



序

隨著全球貿易自由化，我國輸出入農產品的種類與數量逐年增加，伴隨而生的植物防疫檢疫相關問題也日趨複雜，諸如防範國外新疫病蟲害入侵、降低疫病蟲害防治成本及確保農產品之衛生與安全，都是當前必須面對的嚴肅課題，換言之，亦是我國植物保護工作正面臨全新的挑戰。

本局除全力加強檢疫工作，以防杜外來疫病蟲害入侵外，亦積極推動植物病蟲害整合性防治技術之研究發展與應用推廣，期能將最經濟、安全而有效的方法推薦予農友普遍使用，以減少疫病蟲害之危害，降低防治成本，提升農產品品質，強化內外銷市場之競爭力，同時兼顧生態環境之維護。

為整合植物保護研發成果，使植物保護技術及資訊發揮最大效益，本局秉持服務農友、推廣植物保護技術及農業相關資訊之精神，承續行政院農業委員會之「植物保護圖鑑系列」專輯，於90年起繼續推動其彙編與刊行。本圖鑑系列內容涵蓋作物簡介、疫病蟲害概述、生活史、危害徵兆、發生生態及防治管理技術等資料，可供植物保護相關研究、教學、行政與推廣人員及農友參考運用。

本圖鑑系列係由本局植物防疫組同仁精心策劃，並承相關學者





專家貢獻知識與經驗的結晶，充分蒐錄國內常見疫病蟲害資料，圖片清晰、設計精美，對於編輯人員發揮創意與辛苦工作，也在此一併致謝，並祈各界不吝賜教。

行政院農業委員會動植物防疫檢疫局局長

宗華聰 謹識

中華民國九十六年十一月





編者序

稻米為國人之主要糧食，其產量之豐歉攸關軍精民糧，影響社會之安定。在水稻生長過程中，因病、蟲、草害以及生理障礙，常導致稻穀生產之嚴重損失，因此稻作保護之研究工作，一向深受農業界重視。在1940至1970年代，因臺灣地區人口快速增加，稻穀增產曾為政府重要施政項目之一，吸引許多研究精英人材投入稻作生產與保護工作行列，使糙米的平均產量由日據時期之最高產量每公頃2,242公斤(1938年)增至1993年之4,655公斤。此一成就除水稻育種、栽培人員之努力外，稻作保護研究人員之竭盡心力，研發各種保護措施，使稻種之潛在產力得能充分展現，亦為重要因素。惜該等研究報告分散發表於各種期刊雜誌，搜集參閱不易。為此，行政院農業委員會動植物防疫檢疫局特動支經費成立計畫，並由本人負責「水稻保護圖鑑」的編撰工作，期使後繼研究人員瞭解以往之研究概況，在已有的基礎上，繼續改善稻作保護技術。本人爰請不同領域專家，就臺灣地區在過去及目前重要及普遍發生之稻作病、蟲、草害以及生理障礙與農藥使用技術，分別編撰整理，彙整成集，方便參閱者查考。

本圖鑑分上、下兩冊，共含八章，第一章前言介紹水稻之栽培特性及主要病、蟲、草害概述與防治管理，第二章介紹水稻種子處理及育苗技術，第三章介紹水稻蟲害，第四章介紹水稻之有





害動物，第五章介紹稻田雜草，第六章介紹水稻病害，第七章介紹水稻生理障礙，第八章介紹農藥之使用技術及注意事項。每種病、蟲、草及生理障礙均附有圖片以及國內、外重要參考文獻，以利參閱。

本圖鑑承各領域專家在百忙中撰稿，並經邱人璋、朱耀沂、劉大江及林浩潭等博士審稿，初版於2002年問世後，廣受業界相關人士喜愛，目前已無存量。為因應大眾需求，行政院農業委員會動植物防疫檢疫局邀請高清文、蔣慕琰、蔡武雄及鄭清煥等博士，再行內容之校訂及充實，期望再版圖鑑更臻完善。對各編撰、審稿與校訂人員所付心力，衷心感謝；對於本圖鑑之文稿電腦編排整理人員施季汎、吳詩敏及邢珊小姐等之辛勞，併此表示謝忱。然而本圖鑑因受時間及各參與人員之業務及精力所限，資料之搜集與內容敘述等方面可能尚存缺點與錯誤，難符讀者期望，尚祈批評賜教，以利今後修改與品質的提升。

鄭清煥 謹識

前任職於行政院農業委員會農業試驗所
嘉義分所植物保護系

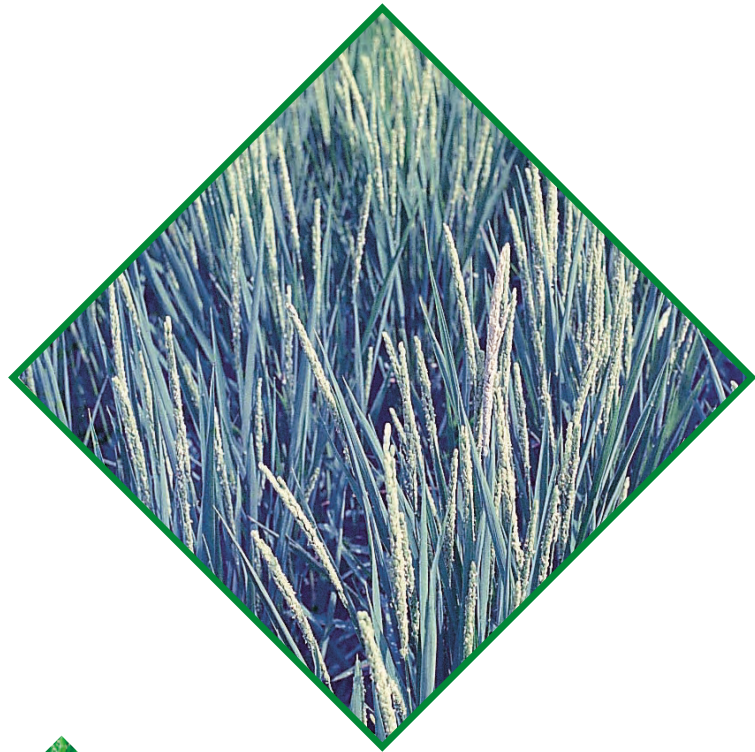
2007年8月24日







INTRODUCTION



壹

、

前

言



一、作物簡介

(一) 稻分佈及栽培發展簡史

1. 分化與分類

(1) 植物學分類

稻 (Rice) 屬於種子植物門 (Spermatophyta)，被子植物綱 (Angiospermae)，單子葉亞綱 (Monocotyledoneae)，穎花目 (Glumiflorae)，禾本科 (Gramineae or Poaceae)，稻屬 (*Oryza*)。稻屬植物分布廣泛，已知在非洲、馬拉加西、南亞、東南亞、東亞、澳洲、大洋洲及中南美洲都有發現，相關學者依據公認之生物物種定義及各種比較差異之生物系統論證，將稻屬歸納分類為22或23種，其中含有兩種栽培種，分別為亞洲栽培種 *Oryza sativa* Linn. 和非洲栽培種 *Oryza glaberrima* Steud.。目前，亞洲栽培種是世界稻米產區普遍栽培之主要稻種，又稱普通栽培稻；非洲栽培種僅在西非有少數的栽培面積，且正漸漸被亞洲栽培種取代中。

(2) 栽培稻之生態型分類

基本上，稻被認為是半水生的一年生作物，但它在熱帶或亞熱帶地區可存活如多年生植物。由於稻被人類栽培利用已近五千年歷史，在人類有意識的傳播下，亞洲栽培稻於多樣的栽培環境中歷經人為強勢選拔，已演化出豐富的生態遺傳歧異 (ecogenetic diversification)，從北緯53度至

南緯40度，從水平面至海拔三千公尺，從深水到旱地，都有適應的品種可栽培收穫。目前，依據栽培稻品種所適應環境之植株型態，大致區分為根系發達可於旱地供水較少地區栽培之陸稻，雨水或灌溉供水充分地區之水稻，及莖節於洪氾地區可迅速生長之深水與浮稻三大生態型。

(3) 利用型分類

亞洲栽培稻的演化受人為強勢選拔干涉，是以其利用性質的演化與地區民生飲食習性息息相關。至今，栽培稻品種由於地區食性與傳播路徑漸次的演化，可大致區分為黏性較低（直鏈性澱粉含量較高，22%以上）而適應熱帶與亞熱帶地區之秈型稻 (Hsien or Indica rice)；黏性較高（直鏈性澱粉含量較低，16~22%）而適應亞熱帶與溫帶地區之粳型稻 (Keng or Sinica or Japonica rice)；黏性最高（直鏈性澱粉含量低於5%）之品種概稱為糯稻 (Waxy or glutinous rice)，可因生長習性與米製品性質差異再區分為長粒較硬質之秈糯（長糯，適合包粽子）與中短粒較軟質之粳糯（圓糯，適合製糕點）。另外在南亞之印尼有分化出一群高莖大粒之品種，原稱爪哇型稻 (Javanica rice)，目前以國際稻米研究所 (IRRI) 為主的學者認為爪哇型稻是由粳型稻傳播過去演化而來，建議以“熱帶粳型稻”代之，而原粳型稻則改稱“溫帶粳型稻”。臺灣地區習稱之“蓬萊稻”，是日本據





台後引進日本品種選種栽培成功之稻種，而為與日本本土品種有所區分，所以特在將臺灣地區馴化之日本品種，稱為“蓬萊稻”；此後則泛指在臺灣栽培或育成之粳型稻品種；而“在來稻”則泛指日據前已在臺灣栽培之品種。

(4) 栽培型分類

稻的栽培與環境條件息息相關，品種變異特性與水分、溫度、光照所形成之栽培環境配合，則可獲得最大之生產量。栽培稻在各地區之演化條件不一，也形成各地區獨特之栽培模式。適應環境與人為選拔之品種變異表現出形態、感溫與感光等栽培特性，在各地區栽培的綜合反應就呈現生育期長短之特性。此種綜合反應之栽培型分類常依地區環境而有相當的差異，如以週年可栽培稻之孟加拉為例，適應各栽培季節與地理之當地品種就可分出 Boro、Aus、T.Aman、B.Aman、Rayada、Ashina 及 Hill 等七群；至於臺灣地區，基本上則可依地區性需求而簡分為早熟、中熟和晚熟品種（或中晚熟），以方便當地栽培制度之規劃。

2. 發展、分布與重要性

目前被多數學者認定亞洲栽培稻之馴化，是於喜馬拉雅山南麓平原、緬甸與泰國北部、寮國、越南及中國西南與南部所構成之亞洲島弧系列地區，獨立並同時發生。經各地區環境與人為選拔後，北移中

國中、北部及日韓地區馴化為溫帶粳型稻，再分支傳播印尼馴化為熱帶粳型稻。目前已知亞洲栽培稻栽培之記錄，最北在北緯 53 度之中國漠河，最南可至南緯 40 度之紐西蘭新南威爾斯；其實際栽培遍及各大洲，栽培的國家超過 100 個，但以亞洲為主要之生產及消費地區。依據目前之統計資料，在總產量方面，稻米是僅次於小麥之穀類作物，但在營養熱量供應方面，稻米則遠優於小麥。亞洲人口佔世界總人口近 60%，稻米生產及消費則超過 90%，以此觀之，稻米生產供應之糧食若充足，則世界糧食問題已解決過半，可見稻米在世界糧食供應上扮演著舉足輕重的角色。

(二) 稻米產業及其經濟效益

1. 國際

由於品種改良及栽培、病蟲害防治技術精進，近年來多數稻米生產國的栽培技術都有明顯的進步，部分國家甚至由原先之生產不足一躍為稻米輸出國。以 1990 年為例（以 1951 年之產量為基準），四十年來世界稻米之生產成長近 200%，而此成長主要是來自單位面積產量由基準年之每公頃 1.64 噸提昇至 3.56 噸所致，增長 117%；其次是收穫面積增長了約 40%。水稻雖然發源於熱帶，但單位面積產量較高的的地區卻是分布於南緯 30 至 40 度及北緯 30 至 45 度之溫帶。雖然稻米是世界穀物生產量第二大之作物，但由於生產與消費都集中在亞





洲地區，稻米之國際貿易市場並不大，近二十年來年貿易量都僅佔年總生產量約4%，顯見國際稻米市場相當小且需求穩定。其中，泰國是國際稻米貿易市場最主要的賣家，其次是美國。

2. 臺灣地區

臺灣稻米栽培之起源，依已發現之史前遺物考證，應可追溯至三、四千年前，但到十七世紀初期才有文獻紀錄可考。日本據台前，臺灣栽培的稻種應該涵蓋有先住民之陸稻及漢人移居臺灣所引進之秈稻（目前所謂之臺灣在來稻），品種繁多但個別栽培面積皆小；日據後，日本引入日本品種馴化選種並開始有系統整理臺灣本土品種，奠定了臺灣稻作品種改良良好基礎。光復後，稻米增產成為政策性農業發展要角，臺灣育成水稻之品種迅速增加，栽培技術亦不斷精進，稻穀單位面積產量由光復前之1.3噸／公頃增產至最高達4.6噸／公頃（1995年）。臺灣地處亞熱帶，雨水豐沛、高溫多濕，適合水稻生長，全島整年無霜期長，目前灌溉系統又相當完善，栽培早熟及中熟品種一年可收穫兩次（高屏地區甚至年可三穫），又水稻栽培不忌連作，故大部分地區稻米栽培皆有連續兩期作栽培之制度。雖然臺灣全島各縣市皆可栽培水稻，但單位面積產量仍有地區性與期作性的差異，復因地形與人文活動增長之限制，栽培面積大多集中於西部平原之

台中、彰化、雲林、嘉義及台南等縣。臺灣稻米年栽培面積（兩期作合計）最高曾達79萬4千公頃（1962年），在1948年至1979年間大都維持70萬到80萬公頃之間，1980年後因稻米生產政策調整，稻米生產逐漸提高品質為主要考量，栽培面積逐年降低，目前計畫栽培收穫面積約32萬餘公頃。雖然近年來稻米生產面積下降，但年產值都在350億新台幣左右，仍然是臺灣最重要的糧食作物。

（三）稻種原

如前所述，亞洲栽培稻有豐富的生態遺傳歧異，國際稻米研究所（IRRI）自1962年開始蒐集保存全世界稻屬之稻種（含原生種、地方品種及育成品種系），至2000年已蒐集保存超過86,800份。臺灣在日據後10年（1906年）就開始有系統蒐集本地品種，光復後由臺灣省農業試驗所農藝系繼續進行引種蒐集與評估保存工作，至1993年國家種原中心成立後，包括稻種與調查評估之資料則全數移轉至國家種原中心，目前中心保存約4,000份稻種。日據以來臺灣開始自行雜交，育成之品種在秈型稻方面計有3個半矮性秈稻品種，19個長粒型秈稻品種，2個秈糯品種，其中以臺中在來1號及台中秈10號最著名；在粳稻方面，至1991年已有216個品種（其中96個為日據時代育成）、14個粳糯品種（其中9個為日據時代育成）及7個陸稻品種正式登記命名，





其中又以臺中65號、嘉南8號、臺南5號、臺農67號、臺粳8號及臺粳9號之栽培面積較廣或具良米質特色。

(四) 稻的生活史

基本上，稻的一生從發芽至成熟收穫所需之生育日數，隨品種與種植緯度地區而有相當的變異，一般約需4~5個月。在溫帶地區的生育日數一般約需130~150天；感光性品種的生育日數常需150~210天；在熱帶地區中熟品種的生育日數約120天。在臺灣稻作一年可栽培兩次，通常一期稻之生育日數為120~150日，二期稻為100~120日；而生育日數在一期稻少於120日，二期稻少於100日之品種則被視為早熟品種。

生理上，稻的生育週期可大類分為營養生長相、生殖生長相及成熟相，此三個主要生長相可再進一步依生長特性區分為各種時期。以熱帶地區120天品種為例，營養生長相約60天，生殖生長相約30天，成熟相亦約30天。

1. 營養生長相

由稻種發芽至生長點開始分化出穗始原體（幼穗分化）的這段期間即所謂營養生長相，此相的特色是分蘗急增、株高漸高及葉片定期產生。此生長相可再細分為苗期、開始分蘗期（通常約在主桿5~6片葉時開始萌發）、分蘗盛期（指單位時間內分蘗數增加最多之時期）、最高分蘗期（指

每平方公尺或每株之分蘗數達最高之時期，約在幼穗分化之前或之後，因品種而異）、有效分蘗期（開始萌發分蘗到有效分蘗終期之期限，在本期間所萌發之分蘗均可抽穗）、有效分蘗終期（指已萌發之分蘗數目與收穫時之穗數相同之時期）、無效分蘗期（由有效分蘗終期至穗始原體形成前之時期，此期間所萌發之分蘗通常無法抽穗形成稻穗）。

2. 生殖生長相

稻株的生殖生長相開始於幼穗分化形成，終於開花。此相的生長特徵是莖桿伸長（一般在幼穗分化形成期後開始顯著，於抽穗時期停止，且僅上5個節間能顯著伸長）、劍葉、（止葉）出現、劍葉下莖桿膨大（孕穗）、抽穗（穎花突出劍葉葉鞘）、而終於開花。依上述特徵，此相又可分成幼穗分化形成期、穗發育期及抽穗開花期等。幼穗分化形成期通常開始於抽穗前30天（一般栽培施穗肥即在幼穗分化形成長約1公釐之抽穗前25天追施氮肥）。孕穗是穗發育期最後之一個生育階段，一般在幼穗分化形成後約16天顯現。稻穗從劍葉葉鞘伸出時即進入抽穗開花期，由於稻穗穎花之開張常常與稻穗之抽出同步或於抽出稍後發生，因此抽穗往往與開花同義；正常於開花時或稍後數秒，栽培稻穎花之羽狀柱頭即完成授粉，並在隨後30分鐘左右完成受精，此時穀粒開始充實發育而轉入





成熟相。

3.成熟相

稻株之成熟相是始於開花授精，終於成熟，其生長特徵是穀粒之生長與葉片之老化。成熟相大致可再區分為乳熟期、糊熟期、黃熟期及完熟期等。稻穎花受精後，胚及子房（胚乳）開始發育充實，此時內含物呈水狀乳白色，謂之乳熟期；胚乳內容物發育充實成濃稠時，是為糊熟期；繼而穀粒外表漸漸變黃，乾物重增加逐漸減少至不變，形成所謂黃熟期；最後在穀粒達完熟期時，葉片老化成黃色（但有些品種在達完熟期時葉片仍保持濃綠）。成熟相之長短受溫度影響很大，在熱帶約30天，在溫帶則有65天之記錄。

稻各品種之生活史會因氣候環境及栽培方式等而有所差異，但產生之差異主要來自營養生長相之改變。簡單的說：任一品種在任一環境下，生殖生長相與成熟相相對於營養生長相產生的變異，可被視為固定。且在移植栽培制度下，尚可將營養生長相再區分為營養生長盛期及營養生長遲滯期。所謂營養生長盛期係指秧苗移植於本田至最高分蘗期之期間，而營養生長遲滯期則指最高分蘗期至幼穗分化形成期之期間。一般光鈍感早熟品種之最高分蘗期、節間伸長期及幼穗分化形成期幾乎同時發生（若幼穗分化形成期發生在最高分蘗期之前，常導致抽穗參差不齊）；而生育期長

的品種則最高分蘗期、節間伸長期及幼穗分化形成期依序發生（即最高分蘗期會發生在幼穗分化形成期之前，此稱遲滯營養生長期間）；至於營養生長期較適中之品種（熱帶地區為120天之稻品種），則幼穗分化形成期常緊接在最高分蘗期之後。

移植栽培制度之插秧作業因移植而造成生長傷害，所以其稻株開始分蘗之時期較直播栽培來得晚。同時，由於栽培密度造成之生長競爭，直播栽培制度下每稻株通常僅萌發出2-5個分蘗；而移植栽培之每單株可萌發5至6倍的分蘗，因此，直播稻之分蘗力較不重要。

（五）稻各生育期與產量之關係

目前栽培稻的經濟產量是以稻穀產量為指標，而稻穀產量是由單位面積穗數、一穗穎花數、成穀率及千粒重等四個產量因素構成。因此，欲得高產，必先瞭解哪一個生育時期是此四個產量構成因素主要決定關鍵，才能針對此期間進行精準管理。一般，營養生長相為單位面積穗數之主要決定期間；生殖生長相為一穗穎花數及成穀率決定之關鍵期；成熟相則為粒重與成穀率之關鍵期。

由稻種發芽開始至有效分蘗終期之期間是決定單位面積穗數之重要時期，在此段期間之氣象、營養狀態等外在環境之良否，對穗數之構成均有影響力，其中以最高分蘗期為最是關鍵。





一穗穎花數主要在幼穗分化形成期及孕穗期所決定。孕穗期為幼穗各器官之生長及生殖細胞之分化時期。在幼穗分化形成後之所有穎花，並非均能繼續生長與開花結實，在此段時間若遭遇不利環境（尤其在減數分裂前後之環境），諸如低溫、土壤中養份與水份缺乏時，則穎花易發生退化而畸形或消失。所以一穗穎花數之多少完全依據生殖生長相這兩個產生與成長要因之反應而定。在此期之植株，營養（含氮量）及光和作用活性與一穗穎花數成正直線迴歸。

自孕穗期到黃熟期之間，尤其在減數分裂盛期、抽穗期及糊熟期時，若遭遇溫度或水份等逆境，常使花粉母細胞發育成無授精能力之花粉，或子房內之養份運移轉化受阻，造成不稔實粒及不完全充實粒。穀粒之重量主要由穎花大小及胚乳發育充實度兩因素來決定，而穎花之大小，則受孕穗期及減數分裂前幼穗穎花發育之環境影響最劇。若土壤中養份充足或視植株葉片綠色程度合理加施穗肥，不僅可維持原來分化出之穎花數，更可使其穎花充分發育而增加容量。抽穗後至黃熟期間為胚乳充實度之關鍵期，尤以糊熟期之環境（如低溫、風害、缺水、病蟲害等）均可導致粒重之減低。

總之，在整個水稻生育期間或多或少均可影響稻穀之產量，其中以分蘖盛期、

幼穗分化形成期、減數分裂盛期、抽穗期與穀粒充實期最為關鍵，關鍵時期若遭逢逆境及栽培管理不當時，影響更為嚴重，反之，越精確掌握關鍵期的栽培管理，將越有成果豐收的把握。

（六）參考文獻

1. 吳田泉。1993。臺灣農業史。自立晚報社文化部。臺北。
2. 松島省三。1972。稻作の理論と技術。pp. 219-225。養賢堂，東京。
3. 張德慈。1997。作物歷史與遺傳資源保育：稻-專案研究。植物遺傳資源-未來植物生產的關鍵。臺灣省農業試驗所特刊 63:99-124。
4. 郭益全、蔡金川、蔣永正、王鐘和、張義璋、余志儒。2000。第四章：稻作生長與環境關係之精準管理。pp. 26-52。水稻精準農業（耕）體系之研究。楊純明、林俊義主編，行政院農業委員會農業試驗所出版。
5. 磯永吉。1968。蓬萊米談話。山口農試特報。16:1-122。
6. Chang, T. T. 1976. The origin, evolution, cultivation, dissemination, and diversification of Asian and African rices. *Euphytica*, 25:425-411.
7. Cook, M. G. and L. T. Evans. 1971. Some physiological aspects of the domestication and improvement of rice (*Oryza* spp.). *Field*





- Crops Res., 6:219-238.
- 8.De datta, S. K. 1981. Principles and practices of rice production. 518p. John Wiley & Son, Inc., NY.
- 9.Efferson, J. N. 1985. Rice quality in world markets. pp. 1-13. In Rice grain quality and marketing. Int. Rice Res. Inst., Los Banos, Philippines.
- 10.IRRI. 1991. World rice statistics 1990. Int. Rice Res. Inst., Los Banos, Philippines.
- 11.Khush, G. S. 1997. Origin, dispersal, cultivation and variation of rice. Plant Molecular Biology, 35:25-34.
- 12.Matsuo, T., K. Kumazawa, R. Ishii, K. Ishihara, and H. Hirata. 1995. Science of the Rice Plant. Volume two, Physiology. 1240p. Food and Agriculture Policy Research Center, Tokyo.
- 13.Oka, H. I. 1988. Origin of cultivated rice. 254p. Japan Scientific Societies Press.

(作者：陳治官)

二、臺灣水稻病、蟲、草害概述及防治管理

(一) 發生概況

在臺灣，水稻之病害已記載之種類有67種，害蟲有140餘種，雜草則有165種。這些病、蟲、草種類大部分危害並不嚴重，其危害可造成經濟損失者，亦隨稻品

種及栽培制度之改變而演變。在目前，主要病害有秧苗立枯病、稻徒長病、稻熱病、紋枯病及白葉枯病，屬於地區性病害有小粒菌核病、稻胡麻葉枯病、稻不稔症及縐葉枯病等，其中稻熱病及秧苗立枯病在二期稻發生較二期稻嚴重，其他病害則於二期稻之危害重於一期稻。水稻之病害對稻穀造成之損失因稻品種及地域而異，每年損失估計約6%左右(Lo, 1961)。水稻害蟲在一期稻主要者有水稻水象鼻蟲、負泥蟲(東部及北部)、二化螟及斑飛蝨等；二期稻則有水稻水象鼻蟲、褐飛蝨、白背飛蝨、斑飛蝨、瘤野螟及大螟等；對稻穀危害之損失年度變動頗大，據1973至1975年在臺灣西部之北、中、南區等6地點調查顯示，在無防治情況下，一期稻損失率為1.59%~40.2%，平均15.4%，二期稻由3.1%~90.2%，平均為29.9%，中、南部地區蟲害遠較北部嚴重(鄭，1978)。水稻雜草則普遍發生於各水稻栽培區，危害較大者有鴨舌草、稗草、球花蒿草、野慈菇及螢蔺等，但在輪作及輪灌區芒稷發生亦頗為普遍。據蔣與呂(1982)報告，不除草將導致稻穀之平均產量損失程度，在移植稻及直播稻分別為16%及62%。雜草在二期稻之危害程度高於一期稻。

事實上，水稻主要病、害蟲之發生種類常隨耕作制度及稻品種而改變。如在1970年代栽培之水稻品種以臺南5號為主，





在1980年代則由臺農67號取代，由於兩品種對稻熱病均呈感性，因此只要氣候條件適合即常造成嚴重危害。其後由於抗病品種陸續育成、推廣，稻熱病已不若以往嚴重（蔡及簡，1986）。類似情況亦發現於水稻蟲害，如在褐飛蝨抗蟲品種推廣栽植前，常遭受嚴重危害，但在抗蟲稻種推廣栽植後，則明顯地降低其危害程度（鄭，1995）。在1960年代因使用廣效性農藥防治螟蟲而導致黑尾葉蟬密度大增，同時使其媒介傳播的黃葉病與黃萎病在臺灣亦廣為流行。此外，調整栽培期與推行稻稿處理，使當時主要害蟲三化螟、二化螟蟲變為次要害蟲；推行不整地栽培或轉作，則導致斑飛蝨與其媒介之縞葉枯病普遍發生（鄭，1986）。而由國外入侵之新害蟲，如水稻水象鼻蟲，福壽螺等更可改變整個病、害蟲之防治策略。

各種主要病、蟲、草害在各水稻栽培區之發生時期與該地之水稻生長期頗為一致，而發生程度則受稻品種、耕作管理及氣候條件所左右。在一期稻，育苗期會遭受秧苗立枯病、斑飛蝨與黑尾葉蟬類之取食及媒介病毒病害。插秧後至分蘗初期稻田雜草開始萌芽生長，水稻害蟲如水稻水象鼻蟲、負泥蟲（東部及北部）、斑飛蝨及二化螟蟲等於插秧後即陸續侵入本田產卵繁衍，其中水稻水象鼻蟲、負泥蟲及二化螟蟲均於水稻分蘗期至分蘗終止期間，其第一

世代幼蟲期，就可造成災害；斑飛蝨及葉蟬類則於其第三世代若蟲出現期，相當於水稻抽穗期後始造成明顯危害。而於苗期及分蘗期感染縞葉枯病者，病徵亦於分蘗盛期後陸續出現。在水稻分蘗盛期後，若氣候條件適合稻熱病及紋枯病即開始發生，一直持續至水稻完熟期。孕穗期至乳熟期水稻常遭受第二世代螟蟲危害而形成白穗，在同一期間葉蟬類密度亦達到高峰期，而椿象類亦陸續遷入稻田，其危害影響稔實率及造成斑點米（表一）。

二期稻發育較一期稻為快，在育苗期可遭受飛蝨及葉蟬類遷入危害；插秧後雜草開始萌芽生長，同時水稻害蟲，如水稻水象鼻蟲、飛蝨類、葉蟬類以及瘤野螟蟲陸續遷入繁衍；其中水稻水象鼻蟲、白背飛蝨以及瘤野螟在局部地區於分蘗期中可造成災害，而褐飛蝨、葉蟬類及瘤野螟則經常在水稻乳熟期至糊熟期間危害成災。水稻紋枯病、小粒菌核病及白葉枯病於水稻分蘗盛期後，適逢8-9月之雨季，田間濕度大，易於發生；若遇颱風，稻葉受傷，更易引起白葉枯病之發生。水稻孕穗末期至抽穗後，氣溫下降、露水期延長，易引起穗稻熱病及細菌性穀枯病之發生（表一）。

（二）防治管理

在1950年有機合成農藥引入以前，臺灣水稻病、蟲、草害防治，以預防為主；草害以徒手或機械剷除。對主要病害如稻





表一、台灣地區水稻主要病蟲種類及發生期

病、蟲名稱	一期 稻				二期 稻			
	育苗期	分蘖期	孕穗期	抽穗至黃熟期	育苗期	分蘖期	孕穗期	抽穗至黃熟期
秧苗立枯病	——				-----			
稻徒長病		-----	-----		-----	-----	-----	
葉稻熱病	-----	-----					-----	
穗節稻熱病			-----				-----	
紋枯病	-----	-----	-----			-----	-----	-----
小粒菌核粒		-----	-----			-----	-----	
白葉枯病			-----	-----		-----	-----	-----
稻胡麻葉枯			-----	-----			-----	-----
縞葉枯病		-----	-----	-----		-----	-----	-----
稻不稔症		-----	-----			-----	-----	
稻心蠅						-----	-----	
水稻水象鼻蟲		-----	-----	-----		-----	-----	
負泥蟲		-----						
二化螟蟲		-----	-----	-----			-----	-----
大螟			-----				-----	-----
瘤野螟			-----	-----		-----	-----	-----
斑飛蝨	-----		-----	-----		-----	-----	-----
褐飛蝨				-----		-----	-----	-----
白背飛蝨			-----	-----		-----	-----	-----
葉蟬類	-----		-----	-----	-----		-----	-----
福壽螺		-----				-----	-----	

實線 —— 表示主要發生期，虛線 ----- 表示輕微發生期





熱病，鼓勵種植抗病品種，播種前使用溫湯或福馬林浸種，田間避免過量使用氮肥，並使用4-8式波爾多液預防穗頸稻熱病。對主要害蟲，如三化螟，則採用卵寄生蜂保護、誘蟲燈誘捕成蟲、剷除被害株、燒毀及埋沒被害稻樁等措施。此等防治方法在病、蟲害嚴重發生時，效果相當有限。1950年後由於合成農藥相繼引入，水稻病、蟲、草害之防治，逐漸以藥劑防治替代其他防治方法。原有重要病蟲害如稻熱病、紋枯病、螟蟲類及鐵甲蟲等雖被有效控制，但密集使用農藥所引起之副作用亦於1960年代後期逐漸顯現，如飛蟲及葉蟬類的崛起，連帶由其媒介之病毒病害，如黃萎病、黃葉病、縞葉枯病之危害面積隨之擴大；此外由於農藥毒殺非標的昆蟲及天敵，引起害蟲之再猖獗（resurgence），誘導抗藥性害蟲的產生，非但沒降低病、蟲的危害程度，反而增加病蟲害防治困難。尤其因過度依賴農藥防治，使其他防治技術漸被疏忽，又因農藥污染作物及生態環境而廣受社會批評。有鑑於此，臺灣之水稻病、蟲、草害之防治研究亦隨世界潮流，逐漸往綜合管理方向邁進。如於1965年建立水稻病蟲害發生預測制度，藉各區預測員田間調查資料，判斷可能的蔓延危害，發佈警報，提醒農民適時施用藥劑，以取代日曆式的農藥撒佈。在病害方面，於1974起恢復建立稻熱病抗病檢定

譜，積極培育抗病稻種，其後陸續將紋枯病、白葉枯病以及縞葉枯病亦列入檢定項目，以淘汰極感病稻種之命名、推廣；另外於栽培過程中，獎勵稻種消毒，宣導避免偏重氮肥施用，推行稻稿之處理及雜草剷除等措施以減少感染病原。在蟲害防治方面，於1970年開始從事水稻抗褐飛蟲研究，並與育種人員合作培育抗蟲品種，其後陸續將抗白背飛蟲、斑飛蟲及二化螟蟲等主要害蟲併入病蟲害統一檢定譜，並對高級水稻品系進行檢定以避免極感性稻種之命名、推廣；此外，主要害蟲之經濟危害基準（Economic injury levels）及重要病蟲害發生危害程度預測模式及其防治適期陸續建立，已為病蟲害綜合防治奠下良好基礎。

臺灣水稻病蟲害防治，期望能以栽培抗主要病、害蟲品種為主體，配合稻種子消毒、田間衛生、栽培管理及害蟲天敵之保育與利用等措施，並以適時施用藥劑為輔，建立一個既可確保水稻生產，又兼顧生態環境的綜合防治體系。然而病蟲害之發生常隨農作耕作方法及環境的改變而演變，且選擇性農藥及其他防治技術隨時代之進展而陸續發展出來，因此對有關病蟲害之生態變化應持續觀察，防治體系之內涵亦需隨時更新改進，才能使臺灣水稻之保護工作逐漸臻於完善。





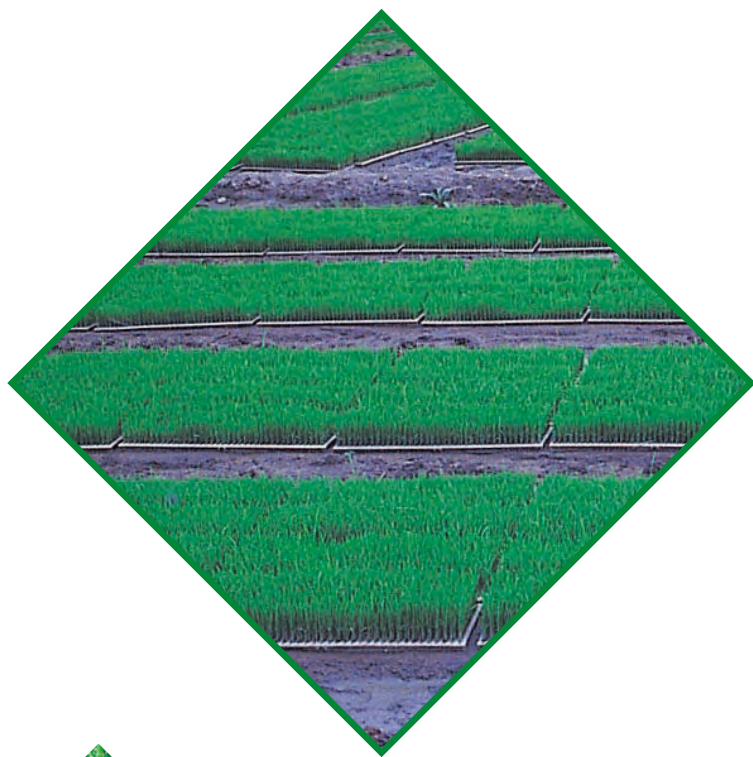
(三) 參考文獻

1. 邱建中。1986。稻田雜草防治。pp.219-227。四十年來臺灣地區稻作生產改進專輯。黃正華先生農學獎學金基金會出版，臺中。
2. 張義璋。1996。本省稻作病害防治。pp.88-98。稻作生產改進策略研討會專刊。臺灣省農業試驗所編印。
3. 張義璋。2001。臺灣水稻主要病害之防治。pp.38-51。水稻良種繁殖採種技術研習會，中華農藝學會出版。
4. 鄭清煥。1978。臺灣一、二期作稻蟲害發生情形及其對產量之影響。pp.191-205。臺灣二期作稻低產原因及其解決方法研討會專輯（謝與劉編），行政院國家科學委員會研討會專集（二）。臺北。
5. 鄭清煥。1986。臺灣稻作蟲害與防治。pp.199-217。四十年來臺灣地區稻作生產改進專輯。黃正華先生農學獎學金基金會出版，臺中。
6. 鄭清煥。1995。水稻害蟲之綜合防治。pp.166-178。永續農業研究與推廣之進展研討會專集（林與洪編）。中華永續農業協會編印。
7. 鄭清煥。1996。臺灣稻作蟲害之防治技術改進。pp.99-107。稻作生產改進策略研討會專刊。臺灣省農業試驗所編印。
8. 鄭清煥。2001。水稻害蟲與防治對策。pp.52-57。水稻良種繁殖採種技術研習會，中華農藝學會出版。
9. 蔣慕琰、呂理燦。1982。臺灣稻田雜草及其危害。中華雜草學會會刊3(1)：18-46。
10. 蔡武雄、簡錦忠。1986。臺灣稻作病害及防治。pp.181-198。四十年來臺灣地區稻作生產改進專輯。黃正華先生農學獎學金基金會出版，臺中。
11. Lo, T. T. 1961. A brief report on the plant diseases and their control in Taiwan. JCRR, Plant Industry series. 23:1-52.

（作者：鄭清煥）



SEED TREATMENT AND
SEEDING-RAISING
MANAGEMENT TECH-
NOLOGY OF RICE



貳

理 水

及 稻

育 種

苗 子

技 處

術





一、前言

1970年代以後，臺灣工商業突飛猛進，農村勞力紛向都市或工廠轉移，致使稻作勞力不足，工資昂貴，影響農民收益。為解決上述問題，增加農民勞動生產力與收益，政府農政單位輔導辦理水稻一貫作業機械化示範工作，育苗方式也逐漸脫離傳統的型態。最先採用簡單的條播箱式育苗，以至撒播箱式育苗；育苗方法也隨著簡化省工，並迅速發展出一貫作業苗箱播種機械。1973年，政府開始補助農民設置專業化育苗中心，設置處所數目迅速增加，至1992年底全省已設置1,000餘處，插秧機械化程度達97%，對解決農村勞力不足及降低水稻生產成本有甚大貢獻^①。

水稻育苗中心秧苗管理技術之良窳，對其經營成效影響至鉅，尤其以秧苗病害對箱育秧苗之成敗有關鍵性之影響。在北部地區，第一期作育苗常遇低溫，重播重育之情形經常可見，例如1974年第一期作，新竹區育苗中心及育苗班隊發生秧苗病害者佔68%，有些育苗中心發病率（發病箱數/調查箱數）達100%^②。1992年黃、楊氏^③指出育苗中心培育秧苗有下列問題：1.為節省管理成本，僅以水選稻穀，並未予以精選。2.部分育苗中心不依推薦方法消毒種穀。3.土壤處理方法不一致，有混合使用非推廣農藥之情形。4.苗立枯病發生在水稻品種間有程度差異，是否因所帶種傳媒真

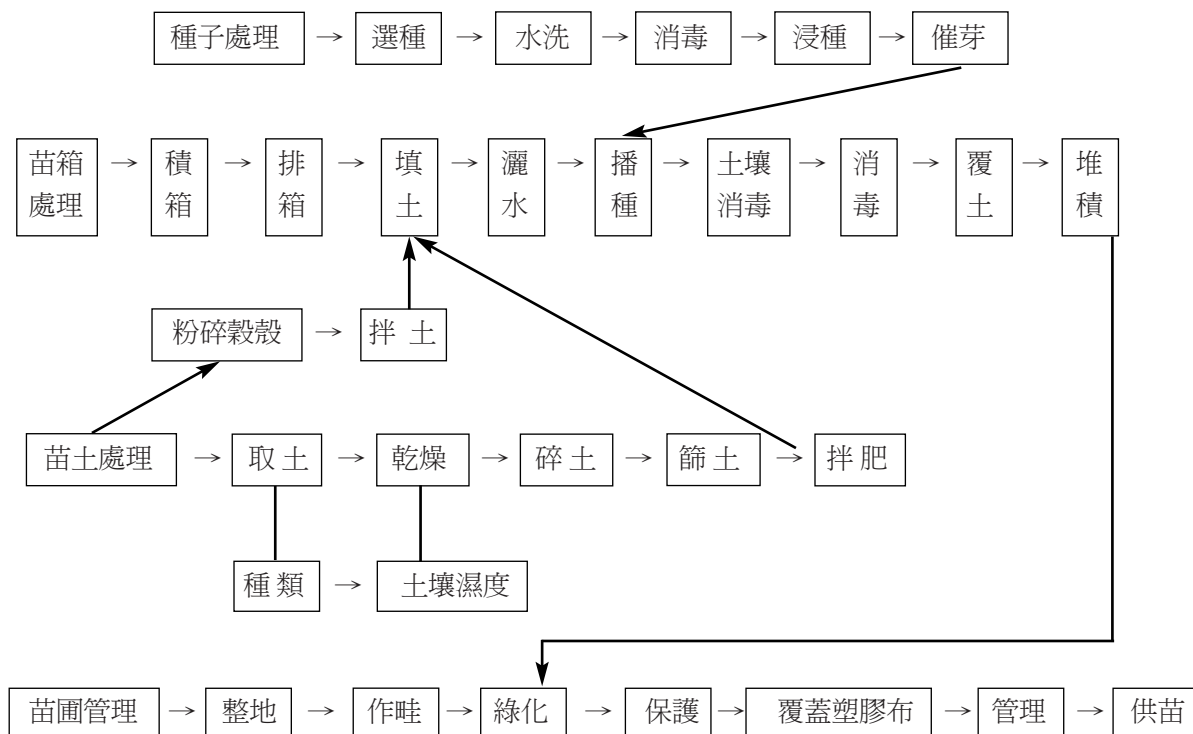
菌不同或其他因素如種子乾燥方法不當所引起，原因尚待查明。顯然，育苗中心在種子處理等管理作業上仍有疏失。

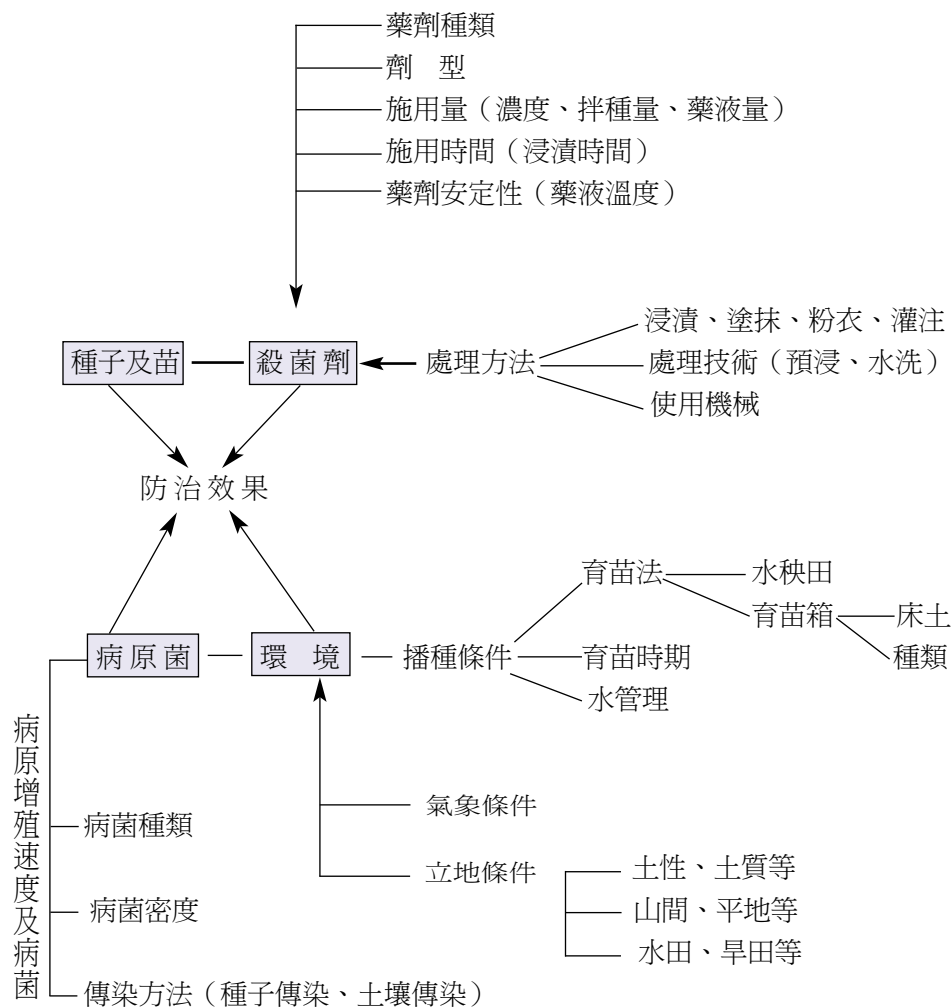
由上述可知，水稻種子處理及育苗作業中之苗土處理、秧苗管理等環環相扣的作業過程，對健苗的養成極為重要。箱育秧苗病害主要經種子及土壤兩種途徑傳染，要培育健康秧苗，除須做好稻種消毒外，亦須做好土壤消毒。茲就養成健苗有關之種子處理及育苗技術概述如次，以供參酌。

二、水稻育苗作業系統

臺灣所採行之育苗方法可分為手插秧育苗及機械插秧育苗法。自1970年代以後，手插秧育苗法逐漸為機械插秧育苗法所取代，目前主要採行機械插秧育苗法。稻種處理所遭遇之問題泰半發生於機械插秧育苗法，因此，對此一型式之育苗有徹底瞭解之必要。機械插秧育苗之過程示於圖一，此一育苗法分四大主要過程，即種子處理、苗箱處理、苗土處理及苗圃管理。影響育苗成敗之關鍵為種子消毒與苗土處理過程，至於左右此兩種處理過程之因素，從寄主、殺菌劑、環境、病原菌四方面來探討，詳示於圖二。其中較重要而能直接影響防治效果之因素為藥劑效力與安定性，以及播種條件所包含之各種因素。



圖一、機械插秧育苗法進行步驟系統圖⁽⁸⁾



圖二、影響秧苗病害發病之因素⁽⁸⁾



三、種子處理

種子處理包括種子之選擇、選別、消毒、浸種及催芽。種子處理是否完善，直接影響到育成秧苗的品質與將來單位面積產量⁽³⁾。

(一) 種子選擇

欲育成強健的秧苗，需由先選擇優良之稻種。所謂「良種」必須是「優良品種」之「優良種子」，選擇「優良種子」須注意下列要點：

1. 一定要選當地正推廣中之品種，且取自優秀之採種田。
2. 選用飽滿之種穀，且所含之夾雜物越少越好。
3. 種子在乾燥處理過程中，適當的溫度控制，使發芽率能達到90%以上，含水率13-14%。
4. 種穀無病蟲害。

(二) 選種方法⁽³⁾

為了增加單位面積產量，節省種穀，必須先將輕且未飽滿的種穀、稗草種子等

雜質去除，普通使用的方法有篩選、風選及比重選三種。本省育苗中心以風選與比重選兩者併用最為有效，應用也最廣。

1. 風選

最早使用之風選方法都是用人力風鼓，以人力用簸箕將種子傾入風鼓斗中，以手搖風翼所產生的風分開輕重不同之種子。目前為節省勞力，已普遍使用動力風選機。

2. 比重選

比重選又稱浮力選，為特別重要之選別方法，不可省略，因其具有以下重要功能：可將未飽滿之不良種子一律淘汰；使發芽特別整齊，生育特別旺盛；對預防稻熱病具有相當功效；能清除稗草種子。比重選一般用食鹽或硫酸銨於水中混作一定比重之溶液，依照各型水稻保持適當之比重，其比重與配方如表一。

比重選使用之設備大致分以下兩種：

(1) 使用塑膠桶

若使用直徑約70公分與高約70公分之

表一、比重選溶液比重及配方

水稻類型	比重		溶劑種類	比重	水100公升應加入	
	最高	最低			溶劑重量（公斤）	
粳稻（無芒）	1.13	1.10	食鹽	1.13	鹽	25.0
粳稻（有芒）	1.10	1.08	食鹽	1.10	鹽	18.8
秈稻	1.10	1.08	食鹽	1.08	鹽	15.6
			硫酸銨	1.13	硫酸銨	31.25
糯稻	1.10	1.08	硫酸銨	1.10	硫酸銨	25



塑膠桶，每次可選種穀 50 公斤。若使用大型塑膠桶，每次可選 100 公斤。使用較小塑膠桶，倒入及取出種子方便，亦適宜品種複雜時處理，且桶可與一貫作業機之灑水及噴藥用桶互用。但使用大塑膠桶，混合一次溶液可處理較多種子，節省攪拌及更換溶液時間。

(2) 使用選種池

選種池用磚砌，均與消毒池、浸種池相連接建造，使作業連貫省工。普通砌成方形池，池不宜過深，過深則工作不方便。普通高度均不超過 1 公尺，池內長及寬均約為 1.2~1.5 公尺。每次可選別 1,000~1,500 公斤種穀。選種池下要使用廣幅紗網，方便取出並不會將少數種子留在池內而與下次處理的種子相混雜。使用磚砌選種池之優點為處理量大，且可兼作浸種池之用。

比重選之操作注意事項：

- (1) 將比重選所用之溶液依表一之配方溶合後，使用比重計測定其比重是否正確，如不正確則檢查錯誤並調整之。
- (2) 將種穀倒入容器中（如用選種池則先要鋪紗網於池底），用棒或耙經五分鐘充分攪拌，使正常種穀以外之雜質及不飽滿種子浮起，撈棄飄浮物，並取出種穀，再用清水沖洗種穀。
- (3) 選種用之硫酸銨溶液，每浸過二至三次後就要更換，否則會影響發芽。
- (4) 為了以後各種處理方便且不致發生錯誤，

選別完成後之種穀均要裝入紗網袋，可準備各不同顏色之紮網袋繩索，每批予以不同之識別，每袋掛上標籤，並記載「批號」（與訂秧農民登記簿上所編之批號相同）、「品種別」及「種子選別日期時間」。此標籤將來可連續移用至堆積場地苗箱及綠化場地秧畦，使每批之種穀與苗箱均不發生錯誤。

- (5) 種穀裝入網袋中時，不能裝得太多，如裝得太多，網袋中間之種穀與網袋邊週之種穀位置就不能互換，影響以後消毒、浸種及催芽之效果，所以每袋只裝 18 至 20 公斤種穀。

(三) 種子消毒

消毒的目的在消滅種穀表面及內部或與種穀混存的病原，以育成健全的秧苗，並減少第一次感染機率，預防第二次感染及被害。水稻種穀上之微生物有三種不同影響：引起秧苗病害、降低秧苗成活率、影響米穀收量及米穀品質。如以秧苗病害為例，引起苗枯病（seeding blight）之真菌，有 *Pyricularia oryzae*, *Helminthosporium oryzae*, *Curvularia lunata*, *Fusarium moniliforme*, *Trichoconis padwickii*，這些均屬種子傳播之病原菌⁽¹⁾。而苗枯病在世界各地採用機械栽培之國家中，確實為降低苗成活率主因之一。全世界自種子分離出之菌類超過 90 種，在臺灣曾被分離出者就達 40 種以上，其中包括種子傳染之苗枯病菌，



Alternaria padwickii, *Fusarium roseum*, *Helminthosporium oryzae*, *Mucor* sp, *Phoma* sp, *Rhizopus* sp. 及徒水稻徒長病菌 *Gibberella fujikuroi* 等⁽⁷⁾。歷年來，在第一期作許多育苗中心培育之秧苗，經常受立枯病之感染，並有嚴重之損失^(6, 10)。可知，種子傳染性病害對種苗成敗之重要性。

為消滅種子傳染性病原，多採用種子消毒。種子消毒之具體方法有三種：

1. 生物方法：係利用 *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Streptomyces* 屬之細菌拮抗微生物，*Chaetomium*, *Penicillium*, *Trichoderma* 屬之真菌等來消除種子傳染病害。然而，至目前為止尚未有足以推廣應用於防治水稻種子傳染病之製劑。
2. 物理方法：以熱處理為主要手段，在保留種子活性之情形下，消滅種子表面及內部之病原。熱媒為水、水蒸汽、空氣，此外，亦有使用油類。熱處理分為濕熱型及乾熱型兩種，前者為溫湯浸漬法、冷水溫湯浸漬法及風呂溫湯浸漬法、空氣混合水蒸氣處理法、熱油浸漬法等；乾熱消毒法處理係以 70℃ 左右之溫度處理 1 至數日，一般以處理細菌性及病毒性病害為主。濕熱之致死作用為微生物之細胞蛋白質凝固，乾熱為氧化作用所致。在殺菌劑問世以前，水稻種子多採用溫湯浸漬法，如表二所示，為日本之試驗實例。
3. 化學方法，係採殺菌劑直接消滅種子上的

病原，間接在種子周圍形成防禦圈，預防種子周圍土壤棲息的病原引起立枯病，確保健苗。

臺灣自採行機械育苗栽培後，就以殺菌劑行消毒種子，因現在所有種子消毒劑為可濕性粉劑，此劑型在種子消毒時會產生沉澱⁽⁹⁾，所以種子消毒實施步驟中有三個問題必須加以注意：（1）為消毒藥液是否足夠，種穀是否充分為藥液所浸沒。（2）為水溫是否太低。（3）消毒期間有否攪拌。目前推薦使用之消毒藥劑有免賴得可濕性粉劑、佈生乳劑、多得淨可濕性粉劑、撲克拉水基乳劑及腐絕水懸劑，使用方法如表三。種子浸藥時間視氣溫及攪拌翻動次數而異，氣溫低，攪拌翻動次數少時，消毒時間要長。使用之藥劑溶液，均可使用二次，但使用第一次後溶液會減少，必須另用一容器添水加藥，混合溶液後再倒入消毒池加以補充。第二次使用後不能再用，全部更換新藥液。表四所示之披扶座可濕性粉劑，僅用於水稻徒長病^(3, 11)。

消毒作業在消毒池中進行（池深 0.9~1 公尺，池之長寬均在 1.2~1.5 公尺之間），最好與選種池、浸種池相同以便能相互利用。如此每次可消毒 1,000~1,500 公斤種子。該池應附有給水龍頭，池底有排水管孔，且池底略向排水孔傾斜⁽³⁾。

大部分育苗中心所使用之方法為網袋

表二、種子消毒法之試驗⁽¹¹⁾

方法	病原菌	浸漬條件	效果	發芽障害	研究者
溫湯浸漬法	真菌				
	稻熱病	55℃ 5分	○		伊藤 (1932)
	稻胡麻葉枯病	冷水－55℃ 5分	△		伊藤 (1932)
	水稻徒長病	冷水－55℃ 5分	△		伊藤 (1932)
	細菌				
	穀枯病	55℃ 60分	○		十河 (1980)
乾熱消毒法	線蟲				
	白尖病	冷水－50~52℃ 1~2分	○	—	Yoshiyamamoto (1950)
	白尖病	51℃ 7分－冷水 57℃ 7分	○	—	深野 (1962)
	穀枯病	70℃ 6日	○	—	牧野 (1981)
		75℃ 4日	○	+	牧野 (1981)
		65℃ 6日	○		Zeigler Alvarez(1988)
	褐條病	65℃ 6日	○		Zeigler Alvarez(1988)

註：○處理後防治效果顯著；△處理後防治效果不顯著
 —經處理後不影響發芽；+處理後會影響種子發芽



表三、稻種消毒方法⁽¹¹⁾

藥劑名稱	浸藥時間 (小時)	稀釋倍數 (倍)	施藥方法	注意事項
50% 免賴得 可濕性粉劑 (Benomyl)	4-12	1,000	稻種預先浸水催芽，至萌芽時，即刻浸漬於左列藥液內，並時加攪動（或搖動），以提高藥效。	1.稻種消毒後不必水洗即可播種。 2.藥液調配後24小時內，可以連續使用三次。
40% 免賴地 可濕性粉劑 (Benomyl+Thiram)	4-12	1,000	同上	1.稻種消毒後不必水洗即可播種。 2.藥液調配後24小時內，可以連續使用三次。
80% 多得淨 可濕性粉劑 (Thiophanate+Thiram)	6-12	800	同上	1.稻種消毒後不必水洗，陰乾後即可播種。
30% 佈生乳劑 (TCMTB)	6	1,000	1.稻種浸漬時加以攪拌，以提高藥效。 2.消毒後再浸水催芽。	藥液可以連續使用二次。
30% 佈生乳劑 (TCMTB)	60倍（每 100 公斤 稻種用藥 量 110 毫 升）		1.將塑膠布鋪在平坦地上，然後將稻種均勻鋪其上，隨即將稀釋液均勻撒佈，予以充分攪拌。 2.消毒後放置 2 天以再浸水催芽。	





藥 劑 名 稱	浸藥時間 (小時)	稀釋倍數 (倍)	施 藥 方 法	注 意 事 項
25% 撲克拉水 基乳劑 (Prochloraz)	24	2,000	1. 稻種預先浸水 4 小時後浸漬於藥液中，並時予攪動。 2. 消毒後直接浸種催芽。	藥液可再使用一次。
41.8% 腐絕水懸劑 (Thiabendazole)	1-6	2,000	稻種預先浸水催芽，然後以藥劑浸漬。	1. 消毒後即可播種。 2. 藥液可以連續使用二次。
41.8% 腐絕水懸劑 (Thiabendazole)	24	2,000	稻種直接消毒後再浸水催芽。	
40% 腐絕可濕性粉劑 (Thiabendazole)	1-6	2,000	稻種預先浸水催芽，然後以藥劑浸漬。	1. 消毒後即可播種。 2. 藥液可以連續使用二次。
40% 腐絕可濕性粉劑 (Thiabendazole)	24	1,500	稻種直接消毒後再浸水催芽。	

註：稻種經選種後，任選一種藥劑消毒



表四、水稻徒長病稻種消毒⁽⁹⁾

藥劑名稱	浸藥時間 (小時)	稀釋倍數 (倍)	施藥方法	注意事項
20% 披扶座可 濕性粉劑 (Pefurazoate)	10分鐘	20	稻種與藥液比1：2	1.本藥劑僅限於稻種消毒，不可使用於任何作物上。 2.於苗床使用時應使用口罩及安全防護措施。 3.工廠製造分裝者需加強安全防護措施。
	24小時	200,0.5%	稻種與藥液比1：2 粉衣法	4.對水生物輕毒。 藥液可重複使用一次。 藥量為乾燥稻種重量的0.5%。

法，即將已裝種子的網袋浸入消毒池內操作。一般視浸藥所需時間長短，在浸藥期內用工具將網袋翻動二至四次，浸藥期滿後將網袋取出搬至旁邊之浸種池，先用水沖洗去除所附藥液，再開始浸種作業。小部分育苗中心不使用網袋法，可以節省搬移種穀網袋人工，但此法只能在品種單純之情況下才可以使用。經選種池比重選後之種子並未裝網袋且仍留存在選種池中，而將選種池暫改作消毒池用，配放藥液溶劑後，在浸藥消毒期內用耙翻動數次。浸藥液溶劑後，在浸藥液或用小抽水機將藥

液抽至旁池再用一次，放清水沖洗，再將沖清水排除，原池再轉作浸種工作⁽³⁾。

(四) 浸種與催芽⁽³⁾

1. 浸種

種穀外殼堅硬，水份不易滲透，故其吸收水份必須經相當時日始能發芽，此即必須作浸種處理之原因。浸種時間之長短，依溫度高低及播種時期而異，氣溫低時浸種日數宜增加，氣溫高時浸種日數宜減少。例如在氣溫15℃時需4~5天（溫度再低亦不宜超過5天），18℃時3~4天，20℃時3天，26℃以上浸2天為標準。不同品種





所需天數也不同，稻穀品種中有些休眠性特強之品種（如臺南5號、臺農67號）浸種天數要較一般品種增加1天。

為了提高種子發芽率並使發芽整齊，浸種作業必須掌握以下三要點，否則有礙發芽及發芽不整齊。

- (1)適當之浸種日數。
- (2)最好浸在流動水中，如水不流動則需經常換水。
- (3)要翻動裝穀網袋，使袋中裏外層種子位置常互換，與袋外水接觸機會均等。

2.催芽

經浸種後的種子，要經過催芽處理1~2天後才會加速發芽。待種子萌芽至芽長1公釐、根長2公釐（粉碎穀發育苗芽長1.5~2公釐），發芽率達90%以上始可播種。有完善之催芽處理才能使秧苗生長整齊。

催芽所需天數，北部第一期作氣溫過低時會達3天，一般地區第一期作須24小時，第二期作12~24小時不等。催芽作業必須保持適當溫度，氣溫過低時要保溫，二期作穀溫過高時要散熱，每天要澆水及翻動以補充水份並使發芽時間一致。催芽之方法如下：在第一期作，將浸種完成之種穀裝在紗網袋或麻袋中（只裝半袋），並灌注50℃之溫水後充分攪拌種穀，在預鋪好之地上堆高至三袋，用乾麻袋覆蓋種穀之上面及四週，隨後再以黑塑膠布罩蓋，12小時後用溫度計測定穀溫，如穀溫在20℃

以下時，再以50℃之溫水攪拌種穀，經24小時後種穀本身會自行發熱，如超過35℃即不必再灌注溫水只要攪拌種穀使溫度平均即可，如未超過35℃則需再灌35℃之少量溫水攪拌後繼續保溫，約6~8小時可達發芽標準程度。屆時如不能立即播種，應澆冷水並小心攪拌，使種子溫度降低，抑制幼芽生長。在第二期作因氣溫高，催芽時不需保溫，且催芽時間也縮短，故操作較簡便，應在蔭涼處催芽，不需再以麻袋或塑膠布保溫，亦不需灌溫水，甚至不需灌水，袋堆間要留空隙通風散熱，約24小時即可。

四、苗土處理

育苗作業中育苗箱所使用的土壤稱為苗土⁽³⁾，日本人習慣稱床土⁽⁴⁾。1970年代初期，苗土分為粉土及泥土兩類，粉土可由稻田、山土或河床砂土採取；泥土則由育苗之秧田溝間取用⁽¹²⁾。

使用不同種類之土壤為苗土，能影響苗立枯病之發生程度，但並不能阻止其發生。日本柚木氏⁽⁵⁾報導使用水田土壤為床土比使用蔬菜園土壤容易發病，並證實泥沼土作為苗土發病率最高，其次為火山灰土，再次為水田砂壤土。1973年2月游氏亦曾調查，得知採用水田土壤發病率最高，其次為黃土，再次為牆土，而使用水田表土之發病率又較心土為高；感染菌類多屬





赤黴枯病菌 *Fusarium* spp. 及白絹病菌 *Sclerotium rolfsii* ⁽⁶⁾。

1986年山口氏⁽¹⁵⁾報告，引起苗立枯病之土傳病菌有 *Fusarium* spp., *Pythium* spp., *Rhizopus* spp., *Trichoderma viride*, *Rhizoctonia solani*, *Corticium rolfsii*, *Mucor fragilis*, *Pseudomonas avenae* 等，病原菌不同所用殺菌劑亦有差異；Hymexazol 及 Metalaxyl 主要用於 *Fusarium* 及 *Pythium* 等病菌；Metasulfocarb 除用於上述二屬外，亦可防治 *Rhizopus* 及 *Trichoderma* 引起之立枯病；而 Validamycin 主要針對 *Rhizoctonia solani* 及 *Corticium rolfsii*；Kasugamycin 則用於 *Pseudomonas avenae* 之防治。事實上，非所有殺菌劑均具廣效性，臺灣北部地區之立枯病多由 *Pythium* 及 *Fusarium* 等引起，目前推薦之防治藥劑都有防治之效果，只要在用藥技術上改進即可確保秧苗之正常發育⁽¹⁰⁾。

育苗作業中之土壤處理，在意義上與一般所謂土壤消毒略有差別。普通所謂土壤消毒，係指用藥劑或熱力消毒土壤中之病原菌，以達防治土壤傳染性病害之目的，其作用為單效性。在臺灣苗土已多混合穀殼來使用，而穀殼本身多帶病原菌，苗土處理不但要求達成一般土壤消毒之目的，同時須考慮是否具有種子消毒之功能，因此其作用須為雙效性⁽⁶⁾。

(一) 苗土之選用

選擇適宜之苗土，為控制苗枯病發生之一種方法。苗土 pH 值反應不僅影響苗枯病之發生，亦左右秧苗之生長勢，所以苗土之選擇在移植作業過程中，亦為不可忽視之環節，苗土以 pH 值 4.5~5.0 間之酸性土壤為佳，土壤 pH 值太高時，可以用硫黃粉混合調節，混合後立即供作苗土，進行播種，對苗之生育會產生障害，因此最好能在播種前一個月進行調節。此外，亦可用硫酸降低酸鹼度，如果 pH 值高於 5.0 則使用鉍、鉀鹽及過磷酸鹽；如果低於 4.5 則使用尿素調節⁽⁶⁾。

(二) 穀殼之選用

1991 年，臺灣之育苗中心均採用土壤、穀殼混合成培養土，用穀殼替代全部或一部分苗土之優點：

1. 穀殼來源容易，成本低，每箱材料成本依混合比例可降低四分之一至三分之二。
2. 穀殼重量輕，在整個育苗過程中苗箱及苗塊的搬運工作均可節省人工及辛勞程度。
3. 粉碎穀殼可塑性小，育成之苗塊適合高水份及雨中插植，同時耐於運輸，便於南秧北調等運輸距離時間較長之需求。粉碎穀殼因浸水醱酵時會發出熱量，在第一期作有保溫作用，寒冷天氣可縮短育苗日數且減少霜害⁽⁹⁾。

其缺點為：

1. 土壤全部使用未粉碎之穀殼替代時，其醱





酵時會產生有毒物質，必須增加灌水次數，以稀釋排除之，否則影響根部發育。

2. 使用粉碎穀殼育苗時，要特別重視肥料混合之均勻程度，否則會產生肥力不均或肥害。
3. 粉碎穀殼中切不可混有碎米或糙米等，否則浸水後加速腐化，增加育苗管理上的困難。穀殼育苗在砂質土壤水田易發生浮苗。

因此，穀殼之選用應具備之性質條件：1. 新鮮的與已醱酵的穀殼均可採用，但應加以粉碎，其粉碎度以24目者最適宜。2. 碾米廠從礱穀機分選出之穀殼，多少均含有一部分碎米，不飽滿穀、糙米及土石等，其中之碎米、不飽滿穀及糙米必須再風選去除⁽³⁾。

(三) 苗土與穀殼之混合比例

以季節而言，第一期作氣溫低，摻用一半穀殼可增加溫度2~3℃對育苗有利，雖有全部使用穀殼替代土壤之育苗中心，但為數不多，主要由於肥料混合困難，根部發育較差，插秧時要將苗塊先浸泥土，否前苗塊易鬆散，秧苗易倒伏。按以往經驗，使用1：1的容積混合比，能增進育苗發育且省工並降低成本⁽³⁾。

(四) 苗土藥劑處理

在一貫作業過程中，經過排空苗箱、苗箱裝土及灌水等作業後，就是播種與噴藥等之處理作業。土壤處理之主要藥劑為

立枯靈，早期一般均使用1,000倍溶液噴撒，使用容量200公升之塑膠桶，每桶混合好的藥液可使用於1,500箱，平均每箱130毫升藥液。根據1992年黃、楊氏報告⁽⁹⁾，土壤消毒多採用土壤殺菌劑依得利佔53.95%；其他殺菌劑包括殺紋寧、滅達樂、鋅錳滅達樂，正確使用為90.9%；極少數用非推廣之營養劑。藥液灌注時期在播種後佔70.2%，有關立枯病防治方法，可參考表五之防治方法。

(五) 苗箱覆土及積箱作業

苗箱覆土及積箱作業對秧苗病害之防治相當重要，在苗箱已播之種子層面上，需加覆蓋一薄層較細的土壤（厚約0.4~0.5公分）。在覆土後施藥，可提高防治效果，提高秧苗成活率。至於苗箱堆積作業，在中南部育苗中心由於氣溫高，第一期作及第二期作苗箱堆積均可在室外進行；唯北部第一期作，由於室外氣溫過低，宜在室內進行。因為一貫作業機與堆積場間之距離遠近不同，就可能使用各種不同之搬運方法及工具^(3,9)。

堆積之目的在造成優良環境使種子萌芽，待萌芽壯大已頂碰到上面苗箱之箱底時，即可移往綠化場管理。第一期作苗箱堆積在北部約需4~7天，視當時氣溫或是否裝置加溫裝置而定。中南部第一期作往往都移往室外陽光充足處，平均約需堆積2天時間。二期作北部及南部均可在室外堆





積，但堆積時苗土溫度絕對不能超過35℃，氣溫太高時期應堆積在室外陰涼處⁽³⁾。

苗箱堆積方式，如使用木質苗箱每疊堆積以20箱為宜，如使用塑膠箱則每疊可堆積25箱。但不論木箱或塑膠箱，在每疊最高之一箱上面均需加上一箱只有苗土而無播種之苗箱，以保護最上層之一箱。堆積過高，上下箱內溫度差異大，發芽速度不同，影響秧苗整齊度⁽³⁾。

五、苗圃管理

從選種、種子消毒、浸種、催芽、苗土處理、播種至堆積，每一步驟如有疏忽大意，其不良情況均會在綠化場顯露出來，而綠化場之秧苗管理作業之是否適當，亦同樣直接影響到育苗之成敗。

(一) 綠化期

在堆積場萌芽生長已碰到上箱箱底時即應移往綠化場，切勿使萌芽超長再綠化。移往綠化場的時間宜選清晨、有雲的上午或陽光微弱的下午，不應在陽光強烈的上午或下午進行。

(二) 綠化期之灌溉

綠化場的作畦平整作業十分重要，使苗箱移入後在灌溉時浸水之程度一致。同時，各畦間要留畦溝作排水之用，使排水時能全區迅速排乾。當該區秧苗移入排好時，應立即灌水至苗箱邊緣高度，然後立即排水。以後每天要灌水一次，灌水時間

盡量安排在上午九時以前或下午。

(三) 塑膠布及塑膠紗網之覆蓋

覆蓋塑膠布之最主要目的在保溫，在綠化期中由於陽光直接照射可促進秧苗之硬化與綠化，所以在有陽光時應將塑膠布掀開，待下午四或五時後再覆蓋，如此可使秧苗提早強硬且綠色加深，插秧使用未硬化之秧苗遇較寒冷氣候會倒伏並枯死。

覆蓋塑膠布必須注意塑膠布的支撐問題，如果將塑膠布直接覆蓋在秧苗上，會影響靠畦邊秧苗之成長。故需要使用8號鐵絲彎成半圓形插入土中作為塑膠布的支撐，每一支撐鐵絲間的距離約為50~60公分，在每畦的支撐鐵絲上覆蓋塑膠布，為避免被風吹翻，可將畦間排水溝挖起之土塊壓住塑膠布的邊緣。

覆蓋塑膠紗網之目的在防強雨沖襲，在第二期作育苗時使用，覆蓋塑膠紗網可不用支撐鐵絲，應直接覆蓋在秧苗上。

一般在插秧前一星期拆除塑膠布或塑膠網，任由秧苗與大自然接觸，接受日曬風吹雨淋，使秧苗充分硬化。但如在綠化期間已經常直接接受陽光照射，業已部分綠化硬化者，在插秧前三天拆除即可⁽³⁾。

六、引用文獻

1. 大 貫 一。1999。種子の消毒處理。pp.68-88。種子傳染病の生態と防除。日本植物防疫協會出版。





表五、育苗箱秧苗立枯病防治方法

藥 劑 名 稱	浸藥時間 (小時)	稀釋倍數 (倍)	施 藥 方 法	注 意 事 項
2.5%右滅達樂粒劑 (Metalaxyl-M)	2公克	1,000	藥劑與育苗土（包括覆蓋土）混合均勻後播種。	限育苗箱使用。
17.5%滅達樂溶液 (Metalaxyl)	0.5公撮	1,000	播種後隨即灌注藥液，再行覆土。	對眼刺激性強。
35%本達樂可濕性粉劑 (Benalaxyl)	0.25公克	2,000	1.床土：播種後隨即灌注藥液，再行覆土。 2.覆蓋土：每箱覆土（約0.6公斤）拌本劑0.0375公克。	於播種前1~2天將藥液與覆蓋土混合均勻。
34%殺紋滅達樂溶液 (Hymexazol + Metalaxyl)	0.4公撮	1,250	播種後灌注藥液，再行覆土。	育苗箱使用。
10%滅速克粉劑 (Methasulfocarb)	10公克			藥劑與育苗土（包括覆蓋土）充混合後使用。





藥 劑 名 稱	浸藥時間 (小時)	稀釋倍數 (倍)	施 藥 方 法	注 意 事 項
30% 殺紋寧溶液 (Hymexazol)	0.5 公撮	1,000	1.床土：播種後隨即 灌注藥液，再行覆 土。 2.覆蓋土：每箱覆土 (約0.6公斤)拌0.5 % 滅達樂粒劑 0.5 公克。	於播前1、2天先將藥 液與覆蓋土 混合均勻。
25% 依得利乳劑 (Etridiazole)	0.25 公撮	2,000	播種覆土後立即施藥。	
35% 依得利可濕 性粉劑 (Etridiazole)	0.17 公克	3,000	播種覆土後立即施藥。	

註：育苗箱 60 × 30 × 5 公分





2. 矢尾恆雄。1987。新潟縣における稻の種子消毒とトリフミン水和剤についで。農藥時代156: 4-8。
3. 吳維健、彭添松。1985。水稻育苗中心營運技術。八萬農建大軍訓練教材指導手冊160A-農機07。臺灣省政府農林廳編印。116 p。
4. 星川清親。1971。稚苗の生理と育苗技術。pp.74-160。農山漁村文化協會。
5. 柚木利文。1973。イネ苗立枯病の防除。植物防疫 27(5): 23-26。
6. 黃益田。1975。水稻苗枯病之發生及防治法之檢討。臺灣省政府農林廳編印。
7. 黃益田。1984。pp.11-23。水稻花與種子微生物之研究。稻種消毒研討會專刊。臺灣省政府農林廳編印。
8. 黃益田。1984。種子處理評估方法論。pp.58-69。稻種消毒研討會專刊。臺灣省政府農林廳編印。
9. 黃益田、楊相國。1992。臺灣北部地區水稻育苗中心稻苗病害管理技術之評估。桃園區農業改良場研究報告 11: 47-55。
10. 黃益田、楊相國、游俊明。1993。殺菌劑處理對箱育水稻秧苗立枯病之效應。植保會刊 35: 245-253。
11. 費雯綺、王玉美。2000。植物保護手冊。行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所編印。
12. 臺灣省政府農林廳。1976。蓬萊稻栽培法。臺灣省政府農林廳編印。
13. 簡錦忠。1968。稻種子病害。臺灣農業 4 (1): 67-75。
14. 簡錦忠、黃益田。1978。水稻苗期病害之病原與生態。pp.319-331。水稻病蟲害:生態學與流行學(邱人璋編)。中國農村復興聯合委員會刊行。
15. Tomio, Y. 1986. Nursery-tray application of fungicides for the control of rice diseases. Japan Pesticide Information No. 49: 10~14.
(作者: 黃益田)



INSECT PESTS



參

、

害

蟲

各

論



前言

水稻由播種至成熟收穫期間，其根、莖、葉及穗部均可遭受多種害蟲危害，而影響稻作之穩定生產。全世界已記錄之水稻害蟲超過800種以上，其中絕大部分為寡食性或雜食性，危害輕微。經常發生的重要害蟲只有20餘種（Grist and Lever, 1969）。在臺灣地區，水稻主要害蟲種類與臨近之華南地區及日本南部頗為類似，已記錄者達140種以上，其中造成經濟損失之害蟲僅有10餘種。此等害蟲又因稻種、耕作制度以及防治策略之改變，族群之發生豐度亦隨之改變，以往嚴重發生之害蟲，如三化螟、鐵甲蟲、負泥蟲、黑椿象等均變為潛在性害蟲；過去之次要害蟲，如褐飛蟲、白背飛蟲、瘤野螟及稻心蠅等卻變為主要害蟲。可見重要害蟲種類隨稻田生態環境之變遷而演變，這些重要害蟲在臺灣地區，復因地理環境之限制，其發生與危害程度，又有很大的差異。事實上，在類似生態條件之水稻栽培區，重要害蟲之種類數大多僅為4~5種，然此重要害蟲之種類、發生生態、危害程度等，也依環境條件而異。因此釐定防治策略時需因地制宜，才能獲得較佳的防治效果。

水稻害蟲管理的原則，係以害蟲生態為基礎，以經濟為目的。一般而言，宜按

地區主要害蟲之發生種類，族群變動形式及危害時期而釐定。由於各主要害蟲均釐定有經濟危害基準（Economic threshold），理論上，於害蟲族群密度超越該基準才需要防治處理。然而在實際操作上，若有兩種以上主要害蟲很難依據各別害蟲的族群密度考慮，而需以水稻各生長期全體害蟲的危害為考慮對象，於適當的時期施以重點防治。就影響水稻產量而言，防治重點可分兩個時期，其一影響單位面積之有效分蘗數（穗數），另一個時期在於影響水稻之每穗粒數及稔實率。單位面積有效株數決定於水稻分蘗期，若此一期間害蟲發生足以明顯影響有效株（穗）數，則應採取育苗箱處理或預測主要害蟲危害可能超越經濟危害基準，於害蟲造成危害前加以處理。而影響水稻每穗粒數及稔實率則主要決定於水稻幼穗分化期至糊熟期間，若預測可能在該生育期中，害蟲族群可能超越經濟危害基準，則需於孕穗末期即採取防治措施。依照以往經驗，蟲源為影響一季水稻害蟲族群之最重要因素，如何減低蟲源應為蟲害管理最重要的一環。至於防治方法，除化學防治外，包括抗蟲品種之栽培、田間衛生、肥料與灌排水之管理及天敵保育與利用等，視各水稻栽培區主要害





蟲種類及斟酌病、草害之防治而加以規劃。害蟲之管理技術也需隨蟲相之改變而隨時加以調整。

本章僅就臺灣地區在過去及目前發生較普遍或危害嚴重之害蟲，以及將來可能構成災害之潛在性害蟲，按害蟲危害水稻之根、莖、葉及穗之次序，分別描述其危害徵狀，分類地位、分布、寄主植物、生活史、發生生態以及防治方法以供參考，每種害蟲並列有重要參考文獻以便讀者進一步之探究。

（作者：鄭清煥）





前言

水稻由播種至成熟收穫期間，其根、莖、葉及穗部均可遭受多種害蟲危害，而影響稻作之穩定生產。全世界已記錄之水稻害蟲超過800種以上，其中絕大部分為寡食性或雜食性，危害輕微。經常發生的重要害蟲只有20餘種（Grist and Lever, 1969）。在臺灣地區，水稻主要害蟲種類與臨近之華南地區及日本南部頗為類似，已記錄者達140種以上，其中造成經濟損失之害蟲僅有10餘種。此等害蟲又因稻種、耕作制度以及防治策略之改變，族群之發生豐度亦隨之改變，以往嚴重發生之害蟲，如三化螟、鐵甲蟲、負泥蟲、黑椿象等均變為潛在性害蟲；過去之次要害蟲，如褐飛蟲、白背飛蟲、瘤野螟及稻心蠅等卻變為主要害蟲。可見重要害蟲種類隨稻田生態環境之變遷而演變，這些重要害蟲在臺灣地區，復因地理環境之限制，其發生與危害程度，又有很大的差異。事實上，在類似生態條件之水稻栽培區，重要害蟲之種類數大多僅為4~5種，然此重要害蟲之種類、發生生態、危害程度等，也依環境條件而異。因此釐定防治策略時需因地制宜，才能獲得較佳的防治效果。

水稻害蟲管理的原則，係以害蟲生態為基礎，以經濟為目的。一般而言，宜按

地區主要害蟲之發生種類，族群變動形式及危害時期而釐定。由於各主要害蟲均釐定有經濟危害基準（Economic threshold），理論上，於害蟲族群密度超越該基準才需要防治處理。然而在實際操作上，若有兩種以上主要害蟲很難依據各別害蟲的族群密度考慮，而需以水稻各生長期全體害蟲的危害為考慮對象，於適當的時期施以重點防治。就影響水稻產量而言，防治重點可分兩個時期，其一影響單位面積之有效分蘗數（穗數），另一個時期在於影響水稻之每穗粒數及稔實率。單位面積有效株數決定於水稻分蘗期，若此一期間害蟲發生足以明顯影響有效株（穗）數，則應採取育苗箱處理或預測主要害蟲危害可能超越經濟危害基準，於害蟲造成危害前加以處理。而影響水稻每穗粒數及稔實率則主要決定於水稻幼穗分化期至糊熟期間，若預測可能在該生育期中，害蟲族群可能超越經濟危害基準，則需於孕穗末期即採取防治措施。依照以往經驗，蟲源為影響一季水稻害蟲族群之最重要因素，如何減低蟲源應為蟲害管理最重要的一環。至於防治方法，除化學防治外，包括抗蟲品種之栽培、田間衛生、肥料與灌排水之管理及天敵保育與利用等，視各水稻栽培區主要害





蟲種類及斟酌病、草害之防治而加以規劃。害蟲之管理技術也需隨蟲相之改變而隨時加以調整。

本章僅就臺灣地區在過去及目前發生較普遍或危害嚴重之害蟲，以及將來可能構成災害之潛在性害蟲，按害蟲危害水稻之根、莖、葉及穗之次序，分別描述其危害徵狀，分類地位、分布、寄主植物、生活史、發生生態以及防治方法以供參考，每種害蟲並列有重要參考文獻以便讀者進一步之探究。

（作者：鄭清煥）





主要水稻害蟲檢索表

一、危害根部之害蟲

1. 在積水稻田危害稻株根部……………2

在無積水稻田危害稻株根部……………3

2. 幼蟲體呈乳白，無足，略向腹面彎曲，體節多橫紋，體長8-9 公釐，蛹繭不附於根上……………水稻象鼻蟲 *Echinocnemus*

squameus Billberg

幼蟲體呈乳白，無足，第2至第7腹節背面有6對鉤狀突起，體長8-10 公釐，蛹繭附著於根部……………水稻水象鼻蟲

Lissorhoptrus oryzophilus Kuschel

3. 常在水稻田田埂旁1-2 公尺處，近土表常見微隆起之隧道痕跡，危害隧道附近水稻根部或咬食稻莖基部，食痕呈不整齊之撕裂狀。成蟲體長24-30 公釐，體色黃褐至褐色，前腳附節變畸形適於地下開掘，前翅不達腹部中央，後翅發達，靜止時重疊腹背呈尾狀……………非洲螻蛄

Gryllotalpa fossor Scudder

二、危害莖部之害蟲

1. 以咀嚼式口器取食危害稻莖……………2

以刺吸式口器吸汁危害稻莖……………5

2. 莖部有蟲孔，剖開稻莖，可見蟲糞、蠅型幼蟲或被蛹……………3

莖部無蟲孔，被害莖基部之傷口呈不整

齊絲裂狀（見根部害蟲）……………非洲螻蛄

Gryllotalpa fossor Scudder

3. 稻莖上幼蟲蛀入孔大，孔外一般排有大量黃褐色蟲糞及組織碎屑，剖開稻莖，內壁被嚴重蛀食僅存一層薄壁，被害株易倒伏。莖內常見多條幼蟲，蟲糞軟而潮濕；幼蟲頭部赤褐，胴部淡黃而略帶赤紫色；蛹呈圓筒型，黃褐色，被有白粉……………大螟 *Sesamia inferens* (Walker)

稻莖上幼蟲蛀入孔小，孔外一般不排出蟲糞，莖內部被蛀食不明顯，蟲糞不潮濕…4

4. 被害莖內常見多條幼蟲，頭部黃褐色，胴部灰黃，上有褐色縱線5條；蛹褐色，長約12 公釐，背面有不甚明顯之縱線5條；蟲糞黃褐色……………二化螟 *Chilo suppressalis* (Walker)

被害莖內通常只有一條幼蟲，體柔軟，黃至淡黃色稍帶綠色，胴部除白色透明之背線外無其他條紋；蛹長12-15 公釐，細長圓筒形，初黃綠色，後變淡黃褐色；蟲糞灰白色……………三化螟 *Scirpophaga*

incertulas (Walker)

5. 體較大而硬，成蟲前翅為半翅鞘，平覆於腹背，有臭腺孔（椿象）……………6

體較小而軟，前翅基部和端部同質……………7

6. 成蟲體長約10 公釐，黑色，表面粗硬密





佈刻點，前胸背板前緣角向兩側突出成刺狀，小盾片舌形，幾蓋住整個腹部。若蟲初齡時為圓形鮮紅色，3-5腹節背面各有一個橢圓形斑紋，五齡若蟲長橢圓形，淡褐色……………黑椿象 *Scotinophara lurida* (Burmeister)

成蟲體長12-13公釐，黃褐色，密佈刻點，體梭形；小盾片後端狹長舌形，末端較狹，達腹部之三分之二，基部有黑點4枚；半翅鞘革質赤褐色，前緣呈黃白色；膜質部淡褐色，翅脈褐色。若蟲初呈圓形褐色，各腹節有紅色之橫條及小點，後呈橢圓形，灰褐色……………稻椿象 *Lagynotomus elongatus* (Dallas)

7.雌成蟲無翅，雄蟲有膜質翅一對。雌成蟲體長約5公釐，長卵形，腹面扁平，背面隆起，暗紅色，體表被白粉狀，觸角6至7節，足細短，跗節一節爪無齒。潛藏於葉鞘內側及莖間吸汁危害……………稻粉介殼蟲 *Brevennia rehi* (Lindinger)

成蟲有二對翅……………8

8.成蟲體長2-3公釐，行動不活潑，觸角絲狀，腹部近尾端背側具一對角狀管；腹末端具尾片（蚜蟲）……………9

成蟲體長4-6公釐，觸角絲狀或鞭狀，腹部無角狀管及尾片，行動活潑、善跳……………10

9.體長約2.5公釐，黃綠至濃綠色，觸角細長，稍較體為短，角狀管長，圓柱形，

黑色；尾片淡黃色，具7-10根毛……………

長角麥蚜 *Sitobion akobiae* Shinji

體長約2.3公釐，體色暗綠，觸角長度小於體長之一半，角狀管之長度較短為基部之2.5倍，其中央稍膨大末端較細，尾片暗黃綠色，兩側各具2支毛……………

玉米蚜 *Rhopalosiphum maidis* (Fitch)

10.頭冠狹窄，上有隆脊，前緣較尖，觸角鞭形，生於複眼下方，成蟲有長、短翅型，後足脛節末端有一大型端距（飛蟲類）……………11

頭冠寬，多平坦，前緣呈弧形，觸角絲狀，生於兩複眼間，成蟲只有長翅形，後足脛節背面有刺列，末端無大形端距（葉蟬類）……………13

11.中胸小盾片與體同色，長翅型體長約4.5公釐，呈褐色至暗褐色，有光澤；前翅帶褐色半透明，其後緣近中央處有黑褐色斑紋，靜止時雙翅相合呈一長卵形斑紋；後足端距有小刺30~36枚。若蟲黃白色至黃褐色，隨蟲齡增長，色漸變深，第3、4腹節各有一粉狀白色斑紋，以後各節都有3-5個淺色紋……………

褐飛蟲 *Nilaparvata lugens* (Stål)

中胸小盾片中間與兩側不同色……………12

12.長翅型，體長3.8 - 4.5公釐，灰黃色；頭頂顯著前突，黃白色；前胸背板黃白色，複眼後有一新月形暗褐色斑；小盾片中央黃白色，兩側暗褐色，前翅半透





明略帶淡褐色，有翅斑。雌蟲顏面及胸腹部腹面為黃褐色，雄蟲為黑褐色。若蟲近橄欖形，幼齡時灰白色，後變淡灰褐色，背上有不規則雲狀斑紋……………

白背飛蝨 *Sogatella furcifera* (Horváth)

長翅型，體長3.5 - 4.2 公釐，黃褐至黑褐色；頭頂突出不顯著，淡黃色；前胸背板淡黃色；雄蟲小盾板黑色，雌蟲小盾片中央污黃色，兩側各有一新月形暗褐色斑紋，前翅具翅斑。若蟲近橢圓形，幼齡淡黃色後變黃褐色，背面有淺色左右對稱斑紋……………斑飛蝨 *Laodelphax striatella* (Fallen)

- 13.體黃綠至鮮綠，前翅末端雄蟲為黑色，雌蟲為淡褐色……………14
體非黃綠至鮮綠，前翅末端非黑色或淡褐色……………16

- 14.頭冠亞前緣具有黑帶……………15

頭冠亞前緣不具黑帶，頭冠向前顯著突出；前翅中央黑斑小或無，雄蟲外生殖器的陽莖端中部不收縊，側突大，呈三角形，腹面刺列，每列有刺4-5枚。若蟲黃綠，綠至暗綠，胸部背板及各腹節無黑褐色斑紋……………臺灣黑尾葉蟬

Nephotettix virescens (Distant)

- 15.頭亞前緣具黑色橫帶，前翅少數具黑斑。雄蟲外生殖器的陽莖端中部收縊，側突水平伸出且較細長，腹面刺列每列3- 4枚。若蟲灰白、污黑至黑褐，前胸背

板斑紋較少，腹部背板均有略相同之黑褐色斑紋……………偽黑尾葉蟬

Nephotettix cincticeps (Uhler)

頭部亞前緣具較寬之黑色橫帶，前翅中央具大而不正形黑斑，爪狀部內緣及外緣部分個體具黑斑。雄蟲外生殖器的陽莖端中部不收縊，側突較小，呈三角形，腹面刺列每列有7-8枚。若蟲淡黃、橙黃至黑褐，胸部各節背板均具黑褐斑紋，腹部第6-7節背板之兩側無黑褐色斑紋，第8-9節斑紋成十字形黑斑……………

……黑條黑尾葉蟬 *Nephotettix nigropictus* (Stål)

- 16.體長3.5 - 4 公釐灰白色，頭冠有4個淡黃褐色斑點，前胸背板混有數個暗褐斑，小盾片二基角各具暗褐點一個，前翅黃白色，具顯著之電光狀之暗褐色大形斑紋。若蟲頭大尾尖，乳白至黃白色，雜有褐斑……………電光葉蟬

Recilia dorsalis (Motschulsky)

體長約3.3至3.6 公釐，體黃色至橙黃色，頭冠近前緣無黑色斑點，前胸背板中央有一菱形暗色紋，前翅白色、半透明具光澤；腹背暗褐，腹面白色。若蟲乳白至淡黃綠色，體表有許多細長毛，在腹部各節背面排成橫行；腹部各節兩側有褐色斑紋……………白翅葉蟬

Thaia rubiginosa Kuoh



三、危害葉部之害蟲

1. 葉片被害具明顯缺刻或大形斑紋……………2
葉片被害不具缺刻或斑點……………18
2. 前翅硬化變形為翅鞘，後翅膜質……………3
前翅不變形為翅鞘……………6
3. 成蟲體長約5公釐，體藍黑色有光澤，前胸背面及翅鞘上均有刺狀突起。幼蟲扁平，橢圓形，淡綠色，背面有隆起粗縱線，兩側具三條細縱紋，每體節兩側後端各有一小突起。成蟲嚙食葉片組織，殘存下表皮，初成長條白色斑痕，後褐變；幼蟲潛食稻葉組織中，嚙食葉肉，留上、下表皮形成長形、黃白色袋狀膜囊……鐵甲蟲 *Dicladispa armigera* (Olivier)
成蟲體表無刺突，幼蟲不扁平……………4
4. 成蟲體長約5公釐之美麗小甲蟲，頭部黑色，口吻寬短觸角絲狀，前胸及足黃褐色，翅鞘青藍色有光澤，腹部黑色；幼蟲呈洋梨形，頭部黑褐色，胴部圓而肥大，色暗褐，背上常堆負灰褐色糞便，如泥塊之附著於葉面。成蟲及幼蟲均沿葉脈食害葉部之上表皮及葉肉，殘存下表皮及維管束，其食痕呈不規則之長條白色斑紋，嚴重時葉片縱裂枯死……………
負泥蟲 *Oulema oryzae* (Kuwayama)
成蟲口吻發達，觸角呈膝狀；幼蟲無足，乳白色，危害根部（象鼻蟲）……………5
5. 體長約5公釐，體暗褐至黑色，密佈細刻點，體表被灰褐至黑褐鱗片，管狀喙細

長，稍向下彎，翅鞘略寬於前胸，兩側平行，每翅鞘上各有縱溝7條，第2、3條縱溝間之中部後方，各有一長方形白色小斑點。幼蟲乳白，稍胖，體稍向腹面彎曲，危害根部。成蟲以管狀口緣，蛀食分蘗期莖葉，被害心葉抽出後，輕者呈現一橫排小孔，重者葉片折斷飄浮水面……………水稻象鼻蟲

Echinocnemus squameus (Billberg)

體長約3公釐，體被灰褐色鱗片，胸部及體背中央具不整形黑色大型斑紋，口吻粗短，中腳脛節密生約30根長毛；幼蟲乳白，較瘦，第2至7腹節背面有6對鈎狀突起，危害根部。成蟲喜好危害嫩葉，以其口吻嚙食葉片成寬約1公釐，長5-10公釐之織紋狀長條白色食痕……………水稻水象鼻蟲 *Lissorhoptrus oryzophilus* Kuschel

6. 葉片被咬成缺刻徵狀……………7
葉片被害，不成缺刻徵狀……………15
7. 缺刻較大，不規則，嚴重時整葉吃光；成蟲只具三對胸足，後足發達，善跳躍；前胸發達，前翅革質，後翅膜質。若蟲除無翅或僅具翅芽，餘類似成蟲（蝗蟲）……………8
缺刻較小，多在葉緣或由上而下蠶食，幼蟲呈蠋型……………11
8. 頭部鈍圓，前胸背板延伸包於體之兩側，後足腿膨大粗壯……………19
頭部尖削，顏面與頭頂成銳角，前胸背



板較長而平直，後足腿節較細長……10

- 9.體長30-39公釐，黃綠色，頭部略呈三角形向前突出，前胸兩側有黑褐色之寬縱條紋，其後端達於前翅之基部（♀）或前翅前緣中央（♂），前翅細長，灰褐色，其前緣基部呈三角形突出。若蟲初呈淡青色，後漸呈綠色……小稻蝗 *Oxya hyla intricata* (Stål)

體長45-75公釐黃褐色，頭短而寬，前胸較細，呈鞍形，其後緣圓形黃色，向後方突出，前胸背中央，胸側之中央及前翅前緣基部及後緣，各有黃褐色之粗縱線，前胸側之黃褐線兩側另有黑線，前翅細長淡褐，上有黃色及褐色斑紋，後翅基紅色……背條土蝗

Patanga succincta Linnaeus

- 10.觸角粗短、略扁，沿頭頂和前胸兩側有淡紅色線，上有一列淺黃色疣狀突起，前胸背板中央縱隆線不顯著，腹板上有長方形片狀突起……尖頭蝗

Atractomorpha lata Motschulsky

觸角劍形，沿頭頂和前胸兩側淡紅色線；前胸背板中央縱隆線顯著，腹板上無突起……臺灣負蝗

Atractomorpha psittacina (de Haan)

- 11.幼蟲以葉片築巢，由一片或數片葉綴成蟲苞，巢內有蟲或蛹……12
幼蟲不結巢，蟲體在葉片上……13
12.幼蟲將葉片之兩葉緣向正面以絲狀物綴

成長筒形蟲苞，在苞內啃食葉片組織成白色長條食痕。幼蟲性極活潑，被觸動時即迅速前爬或後退，或牽絲下墜，頭部淡褐色，幼齡體綠色，後變黃綠色，老熟時帶紅色；前胸盾褐色，近後緣有成對黑斑；中後胸背有明顯小黑斑8個，前排6個，後排2個……瘤野螟

Cnaphalocrocis medinalis Guenee

幼蟲將2~4片葉綴成縱形蟲苞，常外出嚙食葉片成刻。幼蟲頭大，前胸小呈頸狀，體軀中部較大，蟲體略呈紡錘形，頭部正面中央有深褐色w形斑紋，體綠色，背線深綠色，胴部各節多皺紋。蛹近圓筒形，頭頂平，尾尖，黃褐色，背面較深，粗糙而多皺，後漸呈褐色，體長被白粉，外裹白色薄繭……

直紋稻苞蟲 *Parnara guttata* Bremer et Grey

- 13.幼蟲胴部第6、7節之兩對腹腳退化，步行時如尺蠖狀。蟲體細長，初呈黃綠，後變淡褐，體背有白色之背線及亞背線，老熟幼蟲折結葉尖成三角形之小苞，化蛹其內，葉苞多被咬斷下落地面……稻螟蛉 *Naranga aenescens* Moore

幼蟲胴部第6、7節兩對腹腳發達……14

- 14.幼蟲頭部有一對角狀突起，鮮紅色，胴部鮮綠色，背線濃綠色，兩側尚有3-4條不明顯之縱線，各節多橫皺及深綠色小疣突，腹末臀板分二叉；蛹圓筒型，初鮮綠後轉灰褐色，倒掛於葉下面……





樹蔭蝶 *Melanitis leda* Linnaeus

幼蟲頭部褐色，無角狀突起，正面有黑褐色人字形紋，側面有暗褐色網狀紋；胴部色多變化，淡綠至墨綠色，背線淡紫褐色，亞背線淡黃白色，氣門下線有一條紫褐色寬帶，各體節亞背線內側各有一個半月形黑色斑紋。老熟幼蟲化蛹於稻叢基部或土縫中，紅褐色，第2~7腹節背面前緣有密佈刻點，腹末腹面中央內凹，末端有一對鉤刺……………臺灣

夜盜 *Spodoptera mauritia* Moore

15. 葉片表面具白色細斑點，由上而下擴展，且葉尖縱捲，內有長紡錘形小蟲，爬行快速，腹末常翹起。成蟲黑褐色，翅狹長，狀似羽毛，若蟲形狀似成蟲，但無翅且色較淡……………17

葉片被害不呈白色斑點或縱捲，幼蟲蛆形……………16

16. 幼蟲於水稻分蘗初期潛入未展開之心葉取食葉緣，被害葉展開後，可見內側邊緣呈淡黃色，並具不規則的碎狀缺口或捲曲，成蟲為灰色小蒼蠅，體長1.8-2.3公釐……………稻心蠅 *Hydrellia philippinea* Ferino

幼蟲於水稻生育初期在葉片前段的上下表皮間取食葉片組織，形成長12~45公釐，寬1~4公釐，與葉片平行之白色至黃褐色潛道，老熟幼蟲化蛹於潛道內……………亞洲潛葉蠅 *Pseudomopomyza asiatica*

(Spencer)

17. 成蟲體長1.7~2.2公釐，體赤褐至黑褐色，觸角8節，腹部末節細管狀，末端有長毛6根；若蟲淡棕黃色，腹側有紅色斑紋，腹部末端管狀……………稻管蓟馬

Haplothrips aculeatus (Fabricius)

成蟲體長1.0-1.3公釐黑褐色，觸角7節，雄蟲腹末鈍圓，雌蟲腹末錐形且腹面縱裂；若蟲乳白至淡黃色，除無翅外，狀似成蟲……………稻蓟馬 *Stenchothrips*

biformis (Bagnall)

18. 成蟲體長2-3公釐，觸角絲狀，腹部近尾端背側具一對角狀管，腹部末端具尾片……………蚜蟲類（見危害莖部害蟲9）

成蟲體長2-3公釐，觸角絲狀或鞭狀，腹部無角管及尾片，行動活潑……………19

19. 頭冠狹窄，上有隆脊，前緣較尖，觸角鞭形，生於複眼下方，成蟲有長、短翅型，後足脛節末端有一大型端距…（稻飛蟲類，見危害莖部之害蟲10、11、12）頭冠寬多平坦，前緣大多呈弧形，觸角絲狀生於兩複眼間，成蟲只有長翅型，後足脛節背面有刺列，末端無大型端距……………（葉蟬類，見危害莖部之害蟲13、14、15、16）

四、危害穗部害蟲

1. 稻全穗變白……………2
稻穗直立，穀粒褐變或產生白稈……………5





- 2.被害株上無蟲，但稻莖上有蟲孔或剖開稻莖可見蟲體或蟲糞……………螟蛾類（參見危害莖部害蟲1、3、4）
被害株上無蟲，被害莖內無蟲亦無蟲糞……………3
- 3.被害株基部被咬傷，傷口不整呈撕裂狀……………非洲螻蛄 *Gryllotalpa fossor* Scudder（見危害莖部害蟲1、2）
被害株基無被咬傷徵狀……………4
- 4.稻株上有體長4~4.5公釐之褐色至暗褐色蟲體，聚集於稻株及穗部吸食營養液，其分泌物可引起煤煙病，導致植株枯萎，稻穗變白……………褐飛蟲 *Nilaparvata lugens* Stål（見危害莖部害蟲10、11）
稻株上有體長3.8至4.5公釐之蟲體，前胸背板黃白色，小盾片中央黃白色，兩側暗褐色，前翅半透明，略帶淡褐色有翅斑。嚴重危害，導致植株枯萎，稻穗變白……………白背飛蟲 *Sogatella furcifera* (Horváth)（見危害莖部害蟲10、12）
- 5.稻穗直立，穀粒全部褐化不稔或不充實，穗頸矮化呈顯著扭曲，撥開葉鞘，可見其內側具白粉狀之蟲體……………
稻細蟥 *Steneotarsonemus spinki* Smiley
稻穗直立或不直立，穀粒部分不稔變色，穗頸不扭曲……………6
- 6.被害穗全部污黃至污黑……………7
穗上部分穀粒變灰白，或空殼或秕谷…8
- 7.成蟲體長3.5至4.2公釐，黃褐至黑褐色，頭頂向前突，前胸背板淡黃色，雄蟲小盾片黑色，雌蟲小盾片污黃色，兩側黑褐色，前翅半透明淡灰色；若蟲淡黃至黃褐色……………斑飛蟲 *Laodelphax striatella* (Fallen)
蟲體小而柔軟，體長2~3公釐，觸角絲狀，腹部近尾端背側具一對角狀管，腹部末端具尾片，被害穀粒及植株被覆蜜露，產生煤污病……………蚜蟲類（見危害莖部害蟲8、9）
- 8.穗上蟲體較大而硬，以手觸壓多具臭味，觸角絲狀4~5節，成蟲前翅為半翅鞘，後翅膜質，若蟲腹部有臭腺孔，穀粒乳熟期被害，米粒褐化乾扁，其後被害形成斑點米（椿象類）……………9
穗上蟲體較小，無臭味，觸角7-8節，成蟲前翅非半翅鞘……………19
- 9.體橢圓形，有單眼，成蟲小盾片延伸至前翅膜質部，或達腹末。若蟲有3對臭腺孔（稻椿象）……………10
體瘦長，無單眼，成蟲小盾片三角形，不達前翅膜質部；若蟲有2對臭腺孔（稻緣椿象類）……………14
- 10.成蟲小盾片很大，呈舌形，蓋過前翅膜質部很多……………11
成蟲小盾片較小，後緣只達前翅膜質部……………13
- 11.體長約10公釐，全體黑色，表面粗硬密佈點刻，前胸背板前緣之兩端有明顯刺





- 狀向兩側突出，小盾片舌狀，其後緣幾達腹末……………黑椿象 *Scotinophara lurida* (Burmeister) (見危害莖部害蟲6、7)
- 體黃褐色至黑褐色，前胸背板前緣鈍圓不突出，小盾片舌狀，在其基部兩角各有一圓型紋，後緣略超出前翅膜質部……………12
12. 成蟲體長5.0~7.0公釐，體淡灰，上佈滿黑色點刻，小盾片基部白點較小……………白星椿象 *Eysarcoris ventralis* (Westwood)
- 成蟲體長4.0~5.0公釐，體黃褐色，上佈滿褐黑色點刻，小盾片較廣幅，基部白點較大……………雙巨星椿象 *Eysarcoris guttiger* (Thunberg)
13. 成蟲體長12~13公釐，黃褐色，密佈暗褐色點刻，觸角5節，除末端兩節之後半為黑褐色外，其餘為淡紅色，小盾片末端較尖，其基部有黑點4枚，半翅鞘前緣呈黃白色……………稻椿象 *Lagynotomus elongatus* (Dallas) (見危害莖部害蟲6、7)
- 體長雄蟲13~14公釐，雌蟲14~17公釐，普通型為全體青綠色，小盾片基部有3個小黃白色斑點，少數個體呈黃帶型（頭部前端及前胸背板前端為黃色）及綠斑型（體黃綠色，上其9個綠色紋斑）……………南方綠椿象 *Nezarea viridula* (Linnaeus)
14. 體小型至中型，前胸背板兩側呈針狀突出……………15
- 成蟲體足及觸角均細長，狀似蜘蛛，前胸背板兩側角無針狀突出……………18
15. 半翅鞘中央部有一對白斑點……………16
- 半翅鞘中央部沒有一對白斑點……………17
16. 成蟲體長8公釐，赤褐色，密佈黑褐點刻，頭及前胸背側角之前部色較淡，觸角較短，第一節約與頭幅同寬，半翅鞘革質部末端具大形斑紋，其下具4個小黑點……………細針緣椿象 *Cletus trigonus* Thunberg
- 成蟲體長9.0~11.0公釐，體暗黃褐色，觸角第1、4節較粗大，第2、3節較細，半翅鞘革質末端具大形斑紋，其下端無小黑點……………臺灣細針緣椿象 *Cletus punctiger* (Dallas)
17. 成蟲體長16.0公釐左右，雄蟲黑色，雌赤褐，被覆細毛，中、後胸具一個小形黃色斑紋，腹部背面具黑色及黃色斑紋，觸角第1-3節末端黑色……………細緣椿象 *Riptrotus clavatus* Thunberg
- 成蟲體長15.0-16.0公釐，體赤褐，觸角第一節黑色，頭胸部側面具一條黃色粗縱帶……………臺灣細緣椿象 *Riptrotus linearis* Fabricius
18. 體長16.0~18.0公釐，綠色至黃綠，觸角第一節淡色，前胸背板點刻淡褐色，頭、前胸側面之黑線由一系列黑色斑點形成……………臺灣蜘蛛緣椿象 *Leptocorisa acuta* (Thunberg)





體形類似台灣蜘蛛緣椿象，觸角第一節末端及外側黑色，前胸背板點刻與體同色，頭及前胸側部之黑線由兩列黑褐色斑點形成……………中華蜘蛛緣椿象 *Leptocorisa chinensis* Dallas

19. 成蟲體長 1.6~2.2 公釐，赤褐至黑褐色，觸角 8 節；前翅無縱脈，翅面無剛毛，雌雄腹部第 10 節均呈管狀，其端部有長毛 7 根（4 長 3 短）；若蟲淡黃至褐色，腹部兩側有紅色斑紋。蟲體主要於開穎潛入穎殼內危害，造成空穀或導致米粒乾癟或表面縱裂黑變……………

稻管薊馬 *Haplothrips aculeatus* Fabricius

成蟲體長小於 1.6 公釐，觸角 7~8 節，翅面有成列剛毛，前翅有縱脈 1 條，雄蟲腹末鈍圓，雌蟲腹末錐形；若蟲色淡黃，末端鈍圓或錐形……………20

20. 成蟲體長 1.1-1.3 公釐，黑褐色；觸角 7 節，第 3、4 節上有叉狀感覺錐；單眼間剛毛短；前胸背板後緣有 2 根長毛；前翅上脈剛毛不連續，下脈剛毛 11-13 根。少數個體可潛入穀粒危害成空穀或米粒表面縱裂黑變……………稻薊

馬 *Stenchaetothrips biformis* (Bagnall)

成蟲體長 1.3~1.6 公釐，赤褐色至淡黃褐色，觸角 8 節，末端 2 節短小，第 3 至 6 節上有叉狀感覺錐；單眼間剛毛長，各單眼內緣有月形橙色斑；前胸背板後緣有 4 根長毛，前緣還有長毛 4 根；前翅上

脈剛毛連續，下脈剛毛 14-16 根。本蟲可與稻管薊馬同時侵入穎殼，造成相同危害徵狀……………

臺灣花薊馬 *Frankliniella intonsa* (Trybom)



水稻水象鼻蟲

學名：*Lissorhoptrus oryzophilus* Kuschel

英名：Rice water weevil

一、前言

水稻水象鼻蟲原產於美國為寄生於禾本科雜草之昆蟲，1800年代後期，於密西西比河（Mississippi）流域開始栽培水稻後即成水稻害蟲。1959年侵入美國加州水稻栽培區造成嚴重危害，該蟲目前為美國南部各州及加州水稻栽培區最重要的害蟲。1976年侵入日本愛知縣後，迅速蔓延擴大，在十年內擴散蔓延遍及日本全國各水稻栽培區，成為水稻生育初期最重要害蟲。1988年侵入韓國及中國河北省唐山地區，迄至1998年已擴散到全韓水稻區及大陸沿海各省造成嚴重災害。臺灣於1990年三月首在桃園縣新屋鄉水稻田發現危害後迅速蔓延，發生面積約達16,000公頃，分布範圍擴大到桃園、新竹及苗栗三縣，於2001年已蔓延至大肚溪沿岸，同時在東部花蓮縣富里鄉亦發現水稻被害。

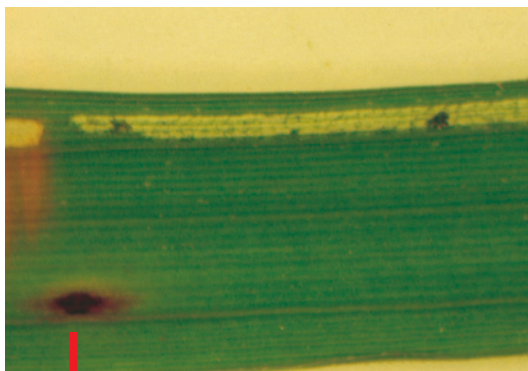
二、危害狀

水稻水象鼻蟲成蟲危害水稻葉片，造成寬0.1公分、長0.5公分至數公分細長白色

碎斑點之食痕（圖一、二），影響光合作用，在水稻生育初期成蟲聚集稻葉危害，初產生白化現象，嚴重時則褐化乃至萎凋枯死。幼蟲土棲性，剛孵化之幼蟲在葉鞘內取食，後潛至水稻根部危害（圖三），導致稻株生育受阻，分蘗數減少，植株衰弱矮化，延遲成熟，危害嚴重時秧苗停止生長，引起稻葉之黃化，終至植株死亡（圖四），無防治或防治不當可導致產量損失達40%以上。



圖一：水稻水象鼻蟲成蟲危害葉片呈白色長條斑紋。（鄭清煥）



圖二：水稻水象鼻蟲成蟲危害葉片呈斑紋徵狀。(鄭清煥)



圖三：水稻水象鼻蟲幼蟲危害水稻根部狀。(施錫彬)

三、害蟲概述

(一) 分類地位

鞘翅目 Coleoptera

象鼻蟲科 Cucurlicionidae

(二) 分布

臺灣、美國、加拿大、墨西哥、古巴、多明尼加、日本、韓國及中國等。

(三) 寄主植物

成蟲可在水稻、玉米、甘蔗、茭白筍、小麥、大麥、牧草及白茅、牛筋草、野稗、狗尾草及螢藺、水莎草、李氏禾等禾本科及莎草科之雜草葉片上取食，而幼蟲可在水稻、野稗、三角草、螢藺等發現。

(四) 形態

1. 成蟲：體長約3公釐左右，體色灰褐色，因個體之差異而有深淺之不同，體

背中央具不整形大型黑色斑紋。體表面大多為膜狀六角形鱗片覆蓋；胸部腹面及尾部腹面為圓形鱗片覆蓋。口吻較短；觸角具光澤之赤褐色，六節呈膝狀，先端呈球形，被覆細絨毛（圖五）。

2. 卵：乳白色，圓筒形略彎曲（圖六），長 0.8 公釐，寬約 0.15 公釐，產於稻株水面下之葉鞘組織內。
3. 幼蟲：初孵化之幼蟲透明無色，二齡後頭呈黃褐色，體呈乳白色，無足。腹部第2~7腹節背面有六對由氣門變形之幾丁質突起，前端呈鉤狀，幼蟲即以該突起物插入稻株根部進行呼吸，並可藉該突起物之幫助於泥土中移動（圖七）。老熟幼蟲體長 8~10 公釐。





圖四：稻田被水稻水象鼻蟲幼蟲危害嚴重時造成缺株，植株發育不良。（施錫彬）

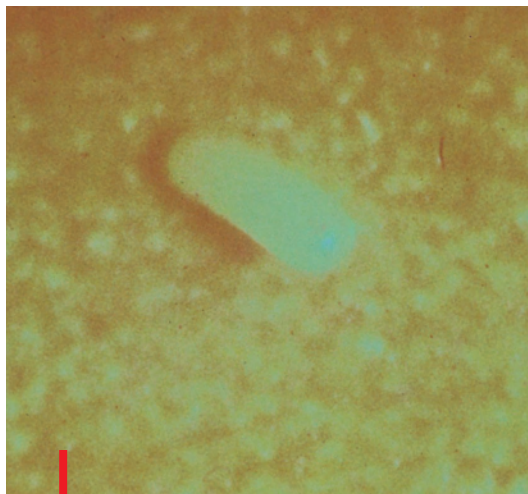
4. 蛹：老熟幼蟲附著於根際，於土中營造一個直徑約5公釐卵形的土繭，而化蛹於土繭中（圖八）。蛹體乳白色，狀似成蟲（圖九），長3~4公釐。



圖五：水稻水象鼻蟲成蟲。（鄭清煥）

（五）生活史

成蟲大部分在田畔雜草或防風林等潮濕地之枯枝敗葉下越冬，水稻移植後侵入本田危害。成蟲白天棲息稻株基部，黃昏時爬行至葉片尖端活動，具趨光性，可藉飛翔、步行及游泳等方式遷移分散。卵散產於水面下之葉鞘組織內，每日產卵1至3粒，產卵期約一個月，每一雌成蟲產50~100粒卵。卵期在22℃約11天，29℃約6天。孵化後初齡幼蟲先在葉鞘內取食葉肉1~3天，然後掉落水中，蛀入根部危害，中齡以後則由根部外側食害。幼蟲共有四個齡期，歷時約30~40天。老熟幼蟲附著於根部，營造卵形土繭而化蛹，蛹期7~4天。



圖六：水稻水象鼻蟲卵。（施錫彬）



圖七：水稻水象鼻蟲
幼蟲。(施錫彬)

四、發生生態

在臺灣，水稻水象鼻蟲在田間年發生兩個世代。在桃園地區於二月底當一期水稻田開始翻犁灌水時，越冬成蟲即開始出現於再生稻及雜草上取食（圖十）。水稻插秧後即迅速侵入稻田，其族群在分蘗期前達到高峰，越冬蟲取食幼嫩稻株約兩個月。第一世代幼蟲於三月下旬出現，發生高峰在五月中旬。蛹出現於四月下旬，高峰則在五月中旬至下旬。

第一世代羽化成蟲出現於五月中旬至六月中旬，短暫停留在本田水稻上取食後逐漸遷離本田至附近田埂、溝渠、防風林下取食禾本科雜草，當二期稻插秧後復迅速侵入稻田危害。二期稻成蟲族群高峰出現於種植後第三週，取食水稻葉片二個月

左右，在水稻孕穗期消失。幼蟲族群高峰出現於移植後第五到第六週；蛹的高峰期為移植後第九週；第二世代成蟲從十月中旬開始出現，羽化成蟲短暫取食幼嫩稻葉即遷離本田至越冬場所如田埂、溝渠、雜木林及防風林下越冬。在北部地區由於冬季潮濕，越冬蟲感染白僵菌死亡率可達50%，可能為影響本蟲族群密度重要因子之一。

田間水位之管理為影響本蟲族群重要因子。田間水位低於1公分，成蟲侵入量少，減少成、幼蟲之危害及產卵。分蘗期後曬田，曬田期超過十天幼蟲族群數即明顯下降，曬田處理比防治處理之分蘗數增加，株高較高、生育較好，可增加產量達7.6~16.9%。





圖八：水稻水象鼻蟲老熟幼蟲在土薊中化蛹。（施錫彬）



圖九：水稻水象鼻蟲蛹。（施錫彬）

比較在一、二期稻水稻水象蟲族群之變動，顯示成蟲均於水稻移植後迅速侵入，其族群高峰大約在水稻種植後第三週出現，持續二個月。於二期稻成蟲移動性高於一期稻，第一期稻之幼蟲族群大約為第二期稻之兩倍。在第二期稻水稻生育初期之高溫可能為影響本蟲幼蟲生存重要限制因子之一。

本蟲越冬場所主要棲息在防風竹林、雜木林，其次田埂、溝渠、牧草等，而水稻殘株及表土5公分以下則檢測不出越冬成蟲。越冬蟲大多棲息於腐植葉下或表土0~2公分之土粒或縫隙。

五、防治方法

（一）改善耕作環境

- 1.清除或燒燬田間周圍雜草，減少中間寄主及越冬場所。
- 2.稻田儘量整平，避免積水誘引成蟲侵入。
- 3.避免提早插秧，減少越冬成蟲集中侵入危害。
- 4.避免栽植已被越冬成蟲危害之秧苗。
- 5.控制稻田灌溉水位，儘量保持水位於0.5公分左右，以減少成蟲在水面下葉鞘組織產卵機會。
- 6.分蘖期曬田至少10天，減少幼蟲殘存。

（二）藥劑防治

本蟲對水稻危害以幼蟲期較為嚴重，為避免水稻幼苗期遭受幼蟲危害，防治重點應阻止成蟲之產卵及孵化幼蟲之危害，

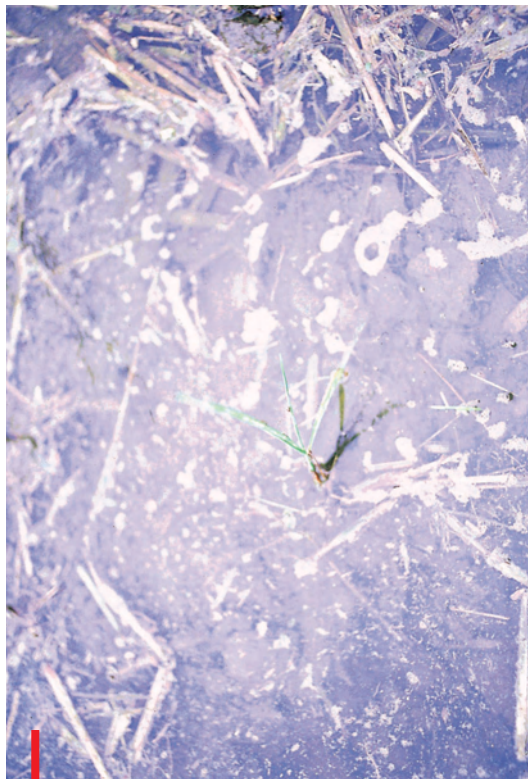


一般以育苗箱或插秧後水稻生育初期之藥劑處理可獲較好防治效果。

1. 育苗箱施藥：於機械插秧前24小時參考植物保護手冊推薦藥劑，均勻撒佈於育苗箱，撒佈後用木棒輕掃秧苗，使藥劑落於土面，然後再少量灑水，使藥劑附著於土面。秧苗移植本田後，避免田土露出水面而產生藥害，應保持田間水位2~3公分，為期4~5天。
2. 本田期處理：水稻生育初期，如每叢發現成蟲平均 0.5 隻左右，即應施藥防治，施用粒劑時，稻田內應保持水位1~2公分，施藥後一週內應避免灌排水，確保防除效果。

六、參考文獻

1. 平尾重太郎。1988。イネミズゾウムシの韓國た發生。植物防疫42:583-584。
2. 林嘉孝。1990。暖地におはるイネミズゾウムシの越冬、春期の生態および防除法。今月の農業1:40-45。
3. 松井正春、伊藤清光、岡山齊矢、岸本良一。1983。イネミズゾウムシ成蟲の移動分散時期におはる飛翔筋および卵巢の發達狀況。應動昆27:183-188。
4. 金城常雄、嶋田知英、山内昌治。1986。沖繩縣におはるイネミズゾウムシの發生。九州農研報32:104-109。
5. 施錫彬。1991。臺灣新發現之水稻水象



圖十：稻田整地後殘留之再生水稻有無成蟲危害痕跡，可偵測水稻水象鼻蟲分佈及發生情況。（鄭清煥）

鼻蟲生態。桃園農改場研究報告 7:61-67。

6. 施錫彬。1991。桃園區水稻水象鼻蟲之藥劑防治試驗。桃園農改場研究報告 7:37-48。
7. 施錫彬。1998。水稻水象鼻蟲經濟危害





- 評估試驗。pp.89-91。86年度桃園農改場年報。桃園區農業改良場刊印。
8. 施錫彬。1998。水稻水象鼻蟲綜合防治體系之建立及效益評估。pp.91-93。86年度桃園農改場年報。桃園區農業改良場刊印。
9. 都築仁、五十川是治。1976。新害蟲イネミズゾウムシ（暫稱）愛知縣に發生。植物防疫30:341。
10. 都築仁、淺山哲、大石一史、上林讓。1983。イネミズゾウムシの被害解析 I. イネの生育ならび収量に及ぼす成蟲放飼密度の影響。應動昆27:211-218。
11. 翟保平、程家安、黃思友、商哈武、鄭雪浩、吳建、方勇軍、夏萬清、呂旭劍。1997。浙江省雙季稻區稻水象甲的發生動態。中國農業科學30(6):23-29。
12. Bowling, C. C. 1976. Rice water weevil control with granular insecticides. J. Econ. Entomol. 69(5):680-682.
13. Bowling, C. C. 1967. Tests with insecticides as seed treatments to control rice water weevil. J. Econ. Entomol. 60:18-19.
14. Bowling, C. C. 1964. Insect pest of rice in the United States. pp.551-570 in Major Insect pests of rice plant, Johns Hopkins press, 1967.
15. Morgan, D. R., N. P. Tugwell and J. L. Bernhardt. 1989. Early rice field drainage for control of rice water weevil (Coleoptera: Curculionidae) and evaluation of an action threshold based upon leaf-eating scars of adults. J. Econ. Entomol. 82(6):1757-1759.
16. Shih, H. P. and Cheng, C. H. 1992. Present status of rice water weevil, *Lissorhoptrus oryzophilus* Kuschel in Taiwan. pp.6-1~6-18. in: Spreads and control measures of rice water weevil and migratory rice insect pests in east Asia. Nat. Agr. Res. Center, Tohoku Nat. Agr. Expt. Stn. Japan and Agr. Sci. Inst. Korea.
- （作者：施錫彬）





稻象鼻蟲

學名：*Echinocnemus squameus* (Billberg)

英名：Rice weevil

一、前言

1912年臺灣農事報依水稻害蟲之危害程度將稻象鼻蟲與負泥蟲、鐵甲蟲、稻螟蛉、粟夜盜、瘤野螟、黃姬浮塵子、白背飛蟲及小稻蝗等列入"大害"害蟲之類，其重要性僅次於“甚害”之三化螟，但其後發生危害報告逐漸減少。臺灣光復後，本蟲僅偶爾在中南部地區局部發生危害，迄今尚無造成嚴重危害之報告。

二、危害狀

水稻象鼻蟲之幼蟲於水稻發育初期潛入土中危害水稻根毛。每叢稻上往往可發現20餘隻幼蟲之危害，被害株漸次萎縮，稻葉黃褐化，嚴重時終至枯死。成蟲危害水稻莖部，將其口吻插入葉鞘組織，逐漸深入，致被害株之新抽出葉片上可見橫列食痕孔洞（圖一、二），被害莖葉往往自被害處折斷。



圖一：水稻象鼻蟲成蟲危害葉狀。（鄭清煥）



圖二：葉片被水稻象鼻蟲成蟲危害，輕者在葉片上形成一橫列洞孔，重者由孔洞處折斷。（鄭清煥）



三、害蟲概述

(一) 分類地位

鞘翅目 Coleoptera

象鼻蟲科 Curculionidae

(二) 分布

中國、臺灣、日本、韓國、印度尼西亞

(三) 寄主植物

水稻、稗、李氏禾等。

(四) 形態

1. 成蟲：體長約4.5公釐，體黑色，密佈灰色至黑褐色鱗片。頭基部呈半球形，口喙管狀細長略向下彎曲，觸角褐色，著生於管狀喙近端部，呈膝狀，由12個環節組成。前胸背板兩側頗圓，表面密被刻點呈黑褐色。小盾片小，灰白色。翅鞘略寬於前胸，兩側平行，後端略狹。每翅鞘上具有縱溝7條，近後緣之內側呈黑褐色，與前胸相連成明顯的縱行斑紋，而近前緣部份外側呈灰褐色。翅鞘近外緣處有一長方形白色小斑。各足脛節內側列生長毛，附節4節，末節具雙爪（圖三）。

2. 卵：體長約0.6~0.9公釐，半透明淡黃色，呈橢圓形，而略彎曲，一端稍細（圖四）。卵一般產於接近水面之葉鞘組織內，2至10粒產於一處。

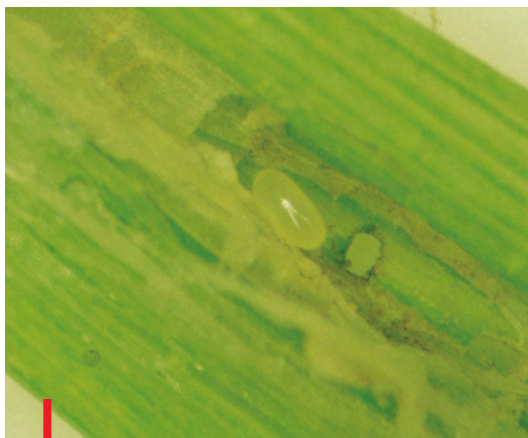
3. 幼蟲：體長約7~8公釐，體肥而兩端稍

細，略向腹面彎曲，體色乳白而略帶黃色。頭小，淡褐色，大顎尖銳，呈黑色。第一節之硬皮板黃色。胴部無腳，各節有橫皺，生有黃褐色之細毛。氣孔赤褐色，稍向外隆起（圖五）。

4. 蛹：體長約5公釐，裸蛹，包被於土窩內，初期呈乳白，老熟後暗黃色。頭部小，口吻及觸角明顯，前胸圓形，翅鞘達第二腹節後緣，向側方伸出幾與體呈直角。腹部末端之背面及其兩側各生一刺狀突起（圖六）。



圖三：水稻象鼻蟲成蟲。（鄭清煥）



圖四：水稻象鼻蟲之卵，產於稻株基部葉鞘組織內。（鄭清煥）



圖五：水稻象鼻蟲之幼蟲。（鄭清煥）

（五）生活史

水稻象鼻蟲之成蟲於稻莖基部水面處以口器銼破植株葉鞘外皮，然後產卵於葉鞘組織內，每處產卵2至10粒，每雌成蟲可產卵30餘粒。卵期9~12天，孵化後幼蟲掉落水中潛入土中取食水稻鬚根，幼蟲期約50至60天，老熟幼蟲在土中作土窩化蛹，蛹期約16~21天。羽化後成蟲出外活動，性活潑，喜爬行，甚少飛翔，受驚擾時具假死習性，掉落地面逃逸。成蟲壽命長達60天以上。

四、發生生態

水稻象鼻蟲在臺灣中南部每年可發生

兩世代，於三月初田間水稻分蘖初期發現越冬世代成蟲危害水稻並產卵，幼蟲以稻株鬚根為食，於五月下旬至六月中旬化蛹，成蟲出現於六月中旬至七月中旬。二期稻於七月下旬插秧後第一代成蟲隨即侵入稻田取食並產卵，第二代成蟲出現於十月中、下旬，於水稻成熟期遷出稻田潛伏於稻樁基部、田埂或田旁之雜草越冬，有關本蟲之生態不明之處仍多，有待進一步觀察。

五、防治方法

本蟲危害不若水稻水象鼻蟲之嚴重，防治水稻水象鼻蟲時可以一併防治。





圖六：水稻象鼻蟲之蛹。（鄭清煥）

六、參考文獻

1. 未具名。1944。イネゾウムシ。pp.1120-1121。臺灣農家便覽（第六版）。臺灣總督府農業試驗所編纂，臺灣農友會發行。2280p.
2. 未具名。1964。農業要覽第四輯作物，病蟲害第二卷蟲害。臺灣省政府農林廳編印。
3. 田適中。1965。水稻五大害蟲之五一象鼻蟲的識別與防治。農友16(10)：24。
4. 平井一男、岡田齊夫。1998。水稻害蟲の生態の防除。pp.157-208。植物防疫講座（第三版），害蟲、有害動物編，日本植物防疫協會發行。
5. 易希陶。1977。稻象。pp.26-27。經濟昆蟲學（下篇）（第六版），國立編譯館出版。
6. 屈天祥。1982。稻象蟲。pp.225-227。農業害蟲學（第二版）。浙江農業大學編著。上海科學技術出版社出版。
7. 關崇智。1954。水稻象鼻蟲防治法。農友5（3）：16-17。
8. Dale, D. 1994. Rice plant weevil, *Echinocnemus squameus* Billberg (Coleoptera : Curculionidae). p.384-385, in Biology and management of rice insects (Ed. E. A. Heinrichs), Wiley Eastern Limited, New Delhi India.
9. Kuwayama, s. 1963. Notes on two curculionid beetles attacking rice plant in gapan. plant prot. Bull 5 : 156-161
10. Oya, S. and A. Sato. 1978. Effect of water content in the soil on the pupation of the rice plant weevil, *Echinocnemus Squames* Billbeg (Coleoptera : Curculionidae). gpn. g. Appl. Entomol. Zool, 22 : 178-184.

（作者：鄭清煥）



東方螞蛄

學名：*Gryllotalpa orientalis* Burmeister

英名：Mole cricket

一、前言

東方螞蛄（前稱為非洲螞蛄）為危害旱地作物之雜食性害蟲，主要危害植株之地下根部。在水稻危害苗床中秧苗根部及基部或陸稻根部而形成嚴重損失，稻田排水晒田期，靠近田埂1至2公尺範圍內之水稻常遭受危害，而導致水稻發育不良或稻株基部被害部份稻株枯萎或產生枯心、白穗。

二、危害狀

螞蛄危害水稻主要發現於排水晒田期。成蟲由田埂潛入稻田，在土中危害根部或咬食稻株基部，其食痕呈不整齊之撕裂狀，導致靠近田埂1~2公尺範圍內之稻株發育不良；稻叢內部分蘗株莖基部被咬食時，植株黃萎枯死，或形成枯心、白穗。被害稻株常呈局部帶狀微隆起之隧道痕跡。

三、害蟲概述

（一）分類地位

直翅目 Orthoptera

螞蛄科 Gryllotalpidae

（二）分布

臺灣、中國大陸、東南亞及日本

（三）寄主植物

稻、麥、甘藷以及其他多種旱地作物

（四）形態

- 1.成蟲：體長 24 至 35 公釐，黃褐至暗褐色，密生短柔毛。頭小，圓錐形，複眼卵形，色黑，具橢圓形單眼一對，生於複眼內側後方。觸角鞭狀，長不達前胸後緣。口器發達，小顎鬚6節，下唇鬚2節。前胸背略呈卵形，其前緣向內方彎曲，後緣則向後方作鈍圓形突出。前翅短，不達腹部之中部；後翅長達腹末，靜止時縱疊於腹背呈尾狀。前足發達，跗節變成適於掘土之形狀，後腿粗大，脛節上緣之末端有刺4根。腹部肥大，末端具尾毛一對（圖一）。
- 2.卵：短橢圓形，淡黃色，表面平滑，長約2.5公釐
- 3.若蟲：初孵化時為白色，後漸變淡褐色，老齡若蟲，除顏色較淡，翅不完全外，其餘與成蟲類似（圖一）。



(五)生活史

雌成蟲通常在地下7~8公分處形成不規則土窩，然後產卵於窩內，每窩產卵30至50粒，每雌成蟲一生可產數百粒卵，壽命可達6個月以上。卵期歷時7~14天，初孵化若蟲受母蟲之護育，至二~三齡後始獨立生活。若蟲以嫩根為食，被害株常呈塊狀，由於其遷移能力有限，死亡率很高，若蟲期歷時3至4個月後變成蟲。成蟲具趨光性，在田間灌水整田，常可發現其游泳至田埂。



圖一：非洲螻蛄之成蟲（左）及若蟲（右）。（鄭清煥）

四、發生生態

本蟲每年發生一世代，以若蟲越冬，至翌年四至五月變為成蟲，夜間活動。成、若蟲均喜濕潤之地，在土中7~8公分深開掘孔道取食植物地下嫩根。在越冬期，其所藏匿之孔道，較平均為深。在稻田，成若蟲通常生活於田埂，待水田排水晒田期始潛入稻田內危害，灌水時即潛出游泳至岸邊，亦可遷移至其他旱地危害其他旱地作物。

五、防治方法

1. 發現被害時灌水驅除。
2. 螻蛄有自殘習性，可是度調節其族群，又其卵可被步行科昆蟲取食，而幼蟲則可遭受多種尖穴蜂科(Larridae)之成蟲捕捉麻醉藏於穴內當幼蟲飼料，另有捕食性線蟲(Mermis

nigrescen)及白殭菌(Beauveria bassiana)亦可寄生於其若蟲及成蟲。

2. 於田埂旁1~2公尺範圍撒佈3%加保扶粒劑或其他有機磷殺蟲劑之粒劑毒殺。

六、參考文獻

1. 易希陶。1977。螻蛄。pp.71-73。經濟昆蟲學（下）（第六版）。國立編譯館出版。
2. Pathank, M. D. 1977. Insect pests of rice, IRRI, Los-Banos, Philippines. 68p.
3. Dale D. 1994 Insect pest of the rice plant- Their biology and ecology. pp.363-485 in: Biology and management of rice insects. Heinrich E. A ed. IRRI, Los-Banos, Philippines.

