

*Phellinus noxius*引起果樹及觀賞植物褐根病之調查

安寶貞^{1,3} 李惠鈴² 蔡志濃¹

1. 台中縣霧峰鄉 農業試驗所植物病理系
 2. 台東縣台東市 台東區農業改良場
 3. 連絡作者：電子郵件 pjann@wufeng.tari.gov.tw；傳真 04-3338162
- 接受日期：中華民國88年6月1日

摘 要

安寶貞、李惠鈴、蔡志濃. 1999. *Phellinus noxius*引起果樹及觀賞植物褐根病之調查. 植病會刊 8:51-60.

自1988年至1998年，調查台灣地區由*Phellinus noxius*引起之果樹及木本園藝作物褐根病，共計發現天然寄主43種 (species)，包括果樹9種 (龍眼、荔枝、桃、梅、櫻、梨、枇杷、番荔枝 (釋迦)、山刺番荔枝、柿子、楊桃、葡萄、蓮霧、蘋婆、掌葉蘋婆、馬拉巴栗、波羅蜜、破布子、愛玉子) 及木本觀賞植物24種 (月橘、朱槿、金露花、含笑花、檉木、羊蹄甲、洋紫荊、艷紫荊、阿勃勒、大花紫薇、美人樹、臘腸樹、瓊崖海棠、樟樹、木麻黃、欖仁、垂榕、茄冬、桉樹、銀樺、菩提樹、白千層、大王椰子及一種引進之豆科植物)。本病害主要分布於台灣中部、南部及東部地區，海拔 1000公尺以下之山坡地及平原；但北部地區亦偶可發現。*Phellinus noxius*危害植物根系，引起根系腐朽，造成植株生長衰弱 (慢性立枯) 或急速枯萎死亡 (急性立枯)。病徵之共同特徵為罹病根系上覆有褐色菌體，老化病組織內部可見黑褐色網紋狀菌絲束，組織最後完全白化腐朽 (white rot)。在潮濕之環境下，罹病樹幹之基部偶爾會長出不規則、扁平覆瓦狀褐色子實體，反轉朝外。病原菌在木屑太空包上亦會形成子實體。病原菌在 PDA 上之菌落最初為白色，而後轉為褐色，並有暗褐色線紋或薄殼狀菌絲。褐根病菌在培養基與病組織上沒有扣子體 (clamp connection) 產生，但形成節生孢子 (arthrospore) 與毛狀菌絲 (trichocyst)。病菌菌絲在馬鈴薯葡萄糖培養基 (PDA) 之生長溫度範圍為 10 ~ 12 至 35 ~ 37 °C，最適溫度為 24 ~ 32 °C；該菌喜好酸性，在酸鹼值 pH 7.0 以上及 pH 4.0 以下之馬鈴薯葡萄糖培養液 (PD broth) 中不易生長。在本試驗發現之 43 種褐根病寄主中，15 種為在台灣第一次被正式報導，包括櫻花、桃、蘋婆、掌葉蘋婆、臘腸樹、山刺番荔枝、波羅蜜、欖仁、艷紫荊、大花紫薇、美人樹、含笑花、銀樺、大王椰子、及一種豆科植物。

關鍵詞：褐根病、褐根病菌 (*Phellinus noxius*)、果樹、木本觀賞植物

緒 言

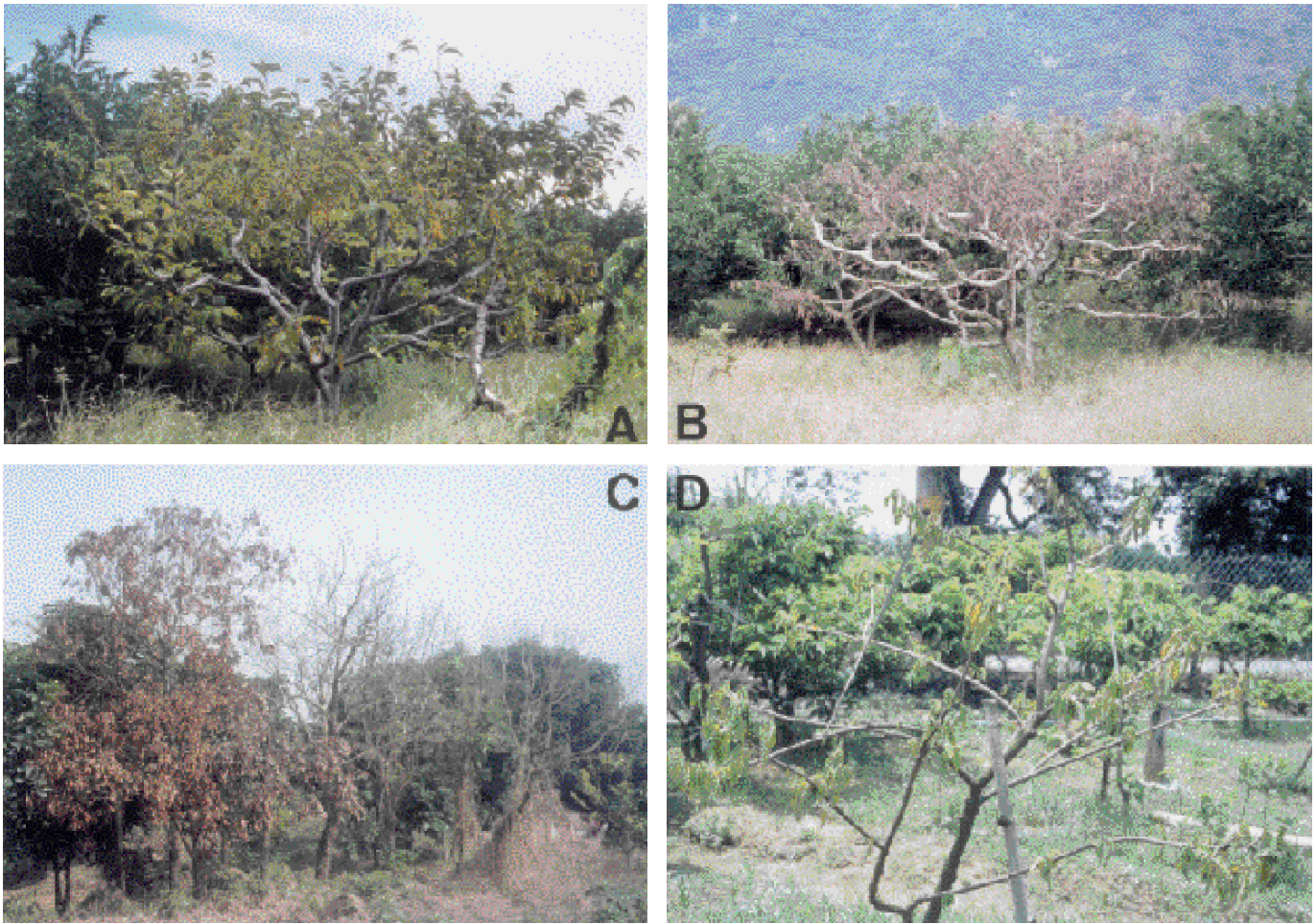
近年來，台灣荔枝、龍眼、番荔枝及一些重要經濟果樹常陸續發生生長衰退、落葉、萎凋而終至枯死之現象。在農業要覽中⁽⁶⁾，曾記載 *Fomes lamaoensis* (Murr.) Sacc. et Trott. 可引起龍眼立枯病，其病徵之描述與目前危害龍眼、荔枝者非常相似。後經 Ann & Ko⁽¹²⁾ 之分離、培養及接種試驗，證實龍眼死亡係罹患褐根病，病原菌經鑑定為 *Phellinus noxius* (Corner) G. H. Cunningham。爾後，農試所^(1,2,11,13)、台東區農業改良場⁽⁴⁾、及林業試驗所^(5,15,16,20) 亦發現台灣許多果樹、木本觀賞植物、及林木亦受本菌之威脅。而且不同寄主分得之病原菌可以互相感染其他寄主^(13,17)，使 *P. noxius* 成為危害本省木本植物最重要的根部

