

雪見地區植物物候及昆蟲相消長關係調查
暨解說出版品編彙
成果報告

委託單位：雪霸國家公園管理處

執行單位：國立中興大學昆蟲系
國立中興大學 森林系
國立彰化師範大學生物學系

計畫主持人：葉文斌 教授
曾喜育 副教授
林宗岐 教授

雪霸國家公園管理處委託研究/辦理報告
中華民國 106 年 6 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
表次	III
圖次	IV
摘要	VI
ABSTRACT.....	IX
104 年整合型研究計畫項目	X
計畫緣由	1
一、雪見地區授粉昆蟲組成及變動	2
二、雪見地區植物物候調查	3
三、雪見地區環境教育推廣、媒體與書籍出版	3
第一章 雪見地區授粉昆蟲組成及變動	5
摘要	5
ABSTRACT.....	8
壹、前言	9
貳、前人研究	9
參、材料與方法	11
肆、結果與討論	15
一、雪見天然林樹冠層昆蟲相的組成差異與季節消長	15
二、雪見地區各優勢植物花器的昆蟲組成及優勢類群	26
三、雪見地區螞蟻相調查	32
伍、結論	34
一、雪見天然林樹冠層昆蟲相的組成差異與季節消長	34
二、雪見地區各優勢植物花器的昆蟲組成及授粉昆蟲	35
三、雪見地區螞蟻相調查	35
陸、參考文獻	37
第二章雪見地區植物物候調查	39
摘要	39
ABSTRACT.....	42
壹、前言	44
貳、前人研究	45
參、材料與方法	51
一、研究區域環境概況	51
二、雪見遊憩區植物物候調查	52
三、開花韻律分類	53
四、植物開花及寒害判斷	53
五、阿里山月桃物候調查	55
六、累積熱量計算	59

肆、結果與討論	60
一、開花結實物候種子植物資源組成統計	60
二、雪見遊憩區種數優勢科之開花結實表現	111
三、開花物候模式	118
四、低溫對開花韻律之影響	123
五、縮時攝影機開花物候記錄	143
六、積溫計算	147
伍、結論	148
陸、參考文獻	150
附錄 I 雪見遊憩區植物物候調查種子植物種類名錄清單	158
附錄 II 雪見遊憩區縮時攝影機架設之位置	169
第三章雪見地區環境教育推廣、媒體與書籍出版	171
摘要	171
ABSTRACT	173
壹、前言	174
貳、前人研究	175
參、材料與方法	176
肆、結果與討論	176
伍、結論	177
陸、參考文獻	177
附錄 III 書本架構	179
「雪見地區植物物候及昆蟲相消長關係調查暨解說出版品編彙」委託辦理案第 1 期中審查會議紀錄	183
「雪見地區植物物候及昆蟲相消長關係調查暨解說出版品編彙」委託辦理案第 2 期中審查會議紀錄	186
「雪見地區植物物候及昆蟲相消長關係調查暨解說出版品編彙」委託辦理案第 3 期中審查會議紀錄	189
「雪見地區植物物候及昆蟲相消長關係調查暨解說出版品編彙」委託辦理案出版品審查會議紀錄	192
「雪見地區植物物候及昆蟲相消長關係調查暨解說出版品編彙」委託辦理案期末審查會議紀錄	194
「雪見地區植物物候及昆蟲相消長關係調查暨解說出版品編彙」委辦展延案期末審查會議紀錄	198

表次

表 1-1 雪見遊憩區樹冠層各年度昆蟲相調查日期	15
表 1-2 雪見地區天然林樹冠層掃網(SWP) 昆蟲相目級組成、科別及數量	16
表 1-3 雪見地區天然林樹冠層馬氏網(MLT) 昆蟲相目級組成、科別及數量	17
表 1-4 雪見天然林優勢樹種樹冠層昆蟲目級組成、科別及數量	18
表 1-5 雪見天然林樹冠層昆蟲多樣性指數	21
表 1-6 雪見地區天然林樹冠層昆蟲量三年間季節變動	22
表 1-7 雪見天然林樹冠層昆蟲相各月份蟲數、均勻度及多樣性指數	23
表 1-8 雪見樹冠層優勢昆蟲科級組成	25
表 1-9 雪見天然林各優勢樹種樹冠層優勢昆蟲科級組成	26
表 1-10 雪見地區優勢植物授粉昆蟲的調查日期及種類	26
表 1-11 雪見地區各優勢植物花器上昆蟲目級組成	27
表 1-12 雪見地區螞蟻季節調查	33
表 1-13 雪見地區螞蟻種類與豐度	33
表 2-1 雪見遊憩區 2015 年 2 月至 2017 年 3 月開花結實之種子植物統計	60
表 2-2 雪見遊憩區 2015 年 2 月至 2017 年 3 月開花結實種數與平均溫度、降水、當 月最低溫、當月最高溫之無母數 Sperman 相關測驗表	61
表 2-3 馬都安 1991-2016 年與雪見 2013-2016 年高溫天數統計表	126
表 2-4 遭受 2016 年 1 月 24 日極端低溫後，損害類型及開花韻律表。	127
表 2-5 雪見遊憩區紅楠、西施花、南澳杜鵑在不同年度的開花時間與開花前之積溫 時數(GH)及累積熱量(GDH)表，其累積熱量可視為其開花之門檻值	147

圖次

圖 1-1 雪見地區螞蟻相調查-掉落式陷阱採集樣點。	13
圖 1-2 雪見樹冠層掃網昆蟲組成。	16
圖 1-3 雪見樹冠層馬氏網昆蟲組成。	18
圖 1-4 雪見天然林樹冠層半翅目昆蟲科級組成及數量。	19
圖 1-5 雪見天然林樹冠層雙翅目昆蟲科級組成及數量。	19
圖 1-6 雪見天然林樹冠層膜翅目昆蟲科級組成及數量。	20
圖 1-7 雪見天然林樹冠層鞘翅目昆蟲科級組成及數量。	20
圖 1-8 雪見地區天然林樹冠層昆蟲量三年間季節變動。	22
圖 1-9 雪見樹冠層昆蟲各季節昆蟲組成空間分布圖。	24
圖 1-10 雪見各季昆蟲數量與氣溫變動圖。	24
圖 1-11 雪見地區優勢植物花器上昆蟲目級組成。	27
圖 1-12 花器昆蟲半翅目組成。	28
圖 1-13 花器昆蟲雙翅目組成。	28
圖 1-14 花器昆蟲膜翅目組成。	28
圖 1-15 花器昆蟲鞘翅目組成。	29
圖 1-16 雪見優勢植物訪花昆蟲組成空間分布圖。	30
圖 1-17 雪見優勢植物各樹層與開花植物昆蟲組成群集分析圖。	30
圖 1-18 雪見優勢植物訪花昆蟲組成不同採集時間空間分布圖。	32
圖 2-1 雪見遊憩區 2013 年 5 月至 2017 年 3 月，最高溫平均、平均溫度、最低溫平均及雨量分布圖。	52
圖 2-2 馬都安氣象站 1991-2017 年 3 月生態氣候圖。	54
圖 2-3 本研究於 2015 年 12 月至 2016 年 5 月之植物開花物候與低溫受害判斷示意圖。	55
圖 2-4 阿里山月桃 (<i>Alpinia pricei</i> var. <i>sessiliflora</i>) 外觀形態圖。	57
圖 2-5 雪見遊憩區 2015 年 2 月至 2017 年 3 月開花、結實種數前 10 科直方圖。	60
圖 2-6 雪見遊憩區 2015 年 2 月至 2017 年 3 月沿線植物開花結實種數與氣候圖。	62
圖 2-7 雪見遊憩區 2015 年 2 月至 2017 年 3 月開花物候譜。	65
圖 2-8 雪見遊憩區 2015 年 2 月至 2017 年 3 月結實物候譜。	90
圖 2-9 雪見遊憩區 2015 年 2 月至 2017 年 3 月菊科植物開花、結實物候譜。	111
圖 2-10 雪見遊憩區 2015 年 2 月至 2017 年 3 月薔薇科植物開花、結實物候譜。	114
圖 2-11 雪見遊憩區 2015 年 2 月至 2017 年 3 月蕁麻科植物開花、結實物候譜。	116
圖 2-12 雪見遊憩區 2015 年 2 月至 2017 年 3 月風輪菜(<i>Clinopodium umbrosum</i>)、火炭母草(<i>Polygonum chinense</i>)、粗毛小米菊(<i>Galinsoga quadriradiata</i>)開花時序圖。	118
圖 2-13 雪見遊憩區 2015 年 2 月至 2017 年 3 月加拿大蓬(<i>Conyza canadensis</i>)、絞股藍(<i>Gynostemma pentaphyllum</i>)、飛龍掌血(<i>Toddalia asiatica</i>)開花時序圖。	119

圖 2- 14 雪見遊憩區 2015 年 2 月至 2017 年 3 月大葉溲疏(<i>Deutzia pulchra</i>)、臺灣二葉松(<i>Pinus taiwanensis</i>)、海州常山(<i>Clerodendrum trichotomum</i>)開花時序圖。	120
圖 2- 15 雪見遊憩區與梅峰地區(伍淑惠, 1999)之植物開花韻律模式比較圖。 ...	122
圖 2- 16 雪見氣象站 2013 年 5 月至 2017 年 3 月, 每月最低、平均、最高溫度圖。	123
圖 2- 17 馬都安氣象站 1991-2017 年 3 月每月最低、平均、最高溫度和降水量圖。	124
圖 2- 18 雪見遊憩區遭受 2016 年 1 月 24 日極端低溫後, 開花或花苞不受影響之物種開花圖譜。	127
圖 2- 19 雪見遊憩區遭受 2016 年 1 月 24 日極端低溫後, 部分花部遭受損害之物種開花圖譜。	128
圖 2- 20 雪見遊憩區遭受 2016 年 1 月 24 日極端低溫後, 花部經損害後無恢復開花之物種開花圖譜。	130
圖 2- 21 雪見遊憩區 2016 年 1 月 24 日極端低溫受害類型、物種數及花部階段圖。	133
圖 2- 22 雪見遊憩區 2015-2017 年 3 月阿里山月桃每月新生葉莖折線圖。	135
圖 2- 23 雪見遊憩區天然林 2015-2017 年 3 月阿里山月桃葉莖與生長日回歸(韋伯機率密度函數)配適圖。	136
圖 2- 24 雪見遊憩區人工林 2016 年 1 月至 2017 年 3 月阿里山月桃葉莖與生長日回歸(韋伯機率密度函數)配適圖。	137
圖 2- 25 雪見遊憩區天然林 2015 年 10 月至 2017 年 4 月阿里山月桃正常葉片數與生長日圖。	138
圖 2- 26 2015 年 1 月至 2017 年 3 月阿里山月桃天然林葉莖與正常葉片之簡單回歸圖。	139
圖 2- 27 2016 年 1 月 24 日低溫過後阿里山月桃花部枯黃、敗育圖。	140
圖 2- 28 阿里山月桃自 2017 年 2 月 28 日起至 3 月 2 日期間單一花朵未綻放即敗育圖。	141
圖 2- 29 阿里山月桃花柱上舉型(anaflexistyly)2017 年 3 月 12-13 日開花時序圖。	141
圖 2- 30 阿里山月桃花柱下垂型(cataflexistyly)2017 年 3 月 6-8 日開花時序圖。 ..	142
圖 2- 31 阿里山月桃訪花者觀察圖。	143
圖 2- 32 白波紋小灰蝶(<i>Jamides alecto dromicus</i>)之幼蟲圖。	143
圖 2- 33 雪見遊憩區山櫻花開花時序圖。	144
圖 2- 34 雪見遊憩區西施花開花時序圖。	145
圖 2- 35 雪見遊憩區南澳杜鵑花開花時序圖。	146

摘要

關鍵詞：雪見遊憩區、昆蟲相、螞蟻、授粉昆蟲、植物物候、生態教育

一、研究緣起

雪見地區昆蟲相依過去的調查，有 19 個目 220 科的昆蟲組成(唐立正，2008；葉文斌，2013，2014)，建立了樹冠各層昆蟲組成特性，也發現人工林內具特別的優勢昆蟲，建立了可供參考的基礎資料。本研究繼續應用雪見遊憩區特有的樹冠平台與走道設施，進行樹冠層上植物及昆蟲組成調查，進一步建立優勢及特色植物物候資料，並分析開花物候下各植群及授粉昆蟲組成特性。區域性植物物候資料提供區域性植物相的時序反應，可了解植物生長、發育及繁殖過程中形態變化和氣候環境間的相互關係，是研究昆蟲、食果動物等群聚生態的基本資料，更是林木育種、稀有動植物保育復育等基礎生物學訊息，亦可提供作森林景觀規劃、環境生態解說教育等重要參考。森林內昆蟲生物量雖遠不及植物，但扮演著生態上食物供應者及分解者的重要角色；因此，本研究建立雪見遊憩區優勢、特有及稀有植物物候資料，並記錄優勢物種上出現的昆蟲、分析植物物候與氣候之關係，並建立開花植物與授粉昆蟲間的關聯性。另依植物物候及昆蟲組成調查結果，擷取植物及昆蟲相關圖片及影相資料，對此地區常見及具特色的植物及昆蟲，進行科普性質的描述，提供解說手冊及摺頁等出版，進一步將多樣特異難懂的昆蟲及植物等生態資料，以科普的知識呈現，達到雪見地區環境教育解說的重要目的。

二、研究方法及過程

本研究以雪見遊憩區步道、司馬限林道以及東洗水山步道兩旁的植物進行物候調查，每月調查一次，記錄植物開花與結實等 2 種物候相及其發生時間；調查期間同時記錄優勢植物上花器出現的訪花昆蟲。另利用縮時攝影機對雪見具代表性的植物進行拍攝，紀錄物候相變化；亦針對區內林下豐富的阿里山月桃，比較天然林與人工林不同生育環境的假莖生長與開花差異，並觀察阿里山月桃的花柱運動現象。為了解植物花器上之昆蟲組成變化，依據天然林優勢樹種及特色植物，如木荷、紅楠、杏葉石櫟、長尾尖葉槭、等植物的開花期，調查訪花昆蟲組成，並分析昆蟲各季組成及變化。此外，延續 102、103 年樹冠昆蟲之調查結果，持續每季利用馬氏網與平台掃網收集樹冠層上之昆蟲，將昆蟲鑑定至科級分類單位，

評估樹冠昆蟲組成的歧異及穩定特性。研究進行過程，針對常見昆蟲及植物進行圖像擷取及繪圖，將雪見遊憩區森林各冠層特色以解說導覽手冊、摺頁及互動電子書的形式，有利雪見地區環境教育推廣。

三、成果

本研究2015年至2016年於雪見遊憩區進行昆蟲組成、優勢植物種類與開花結果物候調查，一併分析2013-2014年樹冠層昆蟲組成。2013年至2016年優勢植物樹冠層各季掃網及馬氏網採集之昆蟲，以腐食性雙翅目、植食性的半翅目、食性差異大的鞘翅目、小型寄生膜翅目及植食性纓翅目為主。各樹種上優勢昆蟲有雙翅目黑翅蕈蚋(Sciaridae)、癭蚋(Cecidomyiidae)、搖蚊(Chironomidae)、蠓(Ceratopogonidae)，還有纓翅目的薊馬(Thripidae)、半翅目的木蝨(Psyllidae)。此外，除12月份外，各季節樹冠層優勢樹種昆蟲組成的多樣性均很高；各季節各優勢植物捕獲昆蟲以六月的夏季最多，冬季12月昆蟲量較少。各月份昆蟲組成DCA空間分析顯示，相同季節的昆蟲有相似的組成(夏、秋、冬)；但三月份春季昆蟲組成變異大。優勢植物花器的昆蟲組成及授粉昆蟲分析，以纓翅目薊馬(51%)最多，其餘雙翅目、膜翅目、鞘翅目、半翅目各約10%；雪見地區所採集到的螞蟻共3亞科10種912隻，優勢物種為奮起湖大頭家蟻，蓬萊家蟻與柯氏尼蘭德山蟻，臺灣特有種有蓬萊家蟻、奮起湖大頭家蟻、等7種。

植物物候調查上，2015年2月至2017年3月調查種子植物共83科197屬329種。調查開花結實的植物種數前5名依次為菊科、薔薇科、蕁麻科、茶科、樟科。2015年度整體開花數量呈現2高峰(5-7月與10至翌年1月)，2016年高峰期為4-12月；2015年結實種數在夏季6-8月和秋冬季10-翌年1月出現高峰，2016年結實物種數高峰期為6-12月。植物開花韻律可大致區分成持續型、多次型及年度型，以年度型開花的物種數最多，反映出溫帶氣候環境特色。此外，開花結實物候受到夏颱風和冬低溫影響大，此類極端氣候事件會中斷繁殖過程，也造成後續的物候時序產生紊亂。2016年1月24日出現極端低溫(-4.7°C)，是26年來少有的極端低溫事件，導致雪見遊憩區部分植物開花、展葉發生寒害；54種寒害觀察物種中，有79%部分花部遭受損害或損害後無恢復開花；以阿里山月桃進行詳細觀察，花部的敗育可能使阿里山月桃抽出更多的新芽，而低溫在高度生長上並沒有明顯的反應存在，正常葉片的數量上則有下降的情形。此外，從紅楠、西施花、等縮時攝影拍攝結果的積溫模式可知，2016年花期皆較2015年延後，可能與2016年1月極端低溫事件有關。

昆蟲與植物關係的調查分析顯示，昆蟲授粉者在各季節均有出現，與溫帶地區

冬季季節性休眠的觀察並不一致，可能與雪見全年皆有植物開花有關，如優勢菊科植物全年均可開花，提供昆蟲穩定花粉及花蜜來源；授粉者物種中，薊馬體上剛毛甚多，是明確有效的授粉者之一；而膜翅目的隧蜂、熊蜂、蜜蜂及無螫蜂等則是更有效率的授粉者。此外，植物花器上昆蟲組成DCA空間分布顯示，訪花昆蟲組成與植物種類有關，如無梗忍冬、海周常山、蓮草、臺灣八角金盤等花器上則因優勢的薊馬族群而群聚一起；另外，比對植物上訪花昆蟲與植食性昆蟲組成發現，花器昆蟲組成變異遠大於植食特性昆蟲，昆蟲群聚結果則呈現出季節群聚特性，如3月的川上氏槭、山胡椒、水麻、變葉新木薑子，5-6月的山香圓、無梗忍冬、黃菀、厚皮香、阿里山月桃、南澳杜鵑，11月的蓮草、台灣八角金盤。

本研究完成森林垂直分層，即地表層、灌木層、冠下層與樹冠層的昆蟲組成特性，並建立優勢植物物候資料，也建立昆蟲與植物物候部分相關資料；依春、夏、秋、冬時序，以雪見地區森林各冠層昆蟲為主軸，進一步出版雪見遊憩區解說導覽手冊、解說摺頁及互動電子書，期讓來訪民眾，對於雪見的生態環境資源有更深入的瞭解。

四、主要建議事項

建議一

立即可行建議：拍攝植物物候變化影像供管理處網站生態影片。

說明：利用縮時攝影記錄植物物候變化，可將已完成且畫質較佳的物候影像供管理處網站作生態解說使用。

建議二

長期建議：可設計實驗調查，進一步了解花器上昆蟲與開花植物間的關聯性。

說明：本研究資料顯示，花器上昆蟲組成變動顯然與植物開花季節有關。

建議三

長期建議：建立長期物候觀測

說明：可以針對氣候變化敏感，或具保育或代表性等特性種類，建立數位相機縮時攝技術，配合微環境資料蒐集器架設，可提供更詳盡的分析。

建議四

長期建議：增加環境教育推廣教材與媒材的豐富度

說明：配合不同季節、森林樹冠層及物候環境變化，利用無人多軸空拍機的技术，提供不同以往視覺上對於森林變化的印象。

ABSTRACT

【Keywords】 Xue-Jian recreation area, Insect fauna, Ant, Insect pollinator, Plant Phenology, Ecological education

The insect composition and the phenology of dominant plants were surveyed in 2015 and 2016 for environment monitoring and the ecological education in Xhejian recreation area. Moreover, insect composition from canopy surveyed in 2013-2014 were analyzed simultaneously. The dominant insects families finding on the dominant plants include the dipteran Sciaridae, Cecidomyiidae, and the thysanopteran Thripidae. High insect biodiversity was found annually except that from December and the summer composed the most abundant insects; While extremely dynamic fluctuation was found in spring time. Flower-visiting insects shown thysanopteran thrips in 51% is the highest one. As referring to the ants composition, 10 species including seven endemic ants were found. Flowering and fruiting phenology surveys were carried on in a total of 83 families, 197 genus and 329 species and the first top five rich-families were Compositae, Rosaceae, Urticaceae, Teaceae and Lauraceae. The monthly flowering species of 2015 reached two peaks and is April-December in 2016, and the monthly fruiting species showed the abundant peak occurring in June-December. The flowering patterns were recognized as continual, sub annual, and annual types; And the annual type occupied the most flowering plants. Moreover, the extreme low -4.7°C occurred on January 24 in 2016 affecting phenology vitally. For example, that all flower buds of *Alpinia pricei* were chilling injury. Moreover, time-lapse photography could clearly get the phenological scenario. Results of plant phenology relevant to insect composition shown that flower-visiting insects such as thrips, anthomyiid fly, the hairy hymenoptera could be considered as the efficient pollinators. Moreover, DCA showed that flower-visiting insects were appearing related to flowering season and involved in a clockwise dynamic pattern. In clustering analysis, as comparing to the canopy insect fauna, the flower-visiting insects were variable although several clusters formed each in March, July, November, and June-July were found. Finally, in order to apply these basic scientific results that photos, images, and videos upon those insects and plants were used as primary material and presented in the handbook, guide-sheet and e-book for environmental and ecological education.

104 年整合型研究計畫項目

計畫項目	主持人	服務機構/系所	職稱	計畫內容
子計畫 1	葉文斌	國立中興大學 昆蟲學系	教授	雪見地區授粉昆蟲 組成及變動
子計畫 2	曾喜育	國立中興大學 森林學系	副教授	雪見地區植物物候調查
子計畫 3	林宗岐	國立彰化師範大學 生物學系	教授	雪見地區環境教育推 廣、媒體與書籍出版

計畫緣由

國家公園透過有效的經營管理與保育措施，維護國家公園特殊的自然環境與生物多樣性。因此，管理單位明確掌握與瞭解園區內環境與生物多樣性之狀況與變化至為重要，若能針對威脅園區環境與生物多樣性之因素，妥善地因應與處理，同時監測與評估經營管理與保育的成效，達到國家公園設置的目標。《國家公園法》第1條明文規定「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，特制定本法」，3大主要目標為保育、育樂、研究分別是：

- (一)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。
- (二)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。
- (三)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。

另外，就對資源特色研究與管理方式而言，國家公園具備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。

然而，隨在自然環境開發、經濟活動日益頻繁下，人類造成的氣候變遷與暖化現象已對全球各生態系統產生若干影響；在平均溫度不斷升高的環境下，許多物種已面臨生存的危機，遷移力較佳的物種得以藉由移動遷至較高海拔或高緯度的地方，逃離環境暖化的威脅，但有些物種沒有適宜的應對機制，就可能步向滅絕。為此，許多科學家不停地進行相關研究，可望能更加了解溫室效應帶來的衝擊並提出應變措施。其中，物候學為一基礎科學，為探究自然界動、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間的關係，亦為自然界非生物變化(如初霜、解凍等)與季節氣候關係的學科。其中，植物物候(plant phenology)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，是氣候變化敏感的生物性指標。動物必需

直接或間接依賴植物提供的養分、棲所而生存；其中，昆蟲與植物更演化出不少緊密的關係，兩者在物候上相互配合，形成非常高的依存關係，更受到溫度與降水所影響。因此，環境變異造成的物候變化可以成為歷史氣候記錄及未來氣候變化的重要指標，尤其是全球氣候變遷及暖化的現況下，據以掌握動植物的物候變化。

整合性長期生態研究可反映出地區性生物的相互關係，較單一類群之生物調查研究獲得更多經營管理的資料。雪霸國家公園在學術研究與環境教育功能目標上，相繼成立武陵七家灣溪臺灣櫻花鉤吻鮭(*Oncorhynchus masou formosanus*)整合研究(林幸助, 2004-2013)、雪山高山生態系整合研究(呂金誠和歐辰雄, 2009-2012; 曾彥學和曾喜育, 2013-2014)及觀霧遊憩區的觀霧山椒魚(*Hynobius fuca*)復育整合研究(歐辰雄, 2010-2011)。雪見遊憩區進行過不少單一類群生物的研究調查，如李玲玲(1995)、歐辰雄等(1996, 2000)、唐立正(2002, 2008)、李培芬(2004, 2006)、裴家騏(2005)、蘇秀慧和裴家騏(2006)、蘇秀慧(2008)、王志強等(2009)、傅國銘(2009, 2011)、葉文斌(2013)等；然而，整合性調查研究較為缺乏，實有必要開啟相關的整合研究計畫。本計畫預計以 2 年時間以完成雪見遊憩區之植物物候及昆蟲相消長調查之整合調查研究，並依此調查研究結果，完成雪見地區環境教育解說手冊，進一步達到結合國民遊憩與環境教育的目標。

一、雪見地區授粉昆蟲組成及變動

雪見遊憩區海拔 1,800 公尺上下，具有台灣地區罕有的大片原始林相，是重要的野生動物棲息地。先前的研究發現，司馬限林道、北坑溪谷各步道及附近地區植被相當複雜，共可分成樟樹_台灣山香圓型、青剛櫟_台灣櫟型等十三種群型(歐辰雄, 1996)，依附植物相也高達 6 型(傅國銘, 2009)。昆蟲相的調查發現有 19 個目 220 科的昆蟲組成(唐立正, 2008; 葉文斌, 2013, 2014)，研究結果更顯示，20 公尺以上難以調查的樹冠層的多樣性研究，馬氏網及掃網方法都是樹冠層昆蟲相調查的有力方式之一；而天然林與人工林昆蟲相組成調查則發現，不同植物棲群與昆蟲組成變異有很大的相關性，植群內各有些特色昆蟲存在。因此，本研究除依優勢植物分析昆蟲的組成外，更探討開花植物物候期訪花昆蟲組成特性。此外，配合雪見遊憩區特有的樹冠平台與走道設施，進行樹冠層上昆蟲特性調查；也將依據昆蟲調查結果，配合植物物候及氣象等相關資料，分析此地區各季節具有代表性的昆蟲物種，進行科普性質的描述，提供相關生態解說及昆蟲圖片，以供解說手冊及摺頁等出版。

二、雪見地區植物物候調查

「植物物候(plant phenology)」是指植物的萌芽、開花、結果、紅(黃)葉及落葉等現象依季節推移而展現其周期性變化的情形；植物物候的反應變化與植物生長速率(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；是植物適應氣候和天氣規律的結果(劉崇瑞和蘇鴻傑, 1983)。而植物物候學是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)。因此，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)。區域性植物物候資料提供了解區域性植相在時序的反應，為植群物種組成之時序結構，是研究昆蟲、食果動物等群聚生態的基本資料，更是林木育種、稀有動植物保育復育等基礎生物學訊息，研究成果亦可提供作森林景觀規劃、環境生態解說教育等重要參考。

彙整雪霸國家公園管理處境內植物物候相關研究文獻有：廖敏君(2004)玉山箭竹(*Yushania niitakayamensis*)繁殖生物學之探討；曾喜育等(2007)觀霧地區鳳仙花植群與生物學之調查研究；莊敏芬等(2009)雪霸國家公園雪見地區山黑扁豆屬(*Dumasia*)植物之生物學研究；劉思謙(2005)雪霸國家公園珍貴原生植物之育種研究—棣慕華鳳仙花(*Impatiens devolii*)物候調查及族群遺傳分子親源的研究；潘振彰(2010)雪山高山生態系植物物候因應氣候變遷衝擊之探討；吳佳穎等(2013)雪山主峰線之植物物候研究；潘振彰等(2013)雪山地區玉山杜鵑(*Rhododendron pseudochrysanthum*)物候之研究。曾彥學、曾喜育(2011-2014)雪山高山生態系生態健康指標調查-植物物候與植群動態等。雪霸國家公園之地區性物候調查主要以雪山主東峰步道為主，較詳盡的物種物候調查有玉山箭竹、山黑扁豆屬、棣慕華鳳仙花、玉山杜鵑等；然雪見遊憩區之植物物候除了山黑扁豆屬植物外，缺乏區域性物候譜基本資料建立。

本子計畫擬針對雪見遊憩區步道、車道旁的植物進行物候調查，每月調查一次，記錄植物展落葉、開花及結實等 3 種物候相及其發生時間，同時並記錄伴隨共生出現的昆蟲等動物，分析植物物候與氣候之關係，並調查植物與昆蟲間有交互關係的物種。

三、雪見地區環境教育推廣、媒體與書籍出版

森林有豐富的棲息環境，大量孕育著世人最矚目的生物多樣性；其中，樹冠層

更被認為保有高度基因多樣的有機體 (genetically diverse organisms)。在環境生態的角色中，樹冠層是森林生態系與大氣交互作用的主要介面，扮演著調解大氣與森林生態系物質交換的角色 (Ryan, 2002)。目前樹冠層研究多著重在熱帶雨林樹冠層，乃因熱帶雨林特殊的氣候型態，其擁有全球至少有一半以上的生物物種，熱帶雨林也因此是地球上最豐富、最古老、最有生產力、最複雜的生態系統，許多生物也用以當做「基因資源」。雖台灣樹冠層研究仍處於起步的階段，但雪霸國家公園雪見遊憩區已於 2013 年便開始著手樹冠層的研究工作(葉，2013)，並建立可供樹冠層研究使用的樹冠平台與樹冠走道設施，奠定台灣中海拔雲霧帶、亞熱帶闊葉林樹冠研究的基礎設施。

本研究將會整合雪見遊憩區昆蟲與植物的研究成果，並以 104-105 年研究架構為主體，透過雪見地區原始森林之優勢植物及地被特色植物物候結果，利用巨觀之空拍技術與生態照片搭配插圖、拍攝，並配合不同季節昆蟲相(含森林樹冠層垂直分布)之變化調查，探討本區植物物候及昆蟲出現消長的相關性為環境教育推廣書籍、摺頁與多媒體主述內容。簡而言之，是將雪見遊憩區樹冠層特色的研究內容融入環境教育內容，以解說導覽手冊及攜帶方便的解說折頁及互動電子書的形式，介紹給來雪見遊憩區旅遊活動的民眾，讓他們對於雪見遊憩區的生態環境資源有更深入的瞭解，達到環境教育的進行與推廣。解說摺頁部分，除雪見地區森林植群環境簡介外，將以森林分層的生態系統為概念，精選解說手冊中較具特色的植物及昆蟲物種，提供民眾相關知識及辨識方法，以利民眾尋找，增加遊憩樂趣，並兼具教育功能。另外，亞熱帶森林樹冠層的生物扮演生態系個角色，占大多數的節肢動物的生活食物都跟林冠各層有密切的相關；其中螞蟻更扮演了重要的角色；為仔細研究這一塊台灣所擁有豐饒的資源，本研究另以台灣亞熱帶森林上螞蟻的群聚結構進行研究，建立森林樹冠層螞蟻的群聚特性，並以螞蟻為第一人稱的角色設計多媒體互動電子書，以森林中小昆蟲的視野來認識森林。

第一章 雪見地區授粉昆蟲組成及變動

葉文斌、李蕙宜、陳勤、張庠閔、蔡正隆
國立中興大學昆蟲學系

摘要

關鍵詞：授粉昆蟲、樹冠層、昆蟲相、馬氏網

一、研究緣起

雪見地區昆蟲相依過去的調查，有19個目220科的昆蟲組成(唐立正，2008；葉文斌，2013，2014)，研究結果已累積些許基礎資料；對高20公尺以上難以迄及的樹冠層，馬氏網及掃網方法都是樹冠層昆蟲組成及多樣性調查有力方式之一；天然林與人工林昆蟲相組成調查更發現，不同植物棲群與昆蟲組成變異有很大的相關性，植群內各有些特色昆蟲存在；以上研究成果對往後建立昆蟲相調查與監測，建立了可供參考的調查模式。因此本研究進一步探討開花植物物候下各植群及授粉昆蟲組成特性。此外，將配合雪見遊憩區特有的樹冠平台與走道設施，進行樹冠層上植物物候的昆蟲特性調查；也依據過去的昆蟲調查結果，配合植物物候及氣象等相關資料，分析此地區具有代表性的昆蟲物種，進行科普性質的描述，提供昆蟲圖片並介紹相關生態意義，以供解說書籍及摺頁出版，對來訪民眾呈現雪見遊憩區生態之美。

二、研究方法及過程

本研究依據天然林優勢樹種及特色植物，如木荷、紅楠、杏葉石櫟、長尾尖葉楮、台灣杜鵑、木薑子等植物的開花期，調查建立其昆蟲組成。為了解其上之昆蟲物後組成變化，將至少每2個月調查一次，分析昆蟲於各季的組成及變化，並對各優勢及特色樹種上昆蟲相組成，進行分析。此外，延續102、103年樹冠昆蟲之調查結果，持續每季利用馬氏網與平台掃網收集樹冠層上之昆蟲，存證標本保存在95%酒精中，將昆蟲鑑定至目及科級分類單位，評估樹冠昆蟲組成的歧異及穩定特性。研究進行過程，針對常見昆蟲物及特色昆蟲進行圖像擷取，做為生態解說教材的材料。將依據研究結果，分析各特色昆蟲與植物間的相關性；此外，本研究也進一步將多樣特異複雜的昆蟲資料，以科普的方式呈現，達到真正環境生態教育解說的重要目的。

三、成果

本研究2015年至2016年於雪見遊憩區進行昆蟲組成、優勢植物與植物開花結果物候調查，一併分析2013-2014年樹冠層昆蟲組成。2013年至2016年樹冠層各季掃網及馬氏網採集之昆蟲，以腐食性雙翅目、植食性的半翅目、食性差異大的鞘翅目、小型寄生膜翅目及植食性纓翅目為主。各樹種上優勢昆蟲有雙翅目黑翅蕈蚋(Sciaridae)、癭蚋(Cecidomyiidae)、搖蚊(Chironomidae)、蠓(Ceratopogonidae)，還有纓翅目的薊馬(Thripidae)、半翅目的木蝨(Psyllidae)。樹冠層優勢樹種昆蟲組成的多樣性均很高，均勻度指數(Evenness)介於0.61~0.703間；夏農指數(Shannons Diversity index, H)在3.128~3.566之間，長尾尖葉楮的H值為三樹種最高，顯示長尾尖葉楮有較其他兩樹種有不同的昆蟲科別物種出現；辛普森指數(Simpson's diversity index)於各數種多在0.9以上，顯示樹冠層昆蟲的生物多樣性豐富；此外，除12月份外，各季節各指數都算高。各季節各植物捕獲昆蟲以六月的夏季最多，其次為秋季，冬季12月昆蟲量較少；較特別的是2014年3月與2016年3月間隔一年的春季會有蟲量增加的情形，主要是雙翅目的黑翅蕈蚋、搖蚊、癭蚋等數量增多所影響。各月份昆蟲組成DCA空間分析顯示，相同季節的昆蟲有相似的組成(夏、秋、冬)；但三月份春季昆蟲組成變異大，其第一軸(Axis 1)的組成差很大，但第二軸變組成類似，與雙翅目、膜翅目、鞘翅目昆蟲數量增多有關。優勢植物花器的昆蟲組成及授粉昆蟲分析，以纓翅目薊馬(51%)最多，其餘雙翅目、膜翅目、鞘翅目、半翅目各約10%，數量相當；薊馬體上剛毛甚多，是明確有效的授粉者之一；半翅目刺吸植物汁液為食，授粉角色較不明確；雙翅目中的花蠅是明確有效的授粉者；小型膜翅目等寄生蜂剛毛不多，應不是有效受粉者角色，但隧蜂、熊蜂、蜜蜂及無螫蜂等則是很有效率的授粉者。植物花器上昆蟲組成DCA空間分布顯示，訪花昆蟲組成與採集時間明顯有關，由軸1右至左大致可依照不同採集時間而有順時鐘方向的趨勢。比較訪花昆蟲與樹冠層馬氏網及掃網的昆蟲組成發現，花器昆蟲組成變異遠大於林冠各層，但群聚結果呈現出各季節分隔的特性，如3月、7月、11月及6-7月的群聚組成。雪見地區所採集到的螞蟻共3亞科10種912隻，優勢物種為奮起湖大頭家蟻，蓬萊家蟻與柯氏尼蘭德山蟻，臺灣特有種有蓬萊家蟻、奮起湖大頭家蟻、等7種。掉落式陷阱(Pitfall trap)採集方式較適合調查地表環境中活動性高或優勢族群的螞蟻種類，但對於地下、活動性較弱或樹棲型的族群則較不易採集。此外，調查期間選取大型、亮麗的昆蟲拍攝外，也針對小型昆蟲如於植物上造癭的癭蚋、寄主專一性極特化的木蝨及金花蟲進行拍攝，於解說手冊中呈現，提供圖文並茂並具昆蟲與植物交互適應關係的自然解說手

冊。

四、主要建議事項

建議一

長期建議：可設計實驗調查，進一步了解花器上昆蟲與開花植物間的關聯性。

說明：本研究資料顯示，花器上昆蟲組成變動顯然與植物開花季節有關。

壹、前言

雪見遊憩區海拔 1,800 公尺上下，具有台灣地區罕有的大片原始林相，是重要的野生動物棲息地。先前的研究發現，司馬限林道、北坑溪谷各步道及附近地區植被相當複雜，共可分成樟樹_台灣山香圓型、青剛櫟_台灣櫟型等十三種群型(歐辰雄，1996)，依附植物相也高達 6 型(傅國銘，2009)。昆蟲相的調查發現有 19 個目 220 科的昆蟲組成(唐立正，2008；葉文斌，2013，2014)，研究結果更顯示，20 公尺以上難以調查的樹冠層的多樣性研究，馬氏網及掃網方法都是樹冠層昆蟲相調查的有力方式之一；而天然林與人工林昆蟲相組成調查則發現，不同植物棲群與昆蟲組成變異有很大的相關性，植群內各有些特色昆蟲存在。因此，本研究除依優勢植物分析昆蟲的組成外，更探討開花植物物候期訪花昆蟲組成特性。此外，配合雪見遊憩區特有的樹冠平台與走道設施，進行樹冠層上昆蟲特性調查；也將依據昆蟲調查結果，配合植物物候及氣象等相關資料，分析此地區各季節具有代表性的昆蟲物種，進行科普性質的描述，提供相關生態解說及昆蟲圖片，以供解說手冊及摺頁等出版。

貳、前人研究

雪見遊憩區位於雪霸國家公園西北隅，屬苗栗縣泰安鄉，向北延伸到觀霧地區，是台灣少有大面積原始闊葉林的地區，是重要的野生動物棲息地，然相關動植物的組成分布及棲群動態研究尚屬匱乏。歐辰雄(1996)調查此地區步道沿線的植群組成，包括司馬限林道、北坑溪谷各步道及附近地區之所有植物種類之植物資源清單，共紀錄 596 種維管束植物，植群可區分為台灣赤楊_大葉溲疏型、樟樹_台灣山香圓型、栓皮櫟_金毛杜鵑型、青剛櫟_台灣櫟型、台灣紅榨槭_台灣紫珠型...等十三種群型。傅國銘(2009)針對依附植物相的調查記錄 51 科 114 屬 182 種依附植物，其中屬攀緣植物及著生植物分別有 92 種及 84 種共佔約 97%；並依 DCA 群團分析得阿里山北五味子型、臺灣絡石-臺灣常春藤型..等 6 型。

雪見地區的天然林昆蟲組成的調查中，唐立正等人(2002)以腐肉、福馬林、黃色黏蟲紙及馬氏網陷阱等進行森林底層昆蟲相之調查研究，以馬氏網所捕獲種類及數量為四種方法中首位，也發現捕獲昆蟲種類會因調查方法及季節而有不同。唐立正(2008)同樣於雪見地區進行環境生態監測，同時比較該年與 2002 年的昆蟲資源差異，發現黃色黏蟲紙陷阱有蟲數減少的情形，人為干擾也會影響昆蟲數量。2011 年

雪霸自行針對樹冠平台所做之生物資源調查之研究，以吊網、枝條套網及徒手採集共採得分屬 9 目 528 隻昆蟲，並有膜翅目無螫蜂的特別發現(傅國銘，2011)。

雪見地區的各林層棲所當中，樹冠層(Canopy)是昆蟲棲息、取食的重要環境棲所，物種豐富多樣；但是喬木冠層高，一般採集方法難以迄及，因而限制了樹冠層的昆蟲多樣性研究。有鑒於此，葉文斌(2013, 2014)於雪見地區應用各種取樣方法，探討樹冠層的昆蟲組成及特性，比較樹冠層及灌木層的昆蟲組成差異，另比較天然林及人工林內的昆蟲組成特性。其調查顯示，各類採集方法於天然林及人工林捕獲的昆蟲組成數量並不相同；噴霧法雖可得到最直接的昆蟲組成特性，但馬氏網及掃網採得的昆蟲數量物種亦具有代表性；天然林及人工林昆蟲調查顯示，掃網及馬氏網兩種收集方法均於天然林收集到較多的昆蟲，而吊網則於人工林調查到較多的昆蟲，群聚分析法均顯示依不同調查方法其昆蟲組成不同。在昆蟲組成上，雙翅目在馬氏網及掃網法都可見到很高的數量，可達到 80%的比例；掃網另有較高的半翅目及膜翅目的捕獲情形，而革翅目、脈翅目、竹節蟲目、纓翅目則多見於天然林內；此外，天然林與人工林皆以黑翅蕈蚋與癭蚋為最多，但天然林的黑翅蕈蚋特高，人工林則是癭蚋。雙翅目優勢科別為黑翅蕈蚋、搖蚊、癭蚋；在鞘翅目，天然林及人工林以隱翅蟲科及小蠹蟲科數量最多，但未有優勢科別；半翅目在天然林的優勢昆蟲類群為盲椿，人工林則為介殼蟲。

葉文斌(2013, 2014)的研究也顯示，昆蟲的組成除於樹冠層、冠下層及灌木層有別外，也與植物的植群有很大的關聯性。因此，本研究在先前昆蟲組成的研究基礎上，將依歐辰雄(1996)的植群調查結果，配合開花物候，進一步執行相關授粉昆蟲的組成調查。在授粉昆蟲的相關研究當中，學者認為昆蟲及植物組成變異大，植物與授粉者間的網狀關係非常複雜，即使同地區各年或季節之間的授粉昆蟲相對組成關係及特定物種都變異很大；也顯示有些昆蟲物種無論環境如何變，都可以存在，此類以一般性授粉者佔多數，因而質疑特化性授粉者的數量及比例的重要性(Lura and Ruben, 2011)。Abrahamczyk 等人(2011)分析不同類群授粉者與植物授粉的研究指出，南美熱帶地區晚上主要授粉者為蛾類及蝙蝠，白天為蜂、寄生蜂、蠅、甲蟲、蝴蝶、蜂鳥；蜂鳥在潮濕雨林更多樣，蜂則在溫帶及暖帶地區較多；但其分析也指出，授粉者的季節性組成變化較少人研究；因此，授粉者豐量是否與植物多樣較相關而非氣候變化，或者授粉者豐量是否隨季節而變化或不同植物授粉者是否不同則尚須更多研究才有能較清楚。

花型及花色有關的授粉者研究雖較稀少，但也指出了一些規律性，像鳥偏愛紅

花帶香味者，蛾授粉者則通常與花味道濃者有關(Faegri and van der Pijl, 1979)；昆蟲對開花植物的花色也有不同的偏好性，像蜜蜂偏愛亮麗(紫粉紅)及閉型花，而授粉者蟻、蠅、甲蟲較喜愛擴形及淡色花(白黃)的花器 (Pellmyr, 2002; Faegri and Van der Pijl, 1979)；也有從花粉粒構造上分析的相關結果，光滑的花粉粒多為風、水媒花，而刺狀及網狀花粉粒則多與昆蟲有關，像甲蟲是偏愛瘤狀花粉粒，蠅偏愛刺狀花粉粒 Sannier (2009)。上述這些研究結果，均可提供雪見地區植物物後與昆蟲相關研究的參考，本研究結合植群物候研究，將分析出雪見地區授粉昆蟲組成及特性，期能建立優勢植物類群與授粉昆蟲的相關性，並初步了解授粉昆蟲在植物生態授粉上的角色。

螞蟻屬於動物界(Animalia)、昆蟲綱(Insecta)、膜翅目(Hymenoptera)、蟻科(Formicidae)，全世界的螞蟻可分為 21 個現存亞科及 4 個已絕滅的亞科。目前台灣產的螞蟻約有 300 種已發現物種，較為常見的螞蟻種類多屬於山蟻亞科 (Formicinae)、家蟻亞科 (Myrmicinae)、針蟻亞科 (Ponerinae) 及琉璃蟻亞科 (Dolichoderinae) 四個亞科。台灣雖然是一面積細小的島國，但因其特殊的地理位置與環境，造就了極高的生物多樣性以及數量極多的特有物種。目前台灣螞蟻相之研究主要以中低海拔地區原始林與人工林作調查，但對中高海拔之研究資料則較為貧乏。螞蟻相研究的目的是藉由調查雪見遊憩區內的螞蟻相，了解台灣中高海拔螞蟻群聚之組成。

參、材料與方法

(一)採集及調查方法：

1. **採集時間：**優勢或特色植物至少每兩個月採集一次，2015-2016 年每兩個月各調查採集一次樣本。樹冠層昆蟲調查為延續 102 年與 103 年調查結果，維持以每季(每三個月)取樣一次；調查之季節劃分為：3-5 月代表春季、6-8 月代表夏季、9-11 月代表秋季、12-2 月代表冬季。螞蟻種類的調查時間自 104 年 9 月至 105 年 8 月。
2. **樹冠層與花器昆蟲調查方法：**將以雪見遊憩區的優勢及特色樹種，配合植物物候之花期以掃網(SWP)進行花器上之昆蟲調查。另針對樹冠層，用具代表性的馬氏網(MLT)採集法進行昆蟲的採樣，以優勢植物之木荷 (*Schima superba*，代號 SS)、杏葉石櫟(*Lithocarpus amygdalifolius*，代號 LA) 與長尾尖葉槲 (*Castanopsis cuspidata*，代號 CC) 為標的，進行樹冠層昆蟲採樣；樹冠掃網昆蟲裝於 8 號夾鍊袋中帶回；樹冠層馬氏網調查則是將陷阱吊掛於樹種樹冠層一

星期後，將掉落於馬氏網陷阱杯(內含 70%酒精)連同其內昆蟲帶回保存。優勢及特色樹種之花器部分，取 10 號夾鏈袋份量大小，每樹種採三包帶回實驗室鏡檢與裝罐保存。以上樣本取得後皆先標記採集日期、地點及方法，再帶回實驗室進一步鑑定處理；個方法說明如下：

- (1)樹冠層掃網(Canopy layer sweeping net)：於 21 公尺高的樹冠平台上，針對木荷、杏葉石櫟及長尾尖葉槭用長竿掃網(SWP)，每季掃取昆蟲，分別掃 22 網。
- (2)馬氏網法(Malaise trap, MLT)：選擇木荷、杏葉石櫟及長尾尖葉槭的樹冠層位置，用繩索將馬氏網升至樹冠層 20-25 公尺的高度收集昆蟲，代表該棵樹樹冠層之昆蟲，放置的誘捕期間為一星期。
- (3)優勢植物及特色植物花期掃網調查：配合優勢植物及特色植物的調查，進行花期及非花期的昆蟲調查分析組成變化。
- (4)雪見地區代表性昆蟲及特色昆蟲之生態照片及說明：配合各優勢植物、特色植物、調查季節等，進行昆蟲生態照片及說明資料建立。

3. 螞蟻種類調查方法：利用掉落式陷阱(Pitfall trap) 調查雪見遊憩區內三條穿越線內之螞蟻相(圖 1-1)。每組掉落式陷阱是由 4 個 50 ml 離心管構成，排列成 30 cm x 30 cm 的矩陣；陷阱架設時離心管管口與地面平行，每個離心管內有 75%的酒精，陷阱放置 1 個月後回收，螞蟻經過鑑定後將保存在 75%酒精中。採集時間從 104 年 9 月至 105 年 8 月，每月調查 1 次，為期 1 年。

(二)存證標本編號保存及蒐藏：

收標本後之存證標本，依樹冠掃網(Canopy layer sweeping net)、花器掃網(Flower sweeping net)及樹冠層馬氏網(Malaise trap, MLT)等編寫每一件存證標本之編碼，以便日後再比對管理。浸液標本保存在 95%酒精中。

(三)昆蟲資源調查室內工作流程：

1. **分蟲：**編標本碼→登錄採集資料(如採集日期、地點、方法、採集者)，詳細請參考秦等(2004)之報告。螞蟻亞科與屬級分類根據林與吳 (2003) 的分類資料為主，各屬螞蟻分類鑑定至種。
2. **鑑定：**填鑑定資料表，主以各目各科及形態種為分類依據。鑑定方法及參考昆蟲分類及圖鑑相關書籍。此外，更建立各昆蟲個體之體長資料，以評估其相對之生物量。
3. **分析：**應用 Excel 製作各類圖表，輸入資料庫以便分析。

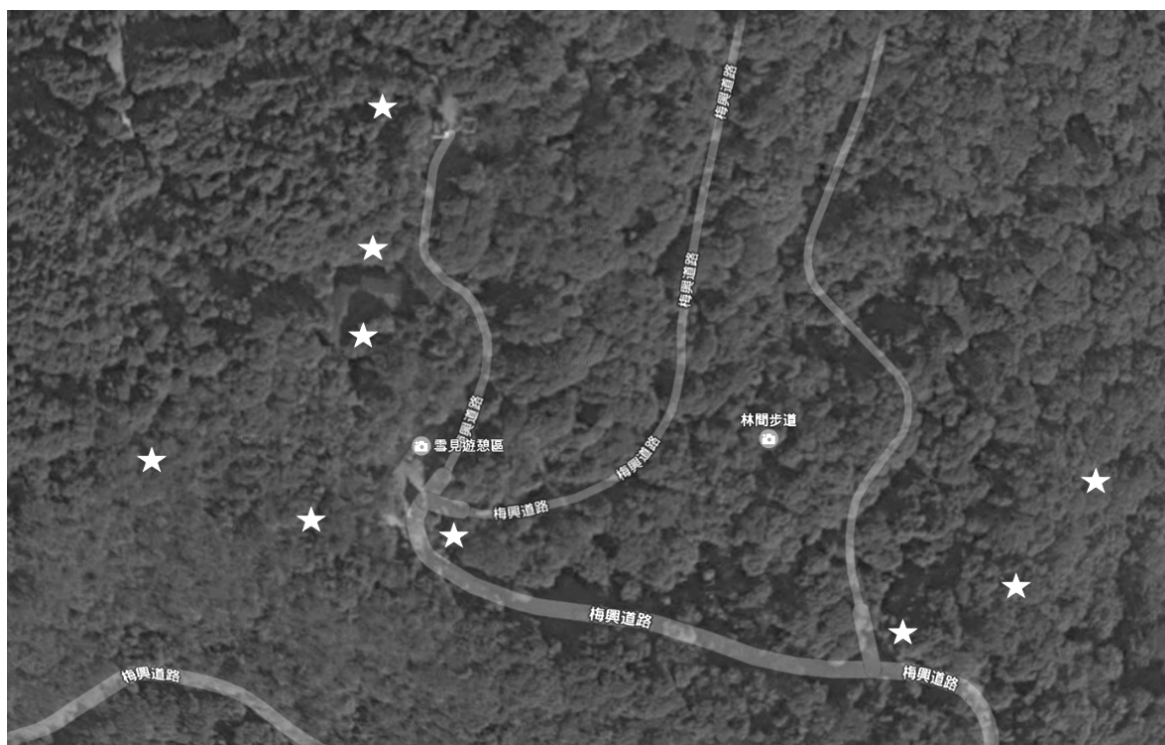


圖 1-1 雪見地區螞蟻相調查-掉落式陷阱採集樣點。

(四)資料分析要點

1. 雪見天然林樹冠層昆蟲相的季節消長與組成差異。
2. 雪見地區各優勢植物花器的昆蟲組成、變動及優勢類群。
3. 雪見地區螞蟻相組成變化。

(五)資料分析方法

1. 樹冠層昆蟲相組成分析:

取得的昆蟲標本，參考 Triplehorn and Johnson (2005)分類檢索表，依形態種(Morphospecies)鑑定至科級(Family level)，並將目名(Order)、科名(Family)及個體數量體長等資料建立 Excel 檔案；本研究樣本均保存於中興大學昆蟲學系。

2. 昆蟲優勢科別組成分析:

