





行政院農業委員會林務局委託研究計畫系列 tfbc-1010513

釋放小花蔓澤蘭銹病菌天敵 *Puccinia*  
*spgazzinii* 防治入侵之小花蔓澤蘭 (4/4)

Classic Biological Control of Invasive Alien  
*Mikania micrantha* Weed by *Puccinia*  
*spgazzinii*



委託機關：行政院農業委員會林務局

執行機關：國立台灣大學 植物病理與微生物學系

中華民國 102 年 8 月



## 目錄

中文摘要	1
英文摘要	2
前言	3
材料與方法	4
一. 持續監測銹病菌天敵侵染小花蔓澤蘭之面積及罹病度	4
二. 生物安全性之調查	4
三. 長期監測樣區之選擇與設置	4
四. 長期監測樣區之調查項目與方法	5
五. 本土真菌菌種資料庫之建立	6
六. 舉辦小花蔓澤蘭之生態與防治研習會	6
結果與討論	6
一. 銹病菌傳播範圍之野外調查	6
二. 銹病菌之分子鑑定與生物安全性之監測	8
三. 永久樣區之設置與調查	9
四. 本土可侵染小花蔓澤蘭之真菌病原種源庫、資料庫彙整	11
五. 亞疏基改溫室銹病菌接種源之建立	11
六. 小花蔓澤蘭之生態系及防治研習會	12
檢討與建議	12
結論與展望	15
參考文獻	17
圖表	21
期中報告委員意見回覆表	42
期末報告委員意見回覆表	51
致謝	53

附件.....54  
小花蔓澤蘭之生態學及防治研習會-台灣 2013 .....另冊 1-112

## 表目錄

表一、銹病菌傳播地點感染程度調查.....	21
表二、2012 年北、中、南部縣市之小花蔓澤蘭受所釋放之銹病菌 ( <i>Puccinia spegazzinii</i> )感染之情形.....	23
表三、曾文水庫東邊長期監測樣區 1 (A)、2 (B) 於 2012 年年底小花蔓澤蘭受 銹病菌感染之生長變化.....	23
表四、八個永久樣區(嘉義、台南與高雄)設立點座標.....	24
表五、樣區環境與植被.....	25
表六、小花蔓澤蘭生長密度 (9 平方公尺內)與銹病發生率.....	26

## 圖目錄

圖一、高雄市六龜苗圃 (N22°58'02.8", E120°39'08.8") 銹病菌原施放地點之感染情形	27
圖二、屏東科技大學 (N22°38'27.8", E120°36'57.7") 銹病菌施放地點之感染情形	27
圖三、屏東科技大學 (N22°38'27.8", E120°36'57.7") 觀察樣區環境之變遷	28
圖四、高雄市茂林國家風景區 (N22°54'53.3", E120°40'59.2") 調查地點之銹病菌感染情形	28
圖五、南部橫貫公路 195 km (N23°08'20.6", E121°06'11.7") 調查地點之銹病菌感染情形	28
圖六、屏東縣太麻里鄉佳崙產業道路 (N22°37'05.9", E120°59'26.2") 調查地點之銹病菌感染情形	29
圖七、南迴公路 455 km (N22°15'09.6", E120°50'21.3") 調查地點之銹病菌感染情形	29
圖八、台中毒試所謝玉貞博士野外調查銹病菌族群之結果	29
圖九、南投縣中業鄉永平村小花蔓澤蘭葉片、葉柄、藤蔓為銹病菌 ( <i>Puccinia spegazzinii</i> ) 菌感染情形	30
圖十、南投縣中業鄉永平村小花蔓澤蘭葉片、葉柄、藤蔓為銹病菌 ( <i>Puccinia spegazzinii</i> ) 菌感染情形	30
圖十一、所釋放銹病菌傳播感染野地小花蔓澤蘭之面積估算圖	31
圖十二、野外採集之銹病菌樣品其 rRNA 基因序列之比對結果。	32
圖十三、以 28S rRNA 基因序列於 NCBI 網站上比對之結果	33
圖十四、銹病菌 <i>Puccinia crupinae</i> 之鑑定	34
圖十五、採集樣區 (省道 27 號與省道 27 甲交界, N23°00'16.5", E120°38'50.2") 之變遷	34
圖十六、嘉義縣曾文水庫東邊之四處長期監測樣區	35
圖十七、八處高南嘉長期監測樣區之地理位置圖與衛星定位	35
圖十八、樣區一 (N23°13'52.42", E120°33'33.18") 之環境圖與銹病菌感染之情形	36
圖十九、曾文水庫東邊長期監測樣區 1 (N23°13'52.42", E120°33'33.18") 於 2012 年年底小花蔓澤蘭覆蓋度之變化	36
圖二十、曾文水庫東邊長期監測樣區 2 (N23°13'58.41", E120°33'48.00") 於 2012 年年底小花蔓澤蘭覆蓋度之變化	36
圖二十一、本土真菌菌種之分離。同一片葉片分離之目標病斑與分離出之真菌菌落型態	37
圖二十二、本土真菌菌種之分離	38
圖二十三、本土真菌菌種之孢子型態	39

圖二十四、離葉接種病原性測試.....	39
圖二十五、離葉接種病原性測試.....	40
圖二十六、銹病菌接種原的再建立.....	41
圖二十七、於亞洲世界蔬菜研究中心進行銹病菌接種原的再建立.....	41



# 釋放小花蔓澤蘭銹病菌天敵 *Puccinia spegazzinii* 防治入

## 侵之小花蔓澤蘭 (4/4)

曾顯雄

國立台灣大學植物病理與微生物學系

### 摘要

前期的研究顯示，自英國引進之小花蔓澤蘭銹病菌 (*Puccinia spegazzinii*) 天敵已經在台灣野外釋放，成功繁殖並建立族群。野外調查追蹤銹病菌被侵染之小花蔓澤蘭結果初估得知其散佈範圍至少已涵蓋九縣市(屏東、高雄、台南、嘉義、南投、雲林、彰化、台中、苗栗)，4,500 平方公里。此外調查結果顯示小花蔓澤蘭之銹病罹病度(severity)，亦受微氣候之影響，屏東以北之湖畔、溪流邊、遮蔭、濕度較高之處，罹病度較為嚴重；濕度較溫度更為決定罹病度之重要環境因子。此外，已於嘉義、台南與高雄三縣市選立八個面積為 3 平方公尺小花蔓澤蘭入侵的野地作為長期監控樣區。2013 年 5 月分析追蹤之自然生態環境中銹病菌族群之消長與小花蔓澤蘭族群量之關係，以評估銹病菌防治外來入侵植物小花蔓澤蘭之實質成效。整體而言，原小花蔓澤蘭嚴重高度感染銹病菌之樣區，小花蔓澤蘭之族群似以限縮，而原低度感染銹病菌之小花蔓澤蘭，於濕度較高時則罹病度明顯增加。此八樣區之 10 平方公尺之棲地植被除小花蔓澤蘭外，主要尚包括含羞草、五節芒、咸豐草、莎草、懸鉤子、颱風草、月桃、小葉桑等。未來將長期追蹤此樣區之植被演替，以評估應用銹病菌古典生物防治恢復生態系平衡之成效。又已於 2013 年 4 月 22 日於林務局舉行小花生態及防治研習會，邀請澳洲及國內此領域之專家學者演講相關議題；林務局局處及縣市政府、學術機關共約百人與會，會中討論熱絡、交換研究理念、知識、經驗，成效甚佳。

中文關鍵詞：小花蔓澤蘭、古典生物防治、天敵銹病菌、長期生態監測

# **Classic Biological Control of Invasive Alien *Mikania micrantha* Weed by *Puccinia spegazzinii***

**S. S. Tzean**

**Department of Plant Pathology and Microbiology , National Taiwan University**

## **Abstract**

Mikania weed was accidentally introduced into Taiwan in 1980 or so. It spread rapidly from south to north, devastated the agro-forest vegetations and ecosystem. Control of the invasive alien weed mainly relied on physical slashing and chemical herbicide. However, due to the distinctly quick growth rate and huge amount of seeds produced and readily spread character, successful control cannot accomplish easily. In light of the successful examples by classic bio-control of the invasive weeds using rust fungi in Argentina, Chile and Australia, we introduced the natural enemy of Mikania weed, *Puccinia spegazzinii* from Commonwealth Agricultural Bureau International (CABI), UK. The population of the rust was built up in AVRDC, Tainan. After the bio-safety proved based on the host specificity test, and approval by Bureau of Animal and Plant Health Investigation and Quarantine (BAPHIQ), the rust was released in Kao-Hsiung County in May 2008. The released rust established and infected the Mikania weed in fields in nine southern and central counties, covered 4,500 square kilometer area. Preliminary investigations revealed that humidity rather than temperature played a key role in influencing the Mikania's susceptibility to rust. In the eight set-up permanent monitoring sites in Chiayu, Tainan, and Kaohsiung, the population of Mikania weed, which initially severely infected by the rust, was notably repressed, whereas those originally exhibited lower infection severity by the rust, under conducive humid environment, the symptom obviously became noticeably distinct. Long-term monitoring of these experiment sites will continue to estimate the efficacy of the bio-control strategy. We anticipate the population of the invasive weed can be suppressed and the balance of ecosystem restored eventually. Furthermore, to promote the perception of the ecology and control of Mikania weed, a workshop was held in Forest Bureau, Council of Agriculture, in April 22, 2013. The seminar evoked an enthusiastic discussion and exchange of ideas and research experiences, which enlighten the perspective control strategy of the notorious weed.

**Keyword: Mikania weed, classic biological control, *Puccinia spegazzinii***

## 前言

小花蔓澤蘭 (*Mikania micrantha*) 原產於中南美洲加勒比海沿岸國家，於原產地長期共演化之結果，已受當地之昆蟲或病原微生物之制約，並不造成任何之顯著為害，與當地之生態系和諧共存。但二十世紀初期被南亞、東南亞一些國家，引進種植當為綠色植被，由於其旺盛之生命力，生長勢和拓植能力，經 50 年至 100 年間已蔓延遍佈大洋洲、印尼、巴布尼幾亞、馬來西亞、印度、中國廣東、香港<sup>1,7,8,48</sup>。至於小花蔓澤蘭何時入侵台灣，雖不可考，但由中研院植物所與台灣大學植物系於屏東所採集之標本紀錄顯示，至少於 1986 年已於南台灣立足，其後短短 20 幾年向北蔓延已超過 150 公里以上<sup>6,9</sup>；據最近台灣特有種生物研究中心之調查顯示，全台 23 縣市，除台北縣市、新竹市，以及離島之金門、馬祖、澎湖外，至少已有 18 縣市，共約 3 萬多公頃之農林棲地，皆已被入侵<sup>3</sup>。

小花蔓澤蘭極具優異之生長、生殖遺傳特性，又可產生數量驚人之種子，發育後之藤蔓善於攀沿、纏勒，繁盛之莖葉覆蓋鄰近之灌木甚或喬木，致使被攀附之植物，無法進行光合作用，生長衰微，最後枯死，故被認為最具侵略性之入侵雜草，俗稱「綠癌」<sup>3,9</sup>。

小花蔓澤蘭之入侵，除造成農林作物之經濟層面損失外，對於本土生態系之生物多樣性、結構也產生鉅大影響，為防止其蔓延猖獗為害，政府所轄之農政單位無不卯足全力，極力進行防治。目前所採行之防治方法不外乎化學性之殺草劑<sup>5</sup>，或物理性之剷除，但兩者皆為治標，且不符成本效益，也常有「雜草鋤不盡，春風吹又生」之嘆！而「生物防治」也許是峰迴路轉，柳暗花明，或許可帶來一線生機<sup>2,4,5,28,29,32</sup>。

由英聯邦國際農業署 (Commonwealth Agricultural Bureau International, CABI) 引入小花蔓澤蘭之銹病菌天敵 *Puccinia spegazzinii*<sup>26,27,28</sup>，於亞洲-世界蔬菜研究中心之基改溫室檢測其致病性和寄生範圍，檢測結果顯示此銹病菌具極高之寄主

專一性；此外，也在經行政院防檢局召集學者專家審議同意後，並於林務局屏東區林管處下六龜工作站苗圃，以及扇平地區小花蔓澤蘭蔓延之處，於 2008 年 5 月釋放此銹病菌天敵，並已成功感染野生之小花蔓澤蘭，建立族群，目前並已擴散傳播侵染九個縣市之野地小花蔓澤蘭。現已設立八個永久試驗樣區，並將進行長期之成效評估追蹤，最終期望可顯著抑制小花蔓澤蘭之蔓延危害，回復本土生態系平衡。另外，也於 2013 年 4 月 22 日於林務局舉辦小花蔓澤蘭之生態與防治研習會，邀請國內外此一領域專家學者，共同講授其生物學、生態學特性，並示範古典生物防治之相關知識和技藝，以推動全民共同防治此入侵之植物<sup>35,36,37</sup>。

## 材料與方法

### 一、持續監測銹病菌天敵侵染小花蔓澤蘭之面積及罹病度

每一到二個月，設定路線由屏東由南至北，觀察銹病菌感染小花蔓澤蘭之總體範圍。並採集已感染銹病菌之小花蔓澤蘭枝條，並於實驗室內進行分子鑑定，確認該侵染之銹病為以前施放之銹病菌天敵所致。本實驗室所使用於分子鑑定之 PCR 引子對為放大 ITS 片段之引子對；另外也針對銹病菌 18S rRNA 基因設計專一性較高的引子對進行實驗，以確認銹病菌之菌種屬性。

### 二、生物安全性之調查

確認為所引進之銹病菌天敵所感染野地小花蔓澤蘭棲地，鄰近之本土植被是否也有遭受疑似銹病菌感染之病斑，如有，照相後並採集樣品回實驗室進行分子鑑定，以釐清是否為生物防治所施放之銹病菌 (*Puccinia spegazzinii*) 所侵染，以祛除其生物安全性之疑慮<sup>15,29</sup>。

### 三、長期監測樣區的選擇與設立

參考去年野外調查之結果（表一、表二），選取位於高雄、台南、嘉義主要縣市小花蔓澤蘭數量大，且植被較不容易被人為干擾之野地，且濕度和高度都較高或較低，感染率顯然不同之地點作為永久樣區（表三～表六），同時考量彼此間的距離以利後續之長期追蹤調查，分析評估罹病度與抑制小花生長及生物量，包括種子產量間之關係。

#### 四、長期監測樣區之調查項目與方法

##### 1. 樣區內之生態環境

需測定樣區自然環境之溫、濕度，衛星定位位置與海拔高度，輔以照片解析樣區所處地理位置與周圍環境。

2. 於設立之八個永久監測樣區，每兩個月調查小花蔓澤蘭感染銹病之罹病度 (severity)，罹病度分為 0、1、2、3 四級；每樣區又以直徑 50 公分之呼拉圈，隨機選取 4 次樣區，每小樣區任取兩藤蔓，由藤蔓之生長點往下選取 10 片葉片當為計算生長基準，0：葉下表無冬孢子堆；1：冬孢子堆 1~5 個；2：各孢子堆 6~10 個；3：冬孢子堆大於或等於 11~15 個。此外，也計數葉柄或藤蔓之冬孢子堆數位，當為加權指數，如有，則罹病指數為 4。各取各等級之葉片 30~50 片、藤蔓 3~5 條，分別測量葉面積、並秤重當為基準，以供估算罹病度與生物量間之相關性。同樣模式將套用於種子之產量和罹病度之關聯性。此外，每兩個月拍攝各樣區之整體圖像，以及次樣區局部之放大圖像，以當為判斷罹病度和孔隙度以及和植被多樣性間之關係 18,19,26。

##### 3. 樣區內植被種類（非小花蔓澤蘭）、數量、生長狀況與覆蓋度

野外調查時攜帶植物圖鑑，如遇無法辨認之植物可採集葉片與花序回實驗室進行判斷，輔以照片以幫助識別。樣區內非小花蔓澤蘭之植物其數量以

單位面積內的株數作代表，輔以植株高度，葉片數量等參考數據來形容該植物生長之情形，並定時照像記錄。

#### 五、本土真菌菌種資料庫之建立

在每次野外調查之際，採集被台灣本土真菌菌種感染之小花蔓澤蘭葉片回實驗室進行分菌、培養並鑑定其種類，進行離葉接種實驗，並檢測其對於小花蔓澤蘭之致病性強弱，照像、記錄以利後續之存證及研發應用<sup>14,20,34</sup>。

#### 六、舉辦小花蔓澤蘭之生態與防治研習會

邀請澳洲昆士蘭布里斯本 Ecoscience Precinct, 入候雜草之資深生物防治專家 Dr. Michael Day, 以及國內農藥毒試所前公害組組長、雜草專家蔣慕琰博士、特有種研究中心副研究員，黃士元博士，以及本計畫主持人曾顯雄博士，於 2013 年 4 月 22 日於台北市行政院農委會林務局，舉行小花蔓澤蘭之生態與防治研習會，就小花蔓澤蘭之植物生長特性、生態以及其於澳洲、巴布亞新幾內亞、斐濟、萬那杜、台灣等地對此雜草之防治策略，進行專題演講，以傳承或交換此一領域之知識、經驗與技藝<sup>9,22,23,24,28</sup>。

### 結果與討論

#### 一、銹病菌傳播範圍之野外調查

今年持續對所引進、釋放之銹病菌天敵，在在野感染小花蔓澤蘭之傳播範圍進行調查。原釋放地點之一的高雄六龜苗圃（圖一），於今年調查中依然可發現小花蔓澤蘭受銹病菌感染之明顯病徵，不論是葉片背部或葉柄部分，都可發現銹病菌隆起之冬孢子堆。此外，本實驗室於去年 9 月也曾於屏科大（圖二）的調查樣區中，小規模釋放銹病菌，於今年的調查中（2012 年 3 月）也可明顯發現施放區域內的小花蔓澤蘭受到銹病菌感染之情形，而一個多月後於屏科大同一地點，觀

察顯示小花蔓澤蘭的生物量明顯減少（圖三），即使近初夏季節（5、6月）對於小花蔓澤蘭而言仍是適合生長的季節。此意指小花蔓澤蘭之銹病菌天敵，可以耐受 $\geq 25^{\circ}\text{C}$ 以上之高溫，若相對濕度適合( $\geq 85\%$ )時，仍有甚高之感染率，並可導致小花蔓澤蘭的生物量明顯減少。此與國外之相關論文之報導，此天敵銹病菌之生長最適溫為 $15\sim 25^{\circ}\text{C}$ ，而耐逆境低溫之下限為 $8^{\circ}\text{C}$ ，上限為 $38^{\circ}\text{C}$ ，而侵染時需露點期(dew period)大於或等於15小時，大致相符<sup>18,26,28,29,44</sup>。

今年定期的野外調查銹病菌散播範圍之研究主要仍是以高雄市、屏東縣與台東縣等台灣中南部縣市為主。並以主要之省道為主要路線，調查靠近山區可能發現銹病菌族群之地點，觀察並記錄發現受銹病菌感染之小花蔓澤蘭的地點及其自然生態環境，作為後續調查與樣區選擇之參考依據。今年度於高雄市茂林國家風景區（圖四）、南部橫貫公路沿線（圖五）、屏東縣（圖六）與南迴公路（圖七）等許多地點都有銹病菌族群的發現，感染情況從輕微到嚴重都有，其中以山丘路邊濕度較高的地點其感染情況較為顯著。故也可印證，濕度對於銹病菌感染小花蔓澤蘭建立其族群的重要因素<sup>10,18</sup>。在2010年高雄縣寶來鄉景點：國蘭溫泉邊坡(北緯 $25.1053$  東經 $120.7025$ )，原小花蔓澤蘭族群生長茂盛，但高濕度生態條件符合銹病菌侵染，故罹病度高；2011~2013繼續追蹤調查，顯示此族群已被明顯抑制，且附近公所人員指陳，此處無任何人工伐除作為，顯示族群之稀疏弱化，可能和被銹病菌之感染成正相關。

農委會台中農藥毒物試驗所公害組之謝玉貞助理研究員，近幾年來，也持續於台灣數縣市進行隨機野外調查，追蹤此銹病菌天敵之族群之散播情形。調查結果指出，除了本實驗室也曾發現銹病菌的嘉義縣梅山鄉外，也於曾於台灣較北部的幾個縣市中發現此天敵銹病菌在野外的族群分布，其中包含了苗栗縣的獅潭鄉、台中縣新社鄉、彰化縣之員林、芬園、社頭、田中、二水，雲林縣古坑鄉、及南投縣名間鄉與魚池鄉等地（圖八）。最近2013年4月23日與澳洲之Dr. M. Day，特生中心黃仕元博士以及計畫主持人於南投田野調查，也於南投中寮鄉永平、集

集等地發現被銹病菌 *P. spegazzinii* 嚴重、中度或輕微感染(圖九~圖十)。同樣於調查結果中顯示濕度較高或靠近溪流附近的山區，較容易發現銹病菌的蹤跡，這與本實驗室野外調查的結果相符<sup>18</sup>。本實驗室也計畫將苗栗以北縣市加入野外調查，以評估銹病菌族群於台灣野地散播之範圍，及其抑制其生長及族群之影響。

於野外調查的結果顯示，自英國引進之小花蔓澤蘭天敵銹病菌 (*Puccinia spegazzinii*) 經繁殖、釋放後，已於台灣多縣市野地成功繁殖並建立族群，調查的結果初估，得知其散佈範圍已達 4,500 平方公里 (圖十一) 以上。這些野外調查之結果都顯示銹病菌 *P. spegazzinii* 於台灣中南部的野外自然環境中具生存與繁殖之能力，在適當的環境下即能建立其族群並成功感染小花蔓澤蘭；其可抑制小花蔓澤蘭之光合作用率、生長勢與生物量，降低其和本土植物棲群之競爭能力，應可預期，其效益由其在地形險峻陡峭之丘陵、山坡地，人力無法攀爬到達之處，最具意義；此抑制作用，隨時間推移，應有隨感染源之增加，相對逐漸累積增加其感染率、罹病率，並獲得加乘之效果<sup>11,23,24,35,37,42</sup>。

## 二、銹病菌之分子鑑定與生物安全性之監測

每次於野外調查中發現受銹病菌感染之小花蔓澤蘭時，皆需採取樣本，回實驗室進行銹病菌之分子鑑定，以 PCR 方式增幅 DNA 基因片段：ITS、18S rRNA、及 28S rRNA，定序後，利用 Lasergene 軟體分析序列，並將其上傳至 NCBI 網站進行 blast 比對。2013 年於台灣各地採集之銹病菌樣本，其三段 DNA 序列皆完全相同 (圖十二)，且 28S rRNA 基因片段與 NCBI 網站基因資料庫比對，結果皆顯示為 *P. spegazzinii* (圖十三)，與去年結果相同。此結果顯示，目前本實驗室於台灣野外所觀察到的銹病菌應為自英國引進之銹病菌 *P. spegazzinii* 無誤。

另外，每次於野外調查時，也同時觀察鄰近罹受銹病菌感染之小花蔓澤蘭附近之台灣本土植物，是否也有疑似受到銹病菌感染之病徵、病灶，如有發現，則需對該銹病菌進行分子鑑定與顯微切片觀察，以確認此銹病菌種類屬性。本實驗

室於台灣野地中常見之本土植物串鼻龍，其葉片上所發現銹病菌之病斑，經分子鑑定與觀察其孢子形態後，確認其為銹病菌 *Puccinia crupinae* (圖十四)，而非所釋放之 *Puccinia spegazzinii*。此結果顯示銹病菌 *P. spegazzinii* 與之前安全性檢測評估結果一致，對於小花蔓澤蘭具有非常高的專一性。從釋放後迄今，從未發現其對於台灣本土經濟或野生之非目標植物有感染之情形發生；此也再次印證不論在溫室、野外之對寄主之專一性，此也可祛除其生物安全性之風險和疑慮<sup>15,25,26</sup>。而本實驗室也會持續密切監控關注此一生物安全性之重要議題。

### 三、永久樣區之設立與調查

有鑑於許多野地樣區，有可能於調查期間遭到人為干擾或改變(圖十五)，故長期監測樣區的選定非常重要。參考去年銹病菌傳播範圍之調查結果，於今年10、11月再次選定一些路線，進行調查小花蔓澤蘭被銹病菌(*P. spegazzinii*)感染之罹病度，最後選定於嘉義縣曾文水庫東邊，台南市南化水庫東邊與高雄市甲仙鄉省道20號路邊之山坡地共八處，設立為長期監測樣區(圖十六、圖十七)。其面積皆為3x3平方公尺，並以紅線區隔、標示，以GPS定位並詳細記錄。之後對樣區進行初步之調查與照相，包含小花蔓澤蘭被感染之情形與數量，同時也記錄樣區內，除了小花蔓澤蘭以外之植物物種(表五~表六)。此八處樣區中，有四處是為已遭銹病菌感染嚴重且明顯的地點，並對該處之銹病菌進行分子鑑定，確認是為之前所施放的銹病菌無誤；而另外四處則為受銹病菌感染較為輕微或未發現銹病菌病斑之地點，以作為對照，評估分析小花蔓澤蘭罹病率(incidence)，罹病度(severity)和其生長勢、生物量，包括種子產生量間之關係。

於曾文水庫東邊之四個樣區分屬於兩個感染嚴重(圖十八)與兩個感染輕微之地點，四塊樣區前後距離約3公里多，且兩種感染程度之樣區兩兩交錯，試圖觀察感染較輕微之地點，與往後的調查是否會因為生態或微氣候較相近之關係，變成感染情況較為嚴重的狀況，以及是或隨著不同季節，溫度與雨量之變遷，而

使得觀察到的銹病菌感染情況與染範圍出現消長的情形。而於樣區內與樣區附近，最常出現的本土野草是為咸豐草(小白花鬼針草)與車前草等在台灣相當常見之本土原生植物物種，目前尚未發現有被本土銹病菌感染之病徵、病灶。

初期的調查結果顯示，於曾文水庫東邊的四個長期監測樣區為例，原本即受到銹病菌感染較嚴重的地點，但於今年 11 月至 12 月小花蔓澤蘭生長較為緩慢的季節裡，其小花蔓澤蘭之生物量明顯變少，其覆蓋度降低之百分比比較未受銹病菌感染之樣區顯著減少許多，但因銹病菌本身為絕對寄生菌，故單位面積內受到銹病菌感染之小花蔓澤蘭葉片面積變少變小，提早落葉或萎凋，故也影響其罹病率及罹病度，感染之情況一般相較於 10 月則變得比較輕微（圖十九、二十；表六），但藤蔓被感染可腫大和產生冬孢子推，則可當為永續之感染源。相對於原先罹病率，罹病度較為輕微之樣區二、五、六（表六），卻呈較嚴重之趨勢。但此一現象應需經過長期之觀察，方能有更詳盡之詮釋與統計分析評估，也才能對以古典生物防治，作為控制小花蔓澤蘭於台灣野地之入侵，提供有意義的參考指標。

本實驗計畫每二個月進行一次野外調查，並於兩天內調查完八個主要樣區，並同時觀察樣區附近，或其他棲地進行銹病菌感染範圍之調查，以當為更多分析參數，並採集觀察到感染小花蔓澤蘭之銹病菌進行分子鑑定，一方面可釐清銹病菌防治小花蔓澤蘭之感染範圍，另一方面也能監控，驗證所引進之銹病菌其感染致病之寄主專一性，事實上，也澄清其對台灣其對本土非目標植物並無生物安全性之疑慮。

澳洲 Eco-science 研究中心之 Dr. M. Day 亦由英國 CABI 之 Dr. Ellison，引進原產於中南美洲厄瓜多爾之小花蔓澤蘭銹病菌天敵，並於 2009~2010 年於巴布新幾內亞(Papua New Guinea)、斐濟(Fiji)以及萬那杜(Vanuatu)釋放；前者所釋放之點超過 280 處以上，處其中一半於雨量較多、濕度較高、海拔較高之處，所獲得之感染率較佳，而後二者之成效則在持續觀察中。Dr. Day 於南大洋洲三國釋放銹病菌之方式為密集式，植栽靠接接種，2 年後測得最遠之傳播距離為 37 公里，

但台灣之試放點只有四處:高雄之六龜、扇平、台東之斑鳩、花蓮之林田山，但前二者釋放後成功建立族群，於四年後(2012年)，以由南向北傳播，最遠到苗栗獅潭鄉，其距離遠超過原釋放地 250 公里以上，其能成功傳播並侵染遠地之小花蔓澤蘭，應和台灣之 4-6 月之梅雨以及 7-9 月颱風雨有關。

#### 四、本土可侵染小花蔓澤蘭之真菌病原種源庫、資料庫彙整

除了本實驗室之前從受本土真菌感染之小花蔓澤蘭葉片上分出之真菌病原外，於每次的野外調查時，也採集遭本土真菌感染之小花蔓澤蘭葉片，並於實驗室進行菌種分離與菌種鑑定（圖二十一～圖二十三）。之後也進行初步的離葉接種，以及病原性檢測（圖二十四、二十五），以篩選病原性較強，具發展成淹沒性殺菌劑 (inundative bioherbicides) 潛能之菌株，進行建檔與保存。如炭疽病菌 (*Colletotrichum*)，葉斑病菌 (*Coneospora*)，莖點病菌 (*Phoma*) 與擬莖點病菌 (*Phomopsis*)，鐮刀病菌 (*Fusarium*) 即為其例（圖二十一～圖二十五）。此外，也統計所分離之菌種種類與分離頻率，也可瞭解哪一些種類的本土真菌對於小花蔓澤蘭有較具潛力的感染能力，以期未來驗證對小花蔓澤蘭有專一致病性，而對本土重要經濟作物無病原性時，即可進行更深入研發為防治小花蔓澤蘭生物製劑 13,17,19,20,30,31,32,34,36,39,41,44,47,49。

#### 五、亞蔬基改溫室銹病菌接種原之建立

由於之前與亞蔬合作，也獲其協助病原性及寄主範圍檢測，故於本年度計畫核准後，立即向亞蔬洽租基改溫室，以進行銹病菌接種原之再建立。隨後每 1~2 個月即進行於野外採集遭受銹病菌 *Puccinia spegazzinii* 感染較嚴重的小花蔓澤蘭，攜回亞蔬進行接種工作，以感染健康之小花蔓澤蘭幼株，以保存珍貴之接種原。但於亞蔬內之接種繁殖工作不如預期，不論是使用濕室接種、套袋一病株、健康株一對一相鄰接種、或於野地進行直接接觸接種（圖二十六、圖二十七）亦然。此

有可能係亞蔬合作人員之人事更迭，對小花蔓澤蘭及其銹病菌天敵之生物學、病原學、生態學，不甚瞭解，或其它變因所致。故目前先停止此一復育之工作，中止與亞蔬租借基改溫室之契約，而將工作重點放於野外樣區的長期追蹤與科學化的統計評估。

#### 六、小花蔓澤蘭之生態系及防治研習會

由國內外所邀請之專家學者，包括計畫主持人，分別就小花蔓澤蘭生物學、生態學特性以及其管理及防治策略等層面進行演講分析，會中也分析討論南大洋洲三國與台灣，應用銹病菌天敵進行古典式生物防治小花蔓澤蘭之成果，並編印研習會手冊，提供百位隸屬於林務局、處、縣市政府林業課，林試所以及大學院校之與會人任參考。此研習會不論於會中或會後，激勵相關議題熱絡之討論，以及理念、知識、經驗、方法、策略等之交流，對於未來小花蔓澤蘭之生物防治有效性評估，也提供卓見，此等皆堪足借鏡(詳見研習會手冊)。

### 檢討與建議

原擬於計劃開始之際，即於亞蔬基改溫室繁殖更多小花蔓澤蘭天敵銹病菌之種原，以供再次於高屏一帶釋放，以強化其侵染殖據小花之致病率，但因亞蔬協同合作人員之更迭，或其它變故，導致徒勞無功。有鑑於與不同研究領域或不同專長之研究人員跨領域共同之合作，除彼此之默契外，應舉行短期會商或技術傳承，使得合作研究之議題能順利推展，和提升有限資源之利用。

本計劃第一年(2007-2008年)，著力於所引進天敵銹病菌之種原繁殖，不同經濟作物病原性、寄主範圍之檢測，以及第二年(2008-2009年)於野外之釋放，族群成功建立之追蹤評估，乃至於第三年(2010-2011年)，銹病菌之傳播和遠距侵染小花蔓澤蘭之調查。此等所獲得之宏觀判斷，可總結此銹病菌確已成功傳播侵染涵括南部、東部、中部、北部，九個縣市，4,500平方公里之小花蔓澤蘭，雖然棲地生態不同，而其致病力亦會有所差異，但整體而言，尚欠缺量化之數據，

如侵染力和小花蔓澤蘭之生物量(葉片面積、數目、藤蔓粗細、種子產量多寡等)。此外，於第四年(2012)之計劃已經規畫，並設計統計計量模式，每兩月評估，以獲得可分析、判斷可有效抑制小花蔓澤蘭之時程。事實上高雄寶來蘭園景點，以及南化、曾文水庫沿岸，多處之小花蔓澤蘭其受釋放之銹病菌天敵感染，族群之生長勢大幅降低，不似以往茂盛，鑑諸外國應用古典生物防治入侵之雜草之成功案例<sup>16,28,32,35,36,37,42,45,46</sup>，理應會減少其光合作用率和種子產量，在未來有可能使其馴化，和本土之植群和平共存，恢復生態系平衡。

釋放小花蔓澤蘭天敵銹病菌四年後，直到最近才由農毒所公害組謝玉貞助理研究員協助調查並證實，此天敵銹病菌已經傳播至雲林、彰化、台中、苗栗一帶，並侵染小花蔓澤蘭，故若有較多之林務局、林管處、台灣特有種研究中心或農試所等相關研究單位同仁也參與研究團隊，知悉所引入之天敵銹病菌如何侵染小花蔓澤蘭，所造成葉片、葉柄、藤蔓之病徵、病灶(冬孢子堆、冬孢子)等特徵，共同合作進行調查，應可獲悉更多之感染點，應有助於評估此天敵銹病菌之有效性(efficacy)。未來，籲請林務局召集所轄單位或相關研究試驗單位之專家、學者，共聚一堂，以1-2小時之介紹、溝通，即可達成上述目標目的。

台灣曾於20世紀初期，由美國夏威夷引進澳洲瓢蟲，以防治柑桔吹綿介殼蟲，獲得極大之生物防治成功案例。此外，也以蘇力菌(*Bacillus thuringiensis*)，防治不論是本土或進口，各種鱗翅目害蟲，亦獲得極佳之成效。以外國所進行之成功古典生物防治入侵植物為例，不乏案例是以昆蟲或天敵病原真菌共同施用，以進行防治，並評斷認為兩者具協力或加乘作用<sup>43</sup>。入侵本土之小花蔓澤蘭，於林間偶爾亦發現有受二點葉蟎取食、寄生，以致於葉片、藤蔓嚴重變形扭曲之病徵，倘若證實此葉蟎具專一性，可考量加以人工繁殖，並混合天敵銹病菌於野地共同施用，或許所獲得之生物防治效果更佳。同理亦同在驗證，本土可具寄生小花蔓澤蘭強寄生性之真菌性天敵之專一性後，亦可和此引進之天敵銹病菌混合使用，或許會有協力加乘防治效果<sup>19,43</sup>。

小花蔓澤蘭因不同原因，包括刻意引進以當為綠色植被，或當綠色掩體，但不管如何，已因其強悍之生長、攀爬、和競爭能力，造成許多引入國家之生態平衡被破壞。英國 CABI 之 Dr. Evans 和 Dr. Ellison 於小花蔓澤蘭之原產地中南美洲進行長期詳盡之調查、証實，三種天敵銹病菌，於原產地可有效侵染抑制其繁衍<sup>26,27,28</sup>。此次也係 Dr. Ellison 之鼎力協助，方得以順利引進此原產於厄瓜多爾之天敵銹病菌 (*P. spegazzinii*)，於台灣進行古典生物防治。中國大陸<sup>48</sup>、印度<sup>38</sup>、巴布新幾內亞 (Papua New Guinea)、斐濟 (Fiji) 等地也由 CABI 引進此一天敵銹病菌，進行生物安全性檢測。在澳洲之 Dr. Day 協助下，此天敵於 2009 年於巴紐釋放，釋放點多達 200 處以上，遍布巴紐多個省份，至少於一半釋放點，已成功建立族群，並可有效抑制小花蔓澤蘭之生長。所謂他山之石可以攻錯，所以國際間之合作極為重要，以交換研究經驗、方法、理念、以進行更有效率之執行古典生物防治策略。職是之故，邀請澳洲之 Dr. Day 於今年 4 月 20 日至 26 日蒞台，並共與過內專家、學者同舉行小花蔓澤蘭之生物學、生態、管理、防治工作講習會，以提昇國人對此一領域更深一層之瞭解，與會者獲益良多。

目前國際上，至少已有 15 個國家應用由 25 種入侵雜草之原產地，引進真菌性或昆蟲性天敵以進行古典生物防治。回溯 40 年間應用此法防治入侵雜草，有許多極為成功之案例，也證實並不曾帶來侵染非目標生物，造成生物安全性之風險之絕佳記錄<sup>16,20,23,25,28,29,32,34,36,42,45,46</sup>。古典生物防治具有對環境友善、符合成本效益、和一勞永逸之優點，但缺點是無法似化學性殺草劑、或人工伐除之一竿見影，防治效率立即顯現，但後者其後遺症是得一再施用、伐除，但是野草除不盡，春風吹又生，除不勝除，並帶來藥劑殘留、抗藥性、環境汙染，破壞生態永續以及人力之極度耗費。此次於本土針對入侵之小花蔓澤蘭，所進行之古典生物防治，是為首次嘗試，歷史記錄只不過四年而已，雖已初階顯示傳播、感染、抑制小花蔓澤蘭成效，未來需有待更長期如 5-15 年之追蹤評估<sup>45,46</sup>，以確定本土原先被擾亂破壞之生態系，可否恢復其平衡，這端賴優越、有效評估指標系統之建置，和

確實之執行，以獲致有效可應用於統計分析評估之數據，因而，後續安全性之評估仍需持續密切進行。

審視國外應用植物病原真菌，包括銹病菌在內，進行古典生物防治入侵之植物，包括草本植物，獲得成功案例之論文或經典書籍，指陳其恢復生態系平衡所費之時間約 10-15 年。例如南非於 19 世紀為製革業所需之單寧酸(tannic acid)，由澳洲所引進金合歡 (golden wattle, *Acacia saligna*)，但後來造成破壞生態之負面影響，故於 1987 年由其原產地澳洲引進其天敵，瘤銹病菌 (*Uromycladium tepperianum*)，進行古典生物防治，15 年後，連續追蹤評估，顯示其已成功控制金合歡對環境生態所帶來之危害<sup>45,46</sup>。同理，紐西蘭、美國夏威夷為防治其入侵之菊科多年生植物，迷霧花 (mist flower, *Ageratina riparia*) 之危害，分別也由其原產地中美洲之亞邁佳 (Jamica)，引進天敵白穗病菌 (white smut, *Entyloma ageratinae*) 進行古典生物防治。防治此入侵植物。經過 15 年後，於 2005 年及 2007 年，美國和紐西蘭兩國分別總結，報告其極為成功防治此多年生灌木之案例。此它山之石，皆可資借鏡<sup>16,42</sup>。

### 結論與展望

由去年的研究成果顯示，本實驗室所施放之小花蔓澤蘭生物天敵銹病菌 *Puccinia spegazzinii* 已成功於台灣至少九個縣市散播並建立族群，所涵蓋之面積廣達 4,500 平方公里以上。此結果顯示，此引進之銹病菌天敵已大致能適應台灣之氣候季節性變遷，與南部較炎熱且有時濕度較低的生態環境，在適當的季節便能迅速繁殖且建立更多族群，並利用颱風雨長距離傳播，此本島之生態、氣候特性應有利於古典生物防治小花蔓澤蘭之機率<sup>24</sup>。而利用野外永久樣區之設立，期望能更確定地觀察分析評估，並將感染率轉換算成其對於小花蔓澤蘭生長勢、生長量之抑制，並降低其競爭力，並減少其棲地，增加孔隙度，回復植被多樣性。目前在高雄、

台東丘陵、嘉義之南化水庫、曾文水庫湖畔，似以收到初步抑制小花蔓澤蘭族群效果。此外，並將評估其於台灣野地防治小花蔓澤蘭，乃至於回復本土生態平衡所需時間進程，以及最後被馴化融入，成為本土生態系之一員。但鑑諸以往國外多個引用入侵植物原產地之病原真菌天敵，包括多個銹病菌在內，以進行古典生物防治入侵植物，一般通常需費時 5~15 年之間，雖然有效防治所需時程較長，但一旦成功，則其成本最低，也對環境最為友善，而且成果永續<sup>16,20,2645,46</sup>。另一方面，不論傳統之淹沒式(inundative) 或古典生物防治在技藝、劑型、安全性、病原性、學理等皆有改進提升之空間，應當為未來研發之指引<sup>11,12,13,18,20,21,29,34,40,41,49</sup>。

而於今年 4 月 22 日，由行政院農委會林務局、台大生物資源與農學院，以及植物並理與微生物學研究所，主舉辦之「小花蔓澤蘭生物學及防治研習會」，邀請多名國內外知名學者，針對幾個重要議題進行討論，其中包含了小花蔓澤蘭生物學特性、生態習性，目前於世界各地蔓延之情勢、防治與管理策略、生物防治等議題。期望藉由更多研究團隊之經驗，提升此一生物防治作為的效率與成果；並將知識、經驗、技藝傳承各林務、農務、學校、縣市政府相關主司單位或人員，使古典生物防治或淹沒式之生物性製劑，能整合防治入侵植物之理念、實務能深入民間，以提昇其認知和促成有形無形之投入和協助，以早日恢復本土生態系之平衡。

## 參考文獻

1. 孔國輝。2000。薇甘菊的形態、分類與生態資料補記。熱帶亞熱帶植物學報 8(2):128-130。
2. 王均俐。2000。小花蔓澤蘭種子發育與萌芽階段之生物與藥劑防除。台灣林地雜草—小花蔓澤蘭之防治成果報告 2:1-29。林務局。
3. 郭耀綸。2000。小花蔓澤蘭之個體生態學調查。台灣林地雜草—小花蔓澤蘭之防治成果報告。林務局。
4. 陳仁昭。2000。小花蔓澤蘭生物防治及天敵調查成果報告。台灣林地雜草-小花蔓澤蘭的防治成果報告 3:13-28。林務局。
5. 陳滄海。2000。小花蔓澤蘭植株之藥劑、生物防治及天敵調查成果報告。台灣林地雜草—小花蔓澤蘭之防治 3:1-23。林務局。
6. 曾國洋, 周昌弘。2003。台灣蔓澤蘭屬植物之族群遺傳變異。小花蔓澤蘭危害與管理研討會專刊 p1-p8, 153pp。中華民國雜草學會。
7. 馮蕙玲, 曹洪麟, 梁曉東, 周霞, 葉萬輝。2002。微甘菊在廣東的分佈與危害。熱帶亞熱帶植物學報 10: 263-270。
8. 黃忠良。2000。不同生境和森林內薇甘菊 (*Mikania micrantha* H. B. K.) 的生存與危害狀況。熱帶亞熱帶植物學報, 8 (2):131-138。
9. 蔣慕琰, 徐玲明, 陳富永。2002。入侵植物小花蔓澤蘭 (*Mikania micrantha* Kunth) 之確認。植物保護學會會刊 44: 61-65。
10. Adams, E. B. and Line, R. F. 1984. Biology of *Puccinia chondrillina* in Washington. *Phytopathology*. 74:742-745.
11. Alud, B. A. and Mcrae, C. 1997. Emerging technologies in plant protection-herbicides. Proceeding 50th N.Z. Plant Protection Conf. 1997: 191-194.
12. Amsellem, Z., Cohen, B. A. and Gressel, J. 2002. Engineering hypervirulence in a mycoherbicide fungus for efficient weed control. *Nature Biotechnology* 20: 1035-1039.
13. Auld, B. A., Hetherington, S. D. and Smith, H. E. 2003. Advances in bioherbicide formulation. *Weed Biology and Management*. 3: 61-67.
14. Barreto, R. W., and Evans, H.C. 1995. The mycobiota of the weed *Mikania micrantha* in southern Brazil with particular reference to fungal pathogens for biological control. *Mycological Research*. 99:343-352.
15. Barton, J. 2004. How good are we at predicting the field host-range of fungal pathogens used for classical biological control of weeds? *Biological Control*. 31:99-122.

