

雪山高山生態系生態健康指標調查

委託單位：雪霸國家公園管理處
受委託者：國立中興大學
研究主持人：曾彥學、曾喜育
共同主持人：李介祿、孫元勳 (按姓氏筆畫排列)

執行單位：國立中興大學森林學系
國立屏東科技大學野生動物保育所

雪霸國家公園委託辦理報告

中華民國 103 年 12 月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)

目次

目次.....	I
圖次.....	IV
表次.....	VII
附錄.....	VIII

第一章 緒論

一、計畫緣由.....	1-1
二、計畫目標.....	1-2
三、研究地區概述.....	1-3
(一)地形、地質與土壤.....	1-3
(二)氣候.....	1-5
(三)雪山主峰線山地植群帶.....	1-5

第二章 植物物候與植群動態

摘要.....	2-1
一、前言.....	2-6
二、前人研究.....	2-9
(一)雪山植物開花物候調查.....	2-9
(二)三六九山莊玉山箭竹草生灌叢火後動態研究.....	2-13
三、材料與方法.....	2-15
(一)研究區概況.....	2-15
(二)植物物候調查.....	2-16
(三)高山植群動態.....	2-17
四、結果與討論.....	2-20
(一)植物物候調查.....	2-20
(二)高山植群動態.....	2-93
五、參考文獻.....	2-115

第三章 雪山高山生態系生態健康指標調查

摘要.....	3-1
---------	-----

一、前言.....	3-5
二、材料與方法.....	3-7
(一)鳥類繫放.....	3-7
(二)廚餘檢驗.....	3-7
(三)自動相機分析.....	3-8
(四)鳥類血液生化分析.....	3-8
(五)酒紅朱雀解剖分析.....	3-8
三、結果.....	3-10
(一)鳥類繫放.....	3-10
(二)廚餘檢驗.....	3-11
(三)自動相機分析.....	3-13
(四)鳥類血液生化分析.....	3-16
(五)酒紅朱雀解剖分析.....	3-18
四、討論.....	3-24
(一)鳥類繫放.....	3-24
(二)廚餘檢驗.....	3-24
(三)自動相機分析.....	3-25
(四)鳥類血液生化分析.....	3-26
(五)酒紅朱雀解剖分析.....	3-27
(六)廚餘對鳥類的影響.....	3-29
五、結論與建議.....	3-31
六、參考文獻.....	3-33

第四章 雪山登山遊客生態旅遊健康指標研究

摘要.....	4-1
一、前言.....	4-7
二、研究方法.....	4-13
(一)調查地點.....	4-13
(二)調查時間.....	4-13
(三)研究工具.....	4-15
(四)資料分析.....	4-17

三、結果與討論.....	4-19
(一) 登山客個人社經背景資料.....	4-19
(二) 登山客行為研究.....	4-21
(三) 登山客心理幸福感知覺分析.....	4-29
(四) 登山客之生活品質知覺.....	4-30
(五) 登山客之生活滿意度知覺.....	4-30
(六) 社會人口資料與心理幸福感、生活品質、壓力知覺及生活滿意度之 t 檢定與單因子變異數分析.....	4-33
(七) 登山客參與程度與心理幸福感、生活品質因子、壓力知覺及生活滿 意度之 t 檢定.....	4-37
(八) 心理幸福感、生活品質、壓力知覺及生活滿意度之相關分析...4-38	
(九) 心理幸福感、生活品質因子、壓力及生活滿意度之迴歸分析.4-39	
(十) 100 位雪山登山客壓力知覺與儀器心率變異壓力指數比較..4-46	
四、結論與建議.....	4-48
(一) 研究成果.....	4-48
(二) 建議事項.....	4-50

圖次

圖 1-1. 本計畫研究地區範圍圖	1-4
圖 1-2. 雪山主峰線植物社會海拔垂直分布與植被帶、氣候帶關係圖	1-8
圖 2-1. 雪山主峰沿線步道之研究區域範圍示意圖	2-15
圖 2-2. 雪山地區 4 個氣象站平均氣溫變化情形	2-16
圖 2-3. 雪山三六九山莊草生地火燒樣區設置及系統樣區設置示意圖	2-18
圖 2-4. 雪山主峰線步道沿線 2014 年 2-11 月開花物候譜	2-20
圖 2-5. 雪山主峰線沿線各植群帶 2012-2014 年逐月開花種數比較圖	2-26
圖 2-6. 雪山主峰線沿線櫟林帶上層 2014 年 2-11 月開花物候譜	2-27
圖 2-7. 雪山主峰線沿線鐵杉雲杉林帶 2014 年 2-11 月開花物候譜	2-30
圖 2-8. 雪山主峰線沿線冷杉林帶 2014 年 2-11 月開花物候譜	2-32
圖 2-9. 雪山主峰線沿線高山植群帶 2014 年 2-5 月開花物候譜	2-35
圖 2-10. 雪山主東峰線步道沿線 2012-2014 年各植群植物之花期長度-種數分布圖	2-37
圖 2-11. 雪山主峰線沿線 2014 年 2-11 月各植群帶開花物候譜	2-39
圖 2-12. 雪山主峰線菊科植物 2014 年 2-11 月開花物候譜	2-45
圖 2-13. 雪山主峰線薔薇科植物 2014 年 2-11 月開花物候譜	2-46
圖 2-14. 雪山主峰線杜鵑花科植物 2014 年 2-11 月開花物候譜圖	2-47
圖 2-15. 雪山主峰線蘭科植物 2014 年 2-11 月開花物候譜	2-48
圖 2-16. 雪山主峰線毛茛科植物 2014 年 2-11 月開花物候譜	2-48
圖 2-17. 雪山主峰線沿線 2012-2014 年開花種數與氣象因子關係	2-49
圖 2-18. 玉山北峰氣象站 1952-2013 年月均溫與月降雨平均值與 2012-2014 年之比較	2-51
圖 2-19. 雪山主峰線步道沿線 2012-2014 年 3-11 月開花物候譜比較	2-53
圖 2-20. 雪山主峰線沿線櫟林帶上層 2012-2014 年 3-11 月開花物候譜	2-61
圖 2-21. 雪山主峰線沿線鐵杉雲杉林帶 2012-2014 年 3-11 月開花物候譜	2-63
圖 2-22. 雪山主峰線沿線冷杉林帶 2012-2014 年 3-11 月開花物候譜	2-66
圖 2-23. 雪山主峰線高山植群帶 2012-2014 年 3-1 月開花物候譜	2-71
圖 2-24. 雪山主峰線沿線 2012-2014 年共同種開花種數比較圖	2-73
圖 2-25. 雪山主峰線沿線 2014 年 3-11 月結實物候譜	2-74
圖 2-26. 雪山主峰線沿線櫟林帶上層 2014 年 3-11 月結實物候譜	2-78
圖 2-27. 雪山主峰線沿線鐵杉-雲杉林帶 2014 年 3-11 月結實物候譜	2-79
圖 2-28. 雪山主峰線沿線冷杉林帶 2014 年 3-11 月結實物候譜	2-81
圖 2-29. 雪山主峰線沿線高山植群帶 2014 年 3-11 月結實物候譜	2-83
圖 2-30. 雪山主峰線各植群帶 2012-2014 年 3-11 月之結實種數圖	2-85
圖 2-31. 雪山物候監測定點拍攝照片	2-87
圖 2-32. 雪山物候監測定點拍攝照片	2-88

圖 2-33. 雪山物候監測定點拍攝照片	2-89
圖 2-34. 雪山物候監測定點拍攝照片	2-90
圖 2-25. 雪山物候監測定點拍攝照片	2-91
圖 2-36. 雪山物候監測定點拍攝照片	2-92
圖 2-37. 雪山三六九山莊附近灌叢草生地火燒跡地樣區維護情形	2-94
圖 2-38. 雪山三六九山莊附近草生地規則樣區各時期之相似性指數與物種轉換率之圖	2-102
圖 2-39. 雪山三六九山莊附近草生地 2009-2010 年不同時期之覆蓋度及豐度模型圖	2-105
圖 2-40. 雪山三六九山莊附近草生地 2011-2014 年不同時期之覆蓋度及豐度模型圖	2-106
圖 2-41. 雪山三六九山莊附近草生地不同時期之對應分析圖	2-109
圖 2-42. 雪山三六九山莊附近草生地不同時期之對應分析圖	2-111
圖 2-43. 雪山三六九山莊附近草生地春季不同時期之降趨對應分析圖	2-112
圖 2-44. 雪山三六九山莊附近草生地夏秋季不同時期之降趨對應分析圖	113
圖 3-1. 雪山地區 369 山莊位置圖	3-7
圖 3-2. 2014 年 3 月至 2014 年 10 月間繫放捕捉的鳥種百分比	3-10
圖 3-3. 雪山地區首次記錄到的栗耳鴉	3-11
圖 3-4. 2014 年 3 月至 2014 年 9 月 369 山莊周圍廚餘覆蓋度	3-11
圖 3-5. 棄置多日廚餘已經無法辨識	3-12
圖 3-6. 2014 年 3 月至 9 月自動相機拍到鳥類出現隻次	3-14
圖 3-7. 2014 年 3 月至 9 月自動相機拍到各鳥種出現隻次	3-15
圖 3-8. 最常造訪廚餘堆的酒紅朱雀母鳥 LPL	3-16
圖 3-9. 2010 年 7 月至 2014 年 10 月酒紅朱雀個體尿酸值散布圖	3-17
圖 3-10. 2010 年 7 月至 2014 年 10 月酒紅朱雀個體總膽固醇散布圖	3-18
圖 3-11. 個體 PC-14-444 心臟脂肪漿液性萎縮	3-21
圖 3-12. 個體 PC-14-443 腸道黏膜層可見球蟲寄生	3-21
圖 3-13. 個體 PC-14-446 腸道可見球蟲寄生	3-22
圖 3-14. 個體 PC-14-448 腸道黏膜層可見球蟲及球蟲卵囊	3-22
圖 3-15. 個體 PC-14-449 食道黏膜面可見毛滴蟲寄生	3-23
圖 3-16. 個體 PC-14-450 腸道少量炎症細胞浸潤，死後變化	3-23
圖 4-1. 健康導向生態系模式	4-8
圖 4-2. 雪山登山路線圖	4-13
圖 4-3. 心律大師心率變異分析儀	4-18
圖 4-4. 登山客是否第一次到雪霸國家公園之次數分配表	4-21
圖 4-5. 登山客是否第一次到雪山進行登山活動之次數分配表	4-22
圖 4-6. 登山客過去 12 個月否曾到其他高山登山之次數分配表	4-23

圖 4-7. 登山客得知登山資訊來源之次數分配表.....	4-24
圖 4-8. 登山客登山是否為主東峰線(雪東線).....	4-25
圖 4-9. 登山客登山體驗受到吸引的景點.....	4-26
圖 4-10. 登山客結伴出遊類型.....	4-27
圖 4-11. 登山客是否想得知更多與雪霸遊憩相關的資訊.....	4-28
圖 4-12. 登山體驗是否可以增進生態保育知識之次數分配表.....	4-29

表次

表 1-1. 雪山地區氣象站觀測項目資料及地文因素表	1-6
表 1-2. 雪山主峰沿線海拔植群帶分布表	1-7
表 2-1. 雪山主峰步道不同路段之植群帶劃分	2-17
表 2-2. 玉山北峰氣象站 2012-2014 各年月均溫與與 1952-2013 年平均、最大值、 最小值比較.....	2-50
表 2-3. 雪山雪東線步道 2012-2014 年各植群帶開花物種數與氣候因子相關分析	2-52
表 2-4. 雪山主峰沿線物候監測植物之開花時序表	2-86
表 2-5. 雪山三六九山莊附近草生地規則樣區之物種名錄清單	2-96
表 2-6. 雪山三六九山莊附近草生地規則樣區之物種常綠及冬枯落葉植物比率	2-96
表 2-7. 雪山三六九山莊附近草生地規則樣區之物種出現頻度及其優勢度	2-98
表 2-8. 雪山三六九山莊附近草生地規則樣區之多樣性介量表	2-100
表 2-9. 雪山三六九山莊附近草生地規則樣區各時期之相似性指數與物種轉換率	2-101
表 2-10. 雪山三六九山莊附近草生地規則樣區 2014 年調查物種與 2013 年及 2009 年之調查資料比較物種的轉換情形新增及消失之樣區數.....	2-102
表 2-11. 雪山地區三六九山莊附近草生地於火後不同時期之植被覆蓋度利用 5 個 豐度模型配適之介量表.....	2-107
表 2-12. 雪山三六九山莊附近草生地不同時期之對應分析表	2-110
表 2-13. 雪山三六九山莊附近草生地春季不同時期之降趨對應分析表	2-113
表 2-14. 雪山三六九山莊附近草生地春季不同時期之降趨對應分析表	2-113
表 3- 1. 2014 年送檢驗廚餘種類	3-12
表 3-2. 2014 年廚餘成分分析	3-13
表 3-3. 2010 年及 2014 年廚餘分析比較	3-13
表 3- 4. 2014 年 3 月 10 日至 9 月 30 日自動相機拍攝	3-14
表 3- 5. 2014 年酒紅朱雀不同性別的血液生化值	3-16
表 3-6. 栗背林鴿及金翼白眉的血液生化值	3-18
表 3-7. 酒紅朱雀解剖結果	3-20
表 4-1. 調查時間及天氣狀況	4-14
表 4-2. 登山客個人社經背景資料	4-20
表 4-3. 登山客之心理幸福感知覺	4-30
表 4-4. 登山客生活品質知覺與因子	4-31
表 4-5. 登山客之生活滿意度知覺	4-32

表 4-6. 登山客之壓力知覺	4-32
表 4-7. 旅遊幸福感、生活滿意度、壓力總分與登山客社經背景資料之 t 檢定與 ANOVA 分析	4-35
表 4-8. 生活品質因子與登山客社經背景資料之 t 檢定與 ANOVA 分析	4-36
表 4-9. 登山客參與程度與心理幸福感、生活品質因子、壓力知覺及生活滿意度之 t 檢定	4-37
表 4-10. 登山客旅遊幸福感、生活品質與生活滿意度相關分析	4-39
表 4-11. 心理幸福感、生活品質及壓力知覺對生活滿意度之強迫進入迴歸分析 ..	4-40
表 4-12. 心理幸福感、生活品質因子及壓力知覺對生活滿意度之逐步迴歸分析 ..	4-41
表 4-13. 生活品質心理因子問項對生活滿意度之強迫進入迴歸分析	4-42
表 4-14. 生活品質心理因子問項對生活滿意度之逐步迴歸分析	4-43
表 4-15. 心理幸福感對生活滿意度之強迫進入迴歸分析	4-44
表 4-16. 心理幸福感對生活滿意度之逐步迴歸分析	4-45
表 4-17. 生活品質社會關係因子問項對生活滿意度之強迫進入迴歸分析	4-45
表 4-18. 生活品質社會關係因子問項對生活滿意度之逐步迴歸分析	4-46
表 4-19. 雪山登山客心率變異相關指數、壓力知覺和壓力指數比較表	4-47

附錄

附錄 2-1. 雪山雪東線步道物候觀察植物清單	2-125
附錄 3-1. 自動相機 2014 年 3 月至 9 月拍攝到造訪廚餘堆的鳥類	3-35
附錄 3-2. 廚餘的任意丟棄將危害野生生物健康等海報宣導建議內容	3-38

雪山高山生態系生態健康指標調查

103 年研究計畫項目

計畫項目	主持人	服務機構/系所	職稱	計畫內容
子計畫 1	曾彥學	國立中興大學 森林學系	副教授	植物物候與植群動態
	曾喜育	國立中興大學 森林學系	副教授	
子計畫 2	孫元勳	國立屏東科技大學 野生動物保育所	教授	鳥類生態健康指標研究
子計畫 3	李介祿	國立中興大學 森林學系	助理教授	登山遊客生態旅遊健康 指標研究

雪山高山生態系生態健康指標調查

第一章 緒論

一、計畫緣由

工業革命以來，大氣中的 CO₂ 已由工業革命以前的 280 ppm 至 377 ppm，全球氣候發生著以變暖為主要特徵的變化。政府間氣候變化專門委員會(IPCC) 第 4 次評估報告指出，過去 100 年來全球氣候平均氣溫升了 0.74±0.18°C，並預測到 21 世紀末，全球平均氣溫將升高 1.8-4.0°C (Rosenzweig et al., 2007)。在 2013 年 9 月 27 日 IPCC 第 5 次評估報告針對全球與區域性氣候變遷科學之研究進行全面性的彙整與評估，第一工作小組(WG I)針對物理自然科學基礎提出新的氣候變遷證據，說明 2100 年大氣 CO₂ 濃度可能增加至 421ppm-936ppm；自 1950 年以來，全球每陸表面均溫呈線性上升，每 30 年皆比前 10 年更加溫暖，而近 10 年之全球海陸表面均溫較 130 年前升高 0.85°C，若繼續排放溫室氣體，本世紀末將可能升高至 4.8°C，極端天候事件如旱災、洪氾、熱浪與超級暴風雪等頻度驟增。然而，全球暖化所造成的異常劇變天氣及氣候變遷現象，已對於陸地生態系統產生影響，其中以高山生態系的反應最為顯著。

因為高山環境嚴苛，生物處於最低的生存條件上，對於環境因子如溫度(包括氣溫、土溫)、太陽輻射(包括光合作用有效輻射量、光週期、紫外輻射)、積雪、強風等氣候變化十分敏感，因此任何的微環境變化可能會對於生物多樣性與物種帶來劇烈的衝擊。因此研究高山生態系之族群生長、分布、群聚生態、養分循環、能量傳遞機制以及群落之功能性等，可作為氣候變遷的間接生物學和生態學證據。近年來世界各地之各類型長期生態研究站的紛紛設立，將多種生態調查如野生物、土壤、微生物、地質、地形、水文、微氣象、養分循環等因子，結合資料庫之應用、分析，藉以瞭解研究區域中生物族群在時間尺度及空間分佈的動態變化，並提供生態系在未來可能變化之推估。

雪山是臺灣高山生態系相當重要的研究區域，自武陵隨海拔梯度蜿蜒而上，植物社會主要以臺灣二葉松(*Pinus taiwanensis*)、高山櫟(*Quercus spinosa* var. *miyabei*)、臺灣鐵杉(*Tsuga chinensis*)、臺灣冷杉(*Abies kawakamii*)、玉山圓柏(*Juniperus squamata*)、玉山杜鵑(*Rhododendron pseudochrysanthum*)等溫帶針闊葉林、亞寒帶針葉林至雪山主峰。而部分受火燒干擾地區形成森林與玉山

箭竹(*Yushania niitakayamensis*)動態推移之森林界線。

雪山地區為臺灣研究高山生態系最重要的區域，然而本區因可及性較困難、高山氣候環境變化大等因素，相關研究資料相較其他地區較零散，且缺乏長期調查監測與資料整合，無法建立較完整之高山生態系資料庫以滿足經營管理所需之資訊，因此需進行有系統的生態監測研究，監測結果的整合分析有助於了解現況，評估本處對高山生態系之經營管理與棲地復育成效。本處自 2009 年起於雪山地區進行整合研究的先期調查，各項子計畫皆以高山生態系為研究主軸，許多基礎資料及生態系功能性實有持續累積及研究之必要。

本年度計畫在前期研究之基礎下，主要針對植物物候、植群動態、鳥類生態健康及登山遊客等種生物類群進行調查及監測，並對雪山高山氣象站及資料庫進行維護與資料持續收集，以期透過較長期的觀察，了解雪山地區各生物類群年際變化趨勢，提供探討在全球氣候變遷和人類活動對雪山地區生物群聚可能之影響，提供本處整體生態系經營管理對策及方案，落實國家公園經營管理政策目標。

二、計畫目標

本計畫「雪山高山生態系生態健康指標調查」為整合型計畫，強調各研究群或子計畫間的合作、研究資料的標準化與互通性，另配合「97 年至 100 年國家公園中程計畫」及「生物多樣性公約(COP7)保護區工作計畫」，達成以下之目標：

1. 雪山地區高山植物開花物候與氣候之關係。
2. 中大型哺乳動物族群與登山行為之探討。
3. 鳥類、中大型哺乳類群聚與季節變化之關係。
4. 瞭解雪霸國家公園雪山地區高山生態系開花物候、鳥類群聚與中大型哺乳大動物動態變化與氣候變遷關係。
5. 提供雪霸國家公園生態系相關研究成果作為高山生態系經營管理規劃參考。
6. 建立適用的生物監測項目及預警系統，以避免雪山地區生態系受到更大的衝擊。

本年度計畫各項研究具體目標及工作項目如下：

(一)植物物候與植群動態

1. 建立雪山高山生態系指標植物物候觀測模式；
2. 了解高山生態系玉山箭竹-高山芒草生地火後更新狀態；
3. 雪山高山生態系健康指標之初步擬訂與建立。

(二)鳥類生態健康指標

1. 建立三六九山莊酒紅朱雀等鳥類各項血液健檢值的標準，作為日後快速健檢的參考。
2. 了解三六九山莊登山客留下之廚餘對酒紅朱雀、阿里山鴿、金翼白眉的健康之影響程度。
3. 將研究成果納入遊客行為教育的素材。
4. 依據各鳥類受影響程度提出日後監測目標物種。

(三)登山遊客生態旅遊健康指標

1. 建立登山遊客身體與心理的健康指標。
2. 了解登山遊客生理與心理及參與程度的關係。
3. 擬訂登山遊客身體與心理健康指標，以及參與程度的關係。

三、研究地區概述

本計畫調查地點在雪山主峰沿線(如圖 3)，主要重點調查研究區域為 3,000 m 以上。雪山主峰沿線由登山口(2,150 m)，經七卡山莊(2,500 m)、哭坡(2,900 m)、雪山東峰(3,201 m)、三六九山莊(3,100 m)至雪山主峰(海拔 3,886 m)。研究區環境概況描述如下(圖 1)：

(一)地形、地質與土壤

由武陵農場至雪山主峰的水平距離約 8,000 m 內爬升近 2,000 m，沿線多條溪谷貫穿，多懸崖、峭壁、險坡等自然景緻，區內邊坡陡峻，岩層破碎，加以凍裂等高山風化作用盛行，易崩與既崩的高敏感邊坡甚為普遍。圈谷是研究區非常重要的地形景觀之一，雪山地區有多達 35 個圈谷，圈谷是一開向口下坡，背後為極陡上坡的圓弧地形，日本學者鹿野忠雄博士為臺灣高山冰河的最早發現者(楊建夫，1999)。其中 1 號圈谷為臺灣最大的圈谷，位於雪山主峰的東北面，為雪山主峰線必經之路。

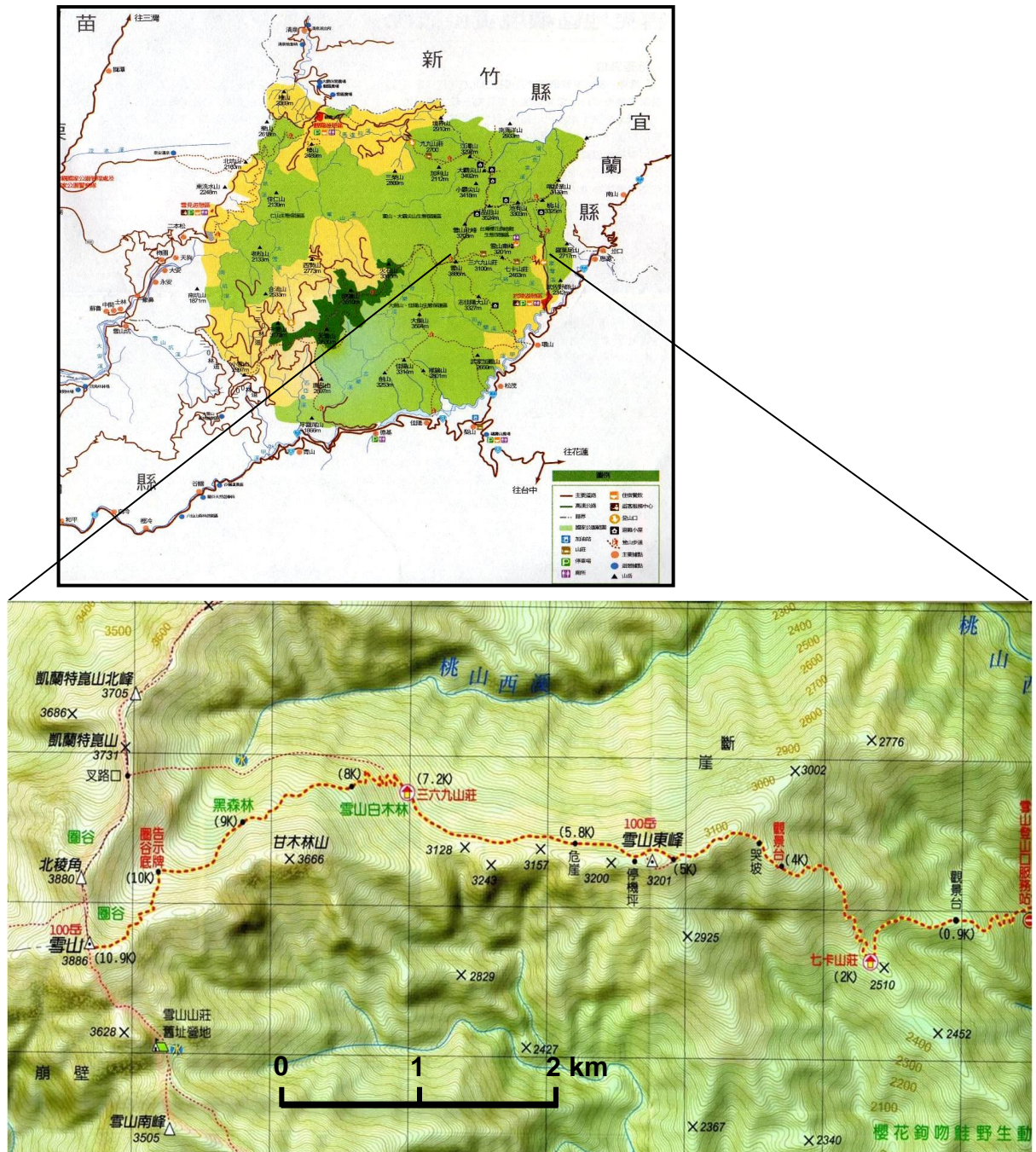


圖 1-1. 本計畫研究地區範圍圖。

研究區內的地質屬於中央山脈地質區的西部亞區中的雪山山脈帶，由第三紀的亞變質岩所組成，地質帶中以深灰色的硬頁岩和板岩為主(何春蓀, 1986)。高山土壤約可分成 2 種情況，在森林界限以上的地區，多為粘板岩風化而成的岩海地區，土壤淺薄，多為岩礫構成，而在森林地區或高山草原區，其土壤多以壤土、腐植土為主，其結合、含水量均適當，但在地形陡，表土層淺薄，多構成瘠土(應紹舜, 1976)。顏江河(2009)於七卡、哭坡、火燒地、黑森林與園

谷等 5 個地區土壤研究發現，土壤皆呈極酸性，土壤 pH 隨土層深度增加而增高之趨勢。土壤中有機碳越向下層含量越低。土壤有效磷隨土壤深度上升而下降且呈現明顯缺乏現象；土壤陽離子置換能量(C.E.C.)高，但置換性鈉、鈣、鎂很低。土壤含石率以哭坡箭竹草生地(16.01%)與圈谷(17.75%)最高，七卡土壤總含石率僅 2.33%。土壤總含根量以圈谷 0.27 kg/m^3 (40 cm 土深)最低，七卡土壤總含根量 1.63 kg/cm^3 最高，黑森林 1.16 kg/cm^3 次之，哭坡與火燒地幾乎一樣，各為 0.74 與 0.75 kg/cm^3 。

(二)氣候

雪山地區依陳正祥(1957)的臺灣氣候分類，研究區屬於寒帶重溼氣候(AC')，溫度低而溼度高，冬季有霧雪。此類又可分成 2 型：

- ①AC'_{1ra}'：冷而多溼，海拔 3,000 m 以上，僅只於玉山、雪山等山峰及其附近，冬寒，有積雪。
- ②AC'_{2ra}'：涼而多溼，全年不缺，分布海拔 2,000 m 以上。

2009 年依循群體計畫所設置之永久樣區而設置 4 處氣象站，氣象站設置地點之立地條件、站名及各項氣象資料如表 1-1。雪山山脈冬季均有積雪情形，以 2010 年雪山圈谷氣象站資料顯示最冷月為 1 月(月均溫 -0.11°C)，最熱月為 7 月(月均溫 9.02°C)，年均溫約為 4.84°C ，年降雨量為 2284.5mm (魏聰輝和林博雄，2011)。

(三)雪山主峰線山地植群帶

依 Su(1984)、邱清安(2006)海拔高度帶、植群帶與氣候帶之分類(表 1-1)，雪山主峰線植群可依海拔高度劃分成 3,600 m 以上的高山植群帶(Alpine vegetation)、3,100-3,600 m 的冷杉林帶(*Abies zone*)、2,500~3,100 m 的鐵杉雲杉林帶(*Tsuga-Picea zone*)與 1,800~2,500 m 的櫟林帶上層(Upper *Quercus zone*)。高山植群帶的分布範圍為圈谷，主要以玉山圓柏、玉山杜鵑為優勢(圖 1-2)，主要生活型為矮盤灌叢，灌叢間或下間雜有冬枯或常綠的玉山小蘗、玉山薔薇、高山艾(*Artemisia oligocarpa*)、玉山白珠樹(*Gaultheria itoana*)、玉山當歸(*Angelica morrisonicola*)、雪山翻白草(*Potentilla tugitakensis*)、羊茅(*Festuca ovina*)、曲芒髮草(*Deschampsia flexuosa*)等(呂金誠，1999；許俊凱等，2000 王偉等 2010)。

表 1-1. 雪山地區氣象站觀測項目資料及地文因素表

站名 站號	圈谷 SP1	黑森林 SP2	三六九 SP3	哭坡頂 SP4
X座標(TWD97)	273961	274386	275879	278180
Y座標(TWD97)	2698080	2698560	2698536	2698351
海拔高度	3,584 m	3,405 m	3,142 m	3,100 m
坡向	NE	NE	NEE	SEE
植被	玉山杜鵑 玉山圓柏	臺灣冷杉	林火跡地	玉山箭竹 高山芒草
地表狀態	礫石	土壤	土壤	碎石
表面層礫石比率	90%	<10%	30%	50%
出露土壤剖面	無	60 cm	60 cm	50 cm
月平均氣溫(°C)	4.5	5.2	7.2	8.4
最高月平均氣溫(°C)	8.4	9.5	11.3	13.0
最低月平均氣溫(°C)	-1.0	-0.8	1.4	2.4
濕度(%)	75.0	83.7	69.7	78.9
降雨量(mm)	2780.6	2,254.4	2,568.8	2,318.2
平均風速(ms ⁻¹)	3.9	0.6	1.0	1.8
最大風速(ms ⁻¹)	25.8	9.6	8.0	17.9
日射量(MJm ⁻² mon ⁻¹)	4,595.0	891.52	4,834.3	5,291.96
PAR(molm ⁻² mon ⁻¹)	9,300.4	1,704.62	9,673.2	10,644.3
氣壓(hP)	662.7	■	■	700.0
草溫(°C)	5.9	5.2	7.9	9.3
地溫5(°C)	5.8	■	8.1	■
地溫10(°C)	5.8	5.7	8.0	10.3
地溫20(°C)	5.8	5.7	8.2	10.3
地溫30(°C)	5.8	■	8.3	■
地溫50(°C)	5.8	■	8.2	■
土壤熱流量(MJm ⁻² mon ⁻¹)	-1.60	■	-1.20	■
土壤含水量10(m ³ m ⁻³)	0.28	0.30	70.9	0.30
土壤含水量20(m ³ m ⁻³)	0.23	0.30	75.3	0.20
土壤含水量30(m ³ m ⁻³)	0.19	■	■	■
降雪深(cm)	111.7	65.0	30.8	10.7
AT < 0 °C(days)	56.8	48.3	27.3	29.0

■未設儀器測量

冷杉林帶為臺灣冷杉最優勢，以黑森林最為典型，黑森林近圈谷附近有較多的玉山圓柏與臺灣冷杉混生，生活型為喬木型；林下優勢地被植物可大致分成 2 型，一型以玉山箭竹為近單一優勢地被，另一型為以苔蘚、蕨類、鬼督郵屬(*Ainsliaea*)、裂葉樓梯草(*Elatostema trilobulatum*)等較優勢，間雜臺灣茶藨子(*Ribes formosanum*)、玉山女貞(*Ligustrum morrisonense*)等灌木(歐辰雄、曾喜

育，2008)。冷杉林帶常因火燒造成玉山箭竹或高山芒優勢的草原景觀，此等草原植物社會與臺灣冷杉形成動態推移，並存有巒大花楸(*Sorbus randaiensis*)、褐毛柳(*Salix fulvopubescens* var. *fulvopubescens*)等小喬木組成之闊葉樹優勢之植物社會，下層數量較豐的灌木及草本組成尚有臺灣茶藨子、玉山小蘗、川上氏忍冬、高山芒、黃苑(*Senecio nemorensis*)、假繡線菊等。以上區域為本計畫主要重點調查研究範圍。

表 1-2. 雪山主峰沿線海拔植群帶分布表

雪山沿線 相對位置	Altitude zone 高度帶	Alt. (m) 海拔高度	Vegetation zone 植群帶	Dominant Taxa 優勢分類群	Tm(°C) 年均溫	Equivalent Climate 相當氣候帶
圍谷	Alpine 高山帶	>3,600	Alpine vegetation 高山植群帶	玉山圓柏 玉山杜鵑	<5	Subarctic 亞寒帶
東峰~黑森林	Subalpine 亞高山帶	3,100~3,600	<i>Abies</i> zone 冷杉林帶	臺灣冷杉 玉山箭竹 高山芒 臺灣鐵杉	5-8	Cold-temperate 冷溫帶
七卡~東峰		2,500~3,100	<i>Tsuga-Picea</i> zone 鐵杉雲杉林帶			
登山口~七卡	Upper montane 上層山地	1,800~2,500	Upper <i>Quercus</i> zone 櫟林帶上層	臺灣二葉松 高山櫟	8-11	Cool-temperate 涼溫帶
七家灣溪	中層山地	1,200~1,800	Under <i>Quercus</i> zone 櫟林帶下層	臺灣赤楊 新木薑子屬 臺灣黃杉 臺灣二葉松	11-14	Warm-temperate 暖溫帶

由登山口至雪山東峰屬於櫟林帶上層與鐵杉雲杉林帶，惟此區經火燒、早期伐木等干擾，以及後續造林等因素，步道沿線之原生林多已不復存在，天然林僅殘存於近溪谷、凹谷或陡峭之處。七卡山莊至東峰前屬鐵杉雲杉林帶，以臺灣鐵杉為優勢，林下高山櫟、高山新木薑子(*Neolitsea acuminatissima*)、雲葉(*Trochodendron aralioides*)等闊葉樹；哭坡到雪山東峰附近可見臺灣鐵杉與臺灣冷杉混生(呂金誠，1999；許俊凱等，2000；王偉等 2010)。雪山主峰沿線並未發現臺灣雲杉原始林，現存臺灣雲杉則為造林樹種，種植於步道兩旁的高山芒草地。高山芒為本區優勢的草生植群，其間雜有臺灣二葉松、紅毛杜鵑(*Rhododendron rubropilosum* var. *rubropilosum*)等入侵形成疏林景緻。造林地樹種多以臺灣二葉松為主，高山櫟、玉山假沙梨(*Photinia niitakayamensis*)、南燭(*Lyonia ovalifolia* var. *ovalifolia*)、臺灣馬醉木(*Pieris taiwanensis*)等喬木或灌木，近七卡山莊附近則有紅檜(*Chamaecyparis formosensis*)造林地(曾喜育和蔡尚惠，2009)。

登山口至七卡山莊以臺灣二葉松、臺灣赤楊(*Alnus formosana*)、福州杉(*Cunninghamia lanceolata*)、臺灣雲杉等造林地，或火燒後以臺灣二葉松與臺灣赤楊為優勢之植物社會。林下優勢灌木及草本植物以玉山假沙梨、紅毛杜鵑、志佳陽杜鵑(*Rhododendron noriakianum*)、高山芒、巒大蕨等。山凹溪谷地以臺灣灰木(*Symplocos formosana*)、高山新木薑子為優勢，伴生有雲葉、尖葉槭(*Acer kawakamii*)、狹葉高山櫟等，林下有高山芒、臺灣瘤足蕨(*Plagiogyria formosana*)等植物(王偉等 2010)。

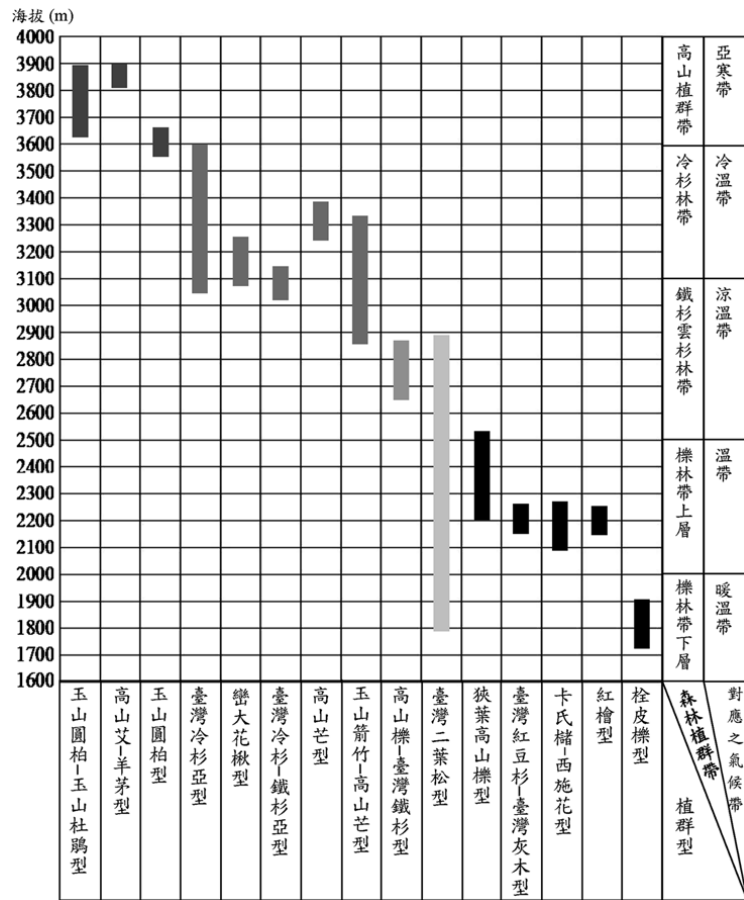


圖 1-2. 雪山主峰線植物社會海拔垂直分布與植被帶、氣候帶關係圖 (王偉等 2010)。

第二章 植物物候與植群動態

曾彥學、曾喜育、王偉、郭礎嘉、湯冠臻、劉思謙

中興大學森林學系、中興大學生命科學系

摘要

關鍵詞：雪山、高山生態系、植物物候、植群動態、火燒

一、研究緣起與背景

高山是一個較為特殊的生態系，其提供給當地物種的生育地環境較低海拔地區來的嚴苛，如低溫、高輻射及降雪等等，成為物種在生長過程中的限制因子。全球暖化已對高山植物之生存環境造成威脅，平均溫度的提升，生存於高海拔的物種無處可退，勢必要改變生存策略。開花物候是植物繁殖生活史中最重要的一環，直接影響授粉成功率，亦影響後續成果率、種子散播率，因此本研究針對開花物候部分觀察，提供生態學術研究基礎資料，如綜合氣候變化進一步研究、探討，得知物種的生存策略，對於未來的物種資源保育可提供相當重要的資訊；另一方面雪山地區特殊的環境棲地孕育許多珍貴稀有植物，藉本研究定期觀察，對特殊物種分布更加了解，高山花草以花色鮮艷奪目聞名，春夏月分開花物種各具特色，亦提供雪霸國家公園作為遊憩賞花的資訊。

火燒是生態系重要的生態因子，是高山生態系森林與灌叢、草原植物社會相鑲形成的主要因子，造就高山棲地的多樣性。雪山三六九山莊附近灌叢草生地於2008年12月18日發生火燒後，經近6年的演替更新，大致達到一相對穩定狀態；然2014年1月20日因用火不慎致使相同地點再次發生火燒。火燒週期長短對生態系養分循環有重要的影響，而在短週期火燒情況下，對雪山高山生態系灌叢草生地的物種生存、更新演替、生態系健康等的影響需更進一步探討。

二、研究方法與過程

本研究於雪霸國家公園境內之雪山主峰線步道，自雪山登山口起(海拔2,140 m)至雪山主峰(海拔3,886 m)，進行種子植物開花觀察，步道沿線依海拔及植相林型分為5植群帶，觀察各月分之開花物種，進一步分析物種特性、環境與花期間之關係。三六九山莊附近灌叢草生地於2008年12月18日因用火不慎

發生火燒，本研究於火燒跡地設置71個長期調查樣區，自2009年至2013年完成第一階段調查分析，並於2013年完成樣區維護。因研究區於2014年1月20日遊客用火不慎發生火燒，重新針對焚毀之長期樣區進行維護，並進行各樣區調查，以探討比較不同火燒週期對高山生態系灌叢草生地之物種更新、植生演替等狀態，以期提供了解不同火燒週期火燒對雪山高山生態系健康的影響。

三、重要發現

1. 2014年2-11月雪山地區物候譜調查結果顯示，203種調查的開花植物中，山胡椒等46種植物的花期長度不及1個月，屬於短花期植物；此類短花期植物在春季有11種；夏季有28種；秋季有玉山肺形草、小木通等6種。研究區花期長度最長的植物是臺灣馬醉木，於10個月調查期間皆可發現其開花植株，而阿里山龍膽的花期長度達9個月。於春季3-5月開花的植物70種；夏季6-8月開花的植物有163種，秋季9-11月開花的植物有93種。
2. 比較2014年2-11月雪山主峰線步道沿線不同植群帶之開花物種數發現，櫟林帶調查到86種開花，鐵杉雲杉林帶有79種開花，冷杉林帶有122種，高山植群帶最少(58種)，大致上有隨海拔升高而開花物種數減少的趨勢；此現象反映在隨海拔升高，溫度與熱量累積相對較緩慢，對於大多需要足夠熱量才能開花的高山植物而言，植物開花的物種數將隨海拔升高而遞減。
3. 冷杉林帶的開花物種數高於較低海拔的鐵杉雲杉林帶的原因，可能在於雪山雪東線步道位於冷杉林帶的距離較長、加上生育地環境變化較多樣，植物種類分布相對較多，加上雪東線步道在冷杉林帶常位於嶺線上，接受陽光及熱量較鐵杉雲杉林帶高等因素所致。
4. 櫟林帶因臺灣馬蘭開始於在11月並結束於2月，因此研究區櫟林帶全年都有植物開花；鐵杉雲杉林帶的植物開花大致啟始於2月，冷杉林帶植物開花啟始於3月，海拔最高的高山植群帶則於4月開始有植物開花，反映出雪山雪東線步道各植群帶之植物開花時序變化依海拔升高呈現延遲現象，此種植物隨海拔上升開花時間遞延現象主要與氣溫(熱量)有關。就不同植群帶之逐月開花物種數高峰比較發現，開花物種高峰期發生的時間有隨海拔(植群帶)而往後延的趨勢。不同年度的逐月開花高峰期亦有所差異，年際間的逐月開花物種數變化可能反應在年際的氣候差異。
5. 本研究將2014年2-11月開花物候調查的203種植物依其分布之植群帶劃分，玉山小米草、玉山石竹、高山白珠樹、細川氏薊等4種分布4個植群帶；一

枝黃花等28種植物橫跨3種海拔，臺灣馬醉木等76種植物分布2種海拔。2014年2-11月雪山雪東線植物於不同植群帶開花現象，結果顯示植物在不同植群帶的盛花期的時序變化大，部分種類沿海拔升高而開花有延遲現象，例如高山白珠樹、阿里山龍膽、狗筋蔓、咬人貓等植物沿海拔升高有較早開花現象，而刺柏等植物開花與植群帶較沒有明顯關係。

6. 比較雪山雪東線步道2012-2014年3年間3-11月的開花物候種數月變化圖發現，2014年與2012年的全年開花種數月變趨勢較接近。3年度雪山主峰線步道之逐月開花物種數與其對應年之月均溫皆呈現顯著相關，與降雨相關性較不顯著，與大多數高山或高海拔地區之物候研究相同。本研究2012-2014年3-11月開花物候觀察發現，超過75%的種數年際間開花時序呈現差異。由盛花期植物的起始時間早晚，可反應出2013年與2012、2014年在氣候環境的差異。
7. 由雪山主峰線步道沿線之2012-2014年結實物候逐月種數變化圖可發現，2012年與2014年的結實物候逐月種數高峰期發生在8-10月，2013年發生在9-10月。不同植群的結果物種高峰期發生時間在不同年度中變化大，大致上2012年與2014年的趨勢相近。高山植群帶的結果物種高峰期發生在9-10月，冷杉林帶與鐵杉雲杉林帶發生在8-10月，而櫟林帶在不同年際間變異大。
8. 三六九山莊草生地之地表火為一個低強度之火燒，其對於物種多樣性的主要作用有二：一方面在短期間內抑制少數優勢物種(此類物種多具萌蘗特性)，使其他較低矮的萌蘗性植物得以不再被壓迫；另一是低強度火燒有助增加新的生育地，其他利用種子等散殖體作為繁殖的物種可以有機會進入生育地內。
9. 雪山地區三六九山莊附近草生地之物種已漸漸增加達一穩定水平，物種再進入樣區的時期主要跟期更新方式、生存芽的機制有關。不同時期之物種組成結構，亦受到季節先進入物種的特性，而有所差異，因此配適的模型選擇也有些微不同。各豐度模型配適各時期之資料結果，生態位優勢模型與Zipf-Mandelbrot模型適用大多數的時期，與玉山箭竹快速拓張其覆蓋面積有關，斷棍模型於研究區域之組成以普遍種較多之情況有較好的擬合，常態對數模型則在物種豐富度高的兩個時期有較好的表現。
10. 隨著火後時間增加，植物功能群組成亦隨之變化。常綠植物比例在火後2個月達最高，在火後4月最低；在4月之後，隨著火後時間增加，常綠植物的

比例亦增加。多年生萌蘗型的物種在2009年4月最高，然隨著火後時間增加而逐漸遞減；反之，以種子或散殖體拓殖的多年生補充者則是在4月之後隨火後時間增加而逐漸增加。

四、主要建議事項

根據本研究於雪山地區植物物候及植群動態調查，可做成立即可行及長期建議事項，分述如下：

(一)立即可行建議

主辦機關：雪霸國家公園管理處

協辦機關：國立中興大學森林學系

建議事項：

1. 經過植物物候之調查，可提供雪霸國家公園製做生態旅遊相關摺頁，建立雪山雪東線步道每月開花植物物候譜，除可使民眾更貼近的欣賞雪山之美，並達到保護自然資源之教育功能。
2. 亞高山生態系之草生地的優勢組成多具冬枯特性，加上冬季較為乾燥，應加強提醒登山民眾用火安全。

(二)長期建議

主辦機關：雪霸國家公園管理處

協辦機關：國立中興大學森林學系

建議事項：

1. 植物物候為植物適應環境的反應，隨環境溫度、水分、植物光週期等影響而變化；物候能提供多面向的重要資料，若能長期監測植物物候變化，有助於深入了解臺灣高山地區生態系和環境、氣候間之變異關係。本研究建議以玉山杜鵑、玉山櫻草等植物作為監測指標。
2. 雪霸國家公園為高山型國家公園，雪山氣象站之資料不僅對遊客登山活動具重要訊息，其對於臺灣高山氣象特性研究，生態分析之背景環境資料等，具不可取代之地位。建議管理處與中央氣象局合作，架置永久性長期監測之氣象站。

Abstract

【key words】Mt. Shei, alpine ecosystem, plant phenology, vegetation dynamic, fire

In alpine area which is a particular ecosystem provide an extreme environment conditions to plants and animals. For instance, alpine areas have low temperature, high ultraviolet radiation and snow which are more restricted than low elevation areas. Climate changes have become a mainstream to discussion, especially the impact on global warming. Due to the average temperature ascent effects on ecosystem in general, the alpine vegetation is under serious threaten. The alpine plants are bound to change their strategy of survival. Vegetation in the alpine zone exhibits a characteristic adaptation to the environment. And the phenology of alpine species is a way to research historic, current climate changes and repercussion. We observed plants to understanding when species grow in bud, tender, mature and falling and the mechanism of breeding. We had surveyed recorded 181 species in the phenology of seed plant from trailhead (alt. 2,140 m) to mountain peak (alt. 3,886 m) at Mt. Shei.

Fire is the main interference of subalpine which effect distribution of forests and grasslands. The grassland near 369 lodeg fired on December 18, 2008 in Syue Mountain. The burned area is nearly 20 ha. This study is monitoring restoration of grassland habitat after burning and seasonal change of dominant, the status and follow-up regeneration of seedlings of forest edge, the relationship between vegetation coverage and small rodents at the burned area. This information will establish a subalpine ecosystem of the region after the fire of the basic information for the operation and management of fire. We set 36 systematic sample plots and 36 random sample plots.

In this study, we combined the climate changes to analyze and discussion about the trend of plant phenology and the effects of fire on subalpine grassland. The strategy of alpine species existence may give some information between alpine ecosystem and the environment of climate changes to preserve these alpine species resource in further. The survey could be establish the subalpine ecosystem of Mt. Shei after the fire of the basic information for the operation and management of fire.

一、前言

國家公園設置的目標在於透過有效的經營管理與保育措施，以維護國家公園特殊的自然環境與生物多樣性。因此，管理單位明確地掌握與瞭解園區內環境與生物多樣性之狀況與變化，針對可能威脅園區內環境與生物多樣性健全之因素，加以妥善地因應與處理，同時監測與評估經營管理的成效，對於達成國家公園設置的目標至為重要。

臺灣地區的國家公園是依據《國家公園法》第 1 條、第 6 條規定所設立，特別是第 1 條中明定「為保護國家特有之自然風景、野生物及史蹟，並供國民之育樂及研究」，因此國家公園的 3 大主要目標—保育、育樂、研究，意義分別是：

1. 保育：永續保存園區內之自然生態系、野生物種、自然景觀、地形地質、人文史蹟，以供國民及後世子孫所共享，並增進國土保安與水土涵養，確保生活環境品質。
2. 育樂：在不違反保育目標下，選擇園區內景觀優美、足以啟發智識及陶冶國民性情之地區，提供自然教育及觀景遊憩活動，以培養國民欣賞自然、愛護自然之情操，進而建立環境倫理。
3. 研究：國家公園具有最豐富之生態資源，宛如戶外自然博物館，可提供自然科學研究及環境教育，以增進國民對自然及人文資產之瞭解。

因此，深究其資源特色與管理方式，國家公園則是具備 4 項功能(內政部營建署，2007)：

- (1)提供保護性的自然環境。
- (2)保存物種及遺傳基因。
- (3)提供國民遊憩及繁榮地方經濟。
- (4)促進學術研究及環境教育。

其中，隨著人類對自然環境開發、活動日益頻繁，所造成之全球暖化等氣候變遷現象已對陸地生態系統產生若干影響，其中以高山生態系的反應最為顯著。由於高山地區之環境因子較中低海拔地區嚴峻，物種組成單純，對於氣候變化十分敏感；因此，研究高山生態系之族群生長、分布、群聚生態及群落功能性等，可作為氣候變遷的間接生物學和生態學證據。

全球氣候變遷中最令人注目的即為溫室效應(greenhouse effect)，在平均溫度不斷升高的環境下，許多物種面臨生存的危機，有些物種得以藉由逐漸遷移至較高海拔或高緯度的地方，來逃離環境暖化的威脅，亦有些較不幸的物種沒有適宜的應對機制，只得漸趨向滅絕。為此許多科學家不停的進行相關研究，可望能更加了解溫室效應為環境所帶來的衝擊並提出應變措施。今年度計畫主要於建立種子植物物候之相關資料。

物候(phenology)又稱生物氣候，為自然界動植物與環境條件週期變化之間相互關係，舉凡候鳥遷徙、動物冬眠及植物開花等現象與氣候之關係，亦為自然界非生物變化(如初霜、解凍等)與季節氣候的關係。植物的物候為植物在一年生長過程中，隨氣候季節性變化而發生萌芽、展葉、開花、結實及落葉等規律性變化的現象(陸佩玲等，2006)。生物生活史的規律變化與環境息息相關，尤其受到溫度與降水所影響(王連喜等，2010)；因此，環境變異造成的物候變化可以成為觀察歷史氣候記錄的重要指標，尤其是全球氣候變遷及暖化的研究議題。

高山地區是一個較為特殊的生態系，其提供給當地物種的生育地環境較低海拔地區來的嚴苛，如低溫、高輻射及降雪等等，皆為物種在生長過程中的限制因子。全球暖化已對高山植物之生存環境造成威脅，平均溫度的提升，生存於高海拔的物種無處可退，勢必要改變生存策略。因此，藉由物候之觀察，了解物種的展葉、落葉、花開、花謝、結實、落果等生長及繁殖機制，並綜合氣候變化進一步研究、探討，得知物種的生存策略，對於未來的物種資源保育可提供相當重要的資訊。

全球各類型陸地生態系中以高山生態系(alpine ecosystem; high mountain ecosystem)最能明顯地反映出氣候變遷之影響，其環境主要由低溫、強度太陽輻射、強風等氣象因子造成，與極地生態環境類似(Körner, 2003)。因此學者在使用高山生態系名詞時，除“high mountain ecosystem”，亦使用“alpine ecosystem”一詞(Körner, 2003)。“alpine”字義源自於阿爾卑斯山脈(Alps)，現多使用在高緯度及高海拔地區中，受長期穩定氣候影響下，從山區鬱閉森林(montane closed forest)上限到永久冰雪帶地區(nival belt)推移帶(ecotone)(Körner, 2003; Holtmeier, 2003)。

臺灣 3,000 m 以上的高山地區，特有種植物比例將近 50%，且多為冰河子遺物種(Hsieh, 2003)。雪山地區是臺灣頗具代表性的高山生態系，至今仍保存著極為完整之自然資源，在嚴苛氣候條件下孕育著不同的植物社會，動、植物資源迥異於其它生態系，自 1932 年鹿野忠雄公開發表臺灣第一篇高山冰河論文後，雪山一直是許多研究學者所關注之區域，極需進行調查及長期監測(楊建夫，2006)。雪山高山生態系的生活型譜反映在植群形相與結構組成的分化，海拔 3,000 m 以上地區主要由 3 種植物社會組成，一是以臺灣冷杉(*Abies kawakamii*)為優勢之森林植物社會，伴生玉山圓柏(*Juniperus squamata*)、玉山杜鵑(*Rhododendron pseudochrysanthum*)、巒大花楸(*Sorbus randaiensis*)等喬木；其二是分布在臺灣冷杉林之上的玉山圓柏與玉山杜鵑為優勢的灌叢植物社會；其三是主要分布在嶺線上，鑲嵌在臺灣冷杉林間，由玉山箭竹(*Yushania niitakayamensis*)與高山芒(*Miscanthus transmorrisonensis*)組成的灌叢草本植物社會(呂金誠，1999；歐辰雄等，2006、2007；邱清安，2006)。其中玉山箭竹、高山芒之灌叢草生地和臺灣冷杉林，因火燒干擾常形成明顯推移帶(ecotone)，兩個植物社會形成競爭的動態推移。

高山生態系植群常見之干擾有火燒、雪崩、放牧行為、人類活動等，對生態系的影響依其強度有不同結果。在臺灣高山地區，多為火燒因子影響高山生態系演替的進行。嚴重的火燒會破壞當地環境，使其演替階段回至較初期的型態，然而輕微的火燒可加速地上部養分回歸土壤、對苗木下種更新、病蟲害控制、野生動物食物來源等皆有不同助益。雪山地區三六九山莊附近草生地，於 2008 年 12 月 18 日晚上發生火燒，至 19 日下午 4 時熄滅，延燒面積約 20 ha，其中草生地占近 19 ha，臺灣冷杉森林約 1 ha，為 10 年來同地區第 2 次火燒。本研究調查火後草生地之植被恢復狀況及優勢物種之季節性變化、林緣苗木之現況及後續之更新情形及植生覆蓋度與小型嚙齒類之關係，以建立雪山地區火後生態系之基礎資訊，供火燒後經營管理及決策之參考。

二、前人研究

(一) 雪山植物開花物候調查

物候現象不僅是生物對自然季節變化的行為表現，亦顯示出生態系統對全球環境變遷的反映與適應，被視為大自然的語言(竺可楨、宛敏渭，1973)和全球氣候變化的診斷指紋(fingerprints)(Root et al., 2003)。植物物候(plant phenology)是指植物受氣候及其他環境因子的影響而出現周期性的自然現象，包括植物的發芽、展葉、開花、結果、葉變色及落葉等，是植物長期適應季節性變化環境而形成的生長發育節律。物候學(phenology)是研究受環境因素影響，特別是受氣溫等氣象和氣候條件變化影響的動、植物周期性變等生物學現象的學科(Schwartz, 2003)。植物的物候學(phenology)和其生長速率(Taylor, 1974)、養分轉移(Sosebee and Wiebe 1973)、熱能需求(Nuttonson, 1955)及演化(Kikuzawa, 1995)等皆有所關聯，為研究生物之生活週期與其周圍環境，尤其是和氣候間關係的科學(Nautiyal et al., 2001)。植物隨著季節推移而展現週期性變化，且配合生育環境的變遷，產生物候現象(劉崇瑞和蘇鴻傑，1983)。因此物候是植物適應氣候和天氣規律的結果，物候觀測可以了解植物生長、發育及繁殖過程中形態變化和氣候及環境間的相互關係(Shen, 2000; 黃信源，2007)。

植物物候能及時反映陸地生態系統對氣候變化的動態適應過程，其現象可作為氣候變化的生態指標(ecological indicators)(Walther et al., 2002; Root et al., 2003; Rosenzweig et al., 2007; Moresette et al., 2009; 張學霞等，2004; 李小豔等，2009; 李向前等，2011; 潘振彰，2012; 曾彥學、曾喜育，2013); 反過來說，氣候變化可以透過植物物候的年變化(如展落葉、開花時間)等來監測(Rotzer et al., 2000); 而物候變化是全球氣候變遷最重要而直接的獨立證據，致使物候學近年來逐漸被重視(Walther et al., 2002; Root et al., 2003; Rosenzweig et al., 2007; Cleland et al., 2009)。

升溫會加速物候啟始，使植物春季物候期提前，秋季物候推遲(Sparks et al., 1997; 徐雨晴等，2005; 裴順祥等，2011; 廖雪萍等，2012)。Walther et al. (2002)近 30 年來的氣候暖化對植物物候、植物沿緯度及海拔的分布變化，以

及植物間相互作用等關係有明顯的影響，這些影響反映在生態系統對氣候變化的反應與適應方式。Root et al. (2003)彙整 143 項的研究結果發現，植物物候變化與近期的氣候變暖有密切關係，自然物候在全球氣候變化及未來氣候預測等研究中可提供有用的資訊。政府間氣候變化專門委員會(IPCC)第 4 次評估報告第二工作組報告引用歐盟科學技術合作計畫(COST725)物候項目研究結論(Rosenzweig et al., 2007)，整合分析 1971-2000 年 30 年間的物候發現，約 78%的樣本展葉、開花和果熟有明顯提前趨勢，但秋季葉變色和落葉有延後現象，植物物候敏感反應在前月溫度變化，升溫 1°C 將導致春、夏季物候期大致提前 2.5 天。

大多數物候研究結果顯示，植物物候變化主要受到氣溫影響(Walther et al. 2002 ; Root et al., 2003; Aono et al., 2008; Ghelardini et al., 2010; Kreyling, 2010; Toledo et al., 2011)，但 Körner and Basler(2010)觀察水青岡屬(*Fagus*)植物發現，部分水青岡屬種類物候期主要受到光周期影響，溫度只有在植物滿足臨界日照長度後對植物生長才能進行調節，並認為把物候期長度與溫度進行簡單的線性相關分析是不科學的。植物物候除了受到本身的遺傳組成影響，亦隨著生育地中的光週期(photoperiod)、水分供應的多寡及溫度變化等環境因子而改變(劉崇瑞和蘇鴻傑，1983)。物種在進化的過程中，會逐漸利用光週期的變化，使得其生長期不會發生或持續到對本身新生組織會造成傷害的時期，到冬季後期，光週期對植物的限制也會逐漸減少，取而代之的是熱量的多寡，成為影響植物生長的主要因素(Körner, 2003)。Ramet *al.*(1988)在喜馬拉雅山中南部地區(3,250-4,200m)的研究中發現，植物生長季的開始與春季的氣溫密切相關，而在生長季末期，控制生長季結束的主要因素是為光週期，其次才為溫度(Körner, 2003)。在高山生態系中，有一群具有休眠機制的物種，如百合科(Liliaceae)的百合屬(*Lilium*)、鹿藥屬(*Maianthemum*)、續斷科(*Dipsacaceae*)的山蘿蔔屬(*Scabiosa*)等，這些物種為打破休眠，會對溫度更加敏感，其生長季的調控主要取決於降雪出現的規律性(Körner, 2003)。

植物的開花時期則受到環境條件嚴格的控管，溫度和光週期為主要的影響因子(Körner, 2003)。高山生態系的生育地環境，給予植物生長的限制因子較多，如冬季的低溫、降雪，不僅影響植物的營養生長季，亦影響了植物的

繁殖生長季(花季)。可藉此劃分成3種開花時期(Körner, 2003)：

- (1)早期開花型：在積雪融化或土壤開始解凍的時候開花(如部分薹屬*Carex*和地楊梅屬*Luzula*的植物)。
- (2)中期開花型：在生長季的高峰期開花(如部分早熟禾屬*Poa*的植物)。
- (3)晚期開花型：在生長季快結束時開花(如部分蓼屬*Polygonum*的植物)。

高海拔與高緯度生態系統對溫度升高的反應可能更加敏感而迅速(Grabherr et al., 1994; Pauli et al., 1996; Suzuki and Kudo, 1997)。在極地與高山地區，低溫和短暫生長季是植物生長發育的兩個重要限制因子。升溫可能延長植物生長季，刺激高山地區物種營養生長；植物提早展葉可能有利於資源利用，隨葉片的展開，淨光合作用速率隨之增加，有利於乾物質累積與植物生長(Suzuki and Kudo, 1997; Loik et al., 2000; Wada et al., 2002；徐振鋒等，2009)。在高山地區，受到低溫及短暫生長季節影響，植群之物種組成開花多集中在夏季較溫暖的季節，開花時序多呈單峰分布(海放南-邦卡兒，2007；李向前等，2009；曾彥學、曾喜育，2013a; 2013b)。受到海拔上升、溫度遞減的影響，對大多數廣泛分布的植物而言，愈高海拔將愈晚開花，花期持續長度亦較短(曾彥學、曾喜育，2013a; 2013b)。

開花物候不僅是植物重要生活史特徵之一，亦是植物繁殖生態學研究的重要領域(Fenner, 1998)。開花物候研究一般涉及植物開花時間、開花峰值期和開花持續時間等(劉志民等，2006)。物種間的開花時間、開花峰值期和開花持續時間的差異會影響植物社會的組成、結構、功能和多樣性(Fenner, 1998; Bawa et al., 2003; 劉志民等，2006)；植物社會物種組成間的開花時序與模式特性是生態學研究的重點之一(Kochmer and Handel, 1986; Inouye et al., 2003)；開花物候是植物重要的適合度因子，其特性反應在植物社會的動態結構，影響植群的發展(Sherry et al., 2007)，不同物種間的盛花期與花期持續時間影響決定植物社會的整體開花物候模式(Bawa et al., 2003)。

劉崇瑞和蘇鴻傑(1983)探究垂直高度分層對生育地因子的影響，顯示不同高度層次在光量部分顯著差異，溫度、濕度、光量等環境因子亦有所差異。海拔梯度涵蓋許多環境因子，植物物候沿海拔梯度有序列性變化。高海拔地

區不同植物生長型有不同的花期高峰，海放南-邦卡兒(2007)研究玉山國家公園塔塔加區域植物物候，研究結果顯示，草本植物開花高峰期在夏季，木本植物開花期較不集中，以 5 月和 8 月之開花物種數較多，且不同坡向所受到的光照多寡會影響植物開花之物種數。呂理昌(1990)於玉山國家公園從塔塔加至玉山主峰，就同一物種不同的海拔分佈做物候觀察，結果顯示隨海拔的升高開花期會延遲半個月至 1 個月，例如早田氏草莓(*Fragaria hayatai*)分佈海拔 2,600-3,800m，於同時調查時塔塔加(2,600m)已結紅果，但排雲山莊(3,500m)只有開花現象。張又敏(2006)研究金毛杜鵑(*Rhododendron oldhamii*)之開花模式，其觀察標本發現中部地區全年有植株開花，花期主要為 7-10 月的夏末秋初，隨著海拔上升，盛花期由 2-5 月轉移至 7-10 月。

溫英杰等(2008)研究阿里山山櫻(*Prunus transarisanensis*)遺傳多樣性，觀察 1 份霧社櫻與 14 份阿里山山櫻之開花期，材料採自塔山(海拔 2,200 m)、志良(海拔 2,000 m)、武陵農場(海拔 1,800 m)及思源啞口(海拔 2,100 m)，結果顯示阿里山山櫻開花期會隨著海拔上升而延後。Sandring *et al.*(2007)研究筷子芥屬(*Arabidopsis*)植物於高山和低地不同生育地的花候現象，樣區分別設置於挪威(Norway)Spiterstulen 樹木界線以上(61°38'N 8°24'E，海拔 1,106 m)，及瑞典(Sweden)Stubbsand 波希尼亞灣礫石岸(63°58' 18'17'，海拔 0 m)，結果顯示 2000-2002 年間高山較低地族群花期開始時間相差不大，結束時間較延遲。潘振彰等(2013)調查雪山地區玉山鵑的展葉與開花時間發現，玉山杜鵑的展葉與開花隨著海拔升高有顯著較晚的趨勢，可能反映較高海拔的平均溫度較低，熱量累積需較長時間所致。

然而，溫度高低與其變化狀態依不同植物物候影響不同，曾彥學、曾喜育(2013)調查 2012-2013 年雪山高山植物物候發現，在冬季氣溫升高的情況下，少數種類開花會提前，有些不會改變，但約一半的種類會延後。冬季氣溫偏高常不利於打破冬季的芽休眠，反而使開花期延遲，較冷的冬溫則有利於打破冬季休眠(張福春，1995)；但有些種類在冬季氣溫升高的情況下，植物開花期有提前的現象(Sparks and Carey, 1995; Sparks *et al.*, 1997)；有些植物則沒有差異(Myking, 1997)。

(二) 三六九山莊玉山箭竹草生灌叢火後動態研究

曾喜育和蔡尚惠(2009)研究指出，雪山高山生態系的生活型譜反映在植群形相與結構組成的分化。雪山地區 3,000 m 以上主要由 3 種形相鮮明的植物社會組成，一是以臺灣冷杉為優勢之森林植物社會，伴生玉山圓柏、玉山杜鵑、巒大花楸等喬木；其二是在分布在臺灣冷杉林之上的玉山圓柏與玉山杜鵑為優勢的灌叢植物社會；其三是主要分布在嶺線上，鑲嵌在臺灣冷杉林間，由玉山箭竹與高山芒組成的灌叢草本植物社會(呂金誠, 1999; 歐辰雄等, 2006、2007; 邱清安, 2006; 曾喜育和蔡尚惠, 2010)。其中玉山箭竹、高山芒之灌叢草生地和臺灣冷杉林間常形成明顯推移帶(ecotone)，兩個植物社會形成競爭的動態推移。

柳楮(1963)針對小雪山高山草原生態的研究中，推論火燒為臺灣高山草原形成之主要因素。劉業經等(1984)研究指出，玉山箭竹草生地之形成，係因火燒所造成，且玉山箭竹與臺灣冷杉之間有明顯的推移帶存在。Cierjacks *et al.* (2008)亦認為火燒是樹限下方高山熱帶林鑲嵌分布之主因，火燒導致成熟木及苗木大量死亡，造成其於分布範圍內之不連續分布。賴國祥和陳明義(1992)指出亞高山地區火燒後植物之恢復以原有之種類占較大優勢，火燒後 19 個月覆蓋度可達 85%。林永發和邱清安(2002)的調查發現，雪山東峰灌叢草生地火燒後第 4 個月植生覆蓋達 53.6%，第 6 個月覆蓋 86.1%，第 21 個月達到 98.2%。賴國祥和王志強(2009)針對三六九山莊草生地火燒後研究發現，火燒後調查出現於樣區的種數，火燒後 2 月、4 月皆為 15 種，火燒後 9 月增至 31 種；總覆蓋度由火燒後 2 月之 3.4% 增至火燒後 9 月的 34.9%。2 月以玉山箭竹、假石松(*Lycopodium pseudoclavatum*)及高山白珠樹(*Gaultheria itoana*)為主。4 月則以玉山箭竹、高山芒、一枝黃花(*Solidago decurrens*)及臺灣藜蘆(*Veratrum formosanum*)為優勢物種。9 月以高山芒為最優勢物種，其次為玉山箭竹、臺灣藜蘆、假繡線菊(*Spiraea hayatana*)及一枝黃花，皆為具地下部萌蘖能力之物種。

Zimmermann *et al.* (2008)指出苗木重建之 4 項主要影響因子為火燒、競爭者、溼度及種子活性；Bader *et al.* (2007)則認為森林向林限擴展之能力可能受限於低溫、過量的幅射、競爭、土壤性質、散布能力及火燒，並指出遮陰為

大多數苗木生長存活之重要因素。Germino *et al.* (2002)亦指出苗木之存活率除了時間(當時的氣候環境)及空間(方位、微立地狀況等)模式之影響外，若曝露於強光下，將加重低溫及缺水之壓力，限制其在高山地區樹限之苗木重建。Kemball *et al.* (2006)探討不同火燒程度苗床之種子發芽及存活率後指出，火燒嚴重之礦質土苗床發芽率最差，但經過一個生長季後其存活率較高，可是其高的存活率並無超越低發芽率，另不同樹種其適合之苗床亦稍有差異。Eshel *et al.* (2000)火燒後種子之發芽可能受灰燼產生之高 pH 值所抑制。Kalamees *et al.* (2005)則指出 *Pinus patens* 於火燒過及早期演替階段之立地其發芽及苗木建立有增加現象。

賴國祥(2005)指出臺灣二葉松林發生火燒後，更新狀況需視火燒強度而定，一般中高強度火燒，若種原足夠，於亞高山地區 7-8 年即可完成更新，但若發生較高強度之火燒，更新完成時間將超過 10 年；天然更新苗木雖於火後即有發生，但大發生似乎於火後 2-3 年才出現；林外草生地因其乾旱的棲地型態(地表枯枝落葉之含水率不高)及燃料排列方式，一經點燃，燃燒迅速，地表植生常燃燒殆盡，然由於高山芒及玉山箭竹火後萌蘖迅速，大約 6 個月即可恢復覆蓋。至於臺灣冷杉-臺灣鐵杉林則因其富含水分之枯枝落葉及腐植質，在未完全燃燒之狀況下，火燒強度將逐漸減弱，而於林緣地帶熄滅，僅林緣小苗遭火焚燬(賴國祥，2003)。De las Heras *et al.* (2002)指出影響火燒後之次級演替的主要因子有原生植物社會之組成、火燒之嚴重程度、發生火燒季節和火燒後仍可存活的土壤種子庫。

曾喜育等(2011)針對三六九山莊草生地火後各調查時期出現的維管束植物發現，火後樣區出現種數及植物覆蓋度隨時間有增加之趨勢，其中 2009 年 2 月和 4 月分別為 14 種及 15 種，2009 年 9 月增至 28 種，與 2010 年 4 月調查 38 種，2010 年 6 月共調查 47 種，2010 年 5 月共調查 34 種，2011 年 7 月共調查 45 種。總覆蓋度由 2009 年 2 月的 2.1% 增至 2009 年 9 月 35.6%，但於 2010 年 4 月及 2011 年 5 月調查時總覆蓋度都有明顯的下降趨勢，總覆蓋度下降原因在三六九山莊草生地植物多年生植物冬枯導致。調查發現優勢物種覆蓋度具有季節性變化，尤以冬枯種類更甚，冬季時明顯下降，至隔年生長季再次大量增加。Sørensen 相似性指數分析不同時期調查之出現物種相

似性發現，三六九山莊草生在火後 2 個月出現的植物種類與其他時期的調查物種差異最大，樣區內個體多為火後殘存的種類；隨著火後恢復時間的增加，物種相似性有愈高趨勢，2009 年 4 月調查結果與 2009 年 9 月和 2010 年 4 月的物種相似性差異不大，顯示火後裸露的生育地為萌蘖植株先佔領，其他種類陸續進入。DCA 分析結果大致與不同時期樣區出現物種之相似性結果相符，DCA 的 2 個軸皆可大致顯示火後物種更新恢復的時序差異。

三、材料與方法

(一)研究區概況

1. 範圍

雪霸國家公園境內之雪山雪東線步道，自雪山登山口起(海拔2,140 m)經由七卡山莊、哭坡、東峰、三六九山莊、黑森林、圈谷至雪山主峰(海拔3,886 m)，海拔落差約為1,746 m(圖2-1)。

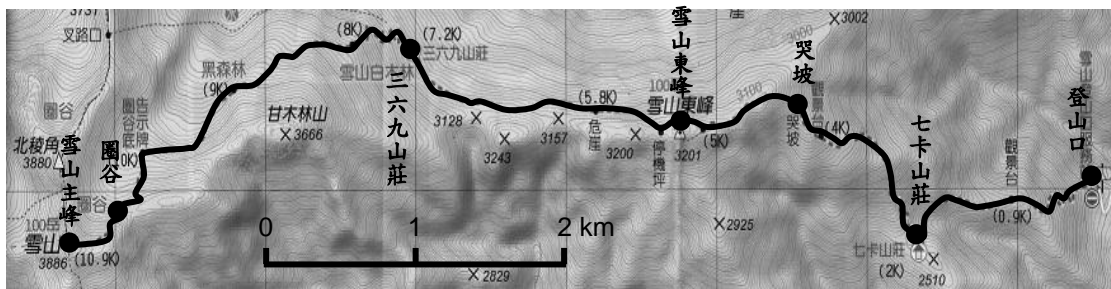


圖 2-1. 雪山主峰沿線步道之研究區域範圍示意圖。
(資料來源：雪霸國家公園提供)

2. 地形

研究區域內地形變化甚大。登山口-七卡山莊-哭坡頂端為南向坡面，哭坡頂端-三六九三莊前為嶺線路段，三六九三莊-黑森林-圈谷底部為北向坡面，圈谷底-雪山主峰為研究區顯著的冰河地形遺跡(圖2-1)(呂金誠，1999；楊建夫，2000)。

3. 氣候

據陳正祥(1957)對臺灣氣候分類，本研究區屬於寒帶重溼氣候(AC')，溫度低、溼度高，冬季有霧雪。此類型氣候又可分為二型，分別為：(1)AC'₂ra'：涼而多溼，全年不缺水，分佈海拔2,000 m以上；(2)AC'₁ra'：冷而多溼，僅限於

玉山與雪山等高山峰及其附近，即海拔3,000 m以上，冬寒，有積雪。

高山地區設置氣象站不易，故雪山主峰沿線地區並未有長期觀測的氣候資料，應紹舜(1976)曾以玉山北峰(海拔3,850 m)氣候觀測資料，推估雪山主峰(海拔3,886 m)平均溫度約4-6°C之間、年降水量約2,800-3,100 mm。近期雪霸國家公園之高山生態系整合研究中，魏聰輝和林博雄(2010)的報告指出已在雪山主峰沿線設置4個氣象站，由海拔高至低之氣象站分別位於圈谷、黑森林、三六九山莊及哭坡頂，調查期間為2009年10月至2012年5月。海拔高至之低氣象站所調查到的平均氣溫如**錯誤! 找不到參照來源。**2。

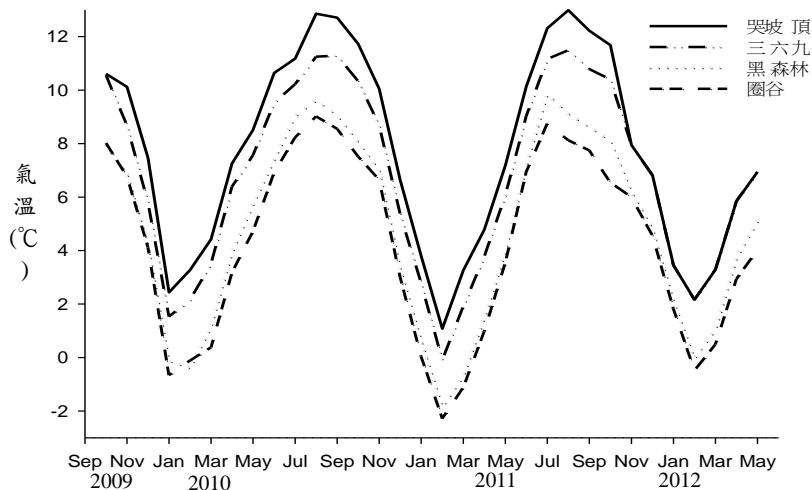


圖 2-2. 雪山地區 4 個氣象站平均氣溫變化情形。
(資料來源：魏聰輝和林博雄，2010)

4. 地質及土壤

研究區內之地質屬於中央山脈地質區之西部亞區中的雪山山脈帶，由第三紀的亞變質岩所組成，地質帶中以深灰色的硬頁岩和板岩為主。雪山高山地區的土壤，若為森林界線以上地區，多以粘板岩風化而成的岩海地區，土壤淺薄，幾乎由岩礫構成；若為森林地區或草原地區，則土壤多以壤土、腐植土為主，然地形陡峭，表土層淺薄多構成瘠土(何春蓀，2003；應紹舜，1976)。

顏江河(2009)在雪山主峰沿線七卡(里程碑1.9 km)、哭坡(4.4 km)、火燒地(7.1 km)、黑森林(8.9 km)及圈谷(9.5 km)設置土壤採樣點，研究結果顯示，所有樣點的土壤pH皆成極酸性。

(二)植物物候調查

考慮海拔梯度、植群帶、植被類型及地形等條件，參考 Su(1984)、王偉等(2011)將臺灣中部森林依海拔高度劃分之植群帶及對應氣候帶，雪山主峰線可劃分成 4 個植群帶，海拔由高至低為：高山植群帶、冷杉林帶、鐵杉雲杉林帶及櫟林帶上層，各植群帶之範圍及主要優勢物種如表 2-1 所示，其中冷杉林帶於本研究區橫跨範圍較大，主要優勢植群可分為 2 型，里程 4.4-8.9k 為箭竹草叢型，優勢物種為玉山箭竹、高山芒，較少高大木本植物；里程 8.9-9.8k 為冷杉林型，優勢物種為臺灣冷杉，林內日照較低。

參考鄭婷文(2010)於雪山主峰線步道調查植相組成，本研究選取步道兩旁較優勢、花朵鮮艷、臺灣特有及珍貴物種進行開花觀察。自 2011 年 5 月起初步熟悉物候概況，研究期間於 2012 年 3-12 月，每月至少進行 1 次觀察，選擇族群數量較穩定之物種觀察花期，記錄各月分之開花物種。單一植株花期以花冠開放、花藥成熟至凋謝期間為準，物種花期以族群內開花株數達 30% 以上為準。

表 2-1. 雪山主峰步道不同路段之植群帶劃分(王偉，2011；Su,1984)

植群帶	路段	里程碑 (km)	海拔(m)	主要優勢物種
高山植群帶	圈谷底-主峰	9.8-10.9	3,600-3,886	玉山圓柏、玉山杜鵑
冷杉林帶	三六九山莊-圈谷底	4.4-9.8	3,050-3,600	臺灣冷杉、玉山箭竹、高山芒
鐵杉雲杉林帶	七卡山莊-哭坡頂	2.0-4.4	2,510-3,050	臺灣鐵杉、高山櫟
櫟林帶上層	登山口-七卡山莊	0.0-2.0	2,140-2,510	臺灣二葉松、臺灣赤楊