參考 Engelmann (1978) 的優勢度等級(Engelmann's Scale)，依不同百分比定義為六級，真優勢(Eudominant)為該物種個體數量佔群聚總個體數的 32.0~100%、優勢(Dominant)為個體數量佔群聚的 10.0~31.9%、亞優勢(Subdominant)為個體數量佔群聚的 3.2~9.9%、劣勢(Recedent)為個體數量佔群聚的 1.0~3.1%、亞劣勢(Subrecedent)為個體數量佔群聚的 0.32~0.99%、稀有(Sporadic)為個體數量小於群聚總個體數的 0.32%；本研究將各科物種個體數

佔總個體數的百分比計算優勢度，依序列出真優勢、優勢與亞優勢的昆蟲類群。

3. 昆蟲群聚組成指數分析:

利用套裝軟體 PC-ORD5.0 (McCune and Mefford, 1999) 排列運算下列參數；(1) 豐度 (Richness)，指科級數量；(2) 夏農-威納多樣性指數 (Shannon-Wiener's diversity index, H')，計算方式為 $\sum (P_i \cdot \ln(P_i))$ ，種數越多，個體分布越平均則數值越高，表示歧異度越大；(3) 辛普森多樣性指數 (Simpson's diversity index, D')，計算方式為 $1/\sum (P_i^2)$ ，數值越接近於 1 表示多樣性越高；(4) 均勻度 (Evenness)，計算方式為 $H' / \ln(\text{Richness})$ ，本研究表示昆蟲個體在不同科間之分布均勻程度，指數值在 0-1 之間。 $P_i = n_i/N$ 表示第 i 個科個體數佔總個體數 (N) 的概率。

4. 群集分析:

利用相關軟體分析了解天然林與人工林昆蟲組成的差異及相似度：(1) 用 Primer 6 (Clark and Warwick, 2001) 將各科昆蟲數量利用 Bray-Curtis coefficient 計算相似值 (Similarity) 並建立矩陣，以此矩陣利用群集分析 (Cluster analysis) 建立歸群分析圖；(2) 利用軟體 PC-ORD (McCune and Mefford, 1999) 將各科昆蟲數量做降趨對應分析 (DCA) 排序圖。

肆、結果與討論

一、雪見天然林樹冠層昆蟲相的組成差異與季節消長

雪見地區植物樹冠層昆蟲相調查過去已有 2013 年至 2014 年累積的調查資料，包含調查天然林與人工林的樹冠層、灌木層、冠下層，共記錄有 19 目 220 科 46529 隻昆蟲；其中樹冠層在兩年間以馬氏網、吊網與掃網採集昆蟲，但經調查評估得知，利用鳳梨皮誘引昆蟲的吊網陷阱，有採集得昆蟲種類易集中大量出現某單一物種(如果蠅)之缺點，而馬氏網與掃網之昆蟲物種經評估後認為是較能反映客觀的昆蟲組成之取樣方式。為持續累積以了解雪見樹冠層昆蟲組成與季節間之變動情形，本研究統計掃網(SWP)與馬氏網(MLT)自 2013 年至今每季天然林樹冠層的昆蟲相進行分析。

雪見遊憩區 2013 年 3 月至 2016 年 12 月天然林之木荷(SS)、杏葉石櫟(LA)、長尾尖葉楮(CC)樹冠層每季昆蟲相調查日期如表 1-1，表列時間亦為本報告調查分析之進度。

2013 年至 2016 年樹冠層昆蟲組成，包含樹冠層掃網(SWP)與樹冠層馬氏網(MLT)陷阱蒐集到的昆蟲共計 15 目 204 科 22600 隻。

表 1-1 雪見遊憩區樹冠層各年度昆蟲相調查日期

	樹冠層 (Canopy)							
	掃網(SWP)				馬氏網(MLT)			
	2013	2014	2015	2016	2013	2014	2015	2016
春季	3/5	3/23~3/24	3/16	4/1	3/5~3/18	3/23~4/1	3/16~3/23	4/1~4/8
夏季	6/7	6/12~6/13	6/22	6/30	6/7~6/14	6/12~6/20	6/15~6/22	6/24~6/30
秋季	9/10	9/4	9/25	8/31	9/10~9/17	9/4~9/12	9/18~9/25 (10/23)	8/31~9/7
冬季	12/6	11/6	11/27	11/15	12/6~12/13	11/6~11/14	11/27~12/4	11/3~11/15

(資料來源:本研究資料)

1. 雪見地區天然林樹冠層目級昆蟲組成

掃網(SWP)採集之昆蟲，共有 13 目 119 科 2397 隻昆蟲(表 1-2)，其中以吸食蜜露或汁液的黑翅蕈蚋及搖蚊等的雙翅目最多，其次為刺吸植物汁液的半翅目椿象、葉蟬及木蝨類，膜翅目的蜂則是以小蜂、繭蜂、細蜂、廣腹細蜂等小型的寄生蜂為主，鞘翅目則出現了食性差異很大各式各樣的隱翅蟲類、象鼻蟲、叩頭蟲及金花蟲。於樹種間可發現長尾尖葉楮(CC)捕獲的昆蟲科別及數量遠多於木荷(SS)及杏葉石

櫟(LA) (圖 1-2)。

表 1-2 雪見地區天然林樹冠層掃網(SWP) 昆蟲相目級組成、科別及數量

	長尾尖葉櫟		木荷		杏葉石櫟		總數	
	科數	蟲數	科數	蟲數	科數	蟲數	科數*	蟲數
半翅目	16	405	12	84	12	76	19	565
雙翅目	21	333	18	112	15	156	26	601
膜翅目	25	245	14	68	17	98	27	411
鞘翅目	21	199	13	50	22	96	28	345
直翅目	1	10			1	4	1	14
革翅目	1	4	1	2	1	5	1	11
脈翅目	3	8	2	11	3	14	3	33
彈尾目	2	5	1	1	1	8	2	14
竹節蟲目	1	1					1	1
嚙蟲目	5	53	5	34	6	42	7	129
纓翅目	2	183	2	27	2	7	2	217
鱗翅目	2	29	1	10	1	16	2	55
蜚蠊目	0	1						1
總數	100	1476	69	399	81	522	119	2397

*科數之總數為個別計算雪見掃網昆蟲各目之科數,非累加資料。(資料來源:本研究資料)

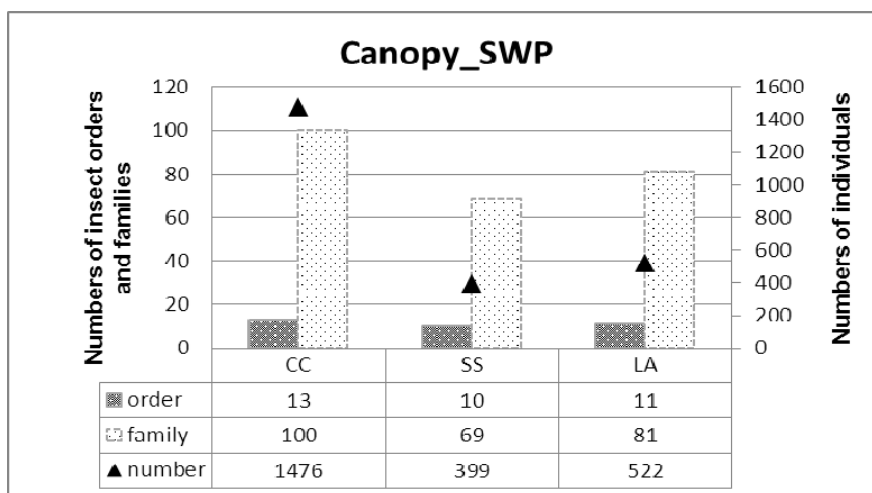


圖 1-2 雪見樹冠層掃網昆蟲組成。
(資料來源:本研究資料)

馬氏網(MLT)採集之昆蟲，共有 15 目 194 科 20203 隻昆蟲(表 1-3)，其中以吸食汁液或蜜露的蚋及蠅等雙翅目最多(11629 隻；佔 58%)；其次為各式各樣食性差異很大的鞘翅目(3131 隻；佔 15%)，如金花蟲類群、蠹蟲類群、植食性金龜子類、花蚤類及象鼻蟲類；纓翅目(1536 隻；佔 8%)；膜翅目的蜂則是以細蜂、分盾細蜂、小蜂、繭蜂、廣腹細蜂等小型的寄生蜂為主(1302 隻；佔 6%)；刺吸植物汁液的半翅目以蚜

蟲、椿象及葉蟬類為最多(946 隻；佔 5%)。不同於掃網所得昆蟲標本，於木荷 (SS) 捕獲的昆蟲數量(9113 隻)多於杏葉石櫟(LA) (6329 隻)及長尾尖葉櫟(CC)(4761 隻)。竹節蟲目、毛翅目、長翅目與蜚蠊目等的昆蟲僅是零星捕獲，各樹種捕獲的科別數量相當(圖 1-3)。本研究資料，相較於唐立正等人(2002)在雪見地區與地表用馬氏網所捕獲的 16 目 164 科昆蟲，唐等人異於本研究捕獲到的兩個目的昆蟲為纓尾目與廣翅目昆蟲；本研究馬氏網架設相對較高(20m 以上)，仍能捕獲 15 目 192 科昆蟲，可見樹冠層昆蟲數量與種類不少。葉文斌等人(2013)針對各樹層昆蟲組成，利用多尺度空間分析(MDS)得知，灌木層、樹冠層與冠下層彼此昆蟲組成不同，灌木層內組成歧異度大，冠下層昆蟲組成接近於樹冠層，顯示各樹層有不同的生態相。

鄰近的觀霧地區樹冠層調查利用網捕法(徐瑄峰等, 2010)捕獲到鞘翅目 19 個科的昆蟲，本研究於雪見調查利用掃網與馬氏網記錄到鞘翅目 59 科昆蟲；在經費、人力與調查結果考量下，本研究兩種陷阱捕獲昆蟲較多樣與多量，較能代表樹冠層昆蟲調查之需求。

表 1-3 雪見地區天然林樹冠層馬氏網(MLT) 昆蟲相目級組成、科別及數量

	長尾尖葉櫟		木荷		杏葉石櫟		總數	
	科數	蟲數	科數	蟲數	科數	蟲數	科數*	蟲數
半翅目	21	382	25	346	19	218	27	946
雙翅目	25	2486	28	5289	28	3854	36	11629
膜翅目	26	352	25	552	25	398	33	1302
鞘翅目	45	741	51	1133	55	1257	59	3131
直翅目	1	1	2	3	1	2	2	6
革翅目			1	2	1	2	1	4
脈翅目	4	34	4	23	3	25	4	82
彈尾目	4	126	5	140	4	156	5	422
竹節蟲目			1	1			1	1
嚙蟲目	10	114	10	138	9	128	13	380
纓翅目	2	344	2	1147	2	45	2	1536
鱗翅目	1	181	5	337	6	243	9	761
毛翅目						1		1
長翅目			1	1			1	1
蜚蠊目			1	1			1	1
總數	139	4761	161	9113	153	6329	202	20203

*科數之總數為個別計算雪見馬氏掃網昆蟲各目之科數,非累加資料。(資料來源:本研究資料)

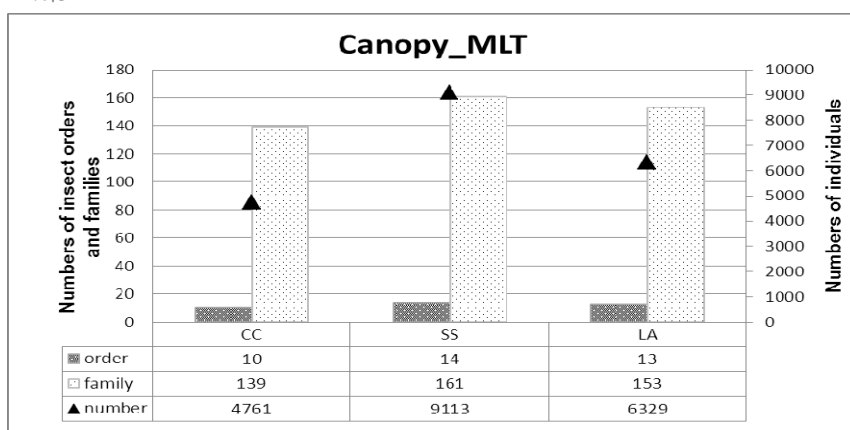


圖 1-3 雪見樹冠層馬氏網昆蟲組成。

(資料來源:本研究資料)

利用兩種方式採集到的樹冠層昆蟲相總計有 15 目 204 科 22600 隻昆蟲類群(表 1-4)。木荷則為調查三年內昆蟲數量最豐的天然林樹種(166 科; 9512 隻)，其次為杏葉石櫟(161 科; 6851 隻)與長尾尖葉槭(156 科; 6237 隻)；木荷上的雙翅目(5401 隻)與纓翅目(1174 隻)昆蟲數量遠比其他兩樹種多。

表 1-4 雪見天然林優勢樹種樹冠層昆蟲目級組成、科別及數量

	長尾尖葉槭		木荷		杏葉石櫟		總數	
	科數	蟲數	科數	蟲數	科數	蟲數	科數	蟲數
半翅目 Hemiptera	24	787	26	430	21	294	29	1511
雙翅目 Diptera	30	2819	30	5401	30	4010	39	12230
膜翅目 Hymenoptera	31	597	26	620	27	496	36	1713
鞘翅目 Coleoptera	46	940	52	1183	55	1353	60	3476
直翅目 Orthoptera	1	11	2	3	2	6	2	20
革翅目 Dermaptera	1	4	1	4	1	7	1	15
脈翅目 Neuroptera	4	42	4	34	3	39	4	115
竹節蟲目 Phasmida	1	1	1	1			1	2
蜚蠊目 Blattaria	0	1	1	1			1	2
彈尾目 Collembola	4	131	5	141	4	164	5	436
纓翅目 Thysanoptera	2	527	2	1174	2	52	2	1753
鱗翅目 Lepidoptera	2	210	5	347	6	259	10	816
嚙蟲目 Psocoptera	10	167	10	172	10	170	13	509
毛翅目 Trichoptera						1		1
長翅目 Mecoptera			1	1			1	1
總數	156	6237	166	9512	161	6851	204	22600

*科數為個別計算,非累加資料; 蜚蠊目與毛翅目的個體因殘破或為幼期未能建至科級。(資料來源:本研究資料)

2. 雪見地區天然林樹冠層優勢目各科級昆蟲組成

由表 1-4 可知樹冠層最優勢的目為雙翅目 12230 隻(佔 54%)，其次為鞘翅目 3476 隻(15%)，而纓翅目 1753 隻(7.7%)、膜翅目 1713 隻(7.5%)、半翅目 1511 隻(6.6%)則

相當。

比較 2013 至 2016 年各季樹冠層馬氏網與掃網採集之樹冠層昆蟲結果可知，半翅目昆蟲量捕獲不多，共有 29 個科的昆蟲(總科未計)，最多的是葉蟬(308 隻)主要在六月出現較多個體；其次為蚜蟲類(412 隻)，即常蚜科與毛管蚜科(圖 1-4;僅列出數量較多的科別)。優勢的類群包括常蚜科、毛管蚜科、盲椿(225 隻)與葉蟬，其中的蚜蟲主要在每年夏季(6 月)數量漸多，例如 2015 年 6 月的長尾尖葉楮(CC)與木荷(SS)毛管蚜的高捕獲量。整體來看，半翅目昆蟲在長尾尖葉楮上數量稍多，可能因 2014 年與 2015 年 6 月昆蟲量(盲椿、蚜蟲)增加。春季(3 月)半翅目昆蟲數量漸增，至夏季(6 月)數量最多，最少月份於各樹種不盡相同，為秋季的 9 月或冬季的 12 月(圖 1-4;僅列出數量較多的科別)。

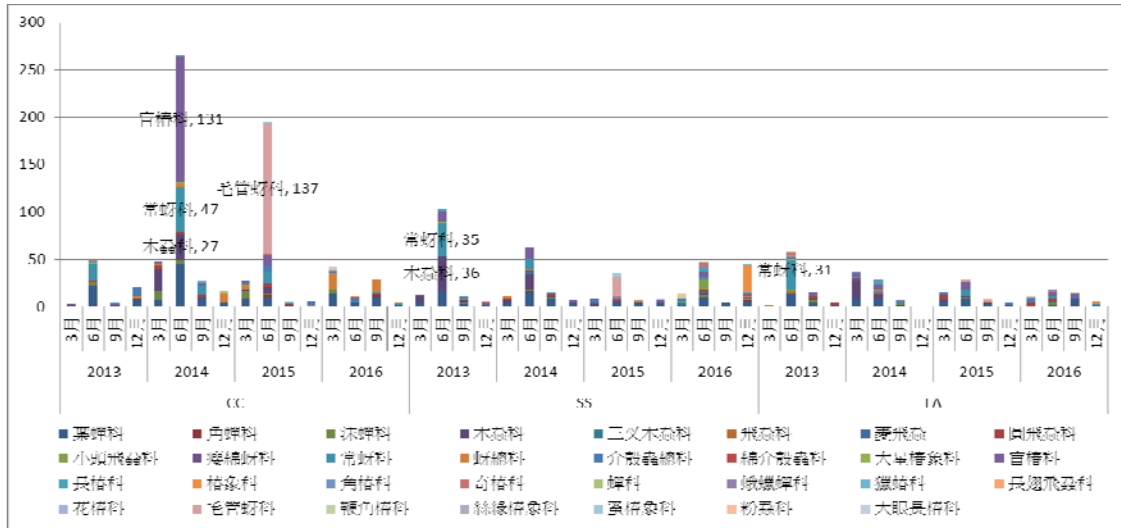


圖 1-4 雪見天然林樹冠層半翅目昆蟲科級組成及數量。
(資料來源:本研究資料)

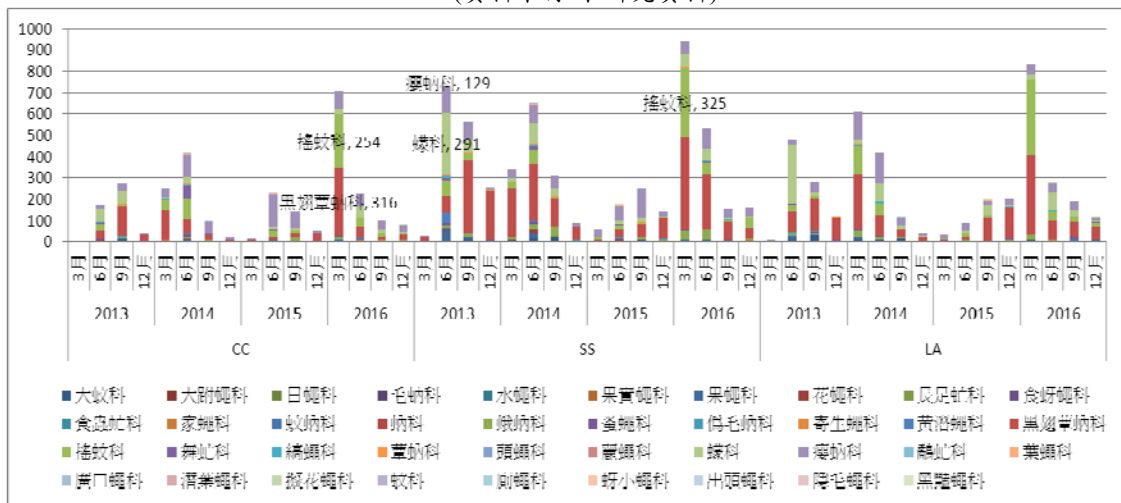


圖 1-5 雪見天然林樹冠層雙翅目昆蟲科級組成及數量。
(資料來源:本研究資料)

雙翅目共有 36 個科的昆蟲捕獲量，最多量的科別有黑翅草蛉科 4897 隻(佔雙翅

目昆蟲的 40%)>瘦蝨科 2280 隻(19%)>搖蚊 1949 隻(16%)>蠓科 1599(13%) (圖 1-5)，較特別的是搖蚊，2016 年 3 月於各樹種都有極高數量；雖有不少肉食性科別的舞虻、食蟲虻、食蚜虻、長足虻等，但數量不多，也有吸血特性的蠓科昆蟲；昆蟲捕獲量分別為：木荷(SS；5289 隻)>杏葉石礫(LA；3854 隻)>長尾尖葉楸(CC；2486 隻)。各季節捕獲量來看，雙翅目昆蟲以 6 月的夏季及 9 月的秋季為最豐，數量最少月份為冬季的 12 月；唯 2016 年的 3 月三個樹種的雙翅目數量都同時變多，應是氣候環境的整體因素所致。

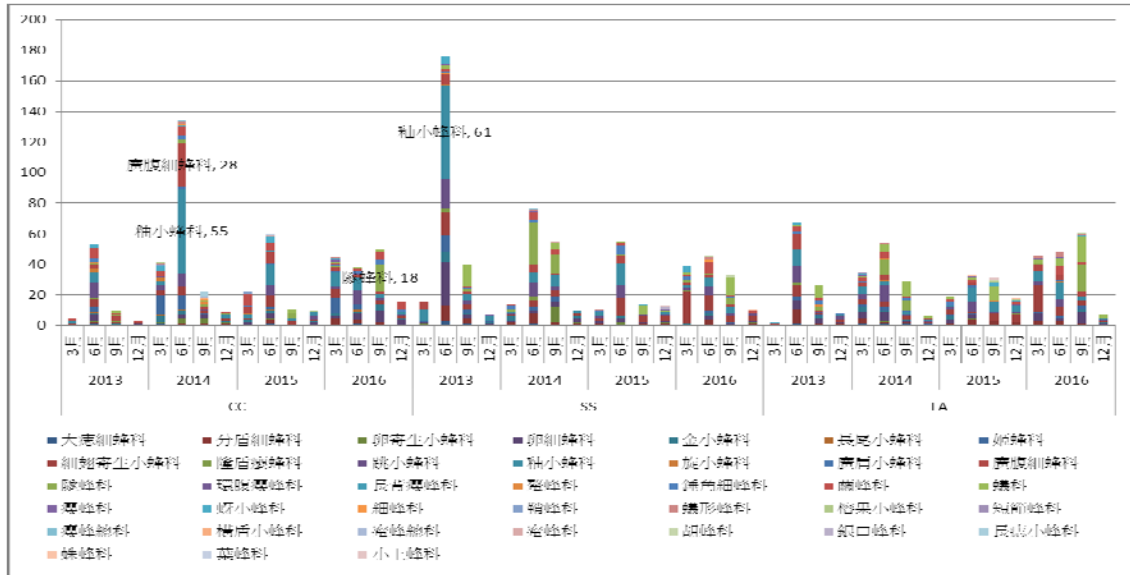


圖 1-6 雪見天然林樹冠層膜翅目昆蟲科級組成及數量。
(資料來源:本研究資料)

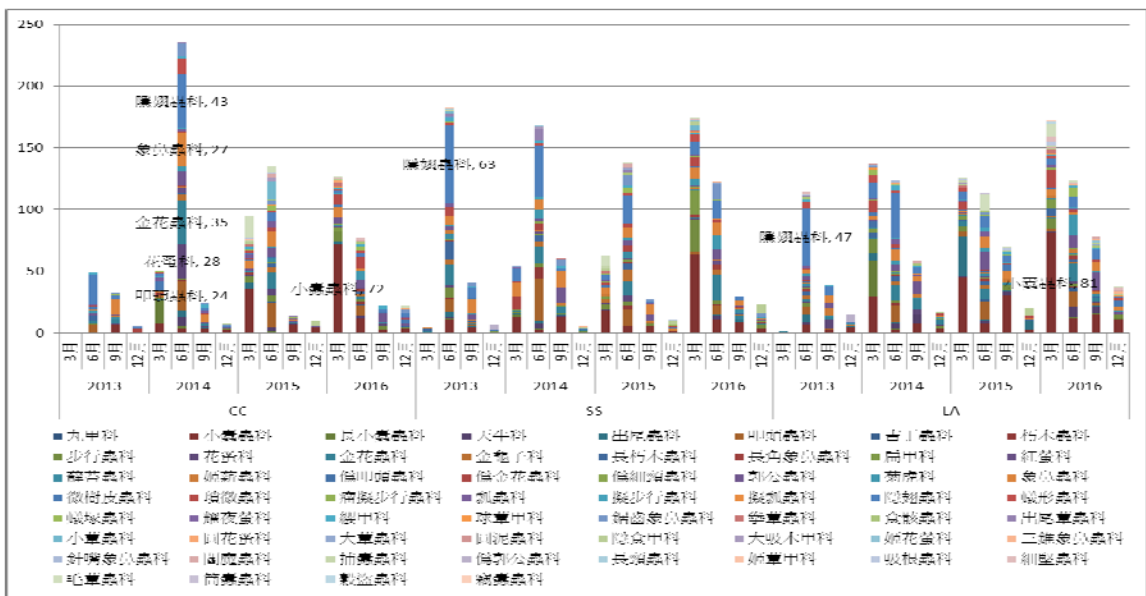


圖 1-7 雪見天然林樹冠層鞘翅目昆蟲科級組成及數量。
(資料來源:本研究資料)

膜翅目共捕獲 36 個科 1703 隻昆蟲(圖 1-6)，最多的科別有袖小蜂科(299 隻)；

17%)、細翅寄生小蜂(194 隻; 11%)、跳小蜂科(153 隻; 9%)、卵細蜂科(128 隻; 7%)，有少數體型較大的蜂類如胡蜂、蛛蜂、銀口蜂、小土蜂等，但數量不多。木荷(SS)膜翅目捕獲量稍高於其他兩樹種(木荷 620 隻>長尾尖葉櫨 597 隻>杏葉石櫟 496 隻)。各季節捕獲量來看，各樹種及年份均顯示，膜翅目以 6 月的夏季有著顯著的豐度，9 月的秋季有時也有不少的捕獲量，最少月份為冬季的 12 月。2016 年的 3 月三個樹種的雙翅目數量都同時變多，此結果與雙翅目捕獲狀況相似。

鞘翅目共有 60 個科 3476 隻的昆蟲捕獲量，最多的科別有小蠹蟲科(595 隻; 17%)、隱翅蟲科(432 隻; 12%)、及象鼻蟲(237 隻; 7%)(圖 1-7)，其它多為叩頭蟲(180 隻)、植食性的金花蟲(201 隻)，亦有不少肉食性科別的步行蟲(124 隻)。鞘翅目捕獲量：杏葉石櫟(LA; 1353 隻)>木荷(SS; 1183 隻)>長尾尖葉櫨(CC; 940 隻)。各季節捕獲量來看，以 6 月的夏季最豐富，其次為 9 月的秋季最少月份為冬季的 12 月，此與雙翅目、膜翅目情況相似，三樹種 2016 年 3 月鞘翅目昆蟲數量變多。

3. 雪見地區天然林不同樹種昆蟲組成多樣性分析

樹冠層昆蟲組成的多樣性如表 1-5 所示，將各樹種昆蟲科級組成去利用 PCORD 軟體，做均勻度(Evenness; E)、夏農多樣性指數(Shannons Diversity index; H)與辛普森多樣性指數(Simpson's diversity index; D')分析後可知，均勻度指數介於 0.61~0.703 間，指數值越大代表種類越多、個體分布越平均；H 值顯示天然林多樣性在 3.128~3.566 之間(一般介於 1.5~3.5 之間)，長尾尖葉櫨(CC)的 H 值為三樹種最高，利用 H 值能反映出較特殊昆蟲組成之特性，因此顯示長尾尖葉櫨有較其他兩樹種有不同的昆蟲科別物種出現；指數值越接近於 1 則代表歧異度越大的 D' 值顯示天然林多樣數皆趨近於 1，各數種多樣性平均在 0.9 以上，顯示樹冠層昆蟲的生物多樣性豐富。

表 1-5 雪見天然林樹冠層昆蟲多樣性指數

	均勻度指數 (E)	夏農-威納多樣性 指數(H)	辛普森多樣性 指數(D')
CC	0.703	3.566	0.9381
SS	0.61	3.128	0.892
LA	0.639	3.257	0.8987

(資料來源:本研究資料)

4. 雪見地區天然林樹冠層不同季節昆蟲相

將樹冠層掃網(SWP)與馬氏網(MLT)陷阱捕獲的昆蟲合併代表樹冠層昆蟲相，分析後可知，樹冠層各季節各植物捕獲昆蟲以六月的夏季最多，冬季 12 月昆蟲量較少 (表 1-6，圖 1-8)；較特別的是杏葉石櫟 2014 與 2016 年 3 月的蟲量顯示出截然不同的捕

獲狀況，間隔一年的春季會有蟲量增加的情形，尤以 2016 年較明顯，由圖 1-8 可知天然林三樹種都有這樣的趨勢，從科別類群數量分析原因，主要因為雙翅目的黑翅蕁蚋、搖蚊、癭蚋等數量的影響。

表 1-6 雪見地區天然林樹冠層昆蟲量三年間季節變動

		樹冠層			Total
		長尾尖葉櫛	木荷	杏葉石櫟	
2013 年	3 月	18	105	14	137
	6 月	372	1328	793	2493
	9 月	377	691	414	1482
	12 月	79	285	153	517
2014 年	3 月	503	481	901	1885
	6 月	1283	1099	718	3100
	9 月	228	543	266	1037
	12 月	76	172	74	322
2015 年	3 月	192	177	251	620
	6 月	1036	1461	333	2830
	9 月	186	331	351	868
	12 月	91	197	270	558
2016 年	3 月	975	1232	1134	3341
	6 月	420	882	586	1888
	9 月	257	265	408	930
	12 月	144	263	185	592
Total		6237	9512	6851	22600

(資料來源:本研究資料)

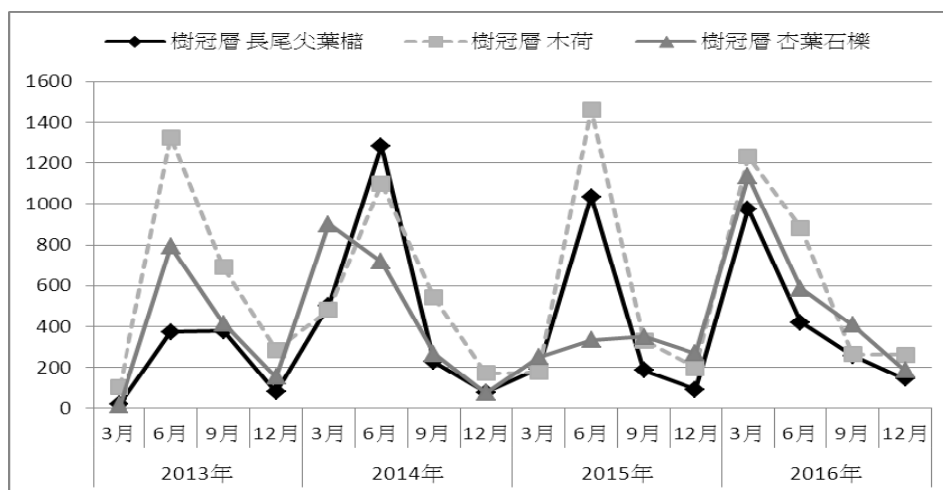


圖 1-8 雪見地區天然林樹冠層昆蟲量三年間季節變動。

(資料來源:本研究資料)

從 2013 年各季節調查至今共有 16 筆資料(如表 1-7)，分析各季節捕獲昆蟲的均

勻度(E)與多樣性 (H、D')可知, 均勻度在 0.401~0.844 之間, 12 月份也有高達 0.725; 各個季節的夏農多樣性指數(H)在 1.553~3.611, 顯示符合 Margalef (1972)認為夏農多樣性指數多為 1.5~3.5 的範圍內, 除 2013 年 12 月外, 多於 2.5; 各月份辛普森多樣性指數(Simpson's diversity index; D')顯示 D' 值在 0.4899~0.9446 之間, 在 2013 的 3 月與 6 月、2015 年的 3 月份、2014 年的 6 月與 9 月、2016 年的 6 月、9 月份與 12 月的 D' 值在 0.9 以上。

表 1-7 雪見天然林樹冠層昆蟲相各月份蟲數、均勻度及多樣性指數

Num.	Name	E	H	D'
1	2013Mar	0.844	2.812	0.9052
2	2013Jun	0.693	3.26	0.9045
3	2013Sep	0.554	2.285	0.7574
4	2013Dec	0.401	1.553	0.4899
5	2014Mar	0.616	2.836	0.8435
6	2014Jun	0.733	3.489	0.9417
7	2014Sep	0.741	3.3	0.9192
8	2014Dec	0.7	2.711	0.8449
9	2015Mar	0.822	3.611	0.9446
10	2015Jun	0.543	2.606	0.7597
11	2015Sep	0.621	2.62	0.8496
12	2015Dec	0.575	2.336	0.7273
13	2016Mar	0.509	2.352	0.793
14	2016Jun	0.687	3.231	0.9081
15	2016Sep	0.75	3.331	0.9222
16	2016Dec	0.725	3.149	0.9046

* $E = \text{Evenness} = H / \ln(\text{Richness})$; $H = \text{Diversity} = -\sum (P_i \cdot \ln(P_i)) = \text{Shannon's diversity index}$; $D = \text{Simpson's diversity index for infinite population} = 1 / \sum (P_i^2)$; $P_i = \text{importance probability in element } i \text{ (element } i \text{ relativized by row total)}$ (資料來源:本研究資料)

將所有雪見樹冠層捕獲昆蟲組成依照各月份計算 Bray-Curtis 相異系數後, 進行相對 2D 相對空間分布圖(圖 1-9), 結果顯示相同月份的昆蟲組成相似(12 月、9 月、6 月), 三月份的昆蟲組成變異最大, 但其第一軸(Axis 1)的組成差很大, 但第二軸變組成類似, 主要為雙翅目、膜翅目、鞘翅目昆蟲組成增多的關係。

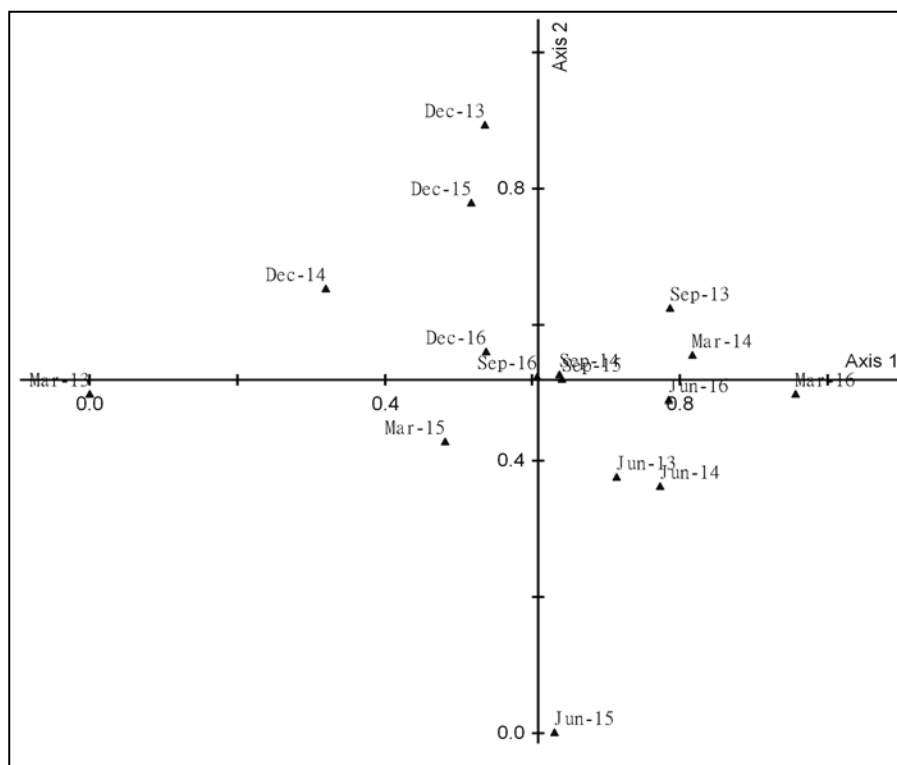


圖 1-9 雪見樹冠層昆蟲各季節昆蟲組成空間分布圖。

(資料來源:本研究資料)

將雪見樹冠層昆蟲量與雪見地區各月份平均溫度、最高溫與最低溫分析如圖 1-10，三年間在夏季昆蟲量為年度最多的時候，隨夏季溫度上升，昆蟲數量變多，進入秋冬季氣溫下降，昆蟲數量遞減，初步結果顯示昆蟲數量會隨雪見氣溫變化，但為何間隔一年的 2014 及 2016 春天會有較多昆蟲，且 2016 年 3 月的低溫反而讓昆蟲大量增加，則須設計試驗探討。

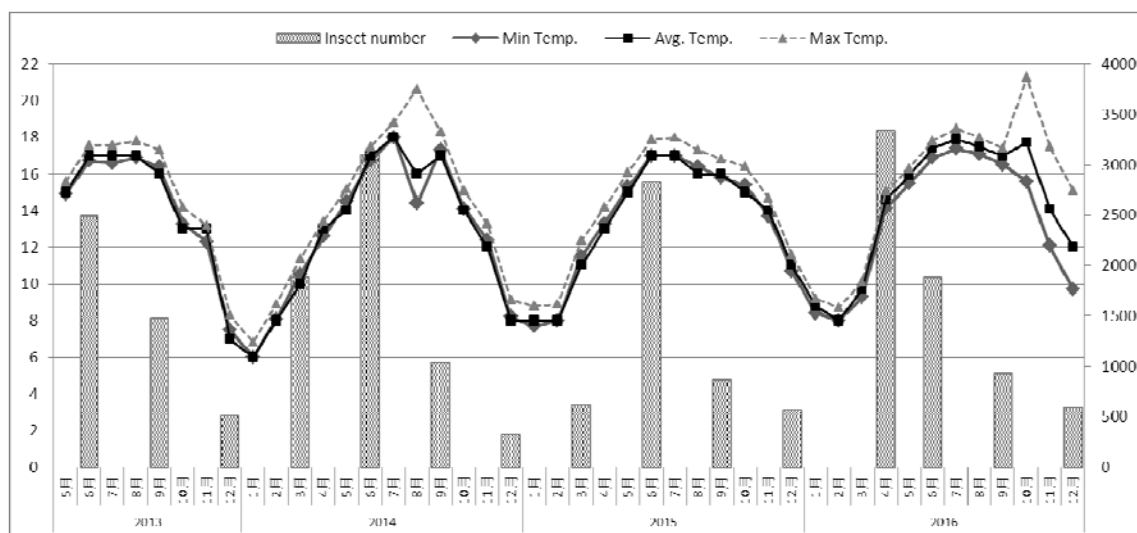


圖 1-10 雪見各季昆蟲數量與氣溫變動圖。

(資料來源:本研究資料)

5. 雪見地區天然林樹冠層優勢昆蟲科別

雪見地區樹冠層昆蟲組成按 Engelmann(Engelmann, 1978)的分級方式，依照各類群(科級)昆蟲數量佔所有採得的昆蟲數量百分比分為不同等級，分真優勢(Eudominant)、優勢(Dominant)、亞優勢(Subdominant)。2013 至 2016 年 9 月近四年的資料顯示，黑翅蕈蚋為較穩定的優勢科群，搖蚊、瘿蚋、薊馬、木蝨也有不少的數量(表 1-8)，三年間的資料顯示樹冠層主要以雙翅目昆蟲為優勢物種，包括黑翅蕈蚋、瘿蚋、搖蚊、蠓等。優勢的昆蟲主以雙翅目黑翅蕈蚋(Sciaridae)、瘿蚋(Cecidomyiidae)、搖蚊(Chironomidae)、蠓(Ceratopogonidae)為主，還有繆翅目(薊馬，Thripidae)、半翅目(木蝨，Psyllidae)。亞優勢的昆蟲類別有繆翅目(薊馬)、雙翅目(蠓、瘿蚋、搖蚊、舞虻-Empididae)、鞘翅目(小蠹蟲，Scolytidae)、金花蟲(Chrysomelidae)、半翅目(盲椿，Miridae；蚜蟲，Aphididae)、膜翅目(絨小蜂，Eulophidae；廣腹細蜂，Platygastridae)。

從不同樹種(表 1-9)來看優勢科昆蟲，黑翅蕈蚋為普遍優勢的類群，瘿蚋、薊馬及搖蚊則為多數植物的優勢物種；亞優勢類群昆蟲則包含搖蚊、薊馬、小蠹蟲及吸血的蠓；雪見天然林主要優勢為雙翅目，以黑翅蕈蚋為主，其中較特別的是杏葉石礫上的小蠹蟲(Scolytidae)也有亞優勢的程度。

表 1-8 雪見樹冠層優勢昆蟲科級組成

	MLT			SWP		
	CC	SS	LA	CC	SS	LA
Dominant	Sciaridae (17%)	Sciaridae (24%)	Sciaridae (24%)		Sciaridae (11%)	Sciaridae (12%)
	Cecidomyiidae (15%)	Thripidae (11%)	Chironomidae (10%)		Psyllidae (10%)	
		Cecidomyiidae (10%)				
Subdominant	Chironomidae (9%)	Chironomidae (7%)	Cecidomyiidae (9%)	Miridae (9%)	Cicadellidae (5%)	Cicadellidae (5%)
	Thripidae (6%)	Ceratopogonidae (7%)	Ceratopogonidae (9%)	Thripidae (9%)	Eulohidae (4%)	Eulophidae (5%)
	Ceratopogonidae (5%)		Scolytidae (4%)	Sciaridae (5%)	Chrysomelidae (4%)	Chironomidae (4%)
	Scolytidae (3%)			Cicadellidae (5%)	Platygastridae (3.5%)	Chrysomelidae (3.8%)
				Eulophidae (5%)	Phlaeothripidae (3.7%)	
				Chironomidae (5%)		
				Empididae (4%)		
				Aphididae (3.4%)		
				Greenideidae (3.6%)		

(資料來源:本研究資料)

表 1-9 雪見天然林各優勢樹種樹冠層優勢昆蟲科級組成

	Xuejian		
	CC	SS	LA
Dominant	Sciaridae (14%)	Sciaridae (24%)	Sciaridae (23%)
	Cecidomyiidae (11%)	Thripidae (11%)	Chironomidae (10%)
Subdominant	Chironomidae (8%)	Cecidomyiidae (9%)	Cecidomyiidae (9%)
	Thripidae (7%)	Ceratopogonidae (7%)	Ceratopogonidae (9%)
	Ceratopogonidae (4%)	Chironomidae (7%)	Scolytidae (3%)

(資料來源:本研究資料)

二、雪見地區各優勢植物花器的昆蟲組成及優勢類群

針對雪見地區優勢植物授粉昆蟲評估，採樣植物花期間之訪花昆蟲，了解訪花昆蟲種類、訪花種類與數量等，共調查 31 種植物(如表 1-10)，採集時間及植物種類如表 1-10 (未採到開花植物的採集日期未列出)。

表 1-10 雪見地區優勢植物授粉昆蟲的調查日期及種類

採集時間	開花植物			
2015/03/16	山胡椒	水麻	變葉新木薑子	川上氏槭
	台灣石楠	喜岩堇菜	台灣烏心石	
2015/05/15	阿里山月桃	南澳杜鵑	桑葉懸鉤子	山香圓
2015/06/22	黃花鳳仙花	杜虹花	紫珠葉泡花	
2015/07/14	火炭母草	串鼻龍	冇骨消	台灣懸鉤子
	忍冬葉冬青	海周常山	薄瓣懸鉤子	
2015/11/10	蓮草	台灣八角金盤		
2016/05/20	枇杷葉灰木	西施花	山薔薇	大葉溲疏
	台灣杜鵑			
2016/6/24	無梗忍冬			
2016/6/30	厚皮香	黃菀		

(資料來源:本研究資料)

目前已完成採得的開花植物如表 1-10，31 種開花植物分析，共計昆蟲 12 目 106 科 4165 隻，其上昆蟲組成主要以纓翅目最多(圖 1-10；表 1-11)有 2148 隻(51%)，雙翅目 555 隻(13%)、膜翅目 450 隻(11%)、鞘翅目 447 隻(11%)、半翅目 335 隻(8%)。台灣石楠上幾乎僅有半翅目昆蟲(木蝨與椿象)，而纓翅目薊馬在六、七月開花的植物上數量漸增，其中尤以馬鞭草科的海州常山、忍冬科的無梗忍冬與五加科的蓮草與台灣八角金盤上薊馬數量最多。

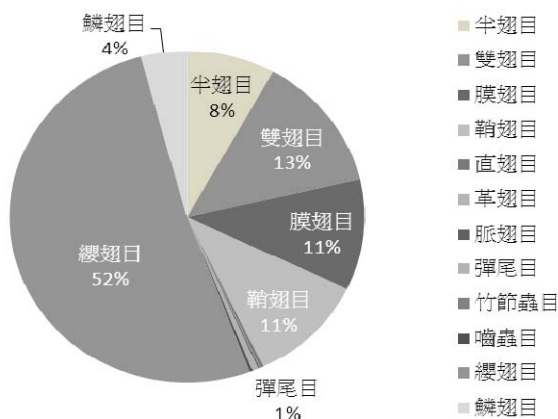


圖 1-11 雪見地區優勢植物花器上昆蟲目級組成。
(資料來源:本研究資料)

表 1-11 雪見地區各優勢植物花器上昆蟲目級組成

科數	半翅目	雙翅目	膜翅目	鞘翅目	直翅目	革翅目	脈翅目	彈尾目	竹節蟲目	啣蟲目	繸翅目	鱗翅目	Total	
川上氏槭	13	13	5	4	4	0		0		0	0	8	34	
山胡椒	8	16	11	3	1	0		1		0	18	0	50	
變葉新木薑子	12	21	11	0	5	0		1		0	2	4	44	
水麻	9	21	0	0	10	1		1		1	0	8	42	
台灣石楠	2	16	0	0	0	0		0		0	0	1	17	
桑葉懸鉤子	17	22		9	13		1	1			6	1	53	
薄瓣懸鉤子	15	9	1	12	27							20	69	
台灣懸鉤子	25	26		13	48	1	1			2	52	2	145	
台灣烏心石	1											1	1	
喜岩堇菜	1			1									1	
山香圓	19	8	9	3	4		2	3		2	15	1	47	
阿里山月桃	13	2	1		14	1	1	2			1	1	23	
南澳杜鵑	13	7	19	2	6		1			2	4	2	43	
杜虹花	15	45	4	2	12						76	16	155	
海州常山	30	18	27	27	46	1					410	3	532	
紫珠葉泡花	21	18	17	3	5	4		1		1	10	68	127	
黃花鳳仙花	18	5	4	23	7	3					16	2	60	
有骨消	30	22	12	21	42		1				61	2	161	
火炭母草	9	3		6	2						2		13	
串鼻龍	23	9	8	3	18	2			1		66	7	114	
忍冬葉冬青	22	2	3	7	8	1		2		2	2	1	28	
蓮草	40	12	155	200	45			1			792	17	1222	
臺灣八角金盤	31	11	183	46	58			1			175	9	483	
山薔薇	7		3	1	4						1	1	10	
黃芩	18	11	5	10	3	1					7	9	46	
厚皮香	9		4	4	1			3			4		16	
大葉溲疏	16	1	7	13	8						9	2	40	
臺灣杜鵑	10	1	32		3						2	1	39	
西施花	7	1			22			3			2		25	
枇杷葉灰木	32	8	33	25	14			2		1	3	2	89	
無稜忍冬	20	7	1	12	17			3			392	5	436	
Total	106	335	555	450	447	13	2	7	22	1	11	2148	174	4165

(資料來源:本研究資料)

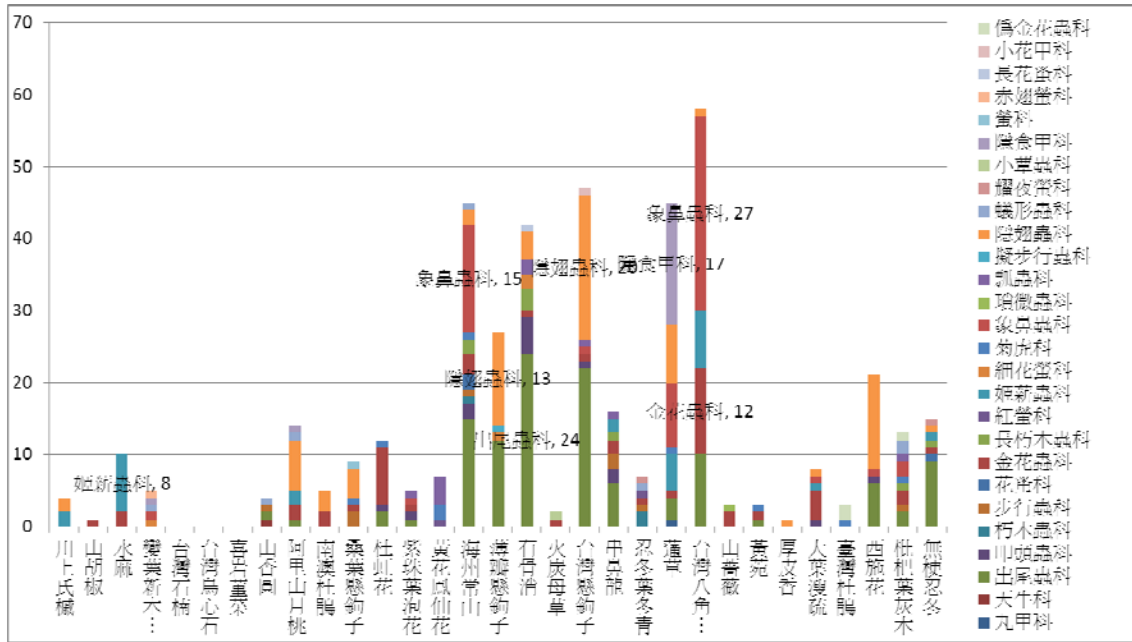


圖 1-15 花器昆蟲鞘翅目組成。
(資料來源:本研究資料)

花器採得昆蟲中，共採得 17 科 335 隻半翅目(圖 1-12)昆蟲，以葉蟬(66 隻；19%)、盲椿象(65 隻；19%)、蚜蟲(52 隻；15%)、木蝨(38 隻；11%)昆蟲為主，多數皆以刺吸植物枝條及葉片汁液為食之昆蟲。共採得 21 科 555 隻雙翅目(圖 1-13)訪花昆蟲，多為黑翅蕈蚋(299 隻；53%)、瘿蚋(40 隻；7%)、舞虻(63 隻；11%)等。共採得 27 科 450 隻膜翅目(圖 1-14)，多為小型蜂，絛小蜂(93 隻；20%)、卵細蜂(66 隻；14%)及廣腹細蜂(122；27%)皆是寄生科群，身上體毛也不多，應不是受粉者角色，但隧蜂則是比蜜蜂共為有效的授粉者；另外，曾在台灣懸鉤子花與紅楠上捕獲無螫蜂個體，尚無法判定築巢地為何處。體較為大型的鞘翅目(圖 1-15)各科甲蟲則是吸食汁液蜜露為主，共採得 27 科 447 隻，種類於各樹種訪花，金花蟲(49 隻；11%)、隱翅蟲(80 隻；17%)、出尾蟲(115 隻；25%)、象鼻蟲(58 隻；13%)等，可攜花粉粒不如蜜蜂多，但科數較豐富，表示可能受授粉的物種也較多。薊馬體上剛毛甚多，是較明確的授粉者之一，體型小能輕易造訪花朵較小的植物，且翅膀為纓狀毛，易隨風擴散至他處，為常見的訪花昆蟲，雪見優勢植物的花上，薊馬皆為優勢，如蓮草、海州常山、臺灣八角金盤與無梗忍冬花上。

