

樹木褐根病發生生態及防治策略

劉興隆

摘要

褐根病在樹木外觀病徵可分為慢性立枯及急性立枯兩大類。慢性立枯為罹病株外觀上呈現葉片稀疏、黃萎落葉，逐漸衰弱，從發病到死亡可能需數年的時間。急性立枯之病徵為罹病株急速萎凋，葉片乾枯不立即脫落，植株從黃化到枯死只需一至三個月。一旦地上部出現黃化萎凋，根部已有60%以上受害，樹木已回天乏術，因此褐根病俗稱樹癌。罹病根系上覆有褐色菌體，受感染之內側木材組織具不規則黃褐網紋狀菌絲束，根部及莖基部木材腐朽後，失去機械支撐機能，在無預警之下無風樹木自倒，對公共安全造成威脅，因此褐根病更受人們重視。褐根病菌 *Phellinus noxius* (Corner) Cunningham 為擔子菌之木層孔菌屬 (*Phellinus*)。褐根病菌寄主範圍與分布均十分廣泛，主要分布於熱帶與亞熱帶地區，褐根病之寄主在世界記錄至少有59科超過200種作物，在台灣的寄主記錄則有102屬126種，包括21種果樹、93種觀賞植物與林木、5種特用作物及7種草本植物。褐根病在台灣各地均可發現，以西部台中市以南和東部台東縣和平鄉以南較常發現。一般自平地至海拔1000公尺之山區均可發現病害的蹤影，但以海拔500公尺以下之山坡地與平原發生較普遍。多位學者將分離自不同寄主之褐根病菌，交互接種到不同寄主植物，結果發現每個菌株皆可感染其它寄主植物，但不同寄主間存在不同程度致病力的差異，此結果顯示褐根病菌不具病原生理小種。

褐根病主要傳染源是罹病殘根，而傳播途徑主要靠病根與健康根的接觸傳染、種苗帶菌或病土傳播。在褐根病發病的林地，常發現病害自一發病點逐漸向四周擴散，此現象顯示褐根病的傳播主要經由根部接觸，由病根傳給健根；而長距離傳播主要是人為因素，將帶菌種苗或罹患褐根病之土壤，移到健康區域，引起病害傳播蔓延。褐根病菌菌絲在土壤中無法存活3個月，節孢子和擔孢子無法存活5個月，但病菌可在殘留病根中存活5-10年以上，不過病根經浸水處理則一個月後檢測不到褐根病菌存活。褐根病防治，預防重於治療，防治方法有：1. 早期偵測：植株地上部尚未發生病徵時，利用組織分離培養法及PCR分子診斷法，亦可利用訓練之狗，聞出罹患褐根病樹木，以即早發現。2. 藥物處理：病情輕微者及罹病植株周圍健株，以藥物處理，防治褐根病蔓延，目前較常用之藥物有三泰芬、撲克拉及尿素。3. 土壤消毒：病情嚴重樹木，以挖土機將大根挖起，清除所有根系並燒毀，挖除後之土壤進行消毒，目前土壤消毒方法有邁隆燻蒸消毒及蒸汽消毒；邁隆消毒為每平方公尺施用施藥量60克，處理後再覆蓋不透氣的黑色塑膠布處理一個月；蒸汽消毒目前國立臺灣大學已研發「以高溫蒸氣防除樹木褐根病及農作物土壤病蟲害方法及裝置技術」。4. 淹水處理：發病地區如該地區有灌

溉系統，可進行 1 個月的浸水，以殺死存活於殘根的病原菌。5. 生物防治：目前褐根病相關研究不多；有應用 *Ochrobactrum anthropi* 細菌處理茶樹幼苗，可促進茶樹生長和降低褐根病病勢，但無法完全抑制病害發生。5. 種植抗(耐)病樹種：柑橘、檬果及黑板樹極為抗(耐)病，可做為補植時之選擇。植株一旦出現褐根病之病徵，根部已有 60% 以上受害，不容易治癒，且會造成無風樹木自倒之公共安全威脅。因此早期偵測相當重要，若能在病徵尚未出現之前提早偵測出病原，必能達到早期防治的效果；而在病害防治方面，最主要工作為清除殘根並燒毀之及避免病土及帶菌種苗移動造成傳播，再以藥劑或土壤消毒等方法處理，以遏止病害之蔓延。

