

計畫名稱：湖山水庫圓葉布勒德藤物候及授粉昆蟲調查

英文名稱：Investigation on the phenology and pollinators of *Bredia hirsuta* var. *rotundifolia* in the Hushan reservoir area

計畫編號：130 - 9

全程計畫期間：2011 年 1 月 1 日 至 2011 年 12 月 31 日止

本年計畫期間：2011 年 1 月 1 日 至 2011 年 12 月 31 日止

計畫主持人：方懷聖

研究人員：沈明雅、蕭淑娟、邱玉娟、朱汶偵、徐翰慈、陳彥匡、宋一鑫

一、摘要

為瞭解珍稀植物圓葉布勒德藤 (*Bredia hirsuta* var. *rotundifolia*) 之繁殖機制，本研究於湖山水庫及其鄰近地區調查本植物之物候及授粉者，期能作為湖山水庫保育措施之參考。本植物在兩個生育地的伴生植物分別有 64 及 68 種，合計 102 種；其覆蓋度分別為 56.5% 及 70.0%。本植物於 8 月中旬開始開花，9 月中旬至 11 月為盛花期，並於隔年 1 月結束花期。本植物具長短兩型之雄蕊及孔裂花藥。當無墊蜂屬 (*Amegilla*) 蜂類及長足條蜂 (*Elaphropoda* sp.) 訪花時，花藥會噴出花粉，其授粉方式應屬振動媒介傳粉。以電顯可於授粉蜂腹部檢出本植物花粉。由出現的頻度可知本區的主要授粉者為無墊蜂類，包括螯無墊蜂 (*Amegilla urens*)、鞋斑無墊蜂 (*Amegilla calceifera*) 及 *Amegilla* sp. 等 3 種。人工授粉及授粉者與結實關係試驗結果顯示本植物不具自花不親和性，但在無傳粉者的媒介下，則無法成功結實。

Abstract

For the purposes of conservation of the rare and endangered plant, *Bredia hirsuta* Blume var. *rotundifolia*, a phenology and pollinators study was conducted at Hushan reservoir and adjacent areas. The number of associated plant species recorded in two habitats were 64 and 68, respectively, and the total number were 102. The coverages of the *rotundifolia* plant in these habitats were 56.5% and 70.0%, respectively. The flowering season of *rotundifolia* plant started from middle August, reaching its peak from middle September till November, and ending in January next year; The flowers possess two kinds, long and short, of stamens with poricidal anthers. While the *Amegilla* and *Elaphropoda* bees visiting the flowers in a buzz-pollinated manner, the grains were shot out from the top of the anthers. The grains from the abdomen of these pollinators were identified with SEM as same of the grains from long and short stamens. From the visiting flower frequency, the *Amegilla* bees, *A. urens*, *A. calceifera*, and *A. sp.*, were thought to be the main pollinators in this area. The experiments of artificial pollination test, and the relationship between pollinators

and fruiting set showed that the rotundifolia plants is self-compatible, but the fruit does not set without pollinators.

關鍵詞：圓葉布勒德藤、湖山水庫、授粉昆蟲

二、計畫目的

圓葉布勒德藤 (*Bredia hirsuta* Blume var. *rotundifolia* (Y.C. Liu & F.T. Liu)) 為一種攀緣性亞灌木，屬野牡丹科 (Melastomataceae) 金石榴屬 (*Bredia*)，於 1976 年由劉業經及歐辰雄發表為臺灣特有變種 (Huang and Wu 1993)。其葉呈圓形至圓卵形，葉先端鈍形，葉基部心形；花序為頂生複繖房花序；花瓣 4 枚 (偶為 5 枚)，紫色至白色，花萼 4 裂；雄蕊 8 枚 (偶為 10 枚)，4 長 4 短，長型雄蕊花藥紫色至白色，花藥基部突出，長 3-5 mm，短型雄蕊花藥黃色，長 2-3 mm；花藥孔裂；雌蕊白色，花柱向上彎曲，柱頭方向與長型雄蕊開口方向相同。目前僅知零星分布於雲林縣斗六丘陵、南投縣關刀溪、嘉義縣瑞里、高雄市旗山等低海拔地區，且族群稀少，屬於瀕危的珍稀植物 (黃等 1999)。湖山水庫位於斗六丘陵地區，其興建範圍及周邊亦有本植物族群分布 (楊 2004; 賴等 2006; 賴 2008)，其於山壁、林下呈現鑲嵌狀分布，花期在 10 月份左右 (賴等 2006)。由於本植物零星分布於水庫興建範圍中且屬瀕危的珍稀植物，故本植物的保育為湖山水庫保育措施重要項目之一 (水利署中區水資源局 2007b)，惟其繁殖機制及媒介昆蟲尚不明瞭 (水利署中區水資源局 2007a)，故亟需進行相關的研究。

有關臺灣野牡丹科植物的傳粉生態之報導不多，劉等 (2008) 曾報導 4 種野牡丹科植物之傳粉生態學及授粉者。由於本科植物的花粉藏於頂孔開裂的花藥中，開花後雄蕊和雌蕊在花器內排列的方式，加上雄蕊的兩型化，使其皆適應於振動授粉 (buzz pollination)，其授粉者為以振動的方式來採集花粉的蜂類為主，不但阻絕許多無授粉作用的昆蟲對其花器的干擾 (劉等 2008)，並促進異交，可見本科植物與授粉昆蟲關係密切。

物種保育的實行重點在於保存物種的遺傳多樣性，遺傳歧異度低的物種即使族群個體數龐大，其遭遇環境變遷時的適應力有限，故相對於遺傳歧異度高的物種，遺傳歧異度低的物種較易滅絕。遺傳多樣性的保存須經由有性生殖達成種內的異交，使遺傳基因能不斷重組。因此，在植物物種保育中，瞭解植物的生殖生物學是非常重要的環節。圓葉布勒德藤人工授粉的處理顯示，在自花、同株異花和異花授粉的情況下皆能結實，並無明顯的自花不相容的現象 (方等 2010)。

基於前述，為湖山水庫興建計畫之圓葉布勒德藤保育措施所需，本計畫延續 2009-2010 年對圓葉布勒德藤授粉者種類及出沒時間、族群分布狀況等初步調查，繼續進行相關的生殖生物學研究，並了解其開花結實物候，及有性生殖機制

與環境因子、昆蟲行為之關係，以作為現地保育重點區位規劃、移地保育栽植區位選擇等保育工作之參考。

三、重要工作項目及實施方法

(一)研究地區 本計畫主要研究區域主要位於雲林縣斗六市、林內鄉所轄斗六丘陵，於湖山水庫及其周邊共設置 3 個調查樣區：1. 出水口：位於湖山水庫出水口上方開闊地岩壁上。2. 竹筍寮：位於黃杞林溪溪谷竹筍寮邊竹林下。3. 鐵橋坑：位於鐵橋坑溪溪谷山壁（圖 1）。此外，並於竹山等圓葉布勒德藤分布地區採集授粉者，亦於集集本中心以無性繁殖（賴等 2006）的圓葉布勒德藤供試。

(二)環境因子資料蒐集 於主要調查樣區以記錄器（Dataloger，HOBO UA-002-64）長期記錄光、溼度、溫度，每月收集資料 1 次，並自中央氣象局網站取得 2011 年雲林地區雨量資料，以分析環境因子對生長之影響。

(三)伴生植物及物候調查

1. 伴生植物及物候調查 於出水口及竹筍寮樣區調查伴生植物，並於出水口樣區設置 10 個 1 m × 1 m 之小樣區，調查樣區內各植物之覆蓋度與圓葉布勒德藤生長之關係。

2. 葉候、花候及果候調查 於出水口及竹筍寮樣區分別標定 20 株植株，鐵橋坑樣區標定 10 株植株作為樣株，每株分別標定自基部 5 cm 內分枝之枝條。(1)自 2011 年 2 月開始，每個月進行 1 次葉候調查，各分枝以每 20 cm 為單位計算該段分枝中的葉片數量、量測 3 片葉片之長寬。用以下公式推測單 1 葉片面積。

$$\frac{\text{葉片長度}}{2} \times \frac{\text{葉片寬度}}{2} \times \pi = \text{葉面積}$$

將葉面積平均後，乘上葉片數量估計該段分枝的葉片總面積，再加總分枝各段則得該分枝的葉片總面積。將樣區內各分枝葉片總面積平均得平均分枝葉面積。各月份平均分枝葉面積扣除前月份得平均分枝葉面積生長量。(2)花候調查則自 2011 年 9 月 11 日開始於各樣區進行，記錄各分枝花序數量、花序長度、花序發展輪次、開花數量及花直徑。(3)果候調查則自 2011 年 10 月 14 日開始於各樣區進行，記錄各分枝未乾燥及乾燥果

實數量。最後以回歸分析測驗葉面積與花候之關係。

- 3.不同開花期的有效結果率 於花期在出水口樣區標記不同月份的花，俟結實後，將種子採回於實驗室進行發芽試驗，以探討各時期開花的有效結果率。

(四)授粉者調查

- 1.野外採集與鑑定 於花季每隔1-2週於湖山水庫各樣區調查訪花生物的種類及行為。觀察時，除以相機(Canon EOS-50D)拍攝授粉行為照片作為行為佐證，並適度採回進行初步之分類。此外，不定時至竹山等本植物其他的棲地採集授粉蜂。採得的蜂類先按Wu(2000)及Michener(2000)方法以形態鑑定之。對難以形態鑑定之無墊蜂屬雌蟲則輔以分子生物學方法鑑定之，方法如下：(1)剪下蜂右後足以75%酒精保存，(2)以DNA Purification Kit(Epicentre, Madison, USA)萃取出20µl gDNA，於-20°C保存備用。(3)選用粒線體細胞色素氧化酶c次單元1(cytochrome c oxidase subunit 1; COI)之基因序列進行聚合酶鏈鎖反應(polymerase chain reaction, PCR)，經由引子LCO1490(5-GGTCAACAAATCATAAAGATATTGG-3)及HCO(5-TAAACTTCAGGGTGACCAAAAAATCA-3)增幅(Folmer *et al.* 1994; Hebert *et al.* 2003)。PCR反應過程如下：首次DNA裂解是94°C持續5 min，接續35回熱循環，依序是94°C 30 sec、45°C 30 sec、72°C 40 sec，最後延展設為72°C下7 min。(4)PCR產物由基龍米克斯生物科技股份有限公司(臺北，臺灣)進行PCR產物純化及定序。(5)完成定序之COI序列利用軟體BioEdit ver. 7.0.9.0進行裁切、序列比對(sequence alignment)，並利用MEGA5.10分析鄰位連接法(neighbor-joining method)及最大概略法(maximum likelihood method)建立無墊蜂類種間之親緣關係樹(Hebert *et al.* 2003; Saigusa *et al.* 2005)。
- 2.授粉者攜帶花粉鑑定 於花季捕得之訪花者，立即以秤量紙包覆攜回實驗室以防止花粉掉落。將授粉者樣本肢解後，以碳膠帶黏著於載臺上，並鍍金處理45秒，以桌上型掃描式電子顯微鏡(Hitachi TM3000)拍攝昆蟲腹面攜帶花粉的影像後，與方法(五)1所得圓葉布勒德藤之長、短型雄蕊的花粉影像比較之。
- 3.訪花昆蟲日周活動 於出水口及竹筍寮兩樣區分別進行3次昆蟲訪花觀察。由06:00-17:00，記錄每小時訪花昆蟲種類、訪花昆蟲數量、昆蟲行為，並每小時記錄樣區光度、溫度。

