

小花蔓澤蘭的生態生理性狀

郭耀綸¹、陳志遠²、黃慈薇²

¹國立屏東科技大學森林系教授(ylkuo@mail.npust.edu.tw)

²國立屏東科技大學森林系研究生

摘 要

台灣低海拔林地及荒廢地，近年來遭受外來藤本植物小花蔓澤蘭 (*Mikania micrantha* H.B.K) 危害，形成嚴重的生態問題。本研究調查該植物之物候學、繁殖性狀及耐蔭性，並探討兩種可能的防治方法。遮蔭試驗發現本植物為非耐蔭種，光合作用潛力高達 $17 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ，在低光林下無法生存，但根部生物量隨光量提高而顯著增加。小花蔓澤蘭在 11 月至 12 月為花盛期，種子數量極多，每 m^2 覆蓋高達 17 萬粒。將蔓莖由近地表處切除，每月切一次，連續切三個月，可得到良好的除蔓效果。在夏季及秋季依此步驟可消除 90% 以上的小花蔓澤蘭植株，但在冬季及春季除蔓效果較差。藉 19 種植物進行相剋作用試驗，發現鳳凰木的葉及花對小花蔓澤蘭具有強烈植物毒性。覆蓋 1-2 g 的鳳凰木葉粉或花瓣粉於土表，在三週內使小花蔓澤蘭小苗達 75-90% 的致死率。此結果暗示或許可利用鳳凰木葉部及花瓣的相剋化學物質來做為防治小花蔓澤蘭之除草劑。

(關鍵字：相剋作用、鳳凰木、物候學、光合作用、雜草防治)

緒 言

小花蔓澤蘭(*Mikania micrantha* H. B. K.)，大陸地區稱為微甘菊，為菊科蔓澤蘭屬植物，是多年生闊葉蔓藤類。因台灣植物誌尚無此植物之記載，因此依歐辰雄教授之建議將本植物中名稱之為小花蔓澤蘭。此屬在全世界約有430種，主要產地在熱帶的中美洲及南美洲，生育在亞熱帶乾燥至濕潤環境或熱帶乾燥生育地，主要分佈在草原，但可入侵森林邊緣或伐木跡地，自低地至海拔2000 m均可分佈(Cronk and Fuller 1995)。台灣原產有一種分布東南亞的蔓澤蘭屬植物 - 蔓澤蘭(*M. cordata* (Burm. f.) B. L. Rob.)，與原產美洲的小花蔓澤蘭營養體外型極為類似，但小花蔓澤蘭的總苞片長、花冠長及瘦果長度分別為3.5-4.5, 3-3.5,及1.5 mm，而台灣原產的蔓澤蘭該三種長度分別為5-7, 3.5-5,及3 mm (Kong et al. 2000a)，可見外來的小花蔓澤蘭花器及果實都較小，由此可與台灣原產的蔓澤蘭加以區分。此外，台灣原產的蔓澤蘭花乾燥時帶有紅色，而小花蔓澤蘭花乾燥時為白色。小花蔓澤蘭因有眾多種子及茂盛的無性生殖能力，成為極具侵凌性的入侵植物，在亞洲的印度、馬來西亞、菲律賓、所羅門群島及太平洋島嶼如東加，均有入侵情形(Cronk and Fuller 1995)。本植物早在1919年已在香港出現，1984年在大陸深圳也採到標本(Kong et al. 2000b)。近年來在台灣低海拔較少人為經營的休耕地、荒廢果園及林地，小花蔓澤蘭植株常攀附在地面、灌叢甚至林木上方，蔓莖及葉片整個覆蓋在林木上，對林木的光合作用影響甚大，若覆蓋時間較長則林木將遭危害致死，進而影響鳥類或其它野生動物的棲息環境，形成經濟上及生態上嚴重的危害。

傳統上造林地撫育作業均包括除蔓工作，但僅切蔓一次並無法消除小花蔓澤蘭的危害。根據國外經驗，以除草劑(例如2,4-D)噴灑小花蔓澤蘭可有立即成效(Palit 1981)，但此法間接對環境造成的問題可能比蔓藤危害更嚴重，在台灣地區不宜貿然採用。東南亞地區遭受小花蔓澤蘭嚴重危害後曾投入大量經費，找尋生物防治的方法，唯至今尚未能有安全有效的生物防治法(Evans 1995)。在化學藥劑及生物防治法均尚未可行的情況下，應探討有效的機械除蔓法來對付此具強烈侵凌性的蔓藤。人工除蔓雖然費用高，但若能有效防止其對林木的危害，讓森林得以恢復原有生態機能，且無其它公害問題，則所

投資的人力物力應是值得的。

植物相剋作用(allelopathy)是指植物將體內的次階代謝物質釋放至環境，因而對其它植物或同種植物的生長發育造成不利影響或致死的現象(Rice 1979)。Chou and Chen (1976)及 Chou (1980)曾探討台灣常見木本植物的相剋作用潛能，發現其中有 13 種林木具有顯著的相剋作用潛力。本文第一作者曾介紹此現象有關的基本概念(Wang et al. 1982)，並發現銀合歡(Kuo 1983, Chou and Kuo 1986)、相思樹及埔姜(Kuo et al. 1989)及長穗木(Kuo 2001)對本土植物具有毒害作用。若能找出對小花蔓澤蘭具有相剋作用的植物材料，並探討以何種方式將此具相剋能力的材料施用到野外來抑制或殺死小花蔓澤蘭，則此種類似生物防治的方法可能具有防治小花蔓澤蘭的實用價值。