前言

褐根病菌寄主範圍與分布均十分廣泛，主要分布於熱帶與亞熱帶地區，包括非洲、亞洲、中南美洲、澳洲、新幾內亞等地區。其寄主範圍廣泛，可危害林木、多年生果樹及特用作物等。在台灣，早在 1928 年澤田兼吉已記錄 16 種作物受其危害，至目前台灣發現的寄主超過 130 餘種。本病為害初期地上部無任何病徵，一旦地上部出現黃化萎凋，根部已有 60% 以上受害，此時進行治療處理，只能延緩病勢進展，樹木已回天乏術，因此褐根病俗稱樹癌。又由於公共建設或私人的綠美化及填土需求，將帶菌樹木及土方移動到新植地，造成此病害逐年增加之趨勢；褐根病引起木本植物的根部及莖基部木材白腐朽及樹皮腐敗，導致莖基部環狀壞死，因而輸導功能遭受破壞，而引起植株萎凋死亡，百年珍貴老樹感染後也難逃此劫，而根部及莖基部木材腐朽後，失去機械支撐機能，在無預警之下無風樹木自倒，對公共安全造成威脅，因此褐根病更受人們重視。

內容

一、褐根病病徵及病原菌特性

(一) 地上部病徵：

褐根病在樹木外觀病徵可分為慢性立枯及急性立枯兩大類。

1. 慢性立枯：於罹病株外觀上呈現葉片稀疏、黃萎落葉，逐漸衰弱，有些較大棵植株或根系較深廣的樹種，從發病到死亡可能需數年的時間。
2. 急性立枯：所呈現之病徵為罹病株急速萎凋，葉片黃化乾枯，但不立即脫落，植株從黃化到枯死只需一至三個月。

(二) 地下部病徵：

一旦地上部出現黃化萎凋，根部已有 60% 以上受害。罹病根系上覆有褐色菌體，受感染之內側木材組織具不規則黃褐網紋狀菌絲束，組織最後完全白化腐朽，腐朽末期木材變輕、乾及海棉狀，失去機械支撐，因此受害樹木較易風倒，

具有潛在公共安全的危險性。

造成萎凋的主因是褐根病菌可以直接為害樹皮的輸導組織，導致水分及養分之輸送遭受阻礙而死亡。在潮濕之環境下，罹病樹幹之基部偶爾會長出不規則、扁平覆瓦狀褐色之有性世代子實體，反轉朝外。褐根病發生時，最初大多單株發生，而後逐年向四周蔓延，形成罹病帶，罹病植物每年增加一至數株。

褐根病菌 *Phellinus noxius* (Corner) Cunningham 的分類地位為擔子菌門 (Basidiomycota)，層菌綱 (Hymenomycetes)，無褶菌目 (Aphyllphorales)，刺革菌科 (Hymenochaetaceae)，木層孔菌屬 (Phellinus)。木層孔菌內的菌種全部均為木材白色腐朽菌，多數營腐生或具有弱病原性，少數菌種具有較強的病原性，尤其以褐根病菌的病原性最強。褐根病菌無性世代很容易分離培養，其在培養基生長良好，菌落前緣菌絲氣生至平伏，菌落初期白色至草黃色，後變成琥珀褐色至黑褐色，形成段生孢子和鹿角菌絲，菌絲不具扣子體。

二、褐根病分布及寄主範圍

褐根病菌寄主範圍與分布均十分廣泛，主要分布於熱帶與亞熱帶地區，包括非洲、亞洲、中南美洲、澳洲、新幾內亞等地區。褐根病之寄主在世界記錄至少有59科超過200種作物，在台灣的寄主記錄則有102屬126種，包括21種果樹、93種觀賞植物與林木、5種特用作物及7種草本植物。

褐根病在台灣各地均可發現，以西部台中市以南和東部台東縣和平鄉以南較常發現。一般自平地至海拔1,000公尺之山區均可發現病害的蹤影，但以海拔500公尺以下之山坡地與平原發生較普遍。柯氏調查雲林縣各級學校、公園綠地及省縣道路，統計結果樹木褐根病感染面積為37982m²，其中感染面積最嚴重之鄉鎮分別為西螺鎮、二崙鄉及斗六市，分佔感染面積比例約為15.5%(5892m²)、14.3%(5447m²)及12.3%(4677m²)；其感染最多之樹種則分別為榕樹、樟樹、木麻黃，其感染比例為35%(13440m²)、12%(4438m²)、6%(2144m²)。

多位學者將分離自不同寄主之褐根病菌，交互接種到不同寄主植物，結果發現每個菌株皆可感染其它寄主植物，但不同寄主間存在不同程度致病力的差異，此結果顯示褐根病菌不具病原生理小種。

