植保會刊 25:213～229 (1983)
Plant Prot. Bull. (Taiwan, R.O.C.) 25:213～229 (1983)

近年來本省 *Rhizoctonia* 屬病原真菌研究之回顧[1)]

杜 金 池　　張 義 璋

臺灣省臺南區農業改良場　　臺灣省農業試驗所

（接受日期：民國 72 年 9 月 8 日）

摘　　要

Rhizoctonia 屬植物病原菌以 *R. solani* 最爲重要，會危害水稻及多種雜糧作物、特用作物、蔬菜及果樹等，引起嚴重損失。本文將本省關於 *Rhizoctonia* 屬植物病原菌近年來的研究成果，分形態與分類學研究、生態學研究及防治研究等三大類有系統地整理，供爲各界今後研究之參考。

Rhizoctonia 屬以 *R. corcorum* 爲標準種，而以 *R. solani* 引起的植物病害最爲重要。目前 *R. solani* 分爲 5 個菌絲融合群，分別以 AG 1～5 表示之。*R. solani* 之有性世代一般認爲是 *Thanatephorus cucumeris*，但 Tu and Kimbrough 認爲 AG 1 是 *T. sasakii*，而 AG 4 亦曾被命名爲 *T. praticola*。*R. solani* 各菌絲融合群有性世代之歸屬與分類，目前尚無定論，應進一步研究澄清。

Rhizoctonia solani 是初級或兼性寄生菌 (Primative or facultative parasite)，腐生能力頗强，在旱田土壤內 30～60 公分深之植物殘體內，仍可發現其生存。在土中的族群密度會隨著季節而變化，亦因輪作制度及土壤狀況而發生差異。在水田內乾田期間 *R. solani* 之分佈以土壤表面最多，又最宜生存。積水期間 *R. solani* 在田間之分佈受風之吹向較灌溉水之流向影響更大。*R. solani* 之發病條件因作物之株齡，環境條件如溫度、土壤濕度及土中植物殘體或有機質之多寡及種類而異。

在防治上，過去的研究以藥劑防治爲主，水稻紋枯病之防治自從採用有機砷劑 Tuzet 開始，爾後陸續有多種殺菌劑被採用。旱地作物之防治則以土壤處理劑爲主，而杉木苗立枯病則輔以種子浸種法，以達有效防治。利用抗病性品種來防治是多年來研究的目標，但到目前仍然尚無抗病性品種可資利用。生物防治方法之研究亦爲近年來的主要研究項目之一，可惜此方面的研究尚未獲得突破性成果，極待吾人今後繼續努力。

（關鍵字：*Rhizoctonia solani*，分類、生態、寄主範圍、生物及化學防治。）

ABSTRACT

C. C. Tu and Y. C. Chang (1983) **A Review on the Research of Plant Pathogenic *Rhizoctonia* in Recent Years in Taiwan.** Plant Prot. Bull. (Taiwan, R.O.C.) 25:213～229. (Tainan District Agricultural Improvement Station and Taiwan Agricultural Research Institute)

1) 本文爲民國 72 年 1 月 24 日第一屆土壤傳播性病害研討會之專題報告。

Rhizoctonia solani is the most important plant pathogen in the form-genus *Rhizoctonia*. The fungus attacks rice, numerous dry-land crops, vegetables. and fruit trees resulting in the decrease of yield. This paper provides information on research progress of *R. solani* in Taiwan.

The form-genus *Rhizoctonia* was established with *R. corcorum* as type species in 1815. *R. solani* has been known as the most important pathogenic *Rhizoctonia* since Kühn found it associated with potato root in 1858. *R. solani* has been divided into five anastomosis groups, known as AG 1, 2, 3, 4, and 5. Although *Thanatephorus cucumeris* is commonly recognized as the sexual state of *R. solani*, Tu and Kimbrough established *T. sasakii* as the sexual state of *R. solani* AG 1 in 1978. Besides, *T. praticola* was announced as the sexual state of *R. solani* AG 4 in 1956. However, there is still no final conclusion on the controversy on the sexual state of different anastomosis groups of *R. solani*, especially on *R. solani* AG 1.

Rhizoctonia solani is known as a primative or facultative parasite with a rather strong competative saprophytic ability. It has been found to survive in the plant debries 30-60 cm deep in soil. The field population of the fungus is influenced by the season, rotation system, and soil condition. *R. solani* survives mostly on the soil surface in the paddyfield. Its distribution is greatly influenced by the wind direction. The outbreak of *Rhizoctonia* disease is determined by various factors, such as plant-age, temperature, soil moisture, and the quantity and quality of plant debries and organic matters in soil.

For the control of *Rhizoctonia* diseases, efforts have been concentrated on the chemical control. An arsenic compound "Tuzet" was first recommended for the control of rice sheath blight in 1958. Since then numerous fungicides have been recommended. Soil treatment and seed dressing were used for the control of *Rhizoctonia* diseases of crops except rice. Search of varieties resistant to *Rhizoctonia* diseases on rice and various economic host plants have been done, but commercial resistant varieties have not been obtained yet. Efforts have also been paid on the biological control of the disease, however, more studies is needed in this field.

(Key words: *Rhizoctonia solani*, classification, ecology, host range, biological and chemical controls.)

前　　言

Rhizoctonia 屬眞菌爲世界各地旱田作物的重要土壤傳播病原菌。本省農作物一向以水稻爲最大宗，因而 *R. solani* AG 1 引起的水稻紋枯病，遂成爲本省首要的 *Rhizoctonia* 類病害。近 20 年來，雖然花費大筆防治經費，每年平均發病面積仍高達 124,171 公頃；其中 1969 年發病面積最大，爲 214,951 公頃。本省水稻紋枯病歷年發病面積，詳列如表 1[20, 21]。

對本省旱田作物而言，*R. solani* 引發的腰折病，曾嚴重威脅纖維作物的栽培[2]。*R. solani* 亦侵害一般蔬菜，危害情形雖非嚴重却

表 1. 近 20 年本省水稻紋枯病發生情形

Table 1. The incidence of sheath blight of rice in Taiwan in last 20 years

年別 Year	第一期作 First crop			第二期作 Second crop		
	栽培面積 Crop area 公頃 (ha)	發病面積 Infected area 公頃 (ha)	防治面積 Area of fungicide applied 公頃 (ha)	栽培面積 Crop area 公頃 (ha)	發病面積 Infected area 公頃 (ha)	防治面積 Area of fungicide applied 公頃 (ha)
1963	315,019	10,796	13,983	434,201	58,523	63,171
1964	332,178	14,017	18,327	432,757	83,345	135,575
1965	329,683	28,887	34,431	443,235	71,803	133,268
1966	339,745	47,656	92,159	448,890	72,050	242,463
1967	337,376	87,472	281,556	449,721	79,164	469,412
1968	340,089	70,931	207,115	449,817	105,683	505,187
1969	341,877	110,334	356,496	444,715	104,617	539,321
1970	341,224	62,707	249,011	434,915	99,005	431,025
1971	333,621	66,715	250,884	419,830	72,879	327,018
1972	329,610	80,897	405,006	411,960	55,743	492,531
1973	324,331	63,412	399,139	399,833	63,092	554,929
1974	345,275	59,432	373,325	432,574	81,750	618,178
1975	358,087	60,577	463,088	432,161	90,137	917,317
1976	361,401	49,320	415,266	424,942	55,734	687,314
1977	357,871	54,172	384,346	419,738	56,321	594,872
1978	352,177	47,266	375,611	440,131	49,555	571,503
1979	338,804	51,409	327,153	381,808	54,683	447,171
1980	327,372	42,789	330,860	310,065	42,912	314,019
1981	—	47,971	303,025	—	48,637	444,700
1982	—	36,961	295,001	—	44,074	409,895