為徹底解決此外來侵凌性甚強之林地蔓藤，本研究針對小花蔓澤蘭的物候學、繁殖性狀、耐蔭性等個體生態學特性予以調查，試驗不同季節人工除蔓的效果，尋找對此蔓藤具相剋作用的植物材料，藉以提供防治小花蔓澤蘭所需之基礎資訊，並發展可行的防治方法。

材料與方法

一、小花蔓澤蘭在不同光量下的生長

遮蔭試驗植株為扦插苗，於 2000 年 6 月取自國立屏東科技大學森林系苗圃，扦插蔓莖長度為 5-6 cm，直徑約 3-5 mm。插穗培育在盆土深 10 cm 的 4 吋塑膠盆中，介質為砂質壤土。扦插之莖部約經 1 星期可發根長芽。

遮蔭處理分為 65、35、10% 及林下，共四種不同光量條件。試驗所用蔭棚為角鋼結構，長 22 m，寬 2 m，高 2.2 m，棚架外面覆蓋不同層數或網目的針織布，分別為：(1)透光 80% 之針織網一層，地表相對光量約 65%；(2)透光率 50% 的針織網一層，相對光量約 35%；(3)透光率 50% 的針織網二層，相對光量約 10%；(4)森林內，相對光量約 2%。各遮蔭處理的光量是在試驗前以光量感測器(LI-190SA, LI-COR, USA)測定，並以無遮蔭空地測得的光量值當 100%，換算各處理的相對光量值。於 2000 年 8 月將試驗材料移入各處理棚架及林下，每種處理各放置 10 盆。經過 3 個月後收穫不同光量處理各 8 株小花蔓澤蘭植株，將根、莖、葉分開，以 60℃ 烘乾 72 hr 後稱重。

二、小花蔓澤蘭物候觀察

在屏科大森林系苗圃，於 2000 年 6 月選取 15 叢已攀爬在森林冠層表面的小花蔓澤蘭植株，標定樣區範圍後每二星期記錄各叢植株之物候現象，包括葉部枯葉、凋落、新葉生成、始花、盛花、初結實、結實盛期、種子飛散及植株死亡...等物候現象。在開花結實期間，各樣區標定 30 × 30 cm² 的小樣框，計算 15 個物候觀察區單位面積內小花蔓澤蘭的開花數量及種子數量。

三、連續切蔓試驗

為了解不同季節切除小花蔓澤蘭蔓莖的效果，本試驗於 2000 年 6、9、12 月及 2001 年 3 月共分四季進行人工切蔓作業。試驗於屏科大森林系苗圃進行，每季分別選取 50 株已攀爬至林木或圍籬上方之小花蔓澤蘭植株，標定並量測各蔓莖地徑後，於離地 15-20 cm 處剪斷蔓莖，並以光量感測器測定剪斷後蔓莖所處位置的光量值，經與空地光量值比較後，換算成該處相對光量值。一個月後記錄原標定之 50 株留存蔓莖的死亡或存活株數，存活者記錄新生蔓枝數目及最長蔓枝長度，隨後將存活蔓株於上次修剪處再次剪斷，另一個月後再次觀察其是否仍存活，若存活則記錄新生蔓莖數及莖長，然後第三次剪斷。過一個月後(距首次剪斷三個月後)再次觀察經剪斷三次後蔓株的生長情形。春夏秋冬四季均分別選取 50 株新蔓株進行切蔓試驗，由此可評估不同切蔓次數的除蔓效果、不同季節的除蔓效果、不同直徑級蔓株萌芽能力的差異，以及不同照光條件對小花蔓澤蘭切蔓後再萌芽能力的影響。

四、藉植物相剋作用原理防治小花蔓澤蘭試驗

(一) 分解中的葉粉對小花蔓澤蘭小苗的相剋作用

選取 19 種具有相剋作用潛力的植物，撿拾掉落不久的落葉，陰乾後磨粉備用。以落葉進行試驗是為了模擬自然狀況下，地表分解中釋出化學物質的葉子多為落葉而不是新鮮葉。這 19 種植物包括樟樹(*Cinnamomum camphora*)、相思樹(*Acacia confusa*)、銀合歡(*Leucaena leucocephala*)、鳳凰木(*Delonix regia*)、毛柿(*Diospyros discolor*)、黃心柿(*Diospyros maritima*)、血桐(*Macaranga tanarius*)、海芒果(*Cerbera manghas*)、黑板樹(*Alstonia scholaris*)、緬梔(*Plumeria rubra*)、黃花夾竹桃(*Thevetia peruviana*)、欖仁(*Terminalia catappa*)、埔姜(*Vitex negundo*)、春不老(*Ardisia squamulosa*)、刺竹(*Bambusa stenostachya*)、美洲含羞草(*Mimosa invisa*)、南美蠟螟菊(*Wedelia trilobata*)、大花咸豐草(*Bidens pilosa*)

var. radiata)及小花蔓澤蘭本身。其中鳳凰木、緬梔及黃花夾竹桃三種除了葉子外，另撿拾掉落的新鮮花瓣陰乾後磨粉備用。銀合歡、南美蟛蜞菊、大花咸豐草及鳳凰木因落葉較少，部份材料是採取植株上的新鮮葉子與落葉混合使用。