16. Barton, J., Fowler, S. V., Gianotti, A. F., Winks, C. J., de Beurs, M., Arnold, G. C and Forrester, G. 2007. Successful biological control of mist flower (*Ageratina riparia*) in New Zealand: Agent establishment, impact and benefits to the native flora. *Biological Control* 40:370-385.
17. Bithell, S. I. and Stewart, A. 2001. Pathogenicity of *Phoma exigua* var. *exigua* on Californian thistle. *New Zealand. Plant Protection.* 54:179-183
18. Blancheffe, B. L. and Lee, G. A. 1980. The influence of environmental factors on infection of rush skeletonweed (*Chondrilla juncea*) by *Puccinia chondrillina*. *Weed Science.* 29:364-367.
19. Chandramohan, S., Charudattan, R., Sonoda, R. M. and Singh, M. 2002. Field evaluation of a fungal pathogen mixture for the control of seven weedy grasses. *Weed Science* 50: 204-213.
20. Charudattan, R. 2001. Biological control of weeds by means of plant pathogens: Significance for integrated weed management in modern agro-ecology. *Biological Control* 46:229-260.
21. Chen, N., Hsiang, T., and Goodwin P. H. 2003. Use of green fluorescent protein to quantify the growth of *Colletotrichum* during infection of tobacco. *Journal of Microbiological Methods* 53: 113-122.
22. Cock, M. J. W., Ellison, C. A., Evans, H. C. and Ooi, P. A. C. 2000. Can failure be turned into success for biological control of Mile-a-minute weed (*Mikania micrantha*). *Proceedings of the X International Symposium on Biological Control of Weeds.* pp. 155-167.
23. Cock, M. J. W. 1982. Potential biological control agents for *Mikania micrantha* HBK from the neotropical region. *Tropical Pest Management* 28: 242-254.
24. Cullen, J. M., Kable, P.F. and Catt, M. 1973. Epidemic spread of rust imported for biological control. *Nature* 244: 462-464.
25. Culliney, T. W. 2005. Benefits of classical biological control for managing invasive plants. *Curr. Rev. Plant Sci.* 24:131-150.
26. Ellison, C. A., Evans, H. C., Djeddour, D. H. and Thomas, S. E. 2008. Biology and host range of the rust fungus *Puccinia spegazzinii*: alien weed *Mikania micrantha* in Asia. *Biological Control* 45:133-145.
27. Ellison, C.A. and Murphy, S. T. 2001. *Puccinia spegazzinii* de Toni (Basidiomycetes: Uredinales) A Potential Biological Control Agent for *Mikania micrantha* Kunth. Ex H.B.K. (Asteraceae). *Bioscience Report*, U. K. Centre, 50pp.
28. Ellison, C.A. 2001. Classical biological control of *Mikania micrantha*. In: *Alien Weeds in Moist Tropical Zones, Banes and Benefits.* (eds. K.V.Sankran, S.T. Murphy & H. C. Evans). Kerala Forestry Research Institute, India and CABI

- Bioscience, UK Centre (Ascot), UK, pp. 131-138.
29. Evans, H. C. 1999. Biological control of weed and insect pests using fungal pathogens, with particular reference to Sri Lanka. *Biocontrol News and Information* 20:63-68.
  30. Goh, T-K., Wong, Y-S. 1999. In vivo and in vitro observations of *Cercospora mikanjacola* from Hong Kong : morphology, microcycle conidiation, and potential biocontrol of *Mikania* Weed. *Fungal Science* 14 : 1- 10.
  31. Gruyter, J. D. and Scheer, P.1998. Taxonomy and pathogenicity of *Phoma exigua* var. *populi* var. nov. causing necrotic bark lesions on poplars. *Journal of Phytopathology* 146: 411-415.
  32. Harley, K. L. S. and Forno, I. W. 1992. Biological control of weeds a handbook for practitioners and students. Inkata Press, Melbourne, Australia, 74 pp.
  33. Hintz, W. and Shamoun, S. 1996. Environmental fate and risk assessment of a novel forest-weed biological control. Proceedings and Papers from the 1996 Risk Assessment Research Symposium.
  34. Hoagland, R. E.2001. Microbial allelochemicals and pathogens as bioherbicidal agents. *Weed Technology* 15: 835-857.
  35. Hoddle, M. S. 2004. Restoring balance: Using exotic species to control invasive exotic species. *Conservation Biology* 18:38-49.
  36. Julien, M. H. and Griffiths, M.W 1998. Biological Control of Weeds. A world Catalogue of Agents and Their Targets Weeds. CABI, Wallingford, UK, 223 pp.
  37. Littlefield, L.J. 1981. Biology of the Plant Rusts, An Introduction. Iowa State Univ. Press. Ames Iowa. 103pp.
  38. Palit, S. 1981. Mikania a growing menace in plantation forestry in West Bengal, Indian. Forester. 107 : 119- 126.
  39. Parisi, A., Piattelli, M., Tringali, C. and Di San Lio G. M. 1993. Identification of the phytotoxin mellein in culture fluids of *Phoma tracheiphila*. *Phytochemistry*. 32: 865-867.
  40. Rai, M. K.1989. *Phoma sorghina* infection in human being. *Mycopathologia*. 105: 167-170.
  41. Roustae, A., Dechamp-Guillaume, G., Gelie, B., Savy, C., Dargent, R. and Barrault, G. 2000. Ultrastructural studies of the mode of penetration by *Phoma macdonaldii* in sunflower seedlings. *Phytopathology* 90: 915-920.
  42. Trujillo, E. E. 2005. History and success of plant pathogens for biological control of introduced weeds in Hawaii. *Biological Control* 33:113-122.
  43. Turner, P. J., Morin, L., Williams, D. G and Kriticos, D. J. 2010. Interactions between a leafhopper and rust fungus on the invasive plant *Asparagus*

- asparagoides* in Australia: A case of two agents being better than one for biological control. *Biological Control* 54:322-330.
44. Walker, H. L. and Riley, J. A. 1982. Evaluation of *Alternaria cassiae* for biocontrol of sicklepod (*Cassia obtusifolia*). *Weed Science*. 30: 651-654.
  45. Wood, A. R. and Morris, M. J. 2007. Impact of the gall-forming rust fungal *Uromycladium tepperianum* on the invasive tree, *Acacia saligna* in South Africa: 15 years of monitoring. *Biological Control*. 41:68-77.
  46. Wood, D. M., Bruckart III, W. L., Pitcairn, M., Popescu, V. and O'Brien, J. 2009. Susceptibility of yellow starthistle to *Puccinia jaceae* var. *solstitialis* and greenhouse production of inoculum for classical biological control programs. *Biological Control* 50:275-280.
  47. Xu, X. L. and Ko, W. H. 1998. A quantitative confined inoculation method for studies of pathogenicity of fungus on plants. *Bot. Bull. Acad. Sinica* 39: 187-190.
  48. Zhang, L. Y., Ye, W. H., Cao, H. L. and Feng, H. L. 2004. *Mikania micrantha* H.B.K. in China- an overview. *Weed Research*. 44: 42-49.
  49. Zhang, W., Wolf, T. M., Bailey, K.L., Mortensen, K. and Boyetchko, S. M. 2003. Screening of adjuvants for bioherbicide formulations with *Colletotrichum* spp. and *Phoma* spp. *Biological Control*. 1 26: 95-108.

## 表與圖

表一、銹病菌傳播地點感染程度調查。

No.	地點	衛星定位	感染等級	Note
1	扇平	N22°96'20.8", E120°66'55.3"	2	高雄市
2	寶來	N23°10'80.5", E120°70'28.2"	3	高雄市
3	省道 20 號往甲仙方向	N23°07'08.2", E120°65'54.5"	3	高雄市
4	綠色隧道	N22°47'58.1", E121°05'47.8"	1	台東縣
5	斑鳩分場	N22°49'43.5", E121°04'37.2"	1	台東縣
6	賓朗果園斜坡	N22°48'53.4", E121°04'14.3"	1	台東縣
7	省道 9 號鹿野鄉路邊	N22°53'57.9", E121°06'15.8"	1	台東縣
8	省道 9 號關山鎮路邊	N23°00'46.3", E121°09'02.0"	1	台東縣
9	省道 20 號玉井往甲仙方向路邊山壁	N23°04'22.9", E120°32'45.2"	1	台南市
10	省道 21 號往那瑪夏方向路邊山地	N23°06'47.9", E120°36'24.2"	1	高雄市
11	省道 21 號往那瑪夏方向路邊	N23°07'12.0", E120°36'44.4"	3	高雄市
12	省道 3 號 355km 路邊小斜坡	N23°13'10.7", E120°32'46.9"	4	台南市
13	省道 3 號 351.5km 路邊山壁	N23°13'52.4", E120°33'32.9"	1	嘉義縣
14	省道 3 號 346km 路邊	N23°15'04.9", E120°34'23.7"	4	嘉義縣
15	省道 3 號 340km 路邊	N23°16'43.1", E120°35'13.6"	1	嘉義縣
16	省道 3 號 335km 路邊	N23°18'26.5", E120°36'05.7"	1	嘉義縣
17	省道 3 號 333km 路邊	N23°18'10.6", E120°37'26.9"	1	嘉義縣
18	省道 3 號 327km 路邊	N23°19'14.1", E120°36'26.3"	1	嘉義縣
19	省道 3 號 322.5km 路邊	N23°21'27.7", E120°36'56.2"	3	嘉義縣
20	省道 3 號 315km 路邊	N23°21'30.4", E120°36'04.5"	1	嘉義縣
21	省道 3 號 310km 路邊	N23°22'14.1", E120°35'08.7"	2	嘉義縣
22	省道 3 號 300.5km 路邊	N23°22'23.6", E120°33'46.9"	4	嘉義縣
23	省道 3 號 275km 路邊岔路	N23°32'21.3", E120°33'06.7"	1	嘉義縣
24	省道 3 號 273.5km 梅山鄉三疊溪旁小山路	N23°33'05.5", E120°33'03.6"	1	嘉義縣
25	省道 3 號 229km 往名間的公路邊	N23°46'46.1", E120°42'43.7"	1	南投縣
26	152 縣道 54.5km 集集鎮往名間路邊坡地	N23°49'41.8", E120°45'43.8"	3	南投縣
27	台南市縣道 179 號 2.5km 路邊山壁	N23°05'05.0", E120°33'42.8"	2	台南市
28	省道 20 號 81.5km 路邊	N23°07'10.3", E120°42'35.6"	1	高雄市
29	省道 20 號 89km 路邊	N23°08'38.2", E120°44'55.6"	4	高雄市
30	省道 20 號?km 路邊	N23°10'17.0", E120°46'31.1"	1	高雄市
31	省道 20 號 95km 路邊山壁	N23°10'21.3", E120°46'33.7"	2	高雄市
32	省道 20 號 103km 路邊	N23°13'44.9", E120°48'29.5"	1	高雄市

33	省道 20 號 108.5km 路邊	N23°15'46.1", E120°49'31.1"	2	高雄市
34	省道 20 號 201.5km 路邊	N23°07'52.5", E121°08'55.5"	1	台東縣
35	省道 20 號 195km 路邊	N23°08'20.6", E121°06'11.7"	4	台東縣
36	省道 20 號 190km 路邊	N23°09'07.3", E121°04'08.4"	1-2	台東縣
No.	地點	衛星定位	感染等級	Note
37	省道 9 號太麻里鄉小山路	N22°38'58.9", E121°01'04.2"	1	台東縣
38	屏東縣太麻里鄉小山路	N22°39'51.2", E121°00'45.8"	1	台東縣
39	屏東縣太麻里鄉佳崙產業道路	N22°36'50.6", E120°59'41.1"	1	台東縣
40	屏東縣太麻里鄉佳崙產業道路	N22°37'05.9", E120°59'26.2"	2-3	台東縣
41	屏東縣金峰鄉大溪土板產業道路	N22°27'52.9", E120°55'42.9"	1-2	台東縣
42	屏東縣大武鄉達新產業道路	N22°22'09.3", E120°53'45.1"	2	台東縣
43	南迴 455km	N22°15'09.6", E120°50'21.3"	1	台東縣
44	縣道 185 2km	N22°43'32.2", E120°38'01.6"	1	屏東縣
45	茂林國家森林茂林道路	N22°54'53.3", E120°40'59.2"	2	高雄市
46	省道 20 號 2.5km 路邊	N23°03'13.6", E120°40'02.7"	3	高雄市
47	屏東科技大學學府路右彎斜坡路邊	N22°38'31.1", E120°36'56.5"	2	屏東縣
48	屏東科技大學樣區	N22°38'27.8", E120°36'57.7"	4	屏東縣
49	屏東縣道 185 號香蕉園路邊	N22°37'54.1", E120°36'57.0"	1	屏東縣
50	屏東縣道 106 號 4.5km 路邊	N22°34'12.0", E120°38'40.3"	1	屏東縣
51	屏東縣春日鄉屏東縣道 132 號 2km 路邊	N22°26'33.4", E120°39'03.0"	1	屏東縣
52	屏東縣縣道 112 號 12km 路邊	N22°26'33.7", E120°37'15.4"	2	屏東縣
53	屏東縣縣道 185 號 58.5km 沿山公路	N22°27'28.0", E120°36'49.9"	1	屏東縣
54	苗栗縣獅潭鄉			苗栗縣
55	台中縣新社鄉			台中縣
56	台中縣東勢鄉			台中縣
57	彰化縣二水鄉			彰化縣
58	南投縣水里鄉			南投縣
59	南投縣信義鄉			南投縣
60	雲林縣古坑鄉			雲林縣

\*感染等級 1 為葉片病斑數零星，約 1-3 個；等級 2 為 5-10 個病斑；等級 3 為 10 個病斑以上；等級 4 為 10 個病斑以上，且小花蔓澤蘭生長狀態差。54-60 為謝玉貞助研究員所調查之地點。

表二、2012 年北、中、南部縣市之小花蔓澤蘭受所釋放之銹病菌(*Puccinia spegazzinii*)感染之情形

縣市鄉鎮	(銹病*)
新竹縣	寶山
苗栗縣	通霄銅鑼公館獅潭*頭屋後龍
台中市	太平霧峰大坑新社*東勢*
彰化縣	員林芬園社頭田中二水*
南投線	名間*水里*集集*國姓魚池鄉*信義*
雲林縣	斗六古坑*
嘉義縣	梅山*
高雄市	六龜*

\*表示此地點之小花蔓澤蘭受所釋放之銹病菌感染

表三、曾文水庫東邊長期監測樣區 1 (A)、2 (B) 於 2012 年年底小花蔓澤蘭受銹病菌感染之生長變化。

(A)

長期監測樣區 1	2012 年 10 月	2012 年 11 月	2012 年 12 月
單位面積小花蔓澤蘭葉片數	62	60	34
單位面積感染葉片數	27	23	8
小花蔓澤蘭覆蓋度百分比	90	86	44

(B)

長期監測樣區 2	2012 年 10 月	2012 年 11 月	2012 年 12 月
單位面積小花蔓澤蘭葉片數	48	30	32
單位面積感染葉片數	3	2	0
小花蔓澤蘭覆蓋度百分比	75	50	55

表四、八個永久樣區(嘉義、台南與高雄)設立點座標

樣區	緯度	經度	位置
樣區 1	N23°13'52.42"	E120°33'33.18"	嘉義台三線路邊邊坡
樣區 2	N23°13'58.41"	E120°33'48.00"	嘉義台三線路邊廢棄果園
樣區 3	N23°14'10.63"	E120°33'53.13"	嘉義台三線路邊邊坡
樣區 4	N23°14'36.69"	E120°34'11.38"	嘉義台三線路邊邊坡
樣區 5	N23°05'28.60"	E120°35'45.14"	台南南化水庫環湖道路邊坡
樣區 6	N23°06'00.00"	E120°33'39.80"	台南南化水庫環湖道路邊坡
樣區 7	N23°04'45.21"	E120°36'04.82"	高雄台 20 線旁產業道路
樣區 8(原)	N23°04'30.42"	E120°36'28.84"	無法抵達
樣區 8(新)	N23°04'25.50"	E120°36'31.90"	高雄台 20 線路邊

註：

1. 樣區 7 已被開墾並種植園藝花木及果樹，具一位開吉普車的先生(可能為地主)說法，此地已於年初經私人買下並整理成休閒農園。
2. 樣區 8 因無路可達，因此以最靠近座標點之台 20 線道路路旁為新調查點。

表五、樣區環境與植被

樣區	環境	主要植被 (100 平方公尺內)
樣區 1	乾旱	咸豐草、蕨、木賊、霍香薊、含羞草、莎草、五節芒、血桐、構樹、禾本科
樣區 2	潮濕	咸豐草、姑婆芋、西番蓮、美人蕉、咬人狗、麻竹、芒果、蓮霧
樣區 3	乾旱	咸豐草、蕨、霍香薊、香澤蘭、颱風草、五節芒、構樹、麻竹
樣區 4	乾旱	咸豐草、蕨、懸鈎子、颱風草、五節芒、姑婆芋、西番蓮、構樹
樣區 5	潮濕	咸豐草、五節芒、稜果榕、姑婆芋、構樹
樣區 6	潮濕	咸豐草、稜果榕、青芋麻、龍葵、姑婆芋、構樹
樣區 7	坡地	果園、園藝造景
樣區 8(原)		無法抵達
樣區 8(新)	潮濕	咸豐草、柚木、蓮霧、麻竹、姑婆芋、小葉桑、月桃、颱風草

註：

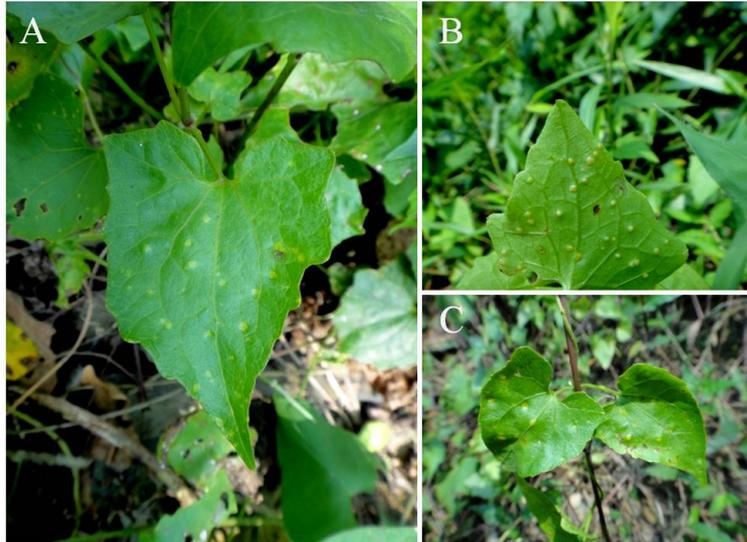
1. 草本植物以咸豐草為優勢植被，木本植物以構樹為優勢植被。
2. 所有樣區內及周圍植被植物均未發現銹病菌感染。
3. 樣區 5, 6, 7, 8 附近均可發現咬人狗，葉子及花均會刺激皮膚造成刺痛麻，調查時切勿好奇碰觸之。

表六、小花蔓澤蘭生長密度 (9 平方公尺內)與銹病發生率

樣區	小花蔓澤蘭葉片數 (9 平方公尺內)	單位面積感染葉片數	小花蔓澤蘭覆蓋度百分比
樣區 1	47	1	20
樣區 2	64	12	50
樣區 3	32	2	20
樣區 4	38	4	40
樣區 5	61	4	30
樣區 6	128	8	70
樣區 7	0	0	0
樣區 8	54	5	50

註：

1. 雖然最近南部下雨，樣區 1 的泥土是濕的，但樣區 1, 3, 4 均位於乾旱邊坡，小花蔓澤蘭及周圍植被生長勢均較差。小花蔓澤蘭的葉片較小且顏色較淡，感染銹病菌的斑點很少，每片都只有 1 或 2 點。
2. 樣區 2, 5, 6, 8 因位於窪地、樹林邊緣或小溪旁，環境較為潮濕陰暗，小花蔓澤蘭及周圍植被生長勢均較佳。每株小花蔓澤蘭的葉片較多，葉片較大且顏色較綠，感染銹病菌的斑點較多，每片都有 2-4 點，最多達到 8 點。
3. 由以上觀察，小花蔓澤蘭生長勢較佳時其感染銹病菌的程度亦較嚴重。兩者是分別獨立受到環境因子(例如濕度、光照度或是溫度)影響，抑或彼此有交互影響尚待闡明。



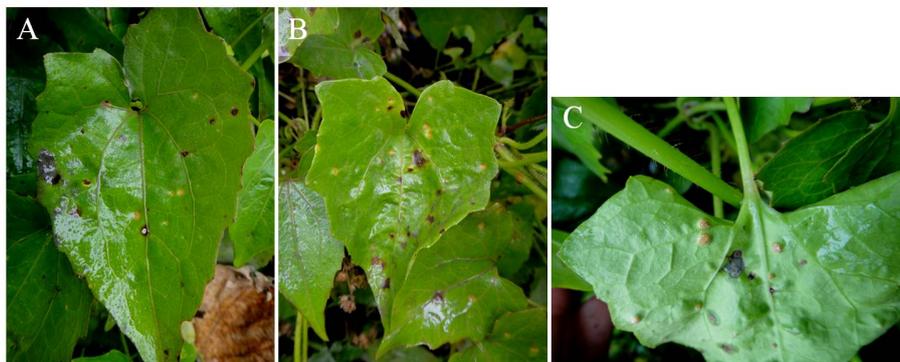
圖一、高雄市六龜苗圃 (N22°58'02.8", E120°39'08.8") 銹病菌原施放地點之感染情形。



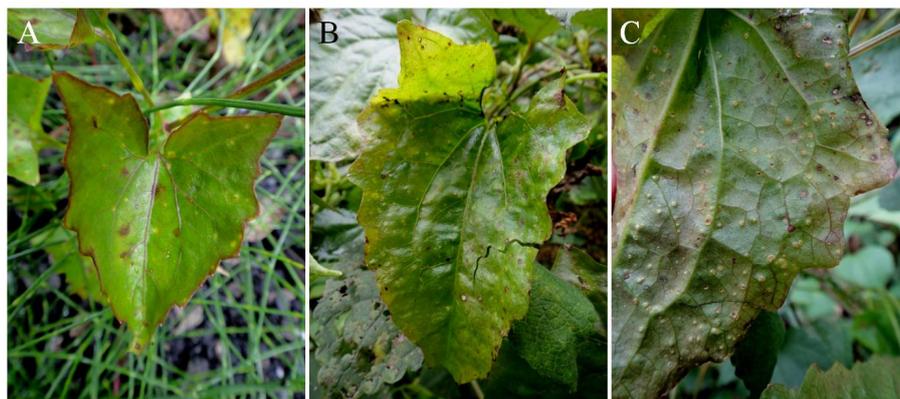
圖二、屏東科技大學(N22°38'27.8", E120°36'57.7")銹病菌施放地點之感染情形。



圖三、屏東科技大學 (N22°38'27.8", E120°36'57.7") 觀察樣區環境之變遷。(A) 2012 年 3 月；(B) 2012 年 5 月。



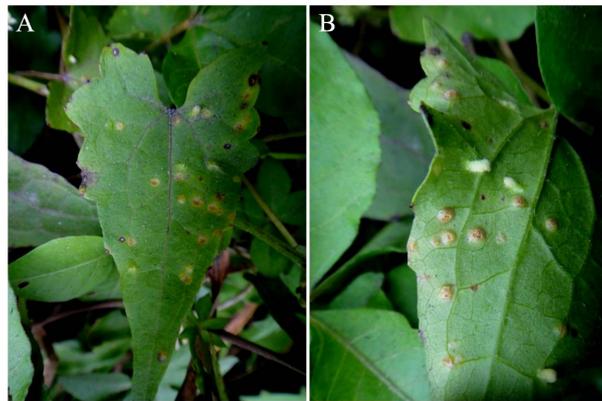
圖四、高雄市茂林國家風景區 (N22°54'53.3", E120°40'59.2") 調查地點之銹病菌感染情形。



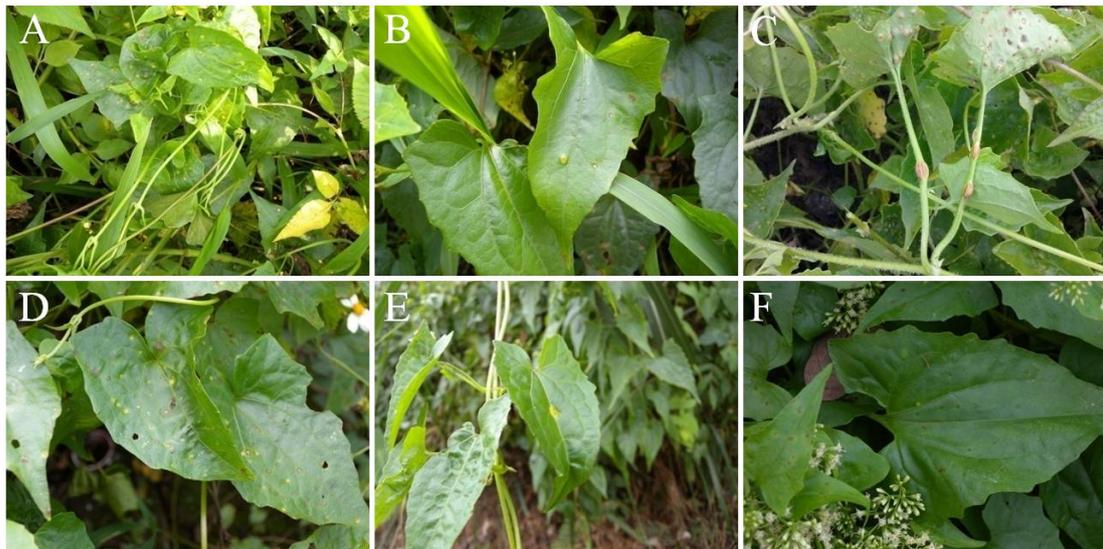
圖五、南部橫貫公路 195 km (N23°08'20.6", E121°06'11.7") 調查地點之銹病菌感染情形。



圖六、屏東縣太麻里鄉佳崙產業道路 (N22°37'05.9", E120°59'26.2") 調查地點之銹病菌感染情形。



圖七、南迴公路 455 km (N22°15'09.6", E120°50'21.3") 調查地點之銹病菌感染情形。



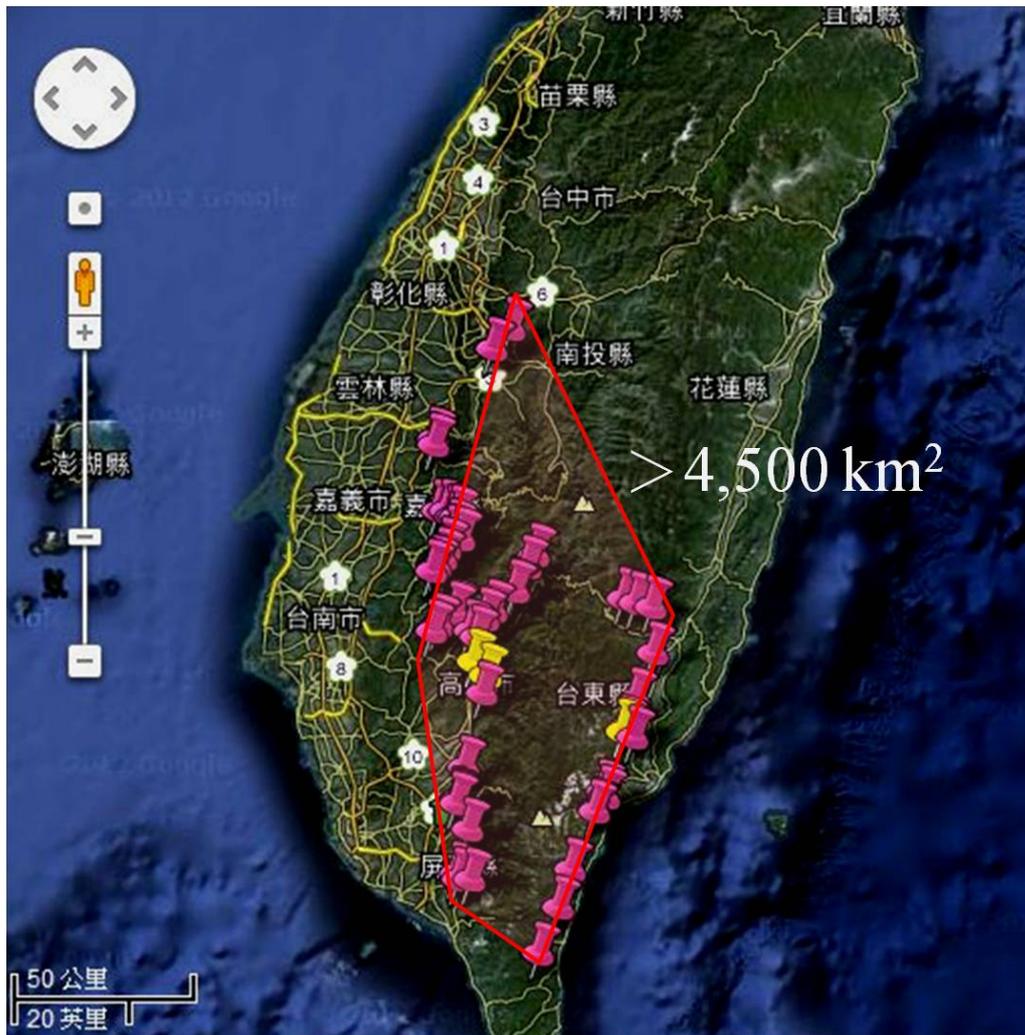
圖八、台中毒試所謝玉貞博士野外調查銹病菌族群之結果。(A) 南投縣名間鄉；(B) 雲林縣古坑鄉；(C) 南投縣魚池鄉；(D) 嘉義縣梅山鄉；(E) 台中縣新社鄉；(F) 苗栗縣獅潭鄉。



圖九、南投縣中寮鄉永平村小花蔓澤蘭葉片、葉柄、藤蔓為銹病菌 (*Puccinia spegazzinii*) 菌感染情形。



圖十、南投縣中寮鄉永平村小花蔓澤蘭葉片、葉柄、藤蔓為銹病菌 (*Puccinia spegazzinii*) 菌感染情形。



圖十一、所釋放銹病菌傳播感染野地小花蔓澤蘭之面積估算圖。

**A**

		Percent Identity										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Divergence	1	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	2	0.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	3	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	4	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	5	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
	10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0
	11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

*P. spgazzinii* ITS1-5.8S-ITS2

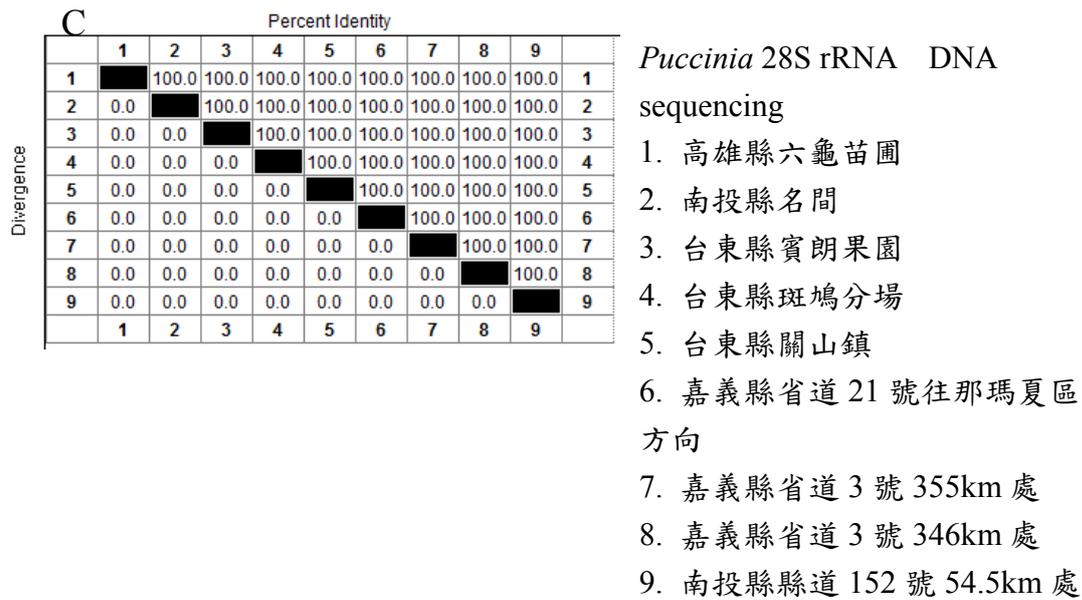
1. 高雄縣六龜苗圃
2. 高雄縣扇平
3. 高雄縣甲仙
4. 高雄縣寶來
5. 南投縣名間
6. 台東縣賓朗果園
7. 台東縣斑鳩分場
8. 台東縣關山鎮
9. 嘉義縣省道 21 號往那瑪夏區方向
10. 嘉義縣省道 3 號 355km 處
11. 嘉義縣省道 3 號 346km 處

**B**

		Percent Identity								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Divergence	1	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	2	0.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	3	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	4	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	5	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
	8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0
	9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
		1	2	3	4	5	6	7	8	9

*P. spgazzinii* 18S rRNA DNA sequencing

1. 高雄縣六龜苗圃
2. 南投縣名間
3. 台東縣賓朗果園
4. 台東縣斑鳩分場
5. 台東縣關山鎮
6. 嘉義縣省道 21 號往那瑪夏區方向
7. 嘉義縣省道 3 號 355km 處
8. 嘉義縣省道 3 號 346km 處
9. 南投縣縣道 152 號 54.5km 處

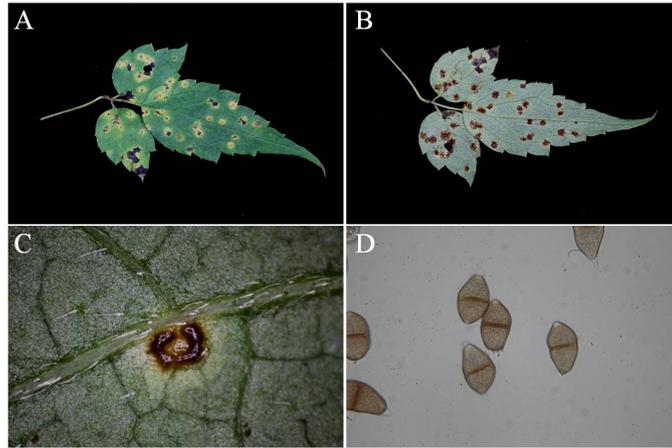


圖十二、野外採集之銹病菌樣品其 rRNA 基因序列之比對結果。(A) ITS1-5.8S rRNA 基因序列-ITS2 序列比對結果；(B) 18S rRNA 基因序列比對結果；(C) 28S rRNA 基因序列比對結果。

Sequences producing significant alignments:

Accession	Description	Max score	Total score	Query coverage	E value	Max ident
<a href="#">EU851148.1</a>	<i>Puccinia spegazzinii</i> strain R160 28S ribosomal RNA gene, partial sequ	1720	1720	100%	0.0	99%
<a href="#">EU851150.1</a>	<i>Puccinia spegazzinii</i> strain R189 28S ribosomal RNA gene, partial sequ	1716	1716	100%	0.0	99%
<a href="#">GU936637.1</a>	<i>Puccinia cnici-oleracei</i> 28S ribosomal RNA gene, partial sequence	1605	1605	100%	0.0	97%
<a href="#">DQ354516.1</a>	<i>Dietelia portoricensis</i> internal transcribed spacer 2, complete sequen	1598	1598	100%	0.0	97%
<a href="#">AY222048.1</a>	<i>Puccinia silvatica</i> voucher TUB 011528 large subunit ribosomal RNA g	1589	1589	100%	0.0	97%
<a href="#">GU936634.1</a>	<i>Uromyces trifolii</i> 28S ribosomal RNA gene, partial sequence	1580	1580	100%	0.0	97%
<a href="#">DQ354513.1</a>	<i>Puccinia menthae</i> internal transcribed spacer 2, complete sequence;	1565	1565	100%	0.0	97%

圖十三、以 28S rRNA 基因序列於 NCBI 網站上比對之結果。其結果顯示目前實驗室所採集分析之銹病菌樣品應皆為 *Puccinia spegazzinii* 此種無誤。



圖十四、銹病菌 *Puccinia crupinae* 之鑑定。(A) 串鼻龍葉片正面病斑；(B) 串鼻龍葉片背面病斑；(C) 串鼻龍葉片背面病斑於解剖顯微鏡下觀察之情形；(D) 感染串鼻龍夜便銹病菌之孢子形態。



圖十五、採集樣區（省道 27 號與省道 27 甲交界，N23°00'16.5", E120°38'50.2"）之變遷。



圖十六、嘉義縣曾文水庫東邊之四處長期監測樣區。(A) N23°13'52.42", E120°33'33.18" ; (B) N23°13'58.41", E120°33'48.00" ; (C) N23°14'10.63", E120°33'53.13" ; (D) N23°14'36.69", E120°34'11.38" 。



1. N23°13'52.42", E120°33'33.18" (嘉義)
2. N23°13'58.41", E120°33'48.00" (嘉義)
3. N23°14'10.63", E120°33'53.13" (嘉義)
4. N23°14'36.69", E120°34'11.38" (嘉義)
5. N23°05'28.60", E120°33'45.14" (台南)
6. N23°06'00.00", E120°33'39.80" (台南)
7. N23°04'45.21", E120°36'04.82" (高雄)
8. N23°04'30.42", E120°36'28.84" (高雄)

圖十七、八處高南嘉長期監測樣區之地理位置圖與衛星定位。桃紅色標示的為感染嚴重之樣區，綠色標示的則為輕度感染或無觀察到感染情形之樣區。



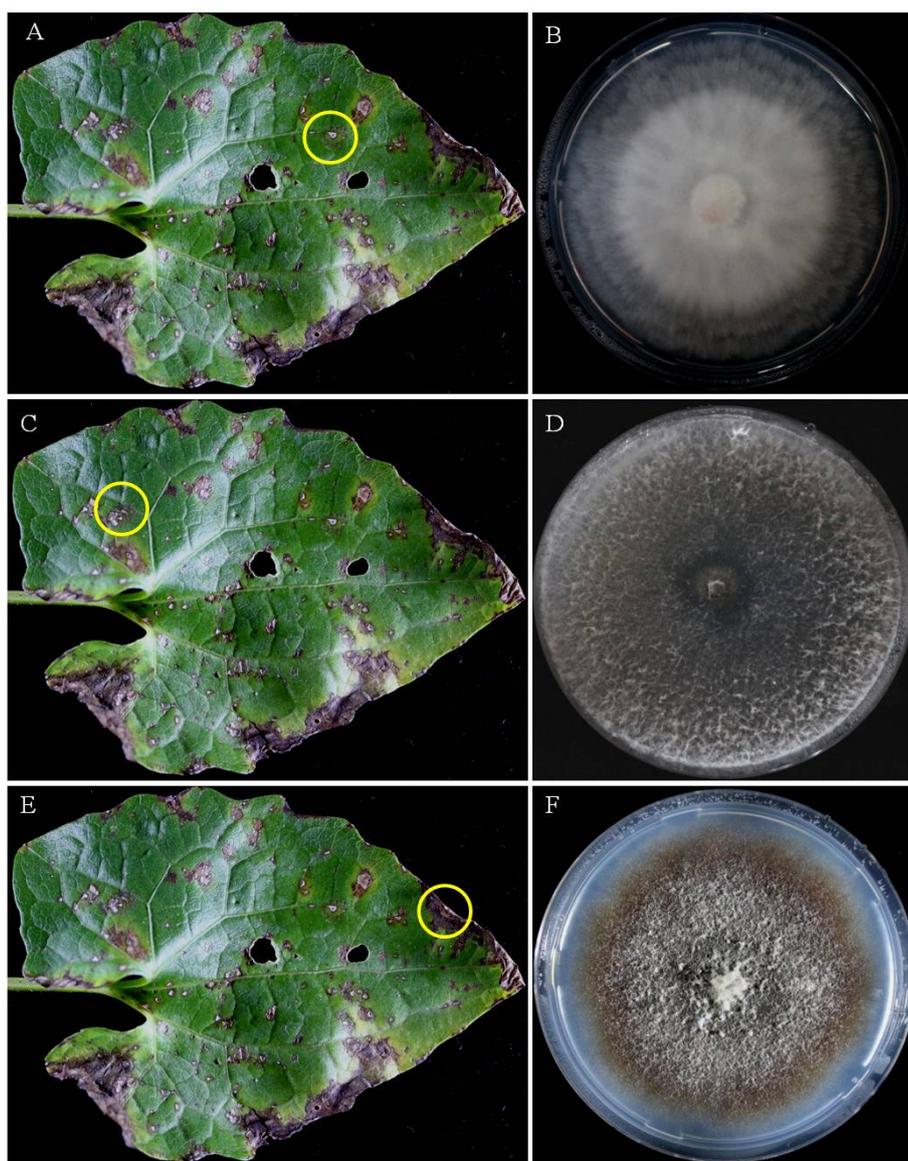
圖十八、樣區一(N23°13'52.42", E120°33'33.18")之環境圖與銹病菌感染之情形。



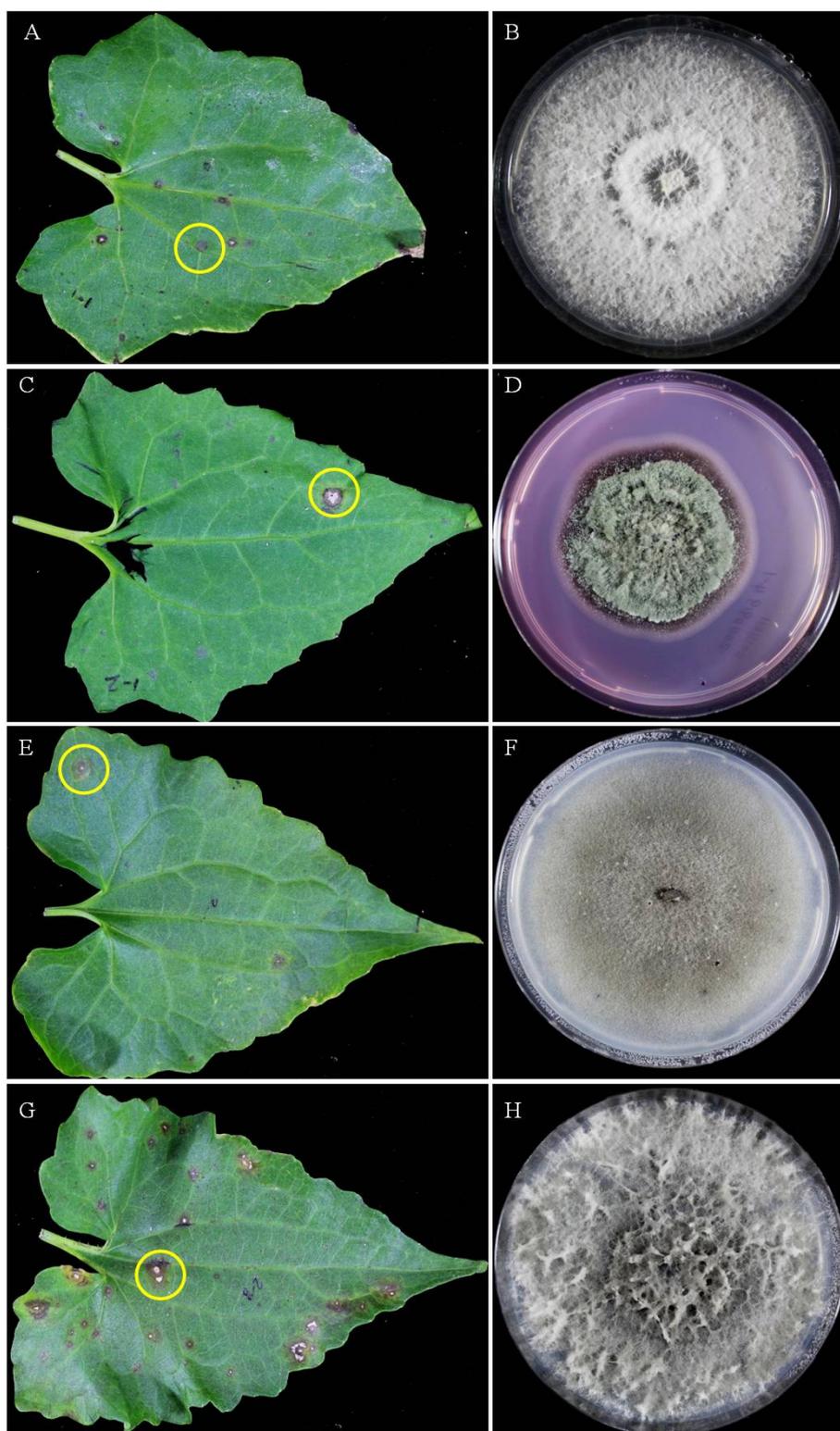
圖十九、曾文水庫東邊長期監測樣區 1 (N23°13'52.42", E120°33'33.18") 於 2012 年年底小花蔓澤蘭覆蓋度之變化。



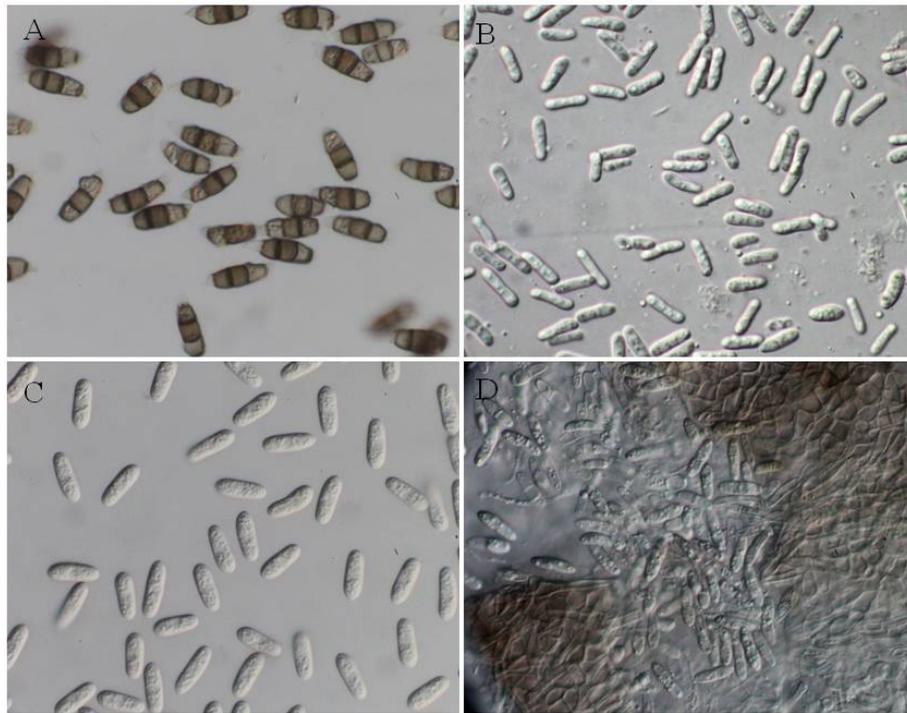
圖二十、曾文水庫東邊長期監測樣區 2 (N23°13'58.41", E120°33'48.00") 於 2012 年年底小花蔓澤蘭覆蓋度之變化。



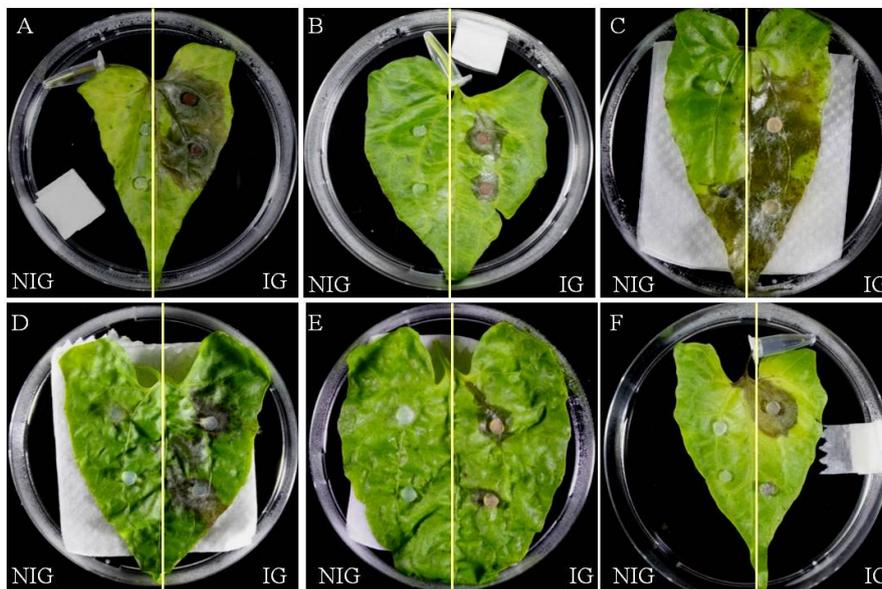
圖二十一、本土真菌菌種之分離。同一片葉片分離之目標病斑與分離出之真菌菌落型態。(A-B) *Xylaria sp* ; (C-D) *Diaporthe helianthi* ; (E-F) *Phoma sp.* 。



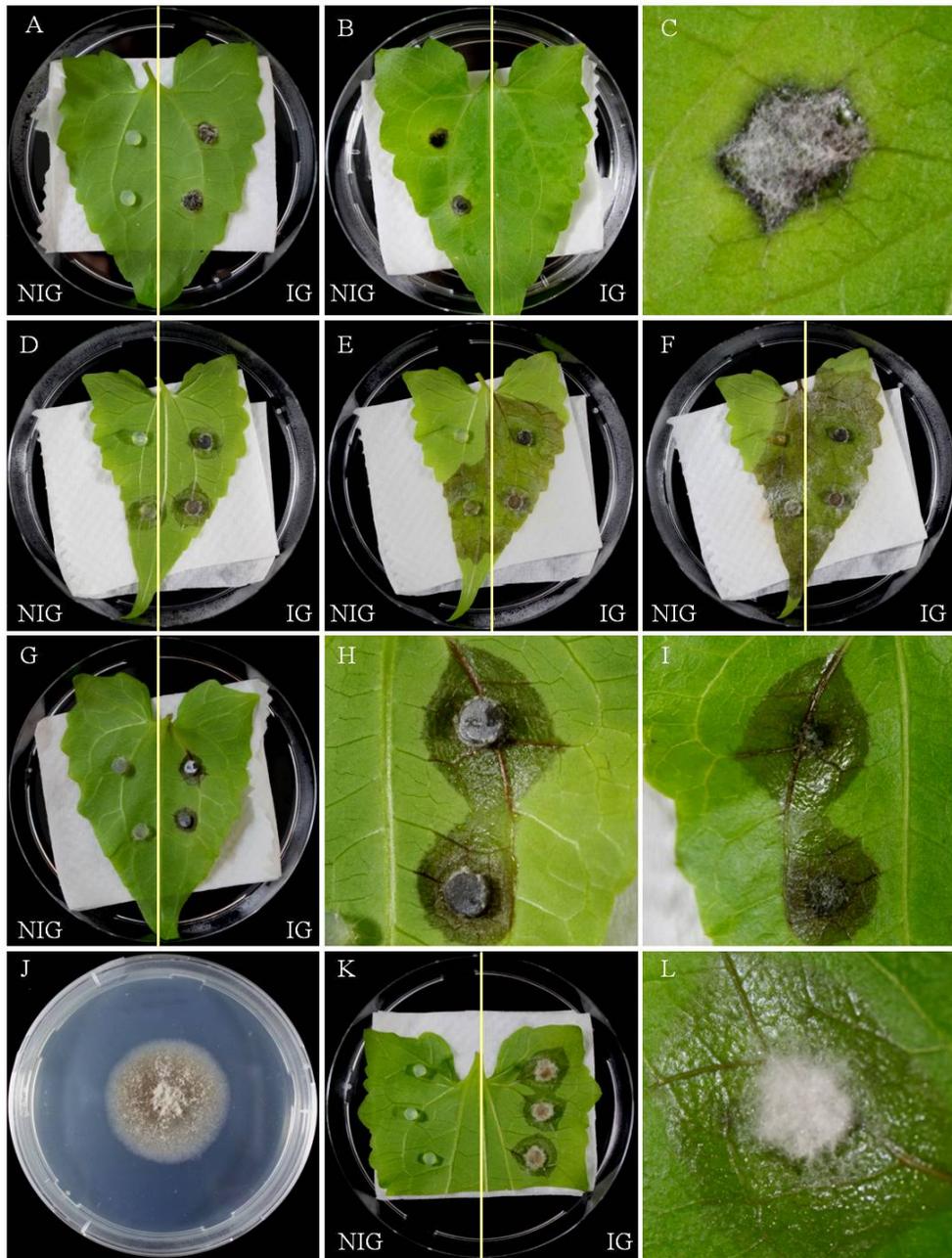
圖二十二、本土真菌菌種之分離。分離之目標病斑與分離出之真菌菌落型態。  
 (A-B) *Pestalotiopsis* sp. ; (C-D) *Nigrospora* sp. ; (E-F) *Colletotrichum gloeosporioides* ; (G-H) *Botryosphaeria* sp. 。



圖二十三、本土真菌菌種之孢子型態。(A) *Pestalotiopsis mangiferae*; (B) *Phoma* sp.; (C) *Colletotrichum gloeosporioides*; (D) *Plectosphaerella* sp.。



圖二十四、離葉接種病原性測試。IG : inoculated group ; NIG : non-inoculated group 。  
 (A) *Corynespora cassiicola* (4 days after inoculation) ; (B) *Phoma multirostrata* (4 days after inoculation) ; (C) *Diaporthe phaseolorum* (6 days after inoculation) ;  
 (D) *Botryosphaeria rhodina* (3 days after inoculation) ; (E) *Phomopsis* sp. (6 days after inoculation) ; (F) *Nigrospora sphaerica* (7 days after inoculation) 。



圖二十五、離葉接種病原性測試。IG : inoculated group ; NIG : non-inoculated group 。  
 (A-C) *Nigrospora* sp. ( 4 days after inoculation ) ; (D-F) *Phoma* sp. ( 4 (D)、7  
 (E)、10 (F) days after inoculation ) ; (G-I) No.201110264 未知菌種 ( 5 days after  
 inoculation ) ; (J-L) *Phoma* sp. ( 3 days after inoculation ) 。



圖二十六、銹病菌接種原的再建立。



圖二十七、於亞洲世界蔬菜研究中心進行銹病菌接種原的再建立。

期中報告委員意見回覆表

審查委員	審查意見	意見回覆
<p>台灣大學 植病系孫 教授岩章</p>	<p>1. 本研究旨在探討人工施放小花蔓澤蘭銹病菌之防治成效。</p>	<p>謝謝指正。</p>
	<p>2. 因該銹病菌係自 2008 年開始釋放，故是否有防治率之評估或減產率之評估。</p>	<p>於亞蔬之基改溫室所進行之天敵銹病菌接種實驗，顯示對小花蔓澤蘭之發病率為 100%，而其嚴重等級為“4”，此指數意指此銹病菌病原可於侵染小花蔓澤蘭後，可於其葉片下表皮產生覆蓋率超過 60% 之冬孢子堆，以及為數眾多之冬孢子，在稍後期被感染之葉片萎凋落葉，此外也感染葉柄、藤蔓、及生長點。而生長點之生長也受抑制，新生幼葉明顯變少。故於溫室明顯可抑制此植物之生長、光合作用，以及生物量，同樣之罹病狀況也發生於野外釋放此天敵銹病菌，而後，被其感染之野生小花蔓澤蘭植株，尤其在生態環境較為濕潤之南化，曾文水庫，或有小河溪流，或溝渠、遮蔭之丘陵地。連續多年之觀察，宏觀而言，罹病度（severity）較高之小花蔓澤蘭其棲群密度明顯比罹病度低之小花蔓澤蘭棲群密度為低。自從 2008 年 5 月 18 日至高雄六龜、扇平釋放此天敵銹病菌其感染野地之小花蔓澤蘭面積，並傳播、擴散至屏東以北之九大縣市（屏東、高雄、台南、嘉義、南投、雲林、彰化、台中、苗栗），所涵蓋</p>

		<p>面積估計已超過4,500平方公里以上，由感染率粗估10-40%推論，其對小花蔓澤蘭之光合作用率、生長率應會有顯著之影響。天敵銹病菌對小花蔓澤蘭之古典生物防治，之最佳優點在於其對生態之友善，以及可作用於不適噴灑殺草劑之湖泊水庫週邊、或地形，陡峭而人工伐除不易處之小花蔓澤蘭；古典生物防治共同之缺點是防治效率較慢，但一旦成功卻是永續，一勞永逸。現已設立永久樣區，將依原有現況，隨時間推演，去評估此天敵銹病菌對小花蔓澤蘭之感染率，以及推估其抑制小花蔓澤蘭之生長量、種子數、棲地孔隙度、或植被多樣性之回復情形以及其可能所需時程。</p>
	<p>3. 該菌之溫度適應性狀為何？請補充說明。</p>	<p>此菌之最適生長溫度為15~25℃，可耐最低溫8℃，最高溫38℃。多年來此菌也傳播感染，涵括九大縣市，約4,500平方公里以上之小花蔓澤蘭，此意指，其已適應本土之生態條件。</p>
<p>林業試驗所邱組長志明</p>	<p>1. 使用天敵防治小花蔓澤蘭，以降低入侵小花蔓澤蘭對台灣中低海拔及農作物之侵害，甚為重要，不但可減少防治成本，亦可達到本土生態系平衡，但前提是經過生物安全性評估，並不感染本土重要經濟作物、動物甚至傷害人類。</p>	<p>經長期演化之結果，銹病菌其寄主皆為植物，從無侵染、寄生、危害人類之記錄，故於此方面是無生物安全性之疑慮。又此銹病菌顯示極高之寄主專一性，在本菌於野地釋放之前，已於亞蔬機改植物溫室檢測其病原性及寄主範圍，結果顯示供檢測之45科111種本土重要之經濟作物，包含親緣性較為接近之多種菊科植</p>

		<p>物，皆不受其侵染。而於野外之追蹤調查，也顯示並無侵染經濟作物之情形，而小花蔓澤蘭棲地鄰近之串鼻龍、針刺草或大花咸豐草，有銹病侵染，但此銹病菌為本土即存之銹病菌，而非由引進釋放之天敵銹病菌 (<i>Puccinia spegazzinii</i>)。故由溫室或野地之接種試驗，或野地觀察相互印証也可祛除其生物安全性之疑慮。對此銹病菌寄主範圍檢測，於英國之 CABI，中國之廣州和印度，亦皆作過，亦呈現略似之病原性以及寄主範圍，並獲相同之結論。</p>
	<p>2. 避免野地樣區遭受破壞，建議在長期監控樣區設解說牌，避免人為干擾。</p>	<p>謝謝指正。將立即製作詳細之解說牌，以避免人為之干擾。</p>
	<p>3. 嘉義、台南和高雄三縣市謹設立 8 個長期監測樣區，建議增加監測點。銹病菌施放點和小花蔓澤蘭受不同程度之感染，其不同感染程度和距離，當地環境、氣候、微環境(溫度、濕度、光度)，需進行評估。</p>	<p>謝謝指正。樣區點越多，就更具代表性，也更可解釋不同樣點、不同微氣候對天敵銹病菌侵染小花蔓澤蘭之影響，但試驗地遠離台北，加上人力單薄，樣區點增加可能因時間人力所限，影響其精確度；但還是感謝寶貴建議，將於每次調查時多觀察、拍照、記錄其鄰近或周邊之小花蔓澤蘭被所釋放之天敵銹病菌感染之情形，以當為持續有效性評估之參考。</p>
<p>台灣大學森林系胡教授弘道</p>	<p>1. 本研究期望用絕對寄生在小花蔓澤蘭的銹病菌防止台灣林地之雜草為害，是否具實用性令人懷疑，昔日白花鬼針草也是入侵種，散佈台灣各地，它的銹病菌也是專一的，也隨它入侵各地，但沒看到此絕對寄生的銹病菌，對鬼針草的族群有明顯的抑制作用。溫室</p>	<p>白花鬼針草 (<i>Biden pilosa</i>)，下細分為三個變種：白花鬼針草 (<i>B. pilosa</i> var. <i>pilosa</i>)；小白花鬼針草 (<i>B. pilosa</i> var. <i>minor</i>) (又名咸豐草)；大白花鬼針草 (<i>B. pilosa</i> var. <i>radiata</i>) (又名大花咸</p>

都還沒有確定接種效果，就直接在林地釋放，萬一產生生態系的破壞，如何予以補救？

豐草)。此三變種除瘦果、芒刺、葉緣特徵外，白花鬼針草不具白色舌狀花，而只具黃色筒狀花，而後兩者兩者皆具，但前者之舌狀花萼片明顯較短，只為後者之半長，故易區別。白花鬼針草或小白花鬼針草皆為台灣之原生種，故無所謂入侵破壞生態之疑慮，故也談不上需防治根除

(eradication)。大白花鬼針草係熱帶美洲之原生種，於1984年前後由琉球引進，當為蜜源植物，主要是其花期甚長，及花粉產量豐盛。目前分佈於台灣低海拔荒野、空曠地區、路旁，但幼嫩莖葉可當救荒野菜，又清涼退火，可當中藥材使用，除瘦果芒刺易沾附行人之衣物，以及競爭部分棲地外，大致也不造成明顯為害，故不曾進行過任何防治措施。搜尋台灣之相關文獻，或諮詢農委會農藥毒物試驗所公害組同仁，也再次獲得驗證。此外，於小花蔓澤蘭之天敵銹病菌釋放後，進行傳播途徑追蹤調查時，偶爾也曾發現大白花鬼針草，其葉片有被本土之銹病菌之寄生，但寄生狀況並不嚴重。換言之，本土引進之大花咸豐草(大白花鬼針草)所發現之銹病菌，並非熱帶美洲原生地之銹病菌，物種、遺傳特性不同，其侵染能力當然不同，況且大花咸豐草在原生地，其天敵也不見得是銹病菌。此外，在簡報中，已

		<p>明確詳細陳訴此銹病菌已獲得農委會防檢局輸入許可，並獲亞洲蔬菜發展研究中心之合作協助，於其植物基因改良溫室（此至少應為 P2 等級溫室）進行檢測所引進之天敵銹病菌 (<i>Puccinia spegazzinii</i>) 其對本土重要之農藝、園藝、森林作物之病原性，寄主範圍測定，結果顯示在 45 科 112 種檢測植物，只對入侵之小花蔓澤蘭有極強之病原性，而對其餘之作物別則無。之後，由國立台灣大學正式行文農委會動植物防疫檢疫局申請釋放許可，經防檢局召集國內專家學者，舉行審委會審議獲得核准，後經林務局之核准，並協調屏東林管處協助，於高雄六龜、扇平釋放，敬請鑒查。又，截至 2005 年為止，全世界至少已有 15 個國家，包括美國、澳洲、紐西蘭、南非，針對防治 25 種入侵植物，並由其原產地引進至少 25 種天敵（病原微生物或昆蟲），進行古典生物防治，而由防治歷史得知，並無侵染非目標植物之生物安全性事件（詳見報告之參考文件）。</p>
	<p>2. 引入之銹病菌是否屬管制生物？是否適宜在林地操作應考慮其可能之危害，其可能之不良效果應先評估。</p>	<p>由英國所引進之天敵銹病菌 (<i>P. spegazzinii</i>)，首先於 2007 年，由台大植微系經台大，以正式公函，函請行政院農委會動植物檢驗局核准，之後再行輸入，輸入後會同防檢局台南檢疫站同仁於桃園機場領出，並運送至亞蔬基改溫</p>

		<p>室，開封、驗證此天敵銹病感染小花蔓澤蘭小苗株數，之後於該溫室進行生物安全性檢測，也就是寄主專一性及病原性驗證。在驗證無生物安全性疑慮後，再經防檢局召開專家學者審議會，評估、審定通過後，經林務局之核准，並協調屏東林管處協助，於高雄六龜、扇平釋放。前後歷經一年，此作為皆遵循聯合國 FAO 之古典生物防治標準作業流程，其最主要之目的，在於儘其可能消除生物安全性之疑慮，此也在簡報中以三張核准公文所作成之幻燈片陳示。</p>
	<p>3. 寄生後之生長量未予實際評估，如何確定其效果，應補作統計分析。</p>	<p>前三年研究重點在於天敵銹病菌之引進，因其為絕對寄生，無法人工培養，故於基改溫室以小花蔓澤蘭大量繁殖種原，於小花蔓澤蘭野地釋放。其後追蹤其傳播。以宏觀而言，目前此天敵已散播侵染侵染涵蓋 4,500 平方公里，九個縣市之小花蔓澤蘭，且在丘陵山坡地、較濕潤之棲地，皆有較佳之侵染殖據能力，換言之，應對當地之小花蔓澤蘭之光合作用、生長、乃至於種子數量之產生皆有抑制成效。至於其對於小花蔓澤蘭生物量、棲地孔隙度之增加、植被多樣性之回復，在已設立之八個樣區，進行長期監測，期末將會有較佳之量化數據和統計分析。</p>
	<p>4. 本研究要解決實際問題，沒必要花時間做相關之 DNA 分析。</p>	<p>DNA 之重複性序列 ITS，與其他功能性基因，被用於植物品</p>

		種之鑑別，以及各種微生物之鑑別，在國內外皆已成為一般之例行工作。為驗證其因果關係，生物安全性相關議題，以及獲悉野外生長之小花蔓澤蘭被銹病菌感染，而此銹病菌是否為在本研究釋放之天敵銹病菌 ( <i>P. spegazzinii</i> )，並將序列上傳至美國 NCBI 之 GenBank 比對，進一步確認之基本試驗。
	5. 引入前應先在隔離溫室進行評估，不知在何處進行？	此天敵銹病菌 ( <i>P. spegazzinii</i> )，如上所述，引進後，於亞蔬之 P-2 等級之基改溫室進行。
	6. 研究書面報告太少，應詳加補充。	謝謝指正。已加以補充。
	7. 本研究已 4 年未見實效，是否值得繼續，應詳加評估。	所引進之銹病菌天敵 ( <i>P. spegazzinii</i> )，如前述，已成功繁殖接種原，釋放後，成功建立族群，並傳播感染涵蓋 4,500 平方公里以上，包括屏東以北九個縣市之小花蔓澤蘭，已獲得初期預期結果。目前正進行長期生態樣區之監測，分析後即可知其對生物量、生物多樣性之影響。此古典生物防治對於如水庫周邊地區以及和飲水來源安全相關的曾文、南化水庫，地形險峻陡峭無法噴灑殺草劑或人工伐除地區，最具意義，若防治成功其防治成效是永續性的，更別具意義。 省視國外應用植物病原真菌，包括銹病菌在內，進行古典生物防治入侵之植物，包括草本植物，獲得成功案例之論文或經典書籍，指陳其恢復生

		<p>態系平衡所費之時間約 10-15 年。如，南非為防治其於 19 世紀為製革業，由澳洲所引進之金合歡 (<i>golden wattle, Acacia saligna</i>) 但造成破壞生態之負面影響，故於 1987 年由其原產地澳洲引進其天敵，瘤銹病菌 (<i>Uromycladium tepperianum</i>)，進行古典生物防治，15 年後，連續追蹤評估，顯示其已成功控制金合歡對環境生態所帶來之危害。同理，紐西蘭、美國夏威夷為防治其入侵之菊科多年生植物，迷霧花 (<i>mist flower, Ageratina riparia</i>) 之危害，分別也由其原產地中美洲之亞邁佳 (Jamica)，引進天敵白穗病菌 (<i>white smut, Entyloma ageratinae</i>) 進行古典生物防治。防治此入侵植物。經過 15 年後，於 2005 年及 2007 年，美國和紐西蘭兩國分別總結，報告其極為成功防治此多年生灌木之案例 (詳見參考論文)。所釋放之天敵銹病菌已成功由屏東往北傳播至台中、苗栗等地，期冀未來可防治小花蔓澤蘭之危害。</p>
<p>造林生產組楊組長駿憲</p>	<p>1. 台南與高雄樣區應加註座標。</p> <p>2. 表 1 的部分去年調查的資料，沒有苗栗地區、彰化地區的資料，請再予確認。</p>	<p>謝謝指正。將增標示台南、高雄兩地樣區之 GPS 座標。</p> <p>謝謝指正。苗栗、彰化、台中之調查資料，以及天敵銹病菌感染當地小花蔓澤蘭之照片，係由農委會農藥毒物試驗所公害組，謝玉貞助研究員所提供，謝助理研究員亦為合作團隊之一員，未來此計劃撰寫</p>

		<p>論文及發表時，應為作者群之一，以彰顯其對本計劃之協助和貢獻。</p>
	<p>3. 本計畫為執行之第4年，簡報資料內容較為豐富，而期中報告的資料較少，請再加以補充。</p>	<p>謝謝指正。報告之書面資料將加以補充。</p>
	<p>4. 明年研討會之辦理地點，建議可在本局會議室辦理，以使本局同仁能踴躍參加。</p>	<p>擬於今年4月22至26日舉辦小花蔓澤蘭生態及其管理防治研習會，演講者將包括農委會特有種生物研究中心黃士元博士，農委會農藥毒物試驗所公害組蔣墓琰前組長，以及澳洲新威爾斯州布里斯本，生態研究中心（Eco-science）之生物防治小組資深研究員Dr. Michael Day，以及本計畫主持人，就相關之議題演講，並示範相關研究方法、技藝。若可行時，籲請林務局予以協助支援，租車前往野地參觀。研習會將於林務局總局之會議室或演講廳舉行，並公告林務局所轄各相關單位，教育部所轄之各級學校，縣市政府林政課、國防部、農委會所轄之試驗所，業務相關單位人員參加，以推廣此一領域之相關技藝和知識。</p>

期末報告委員意見回覆表

審查委員	審查意見	意見回覆
<p>台灣大學 郭幸榮教授</p>	<p>1. 本研究已研究 4 年，且為最後 1 年，請補強小花蔓澤蘭感染銹病菌天敵之後，其族群密度或覆蓋度之時間序變化的量化變動情形。</p>	<p>由英國引進原產於南美洲厄瓜多支小花蔓澤蘭銹病菌天敵(<i>Puccinia spegazzinii</i>)，於 2008 年 5 月於高雄六龜扇平，以及於 2010 年於台東斑鳩釋放已成功建立族群，目前已由屏東由南到北傳播感染高雄、台南、嘉義、南投、雲林、彰化、台中、苗栗、台東等九縣市野外之小花蔓澤蘭，感染面積超過 4,500 平方公里以上。歷年之觀察顯示，一般於丘陵地、遮陰、溼度較高或有溪流溝渠流水之處，其被銹病菌感染率較高，較為嚴重，如寶來蘭花園景點邊坡，屏東科技大學後山或台三線沿線多處，原先生長茂盛之小花蔓澤蘭現已生長稀疏，族群大為減少；而他處較為高溫乾燥則感率較低，其他之小花蔓澤蘭棲地如位於陡峭之山坡、稜線、其生態應較適於銹病菌天敵之侵染，故應對其族群之監測也影響較大，此處人工伐除或藥劑防治不易，故別具意義。生物防治一般而言，對環境友善，但要恢復生態系平衡需費 10-15 年以上。由初步之成果顯示，未來有可能達到預期目標，但此需經所設置之長期生態監測樣區，進行長期追蹤和謹慎評估，方可獲致較正確之結論。</p>

	2. 林管處或地方政府是否可施放本病原菌?如合施放?在何種環境下施放?何種天候施放?請敘明或寫成折頁。	此銹病菌天敵可侵染小花蔓澤蘭之藤蔓，故可殘存並產生冬孢子堆，而小花蔓澤蘭又是多年生雜草，故此銹病菌接種原可以永續，故後續並不需要再二度施放。
	3. 在國外是否有發現本病原菌產生遺傳變異?或增加侵襲其他植物的現象?	本病原菌在國外尚無侵染非目標植物或變異之報導。
林業試驗所陳財輝研究員	1. 本研究利用銹病菌天敵防治小花蔓澤蘭已具成效，惟需持續關注其生物防治的安全性。	謝謝指正，將持續關注其生物防治之安全性。
	2. p. 3 銹病菌天敵( <i>Puccinia spegazzinii</i> )或是天敵銹病菌(p. 8)或是 p. 4 銹病菌( <i>Puccinia spegazzinii</i> )之用法，請一致。	謝謝指正，兩者似皆可互用。
	3. p. 5 罹病度分為 0、1、3、5 四級的意義為何?	已修正為 0、1、2、3、4 五級，此意指小花蔓澤蘭之葉片下表面被銹病菌感染所產生之冬孢子堆之個數，4 級指除葉片外，葉柄、藤蔓也有感染發生。
	4. p. 29 漁池應為魚池鄉，p. 30 圖九、十中寮應為中寮鄉。	謝謝指正，已加以修正。
中興大學顏江河副教授	1. 文章段落格式，文獻引用請再加強。	謝謝指正，文獻引用已詳加修正。
	2. p16、p. 37、p. 13 有錯字。	p. 13, 16, 37 之錯別字已修正。
造林生產組楊駿憲組長	1. p. 6 章節結果與討論，p. 15 章節結論與展望有兩個章節有結論，結論請能在一個章節內論述。	謝謝指正，第一章節已改成結果與討論，另一章節改為結論與展望。
	2. 請加目錄。	已加目錄。
	3. 已感染之特徵，在上次研討會有請老師提供，俾各處及縣市政府人員將現場已感染地區提供地點座標以利後續統計監測成果。	已將感染銹病菌隻小花蔓澤蘭編輯成圖片檔，另附其相關之座標，以供林務局所屬局處及各縣市政府人員辨識。(請參考附件)

## 致謝

本計畫之所以能執行並順利完成，得衷心感謝行政院農委會國際合作處、科技處、農委會防檢局、農委會林務局、農委會林務局東勢林區管理處、屏東林區管理處、花蓮林區管理處、花蓮區農業改良場、台東區農業改良場、高雄區農業改良場、農業藥物毒物試驗所、農業試驗所、農試所嘉義分所、亞洲蔬菜研究中心及其眾多之研究或行政人員等在經費、行政業務或研究上之鼎力協助。此外，更要特別感謝英國國際農業總署(CABI, UK) 之資深研究員 Dr. Carol A. Ellison 提供銹菌(*Puccinia spegazzinii*) 以及在古典生物防治之諮詢和協助。

