中華民國 70 年 6 月
台南區農業改良場研究彙報第 15 號：1 － 24

水稻紋枯病原菌之生態及生物防治研究[1]

杜金池　張義璋[2]

摘　要

水稻紋枯病（*Rhizoctonia solani* Kühn AG1）以菌核爲主要感染源。菌核大部份漂浮於稻田水面，以整田至插秧期間菌核量最多，每個 112.5 cm^2 菌核捕集網 10 日內菌核收集量在屏東麟洛試驗田第一期作爲 18.7 個，第二期作爲 52.7 個，在台中大安試驗田第一期作爲 49.4 個，第二期作爲31個，插秧後田間菌核捕集數逐日遞減，一個月後就不易捕捉到菌核。各期作稻田紋枯病原菌每公頃菌核捕集總數量爲屏東麟洛試驗田第一期作 4.7×10^7 個，發病率 14.1％，第二期作 1.02×10^8 個，發病率 23.2％，台中大安試驗田第一期作 8.3×10^7 個，發病率 45.2％，第二期作 4.6×10^7 個，發病率 53.4％。第一期作初期西北季風較強，稻田東南角水面漂浮之菌核最多，並呈極顯著之差異。因此，菌核在稻田水面之分佈，風向及風速影響頗大，灌溉水次之。

稻椿爲病原菌菌核主要滋生處所，其產生受到空氣相對溼度及溫度之影響頗大。RH88％之濕度下，20～(24)～28°C 最易產生菌核，24°C 時平均每一罹病稻桿可產生 11 個菌核。在 PDA 培養基上，12～(16)～24°C 均易產生菌核。32°C 時病株上可產生菌核，但在 PDA 上則產生大量氣生菌絲。台中大安試驗田在第一期作（栽植台南 5 號）收穫時調查水稻紋枯病株上菌核與掉落土表面之比例約爲 8 ： 1 ，收穫後罹病稻椿中平均尚發現有 28.6 個菌核，屏東麟洛則平均爲每稻椿 9.7 個菌核。屏東試驗田於第二期水稻收穫後約 1 個月發現平均每一稻椿有 46.8 個菌核，稻椿外土壤菌核則甚爲稀少。

菌核在積水狀況下，埋入土中 2 cm 以下，其殘存力約 8 個月，土表面菌核可存活 2 年以上。

水稻紋枯病原菌寄主範圍甚廣，如馬鈴薯、大豆、豌豆、玉米、高粱與亞麻等多季裏作及田間雜草均可被危害，病株也會產生菌核，尤以稗草（*Echinochlora crus-galli*）爲甚。

氣溫 28°C 時最適紋枯病之發生，24°C 時最適宜病斑擴展，12°C 時接種 7 天並未見發病。相對溫度（RH）81～92％最適宜紋枯病發病，RH95％以上對紋枯病稍有限制，低於 RH 65％時則不利紋枯病發生。

水稻品種對紋枯病均爲感病。在自然環境下，以人工接種 5 個供試品種，雖罹病率無差異，但病斑之擴展則因品種而有程度上之差異。

Trichoderma harzianum 對 *Rhizoctonia solani* 具有強寄生力，但抗生及競生能力較差。*Trichoderma viride* 及 *Trichoderma konigii* 有強的抗生力，但寄生力較差。

前　言

水稻紋枯病爲全世界水稻栽培區重要病害之一，本省每年受害面積亦達數萬公頃之多。據農林

1.本研究報告係行政院國家科學委員會專案研究計劃NSC-67B-0409-08(02)及NSC-68B-0409-08(03)之綜合研究報告。研究期間第一著者曾蒙中正科學技術研究講座基金會研究補助（望計同字第372號），併此申謝。

2.分別爲台灣省台南區農業改良場場長及台灣省農業試驗所技士。

廳報告[6],[7]，民國66年第一期稻作發病面積爲54,172公頃，平均罹病指數爲5.72 ，第二期作發病面積爲56,320.9公頃，平均罹病指數爲5.93，民國67年第一期稻作發病面積爲47,266公頃，平均罹病指數爲5.27，第二期作發病面積49,554.89公頃，平均罹病指數爲4.74 ，情形確屬嚴重。

水稻紋枯病原菌爲*Rhizoctonia solani* Kühn (= *Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk) 菌絲融合羣AG1所引起。該菌絲融合羣與其他已知之菌絲融合羣（如AG2，3，4及5）之寄主範圍，形態，生理，生態，危害部位及引起之病徵等均不完全相同[13],[16]。即使同爲AG1菌羣中之菌株，亦因地理環境等關係，其生理及生態特性亦有差異[13],[16]。紋枯病之研究雖多[1],[3],[4],[5],[8],[11]，但對病菌消長尚缺連續性分析。本研究以連續兩年之觀察，收集該病害之生態基本資料，期能進一步闡明水稻紋枯病之流行原因，供爲擬定更有效之防治方法之參考。

材料與方法

一、水稻紋枯病原菌在田間族羣之周年消長：

病原菌田間族羣之周年消長調查分設於本省中部及南部各一處。中部地區設於台中縣大安鄉，南部地區則設於屏東縣麟洛鄉。試驗田往年均有紋枯病發生，依農民歷年記錄發病率恆達10～30%。各調查田面積均0.1公頃，耕作情形悉依當地習慣行之。病原菌在田間之族羣消長以調查所檢出之存活菌核數爲準。水田期在田間分於5處（兩對角線交叉點及對角線上各四分之一長的地方），各設菌核捕集網4個，捕集網以60網目尼龍布製成，並採用0.5cm粗不銹鋼線爲支架，固定於田間。捕集網呈立體長方形，每面22.5cm長，5cm寬，20cm高，捕集之水面積爲112.5cm^2。四面之中一面開口，惟近地面處有3cm高的唇，使之比田間水面略低，以免取換捕集網時，網中菌核外逸。每處4個捕集網分東、西、南、北方向放置，開口面向外，期能捕集不同方向的菌核（圖1）。每隔10日收集捕集網內之捕集物，並將紋枯病原菌菌核（圖2）檢出，經漂洗後置於選擇性培養基[12]上測定其活力，長出之菌落移入馬鈴薯蔗糖培養基（PDA）上培養鑑定後，供爲核計捕集之活菌核數。

旱田期之病原菌族羣調查係依據自土壤中檢出之菌核數量爲準。採集土面至5cm深範圍內之土壤，以過氧化氫篩洗法[14]再改良後應用之。將採集之土壤100gm置於大型燒杯內加入150ml 2%H_2O_2後以3,000rpm攪拌30秒，以50或60網目之網篩洗出菌核或其他塊狀物，經濾紙吸濕後陰乾，再檢出菌核並測定活力。

二、植稻期間影響稻田內紋枯病菌菌核分佈之因子：

植稻期間在觀察田內分別在5處捕集紋枯病菌菌核，各處又設東、西、南及北等4個方向之捕集網。該5處在稻田中之位置爲西南角、西北角、東北角、東南角及稻田中心。屏東自西北角灌水，東北角排水；大安由東南角灌水，西北角排水。

屏東及大安兩處觀察田五個捕集點間所捕集之菌核數利用生物統計分析差異顯著性及各處4個方向所捕集之菌核數之差異顯著性，再配合灌水水源及風向，據以分析影響紋枯病菌菌核分佈之主要因子。

三、紋枯病原菌菌核在土內之殘存期限：

自田間收集在病株上自然形成之菌核，經測定其活力（100%）後以50網目尼龍紗布包裹菌核埋設於不同深度土壤內，置室外並保持浸水狀態。定期自土壤內取出菌核，經清水漂洗3次，再移植於酸性（pH4.5）馬鈴薯蔗糖培養基上，觀察其存活情形，每一深度埋設50個菌核，3重複。

四、紋枯病原菌在水田多季裏作物寄生：

本省中部馬鈴薯爲主要冬季裏作物，並普遍有黑痣病發生。黑痣病病菌與紋枯病原菌同種，均爲*R. solani*。本試驗係自馬鈴薯黑痣病病株上分離病菌，並以菌絲融合歸羣法[15]，確定*R. solani*

圖 1. 水田內紋枯病原菌菌核捕集網設置情形。
四個捕集網爲一組，均開口向外，以便收集不同流向之菌核。菌核捕集網由 60 網目細尼龍紗布製成長 22.5cm，寬 5cm，高 20cm，呈立體方形。並以 0.5cm 不銹鋼線爲支架，固定於田間。

Fig 1. Four sclerotium traping cages as a set were placed in each corner and the center part of the paddy. Every cage was open outside to collect the sclerotia from different course. The sclerotium traping cage was made from the 60 mesh nylon net about 22.5 cm length, 5 cm width and 20 cm high, with a skeleton of 0.5 cm diameter stainless steel wire.