被檢定的小花蔓澤蘭植株於 2001 年 3 月初播種，一週後發芽，於 3 月 25 日將幼苗移植在體積 40 mL 的 72 孔穴盤，每穴一株，置於有屋頂的網室內培養。於 5 月中旬植株高度約 5 cm 時，選取植株大小相近的小苗，再次移植到體積 130 mL 的 35 孔穴盤，每個穴盤種 20 株，共移植 23 個穴盤。於 5 月 22 日每個穴盤施用 22 種供試植物的葉粉或花瓣粉中的一種，每個植穴土表均勻灑佈 1 g 植物材料，對照組植穴則於土表覆蓋 1 g 蛭石，藉使對照組與試驗組土表有類似的物理性覆蓋，但對照組無相剋化學物質的釋出。處理開始時另收穫 20 株測定生物量，得知開始試驗時植株的乾重為 23.9 ± 2.7 mg (平均值 \pm SD)，處理後每週記錄一次成活或死亡情形，共記錄 5 週。於 6 月 22 日收穫各處理存活的植株，烘乾後稱重，計算各處理組平均單株生物量(T)，對照組也烘乾稱重(C)。各處理生物量抑制率(IB)的計算方法為 $IB = [(T - C)/C] \times 100\%$ ，負值表示處理具抑制作用，正值表示促進作用。

(二) 鳳凰木葉粉及花瓣粉置放土表對小花蔓澤蘭小苗的影響

經首次檢定後發現鳳凰木的葉及花瓣對小花蔓澤蘭植株有強烈抑制作用，為確認其效果，再分別以鳳凰木葉粉及花瓣粉末各 1 及 2 g 施放在小花蔓澤蘭盆栽植株土表進行相剋作用檢定。對照組 20 株土表置放蛭石 2 g，試驗組鳳凰木葉粉及花瓣粉末施用 1 g 處理者，各 40 個重覆，施用 2 g 者重覆 20 株。被檢定的小花蔓澤蘭與上次實驗一樣，仍為 2001 年 3 月發芽的植株，試驗前選取植株大小近似者供各處理試驗。於 2001 年 6 月 5 日開始試驗，每週記錄一次死亡株數，一個月後收穫存活小花蔓澤蘭植株，烘乾後稱重，計算單株生物量及生物量抑制率。

五、小花蔓澤蘭的光合作用溫度反應與光反應

利用可攜帶式光合作用測定系統(LI-6400, LI-COR)，於 2003 年 8 月下旬測定屏東科技大學校園內小花蔓澤蘭的光合作用光反應及溫度反應。光反應測定時，光量由無光照至 $2000 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ，分成 0、5、10、15、20、30、50、100、200、400、600、800、1000、1250、1500、 $2000 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 共 16 個

光量級。測定時控制葉溫在 28℃，CO₂ 濃度為 360 μL L⁻¹，相對濕度介於 70% 至 80%。測得的光合作用光反應曲線可求得光飽和光合作用率、光補償點、暗呼吸率及光量子收穫。光合作用溫度反應的測定儀器仍為 LI-6400 光合作用系統。測定時光量控制在 800 μmol m⁻²s⁻¹，CO₂ 為 360 μL L⁻¹，溫度由 22℃ 至 38℃，每隔 1 小時測定一次。光反應及溫度反應各測定 3 個植株。此外，在屏科大校園另測定銳葉野牽牛(*Ipomoea obscura*)、葛藤(*Pueraria lobata*)及香澤蘭(*Chromolaena odorata*)的光合作用光反應，由此可與相伴而生的小花蔓澤蘭做比較。

結果與討論

一、遮蔭試驗

小花蔓澤蘭小苗經 3 個月遮蔭處理，發現以生長在 35% 相對光量植株的莖部生物量顯著高於其它處理者，全株總重及葉重則 35% 與 65% 兩處理無顯著差異(Table 1)。根重方面，隨生長環境光量的提高，根重顯著增加。遮蔭試驗結果說明，小花蔓澤蘭小苗不能耐蔭，在 10% 光量下各部位生物量均顯著減小，甚至在林下 2% 的低光環境全數死亡。遮蔭試驗結果指出，小花蔓澤蘭並不需要在全光的環境才能有最大的生物量，在 35% 的光量即夠小花蔓澤蘭有充分的光能可供生物量累積。然而在高於 35% 的光量條件下，小花蔓澤蘭可將較大比例的碳水化合物轉移到根系的生長，似可增加土壤水分的吸收，有利於植株的水分平衡，或許如此調整可提高其在強光環境的存活率。Ipor (1991) 也曾將蔓澤蘭培育在相對光量 100%、50% 及 25% 三種環境，發現在 50% 光環境有顯著較高的生物量，在 25% 光量生長較差，耐蔭性不佳。Huang et al. (2000) 認為本植物的生境是喜光好濕的。

二、物候觀察

小花蔓澤蘭之物候觀察於 2000 年 6 月 25 日開始進行。自 6 月下旬至 10 月中旬樣區蔓株均只有綠葉，無其它物候變化。自 10 月中旬起有少數樣區開始有著花，之後的一個月內是盛花期(Table 2)。在 11 月中旬小花蔓澤蘭果實已開始成熟，11 月下旬至 12 月中旬為果熟盛期，若有風吹或人為震動則可見帶絮種子大量飛散。到了 2001 年 1 月中旬仍有未飛散的種子留存在枯乾的

Table 1. Effects of different light regimes on biomass allocations of *Mikania micrantha* seedlings after 3 months of treatments, mean±SD (n = 8)¹⁾

Biomass	Growth light regimes			
	Understory (2%)	10%	35%	65%
Leaf (g)	- ²⁾	1.14±0.58 ^b	1.66±0.95 ^a	1.11±0.37 ^{ab}
Stem (g)	-	1.19±0.39 ^b	1.73±0.91 ^a	1.23±0.39 ^b
Root (g)	-	0.16±0.07 ^c	0.49±0.19 ^b	1.03±0.40 ^a
Total weight (g)	-	2.54±1.10 ^b	3.54±1.17 ^a	3.28±0.66 ^{ab}

1) Values in a row with the same letter do not significantly differ at the 5% significance level by Scheffe's multiple-comparison procedure.

