

研究報告

觀霧地區鳳仙花植群與生物學之調查研究

曾喜育¹ 歐辰雄¹ 林志銓¹ 許俊凱² 邱清安^{3,4}

【摘要】本研究針對觀霧地區鳳仙花屬植物之族群分布、植群及授粉生態等調查分析，並參考國外文獻針對本屬之繁殖生物學、植群建立、分布等特性進行探討。臺灣產鳳仙花屬植物計有棣慕華鳳仙花、黃花鳳仙花及紫花鳳仙花，均可在觀霧地區發現，主要分布於林道、步道旁等光線較充足且潮濕的環境，其中棣慕華鳳仙花侷限分布本區域，而紫花鳳仙花的族群數量最小。29 個樣區之植群分析結果顯示，觀霧地區林道、步道旁之地被大致可區分成 9 植群型；棣慕華鳳仙花與黃花鳳仙花為主的植物社會各自歸成一類，大致反映兩者對生育地的適應差異及其生物特性。野外觀察及環境因子分析顯示，光度及水分等為影響鳳仙花之分布、族群數量、植株大小及開花數量的重要因子。因種子傳播、發芽及對環境的可塑性等特性，3 種鳳仙花多呈現不連續且密集的優勢族群分布；族群分布模式除了受自力傳播的影響外，水流及人類活動等可能為本區鳳仙花屬種子二次傳播的因子。本區鳳仙花屬植物之主要授粉者為蜜蜂及熊蜂等，彼此分享授粉媒介；雖然國外之授粉生態學及閉花授粉花之資料豐富，但臺灣相關之研究仍相當缺乏。文末提供本區鳳仙花屬植物之保育經營管理建議。

【關鍵詞】觀霧、鳳仙花屬、植群、授粉、保育

Research paper

Vegetation and Biology of *Impatiens* at Kuan-Wu AreaHsy-Yu Tzeng¹ Chern-Hsiung Ou¹Chih-Chuan Lin¹ Jiunn-Kae Sheu² Ching-An Chiu^{3,4}

【Summary】This paper investigated the distribution, environmental factors, vegetation and pollination of *Impatiens* at Kuan-Wu area. We also reviewed the literatures to discuss the reproduction biology, establishment and distribution of *Impatiens*. Among this genus, *Impatiens devolii*, *I. tayemonii* and *I. uniflora* are

1. 國立中興大學森林學系，40227 台中市國光路 250 號

Department of Forestry, National Chung Hsing University, 250 Kuokwang Rd., Taichung City 40227, Taiwan.

2. 行政院農業委員會林務局新竹林區管理處，30046 新竹市中山路 2 號

Hsinchu Forest District Office, Forestry Bureau, 2 Jhungsan Rd., Hsinchu City 30046, Taiwan.

3. 雪霸國家公園管理處，36443 苗栗縣大湖鄉富興村水尾坪 100 號

Shei-Pa National Park Headquarters, 100 Shueiweiping, Fusing Village, Dahu Township, Miaoli County 36443, Taiwan.

4. 通訊作者 Corresponding author, e-mail: fagus@spnp.gov.tw.

endemic species of Taiwan. The first one is restricted within Kuan-Wu area, while the last one has the smallest population. The 29 understory plots of road side could be divided into 9 vegetation types. According to the importance value indices of *I. devolii* and *I. tayemonii*, most plots could be separated into 2 groups. Light and water regime are the important environmental factors for population distribution, plant size and flower number of *Impatiens*. Besides explosive dehiscence of seed dispersal, water flow and human activity are critical factors of secondary seed dispersal. The spatial distribution patterns of *Impatiens* reveal their discontinuous and mass-dominated population owing to the characters of seed dispersal, germination and growth plasticity etc. Honey bee and bumble bee are the main pollinators of *Impatiens* in which pollinators shared with each other. The pollination ecology and cleistogamous phenomenon of *Impatiens* are well-known objects, but its information is rare in Taiwan. The conservation strategies of *Impatiens* are also suggested.

【Key words】Kuan-Wu, *Impatiens*, vegetation, pollination, conservation.

一、緒言

鳳仙花屬 (*Impatiens*) 為鳳仙花科 (Balsaminaceae) 兩屬之一，約 400 種，主要分布於熱帶亞洲和非洲，部份產溫帶地區；本屬植物為一年生、直立多汁液草本，單葉互生；花序總狀或單生，頂生或腋生；花兩性，兩側對稱，花黃、紫紅、紫白至白色，花萼 3，兩側花萼小，綠色，背部花萼大形似花瓣，具一囊袋，直或彎曲成距 (spur)；花瓣 3，側瓣相對；雄蕊 5 常形成單體雄蕊或聚藥雄蕊；雌蕊為 5 枚合生心皮，子房上位；蒴果縱裂，觸即彈裂，即英名 Touch-me-not 的由來；種子無胚乳，胚直立 (Huang, 1993)。

臺灣產鳳仙花科植物僅鳳仙花屬 1 屬 3 種，分別是棣慕華鳳仙花 (*Impatiens devolii*)、黃花鳳仙花 (*I. tayemonii*) 及紫花鳳仙花 (*I. uniflora*)，均為臺灣特有種 (Huang, 1993)，且皆可在觀霧地區發現；其中，棣慕華鳳仙花僅侷限分布觀霧地區一帶，黃花鳳仙花分布拉拉山、思源埡口、觀霧、玉里等，紫花鳳仙花廣泛分布於全島山區，三者之海拔約介於 1,800-2,500 m (Huang, 1993; 林玟娟, 1995; 邱清安, 1996)，概出現於臺灣中海拔雲霧帶之內。由植物同功酶變異分析結果顯示，三種鳳仙花中，紫花鳳仙花、黃花鳳仙花的種內遺傳變異度較大，而棣慕華鳳仙花則幾乎沒有遺

傳變異 (蕭詩馨, 2000)。

本研究以雪霸國家公園觀霧地區之鳳仙花屬植物為對象，進行分布範圍、植群、物候、授粉生態、伴生植物及生育地環境等基礎調查研究，建立生物基本資料，以祈能對臺灣產鳳仙花屬之保育措施提供參考依據。

二、材料與方法

(一) 研究區概況

觀霧地區海拔高約 1,600-2,100 m，為早期林務單位伐木、造林作業的據點，今則轉型為國民生態旅遊熱門地點；行政隸屬苗栗縣泰安鄉及新竹縣五峰鄉、尖石鄉，林政為林務局新竹林區管理處所轄，亦屬雪霸國家公園之西北園區；地理座標位於北緯 22°51' 30" - 22°52' 30"、東經 120°57' 30" - 121°01' 00" (圖 1)。本區因終年雲霧裊繞而得名，年均溫約 24.5°C，年平均降雨量約 2,300 mm，平均相對濕度約 74.3%，冬季雨量佔全年之比例約 36.5%，圖 2 為觀霧氣象站 (2,050 m) 之生態氣候圖，若依桑士偉氏 (Thornthwaite) 氣候分類法，則屬溫帶重濕氣候型 (AB')，溫暖重濕，全年無缺水現象 (陳正祥, 1957)，潛在自然植群則為涼溫帶、超濕、常綠針葉—常綠落葉闊葉混交森林 (II.C.4.a.)，優勢樹種包含檜屬 (*Chamaecyparis* spp.)、新木薑子屬 (*Neolitsea*)、

槭屬 (*Acer*)、卡氏槭 (*Castanopsis carlesii*)、森氏槭 (*Cyclobalanopsis morii*)、昆欄樹 (*Trochodendron aralioides*) 等 (邱清安, 2006), 同時因地理環境特殊, 孕育多種稀有珍貴植物 (黃增泉等, 1991; 徐國士&張惠珠, 1994; 李瑞宗等, 1994; 歐辰雄&呂福原, 1997; 歐辰雄, 1999)。

(二) 研究方法

1. 資料蒐集

蒐集本區環境基本資料, 包括地理位置、範圍、氣候、地質及相片基本圖、林班圖、林相圖等資料, 初步瞭解研究區之環境概況, 並對前人的研究文獻加以蒐集、整理。調查路線以觀霧地區之車、步道為主, 計有大鹿林道主線、大鹿林道東線、大鹿林道西線、樂山林道、神木步道等 5 條調查路線 (如圖 1)。