(資料來源：王偉，2011；Su,1984)

(三)高山植群動態

1. 樣區設置與調查

雪山三六九山莊附近之草生地於2008年12月18日發生火燒，影響面積約20 ha。本研究針對火燒後玉山箭竹與高山芒草生地之物種種類與各物種覆蓋度進行季節性變化之調查，分別於4月與9月進行調查。本研究依三六九山莊草生地現場進行系統取樣及隨機取樣方式進行調查(圖2-3)。

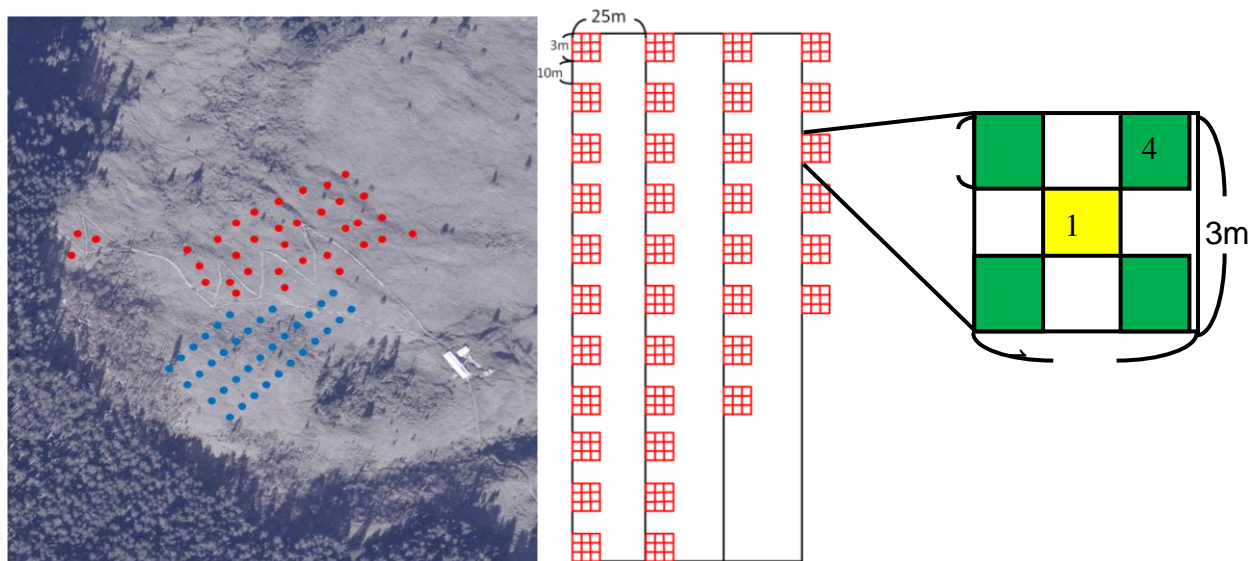


圖 2-3. 雪山三六九山莊草生地火燒樣區設置及系統樣區設置示意圖。藍點為系統樣區，紅點為隨機樣區。

(資料來源：本研究資料)

- (1) 系統樣區：於三六九山莊後方臺灣冷杉林緣至步道間之草生地，設定一條水平之高界，間隔25 m設立一樣桿，並以樣桿為該樣帶最上部的頂點，下拉70-100 m不等之長度，每間隔10 m設立一 $3 \times 3 \text{ m}^2$ 樣區，每一樣區再劃分成9個 $1 \times 1 \text{ m}^2$ 之小區。其中4個角落之 $1 \times 1 \text{ m}^2$ 小區為調查區域。調查各小區之植物種類及各物種之覆蓋面積並拍照建檔。
- (2) 隨機樣區：由黑森林入口處至水源地入口下方之草生地，沿步道兩側隨機設立 $3 \times 3 \text{ m}^2$ 之樣區，調查項目及方法同系統樣區。

2. 資料分析

首先對野外調查原始資料之植物種類進行編碼，於文書處理軟體中輸入樣區植物種類、代碼及各物種之覆蓋面積，計算各物種於調查樣區中之頻度及優勢度，再轉換成相對值。樣區各植物之介量以重要值(importance value, IV)表示，代表某植物在樣區中所占有之重要性。

頻度(frequency) = 某種植物出現之總樣區數 / 所調查之總樣區數

優勢度(dominance) = 某種植物覆蓋面積總和 / 所調查之樣區總面積

相對頻度(relative frequency) = 某種植物之頻度 / 所有植物頻度之總和
 $\times 100\%$

相對優勢度(relative dominance)=某種植物之優勢度/所有植物優勢度
之總和×100%

重要值(IV)=相對頻度+相對優勢度

同一時期所有樣區所有物種重要值指數和為200。

本研究計算每次調查之物種數、夏農歧異度指數(Shannon's index of diversity, H)以及均勻度指數(Evenness index, J)，了解每次調查的植物歧異及變化情況。並利用Sørensen相似性指數計算每次調查植物種類的相似度，以及利用降趨對應分析(detrended correspondence analysis, DCA)分析，用以了解三六九山莊草生地火後植群變化的趨勢。以上以CANOCO(4.5)或PCORD(McCune and Mefford, 1999)軟體進行植群分析，同時進行環境因子與植物社會組成、數量分析，以瞭解植物社會與環境因子間之關係(ter Braak, 1985, 1986, 1987)。夏農歧異度指數、均勻度指數和Sørensen相似性指數計算方式如下：

$$H = -\sum(n_i/N) \times \log(n_i/N) = -\sum p_i \times \log p_i$$

$$J = H / \log S$$

$$\text{Sørensen similarity index} = 2c / (a+b)$$

a為A植物社會有的物種、b為B植物社會有的物種、c為A、B植物社會共有的物種

四、結果與討論

(一)植物物候調查

1. 2014年雪山地區植物開花物候譜

2014年3-11月雪山主峰線步道沿線物候譜調查結果顯示，計有203種植物在此時期開花(圖2-4)；其中，山胡椒(*Litsea cubeba*)、福建賽衛矛(*Microtropis fokiensis*)、薄葉柃木(*Eurya leptophylla*)、臺灣馬蘭(*Aster baccharoides* var. *kanehirai*)、山櫻花(*Prunus campanulata*)、臺灣馬醉木(*Pieris taiwanensis*)、褐毛柳(*Salix fulvopubescens*)，以及阿里山龍膽(*Gentiana arisanensis*)等8種於2月開花(圖2-4)，為研究區最開花的植物，而山胡椒、福建賽衛矛等開花時期較短(不及1個月)，於2月底結束開花。臺灣馬蘭為秋季開花植物(曾彥學等, 2013)，由前年11月開始，至翌年2月止，屬於晚花期植物。

物種	月份									
	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.
山胡椒	■									
臺灣馬蘭	■									■
福建賽衛矛	■									
山櫻花	■	■								
薄葉柃木	■	■			■	■	■	■	■	■
褐毛柳	■	■	■							
阿里山龍膽	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
臺灣馬醉木	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
笑靨花		■								
臺灣紅榨槭		■								
臺灣胡麻花		■								
臺灣楊梅		■								
臺灣堇菜		■	■							
薄瓣懸鉤子		■	■							
長行天南星		■	■	■						
臺灣二葉松		■	■	■						
箭葉堇菜		■	■	■						
玉山杜鵑		■	■	■	■					
苦懸鉤子		■	■	■	■					
森氏萎陵菜		■	■	■	■					
鵝耳腸		■	■	■	■					
太平山英蓮			■							

圖 2-4. 雪山主峰線步道沿線 2014 年 2-11 月開花物候譜。黑色表示花期。
(資料來源：本研究資料)

物種	月份									
	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.
呂宋莢蒾			■							
高山懸鉤子			■							
臺灣灰木			■							
臺灣茶藨子			■						■	
羊蹄			■				■	■		
臺灣雲杉			■		■					
川上氏小蘗			■	■						
尖山堇菜			■	■						
喜岩堇菜			■	■						
臺灣山酢漿草			■	■						
繡球藤			■	■						■
臺灣鹿藥			■	■		■				
玉山小蘗			■	■	■					
玉山假沙梨			■	■	■					
細葉杜鵑			■	■	■					
葶蘆			■	■	■					
臺灣鐵杉			■	■	■					
紅毛杜鵑			■	■	■					■
大武貓兒眼睛草			■	■	■	■				
玉山筷子芥			■	■	■	■				
臺灣糖星草			■	■	■	■				
車前草			■	■	■	■	■			
刺萼寒莓			■	■	■	■	■			
雪山翻白草			■	■	■	■	■			
臺灣草莓			■	■	■	■	■			
高山白珠樹			■	■	■	■	■	■	■	
高山通泉草			■	■	■	■	■	■	■	
大霸尖山酢漿草				■						
華山松				■						
臺灣山芥菜				■						
早熟禾				■		■				
大葉溲疏				■	■	■				
五蕊莓				■	■	■				
刺花懸鉤子				■	■	■				
海螺菊				■	■	■				
能高刀傷草				■	■	■				
單花鹿蹄草				■	■	■				
臺灣冷杉				■	■	■				
齒葉筷子芥				■	■	■		■		
葉芽筷子芥				■	■	■				

圖 2-4. 雪山主峰線步道沿線 2014 年 2-11 月開花物候譜(續)。黑色表示花期。
(資料來源：本研究資料)

物種	月份									
	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.
玉山水苦蕒				■						
玉山櫻草				■						
傅氏唐松草				■						
圓葉豬殃殃				■						
刺果豬殃殃				■					■	
玉山薄雪草				■						
蓬萊毛茛				■						
匍枝銀蓮花				■						
彎果黃堇				■						
大枝掛繡球					■					
大花落新婦					■					
小兜蕊蘭					■					
小葉莢蒾					■					
小葉鼠李					■					
山桔梗					■					
川上氏忍冬					■					
印度山蘭					■					
刺柏					■					
高山毛茛					■					
裂葉樓梯草					■					
間型沿階草					■					
黑果深柱夢草					■					
落新婦					■					
窩舌蘭					■					
臺灣三毛草					■					
臺灣山柳					■					
臺灣山薺					■					
樺葉莢蒾					■					
雙黃花堇菜					■					
巒大花楸					■					
毛刺懸鉤子						■				
水晶蘭						■				
玉山薔薇						■				
石板菜						■				
曲芒髮草						■				
羊茅						■				
金毛杜鵑						■				
南燭						■				
紅小蝶蘭						■				
貧子水苦蕒						■				

圖 2-4.雪山主峰線步道沿線 2014 年 2-11 月開花物候譜(續)。黑色表示花期。
(資料來源：本研究資料)

物種	月份									
	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.
壺花英蕊					■					
狹瓣八仙花					■					
臺灣地楊梅					■					
臺灣百合					■					
臺灣鬼督郵					■					
髮草					■					
錫杖花					■					
大扁雀麥					■	■	■			
毛蕊木					■	■	■			
玉山金梅					■	■	■			
玉山茴芹					■	■	■			
玉山懸鈎子					■	■	■			
忍冬葉桑寄生					■	■	■			
厚唇粉蝶蘭					■	■	■			
紅鞘薹					■	■	■			
高山薔薇					■	■	■			
短距粉蝶蘭					■	■	■			
黃花酢漿草					■	■	■			
臺灣粉條兒菜					■	■	■			
山薰香					■	■	■	■		
穗花八寶					■	■	■	■		
川上氏艾					■	■	■	■		
中國地楊梅					■	■	■	■		
玉山山奶草					■	■	■	■		
玉山蒿草					■	■	■	■		
瓜子金					■	■	■	■		
伊澤山龍膽					■	■	■	■		
咬人貓					■	■	■	■		
高山露珠草					■	■	■	■		
細川氏薊					■	■	■	■		
臺灣繡線菊					■	■	■	■		
臺灣藜蘆					■	■	■	■		
巒大當藥					■	■	■	■		
森氏山柳菊					■	■	■	■		■
尼泊爾籟簫					■	■	■	■	■	
玉山卷耳					■	■	■	■	■	
玉山金絲桃					■	■	■	■	■	
狗筋蔓					■	■	■	■	■	
貓耳菊					■	■	■	■	■	
鹿場毛茛					■	■	■	■	■	
火炭母草					■	■	■	■	■	■

圖 2-4. 雪山主峰線步道沿線 2014 年 2-11 月開花物候譜(續)。黑色表示花期。
(資料來源：本研究資料)

物種	月份									
	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.
早田氏鼠尾草					■	■	■	■	■	■
臺灣野薄荷					■	■	■	■	■	■
一枝黃花					■	■	■	■	■	■
玉山燈心草						■	■			
刺果衛矛						■	■			
玉山蠅子草						■	■	■		
米飯花						■	■	■		
狹葉高山櫟						■	■	■		
高山芒						■	■	■		
玉山石竹						■	■	■	■	
玉山佛甲草						■	■	■	■	
玉山當歸						■	■	■	■	
合歡柳葉菜						■	■	■	■	
早田氏香葉草						■	■	■	■	
阿里山忍冬						■	■	■	■	
南湖碎雪草						■	■	■	■	
高山沙參						■	■	■	■	
梅花草						■	■	■	■	
細葉山艾						■	■	■	■	
雪山馬蘭						■	■	■	■	
黃山蟹甲草						■	■	■	■	
臺灣龍膽						■	■	■	■	
冬青油樹						■	■	■	■	■
玉山毛蓮菜						■	■	■	■	■
玉山飛蓬						■	■	■	■	■
玉山彎柱芎						■	■	■	■	■
白花香青						■	■	■	■	■
星果佛甲草						■	■	■	■	■
矮菊						■	■	■	■	■
玉山小米草						■	■	■	■	■
玉山蓼						■	■	■	■	■
亞毛無心菜						■	■	■	■	■
虎杖						■	■	■	■	■
絨山白蘭						■	■	■	■	■
黃菀						■	■	■	■	■
黑龍江柳葉菜						■	■	■	■	■
三萼花草							■	■		
南湖斑葉蘭							■	■		
高山頭蕊蘭							■	■		
腳根蘭							■	■		
臺灣鈴蘭							■	■		

圖 2-4. 雪山主峰線步道沿線 2014 年 2-11 月開花物候譜(續)。黑色表示花期。
(資料來源：本研究資料)

物種	月份									
	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.
求米草							■	■		
阿里山薊							■	■		
南湖唐松草							■	■		
風輪菜							■	■		
高山蓼							■	■		
臺灣紫花鼠尾草							■	■		
薄葉牛皮消							■	■		
玉山山蘿蔔							■	■	■	
玉山肺形草								■	■	
南湖附地草								■	■	
高山雙蝴蝶								■	■	
輪葉沙參								■	■	
臺灣赤楊								■	■	■
龍葵								■	■	■
臺灣澤蘭								■	■	■
蔓黃菀								■	■	■
大花咸豐草									■	■
小木通										■
鄧氏胡頹子										■

圖 2-4. 雪山主峰線步道沿線 2014 年 2-11 月開花物候譜(續)。黑色表示花期。
(資料來源：本研究資料)

203種調查的開花植物中，山胡椒等46種植物的花期長度不及1個月(圖2-4)，屬於短花期植物；此類短花期植物在春季有太平山莢蒾(*Viburnum foetidum* var. *rectangulatum*)、華山松(*Pinus armandii*)、笑靨花(*Spiraea prunifolia* var. *pseudoprunifolia*)等11種；夏季有大枝掛繡球(*Hydrangea integrifolia*)、南湖斑葉蘭(*Goodyera nankoeensis*)、玉山燈心草(*Juncus triflorus*)等28種；秋季有玉山肺形草(*Tripterospermum lanceolatum*)、小木通(*Clematis armandii*)等6種。研究區花期長度最長的植物是臺灣馬醉木，於10個月調查期間皆可發現其開花植株，而阿里山龍膽的花期長度達9個月。花期長度7個月的物種有高山白珠樹、高山通泉草(*Mazus alpinus*)、薄葉柃木等3種；匍枝銀蓮花(*Anemone stolonifera*)、彎果黃堇(*Corydalis campulicarpa*)、早田氏鼠尾草(*Salvia hayatana*)、臺灣野薄荷(*Origanum vulgare* var. *formosanum*)、一枝黃花，以及火炭母草(*Persicaria chinense*)等6種的花期長度可達6個月(圖2-4)。於春季3-5月開花的植物70種；夏季6-8月開花的植物有163種，秋季9-11月開花的植物有93種。

2. 2014年雪山地區各植群植物開花物候譜

本研究將植物分布位置依Su (1984)劃分櫟林帶(2,100-2,600 m)、鐵杉雲杉林帶(2,600-3,100 m)、冷杉林帶(3,100-3,600 m)，以及高山植群帶(3,600-3,952 m)等4個植群帶。比較2014年2-11月雪山主峰線步道沿線不同植群帶之開花物種數發現，櫟林帶調查到86種開花，鐵杉雲杉林帶有79種開花，冷杉林帶有122種，高山植群帶最少(58種)，大致上有隨海拔升高而開花物種數減少的趨勢(圖2-5)；此現象反映在隨海拔升高，溫度與熱量累積相對較緩慢，對於大多需要足夠熱量才能開花的高山植物而言，植物開花的物種數將隨海拔升高而遞減(潘振彰，2011；吳佳穎等，2013；曾彥學等，2013；曾喜育等，2013)。

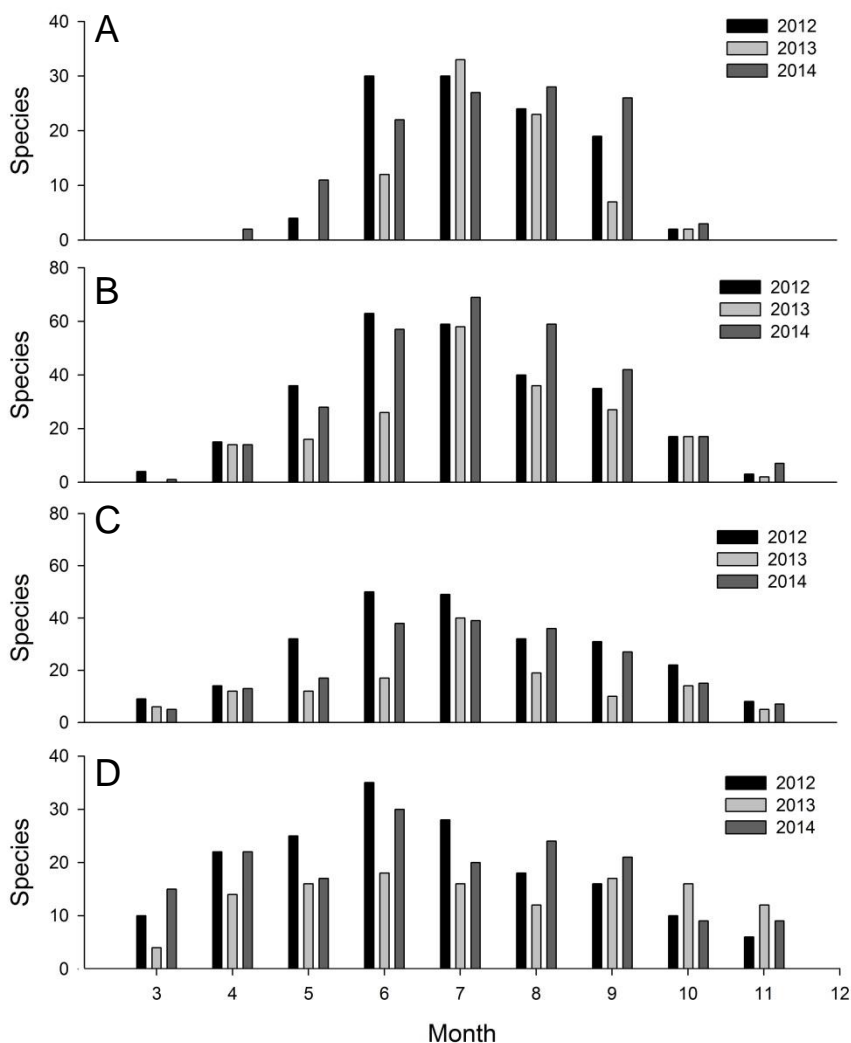


圖 2-5. 雪山主峰線沿線各植群帶 2012-2014 年逐月開花種數比較圖。

(資料來源：本研究資料)

冷杉林帶的開花物種數高於較低海拔的鐵杉雲杉林帶的原因，可能在於雪山雪東線步道位於冷杉林帶的距離較長、加上生育地環境變化較多樣，植物種類分布相對較多，加上雪東線步道在冷杉林帶常位於嶺線上，接受陽光及熱量較鐵杉雲杉林帶高等因素所致(鄭婷文等，2011)。櫟林帶因臺灣馬蘭開始於在11月並結束於2月，因此研究區櫟林帶全年都有植物開花(圖2-6)；鐵杉雲杉林帶的植物開花大致啟始於2月(圖2-7)，冷杉林帶植物開花啟始於3月(圖2-8)，海拔最高的高山植群帶則於4月開始有植物開花(圖2-9)，反映出雪山雪東線步道各植群帶之植物開花時序變化依海拔升高呈現延遲現象，此種植物隨海拔上升開花時間遞延現象主要與氣溫(熱量)有關(曾喜育等，2013；曾彥學等，2013)。

就不同植群帶之逐月開花物種數高峰比較發現，櫟林帶、鐵杉雲杉林帶、冷杉林帶、高山植群帶的開花物種高峰月數分別在6月、6-8月、6-8月及7-9月，開花物種高峰期發生的時間有隨海拔(植群帶)而往後延的趨勢(圖2-10)。不同年度的逐月開花高峰期亦有所差異，2012年各植群帶差異不大，除櫟林帶發生在6月外，其餘植群帶的逐月開花物種數高峰期發生在6-7月；而2013年的櫟林帶逐月開花高峰期發生在6月外，其餘植群帶的逐月開花物種數高峰期發生在7月；年際間的逐月開花物種數變化可能反應在年際的氣候差異。

物種	月份										
	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	
山胡椒	■										
山櫻花	■	■									
笑靨花		■									
臺灣紅榨槭		■									
臺灣胡麻花		■									
臺灣馬醉木		■									
臺灣楊梅		■									
薄葉鈴木		■									
鵝耳腸		■	■								
臺灣二葉松		■	■								
臺灣堇菜		■	■								
箭葉堇菜		■	■								
薄瓣懸鉤子		■	■								

圖 2-6. 雪山主峰線沿線櫟林帶上層 2014 年 2-11 月開花物候譜。黑色表示花期。(資料來源：本研究資料)

物種	月份										
	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	
長行天南星		■	■	■	■						
苦懸鉤子		■	■	■	■						
森氏萎陵菜		■	■	■	■						
太平山莢蒾			■	■							
呂宋莢蒾			■	■							
高山懸鉤子			■	■							
臺灣灰木			■	■							
臺灣雲杉			■	■							
羊蹄			■	■				■	■	■	
臺灣糖星草			■	■	■						
細葉杜鵑			■	■	■						
玉山假沙梨			■	■	■	■					
葶蘆			■	■	■	■					
高山白珠樹			■	■	■	■	■				
車前草			■	■	■	■	■	■			
刺萼寒莓			■	■	■	■	■	■			
高山通泉草			■	■	■	■	■	■	■		
早熟禾				■	■						
華山松				■	■						
大葉溲疏				■	■	■					
海螺菊				■	■	■					
能高刀傷草				■	■	■					
刺花懸鉤子				■	■	■					
落新婦					■	■					
玉山金絲桃					■	■					
間型沿階草					■	■					
南燭					■	■					
細川氏薊					■	■					
毛蕊木					■	■					
大枝掛繡球					■	■					
黑果深柱夢草					■	■					
裂葉樓梯草					■	■					
山桔梗					■	■					
壺花莢蒾					■	■	■				
石板菜					■	■	■				
狹瓣八仙花					■	■	■				
黃花酢漿草					■	■	■	■			
狗筋蔓					■	■	■	■			
忍冬葉桑寄生					■	■	■	■			
咬人貓					■	■	■	■	■		

圖 2-6. 雪山主峰線沿線櫟林帶上層 2014 年 2-11 月開花物候譜。黑色表示花期(續)。(資料來源：本研究資料)

物種	月份									
	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.
紅鞘蓋					■	■	■	■		
火炭母草					■	■	■	■	■	■
早田氏鼠尾草					■	■	■	■	■	■
阿里山忍冬						■				
刺果衛矛						■				
森氏山柳菊						■				
玉山懸鉤子						■				
金毛杜鵑						■	■	■		
米飯花						■	■	■	■	
大扁雀麥							■			
貓耳菊							■			
風輪菜							■			
玉山石竹							■			
高山芒							■			
冬青油樹							■	■	■	
求米草							■	■	■	
白花香青							■	■	■	
黑龍江柳葉菜							■	■	■	
薄葉牛皮消							■	■	■	
臺灣紫花鼠尾草							■	■	■	
黃菀								■		
玉山小米草								■		
輪葉沙參								■		
高山雙蝴蝶								■		
龍葵								■	■	■
臺灣赤楊								■	■	■
臺灣澤蘭								■	■	■
蔓黃菀								■	■	■
大花咸豐草									■	■
虎杖									■	■
一枝黃花									■	■
繡球藤										■
小木通										■

圖 2-6. 雪山主峰線沿線櫟林帶上層 2014 年 2-11 月開花物候譜(續)。黑色表示花期(續)。(資料來源：本研究資料)

物種	月份									
	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.
福建賽衛矛	■									
臺灣馬蘭	■									■
薄葉柃木	■				■	■	■	■	■	
褐毛柳	■	■	■	■						
阿里山龍膽	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
臺灣馬醉木	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
臺灣堇菜		■	■	■						
箭葉堇菜		■	■	■						
尖山堇菜			■	■						
喜岩堇菜			■	■						
長行天南星			■	■						
臺灣二葉松			■	■						
細葉杜鵑			■	■	■	■				
森氏萎陵菜			■	■	■	■				
紅毛杜鵑			■	■	■	■	■	■	■	■
高山通泉草			■	■	■	■	■	■	■	
繡球藤				■	■					
海螺菊				■	■	■				
能高刀傷草				■	■	■				
單花鹿蹄草				■	■	■				
刺花懸鉤子				■	■	■				
玉山假沙梨				■	■	■				
玉山水苦蕒				■	■	■	■			
高山白珠樹				■	■	■	■	■	■	
苦懸鉤子					■	■				
臺灣鬼督郵					■	■				
壺花莢蒾					■	■				
小葉莢蒾					■	■				
金毛杜鵑					■	■				
玉山茴芹					■	■				
厚唇粉蝶蘭					■	■				
刺柏					■	■				
貧子水苦蕒					■	■				
玉山懸鉤子					■	■	■			
錫杖花					■	■	■			
羊茅					■	■	■			
曲芒髮草					■	■	■			
大扁雀麥					■	■	■			
臺灣地楊梅					■	■	■			
毛蕊木					■	■	■	■		
伊澤山龍膽					■	■	■	■		

圖 2-7. 雪山主峰線沿線鐵杉雲杉林帶 2014 年 2-11 月開花物候譜。黑色表示花期。(資料來源：本研究資料)

物種	月份									
	Feb	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.
臺灣粉條兒菜					■	■	■	■		
臺灣繡線菊					■	■	■	■	■	
森氏山柳菊					■	■	■	■	■	
巒大當藥					■	■	■	■	■	
瓜子金					■	■	■	■	■	
貓耳菊					■	■	■	■	■	■
一枝黃花					■	■	■	■	■	■
早熟禾						■	■			
玉山燈心草						■	■			
南燭						■	■			
玉山彎柱芎						■	■			
臺灣鹿藥						■	■			
臺灣藜蘆						■	■	■		
狹葉高山櫟						■	■	■		
高山芒						■	■	■		
玉山石竹						■	■	■	■	
臺灣龍膽						■	■	■	■	
高山沙參						■	■	■	■	
細川氏薊						■	■	■	■	
細葉山艾						■	■	■	■	
玉山金絲桃						■	■	■	■	■
冬青油樹						■	■	■	■	■
白花香青						■	■	■	■	■
臺灣野薄荷						■	■	■	■	■
玉山小米草						■	■	■	■	■
火炭母草							■	■		
車前草							■	■		
阿里山忍冬							■	■		
腳根蘭							■	■		
臺灣鈴蘭							■	■		
矮菊							■	■		
黃菀							■	■	■	
玉山毛蓮菜							■	■	■	■
絨山白蘭							■	■	■	■
風輪菜								■	■	
虎杖								■	■	
臺灣赤楊								■	■	
臺灣澤蘭									■	■

圖 2-7. 雪山主峰線沿線鐵杉雲杉林帶 2014 年 2-11 月開花物候譜。黑色表示花期(續)。(資料來源：本研究資料)

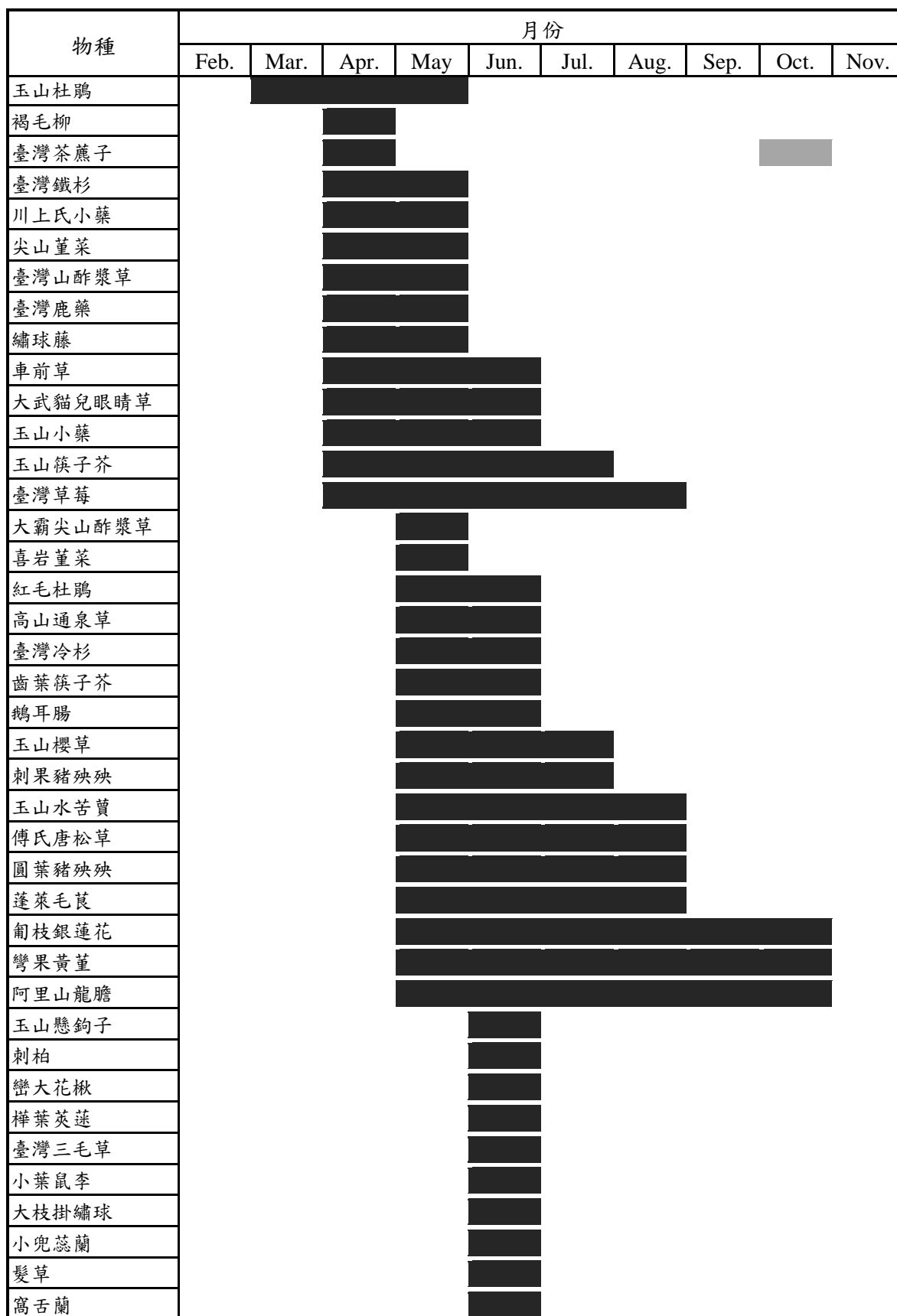


圖 2-8. 雪山主峰線沿線冷杉林帶 2014 年 2-11 月開花物候譜。黑色表示花期。
(資料來源：本研究資料)

物種	月份									
	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.
川上氏忍冬					■					
高山毛茛					■					
葉芽筷子芥					■					
大花落新婦					■					
玉山薔薇					■					
印度山蘭					■					
臺灣雲杉					■					
高山白珠樹					■	■				
臺灣鬼督郵					■	■				
臺灣粉條兒菜					■	■				
水晶蘭					■	■				
貧子水苦蕒					■	■				
中國地楊梅					■	■				
曲芒髮草					■	■				
羊茅					■	■				
臺灣野薄荷					■	■				
臺灣糖星草					■	■				
穗花八寶					■	■				
玉山茴芹					■	■	■			
厚唇粉蝶蘭					■	■	■			
短距粉蝶蘭					■	■	■			
玉山金梅					■	■	■			
臺灣繡線菊					■	■	■	■		
伊澤山龍膽					■	■	■	■		
巒大當藥					■	■	■	■		
山薰香					■	■	■	■		
玉山蒿草					■	■	■	■		
鹿場毛茛					■	■	■	■		
毛刺懸鉤子						■	■			
臺灣百合						■	■			
早熟禾						■	■			
瓜子金						■	■			
咬人貓						■	■			
玉山當歸						■	■			
雪山翻白草						■	■			
南湖碎雪草						■	■			
高山薔薇						■	■	■		
玉山山奶草						■	■	■		
玉山金絲桃						■	■	■		
玉山小米草						■	■	■		
合歡柳葉菜						■	■	■		

圖 2-8. 雪山主峰線沿線冷杉林帶 2014 年 2-11 月開花物候譜(續)。黑色表示花期。(資料來源：本研究資料)

物種	月份									
	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.
早田氏香葉草						■	■			
森氏山柳菊						■	■			■
高山露珠草						■	■	■		
玉山毛蓮菜						■	■	■		
臺灣藜蘆						■	■	■		
玉山石竹						■	■	■		
臺灣龍膽						■	■	■		
高山沙參						■	■	■		
細川氏薊						■	■	■		
玉山佛甲草						■	■	■		
梅花草						■	■	■		
尼泊爾籟簫						■	■	■		
玉山彎柱芎						■	■	■	■	
矮菊						■	■	■	■	
虎杖						■	■	■	■	
玉山飛蓬						■	■	■	■	
狗筋蔓						■	■	■	■	
星果佛甲草						■	■	■	■	
玉山卷耳						■	■	■	■	
一枝黃花						■	■	■	■	■
黃菀						■	■	■	■	■
玉山蓼						■	■	■	■	■
亞毛無心菜						■	■	■	■	■
黑龍江柳葉菜						■	■	■	■	■
火炭母草							■	■		
高山芒							■	■		
三萼花草							■	■		
南湖斑葉蘭							■	■		
玉山薄雪草							■	■		
黃山蟹甲草							■	■	■	
阿里山薊							■	■	■	
高山蓼							■	■	■	
細葉山艾							■	■	■	
南湖唐松草							■	■	■	
玉山山蘿蔔							■	■	■	
白花香青							■	■	■	■
阿里山忍冬								■	■	
貓耳菊								■	■	
風輪菜								■	■	
玉山肺形草								■	■	
鄧氏胡頹子										■

圖 2-8. 雪山主峰線沿線冷杉林帶 2014 年 2-11 月開花物候譜(續)。黑色表示花期。(資料來源：本研究資料)

物種	月份									
	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.
玉山杜鵑			■	■	■	■				
雪山翻白草			■	■	■	■	■	■		
大武貓兒眼睛草				■	■					
大霸尖山酢漿草				■	■					
尖山堇菜				■	■					
臺灣山芥菜				■	■					
臺灣三毛草				■	■					
五蕊莓				■	■	■				
葉芽筷子芥				■	■	■	■			
玉山櫻草				■	■	■	■	■		
玉山薄雪草				■	■	■	■	■		
鹿場毛茛					■	■			■	
玉山筷子芥					■	■				
玉山小蘗					■	■				
高山毛茛					■	■				
雙黃花堇菜					■	■				
臺灣山柳					■	■				
臺灣山薺					■	■				
刺柏					■	■				
齒葉筷子芥					■	■		■		
玉山水苦蕒					■	■	■			
玉山金梅					■	■	■			
髮草					■	■	■			
尼泊爾籟簫					■	■	■	■	■	
阿里山龍膽					■	■	■	■		
穗花八寶					■	■	■	■		
玉山卷耳					■	■	■	■		
紅小蝶蘭						■	■			
細川氏薊						■	■			
高山白珠樹						■	■			
刺果豬殃殃						■	■			
玉山薔薇						■	■			
玉山蠅子草						■	■	■		
玉山蒿草						■	■	■		
川上氏艾						■	■	■	■	
梅花草						■	■	■	■	
玉山當歸						■	■	■	■	
玉山石竹						■	■	■	■	

圖 2-9. 雪山主峰線沿線高山植群帶 2014 年 2-5 月開花物候譜。黑色表示花期。
(資料來源：本研究資料)

物種	月份										
	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	
早田氏香葉草						■	■	■			
玉山佛甲草						■	■	■			
南湖碎雪草						■	■	■			
雪山馬蘭						■	■	■			
匍枝銀蓮花						■	■	■			
細葉山艾							■	■			
高山頭蕊蘭							■	■			
星果佛甲草							■	■			
厚唇粉蝶蘭							■	■			
中國地楊梅							■	■	■		
高山沙參							■	■	■		
玉山毛蓮菜							■	■	■		
玉山飛蓬							■	■	■		
蓬萊毛茛							■	■	■		
黑龍江柳葉菜							■	■	■		
玉山小米草								■	■		
伊澤山龍膽								■	■		
南湖附地草								■	■		
矮菊								■	■		
玉山山蘿蔔								■	■	■	

圖 2-9. 雪山主峰線沿線高山植群帶 2014 年 2-11 月開花物候譜(續)。黑色表示花期。(資料來源：本研究資料)

以植物開花之花期長度劃分，分布鐵杉雲杉林帶的臺灣馬醉木(10個月)、阿里山龍膽(9個月)、高山通泉草(7個月)等3種植物花期長度超過6個月；分布櫟林帶的高山通泉草、火炭母草、早田氏鼠尾草，鐵杉雲杉林帶的薄葉柃木、高山白珠樹、一枝黃花，冷杉林帶的匍枝銀蓮花、彎果黃堇、阿里山龍膽等9種花期達6個月。雪山主東峰線步道沿線植物的開花啟始期大抵由2月開始，至11月結束，亦即研究區植物花期長度約10個月，上述植物花期長度大於6個月(含6個月)的種類即可視為本區長花期的物種。分析比較2014年2-11月不同植群帶植物開花僅1個月(短花期)種類發現，櫟林帶有40種植物(46.5%)，鐵杉雲杉林帶有28種植物(35.4%)，冷杉林帶有39種(32.0%)種植物開花，高山植群帶有27種(46.6%)，呈現海拔最低與最高的櫟林帶與高山植群帶種類比例較高，此部分似乎沒有明顯的趨勢，可能與植物分類群特性，海拔(溫度/熱量)、以及環境適應等因素之綜合作用有關(圖2-10)。

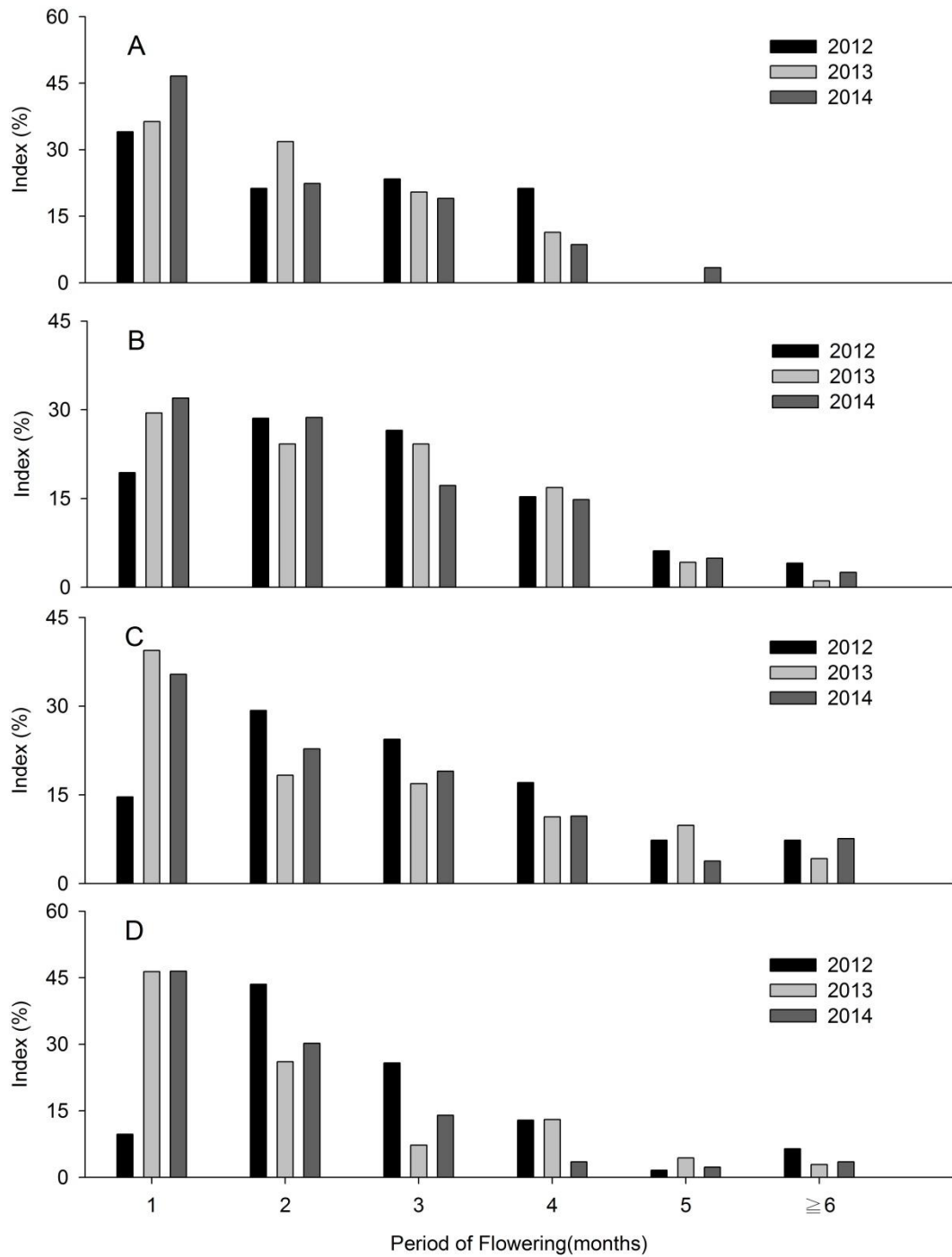


圖2-10. 雪山主東峰線步道沿線2012-2014年各植群植物之花期長度-種數分布圖。A：高山植群帶，B：冷杉林帶，C：鐵杉雲杉林帶，D：櫟林帶上層。

(資料來源：本研究資料)

植物沿海拔的分布情況因不同分類群而異，有些種類局限在狹小區域，有些物種在海拔梯度跨越超過2,000 m以上；然而，植物在空間上距離或海拔廣泛分布時，因棲地差異在生理上進行適應性調整，以適應環境

而求得生存繁衍。本研究將2014年2-11月開花物候調查的203種植物依其分布之植群帶劃分，玉山小米草(*Euphrasia transmorrisonensis*)、玉山石竹(*Dianthus pygmaeus*)、高山白珠樹、細川氏薊(*Cirsium hosokawae*)等4種分布4個植群帶；一枝黃花等28種植物橫跨3種海拔，臺灣馬醉木等76種植物分布2種海拔(圖2-11)。

隨海拔升高，最明顯的變化因子為溫度隨之下降，一般絕乾熱遞減律為 $-0.6^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ ，隨地區的濕度不同而有所增減。海拔是一個間接因子，反映溫度等環境因子的變化，顯示隨海拔升高，熱量累積較緩慢，熱量多寡為造成物候時序變化的主因。上述植物隨海拔升高而開花物較慢的物種，其可能因熱量累積較慢致使開花期較慢的原因。Sandring等人(2007)研究筷子芥屬(*Arabis*)植物不同海拔之開花物候比較發現，高山較低地族群花期開始時間相差不大，但結束時間較為延遲。

大多數研究報告指出，隨海拔升高，植物開花物候有延後的現象(呂理昌，1990；張又敏，2006；溫英杰等，2008；王年金等，2010；潘振彰，2012；潘振彰等，2013；吳佳穎等，2013；曾彥學等，2013；曾喜育等，2014；Blionis *et al.*, 2001; Pellerin *et al.*, 2012)。例如呂理昌(1990)觀察玉山國家公園相同物種開花物發現，隨海拔的升高開花期會延遲半個月至1個月。Blionis等人(2001)觀測9種桔梗屬(*Campanula*)植物花候，發現大部分海拔較低者較海拔高有花期較早的傾向。2014年2-11月雪山雪東線植物於不同植群帶開花現象，結果顯示植物在不同植群帶的盛花期的時序變化大，部分種類沿海拔升高而開花有延遲現象，例如高山白珠樹、阿里山龍膽、狗筋蔓(*Cucubalus baccifer*)、咬人貓(*Urtica thunbergiana*)等植物沿海拔升高有較早開花現象，而刺柏(*Juniperus formosana*)等植物開花與植群帶較沒有明顯關係(圖2-11)。

物種	植群帶	月份									
		Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.
高山白珠樹	A			■	■	■	■	■	■		
	B				■	■	■	■	■	■	■
	C					■	■	■	■	■	■
	D						■	■			
細川氏薊	A					■					
	B						■	■	■	■	■
	C						■	■	■	■	■
	D						■	■			
玉山石竹	A						■	■	■	■	■
	B						■	■	■	■	■
	C						■	■	■	■	■
	D						■	■	■	■	■
玉山小米草	A							■	■	■	■
	B						■	■	■	■	■
	C						■	■	■	■	■
	D							■	■	■	■
一枝黃花	A								■	■	■
	B					■	■	■	■	■	■
	C					■	■	■	■	■	■
火炭母草	A						■	■	■	■	■
	B						■	■	■	■	■
	C						■	■	■	■	■
玉山金絲桃	A					■	■	■	■	■	■
	B					■	■	■	■	■	■
	C					■	■	■	■	■	■
玉山懸鈎子	A					■	■	■	■	■	■
	B					■	■	■	■	■	■
	C					■	■	■	■	■	■
白花香青	A						■	■	■	■	■
	B						■	■	■	■	■
	C						■	■	■	■	■
黑龍江柳葉菜	A						■	■	■	■	■
	C						■	■	■	■	■
	D						■	■	■	■	■
阿里山龍膽	B						■	■	■	■	■
	C						■	■	■	■	■
	D						■	■	■	■	■
尖山堇菜	B			■	■	■	■	■	■	■	■
	C			■	■	■	■	■	■	■	■
	D			■	■	■	■	■	■	■	■
玉山水苦蕒	B				■	■	■	■	■	■	■
	C				■	■	■	■	■	■	■
	D				■	■	■	■	■	■	■
伊澤山龍膽	B					■	■	■	■	■	■
	C					■	■	■	■	■	■
	D					■	■	■	■	■	■

圖 2-11. 雪山主峰線沿線 2014 年 2-11 月各植群帶開花物候譜。A 為櫟林帶上層，B 為鐵杉雲杉林帶，C 為冷杉林帶，D 為高山植群帶。

(資料來源：本研究資料)

物種	植群帶	月份									
		Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.
刺柏	B					■					
	C					■					
	D					■					
厚唇粉蝶蘭	B					■					
	C					■	■	■			
	D					■		■			
臺灣地楊梅	B					■	■				
	C					■	■				
	D					■	■				
玉山毛蓮菜	B					■	■	■	■	■	
	C					■	■	■	■	■	
	D					■	■	■	■	■	
高山沙參	B					■	■	■	■	■	
	C					■	■	■	■	■	
	D					■	■	■	■	■	
細葉山艾	B					■	■	■	■	■	
	C					■	■	■	■	■	
	D					■	■	■	■	■	
矮菊	B					■	■	■	■	■	
	C					■	■	■	■	■	
	D					■	■	■	■	■	
臺灣馬醉木	A		■								
	B	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
薄葉柃木	A		■	■							
	B	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
臺灣堇菜	A		■	■	■						
	B		■	■	■						
箭葉堇菜	A		■	■	■						
	B		■	■	■						
長行天南星	A		■	■	■						
	B		■	■	■						
苦懸鉤子	A		■	■	■						
	B		■	■	■		■				
森氏萎陵菜	A		■	■	■						
	B		■	■	■		■				
臺灣二葉松	A		■	■	■						
	B		■	■	■						
細葉杜鵑	A		■	■	■						
	B		■	■	■						
玉山假沙梨	A		■	■	■						
	B		■	■	■						
刺花懸鉤子	A				■	■					
	B				■	■					
海螺菊	A				■	■					
	B				■	■					
能高刀傷草	A				■	■					
	B				■	■					

圖 2-11. 雪山主峰線沿線 2014 年 2-11 月各植群帶開花物候譜(續)。A 為櫟林帶上層，B 為鐵杉雲杉林帶，C 為冷杉林帶，D 為高山植群帶。

(資料來源：本研究資料)

物種	植群帶	月份									
		Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.
毛蕊木	A					■					
	B					■	■	■			
金毛杜鵑	A						■				
	B					■	■	■			
壺花莢蒾	A					■	■	■			
	B					■	■	■			
南燭	A					■					
	B						■	■			
大扁雀麥	A						■	■	■		
	B					■	■	■			
冬青油樹	A							■	■	■	
	B						■	■	■	■	
臺灣赤楊	A								■	■	■
	B								■	■	■
臺灣澤蘭	A								■	■	■
	B								■	■	■
鵝耳腸	A		■	■	■						
	C				■	■	■				
臺灣雲杉	A			■							
	C					■	■				
臺灣糖星草	A			■	■	■	■				
	C					■	■	■			
狗筋蔓	A					■	■	■	■	■	
	C						■	■	■	■	■
咬人貓	A					■	■	■	■	■	
	C						■	■			
褐毛柳	B	■	■	■	■						
	C			■	■						
紅毛杜鵑	B			■	■	■	■				■
	C				■	■	■				
喜岩堇菜	B			■							
	C				■	■					
臺灣鹿藥	B						■	■			
	C			■	■	■					
玉山茴芹	B					■	■	■			
	C					■	■	■	■		
瓜子金	B					■	■	■	■	■	
	C						■	■			
曲芒髮草	B					■	■	■	■	■	
	C					■	■	■	■	■	
羊茅	B					■	■	■	■	■	
	C					■	■	■	■	■	
貧子水苦蕒	B					■	■	■	■	■	
	C					■	■	■	■	■	
臺灣粉條兒菜	B					■	■	■	■	■	
	C					■	■	■	■	■	
臺灣鬼督郵	B					■	■	■	■	■	
	C					■	■	■	■	■	

圖 2-11. 雪山主峰線沿線 2014 年 2-11 月各植群帶開花物候譜(續)。A 為櫟林帶上層，B 為鐵杉雲杉林帶，C 為冷杉林帶，D 為高山植群帶。

(資料來源：本研究資料)

物種	植群帶	月份									
		Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.
臺灣繡線菊	B										
	C										
臺灣藜蘆	B										
	C										
巒大當藥	B										
	C										
臺灣野薄荷	B										
	C										
玉山彎柱苜	B										
	C										
臺灣龍膽	B										
	C										
玉山杜鵑	C										
	D										
大武貓兒眼睛草	C										
	D										
玉山小蘗	C										
	D										
玉山筷子芥	C										
	D										
雪山翻白草	C										
	D										
大霸尖山酢漿草	C										
	D										
玉山櫻草	C										
	D										
刺果豬殃殃	C										
	D										
匍枝銀蓮花	C										
	D										
蓬萊毛茛	C										
	D										
齒葉筷子芥	C										
	D										
葉芽筷子芥	C										
	D										
玉山薄雪草	C										
	D										
玉山金梅	C										
	D										
中國地楊梅	C										
	D										
尼泊爾籟簫	C										
	D										

圖 2-11. 雪山主峰線沿線 2014 年 2-11 月各植群帶開花物候譜(續)。A 為櫟林帶上層，B 為鐵杉雲杉林帶，C 為冷杉林帶，D 為高山植群帶。

(資料來源：本研究資料)

物種	植群帶	月份									
		Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.
玉山蒿草	C										
	D										
玉山薔薇	C										
	D										
高山毛茛	C										
	D										
穗花八寶	C										
	D										
髮草	C										
	D										
鹿場毛茛	C										
	D										
臺灣三毛草	C										
	D										
玉山卷耳	C										
	D										
玉山佛甲草	C										
	D										
玉山飛蓬	C										
	D										
玉山當歸	C										
	D										
早田氏香葉草	C										
	D										
南湖碎雪草	C										
	D										
梅花草	C										
	D										
星果佛甲草	C										
	D										
玉山山蘿蔔	C										
	D										
阿里山薊	C										
	D										

圖 2-11. 雪山主峰線沿線 2014 年 2-11 月各植群帶開花物候譜(續)。A 為櫟林帶上層，B 為鐵杉雲杉林帶，C 為冷杉林帶，D 為高山植群帶。

(資料來源：本研究資料)

然而，亦有研究發現有些植物開花物候未隨海拔升高而有明顯提早現象。吳佳穎等(2013)觀察雪山地區物候發現，部分物種如臺灣鬼督郵(*Ainsliaea latifolia* subsp. *henryi*)和一枝黃花的花期隨海拔上升而提前的現象。本研究亦觀察到一枝黃花、黃菀(*Senecio nemorensis* var. *dentatus*)、虎杖(*Polygonum cuspidatum*)、繡球藤(*Clematis montana*)等植物的盛花期隨海拔升高而提前。因為海拔梯度包含許多環境因子，綜合表現出不同海拔梯

度生育地環境的複雜性(劉崇瑞和蘇鴻傑, 1983), 影響植物在海拔分布上開花物候時序的變化。吳佳穎等(2013)研究發現, 對分布海拔較大的多數種類而言, 隨海拔增加其進入盛花期的時間較慢, 部分種類的盛花期則沒有與海拔有關, 而少數種類在較高海拔植株盛花期有較早發生, 此反映在高山微環境異質性。海拔的變化伴隨環境梯度及生育地異質性, 垂直高度分層上不同高度層次的生育地因子, 除了反映在溫度的變化外, 在光量、濕度等環境因子亦有所差異(劉崇瑞和蘇鴻傑, 1983; 陳學林和戚鵬程, 2006)。再者, 降雪頻率、太陽輻射量等隨海拔升高間接導致資源有效性降低(Körner, 2003)。隨著海拔升高, 平均溫度愈低, 對植物的熱量累積愈不易。

然在高山生態系中, 海拔除了反映在溫度的差異外, 坡向、坡度、土壤性質等環境, 本研究區之鐵杉雲杉林帶及冷杉林帶, 因火燒造成森林與草原灌叢植物社會相鑲, 造成生育地環境多樣, 致使植物棲地異質性增加, 影響植物的生長與分布, 此反映在光照、溫度、相對濕度等生態因子的差異, 而影響盛花期未隨著海拔增加而有延後現象。再者, 本研究依據的植群帶是人為依海拔、物種分布等因素進行劃分的界限, 若植物分布在鄰近植群帶, 且海拔梯度差異小的情況下, 可能使同種植物不會因植群帶(海拔)不同而開花物候產生變化。

3. 優勢科內層級物種開花候表現

菊科為研究區開花植物調查種數最優勢的科(24種)(圖2-12)，9月是本科植物開花高峰期；20種菊科植物在6、7月才進入盛花期，屬於晚花期的科(呂理昌，1990；潘振彰，2012；吳佳穎，2013；Kochmer and Handel, 1986；Kang and Jang, 2004)。臺灣馬蘭是菊科最早開花的物種，亦是最晚開花的植物之一，盛花期為翌年11月至2月。菊科植物屬於溫帶地區植物(鄭婷文等，2012)，多分布在鐵林雲杉林帶至高山植群帶，多數屬灌叢-草生地的生育環境(王偉等，2012)，黃山蟹甲草等少數分布在森林下層。外來種大花咸豐草分布登山口附近，盛花期10-11月，不若低海拔幾乎全年開花，可能為分布上界；貓耳菊由櫟林帶分布到冷杉林帶，盛花期6-10月；這2種植物皆為有必要加以注意其族群數量在研究區是否有擴張趨勢。

科名	物種	月份																							
		Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.														
菊科	臺灣馬蘭																								
	雪山翻白草																								
	能高刀傷草																								
	玉山薄雪草																								
	臺灣鬼督郵																								
	川上氏艾																								
	細川氏薊																								
	森氏山柳菊																								
	尼泊爾籜簫																								
	貓耳菊																								
	一枝黃花																								
	細葉山艾																								
	雪山馬蘭																								
	黃山蟹甲草																								
	玉山毛蓮菜																								
	玉山飛蓬																								
	白花香青																								
	矮菊																								
	絨山白蘭																								
	黃菀																								
	阿里山薊																								
	臺灣澤蘭																								
	蔓黃菀																								
	大花咸豐草																								

圖 2-12. 雪山主峰線菊科植物 2014 年 2-11 月開花物候譜。

(資料來源：本研究資料)

薔薇科植物在研究區有17種植物，6月是本科植物種類開花高峰

期(圖2-13)；9種在春季(3-5)開花，屬於早花期的科(呂理昌，1990；潘振彰，2012；吳佳穎，2013；Kochmer and Handel, 1986; Kang and Jang, 2004)，其中在最早開花的山櫻花(在2月開花或更早)，較晚開花的7種植物皆在6月進入開花(圖2-13)。本科植物的花期長度多數在3個月內，刺萼寒莓(*Rubus pectinellus*)、臺灣草莓(*Fragaria hayatai*)等2種植物花期長大於5個月(含4個月)。6種懸鉤子屬(*Rubus*)中，除了薄瓣懸鉤子(3-4月)外，其餘5種懸鉤子屬植物皆在6月花期重疊，以分布海拔較高的玉山懸鉤子(6-8月)、毛刺懸鉤子(6-7月)的花期最晚。

科名	物種	月份														
		Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.					
薔薇科	山櫻花	■	■													
	笑靨花		■	■												
	薄瓣懸鉤子		■	■												
	森氏萎陵菜		■	■	■	■										
	苦懸鉤子		■	■	■	■										
	玉山假沙梨			■	■	■										
	刺萼寒莓			■	■	■	■	■	■							
	臺灣草莓			■	■	■	■	■	■							
	五蕊莓				■	■	■									
	刺花懸鉤子				■	■	■									
	巒大花楸						■	■								
	毛刺懸鉤子						■	■	■							
	玉山薔薇						■	■	■							
	玉山金梅						■	■	■	■						
	玉山懸鉤子						■	■	■	■						
	高山薔薇						■	■	■	■						
臺灣繡線菊									■	■	■	■				

圖 2-13. 雪山主峰線薔薇科植物 2014 年 2-11 月開花物候譜。
(資料來源：本研究資料)

研究區的杜鵑花科植物10種，6月是杜鵑花科最多種類開花的月份；臺灣馬醉木是杜鵑花科花期最長的種類，調查期間皆可發現有植株開花；高山白珠樹的花期長度亦可達7個月(圖2-14)。杜鵑屬(*Rhododendron*)有4種，玉山杜鵑是杜鵑屬植物中最早開花的種類，除了金毛杜鵑(*Rh. oldhamii*)花期在6月開始外，玉山杜鵑、細葉杜鵑(*Rh. noriakianum*)、紅毛杜鵑(*Rh. rubropilosum*)的盛花期在6月時就結束，屬於春季開花植物。金毛杜鵑廣泛分布於全島，據標本館標本花期資料顯示，金毛杜鵑幾乎全年開花(張

又敏，2006)；嘉義楠溪林道高海拔(紀瑋婷，2009)與玉山主峰線步道(曾喜育、曾彥學，2013)植株開花多數集中在春季，而本研究觀察發現，金毛杜鵑的花期在6-7月。金毛杜鵑花期的差異受環境因子綜合作用影響大，而溫度可能是主要影響生態因子。

科名	物種	月份										
		Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	
杜鵑花科	臺灣馬醉木	■										
	玉山杜鵑		■									
	細葉杜鵑			■								
	紅毛杜鵑			■							■	
	高山白珠樹			■								
	金毛杜鵑					■						
	南燭					■						
	毛蕊木					■						
	米飯花						■					
	冬青油樹						■					

圖 2-14. 雪山主峰線杜鵑花科植物 2014 年 2-11 月開花物候譜圖。

(資料來源：本研究資料)

紅毛杜鵑2014年盛花期為4-6月(圖2-14)，花期年際間變異大；雪山地區之紅毛杜鵑在2013年的盛花期過後，尚發現少數植株有開花的現象(曾彥學、曾喜育，2013)，此現象亦發生在玉山主峰線(曾喜育、曾彥學，2013)，而紅毛杜鵑在2014年11月亦有部分植株開花。紅毛杜鵑開花物候與金毛杜鵑、細葉杜鵑接近全年開花的特色較為接近(張又敏，2006；紀瑋婷，2009)，皆屬於映山紅亞屬(sub. *Tsutsusi*)的植物(Chamberlain, 1996)。

玉山杜鵑盛花期在3-6月(圖2-14)，並隨著海拔升高而延後的趨勢(潘振彰等，2013；吳佳穎，2013)。張又敏(2006)觀察杜鵑花屬標本顯示，同一物種隨海拔升高花期或有延後現象。潘振彰等(2013)在雪山地區玉山杜鵑開花物候研究中發現，玉山杜鵑分布海拔3,600 m以上圈谷和海拔3,600 m以下的個體，花期明顯區隔且不重疊，使得在圈谷的玉山杜鵑失去與其他位於較低海拔個體基因交流的機會，進而形成一個較獨立的亞族群。再者，臺灣亞高山地區的臺灣冷杉林與草生灌叢為鑲嵌分布，造成玉山杜鵑分布呈隔離現象，亞族群間的個體基因交流更加困難。長時間的花期錯開將漸失基因交流，可能造成玉山杜鵑形態多變而難以分類，進而形成玉山杜鵑種複合群的原因(徐瓏綺，2004；黃啟俊，2005；謝鎮宇，2006)。

研究區10種蘭科植物的盛花期皆集中在夏季(6-8月)，屬於典型的夏季開花的科(圖2-15)，花期長度在3個月內(含3個月)，多數植物的花期長度僅1個月，而厚唇粉蝶蘭、短距粉蝶蘭是研究區花期長度最長的物種(3個月)。由於蘭科植物幾乎為蟲媒，其花期中集在昆蟲大量出現的季節(葉文斌，2011)，此有助於增加授粉結實的機會。

科名	物種	月份									
		Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.
蘭科	小兜蕊蘭					■					
	印度山蘭					■					
	窩舌蘭					■					
	紅小蝶蘭					■	■				
	厚唇粉蝶蘭					■	■	■			
	短距粉蝶蘭					■	■	■			
	南湖斑葉蘭							■			
	高山頭蕊蘭							■			
	腳根蘭							■			
	臺灣鈴蘭							■			

圖 2-15. 雪山主峰線蘭科植物 2014 年 2-11 月開花物候譜。
(資料來源：本研究資料)

毛茛科(Ranunculaceae)植物有 8 種，盛花期高峰為 6-8 月，花期長度為 1-6 個月(圖 2-16)。藤本植物的繡球藤進入盛花期時間是研究區毛茛科中最早的種類。蓬萊毛茛、高山毛茛(*Ra. junipericola*)、鹿場毛茛(*Ra. taisanensis*)等 3 種毛茛屬(*Ranunculus*)的花期重疊在 6 月，而高山毛茛花期最短(僅 1 個月)。

科名	物種	月份									
		Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.
毛茛科	繡球藤			■	■	■					■
	傅氏唐松草				■	■	■	■			
	蓬萊毛茛				■	■	■	■			
	匍枝銀蓮花				■	■	■	■			
	高山毛茛					■					
	鹿場毛茛					■	■	■	■		
	南湖唐松草							■	■		
	小木通										■

圖 2-16. 雪山主峰線毛茛科植物 2014 年 2-11 月開花物候譜。
(資料來源：本研究資料)

4. 雪山地區不同年度年植物開花物候譜比較

植物物候除了受到本身的遺傳組成影響，亦隨著生育地中的光週期 (photoperiod)、水分供應的多寡及溫度變化等環境因子而改變(劉崇瑞和蘇鴻傑，1983)。植物的開花時期則受到環境條件嚴格的控管，溫度和光週期為主要的影響因子(Körner, 2003)。高山生態系的生育地環境，給予植物生長的限制因子較多，如冬季的低溫、降雪，不僅影響植物的營養生長季，亦影響了植物的繁殖生長季(花季)。比較雪山雪東線步道2012-2014年3年間3-11月的開花物候種數月變化圖發現(圖2-17)，2014年與2012年的全年開花種數月變趨勢較接近，兩年度逐月開花物種數差異較大的月分在5月和8月；其中，2012年5月的開花物種數較2014年多，2014年8月的開花物種較2012年多(圖2-17)。

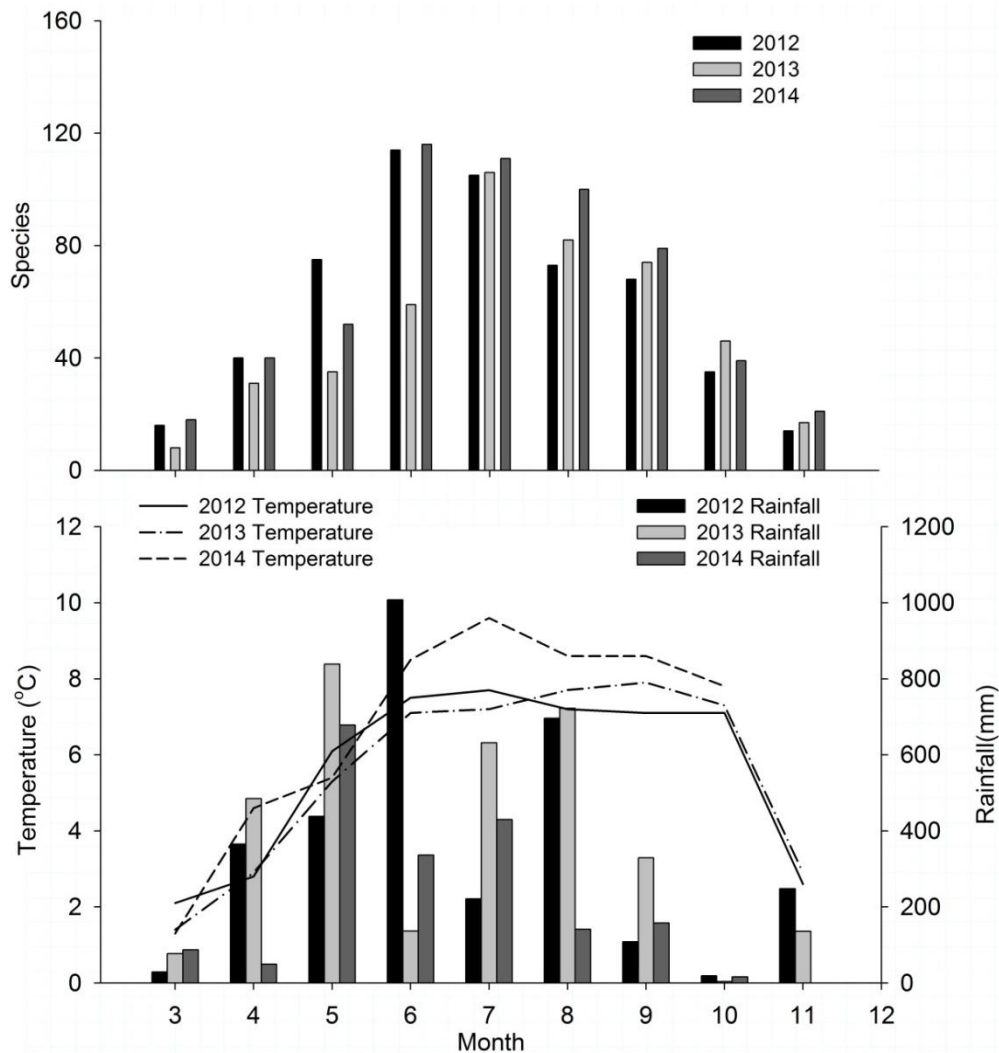


圖 2-17. 雪山主峰線沿線 2012-2014 年開花種數與氣象因子關係。
(資料來源：本研究資料)

因2012年2月因故未進行物候調查，加上各年度調查種類略有差異，本研究分析2012-2014年3-11月共126種植物；由於2014年2-6月雪山氣象資料欠缺，因此為使各年度資料可進行分析而採用玉山北峰氣象站之資料。玉山北峰氣象站於1943年設置迄今已逾70年，是臺灣高山研究重要的氣象資料來源；比較2012-2014年各年度氣象資料與1952-2013年平均值發現(表2-2、圖2-18)，2012年的溫度變化特色為2-3月氣溫較高出平均值0.9-1.2°C，5月以後的變化約略與1952-2013年的平均值變化相似；2013年2月的高溫較平均值高出約3.8°C，是歷年來2月的最高溫，4、5月的氣溫處在較低的狀態，此時期的降雨亦較61年的平均值高出甚多；2014年的1月較平均值高約1.8°C，此外，6-10月的氣溫明顯高出平均值1.4-1.9°C，其中，7、9-10等3個月是玉山北峰氣象站歷史新高，2014年的降雨明顯較平均值低。

表2-2. 玉山北峰氣象站2012-2014各年月均溫與與1952-2013年平均值、最大值、最小值比較

Year/Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2012	-1.5	0.0	2.2	2.8	6.1	7.5	7.7	7.2	7.1	7.1	2.6	0.1
2013	-0.6	2.9	1.4	2.9	5.3	7.1	7.2	7.7	7.9	7.3	2.9	-0.3
2014	0.4	-1.0	1.3	4.6	5.4	8.5	9.6	8.6	8.6	7.8	3.6	
1952-2013	-1.35	-0.93	0.98	3.37	5.59	6.91	7.73	7.50	7.11	6.18	3.90	0.72
Max	2.5	2.9	3.1	6.4	7.1	8.7	9.6	9.1	8.6	7.8	6.1	3.8
Min	-6.6	-5	-1.4	1.4	4.0	5.1	6.3	6.1	6.2	4.3	1.6	-3.8

(資料來源：本研究資料)

大多數物候研究結果顯示，植物物候變化主要受到氣溫影響(Walther et al. 2002 ; Root et al., 2003; Aono et al., 2008; Ghelardini et al., 2010; Kreyling, 2010; Toledo et al., 2011)；升溫會加速物候啟始，使植物春季物候期提前，秋季物候推遲(Sparks et al., 1997; 徐雨晴等，2005；裴順祥等，2011；廖雪萍等，2012)。3年度雪山主峰線步道之逐月開花物種數與其對應年之月均溫皆呈現顯著相關，與降雨相關性較不顯著(表2-3)，與大多數高山或高海拔地區之物候研究相同；2013年高山植群帶之逐月開花物種數與月均溫之相關性雖達顯著水準，但不若2012及2014年來得高，顯示年際間溫度變化對高山植物的開花物候有所影響。

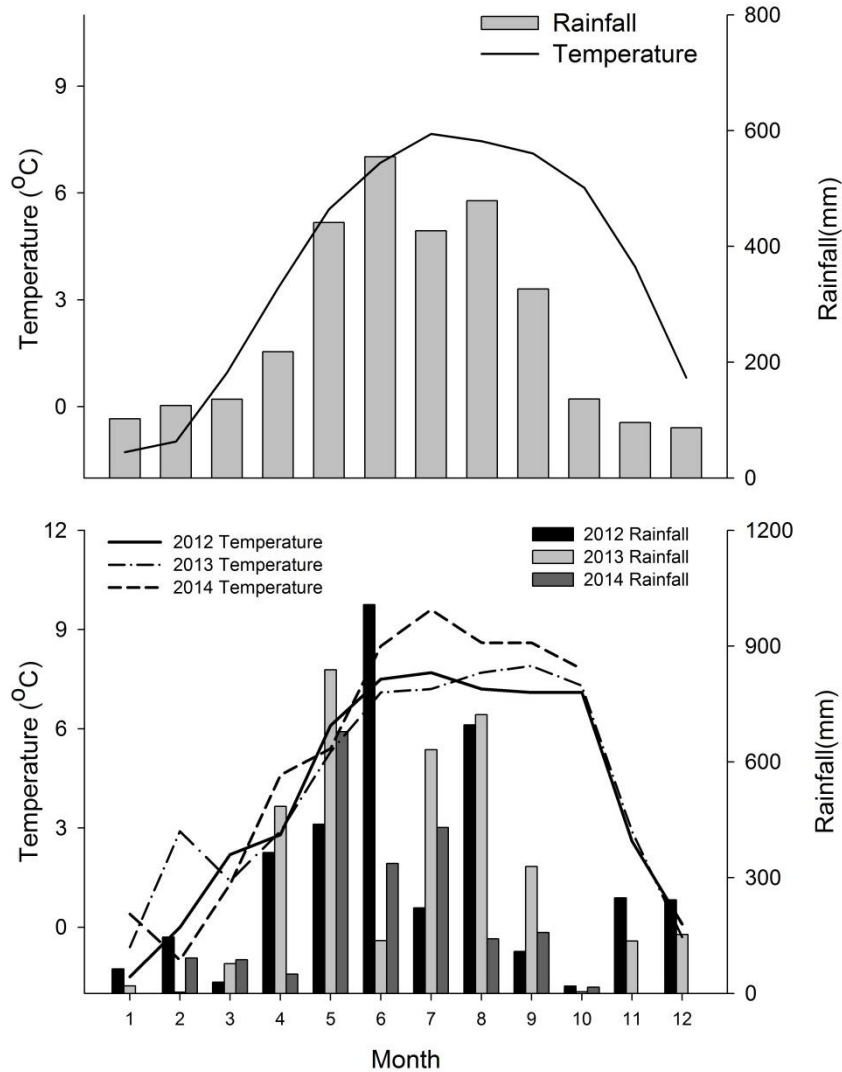


圖2-18. 玉山北峰氣象站1952-2013年月均溫與月降雨平均值與2012-2014年之比較。(資料來源：本研究資料)

2013年3-6月的逐月開花物種數較2012、2014年少，尤其5-6月為甚，其可能因2013年2月冬季較2012及2014年來得高，2月冬季高溫不利於花芽休眠的打破，加上春季3-4月氣溫較低，和4-5月的豪雨，至致使熱量累積不足，此可能致使在2013年5-6月開花物種數較少。Ram *et al.*(1988)在喜馬拉雅山(3,250-4,200 m)的研究發現，植物生長季的開始與春季的氣溫密切相關；而冬季氣溫偏高常不利於打破冬季的芽休眠，反而使開花期延遲，較冷的冬溫則有利於打破冬季休眠(張福春，1995)。2012年5月開花物種數較2012和2014年多，此可能2011年12月和2012年1月冬季較低溫，使春季開花植物具有較多的冷激時數，加上2-3月的平均氣溫逐漸升高，熱量累積加速，促使植物打破花芽休眠，而較多種類在2012年5月開花。

表2-3. 雪山雪東線步道2012-2014年各植群帶開花物種數與氣候因子相關分析

氣候/種數	2012					2013					2014					
	全線	A*	B	C	D	全線	A	B	C	D	全線	A	B	C	D	
2012	溫度 rho	0.820	0.676	0.891	0.912	0.949										
	度 ρ	0.007	0.045	0.001	0.001	0.000										
	雨量 rho	0.600	0.628	0.527	0.533	0.417										
	量 ρ	0.088	0.070	0.145	0.139	0.264										
2013	溫度 rho					0.845	0.534	0.517	0.845	0.734						
	度 ρ					0.004	0.138	0.154	0.004	0.024						
	雨量 rho					0.467	0.111	0.427	0.467	0.261						
	量 ρ					0.205	0.777	0.252	0.205	0.497						
2014	溫度 rho										0.778	0.359	0.898	0.934	0.934	
	度 ρ										0.023	0.382	0.002	0.001	0.001	
	雨量 rho										0.643	0.238	0.643	0.595	0.500	
	量 ρ										0.086	0.570	0.086	0.120	0.207	

*ABCD 分別代表櫟林帶上層(2,100-2,400 m)、鐵杉雲杉林帶(2,400-3,100 m)、冷杉林帶(3,100-3,600 m)、高山植群帶(3,600-3,886 m)。粗體字表示 $p < 0.05$ 。

(氣象資來源：中央氣象局玉山北峰氣象站與本研究資料)。

2013年的逐月開花物種數要到7月以後才與2012、2014年具相近的開花物種數，再者，7月以後開花的物種多為晚花期植物，其可能反應出7月以後開花之植物對夏季相對高溫的環境需求較小，而光質(波長)或日照時數等生態因子影響較大。在2014年8月開花物種較前2年來得多，其可能原因來自2014年夏季6-8月的較高的平均氣溫，以及相對較低的降雨量所致。然而，年際間的開花物候受許多因素影響，除了受外在環境因子影響外，植物開花的豐欠年、營養生長等因子(潘振彰，2012)，亦是影間植物開花重要的內在因子。

比較2012-2014年等3個年度3-11月126種植物開花物候譜發現(圖2-19)，各植物在不同年度的開花物候時序反應不一，少數種類在3年間的開花起始時間表現變化不大，例如臺灣堇菜(*Viola formosana*)等28種；其中，玉山金梅(*Potentilla leuconota*)、玉山金絲桃(*Hypericum nagasawai*)、玉山佛甲草(*Sedum morrisonense*)、玉山當歸(*Angelica morrisonicola*)、雪山馬蘭(*Aster takasagomontanus*)、玉山飛蓬(*Erigeron morrisonensis*)、白花香青(*Anaphalis morrisonicola*)、黃菀、鄧氏胡頹子等9種的起迄時間在3年大致相同(圖2-19)；而此類不同年度花期起迄變化不大的物種，可能其對溫度變化敏感較小。