2) All seedlings died after 2 months of treatment in the forest understory.

蔓株上。在觀察期間也發現，正在開花結實的植株若將其蔓莖切斷，則切斷部位上方的葉子在一天內即全數枯萎，但葉部所含的水分似可轉移到花序果實部位，因這些花序果實可保持鮮綠健康狀態約 10 天。在蔓莖切斷後殘

留的種實有加速成熟的現象，種子幾天內大量飛散，但這些飛散的種子是否能正常發育發芽，則未經試驗。在 12 月中旬即觀察到有的植株葉部開始萎凋，至下旬葉子即大量枯萎，且是從植株下部及中部的葉子先萎凋。然而並非整株的葉子全數萎凋，最上部仍有少數葉子仍保持綠色的生活狀態，大約是全株葉數的 10%。此現象表示小花蔓澤蘭並非一年生植物，雖然在冬季會有落葉期，但植株並未死亡，第二年春天即又恢復生長。

在種子生產量方面，經測定攀爬在樹冠上的小花蔓澤蘭 15 個小區，於 900 cm² 面積上平均可產生 5090 (± 1081) 朵小花。採取並計算 30 朵小花所形成的種子，發現每朵小花可產生 3 粒種子。依此估算每 900 cm² 面積可產生 15,270 粒種子，亦即每平方公尺覆蓋面積可結出約 17 萬粒種子。

三、切蔓試驗

本試驗目的在於了解在不同季節，小花蔓澤蘭要經歷幾次的切蔓才能消除。此外，並擬探討不同粗細的蔓莖，或生長在不同光量環境的蔓莖，是否會影響切除後蔓株重新萌芽的能力。

在 2000 年 6 月下旬的切蔓試驗，所切斷的 50 株蔓莖的直徑範圍為 1.0-8.0 mm，以直徑 2-5 mm 的蔓莖較多。經過一個月後 50 株中的 25 株已枯死，死亡率 50% (Table 3)。經過第一次的切蔓，仍有 25 株存活長出新枝，一個月間

Table 2. Phenology of *Mikania micrantha* observed between June 2000 and February 2001

Date	Phenological events	
June 25 2000	Mature leaf phase	(15/15) ¹⁾
Oct. 15 2000	Initial flowering	(3/15)
Oct. 30 2000	Blooming phase	(14/15)
Nov. 20 2000	Initial fruiting	(3/15)
Nov. 27 2000	Ripe fruiting phase	(13/15)
Dec. 16 2000	Initial leaf senescence,	(5/15)
	seed dispersal	(14/15)
Dec. 28 2000	Last phase of flowering,	(2/15)
	peak leaf senescence	(14/15)
Feb. 1 2001	Initial budding	(4/15)
Feb. 16 2001	Leaf expansion	(7/15)

1) The 1st number in parentheses indicates plots with the phenological event among the 15 sample plots.

平均生長高度為 26.8 (\pm 26.9, SD) cm, 但有 2 株可長出 100 cm 的新蔓莖。新生蔓株做第二次切除後一個月, 這 25 株只存活 6 株, 死亡 19 株, 累積死亡率達 88%。調查後立即將存活的這 6 株進行第三次的切蔓, 再過一個月只存活 1 株, 至此原來 50 株小花蔓澤蘭累積死亡率達 98%。

夏季切蔓試驗所得的結果顯示, 只進行一次的切蔓, 消滅小花蔓澤蘭的成效只有一半, 即使切除二次也仍有 12% 的蔓株可再生。在秋天以同樣方式作業得到的結果也和夏天類似。第一次切蔓死亡率仍為 50%, 但存活者可長出 44.2 (\pm 59.2) cm 的新蔓莖長度。第二次切蔓後累積死亡率為 92%, 第三次切蔓後死亡率不再改變 (Table 4)。在冬天的切蔓試驗, 在第一次切蔓的消除效果只有 28% (Table 4), 遠低於夏天和秋天的試驗。第一次切蔓存活的 35 株平均可長出 21.3 (\pm 26.3) cm 的新蔓莖。第二次切蔓後經過一個月, 35 株中又死亡 7 株; 第三次切蔓時累積死亡率只有 60%。春季切蔓對小花蔓澤蘭致死效果為四季中最低者, 切一、二及三次的累積死亡率分別只有 4、24 及 52% (Table 4), 除蔓效果不彰, 可能是在春季根部累積的能量較多, 或促使萌芽的生長激素較高, 使得切除地上部後蔓莖仍易於再生。

Table 3. Cumulative number of deaths and mortality in *Mikania micrantha* of differing ground diameters after 3 monthly cuttings in the summer. The 1st cutting was conducted on June 22, 2000

Diameter class (mm)	Sampled plants	Cumulative death and mortality		
		1st cutting	2nd cutting	3rd cutting
1.0 2	4	3 (75%) ¹⁾	4 (100%)	4 (100%)
2.1 3	12	3 (25%)	12 (100%)	12 (100%)
3.1 4	14	5 (36%)	10 (71%)	13 (93%)
4.1 5	11	9 (82%)	11 (100%)	11 (100%)
5.1 6	4	2 (50%)	4 (100%)	4 (100%)
6.1 7	3	1 (33%)	1 (33%)	3 (100%)
7.1 8	2	2 (100%)	2 (100%)	2 (100%)
Total	50	25 (50%)	44 (88%)	49 (98%)

1) The numbers in parentheses indicate the cumulative mortality.

