

行政院農業委員會林務局委託研究計畫系列 98 林發-3.1-造

-74(01)

研究成果報告

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

曾顯雄

國立台灣大學植物病理與微生物學系

中文摘要

於 2008 年於高雄縣六龜、扇平小花蔓澤蘭肆虐為害之區域，釋放小花蔓澤蘭銹病菌天敵 *Puccinia spegazzinii*，初期獲得成功建立野外族群，但傳播距離稍嫌侷限。於 2009 年 6 月起，在台中縣、屏東縣花蓮縣及台東縣以改良設計使用吊掛接種原的方式，釋放小花蔓澤蘭銹病菌天敵 *Puccinia spegazzinii*，期望此銹病菌之擔孢子可以隨風雨散播至範圍更大之地區。但接種一個月後，持續觀察發現接種之病株皆已凋亡，且周圍野生小花蔓澤蘭植株感染情況不如預期。隨後 8、9、10、11 月修正改變接種方式，採用已罹患銹病之盆栽小花蔓澤蘭幼苗：藤蔓靠接及纏繞野生小花蔓澤蘭方式接種，並定期觀察，但截至 2009 年 11 月止，在四個試驗地點似未有接種成功。推測可能和接種源之量、質與氣候、環境條件有關。未來將參酌小花蔓澤蘭原產地厄瓜多爾、巴西等國之氣候條件加以修正，待 2010 年春天，氣候回暖、溫濕度回昇，再行釋放、檢測、追蹤、評估。

關鍵字:小花蔓澤蘭銹病菌天敵 *Puccinia spegazzinii*、生物防治、真菌性殺草劑

英文摘要

Puccinia spegazzinii, the rust parasite of *Micrantha micrantha*, was propagated and released in 2008, May, in Lukwei and Shanping, Kaohsiung County, where the vegetations were devastated by the invasive alien weed. In the initial trial the released *P. spegazzinii* could successfully infect the target weeds in field and established its population. In order to increase the spreading efficacy, fields release trials were carried out several times in 4 counties in central, southern and eastern Taiwan from 2009 June onward by using modified or traditional protocols. The rust-infested potted *M. micrantha* seedlings were hanged on racks on a pole and positioned in the weed-devastating field. However, contrary to anticipation, the inoculation did not get

success. In subsequent trials, additional boosted inoculations by inter-mingling rust-infested *M. micrantha* seedlings with the alien weeds in the field, the establishment of the rust population was still not achieved yet. Focusing on the possible reasons to account for the failure in field release trials, inoculation tactics will be further modified based on the geoclimatic conditions of Ecuador or Brazil, where the *M. micrantha* originated, and conduct again by 2010, then suppose the favorable climate and environmental conditions, will be conducive to facilitate the infection of the weed by *P. spegazzinii*.

Keywords: *Micrania micrantha*, *Puccinia spegazzinii*, biocontrol, mycotherbicide

前言

小花蔓澤蘭(*Mikania misantha*)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。但二十世紀初期就被南亞、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 年間之遠據傳播後，已蔓延遍佈大洋洲、澳洲、印尼、巴布尼幾亞、馬來西亞、印度、中國廣東、香港。至於其何時入侵台灣，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；據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 5 萬多公頃之農林棲地，皆已被入侵。

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”。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，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！最後之另類選擇，“生物防治”也許是峰迴路轉，柳暗花明，或許可帶來一線生機。

由英國國際農業總署引入小花蔓澤蘭之銹病菌天敵 *Puccinia spegazzinii*，於亞洲蔬菜研究中心其改溫室檢測其致病性和寄生範圍，檢測結果本土 42 科 145 種本土重要之農林作物皆不會被其感染，顯示此銹病菌極具寄生之專一性；此外，

也經行政院防檢局同意並於林務局高雄區林管處六龜工作站苗圃，及扇平坡坎兩處小花蔓澤蘭蔓延之處，釋放此銹病菌天敵，並已成功感染蔓生之小花蔓澤蘭，建立族群。擬將初步成效，推廣至國內小花蔓澤蘭之猖獗危害之地區，並進行為期五年之成效評估追蹤，期望可顯著抑制小花蔓澤蘭之蔓延危害，回復生態平衡。

