

中華民國第42屆中小學科學展覽會

::: 作品說明書 :::

高中-生物科

科 別：生物科

組 別：高中組

作品名稱：危機總動員 防治小花蔓澤蘭的探討

關 鍵 詞：外來種、相剋作用、生物防治

編 號：040710

學校名稱：

國立屏東女子高級中學

作者姓名：

林之韻、劉貞琪、陳諄修、幹廷怡

指導老師：

陳美蓮



壹、摘要

小花蔓澤蘭 (*Mikania micrantha* H.B.K.) 為外來種，對台灣生態危害甚鉅。本研究期望經由植物相剋作用及病蟲害防治方面的實驗探究找出對生態平衡影響較小的防治方法，並經由野外防治測試進一步評估出可行的防治策略。

由實驗結果顯示，植物相剋作用與病蟲施放法皆可達到顯著的防治效果。在植物相剋作用方面，鳳凰木 (*Delonix regia* (Bojaro ex Hook) Rafin.) 與雨豆樹 (*Samanea saman* Merrill) 無論在致死效果或抑制生長效果方面皆十分顯著，且微量的葉粉即可對小花蔓澤蘭產生明顯的抑制效果。在病蟲害試驗方面，發現繡線菊蚜 (*Aphis citricola* Van der Goot) 及赤葉璫 (*Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval)) 對小花蔓澤蘭苗木皆有致死效果，且對生長有明顯抑制作用。

綜合上述實驗結果，本研究建議以多次切蔓削弱小花蔓澤蘭的生命力，並配合施用葉粉抑制小型苗木萌發與生長，長期則宜利用病蟲防治小花蔓澤蘭，以期達到最佳的防治效果。

貳、研究動機

當高一基礎生物課程上到「外來種」的時候，老師提到了一種屏東縣內極具侵凌性、對台灣生態平衡影響甚鉅的植物 - 「小花蔓澤蘭」。這種植物最可怕的地方在於具有驚人的繁殖力，以及在缺少天敵的制衡下，生長十分快速，因此常對本土種植物造成相當大的威脅。爾後在媒體報章上，又時常見到有關小花蔓澤蘭危害的大肆報導，其危害似乎有愈演愈烈的趨勢，引起了政府相關單位的重視，乃至投注大量資金急欲解決此一問題。在偶然的機會裡，我們在學校舊宿舍的旁邊，觀察到一種綠色的藤蔓覆蓋了幾棟廢棄建築物及周圍的植物，這種植物以極具優勢的方式盤據了整個區域。經詢問生物老師及進一步向屏科大的教授查證後，發現它原來就是那危機伺伏的外來種 - 「小花蔓澤蘭」！於是我們四人就此展開了一系列對防治小花蔓澤蘭的探討。

參、文獻回顧

一.小花蔓澤蘭檔案

中文名稱：小花蔓澤蘭

學名：*Mikania micrantha* H.B.K.

俗名：微甘菊、蔓菊、假澤蘭等。

科屬別：菊科蔓澤蘭屬植物。

原產地：中、南美洲。

特性：小花蔓澤蘭為攀緣性草本植物，多分枝，生長快速繁茂。本植物屬雌雄同株，夏季為其生長旺盛期，植株擴散迅速；十月中旬開始著花，進行繁殖準備。十月至十二月大量結實，每平方公尺約有十七萬個種子；冬季成乾枯狀，為種子擴散期，隨風飄散。

外觀特徵：莖被疏毛或無毛，單葉對生，柄長 2.5 公分至 6 公分，葉片呈三角狀、心形或箭形，其葉基部呈心形、微波緣或疏低鋸齒緣，葉長三公分至十公分。

台灣亦有原生種之蔓澤蘭 (*M. cordata* (Burm. f.) B.L.Rob.)，原產於舊世界 (包括台灣，但不包含中南美洲與澳大利亞)，營養體植株莖葉與外來之小花蔓澤蘭相同。其餘相異之處，列表如下：

表 1：台灣原生種蔓澤蘭與小花蔓澤蘭之主要差異（林務局全面防除蔓澤蘭計劃）

花的特徵	蔓澤蘭 <i>Mikania cordata</i>	小花蔓澤蘭 <i>M. micrantha</i>
頭狀花序長	6-9 mm	4.5-6 mm
總苞片長	5-6 mm	2-4 mm
小苞葉長	3 mm	1-2 mm
花冠顏色	白色或微黃色	白色
花冠長	5 mm	2-3(-4) mm
瘦果長	2-3 mm	1.5-2 mm
冠毛的刺毛數目	40-45 條	32-38(-40) 條
刺毛長	4 mm	2-4 mm
刺毛顏色	成熟時帶紅色	白色
原產地	東南亞和東非熱帶地區	南美、中美和加勒比海地區

大體而言，台灣原生種蔓澤蘭的花器在外觀上皆大於小花蔓澤蘭。

二.小花蔓澤蘭目前在台灣危害狀況及影響

小花蔓澤蘭是中、南美洲蔓藤類雜草，在其原生地競爭激烈，但因為是外來種的關係，在新領域極少有天敵可加以制衡，因此常成為當地的優勢種而取代本土種。最初，本植物十年前僅於屏東地區出現；近年來在北部及低海拔地區均可發現。小花蔓澤蘭在台灣分布最多的地區為苗栗以南至屏東枋寮一帶，而新竹以北及恆春半島到台東地區則較少。其植株快速攀緣在地面、灌叢或林木上方，被其包覆之植物無法獲得足夠的光照，對林木的光合作用及生長危害巨大，若覆蓋時間增長最後可使林木死亡。

三.目前防治狀況

目前台灣防治蔓澤蘭大約有兩個方向：其一為切蔓防治，另一項則為施撒除草劑。

切蔓作業為傳統造林地撫育作業即包含的程序，唯僅切蔓一次消滅小花蔓澤蘭之成效只有連續切蔓的一半。而研究顯示（郭耀綸，2001），即使切蔓兩次，仍有約 10% 的蔓株可再生。

此外，切蔓作業之成效受季節之限制，夏秋季切蔓優於冬春季切蔓，尤以春季成效最差。雖然連續切蔓可得除蔓效果，但台灣地處亞熱帶，終年溼熱，林木生長繁茂，人工及機械化切蔓作業均耗時費力，加以目前工資高漲，若以使用切蔓防治小花蔓澤蘭將耗費龐大人力及經費。

施用化學藥劑為切蔓防治之外最常採取之方法。噴灑化學藥劑除草效果雖較切蔓顯著，且耗費成本亦較前者低，但須注意的是，大量的化學除草劑勢必間接造成比小花蔓澤蘭更嚴重之環境問題（王均琍，2001）。在對施用化學藥劑後接踵而來的公害問題尚無應對措施的今日，我們對此種化學防治法應採取保留態度。綜上所述，此二種方法之優缺點雖恰巧互補，唯從長久的防治觀點來說，成效仍不夠顯著。

四.有利之防治法

承前所述，我們期望能找出對自然生態平衡危害最小的防治法。經查閱文獻顯示，以下二種生物性防治方法較可行：

（一）植物相剋作用防治與應用

所謂植物相剋作用，係指某種植物本身產生的次階代謝物，藉不同方式排放到周圍環境，而直接或間接產生對周圍植物不利的現象。植物釋出相剋化學物質的方法及成分各異，可能為水溶性或脂溶性物質，而不同植物所含的相剋化學物質並不盡相同，因不同相剋化學物質所為害的植物種類也很不一樣。相剋作用的優點是，植物本身分泌的物質毒性多可藉由土壤中微生物分解而消失；即使殘留在土壤中，其對自然生態平衡的破壞仍遠小於化學殺草劑之毒性遺留。此外，植物具有解毒的機制，若能找出對小花蔓澤蘭有專一性相剋的物種，

生長在此物種週遭的植物就不致有中毒之虞（周昌弘，1990）。故若能順利找出對小花蔓澤蘭抑制效果高之物種，並探討野外施用的途徑，使用相剋作用原理防治小花蔓澤蘭，會是較具實用價值的方法。

（二）昆蟲防治法

在雜草防治中，歷年來發現最具前瞻性者即為昆蟲防治法。但值得注意的是，台灣面積不大，地區性隔離不明顯，特別是對於防治侵凌性高的外來種，要找到本土有效的天敵，機會並不大。另一可行方法為以本土天敵與其他地區之天敵進行交換。但此種引進新外來種天敵來克制前一外來種之方法，雖可逃脫其天敵抑制，但對自然環境而言卻極有可能造成另一種生態問題（陳仁昭和曾珍，2001）。故此法仍有待討論。

台灣對於小花蔓澤蘭的相關研究，由於最近危害情形才日益嚴重的關係，近年來才開始有研究（郭耀綸，2001；陳仁昭和曾珍，2001；王均琍，2001）。或許因相關研究時間不夠長的緣故，我們所能找到的文獻皆不多，故我們希望能藉由此研究，找到防治小花蔓澤蘭新的契機。

肆、研究目的

由於小花蔓澤蘭種子生產量相當可觀，我們決定對蔓澤蘭種子萌發條件進行探討，藉以了解種子發芽的生理特性和抑制種子萌發的因素，同時亦想嘗試以不污染自然環境的方法抑制已經萌發的小花蔓澤蘭幼苗在查閱文獻之後發現，生物防治中植物之間彼此的相剋作用是非常可行的方法。然而在我們試著扦插蔓澤蘭做為相剋實驗樣本時，意外發現在我們校園中，有許多的病蟲對小花蔓澤蘭有極大的致死率。病株的葉片在受到攻擊後，會先捲曲在一起，然後會開始枯黃，最後病株約在一個月內死亡。於是我們記錄小花蔓澤蘭植株在感染後的變化，並進行昆蟲種類鑑定和影響的情況分析。

綜上所述，我們以校園中小花蔓澤蘭樣區做為出發點，希望達成下列四項目標：

- 一、 了解小花蔓澤蘭族群生態之特性及其種子萌發條件，做為日後探討防治此蔓藤的基礎。
- 二、 嘗試量化分析找出具高效能相剋作用的植物，並測出較有效果的防治量。
- 三、 找出具有抑制效果之病蟲害，加以量化分析後，評估其防治效果。
- 四、 應用實驗結果，進行野外防治施測，以評估可行的防治策略。

伍、研究材料及方法

一、小花蔓澤蘭分布及繁殖性狀初探

(一) 校園中小花蔓澤蘭的生態調查

1. 分布概況調查

於 2001 年 10 月 13 日實地觀測和拍攝校園內小花蔓澤蘭的分布及生長情況，並取些許樣本，利用顯微鏡觀察其型態和構造。

2. 無性繁殖能力探討

樣區設定如圖 1 所示，樣區內生長的植物主要以紫茉莉 (*Mirabilis jalapa* L.) 及小花蔓澤蘭為主。首先將樣區內小花蔓澤蘭全部以切蔓方式清除。再將長 7 公尺、寬 3.5 公尺的樣區分成 32 個小樣區，每個小樣區的面積為 0.875×0.875 平方公尺。用抽籤的方式隨機選出 8 個小樣區，利用玻璃紙描繪並估算其覆蓋面積大小，記錄開始時紫茉莉和小花蔓澤蘭的株數及覆蓋面積。自 2002 年 2 月 24 日起開始進行 4 週，每週測量小花蔓澤蘭及紫茉莉覆蓋面積的變化。



圖 1. 校園內小花蔓澤蘭無性繁殖觀察樣區之配置

(二) 種子萌芽條件測試

1. 水量對種子萌芽的影響

取直徑 9.5 cm 之培養皿 11 個，每個培養皿放入濾紙一張，在表面灑上 20 顆小花蔓澤蘭的種子，其中 6 個培養皿每日注水各為 12 毫升、10 毫升、8 毫升、6 毫升、4 毫升及 2 毫升。另取 5 個培養皿，將種子分別以淹在 70 毫升的水中 1 週、2 週、3 週、4 週及 5 週處理。將培養皿置於一朝西之光線充足窗戶旁發芽。自 2002 年 3 月 10 日起進行 6 週觀測，每週紀錄萌芽狀況。

2. 光量對種子萌芽的影響

將 30 顆種子置於鋪有濾紙的培養皿內，利用鎢絲燈調整光量並以測光計測量培養皿內的光量，將各組分別置於無光照、300Lux、700Lux 及 1400Lux 的條件中培養。自 2002 年 3 月 9 日起觀察 4 週，每週紀錄種子的萌芽率。

3. 光質對種子萌芽的影響

將四個培養皿各放入濾紙一張，在表面灑上 20 顆小花蔓澤蘭的種子。接著把每個培養皿分別放入以紅色、藍色、綠色及透明玻璃紙封好的紙箱中。自 2002 年 3 月 4 日起觀察 4 週，每週紀錄種子的萌芽率。

二、小花蔓澤蘭的生物防治法之一：植物相剋作用試驗

(一) 以七種植物葉粉為材料對小花蔓澤蘭進行相剋作用試驗

將取回的小花蔓澤蘭莖葉去除葉片，以莖節為中心截取節上方 3 cm、下方 2 cm 長度，扦插於戶外面南陽台的填沙塑膠盆中 2 週，其後長出的小花蔓澤蘭扦插苗 80 棵，依高矮順序平均將其分成 8 組，一組 10 棵。將此 8 組小花蔓澤蘭扦插苗分別移入直徑 9.4cm 裝填砂土的穴植盤中。在土的表面撒上一層 0.5 克的蛭石，再將自屏科大苗圃取回的大葉桃花心木

