水稻根部真菌之分離鑑定及其對稻作生育之影響[1]

張義璋　　杜金池　　簡錦忠[2]

摘　要　依據本研究結果，本省水稻根部眞菌已鑑定者分隸17屬，即：*Aspergillus, Botryoderma, Chaetophoma, Cladosporium Curvularia, Fusarium, Homococus, Humicola, Hymenella, Paecilomyces, Papularia, Phoma, Rhinotrichum, Rhizoctonia solani, Scytalidium, Trichoderma viride* 與 *Verticillium*等。

第一期作與第二期作之稻根眞菌種類及族羣數量互不相同。同爲生育後期，前者根部帶有極高族羣之*Curvularia*及*Homococus*，亦帶有第二期作所未分離到的*Botryoderma, Hymenella, Rhizoctonia solani*及*Scytalidium*等。第二期作則帶有較多量的*Aspergillus, Papularia*及*Rhinotrichum*等，並帶有第一期作所未分離到的眞菌爲*Chaetophoma*及*Phoma*等。稻根眞菌種類亦因栽培地區不同而有差異，臺中地區以 *Aspergillus, Paecilomyces*較多，而清水地區則以*Papularia, Rhinotrichum*及*Trichoderma*較多。上述17屬稻根眞菌對水稻生育之影響，可分成抑制、促進及無影響等三類，其影響之程度因菌株而異，即使同屬之菌株，其影響程度亦參差不一。對第二期作水稻可能引起不良影響之稻根眞菌包括有：*Aspergillus, Trichoderma*及*Humicola*等3屬眞菌。

嚴重發生香蕉黃葉病之蕉園似不宜轉作水稻，因香蕉黃葉病菌會侵染稻根，產生褐斑，繼之枯死，嚴重影響株高及根長。

前　　言

水稻二期作減產之原因爲近年來本省農業界之熱門研究題目。其減產原因，據湯文通和李水龍[12]氏等認爲氣象因子爲主要原因。張學琨等氏[11]進一步指出係因高溫、多雨所造成之排水不良，及土壤還原加激與强烈季節風害及氣溫驟降等所致。上述氣象因子對稻作之直接影響，雖已有研究與改進[11]，但對生存於稻田之土壤微生物之影響，却尚無報導。據 Das[1] 報告，降雨量、土壤含水量及氣溫之變化等對稻田土壤內眞菌種類及族羣之消長影響頗大。某些生存在植物根表面的眞菌亦會干擾植物吸收營養份[8]或誘發疾病[6]。故在第二期水稻栽培期間稻田土壤內眞菌種類與族羣之變化是否也會導致稻株生育衰弱，造成減產的原因，甚值檢討。

杜金池等[10]曾報導亞麻立枯病病原菌（Fusarium oxysporum f. sp. lini）會侵入水稻，造成水稻減產。本研究除比較本省中部地區第一期作與第二期作水稻田土壤根羣表面之眞菌種類外，並探討這些眞菌對水稻是否亦有不良影響。另因屏東香蕉栽培地區發生嚴重的香蕉黃葉病後往往轉作水稻，故亦一併研究香蕉黃葉病病原菌（F. oxyspoxum f. sp. cubense）是否亦影響水稻生長，俾確定香蕉黃葉病激發田適否轉作水稻之依據。

材料與方法

1. 水稻根部表面及組織內之真菌分離與鑑定及接種試驗

據中興大學王銀波教授之研究（私人通信），臺中中興大學農場之第一期作與第二期作水稻產量

1.本研究係國科會研究補助計畫NSC—65B—0409—08（01）之研究成果，試驗研究報告農試字第八一六號。

2.臺灣省農業試驗所技佐，技正兼植物病理系主任及技正。

差異極顯著，而臺中縣清水鎮之第一期作與第二期作間差異却不顯著。因此，本研究乃於上述兩地各覓定稻田八處，每處約0.1公頃，供分離根羣表面及根內之眞菌。

供試稻田均種植蓬萊稻（臺南5號）。分別於插秧後一個月、二個月及三個月等三時期，將稻株連根挖起並陰乾之。稻株取樣的方法是先將每處稻田劃成8個面積相同的小區，每小區隨機挖取4叢水稻，使每處稻田之水稻樣品數達32叢。