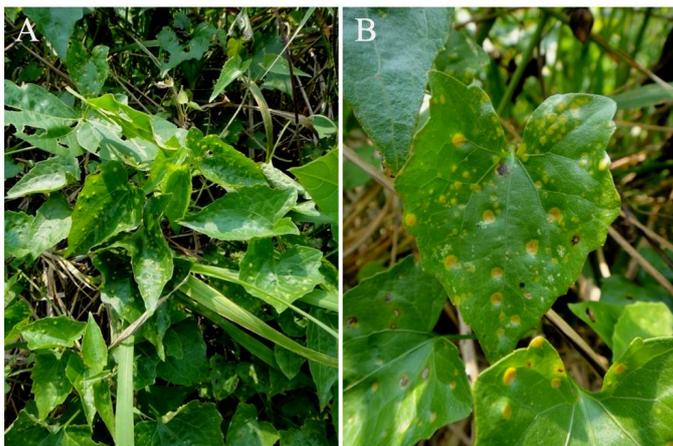
## 附件

### 附件一

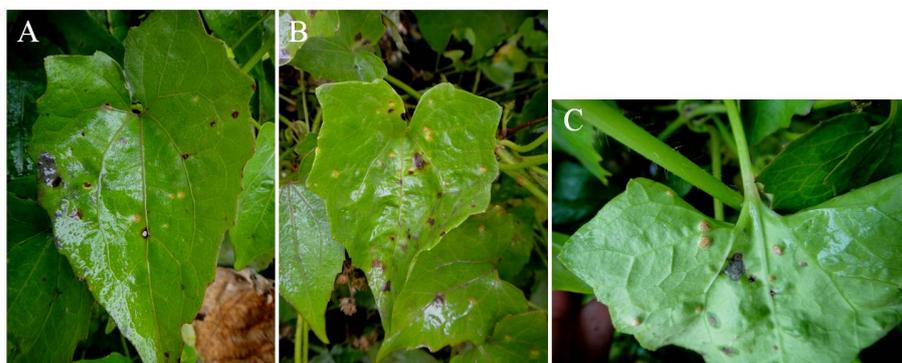
No.	地點	衛星定位	感染等級	Note
1	扇平	N22°96'20.8", E120°66'55.3"	2	高雄市
2	寶來	N23°10'80.5", E120°70'28.2"	3	高雄市
3	省道 20 號往甲仙方向	N23°07'08.2", E120°65'54.5"	3	高雄市
4	綠色隧道	N22°47'58.1", E121°05'47.8"	1	台東縣
5	斑鳩分場	N22°49'43.5", E121°04'37.2"	1	台東縣
6	賓朗果園斜坡	N22°48'53.4", E121°04'14.3"	1	台東縣
7	省道 9 號鹿野鄉路邊	N22°53'57.9", E121°06'15.8"	1	台東縣
8	省道 9 號關山鎮路邊	N23°00'46.3", E121°09'02.0"	1	台東縣
9	省道 20 號玉井往甲仙方向路邊山壁	N23°04'22.9", E120°32'45.2"	1	台南市
10	省道 21 號往那瑪夏方向路邊山地	N23°06'47.9", E120°36'24.2"	1	高雄市
11	省道 21 號往那瑪夏方向路邊	N23°07'12.0", E120°36'44.4"	3	高雄市
12	省道 3 號 355km 路邊小斜坡	N23°13'10.7", E120°32'46.9"	4	台南市
13	省道 3 號 351.5km 路邊山壁	N23°13'52.4", E120°33'32.9"	1	嘉義縣
14	省道 3 號 346km 路邊	N23°15'04.9", E120°34'23.7"	4	嘉義縣
15	省道 3 號 340km 路邊	N23°16'43.1", E120°35'13.6"	1	嘉義縣
16	省道 3 號 335km 路邊	N23°18'26.5", E120°36'05.7"	1	嘉義縣
17	省道 3 號 333km 路邊	N23°18'10.6", E120°37'26.9"	1	嘉義縣
18	省道 3 號 327km 路邊	N23°19'14.1", E120°36'26.3"	1	嘉義縣
19	省道 3 號 322.5km 路邊	N23°21'27.7", E120°36'56.2"	3	嘉義縣
20	省道 3 號 315km 路邊	N23°21'30.4", E120°36'04.5"	1	嘉義縣
21	省道 3 號 310km 路邊	N23°22'14.1", E120°35'08.7"	2	嘉義縣
22	省道 3 號 300.5km 路邊	N23°22'23.6", E120°33'46.9"	4	嘉義縣
23	省道 3 號 275km 路邊岔路	N23°32'21.3", E120°33'06.7"	1	嘉義縣
24	省道 3 號 273.5km 梅山鄉三疊溪旁小山路	N23°33'05.5", E120°33'03.6"	1	嘉義縣
25	省道 3 號 229km 往名間的公路邊	N23°46'46.1", E120°42'43.7"	1	南投縣
26	152 縣道 54.5km 集集鎮往名間路邊坡地	N23°49'41.8", E120°45'43.8"	3	南投縣
27	台南市縣道 179 號 2.5km 路邊山壁	N23°05'05.0", E120°33'42.8"	2	台南市
28	省道 20 號 81.5km 路邊	N23°07'10.3", E120°42'35.6"	1	高雄市

29	省道 20 號 89km 路邊	N23°08'38.2", E120°44'55.6"	4	高雄市
30	省道 20 號?km 路邊	N23°10'17.0", E120°46'31.1"	1	高雄市
31	省道 20 號 95km 路邊山壁	N23°10'21.3", E120°46'33.7"	2	高雄市
32	省道 20 號 103km 路邊	N23°13'44.9", E120°48'29.5"	1	高雄市
33	省道 20 號 108.5km 路邊	N23°15'46.1", E120°49'31.1"	2	高雄市
34	省道 20 號 201.5km 路邊	N23°07'52.5", E121°08'55.5"	1	台東縣
35	省道 20 號 195km 路邊	N23°08'20.6", E121°06'11.7"	4	台東縣
36	省道 20 號 190km 路邊	N23°09'07.3", E121°04'08.4"	1-2	台東縣
No.	地點	衛星定位	感染等級	Note
37	省道 9 號太麻里鄉小山路	N22°38'58.9", E121°01'04.2"	1	台東縣
38	屏東縣太麻里鄉小山路	N22°39'51.2", E121°00'45.8"	1	台東縣
39	屏東縣太麻里鄉佳崙產業道路	N22°36'50.6", E120°59'41.1"	1	台東縣
40	屏東縣太麻里鄉佳崙產業道路	N22°37'05.9", E120°59'26.2"	2-3	台東縣
41	屏東縣金峰鄉大溪土板產業道路	N22°27'52.9", E120°55'42.9"	1-2	台東縣
42	屏東縣大武鄉達新產業道路	N22°22'09.3", E120°53'45.1"	2	台東縣
43	南迴 455km	N22°15'09.6", E120°50'21.3"	1	台東縣
44	縣道 185 2km	N22°43'32.2", E120°38'01.6"	1	屏東縣
45	茂林國家森林茂林道路	N22°54'53.3", E120°40'59.2"	2	高雄市
46	省道 20 號 2.5km 路邊	N23°03'13.6", E120°40'02.7"	3	高雄市
47	屏東科技大學學府路右彎斜坡路邊	N22°38'31.1", E120°36'56.5"	2	屏東縣
48	屏東科技大學樣區	N22°38'27.8", E120°36'57.7"	4	屏東縣
49	屏東縣道 185 號香蕉園路邊	N22°37'54.1", E120°36'57.0"	1	屏東縣
50	屏東縣道 106 號 4.5km 路邊	N22°34'12.0", E120°38'40.3"	1	屏東縣
51	屏東縣春日鄉屏東縣道 132 號 2km 路邊	N22°26'33.4", E120°39'03.0"	1	屏東縣
52	屏東縣縣道 112 號 12km 路邊	N22°26'33.7", E120°37'15.4"	2	屏東縣
53	屏東縣縣道 185 號 58.5km 沿山公路	N22°27'28.0", E120°36'49.9"	1	屏東縣
54	苗栗縣獅潭鄉			苗栗縣
55	台中縣新社鄉			台中縣
56	台中縣東勢鄉			台中縣
57	彰化縣二水鄉			彰化縣
58	南投縣水里鄉			南投縣
59	南投縣信義鄉			南投縣
60	雲林縣古坑鄉			雲林縣

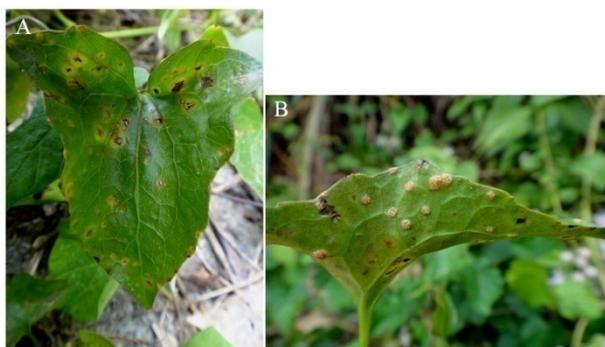
\*感染等級 1 為葉片病斑數零星，約 1-3 個；等級 2 為 5-10 個病斑；等級 3 為 10 個病斑以上；等級 4 為 10 個病斑以上，且小花蔓澤蘭生長狀態差。54-60 為謝玉貞助研究員所調查之地點。



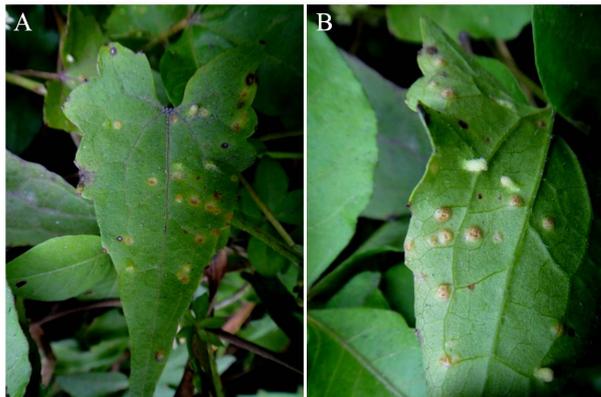
附件二、屏東科技大學 (N22°38'27.8", E120°36'57.7") 銹病菌施放地點之感染情形。



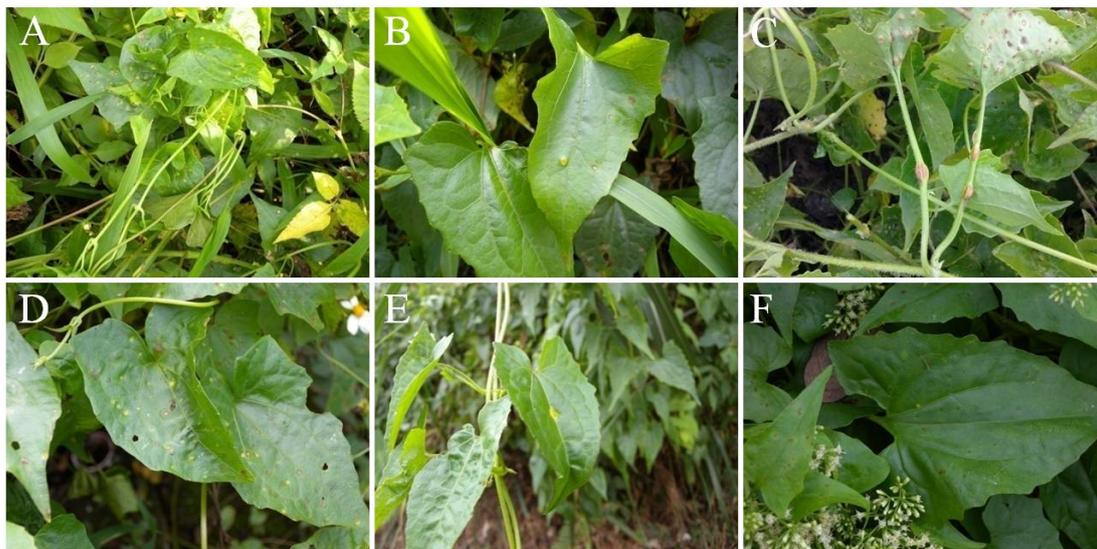
附件三、高雄市茂林國家風景區 (N22°54'53.3", E120°40'59.2") 調查地點之銹病菌感染情形。



附件四、屏東縣太麻里鄉佳崙產業道路 (N22°37'05.9", E120°59'26.2") 調查地點之銹病菌感染情形。



附件五、南迴公路 455 km (N22° 15'09.6", E120° 50'21.3") 調查地點之銹病菌感染情形。



附件六、台中毒試所謝玉貞博士野外調查銹病菌族群之結果。(A) 南投縣名間鄉；(B) 雲林縣古坑鄉；(C) 南投縣漁池鄉；(D) 嘉義縣梅山鄉；(E) 台中縣新社鄉；(F) 苗栗縣獅潭鄉。

圖九、南投縣中業鄉永平村小花蔓澤蘭葉片、葉柄、藤蔓為銹病菌 (*Puccinia spegazzinii*) 菌感染情形。



附件七、南投縣中業鄉永平村小花蔓澤蘭葉片、葉柄、藤蔓為銹病菌 (*Puccinia spegazzinii*) 菌感染情形。



附件八、南投縣中業鄉永平村小花蔓澤蘭葉片、葉柄、藤蔓為銹病菌 (*Puccinia spegazzinii*) 菌感染情形。





小花蔓澤蘭之生態學及防治研習會-台灣 2013  
(Mikania Weed Ecology and Control  
Workshop – Taiwan 2013)



委託機關：行政院農委會林務局  
(委託研究計畫系列 tfbc-1010513)

執行機關：國立台灣大學 植物病理與微生物學系

中華民國 102 年 4 月



小花蔓澤蘭之生態學及防治研習會-台灣 2013  
**(Mikania Weed Ecology and Control  
Workshop – Taiwan 2013)**

日期：2013 年 4 月 22 日

地點：中華民國行政院農業委員會林務局 台  
北市杭州南路一段 2 號

主辦單位：

中華民國行政院農業委員會林務局

國立臺灣大學生物資源暨農學院

國立臺灣大學植物病理與微生物學系



## 演講者 (Speakers)

**Dr. Michael Day**

**Senior Entomologist**

**Biosecurity Queensland**

**Department of Agriculture, Fisheries & Forestry**

**Level 3c West**

**Ecoscience Precinct**

**GPO Box 267, Brisbane, QLD 4001, Australia**

**Ph: (07) 3255-4453 ; International 61-7-3255-4453**

**FAX: (07) 3846-6371 ; International 61-7-3846-6371**

**E-mail: Michael Day @daff.qld.gov.au**

**Website: www.qld.gov.au ; Business: Information Centre 13 25 23**

**蔣慕琰 博士**

**雜草專家(組長，退休)**

**行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所**

**臺中市霧峰區舊正里光明路 11 號**

**電子郵件: [chiang570@gmail.com](mailto:chiang570@gmail.com)**

**黃士元 博士**

**副研究員**

**行政院農委會特有生物保育中心**

**南投縣集集鎮民生東路一號**

**電話: (049)276-1331 ext. 226**

**傳真 : (049)276-3991**

**電子郵件: [HwangS.Y.@tesri.gov.tw](mailto:HwangS.Y.@tesri.gov.tw)**

**曾顯雄 博士**

**教授**

**國立臺灣大學植物病理與微生物學系**

**台北市羅斯福路四段一號**

**電話: (02)3366-4595**

**傳真: (02)2362-0639**

**電子郵件: [sst@ntu.edu.tw](mailto:ss@ntu.edu.tw)**



# 目錄

## 議程

### 小花蔓澤蘭生物學與生態學

- 小花蔓澤蘭生物學與生長 (Mikania biology and growth).....1  
Dr. Michael Day  
小花蔓澤蘭生物學與生態 黃士元 博士.....7

### 小花蔓澤蘭防治及管理

- 小花蔓澤蘭之植物特性及防治策略  
蔣慕琰 博士.....51  
小花蔓澤蘭在南大洋洲及澳洲之衝擊及其防.....71  
(Impact, control methods tried in the Pacific and Australia)  
Dr. M. Day

### 小花蔓澤蘭之生物防治

- 小花蔓澤蘭之防治:應用薊馬及燈蛾類害蟲之回顧 .....77  
{Mikania control: using insects pests (Liothrips and *Actinate*  
spp. ), a review Dr. M. Day  
小花蔓澤蘭之防治:應用銹病菌  
(Mikania control using *Puccinia spegazzinii*)  
生物學與寄主專一性.....79  
(Biology and host specificity) Dr. M. Day  
巴布亞新幾內亞、斐濟、萬那杜小花蔓澤蘭之防治.....82  
(Mikania control in Papua New Guinea (PNG), Fiji and Vanuatu)  
Dr. M. Day  
應用銹病菌防治臺灣、印度、中國之小花蔓澤蘭 曾顯雄 博士... 85



## 小花蔓澤蘭之生態學及防治研習會-台灣 2013

### 議程

時間	議題	主持者
09:00~09:30	註冊	鍾嘉綾 助理教授
09:30~09:45	開幕式	
09:45~10:00	團體照	
10:00~10:50	<b>Mikania biology and growth</b> (小花蔓澤蘭之生物學及生長 ) Dr. Michael Day	劉瑞芬 教授 主任
10:50~11:40	小花蔓澤蘭生物學與生態 黃士元 博士	
11:40~12:40	Lunch Time	
12:40~13:30	小花蔓澤蘭植物特性與防治策略 蔣慕琰 博士	曾顯雄 教授
13:30~14:20	<b>Mikania impact, control methods tried in the Pacific and Australia</b> (小花蔓澤蘭在南大洋洲及澳洲之衝擊及其防治) Dr. Michael Day	
14:20~14:50	Coffee Break	
14:50~15:20	<b>Mikania control using insect pests (Liothrips and Actinate spp.) a review</b> (小花蔓澤蘭之防治:應用薊馬及燈蛾類害蟲之回顧) Dr. Michael Day	蔣慕琰 博士
15:20~15:50	<b><i>Puccinia spegazzinii</i>: biology and host specificity</b> (小花蔓澤蘭銹病菌天敵 <i>P. spegazzinii</i> :生物學及寄主專一性) Dr. Michael Day	
15:50~16:20	<b>Mikania control using <i>P. spegazzinii</i> in Papua New Guinea (PNG), Fiji, and Vanuatu</b> (應用銹病菌 <i>P. spegazzinii</i> 防治巴布亞新幾內亞、斐濟、萬那杜之小花蔓澤蘭) Dr. Michael Day	
16:20~17:00	應用銹病菌防治臺灣、印度、中國之小花蔓澤蘭 曾顯雄 博士	黃士元 博士
17:00~17:15	討論、結論、展望	演講者、主持者

## Mikania Weed Ecology and Control Workshop – Taiwan 2013

### Agenda

Time	Topic	Conveners
09:00~09:30	Registration	<b>Dr. C. L. Chung</b> Assistant Professor
09:30~09:45	Opening Ceremony	
09:45~10:00	Photograph	
10:00~10:50	<b>Mikania biology and growth</b> Dr. Michael Day	<b>Dr. R. F. Liou</b> Professor, Chair
10:50~11:40	<b>Mikania ecology and habitat</b> Dr. S. Y. Hwang	
11:40~12:40	Lunch Time	
12:40~13:30	<b><i>Mikania micrantha</i>: plant characteristics and control strategies</b> Dr. M. Y. Chiang	<b>Dr. S. S. Tzean</b> Professor
13:30~14:20	<b>Mikania impact, control methods tried in the Pacific and Australia</b> Dr. Michael Day	
14:20~14:50	Coffee Break	
14:50~15:20	<b>Mikania control: using insect pests (<i>Liothrips</i> and <i>Actinate</i> spp.), a review</b> Dr. Michael Day	<b>Dr. M. Y. Chiang</b>
15:20~15:50	<b><i>Puccinia spegazzinii</i>: biology and host specificity</b> Dr. Michael Day	
15:50~16:20	<b>Using <i>P. spegazzinii</i> to control Mikania in Papua New Guinea (PNG), Fiji, and Vanuatu</b> Dr. Michael Day	
16:20~17:00	<b>Using <i>P. spegazzinii</i> to control Mikania in Taiwan, India, and China</b> Dr. S. S. Tzean	<b>Dr. S. Y. Hwang</b>
17:00~17:15	<b>Discussion and Conclusion</b>	<b>Speakers , Convener</b>





## **Biology, impact and control of *Mikania micrantha* in the Pacific**

**Michael Day**  
**Biosecurity Queensland,**  
**Department of Agriculture, Fisheries and Forestry,**  
**GPO Box 267, Brisbane, Qld 4001**

[Michael.Day@daff.qld.gov.au](mailto:Michael.Day@daff.qld.gov.au)

### **Abstract**

*Mikania micrantha* is an aggressive vine native to tropical America that has become a major weed of many Pacific island countries, growing up to 1,300 m asl. It flowers prolifically and can produce up to 170,000 seeds/m<sup>2</sup>, which are dispersed by wind or on fur of animals or clothing. Seeds can remain viable in the soil for up to seven years. Plants can also readily shoot from nodes of stems or fragments. Mikania can grow up to 2 m/month in ideal conditions of full sun and adequate water but growth and flowering is reduced in shady conditions. It is particularly a problem in agricultural areas where its rapid growth allows it to quickly smother and kill crops such as bananas, papaya and taro. In plantations, it can smother cocoa, coconut and oil palm, reducing productivity by as much as 50%. Control is mainly through hand-pulling or slashing. However, control is short-term as plants regrow from fragments and waste left on the ground. There are effective herbicides which offer good control but these are usually used by plantation owners and other commercial enterprises. Biocontrol was first investigated in the 1970s, with surveys conducted by CABI in Central and South America. Following host specificity testing, *Liothrips mikaniae* was released in the Solomon Islands and Malaysia but failed to establish in either country. A new project, targeting pathogens began in the late 1990s, with surveys by CABI conducted in South America. The rust *Puccinia spegazzinii* was released in India in 2005, following the testing on 111 plant species. The rust was also released in China in 2006, following the testing of an additional 60 plant species. The rust was subsequently released in Taiwan (2008), PNG and Fiji (2009) and Vanuatu (2012). Different strains of the rust vary in their damage to mikania found in different countries. For example, the rust strain from Trinidad was released in

India while the strain from eastern Ecuador was released in China, Taiwan and the Pacific. The rust has established in all countries except India and China. In PNG, it has spread up to 37 km and is beginning to have an impact on plant populations. It is hoped that the rust will keep increasing in population and thus offer relief to land holders trying to control this weed.

Keywords: Mikania weed, ecology, control, management

# *Mikania micrantha*: Biology, growth & ecology

Michael Day  
Biosecurity Queensland



## Biology

- Perennial vine
- Stems up to 6 m in length
- Aggressive growth – up to 2m/month
- Can quickly smother other vegetation
- Reproduces by seed or vegetatively



## Growth studies

- PNG
- Measured plants each week
- Open sun & under cocoa
- Grew 4.0 cm/day in sun
- Grew 2.0 cm/day in shade
- Fiji
- Wet & dry regions
- Grew 3.7 cm/day in wet areas
- Grew 0.4 cm/day in dry areas



## Flowering & seeding

- Produces masses of white flowers
- Need insects for pollination
- Seeds – light with bristles
- Dispersed by wind, water & machinery
- Seeds readily germinate in many soil types



## Life cycle



- Bud to flower - 5 days
- Anthesis – 5 days
- Seeds maturing – 5-7 days
- Capitula – 1-7 seeds
- Up to 170,000 seeds per m<sup>2</sup>
- Seeds remain viable for up to 7 yrs

© State of Queensland, 2015

Department of Agriculture, Fisheries and Forestry

## Vegetative reproduction



- Sprout from nodes touching bare ground
- Sprout from fragments >1 node
- Re-shooting decreases with burial depth
- Implications for physical or mechanical control

© State of Queensland, 2015

Department of Agriculture, Fisheries and Forestry

## Ecology



- Grows in range of climates but limited by altitude & rainfall
- Grows to ~1,300 (3,000) m asl
- Prefers 3 - 3,800 ml rainfall – pop'n reduced with <1,200 ml p.a.

© State of Queensland, 2015

Department of Agriculture, Fisheries and Forestry

## Ecology - continued



- Prefers open sunny areas
- Flowering in the dry season
- Growth/flowering decreases with shade
- Seed set decreases with rainfall – due to lower insect activity

© State of Queensland, 2015

Department of Agriculture, Fisheries and Forestry

# Curriculum Vitae

**Dr. Michael Denny Day**

**Senior Entomologist**

**Queensland Department of Agriculture, Fisheries and Forestry**

**Biosecurity Queensland, GPO Box 267, Brisbane, Qld. 4001, AUSTRALIA**

**Ph:** +61 7 3255 4453

**Fax:** +61 7 3846 6371

**E-mail:** [Michael.Day@daff.qld.gov.au](mailto:Michael.Day@daff.qld.gov.au)

## **Experience:**

Senior Entomologist, Queensland Department of Agriculture, Fisheries and Forestry.  
2007 - present.

Entomologist, Queensland Department of Agriculture, Fisheries and Forestry. 1996 -  
2007.

Entomologist, CSIRO Division of Entomology. 1981-1996.

Scientific Assistant, Queensland Department of Lands. 1980-1981.

## **Research Interest**

Biological control of weeds

## **Key References:**

Day, M.D., Kawi, A., Kurika, K., Dewhurst, C.F., Waisale, S., Saul Maora, J., Fidelis, J., Bokosou, J., Moxon, J., Orapa, W. & Senaratne, K.A.D. 2012. *Mikania micrantha* Kunth (Asteraceae) (mile-a-minute): Its distribution and physical and socio economic impacts in Papua New Guinea. *Pacific Science* **66**, 213-223.

Day, M. 2012. *Mikania micrantha* Kunth – mile-a-minute. In: *Biological Control of Weeds in Australia* (Eds. Julien, M., McFadyen, R. & Cullen, J.). CSIRO Publishing, Melbourne. pp. 368-372.

Day, M & McFadyen, R.C. 2012. *Chromolaena odorata* (L.) King and Robinson – chromolaena. In: *Biological Control of Weeds in Australia* (Eds. Julien, M., McFadyen, R. & Cullen, J.). CSIRO Publishing, Melbourne. pp. 162-169.

Day, M. 2012. *Lantana camara* L. – lantana. In: *Biological Control of Weeds in Australia* (Eds. Julien, M., McFadyen, R. & Cullen, J.). CSIRO Publishing, Melbourne.

pp. 334-346.

Lawson, B.E., Day, M.D., Bowen, M., van Klinken, R.D. & Zalucki, M.P. 2010. The effect of data sources and quality on the predictive capacity of CLIMEX models: an assessment of *Teleonemia scrupulosa* and *Octotoma scabripennis* for the biocontrol of *Lantana camara* in Australia. *Biological Control* **52**, 68-76.

Zachariades, C., Day, M., Muniappan, R. & Reddy, G.V.P. 2009. *Chromolaena odorata* (L.) King and Robinson (Asteraceae). In: *Biological Control of Tropical Weeds using Arthropods* (Eds. Muniappan, R., Reddy, G.V.P. & Raman, A.). Cambridge University Press, Cambridge. pp. 130-162.

Day, M.D. & Zalucki, M.P. 2009. *Lantana camara* Linn. (Verbenaceae). In: *Biological Control of Tropical Weeds using Arthropods* (Eds. Muniappan, R., Reddy, G.V.P. & Raman, A.). Cambridge University Press, Cambridge. pp. 211-246.

Day, M.D., Wiley, C., Playford, J. & Zalucki, M.P. 2003. *Lantana: Current management status and future prospects*. ACIAR, Canberra. 128 pp.

Day, M.D., Kawi, A.P., Fidelis, J., Tunabuna, A., Orapa, W., Swamy, B., Ratutuni, J., Saul-Maora, J., Dewhurst, C.F. 2013. Biology, field release and monitoring of the rust *Puccinia spegazzinii* de Toni (*Pucciniales: Pucciniaceae*), a biocontrol agent of *Mikania micrantha* Kunth (Asteraceae) in Papua New Guinea and Fiji. In: *Proceedings of the XIIIth International Symposium for Biological Control of Weeds*. In press.

Day, M.D., Kawi, A., Tunabuna, A., Fidelis, J., Swamy, B., Ratutuni, J., Saul-Maora, J., Dewhurst, C.F. & Orapa, W. 2013. Biological control of *Mikania micrantha* in Papua New Guinea and Fiji using the rust fungus *Puccinia spegazzinii*. In: Zachariades, C., Strathie, L.W., Day, M.D., Muniappan, R. (eds.) *Proceedings of the Eighth International Workshop on Biological Control of *Chromolaena odorata* and other Eupatorieae*. In press.

# 小花蔓澤蘭生物學與生態

## Mikania Biology and Ecology

黃士元<sup>1\*</sup> 洪昆源<sup>2</sup> 廖天賜<sup>3</sup>

Shy-Yuan, Hwang<sup>1\*</sup> Kun-Yuan, Hong<sup>2</sup> Tien-Szu, Liao<sup>3</sup>

### 1. 行政院農業委會特有生物研究保育中心

Endemic Species Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan  
1, Ming Seng East Road, Jiji, Nantou 55244, Taiwan, R.O.C.

### 2. 行政院農業委會林業試驗所

Taiwan Forestry Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.  
No.67, Sanyuan St. Zhongzheng Dist., Taipei City 10079, Taiwan, R.O.C.

### 3. 國立中興大學森林學系

Department of Forest, College of Agriculture & Natural Resources  
National Chung Hsing University  
250, Kuo Kuang Road, Taichung 40227, Taiwan, R.O.C.

## 摘要

台灣地區的外來歸化植物據調查已超過 400 種以上，對台灣的農業生產及生態環境造成了重大的衝擊。本研究調查主要入侵植物小花蔓澤蘭(*Mikania micrantha* H.B.K.)在台灣地區的分布，並監測其蔓延及危害現況。另在適當地區選設樣點，調查該等入侵植物開花結實周期及生長特性差異。小花蔓澤蘭是一種攀緣性藤本的外來植物，也是重要的熱帶或亞熱帶雜草之一。近年來已廣泛分布在台灣地區中、南及東部的低海拔林地、農園和荒廢地，並且造成社會經濟上的嚴重危害。經調查台灣地區在 2011 年小花蔓澤蘭的受害面積達 19,856 公頃，包括 18 個縣市，其中以台東、南投、嘉義、屏東、花蓮等縣及高雄市最多，受害地區以海拔 1,000 m 以下的山坡地、林班地、廢耕地及管理不良的果園和檳榔園等為主。而垂直分布則已由平地及低海拔坡地朝向中海拔山區蔓延。

關鍵詞：入侵植物；小花蔓澤蘭；分布

## Abstract

In Taiwan, there are more than 400 kinds of naturalized plants, which have serious impact on the local agricultural production and ecological environment. Our study focused on the distribution of the invasive alien weed *Mikania micrantha* H.B.K. in Taiwan, and monitored the status of its spreading and damage. Meanwhile, we set up sample points to investigate the periods of blossom and fruit of the Mikania and their characters of growth. *M. micrantha* is a kind of climbing vine plant, which has widely spread to the low altitude forests, farms and wild lands of central, southern and eastern Taiwan. According to our investigations, in 2011, there were 19,856 ha of lands are damaged by *M. micrantha* in Taiwan covering 18 counties and cities. Most of the damage occurred in Taitung, Nantou, Chiayi, Pingtung, Hualien County, and Kaohsiung City. The damaged lands are mostly in hill slopes, forest land, abandoned lands and badly managed orchards and betel nut farms with an altitude under 1,000 m. Vertical distribution is spreading from plain fields, low altitude slopes to medium altitude mountain areas.

**Key words :** Invasive plants, *Mikania micrantha*, Distribution

# 小花蔓澤蘭生物學與生態

## Mikania Biology and Ecology

黃士元<sup>1</sup> 洪昆源<sup>2</sup> 廖天賜<sup>3</sup>

1. 農委會特有生物中心 低海拔試驗站主任
2. 農委會林業試驗所 助理研究員
3. 國立中興大學森林系 副教授

小花蔓澤蘭之生態學及防治研習討論會  
台灣 2013/04/22

# 小花蔓澤蘭

*Mikania micrantha* H. B. K.  
(菊科 - Compositae)



# 小花蔓澤蘭…綠癌…



# 前言

- 世界自然保育聯盟 (IUCN, International Union for the Conservation of Natural and Natural Resources) 2000 年公布了「避免外來入侵種導致生物多樣性喪失的指導方針」(Guidelines for the Prevention of Biodiversity Loss)。
- 對於外來種與外來入侵種給予適當的定義。

## 前言

- 外來種植物在新入侵的環境中因為缺乏天敵的剋制，再加上人為或自然的干擾與破壞，改變了原有環境的生態平衡，使得外來種入侵植物得以在短時間內迅速蔓延、擴張與並進一步干擾或破壞當地生態的穩定與平衡，甚至取代了原生態地位。
- 入侵種對生態環境、生物多樣性及經濟等，皆產生可觀之經濟損失及嚴重危害自然生態。
- 外來物種的入侵，已成為全球物種滅絕的重要原因之一。外來種造成本土生物多樣性的破壞與威脅，其危害程度僅次於物種棲息地的喪失。

## 前言

- 世界貿易組織 (WTO, World Trade Organization) 基於對外來種入侵的關切，乃於1995年將食品衛生檢驗及動植物檢疫措施協定(WHO Agreement on the Application of Sanitary and Phytosanitary)列入WTO所簽署協定內容之一。
- 要求會員國檢疫單位依有害生物風險評估結果，訂定與執行必要的檢疫檢疫措施，防範或限制有害生物入侵與破壞。

## 前言

- 外來種植物明顯造成農業生產的損失。
- Pimentel等(2001)以6個國家之入侵外來種，評估其每年造成農業經濟、生態及人類健康影響結果，認為造成的損失超過3,140億美元。
- 依據「Harmful Non-Indigenous Species in the United States」之資料(1993)顯示，外來種植物造成主要作物生產之危害，估計每年在20~30億美元。
- Pimentel等(2005)評估，美國50,000種外來種每年約造成1,200億美元經濟損失，其中外來植物與外來動物產生之作物損失及防治成本約占其總損失的70%。

## 前言

- 台灣地區引入的外來植物超過4,500種，其中約有十分之一已經歸化，能夠在野外環境中自行繁衍生存。
- 蔣慕琰等(2003)調查研究，台灣地區已歸化的295種外來植物中，具侵佔性者超過90種，另約有200種外來歸化植物對台灣自然環境的侵佔性尚不明確。至於具有最高危害力的20種入侵植物則以菊科植物及生活型為草本者居多，這些都已度過停滯期，擴散之後將對台灣農林生產及自然生態環境產生重大衝擊。

## 台灣地區的維管束植物資源

原生種  
(固有種)  
4,077 種

特有種  
1,054 種

外來種  
(1.人為引進)  
(2.自然引進)  
約 4,500 種

歸化(馴化)種  
約 400 種

入侵種  
約 50 種



- 小花蔓澤蘭原產中南美洲，因強勢的入侵特性而名列世界保育聯盟「世界百大入侵物種」名錄。
- 被評列為極具威脅性的世界級惡性雜草。

## 前言

- 張芷葵等(2008)對臺灣地區62種歸化植物評估其侵略性，其中也包含被列入世界保育聯盟(IUCN)世界前百大侵略生物的4種植物。
- 臺灣地區侵略性評估結果小花蔓澤蘭列為第1名。

## 前言

- 全世界蔓澤蘭屬(*Mikania*)植物約有430種，主要產於熱帶美洲。原產於中南美洲和加勒比海地區的小花蔓澤蘭在很多地區都被視為外來雜草。
- 台灣在1986年於屏東縣萬巒有小花蔓澤蘭標本採集紀錄(蔣慕琰等, 2002)。
- 有人認為雜種子夾帶在從美國進口的中古曳引機入境後，在台灣四處散播蔓延而造成危害。
- 小花蔓澤蘭在入侵台灣高屏地區後，約經20多年的時間，已常見到在台灣地區邊坡、低海拔林地及荒廢農耕地或果園，大面積的覆蓋在地面或林木樹冠上，生長成一大片茂密的「綠色地毯」或「綠海」。

## 小花蔓澤蘭的入侵

- 台灣南部的屏東及高雄地區，雖在1986年前即有小花蔓澤蘭採集紀錄。
- 據賴姓養蜂業者指出，在約20多年前即曾在高雄縣的大樹地區，看到此種蔓藤爬上樹冠，當時均視為「雜花仔藤」而未加重視。



## 小花蔓澤蘭 形態特徵

### 小花蔓澤蘭的葉

(三角狀卵形葉 基部近心形)



### 小花蔓澤蘭的莖

(多年生草質 或  
稍木質蔓性藤本)



小花蔓澤蘭 (花冠白色至綠色)



小花蔓澤蘭的花

(花為頭狀花序，長4.5~6 mm，小花多數，在枝端常排列成覆繖房狀)



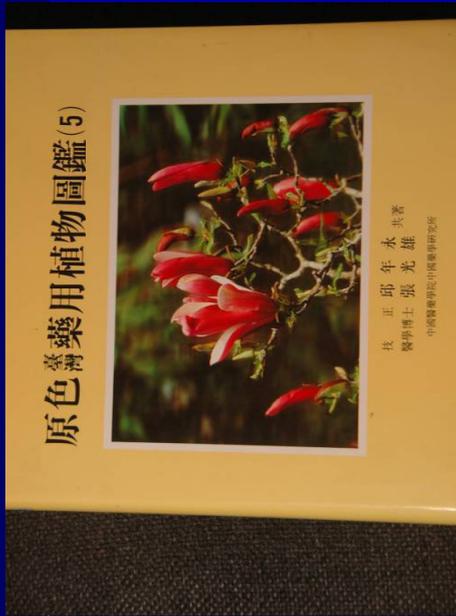
小花蔓澤蘭盛花 (南投 中寮)



小花蔓澤蘭種子成熟



# 台灣原生蔓澤蘭為民間中草藥



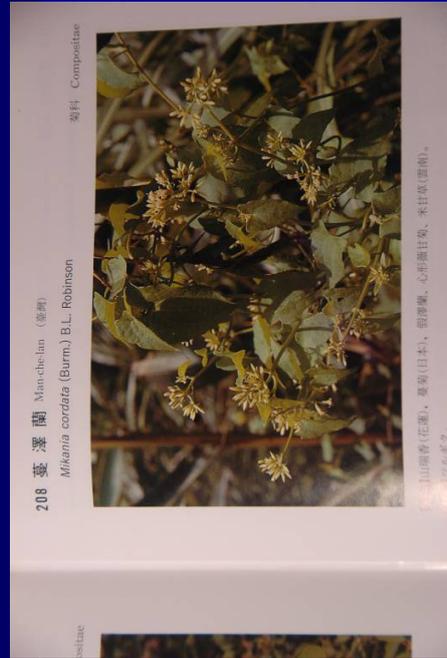
# 蔓澤蘭 (台灣原產)

(*M. cordata* (Burm.f.) B. L. Robinson)



- 第2版的台灣植物誌中記載蔓澤蘭為一種台灣植物。蔓澤蘭從南到北廣泛分布，與外來森林的一樣，易於辨識。
- 蔓澤蘭與澤蘭不同，澤蘭是藤本植物，蔓澤蘭是草本植物。

# 台灣原生蔓澤蘭為民間中草藥 (全草有清熱解毒消腫止痛之效)



# ↓小花蔓澤蘭 (原生)蔓澤蘭 ↓



## 小花蔓澤蘭 生理及生態習性

### 生理及生態習性 (一)

- 小花蔓澤蘭在熱帶美洲常見於受干擾的環境、潮濕的土地或沼澤地區。
- 在南美洲則分布於潮濕的森林和淡水沼澤森林內。
- 中國大陸的深圳及東莞等地則常出現在受破壞的林邊、路邊、疏於管理的果園、水庫、污水溝旁及濕地邊緣等。
- 孔國輝等(2000)指出小花蔓澤蘭在土壤潮濕、疏鬆、富含有機質及陽光充足的生荒地中，生長特別迅速，但不耐遮蔭、乾燥及貧瘠的土壤。

### 生理及生態習性 (二)

- 在台灣地區小花蔓澤蘭常見入侵於低海拔人工、次生及保安林，尤其近山區、荒廢果園、廢耕地、路旁及邊坡等地受害較為嚴重。
- 喜好繁生在陽光及水分充足的開闊地環境，較粗壯的植株即會往上攀附在林木的樹冠上，藉以爭取更多的陽光以利其生長(黃士元等，2003)。