(五)花蕊特性與授粉者關係

- 1.兩型雄蕊花粉之活性比較 於2011年9月25日及10月23日2次自出水口、竹筍寮及鐵橋坑3樣區各採集5朵新鮮花朵，將雄蕊分為長、短兩組，於載玻片上以鑷子勾破花藥取出花粉。以Malachite green/Acid fuchsin 染劑染色後，於複式顯微鏡下計算染色花粉的比例；每朵花至少計算200粒花粉。最後以卡方檢定(chi-square test)測驗長、短型雄蕊染色具活性花粉比例之差異。
2. 兩型雄蕊花粉授粉能力之比較 於特有生物研究中心已培育之植株，進行人工授粉實驗。以尼龍網將植株全株套袋處理，共處理7個分株(ramets)。套袋內標定10朵作為無授粉組；並將套袋內的其他花朵分別進行長型雄蕊花粉自交19朵、雜交18朵；短型雄蕊花粉自交15朵、雜交16朵；共4組人工授粉試驗組。另於套袋外標定34朵花，作為對照組，另做5株全株套袋不處理之對照組。處理後2週計算各組的結果數量，換算為結實率。最後以費雪精準測驗(Fisher's exact test)檢定各組結實率之差異。
- 3.兩型雄蕊與授粉者訪花之關係 2011年10月14日、11月21及28日於出水口樣區；10月15日、11月22及29日於黃杞林溪之竹筍寮樣區，自10:00至15:00進行授粉行為與花形態關係試驗。於樣區中設置1m×1m之樣框，於框內隨機標記數朵花，分別將長型雄蕊或短型雄蕊剪除，並另外標記未處理之對照組。以每15分鐘為單位記錄授粉蜂的行為，包括(1)觀察花朵(在花前停留)次數及(2)訪花(接觸雄蕊)次數。

授粉蜂觀察率之計算公式為 $\text{觀察率} = (A/C) / D$

授粉蜂訪花率之計算公式為 $\text{訪花率} = (B/C) / D$

A：授粉蜂觀察花朵次數 B：授粉蜂訪花次數

C：實驗處理花朵數量 D：授粉蜂進入樣框次數

以普瓦松誤差邏輯回歸(Generalized linear models with Poisson error distribution, GLM)分析長、短型雄蕊之存在對授粉蜂觀察率與訪花率的影響。

四、結果與討論

(一)伴生植物及物候

- 1.伴生植物 出水口樣區為一岩壁地形，圓葉布勒德藤的伴生植物有臺灣蘆

竹 (*Arundo formosana*)、短柄卵果蕨 (*Phegopteris decursive-pinnata*)、粗齒革葉紫萁 (*Osmunda banksiaefolia*)、東方狗脊蕨 (*Woodwardia orientails* var. *formosana*)、大金星蕨 (*Macrothelypteris torresiana*)、臺灣圓腺蕨 (*Sphaerostephanos taiwanensis*) 等 64 種 (附錄 I)。圓葉布勒德藤於樣區中覆蓋率約 56.5%。岩壁上層主要為陽性植物，中下層主為中性植物。

竹筍寮樣區所在之黃杞林溪溪谷邊竹林下方，為緩坡地形，圓葉布勒德藤生長於林下地被層，樣區中覆蓋率約 70.0%，伴生植物包括牛膝 (*Achyranthes bidentata*)、臺灣金狗毛蕨 (*Cibotium taiwanense*)、觀音座蓮 (*Angiopteris lygodiifolia*)、熱帶鱗蓋蕨 (*Microlepia speluncae*)、芒萁 (*Dicranopteris linearis*)、豬母乳 (*Ficus fistulosa*)、臺灣油點草 (*Tricyrtis formosana*)、山桂花 (*Maesa japonica*) 等 68 物種 (附錄 I)。

兩個樣區的伴生植物種不盡相同，合計共 102 種，但大多屬中性植物。出水口樣區圓葉布勒德藤覆蓋度月的變化如圖 2，本植物生育地之相對光度約為 5% - 39% (賴等 2006)，若植物覆蓋度太密導致透光太少，亦影響其生長，如小樣區 1 - 5 及 1 - 6 中臺灣蘆竹生長旺盛，恐有影響本植物之存活空間。

2. 物候 上 (2010) 年花期係自 8 月 10 日開出第 1 朵花，9 月中旬達盛花期，至本 (2011) 年 2 月結束花期；本年度的花期於 8 月 8 日開出第 1 朵花，亦於 9 月中旬達盛花期，此兩年之花期與 2009 年 8 月下旬開花至 2010 年 1 月結束的花期報導 (方等 2010) 相似，但皆較以往的紀錄 10 月 (賴等 2008) 提早 1 個月，此是否係這兩年氣候變化之影響，應再觀察。除了開花期及結果期外，整年都有抽新芽現象。1 月為落果期，5、6 及 7 月為展葉盛期，8 月中旬開始花蕾期，9 月中旬至 11 月為盛花期，10 - 12 月為果熟期。

(1) 葉候 葉候調查結果如圖 3 所示，2011 年 3 月為各樣區分枝平均葉面積最小值，出水口樣區分之平均葉面積為 $6,446.04 \pm 43.09 \text{ mm}^2$ ，竹筍寮樣區平均分枝葉面積為 $10,074.00 \pm 784.18 \text{ mm}^2$ ，鐵橋坑樣區平均分枝葉面積為 $8,216.32 \pm 169.65 \text{ mm}^2$ 。於 6 月 29 日調查到竹筍寮樣區分枝平均葉面積為 $22,936.24 \pm 993.85 \text{ mm}^2$ ，其後即無明顯上升，甚至有減少的情形，至 2012 年 1 月 1 日，下降至 $17,951.56 \pm 1,657.08 \text{ mm}^2$ 。2011 年 9 月 4 日出水口樣區平均分枝葉面積增加至 $19,475.03 \pm 1,005.83 \text{ mm}^2$ 達極大值，於 2012 年 1 月 1 日下降至 $21,328.31 \pm 1,047.46 \text{ mm}^2$ 。鐵橋坑樣區於 6 月 29 日達最大值 $15,290.12 \pm 265.10 \text{ mm}^2$ ，2012 年 1 月 1 日減少至 $9,865.15 \pm 383.73 \text{ mm}^2$ ，為 3 個樣區中平均分枝葉面積改

變幅度較小的 1 區。

由分枝平均面積變化可見出水口樣區及竹筍寮樣區植株於 2011 年 2 月份至 8 月份間生長較為迅速，鐵橋坑樣區植株則無明顯生長。由於 4 月份間遭逢旱季，可見竹筍寮樣區及出水口樣區葉片面積有較明顯的下降，但是對鐵橋坑樣區則無明顯的影響。自 9 月份花季開始之後各樣區葉片生長停滯，竹筍寮及出水口樣區平均分枝葉面積甚至有較明顯的下降。

各月份平均分枝葉面積生長量對環境因子進行相關性分析發現，除出水口樣區與降雨量有關（圖 4）之外，其餘樣區均與各環境因子無顯著相關。

由葉候調查結果（圖 3）可見，本植物的營養器官生長主要受立地條件影響，充足的光照及水分有利於個體發展。而推測出水口樣區受雨量影響的原因可能是因為該樣區於出水口興建工程後，微環境改變使樣區距離河道較遠，且無溪谷地形以保持空氣濕度，因此水分來源主受降雨量影響，也因如此，該族群有遭其他耐旱物種競爭而排除的潛在危機（如臺灣蘆竹、小花蔓澤蘭）。而當遭逢旱季時，位於溪谷底部的鐵橋坑樣區所受的影響最小。另外當 8 月份花季開始後，各樣區的葉片生長均有停滯，甚至呈現衰退的狀況，推測是因為能量投資由葉片轉移到繁殖器官的緣故。

(2)花候及果候 2011 年度之花季始於 8 月初，於 9 月中至 11 月初開花數量達最大值，11 月底開花數量明顯減少（圖 5）。果季始於 10 月中旬，11 月中旬達最大值。11 月底果實開始成熟，至 2012 年 1 月仍有未成熟者。3 樣區中以竹筍寮樣區開花總數最多，共記錄到 205 朵，其次為出水口樣區，共記錄 146 朵，而鐵橋坑樣區開花總數最少，僅記錄到 14 朵花。開花數量於花季初期漸增，於花季開始時（8 月中）開花數量緩慢上升，花季中期達開花數量最大值（9 月底至 11 月初）而後緩慢下降。整體而言，每個花序同時盛開的花數小於 4。

(3)開花過程與形式 圓葉布勒德藤成熟花苞開放時間約從早上開始，至下午方完全開放完畢，期間雄蕊從摺疊於花苞的狀態開始逐漸展開，由原本的輻射對稱自展開後呈現兩側對稱。由蜂類授粉之蟲媒花多為兩側對稱型，有利於蜂類昆蟲進行授粉（Vallejo-Marin *et al.* 2010）。野牡丹科植物花苞內結構為輻射對稱，於開花過程中因為長、短雄蕊重量差異使

長雄蕊落於下方而短雄蕊位於上方，使之成為左右對稱型 (Luo *et al.* 2008)，而圓葉布勒德藤亦屬此類。

本植物為複繖房花序，單一花序最多可開超過 20 朵花，但是同一花序上鮮少同時存在 4 朵以上的花。而同時存在的花當中約有一半可能雄蕊已經掉落，僅留下花瓣與雌蕊殘存。成熟的花苞於清晨至上午開始開放，花苞展開的同時雄蕊自摺疊狀態逐漸展開，同時長型花藥逐漸落至下方，短型花藥留在花中央，花苞展開時間長達 6-8 小時才完全綻放完畢。一朵花自完全開放至雄蕊脫落約可維持 1 週，雄蕊脫落後花瓣殘留在花萼上更長的時間，但極容易因碰觸或搖動掉落。花瓣脫落後（胚珠已授粉）的子房逐漸膨大發育成果實。於出水口及竹筍寮兩樣區中觀察結實率均約高於八成。果實為蒴果，成熟時開裂，可做為繁殖策略的方向，族群同時開花量、存有雄蕊花數量、花的形態與雄蕊特化的狀態均有可能和植物的繁殖策略有所關連。野牡丹科植物會殘存已經不具雄蕊的花於花序上，這是因為殘存的花瓣有助於吸引遠距離外的授粉者 (Larson and Barrett, 1999)。圓葉布勒德藤花瓣殘存是否有相似的功能可進行近一步的試驗探究。Andrade *et al.* (2007)指出，野牡丹科植物於同一花序上同時開放少數的花有助於提高雜交的機率。而圓葉布勒德藤開花週期與花具有活性的時間、訪花蜂類的訪花方式，皆需要更精細的物候調查以及訪花蜂行為觀察討論。

(3)花序長度與花序數量與葉片面積之關係 根據平均分枝葉面積與花序長度及花序數量之回歸分析結果顯示，出水口樣區及竹筍寮樣區之分枝平均花序長度與分枝葉面積呈現對數相關(圖 6)，葉面積越大的分枝花序長度的較長；而花序數量與葉面積呈線性相關(圖 7)，葉面積越大的分枝有較多的花序。鐵橋坑樣區因開花的分枝過少，樣本數量不足而無法進行分析。

由本結果可知，越大的葉面積可以支持越長且越多的花序，推測是由於葉片進行光合作用的面積較大，增加生產能量，因此能夠投資於繁殖器官的能量較多造成較多且較長的花序。

(4)花直徑與環境因子之關係 以花直徑與該調查日的平均溫度進行回歸分析結果顯示，花直徑與溫度呈二次函數關係(圖 8)。溫度約 22.5°C 至 23.5°C 時，平均花直徑達最小值。隨溫度增加或降低，花直徑均增加。其他環境因子如光度、雨量等與花直徑均無顯著相關性，此結果需進行更精確的生理實驗探究其原因。