陰乾後之稻株先輕輕剝除附在根部之多餘土塊，再以毛刷刷落根表面土壤。經上述處理後之稻根切成2cm左右之段片，取10g連同100ml之0.2%水瓊脂（Water agar），在攪拌器內打碎2分鐘，再以無菌水調成10—3稀釋液。將稀釋液1ml滴於培養皿內，另加入冷却至45°C Dextrose-peptone-yeast extract agar（DPYA）[4] 15ml行稀釋平板培養[1]。在28°C恆溫箱內培養三天後將個別菌落挑出，培養於 Potato-dextrose agar（PDA），以利屬名的鑑定，並統計同屬眞菌之總數。

依上述方法分離所獲之眞菌，分別培養於 Czapek-Dox solution[5]，在28°C恆溫箱內培養，俟菌絲蓋滿6cm直徑之培養液表面後，挑出菌落，加無菌水100ml，以攪拌器打碎製成懸浮液，供爲接種源。

水稻種子（臺南5號）經1%次亞氯酸鈉液處理10分鐘，再以清水漂洗後置於30°C恆溫下催芽3天備用。直徑12cm，高5cm之培養皿盛輕蛭石並加入適當水份後播植催芽後之種子30粒，置於溫度25～32°C，光照1000～1200 Lux12小時之植物生長箱內3天，俟稻苗開始正常生長後每皿接種上述接種源20c. c.。接種20天後調查株高、根長及生長狀況（包括葉片色澤等），以未接種之水稻爲對照，同時分離稻根，確定供接種之眞菌是否侵入根組織內。

供試菌株共316個，但接種試驗後發現對水稻有影響，而統計上達5%差異顯著性者僅189菌株。這些菌株先依所鑑定之屬名歸類後，再自各屬眞菌中隨機選取47菌株，進一步辦理網室盆栽試驗。

在網室內以Wagner's栽盆（1/5000英畝）盛裝280g輕蛭石，接種上述供試眞菌接種源50ml，同時加入過磷酸石灰0.72g，再覆以100g輕蛭石，加水靜置。翌日插植秧苗（秧齡15天，臺南5號品種）。插植後第三天再施以尿素0.54g。爲防止眞菌代謝物質累積於栽盆內，插秧後每7日換水一次。換水後再施肥，施肥量爲尿素0.54g，，氯化鉀0.25g，過磷酸石灰0.18g。試驗期間共計換水4次。插秧20日後調查株高及稻株生育狀況。本項試驗於民國65年8月至10月間（第二期作栽培時期）進行，返覆試驗2次。

2. 香蕉黃葉病病原菌（*Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*）對水稻生育之影響：

自屏東縣林邊鄉香蕉黃葉病激發田（發病率85%），罹病株邊採回病土，先以PCNB-agar按稀釋平板法[3]分離病原菌再經接種試驗，確定土壤內含有*F. oxysporum* f. sp. *cubense*，其族羣密度爲780 colony/per g. soil。上述土壤分成(1)以濕熱60°C殺菌2小時，再分離及接種，證實已無*F. oxysporum* f. sp. *cubense*存在，及(2)未予任何處理等。土壤分別裝在直徑12cm高5cm之玻璃培養皿內，加入無菌水，並播種催芽後之水稻（臺南5號）種子。20天後調查稻苗之根長、株高及生育狀況。另切取稻根洗淨，以0.5%次亞氯酸鈉處理3分鐘，再以無菌水漂洗，切取稻根陰乾並切成1cm段片，每稻苗任取10片培養於PDA培養基，分離並接種，以瞭解水稻根部有否受*F. oxysporum* f. sp. *cubense*侵入。

試驗結果

1. 水稻根圈眞菌類：

本研究利用DPYA分離稻根結果，共獲17屬眞菌（表1及圖1）。實際上，眞菌種類必多於17屬，因尚有7.9～27.2%之眞菌在PDA上不產生孢子而無法鑑定。所獲17屬眞菌爲：*Aspergillus, Botryoderma, Chaetophoma, Cladosporium, Curvalaria, Fusarium, Homococus, Humi-*

cola, Hymenella, Paecilomyces, Papularia Phoma, Rhinotrichum, Rhizoctonia solani, Scytalidium, Trichoderma viride 及 *Verticillium*等。

上述各屬眞菌之分離率，因水稻栽培時期及生長情形而差異頗大。第一期作後期以*Curvularia, Homococus, Humicola*及 *Rhinotrichum* 等4屬眞菌較多，而且 *Botryoderma, Hymenella, Rhizoctonia, Scytalidium* 等4屬眞菌爲第一期作稻根所獨有。第二期作初期以 *Paecilomyces*分離頻率最高，其次爲*Trichoderma, Cladosporium*及 *Chaetophoma* 等，中期以 *Rhinotrichum, Aspergillus*及*Trichoderma* 等之分離頻率特別高，*Papularia* 及 *Paecilomyces* 次之；後期以 *Papularia, Trichoderma*及*Rhinotrichum*等之分離頻率較高。