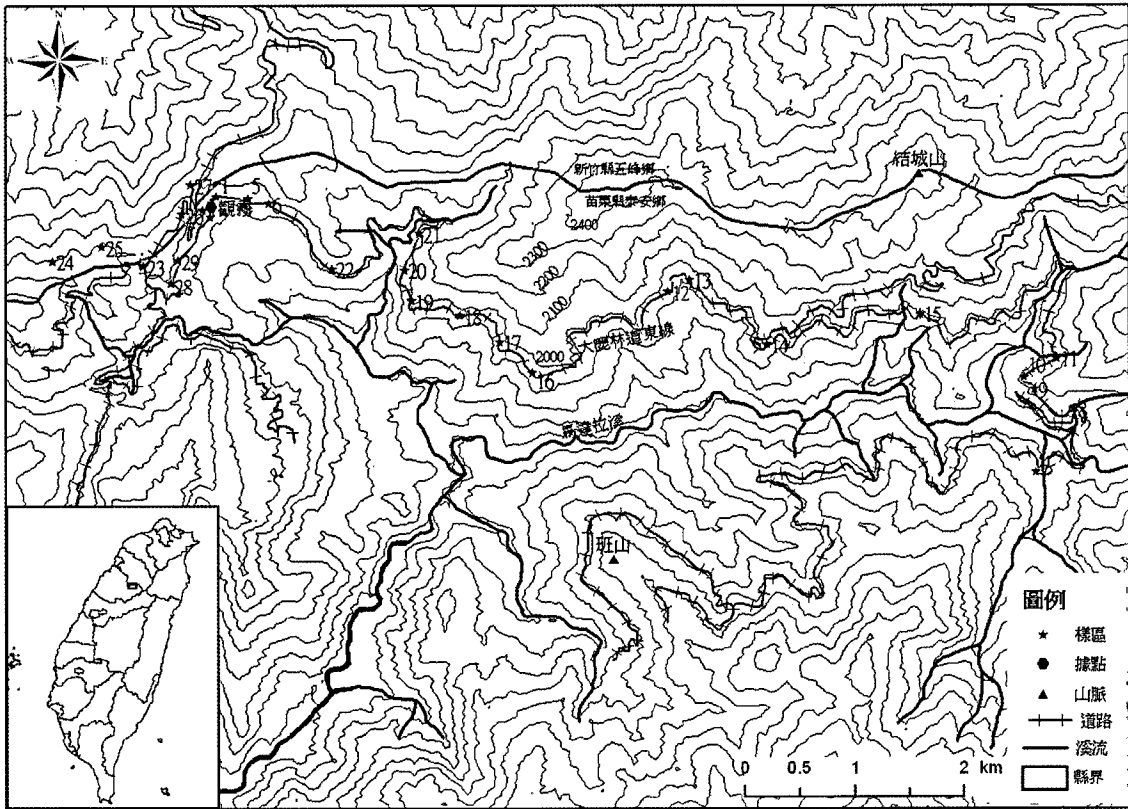


圖 1. 觀霧地區鳳仙花植群研究樣區位置圖

Fig. 1. The study sites of *Impatiens* vegetation at Kuan-Wu area.

2. 植物名錄建立

進行現場踏勘, 沿途拍攝及植物標本採集, 建立植物物種清單名錄及記錄地形、植物社會之變化, 以供植群分類之參考依據。

3. 植物社會調查與分析

本研究採多樣區法 (multiple plot method)

之集落樣區設置法 (contagious quadrat method); 樣區主要設置於各種不同環境之鳳仙花屬植物生育地, 並設置數個未出現鳳仙花屬植物之對照樣區; 樣區大小為 15 m×1 m, 由 3 個 5 m×1 m 之連結小區組成; 調查樣區內的胸高直徑小於 1 cm 以下之木本及草本、蕨類植物, 記錄

種類名稱及其覆蓋面積；計算各植物種類之頻度及優勢度，再轉換成相對頻度及相對優勢度，將此2相對值加總為重要值指數 (importance value index, IVI) 以做為植物社會介量。利用呂金誠博士撰寫之程式 (未發表) 進行植群分類矩陣群團分析，最後繪製樹形圖。

環境因子調查係針對樣區內之方位、水分指數 (moisture index) 及土壤性質 (pH 值、含水率、土壤有機質、全氮含量、有效磷) 等進行評估與量測；同時量測鳳仙花屬植物之高度等參數，再與各項環境因子進行相關分析，統計方法採用 Spearman rank correlation，以 SPSS 10.0 套裝軟體進行分析。

4. 物候及授粉觀察

調查期間由 1998 年至 1999 年 10 月，觀察紀錄鳳仙花屬植物的物候及授粉生態，並採集參與授粉之媒介以供鑑定。

三、結果

(一) 鳳仙花屬植物之分布

經 1999、2006 年之調查結果，3 種鳳仙花屬植物皆為一年生、夏秋季開花的草本植物，分布區域多位於林道、步道旁，極少數在臺灣杉或柳杉等造林地內，生育地概水分充足；其中，黃花鳳仙花及紫花鳳仙花因於本島分布較廣，本研究暫未估算其數量，而棣慕華鳳仙花於 1999 年觀察估算約 4,500 株，經 2003 年 8 月艾莉颱風，觀霧地區休園 3 年後，2006 年估算本區之棣慕華鳳仙花約 9,800 株。以下為三種鳳仙花在各林道、步道之分布及族群數量：

1. 大鹿林道主線：棣慕華鳳仙花分布於主線 17 km (海拔高 1,650 m) 至主線終點 28 km (海拔高 1,950 m，觀霧山莊) 之林道兩側，以觀霧遊憩區內之族群量最高。1999 年調查估算約 1,000 株，2006 年估算約 3,500 株，但通常於經營管理之砍草措施後，族群量劇減。本調查路線尚可發現數個黃花鳳仙花族群，

尤其以 24 km 之族群量最高；本路線未發現紫花鳳仙花。

2. 大鹿林道東線：棣慕華鳳仙花於東線入口至 18 km 呈不連續分布，大多數分布在林道的前段 (長約 8 km)，族群多呈密集分布，1999 年估計之棣慕華鳳仙花族群約 2,000 株，於 2006 年估算約 3,500 株；黃花鳳仙花主要分布於近馬達拉溪之林道兩側，常呈優勢，偶與棣慕華鳳仙花混生；本路線未發現紫花鳳仙花植株。由馬達拉溪起往班山之林道，未見鳳仙花分布。
3. 大鹿林道西線：棣慕華鳳仙花在此路線分布量少，1999 年估算族群約 300-400 株，林道沿線偶見紫花鳳仙花，數量僅數十株，株高約 10-15 cm，且未發現黃花鳳仙花。本路線於 2006 年調查發現鳳仙花之分布及族群量與 1999 年相當。
4. 樂山林道：由樂山林道入口起，即可發現林道兩側以黃花鳳仙花及棣慕華鳳仙花之優勢族群，但兩者混生情形少見。1999 年估算棣慕華鳳仙花族群約 500-800 株，2006 年估算約 1,500 株；本路線之紫花鳳仙花僅見數十株於神木步道對面之蜜月小徑入口處，高約 60-80 cm。
5. 神木步道：神木步道常見黃花鳳仙花及棣慕華鳳仙花，但呈局部性的零星分布，1999 年調查估算棣慕華鳳仙花族群約 300-500 株，2006 年估算約 1,000 株；紫花鳳仙花則偶見於溝谷旁。

(二) 植群分析

本研究設置 29 個樣區進行植物社會調查 (圖 2)，出現植物種類之學名詳列於附錄。依樣區之植物種類重要值指數為基礎，計算樣區間的相似性指數、相似性指數矩陣、群團分析，進一步繪製成樹形圖 (圖 3)；以相似性指數 35% 作為臨界值 (threshold) 來劃分植物社會，並以優勢種與次優勢種二者聯合命名，可區分成 9 個植群型；有關各植群型的描述如下：

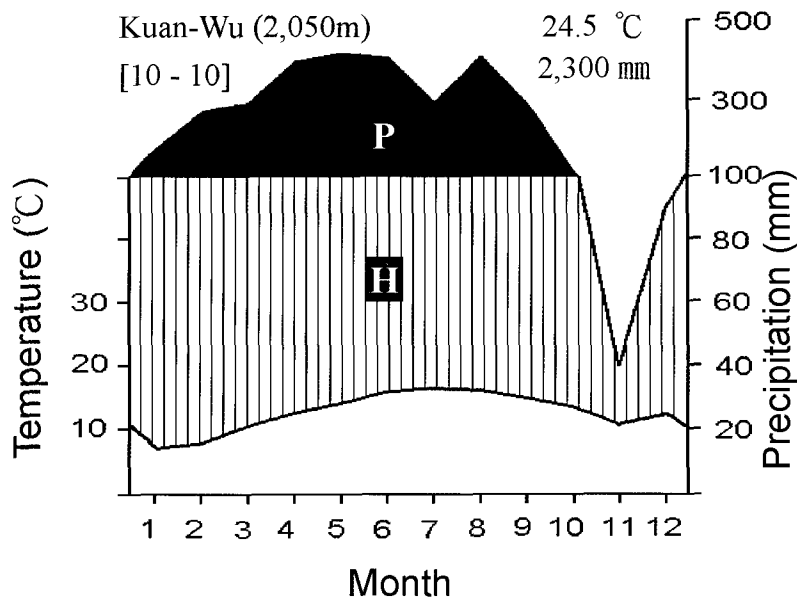


圖 2. 觀霧地區生態氣候圖，P 表示潮濕，H 表示相對濕潤

Fig. 2. The ecoclimatic diagram of Kuan-Wu area; P represents perhumid, H represents relative humid.

- I. 棣慕華鳳仙 - 太平山莢蒾型 (*Impatiens devolii-Viburnum foetidum* var. *rectangulatum* Type) : 僅有樣區 2 屬於本植群型，分布在臺灣杉人工林下層，坡面東北向，林內光度低，棣慕華鳳仙花的植株僅約 15 cm 高。伴生植物有太平山莢蒾、火炭母草、臺灣杉小苗，以及肉穗野牡丹等。
- II. 火炭母草 - 五節芒型 (*Polygonum chinense-Miscanthus floridulus* Type) : 本型僅有樣區 22 屬之，位於大鹿林道東線陽光充足、較乾燥之環境，未發現任何一種鳳仙花存在，以火炭母草、五節芒最優勢，伴生植物有臺灣馬藍、睫穗蓼、臺灣懸鉤子等。
- III. 五節芒 - 白頂早熟禾型 (*Miscanthus floridulus-Poa acroleuca* Type) : 僅有樣區 9 屬於本型，位於大鹿林道東線後段，陽光充足、乾燥之環境，主要以禾本科為優勢，3 種鳳仙花皆未發現；除五節芒、白頂早熟禾外，尚有短柄舞子草、火炭母草、臺灣澤蘭等。
- IV. 火炭母草 - 棣慕華鳳仙花型 (*Polygonum*