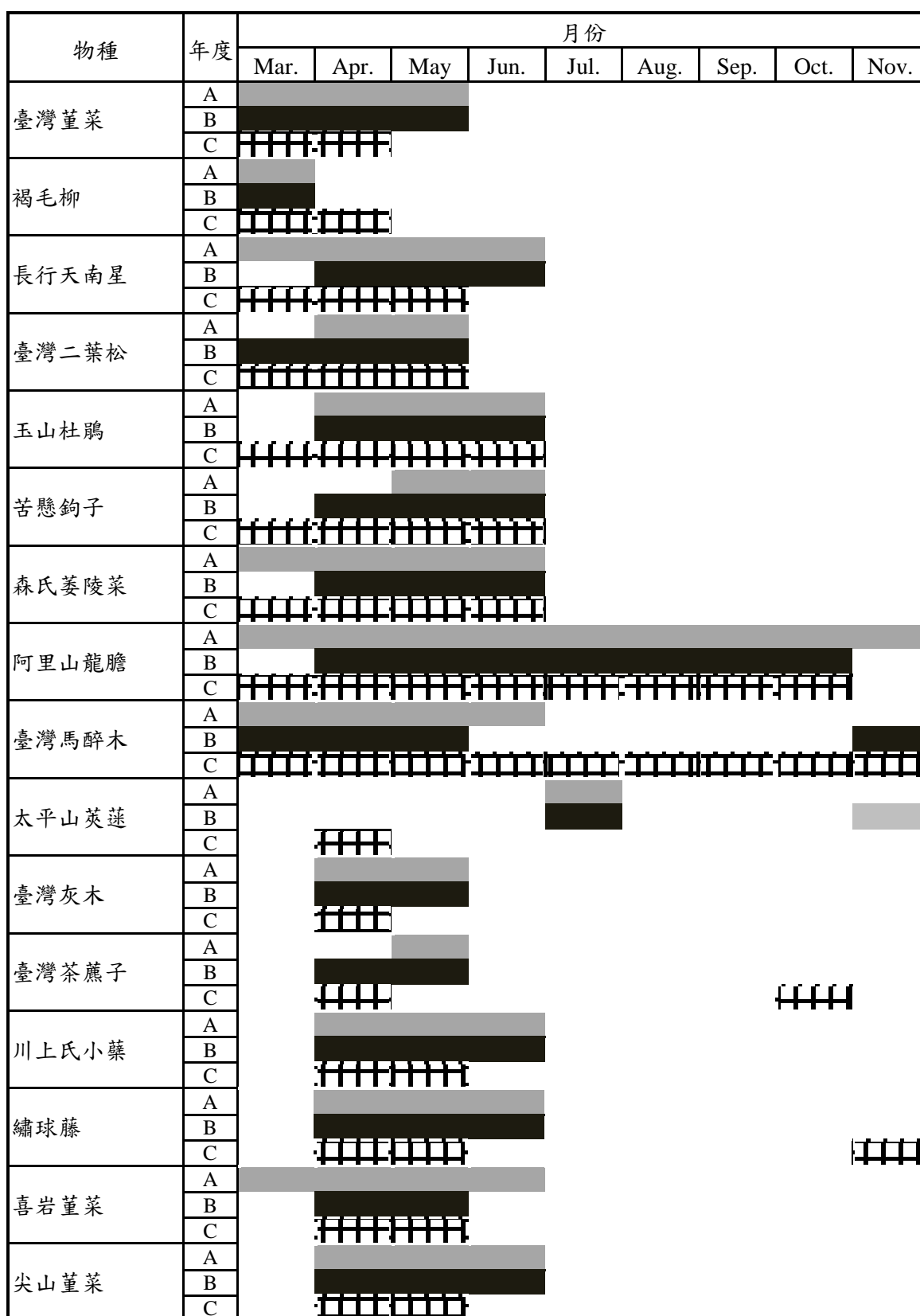


圖2-19. 雪山主峰線步道沿線2012-2014年3-11月開花物候譜比較。A:2012年；B:2013年；C:2014年。(資料來源：本研究資料)

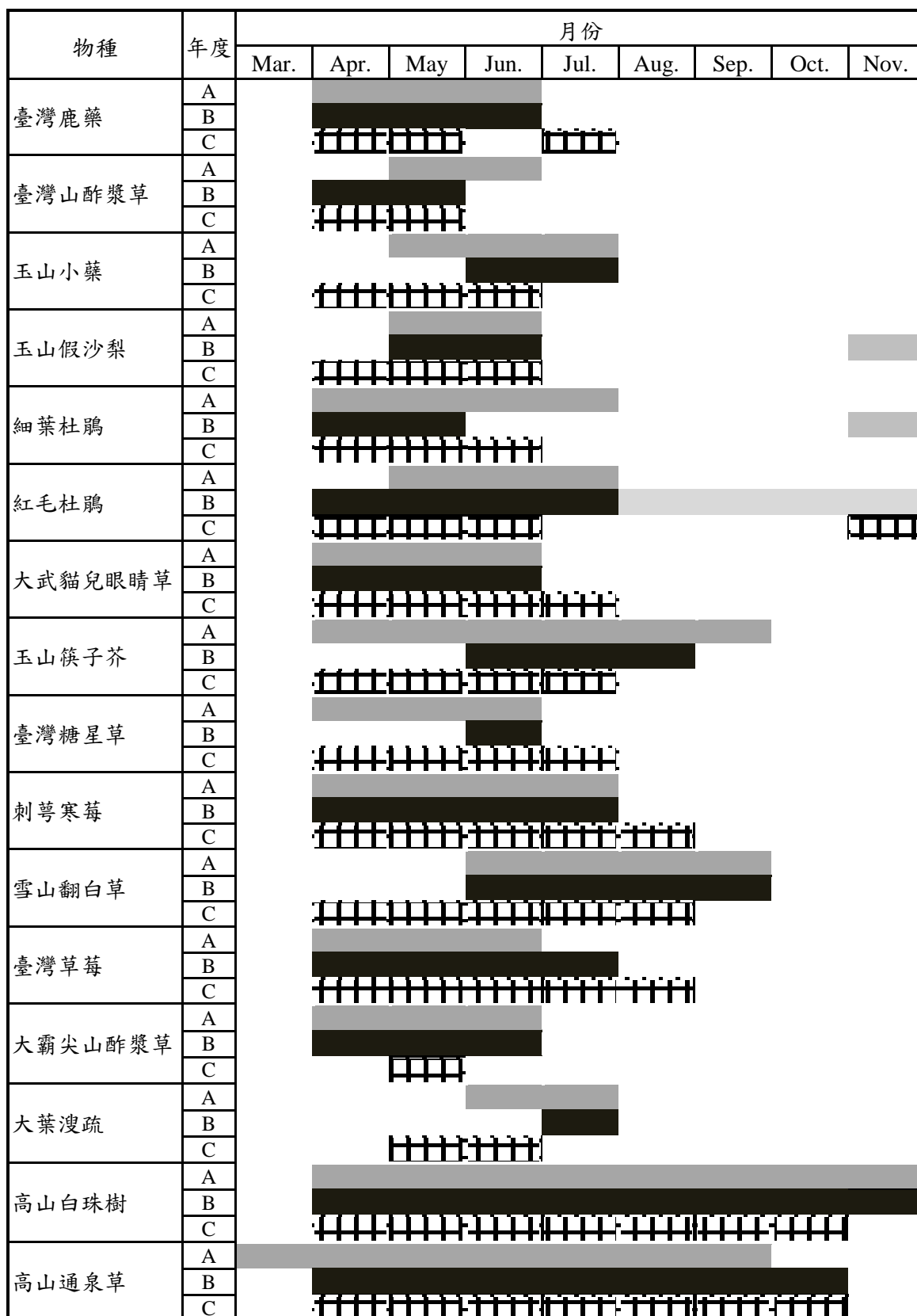


圖2-19. 雪山主峰線步道沿線2012-2014年3-11月開花物候譜比較(續)。A:2012年；B:2013年；C:2014年。(資料來源：本研究資料)

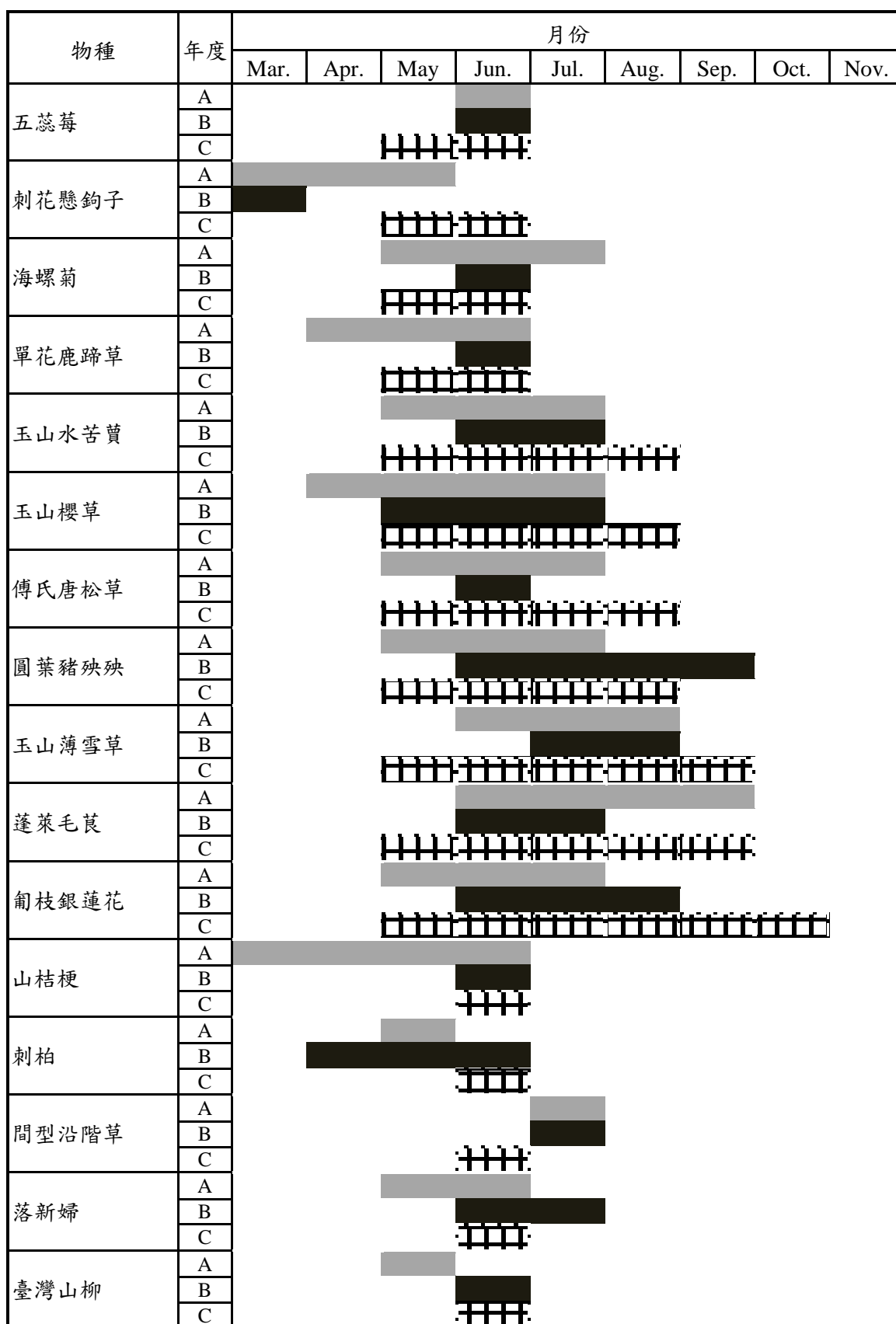


圖2-19. 雪山主峰線步道沿線2012-2014年3-11月開花物候譜比較(續)。A:2012年；B:2013年；C:2014年。(資料來源：本研究資料)

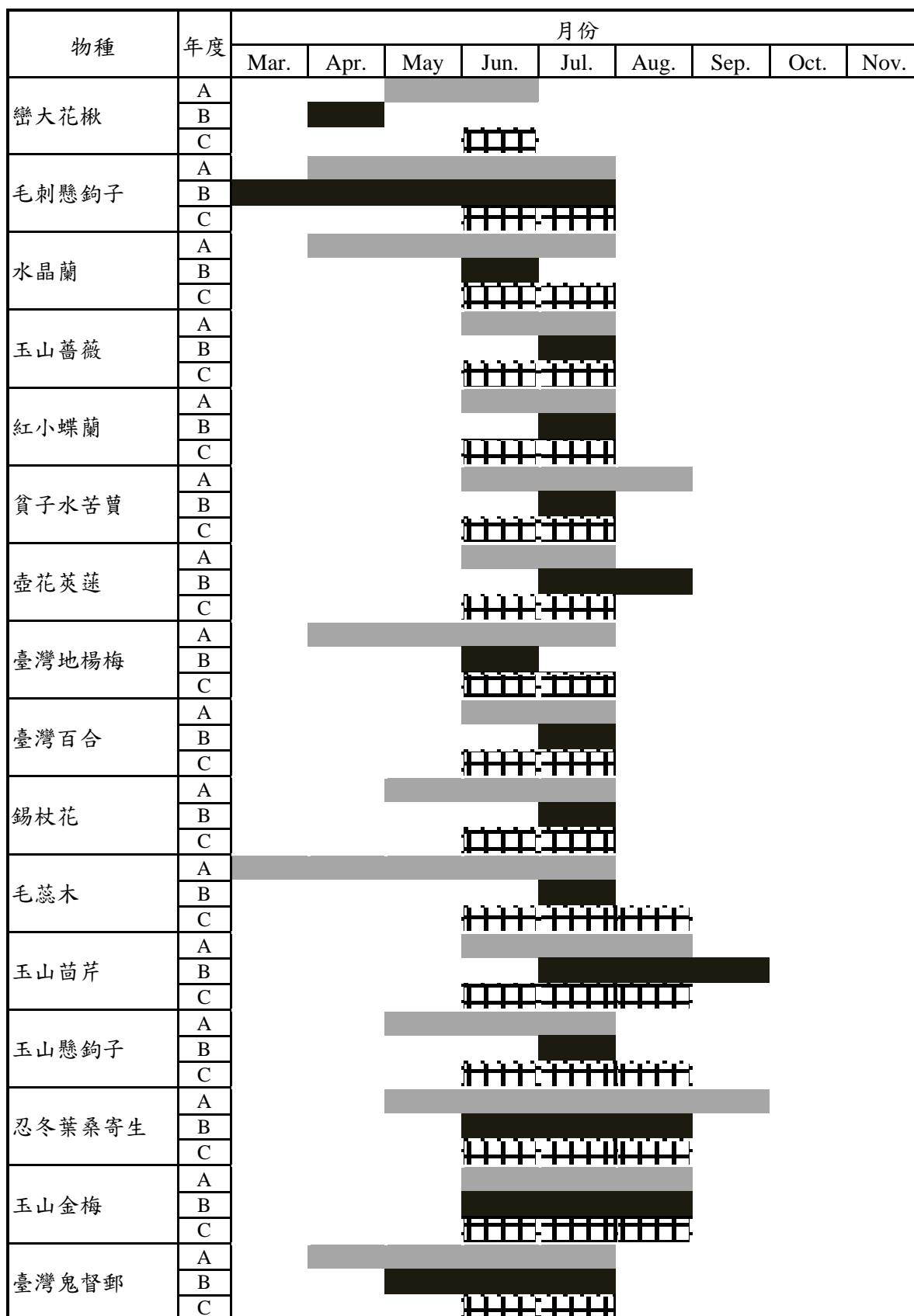


圖2-19. 雪山主峰線步道沿線2012-2014年3-11月開花物候譜比較(續)。A:2012年；B:2013年；C:2014年。(資料來源：本研究資料)

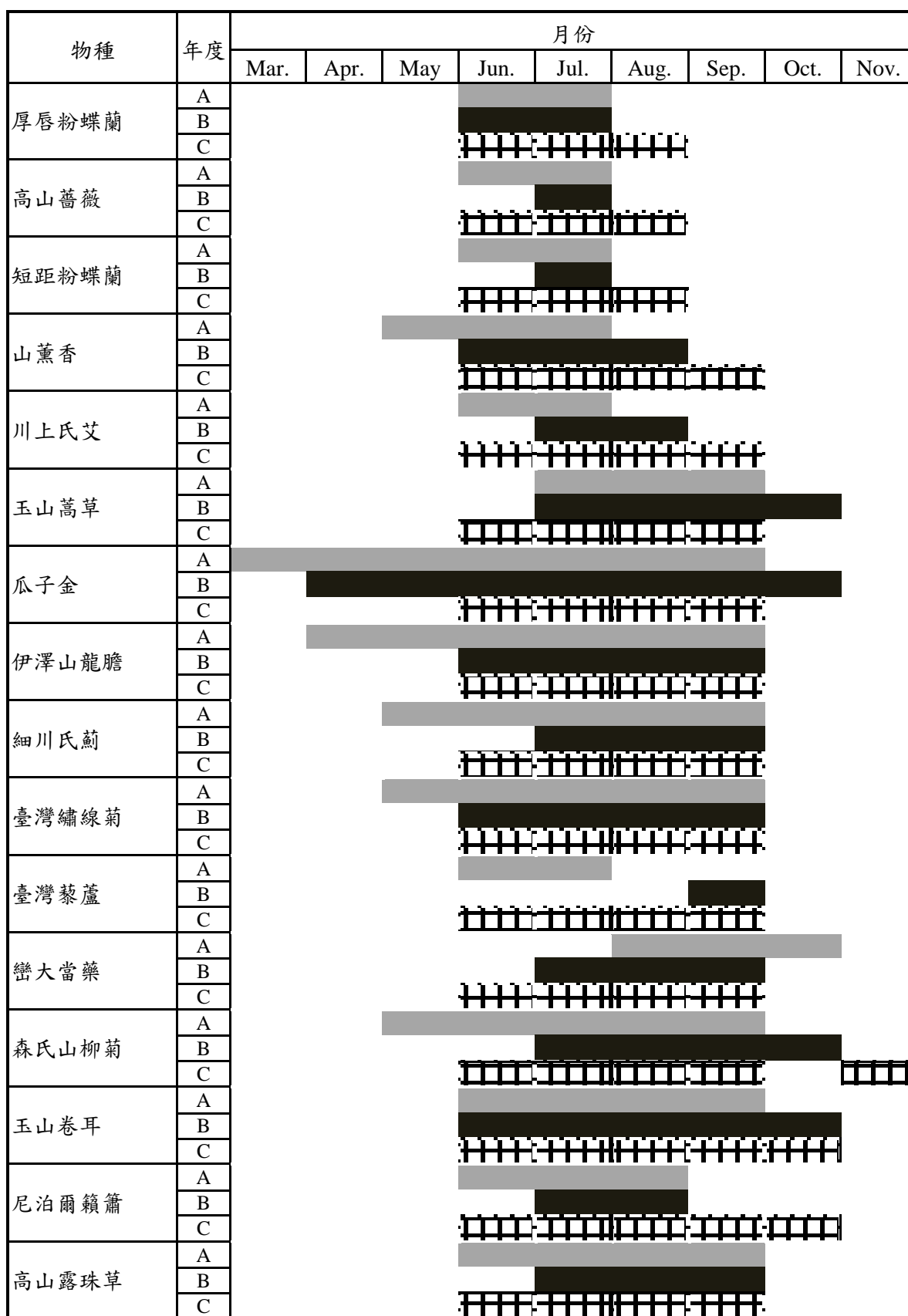


圖2-19. 雪山主峰線步道沿線2012-2014年3-11月開花物候譜比較(續)。A:2012年；B:2013年；C:2014年。(資料來源：本研究資料)

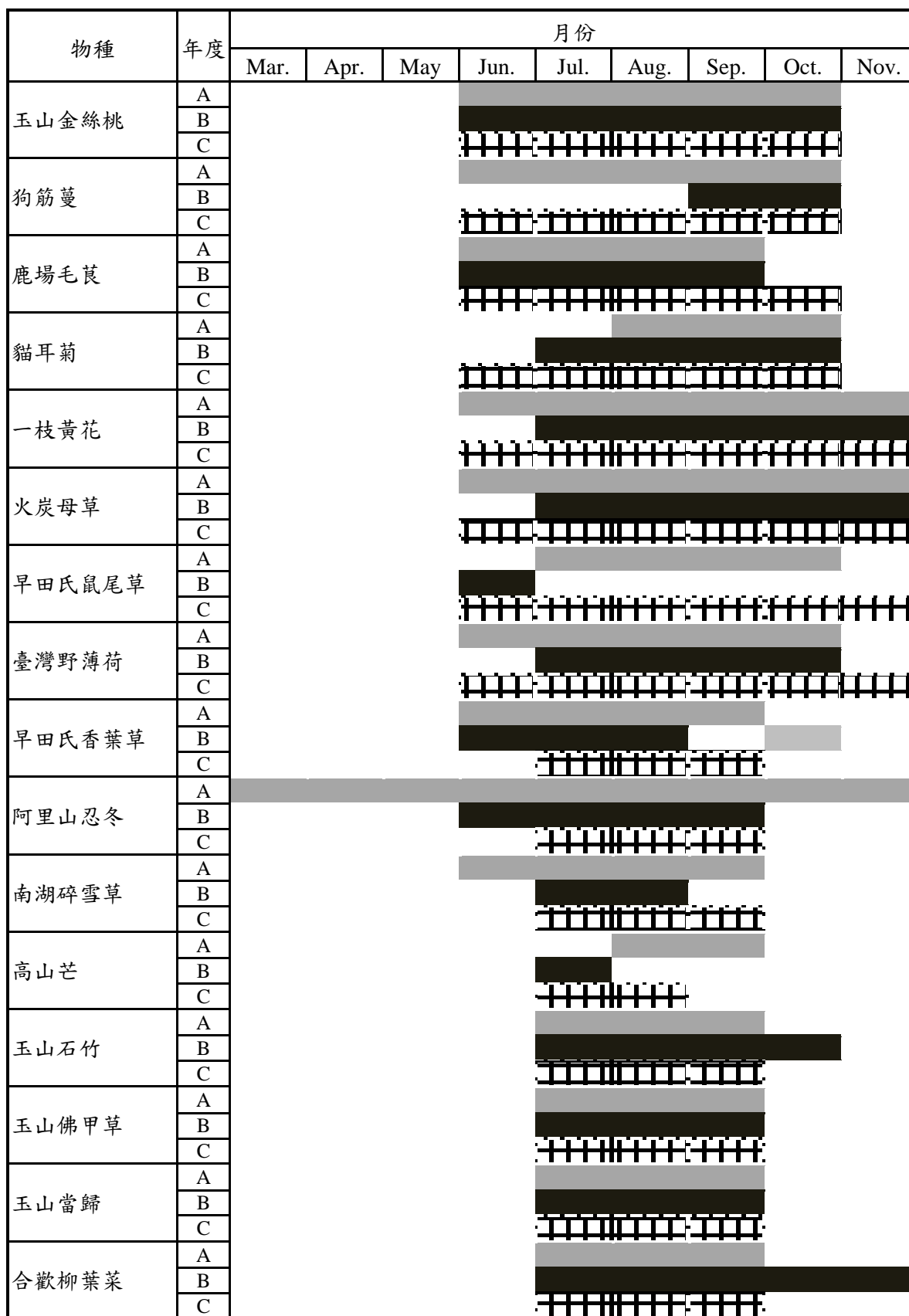


圖2-19. 雪山主峰線步道沿線2012-2014年3-11月開花物候譜比較(續)。A:2012年；B:2013年；C:2014年。(資料來源：本研究資料)

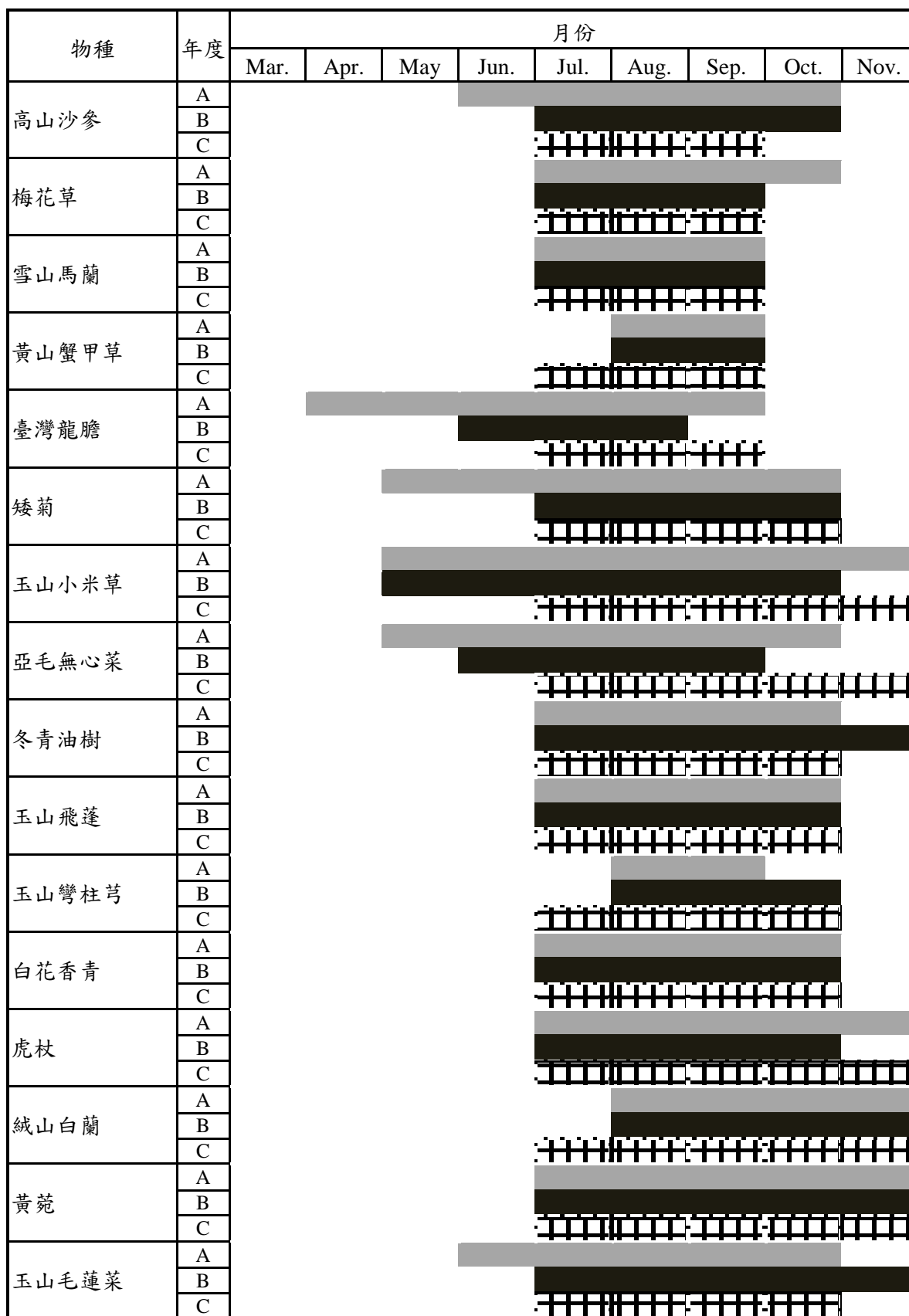


圖2-19. 雪山主峰線步道沿線2012-2014年3-11月開花物候譜比較(續)。A:2012年；B:2013年；C:2014年。(資料來源：本研究資料)

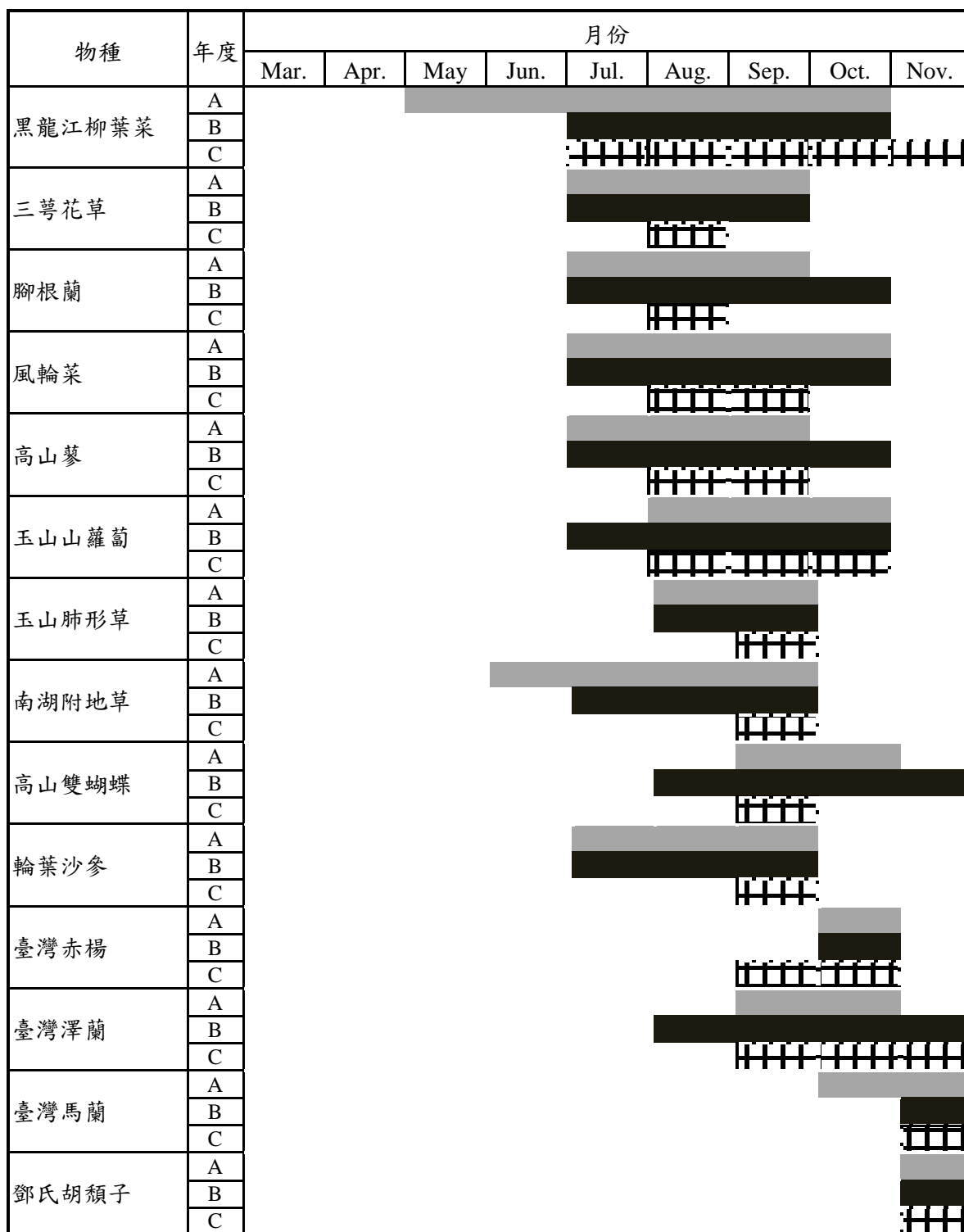


圖2-19. 雪山主峰線步道沿線2012-2014年3-11月開花物候譜比較(續)。A:2012年；B:2013年；C:2014年。(資料來源：本研究資料)

本研究2012-2014年3-11月開花物候觀察發現，超過75%的種數年際間開花時序呈現差異(圖2-19)。有35種植物於2013年開花較2012和2014年晚，2012年有10種植物盛花期較其他2年晚，2014年有13種的盛花期較其他2年晚，而2012年有27種植物的盛花期較其他2年早，2013年與2014年分別有5種及13種植物的盛花期在3年中最早。由上述盛花期植物的起始時間早晚，可反應出2013年與2012、2014年在氣候環境的差異。

細分比較4個植群帶2012-2014年際間開花物候變化趨勢發現(圖2-20~2-23)，隨著海拔上升，年際間在相同時間盛花期的物種數比例有上升的趨勢(櫟林帶：鐵杉雲杉林帶：冷杉林帶：高山植群帶=4/27:12:46:19:71:7/29)，此可能反應出最高海拔高山植群帶植物的盛花期較晚，年際間溫度對影響較小所致。比較3年間最晚盛花期的物種數發現，2013年在4個植群帶的物種比其他2年要多，而2012年在4個植群帶最早盛花期出現種數最多；此可能顯示出冬季低刺激、春-夏季高溫快速積溫的氣候環境為主要影響植物盛花期時序早晚的因素。

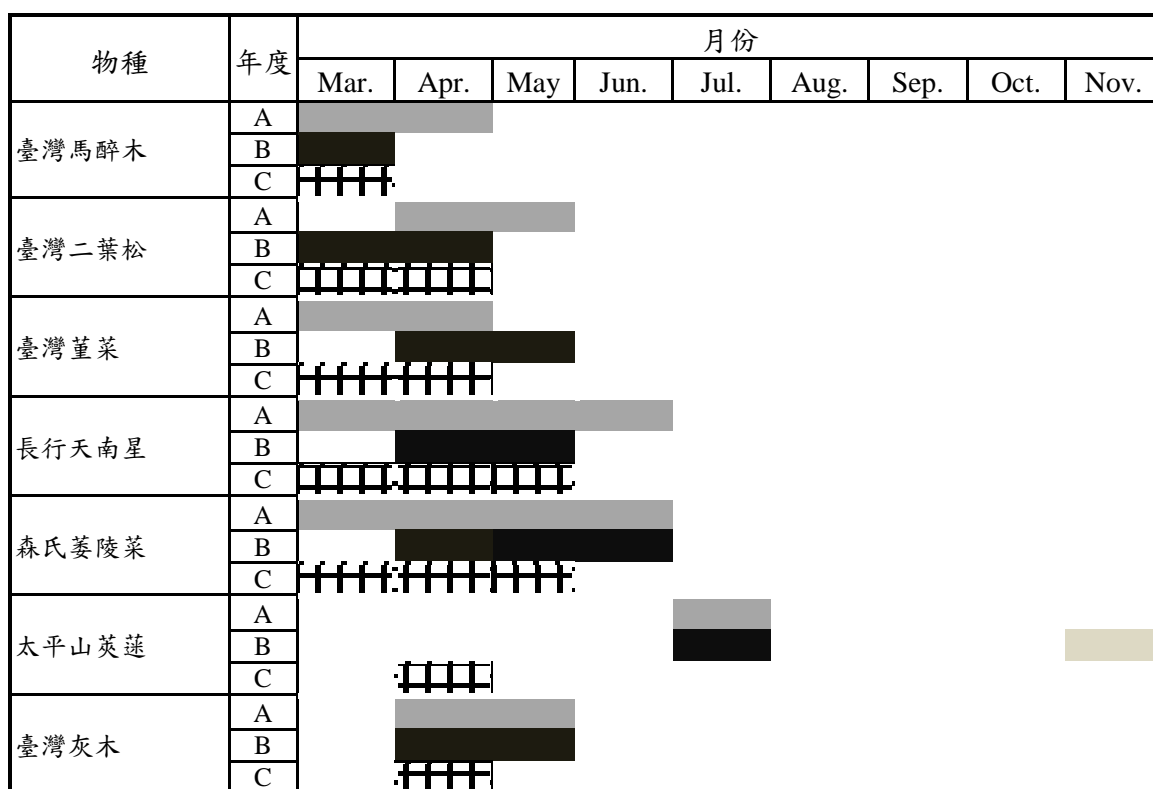


圖 2-20. 雪山主峰線沿線櫟林帶上層 2012-2014 年 3-11 月開花物候譜。A 為 2012 年，B 為 2013 年，C 為 2014 年。(資料來源：本研究資料)

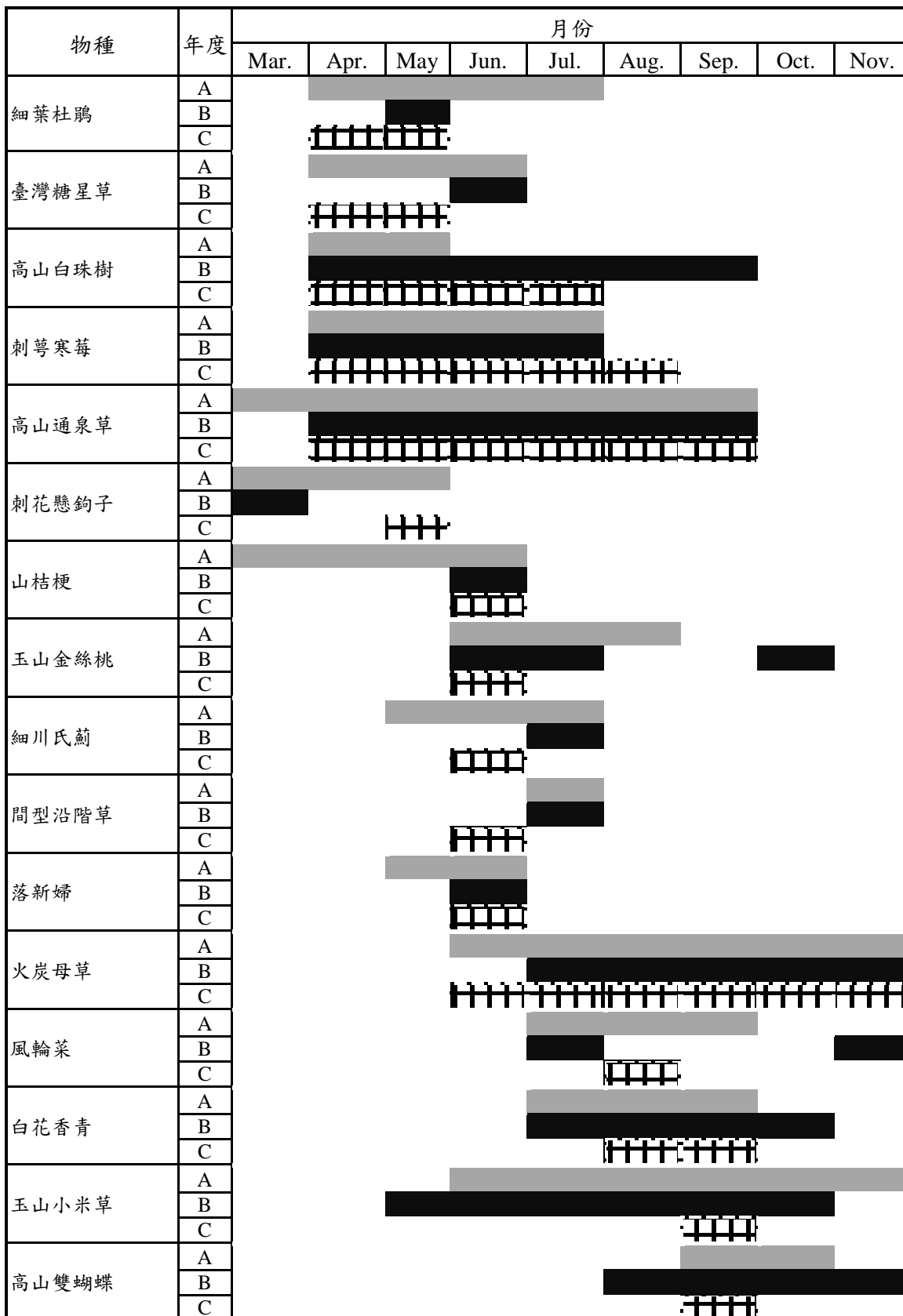


圖 2-20. 雪山主峰線沿線櫟林帶上層 2012-2014 年 3-11 月開花物候譜(續)。A 為 2012 年，B 為 2013 年，C 為 2014 年。(資料來源：本研究資料)

物種	年度	月份								
		Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.
輪葉沙參	A									
	B									
	C									
臺灣赤楊	A									
	B									
	C									
臺灣澤蘭	A									
	B									
	C									
一枝黃花	A									
	B									
	C									

圖 2-20. 雪山主峰線沿線櫟林帶上層 2012-2014 年 3-11 月開花物候譜(續)。A 為 2012 年，B 為 2013 年，C 為 2014 年。(資料來源：本研究資料)

物種	年度	月份								
		Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.
阿里山龍膽	A									
	B									
	C									
臺灣馬醉木	A									
	B									
	C									
臺灣堇菜	A									
	B									
	C									
褐毛柳	A									
	B									
	C									
尖山堇菜	A									
	B									
	C									
長行天南星	A									
	B									
	C									
紅毛杜鵑	A									
	B									
	C									
高山通泉草	A									
	B									
	C									
細葉杜鵑	A									
	B									
	C									

圖 2-21. 雪山主峰線沿線鐵杉雲杉林帶 2012-2014 年 3-11 月開花物候譜。A 為 2012 年，B 為 2013 年，C 為 2014 年。(資料來源：本研究資料)

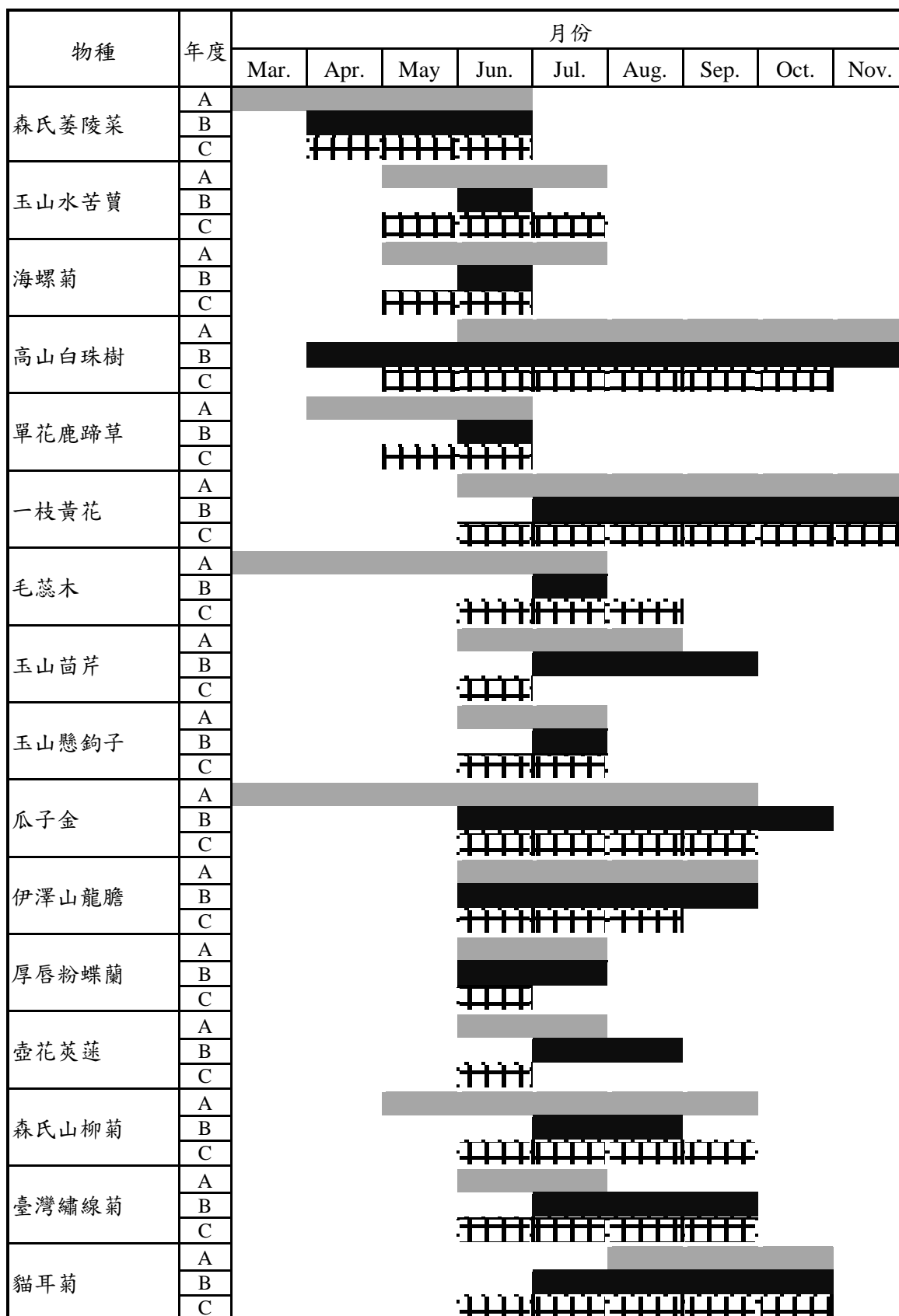


圖 2-21. 雪山主峰線沿線鐵杉雲杉林帶 2012-2014 年 3-11 月開花物候譜(續)。A 為 2012 年，B 為 2013 年，C 為 2014 年。(資料來源：本研究資料)

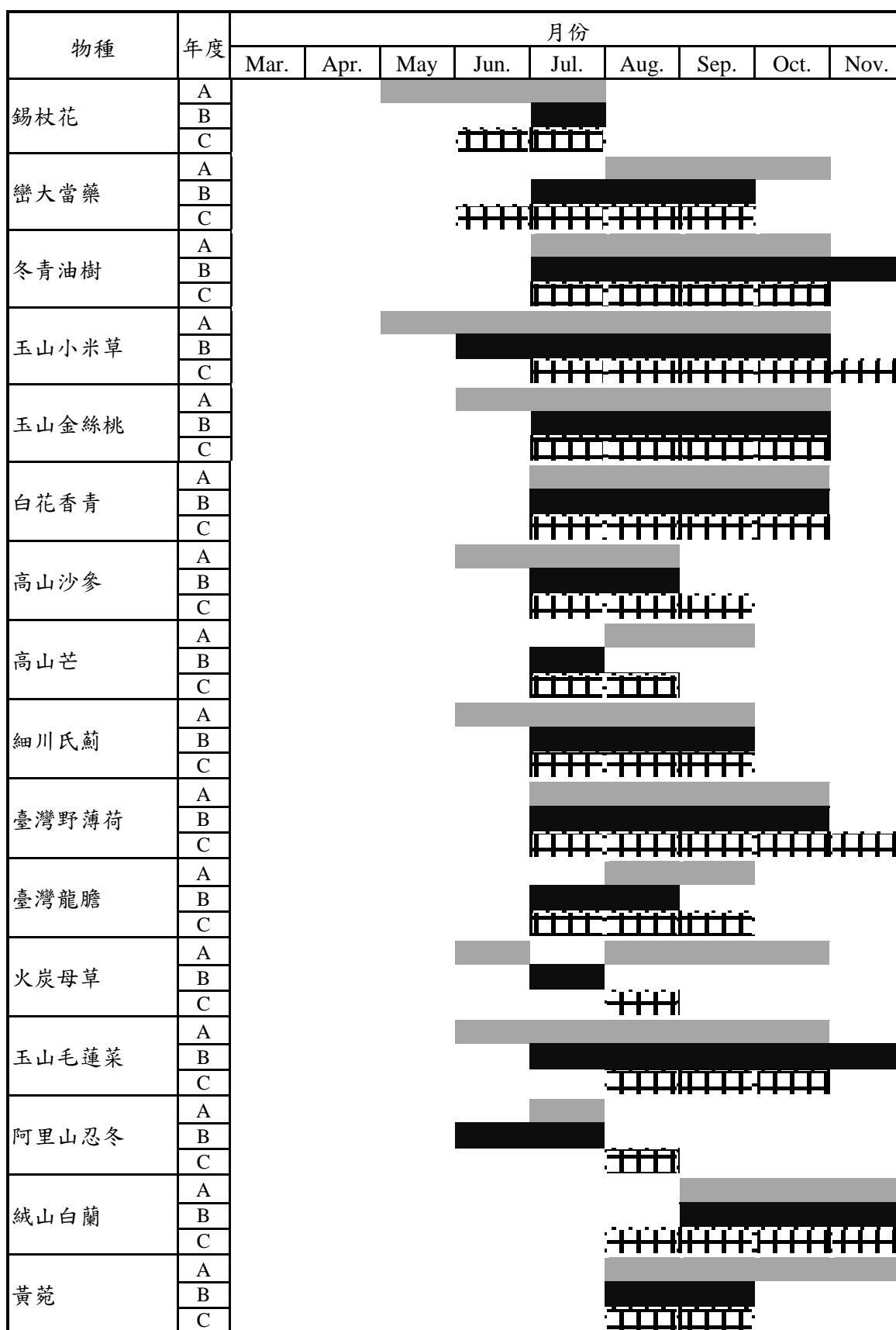


圖 2-21. 雪山主峰線沿線鐵杉雲杉林帶 2012-2014 年 3-11 月開花物候譜(續)。
A 為 2012 年，B 為 2013 年，C 為 2014 年。(資料來源：本研究資料)

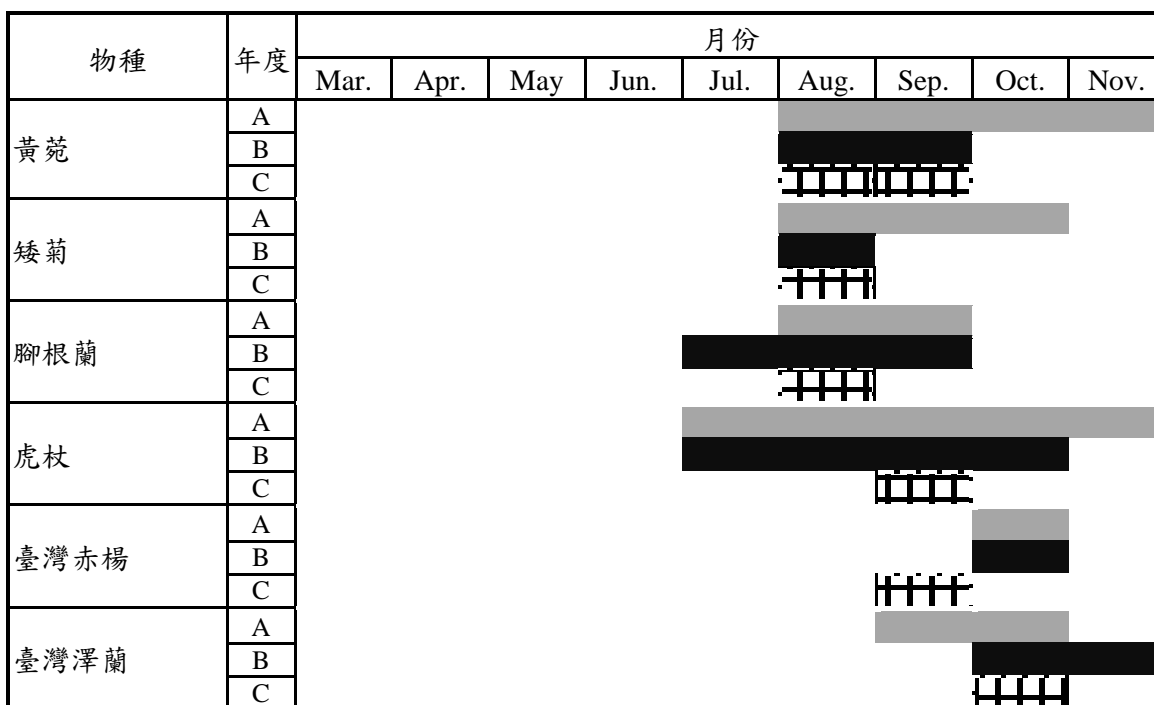


圖 2-21. 雪山主峰線沿線鐵杉雲杉林帶 2012-2014 年 3-11 月開花物候譜(續)。A 為 2012 年，B 為 2013 年，C 為 2014 年。(資料來源：本研究資料)

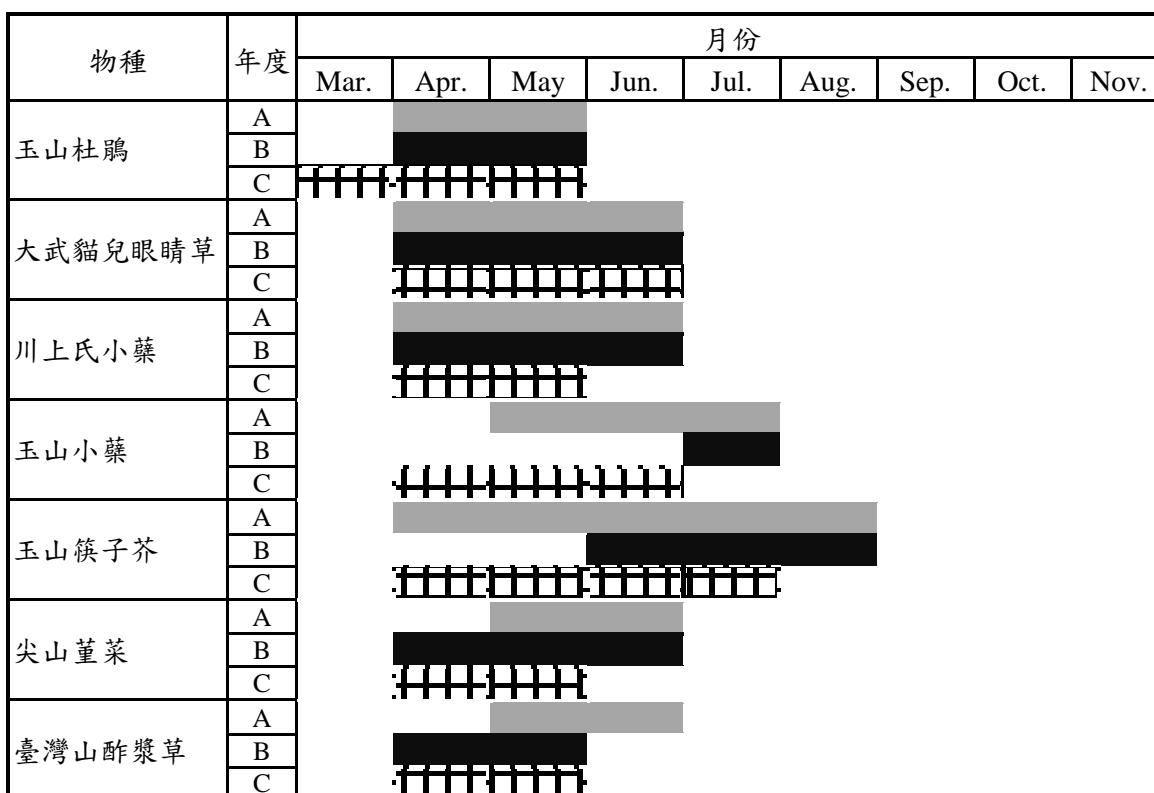


圖 2-22. 雪山主峰線沿線冷杉林帶 2012-2014 年 3-11 月開花物候譜。A 為 2012 年，B 為 2013 年，C 為 2014 年。(資料來源：本研究資料)

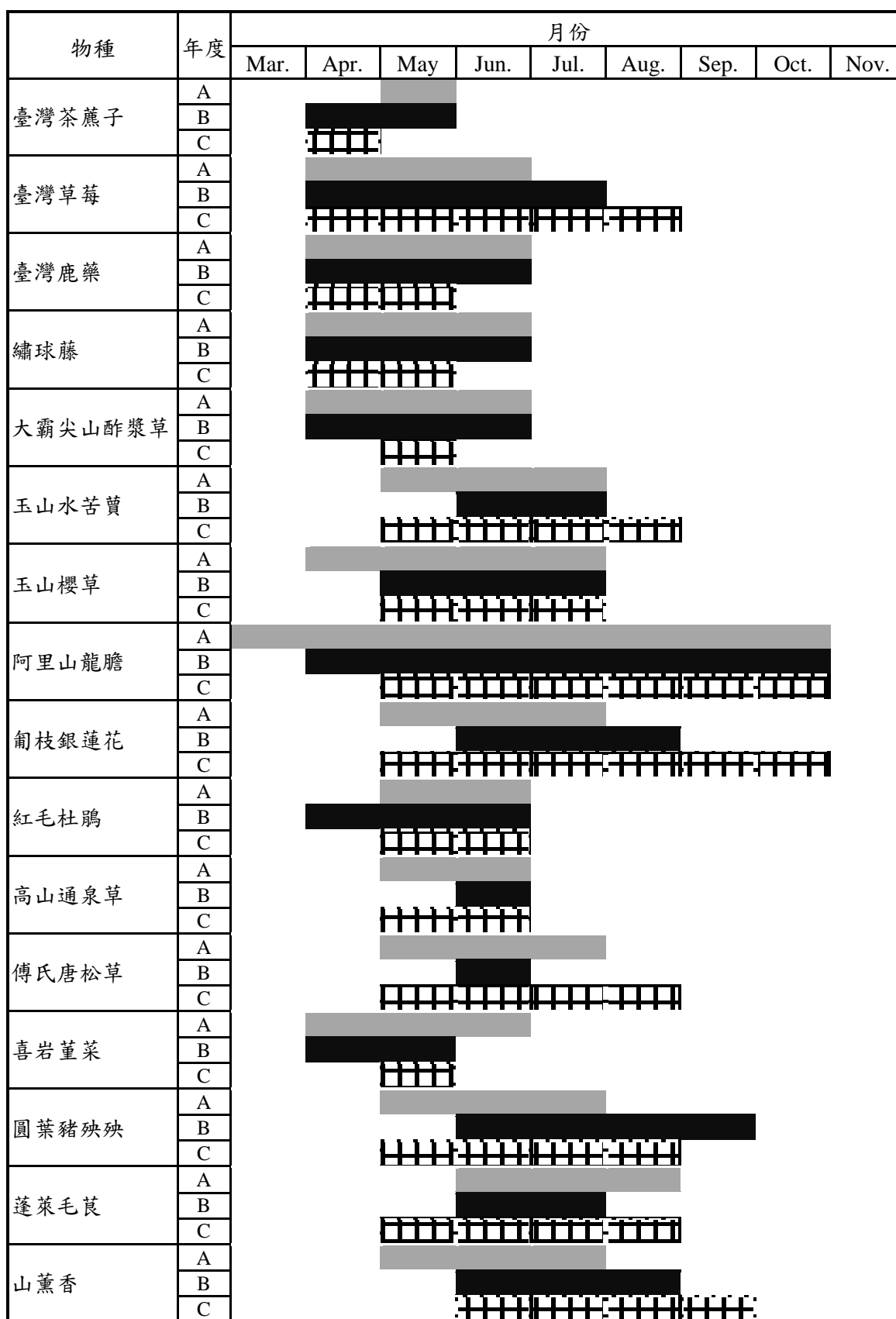


圖 2-22. 雪山主峰線沿線冷杉林帶 2012-2014 年 3-11 月開花物候譜(續)。A 為 2012 年，B 為 2013 年，C 為 2014 年。(資料來源：本研究資料)

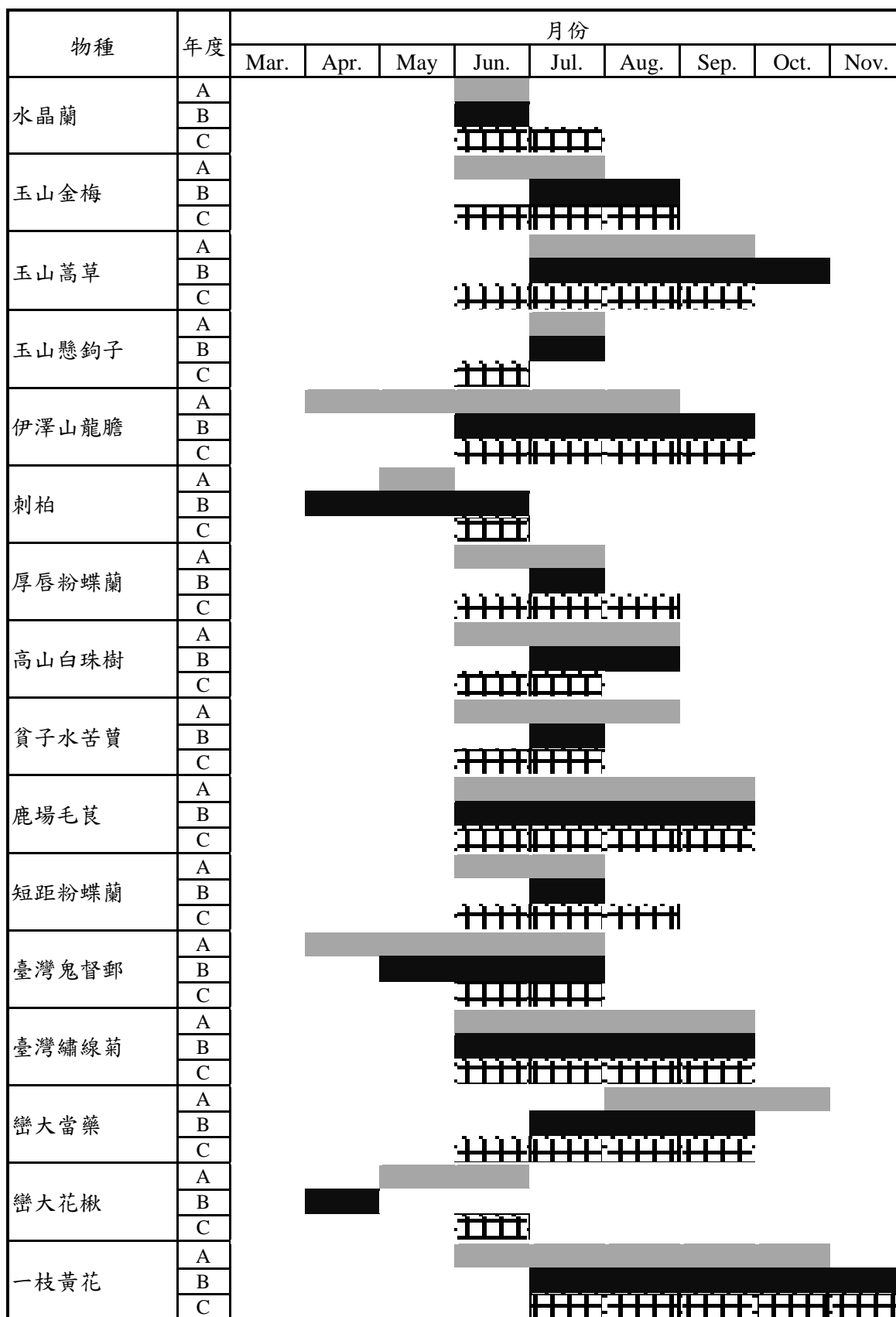


圖 2-22. 雪山主峰線沿線冷杉林帶 2012-2014 年 3-11 月開花物候譜(續)。A 為 2012 年，B 為 2013 年，C 為 2014 年。(資料來源：本研究資料)

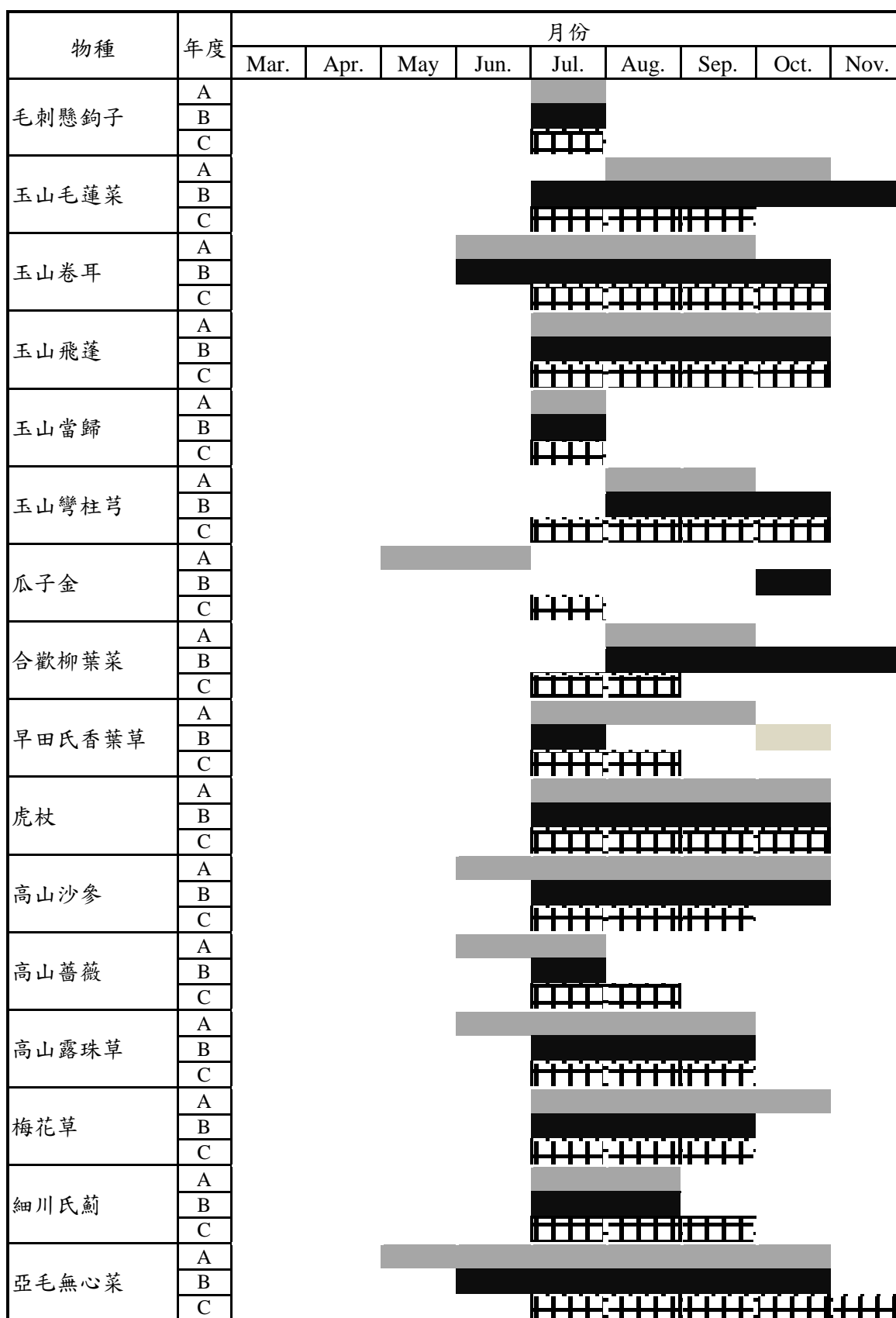


圖 2-22. 雪山主峰線沿線冷杉林帶 2012-2014 年 3-11 月開花物候譜(續)。A 為 2012 年，B 為 2013 年，C 為 2014 年。(資料來源：本研究資料)

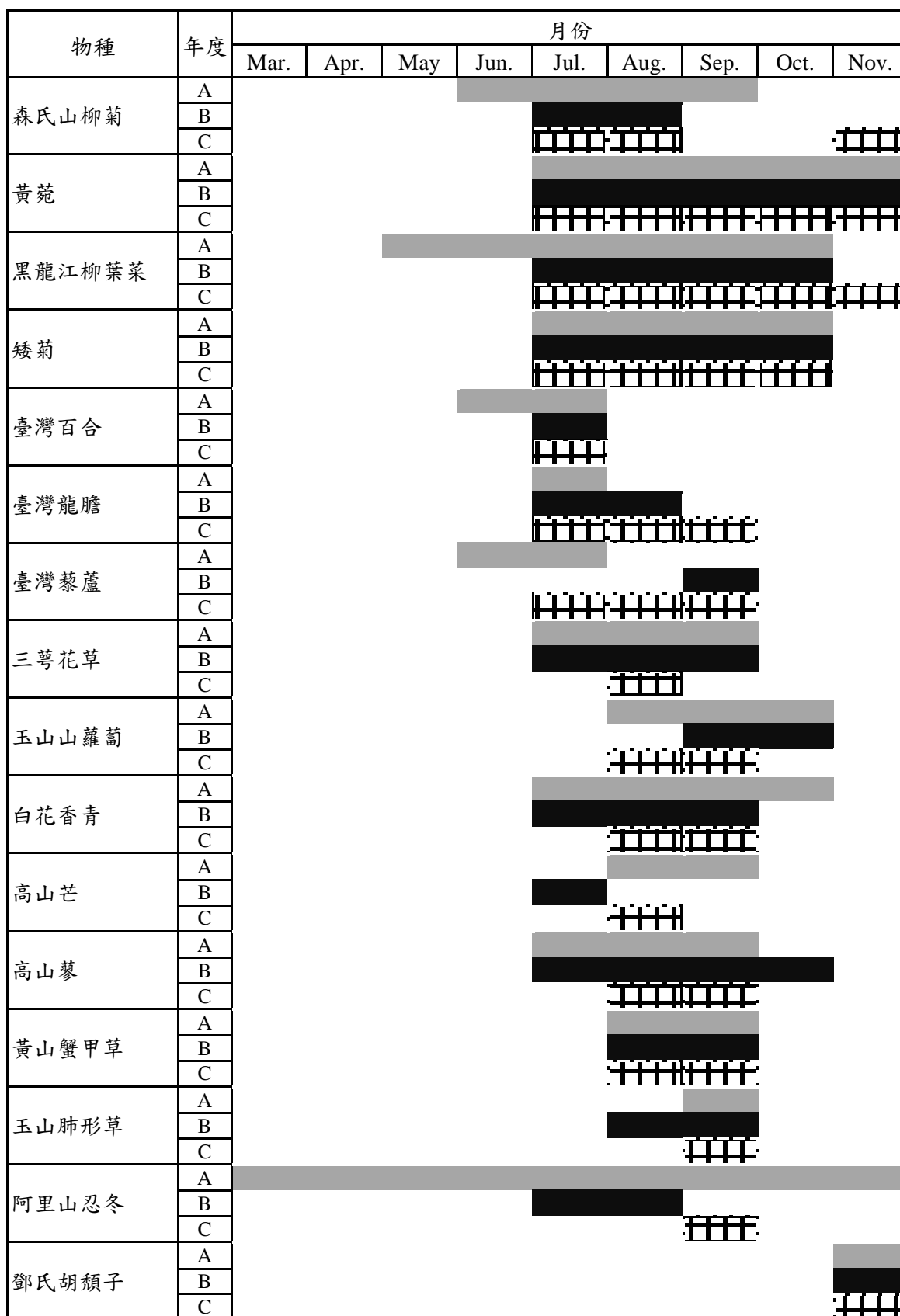


圖 2-22. 雪山主峰線沿線冷杉林帶 2012-2014 年 3-11 月開花物候譜(續)。A 為 2012 年，B 為 2013 年，C 為 2014 年。(資料來源：本研究資料)

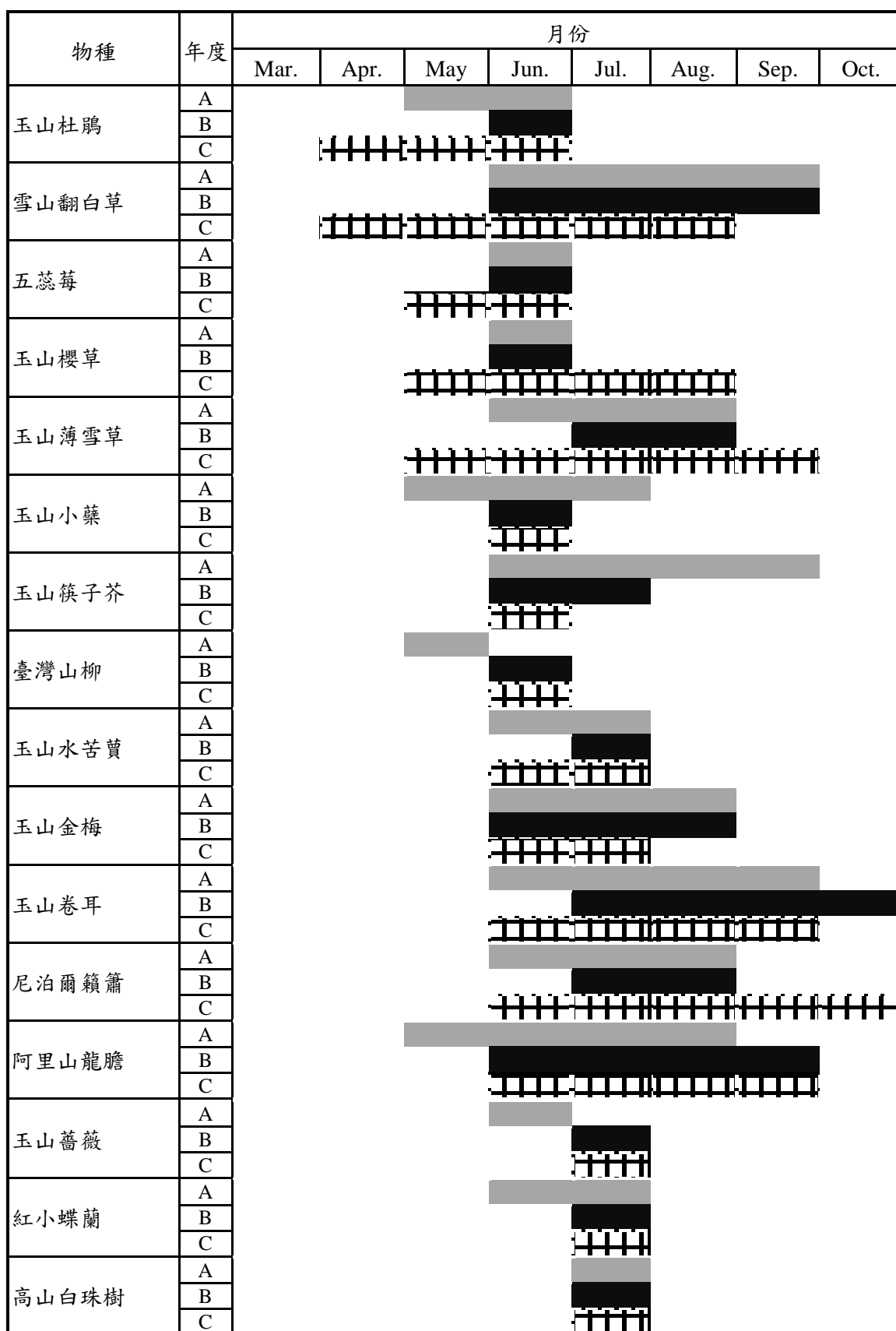


圖 2-23. 雪山主峰線高山植群帶 2012-2014 年 3-1 月開花物候譜。A 為 2012 年，B 為 2013 年，C 為 2014 年。(資料來源：本研究資料)

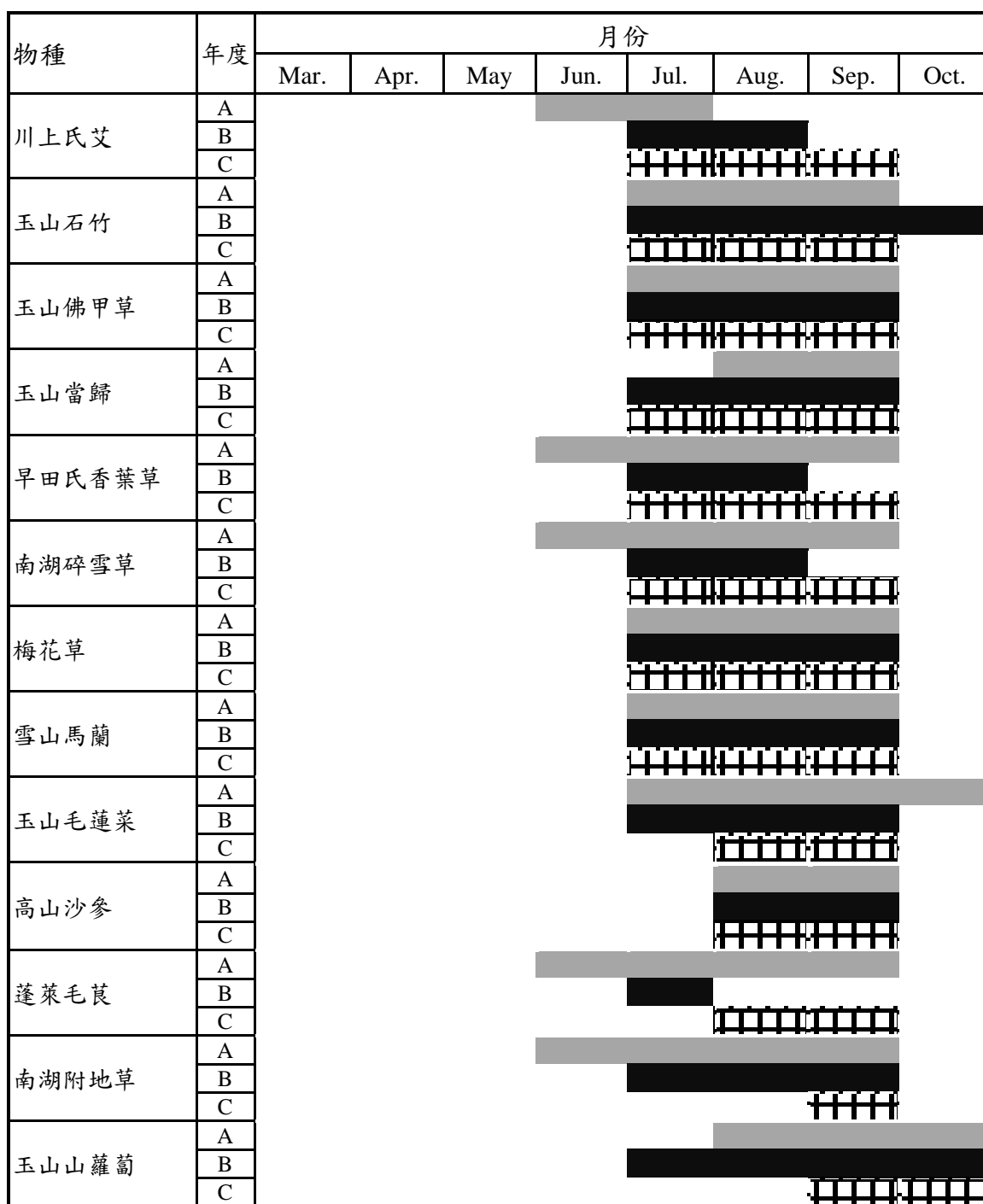


圖 2-23. 雪山主峰線高山植群帶 2012-2014 年 3-1 月開花物候譜(續)。A 為 2012 年，B 為 2013 年，C 為 2014 年。(資料來源：本研究資料)

逐月開花物種數隨海拔上升，年際間的差異愈晚反應，即2013年2月冬季高溫、春季低溫的現象，在較低海拔櫟林帶的植物於3月即反應年際間差異，而鐵杉雲杉帶、冷杉林帶則在5月顯現，高山植群帶在6月才反應年際間差異(圖2-24)。

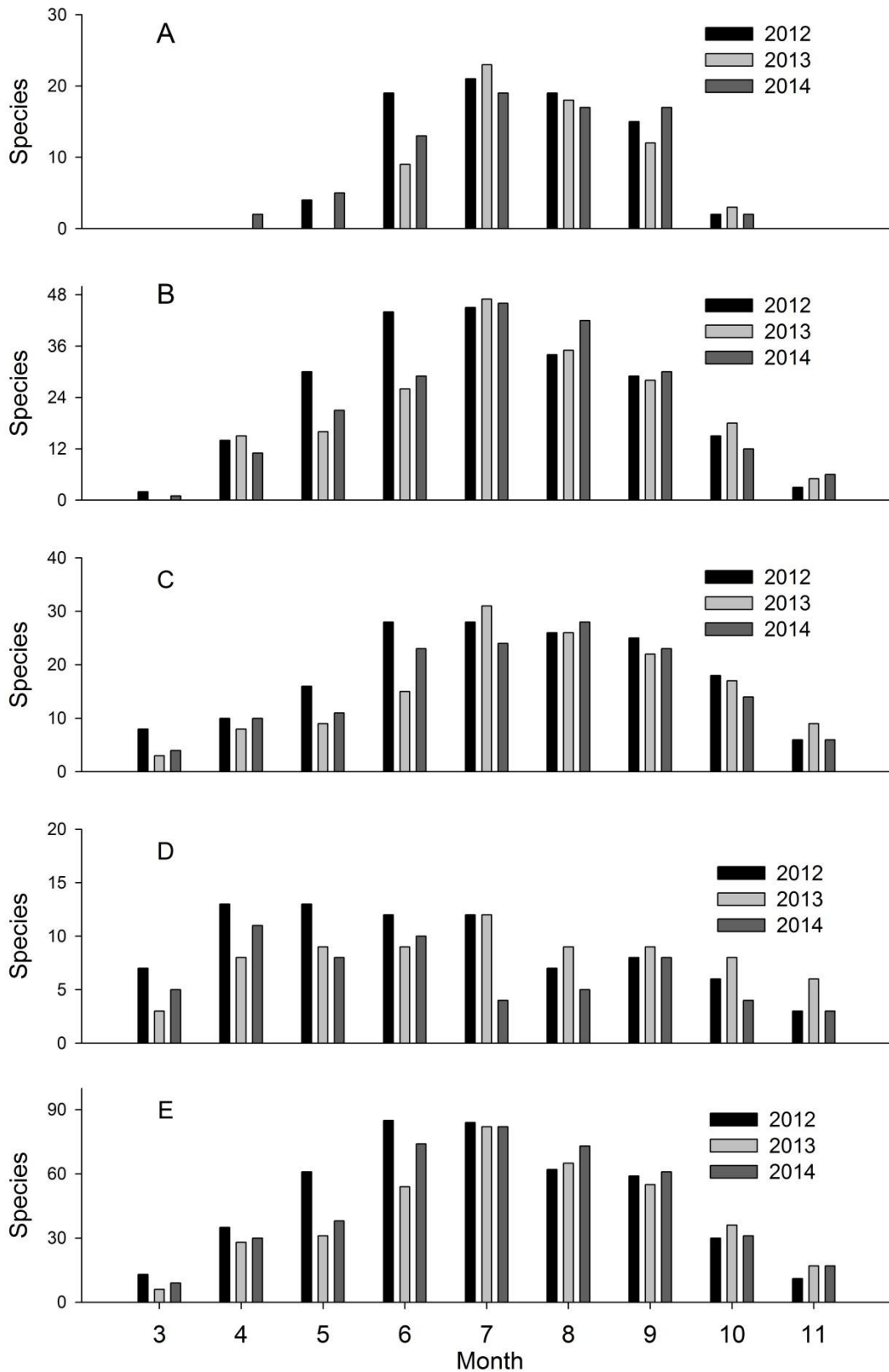


圖 2-24. 雪山主峰沿線 2012-2014 年共同種開花種數比較圖。A :3600 m 以上，
B :3100-3600 m，C :2400-3600 m，D :2100-2400 m，E :全線。