極普遍，往往造成缺株而致減產。馬鈴薯黑痣病使塊莖畸型，失却商品價值並導致減產，是本省馬鈴薯的主要病害之一。旱田作物的雜糧如綠豆及高粱亦遭受 *R. solani* 的嚴重危害。因而 *Rhizoctonia* 類的病害可發現在各種農作物上，無論水稻、雜糧、蔬菜及果樹均有發生。本文謹就近年來有關 *Rhizoctonia* 屬眞菌研究結果，加以整理，期供爲有關先進學者今後研究之參考。整理時難免有不周或遺珠之憾，尙請各位同道先進賜諒並予補正。

形態與分類學之研究

近緣種間之鑑別：

Rhizoctonia 屬眞菌係 1815 年 De Candolle 氏以 *R. corcorum* De ex Fr. 爲標準種 (Type species) 而設立的。這一屬的鑑定，除了不產生無性胞子外，De Candolle 氏又設立了兩項依據：(1)可產生結構均勻的菌核，並可自菌核產生菌絲，(2)菌絲常和活植物的根在一起。1915年 Dugger 氏有鑑於 De Candolle

氏的鑑定依據太籠統，因此他强調營養菌絲的特徵而補充三點：(1)菌絲的分枝在其起源處有縊縮(Construction)，(2)菌絲分枝在距起源不遠處有隔膜(Septum)，(3)菌絲常成直角或銳角分枝等。雖然 *Rhizoctonia* 的鑑定依據再予加强，仍有很多不產生「無性胞子」的菌類，也或多或少有類似上述的菌絲和菌核的特徵，所以100多年來被鑑定是 *Rhizoctonia* 的菌類，包括植物寄生菌和腐生菌，大約有100種之多。這衆多的種之間因缺乏明顯的特徵可資識別，所以種間的鑑定很是困難。因此在目前，*Rhizoctonia* 屬包含有很多的種（Species），而種和種之間往往沒有關係或甚至相反關係的集合菌屬[5]。

Rhizoctonia solani 是 *Rhizoctonia* 屬最重要的植物病原菌，自1858年經 Kühn 氏記載爲馬鈴薯黑痣病原菌以來，是鑑定上最引起糾紛的一種。晚近 Parmeter 和 Whitney 氏重新整理 *R. solani* 之分類特徵，認爲應具有下列特徵：(1)營養菌絲細胞多核，(2)菌絲隔板具有擔子菌特有之隔膜孔構造(Dolipore septum)，(3)菌絲分枝經常發生在先端細胞之隔板附近，(4)分枝菌絲基部有縊縮，並距主軸不遠處有隔板，及(5)菌叢呈現褐色等基本主要特徵，而且有性世代必須是 *Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk 才能認定。上述各項特徵之觀察，除細胞核數和有性世代兩項外，均不難進行。營養菌絲細胞核之染色可採用 HCl-Giemsa 或 Aceto-orcein 等，但手續較麻煩而不易成功。Tu 和 Kimbrough 氏以1% Aniline blue 之酸化染色液，直接染色細胞核，手續簡單，染後立可觀察，效果甚佳。同時，又可染出菌絲隔膜孔構造，改良了鑑定工作[5,28]。

Rhizoctonia solani 的有性世代爲 *T. cucumeris* 其擔子器世代在自然界鮮少發生，故該菌有性世代之觀察大都依賴人工催生法在研究室內催誘產生。*Thanatephorus* 屬曾被列爲 *Hypochnus*（因異義名，已不再使用），*Corticium, Botryobasidium, Pellicularia*（因混義名，已不再使用），*Ceratobasidium* 等，最後才被訂名爲此。事實上，*Thanatephorus* 和 *Waitea, Uthatobasidium, Ceratobasidium, Athelia, Botryobasidium* 等屬的擔子器都是很相似的。其區別應就營養菌絲之形態和細胞核之數目，菌絲隔膜孔之構造，菌核形成過程和構造，擔子器形態和擔胞子形態加以比較區別（圖一）[5,29,32]。

目前 *T. cucumeris* 是作爲集合種(Collective species) 加以處理，包括 *T. praticola, Corticium microsclerotia, C. sasakii, C. areolatum* 和 *P. filamentosa* f. sp. *timsii*。杜氏曾以改良之土壤誘生法，誘生 *T. praticola* 和 *C. sasakii* 之有性世代，認爲以目前之證據，*T. praticola* 不應列在 *T. cucumeris* 之內。又水稻紋枯病菌 *C. sasakii* 無論就營養菌絲細胞化學反應、菌核構造、擔子器之大小和形態、以及擔胞子之形態和性狀等，和 *T. cucumeris* 完全不同（圖二、表二），故其學名應爲 *T. sasakii* Tu and Kimbrough。在日本關於水稻紋枯病原菌之分類歸屬亦仍然爭論不休，而尚未獲最後結論。因目前許多學者均同意視水稻紋枯病原菌爲 *R. solani*，使 *R. solani* 種內菌株間之特性更趨複雜，種內歸類工作更爲重要[5,6,29,30,31,32]。

種內鑑別——菌絲融合群：

國外許多學者分別以菌株間之培養型、病原性、生態特性、生理及形態特徵爲依據，進行 *R. solani* 之種內歸類，雖均能獲得結果，但不同學者常得到不同，甚至相反的結論[5,6]。本省有關 *R. solani* 種內歸類之報告甚少。簡及鍾氏比較本省各地305個紋枯病原菌純系菌株之培養特性，歸分爲7個培養型，再由7個培養型中各選出一個菌株，接種於稻熱病菌生理小種之16個鑑別品種上，得到6個生理小種[22]。徐氏報告，馬鈴薯黑痣病病原菌依據其生長溫度及菌落形態，歸成6個培養種[11]。韓氏報告，大豆大粒菌核病菌（*Pellicularia sasakii*）菌株間對大豆之病原性，略有差異[25]。但並未提及歸類之依據。杜氏研究纖維作物腰折病時，發現8個分自不同纖維作物之菌株，對棉花及黃麻不同生育期之病原性，確有差異之事實，但棉與黃麻之生育狀態將影響其感