材料與方法

於罹受小花蔓澤蘭嚴重危害之高雄縣六龜、扇平之林區，釋放此銹病菌天敵，成功感染野生小花蔓澤蘭並建立族群；此外，也無感染其它非寄主植物。將知會行政院農委會防檢局擬於2010年於台灣中部、南部、東部，包括台中縣、屏東縣、花蓮縣、台東縣等小花蔓澤蘭蔓延為害之處，再度釋放此銹病菌天敵。

擬選取台中、屏東、花蓮、台東小花蔓澤蘭肆虐嚴重危害之處，先以GPS定位。於小花蔓澤蘭嚴重為害之棲地，於黃昏時刻，以立竿高約1-2公尺，懸掛已嚴重罹患小花蔓澤蘭侵染之小花蔓澤蘭幼株當為接種源，此種施作可提昇銹病菌担孢子之釋放距離。接種前後，分析比較處理前後罹患小花之面積大小，該處理地區物種多樣性多寡之差異性。也比較單位面積小花蔓澤蘭感染銹病菌之感染率，感染之條之感染面積、枝葉、重量、種子數目等。並每三個月追蹤調查病勢進展，以及植被多樣性之變化，當為評估生態平衡是否已經恢復之指標。之後連續五年每三個月追蹤銹病菌施放處，鄰近植被被其它種銹病菌感染之情形，以作為 *P. spegazzinii* 之寄生專一性參考。若接種無法獲得成功時，則參酌小花蔓澤蘭原產地厄瓜多爾、巴西等國之氣候生態條件，再修正釋放以接種方式，改以接種原植物與野生小花蔓澤蘭之藤蔓及葉片進行靠接與纏繞。

此外，於亞蔬基改溫室，也將選取適當之繁殖銹病菌之小花蔓澤蘭之接種源，擬選取接種小花蔓澤蘭銹病菌約10天的小花蔓澤蘭植株，再種植於野生小花蔓澤蘭

植株附近，希望能在試驗地點再生之小花蔓澤蘭產生新鮮的冬孢子堆、冬孢子，以利此銹病菌於野外之傳播。

結果與討論

一. 小花蔓澤蘭之銹病菌天敵 *Puccinia spegazzinii* 之繁殖

於 2009 年 3 月於亞洲世界蔬菜研究中心(Asian World Vegetable Research Center, AWVRC)基改溫室，繼續以以往建立之方法，以 7 公分之軟性塑膠盒繁殖幼苗，並以即存之小花蔓澤蘭銹病菌天敵進行接種，所繁殖之罹病種苗 250 株苗，當為台灣中、南、東部小花蔓澤蘭蔓延為害之區域釋放之接種源。

二. 田林間釋放小花蔓澤蘭銹病菌天敵

選擇台中縣霧峰鄉、屏東縣三地鄉、台東縣卑南鄉、花蓮縣吉安鄉等果園、丘陵地小花蔓澤蘭嚴重為害之處(表一)，每處依地形選擇五點架設所設計之吊竿，吊竿高 150 公分，具四支輻射掛竿(圖一)，每點每吊竿吊掛 8 盆罹病小花蔓澤蘭之盆栽(圖二~七)，盆栽套於直徑約 9 公分之小盆，盆內置水苔，並加水調濕，儘量保持濕度，以促進銹病菌担孢子之釋放(圖三)，吊掛之時間，選擇於午後 3-4 點，以避免高溫乾燥，以利夜間低溫、高濕度利於銹病菌担孢子之釋放(圖四)。於七月、八月釋放小花一個月後立即進行追蹤、調查罹病率、傳播距離等之評估，往後則每個月再進行追蹤調查。此外，也邀請台大森林環境資源學系，李祈榮助理教授共同參與本計劃，以協助調查、追蹤、評估釋放銹病菌後，地區植被豐富度、多樣性之變動，或生物量之差異。將接種方式更改為藤蔓靠接之後，發現接種成功的情形並不如預期，種植於當地的接種原植株在一個月之後仍有少數存活(圖八；圖九)，但是生長勢普遍不佳，並且在其葉片上也未發現小花蔓澤蘭銹病菌的冬孢子堆，無法在第一時間成為接種原，之後修正釋放接種方式，如將溫室盆栽罹患銹病菌感染嚴重之小花蔓澤蘭幼苗，與野生小花蔓澤蘭之藤蔓相互纏繞靠接，經多