### 生理及生態習性 (三)

- 陳朝圳(2001)曾進行小花蔓澤蘭空間分布監測之研究，得知坡度及坡向兩因子與危害程度之相關性並不顯著，而海拔高度、林分鬱閉度及林齡等因子則與危害程度具有顯著的相關性。
- 當林分鬱閉度在50%以下時危害情形普遍嚴重；在50%以上者，危害情形逐漸下降；在林分鬱閉度達80%時，則幾乎無小花蔓澤蘭生長。

## 小花蔓澤蘭 危害保安林 (步道及邊坡較嚴重)



## 生理及生態習性 (四)

- 黃忠良等(2000)研究指出，影響小花蔓澤蘭生長的主要環境因子為溫度、光照及水分。
- 小花蔓澤蘭適合生長在年平均溫度攝氏20度以上地區；土壤含水量在15%以上時其植株生長旺盛，基本上是一種喜濕及趨光性較強的植物。

## 生理及生態習性 (五)

- 郭耀倫等(2002)小花蔓澤蘭在不同光量下(相對光度65%、35%、10%及約2%林下的生長研究)，小苗在經3個月的遮蔭處理後：
  1. 發現以生長在35%相對光量植株的莖部生物量顯著高於其他處理者。
  2. 全株總重及葉重部分，則在35%及65%兩處理間無顯著差異。
  3. 根重方面，則隨生長環境的光量提高，不同光度間之根重有顯著差異。
- 試驗結果顯示，小花蔓澤蘭小苗並不耐陰，在相對光度10%光量下各部位的生物量均顯著減少，甚至在林下相對光度2%的低光環境中即全部死亡。

## 小花蔓澤蘭伸長速率調查 (mile - a - minute?)



## 生理及生態習性 (六)

- 小花蔓澤蘭的生長速度極快，在國外有「一分鐘一英里雜草」(mile-a-minute weed)之稱，形容其蔓莖生長的快速。
- 國外報導：
  - 小花蔓澤蘭一天之內可生長 **2.7cm**
  - 單一植株在數個月內可覆蓋 **25 M<sup>2</sup>**
  - 或一年蔓延面積可達 **1,100 M<sup>2</sup>**

## 生理及生態習性 (七)

- 特有生物研究保育中心(2002)小花蔓澤蘭莖月平均伸長量調查：

冬季(12至2月)	每月平均生長	<b>13.01 cm</b>
春季(3至5月)	每月平均生長	<b>45.67 cm</b>
夏季(6至8月)	每月平均生長	<b>52.42 cm</b>
秋季(9至11月)	每月平均生長	<b>47.26 cm</b>
- 合計植株全年蔓莖平均伸長量可達**4.75 m**。

## 小花蔓澤蘭伸長速率調查

2003年8~9月梅蘭颱風過境，在新竹香山樣區曾監測到最快月伸長速率(長度)記錄，長達**358 cm**，即每天長**11.55 cm**(一呎大三寸)。



## 生理及生態習性 (八)

- 小花蔓澤蘭開花的數量很多，其花的生物量占地上部分總生物量的**38.4% ~ 42.8%**。
- 而花期從現蕾至盛花期間大約**5天**，開花後**5天**完成受精，再過**5 ~ 7天**種子成熟後即可傳播散布，所以其生活周期很快就可完成(啓啟杰等，2003)，這有利於其建立繁殖優勢族群。

## 生理及生態習性 (九)

- 小花蔓澤蘭的種子產量又極為豐富，據郭耀綸等(2002)調查攀爬在林木樹冠上的花朵，估算900cm<sup>2</sup>面積可產生15,270粒種子，每m<sup>2</sup>植株覆蓋面積可結出約17萬粒的種子，繁殖力真是驚人。
- 又其種子被毛極細且輕盈(1,000粒僅約重1公克)，容易藉著風力、動物和昆蟲攜行或人類的活動而達到遠距離散播的效果，致其有著極為強勢的擴張潛力。

小花蔓澤蘭結大量種子(南投 中寮)  
17萬粒/m<sup>2</sup> 覆蓋面積



## 生理及生態習性 (十)

- 令人憂心的是，小花蔓澤蘭是多年生植物，具有無性繁殖及產生種子的有性繁殖能力皆強的特色。
- 其莖的每個節除了可長出新芽之外，甚至節間亦能長出不定根。
- 其以營養體進行無性繁殖能力之強，極為罕見，防除時最好連根拔除，並將地上部清離現場，才能徹底的根除。

小花蔓澤蘭 (莖節幾乎每節都可長根)



## 小花蔓澤蘭 (節間也會長根)



## 小花蔓澤蘭 在台灣地區之分布

### 2011年小花蔓澤蘭蔓延危害面積 19,856公頃

- 國有林班地 2,495公頃
- 農地 2,108公頃
- 公私有林地 7,525公頃
- 原住民保留地 5,833公頃
- 大專院校用地 26公頃
- 大學實驗林地 267公頃
- 道路用地 2公頃
- 國有財產局管轄地 1,176公頃
- 軍事用地 121公頃
- 試驗研究與保育用地 113公頃
- 國家興都會公園 129公頃
- 國家風景區 15公頃
- 中央河川和水庫 40公頃
- 縣市管河川區域 4公頃
- 其他土地 3公頃

### 2011年小花蔓澤蘭蔓延危害面積 19,856公頃

- 受害超過1,000公頃以上的6個縣市：
 

台東縣	6,716 公頃	屏東縣	2,150 公頃
南投縣	2,745 公頃	花蓮縣	1,765 公頃
嘉義縣	2,320 公頃	高雄市	1,373 公頃
- 受害超過500公頃以上的2個縣市：
 

台中市	887 公頃	彰化縣	582 公頃
-----	--------	-----	--------

台灣地區小花蔓澤蘭危害面積統計表

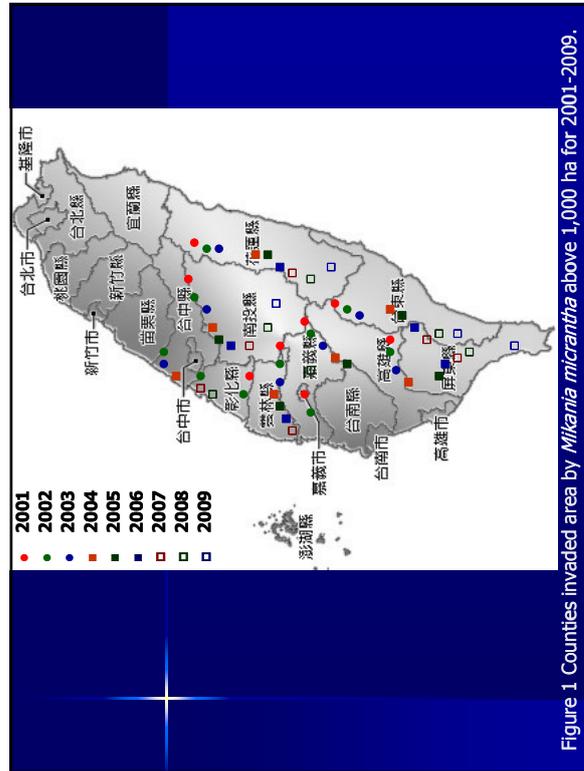
(2001~2006年)

年度	受害面積 (公頃)	比前一年 增減(公 頃)	1,000公 頃以上縣 市數	備註
2001	51,853	—	8	
2002	<b>56,848</b>	+4,995	10	
2003	48,514	-8,334	7	
2004	47,819	-695	7	
2005	26,224	—	6	不含農地
2006	41,326	-6,493	5	2006/200 4

台灣地區小花蔓澤蘭危害面積統計表

(2007~2011年)

年度	受害面積 (公頃)	比前一年 增減(公 頃)	1,000公 頃以上縣 市數	備註
2007	31,192	-10,133	5	
2008	33,546	+2,354	6	
2009	22,857	-11,689	5	
2010	22,829	-28	6	
2011	<b>19,856</b>	-2,973	6	減少 36,992



小花蔓澤蘭蔓延危害入侵新竹縣  
寶山鄉





小花蔓澤蘭蔓延  
入侵新竹關西(六福村)



入侵新北市大漢溪溼地 2010.11.3



台北市松山區

2012.09



台北市士林區  
社子島 2012.09.1



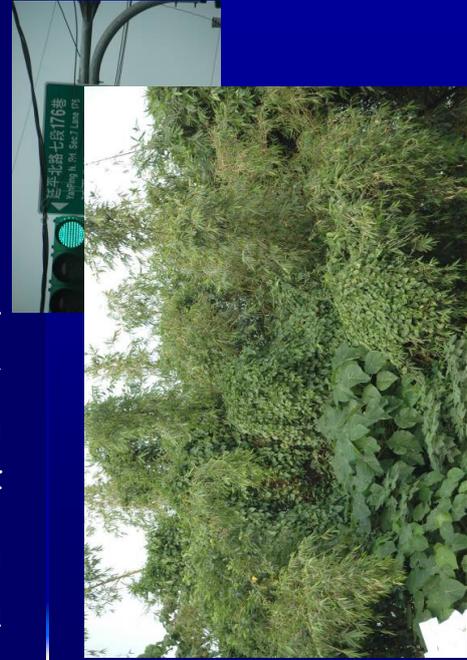
台北士林區 延平北路八段  
社子島 2012. 09. 12



台北士林區 社子島  
2012. 09. 12



台北士林區 社子 2012. 09. 12



小花蔓澤蘭 蔓延危害入侵宜蘭縣  
宜蘭 羅東 林業文化園區



# 小花蔓澤蘭的蔓延危害防除 羅東 林業文化園區



# 小花蔓澤蘭蔓延入侵南澳

2010. 07. 22



# 小花蔓澤蘭蔓延入侵南澳

2010. 07. 22



# 小花蔓澤蘭蔓延入侵南澳

2010. 07. 22



# 小花蔓澤蘭蔓延入侵南澳

2010. 07. 22



# 小花蔓澤蘭蔓延入侵南澳

2010. 07. 22 原生樹木園區旁



# 小花蔓澤蘭蔓延入侵礁溪

2010. 08. 12



# 小花蔓澤蘭蔓延入侵台東

2010. 09. 26 台東泰源鄉



# 小花蔓澤蘭蔓延 入侵台東

2010. 09. 26 台東大武鄉

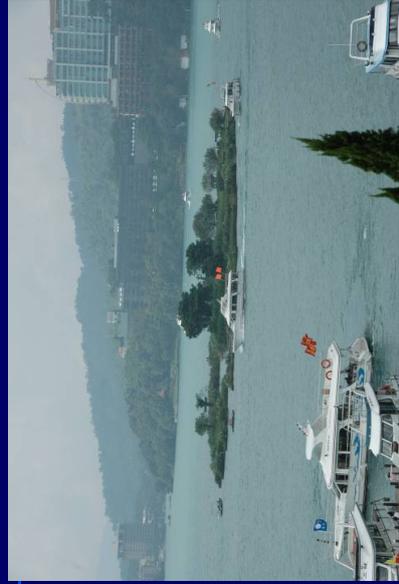


# 小花蔓澤蘭入侵 花蓮

2010. 11. 19



# 小花蔓澤蘭蔓延危害 入侵日月潭 南投縣 魚池鄉(拉魯島)



# 小花蔓澤蘭 (台北火車站 新光大樓前)



## 小花蔓澤蘭的高度蔓延危害趨勢

- 小花蔓澤蘭垂直分布趨勢，由平地及低海拔坡地朝向中海拔山區蔓延，在南部地區屏東縣春日鄉境的大漢林道，已入侵至海拔910公尺；霧社萬大水庫1,100公尺；在桃源鄉境藤枝林道，已入侵至藤枝森林遊樂區入口附近（海拔1,500公尺）。
- 在國外，小花蔓澤蘭主要分布在草原，但可入侵森林邊緣或伐木跡地，自低地至海拔2,000m均可分布(Cronk and Fuller, 1995)。
- 小花蔓澤蘭在台灣地區往中海拔蔓延的趨勢，值得嚴加注意。

## 小花蔓澤蘭 在台灣地區之危害

小花蔓澤蘭歷年防治成果及經費表(一)

年度	防除面積 (公頃)	防治經費(元)
2001	809	22,725,000
2002	2,197	32,834,000
2003	16,400	321,197,000
2004	5,000	106,198,000
2005	2,120	48,220,572
2006	2,726	46,582,677

小花蔓澤蘭歷年防治成果及經費表(二)

年度	防除面積 (公頃)	防治經費(元)
2007	3,377	78,166,419
2008	3,035	49,668,020
2009	2,970	62,000,000
2010	5,292	70,000,000
2011	3,452	55,123,000
合計	47,392	893,025,665

小花蔓澤蘭入侵 荔枝園  
(2010/09/07 彰化 員林)



小花蔓澤蘭危害

果樹林木被長期攀附覆蓋  
會造成植株死亡 →



↑ 荔枝

小花蔓澤蘭危害



↑ 構樹

荔枝 →

小花蔓澤蘭危害造成龍眼樹死亡



# 小花蔓澤蘭危害鳳梨園

2009/12/11 台南大內



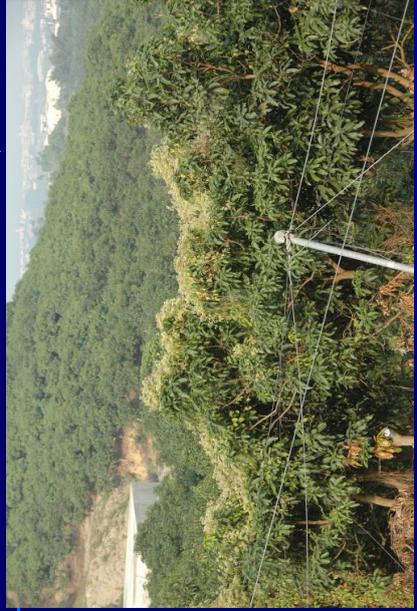
# 小花蔓澤蘭危害可可椰子

2005/12 水里



# 小花蔓澤蘭危害芒果園

2009/12/11 台南玉井



# 小花蔓澤蘭善於攀爬

↓ 檳榔 →



小花蔓澤蘭危害 楊桃園  
(2010/09/29 苗栗卓蘭上新)



小花蔓澤蘭危害江菜  
(「鴨腳木」、「鵝掌柴」)



2010.08 礁溪 黃帝神宮

小花蔓澤蘭  
危害香蕉樹

2009/11/16 南投中寮



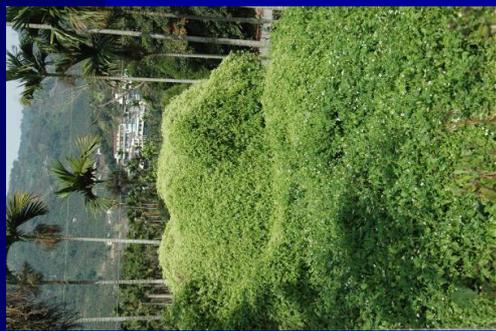
小花蔓澤蘭危害茶園  
2009/12/04 南投松柏嶺



小花蔓澤蘭蔓延危害鳳梨園  
(南投 中寮)



小花蔓澤蘭危害果樹  
(台中縣 新社)



小花蔓澤蘭入侵耕地  
(台南縣 楠西)



小花蔓澤蘭危害香龍血樹  
南投 楠里



小花蔓澤蘭大量入侵荒廢地  
彰化 芬園



小花蔓澤蘭  
入侵山區邊坡  
(南投 仁愛)

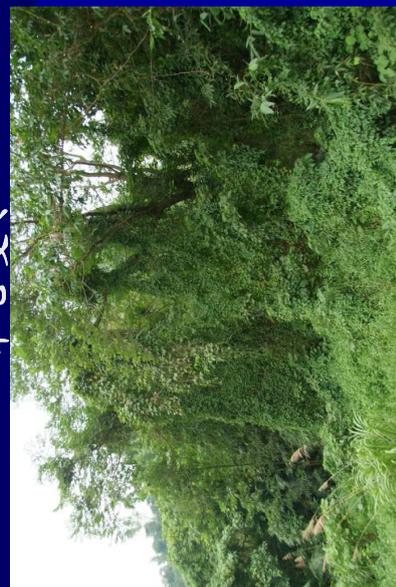


小花蔓澤蘭  
危害筆筒樹

2009/11/02 南澳



小花蔓澤蘭危害路旁林木  
草屯 雙冬



小花蔓澤蘭 攀爬林木



小花蔓澤蘭 入侵保安林地  
(台中縣 大甲鐵崁山)



小花蔓澤蘭危害房舍



小花蔓澤蘭入侵 花蓮 林田山

2010.10.19



## 小花蔓澤蘭 危害之經濟損失評估

### 危害之經濟損失評估

- Pimentel *et al.*, (2001)指出美國入侵植物將使作物每年減產13%。
- Spedding(1985)及Oerke *et al.*(1994)指出英國入侵植物將使作物每年減產約10%，有些作物損失率高達32%。
- Oerke *et al.*(1994)指出南非入侵植物將造成作物減產約16.6%。
- Singh(1996)年指出印度入侵種植物將造成作物減產約30%。
- Waterhouse(1994)研究馬來西亞橡膠樹遭小花蔓澤蘭覆蓋後，其種子萌芽率降低27%，橡膠樹的橡膠產量在早期32個月內減產27%~29%。

### 危害之經濟損失評估

- 外來種入侵除了造成生物滅絕，也常引起重大的經濟損失或健康傷害。
- 以美國為例，目前約有5萬種外來種，其中79種所造成的經濟損失大約970億美元(Office of Technology Assessment, US Congress 1993)。
- Pimentel *et al.*, (2000)整體估算則每年至少須1,370億美元來預防、控制、撲滅或治療其所引起的疾病。
- 這些評估方式皆以直接損失及控制成本估算經濟損失，惟入侵植物對農業部門經濟損失應包含市場價值的生態的影響評估。

### 危害之經濟損失評估

- 黃淑娟(2010)在外來植物入侵對台灣農業部門之經濟分析—以小花蔓澤蘭為例的研究。
- 分別從市場價值與非市場價值二部分評估，探討小花蔓澤蘭對農業的經濟影響。
- 在市場價值部分，運用受危害作物的變化、損失率，加上農部門投入的控制成本等，做為評估市場價值的基礎；
- 非市場價值經濟影響，如生態方面的影響，因為生態所提供的產品為非市場財，故另以非市場財的方法來估計其損失，即以調查方式直接反映該非市場財之價值。

## 危害之經濟損失評估

- 市場價值評估結果，依作物產值減產率10%、15%及30%，分別計算小花蔓澤蘭入侵農地造成之經濟損失。
- 2002年至2008年總計損失分別為新台幣40億元、57億元及107億元，遠比福壽螺造成之農業生態危害的51億元還高(陳威廷，2004)。
- 此估計之損失僅農作物損害部分尚不包含生態部分，顯示外來種植物入侵對農業部門經濟影響之嚴重性。

## 危害之經濟損失評估

- 非市場價值評估，當小花蔓澤蘭每公頃蔓延面積造成林木受損面積約達10%、15%及30%時，每人每年中位數的願付價值分別為新台幣743元、857元及1,489元。換算為每公頃每年願付價值則分別為新台幣31萬元、36萬元及62萬元。

## 危害之經濟損失評估

- 綜合小花蔓澤蘭在市場價值及非市場價值造成之經濟總損失，依前述三種損失率狀況評估，分別為每年每公頃新台幣382,429元、458,443元及809,148元。
- 以2008年全台小花蔓澤蘭危害面積38,546公頃計算，總損失分別為新台幣88億元、102億元及178億元。
- 上述龐大的經濟損失顯示，小花蔓澤蘭的防治工作，仍有繼續加強投入的空間。

## 小花蔓澤蘭 危害之防治效果

## 生物多樣性推動方案 「控制入侵種的威脅」業務 三階段管理

- 第1階段：優先防治之入侵種生物 5種
- 第2階段：長期管理之入侵種生物 8種
- 第3階段：觀察、監測或評估中之入侵種生物 8種

## 第1階段： 優先防治之入侵種生物清單

入侵種生物名稱	農委會主辦機關 (單位)
入侵紅火蟻	動植物防疫檢疫局
刺桐紬小蜂	林務局
蘇鐵白輪盾介殼蟲	動植物防疫檢疫局
小花蔓澤蘭	林務局
香澤蘭	林務局

小花蔓澤蘭



香澤蘭



小花蔓澤蘭刈除試驗  
刈除處理對生長及開花之影響



## 小花蔓澤蘭的清除要領

藤蔓懸掛枯萎後再移除  
↓ 地表藤蔓拔除後應慮清離林地



## 小花蔓澤蘭的防治效果

- 廖天錫等 (2004) 「全面防除小花蔓澤蘭成效之監測及評估」研究得知，原先在小花蔓澤蘭防治地區有百分之六十的土地面積，被蔓延覆蓋超過50%以上。
- 經1次切蔓後即顯著降低其覆蓋度，且覆蓋低於25%以下即占71.9%。
- 再經第二次之切除，其分布大多已呈零碎狀態殘存，其覆蓋度有95%以上都低於25%，防治之效果非常顯著。

## 小花蔓澤蘭的防治效果

- 黃淑娟 (2010) 研究分析指出，年度間防治小花蔓澤蘭1公頃相對減少蔓延之面積數量並不一致，且可能有落後反映的現象。
- 平均年度間防治有效率高達42.21%。即投入防治小花蔓澤蘭，每刈除1公頃平均將可使蔓延面積減少0.42公頃。
- 政府長期持續的推動防治值得肯定，使蔓延面積得到控制並逐年下降。從2002年的51,853公頃已降至2011年的19,856公頃。

## 小花蔓澤蘭 辨識及防除宣導



# 小花蔓澤蘭講習及清除活動 2010.08.12 南澳



# 小花蔓澤蘭宣導摺頁(林務局)

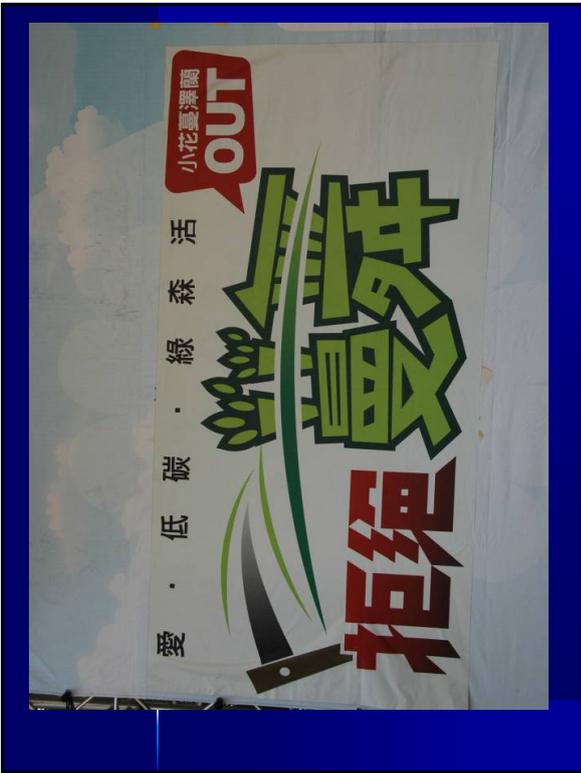


# 小花蔓澤蘭宣導摺頁(林務局)



# 加強辨識及防除宣導





## 行政院農業委員會 101年度辦理收購小花蔓澤蘭計畫

- 收購對象：小花蔓澤蘭植物體(須自備大型塑膠袋裝妥)
- 收購價格：每公斤(kg)新台幣5元整。
- 申請資格：自然人或內政部登記有案之社區發達協會(請攜帶身分證相關文件、私章)，領取方式請電洽收購單位。
- 審查標準：每袋小花蔓澤蘭須占8成以上，8成至5成收購價格減半，未達5成不給付，不足1公斤者不予計價。
- 收購數量：總收購數量為2,000公噸(額滿不再收購)
- 收購期限：101年9月1日至101年10月31日。

## 全國小花蔓澤蘭防治及宣導

- 行政院農業委員會訂定了一個「小花蔓澤蘭四年防治計畫」(民國98年至101年)。
- 將每年的8月16日至9月15日訂定為「小花蔓澤蘭全國防治月」，另針對危害嚴重地區舉辦小花蔓澤蘭清除活動，期凝聚全民防治共識。
- 100年度起並進一步訂定9月份的第1個星期六為「全國小花蔓澤蘭防治日」(今年為9月1日)。
- 最有效的方法，是透過各種管道及媒體教導民眾認識植物殺手——小花蔓澤蘭，並發起全國總動員活動隨時隨地清除它，才能在最短時間內降低其危害及對生態環境產生的衝擊。

## 辦理小花蔓澤蘭收購活動

- 為鼓勵民眾大量拔蔓，林務局規劃以「秤重」方式，由政府收購小花蔓澤蘭。由農委會訂定收購標準作業程序及補助標準(1公斤3元→5元)，並提供經費由地方政府選定地點並執行收購、集中、清運、銷毀作業。各地民眾只要在9月1日至10月31日到指定地點交付蔓藤即可獲得補助，如此可透過全民力量而將防治工作落實到各個角落。
- 獎勵除蔓不僅單位面積執行成本可能較公部門低，且應可改善私人管理土地防治成效不彰的問題，是政府、人民與生態三贏的方式。



請支持小花蔓澤蘭收購活動

**收購** Mikania micrantha H.B.K.  
**小花蔓澤蘭 每公斤5元!**

收購期限! 09/01-10/31  
 收購數量 800t 收購量800公噸(滿額不取現)  
 收購價格! 5元/kg 每公斤收購5元整

收購地點 (洽詢專線)  
 財研社昆蟲管理室 035-2721152#714  
 農研所昆蟲管理室 049-2265224#7215  
 農研所昆蟲管理室 05-2232066#6460-310

**大家用心 綠癌變黃金**

**每公斤 5元**



清除小花蔓澤蘭 全民一齊來



清除小花蔓澤蘭 大家一齊來



# 小花蔓澤蘭防治 大家總動員



謝謝

敬請指教

黃士元

0937-212078

hwangsy@tesri.gov.tw

# 小花蔓澤蘭之生物學及生態

## 主要參考文獻

- 孔國輝、吳七根、胡啟明、葉萬輝。2000。薇甘菊(*Mikania micrantha* H.B.K)的形態、分類與生態資料補記。熱帶亞熱帶植物學報 8 (2)：128—130。
- 答啟杰、王勇軍、王伯蓀、廖文波、李鳴光。2000。外來雜草薇甘菊的分布及危害。生態學雜誌 19(6)：58—61。
- 張芷瑩、曾喜育、呂金誠、曾彥學，2008，台灣地區歸化植物之侵略性評估系統建立，林業研究季刊 30(4)：29-40。
- 郭耀綸、陳志遠、林杰昌。2002。藉連續切蔓法及相剋作用防治外來入侵的小花蔓澤蘭。台灣林業科學 17 (2)：171—181。
- 黃忠良、曹洪麟、梁曉東、葉萬輝、馮惠玲、蔡楚雄。2000。不同生境和森林內薇甘菊的生存與危害狀況。熱帶亞熱帶植物學報 8 (2)：131—138。
- 黃士元、廖天賜、郭曜豪。2003。外來的植物殺手—小花蔓澤蘭。自然保育季刊 42：13—19 頁。
- 黃淑娟。2010。外來種植物入侵對台灣農業部門之經濟影響分析-以小花蔓澤蘭為例。國立中興大學應用經濟學系碩士學位論文。
- 陳威廷，2004，有害生物對臺灣農業生態環境影響之經濟分析-以福壽螺、果實蠅為例，碩士論文，國立台灣大學農業經濟學研究所。
- 陳朝圳。2001。外來植物入侵對森林生態系經營之衝擊。中華

- 林學會叢書 012 號。中華林學會九十年年會及會員大會特刊  
第 51—64。
- 陳富永、徐玲明、蔣慕琰。2002。小花蔓澤蘭與蔓澤蘭形態區別及 RAPD—PCR 分析。植物保護學會會刊 44：51—60。
- 溫達志、葉萬輝、馮惠玲、蔡楚雄。2000。外來入侵雜草薇甘菊及其伴生種給本光合特性的比較。熱帶亞熱帶植物學報 8(2)：139—146。
- 楊期和、馮惠玲、葉萬輝、曹洪麟、鄧雄、許凱揚。2003。環境因素對薇甘菊開花結實影響初探。熱帶亞熱帶植物學報 11(2)：123—126。
- 廖天賜。2003。小花蔓澤蘭 (*Mikania micrantha*) 在世界各地蔓延及危害。小花蔓澤蘭危害與管理研討會專刊。第 147-153 頁。
- 廖天賜、黃士元、陳宜敏。2004。全面防除小花蔓澤蘭成效之監測及評估期末報告。林務局 92 年度研究計畫報告 (計畫編號：92-00-5-14)。
- 蔣慕琰、徐玲明。2000。外來植物在台灣之野化、影響及管理。2000 年海峽兩岸生物多樣性與保育研討會論文集。第 399—412 頁。國立自然科學博物館印行。
- 蔣慕琰、徐玲明、陳富永。2002。入侵植物小花蔓澤蘭 (*Mikania micrantha* Kunth) 之確認。植保會刊 44：61—65。
- 蔣慕琰、徐玲明、袁秋英、蔣永正。2003。台灣外來植物之野化與生態。2003 植物生物多樣性與植物資源永續利用研討會論文集。第 47—65。賴明洲主編。東海大學印行。
- Cronk, Q. C. B. and J. L. Fuller. 1995. Plant Invaders. The treat to natural ecosystems. Chapman & Hall. pp. 241.

- Ipor, I. B. 1991. The effect of shade on the growth and development of *Mikania micrantha* H. B. K. *Malays Appl. Biol.* 20 : 57–63.
- Oerke, E.C., Dehne, H.W., Schonbeck, F., Weber, A., 1994. *Crop Production and Crop Protection: Estimated Losses in Major Food and Cash Crops.*, Elsevier, Amsterdam.
- Peng, C. I., K. F. Chung, H. L. Li. 1998. *Flora of Taiwan (second edition) Volume Four (Compositae)*. Editorial Committee of the Flora of Taiwan.
- Pimentel, D., S. McNair, J. Wightman, C. Simmonds, C. O'Connell, E. Wong, L. Russel, J. Zern, T. Aquino, and T. Tsomondo, 2001. Economic along with environmental threats of alien plant, animal, and microbe invasions. *Agriculture, Ecosystems, and Environment*. 84:1-20.
- Singh, S.P., 1996. Biological control. In: Paroda, R.S., Chadha, K.L. (Eds.), *50 Years of Crop Science Research in India*. Indian Council of Agricultural Research, New Delhi : 88–116.
- Spedding, C.R.W., 1985. Weeds, pests and diseases in grassland and herbage legumes — an overview. In: Brockman, J.S. (Ed.), *Weeds, Pests and Diseases of Grassland and Herbage Legumes*. British Crop Protection Council Publications, Croydon, United Kingdom : 1–19.
- Waterhouse, D.F., 1994. *Biological Control of Weeds: Southeast Asian Prospects*. ACIAR, Canberra, Australia.

# 黃士元 簡歷

〈 出生 〉 1957 年

〈 籍貫 〉 台灣省台中縣

〈 連絡 〉 手機：0937-212078

E-mail：son757780@yahoo.com.tw



〈 辦公室 〉 行政院農業委員會 特有生物研究保育中心

55244 南投縣集集鎮民生東路 1 號

TEL：049-2761331 #226

低海拔試驗站（台中市和平區烏石坑） TEL：04-25911400

〈 學歷 〉

國立中興大學生命科學院植物學研究所 理學博士

〈 主要經歷 〉

- 1.國防管理學院 輔導長、政戰官
- 2.國防部甄選七十三年度三民主義巡迴教育教官
- 3.台灣省政府農林廳（植物保護科、特產科及農民輔導科）技  
佐、技士（73年9月～81年7月）
- 4.台灣省特有生物研究保育中心 助理研究員  
（81年7月～88年7月 機關改隸）

5. 行政院農業委員會特有生物研究保育中心

助理研究員、副研究員兼站主任（88年7月～現在）

〈研究〉台灣原生裸子植物、外來入侵植物、藥用植物、生態保育

〈考試〉

- 1.六十八年全國普考建設人員蠶桑科 優等第一名
- 2.七十四年全國普考環境管理人員 優等第一名
- 3.七十六年全國專門職業技術人員高等考試及格(園藝技師)
- 4.八十年全國高等考試農業技術園藝科及格
- 5.九十六年全國專門職業技術人員普通考試華語領隊人員及格(96專普領字第000534號)
- 6.九十六年全國專門職業技術人員普通考試華語導遊人員及格(96專普導字第000147號)
- 7.九十七年全國專門職業技術人員普通考試英語領隊人員及格(97專普領字第000999號)

〈證照〉

- 1.園藝技師 行政院公共工程委員會 (技證字第003740號)
- 2.華語領隊人員執業證(執照號碼:L120633541)  
(交通部觀光局觀訓領字第96華015046號結業)
- 3.華語導遊人員執業證(執照號碼:L120633541)  
(交通部觀光局觀訓導字第96華030034號結業)

4. 英語領隊人員執業證(執照號碼:L120633541)

(交通部觀光局觀訓領字第97外013068號結業)

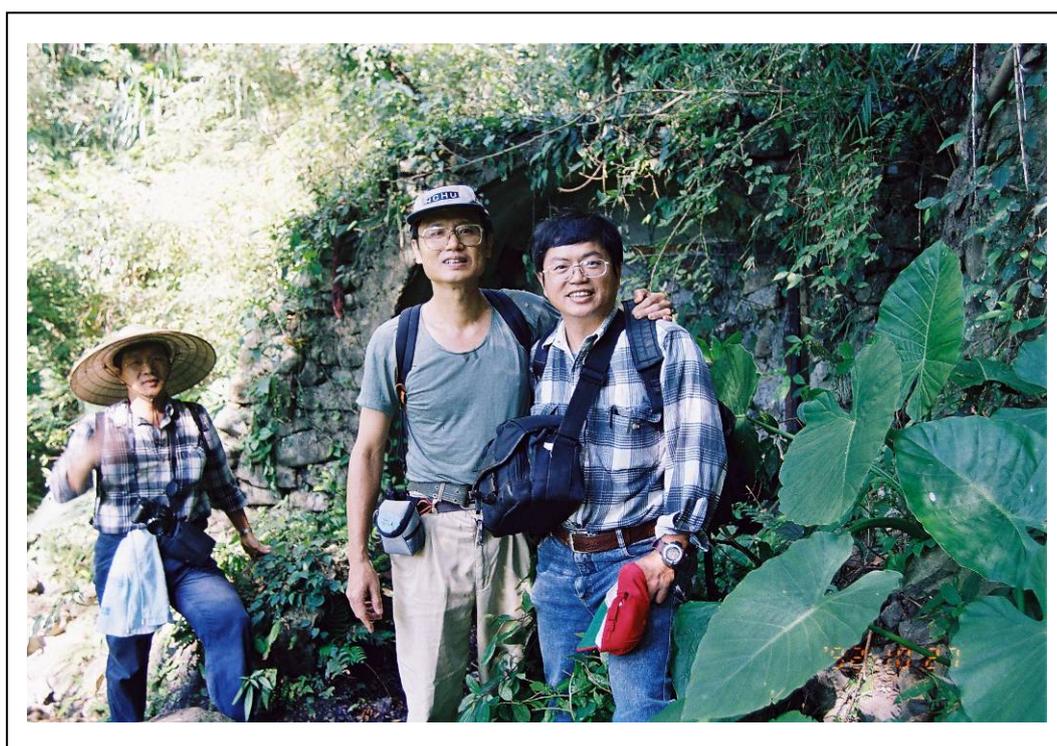
〈其他〉

\*現為行政院公共工程委員會(園藝類、生物類及生態學類)  
採購評選委員會專家學者

\*台中縣山線社區大學、屯區社區大學；台中市大坑社區大學；彰化縣埔鹽社區大學、和美社區大學、大村社區大學及田中社區大學等，有機農業課程授課老師。

〈喜歡的事物〉

藥用植物、簡單自然的有機生活、台灣老酒、鄉土文物、山林旅遊……。









# 小花蔓澤蘭之植物特性及防治策略

蔣慕琰

行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所

## 摘要

小花蔓澤蘭 1980 年代首現於高屏，2001 年被確認。已擴散至台灣各地，造成農業及環境之嚴重危害。此文植物特性部分含種子發芽、莖葉生長、開花及種子、成分、族群、近似種比較等單元，防治部分有割除、藥劑、生防及棲地管理等。所介紹之內容多基於台灣之調查及研究，也利用了華南及其他地區之報導，並加入不少主觀之判斷及看法。

關鍵辭：入侵植物、雜草、

## **Mikania micrantha: plant characteristics and control strategies**

### **Abstract**

**Herbarium collections show that Mikania micrantha was in Taiwan in 1980s. Its correct status was identified in 2001. This species has invaded into most areas in Taiwan and causing serious damages on agriculture and environment. This article present reviewed information of characteristics on seed germination, vegetative growth, flowering, plant contents, populations and species comparison. Subsequent parts content control strategies on cutting, chemical, biocontrol and habitat management. Most information is based on field investigation and research of Taiwan and south China. Some personal opinion is also presented.**

**Keywords: Taiwan, invasive species**

# 小花蔓澤蘭之植物特性及防治策略

蔣慕琰

行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所

## 綱要

## 前言

## 特性

- 1-土壤種子及發芽、2-莖葉及生長、3-開花及種子、
- 4-成分、5-族群、6-與原生種比較

## 防治

- 1-割除、2-藥劑、3- 生物、4 農地及自然棲地之管理

## 總結及討論

**關鍵詞:** *Mikania micrantha*、入侵植物、雜草防治

通訊: 南投縣草屯鎮儒林街 19 號, E-mail: [chiang570@gmail.com](mailto:chiang570@gmail.com)

## 前言

菊科蔓澤蘭屬已記錄之植物有 430 種，絕大多數均分佈於中南美洲及加勒比海之島嶼。舊世界原產之蔓澤蘭 (*Mikania cordata*) 分佈於東南亞、台灣及大陸南方。源自美洲之小花蔓澤蘭於 1950 年前後，被引入南亞及東南亞為地被植物；幾十年來已從引種地區向外擴散，在南亞、東南亞、華南、大洋洲島嶼及澳洲北部等地區造成高度危害。國際保育聯盟(IUCN)已將小花蔓澤蘭列入全球 100 種最具危害力之外來入侵性物種。

此文所介紹之內容多基於台灣之調查及研究，也利用了華南及其他地區之報導，並加入不少主觀之判斷及看法。

## 特性 1-土壤種子及發芽

小花蔓澤蘭之種子細小，包被在長約 1.5 -2 mm 之瘦果(千粒重低於 0.08 克)內。可隨風飄散之種子多在土表或淺土內萌發為幼株。因翻動埋入土中之種子發芽率低或不發芽，人為埋土測試顯示土深 1.0 cm 僅 10%可發芽、土深 1.5 cm 的種子即不發芽。土中種子不具長存之能力，埋入土中之種子均在一年內喪失活力。種子活性期短之特性不利植物散布。

台灣及類似緯度地區在秋冬開花，種子必須在下一生長季節中萌芽，才有機會成長繁衍。

## 特性 2-莖葉及生長

小花蔓澤蘭之莖葉生長快速，莖節易生側芽及不定根，有攀緣及匍匐之能力。小花蔓澤蘭常完全覆蓋入侵地區之地面及樹冠。

光合作用提供植物生長所依靠能量及碳水化合物。比較性之探討顯示，小花蔓澤蘭之光合作用效率與鬼針草(*Bidens bipinnata*)者相當，高於槭葉牽牛(*Ipomoea cairica*)及葛藤(*Pueraria lobata*)等闊葉雜草，但低於強勢之五節芒(*Miscanthus floridulus*)。

光照強度之研究顯示，小花蔓澤蘭喜好部分遮蔽及無遮蔽之環境，但也可在遮蔽率達 90%情況下可繼續生長但較弱，在遮蔽環境下之繼續生長能力對此植物之繁衍相當重要，待莖葉攀緣至樹冠後即可較正常生長及開花。