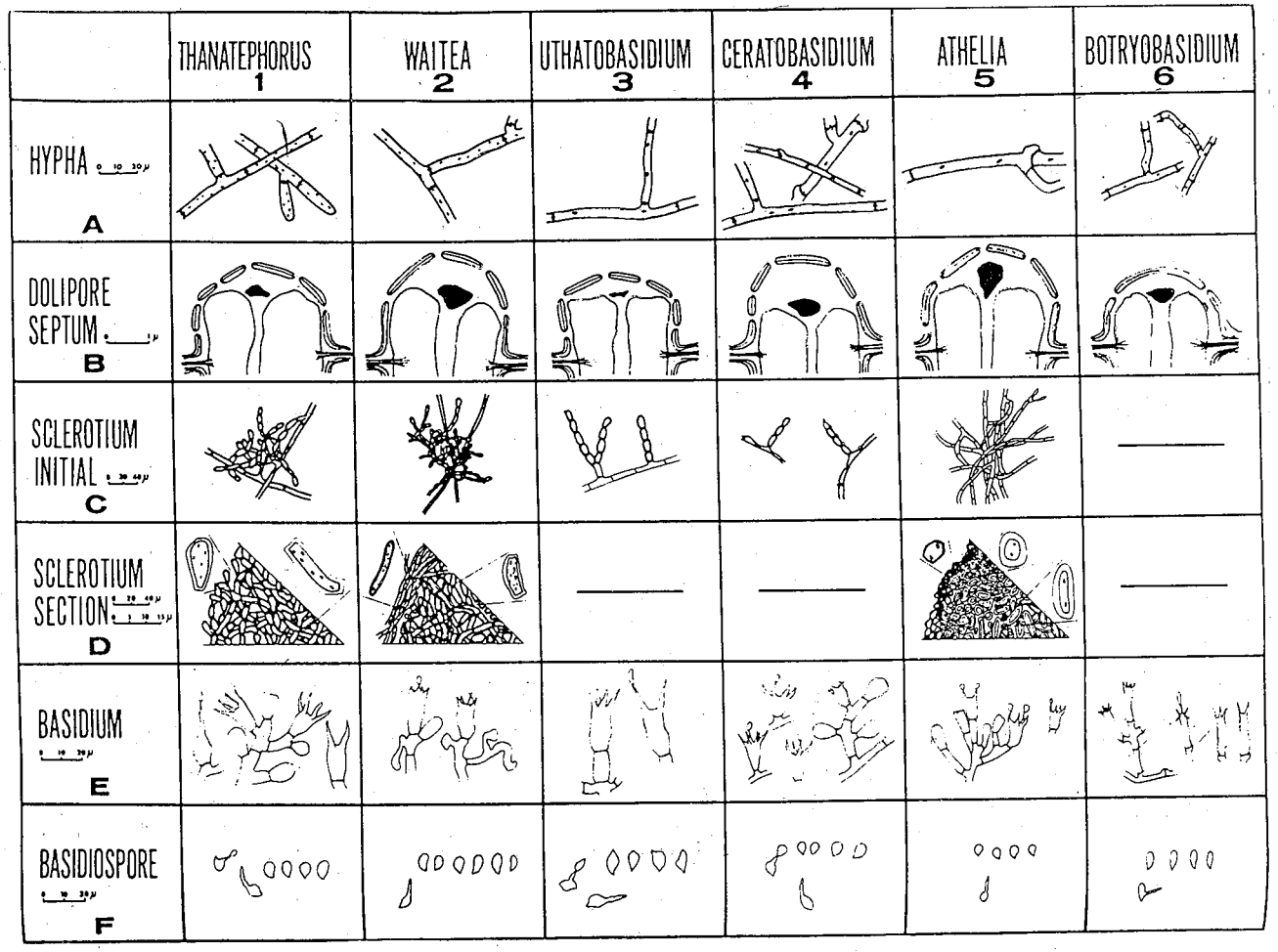


圖 1. "*Rhizoctonia* complex" 各菌屬有性和無性世代菌體之比較[5,32]

Fig. 1. A comparison of sexual and asexual structures of some genera in the *Rhizoctonia* complex.[5,32]

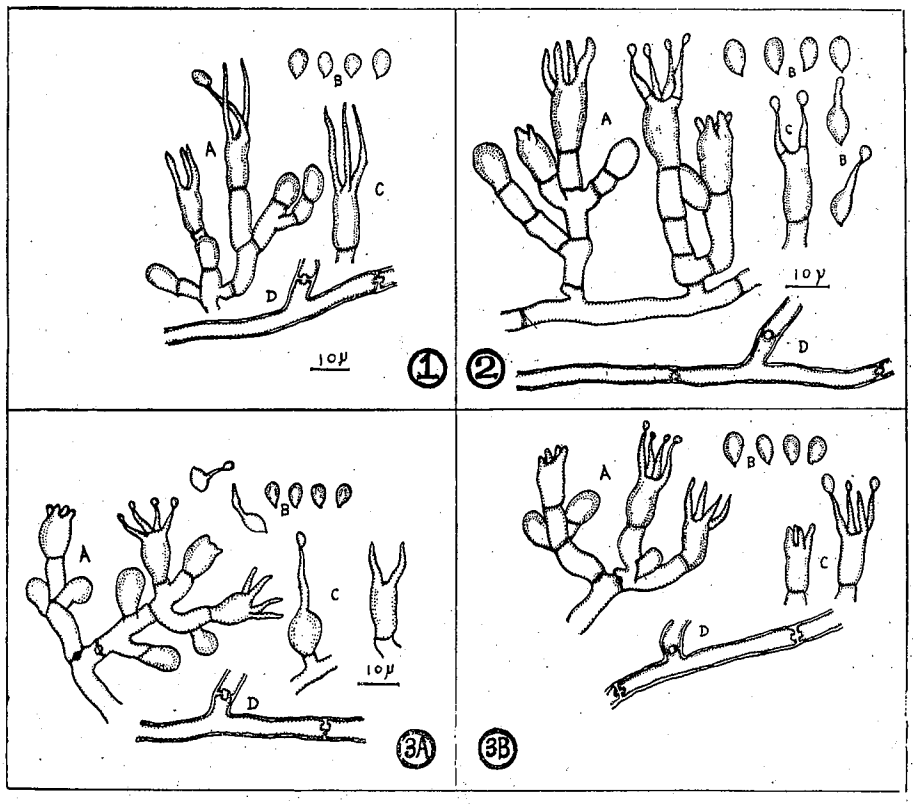


圖 2. ① *Thanatephorus praticola*. A. 擔子柄分枝，B. 成熟擔胞子，C. 成熟擔子柄，D. 營養菌絲[5]。
② *Thanatephorus sasakii*. A. 擔子柄分枝，B. 成熟擔子器，C. 成熟擔胞子，D. 擔胞子發芽情形，E. 營養菌絲[5]。
③$_A$ *Thanatephorus cucumeris* isolate k-1. A. 擔子柄分枝，B. 成熟擔胞子柄，C. 擔胞子發芽情形，D. 成熟擔胞子，E. 營養菌絲[5]。
③$_B$ *Thanatephorus cucumeris* isloate Ftcc 658. A. 擔子柄分枝，B. 成熟擔子柄，C. 成熟擔胞子，D. 營養菌絲[5]。

染性[2,3]。利用上述諸性狀爲歸類依據，因常受環境因子或所採用材料之影響，及*R. solani*本身爲異核體(Heterokaryon) 變異性大之關係，而效果不彰。杜及張氏報告*T. cucumeris*之同一菌株之單擔胞子後代間，無論形態，培養性狀、抗藥性及病原性等均有差異[9]。這一事實更指出種內歸類之困難性。

依據菌株間是否會菌絲融合而將*R. solani*行種內歸類，因方法簡單易行又容易正確判斷，而且群內各菌株遺傳性狀相近，形態、生理及生態等諸性狀亦較類似，故目前普遍受到各界所支持。杜及張氏將臺灣之 *R. solani* 266 菌株中之 253 菌株歸類爲 5 群 (TRAG 1～TRAG 5)，僅 13 菌株因不與上述 5 群之任何菌株發生菌絲融合而尚未歸類[6,33]。杜及張氏復以臺灣 *R. solani* 各菌絲融合群之代表菌株與日本生越氏之各菌絲融合群代表菌株行菌絲融合試驗，確定它們與日本之 5 個菌群相當。同時，推論臺灣 *R. solani* 菌絲融合之歸類，與歐洲、北美洲及日本等都是相同的（表三）[6,33]。