次嘗試仍未獲得成功，這可能是後續之接種實驗之季節、生態條件，以及接種源之質不盡理想有關，針對此等可能之原因，並參酌小花蔓澤蘭原產地之生態條件加以修正，當為 2010 年再野外重新釋放接種之依據，會對於接種方法進行改進並持續在野外試驗樣區進行接種。

三. 釋放地區小花蔓澤蘭本地真菌天敵之調查

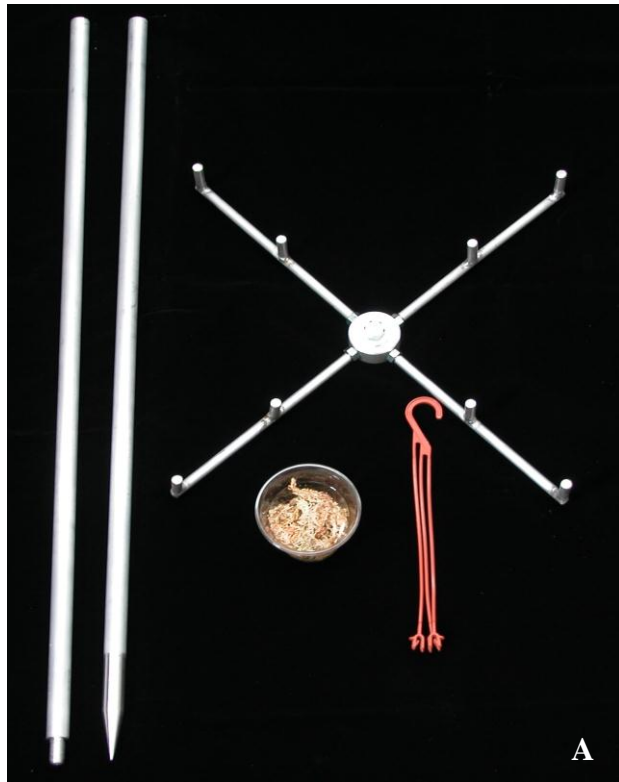
於設置進行古典生物防治之樣區，皆可發現，小花蔓澤蘭罹受本地真菌性天敵病原侵染，而產生之壞疽性、水浸狀之病斑，此外，小花蔓澤蘭藤蔓也受輕微感染，採回之病株標本已進行分離、鑑定(圖十，A~C)(表二)。此等病原未來若證實具寄主特異性，只對小花蔓澤蘭有致病性，則也將進行研發其當為生物防治劑之可行性。此外，釋放接種之小花蔓澤蘭之野生棲地周圍依些雜草，如大花咸豐草、針刺草、串鼻龍，亦發現有本土其它銹病菌感染，有些雖和新釋放之銹病菌 *Puccinia spegazzinii* 隸屬於同一 *Puccinia* 屬，但卻非同種，此外也有被其它不同屬銹病菌感染之情形。

表一:小花蔓澤蘭銹病菌天敵(*Puccinia spegazzinii*)之釋放樣區。

樣區	GPS 位址	設點時間
屏東縣三地門鄉口社 村口社國小	22° 45' 57.5" 120° 38' 40.0"	2009.06.19
台中縣霧峰鄉峰谷村 峰谷路	1. 24° 02' 25.0" 120° 42' 21.0" 2. 24° 02' 24.6" 120° 42' 21.6" 3. 24° 02' 24.9" 120° 42' 20.2"	2009.6.27
台東縣卑南鄉賓朗果 園	22° 48' 53.2" 121° 04' 16.6"	2009.07.02
花蓮縣吉安鄉	1. 23° 57' 40.7" 121° 32' 49.8" 2. 23° 57' 45.3" 121° 32' 47.9" 3. 23° 57' 44.7" 121° 32' 47.6" 4. 23° 57' 44.8" 121° 32' 47.4" 5. 23° 57' 43.2" 121° 32' 47.3"	2009.07.03
花蓮鳳林鎮	23° 43' 02.6" 121° 23' 45.4"	2009.10.07