（作者：鄭清煥）



三化螟

學名：*Scirpophaga incertulas* Walker

英名：yellow rice borer, yellow stem borer

俗名：一點大螟、黃螟、蛀心蟲

一、前言

三化螟又稱一點大螟，是典型的單食性害蟲，除水稻外無其他寄主。1961年以前三化螟為臺灣水稻五大害蟲中之第一大害蟲，分布範圍及於全島。三化螟之稱呼來自日本，在臺灣每年發生四至六代。由於成蟲前翅各有一黑點，且屬於大螟亞科之種類，故有一點大螟之稱。三化螟幼蟲通常一莖一蟲，尤其是抽穗後多數蛀入穗下第一節稻莖中蛀食，使被害莖很快造成白穗，其危害嚴重性比二化螟、大螟更為嚴重。所幸，1951年後使用BHC、Folidol、Endrin、PM、Diazinon等有效殺蟲劑防治，其族群顯著下降而成為次要害蟲。目前三化螟僅於臺灣局部地區偶有發生，其他大部份稻區已不可見，其沒落之原因除藥劑的大面積使用外，灌溉水之開發、齊一栽培期以PE塑膠布保溫秧苗及提早插秧等耕作制度的改變亦為其重要因素。

二、危害狀

甫孵化之幼蟲初在葉片上徘徊，部分幼蟲自稻莖上端或葉鞘蛀入莖內，若不能在其孵化處附近覓獲適當之穿孔處時，即吐絲下垂，藉風飄或水流向其他稻株遷移，再由上部葉鞘間或稻莖上方之第一節蛀入莖內，然後向下蛀食。此種遷移以午後最多，如係秧苗，經1~2日後呈捲心苗，4~6日後呈枯心，此時因幼蟲尚未完全成長，遂由內穿孔外出，遷移附近秧苗繼續危害，此種遷移大部發生於蛀入後10~25天，隨秧苗發育期而異。遷移時幼蟲先爬上葉尖，再吐絲將稻葉之兩側牽結成筒巢，蟲身藏入於巢內，然後切斷一端，以口絲掛吊稻株，或飄浮在水面遷移至另一稻株上。達新稻株幼蟲自蟲苞之一端伸出頭部，負蟲苞而行，至稻莖基部，使蟲苞之前端緊接於莖，而與莖成垂直，幼蟲乃蛀入莖內。成熟幼蟲則不離莖外，化蛹前在離莖外水面數公分之上方，穿小孔於莖壁上並吐絲作薄膜蓋覆孔口，然後在下方處作繭，再作同樣之薄膜1~3層，幼蟲乃作



繭化蛹於膜之下方，羽化後之成蟲，即由預留之小孔脫離稻莖。

在水稻孕穗期遭受三化螟危害，幼蟲大部由劍葉葉鞘間侵入，先危害幼穗，再危害穗莖部位，而造成白穗。其後幼蟲仍繼續往稻莖下部蛀食危害。

幼蟲危害稻莖，在1~2齡時，偶有群居者，但其後則必分散，而成一莖一蟲，每一卵塊可造成 20~50 株枯心苗，或 30~40 株白穗，被害株常呈圈狀分佈。由於其徹底分散，被害稻莖，外觀上雖不甚嚴重，但其所造成危害的結果遠較二化螟之危害者為多，其造成之損失亦遠較後者為大。

三、害蟲概述

(一) 分類地位



圖一：三化螟雌成蟲。(劉達修)

鱗翅目 Lepidoptera

螟蛾科 Pyralidae

(二) 分布

日本南部、中國大陸的華中以南、臺灣、東南亞、印度半島、阿富汗。

(三) 寄主植物

水稻

(四) 形態

1. 成蟲：雌蛾淡黃色，前翅窄狹，呈長三角形，其中室外端有一個明顯之黑色點紋；後翅較白，腹部尾端有淡黃褐色之毛塊（圖一）。體長 12~16 公釐，展翅約 22~30 公釐。雄蟲體翅均為淡褐色，前翅表面密佈許多小褐點，近中央處亦有一黑點，但不甚明顯。自翅頂至內緣，有褐色斜紋一道，但其後端漸欠顯明。外緣有黑褐色小斑點 7~9 個，後翅亦為灰白，體長約 10 公釐，展翅開約 24 公釐左右。
2. 卵：呈不正形之球狀，長約 0.6 公釐，產下之卵初期為乳白色，孵化前變為黑紫色，由數 10~150 粒，二至三層重疊，堆成半橢圓形之卵塊，上覆雌成蟲之淡黃色尾毛（圖二）。
3. 幼蟲：一、二齡幼蟲為暗褐色至暗黃白色，三齡幼蟲黃白色或淡黃綠色（圖三），至四、五齡期呈淡黃色而稍帶白色（圖四）。頭部黃褐色，



圖二：三化螟卵塊。（劉達修）



圖三：三化螟三齡幼蟲。（劉達修）

硬皮板淡褐，胴部具白色透明之背線，老熟幼蟲體長約20~25公釐。

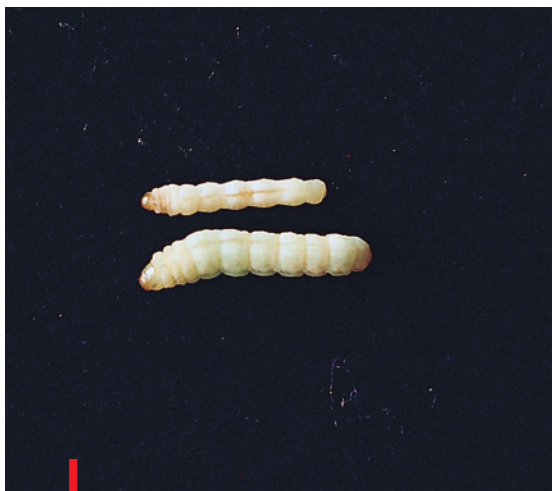
4. 蛹：細長之圓筒形，初為灰白色，後較為黃綠色，羽化前轉為黃褐色。頭不突出，觸角長度在雄蟲約為翅之3/4，雌蟲則僅約翅之1/2；翅尖達第4腹節之後緣，尾端圓形，左右二分，無尾刺，體長為13~17公釐（圖五）。

（五）生活史

在臺灣，三化螟年發生4~6代。成蟲產卵於近葉尖處，秧田時多產於葉表面，本田分蘖期及孕穗期水稻則以葉背為多。每一雌成蟲所產的卵塊數可達3~5個，卵粒平均約180粒。卵之發育臨界低溫在13℃左

右，發育適溫在16~30℃，超過此一溫度，卵期延長，35℃以上時胚胎雖仍發育，但大部死於卵殼內而不能孵化。卵期在越冬世代為11~30天，其他世代為7~9天。卵一般於上午7~9時孵化。幼蟲發育臨界低溫約16℃，在17~35℃間，其發育速率隨溫度之上升而增速。幼蟲脫皮4次共五齡，環境不良時可增至七齡。在春季幼蟲期約為60天、夏季約為30天、冬季約150天。老熟幼蟲於稻莖基部化蛹（圖六），蛹之發育臨界低溫約為15~16℃，在夏季蛹期約7天。成蟲一般於午後7~9時羽化，當晚即行交尾，交尾時間持續4小時左右，次夜開始產卵。成蟲具強烈之趨光性，雌蟲尤強。誘引光源以綠色燈泡為最佳。成蟲之活動交



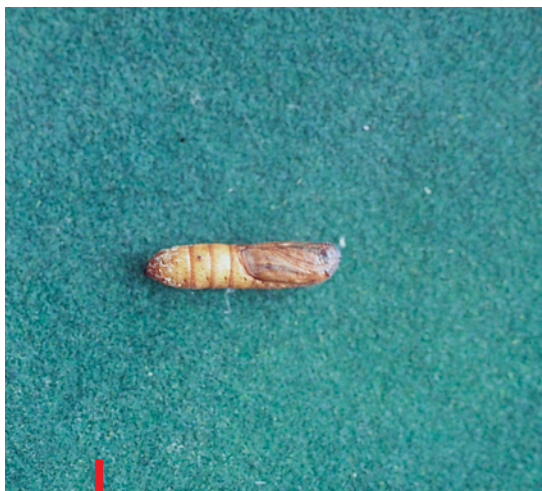


圖四：三化螟老齡幼蟲。（劉達修）

尾、產卵均於夜間，白天藏匿於稻株間。

四、發生生態

在1960年代以前，三化螟為臺灣水稻主要害蟲之一，目前除臺灣西北部、中部之神岡、后里一帶、南部之恆春及臺東一帶零星發生外，其他稻作區已難見其蹤跡。在臺灣北部三化螟年發生4世代，中部5世代，南部6世代。越冬世代螟蛾在北、中、南部分別於三月上旬，二月中旬及一月中旬出現。第一代幼蟲期危害造成枯心，而第二代幼蟲危害形成白穗或半白穗。於第二期稻作，北部只遭受兩個世代幼蟲之危害，然於中、南部仍可遭受2~3個世代之危害，分別造成枯心及白穗。第



圖五：三化螟蛹。（劉達修）

一、二期稻每年受害程度並無相關，發生危害程度受氣象因子，如溫度及雨量影響頗大。冬季高溫少雨，常導致第一期稻之嚴重被害；第三世代螟蛾出現期，若遇高溫多雨，其第四代螟蟲會造成第二期稻嚴重受害。

五、防治方法

（一）農業防治方法

1. 齊一割稻並提早翻田以減少越冬之蟲源。
2. 齊一插秧期，力求稻作栽培期單純，減少其輾轉危害。
3. 合理使用氮肥，減少成蟲產卵。

（二）保護天敵

素木氏列舉20餘種三化螟之天敵，其



圖六：老齡幼蟲在稻株基部化蛹。（劉達修）

後經鄭鳳瀛之調查，主要者有黑卵蜂（*Telenomus dignus* Gohan），赤眼卵寄生蜂（*Trichogramma japonicum* Ashmead），及卵齒小蜂（*Tetrastichus schoenobii* Ferriere）等卵寄生蜂。防治螟蟲時儘量使用粒狀殺蟲劑可減低對寄生蜂之影響。

（三）藥劑防治

在分蘖期，若發現捲心達5~10%時，即行施藥防治，若捲心低於此範圍，則不必防治。孕穗期之防治以預防為上策，在發生嚴重地區應於成蟲發生盛期後7天施藥處理。防治藥劑參照植物保護手冊。

六、引用文獻

1. 李仍亮。1950。談臺灣水稻病蟲害防治的今昔。臺灣農業 4(12):28-29。
2. 素木得一。1937。三化螟蟲（イッテンオメイガ）（Ⅰ）農業及園藝 12:599-606。
3. 素木得一。1937。三化螟蟲（イッテンオメイガ）（Ⅱ）農業及園藝 12:854-860。
4. 素木得一。1937。三化螟蟲（イッテンオメイガ）（Ⅲ）農業及園藝 12:1130-1138。
5. 梁同庭。1956。三化螟蟲藥劑防治試驗及其生態調查。中華農學會報新 16:74-75。
6. 湯慶鈴。1961。三化螟蟲在水稻不同生長期危害習性觀察及使用藥劑防治效果分析。植保會刊 3:149-152。
7. 陶家驊。1966。台灣三化螟及二化螟害蟲問題。科學農業 14（9,10）:273-288。
8. 陶家驊。1966。灌水深淺對二化螟及三化螟甫孵化幼蟲侵入禾苗葉稍間危害情形之觀察。pp.136-139。55年度植物保護試驗報告。臺灣省政府農林廳編印。
9. 陶家驊、湯慶鈴。1960。臺灣三化螟蟲生態考查及其藥劑防治適期之探討。植保會刊 2(3):75-82。
10. 鄭鳳瀛。1956。水稻螟蟲寄生蜂研究。農學會報 新(16):74。



- 11.鄭清煥。1986。臺灣稻作害蟲與防治。
pp.199-218。四十年來臺灣地區稻作生產
改進專輯。黃正華先生農學獎學金基金
會出版。
- 12.Lee, S. Y. and Hong, W. Y. 1965. Mode of
residual action of parathion and endrin on the
newly hatched larvae of the paddy borer,
Tryporyza incertulas, with a special reference
to some problem responsible for inconsistent
control of the larvae by foliar sprays. J. Agr.
Res. Tainwan 14:62-69.
(作者：劉達修)





二化螟

學名：*Chilo suppressalis* (Walker)

英名：striped rice borer, rice stem borer

俗名：稻條螟、蛀心蟲

一、前言

危害水稻之螟蛾科害蟲，全世界紀錄者已多達20餘種，主要分布於熱帶及亞熱帶地區。在臺灣水稻被蛀食而引起枯心與白穗者，主要由三化螟、二化螟和大螟所致；1960年以前，以三化螟為主，1958年~1964年間二化螟在臺灣中南部地區造成嚴重災害，1970年以後二化螟之發生與危害又逐漸減少，目前僅於局部地區嚴重發生外，多數地區則成為次要害蟲。二化螟衰退的原因一般認為，係受水利設施改善、插秧日期提早、農業機械化、耕作制度的改變、水稻品種的改良、稻草的處理以及藥劑的施用等之影響。二化螟蟲在臺灣一年可發生4~6個世代，一般以第一期稻幼株期發生較為普遍，但其危害則以抽穗期造成白穗對產量之影響較大。該蟲之發生預測，自日據時代以來多以誘蟲燈調查其成蟲發生消長，或以室內飼育田間採集之幼蟲，以50%化蛹日來推測其成蟲羽化盛期，以評估需否防治及施藥適期；最近利用二化螟性費洛蒙誘引雄蛾，亦為一可行之偵測工具。

二、危害狀

孵化後之幼蟲自秧苗或本田期稻株之葉鞘侵入，經數日後葉鞘變黃褐色，引起側黃莖（圖一）。幼株期若自葉鞘與葉片交接處蛀食，遇風吹葉片會被折斷，而有折葉、倒葉或流葉現象。侵入葉鞘之幼蟲，經數日即咬孔外出遷移他株危害，稻莖心部被害，在分蘗期造成捲心及枯心（圖二）；孕穗期受害則成枯穗、白穗（圖三）；糊熟期後被害造成半白穗。



圖一：二化螟初齡幼蟲危害形成側黃莖。（劉達修）





圖二：二化螟幼蟲危害形成枯心。(鄭清煥)



圖三：二化螟幼蟲危害成白穗。(劉達修)

三、害蟲概述

(一) 分類地位

鱗翅目 Lepidoptera

螟蛾科 Pyralidae

(二) 分布

臺灣、中國大陸、韓國、日本、東南亞、印度、埃及、伊朗、義大利、西班牙、澳洲及夏威夷。

(三) 寄主植物

水稻、茭白筍、陸稻、小麥、粟。

(四) 形態

1. 成蟲：雌、雄蟲頭、胸及前翅灰黃，腹部及後翅白色。前翅近長方形，其外緣稍直，並具黑褐色小點7個，排成一列，雄蟲會在中室頂端有黑色

斑點一個，其下方有行斜行排列之同色斑點3個。雌蟲體色較雄蟲為淡。後翅寬大白色。靜止時四翅疊於背上，呈屋脊狀。體長雌蟲約11~13公釐，雄蟲約10公釐，展翅約22~28公釐（圖四）。

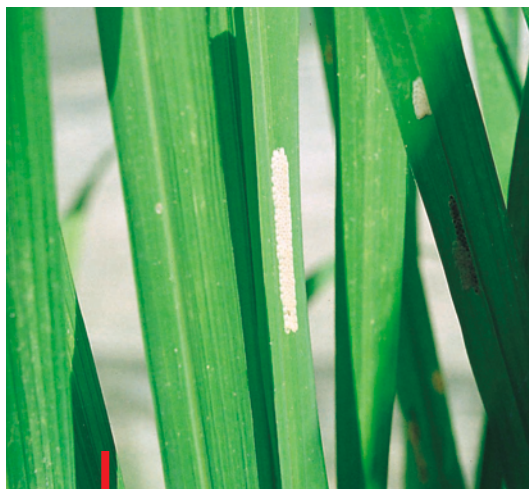
2. 卵：卵塊呈長橢圓形，魚鱗狀，上被透明臘質。每卵塊含有卵粒20餘個至100餘個。卵呈扁平橢圓，長約1公釐，

產下初期呈乳白，其後隨胚胎成長由黃褐色變為暗紫色（圖五）。

3. 幼蟲：頭部及胴部第一節之硬皮板黃褐色。胴部灰黃，上有褐色縱線5條，氣門橢圓形黑色，體表有小形疣狀突起9~13個，各生褐色之短毛。成熟幼蟲體長26公釐，寬2.5公釐（圖六）。
4. 蛹：圓筒形，初化時為淡黃色，背面有不甚明顯之縱線五條，以後變為紅褐色，縱線消失。額部向前方突出，前翅達第4腹節之後緣。腹部背面近末端處有三角形之突起二枚。體長約15公釐（圖七）。



圖四：二化螟雌成蟲。（鄭清煥）



圖五：二化螟卵塊。（劉達修）

（五）生活史

成蟲多於下午7~9時羽化，羽化後當夜或次晚交尾，次日開始產卵，連續3天內產卵達50%以上，每一雌成蟲可產1~4卵塊，總產卵數約20~300粒，主要產於葉片，少數產於葉鞘。溫度15℃以下時不產卵，產卵適溫在21~26℃。每卵塊含卵10餘粒至100餘粒平均60~80粒。卵之發育臨界低溫約10~12℃，卵期隨溫度而異，在15℃、20℃、25℃及30℃分別為17.2、10.2、7.6及5.4天。卵之孵化適溫為21~22℃，相對濕度90~100%，濕度低於70%孵化率顯著下降。初孵化幼蟲在稻葉上徘徊約1小時，然後自外葉潛入葉鞘內側危害，具群居性，約



圖六：二化螟幼蟲。（鄭清煥）

3~4天後其危害部位黃化，稱為側黃莖，再經3~4天幼蟲由葉鞘與莖相接處蛀入莖內危害。在分蘖期水稻被害造成捲心或枯心；孕穗期以後水稻被害造成白穗或半白穗。幼蟲脫皮4次具五齡，少數有六齡，一~三齡幼蟲具群居性，三齡以後分散危害（圖八），若一莖內密度太高，死亡率增高，發育緩慢，蟲體變小，影響以後成蟲之產卵數。幼蟲期在15℃、20℃、25℃及30℃分別為145.5、83.7、31.1及22.5天；蛹期在上述溫度分別為32.2、15.3、7.6及6.9天，完成一代所需日數分別為184.7、109.8、45.5及34.9天。老熟幼蟲在稻莖內化蛹，蛹為裸蛹，化蛹前在稻莖上先咬一孔以供羽化後爬出。羽化當晚即行交尾，每一雌成蟲可交尾1~4次，具趨光性，白天則藏匿於



圖七：二化螟蛹。（劉達修）

稻株或雜草間。以最後一代之幼蟲期在稻殘莖或稻稿中越冬（圖九），至翌春化蛹、羽化飛出產卵。

四、發生生態

二化螟蟲原來只在北部地區發生較為普遍，但在1959~1960年於中南部地區其族群逐漸升高，1964年在臺灣中南部地區造成嚴重災害，被害莖率高達30~50%。目前在臺灣局部地區仍有發生，但大多數地區發生已極輕微。其重要性雖已不如已往，但仍應注意其發生動態。本蟲在臺灣北部年可發生4世代，中部5世代，南部5~6個世代。在北部及中部無論一或二期稻均可遭受二個世代之幼蟲危害，分別造成枯心及白穗，在南部地區則一，二期稻除可遭



受二至三個世代之幼蟲危害，後一世代危害通常可造成半白穗。但不管任何地區，二化螟蛾之發生最高峰期均出現於第一期稻收割期之六~七月。八月以後正值水稻生育初期，水溫太高影響幼蟲之存活率而使其發生數聚然下降。二期稻作收割後，幼蟲繼續在稻樁或稻稿內生長，無嚴格之越冬現象。越冬螟蛾在一至三月上旬間出現，繼續繁衍危害。水稻各地區受害第一期稻均較第二期稻嚴重，尤期在冬季低溫，越冬螟蛾羽化高峰出現三月上旬者，往往可造成較嚴重之危害。



圖八：二化螟二齡幼蟲藉吐絲遷移分散危害。（鄭清煥）

水稻在分蘖初期及中期遭受二化螟蟲危害，由於水稻尚可分蘖新芽補償，因此枯心率在6%以下時，無經濟防治價值；但若水稻孕穗後受害造成白穗則其損失無法彌補，每1%之白穗將可造成1~3%之稻穀損失。因此對造成白穗之螟蟲之防治，應特別注意。

五、防治方法

（一）栽種抗蟲品種

水稻品種間對二化螟之抗感性有差異，一般稻稈較硬，莖較細圓者具抗螟性，如新竹64號、臺中189號、臺農67號、臺農69號、臺農70號、高雄141號等品種較有抗性。



圖九：草堆及不整地稻田均可能增加一期稻二化螟之蟲源。（鄭清煥）



圖十：齊割稻並將稻稿截成短段曝曬可減少二化螟在稻樁及稻稿之越冬蟲數。（鄭清煥）

（二）耕作防治

水稻收穫後稻草應妥善處理，切忌堆積於田間（圖九）而成為次期作之蟲源；另齊一割稻並將稻稿截成短段曝曬（圖十）或提早翻田可減少越冬存活蟲數；老式露田苗床育苗被產卵機會大，應廢除而改用機械插秧之育苗箱法育苗，可減少螟蛾之產卵；由於含氮高之稻株有利於二化螟蛾之棲息及幼蟲之發育與繁衍，稻田避免過量施用氮肥誘引螟蛾前來產卵。

（三）藥劑防治

在幼蟲未蛀入莖內前施藥防治，始有佳效。可利用性費洛蒙偵察成蟲發生盛期（圖十一），並於其後一週施藥；或發現稻株有折葉或流葉，或有側黃莖率達10~15%以上，即行施藥。粒劑施藥宜比液劑施藥提

高3~5天，粒劑施藥時田間灌水深淺視藥劑而異，系統性藥劑以淺水為宜，非系統性則宜保持3~5公分水位。

（四）生物防治

文獻記載二化螟之卵、幼蟲及蛹可遭受多種天敵寄生、捕食。卵主要寄生蜂有赤眼蜂（*Trichogramma japonicum* Ashmead），黑卵蜂（*Telenomus dignus* Gahan），黃腳黑卵蜂（*Telenomus* sp.）及琉璃卵蜂（*Tetrastichus* sp.）；幼蟲及蛹期之寄生蜂達10餘種，絕大部分屬於小繭蜂科及姬蜂科。此外尚有屬於鞘翅目之隱翅蟲、步行蟲及捕食性蜘蛛類等可捕食卵及幼蟲，而白殭菌、黑殭菌、綠殭菌及麴黴菌可寄生於幼蟲及蛹體。此等天敵對二化螟族群之抑制效果尚待詳細評估，若能加以保育，並與其他防



圖十一：利用性費洛蒙可偵測及預測二化螟之發生期及發生量。（鄭清煥）

治方法配合，應可發揮相當程度之防治效果。

六、參考文獻

1. 李淳陽、洪文堯。1966。水稻二化螟蟲田間單次施藥試驗簡報。農業研究 15 (1):39-41。
2. 何火樹。1963。臺中二化螟之生態觀察及其藥劑防治試驗。植保會刊 5 (3):289~294。
3. 何火樹、劉達修。1970。臺中地區水稻二化螟蟲之生態研究。臺灣農業季刊 6 (1):7-14。
4. 何火樹、劉達修。1971。水稻二化螟蟲蛾盛期之推定。臺灣農業季刊 7(4):77~82。
5. 素木得一。1934。台灣農作物病蟲害防治要覽。pp.75-79。第二篇普通作物害蟲。
6. 張松壽。1968。水稻二化螟越冬幼蟲在臺灣休眠之研究。植保會刊 10(3):57-61。
7. 張松壽。1968。水溫對二化螟蟲口密度影響研究。植保會刊 10(1):59-64。
8. 張松壽。1970。水稻二化螟蟲 (*Chilo suppressalis* Walker) 人工飼養方法研究。臺灣省臺南區農業改良場研究彙報 2:17-21。
9. 張松壽。1973。水稻二化螟蟲。臺灣水稻之害蟲 (專刊)。pp.81-107。臺灣大學農學院植物病蟲害系昆蟲研究室編。臺北。
10. 楚南仁博。1944。臺灣產寄生蜂の寄主に關する調査。臺灣總督府農業試驗彙報 222:1-77。
11. 陶家驊。1966。臺灣三化螟及二化螟害蟲問題。科學農業 14(9,10):1-6。
12. 陶家驊。1966。臺灣二化螟蟲發生猖獗誘因之研究。植保會刊 8(4):407-436。
13. 劉達修。1977。二化螟蟲對水稻之危害觀察。科學月刊 5(3):185-188。





- 14.劉達修。1990。臺中地區水稻螟蟲類發生與危害調查。臺中農改場研究彙報。29:39-47。
- 15.劉達修、王玉沙、曾阿貴。1991。水稻品種間二化螟蟲危害之感受性比較觀察。臺中農改場研究彙報 30:15-22。
- 16.劉達修、王文哲、王玉沙。1991。臺中地區二化螟蟲多發生地區猖獗因子之研究。中華昆蟲 11:300-308。
- 17.林再發。1971。水稻品種對二化螟蟲抵抗性之研究。臺灣農業 7(4):163-170。
- 18.林再發。1973。水稻品種特性及環境因素對二化螟蟲發生之影響。臺灣農業季刊 9(2):59-66。
- 19.鄭清煥。1986。水稻害蟲。pp.46-51。八萬農業建設大軍訓練教材。臺灣省政府農林廳列印。
- 20.鄭清煥。1986。臺灣稻作害蟲與防治。pp.199-218。四十年來臺灣地區稻作生產改進專集。黃正華先生農學獎學金基金出版。
- 21.鄭清煥。1995。人工飼料防腐劑之篩選及二化螟蟲在人工飼料上發育之溫度需求。植保會刊 37:29-40。
- 22.鄭清煥。2000。應用性費洛蒙於水稻二化螟蛾族群之發生偵測與預測。植保會刊 42:201-212。
- 23.鄭清煥。2001。一期稻二化螟之危害及其與性費洛蒙誘蛾數之相關研究。植保

會刊 43:17-28。

(作者：劉達修)





大螟

學名：*Sesamia inferens* (Walker)

英名：pink borer

俗名：紫螟、蛀心蟲、夜盜蟲

一、前言

大螟又叫紫螟，為甘蔗重要害蟲之一。在水稻上，大螟與三化螟、二化螟之幼蟲同樣蛀食稻莖，引起枯心和白穗。以往因其重要性均不如後二種，故不受重視，但近十餘年來三化螟與二化螟之發生量已減少，而大螟不但未減，反有日趨嚴重之勢，尤其一、二期稻中、後期引起白穗者多數為大螟危害所致。由於大螟之分布雖甚普遍，但通常只零星發生，故對其防治方法一向不受關心，認為在防治二化螟蟲時可以同時收效。但據最近之測試，大多數用於二化螟之推薦藥劑對大螟不見得有效，故該蟲一旦發生，農民多束手無策，而亂用藥劑。大螟之食性甚雜，種植玉米、小麥、高粱較多地區該蟲之發生被害亦時有所聞。因此，如欲該蟲之危害減至最低程度，對於大螟之生態及防治方法等之研究有待加強。

二、危害狀

初孵化幼蟲，先在水稻葉鞘內危害，而使葉鞘黃變或褐變，然後蛀入莖內或遷移他莖，致被害莖發生枯心現象；孕穗期蛀入危害者即致死孕或形成白穗；抽穗後被害者即成白穗或半枯穗，影響稻穀充實。其危害狀雖與二化螟相似，但被害莖僅存外膜，莖內、外充滿蟲糞，極易倒伏（圖一）。一般每一被害莖內可能發現1~2齡幼蟲數隻，但3齡以上幼蟲分散危害，通常1莖1蟲。



圖一：大螟危害水稻徵狀。（劉達修）



三、害蟲概述

(一) 分類地位

鱗翅目 Lepidoptera

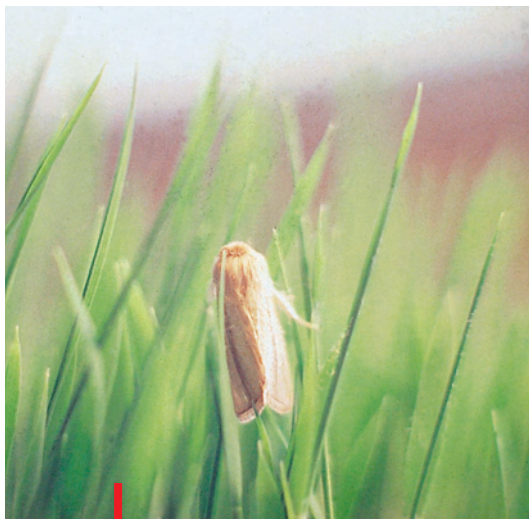
夜蛾科 Noctuidae

(二) 分布

臺灣、中國大陸、日本、印尼、菲律賓、馬來西亞、安達曼群島、中南半島、印度、斯里蘭卡、巴基斯坦。

(三) 寄主植物

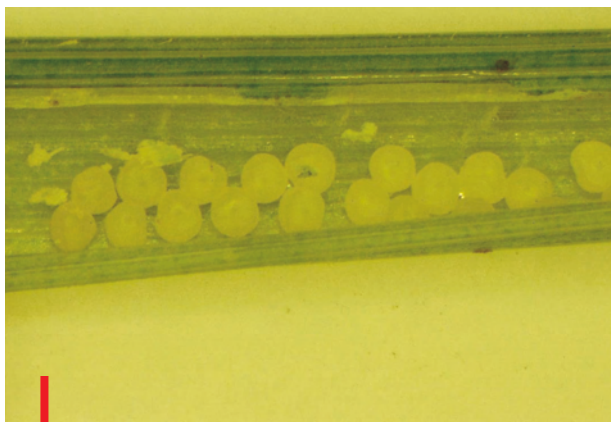
稻、麥、玉米、粟、高粱、甘蔗、茭白、向日葵、蠶豆、棉花、稗、看麥娘、香茅草、蘆及其他禾本科牧草。



圖二：大螟成蟲。(劉達修)

(四) 形態

1. 成蟲：頭、胸部及前翅皆淡黃褐色，腹部為淡褐色。雄蛾觸角短而呈櫛齒狀，雌蛾觸角為絲形，前翅中央有不甚明顯之暗褐色帶紋，此帶紋之上下各有兩個小黑點，外緣線暗褐色，緣毛黃白色；前翅腹面黃褐，沿中脈具略帶赤色之線條，前緣近翅頂處有少許黑色鱗毛。後翅為白色，外緣稍帶淡褐色；腹面近前緣處為黃褐色。體長約14~17公釐，展翅27~33公釐（圖二）。
2. 卵：呈圓而似饅頭狀（圖三），初為淡黃色，孵化前為淡紫黃色。卵之頂端略凹入，表面有縱隆起線及與此相交之細線，直徑約0.6公釐。
3. 幼蟲：體粗壯，頭部為紅褐至暗褐色，胴部背面為淡黃而略帶紫褐色，腹面淡黃色。胴部第一節之硬皮板淡黃色，氣門黑色。各體節上有10餘個黑褐色之小疣紋，各生短毛一根。成熟幼蟲體長可達35公釐，寬3公釐（圖四）。
4. 蛹：圓筒形，黃褐色，全體被有灰色粉末。胸部背面，有點刻密佈，腹部第1~7節亦密佈圓形之凹點。尾端生有四枚短大之直形尾刺，其末端頗尖銳。體長18~20公釐，寬4公釐左右（圖五）。



圖三：大螟卵塊，產於鬆弛之葉鞘內側。（鄭清煥）



圖四：大螟幼蟲。（劉達修）

（五）生活史

大螟產卵於水稻葉鞘內側（圖三），孕穗期則產於穗苞內，卵粒分成2~3列，每卵塊之卵粒由數粒至200餘粒，平均由40~60粒而成。每一雌成蟲平均產卵數300粒左右。卵期在溫度 20℃ 左右為 9~12 天，27~29℃為 4~6 天。幼蟲共有五~六齡期；初孵化幼蟲取食卵殼後群棲於葉鞘內食害，致使被害葉鞘變為黃褐色，至二~三齡期部份幼蟲蛀入莖內食害，其他幼蟲則分散遷移至他株，由基部以上3~4株節間蛀入莖內危害，每蟲可危害 3~4 水稻。幼蟲期在 27~29℃約 28 天，20~23℃ 約 45~50 天。老熟幼蟲在蟲孔外之葉鞘內側或葉鞘間，造薄繭而化蛹。化蛹位置以距地面5公分以內

者最多。蛹期在 20℃ 約 17 天在 25℃ 約 11 天，28℃為 6~12 天。成蟲日間靜止於稻株上，夜間活動，交尾，產卵，趨光性較弱，其活動時間於晚間 9~10 時達到高峰。成蟲壽命 4~6 天。

四、發生生態

本蟲為雜食性害蟲，因此水稻田附近如種植玉米、高粱、甘蔗或冬作小麥地區，其發生必增加，尤以靠近田埂2公尺範圍內水稻被害更為嚴重，在中部地區冬作小麥之危害較水稻更為嚴重。在嘉南地區成蟲分別在於五月上旬七月上旬及九月下旬至十二月下旬出現較多。一年可發生約五個世代，每期稻作可遭受約兩世代之幼

蟲危害，但因成蟲陸續羽化且趨光性不強，使用誘蟲燈偵測，世代間不易辨別。成蟲發生量由南部北遞減，發生期亦較為提早。在各地區成蟲之發生高峰期如下：

新竹地區：5月5半旬～8月2半旬及11月4半旬～1月6半旬。

臺中地區：5月2半旬～7月6半旬及10月6半旬～1月5半旬。

花蓮地區：5月3半旬～5月6半旬及10月6半旬～3月1半旬。

臺南地區：5月1半旬～7月4半旬及9月5半旬～1月2半旬。

臺東地區：4月5半旬～7月5半旬及9月5半旬～1月4半旬。

高雄地區：4月2半旬～6月6半旬及8月6半旬～1月2半旬。

五、防治方法

(一) 生物防治

在甘蔗上大螟之各蟲期受天敵寄生率頗高，其中以古巴蠅、紫螟寄生蠅、棘姬小蜂及印度蛹寄生蜂之寄生率為高，以蘇力菌防治幼蟲效果亦頗佳，水稻上值供參考。

(二) 藥劑防治

於水稻上尚無防治大螟之推薦藥劑，在甘蔗上之大螟則多年來均推薦 Sumithion、EPN 兩種藥劑。但經1992年之室內測試該二種藥劑對大螟已無藥效，但



圖五：大螟蛹。(鄭清煥)

另發現 800 倍 35% 裕必松乳劑及 1200 倍 55% 亞素靈液劑對大螟之幼蟲頗為有效。惟該兩種藥劑尚未正式推薦，僅供參考。

六、參考文獻

1. 王朝輝。1966。玉米大螟防治試驗。pp.131-133。農林廳五十四年度植物保護試驗簡報。臺灣省政府農林廳編印。
2. 李水草、莊正吉。1966。蔗螟藥劑防治



- 法之試驗研究。pp.196-205。臺灣糖業試驗所研究五十年試驗報告。
- 3.卓明發。1960~62。紫螟之生態研究。糖試所新營蔗作改良場研究報告，48/49:134-139, 49/50:55-67, 50/51:77-84。
- 4.陳金璧。1959。古巴蠅之繁殖及對甘蔗螟蟲防治之應用試驗。中華農學會報 29:49-55。
- 5.陳金璧、洪相信。1964。輸入紫螟寄生蠅及其試驗結果。pp.133-135。臺灣省農林廳五十三年度植物保護試驗報告。臺灣省政府農林廳編印。
- 6.陳金璧、洪相信、洪榮欵。1965。蔗螟生物防治之研究。pp.244-245。臺灣糖業試驗所 53/54 年期研究試驗報告。臺灣糖業試驗所編印。
- 7.曾憲泰。1966。紫螟蟲生態之研究。pp.46-48。糖試所臺中蔗作改良場 54/55 年期研究試驗報告。
- 8.潘榮松、楊秀蘭、薛鴻隆、莊正吉。1965~66。蔗螟藥劑防治之研究。pp.252-254。臺灣糖業試驗所 53/54，54/55 年期研究試驗報告。
- 9.劉達修。1990。臺中地區水稻螟蟲類發生與危害調查。臺中區農業改良研究彙報 29:39-47。
- 10.顏福成。1973。大螟。pp.63-80 臺灣水稻之害蟲。臺灣大學農學院植物病蟲害系昆蟲研究室編，臺北。
- 11.蘇宗宏。1971。紫螟蛹之天敵，棘姬小蜂之研究。臺灣糖業試驗所研究彙報 53:57-63。
- (作者：劉達修)



褐飛蝨

學名：*Nilaparvata lugens* (Stål)

英名：Brown planthopper

俗名：稻蝨、黑腳煙仔

一、前言

褐飛蝨屬熱帶地區之水稻害蟲，在1960年代，東南亞地區勵行「綠色革命」，半矮性耐肥而豐產之稻種，逐漸取代高而易倒伏之傳統水稻，導致該蟲之嚴重發生。更由於褐飛蝨具長距離遷移特性，使亞熱帶、溫帶地區之水稻亦受波及。臺灣地區在1960年代以前，褐飛蝨少有嚴重危害之記錄，但其後因其嚴重危害而導致稻株枯萎，形成所謂「蝨燒」，屢屢可見，為臺灣近四十年來最重要之水稻害蟲。

二、危害狀

褐飛蝨以成蟲及若蟲群集於稻叢基部吸取稻株養液為食。被害株之基部常可見其污濁之分泌物或由分泌物引起之煤污病（圖一）。當褐飛蝨族群密度低時，可導致稻株黃化，影響稔實率；族群密度高時，可致使稻株於短期內迅速枯萎倒伏，此種枯萎情況，在褐飛蝨中度發生田常呈圓圈狀；在嚴重發生田，則圓圈相連而成全面枯萎，稱之為「蝨燒」（圖二）。除直接危害

外，褐飛蝨並可媒介草狀矮化病及皺縮矮化病。



圖一：褐飛蝨成蟲及若蟲群聚於水稻基部危害，分泌蜜露引起煤污病。
（鄭清煥）



圖二：褐飛蝨嚴重危害導致局部「蝨燒」，更嚴重時可致使水稻全部枯萎。（鄭清煥）

三、害蟲概述

（一）分類地位

同翅目 Homoptera

稻蝨科 Delphacidae

（二）分布

廣布於南亞、東南亞、東亞地區及南太平洋諸島和澳洲等地。

（三）寄主植物

水稻及野生稻。

（四）形態

1.成蟲：長翅型雄蟲，暗褐色，體長（含前翅）約3.8~4.2 公釐；長翅型雌蟲（圖三）黃褐色，長約4.4~4.8 公釐。頭之前方稍突出於複眼之間，

複眼黑暗色。前胸背板及中胸小盾片褐色，上面具有不明顯之縱線三條。中胸小盾片較前胸背板為長，其後端稍尖。足黃褐色，後足脛節側邊有刺，末端具有活動之距如鐮刀狀，其上有30~36齒狀突起。前翅狹長半透明稍帶褐色，其後緣近中央處有黑褐色斑紋，靜止時兩翅相合，該斑紋呈長卵形。後翅扇形，淡而透明。短翅型成蟲（圖四），前翅僅及長翅型者之二分之一，後翅退化更為明顯。雄體長為2.0 ~ 3.1 公釐，雌蟲為2.7 ~ 3.5 公釐。

2. 卵：呈香蕉型，先端稍尖，長約0.7 公釐。卵通常數粒（6 ~ 62粒，平均13粒左右）產在一起，前端卵帽相互黏附而成卵塊（圖五）。初產下卵呈乳白色，以後發育逐漸變為淡黃色，由外可見赤色眼點。

3.若蟲：初齡若蟲（圖六）呈乳白色，其後呈褐色至暗褐色，體背具淡色或乳白色之斑紋，其形狀及數目隨齡期而異。若蟲共五齡，各齡主要區別如下：

一齡蟲：體長約 1.1 公釐，淡黃白色至淡灰褐色，腹部背面中央有一T字形淺色斑紋。

二齡蟲：體長約1.5 公釐，淡黃褐色至灰褐



色，腹部背面中央之T字形斑紋較不清晰（圖七）。

三齡蟲：體長約 2.0 公釐，淡黃褐色至褐色，中後胸兩側向後突出翅芽，腹部第三、四節背面各有一個山字形粉狀白斑（圖八）。

四齡蟲：體長約 2.4 公釐，褐色，前翅芽長過第一腹節，後翅芽長過第三腹節，腹部斑紋更清晰。

五齡蟲：體長約 3.0 公釐，褐色，前翅芽長過第四腹節，蓋住後翅芽大部分。第五齡若蟲與短翅型成蟲容易混淆，但前者翅芽斜披兩側，端部尖，翅斑不明顯，後者左右翅靠近，翅端圓，翅斑明顯，雌蟲腹部肥大。



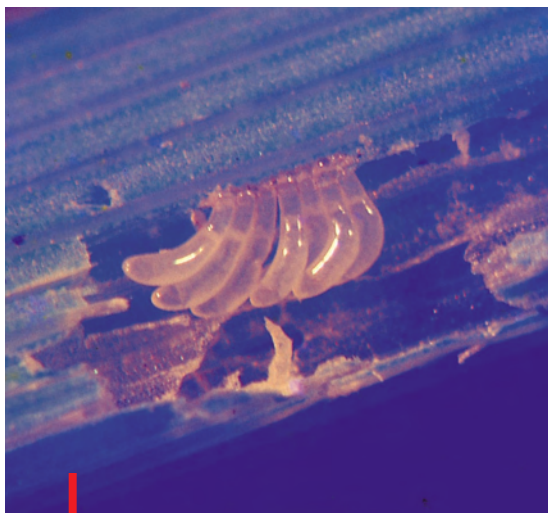
圖三：褐飛蝨長翅型成蟲。（鄭清煥）



圖四：褐飛蝨短翅型成蟲。（鄭清煥）

（五）生活史

褐飛蝨成蟲一般產卵於稻株基部之葉鞘脊部組織內，數粒至十餘粒產在一起，產卵痕清晰可見。當族群密度高時，成蟲亦可產卵於稻株中，上部之葉鞘組織內，或葉片中脈內。卵及若蟲之發育臨界低溫均為 12.5°C 。在 15 、 20 、 25 、 28 及 29°C 之恆溫下，卵期平均分別為 26.7 、 15.2 、 8.1 、 7.9 及 8.5 天；若蟲期平均分別為 46.5 、 27.2 、 16.7 、 14.3 及 15.8 天，發育所需日數約為卵期的兩倍。若蟲通常與成蟲混棲於稻株基部吸食養液，經五次脫皮後變為成蟲。三～五齡若蟲每天之吸汁量達 $6\sim 11$ 毫克，其取食量約為雌成蟲之 2.4 倍。在 $25\sim 30^{\circ}\text{C}$ 下雌成蟲於羽化 $2\sim 5$ 天後開始交尾產卵，產卵盛期可歷時 $10\sim 15$ 天，產卵高峰期可持續 $6\sim 10$ 天。每一雌成蟲產卵數



圖五：褐飛蟲卵塊。(鄭清煥)

0~1417個，平均約 300餘粒，短翅型成蟲產卵數略較長翅型者為高。成蟲壽命在室內飼育可達 20 餘天，但在田間平均短於 10 天。

褐飛蟲成蟲有短翅型與長翅型之別，翅型之分化受寄主之營養條件，飛蟲之族群密度以及溫、濕度等之影響。低溫高濕，在水稻分蘗期至抽穗期，飛蟲族群密度低時，短翅型發生比例較高；高溫乾燥，寄主植物不適或水稻靠近成熟期，或在飛蟲族群密度過高時，長翅型成蟲發生比例較高。若蟲第三齡為影響翅型的分化的關鍵時期，如在第三齡期，食物不足或品質不良，且族群密度太高時，多產生長



圖六：甫孵化之一齡若蟲。(鄭清煥)

翅型，食料豐富且品質良好，飛蟲密度低時，則多產生短翅型。

短翅型成蟲少移動，產卵前期較長翅型為短，且產卵數較多，在適宜環境下，短期內能大量增殖，因此其發生數量可供作發生量之指標。長翅型成蟲具趨光性，適於遷移，其遷移多在卵巢尚未發育成熟前，可由數十公尺之短距離或數百公里至一千公里以上之長距離遷移。

四、發生生態

在臺灣褐飛蟲一年可發生 8~11 個世代，愈南部發生世代愈多。在嘉南地區，無論第一或第二期稻均可遭受 3 ~ 4 個世代

該蟲之危害。在第一期稻，因受水稻生育早期（一至二月）低溫及越冬蟲源稀少之影響，褐飛蝨族群密度在三至四月間甚低，經常難以發現。第一世代成蟲一般於四月下旬至五月上旬出現，其後族群密度緩慢上升；第二世代若蟲及成蟲族群高峰分別出現於五月中旬及下旬，而第三世代則分別出現於六月中旬及下旬。第一期稻之普植稻，褐飛蝨之族群高峰通常出現於水稻糊熟期至收穫期，亦即第三世代之若蟲期，其密度據1983至2000年調查，最高為每叢稻10.3隻，平均為1.33隻。在晚植稻（二月中旬以後種植者），由於成蟲可由早植稻遷移侵入以及氣溫較高，褐飛蝨之發生密度有較早植稻（十二月下旬至元月上旬種植者）為高之趨勢。

在第一期稻，褐飛蝨各世代成蟲之長、短翅型比例依調查田之不同而有很大變異；遷入世代均為長翅型，第一及第二世代短翅型雌蟲約佔總雌蟲的二分之一，第三世代則佔三分之一。水稻收穫後，若蟲及短翅型成蟲快速減少，長翅型成蟲佔絕對優勢且其密度變化頗大。依據誘蟲燈及氣帶式捕蟲網（Air borne net trap）之每日捕獲蟲數，隨氣象條件而有很大變異，如臺灣地區遭受鋒面，低壓環流，副高壓環流以及西南氣流所影響，且其環流涵蓋華南或呂宋島與臺灣，而臺灣地區有下沈氣流時（通常為陰雨天氣）褐飛蝨被捕獲量



圖七：褐飛蝨一至二齡若蟲。（鄭清煥）

呈突增之現象，顯示臺灣之褐飛蝨可自海外遷入，其遷入期為五至八月，而以六月下旬至七月下旬為遷入之主要時期。每年遷入之蟲量與二期稻褐飛蝨之發生密度具極顯著的相關性。

第二期稻插秧後，褐飛蝨很快即遷入稻田，插秧後2~3週為其遷入之高峰期。第一、二及三代分別出現於八月下旬，九月下旬及十月下旬，而第四世代成蟲則出現於十二月上旬。由於其遷入期頗長，且在水稻生育期中褐飛蝨常有短距離遷移，因此世代間重疊頗大，各蟲期隨時可見。各世代發生密度因受遷入蟲數及氣候因子（尤以九月份之降大雨日數）之影響，年度



圖八：褐飛蝨三齡若蟲。（鄭清煥）

間變異頗大。雖然如此，但其族群密度通常在第一世代很低，第二世代若蟲期常可達到每叢稻5~10隻之經濟危害基準，族群高峰則出現於第三或第四世代若蟲期。隨該年之族群密度與氣象條件而異，若在水稻生育中期其族群密度較低，而十月份溫度仍高時，於第四代出現高峰期之機率較多。在族群高峰之密度可到平均每叢數隻至 400 隻以上。每叢水稻若遭受100隻左右危害即可產生「蝨燒」現象。

在第二期稻各世代成蟲之長、短翅比例亦有頗大之變異，第一、二、三代短翅型雌成蟲約佔總雌蟲數之62、73及30%。水稻收穫後出現之成蟲則以長翅型為



圖九：抗蟲品種與感蟲品種在田間受褐飛蝨危害情形。（鄭清煥）

主。在冬季期間，褐飛蝨主要於再生稻或落地禾苗棲息取食，其族群通常於十二月下旬至元月上旬即急速下降，越冬密度與再生稻田面積及當年冬季溫度具密切關係。一般而言，越冬密度頗低，此為臺灣地區在一期稻褐飛蝨密度不致成災之主要原因。

五、防治方法

（一）耕作防治

齊一水稻栽培期，減少遷移擴散危害；避免密植，過量施用氮肥及長期積水，創造溫暖潮濕有利於褐飛蝨繁衍之條件。



(二) 栽植抗蟲品種

為最經濟有效的防蟲措施（圖九）。目前在臺灣已推廣抗褐飛蝨水稻品種有嘉農秈11號、臺農秈12號、臺農秈14號、臺農秈16號、臺農秈18, 19, 20, 22號、臺中秈10號、臺中秈16號、臺中秈17號、臺秈1號、臺農秈糯1號、臺農68號、臺農69號、臺農70號、臺農72號及臺梗16號等。在同一地區大面積連續栽植由同一抗蟲基因所支配之抗蟲品種，可能導致褐飛蝨有害生物小種之產生，而瓦解水稻之抗蟲性，宜與不同基因所支配之抗蟲品種輪流栽植。

(三) 慎選藥劑及保護天敵

田間多種捕食性蜘蛛、蛙類、綠盲椿象、隱翅蟲、繆小蜂、黑腹螫蜂等均為褐飛蝨之有利天敵，彼等對農藥，尤期對持久之廣效性農藥深具敏感，不合理之藥劑處理常導致天敵之大量死亡。宜選用選擇性或短效性殺蟲劑，並於適當時期使用，以減少藥劑對天敵的毒害，而導致害蟲「再猖獗」(resurgence)之現象發生。

(四) 藥劑防治

藥劑為目前防治褐飛蝨最速效而可靠的一種方法，但使用藥劑防治時，施藥時期，施藥方法及使用藥劑種類之適當與否，影響防治效果甚大。由於褐飛蝨的卵產在稻株基部組織內，藥劑對其毒性相當有限，因此在選擇施藥期應儘量選擇在若

蟲發生盛期可獲最佳之防治效果。若待若蟲變成蟲、產卵，再行藥劑處理則效果不彰。其次，按褐飛蝨在二期稻之族群發生模式，通常於水稻孕穗末期，相當於水稻種植後褐飛蝨發生之第二世代若蟲發生盛期，其族群密度約在所設定之經濟危害基準，平均每叢稻5~10隻蟲數之上下，視發生蟲量之大小，施用一次或間隔7~10天再處理一次，則可有效地抑制其族群之成長。若待水稻抽穗後，褐飛蝨族群密度大幅成長再行處理，則因褐飛蝨世代重疊，各蟲期密度均甚高，且因水稻上部有劍葉及稻穗之抽出，形成一層厚厚的覆蓋而阻擋藥劑噴及褐飛蝨棲息之稻株基部。降低防治效果。藥劑噴佈時，最重要者是必須使藥劑噴及褐飛蝨棲息之稻叢基部。粒劑宜於水稻抽穗前使用，若施藥太晚，因水稻根部吸收能力較弱，影響藥效。另一方面，粒劑施用時，田間宜保持濕潤或淺水（0.5公分以下）狀態效果較佳，若田水過深，藥劑被過度稀釋，防治效果將明顯下降。

防治用藥劑種類，可參照行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所編印之植物保護手冊所列之藥劑選用。

六、參考文獻

1. 朱耀沂、楊平世、石正人。1984。冬季水稻休耕田中褐飛蝨族群密度之調查。





- 植保會刊 27:117-134。
- 2.何火樹、劉達修。1969。臺中區褐飛蝨生態觀察。植保會刊 11:33-42。
 - 3.林珪瑞。1958。從稻飛蝨習性及發生情形談稻蝨之驅除。植物病蟲通訊5(4):89-91。
 - 4.林珪瑞。1970。稻田小氣候與稻飛蝨發生關係之觀察。植保會刊 12:184~189。
 - 5.邱明德。1970。水稻褐飛蝨之生態研究。臺灣農業 6(1):143-152。
 - 6.邱瑞珍。1970。水稻偽黑尾葉蟬與褐飛蝨之天敵。pp.47-82。水稻病蟲害:生態與流行學。邱人璋編，中國農村復興聯合委員會刊印。臺北。331P。
 - 7.張萬來。1983。水稻抗褐飛蝨之遺傳與育種。臺灣農業 15(6):31-41。
 - 8.陳秋男。1978 水稻褐飛蝨 *Nilaparvata lugens* (Stål)之生態。pp.1-22。水稻病蟲害:生態與流行學。邱人璋編，中國農村復興聯合委員會刊印，臺北。
 - 9.福田計。1934。トビイロウンカ(*Liburnia oryzae* Mats.)に關する調查研究。台灣總督府中央研究所農業彙報 99:1-19。
 - 10.劉清和。1988。臺灣地區褐飛蝨猖獗要因之分析。中華昆蟲8:119-130。
 - 11.劉清和、鄭清煥、陳慶忠、王雪香、朱耀沂。1989。1987年飛蝨類由海外遷入臺灣地區之概況。中華昆蟲 9:1-12。
 - 12.劉達修、張德前。1978。在水稻不同生育期防治褐飛蝨對其棲群及水稻產量之影響。植保會刊 20:313-320。
 - 13.鄭清煥。1971。施用氮肥對水稻抵抗褐飛蝨之影響。農業研究 20(3):21-30。
 - 14.鄭清煥。1975。褐飛蝨之新生物小種及其與抗蟲品種間之相互作用。臺灣省農業試驗所研究彙報 32:29-41。
 - 15.鄭清煥。1976。新育成抵抗褐飛蝨水稻品種(系)室內抗蟲反應及田間表現。中華農業研究 25:259-268。
 - 16.鄭清煥。1978。水稻褐飛蝨經濟危害水平之研究，I.在褐飛蝨各棲群密度施藥防治對稻穀收量及收益之影響。中華農業研究 27:229-236。
 - 17.鄭清煥。1979。水稻褐飛蝨的經濟危害水平之研究，II.褐飛蝨棲群密度與水稻產量損失之關係。科學發展月刊 7:1103-1114。
 - 18.鄭清煥。1990。嘉南地區褐飛蝨族群動態與其發生預測之研究。中華昆蟲 10:1-26。
 - 19.鄭清煥、盧瑞良。1990。褐飛蝨及白背飛蝨由海外遷入嘉南地區之偵測及其氣象條件。中華昆蟲 10:301-324。
 - 20.Chen, C. N., and Cheng, C. C. 1978. The population levels of *Nilaparvata lugens* (Stål) in relation to the yield loss of rice. Pl. Prot. Bull. 20:179-209.
 - 21.Cheng, C. H. 1981 Chemical control of the





- brown planthopper with special reference to its population dynamics. Chinese J. Entomol. 1:73-103.
- 22.Cheng, C. H. 1984. Studies on integrated control of brown planthoppers, *Nilaparvata lugens* (Stål) in Taiwan. Chinese J. Entomol. 4:149-167.
- 23.Cheng, C. H. 1985. Interaction between biotypes of brown planthopper and rice varieties. J. Agric. Res. China 34:299-314.
- 24.Cheng, C. H., and Chang, W. L. 1979. Studies on varietal resistance to brown planthopper in Taiwan. pp.251-271. Brown planthopper: Threat to rice production in Asia. IRRI. Los Banos, Philippines.
- 25.Dyck, V. A., and Thomas, B. 1979. The brown planthopper problem. pp.3-17, Brown planthopper: Threat to rice production in Asia, IRRI. Los Banos, Philippines. 369 p.
- 26.Heinrichs, E. A., W. H. Reissig, S. Valencia and S. Chelliah. 1982. Rates and effect of resurgenceinducing insecticides on population of *Nilaparvata lugens* (Homoptera : Delphacidae) and its predators. Environ. Entomol. 11:1269-1273
- 27.Nochida, O., and Okada, T. 1979. Taxonomy and biology of *Nilaparvata lugens* (Hom., Delphacidae). pp.21-43, Brown planthopper:Threat to rice production in Asia, IRRI, Los Banos, Philippines.
- 28.Sogawa., K. 1997. Oversees immigration of rice planthoppers into Japan and associated meteorological systems. pp.13-35, Proceeding of Migration and management of insect pests of rice in monsoon Asia, China Nat. Rice Res. Inst. Hangzhou, China.
- 29.Sogawa, K., and Watanabe, T. 1991. Redistribution of the rice planthoppers and its synoptic monitoring in east Asia. pp.215-228, Migration and dispersal of Agricultural insects. Nat. Inst. Agro-Environ. Sci. Tsukuba, Japan.

(作者：鄭清煥)





白背飛蝨

學名：*Sogatella furcifera* (Horvath)

英名：White backed planthopper

俗名：白背跳仔，跳仔

一、前言

白背飛蝨在臺灣於1910年即被列為水稻重要害蟲之一，曾於1916、1930、1938、1941、1958年在臺灣猖獗危害，1960年後由於褐飛蝨嚴重發生危害，白背飛蝨即常與褐飛蝨混合發生危害。白背飛蝨亦屬長距離遷移害蟲之一，1980年代後因受東南亞及中國大陸地區廣栽白背飛蝨感蟲稻種之影響而導致其族群上升，臺灣地區白背飛蝨之遷入量亦逐年上升，在二期稻水稻被害有明顯增加之勢。

二、危害狀

白背飛蝨對水稻之危害可分產卵所造成之機械傷害及吸取稻株營養物質兩大部分。成蟲產卵於葉鞘中脊兩側，少數於葉脈兩側，被產卵部位及其周圍組織變黃而褐化，大量產卵可導致葉鞘變色及葉片枯死，阻礙植株之光合作用及發育。

白背飛蝨之成蟲及若蟲群集於水稻中、上部吸食養液危害；在水稻抽穗前，被害稻株常由基葉往上黃化影響分蘖數、

抽穗期及穗數與產量；在幼穗形成期至孕穗期被害，則穗數及稔實率明顯下降；在水稻抽穗後，成蟲與若蟲均喜歡棲息於劍葉及穗部危害，被害稻穀褐化，稔實率下降及黑斑米率增加。嚴重被害，可導致稻株枯萎，但並不致如褐飛蝨之全面倒伏枯萎。除直接危害外，白背飛蝨並無媒介毒素病之報導。

三、害蟲概述

(一) 分類地位

同翅目 Homoptera

稻蝨科 Delphacidae

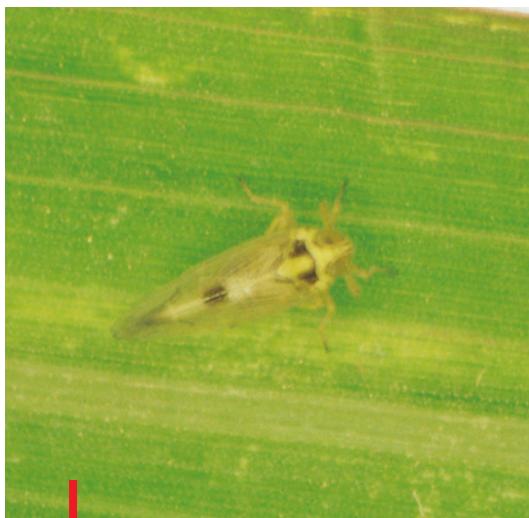
(二) 分布

臺灣、中國大陸各水稻栽植區，蘇聯 (Maritime Ter.)、蒙古、日本、韓國、菲律賓、印尼、澳大利亞、斐濟、馬紹爾群島、所羅門、中南半島、斯里蘭卡、印度、巴基斯坦等地。

(三) 寄主植物

水稻為白背飛蝨最喜好之寄主，其他可讓白背飛蝨一齡若蟲發育至成蟲之植物





圖一：白背飛蟲成蟲。（鄭清煥）

有稗草、野稗、狗尾草、蟋蟀草、野古草、看麥娘、李氏禾、大麥、小麥、粟、玉米、高粱等。

（四）形態

1.成蟲：雌蟲分長、短翅型，雄蟲只有長翅型。長翅型雄蟲體長約2.5公釐（含翅約4.0公釐），雌蟲約為3公釐（含翅4.5公釐）（圖一）。頭頂前突，複眼及單眼黑色，顏面額側脊較直，前胸背板黃白，兩側的縱隆脊不達後緣。翅透明略帶淡褐，有翅斑。腹部背面為黑色，中央有黃色縱紋。雌蟲色較淡，顏面縱溝為淡灰褐色，中胸小盾片為黃白

色，兩側為暗褐色，腹部肥大，腹面淡黃。雄蟲顏面縱溝為黑褐色；中胸小盾片為白色，兩側為黑色；腹部較瘦，腹面黑褐色。短翅型雌蟲，色較深，翅僅及腹部之半，其他特徵同長翅型。

2. 卵：狀似香蕉，長0.7~0.9公釐，卵帽近三角形，稍突（圖二）。初產下時呈乳白透明，後漸呈乳黃色，於上端處可見赤色眼點。卵塊呈單行，卵粒排列較鬆，卵帽不露出產卵痕。

3.若蟲：區分五個齡期，各齡期特徵如下（圖三）。

一齡蟲：體長約1.1公釐，灰白色，腹部具中線每節後緣具清晰之黑紋。

二齡蟲：體長約1.4公釐，狀似一齡蟲，但胸背具不規則之斑紋。

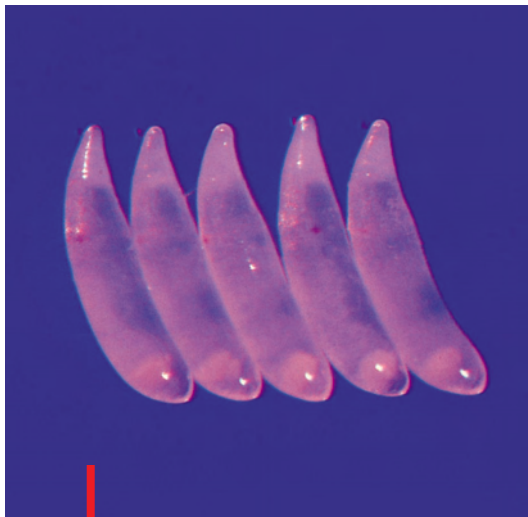
三齡蟲：體長約1.7公釐，胸背具不規則斑紋，中後胸兩側尖突成翅芽，第三、四腹節背面各有一對乳白色近梯形斑紋。

四齡蟲：期體長約2.3公釐，胸部背面具雲狀斑痕，翅芽達第二腹節後緣；

五齡蟲：體長約3.0公釐，體斑同四齡蟲，翅芽伸達第四腹節後緣。

（五）生活史

白背飛蟲成蟲通常於稻叢中、上部棲息活動，卵多產於下部第二葉鞘中脊兩側



圖二：白背飛蟲卵塊。(鄭清煥)

之組織中，但密度高時亦有產於葉片基部中脈內。數粒至十餘粒排成一列，產卵痕較褐飛蟲為大。長翅型雌蟲一生可產卵100餘粒至300餘粒，短翅型產卵量略較長翅型為多。卵及若蟲之發育臨界低溫均分別為10.4及10.8℃，有效積溫分別為118及182日度，卵至成蟲羽化為352日度。卵期在15、20、25及28～30℃分別為23.7、11.5、7.5、6.4及5.8天左右。若蟲具五個齡期，在上述溫度下之若蟲期分別為52.8、26.9、15.4、12.0及11.2天左右，成蟲壽命分別為24.0、18.5、17.4、19.4及12天，每隻雌蟲平均產卵量分別為24.6、80.3、128.9、324.3及107.5粒。25～30℃為白背飛蟲發育

及繁殖之適宜溫度，其中28℃為最適溫度，低於20℃或超過30℃時，對其發育與繁殖均有不良影響。

四、發生生態

白背飛蟲在台灣每年可發生8世代。依嘉南地區調查，於冬季及春季在田間很難發現其蹤跡，四至五月間始可發現少數第二世代之若蟲，第一期水稻收割前每叢稻平均密度少於一隻；惟自誘蟲燈資料，自四月下旬後陸續可發現成蟲，六至七月間誘蟲數呈波狀出現。由於白背飛蟲為長距離遷移性害蟲之一，且其遷入期略較褐飛蟲為早，在誘蟲燈下波狀出現之成蟲，可能為由海外遷入者。遷入高峰一般出現於六至七月間。遷入蟲可在早植稻或中間作水稻繁殖一世代，其後族群急速下降，可能與新羽化成蟲因水稻已屆成熟期而大量遷出有關。

在第二期稻，水稻移植後即可發現遷入之成蟲，遷入量隨每年白背飛蟲之遷入時期，遷入波次及水稻移植日期而有很大變異。成蟲最喜歡移植後30天左右之水稻上產卵，對移植後10日內之幼株及抽穗後之老株則少有產卵。於7月下旬插秧水稻，白背飛蟲之第一、二及三世代（第五、六、七世代）成蟲分別出現於8月下旬至9月中旬，9月下旬至10月上旬及10月下旬及11月上旬；於8月上旬插秧者則各代成蟲





圖三：白背飛蝨若蟲。(潘建宏)

出現期約較晚 10～15 天出現。在二期插秧期中，白背飛蝨之族群高峰期則可能出現於第一、二或三代之若蟲期，視遷入時期及遷入數量而異；在早植稻遷入蟲量多，高峰期多出現於遷入後之第一代，而在 7 月下旬至 8 月中旬之中晚植稻上，族群高峰則多出現於第二或第三代若蟲期，在族群高峰（約在每叢稻 30-50 隻以上）期後，其族群即明顯下降，而與褐飛蝨之族群隨世代而增加之現象有異。影響二期稻白背飛蝨之族群豐度，除在水稻生育初期隻遷入蟲量外，9 及 10 月的溫度亦為重要因素，高溫少雨有利於其族群之增長。

白背飛蝨之發生密度在直播稻田高於

移植稻田；湛水稻田高於間灌稻田；而重施氮肥、水稻生長過分嫩綠茂密稻田高於少量氮肥田、分蘗數較少、通風良好之稻田。推測與白背飛蝨較喜歡棲息於高濕，幼嫩之稻株有關。

五、防治方法

在近二十餘年來，白背飛蝨在台灣大部份水稻栽培區少有單獨危害造成嚴重災害之現象，在一期稻其族群通常很低，無需特別防治，但在二期水稻分蘗期，若其族群密度平均每叢達 5～10 隻以上時，可參照植物保護手冊選擇藥劑防治，在水稻孕穗中後期則可考慮與其他稻飛蝨、葉蟬類及瘤野螟或螟蟲類等一併防治。

臺灣育成之水稻品種中經篩選對白背飛蝨具抗性之品種有臺農 69 號、臺農 70 號、臺粳 16 號、嘉農秈 6 號、嘉農秈 8 號、嘉農秈 11 號、臺中秈 3 號、臺中秈 5 號、臺中秈 16 號、臺農秈 14 號、臺農秈 18 號、臺農秈 19 號及臺中秈糯 1 號等。此外在中國大陸及日本研究，發現若干梗稻在白背飛蝨產卵部位褐化的外圍，產生水浸狀，具有很高的殺卵作用。

六、參考文獻

1. 胡進生。1987。白背飛蝨產卵與水稻生育期關係的觀參初報。昆蟲知識 24(5)257-261。



2. 野田博明。1987。イネウンカ類の吸汁害：トビイロウンカとセジイロウンカの違い。植物防疫41：249-254。
3. 黃次偉。1987。白背飛蝨。pp.101-136。稻飛蝨。巫國瑞及胡萃編，農業出版社出版。
4. 陶家驊。1966。水稻害蟲。pp.285-302。臺灣植物保護工作，昆蟲篇，劉廷蔚先生六十歲紀代文集。
5. 鄭清煥、盧瑞良。1990。褐飛蝨及白背飛蝨由海外遷入嘉南地區之偵測及其氣象條件。中華昆蟲 10:301-324。
6. 鄭清煥。2004。水稻白背飛蝨之族群變動及其發生預測。植保會刊46:315-332。
7. Cheng, C. H. 1997. Overseas immigration and population trend of migratory insect pests of rice in Taiwan. pp.58-87. Proc. Migration and management of insect pests of rice in monsoon Asia, China Nat. Rice Res. Inst. Hangzhou, P.R.C.
8. Suenaga, H. 1963. Analytical studies on the ecology of two species of planthoppers, the white back planthopper (*Sogata furcifera* Horvath) and the brown planthopper (*Nilaparvata lugens* Stal), with special reference to their outbreaks. Bull. Kyushu Agric. Expt. Stn. Vol. 8 : 1-152.
9. Suzuki, Y., K. Songawa and Y. Seino. 1996. Ovicidal reaction of rice plants against the

whitebacked planthopper, *Sogatella furcifera* Horváth (Homoptera : Delphac : doe). Appl. Entomol. Zool. 31 : 111-118

(作者：鄭清煥)





斑飛蝨

學名：*Laodelphax striatella* (Fallen)

英名：Smaller brown planthopper

俗名：穗苔、穗蝨

一、前言

斑飛蝨為臺灣自1980年代後因勵行稻田轉作而崛起之水稻重要害蟲。該蟲原主要發生於臺中、彰化栽植冬季小麥之附近地區。在稻田轉作後，玉米、高粱栽植面積大幅提升，且近年來盛行不整地栽植冬季裡作，如毛豆、豌豆、芥菜等，在保護再生稻的環境下發育嫩翠，提供了斑飛蝨良好的越冬條件，導致其族群密度驟增，非但對水稻造成直接危害外，經其媒介之水稻縞葉枯病之發生面積，亦有隨擴大之勢。

二、危害狀

斑飛蝨族群常於水稻抽穗後驟增，成蟲與若蟲均喜歡群集於劍葉及穗部吸汁危害，被害穀粒外殼污黃、乾扁，影響稻穀之稔實率及千粒重。在田間因斑飛蝨之危害而形成「蝨燒」者尚無所聞，除直接吸汁危害外，斑飛蝨可媒介傳播水稻縞葉枯病，且蟲體一旦獲毒，可傳遞於後代。水稻遭受縞葉枯病之危害，心葉捲曲，不正

常徒長而下垂，不抽穗或抽穗而穀粒不稔實，影響產量至鉅，尤以直播田受害更嚴重。

三、害蟲概述

(一) 分類地位

同翅目 Homoptera

稻蝨科 Delphacidae

(二) 分布

廣布於歐洲及亞洲水稻、小麥、大麥及玉米栽培區。

(三) 寄主植物

除水稻外尚有大麥、小麥、燕麥、玉米、粟、高粱、甘蔗、稗草、看麥娘、李氏禾、狗尾草、雙穗雀稗、蟋蟀草、千金子等禾本科植物。

(四) 形態

1. 成蟲：成蟲有長翅型及短翅型。長翅型雄蟲體長約 3.5 公釐，雌蟲約 4 公釐。體黃褐至黑褐色。頭頂略向前突，複眼及單眼黑色，額側脊略呈孤形，顏面縱溝黑色。前翅淡黃半





圖一：斑飛蝨長翅型雄成蟲。(鄭清煥)



圖二：斑飛蝨長翅型雌成蟲。(鄭清煥)

透明，後緣近中央處有黑褐色斑。雄蟲腹部較細瘦，色較深；中胸小盾片中央為黑色，後端兩側淡黃（圖一）。雌蟲腹部較肥大，色較淡；中胸小盾片中央為污黃色，兩側灰黑色，邊緣則為深黃（圖二）；胸腳為黃褐色，後足脛節外側有刺，後端具鐮刀狀之距。短翅型雄蟲體長約2.1公釐，雌2.8公釐，翅只達腹部三分之二處，其他特徵同長翅型（圖三）。

2. 卵：香蕉形、長約0.6公釐，卵帽近半圓形（圖四）。每卵塊由數粒至10餘粒組成，卵粒與卵粒先端相黏附而成卵

塊。初產時卵呈半透明乳白，後漸變為淡黃，孵化前先端具赤色眼點。

3. 若蟲：五個齡期，各齡期特徵如下：
 - 一齡蟲：體長約1公釐，乳白色至淡黃色；複眼圓形，紅色。
 - 二齡蟲：體長約1.2公釐，桔黃至乳黃色，胸背出現不明顯左右對稱之斑紋，複眼橢圓形，紅色（圖五）。
 - 三齡蟲：體長約1.5公釐，乳黃至黃褐色，胸背有灰色斑紋，腹部第三、四節各有一對八字形灰色斑紋，五至七節有灰色橫帶，複眼腎形，紅色，翅芽顯現。
 - 四齡蟲：體長約2公釐，體色與斑紋同三齡





圖三：斑飛蝨短翅型雌成蟲。（鄭清煥）

蟲，複眼腎形，紫褐色，前翅達後胸後緣，後翅芽伸達第二腹節。

五齡蟲：體長約2.6公釐，體色與斑紋同四齡蟲，複眼黑色，後翅芽伸達第四腹節，前翅芽蓋住後翅芽。

（五）生活史

斑飛蝨成蟲通常於稻株中、上部活動，產卵於稻株下部第一、二葉鞘組織內；在幼小植株亦有產於莖腔中；在水稻抽穗後，亦有產於穗頸下之莖腔內或葉片基部的中脈組織內者。每卵塊含2、3粒至10餘粒卵。每一雌成蟲一生產卵數隨溫度變量頗大，在10、15、20、25及30℃以秧苗飼育之產卵數平均分別為3.8、16.6、46.3、58.3及52.6粒，在25℃左右，產卵

數最高，最高產卵量可達562粒。卵期在15、20、25及30℃恒溫下分別歷時28、12、8及6天左右；若蟲有五個齡期，在上述恒溫下分別歷時約45、22、15及13天。依此計算，卵及若蟲之發育臨界低溫分別約為10.9及8.8℃，而有效積溫分別為115.5及264.2日度。若蟲在水稻幼嫩期常棲息於稻株中、下部，但隨植株之老化而漸遷往稻株之中、上部取食，水稻抽穗後則群集於穗部危害幼嫩穀粒。成蟲之產卵前期隨溫度而異，在10℃平均為23天；15℃為12天；20℃為3至4天；而25至30℃為2.84天。成蟲壽命在10℃平均為39.2天，最長者72天；15℃為28.4天，最長者為67天；20℃為24.7天，最長者為49天；25℃為17.7天，最長者為44天；30℃為16.6天，



最長者為42天。

斑飛蝨在3~4葉之生長初期玉米上無法存活，但以10葉以上之植株的老齡葉片飼育，其若蟲期與以水稻秧苗飼養者無明顯差異。成蟲則主要產卵於葉片中脈組織內。在高粱及小麥上，斑飛蝨可在其幼齡期及老齡期葉片上正常生長。

四、發生生態

斑飛蝨在嘉南地區年可發生8~9世代。在第一期稻水稻移植後，以黃色水盤偵測，即可發現斑飛蝨之遷入，其遷入蟲量在十二月下旬種植者最高，且遷入期最長，元月下旬種植者次之而二月上旬種植者最低。在普植稻（元月下旬種植者），第一、二及三代成蟲分別出現於四月上、中旬，五月上、中旬及六月上、中旬，第四代成蟲於水稻收穫後，七月中旬出現。第一期稻斑飛蝨之族群高峰出現於六月上、中旬，亦即水稻抽穗至糊熟期間。第一期稻收割後，斑飛蝨若蟲數驟降，田間再生稻上以成蟲為主。第二期稻普植稻於七月下旬種植，移植後即可發現斑飛蝨遷入，遷入高峰出現於移植後第2~3週；其第一、二及三代成蟲分別出現於九月下旬、十月中旬、十一月中旬及水稻收穫後之十二月上旬至中旬。第二期稻斑飛蝨之族群高峰分別出現於十月上旬及十一月上旬，相當於由水稻抽穗期至黃熟期。



圖四：斑飛蝨卵。（鄭清煥）

在越冬期間，斑飛蝨可在再生稻、小麥、玉米及高粱等中間寄主上越冬，並在此等寄主植物上繁殖一個世代。斑飛蝨在一地區之發生量與該地區上述寄主植物之栽植面積有密切關係。影響一期稻斑飛蝨族群密度以蟲源密度最為重要，十二月至二月之有效積溫次之；而影響第二期稻斑飛蝨之族群密度亦以蟲源最重要，八月份高溫及九月份之暴雨對其族群有負面影響。

五、防治方法



（一）農業防治

水稻收穫後儘速翻田去除再生稻，並清除田邊雜草以中斷其寄主植物。其次應避免於麥田、玉米田附近設置育苗場，以免成蟲遷入產卵繁殖及媒介縞葉枯病。

（二）栽植抗蟲品種

抗褐飛蝨之秈稻品種對斑飛蝨亦多具抗性。粳稻對斑飛蝨具抗性之品種有臺農69號、臺農62號、臺粳16號及新竹64號等。

（三）保護天敵

參見褐飛蝨

（四）藥劑防治

1. 對斑飛蝨直接危害之防治：斑飛蝨之經濟危害基準目前暫定為每掃網（網直徑37公分，柄長1公尺）10至20隻或每穗平均3至5隻。族群密度通常出現於水稻抽穗期後，但在二期稻為求與水稻最重要害蟲褐飛蝨之最適防治期取得一致，於水稻孕穗末期選擇對兩種飛蝨均具效果之藥劑施用一至二次，可獲得有效之抑制效果，惟噴藥時需同時兼顧噴及斑飛蝨棲息之水稻中、上部位。
2. 對斑飛蝨媒介毒素病之防治：秧苗期感染毒素病對稻穀產量影響最大，在縞葉枯病發生嚴重地區，於秧苗發芽後即應注意防治。在直播田，若為旱式直播，應於播種前先條施3%加保扶粒劑，每公頃60公斤，然後再撒種於施藥之溝中後覆土；若



圖五：斑飛蝨若蟲。（鄭清煥）

為濕式直播，則應於水田耙平前，每公頃施用60公斤3%之加保扶粒劑，然後耙平土壤，使藥劑與土壤混拌均勻後再撒種，可防治斑飛蝨達三週（二期稻）至五週（一期稻），其後若斑飛蝨密度仍高（每叢稻有斑飛蝨1隻以上），再使用一般噴佈法防治一次。按陳氏（1989）在臺中、彰化地區試驗結果，以第一世代若蟲發生盛期為預防斑飛蝨傳播縞葉枯病最適當的防治期。

一般以育苗箱移植秧苗，於水稻播種後3天內，每平方公尺施用3%加保扶粒劑10公克一次，或於秧苗出土後噴佈藥劑一次。另於移植前24小時，每箱秧苗施用3%



加保扶粒劑或3%丁基加保扶粒劑100公克，施藥後用竹桿掃落附著於秧苗之藥劑並灑水至飽合狀態，於移植時將秧苗連同土壤上之藥劑植於田中，對斑飛蝨等媒介傳播毒素病的害蟲具3至5週之防治效果。

六、參考文獻

1. 陳慶忠。1989。臺灣水稻縞葉枯病流行學術研究。植保會刊 31:290-303。
2. 鈴木忠夫。1967。ヒメトビイロウンカによる水稻出穂前後の被害解析。北陸病蟲研究會報11:44-46。
3. 鄭清煥。1985。斑飛蝨棲群之季節性消長。pp.132-133。臺灣省農業試驗所民國七十三年年報。霧峰，臺中。
4. 鄭清煥。1986。斑飛蝨之生態觀察 p.113。臺灣省農業試驗所民國七十四年年報。霧峰，臺中。
5. 鄭清煥。1993。嘉南地區斑飛蝨之族群動態及發生預測之研究。pp.34-39。行政院農委會農業綜合調整方案試驗研究報告"水稻病蟲害防治技術改進研究"，臺灣省農業試驗所嘉義分所編印。
6. 劉向東、霍保平、劉慈明。2006。灰飛蝨種群爆發成災原因剖析。昆蟲知識 43: 141-145。
7. 謝昭彥。1971。姬鳶飛蝨之生物學研究。臺中農改場民國六十年年報，臺中。
8. Fujiwara, A. and Noda, Y. 1968. Host plant factors influencing oviposition of the small brown planthopper, *Laodelphax striatellus* Fallen, with special reference to oviposition preference and fecundity. Bull. Hiroshima Agric. Expt. Sta., 26:91-103.

(作者：鄭清煥)



偽黑尾葉蟬

學名：*Nephotettix cincticeps* (Uhler)

英名：Green rice leafhopper

俗名：黑尾浮塵子，黑尾跳仔

一、前言

分佈於臺灣之黑尾葉蟬有三種，即偽黑尾葉蟬（*Nephotettix cincticeps* (Uhler)）（圖一）黑條黑尾葉蟬（*Nephotettix nigropictus* (Stål)）及臺灣黑尾葉蟬（*Nephotettix virescens* (Distant)），三種的發生比例通常約 89.12：10.63：0.25，以偽黑尾葉蟬最為普遍。在雜草較多地區黑條黑尾葉蟬發生密度反較偽黑尾葉蟬為高。臺灣黑尾葉蟬主要發生於熱帶地區，在臺灣發生密度頗低。

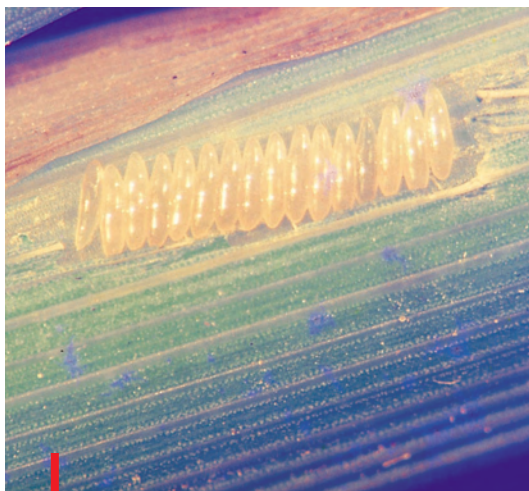
黑尾葉蟬類在臺灣各水稻區發生甚為普遍，在褐飛蝨嚴重發生前，發生密度很高，但其後由於一般用於防治褐飛蝨之有機磷劑及氨基甲酸鹽系劑對黑尾葉蟬之毒性頗大，於密集使用藥劑防治褐飛蝨的情況下，葉蟬族群密度亦隨之下降，另在農民普遍使用除草劑清除黑尾葉蟬冬季期間棲息潛伏之田邊雜草，對其族群密度亦有很大影響。但在休閒田漸增的情況下，將利於其族群之建立，是為重要之潛在害

蟲。

由於三種葉蟬之生活習性、發生狀況及危害均類似，本文僅以最常見之偽黑尾葉蟬為主，介紹如下。



圖一：偽黑尾葉蟬雌、雄成蟲。（鄭清煥）



圖二：偽黑尾葉蟬之卵塊。（鄭清煥）



圖三：偽黑尾葉蟬之若蟲。（鄭清煥）

二、危害狀

偽黑尾葉蟬以成蟲及若蟲刺吸水稻汁液為食，消耗稻株養份和水份。其取食所殘留於葉片或葉鞘之組織內之口針鞘及成蟲之產卵，均可破壞水稻組織和輸導機能，嚴重危害時，在分蘖期導致稻株矮化、分蘖數及穗數減少，葉片由下往上黃化；在孕穗期後，則稻穗縮短、稔實率下降、千粒重減輕，顯著影響稻穀產量與品質。在國外曾有黑尾葉蟬之嚴重危害導致稻株全面枯萎，產生所謂「蝨燒」之報告，但在臺灣迄無類似現象之記錄。除直接危害外，黑尾葉蟬並為水稻黃萎病及黃葉病之媒介昆蟲，這兩種病害曾在臺灣引

起水稻嚴重災害；在國外黑尾葉蟬亦為萎縮病（dwarf），tungro（rice tungro bacilliform virus）（RTBV）及 rice tungro spherical virus（RTSV）病害之媒介昆蟲。

三、害蟲概述

（一）分類地位

同翅目 Homoptera

葉蟬科 Cicadellidae

（二）分布

日本、韓國、中國大陸、東南亞、澳洲、印度、斯里蘭卡、東非、南非。一般偽黑尾葉蟬之分布較偏於東亞地區；黑條黑尾葉蟬分布地域較廣，含蓋東南亞、澳

洲及東南非，而臺灣黑尾葉蟬之分布較趨向南亞地區。

(三) 寄主植物

水稻、小麥、大麥、粟、玉米、小米、茭白、甘蔗、看麥娘、稗草、李氏禾、雙穗雀稗、馬唐、結縷草、狗牙草、牛筋草、小指草等禾本科植物。

(四) 形態

1. 成蟲：黃綠色至鮮綠色，頭頂前緣呈弧形，兩複眼間有一顯著的黑色帶。雄蟲顏面一般為黑色，雌蟲為淡褐色。前胸背板為黃綠色，其前後緣有時呈黑褐色而其中央及後半部，間有呈深綠色者。前翅綠色，其端部，雌蟲呈淡褐色，雄蟲呈黑色。雄蟲前翅中央少數個體具三角形之黑色斑一個。足淡黃褐色至黑褐色。體腹側雄蟲呈黑色，雌蟲為淡黃色。體長雄蟲約4.5公釐，雌蟲5.5公釐左右（圖一）。

2. 卵：長橢圓形略彎曲，一端稍尖，長約1~1.2公釐。初產時呈乳白透明，後漸變淡黃色，近孵化時呈深黃，紅色眼點清晰可見。卵常呈單行排列，成塊產於水稻葉鞘邊緣內側組織中，每卵塊由10~20粒組成。產卵處稍隆起，常可自葉鞘外側辨視（圖二）。

3. 若蟲：頭大，尾尖，略呈錐形，體淡黃至



圖四：黑條黑尾葉蟬若蟲及成蟲。
（鄭清煥）

黃綠色。共五齡，各齡蟲特徵區分如下（圖三）：

一齡蟲：體長1~1.2公釐，淡黃，兩側略帶褐色，複眼紅色，體狹長。

二齡蟲：體長1.6~1.8公釐，淡黃綠色，兩側略呈褐色，複眼紅褐色。

三齡蟲：體長2.0~2.3公釐，淡黃綠色，兩側淡褐。頭部後端兩複眼間有一倒八字形褐色斑痕，各胸節及第2~8腹節背面沿中線各有一對褐色斑點，前翅芽出現。

四齡蟲：體長2.5~2.8公釐，體黃綠色，複眼赤褐色，胸、腹節上斑點增大，第8腹節中央有一褐色斑塊，前翅芽達第一腹節，後翅芽達第2腹節。

五齡蟲：體長3.5~4公釐，體黃綠色，雄蟲腹背為黑褐色，雌蟲淡褐色。第8腹節以後各節背面各有六個小黑



分布於台灣之三種黑尾葉蟬之形態特徵區別如下表：

種 類 部 位		偽黑尾葉蟬	黑條黑尾葉蟬 (圖四)	臺灣黑尾葉蟬
成 蟲	頭 頂	複眼間具黑褐色橫紋	複眼間具黑褐色橫紋	複眼間無黑褐色橫紋
	前 翅	除少數個體外，大多數無黑斑。	大部分雄蟲及少數雌蟲個體具黑斑，內緣及後緣具黑條紋。	雄蟲半數及少數雌蟲具有黑斑，內緣及後緣不具黑條紋。
	雌蟲第七腹片	後緣中央突出，其後緣中央具倒八字形光滑隆起。	後緣中央尖突，其兩側急陷，中央具黑色光滑平寬隆起。	後緣中央微陷，中央具黑色光滑縱隆起兩條。
若 蟲	體 色	淡黃—污褐—黑褐	淡黃—橙黃—黑褐	黃綠—綠黃—暗綠
	頭 部	複眼黑褐，複眼間距大於頭頂長度。	複眼赤褐，複眼間距約等於頭頂長度。	複眼赤褐，複眼間距約等於頭頂長度。
	胸 部	胸部背板斑紋甚少。	胸部各節背板均具黑褐色斑紋。	胸部背板無黑褐色斑紋。
	腹 部	各節背板均具有略同之黑褐色斑紋。	第6~7節背板之兩側無黑褐色斑紋，第8~9節相連成十字形黑斑	各節無顯著之黑褐色斑紋。



點。前翅芽達第3腹節覆蓋後翅芽。

(五) 生活史

三種黑尾葉蟬之生活習性頗近似。成蟲產卵於葉鞘兩側組織內，單粒或數粒至十餘粒產成一排。在產卵後4~5天產卵部位葉鞘表皮隆起，由外清晰可見。卵期在16℃至17℃歷時20~24天；20℃為16~17天；24~25℃為8~11天；30~31℃為5~6天。據臺中區農業改良場於室內飼育，卵期在夏季約6~7天；春秋兩季為10~14天；冬季為24~27天。卵多在上午5~11時孵化，7~9時為孵化盛期，孵化率一般在90%左右，在33℃為47.9%，高溫對其發育有阻礙。孵化後若蟲即向稻株上部移動，一齡、二齡若蟲常棲於新葉或未展開之心葉，三齡、四齡若蟲平時多棲息於葉片背面，少數棲息於葉鞘上取食。遷移性不大，遇到干擾時便橫行斜走躲避，或跳躍至地面。活動性以三齡、四齡若蟲較大，一齡或五齡若蟲較遲鈍。若蟲靜止時，常以前足搔擦觸角及複眼，並以中、後足搔擦其腹部末端。若蟲期有五個齡期，在28℃歷時17~18天；春、秋兩季約為25天；在冬季則可長達53天。若蟲多在清晨至上午10時間羽化為成蟲，羽化後經2小時即能取食。

黑尾葉蟬之成蟲性極活潑，與若蟲同樣均以橫行移動，善跳躍飛行，具趨光性。白天一般棲息於葉背、葉鞘或幼穗上

取食。高溫乾燥時，喜棲於稻叢較下部之陰涼處，下雨時則棲於稻株較下部之葉背。冬季低溫時，則棲於田埂雜草靠近土面基部，少有活動。

雌成蟲對光之趨性較雄蟲為強，捕蟲數量與光源強弱成正相關，黑光燈之捕獲量又多於白色燈。其趨光時間以上半夜8~10時最高，以後漸減。趨光活動受天氣影響頗大，平均氣溫在16~18℃以上始可趨光，悶熱無風或雨後初晴之黑夜，燈下之蟲數最多，大風或雨夜則極少。

成蟲壽命在夏季達10餘至20餘天，冬季可長達90天以上。在室內飼育，在20℃左右雌成蟲平均壽命為55.5天，最長82.5天；25℃左右約29.9天，最長49天；在28℃左右為28.2天，最長為42天。產卵前期在25℃左右約5~8天；18~20℃為9~10天；27~28℃為7~9天。產卵期在25℃平均達20餘天，低溫則延長之。在水稻分蘗期至孕穗期間因其族群密度較低時，每一雌成蟲產卵數可高達200~300粒，但在水稻生育後期隨其族群密度上升而顯著下降。產卵時刻以下午2~4時最多，主要產於水稻基部葉鞘邊緣組織內，越上部葉鞘產卵數越少。

四、發生生態

黑尾葉蟬在臺灣一年可發生8~9個世代，各蟲期周年可見，無明顯越冬現象。在嘉南地區，第一、二期稻均可遭受四個



世代之黑尾葉蟬危害。越冬成蟲主要棲息於田埂雜草，不整地栽培作物間之再生稻，尤以避風、向陽較暖和而禾本科雜草發育較佳處密度較高。秧田設置後，部分雌成蟲遷入秧苗產卵繁衍，秧苗移植後成蟲陸續遷入本田，第一世代成蟲於三月下旬至四月上旬出現，但密度頗低；第二、三、四代成蟲分別出現於五月上、中旬，六月上、中旬及七月上旬。族群高峰出現於第三、四代之若蟲期，相當於第一期稻乳熟期至黃熟期間。六月下旬至七月上旬因水稻收穫，食物匱乏，蟲群湧向附近田埂雜草棲息，蟲數驟降。七月中旬二期稻秧田出現部分成蟲遷入取食、產卵，七月下旬本田插秧後成蟲陸續遷入，黃葉病及黃萎病此時期藉黑尾葉蟬傳播到稻株上。第五、六、七及八世代成蟲分別出現於八月下旬至九月上旬，九月下旬至十月上旬，十月下旬至十一月上旬及十二月上中旬。由於成蟲壽命頗長，各世代發生重疊，其族群高峰常出現於十至十一月間，相當於水稻抽穗期後至黃熟期間。水稻收穫後，成蟲及若蟲除少數殘留於再生株外，大多數移往田埂雜草越冬。

黑尾葉蟬在田間之發生豐度，年度間變化頗大。一般以冬季高溫，春雨較少之年有利於一期稻黑尾葉蟬之發生，八、九月高溫乾旱有利於二期稻黑尾葉蟬之發生。除氣象因素外，食料亦為影響黑尾葉

蟬發生量之重要因子。重施氮肥，水稻發育過於嫩綠之稻田或早植稻田黑尾葉蟬發生量大；栽植感蟲稻種，黑尾葉蟬發生量數倍增於栽植抗蟲稻種者。

黑尾葉蟬之危害對水稻產量之影響，據農業試驗所嘉義分所試驗結果發現，每當黑尾葉蟬密度到達每網十隻以上即行施藥防治，稻穀損失3.27~4.8%；每網超過20隻即行防治，稻穀損失為5.14~10%，依據該項結果，其經濟防治基準應為每網十隻左右。

五、防治方法

（一）田間衛生

於水稻收穫後，儘速翻犁稻田，將殘株深埋土中，以免再生稻成為黑尾葉蟬在休耕期之中間寄主及毒素病之傳染源。此外在水稻收割後應清除田埂雜草，以防黑尾葉蟬之潛伏。

（二）慎選藥劑保護天敵

黑尾葉蟬之天敵種類繁多，較普遍之寄生蜂有毛小蜂科之 *Paracentrobia andoi*, *Oligosita shibuyae*；魁小蜂科之 *Gonatocerus* sp., *Anagrus* sp.；頭虻科之 *Tomosvaryella oryaeetora*, *Pipunculus* spp.；蟲生菌科之 *Entomophthora* sp.及多種捕食性蜘蛛類。廣效性，殘毒較長之藥劑對這些天敵毒性頗大，宜選用選擇性殺蟲劑或殘毒較短之藥劑於稻蟲防治。





(三) 藥劑防治

1. 預防黑尾葉蟬傳播毒素病：在黃萎病或黃葉病發生較嚴重地區，應注意水稻秧苗期及發育初期對黑尾葉蟬之防治，以預防其傳播毒素病，防治方法分別列述如下：

(1) 水稻育苗箱藥劑處理：於水稻種子播種時將藥劑如3%加保扶粒劑或3%丁基加保扶粒劑每箱（60×30×4公分）20公克，均勻與土混拌後再撒種，以免秧苗期被黑尾葉蟬媒介毒素病。另於水稻插秧前24小時每箱施用上述藥劑100公克，藥劑處理後以竹桿將部分夾於秧苗上之藥劑掃落土面，並灑水至飽和狀態。插秧時將秧苗連同藥劑植於本田，可防治黑尾葉蟬達3~4週。使用本方法，於插秧後，應避免讓本田之土面露出水面，以免發生藥害。

(2) 本田初期：秧苗於移植前未經藥劑處理者，在水稻移植後5天，每公頃施用3%加保扶粒劑40公斤一次，以控制本田初、中期媒介昆蟲傳染病原之機會。

2. 水稻孕穗期至糊熟期防治黑尾葉蟬：在黑尾葉蟬族群密度每捕蟲網達10隻以上時，可參照植物保護手冊選擇藥劑防治。

識別。植保會刊 5(3):206~210。

2. 林珪瑞。1971。傳播水稻毒素病之飛蝨與葉蟬。pp.307-342。稻作病害。邱人璋編。中國農村復興聯合委員會刊印。臺北。

3. 何火樹、陳慶忠。1968。黑尾浮塵子之生態研究(1)。植保會刊 10:15-36。

4. 邱瑞珍。1978。水稻偽黑尾葉蟬與褐飛蝨之天敵。pp.47-82。水稻病蟲害：生態與流行學。邱人璋編。中國農村復興聯合委員會刊印。臺北。

5. 陳慶忠。1970。黑尾浮塵子之生態研究(IV)，臺灣黑尾浮塵子 (*Nephotettix impicticeps* Ish.) 之生態研究。植保會刊 12:79-90。

6. 陳慶忠。1972。黑尾浮塵子之生態研究(V)，臺灣三種黑尾浮塵子之分布調查。植保會刊 14:41-45。

7. 陳慶忠。1973。臺灣水稻黑尾浮塵子類。pp.108-133。臺灣水稻之害蟲。臺大昆蟲研究室編，中國農村復興委員會出版。臺北。

8. 陳明雄、寒川一成。1969。臺灣產三種黑尾浮塵子。植保會刊 11:109-113。

9. 鄭清煥。1980。第一期稻黑尾葉蟬成長型式及其直接危害經濟防治適期研究。興大昆蟲學報 15:133-144。

（作者：鄭清煥）

六、參考文獻

1. 林珪瑞。1963。兩種黑尾浮塵子成蟲之





電光葉蟬

學名：*Recilia dorsalis* (Motschulsky)

英名：Zigzag striped leafhopper

俗名：電光浮塵子，曲紋浮塵子

一、前言

電光葉蟬為臺灣各水稻栽培區普遍存在之一種害蟲，於中南部在水稻生育後期，族群密度甚高，性極活潑，分散危害，尚無導致嚴重災害之紀錄。經成蟲在秧苗上之接蟲試驗結果致使稻株枯萎之日數較黑尾葉蟬或斑飛蝨為短，其對水稻生育及產量之影響有待進一步評估。在國外，電光葉蟬可媒介橙葉病（orange leaf），Tungro，黃葉病（transitory yellowing）及萎縮病(dwarf)，除黃葉病外其他病害目前在臺灣尚無記錄。

二、危害狀

成蟲及若蟲均棲息於葉片或葉鞘吸取汁液，被害部位不表現變色斑痕，亦不引起煤污病。嚴重被害，葉片尖端乾枯，葉緣捲起黃化，被害徵狀由下位葉往上進展。

三、害蟲概述

（一）分類地位

同翅目 Homoptera

葉蟬科 Cicadellidae

（二）分布

臺灣、中國大陸黃河以南、日本、菲律賓、中南半島、婆羅州、印度、斯里蘭卡等地。

（三）寄主植物

稻、玉米、高粱、粟、小麥、甘蔗及李氏禾等。

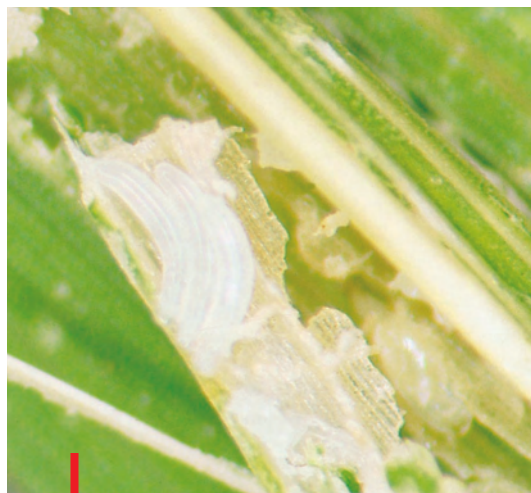


圖一：電光葉蟬雌成蟲。（邱明德）



(四) 形態

1. 成蟲：頭部淡黃褐色，有不明顯之黃色斑紋，複眼褐色，單眼橙黃色、觸角灰白。前胸背板後方及中胸小盾片淡灰色，後者混有暗色。前翅黃白色，上有電光狀之暗褐色斑紋，兩翅合縫處合成一圓形白色紋（圖一），後翅乳白色，半透明，具閃光。體腹側及腳皆為黃色。體長約3.5~4公釐。
2. 卵：長橢圓形，稍彎曲。初產時為白色，後漸變黃色，赤色眼點清晰可見（圖二）。



圖二：電光葉蟬卵塊。（鄭清煥）

3. 若蟲：體黃白色，複眼赤色，胸部雜有不規則之褐色斑紋。腹部末端狹長，紫紅色。成長時體長雄蟲約3.2公釐，雌蟲3.6公釐左右。各齡期特徵如下：

一齡蟲：頭部乳白色，頭頂後區黑色，並具二長尖形斑向前突，腹眼內緣區黑色；頭頂前區具淡褐色斑紋。顏面黑色，複眼赤紫色，觸角絲狀，基部及其周圍黃色，末節黑色。胸部背、腹均黑色，背面中線黃色，前胸並具淡斑一對，中胸背後緣呈波狀，前、中胸兩部之合約與後胸等長。前、中腳形頗類似，基節黑色，腿節大部淡黑色，其他為黃色；後腳略粗，腿節較脛節為短，脛節具9枚刺狀突起，基節、腿節及脛節大部為黑色，跗節為黃色。腹部為乳白色，第一背板具兩個不規則黑斑，第6~9節背板兩側均具前淡後濃之黑色斑紋，且於其背板各具兩對剛毛。腹末端尖細。體長約1.0公釐。

二齡蟲：頭部淡黃色，前頭具較大之褐色斑紋。顏面黃褐。胸部背、腹均褐色，背板中線黃色，前胸背具黃白色雲狀斑，前、後胸背後緣略帶紅色。腳淡黑色。後腳脛節



外側具9枚刺狀突起，腹部乳白色，各節後緣黃色。第1~5節背板具淡黑斑紋1對，7~9節各背板兩側具黑斑紋，第6~8節各具剛毛兩對，腹末具剛毛5對。體長約1.5公釐。

三齡蟲：體黃色，複眼赤黑，頭頂、顏面，胸部背面及後腳褐色，腹部後3節側面淡褐色。中胸兩側向後伸達後胸之半。腹部3~8節各具2對褐色剛毛，體長約1.8公釐。

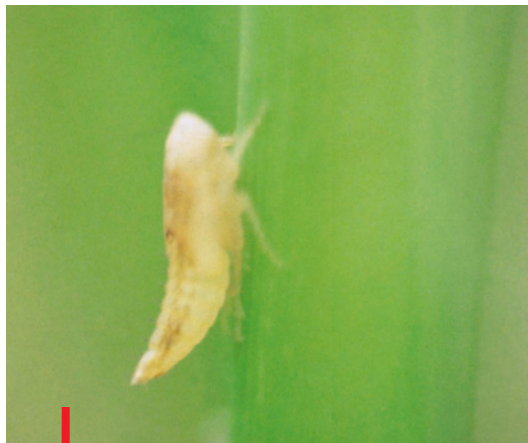
四齡蟲：體黃白色，頭部後緣、胸部背面及後腳褐色。頭部三角形，中、後胸兩側翅芽向後伸及第4腹節中。腹部第3~8節背板各生兩對褐色剛毛。體長約3.1公釐（圖三）。

五齡蟲：體黃白色，複眼灰色，頭頂、觸角、顏面、胸部背面、腳、腹部後3節之兩側及腹部背面之剛毛均褐色。腹部第1~6節背沿中線各具一對褐色斑紋，胸部背面可見不規則之淺色斑。中、後胸兩側翅芽向後伸達第4腹節中點。後腳脛節刺狀突起分二列排成。腹部末節狹長，體長雄蟲約3.2公釐，雌蟲約3.6公釐。

（五）生活史

成蟲主要產卵於葉背中脈（圖四），少

數產於葉片或葉鞘組織內。通常1粒或3~4粒連產一處，產卵痕稍隆起易於辨視。於恒溫箱以秧苗飼育，卵期在20、25、30及35℃平均分別為20.1、11.4、8.7及7.4天。若蟲主要棲息於葉片上吸取汁液危害，性極活躍，其活動力隨齡期而增強，稍受驚擾即跳躍分散。若蟲脫皮五次變為成蟲。在15℃、20℃、25℃、30℃及35℃若蟲期分別為73.7、32.1、18.2、13.0、14.0天；若蟲存活率分別為48.0、50.0、74.0、67.4及59.1%。成蟲產卵前期為4~6日。成蟲壽命在上述溫度分別為23.6、23.4、16.1、12.1及9.5天；每一雌成蟲產卵數，除在15℃不產卵外，其他溫度依序為29.9、93.8、71.0及23.4粒。卵及若蟲發育臨界低溫分別



圖三：電光葉蟬四齡若蟲。（邱明德）





圖四：電光葉蟬產卵痕。（鄭清煥）

為 10.9 及 11.2℃，發育有效積溫分別為 173.9 及 277.6 日度。

四、發生生態

電光葉蟬在臺灣一年可發生 10 個世代以上。冬季棲息於落地禾苗、再生稻及田埂雜草，族群密度很低。四月後，其族群始漸增高，而於水稻抽穗後至黃熟期間形成一高峰。在二期稻秧苗期，本蟲密度頗高，但插秧後族群分散，密度又告下降，至九月下旬至十月上旬始再增加，而於水稻糊熟期至黃熟期又形成另一高峰。

本蟲在臺灣北部發生密度較低，中、南部則發生密度頗高，常與黑尾葉蟬、稻飛蝨類等混棲危害。

五、防治方法

本蟲應特別注意水稻抽穗後期，若其族群密度每捕蟲網超過十隻時，可參照植物保護手冊登記之藥劑任選一種防治。防治方法同黑尾葉蟬。

六、參考文獻

1. 林珪瑞。1972。傳播水稻毒素病之飛蝨與葉蟬。pp.307-341。稻作病害。邱人璋編，中國農村復興聯合委員會刊印，臺北。
2. 邱明德、邱正儀。1996。電光葉蟬發育與溫度需求及其化學防治。高雄區農改場研究彙報 7(2):29-37。
3. 屈天祥。1982。水稻害蟲、電光葉蟬。pp.112-113。農業昆蟲學（第二版）。浙江農業大學編著，上海科學技術出版社出版。

（作者：鄭清煥）



白翅葉蟬

學名：*Thaia rubiginosa* (Motschulsky)

英名：Small yellow leafhopper

俗名：黃姬浮塵子、小黃浮塵子

一、前言

白翅葉蟬（或稱黃姬浮塵子）為臺灣早期採用露天秧床，育苗期發生密度與危害最嚴重之一種葉蟬。在本田期，族群密度於水稻生育後期達到最高，對水稻稔實率及產量影響顯著。稻田大量使用殺蟲藥劑防治害蟲後，本蟲族群已大幅下降，危害並不嚴重，惟今在農藥減少使用情況下與黑尾葉蟬及電光葉蟬之族群有逐漸增高之可能。

二、危害狀

白翅葉蟬之成若蟲均以刺吸式口器自葉片吸取汁液，破壞葉綠素，初期葉片呈現零星小白斑，若取食時不受外界干擾，則往往可在同一葉片連續取食，被害部分之小白斑連成長短不一如線狀之白色點狀條紋（圖一），最終白色條斑漸轉為褐色。被害嚴重時影響植株光合作用及吸呼作用，阻礙稻株生長發育及水稻之稔實率。

三、害蟲概述

（一）分類地位

同翅目 Homoptera

葉蟬科 Cicadellidae

（二）分布

臺灣、中國（華中、華南）、日本（九州、沖繩）、印度、馬來西亞等地。



圖一：白翅葉蟬取食痕。（鄭清煥）





(三) 寄主植物

禾本科植物（稻、甘蔗、小麥、菱白、玉米、高粱、稗、雀稗、毛穎雀稗、匍黍草、竹葉草、李氏禾、牛筋草、狗牙根）及菊科植物（藿香薊）等。

(四) 形態

1. 成蟲：頭、胸及腹部腹面橙黃色，腹部背面黑褐色。複眼黑色，觸角淡黃色。頭部前緣兩側各有一半月狀白斑。前胸背板中央有一灰黃色菱形斑，其兩側各有一個小白點。前翅灰白半透明，在陽光下有虹彩閃光（圖二）。體長雌蟲3.5~3.7公釐，雄蟲3.3~3.5公釐。
2. 卵：長圓筒形，長約0.7公釐，略彎曲，前端尖，後端鈍圓，表皮柔軟，初產下為乳白，其後出現眼點於尖端，卵色轉為赤褐色。
3. 若蟲：乳白至淡黃綠色，體表上有許多細長毛，在腹部各節背面排成橫行，在各節兩側具淡褐色斑紋。若蟲五齡，各齡期特徵如下：
 - 一齡蟲：體長約1公釐，初呈乳白，取食後呈淡黃綠色，複眼紅色，近菱形。
 - 二齡蟲：體長約1.36公釐，呈淡黃綠色。
 - 三齡蟲：體長約1.97公釐，淡黃綠色，複眼紫褐色，近橢圓形，翅芽超過第2腹節。

四齡蟲：體長約2.30公釐，淡黃綠色，複眼紫褐色，腎臟形，翅芽超過第3腹節。

五齡蟲：體長約3.24公釐，淡黃綠色，體上雜有淡紫色小圓圈，翅芽超過第4、5腹節。

(五) 生活史

該葉蟬成蟲產卵於稻葉中脈內，產卵部位於產卵後數日可在中脈上發現呈1至4公分細長赤褐色產卵痕，其內可見數粒至數十粒並排產成一行。卵期在25℃約14.2天；28℃為11.1天。以上午8~10時左右為孵化盛期，孵化後若蟲聚集棲息於稻葉背取食，不太活動，受到干擾，則迅速向前斜行，不善跳躍，因此如無外界騷擾，往往連續24小時在同一葉片取食，致其被害部通常由若干小白斑連成如線之白紋。據松田（1928）觀察，1至5齡若蟲各齡分別可造成273、169、476、734及1131個斑痕，其排泄數分別為93、69、176、234及467滴，若蟲期分泌蜜露數合計為1099滴。若蟲期在25℃約19天；27℃16.5天。成蟲多於白天羽化，以上午較多，性活潑，善跳躍，飛翔，受干擾即快速橫行或斜行躲避或飛躍他處。成蟲壽命頗長，經飼育觀察，雄蟲壽命最短為2日，最長為35日；雌蟲則由2日至99日。另據屈天祥（1982）之報告，成蟲平均壽命40.5至62.9天，部份個體尚可達100~200天；產卵前期由10~30餘





圖二：白翅葉蟬成蟲。（鄭清煥）

天；產卵期10~40餘天，每一雌成蟲產卵數20~190粒，平均約56粒。成蟲取食可造成250~350取食斑點，最高可達562斑點；每日排出蜜露滴數變異頗大，由19滴至154滴（每滴直徑2~4公釐）。

四、發生生態

白翅葉蟬在台灣年發生8~9個世代，成蟲終年可見，具趨嫩綠及較強的群聚性。在早春在來稻秧床上蟲數佔飛蟲及葉蟬類之78.4至89.7%；於粳稻為92.5至99.5%，在來稻或粳稻秧床每網平均各掃到2.9隻或15.54隻。在誘蟲燈下，成蟲羽化高峰出現於五至六月及九至十月。在水稻收割後即

大量棲息於溝旁之李氏禾、甘蔗、小麥或其他雜草上。雨量為影響白翅葉蟬族群之重要因素。其寄主天敵有鎌蜂2種及撚翅蟲1種，但總寄生率只達0.44%。此外在田間亦可發現捕食性蜘蛛之捕食成、若蟲。本蟲在臺灣之生態尚不完整，有待進一步詳細觀察。

五、參考文獻

1. 林桂瑞。1951。臺中白翅浮塵子之生態觀察。農業研究 2(1):32~49。
2. 松田盛行。1928。キイロヒメヨコバヒに關する調査。臺灣總督府中央研究所農業部彙報 62:35。
3. 陶家驊。1966。白翅浮塵子。臺灣植物保護工作(1940~1965)昆蟲篇，劉廷蔚先生六十紀念文集。299p。
4. 屈天祥。1982。白翅葉蟬。pp.109-112。農業昆蟲學。浙江農業大學編著，上海科學技術出版社出版。

（作者：鄭清煥）



稻粉介殼蟲

學名：*Brevennia rehi* (Lindinger)

俗名：粉介殼蟲

一、前言

在臺灣過去紀錄危害水稻之粉介殼蟲有稻粉介殼蟲(*Trionymus taiwanus* Takahashi)及灰白介殼蟲(*Dysmicoccus boninsis* (Kuwana))兩種。1967年間於臺中區農業改良場水稻田發現另一種粉紅色粉介殼蟲危害水稻葉鞘內側，於1988年在臺中縣龍井鄉及1993年在臺中縣大甲鎮發現類似之粉介殼蟲，局部危害水稻，被害株抽穗不良，經鑑定該粉介殼蟲乃是另一種叫紅粉介殼蟲者，其學名為*Heterococcus rehi* Lindinger，其後改為*Brevennia rehi* (Lindinger)。1989年後均在同地區小面積發生，並於彰化縣及臺中縣沿海鄉鎮二期稻水稻生育後期零星發現遭受該蟲之危害，但其他多數稻區均未有發現，可見該蟲係水稻上罕見之害蟲。但粉介殼蟲一旦發生，將使孕穗期中之稻穗被害後呈不孕或不能抽穗，影響產量甚鉅。

二、危害狀

粉介殼蟲常棲息於葉鞘內側及孕穗期之穗苞中群集危害，吸食稻汁，並有白色粉狀臘質分泌物。初期危害稻株，外觀不

易察覺，當密度升高，稻株逐漸呈現矮化，葉片尖端褐化（圖一），枯萎至死亡，被害稻通常不能抽穗，少數抽穗者多不稔實（圖二、三）。由於若蟲分散能力有限，田間被害稻株常程塊狀分佈，且稻株間蟲數有很大變異。

三、害蟲概述

（一）分類地位

同翅目 Homoptera

粉介殼蟲科 Pseudococcidae



圖一：田間水稻被紅粉介殼蟲危害，植株矮化、黃化。（劉達修）



(二) 分布

臺灣、孟加拉、尼泊爾、巴布亞、新幾內亞、波多黎各、印度、巴基斯坦、沙烏地阿拉伯、緬甸、印尼、澳大利亞、美國南部。

(三) 寄主

水稻、大黍、牛筋草、雙穗雀稗、畔茅、刺殼草、狗牙根、水莎草、埃及指梳、假馬唐、亨利馬唐、野稗、水稗、林投、匍地黍、大理草及甜玉米等。

(四) 形態

1. 成蟲：雌成蟲為無翅長卵形體軟粉紅色，體表被覆臘狀粉絮，體長5公釐，觸角6或7節，通常7節。足細短，後足腿節及脛節有許多透明小孔，爪無齒。雄成蟲體型較小、細長、黃白色，中胸上具膜狀翅一對，腹部末端具一針狀突起，無口器。
2. 卵：長卵形，長約0.3公厘，淡黃色，通常成串地被產於臘絮袋內。
3. 若蟲：甫孵化若蟲卵形，淡黃色，群聚由雌成蟲所分泌之臘絮袋內，經6-24小時後體色漸變暗黃，開始爬行分散，尋找適當位置行固定生活，1至2天後其體表被覆臘狀粉絮，若蟲經兩次脫皮而變為成蟲。

(五) 生活史

據陳等（1997）以大黍莖節在28℃室溫下飼育，卵呈長圓形，長約0.25公釐，呈



圖二：水稻孕穗期聚集於稻穗上之紅粉介殼蟲。（劉達修）

淡黃色，通常散生於分泌之臘粉間或堆藏於成蟲腹部下之白色臘棉絮的卵囊內，數粒聚集成堆。卵期5~7日。初孵化之若蟲，體長約0.47~0.5 公釐，呈赤紅色，六足發達，活動性強，經3~4日脫皮；第二齡若蟲體長約0.55~0.75 公釐，後期開始較長時間之固定取食，並分泌白色臘粉遮覆蟲體，脫皮不易發現。產卵期之雌成蟲體長約2.6~2.9公釐。每一雌成蟲產卵66至172粒，





圖三：抽穗後被紅粉介殼蟲危害情況。（劉達修）

平均112粒，分3~4次產畢。產卵後之雌蟲可繼續存活20~30日，體色逐漸變為紫色，蟲體逐漸縮小而死亡。本蟲於若蟲期在外觀無法分辨雌雄性，惟雄性體形較小，進入三齡時體形變長，分泌白色蠟絲，在蟲體外形成薄繭，出現翅芽和雄性交配器，口器退化，稱為預蛹期，經過一次脫皮後



圖四：紅粉介殼蟲雌成蟲。（劉達修）

進入蛹期，再經脫皮即羽化為成蟲。從卵孵化至結薄繭歷時約12日，預蛹期及蛹期5~6日。羽化出繭之蟲體為鮮紅色，具透明翅一對，體長約0.75~0.8公釐，具明顯之觸角及尾錐，體細長，活動性強，壽命約6~8天。據國外報告，本蟲同時可行孤雌產卵及產仔生殖，17-37天可完成一個世代。

四、發生生態

本蟲主要發生於臺中縣及彰化縣沿海鄉鎮，尤其在臨近稻田中間寄主雜草較多，稻田保水力較差之地帶發生較多，實施水稻再生栽培地區被害較重。若蟲可藉螞蟻搬運或由田埂雜草遷入稻田危害水稻，被害稻株常呈塊狀分佈，高溫乾燥有



利於本蟲之存活及繁殖，水稻在缺水狀態，植株之氨基量提高，對本蟲之繁殖尤為有利。冬季族群密度明顯下降，主要存活於雜草或再生稻越冬。

五、防治方法

稻粉介殼蟲因喜棲息於葉鞘及孕穗中，故施藥防治效果不佳，噴撒液劑以滅大松、大滅松、大利松等稍佳。早期施用粒劑亦可見效。

六、參考文獻

- 1.劉達修。1987。水稻粉介殼蟲的發生與防治。中華昆蟲 7(2)：172。
- 2.劉達修、陶家駒。1988。台灣之二種水稻粉蚧（介殼蟲）。臺中區農業改良場研究彙報 20：61-66。
- 3.陳慶忠、柯文華、廖君達。1997。中部地區水稻粉介殼蟲的野生寄主植物及生活史調查。臺中區農業改良場研究彙報 57:49-54。
- 4.Williams, D. J. 1970. The mealybugs (Homoptera : Coccoidea, Pseudococcidae) of sugarcane, rice and sorghum, Bull. Ent. Res. 60:109-188。
- 5.Dale. D. 1994. Rice mealybug, *Brevinnia rehi* (Lindinger) pp.368-369 in: Biology and management of rice insects. Heinrichs, E. A. ed. IRRI, Los Banos, Philippines.

（作者：劉達修）





長角麥蚜

學名：*Sitobion akobiae* Shinji

英名：English grain aphid

一、前言

長角麥蚜為世界性麥作重要害蟲。本蟲在臺灣第一期稻發育初期危害嫩莖，第二期稻抽穗後危害稻穗，此兩時期通常處於較涼爽、少雨之時期。本蟲之危害水稻雖尚無嚴重成災之紀錄，但發生密度高時被害稻穀粒褐變、乾扁且污黏，對產量及品質均具影響。

二、危害狀

長角麥蚜之成蟲及若蟲均以刺吸式口器於嫩葉、嫩莖及幼穗吸食養液，在水稻生育初期，成蟲及若蟲都群集於葉背或嫩莖上危害，被害部呈現黃色小斑，影響植株發育，密度高時可導致稻株黃化枯萎，在抽穗期後，被害嚴重者多莠而不實，若結實其品質及產量亦受顯著影響。除直接危害外，蚜蟲所分泌之蜜露可誘發污煤病，影響稻株之光合作用，而導致穀粒不充實外，並使稻穀褐變，影響稻穀之商品價值。

三、害蟲概述

(一) 分類地位

同翅目 Homoptera

蚜蟲科 Aphididae

(二) 分布

稻、麥種植地區均有分布，包括臺灣，中國大陸、韓國、日本、美洲、歐洲及非洲等地。

(三) 寄主植物

水稻、小麥、大麥、燕麥、裸麥、稗、甘蔗、茭白、早熟禾、看麥娘、李氏禾、馬唐、雙穗雀稗、狗牙根等禾本科作物及雜草。

(四) 形態

1.無翅胎生雌蚜：體色隨季節變異，冬春為深綠，其後隨溫度增高而轉淡綠，夏季為淡黃綠色，十月後轉為淡綠，至十二月低溫又轉為深綠。複眼深紅，胸部背面兩側有暗褐色斑紋。腹背兩側各有6個暗褐色斑點。觸角六節，與蟲體等長或略長，第三節基部有圓形感覺器0至4個，第五、六節各一個。腹管黑色，其長度約為管中央部位之10倍，管之末端具網狀紋。尾片為淡黃色，其長度約為腹管之三分之二，兩側各具毛3根。體長2.3至2.9公釐（圖一）。





圖一：長角麥蚜。（鄭清煥）

- 2.有翅胎生雌蚜：體長1.4至2.8公釐，頭胸部多呈暗綠色，複眼赤褐。頭部額瘤顯著，向外分開。觸角暗褐色與蟲體等長或略長，由6節組成，第三節有感覺器6至18個，第五、六節各有一個。腹部綠色至黃綠色，有時桃紅色，背側各有4個褐色斑紋。翅透明，翅脈淡綠。足及腹管顏色與無翅雌蟲相同。尾片與腹部同色，每側具毛4至5根。
- 3.若蟲：初生若蟲淡綠色，觸角及足均透明，取食後體色轉為綠色或淡黃色，複眼紅色，觸角6節。成長若蟲體長2.1至2.2公釐。

(五) 生活史

長角麥蚜在臺灣周年均行孤雌胎生生

殖，年約可完成34至39代。於室內飼養，無翅雌蟲胎生前期為1至8天，一般為1至2天；在溫度20至28℃間較短，高溫或低溫則延長之。每一雌成蟲胎生量在四月平均為36隻，其後隨溫度之上升而逐漸下降，由於七月溫度太高多數雌蚜不生產，每一雌成蟲平均只產6隻，其後產仔數又逐漸回升，十月為18隻，十二月23隻，二月為27隻。產仔期於夏季最短為6至10天，春、秋兩季為14至20天，冬季可達25天。有翅雌蚜之產仔數及產仔期均顯著較無翅雌蚜為少，平均為後者之1/2至2/3。成蟲壽命在春、秋、冬三季之平均為15至23天，而夏季則為10至14天。若蟲在初產下時，一般在母體附近棲息，常數隻在一起。若蟲脫



皮4次變為成蟲，溫度對若蟲之活動影響極為明顯，當溫度在32℃以上，即失去活動能力，在8℃至12℃間呈蟄伏狀態，20℃至28℃間為其生活之適溫。若蟲期在十二月至三月間為9.1至12.8天，夏季為10至11天，其他各季在7至9天。

四、發生生態

長角麥蚜在臺灣冬季並無明顯越冬現象，一般於二期稻收割後於田埂雜草，再生稻或小麥上越冬，於一期稻插秧後以有翅型個體遷入稻田，其所產的後代大部為無翅型，少數為有翅型繼續遷移分散。其族群於水稻分蘗中期形成一小高峰，另於五至六月水稻抽穗後，族群迅速增殖，形成另一高峰，密度為前者之數十倍。六月中旬至下旬間為第一期水稻黃熟期，多發生有翅雌成蟲，一旦水稻收穫，紛向田邊雜草移動，田間族群驟然下降。第二期稻於七月下旬插秧後至九月中、下旬，由於高溫多雨，不適蚜蟲生育繁衍，田間蚜蟲密度極低，但十月上旬後氣溫轉涼少雨且適二期稻抽穗期，環境極適蚜蟲之繁衍，其族群密度迅速竄升，而於十月中旬後形成二期稻之蚜蟲族群高峰，十月下旬後水稻進入黃熟期，產生有翅成蟲，而遷出稻田。二期稻抽穗後蚜蟲之族群密度受九月及十月雨量影響至大，多雨之年發生密度低。

長角麥蚜在臺灣，因溫度、濕度及食料等適其發育生長，終年皆行孤雌生殖，無明顯之越冬現象。同一雌蟲可產生有翅及無翅型個體，在環境適宜時以無翅型個體為主；反之，則多發生有翅型個體以資遷移。而有翅雌蟲在遷移後，若獲得適宜環境則繼續產生無翅個體，但每一世代中不能完全胎生有翅型或無翅型個體。

五、防治方法

(一) 農業防治

清除田邊禾本科雜草以減少蚜蟲之孳生源。

(二) 生物防治

蚜蟲天敵種類繁多，主要者有瓢蟲（如龜紋瓢蟲、七星瓢蟲等）、食蚜蠅、寄生蜂、草蛉、蜘蛛、步行蟲和寄生菌等。在發生密度低時，天敵可自然控制其族群發生。

(三) 化學防治

政府尚無推薦藥劑於防治長角麥蚜，惟於防治水稻害蟲之藥劑中，如50%達馬松（Tamaron）溶液2000倍，50%歐殺松（Orthene）可濕性粉劑1500倍，40.8%陶斯松（Dursban）1500倍，40%丁基加保扶（Marshal）可濕性粉劑1200倍及50%培丹（Padan）水溶性粉劑1000倍等推薦於防治其他作物之蚜蟲，可選擇與瘤野螟或斑飛蝨共同防治。



圖二：玉米蚜。（鄭清煥）

「附註」：危害水稻之莖、葉及穗部之蚜蟲尚有玉米蚜（*Rhopalosiphum maidis* Fitch）（圖二）。本種亦可危害玉米、麥、粟及其他禾本科雜草。其色彩，形態與長角麥蚜相似，但體型較小，體長約 2.3 公釐，觸角較體長之一半為短。腹管很短，中部



圖三：紅腹根蚜。（鄭清煥）

稍膨大，上具明顯之覆瓦狀紋，腹管基部附近之體色以及尾片均呈濃綠，易與長角麥蚜區別。玉米蚜周年亦作孤雌胎生雌成蟲具有翅與無翅兩型。其發生經過與危害與長角麥蚜略同，唯本種較喜歡危害玉米。

紅腹稻根蚜（*Rhopalosiphum rufiabdominalis* (Sasaki)）（圖三）及麥縊蚜（*Rhopalosiphum padi* (Linnaeus)），主要乾田期危害水稻地面上根部在網室栽培稻，亦可危害穗頸及穀粒（圖四）。前者體色赤褐色至淡黃綠色，腹部後方帶赤色，角狀管尾片暗褐色，在冬季全體被有白色臘粉。後者頸部暗黑色，胸腹部暗綠色，但腹部後方角狀管基部周邊多數呈赤色，尾



圖四：紅腹根蚜危害稻穗。（鄭清煥）

片與體同色或為淡黃色。此兩種在臺灣危害水稻並不嚴重。

六、參考文獻

1. 謝昭彥。1970。臺灣省危害水稻蚜蟲類（Ⅰ）長角麥蚜（*Sitobion avenae* (Fabricius)）之生物學研究。植保會刊 12:1-13。
2. 謝昭彥。1970。臺灣產危害水稻蚜蟲類（Ⅱ）紅腹稻根蚜 *Rhopalosiphum rufiabdominalis* (Sasaki) 之生物學研究。植保會刊 12:68-78。
3. 森津孫四郎。1982。日本原色アブラムシ圖鑑。p.261, 424, 427。全國農村教育協會出版，日本東京。
4. 飯島鼎、田中正。1953。麥アブラムシ類の生態並びにその被害に関する研究。農業技術研究報告 3：1-41。
(作者：鄭清煥)





黑椿象

學名：*Scotinophara lurida* (Burmeister)

英名：Black rice bug, Black bug

一、前言

黑椿象為臺灣日據時期水稻五大害蟲之一，主要分佈於平地水稻栽培區，在高屏地區二期稻屢遭危害，1905至1907年間曾在北部大發生，1961及1962年分別於中部及東部地區造成嚴重危害，其後由於稻田普遍使用合成化學殺蟲劑，目前本蟲已成為潛在害蟲，未曾有再造成災害。按文獻記載危害水稻主要黑椿象有三種，即 *Scotinophara lurida* (Burmeister), *S. coarctata* (Fabricius) 及 *S. latiuscula* Breddin；前一種分佈於日本、韓國、中國、臺灣及東南亞；第二種為東南亞國家之主要分布種，且具很強的遷移性；第三種則只分佈於印尼及菲律賓。三種黑椿象之危害習性類似。

二、危害狀

成、若蟲在白天棲息於稻株近水面基部吸取汁液，不太活動，於夜間則活躍於稻株上部，取食、交尾，產卵。在分蘗期嚴重被害可能導致枯心，葉片轉黃或紅褐色，分蘗數減少，發育受阻；在孕穗期被害，無稻穗、稻穗變短或無法正常抽出，

產生白穗；在乳熟期，黑椿象於夜間危害穀粒，造成斑點米、不稔穀粒增加。任何生長期水稻之嚴重被害均可導致稻株枯萎產生所謂之“椿燒”。

三、害蟲概述

(一) 分類地位

半翅目 Hemiptera

椿象科 Pentatomidae

(二) 分布

日本、韓國、中國（淮河以南）、臺灣及東南亞地區。

(三) 寄主植物

水稻、茭白筍、甘蔗、玉米及粟等。

(四) 形態

1.成蟲：體長約 9 至 10 公釐，雄蟲較雌蟲略小。全體黑色無光澤，表面粗硬，密佈點刻。頭部向前方突出，基部兩側具凸出之複眼，觸角 5 節灰褐色；口喙伸達中足之間。前胸背板前緣角向側方突出超越複眼之外緣。小盾板大，呈舌形，後端幾達腹末。前翅革質部黑色，膜質部淡褐色；腳及腹面紫黑色，跗節灰褐





圖一：黑椿象成蟲。（鄭清煥）

色。雄蟲腹部末節背面有圓形之生殖孔，而雌蟲則有縱溝兩條（圖一）。

2. 卵：鼓形，直徑約0.8公釐，高1公釐，初產下呈黃褐色，孵化前變暗綠色，表面平滑，上端中央隆起，全面稍白色，卵粒常呈兩行縱列，每卵塊含卵12至13粒。
3. 若蟲：共5個齡期，初孵化時，體長約1

公釐，近圓形；體紅褐色，頭、胸部稍深暗，複眼紅色，觸角4節；腹部背面第3至5節各具臭腺一對，開口處圍有橢圓形暗色斑紋。第二齡後體形漸大，漸呈橢圓形，體色漸深。第五齡體長約8~9公釐，寬約5公釐，體淡褐密佈黑點，觸角4節。末節稍帶紫色；翅芽黑色，腹部臭腺口黑褐色（圖二）。

（五）生活史

雌成蟲通常產卵於近水面之稻株基部葉鞘或葉片上，每卵塊12~13粒，分2~3行排列，每一雌成蟲可產卵200粒左右。產卵後雌蟲通常守候於卵塊旁，直至卵孵化。卵期在三至四月為6~12日，五至十月為3~8日。初齡若蟲聚集於卵殼旁，第二、三齡若蟲多群聚稻株基部取食，後漸分散危害。若蟲共脫皮4次有五齡。若蟲期在四、五、六、十月為45~48日，八、九月為25~41日。成蟲具趨光性，若環境不良時，常於月圓前後5天有向外遷飛之習性，在環境適合情況下，白天棲息於稻基部，傍晚以後及陰天則爬至稻株上部活動取食危害。成蟲壽命頗長，可存活4~7個月。

四、發生生態

黑椿象在臺灣一年可發生2個世代，越冬世代成蟲於三月下旬產卵，第一世代成

蟲出現於六月下旬，分散至禾本科雜草危害，七月中旬二期稻移植後，又侵入稻田中產卵繁殖危害，第二代成蟲陸續出現於九月中、下旬至十一月上旬，在田間取食一段時間後遷出稻田而潛於附近山野之雜草、稻株、石礫或土縫中越冬至翌年三月始再出現於田間危害。由於成、若蟲喜歡潮濕環境，因此施用較多氮肥，植株茂密或直播稻田較為成蟲喜歡遷入產卵。於水稻成熟時，成蟲則於月圓時往外遷移尋找新棲息場所。黑椿象是典型的K型害蟲，適應於各種水稻生態區，產卵量較少，雌成蟲具護卵習性，並具有很強的遷移分散性，以尋求適宜之棲地。

五、防治方法

(一)清除田埂雜草，並於收穫後盡快翻耕稻

田，以減少其越冬場所。

(二)避免早植、密植及施用過多氮肥，保持通風，以減少成蟲前來產卵。

(三)黑椿象多產卵於稻株基部，於產卵期先降低水位可降低其產卵部位，然後每隔4~5天再灌深水1次，每次浸水24小時，持續2~3次，即可浸殺大部分卵塊。

(四)目前尚無用於防治黑椿象之正式登記藥劑，似撲滅松、芬殺松等有機磷劑以及加保利等氨基甲酸鹽劑應具防治效果。

六、參考文獻

1. 未具名。1944。農作物害蟲。pp.1110-1122。臺灣農家便覽（第六版），臺灣農友會出版。
2. 朱耀沂。1973。黑椿象。pp.21-24。臺灣



圖二：黑椿象若蟲。（鄭清煥）



水稻害蟲。臺灣大學植物病蟲害系昆蟲研究室編。中國農村復興委員會出版。

3. 易希陶。1977。黑椿象。pp.27-30。經濟昆蟲學。國立編譯館出版。
4. 屈天祥。1962。黑椿象。pp.177-79。農業昆蟲學。浙江農業大學編著。上海科學技術出版社出版。
5. 高橋良一。1949。臺灣に於けるイネクロカメムシ。Matsumushi 3(4):105~108。
6. Chang, P. M., K. Ito, and N. S. Nik Mohd, Noor. 1991. Migration and management of the Malayan black rice bug, *Scotinophara coarctata* (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae) in Kerian, Malaysia. pp.229-246 in: Migration and Dispersal of Agricultural insects. Nat. Inst. Agro- Environ. Sci. Japan.
7. Dale, D. 1994. Insect pests of rice plant-Their Biology and Ecology. pp.363-486 in: Biology and management of rice insects. Heinrichs ed. E. A. IRRI, Los-Banos, Philippines.
8. Miyamoto, S. N. A. Torres, B. H. Habibuddin, R. Montri, T. Fujimura, T. Thieng, and O. Mochida, 1983. Emerging problems of pests and diseases: The black bug in southeast Asia. A paper presented at the Intern. Rice Res. Conf., IRRI. Los Banos, Philippines, 18-23 Apr: 1, 33pp.