連續切蔓為何可有效抑制小花蔓澤蘭族群？可能是只切一次蔓藤後，有些植株根系仍儲存有碳水化合物，可萌發新的蔓莖，該新生蔓莖的葉子行光合作用後又可累積碳水化合物到根系。如果此時不再次切除新生蔓莖，則前次的除蔓效果可能前功盡棄，例如在夏季及秋季第一次除蔓雖可殺死 50% 的小花蔓澤蘭，但二個月後該處可能又為新生蔓株莖葉所覆蓋，因而失去防治效果。若在首次切蔓後一個月內進行第二次切蔓，之後再一個月內進行第三次除蔓，則該處可以有 90% 以上的防治效果。在時效上，若 7 月或 8 月即開始第一次除蔓，每隔三至四週進行第二次及第三次的除蔓作業，最晚在 10 月上旬完成第三次的人工切蔓，則該處應僅存活極少數蔓藤，且新生蔓莖也來不及儲存有性生殖所需的能量，不易開花結實。因此，在 7 月或 8 月就應開始進行連續切蔓的作業。

不同粗細的蔓莖在切蔓後的再生能力方面，經第一次或第二次的切蔓作業，不同直徑級的小花蔓澤蘭植株的死亡率並沒有什麼差別(Table 3)。較粗的蔓莖在切蔓後並未顯現較大的成活率，不同徑級間再萌芽的能力與蔓莖大小也沒有相關性，在一年四季的試驗均如此。切蔓後蔓株的再生能力與蔓株微環境的光照強度也沒有相關性(資料未呈現)。

綜合以上結果，在一年四季裏以夏天及秋天的切蔓效果較大，冬季及春

Table 4. Cumulative mortality of *Mikania micrantha* after various stem cuttings in different seasons

Season	Date of first cutting	Cumulative mortality (%)		
		1st cutting	2nd cutting	3rd cutting
Summer	June 22, 2000	50	88	98
Autumn	Sept. 28, 2000	50	92	92
Winter	Dec. 30, 2000	30	44	60
Spring	Mar 29, 2001	4	24	52

季切蔓成效較差(Table 4)。例如夏秋切蔓一次即可有 50%的植株死亡，然而冬季切蔓一次只有 30%的死亡率；連續進行二次切蔓，在夏季和秋季約有 90%的防治效果，而冬季及春季分別只有 44%及 24%的死亡率；連續切蔓三次，夏秋兩季可得 92-98%的死亡率，而冬春兩季只得 50-60%的防治效果。此外，為減少小花蔓澤蘭生產種子，在開花結實季節(10-12 月)前即進行切蔓作業才有意義，不但立即減輕林木所遭受的蔓藤危害，同時可減少當年種子的生成，可降低來年小花蔓澤蘭新生苗的族群數量。

四、相剋作用試驗

使用 19 種植物共 22 種材料對小花蔓澤蘭進行相剋作用試驗，結果發現鳳凰木葉粉及花瓣粉末置於土壤表面，對小花蔓澤蘭小苗具有極強烈的毒害作用，死亡率達 75%以上(Table 5)。此傷害作用在施用後一週即可顯現，約在 2 週毒性即完全作用。春不老、緬梔及南美含羞草的葉粉也可令部分小花蔓澤蘭小苗死亡，但死亡率只有 20-25%，毒性不如鳳凰木的葉子及花瓣。黃花夾竹桃的葉及花對小花蔓澤蘭的致死率雖不高，但可抑制小花蔓澤蘭小苗的生長，存活植株的生物量與對照組相比，被抑制約 60% (Table 5)。另外，埔姜及海芒果葉粉對小花蔓澤蘭生物量的抑制率也達 60%以上。相反的，相思樹葉粉會促進小花蔓澤蘭小苗的生物量。上述結果指出小花蔓澤蘭植株極易遭鳳凰木葉部及花瓣所含的相剋化學物質所傷害，且傷害的程度比其它供試材料更顯著。

為確認鳳凰木對小花蔓澤蘭的相剋作用，本研究另以鳳凰木葉粉及花瓣粉再次對小花蔓澤蘭進行毒害試驗，並將重覆數加倍。結果發現葉粉 1g 及 2g 分別可令 75%及 80%的小花蔓澤蘭小苗死亡；1g 或 2g 的花瓣粉末則可殺

Table 5. Effects of mulching leaf or flower (FL) powder of various plants on the biomass and mortality of *Mikania micrantha* (n = 20)

Plant material	Weekly cumulative dead plants					Mortality (%)	Biomass (mg plant ⁻¹)	Biomass inhibition (%)
	1st	2nd	3rd	4th	5th			
<i>Delonix regia</i>	7	16	17	17	17	85	- ¹⁾	-
<i>Delonix regia</i> (FL)	6	14	15	15	15	75	-	-
<i>Plumeria rubra</i>	0	0	0	0	0	0	127±11 ²⁾	-39 ³⁾
<i>Plumeria rubra</i> (FL)	2	3	4	4	4	20	222±33	+7
<i>Thevetia peruviana</i>	0	0	0	0	0	0	68±5	-67
<i>Thevetia peruviana</i> (FL)	0	0	0	0	1	5	86±11	-59
<i>Ardisia squamulosa</i>	4	5	5	5	5	25	125±14	-40
<i>Mimosa invisa</i>	2	3	4	4	4	20	140±15	-33
<i>Cerbera manghas</i>	0	0	1	1	1	5	79±8	-62
<i>Alstonia scholaris</i>	1	1	1	1	1	5	106±13	-49
<i>Bidens pilosa</i> var. <i>radiata</i>	0	1	1	1	1	5	173±14	-17
<i>Vitex negundo</i>	0	0	0	0	0	0	69±10	-67
<i>Diospyros maritima</i>	0	0	0	0	0	0	102±8	-51
<i>Cinnamomum camphora</i>	0	0	0	0	0	0	108±10	-48
<i>Terminalia catappa</i>	0	0	0	0	0	0	122±11	-41
<i>Macaranga tanarius</i>	0	0	0	0	0	0	128±14	-38
<i>Diospyros discolor</i>	0	0	0	0	0	0	146±23	-30
<i>Wedelia trilobata</i>	0	0	0	0	0	0	155±20	-25
<i>Mikania micrantha</i>	0	0	0	0	0	0	158±12	-24
<i>Bambusa stenostachya</i>	0	0	0	0	0	0	160±17	-23
<i>Leucaena leucocephala</i>	0	0	0	0	0	0	159±12	-23
<i>Acacia confusa</i>	0	0	0	0	0	0	251±28	+21
Control	0	0	0	0	0	0	207±11	

1) Not presented due to low survival.