小花蔓澤蘭可因應攀緣及土壤乾濕條件，改變莖葉生長及開花特性。華南地區之田間試驗顯示，乾旱及於缺攀緣物處理區中，小花蔓澤蘭有較強之側枝生長而開花數較少，潮濕及有攀緣物之處理區小花蔓澤蘭有較強勢之主枝生長且開花數較多。

單純之生理作用指標及生態適應能力，不易反映小花蔓澤蘭莖葉生長之強

勢，各種特性之整合成就小花蔓澤蘭之強勢。入侵小花蔓澤蘭與原生蔓澤蘭之比較探討顯示，種子所萌發之實生株 3 週時已現差異，4 週時兩者之蔓長、葉數、葉面積和乾重皆有顯著差異，至第 11 週時前者蔓長為 2 倍、葉片數 2.3 倍、葉面積 9.3 倍、乾重 7 倍。

### 特性 3-開花及種子

入侵台灣之小花蔓澤蘭在每年 10 月下旬始花，此開花特性顯然受光照長短之影響。各地群落始花期差異在不大，尚未現明顯之分化。台大及中研院所採集標本顯示小花蔓澤蘭之花期集中，而原生蔓澤蘭之花期可在年間之不同月份。田野間也偶可看到在春夏開花之小花蔓澤蘭之植株，如果是屬於可遺傳之性狀，未來有可能出現花期不同之族群。

開花期間花器部分約佔全部植株生物量之 30-40%，每克株重可有 3000 朵花。花序上著生多朵小花具花蜜及香氣，可吸引蜜蜂、麗蠅和食蚜蠅等昆蟲，自花授粉及空飄之花粉不能生成種子。結實率通常在 20% 以上，影響授粉昆蟲之環境條件也影響受粉及結實率。每平方公尺覆蓋區在花期中可產生數萬至十幾萬種子。大量且可空飄之種子是此植物可快速擴散之重要因素。

### 特性 4-成分

小花蔓澤蘭植物成分生物活性之探討甚多，農業領域相關者多針對剋他性 (allelopathy) 及對植物病原及害蟲影響進行研究。近年也有很多涉及衛生及醫藥屬性之研究，其中部分利用實驗動物或細胞進行之探討顯示小花蔓澤蘭含具免疫功能、抗病毒或抗癌之代謝物。

### 特性 5-族群

此類探討多關注於田野族群間分子及遺傳特性之比較，台灣及華南之研究均顯示，田間族群之遺傳組成之差異大，有明顯之遺傳瓶頸現象，而此差異與族群所在之地域無關。很多研究者因此主張此高變異性及瓶頸現象，是入侵過程中多次引入所導致。依賴昆蟲之異花授粉及有性繁殖體空飄之長距離散佈，可能是導致族群無地域性特性之主因。多次引入之推論則難取得文獻支持。農藥所之病菌接種測試，以 MIKMI-67、71、82 三個真菌菌株對小花蔓澤蘭葉片之侵染性歸納之多型性，將小花蔓澤蘭歸群為各包含 15、13、10 個族群的三個小群；各歸群結果之間並無相似性，與小花蔓澤蘭之地理分布亦無相關。族群遺傳組成之差異可影響生物防治之成效。傳統生物防治所引入之專一性病原生物或天敵，可能只對部份族群有效。

## 特性 6-與原生種比較

臺灣原生蔓澤蘭與小花蔓澤蘭生長習性與莖葉外觀形態相似，但小花蔓澤蘭枝條節位突起為半透明薄膜狀撕裂形突起，蔓澤蘭則為皺褶耳狀突起。蔓澤蘭的頭花、總苞、瘦果、冠毛之長度皆比小花蔓澤蘭大。前者頭花長 6-9mm、總苞 5-6mm、瘦果 2-3mm、冠毛數 40-45 長 3-4mm，後者頭花長 4-6mm、總苞 2-4mm、瘦果 1.5-2mm、冠毛數 33-36 長 2-3mm。分子標記也可用以區別兩近緣種，逢機序列的引子 (random primer) OPA-10/OPA-11 及 OPA-15/OPA-16 所擴增的核酸條帶型式清晰簡單，可明確區分小花蔓澤蘭及蔓澤蘭。

## 防治 1-割除

手工具及機械之割除是最常見且易實施之防治方式。莖部之切斷阻絕植物體內水分及養份之傳輸，可導致切割上端之枯乾及近地部位之衰弱。不同季節切蔓研究 (郭耀綸 2000) 顯示，夏天及秋天的切蔓效果較優於冬春季之切蔓。夏秋兩季，每隔三週切蔓一次，連續切蔓三次，可抑制小花蔓澤蘭 90% 以上的效果。台灣地區小花蔓澤蘭在 10 月下旬開花，夏秋之割除可防止種子產生。

切割之蔓藤需移出田區才不會再生，在潮濕或大面積田區中，割除防治之困難度高且效果不如理想。果園及林地中，需避免小花蔓澤蘭向上之攀緣。莖基之切割可使整個地上部之乾枯，但遮蓋樹冠之枝葉依然殘存而有長時間之負面影響。

## 防治 2-藥劑

近數十年來，化學藥劑普遍用於農作物生產之雜草防除。合成藥劑之種類多，因類別不同而各具特性，可用於各種情況之雜草防治。農藥所之測試顯示 (徐及蔣 2002) 一般劑量之草脫淨、滅必淨、達有龍、復祿芬、草芬定、丁基拉草、滅草胺、左旋莫多草、汰草滅、施得圃、及樂滅草等藥劑均可有效防治萌前發生之小花蔓澤蘭。萌後噴施之嘉磷塞、固殺草、巴拉刈、2,4-D、三氯比和氟氯比噴施後小花蔓澤蘭的防治效果良好 (90% 以上)，本達隆和依滅草其次，百速隆、伏速隆、依速隆和甲基砷酸鈉之效果差。

風飄四散之種子在土表之發芽相當分散，不適萌前藥劑之使用。台灣各地農果園中小花蔓澤蘭之藥劑防治，以利用價廉且容易取得之嘉磷塞、巴拉刈及 2,4-D 為主。這三種藥劑也常用於亞澳及其他地區防治此入侵植物 (Global Invasive Species Database)。

往往因環保之顧慮，政府出資之防治計畫多刻意排斥化學藥劑之使用。實際上由於藥劑除草之高效率及經濟性等優勢，國際間經常用此利器來防治自然或保育區內入侵之外來植物。美國及英國所分別出版的 The Nature Conservancy 與 English Nature 等文件，列有約 20 種除草劑之使用介紹，這些藥劑多屬葉面施用之萌後藥劑，台灣常用之嘉磷塞(glyphosate)、巴拉刈(paraquat)、二、四-地(2,4-D)及固殺草(glufosinate)等除草藥劑亦包括在內。農地除草劑之使用應遵循農藥管理法之規範，藥劑需經委託測試及登記之過程。農田以外地區使用除草劑防治外來植物，除需評估藥劑選擇性、非目標生物毒性、環境污染等特性外，也需處理用藥之合法性問題。

### 防治 3- 生物

以往成功個案顯示，雜草生物防治可概分本地及引入之生物性資源之利用兩大類。前者研究開發者可就近在目標雜草上調查病蟲或其它天敵，評估效果良好者再建構生產體系，以供實際防治之利用，後者利用目標植物原產地之病、蟲或天敵，這常需開展海外調查或組成跨國團隊，除考慮效果外亦需評估對引進地區非目標生物之不利影響。原產地生物間有長久共同演化(coevolution)之環境，常有高專一性之關係，理想之生物防治資源主要作用於目標害物(病原菌、害蟲或雜草)，對防治對象外其他物種及環境無負面影響。傳統之生物防治主要利用引入外來生物資源，生物藥劑則主要採用本地生物資源。

在地生物資源開發：台灣地區參與學校及機關包括屏科大、台大、藥毒所、苗栗農改場，涉及之病原菌及昆蟲各有數十種。昆蟲類包括尺蠖、蚜蟲、椿象、葉蟬、蝸類、黃守瓜、潛葉蠅及介殼蟲。危害徵狀明顯者有大麗燈蛾、蔓澤蘭綿蚜、桑粉介殼、蟲奎寧角盲椿及神澤葉蝨等。真菌者包括 Acremonium、Alternaria、Arthrimum、Colletotrichum、Curcularia、Cylindrocladium、Fusarium、Leptosphaeria、Macrophomina、Nigrospora、Pestalotiopsis、Phoma、Phomopsis、Phyllostica 等。可引起莖葉或花器明顯病徵者有細菌 2 種，真菌則包括 Arthrimum、Fusarium 及 Pestalotiopsis 等。境外之開發多見於中國大陸、印度及東南亞，所調查所列病蟲種類也不少，但到目前為止尚未發現具明顯防治潛力之種類。

近十年大陸學者在寄生植物菟絲子之探討上取得明顯結果，設施及田間試驗均顯示平原菟絲子(*Cuscuta campestris*)可大幅度降低寄主小花蔓澤蘭之生物量，且間接增加試區中其他植物之多樣性。平原菟絲子亦為台灣低海拔地區之主要寄生植物，可寄主之植物超過百種。農藥所針對此菟絲子開發有以 *Colletotrichum* 為有效成分之真菌性除草劑。該菟絲子之生防利用潛力值得探討，但對其他植物之衝擊必須充份評估。

原產地生物資源利用：以英國為主角之國際團隊分別在上世紀 70 年代後期

及 90 年代初開展了開發中南美昆蟲(Cook 1982)及病菌(Evans 1995)之探討。評估過之天敵包括 9 種主要及 20 餘種次要昆蟲，最具潛力有高專一性之薊馬(*Liothrips mikaniae*) 在引入大洋洲及亞洲後未建立族群(Cook 1999)。探討過之菌類包括 *Basidiophora montana*、*Mycosphaerella mikania-micranthae* sp. nov.、*Septoria mikania-micranthae*、*Asperisporium mikaniae* comb. nov.、*Asperisporium mikaniigena* comb. nov.、*Pseudocercospora plunketii* comb. nov.、*Cercospora mikaniicola* and *Puccinia spegazzinii*。較具潛力者為白粉菌 *Basidiophora montana* 及銹病菌 *Puccinia spegazzinii*，此銹病菌被引入印度、中國、所羅門、斐濟及台灣行進一步評估。

#### 防治-4 農地及自然棲地之管理

小花蔓澤蘭多滋生於管理粗放之農地，及受干擾致原有植被遭破壞之區域。外地飄散而來之種子不易侵入有植物遮蔽及競爭之環境。小花蔓澤蘭尚未侵入之地區，管理之重點應放在無植物覆被之地面，自然棲地新裸露之部分需補種有覆蓋能力之植物。已遭小花蔓澤蘭侵入地區管理之難度高，應視情況利用機械及效率高之藥劑。

#### 總結及討論

生長快速及繁殖力強是小花蔓澤蘭之特色，會在入侵地區造成巨大產業損失及環境破壞。

目前之防治主要依靠機械及化學方法，這兩種方法各有其優點及在成本及環境影響之侷限性，其所涉及之技術多已發展成熟，可進一步改進之程度有限。

外來入侵植物在擴散地區肆掠之重要因素，是缺少原產地天敵之制約。過去針對其他入侵生物之案例顯示，很多生物防治計畫未取得預期之成果，但也有非常成功之前例。在發展中之生物防治依然是讓人充滿期待。

十餘年來，有可觀之人物力資源投入於小花蔓澤蘭之防治，延續或建構新的管理策略是目前須面對之問題。如要有所改變其重新檢討之項目包括：管理者之責任、針對入侵階段之策略、管理對象優先性順序及資源分配。

## 主要參考文獻

- 花蓮區農業改良場及中華民國雜草學會 2003 小花蔓澤蘭危害與管理研討會專刊。花蓮：花蓮區農業改良場，153 頁。
- 張玲玲 韓詩疇 李麗英 劉文惠 2006 入侵害草薇甘菊的防除研究進展 熱帶亞熱帶植物學報 14 (2) 162-168。
- 董蕾 吳林芳 2011 薇甘菊最新研究進展 安徽農業科學 39(25) 15352-15355。
- Cock, M.J.W., Ellison, C.A., Evans, H.C. and Ooi, P.A.C. (2000) Can failure be turned into success for biological control of mile-a-minute weed (*Mikania micrantha*) In: Spencer, N.R. (ed.) Proceedings of the Xth International Symposium on Biological Control of Weeds, Montana State University, Bozeman, Montana, pp. 155–167.
- Global Invasive Species Database 2013: *Mikania micrantha* (vine, climber) (<http://www.issg.org/database/species/ecology.asp?si=42>).
- PIER (Pacific Island Ecosystems at Risk), 2013. *Mikania micrantha*. ([http://www.hear.org/pier/species/mikania\\_micrantha.htm](http://www.hear.org/pier/species/mikania_micrantha.htm))
- Tripathi, R.S. M.L. Khan and A.S. Yadav 2011,. Biology of *Mikania micrantha*. H.B.K.: a Review. (<http://www.nerist.ac.in/department/forestry/faculty/khan/PDFs/Journals/Chapter%208%20Bhatt%20First%20Proofs.pdf>).

## **Mou-Yen Chiang**

### **Organization**

Taiwan Agricultural Chemicals and Pesticides Research Institute  
Plant Toxicity Department

### **Contact Information**

Address: 19, Rulin Street, Caotun, Nantou, Taiwan

Tel: 886-49-2338880

E-mail: [chiang570@gmail.com](mailto:chiang570@gmail.com)

### **Education**

1988 Ph.D., Botany, North Carolina State University, NC, USA

1984 M.S., Crop Science, North Carolina State University, NC, USA

1968 B.S., Agronomy, National Taiwan University, Taipei

### **Research Interests**

Biological control and management of weeds

Biology and ecology of invasive plants

### **Experience**

Senior weed specialist, Taiwan Agricultural Chemicals and Toxic Substances  
Research Institute 1988-2011

Assistant specialist Taiwan Plant Protection Center 1979-1982

Assistant specialist Asian Vegetable Research and Development Center  
1974-1979

### **Honors**

President, Weed Science Society of Republic of China 2000-2001

### **Recent Publications**

# 小花蔓澤蘭之植物特性及防治策略

蔣慕琰  
2013. 4. 22

1



## 前言

- ▶ 菊科蔓澤蘭屬已記錄之植物有430種，多分佈於中南美洲及加勒比海之島嶼。舊世界原產之蔓澤蘭（*Mikania cordata*）分佈於東南亞、台灣及大陸南方。
- ▶ 美洲之小花蔓澤蘭於1950年前後，被引入南亞及東南亞為地被植物；並從引種區向外擴散，在南亞、東南亞、華南、大洋洲島嶼及澳洲北部等地區造成高度危害。國際保育聯盟(IUCN)已將小花蔓澤蘭列入全球100種最具危害力之外來入侵性物種。
- ▶ 此文所介紹之內容多基於台灣之調查及研究，也利用了華南及其他地區之報導，並加入不少主觀之判斷及看法。

3

## 本地植物與外來植物

**本地植物**  
(indigenous-, native plant):  
未受人類干擾，在當地演化或由周邊地區自然擴散所形成(農業文明前前存在之植物)



**外來植物**  
(non-indigenous, exotic, alien plant):  
16世紀後外人來台灣墾殖所引入之植物?

4



### 植物特性

- > 1-土壤種子及發芽
- > 2-莖葉及生長
- > 3-開花及種子、4-成分
- > 5-滋養、6-與原生種比較

## 植物特性1-土壤種子及發芽

- > **種子細小:** 在長約1.5-2 mm之瘦果(千粒重低於0.08克)內
- > 隨風飄散之種子在土表或淺土內萌發為幼株。
- > **發芽土深:** 土深1.0 cm僅10%可發芽、土深1.5 cm的種子不發芽
- > **種子壽命:** 一年內喪失活力
- > 台灣及類似緯度地區在秋冬開花，種子必須在下一生長季節節中萌芽，才有機會成長繁延

6

## 植物特性2-莖葉及生長a

- > **莖葉生長快速:** 莖節易生側芽及不定根，有攀緣及匍匐之能力
- > **光合作用能力:** 與兔針草者相當，高於槭葉牽牛及葛藤等闊葉雜草，但低於強勢之五節芒
- > **光照強度:** 喜好部分遮蔽及無遮蔽之環境，可在遮蔽率達90%情況下生長攀緣至樹冠
- > 攀緣及土壤乾濕:
- > 生物量之比較:

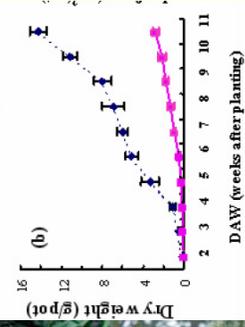
7

## 植物特性2-莖葉及生長b

- > 生長快速:
- > 光合作用能力:
- > 光照強度:
- > **攀緣及土壤乾濕:** 因應攀緣及土壤乾濕條件，改變莖葉生長及開花特性。乾旱及於缺攀緣物處理區中，有較強之側枝生長而開花數較少，潮濕及有攀緣物之處理區有較強勢之主枝生長且開花數較多。
- > **生物量之比較(實生株11個):** 小花蔓澤蘭莖長為原生蔓澤蘭2倍、葉片數2.3倍、葉面積9.3倍、乾重7倍。

8

## 小花蔓澤蘭之排擠可能導致 原生蔓澤蘭之滅絕



圖三、蔓澤蘭和小花蔓澤蘭營養生長之比較。

小花蔓澤蘭      蔓澤蘭

9

## 植物特性3-開花及種子

- > **每年10月下旬始花:**各地群落始花期差異在大, 原生蔓澤蘭之花期分散於不同月份
- > **生物量比率:**花器部分約佔全部之30-40%, 每克株重可有3000朵花
- > **異花授粉:**花具花蜜及香氣, 可吸引蜜蜂、麗蠅和食蚜蠅等昆蟲, 結實率在20%以上, 環境條件影響昆蟲受粉及結實率
- > **種子量:**花期中每方公尺區內可產生數萬至十幾萬種子。大量且可空飄之種子有利植物快速擴散

10

## 植物特性4-成分

- > **農業領域探討:**
  - ✓ 剋他性 (allelopathy)
  - ✓ 對植物病原及害蟲活性物
- > **衛生及醫藥屬性研究:**
  - ✓ 利用實驗動物或細胞進行探討
  - ✓ 小花蔓澤蘭含具免疫功能
  - ✓ 抗病毒或抗癌之代謝物

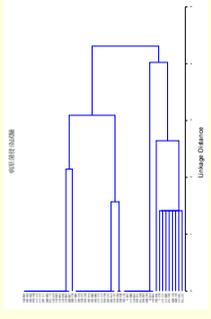
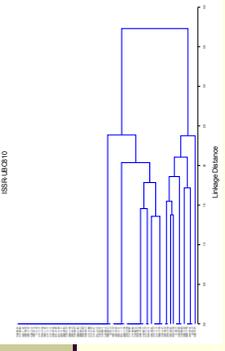
11

## 小花蔓澤蘭-田間族群

### SSR primer UBC810 PCR增幅



### 病原菌侵染



12

## 小花蔓澤蘭-田間族群

- 台灣中南部64個族群以RAPD、ISSR及病原菌侵染性測試，探討各地族群之歧異度
- 分子標記及微生物關係顯示台灣各地之小花蔓澤蘭族群並不均一
  - 侵入族群組成複雜？
  - 多次引入？
  - 引入族群之分化？
- 生物防治之意涵
  - 引入專一性微生物/天敵之差異反應

13

## 植物特性5-族群

- 田間族群遺傳組成之差異大，有遺傳瓶頸現象，差異與族群所在之地域無關
- 高變異性及瓶頸現象之推論：多次引入所導致
- 無地域特性之主因：異花授粉及種子長距離散佈
- 病菌侵染之多型性：3菌株之侵染性可將小花蔓澤蘭分為包含15、13、10個族群的三小群
- 族群遺傳組成與生物防治：傳統生物防治所引入之專一性病原生物或天敵，可能只對部份族群有效

14

## 新環境中外來種之優劣因素

文獻資料(Alpert, 2006)

- 優勢(有利)因素
  - 原有天敵消失 (enemy release)
  - 引種壓力 (introduction pressure)
  - 適應性篩選 (fitness selection)
  - 本地種缺抗性
- 劣勢(不利)因素
  - 缺少互惠生物(mutualist)
  - 新物種之對抗 (biotic resistance)
  - 環境適應力不良

15

## 缺少天敵

Enemy Release Hypothesis (Keane and Crawley, 2002)

- 植物在原產地與很多其他物種相依存共同演化(co-evolution)
- 遠離原有之環境後，即不受舊有天敵之剋制，可生育發展得更健康強勢



台灣



巴西

布袋蓮 (*Eichhornia crassipes*) 侵入亞洲及非洲後，往往獨佔整個水域，造成極大之危害；在原產之南美洲則不見此現象。



天敵：布袋蓮蠶鼻虫

16

## 干擾與破壞之環境易被侵入

- 環境如受到人為或自然之干擾
  - 植物組成及平衡破壞
  - 曾被佔據之生態區位(ecological niche)與資源釋出
  - 周邊及外地植物容易立足繁衍。
- 常見之干擾因素
  - 山崩、林木砍伐、火燒、淹水、耕作等是

17

## 植物特性6-與原生種比較

- 習性與外觀相似
- 節位突起: 小花蔓澤蘭為半透明薄膜狀新裂形突起，蔓澤蘭為皺褶耳狀突起
- 花器大小: 頭花、總苞、瘦果、冠毛長度蔓澤蘭比小花蔓澤蘭大
  - ✓ 頭花 6-9/4-6 mm、總苞 5-6/2-4mm、瘦果 2-3/1.5-2 mm、冠毛數 40-45/33-36 冠毛長 3-4/2-3mm
- 分子標記: 隨機序列的引子 (random primer) OPA-10/OPA-11及 OPA-15/OPA-16 所擴增的核糖體帶型式清晰簡單，可明確區分小花蔓澤蘭及蔓澤蘭。

18

## 蔓澤蘭及小花蔓澤蘭(薇甘菊)

表一、小花蔓澤蘭與蔓澤蘭花序與花部特徵

Features	<i>M. micrantha</i>		<i>M. coriata</i>	
	<i>M. micrantha</i>	<i>M. coriata</i>	<i>M. micrantha</i>	<i>M. coriata</i>
color of corollis	white	white	white-milky	white-milky
length of heads	4.7-5.2 mm	7.1-7.7 mm	7.1-7.7 mm	7.1-7.7 mm
length of involueral bracts	3.4-4 mm	5.9-6.7 mm	5.9-6.7 mm	5.9-6.7 mm
length of achenes	1.3-1.5 mm	2.7-3.2 mm	2.7-3.2 mm	2.7-3.2 mm
length of pappus	2.4-2.7 mm	3.9-4.1 mm	3.9-4.1 mm	3.9-4.1 mm



小花蔓澤蘭(A-B)及蔓澤蘭(C-D)頭部每序序之比較。白色線段指長度5mm。



小花蔓澤蘭(A、B)與蔓澤蘭(C、D)的花部特徵(C、D)形態與生長果實。



蔓澤蘭(A)及小花蔓澤蘭(B)蒴果(A)、蒴果(B)、瘦果(C)、冠毛(D)比較。白色線段指長度5mm。

## 防治

1. 割除
2. 藥劑
3. 生物
4. 農地及自然棲地之管理

20

## 防治1-割除

- **易實施之方式:**手工工具及機械
  - ✓ 阻絕植物體內水分及養份之傳輸
  - ✓ 夏秋切蔓效果較佳，隔月切蔓三次有90%以上的效果（郭耀倫 2000）
  - ✓ 夏秋之割除可防止種子產生
- **實際操作之問題:**
  - ✓ 蔓藤需移出田區才不會再生
  - ✓ 潮濕或大面積田區，防治難度高且效果不理想。
  - ✓ 樹冠小花蔓浮蘭，莖基之切割可使整個地上部乾枯，殘存樹冠之枝葉有長時間之負面影響

21

## 防治2-藥劑a

- 合成藥劑之種類多各具特性，可用於各種情況之雜草防治。
- **萌前藥劑:**一般劑量之草脫淨、滅必淨、達有龍、復格芬、草芬定、丁基拉草、滅草胺、左旋莠多草、汰草滅、施得圃、及樂滅草等藥劑均可有效。**萌後藥劑:**嘉磷塞、固殺草、巴拉刈、2,4-D、三氟比和氟氣比效果好(90%以上)，本達隆和依滅草其次，百速隆、伏速隆、依速隆和甲基磷酸鈉之效果差。
- **實際使用:**小花蔓浮蘭種子發芽分散，不適萌前藥劑之使用。台灣農果園多噴施嘉磷塞、巴拉刈及2,4-D。這三種藥劑是Global Invasive Species Database 5之建議藥劑。

22

## 防治2-藥劑b

- **政府計畫之排斥:**環保之顧慮排斥藥劑之使用。
- **國際間之作法:**藥劑除草具高效及經濟優勢，美國及英國(The Nature Conservancy與English Nature文件)列有約20種用於自然或保育區之除草劑(含嘉磷塞-glyphosate、巴拉刈-paraquat、二、四-地-2,4-D)及固殺草-glyphosate)。
- **法規依據:**農地除草劑遵循農藥管理法之規範，農田以外地區使用需處理用藥之合法性問題。

23

## 生防個案：布袋蓮



- 台灣入侵植物生物防治研究之首例，開始於1990年代初期。
- 自境外引入之天敵象鼻蟲 (*Neochetina eichhorniae* and *N. bruchi*)
- 進行多次野外釋放，天敵昆蟲可在野外存活，在特定水域中可導致布袋蓮生物量之降低。

24

## 生防個案：豬草

- 豬草金花蟲 (*Ophraella communa*)
- 專一性天敵對寄主植物族群消長及生物量可造成高度干擾



## 防治3- 生物a

- **利用本地生物性資源:**
  - ✓ 在地調查病蟲天敵、評估效果
  - ✓ 建構生產體系供實際利用
- **引入之生物性資源:**
  - ✓ 利用原產地之病、蟲或天敵(共同演化 coevolution)
  - ✓ 海外調查或組成跨國團隊
  - ✓ 需評估專一性及對非目標生物之影響
- **傳統之生物防治-利用引入外來生物資源**
- **生物藥劑-採用本地生物資源**

26

## 生防個案：菟絲子

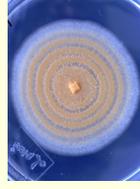
- 平原菟絲子在1970年後入侵台灣
- 野外採集偶然發現之病株中，分出高專一性之炭疽病菌 (*Colletotrichum acunata*?)
- 此菌對同屬之日本菟絲子 (*C. japonica*) 與台灣菟絲子 (*C. japonica* var. *formosana*) 無致病力，但對寄主植物平原菟絲子有良好的防治效果。
- 相關研發已克服環境障礙，田間施用效果穩定
- 具有開發為商業用真菌除草劑之潛力。

27

## 平原菟絲子生物防治 炭疽病菌 *Colletotrichum acutatum* 之利用



處理前



孢子液處理後



28

### 防治3- 生物b

- **在地生物資源開發：**
  - ✓ **參與者-**屏科大、台大、藥毒所、苗栗農改場
  - ✓ **昆蟲類：**尺蠖、蚜蟲、椿象、椿蟬、螞蟥、黃守瓜、潛葉蠅及介殼蟲。危害徵狀明顯者有大麗燈蛾、蔓澤蘭綠蚜、桑粉介殼、蟲莖寧角盲椿及神澤葉蟬等。
  - ✓ **菌類：**Acremonium、Alternaria、Arthrinium、Colletotrichum、Curcularia、Cylindrocladium、Fusarium、Leptosphaeria、Macrophomina、Nigrospora、Pestalotiopsis、Phoma、Phomopsis、Phyllostica等
- **境外開發：**台灣、中國大陸、印度及東南亞

29

### 防治3- 生物c

- **寄生植物利用：**
  - 近十年大陸之探討有明顯結果
  - 平原菟絲子(*Cuscuta campestris*)可大幅度降低小花蔓澤蘭之生物量
  - 增加試區中其他植物之多樣性
  - 平原菟絲子為台灣低海拔地區之主要寄生植物，寄生植物超過百種
  - 菟絲子之生防利用潛力值得探討，但對其他植物之衝擊必須充份評估
  - **防菟絲子之生物藥劑：**Colletotrichum為有效成分之真菌性除草劑(農藥所)

30

### 防治3- 生物d

- **原產地生物資源利用：**英國主導之國際團隊，1970年代後期昆蟲(Cook 1982)，1990年代初菌類(Evans 1995)
- **昆蟲天敵：**9種主要20餘種次要昆蟲，最具潛力之薊馬(*Liothrips mikaniae*)在引入大洋洲及亞洲後未建立族群(Cook 1999)。
- **菌類：**Basidiophora montana、Mycosphaerella mikania-micranthae、Septoria mikania-micranthae、Asperisporium mikaniae、Asperisporium mikaniigena、Pseudocercospora plunketii、Cercospora mikaniicola and Puccinia spegazzinii。較具潛力者為白粉菌Basidiophora montana及銹病菌Puccinia spegazzinii，此銹病菌被引入印度、中國、所羅門、斐濟及台灣行進一步評估。

31

### 防治4 農地及自然棲地之管理

- 小花蔓澤蘭多滋生於管理粗放農地及原有植被遭破壞之區域，飄散而來之種子不易侵入有植物遮蔽及競爭之環境。
- **尚未侵入之地區：**管理重點在無植物覆被之地面，自然棲地新裸露之部分需補種有覆蓋能力之植物。
- **已侵入地區：**管理難度高，應視情況利用機械及效率高之藥劑。

32



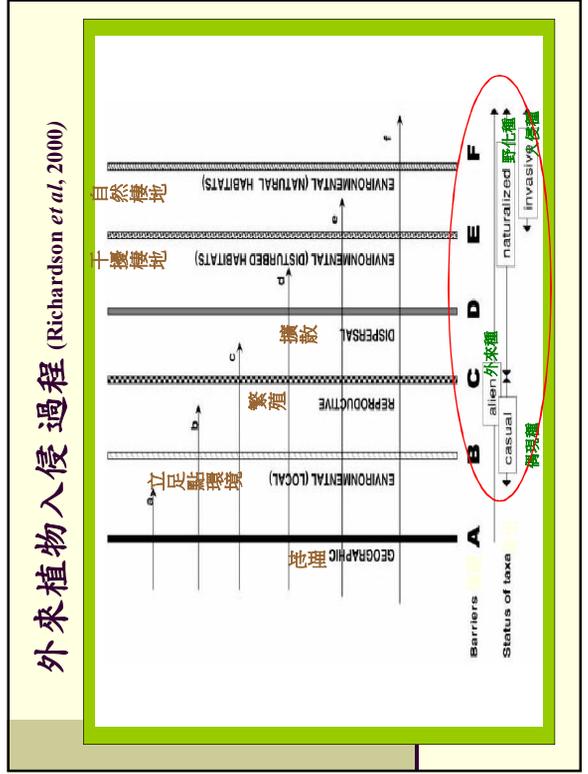
## 總結及討論

33

## 總結及討論a

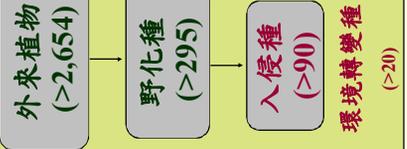
- **小花蔓澤蘭植物特色:** 生長快速及繁殖力強
- **機械及化學方法:** 所涉及之技術多已發展成熟，可進一步改進之程度有限
- **外來入侵植物與原產地天敵:**
  - ✓ 很多生物防治未取得預期之成果，但也有非常成功之前例
  - ✓ 發展中之生物防治讓人充滿期待
- **延續或建構新的管理策略:**

34



### 台灣外來植物：不同入侵階段之種數

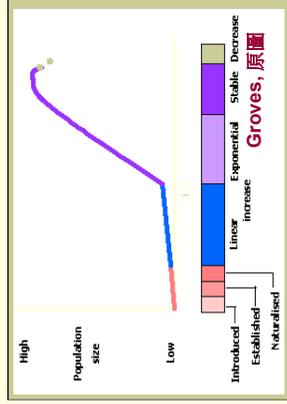
全球  
植物 (>250,000)  
雜草 (18,000)  
(Randall, 2002)



36

## 管理時期與效率

- 入侵種度過停滯期(lag phase)後族群快速增大並擴散
- 有效管理需有監測通報體系，在擴散前防治



37

## 管理體系2-台灣概況

項目	植物害物	外來種
架構	防檢局、農委會體系	林務局、跨部會
法規	檢疫法	無針對性法規
管理 (風險評估、 監測、防治)	建立病蟲體系	缺有效體系
資源運用	較合理	集中少數種類

38

## 小花蔓澤蘭特性與管理意涵 (2001年底)

- 1980年代屏東建立，已蔓延150-200 km 至中部山區。
- 小花蔓澤蘭已大區域擴散，難以滅絕，需投入大量資源，才可能壓低族群密度。
- 田間族群遺傳迥異，生物防治不容易使用高專一性之天敵或病原菌。
- 管理重點：應阻絕或減緩向苗栗以北之擴散。



39

## 總結及討論b

- 小花蔓澤蘭植物特色：
- 機械及化學方法：
- 外來入侵植物與原產地天敵：
- **延續或建構新的管理策略：**
  - > 十餘年來已投入可觀之人力物力，延續或建構新的管理策略之思考
  - > 改變需重新檢討之項目
    - ✓ 管理者之責任
    - ✓ 針對入侵階段之策略
    - ✓ 管理對象優先順序及資源分配

40



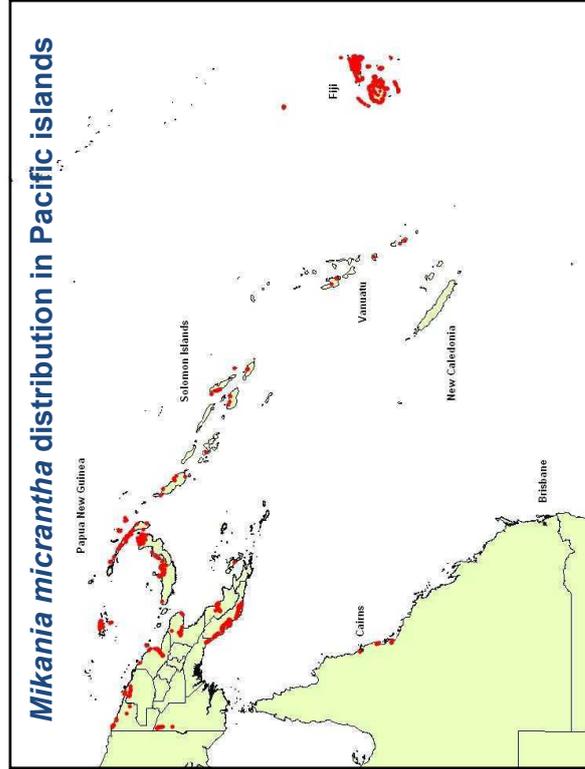
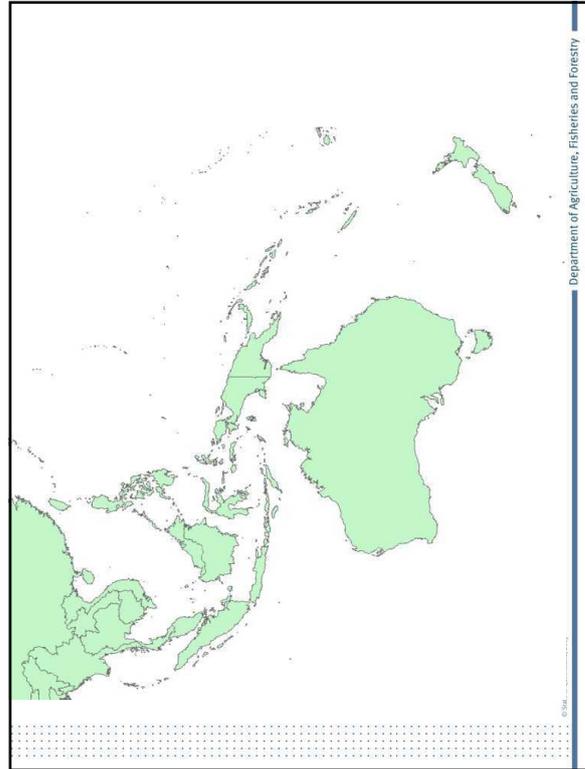
# *Mikania micrantha*: Impacts & control in the Pacific

Michael Day  
Biosecurity Queensland

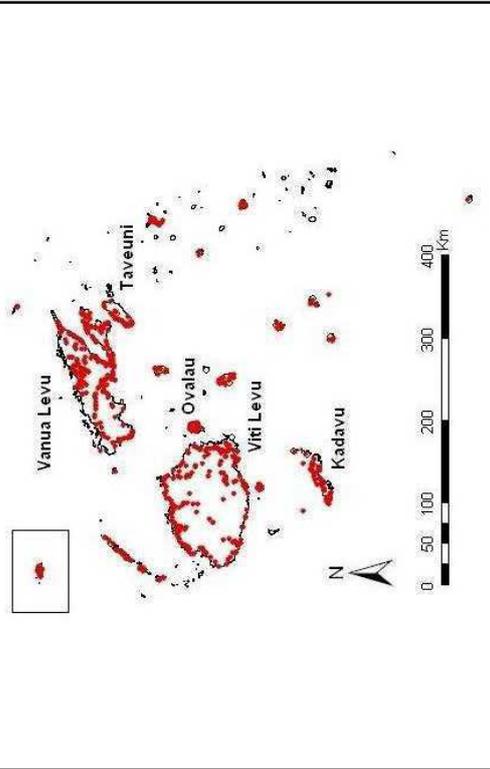


# Distribution in the Pacific

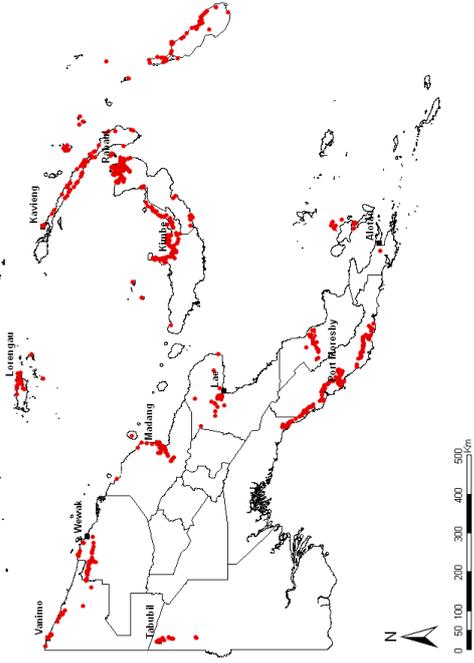
- 18 South Pacific island countries
- PNG – 15 lowland provinces
- Fiji – 30 main islands
- Vanuatu – most large islands
- Australia (north Qld)



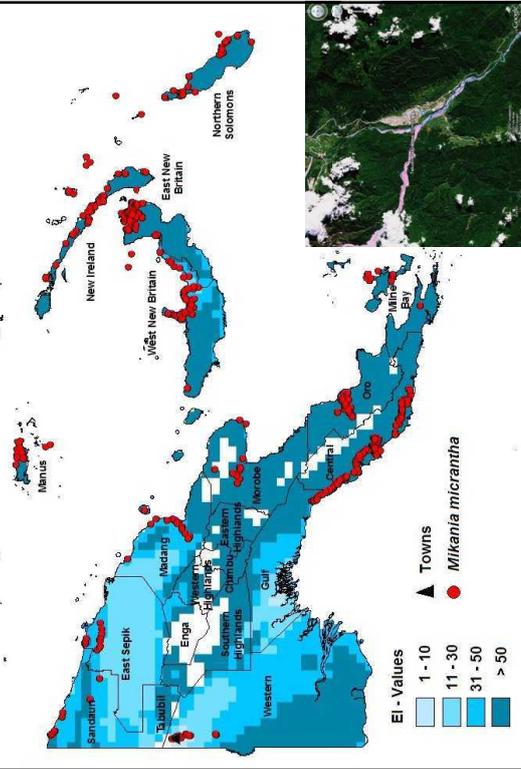
### Mikania micrantha in Fiji



### Mikania micrantha in PNG



### CLIMEX model - PNG



### General impacts

- Forests, plantations & subsistence farms
- No. 1 weed in oil palm & cocoa
- Cause 40-50% reduced yield
- 5% potential yield loss – loose fruit
- Losses up to \$10 million p.a.
- ~30% of each property infested



## Socio-economic Impact Assessments



- Questionnaire developed
- Mikania presence (%)
- Frequency, methods & cost of control
- Impacts (yield loss, time spent weeding)
- Benefits

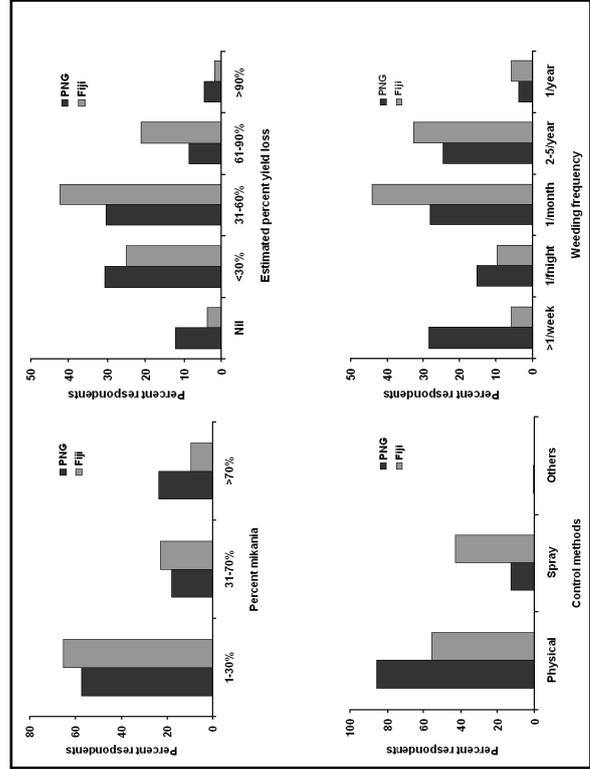
## Socio-economic Impact Assessments

### PNG

- 414 responses in 15 provinces
- 78% considered a weed
- 42% have >30% block infested
- 41% weed/fortnightly
- 37% hire labour
- 86% physical control
- 40% lose >30% yield
- <32% use mikania

### Fiji

- 52 responses in 4 islands
- 62% considered a weed
- 23% have >30% block infested
- 15% weed/fortnightly
- 54% hire labour
- 56% physical control
- 66% lose >30% yield
- 87% use mikania (medicine)



## Impacts – subsistence farms



# Mikania control - Pacific



- Manual control widely practiced
  - slashing or hand-pulling
- Mechanical in plantations
- Re-growth common
- Labour intensive
- Herbicides – effective but costly
- Research needed – integrated approach
- Burn or bury after slashing

# Chemical control - Australia

NI	Herbicide Control	Active ingredients	Active rate	Product rate per 100L	Active g per L
1					
2	Starane Advanced <sup>®</sup>	fluroxypyr	333g/L	200 ml	0.666
3	Starane Advanced <sup>®</sup>	fluroxypyr	333g/L	300 ml	0.999
4	Brushhoff <sup>™</sup>	metsulfuron methyl	600g/kg	10 g	0.06
5	Brushhoff <sup>™</sup>	metsulfuron methyl	600g/kg	20 g	0.12
6	Garlon <sup>®</sup>	triclopyr	600g/L	330 ml	1.88
7	Garlon <sup>®</sup>	triclopyr	600g/L	170 ml	1.02
8	Duo <sup>™</sup>	glyphosate	360g/L	1000 ml	3.6
9	Grazon Extra <sup>®</sup>	triclopyr picloram and aminopyralid	300 g/L + 100g/L + 8g/L	350 ml	1.05 0.35 0.028

\*50mL of uptake additive \*\*20mL pulse adjuvant as per label.

