

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為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。蔡氏報告水稻在分蘖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93.8%，276,036公頃，第二期作平均分別為117.7%，385,654公頃，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，歷年來平均分別尚高達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，農友防治紋枯病工作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，撥開稻株常可看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 主要為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，對多種植物皆可為害。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 $7.7-(9.0)-9.9 \mu\text{m}$ 。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 $10.0-22.5 \times 7.0-10.5 \mu\text{m}$ ，擔孢子柄大小 $9.0-25.0 \mu\text{m}$ 常有隔膜，擔孢子大小 $7.5-10.7 \times 4.5-6.0 \mu\text{m}$ ^(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，葉鞘腐敗病主要為害劍葉之葉鞘，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，二次



圖七：紋枯病以稻葉為傳播工具。（張義璋）

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"，由插秧至分蘖中期，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"，由分蘖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）。分蘖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)。

從插秧至分蘖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°C或高於40°C時，紋枯病菌即停止生長，最適生長溫度為28°C，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°C最適合發病及病斑擴展，12°C以下接種7日後尚未見發病。國外報告28~32°C及30~32°C為最適合發病之溫度，菌核形成則在24~28°C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°C之溫度範圍內所產生之菌核量最多。病莖上，紋枯病菌以24°C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發酵，發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，分蘖期叢間濕度增大，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蘖期之發病，分蘖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蘖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，分別在水稻分蘖期、孕穗期及抽穗期施藥一次或兩次，觀察其防治效果，結果分蘖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，分蘖期防治一次之防治率64.7%，孕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，因此以分蘖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，農友在水稻分蘖期時，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

- 1.井上好之利、內野一成。1963。稻紋枯病に関する研究。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。
- 2.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。
- 3.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。
- 4.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。
- 5.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。
- 6.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。
- 7.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。
- 8.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。
- 9.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。
- 10.堀真雄。1967。稻紋枯病?被害預察?防除法。農業?園藝42:1389-1392。
- 11.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。
- 12.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。
- 13.蔡武雄。1975。水稻品種品系對紋枯病抵抗力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)