寄主與菌群分佈：

Rhizoctonia solani 是農作物的重要土壤傳播性病菌，具有雜食性 (Omnivorous) 的兼性寄生菌 (Facultative parasite)。吳氏將

表 2. *Thanatephorus cucumeris* 和 *T. sasakii* 形態學上之比較[5]

Table 2. The comparison of morphology between *Thanatephorus cucumeris* and *T. sasakii*[5]

	Thanatephorus cucumeris	*Thanatephorus sasakii*
營養菌絲直徑 (μm) Diameter of vegetative hyphae	(5.0−) 7.2 (−13.5)	(5.5−) 9.0 (−14.0)
營養菌絲每節細胞核數 Nuclear number of hyphae cell	(3−) 7 (−18)	(5−) 9.0 (−14)
菌絲細胞化學反應 Neutrallipid (Sudan 4) Cytochemical reaction of hyphae	−	+
菌核構造 Sclerotial structure	稀鬆型 loose type	原始殼皮型 primitive rind type
擔子器 (μm) Basidia	8.7−17.6 × 6.1−10.0	10.0−22.5 × 7.0−10.5
擔子器直徑/著生菌絲直徑 Diameter of basidia/diameter of suporting hyphae		1.0−1.5
擔胞子柄 (μm) Sterigmata	6.7−17.0 無或鮮有隔膜 no or few septa	9.0−25.0 常有隔膜 often contain septa
擔胞子 (μm) Basidiospore	5.0−10.0 × 3.7−7.5	7.5−10.7 × 4.5−6.0
其他 Others	未見有已中空而崩毀的擔子器尙附有成熟胞子 no mature basidiospore attached to collapsed basidia	常見有中空而崩毀的擔子器附有成熟胞子 many mature basidiospores attached to collapsed basidia

表 3. 臺灣 *Rhizoctonia solani* Kühn 之菌絲融合群 (TRAG) 與前人報告者比較[6,33]

Table 3. A comparison of five anastomosis groups of *Rhizoctonia solani* from Taiwan with previously reported ones[6,33]

杜、張 Tu & Chang (1977)	Schultz (1936)	Richter & Schneider (1953)	Parmeter et al (1969)	生 越 Ogoshi (1977)	渡邊、松田 Watanabe & Matsuda (1966)
TRAG-1	I (var. *hortensis*)	A	AG-1	AG-1	Sasakii type (IA) Web-blight type (IB)
TRAG-2	II (var. *brassicae*)	D (Crucifer group)	AG-2	AG-2 Type-1 AG-2 Type-2	Winter crop type (IIA) Rush Type (IIIB) Root rot type (IV)
TRAG-3	III (var. *typica*)	E (potato group)	AG-3	AG-3	Potato type (IV)
TRAG-4	IV (var. *cichorii endiviae*)	G	AG-4	AG-4	Praticola type (IIIA)
TRAG-5		B[a]		AG-5	

a) 僅係推測，需進一步試驗比較才能確定。
A further test is needed in this case.

表 4. 臺灣 *Rhizoctonia solani* Kühn 供菌絲融合試驗菌株之寄主植物(科)[6,33]

Table 4. The host plants (Family) of the anastomosis groups of *Rhizoctonia solani* Kühn[6,33]

寄主 Host	菌絲融合群 Anastomosis group a)				
	TRAG-1	TRAG-2	TRAG-3	TRAG-4	TRAG-5
Compositae 菊科				×	
Cruciferae 十字花科		×			
Cucurbitaceae 葫蘆科				×	
Cyperaceae 莎草科		×			
Graminaceae 禾本科	×				
Leguminosae 豆科	×				×
Liliaceae 百合科				×	
Linaceae 亞麻科	×	×		×	
Malvaceae 錦葵科				×	
Solanaceae 茄科	×	×	×	×	
Tiliaceae 田麻科				×	

a) ×表示寄主植物科別
The host family

表 5. 田間馬鈴薯自然發生之黑痣病病原菌之菌群分佈比例[7,8,13]

Table 5. Distribution of anastomosis groups of *Rhizoctonia solani* causing black scurf of potato in fields[7,8,13]

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

水稻紋枯病菌以人工接種到馬鈴薯上致病[35]。同氏並報告紋枯病菌可降低 24 種本省作物之發芽率[38]。杜氏報告 *Pellicularia filamentosa*（原爲*R. solani*之同義名）之 8 菌株分離自一般纖維作物，6 菌株分離自其他作物，其寄主範圍均相一致，惟菌株間對各類作物呈現强弱不一之病原性[2,3]。杜及張氏以各菌絲融合群之代表菌株接種水稻，除第 2 群（TRAG 2）之三個菌株未見病斑外，其餘各菌群均能引起程度不同之病斑[6]。晚近，游氏在本省中部，即臺中改良場試驗田發現褐色紋枯病，病菌與日本發生者相同，歸屬第 2 群（AG2)[44]。因此，5 個菌群均可感染水稻，已無可置疑，惟田間水稻上仍以第一群（TRAG 1）爲主要病原菌[6,7,8,33]。由田間分離 *R. solani* 之頻率發現，第 1 群及第 4 群之寄主範圍頗廣泛，分別至少有 4 科 7 屬及 7 科 8 屬之多；其次爲第 2 群至少有 4 科 5 屬；第 3 群及第 5 群目前只分別在馬鈴薯及大豆上分離得到。各菌群之寄主植物的科別如表四所示[6,33]。相似地，同一作物亦可同時有不同菌群寄生，惟其寄生比例不同而已，如馬鈴薯黑痣病病原菌包含 4 個菌絲融合群（TRAG 1～TRAG 4），詳表五所示[7,8,13]。

生態學之研究

土壤中之分佈：

Rhizoctonia solani 是一種高效能的腐生菌，但也具有相當的寄生能力。在整個過程中，寄生性只是腐生性的偶發現象而已。因此*R. solani* 乃被稱爲“初級”或“兼性”寄生菌（Primative or faculative parasite)。作物收穫後殘體埋入土中，即可當爲本菌的腐生基質，例如將 2～3 cm 長的新鮮亞麻桿埋入土中後，釣取 *R. solani* 之比例甚高[8]。*R. solani* 可爲害植物的莖基部，亦可寄生於根部或地下莖[13,38]。杜氏發現本菌自土壤表面到 6 公分深的土壤內最爲活躍[5]。同氏又報告在甘蔗、大豆、白菜、高粱、胡麻、花生、甘藷及瓊麻田 30 公分深土壤內的植物殘體上，發現有本菌著生的情形。甚至深埋 60 公分土中之植物殘體，也偶可分離而得[5]。

Rhizoctonia solani 在土中的族群密度，隨著季節變化甚大。吳氏報告，本省臺中縣水稻與馬鈴薯輪種田，*R. solani* 在田間的數量在 9 月最多，在 4 至 5 月時最低[37]。杜氏報告，*R. solani* 在田間土壤中之消長，主要受作物輪栽方式及土壤狀況之影響。種植水稻使田間積水可抑制 *R. solani* 之繁殖，降低土壤內菌絲密度。連續種植兩期水稻後，使菌絲密度由原來之 10.5% 降爲 0.5% 左右，當播種大豆一個月後菌絲密度由 0.5% 劇增爲25.5%，大豆收穫時又回降爲 4.5%。鐘麻與棉輪栽時，鐘麻播種一個月後，土中菌絲密度從原來 10.5% 升爲 37%，第二個月以後逐漸降低，至收穫時僅約 4.5% 左右。但種棉後二個月，菌絲密度又回升爲 19%，當收穫後又降爲 6.5%。田間休閒期 *R.* solani 在土中之密度，均呈下降趨勢[4]。