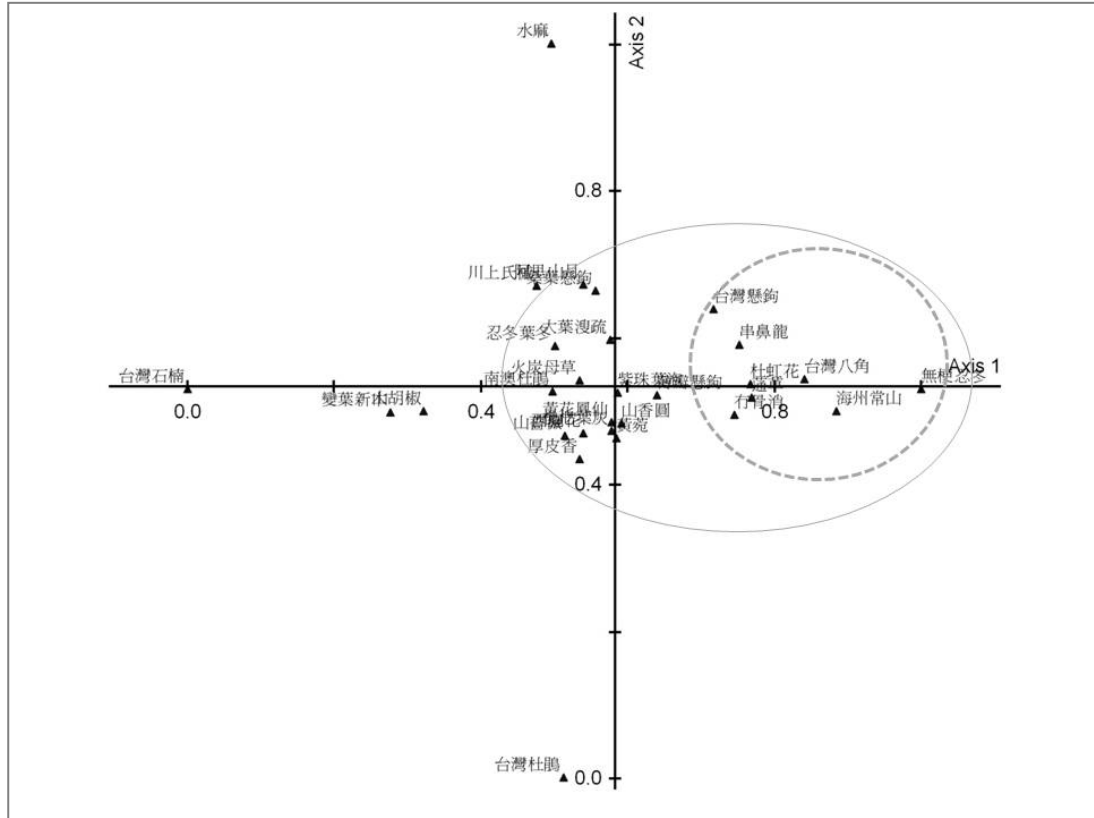


圖 1-16 雪見優勢植物訪花昆蟲組成空間分布圖。
(資料來源:本研究資料)

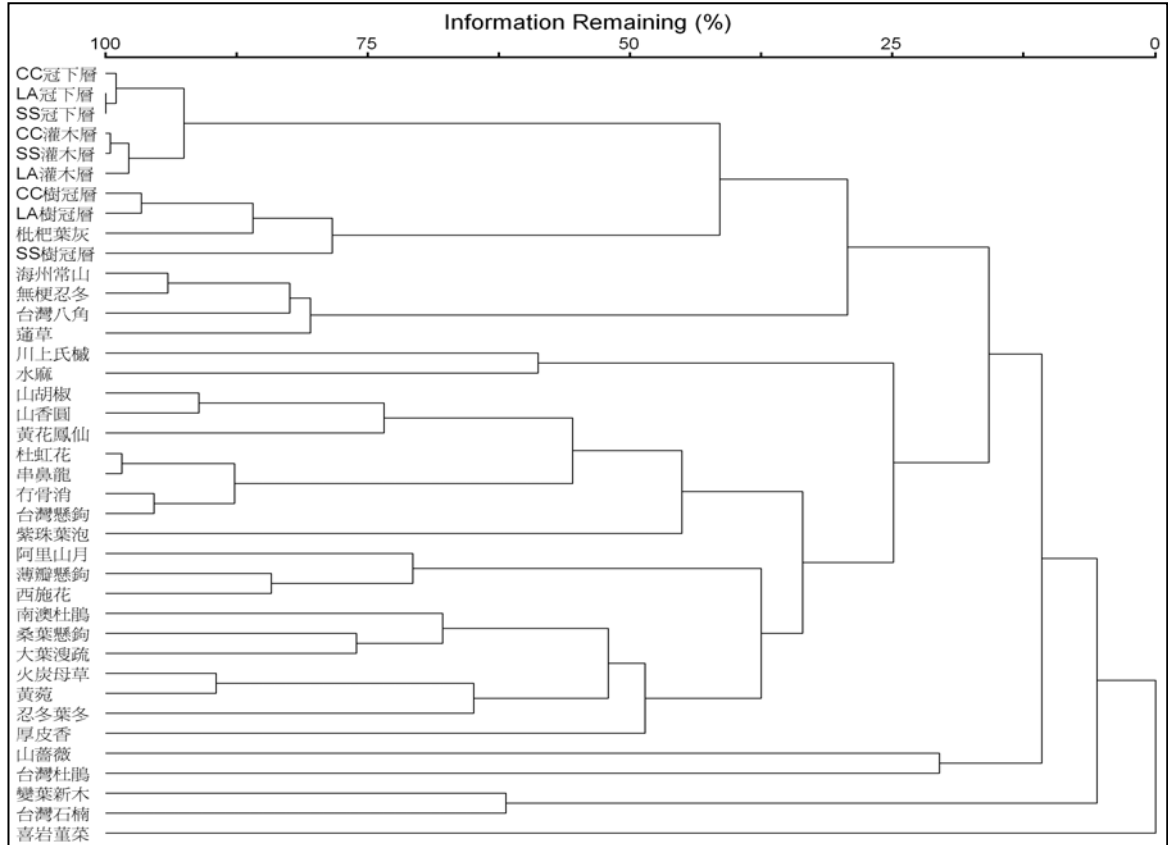


圖 1-17 雪見優勢植物各樹層與開花植物昆蟲組成群集分析圖。
(資料來源:本研究資料)

若將所有雪見優勢植物花上捕獲的各科昆蟲數計算 Bray-Curtis 相異系數後，進行 2D 相對空間分布圖(圖 1-16)。於 2015 年 3 月的開花植物彼此昆蟲組成差異大(水麻、臺灣石楠)，臺灣石楠因三月的木蝨族群較多，可能為某種專一性木蝨的寄主；3 月的開花植物(台灣石楠、變葉心木薑子、川上氏槭與山胡椒)主要分布在軸 1 左邊，5~7 月的開花植物(臺灣杜鵑、西施花、山薔薇、南澳杜鵑、忍冬葉冬青、大葉溲疏、桑葉懸鉤子、枇杷葉灰木、山香圓、黃花鳳仙花、厚皮香、黃菀、杜虹花、紫珠葉泡花、火炭母草、薄瓣懸鉤子)群聚於軸 1 中段，其中臺灣杜鵑因昆蟲組成以果蠅為主(27 隻)故不與其他植物群聚一起；開花植物於軸 1 左至右可見主要隨月份不同昆蟲群聚而不同，由圖可知花器所採的訪花昆蟲組成較可能與不同採集時間有關係。無梗忍冬、海州常山、蓮草、臺灣八角金盤等因在花上取得優勢的薊馬族群而群聚軸 1 右方。

將訪花昆蟲與樹冠層馬氏網及掃網的昆蟲組成比較發現，訪花昆蟲有其截然不同的昆蟲組成特性(圖 1-17)。花器昆蟲組成變異遠大於林冠各層，但群聚結果呈現出各季節分隔的特性，如 3 月的變葉新木、台灣石楠及喜岩堇菜，7 月的火炭母草、黃菀、忍冬葉冬、厚皮香及山薔薇，11 月份的海州常山、蓮草、及台灣八角；尚有一群 6、7 月的山胡椒、杜虹花、串鼻龍、黃花鳳仙及台灣懸鉤等。

若將所有雪見優勢植物花上捕獲的各科昆蟲數計算 DCA，進行相對 2D 相對空間分布圖(圖 1-18)(代號: S1 川上氏槭、S2 山胡椒、S3 水麻、S4 變葉新木薑子、S5 台灣石楠、S6 喜岩堇菜、S7 山香圓、S8 阿里山月桃、S9 南澳杜鵑、S10 桑葉懸鉤子、S11 杜虹花、S12 紫珠葉泡花、S13 黃花鳳仙花、S14 海州常山、S15 薄瓣懸鉤子、S16 有骨消、S17 火炭母草、S18 台灣懸鉤子、S19 忍冬葉冬青、S20 串鼻龍、S21 蓮草、S22 台灣八角金盤、S23 山薔薇、S24 大葉溲疏、S25 臺灣杜鵑、S26 西施花、S27 枇杷葉灰木、S28 無梗忍冬、S29 黃菀、S30 厚皮香)；將時間標註上去後，可知由軸 1 右至左大致可依照不同採集時間而有順時鐘方向的趨勢。

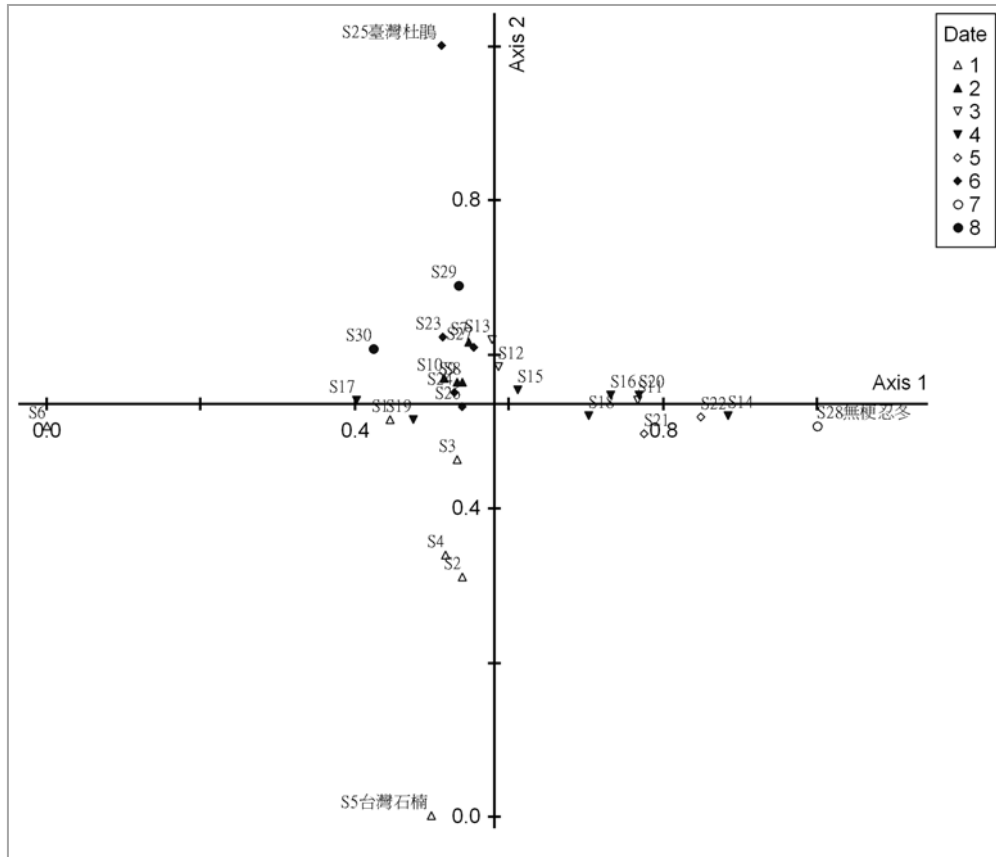


圖 1-18 雪見優勢植物訪花昆蟲組成不同採集時間空間分布圖。

(Date1:2015/3/16 ; Date2:2015/5/24 ; Date3:2015/6/22 ; Date4:2015/7/14 ; Date5:2015/11/10 ; Date6:2016/5/20 ; Date7:2016/6/24 ; Date8:2016/6/30)(資料來源本研究資料)

三、雪見地區螞蟻相調查

從 104 年 9 月至 105 年 8 月雪見地區 9 個樣點共採集到 10 種 912 隻螞蟻，分類為 3 亞科 10 屬 10 種，其中 7 種是台灣特有種，3 種屬於東洋區分布物種(表 1-12)。在雪見地區螞蟻群聚中，家蟻亞科佔 4 屬 4 種，山蟻亞科 3 屬 3 種，針蟻亞科 3 屬 3 種。雪見地區優勢物種為奮起湖大頭家蟻(*Formica candida formosae*)，蓬萊家蟻(*Myrmica formosae*)與柯氏尼蘭德山蟻(*Nylanderia kraepelini*)，每季調查皆有發現。螞蟻物種數量以 6 至 8 月的夏季最高(275 隻)，其數量多寡與當地溫度以及蜜源植物的開花期(如有骨消,大頭茶等)有關。雪見地區台灣特有種螞蟻共有 7 種:蓬萊家蟻(*Myrmica formosae*)、磨砂長腳家蟻(*Aphaenogaster* sp. 6)、奮起湖大頭家蟻(*Formica candida formosae*)、邵氏黑艷家蟻(*Myrmecina sauteri*)、蓬萊山蟻(*Formica candida formosae*)、矛巨山蟻(*Camponotus carin tipunus*)與丹大姬針蟻(*Hypoponera* sp. 1)，雪見地區螞蟻種類與豐度請見表 1-13。掉落式陷阱(Pitfall trap)的採集方式較適合調查在地表環境中活動性較高或優勢族群的螞蟻種類的採集成效較高，但對於地下、活動性較弱或樹棲型的族群則較不易採集。建議將來增加

落葉袋採集法(Winkler bag) 採集活動緩慢的潛地型物種，並且配合雪見遊客中心的專業攀樹技術與樹冠平台設施架設樹上型陷阱，相信必定能增加雪見地區螞蟻群聚在各森林分層的資料，提供臺灣中部中高海拔地區最完善的螞蟻群落資訊。

表 1- 12 雪見地區螞蟻季節調查

中文名稱	學名	區域分布	個體數(隻)			
			春 (3-5)	夏 (6-8)	秋 (9-10)	冬 (11-2)
奮起湖大頭家蟻	<i>Formica candida formosae</i>	臺灣特有種	105	104	133	135
蓬萊家蟻	<i>Myrmica formosae</i>	臺灣特有種	45	57	27	27
邵氏黑艷家蟻	<i>Myrmecina sauteri</i>	臺灣特有種	0	3	0	0
磨砂長腳家蟻	<i>Aphaenogaster</i> sp. 6	臺灣特有種	2	0	0	0
柯氏尼蘭德山蟻	<i>Nylanderia kraepelini</i>	東洋區分布	8	75	20	24
蓬萊山蟻	<i>Formica candida formosae</i>	臺灣特有種	0	1	1	2
矛巨山蟻	<i>Camponotus carin tipunus</i>	臺灣特有種	1	1	0	0
爪哇粗針蟻	<i>Pachycondyla javana</i>	東洋區分布	0	27	10	3
高山鋸針蟻	<i>Odontomachus monticola</i>	東洋區分布	4	1	1	0
丹大姬針蟻	<i>Hypoponera</i> sp. 1	臺灣特有種	0	6	2	0
季個體數(隻)			165	275	194	191

(資料來源:本研究資料)

表 1- 13 雪見地區螞蟻種類與豐度

亞科	中文名稱	學名	合計(隻)	個體數(%)
家蟻亞科	奮起湖大頭家蟻	<i>Formica candida formosae</i>	564	61.84
家蟻亞科	蓬萊家蟻	<i>Myrmica formosae</i>	156	17.11
家蟻亞科	邵氏黑艷家蟻	<i>Myrmecina sauteri</i>	3	0.33
家蟻亞科	磨砂長腳家蟻	<i>Aphaenogaster</i> sp. 6	2	0.22
山蟻亞科	柯氏尼蘭德山蟻	<i>Nylanderia kraepelini</i>	127	13.93
山蟻亞科	蓬萊山蟻	<i>Formica candida formosae</i>	4	0.44
山蟻亞科	矛巨山蟻	<i>Camponotus carin tipunus</i>	2	0.22
針蟻亞科	爪哇粗針蟻	<i>Pachycondyla javana</i>	38	4.39
針蟻亞科	高山鋸針蟻	<i>Odontomachus monticola</i>	6	0.66
針蟻亞科	丹大姬針蟻	<i>Hypoponera</i> sp. 1	8	0.88
總個體數			912	100

(資料來源:本研究資料)

伍、結論

一、雪見天然林樹冠層昆蟲相的組成差異與季節消長

2013-2016年每季針對優勢之木荷(SS)、杏葉石櫟(LA)、長尾尖葉槲(CC)樹冠層，每季掃網(SWP)與馬氏網(MLT)蒐集的昆蟲共15目204科22600隻。樹冠層最優勢的目為雙翅目(54%)，其次為鞘翅目(15%)，而纓翅目(7.7%)、膜翅目(7.5%)、半翅目(6.6%)則相當。

1. 雪見地區天然林樹冠層優勢昆蟲科別

樹冠層馬氏網與掃網採集之樹冠層昆蟲結果，按Engelmann(Engelmann, 1978)的分級方式，黑翅蕈蚋(Sciaridae)為普遍優勢科別；優勢昆蟲包含雙翅目黑翅蕈蚋、癭蚋(Cecidomyiidae)、搖蚊(Chironomidae)、蠓(Ceratopogonidae)為主，還有纓翅目的薊馬(Thripidae)、半翅目的木蝨(Psyllidae)；亞優勢的昆蟲有纓翅目(薊馬)、雙翅目(蠓、癭蚋、搖蚊、舞虻Empididae)、鞘翅目(小蠹蟲，Scolytidae；金花蟲，Chrysomelidae)、半翅目(盲椿，Miridae；蚜蟲，Aphididae)、膜翅目(絨小蜂，Eulophidae；廣腹細蜂，Platygastridae)。

2. 雪見地區天然林樹冠層優勢目各科級昆蟲組成

半翅目昆蟲最多的是葉蟬，其次為蚜蟲(即常蚜科與毛管蚜科)。雙翅目共有36個科，最多量科別有黑翅蕈蚋科(佔雙翅目昆蟲的40%)>癭蚋科(19%)>搖蚊(16%)>蠓科(13%)；較特別的是搖蚊，2016年3月於各樹種都有極高數量；肉食性科別的舞虻、食蟲虻、食蚜虻、長足虻等數量都不多，也有不少吸血特性的蠓科昆蟲。膜翅目共36個科，最多量科別有絨小蜂科(17%)、細翅寄生小蜂(11%)、跳小蜂科(9%)、卵細蜂科(7%)，有少數體型較大的胡蜂、蛛蜂、銀口蜂、小土蜂等。鞘翅目共60個科，最多量科別有小蠹蟲科(17%)、隱翅蟲科(12%)及象鼻蟲(7%)，亦有不少肉食性科別的步行蟲。

3. 雪見地區天然林不同樹種昆蟲組成多樣性分析

樹冠層優勢樹種昆蟲組成的多樣性均很高，均勻度指數(Evenness, E)介於0.61~0.703間；夏農指數(Shannons Diversity index, H)在3.128~3.566之間(一般介於1.5~3.5之間)，長尾尖葉槲(CC)的H值為三樹種最高，因此顯示長尾尖葉槲有較其他兩樹種有不同的昆蟲科別物種出現；辛普森指數(Simpson's diversity index, D')於各數種多在0.9以上，顯示樹冠層昆蟲的生物多樣性豐富。

4. 雪見地區天然林樹冠層不同季節昆蟲相

將雪見樹冠層昆蟲量隨夏季溫度上升，昆蟲數量變多，進入秋冬季氣溫下降，昆蟲數量遞減；各季節各植物捕獲昆蟲以六月的夏季最多，其次為秋季，冬季12月

昆蟲量較少；較特別的是 2014 年 3 月與 2016 年 3 月間隔一年的春季會有蟲量增加的情形，尤以 2016 年較明顯，三樹種都有這樣的趨勢，應是氣候環境的整體因素所致；從科別類群數量分析，主要是雙翅目的黑翅蕈蚋、搖蚊、癭蚋等數量的影響。各季節捕獲昆蟲的均勻度(E)與多樣性指數(H、D')，除 12 月份外，各季節各指數都算高。

將各月份昆蟲組成以 Bray-Curtis 系數轉換，進行 2D 相對空間分析，顯示相同季節的昆蟲有相似的組成(夏、秋、冬)；但三月份春季昆蟲組成變異大，其第一軸(Axis 1)的組成差很大，但第二軸變組成類似，主要為雙翅目、膜翅目、鞘翅目昆蟲數量增多的關係。

二、雪見地區各優勢植物花器的昆蟲組成及授粉昆蟲

共調查 31 種雪見地區優勢植物，進行授粉昆蟲分析；共計昆蟲 12 目 106 科 4165 隻，以纓翅目薊馬(51%)最多，其餘雙翅目(13%)、膜翅目(11%)、鞘翅目(11%)、半翅目(8%)數量相當。台灣石楠上幾乎僅有半翅目的木蝨與椿象，而纓翅目薊馬在六、七月開花的植物上數量多，尤以馬鞭草科的海州常山、忍冬科的無梗忍冬與五加科的蓮草與臺灣八角金盤最多。

薊馬體上剛毛甚多，體型小可造訪大小形狀的花朵，纓狀毛的翅膀易隨風擴散至他處，是明確有效的授粉者之一。多數半翅目皆以刺吸植物枝條及葉片汁液為食之昆蟲，授粉角色較不明確。雙翅目訪花昆蟲中的花蠅是明確有效的授粉者，其他黑翅蕈蚋、癭蚋、舞虻等角色較不明確。小型膜翅目等寄生科蜂群，身上體毛不多，應不是有效受粉者角色，但隧蜂、熊蜂、蜜蜂及無螫蜂等則是很有效率的授粉者。體較為大型的鞘翅目各科甲蟲則是吸食汁液蜜露為主，如有體毛的出尾蟲，也有可能具授粉者角色。

植物花器上各科昆蟲數以 Bray-Curtis 相異系數，轉換 2D 相對空間分布。開花植物於軸 1 左至右可隨月份不同昆蟲群聚不同，3 月的開花植物主分布在軸 1 左邊，5~7 月的開花植物群聚於軸 1 中段，在花器優勢的薊馬族群聚軸 1 右方。一些昆蟲組成特別的花器，則不與其他植物群聚一起。訪花昆蟲組成與採集時間明顯有關，由軸 1 右至左大致可依照不同採集時間而有順時鐘方向的趨勢。

將訪花昆蟲與樹冠層馬氏網及掃網的昆蟲組成比較發現，訪花昆蟲有其截然不同的昆蟲組成特性。花器昆蟲組成變異遠大於林冠各層，但群聚結果呈現出各季節分隔的特性，如 3 月、7 月、11 月及 3-5 月、6-7 月的群聚組成。

三、雪見地區螞蟻相調查

雪見地區所採集到的螞蟻共 3 亞科 10 種 912 隻，優勢物種為奮起湖大頭家蟻，蓬萊

雪見地區植物物候及昆蟲相消長關係調查
暨解說出版品編彙

家蟻與柯氏尼蘭德山蟻，臺灣特有種有蓬萊家蟻、奮起湖大頭家蟻、等 7 種。掉落式陷阱(Pitfall trap)採集方式較適合調查地表環境中活動性高或優勢族群的螞蟻種類，但對於地下、活動性較弱或樹棲型的族群則較不易採集。

陸、參考文獻

- 何鎧光。2004。塔塔加高山區昆蟲相之調查(I)。塔塔加通訊第 0004 號。
- 林宗岐、吳文哲。2003。臺灣螞蟻相 (膜翅目: 蟻科), 附亞科與屬檢索表。國立臺灣博物館年刊 46: 5-69。
- 林斯正、謝森和、楊平世。2006。合歡山池沼底棲大型無脊椎動物之分布。台灣昆蟲。26: 261-272。
- 唐立正、賴啟芳、王宇仲、莊國弘、謝祥文、謝雨時, 2002。雪霸國家公園昆蟲相之調查研究—雪見地區, 雪霸國家公園管理處研究計畫報告, 共 98 頁。
- 唐立正, 2008。雪霸國家公園雪見地區環境生態監測-昆蟲資源。雪霸國家公園管理處研究計畫報告書。75 頁。
- 秦思源、楊正澤、陳明義。2004。台灣中部荒廢農地昆蟲群聚與植物防疫。台灣昆蟲特刊 6:293-305。
- 徐堉峰、楊平世。2006。太魯閣國家公園昆蟲群聚與功能之研究。內政部營建署太魯閣國家公園管理處委託研究報告。38 頁。
- 徐堉峰、王立豪、黃嘉龍、林育綺。2010。雪霸國家公園觀霧地區樹冠層昆蟲調查, 雪霸國家公園管理處研究報告, 41 頁。
- 楊平世。1999。太魯閣國家公園螢火蟲相調查。太魯閣國家公園管理處研究報告書。19 頁。
- 楊平世。1993。高山地區昆蟲資源之研究。太魯閣國家公園管理處研究報告書。48 頁。
- 楊平世。1991。太魯閣國家公園中、高海拔地區之昆蟲相及其相關生態研究。太魯閣國家公園管理處研究報告書。59 頁。
- 楊平世。太魯閣國家公園之昆蟲相研究。太魯閣國家公園管理處研究報告書。79 頁。
- 葉文斌。2013。雪見遊憩區森林樹冠層昆蟲群聚及監測模式建立。雪霸國家公園委託辦理報告。41 頁。
- 葉文斌。2014。雪見地區天然林與人工林樹冠層昆蟲相調查。雪霸國家公園委託辦理報告。65 頁。
- 歐辰雄, 1996。雪見地區步道沿線植群調查研究。內政部營建署雪霸國家公園管理處。139 頁。
- 傅國銘, 2009。雪見地區依附植物調查。雪霸國家公園管理處自行研究計畫報告,

共 60 頁。

傅國銘，2011。樹冠平台應用於生物資源調查之研究。雪霸國家公園管理處自行研究計畫報告，共 26 頁。

劉思謙、溫海宏、陳明義、楊正澤。2008。台灣四種野牡丹科植物(Melastomataceae)授粉生態學之研究。台灣昆蟲 28: 67-85。

Abrahamczyk, S., J. Kluge, Y. Gareca , S. Reichle , M. Kessler. 2011. The Influence of Climatic Seasonality on the Diversity of Different Tropical Pollinator Groups. PLoS ONE 6(11): e27115.

Engelmann, H. D. 1978. Zur dominnanz Klassifizierung von Bodenarthropoden, 18: 378-380.

Faegri, K, van der Pijl L. 1979. The principles of pollination ecology, 3rd revised edition. Oxford, Pergamon Press. 242pp.

Laura, A. B., A. Ruben. 2011. The future of plant-pollinator diversity: understanding interaction networks across time, spece, and global change. Am. J. Botany. 98: 528-538.

Lin, C. S. 1991. Vertical distribution and pollinating plants of bumblebees in Taiwan. Ann. Taiwan Museum 34: 33-47.

Pellmyr, O. 2002. Pollination by animals. *In*: C. M. Herrera and O. Pellmyr (eds), Plant-Animal Interactions. An Evolutionary Approach, Blackwell, Oxford, pp. 157-184.

Sannier, J., W. J. Baker, M.-C. Anstett, and S. Nadot. 2009. A comparative analysis of pollinator type and pollen ornamentation in the Araceae and the Arecaceae, two unrelated families of themonocots. BMC Res. Notes 2: 145–156.

第二章雪見地區植物物候調查

曾喜育、薛兆翔、郭礎嘉、江佳穎

摘要

關鍵詞：雪見遊憩區、植物物候、極端低溫事件、阿里山月桃

一、研究緣起

區域性植物物候資料提供瞭解區域性植物相在時序的反應，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，為植物社會之物種組成的時序結構，是研究昆蟲、食果動物等群聚生態的基本資料，更是林木育種、稀有動植物保育復育等基礎生物學訊息，維繫生態系穩定的重要基礎，提供直接或間接依賴植物生存的動物其食物與棲所，亦可提供作森林景觀規劃、環境生態解說教育等重要參考。

二、研究方法及過程

本研究以雪見遊憩區步道、司馬限林道，以及東洗水山步道兩旁的植物進行物候調查，每月調查一次，記錄植物開花與結實等 2 種物候相及其發生時間，調查期間同時記錄伴隨出現的昆蟲、鳥類等動物，分析植物物候與氣候關係，並建立植物與昆蟲間的共生關聯。此外，利用縮時攝影機對研究區具代表性的植物及樹冠層樹種進行拍攝紀錄物候相變化。我們亦針對區內林下豐富的阿里山月桃為研究對象，比較天然林與人工林 2 種不同生育地環境的假莖生長與開花差異，觀察阿里山月桃是否具有花柱運動現象，以及記錄開花時的訪花者種類與拜訪時間。

三、成果

雪見遊憩區 2015 年 2 月至 2017 年 3 月調查種子植物共 83 科 197 屬 329 種(含種下分類群)。調查期間開花結實的植物種數前 5 名的科依次為菊科、薔薇科、蕁麻科、茶科、樟科。物候觀察期間的開花物候種數月變化發現，2015 年度整體開花數量呈現 2 高峰(5-7 月與 10 至翌年 1 月)，2016 年高峰期為 4-12 月；2015 年結實種數在夏季 6-8 月和秋冬季 10-翌年 1 月出現高峰，2016 年結實物種數高峰期為 6-12 月。雪見遊憩區開花結實物候受到夏季颱風和冬季低溫影響大，此類極端氣候事件除了中斷繁殖過程外，亦造成後續的物候時序產生紊亂。

研究區的植物開花韻律可大致區分成持續型、多次型及年度型 3 類，持續型物種全年皆呈現開花、結實狀態，僅在少數月份有中斷的情形；多次型物種無論在開花時間點、持續時間或規律上皆十分續亂；年度型物種之開花韻律較為穩定，某些物種年度間開花僅落差 1-2 個月。雪見遊憩區植物以年度型開花的物種數最多，大致反映在溫帶氣候環境特色。

菊科、薔薇科、蕁麻科等物種數優勢的科開花物候表現不甚一致，菊科物種在研究區域內全年皆有開花種類，開花類型可區分成持續型開花與年度開花，年度開花種類多集中在秋冬季開花。薔薇科略有集中在春、夏季開花的情形而蕁麻科物種開花規律並無一定的規律性。

昆蟲授粉者在各季節均有出現，與溫帶地區冬季季節性休眠的觀察並不一致，推測可能與雪見遊憩區全年皆有物種處於開花現象，可維持蜂類族群數量有關；而研究區豐富的菊科植物全年及秋冬季開花，提供昆蟲穩定花粉及花蜜來源。風力散播花粉之物種具有果實在冬季成熟的現象，推測臺灣冬季相對乾燥且盛行的東北季風有利種子散播所致。

雪見遊憩區 2016 年 1 月 24 日出現極端低溫(-4.7°C)事件，參考鄰近馬都安氣象站較長期的氣候變化趨勢，此一極端低溫是 26 年來(1991-2017)少有的極端低溫事件；加上 2015 年秋冬季節溫度較過去歷史紀錄高，長時間高溫導致部分植物芽體提早開始發育而開始展葉、開花，此極端低溫事件的侵襲，導致雪見遊憩區部分植物開花、展葉發生寒害。寒害選定 54 種觀察物種，其中有 79% 部分花部遭受損害或經損害後無恢復開花，植物在繁育階段遭受物候事件中斷可能會造成當年沒有果實產出的情形，進一步影響動物的取食，對整體生態系產生一連串的影響。極端低溫除了影響繁殖生長外，亦可能對植物的營養生長產生影響，本研究以阿里山月桃進行觀察，結果說明，花部的敗育可能使阿里山月桃抽出更多的新芽，藉回歸模式的推估發現，低溫在高度生長上並沒有明顯的反應存在，正常葉片的數量上則有下降的情形。

縮時攝影拍攝可以明確得知植物物候事件發生的時間，有利於積溫模式的建立，在 2015、2016 年所推估的積溫時數與累積熱量上，可從紅楠、西施花的花期上發現，2016 年花期皆較 2015 年延後，推測可能與 2016 年 1 月極端低溫事件有關。

四、主要建議事項

建議一

立即可行建議：拍攝植物物候變化影像供管理處網站生態影片

主辦機關：雪霸國家公園管理處

說明：利用縮時攝影記錄植物物候變化，可將已完成且畫質較佳的物候影像供管理處網站作生態解說使用。

建議二

長期建議：建立長期物候觀測

說明：植物物候在全球氣候變遷下的反應需要長時間的記錄，然而，物候調查研究相當費時費力，數位相機的縮時攝影技術可以補足此部分。在完成地區性基礎物候觀測普查後，可以針對預計觀測的物種，通常為對氣候變化敏感，或具保育或代表性等特性種類，建立數位相機縮時攝技術，配合微環境資料蒐集器架設，可提供更詳盡的分析。

ABSTRACT

Flowering and fruiting phenology surveys were carried on in Xuejian area from February 2015 to March 2017. A total of 83 families, 197 genus and 329 species were found flowering or fruiting. Among the species, the first five species-composition families as following were Compositae, Rosaceae, Urticaceae, Teaceae and Lauraceae. The monthly flowering species of 2015 reached two peaks of species number during May-July and October-January next year. And the peak of flowering species was from April-December in 2016. Weather events such as strong typhoons across the area and after a period of high temperature in winter afterward accompanied by a extremely low temperature were affect the phenology in Xuejian area.

The flowering patterns could be distinguished as continual, sub annual and annual types. Among the flowering patterns, annual type occupied the most flowering plants in study area, which was the characteristic of flowering pattern in the temperate area. Compositae species was bloomed throughout the year in the study area, and the plant flowering patterns could be divided into continuous flowering and annual flowering types. The Compositae species belonging to annual flowering type mostly concentrated in autumn-winter flowering. Rosaceae species blossom slightly concentrated in the spring and summer while Urticaceae species flowering seemed not regularity. The pollinated insects appeared in all season, which might correlated to the year-round of flowering phenology in study area, especially the abundance of Compositae species offering the pollen and nectar bloomed in winter.

The extreme low temperature (-4.7°C), occurred in the Xuejian area on January 24 2016, affected the plant phenology in Xuejian area. 54 winter-spring flowering species were selected to observed the chilling injury, of which, 79% of the plant flowers were damaged by the extreme low temperature weather events. Extreme low temperature not only affected the reproductive growth, but also had an impact on the vegetative growth of plants. Our observed found that all flower buds of *Alpinia pricei* were chilling injury by extremely low temperature, of consequence afterwards more leafy stem buds appeared.

Time-lapse photography could clearly get the time of plant phenology events, which was

conducive to the establishment of plant flowering accumulated temperature model. Comparison with effective accumulated temperature between 2015 and 2016, we could assume that the delay of first-flowering-day of *Machilus thunbergii* and *Rhododendron latoucheae* in 2016 was caused by extremely low temperature event.

壹、前言

近年來 (20 世紀中期以後) 全球暖化的現象隨著人為活動日益增加，直到今日，全球平均溫度相較於百年以前更高。聯合國政府間氣候變遷委員會 (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) 的第 5 次評估報告 (2013 年公布) 指出，從 1880 年以來到 2012 年期間，全球地表的平均溫度大約上升攝氏 0.85°C，而 2003-2012 年的全球平均溫度甚至比 19 世紀後半 (1850-1900) 平均溫度高 0.78°C。氣候變遷所帶來的影響，從全球氣候系統可以得知，在過去 100 年來發生極端氣候事件的頻率越來越高，如嚴苛的降水條件 (雪災、強降雨、乾旱)、火災、颶風等 (Solomon *et al.*, 2007)。

物候學是一門研究生物之生活週期與其周圍環境，尤其是和氣候相關的科學 (Nautiyal *et al.*, 2001)，相對於動物物候的研究，植物物候的資料蒐集更加容易。植物物候 (Plant phenology) 一詞是指植物的萌芽、開花、結果、紅 (黃) 葉及落葉等現象隨季節推移而展現其週期性變化的情形；而植物的物候變化與植物生長速率 (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，是植物適應氣候和天氣規律的結果 (劉崇瑞和蘇鴻傑, 1983)。透過植物的物候研究，可以瞭解植物生長、發育及繁殖過程中的形態變化，組成植物社會之時序結構 (Shen, 2000；曾喜育等, 2013；吳佳穎等, 2013)；植物物候是研究昆蟲、食果動物等群聚生態的基本資料，更是林木育種、稀有動植物保育復育、維繫生態系穩定的重要關鍵，可提供作森林景觀規劃、環境生態解說教育等重要參考。

探討極端低溫事件與植物間交互關係的研究，多以經濟物種為主 (Byers and Marini, 1994; Orlandi *et al.*, 2002; Sparks and Menzel, 2002; Aono and Kazui, 2008; Pakkish *et al.*, 2011)，鮮少對整體區域進行討論。本研究欲瞭解氣候變遷下所產生的極端低溫事件是否對植物物候造成一定的影響，包含極端事件的構成、物候狀態的反應以及事件所產生的效應是否將造成一連串動、植物間交互網絡的改變，並藉 Newstrom 和 Frankie (1994) 所提擬的植物物候分類系統依開花韻律判斷低溫對植物所造成的受害情形。

2015 年冬季出現聖嬰-南方震盪現象 (El Niño-Southern Oscillation, ENSO)，此現象約 5 年出現一次，可能增加冬季氣溫升高的機率 (吳定澄等, 2015)。2015 年度

的 ENSO 現象，導致大西洋產生數個颶風，逐漸鬆散的颶風結構，挾帶著低氣壓暖空氣進入北極區域，導致北極冰塊融化，整體冰域範圍又創新低 (邵總等, 2016)，雖然暖空氣所造成的高溫效應是為短暫的，然而一瞬間大量的暖空氣入侵北極，破壞了原本北極區域穩定的氣旋，形成多股寒冷高壓冷氣團南下，造成 2016 年 1 月北半球極端低溫的事件 (李思瑩, 2016)。

本研究經由 2015 年 2 月至 2017 年 3 月，期瞭解

一、雪見遊憩區植物物候之表現

二、極端低溫事件對植物開花的影響

三、阿里山月桃經極端低溫後花苞敗育是否將對營養生長上產生影響

除上述項目外，亦提供初步縮時攝影成果，利用積溫模式進行積溫時數、累積熱量等計算。

貳、前人研究

莊敏芬等(2009)雪霸國家公園雪見遊憩區山黑扁豆屬(*Dumasia*)植物之生物學研究，研究結果顯示雪見遊憩區的山黑扁豆屬植物展葉期為 2~5 月，落葉期 11 月至翌年 2 月；臺灣產山黑扁豆 3 分類群之花期部份重疊，臺灣山黑扁豆(*Dumasia villosa* ssp. *bicolor*)較苗栗野豇豆(*Du. miaoliensis*)的始花期早 2 個月，較雜交種早 1 個月；本屬植物為蟲媒授粉，授粉昆蟲皆為熊蜂。套袋試驗顯示，臺灣山黑扁豆可自花授粉，苗栗野豇豆與雜交種自花授粉結實率皆為 0。

李俊緯(1997)觀察觀霧地區棣慕華鳳仙花(*Impatiens devolii*)及黃花鳳仙花(*I. tayemonii*)的生長曆(物候)發現，黃花鳳仙花種子於 3 月開始發芽，花期於 5 月初開始，8-9 月為盛花期，於秋末冬初漸漸枯萎；而棣慕華鳳仙花種子於 4 月中旬發芽，花期 9 月初開始，10 月中旬達到花期高峰。曾喜育等(2007)觀霧地區鳳仙花屬(*Impatiens*)植群與生物學之調查研究發現，臺灣產 3 種鳳仙花在觀霧地區呈密集族群但不連續分布之型式。在大部份生育地，棣慕華鳳仙花與黃花鳳仙花各自形成的優勢族群；在若干生育地，黃花鳳仙花與棣慕華鳳仙花伴隨出現；紫花鳳仙花(*I. uniflora*)在觀霧地區族群數量最稀少且零星出現；3 種鳳仙花期有重疊，但花期高峰有錯開趨勢，皆為蟲媒授粉，主要授粉者為蜜蜂(honey bees)及熊蜂(bumble bees)等，彼此共享授粉媒介。

林永發和邱清安(2002)報告雪山東峰玉山箭竹(*Yushania niitakayamensis*)火燒後之開花現象，廖敏君等(2005a)於 2001 年 8 月至 2003 年 10 月止，共 26 個月觀測發

現，玉山箭竹開花期為 5-11 月，果熟期為 10 月至翌年 1 月，授粉方式有小花打開及小花不打開二種，玉山箭竹在開花後雖有結實，但未發現種子苗之建立。廖敏君(2005a, b) 整理臺灣各大標本館 36 個玉山箭竹開花標本之時間與地點等資訊，發現玉山箭竹開花期為 5-10 月，採集地點海拔高 1,700-3,600 m，多集中於中央山脈，因標本資料訊息較少，無法歸納出是否屬於定期開花或偶爾開花；自 2003 年以前臺灣目前最早開花紀錄，為川上龍瀾、森丑之助兩位日本學者於玉山採集得到(1906 年 10 月 18 日)；另外於菲律賓呂宋島高地的玉山箭竹在 1918 年亦有開花紀錄(Brown & Fischer 1918)。

潘振彰(2013)比較玉山杜鵑(*Rhododendron pseudochrysanthum*)不同年度的開花物候發現，2010 年的始花期較 2011 年早約 4-33 天，且 2 年度間的差異隨著海拔升高有縮小之趨勢；此可能反映出 2010 年 1-5 月平均溫度較 2011 年高，致使熱量累積較高所致。再者，雪山地區 2010 年玉山杜鵑在無論是單株或族群的開花皆較 2011 年來得茂盛，並且在 2012 年再度繁盛，可能反映出玉山杜鵑開花物候的豐欠年。

吳佳穎等(2013)於 2012 年在雪山主峰線步道 172 種植物開花物候調查發現，研究區植物的花期自 3 月開始，夏季 6-7 月為花期高峰，而於 11 月氣溫下降後多數物種結束花期進入休眠狀態；植物花期長度 1-9 個月不等，多數物種花期長 2-3 個月，其中喬木植物較短為 1-2 個月，開花較早的科有堇菜科(Violaceae)、松科(Pinaceae)、楊柳科(Salicaceae) 等，花期約 4-5 月，菊科(Asteraceae)、龍膽科(Gentianaceae)、蓼科(Polygonaceae)等花期集中 8-9 月，屬於較晚開花的類群。

植物物候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)。同一種植物在不同地區通常會有不同的物候現象，例如木荷(*Schima superba*)在恆春地區的花期為 5-6 月(何豐吉，1968)、惠蓀林場 6 月中旬至 7 月中旬(林志銓，1997)、梅峰農場 8-11 月(伍淑惠，1999)、塔塔加地區在 9-11 月(呂理昌，1991)；而大頭茶(*Gordonia axillaris*)開花物候在恆春地區的花期是 2-4 月(何豐吉，1968)、惠蓀林場 7 月至翌年 1 月(林志銓，1997)、梅峰農場 10 月至翌年 4 月(伍淑惠，1999)、塔塔加地區於 7 月至翌年 1 月(呂理昌，1991)。張又敏(2006)研究金毛杜鵑(*Rh. 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。

Bawa(1984)將開花型式大致區分成同時間絕大多數植株集中短時間開花模式，如木荷、樟科(Lauraceae)、殼斗科(Fagaceae)，以及花期拉長，開花期間植株零星開花模式，如大頭茶、榕屬植物(*Ficus* spp.)。植物的花芽通常伴隨抽芽展葉而來，發生的時期多在氣溫上升、雨季臨之際；因此大多植物會在雨季期間開花(李明佳、王鑄豪，1984；Bawa, 1983; Corlett, 1993; Putz and Windsor, 1987)，但主要是在雨季的無雨日開花(呂理昌，1990；Murali and Sukumar, 1994; Putz and Windsor, 1987; Patel, 1997)。在熱帶巴拿馬(Barro Colorado Island, BCI)的調查發現，陽性樹種主要開花時期在乾季前及濕季後呈現高峰期，藤本植物在乾季、濕季後呈最高峰(Putz and Windsor, 1987)。

臺灣地區大部分植物在 2-4 月氣溫回暖後開始進行抽芽展葉(章樂民，1950；何豐吉，1968；呂理昌，1991；紀美燕，1994；林國銓，1997；林志銓，1999)植物生長葉子大致可分連續性(successive)和同步性(simultance)等兩類，前者為葉子接續的生長，如正榕(*Ficus microcarpa*)，後者為短時間內展葉，如臺灣欒(*Zeokova serrate*)(Kikuzawa, 1983)。而以植物進行展落葉時間與進行方式因種類、生育地環境而有所差異；一般而言，臺灣常綠植物的換葉在一年四季皆可發現，大多集中在 2-5 月，以 3-4 月居多。而更換老葉的方式可區分成(1)在落葉峰期後再進行展葉，如大葉桃花心木(*Swietenia macrophylla*)；(2)邊落葉邊抽芽展葉，如白榕(*F. benjamina* var. *bracteata*)；(3)先抽芽展葉再行落葉(李明佳、王鑄豪，1984)。

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)。

一般而言，闊葉樹開花後大約需要 3-6 個月的果熟發育時間(李明佳、王鑄豪，1984)，針葉樹的果實成熟大都是翌年成熟(王子定等，1969；呂理昌，1991；楊金

昌, 1998)。果實成熟後, 種子通常會很快因重力掉落地面、受風而飄散、被動物取食散播, 而少數會留存在母樹數月或 1 年以上(李明佳、王鑄豪, 1984)。

惠蓀林場殼斗科植物的展葉主要發生在 2-4 月, 開花期變異較大, 多數發生在 3-5 月, 果熟期皆在 8-12 月(林志銓, 1999; 李權裕, 2004)。李權裕(2004)於 2000-2003 的調查發現, 大多數殼斗科 1 年開花 1 次, 火燒柯(*Castanopsis fargesii*)、圓果青剛櫟(*Cyclobalanopsis globosa*)、小西氏石櫟(*Pasania konishii*)等 1 年開花 2 次, 石櫟(*Pa. glabra*)1 年多次開花, 每年開花時期有所差異。伍淑惠(1999)於梅峰農場調查殼斗科植物的花期主要在 3-8 月, 其中長尾尖葉櫟(*Cas. cuspidate* var. *carlesii*) (3-4 月)與栓皮櫟(*Quercus variabilis*)(3-5 月)的花期最早, 森氏櫟(*Cyc. morii*)與狹葉櫟(*Cyc. stenophylloides*)在 4-5 月, 大葉石櫟(*Pa. kawakamii*)為 5-7 月, 鬼石櫟(*Pa. lepidocarpus*)和三斗石櫟(*Pa. hancei* var. *ternaticupula*)(7-8 月)最晚。

林志銓(1999)調查惠蓀林場 4-5 林班之林道旁木本植物開花物候發現, 樟樹(*Cinnamomum camphora*)、香桂(*Ci. subavenium*)、天台烏藥(*Lindera aggregata*)、山胡椒(*Litsea cubeba*)、竹葉楠(*Lit. acuminata*)、紅楠(*Machilus thunbergii*)、香楠(*Ma. zuihensis*)等 7 種樟科植物的展葉主要發生 2-4 月, 而香桂與豬腳楠展葉較晚(3-4 月); 開花期主要在春夏(2-6 月), 最早是山胡椒(2-4 月), 最晚的是竹葉楠和香桂(6 月); 果熟時期區分成春夏季(5-8 月)及秋冬季(9-12 月)成熟兩類。伍淑惠(1999)於梅峰農場觀察山胡椒、竹葉楠、豬腳楠的物候發現, 山胡椒的花期為 1-3 月, 竹葉楠與豬腳楠於 3-4 月開花, 豬腳楠的展葉與開花幾乎同時。

全世界的杜鵑屬(*Rhododendron*)約有 967 種(方瑞征和閔天祿, 1995), 其下區分成 8 個亞屬(Chamberlain, 1996), 臺灣杜鵑屬植物有馬銀花(subgenus *Azaleastrum*)、常綠杜鵑(subgenus *Hymenanthes*)、映山紅(subgenus *Tsutsusi*)、杜鵑(subgenus *Rhododendron*)等 4 個亞屬, 原生約 17 種。雪見遊憩區杜鵑屬植物紀錄有西施花(*Rh. latoucheae*)、臺灣杜鵑(*Rh. formosanum*)、森氏杜鵑(*Rh. pseudochrysanthum* ssp. *morii*)、南澳杜鵑(*Rh. breviperulatum*)、紅毛杜鵑(*Rh. rubropilosum*)、金毛杜鵑、著生杜鵑(*Rh. kawakamii*)等 7 種(歐辰雄等, 1996; 王志強, 2009)。就開花物候觀測而言, 杜鵑屬植物是物候監測的良好題材(潘振彰等, 2013; 曾喜育等, 2014), 雪見遊憩區多樣的杜鵑屬植物物候研究可以提供比較屬內親緣植物種間、系統分類及種化等探討。

林志銓(1999)調查惠蓀林場西施花、臺灣杜鵑、南澳杜鵑(*Rh. lasiostylum*)、馬銀花(*Rh. ovatum*)等4種杜鵑屬植物之物候發現,此4種杜鵑屬植物的展葉期主要在2-4月,南澳杜鵑較晚(3-4月);主要開花期為3-6月,以馬銀花的開花期最早(3-4月),其餘3種的開花期皆在4月開始。伍淑惠(1999)梅峰農場調查西施花、森氏杜鵑、南澳杜鵑、金毛杜鵑、紅毛杜鵑等5種杜鵑屬植物開花主要集中在4-5月;金毛杜鵑可全年開花,此結果與張又敏(2006)觀察標本館金毛杜鵑標本發現,中部地區全年有植株開花相同;金毛杜鵑花期主要為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(張又敏,2006)。南澳杜鵑的花期5-11月,是5種杜鵑花期較長的。

潘振彰等(2013)調查玉山杜鵑物候發現,玉山杜鵑始花期、終花期、展葉期與海拔呈現顯著正相關,展葉期發生在開花期之後(吳佳穎等,2013;曾彥學、曾喜育,2014)。開花歷時、每花序花朵數、每枝條新葉數與海拔呈顯著負相關,此現象反映出玉山杜鵑物候期隨海拔升高而愈慢開始,每枝條的花朵數與葉數隨海拔升高而減少。玉山杜鵑的始花期、展葉期在3種不同海拔環境呈顯著差異,由於海拔反映溫度的變化,顯示隨海拔升高,熱量累積較緩慢,熱量多寡為造成玉山杜鵑物候時序變化的主因。

臺灣產杜鵑屬植物物候觀察發現,映山紅亞屬的金毛杜鵑、紅毛杜鵑、南澳杜鵑和細葉杜鵑(*Rh. noriakianum*)等4種植物的花期,除了在4-6月為植株主要開花時期外,在夏至秋末的時間亦可發現部分植株陸續開花現象(紀瑋婷,2009;曾喜育、曾彥學,2013;曾彥學、曾喜育,2013,2014)。此與明顯臺灣其他3亞屬杜鵑屬植物不同,反應在杜鵑屬植物系統分類的特性。

月桃屬的假莖為葉鞘包覆著花莖的構造,在月桃屬植物假莖達一定年齡時,葉鞘內的花莖會由葉鞘頂端抽出開花。因此,月桃屬植物可以透過假莖長度與葉片的關係,以及假莖生長年齡與葉片數的關係,預測假莖抽出至花苞發育成熟所需時間,以提供資訊予切花產業參考(Handsen, 1993)。陳培均(2013)對川上氏月桃進行研究,發現假莖長度與假莖壽命、葉片數及花數皆為正相關。

在生物繁殖過程中,自交(self-fertilization)會造成近交衰退,為避免其不良影響,植物發展許多機制避免自交如:雌雄異株(dioecy)、雌雄異熟(dichogamy)、鏡像花柱(enantiostyly)、花柱異長(heterostyly)及自交不親合(Self-Incompatibility)等(高江雲等,2005;Charlesworth and Charlesworth, 1987)。近年在薑科月桃屬、豆蔻屬(*Amomum*)

植物的開花行為中發現，其花柱具有上舉和下垂兩種表現型且同時發生，形成暫時的雌雄性別構造分離，達到防止自交與避免性別功能間互相妨礙，此現象稱作花柱捲曲性(flexistyly) (李慶軍等，2001；張玲和李慶軍，2002；Zhang *et al.* , 2003; Takono *et al.*, 2005)。

陳培均等(2013) 2011-2012 年調查南投國姓後角寮地區川上氏月桃的開花物候、開花行為，以及授粉者行為與拜訪數量發現，成熟假莖於1月初開始發育花苞，3-5月為其開花期；開花後約1-2週子房逐漸膨大發育成果實，10月時果壁由綠色轉為紅色而成熟，12月至隔年1月蒴果開裂露出種子。開花行為觀察證實川上氏月桃具花柱捲曲性(flexistyly)，單花開放時間約為1日，開花時花柱上舉型之柱頭先於00:00-08:00處於下位位置，隨後花柱迅速上彎並於09:00-11:00柱頭位置高於花藥，花藥在11:00-13:30開裂；花柱下垂型則於00:00-13:00柱頭處於上位位置，並於03:00-03:30花藥開裂，中午花柱開始下彎至12:30-14:00柱頭處於下位位置，花柱上舉型與花柱下垂型的花藥皆在自身柱頭進入上位1-4小時後開裂，減少自花授粉和同表現型間授粉的機會。觀察研究發現，蜜蜂科(Apidae)的精選熊蜂(*Bombus eximius*)與螫無墊蜂(*Amegilla urens*)為川上氏月桃的主要授粉者，其中精選熊蜂在上午07:00-09:00、下午15:00-17:00出現訪花高峰，這些時期與柱頭下位的雌性階段和花粉出現的雄性階段配合，花柱捲曲性的開花行為特性與授粉者的訪花習性相互配合促進授粉效率。