三、褐根病菌傳播及存活

在台灣自15種寄主分離之菌株，對生長溫度的反應相似；最適生長溫度近30°C，最高溫達36°C，最低溫10°C，但不同寄主分離之菌株其生長速度有差異。菌絲生長pH值介於3.5至7.0，高於7.5則不能生長。檢測罹患褐根病寄主植物根圍土壤之酸鹼值，結果顯示土壤pH值介於4-9均可發現褐根病，其中以pH5-8的比例較多。

褐根病主要傳染源是罹病殘根，而傳播途徑主要靠病根與健康根的接觸傳染、種苗帶菌或病土傳播。在褐根病發病的林地，常發現病害自一發病點逐漸向四周擴散，此現象顯示褐根病的傳播主要經由根部接觸，由病根傳給健根；雖然有報導證明擔孢子可以成功感染植物，但因褐根病菌在自然界不易形成子實體，

因此經由擔孢子做長距離傳播的機會較少，而長距離傳播主要是人為因素，將帶菌種苗或罹患褐根病之土壤，移到健康區域，引起病害傳播蔓延。

將褐根病菌之菌絲、節生孢子、擔孢子及感染木材埋入不同含水率的土壤中，結果褐根病菌菌絲3個月後無法檢測到的褐根病菌存活；節生孢子和擔孢子5個月無法檢測到的褐根病菌存活，然而感染的木材除浸水的處理外，經過兩年仍有高達80%以上的存活率，浸水處理之木材一個月則無法檢測到的褐根病菌存活。張氏發現褐根病菌存在殘根的活性可一直到病根完全腐爛為止，經調查田間三種寄主植物(瓊崖海棠、木麻黃與樟樹)之殘留病根發現，至少病菌可在殘根中存活5年以上，甚至在死亡十年後的木麻黃病根仍有50%以上褐根病菌的存活，死亡年代愈短病原存活的比率愈高，可見褐根病菌的殘根可以在土壤內做長期的存活。另外發現本病較常發生於海邊沙質土壤，其它地區的黏質土壤偶而發生，此現象可能與土壤含水力有關；沙質土壤含水力及含水持久性不及黏質土壤，因此較易保持土壤於相對乾燥的狀態，因而有利於褐根病菌的存活。

四、防治方法

1. 早期偵測：植株地上部尚未發生病徵時，利用組織分離培養法及PCR分子診斷法，以確認植物是否罹患褐根病，亦可利用經過訓練之米格魯聞出褐根病樹木，即早發現進行治療。
2. 藥物處理：病情輕微者及罹病植株周圍健株，應進行藥物處理，以防治褐根病蔓延。安氏試驗發現普克利、三泰芬、撲克拉、滅普寧及亞磷酸，及4-4式波爾多液稀釋1,000倍對人工接種褐根病菌之番荔枝苗與枇杷苗有較佳之防治褐根病的效果。張氏亦報告利用尿素3,000ppm能有效防治褐根病，當殘根直徑小於3厘米處理後，檢測不到褐根病菌存活。另外蔡氏於南投水里地區葡萄園進行田間試驗，每株3年生的葡萄灌注三泰芬+尿素+碳酸鈣或撲克拉+尿素+碳酸鈣溶液，每種藥劑的用量均為每株10g，將藥液灌注於根圍樹冠，每三個月灌注一次，防治效果顯著。
3. 土壤消毒：病情嚴重樹木，以挖土機將大根挖起，清除所有根系並燒毀，挖除後之土壤進行消毒，目前土壤消毒方法有邁隆燻蒸消毒及蒸汽消毒。98%邁隆微粒劑藥劑，每平方公尺施用施藥量60克，施藥方法為樹木褐根病發生之感染區使用，須將受感染樹木進行砍伐移除後，再將藥劑均勻拌入土壤，並將區塊四周建立深達1公尺之阻絕溝並埋入不透氣的黑色塑膠布；每一處理區塊處理完畢後澆水，使土壤濕潤至土壤含水量40-60%之間，再覆蓋不透氣的黑色塑膠布處理一個月。蒸汽消毒，目前國立臺灣大學已研發「以高溫蒸氣防除樹木褐根病及農作物土壤病蟲害方法及裝置技術」，並技轉給廠商，以高溫蒸氣進行土壤中之樹木褐根病菌防除，可有效全面殺滅樹木褐根病菌。
4. 淹水處理：發病地區如不便將主根掘起且該地區具有灌溉系統，可進行1個月的浸水，以殺死存活於殘根的病原菌。
5. 生物防治：生物防治是當今植物病蟲害防治的趨勢，因為生物防治較化學防治