病原菌之一。本文在此報告數年來調查 *P. noxius* 在台灣各地引起園藝作物褐根病的情形。

材料與方法

經濟果樹及木本園藝作物褐根病之調查與鑑定

在台灣各地，發現木本植物生長衰弱或出現急、慢性立枯 (decline) 現象時 (圖一)，檢視其根系，如出現褐根病病徵 (圖二)，將病根採回，進行分離、純化、培養手續。分離時，先將罹病根段洗淨，沿新生病斑處將罹病組織切成 5 × 2 × 1 mm 之小塊，經 0.5% NaClO 表面消毒 1 min，放置於馬鈴薯葡萄糖培養基 (one liter: sliced potato



圖一、罹患褐根病植物之外觀病徵。A.番荔枝慢性立枯症狀。B.番荔枝急性立枯病徵。C.龍眼急性立枯症狀及病害蔓延情形，右為較早染病植株，左為最晚感染者。D.染病番荔枝修剪後，新梢萌芽後枯萎情形。

Fig. 1. Decline trees associated with brown root rot caused by *Phellinus noxius* in fields. A. Slow decline of a sugar apple tree; B. Quick decline of a sugar apple tree; C. Quick decline of longan trees (the tree on the right hand side was earliest infected); D. Wilt of new budding of a diseased sugar apple tree.

200 g, dextrose 20 g, agar 15 g, 簡稱PDA) 上，置於室溫 (20 ~ 30 均可)。PDA內並加入streptomycin sulfate (100 ppm) 及benomyl (10 ppm)，以抑制細菌與部份土壤腐生性真菌之生長。等菌絲長出後，移植於新鮮PDA上，再經單菌絲尖端 (single-hyphae tip) 或單節生孢子 (single-arthospore) 分離後，將生長於PDA上之菌絲塊 (已褐化，約7 ~ 10天) 切成10 × 5 × 3 mm小塊，移植於含無菌水之試管中，保存於20 ~ 24 下。分離之菌株得經過接種試驗，以確定其病原性。

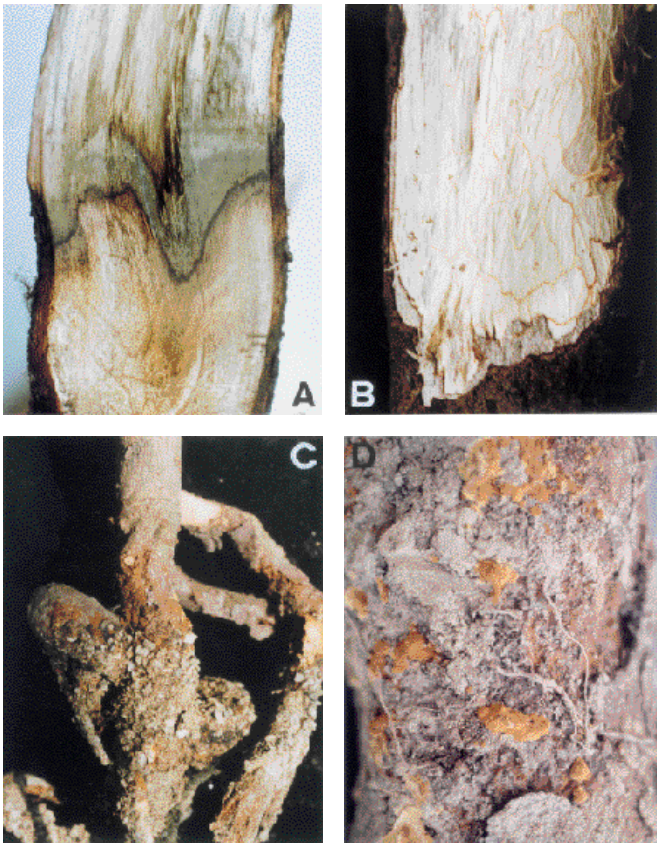
病原菌之鑑定，仿龍眼褐根病菌之測定項目⁽¹²⁾，包括：於PDA上培養時之菌落形態，菌絲之最高、最低及最適生長溫度；於馬鈴薯葡萄糖培養液 (PD broth, PDA不加瓊脂) 中生長時，菌絲之最低、最高及最適生長酸鹼值；是否會形成節生孢子 (arthospore) 及毛狀菌絲 (trichocyst)；在木屑太空包⁽²⁶⁾ 培養時，是否會形成子實體，及有性世代之各項特徵。

褐根病菌之接種

接種源之配製：先將分離之褐根病菌株移植於PDA上生長5 ~ 7天，再將菌絲塊移植於麥粒培養基⁽²⁵⁾ (每500 ml三角瓶中，加入小麥粒25 g，燕麥25 g，浸於25 ml蒸餾水中過夜後殺菌) 上，在24 下培養一個月，以供為接種源。

供試菌株與植物：各不同寄主分離之菌株，任選一株供試，接種於原相同種植物，以確定其病原性。培育或購買果樹與木本觀賞植物之種子苗、嫁接苗、或扦插苗，栽培於15 × 20 cm瓦鉢 (或塑膠盆) 中，至主幹基部直徑達1.5 cm以上時 (株齡約2 ~ 3年) 接種。

接種方法：接種時，主根及樹幹基部經75%酒精表面消毒後，以小刀輕輕刮去主幹基部之表皮，約3 cm × 5 mm，在傷口上覆以約5 g之麥粒菌種，並以透明塑膠布包裹。對照組接種無菌之麥粒培養基。接種之苗木放置於陰



圖二、罹患褐根病之根部病徵。A. 罹病番荔枝之莖基部組織縱切面 (病組織與相鄰健康組織)。B. 染病組織分解腐朽後，長出褐色網紋狀菌絲索。C & D. 罹病之欖木與龍眼根部上黏有土塊，並長有病菌褐色菌絲塊。

Fig. 2. Symptoms and signs of diseased root associated with brown root rot caused by *Phellinus noxius*. A. The longitudinal stem section (diseased and adjacent health tissue) of a diseased sugar apple tree; B. Brown mycelial strings of the pathogen permeated on a decomposed wood tissue of carambola; C & D. Outer surface of an infected autumn maple and a longan root tissues with brown mycelial mats of the pathogen and soil particles.