圖 2. 捕集網內所捕集者包括植物殘骸、菌核（箭頭所示）及其他雜物。

Fig 2. Sclerotium traping cage collected plant debrise, sclerotia(arrow) and other miscellaneous particles.

AG1（水稻紋枯病菌）之寄生百分率。

另自本省中南部調查裏作物豌豆及大豆被 *R. solani* 危害比例。分離其病原菌並鑑定菌絲融合羣，以確定紋枯病菌所佔比率。

五、紋枯病原菌在水田雜草之寄生：

將水田常見的雜草移植於栽盆，並仿照田間積水環境栽植之，成熟之植株以菌核接觸接種法，將紋枯病原菌菌核以濕布附著在葉及莖等部位，經兩天後除去紗布後，經一星期調查接種雜草有無病變現象。記錄病徵後，罹病株繼續觀察是否會產生病原菌菌核。另外並觀察田間雜草是否也產生相同病變現象，採集病株分離病原菌，以確定病原。田間罹病雜草繼續觀察其菌核產生能力。

六、水稻不同生長期對紋枯病之感病性：

盆栽不同品種（台南 5 號，稗桿稻，Pankaj, IR-2031-724-2-3-2 及 IR-4508-10169 = 2-3）水稻，每栽盆插秧苗 3 株，並仿照田間積水 3 cm。稻苗移植於栽盆後每隔 5 天接種紋枯病原菌菌核。接種方法係採用單一菌核接觸接種法，以寬 1.0 cm 紗布將菌核固定在略高於水面約 1 cm 處的莖部，紗布之一端伸入水內，以保持充足濕度。5 天後除去紗布，記錄發病株數，並量測病斑大小。各處理均 5 栽盆，每栽盆視同一重複。

七、環境因子與水稻紋枯病之關係：

盆栽台南 5 號水稻於生育中期（稻齡 63 天），一組置於不同溫度（表 12）之光照恆溫生長箱中，每一溫度 10 栽盆。以上述單一菌核接觸接種法接種病原菌菌核，並以塑膠袋造成濕室維持相對濕度 85 ±5 %。5 天後調查發病率及病斑大小。同時，剪取病莖約 30 cm 長，挑選病斑大小相近者共 70 莖。分別裝入相對濕度 88 %之濕室內，再置於不同恆溫箱中，讓其病斑繼續擴展及產生菌核。每天調查各病莖產生菌核量及其累積數，再求取各溫度下每一病莖平均產生菌核總數。

另組水稻採單莖連根置於指形管中，再裝入經各種飽和鹽類溶液所控制之不同相對濕度（表 11）之濕室中。各濕室再以經相同飽和液過濾之空氣，維持通氣之環境。稻株仍採單一菌核接觸接種法接種（菌核以棉線繫綁）。5 天後調查發病率及病斑大小。各處理均 15 莖，反覆試驗 3 次。

八、水田栽培水稻頻度對田間紋枯病原菌族羣消長及紋枯病發病之影響：

本項目研究設於台灣省農業試驗所台中縣萬豐鄉試驗農場。試驗田分 3 種方法栽培水稻：(1)連續栽培兩期水稻，(2)僅栽培第一期作水稻，其餘時間栽培雜糧，(3)僅栽培第二期作水稻，其餘時間栽培雜糧等。因該試驗田過去爲甘蔗田，從未栽培水稻，爲使田間有一定量病原菌，先於 1978 年 3 — 6 月間栽培水稻，並將每種栽培方式下又分成(1)接種區與(2)不接種區。接種區於同年 5 月 20 日行接種處理，按單菌核葉鞘接種法接種，接種密度 20 %。水稻收穫後休閒一個月，再自當年 8 月份栽培第二期稻作開始正式試驗。詳細處理及耕作情形如表 12。試驗期間於水田期設菌核捕集網，旱田期則調查自表土至 10 cm 深每 50 公克土壤內所含菌核數，詳細調查方法悉如〔試驗 1〕。

九、水稻紋枯病生物防治研究：

按照 Hennis 和 Baker 人工製作 *R. solani* 抑病土壤之方法[10]，製成抑病土壤後，以 *R. solani* 菌絲鈎取拮抗菌，得到 *Trichoderma harzianum*。另由各作物腰折病株上及土壤中分離拮抗菌得 *T. viride*、*T. konigii* 及 *T. harzianum*。以上述三種菌進行對 *R. solani* 之寄生、抗生及競生能力觀察。另以 *T. harzianum* 添加入病土中，測定其在盆栽中對亞麻腰折病之生物防治效果。

另於 1979 年第二期作水稻栽植期間進行利用 *T. harzianum* 防治紋枯病田間試驗。分析(一)第一期作後休閒期間施放 *T. harzianum* 一個月後翻犂插秧，(二)同上述處理並於發病期間再施用殺菌劑一次，(三)於分蘗期植株莖部噴灑 *T. harzianum* 胞子懸浮液，胞子濃度爲 10^6/每公升水。每公頃施用 15 公升。(四)發病期間以殺菌劑防治之，及(五)對照未處理。田間施用之 *T. harzianum* 係以未飽滿稻穀加適量清水後高壓殺菌培養之，培養期間 1 個月。每公頃施用量 120 公斤。試驗田管理悉如常法。小區面積 8 × 4 = 32 平方公尺，4 重複。

試驗結果

一、水稻紋枯病原菌在田間族羣之消長：

累計兩年試驗結果，顯示水田於植稻期間紋枯病菌菌核大部份漂浮於水面，並以整田至揷秧期間田水中菌核含量最多。每個 112 cm^2 菌核捕集網於揷秧後 10 日內收集之活菌核量，在屏東試驗田第一期作爲 18.7 個，第二期作爲 52.7 個；台中大安試驗田第一期作爲 49.4 個，第二期作爲 31 個。所獲菌核發芽率均達 50～75％之間。揷秧後田間菌核捕集數逐日遞減，一個月後就不易捕捉到菌核（圖 3 及 4）。栽植水稻期間每公頃漂浮於水面之菌核總數屏東麟洛試驗田第一期作爲 4.7×10^7 個，發病率 14.1％，第二期作爲 1.02×10^8 個，發病率 23.2％，台中大安試驗田第一期作爲 8.3×10^7 個，發病率 45.2％，第二期作爲 4.6×10^7 個，發病率 53.4％單位面積內所捕獲之菌核數與發病率間尚受甚多因子所影響，而不呈絕對正相關。

揷秧 15～30 天後，紋枯病卽在稻欉基部開始發生。孕穗期及抽穗期遇下雨，卽急速往上及稻欉間擴展病勢，並可陸續產生菌核。此時菌核可藉外力，掉落田中。因此在揷秧後約 70～80 天，所捕集之菌核量又呈不規則之升高（圖 3 及 4）。此時所捕集之新產生菌核發芽率均在 90～100％間。

病株上菌核在水稻收穫時，部份掉落在稻田表面。民國 68 年大安第一期作收穫時，以一定面積（9 × 9cm^2）分析稻樁上及土表面之菌核量，其比值爲 7.9 倍（表 3）。收穫後之病株殘欉上所帶之菌核，一般均殘留在稻樁中。但遇暴風雨或其他因子之影響亦可使菌核埋入表土內（表 1, 2, 3 及 4）。但在土表 5 公分以下之土中，並不易找到紋枯病菌菌核。

二、植稻期間影響單位稻田內紋枯病原菌菌核分佈之因子：

由捕集之菌核數觀之，揷秧 50 日後水中菌核不易採集到。因此就揷秧後 50 日內所獲資料分

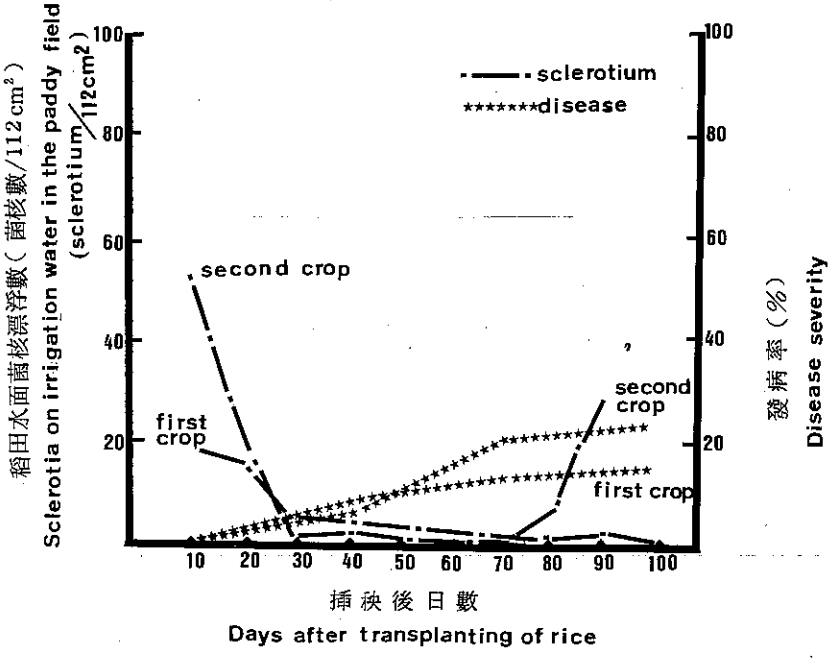

圖 3．屏東麟洛試驗田菌核數與紋枯病之發生消長

Fig 3. Relation between sclerotial population of the pathogen and disease severity in Pin-tong trial (two years average)