(*Swietenia macrophylla* King)、刺竹(*Bambusa stenostachya* Hackel)、蘭嶼肉桂(*Cinnamomum kotoense* Kanehira & Sasaki)、赤桉(*Eucalyptus camalculensis* Dehn.)及在本校校園中取得的雨豆樹(*Samanea saman* Merrill)、鳳凰木(*Delonix regia* (Bojero ex Hook) Rafin.)及大花咸豐草(*Bidens parviflora* Willd)等七種葉粉各 3.0 克分組撒入。接著再撒上 2.5 克的蛭石，防止葉粉飛散。自 2002 年 2 月 21 日起每週測量一次生長高度，並觀察和記錄其存活情形。

(二) 施用鳳凰木及雨豆樹不同葉粉量對小花蔓澤蘭的相剋作用試驗

將已扦插 2 週的小花蔓澤蘭幼苗 200 棵依高矮順序排好，將其平均分成 10 組並編號，一組 20 棵。再將此 10 組小花蔓澤蘭的扦插苗分別移入穴植盤中。在土的表面灑上一層 0.5 克蛭石，其中 9 組分別撒入鳳凰木的葉粉各 1、2、3、4、5 克及雨豆樹葉粉各 1、2、3、5 克，另設一對照組。接著再撒上 2.5 克的蛭石，防止葉粉飛散。此苗木置於三樓戶外面南陽台，於 2002 年 6 月 11 日起，每 2 天測量一次生長高度，並觀察和記錄其存活情形，以探討不同重量的葉粉對小花蔓澤蘭的抑制效果。

三、小花蔓澤蘭的生物防治法之二：病蟲害試驗

將已扦插兩個星期的小花蔓澤蘭苗木依高矮順序排好，將其平均分成 3 組，一組 20 棵，種植於穴植盤中。其中 2 組分別置入從樣區中小花蔓澤蘭的莖上尋獲之繡線菊蚜 (*Aphis citricola* Van der Goot) 及赤葉蟊 (*Tetranychus cinnabarinus* Boisduval) 各 140 隻之正常健康的蟲體。以 45 cm 的竹竿分別立在 3 組小花蔓澤蘭的四角，其上用網目 1 mm 的紗布罩上，以防外來的病蟲害影響實驗結果。自 2002 年 3 月 17 日起每週量一次生長高度，觀察並記錄其存活情形，藉以評估病蟲害的防治效果。

四、田野防治測試

於 2002 年 3 月 17 日起，以校園中朝西並已遭小花蔓澤蘭侵害的花圃設為田野相關實驗的樣區，設置了田野防治測試的實驗。

首先將樣區內每株小花蔓澤蘭的根部以竹桿標示定位，共 21 株，接著將小花蔓澤蘭在地表處的蔓莖以剪刀剪斷，分別秤出其植株的鮮重。依原始重量大小排序均分為 3 組，每組 7 棵，重量大於 100 克者設為大植株 (S1 亞群)，小於 100 克者則為小植株 (S2 亞群)。其中 2 組以切斷的蔓莖為中心分別將 7 克的鳳凰木葉粉及雨豆樹的葉粉撒在直徑 9.8 cm 的圓形框內，並覆蓋少量的土壤將葉粉蓋住，以進行測試，觀察經切蔓後每週觀察小花蔓澤蘭之致死情形、萌芽數、平均新生莖蔓生長高度及重量，並評估用此方法探討其在野外防治之成效。

陸、實驗結果

一、小花蔓澤蘭初探

(一) 校園中小花蔓澤蘭的生態調查

1. 分布概況調查

圖 2 為本校的平面圖，繪紅色處為現在仍存有小花蔓澤蘭之處；繪藍色處為曾遭小花蔓澤蘭入侵但現已被清除之處。



圖 2. 本校校園內小花蔓澤蘭分布情形

由圖 2 標示出之樣區內，我們發現本校校園中各樣區之小花蔓澤蘭，均以無遮蔽物阻礙光照者生長狀況較繁茂，數量也較多。在陽光被遮蔽處，蔓莖會轉換方向，朝光量較足處生長。而生長於國立屏東科技大學後山之小花蔓澤蘭覆蓋了整個山坡，經觀察後發現其蔓藤皆朝上，包覆植物外緣，而在林木覆蓋下之植株莖條、葉片多枯萎死亡，唯有包覆在頂端之小花蔓澤蘭生長情況良好。此種特性應與其對光量的需求有關。

經實地調查發現，分布於校園中的小花蔓澤蘭有下列特性：小花蔓澤蘭植株以左旋方式旋纏，若由植物下層開始生長，便會由底部開始纏繞植株，順勢而上；但若由旁邊侵入一個已生長的植物族群，則覆蓋其外部，阻隔陽光，並與自己的莖互相纏繞，為自己「闢路」。在國立屏東科技大學觀察到的小花蔓澤蘭生態特色多與本校校園中到的觀察結果相似，唯在屏科大校園的小花蔓澤蘭開花約較本校校園之花期早了一個月。且國立屏東科技大學之小花蔓澤蘭族群多與牽牛花 (*Pharhisis nil.*)、台灣葛藤 (*Pueraria montana*)、雞屎藤 (*Paederia scandens*) 等藤本植物混雜生長。

此外，校園中有許多大花咸豐草族群散落分布，尤其以操場周邊數量最多。我們觀察到的大花咸豐草族群擴張速度極快，而在其族群中少有它種植物夾雜生長。校園中匍匐於地表之小花蔓澤蘭與大花咸豐草相遇時常有一奇特現象：小花蔓澤蘭可覆蓋校園中多數的植物，但卻無法完全覆蓋大花咸豐草族群，僅有少數纏繞大花咸豐草的邊緣，與之爭取陽光。以舊校舍前之大花咸豐草族群與小花蔓澤蘭為例說明：宿舍（包含房舍及植物）已全被小花蔓澤蘭覆蓋。其蔓莖沿牆而下後覆蓋了地表、房舍及植物，但遇到大花咸豐草時，卻無法覆蓋於其上，反而繞道而行，佔據大花咸豐草族群以外之空地。經一個月後再觀察，大花咸豐草及小花蔓澤蘭族群數量及覆蓋面積皆大幅增加，但兩族群界線仍涇渭分明，彼此未重疊（如附錄二之照片 4 所示）。經觀察國立屏東科技大學中之小花蔓澤蘭族群與大花咸豐草族群之情形，與本校校園觀察所得的狀況相似。其確切因素仍不明，值得深入探討。

2.無性繁殖能力

小花蔓澤蘭株數在各小樣區內僅有 0~3 株，相較於紫茉莉在各樣區中有 3~20 株而言，差距頗大(表 2)。然而株數較少的小花蔓澤蘭平均覆蓋面積擴張速度很快，遠比紫茉莉的平均覆蓋面積之變化要來得明顯許多(圖 3)。可見小花蔓澤蘭經切蔓一次後之復原能力很強，因此要以一次切蔓來防治小花蔓澤蘭成效應當有限。

表 2.樣區中紫茉莉與小花蔓澤蘭族群數量 (株)

	樣 區							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
紫茉莉	10	3	12	5	20	11	8	5
小花蔓澤蘭	1	0	3	0	0	0	1	3

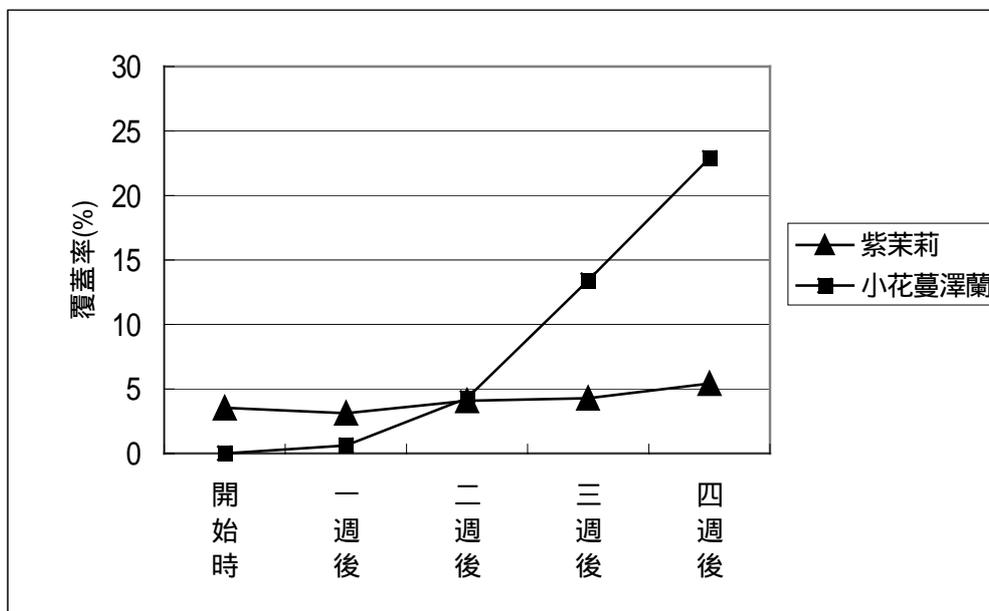


圖 3.樣區內小花蔓澤蘭與紫茉莉族群之平均覆蓋率變化

(二) 種子萌芽條件測試結果

有關小花蔓澤蘭種子在水分充足情況下的萌芽情形（數據參考附錄一），由圖 4 得知，小花蔓澤蘭種子萌芽時間約為五週，萌芽率在第二週及第三週達高峰。小花蔓澤蘭萌芽率雖不高，但其種子產量高，欲以抑制種子萌芽的方式來防治小花蔓澤蘭應有其困境。

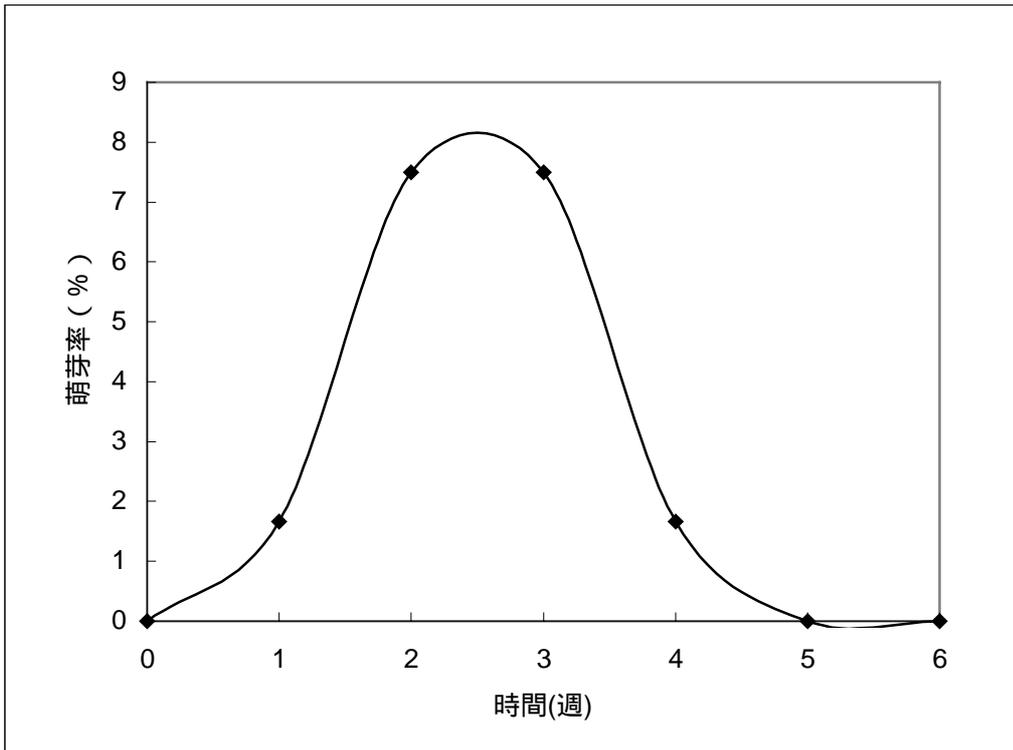


圖 4.小花蔓澤蘭種子在不同週數的萌芽率

有關種子萌發相關變因控制的探討結果如下：

1.水量對種子萌芽的影響

由圖 5 得知，小花蔓澤蘭種子的萌發需要水分，在水分充足情況下小花蔓澤蘭種子萌芽率約為 18.3%。但過量的水對小花蔓澤蘭萌芽並不會產生太大的影響。由於小花蔓澤蘭的種子可以在水中發芽，故淹水時間並不會影響小花蔓澤蘭種子的萌芽率。