環境因子之影響：

I. 旱 田：

Rhizoctonia solani 引起旱地作物苗期腰折病之易否，受苗齡、溫度、土壤濕度及土中植物殘體等之影響。杜氏報告，棉以苗齡愈小，罹病愈容易；黃麻則以發芽後 5～15 日之間罹病指數最高，過此時期，雖亦可發病，但其程度急劇降低[2]，同氏又報告，黃麻幼苗在土壤溫度 10～35°C 均可發生腰折病，23～27°C 最適宜發病，而以 25°C 發病最激烈；土壤濕度以 10～45% 含水量均可使黃麻幼苗發生腰折病，在此範圍含水量愈少發病愈烈，20%含水量發病最多，10%含水量時因幼苗萎凋增加死亡[3]。韓氏報告，土壤濕度爲70.1～94.5%時，大豆幼苗最易受 *R. solani* 感染而使莖之地基部壞疽，且 70.1% 者具有最高之發病率記錄；葉部病勢發展之適溫爲 24～32°C，而以 28～30°C 爲最適宜[25]。杜氏等報告，各種不同腐化程度之植物殘體的抽出液，對苗期腰折病之影響，不同作物間之反應互有差異。鐘麻殘體腐化 7 天後的抽出液，有利於*R. solani* 侵染鐘麻及大豆；甘蔗腐化殘體抽出液，對*R. solani* 侵染大豆或鐘麻均無影響。大蒜和玉米之腐化殘體抽出液，有利於 *R. solani* 侵染大

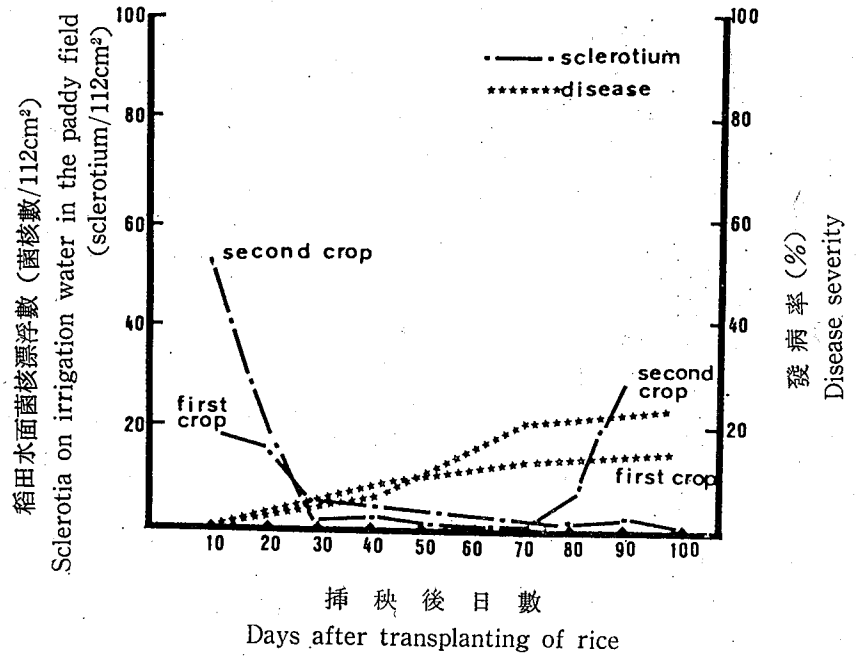


圖 3. 屏東麟洛試驗田菌核數與紋枯病之發生消長[8]

Fig 3. Relation between sclerotial population of the pathogen and disease severity in Pin-tung trial (two years average)[8]

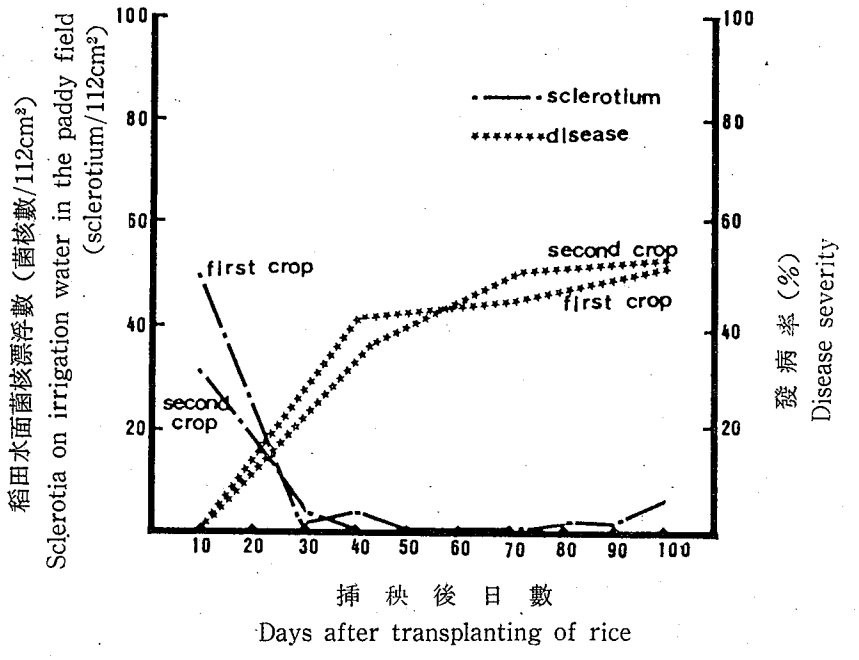


圖 4. 臺中大安試驗田病原菌菌核數與紋枯病之發生消長[8]

Fig 4. Relation between sclerotial population of the pathogen and disease severity in Taichung trial (two years average)[8]

豆莖，但不影響侵染鐘麻莖[10]。

II. 水 田：

雖然種植水稻期間，田間積水可降低土壤內菌絲密度，但稻紋枯病菌(*R. solani* AG 1)的自然菌核大都漂浮水面，當漂至稻株上即附着在葉鞘上，環境適宜即可致病而繁殖大量菌核，增加其族群密度。杜及張[7,8]累積兩年兩地之試驗結果，發現植稻期間田水中漂浮的紋枯病菌菌核量，以整田至插秧期間含量最多。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，如圖三及圖四所示。此時，除少部份菌核附著在稻株上外，大部份被漂到

表 6. 水稻插秧後 50 日內紋枯病菌菌核在稻田中之分佈[7]

Table 6. The distribution of the sclerotia of *Rhizoctonia solani* TRAG 1 in the paddy 50 days after transplanting[7]