周涵(2016)調查蓮華池地區山月桃族群的新生芽抽出變化、莖葉生長模式、開花物候、花芽分化、授粉生態學、開花生物學與繁育系統等。山月桃每月均有新芽產生，且與溫度變化有顯著關聯；莖葉生長分為達開花葉莖及停滯生長葉莖，開花葉莖的葉片數與長度呈現前後期加速生長的反S型曲線，停滯生長葉莖在葉片數1-8片間均有可能發生，推測可能與內在因子與養分投資分配有所關聯；3-4月為花芽產生比例的高峰期，敗育芽多出現在7-8月；主要授粉者為螫無墊蜂及青條花蜂，且山月桃屬於高度依賴動物傳播的類群，天然狀況下結實率約為21%，花粉量是限制著果的因子之一。

參、材料與方法

一、研究區域環境概況

(一) 地理位置、海拔與地形

雪見遊憩區位於雪霸國家公園西界北坑山向西南延伸至盡尾山稜線，司馬限林道上為大安溪集水區之一（唐立正，2008），該遊憩區海拔 1,870 m，雨量豐沛；山脈皆呈東北-西南走向，自東而西可分為東、中、西三列，東、中列由大安溪和大雪溪區隔，中、西兩列則由北坑溪、大安溪及南坑溪區隔；區域地質構造線與山脈走向一致（東北-西南走勢），位於雪山山脈之西陞，故在地體構造上屬於雪山山塊的分枝餘緒（張石角，1996）；過去鄰近地區的研究包含林曜松（1989）在雪霸國家公園成立以前，進行初步的自然資源探勘（司馬限林道、北坑駐在所至二本松駐在所區域、及大安溪溪谷），國家公園成立後則有，李玲玲（1995）於雪見遊憩區研究大型哺乳類動物族群與習性之研究、歐辰雄（1996）進行植物資源調查、唐立正（2002）進行昆蟲相調查、兩棲爬蟲類有呂光洋（2003）、鳥類監測上有李培芬（2004）、傅國銘（2009）於雪見遊憩區進行依附植物調查，此外，歐辰雄（2016）於北坑駐在所進行周邊資源調查監測暨調查研究據點建置評估，根據以上眾多研究，顯示當地擁有豐富的自然資源。

(二) 氣候

雪霸國家公園管理處在 2013 年 2 月於雪見遊憩區完成生態監測用氣象站，並於 5 月開始進行各項環境因子的紀錄，所觀測之項目包含氣溫、相對濕度、氣壓、風速、風向、日射量（太陽輻射）、光合作用有效輻射量、草溫及三個層次地溫；依 2013 年 5 月至 2017 年 3 月資料計算結果，年平均溫度為 13.77°C、年降水量為 2,350 mm、每月平均風速約 2.7 m/s（圖 2-1），5-8 月間為降水的高峰期，秋冬季（10 至翌年 2 月）為降水較少的時節，乾濕季的變化並不明顯，屬於暖溫帶型的氣候型態（劉崇瑞和蘇鴻傑，1983）。

(三) 植群

研究區主要為針闊葉混交林與人工林組成，根據歐辰雄（1996）於雪見遊憩區植群調查結果顯示，優勢植物有臺灣赤楊（*Alnus formosana*）、大葉溲疏（*Deutzia pulchra*）、金毛杜鵑（*Rhododendron oldhamii*）、長尾尖葉槲（*Castanopsis cuspidata* var. *carlesii*）、木荷等，其中更包含不少稀有植物在其中，如南五味子（*Kadsura japonica*）、臺灣蘋果（*Malus doumeri*）、苗栗野豇豆、八角蓮（*Dysosma pleiantha*）、

棣慕華鳳仙花 (*Impatiens devolii*) 等。

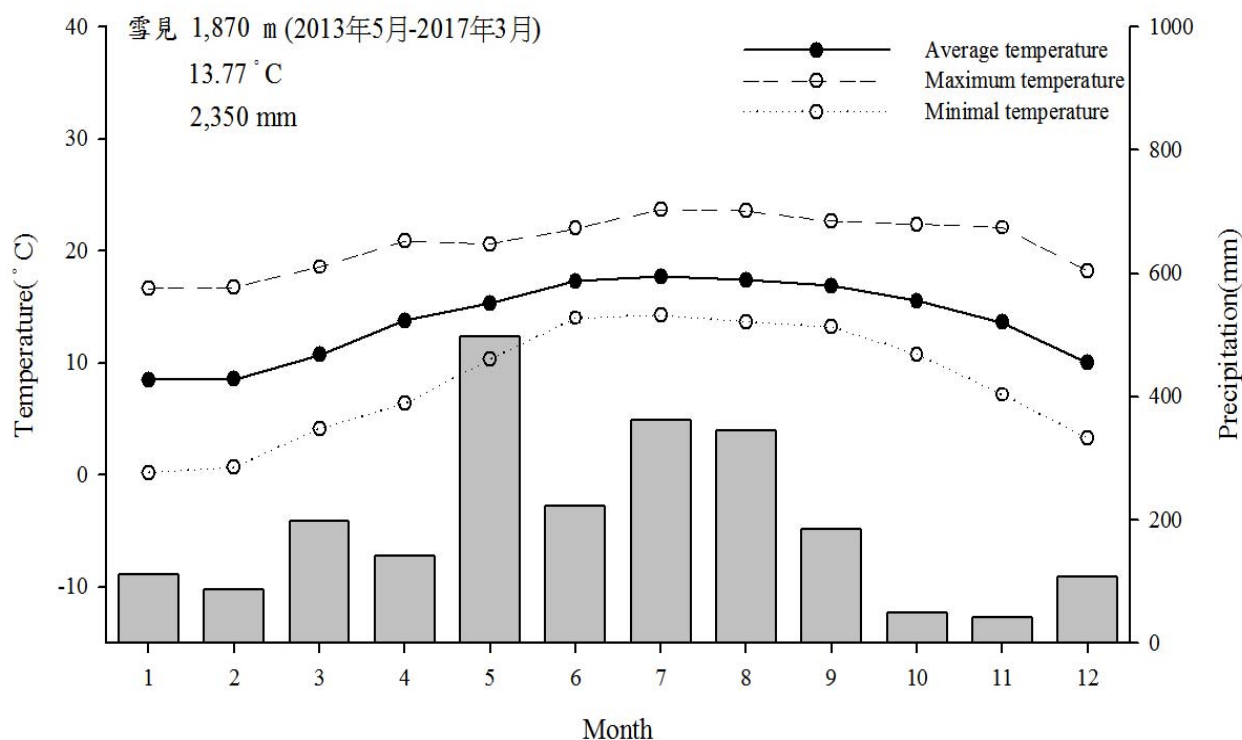


圖 2-1 雪見遊憩區 2013 年 5 月至 2017 年 3 月，最高溫平均、平均溫度、最低溫平均及雨量分布圖。

二、雪見遊憩區植物物候調查

(一) 取樣方法

於雪見遊憩區之核心區主要步道 (1-4 號木棧道)、司馬限林道，以及東洗水山步道兩旁之植物進行取樣。每月月初記錄 1 次，盛花期則密集觀察，記錄其花、果實之變化情形及植株之生長情形，並加以記錄分析。

1. 物候調查方法

分為開花物候及結實物候，2 個物候相為觀察重點，並加以區分為 5 個時期。各個時期之定義如下：

(1) 開花物候調查

- a. 始花期：植株 50% 以上之花部處於花苞出現至花苞開裂花瓣伸出時期。
- b. 盛花期：植株 70% 以上之花已綻放至盛開的狀態。
- c. 殘花期：開花後全株花序只剩下少許花朵或僅存花落後的花序枝條，40% 以上已呈凋謝狀態。

(2) 結實物候調查

- a.結果期：50%以上子房開始膨大，幼果成型至果熟期前夕。
- b.果熟期：果實成熟膨大，種皮由綠色漸變褐色皺縮，至果實成熟落地或種子完全飛散為止。

(3) 自動照相機定點定時拍攝

針對可能反應氣候變化之敏感植物、園區內特有種、稀有種或具生態特殊意義的物種，尋找合適的拍攝位置，架置自動照相機（型號：Brinno TLC100、Brinno TLC200、Reconyx HC500、XR6）定點定時拍攝。因天候不確定性，以及為確保符合研究需求照片之品質與數量，使照片數可以編輯成縮時攝影之影片，自動照相機每日設定至少拍攝 10 張照片，同時需確認樣株各物候相起迄日期，以便提供物候分析使用。

(二) 物候分析

依氣象資料將年度 12 個月劃分為 4 個季節，分析比較各季節的開花物種數；此外，將雪見遊憩區植物逐月花候、果候之物種數與氣溫、降雨等氣象資料進行 Spearman 等級相關分析。

三、開花韻律分類

物候類型的劃分以開花的頻率進行區別，在一年的時序中，從花苞起至花謝期間視為一開花周期，計算週期的次數、長度與規律性等共分為：

- (一)持續型 (Continual)：幾乎全年度皆呈現開花狀態，僅 1-2 個月出現短暫沒有開花的情形。
- (二)多次型 (Sub annual)：在年度間發生 2 至多次的開花週期，即一年間開花、花謝多次的物種。
- (三)年度型 (Annual)：每一年度僅具有一週期。

四、植物開花及寒害判斷

(一)氣象資料

極端低溫事件往往需要配合長時間的溫度曲線變化，以利瞭解該事件在歷史時序上的特殊性，因此需要長時間的氣候資料，闡述事件構成，而雪見生態監測站僅有 2013 年 5 月至 2017 年 3 月資料，觀測期較短，不足以闡述研究區域長期的氣候變化，為取得較為長期之溫度變化，選定鄰近之馬都安氣象站，作為長期氣候資料的參考，以利協助後續資料的討論；此站位於苗栗縣泰安鄉錦水村，海拔約 850 m，

具有 1991 至 2017 年溫度、風速、降雨等基本氣象資訊，年均溫為 18.86°C、年平均風速為 0.48 m/s、年降水量為 2,211 mm，1 月中開始至 10 月間為特濕期 (Perhumid season)、其餘則為相對潮濕期 (Period of relative humid) (圖 2-2)。

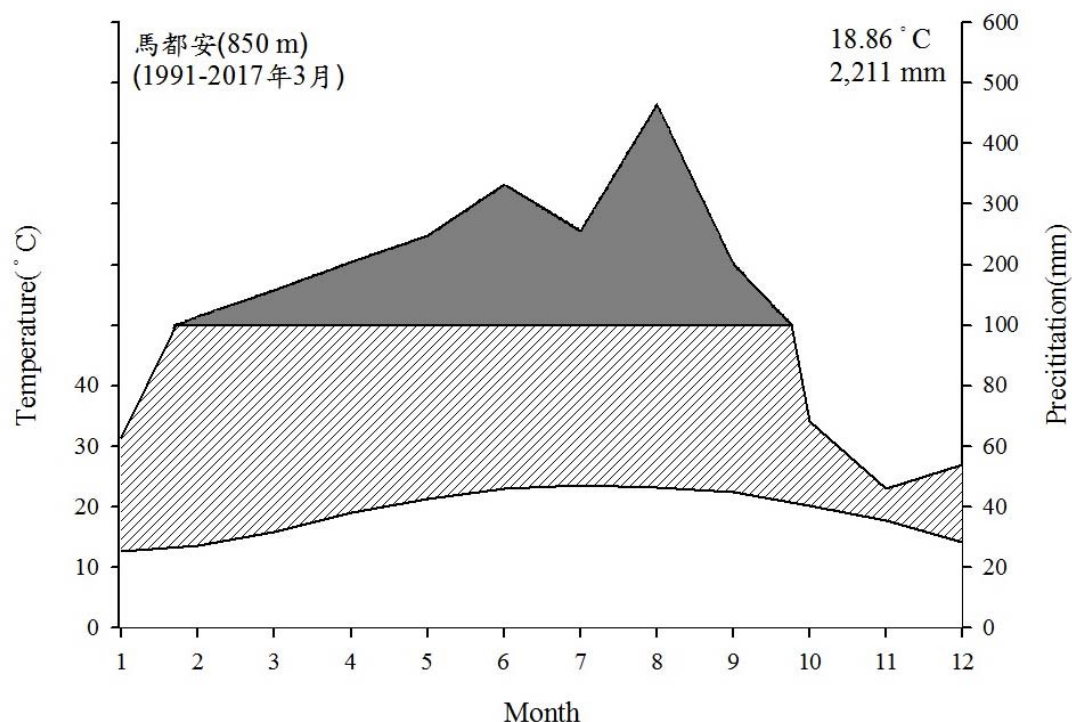


圖 2-2 馬都安氣象站 1991-2017 年 3 月生態氣候圖。

(二) 植物開花與低溫受害判定

研究期間於 2016 年春季遭遇明顯的極端低溫，為瞭解低溫對整體區域植物之開花物候所造成的影響，本研究將 2015 年 12 月至 2016 年 5 月期間具有開花現象的物種，依開花期長短劃分為：

- 1.短花期物種:植物從花苞至花謝期間介於 0-3 個月之間。
- 2.中花期物種:植物從花苞至花謝期間大於 3 個月且小於 6 個月。
- 3.長花期物種:植物從花苞至花謝期間大於 6 個月。

並挑選開花狀態 (植株呈現花苞、盛花或接近花謝之狀態) 覆蓋 2016 年 1 月之物種作為觀測對象。

各狀態以植物體遭逢低溫後花部受損在時間序列上 (Time series) 之表現情形進行區別，判斷上以研究域內該物種整體情況為主 (圖 2-3)，3 個類型之狀態及定義如下：

- 1.開花不受影響:植物體於開花或花苞狀態時遭逢低溫現象而未受損害者。

2. 部分花部遭受損害: 本類型判斷以中、長花期之物種為觀察對象，在遭遇低溫過後，花部遭受損害，但間隔 1-2 個月後逐漸恢復開花狀態，為避免誤判，該類型物種需比較過去物候紀錄，確認花期長短再進行受害程度的確認。
3. 花部經損害後無恢復開花: 因遭逢低溫導致植株花苞、花朵組織受損而敗育致使該繁殖週期 (Production cycle) 無法順利完成。

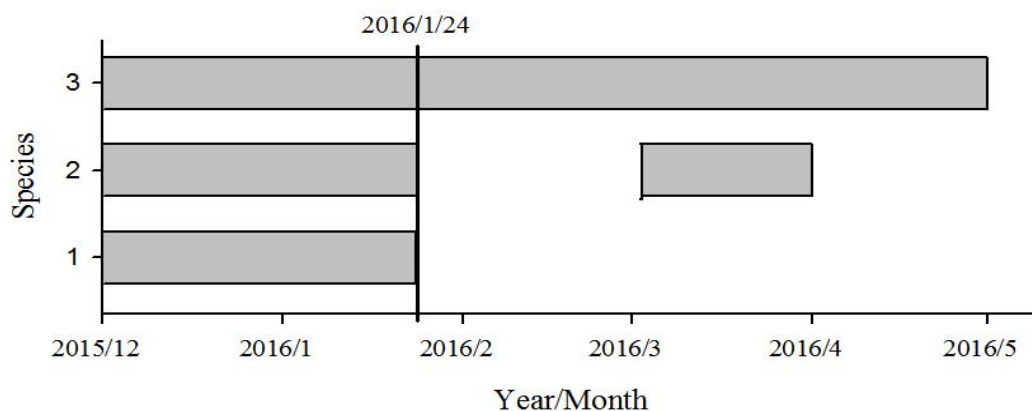


圖 2- 3 本研究於 2015 年 12 月至 2016 年 5 月之植物開花物候與低溫受害判斷示意圖。

(各橫條代表該物種的開花現象，灰色為花苞或盛花狀態，空白則無觀察記錄，黑色實線代表 2016 年 1 月 24 日的極端低溫；物種 1 為 2015 年 12 月開始呈現開花現象，直至低溫過後 (2016 年 1 月 24 日黑線處) 即結束開花行為，屬於花部經損害後無恢復開花的類型；物種 2 在遭逢低溫後雖暫時無開花現象但於 1-2 個月後隨即恢復開花行為，屬於部分花部遭受損害類型；物種 3 則持續開花行為，屬開花不受影響的類型。)

(三) 開花階段

不同的花部階段對於溫度的耐受性也有所差異，在此劃分成 3 個不同的階段，皆為花苞: 物種在 2016 年 1 月 (遭受低溫前) 僅有花苞出現、皆為盛花: 物種在 2016 年 1 月整體植株皆屬於盛花狀態、同時兼具花朵與花苞: 在 2016 年 1 月觀察植株時整體約略 50% 呈現花苞 50% 呈現盛花狀態。

五、阿里山月桃物候調查

天然林樣叢取樣自 2015 年 1 月起，首月選取 6 樣叢進行取樣，爾後逐漸增加至 23 叢，但因 2016 年 1 月遭逢寒流導致植株泛黃或生長不佳，於 2 月起選取生長狀況較為良好或具代表性的 6 叢進行持續觀察；人工林在 2015 年 12 月開始進行取樣，共選取 6 樣叢進行觀察與記錄。

1. 試驗地點及時間

(1) 雪霸國家公園雪見遊憩區

每月調查記錄阿里山月桃的葉莖生長，並於 2015 年 4 月 23-24 日開花時期進行開花行為拍攝與觀察。

(2) 國立中興大學校園

本研究於 2015 年 4 月 25 日至 5 月 24 日、2017 年 3 月 1 日至 4 月 20 日進行開花行為之拍攝與觀察。中興大學校園海拔約 60 m，1 月平均溫度約 16.6°C，7 月約 28.6°C，平均氣溫 23.3°C，年降雨量 1,773 mm (資料來源:交通部中央氣象局台中測站，時間自 1981 年起至 2010 年止)。

2. 試驗材料

阿里山月桃別名大頭山薑，屬於臺灣特有種，分佈於中部海拔高度 1,000-2,000 m 的山區，喜好陰濕之林下環境。植株高度在 1.2-2.0 m；葉長 45-60 cm，葉寬 8-12 cm，葉下表面中肋上被毛，或至少中肋上之縱溝被毛；穗狀花序、花序直立；花無柄，花苞白色，苞片綠色或枯黃，花萼單片筒狀具有 2 齒裂，花冠裂片三枚；唇瓣由 2 枚退化雄蕊特化而成，白底紅紋；雌蕊花柱夾在花藥間，柱頭圓型，花柱底部存有上位腺體 (Epigynous glands)，子房被白毛；果為圓形光滑蒴果，熟時紅色，果序排列密集，常具有宿存之乾枯小苞片 (圖 2-4)。

3. 氣象資料

為探討氣溫、溼度、光度等氣象因子與阿里山月桃葉莖生長、開花物候之關係，分別於天然林下及人工林下架設環境資料監測器 (Data logger, HOBO Pro v2 U23-001:氣溫、濕度；U23-003:土溫；Pendant UA-002-64:光度、氣溫)，每小時監測光度 ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)、溫度 (°C)、濕度 (%)、地下 10 cm 土溫 (°C) 等資訊，此外亦於開花時樣叢旁 1.3 m 處架設，蒐集開花時各項環境資訊。

4. 葉莖生長期劃分

本試驗參考陳培均 (2013) 與周涵 (2016) 將阿里山月桃葉莖生長發育分成 3 階段：

新生期：自葉莖芽點露出土表為始，至新葉抽出展開至葉片數達 3 片。

發育期：葉莖葉片數 3 片以上，至葉莖末端膨大似花苞構造之前。

成熟期：葉莖可辨認出明顯之花苞構造，經開花、結果至葉莖枯死。

(1) 每月新生葉莖數

每月調查並標記樣叢的新生葉莖數 (葉片數小於等於 3 片、長度小於等於 30 cm)，以軟體 SigmaPlot v10.0 版繪製每月新生葉莖數之盒形圖 2-，探討各月新生葉莖數變化。

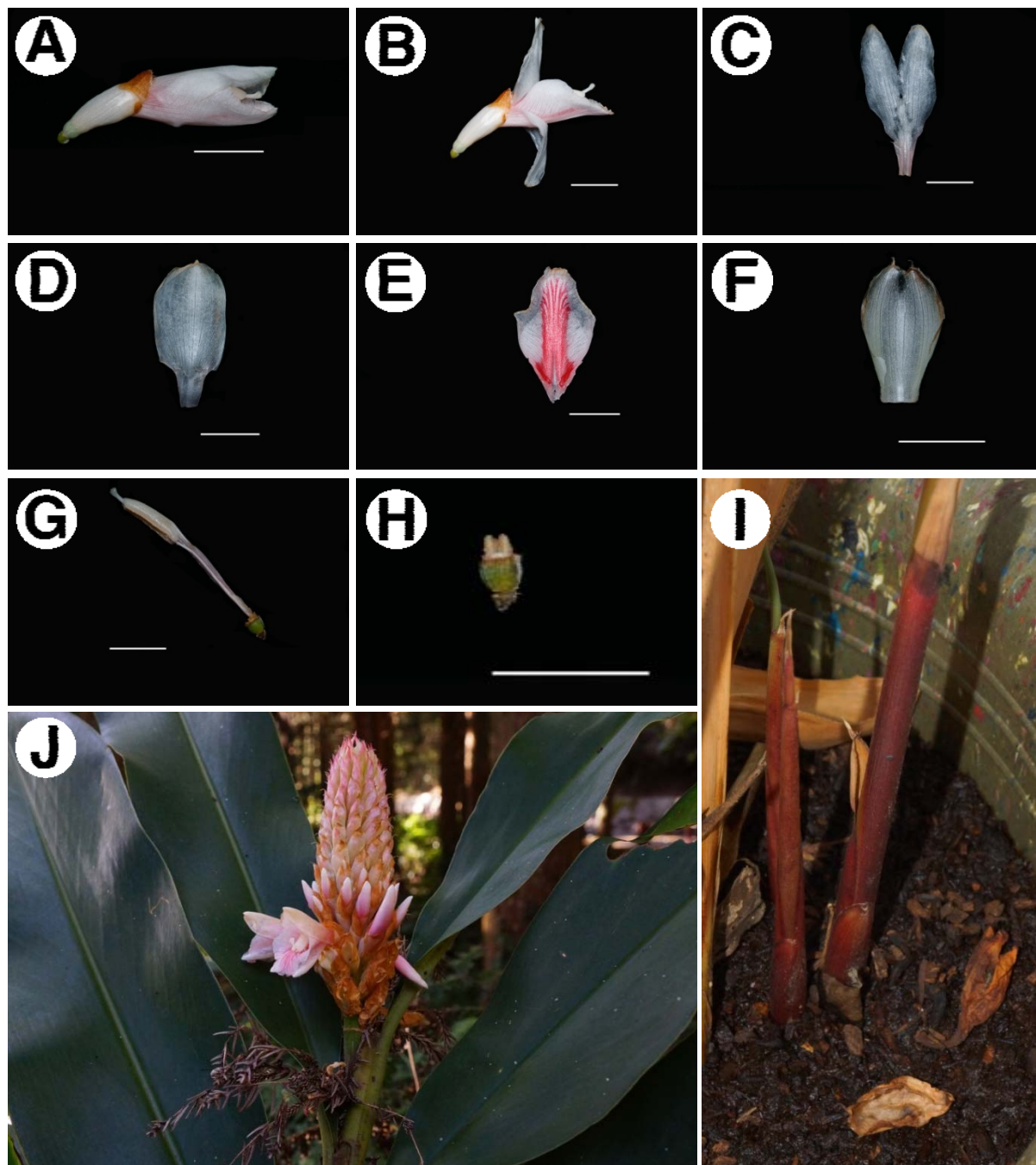


圖 2-4 阿里山月桃 (*Alpinia pricei* var. *sessiliflora*) 外觀形態圖。

(A.半開之花朵、B.花側面、C.花瓣、D.花瓣、E.唇瓣、F.花萼、G.雄蕊及雌蕊、H.上位腺體，以上外觀型態比例尺皆為 1 cm，I.新芽、J.花序。)

(2) 葉莖長度與葉片數的關係

量測葉莖長度，使用魯班尺自地表為起始處量測至最先端葉片之葉舌處，並同

時記錄其葉片數量，包含已開展成熟葉、枯黃老葉、落葉痕跡；尚未展開之幼葉不計算入內，並製成散佈圖 2-，探討葉莖長度與葉片數之關係，將全樣枝資料使用 Sigmoid 函數式畫出葉莖長度生長曲線。由於阿里山月桃分布的環境可區分成天然林及人工林 2 種形式，本研究將樣叢依照其所在地的受光照程度於現地辨識出光照及遮蔭 2 種生育地環境，使用 Sigmaplot10.0 軟體繪出葉莖生長曲線，並比較兩環境下阿里山月桃葉莖生長情況有無差異。

葉莖配適的模式上，使用韋伯機率密度函數 (Weibull Probability density function)，該函數式具有母數 a、b、c 三值且分別具有幾何上的意義，如 a 值即決定曲線起始的位置，所以稱為位置母數 (Location parameter)、b 值則決定曲線大小尺度，所以稱為尺度母數 (Scale parameter)、另外，曲線的形狀則受 c 值的影響，所以稱它做形狀母數 (Shape parameter) (馮豐隆，1989)，透過 3 個參數的變化，對於生長情形、生長素率的變動有更好的闡述能力。以下為韋伯機率密度函數公式：

$$f(x) = \left(\frac{c}{b}\right) \left(\frac{x-a}{b}\right)^{c-1} \exp\left[-\left(\frac{x-a}{b}\right)^c\right]$$

式中的 $\infty > x \geq a$ $b > 0$ $c > 0$

(3) 開花與環境因子間的關係

由調查的樣枝中挑選出成熟 (發育花苞) 樣枝，配合 Data logger 所獲得之氣象資料，以瞭解阿里山月桃開花當時的環境條件 (溫度、溼度、光度)，再探討各樣枝在不同環境下 (雪見遊憩區—野生植株、中興大學校園—移植植株) 的差異。

5. 阿里山月桃開花行為觀察

(1) 單花開花行為觀察

a. 雪霸國家公園雪見遊憩區內阿里山月桃標記 2 朵花，使用 Brinno TLC200 縮時攝影相機，每間隔 5 分鐘拍攝一次，將拍攝之照片使用 Vitualdub 影音剪接軟體製作縮時影片，以觀察阿里山月桃開花行為之連續性變化。

b. 將中興大學校園內栽植的阿里山月桃植株標記 6 朵花，上舉型、下垂型各 3 朵，觀察阿里山月桃的花柱於單日中開花行為之連續性變化並記錄單日中開花行為之連續性變化並記錄狀態；挑選上舉型、下垂型各一朵使用 Sony A65 數位相機，每間隔 5 分鐘拍攝一次進行觀察。

(2) 花序開花行為觀察

於中興大學校園內阿里山月桃標記 1 枝花序，使用縮時攝影機記錄每天開放花朵數量及花序上單花的開放順序。

(3) 訪花者行為觀察

於雪霸國家公園雪見遊憩區觀察阿里山月桃開花期間的訪花者，調查時間為 2015 年 4 月 23 日 6:00-17:30，記錄訪花者種類、訪花停留時間及拍攝照片以供物種鑑定使用。

六. 累積熱量計算

為瞭解有效累積熱量之多寡，在花芽突破休眠開始至始花期的期間，作為計算之基礎。一般多認為溫帶地區之木本植物在低於 5°C 時開進入休眠狀態，因此常以 5°C 作為植物休眠的門檻溫度 (Threshold temperature) (潘振彰, 2013; Cannell and Smith, 1983; Murray *et al.*, 1989; Hannerz, 1999)。由於雪見遊憩區亦屬於溫帶型氣候，故本研究以溫度大於 5°C 作為門檻溫度值，計算積溫時數及累積熱量，提供初步積溫模式建立之基礎。

氣溫資料參考雪見遊憩區氣象站溫度，以每小時均溫作為積溫時數與累積熱量之標準，積溫時數為超過門檻溫度 (5°C) 之累積時數，以生長時數 (Growing hours, GH) 表示；累積熱量的計算則參考 Gordon and Bootsma (1993) 所提供之公式，其公式如下 (修改自 Gordon and Bootsma, 1993):

$$S_{gdh} = \sum_{t1}^{t2} (\bar{T}_t - T_b)$$

設 $T_t > T_b$ ，當 $T_t < T_b$ 實則以 0 計算

S_{gdh} : 累積熱量和，即生長度時 (Growing degree day)，單位為 degree-hour，也可縮寫成 degree-hr

$t1$: 植物體休眠結束開始累積熱量的時間，以花芽開始增長作為計算之起始值

$t2$: 花芽綻放之時間 (達到花朵開始綻放的時間)

\bar{T}_t : 每小時之均溫

T_b : 門檻溫度值 (本研究設定為 5°C)

肆、結果與討論

一、開花結實物候種子植物資源組成統計

開花結實物候觀察自 2015 年 2 月起至 2017 年 3 月止，共記錄種子植物 83 科 197 屬 329 種 (含種下分類群,表 2-1;物種詳見附錄)，包括裸子植物 (Gymnosperms) 7 種、單子葉植物 (Monocotyledons) 31 種、雙子葉植物 (Dicotyledons) 291 種;開花、結實物種調查最多的科為菊科 (Compositae) (34 種)，依次為薔薇科 (Rosaceae) (26 種)、蕁麻科 (Urticaceae) (16 種)、茶科 (Theaceae) (15 種)、樟科 (Lauraceae) (12 種) 等 (圖 2-5);研究核心區約 1800-2300 m，屬於溫帶區域之櫟林帶，物種組成以溫帶植物區系中的薔薇科、茶科及杜鵑花科等組成為主，又臺灣位處於亞熱帶地區，菊科、蕁麻科、禾本科等屬熱帶地區科別的物種，部分較耐寒的種類向較高海拔分布至此，本研究區域同時兼具熱帶及溫帶的物種組成。

表 2-1 雪見遊憩區 2015 年 2 月至 2017 年 3 月開花結實之種子植物統計

	科	屬	種
裸子植物	5	6	7
被子植物	78	191	322
單子葉植物	8	19	31
雙子葉植物	70	172	291
總數	83	197	329

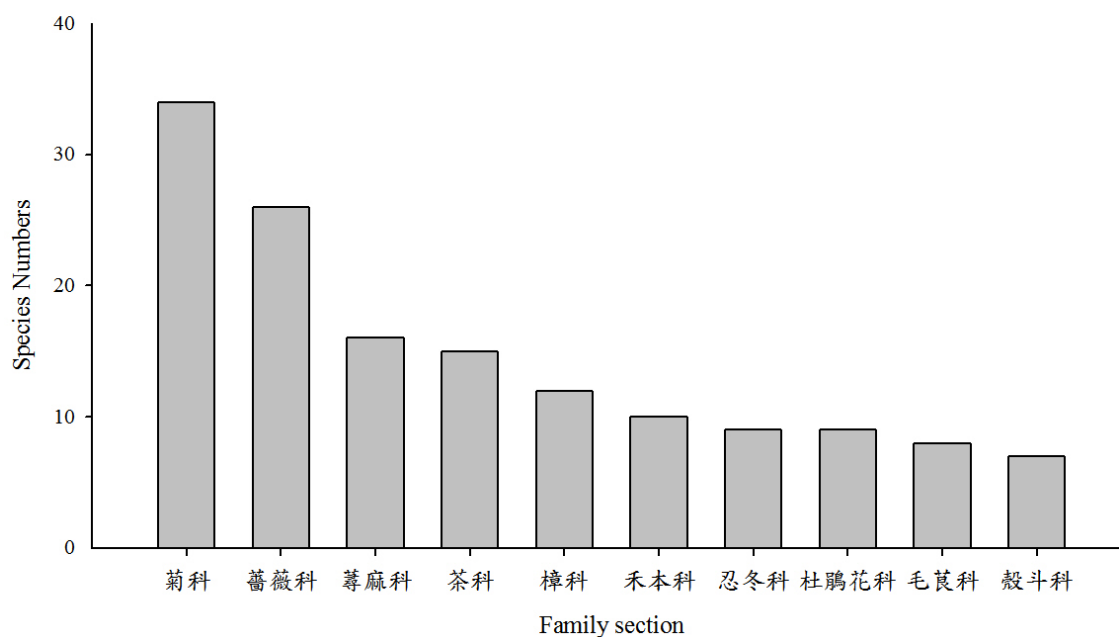


圖 2-5 雪見遊憩區 2015 年 2 月至 2017 年 3 月開花、結實種數前 10 科直方圖。

(一)雪見遊憩區逐月開花結實物種數與氣候關係

雪見遊憩區 2015 年 2 月至 2017 年 3 月沿線植物物候調查結果顯示，開花種數曲線出現 3 個高峰期，分別為 2015 年 5-7 月、2015 年 10 月-翌年 1 月，以及 2016 年 4-12 月 (圖 2-6)，而 2016 年 6-9 月是研究期間維持相當長的開花高峰期，前 2 個高峰期僅維持 1 個月；結實種數曲線亦出現 3 個結實高峰時期，2015 年 6-8 月、2015 年 10 月-翌年 1 月，以及 2016 年 6 月-翌年 1 月(圖 2-6)。開花物種調查種數較少的時期分別為 2015 年 3 月(22 種)、8 月(34 種)、2016 年 2 月 (16 種) 與 2017 年 1 月 (41 種) (圖 2-6)；結實物種數調查較少的 2 個時期為 2015 年 4 月(15 種)和 2016 年 2-5 月(25-27 種)(圖 2-6)。

因物候資料多屬於非常態性分布，因此利用無母數 Sperman 相關係數進行每月開花種數、結實種數與降水、最低溫、最高溫與平均溫度進行相關分類，結果顯示降水多寡與開花、結實總數並沒有明顯差異 (表 2-2)，每月開花、結實種數沒有因降水而有增減情形；而溫度變化與開花、結實種數間皆有顯著關係 (表 2)，觀察最低溫曲線變化可以發現，低溫過後，往往隔 1-2 月即出現開花、結實總數低峰，如 2015 年 2 月及 2016 年 1 月 (圖 2-6)。為瞭解溫度變化對植物繁殖生長所帶來的影響，以下依 2015 年和 2016 年進行探討。

表 2-2 雪見遊憩區 2015 年 2 月至 2017 年 3 月開花結實種數與平均溫度、降水、當月最低溫、當月最高溫之無母數 Sperman 相關測驗表

	平均溫度	降水	最低溫	最高溫
開花種數	0.50**	-0.048	0.49*	0.38
結實種數	0.42*	-0.15	0.42*	0.52**

*:p<0.05；**:p<0.01

1. 2015 年開花結實物候變化

2015 年開花及結實物候種數變化皆呈現雙峰型態的分布，6 月與 12 月為開花種數高峰，7 月與 11-12 月為結實種數高峰 (圖 2-6)。2015 年 3-4 月為研究區開花物種較少的時期 (圖 2-6)，比對 2015 年 1-5 月間的溫度變化發現，2 月最低溫為 0.30°C (圖 2-7)，非常接近 0°C；Sakai and Larcher (1987) 研究顯示花部在 0°C 左右十分容易因組織內的水溶液凝固而遭受機械性損害；因此推測此時期開花結實物種數降低可能是低溫所致。然而，物候反應與低溫事件發生育時間不一致現象，可能因物候觀察尺度以月為單位進行造成物候反應現象記錄延後，以及植物對環境變化的遲滯效應

所導致。2015年8月開花與結實種數迅速下降(圖2-6)，根據調查資料顯示，8月調查日期為8月17日，於調查前1週(8月6-9日)遭蘇迪勒颱風由東部向西貫穿臺灣(資料來源：中央氣象局颱風資料庫)，對雪見遊憩區有較嚴重的影響性，根據雪見氣象站觀測紀錄8月8日出現24.1 m/s的烈風(Strong gale)，屬於浦福9級風，強烈的吹襲極其容易將植物的花部、果實器官毀壞，進而造成開花結實物種數降低。

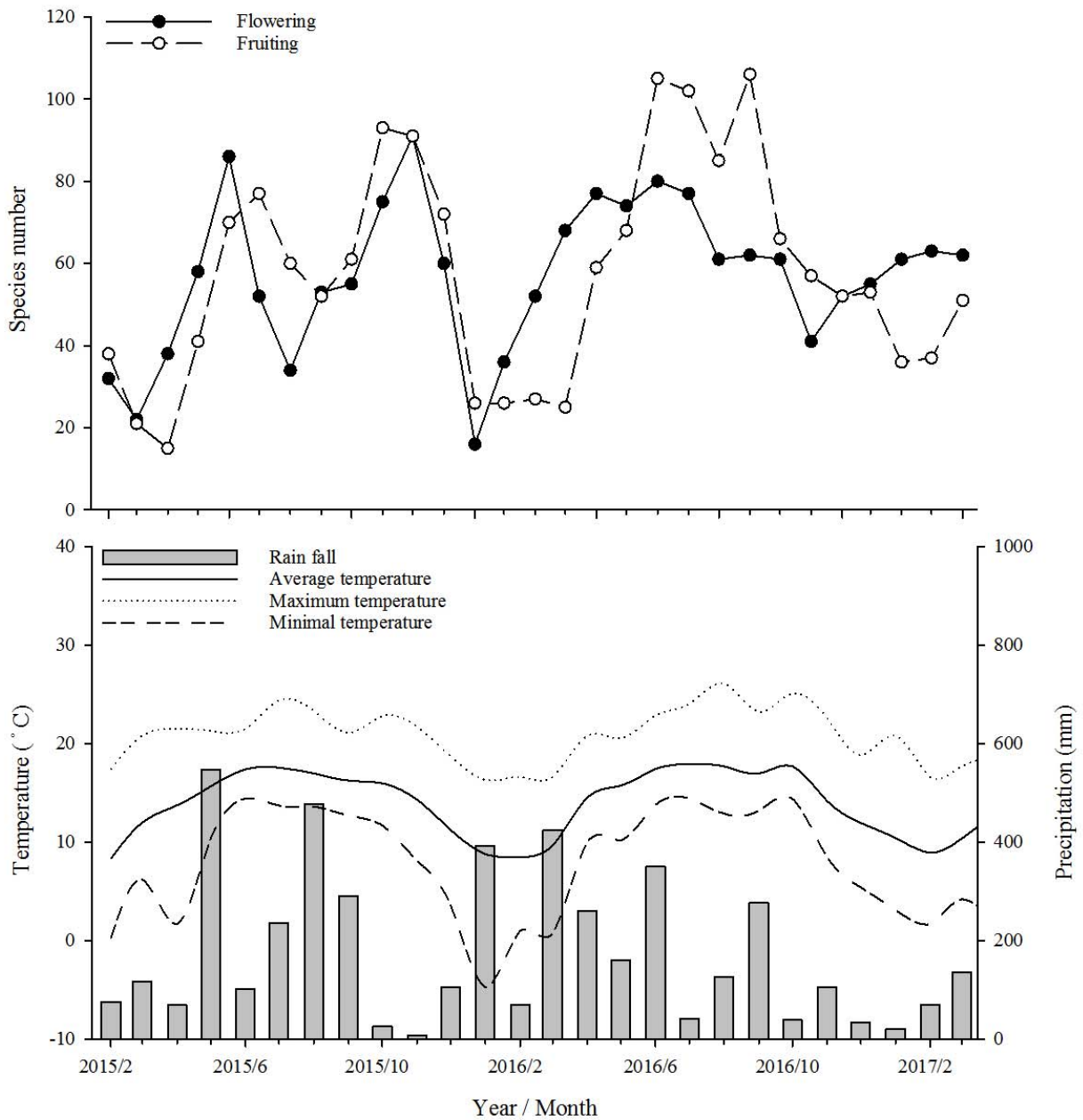


圖 2-6 雪見遊憩區 2015 年 2 月至 2017 年 3 月沿線植物開花結實種數與氣候圖。

2. 2016 年開花結實物候變化

2016 年開花曲線呈單峰狀分布，於 8 月開花種數達 80 種、結實種數於 11 月達 106 種，全年無論物種開花或結實種數，僅在 2 月出現一明顯低峰期，開花種數自 1 月 60 種 降至 16 種，結實種數亦從 1 月 72 種降至 26 種(圖 2-7)；其中結實的低峰更持續至 5 月才逐漸回復。造成此物候現象原因與 2016 年 1 月 24 日的寒流極端低溫(-4.7°C)有密切的關係，此極端低溫是雪見氣象站設站以來首次記錄到降雪的现象；由於此寒流同時受到水氣充足的華南雲系東移影響，中央氣象局在日月潭、竹子湖 (海拔僅 600 m) 等測站皆有降雪觀測紀錄，新竹站則是設站以來第一次下雪 (過冷水凝固於冰晶上形成的不透明顆粒)，而臺北站和嘉義站首次觀測到冰珠 (雪花落下時融化再凝固而成的半透明冰球)(王安翔等，2016)。此極端低溫事件明顯影響植物開花結實，後續將以另一小節加以討論。

(二)雪見遊憩區開花結實物候譜

雪見遊憩區 2015 年 2 月至 2017 年 3 月之開花物候譜 (圖 2-7) 顯示，除了受到大環境氣候影響外，部分植物植物受到植株尺寸、花期短於 1 個月、族群數量不穩定、生育地環境受干擾影響大、以及年際間物種調查差異大等因素，因此年際間的開花結實物候譜並不一致，草本植物的開花結實物候變動性可能大於木本植物。比較 2015 年與 2016 年 2 年度開花物候發現，2015 年 8 月有部分植物出現花期中斷，可能因遭逢蘇迪勒颱風侵襲所導致，因當月於颱風過後方進行調查，故可從物候譜上得知部分物種於 8 月期間出現花期中斷 (圖 2-7)，如黃花酢醬草 (*Oxalis corniculata*)、粗毛小米菊 (*Galinsoga quadriradiata*)、茯苓菜 (*Dichrocephala integrifolia*)、臺灣赤楊 (*Alnus formosana*) 等，這些物種多半屬於草本或喬木型態，生長在林緣、邊坡等容易遭受天然災害影響的生育地，使得本身對於環境的耐受性降低。2015 年 8 月以後多數物種開花的物候表現上相對穩定，較少出現花期間斷的情形，推測可能因聖嬰現象致使研究區域的氣溫偏高，使得植物的開花種數較多。

2016 年 1 月 24 日因遭受強烈的聖嬰-南方震盪，致使強烈的低溫在整個東亞地區出現，影響雪見遊憩區的冬春季植物的開花物候。2016 年夏-秋季 (7-10 月) 出現開花期中斷的情形，但此期間內，各物種間中斷的月份並不均一；植物除了受到前期氣候環境影響開花物候表現外，亦有可能是植物本身的開花特性影響所致，例如豐、欠年的差異；在一定的資源下，植物可藉營養投資的調配，減少每年度繁殖生長的養分需求，這亦可能造成開花表現紊亂的情形。

某些物種在 2 年間的開花時間變動情形不甚明顯，如呂宋英蓀 (*Viburnum luzonicum*) 花期為 4-6 月，長行天南星 (*Arisaema consanguineum*) 花期為 4-6 月與串鼻龍 (*Clematis grata*) 7-8 月等，這些物種在 2 年間開花時間似乎沒有太大的變動。然山櫻花 (*Prunus campanulata*) 在 2015 年 11 月至翌年 1 月開花，可能受到下雪低溫影響，部分植株於 3 月再開花。Severini 等人 (1990) 曾指出芽綻放至開花期間的發育速度與溫度有線性關係，因此研究區域內大多數木本植物開花期延後的現象可能受到 2016 年 1-3 月的低溫影響，致使熱量累積不足，或花芽分化受阻等因素而發育速度減緩、花期遲滯 (圖 2-8)。

物種名	開花韻律	年度	月份											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
火炭母草	C	2015		■		■	■	■	■	■	■	■	■	■
		2016	■	■						■	■	■	■	■
		2017	■	■	■									
戟葉蓼	C	2015		■			■	■	■	■	■	■	■	■
		2016	■							■	■	■	■	■
		2017	■	■	■									
薄瓣懸鉤子	C	2015		■			■	■	■	■	■	■	■	■
		2016	■			■	■	■	■	■	■	■	■	■
		2017		■										
粗毛小米菊	C	2015		■			■	■	■	■	■	■	■	■
		2016	■		■			■	■	■	■	■	■	■
		2017	■	■	■									
車前草	C	2015		■			■	■	■	■	■	■	■	■
		2016				■	■	■	■	■	■	■	■	■
		2017												
龍葵	S	2015		■			■	■	■	■	■	■	■	■
		2016									■	■	■	■
		2017												
早熟禾	C	2015		■			■	■	■	■	■	■	■	■
		2016	■		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		2017	■											
疏花塔花	S	2015		■			■	■	■	■	■	■	■	■
		2016												
		2017												
茯苓菜	C	2015		■			■	■	■	■	■	■	■	■
		2016	■			■	■	■	■	■	■	■	■	■
		2017	■	■	■									
加拿大蓬	S	2015		■			■	■	■	■	■	■	■	■
		2016									■	■	■	■
		2017												
絞股藍	S	2015		■			■	■	■	■	■	■	■	■
		2016								■	■	■	■	■
		2017												
黑果馬咬兒	S	2015						■	■	■	■	■	■	■
		2016	■						■	■	■	■	■	■
		2017	■											

圖 2-7 雪見遊憩區 2015 年 2 月至 2017 年 3 月開花物候譜。(開花韻律:C 為持續型、A 為年度型、S 為多次型、Q 未知，灰色為花苞狀態、黑色為盛花狀態)(續)

物種名	開花韻律	年度	月份											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
長葉木薑子	A	2015		■					■	■				
		2016						■	■	■	■			
		2017												
細枝柃木	A	2015		■						■		■	■	
		2016	■		■				■	■	■	■	■	
		2017	■	■										
紅面番	A	2015		■										
		2016												
		2017												
飛龍掌血	S	2015		■						■		■	■	
		2016	■									■	■	
		2017	■	■	■									
蓮草	A	2015		■								■	■	
		2016	■	■										
		2017												
薄葉柃木	A	2015		■								■	■	
		2016	■	■	■						■	■	■	
		2017	■	■	■									
川上氏堇菜	A	2015		■									■	
		2016											■	
		2017		■										
高山雙蝴蝶	A	2015		■										
		2016									■			
		2017												
高粱泡	A	2015		■									■	
		2016	■				■						■	
		2017												
臺灣八角金盤	A	2015											■	
		2016											■	
		2017												
蔓黃菀	A	2015		■									■	
		2016	■								■	■	■	
		2017	■	■	■									
玉山灰木	A	2015		■										
		2016										■		
		2017		■										

圖 2-7 雪見遊憩區 2015 年 2 月至 2017 年 3 月開花物候譜。(開花韻律:C 為持續型、A 為年度型、S 為多次型、Q 未知，灰色為花苞狀態、黑色為盛花狀態)(續)

物種名	開花韻律	年度	月份											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
瓜子金	A	2015		■										
		2016					■							
		2017												
刺花懸鉤子	A	2015		■										
		2016					■	■	■					
		2017	■		■									
桐樹桑寄生	A	2015		■										
		2016												
		2017												
臺灣堇菜	A	2015		■										
		2016				■		■				■		
		2017			■									
臺灣山香圓	A	2015			■	■	■	■					■	
		2016	■				■	■					■	
		2017	■	■	■									
早田氏蛇根草	S	2015			■	■								
		2016											■	
		2017												
阿里山繁縷	A	2015			■	■								
		2016				■								
		2017												
華八仙	A	2015			■	■								
		2016			■	■	■	■						
		2017	■	■	■									
臺灣二葉松	A	2015			■	■								
		2016				■		■						
		2017												
墨點櫻桃	A	2015			■	■								
		2016					■							
		2017												
禺毛茛	C	2015			■	■	■	■	■	■	■	■	■	
		2016	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
		2017	■	■	■									
煙火臺	A	2015			■		■				■			
		2016												
		2017												

圖 2-7 雪見遊憩區 2015 年 2 月至 2017 年 3 月開花物候譜。(開花韻律:C 為持續型、A 為年度型、S 為多次型、Q 未知，灰色為花苞狀態、黑色為盛花狀態)(續)

物種名	開花韻律	年度	月份											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
變葉懸鈎子	A	2015			■									
		2016												
		2017												
香楠	A	2015			■									
		2016												
		2017												
鬼懸鈎子	Q	2015			■									
		2016												
		2017												
漢紅魚腥草	Q	2015			■									
		2016												
		2017												
臺灣笑靨花	A	2015			■									
		2016				■								
		2017												
山苦賈	A	2015				■	■	■	■	■	■	■	■	■
		2016							■	■	■	■	■	■
		2017												■
臺灣紫珠	A	2015				■	■	■	■	■	■	■	■	■
		2016						■	■	■	■	■	■	■
		2017												■
臭辣樹	A	2015				■	■	■	■	■	■	■	■	■
		2016								■	■	■	■	■
		2017												■
普刺特草	A	2015				■	■	■	■	■	■	■	■	■
		2016							■	■	■	■	■	■
		2017												■
刺萼寒莓	A	2015				■	■	■	■	■	■	■	■	■
		2016							■	■	■	■	■	■
		2017												■
日本商陸	A	2015				■	■	■	■	■	■	■	■	■
		2016							■	■	■	■	■	■
		2017												■
大葉溲疏	A	2015				■	■	■	■	■	■	■	■	■
		2016							■	■	■	■	■	■
		2017												■

圖 2-7 雪見遊憩區 2015 年 2 月至 2017 年 3 月開花物候譜。(開花韻律:C 為持續型、A 為年度型、S 為多次型、Q 未知，灰色為花苞狀態、黑色為盛花狀態)(續)

物種名	開花韻律	年度	月份												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
阿里山月桃	A	2015				■	■	■							■
		2016	■											■	■
		2017	■	■	■										
呂宋莢蒾	A	2015				■	■	■	■						
		2016				■	■	■	■						
		2017													
長行天南星	A	2015				■	■								
		2016				■	■	■							
		2017													
南澳杜鵑	S	2015				■	■	■				■	■	■	
		2016	■	■				■	■					■	
		2017													
苦懸鈎子	A	2015				■	■								
		2016				■	■								
		2017													
變葉新木薑子	A	2015								■					
		2016								■	■				
		2017		■	■	■									
梨葉懸鈎子	Q	2015				■	■					■			
		2016													
		2017													
西施花	A	2015				■	■						■	■	
		2016	■	■	■	■	■	■						■	
		2017	■	■											
南五味子	S	2015				■	■						■	■	
		2016				■	■					■	■	■	
		2017													
普萊氏堇菜	A	2015				■	■							■	
		2016			■	■	■	■						■	
		2017			■	■								■	
八角蓮	A	2015				■	■								
		2016													
		2017													
凹葉巖桃	A	2015				■									
		2016													
		2017													

圖 2-7 雪見遊憩區 2015 年 2 月至 2017 年 3 月開花物候譜。(開花韻律:C 為持續型、A 為年度型、S 為多次型、Q 未知，灰色為花苞狀態、黑色為盛花狀態)(續)

物種名	開花韻律	年度	月份											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
玉山假沙梨	A	2015				■								
		2016												
		2017												
石月	A	2015				■								
		2016				■	■							
		2017												
伏牛花	A	2015				■								
		2016				■	■							
		2017												
馬鞭蘭	A	2015				■								
		2016												
		2017												
疏果海桐	A	2015				■								
		2016				■	■							
		2017												
臺灣羊桃	A	2015				■								
		2016					■							
		2017												
臺灣杜鵑	A	2015				■								
		2016							■					■
		2017		■										
臺灣溲疏	A	2015				■								
		2016												
		2017												
莠狗尾草	C	2015					■	■	■	■	■	■	■	■
		2016											■	
		2017												
野牡丹葉冷水麻	C	2015					■	■	■	■	■	■	■	■
		2016	■								■	■	■	■
		2017		■										
新店當藥	A	2015					■	■	■	■	■			
		2016										■		
		2017												
黃花鳳仙花	S	2015					■	■	■	■	■			■
		2016	■						■	■	■	■	■	■
		2017	■	■	■	■								

圖 2-7 雪見遊憩區 2015 年 2 月至 2017 年 3 月開花物候譜。(開花韻律:C 為持續型、A 為年度型、S 為多次型、Q 未知，灰色為花苞狀態、黑色為盛花狀態)(續)