2) Mean±SD.

3) Negative values denote inhibition; positive values denote stimulation.

死 90% 的小花蔓澤蘭小苗 (Table 6)。此結果表示 1g 的花瓣粉末即有 90% 的致死率，增加花瓣粉重量並不能提高致死率。本實驗結果確認鳳凰木葉部及花瓣所含的化學物質對小花蔓澤蘭有強烈相剋作用，但其致死率並非 100%，仍有少部份的小花蔓澤蘭植株可存活，但存活的植株生物量較對照組減低 35-70% (Table 6)。

Table 6. Inhibitory effects of mulching leaf or flower powder of *Delonix regia* on seedlings of *Mikania micrantha*

Mulching material	Weekly cumulative dead plants					Mortality (%)	Biomass (mg plant ⁻¹)	Biomass Inhibition (%)
	1	2	3	4	5			
Leaf powder								
1 g (n = 40)	16	26	29	30	30	75	174±28	-48 ¹⁾
2 g (n = 20)	8	14	15	16	16	80	215±30	-35
Flower powder								
1 g (n = 40)	30	35	36	36	36	90	99±21	-70
2 g (n = 20)	14	17	17	18	18	90	148±4	-55
Control (n = 20)	0	0	0	0	0	0	330±27	-

¹⁾ Negative values denote inhibition.

Leu (1991) 曾探討鳳凰木的植物相剋作用潛能，發現花的水萃取液毒性較枝條及葉部高。此三部位的淋溶液對地毯草 (*Axonopus affinis*) 植株有毒害作用；花的水萃取液澆灌霍香薊 (*Ageratum conyzoides*) 幼苗會使葉黃化或掉落但未能致死。鳳凰木花、葉及枝條所含的相剋化學物質經鑑定有 8 種，葉部及花所含濃度較高者分別為 3,4-dihydroxybenzoic acid 及 4-hydroxybenzoic acid，這些物質為水溶性，可經由掉落分解中的花、葉及枝釋放出來 (Chou and Leu 1992)。將來可試驗這些相剋化學物質以單一成份或組合幾個成份對小花蔓澤蘭的毒害效果，或許可成為有效的除草劑。

此外在育林作業上，若確定目標樹種苗木不會遭鳳凰木危害，則可嘗試將鳳凰木與新植苗木混植，藉鳳凰木提供遮蔭及毒害小花蔓澤蘭。已成林的林緣也可嘗試栽種鳳凰木當保護帶，藉此抵抗小花蔓澤蘭的危害。

五、小花蔓澤蘭的光合作用光反應及溫度反應

小花蔓澤蘭的光合作用光反應測定結果顯示，當光量高於 2000 $\mu\text{mol photon m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 時，其淨光合作用率仍持續緩慢上升，並無明顯飽和現象(Fig. 1)，此結果表示此植物能利用高光資源。本研究也測定與小花蔓澤蘭一起出現的二種藤本植物銳葉牽牛及葛藤，以及另一種外來入侵植物香澤蘭的光合作用光反應(Fig. 1)，發現葛藤及香澤蘭的光合作用光反應曲線與小花蔓澤蘭很類似，在強光下淨光合作用率仍有增加，且此 3 種植物的光合作用潛力均很

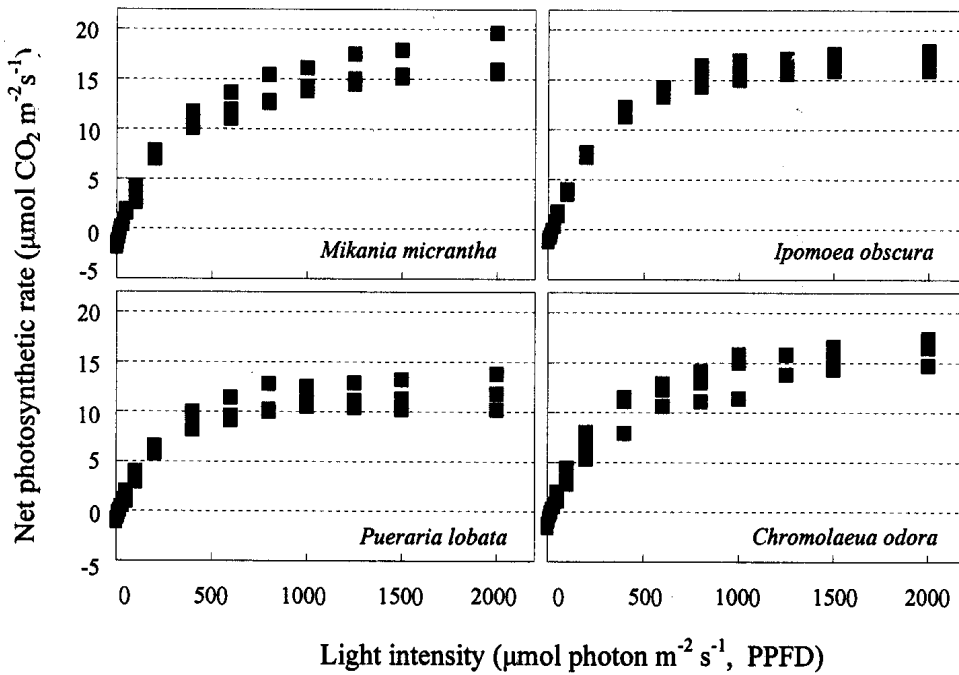


Fig. 1. Photosynthetic light response of *Mikania micrantha*, *Ipomoea obscura*, *Pueraria lobata*, and *Chromolaena odora*.