3.不同開花期的有效結果率 2009 年 8、9、10、11 及 12 月於湖山水庫出水

口樣區所標記之花於種子成熟後，採回於實驗室進行發芽試驗，其平均發芽率分別為 84.6、79.0、91.3、94.7 及 95.8%，顯示自花期開始及至開花末期皆為完整花，可以有效授粉及結實。綜合本結果及前人研究(賴 2006)，圓葉布勒德藤以種子有性繁殖(發芽率 91.3%)或扦插無性繁殖(100%)皆可助於族群的擴散，以種子繁殖時，10 月就可以採收種子，整年都可播撒。

(二)授粉者調查

- 1.訪花生物 於花期在樣區中訪花之生物不多，包括蜘蛛類、甲蟲類、蛾類及蜂類等。其中蜘蛛結網、甲蟲於花上取食花瓣及花粉；蛾類為偶然停留於正在開花的花苞，皆無傳粉訪花行為。訪花的蜂類包括了數種無墊蜂 (*Amegilla* sp.)、長足條蜂 (*Elaphropoda* sp.)、波琉璃紋花蜂 (*Thyreusdecorus* sp.) 以及黃腳虎頭蜂 (*Vespa velutina*) (圖 9) 等。其中數量及種類較多的屬無墊蜂類，其他數量較少。此外，在南投縣竹山樣區及集集培育試驗區訪花的生物甚為稀少，僅觀察極少之無墊蜂訪花。
- 2.授粉者訪花行為 波琉璃紋花蜂與黃腳虎頭蜂的授粉行為不明確，琉璃紋花蜂僅飛至花朵前停懸而無訪花的行為；黃腳虎頭蜂出現次數稀少，訪花時以口器咬破花藥直接取食花粉，且其腹部亦未接觸柱頭，因此判斷波琉璃紋花蜂與黃腳虎頭蜂並非授粉者。

由於湖山水庫樣區中出現的授粉蜂以無墊蜂為主，長足條蜂零星出現，因此授粉者訪花行為之觀察以無墊蜂花蜂為主。授粉蜂接近樣區後首先停留於花前觀察，訪花時以前足與口器抓住短型雄蕊，後足站立於長型雄蕊花絲、花藥上，並同時振動所有花藥。清晨觀察第一次受訪之花可見花粉噴出成雲霧狀。無墊蜂每次訪花均振動花藥 1 次，停留(圖 9)於花上的時間少於 1 秒。無墊蜂及長足條蜂訪花時被拍攝到花藥噴出花粉，且其腹部會碰觸柱頭，此行為顯然屬振動傳粉行為(劉等 2008; Buchmann and Hurley 1978)。

- 3.授粉者攜帶花粉鑑定 以掃描式電子顯微鏡檢視無墊蜂腹部所攜帶的花粉，經比對與花藥內之花粉相同(圖 10)，故可確認無墊蜂類會攜帶本植物之花粉。
- 4.無墊蜂的種類鑑定

(1)形態鑑定 以形態體色等特徵皆可以以雌雄鑑定的無墊蜂為綠條無墊蜂 (*Amegilla zonata*) 及螯無墊蜂 (*Amegilla urens*)，其餘的種類目前僅能

以雄蜂形態特徵鑑定。集集地區僅有綠條無墊蜂 1 種，且數量稀少。湖山水庫地區鑑定的結果包括螫無墊蜂及鞋斑無墊蜂 (*Amegilla calceifera*) 的 1 隻雄蜂，由於湖山水庫訪花的無墊蜂多為無法以形態鑑定的雌蟲，為瞭解此等雌蜂的種類則以下項方法鑑定之。

(2) 分子生物學之鑑定 以 2009 年 10 月至 2011 年 1 月採得的標本及苗栗改良場借得早年得的標本供試，結果早年的標本無法獲得較佳的結果。最後以出水口樣區的 20 隻無墊蜂，包含 1 隻螫無墊蜂及前述之鞋斑無墊蜂雄蜂，並以螫無墊蜂作為外群進行分析。從 20 隻無墊蜂得到粒腺體 COI 核酸序列長約 620 bps，之後分析去除定序結果不佳之樣本，因此共 16 隻個體放入分析，包含 15 隻雌蜂。比對各樣本之基因序列後，將序列中較雜亂不一的前後去除，因此各樣本留下 590 bps 進行序列分析，結果共得 3 組序列 (圖 12)。以鄰位連接法的分析結果顯示僅 1 隻雌蜂確定與已鑑定之鞋斑無墊蜂最相近，其他 16 隻雌蜂皆被分成另一群。相同之基因序列進行最大概略法分析 (圖 13)，也得到相似之結果：即 17 隻雌蜂中，有 1 隻雌蜂與鞋斑無墊蜂最相近似，其他都被歸在同一群中。

因此，從序列分析結果推知在湖山水庫之無墊蜂應有 3 種 (圖 11)，包含鞋斑無墊蜂、螫無墊蜂，及未確定種。然而，未確定種在 NCBI (National Center for Biotechnology Information; <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>) 仍無同種之序列發表，故無法比對。此外，昆蟲標本的製作完成多以高溫烘乾，再以樟腦來驅蟲，造成 DNA 受損而導致萃取失敗。所以許多來自標本館之無墊蜂標本僅能提供形態之鑑識，無法使用在分子鑑識上，導致無標本可以比對。因此，仍需要新鮮之雄蜂標本做為比對樣本，方能解決未確定種之問題。

5. 訪花昆蟲日周活動 於出水口及竹筍寮兩樣區自清晨 06:00 開始記錄時，光度及溫度皆為最低，分別為 0 lux 及 18°C，13:00 時光度及溫度達全天之最高值，出水口及竹筍寮之光度及溫度分別為 17,690 與 7,160 lux，及 31 及 30°C，午後光度、溫度均開始向下降。授粉蜂於 06:00 - 08:00 即飛入樣區，訪花時間小於 1 min 的機率約為 50%。10:00 - 13:00 進入樣區及訪花的數量最多；15:00 後授粉蜂進入樣區數量快速下降；16:00 後則無授粉蜂活動。此與大坑及惠蓀林場授粉蜂出現的頻度以 06:00 - 09:00 最高，14:00 - 16:00 次之並不相同 (劉等 2008)。在花期 8 - 2 月皆可見到無墊蜂，但訪花之授粉蜂數量不多，此與 2009 年調查結果相似，0.4 - 4.5 隻/日 (方等 2010)。比較各月份的數量，以 11 月的 4.6 隻/日最高 (方等

2010)。

由本結果可知湖山水庫圓葉布勒德藤出現的授粉者為 3 種無墊蜂類及 1 種長足條蜂，竹山地區則為綠條無墊蜂。而在臺中大坑區及南投惠蓀林場 4 種相同野牡丹科植物的訪花蜂類約 15 種，較本區多，但皆無無墊蜂屬及長足條蜂屬蜂類的紀錄，其主要振動授粉者為熊蜂屬 (*Bombus*) 和木蜂屬 (*Xylocopa*) 蜂類兩類 7 種 (劉等 2008)。此差異究係不同植物種類誘蜂能力或係不同地區蜂類分布的影響，為值得繼續探討的課題。

(三) 兩型雄蕊與授粉者關係

1. 兩型雄蕊花粉活性比較 花粉活性檢測結果如表 1，除 9 月 25 日採自竹筍寮樣區之樣本外，各樣區長型雄蕊與短型雄蕊之具活性花粉比例均有顯著的差異。以 10 月 23 日之樣本比較各區花粉比例，結果顯示出水口樣區之長型雄蕊花粉比例與另外兩者有顯著差異 (竹筍寮樣區 $\chi^2 = 21.64$, $p < 0.001$; 鐵橋坑樣區 $\chi^2 = 14.73$, $p < 0.001$)，而竹筍寮樣區與鐵橋坑樣區之間則無顯著差異 ($\chi^2 = 0.37$, $p = 0.544$)。
2. 兩型雄蕊花粉授粉能力之比較 以兩型雄蕊花粉人工授粉之結果如表 2，除套袋內無處理組結實率為 0% 外，不論花粉來源為長型雄蕊或短型雄蕊，自交或雜交處理，與套袋外無處理組 (對照組) 間均無顯著差異 ($p > 0.05$)，顯示圓葉布勒德藤沒有自交不親和的現象，且長、短型雄蕊的花粉均有授粉能力。
3. 授粉者與兩型雄蕊之關係 授粉行為與雄蕊存在與否的實驗顯示，在 47 個觀察單位 (每單位 15 min)，共 59.5 hr 的觀察時間區間記錄到授粉蜂進入樣框的授粉行為，其中訪花率最高為 75%，最低為 0%；觀察率最高為 75%，最低為 0%。邏輯回歸分析結果顯示長型雄蕊的存在與否不影響授粉者是否訪花 ($t = 0.726$, $p = 0.473$)，而短型雄蕊的存在與否則對授粉者訪花的行為有顯著的影響 ($t = 2.064$, $p = 0.048$)。而長、短型雄蕊兩者的存在均不影響授粉者觀察花的行為 (長型雄蕊： $t = 0.084$, $p = 0.934$ ；短型雄蕊： $t = 1.238$, $p = 0.225$)。

由以上結果各種人工授粉處理與對照組沒有差異，可見本植物不具有自交不親和性，且兩種雄蕊中的花粉都有萌發並順利結實的能力，但在無傳粉者的媒介下，則無法成功結實。對照花粉活性的結果可見，雖然來自長、短型雄蕊的花粉具活性比例有顯著差異，但是短型雄蕊中具活性之花粉比例仍高於 85%、甚至 95%，因此兩種雄蕊中花粉粒的能量投資差異不影響結實率。此外，本結果亦顯示短型雄蕊對授粉者的訪花意願有顯著

的影響，因此短型雄蕊的主要功能應是扮演吸引授粉者之角色。此結果在同科的野牡丹及鴨跖草科的鴨跖草研究結果相似 (Luo *et al.* 2008; Ushimaru *et al.* 2007)。雄蕊吸引授粉者除了提供授粉者花粉報酬外，亦會利用鮮明的顏色吸引授粉者 (Luo *et al.* 2008; Ushimaru *et al.* 2007)。而振動授粉的形式使授粉蜂必須多次訪花蒐集花粉，如此會增加植物的異交機率 (Kawai and Kudo 2009)。

五、結論與建議

湖山水庫圓葉布勒德藤花期於 8 月中旬開始開花，9 月中旬至 11 月為盛花期，並於隔年 1 月結束花期。10 月就可以採收種子，發芽率高。以種子有性繁殖或扦插無性繁殖皆可助於族群的擴散。本植物不具有自交不親和性，昆蟲以振動方式傳粉，但在無傳粉者的媒介下，則無法成功結實。在本植物的保育策略上，為增加其遺傳多樣性，授粉蜂的功能亦相當重要。在本區的媒介蜂為螫無墊蜂、鞋斑無墊蜂、未鑑定無墊蜂 1 種及長足條蜂 1 種。

