Yi-Tsu	50	10.0	"	+
名 間 Min-Chien	70	27.1	<i>N. cincticeps</i>	-
溪 州 Chi-Chou	113	33.6	"	+
清 水 Chin-Shiu	89	16.8	"	-
麟 洛 Lin-Lo	58	10.3	"	+
長 治 Chuang-Tzu	42	38.1	"	+
東 河 Tung-Ho	64	20.3	<i>N. nigropictus</i>	+
成 功 Cheng-Kung	59	33.9	<i>N. cincticeps</i>	+
豐 濱 Fung-Pin	56	10.7	<i>N. nigropictus</i>	-
新竹農改場 Hsinchu	60	40.0	<i>N. cincticeps</i>	-
竹 北 Chu-Pei	100	48.0	"	-
苗 栗 Miaoli	48	12.5	"	-

1. + 發病地區，Area of diseases occurrence。

- 非發病地區，Area of non-disease occurrence。

5.不同季節室內飼育蟲群獲毒能力比較

不同季節*N. cincticeps*獲毒能力有顯著的差異。67年試驗結果(圖十一)顯示12至4月份媒介昆蟲獲毒能力較低僅4~10%。5至11月份獲毒能力較高，傳病蟲率為19~32%。此種差異可能受溫度之影響。



圖十一、不同季節 *N. cincticeps* 獲毒能力測定

Fig. 11. Seasonal changes of ability of *N. cincticeps* to acquire RTYV from the diseased plant.

討 論

環境因子中，溫度對黑尾浮塵子傳播水稻毒素或類似病害有顯著的影響。在適溫範圍內，黑尾浮塵子媒介能力(獲毒及接種)隨溫度升高而增加^(5,6,7,19,28,57,65,77)。但當溫度過高，媒介能力反而降低，甚或不能傳病^(21,57,65)。黑尾浮塵子傳播黃葉病時，溫度在10-35°C範圍內均能獲毒，獲毒蟲率隨溫度上升而增高(圖一)。潛伏期則隨溫度升高而縮短(圖二)，帶毒蟲每日傳播苗數亦隨溫度升高而增加(圖三)。Hsieh⁽⁶⁵⁾報告16°C以下或38°C以上*N. apicalis*獲毒後均不會變成帶毒蟲。本試驗發現在17°C時，*N. cincticeps*及*N. nigropictus*各歷60~68日及48~62日開始傳病，但傳病蟲率極低。故17°C為黑尾浮塵子傳播黃葉病之最低臨界溫度。在臺中冬季常年(最近5年)平均氣溫12月為17.3°C，元月為15.6°C，2月為16.5°C。由於黑尾浮塵子在此期間仍可繼續繁殖後代⁽³⁴⁾，設若田間有黃葉病的病株存在，則媒介昆蟲仍能獲毒及傳播病害(獲毒率較低，潛伏期較長)。

低溫時黑尾浮塵子媒介能力降低的原因，可能與溫度對媒介昆蟲的活動影響有關。安尾等⁽⁸⁾發現斑飛蝨(*Laodelphax striatellus*)吸汁量及吐出量多寡與其傳播縞葉枯病(Stripe)有密切的關係。即低溫時，吸收及吐出量少，媒介力亦低；高溫時吸收及吐出量多，媒介力高。內藤⁽⁴⁾報告*N. cincticeps*在葉片上之探刺孔(Probing puncture)的數目，隨溫度升降而有顯著的增減現象。但Chu⁽⁵⁷⁾報告*N. virescens*傳播Tungro病時，媒介昆蟲之刺探頻度(Probing frequency)與溫度呈正相關，但刺探孔數與感染苗數則無相關。Ling⁽⁷⁶⁾更進而指出對感受性品種稻苗，

即使僅一次刺探(Single probing)也會造成感染現象。溫度雖能影響黑尾浮塵子之刺探孔數，但是否因此而影響其對黃葉病之獲毒或傳病則不詳。

除溫度外，供媒介昆蟲吸食病株之時間及吸食之病株材料亦會影響其傳病能力。*N. cincticeps*傳病蟲率隨吸毒時間延長而增高(圖四)，此結果與高氏報告*N. apicalis*情形相似⁽²⁰⁾。當*N. cincticeps*吸食黃葉病復健病株或病徵不明顯的葉片時，其獲毒率要比吸食病徵明顯之葉片顯著降低(圖六)。陳氏曾利用電子顯微鏡觀察此類復健病株葉片組織內之病原毒素，但並未發現病毒粒子(陳脉紀教授惠告)。因此，推斷復健病株或病徵不明顯之葉片組織內的毒素濃度可能較低。類似的現象，當*N. cincticeps*傳播稻萎縮病(Rice dwarf)⁽²⁾，*Macrostes facifrons*傳播Aster yellows⁽⁷⁹⁾及桃蚜(*Myzus persicae*)傳播Maize dwarf virus⁽⁸⁸⁾亦曾有報告。

病株的品種，尤其是具有抗病性者也會影響昆蟲的獲毒能力^(11,12,28,31,33,48)。當*N. cincticeps*吸食抗黃葉病水稻品種B459b-PN-132-8-3-15-4及BR52-83-3時，獲毒率比吸食臺中在來一號(感病品種)者要顯著降低(圖七)(但此所謂媒介昆蟲在抗病品種病株上獲毒率較低，並非絕對的現象)。此種現象，究因受昆蟲偏好性(Preference)的影響抑或因寄主植物毒素濃度不同的差異所造成，有待進一步試驗證明。品種除會影響獲毒能力外，林氏⁽¹³⁾報告供帶毒蟲接種之水稻品種不同亦會影響*N. virescens*傳播Tungro之傳病率。

浮塵子或蚜蟲類等媒介昆蟲對黃化型病株具有棲息偏好性^(24,47,67)，這種現象對田間病害的流行十分重要。本試驗發現*N. cincticeps*對黃葉病病株呈極不偏好棲息的現象。由於Tungro病與黃葉病病徵相似，但媒介昆蟲對病株之棲息反應卻不相同⁽⁶⁷⁾。就黃葉病而言，其病株顏色顯然不同於黃化型者，*N. cincticeps*之所以不偏好棲息可能與病葉色澤、質地(葉片組織呈乾枯狀)或病葉內之化學組織成分(如含氮量)等有關。

媒介昆蟲本身亦為影響其傳播能力的一個重要因素。新海⁽³⁹⁾及木村⁽²⁾報告採自稻萎縮病流行地域之*N. cincticeps*對萎縮病之獲毒能力比採自非流行地域者為高。淺賀等⁽²²⁾亦報告採自稻縞葉柘病流行地域及非流行地域之斑飛蝨獲毒能力有差異。造成此種差異，是否說明昆蟲的獲毒能力除受遺傳支配外，亦可能有後天適應現象^(74,80)。本試驗採自黃葉病發病地區及非發病地區之黑尾浮塵子經接種結果，發現採集地點是否為黃葉病發生地區與該地區產黑尾浮塵子之獲毒能力無關。例如採自非黃葉病流行地區之新竹及竹北的媒介昆蟲獲毒率反較採自發病地區為高(表二)。據此，推測非發病地區一旦有病株分布時，病害仍具流行的潛力。

黑尾浮塵子在本省分布者計有三種*N. cincticeps*，*N. nigropictus*及*N. virescens*⁽²⁷⁾。筆者於66年6月間為尋找試驗材料曾採遍東部稻作區，惜未採獲*N. virescens*，殊為遺憾。林氏⁽¹⁴⁾曾在相同試驗條件下比較*N. cincticeps*及*N. apicalis*兩種浮塵子傳病蟲率，結果兩種蟲間並無顯著的差異。本試驗所獲結果與前者亦相吻合(圖八)。當比較兩種蟲生存期間之傳播持續情形時，二者均偶見出現隔日傳病現象。*N. cincticeps*每日平均傳病苗數雖較*N. nigropictus*多，但生存期間傳播而發病之總苗數則較少(圖九)。當帶毒*N. cincticeps*每隔30分鐘更換接種稻苗一次，連續6小時平均每隻蟲接種後有6.2%稻苗能發病。今假設日夜間媒介昆蟲活動程度相似時，則每隻帶毒蟲每日平均有效傳播苗數約為3株。在Tungro病林氏⁽¹³⁾報告每隻浮塵子每日最多可使30支稻苗發病。同一種(Species)媒介昆蟲之不同蟲期亦影響其獲毒能力^(86,87)。*N. cincticeps*傳播黃葉病時，若蟲獲毒能力較成蟲為高(圖十)。但在Tungro病，林氏⁽¹³⁾報告*N. virescens*成蟲之傳病能力較若蟲高3倍，此可能與該病害傳播型式為暫時性(Transitory)有關。另外雄蟲之傳病能力似較雌蟲高，這種現象可能受雌、雄性間活動習性差異的影響。

第二部分：病原毒素對媒介昆蟲之影響

本試驗主要目的有二：(一)探討水稻黃葉病病原毒素對黑尾浮塵子若蟲期發育，成蟲壽命、產卵數及卵的孵化率等之影響(二)帶毒傳病蟲後代傳病能力測定。

試驗方法

(一)病原毒素對媒介昆蟲之影響

試驗過程中每次試驗所使用之媒介昆蟲 *N. cincticeps* 均繁殖自一對成蟲，以成株水稻於網室內蟲箱飼育數代(晚近改於生長箱內飼育)，所得成蟲集中產卵，同日孵化之若蟲於植物生長箱〔溫度調節25℃，光照16小時(200W)，濕度60%〕內吸食病株三日，再以健全稻苗個別飼育於試管內，逐日記錄供試蟲脫皮，羽化及存活情形至蟲體死亡為止。試驗期間每隔2~3日更換新鮮稻苗一次並將獲毒後第10、15、20及25日之稻苗種植於網室，記錄發病情形。每組試驗均設置未獲毒之對照組。

產卵數調查，供試蟲準備方法同上。於成蟲羽化時，將雌、雄蟲配對飼養於同一試管內，於每日晨8:30~11:30將產卵後之稻苗莖鞘置於放大鏡(10倍)下解剖調查產卵數。另外並將獲毒後第15日及羽化當日之飼育稻苗編號種植於網室，記錄發病情形，以便於試驗結束時核對帶毒蟲。產卵調查所獲得之卵群連同部分附著之水稻莖鞘，編號放於置有濾紙之培養皿內，濾紙需加水分以保持皿內濕度。上述卵群連同培養皿放入28℃定溫箱內約經6~8日孵化，調查各組卵的孵化率。

(二)帶毒媒介昆蟲後代傳病能力測定

在26~28℃定溫下 *N. cincticeps* 一齡若蟲於病株上飼育3日，而後編號以健全稻苗個別飼養於試管內，每隔2~3日更換稻苗一次並將8、10、12、14、16及18日(羽化前)之稻苗種植於網室，記錄發病情形。供試蟲羽化時(此時未知是否帶毒傳病)，雌雄蟲即行配對飼育於同一試管內，每一試管放入健全稻苗三株任其產卵。每週更換飼育稻苗一次並將更換後之稻苗編號保存。若蟲孵化後再行編號飼育。待前述水稻發病時，核對供試蟲帶毒情形並按(1)雌蟲帶毒×雄蟲帶毒(2)雌蟲帶毒×雄蟲不帶毒(3)雌蟲不帶毒×雄蟲帶毒(4)雌蟲不帶毒×雄蟲不帶毒等分成四組。將各組所得若蟲置於病株上取食24小時，再行個別接種測定各組F1後代之傳病蟲率。

結 果

(一)病原毒素對媒介昆蟲之影響

1.病原毒素對媒介昆蟲期發育之影響

試驗結果(表三)，獲毒且經證明能傳病之 *N. cincticeps* 若蟲期發育所需時間比獲毒而不傳病或未獲毒對照處理者，延長約1~2日。試驗中尚發現許多傳病蟲之若蟲期延長，未克羽化即行死亡。在兩組試驗被證明能傳病之33隻供試若蟲於未羽化前死亡，其中之27隻(85%)平均若蟲期長達29.4日(按該二組試驗中能羽化的傳病蟲之若蟲期平均約23日)。若蟲期延長而致未羽化前死亡的現象在獲毒而不傳病組(17%)及未獲毒對照組(18.8%)亦有發現。上述現象說明黃葉病病原毒素除延緩若蟲期發育外，可能也會導致帶毒若蟲在羽化前死亡。

表三、黃葉病病原毒素對 *N. cincticeps* 若蟲期發育之影響Table 3. Effect of RTYV on the development of nymphs of *N. cincticeps* leafhoppers

供試蟲	若蟲期(日)	
	Nymphal stage (days)	
Test insects	雄	雌
	Male	Female
吸毒，傳病蟲 ¹	22.2±0.58(24) ⁴	23.65±0.72(23)
Transmitter		
吸毒，不傳病蟲 ²	20.96±0.51(46)	22.57±0.30(70)
Non-transmitter		
健全對照 ³	20.25±0.64(28)	21.90±0.44(31)
Healthy control		

1. 供試昆蟲在病株上吸毒且傳病者。
Insects which acquired and transmitted the virus.
2. 供試昆蟲在病株上吸毒但不傳病。
Insects which were allowed acquisition on the disease plant but did not transmit the virus.
3. 供試昆蟲取食健株視為對照。
Insects feeding on healthy plant and serving as check.
4. 括弧內數據為觀察蟲數。
Figures in parenthesis are numbers of insect for investigation.

2. 病原毒素對成蟲壽命之影響

N. cincticeps 吸食病株且經證明能傳病之成蟲，其平均壽命不論雌、雄蟲均較吸食健全稻之對照組有顯著地縮短現象(表四)。此種現象說明黃葉病病原毒素對其媒介昆蟲可能也像對其寄主植物一樣有致病作用(Pathogenicity)。

3. 病原毒素對成蟲產卵及孵化之影響

試驗結果(表五)顯示獲毒且傳病之 *N. cincticeps* 雌蟲產卵數比獲毒不傳病或未獲毒對照組之蟲體要少35~33%。傳病蟲之產卵日數較短，但每日平均產卵數及不產卵雌蟲數與未傳病者似無顯著的差異。傳病蟲產卵數減少之主要原因，可能受其成蟲壽命較短，導致產卵期縮短之影響。

表四、黃葉病病原毒素對 *N. cincticeps* 成蟲壽命之影響 1Table 4. Effect of RTYV on the longevity of *N. cincticeps* adult leafhoppers.

供試蟲	成蟲壽命(日)	
	Longevity of adult (days)	
Test insects	雄蟲	雌蟲
	Male	Female
吸毒，傳病蟲 ¹		
Transmitter	18.12±2.64(91) ⁴	20.8±1.56(70) ⁴
吸毒，不傳病蟲 ²		
Non-transmitter	19.20±0.82(164)	22.61±0.77(229)
健全對照 ³		
Healthy control	21.88±1.03(126)	26.72±1.20(132)
L. S. D.		
1%	3.26	5.34
5%	2.33	3.82

1. 供試昆蟲在病株上吸毒且傳病者。
Insects which acquired and transmitted the virus.
2. 供試昆蟲在病株上吸毒但不傳病。
Insects which were allowed acquisition on the disease plant but did not transmit the virus.
3. 供試昆蟲取食健株視為對照。
Insects feeding on healthy plant and serving as check.
4. 括弧內數據為觀察蟲數。
Figures in parenthesis are numbers of insect for investigation.

表五、黃葉病病原毒素對 *N. cincticeps* 雌蟲產卵之影響Table 5. Effect of RTYV on the oviposition of *N. cincticeps* leafhoppers.

供試蟲	觀察蟲數	每雌產卵數	產卵日數	每日平均產卵數	不產卵雌蟲率
Test insects	No. insects examined	No. eggs per female	No. days with egg depositing	Av. no. eggs deposited	% Infertile females
吸毒，傳病蟲 ¹					
Transmitter	23	52.6±16.8	16.9	3.43	13.04
吸毒，不傳病蟲 ²					
Non-transmitter	38	89.4±11.8	25.6	3.49	10.52
健全對照 ³					
Healthy control	42	93.4±17.6	23.4	3.99	9.52

1. 供試昆蟲在病株上吸毒且傳病者。
Insects which acquired and transmitted the virus.
2. 供試昆蟲在病株上吸毒但不傳病。
Insects acquired which were allowed acquisition on the disease plant but did not transmit the virus.
3. 供試昆蟲取食健株視為對照。
Insects feeding on healthy plant and serving as check.

上述產卵調查試驗所得之卵塊，經觀察其孵化情形結果，雌、雄蟲均帶毒之配對，其雌蟲產卵孵化率為85.3% (調查卵數171粒)；雄蟲帶毒×雌蟲不帶毒之配對，雌蟲產卵孵化率為79% (527粒)；雌蟲帶毒×雄蟲不帶毒之配對，雌蟲產卵孵化率為80.8% (240粒)；雌雄蟲均不帶毒之配對，雌蟲產卵孵化率為86.7%。根據以上結果，帶毒與不帶毒蟲配對產卵之孵化率似無明顯的差異。

(二)、帶毒媒介昆蟲後代傳病能力測定

試驗結果(表六)顯示選自雌性帶毒蟲×雄性帶毒蟲之F₁後代蟲群經獲毒1日所得傳病蟲率為48~46%，平均為57.8%。雌性帶毒蟲×雄性不帶毒蟲之F₁後代蟲群經獲毒1日所得傳病蟲率為42~66%，平均為55.2%。而雌性不帶毒蟲×雄性帶毒蟲及雌雄性均不帶毒之F₁後代經吸毒1日傳病蟲率分別為27.8%及21.4%。因此，決定*N. cincticeps*傳播黃葉病之遺傳因子可能受雌性蟲體所控制。

表六、*N. cincticeps* 帶毒蟲後代傳播黃葉病能力測定

Table 6. Ability of the progenies of viruliferous *N. cincticeps* leafhoppers to transmit TRYV.