(作者：鄭清煥)





小稻蝗

學名：*Oxya hyla intricata* (Stål.)

英名：Small rice grasshopper

俗名：草蜢仔

一、前言

小稻蝗在臺灣日據時期為水稻「大害」之害蟲，在1950年代使用合成化學殺蟲劑後，已成為潛在害蟲，目前在稻田為常見害蟲之一，尤以休耕田旁之稻田發生密度稍高，其危害尚無成災之紀錄。*Oxya* 屬除小稻蝗危害稻作外尚有長翅蝗（*Oxya japonica*）(Thunberg)，臺灣長翅稻蝗（*Oxya chinensis formosana* Shinaki）、中華稻蝗（*Oxya chinensis* (Thunberg)）及細稻蝗（*Oxya acuminata* Willemse），其形態、習性均與小稻蝗極相近。

二、危害狀

成蟲及若蟲均以咀嚼式口器沿葉緣咬食成缺刻（圖一），嚴重時整葉食光殘存中脈。水稻抽穗後，未成熟之穀粒亦常遇害，使稻穗不能結實。

三、害蟲概述

（一）分類地位

直翅目 Orthoptera

蝗蟲科 Acrididae

（二）分布

臺灣、華南、韓國、日本、越南、菲律賓、馬來西亞、印尼、印度。

（三）寄主植物

稻、茭白、甘蔗、玉米、高粱、麥、甘藷、豆類、茅草等。

（四）形態

1. 成蟲：黃綠色，頭部略呈三角形，向前突出。觸角赤褐色絲狀，雌蟲短於頭及前胸背板之和，雄蟲則較兩者之和略長。複眼卵形，具光澤之褐色。前胸背板與頭部同寬，兩側有黑褐色之寬縱條紋，於雌蟲達於前翅之基部，雄蟲則至前翅之前緣中央。前翅革質細長，灰褐色，其後方逾腹端，前緣基部，成三角形之突出；後翅寬而透明，翅脈黑色。雌蟲最後一節之腹面無棘狀突起，雄蟲之尾毛寬短而端尖。體長包括翅端為30~39公釐（圖二）。

2. 卵：圓柱形略彎曲，黃白色有光澤，長





圖一：小稻蝗危害水稻幼苗情形。（鄭清煥）

約3公釐，寬0.9公釐，產成卵塊。卵塊呈泡膠經袋型，內含卵粒數個至60餘個，平均在33個左右，分上下兩行斜行排列，卵粒兼有堅韌之膠質間隔。

- 3.若蟲：有6個齡期，初孵化時為淡綠色，後漸變綠色，兩側縱紋明顯，至三齡若蟲時長出翅芽（圖三）。

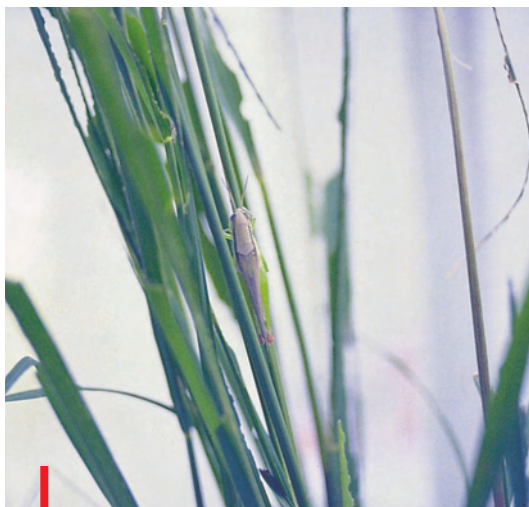
（五）生活史

成蟲一般產卵於1.2至1.6釐米深之土中，偶爾產於稻葉或葉鞘上，數粒至60餘粒成一卵囊，卵囊為暗褐色膠質，呈扁平形，長約13公釐，寬8公釐，每雌可產卵塊1~3塊。卵期於夏季約為15至20天，冬季

20至50天。若蟲通常脫皮5次後變成蟲；若蟲期在夏季歷時50至60天，冬季約為90至120天。老齡若蟲一般於早晨羽化，經2星期後開始交尾，交尾時刻多在上午6~10時。成蟲一生可多次交尾，經10至20餘天開始產卵，成蟲壽命可達3個月左右。若蟲與成蟲群棲葉上，沿葉緣而食，性活潑，稍受驚擾常往葉片或株背躲藏，續受驚擾即跳躍逃避。

四、發生生態

在臺灣一年發生2個世代，以卵越冬。第一世代若蟲於四月孵化，若蟲危害第一期稻，成蟲於六、七月出現。成蟲羽化後經10日左右開始產卵，孵化之蝗蝻危害二



圖二：小稻蝗成蟲及危害狀。（鄭清煥）



圖三：小稻蝗若蟲。（鄭清煥）

期稻，第二世代成蟲於九至十月間出現。水稻收穫後成蟲移居甘蔗及其他中間寄主，並產卵於土中或在植株間越冬。

五、防治方法

小稻蝗在臺灣危害並不嚴重，尚無登記藥劑可供防治，惟一般用於防治其他水稻害蟲之有機磷劑及氨基甲酸鹽系劑對它均具毒效。

六、參考文獻

1. 楚南仁博、福田計。1926。臺灣產2~3蝗蟲類の生活史。臺灣博物學會會報 16:5~22。

2. 素木得一、一色周知、三輪勇四郎、高橋良一、楚南仁博。1934。臺灣農作物病蟲害防除要覽。第二篇，普通作物の害蟲。臺灣總督府殖產局出版。144p。
3. 朱耀沂。1973。小蝗。pp.134-145。臺灣水稻之害蟲。臺灣大學農學院植物病蟲害系昆蟲研究室編，中國農村復興委員會出版。臺北。
4. 屈天祥。1982。水稻害蟲~稻蝗。pp.219-222。農業昆蟲學（第二版）。浙江農業大學編著，上海科學技術出版社出版。

（作者：鄭清煥）



水稻薊馬

學名：*Stenchaetothrips biformis* (Bagnall)(稻薊馬)

Haplothrips aculeatus (Fabricius)(稻管薊馬)

英文：Rice thrips(稻薊馬)

Cereal thrips(稻管薊馬)

一、前言

據文獻上記載，在臺灣危害水稻之薊馬種類有稻薊馬（*Stenchaetothrips biformis* (Bagnall) = *Thrips oryzae* Williams）、稻管薊馬（*Haplothrips aculeatus* Fabricius）、臺灣花薊馬（*Frankliniella intonsa* (Trybom)）等三種，但在中國大陸，除上述三種外尚有禾薊馬（*Frankliniella tenuicornis* (Uzel)）、豆薊馬（*Taeniothrips distalis* Karny）、黃帶薊馬（*Taeniothrips flavidulus* (Bagnall)）、蔥薊馬（*Taeniothrips alliorum* Priesner）及中國薊馬（*Haplothrips chinensis* Priesner）等亦常於稻田中發現。上述種類中，以稻薊馬分布最廣，主要危害秧苗及分蘗期水稻之葉片，其他種類均於水稻抽穗以後危害花器，影響水稻之稔實率，本節僅就稻薊馬與稻管薊馬兩種分別介紹如下：

二、危害狀

稻薊馬危害苗期及分蘗期水稻葉片，

成、若蟲均以銼吸式口器銼破葉片表皮吸食汁液，致使葉片表面呈現微細蒼白斑點（圖一）。被害葉片以新抽出之嫩葉為主，首先由葉片尖端向內捲起，成、若蟲躲藏其內取食，隨被害之進展，捲折葉片逐漸向上延伸（圖二）。嚴重被害葉片枯黃，發育受阻，停止分蘗，甚至成片枯死，如火燒狀。早植稻被害較嚴重，尤以間作區之早



圖一：稻薊馬成蟲及其取食痕。（鄭清煥）



植之孤立稻田尤為嚴重。在水稻抽穗後開花期成若蟲可潛入穎殼內，危害穎殼內壁子房，被害部位褐化，子房停止發育，可導致不稔或米粒變形；在糊熟期後可危害穀粒，而致使米粒變形，被危害部位產生縱裂或橫裂，胚乳部分露出，而感染菌類黑變，被害穀粒被稱為「黑點徵狀米」。

稻管薊馬主要在水稻抽穗期危害花器，甚少在葉片上危害。成、若蟲在穎殼的內壁及子房上危害，嚴重時穎殼變為黃褐色而形成空殼，被害粒具黑斑，其危害尚無成災記錄。

三、害蟲概述

(一) 稻薊馬

1.分類地位

縷翅目 Thysanoptera

薊馬科 Thripidae

2.分布

臺灣、印度、斯里蘭卡、印尼、馬來西亞、泰國、越南、菲律賓、中國、日本、巴基斯坦等地。

3.寄主植物

稻、大麥、小麥、玉米、茭白、李氏禾、看麥娘、稗及雙穗雀稗等。

4.形態

(1)成蟲：體黑褐色，雌體長1.1至1.3公釐，雄 1.0至1.1公釐。頭略呈正方形，觸角7節，第2~4節色淡，

其餘各節黑褐色，第3、4節各有一叉狀感覺錐；單眼間剛毛短，位於單眼三角形連線外緣；前胸背板後緣兩側各有一對長剛毛。前翅淡褐色，第一脈剛毛不連續，有端剛毛3支，後脈剛毛11至13支。雌蟲腹面第9節腹間具彎曲狀產卵器，腹部末端呈錐形；雄蟲腹端呈鈍圓（圖一）。

(2)卵：腎形，長約0.25公釐，寬0.1公釐，產下後初呈白色透明漸變為淡黃，後期可見紅色眼點。

(3)若蟲：一齡若蟲，乳白色，體長約0.3公釐，觸角直伸頭前方，無單眼；二齡若蟲呈淡黃綠色，體長約0.5至1公釐，其他形狀同第一齡若蟲。前蛹（三齡若蟲）呈淡黃色，體長0.8至1.2公釐，觸角向頭兩側伸出，單眼淡褐，翅芽達第3、4腹節。蛹（四齡若蟲）體長同前蛹，體呈淡黃，觸角折向頭背，單眼紅褐色，翅芽達第6、7腹節（圖三）。

5.生活史

稻薊馬成蟲將卵散產於葉片表皮下組織內，卵期在20℃約7.6天，22℃約6天，26℃約4天，29℃約3.5天。孵化若蟲藏於心葉縫間或葉脈和捲縮的葉尖等隱蔽的場所取食。若蟲有群集習性，發育初期





圖二：稻葉被稻薊馬危害，由葉尖開始往下捲徵狀。
(鄭清煥)

不活潑，但中期後行動漸趨活潑，並分散到嫩葉上危害。第二齡以上若蟲大部集中到葉尖上取食，使葉尖枯黃縱捲。三齡若蟲（前蛹）與四齡若蟲（蛹）均不取食，僅能徐徐爬行。若蟲期在 16℃ 約 25 天；22℃ 8.7 天；25℃ 約 6.3 天；29℃ 約 5 天。成蟲羽化後在 20℃ 以上經 1 至 2 天開始產卵，其繁殖方式可以兩性生殖或孤雌生殖方式進行。每一雌成蟲平均可產卵 50 餘粒，成蟲壽命在 15℃ 左右可長達 50 餘天；20 ~ 25℃ 為 20 ~ 30 天；30℃ 以上則只能存活 10 天以下。

(二) 稻管薊馬

1. 分類地位

縷翅目 Thysanoptera

管薊馬科 Phlaeothripidae

2. 分布

廣泛分布於舊北區，包括台灣、中國、日本、韓國、蘇聯、歐洲、北非等地。

3. 寄主植物

水稻、小麥、玉米、高粱、粟、甘藷、李氏禾、看麥娘、稗草等禾本科植物及紫雲英、豆類、瓜類、菊科和蔥等。

4. 形態

(1) 成蟲：體黑褐色，體長雌 1.8 至 2.2 公釐，雄 1.7~1.9 公釐。頭略長方形，觸角 8 節，第 3 節端部外側有一個感覺錐，第 4 節有 2 對，第 5 節有 1 對。單眼間無剛毛。前翅透明，



基部淡褐色，並有短剛毛3支，後緣端部有倒插緣毛5~8支，雌雄腹部末端均呈管狀，其末端具長毛6支。

(2) 卵：腎形，長約 0.3 公釐，初產時白色，略透明，後期變黃色並可見紅色眼點。

(3) 若蟲：第一、二齡若蟲淡黃褐色，腹側有紅色斑紋，腹部末端管狀；第三、四齡若蟲的腹部末端亦呈管狀，體色漸轉為褐色。

5.生活史

稻管蓊馬於水稻孕穗期後始漸遷入稻田，在抽穗前將卵產於捲枯的葉尖內；抽穗後則喜於開花稻穗上產卵。由於雌蟲無產卵管，只能將卵產於植物組織的表面，穎殼或穗軸的凹陷處。卵期於25℃約6天；27℃約4天；若蟲期在25℃約12天；27℃約10天；成蟲產卵前期在25℃約5天；27℃約3天；成蟲壽命在27℃可長達30餘天。每一雌成蟲可產卵20粒左右。

四、發生生態

稻管蓊馬類在臺灣之發生生態尚無文獻可查。按田間被害稻田的觀察顯示，嚴重被害稻田大部分出現於雜作區早植之孤立稻田，考其原因可能是稻管蓊馬自四周禾本科植物上集中侵入稻田危害所致。據中國大陸及日本文獻記載，稻管蓊馬在冬季可在



圖三：稻管蓊馬若蟲（左）及擬蛹（右）。（鄭清煥）

李氏禾、看麥娘、落谷苗、再生稻、小麥、大麥及茭白筍及若干禾本科雜草等寄主越冬，在春暖季節先在越冬寄主繁殖一世代後再遷入稻田危害秧苗，其族群由插秧至分蘖盛期密度直線上升，稻穗分化期後密度下降，孕穗期後即很少在葉片上危害，部份往外遷移，部份轉而危害穎殼。稻管蓊馬之發生密度與溫度具密切關係，溫度高於27℃時，雌蟲比例下降，影響其繁





殖能力。

稻管薊馬於水稻抽穗開花期始大量遷入稻田危害花器，可在水稻上繁殖一個世代，待稻乳熟期後又陸續遷往其他寄主植物取食，晚植稻受害較早、中植稻為嚴重。在臺灣有關上述兩種薊馬，偶有小面積受害，對於其發生情況，寄主轉移以及危害對水稻生育與產量之影響等均有待觀察。

五、防治方法

- (一)整田，插秧前，清除田邊雜草，減少蟲源以防其轉移危害。
- (二)齊一栽植期，可防止其集中危害。
- (三)遭受嚴重危害時，在噴藥防治前，宜先增施一次追肥以促進稻苗之生長，減輕被害程度。
- (四)目前尚無登記應用於稻薊馬防治之藥劑，需要時可參考植物保護手冊推薦於防治其他作物上薊馬之藥劑選擇試用。

六、參考文獻

- 1.川原幸夫。1984。イネのアザミウマ類の生態と黒点症狀米。今月の農薬 28(6):20-24。
- 2.江蘇農學院植保系。1976。江蘇東臺地區稻薊馬的研究。昆蟲學報 19(1):30-50。
- 3.林英明。1984。イネアザミウマの發生生態と黒点症狀米。今月の農薬 28(6):25-29。
- 4.屈天祥。1982。水稻薊馬。pp.161-174。農業昆蟲學第二版。浙江農業大學編著，上海科學技術出版社出版。
- 5.蔡雲鵬。1965。臺灣植物害蟲名彙。台灣省檢驗局出版。278p。
- 6.蕭樂明。1973。稻薊馬。pp.18-20。臺灣水稻害蟲。國立臺灣大學農學院植物病蟲害系昆蟲研究室編，中國農村復興委員會出版。
- 7.鎮江地區農科所。1977。水稻穗期薊馬發生與防治研究。江蘇農學業科技 1977(4):68-74。
- 8.Dale, D. 1994. Insect pests of rice plant-their biology and ecology. pp.363-485 in : Biology and management of rice insects. E. A. Heinrichs ed. IRRI, Los-Banos, Philippines.
- 9.Nugaliyadde, L. and Heinrichs, E. A. 1984. Biology of rice thrips, *Stenchaetothrips thrips biformis* (Bagnall)(Thysanoptera:Thripidae) and a greenhouse rearing technique. J. Econ. Entomol. 77:1711-1775.
- 10.Pathak, M. D. 1977. Rice thrips, pp.46-48. in : Insect pests of rice. IRRI, Los Banos, Philippines.

(作者：鄭清煥)





瘤野螟

學名：*Cnaphalocrocis medinalis* (Guenée)

英名：Rice leaffolder, Rice leafroller

俗名：稻縱捲葉蟲

一、前言

瘤野螟又稱稻縱捲葉蟲，原為臺灣水稻栽培區的偶發性害蟲，但自1970年代以來，各地普遍發生，中南部地區受害尤為嚴重。據統計臺灣每年被害水稻面積均達三萬公頃左右，二期稻受害較一期稻為嚴重，若無防治或防治不當，可影響產量達18~24%，是為臺灣近年崛起的水稻重要害蟲之一。

二、危害狀

瘤野螟以幼蟲危害水稻。第一齡幼蟲啃食葉片表皮形成微細白線，第二齡蟲後將葉片兩邊線綴成縱苞，躲藏其中啃食上表皮及葉肉，僅留白色之下表皮（圖一、二）。族群密度高時幾乎所有葉片均會被害，白葉滿田（圖三），嚴重影響水稻之生長和稻穀稔實率。

三、害蟲概述

（一）分類地位

鱗翅目 Lepidoptera

螟蛾科 Pyralidae

（二）分布

中國黑龍江以南、日本以西、澳大利亞以北、巴基斯坦以東地區及北非等地均有分布。



圖一：瘤野螟危害水稻幼株，可將2-3葉片捲成蟲苞。（鄭清煥）





圖二：瘡野螟危害後期水稻。(鄭清煥)



圖三：嚴重遭受瘡野螟幼蟲危害之水稻。(鄭清煥)

(三) 寄主

水稻、小麥、玉米、粟、薏苡與甘蔗等作物及稗草、李氏禾、雀稗、雙穗雀稗、馬唐、狗尾草、蟋蟀草、茅草與蘆葦等雜草。

(四) 形態

1.成蟲：雌蟲蟲體及翅均呈淡黃褐色，前翅之前緣及外緣有暗褐色粗帶，翅上另有暗褐色之細橫線三條，前橫線及後橫線較長，而中橫線較短。後翅外緣亦具暗褐色帶，其前、後橫線與前翅相銜接，中橫線缺如。腹部 3~7 節後緣白色，基部呈暗褐色，第 8 節中央及兩側各有黑色縱

線。前足脛節末端有繆狀之毛塊，體長 7~9 公釐，展翅 16~18 公釐。雄蟲體型略小，體色較濃，前翅中橫線前端有一黑褐色之簇毛。停息時尾部常翹起（圖四）。

2. 卵：扁平橢圓形，中間稍隆起，表面有微細網紋，長約 0.7 公釐，寬 0.4 公釐，初產下時呈淡黃透明，後漸變黃色，孵化前胚胎清晰可見（圖五）。
3. 幼蟲：幼蟲呈長圓筒形，略扁。頭部淡褐色，胸、腹部淡黃綠色至綠色，老熟時呈橘紅色。前胸背板淡褐色，



圖四：稻野螟成蟲，雄蟲（左）及雌蟲（右）。（鄭清煥）

上有黑褐色斑紋；中、後胸背面各有 8 個毛片，分成兩排，前排 6 個，中間兩個較大，後排 2 個位於外側。自第三齡起各毛片均圍有黑褐色紋，腹部第 1~8 節背面各有毛片 6 個，分兩排排列，前 4 個，中間 2 個較大；後排 2 個位於中間。毛片均為黃綠色，周圍無黑褐紋。剛毛和氣門片均為黑褐色。幼蟲有五個齡期，各齡期之特徵如下：

一齡蟲：體長 1.5~2 公釐，頭部黑色，初孵化時胸腹部白色透明，取食後轉黃綠色。前胸背板無斑紋，中、

後胸毛片不明顯。通常不結苞，於嫩葉或於舊蟲苞內取食，食痕如白細線；如結苞，都在葉尖，苞長不及 1 公分。

二齡蟲：體長 3~4 公釐，頭部淡褐色，胸腹部黃綠色，前胸背板前緣中央有二個淡褐色斑，兩側各有一褐色弧形紋，後緣中央亦有二條向前延伸的條斑。中、後胸毛片隱約可見。一般能捲葉片為食，蟲苞長 1~2 公分。

三齡蟲：體長 5~7 公釐，頭部淡褐色，胸腹部草綠色。前胸背板上之斑紋大而明顯，中、後胸毛片周圍黑紋清晰可見。一般能捲葉成苞，苞長 6 公分左右（圖六）。

四齡蟲：體長 10~12 公釐，頭部褐色，胸腹部綠色，前胸背板上之斑紋更明顯，中、後胸毛片黑褐色部分擴大且顏色加深。結苞之苞長可達 10 公分。

五齡蟲：體長 14~19 公釐。頭部褐色，胸腹部黃綠至橘黃色，有臘狀光澤。前胸上之斑紋及中、後胸上之毛片之顏色變淡。結苞之苞長 15~25 公分以上（圖七）。

4. 蛹：長圓筒形，末端較尖細。初呈淡黃色，後變褐色，頭部略突出，翅、觸角及足均達第 4 腹節後緣。



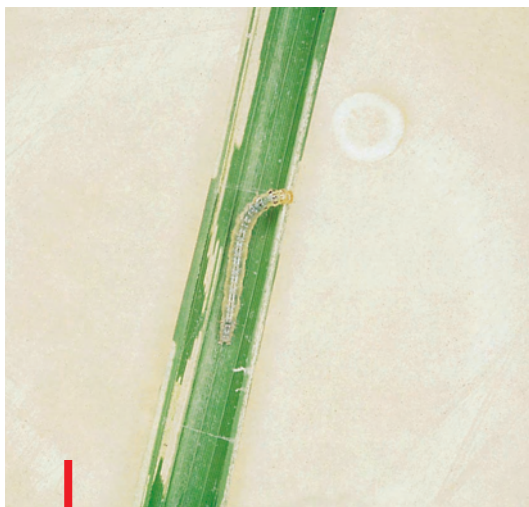
圖五：瘰野螟卵散產於葉片上。(鄭清煥)

腹部第4~8節間明顯縮縊，第5~7節近前緣處各有一條黑褐色橫線，臀棘明顯突出，上有8根鉤刺。蛹外常被有白色薄繭。

(五) 生活史

瘰野螟成蟲一般產卵於稻株初成熟之葉片上，3~4粒一排，沿葉片中脈排列生產。每一雌成蟲可產卵100~300粒左右，隨溫度及幼蟲取食葉片之齡期而異。卵之發育臨界低溫為12℃左右，卵期在五至十月間約3~4天，十一月至翌年四月間為8~15日，有效積溫60.2日度。幼蟲有五個齡期，發育臨界低溫11℃左右，幼蟲期在四月下旬至十月上旬間為17~20天左右，三至四月及十至十一月間26~28天，在冬季約50天，

有效積溫240日度左右。初孵化之一齡幼蟲並不捲葉，而只於葉片上啃食葉肉，形成0.3~0.5公分長之細白線食痕，二齡以後之幼蟲開始捲葉並匿居於其內啃食葉肉，殘留長而不規則之白斑。一般一蟲苞匿棲幼蟲一條，蟲苞之大小隨幼蟲之齡期大小及葉齡而異，三至五齡幼蟲在發育30~70天之水稻上捲葉長度約10~15公分，在老齡葉上之捲葉長度較短，而在幼株上有時可將2~3片葉片捲在一起危害（圖一）。在蟲苞內幼蟲通常僅啃食數條食痕後，即遷移至嫩葉片繼續捲葉危害。此外，幼蟲每次脫皮或受外界干擾，尤其在陰雨天，亦常拋棄舊蟲苞另結新苞，因此在天氣多陰雨，則危害加重。一隻幼蟲一般可捲3~5片葉，多者



圖六：瘰野螟三齡幼蟲。(鄭清煥)

可達5~6片，整個幼蟲發育期之取食葉面積約 31平方公分，其中四至五齡幼蟲取食量佔90%左右。老熟幼蟲一般經過 1~2天之前蛹期，然後吐絲結薄繭化蛹，化蛹部位在水稻分蘗期多數在稻叢基部之稻株間；孕穗期以後大部份在葉鞘內側，枯黃捲葉內或在蟲苞下方咬一缺口，在蟲苞下緣處化蛹。蛹期在20、25及30℃時分別14.5、7.0及5.4天。蛹之發育臨界低溫約14℃，有效積溫84日度左右。

成蟲一般於上半夜羽化，羽化後 2~3天即可交尾產卵，一生可交尾多次，交尾時刻多在黎明前2~3時，產卵前期3~5日。成蟲壽命在22~28℃時約為二週，在20℃以下

之低溫時延長之。雌雄性比例約為1：1。

瘰野螟成蟲具強烈之趨光性，對白色或綠色光之趨性尤強，但其趨燈後多數停留於燈旁，以傳統漏斗式誘蟲燈只能捕獲少數成蟲，改用吸引式（加裝吸風扇）則可顯著增加捕蟲數。成蟲活動均於夜間，白天則隱藏於枝葉茂密之雜草間、瓜菜園、果林、甘蔗或甘薯地棲息，因此水稻生育初期，在田間雖未能看到成蟲，卻可見被害葉片，在靠近上述可供成蟲棲息地之稻田邊緣之水稻被害較其他地點嚴重。在水稻黃熟期間寄主植物品質不良時，成蟲有往外遷移之習性，為此在該段期間於田埂或稻田附近之茂密作物及雜草地均可發現群集之成蟲，避風地區密度尤高。

四、發生生態

瘰野螟在臺灣中南部地區年可發生8~9個世代，第一、二期稻各可遭受三個世代幼蟲之危害，越冬世代成蟲出現於二月下旬至三月中旬，第一世代成蟲出現於四月中、下旬至五月上旬，第二、三代成蟲分別出現於五月下旬至六月上旬及七月上、下旬。七月上旬至八月上、中旬可在雜草上繁殖一世代。二期稻插秧後不久，成蟲即可遷入產卵，第五、六及七世代成蟲分別出現於九月中下旬、十月中旬及十一月上旬。水稻收穫後，瘰野螟可在雜草上完成一世代。在全年各世代中，第一期



圖七：瘤野螟成熟幼蟲。(鄭清煥)

稻以第三世代（六月下旬），第二期稻以第六世代（十月中旬）之成蟲密度最高。第一、二期稻成蟲出現最高峰前14天左右幼蟲之危害最嚴重。在水稻生育其中，以幼穗分化期後至乳熟期中，遭受瘤野螟蟲危害（第二及第五世代幼蟲）對稻穀產量影響最大，按以往觀察，在水稻抽穗期上位葉三片被害達20%左右（每叢稻12葉左右）即可導致5%左右之產量損失，而分蘗期及糊熟期後被害達60%左右，對產量亦不致有明顯的影響。

瘤野螟與褐飛蝨、白背飛蝨同為長距離遷移性害蟲，在臺灣雖可在雜草、玉米上越冬，但此時之族群密度甚低。在第

一、二世代頗難發現水稻被害葉片，即使在密度最高之第三世代，最高被害葉片亦不超過每叢稻1.5片，遠低於訂定之經濟危害基準，無須防治。但在第二期稻，往往於水稻分蘗初期即可發現被害葉片；孕穗末期至抽穗期間（即第五世代幼蟲期），被害葉片大幅增加，但平均被害葉片數年度間變異頗大，每叢稻由0.1至10餘片。第二期稻其成蟲族群最高密度及危害程度可由七月中旬至八月下旬或九月份之捕蛾數加以預測，凡在七月中旬至八月下旬誘蟲燈捕蛾數在10隻以上或九月份之捕蛾數在150隻以上，則被害葉數即可能超過經濟危害基準，須進行防治。瘤野螟在成蟲發生盛期至卵孵化盛期，多雨高濕有利其存活，凡遷入量高且多雨日之年，發生危害嚴重，反之則輕微。

瘤野螟有趨綠及嫩之習性，過量施用氮肥或延期耕作，當大部分稻田接近成熟期而仍處於孕穗或抽穗期，則受害較嚴重。稻品種間被害程度亦有顯著差異，凡葉片較寬厚之品種被害較葉狹而薄之品種嚴重。

五、防治方法

（一）清除田邊雜草

田邊溝渠或山邊雜草常為大量瘤野螟成蟲在水稻繁茂前棲息之場所，在水稻移植前清除稻田周圍雜草可減少遷入之蟲



源。

(二) 合理使用氮肥

過量施用氮肥常吸引瘤野螟前往產卵，調節施肥量，不使稻株過於濃綠，可減少被害。

(三) 藥劑防治

第一期稻，瘤野螟之發生危害通常並不嚴重，除晚植稻或特殊情況外，應無需特別施藥防治。二期稻，在稻田周圍具茂密之雜草或作物且避風地區應注意水稻分蘖初期及孕穗末期之防治，而一般普植稻田則應特別注意孕穗末期至抽穗期之發生情況，若發現每平方公尺（20叢稻）平均有成蟲一隻，於成蟲出現盛期後7~10天，平均每叢稻有幼蟲一隻以上時，即應施藥防治。噴藥時可用高容量或低容量噴佈。藥劑可參照植物保護手冊所列之藥劑任選一種使用。

「附註」在東南亞地區，可造成與瘤野螟相同危害之害蟲尚有 *Marasia exigua* (Butler) 及 *Marasmia patnalis* Bradley，兩種均屬於鱗翅目，螟蛾科。前者分佈於日本、韓國、馬來西亞、索羅門、澳洲、斐濟、關島、印度及孟加拉，成蟲前翅翅面亦具褐色之細橫線三條，但中橫線較前後橫線為長，可與瘤野螟區分；而 *M. Patnalis* 目前只記錄在菲律賓及斯里蘭卡等東南亞地區，成蟲前翅淡黃色，與瘤野螟同樣具前緣及外緣暗褐色粗帶，淡翅面三條細橫

線除中橫線斷成兩截外，餘與 *M. exigua* 相同。在嘉義地區，誘蟲燈可捕到極少數之 *M. exigua*，但尚未發現 *M. patnalis*。

六、參考文獻

1. 朱耀沂、何坤耀、李玉珊。1982。瘤野螟在臺灣北部田間棲群週年調查。中華昆蟲 2:75-92。
2. 朱耀沂、何坤耀、李玉珊。1983。不同寄主植物對瘤野螟生長之影響。中華昆蟲 3:75-92。
3. 陳慶忠、王玉沙。1978。臺灣中部稻縱捲葉蟲生活史及水稻品種抵抗性調查。臺中區農業改良場研究彙報 5:59-70。
4. 鄭清煥。1987。嘉南地區瘤野螟之生態觀察。植保會刊 29:135-146。
5. 鄭清煥、吳昇晉。1999。水稻瘤野螟發生動態與預測。植保會刊 41:199-213。
6. 顏福成。1981。水稻瘤野之發生及防治適期研究。臺南農改場研究彙報 15:81-93。
7. 深町三郎。1980。コブノメイガ成蟲の生息場所と産卵。九州蟲害研究彙報 26:93-126。
8. Dale, D. 1994. Insect pests of rice plant- Their biology and ecology. 99.363-485, Biology and management of rice insects (edi. by E. A. Heinrichs). Wiley Eastern Limited. New Delhi.





- 9.Miyashita, T. 1985. Estimation of the economic injury level in the rice leaf roller, *Cnaphalocroeis medinalis* Guen'ee (Lepidoptera : pyralidae). I. Relation between yield loss and injury of rice leaves at heading or grain filling period. Jpn. J. Appl. Ent. Zool. 29:73-76.
- 10.Wada, T., and Kobayashi, M. 1991. Life history of rice leafroller, *Cnaphalocrocis medinalis* in Japan-Invasion, population explosion and dispersal. pp.61-70, Migration and dispersal of agricultural insects. Nat. Inst. Agro-Environ. Sci., Tsukuba, Japan.
- 11.Zang, X. X. 1991. Migration of rice leafroller, *Cnaphalocrocis medinalis* Guenee in China. pp.51-60, Migration and dispersal of agricultural insects. Nat. Inst. Agro-Environ. Sci., Tsukuba, Japan.

(作者：鄭清煥)





稻螟蛉

學名：*Naranga aenescens* Moore

英名：Rice green semilooper, Rice green caterpillar

一、前言

稻螟蛉又名稻尺蠖、稻青蟲、雙帶夜蛾，自日據時代至光復初期為臺灣地區水稻的重要害蟲之一，此後沉寂達數十年之久。民國90年5月中旬，彰化縣秀水、花壇、埔鹽、大村鄉等地，再度有大面積的發生。水稻葉片發現許多狹長的白色缺刻，拍打稻叢後，青綠色幼蟲墜落水面或土面，行走時如尺蠖，為辨識的重要特徵。

二、危害狀

初孵化幼蟲在葉表面沿葉脈取食，留下一層下表皮，使葉面出現灰白色的細長食痕（圖一）；三齡幼蟲從葉緣兩側蠶食形成不整齊的缺刻（圖二）。嚴重食害時，葉片僅殘存中肋部位，影響水稻正常生長發育。

三、害蟲概述

（一）分類地位

鱗翅目 Lepidoptera

夜蛾科 Noctuidae

（二）分布

臺灣、中國大陸、日本、韓國、菲律賓、印尼、緬甸、斯里蘭卡及伊朗等。

（三）寄主

水稻、玉米、高粱、甘蔗、茭白筍及如虎尾草、龍爪茅、升馬唐、芒稷、臺灣野稗、畔茅、鋪地黍、毛穎雀稗、狗尾草等多種禾本科植物。

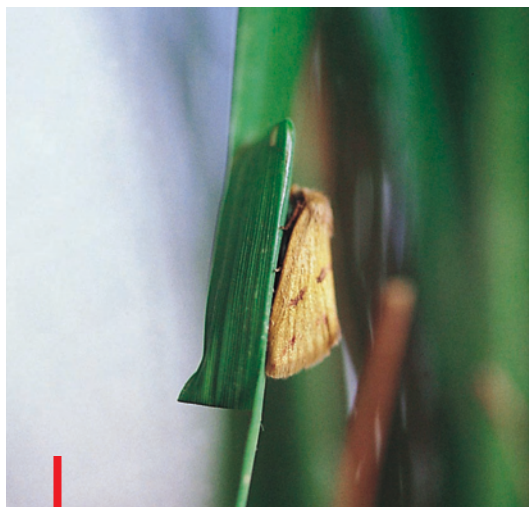


圖一：初齡幼蟲在葉表面沿葉脈取食，留下一層下表皮，使葉面出現灰白色的細長食痕。（廖君達）





圖二：三齡以後之幼蟲由葉緣兩側蠶食形成不整齊的缺刻。（廖君達）



圖三：雌成蟲前翅淡黃褐色，兩條斜帶紋不連續。（廖君達）

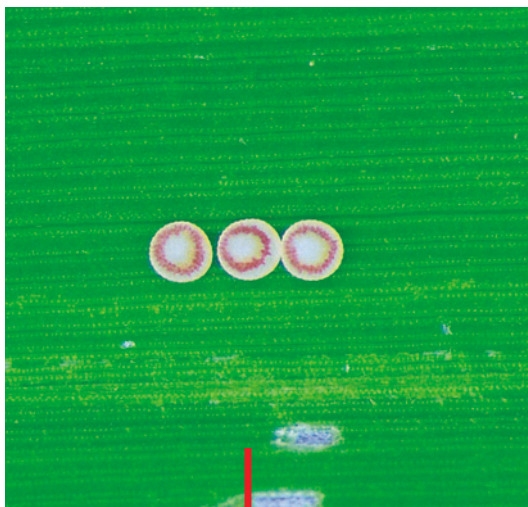
（四）形態

1. 成蟲：雄成蟲頭、前胸及前翅暗黃褐色，有兩條暗紫色斜帶紋，後翅灰黑色體長6~8公釐，翅展開體長16~18公釐；雌成蟲前翅淡黃褐色，兩條斷續的暗紫色斜帶紋，後翅灰白色。體長7~9公釐，翅展開體長18~25公釐（圖三）。
2. 卵：卵粒呈淡黃色饅頭形，直徑約0.5公釐，上端有紫色環紋，表面具有放射狀之縱隆起線及細橫走線相交形成方格狀紋，孵化前呈紫黑色（圖四、五）。

3. 幼蟲：身體綠色，頭部淡褐色，背線（不明顯）及亞背線白色，氣門線淡黃色。第3、4對腹足退化，行走時如尺蠖。老熟幼蟲體長約15~20公釐（圖六）。
4. 蛹：蛹略呈圓錐型初期為綠色，逐漸轉為褐色，羽化前呈金黃色。翅達第4腹節之末端，觸角為翅長之三分之二，腹部之氣門環圓而隆起，尾端有鉤狀之尾刺。雄蛹體長約8公釐，雌蛹體長約9公釐（圖七）。

（五）生活史

發育臨界低溫9~11℃。最適產卵溫度



圖四、五：卵表面具有放射狀之縱隆起線及細橫走線相交形成方格狀紋，孵化前呈紫黑色。（廖君達）

25℃。卵期3~4天。幼蟲期共有5齡，歷時約12~13天，蛹期3~4天，成蟲期5~6天。完成一世代約18~21天。每隻雌成蛾產300~400粒卵，平均250粒左右。

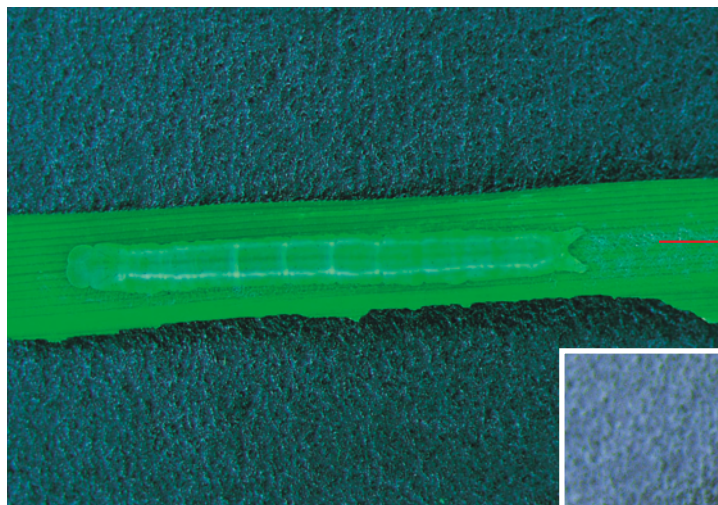
四、發生生態

稻螟蛉一年可發生6代，以五至六月、八月及十一月發生密度較高。老熟幼蟲在田邊雜草中結成蟲苞，以蛹越冬。成蟲於三月間羽化，白天隱藏於稻叢間或田埂雜草叢內，傍晚才開始活動，趨光性極強。卵多數成列產於稻葉表面或背面，以第2、3葉上的產卵最多，卵粒排成1~3列，每列

最高可達十餘粒卵，少數卵粒亦可產於葉鞘部。初孵化幼蟲在葉表面沿葉脈取食，留下一層下表皮，使葉面出現灰白色細長食痕；三齡以後，幼蟲自葉緣兩側蠶食成不整齊的缺刻，嚴重危害時，葉片僅殘存中肋部位。幼蟲於葉片活動之際，遭受觸動受驚即跳躍落下，可游水爬至它株危害。老熟幼蟲將稻葉尖端引絲折結成"粽子"狀之葉苞，在苞內結繭化蛹或化蛹前，咬斷蟲苞的稻葉，使蟲苞墜落水面飄浮。

五、防治方法

（一）農業防治



圖六：幼蟲體綠色，第3、4對腹足退化，行走時如尺蠖。（廖君達）

圖七：蛹略呈圓錐形，腹部之氣門環圓而隆起，尾端有鉤狀之尾刺。（廖君達）



稻螟蛉選擇嫩綠的稻葉產卵，避免過量施用氮肥或過晚栽植，誘引成蟲前往產卵。稻田宜多施有機肥和磷、鉀肥以期水稻生長之健壯。

（二）田間衛生

清除路邊、田埂及溝渠邊的禾本科雜草，減少稻螟蛉的寄主植物及蛹體之越冬場所，以抑制蟲源的累積。

（三）燈光誘集

稻螟蛉的成蛾有極強的趨光性，可藉

此特性加以誘集撲殺。然而，誘蟲燈的設置地點應該避免直接與田區接觸，否則反而將週遭的害蟲誘至該區稻田危害。

（四）保護天敵

稻螟蛉天敵有捕食性的蜘蛛類及寄生性的螟蛉懸繭姬蜂（*Charops bicolor* (Szepligeti)）、螟蛉內繭蜂（*Rogas narangae* Rohwer）、螟蛉絨繭蜂（*Apanteles ruficrus*



(Haliday))、擬澳洲赤眼卵蜂 (*Trichogramma confusum* Viggiani)、稻螟赤眼卵蜂 (*Trichogramma japonicum* Ashmead)、螟蛉狹面姬小蜂 (*Stenomesus tabashii* Nakayama)、無脊大腿小蜂 (*Brachymeria excarinata* Gahan) 及廣大腿小蜂 (*Brachymeria obscurata* Walker) 等。

(五) 藥劑防治

當每百叢水稻可檢視到 100 隻以上的幼蟲或稻葉白色食痕顯著增加時，掌握在第三齡幼蟲前及時施藥防治。可參考植物保護手冊水稻螟蟲類的防治藥劑選擇施用。

and its biology in Mazandaran, Iran. Jour. Entom. Soc. Iran. 7:19~39. (in Persian with English summary)

5. Pantua, C. 1984. Life history and plant host range of the rice green semilooper. Intern. Rice Res. Newsl. 9:1, 26.

6. Zhao, Z. M. 1986. A preliminary survey of the parasitic hymenopterous community in rice fields in Beibei, Chongqing. Natural Enemies of Insects 8(3):125-136. (in Chinese with English summary)

(作者：廖君達)

六、參考文獻

1. 鄭清煥。1986。稻螟蛉。pp.61-64。水稻蟲害。八萬農業大軍訓練教材。行政院農業委員會，臺灣省政府農林廳編印。
2. Kishino, K. I., and Sato, T. 1975. Ecological studies on the rice green caterpillar, *Naranga aenescens* Moore. Bull. Tohoku. Nat. Agr. Expt. Stn. (Morioka). 50 : 27-62. (in Japanese with English summary)
3. Moussavi, M. R. 1986. Rice green caterpillar in Guilan (*Naranga aenescens* Moore). Entom. et Phytopath. Appl. 53 : 39-48. (in Persian with English summary)
4. Oloumi-Sadeghi, H., and Kharazi-Pakdel, A. 1984. Introduction to the rice green caterpillar (*Naranga aenescens* Moore, Lep., Noctuidae)



臺灣夜盜 (稻行軍蟲)

學名：*Spodoptera mauritia* (Boisduval)

英名：Rice swarming caterpillar

一、前言

臺灣夜盜又稱稻行軍蟲 (rice swarming caterpillar)。據 Hirai (2001) 分為 *Spodoptera mauritia acronyctoides* Guenee 及 *S. mauritia mauritia* (Boisduval) 兩亞種，前者分布於東洋、印度、澳洲及太平洋區，後者只分布於非洲。臺灣夜盜蟲為雜食性害蟲，危害多種禾本科作物及雜草，水稻苗期為最喜歡之寄主植物。本蟲於 1908、1912 及 1916 年在臺灣南部大發生，1916 年曾在屏東地區被害秧田面積即達 134 公頃，幼蟲成群移動，被害秧苗陷入一株不留之情形，水稻移植後少有嚴重被害。本蟲在東南亞熱帶地區是為水稻重要害蟲之一，幼蟲常成群移動危害水稻，尤以在雨季秧田及直播稻被害最為嚴重。

二、危害狀

臺灣夜盜常導致秧床秧苗或直播稻秧苗之嚴重損失。幼蟲常成群由一苗床遷移至另一苗床危害。初齡幼蟲群棲取食葉片表皮致使葉尖枯萎，第二齡以後蠶食葉片僅留中肋，至三、四齡幼蟲取食量大增，可將葉片食盡，寸草不留。老齡幼蟲各自

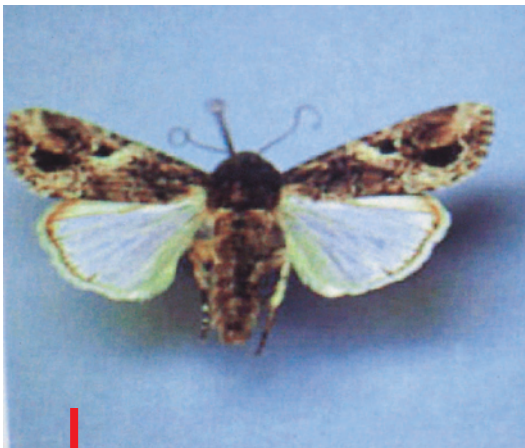
分散。幼蟲取食以夜間為主，白晝進入靜止狀態。其遷移危害通常發生於田間無水時期。

三、害蟲概述

(一) 分類地位

鱗翅目 Lepidoptera

夜蛾科 Noctuidae



圖一：臺灣液盜雌成蟲。(鄭清煥)



圖二：臺灣夜盜中齡幼蟲。(鄭清煥)

(二) 分布

印度、東南亞、東亞、澳洲、夏威夷及東非等地區。

(三) 寄主植物

稻、甘蔗、玉米、茭白與其他禾本科作物及雜草。

(四) 形態

1.成蟲：體長約 16 公釐，翅展開體全長 35~37 公釐，體形肥大之中型夜蛾。體及前翅暗褐色，前翅有波狀之灰色前橫線及亞外緣線，翅前緣中央有不明顯之灰白色寬帶向後方斜行。環狀紋灰黃色，其中心暗褐色。中室末端具明顯之黑紋。外緣

各脈間有黑點，緣毛暗褐色。後翅白色，帶有紫色光澤，翅頂及外緣線暗褐色（圖一）。雌蛾之色澤略較雄蟲為淡，前翅缺灰白斜帶。

2. 卵：扁球形，上具放射狀之隆起線及與此相交之多數細橫線，直徑約 0.7 公釐。初為乳黃色，後漸變為淡褐色。卵粒通常由數 10~200 餘粒組成長方形塊狀，卵塊上被覆雌蛾之暗褐色尾毛。

3.幼蟲：幼蟲五至六齡，體為淡黃綠色，密度高時呈暗褐色。頭部褐色，背線淡紫褐色，亞背線為灰白色，體側各節有新月形黑色斑紋，氣門線紫褐，氣門黑色（圖二、三）。老熟幼蟲體長約 40 公釐。

4. 蛹：淡赤褐色，第 2~7 腹節背面近前緣處密佈刻點，尤以第 4~7 節刻點特別顯著；第 5~7 腹節，腹面前緣亦有小刻點。尾端短大突出，其末端具強大之尾刺二枚，刺之尖端呈絲狀而非鉤形。蛹體長約 18 公釐。

(五) 生活史

完成一世代約 20~30 餘天。成蟲產卵塊於葉背，卵塊上被有雌蛾之暗褐色尾毛。卵期 3~9 天，幼蟲期 21~29 天，卵孵化後至第二齡幼蟲群集危害，僅取食葉肉，留下白色表皮；第三齡以後取食葉成缺刻，此後之幼蟲呈典型的夜盜蟲，白天藏於隱蔽





圖三：臺灣夜盜老齡幼蟲。(廖君達)

處，夜間外出取食；第五、六齡幼蟲食量暴增，連嫩莖均可被害；老熟幼蟲多在田邊或寄主附近土中營造土室化蛹，亦有以枯葉結成繭在其內化蛹。蛹期8~13天，羽化後成蟲日間潛伏於田邊雜草、稻叢或其他隱蔽處，夜間活動、交尾及產卵。成蟲具強飛行性及強趨化性，喜食糖、酒、醋之混合液。成蟲壽命平均6~12天，產卵前期2~8天；每一雌成蟲可產4~6個卵塊，每卵塊含150~200粒之卵粒。在水稻生育初期，卵一般產在雜草上，而於第一或二齡幼蟲遷入稻田危害水稻，次一世代則可在稻株上產卵。

四、發生生態

在臺灣，臺灣夜盜每年約可發生7~8個世代，以幼蟲與蛹於田邊雜草越冬，越冬世代成蟲出現於二至三月間。第一世代幼蟲出現於二月下旬至四月間危害一期稻，其後經約30~35天完成一個世代，水稻收穫後可在雜草完成一代。本蟲幼蟲特別喜歡危害秧苗，在未使用育苗箱育苗時，秧田及移植後25天內之水稻分蘖初期，常遭受嚴重危害；水稻移植經7週以上時少受嚴重危害。在水稻分蘖終止期後，即遷移至田埂或溝渠雜草上繁殖危害。幼蟲因大雨或被天敵捕食及寄生死亡率甚高。幼蟲不會游泳，在植株葉片被取食完後即暴露於株





桿上，成為鳥或其他捕食性天敵之獵殺對象。本害蟲在稻田普遍使用合成殺蟲劑後即很少被發現，其生態不明之處仍多，有待進一步究明。惟由於本蟲喜好危害秧苗，在直播田應特別注意其可能造成之危害。

附註：與臺灣夜盜可成群行動危害水稻之害蟲，尚有斜紋夜盜（*Spodoptera litura* (Fabricius)），栽植於田菁綠肥作物田旁或疏於防治之芋頭田旁之稻田，需注意其危害，尤其在水稻分蘗期，可能嚴重被害。

五、防治方法

- (一)誘殺成蟲：成蟲對糖、酒、醋以2：1：1之混合液具嗜好性，可將該混合液加農藥，噴佈於草把誘殺。
- (二)清除田埂及溝渠中的雜草，以減少蟲源。
- (三)發生危害時，可施用有機磷殺蟲劑防治。

六、參考文獻

- 1.易希陶。1977。經濟昆蟲學（下）（第六版）。國立編譯館出版。464p.
- 2.Dale, D. 1994. Insect pests of the rice plants- Their biology and ecology. pp.363-485 in: Biology and management of rice insects, Heinrichs E. A. ed. IRRI, Los-Banos,

Philippines.

- 3.Hirai, K. 2001. Rice swarming caterpillar, *spodotera mauritia* (Boisduval) (Lepidoptera, Noctuidae). pp.92-93 in: Rice diseases and insect pests in the tropics, Kajiwar, K. ed. Assoc. Intern. Cooper. Agri. and Fores. (AICAF), Japan. 124p.
- 4.Pathak, M. D. 1977. Insect pests of rice. IRRI, Los-Banos, Philippines.68p.
- 5.Rothechild, G. H. L. 1969. Observations on the armyworm *Spodoptera mauritia acronyctoides* Gn. (Lep. Noctuidae) in Sarawak Malaysian Borneo. Bull. Entomol. Res. 59:143-160.

（作者：鄭清煥）



稻苞蟲

學名：*Parnara guttata* Bremer et Grey.

英名：Rice skipper, paddy skipper

俗名：稻弄蝶

一、前言

稻苞蟲係指幼蟲期可危害稻葉之弄蝶。在臺灣有五種弄蝶之幼蟲危害水稻：臺灣弄蝶（*Polytremis pellucida asahinai* Shirozn = *Parnara colaca* Moore）、直紋弄蝶（*Parnara guttata* Bremer et Grey）、隱紋稻弄蝶（*Pelopidas mathias* (Fabr)）、東亞廣紋稻苞蟲（*Parnara naso bada* Moore）及南亞稻苞蟲（*Pelopias agna* Moore），其中以東亞廣紋稻苞蟲較為普遍。五種稻苞蟲危害狀很相似，但其寄主範圍稍有差異。唯稻苞蟲在臺灣為局部偶發性害蟲，以二期稻水稻分蘗初期受害較重。茲以直紋弄蝶為代表詳述如下。

二、危害狀

幼蟲吐絲將稻葉2~3片縱綴成苞，藏身苞內，於夜間外出取食其周邊葉片（圖一），嚴重時葉片全被食光。其綴成蟲苞後

造成心葉或稻穗無法抽出，影響水稻之發育及結實。

三、害蟲概述

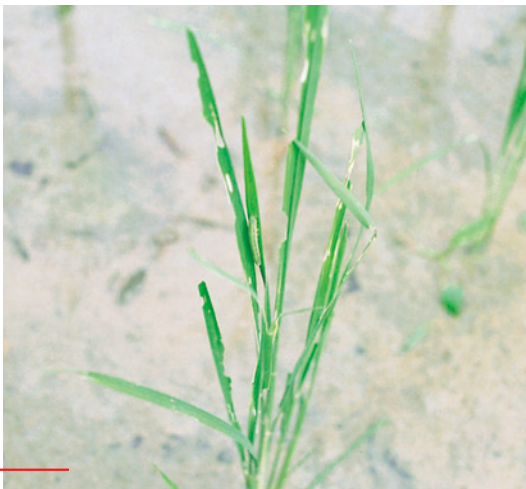
（一）分類地位

鱗翅目 Lepidoptera

弄蝶科 Hesperidae

（二）分布

臺灣、中國大陸、日本、韓國、西伯利亞、婆羅州、印尼、馬來西亞、泰國、



圖一：稻苞蟲危害幼齡期水稻。（鄭清煥）



印度及斯里蘭卡等地。

(三) 寄主

稻、玉米、高粱、麥類、甘蔗、茭白、李氏禾、竹、稗草、白茅、芒草、狗尾草、狼尾草、結縷草、雀稗等禾本科植物。

(四) 形態

1. 成蟲：體長約15~17 公釐，翅展開體全長34~37 公釐。體及翅均為暗褐色。觸角為球桿狀，末端有鉤。前翅有7~8 半透明之白色斑紋，排成半環狀，其中下面一個最大；後翅中央有4 個半透明白斑，排成一直線，翅反面色較淡，斑紋與正面相同。雄蟲前翅翅頂第一斑常消失，中室下斑較上斑大，而雌蟲則中室下斑常消失，或小於上斑（圖二）。
2. 卵：半球形，直徑約0.8~0.9 公釐，中央略平；初產時呈淡綠色，後漸變赤褐色，表面具龜甲狀細紋（圖三）。
3. 幼蟲：淡綠色，頭部頗大，前胸小，呈頸狀。體軀中部較大，兩端較小，略呈紡錘形。初齡幼蟲頭部黑色，後漸褪淡。頭之後緣頭頂縫線、側面自大顎至頂線近處之縱線以及顏面前方之一對粗縱線均為黑褐色。胴部各環節具多條橫皺紋並密佈小顆粒，中胸及以後各節的後半部卻有

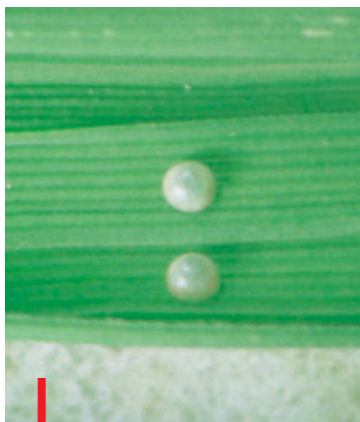
橫紋4~5 條。體背具綠色之背線，氣門線白色，氣門紅褐色。老齡幼蟲腹部第4~7 節兩側各有一堆白色臘粉狀物，體長19~36 公釐（圖四）。

4. 蛹：淡黃綠色，被有白粉。體近圓筒型，頭平尾尖。複眼大而突出，口吻甚長達第6 腹節之後緣，觸角及前足約為翅長之二分之一；中足較長，達翅長之三分之二。第5、6 腹節中央各有一倒八字形褐紋，腹末細長突出，具尾刺。體長約25 公釐（圖五）。



圖二：直紋稻苞蟲成蟲。（鄭清煥）





圖三：直紋稻苞蟲卵。
(鄭清煥)



圖四：直紋稻苞蟲幼蟲。
(鄭清煥)



圖五：直紋稻苞蟲蛹。
(鄭清煥)

(五) 生活史

成蟲產卵於葉片上，散產，以葉背近中脈處較多。卵期在15℃、20℃、25℃及30℃時分別為19、8、5及3天左右。卵的發育臨界低溫為12.84℃，有效積溫為54.6日度。

幼蟲孵化後，先食卵殼，然後爬至近葉尖處，自邊緣咬一缺刻，並吐絲將缺口上部之葉緣向內捲成小苞，匿居其內取食，二齡蟲即可將兩片葉綴成蟲苞，綴葉片數隨蟲齡數而增加，由2~8片不等。白天幼蟲多匿居苞內取食苞內葉片，夜間及陰雨天則爬出苞外取食。幼蟲有五個齡期，共可取食葉片面積達101.65平方公分（相當於水稻分蘗盛期三葉片），一至五齡蟲之取食面積分別佔幼蟲總取食葉面積之0.35、

2.72、7.07、34.73及55.13%。幼蟲期在15℃、20℃、25℃及30℃分別歷時79、40、29及19天左右，幼蟲發育臨界低溫為10.47℃，有效積溫為387.39日度。老熟幼蟲在蟲苞內化蛹，化蛹時一般先吐絲作薄繭，並將其腹部兩側之白色臘粉堵塞繭之上下兩端，再脫皮化蛹。

蛹期在15℃、20℃、25℃及30℃分別歷時32、15、9及7天左右；蛹之發育臨界低溫為10.87℃，有效積溫為131.56日度。羽化率在15℃僅為33.6%，在25℃達81.3%，上午8~9時為其羽化盛期，羽化後約30分即可飛翔。成蟲一般於上午8~10時及午後4~6時為活動盛期，飛舞於馬纓丹、百日草、千日紅、向日葵、芝麻及瓜類等之花叢中，喜花蜜。其飛翔能力強且快



速。在日本，直紋弄蝶為有名的遷移性害蟲，於八月末至九月中由日本中部往南遷移至較溫暖地區越冬，移動距離可達100公里。成蟲對深藍色（460 nm）最具偏好性，次為橘黃及白色，可使用該等顏色之粘板，置於田間與稻株同高或高於稻株20公分處誘集成蟲，作為偵測其成蟲出現期，及發生與危害程度等之預測，可供臺灣今後研究之參考。成蟲壽命在無給食情況下可活3~5天，但給予蜜水可達10餘天。產卵前期在25℃下為2~3天。每一雌成蟲蟲可產卵自數10~288粒，平均約153粒。

四、發生生態

稻苞蟲在臺灣一年約可發生5~7世代，但各世代出現期尚乏資料可稽。由於其發生密度通常較低，並不太引起注意，惟在八月中，二期稻秧苗至分蘗初期，局部稻田尤以多施氮肥之稻田或靠近蜜源植物之稻田被害較重，被害叢率可達40~50%，待水稻再長大後被害現象又趨緩和。

五、防治方法

目前尚無藥劑登記於防治稻苞蟲，防治時可參照登記於防治二化螟或瘤野螟之藥劑中選擇使用。

六、參考文獻

1. 未具名。1973。稻苞蟲。pp.44-45。臺灣

水稻之害蟲。台灣大學農學院植物病蟲害系昆蟲研究室編，中國農村復興委員會出版。

2. 屈天祥。1982。稻苞蟲。pp.153-161。農業昆蟲學。浙江農業大學編著，上海科學技術出版社出版。
3. 貢穀紳。1951。卅九年高雄縣稻苞蟲危害情況之調查及其防治方法之商確。省農學院病蟲學會會報 2(1)：31-39。
4. 素木得一等。1934。臺灣農作物病蟲害防除要覽，第二篇普通作物の害蟲。臺灣總督府殖產局出版。144p。
5. 鄭清煥。1988。稻苞蟲之生活史觀察（未發表資料）。
6. 城所隆。1992。イテモンジセセリの生活史と發生動態。植物防疫 46：361-366。
7. 高橋章夫。1992。黃色粘著トラップによるイテモンジセセリの誘殺調査。植物防疫 46：375-377。
8. Hirai, K. 1997 A dark-blue color trap for forecasting *Parnara guttata*. Abstracts of APCE III, Taichung, Taiwan. 174p.
9. Nakasuji, F., Ishii, M., and Ho, J. Z. 1984. Rice skippers in Taiwan and their life histories, Tech. Bull. No. 82 FFTC, ASPAC. Taiwan, ROC. 10pp.

（作者：鄭清煥）



樹蔭蝶

學名：*Melanitis leda* Linnaeus

英名：Rice satyrid, Satyrid butterfly, Lesser grass satyrid, Green
horned caterpillar

俗名：青蟲、蛇目蝶、日月蝶

一、前言

在臺灣危害水稻之蛇目蝶害蟲有淡色樹蔭蝶 (*Melanitis leda*. L.) 及姬蛇目蝶 (*Mycalesis gotama nanda* Fruhstorfer) 兩種，但以前者較為常見。樹蔭蝶為水稻之局部偶發性害蟲，尤於山間稻田常與稻苞蟲混合發生。迄今尚無大發生而造成嚴重災害之紀錄。

二、危害狀

幼蟲以咀嚼式口器取食稻葉成不規則的缺刻，嚴重時能將稻葉吃光，影響水稻正常發育，造成減產。

三、害蟲概述

(一) 分類地位

鱗翅目 Lepidoptera

蛇目蝶科 Satyridae



圖一：樹蔭蝶夏型成蟲(正面觀)。
(鄭清煥)



圖二：樹蔭蝶夏型成蟲(腹面觀)。
(鄭清煥)



圖三：樹蔭蝶秋型成蟲(正面觀)。
(鄭清煥)



圖四：樹蔭蝶秋型成蟲(腹面觀)。
(鄭清煥)

(二) 分布

臺灣、華南、日本南部、東南亞、大洋洲、澳洲、非洲

(三) 寄主

稻、小麥、甘蔗、粟等禾本科植物

(四) 形態

1. 成蟲：體中形蝶種，體長18~22公釐，翅展開體全長65~70公釐，體色灰褐、暗褐或黑褐色。前翅外緣近翅端處突出折成一角，後翅臀角區也有明顯角狀突出；前翅背面近翅端有黑色大斑，斑內有二個白點，斑的內側和上方圍有橙紅色紋；後翅背面有四個白色小點。夏型體略小，色較淺，前翅背面黑斑所圍色紋小而色淺，翅腹面淺黃色，布滿灰褐色細橫紋，後翅近外緣清晰地

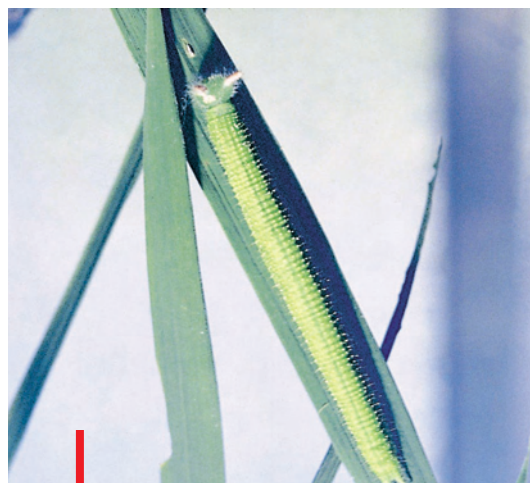
具有5~6個眼紋(圖一、二)。秋型色較深，前翅背面之黑斑所圍之色紋大而明顯，翅反面枯葉色，眼紋不明顯(圖三、四)。

2. 卵：圓饅頭形，淡黃色，表面有微細網紋，直徑約0.9公釐(圖五)。
3. 幼蟲：體綠色或黃綠色，成長幼蟲30~40公釐；頭大似貓頭黃褐色，有一對鮮紅角狀突起，內側有黑色縱紋。背線濃綠，體側有3、4條不明顯的縱紋，各體節多橫皺紋，其間有成排之深綠小點。腹部末端有一對向後伸出的尾角(圖六)。
4. 蛹：體肥短，長約13公釐，初呈鮮綠，後漸呈灰綠。胸、腹背拱起，中部稍縊縮。蛹通常以絲倒懸於稻株上(圖七)。





圖五：樹蔭蝶卵，散產於葉面。(鄭清煥)



圖六：樹蔭蝶幼蟲。(鄭清煥)

(五) 生活史

樹蔭蝶之卵以4~5粒成列產於葉面上。卵期在15℃、20℃、25℃及30℃恒溫下分別約為11、7、4及3天。卵的發育臨界溫度為10.26℃，有效積溫為59.8日度。孵出的幼蟲多沿葉緣取食，咬成不規則缺刻。幼蟲期在15、20、5及30℃分別歷時82、44、27及22天左右，存活率在20℃以下較低約50%，25℃以上則達80%以上。幼蟲發育臨界低溫為10.58℃，有效積溫為417.2日度。幼蟲五齡，每隻可取食葉片面積達76.13平方公分（約相當於分蘗盛期之葉片2又1/3片），其中第一至五齡幼蟲之取食量分別佔0.63、1.52、3.83、29.96及64.06%，第四、五齡幼蟲之取食量約佔94%。

幼蟲行動緩慢，如遇干擾，則抬高其頭部並強烈擺動，以作抵禦。老熟幼蟲在葉上吐絲，將尾端固定，身體捲曲，倒懸葉上化蛹，不結繭。蛹期在20℃、25℃及30℃分別歷時13、11及6天。蛹之發育臨界低溫為12.56℃，有效積溫為111.1日度。成蟲畏強光，白天不活潑，常隱蔽於陰涼處或竹林間，早晨或傍晚才出來田間活動，飛翔敏捷，無採蜜習性，以成熟果實之汁液為食。壽命在20℃可達15天左右，25~30℃則只有5~6天。在25℃情況下每一雌成蟲平均可產卵212粒。

四、發生生態

在臺灣中南部地區樹蔭蝶一年約可發



圖七：樹蔭蝶蛹。(鄭清煥)

生5~6個世代，在田間各世代之出現期尚乏資料可稽。在中南部地區，尤期靠山邊或竹林地稻田，於二期稻水稻分蘗期常可發現稻葉被其幼蟲蠶食，惟尚無導致嚴重災害之報導。詳細發生生態有待進一步探究。

五、防治方法

目前尚無正式登記藥劑推荐於防治樹蔭蝶。防治時可參照登記於防治瘤野螟之藥劑中選擇使用。

六、參考文獻

1. 未具名。1944。コノマテフ。pp.1119-1120。臺灣農家便覽（第六板）。臺灣總

督府農業試驗所編，臺灣農友會發行。

2. 朱耀沂。1973。淡色樹間蝶。pp.146-147。臺灣水稻之害蟲。國立臺灣大學農學院植物病蟲害系昆蟲研究室編，中國農村復興委員會出版。
3. 屈天祥。1982。稻眼蝶。pp.203-206。農業昆蟲學。浙江農業大學編，上海科學技術出版社。
4. 鄭清煥。1993。稻苞蟲及淡色樹間蝶生活史觀察（未發表資料）。

（作者：鄭清煥）



鐵甲蟲

學名：*Dicladispa armigera* (Olivier)

英名：Rice hispa

俗名：烏龜仔

一、前言

1950年以前鐵甲蟲為臺灣水稻五大害蟲之一，又名烏龜仔。除北部發生較少外，其他地區常猖獗發生危害，被害稻田面積達數千至一萬餘公頃。1952年 BHC 開始推廣於水稻害蟲之防治後，發生密度即急速下降，因之農民俗稱 BHC 為「烏龜仔粉」。1960年代後，本蟲在稻田已難發現，幾至絕跡，但於 1980 年代又於中、北部沿海地帶局部發生，南部地區偶爾亦可發現，惟密度甚低，無防治必要。

二、危害狀

成蟲以咀嚼式口器，自葉片表面沿葉脈啃食上表皮及葉綠層，遺留下表皮而呈現白色長條斑紋（圖一）。幼蟲在葉片組織內，潛行取食危害，僅留上、下表皮，呈白色袋狀（圖二），危害嚴重時斑紋連成一片，全葉變白而枯黃，不能抽穗，甚至全株枯死（圖三）。

三、害蟲概述

（一）分類地位

鞘翅目 Coleoptera

棘金花蟲科 Hispidae

（二）分布

分布於臺灣、中國大陸長江以南、中南半島、尼泊爾、孟加拉、印度、巴基斯坦、印尼、斯里蘭卡及巴布新畿內亞等地。



圖一：臺灣鐵甲蟲成蟲危害狀。（鄭清煥）



圖二：臺灣鐵甲蟲幼蟲危害徵狀及老熟幼蟲化蛹膜囊。（鄭清煥）



圖三：臺灣鐵甲蟲危害水稻狀。（鄭清煥）

（三）寄主

以水稻為主，此外危害茭白、甘蔗、茅草及其他禾本科雜草。

（四）形態

1. 成蟲：體長約5公釐，全體藍黑色具光澤之小甲蟲（圖四）。頭小而略圓，複眼灰黑色，觸角棍棒狀，前胸背面密佈刻點兩側有刺狀突起兩對，突起之上方分為四叉，翅鞘上亦密佈點刻並有刺狀突起，約二十支。後翅為灰黑色。
2. 卵：扁橢圓形，半透明，略帶綠色，長約0.8公釐，散產於稻葉組織內。
3. 幼蟲：長橢圓形，頭小而圓，淡黃色，胸

腹部淡綠色，背面有隆起之粗縱線，兩側各有數條縱皺紋，各節之中央具橫溝一條；胸部具足三對，腹部各節兩側向外突出，突出部狀似三角形，尾部有向後伸之刺狀突起（圖五）。老熟幼蟲體長約5~6公釐。

4. 蛹：扁平，長橢圓形，黃褐色。前胸背板之兩側各有一扁平突起，外方生四短齒，各腹節兩側具一小刺。翅鞘末端達第5腹節。體長4~5公釐。

（五）生活史

鐵甲蟲卵散產於葉背距葉尖9~13公





圖四：臺灣鐵甲蟲成蟲。（鄭清煥）



圖五：臺灣鐵甲蟲幼蟲。（鄭清煥）

分組織內，並於產卵處以蟲糞被覆，產卵時間以12~18時最高，卵期在三至四月為13~15天，七至八月為4~5天，六月及九月為6~7天。孵化時間以上午最多，幼蟲孵出後即於稻葉組織中潛食，殘留上、下表皮形成白膜如袋之食痕。若取食環境不適，幼蟲能遷移1至3次，多在將脫皮前遷移，在新膜形成後始行脫皮，但也有脫皮後再行遷移者，遷移時間多在上午4~6時之間，幼蟲脫皮三次。幼蟲期在七、八月約為12~14天，四月為20天左右；每一幼蟲取食葉面積平均為2.71平方公分。老熟幼蟲化蛹於被害葉所形成之袋狀處，蛹期5~8天，平均6.1天。成蟲具假死習性，活動力不強，取食多在清晨或陰雨天，白天常棲於稻葉

背面，遇到暴風雨時移棲稻株基部。交尾前期在夏季為5~7天。壽命一般為35~50天，長者可達87天，越冬者更可長達6~7個月。每一雌成蟲一生平均產卵數約100粒，最多達226粒。

四、發生生態

在臺灣鐵甲蟲年發生4~5個世代。成蟲多在水稻殘株、田邊雜草、茭白或甘蔗園內越冬。在中部地區，一期稻鐵甲蟲發生3個世代，成蟲於三月下旬遷入稻田產卵繁殖，其第一、二及三代成蟲分別出現於五月上旬至下旬，六月中旬及七月中旬至八月上旬，其中以六月中旬至七月中旬期間，正值水稻抽穗後期，適逢鐵甲蟲第二



世代成蟲及第三世代幼蟲之危害，因累積密度頗高，水稻被害最為慘烈。第一期水稻收割後，第三世代之成蟲因寄主被破壞而漸次遷移至田埂及溝旁雜草上，再移往較遠之茭白及甘蔗上，部分成蟲可在茭白產卵，此世代成蟲於八月中、下旬出現。第二期稻於八月上旬插秧後，第三世代成蟲相繼遷入本田嚙食危害並產卵，此時由於稻株尚小，遭受高密度成蟲之嚙食及第四世代幼蟲之危害，受害至為嚴重，尤以早植稻，因成蟲之集中產卵，被害更形慘烈，甚有因受害而廢耕者；第四代成蟲於九月上、中旬出現；第五世代時因稻株已長大，溫度下降，被害一般較為輕微。

五、防治方法

在合成殺蟲藥劑使用前，一般使用赤手捕殺、網殺、燒卻、放鴨捕食及滴油掃落等方法。至1950年有機合成殺蟲劑引入臺灣使用後，推荐使用DDT及BHC粉劑防治，效果極為優越。目前，鐵甲蟲發生密度甚低，政府並無登記藥劑使用於鐵甲蟲防治，若需要可參照植物保護手冊登記於防治負泥蟲之藥劑中選擇使用。

六、參考文獻

1. 未具名。1944。イネトゲトゲ。p.1121。
臺灣農家便覽（第六板）。臺灣總督府農業試驗所編，臺灣農友會發行。
2. 臺灣省農林廳。1964。農業要覽第四輯，作物病蟲害，第二卷蟲害，pp.51-52。
3. 林珪瑞。1953。鐵甲蟲發生密度及習性之觀察暨其危害損失與驅除策略之商榷。臺灣農林 7(11):9-12。
4. 梁同庭、劉顯修。1957。DDT、BHC粉劑對水稻鐵甲蟲成蟲藥效比較試驗，臺灣農業研究 7(2):23-31。
5. 素木得一。1937。臺灣特有之稻の害蟲鐵甲龜（イネトゲトゲ）*Hispa similis* Uhmann。農業及園藝 12:2153-2160。
6. 曾憲泰。1952。臺灣的鐵甲蟲。臺灣農林 6(2):44-45。
7. 福田計。1937。イネトゲトゲ（鐵甲龜）に關する調査。臺灣總督府中央研究所農業部彙報 130:1-240。中國農村復興委員會出版。
8. 劉達修。1973。臺灣鐵甲蟲。pp.1-13。臺灣水稻之害蟲。臺灣大學植物病蟲害系昆蟲研究室編，中國農村復興委員會出版。臺北。

（作者：鄭清煥）



負泥蟲

學名：*Oulema oryzae* (Kuwayama)

英名：Rice leaf beetle

俗名：稻泥蟲、稻葉蟲

一、前言

負泥蟲之幼蟲，常以排泄物覆蓋其身，甚似泥塊附著於葉面，故稱之為負泥蟲。往昔曾列為臺灣水稻五大害蟲之一，但由於耕作制度改變及化學藥劑普遍使用，使負泥蟲淪為水稻之次要害蟲。目前只發生於臺灣北部及東部靠山濕冷地區稻田。

二、危害狀

負泥蟲之幼、成蟲均以咀嚼式口器食害水稻葉片之上表皮及葉肉而殘留下表皮，呈現白膜狀長條食痕（圖一），若遭風吹襲則縱裂。當族群密度高時，水稻呈一片白色枯乾之被害狀（圖二），影響水稻生育而使稻株抽穗期延遲4~5天，穀粒多呈不飽滿狀，影響產量至鉅。

三、害蟲概述

（一）分類地位

鞘翅目 Coleoptera

金花蟲科 Chrysomelidae

（二）分佈

日本、韓國、東西伯利亞、中國大陸及臺灣

（三）寄主

水稻、茭白、粟、李氏禾



圖一：負泥蟲在田間危害狀。（劉清和）



圖二：負泥蟲嚴重危害水稻徵狀。（劉清和）

（四）形態

1. 成蟲：頭部黑色，前胸黃褐，翅鞘青藍色，有光澤，上佈點刻之縱線數條。觸角黑色，密生灰色微毛，但基部兩節暗褐色，微毛稀疏。足褐黃色，基節黑色，脛節端距及跗節暗褐色。腹部腹板黑色，密佈細刻點及灰黃色微毛，全藏於翅鞘之下（圖三）。體長約5公釐。雌雄成蟲之鑑別，一般以蟲體大小及細胖來區別，即雄性成蟲較細小，腹部腹面較平坦，而雌性成蟲之蟲體較大，腹部腹面較凸起。
2. 卵：長橢圓形，初為淡黃色，後變為暗綠色，有光澤，長約1公釐（圖四）。

3. 幼蟲：洋梨形，腹面平坦，背面隆起。頭小稍扁平，體黑褐色，自頭頂中央後方至單眼外方有一黃色斑紋，胴部背面隆起，腹面扁平，暗褐黃色，各節上生黑色之毛瘤10~11個，胸足有三對，暗褐色，短而粗大，爪單一。肛門向上開口，故糞便堆積體背（圖五）。體長約5公釐。

4. 蛹：裸蛹，橢圓形頭尾兩端略尖小，初淡褐色，羽化前呈現暗色。體長雄蟲平均3.87公釐，雌蟲約4.3公釐。老熟幼蟲先在稻葉上作橢圓形之白繭後化蛹，繭長約5公釐（圖六）。



圖三：負泥蟲成蟲。（劉清和）



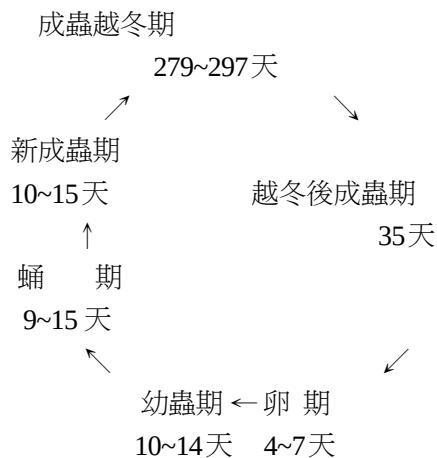


圖四：負泥蟲卵。(劉清和)

(五) 生活史

負泥蟲每年發生一世代，以成蟲於稻田附近之其他禾本科植物之根際土礫間越冬，至翌春溫度回升時，飛至秧田或本田之稻株葉片上取食並交尾產卵。成蟲取食多在早晨、黃昏及夜間。在陽光照射之白天或是太乾燥，強風時，成蟲多靜棲於稻葉表面或移棲於稻株基部，受驚擾時具假死習性。成蟲交尾二次以上，交尾後一天即可產卵。卵多產於葉片正面，距葉尖約 3 公分左右，少數在葉背或葉鞘上。越冬雌成蟲之產卵期約 32 天，每一雌成蟲約可產 44 卵塊，每卵塊含卵數以 6~12 粒，排成二列，卵期平均約 4~7 天，孵化幼蟲取食葉部之上表皮及葉肉形成條狀白痕。幼蟲有四個齡期，歷時約 10~14 天，老熟幼蟲在葉片

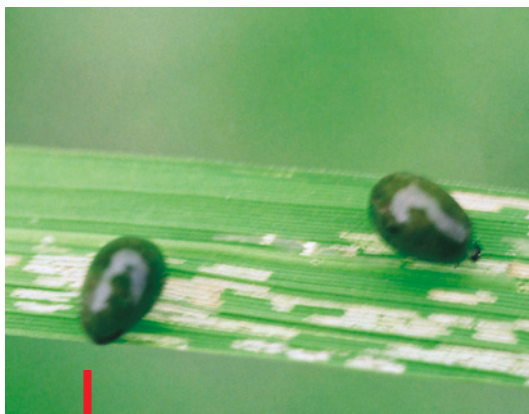
上結繭化蛹，經過 9~15 天，羽化為新成蟲，繼續停留在水稻葉片上取食 10~15 天，然後飛離稻田到越冬場所越冬。該蟲週年之生活史如下：



負泥蟲之生活史

四、發生生態

負泥蟲為溫帶地區昆蟲，各蟲期之發育與溫度關係極為密切。一般而言，產卵臨界低溫為 11~12℃，最適產卵之溫度為 20~27℃。越冬成蟲飛來稻田交尾、產卵時期隨冬春季溫度不同而有遲早之差異。例如，臺東地區之溫度於每年元月下旬即開始回升，越冬成蟲便陸續飛來稻田交尾產卵，於二月下旬成蟲密度最高，幼蟲發生危害最嚴重時期為三月中旬，四月中、下

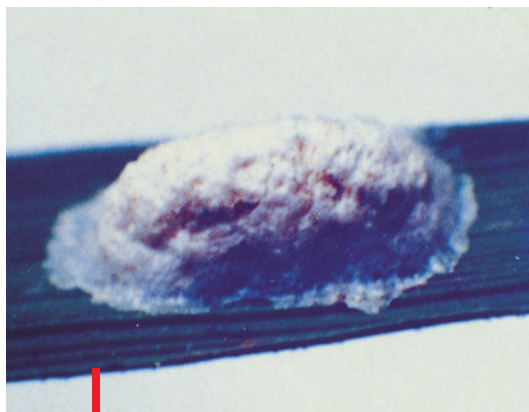


圖五：負泥蟲幼蟲。（劉清和）

旬新羽化成蟲便飛回越冬場所越冬；但在臺灣北部地區負泥蟲發生危害時期較晚，如在臺北地區幼蟲危害期為四月下旬至五月上旬。負泥蟲大多發生於靠山區之稻田，尤以山谷、山溝之稻田發生較為嚴重，陽光充足之平原稻田不發生。一般而言，低溫高濕有利於其發生危害，在多雨之年，水稻被害較為嚴重。

五、防治方法

負泥蟲為水稻生育初期之主要害蟲，以成、幼蟲食害水稻葉肉，尤其第三、四齡幼蟲之取食量最大，約占整個幼蟲期取食量之90%，因此評估該蟲對水稻產量之影響時，均以第三齡以上幼蟲為對象。據江村及小鵬（1980），建議以每叢水稻有三齡以上幼蟲3~7隻，為該蟲造成稻穀減產之



圖六：負泥蟲繭。（劉清和）

上、下限。每叢稻株有25隻幼蟲食害時，可造成100%之被害葉率及40%之被害葉面積率及食害葉片面積40%；而被害葉率達100%時可造成20%之稻穀減產，被害葉面積達50%時可造成21~27%之減產。在臺東縣竹湖稻田之調查，水稻每叢有15隻幼蟲危害時，可造成水稻葉片被害度達56.48%，並使稻穀減產23.84%。建議在水稻生育初期，若負泥蟲之幼蟲每叢發生密度達2~3隻，且發生叢率達10%時，即應採取藥劑防治措施，以確保稻米品質及產量。

負泥蟲之防治方法有空中施藥、育苗箱施藥及直接噴撒藥劑等方式。在日本東北地區稻田，曾於1977年施60%速滅松液劑，一架飛機每日可施藥300公頃，對負泥蟲大面積施藥，有極佳之防治效果。但在臺灣之負泥蟲發生地區，均為靠山濕冷稻



田，較不適合空中施藥。至於育苗箱施藥防治負泥蟲，在日本方面，曾於1973~1979年間應用培丹粒劑，可減半每公頃用藥量（20公斤），甚至施用四分之一藥量（10公斤），仍具有極佳之防治效果，且其藥效可延長至45~50天之久，因此確認育苗箱施藥方式，極適合於水稻生育初期之負泥蟲防治。在臺灣方面，目前仍採用地面直接噴撒藥劑之方法防治負泥蟲。換言之，在水稻生育初期，若發現負泥蟲之幼蟲，每叢稻株上有2~3隻時，即開始施藥，施用藥劑及倍數可參考植保手冊。由於負泥蟲極易被農藥所殺死，因此筆者曾利用推廣用藥量40公斤之一半，即每公頃20公斤之粒劑藥量混合肥料，同時施用，仍獲極佳之防治效果，且可節省施藥工資，誠為一種省工又省藥之防治方式，值得農民採用。

六、參考文獻

1. 江村一雄、小鵬昭雄。1980。イネクビボソハムシの要防除密度推定に関する研究Ⅲ.要防除密度と防除要否判定のための密度推定法。應動昆 24:150~156。
2. 江村一雄。1979。農藥の箱施用による水稻初期害蟲の防除。今日の農藥 23(3):12-17。
3. 佐藤テイ。1980。イネドロオイムシの成蟲雌雄の鑑別法。應動昆 24:110-111。
4. 岸野寛一、佐藤テイ。1977。イネドロオイムシに関する生態學的研究。東北農試研報 56:1-18。
5. 岩城 寛。1977。水稻初期害蟲に對する空中微量散佈防除。今日の農藥21(5):83-84。
6. 保阪義行。1973。藥劑の育苗箱施用にする一本田初期病蟲防除。今日の農藥 17(6):30-31。
7. 高山隆夫。1977。イネドロオイムシの被害解析。植物防疫 31:265-268。
8. 桑山覺。1936。稻負泥蟲。農業及園藝 11:1481-1486。
9. 易希陶。1964。負泥蟲。pp.24-25。經濟昆蟲學（下）。國立編譯館出版。臺北。
10. 農藥所。1990。負泥蟲。pp.80-83。植物保護手冊。行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所編印。
11. 農林廳。1985。負泥蟲之發生與防治面積。pp.335-341。臺灣省水稻病蟲害發生預測。臺灣省政府農林廳編印。
12. 劉清和。1976。負泥蟲之發生及其防治。pp.26-29。主要稻作與糧倉害蟲，稻作與糧食蟲害研討會專刊。臺灣植物保護中心印行。
13. 劉清和。1981。水稻負泥蟲防除技術改進試驗。植保會刊 23:179-186。

（作者：劉清和）

稻心蠅

學名：*Hydrellia philippina* Ferino

英名：Rice whorl maggot

俗名：稻潛蠅、稻桿蠅

一、前言

稻心蠅為水稻生育初期之重要害蟲，自1970年後其發生危害逐漸嚴重，尤以二期作晚植稻被害較重。與本蟲同屬之水稻害蟲尚有水稻潛葉蠅（*Hydrellia griseola* (Fallen)）及水稻黑桿蠅（*Hydrellia sasakii* Yuasa et Ishitani）等。前者分佈於中國大陸、日本、南韓、北美、南美、法國、德國及意大利，幼蟲潛食葉片，造成不規則白色食痕；後者則分佈於日本西南部較溫暖地區，其危害狀與稻心蠅類似，幼蟲於水稻心部取食未展開葉片之內緣，待葉片展開後，在葉緣可見淡黃色不整形缺刻食痕。

二、危害狀

本蟲為水稻分蘖初期之重要害蟲，在水稻插秧後3至4週持續湛水田受害較淺灌或保持潮溼狀態稻田嚴重。幼蟲於水稻心部咬食未展開之心葉內緣，待被害葉片伸長展開後，於葉片邊緣可見長1~2公釐不規則之淡黃色缺刻食痕（圖一）。嚴重被害，

稻株生長受阻，較正常稻株短小5~10公分；抽穗期不整齊。水稻孕穗期間，幼蟲亦可危害嫩穗而形成白莖。

三、害蟲概述

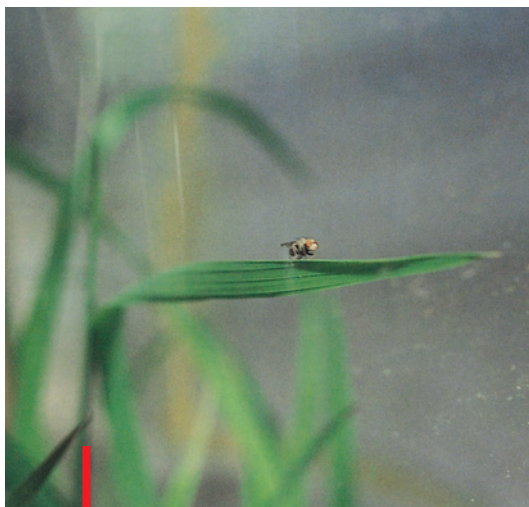
（一）分類地位

雙翅目 Diptera

水蠅科 Ephydriidae



圖一：稻心蠅危害徵狀。（鄭清煥）



圖二：稻心蠅成蟲。（鄭清煥）



圖三：稻心蠅卵。（鄭清煥）

（二）分布

臺灣、東南亞及南亞水稻栽培區

（三）寄主植物

水稻、水稗、毛穎雀稗、圓果雀稗、四生臂形草、鼠尾草、小指草、假馬唐、佛歐里指草、鐵線草、紫果指草等禾本科雜草。

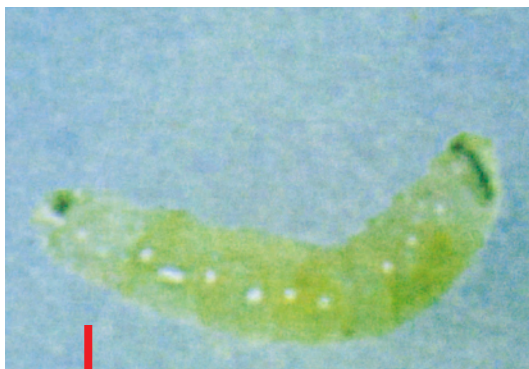
（四）形態

1.成蟲：體呈黑灰色，體長約為1.8~2.3公釐，雌蟲略較雄蟲為大。額及臉頰灰白，具6根顏面剛毛，中胸盾片灰白稍帶淡褐，小盾片銀白至灰色，觸角3節，深灰色，第2節內側淡銀色，觸角剛毛7~10根，腹

部銀白至灰色，前3腹節基部黑褐色；足除腿節外皆黃色，前腳腿節內側有10~12根刺（圖二）。

2. 卵：長橢圓形，長0.72~0.76 公釐，寬0.17~0.20 公釐；初產下時，乳白而不透明，外表具縱紋（圖三），其後卵之前端可見發育中胚胎之黑色的頭咽骨片。

3.幼蟲：甫孵化之幼蟲呈透明至淡乳黃色，取食後呈黃色。體呈紡錘形之蛆，前端口勾及頭咽骨呈黑色清晰可辨，體後端尖削具一對叉狀吸呼吸器。老熟幼蟲體長約6.5~7.2公釐（圖四）。



圖四：稻心蠅幼蟲。（鄭清煥）

4. 蛹：蛹略呈紡錘形，後端漸細，末端具尾刺一對，淡至深褐色，體長平均約4.83公釐（圖五）。

（五）生活史

成蟲性活潑，一般棲息於靠近水面下垂稻葉或葉鞘上，羽化後 2~3 天將卵散產於葉片正或背面，卵期在六、七月約 3~5 天，八至九月為 4~6 天。孵化後幼蟲極為纖弱，在乾燥環境不易存活。初齡幼蟲一般沿葉片上之露水膜移動，最後遷至水稻心部在未伸出之心葉由葉緣取食。幼蟲具 3 個齡期，幼蟲期在六至七月歷時 5~7 天；八至九月為 6~9 天。老熟幼蟲潛出稻株外，化蛹於葉鞘間，蛹期在六、七月為 4~8 天，八至九月為 5~9 天。成蟲大部分於 7~10 時羽化，次日晨間或黃昏時段交尾，成蟲壽命約 4~5 天。完成一世代歷時 18~27 天，29~33℃ 為

其發育適溫，每雌蟲可產卵 50~100 個。

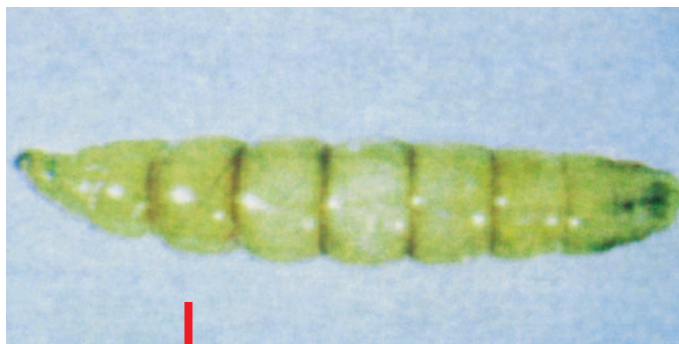
四、發生生態

在臺灣北部稻心蠅每年發生 8~9 個世代，在南部可達 10~11 個世代。本蟲以卵或幼蟲於稻田附近之排水溝旁之雜草上越冬，第一世代成蟲於三月上旬出現，元月或二月中旬種植之水稻一般可逃避其危害，故一期稻（元月至六月各月種植之水稻）一般被害均較輕微。在嘉南地區二期稻普植稻於七月中、下旬種植，在此一期間種植之水稻因面積較大，分散危害，通常不致嚴重被害，但八月間種植之晚植稻，被害頗為嚴重，尤其在較低凹陰濕地區之稻田。在田間稻心蠅族群以水稻移植後 15~45 日間最高，其後逐漸下降，至水稻抽穗後只能發現少數成蟲。稻心蠅成蟲特別喜愛潮濕環境，在自然情況下，池塘、水溝以及灌溉水田提供其繁殖有利之環境。

本蟲對秈稻之危害較梗稻嚴重，但據國際稻米研究所報告，秈稻被害葉率達 90%，仍對稻穀產量無顯著影響，但在臺灣以梗稻試驗結果顯示葉被害率在 50% 左右，可導致 8~11% 之減產。以此為基準，其經濟危害水平應為葉被害率 20~25%。

五、防治方法

（一）清除田旁溝渠雜草，以降低蟲源。



圖五：稻心蠅蛹。（鄭清煥）

- (二)避免太早或太晚栽植：太早或過晚栽植之水稻常引起稻心蠅之集中產卵危害，普植稻則因栽植面積較大分散危害，被害較輕。
- (三)成蟲喜好潮濕環境，發生嚴重地區在水稻插秧後3~4週內，避免深水灌溉誘引成蟲前來產卵。
- (四)藥劑防治：普植稻區一般被害較輕，通常無需特別防治，但二期稻中之晚植稻，則必需加以留意，若於移植後15天左右，其被害葉率已達10%左右，可參照植物保護手冊登記於稻心蠅防治藥劑中任選一種防治。在每年發生嚴重地區可考慮以育苗箱施藥法預防其危害。

六、參考文獻

- 1.王朝輝、陳文雄。1972。稻桿蠅。pp.46-58。臺灣水稻之害蟲。國立臺灣大學農學院植物病蟲害系昆蟲研究室編，中國農村復興委員會出版。
- 2.Dale D. 1994 Insect pests of the rice plant-their biology and ecology. pp.454-456 in: Biology and management of rice insects Heinrichs E. A. ed. IRRI, Los-Banos, Philippines.
- 3.Ferino, M. P. 1968. The biology and control of the rice whorl-maggot, *Hyolrellia philippina* Ferino (Ephydriidae, Diptera). Philipp. Agric. 52:332-383.
- 4.IRRI, 1981. Annual Report for 1980. pp.216-217. The International Rice Research Institute, Los-Banos, Philippines.
5. Pathak, M. D. 1977. Hydrellia flies. pp.49-53 in: Rice insect pests of rice. The International Rice Research Institute, Los-Banos, Philippines.

（作者：鄭清煥）



亞洲潛葉蠅

學名：*Pseudonapomyza asiatica* (Spencer)

英名：Rice leaf miner

一、前言

亞洲潛葉蠅又名南亞擬菁潛蠅，是水稻生育初期的次要害蟲。民國89年8月，於彰化縣秀水、花壇、大村鄉等地二期稻發現，發生面積約500公頃。民國90年8月再度對水稻造成危害，經調查在臺灣中部地區的臺中、彰化及南投雲林及嘉義等縣皆有零星發生。幼蟲在葉片內部取食形成白色的潛痕，老熟幼蟲在潛道內化蛹，由葉片外觀可見黑色卵形的顆粒狀突起。由於在插秧至分蘗初期危害水稻，一般不會造成嚴重的產量損失。

二、危害狀

初孵化幼蟲多數在葉片尖端的上下表皮間取食葉片組織，形成長12~45公釐、寬1~4公釐，與葉脈平行的潛道（圖一）。老熟幼蟲化蛹後，該潛道顏色由白色轉為枯黃，並由葉尖向下逐漸枯萎（圖二），影響光合作用之進行。每片葉片有兩個以上的潛道時，往往造成全葉枯死。嚴重食害時，全株枯萎死亡。

三、害蟲概述

（一）分類地位

雙翅目 Diptera

潛蠅科 Agromyzidae

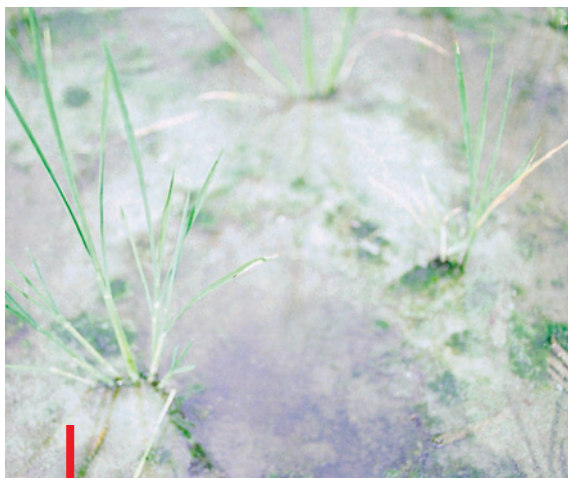
（二）分布

臺灣、菲律賓、新加坡、印度、孟加拉、斯里蘭卡等。



圖一：幼齡稻株被潛葉蠅危害可導致葉片枯萎。（廖君達）





圖二：水稻葉片被害情形。（廖君達）

（三）寄主

水稻、玉米及多種禾本科雜草如狗牙根、畫眉草、臺灣野稗、牛筋草、畔茅、毛穎雀稗及狗尾草等。

（四）形態

- 1.成蟲：體黑色，長1.6公釐。頭暗灰色，複眼眼緣區呈灰色；觸角黑色，第3節上角延長而鈍。中胸背板無光澤。翅前緣脈達 R_{4+5} 。前翅透明，停息時，重疊在背面；平均棍白色。足黑色（圖三）。
- 2.幼蟲：幼蟲蛆狀，初孵化幼蟲為白色，老熟幼蟲呈黃白色，體長約2.1公釐。
- 3.蛹：卵形，深褐色，每節均有4~5列不

規則的環繞刺突，末端有2個黑褐色氣門突起。體長約1.6公釐。寬約0.8公釐（圖三）。

（五）生活史

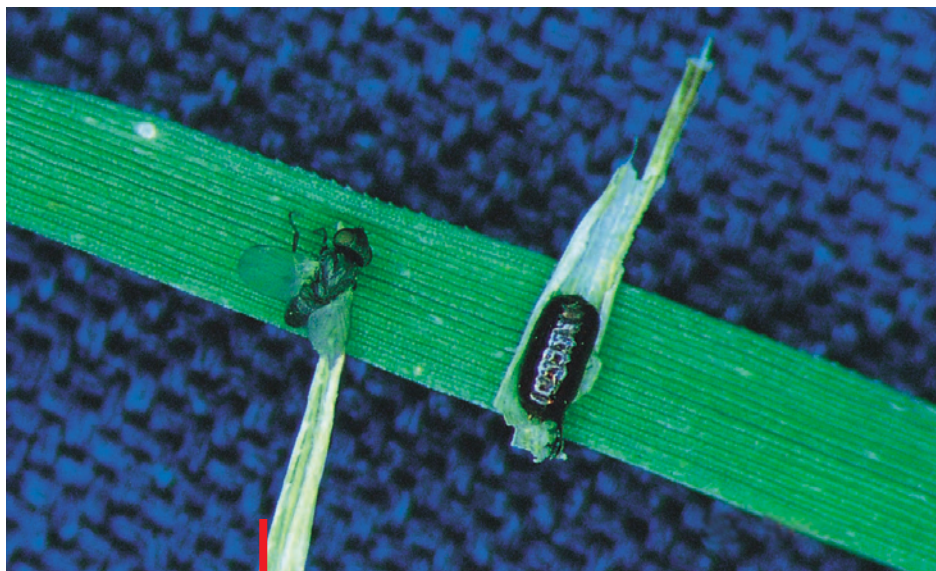
完成一代約需20天，其他不詳。

四、發生生態

亞洲潛葉蠅一年發生世代不詳，一期稻期間取食稻田周圍的禾本科雜草。二期稻水稻插秧後，僅在8月上旬至9月上旬間侵入田間危害水稻，此期間可完成一、兩個世代。隨後即遷回禾本科雜草上，並在雜草上繼續產卵繁殖。雌成蟲將卵產於水稻葉片組織內，孵化幼蟲取食葉肉組織，形成明顯的潛道，潛道隨著蟲齡加長。老熟幼蟲在潛道內化蛹，蛹固著黏於潛道內，每一潛道有一隻幼蟲，一枚葉片中之潛道數多為一至三條。

五、防治方法

- （一）耕作防治：亞洲潛葉蠅在二期作晚植稻的危害通常比普通植稻嚴重，因此避免過晚栽植，以分擔受害的風險。
- （二）田間衛生：清除路邊、田埂及溝渠邊的禾本科雜草，減少亞洲潛葉蠅的寄主，以抑制蟲源的累積。
- （三）藥劑防治：尚無推荐於亞洲潛葉蠅防治藥劑，嚴重被害時，可參考植物保護手冊推荐於稻心蠅藥劑選擇處理。



圖三：水稻潛葉蠅成蟲及蛹。(廖君達)

六、參考文獻

1. 薛萬琦、趙建銘。1996。潛蠅科。pp.501-540。中國蠅類(上)。遼寧科學技術出版社。
2. Barrion, A. T. and Litsinger, J. A. 1979. New record of a rice leaf miner, *Pseudonapomyza asiatica* Spencer (Diptera: Agromyzidae) in the Philippines. Intern. Rice Res. Newsl. 4(3): 18.
3. Gokulpure, R. S. 1975. Record of new host-plants of four Agromyzids. Jour. Bombay Nat. His. Soc. 72(1): 223~225.
4. Liao, C. T. and Shiao, S. F. 2001. *Pseudonapomyza asiatica* Spencer (Diptera: Agromyzidae), a recently resurgent pest species which damages rice in Taiwan. Plant Prot. Bull. 43:235-242.
5. Sasakawa, M. 1980. Agromyzidae from Ceylon (Diptera). Kontyu. 48(2):192.
6. Singh, S. A. 1983. Changing trends in the insect pests fauna on rice in Manipur. Intern. Rice Res. Newsl. 8(1): 12.

(作者：廖君達)



南方綠椿象

學名：*Nezara viridula* (Linnaeus)

英名：Southern green stink bug

俗名：臭腥龜仔

一、前言

南方綠椿象為雜食性害蟲，其寄主植物有紀錄者如柑桔類、田青、豆類、胡麻、棉花、粟、水稻等達30科145種。成蟲活動性很強，常於水稻抽穗後侵入稻田危害，影響稻穀之稔實率及米質。

二、危害狀

水稻抽穗期被害，被刺食之穀粒成空殼；乳熟期被害，穀粒乾癟；糊熟期以後被害之穀粒在口針插入部位形成褐黑色斑痕，即所謂之斑點米（pecky rice）（圖一）。斑點米帶有難受之苦味，而降低米質。



圖一：椿象類危害穀粒形成斑點米。（鄭清煥）



圖二：綠椿象。（鄭清煥）

三、害蟲概述

(一) 分類地位

半翅目 Hemiptera

椿象科 Pentatomidae

(二) 分布

全世界水稻栽培區

(三) 寄主

水稻、粟、豆類、田菁、棉花、胡麻、柑桔類等 140 餘種植物。

(四) 形態

成蟲：依體色及條紋可分三型：

- (1) 綠色型（正常型）（*forma typical*）：雄蟲體長 12~14 公釐，雌蟲體 14~17 公釐。全體綠色，體背色濃而腹面稍淡。頭側稍

黃，複眼黑色，單眼紅色，觸角第 1~3 節綠色，第 3~5 節端部為黑色。前胸背板兩側角稍突出，小盾板長三角形，基部有 3 個橫列的小黃白斑點（圖二）。

- (2) 黃帶型（*forma torquata*）：外型及體色與全綠型類似，但前胸背板前半部和頭的前半部為黃色，前胸背板黃色部分的後緣呈波紋狀。

- (3) 綠斑型（*forma auraniaca*）：外形與前兩型類似，但體背為橙黃至黃綠色，腹面綠色。前胸背板前半部和小盾板基部各有三個綠色斑紋，另小盾板端部呈綠色，與兩前翅革質端部各有一綠斑排成一橫列。

卵：圓筒形，高約 1.2 公釐，直徑 0.75 公釐。初產下時為乳白色，後漸變土黃色，孵化前呈紅色。

若蟲：共有五齡。第一齡若蟲體黃褐色，胸部中央的大圓斑呈橙黃色，第二至第三齡若蟲體呈黑褐色，腹背中央兩斑紋呈橙黃至淡黃色，第五齡若蟲體長 7.5 至 10 公釐，綠色，前胸背板、小盾板和翅芽上散佈黑色斑紋。腹部背方具淡黃色斑，中央和兩側邊緣有紅色斑。

(五) 生活史

南方綠椿象在室溫 27~28℃ 時成蟲產卵前期為 4~7 天，雌蟲可多次交尾，每一雌成蟲一生可產 4~8 個卵塊於葉背或莖上，每卵





圖三：稻椿象。(鄭清煥)

塊含40~100餘粒卵，分2~6行排列，略呈六角形。卵期約5天，孵化後若蟲聚集於卵塊旁，自第二齡若蟲開始群居取食，第四齡前很少單獨生活。若蟲期共5齡，歷時21~25天後變為成蟲。成蟲白天多於水稻株上部活動、取食、交尾，夜間產卵，具強趨光性。成蟲壽命除越冬世代外，一般由10~30餘天。

四、田間生態

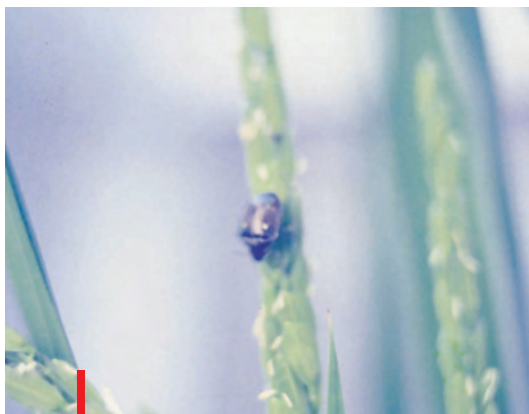
南方綠椿象為高度雜食性害蟲，一般以多種寄主植物之果實為食。在水稻田，於水稻抽穗期陸續遷入稻田取食幼穗，吸食穀粒汁液，被害穀粒成空殼；乳熟期穀粒被害，穀粒壞死乾癟；糊熟期以後被害，口針刺吸部位形成暗褐色斑點，即所謂的“斑點米”(pecky rice)。按接蟲試驗，

第五齡若蟲及成蟲在水稻乳熟期取食，每日平均分別可造成1.4及0.9粒斑點米，空穀粒可達20%左右，糊熟期為1.8及1.6粒，而黃熟期則分別為0.8及1.2粒。經田間調查顯示，南方綠椿象危害密度於早熟稻及晚植稻較高；如鄰近休耕田，則距田埂2公尺以內之範圍，其密度較田中央為高。有關南方綠椿象及其他危害稻穗穀粒造成斑點米之椿象類之生態未詳之處尚多，有待進一步研究。

附註：危害臺灣水稻穀粒之椿象種類除南方綠椿象、黑椿象外、尚有22種，主要有下列幾種，這些椿象類均於抽穗期後遷入稻田危害穀粒，而造成斑點米。

椿象科 (Pentatomidae)

稻椿象 (*Lagynotomus elongatus* (Dallas)) (圖三)



圖四：白星椿象。(鄭清煥)



圖五：細針緣椿象。(鄭清煥)

白星椿象 (*Eysarcoris ventralis* (Westwood)) (圖四)

雙巨星白斑椿象 (*Eysarcoris guttiger* (Thunberg))

緣椿象科 (**Coreidae**)

臺灣細針緣椿象 (*Cletus punctiger* (Dallas))

細針緣椿象 (*Cletus trigonas* (Thunberg)) (圖五)

臺灣蜘蛛緣椿象 (*Leptocorias acuta* (Thunberg)) (圖六)

長椿象科 (**Lygaeidae**)

臺灣雙星長椿象 (*Eucosmethus incisus* (Walker))

盲椿象科 (**Miridae**)

稻盲椿象 (*Lygus oryzae* Matsumura)

五、防治方法

1. 避免過早或過晚栽植，引起椿象類之侵入危害。
2. 栽植於長滿禾本科雜草之休耕田旁的稻田，應於抽穗前清除休耕田雜草，以免繁殖於雜草內之椿象類於水稻抽穗期遷入危害。
3. 若發現於乳熟期至糊熟期稻田中椿象類密度太高（50次掃網合計超過30隻），考慮使用有機磷或氨基甲酸鹽藥劑防治1至2次。

六、參考文獻

1. 川沢哲夫、川村滿。1977。カメムシ百種原色圖鑑。全國農村教育協會出版。日本。301p。





圖六：台灣蜘蛛緣椿象。
(鄭清煥)

2. 中沢 啟一、河野 富香、梅田 公治。1972。結實期の水稻から採集されたカメムシ類。廣島縣立農業試験場報告 32：7-15。
3. 平井一男、岡田齊夫。1998。水稻害蟲の生態と防治。pp.157-208。植物防疫講座害蟲、有害動物編（第3版）。日本植物防疫協會出版。
4. 立川周二、小林尚、長谷川仁。1976。斑點米を發生させるカメムシ類の見分け方。植物防疫 30：149-154。
5. 朱耀沂。1973。綠椿象。pp.33-38。臺灣水稻之害蟲。臺灣大學植物病蟲害系昆蟲研究室編。中國農村復興委員會發行。
6. 伊藤清光。1982。ホソハリカメムシ成蟲の餌植物選好性と水田への移動。應動昆 26：300-304。
7. 岩田俊一、葭原敏夫。1976。斑點米を發生させるカメムシ類。植物防疫 30：127-132。
8. 屈天祥。1982。水稻害蟲。pp.58-248。農業昆蟲學（浙江農業大學編著），上海科學技術出版社出版。
9. 鄭清煥。1991。危害稻穗椿象種類及生態調查（未發表資料）。
10. 蔡雲鵬。1965。臺灣植物害蟲名彙。臺灣省檢驗局出版。278p。
11. 無名氏。1991。斑點米の發生とカメムシ類—實態解明ブ積極對應を。今月の農業 35(1)：108-113。
12. Kisimoto, R. 1983. Damage caused by rice stink bugs and their control. Japan pesticide information 43:9-13。

（作者：鄭清煥）

肆

有

害

動

物

INJURIOUS ANIMALS





前言

水稻之有害動物中，屬於節肢動物者有稻細蟻、螯蝦、和沙蠶三種。稻細蟻危害水稻葉鞘，並攜帶水稻葉鞘腐敗病菌的孢子，經由傷口感染稻作，使葉鞘腐敗病之發病率大幅提高，而造成水稻減產。在1975年至1980年間造成臺灣南部水稻的嚴重災害。螯蝦原產於美國加州洛杉磯東部地區，日本於1930年自美國引進，因管理不善，使之遍佈在稻田及水溝，大量嚼食水稻幼苗及鑽地洞，成為日本主要的稻田有害動物。臺灣在二、三十年前亦發現螯蝦的危害，可能為日據時代所引進，1980年後分布地區擴大，密度逐漸增加，危害田埂、溝渠及稻作，造成農民稻田耕作上的困擾。沙蠶又名鹽水蜈蚣，分布僅限於宜蘭頭城和礁溪兩鄉近海之低溼地帶，因堤防受損，致使其隨海水帶入稻田為害，但堤防修復後，已無沙蠶的為害報導。另有軟體動物福壽螺的發生危害，這是由於1979年有人非法自阿根廷將其攜帶進入臺灣，加以飼養，但因

肉質惡劣，無利可圖，即予棄養於鄉野，目前已遍佈臺灣各地溝渠、池塘、水田，成為水稻及其他水生作物之重要有害動物。害鳥方面，有雁鴨類、麻雀和斑文鳥三種（類）。雁鴨本為候鳥，有春去秋來的習性，因此花蓮地區沿花蓮溪、秀姑巒溪流域兩岸秋季水稻常遭危害，近年來，在該等流域棲息地或農田圳渠發現仔鴨繁衍，顯然已由候鳥轉變為「留鳥」，故更顯其重要性；麻雀和斑文鳥為臺灣最普遍的鳥類，通常在秋季會聚集成群啄食田間稻穀，損失不少，防治措施常遭環保團體指責，故如何防範鳥害而保護稻穀的技術為目前研究之重點。

（作者：羅幹成）





稻細蟎

學名：*Steneotarsonemus spinki* Smiley

英名：Rice tarsonemid mite

一、前言

1968年筆者曾於水稻葉鞘內發現稻細蟎與褐飛蝨卵同在一處，當時誤認為捕食飛蝨卵之天敵。1973年曾、張二氏於倉庫穀物中發現該蟎，至1976年9月於臺南縣境發生嚴重水稻不稔症，農委會孫明賢、邱人璋二氏發現在不稔性稻株葉鞘內有大量微細的蟎體，後經曾義雄氏鑑定為 *Steneotarsonemus madecassus* Gutierrez，復經美國農部 Smiley 氏鑑定為 *S. spinki* Smiley，最後再經曾氏比對二者模式標本後確定稻細蟎之學名為 *S. spinki* Smiley，而 *S. madecassus* Gutierrez 為其同物異名。原來美國農部 Smiley 氏於1967年在一種危害水稻之飛蝨（*Sogatia orizicola*）身上發現一種細蟎，經鑑定為一新種，即定名為 *S. spinki* Smiley；同年稍後，法國 Gutierrez 氏在馬達加西發現一細蟎危害水稻，危害狀描述幾與臺灣之不稔症狀完全相同，並謂其可藉飛蝨傳播，特定名為 *S. madecassus*，既經鑑定為同種，由於 Smiley 氏稍早發表，故以其所訂之學名為正式學名，而 Gutierrez 所發表之學名為同物異名。

二、危害狀

稻細蟎性喜危害水稻之葉鞘內層表面，隨著水稻之生育及被害葉鞘之不適寄生，而有向上遷移危害之習性，至水稻孕穗期稻細蟎即大量遷至劍葉葉鞘內側危害（圖一），由於其體表常附著水稻葉鞘腐敗病菌（*Acrocylindrium oryzae* Sawada）之孢



圖一：危害稻葉鞘之稻細蟎。
（羅幹成）



子，而經由其口器取食之傷口，水稻葉鞘腐敗病菌即侵入傷口而致病。由於稻細蟎和水稻葉鞘腐敗病雙重之危害，使稻穗產生不同程度之危害狀：如穀粒褐化，穀粒不稔（圖二），穀粒不充實，穗頸矮化，並顯著呈扭曲狀，穗重及千粒重顯著下降，嚴重影響水稻之產量及品質。水稻抽穗後，稻細蟎亦可侵入穀類內側危害，影響穀類之發育（圖三）。

三、害蟎概述

（一）分類地位

蟎蜱亞綱 Acarina

真蟎目 Acariformes

輻蟎亞目 Actinededa

原節總股 Promatides

游殖蟎股 Eleutherogonina

異氣門亞股 Heterostigmae

細蟎科 Tarsonemidae

（二）分布

根據正式文獻紀錄主要分布於美國，非洲馬達加西，臺灣，可能也分布於中國大陸南部諸省及東南亞各國。

（三）寄主植物

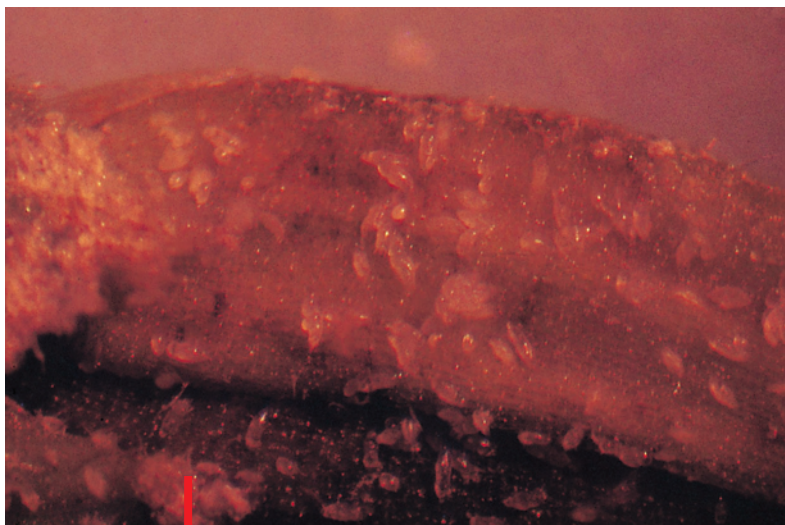
調查稻田附近之雜草 17 科 52 屬 73 種，其中 37 種為禾本科雜草，皆未發現稻細蟎之寄生，故稻細蟎之食性可能極為專一，僅寄生於水稻。

（四）形態及生活史



圖二：稻細蟎為害引起之水稻不稔症狀。（羅幹成）

稻細蟎之生活史分為卵期、幼蟎期、蛹期（靜止期）及成蟎期等四個發育階段。卵為卵形，長 $124\mu\text{m}$ ，寬 $72\mu\text{m}$ ，灰白色，卵殼表面略具光澤。初孵化之幼蟎，呈乳白色，半透明，體長約 $147\mu\text{m}$ ，寬約 $73\mu\text{m}$ ，腹末端成三角形膨大狀，取食生長發育後，此部即告消失。老熟幼蟎體長 $284\mu\text{m}$ ，寬 $96\mu\text{m}$ （圖四）。其後幼蟎即停止取食，進入蛹期，此期雌雄可辨，雌蛹細長，雄蛹腹末端膨大，體均呈灰白色，至脫皮前略呈褐色。雄成蟎體呈龜形，其腹末具有鈹狀後足，體長約 $225\mu\text{m}$ ，寬 $125\mu\text{m}$ （圖五）；雌成蟎體呈長卵形，腹末之後足細長，體長 $307\mu\text{m}$ ，寬 $88\mu\text{m}$ （圖六）。



圖三：稻細蟭亦為害穎穀內部。（羅幹成）

稻細蟭之發育受溫度影響甚大，自 25°C ~ 30°C 之間，其發育隨溫度之上升而加速； 28°C ~ 30°C 之間是其適溫範圍，由卵至成蟭僅需3~4天；在 25°C 則需17天。發育臨界溫度推測約為 20°C 。在 25°C ~ 30°C ，雄成蟭可存活5~8天；雌成蟭在 25°C 、 28°C 及 30°C 分別可存活18、13及5天。產卵前期為2~5天，產卵期在 25°C 為13天， 28°C 為7天， 30°C 為2天。雌成蟭一生平均可產卵 31 ± 3 粒左右。

稻細蟭對乾燥情況相當敏感，當相對濕度低於40%，溫度在 30°C 以上時所有細蟭在4小時內全部死亡；在 25°C ~ 28°C 則約需6小時。由此推測，此蟭之最適氣象條件為

溫度 25°C ~ 28°C ，相對濕度在80%以上。所以此蟭分佈主要在高溫潮濕之熱帶區域。

四、發生生態

據1979年稻細蟭之田間族群動態調查發現，臺南和屏東兩地區之稻細蟭均在每年之五月間開始出現，此時正值一期稻抽穗期至糊熟期；在二期稻屏東於七月底稻細蟭即有密度上升趨勢，至八月底為期一個月間，族群密度達到最高峰，此時正值抽穗期，十月之後密度驟降，此時水稻已達糊熟期至黃熟期。臺南地區水稻抽穗期較屏東稍晚，故稻細蟭發生亦有略為延後





圖四：稻細蟎之幼蟎。(羅幹成)



圖五：稻細蟎之雄成蟎。(羅幹成)

現象，二期稻至八月中旬稻細蟎密度方有顯著上升，至九月下旬族群密度達最高峰，此亦正值抽穗期，十月下旬密度迅速下降，此時亦正值糊熟期至黃熟期。稻細蟎在稻株上之分佈，顯然隨稻之發育自下

而向上移動。在分蘖盛期至孕穗初期，稻細蟎集中在下面3葉鞘內；孕穗末期則劍葉下之第1、2葉鞘佔75%左右；齊穗期80%的稻細蟎平均分佈於劍葉及其下兩葉鞘內，其後則有90%集中在劍葉及其下一



圖六：稻細蟻之雌成蟻。(羅幹成)

葉鞘內。二期稻收穫後，稻細蟻尚能在稻樁及再生稻上繼續生存繁衍，至翌年二月下旬，經兩年調查發現臺南地區稻細蟻族群密度均較屏東者高，可能與臺南地區水稻栽培時期參差不齊有密切關係。水稻密

植對稻細蟻發生有利，而早熟品種水稻上稻細蟻之密度均有較低之趨勢。

五、防治方法

(一) 預防措施

1. 水稻收穫後，稻草徹底焚毀，以殺除稻草內殘留之稻細蟻。
2. 稻樁及再生稻為稻細蟻傳播之橋樑，宜提早犁田翻入土中，並經 15 日之浸水處理，然後再行插秧。

(二) 藥劑防治

依據 1981 年試驗結果以 47% 乙基巴拉松 (Ethyl parathion) 乳劑稀釋 1000 倍及 42% 大克蟻 (Dicofol) 可濕性粉劑稀釋 800 倍之效果最優。但由於乙基巴拉松對天敵之毒性極強，而大克蟻則較安全，如以綜合防治之觀點，以推薦大克蟻防治稻細蟻較為適當。但目前此二藥劑已遭禁用，所幸近年稻細蟻並未猖獗發生，但宜密切注意其發生，並篩選有效藥劑以供不時之需。

六、參考文獻

1. 方新政。1978。水稻不稔症與稻細蟻關係研究。臺灣農業季刊 14:88-98。
2. 李天翎、周延鑫。1977。稻細蟻危害水稻之証據。科學發展月刊 5:960-963。
3. 何琦琛、羅幹成。1979。稻細蟻寄生範圍之調查。科學發展月刊 7:1022-1028。
4. 陳秋男、程建中、蘇文瀛、何坤耀。



- 1980。稻細蟥 (*Steneotarsonemus spinki* Smiley) 之生態與水稻不稔症之關係。植保會刊 22:63-82。
5. 曾義雄。1978。臺灣引起水稻不稔症細蟥之學名及中名用語之商榷。植保會刊 20:175-176。
6. 曾義雄、張安富。1973。臺灣貯藏食品之蟥類。科學農業 21:172-178。
7. 歐榮東、方新政、曾義雄。1977。危害水稻稻細蟥之研究。植保會刊 19:21-29。
8. 謝式垠鈺、梁文進、張世英。1977。水稻不稔症原因之探討 (一)。葉鞘腐敗病與不稔症之關連初報。植保會刊 19:30-36。
9. 羅幹成、何琦琛。1977。稻細蟥危害水稻之初步觀察。科學發展月刊 5:274-284。
10. 羅幹成、何琦琛。1979。稻細蟥之生態觀察。中華農業研究 28:181-192。
11. 羅幹成、何琦琛、陳瑞慈。1979。扁捕植蟥人工繁殖及水稻常用農藥對其毒性之初步測定。中華農業研究 28:251-259。
12. 羅幹成、趙若素。1975。一般農藥對兩種紅蟥重要天敵毒性之初步試驗。中華農學會報新 92:81-86。
13. 羅幹成、何琦琛。1979。水稻不稔症原因初步探討。中華農業研究 28:193-198。
14. 羅幹成、何琦琛。1980。稻細蟥之研究。植保會刊 22:1-9。
15. 羅幹成、何琦琛、林國欽。1981。稻細蟥藥劑防治試驗。中華農業研究 30:303-307。
16. 羅幹成、簡錦忠、何琦琛。1984。水稻不稔症發生主因之探討 (II)。臺灣省農業試驗所特刊 16:217-222。
17. Gutierrez, R. O. 1967. *Steneotarsonemus madecassus* n. sp agent d'une deformation des panicules de riz a Madagascar (Acarina: Tarsonemidae). Bull de la soc. ent. de France 72:323-330.
18. Smiley, R. L. 1967. Further studies on the Tarsonemidae (Acarina). Proc. ent. Soc. Wash. 69:127-146.