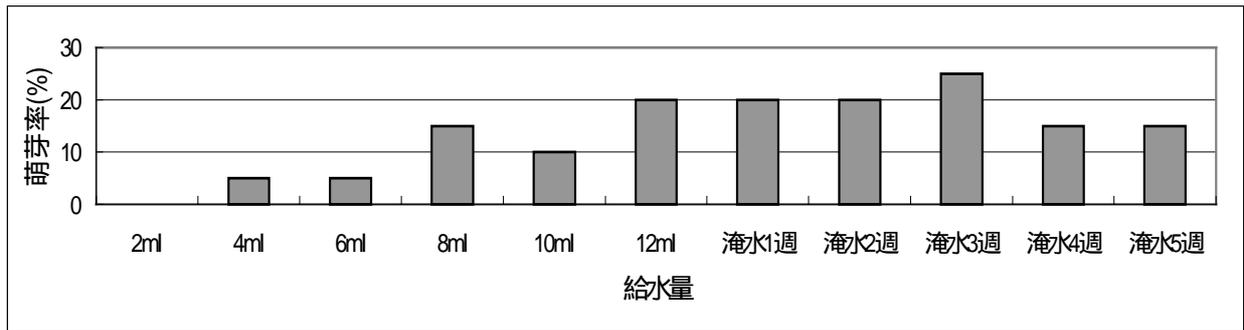


圖 5.水量對小花蔓澤蘭種子萌芽率的影響

2.光量對種子萌芽的影響

種子在 300Lux 光照下的萌發率較高，而在無光照或是光量較強情況下，對種子萌芽都有抑制的效果(圖 6)，因此得知種子萌芽需在適當的光量下萌芽率較高，無光及光量太強都有抑制的效果。

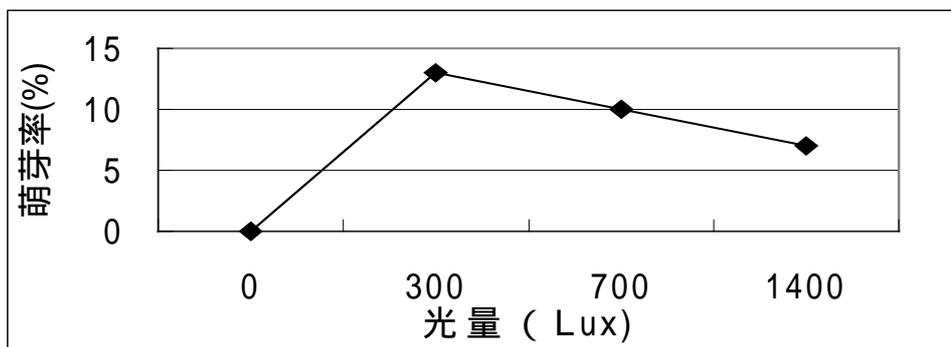


圖 6.不同光量對小花蔓澤蘭種子萌芽率的影響

3.光質對種子萌芽的影響

小花蔓澤蘭種子經約 6 週在不同光質下萌芽，發現以生長在藍光組的種子的發芽率最低（圖 7），其萌芽量與對照組相差 10%。綠光組與對照組之萌芽率則相差 5%；紅光組之萌芽率最高，達 30%，較對照組多出 15%，可見紅光對蔓澤蘭種子萌芽具有明顯促進作用。本實驗結果顯示在種子萌發過程，若僅以藍光或綠光照射，對小花蔓澤蘭種子的發芽皆有抑制萌芽的作用，若能除去紅光的照射，小花蔓澤蘭種子的萌芽數即可減少。

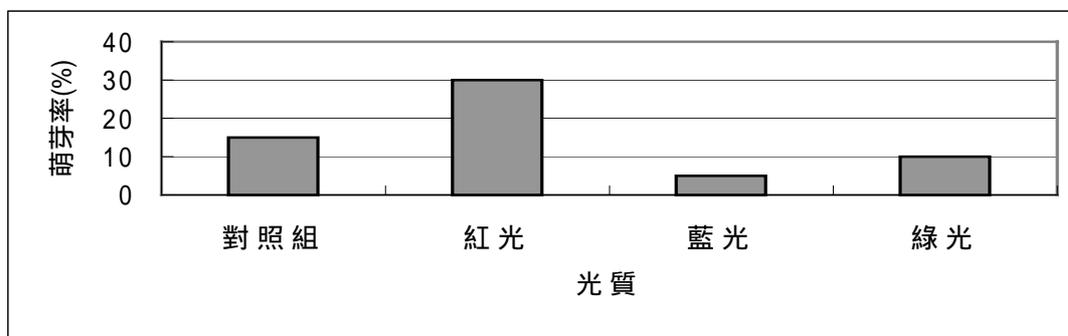


圖 7.不同光質對小花蔓澤蘭種子萌芽率的影響

二、小花蔓澤蘭的生物防治法之一：植物相剋作用試驗結果

(一) 以七種植物葉粉為材料對小花蔓澤蘭進行相剋作用試驗

雨豆樹、鳳凰木、赤桉、大花咸豐草對小花蔓澤蘭都有明顯的致死效果（圖 8），致死率都達 30 % 40 %。其中又以雨豆樹、鳳凰木致死率最高，赤桉和大花咸豐草居次，而大葉桃花心木和蘭嶼肉桂各有 10 % 的致死率，刺竹則無。（原始數據與分析請參閱附錄一）

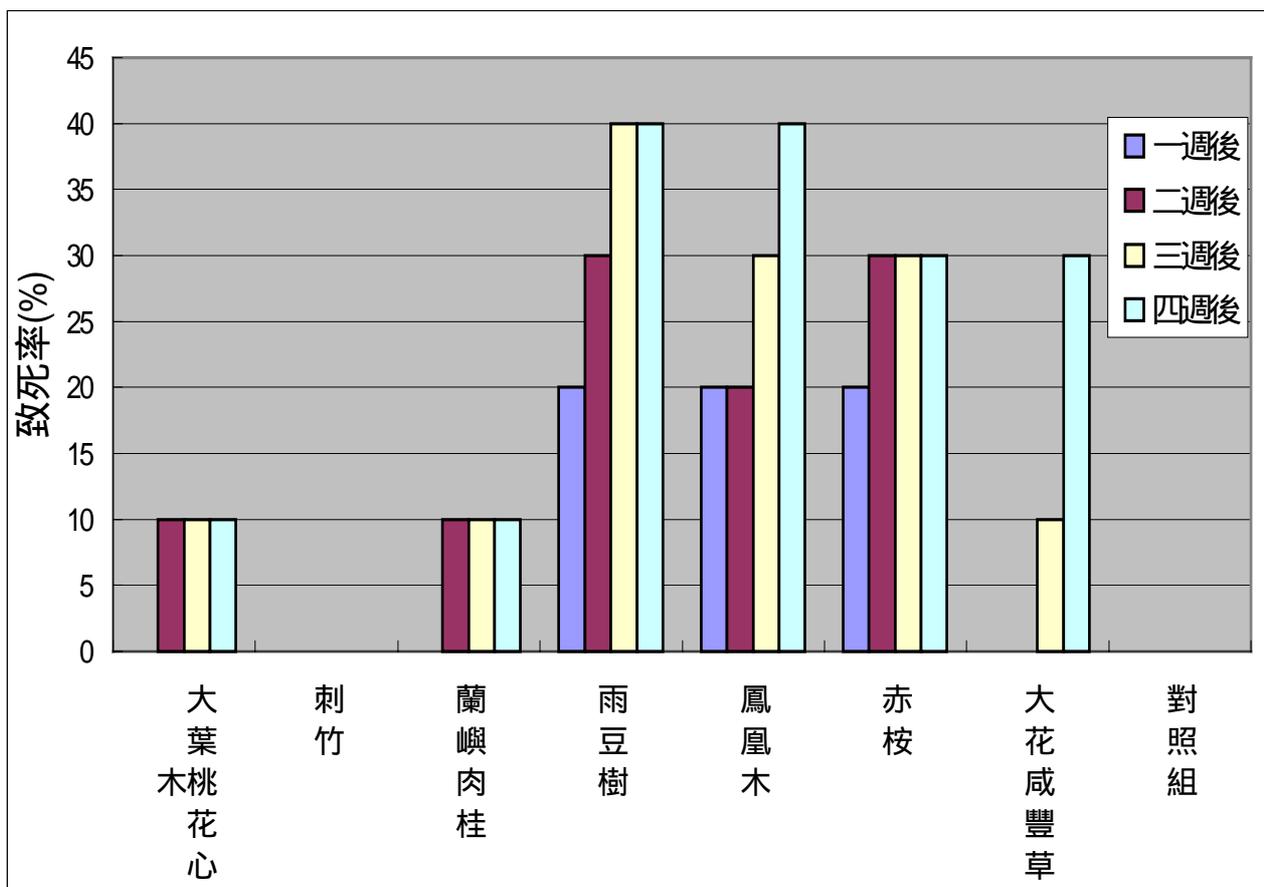


圖 8.不同植物葉粉對小花蔓澤蘭的致死情形

綜合圖 9 及表 3 不同植物葉粉對小花蔓澤蘭在處理後不同週數生長高度的作用情形，可看出：鳳凰木在第一週有極明顯的抑制效果，大葉桃花心木、雨豆樹、赤桉及大花咸豐草在第一週也有明顯抑制效果，刺竹則稍有抑制效果，而施用蘭嶼肉桂之生長狀況則與對照組並無差異。

第二週時，鳳凰木、雨豆樹有極明顯的抑制效果；赤桉、大花咸豐草呈明顯抑制效果。

大葉桃花心木與第一週相比，其抑制效果減弱，僅有些微抑制效果。而刺竹則與對照組生長情形相同。此外，蘭嶼肉桂卻呈現些微促進效果。

第三週時，大葉桃花心木抑制作用增強，呈現了極明顯的抑制效果；而鳳凰木、雨豆樹、蘭嶼肉桂皆有明顯的抑制效果，但鳳凰木、雨豆樹抑制成效呈下降趨勢，唯蘭嶼肉桂由促進作用轉變成抑制作用。此外，第三週起鬼針草具些微抑制效果，而刺竹、赤桉皆呈促進效果。

到了第四週時可發現，除大葉桃花心木呈明顯之抑制效果，蘭嶼肉桂、大花咸豐草呈些微之抑制效果外，其餘皆呈促進效果，其中尤以雨豆樹、刺竹、赤桉有明顯的促進效果。

表 3.不同植物葉粉作用下小花蔓澤蘭在不同週數高生長與對照組差異顯著性的比較

	葉粉						
	大葉桃花心木	刺竹	錫蘭肉桂	雨豆樹	鳳凰木	赤桉	大花咸豐草
第一週	(-)**	(-)*	0	(-)**	(-)**	(-)**	(-)**
第二週	(-)*	0	(+)*	(-)**	(-)**	(-)**	(-)**
第三週	(-)**	(+)**	(-)**	(-)**	(-)**	(+)*	(-)*
第四週	(-)**	(+)**	(-)*	(+)**	(+)*	(+)**	(-)*
	(+)：代表促進			0：P>0.90		P 表或然率	
	(-)：代表抑制			*：0.50<P		0.90	
				**：0.10<P		0.50	
				***：P<0.10			

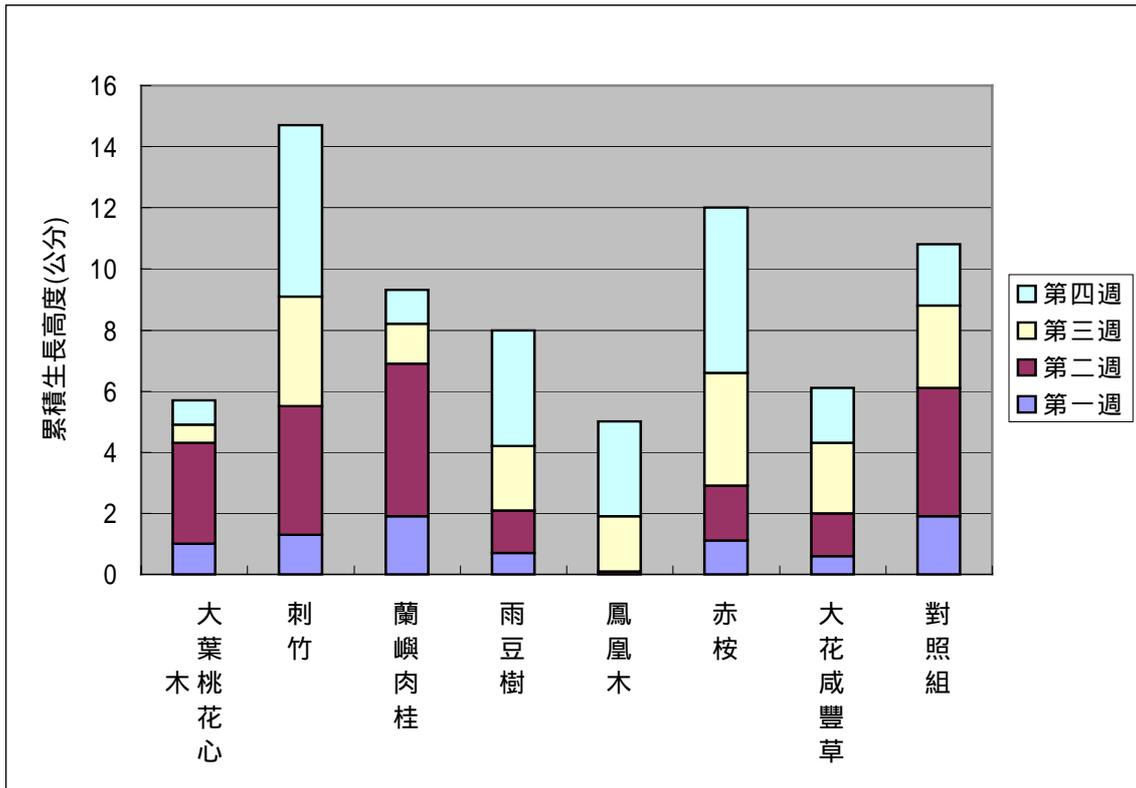


圖 9. 不同植物葉粉作用下小花蔓澤蘭的累積生長高度

綜觀來說，鳳凰木、大葉桃花心木、大花咸豐草、蘭嶼肉桂及雨豆樹都有明顯抑制小花蔓澤蘭高生長的效果。其中雨豆樹及鳳凰木在第一週及第二週時的抑制效果比較顯著，之後抑制效果便逐漸減弱；大葉桃花心木則反之，在第三週達到極明顯抑制效果；大花咸豐草以穩定的速度抑制蔓澤蘭的生長，沒有特別顯著的變化。造成此差異的原因，可能是各種葉粉可以抑制生長的時間不同。鳳凰木和雨豆樹對初期的細枝嫩葉有較明顯的抑制效果；大葉桃花心木則是對較成熟的植株有影響；大花咸豐草則是無此差異。赤桉是在初期的抑制效果較好，但之後小花蔓澤蘭就迅速生長。刺竹並沒有任何抑制作用，且該處理的小花蔓澤蘭長的比對照組更好，推測其原因，刺竹的葉粉可能已轉變成能夠幫助小花蔓澤蘭生長的肥料。