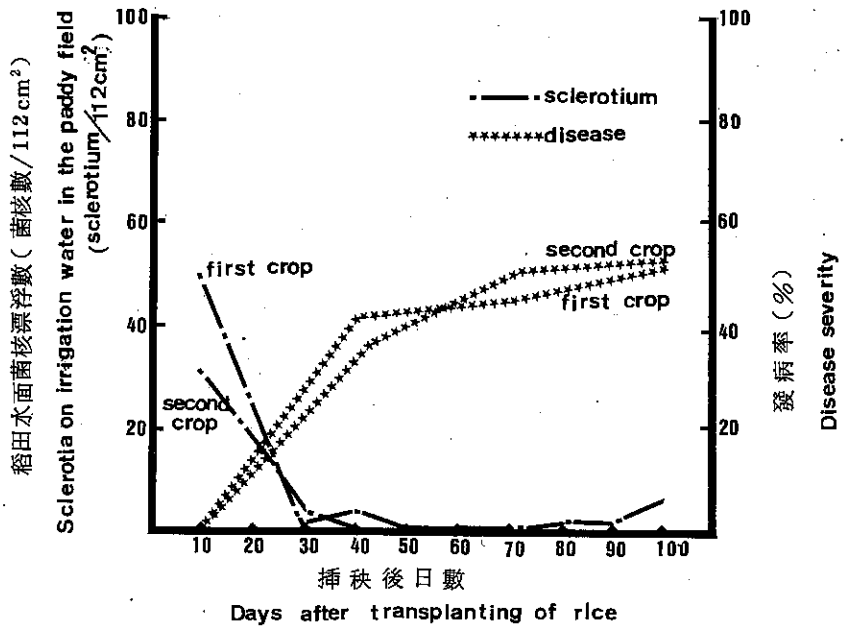

圖 4．台中大安試驗田病原菌菌核數與紋枯病之發生消長

Fig 4. Relation between sclerotial population of the pathogen and disease severity in Taichung trial (two years average)

表 1．多季裏作期間稻田內紋枯病原菌之滋生及存活情形（兩年平均）

Table 1. Sclerotial formation of *Rhizoctonia solani* AG 1 on rice stubble and the population in the paddy-field during the winter. (2 years average)

試驗田位置 Location	裏作物 Winter crop	稻樁上菌核滋生情形（個/樁） Sclerotial number/stubble				稻田內病原菌之消長（菌核數/50克土） Sclerotial number/50g. soil				
		Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Dct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.
屏東麟洛 Pin-tung, Lin-lo	大豆 Soybean	46.8	21.4	10.7	9.4	0.6	0.6	0.6	—	—
台中大安 Tai-chung, Ta-an	豌豆 Pea	未調查 No information				—	—	0.8	0.1	0.5

析之，各捕集處 4 個方向之捕集網間並無顯著差異。但各處之捕集量分析結果，第一期作東南角菌核量有極顯著之增多；第二期作則往往差異不顯著，如有顯著差異時，亦不呈現同一點高密度菌核，也就是說菌核漂流方向因地域及時間而有差異（表 4，5）。究其原因，第一期作適值多季到春初之際，日夜均爲西北季風；第二期作則爲春末至夏初，所吹季節風日夜往往不同。因此，風向爲影響插秧初期稻田內菌核分佈之主要因子。

另觀灌溉水之出入口，屏東由西北角入，東北角出；大安由東南角入，西北角出。菌核並不與

出入口位置發生相關。因此，灌溉水並非稻田內影響菌核分佈之主要因子。反之，在稻田排水口及入水口中裝菌核捕集網，亦能收集大量菌核。故灌溉水爲稻田間傳播菌核之主要因子。

三、紋枯病原菌菌核在土內之殘存期限：

菌核埋設於積水狀況下之土中，經一個月對菌核活力影響不大。至第二個月除置於土內 2cm以上之菌核尙維持高存活率 78％外，凡埋設在4 cm以下之菌核，其存活力均急劇下降。第 20 個月後置於土壤表面之菌核存活率降爲 8％，而 2 年後降爲僅 2％。因此，土表之菌核可存活 2 年以上。菌核存活期限將因埋設深度而遞減。埋設於土內 2 — 4cm 者殘存期限爲8 個月，6 — 10cm者殘存期限爲 7 個月，而 12 — 14cm者僅能殘存 6 個月。本項試驗因菌核量僅足夠供2 年測定（表 6），2 年以上之情形如何尙不得而知。

四、紋枯病原菌在水田多季裏作物之寄生：

雖然馬鈴薯黑痣病一般認爲係由 *Rhizoctonia solani* 侵染所引起，但其菌絲融合羣之歸屬，據杜及張[15]報告，係由水稻紋枯病菌菌羣（AG 1）及其他菌羣（AG2，3及4）分別引起，因此，水田裏作馬鈴薯後，紋枯病菌可在馬鈴薯上寄生增殖菌核之現象，甚值重視。

調查田之馬鈴薯黑痣病發病率平均達 11 ～(32) ～ 49 ％。經採集病株分離病原菌後鑑定菌絲

表 2。第一期作收穫後第二期作開始前稻田內紋枯病原菌菌核之滋生及存活情形（兩年平均）

Table 2。Sclerotia on stubble and in soil in the field during the period after the harvest of the 1st crop of rice and before the transplanting of the 2nd crop of rice. (2 years average)

試驗田位置 Location	稻樁上菌核數（個／樣） Sclerotial number/stubble	稻田內病原菌之存活量(菌核數/50克土) Sclerotial number/50 g. soil
屏東麟洛 Pin-tung, Lin-lo	9.7	3.5
台中大安 Tai-chung, Ta-an	28.6	1.8

表 3。水稻收割後田間黏附稻樁上與掉落土壤表面之紋枯病菌菌核數比較[a]

Table 3。The sclerotia of *Rhizoctonia solani* AG 1 on rice stubble and on soil surface after harvest of rice.

小區 Plot	稻樁 Rice stubble	土壤表面 Soil surface	比值 Ratio (rice stubble/soil surface)
A	4	0.6	6.7
B	99.6	7	14.2
C	1.8	0.2	9
D	27.6	7.6	3.6
E	9.8	2.6	3.8
Average	28.6	3.6	7.9

a. 台中大安試驗田於第一期作收穫後之調查結果。

表 4. 第一期稻作插秧後 50 日內稻田中菌核之分佈情形 [a]

Table 4. The distribution of the sclerotia of *Rhizoctonia solani* AG 1 in the 1st crop of rice paddy-field in 50 days after transplanting.

作物別 Crop		第一期水稻 1st crop of rice					第一期水稻 1st crop of rice														
地區 Locality		屏東 Pin-tung					大安 Ta-an					屏東 Pin-tung					大安 Ta-an				
插秧日期 Date of transplanting		Jan. 10, 1978					Mar. 26, 1978					Jan. 11, 1979					Mar. 2, 1979				
插秧後日期 Days after transplanting		10	20	30	40	50	10	20	30	40	50	10	20	30	40	50	10	20	30	40	50
稻田內菌核分佈情形（菌核數／112 cm²） Sclerotial distribution in paddy-field（sclerotia／112 cm²）	西南 Southwest	2.0	4.8	3.8	3.0	2.0	79.8	32.3	0	3.5	0	10	0	0	0	0	1.8	1.8	3.0	1.5	0.3
	西北 Northwest	17.3	16.3	15.8	9.0	7.3	40.3	77.0	0.3	13.0	0	11.3	0.75	1.0	0	0.3	2.0	4.0	0.3	2.0	0
	東北 Northeast	16.3	15.3	4.8	4.8	3.8	50.0	25.8	0.5	4.3	0	14.5	8.0	1.3	1.5	0.5	1.3	0.3	2.3	1.3	0
	東南 Southeast	63.5	100.8	22.0	17.3	10.8	167.8	94.8	1.8	8.3	0	28.3	10.7	5.0	3.5	1.3	96	7.8	8.8	6.0	6.3
	中央 Center	12.5	3.0	0	4.0	3.0	54.3	4.0	0.3	0.3	0	10.8	0.5	0.3	0	0	0.5	1.8	2.0	1.8	0
平均 Average		22.3	28.0	9.3	7.6	5.4	78.4	47.6	0.6	5.9	0	15.0	4.0	1.5	1.1	0.4	20.3	3.1	3.3	2.5	1.3
L.S.D. significance	5%	31.6	26.7	9.1	7.8	5.9	67.1	76.9	—	—	—	7.0	2.7	2.1	1.7	1.2	29.0	—	4.0	1.6	2.0
	1%	52.5	44.4	15.1	13.0	—[b]	114.7	—	—	—	—	9.8	3.7	3.0	2.4	—	40.6	—	5.6	2.3	2.8

a. 表內數值十日內 4 個菌核收集網平均收集菌核數。
The numbers in the table indicate the aveage viable sclerotia collected in 4 sclerotium-traping cages in a 10-day period.

b. —— 表示不顯着。No. significance.