物種名	開花韻律	年度	月份												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
斯氏懸鉤子	S	2015						■	■	■	■	■	■	■	■
		2016	■		■			■	■	■	■	■	■	■	■
		2017													
小白花鬼針	C	2015						■	■	■	■	■	■	■	■
		2016	■		■			■	■	■	■	■	■	■	■
		2017	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
山芹菜	S	2015						■	■	■	■	■	■	■	■
		2016							■	■	■	■	■	■	■
		2017			■										
通泉草	S	2015							■	■	■	■	■	■	■
		2016						■	■	■	■	■	■	■	■
		2017	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
山桔梗	S	2015							■	■	■	■	■	■	■
		2016						■	■	■	■	■	■	■	■
		2017													
黃鸝菜	S	2015							■	■	■	■	■	■	■
		2016						■	■	■	■	■	■	■	■
		2017	■												
黃菀	A	2015							■	■	■	■	■	■	■
		2016								■	■	■	■	■	■
		2017													
天門冬	A	2015							■	■	■	■	■	■	■
		2016								■	■	■	■	■	■
		2017													
玉葉金花	A	2015							■	■	■	■	■	■	■
		2016	■												
		2017													
厚皮香	A	2015							■	■	■	■	■	■	■
		2016								■	■	■	■	■	■
		2017													
紅鞞臺	A	2015							■	■	■	■	■	■	■
		2016													
		2017													
珠砂根	A	2015							■	■	■	■	■	■	■
		2016								■	■	■	■	■	■
		2017													

圖 2-7 雪見遊憩區 2015 年 2 月至 2017 年 3 月開花物候譜。(開花韻律:C 為持續型、A 為年度型、S 為多次型、Q 未知，灰色為花苞狀態、黑色為盛花狀態)(續)

物種名	開花韻律	年度	月份											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
野桐	A	2015						■	■	■	■			
		2016									■	■	■	
		2017												
紫珠葉泡花樹	Q	2015						■	■	■				
		2016												
		2017												
鼠麴草	A	2015						■	■	■	■	■	■	■
		2016	■										■	■
		2017		■	■	■								
長梗紫麻	S	2015									■	■		
		2016	■											
		2017												
臺灣赤楊	A	2015						■	■			■	■	
		2016									■	■	■	■
		2017												
鵝兒腸	C	2015						■	■					■
		2016	■		■	■	■	■	■	■	■	■		■
		2017	■	■	■	■								
長尾尖葉櫨	A	2015						■	■	■				
		2016	■											
		2017												
忍冬葉冬青	A	2015						■	■	■				
		2016												
		2017												
臺灣五葉松	A	2015						■	■	■				
		2016				■	■							
		2017												
臺灣排香	A	2015						■	■	■				
		2016												
		2017												
闊葉樓梯草	A	2015						■	■	■				
		2016												
		2017												
巒大紫珠	A	2015						■	■	■				
		2016							■	■	■			
		2017												

圖 2-7 雪見遊憩區 2015 年 2 月至 2017 年 3 月開花物候譜。(開花韻律:C 為持續型、A 為年度型、S 為多次型、Q 未知，灰色為花苞狀態、黑色為盛花狀態)(續)

物種名	開花韻律	年度	月份											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
冇骨消	A	2015							■	■				
		2016										■		
		2017												
尼泊爾蓼	S	2015							■	■		■	■	■
		2016	■								■		■	
		2017			■	■								
粗毛柃木	A	2015							■	■		■	■	■
		2016	■		■	■						■	■	■
		2017	■											
蜜蜂花	S	2015							■	■				
		2016									■	■		
		2017												
臺灣懸鉤子	A	2015							■	■			■	
		2016									■	■	■	
		2017												
早田氏柃木	A	2015							■	■				■
		2016	■								■	■	■	■
		2017	■											
蔓茄	S	2015							■	■				■
		2016		■	■						■	■	■	■
		2017												
小蔥葉懸鉤子	Q	2015							■	■				
		2016												
		2017												
白珠樹	A	2015							■	■				
		2016									■	■		
		2017												
芋葉括樓	A	2015							■	■				
		2016									■	■	■	
		2017												
狗筋蔓	A	2015							■	■				
		2016									■	■	■	
		2017												
雨傘仔	A	2015							■	■				
		2016												
		2017												

圖 2-7 雪見遊憩區 2015 年 2 月至 2017 年 3 月開花物候譜。(開花韻律:C 為持續型、A 為年度型、S 為多次型、Q 未知，灰色為花苞狀態、黑色為盛花狀態)(續)

物種名	開花韻律	年度	月份												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
南燭	A	2015							■						
		2016							■	■					
		2017													
波葉山螞蝗	A	2015								■	■	■	■		
		2016										■	■	■	■
		2017													
大花咸豐草	S	2015							■		■	■			■
		2016	■								■				
		2017			■										
阿里山五味子	A	2015								■	■	■	■	■	■
		2016									■				■
		2017													
串鼻龍	A	2015							■	■	■	■		■	
		2016								■					
		2017													
柱果鐵線蓮	A	2015								■	■				
		2016									■				
		2017													
棣慕華鳳仙花	A	2015								■	■	■			
		2016									■	■	■	■	
		2017													
臺灣樹參	A	2015								■	■				
		2016									■	■			
		2017													
睫穗蓼	S	2015							■			■	■	■	■
		2016	■	■					■				■	■	
		2017													
臺灣蛇莓	S	2015								■		■	■	■	
		2016		■		■	■					■			
		2017		■											
紫莖牛膝	Q	2015								■		■	■		
		2016										■	■		■
		2017													
天胡荽	S	2015								■			■		
		2016						■	■	■	■	■	■		
		2017		■											

圖 2-7 雪見遊憩區 2015 年 2 月至 2017 年 3 月開花物候譜。(開花韻律:C 為持續型、A 為年度型、S 為多次型、Q 未知，灰色為花苞狀態、黑色為盛花狀態)(續)

物種名	開花韻律	年度	月份												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
香桂	Q	2015							■						
		2016													
		2017													
琉璃草	A	2015							■						
		2016							■	■	■	■	■	■	■
		2017													
無梗忍冬	A	2015							■						
		2016							■	■					
		2017													
硬齒獼猴桃	A	2015									■				
		2016							■	■					
		2017													
裂葉樓梯草	A	2015							■						
		2016										■			
		2017													
煙管草	Q	2015									■				
		2016													
		2017													
臺灣絡石	Q	2015								■					
		2016								■					
		2017													
臺灣楊桐	A	2015										■			
		2016													
		2017													
錐果櫟	A	2015								■					
		2016													
		2017													
巒大越橘	A	2015								■					
		2016								■					
		2017													
木荷	A	2015										■	■	■	■
		2016											■	■	■
		2017													
倒地蜈蚣	A	2015										■	■	■	■
		2016											■	■	■
		2017													

圖 2-7 雪見遊憩區 2015 年 2 月至 2017 年 3 月開花物候譜。(開花韻律:C 為持續型、A 為年度型、S 為多次型、Q 未知，灰色為花苞狀態、黑色為盛花狀態)(續)

物種名	開花韻律	年度	月份											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
蠟子草	A	2015									■		■	
		2016									■	■		
		2017												
柳杉	Q	2015									■			
		2016												
		2017												
長葉芋麻	Q	2015									■			
		2016												
		2017												
飛機草	Q	2015									■			
		2016												
		2017												
奧氏虎皮楠	A	2015									■			
		2016												
		2017												
臺灣百合	A	2015									■			
		2016										■		
		2017												
求米草	A	2015										■	■	■
		2016	■									■		
		2017												
黃花三七草	A	2015										■	■	■
		2016	■										■	■
		2017												
臺灣馬蘭	S	2015									■	■	■	■
		2016	■											■
		2017		■										
臺灣澤蘭	A	2015										■	■	■
		2016	■									■	■	■
		2017		■	■	■								
玉山胡頹子	A	2015									■	■	■	
		2016										■	■	■
		2017	■											
臺灣青木香	A	2015									■	■		
		2016											■	
		2017												

圖 2-7 雪見遊憩區 2015 年 2 月至 2017 年 3 月開花物候譜。(開花韻律:C 為持續型、A 為年度型、S 為多次型、Q 未知，灰色為花苞狀態、黑色為盛花狀態)(續)

物種名	開花韻律	年度	月份												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
臺灣山桂花	A	2015											■		■
		2016													
		2017	■												
臺灣菝葜	A	2015											■		
		2016										■	■		
		2017													
小蔓黃菀	A	2015											■		
		2016													
		2017													
玉山肺形草	A	2015											■		
		2016													■
		2017													
裡白椴木	A	2015													
		2016												■	■
		2017													
繁縷	A	2015											■		
		2016													
		2017													
弓果黍	S	2015												■	■
		2016	■		■						■				
		2017		■											
亨利氏鐵線蓮	A	2015												■	
		2016													
		2017													
金毛杜鵑	S	2015												■	■
		2016			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		2017													
菁芳草	A	2015												■	
		2016													■
		2017													
臺灣烏心石	A	2015												■	
		2016												■	■
		2017	■												
臺灣鬼督郵	A	2015												■	
		2016				■	■								
		2017													

圖 2-7 雪見遊憩區 2015 年 2 月至 2017 年 3 月開花物候譜。(開花韻律:C 為持續型、A 為年度型、S 為多次型、Q 未知，灰色為花苞狀態、黑色為盛花狀態)(續)

物種名	開花韻律	年度	月份											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
竹葉草	A	2015												
		2016											■	
		2017												
高山新木薑子	A	2015												
		2016											■	■
		2017	■	■	■	■								
臺灣山枇杷	A	2015												
		2016				■	■							
		2017	■	■	■	■								
臺灣粗榧	A	2015												
		2016			■	■								
		2017	■	■	■	■								
燈心草	Q	2015												
		2016					■	■	■	■				
		2017												
山茼蒿	A	2015												
		2016						■	■					
		2017												
大葉木犀	Q	2015												
		2016	■	■										
		2017												
臺灣蘋果	A	2015												
		2016			■	■								
		2017			■	■								
紅楠	A	2015												
		2016			■	■	■	■						
		2017	■	■	■	■								
玉山卷耳	A	2015												
		2016					■	■						
		2017												
假長葉楠	A	2015												
		2016					■	■						
		2017												
蛇莓	S	2015												
		2016						■	■			■	■	■
		2017			■	■								

圖 2-7 雪見遊憩區 2015 年 2 月至 2017 年 3 月開花物候譜。(開花韻律:C 為持續型、A 為年度型、S 為多次型、Q 未知，灰色為花苞狀態、黑色為盛花狀態)(續)

物種名	開花韻律	年度	月份											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
斑花青牛膽	A	2015												
		2016							■	■				
		2017												
菽草	A	2015												
		2016							■					
		2017												
毛刺懸鈎子	A	2015												
		2016							■					
		2017												
玉山糯米樹	A	2015												
		2016							■	■				
		2017												
高山絨蘭	A	2015												
		2016								■				
		2017												
密毛冬青	A	2015												
		2016								■				
		2017												
異葉珍珠菜	A	2015												
		2016								■				
		2017												
雀梅藤	S	2015												
		2016							■	■			■	■
		2017												
紫花酢醬草	S	2015												
		2016							■	■	■	■		■
		2017												
絡石	A	2015												
		2016								■				
		2017												
鈎柱毛茛	A	2015												
		2016										■	■	■
		2017	■	■	■	■								
羽唇指柱蘭	A	2015												
		2016										■		
		2017												

圖 2-7 雪見遊憩區 2015 年 2 月至 2017 年 3 月開花物候譜。(開花韻律:C 為持續型、A 為年度型、S 為多次型、Q 未知，灰色為花苞狀態、黑色為盛花狀態)(續)

物種名	開花韻律	年度	月份											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
石吊蘭	A	2015												
		2016												
		2017												
刺莓	A	2015												
		2016												
		2017												
無刺伏牛花	A	2015												
		2016												
		2017												
紫花霍香薊	A	2015												
		2016												
		2017												
臺灣肺形草	A	2015												
		2016												
		2017												
臺灣檫樹	A	2015												
		2016												
		2017												
阿里山茶	A	2015												
		2016												
		2017												
桑葉懸鉤子	A	2015												
		2016												
		2017												
玉山毛蓮菜	A	2015												
		2016												
		2017												
光滑菝葜	A	2015												
		2016												
		2017												
西班牙三葉草	Q	2015												
		2016												
		2017												
兔兒菜	A	2015												
		2016												
		2017												

圖 2-7 雪見遊憩區 2015 年 2 月至 2017 年 3 月開花物候譜。(開花韻律:C 為持續型、A 為年度型、S 為多次型、Q 未知，灰色為花苞狀態、黑色為盛花狀態)(續)

物種名	開花韻律	年度	月份											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
苦滇菜	Q	2015												
		2016												
		2017			■									
霧社楨楠	A	2015												
		2016												
		2017			■									
森氏鐵線蓮	A	2015												
		2016	■	■	■									
		2017												
赤車使者	A	2015												
		2016			■									
		2017												
南投菝葜	A	2015												
		2016				■								
		2017												
蔓竹杞	Q	2015												
		2016				■								
		2017												
匙葉鼠麴草	A	2015												
		2016					■							
		2017												
細纍子草	Q	2015												
		2016					■							
		2017												
紫花野木瓜	A	2015												
		2016						■						
		2017												
忍冬葉冬青	A	2015												
		2016							■					
		2017												
間型沿階草	Q	2015												
		2016							■					
		2017												
雙花龍葵	A	2015												
		2016							■					
		2017												

圖 2-7 雪見遊憩區 2015 年 2 月至 2017 年 3 月開花物候譜。(開花韻律:C 為持續型、A 為年度型、S 為多次型、Q 未知，灰色為花苞狀態、黑色為盛花狀態)(續)

物種名	開花韻律	年度	月份											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
銳葉高山櫟	A	2015												
		2016												
		2017												
長柄冷水麻	Q	2015												
		2016												
		2017												
散穗弓果黍	S	2015												
		2016												
		2017												
小蛇麻	Q	2015												
		2016												
		2017												
短角冷水麻	Q	2015												
		2016												
		2017												
臺灣山黑扁豆	A	2015												
		2016												
		2017												
臺灣椴木	A	2015												
		2016												
		2017												
苗栗崖爬藤	A	2015												
		2016												
		2017												
毛花雀稗	Q	2015												
		2016												
		2017												
光葉葡萄	Q	2015												
		2016												
		2017												
長梗盤花麻	Q	2015												
		2016												
		2017												
紅鱗扁莎	Q	2015												
		2016												
		2017												

圖 2-7 雪見遊憩區 2015 年 2 月至 2017 年 3 月開花物候譜。(開花韻律:C 為持續型、A 為年度型、S 為多次型、Q 未知，灰色為花苞狀態、黑色為盛花狀態)(續)

物種名	開花韻律	年度	月份											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
角桐草	A	2015												
		2016											■	
		2017												
矮菊	A	2015												
		2016											■	
		2017												
鈴木氏冬青	A	2015												
		2016												■
		2017												
泛能高山茶	A	2015												
		2016												■
		2017												
阿里山茵芋	A	2015												
		2016												■
		2017												
藤胡頹子	A	2015												
		2016												■
		2017												

圖 2-7 雪見遊憩區 2015 年 2 月至 2017 年 3 月開花物候譜。(開花韻律:C 為持續型、A 為年度型、S 為多次型、Q 未知，灰色為花苞狀態、黑色為盛花狀態)(續)

物候調查期間雪見遊憩區植物結實種數高峰期為 2015 年 6-8 月、10 月至翌年 1 月，以及 2016 年於 6 月-翌年 1 月，著果期長達半年以上的物種有藤崖椒 (*Zanthoxylum scandens*)、細枝柃木 (*Eurya loquaiana*)、珠砂根 (*Ardisia crenata*)、阿里山月桃、臺灣紫珠 (*Callicarpa formosana*) 等 10 種植物。2015 與 2016 兩年間結實物候在種內及種間有相當大的差異(圖 2-8)，從 2016 年之結實狀況可以明顯看出，物種的著果期較為去年(2015 年)同期紊亂，推測可能因 2016 年極端低溫事件的侵襲，致使開花物候發生紊亂，進而影響結實物候表現。2 年度間結實期差異不大的物種有大葉溲疏、普刺特草(*Lobelia nummularia*)、山胡椒、呂宋莢蒾等 (圖 2-8)，這些物種可能對於劇烈的氣候變化具有較高的耐受性。

物種名	年度	月份											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
風輪菜	2015		■									■	
	2016			■				■	■				
	2017												
昭和草	2015						■	■	■				
	2016	■											■
	2017	■	■	■									
藤崖椒	2015			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	2016	■	■				■	■	■	■	■	■	■
	2017												
水麻	2015			■	■	■	■	■				■	■
	2016	■	■										
	2017	■											
山櫻花	2015			■	■								
	2016				■	■							
	2017			■									
黃堇	2015				■								■
	2016				■	■	■					■	
	2017	■	■										
喜岩堇菜	2015												
	2016									■			
	2017												
短毛堇菜	2015							■					
	2016			■			■						
	2017												
白花鬼針	2015		■						■	■	■	■	■
	2016	■	■	■			■	■	■	■	■	■	■
	2017	■	■	■									
黃花酢醬草	2015				■			■				■	
	2016	■			■			■					■
	2017		■										
細葉碎米薺	2015												■
	2016			■	■		■						■
	2017		■										
山胡椒	2015		■			■	■	■	■	■	■	■	■
	2016	■	■			■	■	■	■	■			■
	2017	■											

圖 2-8 雪見遊憩區 2015 年 2 月至 2017 年 3 月結實物候譜。
(灰色為果實未成熟狀態、黑色為果實成熟狀態)

物種名	年度	月份											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
火炭母草	2015			■			■			■	■	■	■
	2016	■								■	■	■	■
	2017		■										
薄瓣懸鈎子	2015						■	■	■	■	■	■	■
	2016	■	■						■	■	■	■	■
	2017												
粗毛小米菊	2015											■	■
	2016						■	■					
	2017												
車前草	2015						■	■	■	■	■	■	■
	2016	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	2017	■	■	■									
龍葵	2015					■	■			■	■	■	■
	2016												
	2017												
早熟禾	2015						■						
	2016	■		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	2017	■											
疏花塔花	2015						■						
	2016												
	2017												
茯苓菜	2015						■	■					
	2016						■			■			
	2017												
加拿大蓬	2015		■			■	■						
	2016									■			
	2017												
黑果馬餃兒	2015		■						■			■	
	2016								■				
	2017												
長葉木薑子	2015		■		■			■					
	2016									■	■	■	■
	2017	■	■	■									
細枝柃木	2015		■			■	■	■	■	■	■	■	■
	2016			■			■	■	■	■	■	■	■
	2017	■	■	■									

圖 2-8 雪見遊憩區 2015 年 2 月至 2017 年 3 月結實物候譜。(灰色為果實未成熟狀態、黑色為果實成熟狀態)(續)

物種名	年度	月份											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
飛龍掌血	2015					■	■	■	■	■	■		
	2016									■	■		
	2017												
蒲草	2015												
	2016												■
	2017	■	■	■									
薄葉柃木	2015					■	■	■	■	■	■	■	■
	2016	■		■						■	■	■	■
	2017	■	■	■									
川上氏堇菜	2015								■				
	2016												
	2017												
高山雙蝴蝶	2015												■
	2016	■		■									
	2017												
高粱泡	2015											■	■
	2016										■	■	
	2017												
蔓黃菀	2015		■	■	■								■
	2016	■	■	■									
	2017		■	■	■								
玉山灰木	2015												
	2016												
	2017	■	■	■	■								
瓜子金	2015		■										■
	2016									■			
	2017												
刺花懸鉤子	2015												
	2016							■					
	2017												
稠樹桑寄生	2015						■						
	2016												
	2017												
臺灣堇菜	2015						■						
	2016						■						
	2017												

圖 2-8 雪見遊憩區 2015 年 2 月至 2017 年 3 月結實物候譜。(灰色為果實未成熟狀態、黑色為果實成熟狀態)(續)

物種名	年度	月份											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
刺萼寒莓	2015					■	■	■	■	■			
	2016							■	■	■	■		
	2017												
日本商陸	2015						■	■					
	2016						■	■	■	■			
	2017												
大葉溲疏	2015				■	■	■	■	■	■	■	■	■
	2016						■	■	■	■	■	■	■
	2017	■	■	■	■								
阿里山月桃	2015		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	2016	■	■	■									
	2017												
呂宋莢蒾	2015						■	■	■	■	■	■	■
	2016	■					■	■	■	■	■	■	■
	2017	■											
長行天南星	2015							■					
	2016							■	■	■	■	■	■
	2017												
南澳杜鵑	2015					■	■	■				■	
	2016						■	■	■	■	■	■	■
	2017		■										
苦懸鈎子	2015					■	■	■					
	2016												
	2017												
變葉新木薑子	2015		■				■	■	■	■	■	■	■
	2016	■									■	■	
	2017												
梨葉懸鈎子	2015												
	2016								■				
	2017												
西施花	2015					■	■	■	■				
	2016						■	■	■	■	■	■	■
	2017	■	■										
南五味子	2015												■
	2016										■	■	■
	2017												

圖 2-8 雪見遊憩區 2015 年 2 月至 2017 年 3 月結實物候譜。(灰色為果實未成熟狀態、黑色為果實成熟狀態)(續)

物種名	年度	月份											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
普萊氏堇菜	2015				■								
	2016	■											
	2017												
玉山假沙梨	2015												
	2016							■		■	■	■	■
	2017	■	■	■									
石月	2015						■						
	2016						■	■	■	■	■		
	2017												
伏牛花	2015		■								■	■	■
	2016			■									
	2017												
馬鞭蘭	2015				■								
	2016												
	2017												
疏果海桐	2015					■	■	■	■	■	■	■	■
	2016	■					■	■	■	■	■	■	■
	2017		■	■	■								
臺灣羊桃	2015			■	■	■	■	■	■	■			
	2016						■	■	■	■	■		
	2017												
臺灣杜鵑	2015							■					
	2016						■						
	2017												
臺灣溲疏	2015				■								
	2016												
	2017												
莠狗尾草	2015											■	
	2016												
	2017												
野牡丹葉冷水麻	2015										■		
	2016	■									■	■	■
	2017	■											
新店當藥	2015												
	2016											■	
	2017												

圖 2-8 雪見遊憩區 2015 年 2 月至 2017 年 3 月結實物候譜。(灰色為果實未成熟狀態、黑色為果實成熟狀態)(續)

物種名	年度	月份											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
黃花鳳仙花	2015						■	■	■	■			
	2016							■	■	■	■	■	■
	2017												
斯氏懸鈎子	2015						■	■	■	■			
	2016							■	■	■			
	2017												
小白花鬼針	2015					■	■	■	■	■	■	■	■
	2016	■					■	■	■	■	■		■
	2017		■										
山芹菜	2015							■	■	■	■		■
	2016								■	■	■		
	2017												
通泉草	2015												
	2016								■	■			
	2017												
山桔梗	2015												
	2016								■	■			
	2017												
黃鵪菜	2015												■
	2016					■					■		
	2017	■											
黃菀	2015												■
	2016								■	■			
	2017												
天門冬	2015		■					■	■	■	■	■	■
	2016							■	■	■	■	■	■
	2017												
玉葉金花	2015		■					■	■	■	■	■	■
	2016	■											
	2017												
厚皮香	2015												
	2016												■
	2017												
紅鞘薹	2015							■	■				■
	2016												
	2017												

圖 2-8 雪見遊憩區 2015 年 2 月至 2017 年 3 月結實物候譜。(灰色為果實未成熟狀態、黑色為果實成熟狀態)(續)

物種名	年度	月份											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
珠砂根	2015		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	2016	■	■	■	■					■	■	■	■
	2017	■	■	■									
野桐	2015							■					
	2016							■	■	■			
	2017												
紫珠葉泡花樹	2015							■	■	■	■	■	■
	2016												
	2017												
鼠麴草	2015					■	■	■					
	2016												
	2017			■									
長梗紫麻	2015		■			■							
	2016									■	■	■	■
	2017	■	■	■									
臺灣赤楊	2015			■	■			■	■	■	■	■	■
	2016	■	■							■	■	■	■
	2017	■	■										
鵝兒腸	2015											■	
	2016				■	■	■	■					
	2017												
長尾尖葉櫛	2015							■	■	■	■	■	■
	2016							■	■	■	■	■	■
	2017												
忍冬葉冬青	2015											■	■
	2016	■											
	2017												
臺灣五葉松	2015												
	2016									■	■	■	■
	2017	■	■	■									
臺灣排香	2015												
	2016							■					
	2017												
巒大紫珠	2015						■	■	■	■	■	■	■
	2016								■	■	■	■	■
	2017												

圖 2-8 雪見遊憩區 2015 年 2 月至 2017 年 3 月結實物候譜。(灰色為果實未成熟狀態、黑色為果實成熟狀態)(續)

物種名	年度	月份											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
白背芒	2015		■			■							■
	2016	■	■	■	■						■	■	
	2017												
枇杷葉灰木	2015										■		
	2016						■						
	2017			■									
阿里山忍冬	2015								■	■	■	■	■
	2016												
	2017												
山薔薇	2015			■			■	■	■	■	■	■	■
	2016	■	■				■	■	■	■	■	■	■
	2017												
阿里山天胡荽	2015					■							
	2016								■				
	2017												
紅腺忍冬	2015												
	2016								■			■	
	2017	■	■										
野苧蒿	2015					■							
	2016												
	2017												
烏斂莓	2015						■		■	■	■	■	■
	2016												■
	2017												
海州常山	2015									■	■	■	■
	2016									■	■	■	■
	2017	■	■										
冇骨消	2015		■										■
	2016												
	2017												
粗毛柃木	2015					■	■	■	■	■	■	■	■
	2016					■	■	■	■	■	■	■	■
	2017		■	■	■								
蜜蜂花	2015							■					
	2016								■	■	■	■	■
	2017	■		■									

圖 2-8 雪見遊憩區 2015 年 2 月至 2017 年 3 月結實物候譜。(灰色為果實未成熟狀態、黑色為果實成熟狀態)(續)

物種名	年度	月份											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
臺灣懸鈎子	2015									■	■	■	
	2016									■	■	■	
	2017												
早田氏柃木	2015					■	■	■	■	■	■	■	■
	2016	■				■	■	■	■	■			■
	2017	■	■	■									
蔓茄	2015						■			■			■
	2016	■	■										
	2017												
白珠樹	2015												■
	2016								■			■	
	2017												
狗筋蔓	2015		■			■	■	■	■	■	■	■	■
	2016						■	■	■	■	■	■	■
	2017												
雨傘仔	2015				■							■	■
	2016												
	2017												
南燭	2015											■	■
	2016									■	■	■	■
	2017												
波葉山螞蝗	2015										■	■	■
	2016									■	■	■	■
	2017												
大花咸豐草	2015						■	■	■	■	■		■
	2016	■		■						■			
	2017			■									
阿里山五味子	2015			■		■	■	■	■	■	■	■	■
	2016						■	■	■	■	■	■	■
	2017												
串鼻龍	2015											■	■
	2016									■	■	■	■
	2017												
柱果鐵線蓮	2015									■	■	■	■
	2016			■								■	■
	2017			■									

圖 2-8 雪見遊憩區 2015 年 2 月至 2017 年 3 月結實物候譜。(灰色為果實未成熟狀態、黑色為果實成熟狀態)(續)

物種名	年度	月份											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
棣慕華鳳仙花	2015									■			
	2016									■	■		
	2017												
臺灣樹參	2015										■	■	■
	2016										■	■	■
	2017												
睫穗蓼	2015												
	2016												■
	2017												
臺灣蛇莓	2015		■						■	■	■	■	■
	2016		■						■	■	■	■	■
	2017		■						■	■	■	■	■
紫莖牛膝	2015		■										
	2016	■	■							■	■	■	■
	2017	■											
天胡荽	2015		■						■	■	■	■	■
	2016				■	■	■	■	■	■	■	■	■
	2017		■										
菱葉柃木	2015					■	■	■	■	■	■	■	■
	2016				■	■	■	■	■	■	■	■	■
	2017		■										
杏葉石櫟	2015								■	■	■	■	■
	2016	■										■	■
	2017												
大扁雀麥	2015					■							
	2016									■			
	2017												
糯米糰	2015												
	2016									■			
	2017												
三葉山香圓	2015						■						
	2016												
	2017												
三葉崖爬藤	2015								■	■	■	■	■
	2016				■	■	■	■	■	■	■	■	■
	2017												

圖 2-8 雪見遊憩區 2015 年 2 月至 2017 年 3 月結實物候譜。(灰色為果實未成熟狀態、黑色為果實成熟狀態。(續)

物種名	年度	月份											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
乞食碗	2015						■						
	2016												
	2017												
小花鼠刺	2015												
	2016											■	
	2017												
米飯花	2015												■
	2016	■											
	2017												
長果紅淡比	2015		■										
	2016												
	2017												
香桂	2015								■				
	2016												
	2017												
琉璃草	2015												
	2016								■	■			
	2017												
無梗忍冬	2015												
	2016									■			
	2017												
硬齒獼猴桃	2015												
	2016								■		■		
	2017												
錐果櫟	2015												
	2016											■	
	2017												
巒大越橘	2015								■			■	
	2016									■			
	2017												
木荷	2015						■				■	■	
	2016				■					■	■	■	
	2017												
蠟子草	2015									■	■	■	
	2016										■	■	
	2017											■	

圖 2-8 雪見遊憩區 2015 年 2 月至 2017 年 3 月結實物候譜。(灰色為果實未成熟狀態、黑色為果實成熟狀態)(續)

物種名	年度	月份											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
柳杉	2015									■			
	2016												
	2017												
奧氏虎皮楠	2015									■			
	2016												
	2017												
臺灣百合	2015										■		
	2016												
	2017												
求米草	2015										■	■	■
	2016	■								■			
	2017												
黃花三七草	2015										■		
	2016												
	2017												
臺灣馬蘭	2015		■										
	2016												
	2017	■											
臺灣澤蘭	2015		■									■	■
	2016	■											
	2017		■										
玉山胡頹子	2015											■	■
	2016												
	2017												
臺灣青木香	2015		■										■
	2016	■									■	■	■
	2017	■	■	■									
大頭茶	2015												
	2016						■				■		
	2017												
咬人貓	2015												
	2016												
	2017			■									
秋分草	2015												
	2016	■										■	
	2017												

圖 2-8 雪見遊憩區 2015 年 2 月至 2017 年 3 月結實物候譜。(灰色為果實未成熟狀態、黑色為果實成熟狀態)(續)

物種名	年度	月份												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
虎杖	2015												■	■
	2016		■	■									■	■
	2017			■	■									
假桧木	2015													
	2016												■	■
	2017			■	■									
臺灣格柵	2015													
	2016				■	■	■	■	■					
	2017													
蛇根草	2015						■	■	■					
	2016													
	2017													
佩羅特木	2015					■	■	■	■					
	2016						■	■	■	■	■	■	■	■
	2017				■	■								
紅果薑	2015		■	■			■	■	■	■	■	■	■	■
	2016	■	■	■	■					■	■	■	■	■
	2017	■	■	■	■									
臺灣山桂花	2015		■	■		■	■	■	■					
	2016													
	2017													
臺灣菝葜	2015													
	2016	■	■											
	2017													
小蔓黃菀	2015											■	■	
	2016													
	2017													
玉山肺形草	2015													
	2016													■
	2017													
裡白椴木	2015											■	■	
	2016												■	■
	2017													
弓果黍	2015		■	■									■	■
	2016	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	2017													

圖 2-8 雪見遊憩區 2015 年 2 月至 2017 年 3 月結實物候譜。(灰色為果實未成熟狀態、黑色為果實成熟狀態)(續)

物種名	年度	月份											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
亨利氏鐵線蓮	2015												
	2016												
	2017			■									
金毛杜鵑	2015												
	2016						■						
	2017												
菁芳草	2015												■
	2016												■
	2017												■
臺灣烏心石	2015											■	
	2016											■	
	2017											■	
臺灣鬼督郵	2015												■
	2016					■					■		
	2017												
臺灣山芙蓉	2015		■										
	2016		■										
	2017		■										
日本假蓬	2015											■	
	2016											■	
	2017											■	
玉山茄	2015												
	2016	■					■	■	■	■	■	■	■
	2017	■	■										
刺懸鈎子	2015											■	
	2016											■	
	2017											■	
美洲假蓬	2015						■					■	
	2016						■					■	
	2017											■	
葶藶	2015												■
	2016					■							
	2017												
中國柃木	2015												■
	2016									■			
	2017												

圖 2-8 雪見遊憩區 2015 年 2 月至 2017 年 3 月結實物候譜。(灰色為果實未成熟狀態、黑色為果實成熟狀態)(續)

物種名	年度	月份												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
日本山桂花	2015													■
	2016													
	2017													
牛膝	2015												■	■
	2016													
	2017													
光果龍葵	2015													■
	2016												■	
	2017	■	■	■										
棕葉狗尾草	2015										■	■		
	2016	■										■	■	■
	2017	■												
短尾葉石櫟	2015													■
	2016	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	2017			■										
落新婦	2015												■	■
	2016										■	■	■	■
	2017													
臺灣灰木	2015								■					
	2016										■	■		
	2017													
臺灣草莓	2015													■
	2016	■		■										
	2017													
大葉南蛇藤	2015						■	■						
	2016										■	■		
	2017	■												
小椒草	2015		■	■										
	2016													
	2017													
山肉桂	2015										■	■		
	2016										■	■		
	2017													
山豆柿	2015								■					
	2016										■	■		
	2017													

圖 2-8 雪見遊憩區 2015 年 2 月至 2017 年 3 月結實物候譜。(灰色為果實未成熟狀態、黑色為果實成熟狀態)(續)

物種名	年度	月份											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
山桐子	2015						■						■
	2016	■					■	■	■	■	■	■	■
	2017	■		■									
正藤木櫛	2015							■					
	2016								■	■			
	2017												
尖葉槭	2015						■	■	■	■	■	■	■
	2016		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	2017	■	■	■	■								
竹葉草	2015											■	■
	2016										■	■	■
	2017												
高山新木薑子	2015								■				
	2016									■			
	2017												
臺灣山枇杷	2015						■	■	■	■	■	■	■
	2016									■	■	■	■
	2017		■										
臺灣粗榧	2015								■				
	2016						■	■	■	■	■	■	■
	2017												
燈心草	2015						■	■					
	2016							■					
	2017												
山茼蒿	2015												
	2016	■											
	2017												
臺灣蘋果	2015												
	2016	■											
	2017												
玉山卷耳	2015												
	2016					■							
	2017												
蛇莓	2015												
	2016						■	■	■	■	■	■	■
	2017			■									

圖 2-8 雪見遊憩區 2015 年 2 月至 2017 年 3 月結實物候譜。(灰色為果實未成熟狀態、黑色為果實成熟狀態)(續)

物種名	年度	月份											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
毛刺懸鈎子	2015												
	2016												
	2017												
玉山糯米樹	2015												
	2016												
	2017												
異葉珍珠菜	2015												
	2016												
	2017												
鈎柱毛茛	2015												
	2016												
	2017												
羽唇指柱蘭	2015												
	2016												
	2017												
石吊蘭	2015												
	2016												
	2017												
刺莓	2015												
	2016												
	2017												
臺灣肺形草	2015												
	2016												
	2017												
玉山毛蓮菜	2015												
	2016												
	2017												
兔兒菜	2015												
	2016												
	2017												
苦蕒菜	2015												
	2016												
	2017												
森氏鐵線蓮	2015												
	2016												
	2017												

圖 2-8 雪見遊憩區 2015 年 2 月至 2017 年 3 月結實物候譜。(灰色為果實未成熟狀態、黑色為果實成熟狀態)(續)

物種名	年度	月份											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
赤車使者	2015												
	2016					■	■	■	■				
	2017												
南投菝葜	2015					■	■	■	■				
	2016												
	2017												
雙花龍葵	2015												
	2016							■	■				
	2017												
銳葉高山櫟	2015							■	■				
	2016								■	■			
	2017												
長柄冷水麻	2015												
	2016									■	■		
	2017												
威靈仙	2015												
	2016								■	■			
	2017												
臺灣槲木	2015												
	2016											■	■
	2017												
苗栗崖爬藤	2015		■	■						■	■		
	2016	■	■	■					■	■	■		
	2017	■		■	■								
光葉葡萄	2015												
	2016									■	■		
	2017												
阿里山茵芋	2015												
	2016												■
	2017	■											
阿里山榆	2015				■	■							
	2016												
	2017												
臺灣紅榨槭	2015			■	■	■	■	■	■	■			
	2016							■	■	■	■		
	2017												

圖 2-8 雪見遊憩區 2015 年 2 月至 2017 年 3 月結實物候譜。(灰色為果實未成熟狀態、黑色為果實成熟狀態)(續)

物種名	年度	月份											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
紅梅消	2015			■									
	2016												
	2017												
臺灣黃杞	2015			■									
	2016											■	
	2017												
臺灣及己	2015			■									
	2016												
	2017												
蓬萊天南星	2015						■	■					
	2016								■				
	2017												
狹葉櫟	2015							■	■	■	■	■	■
	2016									■			
	2017												
細葉菝契	2015			■									
	2016												
	2017												
風藤	2015									■			
	2016												
	2017												
角花烏欒莓	2015											■	
	2016												
	2017												
綠樟	2015									■			
	2016												
	2017												
山漆	2015												
	2016	■								■		■	
	2017												
大武牛尾菜	2015												
	2016						■						
	2017												
川上氏薑	2015												
	2016									■			
	2017												

圖 2-8 雪見遊憩區 2015 年 2 月至 2017 年 3 月結實物候譜。(灰色為果實未成熟狀態、黑色為果實成熟狀態)(續)

物種名	年度	月份											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
紫花地丁	2015												
	2016									■			
	2017												
大花忍冬	2015												
	2016									■			
	2017												
裡白忍冬	2015												
	2016									■			
	2017												
叢花百日青	2015												
	2016									■	■	■	■
	2017	■											
土肉桂	2015												
	2016										■		
	2017												
紅檜	2015												
	2016										■		
	2017												
俄氏柿	2015												
	2016											■	
	2017	■											
香杉	2015												
	2016											■	
	2017												
圓葉冬青	2015												
	2016											■	
	2017												
大葉石櫟	2015												
	2016												■
	2017	■	■	■									
臺灣常春藤	2015												
	2016												
	2017			■									
臺灣槲寄生	2015												
	2016												
	2017			■									

圖 2-8 雪見遊憩區 2015 年 2 月至 2017 年 3 月結實物候譜。(灰色為果實未成熟狀態、黑色為果實成熟狀態)(續)

二、雪見遊憩區種數優勢科之開花結實表現

於 2015 年 2 月至 2017 年 3 月期間，開花結實種數最多的前 3 科，有 34 種菊科、26 種薔薇科及 16 種蕁麻科，以下分別彙整各科各物種之開花結實狀態，並逐一進行說明與討論。

菊科物種開花、結實並未有明顯的季節分布，菊科在研究區域內全年皆有開花種類，開花類型可大至區分成持續型開花與年度開花；持續型開花種類有昭和草 (*Crassocephalum crepidioides*)、白花鬼針 (*Bidens pilosa*)、小白花鬼針 (*Bidens pilosa* var. *minor*)、粗毛小米菊 (*Galinsoga quadriradiata*)、加拿大蓬 (*Conyza canadensis*)、茯苓菜 (*Dichrocephala integrifolia*)與黃鵪菜 (*Youngia japonica*) 等；年度開花種類多集中在秋冬季開花，例如臺灣馬蘭 (*Aster taiwanensis*)、臺灣澤蘭 (*Eupatorium formosanum*)、臺灣青木香 (*Saussurea deltoidea*)等。相較於高山地區環境嚴苛，菊科植物花期、果期多集中於 7-9 月 (曾喜育等, 2013; 吳佳穎等, 2013)，雪見遊憩區屬於溫帶的氣候類型，全年皆有物種處於開花或結實的狀態 (圖 2-9)。

物種	年度	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
昭和草	2015		○	○	○		◎	●	○	◎		○	○
	2016	◎											◎
	2017	◎	◎	◎									
白花鬼針	2015		◎	○		○	○	○	◎	◎		◎	◎
	2016	◎	◎	◎			◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	2017	◎	◎	◎									
粗毛小米菊	2015		○			○	○	○		○	○	◎	○
	2016	○		○		○	◎	◎	○	○	○	○	○
	2017	○	○	○									
茯苓菜	2015		○			○	◎	●	◎	○	○	○	○
	2016	○			○	○	◎	○	○	◎	◎	○	○
	2017	○	○	○									
加拿大蓬	2015		◎			◎	●	○					
	2016							○		◎	○		○
	2017												
蔓黃菀	2015		◎	●									◎
	2016	◎	○	●							○	○	○
	2017	○	◎	◎									
山苦蕒	2015				○	○	○	○	○	○			○
	2016						○	○	◎	◎	◎	●	
	2017												

圖 2-9 雪見遊憩區 2015 年 2 月至 2017 年 3 月菊科植物開花、結實物候譜。

(○為開花，●為結實，◎代表開花、結實 2 者兼具)

物種	年度	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
小白花鬼針	2015					◎	◎	○		◎	○	◎	◎
	2016	◎		○		○	◎	○	◎	◎		○	◎
	2017	○	◎	○									
黃鶴菜	2015					○	○	○				◎	○
	2016				○	◎					◎		○
	2017	◎											
黃菀	2015					○	○	○				◎	
	2016						○	○	◎				○
	2017												
鼠麴草	2015					◎	◎		○	○	○	○	○
	2016	○							○	○	○	○	○
	2017		○	◎									
大花咸豐草	2015						◎		◎	◎			◎
	2016	◎		●					◎				
	2017			◎									
黃花三七草	2015									○	◎	○	○
	2016	○									○	○	
	2017												
臺灣馬蘭	2015		●							○	○	○	○
	2016	○							○			○	○
	2017	●	○	○									
臺灣澤蘭	2015		●							○	○	◎	◎
	2016	●								○	○	○	○
	2017		◎	○									
臺灣青木香	2015		●							○	○		●
	2016	●									●	◎	●
	2017	●	●	●									
秋分草	2015									○		○	○
	2016	●								○		●	
	2017												
臺灣鬼督郵	2015											○	◎
	2016				○	◎					●		
	2017												
日本假蓬	2015											◎	
	2016												
	2017												
美洲假蓬	2015						●					◎	●
	2016						◎		○				
	2017												
山茼蒿	2015												
	2016	◎					○						
	2017	○											
紫花霍香薊	2015												
	2016							○					
	2017	○	○	○									

圖 2-9 雪見遊憩區 2015 年 2 月至 2017 年 3 月菊科植物開花、結實物候譜。(○為開花，●為結實，◎代表開花、結實 2 者兼具)(續)

物種	年度	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
兔兒菜	2015												
	2016								◎				
	2017			○									
苦蕒菜	2015												
	2016												
	2017			◎									
紅面番	2015		○				○						
	2016												
	2017												
野苧蒿	2015					◎							
	2016												
	2017												
煙管草	2015							○					
	2016												
	2017												
飛機草	2015								○				
	2016												
	2017												
小蔓黃菀	2015										◎		
	2016												
	2017												
黃金珠	2015											○	
	2016								○	○			
	2017												
玉山毛蓮菜	2015												
	2016												
	2017			◎									
小舌菊	2015												
	2016		○										
	2017												
匙葉鼠麴草	2015												
	2016					○							
	2017												
矮菊	2015												
	2016										○		
	2017												

圖 2-9 雪見遊憩區 2015 年 2 月至 2017 年 3 月菊科植物開花、結實物候譜。(○為開花，●為結實，◎代表開花、結實 2 者兼具)(續)

薔薇科的物種中以薄瓣懸鉤子 (*Rubus piptopetalus*) 具有最長的花期，從 5- 間均有開花現象，花期持續 6 個月以上；山櫻花 (*Prunus campanulata*)、高粱泡 (*Rubus lambertianus*)、臺灣草莓 (*Fragaria hayatai*) 集中於冬季至春季間 (約為 11 月至翌年 4 月) 開花 (圖 2-10)；玉山、雪山等高山地區氣候較雪見低溫，薔薇科植物開花、結實期多集中在春夏季 (吳佳穎等，2013；曾喜育等，2013)。

物種	年度	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
山櫻花	2015		○	◎	◎		●					○	○
	2016	○		○	◎	●							
	2017	○	○	◎									
薄瓣懸鉤子	2015		○			○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	2016	◎	●		○		○	○	◎	◎	◎		
	2017		○										
高粱泡	2015		○									●	◎
	2016	○				○					●		○
	2017												
刺花懸鉤子	2015		○										
	2016					○	◎						
	2017	○		○									
墨點櫻桃	2015			○	○		●	●					
	2016					○	●	●	●	●	●	●	
	2017												
變葉懸鉤子	2015			○		◎							
	2016							◎					
	2017												
臺灣笑靨花	2015			○									
	2016				○								
	2017												
刺萼寒莓	2015				○	◎	○	◎	●				
	2016					○	○	◎	◎	●			
	2017												
苦懸鉤子	2015				○	◎	●						
	2016				○		○	○					
	2017												
梨葉懸鉤子	2015				○						○		
	2016								●				
	2017												
玉山假沙梨	2015				○								
	2016							●			●		●
	2017		●	●									
斯氏懸鉤子	2015					○	◎	◎	◎			○	
	2016	○		○		○	○	◎	●				
	2017												
山薔薇	2015			●		○	●	●			●	●	●
	2016	●	●			○	◎				●	●	●
	2017												
臺灣懸鉤子	2015						○	○	●	●	○		
	2016			○				○	◎	◎			
	2017												
小蔥葉懸鉤子	2015						○	○					
	2016												
	2017												

圖 2-10 雪見遊憩區 2015 年 2 月至 2017 年 3 月薔薇科植物開花、結實物候譜。

(○為開花，●為結實，◎代表開花、結實 2 者兼具)

物種	年度	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
臺灣蛇莓	2015		●					◎		◎	○	◎	
	2016		◎		○	○				○			
	2017		◎										
臺灣草莓	2015												◎
	2016	◎	○	◎					○				
	2017												
臺灣山枇杷	2015						●	●			●	●	
	2016				○	○					●	●	
	2017		◎	○									
臺灣蘋果	2015												
	2016	●		○									
	2017												
蛇莓	2015												
	2016						◎	◎	●		◎	◎	◎
	2017			◎									
刺莓	2015												
	2016											◎	◎
	2017	●	◎	◎									
鬼懸鉤子	2015			○									
	2016												
	2017												
刺懸鉤子	2015											◎	
	2016												
	2017												
毛刺懸鉤子	2015												
	2016						○	◎					
	2017												
桑葉懸鉤子	2015												
	2016												
	2017	○											
紅梅消	2015			●									
	2016												
	2017												

圖 2-10 雪見遊憩區 2015 年 2 月至 2017 年 3 月薔薇科植物開花、結實物候譜。(○為開花，●為結實，◎代表開花、結實 2 者兼具)(續)

蕁麻科整體物種花期沒有集中於某些季節的情形，其中，野牡丹葉冷水麻 (*Pilea melastomoides*) 具有最長花期，2015 年花期自 5 月起至 12 月，持續超過 6 個月；蠍子草 (*Girardinia diversifolia*)、咬人貓 (*Urtica thunbergiana*) 具有較為規律的花期，蠍子草 2015、2016 年皆在 8 月開花，並於 1-2 個月後出現結實，咬人貓則在 11-12 月開花 (圖 2-11)。水麻 (*Debregeasia orientalis*) 在 1-2 月間開始花期，較梅峰地區 3-6 月提早 1-2 月 (伍淑惠，1999)，可能因比較研究於 1997-1998 年進行研究，隨暖化影響，平均氣溫升高，導致相同物種花期略有提早的趨勢。

物種	年度	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
水麻	2015		○	◎	◎	●	●	◎				◎	●
	2016	○	●	○	○								
	2017	◎	○	○									
野牡丹葉冷水麻	2015					○	○	○	○	○	◎	○	○
	2016	●							○	○	◎	●	○
	2017	●	○										
長梗紫麻	2015		●			◎		○	○				
	2016	○			○			◎	○		◎	●	●
	2017	●	●	●									
糯米糰	2015						○						○
	2016								○	◎		○	
	2017												
蠍子草	2015								○	●	◎		
	2016								○	○	●	●	
	2017												
咬人貓	2015									○		○	○
	2016	○										○	○
	2017	○		●									
冷清草	2015												○
	2016								○				
	2017	○											
赤車使者	2015												
	2016			○	○	◎		●					
	2017												
長柄冷水麻	2015												
	2016								○	◎			
	2017												
闊葉樓梯草	2015					○		○					
	2016												
	2017												
絨莖樓梯草	2015					○							
	2016												
	2017												
裂葉樓梯草	2015						○						
	2016								○				
	2017												
長葉苧麻	2015								○				
	2016												
	2017												

圖 2-11 雪見遊憩區 2015 年 2 月至 2017 年 3 月蕁麻科植物開花、結實物候譜。

(○為開花，●為實 2 者兼具)

物種	年度	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
水雞油	2015									○			
	2016												
	2017												
短角冷水麻	2015												
	2016								○				
	2017												
長梗盤花麻	2015												
	2016									○			
	2017												

圖 2-11 雪見遊憩區 2015 年 2 月至 2017 年 3 月蕁麻科植物開花、結實物候譜。(○為開花，●為實 2 者兼具)(續)

三、開花物候模式

生物組織層譜的階級組成十分眾多，一般生態學的研究範圍包含生物體以上的各層級，亦即生物體、族群及社會 3 層級 (劉崇瑞和蘇鴻傑，1983)。欲瞭解區域性之物候狀態，除了各物種及整區域開花韻律外，亦須考慮授粉者與植物間的交互作用，因此參考過往研究 (Newstrom *et al.*, 1994)，探討雪見遊憩區開花韻律模式。

本研究依 Newstrom *et al.* (1993) 植物開花韻律表現，分別劃分成持續型 (Continual)、多次型 (Sub annual) 及年度型 (Annual) 等 3 類進行探討。

持續型：此類型植物在 1 年內幾乎每月皆有開花現象，僅在少數月份無觀察紀錄，開花時序在不同年度間受氣候影響甚少；代表物種有風輪菜 (*Clinopodium umbrosum*)、火炭母草 (*Polygonum chinense*)、粗毛小米菊等 (圖 2-12)。Newstrom 等人 (1993) 提及該型式除上述特性外，開花強度有隨季節更替而變動的情形。

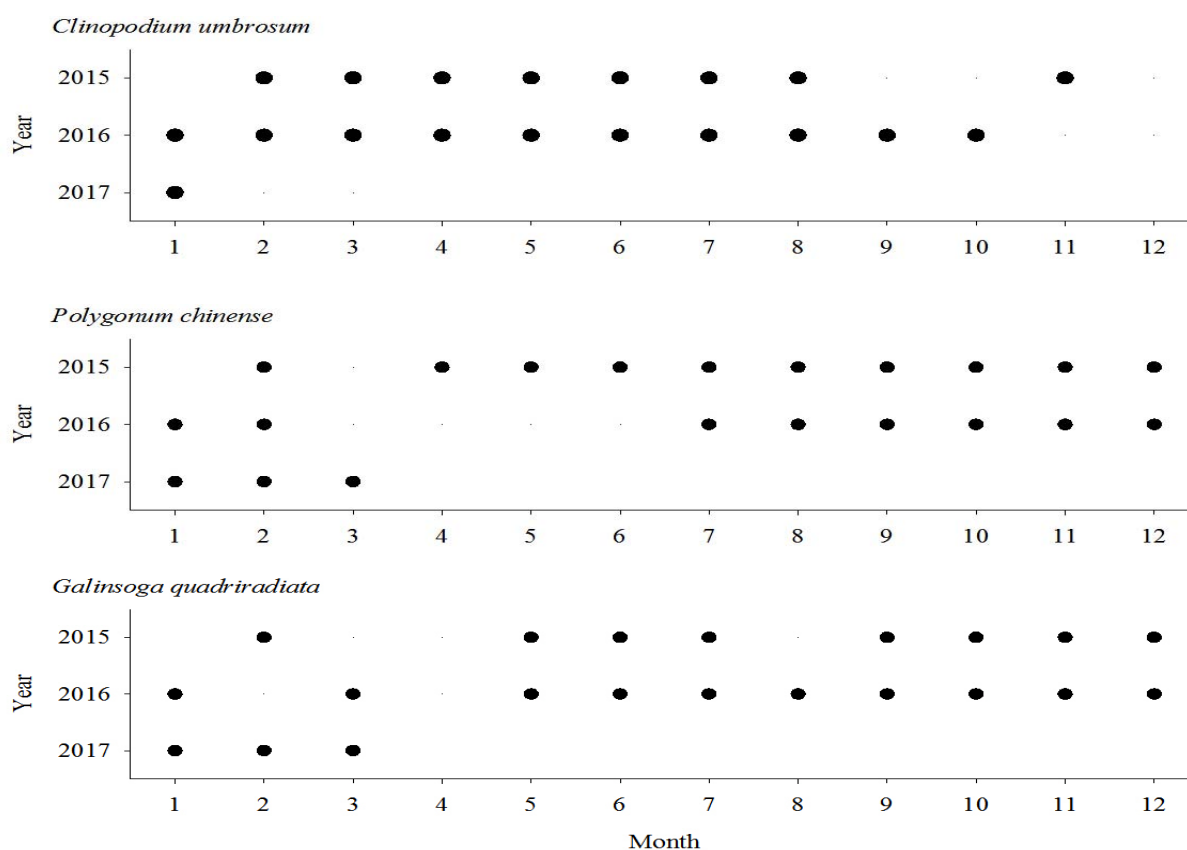


圖 2- 12 雪見遊憩區 2015 年 2 月至 2017 年 3 月風輪菜(*Clinopodium umbrosum*)、火炭母草(*Polygonum chinense*)、粗毛小米菊(*Galinsoga quadriradiata*)開花時序圖。