涼之網室中，至病徵出現後，再分離病菌，以確定病害是否係由接種菌株所引起。每品種接種 5 ~ 10 株。一年後，未死亡植株再接種一次。試驗重複一次。

結 果

褐根病田間病害發生與蔓延情形、及在臺灣之地理分布

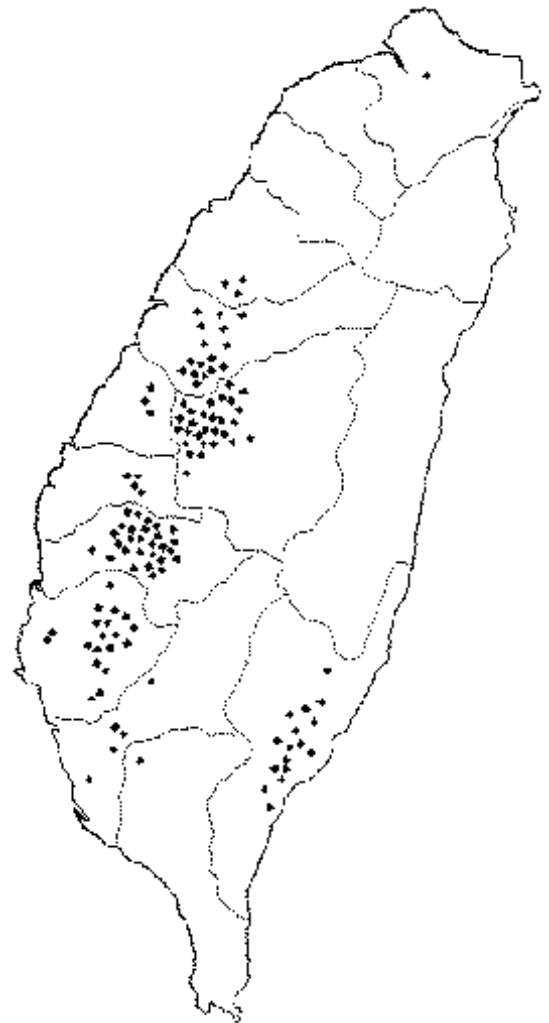
病害最初於田園中或道路旁以單株 (或零星) 染病方式發生，而後逐年由內向外 (略呈輻射狀) 蔓延，山坡地則一般由上向下擴展，罹病植物每年增加一至數株。如果沒有進行防治處理，約十數年後整個園地內所有感病之樹種植物均會陸續罹病死亡，只剩下較抗病之植物 (如檸檬)

存活。

台灣中部、南部、東部地區，自平地至海拔一千公尺 (嘉義番路) 之山區均可發現褐根病，但以海拔 500 公尺以下之山坡地與平原發生較普遍。中北部與高冷地區亦偶有發現褐根病，但較不普遍。病害頻度分布較高的縣市包括：苗栗、台中、南投、雲林、嘉義、台南、高雄、屏東、台東 (圖三)，尤其以山坡地墾殖後，栽培之龍眼、荔枝、番荔枝、枇杷罹患褐根病之情形最為嚴重，果樹逐年整區死亡。褐根病在校園、住家之庭院、公園、及道路兩旁亦時而可見。而且，無論是單作田 (single cropping fields) 或是雜作田 (multi-cropping fields) 都曾見到罹患褐根病之情形。

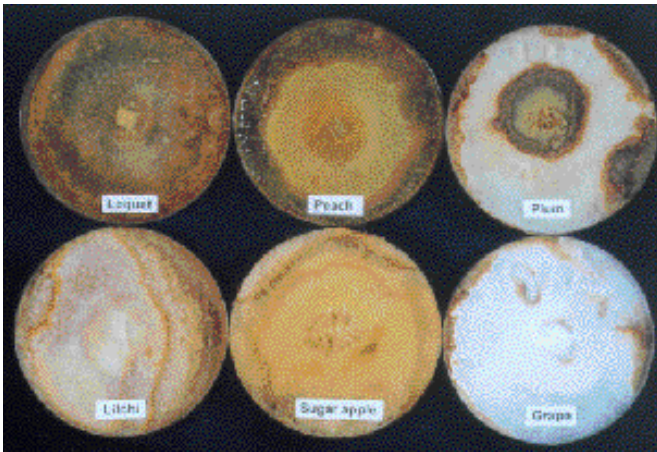
褐根病之病徵

罹病植株之地上部病徵：從樹齡 1 ~ 2 年生之幼苗至 40



圖三、本試驗分離褐根病菌的分布情形。

Fig. 3. Locations of *Phellinus noxius* isolated from fruit trees and ornamental trees in Taiwan.



圖四、褐根病菌之菌落形態，於 24 °C 下、PDA 上培養 10 天。

Fig. 4. Colonial morphology of 8 isolates of *Phellinus noxius* isolated from different species of fruit trees grown on PDA at 24 °C for 10 days.

~ 50 年生之大樹均可見到罹患褐根病之情形。病徵可分為急性與慢性兩種。楊桃、蓮霧、及少部份木本植物罹病時，植株慢慢出現生長衰弱，葉片稀疏、黃萎、落葉情形，罹病株約數月至一、二年後死亡，稱為慢性立枯 (slow decline) (圖一，A)。但大部分果樹得病後出現急速萎凋現象，尤其在降雨多之季節，罹病株之葉片褪色乾枯，果樹於 1~2 月內死亡，死亡果樹之葉片與果實並不立即脫落，可以留在枯樹上數月之久，稱為急性立枯 (quick decline) (圖一，B&C)。有時，罹病之葡萄或番荔枝在強修剪後，停止再長新芽，或是萌新稍後，新芽立即枯萎 (圖一，D)。