表 5. 第二期稻作插秧後 50 日內稻田中菌核之分佈情形 [a]

Table 5. The distribution of the sclerotia of *Rhizoctonia solani* AG 1 in the 2nd crop of rice paddy-field in 50 days after transplanting.

作物別 Crop		第二期水稻 2nd crop of rice										第二期水稻 2nd crop of rice									
地區 Locality		屏東 Pin-tung					大安 Ta-an					屏東 Pin-tung					大安 Ta-an				
插秧日期 Date of transplanting		Jun. 9, 1978					Aug. 3, 1978					Jun. 2, 1979					Aug. 5, 1979				
插秧後日數 Days after transplanting		10	20	30	40	50	10	20	30	40	50	10	20	30	40	50	10	20	30	40	50
稻田內菌核分佈情形（菌核數／112 cm²） Sclerotial distribution in paddy-field (sclerotia / 112 cm²)	西南 Southwest	98.5	16.5	1.8	0.5	2.5	18.8	1.0	0	0	0	3.3	7.3	0.3	0	0	52.5	61.0	0.3	0	0.8
	西北 Northwest	93.0	77.3	2.5	3.8	5.0	16.8	2.8	0.3	0	0.3	3.3	5.8	0.5	0	0	15.8	8.0	0.3	0	0.5
	東北 Northeast	75.0	4.8	2.8	6.0	5.5	19.3	4.5	0.8	0	0	48.0	16.8	0.3	0	0	36.8	14.0	0	0	0
	東南 Southeast	70.8	19.0	5.3	4.3	2.0	24.8	4.0	1.3	0	0.8	56.8	48.3	0.5	0	0.5	72.0	67.3	0.3	0	0
	中央 Center	59.8	11.3	0	1.0	5.8	28.3	2.8	0	0	0	18.8	11.0	0.8	0	0	25.0	15.0	0	0	0.3
平均 Average		79.4	25.8	2.2	3.1	4.2	21.6	3.0	0.5	0	0.2	26.0	17.8	0.5	0	0.1	40.4	33.1	0.2	0	0.3
L.S.D. significance	5%	— [b]	25.4	—	—	—	—	—	—	—	—	36.1	27.2	—	—	—	28.1	23.3	—	—	—
	1%	—	42.2	—	—	—	—	—	—	—	—	50.7	38.2	—	—	—	39.4	32.7	—	—	—

a. 表內數值十日內 4 個菌核收集網平均收集菌核數。
The numbers in the table indicate the average viable sclerotia collected in 4 sclerotium traping cages in a 10-day period.

b. —— 表示不顯着。No significance.

表 6. 紋枯病菌菌核在不同土壤深度中之存活率（自然狀況下）[a].

Table 6. Survival percentage of the sclerotia of *Rhizoctonia solani* AG 1 in different depths of soil (under natural condition).

埋設土壤深度 Soil depth (cm)	處理後日數 Days after treatment													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	13	16	20	24
表面 Surface	100	78	86	61	62	90	84	92	94	90	85	62	8	2
2	100	28	78	6	14	22	9	14	0	0	0	0	0	0
4	100	15	28	6	12	16	7	2	0	0	0	0	0	0
6	100	13	36	12	4	6	8	0	0	0	0	0	0	0
8	100	19	20	12	10	6	4	0	0	0	0	0	0	0
10	100	19	22	10	16	8	2	0	0	0	0	0	0	0
12	100	15	20	14	14	12	0	0	0	0	0	0	0	0
14	100	6	18	2	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0

a. 菌核在 1977 年 10 月 14 日埋入。

The tested sclerotia were buried on Oct. 14, 1977.

融合羣類別，發現紋枯病原菌（AG1）佔 9.3 %，其餘 90.7 %之病原菌屬於其他菌絲融合羣（表 7）。此事實說明紋枯病原菌可在馬鈴薯上寄生增殖，但頻率並不高。

本省西部地區冬季裏作以蔬菜爲主，本試驗曾調查設置於台中縣大安鄉之試驗田裏作物（豌豆）受 *R. solani* 侵害之情形，發現腰折病達 17 %，但經分離與鑑定後發現僅 2 %爲紋枯病原菌，其餘 15 %爲其他菌羣所引起。

本省南部地區冬季裏作以大豆爲主。大豆亦可受紋枯病菌爲害，但調查設於屏東之試驗田罹病率而僅 0.2 % 而已。除此外，田間可見玉米、高粱及亞麻等作物亦常被紋枯病原菌侵染致病。

五、紋枯病原菌在水田雜草之寄生情形：

紋枯病原菌爲一多犯性病原菌，在適宜的環境下很多植物均可被寄生。人工接種病原菌於水田常見之雜草共 16 種，發現對其中 5 種雜草（表 8）具有強病原性，這些雜草包括黃花水丁香（*Ludwigia prostata*）、三稜草（*Scirpus maritimus*）、稗草（*Echinochlora crus-galli*）、玄參科之 *Lindernia cordifola* 及千屈菜科之 *Retala indica* 等。其中黃花水丁香、三稜草及稗草均於莖部產生類似紋枯病斑之病徵。田間亦發現三稜草及稗草均極易產生大量紋枯病原菌菌核。

六、水稻不同生育時期對紋枯病之感染性：

本項研究供試品種係採用感病對照“稗桿稻”，中感品種“台南 5 號”，抗病對照“Pankaj”及田間表現中抗—抗病之“IR-2031-724-2-3-2”及“IR-4508-10169-2-3”兩品系。各品種（系）各齡期以人工接種結果，其發病率均在 85 %以上，故感病率在品種間及稻齡間並無明顯之差異。但病斑大小在品種間卻有不同，依其大小顯示各品種之抗病順序爲 IR-2031-724-2-3-2, IR-4058-10169-2-3, Pankaj, 台南 5 號，稻桿稻。詳細結果請參閱表 9。

表 7. *Rhizoctonia solani* 各菌絲融合羣在冬季裏作物馬鈴薯之寄生率。a.

Table 7. The parasitic ratio of various anastomosis groups of *Rhizoctonia solani* on potato planted as winter crop in the paddy-field.[a]

菌絲融合羣 Anastomosis groups	分離部位 Isolated plant part	分離菌株數 Number of isolates obtained.	百分率 Percentage 小計 Subtotal	百分率 Percentage 合計 Total
AG 1	莖基部 Stem base	4	3.7	9.3
	塊莖 Tuber	6	5.6	
AG 2	莖基部 Stem base	12	11.1	11.1
AG 3	莖基部 Stem base	34	31.5	39.8
	塊莖 Tuber	9	8.3	
AG 4	莖基部 Stem base	34	31.5	38.9
	塊莖 Tuber	8	7.4	
未歸類 Not grouped	塊莖 Tuber	1	0.9	0.9
合計 Total		108	100	100

a. 本省中部地區 $^{66}/_{67}$ 年期間調查結果。

The survey from central Taiwan during 1977/1978 croping period.