稻田中菌核分佈 Sclerotium distribution in paddy	屏 東 Pin-tung					大 安 Ta-an				
	插秧後日數 Days after transplanting					插秧後日數 Days after transplanting				
	10	20	30	40	50	10	20	30	40	50
第一期作 First crop rice										
西南角 Southwest	2.0[a]	4.8	3.8	3.0	2.0	79.8	32.3	0	3.5	0
西北角 Northwest	17.3	16.3	15.8	9.0	7.3	40.3	77.0	0.3	13.0	0
東北角 Northeast	16.3	15.3	4.8	4.8	3.8	50.0	25.8	0.5	4.3	0
東南角 Southeast	63.5	100.8	22.0	13.3	10.8	167.8	94.8	1.8	8.3	0
田中心 Center part	12.5	3.0	0	4.0	3.0	54.3	4.0	0.3	0.3	0
平均 Average	22.3	28.0	9.3	3.6	5.4	38.4	47.6	0.6	5.9	0
LSD 顯著值 LSD Significance 5%	31.6	26.7	9.1	7.8	5.9	69.1	76.9	—[b]	—	—
LSD 顯著值 LSD Significance 1%	52.5	44.4	15.1	13.0	9.7	114.7	—	—	—	—
第二期作 Second crop rice										
西南角 Southwest	98.5	16.5	1.8	0.5	2.5	18.8	1.0	0	0	0
西北角 Northwest	93.0	77.3	2.5	3.8	5.0	16.8	2.8	0.3	0	0.3
東北角 Northeast	75.0	4.8	2.8	6.0	5.5	19.3	4.5	0.8	0	0
東南角 Southeast	70.8	19.0	5.3	4.3	2.0	24.8	4.0	1.3	0	0.8
田中心 Center part	59.8	11.3	0	1.0	5.8	28.3	2.8	0	0	0
平均 Average	79.4	25.8	2.2	3.1	4.2	21.6	0.3	0.5	0	0.2
LSD 顯著值 LSD Significance 5%	—	25.4	—	—	—	—	—	—	—	—
LSD 顯著值 LSD Significance 1%	—	42.2	—	—	—	—	—	—	—	—

a) 表中所列數字係 4 個捕集網 10 天所捕集之活菌核數目平均。 The average number of viable sclerotia from four sclerotium-traping cages collected in 10 days.

b) 未達顯著標準。 no significance.

四周田埂上，成爲無效感染源。第一期作初期，西北季風較强，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。因此，菌核在稻田水面之分佈受風向及風速影響頗大（表六）。灌溉水次之。

水稻揷秧後 15～30 天，附著在稻株上的菌核即開始侵染水稻致病。分蘗盛期後，稻叢間濕度加大，有利紋枯病病勢進展，一方面病勢往上行垂直擴展，並利用稻叢間交織的稻葉爲工具，進行稻叢間的第二次感染，即水平擴展[7,8]。相對濕度在 81～92% 時最有利紋枯病之發生（表七）[7,8]。溫度 28°C 最適宜發病，24°C 病斑擴展最迅速，12°C 以下在接種 7 天後尙未見發病（表八）[7,8]。水稻以抽穗期最

表 7. 相對濕度與水稻紋枯病發病之關係[a)][7,8]

Table 7. The relationship between relative humidity and disease incidence of rice sheath blight[7,8]

相對濕度（%） Relative humidity	發病率 % of disease	病斑大小（cm²） Size of spot
100	53	1.7-(3.1)- 5.7 × 0.2-(0.4)-0.7
98.3	40	1.6-(3.2)- 6.2 × 0.2-(0.3)-0.4
95	40	2.7-(5.4)- 7.2 × 0.2-(0.4)-0.5
92	93	2.0-(4.8)- 8.1 × 0.2-(0.4)-0.5
88	100	4.7-(10.4)-15.5 × 0.3-(0.5)-0.8
81	100	4.2-(9.2)-13.8 × 0.4-(0.5)-0.6
65	73	2.1-(7.0)- 9.5 × 0.3-(0.4)-0.5
55	67	4.2-(6.5)- 9.3 × 0.2-(0.4)-0.5

a) 1. 水稻品種爲臺南 5 號，稻齡 63 天。 Rice plants were variety Tainan 5 and were 63 days old.
2. 接種後 5 天之調查結果。 The data was recorded on 5 days after inoculation.

表 8. 溫度與水稻紋枯病發病之關係[a)][7,8]

Table 8. Effect of temperature on the disease incidence of rice sheath blight[7,8]

溫度(°C) Temperature	發病率 % of disease	潛伏期（天） Incubation period (day)	病斑大小（cm²） Size of spot	平均菌核產生數/株 Number of sclerotia/stem
12	0	—	—	—
16	42	2	0.5-(3.8)-9 × 0.5-(0.7)-1.5	0
20	94	2	2-(8.1)-15 × 0.5-(1.2)-1.8	10
24	94	2	4-(15.7)-26.5 × 0.5-(1.0)-2.0	11
28	100	2	3-(7.7)-13 × 0.5-(1.0)-1.2	9
32	85	2	1-(6.6)-14.5 × 0.2-(0.7)-1.5	3
36	64	2	0.5-(4.3)-13 × 0.2-(0.4)-1.0	0

a) 1. 水稻品種臺南 5 號，稻齡 63 天。 Rice plants were variety Tainan 5 and were 63 days old.
2. 發病率及病斑大小均爲接種 5 天之結果。 Percentage of disease and size of spot were recorded on 5 days after incoculation.
3. 菌核產生數爲病株累計產生數。 amount of sclerotia was caculated as a total number on one diseased stem.

表 9. 稻紋枯病在不同水稻生育期之病勢進展[43]

Table 9. Sheath blight disease development in rice plant of different growth stages[43]

Growth stage at time of inoculation	Means lesion length (cm) at days after inoculation[a,b]			
	3	5	7	9
Heading stage	0.7[a]	6.6[a]	20.1[a]	32.0[a]
Booting stage	0.3[a]	6.4[a]	16.1[a]	24.0[b]
Maximum tillering stage	0.2[a]	3.2[b]	9.7[b]	15.4[c]
Maximum tillering stage (leaf sheaths loosened artificially)	0.7[a]	7.2[a]	19.5[a]	29.7[a]

a) Means followed by the same letter in each column are not significantly different at 5% level (Ducan's multiple range test).

b) Ten rice plants were inoculated for each treatment.

表 10. 植株密度影響相對濕度及温度與紋枯病病勢進展之關係[42]

Table 10. Effect of plant density on relative humidity and temperature in relation to sheath blight disease development[42]

Treatment	Temperature (°C)	Relative humidity (%)	Plants inoculated (no.)	Plants infected (no.)	Mean lesion length[a] (cm)
Inoculated plants were placed among the plants with high number of tillers	28.4	100	22	22	6.4a
Inoclated plants were placed alone	29	96	24	23	2.9b

a) Means followed by the different letters are significantly different at the 5% level.

表 11. 紋枯病菌菌核在不同土壤深度中之存活率（自然狀況下）[a][3]

Table 11. 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)	處理後月數 Months 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.