第二期作水稻根部眞菌種類及族羣消長 ， 因栽植地區不同而異 （表2） 。臺中地區之稻根以 *Paecilomyces*及 *Aspergillus* 眞菌爲主要，而清水地區之稻根則以 *Trichodcrma, Rhinotrichum* 及*Papularia*等三者爲主。

表 1. 稻根眞菌種類及其分離頻率

Table 1. Relative frequency (% occurrence) of fungi isolated from rice roots

眞菌別 Fungi	一期作1st Crop	二期作 2nd Crop		
	Late stage (June)	Early sage (August)	Mid stage (September)	Late stage (October)
Aspergillus sp.	3.90	0.2	21.4	7.2
Botryoderma sp.	2.6	0	0	0
Chaetophoma sp.	0	10.9	0	2.3
Cladosporium sp.	2.6	11.8	0	3.1
Curvularia sp.	10.4	5.7	0.1	4.8
Fusarium sp.	3.9	0.5	0	0.1
Homococus sp.	10.4	2.5	0	3.1
Humicola sp.	9.1	1.6	0	9.6
Hymenella sp.	1.3	0	0	0
Paecilomyces sp.	2.6	23.9	7.9	9.8
Papularia sp.	7.8	0.1	11.1	15.7
Phoma sp.	0	0.3	0	0.2
Rhinotrichum sp.	9.1	0	31.2	13.2
Rhizoctonia solani	2.6	0	0	0
Scytalidium sp.	1.3	0	0	0
Trichoderma viride	1.3	15.3	19.6	13.9
Verticillium sp.	2.6	0	0.8	0.3
Not identified	27.2	27.2	7.9	25.7