配對組合 ¹	供試蟲數	傳病蟲率
Test crosses	No. insects tested	% infective insects
Vf×Vm	199 ²	57.8
Vf×NVm	172	55.2
NVf×Vm	234	27.8
NVf×NVm	206	21.4
L. S. D.	1%	8.76
	5%	6.36

1. Vf×Vm = 帶毒雌蟲與帶毒雄蟲配對
Viruliferous female paired with viruliferous male.
NVf×Vm = 不帶毒雌蟲與不帶毒雄蟲配對
Non-viruliferous female paired with non-viruliferous male.
2. 五次試驗之總蟲數
Total insect number of 5 replication.

討 論

許多由浮塵子或飛蝨類傳播之植物毒素或類似病害，由於其病原能在媒介蟲體內繁殖^(49,51,58,80)，經卵傳播至子代^(38,40,60)，引起昆蟲生育上不良之影響(Deleterious effect)^(70,71,72,73,81,84)甚或引起昆蟲體內組織或生理上的變化^(9,18,78,80)，此類毒素也有人視之為昆蟲毒素⁽⁸²⁾。

本試驗首先提出黃葉病病原毒素對*Nephotettix cincticeps*有不良影響之試驗證據，帶毒蟲若蟲期延長或最終致死，成蟲壽命減短，產卵數減少等。帶毒雌蟲產卵減少的原因，可能受產卵期縮短之影響。

黃葉病病原毒素為槍彈型(Bullet-shaped)，能在*N. apicalis*唾腺及腸壁內發現^(25,52)，也可在昆蟲體內繁殖⁽⁶⁵⁾，但不能經卵傳播⁽⁵⁶⁾。本試驗發現病原對媒介昆蟲有不良影響。有關病原是否引起昆蟲體內組織或生理上的變化，有待進一步研究證明。

如與水稻黃萎病比較，臺中地區越冬期傳病蟲率顯然偏低。十二月份黃葉病傳病蟲率約0.3~10%。至1及2月份繼續下降至0~2%，尤以2月份為最低。此種現象可能係媒介昆蟲受病原毒素不良之影響而導致其提早死亡，終致僅有少數帶毒蟲能將病原傳播到翌年第一期水稻上。黃萎病的情形正好相反，12月份傳病蟲率約4~10%，至1及2月份傳病蟲率逐漸升高至9~64%不等^(29,31)，大量病原即被傳播到翌年水稻上，此種現象可能與黃萎病傳病蟲壽命延長有關^(6,31)。

媒介昆蟲傳播毒素或傳播其他病原之能力，可能受其本身遺傳之影響^(50,63,74,83)。*Chiu et al.*⁽⁵⁶⁾曾指出*N. apicalis*傳播黃葉病時亦有類似的情形。本試驗進一步證實*N. cincticeps*帶毒雌蟲之後代傳病能力確較未傳病蟲之後代為高。惜因時間限制未能連續觀察數個世代。

第三部分：臺中地區水稻黃葉病之流行病學

本試驗目的在探討造成黃葉病流行之原因，尤著重病原越冬途徑，帶毒媒介昆蟲週年消長，寄主範圍以及田間感染時期之探討，以為採取各種防治對策之理論及試驗依據。

試驗方法

(一)、不同季節及不同稻齡之水稻病徵潛伏期測定

1. 不同季節水稻病徵潛伏期測定

供試水稻品種為感病品種臺南五號(梗稻)及臺中在來一號(秈稻)。試驗自民國66年2月起至67年12月止，於每月10日左右以傳病媒介昆蟲接種2葉期(高度約10公分)稻苗一次。每一品種每次接種20株。接種時間24小時。經接種後之稻苗種植於燒鉢(30×25cm)，置於室外自然環境下，記錄發病潛伏期。

2. 不同稻齡之水稻病徵潛伏期測定

供試水稻品種同本節1項。試驗分2次進行，第一次接種日期為66年10月13日。供試水稻於室內發芽後10日，移植於錐形塑膠栽盆(20×22cm)，每一品種種植12株(6盆)，移植後0、7、14、21日以及剛萌芽者，同時以帶毒媒介昆蟲接種。接種後之水稻置於網室內記錄發病潛伏期。另一試驗，接種日期為67年7月22日，即室內發芽後10日之水稻於5月23日起，每隔10日種植1次，計6次。每一品種每次種植10株(5盆)，接種後置於網室內記錄病徵潛伏期。

(二)、田間黑尾浮塵子及黃葉病罹病率之季節性消長

試驗田設置於台中區農業改良場第八及九號試驗農場末端處。田區北面有一高1.5公尺寬約2公尺之高築溝渠，上面雜草叢生為黑尾浮塵子理想之越冬棲所且該地點往年第二期作均見黃葉病發生。供試水稻品種為台南五號及臺中在來一號。自66年元月份起，於每月20至25日間定期以室內發芽之2~3葉期稻苗插秧一次。每月份插秧之試驗田均分成四小區，小區面積約

20m²，種植約250株。品種間重覆2次。採單株栽培，試驗田於試驗期間均未噴灑任何殺蟲劑或殺菌劑，任由病害及媒介昆蟲隨季節而自然消長。自插秧後第2週起，每週定期調查發病株數一次並以竹牌及塑膠牌標示病株位置及發病日期。於每次調查罹病株前，並以捕蟲網(36cm口徑)於小區內各網掃10次，調查黑尾浮塵子之自然棲群密度(種類不加區分)。

(三)、病原越冬途徑探討

1. 病原經由媒介昆蟲體越冬

越冬期黑尾浮塵子帶毒蟲率之測定係於民國65、66及67年第二期水稻收割後，即12月、翌年元月及2月份。分別於溪州、魚池、石岡及東勢等四處固定地點就水稻收割後之休閒田田梗雜草或秧田，採集黑尾浮塵子於室內個接別種測定傳病蟲率。

2. 經由再生稻病株越冬

(1) 水稻黃葉病株再生能力調查

黃葉病罹病株再生稻再生能力調查係在67年第一期作田間黃葉病產量損失估計試驗田收割後進行調查工作(供試水稻均為單本植)。該試驗田之水稻於插秧前即秧苗期之第10、20、30日以及插秧後10、20、30、40、50及60日分別以大型網罩(1.2×1.2m)蓋覆並釋放傳病黑尾浮塵子接種3日，接種後立即以55%亞速靈2000倍液殺滅之。試驗期間除將屆接種之水稻外，均每隔二週施用3%好年冬粒劑一次以期減少自然感染。自插秧後10日起每週調查罹病株2次，發病株以竹牌標示病株位置及發病日期。水稻收割時，保留殘莖約10~15公分及標示牌。收割後立即灌水，以促進再生。經15~20日後調查試驗田之再生稻及再生稻罹病情形。

(2) 越冬期間再生稻病株殘存量調查

於民國67年及68年元月份分別於溪州、魚池、石岡及東勢等地之試驗田調查水稻再生稻數量及再生稻中之罹病率。每處調查面積均為10公畝。栽植水稻品種亦同為臺南五號。

3. 寄主範圍測定

供試雜草或其他寄主植物種類計有：畫眉草(*Eragrostis niwashohori*)、狗芽根(*Cynodon dactylon*)、李氏禾(*Leexsia hexandra*)、大理草(*Paspalum dilatatum*)、雙穗雀稗(*Paspalum distichum*)、牛筋草(*Eleusine indica*)、波緣竹仔草(*Commelina undulate Br.*)、看麥娘(*Aleopeculis aequalis*)、白茅(*Imperate cylindrica*)、煙草(*Nicotiana tabacum*)、大蜀(*Panicum masimum*)、三葉草(*Trisolium retens*)、茭白筍(*Zizania latifolia*)、*Sonchus oleraceous*、*Bidens pilosa*、美國包心萵苣(以下學名不詳)、美國大湖366結球萵苣、美國嫩莖萵苣、包心萵苣及白萵苣等計20種。

直接測定法—田間黃葉病發生時期，採集罹病區田梗上類似黃葉病病徵之雜草。在室內讓健全*N. cincticeps* 2齡若蟲吸食1~2日後，將供試蟲飼育於稗草上二週，再行個別接種。吸食上述雜草後第20、25、30及35日之飼育稻苗，種植於網室，記錄發病情形。

間接測定法——採集稻田附近常見雜草種子及萵苣類(由農發會邱人璋博士提供種子)經室內發芽後種植於栽盆。於幼株期以傳病黑尾浮塵子接種1~2日。病徵出現時(如不出現病徵者，在接種後60日)以健全*N. cincticeps*在其上飼育1~2日後，將供試蟲飼育於稗草上，經二週後再行個別接種於稻苗，接種後第20、25及30日之稻苗，種植於網室栽盆，記錄發病情形。

(四)、田間傳病媒介昆蟲之週年消長

調查田設置於東勢、石岡及溪州等三處。每處面積為10公畝，種植水稻品種同為台南五號。自65年10月起至67年12月止。每月上旬及下旬分別採集黑尾浮塵子一次，每次採集成蟲200隻及若蟲100隻即每月共採集成蟲400隻及若蟲200隻以上(惟田間發生密度過低時，檢定蟲數不在此限)。如遇水稻休閒期或田間媒介昆蟲棲群密度極低時，則改於附近田梗雜草或秧田採集。

另外，為調查田間黑尾浮塵子之自然棲群密度，上述採集之同時，以捕蟲網(36cm口徑)就採集地點網掃50次，記錄掃獲成蟲及若蟲數。

(五)、田間媒介昆蟲密度與發病程度之關係分析

於66及67年在東勢明正里設置試驗田一處，面積10公畝。栽種水稻品種台南五號。每叢栽植苗數分1，4及7株等3種處理，處理間重覆3次。插秧日期同一般農民早植區(較一般植區約提早3~5日)。供試水稻於室內以育苗箱(60×30×5cm)育苗，插秧前5日移置於試驗田鄰區，任由媒介昆蟲自然感染。插秧後二週起，每隔5日調查發病稻1次至水稻成熟期為止，每次發病株及發病日期均標記於特殊設計之水稻栽植位置圖上。試驗田媒介昆蟲自然棲群密度則於每月上旬及下旬定期各調查一次。調查方法除水稻生育初期利用目測法(Visual count)調查外，其餘均以捕蟲網於各小區內網掃10次計算掃獲蟲數。另外，溪州、東勢、石岡等3試驗田兩年所得之數據亦參與分析。

分析項目包括(1)發病程度與媒介昆蟲密度(2)發病程度與帶毒媒介昆蟲密度(3)第二期作發病程度與前一期作再生稻罹病率及(4)第一、二期作發病程度等之相關性。

(六)、田間水稻黃葉病感染時期之分析

部分(約500~700株)先經室內以傳病蟲接種之稻苗亦與本節(五)項試驗田同時插秧，其病徵出現時期；以及本節(一)所得不同季節及不同稻齡之水稻病徵潛伏期之結果被引用為分析前節東勢試驗田每隔5日調查一次之田間發病資料，藉以推定田間黃葉病之感染時期及各水稻生育期之感染數量。

結 果

(一)、不同季節及不同稻齡之水稻病徵潛伏期測定

1.不同季節之水稻病徵潛伏期

不同月份接種水稻黃葉病病徵出現所需潛伏期日期，主要受溫度之影響(圖十二)。稻苗2葉期接種者，當平均氣溫在25~28°C間，潛伏期僅需12~15日；平均氣溫在20°C以下時，潛伏期顯著延長，約需40日以上。潛伏期之長短亦受試驗期間每日氣溫變化的影響，以67年11月接種之水稻為例，接種後前半月平均氣溫較高，隨後數日氣溫驟降，以致該期間之平均氣溫低至19.7°C，而潛伏期僅17.7日。

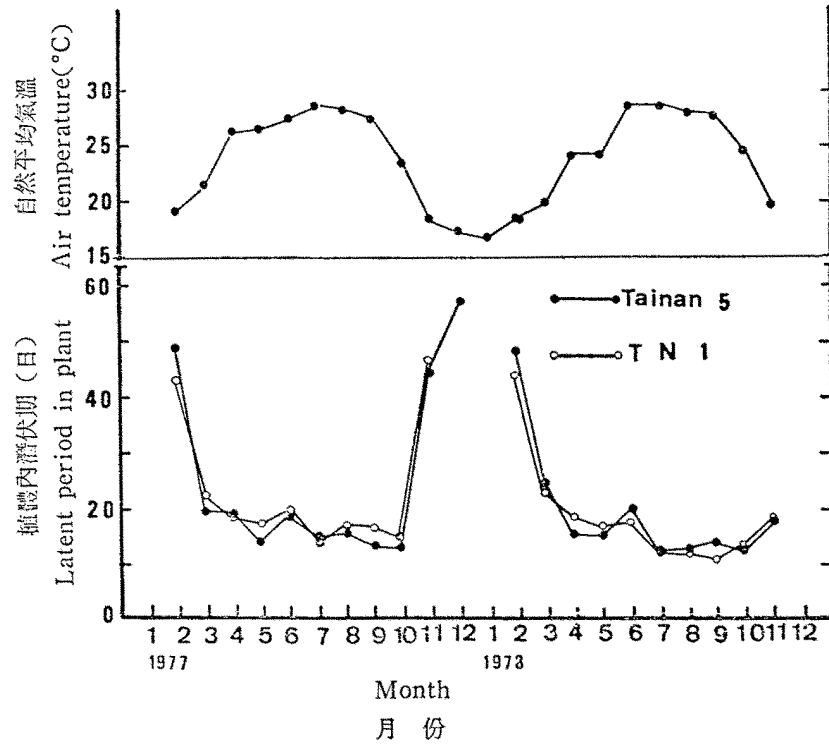
低溫似能增加水稻之抗病性。台南五號12月份接種者，台中在來一號12及元月份接種者均未發病。即使氣溫回升，水稻回復正常生育亦未見病徵出現。除溫度外，日照可能為影響潛伏期之另一因素。66及67年6月份接種者，該期間正逢梅雨季，平均氣溫雖仍維持27~28°C，但由於陰雨天氣日照較弱導致該兩批接種之水稻病徵潛伏期均較鄰近月份延長5日以上。不同品種間病徵潛伏期似無明顯的差異。

2.不同稻齡之水稻病徵潛伏期測定

感染時期之水稻稻齡對病徵潛伏期之長短有顯著之影響。接種稻齡愈小，病徵潛伏期愈短。相同稻齡之台南五號與台中在來一號水稻接種後至病徵出現所需潛伏期似無顯著差異(圖十三)。

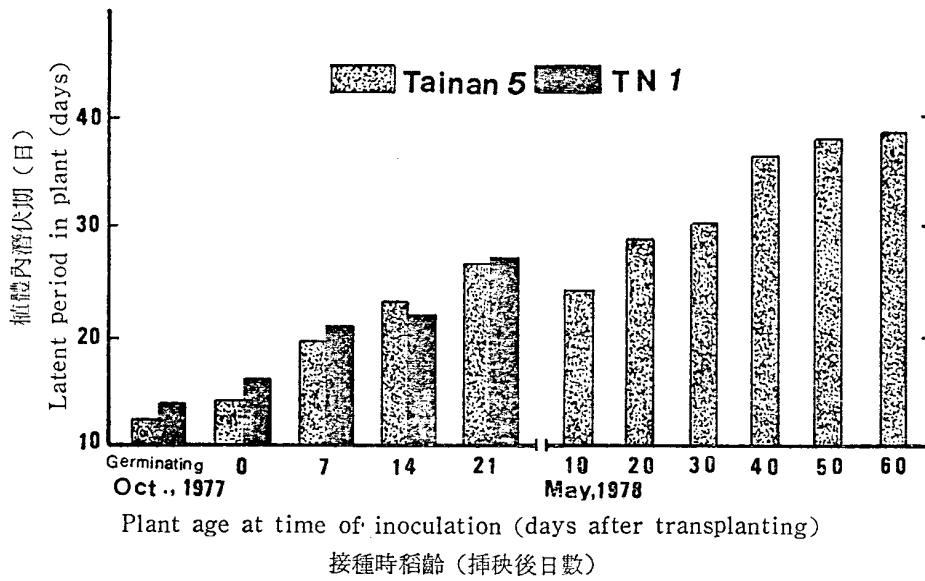
(二)、田間黑尾浮塵子及黃葉病罹病率之季節性消長

民國66年11月及12月插秧之水稻，於調查期限(插秧後9週)內，均未發現病株。其餘月份插秧者罹病率為0.2~18%(台南五號)。尤以3至8月間插秧者罹病率較高為11~18%。相同試驗條件下，台南5號之發病程度似較台中在來一號嚴重。試驗田黑尾浮塵子棲群密度則以2至4月份較高。不同品種間媒介昆蟲密度似無顯著之差異(圖十四及附表九)。67年除12月插秧者於調查期限內未發現病株外，其餘各月份之罹病率為0.72~97%。以4至8月間發病率最高為31~97%。顯然67年之發生程度要比66年者嚴重。此種現象可能受田間病株數量增加而



圖十二、不同季節水稻黃葉病病徵潛伏期(盆栽試驗)

Fig. 12. The latent period of RTYV symptoms in the rice plant as affected by seasons.