六、參考文獻

- 方懷聖、林宗岐、楊耀隆、周文一、邱玉娟、姚采宜、沈明雅、賴國祥、朱恩良。2010。湖山水庫及鄰近地區森林生態系昆蟲群聚及指標昆蟲評估—「湖山水庫工程計畫生態保育措施—森林、溪流生態系統之調查研究規劃」(98 年度工作計畫) 成果報告書。經濟部水利署中區水資源局。97 - 142 頁。
- 宋一鑫。2008。臺灣產花蜂類群多樣性調查現況。2008 臺灣物種多樣性研究現況。177 - 184 頁。
- 林政行。1991。臺灣熊蜂垂直分布及蜜源植物。臺灣省立博物館年刊 34: 33 - 48。
- 葉慶龍、鐘詩文、許文銓、葉川榮。2008。臺灣毛布勒德藤(野牡丹科)之觀察與東亞布勒德屬植物之新學名組合。生物學報 43(1): 33 - 43。
- 黃增泉、吳俊宗、謝長富。1999。環境影響評估及環境影響說明書有關陸域植物生態之調查及撰寫規範—臺灣地區稀特有植物名錄。國立臺灣大學植物學系。
- 楊國禎。2004。圓葉布勒德藤 (*Bredia hirsuta* Blume var. *rotundifolia* (Liu & Ou) S. F. Huang & T. C. Huang)—瀕臨滅絕的崖壁孤俠。塔山自然實驗室。經濟部水利署中區水資源局。2007a。湖山水庫工程計畫生態保育措施(定稿本)
- 經濟部水利署中區水資源局。2007b。湖山水庫工程生態保育措施執行作業計畫。33 頁。
- 劉思謙、溫海宏、陳明義、楊正澤。2008。臺灣四種野牡丹植物(Melastomataceae)授粉生態學之研究。臺灣昆蟲 28(2): 67 - 85。
- 賴國祥、鄭錫奇、彭仁傑、林瑞興、林德恩、池文傑、楊嘉棟、許再文、沈明雅、朱恩良、陳榮宗、張世昌。2006。湖山水庫施工導水路工程生物相調查及生態保育措施。經濟部水利署中區水資源局。68 - 71 頁。
- 賴國祥。2008。湖山水庫及鄰近地區植物資源與植物調查。「湖山水庫工程計畫生態保育措施—森林、溪流生態系統之調查研究規劃」(96 年度工作計畫) 成果報告書。經濟部水利署中區水資源局。9 - 66 頁。
- 鍾明哲。2006。臺灣魔芋的傳粉生物學。國立成功大學生命科學系碩士論文。86 頁。臺南。
- Buchmann, S.L., and J. P. Hurley. 1978. A biophysical model for buzz pollination in

- angiosperms. *J. Theor. Biol.* 72:639 – 657.
- Carol, A.K., and D.W. Inouye. 1993. *Techniques for Pollination Biologists*. Colorado, USA. [583]
- Cockerell, T.D.A. 1911. Some bees from Formosa-I. *The Entomologist* 44:341 – 342.
- Dafni, A. 1992. *Pollination Ecology*. New York. [250] .
- Folmer, O., M. Black, W. Hoeh, R. Lutz, and R. Vrijenhoek. 1994. DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome *c* oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates. *Molecular marine biology and biotechnology* 3: 294 – 299.
- Hebert, P. D. N., A. Cywinska, S. L. Ball, and J. R. deWaard. 2003. Biological identifications through DNA barcodes. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences* 270: 313 – 321
- Huang, T. C. and J.T. Wu. 1993. *Melastomataceae In: T. C. Huang et al. Flora of Taiwan, 2nd edition* 3:905 – 928. Epoch Publishing Co., Ltd., Taipei. Taiwan.
- Gross, C.L. 1993. The breeding system and pollinators of *Melastoma affine* (Melastomataceae): A pioneer shrub in tropical Australia. *Biotropica* 25: 468 – 474.
- Karron, J.D., K.G. Holmquist, R.L. Flanagan, and R.J. Mitchell. 2009. Pollinator visitation patterns strongly influence among-flower variation in selfing rate. *Ann. Bot.* 103: 1379 – 1383.
- Kawai, Y. and G. Kudo. 2009. Effectiveness of buzz pollination in *Pedicularis chamis sonis*: significance of multiple visits by bumblebees. *Ecol. Res.* 24: 215 – 223.
- Larson, B.M.H. and S.C.H. Barrett. 1999. The pollination ecology of buzz-pollinated *Rhexia virginica* (Melastomataceae). *Amer. J. Bot.* 86: 502 – 511.
- Luo, Z., D. Zhang. and S.S. Renner. 2008. Why two kinds of stamens in buzz-pollinated flowers? Experimental support for Darwin's division-of-labour hypothesis. *Funct. Ecol.* 22: 794 – 800.
- Michener, C. D. 2000. *The Bees of the World*. The Johns Hopkins University Press, Baltimore. [913] .
- Real, L.(ed.) 1983. *Pollination Biology*. Academic Press, Orlando, USA. [338]
- Renner, S.S. 1989. A survey of reproductive biology in Neotropical Melastomataceae and Memecylaceae. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 76: 496 – 518.
- Robert, R. B. and S. R. Vallespir. 1978. Specialization of hairs bearing pollen and oil on the legs of bees (Apoidae: Hymenoptera). *Ann. Ent. Soc. Am.* 71: 619 – 627.
- Saigusa, K., M. Takamiya, and Y. Aoki. 2005. Species identification of the forensically important flies in Iwate prefecture, Japan based on mitochondrial cytochrome oxidase gene subunit I (COI) sequences. *Legal Medicine* 7: 175 – 178
- Ushimaru, A., T. Watanabe and K. Nakata. 2007. Colored floral organs influence pollinator behavior and pollen transfer in *Commelina communis* (Commelinaceae). *Amer. J. Bot.* 94: 249 – 258.
- Wu, Y. 2000. *Fauna sinica. Insecta Vol. 20 Hymenoptera: Melittidae: Apidae*. Editorial committee of Fauna sinica. Beijing, China.

表 1. 湖山水庫及鄰近地區圓葉布勒德藤兩型雄蕊具活性花粉數量之比較

採樣日期	樣區	活性花粉比例(%)		χ^2 值	p value
		長型雄蕊	短型雄蕊		
2011/9/25	出水口	97.27	95.29	7.80	0.005
	竹筍寮	98.71	97.82	3.00	0.083
	鐵橋坑	92.41	86.92	21.10	0.001
2011/10/23	出水口	98.53	92.95	48.80	0.001
	竹筍寮	95.47	91.15	26.01	0.001
	鐵橋坑	95.94	83.29	95.87	0.001

表 2. 湖山水庫圓葉布勒德藤不同人工授粉結實率(%)之比較

處 理			數量	結實率 (%)
花粉來源	長型雄蕊	自交	19 朵	26.32
		雜交	18 朵	50.00
	短型雄蕊	自交	15 朵	33.33
		雜交	16 朵	37.50
對 照	套 袋	>45(5 株)	0.00	
	無 套 袋	34 朵	44.12	

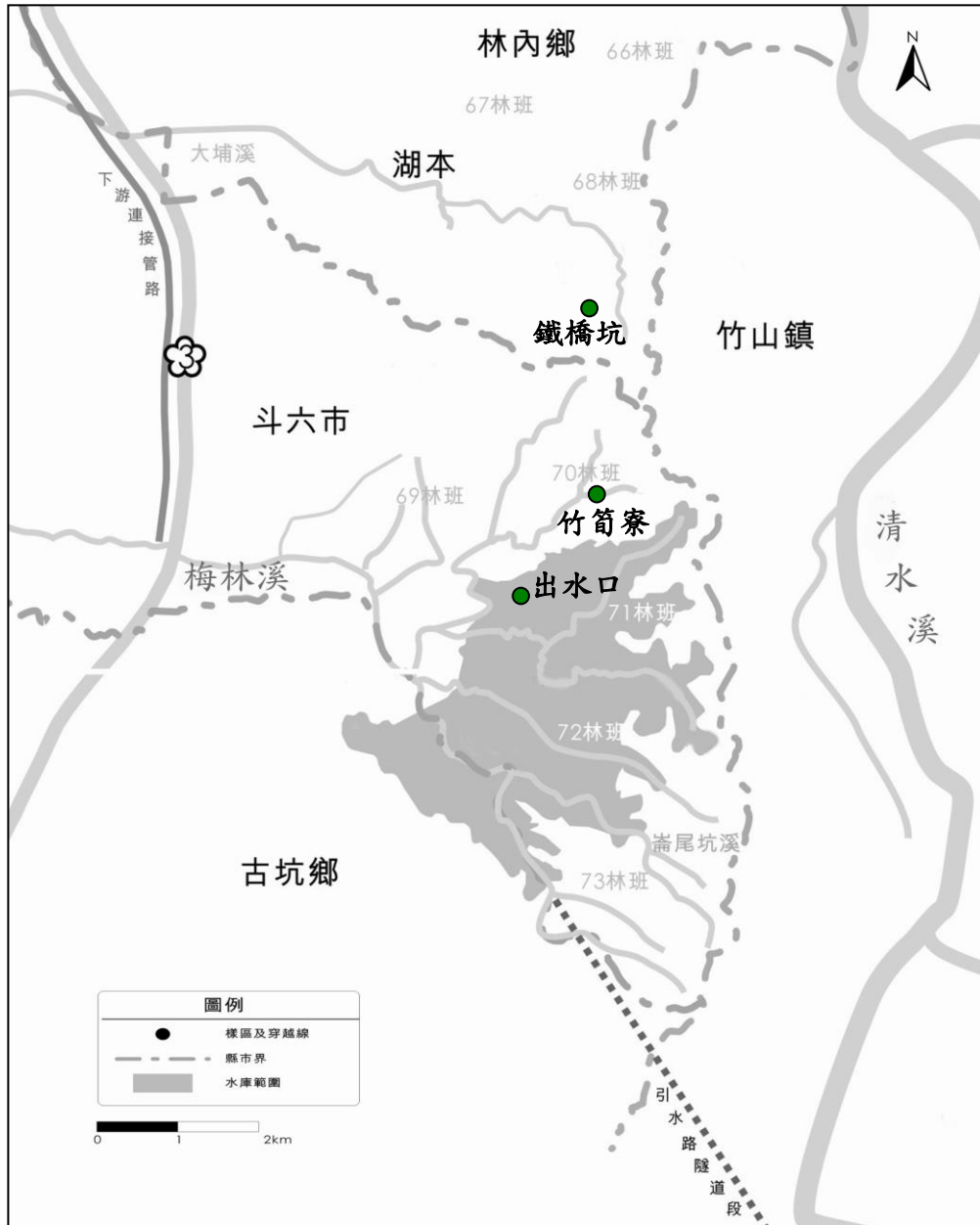
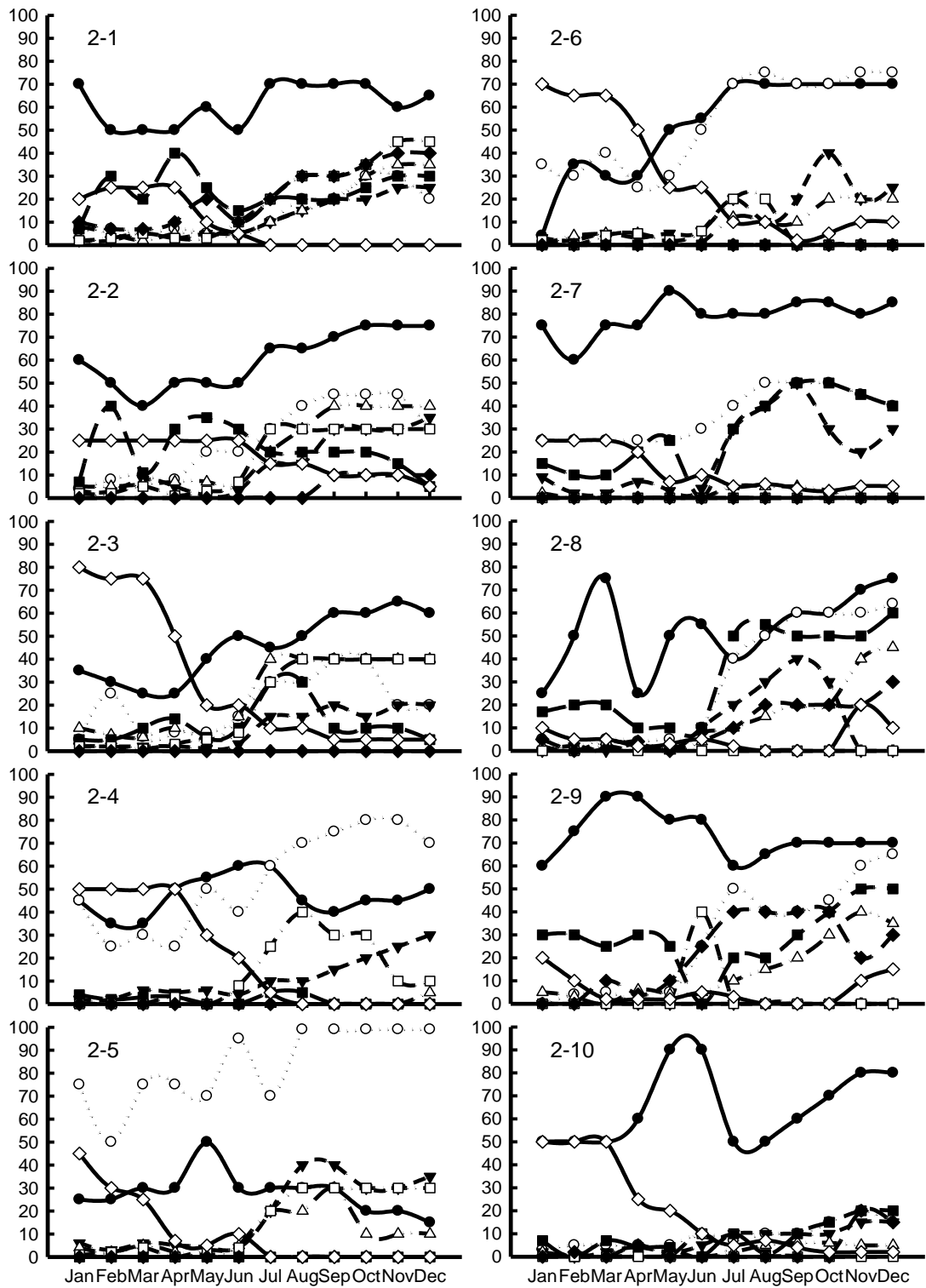