七、環境因子與水稻紋枯病之關係：

本項試驗分溫度因子及濕度因子進行試驗，發現在相對溫度 85 ± 5 % 環境下，28°C 最適宜發病，12°C 以下在接種 7 天後尚未見發病，24°C 病斑擴展最迅速。各種溫度均在接種後 2 天即可出現水浸狀病斑（表 10）。

在不同溫度下病莖產生菌核的能力也有很大差別。經 14 天的累計平均每病莖在 20～28°C 時產生 9 — 11 個菌核，32°C 時每一病莖僅產生 3 個菌核。病莖置於 16°C 以下或 36°C 以上之環境下並未發現產生菌核。以 PDA 平板培養紋枯病菌，分別在不同溫度下，觀察其產生菌核之能力，並在培養 30 天後量測各溫度下產生菌核之總乾重量，結果發現 16°C 最適菌核形成，20°C 次之，12 及 24°C 再其次。在 32°C 時產生甚多氣生菌絲，但菌核量卻很少（表 10）。

濕度方面係在 25 ± 3°C 溫度下進行試驗。稻株於接種後 5 天調查，顯示相對濕度 81～92 % 最適於發病，發病率爲 93.3～100 %。接種後 10 天調查，發病率均達 100 %，但病斑大小卻有差異，以相對濕度 88 % 環境下病斑最大，爲大小爲 16.8 cm × 1.1 cm（表 11）。

八、水田栽培水稻頻度對田間紋枯病原菌族羣消長及紋枯病發生之影響：

本研究因限於執行時間只有兩年，去除5個月試驗準備期，栽培水稻及接種處理，實際試驗期間僅一年六個月，故「連續兩期水稻區」僅能栽培第二期水稻兩次，第一期水稻一次；「第一期作水田區」僅能於1979年3—7月間及1979年7—11月間各栽培一次。由表12得知；1978年第二期作接種區菌核捕集量均5.4～6.9個／112 cm^2左右，罹病率爲22～29.5％，未接種區菌核捕集量略高，但未達顯著標準，罹病率卻略低。1979年第一期作接種區菌核捕集量特別低，罹病率只11.5～13.0％，未接種區菌核捕集數與接種區相似，罹病率亦只7.5～8.0％。第二期作水稻無論接種區或未接種區菌核捕集量均低，發病率亦僅7～8％之間。雜糧栽培期間未發現有發病情形。綜觀上述結果（表12），因試驗期間短促，兼以菌核殘存期間又長達8個月以上（表6），而菌核在田間分佈又受灌溉水及風速、風向之影響，故處理間之菌核捕集量及紋枯病罹病率均差異不顯著。考之水稻仍係紋枯病原菌最適當寄主之事實，水田栽培水稻之頻度對紋枯病原菌族羣之消長，必將有重大影響，本項研究值得長期繼續觀察，以明眞相。

九、水稻紋枯病生物防治研究：

由人工複製抑病土中及病株上共分離到三種 *Trichoderma*，即*T. harzianum*, *T. konigii* 及 *T. viride*。本試驗以上述三種拮抗菌測定對 *R. solani* 各菌絲融合羣之寄生、抗生、競生能力及生物防治效果。

「寄生」之測定方法，係以對峙培養拮抗菌與病菌於培養皿兩邊，5天後將兩菌相疊生長之部份切下，調查拮抗菌對病原菌之寄生率。寄生率調查，首先將其定爲6級：無寄生者爲0，凡在200倍視野下，病菌被寄生10％以下者爲1，11～25％爲2，26～50％爲3，51～75％爲4，76～100％爲5。每處理共調查150個視野，並以下述公式換算寄生率

$$\text{寄生率} = \frac{n_1 \times 0 + b \times 1 + c \times 2 + d \times 3 + e \times 4 + f \times 5}{5 \times 150} \times 100$$

表8. 水稻紋枯病原菌對水田雜草之病原性[a]

Table 8. The pathogenicity of *Rhizoctonia solani* AG1 on paddy weeds.[a]

雜草名稱 Weed	病徵 Symptom	菌核產生情形 Sclerotial formation
Lindernia cordifolia	葉片呈浸狀軟腐。	無發現
黃花水丁香 *Ludwigia prostata*	莖部產生長形（3～5 cm）病斑，外圍深褐色，中央灰褐色並略凹陷。	無發現
Rotala indica	葉片呈水浸狀軟腐，莖部初呈水浸狀軟腐漸腰折枯死。	無發現
三稜草 *Scirpus maritimus*	莖部產生長形（4～6cm）病斑，外圍深褐色，中央灰褐色，頗類似水稻紋枯病斑駁。	無發現
稗草 *Echinochloa crus-galli*	莖部產生水稻紋枯病型斑駁。	產生大量菌核

a. 1.係溫室人工接種結果。 Artificial inoculation in green-house.
2.各雜草均爲成株。 Only mature plants were used.

表 9．不同水稻品種在不同稻齡對紋枯病菌之感病性。

Table 9. The susceptibility of rice in different varieties and ages to *Rhizoctonia solani* AG 1.

品種 Variety	調查項目 Item of investigation	稻齡 Rice plant age(days)															
		10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85
台南 5 號 Tainan no.5	發病率 % disease	100	100	100	100	100	100	100	100	100	93.3	100	100	100	100	100	93.3
	病斑大小(長×寬 cm) Spot size(cm) (length × width)	2.3×0.2	2.6×0.3	5.4×0.3	4.8×0.3	4.8×0.3	5.4×0.3	4.1×0.7	7.3×0.9	4.8×0.5	5.4×0.8	4.6×0.4	2.9×0.5	2.9×0.5	2.1×0.3	1.7×0.2	1.6×0.3
稗桿稻 Pai-Kan	發病率 % disease	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	93.3
	病斑大小(長×寬 cm) Spot size(cm) (length × width)	3.2×0.3	3.3×0.3	5.9×0.3	6.4×0.4	9.2×0.4	6.9×0.5	7.4×0.9	9.3×1.0	5.8×0.8	6.6×0.9	8.0×0.9	4.1×0.5	2.6×0.4	2.3×0.3	1.4×0.2	2.9×0.3
Pankaj	發病率 % disease	100	86.7	100	93.3	100	100	100	100	100	100	86.7	100	86.7	96.7	93.3	86.7
	病斑大小(長×寬 cm) Spot size(cm) (length × width)	2.7×0.2	2.2×0.3	5.2×0.2	2.6×0.3	3.7×0.3	3.3×0.4	4.4×0.6	4.2×0.6	3.6×0.4	3.6×0.2	2.0×0.3	2.2×0.6	2.0×0.3	1.2×0.2	1.7×0.3	1.3×0.2
IR-2031-724 -2-3-2	發病率 % disease	100	93.3	100	100	86.7	100	100	100	100	86.7	93.3	100	100	100	100	100
	病斑大小(長×寬 cm) Spot size(cm) (length × width)	3.5×0.2	1.6×0.2	7.2×0.2	1.6×0.2	1.5×0.2	1.7×0.2	2.6×0.5	2.7×0.4	2.8×0.4	3.5×0.4	1.3×0.2	1.0×0.3	1.5×0.3	1.0×0.2	1.5×0.3	1.4×0.3
IR-4508-101 -69-2-3	發病率 % disease	100	93.3	100	100	86.7	100	100	100	100	86.3	93.3	100	100	100	100	100
	病斑大小(長×寬 cm) Spot size(cm) (length × width)	2.9×0.2	1.3×0.2	4.6×0.2	2.4×0.3	2.0×0.3	2.8×0.3	4.2×0.8	6.4×0.9	2.0×0.4	2.5×0.5	2.3×0.4	2.5×0.5	1.5×0.3	2.5×0.3	1.2×0.3	1.3×0.3

表 10. 溫度對稻紋枯病發生之關係[a].

Table 10. Effect of temperature on the disease incidence of rice sheath blight.[a]

溫 度 (°C) Temperature	發 病 率 %disease	潛 伏 期 (天) Incubation period (days)	病斑大小 (長×寬 cm) Spot size (cm) (length × width)	菌核產生數 / 每莖 Number of sclerotium produced /per stem	菌核重量 (公克) / 每培養皿 (直徑9cm) Weight of produced sclerotia/ each 9-cm petri dish
12	0	—	—	—	0.204
16	42	2	3.8 × 0.7	0	0.297
20	94	2	8.1 × 1.2	10	0.249
24	94	2	15.7 × 1.0	11	0.217
28	100	2	7.7 × 1.0	9	0.083
32	85	2	6.6 × 0.7	3	0.030
36	64	2	4.3 × 0.4	0	0

a. 稻品種台南 5 號，稻齡 63 天，接種後 5 天調查發病率及病斑大小。

Rice plants of variety Tainan no. 5 with 63 days old were tested. " The disease percentage and spot size were recorded on the fifth day after inoculation.

表 11. 相對濕度與水稻紋枯病發病之關係[a].

Table 11. Influence of relative humidity on the disease incidence of sheath blight of rice.[a]

相對濕度 Relative humidity (%)			100	98.3	95	92	88	81	65	55
接種後日數 Days after Inoculation	5	發病率 % disease	53	40	40	93	100	100	73	67
		病斑大小 Spot size (cm) (length × width)	3.1×0.4	3.2×0.4	5.4×0.4	4.8×0.4	10.4×0.5	9.2×0.5	7.0×0.4	6.5×0.4
	10	發病率 % disease	100	100	100	100	100	100	100	100
		病斑大小 Spot size (cm) (length × width)	9.7×0.8	12.5×0.8	15.8×1.0	16.3×1.0	16.8×1.1	14.2×0.7	10.8×0.8	10.4×0.7

a. 水稻品種爲台南5號，稻齡63天。

Rice plants of variety Tainan no. 5 with 63 days old were used for the investigation.