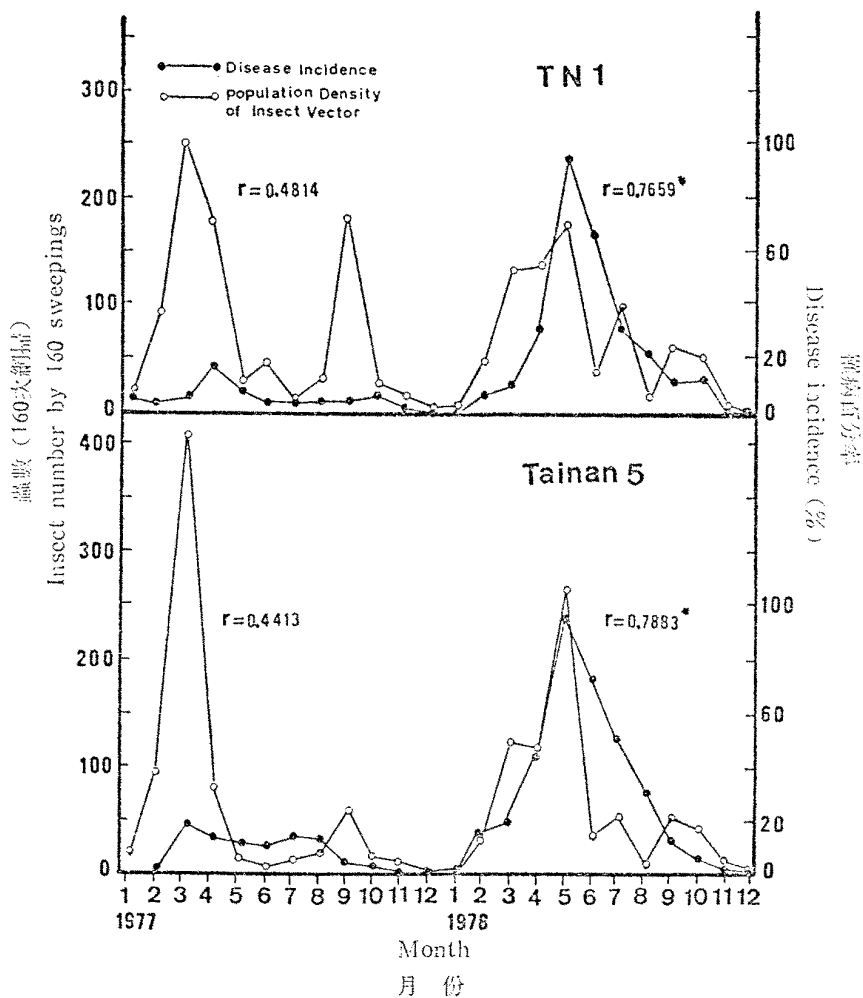
圖十三、不同稻齡之水稻病徵潛伏期(盆栽試驗)

Fig. 13. The latent period of RTYV symptoms as affected by plant age at the time of inoculation.

增加媒介昆蟲獲毒機會之影響。67年試驗田內黑尾浮塵子棲群密度以3至5月間較高。

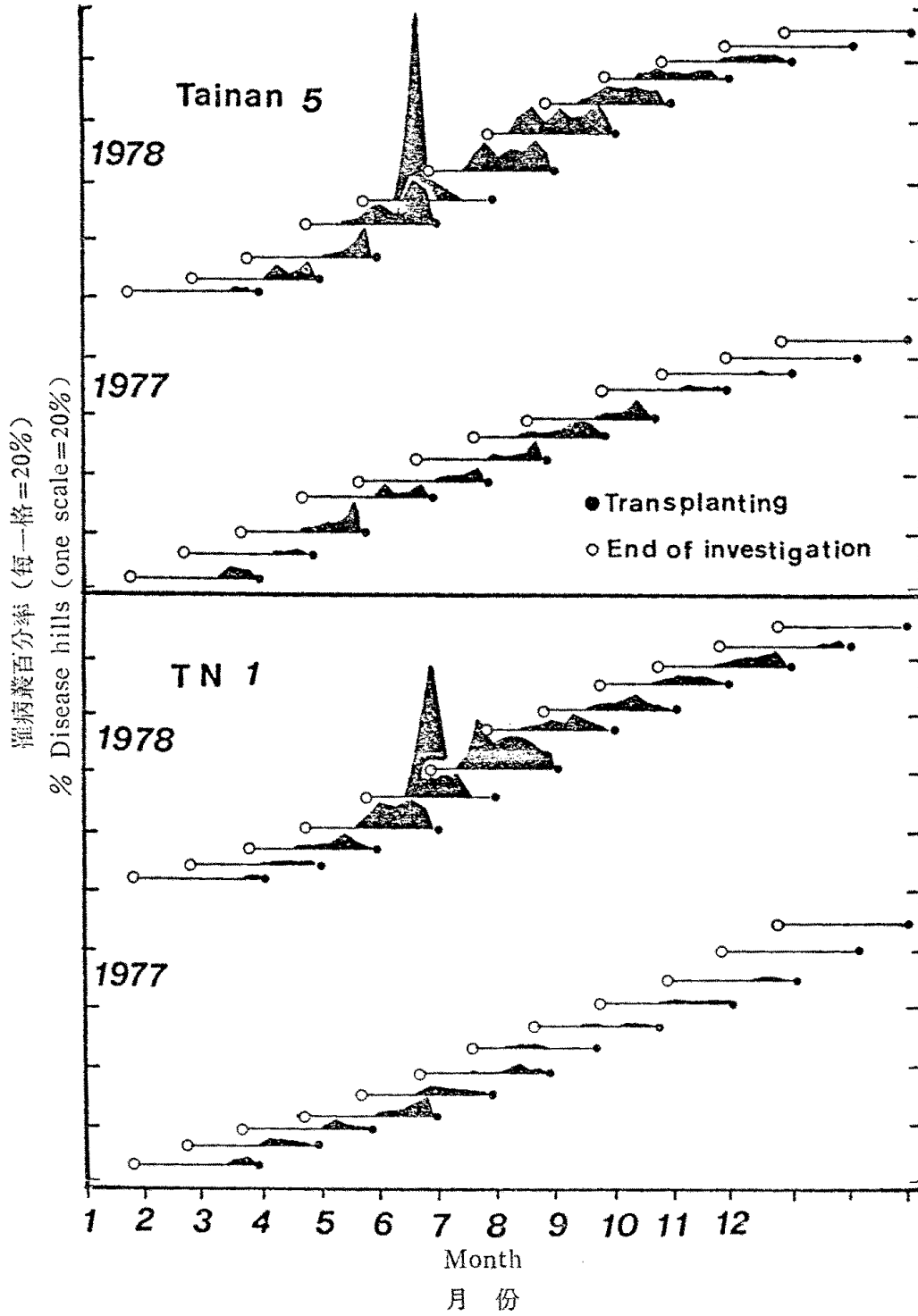
每月黃葉病發病率出現頻度及第一次發病日期示如圖十五及附表九。每月病徵最早出現日期以5~9月間最短約需2~3週。12月及1月份插秧者最長約需50~65日(按12月份插秧者，於2月下旬至3月上旬間出現少數病株)。罹病株出現頻度，通帶在第一次表現病徵後第2-5週間最高。

66年試驗結果，各月份插秧之水稻的罹病率與媒介昆蟲棲群密度二者間之相關不顯著。67年每月插秧之累積罹病率與該期間之黑尾浮塵子累積棲群密度，前者經Bliss'轉角(罹病率)處理後分析結果，二者呈顯著之相關。台南五號試驗區相關係數 $r=0.7883^{**}$ ($P>0.05$)；台中在來一號 $r=0.7659^*$ ($P>0.05$)。



圖十四、黑尾浮塵子棲群密度及水稻黃葉病發生程度之季節消長

Fig. 14. Seasonal changes of the incidence of rice transitory yellowing and the population density of rice green leafhoppers.



圖十五、不同季節插植之水稻黃葉病出現頻度

Fig. 15. Incidence of RTYV disease in plants transplanted in different seasons.

(三)、病原越冬途徑探討

1. 病原經由媒介昆蟲體越冬

民國65至67年在東勢、石岡、溪州及魚池等地，12月共採集黑尾浮塵子成蟲3055隻及若蟲1467隻，其中成、若蟲之傳病個體分別為3.3%及1.02%；66年至68年元月共採集成蟲3594隻，及若蟲1324隻，其中傳病蟲個體分別為1.7%及0.5%；2月共採集成蟲2454隻及若蟲564隻，其中傳病個體分別為0.65%及0。越冬期間媒介昆蟲之傳病蟲率隨地點及月別而有差異(附表十)。不同月份成蟲之傳病蟲率以12月者最高，元月份者次之，2月份最低。若蟲除12月及元月可以採到傳病個體外，2月則未發現傳病蟲。以上結果證明黃葉病病原可經由黑尾浮塵子蟲體而越冬，但傳病蟲率偏低，尤以1、2月份者為甚。故冬季可能成為本省水稻黃葉病流行的一個限制因子。

2. 經由再生稻病株越冬

(1) 水稻黃葉病株再生能力調查

利用67年第一期作黃葉病產量損失估計試驗田水稻收割後殘莖再生稻調查結果(供試水稻均為單本植)，台南五號水稻於生育期發病者計273株，收割後具有再生能力者佔7.7% (21/273)，21株再生稻中僅6株表現病徵；同一品種水稻，於生育期末發病者計903株，其中能再生者佔57.1% (516/903)。台中三號水稻於生育期發病者計120株，其中能再生者佔59.2% (71/120)，這些再生稻中僅有1株表現病徵；同一品種之水稻，於生育期末發病者計1056株，具再生能力者達97.2% (1026/1056)。料據以上結果，水稻生育期之黃葉病病株再生能力甚低，這些能再生之病株中，僅有少數再生稻繼續表現病徵。

(2) 越冬期間再生稻病株留存情形調查

民國67年及68年元月份於溪州、魚池、東勢及石岡等地調查結果，水稻收割後再生能力為0-9.5%，在這些再生稻中，表現病徵者僅佔0~3.4% (表八)。

調查結果證明中部地區越冬期間，黃葉病病原亦可藉再生稻病株而越冬，惟田間病株殘存量極少。

表八、越冬期間水稻黃葉病再生稻病株殘存情形調查
Table 8. The incidence of RTY disease in regrowths from the second rice crop in the Taichung area.

地點 Locality	調查日期 Date of survey	調查叢數 No. Hills surveyed	罹病叢數 % disease hills
溪州 Chi-Chou	Jan., 1978	705 ¹	0.7
魚池 Yi-Tsu	Jan., 1979	165	1.2
魚池 Yi-Tsu	Jan., 1978	1139	1.5
東勢 Tung-Shih	Jan., 1979	563	16.9
東勢 Tung-Shih	Jan., 1978	1425	3.4
石岡 Shi-Kon	Jan., 1979	792	1.5
石岡 Shi-Kon	Jan., 1978	721	0.3
石岡 Shi-Kon	Jan., 1979	1050	1.6

1. 0.1 公頃之再生稻總叢數。

Total number of hills of ratoon rice in 0.1 ha.

3. 寄主範圍測定

利用帶毒媒介昆蟲接種8種禾木科雜草，10種蒿苳類及煙草、三葉草等各一種，其中僅大黍(*Panicum masimum*)出現類似黃葉病病徵，經5次以健全媒介昆蟲吸食後均能成功地將之回接到水稻上(表九)。

田間採集類似黃葉病徵之雜草9種，經以健全媒介昆蟲在其上吸食待潛伏期結束後再回接到水稻上，現其中吸食李氏禾(*Leexsia hexandra*)之媒介昆蟲，部分可以成功地傳播病害(表九)。

65及66年6至10月間於台中縣石岡鄉公所前之豐勢公路路旁之溝渠邊生長大量李氏禾雜草且表現類似黃葉病病徵。發病之李氏禾雜草經接種證明為黃葉病之寄主植物，供試之李氏禾雜草在外部形態上葉片有寬、狹兩類，但學名則同。按李氏禾雜草為*N. nigropictus*除水稻以外之較偏好寄主植物⁽¹⁶⁾，預測這些罹病雜草對該地區黃葉病之發生必有影響。

表九、水稻黃葉病禾本科雜草寄主範圍測定

Table 9. Test on the gramineous host range of RTYV

植物種類 Plant species	獲毒日期 Acquisition feeding date	回接到水稻之日期 Date of back inoculation to rice	供試蟲數 No. insects tested	傳病蟲數 No. insect transmitters
李氏禾 A ¹	June 10, 1977	June 30, 1977	47	2
<i>Leexsia hexandra</i> A	March 10, 1978	April 5, 1978	50	2
	May 10, "	May 30, "	28	3
	Aug. 12, "	Sep. 2, "	21	2
李氏禾 B ¹	June 10, 1977	June 30, 1977	41	4
<i>Leexsia hexandra</i> B	Aug. 12, 1978	Sep. 2, 1978	38	3
牧 草 ² <i>Panicam masimum</i>	Aug. 22, 1977	Sep. 12, 1977	27	2
	Oct. 7, "	Oct. 26, "	20	4
	Oct. 21, "	Nov. 7, "	14	2
	May 10, 1978	May 30, 1978	26	3
	Aug. 12, "	Sep. 2, "	24	8

1. 雜草病株採自石岡之水稻 A. 葉片較寬 B. 葉片較狹

Weeds collected from a rice field of Shi-Kon. A. *L. hexandra* having broader leaves, B. *L. hexandra* having narrower leaves.

2. 經由接種而發病者

Diseased plant obtained by inoculation.

(四)、田間傳病媒介昆蟲週年消長

自民國65年10月至67年12月止，每月兩次定期在水稻黃葉病常發地東勢、石岡及溪州採集黑尾浮塵子成蟲及若蟲各200隻及100隻。檢定結果，田間傳病蟲率隨年次、地點而有差異。有關田間黑尾浮塵子自然相對棲群密度、傳病蟲率消長及黃葉病發病程度示如圖十六、十七、十八及附表十一、十二、十三。

三個地點不同年次各月份媒介昆蟲傳病蟲率並未出現明顯之高峰期。66年東勢之資料顯示3~4及7~10月份之傳病蟲較其他月份為高，分別為3.2~11.6%及4~26%，其中以9月上旬最高為26% 67年各調查點之傳病蟲率則均偏低。

冬季亦即第二期稻作收割後，各地點之資料一致顯示傳病蟲率自12月以後，明顯地呈遞減現象至2月份降至最低點，此時田間媒介昆蟲自然棲群密度亦低，形成黃葉病週年傳播圈(Disease cycle)之最弱點。由於此時正值第一期作秧田期，故傳病蟲密度低成爲第一期作黃葉病發生偏低之主要原因。

(五)、田間媒介昆蟲密度與發病程度之關係分析

在分析66年及67年第一、二期作設置於東勢民正里之不同水稻栽植密度試驗田所得不同生育期之黃葉病罹病率(附表十四)與該期間田間媒介昆蟲棲群密度二者之相關時，發現罹病率與媒介昆蟲(成、若蟲)間，僅66年第二期作者呈顯著之正相關。罹病率與成蟲棲群密度間除67年第二期作外，其餘均無顯著之正相關(附表十五)。在分析栽植密度與田間發病程度之關係時發現二者間呈顯著之正相關，此種相關程度尤以第二期作秧苗期感染者最爲顯著。66年及67年第二期作二者之相關係數分別爲 $r=0.9504^*$ 及 $r=0.8546^{**}$ (表十六)。

在分析66及67年東勢、石岡及溪州等三處試驗田之第一期作罹病率與第二期作罹病率二者間(附表十七)；第一期作再生稻罹病率與第二期罹病率間及第一、二期作之罹病率與田間自然棲群密度間之相關時，發現上述三項組合均無顯著之相關。但三地點第一、二期作之罹病率與傳病蟲密度(媒介昆蟲自然棲群密度與傳病蟲率之乘積)間則呈顯著之正相關($r=0.8071^{**}$)且成立下列方程式 $y=1.0455+0.6231x$ (式中 y =罹病率， x =媒介昆蟲自然棲群密度×帶毒蟲率)。在分析東勢、石岡及溪州等三處6，7，8，(6+7)，(7+8)及(6+7+8)月份帶毒蟲密度(自然棲群密度×帶毒蟲率)與第二期作發病程度相關時，發現6及8月份之帶毒蟲密度與第二期作間呈顯著之正相關，相關係數分別爲 $r=0.7972^*$ 及 0.8288^* 。且分別成立 $y=6.99+38.5301x$ 及 $y=19.04+6.3737x$ 方程式。其餘月份或組合二者相關則不顯著。