感病，孕穗期次之，分蘗期再次之。同時，稻葉鞘的緊密度對紋枯病之病勢進展有很大影響（表九）[43]。水稻的密度影響叢間的溫度及濕度，間接地影響紋枯病的病勢進展（表十）[42]。

一般而言，發病莖率與被害度成正相關，但其關係受環境因子影響頗大，水稻生育後期環境不適於紋枯病病勢進展時，將降低其相關性[15]。

稻紋枯病病株遇雨天或濕度大時，發病7天即可陸續在病斑上有成熟菌核形成。雖然病菌在 PDA 上形成菌核的最適溫度爲 16°C，但在病莖上則以 24°C爲最適溫度（表八）[8]。形成的菌核受風或人畜等外力使其脫落，揷秧後70～80天稻田水中菌核密度，又呈不規則之升高（圖三及圖四），此時菌核發芽率約爲 90～100%[7,8]。簡氏等估計發病率 28.5% 時，每公頃稻田可產生 200 萬個菌核[18]。杜及張氏報告，紋枯病發病率 18% 時，每公頃產生的菌核量高達 300 萬個之多[7]。水稻收穫後，大部份菌核掉落稻椿中，並殘存在其上。收穫時菌核發芽率約爲 90～100%，至下期揷秧時降爲 70～80%，分蘗期約 50～75%。菌核被埋入積水狀況之砂土中約可活8個月，在土表面則可活2年之久（表十一）[8]。

防治研究

藥劑防治：

本省作物之 *R. solani* 病害，以稻紋枯病爲最重要，其防治工作亦最受重視。陳及簡氏於 1958 年經二期田間試驗，發現有機砷劑 Tuzet 對稻紋枯病有防治效果，因而登記爲推廣藥劑[12]。隨之，透過委託試驗陸續有 Asozin（1962年），Mon（1963年），Neo Asozin（1963年），Urbazid（1964年），Mon San（1965年）及Mongare（1969年）等新的有機砷劑，被登記推廣。非有機砷防治藥劑，抗生素 Polyoxin 具有防治效果，但防治次數比砷劑多2次，於1967年被列爲防治參考藥劑，至1976年始被登記爲正式推廣藥劑。其他非有機砷劑如 Ohric（1971年），Tachigaren（1972年），Validacin（1978年）及 Benlate（1978年）等陸續被登記推廣[19]。

旱作幼苗腰折病或立枯病之防治。鐘麻自1964年開始有防治藥劑施美農（有機汞劑），1967 年增列 Ground, PCNB 及 TMTD 等3種藥劑。黃麻腰折病於 1965 年開始推廣 Delsan 及有機汞劑谷樂生及利我農等。杉木幼苗立枯病自 1960 年起即利用有機汞劑谷樂生浸種及灌注土壤；並用硫酸鋁或硫酸亞鐵等酸化劑處理土壤，改變土壤 pH 值；1968年開始推廣利用 Vapam 爲土壤燻蒸劑。高粱紋枯病自 1976 年起登記包括 Mon, Neo Asozin 及 Mon San 等爲防治參考藥劑。菊花苗腐病於1978年推廣以 Bavistin 或 Bavistin C 或 C65 等藥劑於扦揷後噴洒；1981 年增列推廣以 Neo Asozin 液浸漬揷穗，再以加 Benlate 及 NAA 之滑石粉末沾於切口。除了以上各病害外，尚無其他作物之 *R. solani* 病害有正式推廣防治方法[19]。

有關防治時機與病害損失之研究，蔡氏報告水稻在不同時期感染或接種紋枯病時，以分蘗期及孕穗期發病者損失最大。臺南5號損失可達 44%；臺中在來1號可達 30% 左右。若病斑到達劍葉，或由下而上第4葉片或第2葉片時施藥，臺南 5 號在第一期作之損失各爲 43.0，22.3 及 9.0%；第二期作各爲 31.9，16.3 及 10.1%。臺中在來1號在第一期作之損失各爲 32.9，27.5 及 8.5%；第二期作各爲 26.2，11.3 及 6.6%。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[15]。

抗病品種：

目前各作物之 *R. solani* 病害尚無抗病品種可資利用。而主要的 *R. solani* 類病害——稻紋枯病之抗病檢定，卻不遺餘力。鄧及許氏報告，沒有任何品種可以抵抗病原菌之侵入，但生育後期的病徵，品種間有很明顯的差異。比較抗病的品種趨向於植株高大型，半矮性的品種似有偏向感病型之趨勢。但少數半矮性品種則具有與高大型品種同樣抗病之特性。因此，以雜交育種法育成優良而抗病之半矮性品種是可能的[16]。杜及張氏以田間具中抗之稻品

種行人工接種，發現各品種間之發病率並無差異，但病斑大小在品種間却有不同[8]。蔡氏利用不同接種方法檢定水稻品種（系）對紋枯病之抵抗性，其結果並不一致。有些品種（系）在幼苗期及成熟期均呈抵抗性或感病性；有些品種（系）在幼苗期爲感病性，成熟期爲抵抗性。然而大多數的品種（系）在幼苗期爲抵抗性，但成熟期爲感病性[14]。

生物防治：

近十年來，*R. solani* 之生物防治爲衆所矚目與熱衷之主要研究項目之一。有關此方面之工作，尚未獲得突破，亦無可供應推廣之方法。然而，對於 *R. solani* 之抑病土壤及拮抗菌等之作用機制，已稍有瞭解。

劉氏[26] 利用蘿蔔、胡瓜、甜菜、苜蓿及小麥等在含有 *R. solani* 之土中連栽，每週換苗一次。經9週之結果，蘿蔔及胡瓜兩處理之土壤，由導病土轉變爲抑病土，抑病土中含高濃度之 *Trichoderma* spp.。利用分離之 *Trichoderma harzianum* 胞子加入導病土中，可得到相似之抑病性。其他3種作物雖相同地連栽9週，但並不能改變土壤的導（抑）病性。同氏[17] 繼續比較不同來源的拮抗菌，發現其中包括 18 個 *Trichoderma* spp. 及 2 個 *Penicillium* spp. 等 20 個菌株，具有强寄生作用，能使 *R. solani* 菌絲發生不正常縊縮，褐化變色或細胞壁、細胞質分解，或整個菌絲崩解成小段。拮抗菌對於 *R. solani* 各菌群間之抗生力之强弱，則因菌株不同而有差異。

杜及張[8]自人工製造之抑病土壤及植物病組織上分離得到 *T. harzianum*, *T. viride* 及 *T. konigii* 等拮抗菌菌株。*T. harzianum* 之寄生力比其他2種菌爲强；但抗生力則反較弱。*T. harzianum* 對 *R. solani* 並無競生作用。溫室試驗，*T. harzianum* 可顯著防治亞麻幼苗腰折病。田間試驗，可降低稻紋枯病發病率，但處理間差異未達5% 顯著性。

朱及吳氏[1]由土壤及馬鈴薯塊莖上分離得到之 *T. pseudokonigii*, *T. longibrachatum*, *T. hamatum* 及 *Penicillium* spp. 等拮抗菌對 *R. solani* 有纏繞寄生作用。另外細菌及 *Penicillium* spp. 則有抗生作用。利用上述拮抗菌處理馬鈴薯，與對照並無顯著差異。同氏等[2] 又指出拮抗菌包括 *Trichoderma* spp., *Penicillium* spp. 及 *Coniothyrium* spp. 等具有寄生或抗生作用。溫室試驗，處理拮抗菌可促進白花豌豆發芽並抑制 *R. solani* 之病害，但田間試驗則無此效果。

吳氏[23,34,36,40,41] 報告，*T. pseudokonigii*, *T. harzianum*, *T. aureoviride*, *Penicillium* spp. 及 *Epicoccum nigrum* 等有寄生 *R. solani* 能力；能使細胞內含物變空，菌絲斷裂，停止生長，亦能侵入 *R. solani* 菌絲或利用 Appressorium-like 的構造吸附在菌絲上。2個 *Penicillium* spp. 菌株及 5 個細菌菌株及 *Aspergillus clavatus* 則具有抗生作用。*Trichoderma* spp. 及 *Penicillium* spp. 對 *R. solani* 亦具有競生作用。*T. harzianum* 並可減少 *R. solani* 在寄主上形成菌核之數目。溫室試驗，利用拮抗菌可增進小麥及燕麥幼苗的出土及生長勢。並降低大豆之 *R. solani* 病之發病率。

陳氏[27] 報告 *Bacillus* sp. 在試驗室及溫室試驗中，發現可造成 *R. solani* 菌絲不正常膨大，幾丁質累積。其培養過濾液會刺激 *R. solani* 形成菌核。以拮抗菌加幾丁質、纖維素、稻草或穀殼，可抑制綠豆之腰折病。其中又以幾丁質爲最好的添加物。

引 用 文 獻

1. 朱芬芬、吳文希 1980. 馬鈴薯黑痣病之生物及化學防治 中華植保會刊 22(3): 269-286.
2. 杜金池 1964. 纖維作物腰折病之研究 1. 纖維作物腰折病菌（*Pellicularia filamentosa* (Pat.) Rogers.）之生態研究 中華農業研究 13(2):46-53.
3. 杜金池 1964. 纖維作物腰折病之研究 1. 纖維作物腰折病菌（*Pellicularia filamentosa* (Pat.) Rogers.）之生態研究（續） 中華農業研究 13(4):28-35.
4. 杜金池 1971. 輪栽水稻、積水或乾旱處理對土壤內 *Rhizoctonia solani* 消長及

其發病能力之影響 臺灣農業 7(1):1-12.