表二: 野生棲地小花蔓澤蘭葉片病斑所分離之疑似真菌病原。

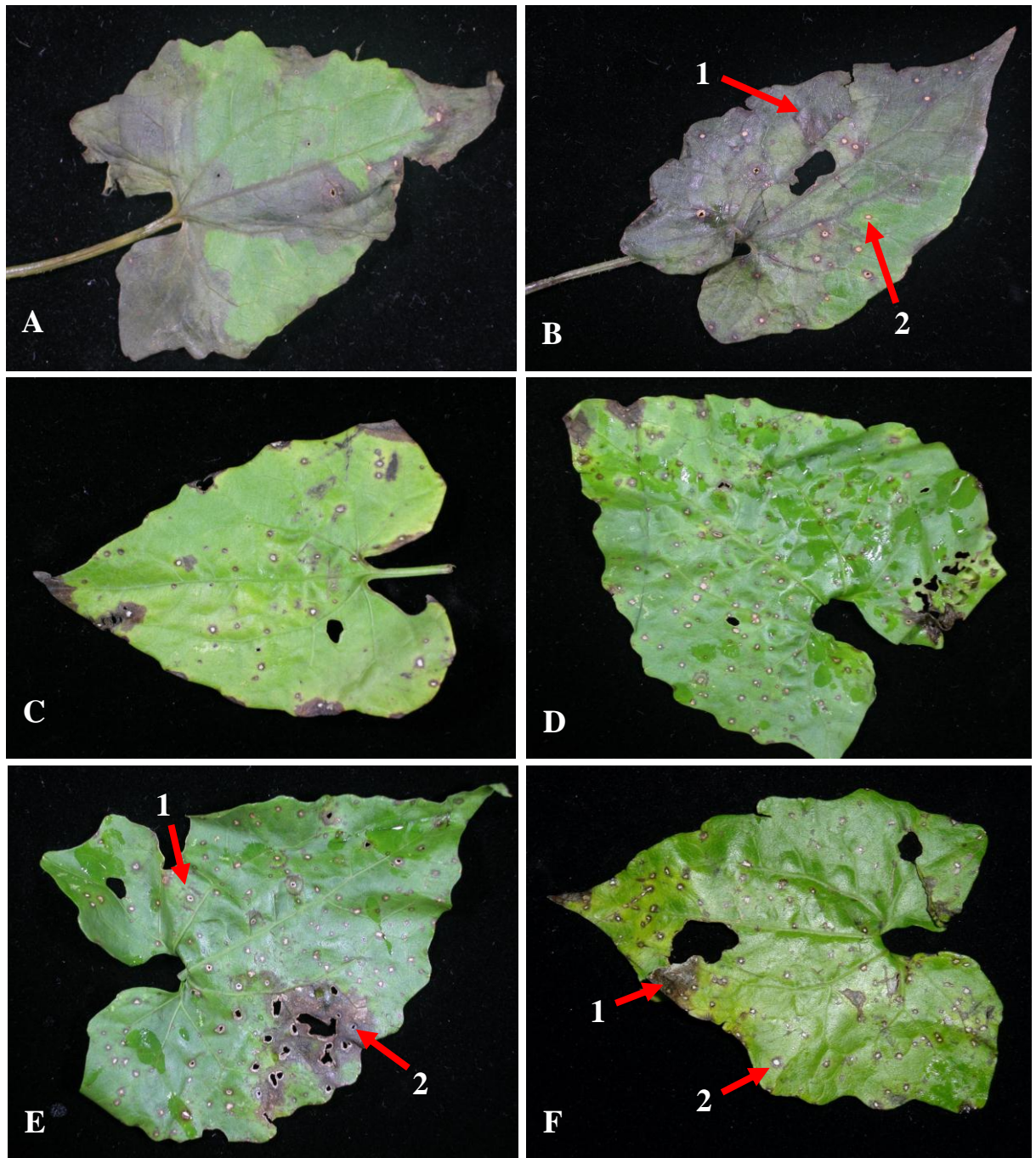
Fungi species	Acc. No.	Collection	
		Location	Time
<i>Biscogniauxia capnodes</i>	B039	Jian	980813
<i>Cercospora apii</i>	B055	Beinan	980909
<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	B004	Jian	980702
<i>Colletotrichum trifolii</i>	B005	Jian	980702
<i>Corynespora cassicola</i>	B059	Fonglin	981007
<i>Diaporthe helianthi</i>	B020	Wufeng	980627
<i>Diaporthe phaseolorum</i>	B007	Jian	980702
<i>Diaporthe phaseolorum</i>	B019	Wufeng	980627
<i>Edenia gomezpompae</i>	B052	Beinan	980909
<i>Fusarium solani</i>	B059'-B	Wufeng	981020
<i>Glomerella cingulata</i>	B022	Wufeng	980627
<i>Guignardia mangiferae</i> (<i>Phyllosticta</i> sp.)	B006	Jian	980702
<i>Nigrospora oryzae</i>	B023	Beinan	980701
<i>Nigrospora sphaerica</i>	B042	Beinan	980812
<i>Phomopsis longicolla</i>	B008	Jian	980702
<i>Phoma exigua</i>	B012	Beinan	980701
<i>Phoma multirostrata</i>	B016	Beinan	980701
<i>Stemphylium solani</i>	C002-1	Shanhua	980905