圖 1. 湖山水庫圓葉布勒德藤物候及授粉昆蟲調查之樣區。



2011

圖 2. 湖山水庫出水口樣區圓葉布勒德藤及主要伴生植物覆蓋度月變化(1~10 表示 10 個小樣區之代號。●：圓葉布勒德藤、○：臺灣蘆竹、▼：東方狗脊蕨、▽：粗齒革葉紫萁、■：短柄卵果蕨、□：大金星蕨、◆：臺灣圓腺蕨、◇：裸露地)。

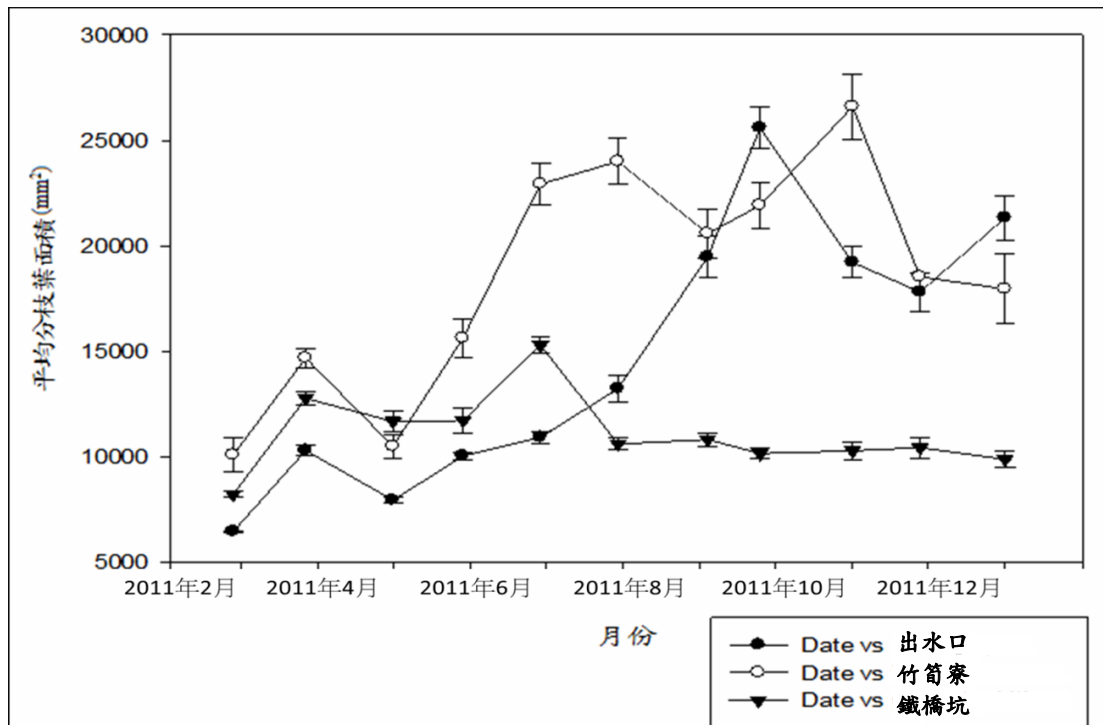


圖 3. 湖山水庫及其周邊地區圓葉布勒德藤之葉候 (各樣區平均分枝葉面， $\text{mean} \pm E$)。

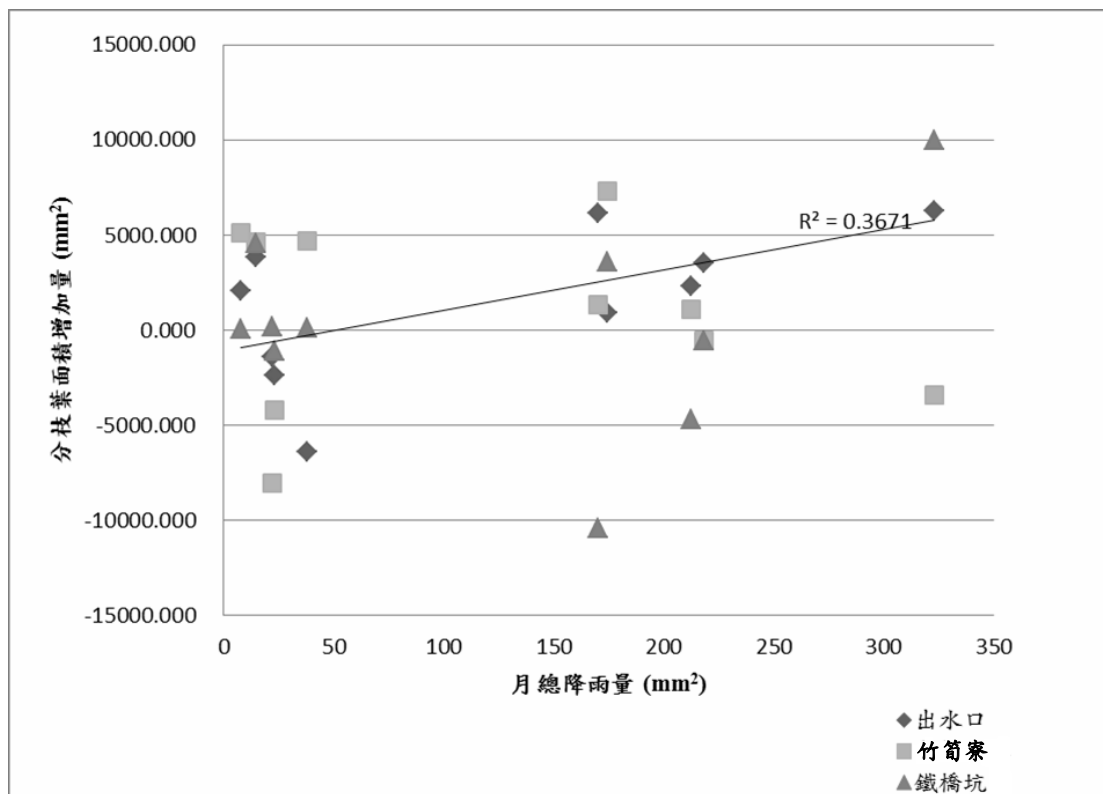


圖 4. 湖山水庫及其周邊地區圓葉布勒德藤葉面積之增加量與總降雨量之關係。

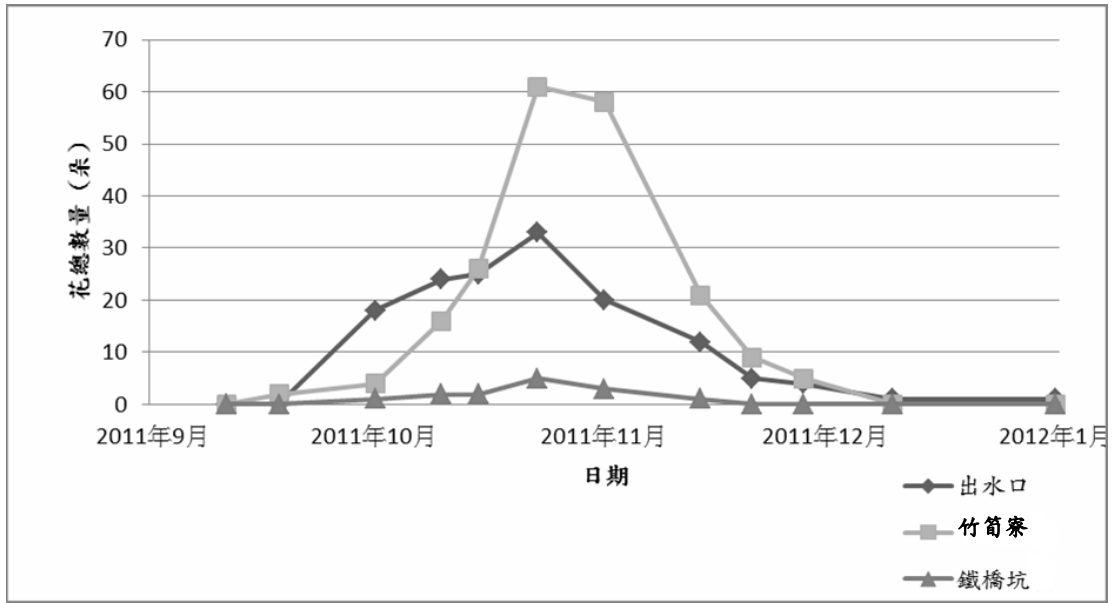