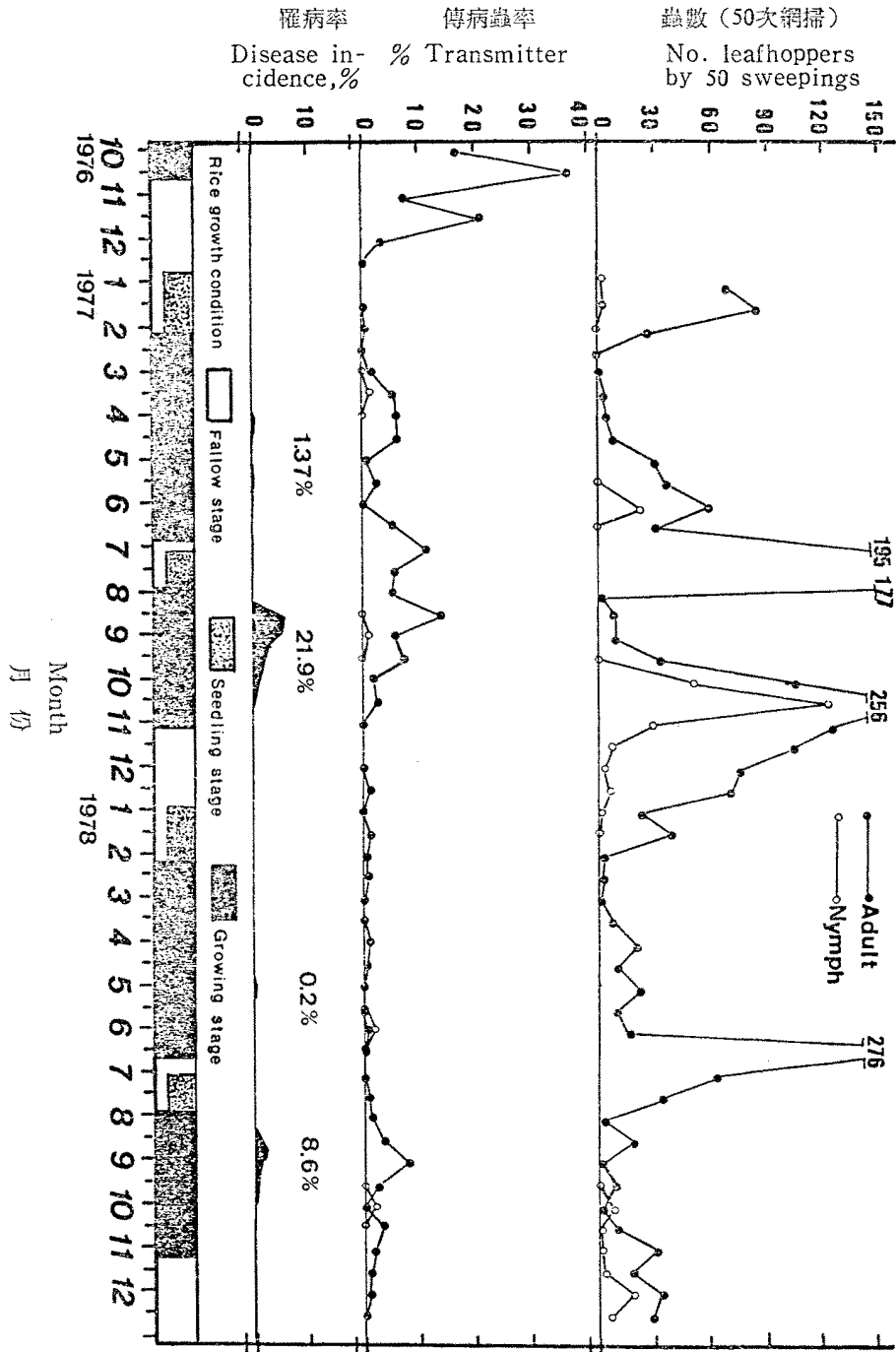
(六)、田間水稻黃葉病感染時期之分析

66及67年第一、二期作於東勢明正里試驗田每隔5日調查一次田間罹病株所得資料，根據同一試驗田秧苗期人工接種所測得之病徵潛伏期以及不同季節、不同稻齡之水稻接種黃葉病後所測知之潛伏期資料(圖十二及圖十三)加以分析並推定田間黃葉病之感染時期。66及67年第一期作田間罹病率較低，分別爲2.04及0.89%。就第一期作而言，66年之感染時期似集中在秧田期及本田初期，但67年主要感染時期則爲分蘖期。66及67年第二期作之罹病率分別爲69.5及27.6%，其感染時期則集中在秧田期及本田初期(插秧後一週內，插秧一週時田間黑尾浮塵子密度低至近於零)，此期間水稻被感染率約佔全期作總罹病率之70%。分蘖期感染者約29%，其餘1%在孕穗期被感染(圖十九及附表十八、十九)。

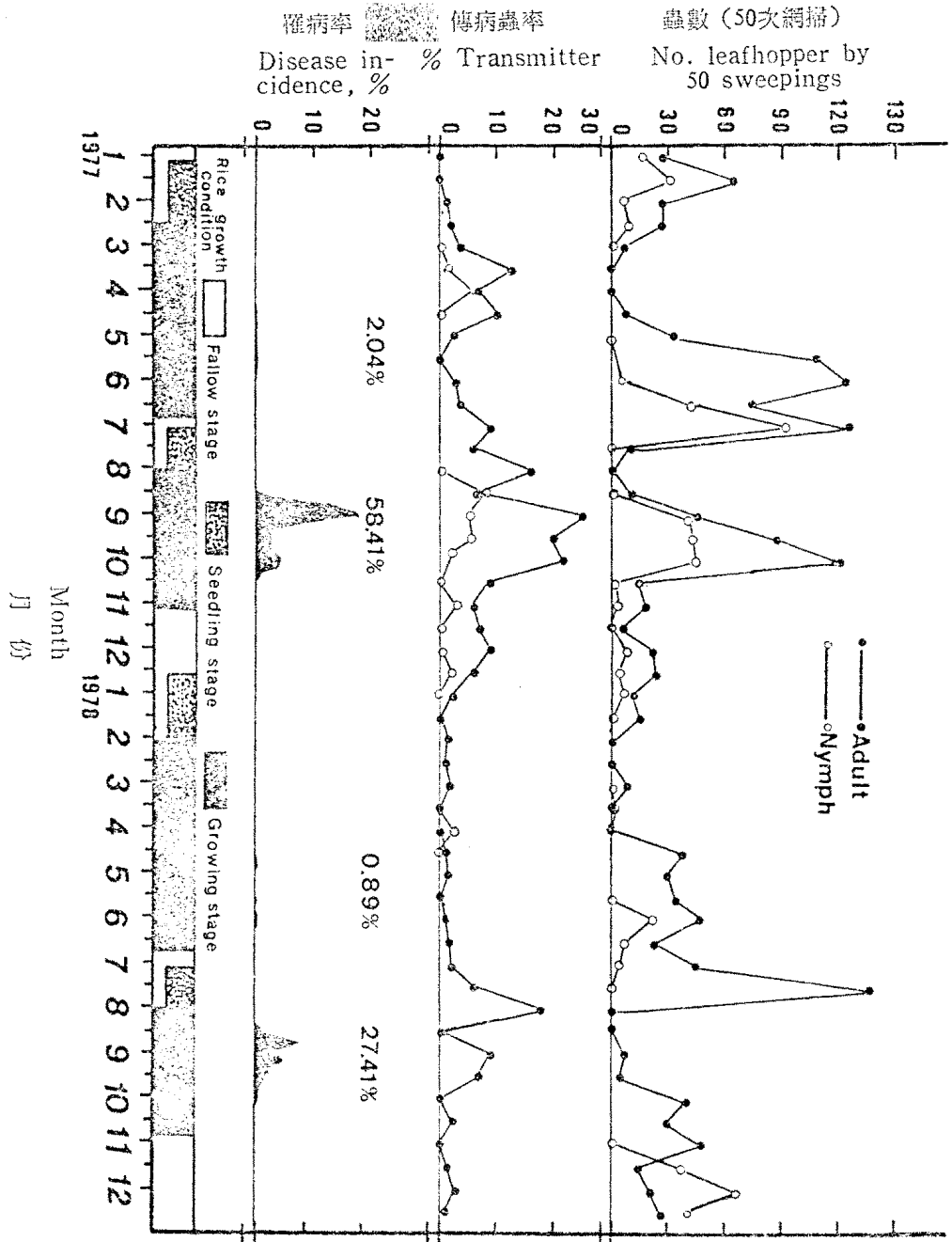
田間水稻每叢栽植密度(每叢分別栽種1、4及7株)與罹病率間之關係除67年第一期(發病率極低)外，其餘各期作均呈顯著之相關(附表十六)。可能因試驗田之罹病株主要於秧苗期被感染(約70%)，由於秧苗期每一株稻苗被感染之機會均等，固插秧後，每叢栽植苗數愈多，罹病機率愈高。

一般而言，秧田期之感染率隨栽植密度之增加而增高，但在水稻生育期此種現象則不復存在(圖二十、二十一、二十二)

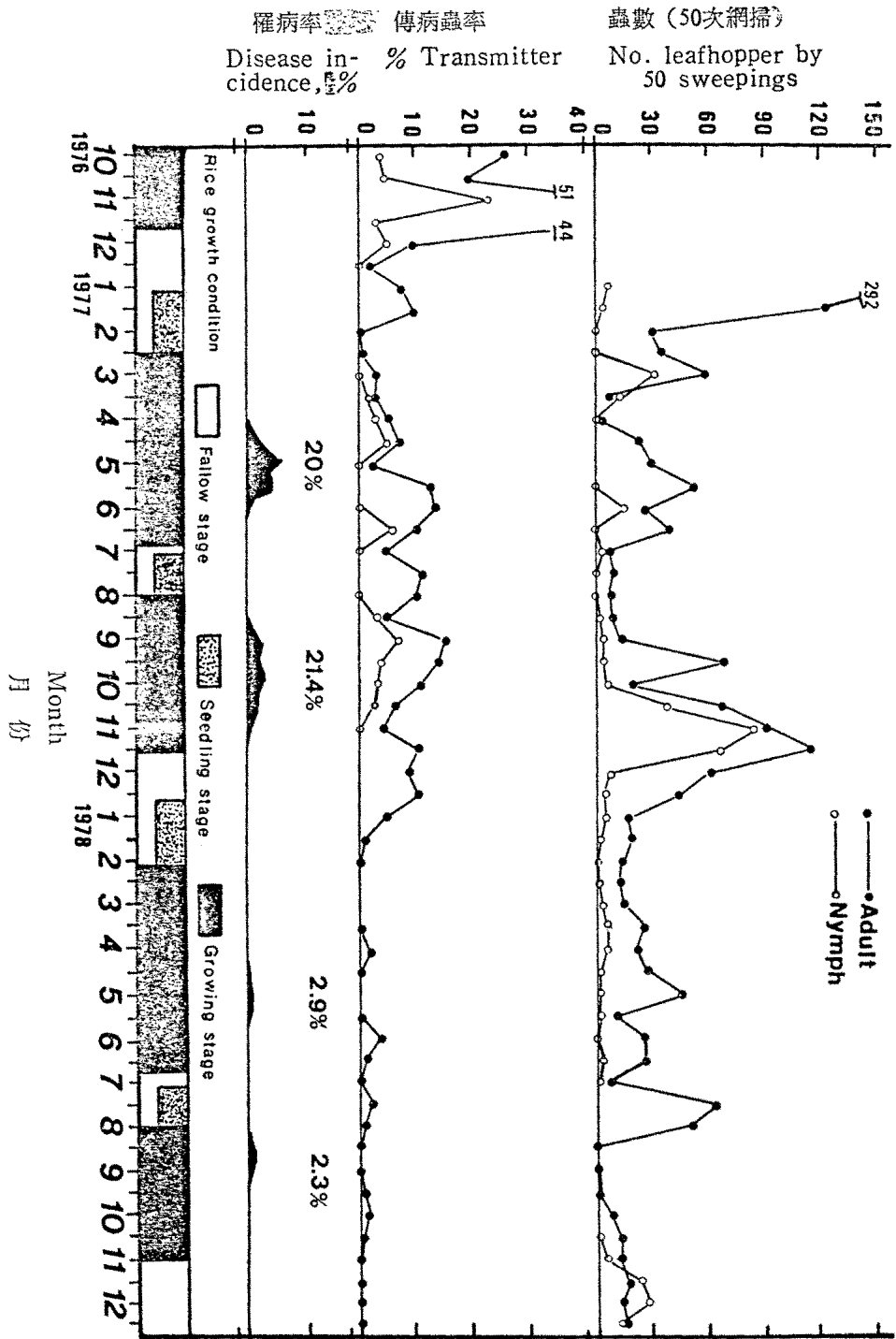
根據田間黃葉病發病株分佈位置圖(圖二十一、二十二)，水稻在秧田期或本田期被感染者，其病株分布均屬分散型(Dispersal type)與試驗田之排列位置或距離溝渠之遠近似無顯著之關係。



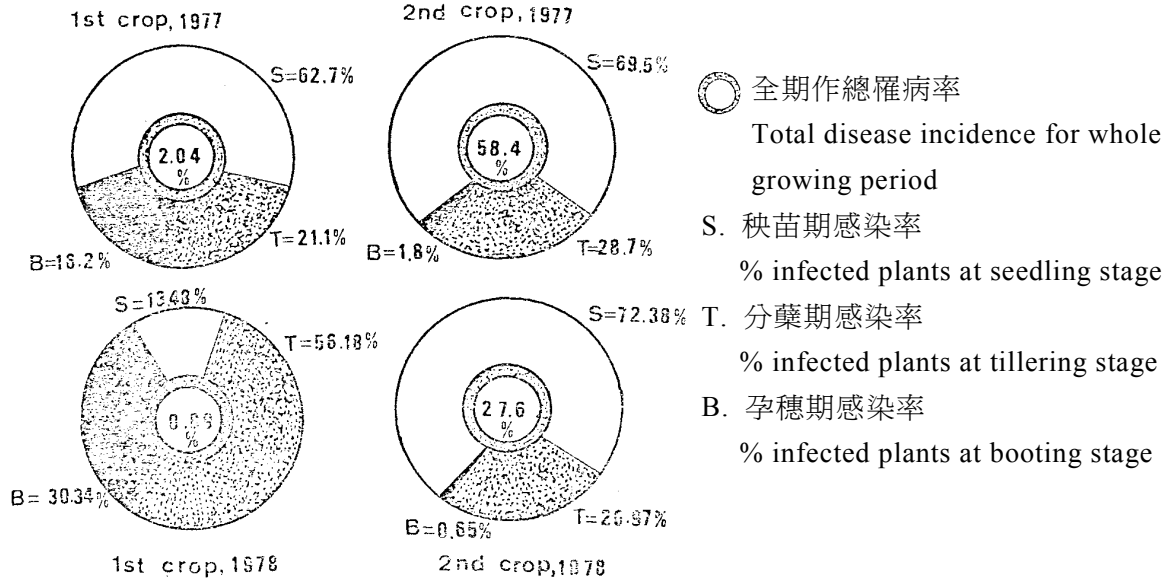
圖十六、田間黑尾浮塵子棲群密度、傳病蟲率及黃葉病發生消長(彰化縣溪州)
 Fi. 16. Seasonal changes of the population density of rice green leafhoppers, the percentage of transmitter insects and the disease incidence in Chi-Chou of the Prefecture of Changhua.



圖十七、田間黑尾浮塵子棲群密度、傳病蟲率及黃葉病發生消長(台中縣東勢)
 Fi. 17. Seasonal changes of the population density of rice green leafhoppers, the percentage of transmitter insects and the disease incidence in Tung-Shih of the Prefecture of Taichung.

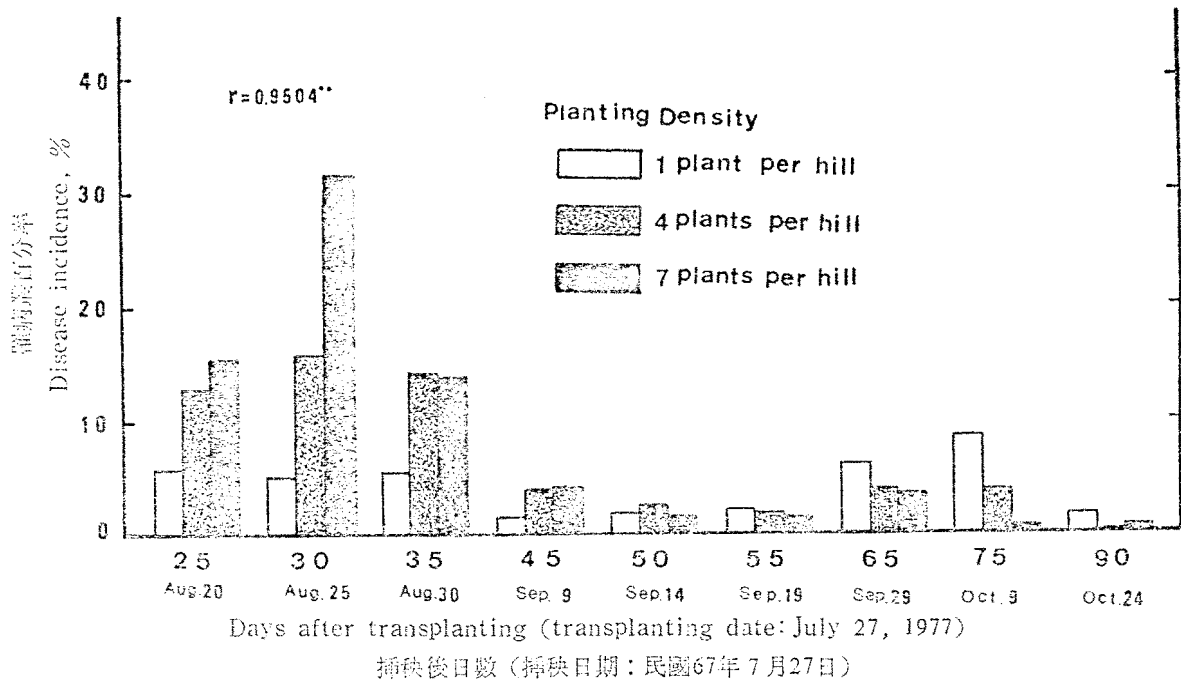


圖十八、田間黑尾浮塵子棲群密度、傳病蟲率及黃葉病發生消長(台中縣石岡)
 Fi. 16. Seasonal changes of the population density of rice green leafhoppers, the percentage of transmitter insects and the disease incidence in Shi-Kon of the Prefecture of Taichung.