5. 杜金池 1975. *Rhizoctonia* 和 *Sclerotium* 屬病原菌的鑑定和在土壤中之生態 中華植保會刊 17(2):155-172.
6. 杜金池、張義璋 1978. *Rhizoctonia solani* Kühn 之菌絲融合群及其對水稻之病原性 邱人璋編，水稻病蟲害：生態學與流行學 263-285. 農復會刊印
7. 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.
8. 杜金池、張義璋 1981. 水稻紋枯病原菌之生態及生物防治研究 臺南農改場研究彙報第15號 1-24.
9. 杜金池、張嶺發 1976. 水稻紋枯病菌單擔胞子菌株間之培養性狀、抗藥性和病徵型比較 中華農業研究 25(1):13-22.
10. 杜金池、程永雄、張嶺發 1975. 某些植物殘體在土內腐化過程中的抽出液對蓖麻種子發芽以及 *Rhizoctonia solani* 侵染大豆和蓖麻之影響 農試所研究彙報 32:47-53.
11. 徐鴻泉 1978. 臺灣馬鈴薯黑痣病之初步研究 植物病理學學報（中興大學）7:33-48.
12. 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.
13. 張義璋、杜金池 1980. *Rhizoctonia solani* 各菌絲融合群對馬鈴薯之侵害情形 中華農業研究 29(1):27-33.
14. 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.
15. 蔡武雄 1976. 紋枯病對水稻產量損失估計 中華植保會刊 18(2):106-119.
16. 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.
17. 劉顯達 1982. *Rhizoctonia solani* 之拮抗菌系統分離篩選 科學發展月刊 10(4):348-355.
18. 簡錦忠、鍾順昌、朱啓魯 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.
19. 臺灣省政府農林廳編 1960-1982. 植物保護手册
20. 臺灣省政府農林廳編 1963-1982. 臺灣省植物保護工作總報告
21. 臺灣省政府農林廳編 1964-1981. 臺灣農業年報
22. Chien, C. C. and S. C. Jong. 1963. Physiologic races of *Pellicularia sasakii* in Taiwan. Agr. Res. 12(2):1-6.
23. Chu, F. F. and W. S. Wu. 1981. Antagonistic action of *Trichoderma* spp. and *Penicillium* spp. on *Rhizoctonia solani*. Mem. Coll. Agr. Natl. Taiwan Univ. 21(2):4-18.
24. Chu, F. F. and W. S. Wu. 1981. Biological and chemical control of *Rhizoctonia solani* by pea seed treatment. Mem. Coll. Agr. Natl. Taiwan Univ. 21(2):19-28.
25. Han, Y. H. 1966. Banded sclerotial blight of soybean caused by *Pellicularia sasakii* (Shirai) Ito in Taiwan. Plant Prot. Bull. (Taiwan) 8(2):101-118.
26. Liu, S. D. and R. Baker. 1980. Mechanism of biological control in soil suppressive to *Rhizoctonia solani*. phytopathology 70:404-412.
27. Tschen, J. 1982. Microbial control of plant pathogenic fungus. Joint Agr. Sem. Natl. Chung-Hsing Univ. and California St. Univ., Fresno in Taichung, Taiwan, July 10-20, 1982.
28. Tu, C. C. and J. W. Kimbrough. 1973. A rapid staining technique for *Rhizoctonia solani* and related fungi, Mycologia 65(4):941-944.
29. Tu, C. C. and J. W. Kimbrough. 1975.

A modified soil-over culture method for inducing basidia in *Thanatephorus cucumeris*. Phytopathology 65(6):730-731.

30. Tu, C. C. and J. W. Kimbrough. 1975. Morphology, development, and cytochemistry of the hyphae and sclerotia of species in the *Rhizoctonia* complex. Can. J. Bot. 53:2282-2296.
31. Tu, C. C. and J. W. Kimbrough. 1976. Cytology and ultrastructure of *Thanatephorus cucumeris* and related taxa of the *Rhizoctonia* complex. Can. J. W. Bot. 55:2419-2436.
32. Tu, C. C. and J. W. Kimbrough. 1978. Systematics and phlogeny of fungi in the *Rhizoctonia* complex. Bot. Gaz. 139(4):454-466.
33. Tu, C. C. and Y. C. Chang. 1978. Studies on the anastomosis groups of *Rhizoctonia solani* Kuhn in Taiwan. J. Agr. Res. China 27(4):325-343.
34. Wu, W. S. 1976. Biological control of seed and soil-borne fungi associated with wheat and oats. Bot. Bull. Academia Sinica 17:161-168.
35. Wu, W. S. 1976. The incidence of the pathogen of rice sheath blight on potato. Plant Prot. Bull. (Taiwan) 18(4):354-360.
36. Wu, W. S. 1977. Antibiotic and Mycoparasitic effects of several fungi against seed and soil-borne pathogens associated with wheat and oats. Bot. Bull. Academia Sinica 18:25-31.
37. Wu, W. S. 1977. The behaviour of *Rhizoctonia Solani* in field soil. Plant Prot. Bull. (Taiwan) 19(4):287-294.
38. Wu, W. S. 1978. Parasitism of the pathogen of the rice sheath blight. Plant Prot. Bull. (Taiwan) 20(2):151-160.
39. Wu, W. S. 1978. Evaluation of the effectiveness of four fungicides on controlling potato black scurf disease. Plant Prot. Bull. (Taiwan) 20(3):253-259.
40. Wu, W. S. 1980. Biological and chemical seed treatments of soybeans. Mem. Coll. Agr. Natl. Taiwan Univ. 20(2):1-16.
41. Wu, W. S. 1982. Effect seed treatment with *Trichoderma pseudokonigii* to control soybean seedling rot. Proceedings of the third R. O. C. symposium on electron microscopy.
42. Yu, C. M., K. C. Ling and S. H. Ou. 1976. Effect of nutritional and microclimatic conditions on the development of sheath blight disease of rice. Plant Prot. Bull. (Taiwan) 18(3):261-267.
43. Yu, C. M., Y. T. Huang and H. J. Tsay. 1980. Disease development of rice sheath blight. Plant Prot. Bull. (Taiwan, R. O. C.) 22(3):263-267.
44. Yu, C. M. 1983. Brown sheath blight disease of rice—A new desease of rice in Taiwan. Plant Prot. Bull. (Taiwan, R. O. C.) 25(1):53～56.