綜合以上所述，雨豆樹、鳳凰木和大花咸豐草對小花蔓澤蘭高生長都有明顯的抑制效果，但抑制生長的效果只有在初期較明顯。此外，大葉桃花心木則於後期出現明顯抑制生長的效果，但沒有明顯的致死率；赤桉雖有很高的致死率，但抑制生長的效果只有在初期；蘭嶼肉桂則有明顯抑制生長效果，但卻無明顯致死率；刺竹則是全然無抑制效果，反而有促進作用。

(二) 施用鳳凰木及雨豆樹不同葉粉量對小花蔓澤蘭的影響

施用不同重量的鳳凰木葉粉，在第 2 天時並無致死效果，但可看出已有明顯抑制生長效果（圖 10、圖 13）。在第 4 天實施撒 1~3 克葉粉的小花蔓澤蘭，致死率可達 55~85 %，而施撒 4 克葉粉致死率幾達 100 %。到了第 6 天，2 克的葉粉已可達 100 %。

施用不同重量的雨豆樹葉粉，實驗結果和上述相似，在第 2 天時並無致死效果，但已有明顯的抑制生長效果（圖 11、圖 14）。在第 4 天時，施撒 1~3 克葉粉的小花蔓澤蘭致死率可達 20~95 %，施撒 5 克葉粉致死率已達 100 %。第 6 天時，施撒 3 克以上的葉粉，小花蔓澤蘭的致死率皆達到 100 %。

綜合圖 12、圖 13、圖 14 及數據分析結果（參閱附錄一）可知，鳳凰木及雨豆樹無論在致死效果或抑制生長效果方面皆十分顯著。

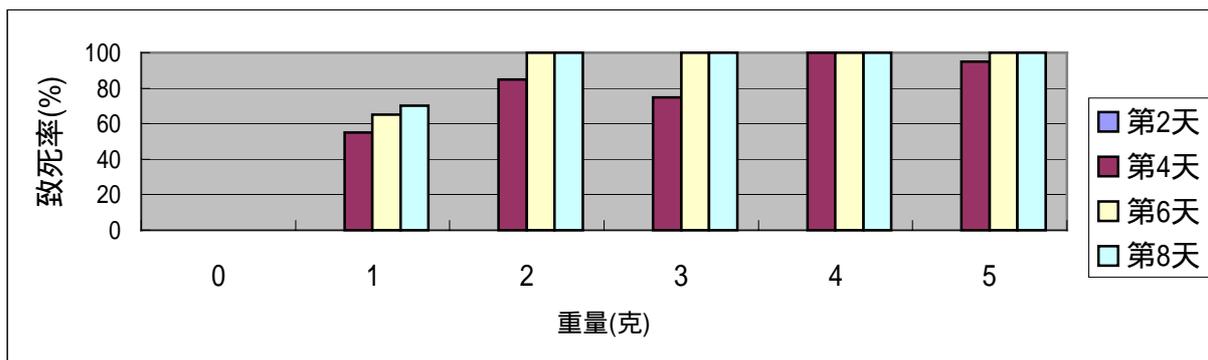


圖 10. 施撒不同重量鳳凰木葉粉對小花蔓澤蘭之致死率

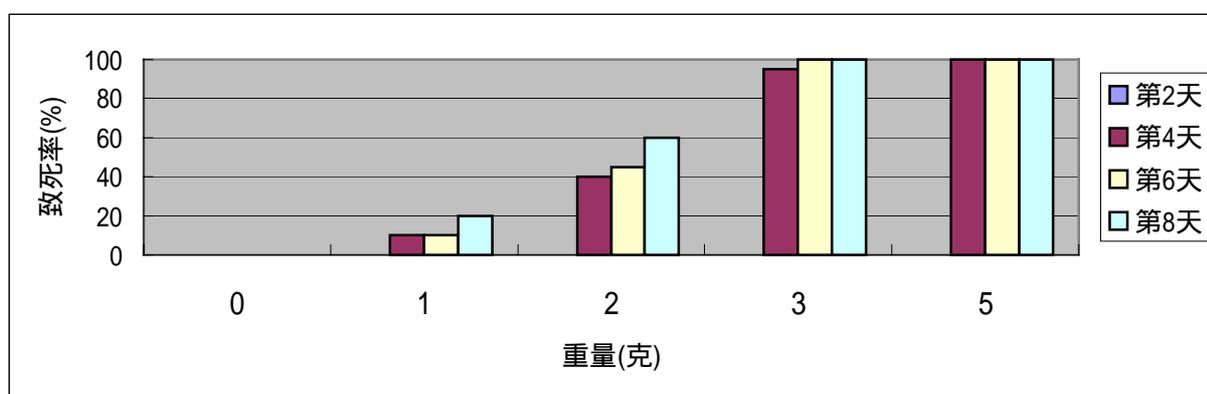


圖 11. 施撒不同重量雨豆樹葉粉對小花蔓澤蘭之致死率

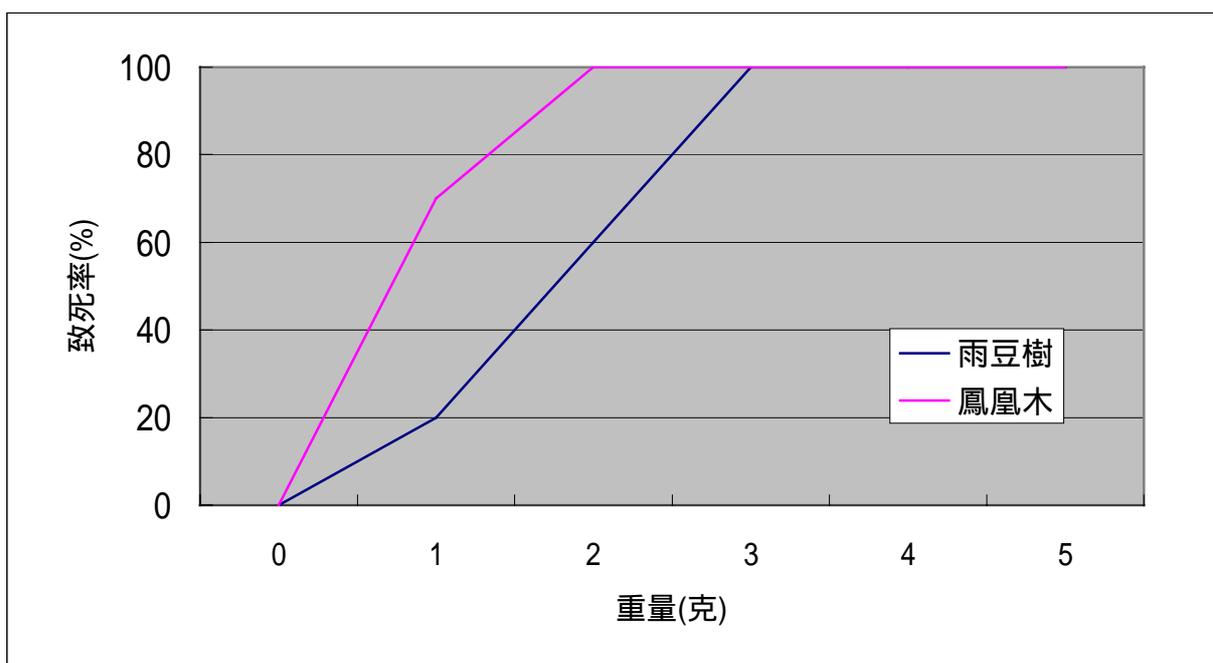


圖 12. 施撒不同重量雨豆樹及鳳凰木葉粉對小花蔓澤蘭致死率之比較

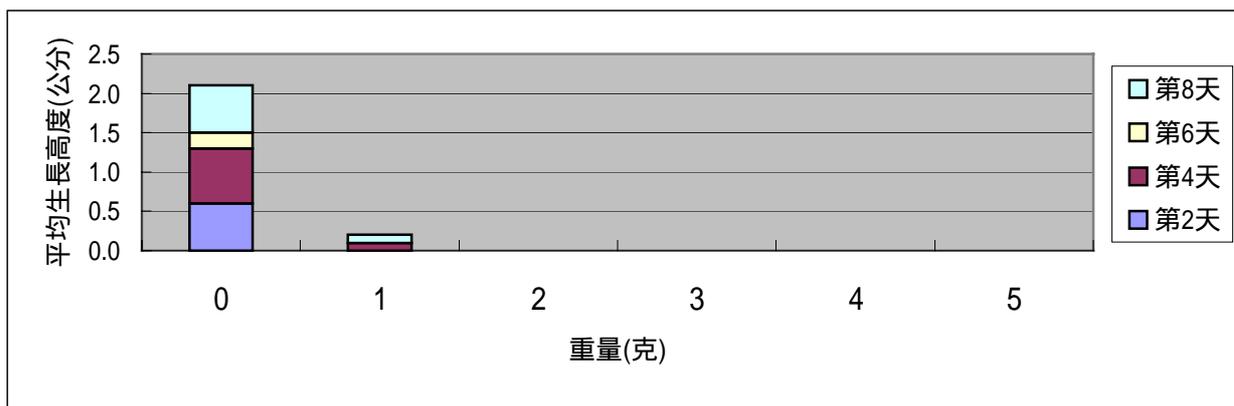


圖 13.施撒不同重量鳳凰木葉粉對小花蔓澤蘭高生長的影響

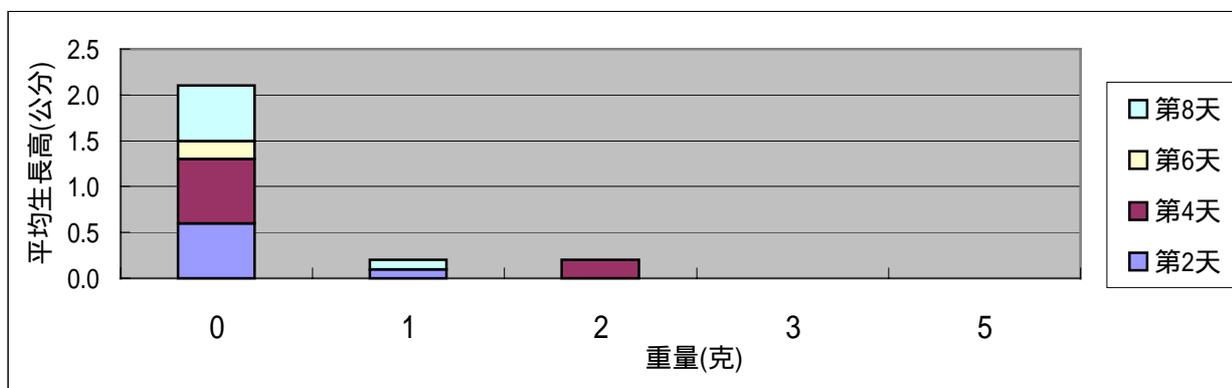


圖 14.施撒不同重量雨豆樹葉粉對小花蔓澤蘭高生長的影響

三、小花蔓澤蘭的生物防治法之二：病蟲害試驗結果

在培養小花蔓澤蘭植株的過程中，植株曾遭到病蟲害的侵襲。以顯微鏡觀察及文獻比對後，確定有赤葉璫(*Tetranychus cinnabarinus*(Boisduval)) 繡線菊蚜(*Aphis citricola* Van der Goot) 兩種。其中繡線菊蚜會吸收葉片的養分使葉片捲曲，且會啃食生長點和莖的部分。莖的維管束如被破壞便無法運輸養分及水分；生長點被破壞植株則無法繼續長高。植株約在感染後一個月內死亡。赤葉璫則會啃食葉片使葉片呈現孔洞，且以絲狀網包裹住小花蔓澤蘭植株，其後孔洞會持續擴大且葉片呈現黃化現象，最後整個植株死亡。