罹病植株之根部病徵：罹病根部組織褐變，一般病組織與健康組織間之界限並不十分明顯 (但番荔枝根系病變時，會產生藍綠色，與健康組織間之界限十分明顯 (圖二，A)。而後被感染之木材逐漸白化腐朽 (white rot)，約半年後完全腐朽，在木材切面上可見到網紋狀之暗褐菌絲束 (brown net lines) (圖二，B)。褐根病菌之菌絲在樹皮內部蔓延，樹根之表皮甚易剝離。罹病樹根外觀十分粗糙，長有褐色菌絲塊，並沾黏土塊石粒，菌體並滲入土中 (圖二，C&D)。因而病徵十分容易辨識，以與其他病害區別。罹病根部不易被其他雜菌再腐生 (secondary infection)。

由解剖病組織發現，病菌可由支根侵入，向主根蔓延；亦可由地際部侵入，再上下向莖部及主根、支根擴展，等病菌蔓延至環繞整個樹幹時，植株才出現顯著之外觀病徵。一般病勢隨病菌蔓延之方向進展，同時伴隨顯現地上部病徵，如植株僅半側根系腐敗時，同側之地上部會先出現枯萎現象，而後擴展至全株，尤其是行道樹較常出現此種病情。植株死亡後，病菌則繼續向樹幹蔓延，有時

可生長數公尺以上。枯死樹幹之基部並經常被白蟻蛀食。

Phellinus noxius 之鑑定

褐根病菌無性世代之特徵：測定之 *P. noxius* 菌株在 PDA 上之可生長溫度均為 10~12 至 35~37 °C，最適溫為 24~32 °C，菌株間生長速率差異甚大，有些菌株在最適生長溫度下之每日直線生長速率可達 3.5 cm 以上，生長十分快速；菌絲生長喜好酸性，在酸鹼值 pH 7.0 以上之培養基中不易生長。鑑定時之依據為：(i) 菌落初為白色，後呈不規則之深、淺褐色，並有深褐色線紋；(ii) 菌絲可形成節生分生孢子，白色透明狀；(iii) 有些菌絲絨化後粗大成鞘狀；(iv) 有些菌絲之頂端分歧成樹枝狀，稱為毛狀菌絲。

褐根病菌有性世代之特徵：在春季連續降雨後，罹病植株之裸露根部、地際部表面偶爾會長出子實體。調查時，曾被發現長出子實體的寄主只有龍眼、荔枝、番荔枝、樟樹。子實體為不規則之覆瓦狀，反轉孔面朝上，菌絲層初為乳白色至黃褐色，而後褐化成黑褐色或深灰褐色。子實體大小 10~30 cm，厚度 2~3 cm，3~4 層，孔內菌絲 (hymenial hyphae) 褐色，長度可達 100~600 μm，有些粗大成鞘狀 (seta hyphae)，寬度可達 12~14 μm。但當時並未發現擔孢子。子實體亦可在人工培養之木屑太空包 (commercial saw dust medium) 上形成，菌絲在長滿太空包後，置於砂土上，1~2 個月後即可長出子實體，形成之擔孢子無色透明、單室、橢圓形，大小平均 3~5 × 4~6 μm。Hymenial hyphae 之長度與 seta hyphae 之寬度為分種 (species) 鑑定時之依據^(21,28)。

以上自各種植物分離之褐根病菌菌株之各項特性，均與危害龍眼⁽¹²⁾及十種果樹⁽¹³⁾之褐根病菌株相同。

褐根病之寄主調查與病原性測定

至 1998 年為止，本試驗共發現 43 種 (species) 植物被 *P. noxius* 感染而罹患褐根病 (表一)。包括果樹 19 種，為龍眼、荔枝、桃、梅、櫻、梨、枇杷、番荔枝 (釋迦)、山刺番荔枝、柿、楊桃、葡萄、蓮霧、蘋婆、掌葉蘋婆、馬拉巴栗、波羅蜜、破布子、愛玉子；木本觀賞植物 24 種，其中木本觀花植物 10 種，為月橘、朱槿、金露花、含笑花、羊蹄甲、洋紫荊、艷紫荊、阿勃勒、大花紫薇、美人樹；木本觀葉植物 14 種，為臘腸樹、瓊崖海棠、檳木、樟樹、木麻黃、欖仁、垂榕、茄冬、桉樹、銀樺、菩提樹、白千層、大王椰子及一種引進之豆科植物。其中病害發生較嚴重且較普遍之果樹作物，依序為龍眼、番荔枝、荔枝、枇杷、梅及梨。

除瓊崖海棠、美人樹、檳木、臘腸樹、桉樹、銀樺、菩提樹、白千層及一種引進之豆科植物外，在本試驗中均已完成病原性測定，而瓊崖海棠、桉樹為褐根病菌之寄主

表一、*Phellinus noxius* 危害台灣園藝作物，引起褐根病之調查記錄 (1988-1998)

Table 1. Survey of decline of horticultural plants associated with brown root rot symptoms caused by *Phellinus noxius* in Taiwan from 1988 to 1998.

Plant names	Location & number of fields observed	First observed year in this study	Pathogenicity test (%) ¹
Fruit tree			
<i>Annona montana</i> 山刺番荔枝	Chiayi (1)	1995	100
<i>Annona squamosa</i> 番荔枝、釋迦	Taichung (1)、Nantou (1)、Yunlin (1)、Tainan (2)、Taitung (6)	1990	96
<i>Artocarpus heterophyllus</i> 波羅蜜	Taitung (1)、Nantou (1)	1995	55
<i>Averrhoa carambola</i> 楊桃	Tainan (2)、Changhua (1)	1989	55
<i>Cordia dichotoma</i> 破布子	Tainan (1)	1998	100
<i>Dimocarpus longana</i> 龍眼	Miaoli (1)、Taichung (2)、Nantou (5)、Changhua (1)、Yunlin (1)、Chiayi (5)、Tainan (10)、Kaohsiung (2)、Pingtung (1)、Taitung (2)	1983	40-83
<i>Diospyros kaki</i> 柿樹	Chiayi (1)	1992	91
<i>Eriobotrya japonica</i> 枇杷	Miaoli (1)、Taichung (1)、Yunlin (1)、Taitung (1)	1989	100
<i>Ficus pumpila</i> var. <i>awkeotsan</i> 愛玉子	Chiayi (1)	1994	80
<i>Litchi chinensis</i> 荔枝	Taichung (5)、Chiayi (3)、Tainan (2)、Kaohsiung (1)	1988	51-60
<i>Pachira macrocarpa</i> 馬拉巴栗	Tainan (1)、Taitung (1)	1994	78
<i>Prunus mume</i> 梅	Taichung (1)、Nantou (2)、Kaohsiung (1)	1988	100
<i>Prunus persica</i> 桃	Taichung (1)、Nantou (1)	1998	78-88
<i>Prunus campanulata</i> 櫻花	Changhua (1)	1999	100
<i>Pyrus pyrifolia</i> var. <i>culata</i> & <i>P. pyrifolia</i> var. <i>yokoyama</i> 梨	Miaoli (1)、Taichung (1)、Chiayi (1)	1992	84
<i>Sterculia foetiada</i> 掌葉頻婆	Nantou (1)	1999	80
<i>Sterculia nobilis</i> 蘋婆	Taitung (1)、Changhua (1)	1995	100
<i>Syzygium samarangense</i> 蓮霧	Chiayi (1)	1992	10
<i>Vitis vinifera</i> 葡萄	Taichung (1)、Nantou (1)	1995	100
One unknown species in Leguminosae 一種引進之豆科植物	Chiayi (1)	1994	-
Ornamental tree			
Flower tree			
<i>Bauhinia purpurea</i> 洋紫荊	Chiayi (3)、Taitung (3)	1994	100
<i>Bauhinia variegata</i> 羊蹄甲	Nantou (2)、Chiayi (1)	1990	100
<i>Bauhinia</i> hybrid. 艷紫荊	Nantou (1)、Chiayi (3)	1990	100
<i>Cassia fistula</i> 阿勃勒	Chiayi (1)	1996	80
<i>Chorisia speciosa</i> 美人樹	Nantou (1)	1999	-
<i>Duranta repens</i> 金露花	Nantou (2)	1994	100
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> 朱槿	Kaohsiung (1)	1994	80
<i>Lagerstroemia speciosa</i> 大花紫薇	Nantou (1)	1994	76<無>
<i>Michelia figo</i> 含笑花	Chiayi (1)	1994	60
<i>Murraya paniculata</i> 月橘	Nantou (2)	1994	80
Foliage tree			
<i>Bischoffia javanica</i> 茄冬	Nantou (1)、Taichung (1)	1994	83
<i>Calophyllum inophyllum</i> 瓊崖海棠	Taitung (1)	1999	-
<i>Casuarina equisetifolia</i> 木麻黃	Chiayi (1)	1990	67-83