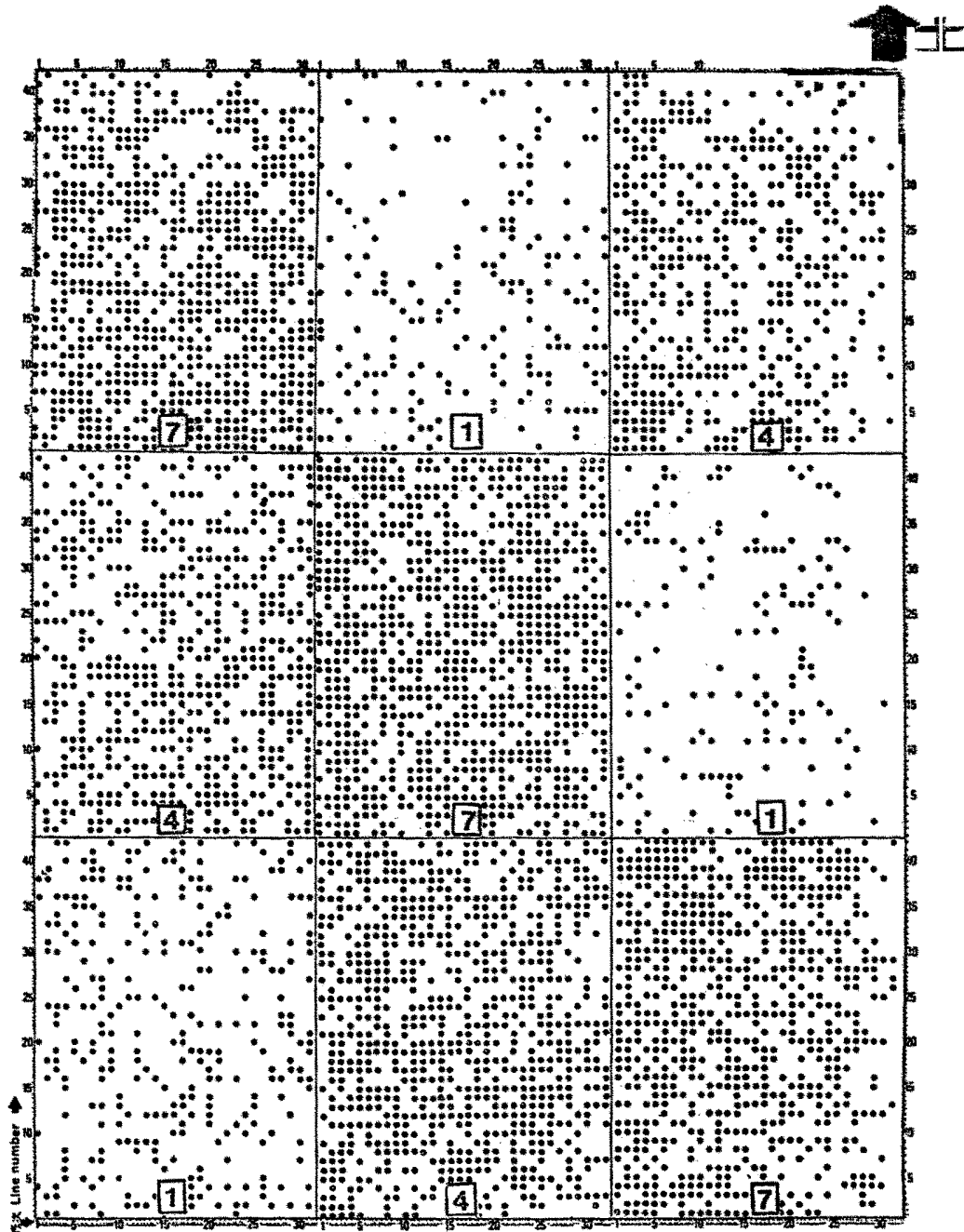
圖十九、66~67 年第一期作與第二期作不同水稻生育時期黃葉病感染率

Fig. 19. The infection rate of rice transitory yellowing at various rice growth stages in both the first and second crops during 1977-1978.



圖二十、田間水稻每叢栽植密度與黃葉病罹病程度之關係

Fig. 20. Effect of the number of plants per hill on rice transitory yellowing incidence during the 2nd crop of 1977 in Tung-Shih of the Prefecture of Taichung.



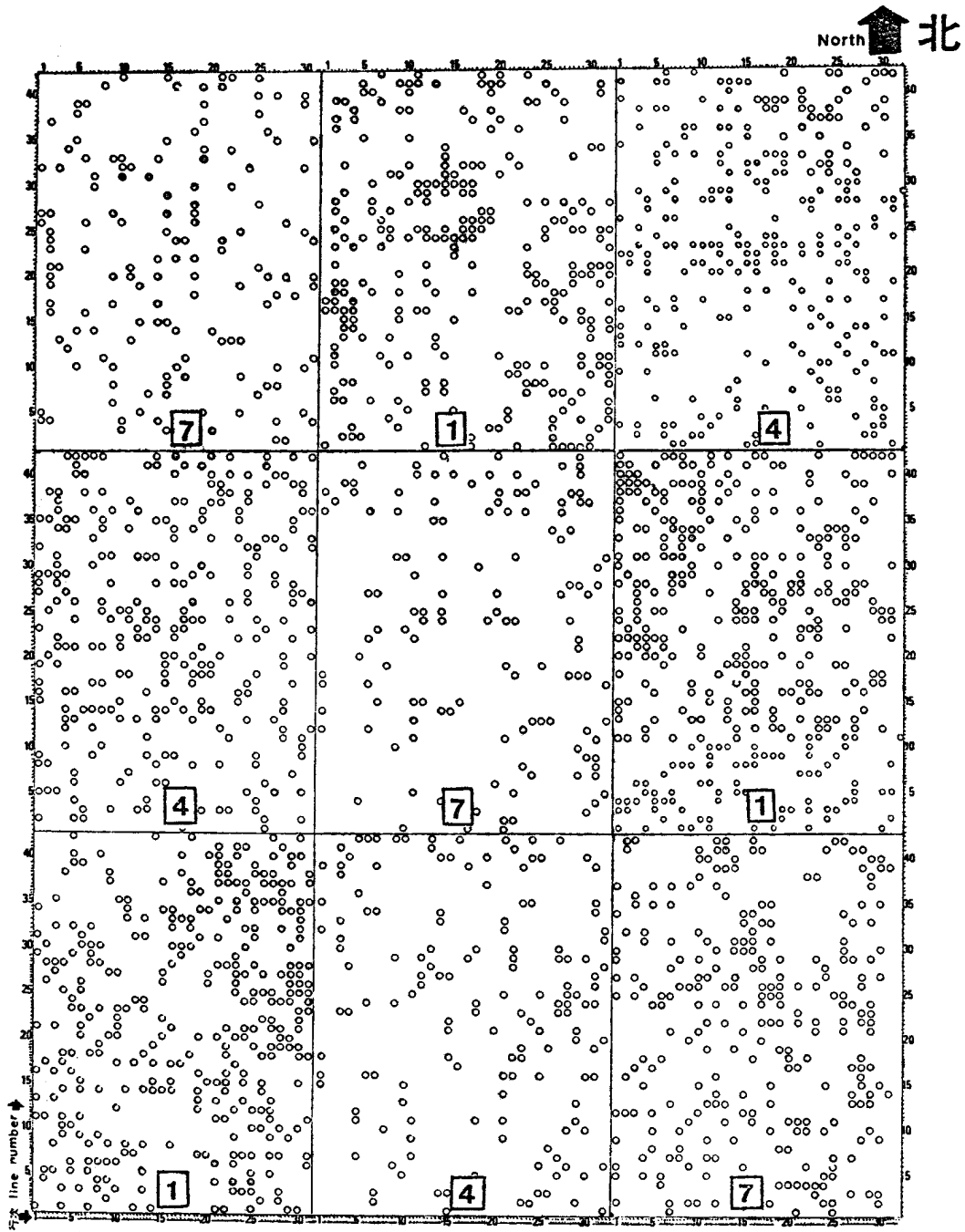
田埂邊有水溝, Ditch & levee. 田埂, levee.

1: 每叢栽植 1 株, Planting 1 seedling/hill. 4: 每叢栽植 4 株, Planting 4 seedling/hill.

7: 每叢栽植 7 株, Planting 7 seedling/hill.

圖二十一、田間水稻黃葉病秧苗期感染之病株分布位置圖

Fig. 21. The distribution pattern of RTYV disease plants which were infected at seedling stage in the paddy field.



圖二十二、田間水稻黃葉病分蘖期感染之病株分布位置圖

Fig. 22. The distribution pattern of RTYV disease plants which were infected at tillering stage in the paddy field.

討 論

黃葉病在臺灣第一期稻作發生輕微，第二期作則較嚴重。邱氏⁽¹⁶⁾曾以溫度與浮塵子數量之多寡加以解釋。在一年栽培二期水稻的制度下，常年黃葉病之發生似宜由溫度、黑尾浮塵子傳病蟲密度、病株數量及水稻生育狀況等不同角度去解釋更為合理。在第二期水稻收割以後，田間媒介昆蟲自然棲群及傳病蟲率逐漸降低至1~2月份降至全年之最低點(圖十六、十七、十八)。謝氏⁽⁴³⁾亦曾報告1~3月份黃葉病帶毒蟲率最低。此時正值中部地區第一期作秧苗期，傳病媒介蟲源少為構成第一期作發病輕微之關鍵因素。第一期作初期遭遇低溫不但延遲病徵的出現，同時也影響媒介昆蟲之生育期、數量以及病毒在蟲體內之潛伏期。3月下旬起田間傳病蟲率逐漸升高至4月下旬或5月上旬又告降低，此等傳病蟲在水稻分蘖期引起第二次感染，但由於田間第一代黑尾浮塵子棲群密度極低，因此分蘖期水稻被感染的數量仍然有限，此可由66及67年之田間試驗結果獲得佐證(附表十八、十九)。5月上旬起，第二世代黑尾浮塵子開始出現，但此時多數第一次感染之病徵(三月下旬起出現病徵者)已告消失(復健現象)，雖然田間媒介昆蟲密度極高，但因受病株源數量的限制，加以此時水稻生育已屆孕穗後期，即使水稻被感染病徵表現也較輕微且不影響產量。以上為第一期作黃葉病發生輕微之綜合因素。

7月中旬正值第二期水稻秧苗期。此時為第四代黑尾浮塵子之末期，田間棲群密度因缺乏寄主而逐漸下降，但因媒介昆蟲密度遠比第一期作秧苗期為高且田間帶毒蟲率亦維持在5~10%間。故造成第二期作秧苗期或本田初期之大量感染。第一期作收割後田間再生稻之黃葉病病株可能為8月份田間帶毒蟲率居高不降因素之一。另外7、8月份氣溫高亦縮短病毒在水稻及昆蟲體內之潛伏期。以上諸因素為造成第二期作發病較嚴重之綜合原因。本試驗在分析66及67年東勢、石岡及溪州三地點各期作之黃葉病罹病率與媒介昆蟲間之相關時，發現各地之罹病率與媒介昆蟲自然棲群密度間無顯著之相關。但罹病率與傳病蟲密度(自然棲群密度與帶毒蟲率之乘積)間則呈顯著之相關(相關係數 $r=0.8071^{**}$)。因此當非黃葉病大發生之年，其罹病率似應由田間帶毒媒介昆蟲密度加以推測。此外在本省是否可由6及8月份之帶毒蟲密度來預測第二期作之發病程度，由於僅獲得三地點兩年之資料，是否具代表性而供為預測之用，有賴進一步探討。此外如欲有效預測黃葉病之發生，帶毒蟲迅速檢定方法(如血清法)之建立亦為必需之要件。在預測稻萎縮病時亦有相似用帶毒蟲密度預測病害發生之報告^(23,41)。林氏報告在菲律賓4~6月間所採集*N. virescens*媒介蟲數多寡及傳病蟲數與6至10月間本田Tungro病猖獗程度有關，似亦可用以預測病害之發生⁽¹³⁾。

在連續兩年每月插秧一次之試驗，黃葉病發生嚴重的季節是在4~8月間，較輕的月份是11~2月間(圖十四、十五及附表九)。在分析此項結果時發現66年各月份之田間罹病率較低為0~18%。媒介昆蟲密度與罹病率之間無顯著相關。67年各月份罹病率極高為0.2~97%，且罹病率與媒介昆蟲密度之間呈極顯著之相關(台南五號及台中在來一號之試驗田二因子間之相關係數分別為 $r=0.7883^{**}$ 及 0.7659^{**})。67年田間發病趨於嚴重之原因可能受病株數量多媒介昆蟲獲毒容易之影響。因此在黃葉病大發生之年份，田間病株源豐富的前題下，田間之罹病率似可以由媒介昆蟲密度及溫度的變化而加以解釋。此外，67年發生較66年嚴重的事實可能也暗示在水稻毒素病流行地區，若連續數年不行預防工作，病害可能再趨猖獗。

在台中地區黃葉病病毒主要經由黑尾浮塵子越冬，這些越冬世代之成蟲於1月下旬至2月上旬自越冬寄主遷移到秧田造成第一次感染(Primary infection)。由於越冬期間，田間仍可發現再生稻病株(表八)，雖然病株數量有限，但病原確可經由再生稻之途徑越冬而成為媒介昆蟲獲毒源。推測田間於3月份出現傳病之若蟲可能即在再生稻病株獲毒者(圖十六、十七、十八)。本試驗首次證明禾本科雜草李氏禾(*Leexsia hexandra*)及一種牧草大黍(*Panicum masimum*)可為黃葉病病原之寄主植物。在田間亦曾發現李氏禾罹病株，但由於媒介昆蟲在這些雜草上

獲毒率極低(表九)，推測這些雜草在黃葉病傳播圈中並未扮演著較重要的角色。在日本縞葉枯病病毒亦經由媒介昆蟲越冬，經由雜草越冬之機會可能性較小⁽¹⁾。

謝氏⁽⁴³⁾報告在田間黃葉病帶毒媒介昆蟲於6月及10月份出現兩個高峰期且各與黑尾浮塵子之自然棲群密度之高峰期相吻合。本試驗發現傳播黃葉病之黑尾浮塵子的傳病蟲率之消長似隨年次及地點的不同而有很大的差共(圖十六、十七、十八)。其帶毒蟲率的消長似決定於傳病前田間病株數量的多寡。在稻萎縮病的情況亦有類似的報告⁽²³⁾。

本試驗利用發病時期分析感染時期的方法在縞葉枯病方面亦曾採用⁽⁸⁾。分析結果發現66年及67年第一期作之主要感染時期並不一致，66年主要感染時期在秧苗期；67年則在分蘖期。第二期作兩年之主要感染時期均在秧苗期(可能包括本田初期)，其感染率佔全期作罹病率之70%。秧田感染率較本田期為高的現象在水稻Yellow orange病亦有類似報告⁽⁶⁴⁾。

田間水稻之栽植密度與罹病叢率間呈顯著之正相關(附表十六)。即每叢栽植株數愈多，罹病叢率愈高。此種現象可由秧苗期媒介昆蟲隨機感染的情形而得到合理的解釋。

由田間病株分布圖(圖二十一、二十二)發現黑尾浮塵子不論在秧田或本田期傳播黃葉病其病株分布均屬分散型(Dispersal type)，此可能與媒介昆蟲之習性有關。安尾氏等⁽⁸⁾報告稻縞葉枯病在苗床感染者病株分布呈分散型，但在本田由斑飛蝨若蟲感染時則呈集中型分布，此種現象與媒介蟲之習性有關。

五、綜合討論

在臺灣水稻黃葉病曾於民國49、50及51年大肆發生，其後發生面積逐年減少^(10,16)。近年來，除偶見嚴重發生外，已成為地域性病害。在台中地區，本病發生地區幾乎都為山邊或溪邊河床地帶之稻田。其發生地若為黃萎病流行地區，常可發現兩種病害在同一叢或同一株上同時呈現，惟病徵出現有早晚之別。以66年第二期作東勢試驗田為例，兩種病害混合發生之比率佔總罹病率之29.6%。此種現象可能是一隻媒介昆蟲同時攜帶兩種病原或兩種病害經由不同媒介昆蟲個體重複感染(Mix-infections)。在室內檢定田間棲群帶毒蟲率時，亦常見同一隻媒介昆蟲傳播兩種病害。

造成1960年代水稻毒素病害大發生的原因可能與田間黑尾浮塵子之發生棲群變化有關⁽³¹⁾。最耐人尋味的是黃萎病於1940年在本省首先被記錄⁽³⁶⁾，當時僅見零星分布於台北、宜蘭及新竹等少數地區至1960年代大發生，其後發生程度雖未見嚴重但發生範圍逐年擴大，迄今其分布幾乎遍及全省。此種病害之發生似屬擴散型。黃葉病的發生情形，略有不同。在1960年代大發生時，其主要分布地區為屏東地區、台中地區及雲林之某些鄉鎮，當時之發生面積逾一萬公頃。其後發生範圍未見繼續擴大反而有縮小的趨勢^(10,16)。

由以上可見本省發生之黃萎病及黃葉病之分布及蔓延型式有顯然的的不同。在田間第一或第二期稻作兩種病害所遭遇之氣象條件完全相同，導致其發生程度及分布差異的熱因似可由病原越冬條件，媒介昆蟲傳播特性及寄主植物等之差異而加以解釋。

其差異比較如下：

	黃 葉 病	黃 萎 病
I.病原越冬條件	1. 越冬期間帶毒蟲密度極低，僅0-0.65%(2月份)。 2. 越冬期間病株源(再生稻病株少)。	1. 傳病蟲密度高達29-64%(2月份) ^(30,31) 。 2. 越冬期間再生稻病株殘存量較多 ⁽³⁴⁾ 。