(作者：羅幹成)





福壽螺

學名：*Pomacea canaliculata* (Lamarck)

英名：Apple Snail

一、前言

福壽螺（*Pomacea canaliculata* (Lamarck)）原產南美阿根廷中部 Patagonia 地方，雜食性，喜食綠色植物之水生巨型螺類。1979年國人私自攜帶入境，由於其繁殖能力強，生長迅速，被認為有利可圖之食物資源。1980年開始大量養殖推廣，但因其肉質鬆軟，缺乏臺灣田螺香脆之風味，且可食部份僅及整體之19%，增高加工製罐成本，養殖戶在內外銷均無市場的情況下，紛紛棄養，而流入溝渠、池塘、稻田或水生作物田。1982年第二期稻，於高屏地區首先發現危害水稻插秧後14天之幼嫩稻株由基部被咬斷，導致嚴重缺株。該螺目前已遍佈臺灣各地溝渠、水田及池塘等處，成為臺灣水生作物之重要有害動物。

二、危害狀

本螺之食性甚雜，孵化後稍長即開始咬食稻田、水生作物田或溝渠內的植株，尤喜取其幼嫩部份，如秧苗或插秧後14天內的幼稻及菱角心芽、蓮、空心菜、茭白筍等。水稻在幼株期於齊泥處整株被咬

食時，常導致嚴重缺株（圖一）。如在齊水面（3-5公分）處被嚙食切斷，則導致分蘖數減少，生育緩慢與抽穗延遲現象。二期稻被害較一期稻明顯。

三、福壽螺概述

（一）分類地位

腹足綱 Gastropoda

前腮亞綱 Prosobranchia

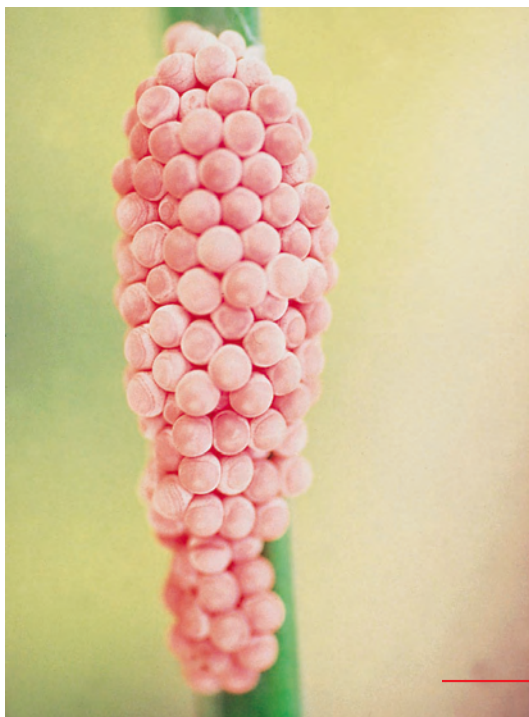
中腹足目 Mesogastropoda

蘋果田螺科 Ampullariidae



圖一：水稻幼株遭受福壽螺危害。
（廖君達）





圖二：福壽螺之卵。（廖君達）



圖三：福壽螺之成蟲。（廖君達）

（二）分布

臺灣、日本、菲律賓、中國大陸（廣東、福州、杭州）、韓國、馬來西亞、印尼、泰國、阿根廷。

（三）寄主植物

寄主範圍甚廣，除水稻外尚包括水生植物如水藻、浮萍、青苔、滿江紅、布袋蓮及水田雜草，此外水生作物薤菜、茭白筍、芡實、菱角皆可能被害。其他如葉菜類、豆莢類、瓜果類、根莖類等投入水中均為其攝食之列。

（四）形態

1. 卵：呈圓形，直徑平均2.29公釐，卵粒重8.26毫克。剛產之卵呈粉紅色，外附著透明粘液，粘液乾燥後有如一層臘覆蓋卵塊上，具保護作用。每一卵塊由3~4層卵重疊而成葡萄串狀（圖二），每一卵塊之卵粒數約100~400粒，隨卵塊之大小而異。卵塊在產下後經2~3天表面漸光滑呈鮮紅色，極為醒目。受精卵在陰暗處孵化前3~4天變成灰黑





色，但在陽光照射下則變成白色或灰白色。此時仔螺已在卵殼中形成有殼的幼螺，孵化時幼螺破卵殼而出，不受精卵則保持鮮紅色。

2.幼螺：剛孵化幼螺，螺高約2公釐，殼薄透明易碎，螺體呈紅色或淡紅色。落入水中經20~30分鐘即開始浮游，2~3天後螺體紅色漸消失而轉為黑褐色。隨螺體成長，外殼顏色逐漸轉呈深橄欖色，殼縫下陷呈淺溝狀，殼口具殼蓋。螺體爬行或取食時，伸出頭部及腹足。頭部具觸角二對，前對觸角較後對長，後對觸角的基部外側，各有單眼一隻。左眼左後邊，有一支粗大的肺吸管，內具肺鰓。

3.成螺：形態同幼螺，呈橢圓形，惟殼較硬厚，口緣無反轉銳利，螺殼右旋，螺層五層，外體層驟然增大，有十餘條暗紋，愈老熟之螺體，其暗紋愈明顯呈條狀（圖三）。雌雄異體，在殼高1.6公分以上時，由口蓋外緣形狀能辨別雌雄，雄螺口蓋外緣反轉，雌螺則否。

（五）生活史

福壽螺在中部地區一年可繁殖2個世代，一世代所需日數約88~204天，隨季節而異。各螺期周年可見，卵期之長短及卵之孵化率隨溫度而不同，在24~32℃卵期為



圖四：福壽螺產卵於稻莖上。（廖君達）

10~20天，孵化率為66.7~81.3%。溫度在20℃以下或30℃以上，孵化率顯著下降。孵化後之幼螺（殼高2~3公釐）落入水中經20~30分鐘即開始浮游，多數在水中漂浮物上或水邊活動，以上中浮游生物藻類及含水分多之幼嫩植物葉片為食。夏季幼螺孵化後約經70~80天達性成熟期，殼高約2.5~3公分以上。成螺之交配活動不受晝夜限制，每次交配所需時間自40分~6小時以上不等。交配後2~6天左右開始產卵，雌螺產卵時間通常在傍晚至翌日清晨，每一雌成螺每分鐘可產3~5粒，卵塊的大小，視螺體的大小而異，小者只產數10粒，大者可產數百粒，平均200~300粒。一年之中，三





圖五：福壽螺在稻田中。（廖君達）

~十一月都適合雌螺產卵，每一產卵期約一個月左右。產卵期3~5天可產一卵塊，每一產卵期平均可產6.8個卵塊，停止一個月左右又復產卵，因此每年有四個產卵期，平均可產卵塊數28個。卵一般產在離開水面之稻稈（葉）、電線桿、樹幹、牆岸、田埂或雜草上（圖四）。成螺壽命在1~3年以上。

四、發生生態

福壽螺在臺灣中部地區，於夏秋高溫時完成一世代約需88天，冬季氣溫低約204天，其發育顯受自然氣溫之影響。本螺係一種淡水螺類，具有鰓及肺，吸氣時先將吸氣管伸出水面，整個身體搖動5~6次，吸

足空氣後將吸氣管縮回而載浮於水面上，隨水漂流（圖五）。對環境的適應力極強，除酸性或半鹼水地區外任何有水的溝渠、湖沼均可生存。福壽螺取食行為均在水中進行，先以腹足抱住食物，再以口器之顎片切割食物成小片後吞下。當其取食秧苗時，可以一次圈住1~5株秧苗分次取食。殼高3.3~3.6公分之螺體，在水深3公分之水田中，一日可取食秧苗12株左右，因此發生密度高時，秧苗常被啃食一空。福壽螺目前已廣佈臺灣，並成為稻田重要有害動物之一。

福壽螺在水溫20℃以下或30℃以上時，螺體潛入土中緊閉殼蓋靜止不動呈休眠狀態。遇到乾旱或無水環境時亦潛入土中或雜草下緊閉殼蓋休眠。在未受到強烈日光照射時，螺體休眠可達六個月之久，一旦遇到水，立即打破休眠繼續活動。最適活動的水溫為25~27℃，二期稻插秧時氣溫較高，福壽螺活動力較強，危害程度較一期稻嚴重。

在仲秋之後所產之卵塊，孵化仔螺均以半休眠狀態越冬，至翌年四月氣溫升高時，螺體才快速成長。全年中，成螺密度以五至七月間最高。福壽螺對幼期水稻之危害，與螺體大小及密度成顯著正相關（ $r = 0.8509$ ），螺體愈大，密度愈高時，危害愈嚴重（圖六）。



圖六：福壽螺對水稻幼苗期為害與螺體大小及密度成顯著正相關。
(廖君達)

五、防治方法

- (一) 田間福壽螺族群密度每平方公尺發生量為1個大螺、2個中螺或5個小螺時，皆達經濟危害水平限界，依此做為防治基準；或是一期稻被害率在1.6%以上，二期稻在6.0%以上時即行施藥防治。藥劑防治應於整地後插秧前或插秧後立即施藥一次。藥劑防治種類及使用方法，可參照植物保護手冊。
- (二) 插秧後田間應保持淺水狀態（2~3公分），並於進水口加裝阻隔網（網目5公釐以下），以防溝渠之螺體流入。另外於排水口平鋪30公分長的塑膠浪板，可防止福壽螺逆水而上侵入稻田加害水稻。
- (三) 直播田於撒種萌芽後排水2~3週，可保護秧苗免於遭受福壽螺之危害。
- (四) 摘除卵塊撿拾螺體，為減少福壽螺危害之有效方法。卵塊在水中仍具有孵化能力，故摘除後應壓碎，不可逕予投入水中或隨地棄置。對於附著在硬體（如電桿、樹幹、牆岸）上或用手摘除不到卵塊，可持木棒等物加以搗





碎。

- (五) 池塘、水庫中福壽螺防除，放青魚（烏鰡）或鯉魚捕食，並隨時摘除卵塊及撿拾螺體予銷毀。

六、參考文獻

1. 小澤朗人、牧野秋雄。1989。スクミリンゴガイの生態と防除。植物防疫 43:502-505。
2. 林金樹。1985。福壽螺危害水稻之產量損失估計。臺中農改場研究彙報 11:43-52。
3. 林金樹。1986。福壽螺之生態觀察。台中農改場研究彙報 13:59-66。
4. 和田節。1997。スクミリンゴガイー日本と東南アにおける最近動向。植物防疫 51:459-462。
5. 陳武揚。1983。防除福壽螺確保農作物生產。臺中區農推專訊（22）。
6. 葛蒲信一郎。1996。スクミリンゴガイの生態と防除。植物防疫 50:211-217。
7. 張文重。1985。金寶螺之生態研究。中華貝類學會 11:43-52。
8. 張文重、鄭允。1982。福壽螺之生態與防治。興農月刊 162:8-14。
9. Mochida, O. 1991. Spread of freshwater *Pomacea snails* (Pilidae, Mollusca) from Argentina to Asia. Micronesica Suppl. 3: 51~62。
10. Wada, T., Ichinose, K., and Higuchi, H. 1999. Effect of drainage on damage to direct-sown rice by apple snail *Pomacea canaliculata* (Lamarck) (Gastropoda : Ampullariidae). Apple. Entomol. Zool. 34:365-370.
(作者：劉達修)



冬季候鳥～雁鴨類

學名：*Anas Poecilorhyncha zonorhyncha* Swinhoe (花嘴鴨)

Anas crecca crecca Linnaeus (小水鴨)

英名：Spotbilled duck (花嘴鴨)

Teal (小水鴨)

一、前言

雁鴨為分布於高緯度寒帶至溫帶的鳥類，每年秋、冬規律地向亞熱帶及熱帶地區移棲渡冬，翌春飛回原生地繁殖。臺灣位於候鳥向南遷移之路徑上，尤其在秀姑巒溪及花蓮溪之河床氣候良好、食物豐富為渡冬候鳥最喜愛棲息的地區，成為短暫停留的「過客」。此種冬來春去的遷移現象，循環不息。

近年來在花蓮地區沿花蓮溪、秀姑巒溪流域兩岸稻田，頻受雁鴨侵入危害，於插秧初期危害易造成缺株，農友必須重新補植或重新播種；成熟期則啄食稻穗或踐踏稻株使穀粒脫落，帶給農友諸多困擾並造成經濟上的損失。為此花蓮區農業改良場自1992～1994年在行政院農業委員會經費資助下，積極進行雁鴨危害之研究，結果發現原為雁鴨來臺渡冬之主要棲息地為花蓮溪及秀姑巒溪之河床地，由於人為過度開發後可棲息地日益縮減，食物來源日

趨匱乏，迫使雁鴨向兩岸上游稻田尋求覓食而危害水稻。近年來在該等溪流棲息地或農田圳渠發現仔鴨繁衍，由候鳥而成為「留鳥」，於是雁鴨由季節性鳥類危害轉變成週年性鳥類危害，使鳥害問題更增困擾和棘手。同時花蓮區農業改良場提供農友有效防制雁鴨危害，以動物害怕之習性，以聲、光、色組合驅趕資材測試，結果發現防鳥彩帶、音爆驅鳥器、閃光驅鳥器三種資材最具驅趕效果，並推薦由地區農會輔導農友採用。

二、危害狀

危害水稻之雁鴨係屬雁鴨科之花嘴鴨與小水鴨。雁鴨危害時間均在夜間至翌日清晨，危害時期為播種後之水稻直播田、秧田（箱育苗或水秧田）、本田插秧初期及成熟期。危害方式為播種後啄食種子及插秧後啄食秧苗附著之穀粒及踐踏苗株；黃熟期啄食稻穗穀粒及踐踏危害造成脫粒。



圖一：插秧後被為害狀。（徐保雄）



圖二：直播田被為害狀。（徐保雄）

3-5隻以上至數十隻不等的雁鴨於黃昏至翌晨，由溪流棲息地群飛至始插秧完畢之水田濕地覓食附著於秧苗上之穀粒，造成秧苗漂浮田面或遭踐踏倒伏而與泥濘田土混拌形成缺株（圖一），被害程度達21-27%；在直播田區則於播種後啄食稻種（不論裸露或有覆泥漿）（圖二）；更於一、二期稻成熟後期，在倒伏（或半倒伏）稻田中群聚嬉戲或站立於田埂上啄食兩側各約三行稻穗穀粒，使呈帚狀，除啄食即將成熟穀粒外，並造成稻穗大量脫粒撒落田面（圖三），稻穀產量之損失可達27%。雁鴨族群在插秧後的濕地或即將成熟的稻田危害，同區如受其侵入，在無外力干擾下，其必至無可覓食時才會遷移他處。插

秧後須補植（重播），相關的人工、秧苗（稻種）費用及產量減少，農民損失頗大。

三、雁鴨概述

（一）分類地位

雁鴨目 Anseriformes

雁鴨科 Anatidae

（二）分布

1.花嘴鴨分布於亞洲東部、印度、中國東北區、菲律賓、朝鮮半島、日本及臺灣。在臺灣地區為稀有的留鳥，但大部分為冬候鳥，九月間前來，次年五月間離去。多見於海邊及湖泊，有時在河口可見上千隻聚集成群。澎湖及蘭嶼地區亦可見其蹤跡。近年在花蓮溪、秀姑巒溪、臺東卑南溪、



圖三：成熟期稻株倒伏被害嚴重。
(徐保雄)



圖四：花嘴鴨。(徐保雄)

大坡池有其為數不少之族群存在。

2. 小水鴨繁殖於歐洲及小亞細亞中北部，冬季時遷徙至非洲、印度、華南、日本及臺灣。在臺灣地區為普遍可見的冬候鳥，每年十月來，次年三月離去。在五股、內湖、關渡、澄清湖、大肚溪口、日月潭、鹿港三鹽哨及東部鯉魚潭，可見成千上萬的小水鴨在水中覓食。近年在花蓮溪、秀姑巒溪、臺東卑南溪、大坡池均有其大量族群棲居活動。

(三) 形態

1. 花嘴鴨：雌、雄鴨頭上、背、腰及尾部黑褐色。臉近白色，有黑色過眼線。腮與喉部黃白色。嘴黑色而前端黃色，腳橘色，為主要的野外辨認特徵。嘴長45～49公

釐，翼長245～292公釐，尾長79～102公釐（圖四）。

2. 小水鴨：雄鴨頭、頸部棕褐色。眼的周圍到後頸有幅紫綠色鐮刀狀之帶，帶邊有細小的白色線。背部與體側有深褐色與淡灰黃色之細蟲蠹紋相交織。胸部淡黃色，雜有黑褐色斑點（圖五）。雌鴨背面黑褐色，有黃褐色羽緣；體腹面白色（圖六）。嘴長31～41公釐，翼長160～194公釐，尾長62～72公釐。

四、發生生態及生活史

每年於入秋後，即九月份起在花蓮溪、秀姑巒溪、卑南溪河床及大坡池可見到渡冬的雁鴨～花嘴鴨、小水鴨。十二月





圖五：小水鴨(雌鴨)。(徐保雄)



圖六：小水鴨(雄鴨)。(徐保雄)

至翌年一、二月份達最高峰，尤於每次北方鋒面（冷氣團）過境時，即有大批族群湧入，三月份以後又群飛北返，但近年在溪岸稻田、堤岸草叢間發現有營巢行為、孵卵及仔鴨覓食之活動，並經捕捉、飼育鑑定其種類係花嘴鴨或小水鴨。渡冬的雁鴨族群，均棲息於溪流的沙洲有低矮植物（如芒草）或淺塘沼澤（濕地）處，悠遊在鄰近的細水、緩流、淺灘處。流域兩岸開墾重劃區之農牧經營養殖魚池或地下水源豐富的淺塘區亦可見到以花嘴鴨和小水鴨為主的族群。

溪流壁岸較為陡峻、溪流沙洲較少開發，原有生態保持完整，溪流食物來源豐富，屏障良好棲息安全，雁鴨棲息族群較

集中。但近期農民於附近周邊持續延開發，使適宜雁鴨棲息的環境，範圍日趨減少。棲息於溪流之雁鴨族群，有單一種類共棲或二種以上混棲。雁鴨生性機敏，在溪流緩水淺灘或沙洲上具安全隱蔽及避風作用的芒草處群體聚棲，絕少見到落單個體，當立地休息或覓食時，均有斥候警戒鴨隻，遇有異類侵擾時即會發聲警告，鴨群即迅速凌空而盤旋或飛往它處停留，以逃避敵害。飛行時會有少數鴨隻先行，後再群體飛行，排列成“一”字型或“人”字型的整齊隊伍。雁鴨族群喜群聚於緩水、淺灘地帶或沼澤濕地中覓食，其覓食對象包括溪流中的水藻、節肢動物如蝦蟹、水生昆蟲及軟體動物如螺、貝、環節



圖七：插秧後佈置防鳥彩帶。
(徐保雄)

動物的蚯蚓、脊椎動物的魚、蛙、蝌蚪。但近年受溪流生態相的改變，可供覓食之食物來源漸趨枯竭而轉向溪流兩岸的稻田，以插秧後的秧苗或稻穀為覓食對象，因此造成對水稻的危害。但雜糧作物則無受害現象。

五、防治方法

農友採行之防治措施有架設網具、懸掛鳥屍、毒斃、爆竹、豎立顏色旗、競選旗幟、水箱鼓、懸掛鷹眼氣球、燃燒廢輪胎、點臘燭、豎假人、彩色衣物、彩帶等。花蓮區農業改良場觀察試驗結果，推薦農友採行下列防治措施：

(一) 農田管理



圖八：插秧後佈置音爆驅鳥器。
(徐保雄)

- 1.插秧期：晚上8點以前排乾田中積水，清晨5點以後才開始灌水。實施期間為插秧後，一期稻持續2週；二期稻持續10天。
- 2.黃熟期：應防止倒伏，下午8點以前排乾積水。

(二) 插秧後立即於田間佈置驅趕設施

- 1.防鳥彩帶（天羅彩帶）：插秧後即每隔10-15公尺插立竹桿，離地面1.5公尺上架設彩帶，每公頃使用20卷左右，彩帶正、反面分別為具反光效果之紫紅色及銀白色，彩色隨風搖曳會產生音鳴及耀眼閃光，驅離效果良好（圖七）。
- 2.音爆驅鳥器：係以液化瓦斯設定全自動加壓產生爆炸聲，音量調整至80～120分貝間，爆炸時間每隔15～20分鐘一次。播





圖九：插秧後佈置閃光驅鳥器。(徐保雄)

種或插秧後即設置每日夜間自動音爆，其操作簡單，安全性高，有效防護驅離範圍為2.0～2.5公頃，持續使用10～15天效果良好（圖八）。

3.閃光警示驅鳥器：即交、直流式電源蓄電池12V、10W光度，紅、黃、藍色迴轉型警示燈，插秧後即每公頃佈置1～2盞，於夜間自動接通電源至翌晨天亮關閉，持續15天左右。紅、黃、藍色燈光，在夜空下迴盪閃爍，特別凸顯幽冥氣氛，驅離效果極佳（圖九）。

六、參考文獻

- 1.王嘉雄、谷口高司等。1991。臺灣野鳥圖鑑。pp.47-61。亞舍圖書有限公司。
- 2.王穎、陳翠蘭。1986。南仁山水域雁鴨之生態研究。pp.1-12。國立師範大學生物研究所。
- 3.中華民國野鳥學會。1990。大肚溪口鳥類資源。pp.27-35。中華民國野鳥學會。
- 4.臺灣省東部土地開發處。1991。臺灣東部土地開發處成立30週年紀念專輯。pp.14-28，pp.41-100。
- 5.臺灣電力公司。1989。大肚溪口～候鳥驛站。pp.30-38。臺灣電力公司環境保護處。
- 6.行政院農委會。1989。野生動物保育法規彙編。pp.4-8，pp.17-30。
- 7.汪靜明。1990。河流生態。pp.33-69。行政院農業委員會。



- 8.花蓮建設研究會。1991。現行花蓮地區發展策略之檢討與展望。pp.61-63。環球經濟社。
- 9.宜蘭縣政府。1990。蘭陽溪自然保護區鳥類資源。pp.18-21。中華民國野鳥學會。
- 10.坪井八十二。1989。農業氣象。pp.17-31，pp.99-106。養賢堂。
- 11.森岡照明。1990。水邊之鳥。pp.28-37。日本野鳥學會。
- 12.張萬福。1985。臺灣鳥類彩色圖鑑。pp.38-60。東海大學環境科技研究中心。
- 13.張萬福。1984。臺灣的陸鳥。pp.193-201。東海大學環境科技研究中心。
- 14.張萬福。1983。臺灣的水鳥。pp.36-59。東海大學環境科技研究中心。
- 15.廖聖福。1991。臺東縣大坡池附近野生鳥類調查研究。pp.8-9，pp.20-23，pp.29-5。臺東縣三和國民小學。
- 16.廖聖福。1990。中華民國79年冬季水鳥調查。pp.1-14。中華民國野鳥學會研究組。
- 17.廖龍盛。1990。實用農藥。pp.126-141。臺灣省政府農林廳。
- 18.諸葛陽。1991。生態平衡與自然保護。pp.17-27。淑馨出版社。
- 19.鄭作新。1979。中國動物誌。pp.1-29，pp.60-86。科學出版社。
- 20.劉小如等。1987。從鳥類存亡看人類未來。pp.142-145，pp.337-343。中華民國自然生態保育協會。
- 21.顏重威。1990。臺灣的野生鳥類（候鳥）。pp.25-33。渡假出版社。
- 22.顏重威。1990。臺灣的野生鳥類（留鳥）。pp.34-47。渡假出版社。
- 23.行政院農業委員會。1993。臺灣沿海濕地資源。pp.38-64。中華民國野鳥學會。
- 24.曾晴賢。1994。秀姑巒溪河川資源保育及利用之研究。pp.7-10。中華民國自然與生態攝影學會。
- 25.高瑋。1995。鳥類分類學。pp.86-98。中臺科學技術出版社。
- 26.高瑋。1995。鳥類生態學。pp.29-197。中臺科學技術出版社。
- 27.馬建章、賈競波、鄒紅菲。1996。野生動物管理學。pp.75-105，pp.226-242。
(作者：徐保雄)



沙蠶

學名：*Tylorrhynchus heterochaetus* (Quatrefages)

英名：Salt water millepede, Blackish water polychaete

俗名：鹽水蜈蚣

一、前言

沙蠶在宜蘭地區俗稱鹽水蜈蚣，因其危害水稻故又稱禾蟲。此有害動物於1950年以前在宜蘭縣頭城及礁溪兩鄉，近海之低濕地帶約千餘公頃稻田常造成嚴重危害，據推測該蟲已在該地區危害水稻達60餘年。水稻因根部被害，植株倒伏枯死，災害嚴重者多行廢耕，主要發生於濱海地區之稻田，由於堤防受損，致使其隨海水帶入稻田危害。在1950年代由於海堤修復後即無此類有害動物危害之報導。

二、危害狀

沙蠶（鹽水蜈蚣）深居土中，穿行孔道，於水稻插秧後10天左右即可發現危害，咬食根毛，使稻株倒伏枯死，受害稻田土面多孔，肥料及灌溉水皆易流失，危害嚴重者可導致廢耕，受害較輕者亦可導致收量減收三分之二左右。

三、沙蠶概述

（一）分類地位

環節動物門 Annelida

多毛綱 Polychaeta

沙蠶科 Nereidae

（二）分布

臺灣、上海、廣東、日本、爪哇及中南半島等。

（三）寄主植物

以泥土中植物鬚根為食。

（四）形態

未成熟個體，體長250-300公釐，體寬（不含疣足）3-5公釐，體節在250節以上，前部體節環形，向後逐漸變成平扁形。不論體形大小，前端自前口葉（prostomium）、圍口環節（peristomium）以及此後4節之背部均為紫紅色。小形個體之全體為深紅色，後端略透明，且散有白斑；接近生殖期之較大個體，前端為深紅色而後部漸成淡紅色。

前口葉可分前、後兩部，前部有一中央縱凹，又可分成兩部，在略狹之前端附有感覺器一對，後部附有視器二對，其廣闊之低部附有圍口節之前部，副感覺器



(palps) 一部份附著於該前後二部之連接處，一部附著於圍口節，每副感覺器之尖端，均生有一個圓而小之疣狀突起。圍口環節（即第一節）不生疣足（parapodium），但有4對觸鬚（tentacular cirri），腹部有許多縱走之凹溝，觸鬚由一紅而粗短之基部及具有尖端之絲狀部份組成。吻（proboscis）由一環狀凹溝而分前、後兩部，前部具有一對幾丁質顎及數個疣狀突起，顎呈暗棕色，內側邊緣呈鋸齒狀，後部之背復均生有大形疣狀突起。而前部僅具小形疣狀突起於腹面。疣足由上枝及下枝兩部組成，前者又分背棘狀突起（dorsal cirrus）、剛毛葉（setigerous lobe）及下舌體（ligule）。

成熟個體雌雄性別可從體色上區別，雄者粉紅色，雌者青綠色，兩者後部均甚細小，於生殖游泳時折斷丟棄，惟留膨大之前部，與未成熟個體比較顯為粗短。一般體長 95-125 公釐，體寬（不包括疣足）7-9 公釐，遺留之體節數約 72-70 節，若以第 25 節為界，該沙蠶體可分為胸部（thoracic region）與腹部（abdominal region），在胸部疣足之形態與未成熟者相似，而在腹部之疣足，其剛毛變成橈狀，又視器增大，均為未成熟期之二倍。其他形態與未成熟者相似。

四、發生生態

沙蠶生活於淡水與海水混合地區，但必需在海水濃度高處才能產生受精卵，胚胎發育及初期之幼蟲亦然。因此，生殖期間原在農田生長之沙蠶，必需成群同時游至海水區域產卵，稱之為「群游現象」。在臺灣，根據鄧及劉（1951）調查及農民經驗，該種群游出現於七至十一月，且在朔望前後之滿潮時，海潮逆流入河道，混合河水而入海，在海水濃度高處放精放卵後，成蟲隨即死亡。受精卵孵化後之幼蟲，最初生長於海水，但其對淡水之適應性隨發育之程度而增強，最後隨滿潮經河道而入稻田。

本科沙蠶具有大形之顎，以此在泥土中穿行孔道，並損害禾根，被害稻終至枯死。其孔道彎曲而長，且因地面被穿成孔穴，導致農田漏水不能耕作，當蟲體在有水之孔道蠕動時，發生輕微之嘈聲，如蟲數多時其聲浪清晰可聞似為蟲鳴。

五、防治方法

- （一）修築堤岸，避免沙蠶隨海水侵入稻田為根本之法。
- （二）被害稻田每公頃施用菸莖 450 公斤效果甚佳，且同時可防治三化螟蟲。





六、參考文獻

- 1.徐慶鐘。1950。臺北縣宜蘭區鹽水蜈蚣之防治。臺灣省農林廳編印。
- 2.鄧火士。1952。稻作的天敵－鹽水蜈蚣。臺灣農林月刊 6(3)：43-44。
- 3.鄧火士、劉肅雍。1951。禾蟲(鹽水蜈蚣)之研究。pp.1-3。臺灣省水產試驗所四十年度試驗報告。
- 4.鄧火士、劉肅雍。1951。禾蟲(鹽水蜈蚣)的生活史及生活習性。pp.4。臺灣省水產試驗所四十年度試驗報告。
- 5.孫定國。1966。有害動物。pp.41-56。臺灣植物保護工作－昆蟲篇，劉廷蔚先生六十歲紀念文集。

(作者：鄭清煥)





螯 蝦

學名：*Procambarus clarkii* Girard

英名：Red swamp crayfish

俗名：紅沼澤螯蝦

一、前言

螯蝦大約在1960~1970年代被發現危害水稻，但局限於宜蘭縣冬山、五結地區一帶，當時正逢水稻增產時期，農民為達增產目的，頻於施用農藥防治病蟲害，田間螯蝦密度因此一直保持低密度，未影響水稻的生育及田埂的作業。但1980年後，臺灣地區因工商業發達，農業轉型，耕作制度變遷，政府大力推行休耕及輔導轉作，宜蘭縣下游地區（冬山及五結、狀圍、礁溪、頭城等）水田闢為養殖池，農藥施用減少，因此螯蝦田間密度逐漸增加，並危害田埂、溝渠及稻作。棲息地區由原來冬山及五結，擴展至羅東、蘇澳及宜蘭市等鄉鎮，造成農民稻田耕作上的困擾。臺灣發現的螯蝦證實，係屬“美國螯蝦”的一種，原分布於美國洛杉磯以東地區，可能是日據時代後期被引進飼養，後因螯蝦之經濟價值低，商人無利可圖，而被放棄於河川、水溝中，任其自生自滅。螯蝦的危害亦在日本造成水稻的減產，日本大約於1930年從美國引進，因管理不當，遍佈其

國內稻田、水溝內造成很大的困擾，至1948年螯蝦在大阪郊區因大量嚼食水稻的幼苗及鑽地洞，遂被宣告為稻田主要有害動物。由於螯蝦繁殖力強，導致數年來田埂及稻作被害時有所聞，亟待研究解決。



圖一：螯蝦為害初移植之水稻秧苗。
(林慶元)





圖二：螯蝦成蝦。(林慶元)



圖三：螯蝦爬上田埂挖穴。(林慶元)

二、危害狀

螯蝦為雜食性，嚼食浮游物、雜草、稻草等，甚而以銳利大螯或腳尖剪斷稻根，使水稻枯萎（圖一）；同時常在田埂上挖掘洞穴棲息，使田埂漏水，影響稻作生長發育。

三、螯蝦概述

（一）分類地位

甲殼綱 Crustacea

十足目 Decapoda

螯蝦科 Astacidea

（二）分布

美國洛杉磯以東地區、日本（大阪）、臺灣。

（三）寄主植物

以浮游微生物及植物鬚根、嫩葉為食。

（四）形態

成蝦身長約7~8公分，體重約10~12克，雄蝦較雌蝦體型大。全身呈紅褐色，觸角長3~6公分，足4對，螯一對，4對足之末端也呈剪刀狀堅而銳利，可剪斷稻根及挖掘田埂。蝦體全身外殼極硬，具腹部，尾部由四塊扇狀羽毛拼疊而成。雄蝦腹部有凸出之輸精管，雌蝦腹部扁平，易於辨認（圖二）。

（五）生活史

螯蝦一年約繁殖1次，成蝦每次抱卵300至400粒，卵期2~3星期，幼蝦在卵內進行第一次脫皮，一旦孵化則成具體而微之



圖四：螯蝦在田埂做穴。(林慶元)

小蝦；剛孵化的幼蝦仍纏附在母蝦腹部約1星期，經過2次蛻皮後之三齡蝦始離開母蝦生活。螯蝦背部有5圈色澤稍呈桔紅色之暈圈，平常獨立生活，在硬殼時期若群居生活亦相安無事，但蛻皮時因外殼柔軟，易受其他螯蝦掠食而死。

螯蝦一般夜間活動攝食，白晝隱藏於雜草陰暗處或田埂洞穴隱居，因此白天不易發現其活動。

四、發生生態

螯蝦多發生於潮濕水澤地區，成蝦於乾旱期常在稻田之田埂或水溝堤岸挖掘20~60公分不等之洞穴棲息（圖三、四），而導致稻田漏水。在水稻種植後，螯蝦以

其大螯自幼苗根莖部剪斷稻株，致使稻葉飄浮水面，以致嚴重缺株。

五、防治方法

1. 本田：水稻生育初期若發現田裡有螯蝦時，可任選下列一種藥劑防治之。
 - (1) 4%培丹粒劑，每公頃每次施藥量30公斤。
 - (2) 22.5%陶斯松乳劑，每公頃每次施藥量1.8公升，稀釋倍數450倍。
 - (3) 50%賽達松乳劑，每公頃每次施藥量1.2公升，稀釋倍數1000倍。
2. 田埂：田埂上發現有螯蝦挖掘洞穴破壞時，即選用上列藥劑任一種灌噴其洞穴即可收到防治效果。
3. 請勿任意棄養，如要棄養請集中處理或焚燬，不可隨意丟置水溝圳渠，以免破壞生態及危害農田作物。

六、參考文獻

1. 陳惠彬。1981。臺灣養蝦之近況及問題。中國水產 345：18-23。
2. 陳瑤瑚。1982。螯蝦的養殖。中國水產 355：3-5。
3. 蔡念慈。1981。美國龍蝦的生態養殖。漁友雜誌月刊 4(8)：26-31。
4. 劉富光。1983。美國螯蝦養殖。中國水產 363：12-14。

(作者：林慶元)



麻雀

學名：*Passer rutilans* (Temminck)

英名：Tree sparrow

俗名：厝鳥仔

一、前言

麻雀與農作物之關係十分密切，不論從有益或有害的觀點去衡量，它在農業生態系中扮演著重要角色。隨著農地耕作面積的增加，作物相的單純化，農業藥劑的大量使用，其功能也必然在選汰壓力下發生改變。麻雀對人為環境的適應性高，普遍生活在人類所活動的環境周圍；秋天會聚集成群以穀類為食，所以被認為是害鳥。但實際上麻雀也取食不少水稻害蟲。依稻穀成熟的季節性，麻雀吃蟲的時期比吃稻穀的時期長。多年來人們致力於獵捕撲滅麻雀，而對麻雀的瞭解與研究卻相當有限，因此應由麻雀的生態需求及行為的知識，設法找出方法避開麻雀對農作物的危害。

二、危害狀

麻雀危害乳熟期至完熟期之稻穀。一天取食的稻穀量約4.47公克。在乳熟期，麻雀以喙啄破水稻之穎果，吸取穀粒內之乳汁，而成空殼，嚴重時造成白穗現象。而

麻雀在水稻糊熟期後至黃熟期出現之比率最高，大都成群飛抵黃熟水稻之穗頸部或植株上層部位，啄食穀粒，穀殼散落地面（圖一），嚴重時，穀粒被食一空，稻穗直立，因此被麻雀啄食而損失之穀粒，甚為可觀。

三、麻雀概述

（一）分類地位

雀形目 Passeriformes

文鳥科 Ploceidae

（二）分布

分布於中國、臺灣、日本、東南亞、歐洲。

（三）寄主

主要以粟、稻、稗等穀物為食。夏季以昆蟲為餵食雛鳥之主要食物。

（四）形態

體上一般為紅褐色，雌鳥頭部色澤較暗，背部有明顯黑色軸斑，腮及頸側灰白色，頰部有一黑色圓斑，喉黑色，體腹面灰白色，嘴黑色呈圓錐狀，腳肉色（圖



圖一：麻雀危害稻穗及掉落田面之穀殼。(洪士程)



圖二：麻雀。(洪士程)

二)。幼鳥灰色，背部色澤淡。體長12公分，嘴長11.5~12.5公釐，翼長69~70公釐，尾長45.6~54公釐。

(五) 生活史

繁殖期在三~八月，麻雀喜歡築巢於屋簷下、石縫裡、壁隙間及樹洞中，有時亦築巢於樹枝上，以枯草、紙、布屑、枯葉、小枝及羽毛為材料。一次產3~5個蛋，蛋殼上散布著灰色或暗色的斑點。孵蛋的工作主要由母鳥負責，撫育雛鳥的工作則由雌、雄兩性共同負擔。剛孵化的雛鳥，全身光禿禿沒有羽毛，經2~3天才能睜眼，至少需要2週才能開始嘗試飛翔。雛鳥主要食物是昆蟲，這就是麻雀在繁殖季節大量

捕食昆蟲的原因。

四、發生生態

麻雀由於對人為環境適應性高，常出現在海拔500公尺以下的都市和農地，為臺灣最常見的留鳥之一。成群在農田、住家、城市活動，性情喧噪，不怕人。棲息環境的特徵為人類聚居地及農耕地。麻雀築巢於屋簷下、壁隙和樹枝間，長期生活在人的週遭，依賴田間穀物、雜草種子及昆蟲為食，尤其秋末季節大群麻雀在稻田聚集，常為水稻帶來災害。雖然其取食稻穀造成農作物損失，但在抑制昆蟲上的貢獻也多。每日活動期以清晨及傍晚為主。



週年之活動可分為越冬期（十二至二月）、繁殖期（三至八月）及群體行動期（九至十一月），三個階段。越冬期麻雀僅在建築物及附近果園、樹叢停留，取食及活動範圍較小。繁殖期麻雀之出現很頻繁，初春至夏季，成鳥往返於各地，在屋簷、枝桠間築巢、尋餌及哺育幼鳥，除在建築物及果園區停留、採食外，亦可見到麻雀飛到水田，在田埂上活動，一般皆單隻或數隻零星活動，五月起可見到一些幼鳥出現。群體行動之麻雀多為當年孵化者，當群集飛行取食，往往數十隻甚或數百隻於稻田或曬穀場覓食，受驚時則群體飛到電線上或樹叢上。每隻麻雀之活動範圍很大，且每天覓食地點並不固定，雖在同一地點每天活動之麻雀隻數變化不大，但個體成員卻有許多變化，因此麻雀族群不是一個穩定的社會組織，而可能是流動性高的覓食組合。麻雀出現及取食地點多在水田及雜木、建築物等之雜交地帶，只有大面積水田之單純環境，麻雀反而不出現。尤其秋天大面積成熟稻穀對麻雀來說，是重要食物來源，但因無遮蔽物及停留休息之處，缺乏安全保障，受害反而不嚴重。但若水田旁有農舍、樹林及電線桿可提供大群麻雀停留及取食，則附近被害情形嚴重。

五、防治方法

可採行的驅趕鳥類方式有以下幾種：

- （一）防鳥彩帶：利用1.2公分寬、一面紫紅色一面銀色的彩帶，在光源照射下能閃閃發光之現象來驚嚇野鳥。
- （二）音爆驅鳥器：以定時加壓液化瓦斯產生音爆的方式來驚嚇鳥類，使之無法長期停留田間。
- （三）閃光驅鳥器：利用迴轉型電燈產生閃爍不停的光線在夜間驅嚇鳥類。
- （四）防鳥旗：將塑膠布裁成長方布條，懸掛於竹桿上，使之隨風飄動產生動感來驚嚇野鳥。
- （五）特殊圖案法：有些鳥類對某種圖案會有驚嚇反應，例如大型的鳥類眼睛圖案對某些鳥類有驅嚇效果，所以也可以用來防治害鳥。

六、參考文獻

- 1.何健銘。1988。臺灣田間二種鳥類危害之觀察。啟農雜誌 58: 54-59。
- 2.張萬福。1985。臺灣的陸鳥。禽影圖書有限公司出版。211p。
- 3.劉小如、陳慧娟、歐保羅。1998。麻雀的繁殖行為。生物科學 32(2): 17-27。

（作者：洪土程）





斑文鳥

學名：*Lonchura punctulata* (Swinhoe)

英名：Nutmey mannikin, spottedmunia

俗名：黑嘴鵯仔

一、前言

斑文鳥為水稻成熟期重要害鳥之一，農民為了防止鳥害，常利用農藥或鳥網，設下陷阱毒殺或網殺隨時來襲的鳥群。近年來由於社會普遍地重視野生動物的保護，因此這種殺害野生鳥類的自衛方式常被認為過度殘忍，而受到指責。如何進一步研究防範害鳥，而保護稻穀的技術，亟待加強。

二、危害狀

一隻斑文鳥一日平均可取食稻穀8.02公克，危害乳熟期至完熟期之稻穀。嘴喙粗短而有力，取食量大且食性較為專一，以禾本科植物之種子為主。

三、斑文鳥概述

(一) 分類地位

雀形目 Passeriformes

文鳥科 Ploceidae

(二) 分布

分布於中國、臺灣、印度、新加坡、

馬來西亞、菲律賓、印尼。

(三) 寄主植物

穀類為其主要食物。稻穀未成熟前以昆蟲及其他植物之種子為食物。

(四) 形態

體上面褐灰色。腰及尾上覆羽帶金黃色。腮及喉部赤褐色，胸及體側白色，有黑褐色箭頭狀斑，故名。腹部中央及尾下覆羽白色，嘴灰藍色，呈圓錐形，腳鉛色。體長12公分，翼長52~54公釐，尾長28~42.5公釐（圖一）。

(五) 生活史

沒有固定的繁殖期，甚至在寒冷的冬天亦可發現其抱卵與育雛。築巢於離地不高的竹林及矮小灌木中，以乾葉和小草為材料。每巢約有4~7個白色的蛋。

四、發生生態

斑文鳥為臺灣常見之留鳥，多分布於低海拔山坡地，出現於農田、草原、竹林和灌林叢中。平時有成群聚集的習性，不論是活動、覓食或繁殖，常結伴而行。有





圖一：斑文鳥。（洪士程）

時在都市近郊或田野間，亦可發現與白腰文鳥或其他外來種文鳥同時出現。嘴喙又粗又短，適宜取食質地較為堅硬的穀物；喜於芒草叢及稻田中覓食，通常成10隻左右之小群活動，但收割季節往往可見數10隻的大群，以種子及稻穀為食，至哺育時期則捕食昆蟲。飛翔時個體間之距離小，遠看有如蜜蜂般成一團移動的黑影，以直

線波浪式前進，並發出柔弱的哨音。

五、防治方法

同麻雀之防治法。

六、參考文獻

- 1.何健鎔。1988。臺灣田間二種鳥類危害之觀察。啟農雜誌 58:54-59。
- 2.張萬福。1985。臺灣的陸鳥。禽影圖書有限公司出版。211p。

（作者：洪士程）



伍



雜

草

WEEDS





一、前言

雜草可競爭光線、養分、水分、空間等資源而直接危害稻作，此外也可成為病原、害蟲及老鼠之寄生或棲息所在，而增加此等有害生物發生及危害程度。因此，雜草防治是整個稻作生產中不可缺少之一部份。臺灣稻作面積為各作物之首，主要採水田移植栽培，亦有少部份直播及再生稻。由於經常處於湛水狀況，水稻田適於水生及水陸生植物之生育，其雜草種類及生態與旱田者有相當大之差異；而所涉及之防除及管理方法亦迥然不同。傳統之稻作栽培中，除草完全依靠人力及簡單工具。近二十餘年來，除草劑普遍被用於水田，使得稻作栽培中雜草防除之艱辛大為降低；人工除草目前僅用以清除少數未被藥劑所防除之雜草，而居於輔助角色。台灣移植水田之雜草防治在技術上已相當完備，所用殺草藥劑及方法，足以應對防治上之多數狀況。但是，這些建立於水田整地及移植栽培之技術，對陸稻、直播稻及再生稻並不完全合適；勉強比照使用，很容易導致藥害或防治效果不良之後果。當栽培型態改變或面對台灣以外之其它地區，所涉及之技術必須調整。

二、雜草之危害

(一) 非競爭性危害

水田及其四週環境中發生之雜草可成

為水稻病原及害蟲之寄主植物及棲息場所，而增加病蟲害發生機會及危害程度。傳播水稻毒素病之黑尾浮塵子可在稗草、牛筋草、看麥娘及狗牙根上過冬，並能在畫眉草（*Eragrostis atroviens*）上完成生活史，而在此草附近出現高密度之族群。水稻紋枯病菌所生之菌核在附著雜草後即發芽侵入，雜草上紋枯病之菌核亦能傳播此病。根據台灣文獻記錄，稻熱病、紋枯病、黃萎病、小球菌核病、白葉枯病、白尖病、黑尾浮塵子、縱捲葉蟲、稻細、二化螟、稻稈蠅、鐵甲蟲、黑椿象等水稻病蟲害之病原及害蟲均可以雜草為寄主。老鼠棲息於水田田埂、溝渠、農路雜草掩蔽處，除可破壞水路引起灌溉排水問題外，亦常於中後期侵入田中危害水稻。雜草所發生之毒他作用（*allelopathy*）亦為非競爭性危害之一種，水田整地前，田面所滋生之雜草釋出之有害物質，可導致水稻秧苗生長發育不良。

(二) 競爭性危害

對光線、水分及養分之競爭為雜草直接危害作物之構成要素。水田因經常保持湛水，雜草雖消耗水分，通常並不直接造成水稻缺水。對光的競爭，以稗草為最強。稗草屬於光合作用效率高之 C_4 型植物，生長速率較水稻快。整地後萌芽之稗草在生育中期後即高過水稻，造成遮陰而影響水稻穀粒及充實度。野慈菇、螢蘭及球花蒿草在移植田通常較稻株矮，不致造





成頂上遮陰，但仍可減少植株中下層葉片之受光量。匍伏型及矮生型雜草則多不具對光之競爭力。移植後40天之水稻、稗草、球花蒿草及鴨舌草之含氮量分別為1.69，1.23，2.02及2.53%；故水田中如有高密度雜草發生時，其對養分之競爭極為可觀。

雜草競爭導致水稻生育不良、分蘖減少、株高改變及抽穗延遲。產量損失主要由穗數及每穗粒數減少所構成，穀粒重及稔實率所受之影響較少。水稻受競爭之減產程度因雜草種類、密度、競爭時期、品種、栽培方式、氣候及環境條件而改變，田間實際之減產程度可在10-90%之間。Chiang及Leu（表一）分析1974-1979年期間全省99次除草劑委託試驗資料發現：不除草所導致之平均減產程度在移植稻及直播稻分別為16及62%。移植水稻通常採用4-5葉齡以上之秧苗，而移植之同時，田間之雜草尚在發芽或萌芽之階段，故移植水稻在競爭上佔有先天之優勢。整地後雜草雖可陸續萌芽，因水稻種植後不斷生長，愈晚萌芽之雜草其競爭力越弱。台灣之水稻栽培由於耕戶面積小，管理相當集約。農民天性勤奮，田間之雜草均儘可能的予以清除。故雖然雜草之潛在危害很高，實質上因競爭而造成之減產很有限，真正的損失主要在農民防治過程中所耗費之人力及藥劑費用。

三、雜草種類及生態

（一）水田環境與雜草

決定水田草相之最主要因素，為整地及水管理之特性；原有之旱田經灌溉、耕犁、整平及湛水成為水田，此過程中土壤之物理，化學性質及生物相均發生巨大改變，湛水狀態之水田土壤與大氣隔絕，原有之土壤間隙為水充滿，表面數毫米為氧化層外，其下均為缺氧之還原層。陸生（mesophyte）植物在湛水狀況下，多因缺氧而不發芽或發芽後因生理作用失常而生長不良。水田雜草以水生（hydrophyte）及中生（hygrophyte）之植物為主。水生雜草具有表皮薄、植物體柔軟含水多、細胞間隙大及易受除草劑影響之一般特徵。水田中雜草之萌芽深度淺，多數一年生雜草種子由表土一公分內之氧化層發芽長出；旱田中雜草之萌芽深度大，早苗蓼及灰藜之種子可自五公分深處長出，而細葉旱稗（*E. crusgalli* var. *praticola*）之萌芽深度可達十公分。水田中多年生雜草之營養繁殖體萌芽則不限於表土淺層。一般而言，僅在淺處發芽之雜草其萌芽較整齊且易受除草劑之影響。

水稻多在高溫季節且地形及水份均勻之環境下生長。旱作除包含之作物種類多外，並涉及各種不同季節、地形、土壤條件下之栽培。同一地區中，水田雜草之總數常較旱田少。“臺灣耕地之雜草”所記





錄之旱田草多達345種，而水田僅145種。

(二) 雜草種類

1945 年以後臺灣多次雜草調查，先後記錄有42科165種水田雜草。普遍發生而競爭危害程度大之雜草為鴨舌草、稗草、球花蒿草、野慈菇及螢蔞。普遍發生而競爭危害中等或危害大但發生較少之草有雙穗雀稗、毛穎雀稗、芒稷、千金子、紅骨草、雲林莞草、木蝨草、碎米莎草、滿天星、母草、定經草、尖瓣花、喇叭草、水莧菜、鰾腸及瓜皮草等。

臺灣水田雜草之種類與大陸、韓國、日本者相近，地緣鄰近及栽培方式一致應是主要原因。在種數上，大陸超過200種，日本及韓國則分別為191及153種。日本、韓國之主要雜草中，僅*Eleocharis kuroguwai* 未見於台灣文獻，其冷地危害之異匙葉藻（*Potamogeton distinctus*）及澤瀉（*Alisma canaliculatum*）臺灣植物誌雖有記錄，但極少發生，台灣常見而日本文獻未見者有尖瓣花（*Sphenoclea zeylanica*）、滿天星（*Alternanthera sessilis*）、水莧菜（*Ammania baccifera*）及南國田字草（*Marsilea crenata*）。東南亞危害大之多年生莎草如 *Scirpus grossus* 及浮生雜草 *Salvinia* spp. 等在臺灣均無重要性。

(三) 雜草分佈及發生之期作特性

台灣一、二期水稻整地前田面狀況及初期之氣溫差異很大。田面雜草而言，一期作常有大量之冬生型旱田草，而二期作

則多為稗草及自生稻。而一、二期作初期之平均氣溫相差達10℃左右。溫度之差異對雜草萌芽整齊度及生長發育均有很大之影響。在一期作低溫下，雜草種子發芽及萌芽慢而分散於較長之期間。稗草發育至3片真葉，一期作需時18日，二期作則僅8日（圖一）。鴨舌草萌芽高峰，一期作在整地兩週之後，而在二期作之高溫下，僅需3-4日。兩作間，雜草營養生長之快慢差異明顯；同一種雜草而言，一期作整地後60日之株高及重量約與二期作整地後30日者相當。一期作較多之雜草，包括野慈菇、牛毛氈、水蜈蚣等。而二期作較多者則有鴨舌草、紅骨草、尖瓣花及芒稷等，其中又以鴨舌草之差異最明顯。雜草競爭之危害程度上，二期作高於一期作。

稗草、球花蒿草及鴨舌草其繁殖力及適應力很強，在台灣各地均普遍發生。野慈菇在台灣各地均可見，但以桃園及新竹地區最嚴重。瓜皮草之分佈集中於通霄、苑裡、大甲一帶，臺東、花蓮亦偶有發生。尖瓣花及水莧菜在中南部之發生較多。旱田狀況下生長良好之芒稷其發生多見於臺南區；很可能是因為此區域之水稻栽培多行輪作及輪灌，田間未能經常保持湛水狀態等因素所造成。雲林莞草主要在中部濱海水田中，此草在內陸極為少見。女髮草屬沈水植物，常見於淡水至金山一帶之山邊水田。





(四) 雜草相之變遷

日本及韓國之稻田雜草在過去三十年間有相當程度之變遷。長期施用萌前殺草藥劑，一年生雜草多被有效防治；而以營養器官繁殖之多年生草，如野慈菇、瓜皮草、眼子菜等則相對增加，成為水田中嚴重危害之草種。台灣水田在1970年代晚期已全面使用除草劑；雖也有雜草相發生變遷之報告，但除少數特例外，多年生雜草在目前並不嚴重。除草劑之高度使用，對農地野草產生很大的壓力。不耐藥劑之弱勢種類在農田中之密度銳減，甚至頻臨滅絕。在水田中，除草劑對野草之衝擊特別明顯。以往密度很高之稗草、螢蔺等已相當少見，而印度水豬母乳、蝨眼草、牛毛氈、田字草、溝繁縷等幾近消失。水田中新侵入之外來雜草主要為玄參科之美洲母草，保水不良之水田及水田後作，也常可見高密度之翼莖闊苞菊及掃帚菊等。

四、重要雜草介紹

(一) 稗草 (圖一)

學名：*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.

科名：禾本科 (Gramineae, Poaceae)

別名：稗仔

外國名：barnyardgrass, cockspargrass，
Inubie (日)

1.分類及類似種：稗草屬植物有四十多種，含部分次要之飼料及穀物，重要之雜草 7-

8 種。此草含多種變種及型態生理差異大之生物型，分類系統及學名之使用相當混亂。台灣之書籍多採日本學者之分類系統，與其它地區者不盡相同。臺灣水田以 *E. crus-galli* var. *formosensis* (同 *E. glabrescens*) 為主，而 *E. crus-galli* var. *oryzicola* (同 *E. oryzicola* Vasing.) 及 *E. crus-galli* var. *crus-galli* 較少。其它類似種有芒稷、細葉早稗 (*E. praticola*)。發生在南美之主要稗屬雜草 *E. crusgavon* 及非洲之 *E. stagnina* 與 *E. pyramidalis* 則未見於臺灣。

2.分佈及棲地：北緯50度南緯40度間，非洲以外全球各地稻作區。水田、休耕地、輪作田、淺澤、溝渠。



圖一：稗草。(蔣慕琰、蔣永正)



3.形態：一年生草本，叢生，株高 40-120 cm。主稈直立，稈基部分蘖。葉線形，10-40 cm長 1-2 cm 寬，缺葉舌（與稻株區分之主要特徵）。穗直立或前端下垂，長10-25 cm，8-14支穗。小穗生支穗軸，有不同長度之芒。台灣野稗（*E. crus-galli* var. *ormosensis*）之特色為分蘖角度小，短芒或無芒，小穗長 3-4mm，外穎長度短於小穗之半。

4.生態及危害：屬於光合作用效率較高，適應高溫強光之C4型植物。水稻長久栽培過程中，適應力差之稗草多被淘汰，在水田中危害之稗草其外觀及生態需求與水稻極為相近。由於對光線、養分及水分之競爭力大，繁殖及傳佈力強，並為多種水稻病蟲之寄主，稗草是水田中危害潛力最高之雜草。台灣使用除草劑除草以來，稗草之密度在多數田區中已明顯減少，其重要性亦相對降低。

5.繁殖及傳佈：種子繁殖，生長良好之稗草每株可產生 2-3.5萬粒種子。成熟即脫落，具深淺程度不同之休眠性。經灌溉水及混雜於稻種中傳佈。

（二）芒稷（圖二）

學名：*Echinochloa colona* (L.) Link

科名：禾本科（Gramineae，Poaceae）

別名：紅腳稗

外國名：Junglerice, awnless junglerice；
Wasebie（日）

1.分類及類似種：見稗草部分之說明。很多文獻以 *E. colona* 為此草之學名，其拉丁語法錯誤，正確之種小名應為 *colona*。

2.分佈及棲地：全球之熱帶及亞熱帶。保水力差之水田、輪作田、旱田、溝邊。

3.形態：一年生草本。稈多斜立分散，長可達 50-60 cm。近基部之節可生根。葉線形無葉舌，長 3-25 cm 寬0.3-1.3 cm。稈頂抽穗，長7-15 cm，穗軸上半部著生 4-8 支斜上而疏散之支穗，小穗無芒。葉鞘及穗常呈紅褐色，全株光滑無毛。

4.生態及危害：適應潮溼至乾旱及經常翻耕之田地；旱田狀況下，為高溫雨季期之主要禾本科雜草，危害嚴重。種子發芽及幼



圖二：芒稷。（蔣慕琰、蔣永正）



苗生長不耐淹水；行兩期作移植栽培之一般水田，因經常淹水，芒稷較少；直播田或漏水田因播種後不能連續淹水或保水，此草發生較多。

5.繁殖及傳佈：種子繁殖。可由灌溉、農機、鳥類及其它動物傳佈。

(三) 千金子 (圖三)

學名：*Leptochloa chinensis* (L.) Nees

科名：禾本科 (Gramineae, Poaceae)

別名：𦵏茅

外國名：Chinese sprangletop; Azegaya (日)

1.分類及類似種：千金子屬植物二十餘種，有記錄之雜草八種，危害嚴重的兩種。一年生叢立非匍匐之 *L. filiformis* (Lam.) P.B. 為美洲及東南亞旱田之重要雜草，台灣亦有但不具重要性。

2.分佈及棲地：熱帶亞洲原產，亞洲各地熱帶至溫帶均有分佈，溫帶較少。保水力差之水田、水田後作、溝邊、淺澤。

3.形態：一年生/多年生草本，叢生具匍匐性。稈柔嫩，長 30-150 cm。基部節常發根及分支。葉線形柔軟，有短鋸齒膜質之葉舌，葉長 10-20 cm 寬 0.3-0.7 cm。圓錐花序，長 20-50 cm，穗軸上著生數十細長疏散之支穗，穗小無芒。小穗外，全株無毛。

4.生態及危害：對不同水份程度土壤之適應力強。可危害多種作物。

5.繁殖及傳佈：種子繁殖。可由灌溉、農機傳佈。

(四) 雙穗雀稗 (圖四)

學名：*Paspalum distichum* L.

科名：禾本科 (Gramineae, Poaceae)

別名：硬骨草，澤雀稗

外國名：Knotgrass, water couch, couch paspalum; Kishusuzumenohie (日)

1.分類及類似種：雀稗屬植物有三百多種，包括重要之草原、牧草及覆地作物。記錄為雜草者超過二十種，含兩耳草 (*P. conjugatum* Berg.)、毛花雀稗 (*P. dilatatum* Poir.)、海雀稗 (*P. vaginatum* Sw.)、*P.*



圖三：千金子。(蔣慕琰、蔣永正)



scrobiculatum L.、*P. paniculatum* L. 等分佈廣之嚴重雜草。不少此屬植物具有雜草及作物之雙重角色。

2.分佈及棲地：熱帶至溫帶二十餘國之重要雜草。水田、輪作田、田埂、潮濕之廢耕田、溝邊、池塘。

3.形態：多年生草，高 20-40 cm。稈堅硬匍匐分支性強。葉線形具膜質葉舌，葉長 5-10 cm 寬 0.2-0.7 cm。稈頂抽穗，長 2-7 cm，穗軸頂部著生兩支斜上稍呈對生之支穗，小穗單生短柄無芒。葉鞘邊緣及小穗上有短毛。

4.生態及危害：多由田埂侵入，田區邊緣滋生較多，對萌前除草劑之忍受性高，單一

繁殖體可在短期間蔓延成片。田埂使用系統性除草劑（如嘉磷塞）以來，此草實際危害降低。

5.繁殖及傳佈：種子量少或不產生種子，主要靠營養繁殖。由走莖之延伸及整地機械黏附之莖稈傳佈。

（五）球花蒿草（圖五）

學名：*Cyperus difformis* L.

科名：莎草科（Cyperaceae）

別名：異型莎草、球花莎草、三角草

外國名：Smallflower umbrella plant、

smallflower flatsedge；

Tamagayatsuri（日）



圖四：雙穗雀稗。（蔣慕琰、蔣永正）



圖五：球花蒿草。（蔣慕琰、蔣永正）



- 1.分類及類似種：莎草屬植物約 500 種，台灣 24 種；多不具經濟價值，少數用為袋、帽、蓆之編織材料。有 80 種為雜草，水田重要者為球花蒿草、畦畔莎草 (*C. haspan* L.)、碎米莎草 (*C. iria* L.)、水莎草 (*C. serotinus* Rottb.)；旱田者扁穗莎草 (*C. compressus* L.)、香附子 (*C. rotundus* L.)、及 *yellow nutsedge* (*C. esculentus*)。多年生之水莎草為日本及韓國水田之重要雜草，僅偶見於台灣水田。
- 2.分佈及棲地：全球各地之水稻栽培區，有二十國視為水田之主要或嚴重危害草。水田、水田後作、田埂、溝邊。
- 3.形態：一年生草本，莖三角形直立，株高 10-60 cm。葉線形先端尖，剖面平展，長 10-30 cm 寬 0.2-0.5 cm。不規則之複繖形花序，頂端著生；輻射支 3-9 不等長可達 4-5 cm，逆境下短縮成頭狀。苞葉 2-3 片，長於花序。
- 4.生態及危害：水田最常見之莎草科雜草，台灣 80% 以上之水稻田受此草危害。對水田環境適應力強，生長良好單株可在一季中產生數十萬粒種子，環境不良時，於 4-6 周內成熟，仍可產生少量種子繁衍族群。對除草劑敏感，容易防治，但繁殖力強且散佈容易，很難予以根除。
- 5.繁殖及傳佈：種子繁殖，可由灌溉、農機傳佈。

(六) 碎米莎草 (圖六)

學名： *Cyperus iria* L.

科名：莎草科 (Cyperaceae)

外國名：Rice flatsedge；

Kogomegayatsuri (日)

- 1.分類及類似種：見球花蒿草部分之說明。可由葉片呈展開"V"形剖面及大而散開之花序與球花蒿草區分
- 2.分佈及棲地：熱帶至溫帶，歐洲及南美除外；台灣各地水田、田埂、溝邊、輪作田、旱田。
- 3.形態：一年生叢生草本，莖三角形直立，株高 20-60 cm。葉線形至披針形，剖面呈展開之" V"形，長 10-40 cm 寬 0.2-0.5



圖六：碎米莎草。(蔣慕琰、蔣永正)



cm；葉鞘包被稈之基部。不規則複繖形花序，頂端著生；輻射支不等長可達 15 cm。苞葉 3-5 片，下位者長於花序。

4.生態及危害：亞洲十餘國水田重要雜草，溫帶之危害較輕；對土壤水份適應較球花蒿草強。除水田外，也是蔬菜、茶、花生、大豆、甘薯、甘蔗等作物田之重要雜草。

5.繁殖及傳佈：種子繁殖，可由灌溉、農機傳佈。

(七) 木蝨草 (圖七)

學名：*Fimbristylis miliacea* (L.) Vahl
(異名=*F. littoralis* Gaudich.)

科名：莎草科 (Cyperaceae)



圖七：木蝨草。(蔣慕琰、蔣永正)

別名：日照飄拂草，扁仔草

外國名：Grasslike fimbristylis, globe fingerush; Hideriko (日)

1.分類及類似種：飄拂草屬植物約 250 種，水田重要雜草僅木蝨草；同屬之竹子飄拂草 (*F. dichotoma* (L.) Vahl) 為少數國家之重要旱田草。

2.分佈及棲地：南歐洲以外，各地之水稻栽培區；有十餘國列為水田之主要或嚴重危害草。水田、水田後作、田埂、溝邊。

3.形態：一年生草本，稈扁直立叢生，株高 10-60 cm。葉片側扁，細長箭狀，長 15-40 cm 寬 0.15-0.25 cm。複繖形花序，線狀苞葉 2-4 片，短於花序。小穗單立卵形具軸，銹褐色。

4.生態及危害：全省水稻栽培區均可發現，危害田區之比例低於球花蒿草及碎米莎草。可在水稻田中持續之萌芽，萌前藥劑不能有效防治晚萌芽者。部份地區此草之密度較過去增高。

5.繁殖及傳佈：種子繁殖，可由灌溉、農機傳佈。

(八) 螢蘭 (圖八)

學名：*Scirpus juncoides* Roxb. (異名=*S. erectus* Poir)

科名：莎草科 (Cyperaceae)

別名：水蔥，直立蘆草 (大陸)

外國名：Japanese bulrush, three square bulrush; Hotarui (日)

1.分類及類似種：茼屬（茼草屬）（*Scirpus*）植物約 200 種，多為野生植物及雜草，栽培種取莖稈為編織材料如大甲草（*S. triqueter*），生長於池沼濕地。分類上常以 *Schoenoplectus* 或 *Bolboschoenus* 為 *Scirpus* 之異名，亦有歸為不同三屬者。除螢蘭外，茼屬具廣泛重要性之雜草為 *S. gross* *S. maritimus* *S. mucronatus* 及 *S. supinus*；臺灣水田為有螢蘭、雲林茼草（*S. maritimus*）及另一種形小之針蘭（*S. lineolatus*），前兩種危害較大。

2.分佈及棲地：熱帶至溫帶，台灣、大陸、日本、菲律賓及印尼東南亞各地。水田、溝邊、淺澤。



圖八：螢蘭。（蔣慕琰、蔣永正）

3.形態：一年生草本，叢立，株高 15-75 cm。圓柱狀稈挺立，直徑 0.1-0.2 cm。成株之葉片退化剩葉鞘包莖。小穗無柄頭狀 3-7 個，假側生莖稈頂端，苞片一只，長 3-15 cm，狀如稈之延伸。

4.生態及危害：水生性較強，土壤水分較低之田區不發芽或生長不良，台灣各地水田均可發現，排水不良田區危害較嚴重。種子具不同程度休眠性。田間發芽及萌芽極不整齊。稻田中晚萌芽螢蘭之生長勢弱，但可忍受遮光，在逆境下產生種子延續後代。為萌前除草劑較不易防治之一年生草。

5.繁殖及傳佈：種子繁殖，可由灌溉、農機傳佈。

（九）雲林茼草（圖九）

學名：*Scirpus planiculmis* Fr. Schmidt
（異名=*S. maritimus*）

科名：莎草科（Cyperaceae）

別名：田蒜仔，扁稈茼草（大陸）

外國名：Sea clubrush，saltmarsh clubrush，puruagrass；
Koukiyagara（日）

1.分類及類似種：見螢蘭部份之說明。大陸、韓國及日本多用 *S. planiculmis* 為學名，歐美文獻慣用 *S. maritimus*。

2.分佈及棲地：熱帶至溫帶，世界性。水田、濱海沼澤。

3.形態：多年生草本，叢生。稈高 50-100

cm。葉線形有葉舌，長 40-80 cm 寬 0.3-0.5 cm。繖形花序生稈頂，苞片 2-5，一枚較長而直立。小穗長卵形褐色無柄

4.生態及危害：植株高大競爭力強，可在田間形成高密度之族群並產生大量地下球莖；為水田中危害潛力高而最難防治之雜草。田區間之傳佈不易，一旦侵入立足，即可在田內迅速蔓延。在中部沿海及東部少數田區發生嚴重。需預防其擴散。

5.繁殖及傳佈：種子產量少發芽率低，主要依靠地下球莖行營養繁殖。農機傳佈；代耕整地，有助於此草田區間之傳佈。



圖九：雲林莞草（蔣幕琰、蔣永正）

（十）鴨舌草（圖十）

學名：*Monochoria vaginalis* (Burm.f.)
Kunth

科名：雨久花科（Pontederiaceae）

別名：學菜

外國名：Monochoria；Konagi（日）

1.分類及類似種：雨久花科最重要之雜草為布袋蓮（鳳眼蓮屬）及鴨舌草（鴨舌草屬）。鴨舌草屬植物僅 5 種，其中 3 種為水田雜草，可供食用（嫩葉為蔬菜）及飼料用。適應溫帶環境之 *M. Kosakowii*（大陸名：雨久花）分佈於日本、韓國及大



圖十：鴨舌草。（蔣慕琰、蔣永正）



陸東北；*M. hastata* 主要發生在南亞、東南亞及北澳洲；*M vaginalis* 分佈最廣。臺灣僅此種，有形態不同之兩型。

2.分佈及棲地：亞洲熱帶至溫帶。水田，水田附近溝渠及積水之廢耕田。

3.形態：一年生草本。莖直立或斜上，常呈披散狀。台灣中、北及東部之鴨舌草較為小型，分支及葉數多。高 20-30 cm。基生葉有長柄，莖生葉短柄，葉身卵形至卵狀披針形。總狀花序腋生，3-7 花，高屏地區之鴨舌草株形較大，分支及葉少。高常超過 40 cm，葉廣卵形或心形，前端尖。同一花序上有 5-15 花。

4.生態及危害：台灣各地可見，發生田區之比率相當高。種子發芽需飽和水至淹水之環境；非水田狀況極少發生。競爭養分為主，台灣二期作之高溫下，萌芽及發育快；整地插秧後，如未及時施用萌前除草劑，常無法防治此草。危害潛力高與稗草同為水稻田最重要之雜草。亦可危害水芋、茭白。

5.繁殖及傳佈：種子繁殖。可由灌溉、農機傳佈。

(十一) 野慈菇 (圖十一)

學名：*Sagittaria trifolia* L.

科名：澤瀉科 (Alismataceae)

別名：三角剪，水芋

外國名：Arrowhead；Omodaka (日)

1.分類及類似種：慈菇屬 (*Sagittaria*) 植物

二十餘種，包括栽培之食用慈菇 (*S. sagittifolia*)，此屬植物均為雌雄同株異花，具地下球莖。栽培及野生種均可為雜草；東亞地區主要為 *S. trifolia*、*S. pygmaea*、*S. sagittifolia* 及 *S. aginashi*；前兩種是台灣重要雜草。澤瀉科澤瀉屬 (*Alisma*) 之 *A. canaliculatum* 及 *A. plantago-aquatica* 是東亞溫帶地區之重要水田草，未見於臺灣水田。

2.分佈及棲地：東亞。水田、積水荒田、淺澤。

3.形態：多年生水生草，株高 30-60 cm，幼葉線形至披針形；成株葉具長柄，葉片箭頭形。輪生之總狀花序，每輪三花，白色，雄花生花序上部，雌花居下。瘦果扁



圖十一：野慈菇。(蔣慕琰、蔣永正)



聚集為球形。

4.生態及危害：新竹及桃園地區受害田比例高，中南部少見。台灣環境下，單株可生2-3萬粒種子及1-2個球莖。球莖可自較深之土中萌芽，比種子繁殖株之生長勢強，危害潛力高。一般萌前除草劑對球莖之效果不良；野慈菇密度高之田區，化學防治需採用萌後作用較強之除草劑。

5.繁殖及傳佈：種子及營養體（地下球莖）繁殖。可由灌溉、農機傳佈；跨田區之傳佈，主要依靠種子。

（十二）瓜皮草（圖十二）

學名：*Sagittaria pygmea* Miq.

科名：澤瀉科（Alismataceae）

別名：線慈菇，矮慈菇，鳳梨草

外國名：Urikawa（日）

1.分類及類似種：見野慈菇部分之介紹，瓜皮草。

2.分佈及棲地：東亞為主，南亞及東南亞較少。水田。

3.形態：多年生水生草，株高小於25 cm，葉條形至條狀披針形，根生，葉長8-16 cm 寬0.4-0.8 cm，平行脈間有明顯橫脈。總狀花序，長10-25 cm；花白色，雄花兩輪生花序上部，雌花輪居下。瘦果扁聚集為球形。。

4.生態及危害：植株矮小根系淺，主要與稻株競爭田間之養份。球莖萌芽30-40日間，進入生殖生長期（開花及球莖形



圖十二：瓜皮草。（蔣慕琰、蔣永正）

成）。理想狀況下，每平方公尺可產生1000-2000個球莖。球莖不易以人力或機械移出土層；萌前除草劑防治效果不理想。硫醯尿素類除草劑（如免速隆、免草繁）使用後已不多見。

5.繁殖及傳佈：種子量少且發芽率低，主要靠球莖繁殖。可由灌溉、農機傳佈。

（十三）水莧菜（圖十三）

學名：*Ammannia baccifera* L.

科名：千屈菜科（Lythraceae）

別名：

外國名：

1.分類及類似種：水莧菜屬植物約30種，喜濕地。水莧菜（*A. baccifera*）與多花水莧

菜 (*A. multiflora*) 為臺灣常見之水田草；此兩草株形相近，可由後者較高、莖略呈方形及葉身基部抱莖之特性來區分。美洲及歐洲之重要種為 *A. coccinea*，美語稱為 *purple Ammannia* 或 *purple redstem*；水莧菜無對應之英名。*A. multiflora* 之日本名為 *Himemisoagi*。



圖十三：水莧菜。（蔣慕琰、蔣永正）

- 2.分佈及棲地：全球之熱帶及亞熱帶。水田、土壤濕度高之輪作田。
- 3.形態：一年生灌木狀草本，株高 10-45 cm。主莖直立，分支斜上。葉交叉對生，全緣無柄，披針形，長 1-6 cm。繖形花序，花腋生短柄。蒴果球形，種子小。
- 4.生態及危害：生長良好之水莧菜，每株一季可產生近百萬粒之種子。再生稻之田區，經常可見；一般水田，此草之密度不高，危害潛力中等。
- 5.繁殖及傳佈：種子繁殖。可由灌溉、農機傳佈。

(十四) 母草 (圖十四)

學名：*Lindernia procumbens* (Krock.) Borbas

科名：玄參科 (Scrophulariaceae)

別名：陌上菜 (大陸)

外國名：False pimpernel；Azena (日)

- 1.分類及類似種：玄參科植物約 3000 種，含多種藥用及觀賞種；母草屬 (*Lindernia*) 植物 50 種以上，列為雜草者 10 種。臺灣水田中以母草 (*L. procumbens*) 及泥花草 (*L. antipoda*) 為主，藍豬耳 (*L. crustacea*) 與心葉母草 (*L. cordifolia*) 較少。很多文獻視 *Vandellia* 及 *Ilysanthes* 為 *Lindernia* 之異名。*Lindernia pyxidaria* All. = *L. procumbens* (Krock.) Borbas。
- 2.分佈及棲地：熱帶及亞熱帶。水田、輪作田、溝邊。



圖十四：母草。(蔣慕琰、蔣永正)



圖十五：鋸葉定經草。(蔣慕琰、蔣永正)

3.形態：一年生草本，高 7-15 cm。主莖不明顯，莖基部分支。葉對生，全緣無柄，卵形或橢圓形，長 1.5-3 cm；葉脈 3 或 5，由基部弧形伸展至前端。花單生，柄細長葉腋伸出，淡紅色，筒狀唇形；蒴果橢圓，短於花萼。

4.生態及危害：喜淺水環境，台灣水田發生之比例相當高，競爭性危害較弱，易以人力或藥劑防治。

5.繁殖及傳佈：種子繁殖。可由灌溉、農機傳佈。

(十五) 泥花草 (圖十五)

學名： *Lindernia antipoda* (L.) Alston

科名：玄參科 (Scrophulariaceae)

別名：鉅葉定經草

外國名：Suzumeno-togarashi (日)

1.分類及類似種：見母草部份之介紹。文獻上學名之引用常不一致，*Ilysanthes ciliata*，*I. serrata*，*Bonnaya brachiata* 及 *Vandellia anagallis* 均為鋸葉定經草 (*Lindernia ciliata*) 之異名。

2.分佈及棲地：南亞及東南亞。保水力差之水田、輪作田、田埂。



- 3.形態：一年生草本，高 5-15 cm。主莖不明顯，分支多，匍匐向外展開。葉對生，葉緣疏鈍齒，無柄，長圓披針形，長 1.5-3 cm。花單立腋生，柄短；花冠筒狀唇形，淡紫色；蒴果瘦長，為花萼之倍長。
- 4.生態及危害：適應淺水至輪作旱田之不同土壤水份環境。全省水田常見，對水稻危害潛力小。
- 5.繁殖及傳佈：種子繁殖。可由灌溉、整地農機傳佈。

(十六) 紅骨草 (圖十六)

學名：*Rotala indica* (Willd.) Koehne

科名：千屈菜科 (Lythraceae)

別名：印度水豬母乳，節節菜 (大陸)

外國名：Indian toothcup；Kikashigusa (日)

- 1.分類及類似種：水豬母乳屬 (節節菜屬) 植物約 40 種，列為雜草者 7 種，水田中以紅骨草為主，其它均為次要。台灣此屬植物四種。
- 2.分佈及棲地：熱帶及亞熱帶全球性。水田、淺澤。
- 3.形態：一年生水田草，高 10-15cm，匍匐性分支斜立。莖節短，多可分支及生根。葉全緣，對生，短或無柄，卵形至長橢圓形。花單立葉腋，無柄，萼筒狀，花冠紅色。蒴果長橢圓形。
- 4.生態及危害：低於飽和水份之土壤，種子發芽不良；低矮不影響光照，主要危害為



圖十六：紅骨草。(蔣慕琰、蔣永正)

與水稻競爭養分及水分。連續多年使用除草劑後，此草已少見。

- 5.繁殖及傳佈：種子及莖節繁殖。由灌溉、整地農機傳佈。

(十七) 滿天星 (圖十七)

學名：*Alternanthera sessilis* (L.) Dc.

科名：莧科 (Amaranthaceae)

別名：蓮子草，田邊草

外國名：Sessile alligatorweed，sessile joyweed；Tsurunogeito (日)

- 1.分類及類似種：蓮子草 (滿天星) 屬 (*Alternanthera*) 雜草十餘種，分佈廣危害大者僅滿天星 (*A. sessilis*) 及長梗滿天星





圖十七：滿天星。（蔣慕琰、蔣永正）

（*A. philoxeroides*）；後者水生性較強，花大具長柄。*Alternanthera sessilis* (L.) Dc. = *A. repens* (L. Link) = *A. triandra* Lam.

- 2.分佈及棲地：全球之熱帶及亞熱帶。水田、輪作田、旱田、溝邊、潮溼荒地。
- 3.形態：一年生/多年生匍匐性草本，莖細長，長可達 50-60 cm。基部節易分支及生根。葉對生，短柄或無柄，全緣，長卵形

長。頭狀花序，腋生無柄；花小。

- 4.生態及危害：對不同土壤水份之適應力強，田區四周及缺株處常蔓延成片，碎土整地有利走莖繁殖體之散佈。選擇性除草劑之防治效果不佳，常需人工清除。可危害多種作物，為十餘國家之主要或嚴重雜草。
- 5.繁殖及傳佈：種子及走莖繁殖。可由灌溉、農機傳佈。

（十八）尖瓣花（圖十八）

學名：*Sphenochloa zeylanica* Gaertn.

科名：Sphenocleaceae

別名：

外國名：Gooseweed（美）

- 1.分類及類似種：台灣及大陸將此草列為桔梗科（Campanulaceae）尖瓣花屬或密實桔梗屬（Sphenoclea），國際上多數分類及雜草文獻，將此草歸於僅含一屬兩種之 *Sphenocleaceae* 科。臺灣及大陸僅此一種。
- 2.分佈及棲地：熱帶非洲原產，分佈非洲、南北美洲及亞洲；除大陸東北、日韓外，其它亞洲水稻地區均有。水田、溝渠、淺澤。
- 3.形態：一年生草本，直立常分支，高 30-80 cm。莖含乳汁。葉互生，全緣，短柄，長橢圓兩端漸縮，長 3-10 寬 1-3 cm。穗狀花序生桿側及莖頂，長圓錐狀密生小花，花穗梗長 1-6 cm，小花無柄。



- 4.生態及危害：適熱帶至亞熱帶氣候，喜潮溼土壤。主要發生於二期作，可產生大量種子，危害潛力高，有繼續擴散之趨勢。
- 5.繁殖及傳佈：種子繁殖。可由灌溉、農機傳佈。



圖十八：尖瓣花。（蔣慕琰、蔣永正）



圖十九：丁香蓼。（蔣慕琰、蔣永正）

（十九）細葉水丁香（圖十九）

學名：*Ludwigia hyssopifolia* (G. Don)
Exell.

科名：柳葉菜科 (Onagraceae)

別名：

外國名：water primrose

- 1.分類及類似種：丁香蓼屬 (*Ludwigia*) 雜草 15 種以上，其中白花水龍 (*L. adscendens*)、細葉水丁香 (*L. hyssopifolia*) 水丁香 (*L. octovavis*) 為世界重要性之水生雜草。近年來水田以細葉水丁香為主，水





丁香及喇叭草也可常見。此屬植物學名之使用相當不一致，常見以 *Jussiaea* 為 *Ludwigia* 之異名；*Ludwigia prostrata* Roxb.=*Jussiaea prostrata* Lev.=*Ludwigia diffusa* Buch.-Ham.

2.分佈及棲地：東亞各地。水田、不整地之水田後作、潮濕旱田、溝邊。

3.形態：木質化草本。莖直立或斜上分枝，高 30-150 cm。葉互生，短柄，全緣，披針形兩端漸狹，長 3-12 cm 寬 0.2-3.5 cm。花腋生，無柄，花冠黃色。蒴果長柱形，長 1.5-3 cm，寬 0.1 cm。

4.生態及危害：植株高大競爭力強。常在中後期萌發，割稻後可繼續生長，危害再生稻或其它後作。

5.繁殖及傳佈：種子繁殖。可由灌溉、農機傳佈。

(二十) 鰾腸 (圖二十)

學名：*Eclipta prostrata* (L.) L. (異名 = *E. alba* (L.) Hassk.)

科名：菊科 (Compositae, Asteraceae)

別名：鰾腸，墨菜

外國名：*Eclipta*, American false daisy；
Takasaburo (日)

1.分類及類似種：菊科植物多不適淹水環境；水田中重要草屬菊科者僅此一種，無類似種。

2.分佈及棲地：亞洲原產，各洲熱帶至溫帶均可見，廣佈三十餘國或地區。水田、輪

作田、溝邊、潮溼荒地。

3.形態：一年生/多年生草本，高可達 50-60 cm。莖直立至匍匐，綠至褐色，分支多，基部節易生根。葉對生，無柄，全緣至細齒，葉片長卵形長至廣披針形。莖葉表面均有白毛。揉碎汁液呈墨色。頭狀花序，腋生，柄長 0.5-5 cm，總苞綠色，舌狀花白色，瘦果黑褐色。

4.生態及危害：對不同土壤水份之適應力強，可在多種作物田中滋生。水田田埂及邊緣地帶較多。對非選擇性除草劑巴拉刈略具忍受力。

5.繁殖及傳佈：種子及走莖繁殖。可由灌溉、農機傳佈。



圖二十：鰾腸。(蔣慕琰、蔣永正)





五、雜草防治

(一) 雜草侵入之預防

管理良好之田區，土壤中所含雜草種子量少。雜草之危害程度低，防治作也較單純。維護田區四週及灌溉溝渠之清潔，可減少有害雜草種子及營養繁殖體傳入田內。危害潛力高而防治困難之雜草，如雲林莞草及瓜皮草，主要依靠整地之農機具來散佈。目前僅在部份田區發生。未被危害之田區，應預防其侵入；一旦發現，需在初期予以根絕。事先之預防可省掉以後經常防除之額外負擔。

(二) 人力、機械及物理性防治

1. 人力除草：人力除草可用在各種空間、且技術要求不高，是隨處可用之草方法。小鏟、鐮刀、鋤頭多用于田埂及農路之維護。插秧後田間淹水，除草需使用手推式之中耕器，將幼小雜草埋入濕軟之土中；如完全依靠人工除草，單作一公頃需 300 至 400 工時，是水稻生產上最耗工之作業之一。施用除草劑之田區，人工僅用於清除少數未被藥劑殺死之雜草，所需時間大為減少。
2. 整地：畜力或機械動力帶動之農具，將田面雜草翻埋入土，可達到除草之目的。整地使用犁具之種類會造成雜草發生之差異。翻埋型之犁具，可將多年生雜草之地面走莖深埋土中，減少其發生。碎土型之犁具，則將走莖打斷，而導致更多雜草之

發生。水田整地最後拖平田面之作業，除有利於插秧及控制水深外，對於粒劑除草劑之均勻散佈及藥效發揮相當重要。

3. 水管理：台灣很多漏水及輪作水田，芒稷及一些偏旱生型之雜草較多，移植後數周內，如能保持田區內連續之淹水，則可免除或減少這類雜草之危害。多年生水田雜草之營養繁殖器官，多不耐乾燥。乾旱休耕期之翻土鬆土，可使很多營養繁殖體脫水而死；降低後作田區中多年生草之密度。

(三) 生物防治

禽類、魚、蝦、軟體動物、昆蟲及微生物防治雜草之潛力。多數生物有特殊食性或寄主範圍；在放任狀況下，生物對雜草之影響程度多達不到防治上所要求之標準，或產生其它不良之負作用。生物資源較適於開發用以防治特定對象雜草，成為整合性防治之一環。近十餘年來，美國南部已成功發展一種以炭疽病菌（*Collectotrichum gloeosporioides* sp. *aeschynomene*）為成份之真菌除草劑，專門用來防除稻田之豆科皂角屬雜草（*Aeschynomene virginica*）。農藥所近年發現一種真菌對尖瓣花有良好之防治效果，但尚未開發至實用及推廣階段。

(四) 化學防治

1960 年代後期台灣水田開始使用除草劑，70 年代結束前藥劑除草之比率已達 100





%。登記的藥劑多達數十種，也有部分曾經普遍使用之藥劑，因不符合環境與毒性之規範而終止使用。近年常見之水田藥劑見附表二。這些除草劑對移植稻均相當安全；依推薦之用量及方法，可防治絕大多數之一年生雜草。一般田區，每期稻作僅需在移植後數日內施藥一次。萌前殺草藥劑對剛開始發芽到 1-2 葉期之雜草效果最好；雜草發育超過 2-3 葉以後，對萌前藥劑之忍受力明顯增強。因此必須掌握時機適時施藥，才能達到預期之防治效果。夏季高溫下，田間雜草萌芽生長快；二期作施用萌前除草劑之時間需要較一期作者為早。現有之除草劑對直播稻之安全性不足，易造成水稻缺株及苗期之生長抑制。為減少除草劑藥害，直播田需整地平坦及灌排水均勻，並將推薦用量在播種前後分兩次各以半量施用。

萌前藥劑施用後，少數未被殺死之雜草可用人工清除，如有高密度之闊葉雜草殘存時，則需補施百速隆、免速隆或本達隆等萌後作用較強之藥劑。田區中多年生闊葉草嚴重或農時延誤，田間雜草已達 3-4 葉時，可逕行選用百速隆或免速隆來防治。田間稗草如已發育至 3-4 葉以上，則無法以附表所列之藥劑來防治。目前僅除草寧（propanil）可防治大於苗期之稗草；此藥劑在台灣因需求量少，市面上難以取得。除草寧會受有機磷或氨基甲酸鹽類農

藥之影響，導致水稻嚴重之藥害，使用時需特別注意。

巴拉刈及嘉磷塞為非選擇性除草劑，此兩藥劑主要用於農路、田埂、畦畔及整地前田面雜草之防治；施用時不可噴及水稻及其它作物，以免造成藥害。

（五）綜合管理

台灣稻作栽培對化學法除草之依靠程度相當高。草管理以除草劑之使用為重心，其它田間作業及非藥劑防治為輔助。單期水稻栽培與雜草相關之管理作業，可包括以下之部份或全部：

1. 整地前：田面及田埂多年生雜草之人工清除或非選擇性藥劑噴施。
2. 整地-淹水-耙平：將雜草打碎翻埋入土，淹水抑制旱生性雜草發芽同時促進水田草之發芽，平整之田面提供雜草同步化生長及藥劑均勻分散作用之環境。
3. 插秧或播種前後：施用萌前除草劑，田面保持積水數日，使溶於水中之藥劑在田區中均勻分佈並作用。
4. 插秧後數週內：人工檢除殘存草母；施萌後藥劑防治多年生闊葉草。
5. 水稻生育中後期：拔除稗草植株或稗穗。

周年及長期之水田雜草管理可包括：

1. 休閒期間：種植綠肥或裡作以減少雜草繁殖；翻耕乾田使部份地下莖曝曬脫水而死。





- 2.輪作：降低有特定環境需求雜草之密度。
- 3.更換除草劑：長期使用同一藥劑可導致草相變遷，輪換不同藥劑可避免或延緩特定雜草之增加。

六、結論

臺灣現行之水稻田雜草防治體系，基本架構完成於70年代；所建立之技術，有效的抑制了雜草危害，並大幅降低了除草之人力需求；成為臺灣稻作高水準生產上的重要環節。已沿用三十年之防治技術，在成效上尚未導致明顯之問題。有關本土性雜草之研究相當有限；相關知識及技術多來自國外文獻，基本上滿足了田間之實際需求。但有關高危害力雜草之擴散、實施減量用藥之可行性及具潛力替代性方法（alternative measures）之開發等議題，仍是值得進一步加強研究的。

七、參考文獻

- 1.王枝榮（主編）。1990。中國農田雜草原色圖譜 農業出版社。北京。506頁。
- 2.李漢陽（主編）。1998。中國雜草誌。中國農業出版社。北京。1617頁
- 3.洪亮吉、呂理桑。1980。臺灣農地雜草。中華民國雜草學會。238頁。
- 4.笠原安夫。1985。日本雜圖說。養賢堂。日本。518頁。
- 5.陳富永、蔣慕琰。2004。利用真菌防治尖瓣花（*Sphenoclea zeylanica*）之探討。植保會刊 46:131-142。
- 6.費雯綺、王喻其（編輯）。2004。植物保護手冊。行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所。
- 7.楊再義。1982。臺灣植物名彙。天然書社。臺北。351頁。
- 8.臺灣大學農學院農藝系。1968。臺灣耕地之雜草 Vol. 1. 505頁。
- 9.臺灣大學農學院農藝系。1968。臺灣耕地之雜草 Vol. 2. 444頁。
- 10.蔣永正、蔣慕琰。2001。生物檢測田水中硫鹽尿素類除草劑之殘留活性。雜草會刊 22: 85-99。
- 11.蔣永正、蔣慕琰。2002。尖瓣花（*Sphenoclea zeylanica*）對水田常用除草劑之反應。雜草會刊 23: 83-92。
- 12.蔣永正、蔣慕琰。2004。溫度及除草劑丁基拉草對八種水田雜草萌芽之影響。植保會刊 46:345-356。
- 13.蔣永正、蔣慕琰。2006。農田雜草與除草劑要覽。行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所。259頁。
- 14.蔣永正。2004。水稻田常用農藥對稻株生育之影響。中華民國雜草會刊 25: 83-95。
- 15.蔣永正。2004。第十二章：水生雜草之管理。雜草學與雜草管理（楊純明、王慶裕編著）。179-192。農業試驗所出





- 版。
16. 蔣慕琰、呂理燊。1982。臺灣稻田雜草及其危害。中華民國雜草會刊 3 (1):18-46。
17. 蔣慕琰、徐玲明、袁秋英、蔣永正。2003。台灣外來植物之野化及生態。2003植物生物多樣性與植物資源永續開發利用研討會論文集 47-65頁。東海大學。
18. 蔣慕琰、蔣永正、袁秋英、徐玲明、陳富永。2004。台灣農田雜草管理之現況及展望 P245-258 林信山、郭聰欽、柯南靖（主編）2003國際植物健康管理研討會專集。財團法人全方為農業振興基金會。
19. 蔣慕琰、蔣永正、袁秋英、徐玲明。2004。雜草防除。台灣農家要覽 增修訂三版農作篇（三）：466-484頁。財團法人豐年社。
20. 蔣慕琰、蔣永正、袁秋英。2002。除草劑引起之草相變遷及抗藥性。除草劑在台灣四十年回顧與展望研討會 25-30頁。中華民國雜草學會。
21. 蔣慕琰。1995。水田雜草概觀：種類、生態及防治 植物保護學會會刊 37:339-355
22. 蔣慕琰。2001。雜草綜合管理策略。永續農業第一輯：作物篇（林俊義主編），236-247頁。中華永續農業協會
23. 蔣慕琰。2005。台灣農地雜草與多樣性維護。台灣植物資源之多樣性發展研討會專刊（侯福分、郭華仁、楊宏瑛、彰顯聖主編）。153-170頁。花蓮區農業改良場出版。
24. Bayer AG. 1992. Important Crops of the World and Their Weeds, 2nd edition. Bayer AG. Leverkusen, Germany. 1682 p
25. Chiang, M.Y. 1983. Emergence, growth and reproduction of eleven paddy weeds in two seasons. Weed Science Bulletin (ROC) 4:1-18
26. Holm, L.G., D.L. Plucknett, J.V. Pancho, J.P. Herberger. 1977. The World's Worst Weeds. Distribution and Biology. University Press of Hawaii, Honolulu. 609 p
27. Holm, L.G., J.V. Pancho, J.P. Herberger, D.L. Plucknett. 1979. Geographical Atlas of World Weeds. J. Wiley & Sons, 391 p
28. Huang, T. C.(ed.-in Chief) 1993. Flora of Taiwan, Volume Three. 2nd ed. National Taiwan University.
29. Huang, T. C.(ed.-in Chief) 1994. Flora of Taiwan, Volume One. 2nd ed. National Taiwan University.
30. Huang, T. C.(ed.-in Chief) 1996. Flora of Taiwan, Volume Two. 2nd ed. National Taiwan University.
31. Huang, T. C.(ed.-in Chief) 1998. Flora of Taiwan, Volume Four. 2nd ed. National

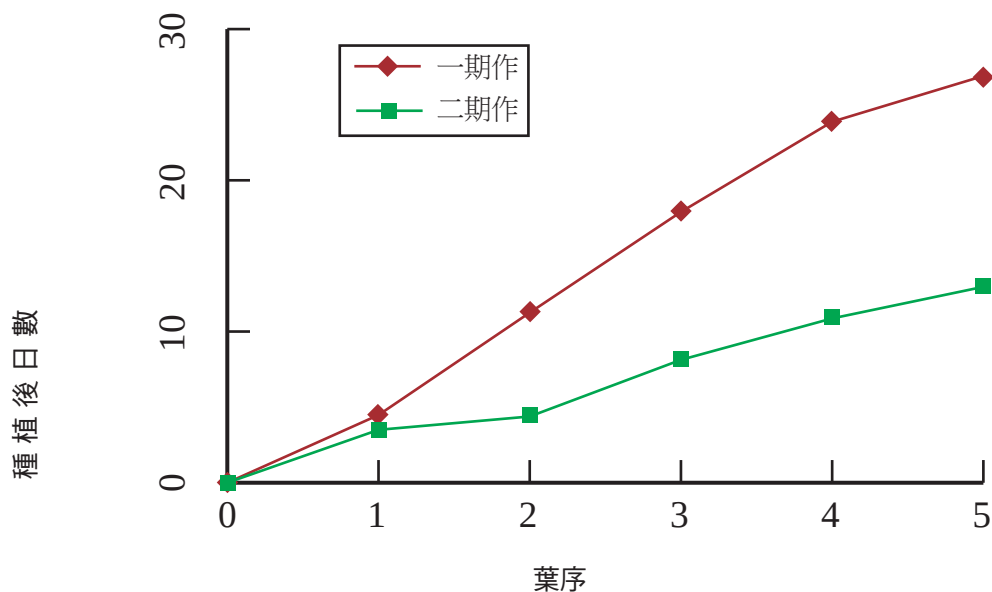




- Taiwan University.
- 32.Huang, T. C.(ed.-in Chief) 1998. Flora of Taiwan, Volume One. 2nd ed. National Taiwan University.
- 33.Huang, T. C.(ed.-in Chief) 2003. Flora of Taiwan, Volume Six. 2nd ed. National Taiwan University.
- 34.Huang, T. C.(ed.-in Chief). 2000. Flora of Taiwan, Volume Five. 2nd ed. National Taiwan University.
- 35.International Rice Research Institute 1983. Weed Control in Rice. International Rice Research Institute. Laguna, Philippines. 422 p
- 36.National Agriculture Research Center. 1992. Biological Control and Integrated Management of Paddy and Aquatic Weeds in Asia. National Agriculture Research Center. Tsukuba, Japan. 442 p
- 37.Soerjani, M.,A.J.G.H., Kostermans and G. Tjitrosoepomo 1986. Weeds of Rice in Indonesia. Balai pustaka, Jakarta. 716 p



附圖 (表)



圖一. 一二期作臺灣野稗 (*Echinochloa crus-galli* var. *formosensis*) 幼葉發育時間之比較 (Chiang, 1983)。

表一. 水田全期不除草狀況下，雜草導致減產之程度；依據 1975-1979 年間全省各地 99 次水田除草劑委託試驗稻穀產量資料分析 a。

稻作類別	一期作	二期作	平均
----	平均減產 %	-----	
移植稻	14.0 (44) b	17.9 (38)	16.0 (82)
直播稻	58.8 (7)	65.1 (10)	61.9 (17)

a:取材自 Chiang and Leu 1982.

b:括號內數字為田間試驗數



表二. 台灣水田重要除草劑之簡要特性

普通名稱	主要商品名	劑型成份	公頃用量	施藥時期		主要防治草		對水稻植株之藥害
				萌前	萌後	闊葉	禾草	
丁基拉草 butachlor	馬上除	5% G	30 kg	✓		✓	✓	低
百速隆 pyrazosulfuron	免草繁	10% T	0.5 kg	✓	✓	✓		低
	省草繁	10% WP						
本達隆 bentazon	草霸王	44.1% S	3 l		✓	✓		低
樂滅草 oxadiazon		12% EC	2 l	✓		✓	✓	低
免速隆 bensulfuron	龍無草	10% WP	0.5 kg	✓	✓	✓		低
丁拉免速隆 butachlor-bensulfuron	億草除龍 無草丁	2.583% G	30 kg	✓				低
丁拉芬諾 butachlor-bifenox	魔草丹-M	7% G	30 kg	✓				低
丁拉樂滅草 butachlor-oxadiazon	蓋好除	20% EC	5 l	✓				低
嘉磷塞 glyphosate	年年春	41% S	4 l		✓	✓	✓	高
巴拉刈 paraquat	剋蕪蹤 草蕪松	24% S	3 l		✓	✓	✓	高

劑型成份: G=粒劑, T=片劑, WP=可濕性粉劑, S=溶液, EC=乳化劑。



DISEASES



陸

、

病

害

各

論



前言

臺灣屬海島型亞熱帶氣候，高溫多濕適合病菌繁殖及為害稻作。臺灣稻作病害已記載75種病原，每年稻作病害引起約6%之損失。稻作病害防治與土地、耕種技術及品種等改良工作，具同等重要性。

臺灣水稻病害之種類，有源自日據時期就有記載的老病害，包括稻熱病、稻徒長病、小粒菌核病、紋枯病、胡麻葉枯病、葉鞘腐敗病及稻麴病等。臺灣光復後，因品種更替或耕作方式變動，而有新病害發生，較受各界矚目者有以下數種：如1960年第二期作屏東地區發生原因不明的病害，最初以為係土壤氧化電位低落所引起之生理性窒息病，後經邱人璋教授研究證實本病經由葉蟬媒介傳播，為未曾被記錄之新病毒病害，將之命名為水稻黃葉病（transitory yellowing），近年來積極防除媒介昆蟲，而能抑制本病之危害；其它臺灣新記錄病害，如1971年第一期稻作的箱育秧苗立枯病，其後由於迅速找出防治方法，插秧機械化才得以順利推行；1974年第二期稻作，在嘉南及南投地區，栽培長粒型秈稻品種嘉農秈選8號及嘉農秈11號時，發生急性萎凋型白葉枯病（Kresiek），之後則未再有發生此型病害之紀錄；1976年臺南縣發生嚴重水稻不稔症，後經研究發現係由稻細蟻與葉鞘腐敗病菌複合感染，往後在乾燥氣候環境下，也常見到本

病，只是罹病程度輕重有別而已；1982年第二期作，中南部水稻發生細菌性穀枯病（bacterial grain rot of rice），經過調查發現本病在中南部經常發生；1997年第二期作，中部臺中秈10號水稻發生淡黃化型白葉枯病，而後各地陸續發現，本型病害主要發生在白葉枯病極感病稻品種。

臺灣稻作病害之發生，因新品種育成推廣，栽培管理方式改變、耕作制度更替或氣象異常等，均會改變病原所承受的環境壓力，而改變病害種類。病害的變遷，有經常會發生的風土病，如紋枯病、胡麻葉枯病、徒長病及線蟲白尖病等屬於全面性的，葉鞘腐敗病、褐條葉枯病、稻麴病、穗枯病、赤色菌核病及褐色菌核病等菌核病，則屬於地區性的風土病。病毒病害及近似病害之發生，受栽培管理、田間衛生之影響比較大。除風土病外，臺灣有稻熱病及白葉枯病二大流行病，當遇上適合發病之流行年，常引起重大的災害損失。

稻作病害之防治，預防重於治療。預防病害之發生，包括稻品種選擇、栽培管理、田間衛生及瞭解發病生態，掌握防治適機。風土病是每年甚至每期稻作都會發生的病害，因此可以在未發病就事先防範。流行病則受氣候影響，要留意病害發生預測，掌握發病初期的防治措施。

（作者：蔡武雄）





前言

臺灣屬海島型亞熱帶氣候，高溫多濕適合病菌繁殖及為害稻作。臺灣稻作病害已記載75種病原，每年稻作病害引起約6%之損失。稻作病害防治與土地、耕種技術及品種等改良工作，具同等重要性。

臺灣水稻病害之種類，有源自日據時期就有記載的老病害，包括稻熱病、稻徒長病、小粒菌核病、紋枯病、胡麻葉枯病、葉鞘腐敗病及稻麴病等。臺灣光復後，因品種更替或耕作方式變動，而有新病害發生，較受各界矚目者有以下數種：如1960年第二期作屏東地區發生原因不明的病害，最初以為係土壤氧化電位低落所引起之生理性窒息病，後經邱人璋教授研究證實本病經由葉蟬媒介傳播，為未曾被記錄之新病毒病害，將之命名為水稻黃葉病（transitory yellowing），近年來積極防除媒介昆蟲，而能抑制本病之危害；其它臺灣新記錄病害，如1971年第一期稻作的箱育秧苗立枯病，其後由於迅速找出防治方法，插秧機械化才得以順利推行；1974年第二期稻作，在嘉南及南投地區，栽培長粒型秈稻品種嘉農秈選8號及嘉農秈11號時，發生急性萎凋型白葉枯病（Kresiek），之後則未再有發生此型病害之紀錄；1976年臺南縣發生嚴重水稻不稔症，後經研究發現係由稻細蟻與葉鞘腐敗病菌複合感染，往後在乾燥氣候環境下，也常見到本

病，只是罹病程度輕重有別而已；1982年第二期作，中南部水稻發生細菌性穀枯病（bacterial grain rot of rice），經過調查發現本病在中南部經常發生；1997年第二期作，中部臺中秈10號水稻發生淡黃化型白葉枯病，而後各地陸續發現，本型病害主要發生在白葉枯病極感病稻品種。

臺灣稻作病害之發生，因新品種育成推廣，栽培管理方式改變、耕作制度更替或氣象異常等，均會改變病原所承受的環境壓力，而改變病害種類。病害的變遷，有經常會發生的風土病，如紋枯病、胡麻葉枯病、徒長病及線蟲白尖病等屬於全面性的，葉鞘腐敗病、褐條葉枯病、稻麴病、穗枯病、赤色菌核病及褐色菌核病等菌核病，則屬於地區性的風土病。病毒病害及近似病害之發生，受栽培管理、田間衛生之影響比較大。除風土病外，臺灣有稻熱病及白葉枯病二大流行病，當遇上適合發病之流行年，常引起重大的災害損失。

稻作病害之防治，預防重於治療。預防病害之發生，包括稻品種選擇、栽培管理、田間衛生及瞭解發病生態，掌握防治適機。風土病是每年甚至每期稻作都會發生的病害，因此可以在未發病就事先防範。流行病則受氣候影響，要留意病害發生預測，掌握發病初期的防治措施。

（作者：蔡武雄）



主要水稻病害檢索表

一、秧苗期（育苗箱）

11. 病害發生於稻種萌芽初期至秧苗中期。病苗腐敗、枯萎死亡，病苗根部及葉鞘基部受害、植株矮化。
111. 病株在育苗箱中呈現叢集狀分佈。
1111. 播種後堆積期間，土壤表面長出綿狀菌絲，初生稻芽淡黃褐色水浸狀，移出綠化後病苗大多乾枯萎凋死亡。..... 秧苗立枯病（病原 *Mucor* spp.、*Rhizopus* spp. 或 *Pythium* spp.）
1112. 病苗在育苗箱中之分佈呈叢集狀，以圓形向外擴展，土壤表面及秧苗上有白色絹狀菌絲及如蘿蔔種子大小之褐色菌核。..... 秧苗立枯病（病原 *Sclerotium rolfsii*）
1113. 病苗在育苗箱中之分佈呈叢集狀，土壤表面菌絲不明顯，病苗根及葉鞘基部腐敗，全株急速萎凋，青枯後轉為赤褐色。..... 秧苗立枯病（病原 *Pythium* spp.）
1114. 病苗在育苗箱中叢集狀分布，病苗及稻種上有黏稠狀物質，為病原細菌，初生芽被害呈黃褐色枯萎，綠化苗被害由心葉開始枯萎。..... 秧苗細菌性腐敗病（病原 *Burkholderia*

glumae）

112. 病株在育苗箱中呈零星分佈。
1124. 病苗零星散佈於育苗箱中，土壤表面無明顯菌絲，病苗所附之稻種或枯死苗之表面有粉紅色至紅色之菌絲及孢子。... 秧苗立枯病（病原 *Fusarium* spp.）
1125. 病苗零星散佈於育苗箱中，土壤表面無明顯菌絲，病苗所附之稻種或枯死苗之表面有白色至灰色菌絲及暗褐色孢子。..... 秧苗立枯病（病原 *Bipolaris* spp. 或 *Curvularia* spp.）
12. 病害發生於秧苗中後期。
121. 病苗比健苗高。病苗葉鞘不正常增長，葉片著生角度加大，葉幅變小，葉色淡綠至黃綠。嚴重病苗枯萎死亡，病苗所附之稻種及枯死病株上有白色至粉紅色綿狀菌絲及孢子。..... 稻徒長病（病原 *Gibberella fujikuroi*）
122. 葉片或葉鞘上有圓形至紡錘形病斑。病斑白色至墨綠色，水浸狀，最後病斑邊緣轉褐色、中間灰白色。發病嚴重時全株枯死。..... 苗期稻熱病（病原 *Pyricularia oryzae*）
123. 葉片上圓形至橢圓形褐色病斑，有黃



暈。外側葉鞘常褐枯。..... 稻
胡麻葉枯病（病原 *Bipolaris oryzae*）

124. 病斑雲狀或虎斑狀。病斑初呈灰綠色
水浸狀，後轉為邊緣褐色中間灰白
色，病株間有似蜘蛛網之菌絲，病株
外表有不正形褐色菌核。
..... 紋枯病（病原
Rhizoctonia solani AG1）

二、本田期全株性病害

21. 病害發生於插秧後至分蘗中期。
211. 插秧後 1-3 週，罹病苗急速萎凋枯死，
枯葉飄浮水面，病株上有黏稠物，即
為病原細菌，第二期作高溫環境下比
較容易發生。..... 萎凋
型白葉枯病（病原 *Xanthomonas oryzae*
pv. *oryzae*）
212. 插秧 3 週後全面發生，稻田中低窪處之
稻株發病比較嚴重。病株下位葉片散
生銹褐色斑點，嚴重時下位葉呈黃褐
病變，心葉及上位葉深綠色。
..... 窒息病（生理性病
害）
22. 水稻分蘗中期以後出現病徵。
221. 病株不分蘗或分蘗數減少，病株徒
長。
2211. 病株纖細、節間不正常增長，葉片著
生角度加大，葉幅狹小、淡黃綠色，
莖節生長不定根，維管束褐變，由葉

鞘內側及莖節上長出菌絲及孢子，病
株萎凋枯死後密生白色至粉紅色綿狀
菌絲及孢子，常間雜藍黑色子囊殼。
病株不抽穗或抽穗不良。
..... 稻徒長病（病原
Gibberella fujikuroi）

2212. 病株有少數正常分蘗，主蘗節數不正
常增加而徒長，葉幅狹小淡綠色，不
抽穗或抽穗不良，很像草莖。
..... 草狀徒長
病
222. 病株不分蘗或分蘗數減少，病株矮
化。
2221. 病株生長比健株略慢，葉片著生角度
稍大，下位葉深黃至淡黃橙色，散生
銹褐色斑點，葉尖乾枯捲曲。心葉葉
脈間之葉肉組織病變成淡綠色。
..... 黃葉病（病原 *Virus*）
2222. 病株葉色濃綠，質地碎。葉面常皺縮
或凹凸起伏，葉緣缺刻狀，組織偶轉
白色。..... 皺縮矮化
病（病原 *Virus*）
223. 病株分蘗數增加。
2231. 稻株矮化，葉片短狹直立，發病初期
葉色濃綠，漸成淡綠或黃綠，葉片上
常出現許多暗褐色小斑點，病株如草
攢狀。..... 草狀矮化
病（病原 *Virus*）
2232. 苗期得病，植株纖弱矮小未分蘗，新





葉深綠色，下位葉常有銹褐色斑駁，罹病株多數夭折。未死之病株約一個月後急速分蘖，分蘖數增加為健株的1.5至2倍，病株矮化，葉片狹窄、淡黃綠色。..... 萎凋矮化病（病原 *Virus*）

2233. 植株明顯矮化，葉片短、稍寬、淡綠至淡黃色。分蘖期感染者，僅一、二分蘖病變。孕穗期至抽穗期感染者，常至水稻收割後長出之再生稻出現鮮黃色病徵。..... 黃萎病（病原 *MLO*）

224. 病株分蘖數未明顯變化。

2241. 葉鞘及莖稈未徒長，葉片徒長，葉片沿葉脈方向產生大型黃化條斑，或全葉黃化，葉緣向內捲縮呈細長圓柱狀而下垂，病株常於黃熟期以前枯萎死亡。..... 縞葉枯病（病原 *Virus*）

2242. 分蘖盛期新生葉產生不定型黃白化斑，或全葉黃白化，老葉發生嚴重葉枯型白葉枯病，嚴重病株枯萎死亡。..... 黃白化型白葉枯病（病原 *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*）

2243. 病株出現於稻田外緣，病株黃化，無法長出新葉，能長出之新葉亦呈黃化，葉脈附近組織病變比較嚴重。..... 藥害（系統性殺草劑）

2244. 稻株葉片正常綠色或深綠色。莖稈生

長緩慢或停止生長，節間縮短，組織硬化，內部褐變。..... 藥害（砒劑）

三、本田期稻葉部病害

31. 病斑散生在葉片上。

311. 病斑呈紡錘形，兩端較尖，新病斑灰綠色，極感病品種之急速型病斑白色，病斑上有大量病原菌之孢子。後期病斑邊緣呈褐色或深褐色，中間灰白色。..... 稻熱病（病原 *Pyricularia oryzae*）

312. 病斑深褐色，圓形至橢圓形，酷似芝麻種子，病斑外緣有黃暈，大型病斑長橢圓形或紡錘形，兩端較圓，病斑中間維持黃褐至深褐色。..... 稻胡麻葉枯病（病原 *Bipolaris oryzae*）

313. 病斑細長條形，病斑寬度常局限於2-4葉脈間，病斑長度不定，病斑呈赤褐色或黑褐色，常有黃暈。..... 褐條葉枯病（病原 *Cercospora janseana*）

314. 發生於稻成熟期老葉上，病斑黑色、細小、寬度約0.1公分、長度小於0.5公分。..... 黑腫病（病原 *Entyloma oryzae*）

315. 病斑均勻分佈，大多似水珠狀，病斑白色、黃色至暗褐色，因藥劑不同而有差異，大小病斑老化程度相似，大





型病斑不受葉脈限制，縱向與橫向擴展機率相近。稻田中全面發生或發生於稻田外緣。..... 藥害

32.病斑從葉尖、葉緣或葉鞘蔓延擴展。

321.病斑常起源於葉緣，病菌由水孔侵入，在葉片邊緣形成波浪狀病斑，病菌又隨著葉脈往下蔓延，並在葉脈兩側形成黃化病斑，將病葉切斷放在水中，可看見細菌的菌泥從病組織中溢出。..... 白葉枯病（病原 *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*）

322.病斑由稻叢下位葉鞘向上擴展，或由病叢接觸傳染，病斑呈雲狀或虎斑狀，病菌常會在病斑或附近組織上產生菌核。..... 紋枯病（病原 *Rhizoctonia solani* AG1）

323.罹病心葉自葉鞘抽出尚未展開時，其尖端約2-6公分處，呈淺黃綠色或青白色，已展開葉片尖端初呈淺黃色而後變為白色或油浸狀灰色透明，對光透視似有螢光，罹病部與健全部有暗褐色波狀隔紋，罹病葉尖漸捲縮枯萎而脫落。..... 白尖病（病原 *Aphelenchoides desseyi*）

四、本田期稻葉鞘、葉節及稻莖病害

41.病斑出現在大部分葉鞘或上位葉鞘

411. 初呈灰綠色水浸狀圓形或橢圓形病

斑，再擴大為周緣暗褐色中央灰白或灰褐色之大型病斑，病斑會合併成雲狀或虎斑狀，病菌在病株外表上或葉鞘縫隙產生褐色菌核。..... 紋枯病（病原 *Rhizoctonia solani* AG1）

412.初呈墨綠色水浸狀圓形或橢圓形病斑，再擴大為周緣暗褐色中央灰褐色之大型病斑，病斑會合併成雲狀或虎斑狀。病菌在葉鞘組織中形成粉紅色菌核，外觀無菌核。..... 赤色菌核病（病原 *Rhizoctonia oryzae*）

414.本病主要發生於劍葉的葉鞘，初呈不規則圓形斑點，邊緣褐色中間灰色，或全部灰褐色，病斑與健全組織無明顯界線，病斑上常有粉紅色的病菌孢子，病斑擴大後成虎斑狀常圍繞整個葉鞘，葉鞘嚴重受害時引起抽穗不良，稻穗無法抽出或僅能抽出一半。..... 葉鞘腐敗病（病原 *Sarocladium oryzae*）

415.主要發生於稻田外緣，葉鞘及葉片同時發生。病斑均勻分佈，大多似水珠狀，病斑與健康組織界限明顯，外緣褐色至暗褐色，中間灰褐色，大小病斑老化程度相似，大型病斑縱向與橫向擴展機率相近。..... 藥害

42.病斑出現在30公分以下之地基部葉鞘。

421.發生於分蘗初期，使用除草劑粒劑1週



後，稻田全面性發生，水面交界附近之葉鞘產生褐色病變。..... 藥害（高溫時不當使用除草劑）

422.病斑外緣褐色中間灰白色，圓形或橢圓形，大小約5-10公釐，病株外表無菌核。病菌會感染稻莖，引起褐變，組織軟化而枯死，組織中有0.3-2公釐大小之黃褐色或灰褐色菌核。..... 褐色菌核病（病原*Rhizoctonia oryzae-sativae*）

422.病斑漆黑色細縱條狀，在葉鞘上會併成較大之病斑，病菌感染稻莖產生漆黑色細縱條斑或小黑點斑，嚴重時會圍繞稻莖節上下組織。被害莖組織變軟，易倒伏，後期會產生菌核，小球菌產生約0.02-0.03公釐圓形光滑菌核，小黑菌產生0.01-0.012 × 0.027-0.034公釐表面不規則之菌核。..... 小粒菌核病（病原*Magnaporthe salvinii*、*Nakataea sigmoidea* var. *irregularis*）

423.病害偶發於較長期乾旱的環境，病斑散生、紡錘形、周緣暗褐色、中央灰褐色，基部有絹白色菌絲及褐色菌核。..... 白絹病（病原*Sclerotium rolfsii*）

43.病斑出現在葉節附近組織。

431.葉節及葉舌褐變，臨近之葉片及葉鞘組織常乾枯萎凋。..... 葉舌稻熱病

（病原*Pyricularia oryzae*）

432.葉節及葉舌褐變，臨近之葉片及葉鞘組織亦常輕微受害。..... 胡麻葉枯病（病原*Bipolaris oryzae*）

433.葉節、葉舌、臨近之葉片及葉鞘組織呈紫褐病變，病組織質地變脆。..... 褐條葉枯病（病原*Cercospora janseana*）

44.莖節褐變或黑變，嚴重時稻莖枯死，葉鞘外側無明顯病徵，葉鞘內側表面常有褐變現象，莖節上有大量病菌孢子。..... 節稻熱病（病原*Pyricularia oryzae*）

五、本田期稻穗病害

51.穗軸及枝梗維持綠色未起病變，穀粒不稔或稔實不良。

511.稻穗中部分穀粒不稔實呈空秕粒，空秕粒外殼維持正常綠色，稻穗中有健康飽實之穀粒。..... 寒害或生理遺傳

512.稻葉及葉鞘未起病變。稻穗全穗包括穗梗，呈現黃褐綠色，稻組織質地變脆。全穗穀粒均不稔實或稔實不完全成空秕。..... 藥害（砒劑）

513.發生於抽穗期至乳熟期，被害穀粒褐變，被害外穎與健全部份無明顯界線。米粒由基部開始呈灰白色病變，病組織與健全組織常有褐色帶狀界



- 線，病穗嚴重時呈直立狀。
細菌性穀枯病（病原 *Burkholderia glumae*）
514. 病穀胚乳腫大，呈黃色、綠色或黑色，為病菌之菌核及孢子堆，外觀很像麴母。 稻麴病（病原 *Ustilaginoidea virens*）
52. 穗軸及枝梗常有病變，穀粒不稔或稔實不良。
521. 病害發生於抽穗期，劍葉葉鞘有雲斑狀或虎斑狀病斑，剛長出之稻穗被害呈污灰綠色，隨後全穗枯死，病組織上常有菌核形成。 紋枯病（病原 *Rhizoctonia solani* AG1）
522. 病害發生於抽穗期，劍葉葉鞘有雲斑或虎斑狀病斑，剛長出之稻穗被害呈灰褐色，隨後全穗或部份枯死，病組織上產生粉紅色孢子。
..... 葉鞘腐敗病（病原 *Sarocladium oryzae*）
523. 穗頸及枝梗被害部位初呈灰綠色水浸狀病斑，病斑邊緣轉為深褐色，被害部位以上的枝梗及穀粒枯死。穀粒被害，初呈暗褐色圓形或橢圓形病斑，常擴大終使穀粒半面或全面呈暗黑色或灰色。 穗稻熱病（病原 *Pyricularia oryzae*）
524. 穗軸及枝梗被害後，病斑深褐色長橢圓形，被害部位以上的枝梗及穀粒常繼續存活。穀粒被害，病斑暗褐色圓形或橢圓形，或全粒呈茶褐色，糙米病變為銹米、死米或青米。 胡麻葉枯病（病原 *Bipolaris oryzae*）
525. 穗軸及枝梗被害後，病斑赤褐色細長條形。穀粒上病斑褐色細條狀。 褐條葉枯病（病原 *Cercospora janseana*）
526. 穗軸及枝梗常扭曲，黃褐至綠褐色，穗軸上散生褐色細斑，穀粒不稔呈黃褐、綠褐或深褐色。
稻不稔症（稻細蟊與葉鞘腐敗病複合感染）
527. 被害穀粒外穎呈枯褐色，病斑外緣無明顯界線，後期佈滿白粉紅色菌絲及橘紅色孢子堆，罹病穀粒之枝梗略有病變，米粒由柱頭開始呈灰白色病變。病害部位一般無明顯界線，病米粒上亦有菌絲及孢子。
赤黴病（病原 *Fusarium* spp.）
528. 被害穀粒外穎呈黃褐色至暗褐色，病斑外緣無明顯界線，後期外穎有黑褐色孢子，枝梗與穀粒接觸部位略有病變。米粒由柱頭開始呈灰褐色病變，病害部位一般無明顯界線，病米粒上亦有菌絲及少數孢子。
穀枯病（病原 *Curvularia* spp.）



箱育秧苗立枯病

病原菌學名：有性世代 *Athelia rolfsii* (Curzi) Tu & Kimbr.

無性世代 *Sclerotium rolfsii* Sacc. *Pythium* spp.

、*Fusarium* spp. 、*Mucor* spp. 、*Rhizopus* spp.

英名：Seedling blight in nursery boxes

一、前言

政府為節省農村勞力，推行水稻栽培機械化。動力插秧機所用之秧苗需要規格化，育苗箱培育秧苗取代傳統水秧田育苗，如此可縮短育苗時間及節省插秧之人力物力，是臺灣稻作栽培技術的一大進步，推廣到全臺各地後，已獲農友們廣泛接受。

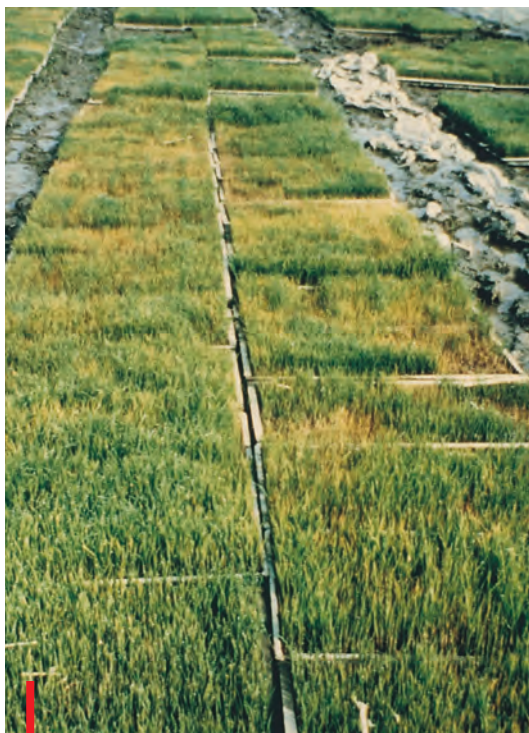
箱育秧苗推廣初期，1971年二月間，於彰化縣花壇鄉實驗區內利用育苗箱育苗時，發生嚴重之箱育秧苗立枯病，當時危害程度很大，部分被迫重新播種因而延遲插秧時間，影響水稻栽培作業^(3,4)。此後，各地常發生箱育秧苗立枯病，成為影響各育苗中心育苗成敗之主要因子。

簡氏等從箱育秧苗立枯病之病株及栽培土，分離到多種菌類包括：*Fusarium moniliforme*, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani*, *Corticium rolfsii*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium hydrophilum*, *Alternaria* spp.,

Curvularia lunata, *Monilia* spp., *Pythium* spp., 及 *Rhizopus* spp.等，單獨或兩種以上混合皆可引起秧苗立枯病^(3,4)。日本報告，另有 *Trichoderma viride*, *Phoma exigua* var. *exigua*, *Pseudomonas glumae* (*Burkholderia glumae*) 及 *Cochliobolus miyabeanus*等亦會引起箱育秧苗立枯病⁽¹⁾。

由前述可知，箱育秧苗立枯病之病原菌種類甚多且複雜，有來自稻種帶菌，亦有來自土壤棲息菌類^(2,4)。有關病原菌之研究，大部分僅止於鑑定其所歸之屬別，每一屬常有多種病原菌，各菌之分類、分布、寄主及生活史等之研究則不多。近年來，觀察田間箱育秧苗立枯病發生之類別，臺灣以 *S. rolfsii*, *Fusarium* spp., *Pythium* spp., *Mucor* spp. 及 *Rhizopus* spp.等為主要病原菌，這5屬病原菌均屬於土壤棲息真菌，由稻種帶菌引起立枯病之案例不多。

生長健康的秧苗有利於插秧操作，並減少補植工作，移植本田後稻株之生長整



圖一：箱育秧苗立枯病發生情形。
(張義璋)

齊而健壯，稻株亦較能抵抗不良環境及病蟲之侵害，因而有較好之收成，此即所謂「秧田半作」。本病之重要性，可見一斑。

二、病徵

箱育秧苗立枯病之病原菌大多為土壤棲息菌，育苗箱所用栽培土或育苗時之氣

候環境不同，則秧苗立枯病之病原菌就會有不同。各病原菌感染不同生育期間之秧苗，其症狀及病株在育苗箱中分布型式均會不同（圖一）。

稻種播種後在堆積期間受害，嚴重者將無法發芽，縱能發芽長出之芽亦因已受病菌危害而呈黃褐色，移出綠化時即枯死，未枯死之病苗生育嚴重受阻，移出約一星期亦常褐枯死亡。

綠化後秧苗，一般以叢集型危害方式，病苗在育苗箱中呈類似圓形之分佈，並向外擴展。病苗最初由下位葉開始枯黃或從葉尖開始呈缺水青枯症狀，被害苗隨之枯死並轉變為赤褐色，拔取病苗可見其葉鞘基部、根冠及根組織都已枯死。

三、病原菌概述

(一) 分類地位

1. *Athelia rolfsii*

Basidiomycetes 擔子菌綱

Aphyllorphales 非褶菌目

Corticaceae 伏革菌科

Athelia 阿太菌屬

2. *Pythium* spp.

Oomycetes 卵菌綱

Peronosporales 露菌目

Pythiaceae 腐霉菌科

Pythium 腐霉菌屬



3. *Fusarium* spp.

Mitosporic fungi

4. *Mucor* spp.