安全且不會造成環境污染問題。但生物防治有很多限制因子，目前褐根病相關研究不多。Kothandaraman et al.發現土壤根圈中的放線菌可以抑制褐根病菌，但未有進一步的防治應用試驗。Chakraborty等人應用*Ochrobactrum anthropi*細菌處理茶樹幼苗，可促進茶樹生長和降低褐根病病勢，但無法完全抑制病害發生。

6. 種植抗(耐)病樹種：安氏等人(1999)檢定台灣101 品種植物(含92種園藝作物)對褐根病菌之抗感病性，結果顯示，極為感病之植物共有13種，於接種六個月內全數死亡，包括果樹5種(枇杷、軟枝番荔枝、可可、百香果、破布子)、觀賞植物8種(茉莉花、黃槐、黃花夾竹桃、金露花、西洋杜鵑、聖誕紅、櫻花、黃金風鈴木)；而極為抗(耐)病有柑橘(酸橘、柳橙、苦柚)、愛文檬果(砧木為在來種)及黑板樹，於接種一年內均無發現死亡情形。

結語

褐根病在台灣各地已普遍發生，以西部台中市以南和東部台東縣和平鄉以南較常發現。其寄主範圍與分布十分廣泛，寄主作物超過200種以上。褐根病最直接的影響是使樹木枯死，且在無預警之下無風樹木自倒，對公共安全造成威脅。褐根病菌的初次感染源主要來自種苗帶菌、殘根中之病菌、或帶菌土壤。而病菌侵入植物根系後，可以靠根系接觸向四周蔓延侵染其他健康植物，造成大面積發病區塊。植株死亡後，病菌可在病組織中存活5-10年以上。植株一旦出現褐根病之病徵，根部已有60%以上受害，不容易治癒，因此早期偵測相當重要，若能在病徵尚未出現之前提早偵測出病原，必能達到早期防治的效果；而在病害防治方面，最主要工作為清除殘根並燒毀之及避免病土移動造成傳播，再以藥劑或土壤消毒等方法處理，以遏止病害之蔓延。

參考文獻

1. 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。
2. 安寶貞 2005 木本植物褐根病之診斷鑑定與防治。植物重要防疫檢疫病害診斷鑑定技術研習會專刊(四)1-17。
3. 李惠鈴、陳致廷 2011 臺東地區樹木褐根病發生現況及防治建議。台東區農業專訊75: 5-10。
4. 傅春旭、張東柱、孫銘源、胡寶元、蕭文偉 2003 以農用燻蒸劑-邁隆進行褐根腐病害區之土壤燻蒸。臺大實驗林研究報告 17: 153-158。
5. 蔡志濃、謝文瑞、安寶貞 2008 氮肥與化學藥劑對果樹褐根病菌之影響與田間病害防治。植物病理學會刊 17: 119-126。
6. Ann, P. J., Chang, T. T., and Ko, W. H. 2002. *Phellinus noxius* brown root rot of fruit

- and ornamental trees in Taiwan. *Plant Dis.* 86: 820-826.
7. Ann, P. J., Lee, H. L., and Huang, T.C. 1999. Brown root rot of 10 fruit trees caused by *Phellinus noxius* in Taiwan. *Plant Dis.* 83:746-750.
 8. Chang, T. T. , and Chang, R. J. 1999. Generation of volatile ammonia from urea fungicidal to *Phellinus noxius* in infested wood in soil under controlled conditions. *Plant Pathol.* 48:337-344.
 9. Chang, T. T. 1996. Survival of *Phellinus noxius* in soil and in the roots of dead host plants. *Phytopathology* 86:272-276.
 10. 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 hosts. *Mycol. Res.* 102: 1085-1088.
 11. Sahashi, N., Akiba, M., Ishihara, M., Miyazaki, K., and Kanzaki, N. 2010. Cross inoculation tests with *Phellinus noxius* isolates from nine different host plants in the Ryukyu Islands, southwestern Japan. *Plant Dis.* 94:358-360.
 12. Chakraborty, U., Chakraborty, B.N., Basnet., M. and Chakraborty, A. P. 2009 Evaluation of *Ochrobactrum anthropi* TRS-2 and its talc based formulation for enhancement of growth of tea plants and management of brown root rot disease. *Journal of Applied Microbiology* 107:625-634.