圖 5. 湖山水庫及其周邊地區圓葉布勒德藤葉開花數量之比較。

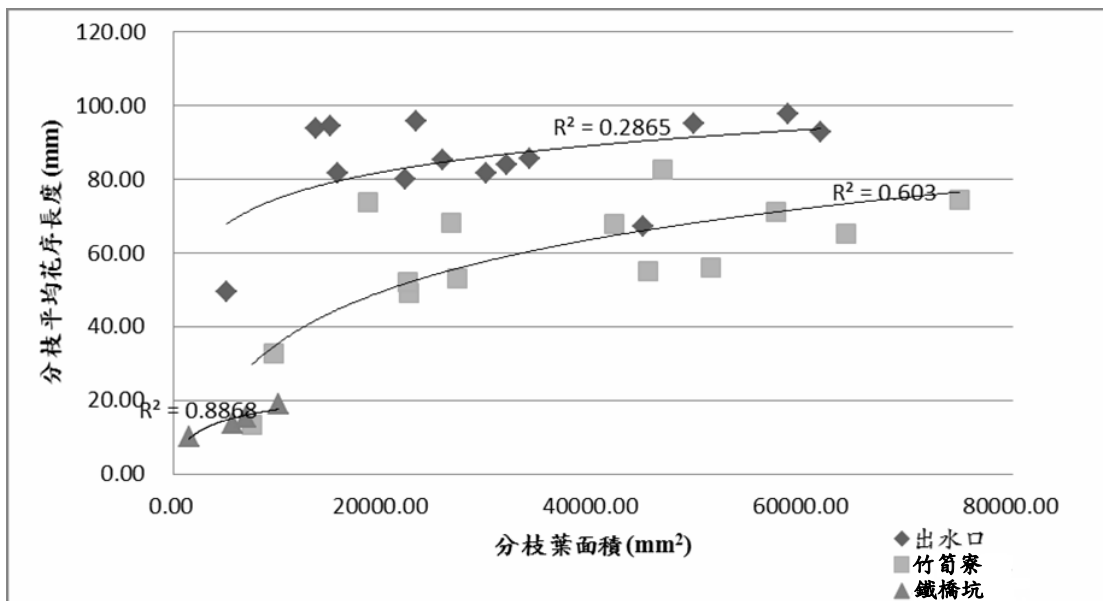


圖 6. 湖山水庫及其周邊地區圓葉布勒德藤葉分枝葉面積與分枝平均花序長度之關係。

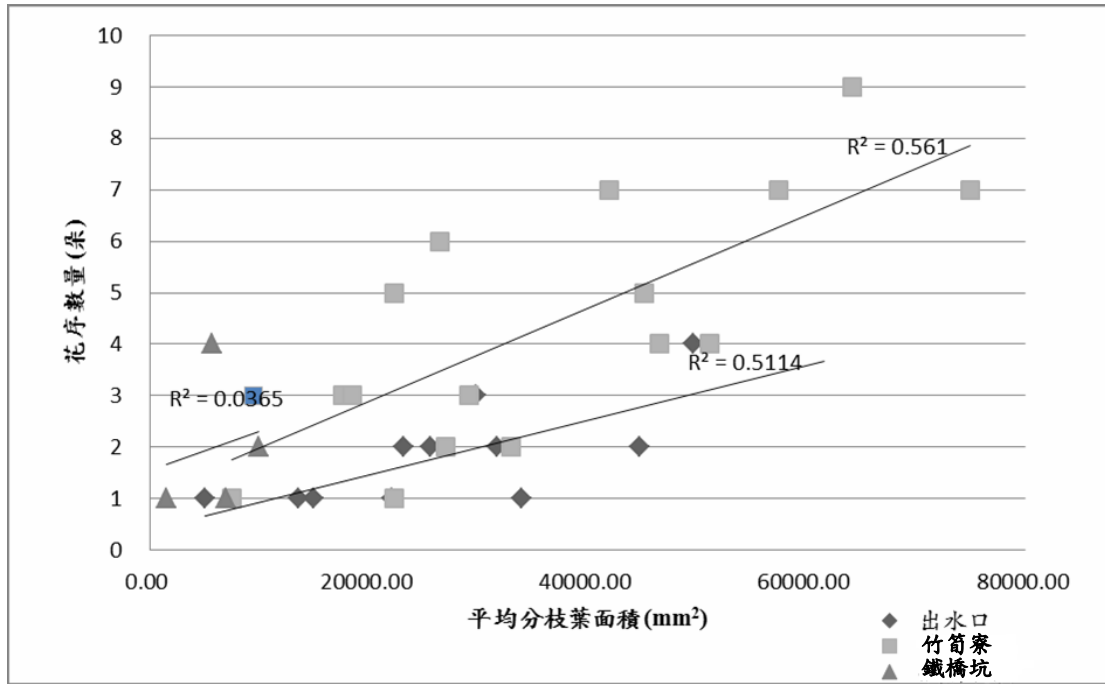


圖 7. 湖山水庫及其周邊地區圓葉布勒德藤分枝葉面積與分枝平均花序數量之關係。

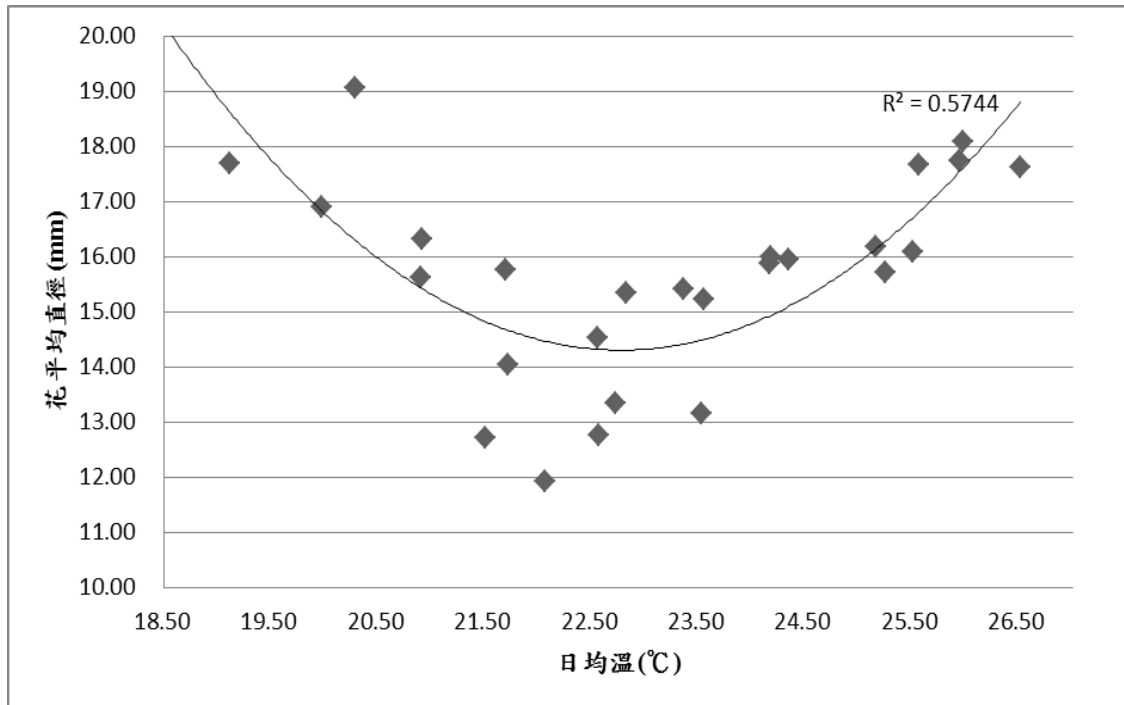


圖 8. 湖山水庫及其周邊地區圓葉布勒德藤花直徑與日均溫之關係。

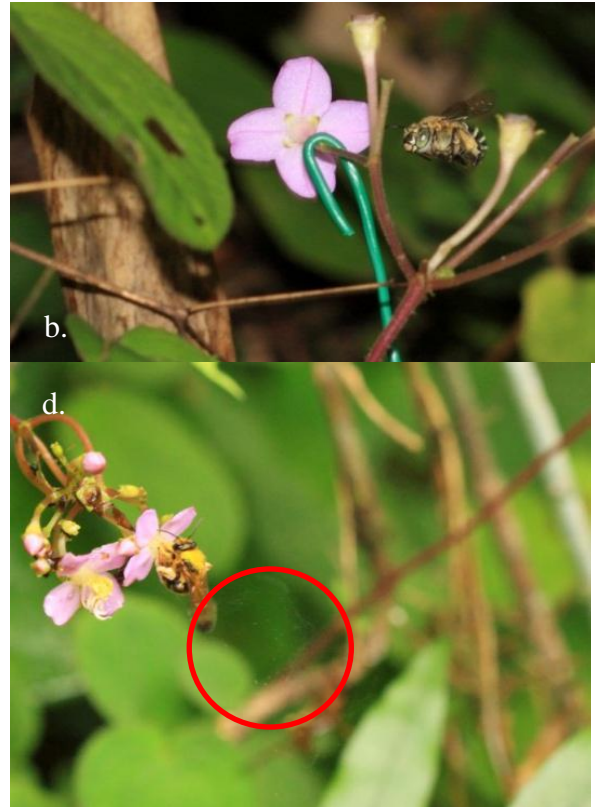
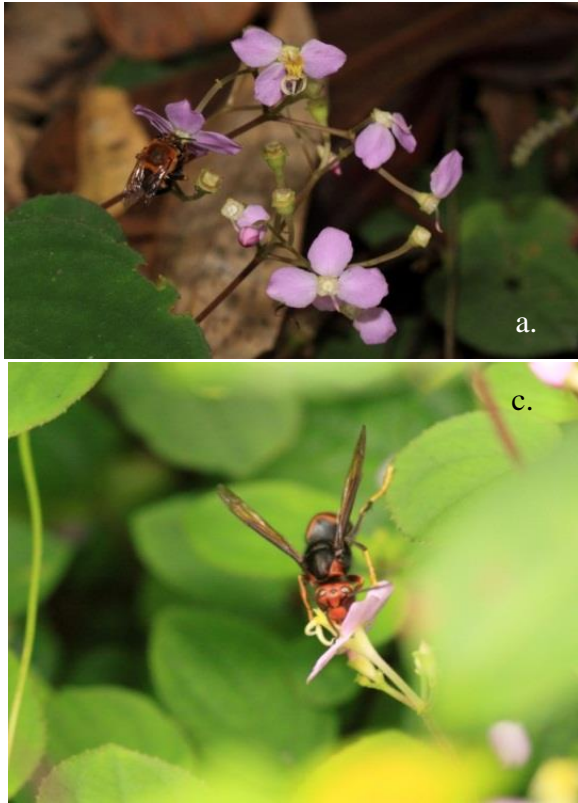


