

樹木褐根病之預防性及治療性注射防治

Preventive and Therapeutic Injection Control of Tree BRRD

孫岩章 教授

Prof. En-Jang Sun

台灣大學植物病理與微生物學系兼任教授
台灣大學植物醫學研究中心首屆主任
臺灣植物及樹木醫學學會理事長

- 一、樹木褐根病及靈芝根基腐病的重要性
- 二、樹木褐根病預防性藥劑注射成功案例
- 三、樹木褐根病治療性藥劑注射成功案例
- 四、樹木靈芝根基腐病藥劑注射成功案例
- 五、推廣及應用之建議

一、樹木褐根病及靈芝根基腐病 的重要性

Importance of Tree BRRD and Other
Ganoderma Root and Butt Rots

樹木褐根病菌的特性及風險1

Characteristics of BRRD and its risk 1

- 由*Phenillus noxius*所引起之樹木褐根病為目前台灣低海拔林木及果樹重要之根部病害，
- 常迅速造成染病植株根部腐敗而落葉萎凋，死亡之植株若未即時移除，並可能發生無風自倒而造成民眾生命財產更大的損失。
- 目前本病在台灣並無已公告之有效治療法，僅建議以燻蒸或其他有效之方式處理帶病病根及土壤，避免後續種植之植株持續發病，
- 已有數篇研究探討化學防治、微生物防治及淹水等方式之防治效果

樹木褐根病是台灣樹木風倒八大害因之一

BRRD is one of eight key factors that caused tree falling in typhoon

臺灣植物及樹木醫學學會

Plant and Tree Medicine Society of Taiwan

樹木風倒可能性評估表 # 編號 RA_____

| 台灣樹木風倒主要害因 | | | |
|---------------------------------|--|---------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> (1) 淺根 | | <input type="checkbox"/> (2) 風場 | |
| <input type="checkbox"/> (3) 褐根 | | <input type="checkbox"/> (4) 腐朽 | |
| <input type="checkbox"/> (5) 白蟻 | | <input type="checkbox"/> (6) 逆境 | |
| <input type="checkbox"/> (7) 頭重 | | <input type="checkbox"/> (8) 外傷 | |

樹木靈芝根基腐病及腐朽亦是台灣樹木風倒八大害因之一

Ganoderma root and butt rots are also among the eight key factors that caused tree falling in typhoon

臺灣植物及樹木醫學學會

Plant and Tree Medicine Society of Taiwan

樹木風倒可能性評估表 # 編號 RA_____

| 台灣樹木風倒主要害因 | | | |
|---------------------------------|--|---------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> (1) 淺根 | | <input type="checkbox"/> (2) 風場 | |
| <input type="checkbox"/> (3) 褐根 | | <input type="checkbox"/> (4) 腐朽 | |
| <input type="checkbox"/> (5) 白蟻 | | <input type="checkbox"/> (6) 逆境 | |
| <input type="checkbox"/> (7) 頭重 | | <input type="checkbox"/> (8) 外傷 | |

樹木褐根病造成的風倒-

201307蘇力颱風對垂榕及木麻黃

Weeping fig and iron-wood infected with BRRD
were fallen by Typhoon Soulik at Taipei in 2013



褐根病的社會成本問題

The cost for treating the BRRD-infected trees

- 目前台灣各縣市之校園，多已曾經有褐根病之發病，因處理每一株發病病株平均需花費新台幣3~5萬元，約等於港幣7500至12500元(以台灣的物價及工資計算)，估計每年全台灣用以處理褐根病病株之經費超過9000萬元(港幣2250萬元)以上。
- 因此，有研發及創新使用新方法之必要。

常見的樹木靈芝根基腐病1南方靈芝

Common Ganoderma root and butt rot 1 *Ganoderma australe*

- 南方靈芝，學名 *Ganoderma australe* (Fr.) Pat.，屬於擔子菌，無褶菌目，靈芝科。子實體大或特大，無柄，多年生，呈半圓形，硬木質，菌蓋平展，顏色為灰至黑褐色，無似漆之光澤，菌蓋直徑可達50公分，厚可達5cm，民間稱其為猴板凳；具同心環棱、有時龜裂，邊緣圓鈍。菌肉灰至黃褐色。菌孔圓形或近圓形，每mm有4-5個。擔孢子呈卵形或頂端平截、雙層壁，外壁無色平滑，內壁具小刺，淡褐至褐色；大小 $7.5-8.5\mu\text{m} \times 4.5-5.5\mu\text{m}$ 。孢子印為黃褐色。菌絲三次元，生殖菌絲具扣子體(張東柱等，2001)。