由病蟲害試驗結果(圖 15、16)，可看出繡線菊蚜和赤葉璫對小花蔓澤蘭都有很好的致死效果，其中赤葉璫至第 30 天時對小花蔓澤蘭的致死率更高達 100 %。在抑制生長效果方面，由圖 17 和表 4 可知，繡線菊蚜和赤葉璫在初期對生長高度並沒有抑制效果，從第 6 天開始才有抑制效果，其中赤葉璫自第 11 天起抑制效果變得十分顯著。整體而言，繡線菊蚜和赤葉璫兩者對小花蔓澤蘭都有很好的生長抑制效果。

表 4.繡線菊蚜與赤葉璫對小花蔓澤蘭累積生長高度與對照組比較之顯著情形

	繡線菊蚜	赤葉璫
1~5 天	(+)*	(+)**
6~10 天	(-)**	(-)**
11~15 天	0	(-)**
16~25 天	(-)**	(-)**

(+)：代表促進

0：P>0.90

P 表或然率

(-)：代表抑制

*：0.50<P 0.90

**：0.10<P 0.50

***：P<0.10

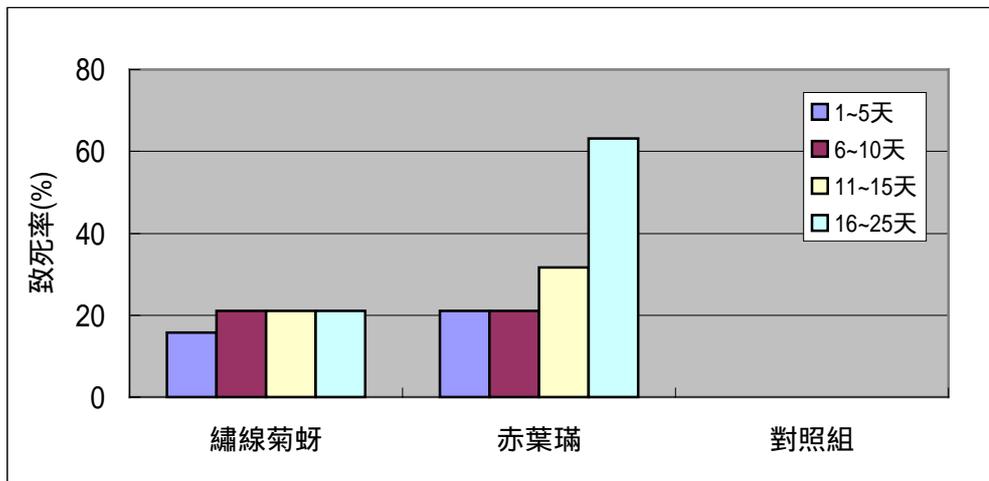


圖 15.繡線菊蚜與赤葉璫對小花蔓澤蘭的致死率

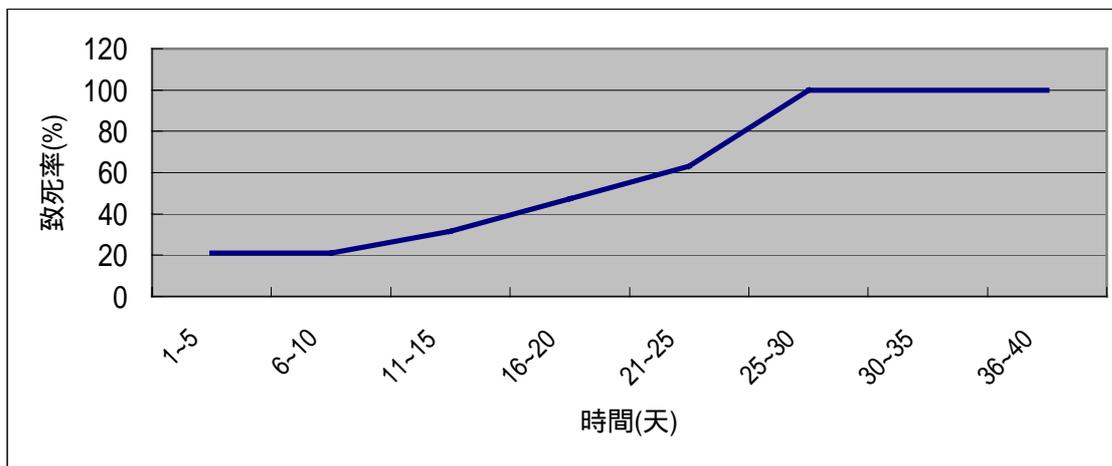


圖 16.赤葉璫在不同時間對小花蔓澤蘭的致死率變化

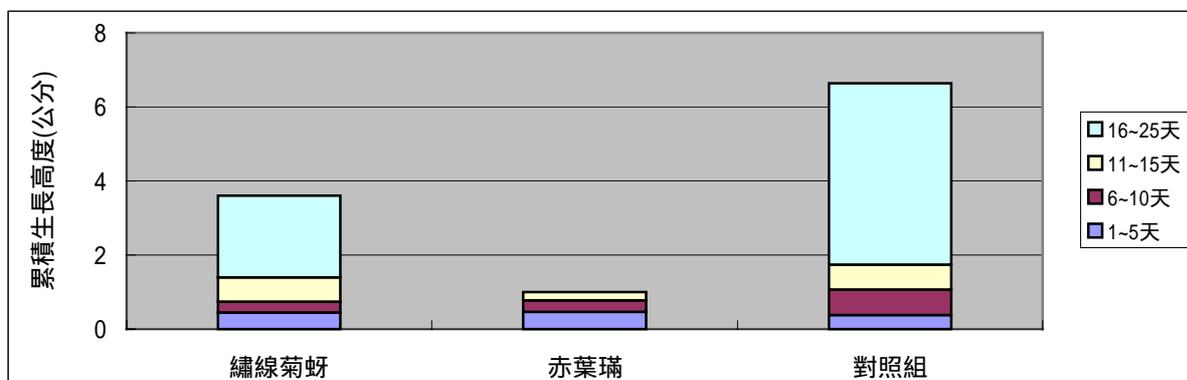


圖 17.繡線菊蚜與赤葉璫對小花蔓澤蘭的累積生長高度的影響

四、田野測試結果

在致死率方面，大植株亞群中，雨豆樹及鳳凰木葉粉對小花蔓澤蘭皆無致死效果（圖 18）。但對小植株亞群二者皆有明顯致死效果，其中又以鳳凰木的致死效果較佳，達 50 %（圖 19）。

在平均萌芽株數方面，無論在大植株或小植株亞群中，鳳凰木皆對萌芽株數有極明顯的抑制效果（圖 19）。

在平均生長高度及總增加重量方面，由圖 22、圖 23 可發現，大植株亞群中施用雨豆樹及鳳凰木葉粉皆無抑制效果。而小植株亞群中二者的抑制效果皆明顯，其中又以雨豆樹的抑制生長效果方面較為顯著；而鳳凰木在重量的增加方面有較明顯的抑制效果（圖 21）。

綜上所述，鳳凰木、雨豆樹葉粉對小花蔓澤蘭小型植株萌發的苗木不論在致死率及抑制生長方面皆有抑制效果。雨豆樹葉粉在抑制生長方面效果顯著，然而鳳凰木較具全面性抑制效果，在整體的抑制成效方面較優於雨豆樹。