圖 9. 圓葉布勒德藤的訪花蜂類， a. 螫無墊蜂。b. 青條無墊蜂。c. 黃腳虎頭蜂。d. 長足條蜂，紅圈內為噴出之花粉。

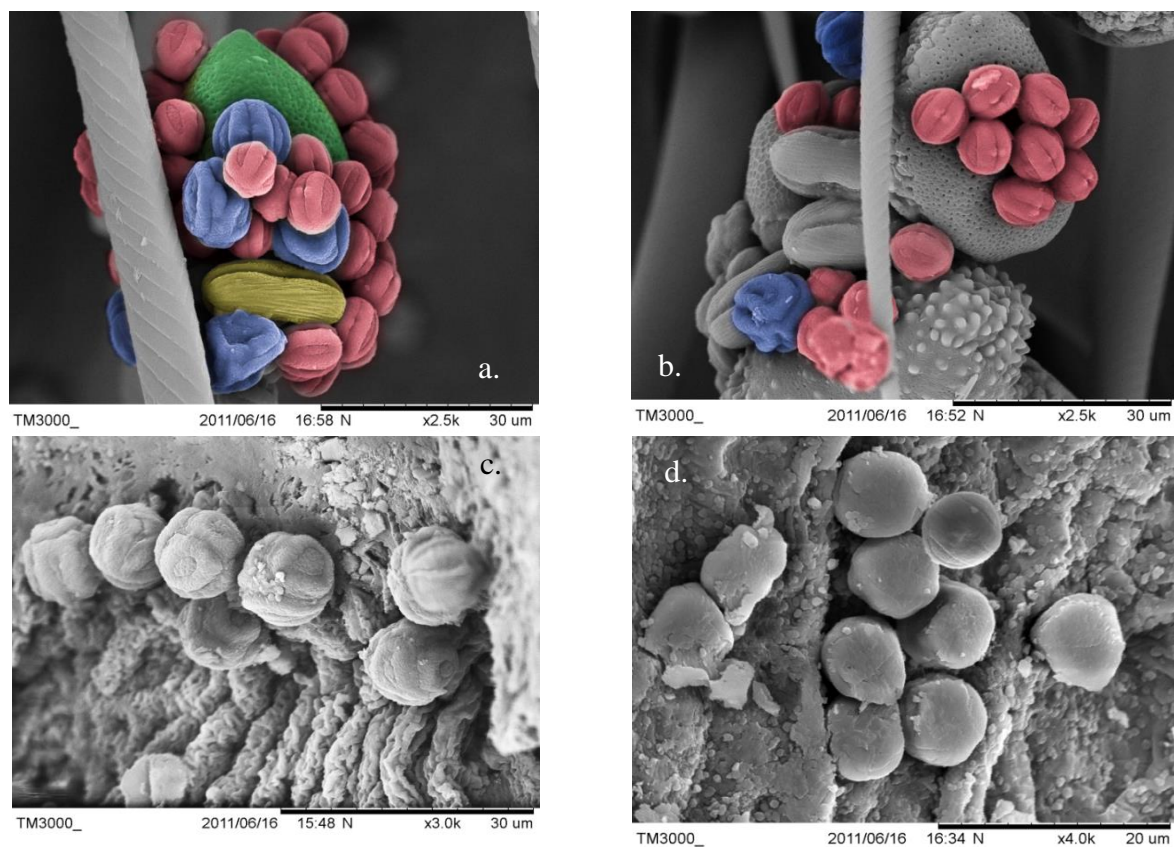


圖 10. 圓葉布勒德藤授粉蜂腹部及兩型雄蕊之花粉 (a、b.青條無墊蜂腹部上的花粉粒，並以 Adobe Photoshop Lightroom 3.3 軟體處理著色，紅色為來自長型雄蕊之花粉粒，藍色為來自短型雄蕊的花粉粒，綠色、黃色為來自其他植物之花粉粒。c.短型雄蕊之花粉粒。d.長型雄蕊之花粉粒)。

Amegilla sp. TATTACTTTTTTTGTTTGC-ATATGATCTGGTATAGTAGGATCCTCAATAAGAATAATTA 60
A. calceifera -GGGGT.CCC...CCA.T-T..C.TCAAA.A.....A.....
A. urens C.AATTA.....A.....T.....G.....-...A.T..T..T.....

Amegilla sp. TTCGTATGGAATTGAGAGTACCAGGTGCTTGAATTAATAATGATCAAGTGTATAATACTA 120
A. calceiferaA..A.....T..G..T..A.TA.....G.....G..T.....
A. urensA.....A..ACC..T.....G.....T.....

Amegilla sp. TAGTAACTATACATGCTTTTCTTATAATTTTTTTTATGGTGATACCATTATGATTGGGG 180
A. calceiferaT.A.....A..-----..AG.-----
A. urens .G..T.....T.G..G.....A.....

Amegilla sp. GGTTTGGTAATTGATTAGTACCTTTGATATTAGGATCTCCAGATATGGCTTTTCCACGAA 240
A. calceifera -----AA..C.....A.....A.TTT...A....C.....
A. urensG.....G.....A.....A..T.....T..T..

Amegilla sp. TGAATAATATTAGATTTTGGATTATTACCTCCATCTTTAATATTATTATTATTAGTAATA 300
A. calceifera .A.....T.....T..G.....A....
A. urens .A.....G...C.T....T..A..G..G..G.....C.A..A..T

Amegilla sp. CTTTTCAAGTTTCTCCTGGAACGGGTGAACTATTTATCCTCCTTTATCTTTATATTAT 360
A. calceiferaA..A.....A.....
A. urens TG.....AG.....T..T..G.....G..A..

Amegilla sp. TTCATCCATCTCCTTCAGTTGATTTTACTATTTTTTCTTTACATTTATCAGGAATTTTCAT 420
A. calceifera A.....G..T.....A.....A.....G...T.
A. urens A...T.T.....G.....A.....C.G.....GG.....

Amegilla sp. CTATTGCAGGTGCTATAAAATTTTATAGTAACTATTATAATAATGAAAAATTTTCTTTGA 480
A. calceiferaT..A..A.....T..A.....T...A...C.....A.
A. urensATT..G.....T.T....A.....T.AGGG....

Amegilla sp. ATTATGATCAAATTCCTTTATTTCTTGATCAGTTTTTATTACTGCTGTATTATTATTAT 540
A. calceiferaG.....T..A.....A..C.....
A. urensA.T...C.T....

Amegilla sp. TAICTTTGCTGTACTTGCTGGTGAATTACTATATTGATTTTTGATCGTAATTTTAATA 600
A. calceifera .G....A..G..T.....A.....G...G..AG.....AA.....
A. urens .T.....TT.G..A..A..T.....C.T.....

Amegilla sp. CTCATTTTTTIGATCCAATA 620
A. calceiferaT..C..C....C.C.
A. urensT.....C..TG..

圖 11. 湖山水庫及鄰近地區圓葉布勒德藤 3 種無墊蜂屬授粉蜂粒腺體 COI 核酸序列，包含未確定種 (*Amegilla* sp.)、鞋斑無墊蜂 (*A. calceifera*)、螫無墊蜂 (*A. urens*)

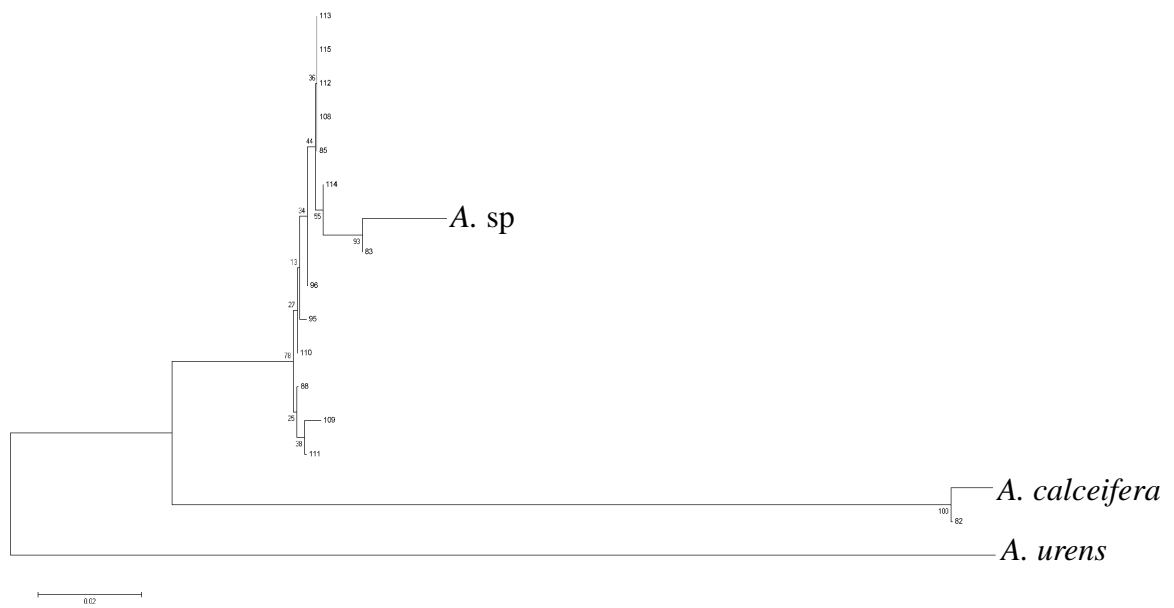


圖 12. 湖山水庫及鄰近地區圓葉布勒德藤 3 種無墊蜂屬授粉蜂粒腺體 COI 核酸序列以鄰位連接分析法分析的結果。*Amegilla calceifera* 為鞋斑無墊蜂；而 *A. urens* 是螫無墊蜂並設為外群。

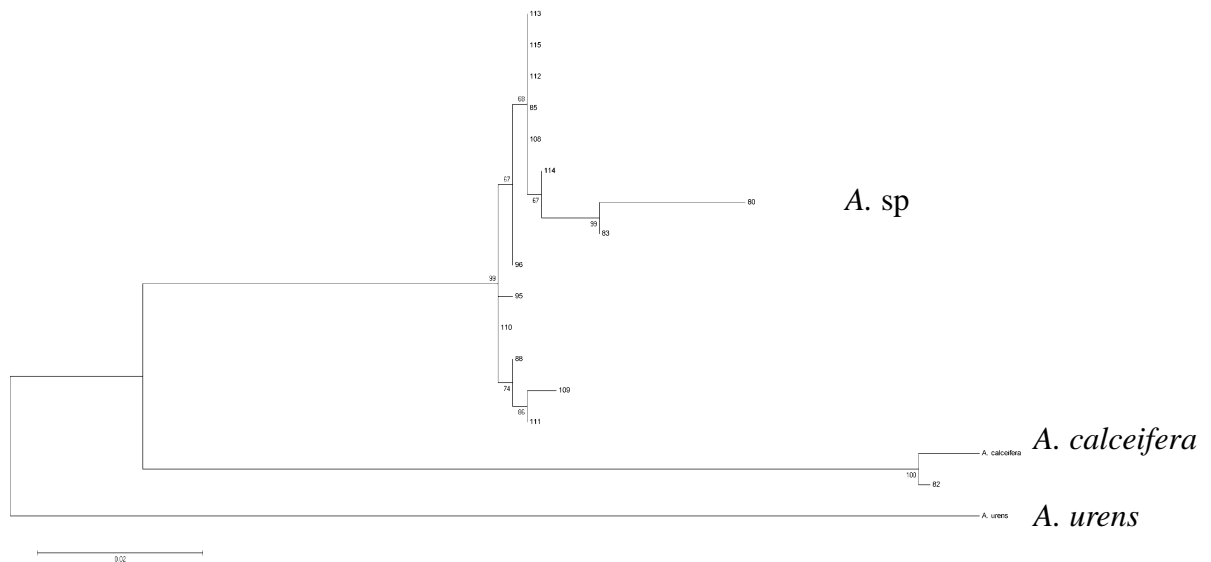


圖 13. 湖山水庫及鄰近地區圓葉布勒德藤 3 種無墊蜂屬授粉蜂粒腺體 COI 核酸序列以最大概略分析法分群之結果。*A. calceifera* 為鞋斑無墊蜂；而 *A. urens* 是螫無墊蜂並設為外群。