- | | | |
|--------------|---|---|
| II. 媒介昆蟲傳播特性 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 黑尾浮塵子獲毒能力低，平均約 20%(吸食病株 24 小時)。 2. 傳播型式屬持續性⁽⁵⁵⁾。 3. 病原在蟲體內之潛伏期較短 9-16 約日(夏季)⁽¹⁶⁾。 4. 帶毒蟲壽命有明顯縮短現象，即每一帶毒蟲之有效傳播日數較短。 5. 媒介蟲對病株顯示極不偏好性，在田間減少獲毒機會。 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 獲毒能力高，平均約為 60%(吸食病株 24 小時)⁽²⁶⁾。 2. 同為持續性^(39,54)。 3. 潛伏期較長約 20-25 日^(26,54)。(夏季) 4. 傳病蟲壽命有延長現象^(6,31)即傳病蟲有效傳播日數較長。 5. 對病株顯示極偏好性，在田間增加獲得病原機會⁽²⁹⁾。 |
| III. 寄主植物條件 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 病原在植物體內潛伏期較短，夏季平均約 15 日。 2. 罹病株病徵出現後期，病葉凋落，呈恢復現象⁽¹⁶⁾。減少田間病株源數量亦即減少媒介昆蟲獲毒之病株源。 3. 罹病株再生能力低且再生後不一定表現病徵。 4. 水稻孕穗期以後感染者，不出現病徵^(16,46)。 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 潛伏期較長，夏季約 30-38 日⁽³²⁾。 2. 罹病株病徵為系統性，即病株量呈累積性增加。 3. 罹病株再生能力強，且繼續表現病徵⁽³⁴⁾。 4. 孕穗期以後感染者於再生稻上出現病徵⁽³⁴⁾。 |

以上諸現象均經由試驗所得之證據，除病原在蟲體及植物體內之潛伏期較短為黃葉病流行之有利條件外，其餘均為黃葉病流行之限制因子。亦即黃葉病未能繼續擴大蔓延之可能原因。

在台中地區，第一期作黃葉病病株主要為來自棲息於雜草上之越冬世代帶毒成蟲遷移到第一期作秧苗上感染所造成。晚進齋藤氏等⁽⁴²⁾報告日本沖繩(琉球)亦有黃葉病發生之記錄並推測媒介黑尾浮塵子可能由台灣遷移者。林氏引用 Miyashita *et al.* 報告謂黑尾浮塵子不能行長距離移動⁽¹³⁾。但如氣流等亦可造成長距離遷移，則由台灣遷移之說亦無不可能。

在本省第一期稻作由於帶毒蟲源數量很少且氣象條件均不宜病勢發展導致黃葉病發生量少，但由於其所造成之病株及帶毒蟲將成為第二期稻作病害直接或間接之傳播源。因此撲滅第一期作之傳病蟲源以及早期拔除病株，在切斷病害傳播圈的觀點上，應為治本的措施。防治越冬蟲源，由於媒介蟲越冬寄主範圍廣泛且複雜(尤其是山區)，工作執行上確較為困難。第一期稻作早期拔除病株以減少第二次感染蟲源之獲毒，由於此期間病株數量較少且在田間罹病株病徵顯著，拔除工作較無困難。此法在罹病地區似值得提倡。由於第二期作約有 70% 的罹病株係於秧苗期被感染。因此於播種前及秧苗期使用化學藥劑防治媒介昆蟲⁽¹⁶⁾或以其他方法保護秧苗以期逃避感染⁽¹⁶⁾，或延遲秧田播種時期⁽³⁰⁾以逃避黑尾浮塵子第四代末期帶毒蟲之感染，在理論上及實用上均為有效的防治對策。

六、參考文獻

1. 山田濟、山本秀夫 1956. 稻縞葉枯病 關 研究 第3報 寄主植物，潛伏期，傳染力保持期間及びバイラスの越年について 岡山農試臨時報告 55:35-56。
2. 木村郁夫 1962. イネ萎縮病ウイルスに関する研究(續報)－I 日植病報26(4)：197-203。
3. 王鼎定 1978. 臺灣植物保護三十年 臺灣經濟月刊 17:32-38。
4. 内藤篤、正木十二郎 1967. ツマグロヨコバイの攝食行動に関する研究 第2報 成蟲の口針挿入頻度 日應動昆 11:150-156。
5. 石井正義 1963. イネウイルス病の發病との關係 第一報 接種時の溫度と媒介 日植病報 28:309-310。
6. 石井正義、安尾俊、小野三郎 1969. 關東東山地域における稻黃萎病の發生生態について 農事試驗場研報 13:1-21。
7. 永井清文、岩橋哲彦、後藤重恭 1963. イネ黃萎病の生態ならびに防除關する研究 第1課 ツマグロヨコバイのウイルス保毒との溫度關係について(講要)日植病報 28(5):289
8. 安尾俊、石井正義、山口富夫 1972. 稻縞葉枯病に関する研究 第1課 關東東山地域る縞葉枯病の發生機構に関する研究 農事試驗場研究 8:17-108。
9. 吉井啓 1959. 植物ウイルスの蟲媒傳染機作に関する研究 第5報 稻萎縮病媒介昆蟲ツマグロヨコバイの保毒に伴ら代謝異狀 ウイルス 9:415-422。
10. 台灣省農林廳 台灣省植物保護工作總報告 民國55-67年。
11. 守中正、櫻井義郎 1970. イネ黃萎病に對する品種抵抗性 幼苗檢定法 日本中國農事試報 E(環境部) 第6號 pp.57-97。
12. 林克治 1971. 水稻Tungro 病 邱人璋主編之「農復會稻作病害專題研討會講稿集」 pp.199-236。
13. 林克治 1978. 水稻東格羅病之流行學之研究 邱人璋主編之水稻病蟲害：生態學與流行學 pp.113-137。
14. 林正忠 1975. 水稻黃葉病毒素純化過程影響感染力因子之研究 國立中興大學植物病理學研究所第五屆碩士論文 52 pp.。
15. 邱人璋 1966. 台灣由黑尾浮塵子傳播的兩種水稻毒素病 台灣植物保護工作昆蟲篇 1940-1965劉廷蔚先生六十歲紀念文集 pp.279-284。
16. 邱人璋 1971. 水稻黃葉病 邱人璋主編之「農復會稻作病害專題研討會講稿集」 pp.155-178。
17. 邱明德、李新傳 1978. 水稻品種對黃葉病抵抗力檢定試驗 高雄區農業改良場彙報 1-121 pp.。
18. 奈須壯兆 1963. 稻ウイルス病を媒介するウンカ・ヨコバイ類に関する研究 九州農試彙報 8(2):153-349。
19. 岩橋哲彦、永井清文、後藤重喜 1963. イネ黃萎病の生態ならびに防除に關する研究 第2報 ツマグロヨコバイのウイルス媒介と溫度との關係について 日植病報 25(5):289-290 (講要)
20. 高敏男 1971. 水稻黃葉病病毒于媒介昆蟲體內定溫下潛伏期之測定及純化研究 中興大學植物病理學研究所碩士論文 38 pp.。
21. 高崎登美雄、杉浦己代治、飯田俊武 1970. イネ黃萎病の病株および保毒蟲に對する高溫處理の影響 日植病報 36:190(講要)。
22. 淺賀宏一、柳田騏策、小野小三郎 1965. 各地產無毒ヒメトビウシカのイネレマ葉枯病ウイルス獲得能力の差異 日植病報 30:83-84(講要)。

23. 原敬一、馬場口勝男、堀切正俊、深町三朗 1975. イネ萎縮病の發生豫察方法の確立に關する殊調査 農作物有害動植物發生予察特別報告 第27號 pp.7-21。
24. 陳脉紀、四方英四郎 1968. 水稻黃葉病毒之電子顯微鏡觀察 植保會刊 10(2):19-28。
25. 陳脉紀、四方英四郎 1971. 水稻黃葉病病原毒素之電子顯微鏡觀察 邱人璋主編之「農復會稻作病害專題研討會講稿集」 pp.179-197。
26. 陳慶忠 1970. 臺灣產三種黑尾浮塵子傳播黃萎病能力比較 植保會刊 12(4):160-165。
27. 陳慶忠 1970. 臺灣產三種黑尾浮塵子分佈調查 植保會刊 14(1):41-45。
28. 陳慶忠 1975. 水稻品種對黃萎病抗性之研究I.影響抗病品種檢定因子 植保會刊 17:263-271。
29. 陳慶忠 1977. 水稻黃萎病週年傳播圈之研究 科學發展月刊 5(2):98-105。
30. 陳慶忠 1978. 本省傳播水稻毒素病或類似病害同翅目害蟲之發生及其防治 中央研究院動物所學辦「昆蟲生態與防治」研討會講稿集 pp.113-122。
31. 陳慶忠 1978. 水稻黃萎病之流行學 邱人璋主編之水稻病蟲害。生態學與流行學 pp.139-166。
32. 陳慶忠、柯文華 1975. 黃萎病對水稻農藝性狀之影響 植保會刊 17(2):250-262。
33. 陳慶忠、柯文華 1975. 水稻品種抵抗黃萎病之研究III.水稻品種抵抗黃萎病之類型 植保會刊 18(4):346-353。
34. 陳慶忠、柯文華 1977. 臺中區黑尾浮塵子越冬期蟲齡結構及再生稻黃萎病罹病情形調查。 植保會刊 20(1):1-7。
35. 陳慶忠、柯文華、邱人璋 1978. 褐飛蝨傳播之水稻萎凋矮化病(摘要) 植保會刊(出版中)。
36. 黑澤英一 1940. 臺灣に發生する稻の黃萎病に就て 病蟲雜 27(2):161-166。
37. 張守敬 1960. 屏東第二期水稻的生理病 土肥通訊 第112期。
38. 新海昭 1954. 稻縞葉枯病のヒメトビウシカに於ける經卵傳染 日植病報 18:169(講要)。
39. 新海昭 1962. 稻ウイルス病の蟲媒傳染に關ける研究 農技研報告 C. No.14 1-112 pp.。
40. 福士貞吉 1941. ヴァイラスの經卵傳染 農業及園藝 16:5。
41. 橫山佐太正、高崎登美雄、野田政春、藤吉臨 1975. イネ萎縮病を媒介するツマグロヨユバの生態 農作物有害動植物發生予察特別報告 第27號 PP.1-6。
42. 齋藤康夫、井上齊、里見綽生 1978. 沖繩における Rice Transitory Yellowing Virus の發生 日植病報 44:666-669。
43. 謝式埤鈺 1969. 田間黃葉病媒介黑尾浮塵子的消長 植保會刊 11(4):171-174。
44. 謝式埤鈺、邱人璋 1969. 臺灣水稻新毒素病—縞葉枯病(摘要) 植保會刊 11(4):175。
45. 謝式埤鈺、邱人璋 1970. 臺灣水稻新病害—草狀矮化病 植保會刊 12(3):136-140。
46. 謝式埤鈺、廖嘉信 1974. 不同生育期之水稻感染黃葉病後對農藝性狀之影響 植保會刊 16:35-41。
47. Baker, P. F. 1960. Aphid behaviour on healthy and on yellows-virus-infected sugar beet. Ann. Appl. Biol. 48(2):384-391.
48. Bar-Joseph, M. and G. Loebenstein 1973. Effect of strain, source plant, and temperature on the transmissibility of citrus Tristeza by the Melon aphid. Phytopathology 63:716-720.
49. Black, L. M. 1941. Further evidence for multiplication of the aster-yellows virus in the aster leafhopper. Phytopathology 31:120-135.

50. Black, L. M. 1943. Genetic variation in the clover leafhopper's ability to transmit potato yellow dwarf virus. *Genetics* 28:200-209.
51. Black, L. M. and Brakke, M. k. 1952. Multiplication of wound-tumor virus in an insect vector. *Phytopathology* 42:269-273.
52. Chen, M. J. and E. Shikata 1972. Electron microscopy and recovery of rice transitory yellowing virus from its leafhopper vector *Nephotettix cincticeps*. *Virology* 47:483-486 (Short communication).
53. Chiu, R. J. and J. H. Jean 1967. Leafhopper transmission of transitory yellowing of rice. *In The Virus Disease of the Rice Plant*. pp. 131-138. Johns Hopkins Press, Baltimore, Maryland, U.S.A.
54. Chiu, R. J., J. H. Jean and M. H. Chen 1966. Transmission of yellow dwarf of rice by two leafhoppers in Taiwan. *Plant Prot. Bull. (Taiwan)* 8:275-286.
55. Chiu, R. J., T. C. Lo., C. T. Pi, and M. H. Chen 1965. Transitory yellowing of rice and its transmission by the leaf-hopper, *Nephotettix apicalis apicalis* (Motsch) *Bot. Bull. Acad. Sinica (Taiwan)* 6:1-18.
56. Chiu, R. J., J. H. Jean, M. H. Chen and T. C. Lo. 1968. Transmission of transitory yellowing virus of rice by two leafhoppers. *Phytopathology* 58:740-745.
57. Chu, C. L. 1971. Effect of temperature and light on transmission of rice tungro disease. Master Thesis, Univ. of Philippines.
58. Fukushi, T. 1935. Multiplication of virus in its vector. *Proc. Imp. Acad. Japan* 11:301-303.
59. Galvez, G. E. 1967. The purification of virus-like particles from rice tungro virusinfected plant. *Virology* 33:357-369.
60. Galvez, G. E. 1968. Transmission studies of the Hoja blanca virus with highly active virus-free colonies of *sogatodes oryzicola*. *Phytopathology* 58:818-822.
61. Ghauri, M. S. K. 1971. Revision of the genus *Nephotettix* Matsumura (Homoptera: cicadelloidea:Euclidae) based on type material. *Bull. Ent. Res.* 60:481-512.
62. Hashioka, Y. 1964. Virus disease of rice in the world. Faculty of Agri., Gifu Univ. pp.1-16.
63. Hendrick, R. D., T. R. Everett, H. A. Lamey and W. B. Showers 1965. A improved method of selecting and breeding for active vectors of Hoja blanca virus. *J. Eco. Ent.* 58:539-542.
64. Hino, T. L., L. Wathanakul, N. Nabheerong, P. Surin, U. Chaimongkol, S. Disthaporn, M. Putta, D. Kerdchokchal and A. Surin 1974. Studies on rice yellow orange leaf virus discase in Thailand. *Tech. Bull. TARC* 7:1-67.
65. Hsieh, S. P. Y. 1969. Multiplication of the rice transitory yellowing virus in its vector, *Nephotettix apicalis* Motsch. *Plant Prot. Bull.* 11(4):159-170.
66. Hsieh, S. P. Y., R. J. Chiu and C. C. chen 1970. Transmission of rice transitory yellowing virus by *Nephotettix impicticeps*. *Phytopathology* 60:1534(Abst.)
67. International Rice Research Institute. Annual Report 1972.
68. Ishihara, T. 1964. Revision of the Genus *Nephotettix* (Hemiptera:Deltoccephalidae). *Trans. Shikoku Ent. Soc.* 8(2):39-44.

69. Ishihara, T. 1965. taxonomic position of some leafhoppers known as virus vector. U.S.-Japan Cooperative Sci. Seminar pp.1-16.
70. Jennings, P. R., and A. Pineda, T. 1971. the effect of the hoja blanca virus on its insect vector. *Phytopathology* 61:142-143.
71. Jensen, D. D. 1958. Reduction in longevity of leafhoppers carrying peach leaf roll virus. *Phytopathology* 48:374 (Abst).
72. Jensen, D. D. 1959. A plant virus lethal to its insect vector. *Virology* 8:164-175.
73. Jensen, D. D. 1971. Vector, fecundity reduced by western x-disease. *J. Inver. Pathol.* 17:389-394.
74. Kisimoto, R. 1967. Genetic variation in the ability of a planthopper vector:*Laodelphax striatellus* to acquire the rice stripe virus. *Virology* 32:144-152.
75. Ling, K. C. 1966. Nonpersistence of tungro virus of rice in it leafhopper vector, *Nephotettix impicticeps*. *Phytopathology* 56:1252-1256.
76. Ling, K. C. 1968. Mechanism of tungro-resistance in rice variety Pankhari 203 Philippine Phyto. 4:21-38.
77. Ling, K. C. & E. R. Tiongco 1977. Transmission of rice tungro virus at various temperature:A transitory virus-vector interaction. IRRI Research paper series No.4. pp.1-26.
78. Littau, V. C., and K. Maramorosch, 1960. A studies of the cytological effect of aster yellows on its insect vector. *Virology* 10:483-500.
79. Maramorosch, K. 1962. Acquisition and transmission of aster yellow virus. *Phytopathology* 52:1919-1920. (Abstr.)
80. Maramorosch, K. 1963. Arthropod transmission of plant viruses. *Ann. Rev. Ent.* 8:369-414.
81. Maramorosch, K. 1967. Effects of rice-pathogenic virus on their insect vectors. *The Virus Disease of the Rice Plant.* pp.179-203. The Johns Hopkins Press, Baltimore, Maryland, U.S.A.
82. Maramorosch, K., E. Shikata, H. Hirumi and R. R. Granados 1969. Multiplication and cytopathology of a plant-tumor virus in insect. *National Cancer Inst. Monograph* 34:493-507.
83. Nagaraj, A. N., and Black, L. M. 1962. Hereditary variation in the ability of a leafhopper to transmit two unrelated plant virus. *Virology* 16:152-162.
84. Nakasuji, F., and K. Kiritani 1970. Effect of rice dwarf virus upon its vector, *Nephotettix cincticeps* Uhler (Hemiptera: Deltocephalidae), and its significance for changes in relative abundance of infected individuals among vector populations. *Appl. Entomol. Zool.* 5:1-12.
85. Ou, S. H. and K. C. Ling 1966. Virus disease of rice in the South Pacific. *FAO Plant Prot. Bull.* 14:113-121.
86. Sinha, R. C. 1960. Comparison of the ability of nymph and adult *Delphacodes pellioida* Fabricius, to transmit European wheat striate mosaic virus. *Virology* 10:344-352.

87. Swenson, K. G. 1971. Relation of age, sex, and mating of *macrosteles fascifrons* to transmission of aster yellows. *Phytopathology* 61:657-659.
88. Tu, J. C. and R. E. Ford 1971. Factors affecting aphid transmission of maize dwarf mosaic virus to corn. *Phytopathology* 61:1516-1521.