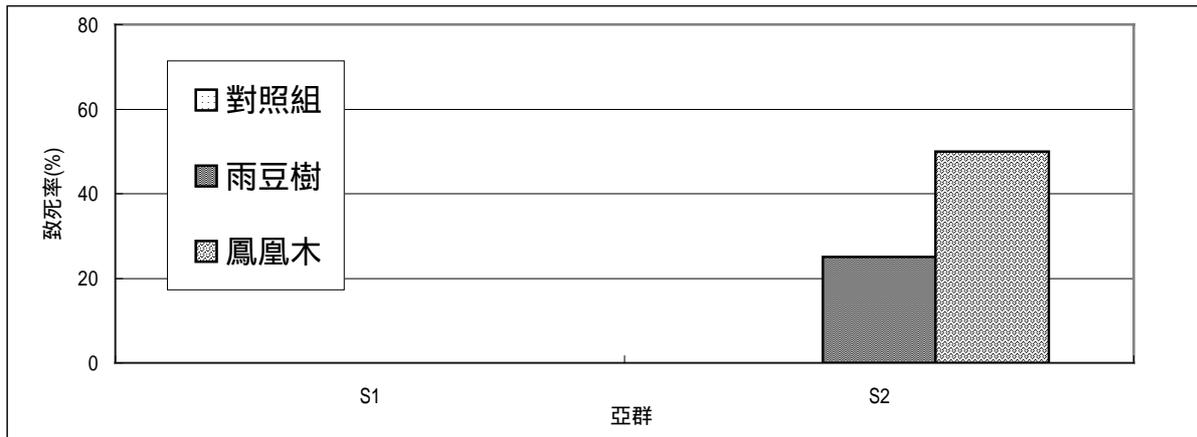


圖 18.二種葉粉作用下小花蔓澤蘭兩亞群致死率的比較

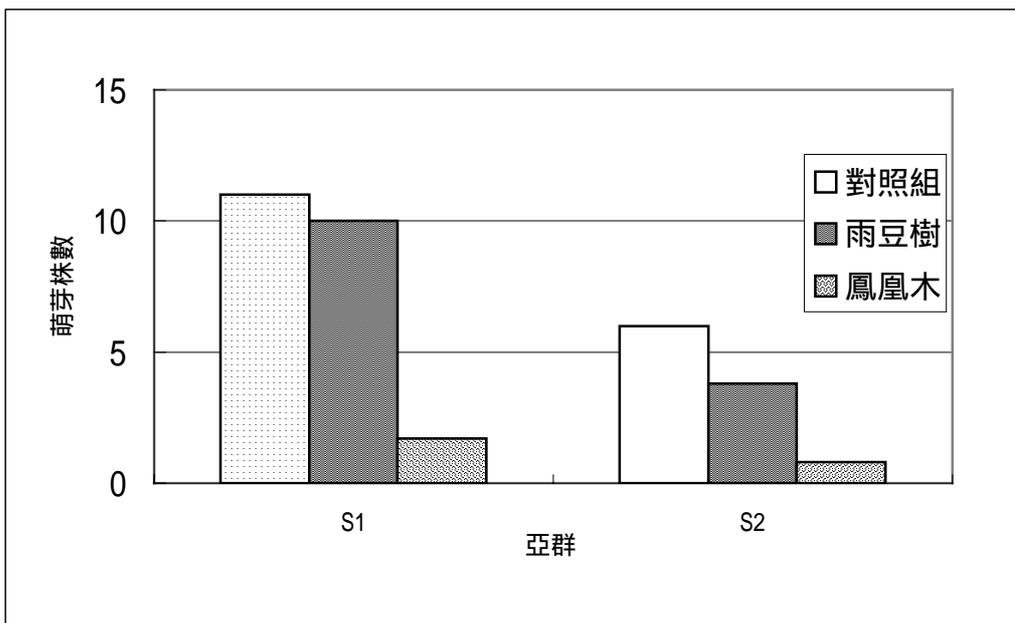


圖 19.二種葉粉作用下小花蔓澤蘭兩亞群平均萌生株數的比較

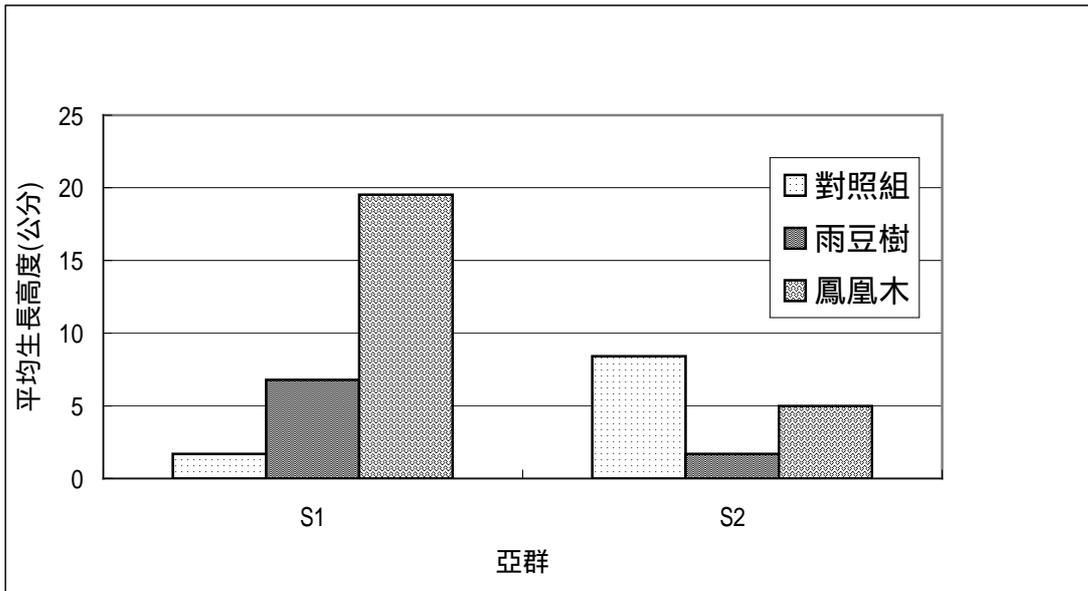


圖 20.二種葉粉作用下小花蔓澤蘭兩亞群的平均生長高度的比較

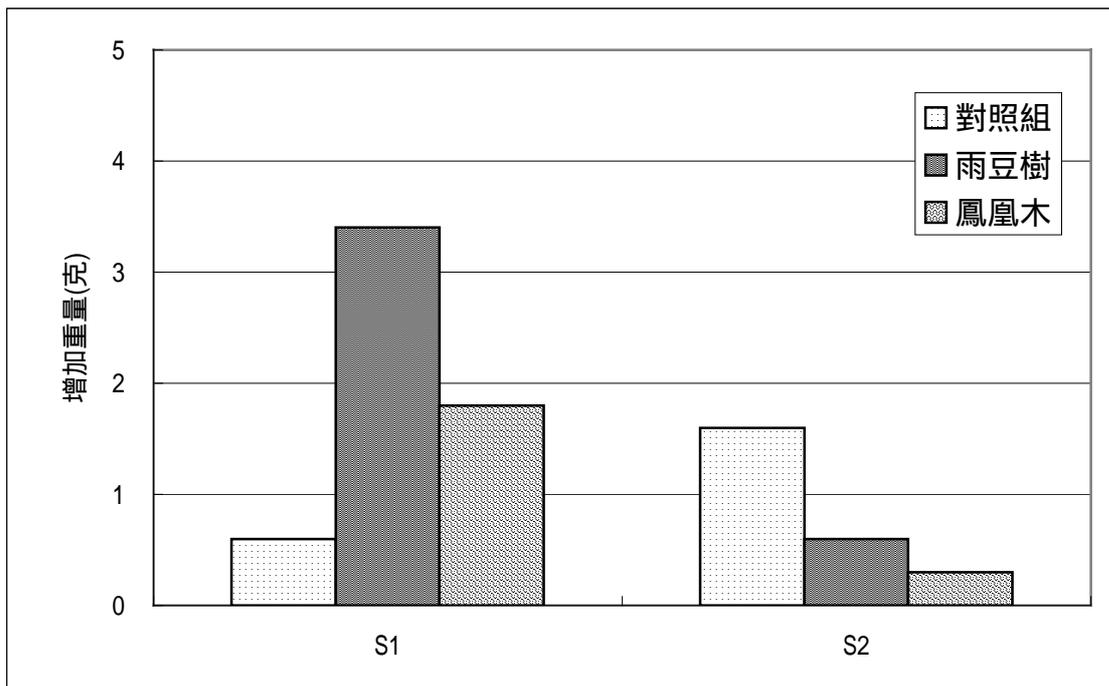


圖 21.二種葉粉作用下小花蔓澤蘭兩亞群總增加重量的比較

柒、討論及應用

一、小花蔓澤蘭生態特性上的優勢

由生態調查及無性繁殖能力試驗，並參考相關文獻（郭耀綸，2001）可知，小花蔓澤蘭有下列生態特性：

1. 種子產量高，質量輕，藉風力即可傳播。
2. 無性繁殖能力旺盛。
3. 為陽性植物，對陽光需求量大。
4. 在本地缺乏有效天敵的克制，繁殖迅速。

根據上述特點可發現，小花蔓澤蘭高產量的種子經由風的傳播，可以較高密度及較快的速度擴散；而在種子發芽後，其旺盛的無性繁殖能力，使小花蔓澤蘭具備了較它種植物更佳的競爭優勢，此二者皆可使其達到快速擴張族群範圍的目的。而因小花蔓澤蘭對陽光有極高的需求，且其為外來種，在本身獲取陽光的同時，也阻斷了其它物種爭取陽光的途徑。故在與它種植物的競爭方面，小花蔓澤蘭若由植物下層開始生長，會由底部開始纏繞它種植物的枝幹，順勢而上。而若由周邊侵入一個生長已久的族群，則包覆它種植物的外緣，且其蔓莖會互相纏繞，有向上的趨勢，能使個體可更快獲得陽光。

二、種子防治的可行性

經由種子萌芽率測試之實驗，得到以下三個結果：

1. 小花蔓澤蘭種子的萌發需要水分。
2. 小花蔓澤蘭種子萌芽需在適當的光量下萌芽率較高。
3. 藍、綠光對小花蔓澤蘭種子萌芽具有抑制作用。

由以上結果可看出，從抑制小花蔓澤蘭種子萌芽率方面進行防治，確實有其成效存在，但由於單位面積種子產量驚人，每平方公尺約有 17 萬粒種子產生（郭耀綸，2001），即使萌芽率只有 15%，可萌芽的種子數目還是相當可觀。小花蔓澤蘭即使在惡劣環境下也能產生大量種子，其種子具有可塑性，即使遇到惡劣環境不萌發芽，等到了適宜的生長環境則又可發芽成長。且種子很小、很輕，利用風為媒介傳播種子（林志昌，1998），因此我們認為由抑制種子的萌芽率來防治小花蔓澤蘭，困難度較高。

三、植物相剋作用試驗的可行性與應用

1. 相剋作用的優點是，植物本身分泌的物質毒性多可藉由土壤中微生物分解而消失；即使殘留在土壤中，其對自然生態平衡的破壞仍遠小於化學殺草劑物質之毒性遺留。此外，植物具有解毒的機制，若能找出對小花蔓澤蘭有專一性的相剋物種，施用此植物的葉粉時生長在小花蔓澤蘭週遭的物種就不致有中毒之虞（周昌弘，1990）。且由實驗結果得知，鳳凰木、雨豆樹葉粉對小花蔓澤蘭小型植株萌發的苗木有極佳的抑制效果，因此由植物相剋方面來抑制小花蔓澤蘭的可行性非常高。

2. 鳳凰木 2 % 水萃取液能抑制蔓澤蘭種子發芽 (郭耀綸 , 2001) , 因此在小花蔓澤蘭種子散播初期 , 可施灑葉粉抑制小花蔓澤蘭種子的萌發 , 而後應持續施灑以抑制存活後生長的小苗。由田野測試結果得知 , 鳳凰木及雨豆樹葉粉對小花蔓澤蘭小型植株萌發的苗木有極佳的抑制效果 , 而研究亦顯示 (郭耀綸 , 2001) , 鳳凰木葉粉萃取液對種子萌發的小苗具有強烈的相剋作用 , 因此對於遭小花蔓澤蘭侵入已久的的林地 , 建議先以人工切蔓降低其儲存養分 , 並同實施撒葉粉以抑制其生長 , 並持續以葉粉與切蔓作業防治之。

四、病蟲害防治法之評估

我們曾觀察到所栽培的小花蔓澤蘭植株受到繡線菊蚜的侵害 , 而在短期內有明顯快速死亡的現象 , 因此我們預測繡線菊蚜會有很好的致死效果。但從此次實驗並未顯示出如預期的結果。而由野外環境的觀察顯示 , 此二種病蟲雖可在小花蔓澤蘭植體上發現 , 但卻未觀察到致死現象 , 由此可知以病蟲害防治小花蔓澤蘭存在有許多變因。其中本研究觀察到影響因子之一為天候因素。赤葉璫在高溫乾燥的季節中的生長情況特別旺盛 (何琦琛、陳文華 , 1992) ; 而繡線菊蚜喜乾燥陰暗的生長環境 , 過於潮濕會影響其生長 (吳彤 , 2001) 。本研究亦顯示出繡線菊蚜在 11~15 天期間抑制效果明顯下降 , 而在這段培育期間我們觀察到天氣的變化 , 下雨對繡線菊蚜的繁殖產生影響。因此若想將病蟲害防治成效應用到野外 , 必須配合氣候的季節變化 , 如此才能達到較好的防治效果。

此外 , 本研究顯示繡線菊蚜喜歡啃食植物的初生莖葉及其生長點 , 而赤葉璫亦喜歡在作物的葉柄、嫩枝上聚集生長 , 故此二種病蟲對作物或草本植物可能造成嚴重的危害。因此在施放病蟲時 , 若遭小花蔓澤蘭入侵之處為林地或荒廢的農田 , 以病蟲害防治是可行的 ; 但若

是栽種經濟作物的耕地，則不建議施放病蟲害。

綜合上述，建議在施放病蟲個體時，首先需先針對施放環境進行評估，且應在乾季施放病蟲，以達到較好的抑制效果。

五、防治策略評估

綜合本實驗結果及相關文獻資料（郭耀綸，2001；陳仁昭和曾珍，2001），本研究對防治小花蔓澤蘭提出以下四點應用策略：

1. 連續切蔓防除小花蔓澤蘭成效顯著（郭耀綸，2001），在小花蔓澤蘭開花結果前連續切蔓，以降低其種子產量。
2. 施放有相剋作用的植物葉粉或病蟲對小花蔓澤蘭的初生苗木有非常好的抑制效果，因此於 11 月-翌年 2 月於小花蔓澤蘭種子散播時期，可以葉粉防治；而對於初遭小花蔓澤蘭侵入的林地除了以切蔓防除外，若能輔以施撒葉粉或施放病蟲的方式，亦可達到極佳的防治效果。
3. 對於被小花蔓澤蘭侵略已久的林地，可採多次切蔓方式以降低其儲存之養分，並配合葉粉或病蟲施放應可達到較佳的防治成效。
4. 對於已遭小花蔓澤蘭入侵之林地週遭可以鳳凰木作為防護帶；此外，可將鳳凰木與目標樹種混生，利用其遮蔭及相剋作用來防治小花蔓澤蘭（郭耀綸，2001）。

總體而言，建議以多次切蔓削弱小花蔓澤蘭的生命力，另配合施用葉粉藉相剋作用來防治；長期則宜利用病蟲來防治，以期達到較好的防治效果。

六、本研究應改進及有待深入研究之處

1. 在光量對種子萌芽影響的實驗中，是以鎢絲燈作為光源，將其分為全光照、1/2 光照、1/4 光照及無光照，並非以太陽光的光源來區分，使得實驗所使用的光量遠小於自然環境下的光量。鎢絲燈的光質是以紅外光為主，缺少了可促進種子萌芽的可見光紅光光譜，造成實驗結果萌芽率普遍偏低，由此亦可得知小花蔓澤蘭為陽性植物。下次再進行此方面實驗，可將其種子擺在室外照射太陽光，再給予不同程度的遮陰，若放在室內應同時以鎢絲燈及日光燈（可見光為主）照射，較符合自然環境。
2. 在光質對種子萌芽的影響實驗中，利用不同顏色的玻璃紙遮蓋，只能確定所透過光的顏色，無法確定其波長範圍，若想確定其波長須利用儀器測量方可得知。
3. 本實驗的對照組與控制組皆以 20 顆種子在一個培養皿進行，如果此培養皿受到不可測的變因影響，會造成實驗的誤差。為避免上述情況，在相同控制情況下，宜取用多個培養皿並放入相同數目之種子進行實驗，紀錄各個培養皿之萌芽率，並取其算數平均數，以減少實驗誤差。
4. 相剋作用試驗可發現，對小花蔓澤蘭抑制效果最好的前二種植物分為鳳凰木及雨豆樹，而此二種植物皆為豆科植物。另在校園中觀察發現，種植在校園內的鳳凰木、雨豆樹、鐵刀木（亦為豆科植物之一）其下之地被植物層皆稀疏。故未來可針對豆科植物對小花蔓澤蘭之相剋作用進行深入研究。
5. 進一步鑑定出有作用的葉粉中真正具有相剋作用之化學物質成份及特性。目前我們只是以葉粉來做實驗，而對於葉粉所含的成份並沒有太深入的研究，而在這些成份裡哪些才對小花蔓澤蘭的生長有所抑制，都是未來值得努力的方向。

6. 目前我們的實驗只著重在植物的葉對小花蔓澤蘭的相剋作用，而植物可能造成相剋作用的部位，並不侷限於葉，也可能是植物的根、莖、花朵甚至散發出來的氣味，都可能造成相剋作用，未來可朝此方向著手，測試一種植物各個不同的部位，進行深入的研究。
7. 在施用鳳凰木和雨豆樹不同葉粉量的實驗方面，鳳凰木和雨豆樹 3 克葉粉，在第 6 天致死率皆已達 100 %，但在以七種植物葉粉為材料進行相剋作用的試驗結果中，鳳凰木、雨豆樹 3 克葉粉在一週後對小花蔓澤蘭的致死率卻僅達 20 %。施撒相同克數葉粉，致死率卻不同，推測可能與季節溫度有關。日後可針對季節或溫度作變因控制的實驗探討，找出較佳的施撒季節，以改進防治效果。

捌、結 論

1.在生態調查方面

經實地調查發現，小花蔓澤蘭植株以未有遮蔽物阻礙光照者生長狀況較佳。小花蔓澤蘭的植株經切蔓後，約在兩週內可以抽出新芽。若未破壞其根或地上莖，小花蔓澤蘭可以快速恢復。