圖一：小花蔓澤蘭之古典生物防治。A, B:盆栽小花蔓澤蘭吊掛架。 C, D: 屏東縣三地門鄉口社國小小花蔓澤蘭之銹病菌天敵 *Puccinia spegazzinii* 釋放實驗。



圖二：小花蔓澤蘭之銹病菌天敵 *Puccinia spegazzinii* 釋放實驗。
A, 台中縣霧峰鄉峰谷路。B, 花蓮縣吉安鄉。C, 花蓮縣鳳林鎮。D, 台東縣卑南鄉賓朗果園。



圖三：小花蔓澤蘭罹受本土真菌天敵，寄生產生之葉部病斑。

A : *Xylaria* sp.

B : 1, *Corynespora cassicola* 。 2, *Colletotrichum gleosporioides* 。

C : *Cercospora apii*

D : *Phomopsis* sp.

E : 1, *Nigrospora sphaerica* 。 2, *Nigrospora oryzae* 。

F : 1, *Fusarium* sp. 。 2, *Nigrospora sphaerica* 。

檢討及建議

本年度原先期望利用支架吊掛罹患銹病菌天敵 *Puccinia spegazzinii* 感染之小花幼株的方式，可以增進感染效率，擴大散播速率，散布 *Puccinia spegazzinii* 之擔孢子，以擴大感染銹病面積，但事與願違，以吊掛之方式進行實驗時，接种植株因長時間暴露於乾燥之空氣當中，容易造成缺水，導致在擔孢子釋放前，植株就已經凋亡，使此銹病菌無法成功在野外建立族群，以達到生物防治之效果。後改以藤蔓接觸纏繞或盆栽種植之方式，希望比照去年接種之方式，但可能是因為接種源之質量或試驗地點的氣候狀況不同，空氣濕度、日照時間或是降雨情形都有所差異，導致無法重複呈現與去年相同之實驗結果。未來在接種之繁殖、接種原之保存及運送以及接種方式上需要再做改進。在分離小花蔓澤蘭本土真菌天敵部份，已經由野外採集的小花蔓澤蘭葉片經由組織分離、型態特徵及基因序列定序鑑定出數種重要的植物病原真菌，如 *Cercospora apii*、*Glomerella cingulata*、*Diaporthe phaseolorum* 及 *Guignardia mangiferae*，未來將於溫室進行小量繁殖再將此等病原真菌接種於小花蔓澤蘭上，以測試其病原性，從中尋找出具寄主專一性之本土性的小花蔓澤蘭真菌性寄生天敵，作為生物防治之用。