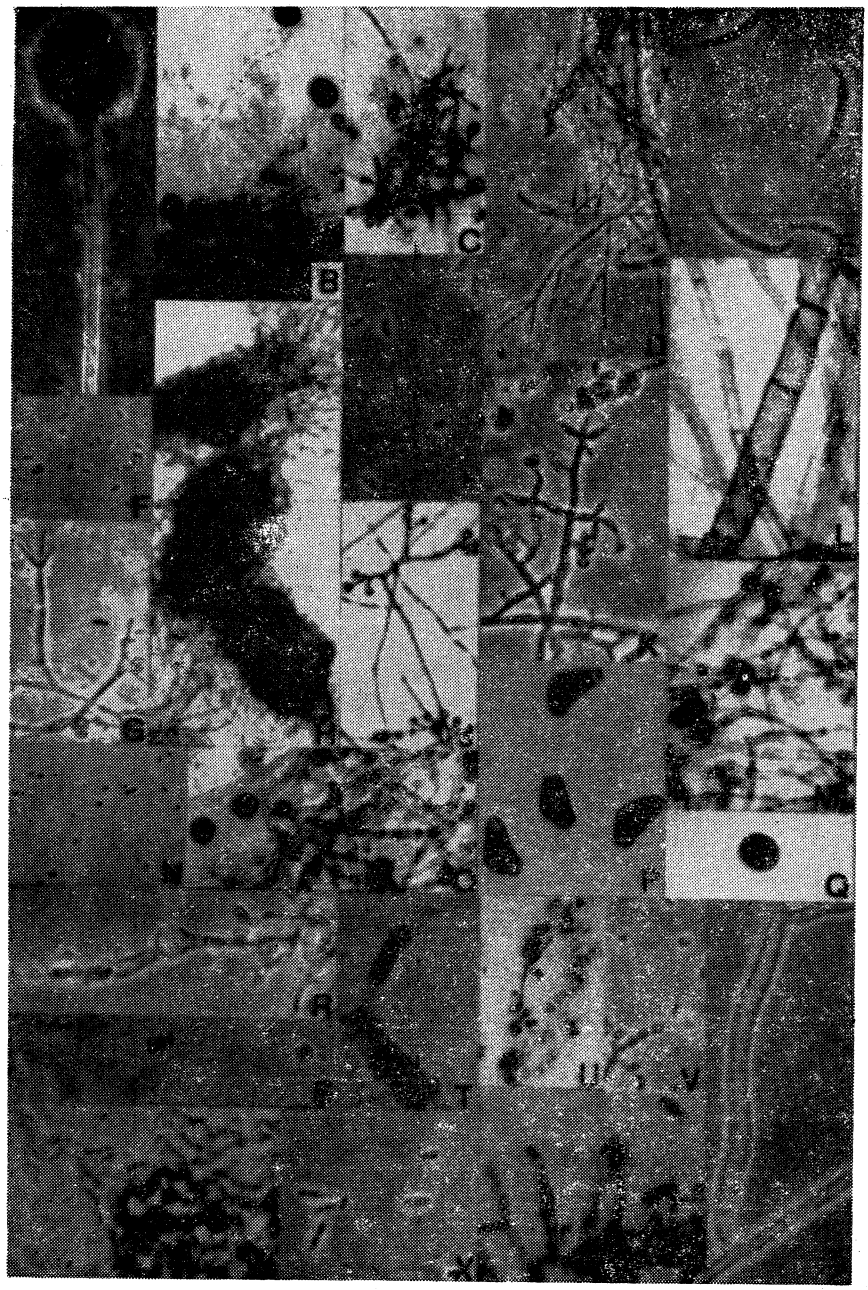


圖1.主要之稻根眞菌

Figure 1. Some major rice root fungi. A=*Aspergillus*, B. L. M. Q=*Humicola*, C=*Botryoderma*, D. I. J=*Verticillium*, E=*Fusarium*, F. G=*Hymenella*, H. N. O=*Chaetophoma*, K=*Trichoderma*, P=*Curvularia*, R=*Rhinotrichum*, S=*Papularia*, T=*Scytalidium*, *U. V*=*Paecilomyces*, W=*Homococus*, X. Y=*Cladosporium*, *Z*=*Rhizoctonia*.

表 2. 臺中與清水兩地第二期作水稻根部眞菌種類及其分離頻率之比較

Table 2. A comparison on the relative frequency (% isolation) of fungi isolated from roots of 2nd crop rice from Taichung and Chingsuei.

眞菌別 Fungi	臺中 Taichung				清水 Chingsuei			
	Early stage (Aug.)	Middle stage (Sept.)	Late stage (Oct.)	Total ave.	Early stage (Aug.)	Middle stage (Sept.)	Late stage (Oct.)	Total ave.
Aspergillus sp.	0.4	49.7	0.7	16.9	0	11.8	0.1	4.0
Chaetophoma sp.	22.5	0	0	7.5	0	0	0	0
Cladosporium sp.	13.5	0	2.8	5.4	10.2	0	11.4	7.2
Curvularia sp.	4.2	0.2	2.2	2.2	7.1	0	0	2.4
Fusarium sp.	0	0	0	0	1.0	0	0	0.3
Homococus sp.	3.7	0	0	1.2	1.5	0	9.0	3.5
Humicola sp.	3.4	0	9.1	4.2	0	0	9.7	3.2
Paecilomyces sp.	46.3	6.0	3.5	18.6	3.0	8.6	5.0	5.5
Papularia sp.	0.3	0.3	24.6	8.4	0	14.7	27.5	14.1
Phoma sp.	0	0	0.2	0.1	4.9	0	0.5	1.8
Rhinotrichum sp.	0	3.5	2.4	2.0	0	40.6	9.0	16.5
Trichoderma sp.	0	19.7	8.0	9.2	29.7	19.6	10.0	19.8
Verticillium sp.	0	0	0	0	0	1.1	0	0.4
Not identified	5.7	20.6	55.5	27.3	42.6	3.6	26.8	24.3

2 水稻根部真菌對稻作生育之影響

第一期作所分離得各種眞菌中，以 *Aspergillus, Botryoderma, Hymenella, Paecilomyces* 及*Rhizoctonia*等之全部菌株對水稻生育有顯著不良之影響，而 *Humicola, Papularia, Homococus*則等分別有95%、83%、75%及67%之菌株對水稻生育發生不良作用，另外 *Cladosporium, Trichoderma*及*Verticillium* 則均有50%菌株對水稻生育有不良影響，其餘 *Curvularia, Rhinotrichum*等之有害菌株甚少。事實上，有些菌株不但無害，反而會促進水稻生長，如 *Scytalidium* 之菌株便有促進稻株生長的作用，另 *Cladosporium, Verticillium, Fusarium, Curvularia, Homococus*及*Humicola*等之部份菌株亦有相同之作用。