七、中文摘要

黑尾浮塵子傳播水稻黃葉病時，獲毒吸食，接種吸食及兩者間隔之飼養，均以25~30°C為最適。低溫時(10及15°C)媒介昆蟲不能傳病或傳病能力顯著降低；高溫時(35°C時)媒介昆蟲死亡率高。黑尾浮塵子傳病之臨界低溫為17°C，在此一溫度時，病原在蟲體內之潛伏期歷48-66日不等。媒介昆蟲之傳病蟲率隨其在病株上之吸食時間延長而增高，傳病蟲率自10分鐘之7%至72小時之32%。獲毒前飢餓處理，對傳病蟲率並無顯著的影響。媒介昆蟲吸食病徵明顯之葉片或感病品種之病葉，其傳病蟲率分別為28.8及34.6%，顯著地比吸食復健病株(3.3%)或抗病品種者(9.0%)要高。當比較在黃葉病、黃萎病及健株間之棲息比率時，媒介昆蟲對黃葉病病株(7%)有顯著之非偏好棲息(拒斥)習性；但對黃萎病病株(75%)則呈相反現象。每隻帶毒媒介昆蟲每日有效傳播苗數約為3株。*Nephotettix cincticeps*及*N. nigropictus*傳播黃葉病時之傳病蟲率分別為24.1及23%，二者並無差異。若蟲及雄蟲之獲毒能力則較成蟲及雌蟲為高。採自全省十六處之黑尾浮塵子均能傳播病害，其傳病能力自10~48%不等。採自不同地點之媒介昆蟲傳病能力雖有差異，但傳病能力之高低與該地區是否發生黃葉病無關。媒介昆蟲獲毒能力尚受季節之影響，12~3月份獲毒率僅4~10%，4~11月份者均在20~30%間。

黃葉病病原毒素對黑尾浮塵子之生育有明顯地不良影響。若蟲獲毒經證明能傳病之個體，其若蟲期發育所需時間比較健全組約延長1~2日。部份帶毒若蟲之發育期顯著地延長並於未羽化前死亡。帶毒成蟲之壽命比較健全組之個體有顯著的縮短現象(雌、雄蟲分別縮短6及3日)，其產卵數約比健全組減少35~38%，但卵之孵化率則無差異。雌性帶毒個體之後代(F₁)傳病蟲率(55~58%)比不帶毒者(21~28%)約高一倍以上，故媒介昆蟲之傳病能力可能受雌性個體遺傳之支配。

水稻感染黃葉病後之病徵潛伏期長短受接種時稻齡及氣溫等之影響。接種時稻齡愈小或氣溫高，病徵潛伏期短，反之潛伏期延長。黃葉病之週年傳播圈(Disease cycle)，病原主要經由媒介昆蟲體越冬。田間殘留之再生稻株亦可能為病原越冬途徑之一，但水稻收割後罹病株之再生能力極低。本研究發現兩種禾本科雜草，李氏禾(*Leexsia hexandra*)及大黍(*Panicum masimum*)可為黃葉病病原之寄主植物。水稻每月插秧一次，在不防治媒介昆蟲的前題下，黃葉病之發病程度以民國67年為例，4~8月份插植者發病率最高為31-97%。故當病株源豐富時，田間罹病率與媒介昆蟲之棲群密度間呈顯著之正相關($r=0.7883^*$)。田間媒介昆蟲帶毒蟲率之消長，隨季節而異，但並不因季節而中斷。66年東勢3~4月份及7~10月份傳病蟲率較高，分別為3~12%及4~26%。帶毒蟲率之高低，似決定於田間病株量之多寡。12月以後帶毒蟲率逐漸下降至2月份為全年之最低點亦即週年傳播圈中之最弱點，12月及2月之平均傳病蟲率分別為6%及0.6%。在分析東勢、石岡及溪州等三處試驗田第一、二期作田間罹病率與該期間帶毒媒介昆蟲密度之關係時，二者呈顯著之正相關($r=0.8071^{**}$)。上述地點第二期作之罹病率與6月及8月份田間帶毒蟲密度間呈顯著之正相關($r=0.7972^*$ 及 $r=0.8228^*$)。民國66及67年東勢試驗資料顯示秧苗期之感染叢率與每叢之栽植苗數(每叢1, 4, 7株苗)呈顯著之正相關($r=0.9504^{**}$ 及 $r=0.8546^{**}$)，此種現象於本田期被感染者則不復存在。第二期水稻主要感染黃葉病時期為秧苗期，約佔全期作總罹病率之70%，故第二期作播種前至秧苗期似為防治黑尾浮塵子以減少黃葉病發生之最適當時機。

八、英文摘要

English Summary

Epidemiological Studies on Rice Transitory Yellowing with Special Reference to Its Transmission by the Rice Green Leafhoppers

The optimal temperature for rice green leafhoppers to acquire and transmit rice transitory yellowing virus (RTYV) ranged from 25°C to 30°C. Lower temperatures (10°C and 15°C) resulted in poor capacity or inability of the insect to transmit the virus. A higher temperature at 35°C caused high mortality of test insects. The threshold temperature for insects to transmit RTYV was 17°C at which a minimal incubation period of 48-66 days was observed. The proportion of the insects that acquired the virus following an acquisition feeding of 10 min. and 72 hours were 7% and 32%, respectively. Fasting before acquisition feeding was found without significant effect on transmission ability. More insects became viruliferous when they fed on leaves with conspicuous symptoms (28.8%) or on diseased plants of susceptible varieties (34.6%) than they fed on leaves in plants recovered from symptom (3.3%) or on resistant varieties (9.0%). Rice green leafhoppers showed no preference to RTYV disease leaves (7%) over yellow dwarf disease leaves (75%) or healthy leaves (18%). Each infective individual insect could transmit RTYV to 3 healthy seedlings per day. There was no difference in ability of virus transmission between *Nephotettix cincticeps* and *N. nigropictus*, which transmitted at 24% and 23%, respectively. The male and nymph were found more efficient to acquire and transmit RTYV than female and adults. *N. cincticeps* and *N. nigropictus* collected from 16 locations on this island were also all able to transmit RTYV, regardless disease incidence or not for the locations. Percentage of infective insect vectors ranged from 10-48%. The ability of vector insects to acquire RTYV from disease plants were also influenced by the seasons when they fed on source plants. Lower ability was observed during December to March, with 4-10% infective insects, and higher transmission percentage (20-30%) was observed from April to November.

RTYV had an apparent deleterious effect on its insect vector. The virus caused premature death of the nymph, shorter life span of the adult and a reduced number of eggs laid by infective females. The progeny (F1) derived from viruliferous female was more efficient in transmitting the virus (55-58%) than those derived from a cross involving a non-transmitter female (21-28%). This suggests the transmission ability being genetically controlled.

The latent period of RTYV for symptoms varied with plant age and temperature at the time of inoculation. It was shorter when the rice seedlings were inoculated at younger stages or at high

temperature. Infective vector insects could be found throughout the year. Thus the virus appeared to overwinter mainly by being carried by the vector. Besides, the ratooning of rice diseased plants might also play a role in the disease cycle. However, the ratooning ability of diseased plants was very low. Two species of Gramineous weeds namely, *Leexsia hexandra* and *panicum masimum* reacted as host plant of RTYV. Rice plants transplanted at monthly intervals showed that most heavily infected plants were those transplanted from April to August, with an incidence of 31-97% in 1978. Under epidemic condition, a correlation coefficient between the incidence of RTYV disease in Tainan 5 and the field population of insect vectors was $r=0.7883^*$. Although the percentage of viruliferous insects fluctuated from season to season, they could be found in every month during the year. In 1977, the percentage of viruliferous vectors was high from March to April and from July to October, with 3-12% and 4-26% active transmitters, respectively, in the fields of Tung-Shih. The percentage of infective insects declined since December (6%) and it was at a lowest level (0.6%) in February, just before transplanting of the first crop. The correlation coefficient between RTYV disease incidence and viruliferous vector population for 1st and 2nd crops of 1977 and 1978 was $r=0.8071^*$, based on data taken from Tung-Shih, Shi-Kon, and Chi-Chou. The correlation coefficient between disease incidence of 2nd crop of above localities and the vector population in June and August was $r=0.7972^*$ and $r=0.8228^*$, respectively, for 1977 and 1978. A positive correlation was also observed between the number of seedlings per hill and the incidence of RTYV disease which infected at seedling stage with $r=0.9504^{**}$ and $r=0.8546^{**}$ for the 2nd crop of 1977 and 1978, respectively. In the field, infection with RTYV occurred mostly during the seedling stage. About 70% in the total disease incidence in the Tung-Shih area in the 2nd crop of 1977 and 1978 could be accounted for by infection occurring in the seedling period. Therefore, application of insecticides to control the vectors at this stage during the second crop must be considered in order to prevent the RTYV disease incidence.

九、附 錄

附表一、*Nephotettix cincticeps* 於不同溫度下取食病株對其傳病蟲率的影響¹

Table A. 1. Effect of acquisition feeding temperature on the transmission of RTYV by *N. cincticeps*¹.

溫度(攝氏) Temp. (°C)	傳 病 蟲 率(%) Percentage of infective insects				
	試驗一 Exp. I	試驗二 Exp. II	試驗三 Exp. III	試驗四 Exp. IV	四次總計 Total
10	0(49) ²	0(57)	2.9(70)	2.0(50)	1.3(226)e ³
15	14.7(34)	9.6(52)	9.2(98)	16.0(50)	11.5(234)d
20	15.9(44)	14.7(61)	33.3(100)	20.0(50)	22.0(255)c
25	18.2(44)	19.8(61)	29.0(97)	26.0(50)	24.2(252)bc
30	24.2(62)	20.9(43)	31.0(77)	32.0(50)	27.6(232)ab
35	25.0(20)	23.2(56)	33(86)	45.1(51)	32.9(213)a
CK	0(40)	0(38)	0(40)	0(40)	0

1. 獲毒日期

Dates for acquisition feeding: Exp. I, Sept. 13, 1977; Exp. II, March 3, 1977; Exp. III April 3, 1978; Exp. IV, April 9, 1978.

2. 括弧內數據為供試蟲數

Figures in parentheses are number of test insects for investigation.

3. 任何二不同字母表示經多種變異測驗法分析達 5%顯著水準

Any two means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level according to Duncan's Multiple Range Test.

附表二、*N. nigropictus* 於不同溫度下取食病株對其傳病蟲率的影響¹

Table A. 2. Effect of acquisition feeding temperatures on the transmission of RTYV by *N. nigropictus*¹.

溫度(攝氏) Temp. (°C)	傳 病 蟲 率(%) Percentage of infective insects			
	試驗一 Exp. I	試驗二 Exp. II	試驗三 Exp. III	三次總計 Total
10	0(48) ²	6.6(76)	8.0(75)	5.5(199) e ³
15	6.0(50)	10.8(83)	16.6(96)	12.2(229) d
20	12.0(50)	20.5(78)	26.7(90)	21.1(218) c
25	22.0(50)	28.6(49)	32.6(86)	28.6(185) b
30	26.0(50)	36.7(49)	34.5(93)	33.3(192) b
35	34.5(48)	43.9(66)	40.0(90)	40.2(204) a

1. 獲毒日期

Dates for acquisition feeding: Exp. I, May. 3, 1978; Exp. II, Aug. 10, 1978; Exp. III Aug. 15, 1978

2. 括弧內數據為供試蟲數

Figures in parenthese are number of test insects for investigation.

3. 任何二不同字母表示經多種變異測驗法分析達 5%顯著水準

Any two means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level according to Duncan's Multiple Range Test.

附表三、黑尾浮塵子獲毒後於不同溫度下飼養對其潛伏期及傳病蟲率的影響¹

Table A. 3. Effect of rearing temperature following acquisition feeding on the transmission of RTYV by rice green leafhoppers¹.

供試蟲 種類	飼育溫度 (攝氏)	傳 病 蟲 率			潛 伏 期(日)		
		% of infective insects			Incubation period (days)		
Test insect	Rearing temp. (°C)	試驗一 Exp. I	試驗二 Exp. II	二次總計 Total	試驗一 Exp. I	試驗二 Exp. II	平 均 Average
N. cincticeps	20	12.0(50) ²	17.6(34)	14.3(84)	31.7(28-34) ³	35.7(26-42)	33.7
	25	34.0(50)	35.3(34)	33.3(84)	16.3(12-22)	13.3(10-16)	14.8
	30	37.8(45)	36.7(30)	37.3(75)	10.1(6-12)	11.5(8-16)	10.8
	35	43.2(37)	48.1(27)	45.3(64)	8.9(6-12)	7.9(6-10)	8.4
	CK	0(39)	0(40)	0	-	-	-
N. nigropictus	20	27.5(40)	35.0(40)	31.3(80)	28.3(22-46)	28.7(18-46)	28.5
	25	37.5(40)	35.4(48)	36.4(88)	13.7(8-22)	13.1(6-20)	13.4
	30	36.3(44)	44.7(38)	40.2(82)	8.9(6-14)	9.3(6-14)	9.1
	35	3.3(39)	34.4(32)	33.8(71)	7.5(4-10)	7.7(6-10)	7.6
	CK	0(40)	0(39)	0	-	-	-

1. 獲毒日期

Dates for acquisition feeding: *N. cincticeps* (Exp. I, April, 1977; Exp. II, July 31, 1977). *N. nigropictus* (Exp. I, July 12, 1978; Exp. II Aug. 9, 1978).

2. 括弧內數據為供試蟲數

Figures in parenthese are number of insects tested.

3. 括弧內數據為潛伏期範圍

Figures in parentheses idicate range of incubation period.

附表四、媒介昆蟲取食病株前飢餓處理對其傳病蟲率之影響¹Table A. 4. Effect of fasting time on the transmission of RTYV by rice green leafhoppers¹.

飢餓時間 (小時) Fasting time (hour)	傳 病 蟲 百 分 率 Percentage of infective insects							
	<i>N. cincticeps</i>				<i>N. nigropictus</i>			
	試驗一 Exp. I	試驗二 Exp. II	試驗三 Exp. III	三次總計 Total	試驗一 Exp. I	試驗二 Exp. II	試驗三 Exp. III	三次總計 Total
0	26.1(46) ²	22(50)	25(48)	24.0(146)	20(50)	38(50)	10(50)	22.7(150)
1	24.5(49)	34(50)	38(50)	32.2(149)	30(50)	30(50)	34(50)	31.3(150)
2	14.3(49)	30(30)	30(50)	28.7(129)	18(50)	34(50)	37(50)	28.7(150)
3	23.9(46)	16(50)	30.4(49)	23.8(143)	16(50)	36(50)	24(50)	25.3(150)
CK	0(40)	0(40)	0(39)	0	0(40)	0(40)	0(40)	0

1. 獲毒日期

Dates for acquisition feeding: *N. cincticeps* (Exp. I, Feb. 28, 1978; Exp. II, April 3, 1978; Exp. III, May 4, 1978); *N. nigropictus* (Exp. I, April 3, 1978; Exp. II, May 4, 1978; Exp. III, July 3, 1978).

2. 括弧內數據為供試蟲數

Figures in parentheses are number of insects tested.

附表五、*N. cincticeps* 取食不同發病程度之病株葉片對其傳病蟲率之影響¹Table A. 5. Effect of symptom severity of diseased plant on which
N. cincticeps fed on the transmission of RTYV¹.

病株發病程度 ² Symptom severity of diseased plant	傳 病 蟲 率 Percentage of infective insects			
	試驗一 Exp. I	試驗二 Exp. II	試驗三 Exp. III	三次總計 Total
A	3.3(60) ³	5.4(93)	0(58)	3.3 c ⁴
B	13.3(60)	18.3(82)	6.6(60)	13.4 b
C	28.3(60)	38.0(50)	22.4(67)	28.8 a
D	25.0(60)	20.2(99)	51.7(60)	30.1 a
CK	0(40)	0(39)	0(40)	0

1. 獲毒日期

Dates for acquisition feeding: Exp. I, May 26, 1978; Exp. II, May 30, 1978; Exp. III, July 5, 1978.

2. A：恢復病株。Diseased plant showing recovery.
 B：上方無病徵葉片。Upper symptomless leaves.
 C：下方病徵明顯之葉片。Lower leaves with apparent symptoms.
 D：幼苗病株。Diseased young seedling.
 CK：供試蟲吸食健全水稻供為對照。Insects fed on healthy plant to serve as control.
3. 括弧內數據為供試蟲數
 Figures in parentheses are number of insects tested.
4. 任何二不同字母表示經多種變異測驗法分析結果達 5%顯著水準
 Any two means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level according to Duncan's Multiple Range Test.

附表六、*N. cincticeps* 取食不同品種水稻病株對其傳病蟲率之影響 1

Table A. 6. Effect of rice varieties as virus source plant on the transmission of RTYV by *N. cincticeps*.

病株品種 Varieties of disease plant	傳 病 蟲 百 分 率 Percentage of infective insects			
	試驗一 Exp. I	試驗二 Exp. II	試驗三 Exp. III	三次總計 Total
B459b-PN-132-8-3-15-4	10.0(50) ²	10.4(48)	8.5(47)	9.0(155) d ³
BR-52-82-3	13.2(38)	16.0(25)	11.4(35)	13.5(98) cd
IR1480-116-3-3-3	25.0(48)	24.1(58)	16.7(54)	21.9(160) b
Tainan 5	14.0(50)	22.7(44)	22.4(45)	20.4(139) bc
Taichung San 3	16.6(48)	18.2(55)	27.3(55)	20.9(158) b
TN 1	30.6(49)	36.4(44)	37.2(43)	34.6(136) a

1. 獲毒日期
 Dates for acquisition feeding: Exp. I, June 19, 1978; Exp. II, July 21, 1978; Exp. III, Aug. 24, 1978.
2. 括弧內數據為供試蟲數
 Figures in parentheses are number of insects tested.
4. 任何二不同字母表示經多種變異測驗法分析結果達 5%顯著水準
 Any two means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level according to Duncan's Multiple Range Test.