# Information sheets

## Pest alert

**Declared Class 1**

Mikania vine could be in your area.  
 Call Biosecurity Queensland on 13 23 23 if you see this pest.

- It is a major pest of agriculture and forestry.
- It is a major pest of native vegetation.
- It is a major pest of the environment.
- It is a major pest of the community.



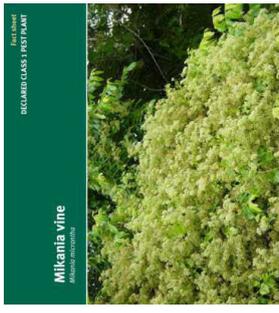
**Mikania vine (Mikania micrantha)**

**Description**  
 Mikania vine is a perennial herb with a woody base. It has a dense, upright growth habit and is highly adaptable to various environments. The plant has a strong, woody stem and is highly resistant to fire. It is a major pest of agriculture and forestry, and is also a major pest of native vegetation and the environment.

**Declared Class 1**  
 Mikania vine is a declared class 1 pest because it is a major pest of agriculture and forestry, and is also a major pest of native vegetation and the environment.

**Control**  
 Mikania vine can be controlled using a variety of methods, including manual control, mechanical control, and chemical control. Manual control involves pulling or slashing the plants, while mechanical control involves mowing or cutting the plants. Chemical control involves the use of herbicides.

# Pest Fact – Mikania micrantha



**Declared Class 1**

Mikania vine could be in your area.  
 Call Biosecurity Queensland on 13 23 23 if you see this pest.

**Description**  
 Mikania vine is a perennial herb with a woody base. It has a dense, upright growth habit and is highly adaptable to various environments. The plant has a strong, woody stem and is highly resistant to fire. It is a major pest of agriculture and forestry, and is also a major pest of native vegetation and the environment.

**Control**  
 Mikania vine can be controlled using a variety of methods, including manual control, mechanical control, and chemical control. Manual control involves pulling or slashing the plants, while mechanical control involves mowing or cutting the plants. Chemical control involves the use of herbicides.

# Pest Fact – *Mikania micrantha* - cont



### Methods of spread

Mikania can be spread by wind-blown seeds, but also by human and animal activity. It is a very hardy species and can survive in a wide range of environments. It is also a very fast-growing species and can quickly establish itself in new areas.

### Habitat and distribution

Mikania is a native species of South America, but has become a major weed in many other parts of the world. It is particularly common in tropical and subtropical regions, but can also be found in temperate zones. It is a very adaptable species and can grow in a wide range of habitats, including forests, grasslands, and agricultural areas.

### Control methods

Mikania can be controlled using a variety of methods, including mechanical, chemical, and biological control. Mechanical control involves pulling or cutting the plants, while chemical control involves the use of herbicides. Biological control involves the use of natural enemies, such as insects and fungi, to control the population of the weed.

### Further information

For more information on Mikania micrantha, please contact your local agricultural extension office. You can also find more information on the Mikania micrantha website, which provides a comprehensive overview of the weed and its control methods.



Figure 1. Mikania micrantha growing in a rural area. Photo: [Source]







## *Mikania micrantha*: Previous biocontrol efforts

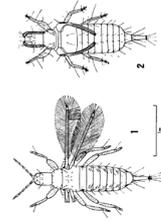
Michael Day  
Biosecurity Queensland

## Initial program

- Formal biocontrol program started in 1970s
- CABI conducted surveys in Central & South America
- 9 major & > 20 minor natural enemies found
  - *Acalitus* sp. (Eriophyiidae)
  - *Liothrips mikaniae* (Phloeothripidae)
  - *Teleonemia* sp. (Tingidae)
  - *Desmogramma conjuncta* (Chrysomelidae)
  - *Physimerus pygmaeus* (Chrysomelidae)
  - *Omoplata* spp. (Chrysomelidae)
  - *Apion luteirostre* (Apionidae)
  - *Pseudoderelomus baridiiformis* (Curculionidae)

## *Liothrips mikaniae*

- Most promising
- Colombia, Costa Rica, Peru, Surinam, Trinidad & Venezuela
- Restricted to sunny areas
- Feed in groups on undersurface of leaves
- Host specificity testing against 37 species
- Introduced into Solomons (1988) & Malaysia (1990)
  - failed to establish in either country



Cock 1982

## Subsequent programs

- 1988-89 CABI surveyed Brazil for pathogens
- 8 species found
  - *Asperisporium mikaniae* comb. nov.
  - *Asperisporium mikaniigena* comb. nov.
  - *Basidiophora montana*
  - *Cercospora mikaniicola*
  - *Mycosphaerella mikania-micranthae* sp. nov.
  - *Pseudocercospora plunketii* comb. nov.
  - *Puccinia spegazzinii*
  - *Septoria mikania-micranthae*
- A total of 43 pathogens recorded on mikania
- 3 spp. most promising



## Subsequent programs – cont.

- 1996 new project began in India
- 1996-99 CABI surveyed in Central & Sth America
- 3 rust spp. found
  - *Dietelia portoricensis*
  - *D. mesoamericana* sp. nov.
- *P. spgazzinii* – most promising
  - Found in 6 countries
  - Released in India 2005 & 2006
  - Also released in China (2006), Taiwan (2008), PNG & Fiji (2009) & Vanuatu (2012)



© Brian D. Burrows/ARCC, 2010

Department of Agriculture, Fisheries and Forestry

## Other agents - *Actinote* spp.

- *A. anteas* & *A. thalia pyrria*
- Nymphalidae
- Defoliates plants, kills stems
- Introduced into Indonesia to control chromolaena
  - assists in controlling mikania
- Imported into Fiji
- Host testing commenced
- Colony died out prior to release
- Recent off-target damage reported
- Further testing required



© Brian D. Burrows/ARCC, 2010

Department of Agriculture, Fisheries and Forestry

## *Puccinia spegazzinii*: Host specificity, biology & mass-rearing

Michael Day  
Biosecurity Queensland

## Background

- Autoecious, microcyclic
- Attacks leaves, petioles & stems
- CABI collected 11 strains in 6 countries
- Argentina, Brazil, Costa Rica, Ecuador (E & W), Peru & Trinidad



## Pathogenocity

- Strains vary in effectiveness against mikania in different countries
- Suggests multiple introductions with countries having mikania of different origins
- India (Kerala) – Trinidad strain
- India (Assam) – Peru strain
- China, Taiwan, Pacific – E. Ecuador

	Arg.	Brazil	C.R.	E.E.	W.E.	Peru	Trin.
Fiji	4	3	4	4+	4	4-	4
PNG	4	3	4	4+	4	4	4

## Host specificity

- Host testing on over 175 species, covering 48 families
- 66 spp. in Asteraceae; 14 spp. in Eupatoriaceae
- 55 spp. tested by CABI
- 74 spp. tested in India
- 72 spp. tested in China
- 11 spp. tested on behalf of PNG & Fiji
- Pustules develop only on *M. micrantha* & *M. cordata*

## Studies in PNG

- Imported into Fiji & PNG Nov 2008
- Mass reared by NARI
- Biology studies conducted
- Various culturing methods tried



© State of Queensland, 2015

Department of Agriculture, Fisheries and Forestry

## Culturing method

- 3-4 week old cuttings with 3-4 pairs of leaves placed under large plants with mature pustules
- Left in sealed perspex box for 48 hrs @ 26°C
- Placed in screenhouse for pustules to develop



© State of Queensland, 2015

Department of Agriculture, Fisheries and Forestry



© State of Queensland, 2015

Department of Agriculture, Fisheries and Forestry

## Life cycle



Chlorotic spots after 6 days



Basidiospores after 15 days (3 mm)



Teliospores after 11 days

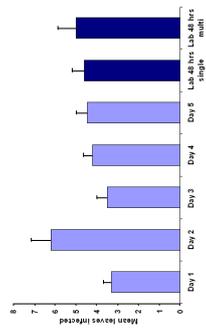
© State of Queensland, 2015

Department of Agriculture, Fisheries and Forestry

## Field inoculation method



- 50 cups placed in field where rust is well established
- 10 cups removed each day
- Plants held for pustule d'ment
- Plants left in the field for 4-5 days gives good infection



© 2016 by D. G. G. G. G. G.

Department of Agriculture, Fisheries and Forestry

### Biological Control of Mile-a-minute Weed (*Mikania micrantha*) in the Pacific Islands

**Introduction**

**Biological Control**

**Monitoring and Evaluation**

**Summary**

**References**

**Acknowledgements**

### NA WA BOSUCU (*Mikania micrantha*) NA TUBU KEI NA KENA TAROVI NA WA BOSUCU

**Mikania micrantha (PACHING GRASS)**

**Long Nowa, Koroheke**

**Best Inoculation Method**

**Long Nowa, Koroheke**

**Best Inoculation Method**

## *Puccinia spegazzinii*: Potential impacts, field release & establishment in the Pacific

Michael Day  
Biosecurity Queensland

## Overview



- Laboratory & field impact trials
- Field release
- Field establishment & analysis



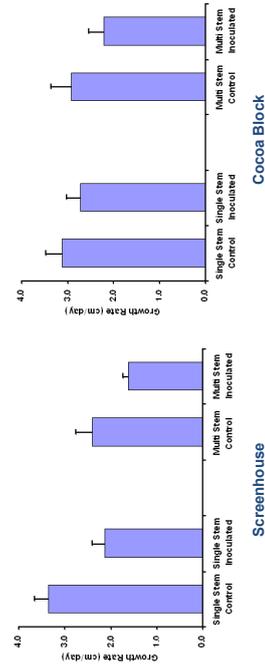
## Comparative growth experiments (PNG)

- Paired trials using inoculated & control plants
- Height/length of stem
- No. nodes
- Dry weight
- Single- & multiple-stemmed plants
- Quarantine, shadehouse, full sun, under cocoa



## Comparative growth experiments (PNG)

rust significantly reduced growth rate, new nodes & final dry weight



## Field Releases & Establishment



- Released potted plants with 2-week old pustules
- Released >570 sites in 15 provinces in PNG
- Released >100 sites on 4 islands -Fiji
- Releases just commenced in Vanuatu

© State of Queensland, 2015

Department of Agriculture, Fisheries and Forestry

## Field Releases & Establishment

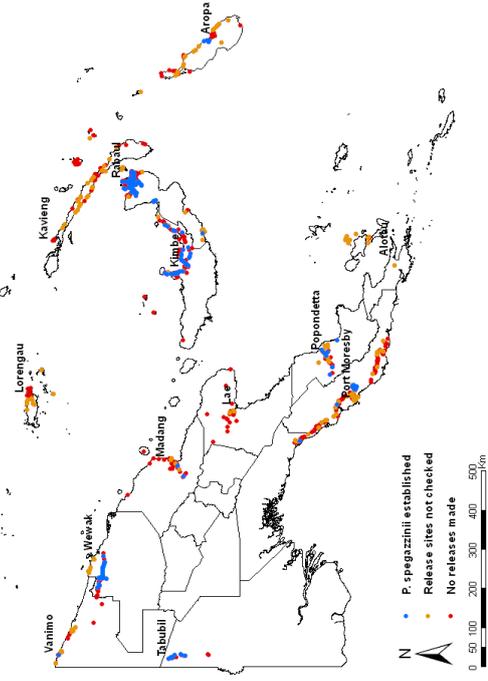


- Rust at ~360 sites in 12 provinces in PNG
  - spread >37 km
  - poor establ. in dry or low areas
- Rust at 25 sites in Fiji
  - some spread
- Rust at 3 sites in Vanuatu
  - releases continuing

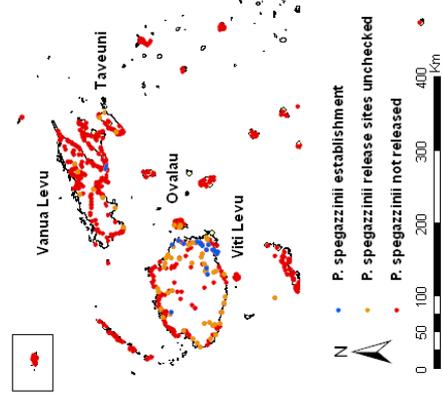
© State of Queensland, 2015

Department of Agriculture, Fisheries and Forestry

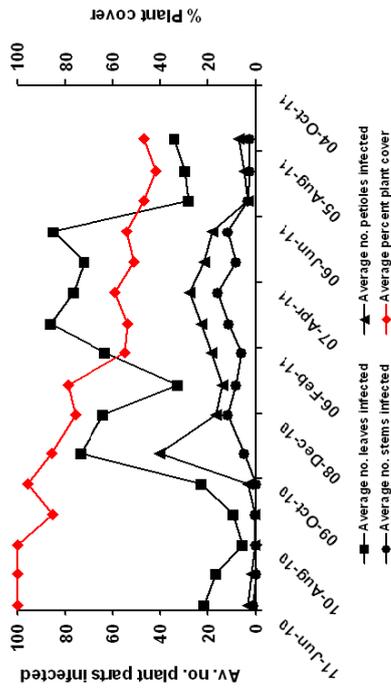
## *P. spegazzinii* status in PNG



## *P. spegazzinii* status in Fiji

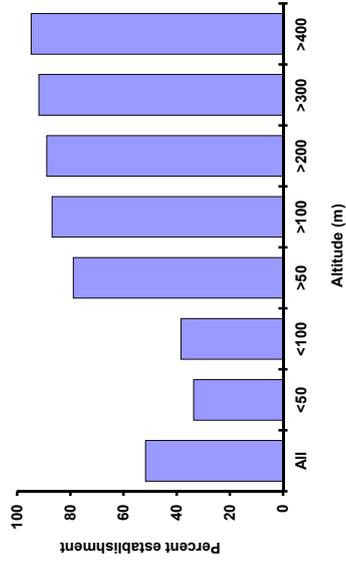


### Field Monitoring at Tavilo, PNG



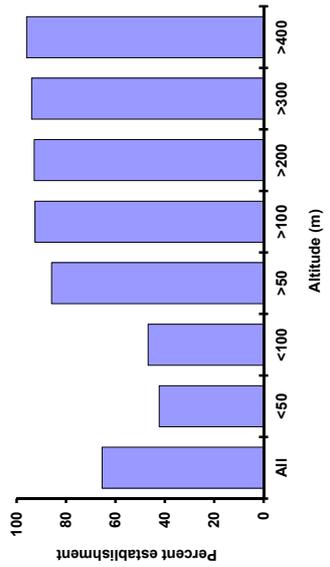
### Field establishment analysis

% establishment increases with height asl (n=369 sites)



### Field presence analysis

% sites with rust increases with height asl (497 sites)



## 應用銹病菌防治臺灣、印度、中國之小花蔓澤蘭

曾敏南<sup>1,2</sup>、黃子葳<sup>1</sup>、余淳維<sup>1</sup>、邱仕豪<sup>1</sup>、張孝齊<sup>1</sup>、周泳成<sup>3</sup>、盧柏松<sup>3</sup>、  
黃德昌<sup>2</sup>、羅伯特。皮納<sup>4</sup>、卡羅。艾莉森<sup>5</sup>、曾顯雄<sup>1</sup>

<sup>1</sup>國立台灣大學植物病理與微生物學系；<sup>2</sup>行政院農委會高雄區農業改良場；<sup>3</sup>行政院農委會台東區農業改良場；<sup>4</sup>亞蔬—世界蔬菜中心；<sup>5</sup>英聯邦國際農業總署生物科技研究所

### 摘要

小花蔓澤蘭入侵台灣由南向北蔓延，為害農地、林地約3萬5千公頃，造成農業損失及生態平衡之破壞。防治方法不外乎藥劑、人工伐除或生物防治，但因小花蔓澤蘭生長旺盛，並產生巨量之種子，容易傳播，故防除不易。防治入侵雜草，大多皆以引進原產地之真菌天敵，而澳洲、阿根廷等地已有防治成功之案例。故由英國之CABI (Commonwealth Agricultural Bureau, International) 引進小花蔓澤蘭之銹病菌天敵 *Puccinia spegazzinii*，於亞蔬之基改溫室進行寄主範圍檢測，釐清無生物安全性疑慮後，2008年5月於高雄扇平、六龜釋放。目前已建立族群，散播侵染野生小花蔓澤蘭之面積，達到4500平方公里。未來將設立永久樣區，以評估其壓制小花蔓澤蘭及恢復本土生態系之成效和時程。在印度、中國也由英國引進銹病菌天敵 *Puccinia spegazzinii* 防治小花蔓澤蘭，其成效仍在評估中。

關鍵辭：小花蔓澤蘭、古典生物防治、銹病菌天敵

## Using *Puccinia spegazzinii* to control Mikania weed in Taiwan, India and China

M. N. Tseng,<sup>1,2</sup> T. W. Huang,<sup>1</sup> P. W. Yu,<sup>1</sup> S. H. Chiu,<sup>3</sup> S. C. Chang,<sup>1</sup> Y. C. Chou,<sup>1</sup> S. P. Lu,<sup>3</sup> T. C. Huang,<sup>2</sup> R. Pena,<sup>4</sup> C. A. Ellison,<sup>5</sup> S. S. Tzean<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Plant Pathology and Microbiology National Taiwan University.

<sup>2</sup>Kao-Hsiung District Experimental Station, council of Agriculture. <sup>3</sup>Tai-Tung District Experimental Station, Council of Agriculture. <sup>4</sup>Asia-World Vegetable Research Center, Tainan. <sup>5</sup>Biological Science, Commonwealth Agricultural Bureau International, UK.

Mikania weed was accidentally introduced into Taiwan in 1980 or so. It spread rapidly from south to north, devastated the agro-forest vegetations and ecosystem. Control of the invasive alien weed mainly relied on physical slashing and chemical herbicide. However, due to the distinctly quick growth rate and huge amount of seeds produced and easy spread character, successful control cannot be accomplished easily. In light of the successful examples by classic bio-control of the invasive weeds using rust fungi in Argentina, Chile and Australia, we introduced the natural enemy of Mikania weed, *Puccinia spegazzinii* from Commonwealth Agricultural Bureau International (CABI), UK. The population was built up in AVRDC, Tainan. After the bio-safety proved based on the host specificity test, and approval by Bureau of Animal and Plant Health Investigation and Quarantine (BAPHIQ), the rust was released in Kao-Hsiung County in May 2008. The released rust was established and infected the Mikania weed in the fields in 9 southern and central counties, covering 4,500 square kilometer. We anticipate the population of the invasive weed can be notably suppressed and the balance of ecosystem restored eventually. India and China also introduced *P. spegazzinii* from UK, after scrutinous host specificity test, the rust was released and estimation of control efficacy was undergoing.

**Keyword:** Mikania weed, classic biological control, *Puccinia spegazzinii*

## 應用古典生物防治法 防治入侵之小花蔓澤蘭

曾敏南<sup>1,2</sup>、黃子蕙<sup>1</sup>、余泮維<sup>1</sup>、邱仕豪<sup>1</sup>、張孝齊<sup>1</sup>、周泳成<sup>3</sup>、  
盧柏齡<sup>3</sup>、黃德昌<sup>2</sup>、羅伯特·皮納<sup>4</sup>、卡羅·艾莉森<sup>5</sup>、曾顯輝<sup>1</sup>

<sup>1</sup>國立台灣大學植物病理與微生物學系；<sup>2</sup>行政院農業委員會高雄  
區農業改良場；<sup>3</sup>行政院農業委員會台東區農業改良場；<sup>4</sup>亞蔬－  
世界蔬菜中心；<sup>5</sup>英聯邦國際糧署生物科技研究所

1

## 代表性之入侵植物

- 水生植物: 布袋蓮
- 菊科植物: 小花蔓澤蘭、香澤蘭
- 豆科植物: 刺軸含羞木、銀合歡
- 禾本科植物: 超過400種
- 寄生植物: 平原菟絲子(*Cucuya campestris*)、日本菟絲子(*C. japonica*)

陳永富·陳靜波·2004 2

## 微生物性殺草劑

- 雜草之防治
- 化學防治(殺草劑)
  - 物理防治(人工伐除)
  - 生物防治(昆蟲寄生、取食、真菌寄生)
  - 商業化之真菌性殺蟲劑
- Colletotrichum gleosporioides* f. sp. *aeschynomene* (Collego)  
防治大豆田之豆科雜草 *Aeschynomene virginica*  
*Phytophthora palmivora* (Devine)(1981)  
防治柑桔園雜草 *Morrenia odorata*  
*Alternaria casiae* (CASST)  
防治 *Cassta obtusifolia*  
*Colletotrichum gleosporoides* f. sp. *cuscuta*  
防治大豆田菟絲子
- 真菌性殺草劑之類別
- Inundatic biocontrol/ endemic weed  
Classic biocontrol/ invasive weed

3

## 於野外生長之小花蔓澤蘭

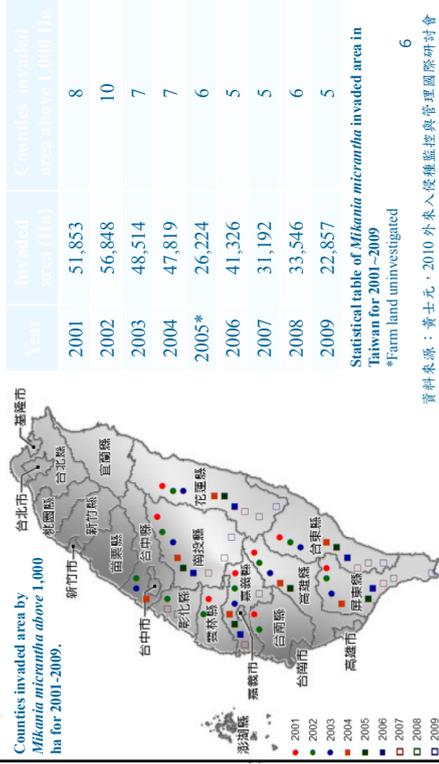


## 小花蔓澤蘭在國內之蔓延為害



5

## 小花蔓澤蘭在台灣之發生



6

## 小花蔓澤蘭造成的衝擊

- 小花蔓澤蘭確定是一種入侵的雜草。
- 造成社會經濟的重大損失。
- 對入侵棲地的原生植群之組成和結構及生態系造成嚴重之衝擊。
- 影響當地物種多樣性的維持及穩定。
- 以積極的態度來加強防除的工作，避免造成台灣陸域生態系的浩劫。

7

## 小花蔓澤蘭防治與管理

小花蔓澤蘭防治包括：

- 生物防除
- 育林措施
- 藥劑防除
- 森林健康管理

目前仍無法有效抑制其蔓延猖獗為害。

(陳阿興等，2003)

彰化縣田中鎮除蔓後情形  
Weed's vine eliminated at  
Tianjhoung, Changhua  
County  
(行政院農委會林務局)

南投縣中寮鄉除蔓工作  
Eliminating *M. micrantha*  
at Chungliao, Nantou  
County

## 生物防治

- 本地雜草
  - 利用本土病原真菌、植食性昆蟲
  - 淹沒式防治 (inundative control)
- 外來入侵雜草
  - 引進外來病原真菌、外來植食性昆蟲天敵
  - 古典式防治 (classic biological control)

## 本地雜草生物防治成功之案例

- 真菌殺草劑 (bioherbicides)
  - Collego®
    - 棕角長孢炭疽菌 (*Collectotrichum gloeosporioides* f. sp. *aeschynomene*) / 維州皂角 (*Aeschynomene virginica*)
  - DeVine®
    - 棕闊疫病菌 (*Phytophthora palmivora*) / 臭扁藤 (*Morrenia odorata*)
- 藥毒所公害防治組 (2004)
  - 炭疽病菌 (*Colletotrichum* sp. CUSCA 02) / 平原莧綠子 (*Cuscuta campestris*)

資料來源：高福生、曾經洲、洪巧珍、蘇勇勝、蕭春家，作物診斷與農藥安全使用手冊

## 外來入侵雜草生物防治成功案例

- 澳洲 (1971)  
Skelton weed (*Chondrilla juncea*)  
/ Rust (*Puccinia chondrillina*)  
藍草
- 智利 (1973)  
Blackberry (*Rubus* spp.)  
/ Rust (*Phragmidium violaceum*)
- 南非 (1987)  
Weeping Wattle (*Acacia saligna*)  
/ Rust (*Uromycladum tepperianum*)  
柳葉相思樹

References:  
1. Barry J. Littlefield. 1981. Biology of the Plant Rust. Iowa State Univ. Press.  
2. Systematic Mycology and Microbiology Laboratory, ARS, USDA. 9 April 2007. Invasive Fungus 12. *Uromycladum tepperianum* on *Acacia* spp.

## 小花蔓澤蘭在台灣之防治策略

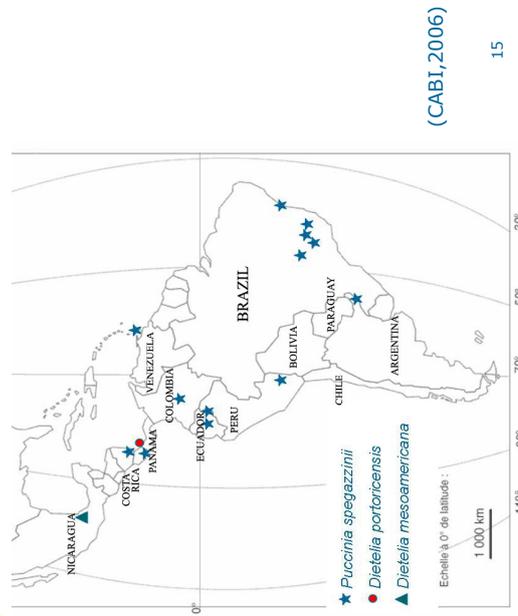
- 引入小花原產地之銹病菌天敵
  - 古典式生物防治
- 分離、鑑定、保存、應用本土病原真菌
  - 淹沒式生物防治

13

## 應用古典生物防治法 防治入侵之小花蔓澤蘭

14

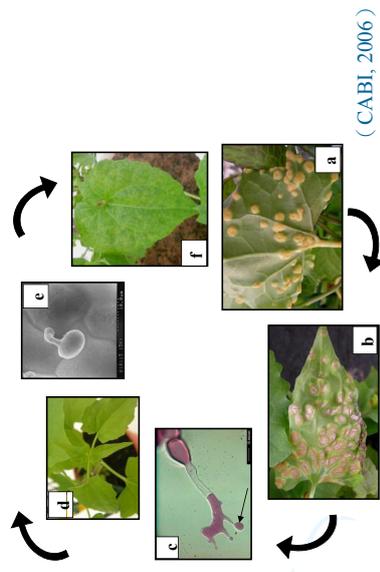
## 小花蔓澤蘭之銹病菌天敵在中南美洲之分布



(CABI, 2006)

15

## 銹病菌天敵 *Puccinia spegazzinii* 生活史



(CABI, 2006)

## 入侵台灣之小花蔓澤蘭 古典生物防治

- 合作單位
  - 英國 Dr. Carol. A. Ellison (CABI)
    - 提供小花蔓澤蘭之真菌天敵 *Puccinia spegazzinii* 技術諮詢
  - 亞洲 - 世界蔬菜研究中心 Dr. Robert De La Pena
    - 提供植物基改溫室以及相關病原性測定之協助
  - 國立台灣大植微系 Dr. S. S. Tzean
    - 古典生物防治策略擬定、執行
  - 行政院農委會國際合作處、防檢局、林務局
    - 提供研究經費及行政支援

17

## 小花蔓澤蘭銹病菌 *Puccinia spegazzinii* 之引進

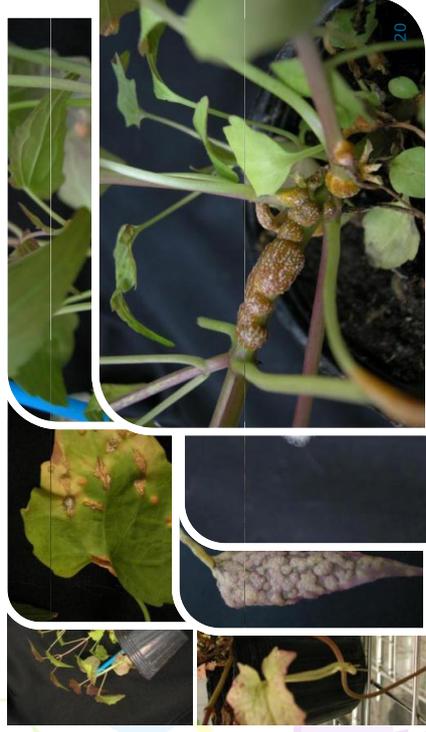


## 基改溫室內小花蔓澤蘭銹病菌之大量繁殖及其寄主專一性檢測



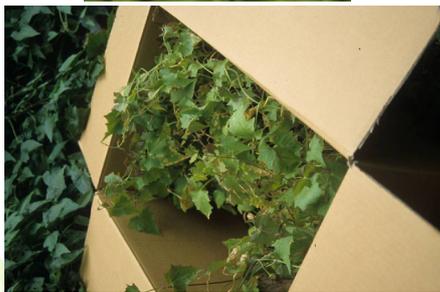
19

## 溫室接種小花蔓澤蘭



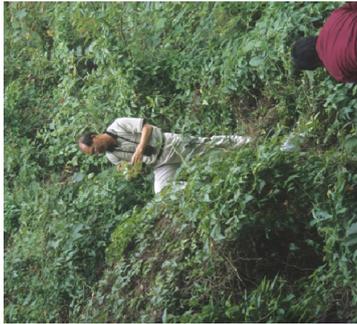


銹病菌接種源之製備：高雄六龜、扇平圃丘陵地釋放



25

於高雄扇平、六龜釋放小花蔓澤蘭銹病菌天敵  
*Puccinia spegazzinii*



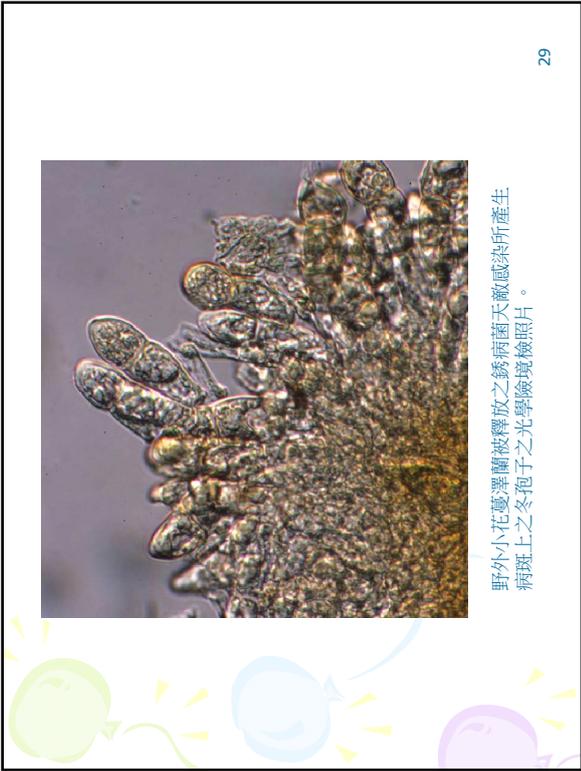
26



27



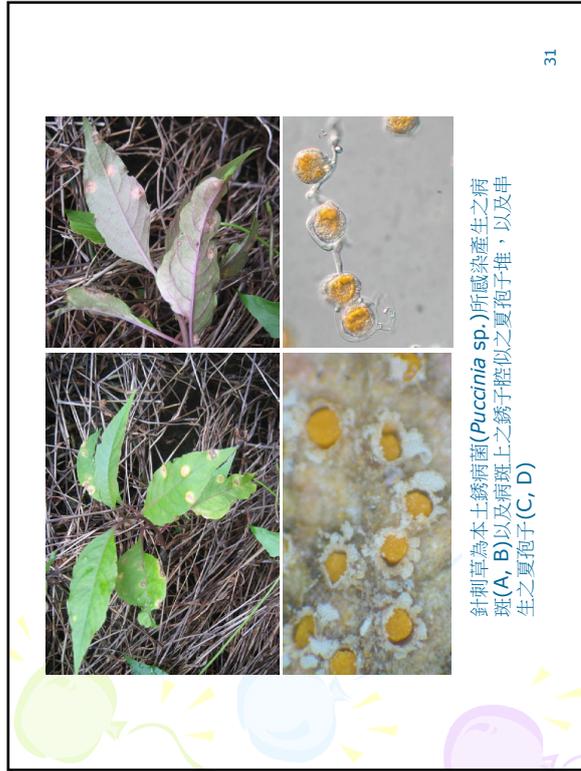
人工釋放引進之銹病菌  
(*Puccinia spegazzinii*) 天敵  
侵染野生小花蔓澤蘭所產生  
之隆起壞疽病斑。



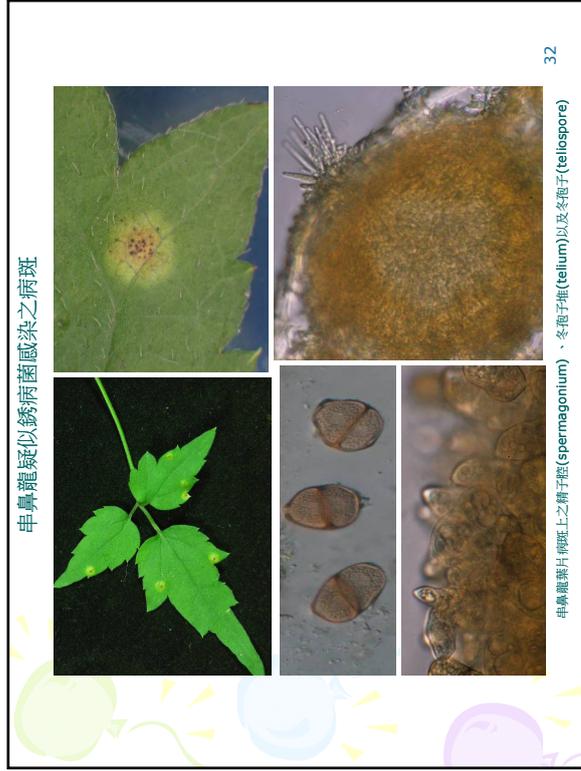
29



30



31



32

- 中文名稱：針刺草
- 英文名稱：Few lower Codonacanthus
- 學名：*Codonacanthus pauciflorus* (Nees) Nees
- 學名：*Codonacanthus pauciflorus* Nees
- 學名：*Asystasia pauciflora* Nees Wall.
- 科名：爵床科(Acanthaceae) 針刺草屬 (Staurogyne)
- 別名：抱壁蟬螂、鐘刺草、鐘花草、有盛草、角推羽、Raiikaika
- 中文名稱：串鼻藤
- 英文名稱：Gourian Clematis
- 學名：*Clematis grata* Wall.
- 學名：*Clematis gouriana* Roxb.
- 學名：*Clematis gouriana* Roxb. ex DC. subsp. *lshanensis* Yang & Huang
- 科名：毛茛科(Ranunculaceae) 鐵線蓮屬 (*Clematis*)
- 別名：台灣鐵線蓮、鐵線蓮、紫山小囊衣藤、緞鼻草、威靈仙、威珍仙
- 中文名稱：大花咸豐草
- 英文名稱：big bidens
- 學名：*Bidens pilosa* var. *radiata*
- 科名：菊科鬼針草屬
- 別名：大花鬼針草、白花婆婆針、恰查某