第二期作水稻，因栽培區域不同，非但所獲根部眞菌不儘相同已如前述，而且對水稻有不良影響之眞菌種類亦頗有出入。臺中地區以 *Chaetophoma* 各菌株對水稻均有不良作用，但該菌却並未在清水地區分離到，其餘對水稻有害之眞菌，依有害菌株之多寡，順序爲 *Papularia, Curvularia, Phoma, Trichoderma, Paecilomyces, Aspergillus*及*Humicola*等。另51%之*Paecilomyces*菌株，27%之*Cladosporium*菌株，5%之*Humicola*菌株及1%之 *Aspergillus*和*Papularia*菌株對稻作生育有促進作用。清水地區之稻根眞菌對水稻生育有害者以*Fusarium* (100%菌株)，*Verticillium* (100%菌株) *Papularia* (99%菌株)，*Rhinotrichum* (99%菌株)，*Homococus* (94%菌株) 及*Paecilomyces* (91%菌株) 等爲主，*Phoma*及 *Trichoderma* 亦分別有70%及50%菌株有害，餘*Cladosporium*及 *Curvularia* 亦有少數菌株對稻作有不良影響。清水地區對稻作生育有促進作用之稻根眞菌以*Humicola* (100%菌株) 爲主*Cladosporium*及*Curvularia* 亦分別有74%及66%之菌株*Trichoderma, Homococus* 及 *Paecilomyces* 則僅有極少數菌株有些作用。有關各稻根眞菌

對稻作生育有影響之菌株百分率，請參閱表 3 。

表 3. 水稻根部眞菌對稻作生育之影響

Table 3. Influence of rice root fungi on the rice growth.

眞菌別 Fungi	第一期作（臺中） 1st Crop (Taichung)			第一期作（臺中） 2nd Crop (Taichung)			第二期作（清水） 2nd Crop (Chingsuei)		
	抑制	促進	無影響	抑制	促進	無影響	抑制	促進	無影響
Aspergillus	100	0	0	17	1	82	1	0	99
Botryoderma	100	0	0	—	—	—	—	—	—
Chaetophoma	—	—	—	100	0	0	—	—	—
Cladosporium	50	50	0	0	27	73	26	74	0
Curvularia	25	13	62	70	0	30	8	66	32
Fusarium	67	33	0	—	—	—	100	0	0
Homococus	75	13	12	0	0	100	94	6	0
Humicola	95	5	0	5	5	90	0	100	0
Hymenella	100	0	0	—	—	—	—	—	—
Paecilomyces	100	0	0	42	51	7	91	1	8
Papularia	83	0	17	88	1	11	99	0	1
Phoma	—	—	—	50	0	50	70	0	30
Rhinotrichum	14	0	86	67	0	33	99	0	1
Rhizoctonia	100	0	0	—	—	—	—	—	—
Scytalidium	0	100	0	—	—	—	—	—	—
Trichoderma	50	0	50	47	0	53	50	30	20
Verticillium	50	50	0	—	—	—	100	0	0
Not identified	86	5	9	42	2	54	75	1	24