(資料來源：本研究資料)

4. 雪山地區植物結實物候譜

雪山主峰線步道沿線物種果實成熟時期主要在 8-11 月(圖 2-25)，物種結實高峰期發生在 9 月(圖 2-25)。其中，2014 年的冬青油樹(*Gaultheria cumingiana*)、刺柏(*Ju. formosana*)等 2 種植物的結果期長於 11 個月以上；臺灣鐵杉(*Tsuga chinensis* var. *formosana*)、玉山圓柏、臺灣冷杉、臺灣茶藨子(*Ribes formosanum*)、臺灣馬醉木、薄葉柃木、車前草(*Plantago asiatica*)、高山白珠樹、彎果黃堇等 9 種之結果期可達 6 個月以上。研究區大多數種類的結實期多在 1-2 個月(圖 2-25)。

物種	月份									
	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.
冬青油樹	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
刺柏	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
臺灣馬蘭	■									
忍冬葉桑寄生			■	■						
臺灣紅榨槭			■	■						
異葉紅珠			■	■			■	■	■	■
細枝柃木			■	■		■	■			
薄瓣懸鉤子			■	■	■					
川上氏小蘗			■	■				■	■	
鄧氏胡頹子			■	■	■	■				
臺灣鐵杉			■	■	■	■	■	■	■	■
山櫻花				■	■					
臺灣胡麻花				■	■					
太平山莢蒾				■	■			■	■	
玉山懸鉤子				■	■		■	■	■	
臺灣糖星草				■	■		■	■	■	
葶藶				■	■	■				
臺灣鹿藥				■	■	■				
鵝耳腸				■	■	■				
刺花懸鉤子				■	■	■	■	■	■	
玉山圓柏				■	■	■	■	■	■	■
臺灣冷杉				■	■	■	■	■	■	■
臺灣茶藨子				■	■	■	■	■	■	■
臺灣馬醉木				■	■	■	■	■	■	■
薄葉柃木				■	■	■	■	■	■	■
刀傷草					■	■				
毛刺懸鉤子					■	■				
苦懸鉤子					■	■				
黑果深柱夢草					■	■				
臺灣山柳					■	■				

圖 2-25. 雪山主峰線沿線 2014 年 3-11 月結實物候譜。
(資料來源：本研究資料)

物種	月份									
	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.
褐毛柳					■					
求米草					■					■
壺花英蓮					■					■
臺灣雲杉					■	■				
玉山小蘗					■	■	■	■		
狗筋蔓					■	■	■	■		
車前草					■	■	■	■	■	■
高山白珠樹					■	■	■	■	■	■
彎果黃堇					■	■	■	■	■	■
大枝掛繡球						■				
大葉溲疏						■				
曲芒髮草						■				
毛蕊木						■	■			
厚葉柃木						■	■			
狹瓣八仙花						■	■			
早熟禾						■	■	■		
刺萼寒莓						■	■	■		
南燭						■	■	■		
大扁雀麥						■	■	■	■	
羊茅						■	■	■	■	
高山芒						■	■	■	■	
細葉杜鵑						■	■	■	■	
臺灣二葉松						■	■	■	■	
臺灣地楊梅						■	■	■	■	
樺葉英蓮						■	■	■	■	
中國地楊梅						■	■	■	■	■
玉山杜鵑						■	■	■	■	■
玉山假沙梨						■	■	■	■	■
合歡柳葉菜						■	■	■	■	■
紅毛杜鵑						■	■	■	■	■
黑龍江柳葉菜						■	■	■	■	■
臺灣灰木						■	■	■	■	■
臺灣繡線菊						■	■	■	■	■
巒大當藥						■	■	■	■	■
川上氏艾							■			
五蕊莓							■			
金劍草							■			
落新婦							■			
箭葉堇菜							■			
貓耳菊							■			■
髮草							■			
玉山茴芹							■	■		
玉山蠅子草							■	■		
米飯花							■	■		

圖 2-25. 雪山主峰線沿線 2014 年 3-11 月結實物候譜(續)。(資料來源：本研究資料)

雪山高山生態系生態健康指標調查

物種	月份									
	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.
傅氏唐松草							■	■		
森氏山柳菊							■	■		
臺灣山薺							■	■		
臺灣粉條兒菜							■	■		
蓬萊毛茛							■	■		
玉山毛蓮菜							■	■	■	
玉山佛甲草							■	■	■	
玉山金梅							■	■	■	
玉山櫻草							■	■	■	
高山露珠草							■	■	■	
鹿場毛茛							■	■	■	
短距粉蝶蘭							■	■	■	
圓葉豬殃殃							■	■	■	
臺灣三毛草							■	■	■	
臺灣鬼督郵							■	■	■	
臺灣藜蘆							■	■	■	
玉山水苦蕒							■	■	■	■
玉山金絲桃							■	■	■	■
呂宋莢蒾							■	■	■	■
虎杖							■	■	■	■
阿里山忍冬							■	■	■	■
高山薔薇							■	■	■	■
貧子水苦蕒							■	■	■	■
巒大花楸							■	■	■	■
大花咸豐草								■		
大霸尖山酢漿草								■		
川上氏忍冬								■		
刺果衛矛								■		
刺果豬殃殃								■		
匍枝銀蓮花								■		
南湖斑葉蘭								■		
雪山馬蘭								■		
雙黃花堇菜								■		
尼泊爾籟簫								■	■	
玉山山奶草								■	■	
玉山卷耳								■	■	
玉山蒿草								■	■	
玉山薔薇								■	■	
玉山彎柱芎								■	■	
伊澤山龍膽								■	■	
早田氏香葉草								■	■	
阿里山薊								■	■	
南湖唐松草								■	■	
厚唇粉蝶蘭								■	■	

圖 2-25. 雪山主峰線沿線 2014 年 3-11 月結實物候譜(續)。(資料來源：本研究資料)

物種	月份									
	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.
梅花草										
細川氏薊										
雪山翻白草										
臺灣百合										
穗花八寶										
一枝黃花										
小葉莢蒾										
亞毛無心菜										
細葉山艾										
黃菀										
臺灣赤楊										
臺灣龍膽										
玉山山蘿蔔										
玉山飛蓬										
玉山當歸										
玉山薄雪草										
白花香青										
咬人貓										
星果佛甲草										
高山沙參										
黃山蟹甲草										
山薰香										
阿里山龍膽										
狹葉高山櫟										
矮菊										
臺灣野薄荷										
龍葵										
玉山小米草										
玉山肺形草										
早田氏鼠尾草										
羊蹄										
阿里山天胡荽										
風輪菜										
絨山白蘭										
福建賽衛矛										
繡球藤										

圖 2-25. 雪山主峰線沿線 2014 年 3-11 月結實物候譜(續)

(資料來源：本研究資料)

物種	月份									
	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.
冬青油樹	■									
臺灣紅榨槭			■							
忍冬葉桑寄生			■							
細枝柃木			■			■				
薄瓣懸鉤子			■	■						
臺灣胡麻花				■						
臺灣糖星草				■						
山櫻花				■						
刺花懸鉤子				■						
太平山莢蒾				■				■	■	
鵝耳腸				■	■					
葶蘆				■	■					
薄葉柃木				■	■	■	■	■	■	■
苦懸鉤子					■					
車前草					■					
刀傷草					■					
毛刺懸鉤子					■					
黑果深柱夢草					■					
求米草					■					■
壺花莢蒾					■					■
臺灣雲杉					■	■				
高山白珠樹					■	■	■	■		
狗筋蔓					■	■	■	■		
大葉溲疏						■				
毛蕊木						■				
大枝掛繡球						■				
紅毛杜鵑						■				
狹瓣八仙花						■	■			
厚葉柃木						■	■			
早熟禾						■	■	■		
刺萼寒莓						■	■	■		
南燭						■	■	■		
高山芒						■	■	■		
細葉杜鵑						■	■	■	■	
臺灣灰木						■	■	■	■	■
玉山懸鉤子							■			
落新婦							■			
貓耳菊							■			
金劍草							■			
圓葉豬殃殃							■			
玉山金絲桃							■	■		
米飯花							■	■		
呂宋莢蒾							■	■	■	■

圖 2-26. 雪山主峰線沿線櫟林帶上層 2014 年 3-11 月結實物候譜。

(資料來源：本研究資料)

物種	月份									
	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.
玉山假沙梨							■	■	■	■
阿里山忍冬							■	■	■	■
臺灣馬醉木								■	■	
刺果衛矛								■	■	
大花咸豐草								■	■	
大扁雀麥								■	■	■
狹葉高山櫟								■	■	■
臺灣赤楊								■	■	■
咬人貓									■	■
白花香青									■	■
臺灣龍膽									■	■
龍葵									■	■
羊蹄										■
早田氏鼠尾草										■
風輪菜										■
阿里山天胡荽										■
繡球藤										■

圖 2-26. 雪山主峰線沿線櫟林帶上層 2014 年 3-11 月結實物候譜(續)。
(資料來源：本研究資料)

物種	月份									
	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.
臺灣馬蘭	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
冬青油樹		■	■	■	■	■	■	■	■	■
臺灣馬醉木			■	■	■	■	■	■	■	■
刀傷草					■	■				
刺花懸鉤子					■	■	■			
刺柏					■	■	■	■	■	■
曲芒髮草						■	■			
毛蕊木						■	■	■		
玉山假沙梨						■	■	■	■	
大扁雀麥						■	■	■	■	
臺灣地楊梅						■	■	■	■	
臺灣二葉松						■	■	■	■	
細葉杜鵑						■	■	■	■	
臺灣繡線菊						■	■	■	■	
羊茅						■	■	■	■	
紅毛杜鵑						■	■	■	■	■
高山白珠樹						■	■	■	■	
薄葉柃木						■	■	■	■	
箭葉堇菜							■	■		
臺灣粉條兒菜							■	■		

圖 2-27. 雪山主峰線沿線鐵杉-雲杉林帶 2014 年 3-11 月結實物候譜。
(資料來源：本研究資料)

物種	月份									
	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.
玉山毛蓮菜							■			
川上氏艾							■			
貧子水苦蕒							■			
臺灣鐵杉							■			
貓耳菊							■			■
玉山懸鉤子							■	■		
玉山茴芹							■	■		
森氏山柳菊							■	■		
阿里山忍冬							■	■		
臺灣藜蘆							■	■	■	
高山芒							■	■	■	
南燭								■		
車前草								■		
細川氏薊								■	■	
臺灣龍膽								■	■	
玉山水苦蕒								■	■	■
玉山金絲桃								■	■	■
小葉莢蒾								■	■	■
一枝黃花								■	■	■
臺灣鬼督郵									■	■
白花香青									■	■
虎杖									■	■
臺灣赤楊									■	■
阿里山龍膽									■	■
巒大當藥									■	■
狹葉高山櫟									■	■
臺灣野薄荷									■	■
黃菀									■	■
絨山白蘭										■
玉山小米草										■
細葉山艾										■
福建賽衛矛										■
異葉紅珠										■

圖 2-27. 雪山主峰線沿線鐵杉-雲杉林帶 2014 年 3-11 月結實物候譜(續)。
(資料來源：本研究資料)

物種	月份									
	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.
刺柏										
異葉紅珠										
川上氏小蘗										
鄧氏胡頹子										
臺灣鐵杉										
玉山懸鉤子										
臺灣鹿藥										
臺灣茶藨子										
臺灣冷杉										
玉山圓柏										
褐毛柳										
鵝耳腸										
玉山小蘗										
彎果黃堇										
大扁雀麥										
樺葉莢蒾										
高山白珠樹										
玉山杜鵑										
車前草										
臺灣繡線菊										
巒大當藥										
黑龍江柳葉菜										
合歡柳葉菜										
蓬萊毛茛										
臺灣粉條兒菜										
傅氏唐松草										
玉山茴芹										
鹿場毛茛										
森氏山柳菊										
玉山櫻草										
紅毛杜鵑										
圓葉豬殃殃										
臺灣藜蘆										
臺灣鬼督郵										
臺灣三毛草										
羊茅										
高山露珠草										
玉山金梅										
玉山毛蓮菜										
玉山佛甲草										
臺灣地楊梅										
臺灣糖星草										
短距粉蝶蘭										

圖 2-28. 雪山主峰線沿線冷杉林帶 2014 年 3-11 月結實物候譜。
(資料來源：本研究資料)

物種	月份									
	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.
巒大花楸										
高山薔薇										
貧子水苦蕒										
玉山金絲桃										
虎杖										
刺果豬殃殃										
大霸尖山酢漿草										
匍枝銀蓮花										
川上氏忍冬										
早田氏香葉草										
阿里山忍冬										
南湖斑葉蘭										
阿里山薊										
厚唇粉蝶蘭										
伊澤山龍膽										
玉山山奶草										
臺灣百合										
玉山蒿草										
玉山薔薇										
細川氏薊										
梅花草										
玉山卷耳										
高山芒										
玉山彎柱芎										
南湖唐松草										
黃菀										
亞毛無心菜										
細葉山艾										
玉山飛蓬										
黃山蟹甲草										
星果佛甲草										
白花香青										
玉山水苦蕒										
山薰香										
中國地楊梅										
一枝黃花										
矮菊										
玉山肺形草										

圖 2-28. 雪山主峰線沿線冷杉林帶 2014 年 3-11 月結實物候譜(續)。
(資料來源：本研究資料)

物種	月份									
	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.
臺灣山柳					■					
玉山圓柏					■	■	■	■	■	■
玉山杜鵑						■	■	■	■	
玉山小蘗						■	■	■	■	
高山白珠樹						■	■	■	■	■
刺柏						■	■	■	■	■
中國地楊梅						■	■	■	■	■
五蕊莓							■	■		
川上氏艾							■	■		
髮草							■	■		
合歡柳葉菜							■	■		
玉山櫻草							■	■	■	
臺灣山薺							■	■	■	
玉山金梅							■	■	■	
玉山蠅子草							■	■	■	
玉山水苦蕒							■	■	■	■
臺灣地楊梅							■	■	■	■
羊茅							■	■	■	■
高山芒							■	■	■	■
雙黃花堇菜								■	■	
刺果豬殃殃								■	■	
雪山馬蘭								■	■	
玉山蒿草								■	■	
黑龍江柳葉菜								■	■	
臺灣鬼督郵								■	■	
臺灣三毛草								■	■	
雪山翻白草								■	■	■
穗花八寶								■	■	■
尼泊爾籜簫								■	■	■
早田氏香葉草								■	■	■
梅花草								■	■	■
玉山毛蓮菜								■	■	■
伊澤山龍膽								■	■	■
阿里山薊								■	■	■
玉山薔薇								■	■	■
玉山薄雪草									■	■
玉山卷耳									■	■
細川氏薊									■	■
玉山當歸									■	■
玉山佛甲草									■	■
高山沙參									■	■

圖 2-29. 雪山主峰線沿線高山植群帶 2014 年 3-11 月結實物候譜。
(資料來源：本研究資料)

物種	月份									
	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.
細葉山艾										
星果佛甲草										
玉山山蘿蔔										
黃菀										
矮菊										
南湖唐松草										
鹿場毛茛										

圖 2-29. 雪山主峰線沿線高山植群帶 2014 年 3-11 月結實物候譜(續)。
(資料來源：本研究資料)

由雪山主峰線步道沿線之2012-2014年結實物候逐月種數變化圖可發現，2012年與2014年的結實物候逐月種數高峰期發生在8-10月(圖2-30)，2013年發生在9-10月。不同植群的結果物種高峰期發生時間在不同年度中變化大，大致上2012年與2014年的趨勢相近。高山植群帶的結果物種高峰期發生在9-10月，冷杉林帶與鐵杉雲杉林帶發生在8-10月，而櫟林帶在不同年際間變異大。本研究開花物候調查結果，針對不同木本、草本等生長型植物，選擇環境變化較敏感且容易觀察的物種，並考量其植物地理分布的代表性、族群數量稀少性等特性，本研究建議以玉山杜鵑、紅毛杜鵑、玉山櫻草、雪山翻白草等對溫度較為敏感之植物作為雪山高山生態系植物物候長期生態監測指標種。

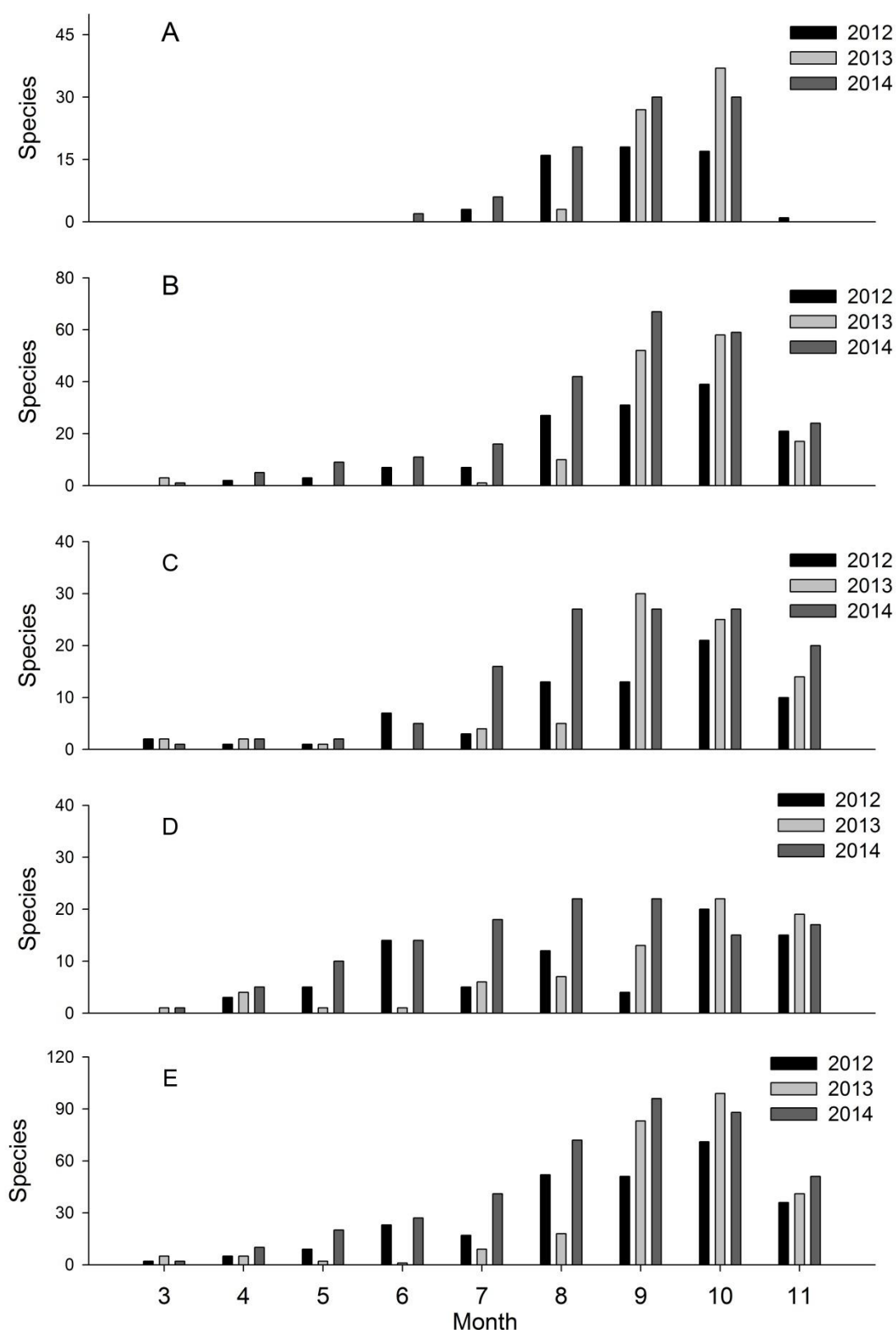


圖 2-30. 雪山主峰線各植群帶 2012-2014 年 3-11 月之結實種數圖。A: 海 3600m 以上, B: 海拔 3100-3600m, C: 海拔 2400-3100m, D: 海拔 2100-2400m, E: 全線。(資料來源: 本研究資料)

5. 雪山物候監測定點拍攝照片

由於植物物候觀測需要長期的調查，是非常繁重的野外觀察工作，加上雪山地區地屬偏遠，交通往返研究區不便，物候資料蒐集不易。利用數位照像機定時定點重複拍攝開始被開始廣泛利用作植物物候觀測(Michael and Theresa, 2008；潘振彰等，2013)，其優點為對物候觀測現象制定統一觀測的標準；節約人力資源，減少植物物候觀測工作量；以及電腦檔案方式管理；結合環境資料收集可更深入進行物候模式分析等。雖然數位相機價格較高，無法全面性普及所有植物進行物候觀測，但此法可針對少數需監測目標種類進行長期物候觀測，以獲得更細緻、精準的物候資訊。

本研究今年共架設22台自動照像機，因照像機位置移動、電池及像機問題等，共收回19台有效資料，其中3台為地景監測，其餘的植物資料如下(表2-4)。因雪山2座氣象站今年沒有正常運行，以致無法更進一步分析。未來可能會增設玉山杜鵑、紅毛杜鵑等植物植株數量，並加設Datalog收集生育地氣溫、光度等資料，以利後續分析了解氣候變遷對雪山高山植物之物候影響。試驗所拍攝的影像經剪輯後可供雪霸國家公園管理處生態訓練及解說教育使用。

表 2-4. 雪山主峰沿線物候監測植物之開花時序表

編號	物種	座標(WGS84)		安裝月份	海拔(m)	展葉期	始花期	抽芽期
9	巒大花楸	E24.38922	N121.26694	2月	3,180	103.04.25		
6	褐毛柳	E24.39055	N121.27800	2月	3,185	103.04.23		
10	玉山櫻草	E24.38957	N121.26397	3月	3,365		103.06.19	103.06.01
18	玉山櫻草	E24.38994	N121.27648	3月	3,406		103.05.13	103.05.06
1	細葉杜鵑	E24.38772	N121.28347	2月	2,503		103.05.13	
2	細葉杜鵑	E24.42313	N121.27800	2月	2,587		103.05.11	
4	紅毛杜鵑	E24.38944	N121.26312	2月	2,865		103.05.02	
5	紅毛杜鵑	E24.38435	N121.28639	2月	3,172		103.06.05	
13	紅毛杜鵑	E24.38479	N121.28571	2月	3,138		103.05.06	
14	玉山薔薇	E24.38889	N121.27341	3月	3,314	103.06.03	103.06.25	
7	玉山杜鵑	E24.39362	N121.25113	2月	3,138	103.05.29	103.04.13	
11	玉山杜鵑	E24.39314	N121.25200	2月	3,173	103.05.18	103.04.13	
12	玉山杜鵑	E24.39463	N121.24487	2月	3,141	103.05.17	103.04.07	
15	玉山杜鵑	E24.38860	N121.23629	3月	3,314	103.05.29	103.04.16	
17	玉山杜鵑	E24.38922	N121.26694	3月	3,602	103.06.17	103.05.07	
21	玉山杜鵑	E24.39055	N121.27800	4月	3,589	103.05.26	103.04.08	

(資料來源：本研究資料)

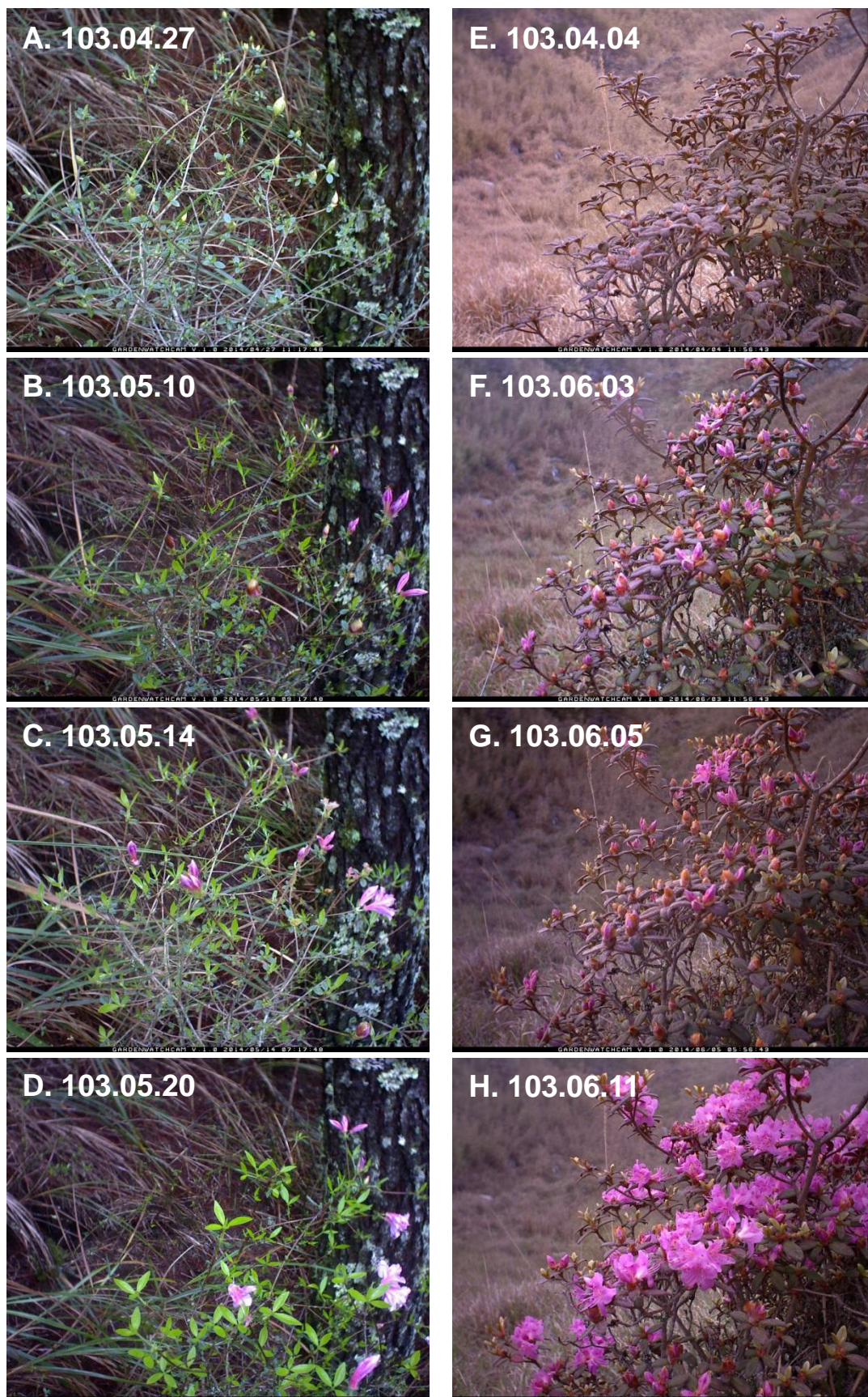


圖 2-31. 雪山物候監測定點拍攝照片。左圖：細葉杜鵑(樣株 2，海拔 2,587 m)；右圖：紅毛杜鵑(樣株 5，海拔 3,172 m)。

(資料來源：本研究資料)

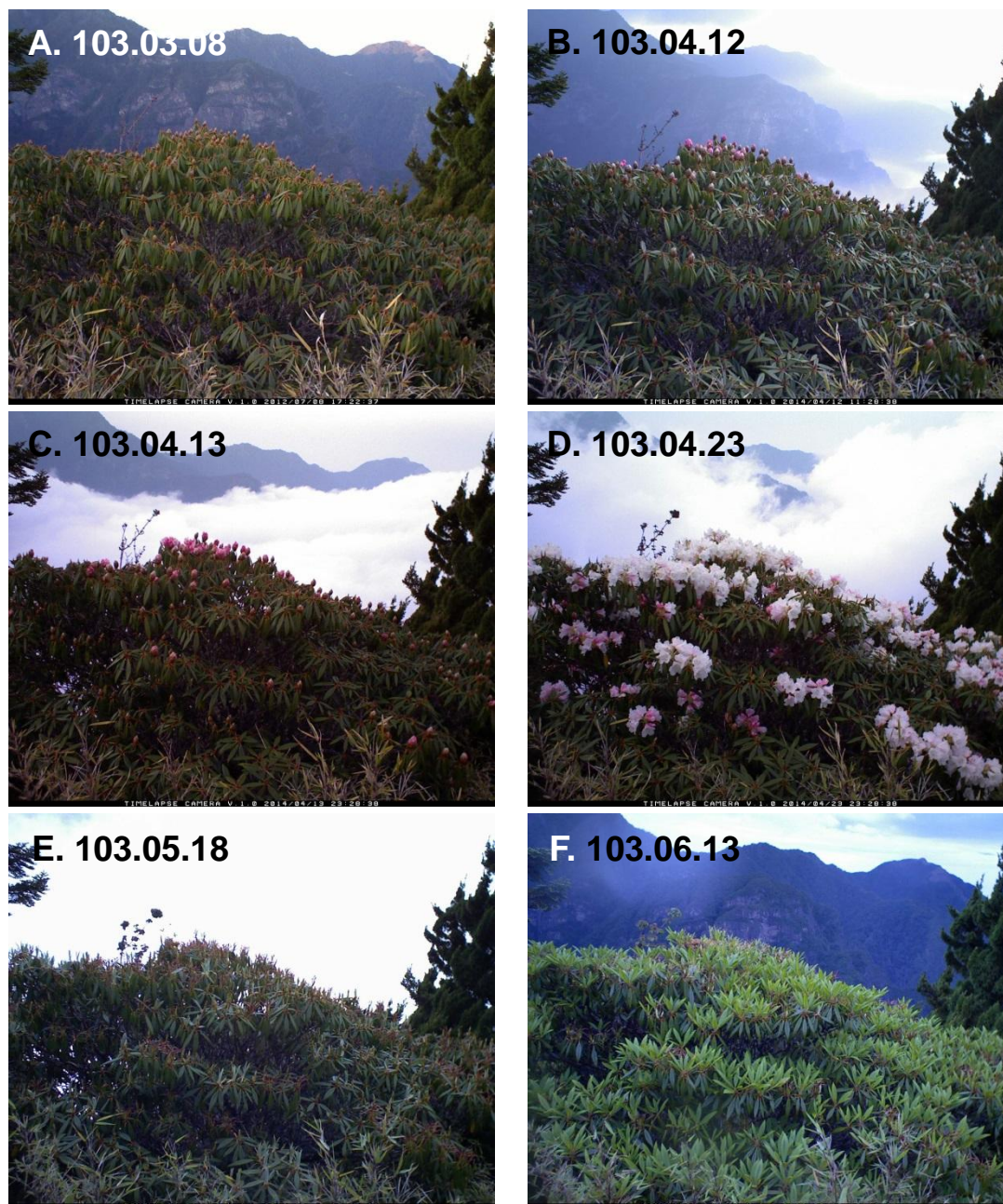


圖 2-32. 雪山物候監測定點拍攝照片。樣株 11-玉山杜鵑(海拔 3,173 m)定點拍攝照片。

(資料來源：本研究資料)

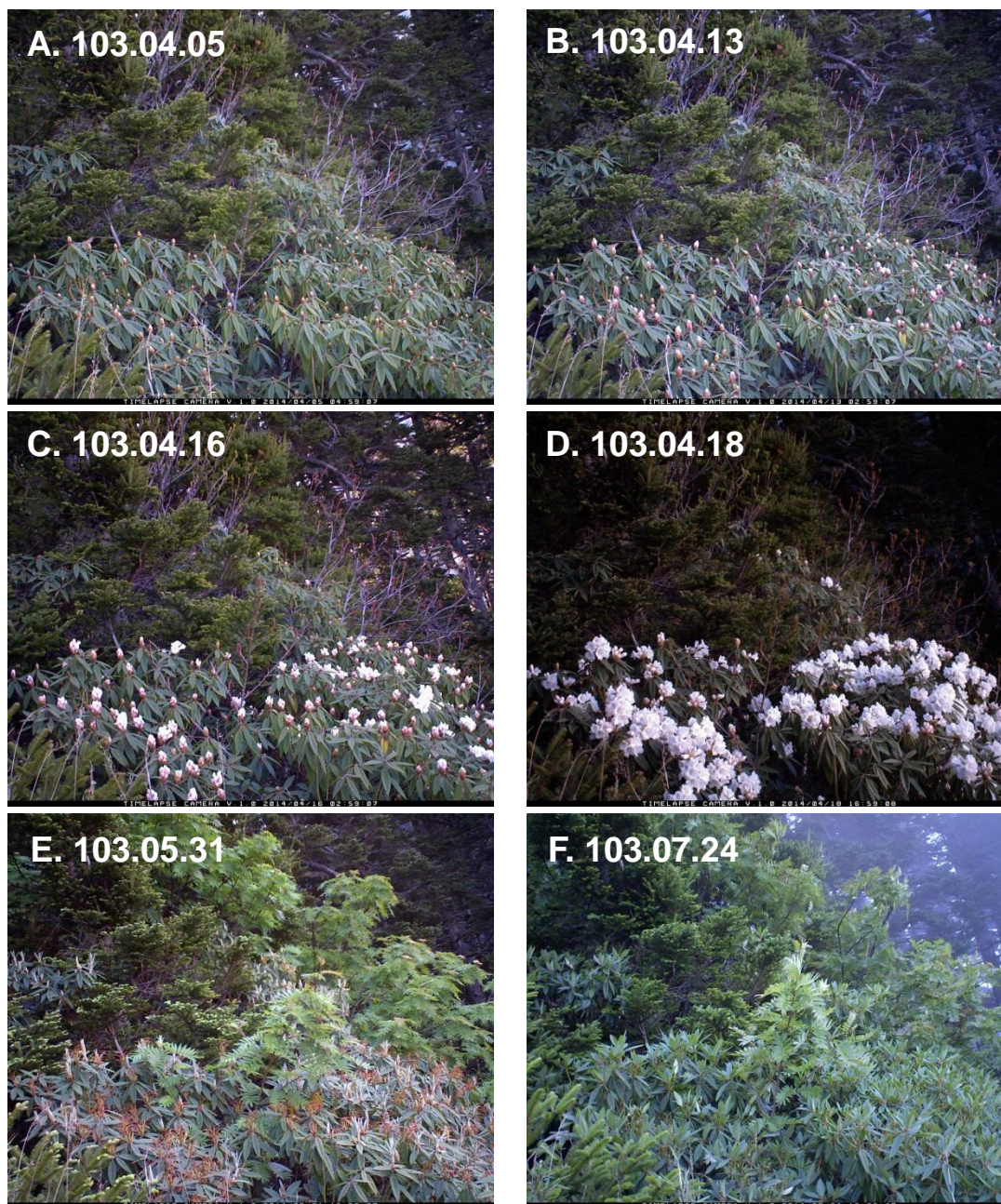


圖 2-33. 雪山物候監測定點拍攝照片。樣株 15-玉山杜鵑(海拔 3,314 m)。
(資料來源：本研究資料)

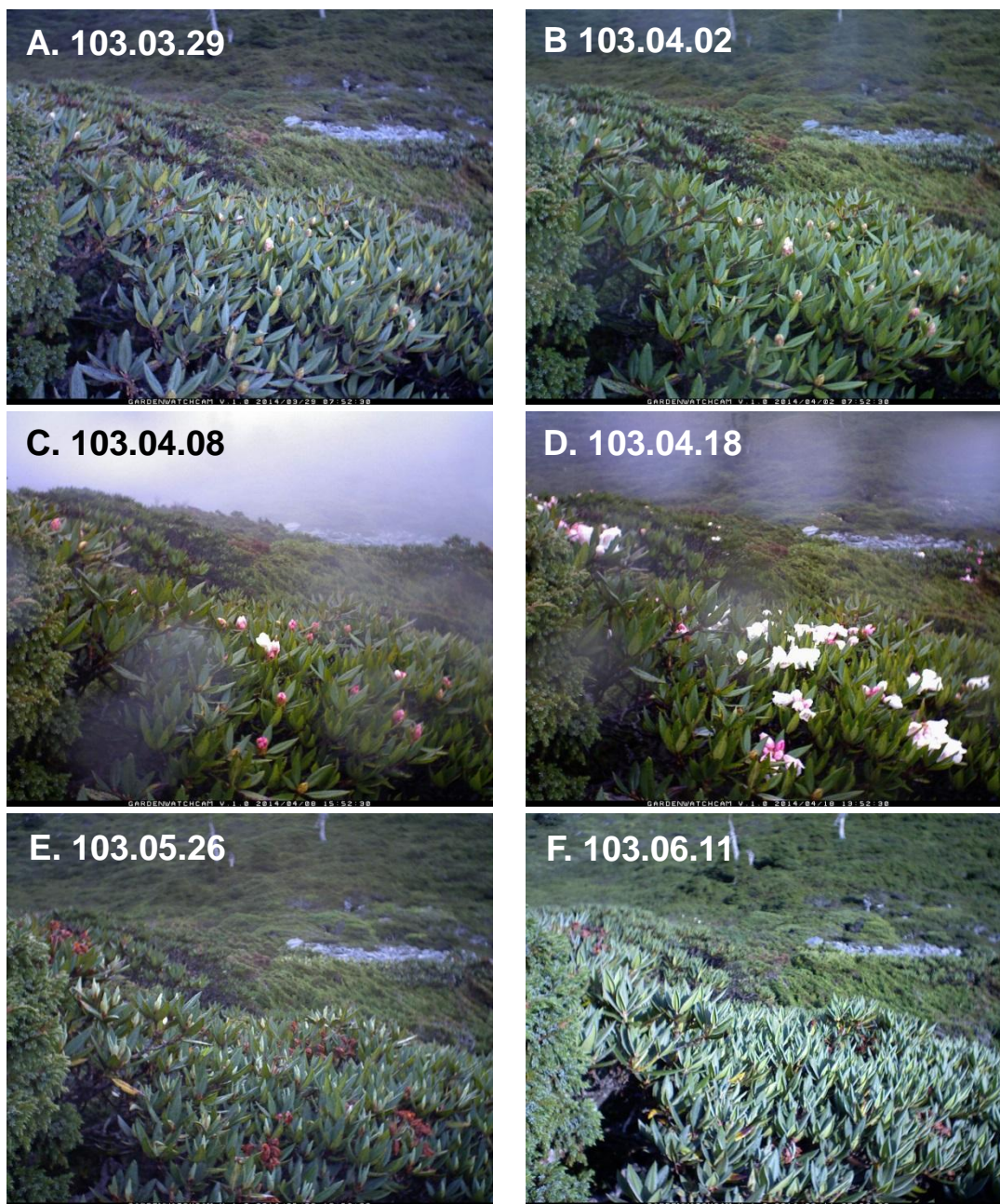


圖 2-34. 雪山物候監測定點拍攝照片。樣株 21-玉山杜鵑(海拔 3,589m)。
(資料來源：本研究資料)

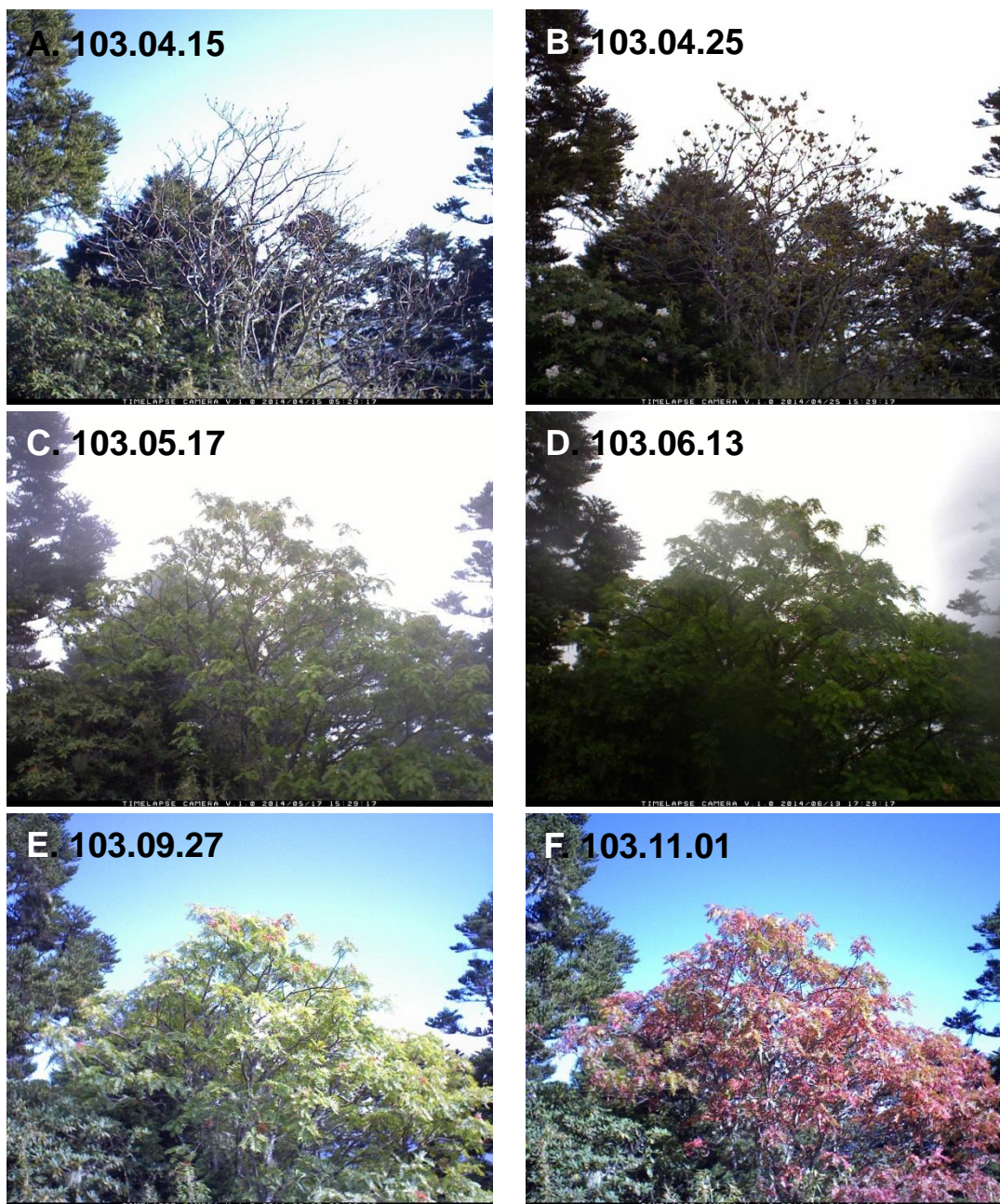


圖 2-35. 雪山物候監測定點拍攝照片。樣株 9 巒大花楸(海拔 3,172 m)。
(資料來源：本研究資料)

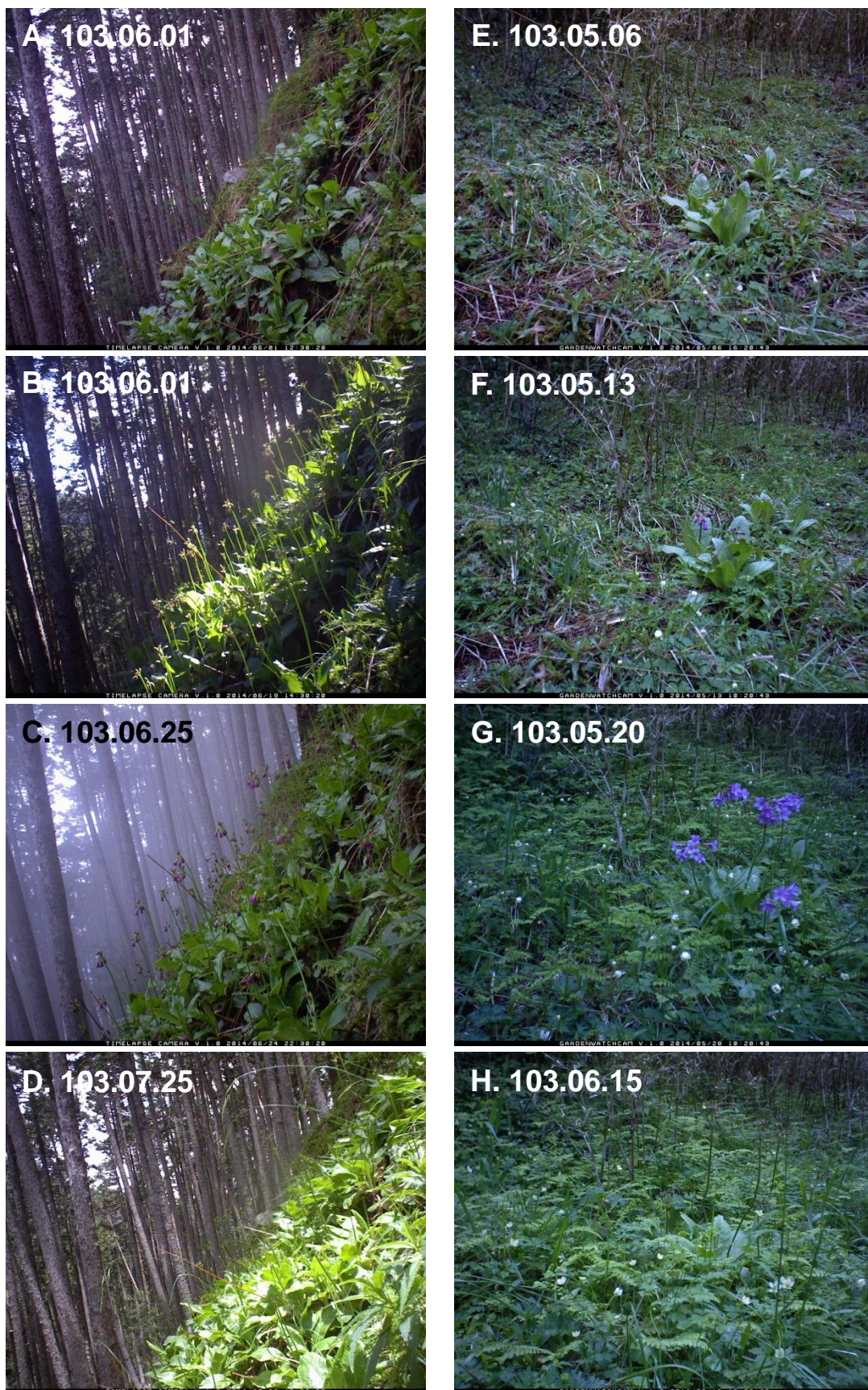


圖 2-36. 雪山物候監測定點拍攝照片。玉山櫻草樣株 10(左) (海拔 3,365 m)、樣株 18(右) (海拔 3,406 m)。

(二)高山植群動態

雪山三六九山莊附近之草生地於2008年12月18日發生火燒，影響面積約20 ha；火燒發生至今進入第6年，火燒後的植生回復，原構成火燒跡地植物社會的主要組成-玉山箭竹與高山芒的萌蘗恢復相當迅速，物種數與植生覆蓋隨火燒發生後時間增加而增加(曾喜育等，2010)。本研究在三六九山莊草生地火後(post-fire)現場分別設置36個系統樣區與35個隨機樣區之火燒樣區，共71個樣區。系統樣區及隨機樣區分別於2009年2月中旬至3月初完成初次調查(火後約3個月)，並在2009年4月(火後約4個月)、9月(火後約9個月)、2010年4月(火後約16個月)、2010年7月(火後約19個月)、2011年5月(火後約29個月)、2011年7月(火後約31個月)及2013年9月(火後約57個月)進行調查，共進行8次火後植生調查。2013年9月進行火燒跡地植生調查同時，並完成長期調查樣區維護。

曾喜育等(2011)針對三六九山莊草生地火後各調查時期出現的維管束植物發現，火後樣區出現種數及植物覆蓋度隨時間有增加之趨勢，其中2009年2月和4月分別為14種及15種，2009年9月增至28種，與2010年4月調查38種，2010年6月共調查47種，2010年5月共調查34種，2011年7月共調查45種。總覆蓋度由2009年2月的2.1%增至2009年9月35.6%，但於2010年4月及2011年5月調查時總覆蓋度都有明顯的下降趨勢，總覆蓋度下降原因在三六九山莊草生地植物多年生植物冬枯導致。曾喜育等(2013)調查結果發現，三六九山莊附近灌叢草生地火燒後5年，除植生覆蓋度與物種多樣性指數較2011年增加，植物種數組成大致與2010-2011年相近。

調查發現優勢物種覆蓋度具有季節性變化，尤以冬枯種類更甚，冬季時明顯下降，至隔年生長季再次大量增加。Sørensen相似性指數分析不同時期調查之出現物種相似性發現，三六九山莊草生在火後2個月出現的植物種類與其他時期的調查物種差異最大，樣區內個體多為火後殘存的種類；隨著火後恢復時間的增加，物種相似性有愈高趨勢，2009年4月調查結果與2009年9月和2010年4月的物種相似性差異不大，顯示火後裸露的生育地為萌蘗植株先佔領，其他種類陸續進入。DCA分析結果大致與不同時期樣區出現物種之相似性結果相符，在火燒後2年內，DCA的2個軸皆可大致顯示火後物種更新恢復的時序差異(曾喜育等，2010)。

本研究調查發現，雪山三六九山莊附近灌叢草地火燒後，由物種組成、植生總覆蓋度、物種多樣性指數、相似性指數、Cody指數的時序變化，以及DCA分析結果顯示，雪山3,000 高山生態系灌叢草生在火燒後約2年可大致回復至一相對穩定狀態，此結果反映在第2年至第5年的各項指數分析結果(曾喜育等，2013)。

然而，三六九山莊附近灌叢草地為火燒易發生之植物社會，在2014年1月20日因用火不慎而再度發生火燒，火燒面積較2008年小。本研究於2014年3月和5月完成火燒跡地長期樣區的修復(圖2-37)，並於7月進行三六九山莊火燒跡地之樣區調查，目的在探討高山生態系灌叢草生地在不同火燒週期的植物社會更新比較，以期了解不同火燒週期火燒對雪山高山生態系健康的影響。



圖 2-37. 雪山三六九山莊附近灌叢草生地火燒跡地樣區維護情形。

1. 物種名錄清單之建置

本研究於三六九山莊灌叢草生地2008年12月18日火燒後之火燒跡地現場分別設置36個系統樣區與36個逢機樣區，並分別於火後(post-fire)火後約3個月(2009年2月)完成樣區設置與初次調查並在2009年4月(火後約4個月)、9月(火後約9個月)、2010年4月(火後約16個月)、2010年7月(火後約19個月)、2011年5月(火後約29個月)、2011年7月(火後約31個月)及2013年9月(火後約57個月)完成火後植群恢復調查。然而，三六九山莊於2014年1月16日再度因用火不慎而發生火燒，火燒發生地點為36個系統樣區位置，於2014年7月(火後7個月)進行調查。本年度主要針對36個系統樣區探討三六九山莊灌叢草生地2008年與2014年兩次火燒後之植群調查。火後草生地植物名錄之植物學名依Flora of Taiwan VI (Editorial committee of the Flora of Taiwan, second Edition, 2003)。

雪山三六九山莊灌叢草生地2008年與2014年火燒跡地共調查47種維管束植物(僅規則樣區)，包括蕨類植物5科5屬5種，分別為假石松(*Lycopodium pseudoclavatum*)、絨假紫萁(*Osmunda claytoniana* var. *pilosa*)、玉山瓦葦(*Lepisorus morrisonensis*)、腺鱗毛蕨(*Dryopteris alpestris*)、逆羽蹄蓋蕨(*Athyrium reflexipinnatum*)等5種蕨類植物；被子植物共20科37屬42種，雙子植物有15科23屬27種，單子葉植物有5科14屬15種(表2-5)；鄰近優勢森林組成之臺灣冷杉，並未發現有種子苗於研究樣區內。

雪山三六九山莊草生地火後各調查時期出現的維管束植物以禾本科(Poaceae)最多(7種)，菊科(Asteraceae, 4種)、薔薇科(Rosaceae, 4種)、百合科(Liliaceae, 4種)則為其次。禾本科與菊科屬熱帶植物區系，而薔薇科與百合科、龍膽科屬於溫帶植物區系，反映雪山地區之植物資源來源多樣，顯示本區地理位置之特殊與生育地環境之複雜(鄭婷文等，2012)。依植物生活史(life-history)分類，多年植物(含木本與草本)有47種，多年生植物中，木本植物佔21種(含木質藤本之高山藤繡球)，多年生草本共36種(包含蕨類)。本研究團隊調查發現，雪山三六九山莊灌叢草生地在2次火燒後植群恢復過程中沒有1年生植物，此反應出雪山雪東線步道沿線1年生植物種類稀少(鄭婷文等，2012)。Korner(1998)指出亞高山生態系的主要植物組成為多年生植物，1年生植物種類相對較少。高山生態系因溫暖適宜生長的季節時期過短，1年生植物常無法在短暫的時間完成其生活史；因此1年生植物在高山或亞高山生態系之維管束植物的比例最低。

表 2-5. 雪山三六九山莊附近草生地規則樣區之物種名錄清單

物種名	學名	代號	科	生活史	生活型	葉候	果實	散播
假石松	<i>Lycopodium pseudoclavatum</i>	Lyp	石松科	多年生	Pt	常綠	孢子	風
玉山瓦葎	<i>Lepisorus morrisonensis</i>	Lem	水龍骨科	多年生	Pt	常綠	孢子	風
絨假紫萁	<i>Osmunda claytoniana</i> var. <i>pilosa</i>	Osc	紫萁科	多年生	Pt	冬枯	孢子	風
腺鱗毛蕨	<i>Dryopteris alpestris</i>	Dra	鱗毛蕨	多年生	Pt	常綠	孢子	風
逆羽蹄蓋蕨	<i>Athyrium reflexipinnatum</i>	Atr	蹄蓋蕨科	多年生	Pt	常綠	孢子	風
褐毛柳	<i>Salix fulvopubescens</i>	Saf	楊柳科	多年生木本	P	落葉	蒴果	風
玉山石竹	<i>Dianthus superbus</i>	Dis	石竹科	多年生草本	Cr	冬枯	蒴果	重力、風
臺灣小蘗	<i>Berberis kawakamii</i>	Bek	小蘗科	多年生木本	P	常綠	核果	動物
玉山金絲桃	<i>Hypericum nagasawai</i>	Hyn	金絲桃科	多年生木本	Ch	落葉	蒴果	風
高山藤繡球	<i>Hydrangea aspera</i>	Hya	虎耳草科	多年生木質藤本	P	冬枯	蒴果	風
高山薔薇	<i>Rosa transmorrisonensis</i>	Rot	薔薇科	多年生木本	Ch	落葉	瘦果	動物
玉山懸鉤子	<i>Rubus calycinoides</i>	Ruc	薔薇科	多年生木本	Ch	落葉	核果	動物
毛刺懸鉤子	<i>Rubus hirsutopungens</i> var. <i>aculeatiflorus</i>	Ruh	薔薇科	多年生木本	Ch	落葉	核果	動物
假繡線菊	<i>Spiraea hayataana</i>	Sph	薔薇科	多年生木本	Ch	落葉	瘦果	風、動物
瓜子筋	<i>Polygala japonica</i>	Poj	遠志科	多年生草本	Cr	常綠	蒴果	風
雪山堇菜	<i>Viola adenothrix</i>	Via	堇菜科	多年生草本	Cr	冬枯	蒴果	水
箭葉堇菜	<i>Viola betonicifolia</i>	Vib	堇菜科	多年生草本	Cr	冬枯	蒴果	水
雙黃花堇菜	<i>Viola senzanensis</i>	Vis	堇菜科	多年生草本	Cr	冬枯	蒴果	水
森氏當歸	<i>Angelica morii</i>	Anm	繖形科	多年生草本	Cr	冬枯	離果	風
玉山茴芹	<i>Pimpinella nitakayamensis</i>	Pin	繖形科	多年生草本	Cr	冬枯	離果	動物
玉山櫻草	<i>Primula miyabeana</i>	Prm	報春花科	多年生草本	Cr	冬枯	蒴果	風
高山白珠樹	<i>Gaultheria itoana</i>	Gai	杜鵑花科	多年生木本	Ch	常綠	漿果	動物
阿里山龍膽	<i>Gentiana arisanensis</i>	Gea	龍膽科	多年生草本	Cr	冬枯	蒴果	水
伊澤山龍膽	<i>Gentiana itzershanensis</i>	Gei	龍膽科	多年生草本	Cr	冬枯	蒴果	水
巒大當藥	<i>Swertia randaiensis</i>	Swr	龍膽科	多年生草本	Cr	冬枯	蒴果	風
刺果豬殃殃	<i>Galium echinocarpum</i>	Gae	茜草科	多年生草本	P	常綠	蒴果	動物
高山沙參	<i>Adenophora uehatae</i>	Adm	桔梗科	多年生草本	Cr	冬枯	蒴果	風
玉山山奶草	<i>Codonopsis kawakamii</i>	Cok	桔梗科	多年生草本	Cr	冬枯	蒴果	重力
森氏山柳菊	<i>Hieracium morii</i>	Him	菊科	多年生草本	Cr	冬枯	瘦果	風
玉山毛蓮菜	<i>Picris hieracioides</i> ssp. <i>morrisonensis</i>	Pih	菊科	多年生草本	Cr	冬枯	瘦果	風
黃菟	<i>Senecio nemorensis</i>	Sen	菊科	多年生草本	Cr	冬枯	瘦果	風
一枝黃花	<i>Solidago virgaurea</i> var. <i>leiocarpa</i>	Sov	菊科	多年生草本	Cr	冬枯	瘦果	風
臺灣粉條兒菜	<i>Aletris formosana</i>	Alf	百合科	多年生草本	G	冬枯	蒴果	水
臺灣百合	<i>Lilium formosanum</i>	Lif	百合科	多年生草本	G	冬枯	蒴果	風
臺灣鹿藥	<i>Smilacina formosana</i>	Smf	百合科	多年生草本	G	冬枯	漿果	動物
臺灣藜蘆	<i>Veratrum formosanum</i>	Vef	百合科	多年生草本	G	冬枯	蒴果	風
臺灣地楊梅	<i>Luzula taiwaniana</i>	Lut	灯心草科	多年生草本	Cr	冬枯	瘦果	動物
抱鱗宿柱薹	<i>Carex tristachya</i> var. <i>pocilliformis</i>	Cat	莎草科	多年生草本	G	冬枯	瘦果	動物
臺灣鵝觀草	<i>Agropyron formosanum</i>	Agf	禾本科	多年生草本	Cr	冬枯	穎果	動物
玉山翦股穎	<i>Agrostis morrisonensis</i>	Agm	禾本科	多年生草本	Cr	冬枯	穎果	風
曲芒髮草	<i>Deschampsia flexuosa</i>	Def	禾本科	多年生草本	Cr	冬枯	穎果	風
羊茅	<i>Festuca ovina</i>	Feo	禾本科	多年生草本	Cr	冬枯	穎果	風
高山芒	<i>Miscanthus sinensis</i>	Mit	禾本科	多年生草本	Cr	冬枯	穎果	風
臺灣三毛草	<i>Trisetum spicatum</i> var. <i>formosanum</i>	Trs	禾本科	多年生草本	Cr	冬枯	穎果	風
玉山箭竹	<i>Yushania nitakayamensis</i>	Yun	禾本科	多年生木本	Cr	常綠	穎果	動物
短距粉蝶蘭	<i>Platanthera brevicarata</i>	Plb	蘭科	多年生草本	G	冬枯	蒴果	風
厚唇粉蝶蘭	<i>Platanthera mandarinorum</i>	Plm	蘭科	多年生草本	G	冬枯	蒴果	風

生活型 Pt 為蕨類植物、P 為挺空植物、Ch 為地表植物、Cr 為半地中植物、G 為地中植物。

(資料來源：本研究資料)

表 2-6. 雪山三六九山莊附近草生地規則樣區之物種常綠及冬枯落葉植物比率

(%)	A	B	C	D	F	G	H	I	J
常綠	40.00	15.38	12.50	19.05	17.65	18.52	15.63	17.86	13.16
冬枯	60.00	84.62	87.50	80.95	82.35	81.48	84.38	82.14	86.84

A 至 J 為不同時期調查結果

(資料來源：本研究資料)

野火對植物社會之族群破壞與重建反應(表2-7)，因植物種類之生態性態2009年6-9月的梅雨季與颱風為樣區環境帶來豐沛降水，2009年9月調查結果顯示物種覆蓋度及種數均有大幅增加，推測在6-9月土壤水已得到相當的補充，促進萌蘗生長及種子發芽。Eggers and Porto(1994)提到草生地火後植被物種組成可快速回復到未火燒的狀態，就像植被覆蓋可藉由主要組成物種的萌蘗快速回復一樣。隨著火後植群恢復時間增加，植物功能群組成亦隨之變化。常綠植物比例在火後2個月達最高，在火後4月最低(表2-6)；此時因2009年2月調查時常綠植物尚未全枯死所致，而其他物種萌蘗或發芽較少。在4月之後，隨著火後時間增加，常綠植物的比例亦增加。多年生萌蘗型的物種在2009年4月最高，然隨著火後時間增加而逐漸遞減；反之，以種子或散殖體拓殖的多年生補充者(recruiter)則是在4月之後隨火後時間增加而逐漸增加。火後的物種豐富度高原因來自於植物組成包含入侵植物、因機會散布而來的先鋒樹種以及一年生和多年生植物的不同生活史的物種(Vogl, 1974)。不同而有所差異(Guo, 2001; Schoennagel *et al.*, 2004; Nuñez and Raffaele, 2007)。三六九山莊灌叢草生地火後之植物覆蓋面積和物種出現頻度探討火後植物社會恢復之物種出現時序及其優勢程度發現(表2-6)，只有少數如玉山箭竹、假石松、高山白珠樹、臺灣粉條兒菜等物種可以在2009年2月(火後約3個月)早期就出現。相對優勢度最高的假石松，其匍匐藤本的生長型特性使其在火燒過程中可能躲過火燒而幸存，但因植株暴露在外土表上缺乏保護，在歷經冬季寒冷的氣候下，於2009年4月調查時多數已死亡；而玉山箭竹地下莖在土壤保護下，雖地上部多已焚毀，但在火後5個月即快速萌蘗佔領生育地。

2009年4月以玉山箭竹為火後4個月時的最優勢物種，高山芒為次優勢，此可能因玉山箭竹地下莖及較早萌蘗的特性，使得玉山箭竹在火後4個月的優勢度較高山芒高；此外，臺灣粉條兒菜、一枝黃花及臺灣藜蘆等在此時期亦常見於樣區中(表2-7)。由於臺灣亞高山玉山箭竹與高山芒優勢之灌叢草生地火燒速度相當快(賴國祥及陳明義，1992)，植株較低矮的假石松、高山白珠樹等常綠植物可能未被火燒致死而殘存，但其火後的萌蘗速度不若早春萌芽的百合科臺灣粉條兒菜、玉山箭竹等種類。

表 2-7. 雪山三六九山莊附近草生地規則樣區之物種出現頻度及其優勢度

物種\時期	A	B	C	D	F	G	H	I	J
假石松	A*	G	G	G	G	G		G	G
玉山瓦葎					G			G	G
絨假紫萁		G	G	G	G	G	G	G	G
腺鱗毛蕨							G		
逆羽蹄蓋蕨						G	G	G	
褐毛柳							G	G	
玉山石竹			G		G	G	G		
臺灣小蘗				G	G	G		G	
玉山金絲桃		G	G	G	G	G	F		G
高山藤繡球									G
高山薔薇			G	G	G	G	G	G	G
玉山懸鉤子									G
毛刺懸鉤子			G	G	G	G	G		G
假繡線菊		G	F	F	F	F	F	F	F
瓜子筋					G				G
雪山堇菜				G		G	G		G
箭葉堇菜									G
雙黃花堇菜			G		G			G	G
森氏當歸		F	F	G	F	G	F	F	F
玉山茴芹			G	G					G
玉山櫻草								G	
高山白珠樹			G	G	G	G	G		G
阿里山龍膽	G	G		G		G		G	G
伊澤山龍膽					G	G	G	G	G
巒大當藥			G		E		G	G	F
刺果豬殃殃							G		
高山沙參					G			G	G
玉山山奶草					G	G	G	G	G
森氏山柳菊								G	G
玉山毛蓮菜		G	G	G	G	G	G	G	G
黃菀					G	G	G		G
一枝黃花		F	F	F	G	F	F	F	F
臺灣粉條兒菜	F	D	F	F	G	G	G	G	G
臺灣百合		F	G		G	G	G	G	G
臺灣鹿藥		G	G	G	G	G	G		
臺灣藜蘆			E	F	E	F	F	E	F
臺灣地楊梅			G	G	G		F	G	F
抱鱗宿柱臺					G				F
臺灣鵝觀草					G		G		
玉山翦股穎			F		F		F	G	G
曲芒髮草					G	G	G	G	G
羊茅			G	F	G	F	G		F
高山芒	D	G	D	C	D	C	C	D	D
臺灣三毛草					G		G		G
玉山箭竹	E	A	D	D	E	D	E	D	E
短距粉蝶蘭									G
厚唇粉蝶蘭			G		G	G	G	G	G

*文字代表物種出現該次調查；各文字代號表示優勢等級百分比為：A>100, 80<B<100, 60<C<80, 40<D<60, 20<E<40, 5<F<20, 0<G<5

(資料來源：本研究資料)

2010年4月的植生覆蓋度較2009年9月低的原因主要在於雪山亞高山草原生態系的組成大多為冬枯植物組成(表2-6)，因大多數植物在2010年4月尚未萌芽至使火燒跡地的植生覆蓋度降低，此情形亦出現在2011年5月。總覆蓋度於火後隨時序成波動趨勢，因構成三六九山莊草生地主要優勢植物之高山芒和玉山箭竹冬天枯萎，且本區植物組成多為冬枯型多年生植物所致(表2-6)。草生地的優勢物種對火燒通常有較大的適應性(Collins *et al.*, 1995; Collins and Glenn, 1997)。優勢物種覆蓋度一般有季節性變化，尤以冬枯種類更甚，冬季時明顯下降，至隔年生長季再次大量增加。除玉山箭竹、高山芒外，部分物種如一枝黃花、臺灣粉條兒菜、假鏽線菊及臺灣藜蘆等，覆蓋度會隨時間改變而呈現季節性變化(表2-7)。

2011年5月和同年7月灌叢草生地火後調查結果比較發現，高山芒之覆蓋度及重要值指數皆明顯的大於玉山箭竹，此可能反映出高山芒在火後之地上部的物質投資速度較玉山箭竹快，或鄰近高山芒種子拓殖，大量種子苗在火後建立，致使高山芒較玉山箭竹快速佔領生育地。三六九山莊灌叢草生地火後近5年(2013年9月)的調查結果與2011年7月結果相似，然高山芒之覆蓋率較玉山箭竹略為下降，其可能因高山芒的覆蓋率因冬枯下降。雖然同為禾本科植物，但高山芒草本植物生活型較木本植物之玉山箭竹在火後恢復之短期競爭似乎較具優勢。由於三六九山莊灌叢草生地於2014年1月再度火燒，其火後7個月(2014年7月)之植被恢復組成種類與與2013年9月相似，較大差異是有為數不少的抱鱗宿柱臺(*Carex tristachya*)進入火燒跡地。

2. 火後各時期之物種多樣性

三六九山莊灌叢草生地在2008年12月火後至2013年9月，以調查季節可分別看出每樣區種密度(spp./4m²)、物種豐富度、多樣性指數隨著萌蘗植物萌發與散殖體的進入而逐漸增加；然而，在2014年第2次火後7個月調結果顯示物種多樣性達到最高(表2-8)。三六九山莊灌叢草生地之地表火為一個低強度之火燒，其對於物種多樣性的主要作用有二：一方面在短期間內抑制少數優勢物種(此類物種多具萌蘗特性)，使其他較低矮的萌蘗性植物得以不再被壓迫；另一是低強度火燒有助增加新的生育地，其他利用種子等散殖體作為繁殖的物種可以有機會進入生育地內。Connell(1978)認為干擾可去除優勢物種(或降低其優

勢程度)為增加物種豐富度的一種機制(Huston, 1979),而Tilman(1982)認為空間是一種資源,火燒干擾是一種提供新的生育地的方式。Overbeck *et al.*(2005)研究發現,在火後第1年的物種數、歧異度和均勻度顯著地增加,顯示出物種在火後生育地快速的拓殖過程。在許多草生地系統,火燒增加物種豐富度通常在火後1或數年後達到高峰(Denslow, 1980),具有小型種子的植物或1-2年生的物種等通常在火後早期演替中出現(Ghermandi *et al.*, 2004; Overbeck *et al.*, 2005)。

表2-8. 雪山三六九山莊附近草生地規則樣區之多樣性介量表

季節/代號	A	B	C	D	F	G	H	I	J
調查日期	9-Feb	9-Apr	9-Sep	10-Apr	10-Jun	11-May	11-Jul	13-Sep	14-Jul
覆蓋量(cm ²)	2992	13391	373103	189203	632870	611597	697651	933090	715300
總覆蓋(cm ² /4 m ²)	0.002	0.009	0.259	0.131	0.439	0.425	0.484	0.648	0.497
總覆蓋度(%)	0.21	0.93	25.91	13.14	43.95	42.47	48.45	64.80	49.67
no. of species	5	13	24	24	36	27	33	29	38
平均種密度(spp./4 m ²)	0.03	0.09	0.17	0.17	0.25	0.19	0.23	0.20	0.26
sd. of H'	0.18	0.15	0.16	0.15	0.14	0.14	0.14	0.13	0.13
Mean of H'	0.22	0.38	0.80	0.71	0.87	0.64	0.81	0.74	0.95
sd. of NO.	0.76	1.31	3.02	2.12	3.72	1.93	3.23	1.88	2.79
Mean of NO.	2.00	3.86	8.68	7.67	11.94	7.17	10.78	7.72	13.81
Shannon-Wiever(Total)	0.44	0.57	1.10	0.96	1.11	0.87	1.08	1.03	1.18
Evenness	0.64	0.51	0.79	0.70	0.71	0.61	0.71	0.71	0.75

註:灰階部份表示春季調查,其他部分為夏秋季調查。

(資料來源:本研究資料)

以玉山箭竹與高山芒為優勢組成之草生地,隨著火後生育地內物種萌蘗、土壤種子庫與外來繁殖體輸入,總覆蓋度由2009年2月的0.21%增至2013年9月64.80%,而在經歷2014年年初之火災後,2014年7月樣區內之總覆蓋度又降至49.67%(表4)。亞高山地區草生地火後之覆蓋度,本研究至2009年9月(火後9個月)為25.91%,與太魯閣國家公園合歡山區1990年2月之火燒相差不遠(火後7個月為28%)(賴國祥及陳明義,1992),與1993年1月玉山國家公園塔塔加地區火燒後6個月可達65%(陳隆陞,1995)則有較大差異,可能因物種組成差異、燃料量的多寡與組成、生育環境或當年氣候不同有關。Luciana *et al.*(2004)研究指出,火後乾燥氣候會影響1年生植物種子的萌芽,但更新策略與繁殖體到達火燒跡地與否才是火後演替成功主要關鍵。

利用Sørensen相似性指數分析火後不同時期調查之出現物種相似性發現,

隨火後恢復時間增加，每季植物組成相似亦增加(表2-9，圖3-38)。雪山三六九山莊草生地2009年2月調查出現的植物種類與其他時期的調查物種差異最大，萌蘗植株或由土壤種子庫發芽的種子苗在此時期皆未開始萌發，樣區內個體多為火後殘存的種類。隨著火後恢復時間的增加，物種相似性有愈高趨勢，2009年4月調查結果與2009年9月和2010年4月的物種相似性差異不大，2011年5月與7月之物種相似性指數達到9次調查的最高，顯示火後裸露的生育地為萌蘗植株先佔領，其他種類陸續進入。亞高山草生地火後雖地上部燃燒殆盡，然其燃燒速度快，屬輕度干擾，火後出現之物種以原有種類並具地下部可萌蘗之物種為主，如玉山箭竹、高山芒、一枝黃花、臺灣粉條兒菜、臺灣藜蘆等(賴國祥及陳明義，1992)，其中除巒大蕨外，皆與本研究相仿。其早期建立之植物大部分是來自火燒區內之繁殖體，至中後期才會有較多區外之種子進入繁殖，因此物種相似性指數會隨著時序增長而相似性漸漸增加。植物組成隨火後回復時間增加而改變，反映植物社會演替過程(Engle *et al.*, 2000)。

表 2-9. 雪山三六九山莊附近草生地規則樣區各時期之相似性指數與物種轉換率

	09-Feb	09-Apr	09-Sep	10-Apr	10-Jun	11-May	11-Jul	13-Sep	14-Jul
09-Feb		0.31							
09-Apr	0.56		0.29						
09-Sep	0.28	0.65		0.20					
10-Apr	0.38	0.71	0.80		0.31				
10-Jun	0.21	0.51	0.79	0.65		0.20			
11-May	0.31	0.65	0.75	0.79	0.79		0.18		
11-Jul	0.16	0.49	0.75	0.64	0.82	0.81		0.33	
13-Sep	0.30	0.54	0.65	0.57	0.74	0.69	0.67		0.26
14-Jul	0.23	0.47	0.71	0.64	0.83	0.71	0.71	0.73	

(資料來源：本研究資料)

由Cody多樣性指數分析發現，三六九山莊草生地火後物種轉換率呈現季節波動(表2-9，圖2-38)，且在2011年7月及2013年9月兩次調查雖為相近之生長季節，然兩時期之物種轉換率卻為9次調查中最高，至2014年7月又下降至0.26，可能顯示散殖體拓殖的物種、種子庫萌發的物種新增、或火後不適的物種死亡等物種變化；此外，物種交換率有遞減的趨勢，可能反映出火後環境漸趨穩定，物種隨時間的轉換率漸少，但在2014年年初火後，發現2014年7月之物種組成

與2013年7月之調查結果未有太大差別，此一結果同表2呈現之現象。Odum and Barrett(2009)表示易受火災之區域，常可經規律且輕微之地表火把容易燃燒之凋落物減少至最小量，避免火燒之強度過大造成對當地植群的破壞。

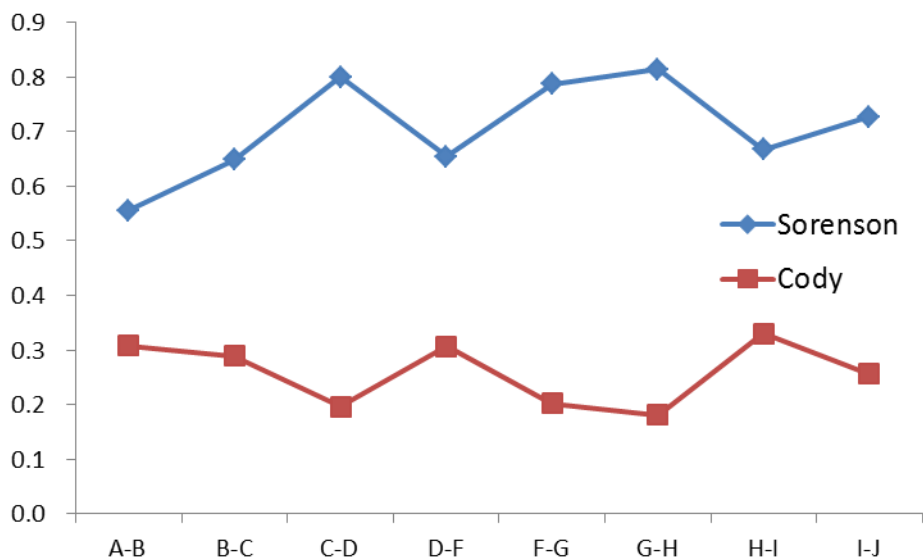


圖 2-38. 雪山三六九山莊附近草生地規則樣區各時期之相似性指數與物種轉換率之圖。(資料來源：本研究資料)

本研究再根據 2014 年 7 月調查之資料與 2013 年 9 月及 2009 年 9 月之資料相比(表 2-10)，前者為時序較相近之調查時間，後者則為結構上在 8 個調查時其中最為相似。結果顯示，不論是哪一時期，抱鱗宿柱臺皆為 2014 年火後出現最多樣區之物種，其次為雪山堇菜(*Viola adenothrix* var. *tsugitakaensis*)及羊茅(*Festuca ovina*)，但在 2014 年初火候消失的物種則較無規律性，雙黃花堇菜(*Vi. biflora*)大致為兩時期接消失有一定數量之物種。

表 2-10. 雪山三六九山莊附近草生地規則樣區 2014 年調查物種與 2013 年及 2009 年之調查資料比較物種的轉換情形新增及消失之樣區數

2013		2009	
物種	出現樣區	物種	消失樣區
抱鱗宿柱臺	36	伊澤山龍膽	9
羊茅	24	阿里山龍膽	8
雪山堇菜	22	雙黃花堇菜	7
一枝黃花	20	森氏山柳菊	5
臺灣地楊梅	19	玉山山奶草	4
		物種	出現樣區
		抱鱗宿柱臺	36
		巒大當藥	29
		雪山堇菜	22
		厚唇粉蝶蘭	18
		羊茅	16
		臺灣粉條兒菜	15
		雙黃花堇菜	14
		玉山毛蓮菜	10
		玉山翦股穎	8
		玉山金絲桃	5

(資料來源：本研究資料)

由火燒歷史資料顯示(陳明義和施纓煜, 1997), 2008年前火燒發生時間約在1965年, 火燒間隔期超過40年, 而2014年1月與2008年12月的火燒間隔期僅約5年, 此造成三六九山莊灌叢草生地2014年1月火燒大小(fire size)與強度(fire line intensity)較2008年12月小; 造成此等因素在於2008年12月火燒前, 地表累積枯落物時間超過40年, 加上40多年的植株生長過程, 地表上累積的燃料量明顯要比2014年1月火燒來得大。地表燃料量的多寡影響火燒強度與大小, 火燒強度愈大、火燒跡地面積愈大, 火後植群恢復的時間, 以及火後植物建立的種類、數量和進入的時序就愈長(林朝欽和邱祈榮, 2002)。由於2014年火燒強度較弱, 對於萌蘗型植物和地上部枯落物及土壤之種子影響亦較小, 此可能使得植種類及植群覆蓋的恢復速度較2008年12月來得快(表2-6)。由於相對較低燃料的火燒干擾對研究區萌蘗型優勢植物有抑制的作用, 其降低此等植物佔領生育地的比例及競爭能力, 增加新空出的棲地供其他植物的種子於火後萌發拓植, 尤以種子數量大之禾本科、菊科、莎草科等植物為主。本研究比較發現, 2014年年1月的火燒植被覆蓋及物種多樣性恢復的速度要比2008年12月火燒快, 後者火後植被覆蓋及物種多樣性恢復需約1年半才能達到後者火後7個月的恢復程度。

對於火後植被恢復的影響因子除了燃料量的影響外, 火燒發生時間、火後氣象條件(如降水、乾旱、溫度)、病蟲害等因素亦是重要的影響因子(王明玉等, 2008)。研究區近年 2 次火燒發生時間皆在寒冷的冬季, 此時期的植物多數處於休眠時期, 因此火燒發生時間對 2014 及 2008 年火燒應無太大的差別。