- chinense - Impatiens devolii* Type) : 計有 19 個樣區屬於本型，為棣慕華鳳仙花主要分布之植群型；其中位樂山林道樣區 26 的棣慕華鳳仙花幾乎形成單一優勢種。在樣區 6、13、19、20、21 等 5 個樣區的棣慕華鳳仙花平均植株高度最高，生育地為潮濕、但陽光充足的環境。樣區 29 發現紫花鳳仙花與棣慕華鳳仙花共存，但前者植株高度僅 15 cm 高。然而，樣區 14 及樣區 15 並未發現棣慕華鳳仙花存在，主要因本型之樣區內的火炭母草非常優勢 (重要值分別是 62.1、71.1) 而歸群在此植群型。伴生優勢植物尚有戟葉蓼、花蓼、白毛懸鉤子、五節芒、呂宋短柄草、絞股藍、大冷水麻等。
- V. 黃花鳳仙花 - 戟葉蓼型 (*Impatiens tayemonii-Polygonum thunbergii* f. *biconvexum* Type) : 樣區 23、24、27 屬於本型，以黃花鳳仙花為主要的優勢族群；樣區 23、24 位於神木步道，環境較為陰濕，樣區 27 位於樂山林道前段，光線較為充足。其中樣區 23 有黃

花鳳仙花與紫花鳳仙花共存，後者植株高達 70 cm。較優勢的伴生植物尚有火炭母草、瓦氏鳳尾蕨、珍珠蒿、阿里山天胡荽等。

VI. 巒大蕨 - 火炭母草型 (*Pteridium aquilinum* subsp. *wightianum*-*Polygonum chinense* Type) : 樣區 16 屬於本植群型，未發現有鳳仙花屬植物出現，主要組成分子有巒大蕨、火炭母草、白毛懸鉤子、糯米團、珍珠蒿、青牛膽、咸豐草等。

VII. 戟葉蓼 - 大冷水麻型 (*Polygonum thunbergii* f. *biconvexum*-*Pilea trinervia* Type) : 樣區 7 屬於本型，位於東線過馬達拉溪往班山之 2 km 處，未發現有鳳仙花屬植物。本區位於

溪流附近，環境較潮濕、陰暗，主要以陰性或耐陰性植物為主，優勢種類有戟葉蓼、大冷水麻、大穗莠竹等。

VIII. 火炭母草 - 馬藍型 (*Polygonum chinense*-*Baphicacanthus cusia* Type) : 樣區 25 屬於本型，位在神木步道的柳杉林下之小澗旁；雖然黃花鳳仙花與棗慕華鳳仙花共存，但以黃花鳳仙花較優勢。組成分子幾乎為陰性或耐陰性種類，主要種類有火炭母草、馬藍、黃花鳳仙花、川上氏雙蓋蕨、日本冷水麻等。

IX. 咬人貓 - 黃花鳳仙花型 (*Urtica thunbergiana*-*Impatiens tayemonii* Type) : 樣區 8 屬於本植

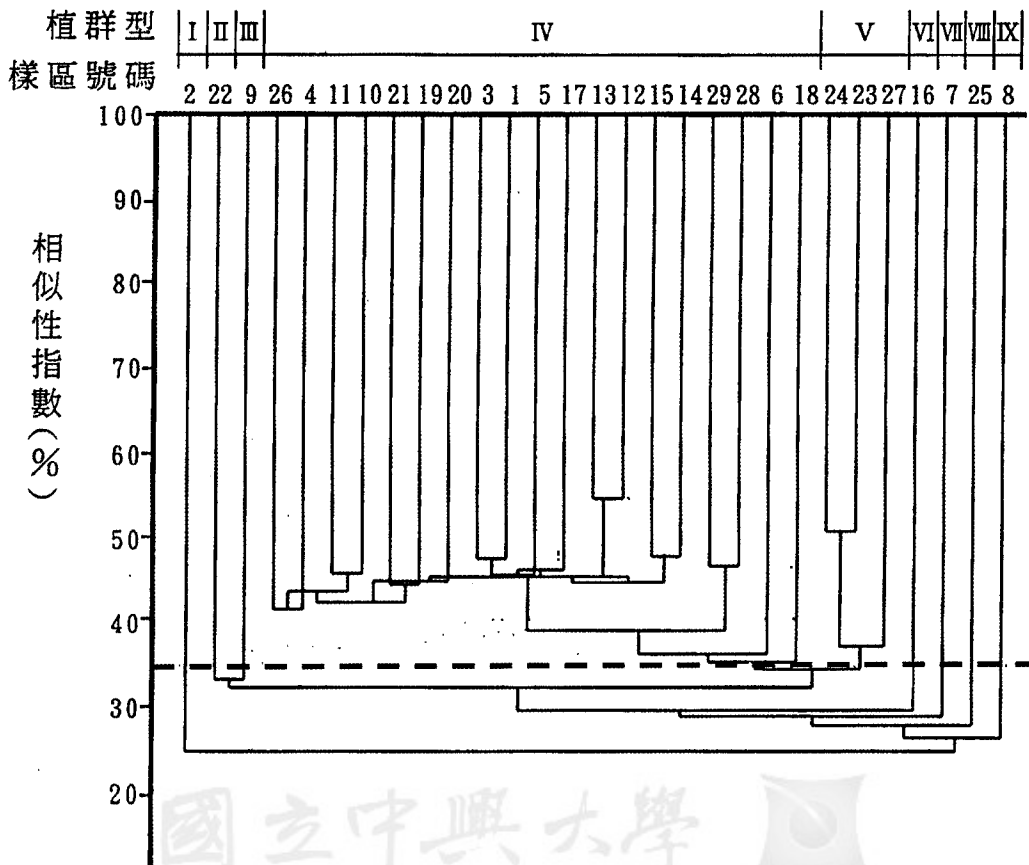


圖 3. 觀霧地區鳳仙花植群調查歸群分析形圖

Fig. 3. The dendrogram of cluster analysis for *Impatiens* vegetation at Kuan-Wu area.

群型，位於大鹿林道東線的末段，為林蔭潮濕環境；組成分子以咬人貓、黃花鳳仙花、冇骨消、絞股藍、戟葉蓼等。自此處至馬達拉溪口，均未見棣慕華鳳仙花分布。

野外觀察顯示臺灣產 3 種鳳仙花在觀霧地區呈密集族群但不連續分布之型式。在大部份生育地，棣慕華鳳仙花與黃花鳳仙花各自形成的優勢族群；在若干生育地，黃花鳳仙花與棣慕華鳳仙花伴隨出現；紫花鳳仙花在觀霧地區族群數量最稀少且零星出現。經植群分析及樹形圖結果顯示，以黃花鳳仙花與棣慕華鳳仙花為優勢的植物社會可概略區分。

(三) 棣慕華鳳仙花與環境因子關係

樣區環境因子與棣慕華鳳仙花之形質資料詳如 (表 1)；環境因子間相關分析結果顯示，土壤含水率、全氮量和有機質成正相關(表 2)。棣慕華鳳仙花的重要值與環境因子間無顯著相關，棣慕華鳳仙花的平均株高與土壤 pH 值成正相關，與土壤有機質、含水率成負相關 (表 2)。由現場觀察得知，棣慕華鳳仙花的根系不深且多僅於土表之枯枝落葉層與腐植質之內，在積水、或有水流處，陽光足夠的環境下，可獲得較佳的生長。

(四) 棣慕華鳳仙花之物候及授粉生態觀察

量測本研究樣區內棣慕華鳳仙花之植株高度 (表 1)，發現其株高變異極大 (11.1 ± 3.2 - 86.2 ± 17.1 cm)，平均高度約 55.4 ± 21.9 cm。現場觀察顯示，光度與土壤水分可能是影響棣慕華鳳仙花植株高度的主要因子；在光度較高且水分充足的樣區，如樣區 19、20 及 21，平均株高可達 80 cm 以上；而在光度較低且較乾燥之臺灣杉林下的棣慕華鳳仙花 (樣區 2)，植株平均高度僅 11.1 ± 3.2 cm，平均每株只有 1-2 朵花產生；而其他樣區內植株較高大之棣慕華鳳仙花，產生的總狀花序較大，花量亦較多。

棣慕華鳳仙花的花期約由 7 月底開始，9 月中旬為盛花期，11 月初進入開花末期(表 3)。植株於 11 月底開始枯爛，較大的植株通常較晚枯萎。黃花鳳仙花的花期較棣慕華鳳仙花略

早。三種鳳仙花皆為蟲媒授粉，主要授粉者為蜜蜂 (honey bees) 及熊蜂 (bumble bees) 等，彼此共享授粉媒介。因未對觀霧地區之鳳仙花進行較詳細的授粉觀察，故未能瞭解鳳仙花屬植物是否具閉花授粉 (cleistogamy)，此需更進一步觀察實驗才能了解臺灣產鳳仙花屬植物之繁殖生物學。

四、討論

(一) 觀霧地區鳳仙花屬植物之分布

臺灣產 3 種鳳仙花在觀霧地區呈現不連續且密集優勢族群的分布模式，其主因為種子短距離的自力散播所致。因小族群不連續分布的距離遠大於植物自力散播的能力，對於短距離散播的鳳仙花屬植物而言，二次傳播媒介扮演著重要的角色，許多文獻指出，水流 (water flow) 是最主要的載體 (Schemske, 1978; Leck & Graveline, 1979; Waller, 1979, 1980, 1984; Schmit, 1985; Pysek & Prach, 1995)。因鳳仙花屬的種子具漂浮特性，可藉雨水在地表的逕流作第二次的傳播；觀霧地區部份位於下坡處或積水處的棣慕華鳳仙花，可能因水流攜帶種子而得以建立新族群；另一方面，藉由種子二次傳播方式亦可能促進亞族群之間基因交流。