¹. % = no. seedlings (cuttings) killed/no. seedlings (cuttings) inoculated after one year.-: Pathogenicity was not proven in the study.

表一、*Phellinus noxius* 危害台灣園藝作物，引起褐根病之調查記錄 (1988-1998) (續前頁)Table 1. Survey of decline of horticultural plants associated with brown root rot symptoms caused by *Phellinus noxius* in Taiwan from 1988 to 1998. (continued)

Plant names	Location & number of fields observed	First observed year in this study	Pathogenicity test (%) ¹
<i>Cinnamomun camphora</i> 樟樹	Nantou (2)、Taichung (1)、Yunlin (1)、Chiayi (2)	1988	100
<i>Eucalyptus</i> sp. 桉樹	Nantou (2)	1994	-
<i>Ficus macrocarpa</i> 垂榕、榕樹	Taipei (1)、Taichung (1)、Yuling (1)、Taitung (1)	1994	30
<i>Ficus religiosa</i> 菩提	Nantou (1)	1994	-
<i>Kigelia pinnata</i> 臘腸樹	Nanton (1)	1999	-
<i>Melaleuca leucadendron</i> 白千層	Nantou (1)、Taitung (1)	1994	-
<i>Roystonea regia</i> 大王椰子	Taitung (1)	1998	-
<i>Terminalia catappa</i> 欖仁	Chiayi (1)	1995	80
<i>Zelkova serrata</i> var. <i>serrat</i> 欖木	Taichung (1)、Tainan (1)	1994	-
<i>Grevillea robusta</i> 銀樺	Nantou (1)	1994	-

¹. % = no. seedlings (cuttings) killed/no. seedlings (cuttings) inoculated after one year. - : Pathogenicity was not proven in the study.

(表一) 已分別於1991與1998年發表^(4,16)。各種植物之幼苗於接種褐根病麥粒菌種一年後，其植株之死亡率如下。果樹：枇杷(茂木)(100%)、軟枝番荔枝(100%)、粗鱗種番荔枝(96%)、梅(100%)、櫻花(100%)、紅色桃花/苦桃(88%)、白色桃花/苦桃(78%)、橫山梨(84%)、柿(91%)、豆柿(80%)、巨峰葡萄(100%)、龍眼(粉殼)(83%)、龍眼(紅殼)(17%)、荔枝(糯米滋、淮荔)(60%)、荔枝(黑葉)(51%)、楊桃(秤錘)(55%)、蓮霧(10%)、愛玉子(80%)、波羅蜜(55%)、馬拉巴栗(78%)、蘋婆(100%)、掌葉蘋婆(80%)、破布子(100%)。觀賞植物：金露花(100%)、月橘(80%)、朱槿(80%)、含笑花(60%)、羊蹄甲(100%)、洋紫荊(100%)、艷紫荊(100%)、阿勃勒(80%)、大花紫薇(76%)、鳳凰木(60%)、樟樹(100%)、茄冬(83%)、木麻黃(83%)、矮性木麻黃(67%)、欖仁(80%)、垂榕(30%)。

討 論

台灣多種果樹，多年來，經常發生生長衰退、落葉、萎凋而終至枯死之現象，病因多而複雜⁽⁷⁾。Sawada (1928)⁽⁸⁾ 與農業要覽(1965)⁽⁶⁾ 曾分別記錄龍眼及另外15種木本植物被*Fomes lamaoensis* (Murr.) Sacc. et Trott. (即目前之*Phellinus lamaoensis* (Murr.) Heim.) 感染罹患立枯病(brown root disease = 褐根病)。當時Sawada對病原菌並無描述，亦無進行任何接種試驗。而後，他在1942年⁽⁹⁾ 與1943年⁽¹⁰⁾ 分別記載一種菊花木屬(*Bauhinia* sp.) 植物與咖啡之立枯病，對採集之病菌與子實體有描述，認為病原菌應為*Fomes noxius* Corner. (即目前之*P. noxius*)，也自認為

該菌即為*F. lamaoensis*之同種異名(synonym)。但他對以前之病害病原並無更正或說明。另外農業要覽記錄台灣茶褐根病之病原為*F. noxius*⁽⁶⁾。然而，*Phellinus noxius*與*P. lamaoensis*並不是同種異名。兩者雖均可引起植物褐根病，均屬擔子菌、Aphyllphorales(無褶菌目)、Hymenochaetaceae(刺革菌科)、*Phellinus*(木層孔菌屬)，但兩者之差異^(21,28) 為*P. noxius*之tramal setal hyphae的長度較長，可達500~600 μm(*P. lamaoensis*者在300 μm以下)；且寬度較寬，可達12~14 μm(*P. lamaoensis*者在9 μm以下)；hymenial seta不存在或圓柱形(*P. lamaoensis*者為彎曲狀)；有性世代擔孢子為無色透明(*P. lamaoensis*者在老化後有色素沈澱)。