3. 火後植物多樣性豐度模型分析

本研究利用豐度模型分析三六九山莊灌叢草生地火後物種多樣性恢復之情形(表 7, 圖 2-39), 結果顯示大部分之豐度模式對資料之配適度經卡方檢定皆達不顯著($p>0.05$), 其中, 生態位優勢度模型與多數時期之資料不相符, 斷棍模型亦與部分時期之資料配適度較差。2009 年 2 月與 4 月之覆蓋度全部的模式皆可配適此時期($p>0.05$), 最佳配適之模型為 Zipf 模型(or Zipf-mandelbrot)及對數常態分布模型; 至 2009 年 9 月及 2010 年 4 月時, 僅生態位優先模式無法有效的配適資料, 尤其在稀少種的部分各模式與資料的殘差相對較優勢種的部分高出許多; 2010 年 6 月及 2011 年 5 月之資料, 僅生態位優先模型及斷棍模型無法通過卡方之配適度檢定; 2011 年 7 月之覆蓋度與所有模型於卡方適

合度檢測皆為不顯著，($p>0.05$)；至 2013 年 9 月之資料與模型配適之情況同 2011 年 5 月；其中，從 2010 年 5 月開始，Zipf-mandelbrot 模型皆為之後調查時期之最佳擬合之模型。

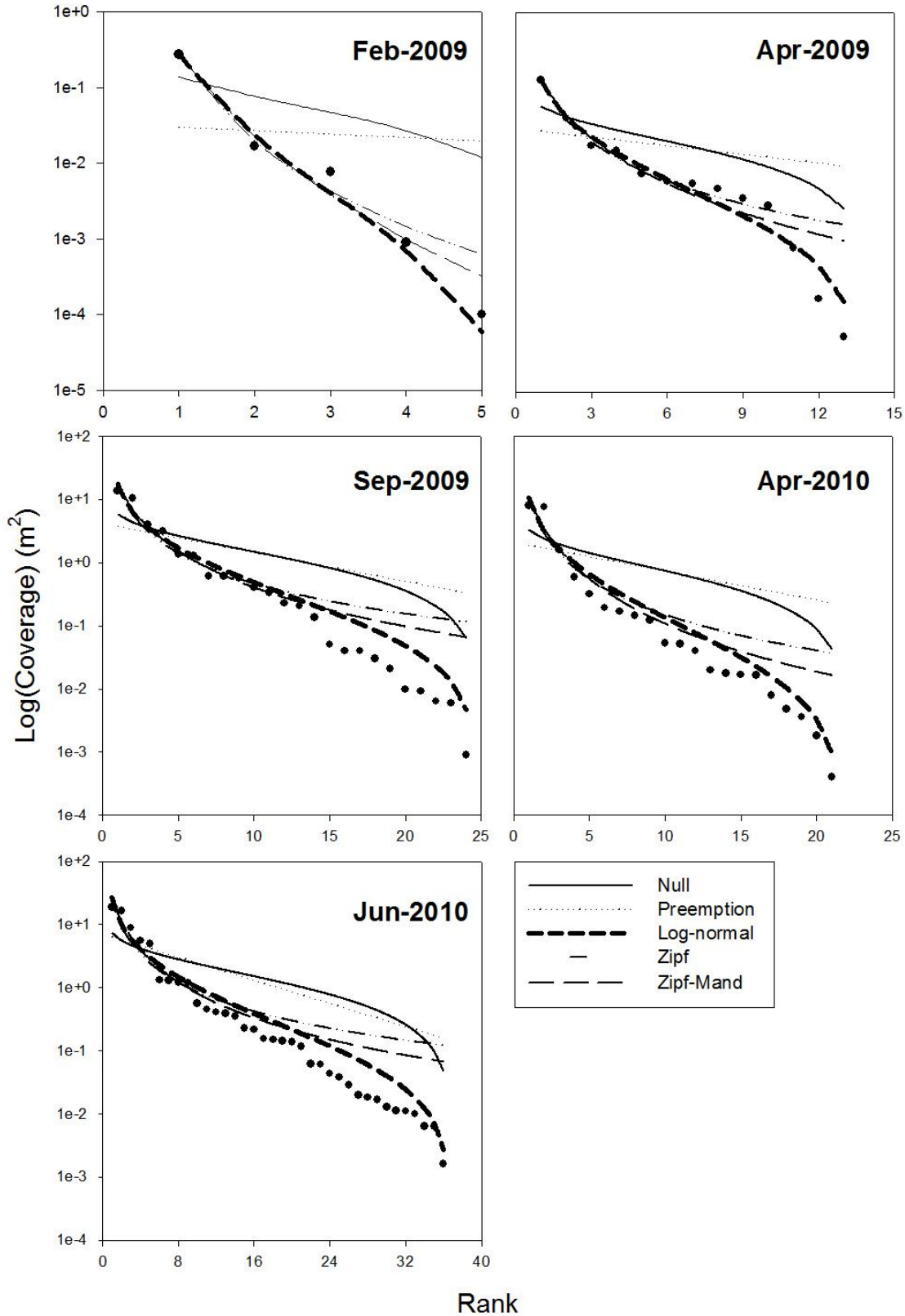


圖 2-39. 雪山三六九山莊附近草生地 2009-2010 年不同時期之覆蓋度及豐度模型圖。右上代號為實際調查之季節月份。(資料來源：本研究資料)

本研究優勢種玉山箭竹及高山芒雖能於火後快速萌蘖更新，然地表火干擾後大部分空間及養分釋出，使該區域之物種快速回復並拓殖，因此稀少種進入時期對整體資料分析結果影響甚鉅。火後覆蓋度變異多集中於稀少種，若模型以優勢物種去推估覆蓋度依序較低的物種常會過於高估，如生態位優先模型及 Zipf 模型(Wilson *et al.*, 1996)。另外，本區火後各時期物種恢復模型配適除了 2009 年 2 月和 4 月外，火後多數時期以 Zipf-mandelbrot 模型為最佳擬合之模型。程佳佳等(2011)在古田山亞熱帶常綠闊葉林進行多度模型分析時發現 5 種模式(同本文之五種模式)皆有不錯的配適度，因小尺度下物種數相對少環境條件相似，植物個體間差距小，故各模式皆能有不錯的擬合效果。生態位優先模型及 Zipf 模型皆以優勢物種建構其模式，若整體物種分布情況以優勢物種唯一直線之趨勢，往往這兩種模式之推估狀況會較符合現地之資料分布。火後初期，生態位優先模型及 Zipf 模型尚能配適該時期之資料，至生長旺盛時期(2009 年 9 月)，稀少種之數量明顯增加，這兩個模型的配適度就不若其他模型。

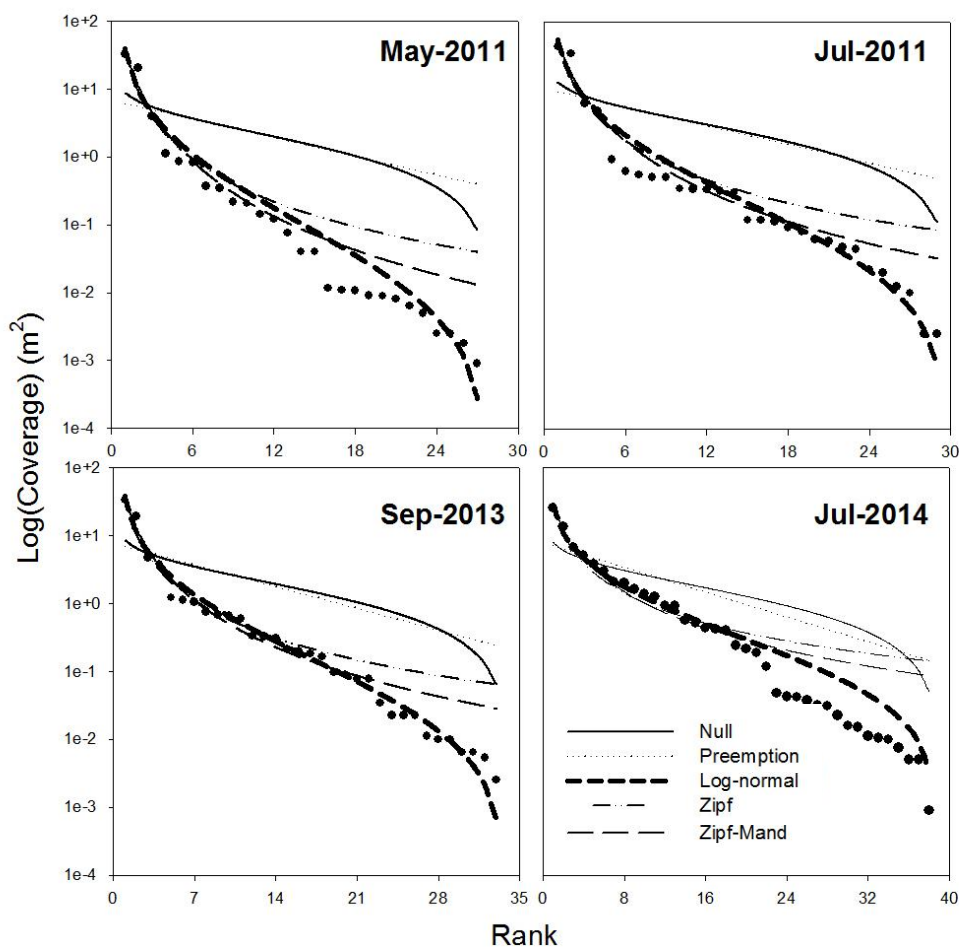


圖 2-40. 雪山三六九山莊附近草生地 2011-2014 年不同時期之覆蓋度及豐度模型圖。右上代號為實際調查之季節月份。(資料來源：本研究資料)

表 2-11. 雪山地區三六九山莊附近草生地於火後不同時期之植被覆蓋度利用 5 個豐度模型配適之介量表

Times	S	Null		Preemption		Log-normal		Zipf		Zipf-Mandelbrot	
		Dev.	χ^2	Dev.	χ^2	Dev.	χ^2	Dev.	χ^2	Dev.	χ^2
Feb-09	1	0.29	0.25	0.82	2.04	0.01	0.01	0.00*	0.00	0.00	0.01
Apr-09	1	1.15	1.27	2.42	4.48	0.03*	0.03	0.03	0.02	0.04	0.04
Apr-10	1	25.33	26.39	36.14	48.65	6.11	7.58	7.04	8.68	4.82*	5.72
May-11	1	111.30	124.90	135.84	186.24	12.60	15.03	13.99	16.50	8.59*	9.68
Sep-09	2	30.67	30.36	44.70	54.26	4.22	4.50	7.12	6.87	3.84*	3.64
Jun-10	2	66.53	67.15	64.37	69.46	11.22	11.64	17.01	16.94	9.47*	9.29
Jul-11	2	104.47	25.62	115.11	24.23	6.70	0.25	7.98	0.93	4.49*	0.49
Sep-13	2	61.99	179.05	58.18	243.36	2.18*	29.98	8.11	32.65	4.05	20.40
Jul-14	2	157.85	68.51	184.94	71.86	25.43	1.94	27.32	6.40	18.12*	3.15

S 代表季節；1 為春季，2 為夏秋季。粗體表示顯著，即不適合的模型。

*為最適模型之 Deviance

(資料來源：本研究資料)

對數常態模型雖對稀少種的模擬有部分修飾，不過其模式對資料的模擬主要根據普遍種的多寡，故若物種組成豐富且分配平均，即普遍種相較稀少種和優勢種之比例多的情況（物種數之分布越接近典型常態分布），對數常態模型可以有較好的配適度，也因此在大部分之覆蓋度會與之較為契合。至 2010 年 4 月植被組成已漸趨平穩均勻，且經火燒後一年多數物種的再進入使稀少種種數補充，前期之稀少種之覆蓋度上升進入普遍種之層級，相較其他時期雖有相似的結構，然在該些時期之普遍種所佔比例仍與稀少種及優勢種有別，由以稀少種之影響最深。李巧等 (2011) 整理中國近年之多度模型研究結果，提出物種多度的幾何級數模型(即生態位優先模型)多出現在物種貧乏的環境或群落演替的早期階段，隨著演替的進展或環境條件的改變，將有更多物種的進入，此時物種多度的分布可能轉為對數常態模型。圖 2 顯示對數常態模型與資料的配適良好，但表 2 中以離差之結果卻顯示 Zipf-Mandelbrot 模型為較佳之模式，此因 Zipf-Mandelbrot 模型雖為 Zipf 模型的延伸，不過該模型將優勢物種比例捨去而以一參數作為估計，因而整體模式受到後續普遍種的影響力增加 (Barange and Campos, 1991)，故多數時期 Zipf-Mandelbrot 模型較對數常態分布模型的配適性高。Chiarucci et al.(1999)比較覆蓋與生物量的資料對對數常態模型及 Zipf-Mandelbrot 模型之選擇性發現，以覆蓋度進行模擬的資料偏好

Zipf-Mandelbrot 模型，反之，以生物量進行模擬之資料則偏好對數常態分布模型，Chiarucci *et al.*(1999)認為此因兩個介量的特性不同所致，且 Zipf-Mandelbrot 模型之估計參數較多，期望值的模擬估測上也較為彈性。程佳佳等 (2011) 提出環境條件越為複雜整體生境的異質性增高，個體間競爭減弱，因此生境內的物種多度主要由優勢種決定，而 Zipf-Mandelbrot 模型對優勢種及常見種的模擬效果都不錯。

斷棍模型基於整體覆蓋度及種數比例之影響，整體覆蓋度大而種數少的情況常會過度膨大預測值，反之，整體覆蓋度小但種數多的情況則會低估預測值。本研究為前者情況，即雪山亞高山地區灌叢草本植物社會在火後恢復初期環境尚未穩定時，玉山箭竹及高山芒等優勢種在火後恢復過程快速穩定佔有優勢覆蓋，伴生種和稀少種雖陸續建立其族群，但難以快速與此優勢種競爭，進而使斷棍模型預測值較高，稀少種之殘差值偏高。殷祚雲(2009)對華南退化草坡自然恢復中物種多度之分布動態及模擬，研究顯示斷棍模型無法配適研究區域之資料，作者認為斷棍模型的假設唯一維尺度，若要外推至高維空間，對於每個物種於棲息環境隨機分割不重疊之假設相違背，故在對於生境較為複雜之區域，斷棍模型的擬合效果相對較差。Wilson *et al.* (1996)認為斷棍模型預測之結構類似於對數常態分布模型，然若環境及物種組成複雜時，對數常態模型之配適能力會相較斷棍模型好。

4. 雪山三六九山莊火後之演替趨勢

透過火後各時期物種出現有無之對應分析結果顯示(圖2-41，表2-12)，不同調查時期與物種出現之排序圖反映出火後演替之時序變化；火後5年內8次調查只出現1次的物種分別分布於排序圖軸1的兩端，表示火後的時間變化 軸1右端為只出現在2008年2月的物種，軸1左端與軸2下方為只出現在2013年9月的物種，軸2的最上部位只出現於2009年4月的物種。火後第1次調查於2009年2月(火後2個月)，然此時期為研究區域最冷冽的時期，所調查植物的常綠種類可能在火燒過程中存活的種類。其中，假石松在往後調查中發現其覆蓋度大幅下降雖在部分時期尚有分布，然已無2009年2月之優勢，其可能因此種植物在火後並未完全枯黃，植株葉片仍保留綠色致使認定尚未枯死，或因在火後由鄰近地區傳播的繁殖體，但因後續建立過程中因其他物種競爭，或對環境不適而死亡，所以未能在後續調查中再發現。2009年4月出現種類多在2009年2月或後

續調查中出現的種類，雪山主峰線3,000 m亞高山地區的植物多於4-5月陸續進入萌芽時期，此時期之火後更新者幾乎全部是萌蘖植物。Bell(2001)將澳洲西部火後反應特徵植物區分成2大類，一為再萌蘖者(resprouter)，另一為再播種者(re Seeder)，而前者通常是火後最早反應出現者(Guo, 2001; Luciana *et al.*, 2004; Bond and Midgley, 2005; Buhk *et al.*, 2005; Ojeda *et al.*, 2005)。

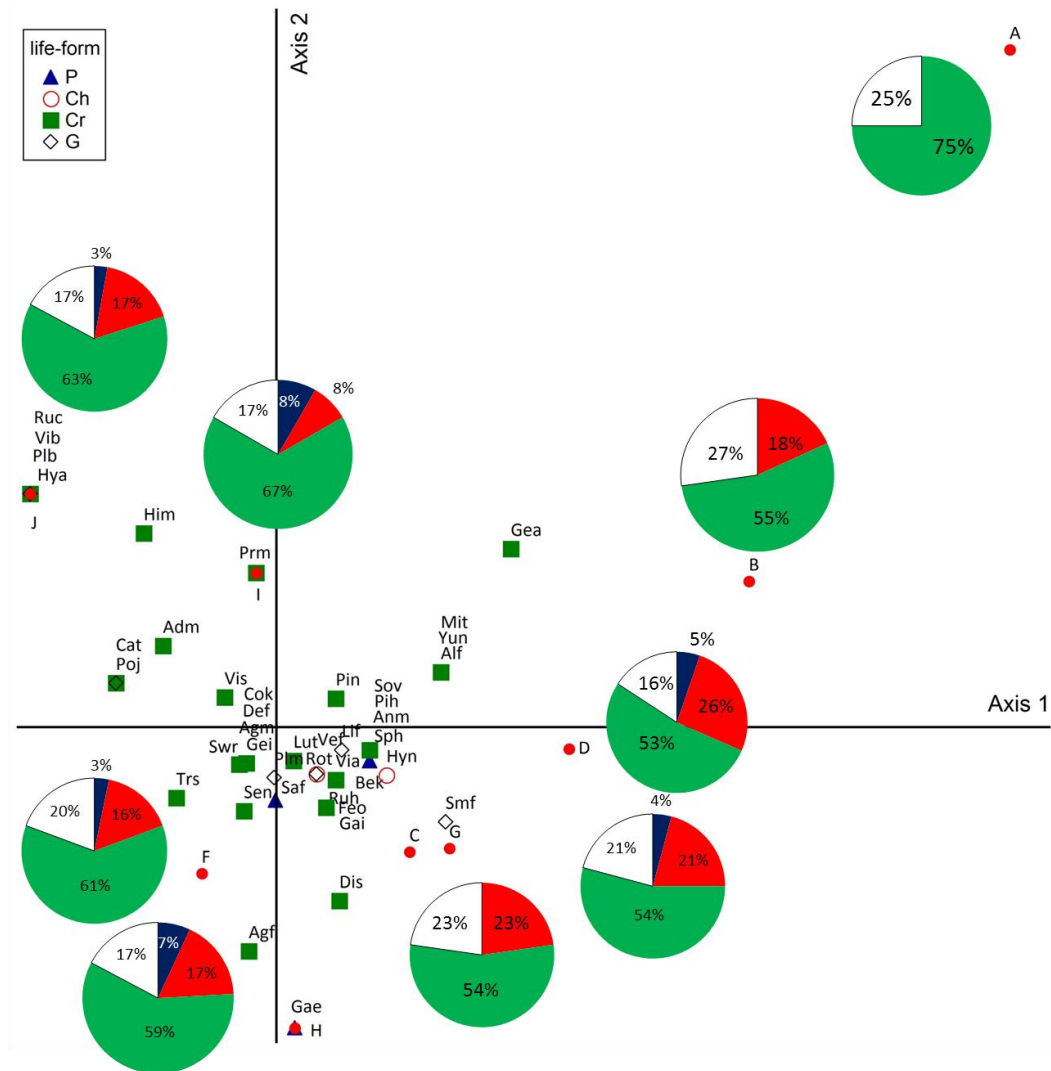


圖 2-41. 雪山三六九山莊附近草地不同時期之對應分析圖。A:2009 年 2 月；B: 2009 年 4 月；C: 2009 年 9 月；D: 2010 年 4 月；F: 2010 年 6 月；G: 2011 年 5 月；H: 2011 年 7 月；I: 2013 年 9 月；J: 2014 年 7 月。(資料來源：本研究資料)

表 2-12. 雪山三六九山莊附近草生地不同時期之對應分析表

Inertia=0.7254	第一軸	第二軸	第三軸
特徵根(eigenvalue)	0.19	0.15	0.13
變異解釋率	26.67	20.21	18.11
累積變異解釋率	26.67	46.89	65.00

(資料來源：本研究資料)

三六九山莊草生地火後9次調查中出現頻度大於4次，此類物種可能反應其對火燒的適應，大多數種類為萌蘗型物種。火後9次調查幾乎都有出現的物種有假石松(Lyv)、玉山毛蓮菜(Pih)、森氏當歸(*Angelica morii*, Anm)、一枝黃花(Sov)、臺灣粉條兒菜(*Aletris formosana*, Alf)、高山芒(Mit)，以及玉山箭竹(Yun)等幾種(表2-7，圖2-44)。火後樣區調查出現4次以上的種類有絨假紫萁(Osc)、玉山金絲桃(Hyn)、假繡線菊(Sph)、高山薔薇(*Rosa transmorrisonensis*, Rot)、高山白珠樹(Gai)、玉山杜鵑(Rhp)、阿里山龍膽(Gea)、臺灣百合(*Lilium formosanum*, Lif)、臺灣鹿藥(Smf)、臺灣藜蘆(Veg)等10種。由對應分析排序圖可發現，半地中型植物幾乎在各時期皆有分布，亦為生活型中於火後出現較早之類型(圖4)，即使依調查季節將排序結果分開製圖(圖2-42)，亦可得到相似的結果。玉山箭竹及高山芒從2009年2月至2014年7月皆有分布，因2種皆為當地優勢之物種，多數百合科植物於火燒前便有族群分布，遭受2008年火災干擾後亦可靠著生存芽受地表及枯落物保護而至2009年4月開始回復其覆蓋度，絨假紫萁亦於火後之恢復迅速。

僅在後期出現的物種且出現頻度 1-2 次者，例如玉山瓦葦(Lem)、瓦氏鱗毛蕨(Dra)、腺鱗毛蕨(Drc)、伊澤山龍膽(Gei)、玉山剪股穎(Agm)、瓜子金(Poj)、玉山山奶草(Cok)、抱鱗宿柱臺(Cat)、油臺(Cas)、羊茅(Feo)等，此類植物對火燒較不具耐受性，多為依火後依賴種子或孢子繁殖者。其中褐毛柳(Saf)、山結梗(*Peracarpa carnosus*, Pec)、刺果豬殃殃(*Galium echinocarpum*, Gae)、臺灣龍膽(*Gentiana atkinsonii* var. *formosana*, Gef)為 2011 年 7 月才出現的物種。2013 年 9 月玉山櫻草(Prm)及森氏山柳菊(*Hieracium morii*, Him)為此時期才出現的物種。經過 2014 年初之火災，僅於 2014 年 7 月所調查到之物種則有短距粉蝶蘭(Plb)及僅在 2009 年 9 月及 2010 年 5 月方有調查到的玉山茴芹(*Pimpinella niitakayamensis*, Pin)。這些相對稀少的物種為影響排序圖調查時序之空間分布之主因(張金屯，2004)，如 2008 年火在後至 2013 年所出現的這些稀少種，方

能使排序圖之變量增距，因而能清楚地分別不同時序的變化趨勢。由分開調查季節製圖之結果，可發現春季明顯由地中型植物為主要組成。

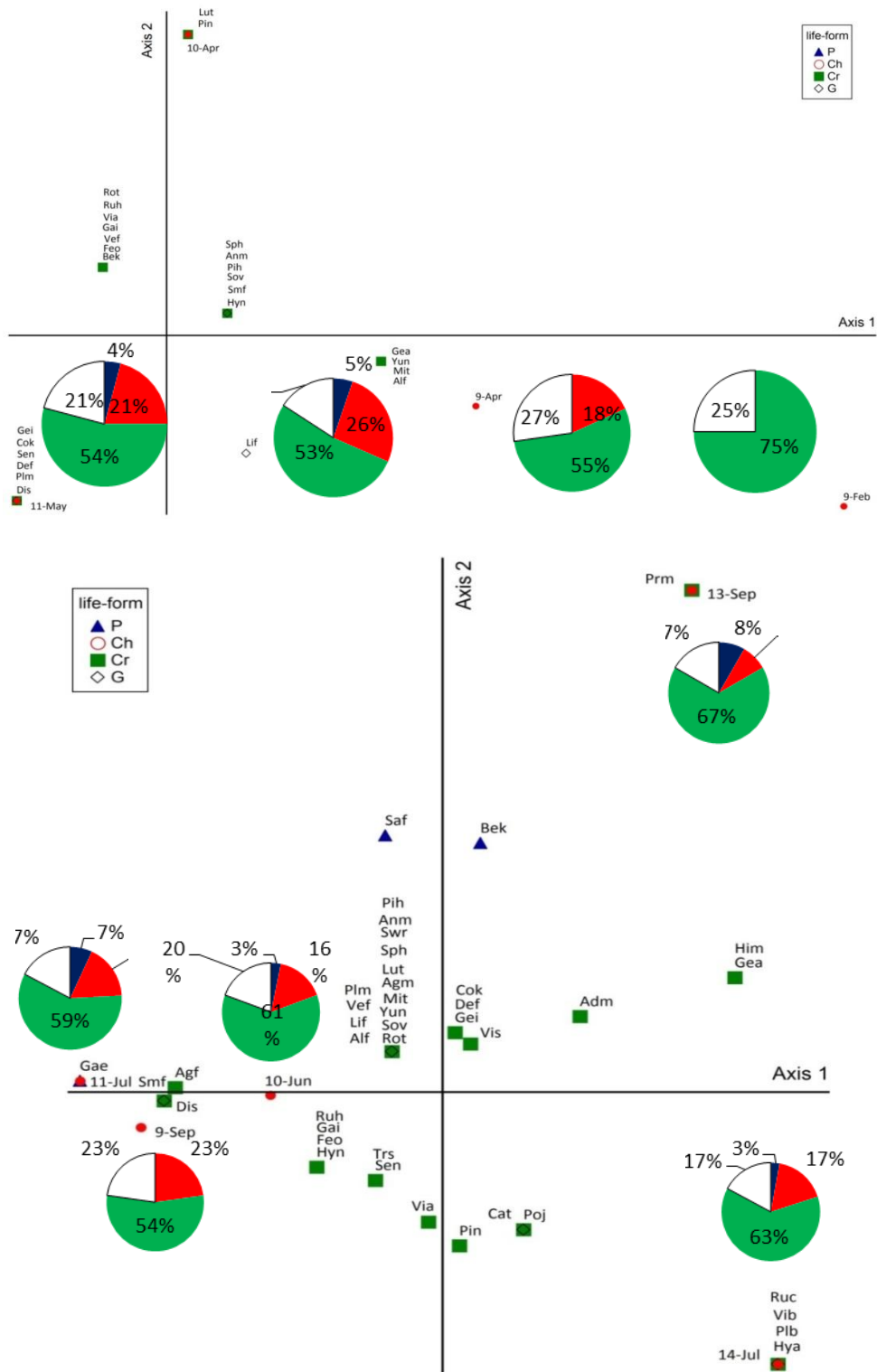


圖 2-42. 雪山三六九山莊附近草生地不同時期之對應分析圖。紅點為調查時序。上圖為春季調查之時期；下突圍夏秋調查之時期。(資料來源：本研究資料)

將雪山三六九山莊草生地火後不同時期出現種子植物依Raunkiar生活型(life-form)進行劃分(圖2-41, 表2-13), 可以了解火後植物種類恢復之生活型變化趨勢。此結果與王偉等(2010)、鄭婷文等(2012)研究雪山主峰沿線之玉山箭竹-高山芒植物社會的生活型譜(life-form spectrum)相似, 亦顯示亞高山草生地火後3年植物種類出現即可達到未火燒前之狀態。再者, 由不同時期火後恢復之生活型譜得知, 在火後16個月之恢復過程即可接近草生地生活型譜之狀態。

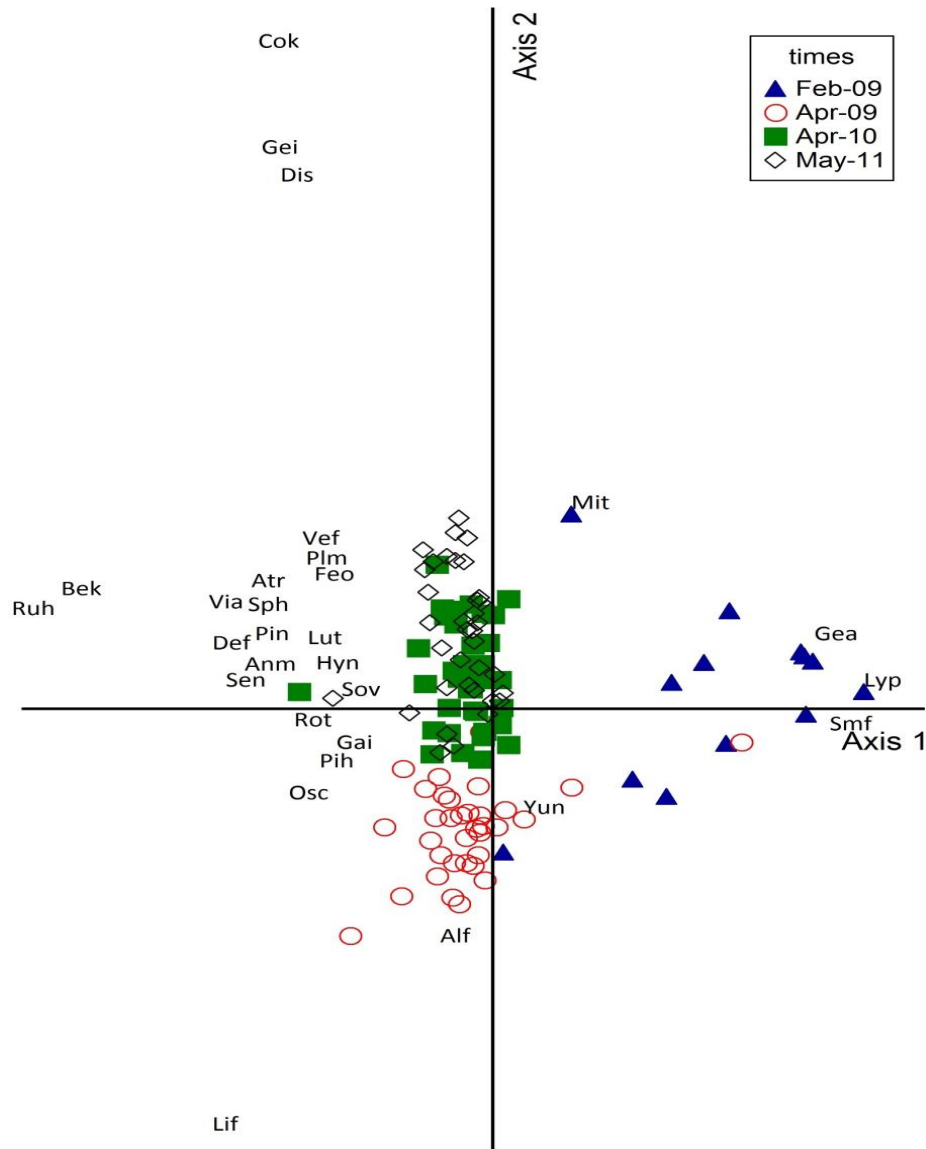


圖 2-43. 雪山三六九山莊附近草生地春季不同時期之降趨對應分析圖。不同的符號代表不同之時期。不同的英文代號表示不同的物種。(資料來源：本研究資料)

表 2-13. 雪山三六九山莊附近草生地春季不同時期之降趨對應分析表

Inertia=0.7254	第一軸	第二軸	第三軸
特徵根(eigenvalue)	0.68	0.40	0.14
軸長(Length of gradient)	3.09	2.96	1.89
變異解釋率	22.32	13.35	4.51
累積變異解釋率	22.32	35.67	40.18

(資料來源：本研究資料)

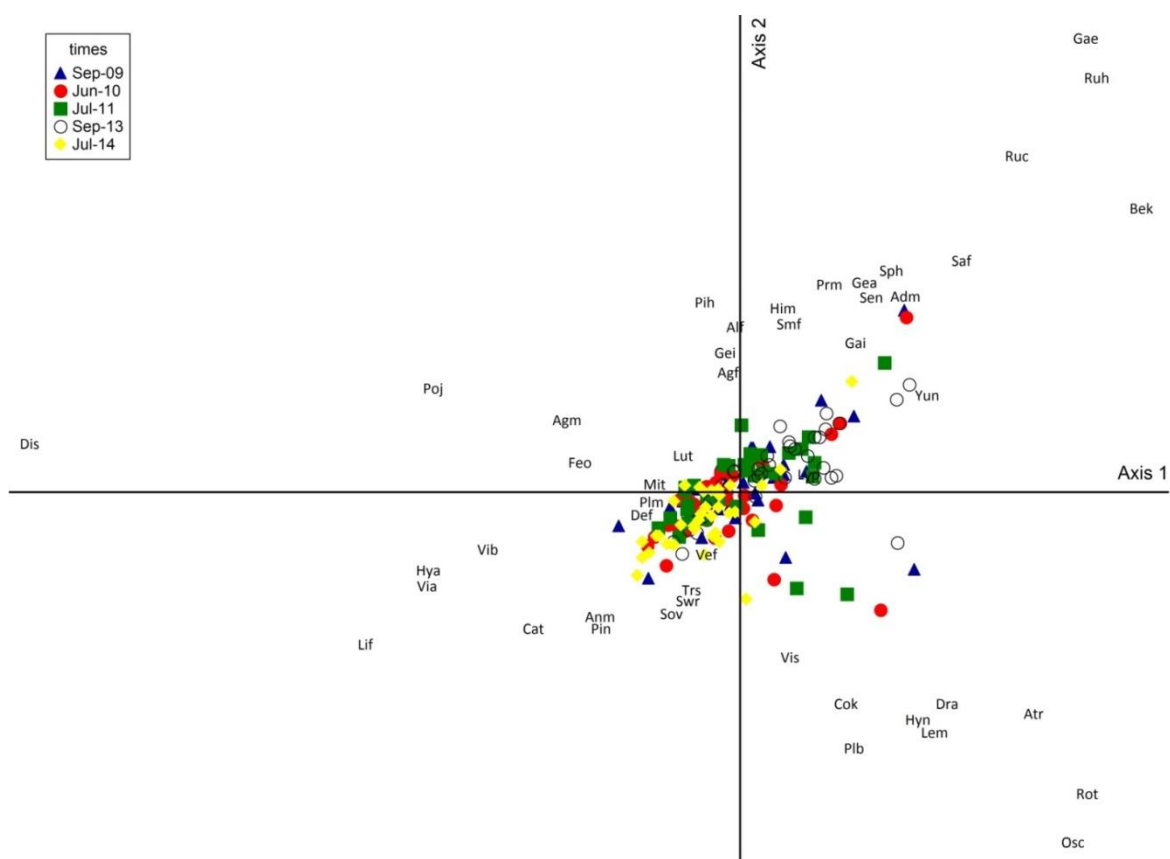


圖 2-44. 雪山三六九山莊附近草生地夏秋季不同時期之降趨對應分析圖。不同的符號代表不同之時期。不同的英文代號表示不同的物種。(資料來源：本研究資料)

表 2-14. 雪山三六九山莊附近草生地春季不同時期之降趨對應分析表

Inertia=0.7254	第一軸	第二軸	第三軸
特徵根(eigenvalue)	0.24	0.18	0.12
軸長(Length of gradient)	2.20	2.23	1.70
變異解釋率	10.98	8.22	5.58
累積變異解釋率	10.98	19.20	24.78

(資料來源：本研究資料)

綜觀臺灣亞高山生態系玉山箭竹與高山芒優勢組成之灌叢草生地，在火後植被回復，以及其組成物種對火燒的反應(呂金誠，1989；賴國祥及陳明義，1992；陳隆陞，1995；陳明義和施纓煜，1997；賴國祥；2005；邱清安等，2014)，大多的研究報告都指出此等植物社會在火後約2-3年內可回復接近未火燒前之物種組成及植被狀態，顯示著此等植物社會應屬於火燒依賴植群(fire dependent vegetation)，而與其伴生之植物種類多為火燒適存種(fire adapted species)(Andrew *et al.*, 2007)。

五、參考文獻

- 方瑞征、閔天祿(1995)杜鵑屬植物區系的研究。雲南植物研究 17(4): 1-3。
- 王年金、何玉友、秦國峰、儲德裕、胡健生(2010)馬尾松雄球花成熟期及受氣溫影響的觀測。林業科學研究 23(6): 905-909。
- 王利琳、龐基良、胡江琴、梁海曼(2002)溫度對成花的影響。植物學報 19(2): 176-183。
- 王忠魁(1974)台灣高山草原之由來及其演進與亞極群落之商榷。生物研究中心專刊 4: 1-16。
- 王明玉、任雲卯、李濤、舒立福、田曉瑞、趙風君 (2008) 火燒跡地更新與恢復研究進展。世界林業研究 21(6): 49-53。
- 王偉、邱清安、蔡尚惠、許俊凱、曾喜育、呂金誠(2010)雪山主峰沿線植物社會調查研究。林業研究季刊 32(3): 15-34。
- 王連喜、陳懷亮、李琪、余衛東(2010)植物物候與氣候研究進展。生態學報 30(2): 447-454。
- 白潔、葛全勝、戴君虎、王英(2010)西安木本植物物候與氣候要素的關係。植物生態學報 34(11): 1274-1282。
- 何明友、方明淵、胡文光、胡琳貞(2006)中國植物志-杜鵑花科。中國植物志第57卷第2分冊。
- 何春蓀(1986)臺灣地質概論-臺灣地質圖說明書。經濟部中央地質調查所第二版。
- 何春蓀(2003)台灣地質概論。經濟部中央地質調查所。共40頁。
- 余新曉、岳永杰、王小平(2010)森林生態系統結構及空間格局。科學出版社。北京。共245頁。
- 吳佳穎(2013)雪山雪東線步道種子植物開花物候之調查。國立中興大學森林學系碩士論文。
- 吳佳穎、曾喜育、邱清安、王秋美、劉思謙、曾彥學(2013)雪山雪東線步道種子植物開花物候之調查。林業研究季刊35(4):223-240
- 呂金誠(1989)野火對臺灣主要森林生態系影響之研究。國立中興大學植物學研究所博士論文。
- 呂金誠(1990)野火對臺灣主要森林生態系影響之研究。國立中興大學實驗林研究彙刊 20(2): 1-15。
- 呂金誠(1999)武陵地區雪山主峰線植群調查與植栽應用之研究。內政部營建署雪霸國家公園管理處委託研究報告。共93頁。
- 呂理昌(1990a)玉山國家公園東埔玉山區開花物候週調查報告(一)。內政部營建署玉山國家公園管理處委託報告。
- 呂理昌(1990b)玉山國家公園東埔玉山區開花物候週調查報告(二)。內政部營建署玉山國家公園管理處委託報告。
- 呂理昌(1991)玉山國家公園東埔玉山區開花物候週調查報告(三)。內政部營建署玉山國家公園管理處委託報告。
- 呂福原、歐辰雄、廖秋成、陳慶芳(1984)林火對森林土壤及植群演替影響之研究(二)。嘉義學報 10: 47-72。
- 李巧、涂璟、熊忠平、盧志興、劉春菊 (2011)物種多度格局研究概況。雲南農業大學學報 26(1):117-123。
- 李向前、賈鵬、章志龍、杜國楨(2009)青藏高原東緣高寒草甸植物群落的開花物候。生態學

- 雜誌 28(11): 2202-2207。
- 邦卡兒·海放南(2007)塔塔加地區高山植物的物候期。林業研究專訊 14(5): 16-22。
- 周愛琴、宋玉麗、于青(2001)溫度對桃樹萌芽開花生物學特性的影響。煙臺果樹 2001(3): 30-31。
- 林永發、邱清安(2002)環山與雪山東峰火燒後植群之變化。內政部營建署雪霸國家公28園管理處。全38頁。
- 林朝欽(1993)玉山、太魯閣及雪霸地區國有林森林火災之研究。中華林學季刊 26(2): 51-61。
- 林朝欽、邱祈榮(2002)解析林火行為-2001年梨山林火個案研究。中華林學季刊 35(2):183-192。
- 林朝欽、陳子英(2002)林火對森林植群多樣性之影響。2002年生物多樣性保育研討會論文集。農委會特有生物研究保育中心。121-142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。
- 邱清安、林鴻志、廖敏君、曾彥學、歐辰雄、呂金誠、曾喜育(2008)臺灣潛在植群形相分類方案。林業研究季刊 30(4): 89-112。
- 邱清安、曾彥學、王志強、廖敏君、曾喜育(2010)臺灣高山寒原植群之商榷及其在生態氣候觀點下的潛在位置。林業研究季刊 32(3): 89-102。
- 柳樞(1963)小雪山高山草原生態之研究。林試所報告第九十二號。
- 紀瑋婷(2009)臺灣西半部金毛杜鵑開花韻律分析與族群分布關係之研究。國立臺灣大學生態學與演化生物學研究所碩士論文。
- 徐瓏綺(2004)玉山、森氏與紅星杜鵑之親緣關係與後冰河期之遷徙。中國文化大學生物科技研究所碩士論文。
- 殷祚雲、任海、彭少麟 (2009) 華南退化草坡自然恢復中物種多度分布的動態與模擬。生態環境學報1: 222-228。
- 海放南-邦卡兒(2007)塔塔加地區高山植物的物候期。林業研究專訊 14(5): 16-22。
- 高景輝、湯文通(1978)植物生長與分化。台灣商務。共16頁。
- 常兆丰、邱國玉、趙明、楊自輝、韓富貴、仲生年、李愛德、劉淑娟 (2009) 民勤荒漠區植物物候對氣候變暖的響應。生態學報 29(10): 5195-5206。
- 張又敏(2006)金毛杜鵑開花模式之研究。靜宜大學生態學系碩士論文。共57頁。
- 郭城孟(1990)墾丁國家公園既有路徑沿線植物生態基礎資料調查及其解說教育系統規劃研究，墾丁國家公園管理處。
- 陳正祥(1957)氣候之分類與分區。國立臺灣大學農學院實驗林。共52頁。
- 陳明義(1997)野火對環山、雪山地區植群影響之研究I。內政部營建署雪霸國家公園管理處委託研究報告。
- 陳明義(1998)野火對環山、雪山地區植群影響之研究II。內政部營建署雪霸國家公園管理處委託研究報告。
- 陳明義、劉業經、呂金誠、林昭遠(1986)東卯山臺灣二葉松林火後第一年之植群演替。中華林學季刊 19(2): 1-15。

- 陳盈雯(2010)臺灣原生杜鵑棲地地文環境特性之研究。國立中興大學園藝學系碩士論文。
- 陳隆陞(1995)玉山塔塔加森林火燒跡地生態環境變遷及保育措施之研究。國家公園學報 6(1): 25-46。
- 陳學林、戚鵬程(2006)白水江國家級自然保護區野生資源植物的垂直分異研究。西北植物學報 26(5): 1014-1020.
- 陸佩玲、于強、賀慶棠(2006)植物物候對氣候變化的響應。生態學報 26(3): 923-929。
- 曾彥學、鄭婷文、王秋美、劉思謙(2010)雪山地區高山生態系整合研究-維管束植物調查及植相研究。雪霸國家公園管理處委託研究報告。共53頁。
- 程佳佳、米湘成、馬克平、張金屯 (2011) 亞熱帶常綠闊葉林群落物種多度分布格局對取樣尺度的響應。生物多樣性19(2): 168-177。
- 黃信源(2007)苗栗地區油桐物候生物學之研究。國立中興大學森林學系碩士論文。共88頁。
- 黃啟俊(2005)臺灣產玉山杜鵑複合群之親緣地理學研究。國立成功大學生命科學系碩士論文。
- 楊建夫(2006)冰河曾經來過-雪山圈谷。內政部營建署雪霸國家公園管理處。共90頁。
- 溫英杰、張靜誼、高建元(2008)阿里山山櫻遺傳多樣性之研究。臺灣農業研究 57(4): 233-242。
- 葉文彬和李蕙宜(2012)昆蟲相調查暨指標物種建立與監測。內政部營建署雪霸國家公園管理處委託研究報告。共32頁。
- 趙安玖、胡庭興、黃從德、陳小紅(2008)山地常綠落葉闊葉林空間點格局特徵。浙江林業科技 28(4): 1-7。
- 劉崇瑞、蘇鴻傑(1978)大甲溪上游臺灣二葉松天然林之群落組成及相關環境之研究。國立臺灣大學實驗林研究報告 121: 207-239。
- 劉崇瑞、蘇鴻傑(1983)森林植物生態學。臺灣商務印書館。共462頁。
- 劉業經、呂福原、歐辰雄、賴國祥(1984)臺灣高山箭竹草生地之植物演替與競爭機制。中華林學季刊 17(1): 1-32。
- 潘振彰(2012)溫度對雪山地區玉山杜鵑開花物候之影響。國立中興大學森林學系碩士論文。
- 潘振彰、曾彥學、邱清安、曾喜育(2013)雪山地區玉山杜鵑物候之研究。林業研究季刊 35(2): 71-86。
- 鄭婷文(2010) 雪山主峰東線步道維管束植物相之研究。中興大學森林學系碩士論文。共107頁。
- 鄭婷文、曾喜育、邱清安、劉思謙、王秋美、曾彥學 (2012) 雪山主峰東線步道維管束植物生活型之研究。國家公園學報22(1): 41-51。
- 賴國祥(2003)臺灣亞高山地區的林火生態。林火生態與管理研討會，第49-52頁。農委會林務局、臺灣生物多樣性保育學會。
- 賴國祥(2003)臺灣亞高山地區的林火生態。林火生態與管理研討會。農委會林務局、臺灣生物多樣性保育學會。49-52頁
- 賴國祥(2005)合歡北峰臺灣二葉松林火燒後之天然更新。特有生物研究 7(1): 61-68。
- 賴國祥(2005)合歡北峰臺灣二葉松林火燒後之天然更新。特有生物研究7(1): 61-68。
- 賴國祥、陳明義(1992)合歡北峰臺灣二葉松林火燒後之植群與嚙齒類消長。中華林學季刊 25(2): 33-42。

- 賴國祥、陳明義(1992)合歡北峰臺灣二葉松林火燒後之植群與嚙齒類消長。中華林學季刊 25(2): 33-42。
- 應紹舜(1976)雪山地區高山植群的研究。中華林學季刊 9(3): 119-135。
- 謝鎮宇(2006)利用LEAFY基因序列探討臺灣玉山杜鵑複合群的起源及演化。中國文化大學生物科技研究所碩士論文。
- 顏江河(2009)高山地區土壤性質研究。內政部營建署雪霸國家公園管理處委託研究報告。共 48 頁。
- 魏聰輝和林博雄(2011)雪山高山微氣象與水量與熱量時空分布特性。共 35 頁。
- Andrew, D. B., Robert, M. and F. Cecil (2007) Presettlement fire regime and vegetation mapping in southeastern Coastal plain forest ecosystems. USDA Forest Service Proceedings. 275-286.
- Arroyo, M. K., E. Medina, H. Ziegler (1982) Distribution and values of Potulaceae species of the high Andes in northern Chile. ActaBotanicaBrasilica 103: 291-295.
- Austin, M. P. (1977) Use of ordination and other multivariate descriptive methods to study succession. Vegetatio 35: 165-175.
- Bader, M., I. van Geloof, and M. Rietkerk (2007) High solar radiation hinders tree regeneration above the alpine treeline in northern Ecuador. Vegetatio 191(1): 33-45.
- Barange, M. and B. Campos (1991) Models of species abundance: a critique of and an alternative to the dynamics model. Marine Ecology Progress Series 69: 293-298.
- Bell, D. (2001) Ecological response syndromes in the flora of southwestern Western Australia: fire reproters versus reseeders. The Botanical Review 67(4): 417-440.
- Bermann, P., U. Molau and B. Holmgren (1996) Micrometeorological impact on insect activity and plant reproductive success in an alpine environment, Swedish Lapland. Arctic and Alpine Research 28: 196-202.
- Billings, W. D. (1974) Adaptations and origins of alpine plants. Arctic and Alpine Research 6(2): 129-142.
- Blionis, G. J. and D. Vokou (2001) Pollination ecology of *Campanula* species on Mt. Olympus, Greece. Ecography 24:287-297.
- Blionis, G. J., J. M. Halley and D. Vokou (2001) Flowering phenology of *Campanula* on Mt. Olympos, Greece. Ecography 24: 696-706.
- Bond, W. J. and J. J. Midgley (1995) Kill the neighbour: an individualistic argument for the evolution of flammability. Oikos 73: 79-85.
- Böse, M. (2006) Geomorphic altitudinal zone of the high mountains of Taiwan. Quaternary International 147: 55-61.
- Brown, D. S. (1953) Climate in relation to deciduous fruit production in California. VI. The apparent efficiencies of different temperatures for the development of apricot fruit. American Society for Horticultural Science 62: 173-183.
- Buhk, C., P. S. Gómez and I. Hensen (2005) Plant regeneration mechanisms during early post-fire succession in south-eastern Spain. Feddes Repertorium 116(5-6): 392-404.
- Camarero, J. J., E. Gutiérrez, M.-J. Fortin (2000) Boundary detection in altitudinal treeline ecotones in the Spanish Central Pyrenees. Arctic, Antarctic, and Alpine Research 32(2): 117-126.

- Cannel, M. G. R. and R. I. Smith (1983) Thermal time, chill days and prediction of budburst in *Picea sitchensis*. *Journal of Applied Ecology* 20: 951-963.
- Carpenter, F. L. (1976) Plant-pollinator interactions in Hawaii: pollination energetics of *Metrosideroscollina* (Myrtaceae). *Ecology* 57: 1125-1144.
- Chiarucci, A., Wilson, J. B., Anderson, B. J. and V. De Dominicis (1999) Cover versus biomass as an estimate of species abundance: does it make a difference to the conclusions? *Journal of Vegetation Science* 10:35-42.
- Chuine, I., P. Cour and D. D. Rousseau (1999) Selecting models to predict the timing of flowering of temperate tree: implications for tree phenology modeling. *Plant, Cell & Environment* 22: 1-13.
- Cierjacks, A., S. Salgado, K. Wesche and I. Hensen (2008) Post-Fire Population Dynamics of Two Tree Species in High-Altitude Polylepis Forests of Central Ecuador. *Biotropica* 40(2): 176-182.
- Cleary B. D. and R. H. Waring (1969) Temperature: collection of data and its analysis for the interpretation of plant growth and distribution. *Canadian Journal of Botany* 47(1): 167-173.
- Clément, B. and J. Touffet(1990)Plant strategies and secondary succession on Brittany heathlands after severe fire. *J. Vegetation Science* 1: 195-202.
- Collins, S. L. and S. M. Glenn (1997) Intermediate disturbance and its relationship to within- and between-patch dynamics. *New Zealand Journal of Ecology* 21: 103-110.
- Collins, S. L., S. M. Glenn and D. J. Gibson (1995) Experimental analysis of intermediate disturbance and initial floristic composition: decoupling cause and effect. *Ecology* 76: 486-492.
- Connell, J. H. (1978) Diversity in tropical rain forest and coral reefs. *Science* 199:1302-1310.
- De Las Heras, J., A. I. Gonzalez-Ochoa and P. TORRES(2002)Afforestation of burnt forests using mycorrhized *Pinus halepensis* and *P. pinaster* saplings. En: Trabaud L., Prodon R.(eds). *Fire and Biological Processes*. Backhuy Publishers, Leiden, The Netherlands. p. 255-263.
- Denslow, J. S. (1980) Gap partitioning among tropical rainforest trees. *Biotropica* 12(Supplement): 47-55.
- Eggers, L. and M. L. Porto (1994) Acãõ do fogo em uma comunidade campestre secundaria, analisada em bases fitossociologicas. *Bol. Inst. Biociências UFRGS* 53: 1-88.
- Engle, D. M., M. W. Palmer, J. S. Crockett, R. L. Mitchell and R. Stevens (2000) Influence of late season fire on early successional vegetation of an Oklahoma prairie. *Journal of Vegetation Science* 11: 135-144.
- Eshel, A., N. Henig-Sever and G. Ne'eman (2000) Spatial variation of seedling distribution in an east Mediterranean pine woodland at the beginning of post-fire succession. *Vegetatio* 148(2): 175-182.
- Fisher P. R., J. H. Leith and R. D. Heins (1996) Modeling flower bud elongation in Easter lily (*Lilium longiflorum* Thumb.) in response to temperature. *Hortscience* 31: 349-352.
- Germino, M. J., W. K. Smith and A. C. Resor (2002) Conifer seedling distribution and survival in an alpine-treeline ecotone. *Vegetatio* 162(2): 157-168.
- Ghermandi, L., N. Guthmann and D. Bran (2004) Early post-fire succession in northwestern Patagonia grasslands. *Journal of Vegetation Science* 15: 67-76.

- Ghermandi, L., N. Guthmann and D. Bran(2004)Early post-fire succession in northwestern Patagonia grasslands. *Journal of Vegetation Science* 15: 67-76.
- Gime'nez-Benavides, L., R. Garcí'a-Camacho, J. Mari'ariondo and A. Escudero (2011) Selection on flowering time in Mediterranean high-mountain plants under global warming. *Evolutionary Ecology* 25: 777-794.
- Golluscio, B. A., M. Oesterheld and M. R. Aguiar (2005) Relationship between phenology and life form: atese with 25 Patagonian species. *Ecology* 28:273-282.
- Grabherr, G., M. Gottfried and H. Pauli (1994) Climate effects on mountain plants. *Nature* 三六九: 448.
- Guo, Q. (2001) Early post-fire succession in California chaparral: Changes in diversity, density, cover and biomass. *Ecological Research* 16: 471-485.
- Hannerz, M. (1999) Evaluation of temperature models for predicting bud burst in Norway spruce. *Canadian Journal of Forest Research* 29: 9-19.
- Harsch, M. A., P. E. Hulme, M. S. McGlone and R. P. Duncan (2009) Are treelines advancing?A global meta-analysis of treeline response to climate warming. *Ecology Letters* 12(10): 1040-1049.
- Heide, O. M. (1992) Flowering strategies of the high-arctic and high-alpine snow bed grass species *Phippsia algida*. *Physiologia Plantarum* 85: 606-610.
- Heinrich, B. (1976) Flowering phonologies: bog, woodland, disturbed habitats. *Ecology* 57: 890-899.
- Heltshe, J. F. and T. A. Ritchey (1984) Spatial pattern dection using quadrat samples. *Biometrics* 40(4): 877-885.
- Holdridge, L. R. (1947) Determination of world plant formations from simple climatic data. *Science* 105: 367-368.
- Holtmeier, F.-K. (2003) Mountain timberlines-ecology, patchiness, and dynamics. *Advances in global change research vol. 14*. Kluwer Academic, Dordrecht. p. 三六九.
- Hsieh, C. F. (2003) Composition, endemism and phytogeographical affinities of the Taiwan flora. p. 1-14 in Boufford, D. E., C. F. Hsieh, T. C. Huang, C. S. Kuoh, H. Ohashi, C. I Peng, J. L. Tsai and K. C. Yang (2003) *Flora of Taiwan* 2nd. p. 343.
- Huston, M. A. (1979) A general hypothesis of species diversity. *The American Naturalist* 113: 81-101.
- IPCC (2007) *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge. p. 104.
- Irving, E. and R. J. Hebda (1993) Concerning the origin and distribution of Rhododendrons. *Journal of the American Rhododendron Society* 47: 139-162.
- Jackson, M. T. (1996) Effects of microclimate on spring flowering phenology. *Ecology* 47: 407-415.
- Jonas, C. S. and M. A. Geber (1999) Variation among populations of *Clarkia unguiculata* (Onagraceae) along altitudinal and latitudinal gradients. *American Journal of Botany* 86: 333-343.
- Kalamees, R., K. Püssa, I. Vanha-Majama, and K. Zobel (2005) The effects of fire and stand age

- on seedling establishment of *Pulsatilla patens* in a pine-dominated boreal forest. *Canadian Journal of Botany* 83(6): 689-693.
- Kalisz, S. and G. M. Wardle (1994) Life history variation in *Campanula americana* (Campanulaceae): population differentiation. *American Journal of Botany* 81: 521-527.
- Kazakis, G., D. Ghosn, I. N. Vogiatzakis, and V. P. Papanastasis (2007) Vascular plant diversity and climate change in the alpine zone of the Lefka Ori, Crete. *Biodiversity and Conservation* 16: 1603-1615.
- Kemball, K. J., G. G. Wang, and A. R. Westwood (2006) Are mineral soils exposed by severe wildfire better seedbeds for conifer regeneration? *Canadian Journal of Forest Research* 36(8): 1943-1950.
- Kikuzawa, K. (1995) Leaf phenology as an optimal strategy for carbon gain in plants. *Canadian Journal of Botany* 73:158-163.
- Kochmer, J. P. and S. N. Handel (1986) Constraints and competition in the evolution of flowering phenology. *Ecological Monographs* 56(4): 303-325.
- Körner, C (2007) The use of 'altitude' in ecological research. *Trends in ecology and evolution* 22(11): 569-574.
- Körner, C. (1998) A Re-Assessment of High Elevation Treeline Positions and their Explanation. *Oecologia* 115: 445-459.
- Körner, C. (2003) *Alpine plant life: functional plant ecology of high mountain ecosystem*. 2nd edition. New York: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, p. 344.
- Körner, C. and J. Paulsen (2004) A world-wide study of high altitude treeline temperature. *Journal of Biogeography* 31: 713-732.
- Kudo, G. and A. S. Hirao (2006) Habitat-specific responses in the flowering phenology and seed set of alpine plants to climate variation: implications for global-change impacts. *Population Ecology* 48: 49-58.
- Kudo, G. and Suzuki S. (2004) Flowering phenology of tropical-alpine dwarf trees on Mount Kinabalu, Borneo. *Journal of Tropical Ecology* 20: 563-571.
- Li, H. L., S. Y. Lu, Y. P. Yang and Y. H. Tseng (1998) Ericaceae. *Flora of Taiwan* II 4: 17-39.
- Lin, C. (2000) Photoreceptors and regulation of flowering time. *Plant physiology* 123:39-50.
- Luciana, G., G. Nadia and B. Donaldo (2004) Early post-fire succession in northwestern Patagonia grasslands. *J. Vegetation Science* 15: 67-76.
- Makrodimos, N., G. J. Blionis, N. Krigas and D. Vokou (2008) Flower morphology, phenology and visitor patterns in an alpine community on Mt. Olympos, Greece. *Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants* 203: 449-468.
- McCune, B. and M. J. Mefford (1999) *Multivariate Analysis of Ecological Data, Version 4*. MjM Software Design, Gleneden Beach, Oregon, USA.
- Menzel, A. (2002) Phenology: its importance to the global change community. *Climate Change* 54: 379-385.
- Menzel, A., T. H. Sparks, N. Estrella, E. Koch, A. Aasa, R. Ahas, K. Alm-Kubler, P. Bissolli, O. Braslavská, A. Briede, F. M. Chmielewski, Z. Crepinsek, Y. Curnel, A. Dahl, C. Defila, A. Donnelly, Y. Filella, K. Jatzak, F. Mage, A. Mestre, O. Nordli, J. Penuelas, P. Pirinen, V. Remisova, H. Scheffinger, M. Striz, A. Susnik, A.J.H.V. Vliet, F.E. Wielgolaski, S. Zach and

- A. Zust (2006) European phenological response to climate change matches the warming pattern. *Global Change Biology* 12: 1969-1976.
- Michael, F. (1998) The phenology of growth and reproduction in plants. *Biological Sciences* 1: 78-91.
- Miller-Rushing, A. J. and B. P. Richard (2008) Global warming and flowering times in Thoreau's Concord: a community perspective. *Ecology* 89(2): 332-341.
- Murali, K. S. and R. Sukumar (1994) Reproductive phenology of a tropical dry forest in Mudumalai, southern India. *Journal of Ecology* 82:759-767.
- Murray, M. B., M. G. R. Cannel and R. I. Smith (1989) Date of bud burst of fifteen tree species in Britain following climatic warming. *Journal of Applied Ecology* 26: 693-700.
- Myneni, R.B., C. D. Keeling, C.J. Tucker, G. Asrar and R. R. Nemani (1997) Increased plant growth in the northern high latitudes from 1981-1991. *Nature* 386:698-702.
- Nautiyal, M. C., B. P. Nautiyal and V. Prakash (2001) Phenology and growth form distribution in an alpine pasture at Tungnath, Garhwal, Himalaya. *Mountain Research and Development* 21(2):168-174.
- Núñez, M. A. and E. Raffaele (2007) Afforestation causes changes in post-fire regeneration in native shrubland communities of northwestern Patagonia, Argentina. *Journal of Vegetation Science* 18(6): 827-834.
- Nuttonson, M. Y. (1955) Wheat-climate relationship and the use of phenology in ascertaining the thermal and photothermal requirements of wheat. Washington, DC: American Institute of Crop Ecology. p.54-55.
- Odum, E. P. and G. W. Barrett (2005). *Fundamentals of ecology* (5th ed.). Belmont, CA: Thomson Brooks/Cole.
- Ojeda, F., F. G. Brun and J. J. Vergara (2005) Fire, rain, and the selection of seeder and resprouter life-histories in fire-recruiting, woody plants. *New Phytol* 168: 155-165.
- Overbeck, G.E., Müller, S.C., Pillar, V.D., Pfadenhauer, J., (2005) Small-scale dynamics after fire in South Brazilian humid subtropical grassland. *J. Veg. Sci.* 16: 655–664.
- Overbeck, G.E., Müller, S.C., Pillar, V.D., Pfadenhauer, J., 2005. Small-scale dynamics after fire in South Brazilian humid subtropical grassland. *J. Veg. Sci.* 16, 655–664.
- Parmesan, C. (2006) Ecological and evolutionary responses to recent climate change. *Ecology, Evolution, and Systematics* 37: 637-669.
- Parmesan, C. and G. Yohe (2003) A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. *Nature* 421: 37-42.
- Pauli, H., M. Gottfried and G. Grabherr (2001) High summits of Alps in a changing climate. In: Walter A., A. Burga, P. J. Edwards(eds) Fingerprints of climate change, adapted behavior and shifting species range. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands. p. 139-149.
- Peterson, D. W. and P. B. Reich (2008) Fire frequency and tree canopy structure influence plant species diversity in a forest-grassland ecotone. *Plant Ecol.* 194: 5-16.
- Pickering, C. M. (1995) Variation in flowering parameters within and among five species of Australian alpine *Ranunculus*. *Australian Journal of Botany* 43:103-112.
- Pickering, C., W. Hill and K. Green (2008) Vascular plant diversity and climate change in the alpine zone of the Snowy Mountains, Australia. *Biodiversity and Conservation* 17(7):

- 1627-1644.
- Ram, J., S. P. Singh and J. S. Singh (1988) Community level phenology of grassland above treeline in Central Himalaya, India. *Arctic and Alpine Research* 20(3): 325-332.
- Raunkiaer, C. 1934. Life-forms of plants and statistical plant geography. Clarendon Press, Oxford. p. 632.
- Richardson, E. A., S. D. Seeley and D. R. Walker (1974) A model for estimating the completion of rest for Redhaven and Elberta peach trees. *Hortscience* 9(4): 331-332.
- Root, T. L., J. T. Price, K. R. Hall, S. H. Schneider, C. Rosenzweig, and J. A. Pounds (2003) Fingerprints of global warming on wild animals and plants. *Nature* 421: 57-60.
- Rötzer, T., M. Wittenzeller, H. Haeckel and J. Nekovar (2000) Phenology in Central Europe-differences and trends of spring phenophases in urban and rural areas. *International Journal of Biometeorology* 44: 60-66.
- Sakagame, S. F., R. Ohgushi and D. W. Roubik (1990) Natural History of Social wasps and bees inequatorial Sumatra. Hokkaido University Press, Sapporo. p.274.
- Sala, O. E., F. S. Chapin III, J. J. Armesto, R. Berlow, J. Bloomfield, R. Dirzo, E. Huber-Sanwald, L. F. Huenneke, R. B. Jackson, A. Kinzig, R. Leemans, D. Lodge, H. A. Mooney, M. Oesterheld, N. L. Poff, M. T. Sykes, B. H. Walker, M. Walker and D. H. Wall (2000) Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science* 287: 1770-1774.
- Sandring, S., M.-A. Riihimäki, O. Savolainen, and J. Ågren (2007) Selection on flowering time and floral display in an alpine and a lowland population of *Arabidopsis lyrata*. *Journal of Evolutionary Biology* 20:558-567
- Schoennagel, T., T. T. Veblen and W. H. Romme (2004) The interaction of fire, fuels, and climate across Rocky Mountain forests. *BioScience* 54: 661-676.
- Shen, Z. K. (2000) Study in the phenological phase in *Eulapiopsis Binata*. *Journal of Hubei Institute for Nationalities* 18(2):24-26.
- Sosebee, R. E. and W. Wiebe (1973) Effect of phenological development on radio phosphorus translocations from leaves in crested wheat grass. *Oecologia* 13:103-112.
- Sousa, W.P. (1984) The role of disturbance in natural communities. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 15: 323-391.
- Spano, D., C. Cesaraccio, P. Duce and R. L. Snyder (1999) Phenological stages of natural species and their use as climate indicators. *International Journal of Biometeorology* 42:124-133.
- Su, H. J. (1984a) Studies on the climate and vegetation types of the natural forests in Taiwan (I): Analysis of the variations in climatic factors. *Quarterly Journal of Chinese Forestry* 17(3): 1-14.
- Su, H. J. (1984b) Studies on the climate and vegetation types of the natural forests in Taiwan (II). Altitudinal vegetation zones in relation to temperature gradient. *Quarterly Journal of Chinese Forestry* 17(4): 57-73.
- Swartz, H. J. and L. E. Powell (1981) The effect of long chilling requirement on time of bud break in apple. *Acta Horticulturae* 120: 173-178.
- Taylor, F. G. J. (1974) Phenodynamics of production in a mesic deciduous forest. In: Lieth H, editor: phenology and seasonality modeling. *Ecological Studies* 8. New York: Springer-Verlag Berlin Heidelberg. p. 237-254.

- Tébar, F. J., L. Gil and L. Llorens (2004) Flowering and fruiting phenology of a xerochamaephytic shrub community from the mountain of Mallorca (Balearic islands, Spain). *Plant Ecology* 174: 293-303.
- Ter BRAAK, C. J. F. (1985) Correspondence analysis of incidence and abundance data: properties in terms of a unimodal response model. *Biometrics* 41: 859-873.
- Ter BRAAK, C. J. F. (1986) Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique formultivariate direct gradient analysis. *Ecology* 67: 1167-1179.
- Ter BRAAK, C. J. F. (1987) The analysis of vegetation-environment relationships by canonical correspondence analysis. *Vegetatio* 69: 69-77.
- Tilman, D. (1982) Resource competition and community structure. Monographs in population biology. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, USA.
- Vogl, R. J. (1974) Effects of fire on grasslands. In: Kozlowski, T.T., Ahlgren, C.E.(Eds.), *Fire and Ecosystems*. Academic Press, New York pp. 139-194.
- Wahren, C-H. A., W. A. Papst and R. J. Williams (2001) Early post-fire regeneration in subalpine heathland and grassland in the Victorian Alpine National Park, south-eastern Australia. *Austral Ecology* 26: 670-679.
- Waser, N. M. (1983) Competition for pollination and floral character differences among sympatric plant species: a review of evidence. *Van Nostrand Reinhold*. p. 277-293.
- Wielgolaski, F. E. (1997) Adaptions in plants. p. 7-10 in F. E. Wielgolaski, editor. *Ecosystem of the World 3-polar and alpine tundra*. Elsevier, Amsterdam.
- Wilson, J. B., Wells, T. C. E., Trueman, .C., Jones, G., Atkinson, M. D., Crawley, M. J., Dodd, M. E. and J. Silvertown (1996) Are there assembly rules for plant species abundance: An investigation in relation to soil resources and successional trends. *Journal of Ecology*. 84:527-538.
- Zalmen, H., G. S. No'am, N-M.Imanuel and K. Uzi (1999) Secondary succession after fire in a Mediterranean dwarf-shrub community. *Journal Vegetation Science* 10: 503-513.
- Zang, L., R. Turkington and Y. Tang (2010) Flowering and fruiting phenology of 24 plant species on the north slope of Mt. Qomolangma(Mt. Everest). *Journal of Mountain Science* 7: 45-54.
- Zimmermann, J., S. I. Higgins, V. Grimm, J. Hoffmann, T. Münkemüller and A. Linstädter (2008) Recruitment filters in a perennial grassland: the interactive roles of fire, competitors, moisture and seed availability. *Journal of Ecology* 96(5): 1033-1044.