常見的樹木靈芝根基腐病2赤芝

Common Ganoderma root and butt rot 2 *Ganoderma lucidum*

- 靈芝，俗稱赤芝，學名 *Ganoderma lucidum*，屬於擔子菌，無褶菌目，靈芝科。子實體一年生，呈腎形、半圓形或圓形，有柄，木栓質，菌蓋可達20公分，顏色黃褐色至紅褐色，有似漆光澤。菌孔表面初期白色，後期淡褐色。菌柄圓柱形，側生或偏生。菌絲三次元，生殖菌絲具扣子體。孢子印為黃褐色，擔孢子卵形或頂端平截，淡褐色，具雙層壁，外壁平滑透明，內壁具小刺，大小 $9-11\mu\text{m} \times 6-7\mu\text{m}$ (張東柱等，2001)。



常見的樹木靈芝根基腐病3韋伯靈芝

Common Ganoderma root and butt rot 3 *Ganoderma weberianum*

- 韋伯靈芝。學名*Ganoderma weberianum* (Bres. & Henn.) Steyaert，屬於擔子菌，無褶菌目，靈芝科。子實體呈扇形或貝殼形，無柄或側生至偏生的菌柄，木栓質到木質，菌蓋平展，顏色為黃褐色至紫藍色，有似漆般的光澤。菌孔表面污白色到淡褐色，近圓形，每毫米4-6個。菌肉層的菌絲常形成近球形的厚膜孢子。擔孢子呈卵圓形或頂端平截，淡褐；具雙層壁，外壁平滑透明，內壁具小刺，大小 $6-8\mu\text{m} \times 4.5-6\mu\text{m}$ 。孢子印為黃褐色。菌絲三次元，生殖菌絲具扣子體(張東柱等，2001)。



二、樹木褐根病預防性藥劑注射 成功案例

Successful cases of preventive injection control
of tree BRRD in Taiwan

臺灣植物及樹木醫學學會
樹木褐根病預防性藥劑(PTMS #BR2)注射防治成果



(1)台大樹木褐根病2014至2017年預防 性防治試驗計畫

(1) Project for preventive injection control of tree
BRRD from 2014 to 2017 in National Taiwan
University

台大樹木褐根病預防性防治試驗計畫

計畫主持人：生農學院植物醫學研究室 孫岩章教授

台大樹木褐根病2014至2017預防性防治試驗計畫

Project for preventive injection control of tree
BRRD from 2014 to 2017 in NTU



(1) 台北市徐州路台大公衛學院院區經預防3年已未出現新病株

(1) No new BRRD was found after preventive injection control at Public Health College of NTU for three years



(2)台大黑森林榕樹在密植疫區經預防3年皆保健康

(2) One Banyan tree nearby the severe BRRD area was kept healthy after preventive injection control for four years at Black Forest of NTU



(3)台中市7株發病受保護榕樹四周15株樹木
經授權預防注射皆保健康。

(3) 15 trees nearby the BRRD-infected trees were kept
healthy after preventive injection control for two years at
Taichung areas



(4)台大公館校區共60株經預防3年皆保健康。

(4) 60 trees nearby the BRRD-infected trees were kept healthy after preventive injection control for three years at NTU campus