註：1.表列數字係菌株百分率。

2.抑制或促進之判定標準係依生物統計分析結果，凡接種該菌株處理與未接種處理之株高差異達 5 %標準者方認定之。

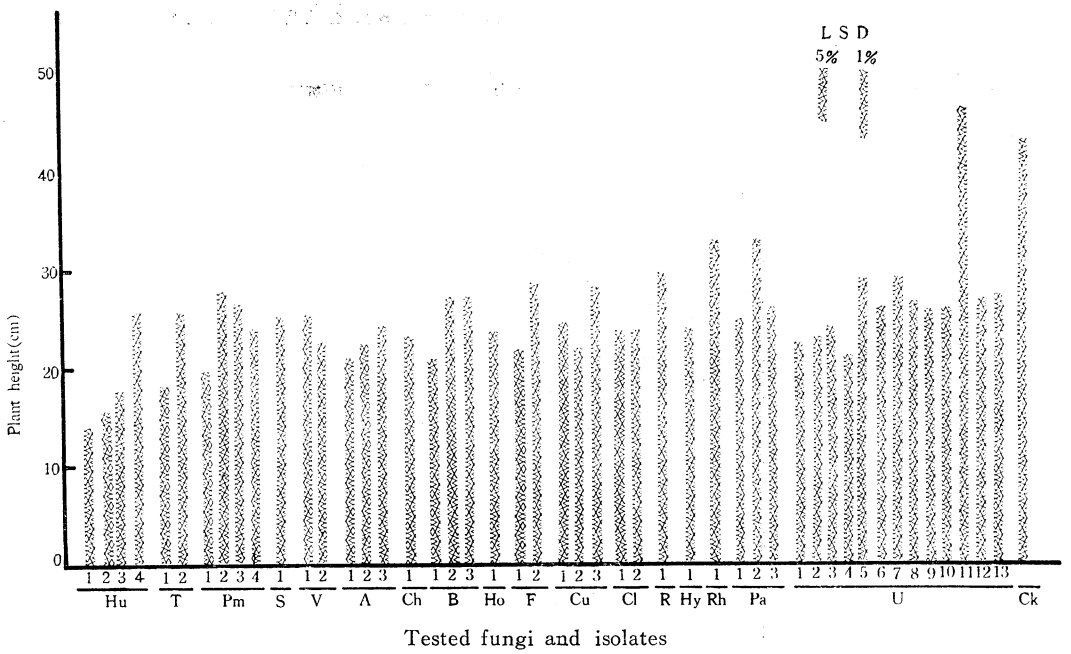


圖 2.水稻根部眞菌47菌株對水稻苗生育之影響（接種後20天）

Figure 2. Rice plant height after inoculation of 47 isolates of root fungi for 20 days.



圖 3.供試水稻根部眞菌47菌株對稻作生育之影響（圖中所示英文字母及阿拉伯數字係菌株代號）

Figure 3. Growth reduction of rice seedlings after inoculation with 47 isolates of root fungi. (the English letter and different code No. indicate fungal isolates)

經上述試驗後，依完全逢機法任選47有害菌株進行網室盆栽試驗。該試驗結果詳如圖2及圖3。各菌株對稻作之影響情形與植物生長箱內之試驗結果大致相同。大部份菌株對稻作之株高抑制情形均

達5%或1%之顯著水平。其中尤以供試*Humicola*之3菌株對水稻之生育影響最大。

3 香蕉黃葉病病菌對稻作生育之影響

含有香蕉黃葉病菌之土壤栽植水稻後，水稻苗的生長會明顯地受到不良影響。不但水稻苗顯著矮化（圖5），分枝減少（圖4），且亦侵入稻根，使稻根先產生褐色斑塊，漸擴大而致枯死（圖6）。被侵染之稻根橫切面並未檢查到維管有被侵染之情形。換言之，稻根被害僅局限於皮層部。

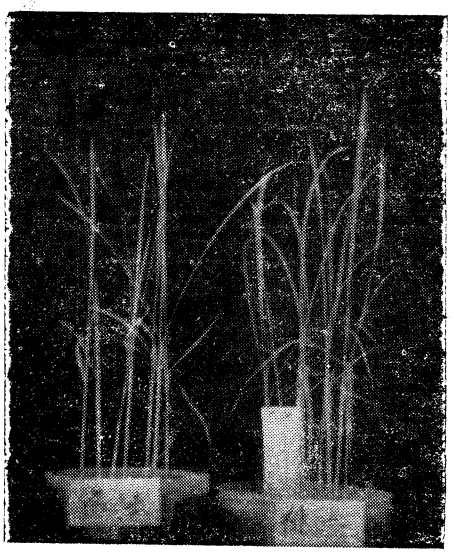


圖 4.健土（無病原菌）及病土（含有黃葉病原菌）種植水稻20天後之情形

Figure 4. Rice growth on healthy (pathogen-free) and sick (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* contaminated) soils for 20 days.

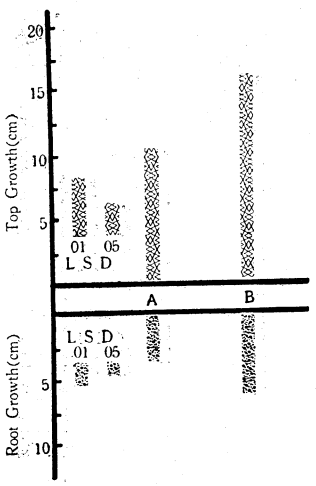


圖 5.香蕉黃葉病病土（A）與無黃葉病菌之健土（B）插植水稻苗20日後之株高及根長比較

Figure 5. Plant height and root length of rice growing on banana-wilt sick (A) and healthy (B) soil.



圖 6.病土種植水稻20天後，水稻根部被黃葉病原菌(*Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*)侵染呈褐變枯死（圖左），而健土所栽植水稻根部則生長正常無病斑(圖右)

Figure 6. Rice root was infected with *F. oxysporum* f. sp. *cubense* showing brown discoloration on banana-wilt sick soil (left) in 20 days after trans-planting, while root was free from disease and grew normally on healthy soil (right).