此外，觀霧地區鳳仙花屬種子的二次傳播媒介中，人類活動可能扮演非常重要的角色。觀霧地區周遭之林道與步道是民眾休閒踏青的重要路線，分布在林道及步道兩旁的鳳仙花可以藉著人類的足跡、車子的往返，促使鳳仙花的種子有拓殖於新生育地的機會；郭福麟&林芳儀 (2000) 曾記錄棣慕華鳳仙花的另一分布地—霞喀羅古道，距離觀霧地區約 10 km，此地如同歐辰雄 (1996) 所發現之北坑溪古道的族群一般，雖然直線距離不遠，但應已超過鳳仙花種子自力散播之可能，是以人類活動在棣慕華鳳仙花遠距離的傳播可能扮演著舉足輕重的角色，並使棣慕華鳳仙花拓殖於這些相似生育地環境。

表 1. 觀霧地區鳳仙花調查樣區之環境因子與棣慕華鳳仙花重要值、高度資料

Table 1. The environment factors and the IVI and average height of *I. devolii*. of each plot

plot	土壤 含水率 (%)	有機質 含量 (%)	pH		全 氮 含 量 (%)	有效磷 含 量 (ppm)	方位 (°)	水分 指數	IVI	Height(cm) Mean ± sd
			D.D. H ₂ O	1N KCl						
1	4.0	14.0	4.63	3.54	0.2	5.3	128	8	17.4	31.6±5.8
2	10.5	40.3	5.22	4.38	0.6	20.4	18	15	23.4	11.1±3.2
3	2.5	13.1	5.28	4.18	0.2	24.9	129	8	16.2	29.3±6.5
4	5.7	22.7	5.15	4.19	0.3	24.0	174	4	42.8	27.4±10.2
5	2.8	11.1	5.89	4.66	0.2	8.2	174	4	8.8	43.1±26.5
6	2.6	11.1	6.01	4.95	0.2	14.3	179	3	23.1	71.0±13.0
7	1.2	18.2	6.72	5.68	0.1	9.2	58	14	-	-
8	4.4	5.1	6.65	5.77	0.3	18.0	115	9	-	-
9	1.7	7.6	5.28	3.91	0.1	9.4	239	3	-	-
10	1.8	8.5	5.68	4.42	0.1	21.5	281	7	10.3	46.6±12.6
11	2.1	8.5	5.75	4.72	0.1	11.0	317	10	7.8	67.6±21.3
12	1.5	5.6	5.92	4.75	0.1	12.0	106	10	23.0	65.0±12.3
13	3.7	15.4	6.19	5.32	0.2	18.7	227	2	23.7	75.8±19.1
14	3.3	12.0	4.74	3.68	0.2	4.8	208	1	-	-
15	3.0	12.0	6.22	5.18	0.3	11.6	187	3	-	-
16	7.3	13.1	6.78	6.03	0.4	28.7	159	5	-	-
17	28.4	74.4	6.87	5.85	0.2	5.7	217	2	12.0	52.3±17.0
18	1.8	7.3	6.12	4.97	0.1	20.5	198	2	25.7	51.0±11.7
19	1.9	7.4	6.88	6.18	0.1	8.8	263	5	17.8	85.4±18.6
20	2.2	7.9	6.96	6.16	0.1	6.2	241	4	40.8	86.2±17.1
21	3.4	12.7	6.44	5.60	0.3	12.5	334	12	31.2	82.8±20.4
22	2.3	10.1	5.51	4.26	0.2	9.8	124	8	-	-
23	3.1	12.5	6.23	5.28	0.2	37.7	136	7	-	-
24	2.1	8.7	5.49	4.26	0.2	16.7	332	12	13.2	71.1±17.7
25	3.4	11.5	4.62	3.69	0.2	16.0	33	15	10.2	-
26	3.0	12.9	5.96	5.02	0.5	14.1	147	6	76.4	60.7±8.1
27	3.6	14.6	4.56	3.66	0.3	12.7	96	11	-	-
28	4.7	12.4	4.51	3.37	0.2	2.0	42	15	13.3	31.3±10.1
29	4.6	13.6	5.50	4.15	0.2	8.4	87	11	16.2	46.3±11.8
Mean ± sd	4.2 ± 5.0	14.6 ± 13.2	5.78 ± 0.76	4.75 ± 0.84	0.2 ± 0.1	14.3 ± 8.0				54.5±21.9
max	28.4	74.5	6.96	6.18	0.6	37.7				86.2
min	1.2	5.1	5.06	4.51	0.1	2.0				11.1

表 2. 觀霧地區鳳仙花調查樣區之各項環境因子與棣慕華鳳仙花重要值、平均高度之相關分析

Table 2. Correlations between environmental factors, IVI and average height of *I. devolii* for each plot site

	有機質	pH		全氮	有效磷	水分指數	IVI	Height
		D.D. H2O	1N KCl					
含水率 ¹	0.638 **	-0.189 ns	-0.123 ns	0.679 **	0.037 ns-	0.077 ns	0.096 ns	-0.463 *
有機質 ¹		-0.189 ns	-0.145 ns	0.482 *	0.052 ns	0.108 ns	0.123 ns	-0.489 *
D.D. H2O			0.978 **	-0.184 ns	0.066 ns	-0.341 ns	0.341 ns	0.804 **
1N KCl				0.090 ns	0.167 ns	-0.291 ns	0.392 ns	0.770 **
全氮量 ¹					0.350 ns	0.121 ns	0.325 ns	-0.382 ns
有效磷						0.033 ns	0.235 ns	-0.182 ns
水分指數							-0.284 ns	-0.236 ns
IVI								0.176 ns

Spearman rank correlation 計算兩兩因子間相關

¹: 數值經角度值轉換 (arsin (sqrt (p))) × 57.295791

表 3. 觀霧地區之棣慕華鳳仙花物候資料表

Table 3. Phenology of *I. devolii* at Kuan-Wu

Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Growth period (生長期)				♂	♂	♂	♂	♂	♂			
Flowering period (開花期)							⊗	⊗	⊗	⊗		
Fruit period (結果期)								⊗	⊗	⊗	⊗	
Wilt period (枯萎期)											♀	♀

♂: Growth period; ⊗: Flowering period; ⊗: Fruit period; ♀: Wilt period

(二) 鳳仙花與環境因子關係

環境因子間相關分析結果顯示，土壤含水率、全氮量與有機質成正相關 (表 2)；即土壤有機質的增加，可增加土壤含水率以及土壤養分 (胡弘道, 1993)。棣慕華鳳仙花的重要值與本研究調查的環境因子間無顯著相關，可能反映出鳳仙花屬植物種子散播、發芽率及生長對

上述環境因子的塑性。棣慕華鳳仙花的平均株高與土壤之 pH 值成正比，顯示其在近中性或偏鹼性土壤中的生長情況較好。棣慕華鳳仙花平均株高與有機質、含水率成反比，這可能與棣慕華鳳仙花多生長在陽光較充足、土壤淺薄的路旁，而這些生育地的有機質累積較少所致。然而，本研究分析的土壤含水率為烘乾後

之土壤含水率，除了受土壤有機質等影響外，此種土壤含水率無法為植物吸收，未能真實反映出植物的生理需求(胡弘道，1993；曾喜育等，2005)，亦未能反映鳳仙花喜好生育於潮濕環境之現況。

(三) 植群分析

觀霧地區3種鳳仙花中以棣慕華鳳仙花、黃花鳳仙花最為優勢。植群分析結果顯示，棣慕華鳳仙花及黃花鳳仙花各自歸成一類，大致反映觀霧地區鳳仙花植物的分布現況及其種子傳播特性。然而，在黃花鳳仙花大量出現的樣區中，棣慕華鳳仙花幾乎沒有出現，可能約略反映出棣慕華鳳仙花與黃花鳳仙花對生育地有分化的現象。野外觀察的環境因子中，除種子傳播限制外，光度似乎是取決何者為優勢的主要因子。在較陰暗潮濕的環境，黃花鳳仙花容易形成單一類型的優勢生物社會；而棣慕華鳳仙花則傾向於發生在陽光較充足且潮濕的環境。此結果亦可能反映著這些地被植物受到光度、水分等環境及上層植群的影響，不同微生育地的植物組成、數量均有差異。

(四) 物候及授粉

臺灣產3種鳳仙花皆為夏秋開花植物，皆為一年生，與本屬其他種類相同(Evans & Hughes, 1961; Schemke, 1978; Waller, 1979, 1980, 1984; Mitchell-Olds & Waller, 1985; Antlfinger, 1986; Randall & Hilu, 1990, 李俊緯, 1997)；李俊緯(1997)觀察觀霧地區棣慕華鳳仙花及黃花鳳仙花的生長曆(物候)發現，黃花鳳仙花的種子於3月開始發芽；花期於5月初開始，8、9月為盛花期，於秋末冬初漸漸枯萎。棣慕華鳳仙花的種子於4月中旬才發芽；花期9月初開始，10月中旬達到花期高峰，與本研究的觀察結果相似。由於黃花鳳仙花的種子苗較棣慕華鳳仙花早(李俊緯, 1997)，可能顯示黃花鳳仙花在種間競爭過程較為優勢，此結果亦反映在黃花鳳仙花與棣慕華鳳仙花共存的樣區，黃花鳳仙花通常較為優勢得到驗證。