| 詳細地點 | 樹種 | 中心發病株數 | 四周藥劑注射株數 | 注射日期 | 觀察日期 | 防治效果 | 備註 |
|---------------|-------|--------|----------|----------------|----------------|------|--------|
| 1、黑森林 社科1區 | 榕樹 | 3（榕樹） | 5 | 2014/ 11/11 | 2015/ 08/15 | 100% | 每季注射1次 |
| 2、黑森林 社科2區 | 榕樹 | 3（榕樹） | 8 | 2014/ 11/11 | 2015/ 08/15 | 100% | 每季注射1次 |
| 3、黑森林 職舍1區 | 榕樹 | 1（榕樹） | 6 | 2014/ 11/11 | 2015/ 08/15 | 100% | 每季注射1次 |
| 4、黑森林 職舍2區 | 榕樹 | 1（榕樹） | 5 | 2014/ 11/11 | 2015/ 08/15 | 100% | 每季注射1次 |
| 5、醉月湖 新生1區 | 榕樹、芒果 | 1（榕樹） | 2+1 | 2014/ 11/18 | 2015/ 08/15 | 100% | 每季注射1次 |

(4)台大公館校區共60株經預防3年皆保健康

(4) 60 trees nearby the BRRD-infected trees were kept healthy after preventive injection control for three years at NTU campus

| 詳細地點 | 樹種 | 中心發病株數 | 四周藥劑注射株數 | 注射日期 | 觀察日期 | 防治效果 | 備註 |
|-----------|------------------|--------|----------|------------|------------|------|--------|
| 6、發揚樓基地1區 | 楓香、榕樹 | 1（楓香） | 2+1 | 2015/02/26 | 2015/08/15 | 100% | 每季注射1次 |
| 7、發揚樓基地外區 | 楓香、雀榕、山柿、芒果、台灣欒樹 | 1（楓香） | 1+1 +1+1 | 2015/02/26 | 2015/08/15 | 100% | 每季注射1次 |
| 8、水源檔館1區 | 榕樹、九芎 | 1（榕樹） | 5+1 | 2015/03/13 | 2015/08/15 | 100% | 每季注射1次 |
| 9、水源育成1區 | 榕樹 | 1（榕樹） | 5 | 2015/03/13 | 2015/08/15 | 100% | 每季注射1次 |
| 10、水源育成2區 | 榕樹、白千層 | 1（榕樹） | 4+1 | 2015/03/25 | 2015/08/15 | 100% | 每季注射1次 |
| 小計10區 | | | 60 | | | 100% | |

(5) 台北市北投文物館疫區四周10樹木經授權之室多綠公司預防注射9成皆保健康

(5) 10 trees nearby the BRRD-infected trees were kept healthy for 90% after preventive injection control for three years at Pei-Tou Museum area.



(6)台北市孔廟疫區樹木經預防注射皆保健康

(6) 6 trees nearby the BRRD-infected trees were kept healthy after preventive injection control for one year at

Confucius Temple of Taipei

- 針對台北市孔廟2株老榕樹，感染褐根病，已自2015年10月，對其四周10公尺相鄰樹木共6株，進行預防性藥劑(**PTMS #BR2**)注射，結果迄今皆保持健康。



三、樹木褐根病治療性藥劑注射 成功案例

Successful cases of therapeutic injection control
of tree BRRD in Taiwan

臺灣植物及樹木醫學學會
樹木褐根病加強性藥劑(PTMS #BR3)注射防治
之成果

(1)台中市5株發病受保護樹木經由授權之室多綠公司治療3年皆已獲控制並逐漸康復

(1) 5 BRRD-infected protected trees (Among 6 trees) were gradually recovered after therapeutic injection control for 3 years at Taichung areas

- 對於台中市6株老樹，因染褐根病，已自2015年7月開始進行治療性藥劑(**PTMS #BR3**)注射，經由授權之室多綠公司治療2年，5株已獲控制並逐漸康復



(1)台中市5株發病受保護樹木經由授權之室多綠公司治療3年皆已獲控制並逐漸康復

(1) 5 BRRD-infected protected trees (Among 6 trees) were gradually recovered after therapeutic injection control for 3 years at Taichung areas

- 對於台中市6株老樹之中，有一株因業主改採一堆其它療法而未存活，另一株屬於末期之榕樹因立地環境惡化，氣生根不足，未死亡但因安全顧慮而被解編及移除。



(2)台大發揚樓一株楓香經治療3年已 完全康復

(2) One BRRD-infected Formosan sweet gum was gradually recovered after therapeutic injection control for three years at NTU campus



原染褐根病樹基出現菌
絲面



菌絲面已不再出現

(3) 台北市孫運璿科技人文紀念館一株發病末期老榕經授權治療2年已獲控制但仍須持續

(3) One BRRD-infected banyan tree was kept alive after therapeutic injection control for two years at Premium Sun's Memorial Hall at Taipei City



(4) 台大發揚樓一株新發病台灣欒樹經治療
1個月即發現菌絲面結痂消退不再惡化

(4) The mycelial mat of BRRD on flame gold-rain tree
show incrustation after therapeutic injection control for one
month at NTU campus.