Zygomycetes 結合菌綱

Mucorales 毛黴菌目

Mucoraceae 毛黴菌科

Mucor 毛黴菌屬5. *Rhizopus* spp.*Rhizopus* 根黴菌屬

(二) 分布

本病之病原菌多屬於土壤棲息菌，
普遍存活於各土壤中。

(三) 寄主

本病之病原菌多屬於腐生力強之兼性
寄生菌，偶發性引起植物病害，寄主範圍
廣。

(四) 形態

Athelia rolfsii 有性世代為擔孢子，自然界不易發現，擔子器棍棒狀，著生於分枝菌絲頂端，2-4個擔子柄，其上產生擔孢子。擔孢子梨形或橢圓形、無色、單孢、表面平滑。無性世代為 *Sclerotium rolfsii*，營養菌絲呈絹白色，直徑5.5-8.5 μm ，有明顯扣子體（Clamp connection），細胞有2個細胞核。另可產生較纖細直徑3.0-5.0 μm 的白色菌絲，細胞壁較薄有隔膜，無扣子體，經常由3-12條平行排列成菌絲束，不形成分



圖二：*Fusarium* spp. 為害秧苗，病株零散分布，稻種上白粉紅色菌絲。（張義璋）

生孢子，主要繁殖體為菌核。菌核由上述之菌絲束互相纏繞而成，大小為0.5-0.8公釐，結構可分為4層，最外層是由暗褐色厚壁細胞所形成的厚皮層，次層稱為殼層由2-4層厚壁細胞連接排列而成，第三層為皮下層由6-8層薄壁細胞所構成，最內層為髓部由菌絲狀長形細胞疏鬆地組成，菌核之細胞均含有2個細胞核。

Pythium spp. 管狀菌絲無色或白色、透明、分枝多、細長無隔膜，菌絲生長快速，在顯微鏡下常可見透明無色菌絲中之



圖三： *Pythium* spp.引起幼苗基部病變。（張義璋）

原生質快速流動。孢子囊在菌絲頂端或中間形成，球形、橢圓形、長形或香蕉形。孢子囊發芽長出一至數條發芽管或長出一短菌絲後在其頂端形成孢囊（Vesicle），孢子囊中之原生質移入孢囊中，再分化成100個以上之游走孢子。游走孢子釋放出後，遇水數分鐘即膨脹、靜止並圓化而包在囊內（Encyst），再產生發芽管，發芽管可感染寄主組織或形成孢囊及游走子，反覆發芽數次。有性世代係由藏精器產生授精管直接伸入藏卵器，藏精器之細胞核經由其授精管移入藏卵器中，並結合成厚壁之結合子（Zygote），又稱卵孢子（Oospore），卵孢子為休眠體，可抵抗不良環境。卵孢

子經休眠後發芽時與孢子囊一樣可直接發芽成菌絲或產生孢囊及游走子。各種繁殖體之大小及形狀，種間差異很大，可作為分類之依據。引起秧苗立枯病之腐霉菌，受地區、季節及前作不同而異。

Fusarium spp.引起秧苗立枯病者，常見者為*F. oxysporum*。在馬鈴薯煎汁瓊脂培養基上，光照適溫培養時，菌絲棉狀，白色至淡粉紅色，會產生淡橙黃色或紫色之色素於培養基中，有大小二種分生孢子，大孢子4-6個細胞，透明、鐮刀狀、彎曲不大、頂端細胞略彎、基部明顯；大孢子堆橙色。小孢子透明，通常單細胞，卵形至腎形，小孢子連續形成會推擠呈假頭狀。菌絲或大孢子會形成厚膜孢子，厚膜孢子單細胞或雙細胞，可抗惡劣環境，有利於存活。

Mucor spp.氣生菌絲少，菌絲白色或略帶淡黃褐色，不形成匍匐根狀菌絲，在顯微鏡下觀察，菌絲透明無色、無隔膜，孢子囊柄細長，直接由菌絲單生，孢子囊褐色，內有數千之囊孢子。*Rhizopus* spp.有白色氣生菌絲，菌絲呈匍匐根狀，在顯微鏡下觀察，菌絲透明無色無隔膜，孢子囊柄細長，常叢生，其頂端生黑色孢子囊，內有數千之囊孢子。二屬菌之有性世代由菌絲結為結合子，細胞壁加厚為結合孢子（Zygospore），有休眠性及可抗不良環境，結合孢子發芽產生孢子囊及囊孢子。





圖四： *Sclerotium rolsii* 為害秧苗，
會形成大量菌核。（張義璋）



圖五：堆積期間受 *Rhizopus* spp. 危害，
產生大量菌絲。（張義璋）

（五）診斷技術

箱育秧苗立枯病為一統稱，診斷為立枯病不難，堆積期間及綠化初期，最容易發生立枯病，要研判病原菌之類別，可由受害稻種及稚苗之分布情形開始著手。不同藥劑對各病原菌之防治效果會有差異，實務上，判別主要病原菌甚為重要。

被害秧苗幾乎均勻地散佈在育苗箱中，乍看下以為稻種發芽率不良所致，土壤表面未見到有明顯病菌之菌絲，撥開覆土後可見被害稻種上長有粉紅或深紅之菌絲及孢子（圖二），此極可能係由 *Fusarium* spp. 所引起之秧苗立枯病。

被害秧苗在育苗箱中成圓形叢集狀分布，土壤表面未見明顯之菌絲，可能為 *Pythium* spp. 或水生菌所引起，病苗葉鞘及根褐變呈水浸狀腐敗現象，不產生紅色黴狀物，但土壤在高濕環境下，水生菌類會伴隨有膠狀分泌物，其上又棲息大量藻類而呈現鐵銹色，頗似水秧田之苗腐敗病（圖三）。

被害秧苗在育苗箱中亦成圓形叢集狀分佈，土壤表面有白絹色菌絲，菌絲生長快速，遇秧苗時即密集纏繞在葉鞘外表，被菌絲纏繞之秧苗從外面葉鞘開始枯萎，終使全苗枯死，病菌生長4-5天後會產生直



圖六：堆積期間受 *Rhizopus* spp. 為害，綠化期間菌絲消失，病苗浮現。（張義璋）

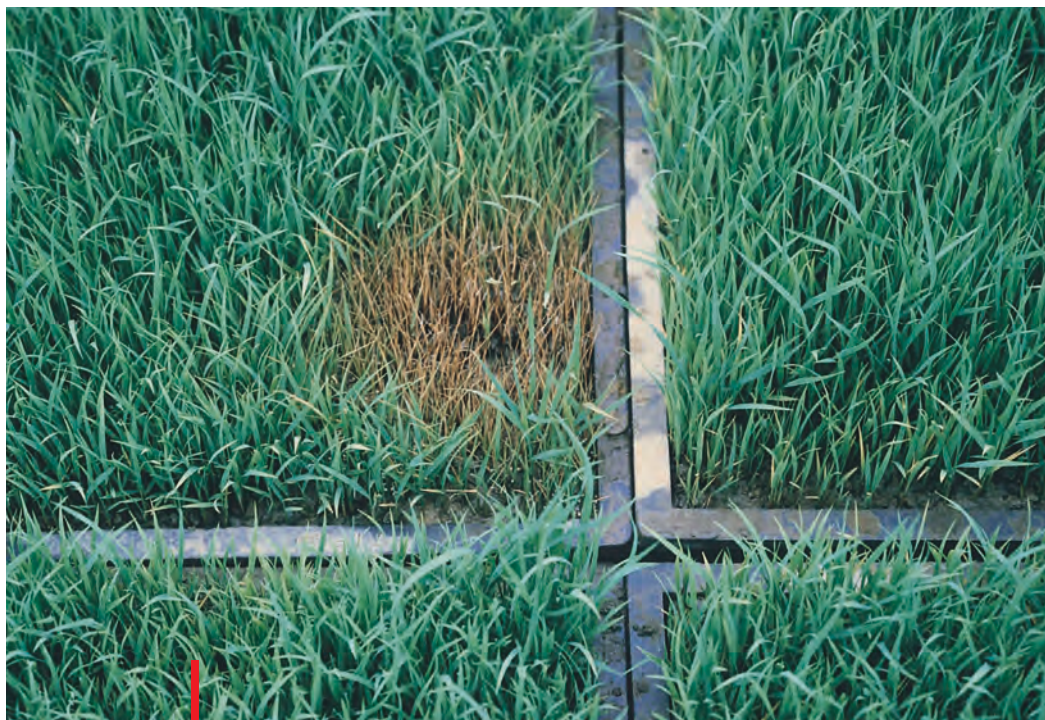
徑大小約0.5-0.8公釐、褐色、表面有光澤之圓球形菌核，此係 *S. rolfsii* 引起之秧苗立枯病（圖四）。

稻種播種後堆積期間，育苗箱之土壤表面，長出略帶透明之白色菌絲（圖五），菌絲上有黑色或褐色孢囊，此即為 *Rhizopus* spp. 或 *Mucor* spp. 屬真菌之菌絲及其孢子囊。出現這二屬真菌之育苗箱，大多採用種過蔬菜的栽培土，尤其栽種塊根類、塊莖類及十字花科等作物之栽培土，最容易出現。這二屬真菌遍存於自然界各角落，平時行腐生偶爾弱寄生於植物儲藏器官，

育苗箱栽培土中植物殘體多時，於育苗箱堆積期間在稻種及植物殘體上大量繁殖，稻芽被其菌絲覆被，組織受其分泌物如酵素等之作用而崩解，細胞死亡，在育苗箱移出綠化時，病苗及這兩種病菌經陽光曝曬後常乾枯死亡（圖六）。*Rhizopus* spp. 一般發生於較高溫，菌絲白色而孢子囊黑色；*Mucor* spp. 則發生於較低溫，菌絲白色至淡黃褐色，孢子囊為褐色。

秧苗立枯病原菌感染綠化後秧苗，一般以叢集型危害方式，即病苗在育苗箱中呈圓形分佈，並向外擴展。被 *Pythium* spp. 及水生菌類感染，育苗箱中之土壤表面無明顯菌絲，被害秧苗最初從葉尖開始呈缺水青枯症狀，被害苗隨之枯死並轉變為赤褐色（圖七），拔取病苗可見其葉鞘基部、根冠及根都已呈淡褐色軟腐。被 *Fusarium* spp. 感染時，被害面積較小，一般直徑小於5公分，但育苗箱中被害點數多而散，被害秧苗附近之土壤表面偶有白粉紅色、深紅色或紫色菌絲叢，病苗生育不良、矮化，拔取病苗可見稻種上、莖基部及根冠上有粉紅至深紅色之菌叢，苗根數少而短，並由根尖至全根、地下部葉鞘及莖開始呈紅褐色病變，地上部由外面葉鞘開始枯萎，嚴重時秧苗全株死亡有粉紅色菌叢，但土壤表面之菌絲叢不多（圖二）。*S. rolfsii* 感染綠化後秧苗時，一般可見其絹白色菌絲在土壤表面及秧苗間生長，菌絲接觸到秧苗





圖七： *Pythium* spp.引起秧苗枯萎呈赤褐色病變。（張義璋）

約2天後，苗常青枯死亡，最後轉為赤褐色。

（五）生活史

本病之多數病原菌，在土中行腐生生活，偶爾危害植物。

四、發生生態

插秧機所用秧苗係於育苗箱中培育，育苗箱長60公分寬30公分高3公分，其栽

培土淺，稻種播種量多，播種後堆積催芽4~5天，等待秧苗長出土面後再移出田間綠化，此種育苗環境很適合微生物滋長，因而多種兼性寄生之弱病原菌能迅速增加族群密度並引起病害。

秧苗立枯病之發生與否，非常符合植物病害發生之三角生態關係，即寄主植物、病菌及環境三者間互動結果。稻種及秧苗為寄主植物，生長勢強則抗性強，相



對生育受阻時受危害之機會增加。本病之病菌種類很複雜，不同栽培土而有不同的病菌，各種病菌是否會引起立枯病，則視環境是否適合病菌生長而定。茲分別討論如下：

秧苗在20℃以上生長快速不易發生立枯病；15℃以下生育受阻，抵抗力弱，易發生立枯病。簡與朱氏報告，在夜間溫度20℃之溫室內育苗至1.5葉期，再移置3℃或10℃之低溫室內，分別經3天與7天處理，發現3℃下處理7天，其發病率達39.8%，處理3天為13.6%；而10℃下處理7天者為7.5%，處理3天僅達4.2%，溫室內對照組未發病。第一期作遇低溫時，影響秧苗之生育，抗病力弱容易罹患立枯病⁽⁴⁷⁾。

稻種發芽期間需氧量高及適量水份，如以黏土為栽培土容易造成浸水狀態，以砂土為栽培土保水力差容易太乾，二種都會引起稻種發芽不良，也容易發生立枯病。因此栽培土之土壤質地應採取排水良好的壤土為佳，極重黏土或砂質土壤皆不良。

秧苗立枯病之病原菌大多為土壤棲息真菌，因此秧苗立枯病之發生與栽培土壤來源之關係密切。一般而言，旱地土壤中菌類密度比水田土壤高，所以用旱地土壤為栽培土容易發生立枯病，發病率表土較心土高^(5,6)。作物剛收穫之田土有高密度病菌，做為栽培土容易發生立枯病。經過休

閒之田土或將採回之土壤儲放一段時間後，土中病菌密度降低，再用做栽培土，立枯病之發生將會隨之降低。

溫度除了影響秧苗生長及抗病性外，亦會影響微生物之生長，溫度環境不同，土壤中微生物相也會有所不同，主導秧苗立枯病發生之病原菌亦有不同。不同種的*Pythium* spp.或*Fusarium* spp.，就有不同的生長適溫，因此各種溫度下培育秧苗均會接觸到這二屬真菌。*Pythium* spp.生長快速，各種溫度環境都有機會引起秧苗立枯病；*Fusarium* spp.生長較慢，又是弱病原菌，因此低溫環境下秧苗生育受阻時，容易被*Fusarium* spp.感染致病，高溫時因秧苗生長快速抗性強，致病機會較少。*Mucor* spp.低溫時較易引起秧苗立枯病。*S. rolfsii*、*Rhizopus* spp.及*Rhizoctonia solani*均屬於高溫菌，在高溫時易引起秧苗立枯病，但*S. rolfsii*感染源活力較強時，在低溫環境下亦會引起秧苗立枯病。

土壤酸鹼值對秧苗立枯病發生之影響，黃氏報告，*S. rolfsii*引起之立枯病以pH 5.5-5.6之發病率最高，pH 4.5-4.7最低。對其他菌類引起之立枯病，以pH 6-7發病率最高，pH 5.1（15℃下）最少，但低於pH 3.6對稻苗生長不利，因此應以pH 4.5-5.0之土壤為床土最佳⁽⁷⁾。

稻種之播種量直接影響秧苗之生育及抗性，亦間接影響秧苗立枯病之發生。如





播種量過密，稻種在育苗箱中容易相互堆疊，堆積期間育苗箱單位面積內稻種發芽分泌養分多，使病原菌迅速滋長而增加發病機會⁷⁾。同理在育苗箱移出綠化後，播種量多其秧苗亦密，因此秧苗纖細抗病力弱，病原菌在秧苗間之生長快速，所以極易發生秧苗立枯病，適當之播種量以每箱200公克最佳。

五、防治方法

播種與育苗管理，請參考紋枯病防治方法之耕種栽培管理部分。植物保護手冊登記之秧苗立枯病防治藥劑，對秧苗立枯病大多數病原菌之防治效果良好，只對*S. rolfsii* 引起之秧苗立枯病效果比較不好。如果發現主要病原為*S. rolfsii*，可由登記為紋枯病防治藥劑之滅普寧、福多寧及賓克隆等三種中選用一種做防治，使用時參考原登記之使用方法及注意事項。

六、引用文獻

1. 化學工業日報社。1983。病蟲害カラー寫真集：稻・麥・大豆・小豆・變色米編。化學工業日報社出版。190 p。
2. 黃益田。1975。稻苗枯病之發生及防治之檢討。臺灣省政府農林廳編印。
3. 簡錦忠、洪雲卿。1971。稻苗立枯病症之初步觀察。農業研究 20(4)：47-52。
4. 簡錦忠、朱啟魯。1974。水稻秧苗立枯病病因之研究。研究彙報 32：1-16。
5. 簡錦忠、張義璋、謝麗娟。1987。箱育秧苗立枯病防治之研究。臺灣省農業試驗所油印。
6. 簡錦忠、張義璋、謝麗娟。1990。箱育秧苗立枯病防治之研究。臺灣省農業試驗所油印。
7. 簡錦忠、黃益田。1978。水稻苗期病害之病原與生態。pp319-331。邱人璋主編水稻病蟲害：生態學與流行學。中國農村復興聯合委員會編印。

(作者：張義璋)





稻胡麻葉枯病

病原菌學名：有性世代 *Cochliobolus miyabeanus* (Ito & Kurib.) Drechsler ex Dastur

無性世代 *Bipolaris oryzae* (Breda de Haan) Shoemaker

(*Helminthosporium oryzae* Breda de Haan)

英名：Brown spot

一、前言

稻胡麻葉枯病為臺灣稻作主要風土病之一^(1,2)。水稻各生育期均可能受稻胡麻葉枯病菌危害，土壤貧瘠或乾旱地區容易發生本病，其它病蟲害引起稻株生育不良後，本病亦常伴隨發生^(2,3)。稻種採收前被本病菌感染或污染，種子萌芽時容易被危害引起苗枯，低溫秧苗生長緩慢時更容易發生。由本病菌引起之枯死苗在育苗箱中零散分布，至今尚未曾嚴重發生過。長出本葉後之秧苗或本田期稻株則以形成葉斑為主，苗期葉斑主要發生於老秧苗，近年來利用箱育秧苗，育苗期間短，秧苗期較少胡麻葉枯病。本病危害本田期稻株之部位以葉片為主，亦可危害葉舌、穗梗及穀粒等部位，但較少危害稻節及葉鞘。本病嚴重發生將造成重大損失，孟加拉曾因本病大發生而造成該國之飢荒⁽⁴⁾。

依據前臺灣省政府農林廳報告，臺灣第二期作本病之發生大多比第一期作嚴

重。1967年至今，第一期作發生面積超過一萬公頃之年份，有1969、71~76、80、82及84~86等年份，其中1971年發生31,055公頃最廣，而1995年發生面積1,578公頃最少；第二期作大多超過一萬公頃，其中1970年44,766公頃最廣，而1973年發生1,730公頃最少^(5,6)。

一般地區，本病發生於水稻生育後期，對產量影響不大（圖一）。但在土壤貧瘠地區，水稻生育不良，易發生本病，本病發生程度不同會造成不同之減產，國外報告，輕度發生時減產不顯著，中度發病會造成12%減產，嚴重時造成30-43%甚至50-90%之減產。本病除造成減產外，亦會降低稻米品質⁽⁶⁾。

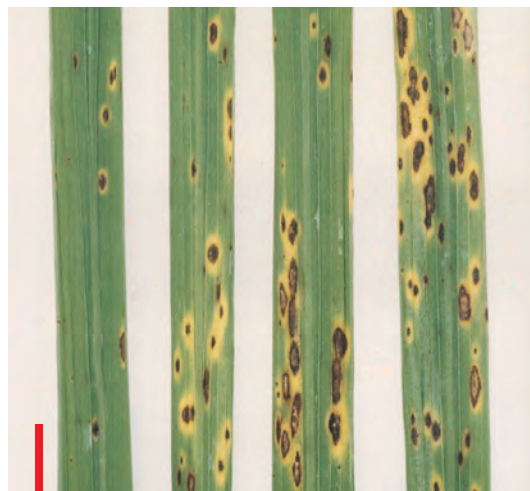
二、病徵

稻種萌芽時受害會引起苗枯病，稻芽初呈黃褐色水浸狀病變，子葉上呈短黑色線狀斑點，嚴重時繼而枯萎死亡，病苗上





圖一：稻胡麻葉枯病在稻生育後期發生，對水稻影響比較小。（張義璋）



圖二：稻胡麻葉枯病之病徵。（張義璋）

有墨綠色菌絲及分生孢子，病苗之子葉褐色至深褐色，並向本葉之葉鞘蔓延，葉鞘受害後亦呈褐色病變，組織脆而易折斷，葉片生長受阻不易伸長，致葉片直立黃化，嚴重則與葉鞘一起枯萎死亡。

老秧苗葉片病斑與本田期葉片病斑相似，初呈墨綠色水浸狀小斑點，隨後轉為褐色小斑點，再漸次擴大成為紡錘形或橢圓形，一般病斑如胡麻種子之大小，整個病斑呈褐色至深褐色，周圍明顯有黃暈，有些病斑上具有同心輪紋（圖二）。稻植株缺氮、鉀或矽而顯現感病性時，病斑會繼續擴大，大型病斑沿葉脈呈長橢圓形，兩

端較圓寬，黃暈明顯但較窄，常易被誤認為稻熱病斑，但稻熱病之病斑兩端較尖黃暈不明顯，兩者間有頗大差異。稻孕穗期嚴重發生胡麻葉枯病，植株呈現矮化，葉片常無法正常伸展，葉片繃縮，葉片組織略變厚，抽穗緩慢，稻穗短小結實不佳。

本病甚少危害稻葉鞘，但會危害葉節及葉舌，即葉片與葉鞘交接處及其葉舌，初呈墨綠水浸狀小斑，而後轉為褐色，並擴大病斑，如發生在孕穗期劍葉之葉舌，嚴重時會造成抽穗不良（圖三）。

本病會感染稻穗，致病力比稻熱病弱。穗頸或枝梗被害後，形成墨綠色轉黑

褐色病斑，被害部位以上之稻穗不會立即枯死（圖四）。穀粒亦常被感染，初呈褐色至黑褐色小斑點，病斑擴大後成為胡麻種子大小之茶褐、暗褐色病斑，嚴重時病斑會擴展至大部份外穎，環境適宜並有孢子柄及分生孢子產生。稻穗被害後，空秕粒增加，其糙米病變為銹米、死米或青米等，對稻米品質影響甚鉅（圖五）。

三、病原菌概述

（一）分類地位

Ascomycetes 子囊菌綱

Pleosporales 格孢腔菌目

Pleosporaceae 格孢腔菌科

Cochliobolus 旋孢腔菌屬

（二）分布

稻胡麻葉枯病分布全世界，包括亞洲、美洲及非洲所有種植稻的國家，無論是水稻或陸稻，均有發生本病之報告⁽⁶⁾。

（三）寄主

許多報告指出 *Bipolaris oryzae* 會感染狗牙根、馬唐、粟、李氏禾、茭白及野稻⁽⁶⁾。筆者曾採集稻田附近之禾本科植物的葉片病斑，包括茭白、李氏禾、馬唐、莎草、雙穗雀稗、牛筋草、狗牙根、狼尾草及竹葉等，均可分離到 *B. oryzae*，回接水稻葉片上出現典型的病斑。田間觀察發現，稻胡麻葉枯病田附近之茭白筍、李氏禾及竹葉最常見有病斑，其中茭白筍與水稻二者之



圖三：稻分蘗期嚴重發生胡麻葉枯病，會造成水稻抽穗不良。（張義璋）

胡麻葉枯病會互相傳播，加速病害蔓延。

（四）形態

本病原菌有性世代為子囊孢子，自然界尚未發現其存在，目前多以人工培養產生，子囊殼呈球形或扁球形、有嘴口、深黃褐色至黑色、大小 $560-950 \times 368-777\mu\text{m}$ 。子囊無色長圓筒形至長紡錘形，大小 $142-235 \times 21-36\mu\text{m}$ ，內有8個子囊孢子。子囊孢子呈絲狀，無色至灰橄欖綠，有6~16個隔膜，大小為 $250-469 \times 6-9\mu\text{m}$ ，



圖四：穗梗被胡麻葉枯病感染不會急速枯萎。（張義璋）



圖五：胡麻葉枯病引起嚴重穗枯。（張義璋）

呈螺旋狀並互相捲曲⁹。

田間病斑上會形成無性世代之分生孢子，孢子量不多。分生孢子呈紡錘形、6~11個隔膜，大多孢子稍彎曲呈新月型、中間略下方處較膨大，頂端半圓形寬度約為孢子中間部位之一半，基部細胞有明顯孢子著生痕跡，大小 $35-170 \times 11-17\mu\text{m}$ ，分生孢子在潮濕環境下，未脫離孢子梗前即會發芽，但發芽管常因無足夠養分及濕度而枯萎。分生孢子梗自氣孔或表皮長出，

單生或簇生，稍微彎曲，大小 $150-600 \times 4-8\mu\text{m}$ ，7-15個隔膜，基部暗褐色，往上漸呈淡色。

（五）診斷技術

稻胡麻葉枯病之病斑如胡麻種子之大小，整個病斑呈褐色至深褐色，周圍明顯有黃暈，是診斷重點。貧瘠土地之稻植株，會出現極感病之大型病斑，大型病斑沿葉脈呈長橢圓形擴展，常易被誤認為稻熱病斑。本病之大型病斑黃暈雖然比小型



斑窄，但黃暈仍然明顯，本病之病斑兩端較圓寬、病斑中間維持褐色至深褐色，稻熱病之病斑兩端較尖、病斑中間灰白色或淡褐色、黃暈不明顯，兩者間有頗大差異。

(六) 生活史

本病之病原菌腐生力強，可以在枯死的病斑組織中繼續生長。如此以菌絲與孢子反覆傳播與繁殖，存活於田間。

四、發生生態

本病菌之殘存，係靠其菌絲或分生孢子。分生孢子在乾燥環境下可存活3~6個月，但在高濕度下則存活約1個月而已。不過有報告指出，感染稻種之分生孢子平均可存活兩年。病組織中之菌絲，平均可存活3~4年。本病初次感染源，分別來自帶菌稻種及田間病稻草^(2,8)。

稻種上帶有本病菌，經浸種催芽及播種後，其初生芽及根可能被感染，除了在育苗箱中高密度秧苗及低溫環境下，會引起秧苗枯萎外，正常狀況下，秧苗會迅速長出葉片，病菌並未感染葉片產生病斑。病菌在稻種穀粒及子葉上增殖，所產生之分生孢子，為感染秧苗後期葉片之第二次感染源。

本病菌之分生孢子無休眠性，只要濕度夠，雖未脫離分生孢子梗，亦會發芽。脫離分生孢子梗之孢子，一般從基部及頂

端細胞長出發芽管，發芽管常覆有黏稠液有助於附著在固體表面，發芽的先端會形成附著器，形成在寄主表面之附著器，會產生侵入釘直接貫穿表皮細胞，發芽管亦可不產生附著器直接經由氣孔侵入組織內。溫度20-28℃之高濕環境下，分生孢子在稻葉表面，經4~8小時即可完成侵入過程⁽⁸⁾。

肥料養分對本病之影響，與其它病害略有不同，稻株缺乏氮肥易發生本病，足量氮肥可抑制本病發生，恰與稻熱病、紋枯病及白葉枯病等病害相反。鉀肥及矽酸肥之影響，則與其它病害相同，均可增強抗病。砂質土壤、泥炭地土壤或土壤表層淺之稻田，因土壤貧瘠及保肥力差易發生本病^(3,4)。

其他病蟲害發生後，造成水稻生育不良，亦會併發本病，其中以黃萎病及病毒病害最明顯，除山區環境外，稻熱病與胡麻葉枯病同時發生之情況較少。化學肥料施用過度，未施用有機肥，土壤中有機質減少，本病將漸次增多。酸性土壤易引起有效鐵及錳等缺乏，較容易發生本病。各種土壤因子對水稻產生不良影響，均會併發本病，如植物殘株等有機物在排水不良之土壤中，異常發酵產生有害物質，造成水稻生育不良，而誘發本病。土壤過於乾旱時，或地下水過高排水不良，或利用冷泉水灌溉之田地，均易因稻生理障害而發





生本病⁽²⁾。

五、防治方法

本病會經由稻種傳播，稻種消毒可防止稻種傳播，降低感染源。本病屬於風土病，各地區發病情況差異很大。每年發病嚴重之地區，分蘖後期本病初發生時，要即時施藥防治。有關耕種栽培管理部分，請參考紋枯病之防治方法。

六、引用文獻

1. 川上瀧彌、鈴木力治。1908。稻葉枯病及稻苗燒病。臺灣農作物病害目錄（一）。
2. 三澤正生。1955。稻胡麻葉枯病に関する研究-I。pp.65-73。內、福士兩教授還曆紀念論文集。
3. 李子純、許兩順、林慶喜。1978。土壤肥力與水稻胡麻葉枯病之關係研究。pp.20-40。中華農學會67年度聯合年會特刊。
4. 李子純、許兩順、林慶喜。1980。臺灣東部水稻胡麻葉枯病稻田肥力改進試驗。農業研究 29(1)：35-46。
5. 臺灣省政府農林廳編。1960-1997。臺灣省植物保護工作總報告。
6. 臺灣省政府農林廳編。1960-1997。臺灣省農業年報。
7. Chang, H. S. 1975. *Helminthosporium oryzae*,

a heterogeneous plant pathogenic fungus. Plant Prot. Bull. (Taiwan) 17:285-290.

8. Ou, S. H. 1984. Rice Diseases. 2nd ed. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey England. pp.201-222.

（作者：張義璋）





水稻徒長病

病原菌學名：有性世代 *Gibberella fujikuroi* (Sawada.) Ito

無性世代 *Fusarium moniliforme* J. Sheld.

英名：Bakanae disease

一、前言

臺灣水稻徒長病最早由澤田氏於1912年記載報告^(12,14)。本病在苗期發生時病徵明顯，一般人常稱之為「稻苗徒長病」，農民則稱之為「稻公」，日本稱之為「馬鹿苗病」，本病不但是苗期重要病害，也是本田期重要病害之一。

早期採用水秧田育苗，第一期作稻苗徒長病之發生率比第二期作為高，尤其遇旱災無法按時插秧時，老秧苗罹患徒長病之百分率特別高，政府在1960~1980年間，推行稻種消毒補助，本病發生已有顯著減少，但田間尚常可見其發生。張氏報告，稻種經有機汞劑消毒之秧田發病率有0~4.4%之，未經稻種消毒之秧田，其發病率為0.15~22.3%⁽⁷⁾。近年來農友雖有做稻種消毒，田間還是普遍發生，本田期發病率與秧苗期相似，田與田間差異甚大，成熟期水稻有0~20%因徒長病而枯死。本病引起稻產量之損失，國外已有報告，但各地之損失量不一⁽¹⁴⁾。臺灣尚未見評估報告。

二、病徵

秧苗期徒長病，罹病苗常比健康苗高出1/3~1/2以上，病苗纖細黃綠色，葉幅變小，葉片與葉鞘之著生角加大（圖一）。徒長苗在移植後大部分枯死，移植後未死之病株病徵常會消失，至分蘖盛期又陸續再表現病徵。

水稻分蘖盛期，除秧苗期被害之病苗再顯現病徵外，亦有新病株陸續出現病徵，插秧時原有病株再顯現病徵者一般無分蘖，新病株則常有少數分蘖。本田期徒長病之病徵與秧苗期之病徵相似，病株纖細黃綠色，葉幅狹小，葉片著生角加大，病株比健株高，當陽光照射及微風吹動時，極易識別徒長病株（圖二）。徒長病株之莖節處生有不定根，稻稈維管束褐變（圖三），病菌在葉鞘內側及莖節上產生菌絲及小型分生孢子。當病株的維管束褐變蔓延到整株時，基部開始腐爛，故又名腳腐病（Foot rot）。隨之全株萎凋枯死，並產生白粉紅色的菌絲層，菌絲層上密生分生孢



子（圖四），偶爾可見橙色之分生孢子堆，菌絲層最後轉變為淡灰色。當稻株間之濕度大時，常可見淡灰色的菌絲層上散生有藍黑色的小點，此即病菌之子囊殼（圖五）。有些病株上並無濃密之菌絲層，亦可直接由病組織長出子囊殼^(8,9)（圖六），子囊殼單生或叢生。徒長病株大部份在水稻開花前死亡，無法抽穗；後期感染病株至抽穗期無論有無明顯病徵常能抽穗，但抽穗後病株相繼死亡，稻穗上皆為空粒或有少數穀粒但皆不飽滿。

三、病原菌概述

（一）分類地位

Ascomycetes 子囊菌綱

Hypocreales 肉座菌目

Nectriaceae 赤殼菌科

Gibberella 赤黴菌屬

（二）分布

本病廣泛分布於全世界稻栽培區。

（三）寄主

雖然有報告指出，本病菌人工接種甘蔗、玉米等禾本科植物，可產生徒長病徵⁽¹⁴⁾。但是筆者等，曾將分生孢子與培養過濾液分別接種禾本科植物，結果顯示過濾液可致各種植物表現徒長，分生孢子則只有水稻會顯現徒長病徵。余氏⁽⁷⁾比較不同作物上的 *Fusarium moniliforme*，發現水稻的菌株與旱作分離的菌株不同⁽⁶⁾。



圖一：稻徒長病苗期病徵。（張義璋）

（四）形態

有性世代形成子囊殼，子囊殼藍黑色，球形或卵形，外表粗糙著生於寄主表面，大小為 $214.0-348.0 \times 156.0-312.0\mu\text{m}$ 。子囊著生於子囊殼內之子實層，子囊透明圓筒型，大小為 $60.0-120.0 \times 7.5-13.5\mu\text{m}$ ，



圖二：稻徒長病本田期病徵。（張義璋）

子囊中8個子囊孢子，成單列或雙列並排。子囊孢子透明，單隔膜，偶有2-3隔膜者，大小為 $12.0-24.0 \times 6.0-12.0\mu\text{m}$ ^(7,9)。

無性世代主要有大小兩種分生孢子，病株上以小型分生孢子為主。大型分生孢子無色細長，兩端狹窄呈鐮刀形，頂端細胞略呈彎曲，基部細胞明顯，大多為4~6個細胞，極少數為1~3或7~8個細胞。田間病株上大型分生孢子不多，人工培養之大型分生孢子，菌株間差異甚大，張氏報告，同一子囊內單孢分離所得之菌株，一菌株

之大孢子大小平均為 $54.9 \times 6.7\mu\text{m}$ ，另一菌株則為 $76.7 \times 6.3\mu\text{m}$ ⁽⁷⁾。小型分生孢子一端狹窄一端平圓、紡錘形、卵形、或保齡球形、無色、一孢偶有二孢，病株上之孢子大小為 $6-20 \times 3-4.5\mu\text{m}$ ，培養基上為 $9.0-15.0 \times 4.5-7.5\mu\text{m}$ 。小型分生孢子呈念珠狀著生於分生孢子梗，鏈生現象為*F. moniliforme*之主要特徵，亦為分類根據之一，亦可呈假頭狀累積，即小孢子由孢子梗連續產生，初生孢子將先產生之孢子擠到一側，許多小孢子形成水珠球狀。本菌之野生型菌株





圖三：徒長病莖節產生不定根及褐變。(張義璋)



圖四：徒長病株形成白粉紅色菌絲層及孢子。(張義璋)

在馬鈴薯煎汁瓊脂培養基上，光照適溫培養時，菌絲棉狀、白色至淡粉紅色，會產生淡橙黃色偶爾間雜紫色之色素於培養基中，菌絲上散生橙色之分生孢子堆（*Sporodochia*）。本菌無厚膜孢子，但老化菌株常有細胞壁加厚之大孢子或菌絲細胞以及藍黑色菌核，以抵抗不良環境⁽¹³⁾。

(五) 診斷技術

病株比健株高為本病特徵。葉片黃綠色、著生角加大，稻節增生大量鬚根，稻分蘗後期病株開始枯萎死亡，並產生白粉

紅色之菌絲層。稻品種混雜造成植株高矮不一，或生理遺傳引起之徒長，葉片呈銳角著生，也不會提早枯死。

(六) 生活史

本病原菌在自然界中，有性與無性世代會同時存在，以無性世代之菌絲及孢子就可連續繁殖，不一定要經過有性世代。田間高濕環境下，病菌比較容易形成子囊殼，而產生有性世代。本菌有性世代為異絲生殖，必須兩個親和性菌株同時存在，方能形成子囊殼。高濕環境下，病株上之



圖五：菌絲上形成藍黑色子囊殼。
(張義璋)

子囊孢子成熟後可自子囊殼陸續噴出。但濕度太低時，子囊孢子即不能射出而自子囊殼之孔口泌出（Ooze）。

四、發生生態

稻苗徒長病之最適發病溫度，各學者專家所報導結果並不一致，瀨戶氏報告為土壤溫度 35℃ 最適發病；高橋氏報告土溫 30℃ 最適發病；西門氏報告 31℃ 最適發

病；但義大利及錫蘭兩地之報告則稱低溫徒長病多而高溫 35℃ 時發病少^(8,14)。臺灣以往第一期稻作苗徒長病的發生機率比第二期稻作為高，顯示低溫似乎比較適合徒長病之發生。綜觀各方面報告及田間發病情形，可推論凡是適合水稻生長之溫度即適合徒長病發生⁽⁸⁾。

大氣中相對濕度對徒長病之影響不大，土壤濕度影響則很大，湛水狀況下不適合鏽孢病菌之生長，徒長病發生較少，土壤維持一般旱作田含水量或略乾狀況下，較適合徒長病發生。育苗時適合徒長病菌生長之期間長短，對徒長病發生百分率影響最大，水稻秧田育苗之初期大部分時間為湛水狀態，後期土壤較乾，因此老秧苗徒長病率甚高。箱育秧苗因播種量多土壤淺又非湛水狀態，因此徒長病比較多，但因箱育秧苗期間短，有時病株不易顯現。

稻種帶菌是徒長病的主要傳播途徑，土壤傳播之機率比較小。早期人們認為水稻開花時被徒長病菌之分生孢子感染，乳熟後成為病穀，為下期稻作徒長病最主要之初次感染源。筆者及日本學者研究，均發現水稻開花時被病菌感染的機率很小^(4,7,10,11)。

稻種傳播徒長病的方式，可分為徒長病株上的秕粒及健穀被污染二種方式。病株上的秕粒內外含大量之病菌，浸種催芽



圖六：病組織上直接形成子囊殼。（張義璋）

時病秕長出菌絲及孢子感染鄰接之稻種；健穀只有稻殼會受污染，除收穫時會被污染外，本田期也是關鍵時期。本田期稻穀受子囊孢子或分生孢子污染的田間環境不同，稻田常維持灌水狀態，稻株基部濕度高，病株基部容易腐敗而快速枯死，病菌在高濕下容易形成有性世代，病菌利用子囊孢子污染稻穀^(2,6,7)。在比較乾之環境，稻田徒長病株枯死速率較慢，病菌雖然不容易形成有性世代，但是病株高度超過健株，健株抽穗時，病株上的分生孢子很容易污染健穀^(4,8,10,11)。

有關被污染的穀粒播種後發病率之研

究，根據張氏報告，每顆穀粒平均帶有4.2個菌體之稻穀，播種後可得8.25%之徒長苗，證明污染於稻殼外之病菌亦可致病⁽⁷⁾。

宇氏報告，土壤接種徒長病菌之分生孢子，當每公克土壤含645個菌體時，即可引起稻苗徒長病。張氏報告，稻田中 *F. moniliforme* 之分布不均，稻徒長病株附近的土壤含較高濃度的病菌，病組織中之病菌被埋入土中可為感染源，但因病菌族群密度不高，所以稻苗徒長病雖可經由土壤傳播，但機會比稻種傳播為小^(1,3)。



五、防治方法

稻苗徒長病已被確認是經由種子傳播之病害，因此要避免從病田或其鄰近稻田採稻種。稻種要徹底實行稻種消毒，請參考植物保護手冊。苗期如有徒長病苗發生，應隨時拔除病株。有關耕種栽培管理部分，請參考紋枯病之防治方法。

六、引用文獻

- 1.宇國勝。1975。影響稻苗徒長病發生因子之研究。國立中興大學植病研究所第五屆畢業碩士論文。
- 2.宇國勝、孫守恭。1976。稻苗徒長病菌子囊孢子之逸散與稻種污染。植保會刊 18：319-32。
- 3.宇國勝、孫守恭。1977。稻苗徒長病傳染潛勢及發病潛伏期之研究。植保會刊 19：245-250。
- 4.佐佐木次雄。1978。特集稻作病害の収量および品質に及ぼす 影響 “イネばか苗病”。農藥研究 24(3):19-24。
- 5.余淑美。1979。不同寄主來源 *Fusarium moniliforme* 之生物學比較研究。國立中興大學植病研究所第八屆畢業碩士論文。
- 6.孫守恭。1978。稻苗徒長病菌(*Gibberella fujikuroi*)之生態及生殖。pp.303-317。邱人璋編水稻病蟲害：生態學與流行學。中國農村復興聯合委員會出版。
- 7.張義璋。1973。稻苗徒長病菌有性世代及生態之研究。國立中興大學植病研究所第三屆畢業碩士論文。
- 8.張義璋。1984。稻苗徒長病之傳播途徑。pp.26-37。臺灣省政府農林廳編印。稻種消毒研討會專刊。
- 9.張義璋、孫守恭。1975。稻苗徒長病病原菌之有性世代。中華農業研究 24：11-20。
- 10.鈴木穗積。1976。稻馬鹿苗病菌はどのようにして種モミにくよらになるか。今月の農藥 20(3):71-74。
- 11.齋伴男。1970。水稻馬鹿苗病と採種對策。今月の農藥 14(10):18-20。
- 12.澤田兼吉 1919 臺灣產菌類調查報告第1編。臺灣總督府農事試驗場特別報告第19號。
- 13.Nyvall, R. and Kommedahl, T. 1966. Thickened hyphae as a survival mechanism in *Fusarium moniliforme*. (abs.) Phytopathology. 56:893.
- 14.Ou, S. H. 1984. Rice Diseases. 2nd ed. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey England. p.262-272.

(作者：張義璋)



稻熱病

病原菌學名：有性世代 *Magnaporthe grisea* (Hebert) M.E. Barr.

無性世代 *Pyricularia oryzae* Cavares.

英名：Rice blast

一、前言

稻米為我國的主要糧食作物，但在水稻栽培過程中，常遭稻熱病危害。在第一期作葉稻熱病發生面積佔稻總栽培面積的十分之一以上。第二期作葉稻熱病雖較少發生，但在水稻生育後期仍常發生穗稻熱病。中國大陸稱稻熱病為稻瘟，早在1637年於「天工開物卷」上即有記載；日本在1704年已有報告；此後，在義大利、美國、印度等相繼報告出現⁽¹⁷⁾。目前稻熱病幾乎分布所有稻米產區。

二、病徵

稻熱病會感染水稻的各個生育期，侵害各個部位。秧苗期稻熱病主要發生於葉片及葉鞘（圖一），此時稻組織較嫩易感病。稻熱病菌感染後，初期呈墨綠色或灰綠色，隨後轉為急速型之白色病斑，病斑迅速擴展，引起葉片甚至全株秧苗枯死（圖四、五、六、七）。

本田期水稻之稻熱病主要包括：葉稻熱病（圖一）、葉舌稻熱病、節稻熱病（圖

二）及穗稻熱病（圖三）⁽⁴⁾。葉稻熱病之病斑順著葉脈擴展，圓形至紡錘形、兩端較尖，初期墨綠色或灰綠色，急速型病斑為白色，病斑上有大量病原菌孢子，後期病斑邊緣呈褐色或深褐色，中間灰白色，病斑邊緣黃暈不明顯。稻熱病較少危害本田



圖一：水稻葉稻熱病病徵。（蔡武雄）



期水稻葉鞘，但會感染葉舌及葉節稱之為葉舌稻熱病。稻熱病菌感染葉舌後再擴展至葉節引起臨近葉片及葉鞘組織褐變乾枯萎凋死亡。節稻熱病發生於抽穗後之水稻，莖節褐變或黑變嚴重時稻莖枯死易折斷。葉鞘外側無明顯病徵，葉鞘內側表面則常有褐變現象，莖節上有大量病菌孢子。穗稻熱病包括穗頸、枝梗及穀粒稻熱病，穗頸及枝梗被害時，初呈灰綠色水浸狀病斑，病斑邊緣轉為深褐色，被害部位以上的枝梗及穀粒枯死。穀粒被害，呈暗褐色圓形或橢圓形病斑。

三、病原菌概述

(一) 分類地位

Ascomycetes 子囊菌亞綱

近似 Phyllachorales 黑痣菌目

Magnaporthaceae

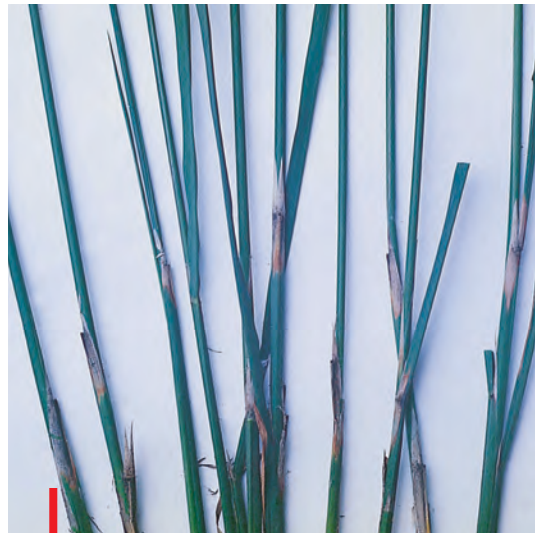
Magnaporthe

(二) 分布

稻熱病分布於所有稻米產區，包括中國大陸、臺灣、日本、菲律賓、印度、義大利、美國、巴西等國。

(三) 寄主

水稻、大麥、稗草、小穎羊茅、甘蔗、李氏禾、蘆竹、玉米、馬唐草、狗尾草、牛筋草、象草、巴拉草、拉拉草、葡黍草及茭白筍等⁽¹⁾。



圖二：水稻葉節稻熱病病徵。（蔡武雄）

(四) 形態

分生孢子之形狀及大小因各學者之報告而有差異，同時亦因寄主植物或培養基不同而不同⁽¹⁾。一般而言，分生孢子有二個隔膜，梨形，基部圓形，頂端狹小，無色或淡褐色，大小為 $20\sim22 \times 10\sim12\mu\text{m}$ 或 $19\sim23 \times 7\sim9\mu\text{m}$ 。

(五) 診斷技術

1. 苗稻熱病：發生在苗期，在幼苗的葉片上初呈灰綠色的小斑點，嚴重時葉片變成黃褐色而枯死。
2. 葉稻熱病：在葉片上初呈暗綠色小斑點，





圖三：水稻穗稻熱病病徵。（蔡武雄）



圖四：田間水稻稻熱病的病徵。（蔡武雄）

斑點擴大後成圓形或紡錘形，有時兩個以上的病斑互相融合，而形成不規則形之大病斑，後期葉片呈枯死狀^⑥。

3. 節稻熱病：被害節初呈暗褐色，後變為黑色，且乾縮凹陷。被害節易折斷。
4. 葉舌稻熱病：位於葉與葉鞘鄰接的位置，呈褐色。
5. 穗稻熱病：在穗頸、枝梗、穀粒及護穎等部位危害，被害部位呈褐色、暗褐色或暗黑色^④。

（六）生活史⁽¹¹⁾

稻熱病之初次感染源自前期作田間之罹病稻藁，病原菌在罹病之稻叢上越冬，當第一期稻生長環境適宜病原菌生長時，即產生分生孢子，靠風傳播到葉片上，經發芽、侵入潛伏，而後出現病斑⁽¹⁰⁾，由病斑產生大量的分生孢子，再重複感染水稻，如此短期間內多次的重複侵入感染，完成多次的病害環，最後造成流行病。

四、發生生態

稻熱病菌分生孢子發芽時，需要水膜



圖五：水稻稻熱病在田間發生的情形。（蔡武雄）



圖六：水稻田嚴重發生稻熱病。（蔡武雄）

及幾近飽和的相對濕度。溫度 $20\sim 32^{\circ}\text{C}$ 及高濕度環境下，分生孢子掉落在稻體後3小時，孢子發芽率高達80%以上。分生孢子發芽產生發芽管，發芽管先端形成附著器（*appressorium*），形成附著器之溫度範圍為 $12\sim 36^{\circ}\text{C}$ 之間，而以 $16\sim 24^{\circ}\text{C}$ 最適合。附著器會緊密附著於表皮，再產生侵入釘穿入組織中，溫度 $20\sim 28^{\circ}\text{C}$ 範圍內，最適宜稻熱病菌的侵入，部分孢子從掉落稻體到完成侵入只需6小時^⑨。

稻熱病菌侵入組織後，以菌絲體在稻組織中生長蔓延，菌絲吸取稻組織的養分繁殖。經2~3日的時間，菌絲體開始形成分

生孢子梗，並由稻表皮組織伸出，分生孢子梗生長4小時後，開始產生分生孢子，孢子經50~90分鐘成熟，成熟孢子脫離孢子梗為田間第二次感染源。利用人工接種，發現稻熱病菌孢子從感染稻組織到再形成分生孢子，所需時間約4~5日。稻熱病菌感染水稻的週期短，病斑上的孢子多，病菌的散佈很快，所以容易成為流行病^⑨。

利用孢子採集器在田間收集孢子時，顯示在水稻生育期間所採集的孢子數，以發病較嚴重的地點較多。分生孢子在東部地區從四月至十一月，北部地區從四月至十月，南部地區從三月至十月均可採集





圖七：稻熱病為害狀之近照。(蔡武雄)

到，但以三月至六月所採集到的較多。在一天當中，分生孢子採集數在夜間到清晨數目最多，白天數目較少，但是若逢連續陰雨，日照不足時，在白天所收集到的分生孢子則會比夜晚多。通常小雨過後空中的孢子多，大雨後空中的孢子反而很少。在稻熱病發生期間，降雨日數越多，發病越嚴重⁷⁾。

將病斑上所釋放的孢子做成懸浮液，無論置於載玻片或3~4週稻齡之葉片上，溫度12~36℃範圍內均可發芽，尤其在切葉

上發芽率最好，在溫度16~32℃之環境下保持6小時，發芽率可達90%以上。附著器之形成在溫度16~24℃最適合，28℃次之，而36℃只有極少數的孢子可以形成附著器¹⁰⁾。測試溫度對病原菌侵入葉片之影響，發現在溫度20~28℃下接種6小時，本菌即可侵入寄主；32℃則8小時才能侵入；16℃需10小時；12℃需24小時始能侵入。而在相對濕度93~100%持續6~8小時，可促進孢子之產生與釋放⁷⁾。

在露水方面，於24℃條件下，下午7時



圖八：抗病品種(圖右)可有效防治稻熱病的發生。(蔡武雄)

開始結露，而孢子若在下午7時開始著落於葉面，則第2天上午露水消失時，孢子在露水時間有12小時，其侵入率約為50%；若露水延後至上午10時才消失，則孢子在露水中達15小時，則侵入率增加到80%，而孢子若在清晨1時著落於葉面，則到7時露水消失時，孢子接觸露水時間只有6小時，其侵入率只有1%左右，露水延長3小時，則侵入率可達約15%。清晨常為孢子釋放高峰之前期，而高峰時或高峰後期所釋放之孢子，就可能因為結露時間不

足，而不能有效侵入稻體，以致喪失活力。在山谷地區之稻田，位於東邊者，因上午受陽光照射時間較遲，下午陽光消失亦較慢，則發病中等；位於西邊者，早上暴露在陽光下較早，下午陽光也較早消失，發病較輕微。而位於谷中之稻田，上午暴露在陽光下較遲，下午也提早失去陽光，露水存在的時間較長，所以山谷發病常較為嚴重⁽⁷⁾。

五、防治方法

- (一) 目前在臺灣已經利用疫情偵測監測方式來進行稻熱病的防治管理，可預告是否需要施藥、施藥次數及施藥時期⁽⁸⁾。而實施藥劑防治，請參閱植物保護手冊選擇藥劑施用^(13,14,19)。
- (二) 增加行株距，稻株比較健壯比較抗病，縱然發病也能比較耐病；插秧行向採用與季節風同向，田間通風良好，可降低稻熱病的蔓延速率。合理施肥，多施鉀肥少氮肥，並可用含矽肥料當土壤改良劑作基肥施用；保持田間灌溉水流通，增強稻株對病害的抵抗力^(15,16,18)。稻熱病的初次感染源主要來自病稻穀及病稻草。稻種消毒可阻斷稻種傳播稻熱病，病稻草則要注意田間衛生，不能留置病稻草在田間。
- (三) 利用螢光菌 (*Pseudomonas fluorescens*)



防治^(12,20)。

(四) 近年來新育成的水稻新品種對於稻熱病的抗性已有顯著的進步。對於稻熱病之危害，穩定稻米生產頗有貢獻，但梗稻之抗性仍不及秈稻，而目前秈稻之栽培面積只佔水稻總面積之 10% 左右，使秈稻之優良抗性無法充分發揮，頗為可惜。因為加強梗稻抗稻熱病之選育工作實為當務之急^(1,2)。

六、參考文獻

1. 陳隆澤、楊遜謙、陳一心。1990。水稻品種(系)對稻熱病抵抗性之檢定。稻作病蟲害發生預測專輯－稻熱病，臺灣省農業試驗所特刊 30:75-84。
2. 陳隆澤。陳一心。程永雄。2004。1900 至 2002 年台灣水稻品種（系）抗稻熱病檢定。中華農業研究 53 (4):269-283。
3. 張義璋。2001。水稻稻熱病防治手冊。行政院農業委員會農業試驗所出版，台中。13p.
4. 蔡武雄、簡錦忠。1986。臺灣稻作病害與防治。pp.181-198。四十年來臺灣地區稻作生產改進專輯。黃正華先生農學獎學金基金會出版。
5. 蔡武雄。1988。穗稻熱病引起水稻產量損失估計。中華農業研究 37(1):86-90。
6. 蔡武雄。1988。葉稻熱病引起水稻產量損失估計。中華農業研究 37(2):207-210。
7. 蔡武雄、簡錦忠。1990。稻熱病發生生態。稻作病蟲害發生預測專輯－稻熱病，臺灣省農業試驗所特刊 30:33-45。
8. 蔡武雄、黃金田、田春門、范國洋。1990。臺灣省水稻稻熱病發生預測。稻作病蟲害發生預測專輯－稻熱病，臺灣省農業試驗所特刊 30:103-106。
9. 簡錦忠。1990。稻熱病菌生理型之研究。稻作病蟲害發生預測專輯－稻熱病，臺灣省農業試驗所特刊 30:63-74。
10. 謝式垵鈺、梁文進。1978。稻熱病菌感染前之行為。pp.199-212。水稻病蟲害之生態學與流行學，中國農村復興聯合委員會刊印。
11. Asuyama, H. 1965. Morphology, taxonomy, host range, and life cycle of *piricularia oryzae*. pp.9-22 in: The Rice Blast Disease. Proc. Symp. at IRRI. 1963. Johns Hopkins Press, Baltimore, Maryland.
12. Chatterjee, A. Valasubramanian, R. Ma, W.L. Vachhani, A.K. Gnanamanickam, S. Chatterjee, A.K. 1996. Isolation of ant mutants of *Pseudomonas fluorescens* strain Pf 7-14 altered in antibiotic production, cloning of ant⁺ DNA, and evaluation of the role of antibiotic production in the control of blast and sheath blight of rice. Biological Control : Theory and Applications in Pest Management





- 7(2): 185-195.
13. Filippi, M. C., and Prabhu, A. S. 1997. Integrated effect of host plant resistance and fungicidal seed treatment on rice blast control in Brazil. *Plant Dis.* 81(4): 351-355.
14. Kurahashi, Y., Sakawa, S., Sakuma, H., Tanaka, K., Haenssler, G., and Yamaguchi, I. 1999. Effect of carpropamid on secondary infection by rice blast fungus. *Pesticide Science.* 55 (1):31-37.
15. Long, D. H., Lee, F. N., and TeBeest, D.O. 2000. Effect of nitrogen fertilization on disease progress of rice blast on susceptible and resistant cultivars. *Plant Dis.* 84 (4):403-409.
16. Manandhar, H. K., Jorgensen, H. J. L., Mathur, S. B., and Smedegaard-Petersen, V. 1998. Resistance to rice blast induced by ferric chloride, di-potassium hydrogen phosphate and salicylic acid. *Crop Protection.* 17(4):323-329.
17. Ou, S. H. 1972. *Rice Diseases*. Commonwealth Mycological Institute. Kew, Surrey, England. 368 p.
18. Saigusa, M., Yamamoto, A., and Shibuya, K. 2000. Agricultural use of porous hydrated calcium silicate. Effect of porous hydrated calcium silicate on resistance of rice plant (*Oryza sativa* L.) to rice blast (*Pyricularia oryzae*). *Plant Production Sci.* 3 (1): 51-54.
19. Thines, E., Eilbert, F., Sterner, O., and Anke, H. 1998. Inhibitors of appressorium formation in *Magnaporthe grisea*: a new approach to control rice blast disease. *Pesticide Science* 54 (3): 314-316.
20. Vidhyasekaran, P., Rabindran, R., Muthamilan, M., Nayar, K., Rajappan, K., Subramanian, N., and Vasumathi, K. 1997. Development of a powder formulation of *Pseudomonas fluorescens* for control of rice blast. *Plant Pathology.* 46(3): 291-297.

(作者：蔡武雄)



稻小粒菌核病

病原菌學名：有性世代 *Magnaporthe salvinii* (Catt.) R.A. Krause & R.K. Webster

無性世代 *Nakataea sigmoidea* (Cavara) Hara var. *sigmoidea*、*Nakataea sigmoidea* (Cavara) Hara var. *irregulare* (Cralley & Tullis)

英名：Stem rot

一、前言

稻小粒菌核病包括小球菌核病及小黑菌核病，二者之形態及生態均有差異，一般認為小黑菌為小球菌之變種^(8,28)。小粒菌核病為臺灣水稻之風土病，每年發生情形變化很大。根據前臺灣省政府農林廳統計1964-1996年期間，第一期作稻小粒菌核病的發生面積，以1971發生面積3,639公頃最廣，第二期作之發生面積，以1973年達24,416公頃為最廣；1976年以後，第二期作稻小粒菌核病發生面積均低於五千公頃⁽¹⁶⁾。由上述資料顯示，臺灣第二期稻作小粒菌核病的發生面積比第一期作廣，臺灣水稻小粒菌核病之分佈並無明顯的地理性差異。

羅及謝氏報告，1962年第一期作平均發病率及損失率分別為71.31%及25.23%，第二期作則為64.64%及37.00%，因此第二期作水稻受害程度比第一期作嚴重^(9,21,22,27)。小粒菌核病菌感染稻株，如僅以細小病斑

出現於葉鞘或莖稈上，一般對稻株生育之影響甚小，而不被認為是病害；如果稻稈周圍被害達20-30%以上，小粒菌核病菌侵入稻組織後，分解組織使其軟化腐朽，莖稈地基部組織軟化後，常引起稻株倒伏並提早死亡，則可導致50%以上之減產，故其破壞性很大^(3,8,28)。

二、病徵

本病主要危害稻葉鞘及莖稈。初發生期及感染部位，均與紋枯病相似，在水稻分蘖盛期，稻叢近水面之葉鞘表面形成小形黑漆色的病斑或黑色細長的縱條斑，漸次擴大至葉鞘內部。水稻分蘖期至抽穗期，小粒菌核病之病勢進展，一般僅止於葉鞘甚少進入莖稈。

水稻乳熟期，葉鞘病斑上之病原菌會開始侵入稻稈組織，產生縱條狀黑色病斑，病斑散生（圖二）。嚴重時，多數病斑合併圍繞整枝稻稈，稻稈組織由內向外漸



圖一：稻小粒菌核病田間發生情形。
(張義璋)

次被病原菌分解，病稈組織軟化後隨之腐朽，稻株倒伏枯死^(13,15)。人為接種小球菌核病菌到葉鞘或莖稈，病斑呈線狀或斑紋狀（圖三）；接種小黑菌核病菌病斑呈縱走線狀（圖四），此可作為診斷二種菌核病菌之特徵。但是依筆者過去經驗，在田間並不易利用病徵分辨小球菌核病或小黑菌核病。

稻小粒菌核病感染葉鞘或莖稈後，會在病組織中及莖稈內壁形成多數菌核。小

球菌的菌核呈規則之圓球形，表面黑色具光澤，大小 $0.2\sim0.3$ 公釐左右。小黑菌之菌核為不規則球形，表面黑色無光澤，菌核數目較多但較小形，大小為 $0.1\sim0.2$ 公釐。被小粒菌核病危害之稻稈形成菌核後，雖然外觀病徵不易分辨何種小粒菌核病菌所引起，但因小黑菌之菌核小而多、小球菌核大而少，所以剝開病稈，由菌核量及大小可約略診斷。小球菌之菌核在病組織上之著生方式，為表生或半埋生於病稈內壁表面組織，菌核圓球形而表面光滑，當剝開病稈後輕輕震動，即可見許多菌核掉落。相對的，小黑菌之菌核著生方式為埋生，菌核表面較粗糙，剝開病稈時除了切口上之菌核掉落外，輕輕震動並不易使菌核掉落（圖五）。調查田間病株上之菌核，常發現一叢水稻中同一病稈小球菌及小黑菌分別或同時存在，得知兩菌共同危害之情形很高。

小粒菌核病菌常自葉鞘外部感染，逐漸進展使葉鞘與稻稈形成病斑，病菌進入稻稈內部組織後，再往上下兩方向擴展病勢，所以先被感染之節間內所產生之菌核量最多。但部分小粒菌核病，係由稻稈基部感染，再往上蔓延，這種感染方式，在葉鞘及莖稈上並無明顯病斑，但病稈基部組織常變黑色而有灰色菌絲，菌核量以基部往上第一或第二伸長節間最多。



圖二：稻小粒菌核病之莖部病徵。(張義璋)



圖三：小球菌感染葉鞘之病徵。(張義璋)

三、病原菌概述

(一) 分類地位

Ascomycetes 子囊菌綱

近似 Phyllachorales 黑痣菌目

Magnaporthaceae

Magnaporthe

(二) 分布

本病廣布於世界各稻產區，包括亞洲、美洲、非洲及歐洲均有記載。

(三) 寄主

本菌為腐生性強之兼性寄生菌，在自然界大多以弱寄生為主。利用人工接種測

試，寄主植物廣，但以百合科、莎草科、禾本科及燈心草科等為主要寄主植物^(7,19)。田間禾本科植物如茭白筍等也有小粒菌核病，各種植物與水稻上之小粒菌核病菌是否相同，尚未獲得明確的答案⁽¹⁸⁾。

(四) 形態

本病之病原菌僅有小球菌會形成有性世代，小黑菌只有無性世代。小球菌有性世代為異絲生殖，形成子囊孢子及子囊殼。子囊殼黑色球形、埋生於葉鞘外側組織，直徑平均 $381\mu\text{m}$ ($202\text{-}481\mu\text{m}$)，殼鼻短僅 $30\text{-}70\mu\text{m}$ ，寬度為子囊殼直徑的一半、



圖四：小黑菌感染葉鞘之病徵。（張義璋）

不突出葉鞘外表皮、肉眼可見（圖五）。子囊弧形、大小約為 $90-128 \times 12-14\mu\text{m}$ ，子囊壁幾乎看不見並於孢子成熟時溶化有柄。子囊內一般有8個子囊孢子偶爾僅有4個、雙列排列。孢子成熟時具3個隔膜，隔膜略縊縮褐色呈稍彎曲之紡錘形兩端細胞較淡大小為 $38-53 \times 7-8\mu\text{m}$ 。菌絲白色、灰白至橄欖色，在病組織或培養基上大多表生，菌核黑色、表面光滑、大小 $180-280\mu\text{m}$ 。分生孢子紡錘形彎曲，一般具3個隔膜中間隔膜處常有縊縮，兩端細胞顏色較淡，大小約為 $29-49 \times 9.9-14.2\mu\text{m}$ ^(8,11,12,14,24,28)。

小黑菌之菌絲白色、灰白至橄欖色，氣生菌絲較少，埋生菌絲黑色。菌核在病組織或培養基上大多埋生，菌核量較多而小，約為 $268-342 \times 90-119\mu\text{m}$ ，菌核黑色、不規則、表面粗糙（圖五）。分生孢子紡錘形，一般具3隔膜，兩端細胞較淡，大小約為 $41-58 \times 9-12\mu\text{m}$ 、常附有孢子長度2-3倍長之附絲即發芽管 ^(8,11,12,14,24,28)。

（五）診斷技術

在葉鞘病斑為黑漆色或黑色細長的縱條斑，與其他病害之褐色斑有差異；稻稈上產生縱條狀黑色病斑，病斑散生，嚴重時，多數病斑合併圍繞整枝稻稈，稻稈組織由內向外漸次被病菌分解，病稈組織軟化後隨之腐朽，稻株倒伏枯死。

小粒菌核病會使稻株倒伏提早枯死，與飛蟲類所引起之「蟲燒」相似，人們常不易分辨而互相混淆。單純病害或蟲害時，只要由枯死稻株上有無蟲蛻皮所留之殼，或組織中有無菌核，即可診斷（圖六）。但因兩者常共同危害，所以何者為主兇？就需要經驗判斷，蟲殼愈多則蟲所佔角色愈重要，菌核愈早出現則病害所佔角色愈重要，即稻株剛枯萎時稻稈內就有菌核形成，小粒菌核病的可能性甚大。另外，觀察田間倒伏株時，可將稻莖分成上下二半，上半部莖幹先枯萎組織鬆軟者大多因「蟲燒」所致，下半部莖幹先枯萎組織鬆軟者大多因小粒菌核病所致。



圖五：小黑菌(左)菌核比較小不規則，小球菌(右)菌核比較大圓形。(張義璋)

(六) 生活史

病原菌在自然界以無性世代為主，利用菌絲行營養生長，以菌核為主要繁殖體，具殘存及傳播功能，菌絲在土壤中之殘存力不強，但病組織中之菌絲殘存期間較長。根據報告，本菌在寄主組織內會形成有性世代之子囊殼及子囊孢子⁽²⁸⁾。

四、發生生態

小粒菌核病的病組織枯死後，病菌在組織中形成大量菌核，並可延續至稻收穫後。病菌在稻樁上繼續產生菌核，與零落

殘留於土中的菌核，成為下期作之初次感染源。各方研究結果，顯示小粒菌核病菌在田間，至少可存活4個月以上，比臺灣各期作間隔為長。本病菌之菌核在稻田中之消長，據筆者進行稻紋枯病生態研究時所做比較觀察，發現本病菌與紋枯病菌相似，整地至插秧時田水中菌核量最多。每公頃小粒菌核病菌之菌核量估計約在100億至1000億，插秧後每叢水稻外表上常附有數十至數千個菌核，本菌之腐生性較強，稻株上之菌核會發芽並於植物殘體等有機物質上生長，若缺乏可供生長有機物或環境不適合時菌核發芽後隨即死亡，受稻株本身抗性及拮抗微生物之影響，只有少數菌核發芽後會感染水稻葉鞘。本病之病斑上會形成分生孢子，野中氏報告，分生孢子之感染較菌核之感染機率少，故經由分生孢子造成之第二次傳染，對本病不具重要性^(5,14,20,28)。

小球菌及小黑菌接種在水稻葉片或葉鞘上，菌絲形成附著器及侵入菌絲之最適溫度為24-28℃，在36℃以上不能形成附著器，在8℃時小球菌可形成少數附著器，小黑菌則不形成附著器。謝氏報告，指出小粒菌核病菌感染之最適溫度為24℃，病斑發展之最適溫度為30℃。剝除葉鞘之稻莖上，以刺傷接種小球菌，在8℃及36℃可產生小病斑，小黑菌則無法產生病斑。對具有葉鞘之稻莖上，小球菌及小黑菌在12℃



圖六：感染稻小粒菌核病之病株上無蟲蛻，莖內有菌核。(張義璋)

以下或 36°C 以上均不產生病斑。陳氏等報告，較高溫氣候下易發生小球菌核病，小黑菌則相反^(2,8,14,26,28)。

本病發生與施肥之關係極為密切，研究顯示，氮肥施用量多於正常量時易發生

小粒菌核病，多施鉀肥時可減少小粒菌核病的發生，磷肥影響不大，但同時多施鉀肥與磷肥之水稻對小粒菌核病之抵抗性低，比單獨多施鉀肥者較易發病，矽酸可增加稻株抗性^(4,8,10,23,25,28)。

灌溉排水影響菌核之形成、發芽、感染及病勢之進展，其中以灌水深度及排水時期與小粒菌核病發生之關係較為密切。綜合多位學者之研究結果，稻小粒菌核病對深水區稻株之感染率比淺水區為高，可能因深水區中之漂浮菌核被帶到較高位葉鞘、菌核易流入葉鞘內側、葉鞘組織比較纖弱易感病等因素所致。但病菌侵入葉鞘組織後，病菌在病組織中之病勢進展，則恰好相反，即淺水區之病勢進展較快，其原因可能與稻組織之水份潛勢有關。降雨時期及降雨量對稻小粒菌核病之影響，與灌排水之影響頗為相似，感染期或感染期來臨前降雨量多，稻株被感染率增加。病勢進展期降雨量豐富，病勢進展速率就降低^(1,6,8,13,14,15,20,26,28)。

稻品種對小粒菌核病之抗感病性，多篇研究報告均指出，稻品種間之抗感病性因年而有差異，這種差異乃起因於稻生育期間之氣候所致。一般而言，早熟品種比晚熟品種較感病^(2,10,17,19,28)。

水稻其他病蟲害與小粒菌核病亦有密切關係，例如有節稻熱病、紋枯病、線蟲心枯病等病害併發時，可以抑制水稻小粒





菌核病之被害度。水稻受二化螟蟲及飛蝨危害後，有助於小粒菌核病之感染及病勢進展，為眾所周知之事實。稻胡麻葉枯病與稻小粒菌核病之間，常有共同危害並互相增加其危害程度之現象。

五、防治方法

目前並未發現本病之有效防治藥劑，所以要從栽培管理方面著手預防。有關耕種栽培管理部分，請參考紋枯病之防治方法。

六、引用文獻

1. 小野小三郎。1949。稻小粒菌核病と灌排水との關係。北陸農業研究 1(1)：76-83。
2. 小野小三郎。1949。稻小粒菌核病に對よる稻品種の抵抗性。日植病報 13(3-4)：14-18。
3. 小野小三郎。1951。稻小粒菌核病による被害評價に關する研究。北陸農業研究 1(2)：253-261。
4. 池屋重吉。1953。稻小粒菌核病に對する加里肥料の效果。北陸病蟲報 3：2-4。
5. 河合一郎、森喜作、森田儔。1953。稻小球菌核病菌菌核の水田に於ける分布。農業及園藝 28(1)：209-210。
6. 河合一郎。1955。稻小粒菌核病の耕種的防除法。農業及園藝 30(5)：705-707。
7. 陳其昌。1963。臺灣稻菌核性病害。台大農學院研究報告 7(2):33-53。
8. 陳其昌。1971。稻小粒菌核病。邱人璋主編 稻作病害。pp.77-98。農復會出版。
9. 陳其昌、林安吟。1972。水稻小粒菌核病之生態學研究。植保會刊 14:131-143。
10. 陳其昌、簡錦忠、黃添福。1961。稻菌核性病害之研究。第一報 施肥、品種對於菌核性病害之關係。農業研究 10(2):40-47。
11. 許永華。1979。稻小球菌核病菌與小黑菌核病菌的比較研究。臺大植病所碩士論文。
12. 野中福次。1954。水稻を犯す各種菌核(小球、黑色、球狀)及小黑菌核分生孢子にする被害率比較の試験。日植病報 18(3-4)：154。
13. 野中福次、吉井甫。1958。稻の熟度と稻小粒菌核病被害度との關係。I、稻小粒菌核病被害及び稈侵入の時期的觀察。九州大學農學部學藝雜誌 16(3)：439-445。
14. 黃益田。1978。小粒菌核病菌之生態。邱人璋主編 水稻病蟲害：生態學與流行學。pp.287-301。中國農村復興聯合委員





- 會出版。
- 15.渡邊文吉郎。1952。稻小粒菌核病進展
と水稻莖基部の生理的性質。九州農試
彙報 2：271-276。
- 16.臺灣省政府農林廳編。1960-1997。臺灣
省植物保護工作總報告。
- 17.謝式垚鈺。1974。水稻小粒菌核病抗病
檢定方法之改進。植保會刊 16:20-30。
- 18.謝式垚鈺、梁文進。1975。茭白筍及水
稻小粒菌核病菌之異同。植保會刊
17(4):372-383。
- 19.簡錦忠。1977。稻小粒菌核病之研究。
1.稻小粒菌核病之侵染與稻齡及品種之關
係及其有效防治藥劑之研究。中華農業
研究 26(1):57-63。
- 20.簡錦忠、曾方明、謝麗娟。1983。稻小
粒菌核病之研究。II.田土中菌核之密度
及不同水份潛勢對病菌生長之影響。中
華農業研究 32(3):279-285。
- 21.羅清澤、丁東海。1966。水稻小粒菌核
病生態學之研究。植保會刊 8(4):261-
267。
- 22.羅清澤、謝式垚鈺、李欽郎。1965。水
稻小粒菌核病之研究。II.鉀肥對水稻小
粒菌核病之防治試驗。興大農林學報
14:207-217。
- 23.Cralley, E. M. 1939. Effects of fertilizer on
stem rot of rice. Bull. Ark. agric. Exp. Stn.
No. 383. 17p。
- 24.Hsieh, S. P. Y. 1966 Stem rot of rice in the
Philippines. M.S. thesis, Univ. of the
Philippines, College of Agriculture. 72p.
- 25.Keim, R. and R. K. Webster. 1973. Nitrogen
fertilization and severity of stem rot of rice.
Phytopathology 64:178-183.
- 26.Keim, R. and R. K. Webster. 1974. Effect of soil
moisture and temperature on viability of scler-
otia of *Sclerotium oryzae*. Phytopathology
64:1499 - 1502
- 27.L0, T. C. & Hsieh, S. P. Y. 1964. Studies on
the stem rot of rice plant. I. Distribution and
economic significance of the disease. Plant
Prot. Bull. Taiwan. 6:121-135.
- 28.Ou, S. H. 1984. Rice Diseases. 2nd ed.
Commonwealth Mycological Institute, Kew,
Surrey England. pp. 247-262.

(作者：張義璋)



水稻疑似紋枯病

病原菌學名：有性世代 *Thanatephorus cucumeris* (A.B.Frank) Donk , *Waitea circinata* Warcup & Talbot ⁽⁵⁾ , *Ceratobasidium oryzae-sativae* P.S. Gunnel & R.K.Webster

無性世代 *Rhizoctonia solani* J.G. Kühn , *Rhizoctonia oryzae* Ryker & Gooch , *Rhizoctonia oryzae-sativae* (Sawada) mordue

一、前言

水稻疑似紋枯病這個名稱最早是日本學者所採用的，1955年日本的山口縣發現當時被廣泛使用於水稻紋枯病防治的有機砷劑，其防治效果有變劣的現象，因而懷疑是否有抗藥性病原菌的出現。後來證實是一種新型態的紋枯病，其病徵與典型的紋枯病略有差異，即病斑比紋枯病之病斑較為濃褐色，而且在病斑表面上不生成菌核。本病之病原菌當時被稱為紋枯病類似菌 *Corticum* sp.⁽⁶⁾ 並被證實該菌對有機砷劑的耐性較紋枯病菌強。本病害之病斑與1939年中田及河村兩氏⁽¹⁾報告之藺草紋枯病菌 (*R. solani* III B) 侵入水稻葉鞘時，所形成的褐色病斑相同，因此渡邊及松田兩氏⁽¹⁰⁾ 將本病稱為疑似紋枯病。1970年竹谷及田村兩氏⁽²⁾ 報告在石川縣也發現此種病害，在316採集點中發現24點有此種病害，當時稱此病為水稻紋枯病類似症狀，並稱此病原菌

為紋枯類似狀病菌 *Pellicularia* sp. 同時證實此菌對有機砷劑的耐性較紋枯病菌強。到了1977年渡邊、鬼木及野中等氏乃將山口縣及石川縣所發現的菌 *R. solani* III B 與藺草紋枯病菌三者，做菌絲融合及病徵與病原性相互比較，結果證實為同一種病原菌，即均屬於 *Rhizoctonia solani* III B，並命名為褐色紋枯病。然而除了褐色紋枯病以外，仍有其他幾種菌核病，如赤色菌核病，褐色菌核病及灰色菌核病等亦可形成類似紋枯病的病斑⁽¹⁰⁾，目前一般所稱的疑似紋枯病或紋枯病類似症，並不是只指褐色紋枯病一種病害而言，而是指紋枯病以外，其他可以產生與紋枯病類似病斑的各種菌核病。換言之，通常所指的疑似紋枯病，主要包括褐色紋枯病，赤色菌核病及褐色菌核病三種病害。在日本過去15年間『疑似紋枯病』或『紋枯病類似症』被廣泛的使用。然而在日本植物病理學會編的『日本



有用植物病名目錄』中，並沒有這個病名的記載⁽¹⁾。因此到了1989年在日本菌學會第33回大會講演要旨中，野中氏發表報告所稱水稻疑似紋枯病是指紋枯病以外能形成類似紋枯病之病斑的各種菌核性病害而言⁽⁷⁾。

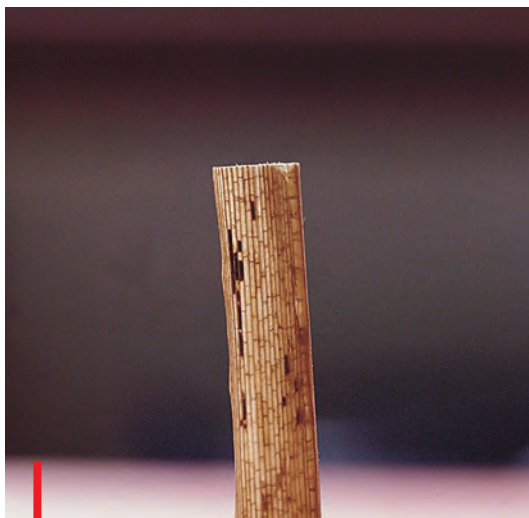
在臺灣疑似紋枯病的名稱也是最近幾年才出現的^(14,15)。過去在水稻菌核性病害方面的研究，主要仍然偏重水稻紋枯病，其

次為小粒菌核病，雖然其他菌核性病害也有調查記錄，但仍缺乏有系統的研究報告。游氏⁽¹⁵⁾在1983年首先發現水稻褐色紋枯病後，才引起部份研究人員的注意。1984年游氏⁽¹⁵⁾做了全臺性的調查，並發現疑似紋枯病的各種菌核性病害，主要發生在臺灣南部地區（表一）。

表一、水稻疑似紋枯病之各種菌核性病害在臺灣之分布情形

(游，1984)				
採集地	樣品數	<i>Rhizoctonia</i>	<i>Rhizoctonia</i>	<i>Rhizoctonia</i>
		<i>solani</i> III B	<i>oryzae</i>	<i>oryzae-sativae</i>
高雄地區	97	35	27	21
嘉南地區	89	2	22	24
台中地區	116	2	6	2
新竹地區	103	0	6	26
蘭陽地區	65	0	12	22
台東地區	21	1	4	2





圖一：褐色紋枯病菌在葉鞘組織形成菌核。（游俊明）



圖二：褐色紋枯病病徵。（游俊明）

二、病徵與病原菌概述

一般而言，所謂疑似紋枯病係指水稻紋枯病以外的各種菌核性病害，而其產生的病徵類似紋枯病之病徵者，例如赤色菌核病、褐色菌核病、褐色紋枯病、灰色菌核病及球狀菌核病等，雖然每種病害如用人工接種時都有其典型的病徵，然而在田間時常有幾種菌核性病害混合發生^(8,15)，造成病害判別上的困難或混淆。本文謹就其中三種重要的菌核病，即赤色菌核病，褐色紋枯病及褐色菌核病等，就典型病徵及病原菌特性加以說明，以供參考（圖一）。

（一）褐色紋枯病菌

無性世代：*Rhizoctonia solani* J.G Kühn
(AG-2 Type-2, III B, rush type)

有性世代：*Thanatephorus cucumeris* A.B.
(Frank) Donk

褐色紋枯病（Brown sheath blight），通常發生時期比紋枯病較晚，一般都在水稻抽穗期以後發生，特別是在紋枯病防治後的稻田較易發生。本病與一般的水稻紋枯病非常相似，主要不同點在於本病之病斑周圍較紋枯病之病斑呈較深之濃褐色，而且在病斑表面上不會形成菌核⁽¹²⁾，偶而在病



圖三：赤色菌核病病徵。(游俊明)

斑之組織內，即葉鞘之內外表面之間，可以形成小橢圓形之菌核（圖一）。菌絲生育初期與紋枯病菌相似，到後期會形成濃褐色的環形^(12,14)（圖二），菌絲生育溫度為5~38℃，生長適溫在28~30℃之間。本菌屬於菌絲融合群的AG-2 Type 2，屬於培養型的Ⅲ B, rush type⁽⁴⁾（圖六）。本菌最早由中田氏1933年報告，可造成蘭草的紋枯病。後來中田及河村氏⁽¹⁾於1939年報告本菌也可以

在水稻葉鞘上形成褐色的病斑。1966年渡邊等氏⁽¹¹⁾將本菌在水稻上造成的病害稱為疑似紋枯病，直到1977年渡邊、鬼木及野中等氏⁽¹²⁾才將本菌造成的病害稱為褐色紋枯病。褐色紋枯病在臺灣主要發生於中南部地區⁽¹⁵⁾，發病嚴重時，病斑亦可達到劍葉鞘部位，而北部地區則未見發生。本菌對有機砷劑之耐性比紋枯病菌強^(2,6)。

（二）赤色菌核病菌

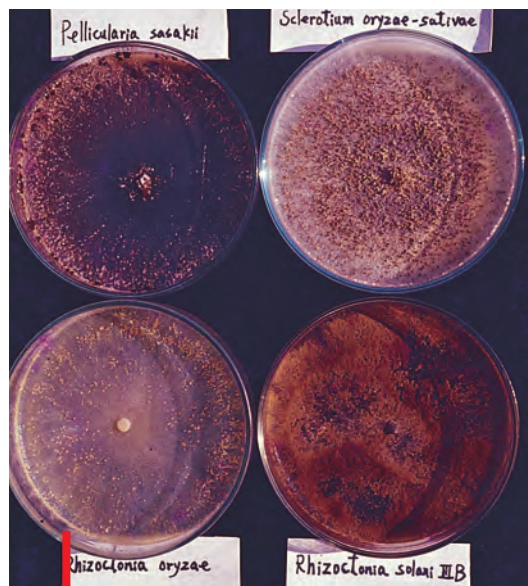
無性世代：*Rhizoctonia oryzae* Ryker & Gooch

有性世代：*Waitea circinata* Warcup & Talbot⁽⁵⁾

赤色菌核（Bordered sheath spot），也是在抽穗以後較易發生，發病嚴重時，病斑可達到劍葉鞘部位，有時病斑部位很容易折斷，造成更大損害。本病的病斑與褐色紋枯病很相近，肉眼有時不易識別，主要不同是本病斑周圍較呈赤褐色，而且通常一個葉鞘上形成一個或二個病斑，通常病斑是單獨分開，很少病斑相連在一起（圖三）。病斑表面上亦不形成菌核，而在病斑的葉鞘組織內有時可形成鮭肉色的小橢圓形菌核，大小約0.5公釐左右。本菌最早於1938由Ryker等氏⁽¹³⁾在美國發現，雖然1931年河村氏在日本福岡亦曾發現，但並未定名記載，到了1939年中田及河村氏⁽¹⁾才證實該菌與Ryker在美國發現的相同，並定名為赤色菌核病。本菌不僅可在水田中生存，



圖四：褐色菌核病病徵。（游俊明）



圖五：培養基上之菌核。（游俊明）

在旱田亦可廣泛生存，菌絲生長溫度為5~40℃，生長適溫為33℃，屬於高溫菌。在培養基上初期生長亦與紋枯病菌相似，後期可形成粉紅色或鮭肉色的圓環，很容易就可分辨出來（圖六）。由於本菌屬於高溫性菌，因此在臺灣本病害亦主要發生於中南部地區。有些地區發病株率較高時，可見連續好幾株發病的情形。

（三）褐色菌核病菌

無性世代：*Rhizoctonia oryzae-sativae*
Sawada

有性世代：*Ceratobasidium oryzae-sativae*

P.S. Gunnel & R.K. Webster

褐色菌核病（Brown sclerotial disease），發病較普遍，且分布較廣，全臺各地皆可發現，然而對水稻較不易造成直接危害。本病害在水稻成熟期到收穫期較易發現，發病初期在葉鞘基部形成小型褐色病斑，很容易分辨，然而此小型病斑可癒合成大型病斑，此種癒合型之病斑與紋枯病之病斑很類似⁽³⁾（圖四）。本病斑內常有褐色線條，後期在病斑組織內可形成褐色小圓筒



圖六：褐色菌核病病菌在葉鞘組織形成菌核。（游俊明）

形的菌核，長度約在0.8~1.0mm左右。本菌於1919年澤田氏在臺灣最早發現。在培養基上形成許多淡褐色圓形的菌核（圖五），很容易就可分辨出來（圖六）。本菌的生育溫度為5~38℃，生長適溫為30~33℃。

上述幾種菌核性病害的病徵及病原菌特性可由表二及下列各圖表做比較。

三、發生生態

雖然在水稻田中發生的菌核性病害仍然以紋枯病為主，然而田間常有許多種菌核性病害與紋枯病混合發生^(8,15)。因此在田間實際上很難以目測方式了解疑似紋枯病

的發生與分布情形。根據日本近年調查得知，在一般的疑似紋枯病病斑樣本中，經分離結果證實70~80%左右為紋枯病，而20~30%左右是屬於褐色紋枯病，赤色菌核病及褐色菌核等病害⁽⁹⁾，在臺灣筆者⁽¹⁵⁾於全臺各地採集368個紋枯病樣本中，分離到273個樣本的紋枯病菌，約佔總樣本的74.2%，其餘的則為其他的菌核性病害。而在134個疑似紋枯病的樣本中，只有13個樣本可以分離到紋枯病菌，約佔總樣本的9.7%，而主要分離到的是赤色菌核病菌，褐色菌核病菌和褐色紋枯病菌等（表三）。就疑似紋枯病的地區分布情形而言，在日本地區間有很大的差異。例如以紋枯病樣之病斑之分離結果得知，在東北地區65個樣本中，分離到紋枯病以外的菌核性病害即有26個樣，佔全部樣本的40%左右，是屬於相當高的比例。然而以全國310的樣本來，分離到紋枯病的比例佔82.6%，而分離到其他菌核性病害的比例只佔13.2%。而就臺灣的情形言，疑似紋枯病主要發病地區是在中南部地區。

疑似紋枯病在田間的分布情形，臺灣目前尚缺乏詳細的調查資料。據筆者初步調查資料顯示，在同一塊田區內，可同時發生各種的菌核性病害，而且有些時候在同一塊內可發生四種的菌核性病害（表四）；同樣的日本在這方面有更詳盡的報告，他們不僅報導同一塊田內有四~五種菌



表二、*Rhizoctonia* 近緣真菌引起稻病之種類與病徵及菌核的特徵

(鬼木, 1979)

病 名 (病原菌)	發 病 部 位			病 徵	菌 核	
	葉 鞘	葉 身	莖 立 枯		形成部位	特徵
(1)紋枯病 <i>Rhizoctonia solani</i>	+	+	+	葉鞘：形成橢圓形淡褐色到灰色斑紋。大小在 10~20 mm 左面右，大型病斑可達 40 ~ 50 mm。病斑初呈暗綠色，以後漸漸變成淡褐色到灰色，病斑周圍呈濃褐色。 葉身：病斑不整形，初期為暗綠色，以後漸漸變成褐色，表面形成菌絲層時，會略呈泥灰色。	在葉鞘表面或裡面，有時在葉片病斑上形成。	褐色到濃褐色平底球或癒合形，大小 1~3 mm，表面粗造（圖四）。
(2)褐色紋枯病 <i>Rhizoctonia solani</i>	+	+		葉鞘：初期在植株基部形成不整形暗褐色病斑，抽穗期時形成大型濃褐色病斑，中心部位呈灰白到灰褐色與與紋枯病之病斑無差異，而外側濃褐色部分比紋枯病寬廣，全體的褐色較濃（圖一）。 葉身：有時在葉身基部沿葉脈方向變嚴重時葉片往下方枯萎呈葉枯症狀。	在葉鞘表面不形成菌核有時會在葉鞘的組織內形成（圖五）。	濃褐色，橢圓形到癒合形大小約 1mm，粗糙。柔軟菌核內部的內外組織不分化。



病 名 (病原菌)	發 葉 鞘	病 葉 身	部 莖	位 苗 立 枯	病 徵	菌 核	
						形成部位	特徵
(3)赤色菌核病 <i>Rhizoctonia oryzae</i>	+	+			形成濃褐色 10~20mm橢圓形病斑，病斑周圍呈濃褐色，內部呈淡黃褐色，病斑部與健全部界限不明顯者較多，葉片亦可形成類似紋枯病一樣的病斑（圖二）。	在葉鞘組織內形成菌核有時會在葉鞘間形成。	石竹~鮭肉色（orange~salmon pink）橢圓形~癒合形，大小0.5×1mm表面粗糙，內外組織不分化。
(4)褐色菌核病 <i>Rhizoctonia oryzae-sativae</i>	+	+			葉鞘：形成許多褐色橢圓形小病斑，病斑癒合時大小約5~10mm，病斑中心部與周圍褐色部界限不明顯的情形較多（圖三）。 莖：變成暗褐色而枯死。	在葉鞘組織中以及莖部中間空洞部位形成（圖六）。	暗褐色，圓柱形或略為球形大小0.3~2mm，在培養基上呈淡褐色到褐色，球形到橢圓形大小550~800μ。
(5)灰色菌核病 <i>Sclerotium fumigatum</i>	+	+			形成淡色或帶紅褐色之病斑，有時會形成類似褐色菌核病之病斑一樣的小斑點。	在葉鞘的外面或內側形成。	灰色到灰褐平底球到橢圓形或癒合形大小0.3~2mm。在土壤表面形成紋枯病菌同樣的大型菌核表面粗糙，內外組織不分化





表三、臺灣各地採集之紋枯病樣病斑及疑似紋枯病斑分離之各種菌核性真菌

菌 核	(游, 1984)	
	分 離 株	
	紋枯病樣本	疑似紋枯病病斑
<i>Rhizoctonia solani</i> I A	273(74.2)a	13(9.7)
<i>Rhizoctonia solani</i> III B	3(0.8)	37(27.6)
<i>Rhizoctonia oryzae</i>	36(9.8)	45(33.6)
<i>Rhizoctonia oryzae-sativae</i>	50(13.6)	42(31.3)
<i>Sclerotium hydrophilum</i>	33(9.0)	6(4.5)
Total of samples	68	134
a) 括弧內數字為總樣品數的百分比		

表四、在同一塊田之病株上所分離之各種菌核性真菌

取樣田 編號	(游, 1984)				
	<i>Rhizoctonia solani</i> I A	<i>Rhizoctonia solani</i> III B	<i>Rhizoctonia oryzae</i>	<i>Rhizoctonia oryzae-sativae</i>	<i>Sclerotium hydrophilum</i>
1-1	+	+		+	+
1-1	+		+		
2-1	+	+		+	
2-2	+		+	+	+
3	+	+			
5	+		+	+	+
6	+	+	+		
7-1	+		+	+	
7-2	+				+
19			+	+	





核性病害，松澤氏並指出約四分之三以上的田間有二種以上的菌核性病害，其中赤色菌核病與灰色菌核病混合發生的情形較高，其次是此二種病害與褐色菌核病的混合發生。此外對於菌核性病害在同一塊田區內及在稻株上之位置的分布情形，松澤氏的報告指出紋枯病與赤色菌核病以出水口及中央部之分離率以水田較高，而紋枯病、赤色菌核菌及褐色菌核病的共同點是在入水口側的分離率較低，至於是何種原因仍需進一步探討。而比較水稻葉鞘上的分離位置結果得知，疑似紋枯病在下位葉鞘的分離率較高，尤其褐色菌核病菌，在劍葉鞘完全無法分離到，通常只在稻株的地基部位才可分離到⁽⁹⁾，這可能是疑似紋枯病的上位進展較紋枯病困難的原故。

四、防治方法

一般而言，疑似紋枯病之各種菌核性病害之發生條件與紋枯病有類似的地方，即高溫多濕的條件下較容易發病。此外多施氮肥及缺少鉀肥的條件下通常發病較嚴重，因此適當的施肥以及改善栽培環境，應該可以降低病害的發生程度。至於藥劑防治方面，由於這些菌核病菌大多與紋枯病菌有近緣關係，因此一般紋枯病的防治藥劑對這些菌核病菌，應該也有防治效果。換言之，在防治紋枯病時，同樣也可以防治這些菌核性病害⁽¹⁰⁾。然而根據日本一

些學者的報告指出，褐色紋枯病對於最常用有機磷劑卻有抗藥性現象^(2,6)。因此對於紋枯病以外之菌核性病害，亦有進一步做藥劑篩選的必要。最近佐賀大學農學部山形縣農業試驗場與武田藥品農藥研究所等做了一些藥劑的篩選試驗，結果顯示 Validacin 液劑對疑似紋枯病有良好的防治效果。因此在抽穗前一週即防治紋枯病之適期，施用 Validacin 液劑 500 倍至 1000 倍不僅可防治紋枯病，同時對赤色菌核病及褐色紋枯病也有良好的防治效果。此外目前在臺灣已推廣的紋枯病防治藥劑中，Moncut W.P 及 Monceren W.P. 施用 1000 倍時，對褐色紋枯病有良好的防治效果。

五、引用文獻

1. 中田覺五郎、河村榮吉。1939。稻の菌核病に關する研究(第1報)。農事改良資料 139：1-176。
2. 竹谷宏二、田村實。1970。石川縣におけるイネ紋枯病類似、病狀の發生について。北陸病害虫研究會報 第18號。pp.13-16。
3. 加藤智弘、藤田靖久。1989。イネ褐色菌核病、赤色菌核病の病徴と發生生態について。今月の農業 33(8)：32-36。
4. 鬼木正臣。1979。リゾケトニア菌によるイネの病害。植物防疫 33(9)：373-379。





5. 鬼木正臣、生越明、荒木降男、酒井隆太郎、田中澄人。1985。 *Rhizoctonia oryzae* および *R. zeae* 完全世代と *Waitea circinata* 菌絲融合群。日本菌學會會報 26 : 189-198。
6. 野中福次。1964。水稻から分離した稲紋枯病類似菌 *Corticium* sp. 關する研究。日植病報 19 : 90-91。
7. 野中福次。1989。日本菌學大會講演要旨集 33 : 82。
8. 野中福次、吉田政博、游俊明、田中欽二。1982。一般水田におけるイ各種菌核病の發生消長。九州病虫研報 28 : 18-21。
9. 稻垣公治。1983。 *Rhizoctonia oryzae* および *Sclerotium* 屬3菌によるイネ菌核病のイネ株内での發生。日植病報 49 : 736-738。
10. 稻の紋枯病類似菌核病(疑似紋枯病)とバリダシン 1984 バリダシン普及會。
11. 渡邊文吉郎、松田明。1966。佃作物に寄生する *Rhizoctonia solani* kühn の類別に關する研究。茨城縣農業試驗場，指定試驗病害虫 7 : 1-131。
12. 渡邊文吉郎、鬼木正臣、野中福次。1977。イネ褐色紋枯病(新稱) について。九州病虫研會報 23 : 22-25。
13. Ryker, T.C. and Gooch, F.C. 1938 *Rhizoctonia* sheath spot of rice. *Phytopathology* 28 : 233-246.
14. Yu, C. M. 1983 Brown sheath blight disease of rice-A new disease of rice in Taiwan. *Plant Prot Bull.(Taiwan, R.O.C.)* 25 : 53-56.
15. Yu, C. M. 1984 Studies on sclerotial diseases of rice plant in Taiwan 1. Several sclerotial fungi isolated from sheath blight like and pseudo sheath blight lesions of rice plants. *Bull. Taoyuan Distr. Agri. Improv. Sta.* 2 : 1-8.
(作者：游俊明)





稻葉鞘腐敗病

病原菌學名：*Sarocladium oryzae* (Sawada) W. Gams & D. Hawksw

英文名：Sheath rot

一、前言

澤田氏首先於1920年在臺北水稻葉鞘上發現稻葉鞘腐敗，記載本病之病徵及病原菌之形態，當時病菌訂名為 *Acrocylindrium oryzae* Sawada，目前改名為 *Sarocladium oryzae* (Sawada) W. Gams & D. Hawksw^(8,9)。雖然澤田氏最早於臺灣發現並記載本病原菌，但是有關本病之發生狀況，並未有連續性之紀錄。1957年陳氏曾報告本病在當時發生嚴重而且重要，由臺灣引至象牙海岸之稻品種中，僅有臺中在來一號因本病造成30%減產^(1,2,3)。

1961年以後，臺灣對多種水稻病蟲害均有紀錄，對本病卻未有正式紀錄。1976年第二期作臺南地區水稻發生嚴重不稔現象，受害面積達數百公頃，被害最嚴重區幾乎全部不稔沒有米粒形成，當年九月各方面專家曾一同前往調查，在隆田鄉公所討論不稔症時，孫明賢博士當場發現病株上有稻細蟥，認為稻細蟥可能為引起不稔症之主因。試驗證明稻細蟥密度高會引起稻不稔症，但是田間稻細蟥身上附有大量葉鞘腐敗病菌，以殺菌劑去除稻細蟥上葉鞘腐敗病菌後接到水稻植株上，當水稻發

生不稔症時，再檢測病株上的稻細蟥，發現稻細蟥上又有大量的葉鞘腐敗病菌，所以無法證明稻細蟥為不稔症之單一因子。謝氏及簡氏等先後報告試驗結果，認為稻不稔症係稻細蟥與葉鞘腐敗病菌複合感染



圖一：典型虎斑病徵。（張義璋）



所致之症狀。葉鞘腐敗病之重要性，再度受人們所關注^(4,5,6,7)。

二、病徵

葉鞘腐敗病主要常發生於劍葉之葉鞘，在包裹稻穗之葉鞘部分，初略顯不規則之圓形斑點0.5-1.5公分長，邊緣褐色中間



圖二：葉鞘腐敗病主要感染劍葉之葉鞘，病斑上有白粉紅色孢子。（張義璋）

灰色或全部灰褐色病斑擴大成虎斑狀並常圍繞整個葉鞘（圖一）。劍葉之葉鞘嚴重被害，稻穗在葉鞘內被害枯萎後腐敗無法抽出。較後期感染本病稻穗僅能抽出一半，並有多數穀粒被害呈枯褐至暗褐色。

病穀及葉鞘病斑上有大量之白粉紅色分生孢子及孢子梗（圖二），本病菌在病斑上菌絲少呈粉狀，與鐮孢菌有大量菌絲不同，本病之病斑上有孢子而與紋枯病亦可區別，本病大多僅危害劍葉之葉鞘，第2上位葉鞘以下之葉鞘很少被感染。

當本病之病原菌與稻細蟻同時危害時，常使葉鞘全面褐變，病斑無明顯界線，稻穗之穗軸及穀粒皆呈黃褐綠色病變，稔實不良，穗軸彎曲與有機砒藥害有異。發病輕微時葉鞘外觀常不見有明顯病徵，但細看則可見整個葉鞘組織有輕微病變，呈黃褐綠色，葉鞘內部組織有褐色斑塊，由內側表面即可透視，穗軸偶有彎曲症狀但穀粒有稔實（圖三、四）。

三、病原菌概述

（一）分類地位

Mitosporic fungi

（二）分布

本病菌主要分布於亞洲及非洲^(9,10)。

（三）寄主

本病菌屬於弱病原菌，腐生性強之兼性寄生菌，目前報告只有感染稻。



圖三：稻細蟻與葉鞘腐敗病菌共同為害引起穀粒病變。（張義璋）



圖四：稻細蟻與葉鞘腐敗病菌共同為害，嚴重時引起不稔。（張義璋）

（四）形態

本病菌之菌絲白色、分枝多、有隔膜，直徑 $1.5-2.0\mu\text{m}$ ，培養菌落粉紅至淡鮭紅色，菌絲甚密呈棉狀，菌絲生長慢。分生孢子梗直接由菌絲長出，比營養菌絲略寬，一次或二次分枝每次 3-4 分枝輪狀排列。主軸 $15-22 \times 2-2.5\mu\text{m}$ ，頂端分枝 $23-45\mu\text{m}$ 長。分生孢子單生，會連續產生，濕

度大時，先後形成之孢子互相堆積成假球狀。孢子無色平滑，單細胞，橢圓形 $4-9 \times 1-2.5\mu\text{m}$ 。另有報告，寄主上形成之孢子大小為 $2.1-8.5 \times 0.5-1.6\mu\text{m}$ ，人工培養之孢子大小為 $1.8-13 \times 1-1.6\mu\text{m}^{(9)}$ 。

（五）診斷技術

本病之病斑上有大量之白粉紅色分生孢子及孢子梗，與紋枯病可以區別，本病





圖五：稻細蟥與葉鞘腐敗病菌共同為害，形成密集褐色小斑。（張義璋）

菌在病斑上菌絲少所以呈粉狀，與鐮孢菌有大量菌絲不同，大多僅危害劍葉之葉鞘，第2上位葉鞘很少被感染，紋枯病之病斑一般由下位葉鞘蔓延而上，為另一診斷重點。如果與稻細蟥同時危害，則呈現細密褐色小點（圖五）。

（六）生活史

本病菌以菌絲及孢子存活於田間，大多時間均行腐生生活，稻株有傷口才會致病。

四、發生生態

本病菌最適生長溫度 $30-31^{\circ}\text{C}$ ， 37°C 略可生長， 13°C 以下不生長， 50°C 經5分鐘即可致死。另有報告菌絲生長適溫為 $20-28^{\circ}\text{C}$ ，孢子發芽為 $23-26^{\circ}\text{C}$ ^(3,6,9,10)。

病害之發生生態研究報告不多，一般所知本病可經由稻種傳播，病菌經由氣孔或傷口侵入，其它病蟲害例如黃萎病株及螟蟲危害後，常會併發葉鞘腐敗病。

田間稻細蟥身體上有大量葉鞘腐敗病菌一些是體外污染，另一些則是稻細蟥食



進體內。葉鞘腐敗病菌與稻細蟻同時危害形成之病徵，與單獨由病原菌引起者並不相同，已如前述。其它昆蟲或動物對病菌傳播所扮演角色，尚未見報告。

本病菌之腐生性很強，可以與其它腐生菌競爭。田間潮濕環境下，病組織內的病菌會繼續生長並產生大量孢子在田間繁衍後代。本病菌在稻田間隨時存在，是否發病可能與稻株抗感病性有關^(4,9)。田間觀察發現，稻品種之稻穗伸出度與本病發生有關，部分伸出及不伸出之稻品種，比較容易發生本病。一般而言，秈稻品種比日本型稻感病，秈稻品種容易形成典型病徵，日本型稻則較易得不稔症。施氮肥過量使稻株太濃密，稻組織較軟易引起本病⁽²⁾。

五、防治方法

雖然有報告殺菌劑對本病菌之效應，但本病菌腐生性強，至今尚未見有田間藥劑防治效果之報告。栽培管理不良之稻田，容易發生本病。有關耕種栽培管理部分，請參考紋枯病之防治方法。

六、引用文獻

1. 陳其昌、簡錦忠。1959。幾種殺菌劑對稻作三種病原菌之殺菌效力。中華農學會報新 28:39-48。
2. 陳其昌、簡錦忠。1964。稻葉鞘腐敗病發生之觀察。中華農業研究 13(2):39-45。
3. 陳脈紀。1957。稻葉鞘腐敗病之研究。農林學報 6:1-19。
4. 謝式垠鈺、梁文進、張世英。1977。水稻不稔症原因之探討，一、葉鞘腐敗病菌與不稔症之關連初報。植保會刊 19:30-36。
5. 簡錦忠。1980。稻葉鞘腐敗病之研究及其對不稔症發生關係。植保會刊 22:31-39。
6. 簡錦忠、曾方明。1981。稻葉鞘腐敗病菌生理及生態研究。中華農業研究 30:1-4。
7. 簡錦忠、曾方明。1982。稻品種與株齡對葉鞘腐敗病之感染性。中華農業研究 31:155-161。
8. 澤田兼吉。1922。稻葉鞘腐敗病。臺灣菌類調查報告第二篇。135p。
9. Ou, S. H. 1984. Rice Diseases. pp.291-294. 2nd ed. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey England. pp.291-294.
10. Webster, R. K. & Gunnell, P. S. (ed.) 1992. Compendium of Rice Diseases. APS Press.

(作者：張義璋)



稻褐條葉枯病

病原菌學名：有性世代 *Sphaerulina oryzina* Hara

無性世代 *Cercospora oryzae* Miyake

英名：Narrow brown leaf spot

一、前言

稻褐條葉枯病為一世界性的古老病害，1900年就有本病之記載^(2,3)。臺灣於1922年由澤田氏首次報告記載⁽¹⁾。本病研究報告不多，其原因可能係本病在水稻生育後期發生，而不受重視。美國於1930及1940年代，因栽培品種Blue Rose對本病呈極感病，曾極為關心本病之重要性。Overwater（1960）報告，1953-1954年本病在Surinam引起40%之損失^(2,3)。

臺灣水稻褐條葉枯病之發生情形，並未有完整之報告。1988年筆者至各地觀察，發現本病普遍發生於桃園、苗栗、雲林、屏東及臺東等縣之部分地區，其中以黏土或砂質土發生較多。1991年第二期稻在中部地區發現本病亦頗普遍，部份再生稻之葉片、葉鞘、葉舌及稻穗等均受嚴重危害（圖一）。因此本病之潛在重要性，不能絲毫輕心。

二、病徵

本病通常在水稻葉片上產生條狀褐色

病斑，亦會感染葉鞘、葉舌、穗梗及稻穎等部位。病斑一般被局限於2~4條葉脈中間縱向擴展，形成細長條形病斑、寬度小於1公釐、長度2~10公釐，赤褐色，病斑外圍有黃暈，病斑會合併（圖二、三）。部分稻品種之病斑較短黑褐色略有黃暈。



圖一：再生稻嚴重發生褐條葉枯病。
（張義璋）



圖二：褐條葉枯病之葉部病徵。（張義璋）

本病菌感染葉節及葉舌時，在葉節產生紅褐色至紫褐色病斑，感病品種之整個葉節被病菌危害後，組織變硬脆易斷，葉片基部會皺縮，葉片較短較厚，病斑順著葉脈間向葉片及葉鞘擴展，病害組織外觀初期僅變色，無失水急速乾枯萎凋症狀（圖四）。當劍葉之葉節及葉舌被害，稻穗亦常會被感染，有時造成抽穗不良，被害穗軸上有細條紅褐色病斑，穗軸嚴重被害後組織變脆易斷，穀粒有細條小斑點。

三、病原菌概述

（一）分類地位

Ascomycetes 子囊菌綱

Dothideales 座囊菌目

Mycosphaerellaceae 球腔菌科

Sphaerulina 亞球殼菌屬

（二）分布

本病之病原菌以稻為主要寄主，尚未見其他寄主之有關報告。本病廣泛分布於世界稻栽培區，亞洲、美洲、非洲及澳洲等均有報告其存在⁽²⁾。

（三）形態

本病菌有性世代為子囊殼及子囊孢子，子囊殼散生或簇生，球形或半球形，有乳頭狀口，埋生於寄主表皮細胞，直徑 60-100 μm 。子囊長圓筒形或棍棒形，頂端圓形，50-60 $\times$ 10-13 μm 。子囊孢子雙列排列，紡錘形，直或略彎，無色，3 隔膜，20-23 $\times$ 4-5 μm ^(2,3)。

病菌之分生孢子梗由氣孔長出，單生或叢生，基部暗褐色頂端淡灰色，3 個隔膜以上，21.5-103 $\times$ 4-6.3 μm 。分生孢子無色或淡橄欖色，長橢圓形或略彎曲，12.9-47.2 $\times$ 3.9-6.3 μm ^(2,3)。

（四）診斷技術

本病之病斑，被局限於 2~4 條葉脈中間、寬度小於 1 公釐、長度 2~10 公釐，病斑外圍常有黃暈。大部分稻品種之病斑細長條形、赤褐色、有明顯黃暈；部分品種之病斑較短、黑褐色、略有黃暈。葉節及葉舌被感染，在葉節產生紅褐色至紫褐色病斑。



圖三：褐條葉枯病之葉鞘病徵。（張義璋）



圖四：褐條葉枯病之葉節病徵。（張義璋）

（五）生活史

田間主要以菌絲及分生孢子存在，有性世代不易見到。病原菌經由氣孔進入寄主組織，並在寄主之柔膜組織建立族群，在表皮細胞中縱向擴展。孢子柄由氣孔下之菌絲長出，再經由氣孔長出寄主外表。本菌生長溫度範圍 $6\sim 33^{\circ}\text{C}$ ，最適溫度 $25\sim 28^{\circ}\text{C}$ ，最適酸鹼值 $\text{pH } 5.7\text{--}7.1$ 。

四、發生生態

國內外對本病之生態研究不多，病菌生理之研究結果已如前述，其它則注重於病害之致病過程，應用研究則注重寄主之抗感病性。

本病之病原菌經由氣孔進入寄主組織，並在寄主之柔膜組織建立族群，在表皮細胞中縱向擴展。孢子柄由氣孔下之菌



絲長出，再經由氣孔長出寄主外表⁽²⁾。

人工接種結果發現老葉片與新葉片之感病性同，但病斑之顯現需30天以上，因此本病在田間均於水稻後期出現。利用水耕液培育水稻，發現鉀含量高，稻株對本病較感病。國外報告，稻品種對本病之抗感病性有明顯差異。臺灣對本病僅有病菌記載，無基礎或應用性之研究，歷年亦未對其發病面積加以統計⁽²⁾。

五、防治方法

本病生態研究甚少，防治方法亦注重於抗病育種，臺灣目前推廣品種在田間大多表現抗病，只有少數地區有較嚴重之發生。由田間觀察結果，本病主要發生於生育不良之稻田，尤其管理不良之再生稻田。有關耕種栽培管理部分，請參考紋枯病之防治方法。目前無針對本病之推廣防治藥劑。

六、引用文獻

1. 澤田兼吉。1922。稻褐條葉枯病。臺灣菌類調查報告第二篇。154 p。
2. Ou, S. H. 1984. Rice Diseases. pp.201-222. 2nd ed. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey England.
3. Webster, R. K. & Gunnell, P. S. (ed.) 1992. Compendium of Rice Diseases. APS PRESS
(作者：張義璋)



紋枯病

病原菌學名：有性世代 *Thanatephorus cucumeris* A.B. (Frank) Donk

無性世代 *Rhizoctonia solani* J.G. Kühn

英文名：Sheath blight

一、前言

早期人們認為臺灣第二期作水稻紋枯病發生面積及危害程度比第一期作嚴重。依據前臺灣省政府農林廳報告，1963-1996年間第一期作平均發病面積率為15.6%，第二期作平均為16.5%，比前者多出0.9%。自1966年第一期作紋枯病發病面積遽增為47,656公頃，達栽培面積之14%，而後兩期作稻紋枯病之發病面積率互有多寡，但未曾低於10%。1966-1996年期間第一期作紋枯病平均發病面積率為16.7%，第二期作平均為16.5%，第一期作最高為1969年之32.3%最低為1994年之11.3%，第二期作最高為1968及1969年之23.5%，最低為1978年之11.3%。由此可知，紋枯病已儼然成為臺灣稻作之重要風土病^(19,20)。

水稻罹患紋枯病所造成之損失，因品種不同及期作別而有差異。蔡氏報告水稻在分蘗期及孕穗期開始發病者損失最大。利用人工接種紋枯病菌後，再以藥劑控制病勢進展，結果顯示病斑到達劍葉第4、2葉片（由下向上算）引起之產量損失，第

一期作臺南5號分別為43.0、22.3及9.0%，臺中在來1號分別為32.9、27.5及8.5%；第二期作臺南5號分別為31.9、16.3及10.1%，臺中在來1號則分別為26.2、11.3及6.6



圖一：稻紋枯病之虎斑狀病徵。（張義璋）



圖二：紋枯病菌在病株上形成菌核。
(張義璋)



圖三：菌核會漂浮並附著在稻株上。
(張義璋)

%^(14,15,16,23)。張氏由自然發病田採取不同發病等級之稻叢，以叢為單位，分析產量與罹病度之關係，結果臺南5號及臺農67號每叢產量與紋枯病罹病度呈直線負相關，兩品種之穗重及稔實率亦均與罹病度呈直線負相關，而且斜率與叢收量之相關斜率相似，也就是說紋枯病引起稻穀稔實不良而減產。另由各罹病度之叢收量平均值推算減產率，發現罹病度輕時，臺南5號之減產率比臺農67號為大，例如劍葉被輕微感染時，臺南5號減產32.9%臺農67號減產27.7%，但病斑到達稻株頂端時，臺農67號減產48.9%反比臺南5號減產40.2%為大⁽⁹⁾。

水稻紋枯病之重要性已為眾所周知，

大部分農友每期作均會防治稻紋枯病，依據前農林廳調查報告，1963-1996年期間防治紋枯病面積及佔栽培面積百分率，第一期作平均分別為276,036公頃及93.8%，第二期作平均分別為385,654公頃及117.7%，也就是說有部份農友防治紋枯病有二次以上之紀錄。雖然如此，臺灣兩期作水稻紋枯病發病面積率，歷年來平均分別高達15.6%及16.5%。由紀錄資料顯示，每年紋枯病之發病面積率與防治面積率成正相關，農友防治紋枯病以發病後施藥治療為主要手段，預防或初發病時機之掌握，均需做進一步之改進。





圖四：分蘗期紋枯病菌之菌核在稻叢中發芽 感染水稻葉鞘。（張義璋）

二、病徵

水稻從秧苗期至成熟期整個生育期間均會被紋枯病菌感染，各生育期之病徵大同小異。目前農友大多採用機械插秧，箱育秧苗時間短，秧苗期發生紋枯病的機會少。本田期水稻栽培過程中，從分蘗中期至成熟期為紋枯病之主要發生期。

秧苗初罹患紋枯病時於葉鞘與葉片上均出現灰污綠色水浸狀病斑，後期病斑中央灰白色邊緣褐色。本田水稻分蘗中期紋枯病開始發生，紋枯病菌常從稻叢內部稻株之下位葉鞘開始感染，再向外部稻株及

向上蔓延。葉鞘上病徵先形成約1公分大小的灰綠色水浸狀圓形或橢圓形病斑，後逐漸擴大為長約2~3公分，寬1公分之病斑，病斑邊緣褐色中間轉成灰白色，高濕高溫環境下數個病斑癒合成虎斑狀（圖一）。晴朗的氣候下，葉鞘組織枯死，並導致水份輸送不良，造成葉片黃化乾枯，稻叢外圍稻株之葉鞘雖然沒有紋枯病斑，但內部稻株之下位葉會有枯黃現象，撥開稻株常可見稻叢內部有紋枯病發生。

陰雨或重露的高濕環境下，葉鞘上病斑會蔓延擴展到葉片上。分蘗盛期以後，稻叢之葉片相互交織，當葉片接觸到鄰近葉片或葉鞘之病斑亦會被傳染致病。葉部受害時初呈濕潤狀灰綠色，病斑迅速擴大形成雲紋狀或不正形的枯褐色大病斑。感染紋枯病之葉片組織枯死初期不易造成捲曲，與白葉枯病引起葉片捲曲，有所不同。

水稻孕穗後期遇到高溫高濕之環境，農友如未採取防治紋枯病措施，發病稻叢之稻穗在抽出時就會被感染，稻穗被害部位呈污綠色，枝梗及穀粒腐朽呈灰褐色枯死。乳熟期以後之稻穗被害則局部初呈污綠色，後轉為灰褐色病斑。

稻紋枯病在環境適宜，溫度24~28℃之高濕環境下，發病後約3~4天，病斑上或附近稻表面組織上的菌絲會開始形成菌核，菌核初呈白色菌絲團，經過約2天時間轉為



圖五：紋枯病由稻叢基部開始發生。
(張義璋)

褐色，菌核接觸寄主組織之一面常向內凹，而成不正之扁球形，紋枯病與其他菌核性病害之主要區別，為病株外表會形成菌核（圖二）^(5,6,8)。

三、病原菌概述

(一) 分類地位

Basidiomycetes 擔子菌綱

Tulasnellales 膠膜菌目

Ceratobasidiaceae 角擔菌科

Thanatephorus 亡革菌屬

(二) 分布

立枯絲核菌分布於世界各地，各種耕作之土壤均可能有本菌存在，未耕作之森林區及沙漠地帶也可發現本菌。本菌以菌絲融合法做種內分類，可分成不同菌絲融合群（Anastomosis groups），紋枯病菌屬於菌絲融合群 1（AG1），AG1 主要危害水稻等禾本科植物引起紋枯病，水稻紋枯病普遍存在世界各水稻栽培區⁽²²⁾。

(三) 寄主

紋枯病菌為多犯性，環境適宜或在人工環境下接種，對多種植物皆可危害。但田間環境因子變化大，感染機會相對減低。杜及張報告，臺灣田間馬鈴薯黑痣病可由 *Rhizoctonia solani* AG 1-AG 4 各菌絲融合群所引起紋枯病原菌（AG 1）佔 9.3%；水田種植豌豆裡作，亦會發生腰折病，屬於 AG 1 者約 2%；其他水田裡作作物如亞麻、玉米、高粱、大豆、綠豆、紅豆、蔬菜如白菜及芥菜等，在田間栽培時均可見被害情形，由病徵上辨別，如為紋枯型病斑大多為 AG 1 所引起，如為腰折或根腐等其他型病徵則其他菌群為較主要之感染源。田間水田雜草被紋枯病菌感染最普遍者為稗草、鴨舌草、母草、紅骨草、螢蘭、三稜草及黃花水丁香等^(3,5,22,24)。

(四) 形態

紋枯病菌大多以無性世代之菌絲及菌核存在自然界，不產生分生孢子，菌絲細

胞多核、隔板有隔膜孔構造、分枝經常發生於先端細胞之隔板附近、分枝菌絲基部有隘縮並與主軸成直角、分枝菌絲之隔板距主軸不遠，菌絲寬度 $7.7\text{--}(9.0)\text{--}9.9\mu\text{m}$ 。菌核結構為原始殼皮型（Primitive rind type）較為緊密與 *R. solani* 其他菌群之菌核為稀鬆型（Loose type）不同。寄主上形成之菌核成熟後其外層細胞含較高之二氧化碳，對其內部細胞具保護作用，亦使菌核具漂浮性，在生態上甚具意義。人工培養時，菌落呈褐色，褐色濃度則因菌株不同而有差別，在培養基上所形成之菌核常互相癒合成片狀。有性世代之擔子器與菌絲形成子實層，擔子器大小 $10.0\text{--}22.5 \times 7.0\text{--}10.5\mu\text{m}$ ，擔孢子柄大小 $9.0\text{--}25.0\mu\text{m}$ 常有隔膜，擔孢子大小 $7.5\text{--}10.7 \times 4.5\text{--}6.0\mu\text{m}$ (1,3,4,21,22)。

（五）診斷技術

紋枯病產生大型病斑，大多由下位葉鞘開始發生再向上蔓延，病斑上無分生孢子。高濕環境下，病斑上或附近稻表面組織上的菌絲會形成菌核，菌核褐色接觸寄主組織之一面常向內凹呈不正之扁球形。其他菌核菌引起之水稻病害，菌核形成於組織內。稻葉鞘腐敗病亦屬於大型病斑，病斑上有粉紅色的菌絲及分生孢子，葉鞘腐敗病主要危害劍葉之葉鞘，下位葉鞘無病斑。

（六）生活史

病原菌在自然界以無性世代為主，利



圖六：菌核在水稻收穫後掉落土面。
（張義璋）

用菌絲行營養生長，以菌核為主要繁殖體，具殘存及傳播功能，菌絲在土壤中之存活力不強，但在病組織中存活期較長。高濕及低光照之環境下，紋枯病菌亦會在寄主組織表面形成有性世代之擔孢子，雖有學者認為其具傳播功能，但無實證。

四、發生生態

由紋枯病菌生態學研究結果，發現其初次感染源（Primary inoculum）為菌核，



圖七：紋枯病以稻葉為傳播工具。（張義璋）

二次感染源（Secondary inoculum）則以菌絲為主。吉村曾報告，推測有性世代之擔孢子可為二次感染源，但尚未見試驗證明⁽²⁾。

早期耕作方式，以牛耕犁並用人工除草，田間紋枯病菌菌核之消長，如堀氏之報告，紋枯病發生過程之第一階段為"菌核浮上期"，由插秧至分蘗中期，田水中菌核量受越冬菌核量及土壤攪動次數即除草次數之影響；第二階段為"菌核漂流期"，由分蘗中期至幼穗伸長初期⁽¹⁰⁾。

杜及張報告，目前水中菌核之漂浮量以整田後至插秧期間最多，菌核在稻田水面之分布受風向及風速影響最大，灌溉水

次之，例如第一期作初期，西北季風較強，稻田東南角水面漂浮之菌核量最多，與其他角落呈極顯著之差異。插秧後田水中漂浮之菌核數逐日遞減，一個月後就不易由水中採集到菌核，此時大部分菌核被漂流到四周之田埂上，成為無效感染源外，少部分菌核漂流在田水中時碰到水稻植株，菌核就附著在稻葉鞘外側，其附著位置並隨水稻之生長而升高（圖三）。分蘗中期因稻叢莖數增加，稻叢間濕度加大，菌核開始發芽感染葉鞘致病（圖四），此即為第一次感染源^(5,6)。

從插秧至分蘗中期在田中所採集到之



菌核，其發芽率約為50~75%，分蘗期田間紋枯病之發生與附著菌核之水稻叢數及菌核發芽率有關。第一期作插秧30~45天後或第二期作15~30天後，即水稻分蘗中期，紋枯病從稻叢基部開始發生（圖五）。病菌侵入水稻組織後，利用菌絲在組織中蔓延，濕度大尤其遇下雨時，病斑急速往上擴展。水稻分蘗盛期以後，稻株間稻葉逐漸稠密，田間交織的稻葉即為第二次感染源傳播之工具（圖七），相對濕度高、有露水或下雨時，病菌之蔓延則更迅速，水稻孕穗期及抽穗期為紋枯病橫向病勢進展主要時期。田間觀察發現，利用發病莖之病葉為傳染源時，因葉片基部受害，如遇天候乾燥，水份無法輸送，極易乾枯，傳染能力隨之消失；但健株之葉片伸展至發病叢受病菌感染時，無論天候乾或濕，病菌之菌絲均能順著葉片傳染到健株上。此可說明，氣象不適合一般菌類病害發生之年份，紋枯病發生面積率尚高達10%以上之原因^(5,6,8)。

環境適宜時，紋枯病菌從長出菌絲至產生成熟菌核，只需80小時。田間微氣候變化很大，病菌侵入水稻組織，一般需要5~10天，可陸續產生菌核。插秧後約70~80天，田間病株上陸續有菌核形成，菌核因受外力振動而掉落，因此田水中之菌核量又呈不規則升高，此時田水中之菌核發芽率高達90~100%，但這些菌核甚少感染孕

穗期或抽穗期水稻。綜合上述各點，得知紋枯病以菌絲為第二次感染源，所以本病在田間之分布型態為叢集型，即由初次感染源所感染之稻叢向外蔓延成一聚落^(5,6,8,25,26)。

溫度低於4℃或高於40℃時，紋枯病菌即停止生長，最適生長溫度為28℃，每小時菌絲可生長1.27公釐，即每日可生長3公分以上。在恆溫培養箱內，利用人工接種測定病勢進展，結果24~28℃最適合發病及病斑擴展，12℃以下接種7日後尚未見發病。國外報告28~32℃及30~32℃為最適合發病之溫度，菌核形成則在24~28℃溫度下最快，接種約60小時即有菌核形成，80小時菌核轉為褐色；以16~20℃之溫度範圍內所產生之菌核量最多。病莖上，紋枯病菌以24℃為最適形成菌核之溫度。相對濕度對稻紋枯病之影響，杜及張報告相對濕度81~92%最適合稻紋枯病之發生，國外則分別有96~97%及95%左右最適合發病之報告。菌絲生長最適酸鹼度為pH5.0~7.0之間，偏酸至pH4.2時菌絲生長尚無顯著影響，但pH值升高至8.0時，菌絲生長已顯著緩慢，菌核形成則以鹼性較為有利^(5,8,22)。

水稻紋枯病原菌主要以菌核為殘存體，簡等報告，田間紋枯病發病率28.5%時，每公頃產生菌核量高達200萬個之多；杜等則報告，紋枯病發病率18%時，每公頃產生的菌核量高達300萬個之多。病株上





之菌核在水稻收穫後，大部份菌核掉落於稻樁上，分析稻樁上與土表面菌核量比值平均為7.9比1。收穫時菌核發芽率約為90~100%，殘存至下期作插秧時降為70~80%，到分蘖期約為50~75%。菌核被埋入積水狀況之砂土中約可存活8個月，在土表面則可活2年之久^(5,17,18)。

五、防治方法

預防作物病害發生首先是選種抗病品種，可惜目前還沒有抗紋枯病的稻品種育成，所以只能做好栽培管理，降低病害發生機率^(12,13,22)。特將筆者所考慮到的，水稻病害之栽培管理，整理如下。

(一) 栽培管理

1. 稻種處理：真菌或細菌引起的水稻病害以及線蟲白尖病，常會感染或污染稻穀，而經由稻種傳播病害。病原感染稻種會造成穀粒不飽實成為秕粒，換句話說，稻穀中的秕粒帶有病原菌的機率很高。病秕粒帶菌量比被污染的穀粒高，病秕混在稻種中，其感染稻苗之潛勢更強。因此浸種前以硫酸銨水溶液水選健穀，去除病秕，再行稻種消毒。硫酸銨水溶液之比重，蓬萊稻種採用1.13，在來稻種則用1.08。
2. 浸種及育苗管理：稻種應充分浸水，第一期作浸種3-4天，第二期作則浸種2-3天，浸種後將稻種瀝乾再以濕麻布袋覆

蓋催芽，稻芽長出約1公釐時播種，播種後覆土不要超過5公釐厚度，如此可縮短育苗箱堆積時間，減少病菌感染機會。第一期作催芽之溫度避免超過室外氣溫太多，以防稻種及稚苗在短時間內受溫度劇變而抗病性減弱。育苗箱所用栽培土，以病原菌較少之水田心土較佳。如果無法取得水田心土，所用土壤最好陰乾後存放較長時間，待土中病原菌密度降低後再使用。如使用舊育苗箱，因可能附著有病原菌，其發病率比新育苗箱者為高，所以育苗箱使用後應馬上清洗，尤其育苗箱之角落需要特別注意清洗乾淨，洗淨後應消毒，如無法消毒至少須曬乾後再使用。每一育苗箱播種量以200-220公克稻種為宜，播種太多太密易滋生病菌，發生秧苗立枯病。第一期作遇寒流時，應覆蓋塑膠布保溫，寒流過後溫度回升時，則需將塑膠布兩端打開使能通風，避免過度潮濕促進病菌滋長。第二期作最好用尼龍網覆蓋，阻斷媒介昆蟲吸食時傳染病毒。

3. 整地：翻整田地，除了讓我們容易插秧外，同時也可以將病蟲翻埋土中，降低田間病菌及害蟲的族群。整地時將田間植物殘株翻埋土中，植物殘株在土中會腐敗醱酵，醱酵過程中會降低土壤中的氧氣，也會產生一些對稻株不好的物質。因此，我們最好採取二段式整地，





圖八：紋枯病呈聚集狀分布。（張義璋）

二次整地的時間最好有半個月以上的間隔，一方面讓埋入土中的植物殘體醱酵，一方面讓前期作留下的過剩肥料均勻化。

4. 灌排水：整地時採用淺水整地，以利將植物殘株翻埋。二段整地的間隔期，則採較深的田水，可以讓紋枯病菌等病原菌的菌核及植物殘株漂浮至下風處，撈起

漂浮物曬乾燒燬，可降低病蟲害密度。插秧後田中維持淺水狀態。往昔人工除草翻動田土可增加土壤中的氧氣，現今水稻栽培大多利用殺草劑除草，土壤未經攪動，土壤中的氧氣會漸次減少，容易呈現還原態而有礙稻根生長。一期作插秧後25天，二期作插秧後15天，水稻分蘗初期至分蘗中期之間，即可進行曬



田，曬田到田土輕微龜裂後，接著採用間歇性灌排水，如此可以強化稻根，稻株健壯增加抗病力。如果田間有病害發生時，必須保持適當的田水，不能乾旱而增加稻株逆境壓力。水稻抽穗期以後改以深水灌溉，水稻生育後期愈晚排水愈好。

5. 行株距：行株距大，稻株比較健壯比較抗病，縱然發病也能比較耐病。那種行株距大小比較好？各地區土壤肥沃程度不同，因此，適當行株距就有不同，農友可自行測試比較。除行株距外，稻行的方向也會影響田間的通風，插秧行向採用與季節風同向，田間通風良好，可降低水稻病害的蔓延速率。
6. 施肥：肥料對水稻病害的影響，氮肥最為密切，磷及鉀的影響較小。多施氮肥容易發生稻熱病、紋枯病及白葉枯病，氮肥多時磷肥會助長發病，鉀肥則可增加稻株抗病，氮肥多會降低鉀肥的效果。缺氮時容易發生胡麻葉枯病，顧及各種病害之防治，多施有機氮肥，可以避免缺氮肥，稻株也比較抗病。矽是稻株的重要元素，可以強化細胞增強抗病，施用矽酸鈣可增強稻株抗病，稻殼及稻草分解後也會釋出矽酸化合物。前作種植綠肥，要採用二段式整地，初整地時每公頃加施 75 公斤石灰，可以促進綠肥分解。前作種植蔬菜若殘留過多氮肥，亦

要採用二段式整地，初整地時可加施稻殼或稻草，稻殼及稻草分解時會利用氮肥，降低氮肥過量及不均勻的風險。

7. 田間衛生：水稻病害的病原常會感染田間雜草，繁殖增加病原密度，雜草也是媒介昆蟲的主要棲息處，所以清除雜草是防治病害的重要工作。病株收割後長出稻樁為田間主要感染源，水稻收穫後應將稻樁翻犁，降低病原密度，也可避免長出稻樁供媒介昆蟲棲息。大多數病菌會殘存在病組織中，所以不能留置病稻草在田間。稻草要利用為堆肥時，必須經過醱酵，完全腐熟後才能使用。白葉枯病除了靠稻葉接觸傳播，人在露水未乾的稻田中行走也會迅速將病害傳開，因此要避免在晨間在稻田中行走。

（二）藥劑防治

稻紋枯病是水稻栽培的風土病，施用藥劑防治是無可避免的。藥劑防治時機可參考前述之生態研究結果，即紋枯病之初次感染源為本田初期附著在稻植株上之菌核，分蘗期叢間濕度增大，附著在稻植株上之菌核開始發芽感染水稻致病，發病後病菌靠菌絲在交織的稻葉間進行二次感染，所以初次感染源多寡影響分蘗期之發病，分蘗期之發病又直接關係到後期之發病率，由此結果推論早期防治效果較佳，由試驗證明早期在分蘗時進行施藥防治效果好。蔡氏報告，早期防治可減少產量損





失，藥劑防治次數與經濟防治水準，則依紋枯病發生之嚴重性而定。彭及唐報告，分別在水稻分蘗期、孕穗期及抽穗期施藥一次或兩次，觀察其防治效果，結果分蘗期施藥兩次防治率達74.0%最好，孕穗期防治兩次之防治率71.2%次之，分蘗期防治一次之防治率64.7%，抽穗期防治一次之防治率58.9%，抽穗期施藥兩次及一次之防治率則分別為27.8及19.9%，顯示早期防治較能控制紋枯病之病情，至抽穗期再防治則其效果甚差，因此以分蘗期為施藥的最佳時期。換一句話說，紋枯病初發生時就要即時防治，紋枯病菌的菌核具漂浮力，農友在水稻分蘗期時，可留意插秧期間的風尾處，因菌核密度高，發病會比較早 (5,7,11,16)。

六、引用文獻

- 井上好之利、內野一成。1963。稻紋枯病に關する研究。第一報被害の生態および藥劑防除。日本農林水產技術會議事務局山口縣農業試驗場出版。指定試驗(病蟲害)4：136。
- 吉村彰治。1955。稻紋枯病の被害について。九州農試彙報 3(1): 143 - 154。
- 吳龍溪。1971。稻紋枯病。pp.49 - 76。邱人璋編 稻作病害。中國農村復興聯合委員會刊印。
- 杜金池、張義璋。1978。 *Rhizoctonia solani* Kuhn 之菌絲融合群及其對水稻之病原性。pp.263 - 285。邱人璋編 水稻病蟲害：生態學及流行學。中國農村復興聯合委員會刊印。
- 杜金池、張義璋。1981。水稻紋枯病原菌之生態及生物防治。臺南農改場研究彙報。15：1 - 24。
- 杜金池、張義璋、王仲文。1979。水稻紋枯病菌之生態研究。科學發展月刊 7(12):1208 - 1219。
- 陳其昌、簡錦忠。1961。稻紋枯病藥劑防治試驗。臺大農學院專刊 10: 179 - 196。
- 張義璋。1985。影響稻紋枯病菌生長及菌核形成之因子。中華農業研究 34:454-463。
- 張義璋。1986。紋枯病罹病程度對稻穀產量之影響。中華農業研究 35:202-209。
- 堀真雄。1967。稻紋枯病の被害豫察と防除法。農業と園藝 42: 1389 - 1392。
- 彭洪江、唐地元。1990。水稻紋枯病流行動態、藥劑防治時期及指標的研究。植物病理學報 20(2): 153 - 158。
- 鄧耀宗、許東暉。1979。水稻抗紋枯病之研究 1. 抗紋枯病之稻品種及其特性。中華農業研究 28(3): 145 - 150。
- 蔡武雄。1975。水稻品種品系對紋枯病抵抗性不同檢定方法之比較。農試所研





- 究彙報 32: 22 - 28。
- 14.蔡武雄。1975。水稻紋枯病不同發病程度與產量及產量損失關係之研究。植保會刊 17(4): 410 - 417。
- 15.蔡武雄。1976。紋枯病對水稻產量損失估計。植保會刊 18(2): 106 - 119。
- 16.蔡武雄、游俊明。1978。水稻紋枯病之流行學及其對產量之影響。p.247 - 262。邱人璋編 水稻病蟲害：生態學及流行學。中國農村復興聯合委員會刊印。
- 17.簡錦忠、鍾順昌、朱啟魯。1963。稻紋枯病菌菌核脫落之數量及其發芽試驗。中華農業研究 12(2): 7 - 13。
- 18.簡錦忠、洪雲卿、劉鐵寧。1969。稻紋枯病病原菌菌核之病原性。農業研究 18(4): 19 - 23。
- 19.臺灣省政府農林廳編。1960-1997。臺灣省植物保護工作總報告。
- 20.臺灣省政府農林廳編。1960-1997。臺灣省農業年報。
- 21.Ogoshi, A. 1975. Grouping of *Rhizoctonia solani* Kuhn and their perfect stages. Rev. Prot. Res. 8: 93 - 103.
- 22.Ou, S. H. 1984. Rice Diseases. 2nd ed. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey England. pp.272-286.
- 23.Tsai, W. H. 1974. Assessment of yield losses due to rice sheath blight at different inoculation stages. J. Agri. Res. China 23(3): 188 - 194.
- 24.Tu, C. C. and Chang, Y. C. 1978. Studies on the anastomosis groups of *Rhizoctonia solani* Kuhn in Taiwan. J. Agr. Res. China. 27(4): 325 - 343.
- 25.Yu, C. M., Ling, K. C. and Ou, S. H. 1976. Effect of nutritional and microclimatic conditions on the development of sheath blight disease of rice. Plant Prot. Bull. (Taiwan) 18(3): 261 - 267.
- 26.Yu, C. M., Huang, Y. T. and Tsay, H. J. 1980. Disease development of rice sheath blight. Plant Prot. Bull. (Taiwan, R.O.C.) 22(3): 263 - 267.

(作者：張義璋)





稻麴病

病原菌學名：*Ustilaginoidea virens* (Cooke)Takah.

英名：False smut, lump smut

一、前言

水稻稻麴病於1878年由Cooke首先報告，1887年以後，陸續有本病之報告。在中國古代亦有此病之記載，由於本病通常發生在適宜的氣候下，特別是高溫多雨的環境，一般農民稱「稻麴」為「穀母」。日本早在1950年代就有本病之研究報告出現，其後陸續出現之報告頗多。在臺灣，有關本病之研究報告不多，因為本病在過去僅零星發生，而且發病輕微，故不受重視。然而近年來在臺灣水稻田卻常普遍發生，影響稻穀產量及品質。

二、病徵

本病發生的部位在穀粒，通常在稻抽穗開花後1~2星期，穀穎的間隙出現青淡黃色的小形肉塊，為病原菌的菌絲塊，使內、外穎腫脹，由縫合處露出灰綠色的菌塊，包圍穎面，而呈黃、黃綠及綠色等，最後病穀裂開如花，表面粉狀，稱為稻麴（圖一）。病穀粒比健全穀粒大約3~4倍，因重量增加而下垂。菌塊表面有一層薄膜，膜破裂後，露出黃綠色或黃黑色的厚膜孢子。病原菌在穀粒尚有米漿時即可發現，

成熟後將整個穀粒包住，其顏色變黑，極易脫落，越冬後繼續傳播。稻麴的分布，主要集中在中段（52.7%）及下段（34.4%），罹病穗之穗重顯著減輕。

三、病原菌概述

（一）分類地位

Mitosporic fungi 有絲分裂真菌

（二）分布

在全世界水稻栽培區均可發現，包括美國、亞洲的日本、臺灣、印尼、菲律賓、印度等國^(8,9,10,11)。

（三）寄主

主要危害水稻，但印度亦曾報導可發生於玉米上⁽¹³⁾。

（四）形態

稻麴表面附有一層黃綠色物即為病原菌之厚膜孢子，厚膜孢子為圓形或橢圓形，表面有疣狀突起呈刺球狀。發芽後，發芽管有隔膜，可生出卵形之分生孢子。

（五）診斷技術

通常在稻抽穗後1~2星期，穀穎的間隙出現青淡黃色的小形肉塊，為病原菌的菌絲塊，使內、外穎腫脹，由縫隙處露出灰





圖一：水稻稻麴病菌為害稻穗之情形。（蔡武雄）

綠色的菌塊，最後包圍穎穀外面，而呈黃、黃綠及綠色等，罹病稻穀裂開如爆玉米花，表面呈粉狀。

（六）生活史

稻麴菌在稻粒上存活，可經由育苗而感染植株，當孕穗時菌體在稻穀中生長繁殖，並裸露在稻穀之外，稻麴上的薄膜可裂開，將孢子釋放出來，經由雨水傳播至未成熟的稻穗上^(2,3)。稻穗上罹病的穀粒採收後，可經貯藏而維持活力，成為主要的初級感染源。

四、發生生態

本菌厚膜孢子在無菌水及水瓊脂中的發芽率均達90%以上，發芽率在溫度25℃最佳，其次為30℃、再次為20℃。在pH值

4~9下，厚膜孢子均可發芽，最適pH值在5~8之間。稻麴呈黃色者，厚膜孢子發芽率達93%，稻麴呈黑色者發芽率僅6%⁽³⁾。病原菌菌絲在馬鈴薯葡萄糖瓊脂培養基上生長速度緩慢，約需5週才能長滿9公分的培養皿。厚膜孢子所產生之分生孢子在水瓊脂之發芽率最高可達10%，在馬鈴薯瓊脂培養基上可達80%；分生孢子在pH6~9均可發芽，而以pH6時最適宜^(1,12)。

臺灣在第二期稻發病比第一期稻普遍而且嚴重。日本報告有5-10%之稻麴會帶有菌核，而由菌核產生之分生孢子做為第一次感染源⁽¹⁴⁾，厚膜孢子為第二次感染源，或在秧苗期以厚膜孢子接種，在抽穗期亦會產生稻麴^(1,5,6,7)。但在臺灣由田間採回之稻麴尚未看到菌核，所以，在臺灣以何種形態之病原為感染源尚不清楚。

根據1983第二期稻田調查的結果，水稻稻麴病罹病叢率達14.8%，罹病穗率達10.0%。一稻穗中稻麴數1~8個，其中以1個（64.7%）及2個（20.6%）最多。1988年第二期稻調查結果，罹病穗率最高為12.5%，最低為2.3%，每穗稻麴數最高為2.7個，最低為0.3個。

五、防治方法

- （一）選用無病原稻種，生長期中勿偏施氮肥⁽⁴⁾。
- （二）剪除病穗。



(三) 75 %四氯異苯晴可濕性粉劑500倍及58 %鋅錳減達樂可濕性粉劑400倍在抽穗期及齊穗期各施藥一次，可以減少稻麴病的危害。（未正式推薦，僅供參考用）

六、引用文獻

- 1.蔡武雄、簡錦忠、黃杉茂。1990。稻麴病發生生態與防治。中華農業研究39(2):102-112。
- 2.Ikegami, H. 1960. Infection of the false smut due to inoculation with chlamydospores and ascospores at the booting stage of rice plants. Res. Bull. Fac. Agr., Gifu Univ. 12:45-51.
- 3.Ikegami, H. 1961. Ecological observation on the occurrence of the false smut in fields. Res. Bull. Fac. Agr., Gifu Univ. 14:17-26.
- 4.Ikegami, H. 1962. Carbon and nitrogen sources of the false smut fungus. Res. Bull. Fac. Agr., Gifu Univ. 16:45-54.
- 5.Ikegami, H. 1962. Seedling inoculation with the chlamydospores of the false smut fungus. Ann. Phytopath. Soc. Japan 17:16-23.
- 6.Ikegami, H. 1963. Occurrence and development of sclerotia of the rice false smut fungus. Res. Bull. Fac. Agr., Gifu Univ. 18:47-53.
- 7.Ikegami, H. 1963. Invasion of chlamydospores and hyphae of the false smut fungus into rice plants. Res. Bull. Fac. Agr., Gifu Univ. 18:54-60.
- 8.Ou, S.H. 1985. Rice Diseases. 2nd ed. Commonwealth Mycological Institute. Kew, Surrey, England. 370p.
- 9.Pantoja, A., and Medina-Gaud, S. 1988. False smut, a new disease record from Puerto Rico's rice fields. J. Agri. Uni. Puerto Rico 72 (2): 331.
- 10.Rao, K. M. 1964. Environmental conditions and false smut incidence in rice. Indian Phytopathol. 17:110-114.
- 11.Rush, M.C., Shahjahan, A. K. M., Jones, J. P., and Groth, D. E. 2000. Outbreak of false smut of rice in Louisiana. Plant Dis. 84: 100. (Abstr.)
- 12.Singh, R. A. 1974. Meteorological factors influencing the occurrence of false smut of rice. Indian J. Agric. Sci. 44:718-721.
- 13.Sharma, H. S. S., and Verma, R. N. 1979. False smut [*Ustilagoidea virens*] of maize in India. Plant Dis. Repr. 63 (12): 996-997.
- 14.Sreeramulu, T. and Vittal, B. P. R. 1966. Periodicity in the air borne spores of the rice false smut fungus, *Ustilagoidea virens*. Trans. Br. Mycol. Soc. 49:443-449.