(黑色實心圓圈為當月具有花苞、盛花或花謝狀態；黑點為當月無任何紀錄)

多次型：此類植物在1年內有多次的開花週期（從花苞至花謝為一週期），且開花的時間點、持續時間與規律性等每年可能有差異，並無一定的規律性(Newstrom, 1994)；加拿大蓬在2015年有2次開花週期(2月及5-7月)，2016年則出現2開花週期，分別為9-10月與12月；絞股藍(*Gynostemma pentaphyllum*)在2年間的開花韻律並不相同；飛龍掌血(*Toddalia asiatica*)在週期數或開花時間皆隨不同年度而有所變化，2015年呈現2個開花週期，分別在2月、8月及11-12月，2016年具2個週期，分別為1月與11-12月，2017年截至3月為止已記錄1個週期(圖2-13)。

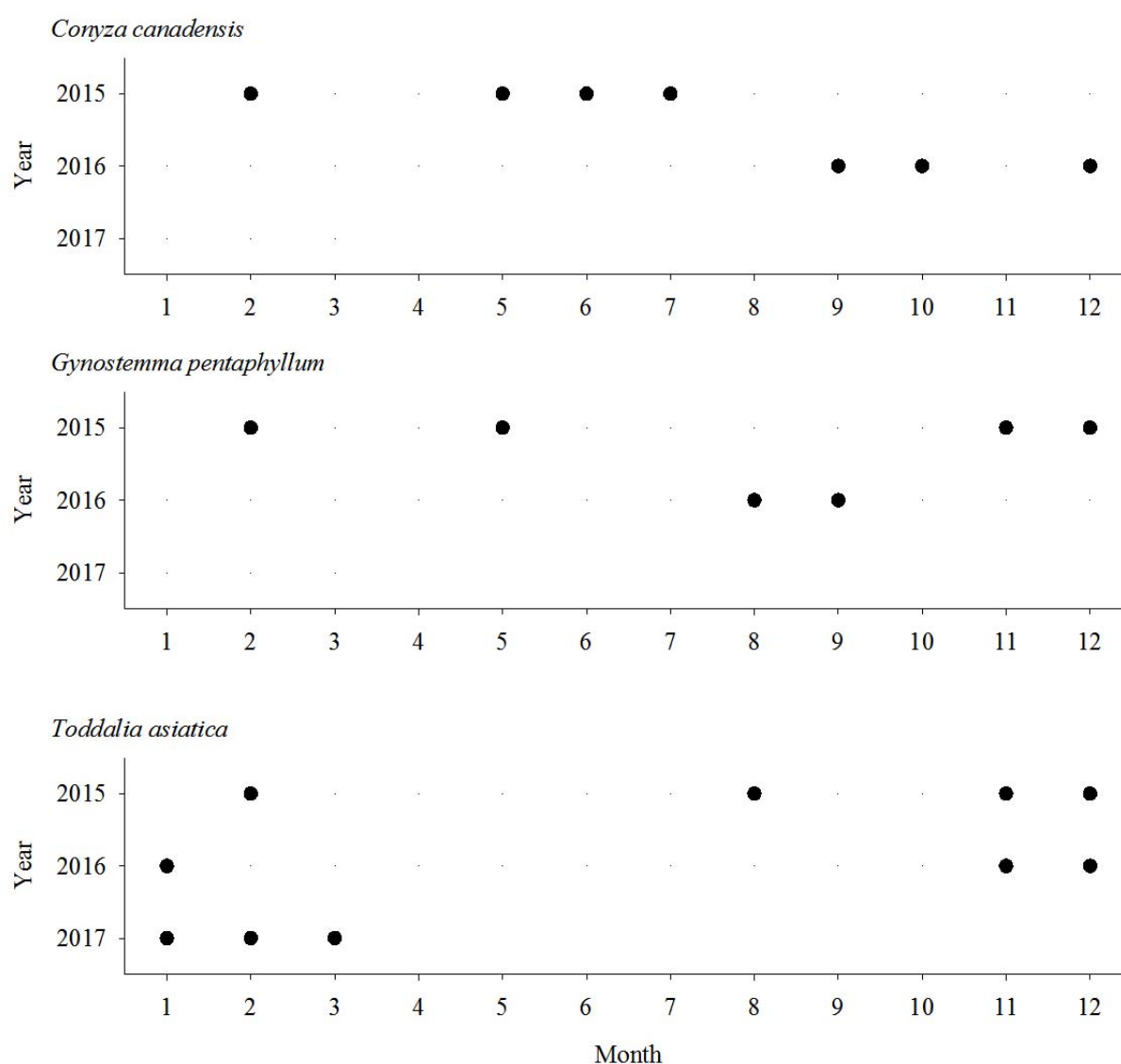


圖 2-13 雪見遊憩區 2015 年 2 月至 2017 年 3 月加拿大蓬(*Conyza canadensis*)、絞股藍(*Gynostemma pentaphyllum*)、飛龍掌血(*Toddalia asiatica*)開花時序圖。(黑色實心圓圈為當月具有花苞、盛花或花謝狀態；黑點為當月無任何紀錄)

年度型：此類植物每年的開花韻律較為穩定，各年度花期開始之時間落差 1-2 月。大葉溲疏 (*Deutzia pulchra*) 2015 年在 4 月開始花期 6 月結束，2016 年在 5 月開始花期 7 月結束，於觀察中發現 2 年度開花起始時間間隔 1 個月；臺灣二葉松 (*Pinus taiwanensis*) 亦有相似的結果出現；海州常山 (*Clerodendrum trichotomum*) 2015 年開花期為 6-11 月共計開花 6 個月，9 月期間可能因族群開花數量較少導致該月無紀錄，2016 年在 8 月開始花期至 2017 年 1 月結束，持續開花 6 個月，2016 年花期起始約延遲 2 個月。年度型開花植物與其他開花類型相較下，具有開花起時期穩定，開花持續時間穩定等特徵 (圖 2-14)。

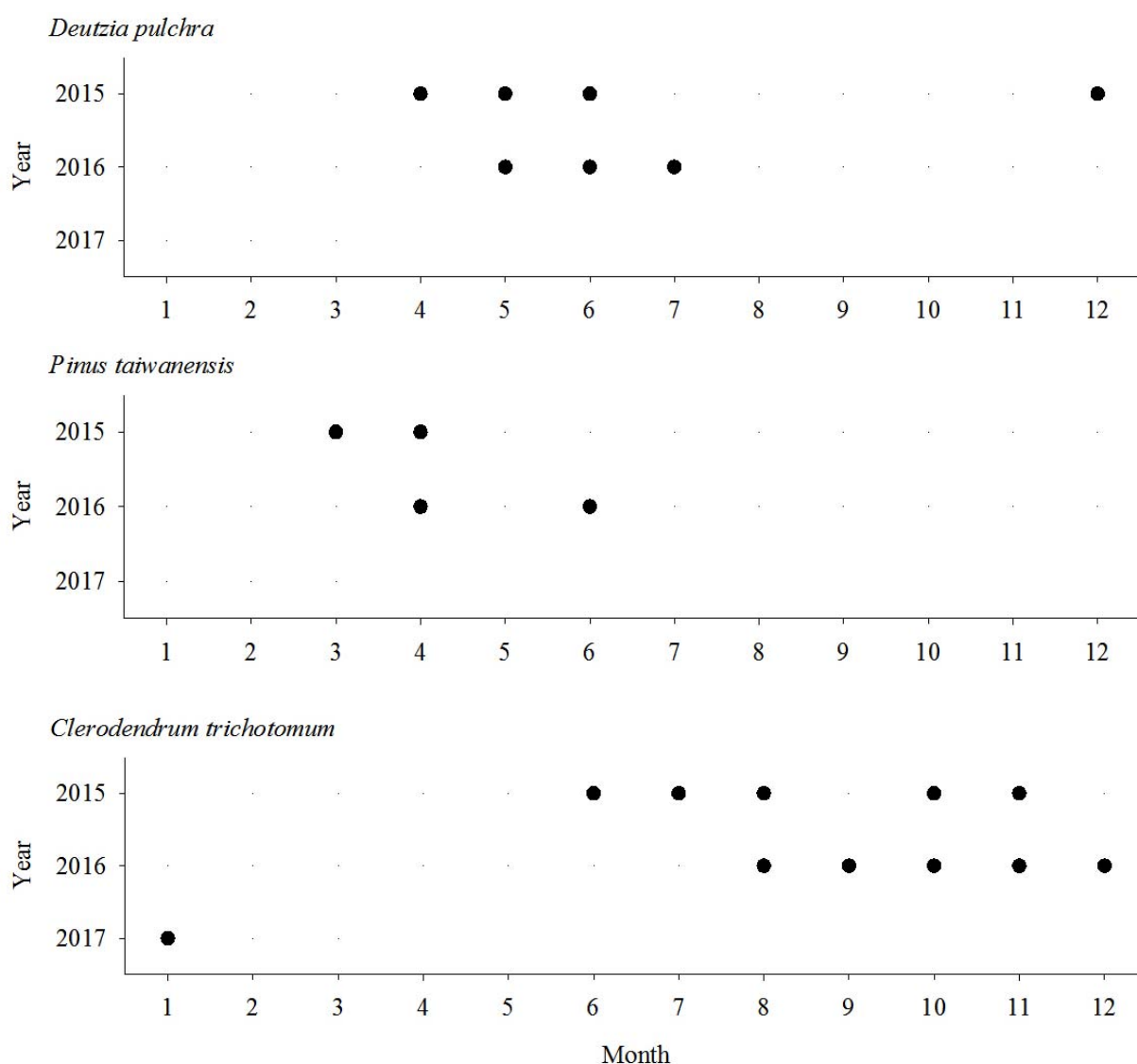


圖 2-14 雪見遊憩區 2015 年 2 月至 2017 年 3 月大葉溲疏(*Deutzia pulchra*)、臺灣二葉松(*Pinus taiwanensis*)、海州常山(*Clerodendrum trichotomum*)開花時序圖。(黑色實心圓圈為當月具有花苞、盛花或花謝狀態；黑點為當月無紀錄)

多個低地雨林研究已對整體區域之開花模式進行相關探討 (Alercar *et al.*, 1978; Dieterlen, 1978; Koelmeyer, 1959; Meday, 1972; Putz, 1979; Schaik, 1986)，得知個體與族群階層無法提供完整區域的物種多樣性、開花模式訊息；故本研究計算雪見遊憩區 2015 年 2 月至 2017 年 3 月記錄 302 種開花植物的開花韻律物種數；其中，屬於持續型開花的有 16 種 (占總數 5%)、多次型有 36 種 (12%)、年度型 206 種 (68%)，此外尚有 44 種 (15%) 因觀測時間不足、開花次數少或花期短暫等因素，無法明確判斷該物種的開花韻律 (圖 2-15)。

溫帶森林植物族群的開花模式主要集中於年度型 (Noma and Yumoto, 1997; Powlesland *et al.*, 1985; Ramirez and Armesto, 1994; Aizen and Vázquez, 2006)，而影響社會階層輪廓的因子包含氣溫、降水及植物組成等，雪見遊憩區的社會階層以年度型開花植物佔優勢，與溫帶森林的社會階層較為相似 (Ramirez and Armesto, 1994)。與研究區類似中海拔氣候環境，且植物組成相似的梅峰地區(伍淑惠，1999) 比較發現，梅峰地區社會階層的開花韻律同樣以年度型為主，3 種開花模式中，年度型占 75%，持續型和多次型所占比例皆不到 20% (圖 2-15)。屬於年度型開花韻律的社會階層在溫帶地區森林中十分常見 (Ramirez and Armesto, 1994; Aizen and Vázquez, 2006)，亦為瞭解最多的社會階層，雪見、梅峰地區的社會階層雖同樣為年度型模式，但其組成上與國外的溫帶森林並不一致，溫帶地區的植物種多具有物候事件 (如：展葉、開花、落葉等) 集中的現象，因此森林在進入冬季時具有一明顯的休眠時節，此時依靠植物存活的昆蟲、動物亦會進入休眠狀態，相較下，雪見、梅峰地區全年氣溫變化雖與溫帶地區極為相似，但全年雨量豐富，且植物、昆蟲及動物間的休眠情形並不明顯，此可能反應臺灣位處亞熱帶地區的特殊性所致。

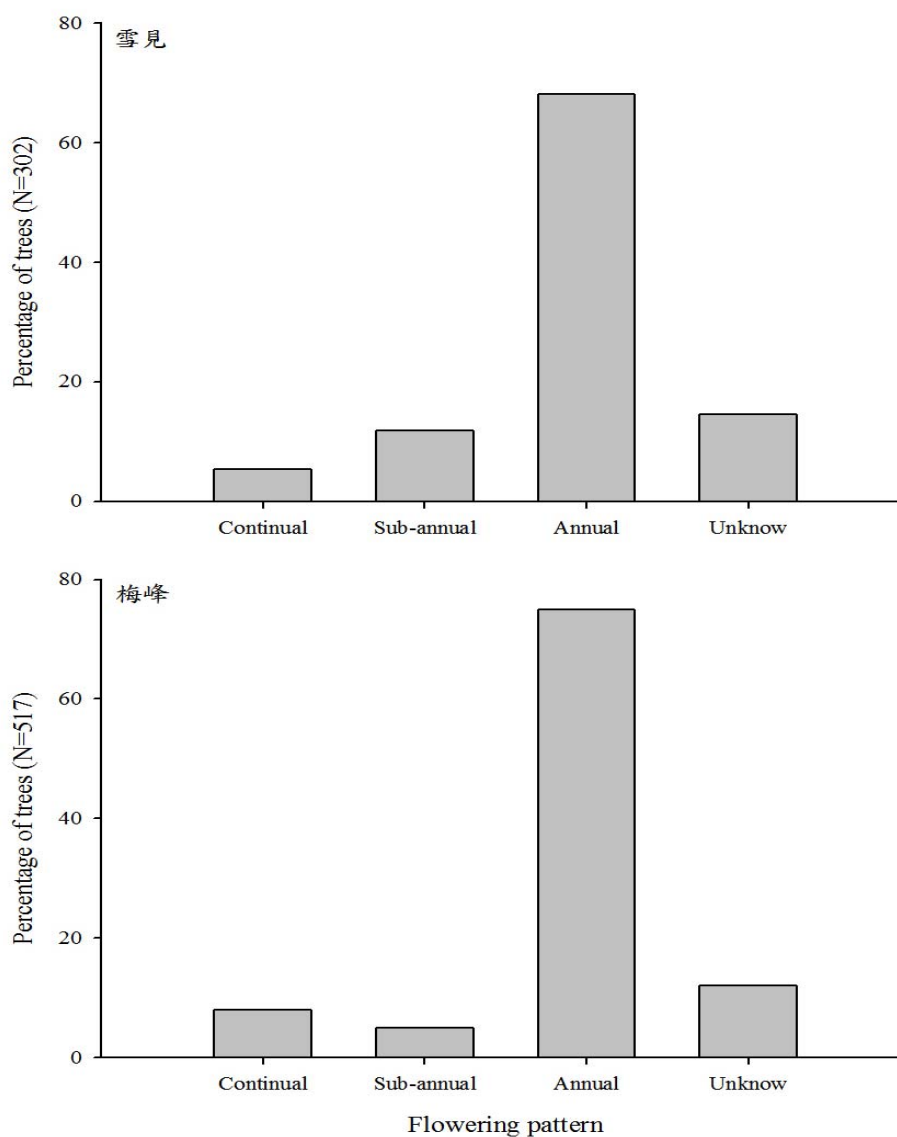


圖 2- 15 雪見遊憩區與梅峰地區(伍淑惠，1999)之植物開花韻律模式比較圖。
(Continual 為持續型、Sub-annual 為多次型、Annual 為年度型、Unknow 屬於未知或無法判斷的開花類型)

四、低溫對開花韻律之影響

(一)溫度變化對植物開花之影響

由於雪見遊憩區氣候站為新設氣象站，僅紀錄 2013 年 5 月至 2017 年 3 月資料，故以鄰近之馬都安氣象站（海拔約 850 m）配合對照使用。每月平均溫度經由該月每小時溫度資料進行平均所得，最低溫度與最高溫度為該月每小時紀錄最低及最高值。雪見氣象站在 2016 年 1 月 24 日紀錄到設站以來最低溫 -4.7°C （圖 2-16）；馬都安氣象站於 1991-2017 年 3 月間出現 1999 年 12 月 21 日 19:00 (-1.7°C) 與 2016 年 1 月 25 日 4:00 (-2.4°C)（圖 2-17）2 個明顯的低峰期（圖 2-17）。

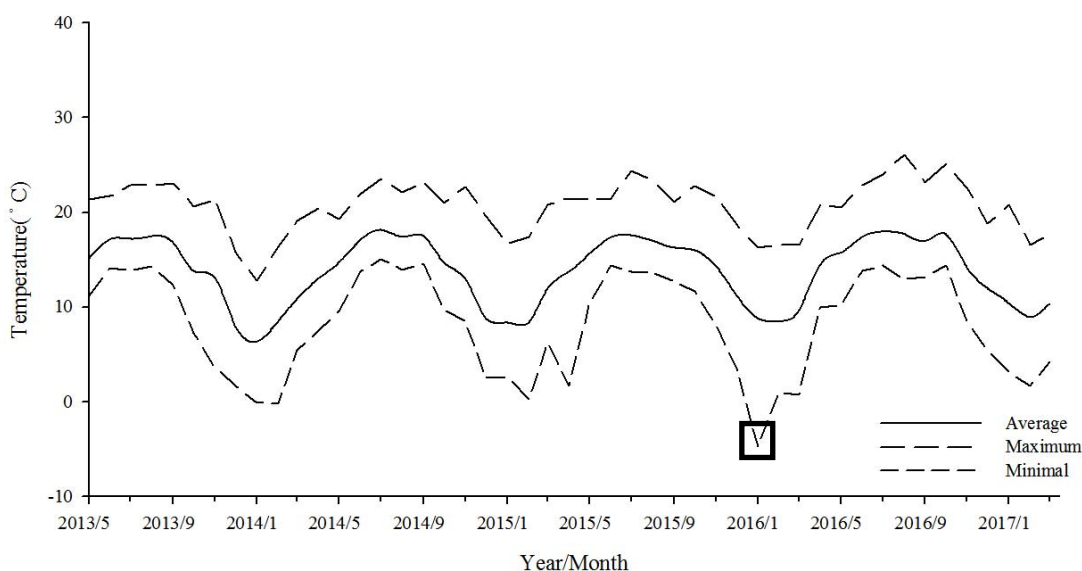


圖 2-16 雪見氣象站 2013 年 5 月至 2017 年 3 月，每月最低、平均、最高溫度圖。
（黑框為 2016 年 1 月 24 日 14:52 的低溫）

2015-2016 年為聖嬰現象，全球普遍出現高溫現象，然在 2016 年 1 月 22-27 日期間，臺灣各地出現極端低溫並達到全島型寒潮事件標準（李思瑩和盧孟明，2009、2016），海拔 600 m 以上低海拔山區出現極罕見的降雪現象，雪見遊憩區亦出現 0°C 以下的植物凍害現象（Frost damage）。Fuchigami *et al.* (1982)研究提及一段高溫時期後緊接著極端低溫，可能造成生物之生長及繁殖行為受到干擾，進而增加受害的風險。長期溫暖的天氣可能會促使當地植物芽體提早打破休眠狀態，進入快速生長階段（Arora *et al.*, 2004; Webster and Ebdon, 2005），使得植物更早進入對於溫度變異敏感的時期（如開花、展葉等時期），因此，在瞭解極端低溫的特殊性之後，有必要探討低溫來臨前溫暖時間持續的多寡，以利得知植物是否因環境變化而提早進入對於溫度敏感之階段。

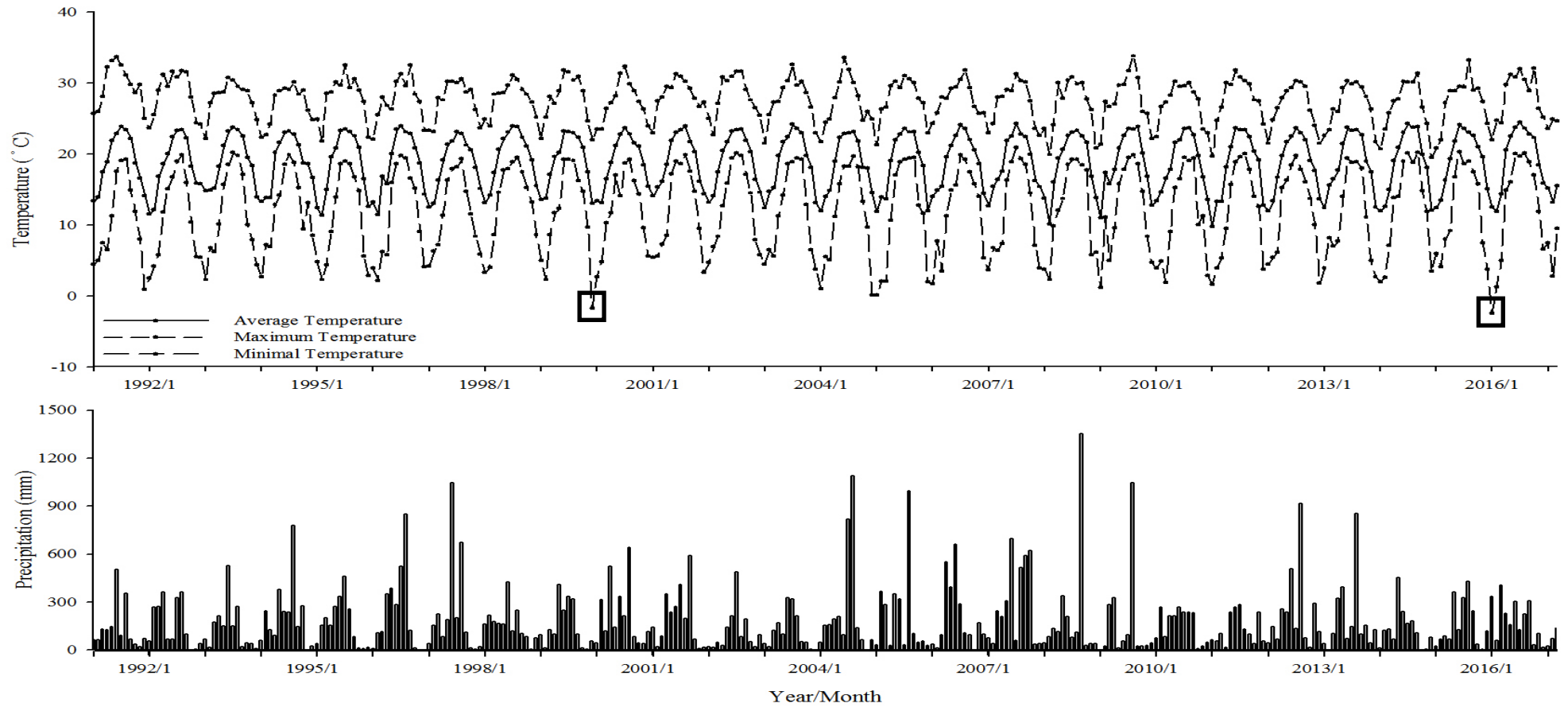


圖 2-17 馬都安氣象站 1991-2017 年 3 月每月最低、平均、最高溫度和降水量圖。
(黑框分別代表 1999 年 12 月 21 日 19:00(-1.7°C)與 2016 年 1 月 25 日 4:00(-2.4°C)的低溫。)

研究欲瞭解 2016 年 1 月 24 日極端低溫對植物的影響，在低溫事件發生前，2015 年 12 月至 2 月間 (冬季) 高溫持續的時間將成為促使植物芽體提早打破休眠開始發育的關鍵，在此以馬都安氣象站資料作為雪見遊憩區氣候變化對照參考，比對自 1991 年以來每年 12 月至翌年 2 月高溫持續時間。高溫持續時間的界定，以每年此一時期的溫度進行平均，取得 1991-2017 年此時期的平均溫度，並計算自 12 月起至翌年 2 月高於平均溫度的天數，作為該年度高溫所持續的時間。

雪見氣象站 2013-2016 年冬季平均溫度為 9.0°C，自 2013 年起冬季高於平均溫度的天數每年逐漸增加，2015 年冬季合計天數達到 58 日，2016 年則為 63 日 (表 2-3)，由於資料僅持續 4 年，並無法得之 2015 年冬季是否比過往維持更多高於平均的日數，因此藉馬都安氣象站的溫度資料，瞭解 2015 年冬季在 26 年來 (1991-2017 年) 是否為高於均溫天數較多的年份；馬都安氣象站冬季平均溫度為 14.1°C，由 1991 年至 2017 年的資料可以得知，每年冬季高於平均溫度的天數逐漸增加，2015 年的合計天數為 61 日，在 1991-2017 年間，合計天數超過 60 日的資料僅有 3 筆 (2012、2015、2016 年)，顯示 2015 年是在近 26 年中冬季高於平均溫度天數較多的年度。相較於其他年度，2015 年較長時間的溫暖冬季環境，可能促使雪見遊憩區植物芽體提早開始發育的機率增加，進而提早展葉、開花等物候；當植物體正處於開花、萌芽階段，對於低溫的耐受性相對休眠時期更低，此可能為 2016 年 1 月 24 日的極端低溫事件對於植物物候造成明顯影響的因素。

(二)損害判定

長時間的環境變化在植物物候表現的情形並沒有一致的反應與趨勢存在，即歷年環境因子的改變並不易在植物物候表現上觀察得知，但極端事件的發生 (如低溫凍害) 對於物種卻有強烈的影響性 (Augspurger, 2009; Gutschick and BassiriRad, 2003)。為瞭解植物在遭受低溫事件後之短期或立即性的反應，研究篩選於 2016 年 1 月具有花苞或呈現開花現象的物種，並確認開花時期橫跨 1 月 24 日低溫事件，研究區域內共有 54 種符合條件；其中，有 10 種 (19%) 開花或花苞不受影響，19 種 (35%) 部分花部遭受損害，25 種 (46%) 花部經損害後無恢復開花 (表 2-4)。

1. 開花或花苞不受影響

開花或花苞不受影響的種類有 5 種年度型、3 種持續型，以及 2 種多次型植物；臺灣灰木 (*Symplocos formosana*)、黃花酢醬草在極端低溫來臨前呈現花苞狀態 (圖 2-18)，此類植物花苞階段可能對極端低溫有較好的耐受性，但黃花酢醬草於 2015 年 12 月具有開花的觀察紀錄，2016 年 1 月僅記錄到花苞狀態，2 月過後仍持續有花

朵綻放，2017年1月亦出現上述情形，推測1月的花苞可能為生物體本身週期特性所致，其他物種在開花物候譜上皆沒有因為極端低溫而有花期中斷的情形（圖2-18）。

表 2-3 馬都安 1991-2016 年與雪見 2013-2016 年高溫天數統計表

氣象站	年\月	1	2	12	12月-翌年 2月合計	氣象 站	年\月	1	2	12	12月-翌年2 月合計
	1991			20	32						
	1992	7	5	21	45						
	1993	10	14	14	41						
	1994	14	13	28	44						
	1995	11	5	12	34						
	1996	14	8	17	37						
	1997	12	8	20	47						
	1998	14	13	20	49						
	1999	14	15	17	45						
	2000	19	9	22	56						
	2001	15	19	17	45						
	2002	10	18	20	46						
	2003	7	19	12	43						
馬都安	2004	12	19	21	45	雪見					
	2005	9	15	11	46						
	2006	18	17	18	51						
	2007	11	22	24	40						
	2008	13	3	19	54						
	2009	8	27	12	57						
	2010	23	22	21	50						
	2011	11	18	19	55						
	2012	17	19	20	63						
	2013	18	25	17	54		2013			10	23
	2014	19	18	18	57		2014	1	12	13	32
	2015	18	21	25	61		2015	9	10	27	58
	2016	21	15	27	70		2016	20	11	27	63
	2017	23	20				2017	21	15		

馬都安 1、2、12 月平均溫度為 14.1°C；雪見 1、2、12 月平均溫度為 9.0°C

2. 部分花部遭受損害

此類共含 7 種年度型、7 種持續型、5 種多次型植物，在遭受 2016 年 1 月低溫過後，物種在 2 月皆無觀察到開花現象，且經 1-2 個月後隨即回復開花現象，物候圖 2-譜顯示，屬於年度型的有山櫻花、西施花、水麻等，持續型有粗毛小米菊，多次型則有南澳杜鵑 (圖 2-19)，其中西施花在極端低溫前具有開花狀態，但在極端低溫過後僅剩花苞，花朵出現凋萎。

物種名	開花韻律	年度	月份											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
水麻	A	2015		■	■									■
		2016	■		■	■	■							
		2017	■	■	■	■								
喜岩堇菜	A	2015		■	■	■							■	
		2016	■		■	■								
		2017		■										
藤崖椒	A	2015		■	■	■	■						■	
		2016	■			■	■	■					■	
		2017	■	■	■	■								
山櫻花	A	2015		■	■	■							■	
		2016	■		■									
		2017	■	■	■	■								
細枝柃木	A	2015		■					■		■	■	■	
		2016	■		■				■	■	■	■	■	
		2017	■	■	■									
西施花	A	2015				■						■	■	
		2016	■	■	■	■	■	■					■	
		2017	■	■	■									
粗毛柃木	A	2015						■	■		■	■	■	
		2016	■		■	■					■	■	■	
		2017	■											
粗毛小米菊	C	2015		■			■	■	■		■	■	■	
		2016	■		■		■	■	■	■	■	■	■	
		2017	■	■	■	■								

圖 2-19 雪見遊憩區遭受 2016 年 1 月 24 日極端低溫後，部分花部遭受損害之物種開花圖譜。

(物候調查期間為 2015 年 2 月至 2017 年 3 月，開花韻律:為年度型、C 為持續型、S 為多次型，黑色為盛花狀態、灰色為花苞狀態)

物種名	開花韻律	年度	月份											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
早熟禾	C	2015												
		2016												
		2017												
白背芒	C	2015												
		2016												
		2017												
白花鬼針	C	2015												
		2016												
		2017												
薄瓣懸鉤子	C	2015												
		2016												
		2017												
茯苓菜	C	2015												
		2016												
		2017												
鵝兒腸	C	2015												
		2016												
		2017												
南澳杜鵑	S	2015												
		2016												
		2017												
山胡椒	S	2015												
		2016												
		2017												
斯氏懸鉤子	S	2015												
		2016												
		2017												
弓果黍	S	2015												
		2016												
		2017												

圖 2-19 雪見遊憩區遭受 2016 年 1 月 24 日極端低溫後，部分花部遭受損害之物種開花圖譜。(物候調查期間為 2015 年 2 月至 2017 年 3 月，開花韻律:為年度型、C 為持續型、S 為多次型，黑色為盛花狀態、灰色為花苞狀態)(續)

3. 花部經損害後無恢復開花

呈現此損害類型的物種數最多，有 13 種年度型、3 種持續型、9 種多次型，此一受害類型中，屬於年度型開花韻律的物種皆屬於短花期物種，各類型較為明顯的物種有臺灣山香圓 (*Turpinia formosana*) (年度型)、戟葉蓼 (*Polygonum thunbergii*) (持續型)、玉山茄 (*Solanum pittosporifolium*) (多次型) (圖 2-20)。由於持續型與多次型物種在一年間具有多次的開花、結實週期，在此所述之花部經損害後無恢復開花的現象，僅為最接近極端低溫事件的週期，並非該物種一整年度所出現的現象，透過現地觀察發覺，戟葉蓼在極端低溫事件後，因週期中斷，導致開花時序停滯數月，此一事件影響整年度中的一開花週期。

物種名	開花韻律	年度	月份												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
蔓黃苑	A	2015		■											■
		2016	■									■	■	■	■
		2017	■	■	■										
阿里山月桃	A	2015				■	■	■							■
		2016	■										■	■	
		2017	■	■	■										
高粱泡	A	2015		■											
		2016	■				■	■							■
		2017													
長尾尖葉楮	A	2015					■	■	■						
		2016	■												
		2017													
早田氏柃木	A	2015						■	■						■
		2016	■							■	■	■	■	■	■
		2017	■												
求米草	A	2015									■	■	■	■	■
		2016	■								■	■			
		2017													
咬人貓	A	2015									■	■	■	■	■
		2016	■										■	■	■
		2017	■												

圖 2-20 雪見遊憩區遭受 2016 年 1 月 24 日極端低溫後，花部經損害後無恢復開花之物種開花圖譜。

(物候調查期間為 2015 年 2 月至 2017 年 3 月，開花韻律: A 為年度型、C 為持續型、S 為多次型)

物種名	開花韻律	年度	月份											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
臺灣山香圓	A	2015												
		2016												
		2017												
鼠麴草	A	2015												
		2016												
		2017												
菱葉柃木	A	2015												
		2016												
		2017												
黃花三七草	A	2015												
		2016												
		2017												
臺灣澤蘭	A	2015												
		2016												
		2017												
日本山桂花	A	2015												
		2016												
		2017												
火炭母草	C	2015												
		2016												
		2017												
戟葉蓼	C	2015												
		2016												
		2017												
野牡丹葉冷水麻	C	2015												
		2016												
		2017												
黑果馬蛟兒	S	2015												
		2016												
		2017												
黃花鳳仙花	S	2015												
		2016												
		2017												

圖 2-20 雪見遊憩區遭受 2016 年 1 月 24 日極端低溫後，花部經損害後無恢復開花之物種開花圖譜。(物候調查期間為 2015 年 2 月至 2017 年 3 月，開花韻律: A 為年度型、C 為持續型、S 為多次型)(續)

物種名	開花韻律	年度	月份											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
飛龍掌血	S	2015		■							■		■	■
		2016	■										■	■
		2017	■	■	■									
玉山茄	S	2015											■	
		2016	■				■	■	■	■	■	■	■	■
		2017	■	■										
臺灣馬蘭	S	2015									■	■	■	■
		2016	■										■	■
		2017		■	■									
昭和草	S	2015		■	■	■		■		■	■	■	■	■
		2016	■											■
		2017	■	■										
長梗紫麻	S	2015							■					
		2016	■											
		2017												
尼泊爾蓼	S	2015						■	■	■	■	■	■	■
		2016	■						■	■	■	■	■	■
		2017			■	■								
大花咸豐草	S	2015						■	■	■	■	■	■	■
		2016	■							■	■	■	■	■
		2017			■	■								

圖 2-20 雪見遊憩區遭受 2016 年 1 月 24 日極端低溫後，花部經損害後無恢復開花之
物種開花圖譜。(物候調查期間為 2015 年 2 月至 2017 年 3 月，開花韻律: A
為年度型、C 為持續型、S 為多次型)(續)

植物在遭受低溫時可由部分機制抵禦侵襲，因不同的抵禦方式而造成不同的物候狀態產生，物種在開花期間遭受凍害，可藉由大量的花苞發育、延長花期或延遲開花等機制避免傷害 (Callan, 1990; Byers and Marini, 1994; Fuller and Wishiewski, 1998)；其中，植物因環境因子變化而導致花期提早，進而避開低溫階段的機制，在一般情況下較少發生，是否為偶然現象仍需更多研究佐證。

開花物候不受影響的物種中，多具備生長快速 (如風輪菜)、族群物候變異較大 (如蔓黃菀、臺灣草莓) 等特性，即使低溫對於植株有所傷害，但快速的生長 (高回復力) 使得低溫的影響性降低 (Badeck *et al.*, 2004)。西施花屬於部分花部遭受損害的物種，該物種在過去曾被作為低溫耐受性相關研究的探討對象 (Shosuke *et al.*, 1980;

Masaya and Akira, 1981)，低溫的侵襲雖導致已開花的花朵凋謝，但對於發育中的花芽而言影響並不是很大，因此僅在物候表現上出現一短暫空白期，隨後便恢復開花現象。低溫現象對於溫度敏感的物種，容易造成生長、繁育上的困難，長時間不適宜的環境因子，可能限制物種分布，冬季低溫（非極端低溫）的出現是決定物種分布的重要因子 (Kalbrer *et al.*, 2006; Pakkish *et al.*, 2011)，當對於溫度敏感的物種處於花苞、盛花等對溫度較為敏感的時期，可能無法有效抵禦極端低溫而致使傷害產生。

(三)花部階段受損情形

在 54 種 2016 年 1 月具有開花現象的物種中，有 21% (11 種) 的物種開花或花苞的時序不受影響，2 種為花苞狀態、9 種為花苞與花朵混合，部分花部遭受損害占總體 35% (19 種)，2 種屬於花苞狀態、5 種為開花情形、12 種為花苞與花朵混合，花部經損害後無恢復開花的類型有 44% (24 種)，花部階段上有 1 種處於花苞狀態、9 種為開花狀態、14 種為花苞與花朵混合 (圖 2-21)。

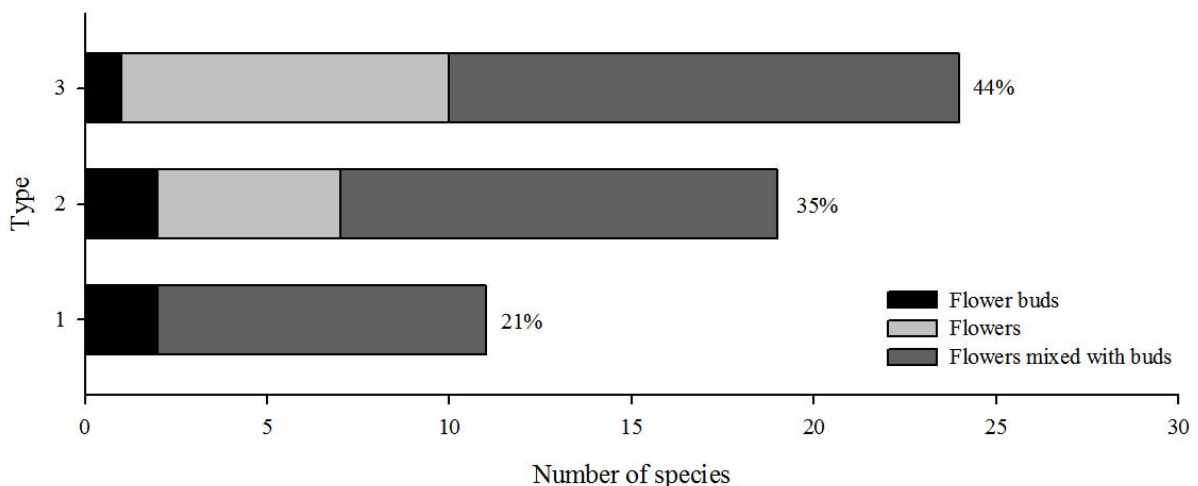


圖 2- 21 雪見遊憩區 2016 年 1 月 24 日極端低溫受害類型、物種數及花部階段圖。

(Type 1 為開花或花苞不受影響，Type 2 為部分花部遭受損害，Type 3 為花部經損害後無恢復開花)

不同的花部階段對於溫度變異的反應有所差異，例如，花苞外層有時具備鱗片保護，因此花苞發育階段的物種，相較於盛花時期的物種，有時更具耐受低溫的能力 (Arora *et al.*, 2004; Webster *et al.*, 2005)，以杜鵑屬植物抵禦低溫的機制而言，此類植物的花芽藉由鱗片層層交疊，當低溫來臨時，除了發揮保護的作用外，亦利用改變組織內水分的流動速度，避免傷害產生，一般越接近花原體的組織水分越少，因此水分結凍時所造成的物理性傷害也相對降低 (Shosuke *et al.*, 1980; Masaya and Akira, 1981)。

花部經損害後無恢復開花的情形可能會對植物產生較嚴重的影響，Goodrum 等

人 (1971) 探討橡樹 (*Quercus* spp.) 果實產量對野生動物之影響，研究中因遭逢凍害的極端事件，使橡樹開展中的花朵遭受嚴重損害，當年度結實量明顯不足以野生動物取食，經試驗發現野鹿 (*Odocoileus virginianus*) 族群的數量與當年度的橡樹果實數量有一定之關聯。植物開花時期，花朵遭受損害所造成的影響並不僅限於植物族群本身，亦會影響取食動物的族群數量，進而造成生態系動植物間一連串的影響。

(四)低溫對阿里山月桃族群之影響

研究以阿里山月桃族群進行低溫反應的探討，該物種屬於熱帶、副熱帶地區的代表植物之一，因雪見遊憩區之海拔十分接近可分布的最高限界，對於環境變異更為敏感，故選用此種進行族群營養生長與繁殖生長之觀察，除此之外，亦進行生長、開花等物候事件的觀察，期以建立基礎生物特性資料。

月桃屬植物在過去被認為僅具地下走莖，而地上部則由葉鞘交互折疊而形成假莖 (Pseudostems) 不具真正的莖 (stem) (陳培均, 2013; Takahashi, 2004)，隨後周涵 (2016) 於研究中確認山月桃具有真正的地上莖，其莖柔軟且由堅硬的葉鞘層層交疊保護，故本文採用葉莖 (leafy stem) 一詞描述該特徵。

環境因子以 Data logger 所蒐集之溫度、光度及濕度進行分析檢定，時間自 2016 年 6 月 5 日起至 2017 年 3 月 1 日，天然林平均溫度為 14.50°C、濕度為 93.50%、光度為 327.20 lum/ft²，人工林平均溫度為 14.75°C、濕度為 75.38%、光度為 226.15 lum/ft²，經無母數 Mann-Whitney U 檢定，天然林與人工林溫度、光度、濕度 3 者皆有顯著差異 (顯著水準為 0.01)。

1. 新生芽特性

於研究期間，共紀錄 27 個月之阿里山月桃新生葉莖變化，每樣叢平均每月抽出 0.58 根新生葉莖，葉莖抽出高峰集中於冬季至春季間 (11 月至翌年 4 月)，其中 2015 年 11 月至 2016 年 6 月間出現每樣叢抽出葉莖迅速增加的情況，周涵 (2016) 於研究中提及，高強度植株的破壞可能造成根莖快速的萌蘖出新芽；不同生育地間新生葉莖之變化，於葉莖抽出較少的時期 (2016 年 6-9 月) 2 者數量上差異不大，隨季節更替至葉莖大量抽出時節，2016 年 1-4 月、2016 年 12 月至 2017 年 2 月出現天然林新生葉莖抽出略比人工林多的情形 (圖 2-22)，春季 (3 月) 及夏季 (6-8 月) 新芽抽出的低峰可能與能量分配原則 (principle of allocation) 有關，若生物將能量用在一種功能 (生長) 上，則會降低在其他功能 (繁殖) 使用能量的配額，其植物功能間的能量分配更為研究生命史時的重要項目 (Reekie and Bazzaz, 2005)。

2016 年 1 月過後低溫影響 2 生育地葉莖的抽出數量，比較 2016 與 2017 年 1-3

月葉莖抽出狀況發現，人工林 2 年度平均抽出數量沒有明顯差異，但天然林卻在 2016 年高於 2017 年約 2 個葉莖，且 2016 年抽出高峰有延後 1 個月的現象，對植物而言，低溫的出現可能會產生一逆境的情況，導致根莖快速的萌蘖，亦有可能因成熟葉莖的花苞敗育（全數花苞皆因低溫寒害而死亡），而導致植物體轉而將養分投資於新生葉莖的抽出，造成 2016 年 1 月平均假莖抽出數量高於 2015 年 1 月與 2017 年 1 月。

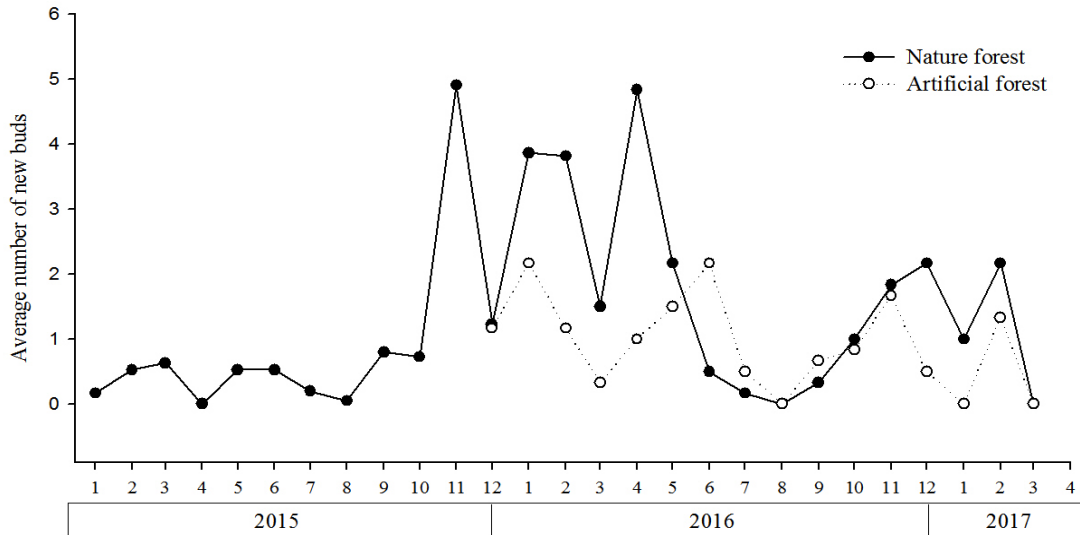


圖 2-22 雪見遊憩區 2015-2017 年 3 月阿里山月桃每月新生葉莖折線圖。

(黑色圓圈為天然林 2015 年 1 月至 2017 年 3 月；白色圓圈為人工林 2015 年 12 月至 2017 年 3 月)

2. 葉莖生長

為瞭解葉莖自新芽起的生長情形與生長速率變化，研究選擇自新芽開始且具有 6 個月以上記錄之葉莖作為分析對象，天然林自 2015 年 1 月起開始進行觀察，截至 2017 年 3 月為止，共有 53 個葉莖符合自新芽開始記錄並持續觀察 6 個月以上之特性，其中，31 個葉莖已自然死亡，22 個葉莖仍處於生長或成熟狀態，配適結果顯示，葉莖高度隨時間的增加而逐漸趨於平緩，韋伯機率密度函數之相關係數、母數 a 、 b 、 c 分別為： $r=0.74$ 、 $a=2.86$ ，葉莖約在第 3 日開始生長、 $b=307.92$ 、 $c=2.63$ ，葉莖約經過 300 日生長達且至 90 cm 時，生長趨於停頓 (圖 2-23)。

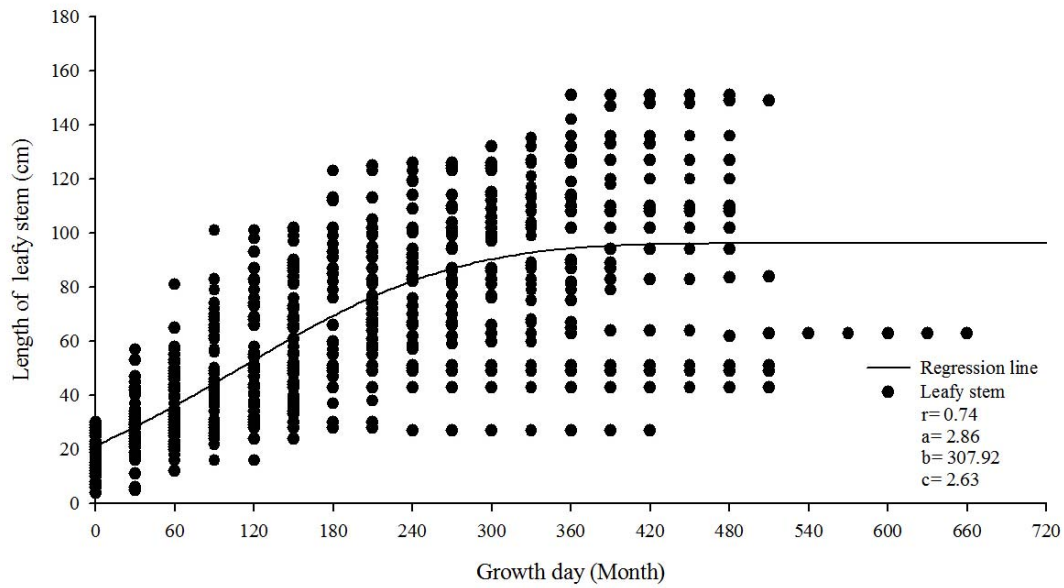


圖 2- 23 雪見遊憩區天然林 2015-2017 年 3 月阿里山月桃葉莖與生長日回歸(韋伯機率密度函數)配適圖。
($r=0.74$ 、 $a=2.86$ 、 $b=307.92$ 、 $c=2.63$)

人工林葉莖量測於 2016 年 1 月開始，截至 2017 年 3 月，共有 12 個葉莖自新芽開始記錄並維持 6 個月以上之觀察，其中有 2 葉莖已死亡，其餘 10 葉莖仍為成熟、生長階段，經韋伯機率密度函數配飾，相關係數與各母數為： $r=0.72$ 、 $a=3.18$ 、 $b=410.93$ 、 $c=6.13$ ，葉莖開始生長日與天然林十分相近，皆為 3 日左右，形狀母數 c 大於 3.6，是屬於資料多集中在右邊的負偏態形式，葉莖約經過 180 日生長後達到 60 cm 處時，高度便沒有增加的趨勢，480-520 日間中斷的情形是為數葉莖仍處於觀察階段所致 (圖 2-24)。

天然林與人工林 2 種不同生育地的葉莖在達至成熟的生長日和高度上皆有所差異，天然林生長時間一般長於人工林，其達至成熟的生長日與人工林相差約 120 日左右；成熟高度上以天然林具有較長的葉莖 (90 cm)，和人工林 (30 cm) 相差約 30 cm；2 生育地皆有葉莖發育後未達到成熟高度即停止生長的情形。2016 年 1 月 24 日之低溫事件在圖 2-27、28 上並沒有明顯的趨勢存在，故推測低溫在阿里山月桃的生長日及葉莖長度間並沒有明顯的影響，但不排除對於生長速率上有所影響。

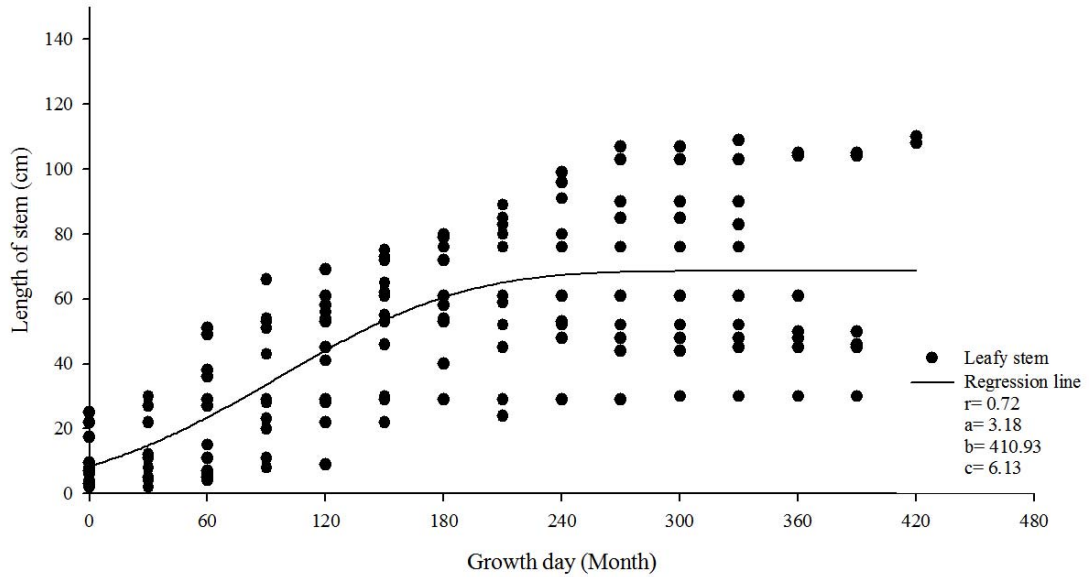


圖 2-24 雪見遊憩區人工林 2016 年 1 月至 2017 年 3 月阿里山月桃葉莖與生長日回歸(韋伯機率密度函數)配適圖。

($r=0.72$ 、 $a=3.18$ 、 $b=410.93$ 、 $c=6.13$)

3. 葉片生長

為瞭解葉片於葉莖上的增減情況，樣本選擇經 6 個月以上且自新芽期開始記錄之葉莖，以每 30 日為一個單位，繪製平均葉片數與生長日曲線圖 2- 並配合標準差加以敘述，葉片均為該生長日之正常葉片（完整沒有破損或凹折影響光合作用的葉片），並依生育地分為天然林與人工林。