原出現菌絲面



菌絲面已不再出現

(5) 台大校園一株小葉欖仁經治療3年已完全康復

(5) One BRRD-infected Madagascar almond was gradually recovered after therapeutic injection control for three years at NTU campus



菌絲面已不再出現

(6)臺中港榕樹公園兩棵老榕褐根病之治療性注射防治成果報告

(6) Two BRRD-infected banyan trees were gradually recovered after therapeutic injection control for 2 years at Taichung Harbor Area

- 經由授權之室多綠公司治療
- 民國106年11月迄今
- 本治療性注射防治工作項目如下：(1)、針對已染樹木褐根病之發病2株之主幹進行治療性藥劑注射。(2)、針對已染樹木褐根病之氣生根7+9支進行治療性藥劑注射。

(6)臺中港榕樹公園兩棵老榕褐根病之 治療性注射防治成果報告

(6) Two BRRD-infected banyan trees were gradually recovered after therapeutic injection control for 2 years at Taichung Harbor Area



(6)臺中港榕樹公園兩棵老榕褐根病之治療 性注射防治成果報告

(6) Two BRRD-infected banyan trees were gradually recovered after therapeutic injection control for 2 years at Taichung Harbor Area



北株小計

1主幹

7氣生根

2腐朽枝

(6)臺中港榕樹公園兩棵老榕褐根病之 治療性注射防治成果報告

(6) Two BRRD-infected banyan trees were gradually recovered after therapeutic injection control for 2 years at Taichung Harbor Area



南株小計

1主幹

9氣生根

0腐朽枝

(6)臺中港榕樹公園兩棵老榕褐根病之治療性注射防治成果報告

(6) Two BRRD-infected banyan trees were gradually recovered after therapeutic injection control for 2 years at Taichung Harbor Area

- (二)、本案植醫團隊另於執行作業當中，針對染患褐根病之樹基進行採樣及檢驗，基本上發現發病之2株大榕樹樹基，仍都有褐根病菌之盤據。
- 故建議仍須每3個月進行：(1) **BR3**藥劑注射一次。(2) 針對**BR3**藥劑注射後之樹基及氣生根等，進行採樣及檢驗，追蹤褐根病菌是否已消滅或其帶菌量是否已獲得有效之控制。

(6)臺中港榕樹公園兩棵老榕褐根病之治療性注射防治成果報告

(6) Two BRRD-infected banyan trees were gradually recovered after therapeutic injection control for 2 years at Taichung Harbor Area

- (三)、後續預防及治療之建議：
- (1)基於學術界最新之研究成果，建議應持續以「**BR3藥劑注射**」之方法進行染病病株之治療，期間約每3個月一次。
- (2) 基於榕樹之氣生根對於2株大樹公之健康及支撐極其重要，故應定期對2株大樹公之氣生根全部進行**BR3藥劑**之注射，期間約每3個月一次。
- (3) 對於與病株相鄰15公尺以內之樹木，則建議可用**BR2**之藥劑進行預防性注射，期間約每4個月一次。
- (4) 建議移除北株向東之2支腐朽枝，以維公共安全。

樹木褐根病藥劑注射之藥物動力學

Drug or chemical dynamics of fungicides after injected in trunks for controlling BRRD