（作者：蔡武雄）





穀粒病害

英名：Grain diseases

一、前言

穀粒病害之稻麴病及細菌性穀枯病已有專章。此處指的是一般所稱病變米或變色米，水稻抽穗到收穫儲藏期間，受不同病原感染所引起。換言之，有本田期引起之稻穗病害，也有儲藏期間的倉儲病害。本田期稻穗病害，大多是葉部病原菌感染所致，除非長期陰雨或風害，否則其他非葉部病原引起之穀枯病機率不大。倉儲病害一般是在濕度比較高之儲存環境發生。穀粒病害之相關研究並不多，以研究穀粒上的菌相為主。

簡氏報告，稻種子病害主要是稻熱病、胡麻葉枯病、稻苗徒長病、稻麴病、褐條葉枯病及稻葉白尖病，將稻穀放置於玻璃瓶中，定期測定穀粒上之菌類，菌類密度會隨儲藏時間遞減，依測出頻率排序分別為：*Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., *Brachysporium* sp., *Fusarium* sp., *Rhizopus* sp., *Verticillium* sp., *Phoma* sp., *Mycelic sterilia*, *Alternaria* sp., *Chaetomium* sp., *Cladosporium* sp., *Epicoccum* sp., *Helminthosporium* sp., *Macrosporium* sp., *Monilia* sp., 及 *Pyricularia* sp.。簡及洪氏報告，從田間採集褐變或不

正常之稻穗，分別做表面消毒與未消毒之處理。稻穀未消毒，菌類出現頻率之順序為：*Acrocyndrium* sp., *Curvularia* sp., *Fusarium* sp.，經消毒後出現頻率之順序為：*Curvularia* sp., *Nigrospora* sp., *Brachysporium* sp.。另外，*Monilia* sp. 及 *Rhizopus* sp. 出現在未消毒處理，消毒處理後未出現。*Alternaria* sp., *Botrytis* sp., *Nakataea sigmoidea* var. *irregulare* (*Helminthosporium sigmoideum* var. *irregulare*) 和 *Chaetomium* sp. 則只出現在經消毒處理之穀粒上。其他尚有以下各菌 *Epicoccum* sp., *Aspergillus* sp., *Helminthosporium* sp., *Penicillium* sp., *Pyricularia* sp., *Sclerotium oryzae*, *Verticillium* sp.。由此可知，褐變之穀粒上之菌類多，那些菌是引起褐變之主要病原菌，未見有回接之敘述^(2,3)。

筆者（未發表）曾從褐變穀粒上分離到 *Curvularia* sp. 及 *Fusarium* sp.，以分生孢子懸浮液接種抽穗初期之稻穗，會引起稻穎褐變，並致乳熟不全而成半飽實之秕粒（圖一、二）。

國外記載，*Alternaria padwickii*, *A. alternata*, *Curvularia* sp., *Epicoccum purpurascens*,





圖一： *Curvularia* sp. 引起之穀枯。
(張義璋)

Fusarium sp., *Nigrospora oryzae*, *Septoria miyakei* 及 *S. oryzaicola* 等菌會在穀粒上產生病斑^(1,4)。

二、病徵

各種病菌引起穀粒病害之病徵，以穀粒呈現褐變為主，穀粒之空間有限，病斑

不易分辨，因此配合觀察葉片上的病害，就比較容易鑑定。

穗稻熱病由 *Pyricularia oryzae* 引起，包括穗頸、枝梗及穀粒稻熱病。穗頸稻熱病及枝梗稻熱病係危害穗梗之不同部位而訂名，被害部位最初呈現灰綠色水浸狀病斑，病斑邊緣轉為深褐色，被害部位以上的枝梗及穀粒枯死，例如穗頸稻熱病會引起全穗枯死。穀粒稻熱病初呈暗褐色圓形或橢圓形病斑，常擴大終使穀粒半面或全面病變，病斑外緣呈深褐色或暗黑色，病斑中間一般顏色呈灰色或灰褐色。

胡麻葉枯病由 *Bipolaris oryzae* 引起，穗頸或枝梗被害，形成墨綠色轉黑褐色病斑，被害部位以上之稻穗不會立即枯死。穀粒亦常被感染，初呈褐色至黑褐色小斑點，病斑擴大後成為胡麻種子大小之茶褐、暗褐色病斑，嚴重時病斑會擴展至大部份外穎。其糙米病變為銹米、死米或青米等。

褐條葉枯病由 *Cercospora janseana* 引起，被害穗軸上有細條紅褐色病斑，穗軸嚴重被害後組織變脆易斷，穀粒有細條小斑點。

細菌性穀枯病由 *Burkholderia glumae* 引起，發生在抽穗期至乳熟期，被害穀粒褐變，米粒由基部開始呈灰白色病變，病組織與健全組織常有褐色帶狀界限，被害穗的枝梗均維持綠色，病穗嚴重時呈直立



圖二：*Fusarium* sp. 引起之穀枯。
(張義璋)

狀。

稻不稔症由稻細蟊及葉鞘腐敗病菌所引起，被害穗的穀粒不稔實，穀粒、枝梗及穗軸均呈銹褐色，穗軸基部常會扭曲。

Curvularia sp.及*Fusarium* sp.引起之稻穗病害，初期很少危害穗軸及枝梗。被害穀

粒呈褐色或淡褐色病變，病斑上常有病菌之分生孢子。

三、病原菌與生態

大多數穀粒病害是由葉部病原菌感染引起，此類病菌之生物學請參相關章節。其他菌類引起之穀枯病，大多發生在稻株生育不良所併發，此類菌以腐生為主，相關研究報告不多。

四、防治方法

請參考其他章節。

五、引用文獻

1. 化學工業日報社。1983。病蟲害カウ—寫真集：稻・麥・大豆・小豆・變色米編。化學工業日報社出版。190 p。
2. 簡錦忠。1968。稻種子病害。臺灣農業 4 (1):67-75。
3. 簡錦忠、洪雲卿。1971。水稻「穗枯病症」有關菌類之檢討。臺灣農業 7 (4):85-93。
4. Ou, S. H. 1984. Rice Diseases. 2nd ed. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey England. pp.307-336.

(作者：張義璋)



稻細菌性穀枯病

病原菌學名：*Burkholderia glumae* (Kurita & Tabei) Urakami, et al.1994
(= *Pseudomonas glumae* Kurita & Tabei 1967)

英名：Bacterial grain rot

一、前言

本病首先由後藤氏於1955年秋季在日本福岡縣發現，他鏡檢病組織發現有細菌溢出物，再經分離病原接種後確定為一種新細菌性病害，並於1956年訂名為「稻穀枯性細菌病」，但未將病原菌訂名。1967年栗田及田部完成病菌生理特性試驗，認為係一新種並訂名為 *Pseudomonas glumae* Kurita et Tabei。近年Urakami等人對本菌再做生化及核酸比對，1994年報告更名為 *Burkholderia glumae* (Kurita et Tabei) Urakami, T. et al. (8,9,14,16,17)

屏東縣南州鄉於1982年第二期稻作發生嚴重穀粒病害，分離病原回接至稻穀粒上測定病原性後，確定為 *Pseudomonas glumae* 所引起之稻穀粒細菌性病害，定名為「細菌性穀枯病」。隨後本病在臺灣各地陸續發現，但各地發生面積並無正式統計報告。簡及張氏1983年在屏東地區調查第一、二期作本病於田間發生情形，發現第一期作發病較少，發病田之被害穗率僅為0.1~1.0%，而第二期作發病則頗為普遍，

幾乎每塊田皆有發生，發病田之被害穗呈零星散佈時，被害穗率約為0.1~5.0%，而每一被害稻穗之罹病穀粒為10~20粒，但少數被害穗有一半以上之穀粒枯死；如果被害穗在田間呈聚集狀分布時，每一聚集點大小約1~60叢，其被害穗率可高達30%之譜，每一被害病穗亦較為嚴重，一半以上或全穗穀粒均枯死，被害穗常呈直立狀不易彎曲^(14,15)（圖一）。

近年來，筆者觀察各地發生本病之情形，發現臺灣中南部很普遍，尤其第二期稻作，部分稻田甚為嚴重，但田與田之間發病穗率差異很大。日本報告，本病菌引起之秧苗腐敗症在日本發生甚為嚴重，臺灣則僅止於懷疑其存在，至今均未有直接證明^(3,11,12,15)。

二、病徵

本病主要發生於水稻齊穗後，乳熟期之綠色穗中。水稻抽穗後，被害穀粒外穎由底部開始病變，初呈蒼白色似失水狀萎凋，漸變為灰白色或淡黃褐至深褐色，內



外穎之先端或基部變紫褐色，護穎呈暗紫褐色，外穎上之病變部份與健全部份界線不明顯，穗軸及枝梗則健全呈綠色（圖二）。開花前被感染之罹病穀多呈不稔，開花後被感染之罹病穀內糙米由胚乳基部病變呈灰白色，或轉為黃褐色，患部與健全部界線明顯常呈深褐色帶狀，糙米終呈萎凋畸形（圖三）。一般被害稻穗之病穀粒約為10-20粒，但發病激烈之稻穗則有一半以上之穀粒枯死，被害嚴重之稻穗呈直立狀而不易彎曲。

水稻葉鞘受昆蟲刺吸或咬嚼而有傷痕時，本病菌會感染葉鞘，使被害組織首先產生水浸狀病變，隨之轉為黃褐色，再轉為中間灰褐色外緣深褐色之病斑，病斑會蔓延至整個葉鞘（圖四）。不過，在田間很少見到葉鞘被本病危害。水稻孕穗初、中期時，劍葉葉鞘被感染，將同時危害稻穗，導致全穗穀粒枯萎或抽穗不良。稻細菌性穀枯病發病田，水稻葉舌亦常被本病菌危害而病變，只是在田間並不易察覺劍葉葉舌是否有被害，劍葉葉舌被害時，病菌在該處繁殖，常為感染稻穗之感染源，尤其陰雨天為甚。

本病之病菌藉稻種傳播時，可於育苗箱中引起秧苗腐敗症。病菌感染秧苗後致使秧苗子葉褐色病變，並停止生長或緩慢生長而逐漸萎凋。後期發病者均由心葉基部腐敗枯萎，根部亦隨之腐敗，病苗終至

死亡。

三、病原菌概述

（一）分類地位

Bacteria

Proteobacteria

β -proteobacteria

Burkholderiales

Burkholderiaceae

Burkholderia

（二）分布

本病目前只有在亞洲地區有報告，其他地區尚未有正式記載。

（三）寄主

水稻。

（四）形態

本病菌革蘭氏陰性反應，桿狀、鞭毛單極生， $0.5-1.0 \times 1.5-3.0\mu\text{m}$ ，好氣性，在營養汁瓊脂(Nutrient agar)上培養時呈白色稠狀菌落、產生白色至淡黃綠色素，但不產生螢光色素，可液化白明膠，在 TTC (Triphenyl tetrazolium chloride) 培養基上之菌落中間粉紅外緣白色⁽¹⁴⁾。

（五）診斷技術

本病與真菌引起之穀枯病主要不同點在於：

1. 本病在病穀外穎上之病徵，常由基部開始，即從與護穎交界處開始病變，患病部位與健全部位界線不明顯。真菌引起





之病穀，病斑位置不定，病害部位與健全部位界線一般較明顯。

2. 本病之病穗其穗軸及枝梗均呈綠色，真菌引起者其穗軸及枝梗常同時受害而褐變甚至枯死。
3. 本病之病穀其糙米上病斑由胚乳基部開始呈現灰白色病變，並與健全部有明顯界線，真菌引起之病穀其糙米大部分由頂端柱頭開始病變，只有少數由胚乳基部開始。
4. 田間常同時存在二種病害，要判斷主要病害必須從整穗病穀全體比較，才容易區別。

(六) 生活史

本病菌可經由稻種傳播，稻種發芽後存活在稻株表面，分蘗後期可達葉舌部位，大量增殖族群，稻抽穗時病菌感染幼穗致病。

四、發生生態

稻細菌性穀枯病生態之研究，日本報告較多，綜合各方面結果，得知本病之發病溫度在 24°C - 35°C 之間，以 30°C - 35°C 最適合發病。抽穗前後氣候，日最低溫度在 22°C - 23°C 以上，則細菌性穀枯病亦隨之增加^(1,2,4,5,7,10,13)。稻抽穗前後下雨有助本病之發生，下雨時間及頻度比雨量之影響為大。臺灣第一期稻作抽穗期，雖然濕度夠高，但大部份地區之溫度皆不夠高，尤其日最



圖一：稻細菌性穀枯病之病穗直立。
(張義璋)

低溫度（夜溫）太低，故本病發生較少。中南部第二期稻作之抽穗期氣候，很符合上述高溫多濕之條件，因而本病發生較普遍；北部地區稻抽穗期，較少同時高溫高濕，下雨時有降溫現象，重露高濕亦發生於日夜溫差大之時候，因而本病甚少發生。





圖二：稻細菌性穀枯病之病穀基部先病變。（張義璋）

水稻孕穗後期，將病原細菌懸浮液注射進入劍葉葉鞘內側，使直接與幼穗接觸，待懸浮液自葉鞘上端處溢出為止，結果其葉鞘從針刺處開始病變，初呈黃褐水浸狀後轉為深褐色，葉鞘組織最後乾枯壞死，幼穗亦皆被感染，大部份抽穗不良，稻穗抽出後亦無法開花授粉，所有病穀皆成空粒之秕。由此證明，有傷痕情況下，本病菌亦可危害葉鞘組織。水稻孕穗後期



圖三：稻細菌性穀枯病之穀粒及糙米病徵。（張義璋）

及抽穗期以噴霧法接種病菌懸浮液，葉鞘都未見有病變之現象，因此證明無傷痕下，本病菌不會感染稻葉鞘。稻穗則均表現激烈發病，並以孕穗後期至抽穗後4日期間呈極感病反應，稻穗之大部份穀粒成空秕，穗梗直立不易彎曲⁽¹⁵⁾。

本病之傳播途徑，一般認為以稻種傳播為主，甚少經由土壤傳播。稻種帶穀枯病原細菌，在苗期會引起苗腐敗枯死。稻





圖四：穀枯病原細菌會感染有傷口之葉鞘(右)，對照其他細菌未病變(左)。(張義璋)

種經次氯酸鈉溶液消毒後，再人工接種稻細菌性穀枯病原細菌，可得嚴重之苗腐敗症，但其發病程度受土壤中之微生物相影響甚大，未滅菌土壤或添加腐生菌則發生輕微或不發病。穀枯病原細菌引起之苗腐敗病，在日本甚為普遍而且嚴重，臺灣並不嚴重，可能與微生物相有關^(4,5)。

五、防治方法

日本曾以70℃乾熱消毒乾稻穀 4至10日⁽⁵⁾。筆者以同法測試，發現雖可將病原菌殺死，但對稻穀發芽常有不良影響，因此不宜貿然使用。本病目前尚無強抗病品種，可供栽培^(6,15)。藥劑防治請參考植物保護手冊，另外，施藥防治白葉枯病時，對本病亦有防治效果。栽培管理請參考紋枯病防治方法之耕種栽培管理部分。

六、引用文獻

1. 十河和博、都崎芳久。1978。イネもみ枯細菌病の發病と減收量との關係(講要)。日植病報 44(3)：383-384。
2. 五十川是治。1986。稻もみ枯細菌病の感染條件と發病度、收量との關係。今月の農業 30(7)：97-101。
3. 吉村大三郎、植松勉。1977。もみ枯細菌病菌によるイネ苗腐敗症について(講要)。日植病報 43(1)：116。
4. 茂木靜夫、對馬誠也。1984。最近のイネもみ枯細菌病多發生とその生態。pp.47-53。昭和59年度九州農試年報。
5. 茂木靜夫。1984。イネもみ枯細菌病に發生生態と防除(2)。農及園 59(6)：782-788。
6. 茂木靜夫。1984。イネもみ枯細菌病に對する品種耐病性(1)。農業技術 39(12)：537-542。



7. 茂木靜夫。1985。イネもみ枯細菌病の全國發生概況。農業技術 40(5)：198-202。
8. 栗田年代、田部井英夫。1967。イネもみ枯細菌病の病原細菌について（講要）。日植病報 33(2)：111。
9. 後藤和夫、大 貫一。1958。稻もみ枯性細菌病。日植病報 23(3)：155。
10. 後藤孝雄。1983。イネもみ枯細菌病の發生生態と研究の現状。植物防疫 37(9)：395-399。
11. 植松勉、吉村大三郎、西山幸司、茨木忠雄、藤井漣。1976。育苗箱のイネ幼苗に腐敗症をおこす病原細菌について。日植病報 42(4)：464-471。
12. 遠藤頼嗣。1982。中苗育苗におけるもみ枯細菌病菌による苗腐敗症の發生について。今月の農薬 26(4)：25-30。
13. 對馬誠也、茂木靜夫、齊藤初雄 1985。イネもみ枯細菌病の發病に及ぼす接種溫度、接種濃度および濕室保持時間の影響。九州病蟲研究會報 31：11-12。
14. 簡錦忠、張義璋、廖英明、歐世璜。1983。臺灣水稻新病害－稻細菌性穀枯病。中華農業研究 32(4)：360-366。
15. 簡錦忠、張義璋。1987。水稻不同齡期及品種對稻細菌性穀枯病菌之感病性。中華農業研究 36(3)：302-310。
16. Cottyn, B., Cerez, M.T., Outryve, M.F., van. Barroga, J., Swings, J., and Mew, T.W. 1996. Bacterial diseases of rice. I. Pathogenic bacteria associated with sheath rot complex and grain discoloration of rice in the Philippines. Plant Disease. 80：429-436.
17. Urakami, T., Ito-Yoshida, C., Araki, H., Kijima, T., Suzuki, K.I., and Komagata, K. 1994. Transfer of *Pseudomonas plantarii* and *Pseudomonas glumae* to *Burkholderia* as *Burkholderia* spp. and description of *Burkholderia vandii* sp. nov. International Journal of Systematic Bacteriology. 44(2)：235-245.

（作者：張義璋）





水稻白葉枯病

病原菌學名：*Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* (Ishiyama) Swings et al. 1990

Xanthomonas campestris pv. *oryzae* (Ishiyama) Dye 1978

英名：Bacterial leaf blight of rice

一、前言

水稻白葉枯病由 *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae* (Ishiyama) Dye 引起，1951年橋岡在日本所做簡單報導，為此病在臺灣發生最早正式紀錄⁽¹⁰⁾，事實上早在1944年出版之臺灣農家便覽第六版第十一章農作物病害，就列有此病名，當時發生輕微，在田間不容易找到病株，一直到1960年推廣臺中在來一號，以及利用此品種作親本育成耐高氮肥，不易倒伏品種後，白葉枯病才逐漸變成為臺灣水稻重要病害。1974年更因推廣嘉農秈十一號和嘉農秈八號^(11, 16)，而使臺灣從未發生的急性萎凋型（Kresek）病徵首次在田間出現，這兩個品種停止栽培後，田間急性萎凋型病徵也隨著消失了。

1985年水稻白葉枯病突然在第二期稻大發生，受害面積不但高達42,845公頃，平均罹病莖數率為26%，而且發生地區遍及全臺各地，從此水稻白葉枯病年年都嚴重發生，1989年第一期稻受害面積更達13,355公頃，同年第二期稻受害面積高達45,017公頃創臺灣最高受害面積紀錄，1991年由於

雨水較少，受害面積略為下降，但1992年第一期稻由於經常下雨，受害面積創第一期稻最高紀錄達15,465公頃（表一）。

白葉枯病對產量有很大影響，在日本有全產量減少10%之紀錄⁽²⁸⁾，在印度感病品種減產可達50%，而菲律賓嚴重受害區可達30%之損失率，本病不只影響稻穀產量，亦影響稻米品質，使被害株不飽滿穀粒增加⁽²⁵⁾。

這些年來水稻白葉枯病的嚴重大發生，到底是什麼原因造成，目前臺灣栽培之水稻品種，大都數對白葉枯病沒有抗病基因。過去水稻育種之目標偏重在高產量及良好品質，抗稻熱病及飛蟲之育種，但對白葉枯病只做事後之檢定工作，而很少利用具有抗白葉枯病基因品種做親本，而以抗白葉枯病為主要育種目標⁽¹²⁾。

二、病徵

水稻白葉枯病為一種系統性病害，主要危害葉片、葉鞘，偶爾到達穗部。侵入途徑為傷口或自然開口，侵入後病原細菌





圖一：田間水稻白葉枯病嚴重產生之情形，此為感病秈稻品種，葉尖大部分受害都變成灰白色。（謝式垵鈺）



圖二：急性萎凋型病徵(kresek)，有些病株已枯死，此圖為民國六十三年在嘉義縣第二期稻水稻栽培嘉農秈8號所拍。（謝式垵鈺）

經細胞間隙進入維管束中繁殖及擴散，故又稱維管束病害（vascular disease）。其病徵有三種型態，典型葉枯病徵（leaf blight）（圖一）、急性萎凋型病徵（Kresek）（圖二）和淡黃化型病徵（pale yellow）（圖三、四）。病害在田間通常發生於分蘖盛期之後，有時則在苗期就可發現病徵，主要在葉片或葉鞘，偶爾可在穀粒上出現⁽³⁶⁾。

（一）幼苗期病徵：最初水浸狀小斑點在下位葉葉緣出現，高溫時斑點上出現菌泥，

斑點後來延長，而漸變成黃色，病葉最後枯萎而很難和自然老化枯葉分辨^(8, 28)，在熱帶地區幼苗可能經由葉片或根部之傷口或水孔侵入而成系統性感染。病菌在幼苗內繁殖迅速，而很快侵入維管束而造成幼苗之死亡。

（二）本田期之病徵：本田最初出現病徵在插秧後 3~4 星期，而以分蘖盛期後出現較多，常在葉緣離葉尖 5-6 公分處出現水浸狀小斑⁽²⁶⁾，然後逐漸延長而變成黃或



枯黃色，而在健全或病斑之間有一狹小水浸狀帶，這些病斑通常沿一邊或兩邊葉緣，並向中肋擴大（圖五），最後可能到達葉鞘，黃色病斑最後變成白或灰白色，而在高溫狀態下易被腐生真菌所佔據，並出現很多大小不一黑斑，並有菌泥由病斑上溢出，菌泥乾燥呈黃色小球型，直徑約1.22公釐，很容易由病斑上脫落（圖六）。

在最適當發病條件下，看不到上述病徵，水浸狀和暗綠色病斑出現不久，罹病葉片即向內捲，病斑很快向下延伸，而上端葉片被害部份萎凋並成灰白色，有黏狀菌泥溢出，稱為急性型病徵，常在高氮肥地區及感病水稻上出現⁽⁶⁾。葉鞘上病徵主要由葉片往下延伸，最初呈黃綠或灰綠色條斑，再轉變成黃白色，在嚴重感染株整個葉鞘都褪色，枯萎，病株之根系發育不良，植株矮小，稔實率很低。

(三)急性萎凋型（Kressek）病徵：最初記錄在印尼有此病徵型之發生⁽⁶²⁾，受感染之幼苗外葉捲起，萎凋並成灰綠到淡褐或灰褐色，植株很明顯矮小，並呈冠腐，用手壓擠可感覺到充滿黏性黃色細菌，病株有的整株由地際處斷開，而飄浮在水面，此型病徵偶而出現在成株上，大都在孕穗或開花期，數條大白色斑紋出現在劍葉，往下延伸至葉鞘，幼穗萎凋

成白色，最後整株水稻枯死⁽⁹⁾。急性萎凋型病徵在臺灣於1974年推廣嘉農秈8號和嘉農秈11號兩品種後在南部地區第二期大發生，停止栽培這兩品種後，田間再也沒有出現此型病徵⁽¹⁶⁾。

(四)淡黃化型病徵（pale yellow）：此種病徵出現在最幼小的葉片上，為淡黃色或白色，然後變成黃褐色，最後萎凋。在菲律賓可見此病徵，徵狀和缺鐵類似。臺灣在1997年由作者在中部地區第二期



圖三：八十九年第二期稻在彰化縣大村鄉所看到的淡黃化型病徵(pale yellow)大發生情形。（謝式垵鈺）



稻首次發現此型病徵，2000年第一期稻在宜蘭地區也發現此型病徵，第二期稻在中部地區則普遍發生。

三、病原菌概述

(一) 分類地位

Bacteria

Proteobacteria

r-proteobacteria

Xanthomonadales

Xanthomonadaceae

Xanthomonas

(二) 分布

水稻白葉枯病最早在1884年發生於日本之福岡⁽³⁶⁾，之後陸續發生於亞洲各國包括韓國、菲律賓⁽⁹⁾、尼泊爾、高棉、孟加拉、寮國、印尼、泰國、印度、馬來西亞⁽²⁸⁾、中國大陸⁽⁵⁾、錫蘭、越南、緬甸、巴基斯坦，澳洲和南美洲地區的尼加拉瓜、墨西哥、厄瓜多爾、宏都拉斯、巴拿馬、哥倫比亞、哥斯大黎加、玻利維亞、委內瑞拉和薩爾瓦多以及非洲地區之馬利、奈及爾、塞內加爾和多哥蘭等。在臺灣所有水稻栽培區皆可以發現。

(三) 寄主

自然寄主除水稻外，尚有 *Leersia oryzoidea*，*Leersia oryzoidea* var. *japonica* Hack，*Leersia sayanuka*，茭白 (*Zizania latifolia* Turez)^(5, 37)，香附子，球花蒿草，李氏



圖四：淡黃化型病徵葉片。
(謝式垵鈺)

禾，游草(*Leersia hexandra* Swartz)，以及下列野生稻 *Oryza australiensis*，*O. coarctata*，*O. jeyporensis*，*O. malampuzhensis*，*O. officinalis*，*O. penennis* 和 *O. rufipogon*。

人工接種則下列雜草或野生稻會產生病斑，柳葉箬 (*Isachne globosa* Kuntze)，假稻 (*Leersia japonica* Mukino)，皺稈雀稗 (*Paspalum scrobiculatum*)，*Phalaris arundinacea* L，蘆茅 (*Phragmites communis*





圖五：典型白葉枯病初期發生情形，沿著葉緣產生不規則波浪狀長條病徵。（謝式垵鈺）

Trinius)，千金子，𦵏茅，*L. liliformia*，𦵏子草（*L. panicea*），*Zizania aquatica*。野生稻有 *Oryza fatua*，*O. barthii*，*O. brachyantha*，*O. eichingeri*，*O. grandiglumis*，*O. granulata*，*O. latifolia*，*O. longiglumis*，*O. minuta*，*O. perrieri*，*O. punctata*，*O. ridleyi*，*O. sativa* var. *fatua*，*O. schweinfurthiana*，*O. subulata*。

（四）形態

石山（1922）最早用顯微鏡觀察白葉枯病菌，為短桿菌，兩端鈍圓， $0.8\sim 1.0\times 1.0\sim 2.0\mu\text{m}$ ，一條極生鞭毛長 $6\sim 8\mu\text{m}$ ，Gram

陰性，不會產生孢子。Yoshimura and Tahara⁽⁴²⁾ 利用電子顯微鏡觀察培養基上之大小為 $0.55\sim 0.75\times 1.35\sim 2.17\mu\text{m}$ ，比在寄主內 $0.45\sim 0.60\times 0.65\sim 1.40\mu\text{m}$ 大，鞭毛直徑 $0.03\mu\text{m}$ ，最長可達 $8.75\mu\text{m}$ 。

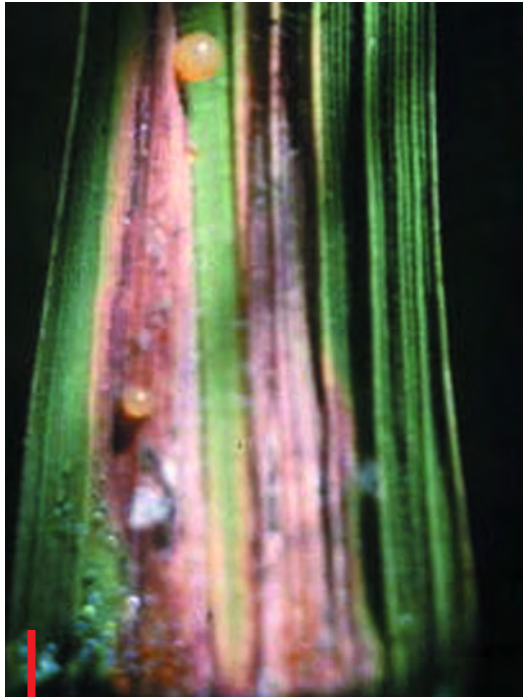
（五）診斷技術

1. 田間簡易診斷法：

- (1) 把疑似病葉剪約10公分，葉基部浸入水中，如有長條菌泥由葉片切口流出即表示感染有白葉枯病菌（圖七）。
- (2) 把疑似病葉由田間採集後馬上插入含0.1%番紅溶液，經數小時後如整葉被染成紅色即表示沒有罹患白葉枯病，患有白葉枯病者則葉緣有不被染色之條狀斑，且內緣呈波浪狀。

2. 病原菌之生理生化特性、脂肪酸分析、噬菌體專一性測定、多元及單元抗體之免疫測試及發展半選擇性培養基等方法進行菌系分析鑑定與抗病性基因研究，但此等方法較為費時、費力或靈敏度不足。

3. 近年來由於分子生物技術發展迅速，如核酸探針在植物病原之偵測應用⁽⁴⁾、限制輿圖多形性分析（RFLP）、聚合酵素連鎖反應（PCR）^(1, 32)及隨機增幅核酸多形性分析（RAPD）⁽³⁾，為水稻白葉枯病之病理研究提供一條嶄新的方向及有利的工具。自1990年RAPD技術發展以後^(73, 40)，為核酸分析技術提供了一更方便而有



圖六：在田間相對濕度高時白葉枯病葉上常可以看到黃色球形菌泥由病葉裂縫溢出，此菌泥常為風雨或人工巡田時在稻株間走動時的傳播源。（謝式垵鈺）

效之利器。RAPD-PCR 分析除可區分菌株、菌系 (strain)、種內之不同生理小種 (race) 及不同物種 (species) 外，亦可應用於遺傳演化上之研究。而將 RAPD 分析所得之專一性核酸片段，進行選殖與核苷酸定序，由此序列衍生設計出專一性的引子對 (sequence-specific

primers)，再利用 PCR 技術，增幅出的特定核酸片段，可作為偵測或鑑定特定病原菌之標幟。另外，亦可將上述之分析技術，直接進行植物組織或其他田間樣本偵測，不但可由電泳膠體上觀察是否有專一性核酸片段增幅產生，並可用核酸探針雜合的方法予以進一步確認，而達到快速偵測診斷病原菌之目的。

4. RAPD (隨機增幅核酸多型性分析)：先選取多個隨機引子 (random primers)，利用隨機增幅核酸多型性分析以篩選水稻白葉枯病菌之專一性核酸片段。在選取的引子中以 OPB-11 (5' GTAGACCCGT 3') 自測試之白葉枯病菌株增幅得一約 500 bp 專一性核酸片段。將此片段進行選殖並經非放射性標幟後製備為核酸探針 Xo69-1，以進行南方漬染分析。結果 Xo69-1 皆可與 Xo 供試菌株產生專一性核酸雜合訊號，而與其它對照菌株則無此訊號產生。再將此 500 bp 專一性核酸片段進行核苷酸定序，並由此序列設計出正向引子 Xf69-1 (5' TCAAACGCCTGTCCACCATCAA-GA3') 及反向引子 Xr69-2 (5' GGGT-GACGCGCCGACTTGAA 3')，這對引子可用於聚合酵素連鎖反應。

5. PCR (聚合酵素連鎖反應)：利用引子對 Xf69-1 /Xr69-2 以 PCR 技術偵測水稻白葉枯病菌，可由供試之 Xo 菌株增幅得一





367 bp 專一性核酸片段，而與非 *Xoo* 對照之菌株，則無此訊號產生。將此專一性引子對 Xf69-1/Xr69-2，利用 PCR 技術偵測 *Xoo* 基因體核酸時，其靈敏度可達 500 pg。

6. Bio-PCR 及 Bio-RAPD: 由 RAPD 實驗步驟簡化改進後發展而來的 Bio-RAPD 分析技術，在不需抽取病原菌全量 DNA 之簡易條件下，先將病原菌液煮沸，再經離心後直接吸取上面澄清液，內含有病原菌之 DNA 即可作為模板 (template)，以進行增幅作用。將田間採集之稻葉，先以 70% 入不同比例之蔗渣粉末和木屑粉末 30 克，加 90 毫升 CHB，經滅菌 121°C 40min 後接種 1 毫升病原細菌懸浮液，濃度約為 10^8 cfu/ml，每日定時翻動，並把結塊搓揉開，經照光培養 7 天後取出部位樣品酒精表面消毒，剪成小塊狀再浸於 2 毫升無菌水中約 15~20 分鐘後，所製備成之菌液即可進行 Bio-RAPD 分析。另外以 Bio-PCR 偵測 *Xoo* 菌液時，則靈敏度可達 10 cfu；在加入一些干擾因子如田間土壤，再經低速離心後吸取菌液，通過 $0.45 \mu\text{m}$ 濾膜，再將濾膜上之菌體收集並以無菌水懸浮後進行 Bio-PCR 測試，其靈敏度可達 10-100 cfu。Bio-PCR 技術，目前已實際應用於田間偵測。在疑有 *Xoo* 感染之田間，採取罹病稻葉及田水，經無菌水浸泡和初步過濾、離心後進行

Bio-PCR 分析，結果皆可偵測出水稻白葉枯病菌的存在。

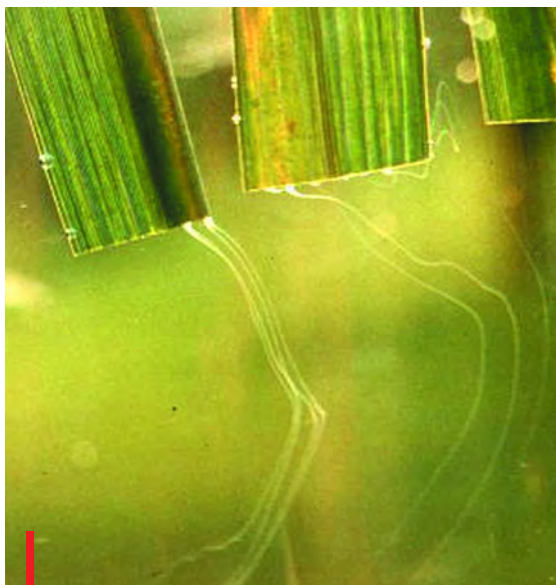
(六) 生活史

病菌能在多種雜草、稻樁或堆積稻草上越冬，第二年雨水濺打越冬場所而把病菌導入灌溉水，形成第一次感染源。病菌可由水孔、傷口侵入水稻，並在稻體內繁殖，一直到分蘗盛期，病葉和鄰近健葉由風吹摸擦而傳播，形成病害之小焦點 (Foci)，如遇大風雨吹打，則病菌可隨小雨滴濺飛擴散，並可以到達很遠地方而造成流行性病害。

(七) 稻白葉枯病菌噬菌體 (Phage)：

稻白葉枯病菌噬菌體為少數植物病原細菌噬菌體研究較多者，此噬菌體最早 (1953) 在日本報告⁽⁴¹⁾，並用來分類病菌系統、病原細菌之定量與病害之預測。在臺灣郭等在中央研究院自 1967 年起調查噬菌體種類，並用做區別病菌系統之依據，其用噬菌體來區分類病菌系統與致病性無關⁽²³⁾，並詳細敘述其中四種噬菌體 Xp10, Xp12, Xp20⁽³⁰⁾ 和 Xf⁽¹⁹⁾ 之特性，前三者為蝌蚪形，含雙條之 DNA，其中 Xp12 之 DNA 鹽基中 Cytosine 全部由 5-methylcytosine 替代⁽²¹⁾。Xf 為長桿形，單條 DNA，利用這些噬菌體，他們陸續發表很多有關分子生物學方面的報告，包括 Xp12 如何利用酵素 Deoxycytidylate methyltransferase 把 deoxycytidylic acid 轉變成 5 methyl-deoxycytidylic





圖七：最簡易田間鑑定方法是把病葉基部浸入清水中，2~3分鐘可看到菌泥由病斑切口流出成條狀，此為菌流(streaming)。(謝式垠鈺)

acid⁽²²⁾，Xp12對成長在缺鈣離子之白葉枯病菌不能完成有效侵入。低濃度檸檬酸鈉0.003M處理Xp12造成其頭與尾斷裂，檸檬酸鈉可能和帶正電的金屬反應，而減弱或破壞蛋白質和正離子間的連結，而導致頭與尾分開⁽¹⁸⁾。對Xf之研究他們分析其鞘蛋白之氨基酸成份來決定其分子量，而發現其所含拒水性氨基酸比他型噬菌體高，他們推測這是對氯仿和乙醚較敏感之原因。

最近他們進一步研究白葉枯病菌之

RNA複製酵素(polymerase)發現共具有B'B, σ 和 k 次單位(subunit)在Xp 10 侵入繁殖過程所扮演之角色。利用Xp10他們發現，Xp10 進入寄主時，其早期之基因組(Genome)是由和 Xp10-coded RNA複製酵素來做轉錄。

四、病原細菌生態

稻白葉枯病發生於溫帶、亞熱帶及熱帶。在溫帶地區如日本，病害只發生在高溫季節⁽³⁶⁾，溫度25~30℃，病害發生嚴重，17℃則很少發生。熱帶地區則整年皆可發生，高溫多雨⁽³³⁾可增加病害嚴重性，特別如雨水淹沒稻田後發生更為嚴重⁽⁷⁾；分蘖盛期如遇颱風挾帶高雨量則常常造成流行病害⁽⁸⁾，高溫和濕潤有利病菌由病組織內溢出，而高雨量及強風有助病菌之傳播並造成傷口供病菌侵入。株距太狹有利水稻生長早期病害之發生，而對後期之影響不大；使用高氮肥降低水稻對病害之抵抗性^(10, 36)。

水稻白葉枯病菌如同其他 *Xanthomonas* 屬病原細菌在土壤中存活不長，石山早期報告，最長可存活四個月⁽³⁴⁾；後來的報告皆認為只能存活一~二個月^(17, 26)，事實上在土壤內之存活受土壤含水量及溫度之影響，淹水土中在溫度 30，20，10 及 1~4℃ 分別可存活 4，32，80 和 92 天，而在含水 20% 土壤中溫度 30℃、20℃、10℃ 及 1~4℃



則可分別存活8、32、120和160天⁽¹⁴⁾。

病原菌可在稻穗內越冬而成為下一季稻之最初感染源⁽⁴¹⁾，也可能長年存在於一些草類上，而把病原菌釋放到灌溉水做為第一次感染源⁽³⁸⁾。

種子傳播一直是一個爭論問題，日本在1955年利用噬菌體間接偵測到種子內含有病菌，而發現只存在外殼內^(26, 35, 37, 42)，利用同樣技術在印度也發現病菌在稻穀及胚乳上，嚴重被害株之種子帶菌率可達100%。利用抗鏈黴素突變株，謝等首先由種子分離到病菌⁽¹⁵⁾，病菌主要存在於稻穀及胚芽上，胚乳則沒有病菌，利用帶菌種子播種至今尚沒有人能觀察到產生病株。

五、病害預測

病害預測為病害防治之主要一環，若能在病害發生前即施行保護或防治措施，不但可降低感染源，更能有效降低病勢之發展，在流行病學之觀點，首要注意的是氣候條件及環境因子。Aoyagi et al.⁽²⁾認為秧苗是否發病非常重要，而病害調查之週期及抗性品種在田間發病與否，皆可作為指標，因此可選適當地點設置預測田，種植不同抗性品種，多施氮肥誘導發病，預測病害發生之早晚、嚴重程度以作為該地區之病害發生情形參考。日本在早期曾用雨量、光線、溫度、颱風次數和嚴重性等氣象因子來預測白葉枯病發生，在水稻

生育中後期，由颱風發生之次數可正確預估病害之發生，而七至八月之降雨量及光線亦與病害發生具相關性，夏天若溫度低或九月時高雨量所帶來低溫，會降低病害之發生，但這些結果因地區而異，有時並非十分準確。在印度，Mohiuddin et al.⁽²⁷⁾指出於八至十月間雨天超過27天，總雨量20公釐以上，會發生急性萎凋型病徵，若下雨天數及雨量稍低些，則會發生白葉枯病。急性萎凋型病徵之發生最適溫為28~34℃，低於16℃則不發生，一般溫度愈高愈有利白葉枯病之發生，因此熱帶地區之發病率比溫帶地區嚴重。另外在日本也曾利用偵測秧田、本田及灌溉水中之噬菌體含量來預測白葉枯病之發生，秧田若測不到噬菌體則本田發生白葉枯病之機率很低；本田噬菌體若含量高，則病害發生會較早且嚴重，灌溉水中噬菌體含量在出水口量高於入水口，因此應由出水口處取樣；而利用秧田水中噬菌體量來預測本田病害發生有其可行性，但受本田灌水及颱風影響很大。除日本外，韓國、泰國及斯里蘭卡亦有應用噬菌體來預測白葉枯病發生之報告，在苗期當秧田灌溉水中噬菌體族群達100 pfu/ml，則秧苗會被白葉枯病菌感染，正常情況下灌溉水中噬菌體含量低於30pfu/ml，則秧苗不會感染白葉枯病。

(一) 由自然感染預測

在日本秧苗田的感染情形可以預測以





表一、1982-1991 年臺灣水稻白葉枯病發生面積（公頃，前臺灣省政府農林廳資料）

Table 1. Prevalence of rice bacterial blight in Taiwan from 1982-1991 (ha)

年份 Year	第一期稻 1st crop	第二期稻 2nd crop	年份 Year	第一期稻 1st crop	第二期稻 2nd crop
1982	4535	17321	1987	6390	21157
1983	7093	15229	1988	5327	24421
1984	1691	15891	1989	13355	45019
1985	4560	43486	1990	10232	33486
1986	4925	24489	1991	3044	11329

後本田的病害狀況，插秧前在秧田灌溉水口、排水口附近以及秧田中央調查 15cm² 範圍內秧苗感染白葉枯病菌情形。秧苗期白葉枯病發生越早及嚴重，本田期也越早發生。在本田則在病害常發地區設置預測田，內栽種數種不同抵抗性品種，品種的選擇是依不同地區種植情形而定，並應考慮成熟期之早晚。預測田施用高量氮肥，並定期在葉片製造傷口，誘導病害發生，定期調查預測田病害發生情形；若預測田病害發生較早，再依預測田病害發生的程度來預測附近稻田可能發生的程度。另外在常發生地區對中間寄主 *Leersia sayanuka* 做定期的調查，此種雜草通常發生白葉枯病比水稻早，如 *Leersia sayanuka* 發生嚴重白葉枯病時，水稻就很可能嚴重發生⁽²⁶⁾。

（二）由氣象因子預測病害

淹洪水、雨量、下雨天數、光照、氣溫和颱風影響病害之發生程度，在日本佐賀縣農業試驗所發現，病害發生程度和發生面積與本田初期之雨量和下雨天數有很高之正相關，由此而提出預測方程式⁽³⁵⁾。

（三）由病害數量預測病害

由於白葉枯病菌可以在常發病地區於發病前的健全水稻植株偵測到，在日本就利用此現象在未發病時偵測病菌的數量作為預測基礎。偵測方法為：從分蘖期至幼穗形成期，由田間採集抗病和感病品種之上、中和下位葉，十至二十片二次，葉片經水洗所得水用離心方式濃縮病菌，再利用多針接種法接種到感病品種上，由感染率推估病菌在田間可能之數量⁽²⁵⁾，但利用水洗葉片方法所得病菌含有很多腐生菌，



表二、水稻白葉枯病防治藥劑

Table 2. Chemicals used to control rice bacterial blight

藥劑名稱	每公頃 每次施 藥量	稀釋倍 數(倍)	施 藥 方 法	注 意 事 項
10%Techlof thalam	12公斤	1,000	發病初期開始施 藥，以後每隔十天 施藥一次，連續三 次。	1.本藥劑試驗時加 展著劑出來通CS -73,000倍。 2.收割前15天停止 用藥。
6%撲殺熱粒劑 (Porbenazole)	30公斤		幼穗形成期前施 藥一次	施藥時稻田內應 保持水深3-5公 分，維持4-5天

特別是 *Erwinia herbicola*，接種源有過多的腐生菌會影響病菌的感染與病勢的進展，因而低估病菌的數量⁽¹⁵⁾。如能利用噬菌體間接的推估或利用更精準的DNA探針，則可得到更精確的預測，臺灣在此方面的研究有不錯的結果。

(四) 由噬菌體數量預測病害

噬菌體可用來鑑定和偵測病原菌，做病原菌系統分類，亦可利用秧田和本田中灌溉水之噬菌體含量來預測白葉枯病之發生。噬菌體數量的增加比病害的發生早，利用此原理來預測病害的發生，最早為日本，後來在其他國家也陸續採用，如韓

國、泰國及斯里蘭卡⁽⁴⁰⁾。

噬菌體的測定方法為由秧田或本田採集灌溉水，由於噬菌體在田間分布很不均勻，灌溉水應從多點採集再混合測定。首先將田水經二層紗布過濾，視澄清與否，再決定是否離心去除雜物及雜菌等，再用0.22 μ m之過濾膜過濾。將過濾液經系列稀釋後，每毫升稀釋液加入2毫升病菌約含10⁸cfu/ml，所用病菌菌株對噬菌體必須有很廣的敏感性，充分混合後加入5~6毫升Wakimoto半合成培養基或其他適合病菌生長之培養基，再倒入平板，在20~25℃經15小時後計算溶菌斑數⁽³⁵⁾。



秧田水中噬菌體數量一般都很低，通常低於30/毫升，若測不到噬菌體則本田發生白葉枯病之機率很低，當噬菌體數量超過100/毫升時，秧苗開始發病，若秧田後期偵測到更多的噬菌體，則可預測在分蘗初期病害會大發生⁽³⁷⁾。

剛插秧時，田間噬菌體含量一般很低，本田噬菌體含量愈高，則病害發生會較早且嚴重，如噬菌體偵測數量到達200/毫升，病害應已發生，假如噬菌體超過100/毫升，則可預測病害在10~14天內發生。在分蘗中期如噬菌體量<100/毫升則發病程度輕微；>500/毫升為中度；>5000/毫升則為嚴重。在分蘗盛期如噬菌體量<50/毫升則發病程度為輕微；>100/毫升為中度；>1000/毫升則為嚴重。如噬菌體經常維持在>1000/毫升，則病害已在當地廣泛建立，如噬菌體在很大範圍達1000-2000/毫升，則可預測病害將大發生⁽²⁶⁾。秧田水中噬菌體量>500/毫升，可預測本田將發生急性萎凋病徵⁽⁴⁰⁾。

噬菌體在灌溉水中之數量受很多因子之影響，如灌溉水之深度、雨水、溫度、濕度、採集的時間。灌溉水中噬菌體含量在出水口量高於入水口，因此應由出水口處取樣⁽³⁵⁾。

六、防治方法

(一) 避免種植感病品種，秈稻較易感染本

病，常發病地區及風大之地區，應避免種植秈稻。事實上臺灣目前推廣之品種很少有抵抗白葉枯病者，今後水稻育種應有計劃性地把已鑑定出之抗病基因導入，以便用於常發病地區之種植。自1967年開始水稻抗白葉枯病之基因有二十多個已被証實，即Xa-1、Xa-2、Xa-3、Xa-4、xa-5、Xa-6、Xa-7、Xa-8、Xa-9、Xa-10、Xa-11、Xa-12、Xa-13、Xa-14、Xa-16、Xa-17、Xa-18、Xa-19、Xa-20、Xa-21和xa-nm^(29, 30)，其中Xa-3、Xa-6和xa-9三個基因於成株才表現，而Ogawa等⁽²⁹⁾認為此三個基因應屬於同一個。xa-5、xa-8、xa-9、xa-13、xa-19、xa-20和xa-nm屬於隱性基因，這些隱性基因後三個為誘變所獲得。而適合臺灣之抗病基因有Xa-4、xa-5和X-7三種，目前臺灣存在之病菌都無法侵害具有這三種基因之水稻，有些菌株對具有Xa-1、Xa-2、Xa-3、Xa-Kg、Xa-10或Xa-11水稻可造成中度以上之感病性，比較不適合作為育種之親本⁽¹²⁾。

(二) 病菌大都由傷口侵入，儘量採用直播，或用機械插秧以減少移植時感染病菌。稻苗移植如用鏟秧方式，勿用手拔秧亦勿剪除秧葉尖，以免病原菌由傷口侵入。





- (三) 避免偏用或使用過多氮素肥料。
- (四) 雨後或晨露未乾前，避免進入稻田，以減少人為傳播病原菌。
- (五) 發病稻田於收穫後，將稻樁燒燬，然後將稻田翻犁，連續浸水二週以消除病原菌，減少下一期水稻感染源。
- (六) 藥劑防治：藥劑之使用必須在病害將發生或剛發生時使用才有效，在日本有幾種方法可預測病害發生，包括：
 1. 設置預測田：預測田種植不同感病性品種，並經常以針刺製造傷口，並觀測其他寄主如 *Leersia spp.* 之發病情形⁽²⁶⁾。
 2. 依氣象條件：氣象條件如大雨水、颱風、溫度、強風等和病害發生有密切相關性⁽⁷⁾。
 3. 由病菌之數量：病菌之出現常在病害發生之前，因此定期採集稻葉，經磨碎，離心濃縮，再接再種到感病品種⁽¹⁷⁾。
 4. 噬菌體數量：噬菌體可在灌溉水中於病害發生前偵測到，定點定期採集灌溉水，經離心及通過 Millipore 後加入病原細菌，在半固體培養基上，在 20-25℃ 經 10-15 小時即可看到 plagues⁽²⁶⁾。

迄今可以用來防治白葉枯病之藥劑有下列兩種，如表二。

七、引用文獻

1. Arnheim, N., and Erlich, H. 1992. Polymerase chain reaction strategy. *Annu. Rev. Biochem.* 61: 131-56.
2. Aoyagi, K., Osaki, M., and Kiben, S. 1960. Resistance of rice main cultivated varieties to bacterial leaf blight in Niigata area. *Proc. Assoc. Plant Protect., Hokuriku.* 8:28-31.
3. Birch, P. R. J., Hyman, L. J., Taylor, R., Opio, A. F., Bragard, C., and Toth, I. K. 1997. RAPD PCR-based differentiation of *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* and *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* var. *fuscans*. *Europ. J. Plant Pathol.* 103: 809-814.
4. Chen, L. C., Wang, C. H., Chang, S. C., and Hsieh, S. P. Y. 1997. Comparisons of strains of *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* isolated in Taiwan by specific and repetitive DNA probes. *Plant Pathol. Bull.* 6: 171-180.
5. Fang, C. T., Liu, C. F., and Chu, C. L. 1956. A preliminary study on the disease cycle of the bacterial leaf blight of rice. *Acta Phytopath. Sin.* 2:173-185.
6. Goto, K., Fukatsu, R., and Ohata, K. 1953. Relationship between the occurrence of bacterial leaf blight disease on rice and that on wild grasses in endemic area. *Plant Protect. Jap.* 7:365-368.
7. Goto, K., Fukatsu, R., and Ohata, K. 1956.





- Effect of climate conditions on the infection of bacterial leaf blight of rice. Ann. Phytopathol. Soc. Jap. 20: 175-176.
8. Goto, K., Inoue, Y., Fukatsu, R., and Ohata, K. 1955. Field observations on the outbreak and fluctuation of severity of bacterial leaf blight of rice plant. Bull. Div. Plant Breed, Tokai-kinki Agr. Exp. Sta. 2:53-68.
9. Goto, M. 1964. "Kresek" and pale yellow leaf, systemic symptoms of bacterial leaf blight of rice caused by *Xanthomonas oryzae* (Uyeda et Ishiyama) Dowson. Plant Dis. Repr. 48:858-861.
10. Hashioka, Y. 1951. Bacterial leaf blight of rice and its control. Agr. and Hort., Tokyo 26:644-648.
11. Hsieh, S. P. Y. 1979. Multiplication and translocation of *Xanthomonas oryzae* in diseased rice seedlings in relation to the occurrence of kresek. Proceedings Nat. Sci. Council 3:285-290.
12. Hsieh, S. P. Y. 1991. Recent status and future prospects on bacterial blight in Taiwan (Tu, C. C., et al., ed.). p.117-130. "The Rice Diseases" Proc. Symp. at TARI, November, 1990. TARI Special Bulletin No. 32.
13. Hsieh, S. P. Y., and Buddenhagen, I. W. 1974. Suppressing effects of *Erwinia herbicola* on infection by *Xanthomonas oryzae* and on symptom development in rice. Phytopathology 64 : 1182-1185.
14. Hsieh, S. P. Y., and Buddenhagen, I. W. 1975. Survival of tropical *Xanthomonas oryzae* in relation to substrate, temperature, and humidity. Phytopathology 65:513-519.
15. Hsieh, S. P. Y., Buddenhagen, I. W., and Kauffman, H. E. 1974. An improved method for detecting the presence of *Xanthomonas oryzae* in rice seed. Phytopathology 64:273-274.
16. Hsieh, S. P. Y., and Chang, S. C. 1977. Some factors affecting the expression of kresek symptom on rice infected with *Xanthomonas oryzae*. Plant Prot. Bull. 19:275-286.
17. Inoue, Y., Goto, K., and Ohata, K. 1957. Overwintering and mode of infection of leaf blight bacteria of rice plant. Bull. Div. Pl. Breed., Tokai-kinki Agr. Exp. Sta. 4:74-82.
18. Kuo, T. T., Chow, T. Y., Lin, Y. T., Yang, C. M., and Li, H. W. 1971. Specific dissociation of phage Xp12 by sodium citrate. J. Gen. Virol. 10:199-202.
19. Kuo, T. T., Huang, T. C., and Chow, T. Y. 1969. A filamentous bacteriophage from *Xanthomonas oryzae*. Virology 9:548-555.
20. Kuo, T. T., Huang, T. C., Wu, R. Y., and Yang, C. M. 1967. Characterization of three bacteriophages of *Xanthomonas oryzae*





- (Uyeda et Ishiyama) Dowson. Bot. Bull. Acad. Sinica 8:246-254.
- 21.Kuo, T. T., Huang, T. C., and Teng, M. H. 1968. 5-Methylcytosine replacing cytosine in the deoxyribonucleic acid of a bacteriophage for *Xanthomonas oryzae*. J. Mol. Biol. 34:373-375.
- 22.Kuo, T. T., and Tu, J. 1976. Enzymatic synthesis of deoxy-5-methylcytidylic acid replacing deoxycytidylic acid in *Xanthomonas oryzae* phage Xp12 DNA. Nature 263:615.
- 23.Kuo, T. T., Yang, C. M., Yang, Y. Y., and Hsieh, S. P. Y. 1968. The distribution of strains of *Xanthomonas oryzae* and its phages in Taiwan. Pl. Prot. Bull. 10:1-8.
- 24.Lin, J. W., Wu, C. C., and Kuo, T. T. 1971. Amino acid analysis of the coat protein of the filamentous bacterial virus xf from *Xanthomonas oryzae*. Virology 45:38-41.
- 25.Mizukami, T. 1961. Studies on the ecological properties of *Xanthomonas oryzae* (Uyeda et Ishiyama) Dowson, the causal organism of bacterial leaf blight of rice plant. Agr. Bull. Saga Univ. 13:1-85.
- 26.Mizukami, T., and Wakimoto, S. 1969. Epidemiology and control of bacterial leaf blight of rice. Annu. Rev. Phytopathol. 7: 51-72.
- 27.Mohiuddin, M. S., Verma, J. P., and Rao, Y. P. 1977. Development of different phages of bacterial blight of rice in relation to rainy days and rainfall. Indian Phytopathol. 30:418-419.
- 28.Muko, H., Kusaba, T., Watanabe, M., and Tabei, H. 1957. Factors affecting the occurrence of bacterial leaf blight of rice. Ann. Phytopathol. Soc. Jap. 22: 10.
- 29.Ogawa, T., Yamamoto, T., Khush, G. S., and Mew, T. W. 1990. Genetics of resistance in rice cultivars, Xenith and Cempo Selak to Philippine and Japanese races of bacterial blight pathogen. Jpn. J. Breed. 40:183-192.
- 30.Sakaguchi, S. 1967. Linkage studies on the resistance to bacterial leaf blight, *Xanthomonas oryzae* (Uyeda et Ishiyama) Dowson, in rice. Bull. Natl. Inst. Agric. Sci. Ser. D 16:1-8.
- 31.Singh, R. N. 1970. Studies on bacterial blight disease of paddy: Part II - Assessment of losses and yield loss equation. Labdev. J. Sci. Technol., Part b, Life Sci. 8-B:47-48.
- 32.Steffan, R. J., and Atlas, R. M. 1991. Polymerase chain reaction: Applications in environmental microbiology. Annu. Rev. Microbiol. 45: 137-61.
- 33.Swings, J., Van den Mooter, M., Vauterin, L., Hoste, B., Gillis, M., Mew, T. W., and Kersters, K. 1990. Reclassification of the





- causal agents of bacterial blight (*Xanthomonas campestris* pv. *oryzae*) and bacterial leaf streak (*Xanthomonas campestris* pv. *oryzicola*) of rice as pathovars of *Xanthomonas oryzae* (ex Ishiyama 1922) sp. nov., nom. rev. Int. J. Syst. Bacteriol. 40:309-311.
34. Tagami, Y., Fujii, H., Kuhara, S., and Kurita, T. 1960. Overwintering of *Xanthomonas oryzae* in rice stubbles. Ann. Phytopathol. Soc. Jap. 25: 68.
35. Tagami, Y., and Mizukami, T. 1962. Historical review of the researches on bacterial leaf blight of rice caused by *Xanthomonas oryzae* (Uyeda et Ishiyama) Dowson. Spec. Rep. of the Plant Dis. and Insect Pests Forecasting Ser. No. 10 (Pl. Prot. Div., Min. of Agr. and Forest., Jap.), 112 pp.
36. Wakimoto, S. 1954. Biological and physiological properties of *Xanthomonas oryzae* phage. Sci. Bull. Fac. Agr., Kyushu 14: 485-493.
37. Wakimoto, S. 1969. Rice bacterial leaf blight and its control. Agr. and Hort. 44:1425-1431.
38. Watanabe, Y. 1975. Ecological studies on kresek phage of bacterial leaf blight of rice. Bull. Tokai-Kinki Natl. Agric. Exp. Stn. 28:50-123.
39. Welsh, J. and McClelland, M. 1990. Fingerprinting genomes using PCR with arbitrary primers. Nucleic Acid Res. 18 : 7213-7218.
40. Williams, J. G. K., Kubelik, A. R. K., Livak, J. L., Rafalski, J. A., and Tingey, S. V. 1990. DNA polymorphisms amplified by random primers are useful as genetic makers. Nucleic Acid Res. 18: 6531-6535.
41. Yoshimura, S. 1963. Diagnostic and ecological studies of rice bacterial leaf blight, caused by *Xanthomonas oryzae* (Uyeda et Ishiyama) Dowson. Bull. Hokuriku Agr. Exp. Sta. 5:27-182.
42. Yoshimura, S., and Tahara, K. 1961. Morphological studies on the *Xanthomonas oryzae* under electron microscopy. Ann. Phytopathol. Soc. Jap. 26: 61.

(作者：謝式垠鈺)





水稻黃萎病

病原菌學名：*Phytoplasma*

英名：Rice yellow dwarf

簡稱：RYD

一、前言

臺灣水稻黃萎病於1925年由日人黑澤氏發現⁽¹¹⁾，光復以前本病僅局部分布於宜蘭、臺北、新竹地區。1961年前後臺中、彰化兩縣主要稻作栽培區均有發生，1966年桃園縣第二期稻發生面積約28,000餘公頃，其中嚴重受害面積3,000公頃，產量損失達90%⁽³⁾。以後發生範圍逐漸擴及全臺，1966~1972年間年累計發生面積均超過20,000公頃，此為本病發生之高峰期，1983年以後發生面積劇減，全臺每年發生面積均未超過2,000公頃。1993年以後本病之發生更趨輕微，甚至在第一期稻收割後之再生稻都難得再見到病株，未再對稻作生產構成任何威脅⁽¹²⁾。

二、病徵

水稻感染黃萎病之主要徵狀為植株矮化、分蘖增多、植株生長勢衰弱、葉片呈淡黃色（圖一）。病徵的表現主要受感染或發病於水稻生育時期之影響^(8,10)。第二期稻秧苗期感染之稻株於分蘖盛期前後表現典

型之病徵，罹病株極度矮化，平均株高僅健全株之1/4~1/3，分蘖數比健全者增加2~3倍。罹病葉呈淡黃綠色，細長狀，柔弱；罹病莖多不抽穗，少數抽穗，穗型亦很小且多不稔實，此類病株往往見於生育後期發病後逐漸枯死。第一期稻秧苗期或第二期稻分蘖初期感病之水稻，於孕穗後期或抽穗初期出現病徵，病徵於較晚抽出之分蘖上方幼葉顯現，發病之稻莖亦略矮化，新葉淡黃綠色，罹病之稻莖亦能抽穗，但多為畸型穗、穗長較短、稔實率差。罹病株未出現病徵之部分稻莖，稍後在稻基部或莖節上產生小型黃化分蘖。第一期稻分蘖期或第二期稻分蘖盛期及孕穗初期感染之水稻，於抽穗後期至齊穗期間出現病徵，其病徵特性是自稻莖之下方莖節側方長出許多黃化分蘖，主莖可以正常抽穗但稔實率較差，黃化分蘖亦能抽穗但穗型很小，均不稔實，往往一主莖可發現5~6穗，此種現象多發生於第一期稻作。第一期稻孕穗期及第二期稻抽穗期感染黃萎病之稻株，於水稻成熟期自稻基部莖節側





圖一：罹病株明顯矮化，分蘗增多，葉片黃化。圖左：病株；右：健株。（陳慶忠）

方長出許多小黃化分蘗，部分罹病稻於水稻收割前未顯現任何徵狀，但收割後則自再生稻表現黃化病徵（圖二）。

三、病原概述

（一）名稱

菌質體 *phytoplasma*

（二）分布

在日據時代黃萎病主要分布於宜蘭、臺北、新竹地區⁽¹⁰⁾。1961年左右中部地區包括臺中、彰化等縣市發生相當嚴重，1967年雲林、花蓮及1968年嘉義、臺南、臺東均有發生之報告，到1969、1970年高雄、屏東亦有發生，自此本病分布遍及臺灣各地稻作栽培區⁽³⁾，1983年以後發生面積劇減⁽¹²⁾。本病在國外分布地區包括日本、中國大陸（海南島）、菲律賓、泰國、馬來西亞、印度及錫蘭等⁽¹⁵⁾，但在熱帶國家發病程度輕微。

（三）寄主

在田間，水稻為黃萎病原之主要自然寄主植物。室內以吸食病株後之黑尾葉蟬（*Nephotettix cincticeps*）接種，證實千金子、白茅、李氏禾、棒頭草、矮穎馬唐、兩耳草、佛歐里指草、看麥娘等8種禾本科雜草亦可感染黃萎病^(7,8)。此外，黑尾葉蟬亦為黃萎病原之寄主。

（四）形態

黃萎病的病原最早係由日人奈須氏等以電子顯微鏡於罹病水稻韌皮部篩管細胞內及取食發病水稻後30日之黑尾葉蟬的中腸與唾腺檢出形狀與大小不一直徑約500nm類似Mycoplasma之形體⁽¹⁾。在臺灣，陳、劉二氏超薄切片罹染黃萎病之水稻組織，於電子顯微鏡下觀察罹病水稻葉片之韌皮



圖二：水稻黃萎病田間再生稻病徵。
本田期感染之發病及未表現病徵
之植株於水稻收割後再生稻表現
葉片黃化等徵狀。（陳慶忠）

部及篩管內含有 120~1200nm（直徑或長度）之多態型擬菌質（圖三），在傳病之黑尾葉蟬的中腸、唾腺、脂肪體、馬氏管及懷菌細胞堆（mycetome）等均可觀察到多形性擬菌質體（Mycoplasma-like organism, MLO），大小約 40~1200 nm（直徑或長度）⁽⁵⁾。

（五）媒介昆蟲與傳播

黃萎病藉由三種黑尾葉蟬（偽黑尾葉蟬 *Nephotettix cincticeps*，黑條黑尾葉蟬 *N. nigropictus*，臺灣黑尾葉蟬 *N. virescens*）媒介傳播^(6,14)。邱氏於 1966 年提出 *N. cincticeps*

及 *N. apicalis*（= *N. nigropictus*）傳播黃萎病的報告指出健康的黑尾葉蟬於病稻飼育 3 日，再歷 4~5 星期之潛伏期即能傳病。供試偽黑尾葉蟬之傳病率為 32.1%；黑條黑尾葉蟬之傳病率為 25~30.5%⁽²⁾。另外陳氏比較三種黑尾葉蟬之傳病能力指出偽黑尾葉蟬傳病率為 70.8%、黑條黑尾葉蟬為 51.9% 及臺灣黑尾葉蟬為 77.4%。偽黑尾葉蟬最短獲取病原及接種時間分別為 10 及 3 分鐘，病原不能經卵傳播⁽⁶⁾。溫度對黑尾葉蟬傳播黃萎病有顯著之影響，陳氏指出偽黑尾葉蟬在 10~20°C 取食病株之傳病率為 7~49%；25~30°C 時傳病率為 60~61%。溫度對病原在媒介昆蟲體內之潛伏期亦有明顯之影響，當媒介昆蟲在 15°C 取食病株後歷 102 日未見表現傳病能力；17°C 時，在 21 隻供試蟲中有 1 隻經 68 日開始表現傳病能力；20°C 時潛伏期在 45 日以上，25°C 時潛伏期為 22~37 日；30°C 時潛伏期為 18~27 日。黑尾葉蟬成蟲及若蟲對黃萎病罹病稻株具有棲息偏好性。此外，具有傳病能力之黑尾葉蟬成蟲壽命較不傳病之健全成蟲為長，此種現象在田間有助長媒介昆蟲傳播病害⁽⁸⁾。

（六）診斷技術

本病可以媒介昆蟲接種，藉由病徵加以診斷；也可利用 DNA 核酸探針及聚合酶連鎖反應（PCR）加以偵測⁽⁴⁾。



四、發生生態

陳氏調查全臺灣46個水稻栽培地點三種黑尾葉蟬之分布，結果偽黑尾葉蟬佔89.2%；黑條黑尾葉蟬佔10.63%；臺灣黑尾葉蟬佔0.25%。其中以偽黑尾葉蟬分布範圍最廣，所佔比例最高，黑條黑尾葉蟬在臺中以南地區相對增加，臺灣黑尾葉蟬主要分布在臺東濱海地帶⁽⁸⁾，由於臺灣黑尾葉蟬密度極低，因此在田間實際傳播病害時其所扮演角色並不重要。病原在第二期稻作及翌年第一期稻作期間之越冬主要有三種可能方式：1.經由媒介昆蟲越冬。2.經由再生稻越冬。3.經由雜草越冬。陳氏等於1974~1976年一及二月採集臺中縣東勢、大里等發病地之黑尾葉蟬成蟲2004隻，傳病蟲佔13.4%，其中以1976年2月份傳病蟲率最高為21~28%^(6,7)。根據黑尾葉蟬之生活史及病原在蟲體內所需潛伏期推測，上述傳病蟲係於11月前後黑尾葉蟬若蟲在田間吸食罹患黃萎病稻株而獲得取病原。冬季水稻田殘留黃萎病再生稻亦為病原越冬重要途徑之一。雖然陳氏報告於室內以媒介昆蟲接種方式證明有八種禾本科雜草可以感染黃萎病，但在田間絕少發現雜草出現類似黃萎病之病徵，推測野外雜草成為黃萎病病原中間寄主之可能性較小⁽⁷⁾。

在臺灣，黃萎病之發生以第二期稻為主，第一期稻發生相對輕微，產量蒙受損失亦較小。陳氏等於1973~1976年在黃萎病

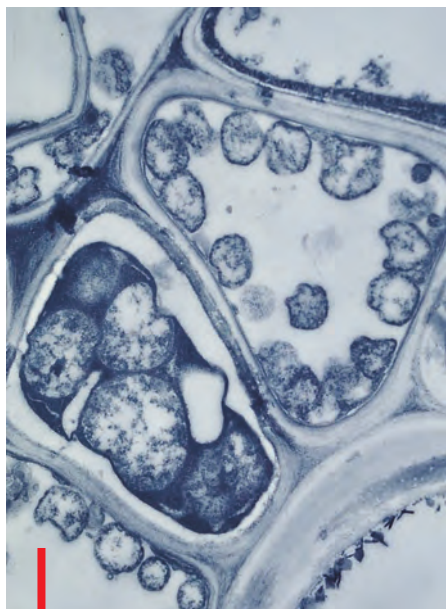
常發生台中縣東勢鎮、大里市地區調查黑尾葉蟬傳播黃萎病之生態指出黑尾葉蟬在田間一年出現二個傳病害率高峰期，第一個高峰期於二月至三月上旬出現，傳播病蟲率為29~64%不等，這些蟲源為第一期稻水稻感染黃萎病主要之來源，但此時適值全年間黑尾葉蟬自然族群密度最低季節，傳病之蟲數相對減少，水稻感染黃萎病之機率相對降低，加以第一期水稻生育初期自然氣溫低，感病之水稻受低溫之影響，病徵往往延至生育後期方始出現，對產量影響甚少。第二個高峰期於七月至八月上旬出現，傳病蟲率為10~36%。此時正值全年間黑尾葉蟬自然族群密度第一個高峰期之後期，田間族群密度尚高，故第二期稻秧苗期及本田初期之水稻感病機率遠較第一期稻大。第二期稻初期高溫，罹病稻株於插秧後50~60日大量出現病徵，嚴重影響水稻產量^(7,8)。

五、防治方法

(一) 藥劑防治媒介昆蟲

根據田間水稻黃萎病發病時期及水稻感染至發病所需潛伏期，推測第二期稻水稻黃萎病之罹病株主要於秧苗期被感染⁽⁸⁾，因此發病地區於秧苗期使用殺蟲劑或於本田初期大面積實施共同防治或空中施藥防治黑尾葉蟬，即能有效減少病害的發生。





圖三、水稻黃萎病病原菌質體。
超薄切片法電子顯微鏡觀
察罹病水稻葉片之韌皮部
及篩管內含有 120~1200nm
(直徑或長度)之多態型菌
質體。(陳慶忠)

(二) 逃避感染期

簡、朱二氏指出第二期水稻早植稻黃萎病罹病率比晚植稻高⁽¹³⁾。過去水稻均採水秧田方式個別育苗，由於個別農戶秧田面積小且多分散，秧田附近或田埂雜草均為媒介昆蟲主要棲息場所，一旦秧苗出現後媒介昆蟲隨即遷入並傳播病害。目前約有九成五以上水稻秧苗改於育苗中心集體

育苗，秧苗集中結果，相對被昆蟲傳播感染病害的機率降低，部分育苗中心育苗時配合殺蟲劑處理，更能有效遏阻病害的傳播。臺灣近 10 年來蟲媒病害發生密度銳減，育苗中心集體育苗的貢獻不可忽視。此外，發病地區延遲第二期稻水稻秧苗期，逃避第四世代黑尾葉蟬的傳播高峰期，亦可能是黃萎病發生減少的另一原因。

(三) 抗病、抗蟲品種之利用

陳、柯氏等於 1970~1975 年間蒐集國內外水稻 3000 餘個品種(系)，利用幼苗接種方法及田間自然發病檢定方法篩選品種(系)對黃萎病之抵抗力，結果發現 Firooz-1 等 17 個抗病性極強之品種(系)⁽⁹⁾，抗黃萎病育種工作曾在臺灣農業試驗所進行，後因故中斷。在媒介昆蟲方面，嘉義農試分所於 1970~1973 年檢定國內外 1813 個水稻品種對黑尾葉蟬之抵抗力，發現 61 種屬抗病品種，這些品種多數為原產於錫蘭、印度之稻種。臺灣直接利用抗病品種來減少飛蟲、浮塵子類蟲媒病害的發生，實質上並未獲得具體成效。值得一提的是近 1970-1990 年代，臺灣除有抗褐飛蟲品種育成推廣外，水稻育種由於追求高產目標，曾不斷引進矮性高產水稻種原，其中不乏抗病、抗蟲基因被導入推廣品種中，無形提升臺灣現有推廣水稻品種之抗病、抗蟲素質，可能是造成長期以來臺灣水稻飛蟲、



葉蟬類昆蟲以及其媒介之病害發生趨向輕微的另一項原因。

(四) 其他方法

黃萎病發病地區於水稻收穫後應即翻犁稻田，將殘株深埋土中，以免再生稻成為傳染源。此外，於收穫後應即清除田邊雜草，以防止媒介昆蟲黑尾葉蟬之棲息潛伏，亦為減少感染之有效措施。

六、引用文獻

1. 奈須壯兆、杉浦已代治、協本哲、飯田俊武。1967。イネ黃萎病の病原について。日植病報 33:343-344。
2. 邱人璋。1966。臺灣由黑尾浮塵子傳播的兩種水稻毒素病。pp.279-284。臺灣植物保護工作（昆蟲篇）劉廷蔚先生六十紀念文集。
3. 邱人璋、簡錦忠。1971。水稻黃萎病。pp.135-154。「稻作病害」研討會講稿集（邱人璋編），農復會刊印。
4. 吳鳳儀、林長平、陳慶忠。1993。水稻黃萎病病原似菌質體核酸探針之製備。植病會刊 2:128-135。
5. 陳脈紀、劉興業。1974。水稻黃萎病之電子顯微鏡研究。植保會刊 16:42-55。
6. 陳慶忠。1970。臺灣產三種黑尾浮塵子傳播水稻黃萎病能力比較。植保會刊 12:160-165。
7. 陳慶忠。1977。水稻黃萎病週年傳播圈之研究。科學月刊 5:98~105。
8. 陳慶忠。1978。水稻黃萎病之流行學。「水稻病蟲害：生態學與流行學」（邱人璋編）研討會講稿集。pp.139-166。農復會刊印。
9. 陳慶忠、柯文華。1976。水稻品種對黃萎病抵抗性之研究Ⅱ－水稻品種對黃萎病抵抗性檢定。植保會刊 18:207-217。
10. 陳慶忠、柯文華、王玉沙、胡德貴。1977。黃萎病不同病徵出現時期對水稻之危害分析。植保會刊 19:251-256。
11. 黑澤英一。1940。臺灣に發生する稻の黃萎病に就こ。病蟲雜。27:161-166。
12. 臺灣省農林廳。1966-1991。臺灣省植物保護工作總報告。
13. 簡錦忠、朱啟魯。1969。插秧時期對水稻黃萎病發生之影響觀察。臺灣農村 5:95-97。
14. Chiu, R. J., Jean, J. H. and Chen, M. H. 1966. Transmission of yellow dwarf of rice by two leafhoppers in Taiwan. Plant Proc. Bull. 8:275~286。
15. Ou, S. H. 1984. Rice diseases (2nd edition) pp.19-23. Commonwealth Mycol. Kew Surrey, U. K.

（作者：陳慶忠）



水稻黃葉病

病原菌學名：*Rice transitory yellowing virus*

(ICTV 正式承認種名 *Rice yellow stunt virus*)

英名：*Rice transitory yellowing*

簡稱：RTYV

一、前言

1960年稻作屏東地區第二期稻發生原因不明之病害，起初土壤學者認為是一種由土壤引起之生理性障礙，並稱為窒息病（*suffocating disease*）^(1,2)。1962年此一新發生之不明病害經邱人璋博士證實係經由黑尾葉蟬媒介傳播之一種新病毒病害⁽¹¹⁾。1960年屏東地區第二期稻發生面積達15,273公頃，1961年包括屏東地區以外之彰化、雲林、高雄等新發病地區，總計發病面積為15,548公頃，1962年發病面積累計為25,635公頃，由於其發生面積均與「窒息病」併計，故其中黃葉病發生面積究竟佔多少難予確知^(1,2)。此後發病程度逐年減輕，其中僅1970、1972及1975年在中、南部發生較為嚴重，第二期稻發生面積均超過6,000公頃。本病主要發生於第二期稻，第一期稻作則僅見部份地區零星發生。1980年以後本病發生更趨輕微僅零星存在高屏少數地點⁽⁶⁾，至1990年代臺灣水稻栽培區幾無黃葉病發生之蹤跡。

二、病徵

黃葉病之主要徵狀為病株之葉片黃化與分蘖減少。罹病植株下方及中部葉片自葉尖開始轉變為黃銹色，葉脈間組織呈色較淡，隱然有斑駁，位於下方之葉片變色最早，常全葉枯黃，葉面散生銹褐色斑點，靠近葉尖部分捲乾枯（圖一）。此外，發病稻株分蘖數減少，根群發育較差，生育後期偶有復健之現象，以致罹病植株抽穗明顯延遲^(1,2)。

三、病原菌概述

（一）分類地位

Rhabdoviridae

Nucleorhabdovirus

（二）分布

本病在1960年代主要分布於臺灣中、南部及東部之水稻栽培區，主要發生地域包括中部地區（臺中縣石岡、東勢；南投縣魚池；彰化縣溪州）、屏東地區（屏東縣美濃、枋寮）、臺東地區（臺東市、新港、



圖一：罹病植株自中、下方葉片轉變為黃銹色，葉脈間組織呈色較淡，常全葉枯黃，葉面散生銹褐色斑點，靠葉尖部分捲乾枯。圖左：病株；右：健株。（陳慶忠）

東河）及花蓮地區（瑞穗、富源）^(1,2)。1980年代以後發生範圍明顯縮小，僅在高雄縣旗山、六龜、美濃一帶仍有零星發生；1990年代以後本病幾乎在島內消失⁽⁶⁾。本病亦發生於中國大陸華南地區⁽⁹⁾。

（三）寄主

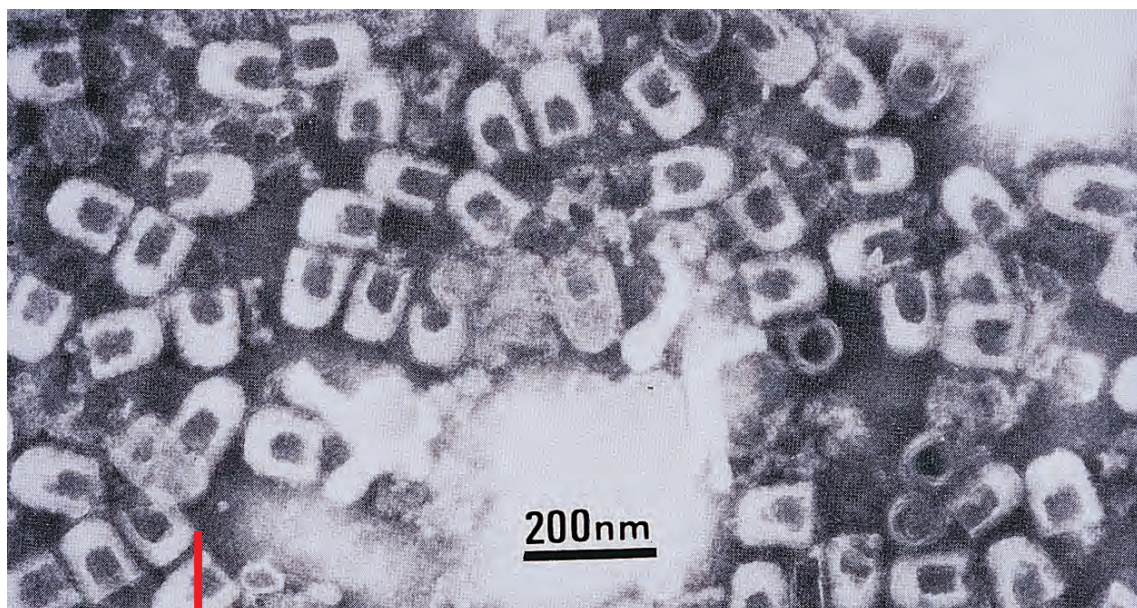
黃葉病病毒除感染水稻外，野生李氏禾及大黍亦可見受其感染⁽⁵⁾。Chiu et al.以機械接種方法成功將病毒接種到非禾本科之菸草⁽¹⁰⁾。此外，黑尾葉蟬亦為黃葉病病毒之寄主。

（四）形態

黃葉病由 *Rhabdovirus* 病毒所引起。陳、四方二氏利用罹病葉片粗汁液以陰染法在電顯下可觀察到呈鎗彈型（bullet-shaped），寬度為96 nm，長度約為20~140 nm，中心具有寬約45 nm之軸溝（axial canal），粒子表面佈滿高約7 nm之小突起⁽⁴⁾。純化之病毒樣品，利用PTA陰染在電顯下觀察多數含被膜之病毒粒子，寬度約93 nm，長度為124 nm (67~130 nm)⁽¹³⁾，被膜表面可見28突起，其高度為5.2 nm，寬約5 nm（圖二）。病葉行超薄切片於韌皮部細胞內亦可觀察到大小約94 × 180~210 nm，具有三層被膜構造之鎗彈型病毒粒子。另於吸毒後經25日及30日之媒介昆蟲的唾腺亦可觀察到類似前述之病毒粒子⁽⁴⁾。

（五）媒介昆蟲與傳播

黃葉病可經由三種黑尾葉蟬（偽黑尾葉蟬 *Nephotettix cincticeps*，黑條黑偽葉蟬 *N. nigropictus* 及臺灣黑偽葉蟬 *N. virescens*）以持續性方式傳播^(12,14)。病毒在黑條黑偽葉蟬蟲體內之潛伏期為3~29日，在偽黑尾葉蟬為21~34日，在臺灣黑偽葉蟬為4~20日。黑



圖二：水稻黃葉病毒形態。

純化之病毒呈鎗彈型，寬幅約96nm，長度約20~140nm，中心具有寬約45nm之軸溝。（陳慶忠）

條黑偽葉蟬最短獲毒時間為5分鐘，傳病蟲接種最短時間為5~10分鐘。有關三種媒介昆蟲傳播黃葉病的能力，邱氏測試黑條黑偽葉蟬三個蟲群之傳病率分別為62%、41%及65%，而偽黑尾葉蟬在二次試驗所得傳病率分別為25%及35%^(11,12)，臺灣黑尾葉蟬之傳病率為33%⁽¹⁴⁾。溫度對偽黑尾葉蟬及黑條黑偽葉蟬之獲毒及傳病有明顯之影響⁽⁸⁾，在25及30℃獲毒率較低溫時為

高，潛伏期較短。17℃為媒介昆蟲獲毒後完成潛伏期之臨界溫度。偽黑尾葉蟬若蟲獲毒傳病能力較成蟲高，雄蟲較雌蟲為高；但黑條黑偽葉蟬性別間並無差異。此外黃葉病病毒對偽黑尾葉蟬生育有明顯之不良影響⁽⁸⁾。

（六）診斷技術

本病毒由於形態特殊，可陰染罹病組織粗汁液或超薄切片罹病組織再以電子顯



微鏡觀察病毒⁽⁴⁾，或以機械接種方法將病毒接種到指示植物 *N. rustica* 上⁽¹⁰⁾，或利用血清學技術如酵素連結免疫分析法（ELISA）均可鑑定帶毒媒介昆蟲及罹病植物⁽¹³⁾。

四、發生生態

黃葉病之發生以第二期稻為主。謝氏曾於1966~1968年間每月2次在臺中地區檢定田間黑尾葉蟬帶毒蟲個體，發現年中出現二個帶毒蟲高峰期，第一個高峰期出現於六月，帶毒蟲率6~7.7%，第二個高峰期出現於十月，帶毒蟲率約14.5~22.7%⁽⁷⁾。陳氏於1976~1978年間，在中部地區之東勢、大里每月3次採集黑尾葉蟬測定帶黃葉病病毒個體，發現二至四月或五月帶毒蟲個體所佔百分率極低。第一期稻初期媒介昆蟲帶毒蟲率偏低的現象可能受前年第二期稻收割後冬季期間黃葉病罹病株再生能力低以及帶毒蟲壽命較短之影響；第二期稻的情況則相反五至七月田間帶毒個體百分率增高，同一期間黑尾葉蟬的自然族群亦達到第一個高峰期，病毒傳播潛力大。此外，第二期稻期間高溫（26~28℃）有利於病徵的表現及縮短病毒在媒介昆蟲體內之潛伏期，以上諸現象可能說明第二期稻黃葉病發生較嚴重的原因⁽⁵⁾。

五、防治方法

從生態學的觀點黃葉病與黃萎病的發

生情況極相類似，媒介昆蟲種類又相同，在防治上可採取相同的對策而達到同時防治二種病害的目的。由於第二期水稻黃葉病有70%的罹病株係於秧苗期被感染⁽⁵⁾，因此播種前及秧苗期以殺蟲劑大面積防治田間媒介昆蟲或延遲秧田播種時期，以逃避黑尾葉蟬族群之高峰期的傳毒。此外，育苗中心集中育苗等措施均證實有減少黃葉病發生之功效。在抗病品種方面，高雄農改場曾檢定國內外水稻品種（系）2,758個，發現IR 3260-91-100及4596-PN-132-8-3-15-4等抗病性極強之品種⁽³⁾。

六、引用文獻

- 1.邱人璋。1966。臺灣由黑尾浮塵子傳播的兩種水稻毒素病。pp.279-284。臺灣植物保護工作昆蟲篇，1940-1965。劉廷蔚先生六十歲紀念文集。
- 2.邱人璋。1971。水稻黃葉病。pp.155-178。「稻作病害」研討會講稿集（邱人璋編）。中國農村復興聯合委員會刊印。
- 3.邱明德、李新傳。1978。水稻品種對黃葉病抵抗力檢定。高雄農改場研究彙報。121 p。
- 4.陳脈紀、四方英四郎。1971。水稻黃葉病病原毒素之電子顯微鏡觀察。pp.155-178。「稻作病害」研討會講稿集（邱人璋編）。中國農村復興聯合委員會刊印。
- 5.陳慶忠。1979。水稻黃葉病之黑尾浮塵





- 子媒介傳播及流行學研究。國立中興大學昆蟲學研究所碩士論文。61 p。
- 6.臺灣省農林廳。1966-1999。臺灣省植物保護工作總報告。
- 7.謝式坪鈺。1969。田間黃葉病媒介黑尾浮塵子的消長。植保會刊11:171-174。
- 8.Chen, C. C., and Chiu, R. J. 1980. Factors affecting transmission of rice transitory yellowing virus by green leafhoppers. Plant Prot. Bull. 22:297~306.
- 9.Chen, S. X. 1979. Studies on rice virus diseases in China. Draft Papers of the International Rice Research Workshop, Guangzhou, October 22-26, 1979, IRRI, Los Banos, Philippines.
- 10.Chiu, R. J., Chung, M. L. Chen, C. C., Chen, M. J., Hsieh, S. P. Y., and Hsu, Y. H. 1988. Mechanical transmission of rice transitory yellowing virus to a non-gramineous host plant. Plant Prot. Bull. (Taiwan) 30:399-403
- 11.Chiu, R. J., Lo, T. J., Pi, C. L. and Chen, M. H. 1965. Transitory yellowing of rice and its transmission by the leafhopper *Nephotettix apicalis*. Bot. Bull. Acad. Sinica. 6:1~18.
- 12.Chiu, R. J., Jean, J. H., Chen, M. H. and Lo, T. C. 1968. Transmission of transitory yellowing virus of rice by two leafhoppers. Phytopathology 58:740~745.
- 13.Chiu, R. J., Hsu, Y. H., Chen, M. J., Chen, C. C., Lee, C. R., Lin, M. C., Lin, S. M. and Kuo, T. T. 1990. Purification and partial characterization of rice transitory yellowing virus. Phytopathology 80:777~783.
- 14.Hsieh, S. P. Y., Chiu, R. J. and Chen, C. C. 1970. Transmission of rice transitory yellowing virus by *Nephotettix impicticeps*. Phytopathology 60:1534.

(作者：陳慶忠)





水稻縞葉枯病

病原菌學名：*Rice stripe virus*

英名：Rice strips

簡稱：RSV

一、前言

水稻縞葉枯病於1969年首次在臺灣有發病紀錄⁽¹²⁾。隨後15年均僅見零星發生於中部及屏東水稻栽培區，並未對稻作生產構成威脅，至1984年第一期稻作臺灣發病面積驟增，其發生範圍並迅速擴及全臺。1984、1985、1986及1987年臺灣第一、二期稻累計發病面積分別為7,662、11,590、5,917及4,165公頃⁽¹¹⁾。近年來發生程度減輕，但仍為稻作較常見之病毒病害。

二、病徵

水稻於苗期感染縞葉枯病，病徵潛伏期（夏季）約2週。病徵最初出現於心葉，常捲縮不能展開且呈不正常的徒長、下垂或扭轉，並有黃白色長條帶狀斑紋和葉脈平行，此帶狀斑紋之長度常自葉基至葉尖，發病後葉片自葉尖向基部枯萎（圖一）。分蘗期至孕穗期感染之植株，常於上方葉片出現許多由小黃綠色斑點形成之條紋或黃綠色大形條紋和葉脈平行，或上方心葉均呈黃色狀（圖二）。被害稻株呈矮化

現象，分蘗減少常不能抽穗或穗受到抑制而呈畸型，如偶而抽穗，其穗短小多不稔實。一般分蘗盛期以前發病之稻株均有提早枯萎死亡之現象⁽¹²⁾。

三、病原概述

（一）分類地位

Geaus : *Tenuivirus*

（二）分布

本病在臺灣自1969年被報告以來發生均極輕微，發生地點亦僅局限於中部地區之臺中、彰化縣市及高屏地區之萬巒、麟洛、內埔、竹田、潮州等鄉鎮⁽¹¹⁾。1984~1986年間本病突然大流行，發生範圍迅速擴及臺灣各稻作區。1987年以後發生減少，發病範圍又回復到輕微發生時的地區^(6,11)。本病在臺灣發生外分布地區尚包括日本、韓國、中國大陸等⁽¹⁰⁾。

（三）寄主

本病毒僅感染多種禾本科作物或雜草。在臺灣除水稻以外，小麥、大麥、燕麥、高粱、玉米、小米及看麥娘等以帶毒





圖一：生育初期感染水稻縞葉枯病之植株葉片多呈黃化現象或於綠色葉片產生與葉脈平行之黃色條紋，病葉常出現不正常徒長、下垂及扭曲現象。（陳慶忠）

斑飛蝨接種均證實可被感染⁽⁶⁾。

（四）形態

純化水稻縞葉枯病毒樣品經醋酸鈾（uranyl acetate）染色在電子顯微鏡下觀察到病毒呈螺旋狀構造（helix structure），幅寬約 10 nm，呈不規則彎曲線狀，有時可見分枝，長度 100~600 nm 不等（圖三）^(1,7,9)。

（五）媒介昆蟲與傳播

斑飛蝨（*Laodelphax striatellus*）為本病毒之主要媒介昆蟲，在日本 *Unkanodes sapporonus* Mats. 及 *Ribautodelphax albifascia*

Mats. 亦經試驗證實可以傳播病毒⁽¹⁰⁾。斑飛蝨若蟲及雄蟲均可獲毒傳病，病毒在蟲體內潛伏期為 5~26 日（多數 9~12 日）。媒介昆蟲最短獲毒及接種取食時間分別為 5 及 10 分鐘。傳毒蟲在具傳病能力之最初二週傳毒能力最強，老齡若蟲傳毒能力明顯減退。病毒可以經卵傳播至子代，若蟲於孵化後第 8 日開始具有傳毒能力^(2,12,14)。病毒不能機械傳播，亦不經由種子或其他種類昆蟲媒介傳播。



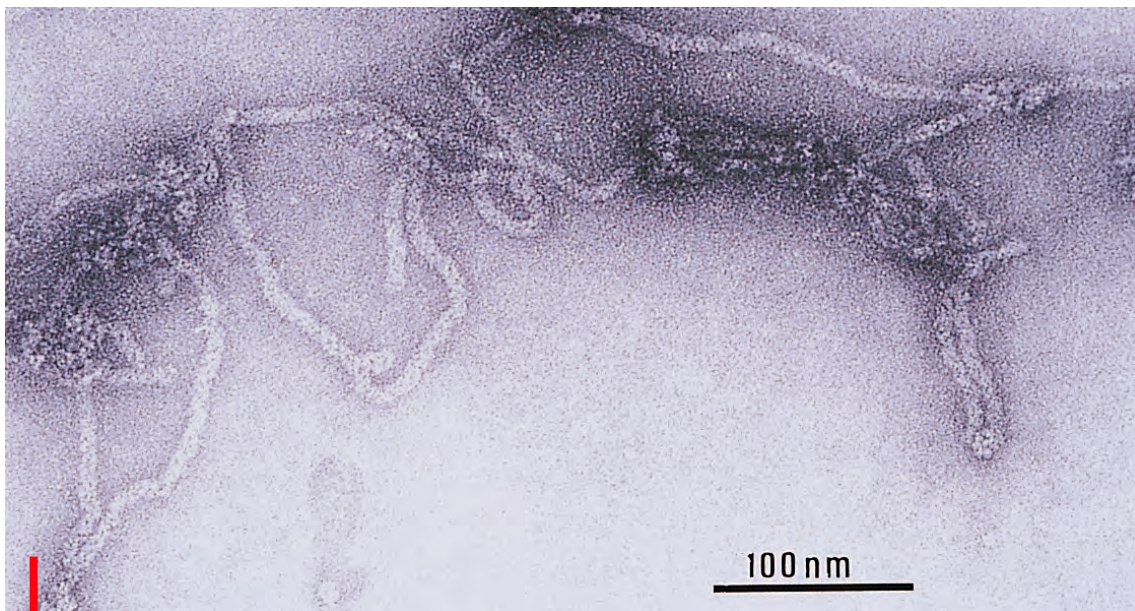
圖二：田間分蘗期以後感染水稻縞葉病之植株常於葉片上方出現與葉脈平行之黃化條紋，上方葉多轉變成黃色。患病株不能抽穗或抽穗異常。（陳慶忠）

（六）診斷技術

本病可藉由病徵判別、媒介昆蟲接種或血清學技術如酵素連結免疫分析法（ELISA）^⑦均可鑑定帶毒媒介昆蟲或罹病植物，其他血清學方法如Double diffusion，Western blot，tissue blot等^⑧亦均可供為診斷、偵測之應用。

四、發生生態

在臺灣中部地區斑飛蟲可於再生稻、小麥或其他禾本科雜草等植物越冬，越冬期間能繁殖2個世代，帶毒越冬蟲可成為翌年第一期稻感病蟲源，病毒亦可藉發病寄主植物越冬而成為翌年第一期稻病毒源。在田間斑飛蟲棲群於六月上旬（第一期稻）及十月（第二期稻）各出現一個高峰期。彰化縣大村鄉第一、二期稻水稻斑飛蟲帶毒蟲率高峰期分別於五月上旬至六月下旬及九月下旬出現，此一結果與同年次調查田間自然感染株於四至六月份出現高峰期極相吻合。根據田間水稻生育情形推測四及五月份田間帶毒蟲多寡直接影響該年度第一期稻之發病程度⁽⁶⁾。此外，根據田間病徵出現時期及病徵潛伏期推測第一期稻有二個主要感染期，第一次感染發生在秧苗期及本田初期（插秧後20日），罹病率佔全期作總罹病率之1~19%，以越冬媒介昆蟲為主要傳病蟲源。第二次感染發生在插秧後40~60日間，主要感染蟲源為越冬蟲遷入本田後所繁殖之第一代成蟲或第二代若蟲，其感染率佔全期作總罹病率之80%以上⁽⁵⁾。第二期稻發病均較輕微。在高屏地區斑飛蟲族群於四月下旬（第一期稻）及十月上旬（第二期稻）分別出現高峰期。第一、二期稻斑飛蟲帶毒蟲之高峰期則分別於五月上旬及八月下旬出現⁽¹³⁾。



圖三：水稻縞葉枯病病毒之形態。

病毒核鞘蛋白呈螺旋狀構造，寬幅約 10 nm。外形呈不規則彎曲線狀，有時可見分枝，長度 100~600 nm 不等。（陳慶忠）

五、防治方法

（一）藥劑防治媒介昆蟲

發病嚴重地區於水稻育苗期噴灑殺蟲劑能有效減少苗期及本田初期之媒介昆蟲感染。另外中部地區水稻縞葉枯病以第一期稻發生較為嚴重，根據田間水稻縞葉枯病主要發病時期及不同稻齡水稻感染發病所需潛伏期，推算水稻係於插秧後 40~50 日間，第一世代斑飛蝨若蟲至成蟲期為其主要感染時期，因此建議罹病地區於此期間

實施大面積噴佈殺蟲劑防治斑飛蝨，能有效減少縞葉枯病的發生⁽⁵⁾。此項推論經 1990 年高雄區農業改良場在該轄區內三個地點以空中施藥方法，於插秧後 40 日左右噴佈殺蟲劑證實對縞葉枯病有良好防除效果⁽⁴⁾。

（二）抗病品種之利用

一般秈稻均較粳稻耐病。高雄區農業改良場曾檢定 700 餘品種（系）對水稻縞葉枯病之抵抗性，發現臺梗育 1420 等 11 個抗



病性較強品系^(3,13)。

(三) 調整種植時期

插秧期早晚對縞葉枯病罹病度有明顯的影響。臺中區農業改良場於1986年第一期稻稻在該場農場（臺中市舊址）試驗發現早植稻、中植稻及晚植稻之罹病率分別為4.2%、3.4%及1.2%⁽⁶⁾。因此發病嚴重地區延遲第一期稻之插秧期確能有效減少病害的發生。

六、引用文獻

1. 小金澤碩城、土居養二、與良清。1975。イネ縞葉枯病イネスノ純化。日植病報41:148-154。
2. 邱明德。1972。斑飛蝨傳播水稻縞葉枯病試驗。植保會刊 14:89-94。
3. 邱明德。1989。水稻抗縞葉枯病統一病圃檢定。pp. 470-489。稻作改良年報。
4. 邱明德、陳東鐘。1990。空中施藥防治斑飛蝨阻止水稻縞葉枯病試驗。植保會刊 32:349。
5. 陳慶忠、柯文華。1986。水稻縞葉枯病主要感染時期之推定及適期防治試驗。臺中區農業改良場研究彙報 12:61-68。
6. 陳慶忠、柯文華。1989。臺灣水稻縞葉枯病流行學研究。植保會刊 31:290-303。
7. 陳慶忠、黃婉玲。1993。水稻縞葉枯病毒之純化及部份性質研究。臺中區農業改良場研究彙報 41:33-42。
8. 陳慶忠、趙佳鴻。1999。水稻縞葉枯病毒偵測技術之發展。臺中區農業改良場研究彙報 64:1-11。
9. 陳慶忠、趙佳鴻、陳煜焜、蔡希灼。1996。臺灣發生之三種 *tenuiviruses* 部份性質比較。臺中區農業改良場研究彙報 50:29-43。
10. 新海昭。1985。イネ縞葉枯病をめぐる諸情勢と問題點。植物防疫 39:503-507。
11. 臺灣省政府農林廳。1969-1992。臺灣省植物保護工作總報告。臺灣省政府農林廳編印。
12. 謝式垠鈺、邱人璋。1969。臺灣水稻新毒素病—縞葉枯病。植保會刊 11:175。
13. Chiu, M. T., Chiu, Y. C. and Wu, Y. L. 1986. Studies on the epidemiology of and varietal resistance to rice stripe disease. Agric. Assoc. China, New Series 135:56-62.
14. Hsieh, C.Y. 1973. Transmission of rice stripe virus by *Laodelphax striatellus* Fallen in Taiwan. Plant Prot. Bull. 15:153-162.

（作者：陳慶忠）



水稻草狀矮化病及萎凋矮化病

病原菌學名：*Rice grassy stunt virus*

英名：Rice grassy stunt

簡稱：RGSV

一、前言

水稻草狀矮化病在臺灣最早係由謝、邱二氏於國立中興大學農藝系網室內發現並證實由褐飛蝨（*Nilaparvata lugens*）傳播⁽⁷⁾，但在田間絕少發現病株。1977年陳氏等發現褐飛蝨能傳播另一水稻新病害，根據病徵的特性稱之為萎凋矮化病（rice wilted stunt）^(3,8)。其後依據昆蟲傳播特性、病原形態、細胞內含體形態（cellular inclusions）及血清類緣關係鑑定，證實本病為草狀矮化病的一種嚴重病徵型系統（severe strain）⁽⁹⁾。水稻萎凋矮化病於1979~1983年間在臺灣水稻栽培區普遍發生，主要發生於第二期稻零星分布⁽²⁾。

二、病徵

水稻草狀矮化病主要徵狀為植株矮化、分蘗數增多、葉片短而狹長呈直立狀態；葉片顏色由濃綠變成淡綠而黃綠色，經常有很多小暗褐色斑點在葉片上出現。病株通常可存活至成熟期，但多不開花抽穗，偶爾會抽出短小穗但穀粒不飽滿，穀

粒外殼常呈暗綠色⁽⁷⁾（圖一）。感染萎凋矮化病之植株極度矮化，分蘗減少，但部分品種於夏季接種分蘗數有增加現象（圖二）。罹病植株生長勢較為柔弱，葉色變化首先見於下方葉片變黃，常自葉尖向下方顯現銹色斑駁，旋即枯凋，上方新展開之葉片則呈淡黃綠色。臺南5號、臺中秈3號等品種於幼苗期接種常見病株夭死，臺南5號分蘗發病株葉片則呈現黃褐色扭曲現象。但臺中65號於夏季接種發病時分蘗數略較健全株增加。其他病徵尚包括病株莖節縮短、稻莖縮小、葉片變窄等^(3,8,9)。

三、病原概述

（一）分類地位

Tenuivirus

（二）分布

水稻草狀矮化病在臺灣雖有發生紀錄⁽⁷⁾，但在田間絕少發現病株；國外包括菲律賓、泰國、馬來西亞、印尼、印度及錫蘭等國家均有發生⁽¹¹⁾。萎凋矮化病於1979~1985年間在臺灣水稻栽培區第二期稻



圖一：草狀矮化病罹病植株明顯矮化、分蘖數增多、葉片短而狹長呈直立狀態；葉片顏色由濃綠變成淡綠而黃綠色，有很多小暗褐色斑點在葉片上出現。圖左：病株；右：健株。（陳慶忠）

作均見零星發生，惟其後則未再見本病蹤跡，陳氏推測此與褐飛蝨長距離遷移有關^(2,6)。

（三）寄主

萎凋矮化病毒之寄主植物包括水稻及

野生稻（*Oryza sativa*，*O. sarthii* 及 *O. stapfii*）⁽²⁾。此外，媒介昆蟲褐飛蝨亦為病毒之寄主。

（四）形態

純化之萎凋矮化病毒樣品經醋酸鈣染色，在電顯下觀察到病毒本體呈螺旋狀構造（helix structure），寬度約6 nm，外形呈不規則環狀、彎曲線狀，長度83~650 nm，多數為100~250 nm^(5,11)（圖三）。

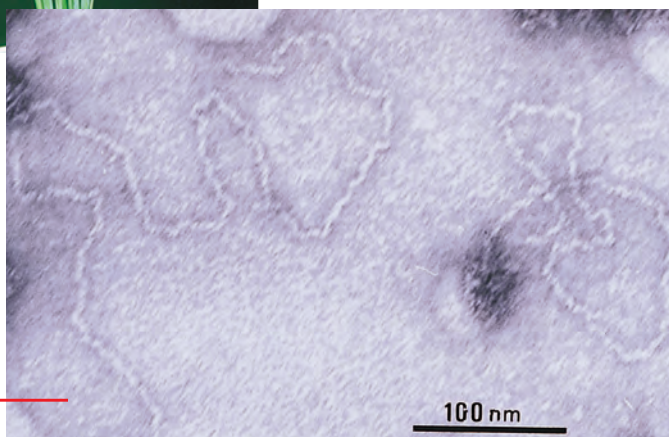
（五）媒介昆蟲與傳播

草狀矮化病及萎凋矮化病均由褐飛蝨傳播^(3,7)。褐飛蝨傳播草狀矮化病供試昆蟲之傳病蟲率約50%，病原在蟲體內之潛伏期平均9.5日（6~20日），媒介昆蟲以持續性方式傳播病毒，惟不能經卵傳播⁽⁷⁾。褐飛蝨傳播萎凋矮化病的型式與草狀矮化病相似，在28~30℃萎凋矮化病病毒在蟲體內之潛伏期平均為6.7日（3~14日），傳病蟲率為41%。供試蟲最短獲毒及接種取食時間分別為1小時及30分鐘^(3,10)。褐飛蝨獲毒後能完成潛伏期之低臨界溫度為12℃，於此溫度病毒在蟲體內潛伏期平均為37.1日，若蟲獲毒能力較成蟲高⁽¹⁾。利用生物檢定法及酵素連結免疫分析法（ELISA）同時檢定獲毒後之褐飛蝨個體，吸毒後第5日之供試蟲體可藉ELISA偵測到病毒，同一試驗生物檢定法則於吸毒後第7日開始檢測到帶毒個體⁽¹⁰⁾。



圖二：萎凋矮化病罹病株極度矮化、分蘖減少、生長勢弱，葉色變化首先見於下方葉片變黃，常自葉尖向下方顯現銹色斑駁，旋即枯凋。圖左：病株；右：健株（陳慶忠）

圖三：水稻萎凋矮化病毒之形態。純化之病毒呈螺旋狀構造，寬幅約6 nm，外形不規則環狀、彎曲線狀。長度83~650 nm，多數為100~250 nm。（陳慶忠）



（六）診斷技術

罹病植物或帶毒媒介昆蟲可利用生物檢定法或血清學技術如酵素連結免疫分析法（ELISA）等予以診斷^(5,11)。

四、發生生態

1979~1983年於萎凋矮化病害常發地臺

中縣東勢鎮明正里，每月上、下旬分2次採集褐飛蝨測定帶毒蟲率，結果十二月至翌年五月在田間均未能偵測到帶毒蟲個體。帶毒蟲之出現始於六月或七月，帶毒蟲率為0.3~1.6%，並於九至十一月達高峰期，此期間帶毒蟲率為3.3~7.5%。在中部地區九月以後，褐飛蝨密度與帶毒蟲率均有增



加趨勢，但此時水稻生育亦漸屆成株期，不易造成感染及危害⁽²⁾。從上述生態現象陳氏推測本病之發生可能與褐飛蟲境外遷入有關⁽²⁾。

五、防治方法

萎凋矮化病曾於1979~1983年間在台灣地區的第二期稻作普遍發生，但罹病程度輕微故未引起注意，因此也沒有衍生防治的問題。陳等曾以生物接種法檢定水稻品種對萎凋矮化病之抵抗力發現IR 226-464-2等9個品種（品系）具極強之抗病性⁽⁴⁾。

六、引用文獻

- 1.陳慶忠。1983。影響褐飛蟲傳播萎凋矮化病因子。植保會刊25: 245-251。
- 2.陳慶忠。1984。水稻萎凋矮化病之流行學。植保會刊 26:315-321。
- 3.陳慶忠、柯文華、邱人璋。1978。褐飛蟲傳播水稻萎凋矮化病。植保會刊 20:376（摘要）。
- 4.陳慶忠、趙佳鴻、柯文華。1991。水稻品種對萎凋矮化病抵抗力檢定。臺中區農業改良場研究彙報 31:47-53。
- 5.陳慶忠、趙佳鴻、陳煜焜、蔡希灼。1996。臺灣發生之三種tenuiviruses部份性質比較。臺中區農業改良場研究彙報 50:29-43。
- 6.劉清河、鄭清煥、陳慶忠、王雪香、朱耀沂。1989 1987年飛蟲類由海外遷入臺灣地區之概況。中華昆蟲 9:1-11。
- 7.謝式坪鈺、邱人璋。1970。臺灣水稻新病害－草狀矮化病。植保會刊 16:162-166。
- 8.Chen, C.C. 1984. Rice virus diseases transmitted by brown planthopper in Taiwan with special reference to rice wilted stunt. Proceedings of ROC-Japan Seminar on the Ecology and Control of the Brown Planthopper. Feb. 13-14, 1984. Taichung, ROC. Chinese Jour. of Entom. 4:83~92.
- 9.Chen, C.C. and Chiu, R.J. 1982. Three symptomatologic types of rice virus disease related to grassy stunt in Taiwan. Plant Disease 66:15~18.
- 10.Chen, C.C. and Chiu, R.J. 1989. Transmission of rice wilted stunt by brown planthopper (*Nilaparvata lugens* Stal.) .Bull. Taichung Dis. Agri. Improv. Sta. 23:3-10.
- 11.Chen, C. C.,Huang, W. L.,and Chao, C. H.1994 Purification, characterization and serological analysis of rice wilted stunt virus. Plant Pathol. Bull. 3:45-53.
- 12.Ou,S.H.1984. Rice diseases (2nd edition).Commonweath Mycol. Kew Surrey, England.

（作者：陳慶忠）



水稻皺縮矮化病

病原菌學名：*Rice ragged stunt virus*

英名：Rice ragged stunt

簡稱：RRSV

一、前言

水稻皺縮矮化病於1976~1977年首先在印尼及菲律賓發現，經證實由褐飛蟲傳播⁽⁸⁾。臺灣則於1978年十月首次在嘉義發現，1977~1985年間本病常見在中部地區第二期稻作零星分布⁽³⁾，1990年以後未再見本病發生。

二、病徵

罹病水稻主要徵狀為植株矮化、葉色濃綠、質地易碎。葉面常呈凹凸狀起伏皺縮，葉緣一邊常現缺刻前後相續，邊緣組織轉呈白色，葉尖端常作螺旋狀捲曲，新葉展開時常受到抑制（圖一）。成長之病株常於莖之下方節上產生分蘖，並於莖或葉片沿葉脈產生白色條狀突起。罹病株能抽穗，但穗型很小多不稔實，穀殼呈黑褐色。夏季苗期接種之植株，病徵潛伏期約8~10日，冬季則需一個月以上⁽³⁾。

三、病原概述

（一）分類地位

Rhabdoviridae

Oryzavirus

（二）分布

本病於1978年在嘉義首次發現，中部地區如臺中縣石岡、東勢、臺中市及苗栗卓蘭等地均見零星發生，但並未對水稻生產構成實質危害⁽³⁾。在國外其分布國家包括印尼、菲律賓、泰國、馬來西亞、印度等⁽⁸⁾，其他產稻熱帶國家也可能有發生。

（三）寄主

除水稻外，尚可感染野生稻、大麥、小麥、玉米、黑麥、燕麥及小米等⁽⁴⁾。

（四）形態

罹病葉片粗汁液陰染後，在電顯下可觀察到完整之病毒粒子，直徑約80 nm，具雙層鞘蛋白。內外層鞘蛋白均具有12個突起，分別稱為B-spikes及A-spikes⁽⁶⁾（圖二A, B）。水稻皺縮矮化病罹病葉片超薄切片，在電顯下可觀察到直徑50~66 nm或40 nm之粒子排列或散佈於韌皮細胞內之類似內含體（viroplasm）內。在帶毒媒介昆蟲體內之器官或組織包括唾腺、前腸、中腸、馬



圖一：水稻皺縮矮化病病徵。（陳慶忠）

氏管、脂肪體、腦、複眼、皮膚、貯精囊及肌肉等，均可發現直徑40~45 nm或50~75 nm兩類球形病毒粒子呈聚集或分散或結晶狀排列，分布於細胞質內之內含體中，病毒粒子亦有成列分布於管鞘構造內者⁽⁵⁾。

（五）媒介昆蟲與傳播

褐飛蝨傳播水稻皺縮矮化病之傳病蟲率平均為22%。病毒在蟲體內之潛伏期平均7.6日（5~14日）。媒介昆蟲一旦獲毒開始傳毒即能終生保持傳毒能力。在病株上最短獲毒時間為2小時，帶毒蟲最短接種取食時間為1小時，病毒不能經卵傳播⁽³⁾。溫度對褐飛蝨傳病亦有明顯之影響，邱、林二

氏指出褐飛蝨於15~35℃均可獲毒，15℃時獲毒蟲率較低，20~35℃獲毒蟲率高。溫度對獲毒後至開始傳病之潛伏期亦有影響，在室溫潛伏期為3~31日，但在15℃時為9~74日⁽¹⁾。

（六）診斷技術

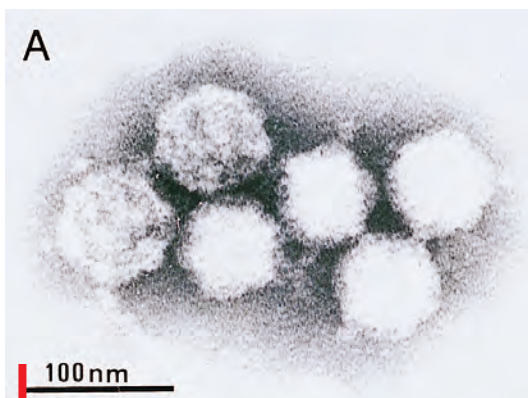
罹病植物或帶毒媒介昆蟲可利用生物接種法、血清學技術如酵素連結免疫分析法（ELISA）、電子顯微鏡或電泳分析病毒之核酸等方法加以偵測、診斷^(4,5,6,7)。

四、發生生態

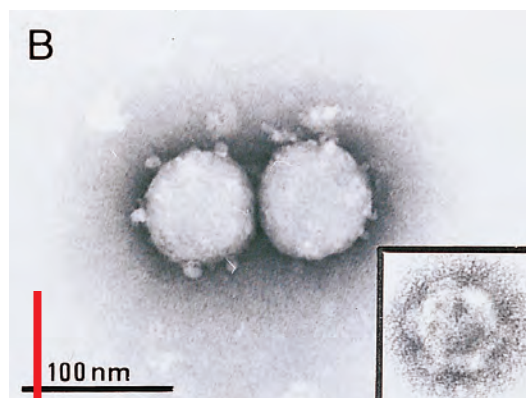
水稻皺縮矮化病在臺灣於1978年十月首先在嘉義發現，1977~1985年間本病常見零星發生於第二期稻作，當時就中部地區之發生地點包括臺中縣石岡、東勢，臺中市，南投縣名間，苗栗縣卓蘭等地，發生程度輕微⁽³⁾。1990年代以後則未再見本病發生。根據其發生模式，1976年本病開始在東南亞國家發生，筆者推測本病類似水稻萎凋矮化病，其病原有可能隨褐飛蝨自東南亞長計距離遷移進入臺灣而感染水稻。

五、引用文獻

1. 邱明德、林克治。1982。溫度對水稻皺縮矮化病傳播之影響。植保會刊24:153-160。
2. 陳慶忠、柯文華、邱人璋。1979。臺灣



圖二：水稻皺縮矮化病毒之形態。A.完整之病毒粒子直徑約80 nm，具雙層鞘蛋白。（陳慶忠）



圖三：水稻皺縮矮化病毒之形態。
B.完整之病毒顆粒外層鞘蛋白具有12個乳頭狀突起，稱為A-spikes。外層鞘蛋白一旦脫落，內層鞘蛋白亦具有12個突起，稱為B-spikes（插圖）。（陳慶忠）

水稻新毒素病－皺縮矮化病。植保會刊 21:447。

3.陳慶忠、邱人璋。1981。皺縮矮化病及其對水稻生育之影響。植保會刊23:67-75。

4.陳慶忠。1985。稗草皺縮矮化病及其與水稻皺縮矮化病之比較研究。國立中興大學植物病理學研究所博士論文150 p.

5.Chen, C. C., Chen, M. J., Chiu, R. J. and Hsu, H. T. 1989. Morphological comparisons of Echinochloa ragged stunt and rice ragged stunt viruses by electron microscopy. *Phytopathology* 79:235~241.

6.Chen, C. C., Chen, M. J. Chiu, R. J., and Hsu, H. T. 1997. Rice ragged stunt virus

(*Oryzavirus*) possesses an outer shell and A-spikes. *Plant Prot. Bull.* 39:383~388.

7.Chen, C. C., Hsu, Y. H., Chen, M. J. and Chiu, R. J. 1989. The capsid protein and nucleic acid comparisons of Echinochloa ragged stunt and rice ragged stunt viruses. *Intervirology* 30:278~284.

8.Ling, K. C., Tiongco, E. R., and Aguiro, V. M. 1978 Rice Ragged stunt, a new virus disease. *Plant Dis. Repr.* 62:701-705.

（作者：陳慶忠）



水稻白尖病

病原學名：*Aphelenchoides besseyi* Christie

英名：Rice white-tip nematode；white-tup nematode

中名：葉芽線蟲

一、前言

臺灣有關此病害之最早調查報告係由洪氏⁽⁴⁾於1959年所提出，他指出屏東、高雄、新竹及臺北等地稻作發病嚴重，以嘉農242號、臺北13號、高雄10號及高雄64號等稻米品種最易感染，其罹病率為28~36%，而減損率則高達30~47%。繼之，陳氏⁽⁵⁾以草屯及潭子兩地稻作研究稻白尖病之發生及病原線蟲形態、生態、生理性質、種子處理等事項，報告中詳列罹病減損率分別為穗長19.1%、支梗數5.2%、粒數35.8%、穗重56.4%與千粒重63.9%等。由上列資料觀之，減損率雖因稻品種而異，然稻白尖病對稻作收成之質與量影響甚鉅。

二、病徵

本病害於水稻生長初期病徵不明顯，攜帶此病原線蟲之水稻種子發芽率低並延遲出芽⁽¹²⁾，苗株矮且單薄⁽¹³⁾。典型病徵出現於分蘖盛期，使抽出之心葉尖端3~5公分呈黃白至蒼白色，俟展開後即呈白化扭

曲，與綠色部位交接處為波紋狀暗褐色之橫隔帶，且常從此處斷裂脫落，故又稱葉切病（圖一）。於昏暗光線下，葉尖白化部位之反光宛若螢光，又稱螢稻熱病⁽²⁾。稻白尖病罹病劍葉（flagleaf）短小扭曲，稻穗常無法完全自劍葉（flagleaf）中脫出；穀粒小且種仁（kernel）龜裂變色⁽¹⁴⁾（圖二）。整體而言，此病害導致稻株矮化、稻穗變短、穀粒延遲成熟、穀粒數減少、授粉率降低及穀粒畸形殘破等症狀，造成稻作嚴重損失。田間估計，此病害對稻作的減損率為10~30%，高感受性品種甚至達70%，抗性品種亦有20%減產程度⁽¹⁵⁾。Popova⁽¹⁰⁾估計蘇聯感受性稻米品種罹白尖病之減損率為54%；稻種感染率達80%時，田間減損率為31%。

三、病原概述

（一）分類地位

Animalia

Nematoda

Secernentea



Diplogasteria

Tylenchida

Aphelenchina

Aphelenchoididae

Aphelenchoides

(二) 分布

日本、美國、印度、巴基斯坦、印度尼西亞、臺灣、蘇聯、義大利、匈牙利、古巴、薩爾瓦多、中西非國家及馬達加斯加。

(三) 寄生

A. besseyi 寄主範圍極廣，逾200種植物⁽⁷⁾；臺灣已在6種蔬菜、13種花卉、4種雜草、1種牧草及水稻等作物上發現其寄生行為。其中在秋石斛、山蘇花及非洲堇上為內寄生，而於粉蔥、韭、茭白筍、荸薺、草莓、晚香玉、文殊蘭、水仙、康乃馨、百日菊、臺灣百合、仙克萊、報歲蘭、薑花、虎耳草、碎米莎草、小馬唐、鼠尾粟、天竺草、及水稻上為外寄生⁽¹⁾。其危害程度，則以草莓與水稻為最嚴重。

(四) 形態

體形類似 *Aphelenchus* 屬，惟較細長。口針節球很小或無。中部食道球近於方形或長方形。後子宮囊之長短，依種類而異，為分類上的重要特徵。尾部逐漸尖細，具1~4個尾端突起。雄蟲交接刺玫瑰刺狀，不具副刺及交接囊，固定後尾部向腹部彎曲（圖三）。



圖一：水稻白尖病葉部典型病徵出現於分蘗盛期。使抽出之心葉尖端3至5公分呈黃白至蒼白色，俟展開後呈白化扭曲；與綠色部位交接處為波紋狀暗褐色之橫隔帶，且常從此處斷裂脫落。（蔡東纂）

(五) 診斷技術

葉芽線蟲 (*Aphelenchoides* spp.) 除寄生於葉部尖端外，尚可於第一、第二葉鞘、心葉、花穗等部位發現其存在。室內檢查時，可將上述部位切成小段，置於培養皿中，加少許清水，停放數小時後，線蟲即可游移入水中，在45倍解剖顯微鏡下便可清晰檢出。葉芽線蟲危害水稻種子之病徵



圖二：水稻白尖病病株之劍葉短小扭曲，稻穗常無法完全自劍葉中脫出；穀粒小且種仁龜裂變色（蔡東纂）

外觀無明顯病徵，剝開穀粒，置於培養皿清水中，30分鐘內線蟲即可游移於水中。以挑針挑取於玻片中，於光學顯微鏡下鏡檢；細小如穀類種子可以0.1公分厚之膠帶，打孔後貼於載玻片上，注入清水，每孔置單一穀粒，便於線蟲量之單位計量。

（六）生活史

葉芽線蟲為兩性生殖，*A. besseyi*在24℃及28℃之最適溫度下8~9天即可完成一世

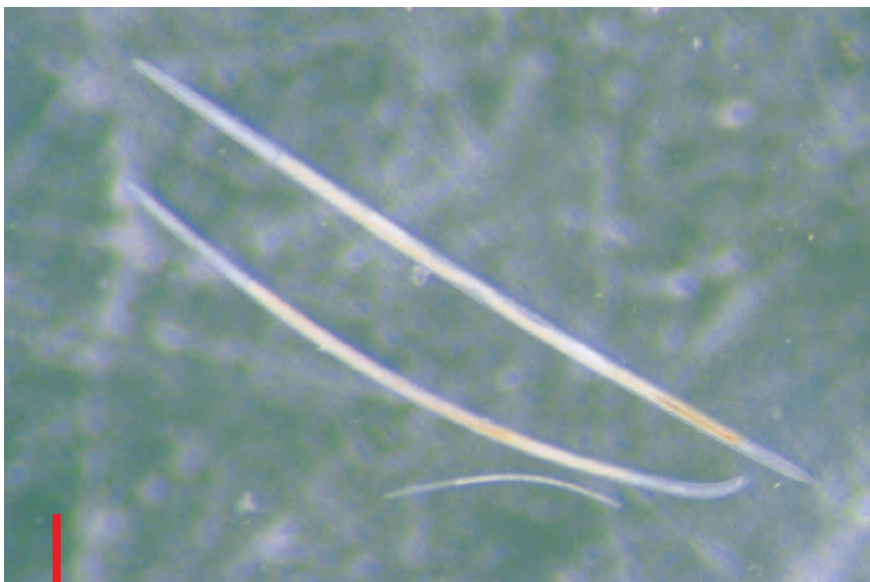
代。*A. besseyi*在稻種萌芽後，以內寄生方式存在於鞘葉可達7~10天之久，完成一世代，隨後游出鞘葉，迄水稻收穫為止皆於稻株中行外寄生行為⁽⁶⁾。

四、發生生態

*A. besseyi*可以休眠（dormant）或脫水（anhydrobiotic）狀態殘存於植物組織、種子或殘株上^(3, 8, 11)，於採收後的穀粒中可存活8個月至3年之久⁽¹³⁾。俟播種後，穀粒中*A. besseyi*旋即復甦，往生長點方向趨集。分蘗後期此線蟲之數目達最高峰，並於開花前侵入花穗（spikelet），於劍葉（flagleaf）中行外寄生方式取食子房（ovary）雄蕊（stamen）、稃（lodicule）與胚（embryo）。當穀粒漸趨成熟，此線蟲即停止繁殖，然三齡線蟲仍持續成長為成蟲，而集中於穎部（glume）⁽⁹⁾。復甦後的*A. besseyi*多為雌蟲，雄蟲數量偏低。

五、防治方法

水稻白尖病之發生，源自攜帶*A. besseyi*之稻種，若能在水稻收穫後之烘乾過程中順便除滅穀粒中的線蟲，將是最好的防治方法；可是本研究結果顯示即使穀粒在70℃下烘乾12小時，依然有16%的線蟲存活，但發芽率卻降至44%，現行的40或50℃烘乾溫度線蟲存活率分別為74%及73%。倒是60℃烘乾溫度可將線蟲存活率降



圖三：水稻白尖病原線蟲 *Aphelenchoides besseyi* 之雌蟲、雄蟲及幼蟲形態。（蔡東纂）

至 40%，而不影響稻種發芽率，其實是較好的選擇^⑥。

如以歐殺滅液劑及 55℃，15 分鐘之溫湯浸種^⑥方法處理稻種，相較之下歐殺滅殺線蟲劑效果較好。兩種處理方法在統計上雖無顯著差異，但感染率及田間實際生長情形仍以歐殺滅處理者為佳。溫湯浸種實際上在育苗場大量稻種處理技術上尚存甚多困難，而以化學藥劑之歐殺滅處理較為可行。因而若以歐殺滅之液劑及粒劑行稻種浸泡、苗期及本田期處理，在防治水稻白尖病之發生是較為實際的。試驗結果顯

示在苗期及本田期皆處理或只於本田期施用之罹病率及穀粒中線蟲數均較浸種或苗期施用者為低，顯示水稻白尖病之防治自苗期至本田期皆有施藥必要。

六、引用文獻

1. 王貴美、蔡東纂、林奕耀。1993。臺灣草莓葉芽線蟲病之發生及其生態研究。植保會刊 35: 14-29。
2. 田村市太郎。1959。水稻の有害動物とその防除對策。農業及園藝 34(4): 655-657。



- 3.林奕耀、王貴美、蔡東纂。1992。秋石
斛葉芽線蟲病之發生。植保會刊 34: 202-
215。
- 4.洪元平。1959。臺灣稻葉白尖病。植保
會刊 1(4): 104-109。
- 5.陳脈紀 1961。水稻線蟲心枯病之研究。
中興大學農林學報 9, 10: 103-116。
- 6.蔡東纂、程永雄、鄧堯銓、李明達、吳文
希、林奕耀。1998。臺灣水稻白尖病病
原線蟲-*Aphelenchoides besseyi*之生態及防
除策略。植保會刊 40: 277-286。
- 7.Franklin, M. T. 1978. *Aphelenchoides*, and
Related Genera. In Southey, J. F. 【ed.】,
Plant Nematology. Her Majesty's Stationary
Office. London. pp. 172-187.
- 8.Huang, C. S., and Huang, S. P. 1974.
Dehydration and the survival of rice white tip
nematode, *Aphelenchoides besseyi*.
Nematologica 20: 9-18.
- 9.Huang, C. S., and Hung, S. P. 1972. Bionomics
of white-tip nematode, *Aphelenchoides
besseyi* in rice florets and developing grains.
Bot. Bull. Acad. Sinica 13: 1-10.
- 10.Popova, M. B. 1984. Principal factors deter-
mining the intensity and pathogenicity of
Aphelenchoides besseyi infestation of rice.
Byulleten' Vsesoyuznogo Instituta
Gel'mintologii im. K. I. Skryabina, No. 36:
39-41.
- 11.Saeed, M., and Roessner, J. 1984.
Anhydrobiosis in five species of plant associ-
ated nematodes. J. Nematol. 16: 119-124.
- 12.Tamura, I., and Kegasawa, k. 1959 b. Studies
on the ecology of the rice nematode,
Aphelenchoides besseyi Christie, V. On the
abnormal growth of rice plant and decrease in
yield caused by rice nematode. Jap. J.
Ecology 9: 120-124.
- 13.Todd, E. H., and Atkins, J. G. 1958. White tip
disease of rice. I. Symptoms, laboratory cul-
ture of nematodes, and pathogenicity tests.
Phytopathology 48: 632-637.
- 14.Uebayashi, Y., Amano, T., and Nakanishi, I.
1976. Studies on the abnormal rice kernel
"kokutenmai". Mechanisms of the symptoms
development. Jap. J. Nematol. 6: 67-72.
- 15.Webster, R. K., and Gunnell, P. S. 1992.
Compendium of Rice Diseases. APS Press.
62 pp. The American Phytopathological
Society, St. Paul, Minnesota.

(作者：蔡東纂)





PHYSIOLOGICAL DISORDERS



米

生

理

障

礙



前言

稻株缺乏任何必要元素，或受到土壤中任何高濃度的物質或離子的毒害，均可造成不正常生長；土壤溶液高滲透壓所導致任何阻礙稻株的生長為水稻營養失調，如磷、鉀的不足、氮的過剩、鐵、錳的毒害等。此種水稻營養障礙可藉土壤肥力與植體營養分析並佐以營養障礙徵狀而獲得診斷。水稻營養元素的不足或過剩症主要發生於東部的花蓮地區，亦為問題土壤的所在地。新鮮有機物如豬糞尿、綠肥或前作物殘體等均富含有機物及其他營養分，如直接施用於稻田而用量不當或處理不妥，則易產生營養過剩、高溫與有害氣體，對水稻生育都有不良的影響，但如合理施用則可增進土壤地力及改進土壤理化性。

水稻氣象上的災害有水害、旱害、寒害、風害等，但在臺灣主要為風害及寒害。風害一般多指水稻受到強風、焚風與潮風的侵襲而被害之意。焚風一般發生於臺東地區；潮風則發生於東北季風來臨時之沿海海岸地區；強風則多發生於颱風侵襲的地區與期間。風害常造成稻株機械性傷害，而葉的損傷對稻穀

成熟有不良影響，穀粒亦可能因授精不良而稔實不佳致成畸形米。另外風害導致葉片的損傷易誘發白葉枯病的發生。寒害泛指低溫少日照而使水稻生育及產量受害。氣溫低可導致稻田水溫及地溫降低而減少養分的攝取、植株生育不良，延遲抽穗，不易正常成熟、穗短粒少、不稔粒多及減產等，臺灣水稻一般多發生於中南部一期作生育初期及北部二期作抽穗期。

水稻的各種生理障礙之發生徵狀、發生生態及防治對策將於下面的主題加以詳細敘述。

（作者：林慶喜）





前言

稻株缺乏任何必要元素，或受到土壤中任何高濃度的物質或離子的毒害，均可造成不正常生長；土壤溶液高滲透壓所導致任何阻礙稻株的生長為水稻營養失調，如磷、鉀的不足、氮的過剩、鐵、錳的毒害等。此種水稻營養障礙可藉土壤肥力與植體營養分析並佐以營養障礙徵狀而獲得診斷。水稻營養元素的不足或過剩症主要發生於東部的花蓮地區，亦為問題土壤的所在地。新鮮有機物如豬糞尿、綠肥或前作物殘體等均富含有機物及其他營養分，如直接施用於稻田而用量不當或處理不妥，則易產生營養過剩、高溫與有害氣體，對水稻生育都有不良的影響，但如合理施用則可增進土壤地力及改進土壤理化性。

水稻氣象上的災害有水害、旱害、寒害、風害等，但在臺灣主要為風害及寒害。風害一般多指水稻受到強風、焚風與潮風的侵襲而被害之意。焚風一般發生於臺東地區；潮風則發生於東北季風來臨時之沿海海岸地區；強風則多發生於颱風侵襲的地區與期間。風害常造成稻株機械性傷害，而葉的損傷對稻穀

成熟有不良影響，穀粒亦可能因授精不良而稔實不佳致成畸形米。另外風害導致葉片的損傷易誘發白葉枯病的發生。寒害泛指低溫少日照而使水稻生育及產量受害。氣溫低可導致稻田水溫及地溫降低而減少養分的攝取、植株生育不良，延遲抽穗，不易正常成熟、穗短粒少、不稔粒多及減產等，臺灣水稻一般多發生於中南部一期作生育初期及北部二期作抽穗期。

水稻的各種生理障礙之發生徵狀、發生生態及防治對策將於下面的主題加以詳細敘述。

（作者：林慶喜）





營養障礙症

Nutritional disorders

一、氮缺乏 (Nitrogen deficiency)

(一) 前言

作物吸收氮或硝酸態氮素後，由光合作用合成之碳水化合物，經氧化作用產生能量，供給氮素合成氨基酸，再由氨基酸合成蛋白質⁽⁴⁾，為維持生命的重要化合物⁽⁵⁾。此外氮亦為葉綠素、酵素、激素、核酸等有機化合物的重要成分。故氮會影響作物之各種生理過程及生長發育。其對水稻的株高、分蘗數、穗長、穗重、每穗粒數及倒伏性等均有影響，因此缺氮會降低作物產量。

(二) 病徵

水稻若缺乏氮素則組織中之蛋白質分解，糖及澱粉之消耗減少，爾後此等碳水化合物變形為纖維素、木質素，而沉積於細胞膜，使組織硬化⁽⁴⁾，葉與莖之角度成銳角形成直立的外觀。由於葉綠素亦為含氮化合物，氮缺乏則葉綠素含量低，葉變黃（圖一），秈稻可能呈現黃紅或褐色，葉狹小，分蘗少，植株矮小，生育衰弱，一般由下葉開始枯死，且抽穗稍早，穗粒數減少，收量減低約20%，根細長而根數減少呈淡褐色。

(三) 起因

- 1.施用未腐熟的有機物，因其中之碳氮比過高，易造成氮的缺乏。
- 2.粗質地的土壤稻田保肥力差，施用之氮肥易流失。
- 3.氮肥施用量不足。
- 4.氮肥之需要性因品種而有所差異，一般而言，矮性秈稻對氮素的吸收較粳稻為多。
- 5.土壤太乾或排水不良，根生長不良或緩慢，致氮之吸收受阻而發生氮缺乏⁽²⁾。

(四) 防治方法

- 1.多施腐熟有機質肥料以提高地力。
- 2.充分供給氮肥，一般粳稻一期作為110~140公斤/公頃，二期作為90~120公斤/公頃；秈稻一期作為130~150公斤/公頃，二期作為100~120公斤/公頃。但須依照不同土質、品種、氣候及栽植方式等調節之，一般施用要點為⁽¹⁾：
 - (1) 漏水田為一期作160~190公斤/公頃，二期作150~180公斤/公頃。
 - (2) 強酸性土壤一期作減施20公斤/公頃。
 - (3) 石灰性土壤一期作增施20~40公斤/公頃。
 - (4) 生產良質米時，氮素用量應較原推薦量





圖一：水稻缺氮，葉變黃，分蘗少，植株矮小。（林慶喜）

酌減10~15%。

- (5) 水田直播用量比較一般栽培增加10~20%。
- (6) 較易倒伏之粳稻、早熟稻及圓形糯稻比照一般粳稻減施10~20%。
- (7) 長粒型糯稻推薦量與秈稻同。

(8) 採用側條深層施肥時使用台肥五號（16-8-12）等複合肥料當基肥氮素推薦量為一期作80~90公斤/公頃，二期作70~80公斤/公頃，並根據實際需要施用穗肥。

3. 氮肥如以硫酸銨、尿素施用於稻田，氣溫高時，約2~3日，氣溫低時，約7~8日即可被水稻吸收，故一旦發覺稻株出現缺氮症狀時，可立即補充之。

4. 水稻分蘗期採葉片分析，含N（氮）量如低於2.5%則顯示缺氮^(3,6)，此可作為施肥推薦之參考。

5. 水稻於分蘗最盛期及稻穗成叢狀時，剛成熟葉片氮含量之低，充足及高值分別為2.6~2.7、2.8~3.6、>3.6%及2.4~2.5、2.6~3.2、>3.2%⁽⁴⁾，可作為氮適量與否的參考值。

(五) 引用文獻

1. 連深等。2001。作物施肥手冊。pp.24-25。行政院農業委員會、農業試驗所及中華永續農業協會編印。
2. 陳仁炫、林正金芳、郭惠千。1999。土壤肥力因子之分級標準彙集。國立中興大學土壤研究所編印。1 p。
3. 陳仁炫、林正金芳、郭惠千。1999。作物養分需求及植物體分析之分級標準彙集。pp.34-35。國立中興大學土壤環境科系編印。
4. 盧守耕。1965。稻作學。pp.59-60。國立



編譯館出版。

5.高橋英一、吉野實、前田正男。1980。
作物要素欠乏過剩症。pp.82-85。日本農
山漁村文化協會發行。

6.International Rice Research Institute. 1968.
Annual report for 1967. The International
Rice Research Institute. Los Banos , 308p.