雖然褐根病為台灣古老病害，在今日看來亦十分容易鑑定，但由於*P. noxius*之子實體在田間很少發現，在人工培養基及段木上亦無法形成，因而，最初對病原菌之分類鑑定十分困難。直到，作者⁽¹²⁾ 發現利用木屑太空包培養菌株可以刺激褐根病菌產生有性世代，才得以完成本菌之鑑定。目前吾人已證實龍眼⁽¹²⁾ 與多種果樹⁽¹³⁾ 之褐根病均由*P. noxius*引起；Chang^(5,15,16,20) 報告之林木褐根病亦均因*P. noxius*感染所致。作者亦曾將台灣之褐根病菌與自荷蘭Centraalbureau voor Schimmelcultures獲得之*P. noxius*標準菌株CBS 170.32 做過電泳分析試驗，結果顯示其菌絲蛋白質圖譜完全一致⁽¹²⁾。本試驗分離之褐根病菌菌株亦均屬*P. noxius*，再次顯示*P. lamaoensis*與台灣木本植物之褐根病無關，並且該菌目前並不存在台灣。

依據國外報導^(14,22,23,24)，*P. noxius*之寄主範圍與分布均十分廣泛，分布於非洲、亞洲、中南美洲、澳洲、新幾內亞等熱帶與亞熱帶地區，重要之寄主作物包括橡膠、咖

表二、*Phellinus noxius* 在臺灣之寄主記錄

Table 2. List of host records of *Phellinus noxius* in Taiwan

Plant names	First report year	Literature cited ¹
Fruit tree		
<i>Annona montana</i> 山刺番荔枝	1996	Ann <i>et al</i> (2)
<i>Annona squamosa</i> 番荔枝	1991	Lee & Huang (4), Ann & Ko (11)
<i>Artocarpus heterophyllus</i> 波羅蜜	1996	Ann <i>et al</i> (2)
<i>Averrhoa carambola</i> 楊桃	1991	Ann & Ko (11)
<i>Camellia sinensis</i> 茶	1965	Anonymous (6)
<i>Coffea arabica</i> 咖啡	1943	Sawada (9)
<i>Cordia dichotoma</i> 破布子	1998	Chang (20)
<i>Dimocarpus longana</i> 龍眼	1928 (1991) ¹	Sawada (8)(Ann&Ko(11)) [*]
<i>Diospyros kaki</i> 柿樹	1994	Ann & Ko (1)
<i>Elaeocarpus serratus</i> 錫蘭橄欖	1998	Chang (20)
<i>Eriobotrya japonica</i> 枇杷	1991	Ann & Ko (11)
<i>Ficus pumpila</i> var. <i>awkeotsan</i> 愛玉子	1996	Ann <i>et al</i> (2)
<i>Litchi chinensis</i> 荔枝	1991	Ann & Ko (11)
<i>Prunus campanulata</i> 櫻花	1999	Ann <i>et al</i> (in this study)
<i>Prunus mume</i> 梅	1991	Ann & Ko (11);Chang (4)
<i>Prunus persica</i> 桃	1999	Ann <i>et al</i> (in this study)
<i>Pyrus pyrifolia</i> var. <i>culata</i> , <i>P. pyrifolia</i> var. <i>yokoyama</i> 梨	1994	Ann & Ko (1)
<i>Syzygium samarangense</i> 蓮霧	1994	Ann & Ko (1)
<i>Sterculia foetiada</i> 掌葉蘋婆	1999	Ann <i>et al</i> (in this study)
<i>Sterculia nobilis</i> 蘋婆	1996	Ann <i>et al</i> (2)
<i>Vitis vinifera</i> 葡萄	1996	Ann <i>et al</i> (2)
Ornamental tree		
Flower tree		
<i>Bauhinia purpurea</i> 洋紫荊	1996	Ann <i>et al</i> (2)
<i>Bauhinia variegata</i> 羊蹄甲	1995	Chang (16)
<i>Bauhinia</i> hybrid 艷紫荊	1996	Ann <i>et al</i> (2)
<i>Bombax ceiba</i> 木棉	1998	Chang (20)
<i>Camellia japonica</i> var. <i>japonica</i> 山茶	1998	Chang (20)
<i>Cassia fistula</i> 阿勃勒	1998	Chang (20)
<i>Chorisia speciosa</i> 美人樹	1999	Ann <i>et al</i> (in this study)
<i>Delonix regia</i> 鳳凰木	1991	Chang (5)
<i>Duranta repens</i> 金露花	1928 (1996) [*]	Sawada (8)(Ann&Ko(2)) [*]
<i>Gardenia jasminoides</i> 黃梔花 (=梔子花)	1928 [*]	Sawada (8) [*]
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> 朱槿	1996	Ann <i>et al</i> (2)
<i>Hibiscus Schizopetalus</i> 裂瓣朱槿	1928 [*]	Sawada (8) [*]
<i>Hibiscus tiliaceus</i> 黃槿	1998	Chang (20)
<i>Hydrangea chinensis</i> 八仙花(繡球花)	1928 [*]	Sawada (8) [*]
<i>Koelreuteria henryi</i> 台灣欒樹	1995	Chang (16)
<i>Lagerstroemia hurbinata</i> 紫薇	1998	Chang (20)
<i>Lagerstroemia speciosa</i> 大花紫薇	1996	Ann <i>et al</i> (2)
<i>Lantana camara</i> 馬櫻丹	1998	Chang (20)
<i>Maesa tenera</i> 台灣山桂花	1928 [*]	Sawada (8) [*]
<i>Michelia figo</i> 含笑花	1996	Ann <i>et al</i> (2)
<i>Murraya paniculata</i> 月橘	1928(1992) [*]	Sawada (8)(Chang(15)) [*]
<i>Nerium oleander</i> 夾竹桃	1998	Chang (20)
One unknown species in Leguminosae 一種引進之豆科植物	1996	Ann <i>et al</i> (2)
Foliage tree		
<i>Acasia confusa</i> 相思樹	1995	Chang (16)

¹* misidentified as *Fomes lamaoensis*; in parenthesis () indicating the revised year and authors.