- 初步結果顯示注射之藥劑可向下及向上移動，且可維持3個月仍具相當之濃度。
- 引用自李韋辰, 2016, 放射線菌及常用藥劑應用於樹木褐根病防治之研究

樹木褐根病藥劑注射之藥物動力學

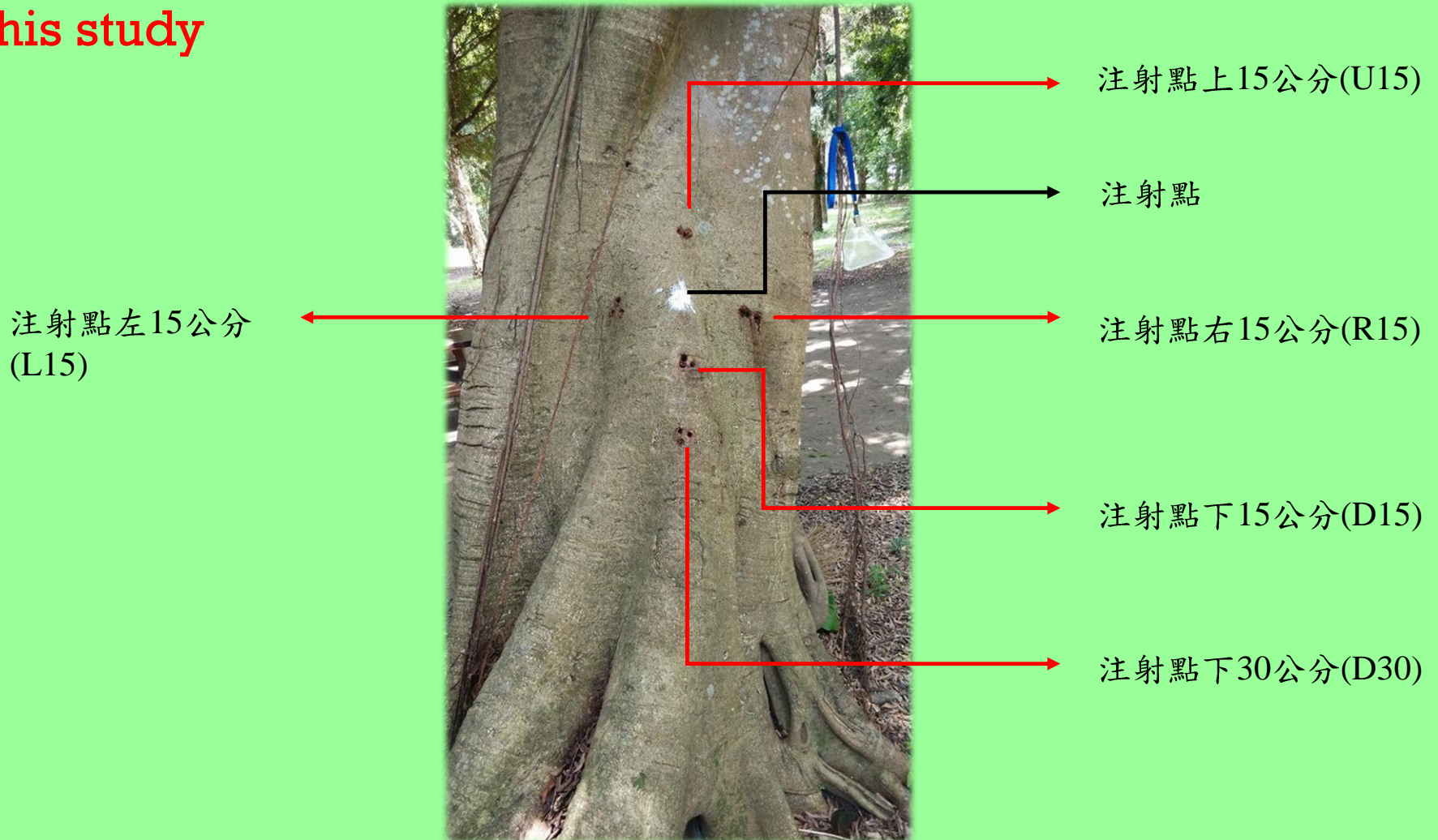
Drug or chemical dynamics of fungicides
after injected in trunks for controlling BRRD