鳳仙花屬為開閉花植物(chasmoceistoga-

mous plant)，即同時具有開花授粉花(chasmogamous flower)及閉花授粉花(cleistogamous flower)(Schemske, 1978; Waller, 1979, 1980; Cid-Benevento & Schaal, 1986; Stewart & Schoen, 1987)；前者花大而豔麗，單體雄蕊聚集成聚藥雄蕊包覆雌蕊柱頭，以藥囊隔離柱頭與花粉，避免自花授粉；在開花同時，雄蕊較雌蕊先成熟(約1-3天，雄蕊期，male phase)，隨後單體雄蕊因乾燥而掉落，柱頭因而外露可以接受花粉(約數小時至1天，雌蕊期，female phase)，柱頭未授粉者隨即凋落，屬於絕對異花授粉。與開花授粉花比較，閉花授粉的花小而不明顯，蜜腺缺乏，花瓣、花萼、雄蕊的極為退化；花萼與雄蕊合生成一帽狀物，將柱頭包圍；花粉數極少，花粉在花藥內萌發產生花粉管穿入柱頭。開花授粉花通常著生於植株高大的植物體，常為枝條的末端；閉花授粉的花通常著生於植株較小的植物體，常單獨腋生(Schemske, 1978; Waller, 1979, 1980, 1984; Antlfinger, 1986)。通常閉花授粉的果實較開花授粉小，且內含的種子亦比較小且少。由於國內對於鳳仙花屬植物之授粉生態及繁殖系統等研究尚未有詳實的報告，但觀霧地區鳳仙花植物因環境變異而植株高度差異非常大，在林內光度低、缺乏授粉媒介的情況下，植株矮小的鳳仙花是否具閉花授粉花仍需進一步觀察。

在*I. capensis*的研究發現，開花授粉花無法自花授粉，但同株花朵間仍可以同株異花授粉(geitonogamy)，而不會發生遺傳不親和性而衰退，惟同株授粉率甚低(Waller, 1980)；Mitchell-Olds & Waller (1985)在相同地點研究其2個族群的同功酶遺傳變異發現，*I. capensis*的開花授粉花仍傾向混交。Argyres & Schmitt (1991)研究*I. capensis*發現，在微小的區間差異下，就會因微地理環境的差異而造成遺傳分化。Schemske (1984)研究*I. pallida*的2個族群間發現，短距離族群間仍存在顯著遺傳分化；遺傳變異主要存在於族群的譜線與家族間，而*I. pallida*的天擇及逢機的区域性

分化的尺度僅有數公尺的距離。Stewart & Schoen (1987) 研究 *I. pallida* 的一個族群內發現，分散在 30×40 m² 內的 24 個樣點間的個體，其活力及生產力表現在樣點間呈現顯著的差異，顯示著 *I. pallida* 在族群內數公尺間的體間，由於微環境的變異 (不同光照強度、土壤濕度) 引起天擇壓力不同，而造成不同方向及不同程度的選汰壓力。然多數研究指出，*I. capensis* 在族群間及家族間存在著不同程度的變異，顯示著區域間遺傳架構分化及授粉生態的差異；而近親交配的族群間，其變異表現相對的要比混交族群來得少 (Schemske, 1978, 1984; Waller, 1984; Mitchell-Olds & Waller, 1985; Antlfinger, 1986; Schmitt & Ehrhardt, 1987; McCall *et al.*, 1989; McCall *et al.*, 1991)。

Knight & Waller (1987) 以同功酵素電泳分析研究 *I. capensis* 的 11 個族群；在族群內，個體由於自交比例高而缺乏遺傳歧異度及基因多型性。在族群間，由於高比例的自交受孕，以及花粉和種子傳播受限的因素，缺乏基因流傳而呈現遺傳分化，但遺傳距離與地理距離間沒有相關；由固定化指標 (fixation index) 顯示，各個族群間具有環境等因素的差異，然在某些族群內，即使是開花授粉花，亦出現高度的近親交配傾向，可能因為同株異花授粉，或是與近親交配所致。

觀察發現，觀霧地區 3 種鳳仙花屬植物皆為蟲媒，主要授粉媒介為蜜蜂、熊蜂等，相互共享授粉媒介；臺灣特有 3 種鳳仙花與溫帶 (temperate zone) 之鳳仙花屬植物皆以蜜蜂、熊蜂為主要授粉媒介 (Rust, 1977; Tian *et al.*, 2004)。臺灣廣泛分布的紫花鳳仙花，其族群遺傳結構顯示族群內的個體傾向於異配生殖，而族群間因基因流傳不順暢而呈現有高度的遺傳分化 (林玟娟, 1995)，造成這種遺傳結構的因素來自於花粉 (昆蟲授粉) 及種子 (自力彈射) 的傳播距離短，使基因有效的交流距離有限；致使區域性選擇及基因漂變成為族群間的高度分化。然而，蕭詩馨 (2000) 對於臺灣產 3 種鳳仙

花的同功酶遺傳變異分析結果顯示，棗慕華鳳仙花幾乎沒有遺傳變異，而黃花鳳仙花與紫花鳳仙花傾向自交，此結果似乎與本研究野外物候、授粉觀察的現象不相吻合，是否因同株異花授粉或近親授粉而導致臺灣產鳳仙花屬植物有待更進一步研究。

(五) 鳳仙花植物的生存競爭策略

觀霧地區 3 種鳳仙花在適宜環境常形成優勢的族群，相較於其他具相同生態區位 (niche)、共享生育地的種類形成競爭；研究指出，有些引進之鳳仙花植物成為嚴重危害的入侵植物 (Winsor, 1983; Pysek & Prach, 1995; Wu *et al.*, 2004; 葉德銘, 2005; 張芷熒, 2007)。綜觀鳳仙花植物的生存策略，多位學者的研究歸納出下列造成鳳仙花屬植物優勢的原因 (Evans & Hughes, 1961; Leck & Graveline, 1979; Winsor, 1983; Cid-Benevans & Schaal, 1986; Nozzolillo *et al.*, 1986; Schmitt *et al.*, 1987; Antlfinger, 1989)。

1. 種子散播機制

鳳仙花的種子屬自力散播型，蒴果成熟後，因蒴果內外果壁的厚度不一，經外力或環境因子變化下，蒴片即反捲將種子彈射出去，屬近距離散播的型式。Schmitt *et al.* (1987) 研究發現株高約 200 cm 的 *I. capensis*，其種子多散布在母株周圍 2 m 以內的範圍，而絕大多數種子散布距母株 20 cm 的範圍；而株高約 50 cm 的 *I. reptans*，其種子散布距離亦僅 0.58-1.17 m (Tian *et al.*, 2004)；依此推算，平均株高 54.5 ± 21.9 cm 的棗慕華鳳仙花，其種子散布的距離應不至超過 2 m，這將造成單位面積內的種子庫 (seed bank) 存有大量的種子；當這些種子同時發芽時，即形成本研究植群分析及現場觀察之密集優勢族群的分布模式。

2. 種子發芽較早且幾乎同時

觀霧地區的鳳仙花屬植物常呈優勢、均質個體大小的族群，此種現象除了種子傳播特性外，可能與其種子發芽特性有關。在早春溫度仍低的情況下，*I. capensis* 與 *I. pallida* 的種子發芽試驗發現，其種子發芽要比同一生育地的

其他物種來得早 (Winsor, 1983; Cid-Benevento & Schaal, 1986; Schmitt *et al.*, 1987), 且種子庫的鳳仙花種子幾乎在同一時間發芽 (Nozzolillo & Thie, 1983, 1984; Winsor, 1983; Antlfinger, 1989)。雖然臺灣產鳳仙花屬植物皆為一年生, 但可藉由種子發芽特性快速地佔據生育地而形成優勢, 致使其他植物難以與之競爭。同時, 因為黃花鳳仙花種子發芽較早 (李俊緯, 1997), 在與棣慕華鳳仙花共存的生育地中, 前者亦通常較為優勢。

3. 種子苗的低死亡率

一年生草本發生於演替初期的生育地, 常被認為破壞地的指標種, 在種子苗建立初期, 由於競爭有限的資源, 常伴隨著幼苗大量死亡 (Struik, 1965); 然而, 在 *I. capensis* 及 *I. pallida* 的研究發現, 族群個體存活率卻符合 Deevey Type I 存活率曲線 (Cid-Benevento & Schaal, 1986), 顯示種子苗時期的存活率高於繁殖時期, 大多數的個體幾乎在第一次霜降來臨時死亡, 族群間個體死亡與生物因子的取食者 (如昆蟲)、族群密度, 以及環境因子中的光度、濕度等有關, 呈現不同的存活曲線 (Schemske, 1978, 1984; Waller, 1984; Cid-Benevento & Schaal, 1986; Antlfinger, 1986)。

4. 對環境的高度適應性

鳳仙花屬對於環境具有高度的生理適應性, 此亦是本屬植物可以在生育地佔有優勢的因素 (Evans & Hughes, 1961; Struik, 1965; Abrahamson & Hershey, 1977; Schulz *et al.*, 1993)。調查發現棣慕華鳳仙花、紫花鳳仙花在不同的生育地, 植株大小、開花量等呈現極大的差異, 在樣區 1、2、3、4、28, 由於光度較低, 棣慕華鳳仙花的株高只有 11-30 cm; 相對於光度較高的樣區 6、13、19、20、21 及 24, 株高可達 70 cm 以上, 顯示棣慕華鳳仙花在不同生育地具高度塑性。

5. 開閉花授粉系統的交互作用

在開花授粉及閉花授粉 2 種繁殖系統的交互作用下, 鳳仙花屬植物可能因不同生育地環

境而反映出其最適的繁殖狀態; 即在各種不同的生育地環境, 以及個體生理狀態, 對繁殖系統作最佳的轉換調適以達到平衡狀態 (Schemske, 1978; Waller, 1979, 1980; Cid-Benevento & Schaal, 1986; Stewart & Schoen, 1987), 這使得鳳仙花屬植物可以在多變而異質的環境下仍可產生有效種子, 確保族群的繁衍。雖然, 混交後裔在個體建立的過程中並未比自交後裔具有更佳的適應表現 (Waller, 1979, 1980), 但對同時產生混交及自交的種類而言, 混交所產生的後裔可能對逆境具有較佳適應; 另一方面, 在缺乏授粉媒介, 或植物體處於非最適的環境下, 個體依然可藉由閉花授粉的方式, 來確保產生自交種子以持續族群之繁衍。因此臺灣產鳳仙花屬植物很可能具有閉花授粉現象, 未來將進一步實驗及觀察。