研究團隊說明

序號	機關名稱	單位名稱	研究人員	職稱
1	國立台灣大學	植物病理與微生物學系	曾顯雄	教授
2	國立台灣大學	植物病理與微生物學系	曾敏南	博士班學生
3	國立台灣大學	植物病理與微生物學系	許博堯	碩士班學生
4	國立台灣大學	植物病理與微生物學系	林暉峻	碩士班學生
5	國立台灣大學	植物病理與微生物學系	林斌	碩士班學生
6	國立台灣大學	植物病理與微生物學系	邱士豪	碩士級研究助理

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。

傅春旭，鐘詩文，姚瑞禎，胡寶元。2003。小花蔓澤蘭的白絹病。台灣林業科學 18: 81-84。

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。不同生境和森林內微甘菊 (*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 reference to fungal pathogens for biological control. *Myco. Res.* 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? *Biol. Cont.* 31:99-122.
- Bellows, Jr. T. S., Fisher, T. W., Caltagirone, L. E., Dahlsten, D. L., Huffaker, C. and Gordh, G. 1999. *Handbook of biological Control* Academic Press Bithell, S. L. and Stewart, A. 2001. Evaluation of the Blanchette, B. L. and Lee, G. A. 1980. The influence of environmental factors on infection of rush skeletonweed (*Chondrilla juncea*) by *Puccinia chondrillina*. *Weed Sci.* 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.
- 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.
- 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 sepgazzinii* de Toni (Basidiomycetes: Uredinales) A Potential Biological Control Agent for *Mikania micrantha* Kunth. Ex H.B.K. (Asteraceae). *Bioscience Report*, U. K. Centre, 50pp.
- 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 (1,2) : 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.

Hills, L. A., Branch, W. and Darwin. 1999. Mile-a-minute. Agnote ISSN: 0157-8243 No. F57.

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.

Holm, L.,Pancho, J. V., and plucknett, D. L. 1977. The world's worst weeds: Distribution and biology. Univ. Hawaii Press, 610 pp.

Ismail, B. S. and Chong, T. V.2002.Effects of aqueous extracts and decomposition of *Mikania micrantha* H.B.K. debris on selected agronomic crops. Weed Biology and Management 2: 31-38.

Jennings, J. C., Apel-Birkhold, P. C., and Anderson, J. D. 2000. Induction of ethylene biosynthesis and necrosis in weed leaves by a *Fusarium oxysporum* protein.Weed Sci. 48: 7-14.

Jennings, J. C., Apel-Birkhold, P. C., Mock, N. M., Baker, C. J., Anderson, J. D. and

Bailey, B. A. 2001. Induction of defense responses in tobacco by the protein Nep1 from *Fusarium oxysporum*. *Plant Sci.* 161: 891-899.

Julien, M. H. and M.W. Griffiths. 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. 103pp.

Nakaahima, C., Horie, H. and Kobayashi, T. 2004. Addition and reexamination of Japanese species belonging to the genus *Cercospora* and allied genera. VI. Four *Pseudocercospora* species from Ohshima island, Tokyo. *Mycoscience.* 45: 49-55.

Noordeloos, M. E., Gruyter, J. D., Eijk, G.W. V. and Roeijmans, H. J. 1993. Production of dendritic crystals in pure cultures of *Phoma* and *Ascochyta* and its value as a taxonomic character relative to morphology, pathology and cultural characteristic. *Mycol. Res.* 97: 1343-1350.

Palit, S. 1981. *Mikania* a growing menace in plantation forestry in West Bengal, Indian. *Forester.* 107(2) 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.