為理解葉片數達到高峰隨後上下變動的情況，是否為阿里山月桃對氣候改變的反應；選取 2015 年 7 月後抽出的新芽，因葉片生長約 300 日可達最高數量，故觀察 2015 年 7 月後新生樣枝的生長狀況，可以藉此判定，遭逢 2016 年 1 月低溫後，正常葉片的數量變化，共有 17 跟樣枝符合判斷依據，將各樣枝依正常葉片數與時間繪製折線圖。

結果顯示，在遭逢低溫（圖 2-25 黑線處）間隔 1-2 個月後，正常葉片的數量出現下降的情形，當葉片數下降至低點時，葉莖逐漸開始抽出新的葉片，但 2015 年 10 月抽出葉莖的正常葉片數量隨時間而逐漸趨於穩定或下降，2015 年 11 月的新生葉莖卻在下降至低點後，逐漸抽出新的葉片；2015 年 10 月與 11 月 2 者新生葉莖抽出僅間隔 1 個月，但在 2017 年 4 月 2 者正常葉片數量卻有明顯差異（圖 2-25），阿里山月桃葉莖抽出時，某些樣枝可能會有長時間葉片數量停滯，爾後才開始增加葉片的情形，推測前述 2017 年 4 月 2 者之差異為生物特性所導致。

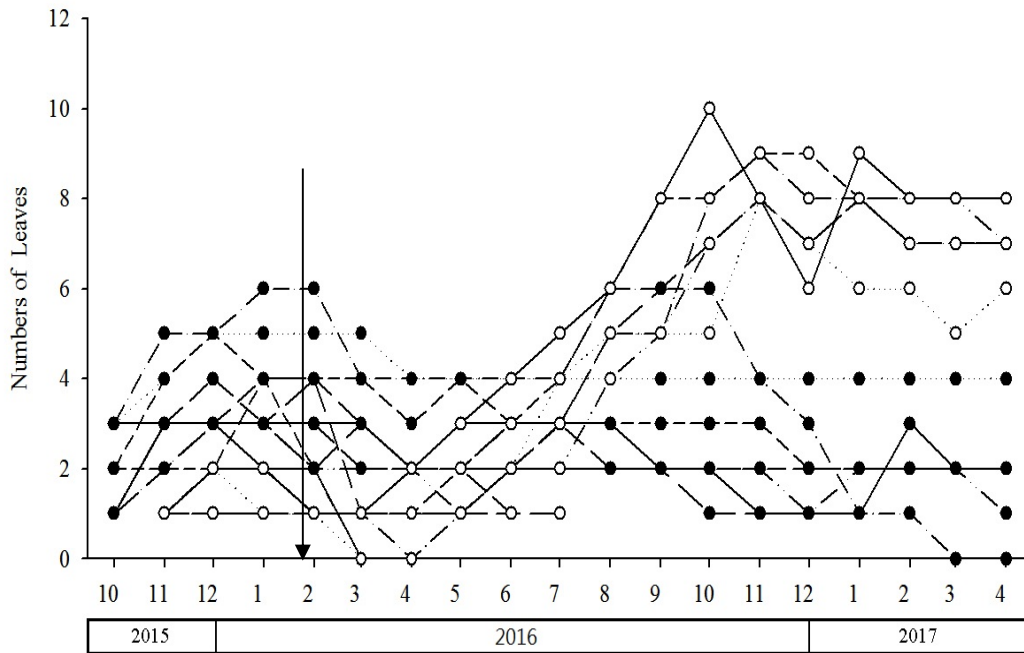


圖 2-25 雪見遊憩區天然林 2015 年 10 月至 2017 年 4 月阿里山月桃正常葉片數與生長日圖。

(箭頭指示極端低溫(2016 年 1 月 24 日)出現時間，黑色圓圈代表 2015 年 10 月抽出的新生葉莖，白色圓圈代表 2015 年 11 月抽出的新生葉莖)

4. 葉莖長與葉片數關係

陳培均 (2013) 於研究中曾經提及，川上氏月桃葉莖並非在任何長度和葉片下皆能發育開花，新生之川上氏月桃葉莖最少需要長 100 cm 以上、葉片數 10 片以上方能有花苞發育。根據阿里山月桃之生長特性，選取樣本以生長中的葉莖為主，即葉莖在停滯高生長前之各月資料，並藉此進行簡單線性回歸。結果顯示，兩回歸線差異不大，天然林 $r=0.83$ 、人工林 $r=0.84$ ，兩生育地皆有良好的配適結果，葉莖與正常葉片數具有高度的相關性，隨著阿里山月桃葉莖的生長，正常葉片數也會隨之增加 (圖 2-26)。

5. 開花物候

於 2015 年 1 月 15 日至 2017 年 3 月 30 日的觀察期間內，共歷經 3 次阿里山月桃之花期，其中 2016 年因低溫極端事件導致花苞全數枯黃、敗育故在該年度無觀察紀錄；處於花苞狀態，花序仍有苞片保護，但內部花序已泛黃 (圖 2-27 A)，剝開苞片後整體花序及花梗橫切面皆已枯萎 (圖 2-27 A、B)，苞片脫落並裸露出來的花序，在低溫過後呈現紅褐色壞死狀態 (圖 2-27 D)，隨時間遞增，所有階段之花部並無回復的現象，雖無觀察到植株死亡之情形，但氣候對於植物產生一定之影響性，如上述新芽數及葉片數的變化，此一寒害造成花苞死亡，進一步導致年度間葉莖生長差異，甚至影響抽出新芽的數量，形成一連串的效應 (新芽抽出數量增加、葉片數量

減少後再回復)。

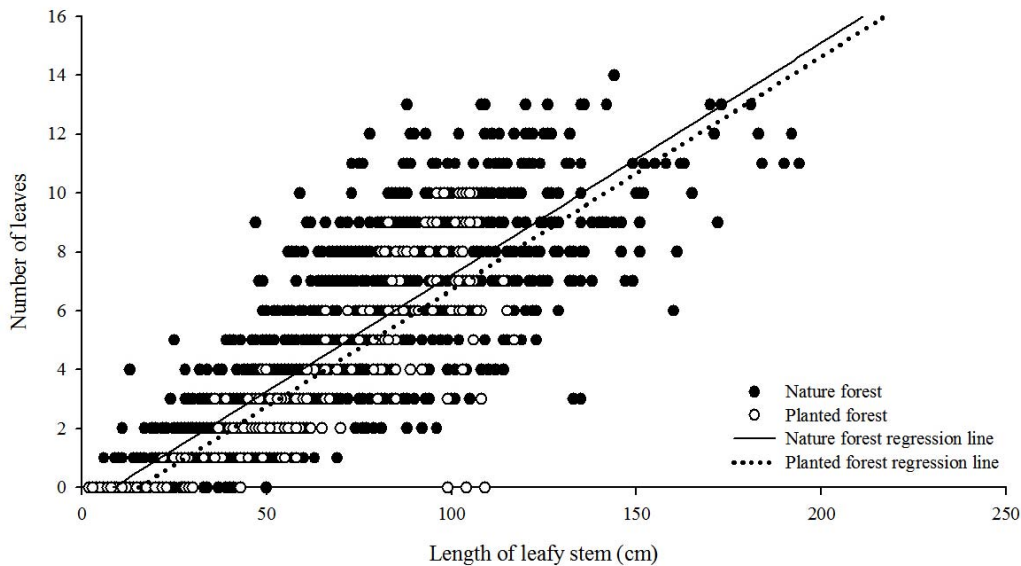


圖 2- 26 2015 年 1 月至 2017 年 3 月阿里山月桃天然林葉莖與正常葉片之簡單回歸圖。
(天然林 $r=0.83$ 人工林 0.84)

透過 2015 及 2017 年觀察發現，阿里山月桃之唇瓣與 3 片花瓣裂片合生，此一構造使得花朵綻放時，因受限於上方及左右之花冠裂片的限制，造成部分花朵於開放期間未能完全開展，增加觀察、紀錄之難度，亦有少數於花序上的單一花苞於發育期間因不明原因，直至凋萎皆沒有綻放 (圖 2-28)。

月桃屬植物有 2 種開花表現型，分別為花柱上舉型與花柱下垂型 (Luo and Li, 2010)。花柱上舉型的花，花柱於上午下垂，此時花柱位在授粉者可碰觸到的位置且花藥未開裂，因此為雌性功能；維持此狀態至中午後花柱開始上舉，花藥於此時開裂並散出花粉，進入雄性功能的狀態。花柱下垂型的花，花柱於上午上舉且花藥開裂進而散布花粉，此時為雄性功能，至中午時花柱會下垂至可被授粉的位置，性別功能變成雌性。由花柱運動實現暫時性的性別隔離，可避免自交的發生或自身性別功能互相干擾 (Sun *et al.*, 2007)，長期自交物種易產生

1. 因授粉者行為致使植株傳播於異花授粉的花粉量減少。
2. 自花授粉的現象致使異花授粉的批豬發育數量減少。
3. 自交產生的子代其繁育能力將隨時間而下降，整體變異程度縮小等結果。

本次單花開花行為觀察到阿里山月桃也具有 2 種開花表現型，且此 2 種表現型的性別功能在時間、空間有互相配合的現象，與前人研究結果一致 (李慶軍等，2001；張玲與李慶軍，2002；陳培均，2013；周涵，2016)。

(1) 單花開花行為觀察

於研究地區掘取植株並在中興大學校園進行栽培，共觀察 6 朵花 (上舉型、下

垂型各 3 朵)，花朵開放時間一般可維持 2-3 日，花柱運動多在 24 時內完成。花柱上舉型：1:10 花苞可觀察到柱頭與花葯，柱頭下垂位於可被授粉位置，柱頭下垂狀態於 8:40 花柱轉為平舉，於 10:55 完成柱頭上舉，13:55 花葯開裂並釋放花粉 (圖 2-29)。花柱下垂型：1:48 開始綻放，2:48 花苞可見柱頭與花葯，且花葯開裂釋放花粉，此時柱頭為上舉狀態，維持至 18:48 花柱轉為平舉，至 21:48 後花柱進入下垂狀態至 24:48 仍保持下垂 (圖 2-30)。

(2) 訪花者與花部取食者行為觀察

雪見遊憩區阿里山月桃訪花者有精選熊蜂 (蜜蜂科)、*Lagria* sp. (擬步行蟲科 Tenebrionidae)、長腳家蟻屬 (*Aphaenogaster* sp.) (蟻科 Formicidae) 等 (圖 2-31)，被觀察次數到最多的是精選熊蜂，並發現其在下午時訪花次數較多。精選熊蜂降落在唇瓣上，經爬進唇瓣與花葯之間的通道採食基部的花蜜，在各開放相鄰的花間重複此行為，其餘訪花者會在萎凋的花上取食剩餘花蜜等。此外，在未開放的花苞中亦有觀察到白波紋小灰蝶 (*Jamides alecto dromicus*) 之幼蟲鑽入花苞內嚙食其組織的情形 (圖 2-32)。



圖 2-27 2016 年 1 月 24 日低溫過後阿里山月桃花部枯黃、敗育圖。
(A: 花苞(含苞片)、B: 去除苞片之花苞、C: 花梗橫切剖面、D: 苞片枯黃已露出之花序)

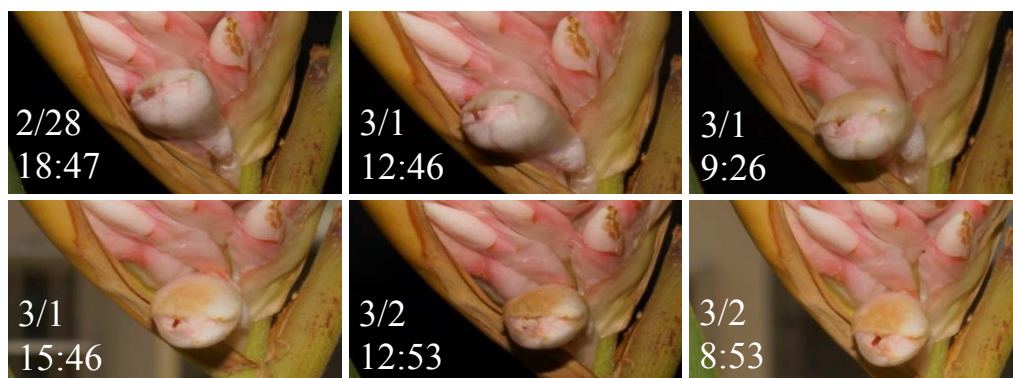


圖 2-28 阿里山月桃自 2017 年 2 月 28 日起至 3 月 2 日期間單一花朵未綻放即敗育圖。

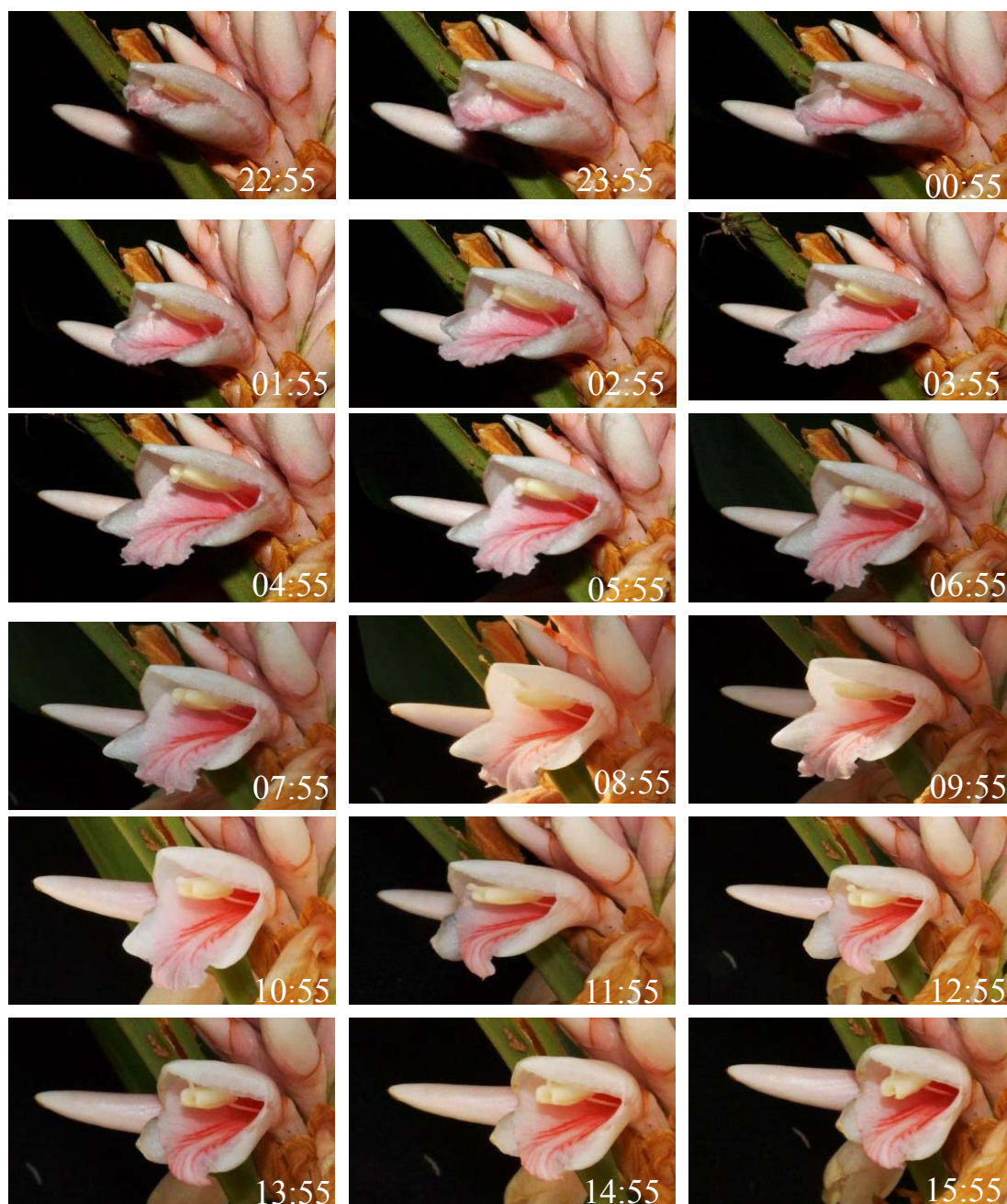


圖 2-29 阿里山月桃花柱上舉型(anaflexistyly)2017 年 3 月 12-13 日開花時序圖。

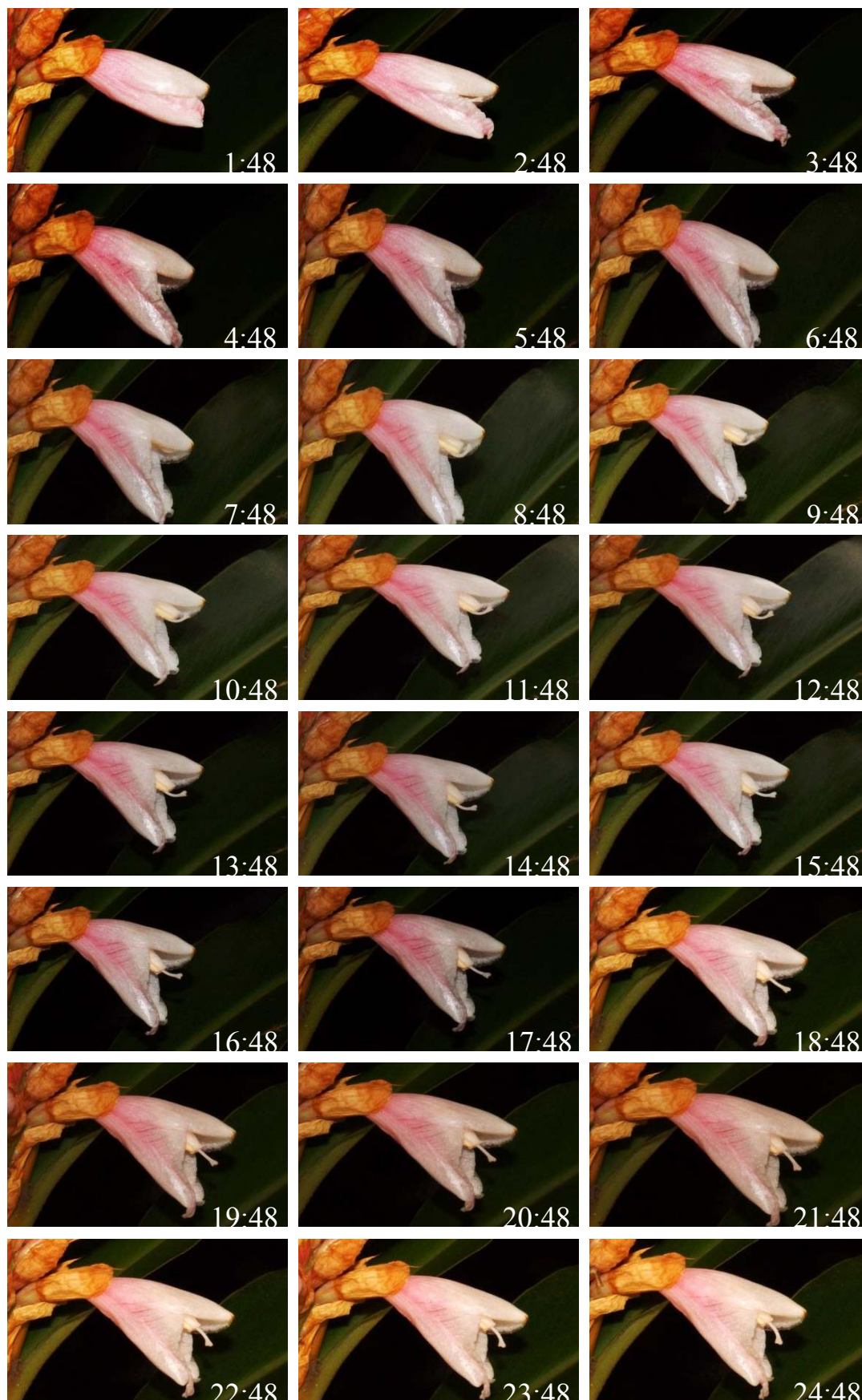


圖 2-30 阿里山月桃花柱下垂型(cataflexistyly)2017 年 3 月 6-8 日開花時序圖。

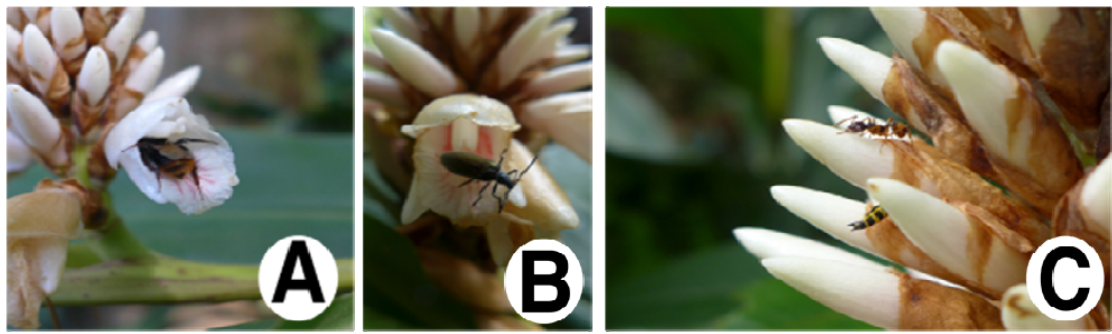


圖 2-31 阿里山月桃訪花者觀察圖。

(A.蜜蜂科(Apidae)採食花蜜時碰觸雄蕊沾染花粉因此為主要的授粉昆蟲。B.擬步行蟲科(Tenebrionidae)僅在花外活動並幫助授粉。C.蟻科(Formicidae)等體型過小昆蟲亦為無效授粉者)



圖 2-32 白波紋小灰蝶(*Jamides alecto dromicus*)之幼蟲圖。

(此幼蟲具有鑽入阿里山月桃(*Alpinia pricei* var. *sessiliflora*)花苞內嚙食的特性)

五、縮時攝影機開花物候記錄

本文除記錄到阿里山月桃開花時序與寒害外，其他植物亦有開花時序之記錄，包含山櫻花、西施花與南澳杜鵑之縮時攝影紀錄。透過縮時相片拍攝，可得知植物確切開始花期直至盛花與凋謝狀態，有利於積溫時數、熱量累積的計算。

(一)山櫻花開花時序紀錄

自 2015 年 12 月 19 日花苞抽出起，架設縮時攝影機記錄其開花現象，山櫻花之盛花期約 14 日，並於 2016 年 2 月 2 日幾乎全數凋謝(圖 2-33)。

(二)西施花開花時序紀錄

自花芽期開始拍攝紀錄，經影像紀錄第 1 朵花開放時間為 2016 年 5 月 13 日(圖 2-34)，並於 3 天後展現最大之盛花期，持續維持 1 周左右，花朵全部凋謝時間為 2016 年 5 月 29 日，開花歷時約 23 日。

(三)南澳杜鵑開花時序紀錄

南澳杜鵑之攝影於花苞欲綻放時開始計算，2016 年 5 月 13 日第一朵花開始綻放，2016 年 5 月 31 日最後一朵花凋謝(圖 2-35)，紀錄開花歷時約 17 日，盛花期間僅持續 1 周左右，在少數花朵開放至盛花期間與花朵凋謝期間皆為 4-5 日。

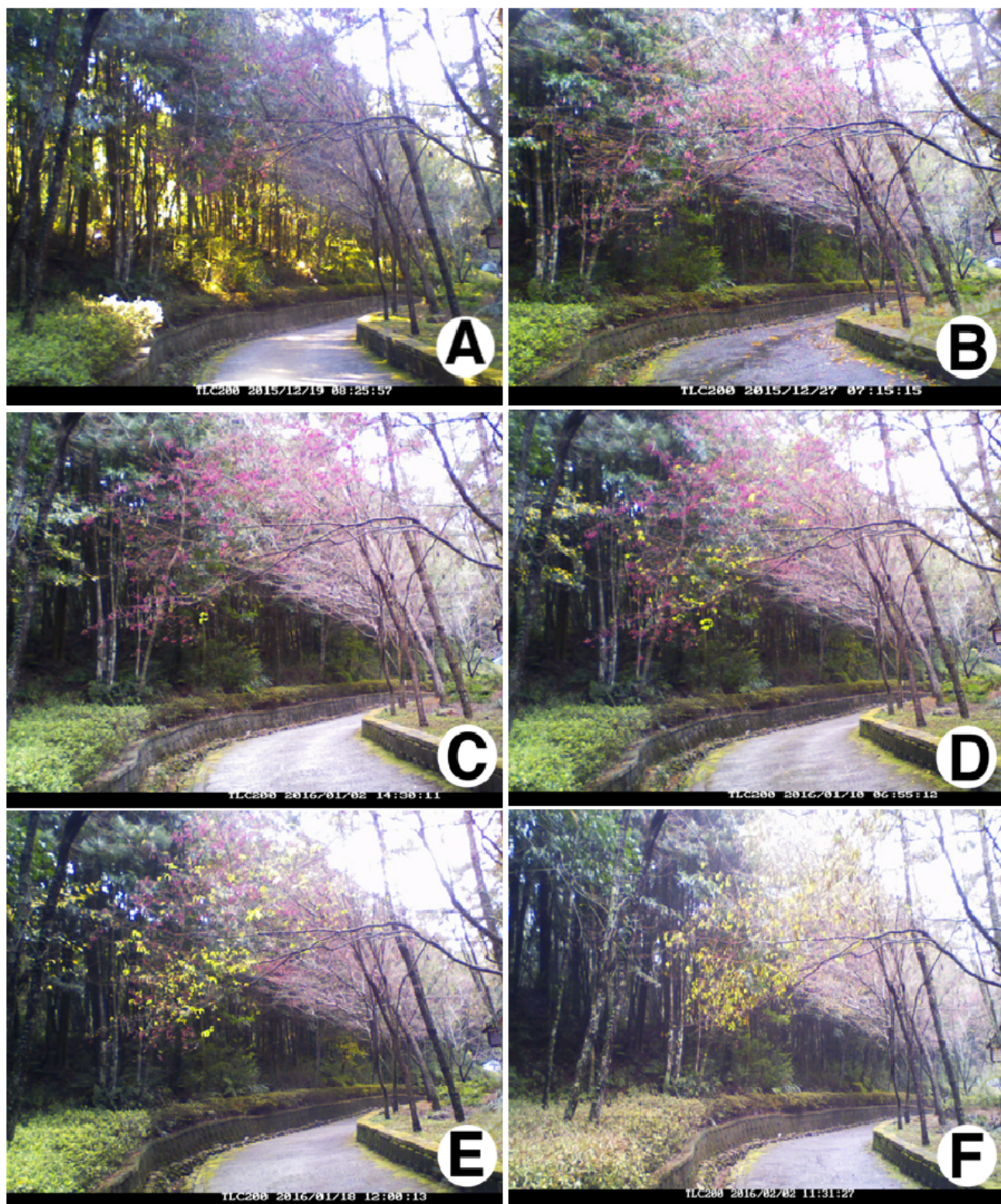


圖 2- 33 雪見遊憩區山櫻花開花時序圖。
(觀察日期 A 為 2015/12/19、B 為 2015/12/27、C 為 2016/01/02、D 為
2016/01/10、E 為 2016/01/18、F 為 2016/02/02)

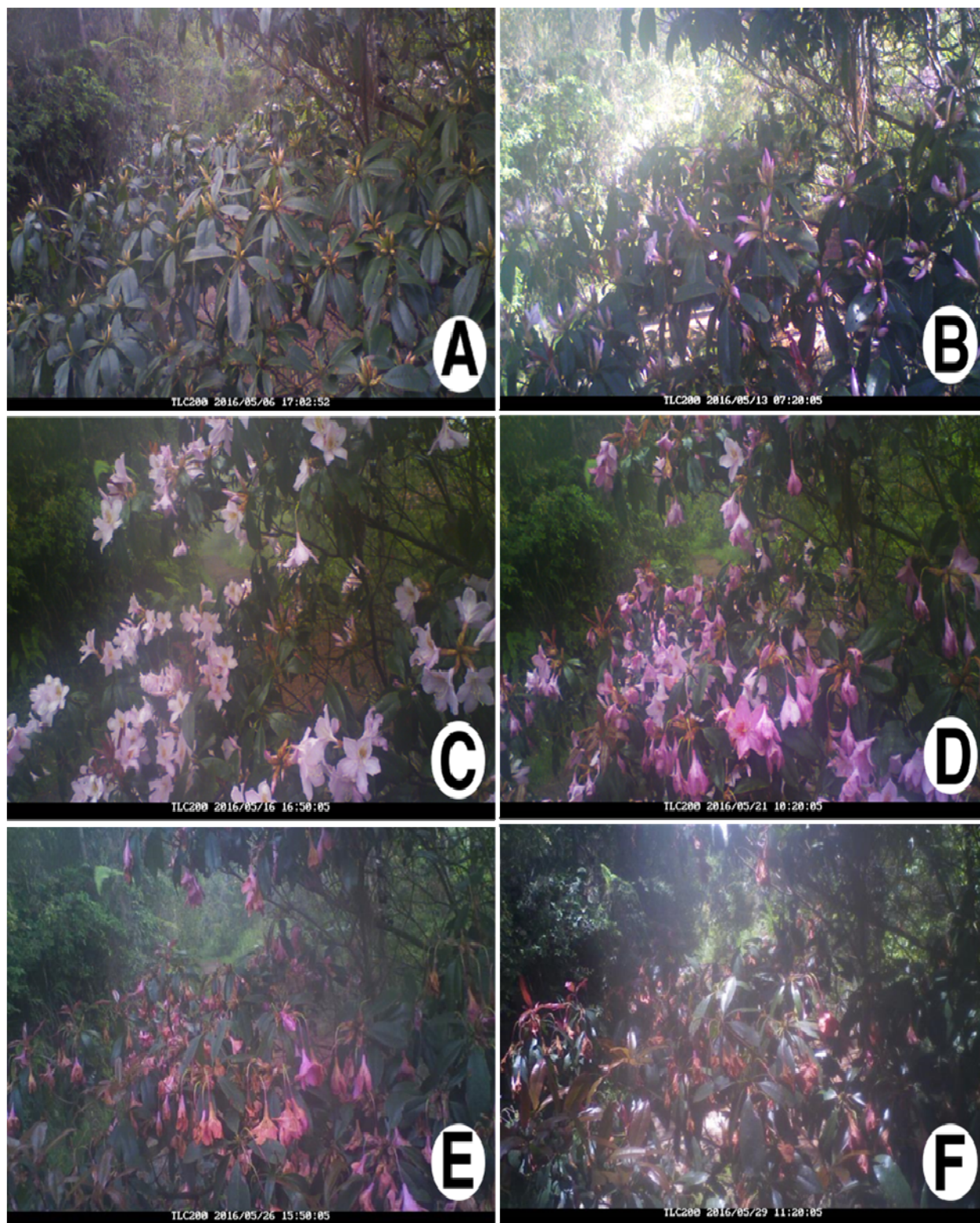


圖 2- 34 雪見遊憩區西施花開花時序圖。

(觀察日期 A 為 2016/05/06、B 為 2016/05/13、C 為 2016/05/16、D 為 2016/05/21、E 為 2016/05/26、F 為 2016/05/29)

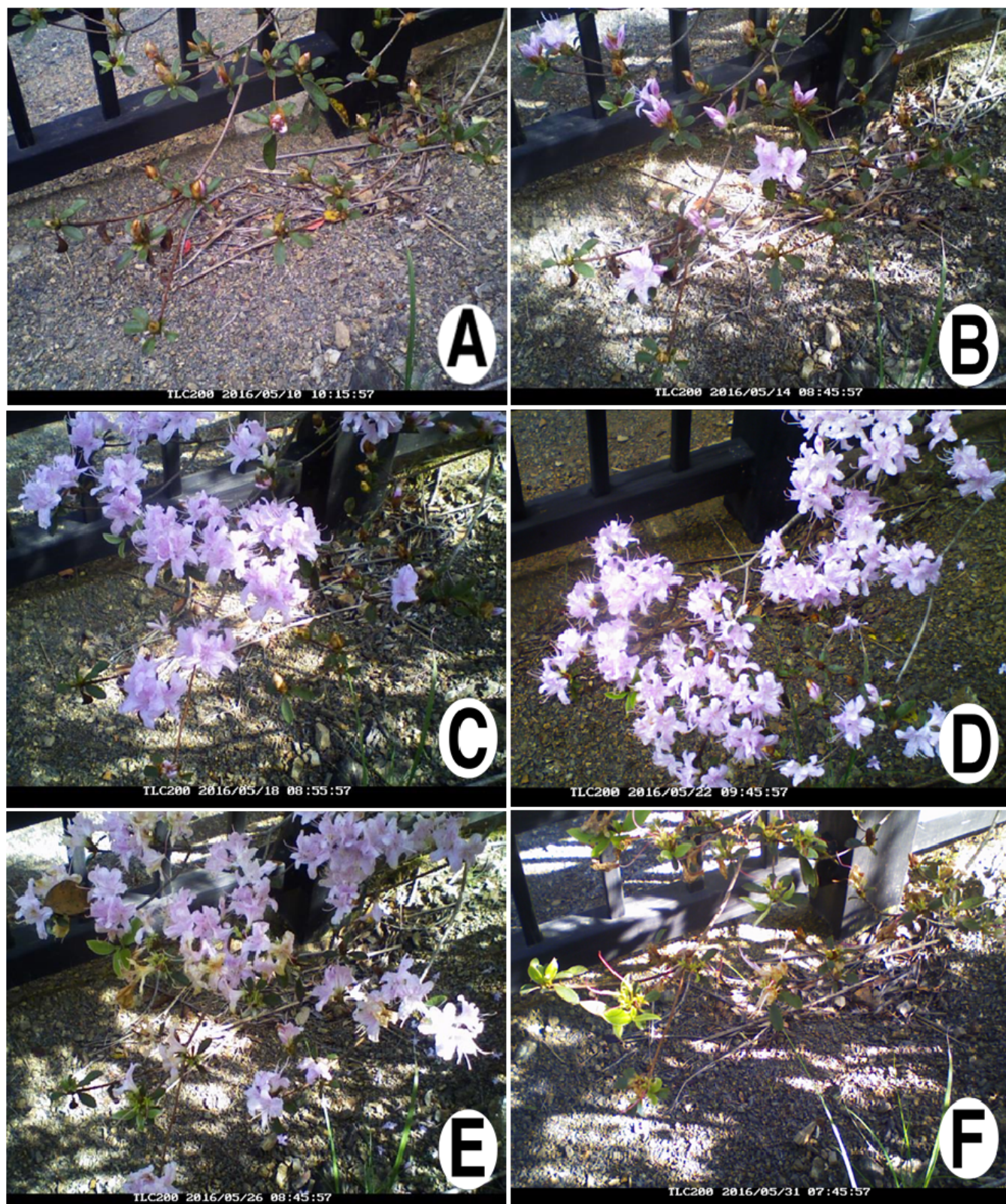


圖 2- 35 雪見遊憩區南澳杜鵑花開花時序圖。
(觀察日期 A 為 2015/12/19、B 為 2015/12/27、C 為 2016/01/02、D 為
2016/01/10、E 為 2016/01/18、F 為 2016/02/02)

六、積溫計算

利用縮時攝影機所拍攝之照片可用以推估植物開花所需積溫時數 (GH) 與累積熱量 (GDH)，並以雪見氣象站每小時平均溫度進行計算，初步積溫計算物種有紅楠 (*Machilus thunbergii*)、西施花(*Rhododendron latoucheae*)和南澳杜鵑(*Rhododendron breviperulatum*)。

紅楠 2015 年於 2 月 19 日開始花期，積溫時數達 8594.85 hours、累積熱量則為 3484.85 degree-hrs 而 2016 年於 4 月 12 日開始花期，積溫時數達 23298.84 hours、累積熱量為 11828.84 degree-hrs，2 年間的始花期相差 53 日，差異甚大；西施花 2015 年於 4 月 24 日開始花期，積溫時數達 27986.98 hours、累積熱量則為 15196.98 degree-hrs，2016 年於 5 月 13 日開始花期，積溫時數 34505.11 hours、累積熱量 19300.11 degree-hrs，無論積溫時數或累積熱量，2 年間都有極大的差異，始花期上相差約 20 日 (表 2-5)。

比較紅楠、西施花 2015、2016 始花期可以發現 2 者皆有較上一年度延後的現象，推測可能與 2016 年 1 月的極端低溫有所關聯，因極端低溫導致溫度下降，花芽停滯發育，數天的極端低溫可能致使花期延後的現象。

表 2-5 雪見遊憩區紅楠、西施花、南澳杜鵑在不同年度的開花時間與開花前之積溫時數(GH)及累積熱量(GDH)表，其累積熱量可視為其開花之門檻值

Temperature>°C Accumulated (from Jan 1)	Year			
	2015		2016	
	GH (hours)	GDH (degree-hr)	GH (hours)	GDH (degree-hr)
<i>Machilus thunbergii</i>	8594.85	3484.85	23298.84	11828.84
First flowering date	2/19		4/12	
<i>Rhododendron latoucheae</i>	27986.98	15196.98	34505.11	19300.11
First flowering date	4/24		5/13	
<i>Rhododendron breviperulatum</i>			34425.38	19245.38
First flowering date			5/13	

伍、結論

一、維管束植物資源與開花結實種數統計

2105年2月至2017年3月期間共記錄83科197屬329種開花結實植物，其中以菊科34種、薔薇科26種及蕁麻科16種為種數最多的前3科。2015年開花曲線呈2高峰，其高峰時期分別為5-7月及10月至翌年1月，結實曲線亦於6-8月、10月至翌年1月達到高峰，同樣呈現2高峰；2016年開花與結實曲線呈單峰，4-12月為開花高峰、6-12月則為結實高峰。

2015年3-4月的開花結實低峰，可能因2月最低溫接近0°C造成組織內的水溶液凝固而遭受機械性損害；2015年8月蘇迪勒颱風的侵襲進而影響8-9月的開花結實種數；2016年開花低峰出現於2月，結實低峰則在2-5月間，推測因當年特殊的強烈低溫所致。

二、開花物候模式

持續型物種幾乎全年皆有開花現象，且開花強度有隨季節變化而改變的情形；多次型物種不管在開花時間點、持續時間或規律性上皆十分紊亂；年度型物種之開花模式較為穩定，年度間開花僅落差1-2月。雪見遊憩區以年度型開花模式的物種占多數，與溫帶森林的開花模式極為相似，但在秋冬季節，研究區域多數動植物並未有明顯的休眠行為，在梅峰地區之相關研究亦有發現類似的現象。

四、極端氣候事件對植物開花之影響

(一)除了2106年1月24日極端低溫可能影響植物物候外，2015年冬季的溫暖時期亦為影響植物受害程度的關鍵因子，2015年馬都安冬季高於平均溫度之天數為61日與1991年冬季(32日)相差29日，溫暖時期的延長，將使植物提早打破休眠進入生長階段，增加受極端低溫影響的機率。

(二)損害判斷與花部階段受損情形，19%開花或花苞不受影響、35%部分花部遭受損害、46%花部經損害後無恢復開花，植物體開花階段比花苞階段更容易因環境變化遭受影響。

(三)極端氣候事件對族群之影響性(以阿里山月桃族群為對象探討並觀察其生物特性)

1. 花部的敗育可能使阿里山月桃抽出更多新芽。
2. 正常葉片數量有受到低溫影響而下降的情形。
3. 開花行為觀察，上舉型、下垂型花朵皆在24時內完成花柱運動，單朵花綻放至凋謝期間，可維持約2-3日。

- 4.授粉者與花部取食者觀察，訪花者有精選熊蜂、擬步行蟲科、長腳家蟻屬等，
花部取食者白波紋小灰蝶之幼蟲鑽入花苞內嚙食其組織。

四、縮時攝影與積溫計算

縮時攝影拍攝可以確實得知植物物候事件發生的時間，有利於積溫模式的建立，在 2015、2016 年所推估的積溫時數與累積熱量，由紅楠、西施花的始花期發現，2016 年花期皆較 2015 年延後，推測可能與 2016 年 1 月極端低溫事件有關。

陸、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。
- 王偉、戴華國、陳發棣、郭維明 (2008) 菊花花部特征及花冠精油組分與訪花昆蟲的相關性。植物生態學報 32 (4):776-785。
- 王安翔、龔楚嫻、吳宜昭、于宜強 (2016) 2016 年 1 月臺灣地區寒害事件彙整與分析。國家災害防救科技中心災害防救電子報 128: 1-15。
- 伍淑惠 (1999) 台灣大學附設山地實驗農場梅峰地區植物相與植群之研究。台灣大學森林學研究所碩士論文。
- 李思瑩、盧孟明 (2016) 2016 年 1 月霸王級寒流事件大尺度氣候特徵分析。中央氣象局科技研究中心 1-8。
- 李俊緯 (1997) 雪霸觀霧地區稀有植物黃花鳳仙花及棣慕華鳳仙花繁殖之研究。國立臺灣大學園藝研究所碩士論文。
- 李慶軍、許再富、夏永梅、張玲、鄧曉保、高江雲 (2001) 山薑屬植物花柱捲曲性傳粉機制的研究。植物學報 43(4): 364-369。
- 何豐吉 (1968) 恆春墾丁公園植物之開花結果時期以及花、果色彩之調查。台灣省立博物館年刊 11: 84-107。
- 吳定澄、許友貞、李忠潘 (2015) 聖嬰-南方震盪現象對臺灣氣溫及雨量之影響。海洋工程學刊 15(1):57-65。
- 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。
- 呂理昌 (1990) 玉山國家公園植物開花物候週期之研究 (塔塔加-玉山主峰)。內政部營建署玉山國家公園管理處。
- 呂理昌 (1991) 玉山國家公園東埔玉山區開花植物物候調查報告 (一)(二)(三)。內政部營建署玉山國家公園管理處。
- 邵總、廖要明、柳豔菊、葉殿秀、司東、王豔姣、聶羽 (2016) 2015 年全球重大天氣氣候事件及其成因。氣象 42(4):489-495。
- 周涵 (2016) 蓮華池地區山月桃(薑科)物候及繁殖生物學之研究。國立中興大學森林學系碩士論文。
- 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園管理處九十一年度自行研究案報告。
- 林志銓 (1999) 惠蓀林場木荷及大頭茶開花物候之研究。國立中興大學森林學系碩士論文。
- 林國銓、黃吳清標、劉哲政 (1997) 福山試驗林天然闊葉樹之物候現象。台灣林業科學 12(3): 347-353。

- 紀美燕 (1995) 植物物候觀測與在自然教育之應用研究-以溪頭森林遊樂區為例。國立台灣大學森林研究所碩士論文。
- 李明佳、王鑄豪 (1984) 鼎湖山常見植物的物候--熱帶亞熱帶森林生態系統研究。中國科學院鼎湖山森林生態系統定位研究站編。科學普及出版社廣州分社, 第 1-10 頁。
- 李權裕 (2004) 關刀溪森林生態系殼斗科植物之物候週期與天然更新之研究。國立中興大學生命科學院碩士在職專班碩士論文。
- 李慶軍、許再富、夏永梅、張玲、鄧曉保、高江雲 (2001) 山薑屬植物花柱捲曲性傳粉機制的研究。植物學報 43(4): 364-369。
- 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。
- 高江雲、任盤宇、李慶軍 (2005) 薑科、閉鞘薑科植物繁育系統與傳粉生物學的研究進展。植物分類學報 43(6):574-585。
- 莊敏芬、蔡尚惠、邱清安、王志強、歐辰雄、曾喜育 (2009) 雪霸國家公園雪見遊憩區山黑扁豆屬植物之生物學研究。林業研究季刊 31(4): 1-16。
- 章樂民 (1950) 林業試驗所植物園樹木生活週期之觀察。台灣省林業試驗所通訊 53: 389-392。
- 陳培均、邱清安、曾喜育、曾彥學 (2013) 川上氏月桃(薑科)開花物候與授粉生態學研究。林業研究季刊 35(3): 153-166。
- 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。
- 張玲、李慶軍 (2002) 花柱捲曲性異交機制及其進化生態學意義。植物生態學報 26(4): 385-390。
- 曾彥學、曾喜育 (2013) 氣候變遷對雪山高山生態系之衝擊研究。內政部營建署雪霸國家公園管理處委託研究報告。
- 曾彥學、曾喜育 (2014) 雪山高山生態系生態健康指標調查。內政部營建署雪霸國家公園管理處委託研究報告。
- 曾彥學、曾喜育、王偉、王建皓、劉思謙 (2013) 第二章 雪山植物開花物候與植群動態之研究。曾彥學、曾喜育, 氣候變遷對雪山高山生態系之衝擊研究。內政部營建署雪霸國家公園管理處委託研究報告。
- 曾喜育、歐辰雄、林志銓、許俊凱、邱清安 (2007) 觀霧地區鳳仙花植群與生物學之調查研究。林業研究季刊 29(3): 41-60。
- 曾喜育、曾彥學 (2013) 氣候變遷對雪山高山生態系之衝擊研究。內政部營建署雪霸國家公園管理處委託研究報告。
- 曾喜育、郭礎嘉、陳玟璇、湯冠臻、曾彥學 (2014) 玉山國家公園塔塔加-玉山主峰線步道開花與結實物候調查。國家公園學報 24(1): 58-75。

- 楊金昌、王亞男、姜家華、賴玉芳 (1999) 塔塔加地區 臺灣雲杉、臺灣鐵杉及玉山箭竹物候學之初步研究。中華林學季刊 31(3): 251-263。
- 楊正仲、王震哲 (1998) 臺灣產薑科月桃屬 (*Alpinia*) 之系統分類。海峽兩岸植物多樣性與保育 p.183-197。
- 廖敏君、邱清安、歐辰雄、呂金誠 (2005a) 雪山東峰玉山箭竹開花物候之探討。國家公園學報 15(1): 29-44。
- 廖敏君、曾喜育、歐辰雄、呂金誠 (2005b) 玉山箭竹開花之探討。臺灣林業 31(5): 54-60。
- 馮豐隆 (1989) 求蓄積量最有效的方法—直徑分佈法。台灣林業 15(1):31-35。
- 劉思謙、溫海宏、陳明義、楊正澤 (2008) 台灣四種野牡丹科植物(Melastomataceae) 授粉生態學之研究。台灣昆蟲 28: 67-85。
- 劉崇瑞和蘇鴻傑 (1983) 森林植物生態學。臺灣商務印書館。462 頁。
- 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。
- Alencar C., J. DA, R. Aniceta DE Almeida, N. P. Fernandes (1978) Fenologia de especies florestais em floresta tropical umida de terra firme na Amazonia Central. Acta Amazonica 9: 163-198.
- Aizen M. A. and D. P. Vázquez (2006) Flowering phenologies of hummingbird plants from the temperate forest of southern South America: is there evidence of competitive displacement? Ecography 29(3): 357-366.
- Andrews P.K., E.L. Proebsting and D.C. Gross (1983) Differential thermal analysis and freezing injury of deacclimating peach and sweet cherry reproductive organs. Journal of the American Society for Horticultural Science 108: 755-759.
- Aono Y. and Kazui K. (2008) Phenological data series of cherry tree flowering in Kyoto, Japan, and its application to reconstruction of springtime temperatures since the 9th century. Int. F. Climatol. 28: 905-914.
- Arora R., L. J. Rowland, E. L. Ogden, A. L. Dhanaraj, C. O. Marian, M. K. Ehlenfeldt and B. Vinyar (2004) Deacclimation kinetics, bud development, and dehydrin metabolism in blue berry cultivars during deacclimation at constant, warm temperature. Journal of the American Society for Horticultural Science. 129: 667-674.
- Augspurger, C. K. (2009) Spring 2007 warmth and frost: phenology, damage and refoliation in a temperate deciduous forest. Functional Ecology 23: 1031-1039.
- Badeck FW, A. Bondeau, K. Bottcher, D. Doktor, W. Lucht, J. Schaber and S. Sitch (2004) Responses of spring phenology to climate change. New Phytologist 162: 295-309.
- Bawa, K.S. (1983) Patterns of flowering in tropical plant. In Jones C. E., and R. J. Little

- (eds) Handbook of Pollination Biology. Van Nostrand Reinhold Company pp. 394-410.
- Bawa, K. S., H. Kang and M. H. Grayum (2003) Relationships among time, frequency, and duration of flowering in tropical rain forest trees. *American Journal of Botany* 90(6): 877–887.
- Brown, W. H. and A. F. Fischer (1918) Philippine bamboos. Bureau of Forestry of Philippines. 64pp.
- Byers R.E. and Marini R.P. (1994) Influence of blossom and fruit thinning on peach flower bud tolerance to an early spring freeze. *Hortscience* 29:146-148.
- Charlesworth, D. and B. Charlesworth. (1987) Inbreeding depression and its evolutionary consequences. *Annual Rev. Ecol. Syst.* 18:237-268.
- Dieterlen, F. (1978) Zur Phanologie des aquatorialen Regenwaldes in Ost-Zaire (Kivu). nebst Pflanzenliste und Klimadaten. 47: 5-120.
- Fenner, M. (1998) The phenology of growth and reproduction in plants. *Perspective in Plant Ecology, Evolution and Systematic* 1: 78-91.
- Forrest, J. and A. J. Miller-Rushing (2010) Toward a synthetic understanding of the role of phenology in ecology and evolution. *Philosophical Transactions of The Royal Society B* 365: 3101-3112.
- Fuchigami, L. H., C. J. Weiser, K. Kobayashi, R. Timmis and L. V. Gusta (1982) A degree growth stage ($^{\circ}\text{GS}$) model and cold acclimation in temperate woody plants. In Li, P. H. and A. Sakai (eds.). *Plant Cold Hardiness and Freezing Stress. Mechanisms and Crop Implications*, Vol 2. Academic Press, New York, 93-116.
- Goodrum, P. D., V. H. Reidand and C. E. Boyd (1971) Acorn yields, characteristics, and management criteria of oaks for wildlife. *The Journal of Wildlife Management.* 35(3): 520-532.
- Gutschick, V. P. and H. BassiriRad (2003) Extreme events as shapping physiology, ecology and evolution of plant: toward a unified definition and evolution of their consequences. *New Phytologist* 160: 21-42.
- Hansen, J. D. (1993) Field phenology of red ginger, *Alpinia purpurata*. *Proceedings of the Annual Meeting of the Florida State Horticultural Society* 106: 290-292.
- Inouye, D., W. F. Saavedraand and W. L. Yang (2003) Environmental influences on the phenology and abundance of flowering by *Androsace septentrionalis* (Primulaceae). *American Journal of Botany* 90: 905-910.
- Kalbrer, S. R., N. Leyva-Estrada, S. L. Krebs and R. Arora (2006) Frost dchardening and rehardening of flora buds of deciduous azaleas are influenced by genotypic biogeography. *Environmental and Experimental Botany* 59(3): 264-275.

- Kevan, P. G. and H. G. Baker (1983) Insects as flower visitors and pollinators. *Annual Review of Entomology* 28:407- 453.
- Kikuzawa, K. (1995) Leaf Phenology as an Optimal Strategy for Carbon Gain in Plants. *Canadian Journal of Botany* 73(2): 158-163.
- Kikuzawa, K. (1995) Leaf phenology as an optimal strategy for carbon gain in plants. *Canadian Journal of Botany* 73(2): 158-163.
- Kochmer, J. P. and S. N. Handel (1986) Constraint and competition in the evolution of flowering phenology. *Ecological Monographs* 56: 303-325.
- Koelmeyer, K. O. (1959) The periodicity of leaf change and flowering in the principal forest communities of Ceylon. *Ceylon Forester* 4: 157-189.
- Larcher, W. (1995) *Physiological Plant Ecology*, 3rd edn. Springer-Verlag, New York.
- Li, Q. J., Z. F. Xu, W. J. Kress, Y. M. Xia, L. Zhang, X. B. Deng, J. Y. Gao and Z. L. Bai (2001) Flexible style that encourages outcrossing. *Nature* 410: 432.
- Liu, S. C. and J. C. Wang (2009) New natural hybrid, *Alpinia X ilanensis* (Zingiberaceae) in Taiwan. *Taiwania* 54(2): 134-139.
- Luo, Y. L. and Q. J. Li (2010) Effects of light and low temperature on the reciprocal style curvature of flexistylous *Alpinia* Species (Zingiberaceae). *Acta Physiologiae Plantarum* 32(6): 1229-1234.
- Mailman, M. D, M. Feolo, Y. Jin, M. Kimura, K. Tryka, R. Bagoutdinov, L. Hao, A. Kiang, J. Paschall, L. Phan, N. Popova, S. Pretel, L. Ziyabari, M. Lee, Y. Shao, Z. Y. Wang, K. Sirotkin, M. Ward, M. Kholodov, K. Zbicz, J. Beck, M. Kimelman, S. Shevelev, D. Preuss, E. Yaschenko, A. Graeff, J. Ostell and S. T. Sherry (2007) The NCBI dbGaP database of genotypes and phenotypes. *Nature Genetics* 39(10): 1181-1186.
- Murali, K. S. and R. Sukumar (1994) Reproductive phenology of a tropical dry forest in Mudumalai, southern India. *Journal of Ecology* 82: 759-767.
- Masaya, I. and S. Akira (1981) Freezing avoidance mechanisms by supercooling in some *Rhododendron* flower buds with reference to water relations. *Plant and Cell Physiology* 22(6): 953-967.
- McAtamney, L. and E. N. Corlett (1993) RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. *Applied Ergonomics* 24(2): 91-99.
- Meday, L. (1972) Phenology of a tropical rain forest in Malaya. *Biological Journal of the Linnean Society* 4: 117-146.
- Nautiyal, S., R. K. Maikhuri, K. S. Rao and K. G. Saxena (2001) Medicinal Plant Resources in Nanda Devi Biosphere Reserve in the Central Himalayas. *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants* 8: 47-64.