附表七、兩種黑尾浮塵子傳播黃葉病能力比較¹Table A. 7. Comparison of two rice green leafhoppers for ability to transmit RTYV¹.

試驗次別 Exp. No.	<i>N. cincticeps</i>		<i>N. nigropictus</i>	
	傳病蟲率 % of infective insects	潛伏期(日) Incubation period (days)	傳病蟲率 % of infective insects	潛伏期(日) Incubation period (days)
試驗一 Exp. I	28.6(56) ²	—	28.6(49)	—
試驗二 Exp. II	26.8(56)	—	24.5(49)	—
試驗三 Exp. III	11.3(62)	21.1(14-28)	17.1(70)	20.5(12-23)
試驗四 Exp. IV	30.6(62)	19.9(8-31)	24.5(53)	18.5(10-26)
四次總計 Total	24.15(57/236)	20.19	23.0(51/221)	19.44

1. 獲毒日期

Dates for acquisition : Exp. I, July 15, 1977; Exp. II, March 10, 1978; Exp. III, May 17, 1978; Exp. IV, July 15, 1978.

2. 括弧內數據為供試蟲數

Figures in parenthese are number of insects tested.

附表八、*N. cincticeps* 不同蟲期傳播黃葉病能力之比較¹Table A. 8. The transmission ability of *N. cincticeps* for RTYV in different developmental stages¹.

試驗 次別 Exp. No.	1-3 齡若蟲 1-3th instar		4-5 齡若蟲 4-5th instar		成蟲 Adult	
	傳病蟲率 % of infective insects	潛伏期(日) Incubation period (days)	傳病蟲率 % of infective insects	潛伏期(日) Incubation period (days)	傳病蟲率 % of infective insects	潛伏期(日) Incubation period (days)
I	20.0(40) ²	13.0(6-20)	22.4(45)	13.2(8-22)	5.4(37)	13.5(10-15)
II	10.7(75)	14.3(6-26)	18.8(64)	14.8(8-26)	12.7(55)	13.4(5-19)
III	45.2(73)	15.9(8-30)	43.4(76)	13.3(6-30)	20.0(75)	13.4(6-20)
IV	24.0(50)	14.5(12-19)	19.6(51)	12.8(9-16)	—	—
V	18.8(48)	14.7(12-20)	17.9(39)	15.5(13-20)	—	—
VI	22.9(48)	12.3(10-17)	42.6(47)	13.6(10-20)	—	—
Total	24.25(81/334)	14.62	28.88(93/322)	13.65	14.37(24/167)	13.97

1. 獲毒日期

Dates for acquisition feeding: Exp. I, Fed. 28, 1977; Exp. II, March 18, 1977; Exp. III, April 11, 1977; Exp. IV, July 23, 1977; Exp. V, Aug. 10, 1977; Exp. VI, Sep. 22, 1977.

2. 括弧內數據為供試蟲數

Figures in parenthese are number of insects tested.

附表九、水稻黃葉病發生程度與黑尾浮塵子棲群密度之季節消長

Table A. 9. Seasonal changes of RTYV disease incidence and the population density of rice green leafhopper in the field (from 1977 to 1978).

插秧日期 Trans-planting time	臺南5號 Tainan 5			臺中在來一號 TN 1		
	罹病 Disease incidence, %	蟲數 ¹ No. vector insects	病徵出現日數 ² Days for symptom appearance	罹病 Disease incidence, %	蟲數 ¹ No. vector insects	病徵出現日數 ² Days for symptom appearance
Jan., 1977	5.97	21	55	4.55	20	55
Feb.	2.05	95	35	2.73	91	42
March	18.18	414	35	4.41	249	42
April	13.29	78	38	16.61	69	38
May	11.20	14	26	7.38	12	20
June	11.27	4	21	3.88	17	21
July	13.49	11	18	2.72	9	18
Aug.	11.64	17	21	2.33	31	21
Sep.	3.43	58	24	2.35	75	24
Oct.	0.22	15	35	3.59	24	35
Nov.	0	12	—	0	13	—
Dec.	0	0	—	0	0	—
Jan., 1978	0.72	5	56	0.92	5	63
Feb.	15.61	38	43	4.74	44	43
March	18.5	128	39	9.08	130	32
April	43.8	126	37	34.52	134	37
May	97.96	266	23	92.82	172	23
June	71.30	20	16	70.66	17	16
July	49.23	53	15	29.61	95	15
Aug.	30.67	10	17	20.01	11	23
Sep.	11.33	52	20	9.21	56	20
Oct.	7.38	43	30	9.62	46	30
Nov.	1.20	11	56	2.06	7	42
Dec.	0.2	5	63	2.0	4	63

- 九次調查之累計總蟲數(每次網掃 20 次)
Total number of insects from 9 surveys, each by 20 sweeps.
- 插秧後最初出現病徵之日數
First appearance of disease symptom at days after transplanting.

附表十、越冬期間黑尾浮塵子傳病蟲率測定

Table A. 10. The percentage of overwintering leafhoppers transmitting RTYV.

地 點 Locality	接種日期 Inoculation data	傳病蟲數/供試蟲數, % No. transmitter/No. insects tested		媒介昆蟲採集地點 Location of insect collection
		成蟲 Adult	若蟲 Nymph	
東 勢 Tung-Shih	Jan., 1977	0/358, 0%	0/278, 0%	Weeds and ratoon rice
	Feb., 1977	4/367, 1.1	0/60, 0	seedling nursery bed
	Dec., 1977	31/298, 10.4	0/141, 0	Weeds
	Jan., 1978	3/335, 0.9	0/162, 0	weeds
	Feb., 1978	7/537, 1.3	0/122, 0	seedling nursery bed
	Dec., 1978	4/360, 1.1	0/141, 0	weeds
	Jan., 1979	2/398, 0.5	0/98, 0	weeds
	Feb., 1979	0/338, 0	0/35, 0	seedling nursery bed
石 岡 Shi-Kon	Dec., 1976	12/194, 6.2	7/256, 3.1	weeds and ratoon rice
	Jan., 1977	33/378, 8.7	0/65, 0	weeds and ratoon rice
	Feb., 1977	1/223, 0.4	0/51, 0	seedling nursery bed
	Dec., 1977	27/282, 9.5	0/170, 0	weeds and ratoon rice
	Jan., 1978	9/350, 2.6	7/201, 3.5	weeds and ratoon rice
	Feb., 1978	0/304, 0	0/85, 0	seedling nursery bed
	Dec., 1978	1/383, 0.3	0/161, 0	weeds
	Jan., 1979	1/198, 0.5	0/64, 0	weeds
Feb., 1979	1/277, 0.4	0/41, 0	weeds	
溪 州 Shi-Chou	Dec., 1976	8/313, 2.5	5/148, 3.4	weeds and ratoon rice
	Jan., 1977	0/338, 0	0/60, 0	weeds
	Feb., 1977	0/219, 0	0/54, 0	seedling nursery bed
	Dec., 1977	1/282, 0.4	0/220, 0	weeds and ratoon rice
	Jan., 1978	1/360, 0.3	0/184, 0	weeds
	Feb., 1978	2/352, 0.6	0/75, 0	weeds
	Dec., 1978	1/391, 0.3	0/39, 0	weeds and ratoon rice
	Jan., 1979	1/355, 0.3	0/47, 0	weeds
Feb., 1979	0/175, 0	0/41, 0	seedling nursery bed	
魚 池 Yi-Tsu	Jan., 1978	3/145, 2.1	0/16, 0	weeds
	Dec., 1978	17/552, 3.1	3/191, 1.6	weeds
	Jan., 1979	9/379, 2.4	0/150, 0	weeds

附表十一、臺中地區黑尾浮塵子自然棲群及傳病蟲週年消長分析(溪州)

Table A. 11. Analysis of monthly field collections of rice green leafhopper from Taichung area for natural population and for ability to transmit RTYV (Chi-Chou).

採集時間 Time of collection	分 析 蟲 數 No. insects analyzed				自然棲群密度 (100 網掃蟲數) Natural population density (insect no. by 100 sweeps)	
	成 蟲 Adult		若 蟲 Nymph		成 蟲 Adult	若 蟲 Nymph
	蟲 數 No. insect	傳病蟲率 % trans- mitter	蟲 數 No. insect	傳病蟲率 % trans- mitter		
1976						
Oct.	317	28.4	245	20.8		
Nov.	287	28.6	240	10.4		
Dec.	313	2.6	148	3.4		
1977						
Jan.	338	0	60	0	153	4
Feb.	219	0	54	0	26	0
March	227	4.0	145	1.4	2	0
April	305	5.9	47	0	9	0
May	380	1.3	130	0	58	8
June	336	2.4	181	0	90	23
July	349	8.9	45	0	372	0
Aug.	291	11.7	30	0	7	0
Sep.	372	6.7	156	0.6	56	2
Oct.	374	2.1	340	0	370	206
Nov.	330	0	243	0	243	38
Dec.	282	0.4	220	0	136	13
1978						
Jan.	360	0.3	184	0	52	2
Feb.	352	0.6	75	0	5	0
March.	234	0	260	0	7	5
April.	340	1.2	44	0	32	1
May.	391	0	37	0	33	0
June.	396	0.5	113	1.8	282	2
July.	397	9.1	25	0	97	0
Aug.	284	2.5	45	0	25	0
Sep.	287	4.9	79	0	12	0
Oct.	191	2.6	281	1.4	14	17
Nov.	344	1.5	72	0	52	6
Dec.	391	0.3	39	0	64	27

附表十二、臺中地區黑尾浮塵子自然棲群密度及傳病蟲週年消長情況(東勢)

Table A. 12. Analysis of monthly field collections of rice green leafhopper from Taichung area for natural population and for ability to transmit RTYV (Tung-Shih).

採集時間 Time of collection	分 析 蟲 數 No. insects analyzed				自然棲群密度 (100 網掃蟲數) Natural population density (insect no. by 100 sweeps)	
	成 蟲 Adult		若 蟲 Nymph		成 蟲 Adult	若 蟲 Nymph
	蟲 數 No. insect	傳病蟲率 % trans- mitter	蟲 數 No. insect	傳病蟲率 % trans- mitter		
1977						
Jan.	358	0%	278	0%	93	48
Feb.	367	1.1	60	0	55	10
March.	247	5.3	123	1.6	3	0
April.	269	8.6	126	4.7	8	1
May.	373	0.8	70	0	125	3
June.	355	2.8	340	0	195	89
July.	455	5.5	183	0	132	92
Aug.	169	8.9	104	1.9	12	0
Sep.	847	23.7	333	3.3	131	84
Oct.	325	15.7	134	1.5	132	40
Nov.	266	3.8	192	2.0	23	7
Dec.	298	10.4	141	1.4	44	15
1978						
Jan.	335	0.9	161	0	26	9
Feb.	537	1.3	122	0	0	0
March.	244	0.8	240	0	8	3
April.	295	0.3	110	1.8	38	0
May.	542	0.6	136	0	59	2
June.	396	0.8	150	0	73	16
July.	592	4.4	34	0	179	6
Aug.	75	10.7	125	0	0	0
Sep.	234	7.3	42	0	6	0
Oct.	293	1.0	75	0	68	0
Nov.	316	0.3	116	0	57	41
Dec.	360	1.1	140	0	40	91

附表十三、臺中地區黑尾浮塵子自然棲群及傳病蟲週年消長分析(石岡)

Table A. 13. Analysis of monthly field collections of rice green leafhopper from Taichung area for natural population and for ability to transmit RTYV (Shi-Kon).

採集時間 Time of collection	分 析 蟲 數 No. insects analyzed				自然棲群密度 (100 網掃蟲數) Natural population density (insect no. by 100 sweeps)	
	成 蟲 Adult		若 蟲 Nymph		成 蟲 Adult	若 蟲 Nymph
	蟲 數 No. insect	傳病蟲率 % trans- mitter	蟲 數 No. insect	傳病蟲率 % trans- mitter		
1976						
Oct.	480	23.5	158	5.1		
Nov.	263	47.9	204	13.0		
Dec.	194	6.2	256	2.7		
1977						
Jan.	378	9.0	65	0	415	14
Feb.	223	0.5	51	0	69	1
March	260	3.5	180	1.1	65	29
April	320	6.6	72	2.7	43	0
May	388	8.0	45	0	113	0
June	313	11.5	226	2.2	68	19
July	550	4.4	87	0	18	2
Aug.	242	8.7	93	1.1	57	2
Sep.	719	14.5	135	8.1	98	12
Oct.	223	8.5	202	3.9	99	52
Nov.	286	7.3	245	0	234	166
Dec.	282	9.6	170	1.8	106	10
1978						
Jan.	350	2.6	201	3.5	39	7
Feb.	304	0	85	0	28	3
March.	376	0	212	0	43	11
April.	399	1.0	136	0	50	6
May.	284	0	150	0	59	1
June.	400	2.2	158	0	53	6
July.	321	0.9	58	0	73	1
Aug.	218	0.5	70	0	50	0
Sep.	168	0	78	0	3	0
Oct.	292	1.0	62	0	27	5
Nov.	271	0	214	0	41	33
Dec.	388	0.3	161	0	39	46

附表十四、水稻栽植密度對黃葉病發生程度之影響(東勢)

Table A. 14. Effect of planting density of rice plant on the incidence of RTYV disease in Tung-Shih, Taichung.

期作別 Cropping season	罹病率 Disease incidence, %					
	秧苗期感染率 Infected at seedling stage			分蘖期感染率 Infected at tillering atage		
	1 ¹	4	7	1 ¹	4	7
1st crop, 1977	0.9	1.2	1.75	0.62	0.59	1.21
2nd crop, 1977	17.0	44.2	60.2	23.1	17.5	12.6
1st crop, 1978	0.22	0.27	0.42	0.91	0.75	0.29
2nd crop, 1978	8.0	20.4	31.6	5.5	8.0	9.42

1. 每叢栽種苗數

Number of seedling per hill.

附表十五、田間水稻分蘖期感染黃葉病之發病程度與媒介昆蟲棲群密度之關係

Table A. 15. Correlation between the incidence of RTYV disease from infection at tillering stage and the vector density in the field.

期作別 Cropping season	總蟲數 (成、若蟲) Total insect number (nymph & adult)	成蟲數 Number of adult	若蟲數 Number of nymph
1977			
1st crop	0.6425	0.2459	0.7451*
2nd crop	0.8612**	0.4064	0.6729*
1978			
1st crop	0.3983	0.4344	0.3780
2nd crop	0.1539	0.8288**	0.6496

*,** 分別表示達 5%及 1%顯著水準

Significant at the 5% and 1% levels, respectively.

附表十六、水稻栽植密度 (每叢 1,4,7 苗)與不同生育期感染黃葉病發病程度之關係

Table A. 16. Correlation between rice planting density. (1,4 and 7 plants/hill) and the incidence of RTYV disease infected at different rice growing stages.

期作別 Cropping season	感 染 期 Infected at		
	秧 苗 期 Seedling stage	分 蘗 期 Tillering stage	全 期 Whole stage
1977			
1st crop	0.6378	0.6992*	0.8388**
2nd crop	0.9504**	0.6434	0.9187**
1978			
1st crop	0.3454	0.2834	0.0992
2nd crop	0.8546**	0.6906*	0.8267**

*,** 分別表示達 5%及 1%顯著水準
Significant at the 5% and 1% levels, respectively.

附表十七、田間水稻黃葉病發生程度(民國 66-67 年)

Table A. 17. The levels of RTYV disease incidence in the field from 1977 to 1978.

地 點 Locality	1977		1978	
	第一期作 1st crop	第二期作 2nd crop	第一期作 1st crop	第二期作 2nd crop
東 勢 Tung-Shih	2.04%	58.54%	0.86%	27.6%
石 岡 Shi-Kon	20.0%	21.41%	2.9%	2.3%
溪 州 Chi-Chou	1.37%	23.9%	0.2%	8.6%

附表十八、田間水稻黃葉病感染時期之推定(民國 66 年東勢)¹Table A. 18. Estimated infection period of rice with RTYV disease at various rice growth stages under the field condition (Tung-Shi, 1977)¹.

期作別 Crop	病徵出現(插秧後日數) Time of symptom appearance (days after transplanting)	推定感染時期 ³ Estimated infection period ³	罹病率 Disease incidence, %	指數 Index (%)
1st crop, 1977 ²	40	Seedling and early stage after transplanting	0.38	62.7
	50	"	0.90	
	60	Tillering	0.19	21.1
	70	"	0.24	
	90	Booting	0.33	
總計	Total		2.04	
2nd crop, 1977	25	Seedling	11.54	69.54
	30	Seedling and early Stage after transplanting	17.72	
	35	"	11.36	
	45	Tillering	3.45	28.71
	50	"	2.14	
	55	"	2.04	
	65	Full tillering	4.74	
	75	"	4.4	
85	Booting	1.02	1.75	
總計	Total		58.41	

1. 插秧日期

Transplanting date: For 1st crop, March 2, 1977; 2nd crop, July 28, 1977.

2. 第一期作試驗期間之自然平均氣溫

Average air temperature of 1st crop during experimental period: March, 20.1°C; April, 24.5°C; May, 25.9°C.

3. 感染時期推定方法

1. 根據與試驗田同時插秧之水稻，於插秧前接種所得之發病潛伏期

2. 不同時期及不同生長期水稻接種黃葉病所得發病潛伏期(圖十二、十三)

The infection period is estimated on the bases of the following observation:

1) Latent period for symptoms in the rice plants which were inoculated before transplanting and transplanted simultaneously with the test plants in the same field plot.

2) Latent period for symptoms in the rice plants inoculated at different times and at different growth stages (Fig. 12&13).