- 電鑽注射後半年，解剖觀察注射孔口之變化情形

注射及採樣點位示意圖

The injection and sampling points for chemical dynamics in this study



•引用自李韋辰, 2016, 放射線菌及常用藥劑應用於樹木褐根病防治之研究

表 10、榕樹以待普克利注射後各部位於不同時間之普克利及待克利之檢出量。**The distribution of propiconazole and diffenconazole after injected in trunk of a big banyan tree.**

| 檢測位置 | 檢出濃度* | | | | | |
|---------------|-------|------|------|------|------|-----|
| | 普克利 | | | 待克利 | | |
| | 5天 | 10天 | 15天 | 5天 | 10天 | 15天 |
| 注射點上15公分(U15) | 14.2 | 8.0 | 9.6 | 16.0 | 4.8 | 5.4 |
| 注射點右15公分(R15) | 1.0 | 0.1 | 9.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 注射點左15公分(L15) | 3.0 | 12.7 | 7.0 | 1.3 | 6.3 | 0.5 |
| 注射點下15公分(D15) | 43.7 | 20.4 | 12.7 | 9.0 | 11.2 | 3.3 |
| 注射點下30公分(D30) | 69.8 | 7.1 | 16.7 | 6.4 | 5.5 | 4.8 |

引用自李韋辰, 2016, 放射線菌及常用藥劑應用於樹木褐根病防治之研究

*每一數字為4重複之平均值，單位為ppm

垂榕 表 11、垂榕以待普克利注射後各部位於不同時間之普克利及待克利檢出量。

The distribution of propiconazole and diffenonazole after injected in trunk of a

| weeping fig | 檢出濃度* | | | | | |
|-------------------|-------|------|------|-----|-----|------|
| | 普克利 | | | 待克利 | | |
| | 5天 | 10天 | 15天 | 5天 | 10天 | 15天 |
| 檢測位置 | | | | | | |
| 注射點上15公分 (U15) | 17.2 | 12.0 | 11.1 | 1.2 | 2.9 | 6.8 |
| 注射點右15公分(R15) | 0.0 | 5.8 | 0.7 | 2.0 | 1.5 | 3.1 |
| 注射點左15公分(L15) | 0.6 | 2.0 | 7.4 | 4.9 | 2.6 | 3.5 |
| 注射點下15公分 (D15) | 38.6 | 14.9 | 17.0 | 8.2 | 5.9 | 14.7 |
| 注射點下30公分 (D30) | 14.2 | 4.2 | 6.5 | 7.5 | 1.9 | 3.2 |

引自 李韋辰,2016,,放射線菌及常用藥劑應用於樹木褐根病防治之研究

*每一數字為4重複之平均值，單位為 ppm

樹木褐根病菌防治藥劑注射後在樹幹內之分佈及變化

The distribution of propiconazole and diffenonazole after injected in trunk of a big tree was detected



•引用自李韋辰, 2016, 放射線菌及常用藥劑應用於樹木褐根病防治之研究

四、樹木靈芝根基腐病藥劑注射成功案例

Successful cases of therapeutic injection control of ganoderma root and butt rot in Taiwan

臺灣植物及樹木醫學學會
樹木褐根病加強性藥劑(PTMS #BR3)
對靈芝根基腐病注射防治之成果

(1) 台大傅鐘右側鳳凰木靈芝基腐之防治 經預防2年已未出現新子實體

(1) One ganoderma-infected flame tree was gradually recovered after therapeutic injection control for two years at NTU campus



(2)台大體育館旁台灣櫟韋伯靈芝根基腐經 預防2年已不再長出子實體

(2) One ganoderma-infected Taiwan Zelkova was gradually recovered after therapeutic injection control for two years at NTU campus



五、推廣及應用之建議

Suggestion for future application

藥劑注射專業施作之必要性1

**Preventive and Therapeutic Injection Control of Tree
BRRD should be operated by a specialist**

- 一、多重疫病蟲害之現場診斷需專業樹醫親自執行：在亞熱帶幾乎各類樹木發生疫病蟲害的時候，多非只有單一病蟲問題，相反的常有多重問題，包括營養障礙。例如樹木之腐朽常是「菌朽」加「蟲蛀」，介殼蟲也多合併煤煙病，葉部病害多常見蟲害之伴隨或營養問題。基於最佳化之整合診斷，實需專業樹醫之親自到場執行。