討論與結論

關於水稻根部眞菌之文獻一向較少，而這些棲息在水稻根部之眞菌對稻作生育之干擾與影響情形，更鮮有報導。Das氏[1]對印度稻田內根棲及土棲眞菌種類之消長，與土壤內有機質種類、氣候變化及土壤種類之影響曾有報導，但這些眞菌類對稻作生育是否有影響，則未涉及。

據Das[1]之報導，*Aspergillus*和*Penicillium*兩屬爲稻田中極普遍之眞菌，並以幼根携帶率較高。本省稻田在第二期作生育中期之稻根可分離到極高數量之*Aspergillus*但前期及後期則甚少。鑒於第一期作與第二期作水稻生育後期均只分離到少量*Aspergillus*之事實，該屬眞菌誠如Das氏[1]所報導，應係稻根尚未老化前之根棲眞菌。*Penicillium*屬眞菌本研究並未分離到，顯示其存在量極少。因本研究供分離之稻田只有2地區(臺中與清水)，而且也只採用稻根分離法一種，故*Penicillium*在稻田內之存在問題尚不敢斷言。

*Trichoderma viride*在第一期作後期只有極少量，但在第二期作却無論是稻作生育前、中、後期均有極平均而較高的分離率，Das氏[1]亦得到相同的結果。因此*T. viride*在第一期與第二期作水稻根之存在量不同，至爲顯然。加以*T. viride*有50%左右之菌株對稻作生育有抑制作用（表3），因此，第二期作水稻受到*T. viride*之影響，必將加重。*Trchoderma*雖然可存在於活植物的根，但在腐植質上行腐生生存的效果更佳[1]。故依*Garrett*氏[2]對土棲菌類之劃分，應歸屬於「土棲眞菌」（*soil, inhabitant*），亦可歸爲「兼性根棲眞菌」（*Faculatative root-inhabitants*）。

稻株老化後，稻根常有較高的*Humicola*分離率[1]。本研究亦得到相同的結果。在各種稻根眞菌對稻作生育影響試驗中，*Humicola*對稻苗有極顯著的抑制效果（圖2）。雖然*Humicola*在稻作生育後期才大量發生，但在本省耕作制度下第一期作與第二期作之間隔時間極短，第一期作收穫後殘存在土內之*Humicola*對第二期作稻苗之影響，甚值重視。尤其是同爲第二期作，在臺中地區之生育初期可分離到*Humicola*，但在清水却無（表2）。據中興大學王銀波教授之經驗（私人通信），臺中地區之第一期作與第二期作間產量差異極大，而清水地區則否之事實，Humicola對第二期作水稻之減產，可能扮演重要角色，值得吾人繼續研究。

本研究對*Fusarium*及*Rhizoctonia solani*之分離率均極低，尤其是第二期作根本沒有分離到*R. solani*（表1），這種現象可能與本研究所採用的分離方法有關。Das氏[1]以土壤稀釋平板法亦未分離到上述兩種眞菌，只有採用腐植質分離法才少量地分離到。第二期作*R. solani*之分離率更低之原因，可能和*T. viride*之族羣增多有關[1]，因*T. viride*已知對*R. solani*有病原性[9]。

綜觀前述研究結果，吾人可知第一期作和第二期作之稻根眞菌顯然不同。同爲生育後期，前者根部帶有極高數量的*Curvlaria*與*Homococus*，亦帶有第二期作稻根分離不到的*Botryoderma, Hymenella. R. solani,* 及*Scytalidium*等，但第二期作後期却帶有較多量的*Aspergillus, Papularia*及*Rhinotrichum*等，亦有第一期作所無之眞菌如*Chaetophoma*及*Phoma*等。稻根眞菌種類亦因栽培地區不同而有差異，臺中地區以*Aspergillus*與*Paecilomyces*較多，而清水地區則以*Papularia, Rhinotrichum*及*Trichoderma*較多。分離自水稻根部之眞菌已鑑定者可分隸17屬。對水稻生育之影響，因菌株而異，即使同屬之菌株，其影響稻作生育之情形亦參差不一(表3)。依上述討論，對第二期作水稻之生育可能有不良影響之眞菌，以*Aspergillus, Trichoderma*及*Humicola*較有可能。

嚴重發生香蕉黃葉病之蕉園廢耕後可否轉作水稻，一直爲各界所關注。Stover氏[7]曾倡言輪栽水稻配合長期積水處理，可降低土壤內之殘存病原菌。但本省在經濟利用農田情形下，輪栽水稻則可，如配合積水則因必須積水深3呎，並持續3—18個月之久，故絕難實現。雖然病田栽植水稻後對香蕉黃葉病原菌之作用效果尚無定論，但對水稻生育是否有不良影響，則爲另一值得探討的問題。本研究依據溫室試驗結果發現香蕉黃葉病原菌會侵染水稻根部，使稻根產生褐斑，終致枯死（圖6），並且株高及根長均有顯著矮化現象（圖4及圖5）。雖然尚無田間試驗結果以資印證，但爲確保農民之收益，發生香蕉黃葉病之蕉園似不宜轉作水稻。