二、氮過剩 (Nitrogen excess)

(一) 前言

氮過剩則造成作物過於繁茂、莖葉軟弱、易倒伏及罹患病蟲害，且造成土壤酸化、高鹽類化，促進土壤的老朽化⁽⁴⁾。水稻氮過多則收量與品質均降低。

(二) 病徵

水稻生育初期氮過多則莖葉茂盛，因綠色素含量增多，葉色濃綠，分蘗雖多但無效分蘗增多（圖二）。幼穗形成前氮過多則劍葉及第1、2葉過大，下方葉子陽光照射不到而易得小粒菌核病，第1及第2節間短，第3、第4及第5節間過度伸長而易導致倒伏，根活力衰退亦為造成倒伏之因。抽穗期以後氮過多則莖葉與枝梗軟弱，易得稻熱病、青米多、米質低劣。於收穫時劍葉、第1、第2葉之葉幅長、廣而下垂，抽穗不齊，會長遲穗及下葉枯萎等徵狀。

總之，水稻植株氮素吸收過多時，由光合作用生成之碳水化合物多消耗於氨基酸蛋白質等的生成，使纖維素與木質素之



圖二：水稻氮過剩，葉色濃綠，莖葉與枝梗軟弱。（林慶喜）

形成少，而細胞膜薄，水分增多，稈及葉鞘之機械組織發育不良，植株軟弱徒長，易生病蟲害，特別是稻熱病，葉身下垂，葉色濃綠，抽穗延遲，穗小，一穗粒數少，尤其穗首附近之穎花退化，產量及品質均降低。

(三) 發生生態

- 1.土壤供應過量的氮素。
- 2.施用過量的氮肥。

(四) 防治方法

1. 田間斷水，曬田以減少氮素之繼續吸收。
2. 栽培耐倒伏、耐肥品種。
3. 施用矽酸資材如矽酸爐渣。
4. 多施鉀肥以增加病蟲害抵抗力。
5. 有計畫施用氮素，施肥前根據稻株體形，葉色及氣候，靈活調節其用量。

(五) 引用文獻

1. 高橋英一、吉野實、前田正男。1980。作物要素欠乏過剩症。pp.86-87。日本農山漁村文化協會發行。

三、磷缺乏 (Phosphorus deficiency)

(一) 前言

磷酸為細胞核中核酸之重要成分^③，因此與細胞活動有密切之關係，同時磷酸亦是酵素與輔酵素的重要成分，因此與光合、呼吸、碳水化合物、氮化合物的代謝與運轉都有關係，磷在水稻的生育上，具有可促進根的發育與分蘗增多，提早出穗及成熟之功用。

(二) 病徵

水稻缺磷時，分蘗數減少，嚴重時甚至不分蘗，葉狹窄而短，直立似劍形，葉色呈濃綠，老葉先端開始出現褐色斑點而後死亡（圖三）。又因磷在植物體內移動容易，故磷缺乏時，由老葉中的磷輸送給活動旺盛的新葉，而使老葉最先出現缺磷症狀；因此一般新葉較老葉健壯，具有產生



圖三：水稻缺磷，分蘗減少，葉狹短直立，色濃綠。（林慶喜）

花青素趨勢的品種，葉可能會顯現紅或紫色斑點。缺磷除植株生育受阻外，根亦發育不良，根數少且呈赤褐色，分蘗期及成熟期延遲，成熟之穗短且多青米、死米，白米黏度小，食味劣。

(三) 起因

1. 土壤因母質而異，紅土、黑土、酸土及鹼



性土較易發生缺磷症。

2.土壤供應磷的能力低。

3.土壤pH值低，活性鐵、鋁高而有機質低時，易發生缺磷；如有機質高時易發生缺磷及鐵毒害的併發症。

4.土壤pH高，鈣含量高時，易發生缺磷現象。

5.地溫低或排水不良時，根對磷之吸收力減弱，會導致磷的缺乏。

6.過多的鉀、鎂及銅會使磷之吸收不良。

7.磷酸與鋅有拮抗作用，因此施用過多鋅肥易導致磷的缺乏。

8.於水稻分蘗期採葉片分析含磷（P）量低於0.1%^(2,4)，則顯示缺磷。

（四）防治方法

1.磷肥的施用：可根據植物體營養及土壤肥力分析結果作為磷肥施用量的推薦。於水稻分蘗期葉片分析，如P（磷）含量低於0.2%，則有可能缺磷；如低於0.1%則缺磷^(2,4)。土壤有效性磷，含量為0~1.6 ppm（極低）則磷酐推薦量一期作70~80公斤/公頃，二期作50~60公斤/公頃；為1.7~5.0 ppm（低）則一期作60~70公斤/公頃，二期作40~50公斤/公頃；為5.1~12.0 ppm（中）則一期作40~60公斤/公頃，二期作30~40公斤/公頃⁽¹⁾。水田中磷不易移動，故應當基肥，如為砂質水田則宜分次施用。

2.土壤過酸應施用石灰以調整其pH值至微

酸性或近中性。

（五）引用文獻

- 1.連深等。2001。作物施肥手冊。行政院農業委員會、農業試驗所及中華永續農業協會編印。26p。
- 2.陳仁炫、林正金芳、郭惠千。1999。作物養分需求及植物體分析之分級標準彙集。國立中興大學土壤環境科系編印。35p。
- 3.盧守耕。1965。稻作學。pp.63-64。國立編譯館出版。
- 4.Tanaka, A. and Yoshida, S. 1970. Nutritional disorders of the rice plant in Asia. The International Rice Research Institute, Los Banos. 38p.

四、鉀缺乏（Potassium deficiency）

（一）前言

鉀與碳水化合物的代謝、糖分的運轉、細胞水分調節及蛋白質與氨基酸的合成等有密切關係⁽³⁾。鉀對水稻的主要作用為促進碳水化合物的形成，平衡氮素，使成熟整齊，防止倒伏並增加對病蟲害的抵抗性。

（二）病徵

水稻缺鉀時，於分蘗始期葉色呈暗綠色，稻株生長不良，矮小，葉幅狹小，但分蘗受影響小，缺鉀繼續進展，則下葉黃化，由葉片先端沿葉脈出現赤褐色斑點





(圖四)及條狀壞疽，此症狀逐漸往上葉移動，新葉一般祇呈現暗綠色並不顯現赤褐色斑點⁽⁴⁾，幼穗形成期以後往往胡麻葉枯病之斑點開始出現並與缺鉀病斑併存，而呈深黃的葉色，此後缺鉀黃化逐漸擴展到上葉，葉片軟弱下垂，葉枯萎脫落，無效分蘗莖數增加，抽穗成熟早，穗短、死米、腹白米多、品質不良，食味劣。水稻缺鉀，根之生育亦不良，根短且根群發育軟弱不太伸張。

水稻缺鉀時，厚膜組織木質化被阻害，致稻株軟弱，抗病抗蟲力弱，易罹稻熱病、小粒菌核病及胡麻葉枯病，稻稈易倒伏與折斷。

(三) 起因

1. 土壤供給鉀之能力低時為發生缺鉀的主要原因之一。
2. 在砂質土壤或有機質少的稻田，鉀之吸附力低，鉀容易隨雨水或灌溉水流失。
3. 老化稻田，鉀已淋失甚多，鉀之保持力亦弱，易缺鉀。
4. 有機質多且排水不良稻田，土壤呈還原狀態，氧氣缺乏，易發生硫化氫、有機酸、二氧化碳及甲烷等有害氣體及過多的亞鐵，稻根受毒害，使鉀吸收不良而缺鉀。
5. 土壤過乾或土壤溫度過低，鉀在土壤中之移動及根系之生長將受抑制，致鉀之吸收受阻。

6. 過量氮、鈣或鎂使鉀吸收不足。

7. 於水稻分蘗最盛期及稻穗成叢狀時採剛成熟葉分析鉀，葉片鉀含量分別為1.0~1.1%及0.8~0.9%時，均屬低含量；在成熟期採稻稈，其鉀含量低於1.0%則屬缺乏^(2, 5, 6)。

8. 鹽分地或石灰質土壤含有過多的鈉或鈣離子，也可能阻害鉀的吸收。

9. 當土壤中含有硝酸態氮時，鉀容易被作物吸收利用，但如土壤酸化，硝化成成菌之活動受抑制，施用之鉀肥不易轉化成硝酸態氮，土壤中硝酸態氮含量低，則鉀之吸收不良。

(四) 防治方法

1. 鉀為易被作物吸收的要素，所以於水稻任何生育期，一旦發現缺鉀，應即時施用鉀肥補充之，鉀施於土壤後數日即被吸收，但砂地稻田鉀易流失，施鉀肥宜採少量多施的方法。
2. 應注意鉀與其他元素的平衡關係，施用過多的氮、鈣及鎂肥對鉀的吸收有不利的影響，反之硼、鐵、錳則有利鉀的吸收。
3. 多施堆廐肥不但可改善土壤之團粒構造，使排水良好，硝化成成菌之繁殖良好，有利氮、鉀的吸收，並且可補給鉀肥，使缺鉀不易發生。
4. 排水不良缺鉀稻田應設法改善排水設施，可避免土壤呈強還原狀態，並增施鉀





肥。

5.水稻可根據土壤分析結果作為氧化鉀推薦量（如表一所示）。

表一、土壤分析結果及肥料推薦量⁽¹⁾

土壤有效鉀 (K) (以孟立克氏法測定)		氧化鉀推薦量 (kg/公頃)	
含量(ppm)	等級	一期作	二期作
0~15	極低	60~70	80~90
16~30	低	50~60	60~80
31~50	中	30~50	40~60
> 50	高	0~30	0~40

備註：1.排水不良土壤按推薦量每公頃增加氧化鉀 (K_2O) 30公斤。

2.新竹及臺北地區砂頁岩沖積土和紅壤其「中」及「高」改為「中」30~70 ppm，「高」大於70 ppm。

(五) 引用文獻

- 1.連深等。2001。作物施肥手冊。行政院農業委員會、農業試驗所及中華永續農業協會編印。27p。
- 2.陳仁炫、林正金芳、郭惠千。1999。作物養分需求及植體分析之分級標準。國立中興大學土壤環境科系編印。35p。
- 3.劉熙。1985。果樹生理與栽培。五洲出版社。184p。
- 4.山崎傳。1971。微量要素和多量要素土壤作物之診斷對策。pp.141-157。日本博友社發行。



圖四：水稻缺鉀，下葉黃化，出現赤褐色斑點。（林慶喜）

- 5.International Rice Research Institute. 1968. Annual Report for 1967.The International Rice Research Institute. Los Banos . 308p.
- 6.Ishizuka, Y. And Tanaka, A. 1951. Studies on the nitrogen, phosphorus and potassium metabolism of the rice plant.III.The influence of the potassium concentration in culture solution on the growth of the rice plant,especially on the amount of potassium in the plant. J. Sci. Soil Manure, Japan 22 : 103-106.





五、鋅缺乏 (Zinc deficiency)

(一) 前言

鋅為作物體內酵素之組成份，能促進光合作用，參與蛋白質的合成，且與生長素的合成及細胞分裂有關。缺乏時作物體內硝酸態氮聚積，生育不良，蛋白質及澱粉的合成不佳。

(二) 病徵

水稻插秧後第一期作約3~4星期，第二期作約2~3星期，葉片出現淡黃化，繼呈鐵銹色或赤褐色微細斑點（圖五），而後逐漸擴大，最後葉片枯萎，分蘖減少，植株矮小，生育受阻（圖六）。但插秧後第一期作7~8星期，第二期作6~7星期，病情逐漸轉輕而慢慢恢復正常生長⁽²⁾，致稻田植株生育不齊，成熟期延遲，產量減低，輕者減產20~30%，嚴重者達70~80%。缺鋅一般以一期作較二期作嚴重，係因一期作水稻生育初期適逢低溫的關係所致。

(三) 起因

1. 灌溉可能迅速改變土壤pH值、二氧化碳、有效磷，以及溶解物的濃度，特別是鐵和錳，這些因子皆影響鋅的有效性，降低土壤溶液中鋅的濃度。
2. 鋅的缺乏常發生於pH 7.4或以上之鹼性或石灰質土壤，鋅的溶解度隨pH值每降低一單位時減少100倍。
3. 施用有機質於中性或鹼性浸水稻田時，會



圖五：水稻缺鋅，葉片出現鐵銹色或赤褐色微細斑點。（林慶喜）

加重鋅的缺乏。

4. 有機酸可抑制水稻對錳、鉀、磷及鋅的吸收，有機物嫌氣性發酵會產生有機酸，可造成缺鋅。
5. 土壤有效鋅含量低時，低土溫會加重鋅的缺乏。
6. 鹼性土壤當浸水時，土壤溶液中之二氧化碳轉變成重碳酸根離子，重碳酸根離子與鋅作用，降低鋅之移動性，使水稻吸收鋅受阻，此可能為鹼性土壤於水稻生育初期發生缺鋅之部份原因。
7. 導致缺鋅的另一可能原因為土壤呈還原狀態時，鋅可能與硫化氫結合而成硫化鋅，此硫化鋅之溶解度極低，水稻無法





圖六：缺鋅稻田，植株矮小，分蘖少，生育不齊。（林慶喜）

吸收⁽⁴⁾。

8. 土壤中含鋅量過低或溶解度太低。
9. 氮、磷、鉀及錳肥施用過多，易減低水稻對鋅的吸收能力，特別是磷肥。
10. 土壤過於緊密，通氣不良，致使鋅的利用率低。

（四）防治方法

1. 稻田排水可減輕鋅的缺乏，如不施鋅肥，湛水愈久缺鋅愈嚴重。
2. 插秧前撒施氧化鋅粉 30~50 公斤/公頃或硫酸鋅 80~120 公斤/公頃，整地時混入土中，混入深度與插秧深度相同。鋅肥有殘效作用，可隔 2~3 年施用一次，如無發生缺鋅症狀則不須再施用。

3. 將秧苗根部浸入 2% 氧化鋅液後再插秧⁽⁵⁾。
4. 秈稻比粳稻較不抗缺鋅症，其初期易患缺鋅症，但後期之恢復力則較粳稻強⁽³⁾。
5. 利用植物體營養及土壤肥力分析診斷技術，可判斷水稻是否缺鋅。於水稻分蘖期採植株分析，如含 Zn（鋅）量在 20 ppm 以下則為罹患缺鋅水稻；稻田以 0.1N 鹽酸抽出之土壤鋅含量在 2 ppm 以下則為缺鋅水田⁽¹⁾。

（五）引用文獻

1. 邱再發、林慶喜。1972。花蓮石灰質土壤之水稻生理病之植物營養學研究 1. 水稻之鋅缺乏。中華農學會報新 80：66-76。
2. 胡南輝。1981。東海岸低產稻田鋅肥施用試驗。pp.500-514。臺東區農業改良年報 6:63-69。
3. 黃宜鵬。1974。水稻品種、氮肥及鋅之交感試驗。pp.118-119。臺灣省政府農林廳所屬試驗研究機關技術人員 62 年度試驗研究報告摘要。
4. Tanaka, A. and Yoshida, S. 1970. Nutritional disorders of the rice plant in Asia. The International Rice Research Institute, Los Banos, pp.39-40.
5. Yoshida, S., Ahn, J. S. and Forno, D. A. 1973. Occurrence, diagnosis, and correction of zinc deficiency of lowland rice. Soil Sci Plant Nutr., 19 (2)：83-93.



六、鐵錳積聚層稻田

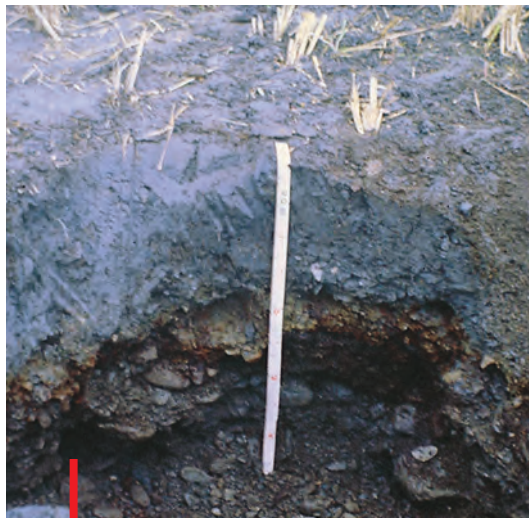
(Paddy field with iron and manganese accumulation)

(一) 前言

於花蓮縣玉里鎮選擇一個較典型之鐵錳積聚層稻田土壤作土壤剖面調查⁽¹⁾，其土類為片岩新沖積土，表土0~19公分為黃灰色具20%之細暗棕色明顯斑紋。19~22公分為90%暗紅棕銹層，具10%小黃灰斑紋不大明顯，均為砂質壤土，含粗砂土，無構造。底土22~27公分為暗棕色砂質壤土含黑色聚集條紋。27~29公分棕色至暗棕色斑，不明顯，壤質砂土構造，脆但密實。29~43公分為黑棕色具黃棕色斑紋，壤質砂土，無構造，疏鬆。43~61公分為黃灰至黃黑色，砂土，無構造，鬆散，清晰波狀界線。61公分以下為礫石層。表土有效性鉀及二氧化矽均低於其臨界濃度35⁽⁴⁾及40ppm⁽³⁾，陽離子交換容量（Cation exchange Capacity, CEC）則稍高於臨界濃度6mg/100g⁽²⁾，遊離鐵及易還原性錳之濃度則表土偏低而底土過高。其他營養元素如鈣、鎂、鋅亦有偏低不足之現象。

(二) 病徵

稻田土層下深度15~20公分處，具有4~7公分厚的暗紅色鐵積聚層，其下為2~4公分厚的黑褐色錳積層，再下層為石礫（圖七）或質地較輕的砂土或壤質砂土（圖八），此鐵錳形成的堅硬盤層，稻根無法伸



圖七：淺層稻田鐵錳積聚層之下為石礫。（林慶喜）

進，且因表土的氧化鐵太少，易導致硫化氫形成，妨礙根部正常生長及營養的吸收，使分蘖減少，胡麻葉枯病易發生及產量的降低。

此種具有鐵、錳積聚之稻田，除其表土缺乏能緩衝還原的游離氧化鐵外，亦缺乏錳、鉀、鎂、矽酸及鋅等植物營養分。

(三) 起因

土壤質地為砂質壤土，壤土或粉質壤土之淺層稻田，由於灌溉水的滲透較劇烈，使耕土中鐵、錳易還原及溶解而隨水向下流動，移至下層中。因一般淺層稻田的土層深度約15~20公分，其下大都為石礫





圖八：淺層稻田鐵錳積聚層之下為質地較輕之砂土或壤質砂土。（林慶喜）

或砂土或兩者混合而成，故經溶脫的二價鐵及二價錳進入此氧化力強盛的下層又被氧化形成不溶性的三價鐵或四價錳的氧化物，形成沉澱，造成耕土中鐵、錳含量逐漸減少，而集積於下層中，成鐵、錳積聚層；因錳還原氧化及移動速度較鐵迅速，故錳在最下層形成，而鐵則在錳積聚層之上面形成積聚層。

（四）防治方法

- 1.分析稻田表土，其游離鐵為0.70%（氧化鐵1%）以下及還原性錳在20 ppm以下，則被認為低於稻田土壤之化學性基準值，須加以改進。

- 2.客紅土5~10公分：因紅土富含氧化鐵、錳元素，可補充原耕土中缺乏之成分。
- 3.每公頃施矽酸爐渣3噸，具鐵、錳積聚層之淺層稻田，大都呈缺矽，而矽酸爐渣含有約23%的可溶性二氧化矽（另含39%的氧化鈣及7%的氧化鎂），因此施用矽酸爐渣可增加土壤矽酸，減輕稻熱病及胡麻葉枯病的罹病程度。
- 4.深耕30公分：將下層鐵、錳積聚層以深耕犁掘起，使之與上層之耕土混合，由於下層土壤肥力較低，特別是有機質及磷，因此上、下層土壤混合後，頭二、三年必須增加氮、磷用量，其增加量約為原氮用量的1/4及原磷用量的1/2，以免缺肥而影響水稻生育。
- 5.深耕及客紅土：深耕後再進行客紅土處理可增產及促進後作殘效。
- 6.深耕及施矽酸爐渣及硫酸錳：深耕後再增施矽酸爐渣3噸/公頃，硫酸錳200公斤/公頃，約可增產11%，後作殘效15%。

（備註：氮肥宜用尿素，不宜用硫酸銨，以避免硫化氫的產生）

（五）引用文獻

- 1.林慶喜。1990。鐵錳積聚層稻田土壤性質及改良。pp.1-62。花蓮區農業改良場編印專集
- 2.Lin, C. F. 1986.An investigation on fertility capability classification in Taiwan. Annual



Report, TARI, Taichung, Taiwan, R.O.C.

3.Lian, S. 1976. Silica fertilizer of rice.pp.197-220. in The Fertility of Paddy Soil and Fertilizer Application for rice. ASPAC — FFTC.

4.Lin, C. F. 1967. A report on the soil test for the cropland of Taiwan. NO.28 , Bull. of Taiwan Agr. Res. Inst.

七、排水不良紅銹泉稻田

(Poor drainage paddy field with red rust spring)

(一) 前言

在宜蘭縣冬山鄉、蘇澳鎮等地區的稻田，因有湧泉存在或地勢低窪而成排水不良水田，但有些土壤含有較高鐵質，與空氣中的氧化合而呈紅色，此即紅銹泉水田。此種稻田不適宜栽培水稻，因為影響水稻的生育頗鉅，宜改作旱作，且行高畦栽培⁽¹⁾。

(二) 病徵

水稻於分蘗期，葉片即可發現褐色斑點且常伴同胡麻葉枯病及缺鋅症狀，植株矮小，分蘗少，穗數少而短，根腐致營養吸收不良，水稻生育不良，稻穀收量低且米質劣（圖九、十）。

(三) 起因

1.土壤質地過於粘重或土壤剖面中有不透水層存在，或地勢低窪排水不良；或有湧



圖九：排水不良紅銹泉水田，葉片呈現褐色斑點，分蘗少，生育差。
(林慶喜)

泉存在時，而形成排水不良稻田。

- 2.排水不良稻田，土壤通氣不足，加上高含量有機質分解而消耗氧氣，氧化還原電位低，強還原狀態，產生對根部生長有害的有機酸而影響根部呼吸及養分的攝取與利用。
- 3.在土壤剖面40~60公分內有灰斑層出現，即為排水不良。所謂灰斑層係指當灰斑的灰色部分占土塊的50%以上⁽²⁾；而灰斑是指土塊呈色度 ≤ 2 的灰色，其色值必須 ≥ 4 ，並夾雜其他較高色度的顏色。
- 4.蘇澳鎮龍田里排水不良紅銹泉稻田表土（0~20公分）及底土（20~40公分）鐵





圖十：排水不良紅銹泉水田，稻株生育不良及罹病情形。（林慶喜）

(Fe) 含量分別為 669 ppm 及 757 ppm，而鄰近正常稻田土壤含量則分別為 152 ppm 及 113 ppm。於水稻分蘖盛期，在紅銹泉稻田正常發育稻株及不正常發育稻株之葉片的含鐵量分別為 1,023 ppm 及 11,638 ppm；而在鄰近正常稻田其含量則為 371 ppm。可見在排水不良紅銹泉的稻株是受鐵過多所毒害。

(四) 防治方法

1. 充分曬田使稻田有氧化機會，以增進氧化還原電位的提高，此外易分解之有機物須待充分分解，俾浸水後不致過度消耗土壤中極為缺乏的氧氣，保持每 7 天灌

水、排水的輪灌方式，使溶解的氧氣滲透土層，並洗去土壤中積聚的可溶性有毒還原產物。

2. 按土壤分析結果推薦量每公頃增施氧化鉀 (K_2O) 30 公斤。
3. 肥料儘量施於表層，勿施用未腐熟的堆肥及含硫酸根肥料。
4. 埋暗渠排水，可增加土壤中的氧量，有機酸亦會隨水向下移動而排除。
5. 每公頃增施二氧化錳 (MnO_2) 1 公噸⁽³⁾或矽酸爐渣 3 噸⁽⁴⁾，可降低罹病率及增產的效果。
6. 大量施用草木灰，因為草木灰中的鉀能降低水稻對鐵的吸收而能減輕毒害，增加收量。
7. 實施輪作栽培亦能減輕毒害。

(五) 引用文獻

1. 張守敬等。1954。土壤肥料便覽。中國農村復興聯合委員會編印。23pp。
2. 張則周等。1993。土壤分析手冊。中華土壤肥料學會主編。110p。
3. 郭國恩、蘇俊茂。1969。排水不良地區二氧化錳與水管理對水稻產量影響之研究。pp.87-107。臺灣省政府農林廳 58 年土壤肥料試驗成果報告。
4. 陳春泉。1978。宜蘭低產水田土壤性質與施用矽酸鈣、稻草、重肥及暗渠排水改良效果關係之研究。中華農業研究 27 (2)：142-158。

八、鉀、錳、矽缺乏

(Deficiency of potassium, manganese, and silica)

(一) 前言

東部片岩沖積土的肥力與其他地區迥異，一般土壤肥力較貧瘠，如鋅、鉀、磷、鐵、錳及矽等營養元素含量較低，尤其在鐵錳積聚層稻田、排水不良稻田、漏水田、秋落田等易發生鉀、錳及矽的缺乏，導致稻株易罹病蟲害、稻穀收量減少及米質不佳。此些不良稻田土壤可經土壤肥力的改進而獲得良好效果。

(二) 病徵

水稻缺錳徵狀一般不易發生，依水耕試驗結果，缺錳時稻葉色淡、葉幅稍寬、葉身薄而下垂，易罹患胡麻葉枯病。水稻缺矽則稻株生育衰退、莖葉軟弱易倒伏、葉現褐色壞疽、抽穗較晚且白穗較多、易患稻熱病、穀粒出現褐色小斑點等。如土壤中鉀、錳及矽併合缺乏，則稻株及稻穀易罹患胡麻葉枯病⁽²⁾。

(三) 起因

1. 稻田灌水則還原性錳容易往下層土流失，特別是漏水田、石礫田；或土壤中有效錳與有機物結合而成不溶性⁽⁵⁾；或土壤pH過高，錳成不溶性等均能導致錳缺乏。
2. 酸性較強土壤或砂礫淺層土壤，有效性矽含量較低。花崗岩、砂岩等母岩形成之



圖十一：土壤中鉀、矽及錳不足易罹患稻胡麻葉枯病。（林慶喜）

砂質而淺層之沖積土易缺矽。

3. 老朽化水田土壤，或長年栽種攝取矽酸強之稻、麥而使土壤中之矽酸漸趨缺乏。
4. 土壤中有效性鉀、錳及矽酸缺乏之臨界濃度分別為35、15及40 ppm。
5. 水稻植體營養成分缺乏之臨界濃度⁽³⁾，鉀於成熟期稻稈為1.0%，矽酸於成熟期稻稈為5.0%，錳於分蘖期葉鞘為20 ppm。
6. 土壤中有效性鉀、錳及矽酸含量愈低，則愈易誘發稻胡麻葉枯病的發生（圖十一），且與罹病程度有極顯著的負相關⁽²⁾。



圖十二：增施矽、錳肥之效果。
(林慶喜)



圖十三：增施矽錳及鉀肥之效果。
(林慶喜)

(四) 防治方法

- 1.多施堆肥、綠肥等有機肥料並行深耕。
- 2.土壤有效性矽酸濃度低於 40 ppm 時，推薦施用矽酸爐渣 4 噸/公頃，40~90 ppm 時施用 1.5~2 噸/公頃^(4,6)。
- 3.每公頃增施 60 公斤 / 公頃氧化鉀可增產稻穀 2~3 %；增施硫酸錳 100 公斤 / 公頃可增產 3~10 %；增施矽酸爐渣 4 公噸 / 公頃可增產 5~8 % (圖十二)；如同時增施鉀、錳及矽肥則可增產 11~15 % (圖十三)。

(五) 引用文獻

- 1.李子純、許兩順、林慶喜。1978。土壤肥力與水稻胡麻葉枯病之關係研究。pp.20-40。中華民國農學團體 67 年度聯合年會特刊。
- 2.李子純、許兩順、林慶喜。1980。臺灣東部水稻胡麻葉枯病稻田肥力改進試驗。中華農業研究 29(1)：35-46。
- 3.陳仁炫、林正金芳、郭惠千。1999。作物養分需求及植體分析之分級標準彙集。國立中興大學土壤環境科系編印。35p。
- 4.連深等。2001。作物施肥手冊。行政院農業委員會、農業試驗所及中華永續農業協會編印。27p。
- 5.高橋英一、吉野實、前田正男。1980。



作物要素欠乏過剩症。pp.154-197。日本農山漁村文化協會發行。

- 6.Lian. S. 1976. Silica fertilization of rice, In The fertility of paddy soils and fertilizer application for rice. pp.197-219.ASPAC. Taipei.

九、鹽沫危害 (Salt spray injury)

(一) 前言

海水因海風而附著在作物體上，海水流入農耕地而使鹽分累積於作物根群附近或灌溉水含過量鹽分造成作物受害謂之鹽害⁽¹⁾。而鹽沫危害⁽²⁾則係濱海地區在風速達每秒5.5米以上時，海面浪花中之泡沫破裂彈射其微滴至陸上植物枝葉上且累積超量所造成。

(二) 病徵

水稻受強烈季風所帶鹽分危害時，葉片尖端周緣捲縮，然後葉色轉變黃白，並逐漸蔓延而下，最後葉尖端及周緣白化萎凋（圖十四）。此症狀與白葉枯病類似，宜注意辨別。其辨別方法可將幾十個水稻葉片浸於蒸餾水中，溶解葉身附著的鹽分，再將此含有鹽分的水溶液，以硝酸銀溶液檢定之，如呈現氧化銀白色沉澱的即為鹽害；或用舌頭舐葉片，如有鹽味亦表示之。若水稻感染白葉枯病，最簡易方法為將葉片剪下放入一個玻璃杯，然後加清水五分滿，經1~2小時，若感染白葉枯病，則

細菌將從葉片傷口滲出來而使清水變成混濁；若無感染，則清水仍然保持透明清淨。

(三) 起因

- 1.東海岸地區冬季強烈季節風，於海浪破裂散開時，將帶有鹽分之海水飛沫混合於空氣中，而帶到離岸不遠之稻田，使飄浮的鹽沫降落附著於稻葉上，當鹽沫所含氯（Cl）、鈉（Na）、硫（S）等累積超量時則發生危害。
- 2.鹽沫之上陸及沉降與距離成反比⁽³⁾，即離海洋越遠，沉降量或累積量越低。
- 3.在植物葉片之累積量約0.5%氯、0.2%鈉（以乾重為基準），會引起葉邊緣或尖端灼傷⁽⁴⁾。

(四) 防治方法

- 1.水稻遭受鹽沫危害徵狀初現時，儘早利用噴霧機噴水，洗除葉身附著之鹽分。
- 2.種植防風林，阻擋鹽沫。
- 3.栽培對鹽沫感受性較低的作物，如茄子、大豆等。

(五) 引用文獻

- 1.林琚三。1979。臺灣西北沿海地帶空中鹽分與其他離子對植物生長的影響研究。臺大實驗林研究報告 124：211-250。
- 2.孫岩章。1994。臺灣西北沿海地區水稻及林木枯萎原因之研究IV.大氣中鹽沫微滴之顯微鏡觀測與化學鑑定分析。植物





圖十四：水稻鹽沫為害，葉片尖端周緣捲縮，黃白化，最後萎凋。（林慶喜）

保護學會會刊36：301-12。

- 3.高橋英一、吉野實、前田正男。1980。
作物要素欠乏過剩症。pp.191-195。日本
農山漁村文化協會。

十、氯氣危害（Chlorine injury）

（一）前言

氯氣是一種黃綠色且具惡臭的氣體，具有強氧化性，接觸作物葉片時會發生棕色、褐色、鐵銹色之斑點，症狀依作物種類而異。

（二）病徵

工廠操作異常而排放出氯氣可使工廠附近之水稻受毒害（圖十五），葉片產生大小不一之褐色斑點，分蘖減少，估計將使稻穀收量減少30%左右。

（三）發生生態

氯氣的發生來源，主要為紙漿漂白，食鹽電解、鹽酸合成、氯化乙烯製造、氯化鐵製造、活性炭製造等工廠及氯氣容器之活門破損等。工廠操作異常排放出的氯氣可經葉緣水孔及氣孔進入植物體，而以



圖十五：水稻氮氣毒害，葉片呈現大小不一之褐色斑點。（林慶喜）

氣孔為主要侵入途徑，由於被吸收的氯氣具有強氧化作用，使葉綠素發生分解作用，致葉面褪色⁽¹⁾。急性症狀時，可導致部分葉片壞死。

（四）防治方法

- 1.風力弱、濕度高，土壤水分高時，氯素之危害較易發生，因此稻田應儘速排水，減低土壤濕度。
- 2.改栽種對氯氣感受性最低的作物，如茄子、芹菜、大豆等，或感受性較低的作物，如玉米、番茄、胡瓜、菊花、葡萄等。

（五）引用文獻

- 1.涉谷政夫、山添文雄、尾形保、能勢和夫。1975。環境污染和農業.日本博友社發行。51p。

（作者：林慶喜）



藥害

Pesticide injury

一、前言

藥害的發生歸因於農藥本身性質（包括主成份和添加劑）及施藥系統（涵蓋噴藥時的壓力、藥液粒子大小及用水量等）於田間實際使用時，受到環境因子（溫度、風向、水質及土質等）的影響，而在敏感的作物種類、生育期或組織器官上所造成的生育抑制情形^(1, 3, 4, 7)。成品農藥在登記上市前，都經過北中南各地區之委託試驗測試，對推薦作物是相當的安全，可避免用藥時因為氣候的變化，或操作劑量上的些微誤差而發生藥害，因此品質合格的農藥，若配合推薦方法施用是不會引起作物的藥害。但是有關農藥藥害造成作物受損的案件卻仍然不斷的發生，究其根本主要是因為使用者對藥劑與作物間的生物活性關係，未能完全掌握而任意改變施用方法所致；例如農民往往因為省工及把握病蟲害的控制時效，將多種農藥混合施用，忽略了混合農藥除要顧及藥劑的物化特性，還要考量到藥劑在植體吸收、轉運及代謝等生物活性上的改變。其次農民也習慣使用含有植物生長調節劑，或具有類似作用成份之「營養劑」，以促進或調節作物

的生育，但在劑量及生育期的誤用或與農藥的不當混合下，反而造成生育異常等藥害現象，目前營養劑尚未有正式管理辦法，農民僅憑經驗即與其他藥劑混合施用，所造成作物損害的程度也最大，在藥害案例中之發生比例有逐年增高的趨勢。



圖一：殘留在土壤中之除草劑導致抽穗異常。（蔣永正）



圖二：秧苗施用營養劑後地上部莖葉黃化。（蔣永正）



圖三：秧苗施用營養劑後地下根部生長受抑制。（蔣永正）

在農藥種類繁多及農民追求作物品質之前提下，增加了用藥的複雜性，因此要降低藥害的發生，提供相關的安全用藥資訊是十分必要的。

二、藥害的發生

水稻自發芽至成熟所需的時間長短，會隨品種和種植的環境而異，影響水稻產量的主要生育期—孕穗期，也是最容易發生藥害的敏感時期。目前在水稻田發生藥害之可能途徑，包括：

（一）育苗土的污染或秧田施用營養劑；一般水稻在機械插秧育苗的過程中，首先要選擇無污染之適合土壤曬乾粉碎混合肥料後裝箱，並準備消毒過的稻種，於苗床土澆水吸濕後播種，再噴施殺菌劑覆土堆積，待幼苗經過伸

長、綠化及硬化期，本葉數達到2.5~3.5葉時插秧。育苗土中如果殘留有生物活性強之除草劑如依滅草等，在土壤中殘留期長，且低量接觸到植物根部，即會導致秧苗黃化枯死⁽⁶⁾（圖一）。此外農民於育苗過程中為了促進秧苗健壯，尤其在二期作高溫下，為防治秧苗過份徒長，常會施用成份不明的營養劑，造成根生長被嚴重抑制的藥害結果，亦為秧苗藥害的主要原因之一^(2,3)（圖二、三）。

（二）稻株進入幼穗分化之敏感生殖生長期，若接觸到如鐵鉀砷酸鉍或其混合劑等，也有導致授粉和穀粒充實功能不完全的可能性；根據植保手冊所登錄，有關滅紋、殺紋寧及鐵鉀砷酸鉍

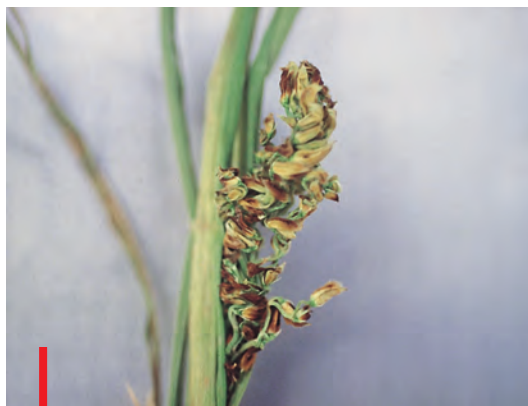




圖四：噴施高倍量之殺菌劑枯克爛引起葉緣黃化及黑穗。（蔣永正）

在水稻抽穗前10日使用，易引起稻株不孕；克枯爛混合鐵鉀磷酸銨、賓克隆、三賽唑或陶斯松任一種農藥，或同時混合賓克隆及歐殺松兩種農藥，均有可能發生藥害^(3,4)（圖四、五）。

（三）目前的農藥委託試驗設計，並未針對非目標作物藥害的測試，在臺灣地區作物相複雜及小面積集約管理的特色下，除草劑經由土壤殘留、污染灌溉水，或噴施時飄散（drifting）等途徑，對非目標之敏感作物造成影響，亦成為臺灣農藥藥害發生的普遍現象^(2, 4, 5)。噴施農藥時小粒子藥滴（約100 μ ）往往會受風速與風向的影響，隨氣流飛越到非目標作物區內，造成飄散的藥害案例，如蔗田噴施2,4-D



圖五：孕穗期施用殺菌劑鐵鉀磷酸銨造成穗梗無法正常抽出。（蔣永正）

引起鄰近水稻、西瓜及葡萄等作物的畸形發育；旱田整地前使用動力噴霧器大面積的噴施巴拉刈，在強風高濕的環境下，藥滴可飛越兩公尺高的堤岸，造成對岸4、5百公尺遠之秧苗死亡^(4,8)（圖六）。

水稻田使用之除草劑也會影響鄰近其他作物的正常生育；臺灣目前水稻田多使用硫醯尿素類除草劑，如免速隆、百速隆及依速隆等防治田間雜草，因為這類藥劑對人畜毒性低，施藥適期長，省工且效果好，頗為農民接受使用，但在施藥後10天內若使用其田水灌溉蔬菜、花卉等敏感作物容易引起新葉黃化皺縮等藥害現象的發生；北部地區鄰近水田之設施蔬菜及南部地區的芋頭都曾有过類似的案件傳出^(5,10)。



圖六：除草劑巴拉刈飄散引起之秧苗藥害。（蔣永正）



圖七：稻株接觸高量之除草劑伏寄普引起心葉及部分展開葉乾枯捲曲。（蔣永正）

三、藥害的診斷

藥害的診斷頗為複雜，尤其是單一農藥藥害的正確判斷更是不易。正確的藥害診斷是逐步排除不可能的原因，並提出直接的證據，但是受限於背景資料的不足及時間的倉促，並非所有案例都能完全達到理想的解決結果。目前以現場勘察、徵狀記錄及土壤或植體分析為藥害診斷的主要步驟^(4, 9)。一般而言受害徵狀仍為最直接且快速的診斷基礎。但同類藥劑、作用機制相似的不同種類農藥、或非農藥因子也會引起類似徵狀。許多病徵會與藥害徵狀相似，但病原菌大部份有專一寄主，或可以在受害組織分離到病原微生物加以辨識；如土壤病害出現莖基軟腐的病徵類似萌前

除草劑，毒素病引起葉變形皺縮則類似生長調節劑，或葉脈黃化類似光合作用抑制劑，寄生性線蟲會抑制根生長，幼苗嚴重矮化則類似二硝基苯胺系藥劑之藥害，但後者不會引起葉褐化的現象。蟲害如稻細蟻會引起稻頸彎曲，莖稈乾枯斷裂，與除草劑伏寄普的徵狀（圖七、八）類似，但前者稻稈剝開後，莖節處會發現蟲體或蛻皮等證物。土壤或植體內營養成份不均衡會影響植物正常生育，缺錳會造成脈間黃化類似三氮苯系除草劑（圖九），但營養元素缺乏或過多可以土壤或植體檢測來確定。種植後施用肥料不當所引起之葉片灼傷及褐化，則類似葉面接觸型藥劑。其他如空氣污染也會引起脈間黃化、葉緣黃褐



圖八：稻株接觸低量之除草劑伏寄普導致幼嫩葉鞘捲縮無法正常抽出。
(蔣永正)



圖九：高倍量之殺菌劑三泰芬引起稻株矮化及葉片黃化(最右盆)。
(蔣永正)

化、及葉形扭曲等受害徵狀；低溫則會造成葉片黃化萎凋等現象。以徵狀研判藥害最為困難之處，在於徵狀會隨時日而消失，或進展至更嚴重的褐化死亡，甚至因為藥害組織發生微生物的二次感染而顯示綜合的病徵，及徵狀與劑量間的關係均會干擾診斷的正確性。徵狀的確認可輔助藥害的正確診斷，只是在不可預知的狀況下，常常無法做適時的觀察，而喪失掉洞悉真相的先機。

單純的藥害案例可以田間現場勘察，及典型受害徵狀的比對，即可歸納出可靠的原因，但複雜而混亂的分佈與徵狀，則需藉助植體殘留之農藥測定，甚至組織切片等微細構造的觀察。但不論是否能得到

周全的診斷結果，作物傷害確已造成，終究不會回復到完滿的境地，因此正確而精確的使用農藥，才能確保作物的安全。

四、結論

農藥在現代作物栽培管理上是控制病原菌、害蟲和雜草等農業害物最經濟有效的方法，但是往往因為施用時未掌握住適當時期和藥量的原則，既不能達到預期的防治效果，還可能引起作物發生藥害；農藥在植物體內的作用程度，會因為品種的差異而不同；植物在不同生育期對藥劑的反應亦有差別。水稻全生育期中對藥劑最為敏感，以幼苗期和進入生殖生長初期（如幼穗分化期）。組織和器官上的敏感程度



也有差異，一般繁殖器官（如花粉和柱頭）要比營養器官（如葉片）對農藥較為敏感，且後者較易恢復正常生育，但受害葉片的光合作用效率降低，影響植株的生育狀況。實際上大部分藥害的發生多屬人為的疏失，噴藥時若能考慮環境因子，並遵循推薦的使用方法，即可達到最佳藥效及避免藥害發生的使用目的。

五、引用文獻

- 1.楊麗珠。1993。農作物農藥之藥害。興農雜誌社主編，稻香文化事業股份有限公司發行。臺中，臺灣。184p。
- 2.蔣永正。1996。除草劑之藥害及抗藥性。pp.383-394。除草劑安全使用及草類利用管理專刊，臺中臺灣。
- 3.蔣永正。1997。農藥的藥害。農業藥物毒物試驗所技術專刊第74號（45期）。臺中，臺灣。7p。
- 4.蔣永正、蔣慕琰。1996。稻作淺水環境下水中巴拉刈之消退及殘留活性。中華民國雜草學會會刊 17:47~57。
- 5.蔣永正、蔣慕琰、劉威廷、蔡瑞真。1999。稻田田水殘留之百速隆（pyrazo-sulfuron-ethyl）引起非目標作物藥害之潛力。植物保護學會會刊 41:67-78。
- 6.Clay, D. V. 1993. Herbicide residues in soils and plants and their bioassay.pp25-57. In Streigbig, J. C. and P. Kudsk. Herbicide Bioassays. CRC Press.pp.153~172.
- 7.Hassall, K. A. 1990. Physicochemical aspects of pesticide formulation and application. In The Biochemistry and Uses of Pesticides, 2nd ed., Weinheim, NY.
- 8.Knoche, M. 1994. Effect of droplet size and carrier volume on performance of foliage-applied herbicides. Crop Prot. 13:163-178.
- 9.Monaco, T. J., Bonanno, A. R., and Baron, J. J. 1986. Herbicide injury:diagnosis, causes, prevention and remedial action. pp.399-428. In N. D. Camper ed. Research Methods in Weed Science. Southern Weed Science Society.
- 10.Russel, M.. H., Carski, T. H., and Mckelvey, R. A. 1995. Risk evaluation of the leaching potential of sulfonylurea herbicides. pp. 695-700. Proc. Brighton Crop Protection Conference.

（作者：蔣永正）



寒害

Chilling injury

一、前言

寒害 (chilling injury) 可分為凍害 (frost injury) 及冷害 (cool damage)。凍害指 0°C 以下低溫對越冬作物所造成的傷害；冷害指 0°C 以上低溫對作物的損害，往往又稱低溫冷害 (low temperature injury)。冷害使作物生理活動受到障礙，嚴重時某些組織遭到破壞。冷害不僅出現在高寒地區，溫帶、熱帶地區偶而也會發生。冷害在春、夏、秋都可出現。中國南方夏初低溫對早稻孕穗期也有危害；秋季冷空氣入侵引起明顯降溫而使水稻減產，多發在寒露節前後，在廣東、廣西、福建一帶稱寒露風，影響水稻開花、授粉和受精過程的正常進行，增加稻穀的空秕粒。低溫引起水稻不實和空秕粒現象，在歷史上早有記載，如明朝《沈氏農書》中指出：「若值天氣驟寒，霜早，凡田中有水，霜不損稻；無水之田，稻即秕矣。」

臺灣地區水稻受寒害有兩個時期，一為中南部地區一期水稻的生育初期，由於冬季平均溫度較高，一期作水稻播種較早，而強烈寒流入侵時期多在一、二月間，秧苗易遭受寒害。另一受害的時期為

北部地區二期水稻的抽穗期，若水稻插秧晚，於九月下旬或十月上旬始抽穗，則易受寒流低溫影響，導致花粉母細胞畸形分裂，形成空穎、結實率降低或充實不良。但是，臺灣北部地區冬季氣溫雖低，卻因東北季風盛行之故，天空雲量較多，地面輻射冷卻弱，所以二期水稻遭受寒害的機率反而較少。因此，臺灣地區水稻寒害多發生於中南部之一期作生育初期。然而，北部第一期作之低溫影響，幾乎年年都無法迴避，為不爭之事實。

日本自 1935 年開始對冷害進行了系統的研究，逐步明確了水稻冷害的指標、關鍵期及其生理機制，鑑定和培育出耐冷性較強的水稻品種，提早育壯秧技術以及抗禦冷害的綜合措施。臺灣有關耐寒性之研究，早期多在室內檢定。1985 年開始，桃園區農業改良場在新竹縣五峰鄉海拔 500 公尺處設立耐寒性檢定圃，檢定各試驗單位所提供之優良雜交後代 (圖一)。

冷害主要因作物生理活動受到障礙，嚴重時某些組織遭到破壞。水稻生長發育有其適宜的溫度範圍：

1. 秧苗期之最低平均氣溫 10°C 以上，每日



圖一：不同品種秧苗遭受寒害之黃化症狀。（黃益田）

- 平均13~23℃，持續40~45天。
- 2. 生育期平均氣溫24~28℃，持續期間50~60天。
- 3. 幼穗分化至抽穗開花適宜溫度為25~32℃，最低溫度15~18℃。
- 4. 灌漿結實期要求日平均溫度在23~28℃之間。如果在各個生育時期溫度低於適宜溫度甚至低於最低溫度，則可能產生冷害。

低溫對農作物生理之影響：

1. 降低光合作用強度。以各種作物在24℃條件下的光合作用強度為100%，在12℃條件下，水稻為81%。
2. 減少根系對養分的吸收。在24℃條件下作物根系對養分的吸收以100%，在12℃水稻對銨態氮的吸收則為50%、磷為67%、鉀為70%。
3. 影響養分的運轉。低溫能妨礙光合產物和礦物質營養向生長器官輸送，使正在生長的植物器官因養分不足而瘦小，退化或死亡；在幼穗伸長期，莖桿向穗部輸送養分受阻，花藥組織向花粉輸送碳水化合物不正常，會妨礙花粉的充實和花藥的正常破裂、散粉。灌漿過程中，低溫不會降低光合作用，減少碳水化合物合成，阻礙光合產物向穗部輸送。

二、危害症狀

低溫冷害一般分為以下三種類型：

1. 延遲型冷害：生育期長時間持續低溫，致使生育遲緩，出穗期延遲（圖二），稔實率甚差，引起減收。有些水田用比較冷的水來灌溉亦會產生青立之現象。出穗後40天內成熟期之氣溫在20℃以下之時成熟不良，15℃以下完全無收穫。
2. 障害型冷害：在生殖生長期遭遇低溫引起顯著的減收現象。可區分為孕穗期和抽穗開花期之冷害。如遇孕穗期的低溫，



圖二：水稻生育期遭受冷害延遲出穗。
(黃益田)

生殖細胞發生障害，不稔實或秕穀增多，而致減產。抽穗開花期遭低溫障害，不開穎，花藥不裂，花粉不發芽，造成不稔粒。障害型冷害之不稔粒以穗尖較多，穗基較少。

3. 混合型冷害：生育期遇低溫會延遲抽穗開花，抽穗開花期又遇低溫危害，會造成不育和秕粒。

第一期作秧苗期遭受寒害時，葉色呈黃化現象，黃化程度由淺而深，因遭受冷害溫度與時間長短而不同。嚴重者發生萎凋死亡或爛秧。冷害起因於孕穗期低溫時，會發生不受精之穀，產生障害型寒害，營養生長期間遇低溫時，產生生育延

遲，出穗期低溫會引起稔實障害產生青立的現象。遲延型冷害有冷夏、長雨造成稻熱病的激發而造成減收，即所謂稻熱病型冷害等等。

三、防禦對策

冷害為水稻遭遇不正常氣候低溫所引起，不可能以一般病害防治方法治理，惟能以妥善之栽培管理措施來預防。

1. 品種：選定耐冷耐病之冷害抵抗性品種，並注意早中晚品種之適當配合。
2. 保溫防寒：第一期作育苗期間，中北部氣溫常下降至 $8-15^{\circ}\text{C}$ 之間，為預防誘發立枯病及凍害，須覆蓋塑膠布保溫。
3. 改善田間小氣候：第一期秧田，如遇霜風，應於當夜將秧田灌淹沒，預防凍害。至翌晨天氣溫暖時，再將水全部排出。如葉面結霜應潑水解凍。平時灌溉以早晨日出後為宜。如遇降雨而無風嚴寒時，每晨要灌溉至水稻床再排水，晴天可3天灌一次，翌晨排水。
4. 對障害型及延遲型冷害，可採取適作期的對策；適作期以秋季最低氣溫 10°C 出現日期為安全出穗期之晚限。
5. 注意氣象預報：低溫來臨前，利用水的熱容量大，氣溫下降時降溫慢的特點，灌7~10公分深水護根，以提高根際溫度。



四、參考文獻

- 1.王延頤。1986。水稻氣象。pp.276-279。
中國農業百科全書，農業氣象卷。農業出版社。北京。
- 2.申雍。1999。臺灣地區農業氣象災害與稻作生產。pp.70-85。環境與稻作生產（楊純明編）。臺灣省農業試驗所。臺中。
- 3.林芳洲、林孟輝。2000。水稻耐寒性檢定試驗。桃園區農業改良場研究彙報 42：13-21。
- 4.孫玉良、趙玉田。1991。抗寒性鑑定。中國農業百科全書，農作物卷（上）。農業出版社。北京。295p。
- 5.陳買。1977。水稻栽培灌溉排水管理。中國農村復興聯合委員會。臺北。30p。
- 6.陳鐵如、吳鍾玲。1993。基礎氣象與農業氣象學。pp.201-204。淑馨出版社。臺北。
- 7.張萬來。1970。水稻品種之耐寒性反應。農業研究 19 (2)：26-30。
- 8.張養才、劉存。1986。寒露風。pp.93-95。中國農業百科全書，農業氣象卷。農業出版社。北京。
- 9.曾美倉。1976。秧苗低溫處理對一期水稻生育及產量之影響。中華農學會報 97：45-59。
- 10.曾文柄、朱鈞、郭文鑠、楊之遠。1984。臺灣地區農業氣候資源應用之研究。中央氣象局編印。
- 11.潘鐵夫、張養才。1986。冷害。pp.123-124。中國農業百科全書，農業氣象卷。農業出版社。北京。
- 12.盧守耕。1965。稻作學。pp.441-446。正中書局出版。臺北。
- 13.謝堡丁。1972。臺灣灌溉的組織經營與技術。中山學術文化基金會。357p。
- 14.戶義義次、天辰克己。1980。稻作診斷法（下卷），第六章 冷害診斷。pp.203-221。農業技術協會。東京。
- 15.羽生壽郎、中川行夫、山本良三、坂上務、矢吹万壽、堂腰純。農業氣象學。pp.122-144。文永堂。東京。
- 16.鑄方末彥。1949。食用作物病學（上卷），稻及豆類。植物病學叢書 6：111-114。朝倉書店。東京，日本。

（作者：黃益田）





工廠排放廢水對水稻之危害

The adverse effect of industrial wasted water on rice cultivation

一、前言

水為農業必需之資源，農業用水佔臺灣地區總用水量之78%⁽⁴⁾。臺灣因受地型限制，山高水急，雨季、旱季相當明顯，水資源保存不易，為獲取更多水量供應灌溉所需，大部份灌溉系統皆採灌、排水合一方式。因而工廠廢水如未經處理或處理不當，除了造成環境污染外，亦可經由灌溉系統進入稻田，影響水稻生產。

臺灣灌區主要渠道中已有43.7% 圳路受到不同種類及不同程度之污染威脅，受污染之面積在20,514至45,472 公頃；作物受污染而損害之面積，因年度（水文狀況）而有差別，最低1,159 公頃，最高36,991 公頃，水稻年減產量在7,107至8,058 噸之間⁽⁴⁾。工廠不當排放廢水對水稻之危害，可分為：1.直接危害：水中溫度太高或酸、鹼、油脂含量過高，會破壞或阻礙稻株正常之生理作用。2.間接危害：水中之有毒物質如重金屬、鹽類與有機物等經由灌溉作用而累積於土壤中，當土壤中上述之毒物質過高時，即會改變水稻之生長環境，使毒物質經由水稻之吸收而轉移、累積至稻體上，破壞稻株之生理作用，引起稻作生長不良，稻米之品質變劣，甚至受毒物質污染。

二、工廠廢水之來源及特性⁽⁶⁾

工廠廢水中之有毒物質因原料、製程之不同而有所差別，較為常見之工廠廢水來源及特性示之於表一。表一中所列不可能包括所有工業類，其廢水之來源及廢水特性亦無法全部列出，僅作一般參考。在實務上，尚需依據工廠產品與製程去瞭解污染物之來源，依排放物質之不同，可將其分類如表二。

三、工廠廢水中毒物質對水稻之危害機制與危害症狀⁽¹⁾

表二中之毒物質大致歸納：具對水稻之危害機制與危害狀如下：

- 1.懸浮固體物：水中含過量之懸浮固體物，進入農田後會滲入土壤孔隙中，使土壤之透水、通氣等物理性惡化，造成地力減退、生長受阻，氮素吸收不足，葉色呈淡綠色，水稻根之分化數減少，水稻生長停滯等症狀。
- 2.有機物：有機物係指碳水化合物、蛋白質及動、植物體之分解物等，因有機物中往往含高量之氮，灌溉水中過量之有機物會造成水稻之氮素過剩障害，其症狀為：生長過分繁茂，葉色變濃，稻稈增





表一、常見工廠廢水之來源及廢水特性

工業類別	主要廢水來源	廢水特性
製紙	蒸煮、精製、纖維洗滌、紙漿、篩濾	酸、鹼、色度、懸浮固體物、膠體及溶解性固體物、有機物、鐵、鋁、鈉、鈣、氯等鹽類及硫酸根等
醱酵	醱酵母液、洗滌水	色度、鹽類、懸浮固體物、有機物
紡織染整	纖維蒸煮、織品去漿染色、整理	色度、懸浮固體物、有機物、次氯酸鈉、酸、鹼
化工	稀釋、洗滌、精製	酸、鹼、有機物、鹽類、油脂
屠宰	血液、毛、糞、尿、肉、油脂	有機物、油脂
製革	脫毛、浸水、浸灰、浸酸、脫灰	鹼、有機物、鹽類、重金屬、懸浮固體物、油脂
食品	原料洗滌、浸漬、壓榨、蒸餾、容器清洗	酸、鹼、有機物、鹽類、懸浮固體物、油脂
製糖	清洗、冷卻水	有機物、懸浮固體物
鋼鐵	冷卻水	重金屬、懸浮固體物
金屬表面處理及電鍍液	洗滌及處理液	油脂、酸、鹼、氰化物、重金屬、鹽類
石油化學	冷卻水、產品洗滌	酸、鹼、有機物、油脂

長但植株軟弱，易倒伏及發生病蟲害，根毛減少，分蘖遲，稔實不良。微生物為了分解水中過量有機物會消耗水中氧氣，使呈還原狀態；有機物再經微生物還原分解後，產生硫化氫、二價鐵、甲烷、有機酸、醇類等危害水稻生理作用之毒物質，同時亦阻礙磷、鉀之吸收，水稻之生育因而受阻。

3.酸或鹼：水稻適合生長之土壤pH值界於

4.5~7.0 之間，澆灌水之pH 值能間接影響土壤之pH 值，土壤如pH 值太低（酸化），則土中非溶解性之鐵、鋁大量溶出，產生鐵、鋁毒害；磷之吸收亦受抑制，水稻葉面及稻穀產生斑點，葉先端捲曲，根呈暗褐色。土壤如pH 值太高（鹼化），則土中之鐵、錳、銅及鋅等微量元素形成不溶解化，不易被稻株吸收，引起微量元素缺乏及生育障害等症





表二、排放各類污染物質之工業

污染物質	工 業
有機物	製糖、醱酵、食品、石化、製紙、紡織染整、屠宰、垃圾處理、農藥
懸浮固體	醱酵、食品、洗煤、煉焦、製紙、砂石、製革
油脂	金屬表面處理、石油化學、製革、屠宰、化工
高溫	火力發電、染整、電鍍、食品、化工
病原體	製革、屠宰、食品、醫院、垃圾處理
酸	採礦、冶煉、化工、石化、金屬表面處理及電鍍、紡織染整、製紙
鹼	化工、石化、金屬表面處理及電鍍、紡織染整、製紙、玻璃、食品、製革
重金屬	採礦、金屬表面處理及電鍍、化工、製革、鋼鐵、電子
鹽類	肥料、食品、化工、製革、金屬表面處理及電鍍、垃圾處理、醱酵、製紙、染整
氰化物	化工、金屬表面處理及電鍍、肥料、電子、農藥

狀（圖一）。

4.油脂：油脂能直接浸入水稻體，形成半透明狀，水稻之生理作用受阻，葉端發生捲曲，數日後形成褐化，心葉先黃白化後枯萎；油脂如累積於土壤中，水稻會產生與有機物危害之相同症狀；油脂如覆蓋於土表，則會阻止土壤氣體之進出，造成土壤還原障害（圖二、三）。

5.鹽類：鹽類係指銨鹽、氯、硫化物、氟化物、硫酸鹽及硝酸鹽等，灌溉水中鹽類離子過高，則產生高滲透壓，稻根之吸水作用受到抑制，高濃度短時間鹽害會引起稻株枯萎，低濃度長時期鹽害會引起稻根腐敗變黑，下葉枯萎，分蘖受抑制，而且被稻株吸收之鹽分會干擾植體之生理作用，除了葉部之碳素同化機能

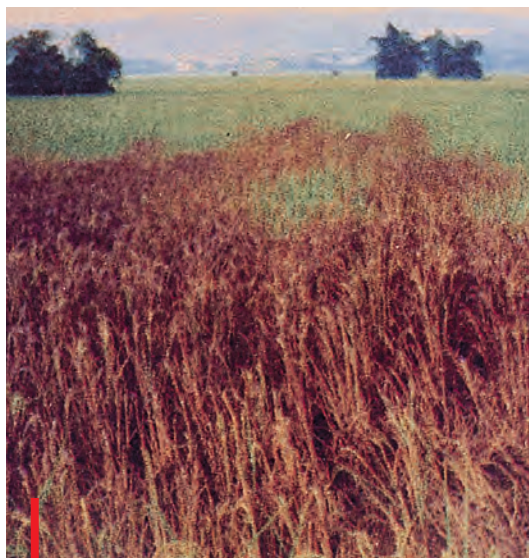
下降外，亦可引起其它生理機能之衰退。鹽類濃度一般以電導度（EC）表示，灌溉水中之電導度值如在 1 mmho/cm 以上時，就可能對水稻產生鹽害⁽⁵⁾。

6.重金屬：工業上常用之重金屬為砷、鎘、鉻、銅、汞、鎳、鉛及鋅等，其中銅及鋅為水稻生長所必需，但過量則會造成毒害。重金屬對水稻之毒害機制為：(1)改變細胞膜之通透性。(2)與稻體內酵素結合，改變酵素活性。(3)取代必需元素。(4)與氮、磷產生競爭作用⁽⁶⁾。水稻受重金屬危害常產生葉片黃化、褐化及壞疽（與缺鐵症狀相似）；或呈紅紫色條紋（與缺磷症狀相似），根系生長受阻，呈刺鐵絲狀，稻實不稔（圖四）。重金屬對





圖一：農田受含鹼工業廢水污染，引起稻作枯萎。（林浩潭）



圖二：農田受重油污染，引起稻作枯萎。（林浩潭）

水稻之毒害以旱田較易發生，因旱田土壤呈氧化狀態，土壤中重金屬大多為硫酸鹽型態；而水田土壤呈還原狀態，土壤中之重金屬大都為硫化物型態，硫酸鹽型態之重金屬較硫化物型態者容易為稻株所吸收⁽⁷⁾，因此稻株之重金屬危害症狀以旱田較為明顯；但砷屬例外，因對水稻之毒性而言，三價砷（還原態）大於五價砷（氧化態）。值得注意的是重金屬中之鎘可經由稻株吸收而轉於稻穀中⁽¹⁰⁾，產生"鎘米"，"鎘米"經食用後，會危害人體健康，引起"痛痛症"⁽⁹⁾。近年來幾

件"鎘米"事件之發生，即由於稻田受化工廠、電鍍廠含鎘廢水污染所引起⁽⁹⁾。

- 7.其它：(1)溫度：水稻在 15 至 35℃ 為最適生長溫度，假如溫度上升至 50℃ 以上，往往產生生育障害。(2)清潔劑：清潔劑一般可分為軟性及硬性二種，硬性由烷基苯硫酸鹽（alkylbenzene sulfone）簡稱 ABS 所合成。在環境中不易被微生物所分解。軟性清潔劑由鈉多脂烴磺酸鹽（SAS）或硫化腺性環基化合物（UAS）合成，為較易分解之產品。ABS 會脫附土壤吸著之銨態氮，造成銨態氮流失，





使水稻缺氮。ABS 低濃度之危害症狀為根之發育受阻，根老化，稻米產量減退；高濃度危害症狀為老葉呈條狀赤褐色壞疽。影響水稻生育之ABS 濃度約在3 ppm 以上⁽⁶⁾。

四、防治工廠排放廢水對水稻危害之方法

「水污染防治法」及「灌溉水水質標準」(如表三)⁽⁶⁾雖已訂定並執行，但近年來工廠廢水因處理不良或不當排放而引起農作物損失之案件仍層出不窮，究其原因為：1. 監測水質之人力及物力不足。2.放流水標準未能包含所有之有毒物質。3.工廠廢水中有



圖三：輸油管破裂，油脂污染灌溉水，導致秧苗枯死。（林浩潭）

表三、臺灣省灌溉用水水質標準

項 目	限 值
鈷(Co)	0.05 mg/L
酸鹼值(pH)	6.0 - 9.0
銅(Cu)	0.2 mg/L
電導度(EC)	750 μ mho/cm
鉛(Pb)	0.1 mg/L
懸浮固體物	100 mg/L
鋰(Li)	2.5 mg/L
氯化物(Cl ⁻)	175 mg/L
錳(Mn)	2.0 mg/L
硫酸鹽(SO ₄ -2)	200 mg/L
汞(Hg)	0.005 mg/L
總氮量(Total-N)	1.0 mg/L
鉬(Mo)	0.01 mg/L
清潔劑(以ABS表示)	5.0 mg/L
鎳(Ni)	0.5 mg/L
油脂	5.0 mg/L
硒(Se)	0.02 mg/L
鋁(Al)	5.0 mg/L
鈇(V)	10.0 mg/L
砷(As)	1.0 mg/L
鋅(Zn)	2.0 mg/L
鈹(Be)	0.5 mg/L
鈉吸著率(SAR)	6.0
硼(B)	0.75 mg/L
殘餘碳酸鈉(RSC)	2.5 meq/L
鎘(Cd)	0.01 mg/L
水溫	35℃
總鉻(Cr)	0.1 mg/L

毒物質成分並不單純，各因子間可因「協合作用」而對作物產生毒害。4.灌水及排水不分。





圖四：水稻成熟期農田受電鍍廢水污染，稻作稔實不良。（林浩潭）

針對上述種種原因，各有關主管機關應做到：

1. 灌水及排水分開。
2. 確實執行「水污染防治法」及「灌溉水質監測」。
3. 對排放水中各種污染物採取總量管制措施。
4. 設立專業區，將污染性較大之工廠集中管理，並將廢水集中處理，防止工廠廢水對水稻之危害。

受懸浮固體物害之土壤可利用翻耕改

良透氣性、透水性；有機物、油脂、清潔劑危害之土壤須連續進行灌水、曬田、翻耕等步驟，利用土壤微生物分解毒物質；酸土須施用石灰改良；鹼土或含鹽類過高之土壤須長期以淡水灌溉、洗滌與排水，去除對水稻危害之物質；受重金屬危害之土壤須以排土、客土或翻土等方法降低或去除重金屬，但進行上述各種改良對策前，除了必須考量其經濟性外，尚須考量如何防止二次污染之發生。





五、引用文獻

1. 李國欽、林浩潭、賴七仙。1990。硬脂酸鋸製造工廠排放渠道灌區土壤水稻中重金屬含量調查與相關關係探討。pp.227-242。第二屆土壤污染防治研討會論文集。國立臺灣大學農業化學系編印。
2. 林浩潭、李國欽、賴七仙。1991。臺灣地區不同作物對土壤中重金屬吸收之探討。pp.293-308。第三屆土壤污染防治研討會論文集。國立中興大學土壤系編印。
3. 張尊國、徐玉標。1992。第四章 水污染與農業。pp.55-75。農業與環境保育。楊盛行編，華香園出版社。臺北。300p。
4. 郭魁士。1980。土壤學。中國書局。臺北。801p。
5. 臺灣省水利局。1981。灌溉水質監視處理手冊。臺灣省水利區編印。120p。
6. 白鳥孝治。1974。第2編 水質汚濁。pp.53-104。農業公害ハンドブック。阪井弘編，地人書館。東京。372p。
7. Chino, M. 1981. Metal stress in rice plants. pp.65-80 in: Heavy metal pollution in soil of Japan. K. Kakuzo and I. Yamane eds. Japan Scientific Societies Press, Tokyo, 302p.
8. Kabata-Pendias, A., and H. Pendias. 1986. Trace elements in soil and plants. CRC Press. Boca Raton, Florida, 315p.
9. Kobayashi, T. 1978. Pollution by cadmium and the Itai-Itai disease in Japan. pp199-260. in: Toxicity of Heavy Metals in the Environment. Part I. J.W. Oehme ed. Marcel Dekker, New York, 516p.
10. Li, G. C., H. T. Lin, and C. S. Lai. 1994. Uptake of heavy metals by plants in Taiwan. Biogeochemistry of Trace Elements. Environmental Geochemistry and Health 16:153-160.

(作者：林浩潭)





豬廢水對水稻之危害

Pig excretes damage of rice

一、前言

在養豬過程中，必須排放大量廢水，此廢水排入灌溉溝渠，將污染農業用水進而影響農作物生產。豬廢水含有高量COD 3,200~8,280 ppm，高電導度 E.C 值達 1,080~5,410 umhos/cm 及銨態氮 (NH_4N) 34~428 ppm。水稻以豬廢水灌溉用後，因含高量有機物，使水稻生育過分旺盛、分蘖多、植株軟弱、易罹患病蟲害、生殖生長期延長、抽穗後結實不良，造成水稻減少 20~40% 產量。但若將豬廢水稀釋至廢水中銨態氮含量適合水稻生長後灌用則可供應水稻適當氮素營養，使生育正常，水稻產量反而增加 20~30%。另水稻產量除受灌用豬廢水中銨態氮濃度影響外，灌用時期亦影響水稻產量，影響較大時期為插秧後 15 天內及抽穗後 15 天內灌用。

二、危害徵狀

分蘖多、葉片濃綠下垂、下位葉枯萎、植株高大、劍葉寬大、抽穗延遲、穗大但結實不良等。

三、防治方法

豬廢水經過處理至廢水中，使廢水銨

態氮含量適合水稻之生長。

四、參考文獻

1. 李錦地、張嵩林、郭錦洛、洪正中、張連傳。1982。毒性污染物使用量及殘餘量調查報告。臺灣水污染防治所編印。123p。
2. 李錦地。1981。中港流域汞污染之調查研究。pp.31-46。水污染影響農業實況調查研究報告摘要。
3. 李國欽、費雯綺、顏耀平。1979。臺灣各地區水稻田土壤及水中砷含量調查。科學發展 7 (8)：789-809。
4. 林山峰、村野文男、友永剛太郎。1978。土壤污染。生物影響の生活。環境 23 (8)：30-39。
5. 涉谷政夫、山添文雄、尾形保、能勢和夫。1978。環境污染。農業博友社 330p。
6. 鄭榮賢。1985。不同種類污水長期連灌對土壤及水稻之影響及污水害症狀鑑定研究。農林廳土壤肥料試驗報告。

(作者：鄭榮賢)





綠肥或前作物殘體掩埋後醱酵不完全對水稻之危害

Injury of Incomplete Fermentation from Burying of Green Manures or Previous Crop Residues to The Growth of Paddy Rice

一、前言

水稻為臺灣最主要農作物，一年可以種植二期，合計栽培面積約三十六萬公頃。近來由於國民消費型態顯著的改變，稻米消費量劇減，發生生產過剩現象，政府推行稻田轉作政策，獎勵休耕補助轉作綠肥作物，以培養地力為其中重要措施。

綠肥作物之植體為高效性之有機質肥料，於開花盛期或生長茂盛時期，將新鮮植體翻犁埋入土壤中，藉著土壤微生物分解其中易分解之殘體，礦質化並釋放出養分。由於其含大量不易分解之纖維素、木質素，可增加土壤有機物，為長期保育土壤肥力及維持農業永續生產力之耕作方式，但於種植後作物時，所施肥料用量，應將綠肥殘體所釋放養分扣除，以免施肥過多，而造成後作物營養過剩，並易造成病蟲危害⁽⁵⁾。

另外，每生產稻穀1公斤，會同時伴隨大約1公斤的稻草產生，稻草可做為飼料、燃料、褥草以及覆蓋、防風牆、繩索或蓆之材料，惟因目前收集工資昂貴，取代物品價廉普遍，稻草之用途大減。為任意棄置田間，常妨礙下期作栽培田間整地。因

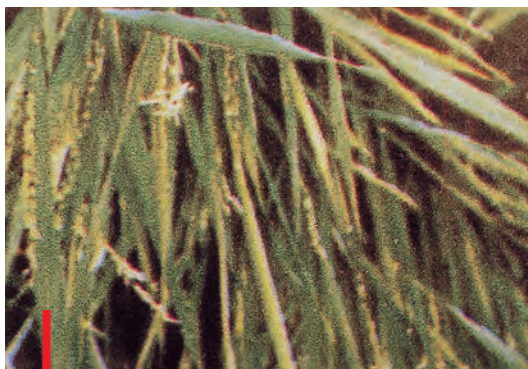
此每逢水稻收穫時，農民大都會藉著水稻聯合收穫機，順便將稻草於田間就地切斷，以便日後曬乾，放火焚燒，以為下次耕作時，便於曳引機或耕耘機之操作此種現象於第一期稻收穫時最容易看到。燃燒稻草，易造成空氣污染，減低能見度，「空氣污染防治法」亦有明文規定嚴罰，故應予禁止。但若不將稻草就地焚燒，直接犁入田間，醱酵期間短，易使二期稻生育初期，遭受相當程度的不良影響，水稻植株黃化甚至死亡，因此，有待詳細探討改進之必要⁽⁶⁾。

現行耕作制度有水稻二期稻及前期種植綠肥作物，無論是水稻殘體（稻草、稻殼）或綠肥掩施均需經過完全醱酵始能插秧，避免造成植株危害。

二、危害徵狀

綠肥或前作物殘株直接掩埋後，其所含豐富之有機物於田間開始腐爛醱酵，發生微生物的氮素固定作用（俗稱搶氮作用），造成水稻缺氮黃化的現象，而微生物活動所產生的高溫及厭氣醱酵所產生的甲烷、硫化氫等氣體對水稻生育均有不良的





圖一：水稻植株之缺鋅徵狀。（黃瑞彰）



圖二：水稻植株之缺鋅徵狀。（黃瑞彰）

影響，會導致水稻嚴重減產⁽⁶⁾。

當土壤浸水後溶解的氧被好氧微生物快速消耗，一些嫌氧性微生物以無氧呼吸方式（anaerobic respiration）維持在土壤中的生理代謝作用。牠們用氧化土壤成分當作電子接受者（electron acceptor）來接受電子，其程序如下：

- (一)硝酸鹽（nitrate）被還原成氣態氮。
- (二)錳和鐵氧化物被當作電子接受者，還原產生 Mn^{2+} ， Fe^{2+} 。
- (三)有機物發酵為短鏈性有機酸，如醋酸、丙酸、丁酸等。
- (四)在鐵化合物被還原後，有機物和硫酸被用來當作電子接受者。

結果硝酸鹽自土壤中消失，同時累積一些植物毒素（phytotoxin）物質如硫化氫（ H_2S ）及高濃度可溶性的 Mn^{2+} ， Fe^{2+} 離子；土壤有機物亦能釋出多種具有毒性的化合

物，特別是羧酸（carboxylic acid）及一些氣態生長調節素如乙烯等，其釋出可能傷害植物的生長^(3,7,8,10)。茲分別將其病徵敘述如下：

- 1.鐵過剩：最初棕色斑點出現於下方葉片的尖端，漸擴及葉片的基部，並在葉脈間結合。上葉仍是綠色，但嚴重時整株葉片呈暗棕色^(5,8,12,13,15)。
- 2.錳過剩：棕色斑點發生於下方葉片的葉脈及葉鞘上。分蘖少，生長受阻⁽⁵⁾。
- 3.有機酸危害：這些具有毒性的化合物，很快累積在植物細胞內，破壞細胞構造，而造成細胞的死亡，特別是乙醇具有高度油脂溶解力，能夠破壞細胞膜及胞器的膜層構造，阻害根群的養分吸收或造成根的腐爛。通常是在苗期或分蘖初期，大約在定植後20天左右顯現徵狀。植株生長緩慢，葉部初期為暗綠色但快





圖三：水稻植株缺鋅延遲成熟。(黃瑞彰)

速黃化，根變得短而粗厚，根毛較正常植株少。在含大量有機質土壤中植株死亡嚴重，中量有機質土壤，則阻礙植株生長，導致稻穀產量降低⁽¹⁵⁾。

4. 硫化氫毒害：首先發生在根部，顏色從白色或輕微棕色至黑色，黑色是根表面覆蓋鐵所致，在毒害早期可被擦掉，後期整個根變為黑色和開始惡化。地上部首先沿老葉的邊緣出現不規則灰色斑，緊接著發生在較年輕的葉片，葉片捲縮並由頂端而下逐漸變成棕色，植株在 H_2S 毒害提高期葉片萎縮，如受乾旱逆境，產生不孕花序和不稔實或兩者一起出現^(5,15)。

5. 當鐵過剩時會降低水稻植株對鋅之吸收，導致缺鋅。水稻缺鋅時幼苗倒伏葉片褪色，下方葉片常有微細銹點，延緩水稻植株成熟。不同浸水狀態影響程度亦不

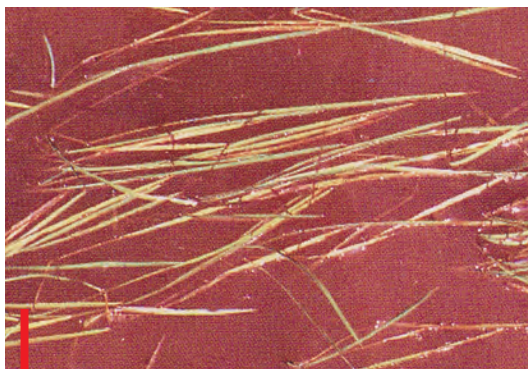


圖四：水稻不同的浸水狀態和缺鋅的關係。(黃瑞彰)

同，通常最嚴重之徵狀發生在較長時間之浸水狀態^(11,15)（圖一至圖六）。

三、發生生態

- (一) 高 Fe^{2+} 濃度導致葉綠體減少，葉綠體基粒（色素粒）大小和數目均降低，水稻鐵毒害是複合的養分逆境，經常伴隨鈣和鎂缺乏，導致光合作用及細胞數目降低⁽¹²⁾。
- (二) 過量的錳增加IAA氧化酵素（IAA oxidase）而破壞生長素（auxin），結果造成氨基酸的不平衡，且導致細胞數目及體積的減少，及減少根、葉之乾重。另有報告指出在錳含量過多的組織中由於auxin活性低，因此IAA促進質子流出（proton efflux pump）作用受到抑制，結果抑制細胞壁伸長，細胞壁形成帶負電荷；除外Ca的運轉亦



圖五：水稻葉片之缺鋅徵狀。（黃瑞彰）



圖六：水稻幼苗之缺鋅徵狀。（黃瑞彰）

受限制^(3,9)。

(三) 硫化氫可破壞稻根的氧化能力和抑制呼吸作用，故阻礙各種元素的吸收，如磷、鉀、矽、鋅、錳等，但鎂和鈣不太受抑制，致水稻發生缺乏鉀、矽及錳，而鉀、矽及錳的含量與稻田胡麻葉枯病的罹病程度有極顯著的負相關，因此稻田易發生胡麻葉枯病^(2,15)。

離子毒害發生時，植物在單獨鹽分溶液中所受的傷害較在混合離子溶液中為大。事實上，某一特別離子毒害作用常因其他離子的存在而消失或減少，這主要是因為離子之間發生拮抗作用。過量的錳會誘致缺鐵的現象，鐵則會減低作物對錳的吸收，故鐵和錳之比例對錳之吸收具有拮抗作用。許多證據顯示矽可以減輕植物對錳的毒害。國外學者研究指出水稻供給矽

後則可增加對錳之氧化力，減少植物對錳和鐵之過量吸收。

離子之間除了有拮抗作用減少傷害外，有時亦因其他離子的存在減少毒害離子吸收，運轉亦相對地減少傷害。例如植物在缺氮時，鐵之輸導速率降低，但缺乏鎂、錳、鉀和鈣時，鐵之輸導速率較高，故作物在缺鎂、錳、鉀和鈣時易遭受鐵的毒害。另有學者建議施氮、磷、鉀、鈣和鎂肥料促進鐵排出根外或由根排出，導致根組織有較低的鐵^(3,15)。

四、改善方法

綠肥作物之植體為高效性之有機質肥料，一般以直接翻犁掩埋入土中，惟掩施時應注意下列各點^(2,11,15)：

(一) 掩埋生草量應視土壤性質來決定，砂壤土有機物分解較為迅速，用量可





圖七：水稻田紅銹現象。（黃瑞彰）

多，粘土通氣較差則不宜過多，因其分解遲緩，易起還原作用，產生有害物質，多又易累積，對作物生長不利。

- （二）掩埋前作殘體時，調整碳氮比至30，即可考慮施用氮素化學肥料，減少奪氮情形發生之不良現象。
- （三）前作物殘株如稻草、稻殼等因含纖維素及木質素可作成堆肥再施用至田區。
- （四）綠肥作物掩施土中之最佳時期，為開花盛期，此時期含氮量最多，且莖葉柔嫩多汁，易分解。
- （五）綠肥植體分解時加施石灰中和酸性，促進分解之效果。
- （六）綠肥植體耕犁掩埋深度愈深，對作物根系發育愈有利。
- （七）綠肥植體掩施後須經15~20天以上的

分解，才可種植栽培其他作物。

- （八）綠肥植體掩施後殘體分解醱酵，產生發酵熱對後作綠肥植體掩施作物根部生長不利，一般在第一期水稻插秧前15-20天掩埋，使綠肥殘體能充分醱酵分解，以利後作作物之吸收利用。
- （九）種植綠肥作物之田區，其後作物應視生長情形酌量減少氮肥用量，尤其後作為水稻時，基肥中的氮肥應視綠肥生草量多寡酌量減施，以免氮肥過量而引起倒伏，抗病性減弱現象。
- （十）在酸性排水不良，有機質多的淺層稻田如有紅銹泉存在（圖七）即表示田面存有大量的鐵素，此種情況下易使水稻吸收過量的亞鐵離子而發生毒害，易誘發錳的缺乏而往往導致胡麻葉枯病的發生，其改善方法為增施鉀肥及施用矽酸爐渣2-3公噸/公頃，並行葉面噴施33%鋅錳乃浦水懸粉劑400倍液。如果沒有紅銹泉現象而土壤含有高濃度的亞錳離子時，為避免發生錳過剩毒害，除增施鉀肥外可施用鈣質資材如矽酸爐渣、白雲石粉。
- （十一）為了提高土壤氧化電位可考慮客土加入含有多量 Fe^{3+} 如氧化鐵（ Fe_2O_3 ）成分者當氧化劑。
- （十二）少用含有 SO_4^{2-} 根基之肥料，如硫酸銨、硫酸鉀、過磷酸鈣等。
- （十三）最有效方法為實施間歇性輪灌之水分



管理，落實生育中期排水以供應氧氣。

五、引用文獻

- 1.王銀波。1988。植物營養學。pp.189-217。國立中興大學教務處出版組印。
- 2.臺灣農家要覽 農作篇（一）。1995。pp.335-348。財團法人豐年社出版。
- 3.朱德民。1990。植物與環境逆境。pp.265-298。國立編譯館。臺北。
- 4.連深。2000。作物營養障礙徵狀。pp.60-65。作物需肥診斷。行政院農業委員會農業試驗所編印。
- 5.賴文龍。2000。綠肥與輪作。菠菜綜合管理。楊秀珠主編。德基水庫集水區第四期整體治理規劃肥料農藥使用管理之研究與推廣技術專刊第5：25-30。
- 6.廖乾華。2001。露天堆肥技術。pp9-12。桃園區農業專訊35期。桃園區農業改良場編印。
- 7.Genon, J. G., Hepcee, N. D., Delvaux, B., Dufey, J. E. and Hennebert, P. A. 1994. Redox conditions and iron chemistry in highland swamps of Burundi. Plant and Soil 166 : 165-171.
- 8.Genon, J. G., Hepcee N. de, Dufey J. E., Delvaux B. and Hennebert P. A.. 1994. Iron toxicity and other chemical soil constraints to rice in highland swamps of Burundi. Plant and Soil 166 : 109-115.
- 9.Horiguchi ,T. 1988. Mechanism of manganese toxicity and tolerance of plants. effects of silicon on alleviating manganese toxicity of rice plants. Soil Sci. Plant Nutr., 34 : 65-73.
- 10.Jan G. and Witold S. 1985. Soil aeration and its role for plants. CRC Press Inc.
- 11.Moormann ,F. R. and Breemen ,N. V. 1978. Rice : Soil, Water, Land. IRRI.
- 12.Moore, P. A. and Patrick,W. H. 1989. Iron availability and uptake by rice in acid sulfate soils. Soil Sci. Soc. AM. J., Vol 53 : 471-476.
- 13.Sistani,K.R., Reddy,K. C., Kanyika,W. and Savant,N. K. 1998. Integration of rice crop residue into sustainable rice production system. Jour. Plant Nutr., 21 : 1855-1866.
- 14.Soon,Y. K.. 1985. Soil nutrient availability chemistry and concepts, Chapter 3, 4, 12, 13, 18, 20, 24, 27, 28. Van Nostrand Reinhold Company Inc.
- 15.Webster, R. K. and Gunnell, P. S. 1992. Compendium of Rice Diseases. Busch Agricultural Resources, Inc.

（作者：黃山內、黃瑞彰）



風害

Wind damage

一、前言

風害 (wind damage) 是指風對農業生產造成的直接和間接危害。直接危害主要是造成土壤風蝕沙化、對作物的機械損傷和生理危害，同時也影響農事活動和破壞農業生產設施；間接危害是指傳播病蟲害和擴散污染物質等。對農業生產有害的風主要是颱風、季節性大風（如寒潮大風）、地方性局地大風和海潮風等。寒風能降低作物體溫，影響作物生育，妨礙花粉形成，增加空穎的數目。焚風可導致農作物迅速脫水而發生枯萎，造成災害。沿海地區的海風常夾帶鹽分，使作物發生鹽風害而萎凋^①。

影響臺灣氣候主要之因素除地勢及地理位置外，最重要的就是季風。影響臺灣之季風有二種：1.冬季之東北季風，2.夏季之西南季風；二種季風來向相反，而其秉性、強度、發生時間亦不同，對農作物之影響程度亦有異^②。通常風速20～25公尺/秒減收10%，25～30公尺/秒減收15%，30～40公尺/秒減收25%。但在離海4公尺以內，海水潮汐危害須另增加40-60%^③。除單純以風力危害外，夾雜異物之害，在部分地區亦極為嚴重，如在臺灣西北部地

區之鹽沫害，至今仍為不能解決之問題^④。

強風危害稻作之原因，其一為稻株受強風激烈搖擺致被損傷；在抽穗期花粉母細胞畸形分裂，授粉不良。有些易倒伏品種，因稈基部細小，稈壁薄，厚膜組織不發達，葉鞘之纏著度差，遭強風侵襲易倒伏。其二在剛抽穗夜間強風無雨時，蒸發作用強盛，水分損失過多，地下水補償不足，可致穗葉枯萎^⑤。

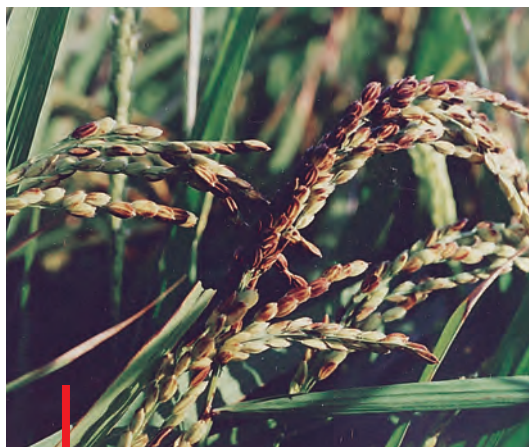
二、危害徵狀

風害最嚴重為颱風之危害，尤其在抽穗期遭颱風襲害，可致穀粒不稔而嚴重減收。而風害後葉片受傷，易導致白葉枯病發生。第二期作東北季風強勁，使水稻發生葉片破損（圖一），穀粒變褐（圖二），株高受抑制，稔實率降低，每穗粒數及千粒重減少等現象^⑥。

抽穗前遇強風對水稻生育並不會有極大之影響。然而，風使稻株葉片相互磨擦，葉尖部會產生許多縱裂傷痕，經1-2日蒂褐變枯死逐呈白色，生育稍受抑制。抽穗時遭受強風則會造成：1.穎花呈白色枯死，形成白穗，自穗軸基部之節部組織機械性脫離。2.白穗或穎花呈污褐色（圖



圖一：水稻受風害葉片破損症狀。
(黃益田)



圖二：水稻受風害穀粒變褐症狀。
(黃益田)

三)，葉之先端不僅變污褐色，葉色經過一段時日亦不再現濃綠色。此種現象伴隨含鹽之雨水，一般在距離海岸數公里內之水稻會發生。風害最慘時會造成全無收穫。出穗後遭受一段時日風害，收量雖不至受很大影響，但穀粒多呈黑褐色，青米、茶米數目增加品質降低。如又倒伏，稔實受阻⁽⁹⁾。

沿海地區之鹽沫危害為風害之另一型態。秧苗受害時，葉部首先由葉尖發生捲縮，當強風吹襲時因葉片捲縮甚易倒伏折斷；新生葉片呈萎黃，生長受阻，嚴重者秧苗全株枯死（圖四）。分蘗後，受害往往較為輕微，一般病徵包括葉片捲縮、水浸狀、黃綠界帶、尖端枯萎等現象。第二期

作之受害，係在晚秋時分，逢抽穗或結穗期，其葉部病徵與前述之分蘗期水稻者相同，惟穗部病徵則為帶有褐色界帶之尖枯，尖端多呈灰白，空殼情況增多，穀粒也多呈半飽狀態⁽⁵⁾。

東北季風之強弱影響稻米品質，季風較強氣候不佳的年份，稻米之完整米率較低，直鏈澱粉及粗蛋白質含量較高，展延性較短，食味較不佳⁽⁴⁾。

三、防禦對策

（一）增強作物之抵抗力

採用抗倒伏品種（北部地區抗倒伏性品種見表一）⁽⁶⁾，並注意栽培管理，如施用堆肥多的水田被害較少。



圖三：水稻受風害呈白穗症狀。(黃益田)

(二) 降低風力

1. 東北季風強勁地區，第一期作可以用防風網擋風，以降低風速。

2. 建立防風林及防風牆。

(三) 其他如強風來襲前水田保持湛水狀態，倒伏水稻用繩索縛綁支撐。提早栽培或種植早熟稻品種，提早收穫等。颱風過後，要避免斷水。

五、引用文獻

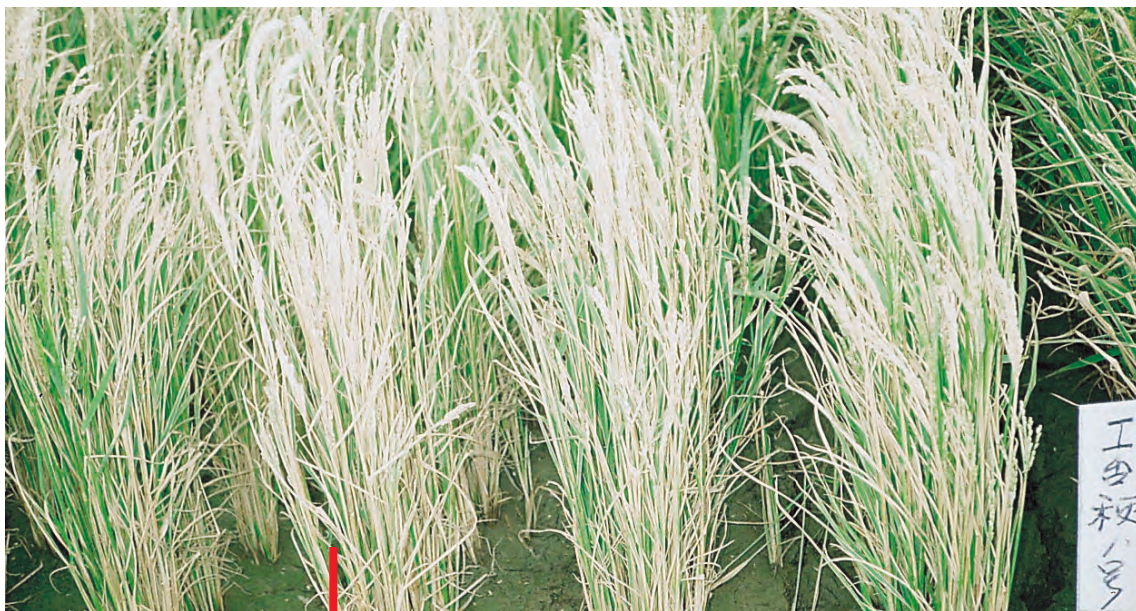
1. 汪呈因。1974。稻作學與米。徐氏基金會。臺北。436p。
2. 林孟輝、張學琨。1993。東北季風對早晚熟粳稻生育及產量之影響。桃園區農業改良場研究報告 15: 1-9。

3. 林孟輝、張學琨。1995。東北季風對早晚熟粳稻米品質之影響。中華農業氣象 2(1): 23-30。

表一、臺灣水稻品種抗倒伏程度⁽⁶⁾

品 種	第一期作		第二期作	
	倒伏級數	產量(mt/公頃)	倒伏級數	產量(mt/公頃)
台中 189 號	-	-	1	5.6
台農 67 號	1	7.0	3	6.0
台農 70 號	5	7.2	1-2	5.6
台粳 2 號	1	5.8	2-4	6.4
台粳 3 號	1	5.9	2-3	6.4
台粳 4 號	1	6.8	1-2	6.2
台粳 5 號	1	7.0	1-2	5.4
台粳 6 號	1	6.4	2-4	6.3
台粳 7 號	1-3	6.2	1-4	6.7
台粳 8 號	1	6.1	1-2	5.4
台粳 9 號	1	4.5	1-2	6.7
台粳 10 號	1-2	6.4	2	6.1
台粳 12 號	2-8	6.6	6	6.0
台粳 13 號	1-2	5.8	1-4	5.7
台粳 14 號	1-2	6.6	1-3	6.1
台粳 16 號	1-2	7.0	2-4	5.4
台粳 17 號	3	6.8	2	6.1
台粳糯 1 號	2-3	5.0	2-5	5.3
台粳糯 3 號	1	6.2	2-3	4.7
台粳糯 5 號	2	5.9	2-4	5.6
台中糯 70 號	1	6.0	1	5.0

4. 林孟輝、陳素娥、張學琨、林文龍。1994。東北季風對水稻生育之影響及防風林之防護效果。中華農業氣象 1(3): 107-114。



圖四：水稻受風害全株乾枯症狀。（黃益田）

5. 孫岩章。1991。臺灣西北沿海地區水稻及林木枯萎原因之研究。I. 鹽沫危害水稻之病理學依據。植物保護學會會刊 33(3): 239-250。
6. 黃振增。2000。稻品種（系）倒伏性檢定。桃園區農業改良場期末報告。13p。
7. 曾文柄、朱鈞、郭文鑠、楊之遠。1984。臺灣地區農業氣候資源應用之研究。pp. 5-7。中央氣象局編印。
8. 蔡盛林、陳岳書、劉存。1986。中國農業百科全書，農業氣象卷。農業出版社。上海。53p。
9. 蔣丙烈。1972。農業氣象。pp.45-49。正中書局。

（作者：黃益田）



空氣污染物對水稻之傷害

Damage of Air Pollutants to Rice Plants

一、前言

植物病害起因可分為生物及非生物性因子，亦有區分為傳染性及非傳染性，空氣污染引起之植物病害屬於非傳染性病害之一。空氣污染物早在十四世紀由於人類開始利用煤當燃料就成為社會問題，尤其近三十年來，由於工業快速發展，使得空氣污染問題更趨嚴重。

空氣污染物的種類依其成份分為硫化物 (SO_2 , H_2S 等)，氮化物 (NO_2 , NO 等)，碳化物 (CO_2 , CO 等)，鹵素及鹵化物 (F_2 , HF , Cl_2 , HCl 等)，氧化物 (NO_x , O_3 , PAN 等)，有機化合物，煤塵煙霧，酸性降水等。其中二氧化硫在所有空氣污染物中所佔之比例最高，同時也是最早發現引起作物損失之有害氣體。其中毒性較強，屬於所謂「A 級的污染物」—包括氟化氫、四氟化矽、氯氣、氯化氫、乙烯、臭氧和 PAN (過氧硝酸乙醯酯類)。在這些空氣污染物中對水稻影響較大且研究較多有二氧化硫、氟化物和臭氧，本文將以此三種污染物為主敘述其來源、造成之病徵及其他相關研究。

二、二氧化硫

(一) 來源

在眾多空氣污染源中，二氧化硫 (SO_2) 是最早為人們所發現，亦是研究最多的一種污染物，其來源可能由自然現象所產生，如火山爆發產生 SO_2 及 H_2S ，同時人類的活動也可產生 SO_2 ，如石化燃料的燃燒，燒煤、石油和天然氣，另者工廠排放廢氣，如冶煉工業、發電廠、熔煉硫磺及生產硫酸都會有 SO_2 的污染。還有都會地區交通工具排放廢氣，尤其是柴油車亦會排放 SO_2 ；甚至植物本身也會產生。

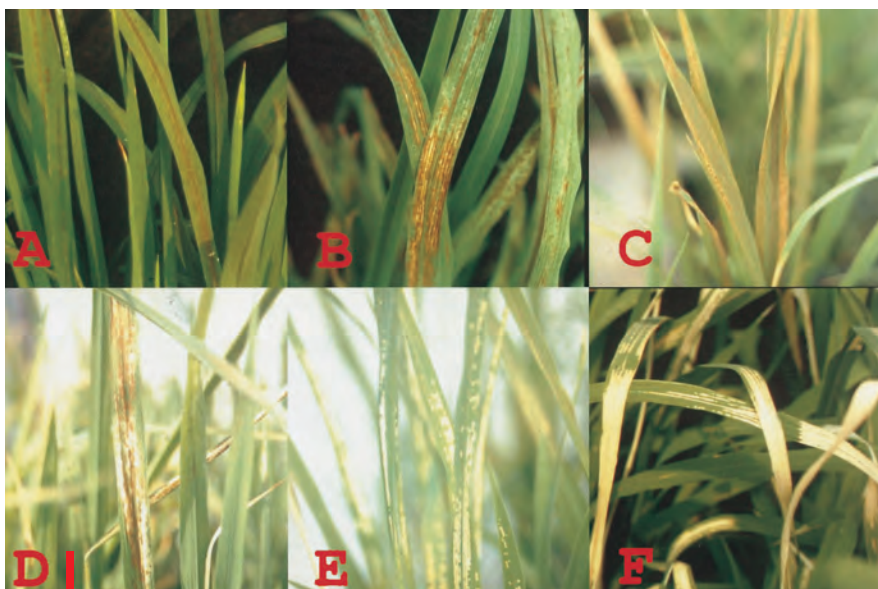
(二) 病徵

水稻經 SO_2 熏蒸後，在葉片上會出現褐斑、白化斑或褐色及白色混合斑，隨著熏蒸時間的延長有擴大的趨勢，最後會佈滿整葉，進而造成葉片黃化、白化及萎凋，此種病徵隨處理之濃度、時間及品種之不同而異^(3, 20) (圖一)。

(三) 不同水稻品種對二氧化硫之敏感性

品種間對二氧化硫的敏感性差別很大，一般秈稻比較敏感，而粳稻比較有耐性，對二氧化硫較有耐性品種有臺中糯 70 號、臺農 37 號、臺農 25 號、臺農 28 號、臺農 16 號、嘉農 1 號、嘉農 3 號和嘉農 5 號，





圖一：水稻受二氧化硫傷害之病徵

A.經短時間約四天800ppb處理很多褐色小斑沿著中肋出現在耐性品種如臺東29號；B.上述品種如經長時間約十天處理則出現褐色斑塊；C.較敏感品種如嘉農秈8號三天處理出現褐色小斑及葉尖萎捲之現象；D.高雄秈2號經高濃度1, 200ppb處理3天在葉片出現白化並在其上有褐色條紋；E.臺農秈12號處理高濃度3天後在葉片出現白色斑塊及斑點；F.臺南秈15號處理高濃度3天後出現嚴重白化及萎凋現象。（謝式垵鈺）

而較敏感的品種有高雄秈2號、高雄秈7號、臺中秈5號、臺中秈16號、臺中秈20號和IR1545-339⁽⁹⁾。

（四）影響二氧化硫傷害水稻的因子

在風速上高風速（2.6 公尺/秒）比低風速（0.8 公尺/秒）易造成水稻品種臺中糯70號受SO₂傷害，處理SO₂後在風速較高時會

增加傷害度，可能在高風速時界面層阻抗會降低，而增加氣體交換能力，使傷害嚴重。臺中糯70號在高風速（2.6 公尺/秒）時傷害度皆較低風速（0.8 公尺/秒）時大，氣孔導度在高風速時有減小的現象，顯示氣孔開度縮小，但SO₂處理後會增加傷害度，可能在高風速時界面層阻抗會降低，而增



加氣體交換能力，使傷害嚴重。土壤水分及相對濕度會影響植物之水分狀態及氣孔開閉，土壤水分少時，氣孔閉合，植物不易受 SO_2 傷害；使用不同長度聚乙烯甲酯板條來控制不同土壤水分潛勢，發現隨著土壤水分減少，對水稻之傷害有減少的趨勢，在土壤水分潛勢較低時，氣孔導度減小，氣孔較閉合，使得進入的 SO_2 較少，而傷害減小。水稻隨相對濕度（RH）的提高受 SO_2 傷害度有明顯的增加，水稻氣孔導度在高RH時，氣孔導度較高，增加氣孔開度，使植物吸收較多的 SO_2 ，而傷害較重。將水稻遮陰再燻蒸 SO_2 ，則氣孔開度減小，使傷害率降低，溫度也會影響光合作用中的氣孔開度，在高溫下氣孔導度大而傷害嚴重^(2,9)。

（五）二氧化硫傷害植物之機制

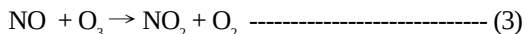
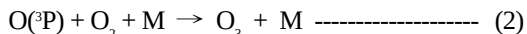
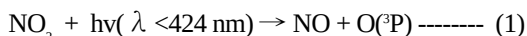
二氧化硫進入植物體之途徑主要有三，即以硫酸根離子由根進入、以氣體方式由氣孔進入、及溶於水形成亞硫酸根離子，然後吸入植物體內，其中由氣孔進入佔最大比例。 SO_2 進入植物體內氧化成 SO_3^{2-} 或 SO_4^{2-} ⁽²¹⁾， SO_3^{2-} 的毒性比 SO_4^{2-} 高，因此植物體對 SO_2 之忍受性強弱與其將 SO_3^{2-} 再氧化成 SO_4^{2-} 的能力大小有關⁽¹²⁾。若 SO_2 被吸收速率遠大於 SO_4^{2-} 形成速率，則植株會遭受急性傷害，而長期低濃度 SO_2 傷害， SO_4^{2-} 會累積於植物體內而形成慢性傷害。 SO_2 溶於

組織水中除產生 SO_3^{2-} 外，尚產生 HSO_3^- 和 H^+ 等離子，其中 SO_3^{2-} 與 HSO_3^- 統稱為亞硫酸根離子。植物體本身在照光的情形下，氧會被光還原而形成 O_2^- ，此為普遍現象。受光還原的 O_2^- 會與 SO_3^{2-} 進行aerobic chain reaction，而產生大量的活性氧包括： O_2^- 、 O_2 、 H_2O_2 、 OH 等，這些活性氧會與各種植物細胞成份反應，而產生很大的傷害。

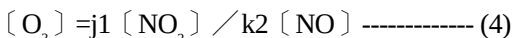
三、臭氧

（一）來源

臭氧產生的過程，是由大氣中 NO_2 - NO - O_3 的光解循環（Photolytic cycle）而來，可用下列三個反應式表示， NO_2 吸收 $\lambda < 424 \text{ nm}$ 的光照後光分解(1)產生一氧化氮和單重氧 $[\text{O}^3\text{P}]$ ，單重氧再與氧氣反應而產生臭氧(2)：



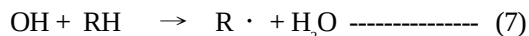
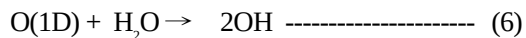
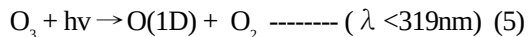
M為第三種物質，可吸收反應的能量，M是 N_2 、 O_2 或其它物質。由於這三個反應式反應非常迅速，其全反應將維持光穩定狀態(Photostationary state)，而穩定臭氧濃度受 $[\text{NO}_2]$ 和 $[\text{NO}]$ 濃度的影響(4)：



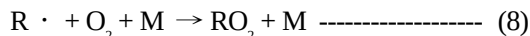
j1為 NO_2 依日夜、季節和高度的分解率，k2為方程式(3)反應速率，由(4)式可以看出，在理論上不考慮其它污染物作用



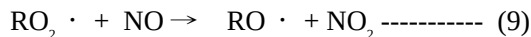
時，即沒有其它作用進行 NO 轉換成 NO₂ 時，臭氧平衡濃度在白天將與 [NO₂] / [NO] 之比例成正比。[NO₂] / [NO] = 1 時中午時段溫度 298K，在對流層臭氧的濃度為 5x10¹¹ molecule/cm³ (=20 ppb)。大氣環境中因碳氫化合物加入而破壞了光解循環(5、6)，由於臭氧光解所產生的氫氧基(OH, Hydroxyl radical)因反應活性很強，會攻擊碳氫化合物(7)產生許多烷基過氧基(RO₂·, Alkylperoxy radical)：



RH 為揮發性有機化合物(Volatile organic compounds, VOCs)，其來源有車輛廢氣、工業有機溶劑和化學與石化業污染氣，RH 和 OH 反應產生有機基(Organic radicals, R·)，R· 和氧結合產生烷基過氧基(Peroxy radicals, RO₂·)(8)



烷基過氧基將 NO 氧化成 NO₂，同時生成烷氧基(RO·, Alkoxy radical)(9)



因而破壞了臭氧光解循環，因此 VOCs 加速 NO 轉換成 NO₂，使 NO₂ 濃度增加，臭氧也就比例地快速增加，且又使 NO 濃度下降，濃度幾近可忽略，臭氧沒有 NO 的反應(3)，臭氧濃度逐漸累積 (8, 11, 19)。

(二) 臭氧對水稻之傷害

臭氧危害水稻最早可能是在日本愛知縣木曾市發現，在 1970 田間首先發現水稻葉片有紅褐色細小斑，類似當地所稱的銅斑病(Akagare)，在上面分離不到任何病原菌，後來以 150ppb 臭氧處理數小時，發現在成熟葉片可以產生類似病徵，而證明田間出現之紅褐色細小斑是由臭氧引起的⁽¹³⁾。

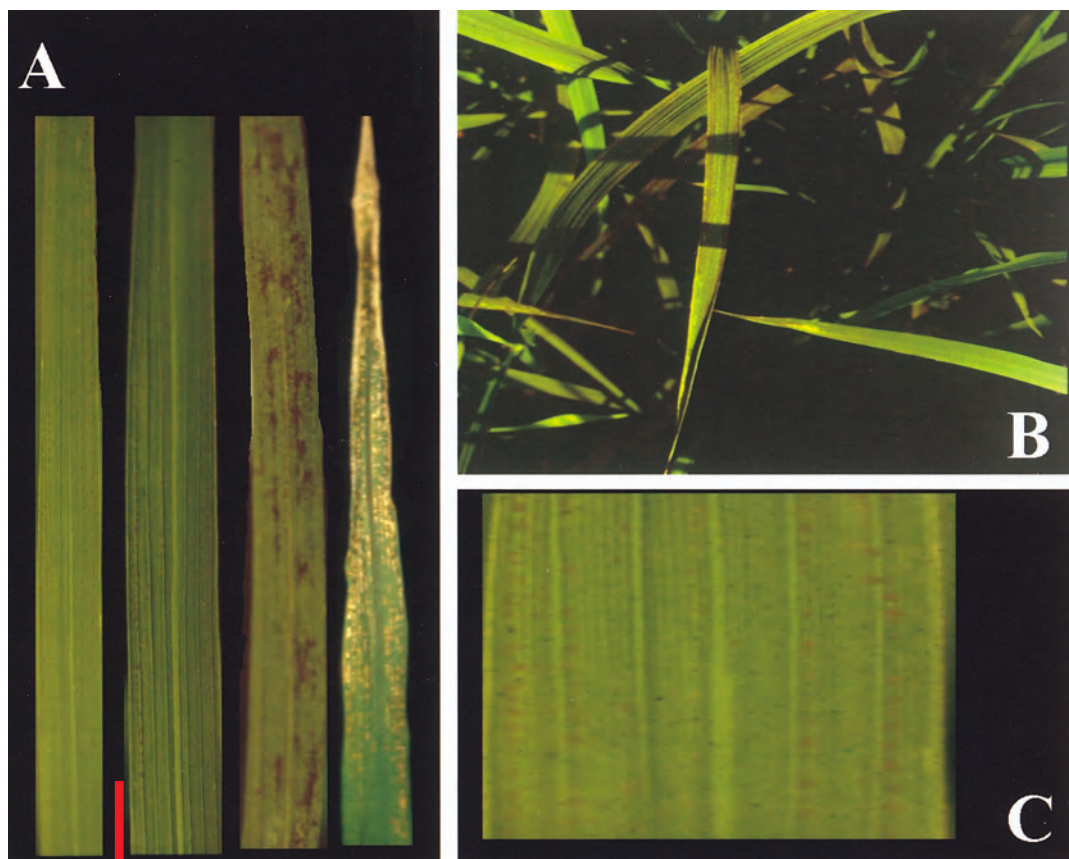
水稻在處理臭氧前放置在遮陽處或高溫處，葉片受害度會增加，當種植在土壤含水量達到最高或淹水時，由於氣孔關閉葉片受害度也會減少，相同的土壤乾旱時也會導致氣孔關閉，也會減輕受害度。水稻移植後逐漸對臭氧敏感，而在移植後 20 天達到最高，此時的氣孔的開度最大⁽⁵⁾。

在臺灣並沒有水稻在田間受臭氧危害的報告，只有在人工控制室以高濃度 240 ppb 臭氧處理水稻，一天後全部測試品種在葉片上出現褐至深褐色小斑點，一般葉片上半部斑點比下半部多，隨處理時間延長很多斑點可能愈合而成大塊斑，而塊斑之邊緣組織黃化，如有很多塊斑，葉片邊緣或尖端可能捲縮。處理 120 和 60 ppb 者病徵出現比較慢，而有些剛出現的小斑點很小，肉眼看不清楚，需要借用擴大鏡才能看到，斑點顏色比處理高濃度者淡(圖二)。

(三) 水稻對臭氧之耐受性

水稻品種間對臭氧之敏感性有很大差

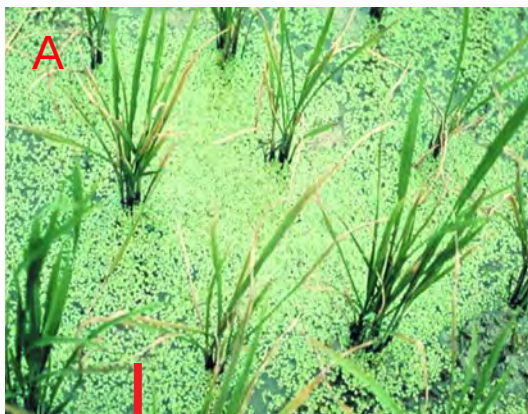




圖二：水稻受臭氧傷害之病徵

A. 水稻葉片受臭氧傷害可能出現之各種病徵型，最左邊為低濃度 60ppb 傷害病徵；出現很微小褐色斑，只有少數幾個細胞受到傷害，用肉眼不易看清楚，第二片為處理 120ppb 初期病徵；第三片為處理高濃度 240ppb 之病徵，很多褐色小斑密集成褐色斑塊，但斑塊邊緣與健全組織界限不明；第四片為嚴重受害葉葉尖捲起萎縮現象。B. 臺農 67 號處理 120ppb 十天表現之病徵。C. 為 A 圖第一片葉之部份放大圖，比較可以看清楚很多微小褐色斑點。（謝式垚鈺）





圖三：水稻受氟化物傷害之病徵。

A.花壇地區水稻受氟化物傷害情形，葉尖白化萎凋；B.稻穗受氟化物傷害之病徵，穀粒尖端白化且有褐色邊緣。（謝式垵鈺）

別，比較有耐性者為臺農69號、Kinmazu、臺農選1號和臺東27號，較敏感者有臺中秈糯1號、DV 85和臺農38號。水稻處理60 ppb 臭氧 一週出現病徵的品種有高雄 137 號、高雄 139 號、高雄 140 號、高雄 141 號、高雄 142 號、臺農 16 號、臺農 38 號、臺農 40 號、臺農 45 號和臺農 61 號；處理 120 ppb 一週全部測試品種都出現病徵，傷害度超過20%有臺農16號、臺農 38 號、臺農 60 號、臺中秈糯1號；處理240ppb 一週，傷害度超過50%者有臺中秈糯1號、臺秈糯育7號、臺秈糯育10號、臺秈糯育23號、臺農秈18號、IR 24和DV 85。那些耐性品種似可以當為親本做為育種材料，或

者直接推廣到臭氧高污染地區。

田間水稻在低濃度臭氧時所表現之病徵，是在葉片上產生很多細小褐色斑，雖很不易分辨出是何種原因所造成，但其破壞葉表細胞，影響光合作用和產量，實值得重視。利用開頂式薰氣箱（Open-top chamber, OTC）可以簡便評估臭氧對作物的減產量；利用活性炭過濾空氣與未過濾者或額外加入污染物進行田間比較，此技術在1980年被廣泛用以評估污染造成之減產。Nouchi *et al.*^[47]在日本用臭氧長期處理水稻，以每日8小時 50ppb處理6星期後，發現其乾重有些微降低；而以每日8小時100 ppb處理5星期後，乾重降低50%。同樣地



Maggs and Ashmore⁽¹⁴⁾在巴基斯坦利用OTC處理水稻，臭氧濃度40～42 ppb 每天8小時經42天減產37%。

水稻暴露於500ppb高臭氧濃度時，超氧歧化酵素（Superoxide dismutase, SOD）活性開始即明顯急速下降，兩小時才逐漸增加；但如以50ppb和100ppb較低濃度處理後，隨處理時間增加，SOD活性逐漸上升，顯示植物對高濃度要有一段適應臭氧逆境，而低濃度則一開始即發動其保護系統，分解氧化物⁽¹⁶⁾。水稻處理120～200 ppb 臭氧2～3小時，會導致malondialdehyde的增加及細胞膜之破裂，酵素ribulose diphosphate carboxylase活性降低，但在幼嫩葉片此酵素經12～24小時即回復原有活性。過氧化酵素活性及乙烯釋放量增加，使光合作用率降低⁽¹⁵⁾。

四、氟化物

臺灣在1970年代末由於經濟突飛猛進，造成建築業輝煌時期，因此磚塊的需要量很大。中部地區以花壇鄉為規模最大且最集中之生產地點，磚廠為增加產量紛紛改為隧道窯，而鄰近地區農作物每年均發生空氣污染損害糾紛，經調查認為與磚廠廢氣有關。近年來並由環保機關加強管制二氧化硫排放，使田間二氧化硫傷害減少，唯水稻葉片尖燒之受害症狀，仍未獲得改善，此種葉片尖燒之受害症狀與氟化

物傷害症狀相似，但由於氟化物危害之症狀常不易與生物性病害及生理病徵分辨，故必須靠鄰近之其他植物上之病徵來辨別，或經由化學分析與指標作物症狀，來驗證是否與氟化物空氣污染物有關。

氟在地球上是一種相當普遍且豐富之化學元素，平均含量達0.06～0.09%，因其為鹵素族中最活潑者，故絕大部份均以共價鍵或離子鍵之氟化物型態存在於土壤或礦物中，例如在地殼陸域岩石中含氟平均為650毫克/公斤，土壤為285毫克/公斤，一般下層土比上層土高，但如施用磷礦粉，則上層較高。在非空氣污染地區植物體：土壤中：磷肥之含氟量為3x100：3x102：3x104毫克/公斤。氟化物在大氣中普遍存在，背景值僅有0.01～0.2 ppb，但如有含氟塵土之飛揚，森林火災或火山之活動，氟含量會增高，在德國非工業區之大氣中含氟量為0.05～2.0ppb，而工業區為0.5～4.0ppb。

（一）來源

氟化物空氣污染物在臺灣，尤其是花壇、鶯歌、竹東等地對植物所造成之損害，超越二氧化硫和氯氣而躍居首位。如含氟200毫克/公斤土壤或含氟800 ppm之煤炭燃燒後，極易促使其中水合離子位置之氟離子釋出，以HF或SiF₄等氣態型態揮散，經氣孔附近之隙薄壁細胞滲入輸導管組織，進入植物體內，對植物之生理生化



運轉抑制，不超過1 ppb即可造成傷害，且對光合作用之阻害極難復原。氟離子能和矽酸形成難溶解之氟矽酸或和鈣形成難溶解之氟化鈣，再轉移至葉尖組織堆積，造成氟化物累積濃縮現象，其濃度往往超過數百，甚至數千 毫克/公斤，在國外曾有對草食動物造成毒害之報告。對污染地區氟化氫等污染物如再不採取有效管制措施，防止含高氟農產品上市，詳加規範農業區大氣中氟化氫等含氟氣體之限量標準，則生態體系可能變遷，工業區旁之農產品安全所蒙陰影將難以卸除。

空氣中氟化物之主要排放源有，燃燒過程（煤炭含有0.08%之氟）、製造氟之化學工業、活性炭之製造（反應爐採用 ZnCl_2 者）、化學製造業反應槽與吸收槽、氯乙烯快速冷卻設備、氯化鐵溶解槽、肥料製造業、磷礦石工廠、玻璃製造業、重型粘礦土製造業、冶金製造業、垃圾焚化爐和石油精製廠等。

（二）氟化物對水稻之傷害

受氟化物危害水稻首先在葉片邊緣出現黃化症狀，隨之轉變成黃褐色，呈現葉尖與葉緣燒枯現象（圖三-A），受害部位嚴重時會造成葉片捲縮，但不像其他作物受害部位與健全部位間有明顯之界限。但水稻在穎花期穗很容易受氟害，稻穀尖端會出現黑褐色病斑（圖三-B），此病斑與沒有受害間有明顯之黃色界限⁽²³⁾。

受害部位可以用化學分析到較高的氟含量，一般老葉含氟量最高，中葉次之，幼葉較少，含氟量如果超過80毫克/公斤就會出現病徵，含氟量超過150毫克/公斤，受害部位就會有捲縮現象出現。原來枯萎葉片如受雨水淋洗，其受害顏色會變淡，甚至變成灰色，葉片含氟量也隨著減少。

品種間對氟化物的敏感性有明顯差別，臺農67號較臺中秈10號敏感，但經3-4ppb氟化氫處理數小時後，臺中秈10號的含氟量反而比臺農67號高，此可能與臺中秈10號含有較高的矽酸有關⁽¹⁾。

在民國1983年五至六月份營口地區水稻發現葉片及穎尖有嚴重壞死病徵，有些葉片呈黃化及黃綠混雜（mottling），當地該月份空氣中氟化氫濃度為0.4~15 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{hr}$ ，每日平均0.5~9.7 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ，分析壞死葉尖及其下方沒有出現病徵之葉片組織，氟含量分別為1,280~3,950 和220~920 毫克/公斤，而沒有受污染的水稻葉片含氟量只有4~25 毫克/公斤，因此建議受氟化物污染的稻草，不應該用來作飼料⁽²³⁾。

（三）氟化物氣體進入植物後之輪導

氟化物氣體經植物氣孔吸入後，由氣孔附近之薄壁細胞（Lacunose parenchyma）滲入輸導管組織之薄壁細胞（transfusion parenchyma），因此該類細胞含氟量較柵狀組織之薄壁細胞高。氟化物進入輸導管後，隨著從根部水之上升流—蒸散流，逐





漸聚集在葉尖或葉緣處。但如果葉面因下雨或泌露現象，而有水滴存在的話，易溶於水之氟化氫，就會直接溶入而成氫氟酸（HF 的水溶液），並在葉面上呈現接觸性傷害；另外如禾本科植物，除由氣孔吸收外，也會經由葉緣之水孔吸收氣體，再經覆蓋組織以及通導管而達到導管。

除由葉部進入外，氟化物亦可由莖部經木質部來運送至葉部，或隨光合產物由葉片移至莖部，不過以此狀態進入植物體時氟離子濃度並不會太高。

氟化物在輸導管之運送，如果是在矽酸植物（如稻、麥）體內，則會遇膠狀矽酸，而結合成難溶於水之氟矽酸化合物；如果是石灰植物（如大豆、油菜）體內，氟化物會與鈣形成難溶於水之氟化鈣，這兩種化合物再隨蒸散流到達葉尖堆積，此皆可利用紅外線吸收光譜分析儀測出。

氟化氫或四氟化矽氣體溶於水後形成氫氟酸或氟矽酸，均屬毒性極強之溶液，進入植物體後，就逐漸破壞葉內細胞並降低組織功能，故很少再流轉到其他部位，氟之堆積以葉尖、葉緣為多，俟濃度較高，細胞組織崩解，就呈現受害症狀。以氟化氫處理植物後，植物體內含氟濃度依序是葉尖＞葉身＞葉鞘＞莖＞根，氟很少往根部移動，故不能由根部排泄掉。如比較在細胞器官內之氟濃度之多寡，可發現氟濃度細胞壁＞葉綠體＞溶解性蛋白質＞

粒線體＞微粒體。若以整個生長期而言，一般老葉因生長期間暴露較久，所以較中葉及上位葉含氟量多。觀察植物葉序之不同受害程度可推定某一地區過去一段時間內空氣污染物含氟量之變化情形。植物不同品種、因含花青素的多寡、葉形不同、葉肉厚度相異，以及氟化物濃度高、低或接觸時段之長、短而出現不同之症狀，一般而言，因氟離子可抑制植物之新陳代謝，故在高濃度燻蒸下，植物組織中氟濃度驟增，故立刻破壞造成葉脈間之壞疽，褪綠現象，而氟進入葉片之濃度如僅達次毒性級時，它就會向頂端隨著蒸散流自由移轉，如果蒸散流受阻礙時，氟離子就會就近累積，而不需移至較高處之葉緣，氟化物對植物之危害徵狀可分為三種：1.葉尖及葉緣褪綠。2.整葉黃化褪綠。3.葉緣及葉尖焦枯。

（四）氟化物對人及動物之傷害

農作物因空氣污染而累積大量氟化物，收穫後供人、畜食用，在國外已有多起造成動物氟中毒（fluorosis）案例，如日本養蠶戶因將含氟30毫克/公斤之桑葉餵食蠶隻，結果蠶隻陷入發育不良無法作繭吐絲；在歐洲因牛隻長期食用含低濃度氟（20-30毫克/公斤）之牧草，而引起氟慢性中毒現象，如門牙琺瑯質缺乏、長骨刺，造成肋骨和顎骨之畸型，伴隨著酵素功能之瓦解，使進食困難失去食慾，行動跛





癩、體重降低、減低繁殖力、減少牛乳與畜牧之生產，曾造成挪威畜牧業者大量損失。因此挪威政府為防範飼料乾牧草含氟超過30毫克/公斤，嚴格限制空氣中含氟之年平均值不得超過 0.0002 mg/Nm^3 （ Nm^3 ：在凱氏溫度二七三度（273K）及標準一大氣壓下之立方公尺體積），約 0.24 ppb；反觀我國目前並未將氟列入中華民國臺灣地區環境空氣品質標準項目，加以管制，如果採用目前我國空氣污染物排放之周界標準—臺灣省固定污染源空氣污染物排放標準 10 mg / Nm^3 （約12.2 ppb），那工廠周邊 500公尺範圍內之農作物無法幸免於難，這也說明為何該類工廠所造成之空氣污染損害紛爭案件極多，農作物受害嚴重，且無法徹底解決⁽¹⁾。

在日本糙米及白米氟含量分別為0.44至2.84 和 0.21～1.57 毫克/公斤，而在煤礦區、溫泉區、火山區及靠近鋁合金製造廠之地區所產白米的氟含量常超過0.7毫克/公斤⁽²⁵⁾。

五、氨氣

氨氣屬於意外發生之空氣污染物，利用氨氣當冷媒的工廠一般情形下氨氣之濃度並不會傷害到該地區之植物，但冷凍工廠如意外釋出大量氨氣就會對植物造成嚴重傷害⁽²⁴⁾，所造成之病徵在葉片出現黑色、褐色、銅色、銀白及漂白等病斑。

民國1984年四月在高雄地區一家冷凍

工廠附近水稻葉片出現嚴重黃化現象，經實地調查發現離該工廠愈近受害愈嚴重，再經利用人工熏氣二氧化硫、氟化氫和氨氣，証實只有氨氣會造成相似黃葉病病徵⁽²²⁾。

造成水稻葉片黃化病徵之原因很多，如生理病害之窒息病（suffocating disease）和毒素病之黃葉病（transitory yellowing），前者根部會有黑色病變，而黃化症通常在田邊較為嚴重，且不會如同氨氣傷害之普遍性。

六、乙烯

乙烯為一種植物荷爾蒙，會引起不同部位之變形（distortion）、降低頂端優勢（apical dominance）、促進側芽生長及提前脫落^(4, 18)。

（一）來源

乙烯為原油成份之一，因此石化工業及塑膠工業所排放之廢氣中常含有相當濃度之乙烯，此外機動車輛所排放的廢氣及有機物質之燃燒也是乙烯重要污染源^(6, 7)。

（二）對水稻之影響

出穗前4或10天以0.1ppm乙烯水稻處理十天造成稻莖縮短，延後一星期抽穗，如再提早處理劍葉有下垂生長epinasty現象，並影響稻穗的分化、成熟率及千粒重，抽穗後處理會加速稻穗之黃化，產量損失可能達到20%⁽¹⁰⁾。





七、引用文獻

- 1.康耿章。1994。花壇地區氟化物空氣污染之研究。國立中興大學土壤研究所碩士論文。121p。
- 2.蕭淑芬。1993。農作物對二氧化硫之反應。國立中興大學植物病理學研究所碩士論文。99p。
- 3.謝式垠鈺。1998。二氧化硫和臭氧對重要植物造成之病徵。pp.162-176。中華民國植物病理學會 編"植物病原鑑定與病害診斷研習會專刊"中華民國植物病理學會。
- 4.Abeles, F. B., Mattoo, A. K., and Suttle, J. C. 1992. Ethylene in Plant Biology. pp.158-161.
- 5.Baba, I., and Teraoka, K. 1979. Physiological studies on the mechanism of the occurrence of air pollution damage in crop plants V. Stomatal aperture and the Eh value of tissue fluids of shoots in relation to the occurrence of leaf injuries caused by ozone fumigation. [Japanese] Nogaku Kenkyu. 57: 163-188.
- 6.Feldstein, M., Duckworth, S., Wohlers, H. C., and Linsky, B. 1963. The contribution of the open burning of land clearing debris to air pollution. J. Air Pollut. Assoc. 13:542-545.
- 7.Fukuda, K. and Toyama, S. 1982. Electron microscope studies on the morphogenesis of plastids. XI. Ultrastructural changes of the chloroplasts in tomato leaves treated with ethylene and kinetin. Cytologia 47:725-736.
- 8.Grennfelt, P., and Schjoldager, J. 1984. Photochemical oxidants in the troposphere: A mounting menace. AMBIO 13:61-67.
- 9.Hsieh, S. P. Y., Leu, M. C., Kao, S. T., Shiau, S. F., and Tzeng, D. D. 1998. Effect of varietal difference, temperature, shading and plant age on SO₂ sensitivity among rice, corn and soybean plants. Plant Pathol. Bull. 7:113-119.
- 10.Katsuta, M., and Ota, Y. 1988. Effect of ethylene as an air pollutant on the reproductive growth and the yield of rice plants. [Japanese] Jap. J. Crop Sci.. 57:444-448.
- 11.Krupa, S. V., and Manning, W. J. 1988. Atmospheric ozone:formation and effects on vegetation. Environ. Pollut. 50:101-137.
- 12.Malhotra, S. S., and Khan, A. A. 1984. Biochemical and physiological impact of major pollutants. pp.113-157. In M. Treshow ed., Air Pollution and Plant Life. John Wiley & Sons Ltd.
- 13.Matsuoka, Y. Takasaki, T. Morikawa, M. Matsumaru, T., and Shiratori, K. 1976. Visible injury to rice plants caused by photochemical oxidants 1. Identification of leaf injury. Proc. Crop Sci. Soc. Jap. 45:124-130.
- 14.Maggs, R., and Ashmore, M. R. 1999. Growth and yield responses of Pakistan rice (*Oryza sativa* L.) cultivars to O₃ and NO₂.





- Environmental Pollution. 103:159-170.
15. Nakamura, H., and Saka, H. 1978. Photochemical oxidant injury in rice plants. 3. Effect of ozone on physiological activities in rice plants. [Japanese] Jap. J Crop Sci. 47:707-714.
16. Nouchi, I. 1993. Changes in antioxidant levels and activities of related enzymes in rice leaves exposed to ozone. Soil Sci. Plant Nutr. 39:309-320.
17. Nouchi, I., Ito, O., Harazono, Y., and Kobayashi, K. 1991. Effects of chronic ozone exposure on growth, root respiration and nutrient uptake of rice plants. Environ. Pollut. 74:149-164.
18. Roberts, J. A., and Tucker, G. A. 1985. Ethylene and Plant Development. Butterworths Ltd. New York. p.79-83.
19. Seinfeld, J. H. 1986. Atmospheric chemistry and physics of air pollution. John Wiley & Sons, Inc.
20. Shiau, J. F., Hsieh, S. P. Y., Kao, S. T., Leu, M. C., and Yang, J. S. 1993. Varietal sensitivities of rice, soybean and corn to sulfur dioxide. Plant Pathol. Bull. 2: 43-51.
21. Silviu, J. E., Ingle, M., and Baer, C. H. 1975. Sulfur dioxide inhibition of photosynthesis in isolated spinach chloroplasts. Plant Physiol. 56:434-437.
22. Sun, E. J. 1989. Discoloration of rice leaves caused by ammonia gas released from refrigeration factory. Plant Prot. Bull. 31:256-262.
23. Sun, E. J., and Su, H. J. 1985. Fluoride injury to rice plants caused by air pollution emitted from ceramic and brick factories. Environmental Pollution, (Ecological and Biological). 37: 335-342.
24. Temmerman, L. D. 1982. Acute and subacute damage to vegetation by ammonia following accidental pollution. In M. H. Unsworth and D. P. Ormrod eds. Effects of Gaseous Air Pollution in Agriculture and Horticulture. Butterworth Science, London. p.468-469.
25. Tsuchida, M., Kohyama, Y., Kurihara, H., Tanaka, H., Yanagisawa, F., Hayashi, M., Asada, M., Date, C., and Mui, K. 1986. The fluorine content of rice grown in various districts in Japan. Fluoride. 19: 113-116.