藥劑注射專業施作之必要性2

Preventive and Therapeutic Injection Control of Tree BRRD should be operated by a specialist

- 二、多重疫病蟲害之防治處方需專業樹醫之親自執行：基於亞熱帶多重疫病蟲害之盛行，在藥劑注射防治上，自然也需多重處方之一次到位。但如何調劑俾能一次防治多種病蟲加營養障礙，且不生藥害或副作用，當需專業樹醫之親自執行，包括事先之藥害測試與預防等。
- 三、藥劑注射防治時之注射點選擇需專業樹醫之親自執行：蓋因每一樹木之樹型、粗細、是否已有潰瘍、表面是否應該特別消毒、內部是否腐朽、應該注射於那些部位、如何避免藥害、如何避免傷口感染等等，實在都需要專業樹醫之親自執行。

藥劑注射專業施作之必要性3

Preventive and Therapeutic Injection Control of Tree BRRD should be operated by a specialist

- 四、藥劑注射防治時之注射工具選擇及消毒程序等皆需專業樹醫之親自執行：因樹木之藥劑注射，需考慮藥劑注射後如何擴散以達最佳之藥效，故注射工具之選擇即極重要，注射時防止傷口雜菌之污染或感染也極重要，而這些都需有經過微生物學訓練之專業樹醫，方能確保工作之品質及成效。
- 五、藥劑注射防治後之藥效追蹤也需專業樹醫之親自執行：因為原有疫病蟲害注射防治後，如何判斷藥效之有無、是否應追加藥劑注射、多久追加藥劑注射一次等等，皆涉及專業之診斷及豐富之經驗。

藥劑注射專業施作之必要性4

Preventive and Therapeutic Injection Control of Tree BRRD should be operated by a specialist

- 六、多重藥劑及營養劑之混合注射使用也需專業樹醫之親自執行：蓋因營養劑的添加常是必要的，就如人醫常在治療疾病時也注射營養劑一樣。而多重藥劑及營養劑之混合注射使用，自然需要專業樹醫之經驗與親自執行。
- 七、如何不違反農藥法規並治好樹病目前仍建議由專業樹醫親自執行：例如多重藥劑之混合使用、藥劑種類之選擇、藥劑之取得、操作記錄及報告之準備、能否與營養劑混合注射等，目前建議由專業樹醫親自執行較妥。

藥劑注射專業施作之必要性5

**Preventive and Therapeutic Injection Control of Tree
BRRD should be operated by a specialist**

- 八、如何以最少成本達到最高之成效需專業樹醫之親自執行：其中常涉及多重藥劑及營養劑之濃度、用量、最佳處方選擇、低毒高效藥劑之選擇、追加施藥次數之設定、藥害之事先測試及預防等，皆需專業樹醫之親自執行。

褐根病預防及治療性 藥劑注射技術擴大推廣之建議

Suggestion for future application

- 一、應符合法規：所用之注射藥劑皆非劇毒藥劑，是在台灣已登記及販售之藥劑，故在台灣可立即推廣及使用。
- 二、希望技轉國內有意願之專家及園藝廠商以加快推廣：因時間具急迫性，應加快技轉及推廣。
- 三、希望合作者之雙贏：當求雙方之雙贏。
- 四、希望保護樹木「免於褐根病之威脅」：此為最終之目的，希望有朝一日，可消滅此一樹木癌症。

褐根病預防及治療性 藥劑注射技術推廣於港澳之建議

Suggestion for future application

- 一、應符合當地法規：所用之注射藥劑皆非劇毒藥劑，是在台灣已登記及販售之藥劑，故在台灣可立即推廣及使用。但在港澳可於當地購買已登記之藥劑使用，並由臺灣植醫及樹醫學會加入輔劑，調配出類似BR2及BR3之藥劑使用之。
- 二、希望加快推廣：因時間具急迫性，應加快推廣。
- 三、希望合作者之雙贏：當求雙方之雙贏。
- 四、希望保護樹木「免於褐根病之威脅」：此為最終之目的，希望有朝一日，可消滅兩岸四地之樹木癌症。

造林減碳 敬請指教