五、結論

臺灣產 3 種鳳仙花屬植物均為特有種, 皆可在觀霧地區發現, 雖具有特殊的種子傳播及發芽等繁殖特性, 常形成單一優勢族群, 相較其他相同生育地的植物更具生存競爭能力, 但本屬植物生活史短, 無法常年保有其優勢族群, 加上其遺傳變異極低 (蕭詩馨, 2000), 分布區域狹隘且易受干擾破壞, 有加強保育研究之必要。由於林道及步道之維護整理是經營管理之必要作業, 但鳳仙花屬植物多分布於林道及步道兩側, 如果這些作業的處理時間不當很容易危及一年生植物, 因此除草、修剪等作業應考量植物的生活史, 即在鳳仙花枯萎後至種子發芽前進行作業, 或是避開鳳仙花屬族群分布的區域, 以避免損害鳳仙花的族群。

六、謝誌

本研究感謝國立中興大學森林學系呂金誠教授協助資料分析。感謝內政部營建署雪霸國家公園管理處提供調查經費, 以及林務局新竹林區管理處觀霧山莊提供住宿等, 使得調查得以順利進行。感謝中興大學森林學系呂金誠教

授、曾彥學助理教授提供潤稿意見。

七、參考文獻

- 李俊緯 (1997) 雪霸觀霧地區稀有植物黃花鳳仙花及棣慕華鳳仙花繁殖之研究。國立臺灣大學園藝研究所碩士論文。88 頁。
- 李瑞宗、姚淑芬、林煥堂、陳秀春、魏文雋 (1994) 雪霸國家公園觀霧地區步道沿線動物資源、植被景觀及其景觀調查研究—植被及景觀部分。內政部營建署雪霸國家公園管理處。134 頁。
- 林玟娟 (1995) 臺灣紫花鳳仙花的族群遺傳結構。國立臺灣師範大學生物研究所碩士論文。72 頁。
- 邱清安 (1996) 插天山自然保留區植相與植群研究。國立中興大學森林學研究所碩士論文。160 頁。
- 邱清安 (2006) 應用生態氣候指標預測臺灣潛在自然植群之研究。國立中興大學森林學系博士論文。280 頁。
- 胡弘道 (1993) 森林土壤學。茂昌圖書有限公司。第 435 頁。
- 徐國士、張惠珠 (1994) 雪霸國家公園特有及稀有植物之研究。中華民國國家公園學會。42 頁。
- 郭福麟、林芳儀 (2000) 棣慕華鳳仙花與黃花鳳仙花在霞咯羅古道之發現。自然保育季刊。29(1) : 68-74。
- 陳正祥 (1957) 氣候之分類與分區。臺灣大學農學院實驗林林業叢刊第七號。174 頁。
- 曾喜育、邱清安、許俊凱、歐辰雄、呂金誠 (2005) 臺東紅葉村臺東蘇鐵保留區植群調查研究。林業研究季刊。27(4) : 1-22。
- 葉德銘 (2005) 臺灣入侵及外來種圖鑑。行政院農業委員會林業試驗所。187 頁。
- 張芷熒 (2007) 臺灣地區歸化植物侵略性評估系統建立。國立中興大學森林學系碩士論文。87 頁。
- 黃增泉、王震哲、楊國禎、黃星凡、湯惟新 (1991) 雪霸國家公園之維管束植物。資源—特別論及稀有植物之保育評估。國家公園學報 3 : 5-59。
- 歐辰雄 (1996) 雪見地區步道沿線植群調查研究。內政部營建署雪霸國家公園管理處。139 頁。
- 歐辰雄 (1999) 棣慕華鳳仙花植群調查。內政部營建署雪霸國家公園管理處。67 頁。
- 歐辰雄、呂福原 (1997) 觀霧地區植群生態調查及植栽應用之研究。內政部營建署雪霸國家公園管理處。129 頁。
- 蕭詩馨 (2000) 臺灣產鳳仙花屬 (鳳仙花科) 植物同功酶變異之研究。國立臺灣大學植物學研究所碩士論文。75 頁。
- Abrahamson, W. G. and B. J. Hershey. (1977) Resource allocation and growth of *Impatiens capensis* (Balsaminaceae) in two habitats. Bull. Torrey Bot. Club 104 (2): 160-164.
- Argyres, A. Z. and J. Schmitt. (1991) Microgeographic genetic structure of morphological and life history traits in a natural population of *Impatiens capensis*. Evolution 45:178-189.
- Antlfinger, A. E. (1986) Field germination and seedling growth of CH and CL progeny of *Impatiens capensis* (Balsaminaceae). Am. J. Bot. 73 (9): 1267-1273.
- Antlfinger, A. E. (1989) Seed bank, survivorship, and size distribution of a Nebraska population of *Impatiens capensis* (Balsaminaceae). Am. J. Bot. 76 (2): 222-230.
- Cid-Benevento, C. R. and B. A. Schaal. (1986) Variation in population growth rate in the woodland annual *Impatiens pallida* (Balsaminaceae). Am. J. Bot. 73 (7): 1031-1042.
- Evans, G. C. and A. P. Hughes. (1961) Plant growth and the aerial environment I. effect of artificial shading on *Impatiens parviflora*. Evolution 15: 150-153.
- Huang, T. C. (1993) Balsaminaceae. In: Flora

- of Taiwan (2nd ed.) 3: 616-620.
- Knight, S. E. and D. M. Waller. (1987) Genetic consequences of outcrossing in the cleistogamous annual, *Impatiens capensis*. I. Population-genetic structure. *Evolution* 41:969-978.
- Leck, M. A. and K. J. Graveline. (1979) The seed bank of freshwater tidal marsh. *Am. J. Bot.* 66 (9): 1006-1015.
- McCall, C., T. Mitchell-Olds and D. M. Waller (1989) Fitness consequences of outcrossing in *Impatiens capensis*: test of the frequency-dependent and sib-competition models. *Evolution* 43 (5): 1075-1084.
- McCall, C., T. Mitchell-Olds and D. M. Waller. 1991. Distance between mates affects seedling characters in a population of *Impatiens capensis* (Balsaminaceae). *Am. J. Bot.* 78: 964-970.
- Mitchell-Olds, T. and D. M. Waller. (1985) Relative performance of selfed and outcrossed progeny in *Impatiens capensis*. *Evolution* 39 (3): 533-544.
- Nozzolillo, C., H. Rahal and C. Liljenberg. (1986) Lipid reserves of seeds of *Impatiens capensis* and *I. pallida* (Balsaminaceae): developmental aspects. *Am. J. Bot.* 73 (1): 96-102.
- Nozzolillo, C. and I. Thie. (1983) Aspects of germination of *Impatiens capensis* Merrb., formae *capensis* and *immaculate*, and *I. pallida* Nutt. *Bull. Torrey Bot. Club.* 10 (3): 335-344.
- Nozzolillo, C. and I. Thie. (1984) A comparative study of mobilization of lipid and carbohydrate reserves during germination of seed of three species of *Impatiens* (Balsaminaceae): *I. balsamina* L. *I. capensis* Meerb. and *I. pallida* Nutt. *Bull. Torrey Bot. Club.* 111 (2): 200-208.
- Pysek, P. and K. Prach. (1995) Invasion dynamics of *Impatiens glandulifera* - a century of spreading reconstructed. *Biol. Conser.* 74: 41-48.
- Randall, J. L. and K. W. Hilu. (1990) Interference through improper pollen transfer in mixed stands of *Impatiens capensis* and *I. pallida* (Balsaminaceae). *Am. J. Bot.* 77 (7)39-944.
- Rust, R. W. (1977) Pollination in *Impatiens capensis* and *Impatiens pallida* (Balsaminaceae). *Bull. Torrey Bot. Club.* 104 (4): 361-367.
- Schemske, D. W. (1978) Evolution of reproductive characteristics in *Impatiens* (Balsaminaceae): the significance of cleistogamy and chasmogamy. *Ecology* 59 (3): 596-613.
- Schemske, D. W. (1984) Population structure and local selection in *Impatiens pallida* (Balsaminaceae), a selfing annual. *Evolution* 38 (4): 817-832.
- Schmitt, J., J. Eccleston and D.W. Ehrhardt. (1987) Dominance and suppression, size-dependent growth and self-thinning in a natural *Impatiens capensis* population. *J. Ecol.* 75: 651-665.
- Schulz, K. E., M. Smith and Y. Wu. (1993) Gas exchange of *Impatiens pallida* Nutt. (Balsaminaceae) in relation to wilting under high light. *Am. J. Bot.* 80 (4): 361-368.
- Stewart, S. C. and D. J. Schoen. (1987) Pattern of phenotypic viability and fecundity selection in a natural population of *Impatiens pallida*. *Evolution* 41 (6): 1290-1301.
- Struik, G. J. (1965) Growth patterns of some native annual and perennial herbs in Southern Wisconsin. *Ecology* 46 (4): 401-420.
- Tian, J., K. Liu and G. Hu. (2004) Pollination ecology and pollination system of *Impatiens reptans* (Balsaminaceae) endemic to China. *Ann. Bot.* 93: 167-175.