結果顯示拮抗菌間對 *R. solani* 之寄生能力並不相同。其中以 *T. harzianum* 之寄生率最高。病菌間對拮抗菌之感受性亦不相同，其中以菌株SB1最易被寄生，菌株TC132被寄生率最低（表13）。

「抗生」之測定，係以PDA平板上面放置玻璃紙（Cellophane paper）後，培養 *Trichoderma* spp. 2日後，撕去拮抗菌，再培養 *R. solani*，2日後調查其菌落大小。另以 *R. solani* 培養2日後撕去，再培養相同菌株爲對照。結果顯示 *T. konigii* 之抗生力最強，*T. harzianum* 則無抗生能力（表14）。

「競生」之測定，係以稻穀殼分別培養 *Trichoderma* spp. 及 *R. solani*，2週後將 *Trichoderma* spp. 之胞子洗除，再與 *R. solani* 等量混入土中，再埋入健全亞麻桿（2～3 cm長），每日取出亞麻桿20塊以PDA培養分離桿上之眞菌，藉以比較 *Trichoderma* spp. 與 *R. solani* 對有機基質之競爭能力。經20天連續分離結果，*Trichoderma* spp. 只出現一次，即0.3%。反之，*R. solani* 分離率最高達50%以上。亞麻桿埋入5～10日，分離率最高。

盆栽生物防治試驗，拮抗菌採用高寄生率之 *T. harzianum*，病菌則爲紋枯病菌菌株TC132，作物爲亞麻。拮抗菌及病菌均以穀殼培養14日，添加量均爲0.2%。處理方法，首先均勻加入 *R. solani* 於土壤（pH5.6）後3日，再均勻加入 *Trichoderma* sp. 放置30天後播種亞麻。3天後調查發芽率，20日後調查發病率。結果顯示，*R. solani* AG1對亞麻致病力並不強，但 *T. harzianum* 對亞麻腰折病確有生物防治之效果（表15）。

利用 *T. harzianum* 防治水稻紋枯病田間試驗結果（表16），顯示在分蘗期於稻株莖部噴灑 *T. harzianum* 胞子懸浮液後病害發生較少，僅8.7%，而對照區則達10%以上。因試驗田紋枯病發

表 12. 不同栽培制度對紋枯病原菌族羣消長之影響。

Table 12. Influence of cropping system on the population change of *Rhizoctonia solani* AG 1.

栽培制度及處理情形 Cropping system & treatment	調查項目 Investigation item	1978 3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1979 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
耕作情形 Cropping condition	病原菌密度及發病率 Pathogen population & % disease	水稻 1st crop rice				休閒 Fallowing	第二期作水稻 2nd crop rice					休閒 Fallowing			第一期作水稻 1st crop rice				第二期作水稻 2nd crop rice				
連續兩期水稻 Consecutive cultivation of two crops of rice	接種病原菌處理區 Pathogen infested																						
	水田期（菌核/112cm²） Paddy stage (sclerotium/112cm²)	0	1.6	0	6.3	—	6.9	0.1	0.1	0.1	—	—	—	—	0.2	0	0	—	0.2	0	0.3	0	—
	旱田期（菌核/50克土） Dry stage (sclerotium/50 g. soil)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20.5	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—
	發病率 % disease	0	0	3	78	—	0	4.5	9.8	29.5	—	—	—	—	—	2.2	13.0	—	0	0	7.8	7.8	—
	未接種病原菌處理區 Non-infested																						
	水田期（菌核/112cm²） Paddy stage (sclerotium/112cm²)	0.5	11.1	0	13.4	—	8.9	0.1	0	0.1	—	—	—	—	0.1	0	0	—	0.3	0	0.2	0	—
	旱田期（菌核/50克土） Dry stage (sclerotium/50 g. soil)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.3	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—
	發病率 % disease	0	0	0	15	—	0	1.4	5.0	18.0	—	—	—	—	—	1.6	7.5	0	0	0	8.3	8.5	—

耕作情形 Cropping condition	病原菌密度及發病率 Pathogen population & % disease	第一期作水稻 1st crop rice				休閒 Fallowing	玉米 Corn					休閒 Fallowing			第一期作水稻 1st crop rice			休閒 Fallowing	玉米 Corn				
第一期作水稻 Cultivation of the 1st crop of rice only	接種病原菌處理區 Pathogen infested																						
	水田期（菌核/112cm²） Paddy stage (sclerotium/112cm²)	0.6	5.3	8.3	7.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.3	0	0.1	—	—	—	—	—	—
	旱田期（菌核/50克土） Dry stage (sclerotium/50 g. soil)	—	—	—	—	—	0	0	0	0	0	0	2.3	—	—	—	—	0	0	0	0	0	2.2
	發病率 % disease	0	0	3	79	—	0	0	0	0	0	—	—	—	0.1	0.5	2.0	—	—	—	0	0	0
	未接種病原菌處理區 Non-infested																						
	水田期（菌核/112cm²） Paddy stage (sclerotium/112cm²)	0.3	0	0	15.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.1	0	0	—	—	—	—	—	—
	旱田期（菌核/50克土） Dry stage (sclerotium/50 g. soil)	—	—	—	—	—	0	0	0	0	0	0.1	0	—	—	—	—	0	0	0	0	2.5	0
	發病率 % disease	0	0	0	19	—	0	0	0	0	0	—	—	—	0	1.2	8.0	—	—	—	—	—	—

耕作情形 Cropping condition	病原菌密度及發病率 Pathogen population & % disease	第一期作水稻 1st crop rice				休閒 Fallowing	第二期作水稻 2nd crop rice					休閒 Fallowing			花生 Peanut				第二期作水稻 2nd crop rice				
第二期作水稻 Cultivation of the 2nd crop of rice only	接種病原菌處理區 Pathogen infested																						
	水田期（菌核/112cm²） Paddy stage (sclerotium/112cm²)	0	0	0	13.4	—	5.4	0	0	0	0	—	—	—	—	—	—	—	0.1	0.1	0.1	0	—
	旱田期（菌核/50克土） Dry stage (sclerotium/50 g. soil)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	6.9	0	0	0	0	0	—	—	—	—	—
	發病率 % disease	0	0	1.5	8.5	—	0	5	11.3	22.0	25.0	—	—	—	—	—	—	—	0	0	9.1	9.1	—
	未接種病原菌處理區 Non-infested																						
	水田期（菌核/112cm²） Paddy stage (sclerotium/112cm²)	0.2	4	0	17.8	—	7.4	0.1	0.2	0.6	0	—	—	—	—	—	—	—	0.1	0	0	0	—
	旱田期（菌核/50克土） Dry stage (sclerotium/50 g. soil)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0	0	0	0	0	0	—	—	—	—	—
	發病率 % disease	0	0	0	21		0	3.3	6.2	16.0	16.0	—	—	—	—	—	—	—	0	0	8.8	8.8	—

表 13. 拮抗菌 *Trichoderma* 對 *Rhizoctonia solani* 各菌絲融合羣代表菌株之寄生率[a]

Table 13. Parasitic ability (%) of three species of *Trichoderma* to representative isolates of various anastomosis groups of *Rhizoctonia solani*. [a]

拮抗菌 Antagonist	菌絲融合羣及代表菌株 Anastomosis groups and their representative isolates				
	TC132 (AG1)	SW 1 (AG2)	S 3 (AG3)	C 1 (AG4)	SB 1 (AG5)
T. harzianum	1.2	10.4	6.3	3.1	38
T. konigii	0.1	5.0	3.9	3.1	2
T. viride	0	0.3	2.6	0.7	0.1

a. 寄生率係對峙培養 5 天後調查結果。寄生率以調查 150 顯微鏡視野 (× 200) 之結果依下列公式計算之。

$$\text{寄生率} = \frac{a \times 0 + b \times 1 + c \times 2 + d \times 3 + e \times 4 + f \times 5}{5 \times 150}$$

a = 視野內無寄生之情形之視野數。
b = 有 10 %以下菌絲被寄生之視野數。
c = 有 11 ～ 25 %之菌絲被寄生之視野數。
d = 有 26 ～ 50 %之菌絲被寄生之視野數。
e = 有 51 ～ 75 %之菌絲被寄生之視野數。
f = 有 76 ～ 100 %之菌絲被寄生之視野數。

The parasitic effect was investigated according to the opposite cultivation of both fungi for 5 days, the area with the growth of both fungi were cut and observed under the low power (× 200) microscope field. The percentage of parasitic ability was cultulated as following formula:

$$\text{Parasitic ability (\%)} = \frac{a \times 0 + b \times 1 + c \times 2 + d \times 3 + e \times 4 + f \times 5}{5 \times 150}$$

A total of 150 microscopic field was observed.
a = no parasitism.
b = number of microscopic field with less than 10% of hyphae parasitized.
c = number of microscopic field with 11-25% of hyphae parasitized.
d = number of microscopic field with 26-50% of hyphae parasitized.
e = number of microscopic field with 51-75% of hyphae parasitized.
f = number of microscopic field with 76-100% of hyphae parasitized.