類似，其最大光合作用率均可達 16 $\mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 以上，顯著比銳葉牽牛高 (Table 7)。小花蔓澤蘭、葛藤及相澤蘭的暗呼吸率均超過 1.0 $\mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ，顯示其呼吸作用旺盛，因此光補償點均很高 (Table 7)，此種表現指示它們具陽性植物的生理表現，生長潛力高。在夏天測定小花蔓澤蘭光合作用溫度反應 (Fig. 2)，發現其光合作用最適溫度為 29.3，符合其為熱帶植物的生理反應。在最適溫度時，其淨光合作用率可達 16 $\mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 以上。當葉溫低於 23 或高於 36 時，小花蔓澤蘭的光合作用率僅比最大光合作用率

Table 7. Light-saturated photosynthetic rate (Asat), light compensation point (LCP), dark respiration (Rd), and quantum yield (QY) of *Mikania micrantha*, *Ipomoea obscura*, *Pueraria lobata*, and *Chromolaena odorata*.

Photosynthetic characteristics	species			
	<i>Mikania micrantha</i>	<i>Ipomoea obscura</i>	<i>Pueraria lobata</i>	<i>Chromolaena odorata</i>
Asat ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$)	17.0 \pm 1.29 ^a	16.8 \pm 0.58 ^a	12.0 \pm 0.96 ^b	16.3 \pm 0.70 ^a
LCP ($\mu\text{mol photon m}^{-2}\text{s}^{-1}$)	20.5 \pm 0.94 ^a	21.8 \pm 1.53 ^a	15.1 \pm 2.42 ^a	18.4 \pm 1.07 ^a
Rd ($\mu\text{mol } \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$)	-1.68 \pm 0.25 ^a	-1.20 \pm 0.07 ^a	-0.95 \pm 0.13 ^a	-1.45 \pm 0.15 ^a
QY ($\mu\text{mol CO}_2 / \mu\text{mol photon}$)	0.078 \pm 0.008	0.055 \pm 0.003 ^a	0.056 \pm 0.003 ^a	0.067 \pm 0.007 ^a

降低 20%，表示此植物在生理上對溫度的耐性範圍頗為寬廣，應屬廣溫型植物，由此推論小花蔓澤蘭族群在台灣的分佈應不只限於海拔 1000 m 以下，應可更高。

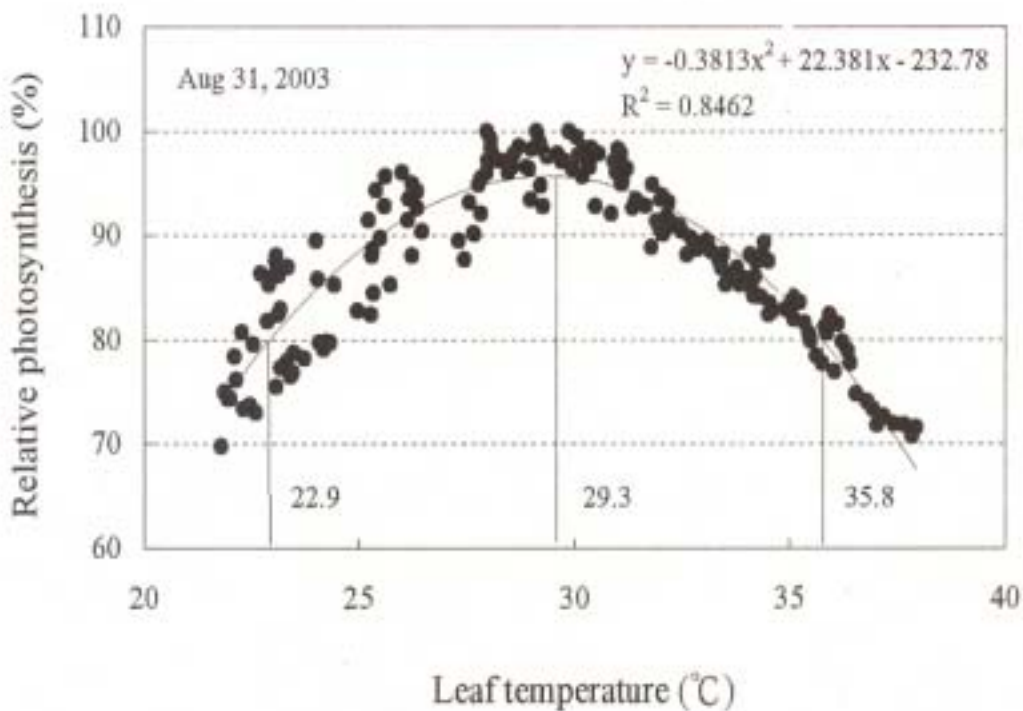


Fig. 2. Photosynthetic temperature response of *Mikania micrantha*.