附錄 2-1. 雪山雪東線步道物候觀察植物清單

編號	物種	學名	科別	生長型	生活型	植群帶
1	刺柏	<i>Juniperus formosana</i>	柏科 Cupressaceae	灌木	P	B
2	臺灣冷杉	<i>Abies kawakamii</i>	松科 Pinaceae	喬木	P	B
3	臺灣二葉松	<i>Pinus taiwanensis</i>	松科 Pinaceae	喬木	P	D
4	臺灣鐵杉	<i>Tsuga chinensis</i> var. <i>formosana</i>	松科 Pinaceae	喬木	P	B
5	臺灣紅榨槭	<i>Acer morrisonense</i>	槭樹科 Aceraceae	喬木	P	D
6	裏白槲木	<i>Aralia bipinnata</i>	五加科 Araliaceae	喬木	P	C
7	臺灣常春藤	<i>Hedera rhombea</i> var. <i>formosana</i>	五加科 Araliaceae	木質藤本	P	C
8	川上氏小檗	<i>Berberis kawakamii</i>	小檗科 Berberidaceae	灌木	P	B
9	玉山小檗	<i>Berberis morrisonensis</i>	小檗科 Berberidaceae	灌木	P	AB
10	琉璃草	<i>Cynoglossum furcatum</i>	紫草科 Boraginaceae	草本	H	D
11	南湖附地草	<i>Trigonotis nankotaizanensis</i>	紫草科 Boraginaceae	草本	H	A
12	高山沙參	<i>Adenophora morrisonensis</i>	桔梗科 Campanulaceae	草本	H	ABC
13	輪葉沙參	<i>Adenophora triphylla</i>	桔梗科 Campanulaceae	草本	H	D
14	山桔梗	<i>Peracarpa carnosia</i>	桔梗科 Campanulaceae	草本	H	CD
15	阿里山忍冬	<i>Lonicera acuminata</i>	忍冬科 Caprifoliaceae	木質藤本	P	BC
16	川上氏忍冬	<i>Lonicera kawakamii</i>	忍冬科 Caprifoliaceae	灌木	P	B
17	玉山英蒨	<i>Viburnum betulifolium</i>	忍冬科 Caprifoliaceae	木質藤本	P	B
18	太平山英蒨	<i>Viburnum foetidum</i> var. <i>rectangulatum</i>	忍冬科 Caprifoliaceae	木質藤本	P	CD
19	壺花英蒨	<i>Viburnum urceolatum</i>	忍冬科 Caprifoliaceae	灌木	P	C
20	亞毛無心菜	<i>Arenaria subpilosa</i>	石竹科 Caryophyllaceae	草本	H	B
21	玉山卷耳	<i>Cerastium trigynum</i> var. <i>morrisonense</i>	石竹科 Caryophyllaceae	草本	H	AB
22	狗筋蔓	<i>Cucubalus baccifer</i>	石竹科 Caryophyllaceae	草本	H	D
23	玉山石竹	<i>Dianthus pygmaeus</i>	石竹科 Caryophyllaceae	草本	H	A
24	臺灣瞿麥	<i>Dianthus superbus</i>	石竹科 Caryophyllaceae	草本	H	BCD
25	玉山蠅子草	<i>Silene morrison-montana</i>	石竹科 Caryophyllaceae	草本	H	A
26	臺灣赤楊	<i>Alnus formosana</i>	樺木科 Celastraceae	喬木	P	CD
27	臺灣鬼督郵	<i>Ainsliaea latifolia</i> ssp. <i>henryi</i>	菊科 Compositae	草本	H	BCD
28	玉山抱莖籜簫	<i>Anaphalis morrisonicola</i>	菊科 Compositae	草本	C	BCD
29	尼泊爾籜簫	<i>Anaphalis nepalensis</i>	菊科 Compositae	草本	C	A
30	高山艾	<i>Artemisia indica</i>	菊科 Compositae	草本	C	A
31	山艾	<i>Artemisia kawakamii</i>	菊科 Compositae	草本	C	AB
32	絨山白蘭	<i>Aster ageratoides</i>	菊科 Compositae	草本	C	CD
33	雪山馬蘭	<i>Aster takasagomontanus</i>	菊科 Compositae	草本	G	A

生活型：P (phanerophytes) 為挺空植物，C (Chamaephytes) 為地表植物，H (Hemicryptophytes) 為半地中植物，G (Geophytes) 為地中植物，T 為一年生種子植物 (Therophytes)。植群帶：A 表示高山植群帶，B 表示冷杉林帶，C 表示鐵杉雲杉林帶，D 表示櫟林帶上層。

附錄 2-1. 雪山雪東線步道物候觀察植物清單 (續)

編號	物種	學名	科	生長型	生活型	植群帶
34	臺灣馬蘭	<i>Aster taiwanensis</i>	菊科	Compositae	草本	P C
35	細川氏薊	<i>Cirsium hosokawae</i>	菊科	Compositae	草本	H ABCD
36	野薄荷	<i>Conyza sumatrensis</i>	唇形花科	Compositae	草本	T CD
37	玉山飛蓬	<i>Erigeron morrisonensis</i>	菊科	Compositae	草本	H B
38	臺灣澤蘭	<i>Eupatorium formosanum</i>	菊科	Compositae	草本	H CD
39	秋鼠麴草	<i>Gnaphalium hypoleucum</i>	菊科	Compositae	草本	H D
40	森氏山柳菊	<i>Hieracium morii</i>	菊科	Compositae	草本	H ABC
41	貓耳菊	<i>Hypochaeris radicata</i>	菊科	Compositae	草本	H C
42	刀傷草	<i>Ixeridium laevigatum</i>	菊科	Compositae	草本	H CD
43	玉山薄雪草	<i>Leontopodium microphyllum</i>	菊科	Compositae	草本	H A
44	矮菊	<i>Myriactis humilis</i>	菊科	Compositae	草本	H BCD
45	黃山蟹甲草	<i>Parasenecio hwangshanicus</i>	菊科	Compositae	草本	H B
46	玉山毛蓮菜	<i>Picris hieracioides</i> ssp. <i>morrisonensis</i>	菊科	Compositae	草本	H ABC
47	黃菀	<i>Senecio nemorensis</i> var. <i>dentatus</i>	菊科	Compositae	草本	H BC
48	蔓黃菀	<i>Senecio scandens</i>	菊科	Compositae	草本	H D
49	一枝黃花	<i>Solidago virgaurea</i> var. <i>leiocarpa</i>	菊科	Compositae	草本	H BCD
50	高山破傘菊	<i>Syneilesis subglabrata</i>	菊科	Compositae	草本	H CD
51	紅子佛甲草	<i>Sedum erythrospermum</i>	景天科	Crassulaceae	草本	H BCD
52	穗花八寶	<i>Hylotelephium subcapitatum</i>	景天科	Crassulaceae	草本	H AB
53	玉山佛甲草	<i>Sedum morrisonense</i>	景天科	Crassulaceae	草本	H A
54	玉山簇子芥	<i>Arabis lyrata</i> ssp. <i>kamtschatica</i>	十字花科	Cruciferae	草本	H AB
55	齒葉簇子芥	<i>Arabis serrata</i>	十字花科	Cruciferae	草本	H A
56	臺灣山芥菜	<i>Barbarea taiwaniana</i>	十字花科	Cruciferae	草本	H AB
57	臺灣山薺	<i>Draba sekiyana</i>	十字花科	Cruciferae	草本	H A
58	玉山山蘿蔔	<i>Scabiosa lacerifolia</i>	繡斷科	Dipsacaceae	草本	H AB
59	鄧氏胡頹子	<i>Elaeagnus thunbergii</i>	胡頹子科	Elaeagnaceae	灌木	P B
60	高山白珠樹	<i>Gaultheria itoana</i>	杜鵑花科	Ericaceae	灌木	C ABCD
61	白珠樹	<i>Gaultheria cumingiana</i>	杜鵑花科	Ericaceae	灌木	P C
62	南燭	<i>Lyonia ovalifolia</i>	杜鵑花科	Ericaceae	灌木	P CD
63	臺灣馬醉木	<i>Pieris taiwanensis</i>	杜鵑花科	Ericaceae	灌木	P CD
64	玉山杜鵑	<i>Rhododendron pseudochrysanthum</i>	杜鵑花科	Ericaceae	灌木	P AB
65	臺灣高山杜鵑	<i>Rhododendron rubropilosum</i> var. <i>taiwanalpinum</i>	杜鵑花科	Ericaceae	灌木	H BC
66	細葉杜鵑	<i>Rhododendron noriakianum</i>	杜鵑花科	Ericaceae	灌木	P CD

生活型：P (phanerophytes) 為挺空植物，C (Chamaephytes) 為地表植物，H (Hemicryptophytes) 為半地中植物，G (Geophytes) 為地中植物，T 為一年生種子植物 (Therophytes)。植群帶：A 表示高山植群帶，B 表示冷杉林帶，C 表示鐵杉雲杉林帶，D 表示櫟林帶上層。

附錄 2-1. 雪山雪東線步道物候觀察植物清單 (續)

物種	學名	科	生長型	生活型	植群帶	
67	紅毛杜鵑	<i>Rhododendron rubropilosum</i>	杜鵑花科	Ericaceae	灌木	P C
68	毛蕊花	<i>Vaccinium japonicum</i> var. <i>lasiolemon</i>	杜鵑花科	Ericaceae	灌木	C CD
69	狹葉高山櫟	<i>Cyclobalanopsis stenophylloides</i>	殼斗科	Fagaceae	喬木	P D
70	三斗石櫟	<i>Pasania hancei</i> var. <i>ternaticupula</i>	殼斗科	Fagaceae	喬木	P C
71	高山櫟	<i>Quercus spinosa</i>	殼斗科	Fagaceae	喬木	P C
72	彎果黃堇	<i>Corydalis ophiocarpa</i>	紫堇科	Fumariaceae	草本	H B
73	阿里山龍膽	<i>Gentiana arisanensis</i>	龍膽科	Gentianaceae	草本	H ABC
74	臺灣龍膽	<i>Gentiana davidii</i> var. <i>formosana</i>	龍膽科	Gentianaceae	草本	H BCD
75	伊澤山龍膽	<i>Gentiana itzershanensis</i>	龍膽科	Gentianaceae	草本	H ABCD
76	巒大當藥	<i>Swertia macrosperma</i>	龍膽科	Gentianaceae	草本	T BC
77	玉山肺形草	<i>Tripterospermum lanceolatum</i>	龍膽科	Gentianaceae	草本	H BCD
78	高山雙蝴蝶	<i>Tripterospermum luzonense</i>	龍膽科	Gentianaceae	草本	H D
79	早田氏香葉草	<i>Geranium hayatatum</i>	牻牛兒苗科	Geraniaceae	草本	H AB
80	玉山金絲桃	<i>Hypericum nagasawai</i>	金絲桃科	Guttiferae	草本	H BCD
81	風輪菜	<i>Clinopodium laxiflorum</i>	唇形花科	Labiatae	草本	H BD
82	阿里山紫花鼠尾草	<i>Salvia arisanensis</i>	唇形花科	Labiatae	草本	H CD
83	早田氏鼠尾草	<i>Salvia hayatana</i>	唇形花科	Labiatae	草本	H C
84	忍冬葉桑寄生	<i>Taxillus lonicerifolius</i> var. <i>lonicerifolius</i>	桑寄生科	Loranthaceae	灌木	P C
85	高山露珠草	<i>Circaea alpina</i>	柳葉菜科	Onagraceae	草本	H B
86	合歡柳葉菜	<i>Epilobium hohuanense</i>	柳葉菜科	Onagraceae	草本	H AB
87	黑龍江柳葉菜	<i>Epilobium amurense</i>	柳葉菜科	Onagraceae	草本	H B
88	大霸尖山酢漿草	<i>Oxalis acetosella</i> ssp. <i>taemoni</i>	酢漿草科	Oxalidaceae	草本	G B
89	臺灣山酢漿草	<i>Oxalis acetosella</i> ssp. <i>griffithii</i> var. <i>formosana</i>	酢漿草科	Oxalidaceae	草本	G B
90	瓜子金	<i>Polygala japonica</i>	遠志科	Polygalaceae	草本	H CD
91	火炭母草	<i>Polygonum chinense</i>	蓼科	Polygonaceae	草本	H BCD
92	高山蓼	<i>Polygonum filicaule</i>	蓼科	Polygonaceae	草本	H B
93	畢祿山蓼	<i>Polygonum pilushanense</i>	蓼科	Polygonaceae	草本	H B
94	虎杖	<i>Polygonum yunnanense</i>	蓼科	Polygonaceae	草本	H BC
95	玉山櫻草	<i>Primula miyabeana</i>	報春花科	Primulaceae	草本	H AB
96	水晶蘭	<i>Cheilotheca humilis</i>	鹿蹄草科	Pyrolaceae	草本	T BC
97	單花鹿蹄草	<i>Moneses uniflora</i>	鹿蹄草科	Pyrolaceae	草本	H C
98	錫杖花	<i>Monotropa hypopithys</i>	鹿蹄草科	Pyrolaceae	草本	T C
99	玉山鹿蹄草	<i>Pyrola morrisonensis</i>	鹿蹄草科	Pyrolaceae	草本	H BC
100	匍枝銀蓮花	<i>Anemone stolonifera</i>	毛茛科	Ranunculaceae	草本	H B

生活型：P (phanerophytes) 為挺空植物，C (Chamaephytes) 為地表植物，H (Hemicryptophytes) 為半地中植物，G (Geophytes) 為地中植物，T 為一年生種子植物 (Therophytes)。植群帶：A 表示高山植群帶，B 表示冷杉林帶，C 表示鐵杉雲杉林帶，D 表示櫟林帶上層。

附錄 2-1. 雪山雪東線步道物候觀察植物清單 (續)

編號	物種	學名	科	生長型	生活型	植群帶
101	繡球藤	<i>Clematis montana</i>	毛茛科	Ranunculaceae	木質藤本	P B
102	鹿場毛茛	<i>Ranunculus taisanensis</i>	毛茛科	Ranunculaceae	草本	H B
103	傅氏唐松草	<i>Thalictrum urbaini</i>	毛茛科	Ranunculaceae	草本	G AB
104	蓬萊毛茛	<i>Ranunculus formosa-montanus</i>	毛茛科	Ranunculaceae	草本	H AB
105	臺灣草莓	<i>Fragaria hayatai</i>	薔薇科	Rosaceae	草本	H B
106	玉山假沙梨	<i>Photinia niitakayamensis</i>	薔薇科	Rosaceae	喬木	P C
107	玉山金梅	<i>Potentilla leuconota</i>	薔薇科	Rosaceae	草本	H AB
108	雪山翻白草	<i>Potentilla tugitakensis</i>	薔薇科	Rosaceae	草本	H A
109	森氏萎陵菜	<i>Potentilla matsumurae</i> var. <i>pilosa</i>	薔薇科	Rosaceae	草本	H CD
110	玉山薔薇	<i>Rosa sericea</i> var. <i>morrisonensis</i>	薔薇科	Rosaceae	灌木	P AB
111	高山薔薇	<i>Rosa transmorrisonensis</i>	薔薇科	Rosaceae	灌木	P B
112	玉山懸鉤子	<i>Rubus rolfei</i>	薔薇科	Rosaceae	木質藤本	C BCD
113	刺花懸鉤子	<i>Rubus taiioensis</i> var. <i>aculeatiflorus</i>	薔薇科	Rosaceae	灌木	C D
114	苦懸鉤子	<i>Rubus trianthus</i>	薔薇科	Rosaceae	灌木	C C
115	刺萼寒莓	<i>Rubus pectinellus</i>	薔薇科	Rosaceae	木質藤本	C CD
116	毛刺懸鉤子	<i>Rubus pungens</i> var. <i>oldhamii</i>	薔薇科	Rosaceae	灌木	C ABD
117	五蕊莓	<i>Sibbaldia procumbens</i>	薔薇科	Rosaceae	草本	H A
118	巒大花楸	<i>Sorbus randaiensis</i>	薔薇科	Rosaceae	喬木	P B
119	假繡線菊	<i>Spiraea hayatana</i>	薔薇科	Rosaceae	灌木	P BCD
120	圓葉豬殃殃	<i>Galium formosense</i>	茜草科	Rubiaceae	草本	H ABCD
121	金劍草	<i>Rubia lanceolata</i>	茜草科	Rubiaceae	草本	P C
122	褐毛柳	<i>Salix fulvopubescentis</i>	楊柳科	Salicaceae	喬木	P BC
123	臺灣山柳	<i>Salix taiwanalpina</i>	楊柳科	Salicaceae	灌木	C A
124	大武貓兒眼睛草	<i>Chrysosplenium hebetatum</i>	虎耳草科	Saxifragaceae	草本	H B
125	大葉溲疏	<i>Deutzia pulchra</i>	虎耳草科	Saxifragaceae	喬木	P C
126	落新婦	<i>Herminium lanceum</i>	虎耳草科	Saxifragaceae	草本	H D
127	大枝掛繡球	<i>Hydrangea integrifolia</i>	虎耳草科	Saxifragaceae	木質藤本	P D
128	梅花草	<i>Parnassia palustris</i>	虎耳草科	Saxifragaceae	草本	H AB
129	臺灣茶藨子	<i>Ribes formosanum</i>	虎耳草科	Saxifragaceae	灌木	P B
130	海螺菊	<i>Ellisiophyllum pinnatum</i>	玄參科	Scrophulariaceae	草本	H C
131	南湖碎雪草	<i>Euphrasia nankotaizanensis</i>	玄參科	Scrophulariaceae	草本	H A
132	玉山小米草	<i>Euphrasia transmorrisonensis</i>	玄參科	Scrophulariaceae	草本	H ACD
133	高山通泉草	<i>Mazus alpinus</i>	玄參科	Scrophulariaceae	草本	H BCD

生活型：P (phanerophytes) 為挺空植物，C (Chamaephytes) 為地表植物，H (Hemicryptophytes) 為半地中植物，G (Geophytes) 為地中植物，T 為一年生種子植物 (Therophytes)。植群帶：A 表示高山植群帶，B 表示冷杉林帶，C 表示鐵杉雲杉林帶，D 表示櫟林帶上層。

附錄 2-1. 雪山雪東線步道物候觀察植物清單 (續)

物種	學名	科	生長型	生活型	植群帶		
134	高山馬先蒿	<i>Pedicularis ikomai</i>	玄參科	Scrophulariaceae	草本	T	AB
135	玉山蒿草	<i>Pedicularis verticillata</i>	玄參科	Scrophulariaceae	草本	T	B
136	玉山水苦賣	<i>Veronica morrisonicola</i>	玄參科	Scrophulariaceae	草本	H	ABC
137	貧子水苦賣	<i>Veronica oligosperma</i>	玄參科	Scrophulariaceae	草本	H	B
138	臺灣灰木	<i>Symplocos formosana</i>	灰木科	Symplocaceae	喬木	P	D
139	枇杷葉灰木	<i>Symplocos stellaris</i>	灰木科	Symplocaceae	喬木	P	C
140	薄葉柃木	<i>Eurya leptophylla</i>	茶科	Theaceae	灌木	P	C
141	雲葉	<i>Trochodendron aralioides</i>	昆欄樹科	Trochodendraceae	喬木	P	D
142	玉山彎柱芎	<i>Conioselinum morrisonense</i>	繖形科	Umbelliferae	草本	H	B
143	玉山當歸	<i>Angelica morrisonicola</i>	繖形科	Umbelliferae	草本	G	AB
144	阿里山天胡荽	<i>Hydrocotyle setulosa</i>	繖形科	Umbelliferae	草本	H	D
145	山薰香	<i>Oreomyrrhis involucrata</i>	繖形科	Umbelliferae	草本	H	B
146	玉山茴芹	<i>Pimpinella nitakayamensis</i>	繖形科	Umbelliferae	草本	H	BC
147	短角冷水麻	<i>Pilea aquarum</i> ssp. <i>brevicornuta</i>	蕁麻科	Urticaceae	草本	H	C
148	三萼花草	<i>Triplostegia glandulifera</i>	敗醬科	Valerianaceae	草本	H	B
149	喜岩堇菜	<i>Viola adenostris</i>	堇菜科	Violaceae	草本	H	BCD
150	雙黃花堇菜	<i>Viola biflora</i>	堇菜科	Violaceae	草本	H	A
151	臺灣堇菜	<i>Viola formosana</i>	堇菜科	Violaceae	草本	H	CD
152	紫花地丁	<i>Viola mandshurica</i>	堇菜科	Violaceae	草本	H	CD
153	尖山堇菜	<i>Viola senzanensis</i>	堇菜科	Violaceae	草本	H	BC
154	長行天南星	<i>Arisaema consanguineum</i>	天南星科	Araceae	草本	G	CD
155	高山芒	<i>Miscanthus sinensis</i>	禾本科	Gramineae	草本	G	BCD
156	玉山燈心草	<i>Juncus triflorus</i>	燈心草科	Juncaceae	草本	T	B
157	中國地楊梅	<i>Luzula effusa</i>	燈心草科	Juncaceae	草本	G	B
158	臺灣糖星草	<i>Luzula plumosa</i>	燈心草科	Juncaceae	草本	G	CD
159	臺灣地楊梅	<i>Luzula taiwaniana</i>	燈心草科	Juncaceae	草本	G	D
160	臺灣粉條兒菜	<i>Aletris formosana</i>	百合科	Liliaceae	草本	G	BCD
161	束心蘭	<i>Aletris spicata</i>	百合科	Liliaceae	草本	G	CD
162	臺灣胡麻花	<i>Helonias umbellata</i>	百合科	Liliaceae	草本	G	D
163	臺灣百合	<i>Lilium formosanum</i>	百合科	Liliaceae	草本	G	B
164	臺灣鹿藥	<i>Maianthemum formosanum</i>	百合科	Liliaceae	草本	G	B
165	間型沿階草	<i>Ophiopogon intermedius</i>	百合科	Liliaceae	草本	G	CD
166	臺灣藜蘆	<i>Veratrum formosanum</i>	百合科	Liliaceae	草本	G	BC
167	高山頭蕊蘭	<i>Cephalanthera alpicola</i>	蘭科	Orchidaceae	草本	G	C
168	綠花凹舌蘭	<i>Coeloglossum viride</i>	蘭科	Orchidaceae	草本	G	AB

生活型：P (phanerophytes) 為挺空植物，C (Chamaephytes) 為地表植物，H (Hemicryptophytes) 為半地中植物，G (Geophytes) 為地中植物，T 為一年生種子植物 (Therophytes)。植群帶：A 表示高山植群帶，B 表示冷杉林帶，C 表示鐵杉雲杉林帶，D 表示櫟林帶上層。

附錄 2-1. 雪山雪東線步道物候觀察植物清單 (續)

物種	學名	科	生長型	生活型	植群帶
169	南湖斑葉蘭 <i>Goodyera nankoensis</i>	蘭科	草本	G	B
170	腳根蘭 <i>Herminium lanceum</i>	蘭科	草本	H	CD
171	印度山蘭 <i>Oreorchis indica</i>	蘭科	草本	G	B
172	短距粉蝶蘭 <i>Platanthera brevicealcarata</i>	蘭科	草本	G	B
173	厚唇粉蝶蘭 <i>Platanthera mandarinorum</i> <i>ssp. pachyglossa</i>	蘭科	草本	G	BC
174	紅小蝶蘭 <i>Ponerorchis kiraishiensis</i>	蘭科	草本	G	AB
175	菝葜 <i>Smilax china</i>	菝葜科	木質藤本	P	D

生活型：P (phanerophytes) 為挺空植物，C (Chamaephytes) 為地表植物，H (Hemicryptophytes) 為半地中植物，G (Geophytes) 為地中植物，T 為一年生種子植物 (Therophytes)。植群帶：A 表示高山植群帶，B 表示冷杉林帶，C 表示鐵杉雲杉林帶，D 表示櫟林帶上層。

第三章 鳥類生態健康指標

孫元勳¹、林惠珊¹、謝季恩¹、黃彥理²

國立屏東科技大學野生動物保育研究所¹

國立屏東科技大學獸醫學系²

摘要

關鍵詞：鳥類、廚餘、病理、疾病

一、研究緣起

雪山是相當熱門的登山路線，部分登山者會棄置廚餘在 369 山屋旁的箭竹叢中，引來酒紅朱雀、金翼白眉、栗背林鴿等野生鳥類取食，其中又以酒紅朱雀最多。野生鳥類取食人類廚餘是否會對鳥類的健康狀況產生影響，過去鮮少有文獻進行探討，是否會造成野外族群的健康影響，也難有系統化分析。究竟野鳥吃廚餘這樣的情況對族群或個體而言是好或壞，本研究以雪山地區 369 山莊附近遭到山友棄置的廚餘堆為樣區，以最常食用廚餘的鳥類為指標，評估高海拔鳥類對廚餘的依賴程度，另外採集鳥類的血液，以及攜帶部分酒紅朱雀個體下山解剖，分析病理切片，釐清野鳥是否會因為取食廚餘而造成健康、疾病上的問題。

二、研究方法及過程

於 369 山莊周圍進行鳥類繫放、個體標誌、基礎形質測量、外觀是否正常的判讀、拍照紀錄、血液採集後原地釋放。血液採樣時，採集 50 μ l 血液離心後以乾冰冰存，下山後在利用生化檢驗儀器進行血漿中的尿酸、總膽固醇分析。挑選已攜有腳環的酒紅朱雀帶下山，進行病理解剖，了解酒紅朱雀的生理健康情況。

量化山莊周圍廚餘堆面積大小，記錄廚餘種類，檢定廚餘的鈉含量、測定是否含有防腐劑(己二烯酸、苯甲酸、去水醋酸)、保色劑(硝酸鹽、亞硝酸鹽)。架設自動相機拍攝造訪廚餘堆的野生鳥類，紀錄不同個體的出現日期、時間、頻度、取食時間長度。

三、重要發現

1. 本研究自 2009 年 5 月至 2014 年 10 月間，捕捉了 16 種 794 隻次，

包含 542 隻不同的個體有繫上金屬腳環、色環，可進行個體辨識，其中酒紅朱雀最為普遍，適合作為鳥類生態健康指標物種。新增紀錄鳥種為栗耳鴉。

2. 分析 369 山莊周圍的廚餘覆蓋度，最大量時為 5 月占 7.25 平方公尺。廚餘鈉含量 440 mg/100g 為酒紅朱雀的天然食物早熟禾之鈉含量的 147 倍，可能會造成鳥類腎臟疾病。而硝酸鹽的含量為 887 mg/kg，防腐劑和亞硝酸鹽未檢出，均在合理範圍中。
3. 利用自動相機拍攝到 9 種鳥類造訪廚餘堆，拍攝到的鳥類隻次變化和廚餘堆數量變化的趨勢一致，以拍到酒紅朱雀數量最多，可以區分出 72 隻酒紅朱雀不同個體，其中一隻色環組合為 LPL 的酒紅朱雀個體最常出現，但自 6 月後未曾在記錄到也未捕捉到，65% 的酒紅朱雀的停留時間不到一分鐘。栗背林鴉造訪頻度極低，褐頭花翼及深山鶯除了出現頻度也相當低之外，未曾有目擊過該兩種鳥種直接食用廚餘，因此可推測除酒紅朱雀之外，廚餘對其他鳥種的影響是相對較低的。
4. 2014 年 3 至 10 月研究期間採集 40 隻酒紅朱雀的血液進行分析，尿酸濃度最高個體為 36 mg/dl、膽固醇濃度最高者為 330 mg/dl，然而針對尿酸濃度最高的酒紅朱雀 LGG 個體進行解剖，並未發現痛風情況，其餘個體也未有痛風病灶。
5. 8 隻攜下山的酒紅朱雀檢體中，有 5 隻個體因到室前已死亡多時，腸道切片無法順利判讀，不過其他臟器檢測未出現病變現象。有 3 隻個體驗出球蟲寄生、1 隻有毛細線蟲、1 隻有毛滴蟲寄生。可能和廚餘堆往來酒紅朱雀眾多，容易形成寄生蟲感染溫床有關。
6. 綜合而論，廚餘對酒紅朱雀的影響包括食物鈉含量過高、少數個體冬季不向下遷移的行為改變，雖未檢出有痛風病灶，但高密度的個體集中在同一地區，容易造成疾病傳染。廚餘亦可能影響到酒紅朱雀的嘴喙美觀。樣區的其他鳥類，包括栗背林鴉、金翼白眉、深山鶯及褐頭花翼等，經評估因為出現在廚餘堆的頻度低、時間短，故受到廚餘影響的機會較低。

四、主要建議事項

根據研究發現，本研究針對鳥類研究，提出下列具體建議。以下分別

從立即可行的建議、及長期性建議加以列舉。

(一) 立即可行建議：

利用雪霸國家公園的網頁及粉絲頁宣導「愛護山林就請將廚餘帶下山，以避免影響野生動物健康」之概念，及製作宣導海報在山莊廚房張貼，提醒登山者把廚餘帶下山的基本概念。

主辦機關：雪霸國家公園保育研究課

協辦機關：武陵管理站

(二) 長期性建議：

雪山高山生態系生態健康指標中，鳥類受廚餘的影響程度已經初步的擬定與瞭解，建議日後加強其他野生動物的健康評估，如獼猴及黃鼠狼等物種。

主辦機關：雪霸國家公園保育研究課

協辦機關：武陵管理站

ABSTRACT

Sheishan is a popular mountain-hiking attraction in the Shei-Pa National Park. Halfway the Cottage 369 is the last place for hiker to stay before reaching the peak. However, leftover dumped by a few hikers attract some bird species like the most often seen Vinaceous Rosefinch (*Carpodacus vinaceus*). This study plane to evaluate the effect by taking leftover of the species on their health.

During March-October 2014, we set up automatic camera to monitor the use of leftover by birds, and did the trapping, banding, blood sample analysis, and pathological anatomy of banded birds.

A total of nine bird species were recorded taking leftover, and 72 rosefinch individuals banded in different years showed up on the spot. The sodium content in the leftover (440 mg/100 g) was 147 times the amount of that of the *Poa annua* seeds they largely foraged. This may cause some damage to the bird's kidney for long-term users. The preservative and nitrite were not detected, and nitrate (887 mg/kg) was not above the acceptable value in the food.

Blood samples of 40 birds were analyzed, and birds with the highest level of uric acid (36 mg/dl) and cholesterol (330 mg/dl), respectively did not suffer with gout and so with other individuals with lower levels.

Eight male rosefinches were brought to the lab for pathological anatomy, but just three were alive before arriving the lab, whose intestine sample could not be used. Apart from this, no pathological problem was found in other organs. Three birds had been parasitized with coccidian, one with capillaria, and another one with trichomonad. Communal infection around leftover may be responsible.

【Keywords】 bird disease, leftover, pathology

一、前言

雪山地區生態豐富，鳥類是高海拔地區常見的脊椎動物，酒紅朱雀、栗背林鴿、金翼白眉等是台灣特鳥種，屬於留鳥，而酒紅朱雀在冬季時有海拔向下遷徙的現象(劉小如等，2010)，在天然的情況下，生活在雪山地區的鳥類食用的是自然界中的食物，酒紅朱雀主要是取食早熟禾、黃苑、假繡線菊等天然種子，然而卻也發現這些高海拔的鳥類有取食人類食物的現象，包括麵條、白飯、麵包、餅乾，在廚餘堆中翻找食物(賴彥廷，2012)，當然翻找廚餘堆中食物這樣的現象，不只是發生在雪山地區，本研究團隊的研究人員也發現酒紅朱雀和金翼白眉在玉山、合歡山也都有翻找廚餘或撿拾人類提供食物的紀錄。食蟲性的栗背林鴿也會取食廚餘堆中的食物，而並非只在廚餘堆中找尋昆蟲(孫元勳和林惠珊，2010)。

在國外，提供野鳥食物是普遍的行為，有專書在介紹於自宅後院擺上食物提供給野鳥補充冬季食物資源，以額外的食物提供給度冬的鳥類，提高庭園鳥類的存活率及補充營養(Townsend *et al.*, 1999; Moss and Cottridge, 2000; Beddard, 2007)，然而這樣的餵食行為卻飽受爭議，引來許多倡議者和反對者的討論(Jones and James Reynolds, 2008)，主要是由於提供給鳥類非天然的食物可能會造成野生鳥類行為上的影響及對人類食物來源的依賴，也可能因食物的種類單一或食物不潔引發健康上的問題，更可能因為食物集中、鳥群聚集而導致疾病散播(Brittingham and Temple, 1988)。台灣，在過去農業社會下，家中家畜的飼養尤其是豬隻會餵食廚餘，而廚餘添加在家禽飼料中的文獻較少。然而現在為了家畜或家禽飼養健康，陸續發展出家禽飼料、雞飼料，或以乾燥廚餘添加在家禽飼料中，用來節省成本，藉由廚餘烹煮殺菌、乾燥後保存，透過控制乾燥廚餘添加的比例，再加入麩皮及玉米的方式進行，以免食入過多的乾燥廚餘含量影響到雞隻健康(楊清刻，2007)。

雪山是相當熱門的登山路線，一年四季均可以申請入山入園，往來登山人數眾多，其中雪主東峰線屬於大眾路線，是旅行社、登山社進行登山遊憩活動的重要場域。部分登山者會棄置廚餘在 369 山屋旁的箭竹叢中，引來許多高海拔鳥類取食，其中又以酒紅朱雀最多(孫元勳和林惠珊，2010)。野生鳥類取食人類廚餘對健康狀況的影響，過去鮮少有文獻

進行探討，是否會造成野外族群的健康影響，也難以分析。針對人工食物是否會影響到野鳥血液生化的反應中，有篇以澳洲喜鵲為例的操作性實驗中提到，將澳洲喜鵲圈養後餵食 6 天的人工食物包含絞肉、起司、狗香腸等食物後，其血液生化值中的尿酸(UA)、血漿膽固醇(PC)及體重會有狀況不一的影響產生，餵食人工食物後，澳洲喜鵲明顯總膽固醇增加，而餵食狗香腸後會造成血液生化值中的尿酸數值顯著上升(Ishigame *et al.*, 2006)。但其他針對野生鳥類食用廚餘或人類食物對健康上的影響則少有論述。

先前，本研究團隊在 2010 年 7 月至 2011 年 11 月間進行雪山鳥類調查時發現，酒紅朱雀食用廚餘為各月份普遍的現象，其中又以冬季及早春取食廚餘的比例相對較高(賴彥廷, 2012)。根據本研究團隊自 2011 年 3 月 15 日至 5 月間在 369 山莊廚餘堆架設自動相機拍攝，鳥類中被拍攝到食用廚餘數量最多者為酒紅朱雀，2010-2011 年的初步研究中，針對各月份酒紅朱雀的血液進行血液生化分析，針對的檢驗項目包括尿酸、膽固醇，初步可以發現在食用廚餘較多的月份，各項檢驗項目的結果偏高，但未達顯著標準，有部分個體的尿酸數值偏高(孫元勳和林惠珊, 2011)。此外有依賴廚餘，導致部分酒紅朱雀個體在冬季來臨時，並未往山下遷移的生態習性改變情況(賴彥廷, 2012)。

究竟野鳥吃廚餘這樣的情況對族群或個體而言是好或壞，本研究以雪山地區 369 山莊附近遭到山友棄置的廚餘堆為樣區，最常在廚餘堆中覓食的高海拔鳥類為指標，透過自動相機紀錄個體覓食回合，用以評估高海拔鳥類對廚餘的依賴程度，另外採集捕獲鳥類個體的血液，以及攜帶部分酒紅朱雀個體下山解剖，檢視是否高海拔鳥類會因為取食廚餘而造成健康、疾病上的問題。

二、材料與方法

(一) 鳥類繫放

本研究樣區於雪霸國家公園境內雪山主東峰線的 369 山莊周圍(海拔 3,100m)，以玉山箭竹為周圍主要的優勢植物(曾喜育等，2010)，假日為熱門登山時間，經常山莊住宿客滿。

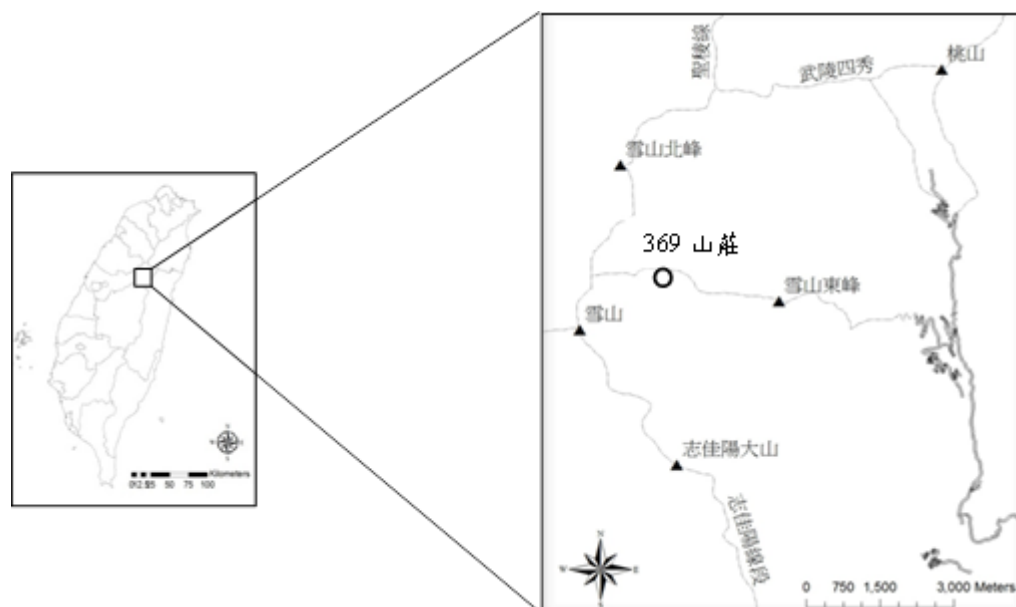


圖 3-1. 雪山地區 369 山莊位置圖。

(資料來源：本研究資料)

本研究自 2009 年 5 月開始進行鳥類繫放研究，在 369 山莊周圍利用霧網進行鳥類繫放捕捉，於 6:30 至 16:30 之間進行捕捉，每 30 分鐘巡網一次，遇到濃霧則縮短巡網時間，若遇到天候不良，如下雨、強風等狀況，則暫停開網。所有個體在繫放捕獲時，均會繫上金屬環及色環，透過不同的色環組合進行個體辨識，並進行形質測量、拍照記錄、血液採集、年齡判斷、檢視孵卵斑了解繁殖情況，而後原地釋放。

(二) 廚餘分析

山莊周圍的廚餘是登山者隨意丟棄的食物，因此廚餘的數量及種類在各月份會略有不同，為了瞭解登山者隨意丟棄食物的量，設定廚餘調查樣區在 369 山屋周圍，估算每月上山調查時的廚餘覆蓋面積及種類。

於其中 3 次調查，分別撿拾其中 300g 的廚餘攜帶下山，俟全部混合後，進行廚餘成分分析，委請屏東科技大學農水產品檢驗中心，檢定廚餘的鈉含量、測定是否含有防腐劑(己二烯酸、苯甲酸、去水醋酸)、保色劑(硝酸鹽、亞硝酸鹽)。

(三)自動相機分析

在廚餘堆區域的其中一處，架設一台數位式紅外線自動相機(E121.254, N24.392)，拍攝前往取食的酒紅朱雀個體色環組合，進行個體辨識，紀錄個體取食日期及時間、停留時間、覓食回合。拍攝間隔設定為連續工作，每次拍攝連續五張，以幫助進行個體色環顏色辨識。在照片檢視時為避免重複記錄同一個體的取食記錄，俟該個體取食飛離後才計算為 1 隻次，視為同一個覓食回合。

(四)鳥類血液生化分析

為了瞭解鳥類食用廚餘是否對血液中尿酸(UA)及總膽固醇(Total Cholesterol; TCHO)產生影響，在鳥類繫放時採集其血液，以 27 號針頭輕刺肱靜脈，俟血液流出後，以含有肝素(heparins)抗凝血劑的毛細管吸取血液約 30-50 μ l，吹入 0.2ml 的微量離心管中後，隨即使用迷你微量離心機進行離心約 15 分鐘，離心完成後抽取血漿部分保存，全部血漿樣本均以乾冰保存，至下山後改以-20 $^{\circ}$ C 以冰箱冰存至進行分析。

分析時利用富士生化檢驗系統(型號 FUJI DRI-CHEdM)進行，將個體的血漿樣本加入去離子蒸餾水(ddH₂O)稀釋 2 倍，吸取 10 μ l 採手動模式將血漿滴入藥片中進行分析，倘若該個體的血漿量不足，則優先測定尿酸，最後檢定所得的數值在回乘稀釋的倍數。Mann-Whitney U test 進行檢定，用以了解血液生化數值是否有性別上的差異。Pearson 相關分析檢定廚餘數量和酒紅朱雀血液內的尿酸和總膽固醇數值間是否有相關性。

(五)酒紅朱雀解剖分析

為了瞭解酒紅朱雀造訪廚餘堆取食的影響，選擇繫放回收的酒紅朱雀公鳥，攜帶下山解剖分析。各種臟器利用微量電子秤進行秤重後，進行病理切片，委由屏東科技大學獸醫學系獸醫師進行，分析判讀個體各種臟器及組織是否正常，以及是否有痛風病灶(gout)

- 解剖流程

- 觀察酒紅朱雀外觀、臟器肉眼病理學檢查
- 臟器抹片 (劉氏染色及革蘭氏染色)、腸道濕壓片
- 臟器 (腦、心、肝、脾、肺、腎、胃腸道)10%福馬林固定
- 組織切片製作
 - 固定、脫鈣，裁修組織並放入包埋夾
 - 脫水，石蠟包埋，切片，脫蠟，染色(H&E)，封片

三、結果

(一) 鳥類繫放

本次調查期間自 3 月至 10 月間共計上山 7 次，每次停留 6 天，合計 42 個工作天，合計進行 153.5 個網小時的繫放工作，共計捕捉繫放到 6 種 62 隻次，包含 35 隻新繫放捕捉的個體、27 隻重複回收的個體，合計自 2009 年 5 月至 2014 年 10 月間，捕捉了 16 種 794 隻次，包含有 542 隻不同的個體有繫上金屬腳環或色環，可進行個體辨識。本研究期間繫放的 62 隻個體中，以酒紅朱雀的數量最多 (45 隻，73%)、褐頭花翼次之 (7 隻，11%)、栗背林鴿 5 隻佔 8%、金翼白眉 2 隻(圖 3-2)，並於 2014 年 8 月 11 日捕捉到一隻又稱赤胸鴉的栗耳鴉(*Emberiza jankowskii*)為樣區中首見，該稀有個體正在換羽中(圖 3-3)。

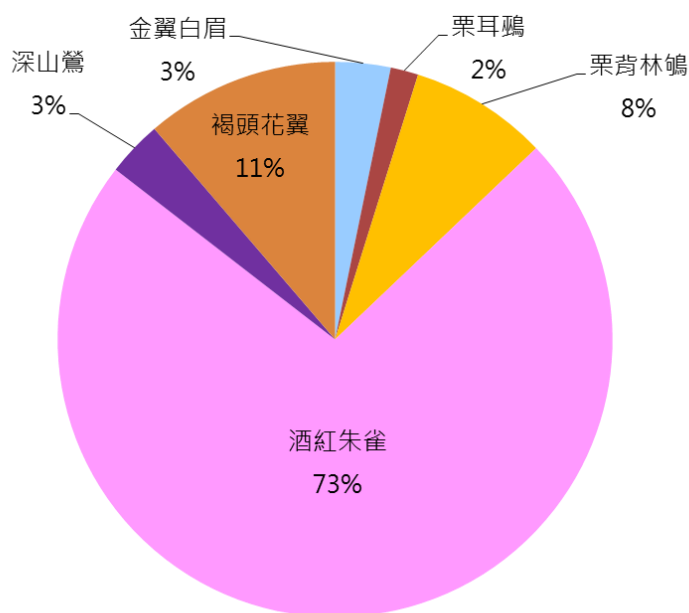


圖 3-2. 2014 年 3 月至 2014 年 10 月間繫放捕捉的鳥種百分比
(資料來源：本研究資料)



圖 3-3. 雪山地區首次記錄到的栗耳鴉
(資料來源：本研究資料)

(二)廚餘檢驗

1. 各月份廚餘覆蓋度變化

每月遭到隨意棄置的廚餘量不固定，分散在山莊附近，調查期間以 6 月廚餘量 0.4 平方公尺為最少，3 月及 5 月廚餘覆蓋度最高，分別為 5 平方公尺及 7.25 平方公尺(圖 3-4)。自 5 月 29 日起雪霸國家公園管理處開始實行「廚餘不亂丟，垃圾帶下山」獎勵辦法及執行方案。6-9 月間廚餘數量大幅下降，但有緩升趨勢。

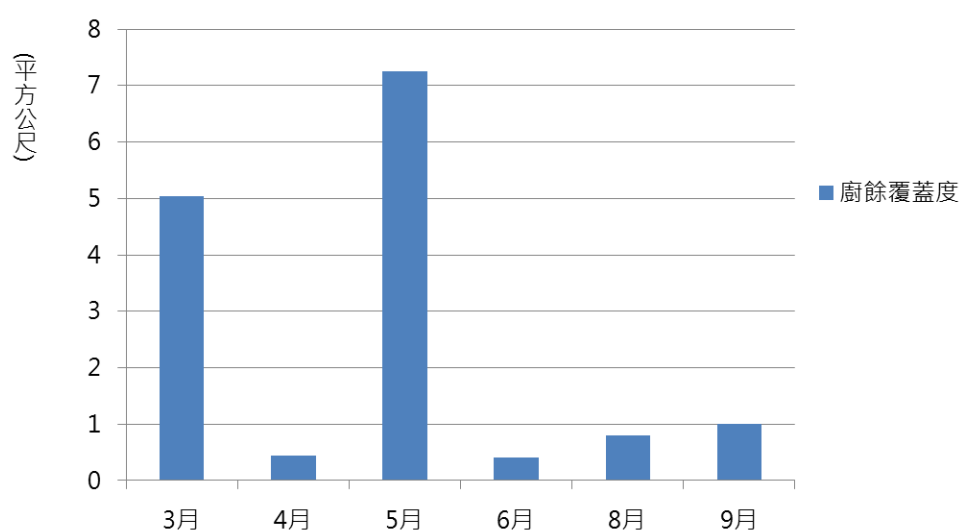


圖 3-4. 2014 年 3 月至 2014 年 9 月 369 山莊周圍廚餘覆蓋度。
(資料來源：本研究資料)

2. 廚餘檢驗結果

檢視 369 山莊周圍的廚餘，部分廚餘已經棄置多日難以辨識(圖 3-5)，所以僅針對能夠辨識的廚餘種類進行列表(表 3-1)，不論廚餘是否能分辨，採集後送至檢驗中心分析，結果顯示廚餘的鈉含量為 440 mg/100g 較 2010 年的廚餘鈉含量結果來的高(表 3-2；3-3)，而硝酸鹽的含量為 887 mg/kg，防腐劑和亞硝酸鹽未檢出(表 3-2)。與先前的成分檢驗結果相較(孫元勳和林惠珊，2012)，2014 年 3-5 月廚餘鈉含量為酒紅朱雀的天然食物早熟禾之鈉含量的 147 倍(表 3-3)。



圖 3-5. 棄置多日廚餘已經無法辨識。
(資料來源：本研究資料)

表 3-1. 2014 年送檢驗廚餘種類

項次	送檢驗廚餘種類 (每個月採取檢體總重量為 300g)
1	白飯、豆皮、羊肉爐、高麗菜、臘肉
2	白飯、白麵條、鰻魚、臘肉、醬菜、吐司、青菜、雞肉
3	白飯、麵輪、香腸、雞肉、豆腐、番茄炒蛋、筍子、鹹豬肉

(資料來源：本研究資料)

表 3-2. 2014 年廚餘成分分析

檢驗項目	檢測極限	廚餘含量
鈉含量	0.5 mg/100g	440 mg/100g
防腐劑		
己二烯酸	0.005 g/kg	未檢出
苯甲酸	0.005 g/kg	未檢出
去水醋酸	0.005 g/kg	未檢出
保色劑		
硝酸	150 mg/kg	887 mg/kg
亞硝酸鹽	1 mg/kg	未檢出

(資料來源：本研究資料)

表 3-3. 2010 年及 2014 年廚餘分析比較

檢驗項目	廚餘鈉含量
2010 年早熟禾鈉含量	3 mg/100g
2010 年廚餘鈉含量	114 mg/100g
2014 年廚餘鈉含量	440 mg/100g

(資料來源：本研究資料)

(三)自動相機分析

自 2014 年 3 月 10 日至 2014 年 9 月 30 日計拍攝 178 天，扣除空拍照片及夜間照片，有 19,746 張照片拍攝到鳥類出現，總計 1,228 隻次。以 3 月及 5 月拍攝到鳥類的隻次最多，4 月次之，而自 6 月後拍攝到的數量都在 30 隻次以下(圖 3-6)。

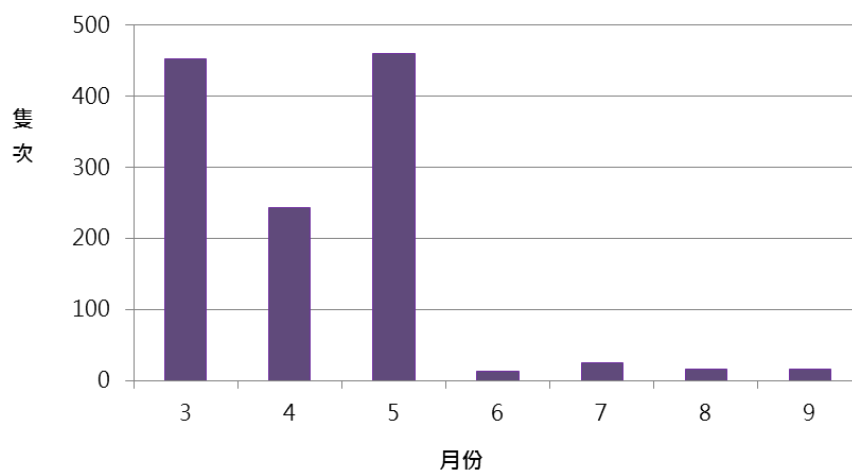


圖 3-6. 2014 年 3 月至 9 月自動相機拍到鳥類出現隻次。
(資料來源：本研究資料)

拍攝到的物種包含 9 種鳥類：酒紅朱雀、褐頭花翼、金翼白眉、栗背林鴿、鷓鴣、台灣叢樹鶯、深山鶯、白眉林鴿、煤山雀。其中以酒紅朱雀前在廚餘堆出現的資料筆數最多，共計 676 隻次(表 3-4)。

表 3-4. 2014 年 3 月 10 日至 9 月 30 日自動相機拍攝

鳥種名稱	隻次
酒紅朱雀	676
褐頭花翼	212
金翼白眉	209
栗背林鴿	58
深山鶯	29
鷓鴣	22
白眉林鴿	12
台灣叢樹鶯	8
煤山雀	2
總計	1,228

(資料來源：本研究資料)

酒紅朱雀在 3-5 月間被拍攝到照片的數量逐漸上升，褐頭花翼、金翼白眉、栗背林鴿等三種鳥類，在 3-5 月後數量有逐漸下降的現象，而 6-9 月間，拍攝到各鳥種在廚餘堆出現的照片數量均明顯下降(圖 3-7)。

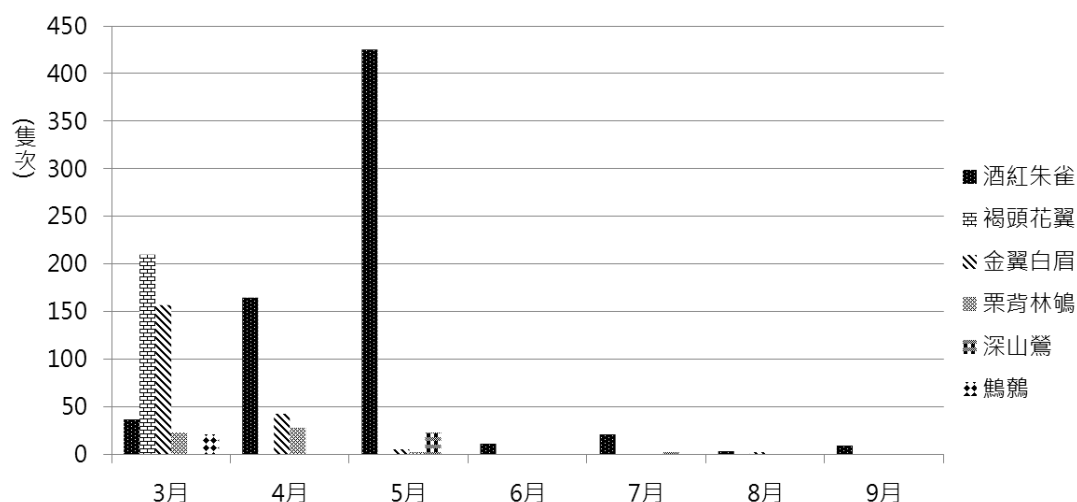


圖 3-7. 2014 年 3 月至 9 月自動相機拍到各鳥種出現隻次。
(資料來源：本研究資料)

本研究自 2009 年開始共計繫放 542 隻不同的個體，而在本次的拍攝期間 178 天內，以自動相機的照片所拍攝到可以辨識的色環組合，以酒紅朱雀的照片最多，可以區分出 72 隻酒紅朱雀的不同個體(附錄 1)、其他可辨識個體的鳥種分別為褐頭花翼可辨識 13 隻、栗背林鴿 2 隻、深山鶯 1 隻，其中以色環組合為 LPL 的酒紅朱雀出現最多次(圖 3-8)，共造訪廚餘堆 41 次，被拍攝到 1,391 張照片，共計出現了 17 天，惟自 6 月 4 日後未曾拍攝到任何一張 LPL 的照片，也未曾再重複捕捉到，該個體總停留在廚餘堆的時間為 23.2 分鐘，最久；其他個體的停留時間均不長，累積停留時間大多在 1 分鐘以內者占 65%(附錄 1)。依造訪天數來看，除了個體 LPL 共計有 17 天均被拍攝到之外，其次為 OM 被拍攝到 14 天現身廚餘堆次之，大多數個體被拍攝到的造訪天數都在 5 天內，占 81%(附錄 1)。栗背林鴿可辨識造訪者共 2 隻，個體 LM 出現 6 次拍攝得 34 張照片及個體 YY 出現 2 次攝得 10 張照片。褐頭花翼 13 隻的出現都集中在 3 月 10-16 日之間，合計在廚餘堆出現 81 次，以及深山鶯紀錄到 MP 個體出現 26 次，惟該兩種鳥種未曾直接目擊到食用廚餘。



圖 3-8. 最常造訪廚餘堆的酒紅朱雀母鳥 LPL。
(資料來源：本研究資料)

(四)鳥類血液生化分析結果

1. 酒紅朱雀血液生化分析結果

2014 年 3 至 10 月研究期間採集 40 隻酒紅朱雀的血液進行分析，進行尿酸檢測的樣本數為 40 個，尿酸的平均值為 15.8 ± 6.3 mg/dl，其中濃度最高的個體為 36mg/dl(圖 3-9)；進行總膽固醇檢測的樣本數為 35 個，總膽固醇平均值 188.6 ± 48.1 mg/dl，濃度最高的個體為 RAY 達 330 mg/dl(圖 3-10)。利用 Mann-Whitney U test 檢定，尿酸及膽固醇在性別之間沒有顯著差異(表 3-5)。

2010 年 7 月至 2011 年 9 月的酒紅朱雀血液生化數值與 2014 年 3 月至 10 月的酒紅朱雀血液生化數值一同描繪在散佈圖中，可以發現部分個體尿酸或總膽固醇數值偏高(圖 3-7)(圖 3-8)。

另外利用 Pearson 相關分析酒紅朱雀血液中的尿酸、膽固醇數值，和廚餘數量間的關係，結果顯示未達顯著($P>0.05$)。

2. 金翼白眉及栗背林鴿血液生化分析結果

共計捕捉到 1 隻栗背林鴿及 3 隻金翼白眉，並採得血液分析尿酸及總膽固醇數值，其中金翼白眉個體間的差異不大(表 3-6)。

表 3-5. 2014 年酒紅朱雀不同性別的血液生化值(Mean ± SD ; 單位 mg/dl)

項目	公鳥	n	母鳥	n	P 值
尿酸	17.0± 6.7	24	14.09± 5.3	16	0.202
膽固醇	197.6± 55	21	175.5± 32	14	0.293

(資料來源：本研究資料)

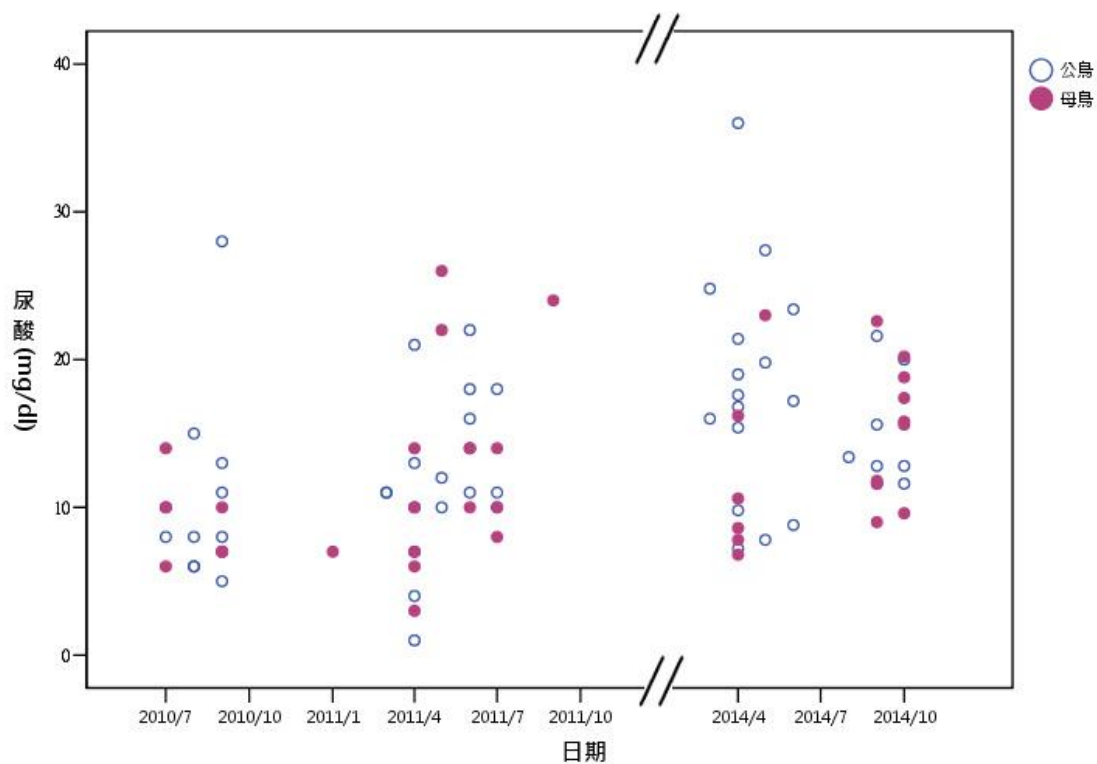


圖 3-9. 2010 年 7 月至 2014 年 10 月酒紅朱雀個體尿酸值散布圖。
(資料來源：本研究資料)

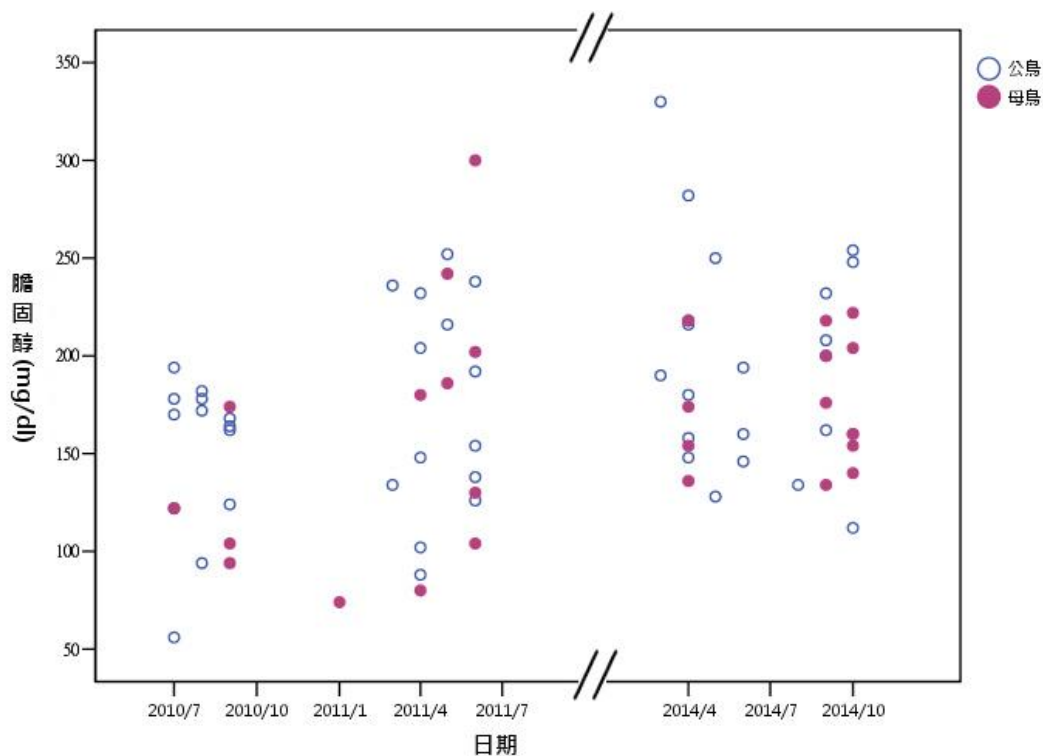


圖 3-10. 2010 年 7 月至 2014 年 10 月酒紅朱雀個體總膽固醇散布圖。
(資料來源：本研究資料)

表 3-6. 栗背林鴿及金翼白眉的血液生化值(單位 mg/dl)

個體名	環號	尿酸	膽固醇
栗背林鴿	A32916	13.8	--
金翼白眉	D26650	9.2	128
金翼白眉	D13357	14.4	118
金翼白眉	D26605	9.4	102

-- 表血量不足，無法進行檢測。
(資料來源：本研究資料)

(五)酒紅朱雀解剖診斷

送檢酒紅朱雀公成鳥檢體共 8 例，進行解剖診斷。8 隻酒紅朱雀檢體其中 1 隻 PC-14-446 為掛網時緊迫死亡，其他 7 隻則為捕捉後攜帶下山，但在攜帶下山的途中陸續死亡，在運途中發生死後變化導致其中 5 隻個體的部分臟器病理切片無法正常判讀。

8 隻酒紅朱雀公鳥解剖分析中，除了 PC-14-446 因掛網時緊迫死亡的個體脂肪分布較為正常之外，其餘 7 隻有脂肪漿液性萎縮(圖 3-9)、肌肉岑克氏變性、心臟冠狀溝無正常脂肪分佈的症狀，顯示為極度營養不良死亡。所有個體都有進行切片分析是否有感染痛風，結果顯示，8 隻檢體都沒有痛風症狀發生，這 8 隻檢體中包含其中尿酸濃度 36mg/dl 的個體 LGG 在內，也有帶下山進行解剖分析，但未有痛風症狀。

球蟲寄生在禽類的腸道之中，檢體中酒紅朱雀未發生腸道死後變化可以檢視腸道寄生蟲的個體共有 3 隻，該 3 隻個體均發現有球蟲寄生(表 3-6)(圖 3-10；圖 3-11)，其中個體 PC-14-448 腸道黏膜層可見球蟲及球蟲卵囊 (圖 3-12)。

另外發現 PC-14-449 食道黏膜面可見毛滴蟲寄生(圖 3-13)、PC-14-448 的腸道中有毛細線蟲的蟲卵(表 3-1)。PC-14-450 腸道少量炎症細胞浸潤，係因死後變化造成(圖 3-14)。

表 3-7. 酒紅朱雀解剖結果

解剖代碼	色環組合	初次繫放日期	診斷結果	尿酸值 (mg/dl)	膽固醇 (mg/dl)
PC-14-443	LGG	2011/10/13	脂肪漿液性萎縮、腸道黏膜層可見球蟲寄生	36	282
PC-14-444	YAG	2013/10/20	肝臟萎縮，腹腔無脂肪、脂肪漿液性萎縮、腸道死後變化	9.8	--
PC-14-445	LRA	2011/5/25	胸肌肌肉岑克氏變性、肌胃角質輕微糜爛、腸道死後變化	21.4	--
PC-14-446	無	新個體	脂肪分佈較為正常、腸道可見球蟲寄生	--	--
PC-14-447	RRP	2010/10/6	腹腔無脂肪、脂肪漿液性萎縮、腸道死後變化	17.6	216
PC-14-448	XXX	2012/10/17	脂肪輕微漿液性萎縮、腸道可見球蟲寄生、腸道黏膜層可見球蟲及球蟲卵囊、腸道中有毛細線蟲的蟲卵	16.8	218
PC-14-449	MAG	2011/4/28	食道黏膜面可見滴蟲寄生、心臟冠狀溝無正常脂肪分佈、毛滴蟲寄生、肝臟死後變化、腸道部分黏膜層死後變化、死後變化	7.8	128
PC-14-450	LLP	2011/5/25	心臟血管鬱血及冠狀溝無脂肪分佈、肝臟門脈及靜脈鬱血、肺臟鬱血、腸道少量炎症細胞浸潤，死後變化	27.4	250
最終診斷			營養不良(7/8) 球蟲寄生(3/8) 死後變化(5/8) 毛滴蟲(1/8) 毛細線蟲(1/8)		

(資料來源：本研究資料)

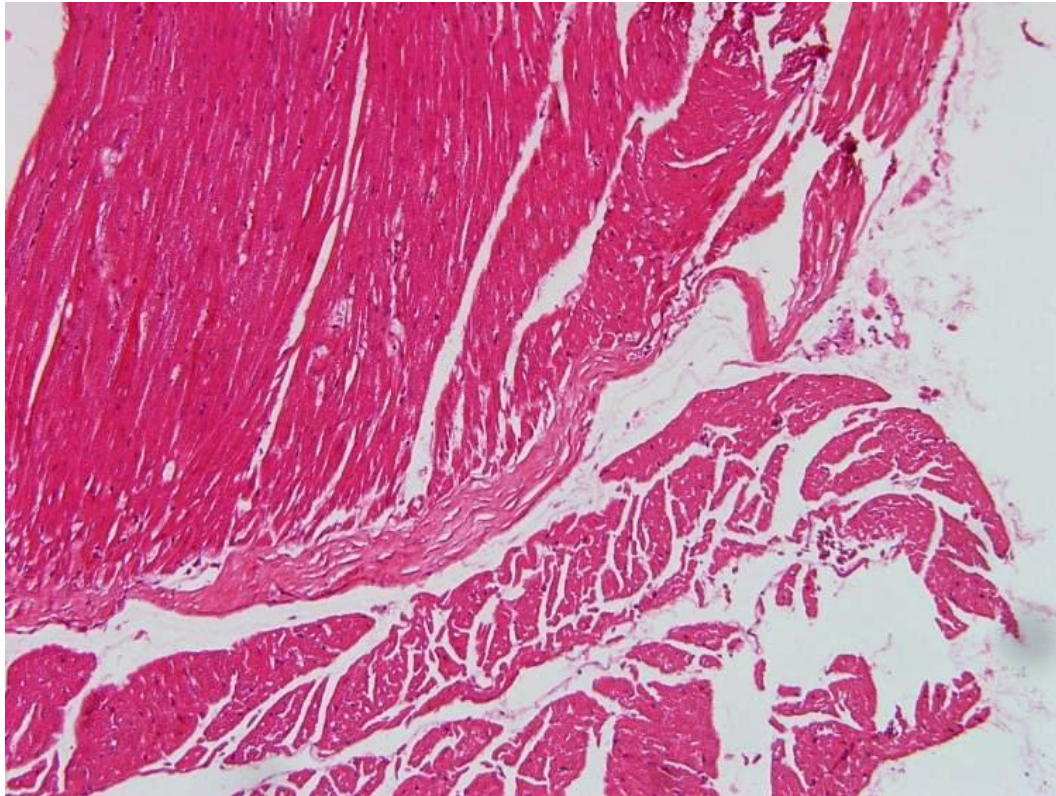


圖 3-11. 個體 PC-14-444 心臟脂肪漿液性萎縮
(資料來源：本研究資料)

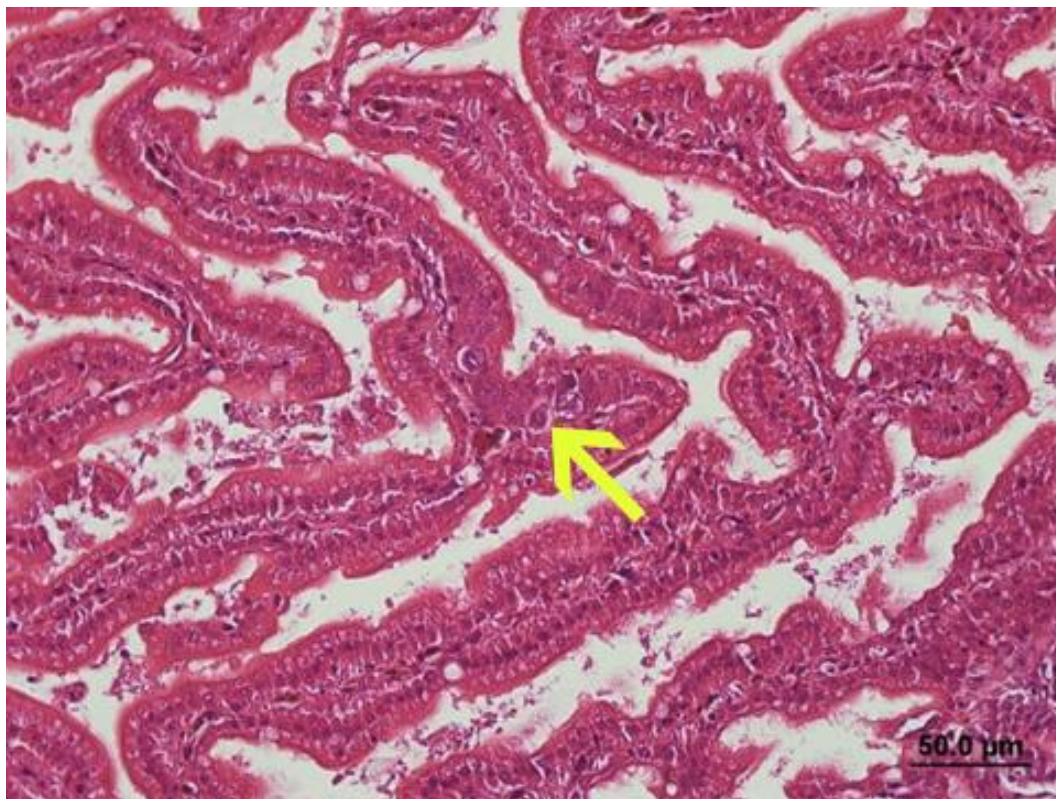


圖 3-12. 個體 PC-14-443 腸道黏膜層可見球蟲寄生
(資料來源：本研究資料)

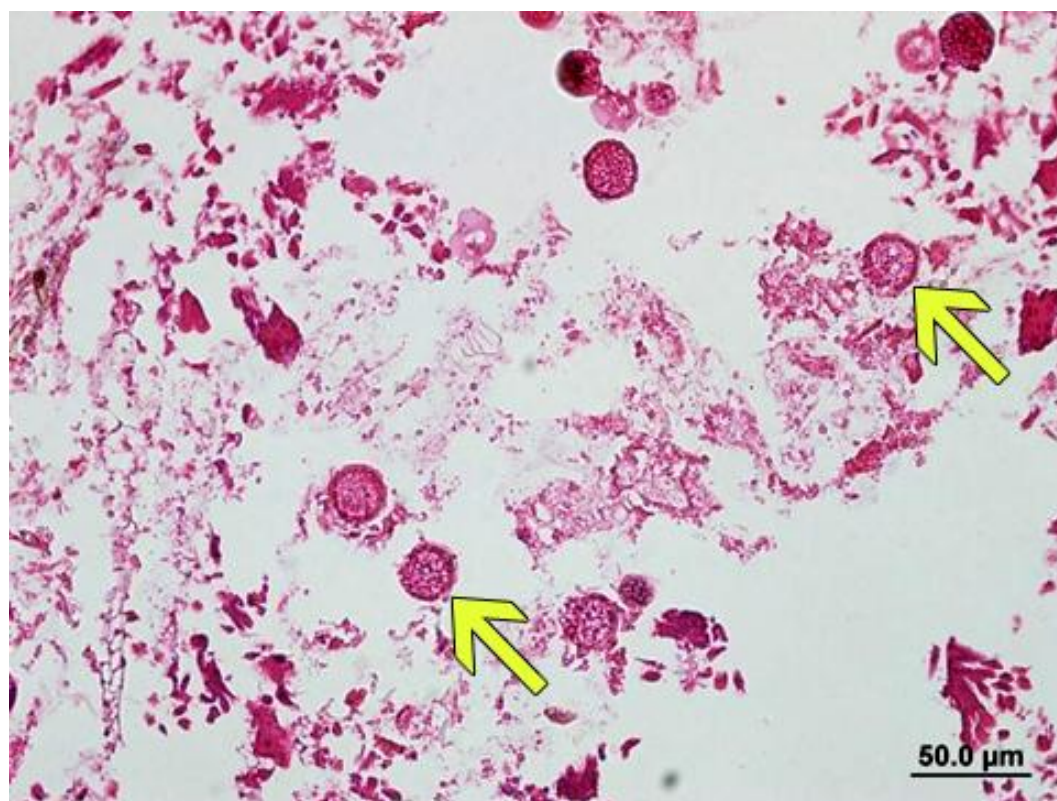


圖 3-13. 個體 PC-14-446 腸道可見球蟲寄生
(資料來源：本研究資料)



圖 3-14. 個體 PC-14-448 腸道黏膜層可見球蟲及球蟲卵囊
(資料來源：本研究資料)

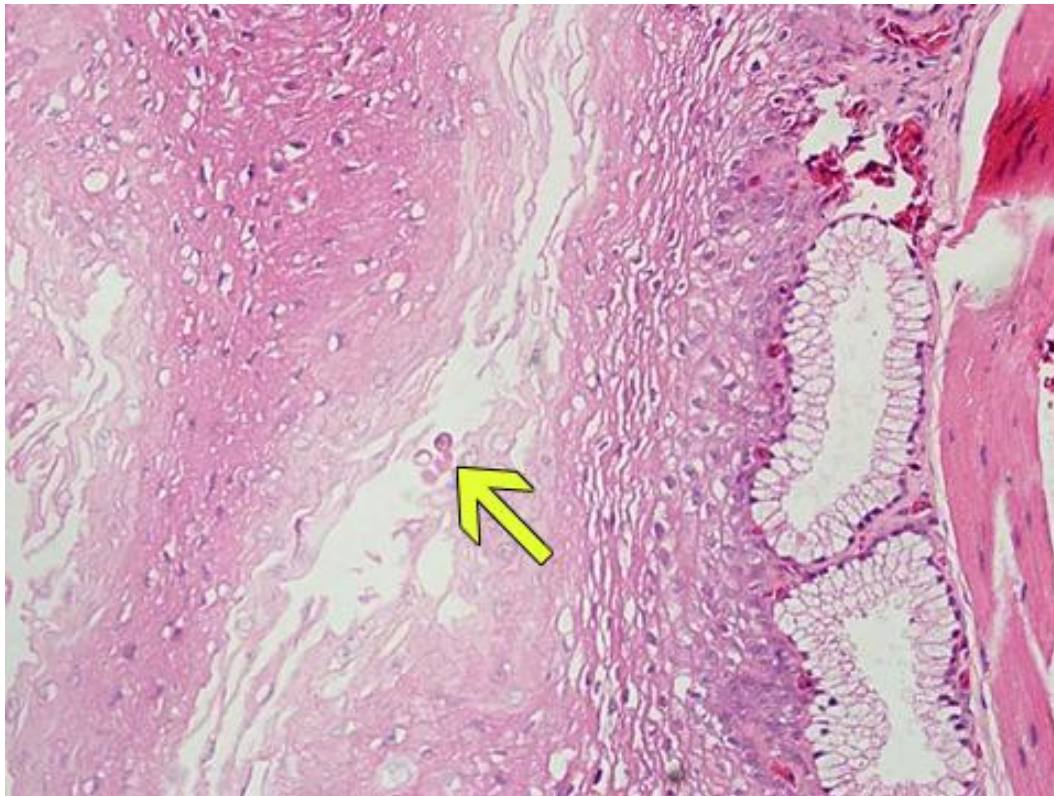


圖 3-15. 個體 PC-14-449 食道黏膜面可見毛滴蟲寄生
(資料來源：本研究資料)

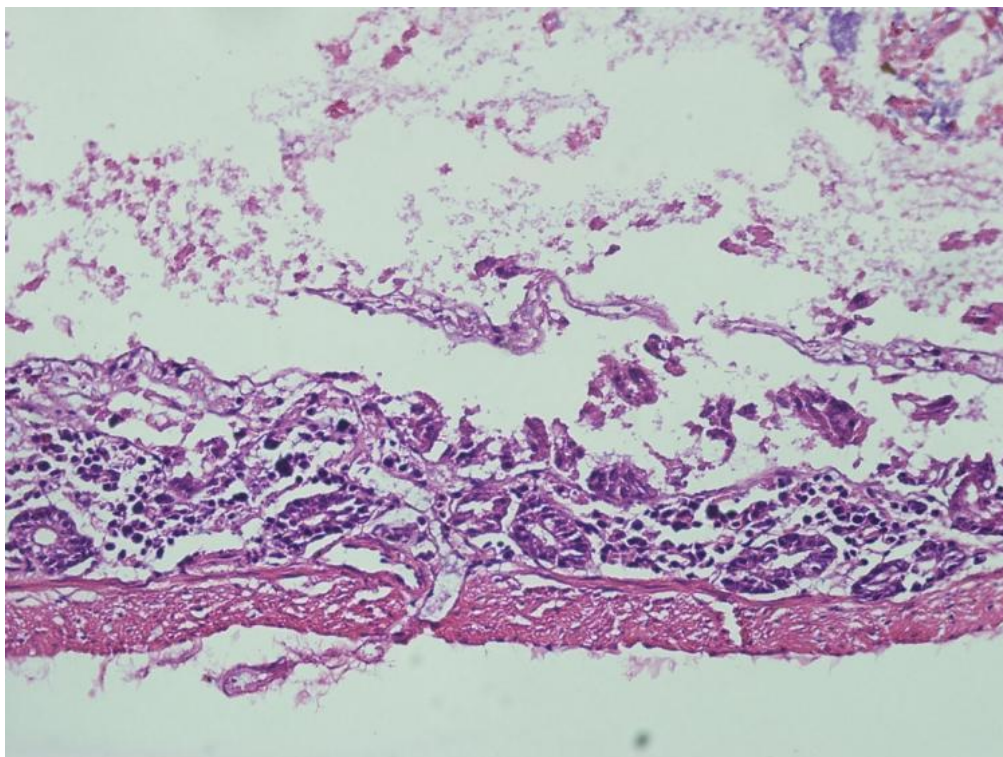


圖 3-16. 個體 PC-14-450 腸道少量炎症細胞浸潤，死後變化
(資料來源：本研究資料)

四、討論

(一)鳥類繫放

在指標物種的挑選上，應以普遍、容易觀察、能夠建立完善的資料庫、適合長期監測、或對環境敏感度較高的物種作為對象，抑或者具有代表性，適合用以區分環境惡化信號者 (Carignan and Villard, 2002)。在雪山地區鳥類繫放捕捉中，以酒紅朱雀捕捉、回收到的個體最多，這也是本研究進行雪山地區鳥類生態健康指標適合挑選酒紅朱雀為對象的主要原因，本研究團隊自 2009 年開始長期在樣區中調查，繫放資料累積的關係，所以能夠準確地進行監測對象酒紅朱雀個體的辨識。其餘鳥種由於繫放捕捉數量較少，樣本累積不易，資料量不足，相對不適合作為指標物種。

栗耳鴉在台灣屬於稀有過境鳥，本次紀錄係於 8 月時捕捉到，該個體的初級飛羽 P4-P5 正在生長中，以及部分體羽都正在換羽，研判至少 2 齡以上的個體。過去研究者也曾在樣區內捕捉到小鴉、多次目擊到田鴉，可見該地區亦為稀有過境鳥可能路過的地點之一。

(二)廚餘分析

無痕山林(Leave No Trace) 推行將遊憩對自然環境的衝擊降到最低的概念(Powers, 2013)，在各國家公園登山步道間已經推動許久，然而每個月上山的登山團體及登山者的組成都不相同，每個團體或個人對於無痕山林的理解和水準也不盡相同，也因此每個月被隨意傾倒的廚餘量也不相同。

廚餘成分分析結果中，防腐劑和亞硝酸鹽均未檢出。按照行政院衛生福利部食品藥物管理中的食品添加物使用範圍及限量暨規格標準，規範亞硝酸鹽這類型的保色劑，只能使用肉製品及魚肉製品，殘量劑量為 0.07g/kg 以下。香腸肉類中的亞硝酸鹽可能因為時間過久，食物腐敗，逐漸氧化的關係而濃度降低檢驗不出來，加熱及 PH 值降低也會導致亞硝酸鹽濃度降低(張詩芷，2012)。硝酸鹽則是葉菜類天然存在，香腸、臘肉中常見用來抑制細菌生長，行政院衛生福利部沒有規範硝酸鹽的限量。在歐盟則針對硝酸鹽在菠菜及萵苣中制定的限量為 2000-4500 mg/kg (http://ec.europa.eu/food/fs/sfp/fcr/fcr02_en.pdf)。本研究檢驗廚餘中的硝酸

鹽含量為 887 mg/kg，推測係因硝酸鹽普遍存在自然界的植物中，在濃度相對不高的情況下，可能不會造成鳥類的健康影響。

在鈉含量方面，山上的食物偏鹹，結果顯示人工食物中的鈉含量相對於天然植物早熟禾的鈉含量高出 147 倍。攝食過多高鈉的食物，除了會高血鈉之外，也會可能發生疾病，鳥類血液內的鈉含量會影響到腎臟的表現(Laverty and Wideman, 1989)。高血鈉也可以透過檢驗鳥類血液中的鈉離子進行測定(沈永紹, 2003)，但血液生化儀器中測定鈉離子血液中的血漿含量必須達 100 μ l，且 Na⁺、K⁺、Cl⁻ 三種離子必須同時檢定，意即須抽取鳥類的血液至少 300 μ l 才能測定，一般小型鳥活體抽取到 100 μ l 的血液量就相當困難，僅有捕捉到金翼白眉才可能達成，但樣區內捕捉到金翼白眉原本就少，最後只有捕捉到兩隻金翼白眉個體，各採集到 100 μ l 的血量未達進行鈉離子檢定的血量最低標準，在樣本蒐集上有實質困難，且在樣本過少的情況下，金翼白眉不適合做為本研究樣區的監測鳥種。

(三)自動相機分析

一般日行性鳥類的覓食高峰期為清晨時段(Howe, 1977)，然而先前在樣區中就觀察到，369 山莊周圍的酒紅朱雀被拍攝到取食的時間為整個白天都有，沒有明顯集中在晨昏時間覓食(孫元勳和林惠珊, 2011)，廚餘食物的長期提供，可能會影響到鳥類覓食活動。

本次自動相機拍攝到的 1,228 隻次鳥類中，以 3 月及 5 月攝得的照片最多，4 月次之，而 6 月後拍到的鳥數量大幅下降至 30 隻次以下，這和廚餘數量的變化趨勢相符，3、5 月的廚餘數量最多，4 月次之，而 6 月後廚餘數量大幅下降。主要是由於自 2014 年 5 月 29 日雪霸國家公園管理處發布一項新政策，「廚餘不亂丟，垃圾帶下山」獎勵辦法及執行方案，透過在登山口服務站發放專用垃圾袋及廚餘袋，以獎勵的方式宣導廚餘帶下山的觀念，試行 3 個月，的確初期頗有成效，6 月廚餘量最少，但後期似有隨著活動熱潮較退去後，而廚餘緩慢增加的傾向。

自動相機中拍到的以酒紅朱雀 676 隻次最多，此結果符合本研究預期，從拍攝到的隻次來看，酒紅朱雀確實為受廚餘堆影響很大的鳥種。酒紅朱雀在 3-5 月間被拍攝到的照片數量逐漸上升，也跟其在冬天過後逐

漸數量回升相符。褐頭花翼、金翼白眉、栗背林鴿在 4-5 月間拍攝到的數量有逐漸下降的情況，可能跟 4-5 月間這些鳥種已經進入繁殖期，在繁殖季的領域範圍逐漸形成後，可能會導致拍攝到的數量會變得較少。6 月後廚餘量大幅減少的情況，大大的影響到鳥類出現在廚餘堆的頻度。

儘管酒紅朱雀(LPL)出現在自動相機照片中達 41 次，被拍攝到 1,391 張照片，但研究人員在繫放捕捉時，僅有 2010 年 10 月 5 日初次繫放到該個體，從來沒有再次回收捕捉到個體 LPL，可能的原因包括繫放捕捉後個體可能產生因第一次被捕獲後，已經學習到如何避開霧網捕捉 (MacArthur and MacArthur, 1974)，或者只是剛好未捕捉到。該個體自 6 月 4 日後未曾再被攝得任何一張照片，可能的原因包括該個體可能移居到其他地方不再取食該地的廚餘、也不清楚個體是否已經死亡，因為未曾在目擊到該個體。

栗背林鴿由於原本繫放量就不大，且出現隻數也不多，因此可辨識個體的造訪者僅有 2 隻，分別出現 6 次及 2 次，預料栗背林鴿由於造訪頻度低，受到廚餘的威脅可能性不大。此外，13 隻的褐頭花翼集中在 3 月 10-16 日之間出現，雖然在廚餘堆中被拍攝到達 81 次，但後來就未有再出現過，深山鶯 MP 個體出現 26 次，但此兩種鳥種，從未直接看到他們在食用廚餘，再者廚餘堆附近吸引許多昆蟲前來，也可能是由於昆蟲密度較高，因此這類型的食蟲性鳥類前往吃蟲，在沒有目擊過吃廚餘的情況下，廚餘對此兩種鳥類的影響是相對較低的。

(四)酒紅朱雀血液生化分析

前人研究中已知鳥類血液中的尿酸濃度的變化是相當大的，按鳥種不同、生活習慣、生存環境、年齡、性別均會影響到血液中的尿酸、總膽固醇的濃度及範圍 (Gavett and Wakeley, 1986; Villegas *et al.*, 2002; Moniello *et al.*, 2005)，研究顯示生活在都市的家麻雀其總膽固醇的平均值會明顯高於居住在鄉村的家麻雀，而生活在都市的家麻雀尿酸平均值也較高，主要是由於都市地區的食物來源的脂肪及蛋白質含量較高 (Gavett and Wakeley, 1986)。

本研究所檢測的數值表現中，酒紅朱雀血液中的尿酸值和總膽固醇數值，數值最高的個體分別為尿酸濃度 36 mg/dl、總膽固醇數值為 330 mg/dl，但仍需要搭配數值較高者的臨床症狀來進行判讀。儘管目前發現

有部分個體的尿酸數值偏高，如酒紅朱雀個體 LGG 其尿酸濃度高達 36 mg/dl，但解剖結果中並未顯示有相關的臨床症狀產生，高尿酸在鳥類中最容易產生痛風的現象，野鳥或圈養的個體都可能因代謝障礙而發生痛風(朱瑞民等，1993；楊文吉，2009)，然而，在解剖酒紅朱雀時，並沒有發現個體 LGG 有痛風情況，因此目前尚無法解讀尿酸數值偏高的個體是否會造成疾病。另外酒紅朱雀個體 RAY 該個體血液採集日期為 2013 年 3 月，為檢驗時總膽固醇數值最高者達 330mg/dl，4 月時拍攝到該個體出現在廚餘堆 2 次，之後未有再攝得照片，不過由於不清楚該個體在採集血液前的對廚餘依賴程度，因此無法評估是否因血液採集前食用廚餘頻繁所致。

(五)酒紅朱雀解剖診斷

酒紅朱雀帶下山的個體選擇為已有掛環者優先，因為表示可能造訪廚餘堆不只一次，才能夠被重複捕捉到，較可能是在山上食用廚餘較久的個體。在酒紅朱雀攜帶下山的過程之中，由於樣區位置遙遠，下山攜回實驗室進行解剖的路途費時，在捕捉過後攜帶下山的途中，發生酒紅朱雀陸續因飢餓、營養不良而死亡，鳥類在死亡後立即就會開始產生死後變化(朱瑞民等，1993)，通常因腸道細菌較多，所以會由腸道最先開始糜爛。因此 8 隻攜帶下山的個體中，只有 3 隻個體可以順利檢視腸道狀況，其他 5 隻均因常到死後變化而導致有部分臟器無法順利進行病理切片，其中又以 5 月份檢驗的兩隻個體死後變化情況最為嚴重，方由病理切片檢視出肝臟死後變化、肝臟門脈及靜脈鬱血、肺臟鬱血等情況。除了死後變化病理解剖難以進行之外，檢體運途過程因營養不良死亡，而導致了肌肉岑克氏變性、脂肪漿液性萎縮、心冠狀溝無脂肪分佈等現象，也造成了本研究無法釐清在 369 山屋附近食用廚餘的酒紅朱雀是否各臟器有不正常的脂肪分布的問題。除了一隻因緊迫而意外死亡的個體之外，由於該個體並非飢餓而死，而是掛網後緊迫猝死，因此從病理解剖切片中可以發現，其脂肪的分布較為正常，沒有脂肪漿液性萎縮的情況發生，但該個體仍未檢驗出有任何臟器病變。

在寄生蟲檢視方面，共計透過病理切片檢視到球蟲、滴蟲、毛細線蟲，其中毛滴蟲和毛細線蟲對禽類的病害性較低，毛滴蟲大部分無病原

性、而球蟲則種類相當多，各種球蟲的感染力及病害性有很大的差異，鳥類感染球蟲不一定會致病，有些球蟲種類會造成宿虛弱或幼體宿主致病，有些球蟲種類則是病原性很高，容易造成宿主感染後死亡(吳義興等，1992)，例如艾美球蟲屬(*Eimeria*)的球蟲感染雞隻，死亡率相當高造成養雞產業的重大損失，因此有許多球蟲疫苗及防疫方法問世(Blake and Tomley, 2014)。

球蟲的致病性和診斷，可配合臨床症狀如虛弱、體重下降、下痢、血痢、食慾不振等。球蟲的傳播不需要中間宿主，主要是由於宿主直接經口取食到已芽胞化的卵囊，而遭受到感染，會在腸管上皮細胞中增殖。受到感染的宿主會由糞便排出大量的卵囊而污染食物和飲水，球蟲卵囊對環境的抵抗力很強，可以生活在土壤中達一年以上，因此防止鳥類遭受到球蟲感染，需要有良好的衛生環境(吳義興等，1992)。

8 隻攜帶下山的酒紅朱雀個體中，只有 3 隻個體可以順利檢視腸道狀況，其他 5 隻因腸道已經出現死後變化，所以無法看出是否有球蟲，因為球蟲是寄生在腸道之中，而能夠進行腸道檢視的 3 隻個體都可以發現球蟲寄生，推測球蟲在酒紅朱雀的族群中可能是常見寄生蟲。然而，受限於高山路程遙遠，檢體容易因腸道細菌滋生而導致死後變化無法檢驗出，這是目前仍無法克服的解剖問題。

毛滴蟲大部分無病原性，通常透過鳥類嘴喙互相接觸傳染，因此倘若成體感染滴蟲，則容易傳播給哺餵中的幼鳥，亦可透過食物和飲水感染。毛細線蟲一般而言沒致害性，除非是嚴重感染時，才會對鳥類健康有影響(吳義興等，1992)。寄生在禽鳥中的毛線細蟲，其中間宿主為蚯蚓，大部分已間接感染的形式感染宿主，蟲卵經由蚯蚓吃到後，禽類吃到此種含蟲蚯蚓而感染，細線蟲嚴重感染時會引起寄生消化道部位形成白喉樣偽膜(吳義興等，1992)。研究人員在雪山樣區中常見蚯蚓在土壤之中或洗手台附近，但本研究中解剖的酒紅朱雀除了腸道中發現毛線細蟲外，並沒有發現白喉樣偽膜產生，推測該個體感染情況並不嚴重。

炎症反應係因血液將抗體和白血球帶到炎症部位與細胞緊密接觸，破壞或包圍刺激性物質或受傷處(朱瑞民等，1993)。酒紅朱雀檢體中，其中一隻個體發現腸道有輕微的炎症反應，無法排除係因死後變化，因為死後腸道細胞是最快開始變化的地方，腸道中的細菌最多，破壞了上皮

以後，血液裡面的白血球這時候還活著，可能導致發炎反應的發生。

8 隻酒紅朱雀檢體均未發現痛風症狀。痛風係因血液中尿酸濃度過高或尿酸代謝障礙，是一種代謝性疾病，大量的尿酸經由腎臟排泄會引起腎功能障礙或腎炎，尿酸鹽會沉積在關節或內臟，關節周圍組織會有白色尿酸鹽沉積，或尿酸鹽沉積在內臟的漿膜面(吳義興等，1992；楊文吉，2009)。目前為止，透過病理切片，未發現 369 山屋周圍吃用廚餘的酒紅朱雀有痛風的症狀，就連尿酸濃度最高的 LGG 也未有痛風發生。

在雪山地區酒紅朱雀感染體內寄生蟲的問題，可能跟廚餘堆中酒紅朱雀大量聚集有關，形成疾病傳播的溫床，舉例而言，酒紅朱雀因球蟲寄生後糞便中含有球蟲卵囊，大量的酒紅朱雀都在同一廚餘堆中取食、排糞便，可能容易造成食物污染，引發其他酒紅朱雀個體遭受球蟲感染；而毛細線蟲透過中間宿主蚯蚓吃到蟲卵，倘若酒紅朱雀都在同一區域覓食，的確容易因此提高感染率。關於鳥類生理與寄生蟲間的關聯，在鳥體健康的情況之下，一般而言較不容易被寄生蟲所感染和寄生。此外也可以考慮是否透過分子生物技術進行酒紅朱雀血球中的禽瘧疾檢定，釐清瘧原蟲造成酒紅朱雀的感染率。

(六)廚餘對鳥類的影響

綜合而言，透過廚餘分析，可以發現食物中未發現含有過量的添加物，但鈉含量明顯較高，可能對鳥類健康造成影響(Laverty and Wideman, 1989)。過去的本研究室的成果亦顯示酒紅朱雀冬季有零星個體未進行海拔向下遷移，而停留在山上翻找廚餘(賴彥廷，2012)，這可能是因為山上廚餘充沛而改變了其生活習性。透過解剖雖未發現酒紅朱雀有痛風病灶，但高密度的個體集中在同一地區，容易造成疾病的接觸性或食物污染而成為傳染性疾病傳播的溫床。此外先前的研究亦顯示，在缺水的季節，高比例的酒紅朱雀嘴喙外觀被黑垢包圍，影響美觀，這也可能跟取食的食物種類有關(孫元勳和林惠珊，2011)。

樣區的其他常見鳥類，包含栗背林鴿、金翼白眉、褐頭花翼、深山鶯，則因為出現在廚餘堆的頻度低，且時間相當短，受到廚餘影響行為、外觀、健康等層面的機會也相對較少。

關於辦理獎勵垃圾帶下山之措施，對鳥類而言是有利的。主要是因

為在山區廚餘量降低的情況之下，儘管短期內發現拍攝到的鳥類密度較低，但長期而言，對鳥類健康風險及行為改變等影響也會較小。此外，辦理獎勵垃圾帶下山的措施，也有助於山區環境整潔，值得長期推廣。

五、結論與建議

(一) 研究成果

1. 本研究自 2009 年 5 月至 2014 年 10 月間，捕捉了 16 種 794 隻次，包含有 542 隻不同的個體有繫上金屬腳環、色環，可進行個體辨識，其中酒紅朱雀最為普遍，適合作為鳥類生態健康指標物種。新增紀錄鳥種為栗耳鴉。
2. 分析 369 山莊周圍的廚餘覆蓋度，最大量時為 5 月佔 7.25 平方公尺。廚餘鈉含量 440 mg/100g 為酒紅朱雀的天然食物早熟禾之鈉含量的 147 倍，可能會造成鳥類腎臟疾病。而硝酸鹽的含量為 887 mg/kg，防腐劑和亞硝酸鹽未檢出，均在合理範圍中。
3. 利用自動相機拍攝到 9 種鳥類造訪廚餘堆，拍攝到的鳥類隻次數變化和廚餘堆數量變化的趨勢一致，以拍到酒紅朱雀數量最多，可以區分出 72 隻酒紅朱雀不同的個體，其中一隻色環組合為 LPL 的酒紅朱雀個體最常出現，但自 6 月後未曾在記錄到也未捕捉到，65% 的酒紅朱雀的停留時間不到一分鐘。栗背林鴉造訪頻度非常低，褐頭花翼及深山鶯除了出現頻度也相當低之外，未曾有目擊過該兩種鳥種直接食用廚餘，因此可推測除酒紅朱雀之外，廚餘對其他鳥種的影響是相對較低的。
4. 2014 年 3 至 10 月研究期間採集 40 隻酒紅朱雀的血液進行分析，尿酸濃度最高的個體為 36 mg/dl、膽固醇濃度最高者為 330 mg/dl，然而針對尿酸濃度最高的酒紅朱雀 LGG 個體進行解剖，並未發現痛風情況，其餘個體也未有痛風病灶。
5. 攜帶 8 隻酒紅朱雀檢體下山，受限於運途遙遠，陸續 7 隻個體均因營養不良死亡，其中 5 隻死後變化情況嚴重，部分臟器切片無法順利判讀。有 3 隻個體檢驗出有球蟲寄生、1 隻有毛細線蟲、1 隻有毛滴蟲寄生。可能和廚餘堆往來酒紅朱雀眾多，容易形成寄生蟲感染溫床有關。
6. 綜合而言，廚餘對酒紅朱雀的影響包括食物鈉含量過高、少數個體冬季不向下遷移的行為改變，雖未檢出有痛風病灶，但高密度的個體集中在同一地區，容易造成疾病傳染。廚餘亦可能影響到酒紅朱雀的嘴

喙美觀。樣區的其他鳥類，包括栗背林鴿、金翼白眉、深山鶯及褐頭花翼等，經評估因為出現在廚餘堆的頻度低、時間短，故受到廚餘影響的機會較低。

(二) 建議

1. 立即可行建議

主辦機關：雪霸國家公園保育研究課

協辦機關：武陵管理站

建議事項：

利用雪霸國家公園的網頁及粉絲頁宣導「愛護山林就請將廚餘帶下山，以避免影響野生動物健康」之概念(附錄 3-2)，及製作宣導海報在山莊廚房張貼，提醒登山者廚餘帶下山的基本概念。

2. 長期建議事項

主辦機關：雪霸國家公園遊憩服務課

協辦機關：武陵管理站

建議事項：

雪山高山生態系生態健康指標中，鳥類受廚餘的影響程度已經初步的擬定與瞭解，建議日後加強其他野生動物的健康評估，如獼猴及黃鼠狼等物種。

六、參考文獻

- 朱瑞民、邱雲棕、陳三多、徐興鎔、梁仁忠、張文發、梁鍾鼎、劉正義、劉瑞生、龐飛。獸醫學要覽 8.獸醫病理學。中華民國獸醫學會。台北，1993。
- 吳義興、張甘楠、費昌勇。獸醫學要覽 4.獸醫寄生蟲病學。中華民國獸醫學會。台北，1992。
- 沈永紹、李元貴、周世認、林孫權。獸醫學要覽 9.獸醫實驗診斷學。中華民國獸醫學會。台北，2003。
- 孫元勳、林惠珊。2010。雪山地區高山生態系長期生態調查與研究－鳥類群聚與生態研究。雪霸國家公園管理處委託研究報告。
- 孫元勳、林惠珊。2011。雪山地區高山生態系長期生態調查與研究－鳥類群聚與生態研究。雪霸國家公園管理處委託研究報告。
- 孫元勳、林惠珊。2012。雪山地區高山生態系長期生態調查研究－鳥類群聚與生態研究。雪霸國家公園管理處委託研究報告。
- 張詩芷，2012。鮭魚香腸中組織胺相關衛生品質、組織胺生產菌之分離及禽畜肉摻假之探討。
- 楊文吉，2009。台灣南部地區野生動物疾病病理學研究。國立屏東科技大學獸醫學系碩士論文。
- 楊清刻，2007。乾燥廚餘產物應用於台灣土雞飼養糧之可行性評估。國立嘉義大學動物科學系碩士論文。
- 劉小如、丁宗蘇、方偉宏、林文宏、蔡牧起、顏重威，2010。台灣鳥類誌。行政院農業委員會林務局，台北。
- 賴彥廷，2012。雪山地區369山莊酒紅朱雀的食性研究。國立屏東科技大學野生動物保育研究所碩士論文。
- Beddard, R. (2007) *The Garden Bird Year: A Seasonal Guide to Enjoying the Birds in Your Garden*. New Holland.
- Blake, D. P., and F. M. Tomley (2014) Securing poultry production from the ever-present *Eimeria* challenge. *Trends in Parasitology* 30:12-19.
- Brittingham, M. C., and S. A. Temple (1988) Avian disease and winter bird feeding. *Passenger Pigeon* 50:195-203.