33

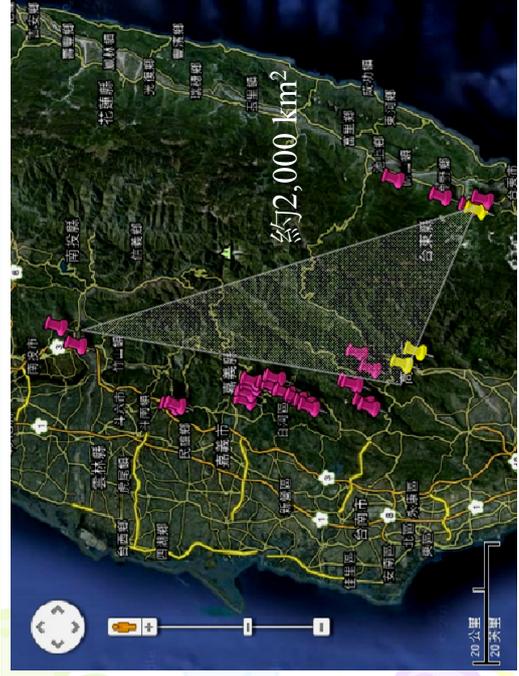
## 引入之小花蔓澤蘭銹病菌天敵簡介

- ✓ 台大應用真菌研究室2003年和CABI Bioscience之Dr. Ellison合作，於2004年將台灣之小花蔓澤蘭以及蔓澤蘭種子寄給Dr. Ellison，進行罹病性檢測後，引進小花蔓澤蘭銹病菌 (*Puccinia spegazzinii*) 作為生物防治。
- ✓ 該銹病菌 (*P. spegazzinii*) 為絕對寄生菌，無法人工培養，故於亞洲-世界蔬菜研究中心 (Asian World Vegetable Research Center, AWVRC) 利用小花蔓澤蘭人工接種此銹病菌，加以大量繁殖，以當為田林間釋放之接種源。
- ✓ 經防檢局評估、審核其生物安全性後，於2008年首次施放，地點為林務局屏東林區管理處六龜工作站所轄之苗圃，以及台東賓朗果園，以檢測其生物防治成效。

## 銹病菌天敵之生物安全性

- ✓ 已於亞洲－蔬菜世界中心，進行此銹病菌天敵之病原性 (pathogenicity) 和寄主範圍 (host range) 測定。
- ✓ 已完成測試本國包括45科112種以上之主要農園藝、森林作物，證實此銹病菌除小花蔓澤蘭外，對所有之作物皆不具病原性。

## 野外調查之銹病菌族群分佈面積估算



Field Investigation

六龜苗圃 (高雄市)  
N22° 58'02.8", E120° 39'08.8"



Field Investigation

屏科大樣區  
N22° 38'27.8", E120° 36'57.7"



Field Investigation 台20線89km路邊 N23° 08' 37.9", E120° 44' 56.0" (南橫)



2012年3月

2012年5月



Field Investigation

省道20號195km路邊 (南橫)  
N23° 08'20.6", E121° 06'11.7"



Field Investigation

屏東縣太麻里鄉佳崙產業道路  
N22° 37'05.9", E120° 59'26.2"



Field Investigation

南迴455km  
N22° 15'09.6", E120° 50'21.3"



Field Investigation

茂林國家森林茂林道路  
N22° 54'53.3", E120° 40'59.2"



Field Investigations

- A. 南投名間
- B. 雲林古坑
- C. 南投魚池
- D. 嘉義梅山
- E. 彰化新社
- F. 苗栗獅潭

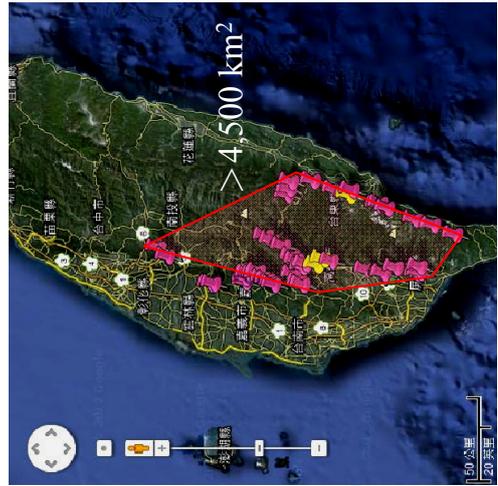


(毒試所，謝玉貞博士)

### 野外調查銹病菌感染等級表

No.	地點	衛星定位	感染等級	Note
1	扇平	N22 96'20.8", E120 66'55.3"	2	高雄市
2	寶來	N23 10'80.5", E120 70'28.2"	3	高雄市
3	省道120號往甲仙方向	N23 07'08.2", E120 65'54.5"	3	高雄市
4	綠色隧道	N22 47'58.1", E121 05'47.8"	1	台東縣
5	陸橋分岔	N22 49'43.5", E121 04'37.7"	1	台東縣
6	寶樹果園斜坡	N22 48'53.4", E121 04'14.3"	1	台東縣
7	省道9號鹿野鄉路邊	N22 53'57.9", E121 06'15.8"	1	台東縣
8	省道9號關山鎮路邊	N23 00'46.3", E121 09'02.0"	1	台東縣
9	省道20號往那瑪夏方向路邊山壁	N23 04'22.9", E120 32'45.2"	1	台南市
10	省道20號往那瑪夏方向路邊山壁	N23 06'47.9", E120 36'24.7"	1	台南市
11	省道12號往那瑪夏方向路邊	N23 07'12.0", E120 36'44.4"	3	高雄市
12	省道3號355km路邊小斜坡	N23 13'10.7", E120 32'46.9"	4	嘉義縣
13	省道3號355km路邊山壁	N23 13'52.4", E120 33'32.9"	1	嘉義縣
14	省道3號346km路邊	N23 15'04.9", E120 34'23.7"	4	嘉義縣
15	省道3號340km路邊	N23 16'43.1", E120 35'13.6"	1	嘉義縣
16	省道3號335km路邊	N23 18'26.5", E120 36'05.7"	1	嘉義縣
17	省道3號333km路邊	N23 18'10.6", E120 37'26.9"	1	嘉義縣
18	省道3號327km路邊	N23 19'14.1", E120 36'26.3"	1	嘉義縣
19	省道3號322.5km路邊	N23 21'27.7", E120 36'56.2"	3	嘉義縣
20	省道3號315km路邊	N23 21'30.4", E120 36'04.5"	1	嘉義縣
21	省道3號310km路邊	N23 22'14.1", E120 35'08.7"	2	嘉義縣
22	省道3號300.5km路邊	N23 22'23.6", E120 33'46.9"	4	嘉義縣
23	省道3號275km路邊岔路	N23 22'21.3", E120 33'06.7"	1	嘉義縣
24	省道3號273.5km海山鄉三龜潭旁山路	N23 33'05.5", E120 33'03.6"	1	嘉義縣
25	省道3號229km往名間間的公路邊	N23 46'46.1", E120 42'43.7"	1	南投縣
26	152縣道54.5km集集鎮往名間路邊坡地	N23 49'41.8", E120 45'43.8"	3	南投縣

### 野外調查銹病菌播範圍估計圖

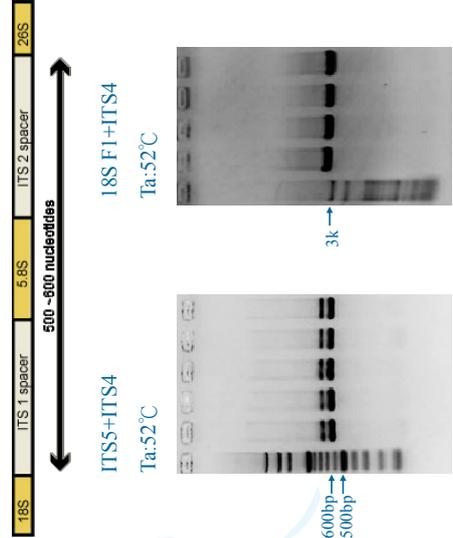


(OziExplorer)

### 野外調查銹病菌感染等級表

No.	地點	衛星定位	感染等級	Note
27	台南市縣道179號2.5km路邊山壁	N23 05'05.0", E120 33'42.8"	2	台南市
28	省加209號81.5km路邊	N23 07'10.3", E120 42'35.6"	1	高雄市
29	省加209號89km路邊	N23 08'38.2", E120 44'55.6"	4	高雄市
30	省加209號7km路邊	N23 10'17.0", E120 46'31.1"	1	高雄市
31	省加209號95km路邊山壁	N23 10'21.3", E120 46'33.7"	2	高雄市
32	省加209號103km路邊	N23 13'44.9", E120 48'29.5"	1	高雄市
33	省加209號108.5km路邊	N23 15'46.1", E120 48'11.1"	2	高雄市
34	省加209號201.5km路邊	N23 07'52.5", E121 08'55.5"	1	台東縣
35	省加209號195km路邊	N23 08'20.6", E121 06'11.7"	4	台東縣
36	省加209號190km路邊	N23 09'07.3", E121 04'08.4"	1-2	台東縣
37	屏東縣太麻里鄉小山路	N22 38'58.9", E121 01'04.2"	1	台東縣
38	屏東縣太麻里鄉佳港產業道路	N22 39'51.2", E121 00'45.8"	1	台東縣
39	屏東縣太麻里鄉佳港產業道路	N22 36'50.6", E120 59'41.1"	1	台東縣
40	屏東縣太麻里鄉佳港產業道路	N22 37'05.9", E120 59'26.2"	2-3	台東縣
41	屏東縣空港鄉大崙工業區產業道路	N22 27'52.9", E120 55'42.9"	1-2	台東縣
42	屏東縣空港鄉新產業道路	N22 22'09.3", E120 53'45.1"	2	台東縣
43	縣道455km	N22 15'09.6", E120 50'21.3"	1	台東縣
44	縣道455.2km	N22 43'32.2", E120 38'01.6"	1	屏東縣
45	茂林國家森林浴林道路	N22 54'53.3", E120 40'59.2"	2	高雄市
46	省加208號2.5km路邊	N23 03'13.6", E120 40'02.7"	3	高雄市
47	屏東科技大學路右彎斜坡路邊	N22 38'31.1", E120 36'56.5"	2	屏東縣
48	屏東科技大學操場	N22 38'27.8", E120 36'57.7"	4	屏東縣
49	屏東縣道185號香園路邊	N22 37'54.1", E120 38'40.3"	1	屏東縣
50	屏東縣道106號4.5km路邊	N22 34'12.0", E120 38'40.3"	1	屏東縣
51	屏東縣春日鄉屏東縣道132號2km路邊	N22 26'33.4", E120 39'03.0"	1	屏東縣
52	屏東縣縣道112號2km路邊	N22 26'33.7", E120 37'15.4"	2	屏東縣
53	屏東縣縣道185號58.5km占山公路路邊	N22 27'28.0", E120 36'49.9"	1	屏東縣

### Puccinia spegazzinii Genetic Identification



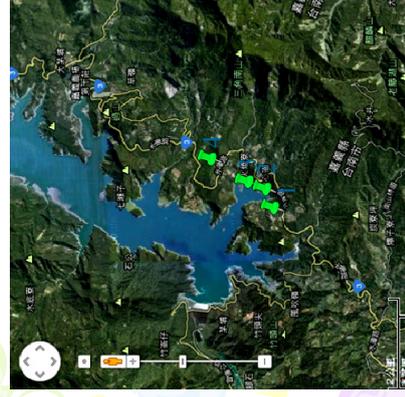
## Puccinia spegazzinii Genetic Identification

		Percent Identity						
Divergence		1	2	3	4	5	6	7
1	20120110 2 ITS.seq	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
2	20120110 8 ITS.seq	0.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
3	20120110 13 ITS.seq	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
4	20120110 16 ITS.seq	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0	100.0
5	20120110 18 ITS.seq	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
6	AVRDC puccinia.seq	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0
7	1_ITS45_ITS4.seq	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0

## Puccinia spegazzinii Genetic Identification

		Percent Identity						
Divergence		1	2	3	4	5	6	7
1	1. 20120328 site 2	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
2	2. 20120328 site 5	0.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
3	3. 20120328 site 7	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
4	4. 20120328 site 9	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0	100.0
5	5. 六龜苗圃	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
6	6. 台27及台27甲交界	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0
7	7. AVRDC Puccinia	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0

## 永久監測樣區的設立



- ✓ 樣區大小為3公尺見方
- ✓ 較潮濕的丘陵山地
- ✓ 海拔高度約300-500公尺
- ✓ 較不易遭人為破壞

縣市	鄉鎮(場/村)	樣區名稱
新竹縣	寶山	頭屋
苗栗縣	通霄	東勢
台中市	太平	二水
彰化縣	員林	魚池鄉
南投縣	名間	信義
雲林縣	斗六	
嘉義縣	梅山	
高雄市	六龜	

樣區No.1 (嘉義縣曾文水庫)  
N23°13'52.42", E120°33'33.18"

- ✓ 感染等級0-4
- ✓ 近水溝，較潮濕
- ✓ 緩坡地



樣區No.2 (嘉義縣曾文水庫)  
N23°13'58.41", E120°33'48.00"

- ✓ 感染等級0-1
- ✓ 有遮蔭
- ✓ 地形平坦，植相較立體



樣區No.3 (嘉義縣曾文水庫)  
N23°14'10.63", E120°33'53.13"

- ✓ 感染等級0-4
- ✓ 較無遮蔭
- ✓ 地形平坦，植相較立體



樣區No.4 (嘉義縣曾文水庫)  
N23°14'36.69", E120°34'11.38"

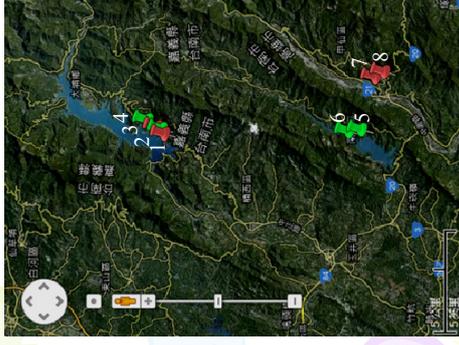
- ✓ 感染等級0-1
- ✓ 較無遮蔭
- ✓ 坡地



## 長期監測樣區之調查項目

- ✓ 樣區內之自然環境
- ✓ 樣區內小花蔓澤蘭數量、生長狀況、覆蓋度與被銹病菌感染之情形
- ✓ 樣區內植被種類（非小花蔓澤蘭）數量、生長狀況與覆蓋度

## 永久監測樣區的設立



1. N23°13'52.42", E120°33'33.18" (嘉義)
2. N23°13'58.41", E120°33'48.00" (嘉義)
3. N23°14'10.63", E120°33'53.13" (嘉義)
4. N23°14'36.69", E120°34'11.38" (嘉義)
5. N23°05'28.60", E120°33'45.14" (台南)
6. N23°06'00.00", E120°33'39.80" (台南)
7. N23°04'45.21", E120°36'04.82" (高雄)
8. N23°04'30.42", E120°36'28.84" (高雄)

## 永久監測樣區的設立

1. N23°13'52.42", E120°33'33.18" (嘉義縣曾文水庫)



## 永久監測樣區的調查

1. N23°13'52.42", E120°33'33.18" (嘉義縣曾文水庫)



長期監測樣區1	2012年10月	2012年11月	2012年12月
單位面積小花蔓澤蘭葉片數	62	60	34
單位面積感染葉片數	27	23	8
小花蔓澤蘭覆蓋度百分比	90	86	44

## 永久監測樣區的調查

2. N23°13'58.41", E120°33'48.00" (嘉義縣曾文水庫)



長期監測樣區2	2012年10月	2012年11月	2012年12月
單位面積小花蔓澤蘭葉片數	48	30	32
單位面積感染葉片數	3	2	0
小花蔓澤蘭覆蓋度百分比	75	50	55

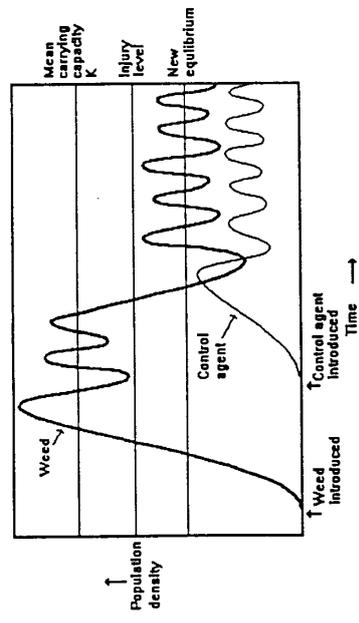
## 結論

- ✓ 野外調查的結果初估得知，引進之小花蔓澤蘭銹病菌天敵其於台灣已散播至屏東、高雄、台南、嘉義、南投、雲林、彰化、台中、苗栗、台東，範圍已達4,500平方公里以上。
- ✓ 目前已於嘉義、台南與高雄三縣市選立八個面積為九平方公尺小花蔓澤蘭入侵的野地作為長期監控樣區，並已開始進行野外觀察、追蹤。
- ✓ 利用分子檢測的方式可以確定目前於台灣各地所採集到之銹病菌樣品皆為同一種銹病菌，為當初所釋放之銹病菌天敵 *Puccinia spegazzinii*。

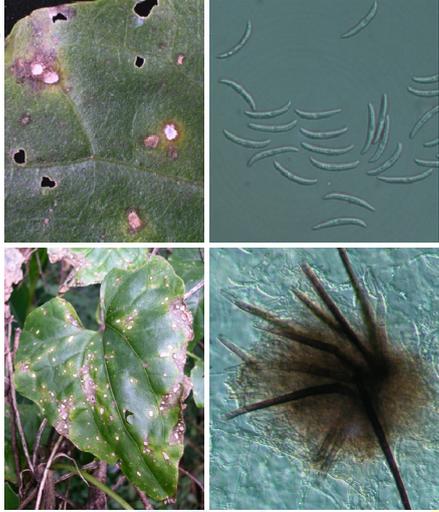
## 未來工作

- ✓ 定期進行長期監控樣區之野外調查，並參考文獻科學化分析評估所得之結果。
- ✓ 持續調查銹病菌散播範圍及其安全性之監測。
- ✓ 小花蔓澤蘭古典生物防治研討會之舉行。
- ✓ 本土可感染小花之病原真菌種資料庫之彙整。

## Changes in weed density before & after the establishment of biocontrol agents

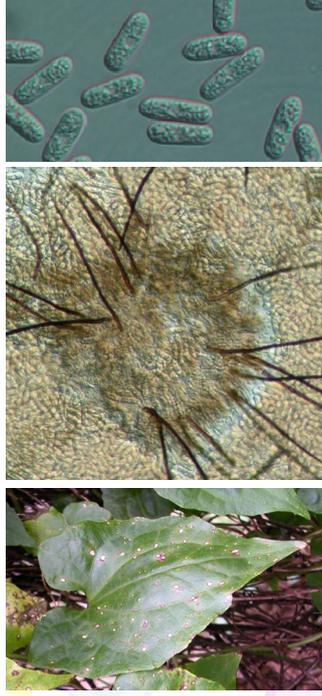


# Collectotrichum sp. (I)



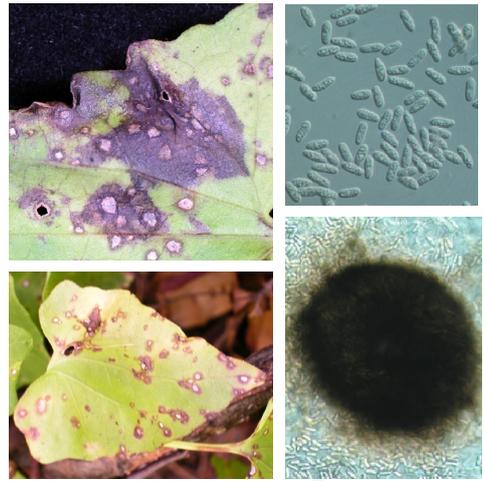
65

# Collectotrichum sp. (II)



66

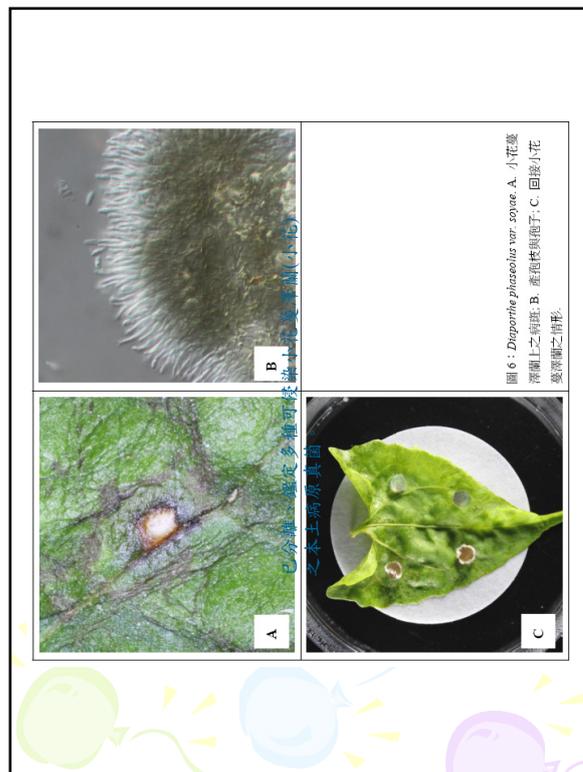
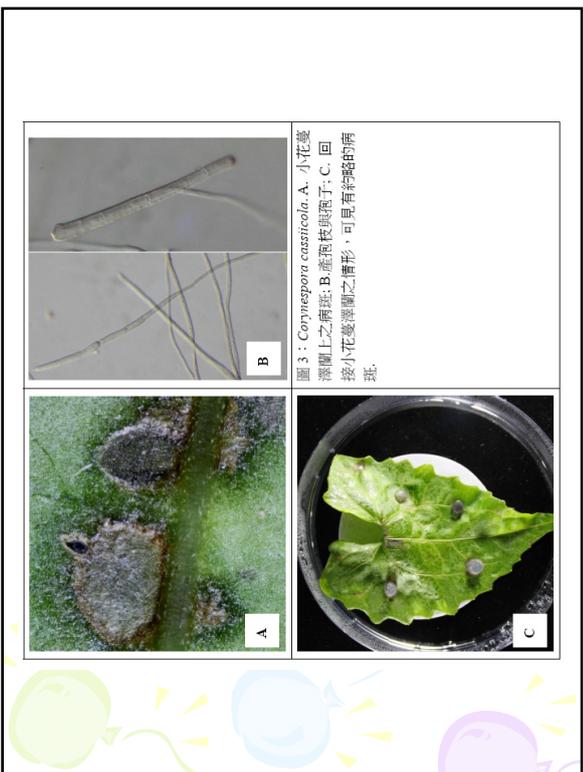
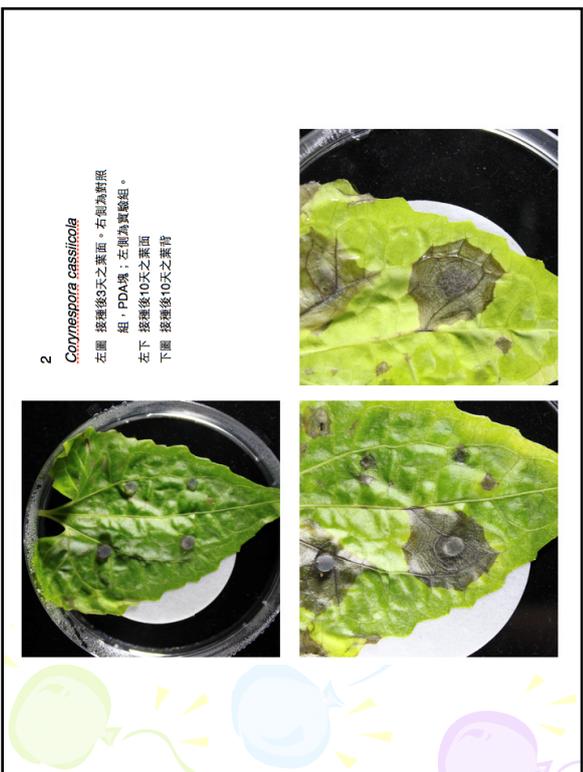
# Phoma sp.



67



圖 2: *Collectotrichum gloeosporioides*. A. 小花盛澤園上之病斑; B. 產孢囊孢孢子; C. 回復小花盛澤園之情形。



## 小花蔓澤蘭之本土真菌性天敵

採集地點	屬、種名
花蓮、嘉義	<i>Alternaria alternata</i> (葉斑病、菸草赤星病)
埔里	<i>Botryosphaeria parva</i> — <i>Fusicoccum parvum</i> (芒果蒂腐病)
埔里、嘉義	<i>Botryosphaeria rhodina</i> (番石榴莖潰瘍病)
嘉義	<i>Botryosphaeria stevensii</i> — <i>Diplodia mutila</i> (蘋果殼色單隔孢潰瘍病)
台南	<i>Cercospora sorghi</i> f. <i>maydis</i> Kenya(高粱葉斑病)
台南、花蓮	<i>Colletotrichum capsici</i> (青椒炭疽病)
花蓮	<i>Colletotrichum truncatum</i> (大豆炭疽病)
花蓮	<i>Corynespora cassicola</i> 蜜瓜褐斑病
台南、花蓮、埔里	<i>Diaporthe phascolorum</i> — <i>Cercospora cucurbitae</i> (大豆北方莖潰瘍病)
埔里	<i>Didymella bryoniae</i> (大豆擬莖點種腐病)
台南	<i>Exserohilum rostratum</i> (玉米葉斑病)
嘉義	<i>Fusicarium oxysporum</i> (多種植物之根腐病)
台南、花蓮、埔里、嘉義	<i>Glomerella cingulata</i> — <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> (多種果實之炭疽病)
花蓮	<i>Nigrospora oryzae</i> (水稻葉尖枯病)
台南、花蓮、埔里、嘉義	<i>Phoma destructiva</i> (辣椒輪紋病)

74

BUJ-2

*Phoma exigua* var. *exigua*

左圖 接種後3天之葉面。右側為對照組，PDA塊；左側為實驗組。

左下 接種後10天之葉面

下圖 接種後10天之葉背



圖

感謝聆聽  
請多指教



## 參考文獻

- 孔國輝。2000。薇甘菊的形態、分類與生態資料補記。熱帶亞熱帶植物學報 8(2):128-130。
- 王均俐。2000。小花蔓澤蘭種子發育與萌芽階段之生物與藥劑防除。台灣林地雜草—小花蔓澤蘭之防治成果報告 2:1-29。林務局。
- 郭耀綸。2000。小花蔓澤蘭之個體生態學調查。台灣林地雜草—小花蔓澤蘭之防治成果報告。林務局。
- 陳仁昭。2000。小花蔓澤蘭生物防治及天敵調查成果報告。台灣林地雜草-小花蔓澤蘭的防治成果報告 3:13-28。林務局。
- 陳滄海。2000。小花蔓澤蘭植株之藥劑、生物防治及天敵調查成果報告。台灣林地雜草—小花蔓澤蘭之防治 3:1-23。林務局。
- 曾國洋，周昌弘。2003。台灣蔓澤蘭屬植物之族群遺傳變異。小花蔓澤蘭危害與管理研討會專刊 p1-p8, 153pp。中華民國雜草學會。
- 馮蕙玲，曹洪麟，梁曉東，周霞，葉萬輝。2002。微甘菊在廣東的分佈與危害。熱帶亞熱帶植物學報 10: 263-270。
- 黃忠良。2000。不同生境和森林內薇甘菊 (*Mikania micrantha* H. B. K.) 的生存與危害狀況。熱帶亞熱帶植物學報，8 (2):131-138。
- 蔣慕琰，徐玲明，陳富永。2002。入侵植物小花蔓澤蘭 (*Mikania micrantha* Kunth) 之確認。植物保護學會會刊 44: 61-65。
- Adams, E. B. and Line, R. F. 1984. Biology of *Puccinia chondrillina* in Washington. *Phytopathology*. 74:742-745.
- Alud, B. A. and Mcrae, C. 1997. Emerging technologies in plant protection-herbicides. *Proceeding 50th N.Z. Plant Protection Conf.* 1997: 191-194.
- Amsellem, Z., Cohen, B. A. and Gressel, J. 2002. Engineering hypervirulence in a mycoherbicide fungus for efficient weed control. *Nature Biotechnology* 20: 1035-1039.
- Auld, B. A., Hetherington, S. D. and Smith, H. E. 2003. Advances in bioherbicide formulation. *Weed Biology and Management*. 3: 61-67.
- Barreto, R. W., and Evans, H.C. 1995. The mycobiota of the weed *Mikania micrantha* in southern Brazil with particular defense to fungal pathogens for biological control. *Mycological Research*. 99:343-352.
- Barton, J. 2004. How good are we at predicting the field host-range of fungal pathogens used for classical biological control of weeds? *Biological Control*. 31:99-122.
- Barton, J., Fowler, S. V., Gianotti, A. F., Winks, C. J., de Beurs, M., Arnold, G. C and

- Forrester, G. 2007. Successful biological control of mist flower (*Ageratina riparia*) in New Zealand: Agent establishment, impact and benefits to the native flora. *Biological Control* 40:370-385.
- Blancheffe, B. L. and Lee, G. A. 1980. The influence of environmental factors on infection of rush skeletonweed (*Chondrilla juncea*) by *Puccinia chondrillina*. *Weed Science*. 29:364-367.
- Chandramohan, S., Charudattan, R., Sonoda, R. M. and Singh, M. 2002. Field evaluation of a fungal pathogen mixture for the control of seven weedy grasses. *Weed Science* 50: 204-213.
- Charudattan, R. 2001. Biological control of weeds by means of plant pathogens: Significance for integrated weed management in modern agro-ecology. *Biological Control* 46:229-260.
- Chen, N., Hsiang, T., and Goodwin P. H. 2003. Use of green fluorescent protein to quantify the growth of *Colletotrichum* during infection of tobacco. *Journal of Microbiological Methods* 53: 113-122.
- Cock, M. J. W., Ellison, C. A., Evans, H. C. and Ooi, P. A. C. 2000. Can failure be turned into success for biological control of Mile-a-minute weed (*Mikania micrantha*). *Proceedings of the X International Symposium on Biological Control of Weeds* pp. 155-167.
- Cock, M. J. W. 1982. Potential biological control agents for *Mikania micrantha* HBK from the neotropical region. *Tropical Pest Management* 28: 242-254.
- Cullen, J. M., Kable, P.F. and Catt, M. 1973. Epidemic spread of rust imported for biological control. *Nature* 244: 462-464.
- Culliney, T. W. 2005. Benefits of classical biological control for managing invasive plants. *Curr. Rev. Plant Sci.* 24:131-150.
- Ellison, C. A., Evans, H. C., Djeddour, D. H. and Thomas, S. E. 2008. Biology and host range of the rust fungus *Puccinia spegazzinii*: alien weed *Mikania micrantha* in Asia. *Biol. Cont.* 45:133-145.
- Ellison, C.A. and Murphy, S. T. 2001. *Puccinia spegazzinii* de Toni (Basidiomycetes: Uredinales) A Potential Biological Control Agent for *Mikania micrantha* Kunth. Ex H.B.K. (Asteraceae). *Bioscience Report*, U. K. Centre, 50 pp.
- Ellison, C.A. 2001. Classical biological control of *Mikania micrantha*. In: *Alien Weeds in Moist Tropical Zones, Banes and Benefits*. (eds K.V.Sankran, S.T. Murphy & H. C. Evans). Kerala Forestry Research Institute, India and CABI Bioscience, UK Centre (Ascot), UK, pp. 131-138.
- Evans, H. C. 1999. Biological control of weed and insect pests using fungal pathogens, with particular reference to Sri Lanka. *Biocontrol News and Information* 20:63-68.

- Goh, T-K., Wong, Y-S. 1999. In vivo and in vitro observations of *Cercospora mikanjacola* from Hong Kong : morphology, microcycle conidiation, and potential biocontrol of *Mikania* Weed. Fungal Science 14 : 1- 10.
- Gruyter, J. D. and Scheer, P.1998. Taxonomy and pathogenicity of *Phoma exigua* var. *populi* var. nov. causing necrotic bark lesions on poplars. Journal of Phytopathology 146: 411-415.
- Harley, K. L. S. and Forno, I. W. 1992. Biological control of weeds a handbook for practitioners and students. Inkata Press, Melbourne, Australia, 74 pp.
- Hintz, W. and Shamoun, S. 1996. Environmental fate and risk assessment of a novel forest-weed biological control. Proceedings and papers from the 1996 Risk Assessment Research Symposium.
- Hoagland, R. E.2001. Microbial allelochemicals and pathogens as bioherbicidal agents. Weed Technology 15: 835-857.
- Hoddle, M. S. 2004. Restoring balance: Using exotic species to control invasive exotic species. Conservation Biology 18:38-49.
- Julien, M. H. and Griffiths, M.W 1998. Biological control of weeds. A world Catalogue of Agents and Their Targets Weeds. CABI, Wallingford, UK, 223 pp.
- Littlefield, L.J. 1981. Biology of the Plant Rusts, An Introduction. Iowa State Univ. Press. Ames Iowa. 103 pp.
- Palit, S. 1981. *Mikania* a growing menace in plantation forestry in West Bengal, Indian. Forester. 107 : 119- 126.
- Parisi, A., Piattelli, M., Tringali, C. and Di San Lio G. M. 1993. Identification of the phytotoxin mellein in culture fluids of *Phoma tracheiphila*. Phytochemistry. 32: 865-867.
- Bithell, S. I. and Stewart, A. 2001. Pathogenicity of *Phoma exigua* var. *exigua* on Californian thistle. New Zealand. Plant Protection. 54:179-183
- Rai, M. K.1989. *Phoma sorghina* infection in human being. Mycopathologia. 105: 167-170.
- Roustaee, A., Dechamp-Guillaume, G., Gelie, B., Savy, C., Dargent, R. and Barrault, G. 2000. Ultrastructural studies of the mode of penetration by *Phoma macdonaldii* in sunflower seedlings. Phytopathology 90: 915-920.
- Trujillo, E. E. 2005. History and success of plant pathogens for biological control of introduced weeds in Hawaii. Biological Control 33:113-122.
- Turner, P. J., Morin, L., Williams, D. G and Kriticos, D. J. 2010. Interactions between a leafhopper and rust fungus on the invasive plant *Asparagus asparagoides* in Australia: A case of two agents being better than one for biological control. Biological Control 54:322-330.

- Walker, H. L. and Riley, J. A. 1982. Evaluation of *Alternaria cassiae* for biocontrol of sicklepod (*Cassia obtusifolia*). *Weed Science*. 30: 651-654.
- Wood, A. R. and Morris, M. J. 2007. Impact of the gall-forming rust fungal *Uromycladium tepperianum* on the invasive tree. *Acacia saligna* in South Africa: 15 years of monitoring. *Biological Control*. 41:68-77.
- Wood, D. M., Bruckart III, W. L., Pitcairn, M., Popescu, V. and O'Brien, J. 2009. Susceptibility of yellow starthistle to *Puccinia jaceae* var. *solstitialis* and greenhouse production of inoculum for classical biological control programs. *Biological Control* 50:275-280.
- Xu, X. L. and Ko, W. H. 1998. A quantitative confined inoculation method for studies of pathogenicity of fungus on plants. *Bot. Bull. Acad. Sinica* 39: 187-190.
- Zhang, L. Y., Ye, W. H., Cao, H. L. and Feng, H. L. 2004. *Mikania micrantha* H.B.K. in China- an overview. *Weed Research*. 44: 42-49.
- Zhang, W., Wolf, T. M., Bailey, K.L., Mortensen, K. and Boyetchko, S. M. 2003. Screening of adjuvants for bioherbicide formulations with *Colletotrichum* spp. and *Phoma* spp. *Biological Control*. 1 26: 95-108.

## **Shean-Shong Tzean, Ph.D.**

### **Organization**

Professor, Department of Plant Pathology and Microbiology  
National Taiwan University

### **Contact Information**

Address: Department of Plant Pathology and Microbiology, National Taiwan  
University, No. 1, Sec. 4, Roosevelt Road, Taipei, 10617 Taiwan (R.O.C).

Tel: +886-2-3366-4595

Fax: +886-2-2362-0639

Email: sst@ntu.edu.tw

### **Education**

- Ph.D. McGill University, Plant Sciences (1976)
- M.S. National Taiwan University, Plant Pathology (1971)
- B.S. National Taiwan University, Plant Pathology (1968)

### **Research Interest**

- Cloning and characterization of mating, fruiting and colonization capacity related genes in *Ganoderma lucidum* (Linchi).
- Cloning and characterization of secondary metabolites encoding genes in *Antrodia cinnamomea* (Niu-Chang-Tsu).
- Enhance antistress capability of entomopathogenic fungi by recombinant DNA engineering and appraisal of their biocontrol potential.
- Mechanisms of constricting ing closure, adhesive nets, knobs, and stephencysts sticking ability in nematophagous fungi, and appraisal of biocontrol exploitation.
- Fungal biology, biodiversity and their sustainable exploitation.
- Developmental and application of specific nucleic acid probes against of critical quarantine fungal pathogens.

### **Experience**

- Visiting Professor, Department of Biology, Japan Okayama University (2007)
- Professor, Department of Plant Pathology, National Taiwan University (1983-now)
- Professor and Chairman, Department of Plant Pathology and Microbiology, National Taiwan University (2001-2004)

- Visiting scientist, Department of Energy-Plant Research Laboratory, Michigan State University (1999)
- Visiting Scientist, Eastern Region Research Center, United States Department of Agriculture (1993)
- Visiting Scientist, Biotechnology Center, Ohio State University (1992)
- Visiting Research Fellow, Department of Biology, Harvard University (1987)
- Visiting Professor, Department of Plant Pathology, Rutgers University (1986-1987)
- Research Fellow, Institute of Botany, Academia Sinica (1981-1983)
- Postdoctorate Research Fellow, Department of Environmental Biology, Guelph University (1980-1981)
- Associate Research Fellow, Institute of Botany, Academia Sinica (1977-1980)
- Assistant Plant Pathologist, Taiwan Sugar Research Institute (1970-1973)

### **Honor**

- Outstanding Research Award, National Science Council (1990-1996)
- Specially Contract Scientist Award, National Science Council (1997-2002)
- Excellent Agricultural Service, Education and Research Award, Council of Agriculture (2004)

### **Publication**

Huang, Y. H., Wu, H. Y., Wu, K.M., Liu, T. T., Liou, R.F., Tsai, S. F., Ghiao, M. S., Ho, L. T., Tzean\*, S. S. ., and Yang\*, U. C. 2013. Generation and analysis of the expressed sequence tags from the mycelium of *Ganoderma lucidum*.

PLoS One 8 (5) e61127.

Tseng, M. N., Chung, P. C. and Tzean, S. S.\* 2011. Enhancing the stress tolerance and virulence of an entomopathogen by metabolic engineering of dihydroxynaphthalene melanin biosynthesis genes Applied and Environmental Microbiology 77 (13): 4508-4519.

Chen, J. L., Tzean, S. S.\* 2010. Hyphomycetes from Taiwan-Endophragmia and allied species. Taiwania 55(1): 37-42.

Chen, J. L., Tzean, S. S.\* 2009. Some Hyphomycetes (Deuteromycotina) Beltraniella and its allies in Taiwan. Fungal Science 24: 1-14.

Chen, J. L., Tzean, S. S.\* 2009. Hyphomycetes from Taiwan. Chaetendophragmia and allied species. Taiwania 54 (2): 152-158.

Hung, S. T., Tzean, S. S.,\* Tsai, B. Y., and Hsieh, H. J. 2009. Cloning and heterologous expression of a novel ligninolytic peroxidase gene from poroid brown-rot fungus *Antrodia cinnamomea*. Microbiology 155(2): 424-433.

- Chen, J. L., Tzean S.S., and Lin, W. S. 2008. *Endophragmiella multiramosa* a new dematiaceous anamorphic ascomycete from Taiwan. *Sydowia* 60(2): 197-204.
- Chen, J. L. and Tzean, S. S. 2008. Hyphomycetes- *Beltrania* and allied species from Taiwan. *Taiwania* 53(3): 301-307.
- Chen, J. L., Tzean, S. S.\* 2007. Hyphomycetes from Taiwan. *Akanthomyces* and allied species. *Fungal Science* 22: 63-77.
- Chen, C. C., Ashok Kumar, H. G., Kumar, S., Tzean, S. S., and Yeh, K. W. 2007. Molecular cloning, characterization, and expression analysis of an endochitinase cDNA from the entomopathogenic fungus *Paecilomyces javanicus*. *Current Microbiology* 55: 8-13.