附錄 I. 湖山水庫圓葉布勒德藤伴生植物名錄

中 科 名	科 名	樣 區	
		出 水 口	竹 筍 寮
鐵角蕨科	Aspleniaceae		
湍生鐵角蕨	<i>Asplenium cataractarum</i> Rosenst	※	
烏毛蕨科	Blechnaceae		
東方狗脊蕨	<i>Woodwardia orientalis</i> Sw.	※	※
杪羅科	Cyatheaceae		
筆筒樹	<i>Cyathea lepifera</i> (J. Sm.) Copel.	※	※
碗蕨科	Dennstaedtiaceae		
熱帶鱗蓋蕨	<i>Microlepia speluncae</i> (L.) Moore		※
蚌殼蕨科	Dicksoniaceae		
臺灣金狗毛蕨	<i>Cibotium taiwanianum</i> Kuo		※
裏白科	Gleicheniaceae		
芒萁	<i>Dicranopteris linearis</i> (Burm. f.) Under.		※
觀音座蓮科	Marattiaceae		
觀音座蓮	<i>Angiopteris lygodiiifolia</i> Rosenst.	※	※
紫萁科	Osmundaceae		
粗齒革葉紫萁	<i>Osmunda banksiaefolia</i> (Pr.) Kuhn	※	
鳳尾蕨科	Pteridaceae		
鱗蓋鳳尾蕨	<i>Pteris vittata</i> L.	※	
海金沙科	Schizaeaceae		
海金沙	<i>Lygodium japonicum</i> (Thunb.) Sw.	※	※
卷柏科	Selaginellaceae		
高雄卷柏	<i>Selaginella repanda</i> (Desv.) Spring	※	※
金星蕨科	Thelypteridaceae		
小毛蕨	<i>Christella acuminata</i> (Houtt.) Lev.	※	※
密毛小毛蕨	<i>Christella parasitica</i> (L.) Lev.	※	※
大金星蕨	<i>Macrothelypteris torresiana</i> (Gaud.) Ching	※	
短柄卵果蕨	<i>Phegopteris decursive-pinnata</i> (van Hall) Fee	※	
稀毛蕨	<i>Pneumatopteris truncata</i> (Poir.) Holtt.	※	※
臺灣圓腺蕨	<i>Sphaerostephanos taiwanensis</i> (C. Chr.) Holtt.	※	※
莧科	Amaranthaceae		
牛膝	<i>Achyranthes bidentata</i> Blume		※
夾竹桃科	Apocynaceae		
酸藤	<i>Ecdysanthera rosea</i> Hook. & Arn.	※	
冬青科	Aquifoliaceae		
燈稱花	<i>Ilex asprella</i> (Hook. & Arn.) Champ.		※
五加科	Araliaceae		
鵝掌柴	<i>Schefflera octophylla</i> (Lour.) Harms		※
菊科	Asteraceae		
藿香薊	<i>Ageratum conyzoides</i> L.	※	
紫花藿香薊	<i>Ageratum houstonianum</i> Mill.	※	※
大花咸豐草	<i>Bidens pilosa</i> L. var. <i>bbrevi</i> Sch. Bip.	※	※
大頭艾納香	<i>Blumea riparia</i> (Blume) DC. Var. <i>megacephala</i> Randeria	※	
昭和草	<i>Crassocephalum crepidioides</i> (Benth.) S. Moore	※	

附錄 I(續). 湖山水庫圓葉布勒德藤伴生植物名錄

中 科 名	科 名	樣 區	
		出 水 口	竹 筍 寮
香澤蘭	<i>Chromolaena odorata</i> (L.) R. M. King & H. Rob.	※	
地膽草	<i>Elephantopus mollis</i> Kunth		※
小花蔓澤蘭	<i>Mikania micrantha</i> Kunth	※	※
忍冬科	Caprifoliaceae		
有骨消	<i>Sambucus chinensis</i> Lindl.	※	※
旋花科	Convolvulaceae		
牽牛花	<i>Ipomoea nil</i> (L.) Roth		※
菜欒藤	<i>Merremia gemella</i> (Burm. F.) Hallier f.	※	※
瓜科(葫蘆科)	Cucurbitaceae		
垂果瓜	<i>Melothria pendula</i> L.	※	
短角苦瓜	<i>Momordica charantia</i> L. var. <i>bbreviate</i> Ser.		※
茅瓜	<i>Solena amplexicaulis</i> (Lam.) Gandhi		※
青牛膽	<i>Thladiantha nudiflora</i> Hemsl. Ex Forbes & Hemsl.	※	
大戟科	Euphorbiaceae		
茄冬	<i>Bischofia javanica</i> Blume		※
紅仔珠	<i>Breynia officinalis</i> Hemsley		※
白飯樹	<i>Flueggea suffruticosa</i> (Pall.) Baill.	※	
菲律賓饅頭果	<i>Glochidion philippicum</i> (Cavan.) C. B. Rob.	※	
披針葉饅頭果	<i>Glochidion zeylanicum</i> (Gaertn.) A. Juss. Var. <i>lanceolatum</i> (Hayata) M. J. Deng & J. C. Wang		※
血桐	<i>Macaranga tanarius</i> (L.) Mull. Arg.	※	※
白匏子	<i>Mallotus paniculatus</i> (Lam.) Mull. Arg.		※
蟲屎	<i>Melanolepis multiglandulosa</i> (Reinw.) Rchb. F. & Zoll.	※	
苦苣苔科	Gesneriaceae		
角桐草	<i>Hemiboea bicornuta</i> (Hayata) Ohwi	※	※
樟科	Lauraceae		
黃肉樹	<i>Litsea hypophaea</i> Hayata		※
大葉楠	<i>Machilus japonica</i> Siebold & Zucc. Var. <i>kusanoi</i> (Hayata) J. C. Liao		※
香楠	<i>Machilus zuihoensis</i> Hayata	※	※
錦葵科	Malvaceae		
木芙蓉	<i>Hibiscus mutabilis</i> L.	※	
野牡丹科	Melastomataceae		
野牡丹	<i>Melastoma candidum</i> D. Don	※	※
防己科	Menispermaceae		
千金藤	<i>Stephania japonica</i> (Thunb.) Miers		※
桑科	Moraceae		
菲律賓榕	<i>Ficus ampelas</i> Burm. f.	※	※
豬母乳	<i>Ficus fistulosa</i> Reinw. ex Blume	※	※
大有榕	<i>Ficus septica</i> Burm. f.	※	※
濱榕	<i>Ficus tannoensis</i> Hayata	※	
小葉桑	<i>Morus australis</i> Poir.		※
紫金牛科	Myrsinaceae		
雨傘仔	<i>Ardisia cornudentata</i> Mez		※
樹杞	<i>Ardisia sieboldii</i> Miq.		※
山桂花	<i>Maesa japonica</i> (Thunb.) Moritzi ex Zoll.	※	※

附錄 I(續). 湖山水庫圓葉布勒德藤伴生植物名錄

中 科 名	科 名	樣 區	
		出 水 口	竹 筍 寮
柳葉菜科	Onagraceae		
水丁香	<i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) P. H. Raven		※
西番蓮科	Passifloraceae		
三角葉西番蓮	<i>Passiflora suberosa</i> L.	※	※
胡椒科	Piperaceae		
恆春風藤	<i>Piper kawakamii</i> Hayata		※
蓼科	Polygonaceae		
火炭母草	<i>Polygonum chinense</i> L.	※	※
薔薇科	Rosaceae		
虎婆刺	<i>Rubus croceacanthus</i> Levl.	※	
茜草科	Rubiaceae		
蛇根草	<i>Ophiorrhiza japonica</i> Blume	※	
九節木	<i>Psychotria rubra</i> (Lour.) Poir.		※
水冬瓜	<i>Sinoadina racemosa</i> (Siebold & Zucc.) Ridsdale		※
薄葉玉心花	<i>Tarenna gracilipes</i> (Hayata) Ohwi		※
水錦樹	<i>Wendlandia uvariifolia</i> Hance	※	
芸香科	Rutaceae		
賊仔樹	<i>Tetradium glabrifolium</i> (Champ. ex Benth.) T. Hartley		※
虎耳草科	Saxifragaceae		
華八仙	<i>Hydrangea chinensis</i> Maxim.		※
茄科	Solanaceae		
雙花龍葵	<i>Lycianthes biflora</i> (Lour.) Bitter		※
茶科	Theaceae		
細枝柃木	<i>Eurya loquaoana</i> Dunn		※
米碎柃木	<i>Eurya chinensis</i> R. Br.		※
榆科	Ulmaceae		
山黃麻	<i>Trema orientalis</i> (L.) Blume	※	※
蕁麻科	Urticaceae		
密花苧麻	<i>Boehmeria densiflora</i> Hook. & Arn.	※	
苧麻	<i>Boehmeria nivea</i> (L.) Gaudich.	※	
冷清草	<i>Elatostema lineolatum</i> Wight var. <i>majus</i> Wedd.	※	
奮起湖冷水麻	<i>Pilea funkikensis</i> Hayata	※	
馬鞭草科	Verbenaceae		
龍船花	<i>Clerodendrum kaempferi</i> (Jacq.) Siebold ex Steud.	※	※
葡萄科	Vitaceae		
臺灣崖爬藤	<i>Tetrastigma umbellatum</i> (Hemsl.) Nakai	※	
天南星科	Araceae		
姑婆芋	<i>Alocasia odora</i> (Lodd.) Spach	※	※
臺灣青芋	<i>Colocasia formosana</i> Hayata	※	
拎樹藤	<i>Epipremnum pinnatum</i> (L.) Engl. ex Engl. & Kraus	※	※
棕櫚科	Arecaceae		
山棕	<i>Arenga tremula</i> (Blanco) Becc.		※
鴨跖草科	Commelinaceae		
穿鞘花	<i>Amischotolype hispida</i> (Less. & A. Rich.) D. Y. Hong		※
鴨跖草	<i>Commelina communis</i> L.		※
莎草科	Cyperaceae		
大莞草	<i>Scirpus ternatanus</i> Reinw. ex Miq.	※	
薯蕷科	Dioscoreaceae		
獨黃(黃獨)	<i>Dioscorea bulbifera</i> L.		※

附錄 I(續). 湖山水庫圓葉布勒德藤伴生植物名錄

中 科 名	科 名	樣 區	
		出 水 口	竹 筍 寮
戟葉田薯	<i>Dioscorea doryphora</i> Hance		※
百合科	Liliaceae		
臺灣油點草	<i>Tricyrtis formosana</i> Baker		※
禾本科	Poaceae		
臺灣蘆竹	<i>Arundo formosana</i> Hack.	※	
五節芒	<i>Miscanthus floridulus</i> (Labill.) Warb. ex Schum. & Laut.	※	※
竹葉草	<i>Oplismenus compositus</i> (L.) P. Beauv.	※	※
兩耳草	<i>Paspalum conjugatum</i> Bergius	※	
象草	<i>Pennisetum purpureum</i> Schumach.	※	
金絲草	<i>Pogonatherum crinitum</i> (Thunb.) Kunth	※	
棕葉狗尾草	<i>Setaria palmifolia</i> (J. Konig) Stapf	※	
棕葉蘆	<i>Thysanolaena latifolia</i> (Roxb. ex Hornem.) Honda	※	
菝契科	Smilacaceae		
糙莖菝契	<i>Smilax bracteata</i> C. Presl var. <i>verruculosa</i> (Merr.) T. Koyama		※
薑科	Zingiberaceae		
山月桃	<i>Alpinia intermedia</i> Gagnep.		※
絹毛鳶尾	<i>Costus speciosus</i> (Koenig) Smith	※	

註：出水口樣區的伴生植物計有 64 種，竹筍寮樣區的伴生植物計有 68 種，合計 102 種。