(謝式垚鈺)





PESTICIDES APPLICATION



捌

藥

劑

使

用



前言

稻作之生產，不管目前或未來，農藥的使用，仍是稻作病蟲害防治上一最佳的工具，依民國2004年版農委會發行之植物保護手冊所述，台灣目前登記於防治水稻病蟲草鼠害之藥劑約三百餘種之多，為作物之冠。因此就稻作生產而言，藥劑如何施用，對使用的農民及廣泛的消費大眾或整體農業生態體系的影響，是十分重大的。本章主要針對藥劑使用時的毒性、安全，施用時應注意的事項、及混合農藥施用問題做一詳實之說明，希冀農民、消費者及社會大眾能對農藥的使用有更深一層的認識，以達到有效、合理、安全使用的目的。本節於農藥的毒性與安全使用之內容上著重於：1.農藥之急毒性、慢毒性、對非目標生物毒性及農作物之藥害。2.農藥之安全使用。3.農藥中毒之急救。4.認識農藥之標識等。農藥施用應注意事項主要探討：1.田間水量與施藥量間之關係。2.施藥技術與防治對象。3.施藥器械之選擇。4.稀釋水之物化性對藥效之影響。最後小節則論及混合農藥安定性測試方法與安全劑型之問題，內容著重

於農藥混合後其安定性之不同測試方法及農藥安全劑型與傳統乳劑混合性之差異等介紹。

綜觀農藥使用之介紹，內容雖非涵蓋農民在農藥整體施用，應有正面之助益。

（作者：王順成）





前言

稻作之生產，不管目前或未來，農藥的使用，仍是稻作病蟲害防治上一最佳的工具，依民國2004年版農委會發行之植物保護手冊所述，台灣目前登記於防治水稻病蟲草鼠害之藥劑約三百餘種之多，為作物之冠。因此就稻作生產而言，藥劑如何施用，對使用的農民及廣泛的消費大眾或整體農業生態體系的影響，是十分重大的。本章主要針對藥劑使用時的毒性、安全，施用時應注意的事項、及混合農藥施用問題做一詳實之說明，希冀農民、消費者及社會大眾能對農藥的使用有更深一層的認識，以達到有效、合理、安全使用的目的。本節於農藥的毒性與安全使用之內容上著重於：1.農藥之急毒性、慢毒性、對非目標生物毒性及農作物之藥害。2.農藥之安全使用。3.農藥中毒之急救。4.認識農藥之標識等。農藥施用應注意事項主要探討：1.田間水量與施藥量間之關係。2.施藥技術與防治對象。3.施藥器械之選擇。4.稀釋水之物化性對藥效之影響。最後小節則論及混合農藥安定性測試方法與安全劑型之問題，內容著重

於農藥混合後其安定性之不同測試方法及農藥安全劑型與傳統乳劑混合性之差異等介紹。

綜觀農藥使用之介紹，內容雖非涵蓋農民在農藥整體施用，應有正面之助益。

（作者：王順成）





農藥的毒性與安全使用

一、農藥的毒性

(一) 農藥對溫血動物的毒性

1. 農藥侵入人體的途徑

- (1) 經口：人類攝食含有農藥殘留的食品，或是因意外直接使藥劑由口進入身體，經過胃、腸，由腸絨毛吸收進入血液中。
- (2) 皮膚：藥劑與皮膚接觸再透過皮膚進入體內。曾有報告提到，穿著污染巴拉松的衣服，由皮膚吸附轉移至受害器官而造成死亡。
- (3) 呼吸：藥劑以氣體、粉末、霧狀或蒸氣存在時，由呼吸而進入人體。因藥劑顆粒或液滴大小不同會造成不同程度的傷害，一般直徑大於 $10\mu\text{m}$ 的顆粒不能到達肺部，而小於 $5\mu\text{m}$ 的顆粒很容易就經過咽喉氣管而到達肺泡。

農藥對人體產生毒害的程度與農藥本身的毒性、與人體接觸的劑量、及暴露時間的長短有關。又由於人體各器官酵素種類不同，農藥對人體的傷害也因它進入人體的途徑而異。

2. 農藥侵入人體後的中毒現象

- (1) 物理現象：毛髮脫落，皮膚出現紅斑，眼睛充血或發炎等。
- (2) 行為的改變：包括昏睡、鬆懈、四肢不

規則的動作等。

- (3) 取食量的改變：不正常的食慾，連帶影響體重的增減。
- (4) 飲水量的改變：同時也造成排尿量的不正常。
- (5) 血球的改變：紅血球、白血球、血小板數目及形態發生不正常的變化。
- (6) 血化學的改變：包括血糖、尿素氮、血清蛋白、三酸甘油酯、膽固醇、血中酵素及凝血作用的改變等。
- (7) 尿的改變：包括還原糖、尿蛋白、沉澱物的改變及滲血現象。
- (8) 碳水化合物新陳代謝作用及肝臟功能的改變。
- (9) 器官形態及重量的改變。
- (10) 死亡。

當然，上面許多現象除了靠患者本身的自覺外，還要靠醫師的臨床檢查才能發現。

3. 急性中毒的分類

農藥除了使用時可與人類接觸外，使用後也會擴散到空氣中或沾到食物，當劑量很高時，會直接影響到人畜產生急性中毒，農藥的急性毒性分類如表一。

表一所示農藥經口及皮膚時引起急性中毒的資料，乃是使試驗動物口服或皮膚





塗抹某一藥量經過十四天，有半數死亡時稱此藥量為半數致死劑量（ LD_{50} ），單位以毫克藥量／公斤試驗動物體重表示；至於經呼吸毒性的資料，乃是將供試動物暴露於含某一藥量的空氣中四小時之後，14天內有半數死亡時之藥量稱半數致死濃度，乃以 LC_{50} 表示，單位為毫克藥量／公升空氣體積。

當選擇農藥時，如果藥效相近，應該盡量避免使用劇毒農藥。尤須注意的是，許多農藥經皮膚的毒性大於經口的毒性，例如拘離丹（morestan）、益發露（euparen）等經口毒性歸於微毒類，經皮膚毒性則屬於中等毒性類。又如巴拉松，易被皮膚吸附，如果赤身暴露於噴洒後的空氣中是很危險的。所以選擇農藥時，經口、經皮膚、經呼吸三種毒性資料都要考慮到。

4.慢性中毒

當長期接觸藥劑，雖然所接觸的藥量遠低於急毒性的致死量，但是極可能發生慢性中毒。以有機磷劑為例，長期與低於致死量的有機磷劑接觸時，常造成神經錯亂、情緒激動及疲勞等病徵。

此外，長期與某些農藥接觸，易引起生殖不正常或癌症。目前，這些會造成不可復原慢性危害的農藥都已被禁用，禁用農藥名單見表二。現在農藥上市前都會作慢性毒性試驗，不具不可復原慢性危害的化學藥品才能登記為農藥而准許使用。

表一、農藥急性毒性之分類

毒性分類	極劇毒	劇毒	中等毒	微毒
經口 LD_{50} (毫克/公斤)	固體 ≤ 5 液體 ≤ 20	5-50 20-200	50-500 200-2000	>500 >2000
經皮膚 LD_{50} (毫克/公斤)	固體 ≤ 10 液體 ≤ 40	10-100 40-400	100-1000 400-4000	>1000 >4000
經呼吸 LC_{50} (毫克/公升) (EPA 標準)	≤ 0.02	0.02-0.2	0.2-2.0	2.0-20
(WHO 標準)	≤ 0.5	0.5-2.0	2.0-20	20-100

註：EPA＝美國環保署；WHO＝世界衛生組織

（二）農藥對非標的生物的毒性

農藥噴灑後，除殘留在被處理的作物上之外，其餘農藥常飄落或進入空氣、土壤、河川中，或污染其他作物。這些到達自然環境中的農藥，直接或間接經過食物鏈，進入非目標動物體內，由於各種動物對農藥的敏感度不同，造成傷害的程度也不同。

1.農藥對鳥類的毒性

當農藥對鳥類之 LD_{50} 小於15毫克／公斤時，通常認為該農藥對鳥類為劇毒性，當 LD_{50} 在15至150間時為中等毒，大於150者為微毒。

2.農藥對魚類的毒性

通常殺蟲劑對魚類有較高的毒性，例如屬於植物性殺蟲劑的魚藤精，只要0.5ppm（百萬分之一）的濃度可將水中的魚殺死。有機氯劑的安特靈，對海水魚的 LC_{50} 小於3.1ppb（10億分之一），如有機磷劑的



馬拉松對鱸魚的LC₅₀為自14ppb至17.8ppb。撒佈的殺蟲劑顆粒於空中飄浮後，或經雨水沖流，都可能到達魚池、湖泊或河口處，對養殖漁業或近海漁業產生不良的影響。農委會將農藥對水生生物之毒性區分如表三。

表三、農藥對水生生物毒性分類

毒性分類	鯉魚LC ₅₀ (96小時)	水蚤EC ₅₀ (48小時)
劇毒 I	≤ 1mg / 1	≤ 1mg / 1
中等毒 II	> 1~≤ 10mg / 1	> 1~≤ 10mg / 1
輕毒 III	> 10~≤ 100mg / 1	> 10~≤ 100mg / 1
低毒 IV	> 100mg / 1	> 100mg / 1

註：LC₅₀ = 導致供試生物50%死亡的濃度；

EC₅₀ = 導致供試生物50%不活動的濃度。

農藥對水生生物毒性屬於劇毒及中等毒者，標示應加註「魚毒警告標誌」。符合下列條件者，禁用於水域、空中施藥或大面積之施用（高爾夫球場在內）：

- (1) 對水生生物毒性屬劇毒者。
- (2) 對水生生物毒性屬中等毒性者，且具生物蓄積性或具水中持續性者。（K_{ow} ≥ 1000 或 BCF > 100 或水中溶解度 < 0.5 毫克/公升或水中半生期 > 4 天者）。K_{ow} 代表該化合物之脂溶性，而 BCF 則代表該化合物之生物濃縮性。
- (3) 對水生生物毒性屬輕毒者，且其具生物蓄積性及水中持續性者（K_{ow} ≥ 1000 且水中半生期 > 4 天，且水中溶解度 < 0.5 mg/l 者）。

3. 農藥對益蟲的毒性

一些農藥對飼養的蜂群及害蟲的天敵可能造成傷害，如何選出代表性的天敵作為測試農藥毒性之用，導出農藥試驗的標準，作為選用農藥的準則，亦為急需進行的工作。所以選用農藥時不僅要了解它的防治效力，對人畜的毒性，並且要知道它對環境中其他動物的影響，以避免經濟的損失及防止生態的不平衡。

4. 農藥對非標的作物的藥害

曾有報告指出，某些農藥雖然達到防治有害生物的目的，但也對被處理的作物產生不良影響。一般來說，農藥對有害生物有毒，而對被處理過的作物毒性較低，且在正式推廣前已經試驗證明。但實際上當使用農藥後，極有可能直接或經過環境之污染間接接觸到其他作物而產生毒害，此種毒害包括對種子萌芽的影響、生長不良或畸型、品質變壞、產量減少等。

（三）藥害發生的原因

1. 與農藥有關者：

- (1) 農藥品質不良。
- (2) 配製時意外的混入了有害的雜質。
- (3) 貯藏時期有效成分分解成有害之雜質。

2. 與施用技術有關者：

- (1) 過量用藥，或噴施不平均造成局部超量。
- (2) 農藥混用不當。
- (3) 施藥方法不當，應用於土壤者接觸葉面。
- (4) 噴藥時產生飄散至其他作物。



表二、歷年政府禁用之農藥一覽表

TACTRI, 2006.06.01

農藥名稱	英文名稱	禁止製造、加工、輸入日期	禁止銷售使用日期	備註（禁用原因）
有機水銀劑	Organic mercury	60年10月25日	61年10月25日	長效性環境污染
安特靈	Endrin	60年1月1日	61年1月1日	長效性環境污染
滴滴涕	DDT	62年7月1日	63年7月1日	長效性環境污染
飛佈達	Heptachlor	64年1月1日	64年10月1日	長效性環境污染
阿特靈	Aldrin	64年1月1日	64年10月1日	長效性環境污染
地特靈	Dieldrin	64年1月1日	64年10月1日	長效性環境污染
蟲必死	BHC	64年1月1日	64年10月1日	長效性環境污染
福賜松	Leptophos	66年6月1日	67年6月1日	劇毒性
護谷、護谷殺丹、 護得壯、 丁拉甲護谷	Nitrofen	70年1月1日	72年1月1日	致畸胎
二溴氯丙烷	DBCP	70年6月6日		生殖毒性
克氯苯	Chlorobenzilate	71年9月21日	72年9月21日	致癌性
毒殺芬	Toxaphene	72年7月19日	73年1月19日	致畸胎性
五氯酚鈉	PCP-Na	72年7月19日	73年1月19日	不純物 dioxin 致癌
保無根	PAMCON	72年7月19日	73年1月19日	五氯酚混合劑
草敵克	PCP-Na + CPH	72年7月19日	73年1月19日	五氯酚混合劑
益必田	EDIDEN	72年7月19日	73年1月19日	五氯酚混合劑
必脫草	PCP-Na + Phenothiol	72年7月19日	73年1月19日	五氯酚混合劑
二溴乙烷	EDB	73年2月22日		致癌性
靈丹	r-BHC (Lindane)	73年8月7日	74年2月1日	致腫瘤性
蕉特靈	Lindane-C	73年8月15日	74年2月1日	靈丹混合劑
抑芽素 30%S	MH-30	73年10月24日	74年5月1日	不純物致癌性
達諾殺	Dinoseb	75年12月8日	75年12月20日	致畸胎性
達得爛	Naptalam + Dinoseb	75年12月8日	75年12月20日	達諾殺混合劑
氰乃淨	Cyanazine	76年7月9日	76年7月1日	致畸胎性





農藥名稱	英文名稱	禁止製造、加工、輸入日期	禁止銷售使用日期	備註（禁用原因）
滴滴	Dichloropropane+ Dichloropropene	76年7月9日	76年7月9日	致癌性
滴滴滅	VORLEX	76年7月9日	76年7月9日	滴滴混合劑
樂乃松	Fenchlorphos	76年9月2日	76年9月2日	致畸胎性
四氯丹	Captafol	76年10月22日	77年10月1日	致癌性
鋅銅四氯丹	Captafol + Zn + Cu	76年10月22日	77年10月1日	四氯丹混合劑
保粒四氯丹	Polyoxins +Captafol	76年10月22日	77年10月1日	四氯丹混合劑
安殺番35%乳劑	Endosulfan	78年1月13日	79年1月15日	劇毒及殘留
亞拉生長素	Daminozide	78年6月21日	79年1月1日	致腫瘤性
福爾培	Folpet	78年7月13日	79年7月1日	致腫瘤性
錫奶列	yhexatin	78年7月13日	79年7月1日	致畸胎性（FAO 評估不具畸型性， 修法）
五氯硝苯	PCNB	78年7月13日	79年7月1日	致腫瘤性
福爾本達樂	Folpet + Benalaxyl	78年7月13日	79年7月1日	福爾培混合劑
福賽培	Folpet + Fosetyl-Al	78年7月13日	79年7月1日	福爾培混合劑
白粉克	Dinocap	79年5月9日	79年12月31日	致畸胎性（註銷）
白克主	inocap + Dicofol	79年5月9日	79年12月31日	白粉克混合劑
鋅錳粉克	Dinocap + Mancozeb	79年5月9日	79年12月31日	白粉克混合劑
大脫主	inobuton	80年5月27日	80年12月1日	代謝物為達諾殺 （註銷）
得滅克	Aldicarb	80年10月15日	81年1月1日	極劇毒（註銷）
全滅草	Chlornitrofen, CNP	83年7月15日 禁止輸入 84年12月31日 禁止製造加工	86年1月1日	致腫瘤性
丁拉滅草	Butachlor + CNP	83年7月15日 禁止輸入 84年12月31日 禁止製造加工	86年1月1日	全滅草混合劑





農藥名稱	英文名稱	禁止製造、加工、輸入日期	禁止銷售使用日期	備註（禁用原因）
殺滅丹	Benthiocarb + CNP	83年7月15日 禁止輸入 84年12月31日 禁止製造加工	86年1月1日	全滅草混合劑
得滅草	Molinate + CNP	83年7月15日 禁止輸入 84年12月31日 禁止製造加工	86年1月1日	全滅草混合劑
滅草	CNP + MCPA	83年7月15日 禁止輸入 84年12月31日 禁止製造加工	86年1月1日	全滅草混合劑
醋錫殺滅丹	Fentin acetate+ Benthiocarb + CNP	83年7月15日 禁止輸入 84年12月31日 禁止製造加工	86年1月1日	全滅草混合劑
得脫冉	etradifon	83年10月4日	85年7月1日	致腫瘤性及畸胎性
得克冉	etradifon +Chloropropylate	83年10月4日	85年7月1日	得脫必V合劑
大克脫冉	etradifon + Dicofol	83年10月4日	85年7月1日	得脫必V合劑
必芬得脫冉	etradifon +Pyridaphenthion	83年10月4日	85年7月1日	得脫必V合劑
巴拉松47%乳劑	Parathion	84年3月24日	86年1月1日	極劇毒
致癌性C級 巴馬松50%乳劑	Parathion + Malathion	84年3月24日	86年1月1日	極劇毒致癌性C級
飛克松40%乳劑	Prothoate	84年3月24日	86年1月1日	極劇毒致癌性C級
亞特文松50%乳劑	Pyrimiphos-methyl + mevinphos	84年3月24日	86年1月1日	極劇毒致癌性C級
能死仗	NFA	85年7月3日 （得加工至86年 10月31日止）	88年11月1日	致腫瘤性
能殺仗	NFA + Bromopropylate	85年7月3日 （得加工至86年 10月31日止）	88年11月1日	能死必V合劑





農藥名稱	英文名稱	禁止製造、加工、輸入日期	禁止銷售使用日期	備註（禁用原因）
加保扶85%可濕性粉劑	Carbofuran	85年9月16日	88年1月1日	劇毒
得氯主	ienochlor	85年10月14日	87年8月1日	長效性環境污染
一品松	EPN	85年12月9日 （得加工至86年2月28日止）	87年8月1日	極劇毒遲發性神經毒
甲品松	Methyl parathion + EPN	85年12月9日 （得加工至86年2月28日止）	87年8月1日	一品松混合劑
二氯松原體二氯松50%乳劑	Dichlorvos, DDVP	85年12月30日 （得加工至86年2月28日止）	87年8月1日	致腫瘤性
益穗	Thiram + Ziram + Urbacid	86年3月7日	86年3月7日	不純物致癌性
鎳乃浦	SANKEL	86年7月7日	87年7月1日	不純物致癌性
益地安	ETM	86年7月7日	87年7月1日	不純物致癌性
三苯銦錫	TPTH	86年9月30日 （得加工至86年12月31日止）	88年1月1日	畸型性
三苯醋錫	Fentin acetate, TPTA	86年9月30日 （得加工至86年12月31日止）	88年1月1日	畸型性
亞環錫	Azocyclotin	86年9月30日 （得加工至86年12月31日止）	88年1月1日	代謝物為錫奶
鋅乃浦	Zineb	86年9月30日 （得加工至86年12月31日止）	88年1月1日	致大鼠畸型性
銅鋅錳乃浦	Copper oxychloride + Zineb + Maneb	86年9月30日 （得加工至86年12月31日止）	88年1月1日	鋅乃浦混合劑
銅合浦	Basic copper sulfate + Cufam Z	86年11月11日	88年1月1日	致腫瘤性





農藥名稱	英文名稱	禁止製造、加工、輸入日期	禁止銷售使用日期	備註（禁用原因）
加保扶75%可濕性粉劑	Carbofuran	86年12月31日	88年1月1日	劇毒
大福松47.3%乳劑	Fonofos	86年12月31日	88年1月1日	極劇毒
美文松25.3%乳劑	Mevinphos	86年12月31日	88年1月1日	極劇毒
福文松70%溶液	Phosphamidon +Mevinphos	86年12月31日	88年1月1日	極劇毒
福賜米松51%溶液	Phosphamidon	86年12月31日	88年1月1日	極劇毒
普伏松70.6%乳劑	Ethoprop	86年12月31日	88年1月1日	極劇毒
普硫美文松45.3%乳劑	Prothiofos + Mevinphos	86年12月31日	88年1月1日	極劇毒
鋅錳波爾多	Basic copper sulfate + Maneb + Zineb	87年2月13日	88年1月1日	鋅乃浦混合劑
亞素靈55%溶液	Monocrotophos	89年1月1日	89年9月1日	對鳥類高毒性、呼吸極劇毒及農民曝露風險
百尼	JBinapacryl	90年7月1日	90年7月1日	具生殖毒性
溴化甲烷	Methyl bromide	92年1月1日	92年4月1日	
西脫且	enzoximate	92年6月3日	92年6月3日	缺完整毒理資料、國際上已淘汰使用
溴磷松	Bromophos	92年6月3日	92年6月3日	缺完整毒理資料、國際上已淘汰使用
得滅多	Buthiobate	92年6月3日	92年6月3日	缺完整毒理資料、國際上已淘汰使用
加芬松	Carbophenothion	92年6月3日	92年6月3日	缺完整毒理資料、國際上已淘汰使用
加芬丁滅蟲	Carbophenothion +BPMC	92年6月3日	92年6月3日	缺完整毒理資料、國際上已淘汰使用
加芬賽寧	Carbophenothion + cypermethrin	92年6月3日	92年6月3日	缺完整毒理資料、國際上已淘汰使用
加滅蟲	Carbophenothion +MIPC	92年6月3日	92年6月3日	缺完整毒理資料、國際上已淘汰使用





農藥名稱	英文名稱	禁止製造、加工、輸入日期	禁止銷售使用日期	備註（禁用原因）
克氯丘	hloropropylate	92年6月3日	92年6月3日	缺完整毒理資料、國際上已淘汰使用
可力松	Conen	92年6月3日	92年6月3日	缺完整毒理資料、國際上已淘汰使用
甲基滅賜松	Demephion	92年6月3日	92年6月3日	缺完整毒理資料、國際上已淘汰使用
得拉松	Dialifos	92年6月3日	92年6月3日	缺完整毒理資料、國際上已淘汰使用
普得松	Ditalimfos	92年6月3日	92年6月3日	缺完整毒理資料、國際上已淘汰使用
繁福松	Fensulfothion	92年6月3日	92年6月3日	缺完整毒理資料、國際上已淘汰使用
美福松	Mephofolan	92年6月3日	92年6月3日	缺完整毒理資料、國際上已淘汰使用
殺它	hPPPS	92年6月3日	92年6月3日	缺完整毒理資料、國際上已淘汰使用
亞殺仙	PPS + azoxybenzene	92年6月3日	92年6月3日	缺完整毒理資料、國際上已淘汰使用
殺力松	Salithion	92年6月3日	92年6月3日	缺完整毒理資料、國際上已淘汰使用
托美松	Terbufos + mephofolan	92年6月3日	92年6月3日	缺完整毒理資料、國際上已淘汰使用
福木松	Fomothion	92年7月1日	95年1月1日	缺完整毒理資料、國際上已淘汰使用
大福松	Fonofos	93年7月1日	95年1月1日	缺完整毒理資料、國際上已淘汰使用
大福丁滅蟲	Fonofos + BPMC	93年7月1日	95年1月1日	缺完整毒理資料、國際上已淘汰使用
大福賽寧	Fonofos + cypermethrin	93年7月1日	95年1月1日	缺完整毒理資料、國際上已淘汰使用
福保扶	Fonofos + Carbofuron	93年7月1日	95年1月1日	缺完整毒理資料、國際上已淘汰使用





農藥名稱	英文名稱	禁止製造、加工、輸入日期	禁止銷售使用日期	備註（禁用原因）
福滅蝨	Fonofos + MIPC	93年7月1日	95年1月1日	缺完整毒理資料、國際上已淘汰使用
滅加松35%乳劑	Mecarbam	95年1月3日	95年1月3日	劇毒性農藥、國內多年無產銷紀錄
普伏瑞松10%粒劑	Ethoprophos + phorate	95年1月3日	95年1月3日	劇毒性農藥、國內多年無產銷紀錄
裕馬松40%乳劑	Phosalonemethamidophos	95年1月3日	95年1月3日	劇毒性農藥、國內多年無產銷紀錄
普硫美文松30%乳劑	Prothiofos + mevinphos	95年1月3日	95年1月3日	劇毒性農藥、國內多年無產銷紀錄
加護松50%乳劑	Propaphos	95年1月3日	95年1月3日	劇毒性農藥、國內多年無產銷紀錄
芬保扶50%可溼性粉劑	Carbofuroncarbophenothion	95年1月3日	95年1月3日	劇毒性農藥、國內多年無產銷紀錄
氯化苦99%溶液	Chloropicrin	95年1月3日	95年1月3日	劇毒性農藥、國內多年無產銷紀錄
納乃得90%可濕性粉劑	Methomyl	95年6月1日	95年6月1日	劇毒性農藥、國內多年無產銷紀錄
納乃得90%水溶性粒劑	Methomyl	95年6月1日	95年6月1日	劇毒性農藥、國內多年無產銷紀錄
覆滅50%可溶性粉劑	Formetanat	96年12月31日	96年12月31日	持有覆滅•50%可溶性粉劑許可證者，得於96年12月31日前申請變更為20%可溶性粉劑
歐殺滅24%溶液	Oxamyl	96年12月31日	96年12月31日	持有歐殺滅24%溶液許可證者，得於96年12月31日前申請變更為10%溶液。
二氯松30%煙燻劑	Dichlorvos	97年12月31日	97年12月31日	劇毒性成品農藥
普滅蝨40%乳劑	Ethoprop + MIPC	97年12月31日	97年12月31日	劇毒性成品農藥
普二硫松10%粒劑	Ethoprop + Disulfoton	97年12月31日	97年12月31日	劇毒性成品農藥





農藥名稱	英文名稱	禁止製造、加工、輸入日期	禁止銷售使用日期	備註（禁用原因）
谷速松 20%乳	劑 Azinphos methyl	97 年 12 月 31 日	97 年 12 月 31 日	劇毒性成品農藥
普伏松 45%乳劑 E	thoprop	97 年 12 月 31 日	97 年 12 月 31 日	劇毒性成品農藥
雙特松 27.4%溶液	Dicrotophos	97 年 12 月 31 日	97 年 12 月 31 日	劇毒性成品農藥
益保扶 50%可濕性粉劑	Phosmet + Carbofuran	97 年 12 月 31 日	97 年 12 月 31 日	劇毒性成品農藥
福賜米松 25%溶液	Phosphamidon	97 年 12 月 31 日	97 年 12 月 3 日	劇毒性成品農藥
福賜米松 50%可濕性粉劑	Phosphamidon	97 年 12 月 31 日	97 年 12 月 31 日	劇毒性成品農藥
福文松 35%溶液	Phosphamidon +Mevinphos	97 年 12 月 31 日	97 年 12 月 31 日	
劇毒性成品農藥 歐滅松 50%溶液	Omethoate	97 年 12 月 31 日	97 年 12 月 31 日	劇毒性成品農藥
甲基巴拉松 50%乳劑	Methyl parathion	97 年 12 月 31 日	97 年 12 月 31 日	劇毒性成品農藥
滅大松 40%乳劑	Methidathion	99 年 12 月 31 日	99 年 12 月 31 日	劇毒性成品農藥





- (5)前次用藥與第二次用藥時期太接近，致藥劑間產生加成作用而產生藥害。
- (6)因藥劑之揮發危害臨近作物。
- (7)藥劑流入鄰近農田，危害對該農藥敏感性的作物。
- (8)前期用藥殘留於土壤中危害下期作物。
- (9)農藥在土壤中分解成其他化合物而產生毒性。
- (10)所添加的表面活性劑增強對作物之毒性。
- (11)誤用農藥，將商品名類似但實際有效成分不同之農藥混淆使用。

另外藥害的發生與作物種類及環境條件也有很大的關係，譬如：(1)作物不同對藥劑之敏感度不同，同一種作物在品種間之敏感度也常有差異。(2)不同葉齡和生育期之作物對藥劑之敏感度也有差異，如過早或過遲用藥都會造成藥害。(3)環境條件不同會改變作物對農藥之敏感性，如土壤為砂質土壤，土壤水份過高，高溫或極低溫等條件下施藥，都可能會有藥害發生。

二、農藥安全使用應注意事項

使用農藥時要考慮安全使用的原則，其主要目的就在避免施用者本身及其他人的中毒，避免污染環境，避免危害到環境中的其他生物，為達到此目的，下面數點應特加警惕：

(一) 施用者應注意之安全措施

- 1.稀釋農藥時，避免接觸到眼睛、皮膚及衣服。
- 2.施用時避免吸入飛散的微細粉末及液體顆粒。
- 3.要有防毒的配備。
- 4.每年體檢一次，體檢重點在肝臟機能，腦神經及膽鹼脂酵素的檢查。
- 5.農藥效果相近時，儘量選擇對人畜毒性低、且不易飛散的劑型使用。粒劑最不易飛散，而後依次為液劑、粉劑。

(二) 使用時應嚴守規定濃度和安全採收期

廠商在標籤上所推薦的稀釋濃度和安全採收間隔期乃是依據農藥「最高殘留容許量」的規定試驗決定，必須遵守它才能避免採收後的農作物含有超過容許量的農藥殘量。若是擅自增加用藥量或不遵守安全採收間隔期，農藥殘量很可能過高，在長期取食後，對人類就會產生不良的影響。

為保護人類健康，每日接觸食物中，不得超過一定量的農藥容許量，這個量即稱為最高殘留容許量。該容許量是經過一連串複雜步驟求得，即將某一種農藥分別加入供試動物的飼料中，長期觀察供試動物有沒有不良的反應。一般觀測時間有90天、二年甚至達到供試驗動物的第三代，以完全不對動物造成任何不良反應的藥量為「無毒害藥量」。根據人與動物對藥劑敏感度的差異，將「無毒害藥量」轉換成人





類對該種農藥的「每日可攝食量」。最後根據此農藥的使用在食物中殘留情形及國人平均體重、食用習慣，由「每日可攝食量」推算出「容許量」，即作物中此種農藥的「最高殘留容許含量」。容許量的單位是ppm（百萬分之一），如果規定某種農作物中，某農藥的容許量為1ppm，則在1公斤農作物中，該農藥含量不得超過1毫克。各種農藥在不同作物上之容許量皆公布在食品衛生管理法中。

（三）適當的貯存農藥

未用完的農藥要密封瓶蓋，保存在原裝瓶中，不可與食物、飼料、種子及飲用水放在相同的場所，最好放在通風良好、易於清洗的地方，也不可以和沙拉油、酒類或醬油等空瓶放在一起，中毒事件常因錯誤取用而造成，尤其要注意的，切忌放在兒童可拿取之處，以免幼兒無知，誤食中毒。

（四）妥善處理農藥廢棄物

用完的農藥容器，應該像處理農藥一樣的慎重，因為容器中會有殘餘農藥存在。容器若是玻璃，用完應打碎，埋入45～50公分深的土中，若為可燃燒性容器，用火燒燬，但燃燒時須避免吸入燃燒的煙霧。許多種類的農藥，包括多種殺草劑及具有呼吸毒性的農藥容器不宜燃燒。小型金屬容器可用肥皂水清洗，清洗液澆入距離水源較遠的土壤中，再將容器埋入40～50公分深的土中。噴霧器用完後，不可在灌溉的水源或河

川中洗滌，洗滌液應澆入距離水源較遠的非耕地土壤中。

自民國80年開始台灣省農藥工業公會成立農藥廢棄容器回收計劃，使用後之廢棄容器可直接送至該計劃規定之收集站，集中處理。本項業務現在已由環保署委託民間機構辦理。

（五）注意對非目標生物之毒性

在蜜源植物，水域，或臨近栽種有敏感作物之地區選擇農藥時應特別慎重，避免發生不良之副作用。

三、農藥中毒急救

（一）中毒現象

農藥是具有毒性的物質，不但對有害生物有毒，使用不慎對人也會產生毒害。在使用農藥前，施用者必須知道所使用的農藥會造成何種中毒的現象，並且要知道在何種情況下會中毒。大約同一類屬的農藥，所造成的中毒現象是相同的，而中毒的深淺，則依農藥本身的毒性及吸入量而定。依不同農藥造成的中毒現象可分為下面幾類：

- 1.有機磷劑中毒：它使神經系統受傷害，下面現象依次表示中毒由淺入深。
 - (1)輕度中毒：依次現出疲倦、頭痛、頭暈、眼花、流汗、唾液過多、噁心嘔吐、胃痙攣或者腹瀉等現象。
 - (2)中度中毒：依次現出不良於行、虛弱、





胸部不適、肌肉抽搐、瞳孔收縮等現象。

(3)嚴重中毒：依次現出失去知覺、瞳孔嚴重收縮、肌肉不斷抽搐、口鼻分泌液體、呼吸困難，如果不立刻治療則會死亡。

2.氨基甲酸鹽類中毒：徵狀與有機磷劑相似，但是造成的傷害較前者易於治癒，所以也較安全。

3.有機氯劑中毒：早期的徵狀為頭痛、噁心、嘔吐、不舒服、頭暈，較嚴重則接著會抽搐、昏睡，或者變得興奮而敏感。

4.硝基酚類與五氯酚（PCP）中毒：皮膚暴露於此類農藥，產生的徵狀為出現紅斑、焦痂及水泡。一般的徵狀依次為頭痛、噁心、胃部不適、慌張、燥熱、皮膚發紅、流汗、呼吸深沉而急速、心跳加快、發燒蒼白、崩潰、昏睡等，很快會到達嚴重中毒，若不急救在24~48小時就會死亡，但是治癒也較快。

5.燻蒸劑和溶劑中毒：吸收這類農藥過量時，患者呈醉酒似的模樣，即動作不協調、發音模糊、神智混淆、暈睡。如果連續暴露在少量溴化甲烷中，雖然不顯出上面的徵狀，久而久之也會造成如癌腫等永久性傷害。

6.無機鹽類中毒：一次大量攝取無機鹽類農藥，通常造成嘔吐及胃痛。

7.植物性農藥中毒：其中幾種毒性很大，例如工業級的除蟲菊精造成過敏性反應，魚藤精粉末刺激呼吸道，尼古丁是很強的神經毒劑，作用相當於巴拉松。

（二）中毒的急救

發現中毒者，應立刻送醫，必要時加以急救處理，以減輕患者的痛苦，爭取送醫的時間。

1.由皮膚接觸中毒：須立刻脫掉中毒者所穿污染農藥的衣服，並且用大量的水沖洗附著於皮膚上的農藥，不要忽略頭髮、指甲處。可溶性粉劑和懸浮液用水就能清洗掉，以石油醚或油溶解的農藥較難處理，須要用肥皂或清潔劑，而以清潔劑效果較好。須用有機溶劑時應注意不可用得太多，否則加速藥劑滲入皮膚內部則更為不利。

2.呼吸中毒：將中毒者迅速移至新鮮空氣處，如已昏迷，或呼吸困難，可行人工呼吸。

3.口服中毒：刺激咽喉部，使患者嘔出農藥，以水清洗口部，如果中毒者還清醒時，可使患者喝下1~2大杯的溫開水或食鹽水，將手指插入咽喉內部使用湯匙柄使刺激吐出，可以反覆多次，直到吐出的液體，無藥臭味為止。然而中毒者已呈昏迷時，則不可使患者飲水，以免流入氣管，造成肺部的傷害，須迅速送醫急救。





(三) 預防身體中毒的配備

如前面提過，農藥進入人體的途徑不外是皮膚、呼吸及口，因此，必須有防護的衣服及其他設備以避免或減少與農藥的接觸，如果使用的農藥毒性愈大防護配備必須愈嚴密。另有一件務必做到的為施用農藥以後，一定要以清潔劑洗淨身體，任何時候，不小心沾上農藥都要立刻沖洗掉。使用農藥時如果遵照下面的原則，可達預防中毒的效果。

- 1.衣服：質料緊密的長袖上衣及長褲，如果使用的農藥濃度很高或有劇毒性，必需另穿防水雨衣或圍裙，長褲穿在雨靴外面避免農藥流入雨靴中。
- 2.手套：以橡皮手套為最好，內面不襯裡，否則一旦沾染，清洗困難，手套的長度蓋過手腕，襯衫的衣袖放在手套外，以免農藥流到裡面。
- 3.帽子：以塑膠製品寬邊防水的帽子為最好。
- 4.鞋：以雨靴及長筒塑膠鞋為最好。
- 5.眼鏡：使用防風沙或游泳時用的護目鏡。
- 6.防毒面具：呼吸道比皮膚更具吸附力，所以除了穿著上述衣物避免皮膚暴露於農藥外，最好戴防毒面具，防止農藥由呼吸道進入身體。尤其在密封地點施用劇毒性的農藥時更不可缺少。一般防毒面具具有下面幾種：

(1)卷軸口罩式：這種面具可遮住口鼻，吸

入的空氣經過卷軸狀過濾網，大部分的蒸氣、氣體或顆粒都被吸附而除去。不是連續地暴露於農藥中，戴此面具即可。

(2)罐裝面罩式：可遮住面部，它所過濾的物質較前者為多，當連續暴露於農藥中，戴此面具對整個臉部的保護作用較佳。

以上兩種型式在燻蒸時或空氣缺乏處（如穀倉中）使用效果不好，可改用下面兩種：

(3)灌氣式防毒面具：將新鮮空氣由外面以馬達灌入面罩中，當施用農藥的工作地點空氣不足，且又密封時可用此種面具。

(4)附帶呼吸筒防毒面具：施藥者呼吸的空氣是由背附的呼吸筒內輸入，這種型式與上式有相同的作用，而使用者行動較為自由。

如因某些原因無法使用上述設備，最少也要帶內附一塊濕紗布的口罩。如果工作時間較久，裡面紗布須常更換，如此才可保障生命的安全。

7.使用後的清潔：施用農藥時沾濕衣服，應馬上換下，若被濃縮物或高毒性的物質所沾染，則將衣服燒燬，因為普通洗滌法很難洗淨。噴洒農藥時穿著的衣服不可和日常衣服一起洗，必須另外處理，帽子、手套、鞋、眼鏡每次用後內外洗





淨，並檢查手套是否有破洞。

四、農藥的標籤

(一) 農藥標籤的作用

在農藥容器的表面，一般都貼有經過政府嚴格審查通過的標籤，標籤不但指示如何正確、合法的使用該農藥及使用安全上特殊注意事項。同時標籤也可當政府機構控制農藥產品分散、貯存、買賣、利用及廢棄的線索。標籤上的記載事項，多由研究試驗的結果而來。使用農藥前仔細閱讀標籤，常有助於有效安全的使用農藥。

(二) 農藥標籤的內容

- 1.商品名稱：每一製造廠商都為他所產的產品訂出一個商品名稱，亦即廣告時所用的名稱，通常表示在標籤上最明顯的位置。
- 2.農藥劑型：由於不同的劑型有不同的使用方式，而一種農藥常可配成許多劑型，所以標籤上會加以註明。
- 3.農藥的普通名稱：通常農藥的化學名都很複雜，而大多數農藥一定有一個普通名稱，使它容易被辨認。一種農藥雖然由不同的工廠製造出來，因而有不同的商品名，但必有一個為學界及產業界統一且公認的普通名稱，因此從普通名稱可選擇農藥，不會被商品名稱所混淆。
- 4.農藥的成分：任何一種農藥產品，必須標出它所含的有效成分名稱，並以重量百

分比指出有效成分的含量。

- 5.淨重：指出容器內農藥的重量，可用如公斤或公克等不同的單位指出。
- 6.製造工廠名稱及地址：依法律規定製造者或配售者須將公司的名稱及住址寫在標籤上。
- 7.註冊號碼：合格的產品才有註冊號碼，通常放在標籤正面。
- 8.一般注意事項的敘述：
 - (1)對人及家畜的傷害：指出以何種方式使用時對人畜會造成傷害。並敘述避免中毒的措施，如為劇毒性農藥，則包括給醫師適當解毒處理的建議。
 - (2)對環境的傷害：雖然農藥對有害生物是一種很好的防治工具，但錯誤或不當使用時，常會造成意外的反效果，為了避免對環境的傷害，應有適當的標示。例如對蜜蜂是否會造成毒害，清洗容器或棄置殘留物時應避免污染水源，避免施用於雨水沖刷處，以及對魚類、鳥類及野生動物應注意的事項等。
 - (3)化學或物理性質可能造成的傷害：農藥產品是否為易燃物或爆炸性皆須指出。
- 9.農藥中毒時的急救處理：由於意外吞食農藥，或經呼吸及皮膚、眼睛的接觸，都可能造成傷害，因此急救的處理方法，也在標籤中標出。中毒者送醫時，標籤上的說明亦可當醫師治療時的參考。





10.使用的方法：這是一個重要的部分，它告訴使用者如何正確地使用該農藥，這部分指出：

- (1)防治對象名稱。
- (2)處理的作物、動物或其他物件。
- (3)可為「一般使用」或「有條件」使用之區別。
- (4)可使用之方式。
- (5)使用量。
- (6)使用場所、地點。
- (7)使用時期，通常都有規定使用次數。
- (8)安全採收期。

此外標籤上，也應該敘述下面數點，以提醒使用者：

- (1)不要誤用藥劑，譬如不要使用於未推薦的有害生物或作物上的防治，使用的次數亦不可超過推薦的次數。
 - (2)如果農藥毒性的消退期有一段時間，須說明可重新進入施藥區域的時期，許多燻蒸劑都有此需要。
 - (3)貯藏及棄置農藥的方法，以免貯藏不當，使藥物失效，或棄置不當，污染環境。
- 11.農藥產品製造日期及有效期間：有效期間為廠商保證該農藥不變質的時間。使用時要注意該農藥是否已超過此一期間，若超過時此農藥可能已失去防治效果。
- 12.示警之字眼及圖形，由於農藥是用於防

治有害生物的，它本身就有毒性，而其毒性對人類也會造成傷害。因此在標籤上必須有示警之字眼和圖形，以提醒人們注意它的毒性。行政院農業委員會規定依農藥種類之不同其標籤上應具備代表各種不同程度的示警圖形。使用人應熟習該等圖形之意義。

（作者：李國欽）





農藥施用應注意事項

防治水稻病蟲草害及其他有害動物，多年來均以施用農藥為主，另外再配合其他防治措施，如栽植抗蟲抗病品種、調整播秧期、早期耕翻土壤、處理稻草等。至於在農藥施用上應注意的事項很多，除應選擇經試驗證實有效藥劑外，更應把握防治適期，避免任意混用多種藥劑及隨意提高藥量，以免發生藥害，其他各項茲分述如下：

一、單位面積用水量與用藥量

目前植物保護手冊上液劑施藥多數採高容量低濃度施藥法，通常水稻上每公頃稀釋用水量以800~1200公升為準，其用水量隨稻株之成長而增加。但是部分農民常因省工理由，多自行減少稀釋用水量，而採低容量高濃度施藥法。如單位面積用藥量不減少，且噴藥器具適用與噴藥技術得當，並能將藥液均勻而微細地撒佈於害蟲發生部位，低容量施藥法同樣可達到防治目的，甚至可採不加水稀釋之超低容量施藥法。但是，施藥器具若不適用或施藥方式錯誤，則將產生施藥不均，致造成局部落藥量過多而發生藥害，或落藥量不足導致藥效不佳等現象。

二、施藥技術與防治對象

危害水稻葉部之病蟲，如葉蟬、瘤野螟、稻熱病等，一般可行葉面施藥法即可收效；而危害莖稈部份之褐飛蝨、紋枯病則應採用莖間施藥法，將藥劑噴佈在莖部，始有佳效。

三、施用粒劑田間灌水深淺對藥效的影響

稻田施用粒狀藥劑，主要靠藥劑有效成分溶解於水中後，稻株吸水之同時將藥液吸上，以達殺蟲效果。故施用粒劑時，田間不宜保有太深的水，以免藥劑被過分稀釋和流失致使藥效降低。如防治飛蝨浮塵子，稻田以保持淺水為宜；防治二化螟蟲時，系統性藥劑亦以淺水較佳，而施用非系統性藥劑則可保持3~5公分的水位。

四、藥劑的混合使用

水稻生育期中，有時二種以上的病蟲害會同時發生，或為省工起見，田間立即混合二種以上藥劑，是有其必要，但僅限於需要，切勿任意混合。混合時亦需注意欲混合藥劑的理化性質，尤其是欲混合藥劑的pH值，以免藥性不合而降低藥效。





五、施藥器械的選擇

將少量的農藥撒施於稻株或稻田上，常需藉助各種施藥器械，以求快速、準確和均勻度。而施藥器械種類繁多，可依藥劑型態，如粉劑、粒劑、液劑及原體撒佈等而有不同。常用者有人力噴霧（粉劑）器、半自動噴霧器、背囊式動力噴霧（粉、粒劑）機、高壓噴霧機、噴藥車（大中型鼓風車）、自動化定點噴藥、移動式噴藥裝置，以至飛機空中噴藥等等不勝枚舉。如何選用，應視施藥面積大小、病蟲草害的種類及特殊要求而定。而每種噴藥器所使用之噴頭形式和構造各有不同，彼等亦可影響到噴霧性能，效果的好壞，故宜妥加選擇，一般以噴霧均勻、微細者為佳。而噴施殺草劑的噴藥器具最好應和病蟲分開，不要採用同一個噴霧器，以免發生藥害。

六、稀釋用水的pH值

液劑需用大量的水加以稀釋，而稀釋農藥所用水，其pH值可影響藥效，如多數有機磷劑、氨基甲酸鹽系藥劑遇鹼性的水，在稀釋過程中即可被分解一部份，致減低應有的藥效。故稀釋用的水，其pH值以中性為宜。如屬鹼性，可先加少量的醋給予中和，再加入藥劑攪拌均勻後再噴施於稻株上。

七、需不需要施藥防治

水稻栽培過程中，雖避免不了有多種病蟲草害的發生，但是並不是每發生一種病或蟲就應施藥加以防治。如盲目用藥將浪費藥劑和人力，而應考慮是否值得。就經濟觀點，當病蟲之發生程度（量）將造成稻穀的損失達經濟危害水平時，始有防治的必要，否則輕微的發生可不必理會，以免施藥後「得不償失」，至於水稻主要病蟲害的防治基準請參照相關各論。

八、施藥時之天候

施噴農藥應選晴天、或陰天無雨，且在無風或微風時為宜。強風或下雨時不可施藥，以免藥液被強風吹散，致落藥量不均或不足。注意氣象報告，如預知將下雨，尤其是可能持續幾天時，應在下雨前施藥完畢，且最好要添加展著劑。

九、施藥者的安全防護

農藥多具毒性，不論使用何種施藥方法，施藥者均應採取安全防護措施，應穿著防護衣物，並應注意風向，順風噴藥，逆風倒退。切忌吸入或觸及藥液，若不慎觸及皮膚應隨即清洗，不可大意。

十、不藉助施藥器具的特殊施藥法

在水稻田滴落油劑利用水面展開法，可節省勞力，但應注意單位面積的用藥量





是否適量，切忌過量而發生藥害或量少而降低效果，也應留意使用者手及腿部之保護，勿沾及藥液。另有少數稻農將液乳劑或水和劑等農藥施效於田埂之進水口，藉灌溉水沖流至稻田，此方式雖省工，但恐藥液分佈不均勻，不宜隨便採用。

粒劑施藥也有部份直接用手撒佈者，施藥者一定要戴塑膠或橡膠手套，切勿徒手撒藥，以免手直接觸摸農藥而發生中毒。再者手施粒劑應儘量要撒施均勻，若施藥量太少可考慮混用乾燥細沙，或2~3種粒劑混合後使用（如防治螟蟲粒劑混合防治紋枯病粒劑或混合防治稻熱病粒劑等）。施撒粒劑時也應注意風向，以順風撒施為宜。

（作者：劉達修）





混合農藥安定性測試方法與安全劑型

一、前言

農民常會因實際防治需要將兩種以上農藥混合使用，以期達到有效防治病蟲草害之效果，或省時、省工、省費用的經濟效益。但是由於各種成品農藥的特性不同，與水混合後呈現不同的特質，以致混合後農藥可能會出現有效成份的分解，或有效成份在水溶液中無法均勻分布，而造成藥效不足或藥害等現象。

因此在田間進行混合農藥噴灑之前，農友可先參考下述的共栓量筒法或噴液平台法，以檢測農藥混合後可能發生的變化，供農藥混合時的初步判斷。這兩個方法與農藥標準規格檢驗的方法略有不同，因成品農藥標準規格檢驗為一普遍性的檢驗原則，並且要加入貯存時間與溫度對品質理化性影響的考慮。而田間用藥則是立即使用，所以兩者在測試的目的上即有所不同的，因此分析的作法也稍有不同。

二、共栓量筒測定法

本法主要是依聯合國世界衛生組織與糧農組織（WHO/FAO）所建議的CIPAC方法。所謂CIPAC（Collaborative International Pesticides Analytical Council）是國際農藥分析聯合委員會的簡稱，該委員會對於農藥

的理化性分析提供一些分析的參考，各國依需要再作些調整。對於混合農藥而言，也可以參考該委員會所建議的第36條測試方法（MT 36）⁽³⁾，即以100毫升共栓量筒觀察混合農藥的乳化安定性；或參考第47條測試方法（MT 47）⁽⁴⁾，以250毫升共栓量筒觀察起泡性。但對田間用藥的觀察僅用一種共栓量筒即100毫升或250毫升的共栓量筒（圖一）。藉由共栓量筒的上下反轉的混合力間接地推斷農藥有效成份在水溶液中的分佈是否均勻。

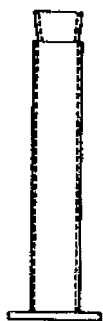
（一）100毫升共栓量筒使用法

其作法是先依農藥田間使用推薦量換算為每一百毫升水中所需添加的成品農藥劑量，然後在共栓量筒內預先加入50毫升灌溉水，再加入已換算好的成品農藥量於該100毫升共栓量筒中，再加入灌溉水至100毫升的刻度，使在共栓量筒內的農藥濃度為田間推薦量濃度。然後加蓋，上下翻轉10～30次，靜置約30分鐘後觀察是否產生沈澱，分層或起泡。

（二）250毫升共栓量筒使用法

其作法類似100毫升的方法，先依農藥田間使用推薦量換算為每200毫升水中所需添加的成品農藥劑量，然後在250毫升的共栓量筒內預先加入50毫升的灌溉水，再加





圖一：以共栓量筒分析混合農藥之乳化性及起泡性。

入已換算好的成品農藥量於該200毫升共栓量筒中，最後加入灌溉水至200毫升的刻度，使在共栓量筒內的農藥濃度為田間推薦量濃度。然後加蓋，上下翻轉10~30次，靜置30分鐘後觀察是否產生沈澱，分層或起泡。

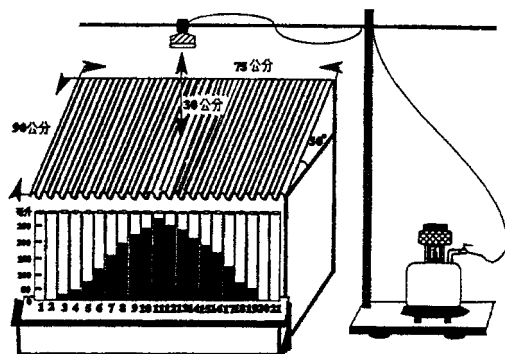
三、噴液平台法

噴液平台法為大多數國外農藥公司及政府試驗單位所使用的方法^⑥。可用於測試混合後的農藥水溶液是否會阻塞噴嘴，或造成藥液噴灑不均之情形。但藥液噴施平台收集機成本較高，農業藥物毒物試驗所自英國購入約要60~70萬（圖二），因此農民、農會或農藥廠可以參考圖三自行組裝。整個成本可降低到1萬元左右（圖三）。

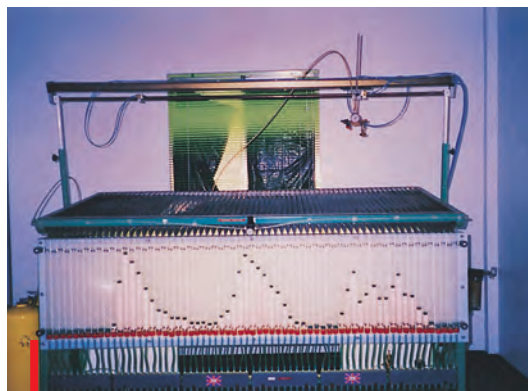
四、混合農藥安定性測試研究

（一）混合農藥的共栓量筒試驗

藥試所曾以共栓量筒分析105組混合農



圖二：噴霧模型機設計圖：斜面收集法。



圖三：藥試所自英國進口的藥液噴施平台收集機（羅致速）

藥（兩種農藥相互混合）的安定性，結果顯示有67組可以混合（63.8%），有38組的混合性有問題（36.2%）（表一）。混合時有問題的組合大多是藥液混合後產生分層，





表一、乳劑與可濕性粉劑之混合試驗

劑型 (混合組數)	可混合之組數 (%)	不可混合之組數 (%)
乳劑+乳劑 (15)	14 (93.3)	1 (6.7)
乳劑+ 可濕性粉劑 (54)	32 (59.2)	22 (40.8)
可濕性粉劑+ 可濕性粉劑 (36)	21 (58.3)	15 (41.7)
合計 105組	67 (63.8)	38 (36.2)

沈澱量過多，或起泡性過大所致。

測試的成品農藥劑型為乳劑及可濕性粉劑，因為這兩種劑型不僅是臺灣使用量最多之前兩名劑型（表二）⁽¹⁾，並且也是在劑型設計上特性差異較大的兩種劑型⁽²⁾。乳劑在水溶液中主要的型式為油在水中型（O/W, oil in water），即有效成份以微小油滴方式分佈於水中。而可濕性粉劑則為粒在水中（P/W, particle in water），即有效成份以微小顆粒的方式懸浮分散在水中。

由表一知，乳劑型農藥彼此間可混合性高，約有93.3%的乳劑可以互相混合。但乳劑與可濕性粉劑的可混合性則降為59.2%。可濕性粉劑與可濕性粉劑之間的混合相容性亦只有58.3%。成品農藥的乳劑與可濕性粉劑混合性之低是可預料的，因為在一般情形下，可濕性粉劑的設計不是為了與乳劑型農藥混合而做的。這兩種製劑使用的界面活性劑在設計上有差異，所以混合後所使用的界面活性劑比較容易失去原有設計的效果，導致劣化的現象。至於乳

表二、現有成品農藥劑型統計表 (1999)

序 號	劑 型	成 品 數
1.	乳劑 (EC)	1625
2.	可濕性粉劑 (WP)	1277
3.	溶液 (SL)	546
4.	粒劑 (GR)	299
5.	粉劑 (DP)	222
6.	水懸劑 (SC)	157
7.	可溶性粉劑 (SP)	116
8.	餌劑 (RB)	38
9.	超低容量劑 (UL)	35
10.	片劑 (TB)	21
11.	水分散性粒劑 (WG)	18
12.	水基乳劑 (EW)	4
13.	燻煙劑 (FW)	4
14.	袋劑 (Bag)	2
15.	油懸劑 (OF)	2
16.	控制釋放劑 (CR)	1
17.	水分散性乳劑 (DG)	1
18.	微粒劑 (MG)	1
19.	糊狀劑 (PA)	1
20.	水溶性粒劑 (SG)	1
21.	引誘劑 (Attractant)	1
22.	水溶性袋劑 (Water-soluble packet)	1
合 計		4373

劑，由於一般使用的溶劑與界面活性劑的特性都接近，容易相容，所以彼此間混合性較高。但是乳劑的混合性易受水質的硬度，酸鹼度及溫度的影響，這一點在混合時要注意，因此不可只憑混合的兩種農藥均是乳劑就不去作混合性測試及小規模試噴的試驗；又混合乳劑其界面活性劑劑量





表三、美國環保署「其他農藥成份（Other Pesticide Ingredients）」
用於成品農藥之分級表（部分）

分級	毒 性	說 明
表列名單 第 二 級 (List 2)	可能具有毒性，或需優先測試的 惰性化學物質（Potentially toxic inerts/high priority for testing）。	表列化學物的化學結構與一些已知毒性的化學物質接近，或 是該化學物可能具有一些毒性，需予注意。美國環保署希望 廠商對於列於本分級表中的物質儘可能減少使用或不使用。

在混合後濃度增加，易引起藥害，因此混合農藥的物理安定性雖沒問題，在施用前最好還是先作小區域的試驗，觀察確定無藥害的發生，再進行大規模的噴灑，以免因藥害而造成損失。

（二）混合農藥的噴液平台試驗

依噴液平台機的試驗，即知噴出的藥液正常時呈峰型（圖二之中段及圖四-1），優質的可濕性成品水溶液亦為峰型分佈，在連續噴灑農藥水溶液後，農藥濃度分佈為水平狀的一定值。但劣質的乳劑成品水溶液則呈多峰分佈，在連續噴灑農藥水溶液後，農藥濃度分佈呈鋸齒狀般有高，有低。如以此兩種成品農藥的品質混合，則優質的可濕性粉劑也因受劣質乳化劑成品的影響，出現多峰分佈。如此使得藥液噴出後，農藥濃度不均勻而致藥害或藥效不足（圖四）。

五、安全劑型對混合農藥的影響

在安全劑型的觀念下，與成品乳劑的混合就更要小心。早期成品乳劑大量使用

表四、以較安全的溶劑配方調製乳劑時使用的乳化劑與溶劑數量調查

市售劑型	乳化劑	溶 劑
A 10%乳劑	2種	2種（含150型）
B 20%乳劑	3種	150型
C 25%乳劑	3種	150型
D 40%乳劑	3種	2種（含150型,或200型）
E 50%乳劑	3種	150型
F 60%乳劑	2種	150型
G 70%乳劑	3種	200型
H 96%乳劑	2種	150型
I 20%乳劑	2種	二甲苯
J 80%乳劑	2種	二甲苯

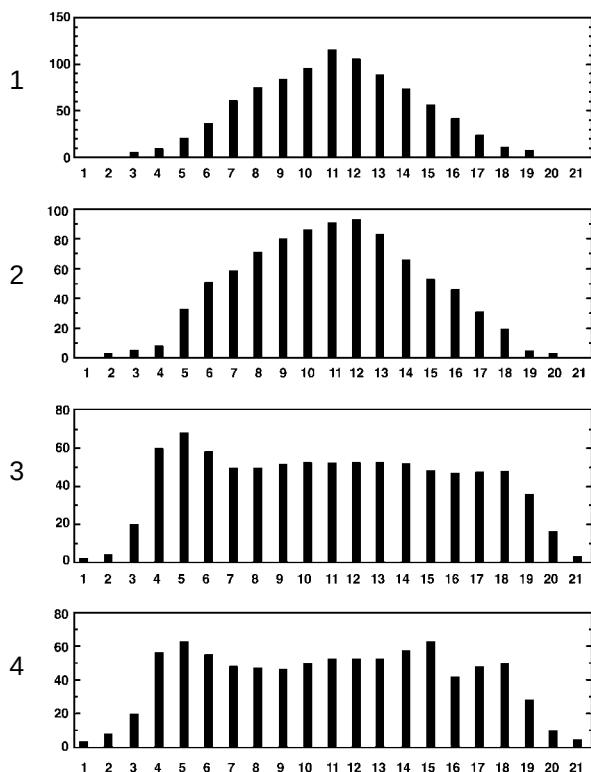
A—J：代表不同成品農藥，濃度為近似值。

I—J：兩種市售乳劑使用二甲苯溶劑，乳化劑使用兩種。

150型：二甲苯含量約為或低於0.29%。

200型：不含二甲苯。





圖四、正常品質之可濕性粉劑水溶液與硬水噴灑時均呈相同的峰形分佈（四-1,2），然不良品質之乳劑溶解於水後，經噴灑則呈現多峰分佈（四-3）。兩者相互混合後，也為多峰分佈（四-4），顯示優質農藥因與劣質農藥混合，導致農藥噴灑時藥液分佈的劣化。

甲苯及二甲苯之兩種溶劑作為成品乳劑中的溶劑，但兩者都具有易致火災的低閃火點及毒性，對在工廠內的操作及農藥使用人員均易造成危害。因此美國環保署將甲苯及二甲苯列為「表列名單中的第二級（List 2）」（表三）⁽⁵⁾，勸導廠商改用較安全的溶劑。因此農業委員會也要求廠商發展較安全的乳劑。

本表列化學物的化學結構與一些已知毒性的化學物質接近，或是該化學物可能具有一些毒性，需予注意。美國環保署希望廠商對於列於本分級表中的物質儘可能減少使用或不使用。

在國外對取代傳統乳劑中使用的二甲苯配方有很多。例如100型的C₉烷基苯溶劑，150型的C₁₀烷基苯溶劑，或是200型的烷基苯溶劑。其中較常用的為150型，從安全性考量，大多業者配合新配方的採用。但是前述溶劑對許多農藥的溶解力較甲苯及二甲苯降低了許多，所以業者就在成品配方中增加其他的輔助溶劑以提高溶解度，並且將單一商品乳化劑配方也改成數種混合乳化劑的配方以加強田間用藥的效果。因此新一代的安全劑型式的成品乳劑增加一些溶劑及乳化劑的種類（表四）。但也因此降低與其他成品農藥混合的機會。從此也知，農藥廠商在推薦混合農藥時，或是農民在使用混合農藥時都要先理解這些改變。



表五、田間使用的增效劑組成份、用量及應注意之事項

增 效 劑	組 成 份	水中最高濃度	注 意 事 項
45%乳劑	35%丙酸 10%烷基酚環氧乙烯縮合物	0.05 %	對水棲生物具毒性，禁用 於水域及其附近地區。
100%乳劑	50%高級醇環氧乙烯縮合物 50%聚環氧乙烯壬酚縮合物	2 %	對水棲生物具毒性，禁用 於水域及其附近地區。
85%溶液	85%庚甲基三矽氧烷之聚環 氧烯衍生物	0.15 %	對水棲生物具毒性，禁用 於水域及其附近地區。

六、混合農藥與增效劑的混合

在田間施用農藥時，往往另外添加增效劑（Adjuvants），然增效劑的成份有時與成品農藥中界面活性劑的成份接近，特別是與用在可濕性粉劑的界面活性劑接近。因此混合農藥時，要注意增效劑的添加量。所以生產及供應增效劑的廠商要表記有關的注意事項，以避免藥害或餘毒之產生（表五）。

七、結語

2002年1月1日臺灣加入世界貿易組織（WTO）後，多種乳劑以安全劑型之形態必從國外過來。因此農民與農藥進口商一定要注意這些進口農藥品質與配方的變化，新一代安全劑型乳劑可能比傳統劑型乳劑的混合性較低。在此種情況下，推薦給農民混合使用之前，最好先瞭解該產品是否

為新一代的安全配方，還是傳統型的溶解性配方。如果配方已變更，早期的混合推薦資料也要重新考慮更新，或是參考藥試所開發的方法，再作一次混合性試驗，以免造成農友的損失，及公司信譽的傷害。

八、引用文獻

- 1.費雯綺。農藥名稱手冊。1999。行政院農委會農業藥物毒物試驗所，216p。
- 2.羅致述。1985。農藥劑型之設計。pp.255-269。農藥毒性研討會,中央研究院動物研究所專刊。
- 3.Anonymous. 1995. MT 36. Emulsion characteristics of emulsifiable concentrates. pp.108-114. In "CIPAC Handbook F. Physio-chemical Methods for Technical and Formulated Pesticides", Dobrat W. and Martijn A. eds.
- 4.Anonymous. 1995. MT 47. Persistent foam-





- ing. In "CIPAC Handbook F. Physio-chemical Methods for Technical and Formulated Pesticides", pp.152-153. Dobrat W. and Martijn A. eds.
5. Farm Chemicals Handbook. 1999. D23, Meister Publishing Company, Willoughby, OH, USA.
6. Thornton, M.E., and Kibble-White, R. 1974. Apparatus used for spray nozzle evaluation at the Weed Research Organisation. PANS. 20:465-475.

（作者：羅致述）





中文索引

一劃

乙烯 387, 408, 417, 419, 423, 426, 456

二劃

二化螟 8, 9, 10, 11, 34, 62-69, 70, 279

二氧化硫 417-419, 421

七星瓢蟲 115

丁香蓼 226

三劃

大甲草 218

大理草 110

大麥 44, 85, 89, 97, 126, 266, 352, 361

大黍 110, 348

大螟 8, 10, 34, 62, 70-74

三化螟 9, 32, 34, 56-62, 70

三角草 44, 215

三角剪 220

三稜草 304

小水鴨 191-193

小米 97, 352, 361

小指草 97, 165

小麥 3, 44, 63, 70, 72, 85, 89, 92, 97, 107, 108, 113, 126-128, 131, 152, 352

小粒菌核病 8-10, 241, 273-280, 373, 376

小球菌核病 209, 240, 273-275, 277, 278

小黑菌 240, 273-278

小黃浮塵子 106

小稻蝗 38, 122-124

小穎羊茅 266

千金子 89, 211, 214, 329, 342

亡革菌屬 304

女髮草 212

子囊菌亞綱 266

子囊菌綱 254, 259, 275, 298

子囊孢子 255, 260, 262, 263, 275-277, 298





中文索引

子囊殼 304，254，259，261，262，275，
277，298

山蘇花 365

土壤肥力 370，372，375，381，384

土壤傳播 262，263，322

四劃

水丁香 226

水丁黃 224

水仙 365

水生生物 433，441

水芋 220

水污染防治法 403

水莎草 44，110，216

水莧菜 211，221，222

水害 370

水溫 19，66，68，187，370，403

水稗 110，165

水稻水象鼻蟲 8-10，34，37，43-49

水稻象鼻蟲 34，37，50-53

水稻黑桿蠅 164

水稻潛葉蠅 164

水蔥 217

水藻 185

水龍 226

中華蜘蛛緣椿象 42

中華稻蝗 121

中華稻弄蝶 146

中國薊馬 125

毛小蜂 100

毛花雀稗 215

毛穎雀稗 110，137，165，169，211

毛黴菌目 245

毛黴菌科 245

毛黴菌屬 245

日月蝶 151



日照飄拂草 217

木蝨草 211，217

心葉母草 222

升馬唐 138

分生孢子 245-246，252-256，258-262，266-269，276，277，293-295，298，299，305，313，314

牛筋草 44，97，107，169，209，254，266

牛毛氈 212

天竺草 365

天敵 11，32，59，67，73，81，93，100，101，115，142，145，146，178，183，199，433

文珠蘭 365

巴拉草 266

五劃

玉米 44，71，72，84，89，92，93，97，

102，107，110，116，118，121，126，127，131，137，144，148，169，259，266，304，313，352，361，388

玉米蚜 35，116

仙克萊 365

白尖病 20，209，240，308，316，364-368

白茅 40，148，342

白菜 304

白背飛蝨 8，9，11，32，36，40，84-87，135

白背跳仔 84

白星椿象 40，174

白翅葉蟬 36，106-108

白葉枯病 8-11，209，237，238，240，256，325-337，370，386，413

白絹病 25，241

白殭菌 67

生育不良 210，248，252，258，300，318，370，371，378，382





中文索引

生育受阻 43，250，374，378
生理小種 330
生理性病害 238
生理障害 256
生理障礙 370
生理遺傳 241，261
古巴蠅 73
禾蟲 197
禾薊馬 125
母草 211，222，304
瓜皮草 211，212，221，229，232
田間衛生 11，32，100，141，169，237，
270，310
田字草 212
田菁 172
田蒜仔 218
田邊草 224
布袋蓮 185，219

甘蔗 44，70，71，97，102，107，108，113，
118，122，131，134，138，144，148，152，
156-158，217，266
甘藷 54，122，134
四生臂形草 165

六劃

百日菊 365
有絲分裂真菌 313
有害氣體 370，376，417
有機質 371，375，376，378，381，382，
407，410
有機酸 376，378，382，408
地溫 370，375
死米 242，254，317，376
印度水豬母草 225
印度蛹寄生蜂 73
芒草 148



芒稷 8，138，211-214，230

曲紋浮塵子 102

灰白介殼蟲 109

灰色菌核病 281，283，288，290

灰藜 210

早苗蓼 210

早熟禾 113

尖瓣花 211，225，226

竹 148，254

竹子飄拂草 217

多花水莧菜 221，222

向日葵 71

肉座菌目 259

伏革菌科 244

七劃

卵齒小蜂 60

卵菌綱 245

豆類 122，127，172

豆薊馬 125

沙蠶（鹽水蜈蚣） 177，197-199

旱害 370

李氏禾 44，51，85，89，97，107，108，
113，126-128，131，148，159，254，266，
328，342，348

佛歐里指草 165，342

冷害 395-398

赤色菌核病 240，281，283-286，288，290

赤眼卵寄生蜂 60，67

赤殼菌科 259

赤黴菌屬 259

赤黴病 242

抗病 8，9，250，251，270，280，300，308，
310，325，329，334，336，345，350，355，
360，376，411

芋 220，391





中文索引

角擔菌科 304

作業系統 14

育苗技術 13-30

八劃

直立薺草 217

直紋弄蝶 147，150

直紋稻苞蟲 38，147

非洲螻蛄 34，40，54-55

非洲堇 365

非褶菌目 244

長角麥蚜 35，113-117

長翅稻蝗 122，113-117

長梗滿天星 224

亞麻 304

亞球殼菌屬 298

亞洲潛葉蠅 39，168-169

花嘴鴨 190-196

狗牙根 96，107，110，169，209，254

狗尾草 44，85，89，131，138，169，254，
266

定經草 211

兩耳草 214，342

刺殼草 110

亨利馬唐 110

林投 110

虎尾草 138

虎兒草 365

青苔 185

青米 242，254，317，373，374，414

芡實 185

拉拉草 266

抽穗不良 109，238，240，253，298，320

芹菜 388

芥菜 89，304

空氣污染 392，407，417，423-426



空秕粒 242，254，395
附著器 256，268，269，277
矽酸 256，278，310，374，380，381，384，
385，411，424，425
虬子草 329

九劃

流行病 267，268，332，333
苗土處理 24-27
苗圃管理 27
負泥蟲 8-10，32，37，159-163
背條土蝗 38
南方綠椿象 41，171-175
南亞擬菁潛蠅 168-175
南國田字草 211
紅豆 304
紅粉介殼蟲 109
紅沼澤螯蝦 200

紅骨草 211，225，304
紅腳稗 213
紅腹根蚜 116
食蚜蠅 115，209
看麥娘 71，85，89，97，113，126-128，209，
342，352
扁稈薊草 218
扁穗莎草 216
香茅草 71
香附子 216，328
陌上菜 222
炭疽病病菌 228
茅草 122，131，156
胡瓜 388
胡麻 172
茄子 386，388
韭 365
柳葉箬 328





中文索引

秋石斛 365, 368

持續性 348, 358, 433

限制輿圖多形性分析 329

施藥技術 430, 446

氟 410, 417, 423-426

風土病 237, 252, 257, 273

風害 7, 316, 370, 413-416

重金屬 399-405

十劃

茭白筍 44, 63, 71, 97, 107, 118, 128, 138, 185, 365

茭白 113, 114, 122, 126, 144, 148, 156-159, 220, 254, 328

秧苗立枯病 8-10, 28, 237, 238-241, 251, 308

秧苗病害 16, 18

紋枯病 8-11, 209, 237, 238, 240-242, 251,

256, 257, 264, 273, 279, 281-271, 293,

296, 301-312, 323, 443

捕食性蜘蛛 81, 100, 108

姬蛇目蝶 151

烏龜仔 155

厝烏仔 203

畔茅 110, 138, 169, 214, 328

海雀稗 214

針蘭 218

高粱 70-72, 85, 89, 92, 102, 107, 122, 126-128, 138, 148, 304, 352

馬唐 97, 110, 113, 131, 254, 266, 365

埃及指梳 110

狼尾草 148, 254

柑桔 172

浮萍 185

凍害 395, 397

除草劑 95, 240, 390-392, 394



座囊菌目 298
格孢腔菌目 254
格孢腔菌科 254
根黴菌屬 245
核酸探針 329，330，343，346
氨氣 426
草莓 365，367
草蟊仔 122
草狀矮化病 75，238，357-360
病害預測 333-336
病蟲草害概論及管理 8-12
臭氧 419-423，427
臭腥龜仔 171
粉蔥 365
琉璃卵蜂 67

十一劃

匍黍草 107，266

細針緣椿象 41，174
細葉水丁香 226
細葉旱稗 210，212
細菌性穀枯病 8，242，316-324
細緣椿象 41
細稻蝗 122
球花莎草 215
球花蒿草 8，210，211，215-217，328
球腔菌科 298
野生稻 76，328，359，361
野古草 84
野慈菇 8，209，210，211，212，220
野稗 44，85，110
麥 54，71，122，148
麥縊蚜 117
斜紋夜盜 146
蛇目蝶 151
麻雀 177，203-205





中文索引

異型莎草 215

異匙葉藻 211

眼子菜 211

哇畔莎草 216

假馬唐 110，165

假稻 328

匍地黍 110

雀稗 148

康乃馨 365

莎草科 44，215-218，254

荸薺 365

窒息病 237，347，426

旋孢腔菌屬 254

偽黑尾葉蟬 8，36，95-101

晚香玉 365

十二劃

斑點米 9，40，173

斑文鳥 206-207

斑飛蝨 8-11，36，40，89-94

黑尾葉蟬 95-102，209

黑尾跳仔 95

黑卵蜂 60，67

黑條黑尾葉蟬 36，95-101

黑椿象 32，35，41，118-120，209

黑腳煙仔 75

黑腹螫蜂 81

黑殭菌 67

黑嘴鴨仔 206

黑麥 361

黑痣菌目 266，275

黑腫病 239

黃葉病 9，11，96，100，237，238，347-351

黃萎病 9，11，96，100，209，239，256，
295，341-346，350

黃姬浮塵子 106



- 黃腳黑卵蜂 67
黃帶薊馬 125
黃花水丁香 304
紫果指草 165
紫螟寄生蠅 73
棘姬小蜂 73
萎縮病 96，102
萎凋矮化病 239，357-360
無脊大腿小蜂 142
畫眉草 169，209
雲林莞草 211，218，219，228，232
喇叭草 211，227
硬骨草 214
粟 63，71，85，97，102，118，127，131，
152，159，171-203，254
棉花 71，172
結縷草 97，148
結合菌綱 245
菱角 185
寒害 241，370，395-398
游草 328
媒介昆蟲 96，101，308，310，343-347，348-
350，353-355，358，361，362
報歲蘭 365
棒頭草 342
植物毒素 408
菸草 348
菊花 388
氮 5，7，10，59，67，80，82，87，100，
120，135，141，150，210，253，256，270，
278，290，296，310，314，325，327，332，
333，336，370-376，378，379，381，396，
401，402，406-408
氯 386-388，401，403
象草 264





中文索引

十三劃

經濟效益 3

葉稻熱病 10，241，265，266

葉鞘腐敗病菌 179，183，237，240，242，292-296，305，318

葉切病 364

葉芽線蟲 364-366

電光浮塵子 102

電光葉蟬 36，102-105

跳仔 84

碎米莎草 211，216-218，365

溝繁縷 212

矮穎馬唐 342

矮慈菇 221

節節草 224

節稻熱病 242

圓果雀稗 165

鼠尾草 165

鼠尾粟 365

感染源 252，257，262，263，267，270，277，306，307，310，314，320，331-333，337

鉀 25，141，256，270，278，280，290，300，310，370，375-380，384-385，396，400，410，411

十四劃

稗仔 203，212

稗草 8，17，44，51，71，85，89，97，107，126，127，131，148，210-213，220，229，304

魁小蜂 100

緣盲椿象 81

綠肥 146，229

綠僵菌 67

福壽螺 9，10，177，184-189



滿天星 211，224

滿江紅 185

鳳梨草 221

裸麥 114

種子消毒 18-23

臺灣百合 365

臺灣花薊馬 42，125

臺灣長翅稻蝗 121

臺灣夜盜 39，143-146

臺灣負蝗 38

臺灣弄蝶 147

臺灣細針緣椿象 41，174

臺灣細緣椿象 41，174

臺灣野稗 138，169

臺灣黑尾葉蟬 36，95-101

臺灣蜘蛛緣椿象 42，174

臺灣雙星長椿象 174

十五劃

褐飛蝨 8-11，32，35，40，75-84，84，135，279

褐色紋枯病 281-284，286-287，290

褐色菌核病 237，241，281，283，285，286，
288，290

褐條葉枯病 237，239，241，242，297-300

稻不稔症 8，10，178，183，237，242，292，
296，318

稻心蠅 10，32，39，164-167

稻尺蠖 138

稻行軍蟲 143

稻青蟲 138

稻種源 4

稻盲椿象 171

稻泥蟲 159

稻徒長病 8，10，237，238，258-264，316

稻粉介殼蟲 35，109-112

稻桿蠅 164





中文索引

稻細蟭 40，178-183，209，296

稻葉蟲 159

稻椿象 35，41，174

稻管薊馬 39，42，125，127-128

稻蝨 75，83

稻潛蠅 164

稻熱病 8-11，17，20，209，237，238，239，
241，242，253，256，265-271，310，316，
317，325，373，376，384，397，448，450

稻螟赤眼卵蜂 142

稻螟蛉 38，138-142

稻薊馬 39，42，125-129

稻縱捲葉蟲 130

稻胡麻葉枯病 8，10，20，237，238，239，
241，242，252-257，310，316，317，376，
380，382，384，385，410，411

稻麴病 237，242，313-317

影響產量因素 6

瘤野螟 8-11，28，32

撚翅蟲 108

蔥薊馬 124

廣大腿小蜂 142

線慈菇 221

蓮子草 224

墨菜 227

鋪地黍 138

穀粒病害 316-319

膠膜菌目 304

皺稈雀稗 328

皺縮矮化病 75，238

十六劃

樹陰蝶 39，151-154

鴨舌草 8，210，211，219，304

螢蘭 8，44，210，211，217，218，219，304

螢稻熱病 364



螢光菌 270
頭虻 100
橙葉病 102
螟蛉狹面姬小蜂 142
螟蛉絨繭蜂 141
螟蛉內繭蜂 141
螟蛉懸繭姬蜂 141
澤雀稗 214
澤瀉 211
學菜 219
鋸葉定經草 223
燕麥 113，352，361
霍香薊 107
擔子菌綱 244，304
縞葉枯病 8-11，89，93，239，352-356
隨機引子 330
隨機增幅核酸多形性分析 329
噬菌體 331-337

鋤 256，370，376，378-341，383-385，403，
408-411

十七劃

龍爪茅 138
銹米 242，254，317
龜紋瓢蟲 116
穗稻熱病 9，242，265-267，317
穗苔 89
穗蝨 89
隱紋弄蝶 142
隱翅蟲 81
擬澳洲赤眼卵蜂 142
螯蝦 177，200-202
蟋蟀草 84，89，131
營養障礙 370-388，404
薏苡 131
薑花 365





中文索引

蕓菜 183

磷 25，141，278，310，370，378，379，
381，384，396，400，401，410，423

十八劃

蟲生菌 100

雙巨星椿象 41，174

雙帶夜蛾 138

雙穗雀稗 97，107，110，113，126，131，
211，214，254

藍豬耳 222

鋤米 402

十九畫

藥害 48，209，229，234，240-241，293，389-
394，430，433，442，448

二十劃

蘇力菌 73

蘆草 71，131

蘆竹 266

蘆茅 328

蘆葦 131

二十一劃

鐵甲蟲 11，32，37，155-158

鐵線草 165

鐵 256，327，370，375，376，378-384，400，
401，408-411

鎌蜂 108

灌溉水水質標準 404

露菌目 245

二十三劃

繆小蜂 81



二十四劃

鱧腸 211，227

蠶豆 71

鹽沫危害 386，413，414





INDEX

A

Acrocylindrium 178 , 292 , 316
Acrocylindrium oryzae 178 , 292
Adjuvants 456
Aeschynomene virginica 228
Air Pollutants 417
Alisma canaliculatum 211 , 220
Alisma plantago-aquatica 220
Alternanthera philoxeroides 225
Alternanthera repens 225
Alternanthera sessilis 211 , 224
Alternanthera triandra 225
Alternaria 19 , 243 , 316
Alternaria padwickii 19 , 316
American false daisy 227
Ammannia coccinea 222
Ammannia baccifera 211 , 221
Ammannia multiflora 222
Anagrus sp. 100

Anas crecca crecca 190
Anas poecilorhyncha zonorhyncha 190
Animalia 364
Apanteles ruficus 141
Apple snail 184
Aphelenchina 365
Aphelenchoides besseyi 240 , 364-366 , 368
Aphelenchoididae 365
Aphyllophorales 244
Aphelenchus 365
Aphelenchoides 365
appressorium 268
Ascomycetes 254 , 259 , 266 , 275 , 298
Aspergillus 316
Atractomorpha lata 38
Atractomorpha psittacina 38
Athelia rolfsii 243-245
Awnless jungerice 213
Azegaya (稗) 214



Azena (𠃉) 222

A. alternata 316

B

Barnyardgrass 212

Bacillus 19

Bacteria 320 , 328

Bacterial leaf blight 325 , 337-340

Bacterial grain rot 319

Bakanae disease 258

Basidiomycetes 244 , 306

Bipolaris 238 , 239 , 241 , 242

Bipolaris oryzae 238 , 239 , 241 , 242 , 252 ,
254 , 317

Blast 265 , 271 , 272

Black bug 119

Black rice bug 119

Blackishwater polychaete 197

Bonnaya brachiata 223

Bordered sheath spot 284

Botrytis 316

Brachymeria excarinata 142

Brachymeria obscurata 142

Brevennia rehi 35 , 109

Brown planthopper 75

Brachysporium 316

Brown sclerotial disease 285

Brown sheath blight 283 , 291

Brown spot 252

Burkholderia 238 , 243 , 319 , 320 , 324

Burkholderia glumae 238 , 242 , 243 , 317 ,
319

Burkholderiaceae 320

Burkholderiales 320

C

Ceratobasidiaceae 304

Ceratobasidium oryzae-sativae 281 , 285





INDEX

Cercospora janseana 239 , 241 , 242 , 317
Cercospora oryzae 297
Cereal thrips 125
Charops bicola 142
Chilo suppressalis 34 , 62 , 68
Chinese sprangletop 214
Chojitade (稗) 228
Chaetomium 19 , 316
Chilling injury 387 , 395
Cladosporium 316
Cletus punctiger 41 , 174
Cletus trigonus 41 , 174
Cnaphalocrocis medinalis 41 , 130 , 136
Cockspargrass 212
Cochliobolus 243 , 254
Cochliobolus miyabeanus 243
Cool damage 395
Corticaceae 243-244
Corticum 281 , 291

Corticium rolfsii 25 , 243
Collectotrichum gloesporioides sp. *aeschynomene* 230
Couch paspalum 215
Curvularia 18 , 238 , 242 , 243 , 316 , 318
Curvularia lunata 18 , 243
Cyperus compressus 216
Cyperus difformis 216
Cyperus esculentas 216
Cyperus haspan 216
Cyperus iria 216
Cyperus rotundus 216
Cyperus serotinus 216

D

Dicladispa amigera 37 , 155
Diplogasteria 364
Dothideales 298
Dwarf 96 , 102



Dysmicoccus boninsis 109

E

Echinochloa calona 213

Echinochloa colonum 213

Echinochloacus cus-galli 212 , 213

Echinochloacus cus-galli var. *crus-galli* 212

Echinochloacus crus-galli var. *formosensis* 212 ,
233

Echinochloacus crus-gaill var. *oryzicola* 212

Echinochloacus crus-gaill var. *particola* 210

Echinochloacus cruspavon 212

Echinochloacus glabrescens 212

Echinochloacus oryzicola 212

Echinochioacus praticola 212

Echinochloacus pyramidalis 212

Echinochloacus stagnina 212

Echinocnemus squameus 34 , 50

Eclipta 228

Economic injury levels 11 , 32

Economic threshold

Eclipta alba 227

Eclipta prostrata 227

Eleocharis karoguwai 211

ELISA 350 , 358 , 362

English grain aphid 113

Entomophithora sp. 100

Entyloma oryzae 239

Epicoccum 316

Epicoccum purpurascens 316

Eragrostis atrovienc 209

Eucosmethus incisus 174

Erwinia herbicola 335 , 337 , 340

Erinia herbicola 41 , 174

Eysarcoris guttiger 41 , 174

Eysarcoris ventralis 41 , 174





INDEX

F

False pimpeme 223
False smut 313 , 315
Fimbristylis dichotoma 217
Fimbristylis miliacea 217
Fimbristylis littoralis 217
frost injury 395
Frankliniella intonse 42
Frankliniella intosa 125
Frankliniella tenuicomis 125
Fusarium 18 , 25 , 238 , 242 , 243 , 245-250 ,
258 , 259 , 260 , 263 , 264 , 316-318
Fusarium moniliforme 18 , 243 , 258 , 259 ,
260 , 263 , 264
Fusarium oxysporum 243 , 246
Fusarium roseum 19
Fusarium solani 243

G

Gibberella fujikuroi 19 , 238 , 238 , 258 , 264
Globe fingerrush 217
Gonatocerus sp. 100
Gooseweed 225
Grasslike fimbristylis 218
Greem horned 151
Green rice leafhopper 95
Gryllotapa fossor 34 , 40 , 54 , 55
Grain diseases 316

H

Haplothrips aculeatus 39 , 42 , 125
Haplothrips chinensis 125
Helminthosporium 18 , 252 , 257 , 316
Helminthosporium oryzae (= *Bipolaris oryzae*)
18 , 19 , 252 , 257
Helminthosporium sigmoideum var. *irregulare* 316
Heterococcus rehi 109



Hideriko (日) 217

Hydrellia griseola 164

Hydrellia philippina 39 , 164

Hydrellia sasakii 164

Hypocreales 259

I

Ilysanthes ciliata 223

Ilysanthes serrata 223

Indian toothcup 224

Inubie (日) 212

Isachne globose 331

J

Japanese bulrush 217

Junglerice 213

Jussiaea prostrata 227

K

Kishusuzumenohie (日) 214

Kikashigusa (日) 224

Knotgrass 214

Kogomegayatsuri (日) 216

Konagi (日) 219

Koukiyagara (日) 218

Kresek 325-327 , 338

L

Lagynotomus elongatus 35 , 41 , 173

Laodelphax striatella 36 , 40 , 89 , 94 , 353

Leersia hexandra 328

Leersia japonica 328

Leersia oryzoidea 328

Leersia oryzoidea var. *japonica* 328

Leersia sayanuka 328 , 334

L. liliformia 329

L. panicea 329





INDEX

Leptochloa chinensis 214
Leptochloa filiformis 214
Leptocorisa acuta 42 , 174
Leptocorisa chinensis 42
Lesser grass 151
Lindernia anitpoda 223
Lindernia ciliata 223
Lindernia cordifolia 222
Lindernia crustacea 222
Lindernia procumbens 222
Lindernia pyxidaria 222
Lissorhoptrus oryzophilus 34 , 37 , 43
Lonchura punctulata 206
Ludwigia adscendens 226
Ludwigia diffusa 227
Ludwigia hyssopifolia 226
Ludwigia octovavis 226
Ludwigia postata 227
lump smut 313
Lygus oryzae 174

M

Macrosporium 316
Magnaporthaceae 266 , 275
Magnaporthe 266 , 273 , 275
Magnaporthe grisea 265 , 272
Magnaporthe salvinii 241 , 273
Marsilea crenata 211
Melanitis leda 39 , 151
Mitosporic fungi 245 , 293 , 313
MLO 239 , 343
Mole cricket 54
Monochoria 219
Monochoria hastata 220
Monochoria kosakowii 219
Monochoria vaginalis 219 , 220
Monilia 243, 316
Mucor 19 , 25 , 238 , 243 , 245 , 246 , 248 ,
250
Mucor fragilis 25



Mucoraceae 245

Mucorales 245

Mycalesis gotama nanda 151

Mycelic sterilia 316

Mycoplasma-like organism 343

Mycosphaerellaceae 298

N

Naranga aenescens 38 , 138 , 142

Nakataea 240 , 273 , 316

Nakataea sigmoidea var. *sigmoidea* 273

Nakataea sigmoidea var. *irregulare* 241 , 273 ,
316

Narrow brown leaf spot 297

Nectriaceae 259

Nematoda 364

Nephotettix cincticeps 36 , 95 , 244-246 , 342 ,
343 , 348

Nephotettix nigropictus 36 , 95 , 343 , 348

Nephotettix virescens 36 , 95 , 343 , 348

Nezarea viridula 41 , 171

Nigrospora 316 , 317

Nigrospora oryzae 317

Nitrogen 280 , 315 , 371 , 373 , 377

Nitrogen deficiency 371

Nitrogen excess 373

Nilaparvata lugens 35 , 40 , 75 , 82 , 83 ,
357 , 360

Nutmey mannikin 206

Nucleorhabdovirus 347

O

Oligosita shibuyae 100

Oomycetes 244

Orange leaf 102

Oryza fatua 329

Oryza australiensis 329

Oryza sativa 2 , 274 , 360 , 429





INDEX

O. barthii 329
O. brachyantha 39
O. coarctata 328
O. eichingeri 329
O. grandiglumis 329
O. granulata 329
O. jeyporensis 328
O. latifolia 329
O. longiglumis 329
O. malampuzhensis 328
O. minuta 329
O. officinalis 328
O. penennis 328
O. perrieri 329
O. punctata 329
O. ridleyi 329
O. rufipogon 328
O. sativa var. *fatua* 329
O. schweinfurthiana 329

O. subulata 329
O. sarthii 358
O. stapfii 358
Oryzavirus 361 , 363
Oulema oryzae 37 , 159
Oxya acuminata 122
Oxya chinensis 122
Oxya chinensis formosana 122
Oxya hyla intricate 38 , 122
Oxya japonica 121

P

Paddy skipper 147
Paddy field with iron and manganese accumulation
380
pale yellow 326 , 327 , 338
Paspalum conjugatum 214
Paspalum dilatatum 214
Paspalum distichum 214



- Paspalum paniculatum* 215
Paspalum scrobiculatum 215 , 328
Paspalum vaginatum 214
Passer rutilans 203
Paracentrobia andoi 100
Parnara guttata 38 , 147
Parnara colaca 147
Patanga succincta 38
PCR 329-331 , 337 , 343
Pellicularia 281
Pelopidas mathias oberthuri 147
Pelopidas sinensis 147
Penicillium 19 , 316
Peronosporales 244
Pesticide injury 389
Phage 331 , 337-340
Phalaris arundinacea 328
Phoma 19 , 243 , 316
Phoma exigua var. *exigua* 243
Phosphorus 374 , 377
Phragmites communis 329
Phyllachorales 266 , 275
phytoplasma 341 , 342
phytotoxic 408
Pipunculus spp. 100
Pink borer 70
Pleosporaceae 254
Pleosporales 254
Pomacea canaliculata 184 , 189
Polytremis pellucida asahinai 147
Poor drainage paddy field with red rust spring 382
Potamogeton distinctus 211
Potassium 375 , 377 , 384
Primary inoculum 306
Primitive rind type 305
Proteobacteria 320 , 328
Procambarus clarkii 200
Pseudomonas 19 , 25 , 243 , 273 , 274 , 319 ,





INDEX

326

Pseudomonas fluorescens 270

Pseudomonas glumae 319

Pseudomopomyza asiatica 39 , 168-170

Pseudomonopomyza avenae 25

Puruagrass 218

Purple ammannia 222

Purple redstem 222

Pyricularia oxyzae 18 , 238 , 239 , 241 , 242 ,
265 , 271 , 272 , 316 , 317

Pythiaceae 244

Pythium 25 , 238 , 243 , 244 , 245 , 248 , 250

R

random primers 330 , 341

RAPD 329-331 , 337

RFLP 329

Recilia doraslis 36 , 102

Red swamp crayfish 200

Rhabdovidae 347

Rhizoctonia 25 , 238-241 , 243 , 250 , 281-
285 , 287-289 , 291 , 301 , 305

Rhizoctonia oryzae 240 , 281-282 , 291

Rhizoctonia oryzae-sativae 241 , 285 , 288 , 289

Rhizoctonia solani 25 , 238 , 240-243 , 250 ,
281-283 , 287-289 , 291 , 301 , 304 , 305 , 312

Rhizopus 19 , 25 , 238 , 243 , 245 , 246 , 248 ,
250 , 316

Rhopalosiphum maidis 35 , 116

Rhopalosiphum padi 116

Rhopalosiphum rufiabdominalis 116

Rice blast 267

Rice flatsedge 217

Rice grassy stunt virus 357

Rice green semilooper 138

Rice green caterpillar 138

Rice hispa 155

Rice leaf beetle 159



Rice leaf miner 168
Rice leaffolder 130
Rice leafroller 130
Rice ragged stunt virus 361 , 363
Rice stripe virus 352 , 356
Rice satyrid 147
Rice skipper 147
Rice stem borer 62-69
Rice swarming caterpillar 143
Rice tarsonemid mite 178
Rice thrips 125
Rice transitory yellowing virus 347 , 351
Rice tungro bacilliform viruss (RTBV) 96
Rice tungro spherical virus (RTBV) 96
Rice water weevil 43-49
Rice weevil 50-53
Rice white-tip nematode 364
Rice yellow dwarf 341 , 346
Rice wilted stunt 357 , 360

Rice whorl maggot 164
Riptrotus clavatus 41
Riptrotus linearis 41
Rogas narangae 142
Rotala indica 225

S

Sagittaria aginashi 220
Sagittaria pygmaea 220 , 221
Sagittaria sagittifolia 220
Sagittaria trifolia 220
Salt water millepede 197
Saltmarsh clubrush 219
Salvinia spp. 211
Sarocladium oryzae 240 , 242 , 292
Satyrid butterfly 151
Scirpophaga incertulas 34 , 56
Scirpus erectus 218
Scirpus gross 218





INDEX

- Scirpus grossus* 211
Scirpus juncooides 218
Scirpus planiculmis 219
Scirpus manitimus 219
Scirpus mucronatus 218
Scirpus supinus 218
Scirpus triqueter 218
Scirpus lineolatus 219
Sclerotium 25 , 237 , 241 , 243 , 245 , 250 ,
251 , 281 , 288 , 289 , 316
Sclerotium fumigatum 286
Sclerotium hydrophilum 243, 289
Sclerotium oryzae 280
Sclerotium oryzicola 316
Sclerotium rolfsii 25 , 238 , 241 , 243 , 245 ,
248 , 250 , 251
Scotinaophara coarctata 119
Scotinaophara latiuscula 119
Scotinaophara lurida 35 , 41 , 118 , 120
Secernentea 364
Secondary inoculum 306
Seedling blight 243
Sea clubrush 219
Septoria miyakei 317
Sesamia inferens 34 , 70
Sessile alligatorweed 226
Sessile joyweed 226
Sheath blight 271 , 291 , 301
Sheath rot 292 , 324
Sitobion akobiae 35 , 113
Sogatella fureifera 36 , 40 , 78
Sogata orizicola 178
Southern green stink bug 171
Sphaerulina 297
Sphaerulina oryzina 297
Sphenoclea zeylanica 211 , 226
Spodoptera maurita 39 , 143 , 146
Spodoptera litura 146



Spodoptera maurita acronyctoides 143
Spodoptera maurita maurita 143
Spotted munia 206
Stem rot 273, 280
Stenchacto thrips biformis 39 , 42 , 125
Stenomesus tabashii 142
Steneotarsonemus madecassus 178 , 183
Steneotarsonemus spinki 40 , 178
Streptomyces 19
Striped rice borer 62
Small rice grasshopper 122
Small yellow leafhopper 106
Smaller brown planthopper 89
Smallflower flatsedge 216
Smallflower umbrella plant 216
suffocating disease 347, 426
Suzumeno-togarashi (日) 224

T

Taeniothrips alliorum 125
Taeniothrips distalis karny 125
Taeniothrips flavidulus 125
Tamagayatsuri (日) 126
Teal 190
Telenomus dignus 60 , 67
Telenomus sp. 67
Tenuivirus 352 , 357
Tetrastichus sp. 67
Tetrastichus schoenobii 59
Thaia rubiginosa 36 , 106-108
Thanatephorus 281 , 283 , 301 , 304
Thanatephorus cucumeris 281 , 283 , 301
Three square bulrush 218
Tomosvaryella orysetora 100
Tree sparrow 203
Trichoderma 19 , 25 , 243
Trichogramma confusum 142





INDEX

Trichogramma japonicum 59 , 67 , 142

Tryporyza incertulas 61

Trionymus taiwanus 109

Tsurunogeito (目) 226

Tulasnellales 304

Tungo 96

Tylenchida 365

Tylorrhynchus heterochaetus 197

U

Urikawa (目) 222

Ustilaginoidea 242 , 313 , 315

Ustilaginoidea virens 242 , 313 , 315

V

Vandellia anagallis 224

Vascular disease 326

Verticillium 316

Virus 238 , 239 , 347 , 351 , 352 , 357 , 360 ,

361 , 363

W

Waitea circinata 284 , 291

Water couch 215

White backed planthopper 84

white-tip nematode 364 , 368

wind damage 413

X

Xanthomonas 238 , 239 , 325 , 337-340

Xanthomonas campestris pv. *oryzae* 325

Xanthomonas oryzae 337-340

Xanthomonas oryzae pv. *oryzae* 238-240 , 325 ,
337

Xanthomonadales 328

Xanthomonadaceae 328

Y



Yellow nutsedge 216

Yellow rice borer 56

Yellow stem borer 56

Z

Zigzag striped leafhopper 102

Zinc deficiency 378-379

Zizania aquatica 329

Zizania latifolia 328

Zygomycetes 245



水稻保護／林慶元等作．-- 再版．-- 臺北市
：行政院農業委員會動植物防疫檢疫局，民96.11
冊： 公分．--（植物保護圖鑑系列：8）

ISBN 978-986-01-1460-7（上冊：平裝）．--
ISBN 978-986-01-1461-4（下冊：平裝）

1.稻米 2.植物病蟲害

434.118

96021095

植物保護圖鑑系列8 — 水稻保護(上冊)

發行人：宋華聰

出版機關：行政院農業委員會動植物防疫檢疫局

臺北市重慶南路二段51號9樓

電話：02-23431471

傳真：02-23431473

設計：承峰美術印刷股份有限公司

中和市永和路458巷1弄28號

電話：02-22257055

出版日期：中華民國九十二年二月初版

中華民國九十六年十一月再版

定價：500元

展售處：國家書坊台視總店 臺北市八德路三段10號

(02)2578-1515轉643

五南文化廣場

台中市中山路2號

(04)2226-0330

ISBN：978-986-01-1460-7

GPN：1009603073



中文索引

一劃

乙烯 387, 408, 417, 419, 423, 426, 456

二劃

二化螟 8, 9, 10, 11, 34, 62-69, 70, 279

二氧化硫 417-419, 421

七星瓢蟲 115

丁香蓼 226

三劃

大甲草 218

大理草 110

大麥 44, 85, 89, 97, 126, 266, 352, 361

大黍 110, 348

大螟 8, 10, 34, 62, 70-74

三化螟 9, 32, 34, 56-62, 70

三角草 44, 215

三角剪 220

三稜草 304

小水鴨 191-193

小米 97, 352, 361

小指草 97, 165

小麥 3, 44, 63, 70, 72, 85, 89, 92, 97, 107, 108, 113, 126-128, 131, 152, 352

小粒菌核病 8-10, 241, 273-280, 373, 376

小球菌核病 209, 240, 273-275, 277, 278

小黑菌 240, 273-278

小黃浮塵子 106

小稻蝗 38, 122-124

小穎羊茅 266

千金子 89, 211, 214, 329, 342

亡革菌屬 304

女髮草 212

子囊菌亞綱 266

子囊菌綱 254, 259, 275, 298

子囊孢子 255, 260, 262, 263, 275-277, 298





中文索引

子囊殼 304，254，259，261，262，275，
277，298

山蘇花 365

土壤肥力 370，372，375，381，384

土壤傳播 262，263，322

四劃

水丁香 226

水丁黃 224

水仙 365

水生生物 433，441

水芋 220

水污染防治法 403

水莎草 44，110，216

水莧菜 211，221，222

水害 370

水溫 19，66，68，187，370，403

水稗 110，165

水稻水象鼻蟲 8-10，34，37，43-49

水稻象鼻蟲 34，37，50-53

水稻黑桿蠅 164

水稻潛葉蠅 164

水蔥 217

水藻 185

水龍 226

中華蜘蛛緣椿象 42

中華稻蝗 121

中華稻弄蝶 146

中國薊馬 125

毛小蜂 100

毛花雀稗 215

毛穎雀稗 110，137，165，169，211

毛黴菌目 245

毛黴菌科 245

毛黴菌屬 245

日月蝶 151



日照飄拂草 217

木蝨草 211，217

心葉母草 222

升馬唐 138

分生孢子 245-246，252-256，258-262，266-269，276，277，293-295，298，299，305，313，314

牛筋草 44，97，107，169，209，254，266

牛毛氈 212

天竺草 365

天敵 11，32，59，67，73，81，93，100，101，115，142，145，146，178，183，199，433

文珠蘭 365

巴拉草 266

五劃

玉米 44，71，72，84，89，92，93，97，

102，107，110，116，118，121，126，127，131，137，144，148，169，259，266，304，313，352，361，388

玉米蚜 35，116

仙克萊 365

白尖病 20，209，240，308，316，364-368

白茅 40，148，342

白菜 304

白背飛蝨 8，9，11，32，36，40，84-87，135

白背跳仔 84

白星椿象 40，174

白翅葉蟬 36，106-108

白葉枯病 8-11，209，237，238，240，256，325-337，370，386，413

白絹病 25，241

白殭菌 67

生育不良 210，248，252，258，300，318，370，371，378，382





中文索引

生育受阻 43，250，374，378
生理小種 330
生理性病害 238
生理障害 256
生理障礙 370
生理遺傳 241，261
古巴蠅 73
禾蟲 197
禾薊馬 125
母草 211，222，304
瓜皮草 211，212，221，229，232
田間衛生 11，32，100，141，169，237，
270，310
田字草 212
田菁 172
田蒜仔 218
田邊草 224
布袋蓮 185，219

甘蔗 44，70，71，97，102，107，108，113，
118，122，131，134，138，144，148，152，
156-158，217，266
甘藷 54，122，134
四生臂形草 165

六劃

百日菊 365
有絲分裂真菌 313
有害氣體 370，376，417
有機質 371，375，376，378，381，382，
407，410
有機酸 376，378，382，408
地溫 370，375
死米 242，254，317，376
印度水豬母草 225
印度蛹寄生蜂 73
芒草 148



芒稷 8，138，211-214，230

曲紋浮塵子 102

灰白介殼蟲 109

灰色菌核病 281，283，288，290

灰藜 210

早苗蓼 210

早熟禾 113

尖瓣花 211，225，226

竹 148，254

竹子飄拂草 217

多花水莧菜 221，222

向日葵 71

肉座菌目 259

伏革菌科 244

七劃

卵齒小蜂 60

卵菌綱 245

豆類 122，127，172

豆薊馬 125

沙蠶（鹽水蜈蚣） 177，197-199

旱害 370

李氏禾 44，51，85，89，97，107，108，
113，126-128，131，148，159，254，266，
328，342，348

佛歐里指草 165，342

冷害 395-398

赤色菌核病 240，281，283-286，288，290

赤眼卵寄生蜂 60，67

赤殼菌科 259

赤黴菌屬 259

赤黴病 242

抗病 8，9，250，251，270，280，300，308，
310，325，329，334，336，345，350，355，
360，376，411

芋 220，391





中文索引

角擔菌科 304

作業系統 14

育苗技術 13-30

八劃

直立薺草 217

直紋弄蝶 147，150

直紋稻苞蟲 38，147

非洲螻蛄 34，40，54-55

非洲堇 365

非褶菌目 244

長角麥蚜 35，113-117

長翅稻蝗 122，113-117

長梗滿天星 224

亞麻 304

亞球殼菌屬 298

亞洲潛葉蠅 39，168-169

花嘴鴨 190-196

狗牙根 96，107，110，169，209，254

狗尾草 44，85，89，131，138，169，254，
266

定經草 211

兩耳草 214，342

刺殼草 110

亨利馬唐 110

林投 110

虎尾草 138

虎兒草 365

青苔 185

青米 242，254，317，373，374，414

芡實 185

拉拉草 266

抽穗不良 109，238，240，253，298，320

芹菜 388

芥菜 89，304

空氣污染 392，407，417，423-426



空秕粒 242，254，395
附著器 256，268，269，277
矽酸 256，278，310，374，380，381，384，
385，411，424，425
虻子草 329

九劃

流行病 267，268，332，333
苗土處理 24-27
苗圃管理 27
負泥蟲 8-10，32，37，159-163
背條土蝗 38
南方綠椿象 41，171-175
南亞擬菁潛蠅 168-175
南國田字草 211
紅豆 304
紅粉介殼蟲 109
紅沼澤螯蝦 200

紅骨草 211，225，304
紅腳稗 213
紅腹根蚜 116
食蚜蠅 115，209
看麥娘 71，85，89，97，113，126-128，209，
342，352
扁稈薊草 218
扁穗莎草 216
香茅草 71
香附子 216，328
陌上菜 222
炭疽病病菌 228
茅草 122，131，156
胡瓜 388
胡麻 172
茄子 386，388
韭 365
柳葉箬 328





中文索引

秋石斛 365, 368

持續性 348, 358, 433

限制輿圖多形性分析 329

施藥技術 430, 446

氟 410, 417, 423-426

風土病 237, 252, 257, 273

風害 7, 316, 370, 413-416

重金屬 399-405

十劃

茭白筍 44, 63, 71, 97, 107, 118, 128, 138, 185, 365

茭白 113, 114, 122, 126, 144, 148, 156-159, 220, 254, 328

秧苗立枯病 8-10, 28, 237, 238-241, 251, 308

秧苗病害 16, 18

紋枯病 8-11, 209, 237, 238, 240-242, 251,

256, 257, 264, 273, 279, 281-271, 293,

296, 301-312, 323, 443

捕食性蜘蛛 81, 100, 108

姬蛇目蝶 151

烏龜仔 155

厝烏仔 203

畔茅 110, 138, 169, 214, 328

海雀稗 214

針蘭 218

高粱 70-72, 85, 89, 92, 102, 107, 122, 126-128, 138, 148, 304, 352

馬唐 97, 110, 113, 131, 254, 266, 365

埃及指梳 110

狼尾草 148, 254

柑桔 172

浮萍 185

凍害 395, 397

除草劑 95, 240, 390-392, 394



座囊菌目 298
格孢腔菌目 254
格孢腔菌科 254
根黴菌屬 245
核酸探針 329，330，343，346
氨氣 426
草莓 365，367
草蟭仔 122
草狀矮化病 75，238，357-360
病害預測 333-336
病蟲草害概論及管理 8-12
臭氧 419-423，427
臭腥龜仔 171
粉蔥 365
琉璃卵蜂 67

十一劃

匍黍草 107，266

細針緣椿象 41，174
細葉水丁香 226
細葉旱稗 210，212
細菌性穀枯病 8，242，316-324
細緣椿象 41
細稻蝗 122
球花莎草 215
球花蒿草 8，210，211，215-217，328
球腔菌科 298
野生稻 76，328，359，361
野古草 84
野慈菇 8，209，210，211，212，220
野稗 44，85，110
麥 54，71，122，148
麥縊蚜 117
斜紋夜盜 146
蛇目蝶 151
麻雀 177，203-205





中文索引

異型莎草 215

異匙葉藻 211

眼子菜 211

哇畔莎草 216

假馬唐 110，165

假稻 328

匍地黍 110

雀稗 148

康乃馨 365

莎草科 44，215-218，254

荸薺 365

窒息病 237，347，426

旋孢腔菌屬 254

偽黑尾葉蟬 8，36，95-101

晚香玉 365

十二劃

斑點米 9，40，173

斑文鳥 206-207

斑飛蝨 8-11，36，40，89-94

黑尾葉蟬 95-102，209

黑尾跳仔 95

黑卵蜂 60，67

黑條黑尾葉蟬 36，95-101

黑椿象 32，35，41，118-120，209

黑腳煙仔 75

黑腹螫蜂 81

黑殭菌 67

黑嘴鴨仔 206

黑麥 361

黑痣菌目 266，275

黑腫病 239

黃葉病 9，11，96，100，237，238，347-351

黃萎病 9，11，96，100，209，239，256，
295，341-346，350

黃姬浮塵子 106



- 黃腳黑卵蜂 67
黃帶薊馬 125
黃花水丁香 304
紫果指草 165
紫螟寄生蠅 73
棘姬小蜂 73
萎縮病 96，102
萎凋矮化病 239，357-360
無脊大腿小蜂 142
畫眉草 169，209
雲林莞草 211，218，219，228，232
喇叭草 211，227
硬骨草 214
粟 63，71，85，97，102，118，127，131，
152，159，171-203，254
棉花 71，172
結縷草 97，148
結合菌綱 245
菱角 185
寒害 241，370，395-398
游草 328
媒介昆蟲 96，101，308，310，343-347，348-
350，353-355，358，361，362
報歲蘭 365
棒頭草 342
植物毒素 408
菸草 348
菊花 388
氮 5，7，10，59，67，80，82，87，100，
120，135，141，150，210，253，256，270，
278，290，296，310，314，325，327，332，
333，336，370-376，378，379，381，396，
401，402，406-408
氯 386-388，401，403
象草 264





中文索引

十三劃

經濟效益 3

葉稻熱病 10，241，265，266

葉鞘腐敗病菌 179，183，237，240，242，292-296，305，318

葉切病 364

葉芽線蟲 364-366

電光浮塵子 102

電光葉蟬 36，102-105

跳仔 84

碎米莎草 211，216-218，365

溝繁縷 212

矮穎馬唐 342

矮慈菇 221

節節草 224

節稻熱病 242

圓果雀稗 165

鼠尾草 165

鼠尾粟 365

感染源 252，257，262，263，267，270，277，306，307，310，314，320，331-333，337

鉀 25，141，256，270，278，280，290，300，310，370，375-380，384-385，396，400，410，411

十四劃

稗仔 203，212

稗草 8，17，44，51，71，85，89，97，107，126，127，131，148，210-213，220，229，304

魁小蜂 100

緣盲椿象 81

綠肥 146，229

綠僵菌 67

福壽螺 9，10，177，184-189



滿天星 211，224

滿江紅 185

鳳梨草 221

裸麥 114

種子消毒 18-23

臺灣百合 365

臺灣花薊馬 42，125

臺灣長翅稻蝗 121

臺灣夜盜 39，143-146

臺灣負蝗 38

臺灣弄蝶 147

臺灣細針緣椿象 41，174

臺灣細緣椿象 41，174

臺灣野稗 138，169

臺灣黑尾葉蟬 36，95-101

臺灣蜘蛛緣椿象 42，174

臺灣雙星長椿象 174

十五劃

褐飛蝨 8-11，32，35，40，75-84，84，135，279

褐色紋枯病 281-284，286-287，290

褐色菌核病 237，241，281，283，285，286，
288，290

褐條葉枯病 237，239，241，242，297-300

稻不稔症 8，10，178，183，237，242，292，
296，318

稻心蠅 10，32，39，164-167

稻尺蠖 138

稻行軍蟲 143

稻青蟲 138

稻種源 4

稻盲椿象 171

稻泥蟲 159

稻徒長病 8，10，237，238，258-264，316

稻粉介殼蟲 35，109-112

稻桿蠅 164





中文索引

稻細蟭 40，178-183，209，296

稻葉蟲 159

稻椿象 35，41，174

稻管薊馬 39，42，125，127-128

稻蝨 75，83

稻潛蠅 164

稻熱病 8-11，17，20，209，237，238，239，
241，242，253，256，265-271，310，316，
317，325，373，376，384，397，448，450

稻螟赤眼卵蜂 142

稻螟蛉 38，138-142

稻薊馬 39，42，125-129

稻縱捲葉蟲 130

稻胡麻葉枯病 8，10，20，237，238，239，
241，242，252-257，310，316，317，376，
380，382，384，385，410，411

稻麴病 237，242，313-317

影響產量因素 6

瘤野螟 8-11，28，32

撚翅蟲 108

蔥薊馬 124

廣大腿小蜂 142

線慈菇 221

蓮子草 224

墨菜 227

鋪地黍 138

穀粒病害 316-319

膠膜菌目 304

皺稈雀稗 328

皺縮矮化病 75，238

十六劃

樹陰蝶 39，151-154

鴨舌草 8，210，211，219，304

螢蘭 8，44，210，211，217，218，219，304

螢稻熱病 364



螢光菌 270
頭虻 100
橙葉病 102
螟蛉狹面姬小蜂 142
螟蛉絨繭蜂 141
螟蛉內繭蜂 141
螟蛉懸繭姬蜂 141
澤雀稗 214
澤瀉 211
學菜 219
鋸葉定經草 223
燕麥 113, 352, 361
霍香薊 107
擔子菌綱 244, 304
縞葉枯病 8-11, 89, 93, 239, 352-356
隨機引子 330
隨機增幅核酸多形性分析 329
噬菌體 331-337

鋤 256, 370, 376, 378-341, 383-385, 403, 408-411

十七劃

龍爪茅 138
銹米 242, 254, 317
龜紋瓢蟲 116
穗稻熱病 9, 242, 265-267, 317
穗苔 89
穗蝨 89
隱紋弄蝶 142
隱翅蟲 81
擬澳洲赤眼卵蜂 142
螯蝦 177, 200-202
蟋蟀草 84, 89, 131
營養障礙 370- 388, 404
薏苡 131
薑花 365





中文索引

蕓菜 183

磷 25，141，278，310，370，378，379，
381，384，396，400，401，410，423

十八劃

蟲生菌 100

雙巨星椿象 41，174

雙帶夜蛾 138

雙穗雀稗 97，107，110，113，126，131，
211，214，254

藍豬耳 222

鋤米 402

十九畫

藥害 48，209，229，234，240-241，293，389-
394，430，433，442，448

二十劃

蘇力菌 73

蘆草 71，131

蘆竹 266

蘆茅 328

蘆葦 131

二十一劃

鐵甲蟲 11，32，37，155-158

鐵線草 165

鐵 256，327，370，375，376，378-384，400，
401，408-411

鎌蜂 108

灌溉水水質標準 404

露菌目 245

二十三劃

繆小蜂 81



二十四劃

鱧腸 211，227

蠶豆 71

鹽沫危害 386，413，414





INDEX

A

Acrocylindrium 178 , 292 , 316
Acrocylindrium oryzae 178 , 292
Adjuvants 456
Aeschynomene virginica 228
Air Pollutants 417
Alisma canaliculatum 211 , 220
Alisma plantago-aquatica 220
Alternanthera philoxeroides 225
Alternanthera repens 225
Alternanthera sessilis 211 , 224
Alternanthera triandra 225
Alternaria 19 , 243 , 316
Alternaria padwickii 19 , 316
American false daisy 227
Ammannia coccinea 222
Ammannia baccifera 211 , 221
Ammannia multiflora 222
Anagrus sp. 100

Anas crecca crecca 190
Anas poecilorhyncha zonorhyncha 190
Animalia 364
Apanteles ruficus 141
Apple snail 184
Aphelenchina 365
Aphelenchoides besseyi 240 , 364-366 , 368
Aphelenchoididae 365
Aphyllophorales 244
Aphelenchus 365
Aphelenchoides 365
appressorium 268
Ascomycetes 254 , 259 , 266 , 275 , 298
Aspergillus 316
Atractomorpha lata 38
Atractomorpha psittacina 38
Athelia rolfsii 243-245
Awnless jungerice 213
Azegaya (稗) 214



Azena (𠃵) 222

A. alternata 316

B

Barnyardgrass 212

Bacillus 19

Bacteria 320 , 328

Bacterial leaf blight 325 , 337-340

Bacterial grain rot 319

Bakanae disease 258

Basidiomycetes 244 , 306

Bipolaris 238 , 239 , 241 , 242

Bipolaris oryzae 238 , 239 , 241 , 242 , 252 ,
254 , 317

Blast 265 , 271 , 272

Black bug 119

Black rice bug 119

Blackishwater polychaete 197

Bonnaya brachiata 223

Bordered sheath spot 284

Botrytis 316

Brachymeria excarinata 142

Brachymeria obscurata 142

Brevennia rehi 35 , 109

Brown planthopper 75

Brachysporium 316

Brown sclerotial disease 285

Brown sheath blight 283 , 291

Brown spot 252

Burkholderia 238 , 243 , 319 , 320 , 324

Burkholderia glumae 238 , 242 , 243 , 317 ,
319

Burkholderiaceae 320

Burkholderiales 320

C

Ceratobasidiaceae 304

Ceratobasidium oryzae-sativae 281 , 285





INDEX

Cercospora janseana 239 , 241 , 242 , 317
Cercospora oryzae 297
Cereal thrips 125
Charops bicola 142
Chilo suppressalis 34 , 62 , 68
Chinese sprangletop 214
Chojitade (稗) 228
Chaetomium 19 , 316
Chilling injury 387 , 395
Cladosporium 316
Cletus punctiger 41 , 174
Cletus trigonus 41 , 174
Cnaphalocrocis medinalis 41 , 130 , 136
Cockspargrass 212
Cochliobolus 243 , 254
Cochliobolus miyabeanus 243
Cool damage 395
Corticaceae 243-244
Corticum 281 , 291

Corticium rolfsii 25 , 243
Collectotrichum gloesporioides sp. *aeschynomene* 230
Couch paspalum 215
Curvularia 18 , 238 , 242 , 243 , 316 , 318
Curvularia lunata 18 , 243
Cyperus compressus 216
Cyperus difformis 216
Cyperus esculentas 216
Cyperus haspan 216
Cyperus iria 216
Cyperus rotundus 216
Cyperus serotinus 216

D

Dicladispa amigera 37 , 155
Diplogasteria 364
Dothideales 298
Dwarf 96 , 102



Dysmicoccus boninsis 109

E

Echinochloa calona 213

Echinochloa colonum 213

Echinochloacus cus-galli 212 , 213

Echinochloacus cus-galli var. *crus-galli* 212

Echinochloacus crus-galli var. *formosensis* 212 ,
233

Echinochloacus crus-gaill var. *oryzicola* 212

Echinochloacus crus-gaill var. *particola* 210

Echinochloacus cruspavon 212

Echinochloacus glabrescens 212

Echinochloacus oryzicola 212

Echinochioacus praticola 212

Echinochloacus pyramidalis 212

Echinochloacus stagnina 212

Echinocnemus squameus 34 , 50

Eclipta 228

Economic injury levels 11 , 32

Economic threshold

Eclipta alba 227

Eclipta prostrata 227

Eleocharis karoguwai 211

ELISA 350 , 358 , 362

English grain aphid 113

Entomophthora sp. 100

Entyloma oryzae 239

Epicoccum 316

Epicoccum purpurascens 316

Eragrostis atrovienc 209

Eucosmethus incisus 174

Erwinia herbicola 335 , 337 , 340

Erinia herbicola 41 , 174

Eysarcoris guttiger 41 , 174

Eysarcoris ventralis 41 , 174





INDEX

F

False pimpeme 223
False smut 313 , 315
Fimbristylis dichotoma 217
Fimbristylis miliacea 217
Fimbristylis littoralis 217
frost injury 395
Frankliniella intonse 42
Frankliniella intosa 125
Frankliniella tenuicomis 125
Fusarium 18 , 25 , 238 , 242 , 243 , 245-250 ,
258 , 259 , 260 , 263 , 264 , 316-318
Fusarium moniliforme 18 , 243 , 258 , 259 ,
260 , 263 , 264
Fusarium oxysporum 243 , 246
Fusarium roseum 19
Fusarium solani 243

G

Gibberella fujikuroi 19 , 238 , 238 , 258 , 264
Globe fingerrush 217
Gonatocerus sp. 100
Gooseweed 225
Grasslike fimbristylis 218
Greem horned 151
Green rice leafhopper 95
Gryllotapa fossor 34 , 40 , 54 , 55
Grain diseases 316

H

Haplothrips aculeatus 39 , 42 , 125
Haplothrips chinensis 125
Helminthosporium 18 , 252 , 257 , 316
Helminthosporium oryzae (= *Bipolaris oryzae*)
18 , 19 , 252 , 257
Helminthosporium sigmoideum var. *irregulare* 316
Heterococcus rehi 109



Hideriko (日) 217

Hydrellia griseola 164

Hydrellia philippina 39 , 164

Hydrellia sasakii 164

Hypocreales 259

I

Ilysanthes ciliata 223

Ilysanthes serrata 223

Indian toothcup 224

Inubie (日) 212

Isachne globose 331

J

Japanese bulrush 217

Junglerice 213

Jussiaea prostrata 227

K

Kishusuzumenohie (日) 214

Kikashigusa (日) 224

Knotgrass 214

Kogomegayatsuri (日) 216

Konagi (日) 219

Koukiyagara (日) 218

Kresek 325-327 , 338

L

Lagynotomus elongatus 35 , 41 , 173

Laodelphax striatella 36 , 40 , 89 , 94 , 353

Leersia hexandra 328

Leersia japonica 328

Leersia oryzoidea 328

Leersia oryzoidea var. *japonica* 328

Leersia sayanuka 328 , 334

L. liliformia 329

L. panicea 329





INDEX

Leptochloa chinensis 214
Leptochloa filiformis 214
Leptocorisa acuta 42 , 174
Leptocorisa chinensis 42
Lesser grass 151
Lindernia anitpoda 223
Lindernia ciliata 223
Lindernia cordifolia 222
Lindernia crustacea 222
Lindernia procumbens 222
Lindernia pyxidaria 222
Lissorhoptrus oryzophilus 34 , 37 , 43
Lonchura punctulata 206
Ludwigia adscendens 226
Ludwigia diffusa 227
Ludwigia hyssopifolia 226
Ludwigia octovavis 226
Ludwigia postata 227
lump smut 313
Lygus oryzae 174

M

Macrosporium 316
Magnaporthaceae 266 , 275
Magnaporthe 266 , 273 , 275
Magnaporthe grisea 265 , 272
Magnaporthe salvinii 241 , 273
Marsilea crenata 211
Melanitis leda 39 , 151
Mitosporic fungi 245 , 293 , 313
MLO 239 , 343
Mole cricket 54
Monochoria 219
Monochoria hastata 220
Monochoria kosakowii 219
Monochoria vaginalis 219 , 220
Monilia 243, 316
Mucor 19 , 25 , 238 , 243 , 245 , 246 , 248 ,
250
Mucor fragilis 25



Mucoraceae 245

Mucorales 245

Mycalesis gotama nanda 151

Mycelic sterilia 316

Mycoplasma-like organism 343

Mycosphaerellaceae 298

N

Naranga aenescens 38 , 138 , 142

Nakataea 240 , 273 , 316

Nakataea sigmoidea var. *sigmoidea* 273

Nakataea sigmoidea var. *irregulare* 241 , 273 ,
316

Narrow brown leaf spot 297

Nectriaceae 259

Nematoda 364

Nephotettix cincticeps 36 , 95 , 244-246 , 342 ,
343 , 348

Nephotettix nigropictus 36 , 95 , 343 , 348

Nephotettix virescens 36 , 95 , 343 , 348

Nezarea viridula 41 , 171

Nigrospora 316 , 317

Nigrospora oryzae 317

Nitrogen 280 , 315 , 371 , 373 , 377

Nitrogen deficiency 371

Nitrogen excess 373

Nilaparvata lugens 35 , 40 , 75 , 82 , 83 ,
357 , 360

Nutmey mannikin 206

Nucleorhabdovirus 347

O

Oligosita shibuyae 100

Oomycetes 244

Orange leaf 102

Oryza fatua 329

Oryza australiensis 329

Oryza sativa 2 , 274 , 360 , 429





INDEX

O. barthii 329
O. brachyantha 39
O. coarctata 328
O. eichingeri 329
O. grandiglumis 329
O. granulata 329
O. jeyporensis 328
O. latifolia 329
O. longiglumis 329
O. malampuzhensis 328
O. minuta 329
O. officinalis 328
O. penennis 328
O. perrieri 329
O. punctata 329
O. ridleyi 329
O. rufipogon 328
O. sativa var. *fatua* 329
O. schweinfurthiana 329

O. subulata 329
O. sarthii 358
O. stapfii 358
Oryzavirus 361 , 363
Oulema oryzae 37 , 159
Oxya acuminata 122
Oxya chinensis 122
Oxya chinensis formosana 122
Oxya hyla intricate 38 , 122
Oxya japonica 121

P

Paddy skipper 147
Paddy field with iron and manganese accumulation
380
pale yellow 326 , 327 , 338
Paspalum conjugatum 214
Paspalum dilatatum 214
Paspalum distichum 214



- Paspalum paniculatum* 215
Paspalum scrobiculatum 215 , 328
Paspalum vaginatum 214
Passer rutilans 203
Paracentrobia andoi 100
Parnara guttata 38 , 147
Parnara colaca 147
Patanga succincta 38
PCR 329-331 , 337 , 343
Pellicularia 281
Pelopidas mathias oberthuri 147
Pelopidas sinensis 147
Penicillium 19 , 316
Peronosporales 244
Pesticide injury 389
Phage 331 , 337-340
Phalaris arundinacea 328
Phoma 19 , 243 , 316
Phoma exigua var. *exigua* 243
Phosphorus 374 , 377
Phragmites communis 329
Phyllachorales 266 , 275
phytoplasma 341 , 342
phytotoxic 408
Pipunculus spp. 100
Pink borer 70
Pleosporaceae 254
Pleosporales 254
Pomacea canaliculata 184 , 189
Polytremis pellucida asahinai 147
Poor drainage paddy field with red rust spring 382
Potamogeton distinctus 211
Potassium 375 , 377 , 384
Primary inoculum 306
Primitive rind type 305
Proteobacteria 320 , 328
Procambarus clarkii 200
Pseudomonas 19 , 25 , 243 , 273 , 274 , 319 ,





INDEX

326

Pseudomonas fluorescens 270

Pseudomonas glumae 319

Pseudomopomyza asiatica 39 , 168-170

Pseudomonopomyza avenae 25

Puruagrass 218

Purple ammannia 222

Purple redstem 222

Pyricularia oxyzae 18 , 238 , 239 , 241 , 242 ,
265 , 271 , 272 , 316 , 317

Pythiaceae 244

Pythium 25 , 238 , 243 , 244 , 245 , 248 , 250

R

random primers 330 , 341

RAPD 329-331 , 337

RFLP 329

Recilia doraslis 36 , 102

Red swamp crayfish 200

Rhabdovidae 347

Rhizoctonia 25 , 238-241 , 243 , 250 , 281-
285 , 287-289 , 291 , 301 , 305

Rhizoctonia oryzae 240 , 281-282 , 291

Rhizoctonia oryzae-sativae 241 , 285 , 288 , 289

Rhizoctonia solani 25 , 238 , 240-243 , 250 ,
281-283 , 287-289 , 291 , 301 , 304 , 305 , 312

Rhizopus 19 , 25 , 238 , 243 , 245 , 246 , 248 ,
250 , 316

Rhopalosiphum maidis 35 , 116

Rhopalosiphum padi 116

Rhopalosiphum rufiabdominalis 116

Rice blast 267

Rice flatsedge 217

Rice grassy stunt virus 357

Rice green semilooper 138

Rice green caterpillar 138

Rice hispa 155

Rice leaf beetle 159



Rice leaf miner 168
Rice leaffolder 130
Rice leafroller 130
Rice ragged stunt virus 361 , 363
Rice stripe virus 352 , 356
Rice satyrid 147
Rice skipper 147
Rice stem borer 62-69
Rice swarming caterpillar 143
Rice tarsonemid mite 178
Rice thrips 125
Rice transitory yellowing virus 347 , 351
Rice tungro bacilliform viruss (RTBV) 96
Rice tungro spherical virus (RTBV) 96
Rice water weevil 43-49
Rice weevil 50-53
Rice white-tip nematode 364
Rice yellow dwarf 341 , 346
Rice wilted stunt 357 , 360

Rice whorl maggot 164
Riptrotus clavatus 41
Riptrotus linearis 41
Rogas narangae 142
Rotala indica 225

S

Sagittaria aginashi 220
Sagittaria pygmaea 220 , 221
Sagittaria sagittifolia 220
Sagittaria trifolia 220
Salt water millepede 197
Saltmarsh clubrush 219
Salvinia spp. 211
Sarocladium oryzae 240 , 242 , 292
Satyrid butterfly 151
Scirpophaga incertulas 34 , 56
Scirpus erectus 218
Scirpus gross 218





INDEX

- Scirpus grossus* 211
Scirpus juncooides 218
Scirpus planiculmis 219
Scirpus manitimus 219
Scirpus mucronatus 218
Scirpus supinus 218
Scirpus triqueter 218
Scirpus lineolatus 219
Sclerotium 25 , 237 , 241 , 243 , 245 , 250 ,
251 , 281 , 288 , 289 , 316
Sclerotium fumigatum 286
Sclerotium hydrophilum 243, 289
Sclerotium oryzae 280
Sclerotium oryzicola 316
Sclerotium rolfsii 25 , 238 , 241 , 243 , 245 ,
248 , 250 , 251
Scotinaophara coarctata 119
Scotinaophara latiuscula 119
Scotinaophara lurida 35 , 41 , 118 , 120
Secernentea 364
Secondary inoculum 306
Seedling blight 243
Sea clubrush 219
Septoria miyakei 317
Sesamia inferens 34 , 70
Sessile alligatorweed 226
Sessile joyweed 226
Sheath blight 271 , 291 , 301
Sheath rot 292 , 324
Sitobion akobiae 35 , 113
Sogatella fureifera 36 , 40 , 78
Sogata orizicola 178
Southern green stink bug 171
Sphaerulina 297
Sphaerulina oryzina 297
Sphenoclea zeylanica 211 , 226
Spodoptera maurita 39 , 143 , 146
Spodoptera litura 146



Spodoptera maurita acronyctoides 143
Spodoptera maurita maurita 143
Spotted munia 206
Stem rot 273, 280
Stenchacto thrips biformis 39 , 42 , 125
Stenomesus tabashii 142
Steneotarsonemus madecassus 178 , 183
Steneotarsonemus spinki 40 , 178
Streptomyces 19
Striped rice borer 62
Small rice grasshopper 122
Small yellow leafhopper 106
Smaller brown planthopper 89
Smallflower flatsedge 216
Smallflower umbrella plant 216
suffocating disease 347, 426
Suzumeno-togarashi (日) 224

T

Taeniothrips alliorum 125
Taeniothrips distalis karny 125
Taeniothrips flavidulus 125
Tamagayatsuri (日) 126
Teal 190
Telenomus dignus 60 , 67
Telenomus sp. 67
Tenuivirus 352 , 357
Tetrastichus sp. 67
Tetrastichus schoenobii 59
Thaia rubiginosa 36 , 106-108
Thanatephorus 281 , 283 , 301 , 304
Thanatephorus cucumeris 281 , 283 , 301
Three square bulrush 218
Tomosvaryella orysetora 100
Tree sparrow 203
Trichoderma 19 , 25 , 243
Trichogramma confusum 142





INDEX

Trichogramma japonicum 59 , 67 , 142

Tryporyza incertulas 61

Trionymus taiwanus 109

Tsurunogeito (目) 226

Tulasnellales 304

Tungo 96

Tylenchida 365

Tylorrhynchus heterochaetus 197

U

Urikawa (目) 222

Ustilaginoidea 242 , 313 , 315

Ustilaginoidea virens 242 , 313 , 315

V

Vandellia anagallis 224

Vascular disease 326

Verticillium 316

Virus 238 , 239 , 347 , 351 , 352 , 357 , 360 ,

361 , 363

W

Waitea circinata 284 , 291

Water couch 215

White backed planthopper 84

white-tip nematode 364 , 368

wind damage 413

X

Xanthomonas 238 , 239 , 325 , 337-340

Xanthomonas campestris pv. *oryzae* 325

Xanthomonas oryzae 337-340

Xanthomonas oryzae pv. *oryzae* 238-240 , 325 ,
337

Xanthomonadales 328

Xanthomonadaceae 328

Y



Yellow nutsedge 216

Yellow rice borer 56

Yellow stem borer 56

Z

Zigzag striped leafhopper 102

Zinc deficiency 378-379

Zizania aquatica 329

Zizania latifolia 328

Zygomycetes 245



水稻保護／林慶元等作．-- 再版．-- 臺北市
：行政院農業委員會動植物防疫檢疫局，民96.11
冊： 公分．--（植物保護圖鑑系列：8）

ISBN 978-986-01-1460-7（上冊：平裝）．--
ISBN 978-986-01-1461-4（下冊：平裝）

1.稻米 2.植物病蟲害

434.118

96021095

植物保護圖鑑系列8 — 水稻保護(上冊)

發行人：宋華聰

出版機關：行政院農業委員會動植物防疫檢疫局

臺北市重慶南路二段51號9樓

電話：02-23431471

傳真：02-23431473

設計：承峰美術印刷股份有限公司

中和市永和路458巷1弄28號

電話：02-22257055

出版日期：中華民國九十二年二月初版

中華民國九十六年十一月再版

定價：500元

展售處：國家書坊台視總店 台北市八德路三段10號

(02)2578-1515轉643

五南文化廣場

台中市中山路2號

(04)2226-0330

ISBN：978-986-01-1460-7

GPN：1009603073