- Waller, D. M. (1979) The relative costs of self- and cross-fertilized seeds in *Impatiens capensis* (Balsaminaceae). *Am. J. Bot.* 66 (3): 313-320.
- Waller, D. M. (1980) Environmental determinants of outcrossing in *Impatiens capensis* (Balsaminaceae). *Evolution* 34 (4): 747-761.
- Waller, D. M. (1984) Differences in fitness between seedlings derived from cleistogamous and chasmogamous flowers in *Impatiens capensis*. *Evolution* 38 (2): 427-440.
- Winsor, J. (1983) Persistence by habitat dominance in the annual *Impatiens capensis* (Balsaminaceae). *J. Ecol.* 71: 451-466.
- Wu, S. H., C. F. Hsieh and M. Rejmánek. (2004) Catalogue of the naturalized flora of Taiwan. *Taiwania* 49 (1): 16-31.

觀霧地區鳳仙花植物調查名錄

蕨類植物

1. Adiantaceae 鐵線蕨科

1. *Coniogramme japonica* (Thunb.) Diels 日本鳳了蕨

2. Athyriaceae 蹄蓋蕨科

2. *Athyrium vidalii* (Fr. & Sav.) Nakai 山蹄蓋蕨
3. *Diplazium kawakamii* Hay. 川上氏雙蓋蕨

3. Blechnaceae 烏毛蕨科

4. *Woodwardia orientalis* Sw. 東方狗脊蕨

4. Davalliaceae 骨碎補科

5. *Araiostegia perdurans* (Christ) Copel. 小膜蓋蕨

5. Dennstaedtiaceae 碗蕨科

6. *Dennstaedtia hirsuta* (Sw.) Mett. ex Miq. 細毛碗蕨
7. *Hypolepis punctata* (Thunb.) Merr. 姬蕨
8. *Monachosorum henryi* Christ 稀子蕨
9. *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn ssp. *wightianum* (Wall.) Shieh 巒大蕨

6. Dryopteridaceae 鱗毛蕨科

10. *Acrophorus stipellatus* (Wall.) Moore 魚鱗蕨
11. *Arachniodes aristata* (Forst.) Tindle 細葉複葉耳蕨
12. *Arachniodes pseudo-aristata* (Tagawa) Ohwi 小葉複葉耳蕨
13. *Arachniodes rhomboides* (Wall.) Ching 斜方複葉耳蕨
14. *Cyrtomium falcatum* (L. f.) Presl 全緣貫眾蕨
15. *Dryopteris scottii* (Bedd.) Ching 史氏鱗毛蕨
16. *Dryopteris varia* (L.) Ktze. 南海鱗毛蕨
17. *Polystichum parvipinnulum* Tagawa 尖葉耳蕨
18. *Polystichum tsus-simense* (Hook.) J. Sm.

馬祖耳蕨

7. Gleicheniaceae 裏白科

19. *Dicranopteris linearis* (Burm. f.) Under. 芒萁
20. *Diplopterygium glaucum* (Houtt.) Nakai 裏白

8. Osmundaceae 紫萁科

21. *Osmunda japonica* Thunb. 紫萁

9. Polypodiaceae 水龍骨科

22. *Lepisorus obscure-venulosus* (Hay.) Ching 奧瓦葦
23. *Pyrrosia polydactylis* (Hance) Ching 槭葉石葦
24. *Pyrrosia sheareri* (Bak.) Ching 廬山石葦

10. Pteridaceae 鳳尾蕨科

25. *Cheilanthes farinosa* (Forsk.) Kaulf. 深山粉背蕨
26. *Pteris cretica* L. 大葉鳳尾蕨
27. *Pteris longipinna* Hay. 長葉鳳尾蕨
28. *Pteris scabristipes* Tagawa 紅柄鳳尾蕨
29. *Pteris wallichiana* Ag. 瓦氏鳳尾蕨

11. Thelypteridaceae 金星蕨科

30. *Cyclosorus interruptus* (Willd.) H. Ito 毛蕨
31. *Parathelypteris beddomei* (Bak.) Ching 縮羽金星蕨

裸子植物

12. Taxodiaceae 杉科

32. *Cryptomeria japonica* (L. f.) D. Don 柳杉
33. *Taiwania cryptomerioides* Hay. 臺灣杉

雙子葉植物

13. Acanthaceae 爵床科

34. *Baphicacanthus cusia* (Nees) Bremek. 馬藍
35. *Goldfussia formosanus* (Moore) Hsieh & Huang 臺灣馬藍
36. *Parachampionella flexicaulis* (Hay.) Hsieh

- & Huang 曲莖蘭嵌馬藍
37. *Parachampionella rankanensis* (Hay.) Bremek. 蘭嵌馬藍
14. Aceraceae 槭樹科
38. *Acer kawakamii* Koidz. 尖葉槭
39. *Acer serrulatum* Hay. 青楓
15. Actinidiaceae 彌猴桃科
40. *Actinidia chinensis* Planch. var. *setosa* Li 臺灣羊桃
41. *Saurauja oldhamii* Hemsl. 水冬瓜
16. Amaranthaceae 莧科
42. *Achyranthes japonica* (Miq.) Nakai 日本牛膝
17. Apiaceae 繖形花科
43. *Centella asiatica* (L.) Urban 雷公根
44. *Hydrocotyle setulosa* Hay. 阿里山天胡荽
45. *Torilis japonica* (Houtt.) DC. 竊衣
18. Apocynaceae 夾竹桃科
46. *Trachelospermum jasminoides* (Lindl.) Lemaire 絡石
19. Araliaceae 五加科
47. *Aralia decaisneana* Hance 臺灣蕙木
48. *Hedera rhombea* (Miq.) Bean var. *formosana* (Nakai) Li 臺灣常春藤
20. Asclepiadaceae 蘿藦科
49. *Cynanchum taiwanianum* Yamazaki 薄葉牛皮消
21. Asteraceae 菊科
50. *Adenostemma lavenia* (L.) Ktze. 下田菊
51. *Artemisia anomala* S. Moore 珍珠蒿
52. *Artemisia princeps* Pamp. var. *orientalis* (Pamp.) Hara 艾
53. *Aster leiophyllus* Fr. & Sav. 山白蘭
54. *Bidens pilosa* L. var. *minor* (Bl.) Sherff 咸豐草
55. *Crassocephalum rabens* (Juss. ex Jacq.) S. Moore 昭和草
56. *Dichrocephala bicolor* (Roth) Schlechtendal 茯苓菜
57. *Erechtites valerianaefolia* (Wolf) DC. 飛機草
58. *Erigeron canadensis* L. 加拿大蓬
59. *Eupatorium formosanum* Hay. 臺灣澤蘭
60. *Mikania cordata* (Burm. f.) B. L. Rob. 蔓澤蘭
61. *Picris hieracioides* L. ssp. *morrisonensis* (Hay.) Kitamura 玉山毛蓮菜
62. *Prenanthes formosana* Kitamura 臺灣福王草
63. *Senecio nemorensis* L. 黃菀
64. *Senecio scandens* Ham. ex D. Don 蔓黃菀
65. *Youngia japonica* (L.) DC. 黃鵪菜
22. Balsaminaceae 鳳仙花科
66. *Impatiens devolii* Huang 棣慕華鳳仙花
67. *Impatiens tayemonii* Hay. 黃花鳳仙花
68. *Impatiens uniflora* Hay. 紫花鳳仙花
23. Betulaceae 樺木科
69. *Alnus formosana* (Burk.) Makino 臺灣赤楊
70. *Carpinus kawakamii* Hay. 阿里山千金榆
24. Boraginaceae 紫草科
71. *Cynoglossum zeylanicum* (Vahl) Thunb. ex Lehmann 琉璃草
25. Brassicaceae 十字花科
72. *Arabis morrisonensis* Hay. 玉山筷子芥
73. *Barbarea taiwaniana* Ohwi 臺灣山芥
74. *Cardamine nipponica* Fr. & Sav. 日本蔞菜
75. *Cardamine scutata* Thunb. var. *formosana* (Hay.) Liu & Ying 臺灣碎米薺
76. *Rorippa indica* (L.) Hiern 蔞薺
26. Campanulaceae 桔梗科
77. *Peracarpa carnosus* (Wall.) Hook. f. & Thoms. 山桔梗
78. *Pratia nummularia* (Lam.) A. Br. & Asch. 普刺特草
27. Caprifoliaceae 忍冬科