- Carignan, V., and M.-A. Villard (2002) Selecting indicator species to monitor ecological integrity: a review. *Environ Monit Assess* 78:45-61.
- Gavett, A. P., and J. S. Wakeley (1986) Blood constituents and their relation to diet in urban and rural house sparrows. *The Condor* 88:279-284.
- Howe, H. F. (1977) Bird activity and seed dispersal of a tropical wet forest tree. *Ecology* 58:539-550.
- Ishigame, G., G. S. Baxter, and A. T. Lisle (2006) Effects of artificial foods on the blood chemistry of the Australian magpie. *Austral Ecology* 31:199-207.
- Jones, D. N., and S. James Reynolds (2008) Feeding birds in our towns and cities: a global research opportunity. *Journal of Avian Biology* 39:265-271.
- Laverty, G., and R. Wideman, Jr. (1989) Sodium excretion rates and renal responses to acute salt loading in the European starling. *J Comp Physiol B* 159:401-408.
- MacArthur, R. H., and A. T. MacArthur (1974) On the use of mist nets for population studies of birds. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 71:3230-3233.
- Moniello, G., F. Bovera, I. L. Solinas, G. Piccolo, W. Pinna, and A. Nizza (2005) Effect of age and blood collection site on the metabolic profile of ostriches : short communication. *South African Journal of Animal Science* 35:267-271.
- Moss, S., and D. Cottridge (2000) *Attracting Birds to Your Garden*. New Holland.
- Powers, G. (2013) *Leave No Trace*. Xlibris Corporation.
- Townsend, D. E., II, R. L. Lochmiller, S. J. DeMaso, D. M. Leslie, Jr., A. D. Peoples, S. A. Cox, and E. S. Parry (1999) Using supplemental food and its influence on survival of northern bobwhite (*Colinus virginianus*). *Wildlife Society Bulletin* 27:1074-1081.
- Villegas, A., J. M. Sánchez, E. Costillo, and C. Corbacho (2002) Blood chemistry and haematocrit of the black vulture (*Aegypius monachus*). *Comparative Biochemistry and Physiology - Part A: Molecular & Integrative Physiology* 132:489-497.

附錄 3-1 自動相機 2014 年 3 月至 9 月拍攝到造訪廚餘堆的鳥類

鳥種別	色環組合	金屬環號	照片張數	造訪天數	覓食回合	合計停留分鐘數
酒紅朱雀	LPL	B45531	1391	17	41	23.2
酒紅朱雀	OM	B25068	265	14	17	4.4
酒紅朱雀	GGM	B45547	163	11	13	2.7
酒紅朱雀	MGM	B45507	147	11	15	2.5
酒紅朱雀	MRO	B25096	288	9	14	4.8
酒紅朱雀	PRL	A29370	157	9	11	2.6
酒紅朱雀	YRR	B25165	133	8	12	2.2
酒紅朱雀	WWG	B45627	78	8	9	1.3
酒紅朱雀	ALA	B45508	67	8	8	1.1
酒紅朱雀	PGA	B49862	138	7	8	2.3
酒紅朱雀	YRW	B25182	381	6	10	6.4
酒紅朱雀	MLG	B49878	323	6	12	5.4
酒紅朱雀	YAA	YAA	63	6	7	1.1
酒紅朱雀	GOY	B25106	58	6	6	1.0
酒紅朱雀	RMR	B49869	66	5	8	1.1
酒紅朱雀	WG	B25072	227	4	6	3.8
酒紅朱雀	RMA	B49885	184	4	5	3.1
酒紅朱雀	ARR	B49873	131	4	7	2.2
酒紅朱雀	YRY	YRY	75	4	5	1.3
酒紅朱雀	ORO	B25003	56	4	4	0.9
酒紅朱雀	RRO	B25179	46	4	5	0.8
酒紅朱雀	LRR	B45602	221	3	6	3.7
酒紅朱雀	MGP	B45524	108	3	7	1.8
酒紅朱雀	MRR	B45610	65	3	3	1.1
酒紅朱雀	ORR	B25097	56	3	3	0.9
酒紅朱雀	RRY	B25018	55	3	6	0.9
酒紅朱雀	ROR	B25173	47	3	3	0.8
酒紅朱雀	LGG*	B49846	44	3	3	0.7
酒紅朱雀	PLR	A29361	36	3	3	0.6
酒紅朱雀	ALO	B25040	35	3	4	0.6
酒紅朱雀	PRP	B45601	30	3	4	0.5
酒紅朱雀	GW	B25075	21	3	3	0.4
酒紅朱雀	GPR	B45636	20	3	4	0.3

雪山高山生態系生態健康指標調查

鳥種別	色環組合	金屬環號	照片張數	造訪天數	覓食回合	合計停留分鐘數
酒紅朱雀	AAG	B24965	17	3	3	0.3
酒紅朱雀	LAG	B45528	15	3	3	0.3
酒紅朱雀	RRP*	B45527	86	2	3	1.4
酒紅朱雀	GYM	B25087	57	2	3	1.0
酒紅朱雀	RYW	B25170	43	2	2	0.7
酒紅朱雀	MG	B25073	32	2	3	0.5
酒紅朱雀	YM	B45621	30	2	2	0.5
酒紅朱雀	LLP*	B45503	23	2	3	0.4
酒紅朱雀	MAG	B49884	19	2	2	0.3
酒紅朱雀	PAP	B45510	19	2	2	0.3
酒紅朱雀	RRA	A29322	16	2	2	0.3
酒紅朱雀	LAL	B49866	15	2	2	0.3
酒紅朱雀	WWA	B45638	13	2	2	0.2
酒紅朱雀	RAY	B245108	5	2	2	0.1
酒紅朱雀	MPM	B49872	94	1	3	1.6
酒紅朱雀	MMY	B25074	35	1	1	0.6
酒紅朱雀	GAY	B25181	20	1	2	0.3
酒紅朱雀	PLA	B25041	16	1	1	0.3
酒紅朱雀	AA	B24980	15	1	1	0.3
酒紅朱雀	RGM	B49881	11	1	1	0.2
酒紅朱雀	ALY	B25050	10	1	1	0.2
酒紅朱雀	ARA	B49873	10	1	1	0.2
酒紅朱雀	OR	B25065	10	1	1	0.2
酒紅朱雀	LLR	B24967	9	1	1	0.2
酒紅朱雀	RLA	B24987	8	1	1	0.1
酒紅朱雀	YG	B45614	6	1	1	0.1
酒紅朱雀	ARL	B25039	5	1	1	0.1
酒紅朱雀	AW	B25178	5	1	1	0.1
酒紅朱雀	GMR	B49845	5	1	1	0.1
酒紅朱雀	MLL	A29362	5	1	1	0.1
酒紅朱雀	PAR	B45609	5	1	1	0.1
酒紅朱雀	WRR	B25180	5	1	1	0.1
酒紅朱雀	PLL	A29324	4	1	1	0.1
酒紅朱雀	MP	B49899	3	1	1	0.1
酒紅朱雀	RAO	B25166	3	1	1	0.1
酒紅朱雀	RGA	B45544	3	1	1	0.1

鳥種別	色環組合	金屬環號	照片張數	造訪天數	覓食回合	合計停留分鐘數
酒紅朱雀	RWO	B25169	3	1	1	0.1
酒紅朱雀	RYO	B25169	3	1	1	0.1
酒紅朱雀	ALR	A29369	1	1	1	0.0
栗背林鴿	LM	A32944	34	4	6	0.6
栗背林鴿	YY	K29838	10	2	2	0.2
褐頭花翼	AL	A29366	115	5	13	1.9
褐頭花翼	GO	A52951	124	5	9	2.1
褐頭花翼	GR	GR	146	4	9	2.4
褐頭花翼	GW	GW	80	2	7	1.3
褐頭花翼	LG	A32913	21	2	2	0.4
褐頭花翼	LM	A32934	63	3	4	1.1
褐頭花翼	PG	A32931	102	2	8	1.7
褐頭花翼	PL	A51124	12	1	2	0.2
褐頭花翼	PP	A32939	204	4	11	3.4
褐頭花翼	PR	A32952	10	1	1	0.2
褐頭花翼	RW	A52954	59	1	5	1.0
褐頭花翼	YG	A52952	44	2	5	0.7
褐頭花翼	YR	A32949	104	2	5	1.7
深山鶯	MP	K29862	143	11	26	2.4

*表示為已經帶下山解剖的酒紅朱雀個體

(資料來源：本研究資料)

附錄 3-2 廚餘的任意丟棄將危害野生生物健康等海報宣導建議內容



愛護山林就請將廚餘帶下山

部分登山者誤以為傾倒廚餘是在幫大地施肥，這是錯誤的。高海拔地區廚餘難以分解，造成環境髒亂，同時影響到野生動物的行為與健康。

雪霸國家公園委託屏科大鳥類生態研究室的研究顯示，隨意傾倒的廚餘堆是鳥類集中的地方，同時也是鳥類疾病傳染的溫床，多鹽、多油的餽水食物隨意棄置，恐造成鳥類的疾病及傳染病散布。

提醒山友：食物揸的上山，廚餘更應該揸下山

根據國家公園法，區域內禁止任意拋棄果皮、紙屑或其他污物，違者依法可開罰。隨意傾倒廚餘已經違法，可處罰鍰 1500 元，切莫以身試法。



愛護山林就請將廚餘帶下山

部分登山者誤以為傾倒廚餘是在幫大地施肥，這是錯誤的。高海拔地區廚餘難以分解，造成環境髒亂，同時影響到野生動物的行為與健康。雪霸國家公園委託屏科大鳥類生態研究室的研究顯示，隨意傾倒的廚餘堆是鳥類集中的地方，同時也是鳥類疾病傳染的溫床，多鹽、多油的餽水食物隨意棄置，恐造成鳥類的疾病及傳染病散布。

提醒山友：食物揸的上山，廚餘更應該揸下山。根據國家公園法，區域內禁止任意拋棄果皮、紙屑或其他污物，違者依法可開罰。隨意傾倒廚餘已經違法，可處罰鍰 1500 元，切莫以身試法。

第四章 雪山登山遊客生態旅遊健康指標研究

李介祿、王青怡、黃瀚輝、成瑋、黃瓊逸、張簡仕傑、吳京翰、林家民
中興大學森林學系

摘要

關鍵詞：雪山登山客、心理幸福感、生活品質、生活滿意度、壓力知覺

一、研究緣起

自然環境可帶來有利或改善人們的身體等益處是長年來自然主義者、自然風景相關建築師、哲學家、都市計畫者和當代社會科學家的論點。綠色環境潛藏許多可以帶來人們身體健康的機制，如綠色自然環境可以鼓勵或建立人們從事身體方面的休閒遊憩活動：爬山、健行等；綠色風景與環境亦可促進人體的免疫系統，如減少壓力所帶來的身體衰弱、防止心血管疾病以及改善空氣品質等。雪霸國家公園的雪山登山路線為國內知名登山路線，每年到此從事登山旅遊的登山客者眾多，但卻鮮少有關於他們的研究，本研究目的為透過心理幸福感、生活品質、生活滿意度及壓力知覺等量表得知雪山登山客在登山體驗後的生態旅遊健康知覺，以瞭解彼此間的關係。

二、研究方法及過程

本研究採用問卷調查法且希望受訪者為經過登山體驗後的登山客且考慮到登山客填寫問卷的方便性，因此將調查地點選擇在雪山登山客下山必經的雪山登山口服務站與三六九山莊。本研究實際現地調查共 11 次，問卷內容包含遊客行為、心理幸福感、生活品質、生活滿意度、壓力知覺與個人社經背景資料等 6 大部分。而心率變異分析儀器測量交感副交感神經比值、自律神經總活性、壓力指數與生理年齡等。

三、研究結果

1. 透過社會人口統計資料發現，雪山路線登山客以男性為主佔 66.3%，平均年齡約為 37 歲。族群則以自認閩南族群(67.3%)為主，職業狀況部分則以全職在外工作的登山客佔 75.4%，且 71%的登山客都擁有大學以上的高學歷。

2. 在遊客行為部分，研究結果發現來到雪霸國家公園的登山客多為第 1 次來雪霸國家公園雪山進行登山體驗(69.5%)，且多具有其他 3000m 以上高山的登山體驗(51.9%)。研究結果得知登山資訊的來源以親友(43.7%)及網路(31.7%)為主要來源，其他登山資訊來源，包括從學校以及民間的登山社團等相關團體。且雪山登山路線之登山客以雪東線為主，其中最受吸引且印象深刻的風景前三名為雪山主峰、黑森林以及雪山圈谷。另外登山客結伴出遊類型以朋友結伴上山為主(48.0%)。最後，過半數(82.3%)的登山遊客希望能得到更多與雪霸遊憩相關的知識與資訊，透過雪山登山路線的體驗，大多數的遊客認同雪霸國家公園對於保育的用心以及其知識宣傳。
3. 在心理幸福感、生活品質、生活滿意度以及壓力知覺量表部分，目前發現雪山登山客之心理幸福感知覺問項中平均數最高為“這次登山是值得的”，整體心理幸福感知覺平均數為 4.31。生活品質知覺問項中平均數最高為“您四處行動的能力好嗎”，整體生活品質知覺平均數為 3.75。生活滿意度知覺問項中平均數最高為“我認為目前的生活狀況很好”、“我對目前的生活感到滿意”和“目前的生活情形，大部分是符合我的期望”，整體生活滿意度知覺平均數為 3.84。整體壓力知覺總分平均數為 23.21，表示雪山登山客在登山體驗後心理幸福感、生活品質、生活滿意度知覺都在量測的平均值之上，登山客尤其認同整體心理幸福感知覺。而登山客相對於壓力知覺，則普通偏低，在量測的平均值之下。
4. 針對雪山登山客之社會人口資料的心理幸福感、生活品質、生活滿意度與壓力知覺之差異性分析，發現 41 歲以上的遊客對於生活滿意度及生活品質知覺的滿意程度高於 40 歲以下之登山客，但是壓力知覺低於 40 歲以下的登山客；經歷過婚姻的登山客對於生活滿意度及生活品質知覺的滿意度相較於未婚遊客高，而壓力知覺低於未婚的登山客；學生之壓力知覺的高於家管或退休登山客；外國登山客之壓力知覺高於台灣本地的登山客；高中以下的學歷其壓力知覺顯著高於專科、研究所以上等學歷，但是生活品質知

覺低於專科及研究所以上的學歷；最後分析結果顯示擁有越高收入之遊客，對於壓力知覺越低。研究結果顯示，壓力知覺在不同年齡、婚姻狀況、族群、職業狀況、教育程度的登山客具有顯著差異，表示壓力知覺容易在不同登山客族群中產生差異。

5. 在心理幸福感、生活品質、壓力知覺及生活滿意度相關分析中，發現心理幸福感、生活品質對生活滿意度具有顯著性的正向影響，而壓力知覺則對生活滿意度有顯著的負向影響，意即心理幸福感和生活品質知覺越高，生活滿意度越高，而壓力知覺越低，生活滿意度越高。
6. 針對不同參與程度登山客分析其心理幸福感、生活品質、生活滿意度及壓力知覺的差異性分析，發現造訪雪霸國家公園及登山活動參與程度頻率越頻繁，壓力知覺則有越低的趨勢，而生活滿意度和生活品質則會提高。
7. 在生活滿意度的預測，使用心理幸福感、生活品質 4 個因子及壓力知覺為自變項，對生活滿意度進行多元迴歸分析，發現心理幸福感、生活品質因子中的心理和社會關係因子皆對生活滿意度有顯著性且正向的預測力，解釋力達 43%，顯示其 3 者對於生活滿意度有高度的預測能力。換句話說，登山客的心理幸福感、生活品質知覺會正向影響生活滿意度。另外，本研究為更瞭解是哪些心理幸福感及生活品質知覺問項會影響生活滿意度預測力，做了更進一步的分析，發現生活品質中登山客對其生活品質、生命的意義、對自己的滿意度、集中精神、人際關係、性生活與朋友的支持之精神層面認同都能有效且正向的預測生活滿意度。而心理幸福感中愉快地回憶、可以全心投入自己想做的事情與整體登山經驗的滿意度可以有效及正向的影響生活滿意度。
8. 研究中也對 614 位問卷受訪者中的 100 位自願參與之登山客進行心率變異儀器的量測，發現過半數的登山客都保持良好的健康狀態，其對於自身壓力知覺與實際壓力指數人數百分比趨勢相當，顯示登山客在登山活動後壓力有減輕的趨勢。

9. 研究限制部分，因為經費、儀器與人力的限制，導致儀器實際測量人數只有 100 人，且只有後測，僅能代表登山客在登山體驗後的自律神經平衡、壓力狀態與心律變異數資料，無法得知登山客登山前後健康狀態是否有變化。

四、建議事項

(一) 立即可行之建議

增加雪霸國家公園針對遊憩與人們健康相關知識於網站和導覽手冊。根據本研究對雪山登山客訪察的結果，超過八成的登山客希望可以獲得更多與雪霸遊憩相關的遊憩資訊，如承載量及生態旅遊等。此外，研究結果亦發現登山活動對於登山客的健康知覺有提升的效果尤其在心理健康的部分，建議可以在雪霸國家公園官方網頁及導覽手冊進一步加強宣傳遊憩與健康知覺結合的相關知識相關議題，如登山活動可以降低壓力知覺與提升心理健康。鼓勵遊客可以多前往雪山進行登山活動，放鬆身心壓力。

主辦機關：雪霸國家公園

協辦機關：國立中興大學森林學系

(二) 持續研究之建議

進行整個雪霸國家公園健康指標之建立。由於計畫調查時間、人力及經費有限，本次研究僅能瞭解登山體驗後之雪山登山客之心理幸福感、生活品質、生活滿意度及壓力知覺，以及心律變異變化，未來建議可以將研究擴及到整個雪霸國家公園，包含武陵、雪見及觀霧等遊遊客身心健康知覺之差異。並同時比較像登山客與一般遊客的健康知覺之異同，建立雪霸國家公園遊客身心健康指標。

主辦機關：雪霸國家公園

協辦機關：國立中興大學森林學系

Abstract

The purpose of this study was to explore the health relationship between psychological well-being, quality of life, life satisfaction and perception of stress for Sheishan hikers in the Sheipa National Park. There were 614 Sheishan hikers participating in the questionnaire survey and 100 hikers participating in the Heart Rate Variability (HRV) Instrument test.

The result of socio-demographic analysis showed that 66.3% mountain hikers were male. The mean age was 37 years old. There were 67.3% of hikers self-identified themselves as Hoklo people. 75.4% of the mountain hikers had full time job outside their home and 71% hikers had college degree and above.

For the recreation behavior of mountain hikers, we found 69.5 % of the mountain hikers were first time visitors to the Sheishan in Sheipa National Park. 51.9% hikers have experience hiked other high mountains over 3000m. The main sources of mountain hiking information were from family and friends (43.7%) and Internet (31.7%). Other sources of mountain hiking information were from school and mountain club. The East Sheishan Trail was the most frequently used trail by Sheishan hikers, and the hikers were most attracted by Sheishan main peak, Black forest and Sheishan glacial cirque. 48.0 % of the mountain hikers visited with their friends. Finally, more than half of the mountain hikers (82.3%) would like to receive more information about recreation and conservation knowledge such as recreation carrying capacity and ecotourism.

The mean score of psychological well-being was 4.31 in the 5 point scale. The hikers ranked highest on “I felt that this trip is very rewarding” and “I did have particularly happy memories of this trip”. The mean score of quality of life was 3.75. The hikers ranked the items highest on “How well are you able to get around” and “To what extent do you feel your life to be meaningful”. The mean score of life satisfaction was 3.84. The hikers ranked the items highest on “How well are you able to get around” and “To what extent do you feel your life to be meaningful”. Lastly, the mean score of stress perceptions for

mountain hikers was 23.21, which was lower than the general average. Overall, the result showed Sheishan hikers perceived higher psychological well-being, quality of life, and life satisfaction, but lower perceptions in stress than the general average.

The Analysis of Variance (ANOVA) test results showed that the mountain hikers with 40 years old or above had higher perceptions of life satisfaction and quality of life than those below 40 years old. The married mountain hikers had higher perceptions of life satisfaction and quality of life than those single hikers. In addition, different national groups, education, and occupational status hikers had different perceptions of stress.

The correlation analysis revealed that psychological well-being, quality of life, and life satisfaction had significant and positive relationship. But perceptions of stress showed significant and negative correlation with psychological well-being, quality of life, and life satisfaction. The result showed that frequency of participation in visiting Sheipa National Park and mountain hiking had different perceptions of stress. We found the more frequently participated hikers had lower perceptions of stress. The multiple regression model analyses revealed that two factors in quality of life, i.e., psychological factor and social relationship factor, and psychological well-being significantly predicted life satisfaction with R^2 equaled 0.43. Furthermore, we found psychological factor in quality of life contributed more on life satisfaction than social relationship factor and psychological well-being.

There were 100 mountain hikers participated in the HRV instrument test. The result showed that more than 50% mountain hikers had good health conditions. Furthermore, perceptions of stress and Physical Stress Index (PSI) showed similar pattern. The findings showed that mountain hikers had lower stress than the general average. The management implications and future studies for mountain tourism and recreation were also provided.

【Keywords】 Psychological well-being, quality of life, life satisfaction, stress

一、前言

自然環境可帶來有利或改善人們的身體等益處是長年來自然主義者、自然風景相關建築師、哲學家、都市計畫者和當代社會科學家的論點。最早在科學領域探討兩者間關係議題係由 1984 年位於美國的一家醫院對於綠地與病人關連性之研究起頭，但就像曇花一現，此類議題在當時依然不被重視，直到近 10 年來科學研究者才開始把研究焦點放在自然環境與人體健康 (Kuo, 2010)。雪霸國家公園的雪山登山路線為國內知名登山路線，每年到此從事登山旅遊的登山客者眾多。然而，我們發現少有關於登山客的研究。大部分研究多集中於一般遊憩區之遊客，而且主題侷限於登山路線分級、生態旅遊效益、遊客滿意度及遊客人次季節性變動等少數研究(林建安，2002；柯嘉鈞、歐聖榮，2004；曾偉君、游惠如，2006；郭殷豪、游鈞裕、賴軍霖，2013)。本研究目的為透過心理幸福感、生活品質、生活滿意度及壓力知覺等量表得知雪山登山客在登山體驗後的生態旅遊健康知覺，以瞭解彼此間的關係。

許多學者的研究提到，在戶外環境下所從事的休閒遊憩活動可為人們帶來健康效益，包含身體與心理 (Dustin et al., 2010；Kaczynski et al., 2008；Kaplan, 1995)。Kuo (2010) 認為綠色環境潛藏許多可以帶來人們身體健康的機制，如綠色自然環境可以鼓勵或建立人們從事身體方面的休閒遊憩活動：爬山、健行等；綠色風景與環境亦可促進人體的免疫系統，如減少壓力所帶來的身體衰弱、防止心血管疾病以及改善空氣品質等。Dustin et al. (2010) 在其研究中提到與休閒健康效益相關的概念模式，稱為健康導向生態系模式 (ecological model of health promotion) 如圖4-1。此模式主要想表達人類依賴地球而活，為了之後能夠永續生存且維持地球健康，非只考慮個人的健康，反而要將家庭、社會、國際甚至全球的生物圈都納入考慮，因為這些單元相互影響作用。另外健康的提升不只是單純生物的需求，同時也包括休閒遊憩的文化、美學及精神上的幸福感等，這意涵不論是公園的效益、遊憩和旅遊等遊憩相關議題未來將必須考慮和評估它們對維持地球生命健康的幫助程度。在這方面，鼓勵和促進人們從事戶外遊憩活動是一項積極的策略，能避免城市中產生過多受到慢性疾病困擾的人口，且從事休閒遊憩所需要的費用比支付醫藥費還要來的便宜，因此這些

學者建議無論是公園、休閒遊憩或旅遊服務應將此模式內涵考慮在經營管理和服務之中(曾偉君、游惠如, 2006; Dustin et al., 2010; Kaczynski et al., 2008; Kaplan, 1995; Liechty et al., 2014)。其中Liechty等人(2014)提到, 公園與遊憩相關單位與健康相關團體的合作與互動有助於提高大眾的健康觀念, 顯示國家公園、森林遊樂區等含有自然環境的遊憩場地對於提高民眾的健康觀念與實質健康。而休閒效益、生活品質甚至是生活滿意度的內涵中皆包含健康的概念。

Brownson et al. (2001) 的研究中曾提到, 戶外休閒遊憩環境 (如完善的設施和令人愉悅的風景) 和遊憩中進行身體方面的休閒活動與休閒健康效益有正面的相關性。休閒效益可帶來個人的身心健康、情感的抒發、改善心肺功能、解除壓力、從自然中學習並認識環境、增進人際互動以及獲得較佳的社會適應經驗和自我發展。鄭天福 (2009) 對於登山者的研究將休閒效益定義為參與者在登山過程以及結束後個人的需求被滿足。陳宗昌、余智生 (2008) 對於走路者的研究發現, 從事走路等活動, 對於休閒的生理效益和心理效益有提升的作用。



圖4-1. 健康導向生態系模式 (引用自Dustin et al., 2010)。

(資料來源：本研究資料)

休閒遊憩不只帶來人們生理與心理方面的效益，同於也增加人們的社會互動、提振精神、增加視野以及提供聰明且有效利用時間的機會 (Ajzen, 1991; Wankel and Berger, 1991)。以下為人們從事遊憩活動將帶來的休閒效益：

(一)減少壓力和焦慮：

從事遊憩活動一種良好的方法，可提供降低緊張感、減少壓力和控制一些因為情感、勞動、經濟或是身體等原因造成的壓迫感。

(二)改善身體健康：

從事遊憩活動可以使人們的身體狀況獲得改善，並提供以自然的方法改善生命健康之方式。

(三)增加社會互動：

休閒遊憩幫助人們發展與其他社會群體中成員正面的關係。人們可以透過遊憩活動分享相同的興趣同時也可以帶來鼓勵與促進正向的社會互動。

(四)提振精神：

休閒遊憩活動提供一種重要的方法來補充人們的精力或能量並使他們能夠充滿精神的去應付下一階段的工作。遊憩同時亦修復人們的精神並讓人們重新回復快樂的感覺。

(五)提供有效利用時間的機會：

休閒遊憩可以幫助人們有效、聰明且健康的利用時間 (Driver, 1997; Driver & Burns, 1999)。

在休閒效益的構面及內涵上，Bammel and Burrus-Bammel (1992) 曾提出休閒遊憩效益可分為生理、心理、社交、放鬆、教育及美學等六種效益。Driver (1991) 則認為休閒效益的內涵包括人際關係、體適能、防止社會問題發生、穩定社群以及身心獲得滿足。葉晉利 (2008) 將休閒效益內容概分為身心靈三方面，意指生理面、心理面以及靈性面，認為透過這三種層面產生不同性質與程度的影響，將直接或間接使人產生正向的休閒效益。而近年來休閒效益研究的議題更進一步延伸到心理幸福感 (psychological well-being, PWB) 這一塊。

心理幸福感指的是個人對於周遭生活事物體驗後自我實現以及正負向情緒的感受，為評估個人生活品質的一個重要指標，相較於生活品質與生活滿意度來說，心理幸福感更重視的是體驗過程中的感受而非結果。這項定義整合了人類的認知與情緒對幸福感認知的影響 (Andrews & Withey, 1976; 陸洛, 1998)。呂佩勳 (2009) 發現從事健康旅遊體驗對於幸福感有正向的影響，而這個影響除了來自於遊客本身的人格特質之外，亦包含其健康生活的形態。心理幸福感的理論基礎來自於實現理論，也就是說心理幸福感特別關注與強調自我實現與人生意義，所以心理幸福感中涵蓋6個向度(Ryff, 1989)，包含：1.自主性：自我決定、獨立，能夠對個人的行為進行自我調整、2.環境駕馭：具有駕馭環境的意識並能夠很好的駕馭環境、3.個人成長：認為自我處於不斷成長與提高的過程中、4.積極的人際關係：擁有融洽、真誠的人際關係、5.生活目的：有生活目標和方向感、6.自我接受：對自我持有肯定的態度。登山活動一向被認為需要高度專注力及挑戰自我的活動，是一種重視過程大於結果的活動，因此在從事登山活動過程中所感受到的心理幸福感對於登山客本身的生活品質與生活滿意度具有一定的影響力。因此在本研究中，心理幸福感定義為登山客在登山活動體驗後對於過程中的認知與情感的感受程度。

生活品質的概念中也涵蓋了健康這個觀念，休閒領域對於生活品質的定義是由心理及社會科學所整合延伸，將其觸角延展至個人對自身（包含生理和心理層面）、社會經濟甚至是整個社會平衡的綜合滿意度 (Schmidt et al., 2005)。Ferrans (1996) 發展出生活品質之概念模式 (conceptual model of quality of life)，認為生活品質應包含4個向度，分別為：1. 健康與身體功能、2. 心理與精神、3. 社會與經濟狀況、4. 家庭狀況。目前生活品質的量測已和人們生活標準較無關連，反而是將焦點兩個基本的測量方法上面，第一項為主觀幸福感 (subjective well-being, SWB)，著重於自我感知的快樂、愉悅、實行以及愛好 (Diener & Lucas, 1999)。另外一項則為客觀的生活品質評估，包括一般的社會、經濟以及健康指標 (UNDP, 1998)，反映出人類需要哪種需求和滿足程度。因此，生活品質可以定義為一個人對於他們生活的文化和價值觀系統中的生活目標認知，以及生活目標和期望、標準和關心程度間的關係。這是一種範圍廣泛且包含主觀與客觀的概念，複雜的影響個人的身體健康、心理狀態、獨立程度、社會關係和其與特定

生活環境間的關係 (WHOQOL Group, 1995；姚開屏，2002)為一個多向度的概念。

生活滿意度為相對主觀的體驗，有個別的差異存在，依照個人的需求、興趣、價值觀而有所不同，很難以某一特定的標準來衡量。當察覺到自己是自由的、主動去從事一些活動時，人生的愉快、興奮、放鬆、滿足將隨之而來，代表這些經驗是有益身心健康。而休閒旅行經驗之累積，是構成個人對自我生活滿意度的評價，而生活滿意度就是人生幸福的重要指標 (余嬪，1998)。生活滿意度與生活品質最大的不同在於生活滿意度為對生活整體的主觀感受是一個單一向度的概念，而生活品質包含主觀感受與客觀的評估。當生活品質主客觀條件獲得滿足時，人們才會有較高的生活滿意度知覺。此外，生活滿意度普遍被認為與快樂有直接的關聯 (Diener et al., 1985)，當人們感受到快樂，就會對生活感到滿意。Diener et al. (1985) 提出一個觀點，他認為個體會建構一套適合自己的標準，並將生活中所體驗的事件與這項標準做比較，相較於以外在條件為基礎之客觀標準，生活滿意度為個體性評斷。在影響生活滿意度的因子方面，學者認為健康、財富和婚姻美滿等因素皆包含其中，每個人對於這些生活面向重視程度都不同；但是對於這些因素中健康因子是許多人關心之中心議題。因此生活滿意度是個人對自己生活做整體性評估和判斷，並將個人之期望與外在標準做比較，來決定自己對當前生活情形滿意程度，當個人目標與現實成就間之差距越小，代表其生活滿意度越高 (Pavot et al., 1991)。本研究認為，登山客在進行登山活動過程中體會到的心理幸福感與其可以從事登山活動的生活品質主客觀條件知覺將會影響登山客對於整體生活滿意度的主觀感受。

另一項與健康有關的議題為壓力，Lazarus and Folkman (1984) 指出，壓力是因人而異的主觀評價與因應之結果，亦即當人們將某一事件評價為壓力事件，但是本身又無法因應這起壓力事件時，則壓力知覺才會產生。換言之，壓力知覺的形成與不同的人格特質 (Lecic-Tosevski, Gavrilovic, Knezevic, & Priebe, 2003) 以及壓力的因應策略有關 (Tak, Hong, & Kennedy, 2007)。在壓力因應層面，假如人們可以採取有效的因應策略，像是找人傾訴而獲得安慰 (Tak, 2006) 和參與休閒活動 (Chang & Yu,

2013)，則可以減輕壓力知覺。而透過自律神經的量測可以得知人們生理方面的壓力狀態。自律神經系統又稱為內臟神經系統 (visceral nervous system)，是周邊神經系統 (peripheral nervous system) 的一部分，主要控制攸關性命的生理功能，諸如心臟搏動、呼吸、血壓、消化與新陳代謝、性器官功能等。在大部分的情況下，因為自律神經系統的作用是透過非意識主控的反射動作進行，所以我們無法察覺它的運作。例如，我們不會察覺目前的血壓有多少。因此，醫學上將這個神經系統冠上「自律」二字 (Youmans, 1962)。此外，亦可透過量表來得知受訪者本身的壓力知覺，Cohen et al. (1983) 透過壓力知覺量表的量測發現到其量表不僅具有極高的信效度，同時亦可讓受訪者得知當前的壓力知覺是否只是一時無須擔心，或是自身的壓力知覺因長期累積甚至可能導致憂鬱症等疾病需要求助醫生等預警的功用。

綜合上述文獻，本研究認為登山客來到雪霸國家公園之雪山從事登山活動，其心理幸福感、生活品質及壓力將會影響登山客之整體生活滿意度，亦為整體的健康知覺。

二、研究方法

(一)調查地點

本研究希望受訪者為經過登山體驗後的登山客且考慮到登山客填寫問卷的方便性，因此將調查地點選擇在雪山登山客下山必經的雪山登山口服務站(E 121.298794, N 24.385880)與三六九山莊(E 121.254709, N 24.392298)如圖 4-2。



圖 4-2. 雪山登山路線圖。

(資料來源：雪霸國家公園)

(二)調查時間

本研究實際現地調查共 11 次，分別為 2014 年 3 月 15-17 日、2014 年 3 月 24-23 日、2014 年 4 月 4-6 日、2014 年 4 月 19-20 日、2014 年 4 月 26-28 日、2014 年 6 月 14-15 日、2014 年 6 月 21-22 日、2014 年 7 月 19-20 日、2014 年 7 月 26-27 日、2014 年 8 月 16-17 日、2014 年 8 月 30-31 日。而 2014 年 3 月 29 日當天因為天候不佳導致山壁崩落，道路中斷，所以當天調查暫停一次，另外 2014 年 5 月 9-10 日、2014 年 5 月 16-17 日及 2014 年 5 月 24-24 日等五月份預計出發調查日皆因梅雨季節導致天候不佳而取消，日期、時間與天氣狀況如表 4-1。

表 4-1. 調查時間及天氣狀況

調查次數	調查人數	日期	調查時間	天氣
1	3 人	20140315(六)	下午	雨天
		20140316(日)	整天	晴天
		20140317(一)	早上	晴天
2	3 人	20140322(六)	下午	晴天
		20140323(日)	整天	晴天
3	1 人	20140329(六)	無	雨天
4	3 人	20140404(五)	下午	晴天
		20140405(六)	整天	晴天
		20140406(日)	整天	晴天
5	3 人	20140419(六)	下午	晴天
		20140420(日)	整天	晴天
6	1 人	20140426(六)	下午	陰天
		20140427(日)	整天	陰天
		20140428(一)	整天	陰天
7	3 人	20140509(六)	調查取消	雨天
8	3 人	20140516(六)	調查取消	雨天
9	2 人	20140523(六)	調查取消	雨天
10	4 人	20140614(六)	下午	晴天
		20140615(日)	整天	晴天
11	3 人	20140621(六)	下午	晴天
		20140622(日)	整天	晴天
12	5 人	20140719(六)	下午	晴天
		20140720(日)	整天	晴天
13	6 人	20140726(六)	下午	晴天
		20140727(日)	整天	晴天
14	6 人	20140816(六)	下午	雨天
		20140817(日)	整天	晴天

(資料來源：本研究資料)

表 4-1. 調查時間及天氣狀況(續)

調查次數	調查人數	日期	調查時間	天氣
15	6 人	20140830(六)	下午	晴天
		20140831(日)	整天	晴天

註：1. 實際調查 11 次共 25 天。

2. 20140329 因下雨導致山壁崩塌中斷道路，故調查暫停一次。

3. 20140509.16.23 因梅雨季天候不佳，故調查暫停。

(資料來源：本研究資料)

(三)研究工具

在心理幸福感(psychological well-being, PWB)方面，採用由Hills and Argyle (2002) 發展的心理幸福感量表，此量表適用於衡量自然旅遊者的心理效益。在生活品質方面，將採用世界衛生組織生活品質小組發展的WHOQOL-BREF生活品質量表(World Health Organization, WHO, 1996)且經由姚開屏 (2002) 修改為適合用於臺灣本土之生活品質量表，其量表包含生活品質中的生理、心理、社會關係和環境等4構面，共28題。在生活滿意度方面，將採用Diener (1984) 的生活滿意度量表 (SWLS) 作為判斷登山客對於登山體驗後對生活滿意度知覺的依據。最後在壓力量表部分則採用Cohen et al. (1983)的壓力知覺量表，以得知登山客在登山體驗後壓力知覺如何。上述4個量表皆為目前被全世界研究學者廣泛使用的評估量表，具有良好的信度和效度。

在心理幸福感、生活品質與生活滿意度以及壓力知覺之題型設計方面，則採用 Likert 五尺度量表進行量測，根據吳明隆、涂金堂 (2006) 研究指出，Likert 五尺度量表適用於大部分的問卷調查，一般人對於超過五尺度的量表有較不佳的判別力，但此量表可以表示溫和與強烈意見之間的區別，也增加其量表的可靠性。故本研究於此三量表題型的設計皆採用 Likert 五尺度量表來進行調查。

1. 遊客行為

本研究針對遊客行為設計9題相關問項，包含(1)請問您第一次來“雪霸國家公園”嗎；(2)請問您第一次來“雪山”進行登山旅遊嗎；(3)請問在過去

這12個月中，除了雪山之外，您還到過其他“3000m以上”的高山進行登山活動嗎；(4)請問您如何得知登山資訊；(5)請問您本次的登山路線為主東峰線嗎；(6)請問在登山路線中下列哪些登山景點最吸引您；(7)請問您這次是和誰出遊；(8) 請問您會想獲知更多與雪霸遊憩相關的資訊（如承載量、生態旅遊）嗎；(9) 請問您來雪山進行登山體驗可以幫助您增加生態保育的相關知識嗎等9題。

2. 心理幸福感

參考Hills and Argyle (2002) 之前人研究，並配合研究需求將心理幸福感修改成8個問項如下表4-2，選項採用Likert五尺度，由『非常不同意』、『不同意』、『沒意見』、『同意』至『非常同意』，依序分別給予1至5分。

3. 生活品質

本研究參考WHOQOL-BREF生活品質量表(World Health Organization, WHO, 1996)且經由姚開屏 (2002) 修改為適合用於臺灣本土之生活品質量表，如表4-3，選項採用Likert五尺度，依頻率與程度的不同有『非常不滿意』、『不同滿意』、『普通』、『滿意』至『非常滿意』以及『完全沒有』、『有一點有』、『普通』、『很有』至『非常有』等依序分別給予1至5分。

4. 生活滿意度

本研究參考Diener et al. (1985) 所發表的生活滿意度量表，並配合研究需求目的將量表修改成5個問項，如表4-4，選項採用Likert五尺度，由『非常不同意』、『不同意』、『沒意見』、『同意』至『非常同意』，依序分別給予1至5分。

5. 壓力知覺

本研究參考Cohen et al. (1983)所發表的壓力知覺量表，共14題如表4-5。目的在於瞭解登山客經過數天的登山體驗後期壓力知覺如何。選項採用Likert五尺度，由『從不』、『偶爾』、『有時』、『時常』至『總是』，依序分別給予0至4分。

6. 個人社經背景資料

遊客的社經背景資料包括性別、年齡、婚姻狀況、族群、職業狀況、教育程度及家庭年收入等7項。

- (1)性別：分為男性、女性2項。
- (2)年齡：請遊客自行填答。
- (3)婚姻狀況：分為已婚、未婚、離婚及鰥夫寡婦4項。
- (4)族群：分為閩南、客家、外省、原住民、兩者以上及外國人6項。
- (5)職業狀況：分為全職在外工作、全職家管與退休、學生及目前沒有工作4項。
- (6)教育程度：分為國中小以下、高中、專科、大學肄業、大學、研究所肄業、研究所以上7項。
- (7)個人年收入：分為少於NT\$200,000、NT\$200,001-\$399,999、NT\$400,000-\$599,999、NT\$600,000-\$799,999、NT\$800,000-\$999,999及NT\$1,000,000以上共6項。

詳細中英文問卷，請參考本文末之附錄。

(四)資料分析

敘述性統計方面，包含次數分配表、平均值和標準差等，顯示當前雪山登山路線登山客的主要特性與結構，並瞭解他們目前對於心理幸福感、生活品質、生活滿意度以及壓力等知覺為何。後續推論性統計分析包括 t 檢定、單因子變異數分析、相關分析以及多元迴歸等分析等，以瞭解登山客心理幸福感、生活品質知覺及壓力知覺對於生活滿意度的影響程度。此外本研究使用交感及副交感神經監測的儀器即心率變異分析儀，來對照雪山登山客他們實際壓力指數與自身壓力知覺的差異，心率變異分析儀使用台灣科學地所研發之心律大師(台灣科學地，2014)，為一種非侵入式的心率變異測量儀器，如圖 4-3，量測數值包含心律變異性(Heart rate variability, HRV)、LF/HF 值，壓力指數(Physical stress index, PSI)以及生理年理等。透過 t 檢定和 ANOVA 分析，可以得知不同性別、年齡、婚姻狀況、職業、教育程度、族群、個人年收入等對於心理幸福感、生活品質、生活滿意度與壓力知覺是否有顯著差異。在多元迴歸分析部分，主要目的為更清楚瞭解登山客心理幸福感、生活品質、生活滿意度以及壓力知覺之間的因果關係和心理幸福感與生活滿意度及壓力知覺是否可以有效預測生活品質。



圖4-3. 心律大師心率變異分析儀

(資料來源：本研究資料)

三、結果與討論

(一) 登山客個人社經背景資料

本研究至目前為止一共收集到 614 份有效問卷，其登山客之個人社經背景資料如表 4-2 所示可得知登山客中男性 (66.3%) 多於女性 (33.7%)。登山客年齡以 31-40 歲 (28.5%) 為大宗，其次為 41-50 歲 (26.2%)，平均年齡為 37.19 歲，可得知雪山登山路線中登山客多為青壯年人口。在婚姻狀況方面，未婚的登山客 (48.7%) 和已婚的登山客 (48.7%) 比例一樣，顯示未婚和已婚登山客同樣保持從事休閒活動的機會。

在族群方面，以閩南族群的登山客占大多數 (67.3%)，客家、外省、原住民、兩者以上及外國的族群則占少數。而職業狀況方面，以全職在外工作的登山客 (75.4%) 人數最多，學生 (16.3%) 身份的登山客占其次。教育程度方面，擁有大學學歷 (44.3%) 的登山客人數最多，其次為擁有研究所以上 (26.7%) 的登山客，由此可得知來訪登山客中，大學以上之學歷人數占總人數一半以上。最後在個人年收入的調查中，發現個人年收入 NT\$1000,000 以上 (20.4%) 登山客人數和少於 NT\$200,000 (20.2%) 比例相當。

綜合遊客基本資料分析發現，雪山登山路線來訪登山客多屬於青壯年、未婚、閩南族群且全職在外工作，並擁有高學歷，另外由表 4-2 中也發現到個人年收入方面，遺漏值相較於其他登山客之基本資料多，代表登山客較不願意將自己的收入狀況公開。

表 4-2. 登山客個人社經背景資料 (n=614)

變項		人數	有效百分比(%)
性別	女	207	33.7
	男	407	66.3
年齡 平均=37.19 歲 標準差=11.66	20 歲以下	61	9.9
	21-30 歲	126	20.5
	31-40 歲	175	28.5
	41-50 歲	161	26.2
	51 歲以上	86	14.0
婚姻狀況	已婚	299	48.7
	未婚	299	48.7
	離婚	13	2.1
	喪偶	1	0.2
族群	閩南	398	67.3
	客家	53	8.9
	外省	57	9.6
	原住民	5	0.8
	兩者以上	33	5.5
	外國人	45	9.1
職業狀況	全職在外工作	448	75.4
	家管或退休	41	6.9
	學生	97	16.3
	目前沒有工作	8	1.3
教育程度	高中以下	86	14.2
	專科	90	14.8
	大學或肄業	269	44.3
	研究所以上或肄業	162	26.7
個人年收入	少於 NT\$200,000	108	20.2
	NT\$200,000-399,999	71	13.3
	NT\$400,000-599,999	88	16.4
	NT\$600,000-799,999	94	17.6
	NT\$800,000-999,999	65	12.1
	NT\$1000,000 以上	109	20.4

(資料來源：本研究資料)

(二) 登山客行為研究

本研究詢問登山客有關其遊憩行為的問項，包含(1)請問您第一次來“雪霸國家公園”嗎；(2)請問您第一次來“雪山”進行登山旅遊嗎；(3)請問在過去這 12 個月中，除了雪山之外，您還到過其他“3000m 以上”的高山進行登山活動嗎；(4)請問您如何得知登山資訊；(5)請問您本次的登山路線為主東峰線嗎；(6)請問在登山路線中下列哪些登山景點最吸引您；(7)請問您這次是和誰出遊；(8) 請問您會想獲知更多與雪霸遊憩相關的資訊（如承載量、生態旅遊）嗎；(9) 請問您來雪山進行登山體驗可以幫助您增加生態保育的相關知識嗎等 9 題。

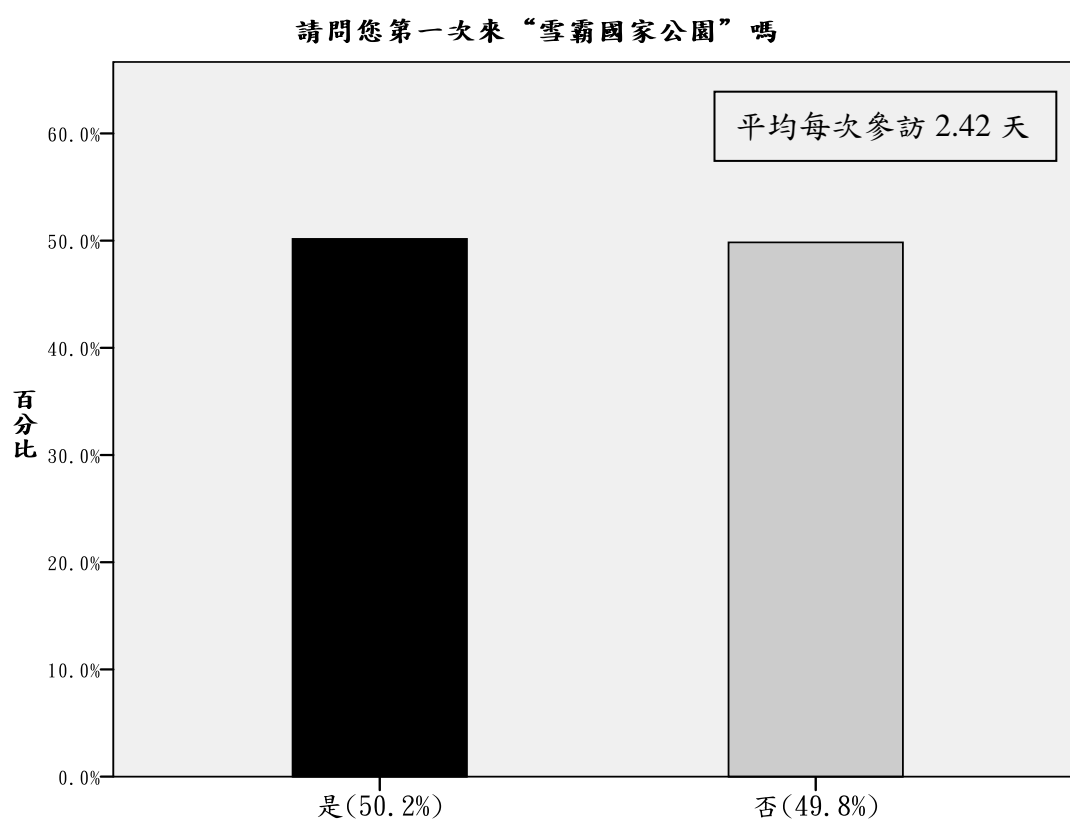


圖 4-4. 登山客是否第一次到雪霸國家公園之次數分配表。

(資料來源：本研究資料)

1. 請問您第一次來“雪霸國家公園”嗎

登山客在本題填答結果如圖 4-4 所示，第一次來到雪霸國家公園的登山客(50.2%)略多於重遊的登山客(49.8%)。至於重遊的登山客過去 12 個月以來平均每次參訪雪霸國家公園 2.42 天。

2. 請問您第一次來“雪山”進行登山旅遊嗎

登山客在本題填答結果如圖 4-5 所示，第一次來到雪山進行登山體驗的登山客(69.5%)比重遊的登山客(30.5%)來的多。至於重遊的登山客過去 12 個月以來平均每次到雪山進行登山旅遊 2.65 天。

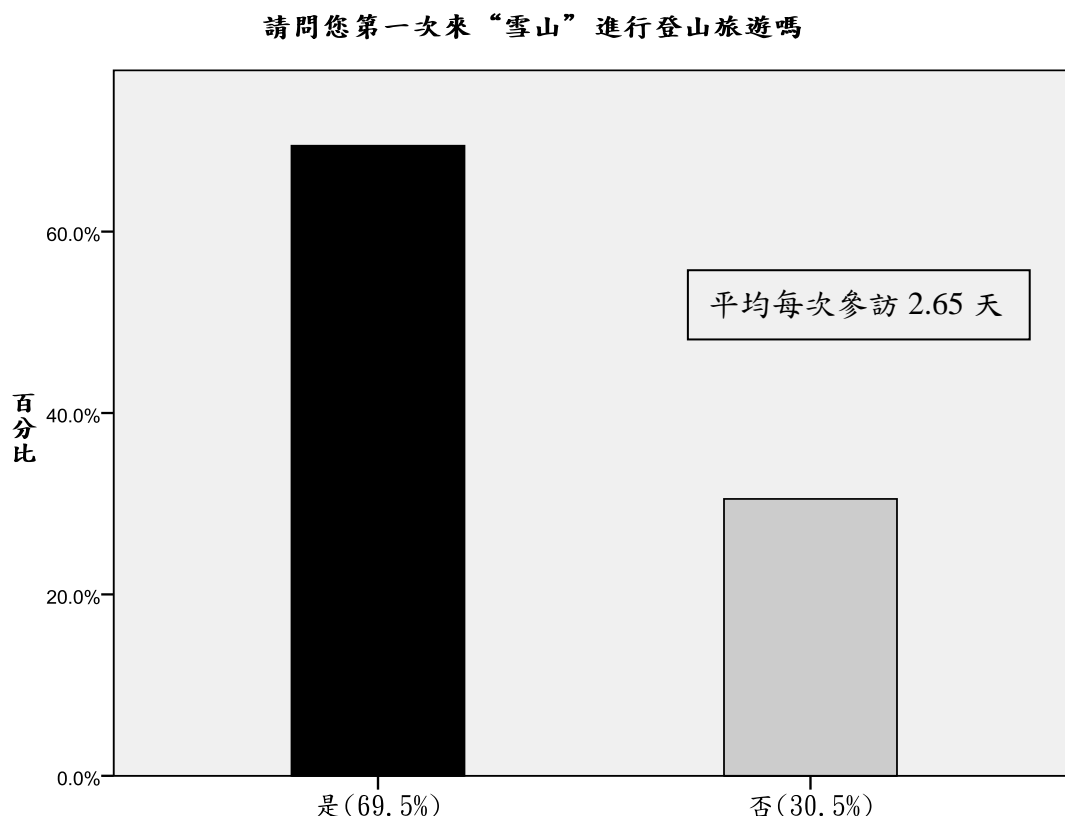


圖 4-5. 登山客是否第一次到雪山進行登山活動之次數分配表。

(資料來源：本研究資料)

3. 請問在過去這 12 個月中，除了雪山之外，您還到過其他“3000m 以上”的高山進行登山活動嗎

登山客在本題填答結果如圖 4-6 所示，過去 12 個月中登山客到過其他 3000m 以上的高山進行登山活動的次數 (51.9%)多於比沒有的登山客 (48.1%)，顯示這些登山客多有登高山的習慣。登山客過去 12 個月到其他高山進行登山活動每次平均 2.37 天。

請問在過去這 12 個月中，除了雪山之外，您還到過其他“3000m以上”的高山進行登山活動嗎

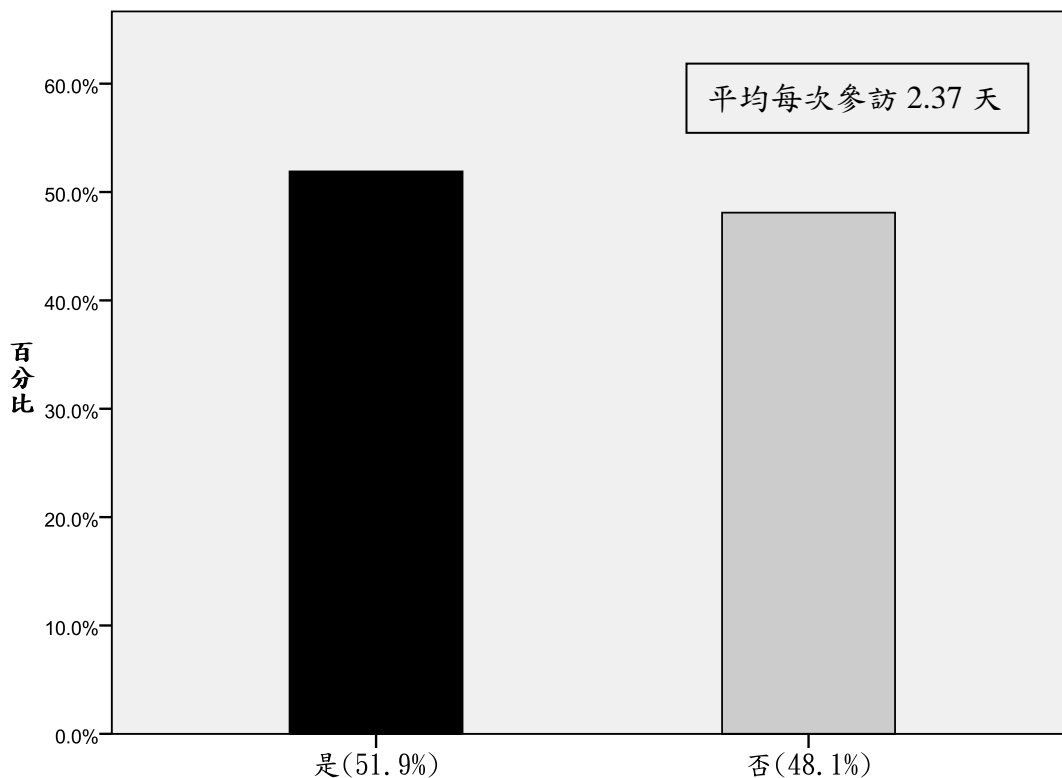


圖 4-6. 登山客過去 12 個月否曾到其他高山登山之次數分配表。

(資料來源：本研究資料)

4. 請問您如何得知登山資訊(複選題)

訪查登山客得知登山資訊來源分為親友、網路、電視媒體、紙本資訊(如報章雜誌、摺頁)或是其他資訊來源，本題為複選題，其結果如圖 4-7 所示。其中以親友(43.7%)為登山資訊的主要來源，其次為網路(31.7%)，而紙本資訊(8.1%)與電視媒體(4.0%)則占少數，此結果與黃信達(2010)研究報告相符，資訊來源以親友與網路為大宗。至於其他登山資訊來源依據遊客填答包含學校以及民間的登山社團等相關團體。

資料來源

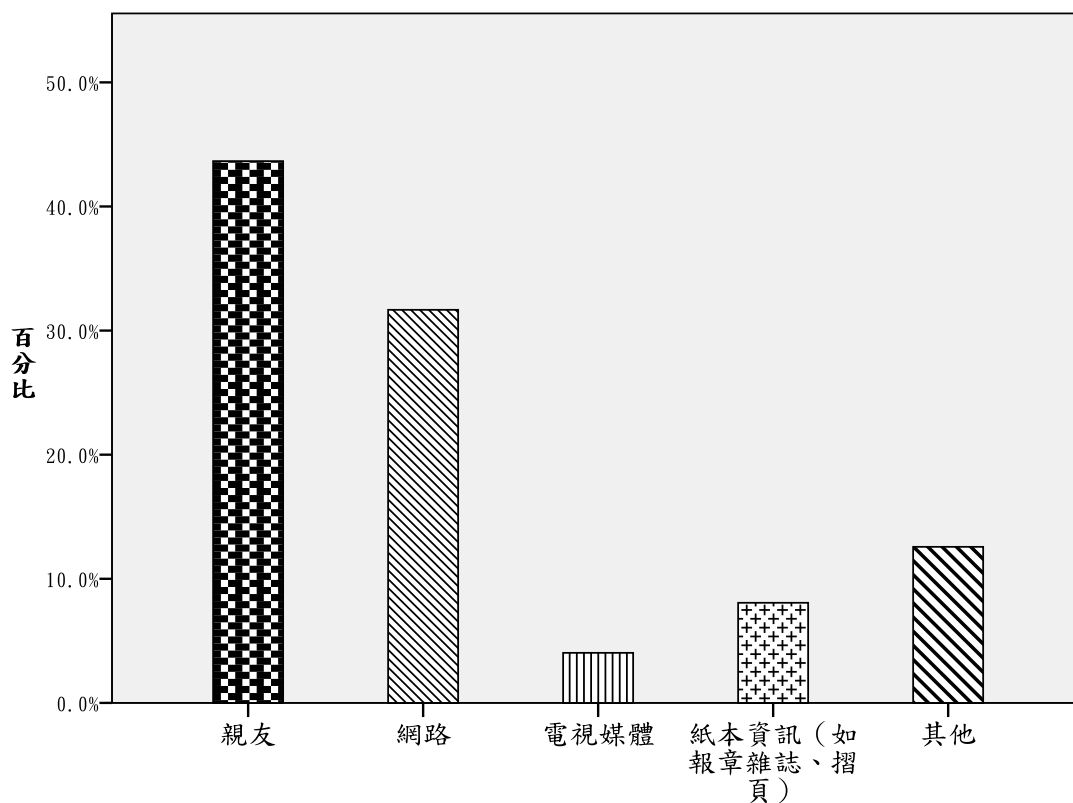


圖 4-7. 登山客得知登山資訊來源之次數分配表。

(資料來源：本研究資料)

5. 請問您本次的登山路線為主東峰線嗎

本研究調查登山客的主要登山路線是否為主東峰線(雪東線)，結果顯示登山客之登山路線以主東峰線(88.6%)為主，其他路線則占 11.4%，代表雪東線為熱門登山路線，其他路線從遊客後續填答中發現有志佳陽線以及到雪山北峰等登山路線，如圖 4-8 所示。

請問您本次的登山路線為主東峰線嗎

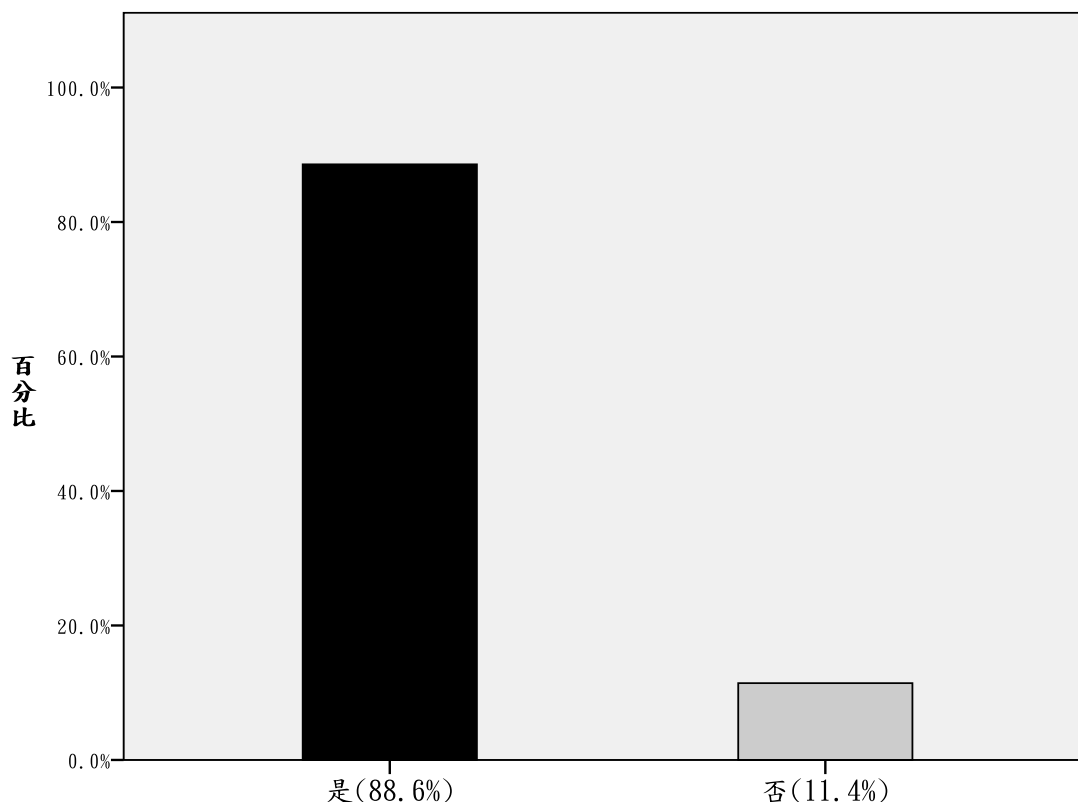


圖 4-8. 登山客登山是否為主東峰線(雪東線)。

(資料來源：本研究資料)

6. 請問在登山路線中下列哪些登山景點吸引您 (複選題)

本研究訪問登山客在登山體驗中印象深刻且受到吸引的景點有哪些，共分為黑森林、七卡山莊、哭坡、雪山東峰、雪山圈谷、雪山主峰、登山口服務站、三六九山莊、聖稜線、思源埡口、武陵四秀(品田山、池有山、桃山以及喀拉業山只要去過其中一座即可填答)及其他如圖 4-9。發現到其中雪山主峰(18.1%)為登山客印象最深刻的景點之一，其次為雪山圈谷(15.5%)與黑森林(14.3%)。在其他受吸引的景點中，根據登山客的填答，包含翠池、雪山北峰、大霸尖山以及步道兩旁的景觀植物等。

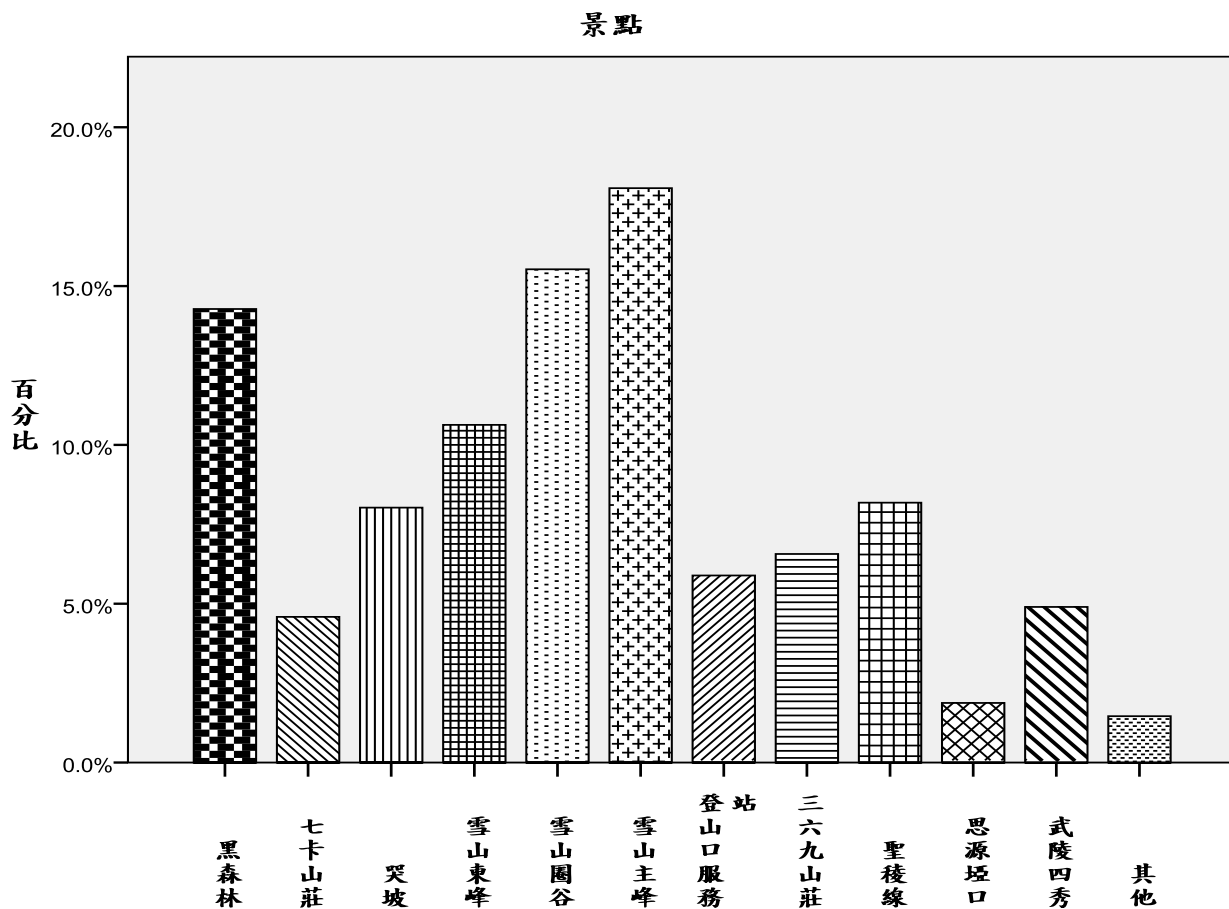


圖 4-9. 登山客登山體驗受到吸引的景點
(資料來源：本研究資料)

7. 請問您這次是和誰出遊

本研究詢問登山客登山體驗結伴出遊的類型，共分為獨自一人、家人、朋友、家人和朋友、同事以及其他 6 類如圖 4-10。發現大多數登山客是與朋友一同結伴上山(48.0%)，其次為家人(17.2%)與家人和朋友(11.2%)，而依據登山的填答，登山客除了與朋友和家人結伴登山之外，還會直接參與登山社團舉辦的登山活動。

您這次是和誰出遊

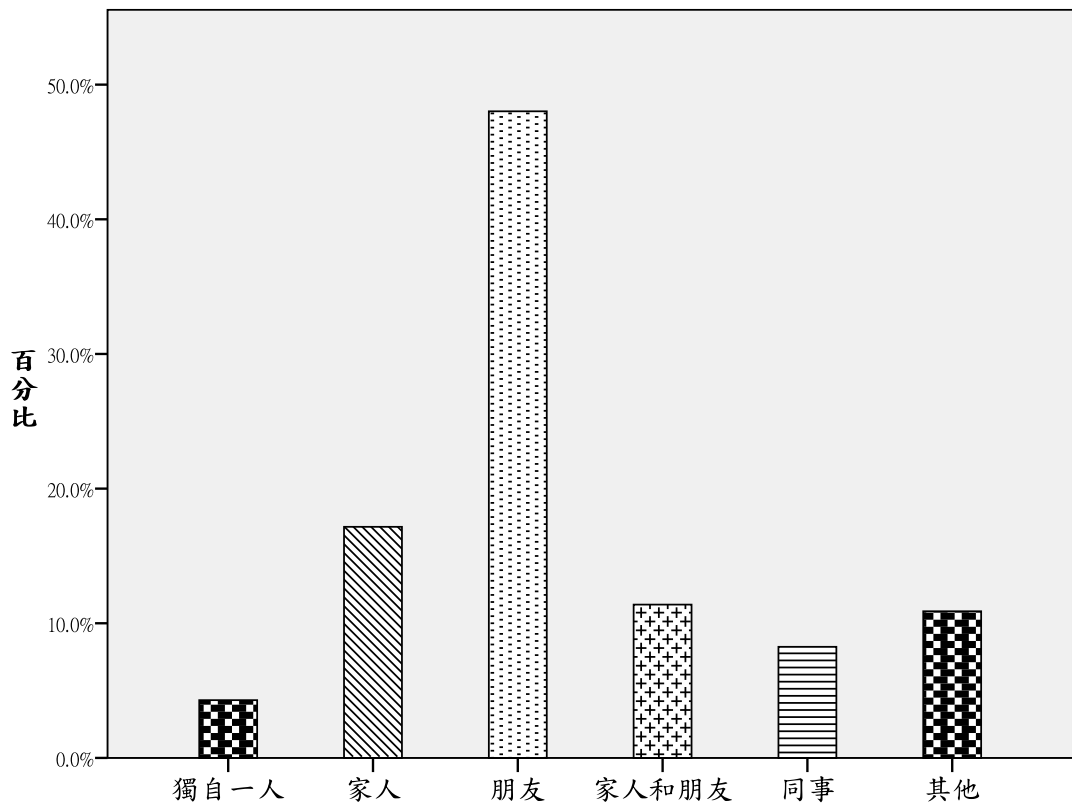


圖 4-10. 登山客結伴出遊類型。

(資料來源：本研究資料)

8. 請問您會想獲知更多與雪霸遊憩相關的資訊(如承載量、生態旅遊)嗎

本研究詢問登山客透過登山前的事前規劃與體驗後是否會想得知更多與雪霸遊憩相關的資訊，如雪山路線的承載量以及雪霸國家公園是否有其他生態旅遊相關的登山路線與知識，結果發現如圖 4-11，將近 82.3% 的登山客希望可以獲得更多雪霸國家公園遊憩相關的資訊，建議可以在網站等宣傳管道中多加宣傳與遊憩相關的知識如遊憩機會序列、旅遊承載量以及生態旅遊等相關知識。