2. 在種子萌芽率方面

小花蔓澤蘭種子的產量高，但種子萌發率不高。過量的水並不會對小花蔓澤蘭產生太大的影響。種子萌芽需適當的光量，在無光照或光照太強下，對種子萌芽都有抑制的效果。光質對小花蔓澤蘭種子萌發有不同影響，其中藍光和綠光具有抑制種子發芽效果，而紅光卻有促進效果。

3. 植物相剋作用試驗方面

雨豆樹、鳳凰木和大花咸豐草對小花蔓澤蘭都有明顯的致死率，但抑制生長的效果只有在初期較明顯。此外，大葉桃花心木則於後期出現明顯抑制生長的效果，但沒有明顯的致死率；赤桉雖有很高的致死率，但抑制生長的效果只有在初期；蘭嶼肉桂則有明顯抑制生長效果但卻無明顯致死率；刺竹則是全然無效果。

在施用不同葉粉量方面顯示，鳳凰木及雨豆樹只需微小的量在短時間內即可達到相當高的致死效果和抑制生長效果。

4. 以病蟲害防治方面

發現繡線菊蚜及赤葉璫對小花蔓澤蘭苗木有致死效果，且對生長有明顯抑制作用。

5. 田野測試方面

發現鳳凰木及雨豆樹的葉粉對小花蔓澤蘭較小型植株萌生的苗木有致死效果，且有較明顯的抑制生長效果。

玖、參考文獻

(一) 期刊論文：

1. 王子定、蘇學波、郭耀綸，1982年。森林植物之毒他作用。中華林學季刊 15(4): 1-12。
2. 王均琍，2001年。台灣林地雜草 - 小花蔓澤蘭種子發育與萌芽階段之生物與藥劑防除成果報告。國立屏東科技大學研究計劃。
3. 林志昌，1998年。苗圃雜草之防治方法 - 以防治蔓澤蘭為例。國立屏東科技大學森林資源技術系實務專題報告。
4. 周昌弘，1990年。植物生態學第 254 至 259 頁。聯經圖書印行。
5. 陳仁昭、曾珍，2001年。蔓澤蘭天敵調查及生物防治期末報告。國立屏東科技大學研究計劃。
6. 郭耀綸，2001年。台灣林地雜草 - 蔓澤蘭之個體生態學調查成果報告。國立屏東科技大學研究計劃。

(二) 網路資訊：

1. 何琦琛、陳文華，1992年。茄園葉蟎種類調查及赤葉蟎、南黃薊馬、二點小綠葉蟬在茄園之季節消長。 <http://www.entsoc.org.tw/chinese/publication/journal-chinese/12vol/no4/5.htm>
2. 赤葉蟎資料。 <http://www.tdais.gov.tw/disease/s-742.html>
3. 吳彤, 2001年。植物的殺手--蚜蟲 http://www.bud.org.tw/observer/year2001/T_Wu/final_report.asp
4. 蔓澤蘭相關資料。
 - (1) 葫蘆網中草藥專業資訊網：<http://www.hulu.com.tw>
 - (2) 下港人的家：<http://www.yctsayl.idv.tw>
5. 全面防除蔓澤蘭計劃。行政院農委會林務局：<http://www.forest.gov.tw>
6. 避免農業生態浩劫，大家來防治蔓澤蘭。台南區農情月刊。<http://www.tndais.gov.tw>

【附錄一】原始數據之紀錄與分析

(一) 水分充足下，種子萌發數據

萌芽株數							萌芽率(%) (n=20)
一週	二週	三週	四週	五週	六週		
對照組	0	1	2	0	0	0	15
淹水 1 週	1	2	1	0	0	0	20
淹水 2 週	0	2	2	0	0	0	20
淹水 3 週	0	2	2	1	0	0	25
淹水 4 週	1	1	0	1	0	0	15
淹水 5 週	0	1	2	0	0	0	15
總數	2	9	9	2	0	0	
萌芽率(%) (N=120)	1.7	7.5	7.5	1.7	0.0	0.0	18.3

(二) 以七種植物葉粉為材料對小花蔓澤蘭進行相剋作用試驗

1.原始高度

(單位：cm)

編號	葉粉							對照組
	大葉桃 花心木	刺竹	蘭嶼 肉桂	雨豆樹	鳳凰木	赤桉	大花咸 豐草	
1	1.9	3.6	2.6	2.4	2.5	2.8	2.4	3.5
2	3.0	3.7	3.6	3.0	3.5	3.2	3.5	3.9
3	3.7	4.0	4.0	3.4	3.9	3.5	3.8	4.2
4	4.3	4.6	4.7	3.7	4.4	3.5	5.0	4.6
5	5.1	4.9	5.1	3.7	4.5	3.7	6.2	5.3
6	5.7	6.2	5.6	5.2	5.2	5.2	6.5	5.7
7	5.8	6.9	8.0	5.4	6.0	5.6	6.5	6.2
8	8.1	7.4	8.7	5.5	7.5	7.7	7.2	6.5
9	8.3	7.5	9.1	7.5	8.7	8.2	8.3	7.3
10	9.4	9.3	11.2	11.1	9.6	9.0	8.7	8.7
平均	5.5	5.8	6.3	5.1	5.6	5.2	5.8	5.6
標準差	2.5	1.9	2.8	2.6	2.3	2.3	2.1	1.6
相關係數	0.97	0.98	0.98	0.96	0.98	0.96	0.96	1.00

2.各週變化

(1)第一週增加高度 (*：代表已死亡)

(單位：cm)

編號	葉粉							對照組
	大葉桃 花心木	刺竹	蘭嶼 肉桂	雨豆樹	鳳凰木	赤桉	大花咸 豐草	
1	1.6	0.0	7.4	*	*	1.2	0.3	1.1
2	0.0	1.7	1.3	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	1.5	1.5	0.9	0.0	1.2	1.8	0.0
4	1.1	0.0	0.4	0.0	0.0	3.0	0.6	1.4
5	1.7	0.5	1.1	0.0	0.0	0.5	0.5	2.7
6	0.0	2.6	3.0	1.0	0.0	1.1	0.6	2.0
7	0.0	0.6	0.0	1.8	0.0	2.8	1.4	0.9
8	1.7	1.5	2.2	*	*	*	1.0	1.0
9	2.1	4.1	1.3	0.0	0.0	*	0.0	1.2
10	2.1	0.6	0.7	1.8	0.0	0.8	0.0	8.3
平均	1.0	1.3	1.9	0.7	0.0	1.1	0.6	1.9
標準差	0.9	1.3	2.1	0.8	0.0	1.1	0.6	2.4
累積致死棵數	0	0	0	2	2	2	0	0
P(T t) 雙尾	0.24	0.57	0.98	0.16	0.04	0.37	0.18	

(2)第二週增加高度 (* : 代表已死亡)

(單位 : cm)

編號	葉粉							對照組
	大葉桃 花心木	刺竹	蘭嶼 肉桂	雨豆樹	鳳凰木	赤桉	大花咸 豐草	
1	2.5	2.2	0.0	*	*	0.0	0.8	3.1
2	0.0	4.5	*	2.2	0.0	*	0.0	3.1
3	*	4.6	4.5	2.0	0.0	0.6	6.6	2.6
4	5.0	0.7	0.7	*	0.0	5.9	0.3	1.2
5	4.0	1.0	1.2	0.0	0.0	1.1	0.0	4.5
6	1.3	4.2	6.1	3.9	0.3	2.6	3.0	4.9
7	2.2	3.9	13.1	3.7	0.0	5.9	3.6	1.5
8	12.2	4.0	0.5	*	0.0	*	0.0	1.8
9	1.0	14.2	5.5	0.0	*	*	0.0	3.5
10	4.8	2.2	18.2	2.3	0.5	1.7	0.0	16.0
平均	3.3	4.2	5.0	1.4	0.1	1.8	1.4	4.2
標準差	3.6	3.8	6.2	1.6	0.2	2.3	2.3	4.3
累積致死棵數	1	0	1	3	2	3	0	0
P(T t) 雙尾	0.61	0.97	0.60	0.07	0.01	0.17	0.17	

(3)第三週增加高度 (* : 代表已死亡)

(單位 : cm)

編號	葉粉							對照組
	大葉桃 花心木	刺竹	蘭嶼 肉桂	雨豆樹	鳳凰木	赤桉	大花咸 豐草	
1	0	1.8	5.3	*	*	6.3	4.2	1.5
2	0.0	4.4	*	2.0	2.5	*	0.0	3.8
3	*	5.5	0.3	2.8	0	10.6	6.1	0.8
4	0.5	1.3	1.0	*	0.8	2.2	2.4	2.0
5	1.6	1.0	0.1	*	*	*	0.0	0.8
6	0.0	5.8	0.6	7.0	*	14.5	3.8	9.5
7	0.0	2.8	0.0	6.2	0.0	1.3	4.5	1.5
8	0.9	1.7	0.2	*	4.0	1.7	0.5	0.9
9	0.0	10.7	1.4	1.3	*	*	1.0	6.5
10	3.2	0.9	0.0	1.5	3.0	0.5	*	0.0
平均	0.6	2.4	0.3	1.6	0.8	2.0	1.2	2.1
標準差	1.1	3.1	1.6	2.6	1.5	5.1	2.3	3.0
累積致死棵數	1	0	1	4	3	3	1	0
P(T t) 雙尾	0.10	0.28	0.12	0.47	0.50	0.52	0.69	

(4)第四週增加高度 (* : 代表已死亡)

(單位 : cm)

編號	葉粉							對照組
	大葉桃 花心木	刺竹	蘭嶼 肉桂	雨豆樹	鳳凰木	赤桉	大花咸 豐草	
1	0.6	1.5	0.0	*	*	5.0	0.0	3.1
2	0.0	13.9	*	3.5	12.8	*	0.0	0.0
3	*	14.4	1.5	4.1	3.1	2.1	*	1.7
4	1.5	1.1	4.2	*	1.1	2.5	0.0	0.0
5	0.0	2.5	1.3	*	*	0.6	*	1.0
6	0.0	15.0	0.0	22.0	*	2.5	5.5	0.6
7	0.0	3.4	2.3	2.2	5.5	18.0	0.8	0.5
8	1.0	1.0	0.0	*	8.0	*	2.1	1.0
9	0.0	0.0	1.0	6.0	*	*	10.0	11.6
10	4.8	3.2	0.8	0.5	0.0	23.0	*	0.0
平均	0.8	5.6	1.1	3.8	3.1	5.4	1.8	2.0
標準差	1.6	6.2	1.4	7.9	4.8	9.0	3.8	3.5
累積致死棵數	1	0	1	4	4	3	3	0
P(T t) 雙尾	0.40	0.18	0.52	0.43	0.60	0.30	0.87	

(三) 施用雨豆樹及鳳凰木不同葉粉量對小花蔓澤蘭的相剋作用試驗

1. 第一天至第二天之增加高度 (* : 代表已死亡)

(單位 : cm)

編號	葉粉									對照組
	A1	A2	A3	A5	B1	B2	B3	B4	B5	
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6
3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
6	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4
7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6
8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4
12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5
13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4
14	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8
15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1
16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1
17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7
19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6
20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6
平均	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6
標準差	0.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
致死棵數	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
致死率	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
P(T<=t) 雙尾	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

(A為雨豆樹 B為鳳凰木 數字代表葉粉克數)

2.第二天至第四天之增加高度 (* : 代表已死亡)

(單位 : cm)

編號	葉粉									對照組
	A1	A2	A3	A5	B1	B2	B3	B4	B5	
1	0.0	0.0	*	*	*	*	*	*	*	0.5
2	0.0	*	*	*	0.0	*	*	*	*	0.5
3	0.0	0.0	*	*	*	*	*	*	*	0.3
4	0.0	0.0	0.0	*	*	*	*	*	*	0.3
5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.8
6	0.0	*	*	*	0.0	*	*	*	*	0.5
7	0.0	0.0	*	*	*	*	0.0	*	*	0.8
8	0.0	1.6	*	*	*	*	0.0	*	*	0.4
9	0.0	0.0	*	*	*	*	*	*	*	0.2
10	0.0	*	*	*	*	*	*	*	*	0.5
11	0.0	*	*	*	0.0	*	*	*	*	0.5
12	0.0	*	*	*	*	*	*	*	*	1.0
13	*	0.0	*	*	*	*	*	*	*	0.8
14	0.0	1.0	*	*	*	*	*	*	*	0.9
15	0.0	*	*	*	0.0	*	0.0	*	*	1.0
16	0.0	*	*	*	0.0	*	0.0	*	*	1.2
17	0.0	0.3	*	*	0.0	0.0	*	*	*	1.2
18	0.0	0.0	*	*	0.0	0.0	*	*	*	1.3
19	0.0	0.0	*	*	1.0	*	0.0	*	0.0	1.0
20	0.0	1.0	*	*	0.0	0.0	*	*	*	0.2
平均	0.0	0.2	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7
標準差	0.0	0.6	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
致死棵數	2	8	19	20	11	17	15	20	19	0
致死率	10%	40%	95%	100%	55%	85%	75%	100%	95%	0%
P(T<=t) 雙尾	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

(A為雨豆樹 B為鳳凰木 數字表示葉粉克數)

3.第四天至第六天之增加高度 (* : 代表已死亡)

(單位 : cm)