表 14. 拮抗菌 *Trichoderma* spp. 對 *Rhizoctonia solani* 之抗生能力[a].

Table 14. Antagonistic effect of three species of *Trichoderma* to representative isolates of various anastomosis groups of *R. solani*. [a]

拮抗菌 Antagonists	菌絲融合羣及其代表菌株 Anastomosis groups and their representative isolates				
	TC 132 (AG1)	SW 1 (AG2)	S 3 (AG3)	C 1 (AG4)	SB 1 (AG5)
T. harzianum	7.0	5.0	2.7	8.0	5.4
T. konigii	2.0	1.6	0.4	1.4	0.9
T. viride	2.8	1.6	1.1	4.6	2.2
CK[b]	7.0	4.6	2.1	7.0	4.6

a. 表列數字係供試菌 *R. solani* 菌落直徑，其方法爲先於培養基上之玻璃紙培養拮抗菌，2 日後撕去，再培養病菌經 2 日後調查之。
Cololy diameter (cm) of the tested isolates of *R. solani* grown for 2 days on the site where antagonist having grown on the cellophane paper for 2 days.

b. *R. solani* 培養 2 日後，撕去後再培養同一菌株 2 日。
Using the testing isolate of *R. solani* instead of the antagonist to grow on the cellophane paper.

表 15. *Trichoderma harzianum* 防治亞麻腰折病盆栽結果。[a]

Table 15. Pot test on the application of *Trichoderma harzianum* as the bio-control agent for control of flax damping-off. [a]

處理別 Treatment [b]	發病率 % % seed germination	發病率 % % disease
A	84	0
B	95	8
C	80	0
D	95	0

a. 亞麻腰折病菌爲 TC132。土壤 pH5.6。亞麻播種 20 天後調查。
Rhizoctonia solani AG 1 isolate code no. TC132 was used for soil infestation. Tested soil pH value 5.6. Percentage of seed germination was investigated 20 days after sowing.

b. 各處理爲　A：拮抗菌＋病菌。　B：病菌。　C：拮抗菌。　D：無病對照。
Treatment　A : soil infested with both pathogen and antagonist.
B : soil infested with pathogen only.
C : soil infested with antagonist only.
D : not infested.

生率偏低，故 *T. harzianum* 防治紋枯病之眞實效果必須繼續進行試驗，再次證明，方能確定。

討論與結論

台灣兩期作水稻田依過去經驗，紋枯病以第二期作比第一期作嚴重[2],[3]。但近年來紋枯病之發生在兩期作間並無甚大差異[6],[7]。其原因可能與近年來耕作制度之改變，進而影響紋枯病菌菌核之消長有關。田間自然形成之菌核大都能漂浮水面，並藉田水傳播。堀[5]將紋枯病發生過程分爲 6 個階段，與紋枯病初次感染源有直接關係者爲前兩階段，即第一階段“菌核浮上期”，自插秧期至分蘗中期之間，此期發病限制因子與田間越冬菌核數之多寡及土壤攪拌次數（即除草次數）有關。第二階段爲“菌核漂流期”，自分蘗中期至幼穗伸長初期之間。本試驗發現菌核於插秧期最多，最後急速降低其族羣密度，涵蓋堀[5]所謂之前兩個階段（圖 3 及 4 ）。本研究證明水稻紋枯病之初次感染源數，因地域而有差異，更與前期作水稻病株殘株上所產生菌核之多寡有密切的關係（圖 3 及 4 ，表 2 ）。

表 16. 第二期作水稻利用 *Trichoderma harzianum* 防治紋枯病試驗。

Table 16. Field experiment on the control of rice sheath blight with *Trichoderma harzianum* during the 2nd crop of rice.

處理[1] Treatment	收穫前發病率[2] Disease percentage	
1. 第一期作後休閒期間施放 *T. harzianum* 一個月後翻犁。 Antagonist (*T. harzianum*) applied soon after the harvest of the 1st crop of rice and then with one month of fallowing.	9.6	a
2. 同上述處理，並於發病期間施用殺菌劑一次。 Same as above treatment, but with one application of fungicide given at the early stage of disease development.	11.0	a
3. 分蘗期施放 *T. harzianum*. Antagonist (*T. harzianum*) applied at tillering stage.	8.7	a
4. 發病期間以殺菌劑防治之。 Fungicide application as usual.	10.5	a
5. 對照未處理。 Not treated. (CK)	10.1	a

註：1. 因發病不嚴重，處理(2)及(4)均未噴灑殺菌劑。
Since the disease was not severe, no fungicide application was given.

2. 英文字母相同表示依登肯氏分變域分析 5 %不顯著。
Similar English small letter indicates Duncan's multiple range groupings of treatments which do not differ significantly at p=.05.

菌核爲紋枯病之主要侵染源。近年來第二期作與第一期作紋枯病發生率相若[6],[7]。雖然部份水稻育種家認爲紋枯病發生嚴重係由於半矮性品種之推廣所致，但近年來因鄉間人力短缺，機械耕耘漸普遍，對於菌核之生存及散佈影響頗大。往年第二期作收穫後常隨之耕犂並淹於水以至第一期作插秧爲止，如果種植多季裏作或休閒，亦均利用耕牛翻犂，將部份菌核埋入土內。植稻期間埋入之菌核在除草時，因土壤攪動而上浮，即所謂“菌核浮上期”，使部份菌核因而流失，成爲無效侵染源。同時，利用耕牛翻犂整田頗費時日，因此第一期作前之休閒期甚長，由整田至插秧往往達1個月或1月餘之久。第一期作與第二期作之間，則間隔甚短，整田至插秧僅在十天左右完成。由本試驗觀之，第一期作菌核在一個月內已大幅降低。因此推想往年可能在插秧時，菌核數已大幅降低，故第一期作發病較輕微。目前因機械整田，僅經數日後即行插秧，致插秧時侵染源之量達於最多，爲近年來第一期作紋枯病轉劇原因之一。第二期作因與前期作間隔時間，與過去耕作習慣並無很大改變，因此，紋枯病的發生也無大的改變，另外，值得注意的是耕耘機以打碎土壤爲整田手段，因此，將菌核埋入土內之機會甚少。假若本推測屬實，則如何改變耕耘機之操作性能及使用方法，以降低田間紋枯病初次侵染源（菌核），將爲今後水稻栽培技術改進時應特別重視與研究之一項課題。

過去利用人工除草遂有菌核浮上期[5]。近年來改用除草劑，故不再有此期之發現。本試驗亦證明採用除草劑後不但未發現有特殊的菌核浮上期，反而，在其期間菌核數急速下降。這些菌核除一部份碰到稻株並附著其上（圖5），待環境適宜開始感染致病外，大部份菌核均漂浮至田埂旁，而成爲無效感染源。

由兩處試驗田兩年之結果分析觀之，影響菌核在稻田中之散佈以風爲主要因子。但灌溉水卻爲田與田之間菌核之主要攜帶因子。

菌核爲主要初次侵染源，但發病後自分蘗盛期至抽穗期爲第二次感染期，亦即病害蔓延期。此時病勢之擴展靠密緻交叉之稻葉而蔓延。蔓延之速度又受栽植密度及環境因子，如雨水及相對濕度而影響。吾人可由初次侵染源的多寡，推測發病之劇烈與否，但此項推測受到不同年份或時期之影響，故並不能依菌核數以數學倍數方式準確推測病害之發病程度。

在人工控制環境下，得知溫度24～28°C，相對濕度81～92%最適紋枯病之發生。菌核之產生最適溫度，病莖上爲20～28°C，但在PDA上則爲16～20°C。井上、內野[1]報告在PDA上

圖5. 田間稻株莖部葉鞘外側沾附菌核，俟期侵染之情形。

Fig 5. Sclerotia of *Rhizoctonia solani* AG 1 adhering on the rice sheath waiting the favorable condition for infection.