表二、*Phellinus noxius*在臺灣之寄主記錄(續前頁)Table 2. List of host records of *Phellinus noxius* in Taiwan (continued)

Plant names	First report year	Literature cited ¹
<i>Alstonia scholaris</i> 黑板樹	1998	Chang (20)
<i>Araucaria heterophylla</i> 細葉南洋杉	1998	Chang (20)
<i>A. cunninghamii</i> 肯氏南洋杉	1998	Chang (20)
<i>Aleurites fordii</i> 油桐	1998	Chang (20)
<i>Bischoffia javanica</i> 茄冬	1928(1996)*	Sawada (8)(Ann et al (2))*
<i>Calophyllum inophyllum</i> 瓊崖海棠	1995	Chang (16)
<i>Casuarina equisetifolia</i> 木麻黃	1995	Chang (16)
<i>Cinnamomun camphora</i> 樟樹	1928(1991)*	Sawada (8)(Chang (5))*
<i>C. kanehirai</i> 牛樟	1998	Chang (20)
<i>C. zeylanicum</i> 錫蘭肉桂	1998	Chang (20)
<i>Codiaeum variegatum</i> 變葉木	1928*	Sawada (8)*
<i>Cycus taiwaniana</i> 台灣蘇鐵	1991	Chang (5)
<i>Dalbergia Sisso</i> 印度黃檀	1928	Sawada (8)*
<i>Eucalyptus</i> spp. 桉樹	1991	Chang (5)
<i>Ficus elastica</i> var. <i>elastica</i> 印度橡膠樹	1998	Chang (20)
<i>Ficus religiosa</i> 菩提	1996	Ann et al(2)
<i>Firmiana simplex</i> 梧桐	1998	Chang (20)
<i>Fraxinus formosana</i> 白雞油	1998	Chang (20)
<i>Ficus macrocarpa</i> 榕樹	1995	Chang (16)
<i>Keteleeria davidiana</i> var. <i>formosuna</i> 台灣油杉	1998	Chang (20)
<i>Kigelia pinnata</i> 臘腸樹	1999	Ann et al (in this study)
<i>Leucaena leucophala</i> 銀合歡	1998	Chang (20)
<i>Liquidambar formosana</i> 楓樹	1991	Chang (5)
<i>Litsea hypophaea</i> 小梗木薑子	1928*	Sawada (8)*
<i>Litsea glutinosa</i> 潺高樹	1998	Chang (20)
<i>Macaranga tanarius</i> 血桐	1998	Chang (20)
<i>Machilus zuihoensis</i> 香楠	1928*	Sawada (8)*
<i>Melaleuca leucadendron</i> 白千層	1996	Ann et al (2)
<i>Melia azedarach</i> 楝	1928*	Sawada (8)*
<i>Melicope merrilli</i> 山割菜	1998	Chang (20)
<i>Michelia compressa</i> var. <i>formosana</i> 烏心石	1998	Chang (20)
<i>Pachira macrocarpa</i> 馬拉巴栗	1996	Ann et al (2)
<i>Palaquium formosana</i> 大葉山欖	1998	Chang (20)
<i>Pinus thunbergii</i> 黑松	1998	Chang (20)
<i>Podocarpus macrophyllus</i> var. <i>macrophyllus</i> 羅漢松	1995	Chang (16)
<i>Roystonea regia</i> 大王椰子	1996	Ann et al (2)
<i>Pistacia chinensis</i> 黃連木	1998	Chang (20)
<i>Pongamia pinnata</i> 水黃皮	1998	Chang (20)
<i>Pterocarpus indicus</i> 印度紫檀	1998	Chang (20)
<i>Salix babylonica</i> 垂柳	1995	Chang (16)
<i>Sauranja oldhami</i> 水冬瓜	1928*	Sawada (8)*
<i>Swietenia mahagoni</i> 小葉桃花心木	1995	Chang (16)
<i>Taiwania cryptomerioides</i> 台灣杉	1998	Chang (20)
<i>Terminalia catappa</i> 欖仁	1996	Ann et al (2)
<i>Ulmus parvifolia</i> 榔榆	1998	Chang (20)
<i>Zelkova serrata</i> var. <i>serrat</i> 欖木	1996	Ann et al (2)
<i>Grevillea robusta</i> 銀樺	1996	Ann et al (2)
Herbaceous plants		
<i>Artemisia capillaris</i> 茵陳蒿	1998	Chang (20)
<i>Ipomoea pescaprae</i> 馬鞍藤	1998	Chang (20)
<i>Lactuca indica</i> 山萵苣	1998	Chang (20)
<i>Urena lobata</i> var. <i>tomentosa</i> 虱母子草	1928*	Sawada (8)*

¹* misidentified as *Fomes lamaoensis*; in parenthesis () indicating the revised year and authors.

啡、茶樹、油椰子等。目前 *P. noxius* 已成為台灣果樹與樹木根部的最重要病原菌之一 (表二), 值得注意。而且, 不同寄主分得之褐根病原菌可以互相感染其他寄主^(13,16), 尚未發現菌株間有明顯寄主分化之現象⁽²⁷⁾, 但是菌株間之致病毒力 (virulence) 略有強弱差異, 尤其菌株對其分離之寄主之致病性似乎較強⁽¹³⁾。

雖然經由本試驗及相關試驗研究結果, 得對台灣褐根病之特性已有相當瞭解, 包括: (I) 調查與接種試驗, 發現台灣多種經濟果樹與觀賞植物罹患褐根病, 為 *P. noxius* 之天然寄主^(1,2,4,5,11,12,13,15,16,20)。(ii) 人工檢定發現多種植物對褐根病甚為感病, 但檸檬、柑桔、黑板樹對本病害深具抗性⁽³⁾, 可以在發病嚴重地區種植。(iii) 病菌可藉土壤傳播, 並證實病害可經根系交纏而傳至健株^(1,13); 病菌則可在土壤與病株殘體中長期殘存^(1,17)。(iv) 病害防治方面: 篩選出數種防治藥劑, 田間試驗之初步效果良好⁽¹⁾。此外, 尿素亦有抑制褐根病病勢進展之效果^(1,18,19)。今後擬繼續研擬更佳之防治策略, 以供為農民病害防治之依據。

謝 辭

本文承蒙農業委員會計畫 (84科技-2.4-糧-23, 85科技-1.6-糧-28, 86科技-1.6-糧-19) 項下經費補助, 謹此致謝!

引用文獻

1. 安寶貞 柯文雄. 1994. 果樹褐根病之生態與防治研究. 植病會刊 3:69. (摘要)
2. 安寶貞 李惠鈴 黃德昌. 1996. *Phellinus noxius* 引起園藝作物褐根病之新記錄與園藝作物對本菌之抗性檢定. 植病會刊 5:201. (摘要)
3. 安寶貞 蔡志濃 王姻婷 謝美如. 1999. 果樹及觀賞植物對 *Phellinus noxius* 之抗感病性檢定. 植病會刊 8:51-60.
4. 李惠玲 黃德昌. 1991. 番荔枝萎凋病之研究初報. 植保會刊 33:433. (摘要)
5. 張東柱. 1991. *Phellinus noxius* 引起數種木本植物根腐與頸腐. 植保會刊 33:432. (摘要)。
6. 無名氏. 1965. 龍眼立枯病. page 255. & 茶樹褐根病. Page 141. 農業要覽 作物病蟲害篇 4 (1). 台灣省農林廳. 南投.
7. 蔡雲鵬. 1991. 植物病害名彙 (修訂三版). 植物保護學會&植物病理學會刊印. 台灣台中. 604 pp.
8. 澤田兼吉. 1928. 樟立枯病菌. 臺灣產菌類調查報告 4:86-91.
9. 澤田兼吉. 1942. *Bauhinia* 立枯病菌. 臺灣產菌類調查報告 7:97-98.