79. *Lonicera acuminata* Wall. 阿里山忍冬
 80. *Sambucus formosana* Nakai 冇骨消
 81. *Viburnum foetidum* Wall. var. *rectangulatum* (Graebner) Rehder 太平山莢蒾
 82. *Viburnum urceolatum* Sieb. et Zucc. 臺灣高山莢蒾
28. Caryophyllaceae 石竹科
 83. *Cucubalus baccifer* L. 狗筋蔓
 84. *Stellaria media* (L.) Vill. 繁縷
29. Celastraceae 衛矛科
 85. *Celastrus hindsii* Benth. 南華南蛇藤
 86. *Euonymus spraguei* Hay. 刺果衛矛
 87. *Perrottetia arisanensis* Hay. 佩羅特木
30. Cucurbitaceae 瓜科
 88. *Gynostemma pentaphyllum* (Thunb.) Makino 絞股藍
 89. *Thladiantha nudiflora* Hemsl. ex Forb. & Hemsl. 青牛膽
 90. *Zehneria mucronata* (Blume) Miq. 黑果馬蛟兒
31. Elaeagnaceae 胡頹子科
 91. *Elaeagnus glabra* Thunb. 藤胡頹子
32. Ericaceae 杜鵑花科
 92. *Lyonia ovalifolia* (Wall.) Drude 南燭
 93. *Rhododendron rubropilosum* Hay. 紅毛杜鵑
33. Fabaceae 豆科
 94. *Lespedeza cuneata* (Dumont d. Cours.) G. Don 鐵掃帚
34. Gentianaceae 龍膽科
 95. *Tripterospermum taiwanense* (Masamune) Satake 臺灣肺形草
35. Geraniaceae 牻牛兒苗科
 96. *Geranium nepalense* Sweet ssp. *thunbergii* (Sieb. & Zucc.) Hara 牻牛兒苗
36. Lamiaceae 唇形花科
 97. *Anisomeles indica* (L.) Ktze. 金劍草
 98. *Clinopodium gracile* (Benth.) Ktze. 塔花
 99. *Clinopodium laxiflorum* (Hay.) Matsum. 疏塔花
100. *Clinopodium umbrosum* (Bieb.) C. Koch 風輪菜
 101. *Kinostemon ningpoense* (Hemsl.) Kudo 四齒萼草
 102. *Melissa axillaris* Bakh. f. 山薄荷
 103. *Paraphlomis gracilis* (Hemsl.) Kudo 短柄舞子草
37. Lauraceae 樟科
 104. *Litsea acuminata* (Bl.) Kurata 竹葉楠
 105. *Litsea mushaensis* Hay. 霧社木薑子
38. Melastomataceae 野牡丹科
 106. *Sarcopyramis napalensis* Wall. var. *bodinieri* Levl. 肉穗野牡丹
39. Myrsinaceae 紫金牛科
 107. *Ardisia crenata* Sims 硃砂根
40. Oleaceae 木犀科
 108. *Ligustrum morrisonense* Kaneh. & Sasaki 玉山女貞
41. Oxalidaceae 酢醬草科
 109. *Oxalis corniculata* L. 酢醬草
 110. *Oxalis corymbosa* DC. 紫花酢醬草
42. Papaveraceae 罌粟科
 111. *Corydalis ophiocarpa* Hook. f. & Thoms. 彎果黃堇
43. Phytolaccaceae 商陸科
 112. *Phytolacca americana* L. 美洲商陸
44. Piperaceae 胡椒科
 113. *Peperomia reflexa* (L. f.) A. Dietr. 小椒草
45. Plantaginaceae 車前草科
 114. *Plantago asiatica* L. 車前草
46. Polygalaceae 遠志科
 115. *Polygala japonica* Houtt. 瓜子金
47. Polygonaceae 蓼科
 116. *Polygonum chinense* L. 火炭母草
 117. *Polygonum cuspidatum* Sieb. & Zucc. 虎杖
 118. *Polygonum longisetum* De Bruyn 睫穗

蓼

119. *Polygonum multiflorum* Thunb. var. *hypoleucum* (Ohwi) Liu, Ying & Lai
臺灣何首烏
120. *Polygonum nepalense* Meisn. 野蕎麥
121. *Polygonum posumbu* Buch.-Ham. ex Don.
花蓼
122. *Polygonum thunbergii* Sieb. & Zucc. f. *biconvexum* (Hay.) Liu, Ying & Lai 戟葉蓼
48. Ranunculaceae 毛茛科
123. *Clematis chinensis* Osbeck 威靈仙
124. *Clematis grata* Wall. 串鼻龍
125. *Clematis henryi* Oliv. var. *morii* (Hay.) T. Y. Yang & T. C. Huang 單葉鐵線蓮
126. *Clematis tsugetorum* Ohwi 高山鐵線蓮
127. *Clematis uncinata* Champ. var. *foribunda* Hay. 柱果鐵線蓮
128. *Ranunculus sieboldii* Miq. 水辣椒
49. Rhamnaceae 鼠李科
129. *Rhamnus formosana* Matsum. 桶鉤藤
130. *Sageretia thea* (Osbeck) M. C. Johnst. 雀梅藤
50. Rosaceae 薔薇科
131. *Duchesnea indica* (Andr.) Focke 蛇莓
132. *Eriobotrya deflexa* (Hemsl.) Nakai 山枇杷
133. *Rosa sambucina* Koidz. 山薔薇
134. *Rubus rolfei* Vidal 玉山懸鉤子
135. *Rubus corchorifolius* L. f. 變葉懸鉤子
136. *Rubus formosensis* Ktze. 臺灣懸鉤子
137. *Rubus ivcanus* Liu & Yang 白毛懸鉤子
138. *Rubus kawakamii* Hay. 桑葉懸鉤子
139. *Rubus parvialatifolius* Hay. 蔥葉懸鉤子
140. *Rubus pectinellus* Maxim. 刺萼寒莓
141. *Rubus trianthus* Focke 苦懸鉤子
142. *Spiraea prunifolia* Sieb. & Zucc. var. *pseudoprunifolia* (Hay.) Li 笑靨花
51. Rubiaceae 茜草科
143. *Galium echinocarpum* Hay. 刺果豬殃殃
144. *Mussaenda parviflora* Matsum. 玉葉金花
52. Rutaceae 芸香科
145. *Toddalia asiatica* (L.) Lam. 飛龍掌血
53. Sabiaceae 清風藤科
146. *Sabia transarisanensis* Hay. 阿里山清風藤
54. Saxifragaceae 虎耳草科
147. *Astilbe macroflora* Hay. 大花落新婦
148. *Deutzia pulchra* Vidal 大葉溲疏
55. Schisandraceae 五味子科
149. *Schisandra arisanensis* Hay. 北五味子
56. Scrophulariaceae 玄參科
150. *Ellisiophyllum pinnatum* (Wall.) Makino 海螺菊
151. *Hemiphragma heterophyllum* Wall. var. *dentatum* (Elm.) Yamazaki 腰只花草
152. *Mazus alpinus* Masamune 高山通泉草
153. *Scrophularia yoshimurae* Yamazaki 雙鋸葉玄參
57. Solanaceae 茄科
154. *Physalis angulata* L. 燈籠草
155. *Solanum hidetaroii* Masamune 玉山茄
156. *Solanum lyratum* Thunb. 白英
157. *Solanum lysimachioides* Wall. 蔓茄
158. *Solanum nigrum* L. 龍葵
58. Styracaceae 安息香科
159. *Styrax formosana* Matsum. 烏皮九芎
59. Symplocaceae 灰木科
160. *Symplocos lancifolia* Sieb. & Zucc. 阿里山灰木
60. Theaceae 茶科
161. *Eurya crenatifolia* (Yam.) Kobuski 賽矜木
162. *Eurya glaberrima* Hay. 厚葉矜木
61. Ulmaceae 榆科
163. *Ulmus uyematsui* Hay. 阿里山榆

164. *Zelkova serrata* (Thunb.) Makino 檫
62. Urticaceae 蕁麻科
165. *Debregeasia edulis* (Sieb. & Zucc.) Wedd.
水麻
166. *Elatostema minutum* Hay. 絨莖樓梯草
167. *Girardinia formosana* Hay. 臺灣蠍子草
168. *Gonostegia hirta* (Bl.) Miq. 糯米團
169. *Pellionia radicans* (Sieb. & Zucc.) Wedd.
赤車使者
170. *Pilea angulata* (Bl.) Bl. 長柄冷水麻
171. *Pilea brevicornuta* Hay. 短角冷水麻
172. *Pilea japonica* (Maxim.) Hand. -Mazz.
日本冷水麻
173. *Pilea matsudai* Yam. 細尾冷水麻
174. *Pilea plataniflora* C. H. Wright 西南
冷水麻
175. *Pilea trinervia* Wight 大冷水麻
176. *Urtica thunbergiana* Sieb. & Zucc. 咬
人貓
177. *Villebrunea pedunculata* Shirai 長梗
紫麻
63. Valerianaceae 敗醬科
178. *Valeriana flaccidissima* Maxim. 嫩莖
纈草
64. Verbenaceae 馬鞭草科
179. *Callicarpa formosana* Rolfe 臺灣紫珠
65. Violaceae 堇菜科
180. *Viola adenothrix* Hay. 喜岩堇菜
181. *Viola mandshurica* W. Becker 紫花地丁
66. Vitaceae 葡萄科
182. *Tetrastigma umbellatum* (Hemsl.) Nakai
臺灣崖爬藤
- 單子葉植物**
67. Araceae 天南星科
183. *Arisaema formosana* (Hay.) Hay. 臺灣
天南星
184. *Arisaema formosana* (Hay.) Hay. f.
stenophylla Hay. 狹葉天南星
185. *Arisaema consanguineum* Schott. 長行
天南星
68. Cyperaceae 莎草科
186. *Baeothryon subcapitatum* (Thwaites) T.
Koyama 玉山針蘭
187. *Bulbostylis densa* (Wall.) Hand.-Mazz.
球柱草
188. *Carex alopecuroides* D. Don 大穗日本
薹
189. *Carex rhynchochaenium* C. B. Clarke ex
Merr. 初島氏柱薹
69. Liliaceae 百合科
190. *Asparagus cochinchinensis* (Lour.) Merr.
天門冬
191. *Liriope spicata* Lour. 麥門冬
192. *Paris polyphylla* Smith 七葉一枝花
193. *Polygonatum cyrtoneura* Hua 菱蕤
70. Poaceae 禾本科
194. *Brachypodium sylvaticum* (Huds.) Beauv.
var. *luzoniense* (Hack.) Hara 呂宋短柄
草
195. *Eragrostis multicaulis* Steud. 多稃畫
眉草
196. *Melica onoei* Franch. & Sav. 小野臭草
197. *Microstegium dilatatum* Koidz. 大穗
莠竹
198. *Miscanthus floridulus* (Labill.) Warb. ex
Schum. & Laut. 五節芒
199. *Oplismenus undulatifolius* (Arduino)
Roem. & Schult. 求米草
200. *Poa acroleuca* Steud. 白頂早熟禾
201. *Polypogon fugax* Nees 棒頭草
202. *Yushania niitakayamensis* (Hay.) Keng
f. 玉山箭竹
71. Smilacaceae 菝葜科
203. *Smilax arisanensis* Hay. 阿里山菝葜