請問您會想獲知更多與雪霸遊憩相關的資訊（如承載量、生態旅遊）嗎

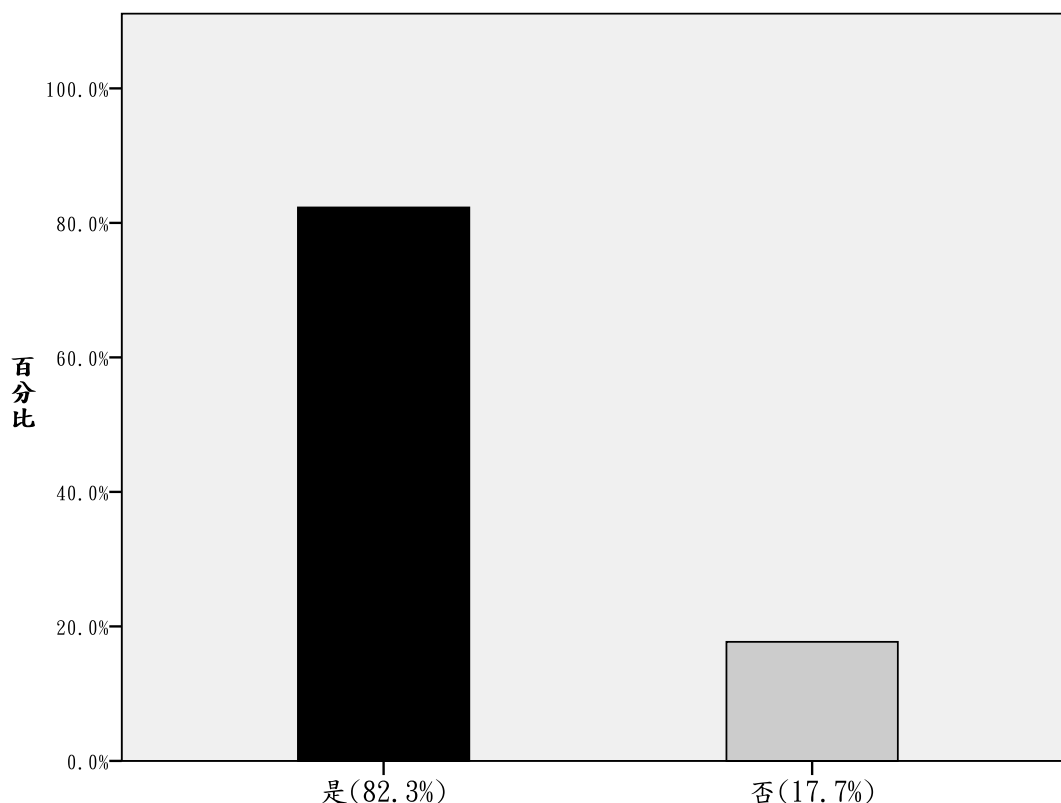


圖 4-11. 登山客是否想得知更多與雪霸遊憩相關的資訊。

(資料來源：本研究資料)

9. 請問您來雪山進行登山體驗可以幫助您增加生態保育的相關知識嗎

本研究詢問登山客登山體驗後是否獲得和增加生態保育的相關知識，結果發現如圖 4-12，94.3%的登山客認為在雪山登山旅遊體驗後可以獲得和增加與生態保育有關的知識，顯示雪山登山路線上的指示牌或是其他保育宣傳管道對於雪山登山客對於保育知識是有幫助的，亦顯示大部分登山客願意吸收與學習更多與保育相關的知識，此結果於柯嘉鈞、歐聖榮 (2004) 與王環皓(2011) 研究結果相呼應，此二研究皆發現雪霸國家公園的遊客偏屬潛在生態旅遊遊客，且對雪霸國家公園最重視的議題為生態，意即來到雪霸國家公園從事旅遊的人們多願意吸收和學習更多與保育相關的知識，建議雪霸國家公園可以宣傳當地相關的保育知識。

請問您來雪山進行登山體驗可以幫助您增加生態保育的相關知識嗎

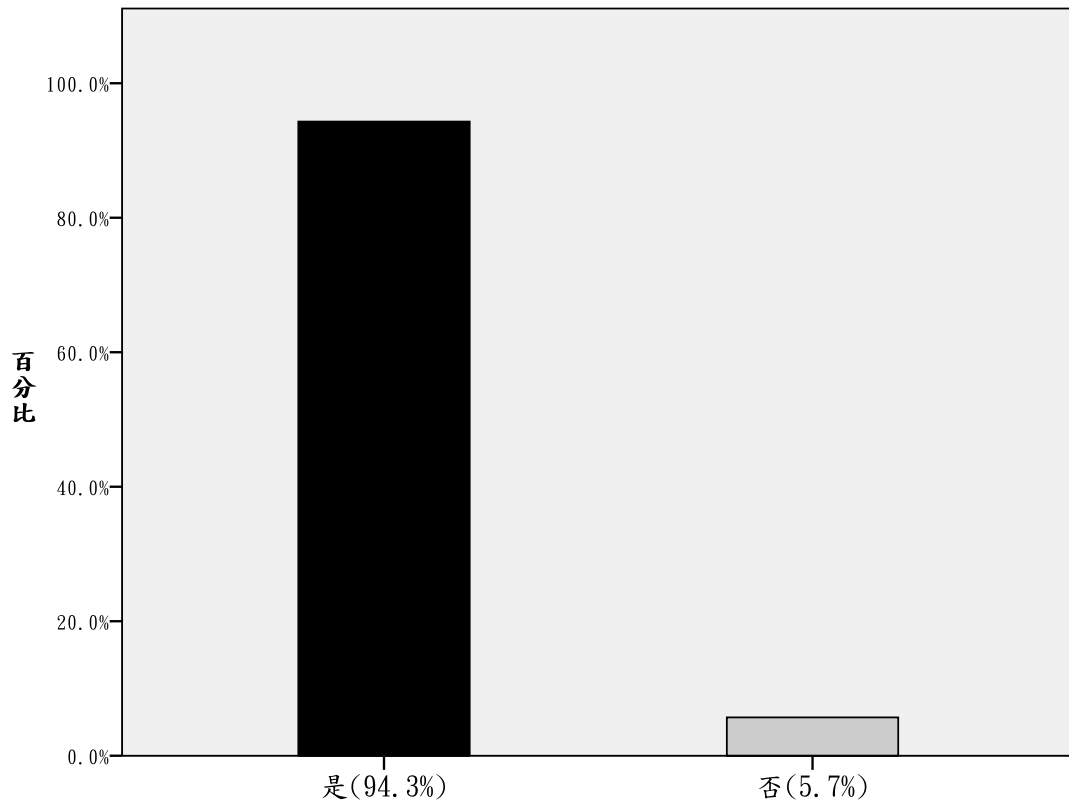


圖 4-12. 登山體驗是否可以增進生態保育知識之次數分配表
(資料來源：本研究資料)

(三) 登山客心理幸福感知覺分析

本研究針對登山客與心理幸福感量表共 8 個問項進行統計分析，以平均數高低加以判斷得知，雪山登山客之心理幸福感知覺問項中平均數最高為這次登山是值得的 (4.51)和這次的登山經驗留有許多特別愉快的回憶 (4.44)，最低為我覺得自己是有吸引力的 (4.09)，整體心理幸福感知覺平均數為 4.31，顯示登山客有很高的心理幸福感知覺與其他登山客幸福感知覺相關研究相符(涂淑蕊，2012)。且此量表 Cronbach' α 值為 0.92 顯示有良好的信度，如表 4-3 所示。

表 4-3. 登山客之心理幸福感知覺

Cronbach' α 值：0.92		
	平均數	標準差
整體心理幸福感知覺	4.31	0.56
1. 這次登山經驗整體是滿意的	4.38	0.64
2. 這次登山經驗是值得的	4.51	0.63
3. 這次登山經驗中的每一個行程都是令人滿意的	4.26	0.75
4. 這次登山經驗中我覺得自己是有吸引力的	4.09	0.85
5. 這次登山經驗中有許多美好的體驗	4.41	0.64
6. 我能融入登山中每件我想做的事情	4.21	0.72
7. 我對登山中所有事情都感興趣	4.20	0.78
8. 這次的登山經驗留有許多特別愉快的回憶	4.44	0.62

(資料來源：本研究資料)

(四) 登山客之生活品質知覺

本研究針對登山客與生活品質量表共 28 個問項進行統計分析，以平均數高低加以判斷得知，雪山登山客之生活品質知覺問項中平均數最高為您四處行動的能力好嗎 (4.06) 和您覺得您的生命有意義嗎 (4.00)，最低為您需要靠醫療的幫助應付日常生活嗎 (1.82)，整體生活品質知覺平均數為 3.75，顯示雪山登山客在登山體驗後有滿意的生活品質知覺，且沿用原量表所使用的因子，分別為生理、心理、社會關係與環境等 4 個因子。針對個別構面進行信度分析，其 Cronbach' α 值介於 0.73 至 0.86 之間，顯示本研究之生活品質各因子有良好的信度與一致性。後續研究將使用此 4 個因子進行多元迴歸分析，如表 4-4 所示。

(五) 登山客之生活滿意度知覺

本研究針對登山客與生活滿意度量表共 5 個問項進行統計分析，以平均數高低加以判斷得知，雪山登山客之生活滿意度知覺問項中平均數最高三項為我認為目前的生活狀況很好(4.01)、我對目前的生活感到滿意(4.01)和目前的生活情形，大部分是符合我的期望(4.01)，最低為如果生命可以重來一次，我幾乎不想改變任何事情(3.25)，整體生活滿意度知覺平均數為 3.84，顯示雪山登山客在登山體驗後有滿意的生活滿意度知覺其研究結果與相關研究相符(陳慧玲、林安庭，2011)，且此量表 Cronbach' α 值為 0.86 顯示有良好的信度，如表 4-4 所示。

表 4-4. 登山客生活品質知覺與因子

		平均數	標準差
整體生活品質知覺		3.75	0.47
生理	3.您覺得身體疼痛會妨礙您處理需要做的事情嗎？	3.86	0.73
Cronbach' α	4.您需要靠醫療的幫助應付日常生活嗎？	2.77	1.23
值：0.82	10.您每天的生活有足夠的精力嗎？	3.70	0.80
	15.您四處行動的能力好嗎？	4.06	0.76
	16.您滿意自己的睡眠狀況嗎？	3.46	0.91
	17.您滿意自己從事日常活動的能力嗎？	3.78	0.69
	18.您滿意自己的工作能力嗎？	3.79	0.71
心理	1.整體來說您如何評價您的生活品質？	3.88	0.67
Cronbach' α	2.整體來說您滿意您的健康嗎？	3.86	0.73
值：0.73	5.您享受生活嗎？	3.88	0.87
	6.您覺得您的生命有意義嗎？	4.00	0.85
	7.您集中精神的能力有多好？	3.69	0.77
	11.您能接受您的外表嗎？	3.86	0.74
	19.您對自己滿意嗎？	3.81	0.69
	26.您常有負面的感受嗎？	2.39	0.91
	27.您覺得自己有面子或被尊重嗎？	3.37	0.74
社會關係	20.您滿意自己的人際關係嗎？	3.74	0.69
Cronbach' α	21.您滿意自己的性生活嗎？	3.61	0.76
值：0.80	22.您滿意朋友給您的支持嗎？	3.80	0.64
環境	8.在日常生活中您有感到安全嗎？	3.87	0.74
Cronbach' α	9.您所處的環境健康嗎？	3.77	0.81
值：0.86	12.您有足夠的金錢能夠應付嗎？	3.37	0.81
	13.您能方便得到每日生活所需的資訊嗎？	3.76	0.76
	14.您有機會從事休閒活動嗎？	3.82	0.78
	23.您滿意自己住所的狀況嗎？	3.73	0.75
	24.您滿意醫療保健服務的方便程度嗎？	3.86	0.72
	25.您滿意所使用的交通運輸方式嗎？	3.88	0.70
	28.您想吃的食物通常都能吃到嗎？	3.63	0.83

註：1分表示非常不同意(完全沒有)，5分表示非常同意(非常有)，5尺度衡量
(資料來源：本研究資料)

表 4-5. 登山客之生活滿意度知覺

Cronbach' α 值：0.86

	平均數	標準差
整體生活滿意度	3.84	0.67
1. 目前的生活情形，大部分是符合我的期望	4.01	0.73
2. 我認為目前的生活狀況很好	4.01	0.73
3. 我對目前的生活感到滿意	4.01	0.73
4. 就現在而言，我認為我已經獲得某些在生命中重要的東西	3.94	0.82
5. 如果生命可以重來一次，我幾乎不想改變任何事情	3.25	1.16

註：1分表示非常不同意，5分表示非常同意，5尺度衡量

(資料來源：本研究資料)

本研究針對登山客與心理幸福感量表共 14 個問項進行統計分析，以平均數高低加以判斷得知，雪山登山客之壓力知覺問項中平均數最高為經常想到有些事情是自己必須完成的(2.50)和常能掌握時間安排方式 (2.48)，最低為常感到困難的事情堆積如山，而自己無法克服它們 (1.42) 及，整體壓力知覺總分平均數為 23.21，顯示雪山登山客在登山體驗後自我認知壓力知覺並不高，此研究結果與馬上鈞 (2001) 研究結果相呼應，其研究結果顯示登山健行者生活壓力偏低，且此量表 Cronbach' α 值為 0.763 顯示有良好的信度，如表 4-6 所示。

表 4-6. 登山客之壓力知覺

Cronbach' α 值：0.763

	平均數	標準差
整體壓力知覺總分	23.21	5.93
1. 會對一些無法預期的事情發生而感到心煩意亂	1.59	0.82
2. 感覺無法控制自己生活中重要的事情	1.45	0.80
3. 感到緊張不安和壓力	1.45	0.80
4. 成功地處理惱人的生活麻煩	2.16	0.90
5. 感到自己是有效地處理生活中所發生的重要改變	2.33	0.88
6. 對於有能力處理私人問題感到很有信心	2.43	0.90
7. 感到事情順心如意	2.33	0.88
8. 發現自己無法處理所有自己必須做的事情	1.64	0.87

(資料來源：本研究資料)

表 4-6. 登山客之壓力知覺 (續)

	平均數	標準差
9. 有辦法控制生活中惱人的事情	2.23	0.89
10. 常覺得自己是駕馭事情的主人	2.24	0.93
11. 常生氣，因為很多事情的發生是超出自己所能控制的	1.45	0.86
12. 經常想到有些事情是自己必須完成的	2.50	0.88
13. 常能掌握時間安排方式	2.48	0.83
14. 常感到困難的事情堆積如山，而自己無法克服它們	1.42	0.82

註：0分表示從不，4分表示總是，5尺度衡量

(資料來源：本研究資料)

(六)社會人口資料與心理幸福感、生活品質、壓力知覺及生活滿意度之 t 檢定與單因子變異數分析

此部份為針對登山客之性別、年齡、婚姻狀況、族群、職業狀況、教育程度及個人年收入等社會人口資料與心理幸福感、生活品質因子、壓力知覺與生活滿意度進行 t 檢定與單因子變異數 (one-way ANOVA) 分析，探討各社會人口資料與各變項之間的關係，若變異數分析整體考驗的 F 值達到顯著則進一步以 Scheffe 法進行事後比較，其分析結果如表 4-7 及 4-12。

分析結果顯示，不同性別、年齡、婚姻狀況、族群、職業狀況、教育程度的登山客對於心理幸福感知覺並無顯著差異，但不同年齡、婚姻狀況之登山客則對生活滿意度知覺有顯著差異；不同年齡、婚姻狀況、教育程度及個人年收入之登山客則對生活品質因子知覺有顯著差異；不同年齡、婚姻狀況、族群、職業狀況、教育程度的登山客對於壓力知覺有顯著差異。

在年齡方面，41 歲以上的遊客對於生活滿意度及生活品質社會關係因子知覺的滿意程度高於 40 歲以下之登山客，但是壓力知覺低於 40 歲以下的登山客，此結果與游淑文 (2005) 之研究結果相符，推論原因為 41 歲以上遊客之人生歷練較豐富也就是說心智能越趨成熟，相較於 40 歲以下的遊客有更多的時間體驗人生，對於挫折與壓力也越能調適因此對於生活滿意度與生活品質的滿意度較高。

在婚姻狀況方面，發現經歷過婚姻的登山客對於生活滿意度及生活品質心理、社會關係和環境等因子的分數相較於未婚遊客高，而壓力知覺低

於未婚的登山客。

在職業狀況方面，學生之壓力知覺的高於家管或退休登山客。反應出當前學生身份所面臨之生活壓力（如課業、未來工作、財務等）高於已有工作與退休等職業族群。

在族群方面，外國登山客之壓力知覺高於台灣本地的登山客，推測原因為台灣對於外國人來說是個陌生的地方，需要適應的事情相對較多，因此累積較多生活壓力知覺。建議管理單位可以在解說網頁、摺頁手冊以及服務人員部分加強對外國登山客服務，讓外國登山客比較有安全感，進而減輕他們的壓力知覺。

在教育程度方面，研究所以上的生活品質環境因子知覺分數高於高中以下的學歷；高中以下的學歷其壓力知覺對於較高學歷如專科、研究所以以上學歷有顯著差異，較低學歷壓力知覺大於較高學歷。顯示學歷的高低會影響生活壓力知覺此結果與馬上鈞(2001)研究結果相符。

最後在個人年收入方面，分析結果顯示擁有越高收入之遊客，對於壓力知覺越低，而在生活品質心理與環境因子知覺滿意度程度則越高。推測原因為收入越高的遊客有更多的生活條件與資源可以擁有調整和適應生活上所面對的壓力。

表 4-7. 心理幸福感、生活滿意度、壓力總分與登山客社經背景資料之 t 檢定與 ANOVA 分析

		心理幸福感	生活滿意度	壓力總分
性別	女	4.27	3.86	23.14
	男	4.33	3.83	23.25
年齡	20 歲以下	4.28	3.83	24.80
	21-30 歲	4.27	3.80	24.81 ^{a***}
	31-40 歲	4.33	3.70 ^{***}	23.20 ^{a***}
	41-50 歲	4.33	3.98 ^{***}	21.82 ^{b***}
	51 歲以上	4.33	3.93	22.40
婚姻狀況	已婚	4.32	3.96 ^{***}	21.94 ^{a***}
	未婚	4.31	3.73 ^{***}	24.42 ^{b***}
	離婚	4.18	3.55	24.54 ^{b**}
職業	全職在外工作	4.33	3.84	22.95
	家管或退休	4.33	3.87	21.44 [*]
	學生	4.31	3.91	24.39 [*]
	目前沒有工作	4.32	3.85	24.50
族群	台灣	4.31	3.84	23.11 [*]
	外國	4.40	3.87	24.62 [*]
臺灣文化族群	閩南	4.33	3.85	23.01
	客家	4.28	3.72	24.43
	外省	4.25	3.86	23.54
	兩者以上	4.39	3.94	21.76
教育程度	高中以下	4.34	3.85	24.97 ^{a***}
	專科	4.28	3.93	22.03 ^{b***}
	大學	4.31	3.79	23.33
	研究所以上	4.32	3.88	22.52 ^{b***}
個人年收入	少於 NT\$200000	4.22	3.86	24.67 ^{a***}
	NT\$200000-399999	4.33	3.79	24.99 ^{a***}
	NT\$400000-599999	4.35	3.76	23.81 ^{a***}
	NT\$600000-799999	4.36	3.80	22.56
	NT\$800000-999999	4.46	3.91	22.17
	NT\$1000000 以上	4.30	3.94	20.88 ^{b***}

註：1. 灰底代表有顯著差異的變項，a b 表示事後檢定有顯著差異

2. * $p < 0.05$ ；** $p < 0.01$ ；*** $p < 0.001$

(資料來源：本研究資料)

表 4-8. 生活品質因子與登山客社經背景資料之 t 檢定與 ANOVA 分析

		生理	心理	社會關係	環境
性別	女	3.73	3.75	3.70	3.71
	男	3.75	3.79	3.72	3.76
年齡	20 歲以下	3.83	3.83	3.83	3.85
	21-30 歲	3.70	3.73	3.69	3.72
	31-40 歲	3.69	3.70	3.60*	3.65
	41-50 歲	3.80	3.86	3.81*	3.80
	51 歲以上	3.73	3.82	3.73	3.79
婚姻狀況	已婚	3.78	3.84**	3.78*	3.80*
	未婚	3.70	3.72**	3.65*	3.69*
	離婚	3.77	3.62	3.72	3.74
職業	全職在外工作	3.74	3.76	3.70	3.74
	家管或退休	3.83	3.91	3.71	3.74
	學生	3.80	3.84	3.78	3.80
	目前沒有工作	3.84	3.76	4.08	3.98
族群	台灣	3.73	3.77	3.71	3.73
	外國	3.84	3.91	3.80	3.89
臺灣文化族群	閩南	3.74	3.76	3.71	3.72
	客家	3.61	3.75	3.64	3.71
	外省	3.72	3.75	3.67	3.73
	兩者以上	3.98	3.87	3.95	3.76
教育程度	高中以下	3.68	3.68	3.60	3.60*
	專科	3.80	3.82	3.83	3.77
	大學	3.73	3.77	3.71	3.75
	研究所以上	3.77	3.82	3.73	3.83*
個人年收入	少於 NT\$200000	3.70	3.78	3.73	3.72
	NT\$200000-399999	3.61	3.60*	3.57	3.52 ^{a***}
	NT\$400000-599999	3.80	3.78	3.63	3.68 ^{a***}
	NT\$600000-799999	3.75	3.75	3.67	3.76
	NT\$800000-999999	3.76	3.87	3.86	3.82 ^{b***}
	NT\$1000000 以上	3.82	3.89*	3.84	3.93 ^{b***}

註：1.灰底代表有顯著差異的變項，a b 表示事後檢定有顯著差異

2. *p<0.05；**p<0.01；***p<0.001

(資料來源：本研究資料)

(七) 登山客參與程度與心理幸福感、生活品質因子、壓力知覺及生活滿意度之 t 檢定

本研究透過 t 檢定分析以瞭解不同登山客參與程度與心理幸福感、生活品質因子、壓力知覺及生活滿意度的差異性，如表 4-9 所示。研究結果發現，第一次參觀雪霸國家公園與參觀雪霸國家公園 2 次或以上的登山客在壓力知覺總分部分有顯著差異，第一次參觀雪霸國家公園的登山客壓力知覺高於參觀雪霸國家公園 2 次或以上的登山客，顯示從事戶外遊憩活動的頻率越多，壓力知覺越低。此外第一次到雪山進行登山活動的登山客，其壓力知覺顯著高於登雪山 2 次或以上的登山客，而登雪山 2 次或以上之登山客其生活品質之心理知覺分數顯著高於第 1 次登雪山的登山客，顯示到雪山從事登山活動的頻率越多，其壓力知覺會越低，心理生活品質越高。

最後參觀雪霸國家公園高於平均天數以上的登山客，其生活滿意度、心理生活品質皆顯著高於參觀天數低於平均天數的登山客。另外參觀雪霸國家公園及登雪山高於平均天數之登山客其壓力知覺皆顯著較低。總而言之，本研究發現登山客從事戶外登山活動頻率越高，其心理生活品質知覺和生活滿意度知覺越高，此結果與其他休閒參與頻率研究結果相似(吳宗瓊、張樑治、鄭芳華，2011；涂淑蕊，2012；楊怡寧，2004) 而其壓力知覺則會顯著下降，亦顯示登山等戶外遊憩活動可以提高登山客的健康知覺。

表 4-9. 登山客參與程度與心理幸福感、生活品質因子、壓力知覺及生活滿意度之 t 檢定

	心理 幸福感	生活 滿意度	生理	心理	社會 關係	環境	壓力總分
第 1 次參觀雪霸國家公園	4.32	3.82	3.73	3.78	3.73	3.75	23.92**
參觀雪霸國家公園 2 次或以上	4.31	3.86	3.75	3.77	3.70	3.73	22.51**
第 1 次登雪山	4.32	3.81	3.71	3.75*	3.70	3.72	23.86***
登雪山 2 次或以上	4.28	3.88	3.78	3.84*	3.74	3.79	21.86***
有登過其他百岳的經驗	4.32	3.85	3.76	3.79	3.72	3.77	22.76
無登過其他百岳的經驗	4.29	3.82	3.73	3.77	3.72	3.72	23.63

(資料來源：本研究資料)

表 4-9. 登山客參與程度與心理幸福感、生活品質因子、壓力知覺及生活滿意度之 t 檢定(續)

	心理 幸福感	生活 滿意度	生理	心理	社會 關係	環境	壓力總分
參觀雪霸國家公園低於平均天數	4.25	3.77*	3.71	3.72*	3.68	3.70	23.53**
參觀雪霸國家公園高於平均天數	4.38	3.96*	3.80	3.86*	3.74	3.83	21.20**
登雪山低於平均天數	4.30	3.83	3.74	3.77	3.72	3.73	23.50***
登雪山高於平均天數	4.31	3.91	3.78	3.85	3.77	3.85	21.05***
登其他百岳低於平均天數	4.31	3.77	3.73	3.77	3.64	3.72	23.13
登其他百岳高於平均天數	4.31	3.87	3.75	3.77	3.72	3.73	22.37

註：1.灰底代表有顯著差異的變項 2. * $p<0.05$ ；** $p<0.01$ ；*** $p<0.001$

2.參觀雪霸國家公園(一年)平均天數：6.40 天；登雪山平均天數(一年)：6.33 天；登其他百岳平均天數(一年)：8.61 天

3 參觀雪霸國家公園(一年)平均次數：2.73 次；登雪山平均次數(一年)：2.35 次；登其他百岳平均次數(一年)：3.63 次

(資料來源：本研究資料)

(八) 心理幸福感、生活品質、壓力知覺及生活滿意度之相關分析

討論雪山登山客之心理幸福感、生活品質、生活滿意度及壓力知覺之間的相關分析如表 4-10 所示。

從相關矩陣中可以發現自變項心理幸福感與生活品質因子變項間均呈顯著正相關 ($p<0.01$)，相關係數介於 0.27 至 0.40 之間，心理幸福感與生活品質對依變項生活滿意度間亦呈顯著正相關 ($p<0.01$) 此結果和王青怡 (2011)結果相符，相關係數介於 0.39 至 0.60 之間，而壓力知覺與心理幸福感、生活品質及生活滿意度變項間均呈現顯著負相關($p<0.01$)，相關係數介於-0.57 至-0.19 之間，表示自變項與依變項間呈現中低度相關，其中以生活品質心理因子與生活滿意度相關性最高。

表 4-10. 登山客心理幸福感、生活品質與生活滿意度相關分析

Pearson 相 關係數	心理 幸福感	生活 滿意度	生活品質 生理	生活品質 心理	生活品質 社會關係	生活品質 環境	壓力總分
心理 幸福感	1.00						
生活 滿意度	0.48**	1.00					
生活品質 生理	0.30**	0.39**	1.00				
生活品質 心理	0.40**	0.60**	0.67**	1.00			
生活品質 社會關係	0.27**	0.46**	0.60**	0.68**	1.00		
生活品質 環境	0.30**	0.50**	0.68**	0.76**	0.74**	1.00	
壓力知覺	-0.19**	-0.37**	-0.55**	-0.57**	-0.46**	-0.54**	1.00

註: **p 值 < 0.01

(資料來源：本研究資料)

(九) 心理幸福感、生活品質因子、壓力及生活滿意度之迴歸分析

1. 心理幸福感、生活品質及壓力知覺對生活滿意度之預測

本研究針對心理幸福感、生活品質 4 個因子包含生理、心理、社會關係、環境因子及壓力知覺對生活滿意度之預測進行多元迴歸分析，如表 4-11 所示。結果發現心理幸福感、生活品質 4 個因子及壓力知覺等 6 個自變項與生活滿意度之 R 值為 0.66， R^2 值為 0.44，表示 6 個自變項共可以解釋生活滿意度變項 44% 的變異量。心理幸福感、生活品質心理、社會關係及環境因子的標準化迴歸係數為正數，表示心理幸福感、生活品質心理、社會關係及環境因子等 4 個自變項對於生活滿意度的影響為正向，此研究結果與 Li and Wang (2012) 生活品質對於生活滿意度的研究相似，研究中同樣發現生活品質對生活滿意度具有顯著且正向的預測力，生活品質生理因子與壓力知覺的標準化迴歸係數為負數，表示生活品質生理因子與壓力知覺對生活滿意度影響為負向。在迴歸模式中，對生活滿意度有顯著影響的自變項為心理幸福感、生活品質中的生理、心理及社會關係因子，且生活

表 4-11. 心理幸福感、生活品質及壓力知覺對生活滿意度之強迫進入迴歸分析

自變項	B	標準誤	β	t 值
常數	0.21	0.230		0.72
心理幸福感	0.36	0.04	0.30	8.85***
生活品質之生理因子	-0.13	0.06	-0.11	-2.37**
生活品質之心理因子	0.52	0.07	0.39	7.21***
生活品質之社會關係	0.10	0.05	0.09	1.93*
生活品質之環境因子	0.11	0.07	0.08	1.48n.s.
壓力知覺	-0.01	0.00	-0.06	-1.62n.s.

R= 0.66 R²=0.44 F=79.72***

註：n.s. $p>0.05$, * $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$

(資料來源：本研究資料)

品質之心理因子和心理幸福感的 β 係數絕對值較大，表示這 2 個自變項對生活滿意度有較高的解釋變異量，生活品質環境因子及壓力知覺的 t 值均未達顯著，表示這 2 個自變項對於生活滿意度的解釋變異量甚小。

本研究為更確實瞭解究竟是那些自變項可以顯著影響生活滿意度，因此再針對心理幸福感、生活品質因子及壓力知覺進行逐步迴歸分析，以剔除沒有顯著影響的自變項，如表 4-16 所示。結果發現 6 個自變項對生活滿意度有顯著預測力的變項共有 3 個，依序為生活品質中的心理因子、心理幸福感以及生活品質中的社會關係因子。3 個自變項 R² 值為 0.43，最後迴歸模式整體性考驗之 F 值為 155.38 ($p<0.01$)，因而 3 個自變項共可以有效解釋生活滿意度 43% 的變異量。

從個別變項預測力的高低來看，對於生活滿意度最具預測力的自變項為生活品質的心理因子，其個別解釋變異量為 36%，其次為心理幸福感，個別解釋變異量為 7%。從標準化的迴歸係數來看，迴歸模式中 3 個自變項之 β 係數均為正數，表示對生活滿意度的影響為正向。簡而言之，心理幸福感，生活品質中的心理及社會因子能夠顯著且正向的影響生活滿意度，解釋力達 0.43。

表 4-12. 心理幸福感、生活品質因子及壓力知覺對生活滿意度之逐步迴歸分析

投入自變項順序	R ²	△R ²	F 值	△F	B	β
常數					-0.18	
1.生活品質之心理因子	0.36	0.36	339.53	339.53***	0.55	0.41
2.心理幸福感	0.43	0.07	227.80	74.96***	0.35	0.29
3.生活品質之社會關係	0.43	0.00	155.38	6.47**	0.12	0.11

註：** p<0.01, *** p<0.001

(資料來源：本研究資料)

2.生活品質之心理因子問項對生活滿意度之預測

本研究另外針對生活品質之心理因子中 9 個問項為自變項對生活滿意度之預測更進一步進行多元迴歸分析以瞭解問項中對於生活滿意度的預測力大小，如表 4-13 所示。結果發現生活品質 9 項心理因子問項與生活滿意度之 R 值為 0.65，R² 值為 0.42，表示 9 個自變項共可以解釋生活滿意度變項 42% 的變異量。問項中「整體來說您如何評價您的生活品質」、「整體來說您滿意您的健康嗎」、「您享受生活嗎」、「您覺得您的生命有意義嗎」、「您集中精神的能力有多好」、「您對自己滿意嗎」、「您覺得自己有面子或被尊重嗎」的標準化迴歸係數為正數，表示此 7 個自變項對於生活滿意度的影響為正向，「您能接受您的外表嗎」與「您常有負面的感受嗎」的標準化迴歸係數為負數，表示此 2 個自變項對生活滿意度影響為負向。在迴歸模式中，對生活滿意度有顯著影響的自變項為「整體來說您如何評價您的生活品質」、「您覺得您的生命有意義嗎」、「您集中精神的能力有多好」以及「您對自己滿意嗎」，且「整體來說您如何評價您的生活品質」和「您覺得您的生命有意義嗎」的 β 係數絕對值較大，表示這 4 個自變項對生活滿意度有較高的解釋變異量，「整體來說您滿意您的健康嗎」、「您享受生活嗎」、「您能接受您的外表嗎」、「您常有負面的感受嗎」和「您覺得自己有面子或被尊重嗎」的 t 值均未達顯著，表示這 5 個自變項對於生活滿意度的解釋變異量甚小。

表 4-13. 生活品質心理因子問項對生活滿意度之強迫進入迴歸分析

自變項	B	標準誤	β	t 值
常數	0.92	0.19		4.87
整體來說您如何評價您的生活品質	0.34	0.04	0.34	7.75***
整體來說您滿意您的健康嗎	0.07	0.04	0.08	1.83n.s.
您享受生活嗎	0.02	0.03	0.03	0.55n.s.
您覺得您的生命有意義嗎	0.16	0.03	0.20	4.18***
您集中精神的能力有多好	0.08	0.03	0.09	2.19*
您能接受您的外表嗎	-0.03	0.04	-0.03	-0.72n.s.
您對自己滿意嗎	0.10	0.04	0.10	2.27*
您常有負面的感受嗎	-0.03	0.03	-0.04	-1.14n.s.
您覺得自己有面子或被尊重嗎	0.03	0.03	0.04	1.01n.s.
R= 0.65 R ² =0.42 F=43.94***				

註：n.s. $p>0.05$, * $p<0.05$, *** $p<0.001$

(資料來源：本研究資料)

本研究為更確實瞭解究竟是那些生活品質心理因子自變項可以顯著影響生活滿意度，因此再針對此 9 個問項進行逐步迴歸分析，以剔除沒有顯著影響的自變項，如表 4-14 所示。結果發現 9 個自變項對生活滿意度有顯著預測力的變項共有 4 個，依序為「整體來說您如何評價您的生活品質」、「您覺得您的生命有意義嗎」、「您集中精神的能力有多好」以及「您對自己滿意嗎」等問項。4 個自變項 R² 值為 0.41，最後迴歸模式整體性考驗之 F 值為 97.03 ($p<0.01$)，因而 4 個自變項共可以有效解釋生活滿意度 41% 的變異量。

從個別變項預測力的高低來看，對於生活滿意度最具預測力的自變項為「整體來說您如何評價您的生活品質」，其個別解釋變異量為 33%，其次為「您覺得您的生命有意義嗎」，個別解釋變異量為 6%。從標準化的迴歸係數來看，迴歸模式中 4 個自變項之 β 係數均為正數，表示對生活滿意度的影響為正向。由此可以得知登山客生活品質中較精神層面的心理認同感，如評價自身的生活品質、生命是否有意義、對自己滿意程度以及集中精神的能力可以顯著影響其生活滿意度。

表 4-14. 生活品質心理因子問項對生活滿意度之逐步迴歸分析

投入自變項順序	R ²	△R ²	F 值	△F	B	β
常數					0.90	
1.整體來說您如何評價您的生活品質	0.33	0.33	270.20	270.20****	0.38	0.378
2.您覺得您的生命有意義嗎	0.39	0.06	177.60	57.42****	0.18	0.23
3.您對自己滿意嗎	0.41	0.02	126.09	14.44****	0.11	0.11
4.您集中精神的能力有多好	0.41	0.01	97.03	6.25**	0.09	0.10

註：** p<0.01, *** p<0.001

(資料來源：本研究資料)

3. 心理幸福感問項對生活滿意度之預測

本研究另外針對心理幸福感中 8 個問項為自變項對生活滿意度之預測更進一步進行多元迴歸分析以瞭解問項中對於生活滿意度的預測力大小，如表 4-15 所示。結果發現心理幸福感 8 問項與生活滿意度之 R 值為 0.40，R² 值為 0.25，表示 8 個自變項共可以解釋生活滿意度變項 25% 的變異量。問項中「這次登山經驗整體是滿意的」、「這次登山經驗是值得的」、「這次登山經驗中的每一個行程都是令人滿意的」、「這次登山經驗中我覺得自己是有吸引力的」、「這次登山經驗中有許多美好的體驗」、「我能融入登山中每件我想做的事情」、「我對登山中所有事情都感興趣」、「這次的登山經驗留有許多特別愉快的回憶」的標準化迴歸係數為正數，表示此 8 個自變項對於生活滿意度的影響為正向，在迴歸模式中，對生活滿意度有顯著影響的自變項為「我能融入登山中每件我想做的事情」和「這次的登山經驗留有許多特別愉快的回憶」等 2 項，且「這次的登山經驗留有許多特別愉快的回憶」的 β 係數絕對值較大，表示此自變項對生活滿意度有較高的解釋變異量，「這次登山經驗整體是滿意的」、「這次登山經驗是值得的」、「這次登山經驗中的每一個行程都是令人滿意的」、「這次登山經驗中我覺得自己是有吸引力的」、「這次登山經驗中有許多美好的體驗」和「我對登山中所有事情都感興趣」的 t 值均未達顯著，表示這 6 個自變項對於生活滿意度的解釋變異量甚小。

表 4-15. 心理幸福感對生活滿意度之強迫進入迴歸分析

自變項	B	標準誤	β	t-value
常數	1.21	0.20		6.13
這次登山經驗整體是滿意的	0.09	0.07	0.08	1.36n.s.
這次登山經驗是值得的	0.03	0.06	0.02	0.31n.s.
這次登山經驗中的每一個行程都是令人滿意的	0.04	0.05	0.04	0.77n.s.
這次登山經驗中我覺得自己是有吸引力的	0.04	0.04	0.06	1.25n.s.
這次登山經驗中有許多美好的體驗	0.05	0.06	0.05	0.87n.s.
我能融入登山中每件我想做的事情	0.14	0.05	0.15	2.62**
我對登山中所有事情都感興趣	0.00	0.05	0.00	0.00n.s.
這次的登山經驗留有許多特別愉快的回憶	0.22	0.06	0.20	3.59***
R= 0.40 R ² =0.25 F=24.48***				

註：n.s. $p>0.05$, * $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$

(資料來源：本研究資料)

本研究為更確實瞭解究竟是那些心理幸福感自變項可以顯著影響生活滿意度，因此再針對此 8 個問項進行逐步迴歸分析，以剔除沒有顯著影響的自變項，如表 4-16 所示。結果發現 8 個自變項對生活滿意度有顯著預測力的變項共有 3 個，依序為「這次的登山經驗留有許多特別愉快的回憶」、「我能融入登山中每件我想做的事情」以及「這次登山經驗整體是滿意的」等問項。3 個自變項 R² 值為 0.24，最後迴歸模式整體性考驗之 F 值為 63.82($p<0.01$)，因而 3 個自變項共可以有效解釋生活滿意度 24% 的變異量。

從個別變項預測力的高低來看，對於生活滿意度最具預測力的自變項為「這次的登山經驗留有許多特別愉快的回憶」，其個別解釋變異量為 20%，其次為「我能融入登山中每件我想做的事情」，個別解釋變異量為 4%。從標準化的迴歸係數來看，迴歸模式中 3 個自變項之 β 係數均為正數，表示對生活滿意度的影響為正向。由此可得知登山客在登山體驗中可以完整融入整個過程並對整個經驗是滿意並留下許多回憶可以顯著影響其生活滿意度知覺。

表 4-16. 心理幸福感對生活滿意度之逐步迴歸分析

投入自變項順序	R ²	△R ²	F 值	△F	B	β
常數					1.29	
1.這次的登山經驗留有許多特別愉快的回憶	0.20	0.20	147.04	147.04***	0.26	0.24
2.我能融入登山中每件我想做的事情	0.23	0.04	90.80	28.00***	0.18	0.19
3.這次登山經驗整體是滿意的	0.24	0.01	63.82	7.81**	0.15	0.14

註：** p<0.01, *** p<0.001

(資料來源：本研究資料)

4. 生活品質之社會關係因子問項對生活滿意度之預測

本研究另外針對生活品質之社會關係因子中 3 個問項為自變項對生活滿意度之預測更進一步進行多元迴歸分析以瞭解問項中對於生活滿意度的預測力大小，如表 4-17 所示。結果發現生活品質之社會關係問項與生活滿意度之 R 值為 0.47，R² 值為 0.22，表示 3 個自變項共可以解釋生活滿意度變項 22% 的變異量。問項中「您滿意自己的人際關係嗎」、「您滿意自己的性生活嗎」和「您滿意朋友給您的支持嗎」的標準化迴歸係數為正數，表示此 3 個自變項對於生活滿意度的影響為正向，在迴歸模式中，對生活滿意度有顯著影響的自變項為「您滿意自己的人際關係嗎」、「您滿意自己的性生活嗎」和「您滿意朋友給您的支持嗎」等 3 項，且「您滿意自己的人際關係嗎」和「您滿意自己的性生活嗎」的 β 係數絕對值較大，表示此自變項對生活滿意度有較高的解釋變異量。

本研究為更確實瞭解究竟是那些生活品質之社會關係自變項可以顯著影響生活滿意度，因此再針對 3 個問項進行逐步迴歸分析，以剔除沒有顯

表 4-17. 生活品質社會關係因子問項對生活滿意度之強迫進入迴歸分析

自變項	B	標準誤	β	t-value
常數	1.90	0.16		12.01
您滿意自己的人際關係嗎	0.23	0.05	0.23	4.57***
您滿意自己的性生活嗎	0.18	0.04	0.20	4.47***
您滿意朋友給您的支持嗎	0.12	0.05	0.11	2.32*
R= 0.47 R ² =0.22 F=55.83***				

註：n.s. p>0.05, * p<0.05, *** p<0.001

(資料來源：本研究資料)

著影響的自變項，如表 4-18 所示。結果發現 3 個自變項對生活滿意度有顯著預測力的變項共有 3 個，依序為「您滿意自己的人際關係嗎」、「您滿意自己的性生活嗎」和「您滿意朋友給您的支持嗎」等問項。3 個自變項 R^2 值為 0.22，最後迴歸模式整體性考驗之 F 值為 55.83 ($p < 0.01$)，因而 3 個自變項共可以有效解釋生活滿意度 22% 的變異量。

從個別變項預測力的高低來看，對於生活滿意度最具預測力的自變項為「您滿意自己的人際關係嗎」，其個別解釋變異量 18%，其次為「您滿意自己的性生活嗎」，個別解釋變異量為 4%。從標準化的迴歸係數來看，迴歸模式中 3 個自變項之 β 係數均為正數，表示對生活滿意度的影響為正向。

表 4-18. 生活品質社會關係因子問項對生活滿意度之逐步迴歸分析

投入自變項順序	R^2	ΔR^2	F 值	ΔF	B	β
常數					1.90	
1.您滿意自己的人際關係嗎	0.18	0.18	129.01	129.01***	0.23	0.23
2.您滿意自己的性生活嗎	0.21	0.04	80.48	26.49***	0.18	0.20
3.您滿意朋友給您的支持嗎	0.22	0.01	55.83	5.36**	0.12	0.11

註：** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

(資料來源：本研究資料)

(十) 100 位雪山登山客壓力知覺與儀器心率變異壓力指數比較

本研究為對照登山實際壓力與自身壓力知覺，從 614 位受訪者中徵求 100 位登山客進行心律變異分析儀的測試，其測試結果如表 4-19 所示。Heart rate variability (HRV) 表示自律神經總活性，在正常範圍內自律神經總活性越高，表示身體越健康，而有 63.6 % 的登山客位於正常範圍內，顯示大部份的登山客身體狀況良好，而 LF/HF 值表示自律神經的平衡狀況，如果數值超過正常範圍表示可能有自律神經失調的問題，進而影響健康。結果顯示過半數(53.0%)的登山客自律神經活性保持在正常範圍內，而 Physical stress index (PSI) 壓力指數顯示 55.6% 的登山客身體所承受壓力程度低於 50，顯示過半數的登山客壓力指數保持在正常範圍，而登山客壓力知覺低於平均的人數百分比為 92.0%，顯示絕大多數的登山客在登山體驗後，皆認為可以減輕壓力。由此可以發現儀器結果與登山客自我知覺壓力趨勢一致。57.9 % 的登山客生理年齡比實際年齡還要年輕，同樣印證多數雪山登山客

保持良好的健康。

表 4-19. 雪山登山客心率變異相關指數、壓力知覺和壓力指數比較表

Heart rate variability (HRV) 自律神經總活性	位於正常範圍人數百分比：63.6% 超出正常範圍人數百分比：36.4%
LF/HF 自律神經活性平衡狀況	位於正常範圍人數百分比：53.0% 超出正常範圍人數百分比：47.0%
Physical stress index (PSI)壓力指數	壓力指數低於 50 人數百分比：55.6% 壓力指數高於 50 人數百分比：44.4%
生理年齡	生理年齡低於實際年齡人數百分比：57.9% 生理年齡高於實際年齡人數百分比：42.1%
登山者壓力知覺	壓力總分低於平均人數百分比：92.0% 壓力總分高於平均人數百分比：8.0%

註：1.HRV 自律神經總活性正常範圍：25-100(ms)

2.LF/HF 自律神經活性平衡正常範圍：0.5-2.5

3.壓力指數正常值：低於 50；高於 50 表示正處於高壓狀態或是有慢性病的可能性

4.壓力知覺總分平均:28

5. 如果數值超過正常範圍表示可能有自律神經失調的問題，進而影響健康

(資料來源：本研究資料)

四、結論與建議事項

(一) 研究成果

1. 透過社會人口統計資料發現，雪山路線登山客以男性為主佔 66.3%，平均年齡約為 37 歲。族群則以自認閩南族群(67.3%)為主，職業狀況部分則以全職在外工作的登山客佔 75.4%，且 71%的登山客都擁有大學以上的高學歷。
2. 在遊客行為部分，研究結果發現來到雪霸國家公園的登山客多為第 1 次來雪霸國家公園雪山進行登山體驗(69.5%)，且多具有其他 3000m 以上高山的登山體驗(51.9%)。研究結果得知登山資訊的來源以親友(43.7%)及網路(31.7%)為主要來源，其他登山資訊來源，包括從學校以及民間的登山社團等相關團體。且雪山登山路線之登山客以雪東線為主，其中最受吸引且印象深刻的風景前三名為雪山主峰、黑森林以及雪山圈谷。另外登山客結伴出遊類型以朋友結伴上山為主(48.0%)。最後，過半數(82.3%)的登山遊客希望能得到更多與雪霸遊憩相關的知識與資訊，透過雪山登山路線的體驗，大多數的遊客認同雪霸國家公園對於保育的用心以及其知識宣傳。
3. 在心理幸福感、生活品質、生活滿意度以及壓力知覺量表部分，目前發現雪山登山客之心理幸福感知覺問項中平均數最高為“這次登山是值得的”，整體心理幸福感知覺平均數為 4.31。生活品質知覺問項中平均數最高為“您四處行動的能力好嗎”，整體生活品質知覺平均數為 3.75。生活滿意度知覺問項中平均數最高為“我認為目前的生活狀況很好”、“我對目前的生活感到滿意”和“目前的生活情形，大部分是符合我的期望”，整體生活滿意度知覺平均數為 3.84。整體壓力知覺總分平均數為 23.21，表示雪山登山客在登山體驗後心理幸福感、生活品質、生活滿意度知覺都在量測的平均值之上，登山客尤其認同整體心理幸福感知覺。而登山客相對於壓力知覺，則普通偏低，在量測的平均值之下。
4. 針對雪山登山客之社會人口資料的心理幸福感、生活品質、生活滿意度與壓力知覺之差異性分析，發現 41 歲以上的遊客對於生活滿意度及生活品質知覺的滿意程度高於 40 歲以下之登山客，但是壓力知覺低於

40歲以下的登山客；經歷過婚姻的登山客對於生活滿意度及生活品質知覺的滿意度相較於未婚遊客高，而壓力知覺低於未婚的登山客；學生之壓力知覺的高於家管或退休登山客；外國登山客之壓力知覺高於台灣本地的登山客；高中以下的學歷其壓力知覺顯著高於專科、研究所以上等學歷，但是生活品質知覺低於專科及研究所以上的學歷；最後分析結果顯示擁有越高收入之遊客，對於壓力知覺越低。研究結果顯示，壓力知覺在不同年齡、婚姻狀況、族群、職業狀況、教育程度的登山客具有顯著差異，表示壓力知覺容易在不同登山客族群中產生差異。

5. 在心理幸福感、生活品質、壓力知覺及生活滿意度相關分析中，發現心理幸福感、生活品質對生活滿意度具有顯著性的正向影響，而壓力知覺則對生活滿意度有顯著的負向影響，意即心理幸福感和生活品質知覺越高，生活滿意度越高，而壓力知覺越低，生活滿意度越高。
6. 針對不同參與程度登山客分析其心理幸福感、生活品質、生活滿意度及壓力知覺的差異性分析，發現造訪雪霸國家公園及登山活動參與程度頻率越頻繁，壓力知覺則有越低的趨勢，而生活滿意度和生活品質則會提高。
7. 在生活滿意度的預測，使用心理幸福感、生活品質 4 個因子及壓力知覺為自變項，對生活滿意度進行多元迴歸分析，發現心理幸福感、生活品質因子中的心理和社會關係因子皆對生活滿意度有顯著性且正向的預測力，解釋力達 43%，顯示其 3 者對於生活滿意度有高度的預測能力。換句話說，登山客的心理幸福感、生活品質知覺會正向影響生活滿意度。另外，本研究為更瞭解是哪些心理幸福感及生活品質知覺問項會影響生活滿意度預測力，做了更進一步的分析，發現生活品質中登山客對其生活品質、生命的意義、對自己的滿意度、集中精神、人際關係、性生活與朋友的支持之精神層面認同都能有效且正向的預測生活滿意度。而心理幸福感中愉快地回憶、可以全心投入自己想做的事情與整體登山經驗的滿意度可以有效及正向的影響生活滿意度。
8. 研究中也對 614 位問卷受訪者中的 100 位自願參與之登山客進行心率變異儀器的量測，發現過半數的登山客都保持良好的健康狀態，其對

於自身壓力知覺與實際壓力指數人數百分比趨勢相當，顯示登山客在登山活動後壓力有減輕的趨勢。

9. 研究限制部分，因為經費、儀器與人力的限制，導致儀器實際測量人數只有 100 人，且只有後測，僅能代表登山客在登山體驗後的自律神經平衡、壓力狀態與心律變異數資料，無法得知登山客登山前後健康狀態是否有變化。

(二) 建議事項

1. 立即可行之建議

增加雪霸國家公園針對遊憩與人們健康相關知識於網站和導覽手冊。根據本研究對雪山登山客訪察的結果，超過八成的登山客希望可以獲得更多與雪霸遊憩相關的遊憩資訊，如承載量及生態旅遊等。此外，研究結果亦發現登山活動對於登山客的健康知覺有提升的效果尤其在心理健康的部分，建議可以在雪霸國家公園官方網頁及導覽手冊進一步加強宣傳遊憩與健康知覺結合的相關知識相關議題，如登山活動可以降低壓力知覺與提升心理健康。鼓勵遊客可以多前往雪山進行登山活動，放鬆身心壓力。

主辦機關：雪霸國家公園

協辦機關：國立中興大學森林學系

2. 持續研究之建議

進行整個雪霸國家公園健康指標之建立。由於計畫調查時間、人力及經費有限，本次研究僅能瞭解登山體驗後之雪山登山客之心理幸福感、生活品質、生活滿意度及壓力知覺，以及心律變異變化，未來建議可以將研究擴及到整個雪霸國家公園，包含武陵、雪見及觀霧等遊遊客身心健康知覺之差異。並同時比較像登山客與一般遊客的健康知覺之異同，建立雪霸國家公園遊客身心健康指標。

主辦機關：雪霸國家公園

協辦機關：國立中興大學森林學系

五、參考文獻

- 王青怡 (2011) 休閒效益與生活品質對生活滿意度預測之研究。國立中興大學森林學系碩士論文。
- 王環皓 (2011) 國家公園遊憩資源特性與遊客滿意度之網路口碑分析研究。臺東大學社會科教育學系碩士論文。
- 台灣科學地 (2014) 引用自 2014 年 11 月 27 日 <http://taiwanscientific.com.tw/>。
- 余嬪 (1998) 輕鬆休閒操之在我。高雄市：復文
- 吳宗瓊、張樑治、鄭芳華 (2011) 休閒在退休生活調適上之作用。生活科學學報 15:141-164。
- 吳明隆、涂金堂 (2006) SPSS 與統計應用分析。台北市：五南。
- 呂佩勳 (2009) 健康旅遊體驗與幸福感之研究。國立臺灣師範大學人類發展與家庭學系博士論文。
- 林建安 (2002) 登山步道分級架構之研究—以山岳型國家公園為例。朝陽科技大學休閒事業管理系碩士論文。
- 涂淑蕊 (2012) 休閒知覺自由、社會支持、休閒效益、登山運動參與與幸福感之相關研究—以登山步道健行者為例。大葉大學管理學院研究所碩士論文。
- 姚開屏 (2002) 臺灣版世界衛生組織生活品質問卷之發展與應用。臺灣醫學 6(2):194-220。
- 柯嘉鈞、歐聖榮 (2004) 遊客對生態旅遊經營管理策略之認同度研究以雪霸國家公園為例。興大園藝學報 29(30):89-98.
- 馬上鈞 (2001) 休閒效益與生活壓力關係之研究—以高雄地區郊山登山者為例。國立臺灣師範大學運動與休閒管理研究所碩士論文。
- 郭殷豪、游鈞裕、賴軍霖 (2013) 臺灣國家公園遊客人次季節性變動之研

- 究。第五屆亞太餐旅教育聯盟暨第 13 屆觀光休閒暨餐旅產業永續經營學術研討會論文集:731-744。
- 陳宗昌、余智生 (2008) 走路休閒之休閒效益探討。嶺東體育暨休閒學刊 6:137-148。
- 陳慧玲、林安庭 (2011) 登山運動參與者涉入程度、流暢體驗與幸福感之相關研究。臺灣體育運動管理學報 11(1): 25-50。
- 陸洛 (1998) 中國人幸福感之內涵及相關因素探討。國家科學委員會研究彙刊：人文及社會科學 8(1):115-137。
- 曾偉君、游惠如 (2006) 臺灣國家公園之遊憩效益及其物種多樣性之價值。戶外遊憩研究 19(2):87-102。
- 游淑文 (2005) 休閒生活型態與健康相關生活品質關係之研究。臺中健康暨管理學院休閒與遊憩管理學系碩士論文。
- 黃信達 (2010) 雪霸國家公園 99 年度「與國家公園有約—生態旅遊活動」滿意度調查研究報告。雪霸國家公園經營管理研究報告。
- 楊怡寧 (2004) 休閒參與休閒滿意與幸福感關係之研究—探索休閒多樣性之影響。國立家邑大學休閒事業管理研究所碩士論文。
- 廖明惠 (2006) 養生宅住老人休閒參與和生活品質關係之研究—以潤福生活新象為例。國立臺灣師範大學運動與休閒觀禮研究所碩士論文。
- 鄭天福 (2009) 土城市登山步道參與者休閒涉入與休閒效益關係之研究。國立臺北教育大學體育教學研究所碩士論文。
- Ajzen, I. (1991) Benefits of leisure: a social psychological perspective. In Driver, B. L., Brown, P. J., & Peterson, G. L. (Ed), Benefits of Leisure pp.441-417. State College, PA: Venture Press.
- Bammel, G. and L. L. Burrus-Bammel (1992) Leisure and Human Behavior. Dubuque, IA: Wm. C. Brown Publishers.
- Brownson, R. C., E. A., Baker, R. A., Housemann, L. K., Brennan and S. J.

- Bacak (2001) Environmental and policy determinants of physical activity in the United States. *American Journal of Public Health* 91(12): 1995-2003.
- Chang, L. and P. Yu (2013) Relationships between leisure factors and health-related stress among older adults. *Psychology, Health & Medicine* 18(1): 79-88.
- Cohen, S., T. Kamarck and R. Mermelstein (1983) A global measure of perceived stress. *Journal of Health and Social Behavior* 24(4):385-396.
- Diener, E. and R. Lucas (1999) Personality and subjective well-being. In Kahneman, D. (Ed), *Well-Being: The Foundations of Hedonic Psychology*, pp. 214-229. Russell Sage Foundation, New York
- Diener, Ed., R. A. Emmons, R. J. Larsen and S. Griffin (1984) The satisfaction with life scale. *Journal of Personality Assessment* 49(1): 71-75
- Driver, B. L. (1997) The defining moment of benefits. *Park and Recreation* 32(12):38-41.
- Driver, B. L. and D. H. Burns (1999) Concepts and uses of the benefits approach to leisure. In Jackson, E. L., & Burton, T. L. (Ed), *Leisure studies*, pp. 349-368. State College, PA: Venture Publishing, Inc.
- Driver, B. L., H. E. A., Tinsley and M. J. Manfredro (1991) The Paragraphs about Leisure and Recreation Experience Preference Scales: Results from Two Inventories Designed to Assess the Breadth of the Perceived Psychological Benefits of Leisure. In Driver, B. L., Brown, P. J., & Peterson, G. L. (Ed), *Benefits of Leisure*, pp.264-287. State College, PA: Venture Publishing, Inc.
- Dustin, D. L., K. S. Bricker and K. A. Schwab (2010) People and nature: Toward an ecological model of health promotion. *Leisure Sciences* 32: 4-14.
- Ferrans, C. E. (1996) Development of a conceptual model of quality of life.

- Research and Theory for Nursing Practice 10(3): 294-304.
- Hills, P., and M. Argyle (2002) The oxford happiness questionnaire: a compact scale for the measurement of psychological well-being. *Personality and Individual Differences* 33:1074-1082.
- Kaczynski, A., L. Potwarka and B. Saelens (2008) Association of park size, distance and features with physical activity in neighborhood parks. *American Journal of Public Health* 98(8): 1451-1456.
- Kaplan, S. (1995) The restorative benefits of nature: Toward an integrative framework. *Journal of Environmental Psychology* 15: 169-182.
- Kuo, F. E. (2010) Park and other green environments: essential components of a healthy human habitat. *National Recreation and Park Association* 1-34.
- Lazarus, R. S. and S. Folkman (1984) *Stress, appraisal and coping*. New York: Springer.
- Lecic-Tosevski, D., J. Gavrilovic, G. Knezevic and S. Priebe (2003) Personality factors and posttraumatic stress: associations in civilians one year after air attacks. *Journal of Personality Disorders* 17(6): 537-549.
- Li, C. L. and C. Y. Wang (2012) The factors affecting life Satisfaction: Recreation benefits and quality of life. *Sports & Exercise Research* 14(4):407-418.
- Liechty, T., A. J. Mowen, L. L. Payne, K. A. Heanderson, J. N. Bocarro, C. Bruton and G. C. Geoffrey (2014) Public park and recreation managers' experiences with health partnerships. *Journal of Park and Recreation Administration* 32(2):11-27.
- Pavot, W., E. Diener, C. R., Randall and E. Sandvik (1991) Further validation of the satisfaction with life scale: evidence for the cross-method convergence of well-being measures. *Journal of Personality Assessment*, 57(1), 149-161.

- Ryff, C. D. (1989) Happiness is everything, is it? Explorations on the meaning of psychological well-being. *Journal of Personality and Social Psychology* 57(6):1069-1081.
- Schmidt, S., H. Mühlan and M. Power (2005) The EUROHIS-QOL 8-item index: psychometric results of a cross-cultural field study. *European Journal of Public Health* 16(4): 420-428.
- Tak, S. H. (2006) An insider perspective of daily stress and coping in elders with arthritis. *Orthopaedic Nursing* 25(2): 127-132.
- Tak, S. H., S. H. Hong and R. Kennedy (2007) Daily stress in elders with arthritis. *Nursing and Health Sciences* 9(1): 29-33.
- UNDP (1998) *Human Development Report*, Oxford University Press, New York, pp.136.
- USDA Forest Service (2010) Mt. Hood National Forest. Retrieved December 22, 2010, from <http://www.fs.fed.us/r6/mthood/publications/>
- Wankel, L. M. and B. G. Berger (1991) The personal and social benefits of sport and physical activity. In Driver, B. L., Brown, P. J., & Peterson, G. L. (Eds), *Benefits of leisure* (pp.121-144). State College, PA: Venture Press.
- WHOQOL Group (1995) The World Health Organization Quality of Life assessment: position paper from the World Health Organization. *Social Science & Medicine* 41 (10): 1404-1409.
- WHOQOL Group (1996) WHOQOL-BREF introduction, administration, scoring and generic version of the assessment. Programme on Mental Health World Health Organization.
- Youmans, W. B. (1962) *Fundamentals of human physiology for students in the medical sciences*. Chicago: Year Book Medical Publishers.

附錄 4-1. 中英文問卷

(一)雪山登山客心理幸福感、生活品質、壓力知覺及生活滿意度問卷

1. 請問您第一次來“雪霸國家公園”嗎？ 是 否 [若您選“否”，請繼續填答]
 - a. 在過去這 1 2 個月中，您總共參訪此地幾次(含本次)？ 共 _____ 次
 - b. 在過去這 1 2 個月中，您參觀此地幾天？ 共 _____ 天

2. 請問您第一次來“雪山”進行登山旅遊嗎？ 是 否 [若您選“否，請繼續填答]
 - a. 在過去這 1 2 個月中，您總共來此登山幾次（含本次）？ 共 _____ 次
 - b. 在過去這 1 2 個月中，您總共來此登山幾天？ 共 _____ 天

3. 請問在過去這 1 2 個月中，除了雪山之外，您還到過其他“3000m 以上”的高山進行登山活動嗎？ 是 否 [若您選“是”，請繼續填答]
 - a. 在過去這 1 2 個月中，您總共到其他地區登山幾次？ 共 _____ 次
 - b. 在過去這 1 2 個月中，您總共到其他地區登山幾天？ 共 _____ 天

4. 請問您如何得知登山資訊？（可複選）
網路 親友 紙本資訊（如報章雜誌、摺頁） 電視媒體
其他（請註明） _____

5. 請問您本次的登山路線為主東峰線嗎？ 是 否(請註明) _____

6. 請問在登山路線中下列哪些登山景點最吸引您？（可複選）
登山口服務站 七卡山莊 哭坡 雪山東峰 三六九山莊
思源埡口 武陵四秀 黑森林 雪山圈谷 雪山主峰
聖稜線 其他（請註明） _____

7. 您這次是和誰出遊？（請勾選 1 個最符合的）
獨自一人 家人 朋友 家人和朋友 同事
其他（請註明） _____
如果您這次不是獨自一人出遊，請問您總共和多少人出遊（含您自己）？
_____ 人

8. 請問您會想獲知更多與雪霸遊憩相關的資訊（如承載量、生態旅遊）嗎？

是 否

9. 請問您來雪山進行登山體驗可以幫助您增加生態保育的相關知識嗎？

可以 不可以

第二部分：關於您登山體驗後的**心理幸福感**，請依您登山旅遊後的感受，圈選出最符合您的答案。

	非常不同意	不同意	沒意見	同意	非常同意
1. 這次登山經驗整體是滿意的	1	2	3	4	5
2. 這次登山經驗是值得的	1	2	3	4	5
3. 這次登山經驗中的每一個行程都是令人滿意的	1	2	3	4	5
4. 這次登山經驗中讓我覺得自己是有魅力的	1	2	3	4	5
5. 這次登山經驗中有許多美好的體驗	1	2	3	4	5
6. 我能融入登山中每件我想做的事情	1	2	3	4	5
7. 我對登山中所有事情都感興趣	1	2	3	4	5
8. 這次的登山經驗留有許多特別愉快的回憶	1	2	3	4	5

第三部分：關於登山遊憩對於您**生活滿意度**的感想，請依您的看法，圈選出最符合您的答案。

	非常不同意	不同意	沒意見	同意	非常同意
1. 目前的生活情形，大部分是符合我的期望	1	2	3	4	5
2. 我認為目前的生活狀況很好	1	2	3	4	5
3. 我對目前的生活感到滿意	1	2	3	4	5
4. 就現在而言，我認為我已經獲得某些在生命中重要的東西	1	2	3	4	5
5. 如果生命可以重來一次，我幾乎不想改變任何事情	1	2	3	4	5

第四部分：關於您從事登山遊憩與您生活品質的關係，請依您的感受，圈選出最符合您的答案。

	非常不滿意	不滿意	普通	滿意	非常滿意
1. 整體來說您如何評價您的生活品質？	1	2	3	4	5
2. 整體來說你滿意您的健康嗎？	1	2	3	4	5
	完全沒有	有一點有	普通	很有	非常有
3. 您覺得身體疼痛會妨礙您處理需要做的事情嗎？	1	2	3	4	5
4. 您需要靠醫療的幫助應付日常生活嗎？	1	2	3	4	5
5. 您享受生活嗎？	1	2	3	4	5
6. 您覺得您的生命有意義嗎？	1	2	3	4	5
	非常不滿意	不滿意	普通	滿意	非常滿意
7. 您集中精神的能力有多好？	1	2	3	4	5
8. 在日常生活中，您感到安全嗎？	1	2	3	4	5
9. 您所處的環境健康嗎？	1	2	3	4	5
10. 您每天的生活有足夠的精力嗎？	1	2	3	4	5
11. 您能接受您的外表嗎？	1	2	3	4	5
	完全沒有	有一點有	普通	很有	非常有
12. 您有足夠的金錢能夠應付嗎？	1	2	3	4	5
13. 您能方便得到每日生活所需的資訊嗎？	1	2	3	4	5
14. 您有機會從事休閒活動嗎？	1	2	3	4	5
15. 您四處行動的能力好嗎？	1	2	3	4	5
	非常不滿意	不滿意	普通	滿意	非常滿意
16. 您滿意自己的睡眠狀況嗎？	1	2	3	4	5
17. 您滿意自己從事日常活動的能力嗎？	1	2	3	4	5
18. 您滿意自己的工作能力嗎？	1	2	3	4	5
19. 您對自己滿意嗎？	1	2	3	4	5
20. 您滿意自己的人際關係嗎？	1	2	3	4	5
21. 您滿意自己的性生活嗎？	1	2	3	4	5
22. 您滿意朋友給您的支持嗎？	1	2	3	4	5

23. 您滿意自己住所的狀況嗎？	1	2	3	4	5
24. 您滿意醫療保健服務的方便程度嗎？	1	2	3	4	5
25. 您滿意所使用的交通運輸方式嗎？	1	2	3	4	5
	完全沒有	有一點有	普通	很有	非常有
26. 您常有負面的感受嗎？（如沮喪、焦慮）	1	2	3	4	5
27. 您覺得自己有面子或被尊重嗎？	1	2	3	4	5
28. 您想吃的食物通常都能吃到嗎？	1	2	3	4	5

第五部分：關於您從事登山遊憩與壓力的關係，請依您的看法，圈選右邊最符合您的答案。

（請以過去一個月為依據）

	從不	偶爾	有時	時常	總是
1. 會對一些無法預期的事情發生而感到心煩意亂	0	1	2	3	4
2. 感覺無法控制自己生活中重要的事情	0	1	2	3	4
3. 感到緊張不安和壓力	0	1	2	3	4
4. 成功地處理惱人的生活麻煩	0	1	2	3	4
5. 感到自己是有效地處理生活中所發生的重要改變	0	1	2	3	4
6. 對於有能力處理私人問題感到很有信心	0	1	2	3	4
7. 感到事情順心如意	0	1	2	3	4
8. 發現自己無法處理所有自己必須做的事情	0	1	2	3	4
9. 有辦法控制生活中惱人的事情	0	1	2	3	4
10. 常覺得自己是駕馭事情的主人	0	1	2	3	4
11. 常生氣，因為很多事情的發生是超出自己所能控制的	0	1	2	3	4
12. 經常想到有些事情是自己必須完成的	0	1	2	3	4
13. 常能掌握時間安排方式	0	1	2	3	4
14. 常感到困難的事情堆積如山，而自己無法克服它們	0	1	2	3	4

第六部分：這部分是關於您的基本資料。

1. 性別： 女 男

2. 年齡：_____ 歲

3. 婚姻狀況：

已婚 未婚 離婚 喪偶

4. 請問您的國籍是中華民國嗎？ 是 否（請註明）_____

5. 您認為您是台灣那個族群？（可複選）

閩南 客家 外省 原住民（請註明原住民族名）_____

6. 您在家說什麼語言？（可複選）

國語 台語 客家話 其他（請註明）_____

7. 教育程度：

國中小以下 高中 專科 大學 研究所以上

8. 職業狀況：

全職在外工作 全職家管 退休 學生 目前沒有工作

9. 個人 2013 年的稅前年收入(台幣計)：

- 少於 NT \$200,000 NT\$200,000 - \$399,999 NT\$400,000 - \$599,999
- NT\$600,000 - \$799,999 NT\$800,000 - \$999,999 NT\$1,000,000 或以上

10. 其他意見與指教

非常謝謝您的參與和意見！☺

附錄 4-2. 雪山登山客心理幸福感、生活品質、壓力知覺及生活滿意度問卷(英文版)

Q1. **Is it your first time to visit Shei-Pa National Park?** Yes No

[If Yes, please skip to Q2]

a. If No, how many times did you visit here during the past 12 months? _____ times including this time.

b. If No, how many days did you visit here during the past 12 months? _____ days including today.

Q2. **Is it your first time to hike Xue Mountain?** Yes No

[If Yes, please skip to Q3]

a. If No, how many times have you hiked here during the past 12 months? _____ times including this time.

b. If No, how many days have you hiked here during the past 12 months? _____ days including today.

Q3. **In addition to Xue Mountain, have you hiked other mountains above 3000m high during the past 12 months?** Yes No [If No, please skip to Q4]

a. If Yes, how many times have you hiked other mountains during the past 12 months? _____ times.

b. If Yes, how many days have you hiked other mountains during the past 12 months? _____ days.

Q4. **Where did you get the information about mountain climbing?** (Multiple choice)

Internet Family/Friends Newspaper/ Magazine TV/Media

Others (Please Note _____)

Q5. **Is your mountain climbing trail “East Xue Trail?”**

Yes No (Please Note) _____

Q6. **Which sites are most attractive to you in the mountain trail?** (Multiple choice)

Mountaineering Service Station Cika Cabin Crying Slope Xue Mountain East Peak

Xue Mountain Main Peak Sanlioujiou Cabin Siyuan Pass Wuling Quadruple

Mountains Black Forest Xue Mountain NO1 glacial cirque Shengleng Trail

Others (Please Note) _____

Q7. **Who do you travel with?** (Single Choice)

Alone Family Friends Family & Friends Colleague

Other (Please Note) _____

How many people do you travel with (If you are not alone) ? _____ people including yourself.

Q8. Would you like to know more about recreation information about Shei-Pa National Park?

(e.g., carrying capacity 、 ecotourism) ? Yes No

Q9. Is it of help to enhance your ecological conservation knowledge in this Xue Mountain hike? Yes No

Q10. Please indicate the zip code you currently live _____

Part 1: Below is about your psychological well-being with this trip, please circle your answers.

	Strongly Disagree	Disagree	No Opinion	Agree	Strongly Agree
1. I felt particularly pleased with this trip	1	2	3	4	5
2. I felt that this trip is very rewarding	1	2	3	4	5
3. I am well satisfied about this trip	1	2	3	4	5
4. I thought I look attractive in this trip	1	2	3	4	5
5. I found beauty in this trip	1	2	3	4	5
6. I could fit in everything I want to when I traveling	1	2	3	4	5
7. I felt fully mentally alert in this trip	1	2	3	4	5
8. I did have particularly happy memories of this trip	1	2	3	4	5

Part 2: Below is about your life satisfaction with this trip, please circle your answers.

	Strongly Disagree	Disagree	No Opinion	Agree	Strongly Agree
1. In most ways my life is close to ideal	1	2	3	4	5
2. The conditions of my life are excellent	1	2	3	4	5
3. I am satisfied with my life	1	2	3	4	5
4. So far I have gotten the important thing I want in life	1	2	3	4	5
5. If I could live my life over, I would change almost nothing	1	2	3	4	5

Part 3: Below is about your quality of life with this trip, please circle your answer.

	Very dissatisfied	Dissatisfied	Neither satisfied nor dissatisfied	Satisfied	Very Satisfied
1. How would you rate your quality of life?	1	2	3	4	5
2. How satisfied are you with your health	1	2	3	4	5
	Not at all	A little	A moderate amount	Very much	An extreme amount
3. To what extent do you feel that physical pain prevents you from doing what you need to do?	1	2	3	4	5
4. How much do you need any medical treatment to function in your daily life?	1	2	3	4	5
5. How much do you enjoy life?	1	2	3	4	5
6. To what extent do you feel your life to be meaningful?	1	2	3	4	5
	Very dissatisfied	Dissatisfied	Neither satisfied nor dissatisfied	Satisfied	Very Satisfied
7. How well are you able to concentrate?	1	2	3	4	5
8. How safe do you feel in your daily life?	1	2	3	4	5
9. How healthy is your physical environment?	1	2	3	4	5
10. Do you have enough energy for everyday life?	1	2	3	4	5
11. Are you able to accept your bodily appearance?	1	2	3	4	5
	Not at all	A little	A moderate amount	Very much	An extreme amount
12. Have you enough money to meet your needs?	1	2	3	4	5
13. How available to you is the information that you need in your day-to-day life?	1	2	3	4	5
14. To what extent do you have the opportunity for leisure activities?	1	2	3	4	5

15. How well are you able to get around?	1	2	3	4	5
	Very dissatisfied	Dissatisfied	Neither satisfied nor dissatisfied	Satisfied	Very Satisfied
16. How satisfied are you with your sleep?	1	2	3	4	5
17. How satisfied are you with your ability to perform your daily living activities?	1	2	3	4	5
18. How satisfied are you with your capacity for work?	1	2	3	4	5
19. How satisfied are you with yourself?	1	2	3	4	5
20. How satisfied are you with your personal relationships?	1	2	3	4	5
21. How satisfied are you with your sex life?	1	2	3	4	5
22. How satisfied are you with the support you get from your friends?	1	2	3	4	5
23. How satisfied are you with the conditions of your living please?	1	2	3	4	5
24. How satisfied are you with your access to health services	1	2	3	4	5
25. How satisfied are you with your transport?	1	2	3	4	5
	Not at all	A little	A moderate amount	Very much	An extreme amount
26. How often do you have negative feelings?	1	2	3	4	5

Part 4: Below is about the stress you feel, please circle your answers.

Based on the Last month	Never	Almost Never	Some times	Fairly often	Very often
1. How often have you been upset because of some happened unexpectedly?	0	1	2	3	4
2. How often have you felt that you were unable to control the important things in your life?	0	1	2	3	4

3. How often have felt nervous and “stressed”?	0	1	2	3	4
4. How often have you dealt successfully with irritating life hassles?	0	1	2	3	4
5. How often have you felt that you were effectively coping with important changes that were occurring in your life?	0	1	2	3	4
6. How often have you felt confident about your ability to handle your personal problems?	0	1	2	3	4
7. How often have you felt that things were going your way?	0	1	2	3	4
8. How often have you found that you could not cope with all the things that you had to do?	0	1	2	3	4
9. How often have you been able to control irritation in your life?	0	1	2	3	4
10. How often have you felt that you were on top of things?	0	1	2	3	4
11. How often have you been angered because of things that happened that were outside of your control?	0	1	2	3	4
12. How often have you found yourself thinking about things that you have to accomplish?	0	1	2	3	4
13. How often have you been able to control the way you spend your time?	0	1	2	3	4
14. How often have you felt difficulties were piling up so high that you could not overcome them?	0	1	2	3	4

Part 7: Below is about your personal information.

1. **Gender** : Female Male

2. **Age** : _____

3. **Marital status** :

Married Unmarried Divorce Widowed

4. **Is your nationality Republic of China (Taiwan) ?**

Yes No (If no, please note) _____

5. **What language do you speak at home ?** (Multiple choice)

Mandarin Taiwanese Hakka

- Others (Please note) _____

6. Education :

- Under junior high Senior secondary Junior college
- Some college but no degree University Some graduate but no degree
- Over Institute

7. Occupational status :

- Full-time work → Profession: _____
- Full-time Housekeeper
- Retirement → Occupation before retirement _____
- Student → Full-time Part-time
- There is no occupation

8. Personal income in 2013 (US dollar) :

- Less than \$7,000 \$7,000 - \$13,000 \$14,000 - \$19,000
- \$20,000 - \$25,000 \$27,000 - \$33,000 Over \$34,000

9. Comments and advices

Thank you very much for your participation and comments !



附錄 4-3. 問卷發放實際情形

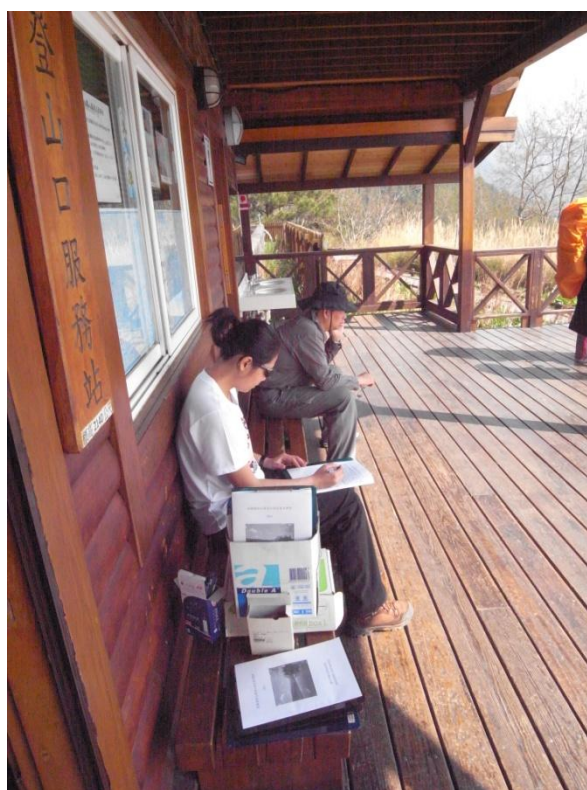
本研究實際發放與遊客填答情形如圖 4-10 至圖 4-17，在調查期間一共發放 569 份中文問卷，45 份英文問卷。



照片 4-1. 登山客填答情形



照片 4-2. 登山客填答情形



照片 4-3. 登山客填答情形



照片 4-4. 登山客填答情形



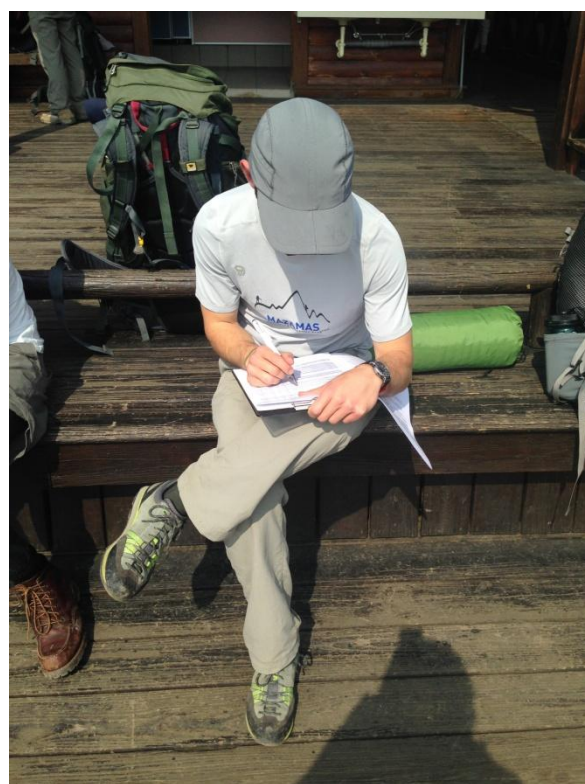
照片 4-5. 登山客填答情形



照片 4-6. 登山客填答情形



照片 4-7. 登山客填答情形



照片 4-8. 登山客填答情形



照片 4-9. 雪山登山口調查地點



照片 4-10. 實際問卷訪問情形



照片 4-11. 調查時遇到登山團體背三太子人偶登山



照片 4-12. 三六九山莊問卷調查