編號	葉粉									對照組
	A1	A2	A3	A5	B1	B2	B3	B4	B5	
1	0.0	0.0	*	*	*	*	*	*	*	0.6
2	0.0	*	*	*	0.0	*	*	*	*	0.2
3	0.0	0.0	*	*	*	*	*	*	*	0.2
4	0.0	0.0	*	*	*	*	*	*	*	0.0
5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.3
6	0.0	*	*	*	0.0	*	*	*	*	0.3
7	0.0	0.0	*	*	*	*	*	*	*	0.0
8	0.0	0.0	*	*	*	*	*	*	*	0.0
9	0.0	*	*	*	*	*	*	*	*	0.0
10	0.0	*	*	*	*	*	*	*	*	0.0
11	0.0	*	*	*	0.0	*	*	*	*	0.2
12	0.0	*	*	*	*	*	*	*	*	0.0
13	*	0.0	*	*	*	*	*	*	*	0.0
14	0.6	0.0	*	*	*	*	*	*	*	0.3
15	0.0	*	*	*	*	*	*	*	*	0.4
16	0.0	*	*	*	0.0	*	*	*	*	0.3
17	0.0	0.0	*	*	0.0	*	*	*	*	0.6
18	0.0	0.0	*	*	0.0	*	*	*	*	0.0
19	0.0	0.0	*	*	0.0	*	*	*	*	0.5
20	0	0.7	*	*	*	*	*	*	*	0
平均	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
標準差	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
致死棵數	2	9	20	20	13	20	20	20	20	0
致死率	10%	45%	100%	100%	65%	100%	100%	100%	100%	0%
P(T<=t) 雙尾	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

(A為雨豆樹 B為鳳凰木 數字表示葉粉克數)

4.第六天至第八天之增加高度 (* : 代表已死亡)

(單位 : cm)

編號	葉粉									對照組
	A1	A2	A3	A5	B1	B2	B3	B4	B5	
1	0.0	0.0	*	*	*	*	*	*	*	0.2
2	0.0	*	*	*	0.0	*	*	*	*	0.4
3	0.0	0.0	*	*	*	*	*	*	*	0.1
4	0.0	0.0	*	*	*	*	*	*	*	0.2
5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.5
6	0.0	*	*	*	0.0	*	*	*	*	0.3
7	0.0	0.0	*	*	*	*	*	*	*	0.4
8	0.0	0.0	*	*	*	*	*	*	*	1.1
9	0.0	*	*	*	*	*	*	*	*	0.5
10	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.1
11	0.0	*	*	*	0.2	*	*	*	*	0.1
12	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.6
13	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.4
14	0.4	0.7	*	*	*	*	*	*	*	0.0
15	0.0	*	*	*	*	*	*	*	*	0.3
16	0.0	*	*	*	0.9	*	*	*	*	0.4
17	0.0	0.2	*	*	0.0	*	*	*	*	0.1
18	0.0	*	*	*	*	*	*	*	*	0.2
19	0.0	*	*	*	0.3	*	*	*	*	4.7
20	0.0	0.4	*	*	*	*	*	*	*	0.5
平均	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6
標準差	0.1	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
致死棵數	4	12	20	20	14	20	20	20	20	0
致死率	20%	60%	100%	100%	70%	100%	100%	100%	100%	0%
P(T<=t) 雙尾	0.03	0.05	0.02	0.02	0.04	0.02	0.02	0.02	0.02	

(A為雨豆樹 B為鳳凰木 數字表示葉粉克數)

(四) 病蟲害試驗

1.原始高度	(單位：cm)		
	病蟲		
編號	繡線菊蚜	赤葉璫	對照組
1	2.0	2.0	2.0
2	2.2	2.1	2.0
3	2.3	2.3	2.5
4	2.7	2.7	2.5
5	2.7	2.8	3.0
6	3.0	3.0	3.0
7	3.0	3.0	3.0
8	3.2	3.1	3.1
9	3.2	3.2	3.2
10	3.5	3.5	3.5
11	3.5	3.5	3.5
12	4.0	3.9	4.0
13	4.1	4.1	4.0
14	4.3	4.3	4.5
15	4.7	4.8	4.5
16	4.7	5.0	5.0
17	5.3	5.2	5.3
18	5.8	5.5	5.7
19	6.1	5.8	6.6
平均	3.7	3.7	3.7
標準差	1.2	1.1	1.2
相關係數	0.98	0.98	1.00

2. 1~5 天 (* : 代表已死亡)

(單位 : cm)

	病蟲		
	繡線菊蚜	赤葉璫	對照組
1	2.0	*	0.3
2	*	0.0	0.0
3	0.0	0.3	0.4
4	0.0	0.7	0.3
5	0.0	0.6	0.6
6	0.0	*	0.5
7	*	*	0.6
8	0.0	0.0	0.0
9	1.8	1.0	0.6
10	0.0	*	0.0
11	1.3	1.0	0.3
12	*	0.0	0.7
13	0.5	1.3	0.2
14	0.2	0.5	0.0
15	0.3	0.5	0.8
16	0.6	1.1	0.3
17	0.0	0.6	0.6
18	0.6	0.3	0.4
19	1.1	1.1	0.6
平均	0.5	0.6	0.4
標準差	0.7	0.4	0.3
致死棵數	3	4	0
致死率	15.8%	21.1%	0.0%
P(T<=t) 雙尾	0.69	0.41	

3. 6~10 天 (* : 代表已死亡) (單位 : cm)

	病蟲		
	繡線菊蚜	赤葉璫	對照組
1	0.0	*	0.4
2	*	0.0	1.3
3	0.4	0.9	0.2
4	0.5	0.8	0.0
5	0.0	0.0	0.3
6	0.5	*	0.6
7	*	*	0.7
8	0.0	0.0	0.7
9	*	0.0	0.6
10	0.0	*	2.2
11	1.3	0.1	0.3
12	*	0.6	0.2
13	0.0	0.0	0.3
14	0.2	0.3	0.0
15	0.0	0.2	1.5
16	1.3	0.7	1.1
17	0.6	0.6	1.1
18	0.6	0.6	1.4
19	0.4	0.8	0.3
平均	0.4	0.4	0.7
標準差	0.4	0.4	0.6
致死棵數	4	4	0
致死率	21.1%	21.1%	0.0%
P(T<=t) 雙尾	0.03	0.03	

4. 11~15 天 (* : 代表已死亡) (單位 : cm)

	病蟲		
	繡線菊蚜	赤葉璫	對照組
1	0.0	*	0.9
2	*	0.0	0.8
3	0.0	0.0	0.0
4	0.0	0.0	0.0
5	0.0	0.0	0.0
6	0.5	*	0.0
7	*	*	0.4
8	0.0	0.0	0.5
9	*	0.0	0.0
10	0.0	*	0.0
11	0.0	1.2	0.8
12	*	0.6	0.0
13	1.5	0.7	1.5
14	1.8	0.0	0.6
15	1.1	0.0	1.0
16	1.1	0.8	2.8
17	3.3	1.0	1.1
18	2.1	*	1.2
19	1.0	*	1.0
平均	0.8	0.3	0.7
標準差	1.0	0.5	0.7
致死棵數	4	6	0
致死率	21.1%	31.6%	0.0%
P(T<=t) 雙尾	0.96	0.01	

5. 16~25 天 (* : 代表已死亡) (單位 : cm)

	病蟲		
	繡線菊蚜	赤葉璫	對照組
1	0.8	*	0.0
2	*	*	5.9
3	0.0	0.0	3.0
4	0.0	0.0	0.0
5	2.4	*	2.9
6	2.5	*	1.4
7	*	*	1.8
8	0.0	*	5.0
9	*	*	5.6
10	3.5	*	7.6
11	0.6	0.0	3.7
12	*	0.0	10.5
13	0.0	0.0	5.9
14	0.0	0.0	10.0
15	8.9	0.0	7.2
16	4.0	*	8.5
17	5.7	*	5.4
18	4.1	*	5.8
19	0.7	*	2.1
平均	2.2	0.0	4.9
標準差	2.6	0.0	3.1
致死棵數	4	12	0
致死率	21.1%	63.2%	0.0%
P(T<=t) 雙尾	0.00	0.00	

(五) 田野防治測試

1. 原始生物量 (單位：g)

葉粉			
編號	雨豆樹	鳳凰木	對照組
1	460	320	320
2	200	270	240
3	200	180	120
4	100	80	120
5	60	70	80
6	60	40	30
7	13	20	30
平均	147.9	135.0	127.5
標準差	133.3	103.2	95.8
相關係數	0.93	0.97	1.00

2.二週後

編號	對照組			雨豆樹			鳳凰木		
	株數	平均高度(cm)	總重(g)	株數	平均高度(cm)	總重(g)	株數	平均高度(cm)	總重(g)
1	21	0.9	0.1	6	11.0	3.5	2	38.8	3.2
2	18	0.7	0.5	6	3.1	2.4	2	6.3	1.2
3	13	3.6	1.3	18	6.3	4.4	1	13.6	0.9
sub1 (NWo >100)	11.0	1.7	0.6	10.0	6.8	3.4	1.7	19.5	1.8
4	8	0.6	0.2	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
5	2	23.2	2.4	7	4.1	1.5	0	0.0	0.0
6	7	3.7	0.9	5	1.4	0.6	1	19.0	1.1
7	7	6.0	2.8	3	1.2	0.2	2	0.9	0.1
sub2 (NWo <100)	6.0	8.4	1.6	3.8	1.7	0.6	0.8	5.0	0.3

【附錄二】本研究相關照片紀錄



照片 1.屏科大後山 - 小花蔓澤蘭覆蓋情形



照片 2.小花蔓澤蘭在本校的危害情形



照片 3.校園中小花蔓澤蘭交互纏繞的情形



照片 4.小花蔓澤蘭族群與大花咸豐草族群間的界線分明，圖示如下



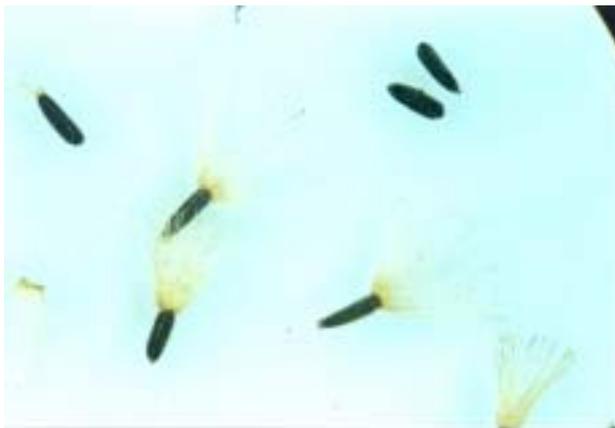
照片 5.屏科大後山 - 小花蔓澤蘭開花景象



照片 6.小花蔓澤蘭的花序



照片 7.小花蔓澤蘭花的形態



照片 8.小花蔓澤蘭的種子形態



照片 9.扦插苗培育



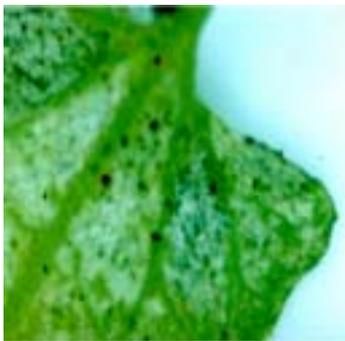
照片 10.實驗中的苗木



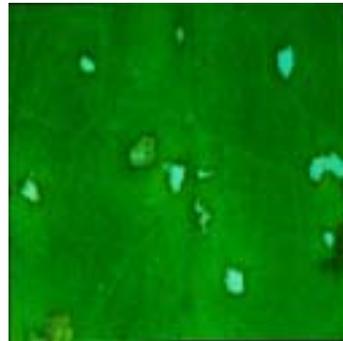
照片 11. 赤葉斑病蟲害試驗的對照組（左）與實驗組（右）



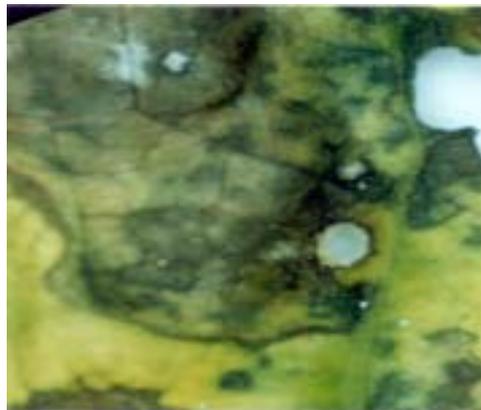
照片 12.赤葉璫 (*Tetranychus cinnabarinus* (B orsduval))



照片 13.遭赤葉璫攻擊初期的小
花蔓澤蘭葉片



照片 14.遭赤葉璫攻擊中期的小
花蔓澤蘭葉片



照片 15.遭赤葉璫攻擊末期的小花蔓澤
蘭葉片



照片 16.繡線菊蚜 (*Aphis citricola* Van der Goot)



照片 17.小花蔓澤蘭的葉片受繡線菊蚜危害而捲曲的情形

【附錄三】台灣原生種蔓澤蘭外觀形態



(引自：Li etc. , 1978 。 Flora of Taiwan IV)