最適菌核產生溫度爲30°C。這些溫度上之差異，其原因是否爲地域性菌系之差異，尙待進一步研究。

菌核產生量在最適環境下，每一病莖可產生11個菌核以上。台中大安試驗田第一期稻作栽植台南5號品種，每一紋枯病樣殘留在稻樁中之菌核量平均爲28.6個，而留存在稻樁上與掉落田土上之比爲8：1。因此，紋枯病菌在病田產生菌核之能力甚高。

紋枯病菌亦可爲害甚多作物及雜草，除造成該作物病害外，由田間觀察證實紋枯病菌也藉這些病株增殖族羣。雖然所產生之菌核佔田間存在菌核數之總比例不大，若這些作物或雜草一旦大量被侵害，則所產生菌核之量亦將相對增多，其重要性不容忽視。

菌核在積水狀況下之砂土中，埋入土中2cm以下，其殘存力約8個月，而置於土表面則將殘存2年以上。在田間由病株上收集之菌核，其活力爲100％，而水稻收穫時，菌核活力爲90～100％。至揷秧時，菌核活力約70～80％，揷秧後至分蘗期，田間菌核活力約僅爲50～75％。此結果與Watanabe 及 Matsuda[10] 與 Endo[9] 之報告均極爲相似。

雖然田間檢定水稻品種對紋枯病之抗病性，常可見中抗或低抗性品種，但利用人爲方法接種後發現各品種間，僅呈現中抗或耐病性之反應，其感病率並無顯著差異。水稻在田間之抗病性之機制若何，甚值吾人繼續研究探討。

生物防治爲近年植物病害之重要研究項目。本研究就 *R. solani* 之主要拮抗菌 *Trichoderma* spp. 進行生物防治之可能性探討結果，發現因拮抗菌種類不同其作用機制亦有差異。*T. harzianum* 寄生力頗強，爲深具潛力之生物防治源，頗值日後繼續研究。初步利用於防治水田夏期間旱作物腰折病（*R. solani* AG1）或植稻期間防治紋枯病，雖然略有效果，但統計上並不顯著（表16）。因係初次試用，其施用技術及方法，尙需斟酌，至其利用價值並不能據此予以否定。

參考文獻

1. 井上好之利，內野一成　1963　稻紋枯病に關する研究。第一報被害の生態ずよび藥劑防除。指定試驗（病虫害）第4號。136頁。日本農林水產技術會議事務局山口縣農業試驗場出版。
2. 吳龍溪　1971　稻紋枯病。邱人璋編稻作病害。P. 49～76. 中國農村復興聯合委員會出版。
3. 高坂淳爾　1958　稻紋枯病の發生機構並びにその防除に關する調查研究。病害虫發生予察資料第61號。290頁。日本農林省振興局植物防疫課出版。
4. 高坂淳爾　1961　稻紋枯病に關する研究とくに發生生態に關する實驗的考察と藥劑防除法につつて。中國農業研究第20號。133頁。日本中國農業研究協議會出版。
5. 堀眞雄　1967　稻紋枯病の被害預察と防除法。農業園藝 42：1389～1392。
6. 台灣省政府農林廳。六十六年台灣省植物保護工作總報告。P. 43～50.
7. 台灣省政府農林廳。六十七年台灣省植物保護工作總報告。P. 51～53.
8. 蔡武雄、游俊明　1978　水稻紋枯病之流行學及其對產量之影響。邱人璋編水稻病虫害：生態學與流行學。P. 247～262. 中國農村復興聯合委員會出版。
9. Endo, S. 1931. Studies on the sclerotium disease of the rice plant. 5. Ability of overwintering of certain important fungi causing sclerotium diseases of the rice plant and their resistance to dry condition. Forsch. Gebiet. Pfkrankh. Kyoto Univ. 1：149～167.
10. Henis, Y., A. Ghaffar, and R. Baker. 1978. Integrated control of *Rhizoctonia solani* damping-off of radish：effect of successive plantings, PCNB, and *Trichoderma harzianum* on pathogen and disease. Phytopathology 68：900～907.

11. Iwata, K. 1964. The number of sclerotia on the rice plants affected by sheath blight disease and the structure of hybernated sclerotia. A. Rep. Soc. Pl. Prot. Hokuriku 12 : 19 ~ 23.

12. Ko, W., and F. K. Hora. 1971. A selective medium for the quantitative determination of *Rhizoctonia solani* in soil. Phytopathology 61 : 707 ~ 710.

13. Ogoshi, A. 1975. Grouping of *Rhizoctonia solani* Kühn and their perfect stages. Rev. Prot. Res. 8 : 93 ~ 103.

14. Ui, T. 1973. *Rhizoctonia* diseases in Japan and biology of causal fungi in soil. Rev. Plant Prot. Res. 6 : 115 ~ 131.

15. Tu, C. C., and Y. C. Chang. 1978. Studies on the anastomosis groups of *Rhizoctonia solani* Kühn in Taiwan. Jour Agric. Res. China 27(4): 325 ~ 343.

16. Watanabe, B., and A. Matsuda, 1966. Studies on the grouping of *Rhizoctonia solani* Kühn pathogenic to upland crops. Designated Experiment (Plant diseases and insect pests) No. 7, Agri., Forestry and Fisheries Research Council and Ibaraki Exp. Sta.

Ecology of Rice Sheath Blight Pathogen, *Rhizoctonia solani* Kühn AG 1, with References on the Biological Control with *Trichoderma* spp.[1]

C. C. Tu and Y. C. Chang[2]

The majority of sclerotia of *Rhizoctonia solani* AG 1 floated on the irrigation water to serve as the primary inoculum of the rice sheath blight. The highest population was found durning the period from land preparation to transplanting of seedlings. There were approximately 18.7 and 52.7 sclerotia collected from each 112-cm^2 area of water surface in the 1st and 2nd crop of rice, respectively, in Pin-tung trial during this period, while approximately 49.4 and 31 sclerotia in the 1st and 2nd crop of rice, respectively, in Tai-chung trial. Eventually the number of floating sclerotia decreased and almost disappeared one month later. The total sclerotia floating on the irrigation water was estimated 4.7×10^7 sclerotia/ha at the 1st crop of rice with 14.1% of the disease, or 1.02×10^8 sclerotia/ha at the 2nd crop of rice with 23.2% of the disease in the Pin-tung trial, while 8.3×10^7 sclerotia/ha at the 1st crop of rice with 45.2% of the disease, or 4.6×10^7 sclerotia/ha at the 2nd crop of rice with 53.4% of the disease in the Tai-chung trial.

Since the northwest monsoon is usually stronger in the early stage of the 1st crop of rice, more sclerotia were collected from the southeast corner of the paddy-fields observed. It was thus concluded that the distribution of sclerotia of *R. solani* AG 1 on the water surface on the paddy-fields was greatly influenced by the direction and velocity of wind. The running direction of irrigation water played as the role of second importance.

The optimum condition for sclerotial formation on diseased stalk was found at 20-(24)-28°C with a relative humidity (RH) of 88%; approximately 11 sclerotia/stalk was observed at 24°C. The fungus produced more sclerotia at 12-(16)-24°C on potato-dextrose agar medium. Few sclerotia formed on the diseased plants at 32°C, but none was observed on potato-dextrose agar medium.

The sclerotia formed on the diseased plants were, however, partly dropped onto the soil in the field after harvest. The ratio between those remaining on the stubble and dropping onto the soil was found to be 8:1 in Ta-an, Tai-chung. It was found that about 28.6 sclerotia on each stabble after the harvest of the 1st crop of rice and about 46.8 sclerotia per stabble after the harvest of the 2nd crop of rice.

---

1. This study was supported in part by the National Science Council special research projects NSC-68B-0409-08(02) and NSC-68B-0409-08(03). Acknowledgement was also directed to the Chung Cheng Science and Technology Fundation for the financial grant to the first author through the period of this study.

2. Director of Tainan District Agricultural Improvement Station and Plant Pathologist of Taiwan Agricultural Research Institute, repectively.

The longevity of sclerotia was about 8 months in soil under the submerged condition. However, they survived longer than 2 years if they were placed on the soil surface instead of in the soil.

The pathogen was proved with a very wide host range. Winter crops of paddy-field such as potato, soybean, pea, corn, sorghum, flax and numbrous paddy weeds were included. Sclerotial formation was also found from some diseased plants, especially those of *Echinochlora crus-galli*.

The disease was the most prevalent at 28°C. The spot expanded rapidly at 24°C. No disease was observed at 12°C in 7 days after inoculation. Relative humidity 81-92% was the best condition for the disease development. Higher than RH 95% or lower than RH 65% was not suitable.

All rice varieties tested were susceptible to the disease. There was no difference on the disease incidence among 5 varieties tested, but lesion expansion was different with variety concerned.

Trichoderma harzianum was antagonistic to *R. solani* AG 1 with the mechanism of parasitism rather than antibiosis and competition. *T. viride* and *T. konigii*, the other hand, showed stronger antibiotic effect than parasitic effect to the pathogen. Application of *T. viride* to control both winter crop (flax) damping off caused by *R. solani* AG 1 and rice sheath blight was effective but was not statistically significant ($p=5\%$). More studies on the application technique are needed before the practical value of *Trichoderma* spp. as a biocontrol agent to *R. solani* AG 1 can be determined.