結 論

- 一、外來入侵種小花蔓澤蘭繁殖能力極強，種子生產量每平方公尺高達 17 萬粒，可藉風力傳播，蔓莖萌芽力很高，故族群繁衍快速，嚴重危害台灣低海拔林地及荒廢地。
- 二、小花蔓澤蘭為非耐蔭性蔓藤，在林下低光環境無法生存，但在 35% 相對光量環境即可有最大生物量，生長環境光量越強根系越旺盛。
- 三、在夏季及秋季藉人工切蔓法，每隔一個月一次，連續切三次，可有效控制小花蔓澤蘭現存族群，但在冬季及春季切蔓的效果較低。
- 四、鳳凰木葉部及花瓣所含的相剋化學物質能有效毒害小花蔓澤蘭小苗。今後可試驗在林地栽種鳳凰木當保護木，或以鳳凰木所含的相剋化學物質製備除草劑，由此防治小花蔓澤蘭的危害。

謝 誌

本研究承行政院農業委員會林務局委託計畫(台灣林地雜草 - 蔓澤蘭之個體生態學調查)經費補助，助理王淑敏協助文稿處理，特此一併致謝。

引用文獻

1. Chou CH, Chen CS. 1976. Leaching metabolites in the vegetation of northern Taiwan. II. Allelopathic potential of some vegetations in northern Taiwan. Memorial Volume to President Chinng Kai-Shek, Academia Sinica. p 365-82.
2. Chou CH. 1980. Allelopathic researches in the subtropical vegetation in Taiwan. Comp Physiol Ecol 5(4):222-34.
3. Chou CH, Kuo YL. 1986. Allelopathic research of subtropical vegetation in Taiwan. III. Allelopathic exclusion of understory by *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. J Chem Ecol 12:1431-48.

4. Chou CH, Leu LL. 1992. Allelopathic substances and interactions of *Delonix regia* (Boj.) Raf. J Chem Ecol 18:2285-303.
5. Cronk QCB, Fuller JL. 1995. Plant invaders. London: Chapman and Hall. 241 p.
6. Evans HC. 1995. Fungi as biocontrol agents of weeds: a tropical perspective. Can J Bot 73:58-64.
7. Huang ZL, Cao HL, Liang XD, Ye WH, Feng HL, Cai CX. 2000. The growth and damaging effect of *Mikania micrantha* in different habitats. J Trop Subtrop Bot 8:131-8.
8. Ipor IB. 1991. The effect of shade on the growth and development of *Mikania micrantha* H.B.K. Malays Appl Biol 20:57-63.
9. Kong GH, Wu QG, Hu QM. 2000a. An exotic weed, *Mikania micrantha* H.B.K. occurred in China. J Trop Subtrop Bot 8:27.
10. Kong GH, Wu QG, Hu QM, Ye WH. 2000b. Further supplementary data on *Mikania micrantha* H.B.K. (Asteraceae). J Trop Subtrop Bot 8:128-30.
11. Kuo YL. 1983. Allelopathic potential of *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit [MSc thesis]. Taipei: National Taiwan Univ. 69 p. [in Chinese with English summary].
12. Kuo YL, Chiu CY, Chou CH. 1989. Comparative allelopathic dominance of tropical vegetation in the Hengchun peninsula of southern Taiwan. In: Chou CH, Waller GR, editors. Phytochemical ecology: allelochemicals, mycotoxins and insect pheromones and allomones. Institute of Botany, Academia Sinica Monograph Series No. 9. p 303-14.
13. Kuo YL. 2001. Autecological characteristics and allelopathic potential of the invasive species *Stachytarpheta jamaicensis*. Taiwan J For Sci 16:103-14. [in Chinese with English summary].
14. Leu LL. 1991. The allelopathic potential of *Delonix regia* (Boj.) Raf. [MSc thesis]. Taipei: National Taiwan Univ. 78 p. [in Chinese with English summary].
15. Palit S. 1981. *Mikania*, a growing menace in plantation forestry in West Bengal. Indian For 107(2):96-101.
16. Rice EL. 1979. Allelopathy-an update. Bot Rev 45:17-109.
17. Wang TT, Su SP, Kuo YL. 1982. Allelopathy of forest plants. Q Chin For 15:1-12. [in Chinese with English summary].

Ecophysiological characteristics of *Mikania micrantha* H.B.K.

Yau-Lun Kuo¹, Tze-Yang Chen², Chi-Wei Hwang²

Summary

Mikania micrantha H.B.K., an exotic aggressive climber, has infested many lowland forests and waste areas in Taiwan. This has become a serious ecological problem. In this study we monitored the phenology, reproductive characteristics, and shade-tolerance ability of *M. micrantha* and developed 2 methods to control the spread of this species. Shade experiments revealed that seedlings of *M. micrantha* can not survive in light-limited forest understory, but its root biomass increased significantly as light levels increased. The light-saturated net photosynthetic rate was as high as $17 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, indicating its shade-intolerant nature. Phenological observations showed that peak flowering of *M. micrantha* occurred in November and December with prolific seed production of $0.17 \times 10^6/\text{m}^2$ coverage. We developed an effective procedure to control *M. micrantha* by cutting the vines near the ground once a month for 3 consecutive months. By applying this procedure in summer and autumn, more than 90% of vines can be eliminated. However, this method was less effective during winter and spring. We also tested the allelopathic potential of 19 plants against *M. micrantha* seedlings and found that leaves and flowers of *Delonix regia* showed strong phytotoxicity against *M. micrantha*. Mulching 1-2 g of leaf or flower powder on the pot surface caused 75-90% mortality of *M. micrantha* seedlings within 3 weeks. These results reveal a potential control measure of using allelochemicals in leaves and flowers of *D. regia* as an herbicide to control this invasive climber.

(Key words: allelopathy, *Delonix regia*, phenology, photosynthesis, weed control.)

Conference “The Harmful Effect and Field Management of *Mikania micrantha*”, p.11-27, WSSROC.