Smith, G. R., Munro, M. H. G., Fineran, B. A. and Cole, A. L. J. 1994. Evidence for the involvement of ascochitine in *Phoma* leafspot-wilt disease of Clematis. *Physiol.*

Mol. Plant Pathol. 45: 333-348.

Smith, R. J. 1994. Biological controls as components of integrated weed management for rice in the United States. <http://www.agnet.org/library/abstract/bc45017.html>.

Soledade, M., Pedras, C. and Tylor, J. L. 1993. A novel chemical signal from the "blackleg" fungus: beyond phytotoxins and phytoalexins. *Journal of Organic Chemistry* 58: 4778-4780.

Soledade, M., Pedras, C., Morales, V. M. and Tylor, J. L. 1994. Phomapyrones: three metabolites from the blackleg fungus. *Phytochemistry* 36: 1315-1318 17:301-310.

Stevens, R. B., editor. 1981. *Mycology Guidebook*. University of Washington Press, Seattle. TeBeest, D. O. and Templeton, G. E. 1985. Mycoherbicides: Progress in biological control of weeds. *Plant Disease*. 69: 6-10.

Templeton, G. E. and TeBeest, D. O. 1979. Biological weed control with mycoherbicides. *Annual Review of Phytopathology* Toscano-Underwood, C., West, J. S., Fitt, B.D., Todd, A. D. and Jedryczka, M. 2001. Development of *Phoma* lesions on oilseed rape leaves inoculated with ascospores of A- group or B-group *Leptosphaeria maculans* (stem canker) at different temperature and wetness durations. *Plant Pathology*. 2001: 28-41.

Venkatasubbaiah, P., Dyke, C. G. V. and Chilton, W. S. 1992. Phytotoxic metabolites of *Phoma sorghina*, a new foliar pathogen of pokeweed. *Mycologia*. 84: 715-723.

Walker, H. L. and Riley, J. A. 1982. Evaluation of *Alternaria cassiae* for biocontrol of sicklepod (*Cassia obtusifolia*). *Weed Sci*. 30: 651-654.

Watson, A. K. 1989. Current advances in bioherbicide research. http://www.eap.mcgill.ca/PCBCW_3.htm

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. *Biol. Cont.* 41:68-77.

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 Res. 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. Biol. Cont. 1 26: 95-108.

委員意見回覆表

一、期中簡報委員意見回覆表

審查委員	審查意見	意見回覆
陳隆鐘教授	<p>1. 請對天敵真菌 <i>Puccinia spegazzinii</i> 從英國引進到臺灣後之引種後的環境適應性再加以研究，original 從何地發現？另外，請再嚴密管制其對其他寄生之危害加以監測</p>	<p>小花蔓澤蘭(<i>Mikania micratha</i>)之原產地在中南美洲一帶，如巴西、厄瓜多爾、秘魯、智利一帶，但在當地小花蔓澤蘭受到銹病菌天敵(<i>Puccinia spegazzinii</i>)之侵染、制約，故已和當地生態系平衡，並不造成為害，英國雖然無此雜草，也無此銹病，但為研究和應用目的，英聯邦國際總署(Commonwealth Agricultural Bureau, International, CABI)就從中南美洲各國引進。</p>
	<p>2. 請以動植物防檢局之規定探討研究及利用（如 P2、P4 好像地區不一樣）。</p>	<p>由英國CABI所引進之銹病菌天敵 <i>P. spegazzinii</i> 經行政院農委會動植物防疫檢疫局所召開之學者專家審議會後，核准野地釋放，但建議以較偏遠稍具隔離之地區為優先考量。職是之故，初期之實驗先選擇林務局屏東林管處所管轄之高雄六龜工作站之苗圃，鄰近罹患小花蔓澤蘭肆虐之處，以及包括扇平之坡坎釋放，其後經一年之檢測、追蹤、評估、確認所釋放之 <i>P. spegazzinii</i>，只感染野生之小花蔓澤蘭，但對鄰近之任何單一作物並無感染之現象，這也再度驗證2007~2008年於亞洲蔬菜研究中心所進行之寄主專一性和病原性之檢測結果。</p>