10. 澤田兼吉. 1943. 咖啡立枯病菌. 臺灣產菌類調查報告 9:149-150.
11. Ann, P. J., and Ko, W. H. 1991. Association of *Phellinus noxius* with root rot of fruit trees in Taiwan. Plant Prot. Bull. 33:432-433. (abstract)
12. Ann, P. J. and Ko, W. H. 1992. Longan decline: association with brown root rot caused by *Phellinus noxius*. Plant Pathol. Bull. 1: 19-25.
13. Ann, P. J., Lee, H. L., and Huang, T. C. 1999. Brown root rot of ten fruit trees caused by *Phellinus noxius* in Taiwan. Plant Dis. (in press)
14. Browne, F. G. 1968. Pests and Diseases of Forest Plantation Trees. Oxford University Press, London. 1330 pp.
15. Chang, T. T. 1992. Decline of some forest trees associated with brown root rot caused by *Phellinus noxius*. Plant Pathol. Bull. 1:90-95.
16. Chang, T. T. 1995. Decline of nine tree species associated with brown root rot caused by *Phellinus noxius* in Taiwan. Plant Dis. 79:962-965.
17. Chang, T. T. 1996. Survival of *Phellinus noxius* in soil and in the roots of dead host Plants. Phytopathology 86: 272-276.
18. Chang, T. T. 1999. Chemical control of Casuarina brown root disease caused by *Phellinus noxius*. Pages 402-406 in 5th International Conference on Plant Protection in the Tropics. March 5-18, 1999, Kula Lumpur, Malaysia.
19. Chang, T. T., and Chang, R. J. 1998. Generation of volatile ammonia from urea fungicidal to *Phellinus noxius* in infested wood in soil under controlled conditions. Plant Pathol. 48:337-344.
20. Chang, T. T., and Yang, W. W. 1998. *Phellinus noxius* in Taiwan: distribution, host plants and the pH and texture of the rhizosphere soils of infected host. Mycol. Res. 102:1085- 1088.
21. Cunningham, G. H. 1965. Polyporaceae in New Zealand. N. Z. Dep. Sci. Ind. Res. Bull.164:1-304.
22. Florance, E. R., and Shaw, C. G. 1988. Surface morphology of basidiospores from decay fungi that are common in Pacific northwest forest U.S.A.. Northwest S. C. I. 5: 547-550.
23. Geiger, J. P., Rio, B., Nicole, M., and Nandris, D. 1986. Biodegradation of *Hevea brasiliensis* wood by *Rigidoporus lignosus* and *Phellinus noxius*. Eur. J. For. Pathol. 16:147-159.
24. Hodges, C. S., and Tenorio, J. A. 1984. Root disease of *Delonix regia* and associated tree species in the Mariana

- Islands. Plant Dis. 68:334-336.
25. Ko, W. H., Tomita, J., and Short, R. L. 1986. Two natural hosts of *Kretzschmaria clavus* in Hawaiian forests. Plant Pathol. 35:254-255.
26. Miller, M. W., and Jong, S. C. 1987. Commercial cultivation of shiitake in sawdust filled plastic bags. Pages 421-426 in: Cultivating Edible Fungi. P. J. Wuest, D. J. Royse and R. B. Beelman, eds. Elsevier, Amsterdam.
27. Nandris, D., Nicole, M., and Geiger, J. P. 1987. Variation in virulence among *Rigidoporus lignosus* and *Phellinus noxius* isolates from West Africa. Fur. J. For. Pathol. 17:271-281.
28. Pegler, D. N., and Waterston, J. M. 1968. *Phellinus noxius*. C. M. I. Descriptions of pathogenic Fungi and Bacteria. No. 195. .

ABSTRACT

Ann, P. J.^{1,3}, Lee, H. L.², and Tsai, J. N.¹ 1999. Survey of brown root disease of fruit and ornamental trees caused by *Phellinus noxius* in Taiwan. Plant Pathol. Bull. 8:51-60. (¹ Department of Plant Pathology, Taiwan Agricultural Research Institute, Wufeng, Taichung, Taiwan. ; ² Taitung Agricultural Improvement Division, Taitung, Taiwan. ; ³ Corresponding author, E-mail: pjann@wufeng.tari.gov.tw , Fax No: 04-3338162)

Brown root disease of fruit and ornamental trees caused by *Phellinus noxius* was surveyed from 1988 to 1998. A total of 43 species of woody plants were found to be naturally infected by the pathogen. Hosts included 19 fruit trees (longan, litchi, sugar apple, mountain sour sop, plumum, pear, peach, Taiwan cherry, loquat, persimmon, carambola, wax apple, grape, ping-pong, Indian Almond malabar chestnut, jack fruit and jellyfig) and 24 ornamental plants (flower trees: orchid- tree, butterfly-tree, golden-shower, *Duranta repens*, hibiscus, banana shrub, queen's crape myrtle, Floss silk tree, orange jasmine. Foliage tree: sausage tree *Calophyllum inophyllum*, autumn maple tree, camphor tree, eucalyptus, botree, small-leaved banyan, iron-wood tree, tropical almond, zelkovat, *Grevillea robusta*, cuban royal palm, and one unknown species in Leguminosae). The disease was mainly distributed in the central, southern and eastern Taiwan where sea levels below 1000 meters. However, brown root disease was still occasionally found both in the northern Taiwan and in the high mountain where sea levels above 1000 meters. In the fields, disease symptoms were leaf discoloration, unthrifty appearance and eventual death within 2-3 years (slow decline) or sudden wilt and death within 2-3 month (quick decline). Infected root bark appeared brown and rough because of being covered with a layer of soil particle and pathogen mycelia. Meanwhile, a conspicuous network of brown lines permeated on the decomposed infected-woody tissues. Fruiting bodies were rarely found in the field. However, the fungus produced fruiting bodies artificially on a sawdust medium. The fungal colony on PDA was whitish during the early stage and turned brown with irregular dark brown zone lines or patches permeated the culture. The fungus does not have clamp-connection, but produce arthospores and form trichocysts both on PDA and the infected diseased tissues. Mycelial growth of test isolates of *P. noxius* on PDA ranged from 10-12 to 35-37 with the optimum temperatures of 24-32 . Meanwhile, mycelial grew well in PD broth under pH 4.5-6.5 whereas did not grow or grew poor at pH above 7.0 and below 4.0.

Key words : brown root rot, *Phellinus noxius*, fruit trees, ornamental woody trees