參 考 文 獻

1. Das, A. C. 1963. Ecology of soil fungi of rice fields. 1. Succession of fungi on rice roots. 2. Association of soil fungi with organic matter. Trans. Brit. Mycol. Soc. 46 : 431—443.
2. Garrett, S. D. 1956. Biology of root-infecting fungi. Cambridge University Press.
3. Nash, Shirley M., and W. C. Snyder. 1962. Quantitative estimations by plate counts of propagules of the bean root rot *Fusarium* in field soils. Phytopathology 52 : 567—572.
4. Papavizas, G. C., and C. B. Davey. 1959. Evaluation of various media and antimicrobial agents for isolation of soil fungi. Soil Sci. 88 : 112—117.
5. Raper, K. B., and C. Thom. 1949. Manual of the penicillia. Th Williams and Wilkins Co., Baltimore. Md.
6. Rishbeth, J. 1951. Observations on the biology of *Fomes annosus* with particular reference to East Anglian pine plantations III. Natural and experimental infection of pines, and some factors affecting severity of the disease. Ann. Bot., Lond., N. S., 15. 221—246.
7. Stover, R. H. 1962. Fusarial wilt (Panama disease) of bananas and other Musa species. Phytopath. paper No. 4, Commonwealth Mycol. Inst., Kew, Surrey.
8. Subba-Rao, N. S., R. G. S. Bidwell, and D. LBalley. 1961. The effect of rhizoplane fungi on the uptake and metaboilism of nutrients by tomato plants. Canad. J. Bot. 39 : 1759—1764.
9. Weindling, R. 1932. *Trichodermv lignorum* as a parasite of other soil fungi. Phytopathology 22 : 837—845.
10. 杜金池、程永雄、張義璋。1977。田間亞麻萎凋病鐮刀菌與水稻之相互關係研究。中華農業研究26（1）：64—71。
11. 張學琨、胡燦、宋勳、侯福分、曾勝雄、洪秋增。1976。臺灣中南部二期水稻綜合改進成果報告。（一）彰化縣排水不良及沿海地區二期稻作增產方法之研究。臺灣農業季刊12（3）：90—97。
12. 湯文通、李水龍。1962。臺灣水稻第二期作單位面積產量不如第一期作之原因及其改進方法。科學農業11 (1,2) 9—33

ISOLATION AND IDENTIFICATION OF FUNGI FROM RICE ROOTS AND THEIR INFLUENCES ON THE RICE GROWTH

Y. C. Chang, C. C. Tu, and C. C. Chien

Summary

Seventeen genera of fungi were isolated from rice roots in Taiwan. They were *Aspergillus. Botryoderma, Chaetophoma, Cladosporium, Curvularia, Fusarium, Homococus, Humicola, Hymenella, Paecilomyces, Papularia, Phoma* , *Rhinotrichum, Rhizoctonia solani, Scytalidium, Trichoderma viride* and *Verticillium.*

The fungal genera and populations varied greatly between the 1st and 2nd crop of rice roots. For instance, roots of the 1st crop rice harborred higher population of*Curvularia* and *Homococus* at the late stage of growth, whereas those of the 2nd crop rice had higher population of *Aspergillus, Papularia* and *Rhinotrichum. Botryoderma, Hymenella, R. solani* and *Scytalidium* were isolated from roots of the 1st crop rice but not from those of the 2nd crop rice, while *Chaetophoma* and *Phoma* vice versa. The difference also occurred between localities : the Taichung area had more *Aspergillus* and *Paecilomyces* and Chingsuei area had more *Papularia, Rhinotrichum* and *Trichoderma.*

The influence of these root fungi on the rice could be grouped into (1) retarding the growth, (2) stimulating the growth and (3) no interference. The ability of influence depended on the individual isolate of fungi concerned. However, it was concluded that *Aspergillus, Trichoderma* and *Humicola* might play an important role in the productivity of the 2nd crop rice.

Soils heavily infested with *F. oxysporum* f. sp. *cubense* are not suitable for the growth of rice. The greenhouse experiment indicated that rice roots could be penetrated by this pathogen and resulted brown discoloration and the death of roots.