		此外，此銹病菌(<i>P. spegazzinii</i>)也被引進印度以及中國，也證明其寄主專一性，在印度之Kelala以及Asham兩省皆已於2005年釋放，並進行防治小花蔓澤蘭。事實上古典生物防治在澳洲行之有年，具絕佳之生物安全性，迄今世界各國所進行之生物防治並無任何單一有關生物安全性之負面報導。
	3. 請對該菌之生態及相關寄主之專一性加強研究。	未來在以銹病菌天敵(<i>P. spegazzinii</i>)進行古典生物防治時，將行文動植物防檢局備案。
張東柱	符合預期結果。	
何小曼	<p>1. 該菌自國外引入，已有証據顯示其有抑制小花蔓澤蘭生長的作用，有應用價值。</p> <p>2. 目前研究進行到嚴重危害區釋放此銹病菌之地區包含中部及南部地區，未能成功感染建立族群，持續進行中。</p> <p>3. 此菌具寄生專一性有應用價值，不致造成國內重要作物之危害。</p> <p>4. 計畫進行情況良好，宜持續進行。</p>	多謝卓見。將再盡力尋找思索為何在第二次於中、南、東部等地區釋放小花蔓澤蘭銹病菌，卻未能於野放釋放時侵染小花蔓澤蘭之諸多生態條件，以及接種源本身之質量因素，加以修正，再做接種試驗。

二、期末簡報委員意見回覆表

審查委員	審查意見	意見回覆
陳隆鐘教授	1. 請再詳細研究探討 <i>Puccinia spegazzinii</i> 引入國內後，如何在國內順利增殖之各種條件，尤其生態因子影響很大，如果有機會可以一併考慮研究。	所引進之小花蔓澤蘭銹病菌天敵，在基改溫室已可順利增殖其族群，但在野外釋放，如何每次均可成功感染野生小花蔓澤蘭，將由種源及生態條件考量、改進。
	2. 該計畫已進行諸多本土性真菌，是一個可行探討方向，值得繼續探討，唯探討過程中亦請探討風險分析。	將加強評估可侵染入侵之小花蔓澤蘭之本土真菌性天敵病原真菌之寄主範圍及其專一性，以當為未來應用之參考。
張東柱	1. 嘗試不同的天敵釋放方式，可能需要較多的試驗以瞭解小花蔓澤蘭銹病天敵的生態習性及在台灣的適應性，將有助於將來大面積的釋放施作。	將探討對小花蔓澤蘭之銹病菌天敵 <i>P. spegazzinii</i> 之生活史，担孢子釋放週期、担孢子釋放後對周邊生態條件之適應等。
	2. 建議經由文獻資料的收集，以瞭解銹病的原生生態習性，將有助於林地釋放之試驗。	英國CABI之 H. C. Evans以及C. A. Ellison在此一領域研究多年、貢獻卓著，也有經典論文發表，將詳細閱讀，學其精粹，以供後續研發推廣應用。
	3. 成果良好，建請結案。	
何小曼	1. 本研究於高雄縣六龜、扇平小花蔓澤蘭肆虐地區釋放其天敵銹病菌 <i>Puccinia spegazzinii</i> ，初期已獲成功，建立野外族群。	多謝卓見，將再盡力尋找思索為何在第二次於中、南、東部等地區釋放小花蔓澤蘭真菌，未能於野放釋放時侵染小花蔓澤蘭之諸多生態條件，以及接種源本身之質量因素，加以修正。
	2. 基於此基礎，即於台中、花蓮、台東使用改良式吊掛接種銹病菌孢子，以及藤蔓靠接、纏繞，截至十一月止，雖未有成功，可能與接種源質、量與氣候、環境條件有關。待氣候回暖，溫、濕度回升，將再進行測試。	

	3. 本研究另外亦分離出小花蔓澤蘭之本地病原真菌，並加以分離鑑定，亦可能研發為小花蔓澤蘭生物防治劑。	
	4. 本研究迄今，已有相當良好成效，研究仍持續進行中。	