- Newstrom, L. E., G. W. Frankie, H. G. Baker and R. K. Colwell (1993) Diversity of flowering patterns at La Selva. La Selva: ecology and natural history of a lowland tropical rainforest. University of Chicago press, Chicago, Illinois.
- Newstrom, L. E., G. W. Frankie and H. G. Baker (1994) A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. *Biotropica* 26(2): 141-159.
- Noma N. and T. Yumoto (1997) Fruiting phenology of animal-dispersed plants in response to winter migration of frugivores in a warm temperate forest on Yakushima Island, Japan. *Ecological Research Tokyo* 12(2): 119-129.
- Nuttonson, M. Y. (1955) Wheat-climate relationships and the use of phenology in ascertaining the thermal and photo-thermal requirements of wheat based on data of North America and of some thermally analogous areas of North America in the Soviet Union and in Finland. American Institute of Crop Ecology, Washington, D.C. 388pp.
- Orlandi F., Fornaciai M. and Romano B. (2002) The use of phenological data to calculate chilling units in *Olea europaea* L. in relation to the onset of reproduction. *Int J Biometeorol* 46: 2-8.
- Pakkish, Z., M. Rahemiand, B. Panahi (2011) Low temperature resistance of developing flowers buds of pistachio (*Pistacia vera* L.) cultivars. *Biotechnology in Agriculture and Forestry* 5(15): 153-157.
- Patel, A. (1997) Phenology patterns of ficus in relation to other forest trees in southern India. *Journal of Tropical Ecology* 13: 681-695.
- Pleasants, J. M. (1990) Null-model tests for competitive displacement: the fallacy of not focusing on the whole community. *Ecology* 71: 461-472.
- Powlesland, M. H., M. Phhilipp and D. G. Lloyd (1985) Flowering and Fruiting patters of three species of *Melicytus* (Violaceae) in New Zealand. *New Zealand Journal of Botany* 23: 581-596.
- Putz, F. E. (1979) Aseasonality in Malaysian tree phenology. *Malaysian Forester* 42: 1-24.
- Rathcke, B. (1983) Competition and facilitation among plants for pollination. In: Real L, ed. *Pollination Biology* London: Academic Press, 305-329.
- Putz, F. E. and D. M. Windsor (1987) Liana phenology on Barro Colorado Island, Panama. *Biotropica* 19(4): 334-341.
- Ramirez C. S. and J. J. Armesto (1994) Flowering and Fruiting Patterns in the Temperate Rainforest of Chiloe, Chile-Ecologies and Climatic Constraints. *Journal of Ecology* 82(2): 353-365.
- Rathcke, B. and E. P. Lacey (1985) Phenological patterns of terrestrial plants. *Annual*

- Review of Ecology and Systematics 16: 179-214.
- Reekie, E. G. and F. A. Bazzaz (2005) Reproductive Allocation in plants. A Volume in the Physiological Ecology Series. Elsevier Academic Press, London.
- Sakagami, S. F., R. Ohgushi and D. W. Roubik (1990) Natural History of Social Wasps and Bees in Equatorial Sumatra. Hokkaido University, 274pp.
- Sakai, A. and W. Larcher (1987) Frost survival of plants, Ecological Studies, vol 62. Springer, Berlin Heidelberg New York.
- Schaik, C. P. V. (1986) Phenological changes in a Sumatran rain forest. Journal of Tropical Ecology 2: 327-347.
- Shen, Z. K. (2000) Study in the Phenological Phase in *Eulapiopsis Binata*. Journal of Hubei Institute for Nationalities 18(2): 24-26.
- Shosuke, K., I. Mari and K. Masaaki (1980) Supercooling ability of *Rhododendron* flower buds in relation to cooling rate and cold hardiness. Plant and Cell Physiology 21(7): 1205-1216.
- Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K. B., Tignor, M., Miller, H. L. (2007) Climate change 2007: the Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Intergovernmental Panel on Climate Change 18pp.
- Sosebee, R. E. and H. H. Wiebe (1973) Effect of Phenological Development on Radiophosphorus Translocation from Leaves in Crested Wheatgrass. Oecologia 13 (2): 103-112.
- Sparks T. H. and Menzel A. (2002) Observed changes in seasons: an overview. Int. F. Climatol. 22: 1715-1725.
- Sun, S., J. Y. Gao, W. J. Liao, Q. J. Li and D. Y. Zhang (2007) Adaptive significance of flexistyly in *Alpinia blepharocalyx* (Zingiberaceae): a hand-pollination experiment. Annals of Botany 99: 661-666.
- Takahashi, K. (2004) Grown architecture of the ginger *Alpinia scabra* (Zingiberaceae) in a tropical submontane forest, Indonesia. Tropics 14(1): 65-73.
- Takano, A., J. Gisil, M. Yusoff and T. Tachi (2005) Floral and pollinator behaviour of flexistylyous *Bornean ginger*, *Alpinia nieuwenhuizii* (Zingiberaceae). Plant Systematics and Evolution 252(3-4): 167-173.
- Webster, D. E. and J. S. Ebdon (2005) Effects of nitrogen and potassium fertilization on perennial rye grass cold tolerance during deacclimation in late winter and early spring. Hortscience 40: 842-849.
- Young, H. J. (1986) Beetle pollination of *Dieffenbachia longispatha* (Araceae). American Journal of Botany 73(6): 931-944.

- Young, H. J. (1990) Pollination and reproductive biology of an understory neotropical aroid. In Bawa K. S. and M. Hadley (eds). *Reproductive Ecology of Tropical Forest Plants*, 151-164.
- Zhang, L., Q. J. Li, X. B. Deng, P. Y. Ren and J. Y. Gao. (2003) Reproductive biology of *Alpinia blepharocalyx* (Zingiberaceae): another example of flexistyly. *Plant Systematics and Evolution* 241(1-2): 67-76.

附錄 I 雪見遊憩區植物物候調查種子植物種類名錄清單

一、裸子植物

1. Cephalotaxaceae 粗榧科

Cephalotaxus wilsoniana Hayata 臺灣粗榧

2. Podocarpaceae 羅漢松科

Podocarpus fasciculus de Laubenfels 叢花百日青

3. Pinaceae 松科

Pinus morrisonicola Hayata 臺灣五葉松

Pinus taiwanensis Hayata 臺灣二葉松

4. Taxodiaceae 杉科

Cryptomeria japonica (L. f.) D. Don 柳杉

Cunninghamia konishii Hayata 香杉

5. Cupressaceae 柏科

Chamaecyparis formosensis Matsum. 紅檜

二、被子植物

(一) 雙子葉植物

6. Juglandaceae 胡桃科

Engelhardtia roxburghiana Wall. 臺灣黃杞

7. Betulaceae 樺木科

Alnus formosana (Burkill ex Forbes & Hemsl.) Makino 臺灣赤楊

8. Fagaceae 殼斗科

Castanopsis cuspidata (Thunb. ex Murray) Schottky var. *carlesii* (Hemsl.) Yamaz. 長尾尖葉櫟

Cyclobalanopsis longinux (Hayata) Schottky 錐果櫟

Cyclobalanopsis stenophylloides (Hayata) Kudo & Masam. ex Kudo 狹葉櫟

Lithocarpus amygdalifolius (Skan ex Forbes & Hemsl.) Hayata 杏葉石櫟

Lithocarpus harlandii (Hance) Rehd. 短尾葉石櫟

Pasania kawakamii (Hayata) Schottky 大葉石櫟

Quercus tatakaensis Tomiya 銳葉高山櫟

9. Ulmaceae 榆科

Ulmus uyematsui Hayata 阿里山榆

10. Moraceae 桑科

Fatoua villosa (Thunb. ex Murray) Nakai 小蛇麻

Ficus sarmentosa B. Ham. ex J. E. Sm. var. *nipponica* (Fr. & Sav.) Corner 珍珠蓮

11. Urticaceae 蕁麻科

Boehmeria wattersii (Hance) Shih & Yang 長葉苧麻

Debregeasia orientalis C. J. Chen 水麻

Elatostema lineolatum Wight var. *majus* Wedd. 冷清草

Elatostema parvum (Bl.) Miq. 絨莖樓梯草

- Elatostema platyphylloides* Shih & Yang 闊葉樓梯草
Elatostema trilobulatum (Hayata) Yamazaki 裂葉樓梯草
Girardinia diversifolia (Link) Friis 蠟子草
Gonostegia hirta (Bl.) Miq. 糯米糰
Lecanthus peduncularis (Wall. ex Royle) Wedd. 長梗盤花麻
Oreocnide pedunculata (Shirai) Masam. 長梗紫麻
Pellionia radicans (Sieb. & Zucc.) Wedd. 赤車使者
Pilea angulata (Bl.) Bl. 長柄冷水麻
Pilea aquarum Dunn subsp. *brevicornuta* (Hayata) C. J. Chen 短角冷水麻
Pilea melastomoides (Poir.) Wedd. 野牡丹葉冷水麻
Pouzolzia elegans Wedd. 水雞油
Urtica thunbergiana Sieb. & Zucc. 咬人貓

12. Loranthaceae 桑寄生科

- Loranthus delavayi* Van Tieghem 桐樹桑寄生
Taxillus theifer (Hayata) H. S. Kiu 埔姜桑寄生
Viscum alniformosanae Hayata 臺灣槲寄生

13. Polygonaceae 蓼科

- Polygonum chinense* L. 火炭母草
Polygonum longisetum De Bruyn 睫穗蓼
Polygonum nepalense Meisn. 尼泊爾蓼
Polygonum thunbergii Sieb. & Zucc. 戟葉蓼
Polygonum yunnanense Leveille 虎杖

14. Phytolaccaceae 商陸科

- Phytolacca japonica* Makino 日本商陸

15. Caryophyllaceae 石竹科

- Cerastium arisanensis* Hayata 阿里山繁縷
Cerastium trigynum Vill. var. *morrisonense* (Hayata) Hayata 玉山卷耳
Cucubalus baccifer L. 狗筋蔓
Drymaria diandra Bl. 菁芳草
Stellaria aquatica (L.) Scop. 鵝兒腸
Stellaria media (L.) Vill. 繁縷

16. Amaranthaceae 莧科

- Achyranthes aspera* L. var. *rubro-fusca* Hook. f. 紫莖牛膝
Achyranthes bidentata Bl. 牛膝

17. Magnoliaceae 木蘭科

- Michelia compressa* (Maxim.) Sargent var. *formosana* Kaneh. 臺灣烏心石

18. Schisandraceae 五味子科

- Kadsura japonica* (L.) Dunal 南五味子

Schisandra arisanensis Hayata 阿里山五味子

19. Lauraceae 樟科

Cinnamomum insulari-montanum Hayata 山肉桂

Cinnamomum osmophloeum Kanehira 土肉桂

Cinnamomum subavenium Miq. 香桂

Litsea acuminata (Bl.) Kurata 長葉木薑子

Litsea cubeba (Lour.) Persoon 山胡椒

Machilus japonica Sieb. & Zucc. 假長葉楠

Machilus zuihoensis Hayata var. *mushaensis* (Lu) Y. C. Liu 霧社楨楠

Machilus thunbergii Sieb. & Zucc. 紅楠

Machilus zuihoensis Hayata 香楠

Neolitsea aciculata (Bl.) Koidz. var. *variabilissima* (Hayata) J. C. Liao 變葉新木薑子

Neolitsea acuminatissima (Hayata) Kanehira & Sasaki 高山新木薑子

Sassafras randaiense (Hayata) Rehder 臺灣檫樹

20. Ranunculaceae 毛茛科

Clematis chinensis Osbeck 威靈仙

Clematis crassifolia Benth. 厚葉鐵線蓮

Clematis grata Wall. 串鼻龍

Clematis henryi Oliv. 亨利氏鐵線蓮

Clematis henryi Oliv. var. *morii* (Hayata) Yang & Huang 森氏鐵線蓮

Clematis uncinata Champ. ex Benth. 柱果鐵線蓮

Ranunculus cantoniensis DC. 禺毛茛

Ranunculus silerifolius Lév. 鈎柱毛茛

21. Berberidaceae 小蘗科

Dyosma pleiantha (Hance) Woodson 八角蓮

22. Lardizabalaceae 木通科

Stauntonia obovatifoliola Hayata 石月

Stauntonia purpurea Y. C. Liu & F. Y. Lu 紫花野木瓜

23. Piperaceae 胡椒科

Peperomia reflexa (L. f.) A. Dietr. 小椒草

Piper kadsura (Choisy) Ohwi 風藤

24. Chloranthaceae 金粟蘭科

Chloranthus oldhami Solms. 臺灣及己

25. Actinidiaceae 彌猴桃科

Actinidia callosa Lindl. var. *callosa* 硬齒彌猴桃

Actinidia chinensis Planch. var. *setosa* Li 臺灣羊桃

26. Theaceae 茶科

Adinandra formosana Hayata 臺灣楊桐

- Camellia transarisanensis* (Hayata) Coh.-Stuart 阿里山茶
Camellia transnokoensis Hayata 泛能高山茶
Cleyera japonica Thunb. var. *longicarpa* (Yamamoto) Ling & Hsieh 長果紅淡比
Eurya chinensis R. Br. 中國柃木
Eurya crenatifolia (Yamamoto) Kobuski 假柃木
Eurya gnaphalocarpa Hayata 菱葉柃木
Eurya hayatae Yamam. 早田氏柃木
Eurya leptophylla Hayata 薄葉柃木
Eurya loquaiana Dunn 細枝柃木
Eurya septata Chi C. Wu, Z. F. Hsu & C. H. Tsou 臺灣格柃
Eurya strigillosa Hayata 粗毛柃木
Gordonia axillaris (Roxb.) Dietr. 大頭茶
Schima superba Gard. & Champ. 木荷
Ternstroemia gymnanthera (Wight & Arn.) Sprague 厚皮香

27. Fumariaceae 紫堇科

- Corydalis pallida* (Thunb.) Pers. 黃堇

28. Cruciferae 十字花科

- Cardamine flexuosa* With. 細葉碎米薺
Rorippa indica (L.) Hiern 葶藶

29. Saxifragaceae 虎耳草科

- Astilbe longicarpa* (Hayata) Hayata 落新婦
Deutzia pulchra Vidal 大葉溲疏
Deutzia taiwanensis (Maxim.) Schneider 臺灣溲疏
Hydrangea chinensis Maxim. 華八仙
Itea parviflora Hemsl. 小花鼠刺

30. Pittosporaceae 海桐科

- Pittosporum illicioides* Makino 疏果海桐

31. Rosaceae 薔薇科

- Duchesnea chrysantha* (Zoll. & Mor.) Miq. 臺灣蛇莓
Duchesnea indica (Andr.) Focke 蛇莓
Eriobotrya deflexa (Hemsl.) Nakai 臺灣山枇杷
Fragaria hayatai Makino 臺灣草莓
Malus doumeri (Bois.) Chev. C. R. Ac. Sc. 臺灣蘋果
Photinia niitakayamensis Hayata 玉山假沙梨
Prunus campanulata Maxim. 山櫻花
Prunus phaeosticta (Hance) Maxim. 墨點櫻桃
Rosa sambucina Koidz. 山薔薇
Rubus corchorifolius L. f. 變葉懸鈎子

- Rubus croceacanthus* Levl. 刺梅
Rubus formosensis Ktze. 臺灣懸鉤子
Rubus swinhoei Hance var. *kawakamii* (Hayata) S.-C. Liu 桑葉懸鉤子
Rubus lambertianus Ser. ex DC. 高粱泡
Rubus parvialiiifolius Hayata 小蔥葉懸鉤子
Rubus parvifolius L. 紅梅消
Rubus pectinellus Maxim. 刺萼寒莓
Rubus piptopetalus Hayata ex Koidz. 薄瓣懸鉤子
Rubus pungens Camb. 刺懸鉤子
Rubus pungens Camb. var. *oldhamii* (Miq.) Maxim. 毛刺懸鉤子
Rubus pyrifolius J. E. Sm. 梨葉懸鉤子
Rubus swinhoei Hance 斯氏懸鉤子
Rubus taiwoensis Hayata var. *aculeatiflorus* (Hayata) H. Ohashi & Hsieh 刺花懸鉤子
Rubus trianthus Focke 苦懸鉤子
Rubus wallichianus Wight & Arnott 鬼懸鉤子
Spiraea prunifolia Sieb. & Zucc. var. *pseudoprunifolia* (Hayata) Li 臺灣笑靨花

32. Leguminosae 豆科

- Desmodium sequax* Wall. 波葉山螞蝗
Desmodium intortum (DC.) Urb. 西班牙三葉草
Dumasia miaoliensis Liu & Lu 苗栗野豇豆
Dumasia villosa DC. subsp. *bicolor* (Hayata) Ohashi & Tateishi 臺灣山黑扁豆
Trifolium repens L. 菽草

33. Oxalidaceae 酢醬草科

- Oxalis corniculata* L. 黃花酢醬草
Oxalis corymbosa DC. 紫花酢醬草

34. Geraniaceae 香葉草科

- Geranium robertianum* L. 漢紅魚腥草

35. Euphorbiaceae 大戟科

- Mallotus japonicus* (Thunb.) Muell.-Arg. 野桐

36. Daphniphyllaceae 虎皮楠科

- Daphniphyllum glaucescens* Bl. subsp. *oldhamii* (Hemsl.) Huang var. *oldhamii* (Hemsl.) Huang 奧氏虎皮楠

37. Rutaceae 芸香科

- Skimmia japonica* Thunb. ssp. *distincte-venulosa* (Hayata) Ho 阿里山茵芋
Tetradium glabrifolium (Champ. ex Benth.) T. Hartley 臭辣樹
Toddalia asiatica (L.) Lam. 飛龍掌血
Zanthoxylum scandens Bl. 藤崖椒

38. Polygalaceae 遠志科

- Polygala japonica* Houtt. 瓜子金

39. Anacardiaceae 漆樹科

Rhus javanica L. var. *roxburghiana* (DC.) Rehd. & Willson 羅氏鹽膚木

Rhus succedanea L. 山漆

40. Aceraceae 槭樹科

Acer kawakamii Koidzumi 尖葉槭

Acer morrisonense Hayata 臺灣紅榨槭

41. Sabiaceae 清風藤科

Meliosma callicarpaefolia Hayata 紫珠葉泡花樹

Meliosma squamulata Hance 綠樟

42. Balsaminaceae 鳳仙花科

Impatiens devolii Huang 棣慕華鳳仙花

Impatiens tayemonii Hayata 黃花鳳仙花

43. Aquifoliaceae 冬青科

Ilex goshiensis Hayata 圓葉冬青

Ilex lonicerifolia Hayata 忍冬葉冬青

Ilex pubescens Hook. & Arn. 密毛冬青

Ilex suzukii S. Y. Hu 鈴木氏冬青

44. Celastraceae 衛矛科

Celastrus kusanoi Hayata 大葉南蛇藤

Perrottetia arisanensis Hayata 佩羅特木

45. Staphyleaceae 省沽油科

Turpinia formosana Nakai 臺灣山香圓

Turpinia ternata Nakai 三葉山香圓

46. Rhamnaceae 鼠李科

Sageretia thea (Osbeck) Johnst. 雀梅藤

47. Vitaceae 葡萄科

Cayratia japonica (Thunb.) Gagnep. 烏斂莓

Cayratia corniculata (Benth.) Gagnep. 角花烏斂莓

Tetrastigma dentatum (Hayata) Li 苗栗崖爬藤

Tetrastigma formosanum (Hemsl.) Gagnep. 三葉崖爬藤

Tetrastigma umbellatum (Hemsl.) Nakai 臺灣崖爬藤

Vitis flexuosa Thunb. 光葉葡萄

48. Malvaceae 錦葵科

Hibiscus taiwanensis Hu 臺灣山芙蓉

49. Elaeagnaceae 胡頹子科

Elaeagnus glabra Thunb. 藤胡頹子

Elaeagnus morrisonensis Hayata 玉山胡頹子

50. Flacourtiaceae 大風子科

Idesia polycarpa Maxim. 山桐子

51. Violaceae 堇菜科

Viola adenostrix Hayata 喜岩堇菜

Viola confusa Champ. ex Benth. 短毛堇菜

Viola formosana Hayata 臺灣堇菜

Viola formosana Hayata var. *stenopetala* (Hayata) Wang, Huang & Hashimoto 川上氏堇菜

Viola mandshurica W. Becker 紫花地丁

Viola nagasawai Makino & Hayata var. *pricei* (W. Becker) Wang & Huang 普萊氏堇菜

52. Cucurbitaceae 瓜科

Gynostemma pentaphyllum (Thunb.) Makino 三葉絞股藍

Gynostemma pentaphyllum (Thunb.) Makino 絞股藍

Thladiantha punctata Hayata 斑花青牛膽

Trichosanthes homophylla Hayata 芋葉括樓

Zehneria japonica (Thunb.) H.-Y. Liu 馬蛟兒

Zehneria mucronata (Bl.) Miq. 黑果馬蛟兒

53. Lythraceae 千屈菜科

Cuphea cartagenesis (Jacq.) Macbrids 克非亞草

54. Melastomataceae 野牡丹科

Sarcopyramis napalensis Wall. var. *delicata* (C. B. Robinson) S. F. Huang & T. C. Huang 東方肉穗野牡丹

55. Araliaceae 五加科

Aralia bipinnata Blanco 裡白槲木

Aralia decaisneana Hance 臺灣槲木

Dendropanax dentiger (Harms ex Diels) Merr. 臺灣樹參

Fatsia polycarpa Hayata 臺灣八角金盤

Hedera rhombea (Miq.) Bean var. *formosana* (Nakai) Li 臺灣常春藤

Tetrapanax papyriferus (Hook.) K. Koch 蓮草

56. Umbelliferae 繖形科

Hydrocotyle nepalensis Hook. 乞食碗

Hydrocotyle setulosa Hayata 阿里山天胡荽

Hydrocotyle sibthorpioides Lam. 天胡荽

Sanicula lamelligera Hance 山芹菜

57. Ericaceae 杜鵑花科

Gaultheria leucocarpa Blume 白珠樹

Lyonia ovalifolia (Wall.) Drude 南燭

Rhododendron breviperulatum Hayata 南澳杜鵑

Rhododendron formosanum Hemsl. 臺灣杜鵑

Rhododendron latoucheae Franch. & Finet 西施花

Rhododendron oldhamii Maxim. 金毛杜鵑

Vaccinium bracteatum Thunb. 米飯花

Vaccinium emarginatum Hayata 凹葉巖桃

Vaccinium randaiense Hayata 巒大越橘

58. Myrsinaceae 紫金牛科

Ardisia cornudentata Mez 雨傘仔

Ardisia crenata Sims 珠砂根

Embelia laeta (L.) Mez 正藤木樹

Maesa japonica (Thunb.) Moritzi ex Zoll. 日本山桂花

Maesa perlaria (Lour.) Merr. var. *formosana* (Mez) Yuen P. Yang 臺灣山桂花

Myrsine stolonifera (Koidz.) Walker 蔓竹杞

59. Primulaceae 報春花科

Lysimachia ardisioides Masam. 臺灣排香

Lysimachia decurrens G. Forster 異葉珍珠菜

60. Ebenaceae 柿樹科

Diospyros japonica Sieb. & Zucc. 山豆柿

Diospyros oldhamii Maxim. 俄氏柿

61. Symplocaceae 灰木科

Symplocos morrisonicola Brand 玉山灰木

Symplocos formosana Brand 臺灣灰木

Symplocos stellaris Brand 枇杷葉灰木

62. Oleaceae 木犀科

Osmanthus matsumuranus Hayata 大葉木犀

63. Gentianaceae 龍膽科

Swertia kuroiawai Makino var. *shintenensis* (Hayata) Satake 新店當藥

Tripterospermum lanceolatum (Hayata) Hara ex Satake 玉山肺形草

Tripterospermum luzonense (Vidal) J. Murata 高山雙蝴蝶

Tripterospermum taiwanense (Masam.) Satake 臺灣肺形草

64. Apocynaceae 夾竹桃科

Trachelospermum formosanum Liu & Ou 臺灣絡石

Trachelospermum jasminoides (Lindl.) Lemaire 絡石

65. Rubiaceae 茜草科

Damnacanthus angustifolius Hayata 無刺伏牛花

Damnacanthus indicus Gaertn. 伏牛花

Mussaenda parviflora Matsum. 玉葉金花

Ophiorrhiza hayatana Ohwi 早田氏蛇根草

Ophiorrhiza japonica Blume 蛇根草

66. Boraginaceae 紫草科

Bothriospermum tenellum (Hornemann) Fischer & Meyer 細纍子草

Cynoglossum zeylanicum (Vahl) Thunb. ex Lehmann 琉璃草

67. Verbenaceae 馬鞭草科

Callicarpa formosana Rolfe 臺灣紫珠

Callicarpa randaiensis Hayata 巒大紫珠

Clerodendrum trichotomum Thunb. 海州常山

68. Labiatae 唇形科

Clinopodium gracile (Benth.) Kuntze 光風輪菜

Clinopodium laxiflorum (Hayata) Mori 疏花塔花

Clinopodium umbrosum (Bieb.) C. Koch 風輪菜

Melissa axillaris Bakh. f. 蜜蜂花

Salvia hayataana Makino ex Hayata 早田氏鼠尾草

69. Solanaceae 茄科

Lycianthes biflora (Lour.) Bitter 雙花龍葵

Solanum alatum Moench. 光果龍葵

Solanum hidetaroii Masam. 玉山茄

Solanum lysimachioides Wall. 蔓茄

Solanum nigrum L. 龍葵

70. Scrophulariaceae 玄參科

Mazus pumilus (Burm. f.) Steenis 通泉草

Torenia concolor Lindl. 倒地蜈蚣

71. Gesneriaceae 苦苣苔科

Hemiboea bicornuta (Hayata) Ohwi 角桐草

Lysionotus pauciflorus Maxim. 石吊蘭

72. Plantaginaceae 車前草科

Plantago asiatica L. 車前草

73. Caprifoliaceae 忍冬科

Lonicera acuminata Wall. 阿里山忍冬

Lonicera apodantha Ohwi 無梗忍冬

Lonicera hypoglauca Miq. 紅腺忍冬

Lonicera hypoglauca Miq. 裡白忍冬

Lonicera macrantha (D. Don) Spreng. 大花忍冬

Sambucus chinensis Lindl. 有骨消

Viburnum foetidum Wall. var. *rectangulatum* (Graebner) Rehder 太平山英薔

Viburnum integrifolium Hayata 玉山糯米樹

74. Campanulaceae 桔梗科

Peracarpa carnosus (Wall.) Hook. f. & Thomson 山桔梗

Pratia nummularia (Lam.) A. Brown & Asch. 普刺特草

75. Compositae 菊科

- Ageratum houstonianum* Mill. 紫花藿香薊
Ainsliaea reflexa Merr. 臺灣鬼督郵
Aster taiwanensis Kitam. 臺灣馬蘭
Bidens pilosa L. 白花鬼針
Bidens pilosa L. var. *minor* (Blume) Sherff 小白花鬼針
Bidens pilosa L. var. *radiata* Sch. 大花咸豐草
Carpesium divaricatum Sieb. & Zucc. 煙管草
Carpesium nepalense Less. 黃金珠
Christia vespertilionis (L. f.) Bahn. f. 飛機草
Conyza bonariensis (L.) Cronq. 美洲假蓬
Conyza canadensis (L.) Cronq. 加拿大蓬
Conyza japonica (Thunb.) Less. 日本假蓬
Conyza sumatrensis (Retz.) Walker 野茼蒿
Crassocephalum crepidioides (Benth.) S. Moore 山茼蒿
Crassocephalum rubens (Juss. ex Jacq.) S. Moore 昭和草
Dichrocephala bicolor (Roth) Schtdl. 茯苓菜
Eupatorium formosanum Hayata 臺灣澤蘭
Galinsoga quadriradiata Ruiz & Pav. 粗毛小米菊
Gnaphalium adnatum Wall. ex DC. 紅面番
Gnaphalium affine D. Don 鼠麴草
Gnaphalium pensylvanicum Willd. 匙葉鼠麴草
Gynura japonica (Thunb.) Juel 黃花三七草
Ixeris chinensis (Thunb.) Nakai 兔兒菜
Microglossa pyrifolia (Lam.) Kuntze 小舌菊
Myriactis humilis Merr. 矮菊
Picris hieracioides L. ssp. *morrisonensis* (Hayata) Kitam. 玉山毛連菜
Paraprenanthes sororia (Miq.) C. Shih 山苦蕒
Rhynchospermum verticillatum Reinw. 秋分草
Saussurea formosana Hayata 臺灣青木香
Senecio nemorensis L. 黃菀
Senecio scandens Buch. Ham. ex D. Don 蔓黃菀
Senecio scandens Buch.-Ham. ex D. Don var. *crataegifolius* (Hayata) Kitam. 小蔓黃菀
Sonchus oleraceus L. 苦蕒菜
Youngia japonica (L.) DC. 黃鵪菜

(二) 單子葉植物

76. Liliaceae 百合科

- Asparagus cochinchinensis* (Lour.) Merr. 天門冬
Lilium formosanum Wallace 臺灣百合

Ophiopogon intermedius D. Don 間型沿階草

77. Smilacaceae 菝契科

Smilax bracteata Prest var. *verruculosa* (Merr.) T. Koyama 糙莖菝契

Smilax elongato-umbellata Hayata 細葉菝契

Smilax glabra Wright 光滑菝契

Smilax lanceifolia Roxb. 臺灣菝契

Smilax nantoensis T. Koyama 南投菝契

Smilax riparia A. DC. 大武牛尾菜

78. Juncaceae 燈心草科

Juncus effusus L. 燈心草

79. Cyperaceae 莎草科

Carex alopecuroides D. Don ex Tilloch & Taylor 川上氏薹

Carex baccans Nees 紅果薹

Carex cruciata Wahl. 煙火薹

Carex filicina Nees 紅鞞薹

Pycreus sanguinolentus (Vahl) Nees 紅鱗扁莎

80. Gramineae 禾本科

Bromus catharticus Vahl 大扁雀麥

Cyrtococcum accrescens (Trin.) Stapf 散穗弓果黍

Cyrtococcum patens (L.) A. Camus 弓果黍

Miscanthus sinensis Andersson 白背芒

Oplismenus compositus (L.) P. Beauv. 竹葉草

Oplismenus undulatifolius (Ard.) Roem. & Schult. 求米草

Paspalum dilatatum Poir. 毛花雀稗

Poa annua L. 早熟禾

Setaria geniculata P. Brauv. 莠狗尾草

Setaria palmifolia (J. König.) Stapf 颱風草

81. Araceae 天南星科

Arisaema consanguineum Schott 長行天南星

Arisaema taiwanense J. Murata 蓬萊天南星

82. Zingiberaceae 薑科

Alpinia pricei Hayata var. *sessiliflora* (Kitam.) J. J. Yang & J. C. Wang 阿里山月桃

83. Orchidaceae 蘭科

Cheirostylis inabai Hayata 羽唇指柱蘭

Cremastra appendiculata (D. Don) Makino 馬鞭蘭

Eria reptans (Franch. & Sav.) Makino 高山絨蘭

附錄 II 雪見遊憩區縮時攝影機架設之位置
(座標系統:TWD97)

物種	x	y	誤差	位置
山櫻花	251359	2702072	±5 m	遊客中心旁
棣慕華鳳仙花	251380	2702000	±4 m	遊客停車區域
山胡椒	251399	2702037	±3 m	停車區域旁步道
臺灣山枇杷	251399	2702037	±6 m	停車區域旁步道
厚皮香	251402	2702033	±4 m	停車區域旁步道
臺灣蘋果	251408	2702061	±3 m	管理站前 50 m
細枝柃木	251439	2702008	±3 m	1 號步道入口
香桂	251443	2702119	±5 m	1 號步道
苗栗野豇豆	251465	2702338	±6 m	4 號步道出口
金毛杜鵑	251465	2702338	±4 m	4 號步道出口
海州常山	251465	2702338	±3 m	4 號步道出口
變葉新木薑子	251469	2702007	±6 m	4 號步道
臺灣烏心石	251493	2702277	±5 m	4 號步道
紅楠	251493	2702031	±3 m	樹冠平台
短尾葉石櫟	251493	2702338	±4 m	4 號步道出口
蓮草	251515	2701007	±4 m	車道旁
水麻	251525	2702002	±4 m	告示牌吸菸區旁
西施花	251549	2702800	±4 m	懸崖旁
南澳杜鵑	251553	2702777	±4 m	懸崖旁
南澳杜鵑	251557	2702779	±5 m	懸崖旁
山胡椒	251560	2702781	±4 m	懸崖旁
山櫻花	251803	2702123	±5 m	宿舍旁
西施花	252366	2703415	±8 m	26 k
臺灣杜鵑	252507	2704492	±5 m	東洗水山
臺灣杜鵑	252507	2704400	±3 m	東洗水山(近山頂)
西施花	252512	2704503	±4 m	東洗水山
西施花	252516	2704415	±5 m	東洗水山
臺灣杜鵑	252535	2704367	±6 m	東洗水山 0.65 k 處
尖葉槭	252709	2703996	±5 m	4 號步道出口
西施花	252740	2704370	±7 m	東洗水山
南澳杜鵑	252749	2702005	±5 m	林道 26.5 k

雪見地區植物物候及昆蟲相消長關係調查
暨解說出版品編彙

第三章雪見地區環境教育推廣、媒體與書籍出版

林宗岐、林嘉善、姚采宜、郭致與、蘇皓、施欣言

摘要

關鍵詞：雪見遊憩區、樹冠層、生態教育

一、研究緣起

冠層節肢動物的生物量雖然遠不及植物，但森林的大部分生物量都是由節肢動物利用或分解，因此樹冠層節肢動物的分類、生態、及各項與森林相關的研究都亟待完成。對雪見遊憩區優勢、特有及稀有等植物進行調查，記錄植物展葉、開花及結實等物候相，並記錄伴隨出現的昆蟲，分析植物物候與氣候之關係，建立植物與授粉昆蟲間的關聯性。除於此區特有的樹冠平台與走道設施，進行樹冠層上植物物候的昆蟲調查外，也利用各種森林、樹冠使用的採集多軸無人飛行技術與工具，並利用無人多軸機為傳送載具，將各種樹冠層節肢動物的調查設施準確且安全的設置在研究選定樹冠層位置上。多種適合樹冠層調查設備依據對於昆蟲調查結果，配合植物物候及氣象等相關資料，擷取植物及昆蟲相關影相及圖片資料，對此地區常見及具特色的植物及昆蟲，進行科普性質的描述，提供相關生態解說以供解說手冊及摺頁等出版，進一步將多樣特異難懂的昆蟲及植物等生態資料以科普的知識呈現，達到真正雪見地區宣導教育解說的重要目的。

二、研究方法及過程

本計劃將會整合目前於雪見遊憩區的研究成果，並以 104-105 年研究為主體架構，將以雪見地區原始森林之優勢植物及地被特色植物物候之觀測，利用巨觀之空拍技術與微觀之生態顯微照片搭配拍攝，並配合不同季節昆蟲相(含森林樹冠層垂直分布)之變化調查，探討本區植物物候及昆蟲出現消長的相關性為雪見地區

宣導推廣書籍、摺頁與多媒體主述內容。是將雪見遊憩區樹冠層特色的研究內容融入環境生態內容，將雪見遊憩區樹冠層特色以解說導覽手冊及攜帶方便的解說摺頁及互動電子書的形式，介紹給來雪見遊憩區的旅遊活動民眾，讓期對於雪見遊憩區的生態環境資源有更深入的瞭解，有利雪見地區宣導推廣與進行。在樹冠層物種研究中，節肢動物占了大多數，它們的生活食物等等跟樹冠層有密切的相關，為了仔細研究這一塊台灣所擁有豐饒的資源，本次研究計畫目的以台灣亞熱帶森林上昆蟲的群聚結構跟其食物偏好進行研究，以獲得生活在森林內樹冠層昆蟲的群聚特性，以森林中小昆蟲的視野來認識森林。

三、成果

本研究已設置完成森林垂直分層（地表層、灌木層、冠下層與樹冠層）設置多種不同因應不同環境結構，而設計不同樣式的採集陷阱方法與拍攝。這些調查方法與拍攝，依據森林垂直分層結構分別為：地表層、灌木層、冠下層及樹冠層。雪見遊憩區解說導覽手冊、解說摺頁及互動電子書均以雪見地區樹冠層物候特色變化與昆蟲間關係介紹為主軸，讓來雪見遊憩區旅遊活動的民眾，能對於雪見遊憩區的森林生態環境資源有更深入的瞭解，有利雪見地區宣導推廣與進行。雪見地區樹冠層簡介影片將以巨觀之空拍技術與微觀之生態顯微照片搭配拍攝，目前部分拍攝場景均已規劃並開始季節記錄工作。

四、主要建議事項

建議一

長期建議：增加環境教育推廣教材與媒材的豐富度

說明：將凸顯雪見地區原始森林之優勢植物及地被特色植物物候的豐富，並配合不同季節物候環境與昆蟲相(含森林樹冠層垂直分布)之變化調查，已設定園區中特定長期空拍地點（分為空拍全景與森林垂直面）利用無人多軸空拍機的技術，提供不同以往視覺上對於森林變化的印象。

ABSTRACT

【Keywords】 Xuejian recreation area、Canopy、Ecological Education

The canopy insect compositions in these two years would become a steady and reliable database for environment monitoring in Xuejian recreation area. The canopy arthropods research related to forest, taxonomy, and ecology are urgently to be completed since most biomass in forest is consumed by arthropods although they are much less than plants. There are kinds of unmanned aerial vehicle (UAV) are designed to set up canopy research equipment safely and accurately in this project. New UAV technology makes canopy research unmanned reality. New UAV and related hanging system like canopy research net, mini canopy raft, canopy bait station system, and canopy pitfall will be developed and designed in this project which can increase abilities and create new directions to canopy research. Finally, in order to transfer the scientific results of these undertaken plants and insects, photos and videos of common insect and dominant plants will be captured and described preparing for handbook, pamphlet, and e-book which will be used as primary material and database for environmental and ecological education.

壹、前言

森林有豐富的棲息環境，創造了世上最矚目的生物多樣性；樹冠層被認為可保存基因多樣的有機體 (genetically diverse organisms)。國內外於樹冠層研究的方法有很多種，且對於森林樹冠層了解擁有諸多的好處，在環境生態的角色中，樹冠層是森林生態系與大氣交互作用的主要介面，扮演著調解大氣與森林生態系物質交換的角色 (Ryan, 2002)。大部分全球樹冠層的研究著重在熱帶雨林樹冠層，因為熱帶雨林特殊的氣候型態，擁有全球至少有一半以上的生物物種，因此熱帶雨林是地球上最豐富、最古老、最有生產力最複雜的生態系統，許多生物也可以拿來當做「基因資源」。雖台灣樹冠層研究仍處於起步的階段，雪霸國家公園雪見遊憩區已於幾年前便開始著手樹冠層的研究工作，並建立可供樹冠層研究使用的樹冠平台與樹冠走道設施，奠定台灣中海拔雲霧帶亞熱帶針闊葉混合林。

本計劃將會整合目前於雪見遊憩區的研究成果，並以104-105年研究為主體架構，將以雪見地區原始森林之優勢植物及地被特色植物物候之觀測，利用巨觀之空拍技術與微觀之生態顯微照片搭配拍攝，並配合不同季節昆蟲相 (含森林樹冠層垂直分布)之變化調查，探討本區植物物候及昆蟲出現消長的相關性為環境教育推廣書籍、摺頁與多媒體主述內容。簡而言之，是將雪見遊憩區樹冠層特色的研究內容融入環境教育內容，將雪見遊憩區樹冠層特色以解說導覽手冊及攜帶方便的解說摺頁及互動電子書的形式，介紹給來雪見遊憩區的旅遊活動民眾，讓期對於雪見遊憩區的生態環境資源有更深入的瞭解，有利環境教育的推廣與進行。另外解說摺頁部分，以森林分層的生態系統為概念，從樹根到樹冠，精選雪見解說手冊中較具特色的植物及動物物種，提供民眾相關物種之知識，方便民眾尋找，以增加遊賞的樂趣，並兼具教育功能。另外，研究亞熱帶森林樹冠層的物種研究中還缺了很多空白的地方，在樹冠層物種研究中，節肢動物占了大多數，它們的生活食性等等跟樹冠層有密切的相關，為了仔細研究這一塊台灣所擁有豐饒的資源，本次研究計畫目的以台灣亞熱帶森林中棲息在各分層的昆蟲群聚，以樹棲昆蟲為首要介紹物種作為本手冊的開端，再引導介紹綠色摩天樓各森林分層中代表性的昆蟲與植物，透過簡要的物種描述及特色

專欄，讓活動民眾認識雪見雲霧帶森林四季不同的面貌。

貳、前人研究

樹冠層的節肢動物很容易受到植物資源的品質、環境複雜度、微氣候等因素影響，改變分布的形式及資源的利用方式 (Yanoviak and Kaspari, 2000)。樹冠層是森林主要的初級淨生產量 (NPP) 的主要來源，以往的研究顯示有相當多的節肢動物生活在樹冠層中。雖然樹冠層可固定相當大量的碳元素，但是氮元素卻相對較缺乏，因此像氮元素等有限的資源就限制或影響樹冠層節肢動物的分布與變動，這也是樹冠層食物網的特色之一 (Swift *et al.*, 1979)。

樹冠層節肢動物的研究因為採集及鑑定上的困難，大多數的研究至今仍採用間接觀察的方式進行 (Lowman and Wittman, 1996)，無法直接確認植物與節肢動物的交互關係，以及缺乏直接證據說明節肢動物的影響，使我們不易了解樹冠層節肢動物在森林中扮演的真正角色。

樹冠層資源在時空上的可得性來看，溫帶森林與熱帶森林最明顯的不同在於溫帶森林的各項資源可預測性較高 (Basset *et al.*, 2003)，例如溫帶森林的抽芽、落葉等物候現象是可以預測的，這也是昆蟲每季有不同的消長情形的原因之一 (Dixon, 1976)。在溫帶落葉林中，無脊椎動物在地表植被中的豐度要高於樹冠層 (Lowman and Moffett, 1993)，與熱帶森林的研究恰好相反 (Erwin, 1989)，這可能是因溫帶森林的地表植物中有較多樣的棲息環境及合適的微氣候，以及熱帶森林的林冠結構遠較溫帶森林複雜所造成 (Lowman, 1995; Parker, 1995)。利用溫帶森林結構簡單及資源可預測性較高這兩種優點，我們能夠據此建立樹冠層昆蟲的變動模式，作為解釋資源與生物間關係的有力證據，也可檢驗並修正以往建立的假說。在空間分布上，溫帶森林的植食性昆蟲在寄主植物上的垂直分布鮮少有明顯的分層現象，通常在不同的時期與森林層次上也沒有差別 (Schowalter and Ganio, 1998)。

參、材料與方法

環境教育推廣書籍、摺頁及多媒體

以 104-105 年研究為主體架構，將以雪見地區原始森林之優勢植物及地被特色植物物候之觀測，利用巨觀之空拍技術與微觀之生態顯微照片搭配拍攝，並配合不同季節昆蟲相(含森林樹冠層垂直分布)之變化調查，探討本區植物物候及昆蟲出現消長的相關性為雪見地區宣導推廣書籍、摺頁與多媒體主述內容。

肆、結果與討論

雪見地區宣導推廣書籍

配合子計畫 1~3 (雪見地區授粉昆蟲、植物物候與森林垂直分層結構中昆蟲組成)的研究設計與成果，以凸顯雪見遊憩區樹冠層特色的研究內容融入生態解說內容，將雪見遊憩區樹冠層特色以解說導覽手冊及攜帶方便的解說摺頁及互動電子書的形式，介紹給在雪見遊憩區的旅遊活動民眾，讓其對於雪見遊憩區的生態環境有更深入的瞭解，有利雪見地區環境推廣與進行。已規劃完成編纂「綠色摩天樓 雪見森林樹冠層的秘密」解說手冊與互動電子書之手冊編撰，總頁數共 160 頁。

雪見地區宣導摺頁

解說摺頁部分，以森林分層的生態系統為概念，從樹根到樹冠，精選雪見解說手冊中較具特色的植物及動物物種，提供民眾相關物種之知識，方便民眾尋找，以增加遊賞的樂趣，並兼具教育功能。完成「綠色摩天樓 — 從樹根到樹冠」森林分層結構生態之推廣摺頁概念設計，樹冠層解說摺頁雪見遊憩區解說摺頁以環境教育為導向，以細緻的插畫介紹園區內不同森林分層的特色物種。提供更詳細的動植物資訊。另外，本摺頁經過特別設計，以特殊裁剪方式，再以簡單的摺疊及黏貼步驟，使得樹冠層結構具有立體的效果。

雪見地區多媒體影片

雪見地區樹冠層簡介影片將以巨觀之空拍技術搭配拍攝，目前雪見四季場景均已完成拍攝記錄工作，為凸顯雪見地區原始森林之優勢植物及地被特色植物物候的豐富，並配合不同季節物候環境與昆蟲相(含森林樹冠層垂直分布)之變化調查，已設定園區中特定長期空拍地點(分為空拍全景與森林垂直面)利用無人多軸空拍機的技術，提供不同以往視覺上對於森林變化的印象。

伍、結論

本研究已設置完成森林垂直分層(地表層、灌木層、冠下層與樹冠層)設置多種因應不同環境結構，而設計不同樣式的採集陷阱與攝影方法。這些調查方法將依據森林垂直分層結構分別為：地表層、灌木層、冠下層與樹冠層。雪見遊憩區解說導覽手冊、解說摺頁及互動電子書均以雪見地區樹冠層物候特色變化與昆蟲間關係介紹為主軸，讓來雪見遊憩區旅遊活動的民眾，能對於雪見遊憩區的森林生態環境資源有更深入的瞭解，有利雪見地區的推廣與進行。雪見地區樹冠層簡介影片以巨觀之空拍技術搭配拍攝雪見森林結構，提供不同以往視覺上對於森林變化的印象。完成編撰推廣手冊與互動電子書「綠色摩天樓—雪見森林樹冠層的秘密」，及「綠色摩天樓 從樹根到樹冠」森林分層結構生態之環境教育推廣摺頁概念設計。

陸、參考文獻

- Basset, Y., Novotny, V., Miller, S. E., & Kitching, R. L. 2003. Methodological advances and limitations in canopy entomology. *Arthropods of tropical forests: spatio-temporal dynamics and resource use in the canopy*, pp. 7-16. Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK.
- Dixon, K. R. 1976. Analysis of seasonal leaf fall in north temperate deciduous forests. *Oikos* 27:300–306.
- Erwin, T. L. 1989. Sorting tropical forest canopy samples (an experimental project for networking information). *Insect Collection News* 2: 8.

- Lowman, M. D. and M. Moffett. 1993. The ecology of tropical rain forest canopies. *Trends Ecol. Ecol.* 8: 104-108.
- Lowman, M. D. 1995. Herbivory as a process in rain forest canopy trees. Pp. 431-455. In: Lowman, M. D. & Naskarni, N. M. (eds.) Forest canopies. Academic Press, San Diego, California.
- Lowman, M. D. and P. K. Wittman. 1996. Forest canopies: methods, hypotheses, and future directions. *Ann.Rev. Ecol. Syst.* 27: 55-81.
- Parker, G.G. 1995. Structure and microclimate of forest canopies. In: Lowman M, Nadkarni N., eds. Forest canopies: a review of research on a biological frontier. San Diego: Academic Press, 431-455.
- Schowalter, T. D., and L. M. Ganio. 1998. Vertical and seasonal variation in canopy arthropod communities in an old-growth conifer forest in southwestern Washington, USA. *Bulletin of Entomological Research* 88: 633-640.
- Swift, M. J., Heal, O. J. and Anderson, J. M. 1979. *Decomposition in terrestrial ecosystems*. - Blackwell Scientific Publications, Oxford. 372 pp.
- Yanoviak, S. P. and M. Kaspari. 2000. Community structure and the habitat templet: ants in the tropical forest canopy and litter. *OIKOS* 89: 259-266.

附錄 III 書本架構

雪見地區森林樹冠層之四季生態解說手冊 (106 年 5 月修改)

書名：【綠色摩天樓--雪見森林樹冠層的秘密】

* 閱讀對象：國中或以上年齡之民眾 * 全書共 160 頁

大項	細項	頁碼	圖文	頁數
1	封面、封底			
2	書名頁	書名：綠色摩天樓 --雪見森林樹冠層 的秘密 P.1		1 頁
3	處長序	P.2-3	聖稜線照片 2 張	2 頁
4	目錄	P.4-5		2 頁
5	雪見地區全 貌	P.6-7	雪見全貌地圖照片 1 張	2 頁
6	雪見輕旅圖	P.8-9	園區地圖插畫 1 張	2 頁
7	遇見雪見	園區景點地圖 步道等設施介紹 P.10-11	雪見遊憩區遊客中心 照片 1 張	2 頁
8	雪見四季之 美	雲霧帶的祕境 P.12-13	引言文字 雪見風景照 照片 2 張	2 頁
9	雪見地區昆 蟲與植物物 候的適應變 化	P.14-15	引言文字	2 頁
10	綠色摩天樓	樹冠走道平臺介紹 P.16-17	樹冠平台興建緣由	2 頁

	頂	與其重要性		雪見樹冠層之調查方法 簡介 樹冠平台設施與研究調 查照片 照片 2 張	
11	綠色摩天樓 的各樓層 樹 冠層	介紹森林的垂直分 層(地表層、林下 層、樹冠層、露出 層)	P.18-21	跨頁插圖 1 張 樹冠層插圖+圖說	4 頁
12	摩天大樓的 嬌客 螞蟻	介紹螞蟻在生態上 的重要性	P.22-24	螞蟻生態照或插圖 照片 2-3 張	3 頁 3 頁
13	摩天大樓的 其他嬌客	植物與昆蟲生態導 覽	P.25-27	引言文字	3 頁
14	雪見四季的 植物與昆蟲- 春季	春季各個森林分層 (地表層、林下層、 樹冠層、露出層) 常見植物與昆蟲種 類	P.28-65	各個森林分層將挑選植 物與昆蟲關聯性較強的 物種作介紹 生態解說文字,生態照或 標本照片 1-2 張	共 38 頁
	功能群專欄: 造癭		P.34-35	該季節相關物種中插入 專欄,介紹不同功能群之 物種或特色植物	2 頁
	功能群專欄: 食葉		P.38-39		2 頁

植物專題簡 介- 阿里山月桃		P.65	功能群專欄插圖 1-3 張 植物主題專欄插圖 1-2 張	1 頁
雪見四季的 植物與昆蟲- 夏季	夏季各個森林分層 (地表層、林下層、 樹冠層、露出層) 常見植物與昆蟲種 類	P.66-95	各個森林分層將挑選植 物與昆蟲關聯性較強的 物種作介紹 生態解說文字,生態照或 標本照片 1-2 張	共 30 頁
植物專題簡 介- 鳳仙花		P.84		1 頁
功能群專欄: 訪花		P.88-89	該季節相關物種中插入 專欄,介紹不同功能群之 物種或特色植物	2 頁
功能群專欄: 吸食		P.92-93	功能群專欄插圖 1-3 張 植物主題專欄插圖或照 片 2-4 張	2 頁
植物專題簡 介- 蠍子草與咬 人貓		P.95		1 頁
雪見四季的 植物與昆蟲- 秋季	秋季各個森林分層 (地表層、林下層、 樹冠層、露出層) 常見植物與昆蟲種 類	P.96-11 9	各個森林分層將挑選植 物與昆蟲關聯性較強的 物種作介紹 生態解說文字,生態照或 標本照片 1-2 張	共 24 頁
植物專題簡		P.99	該季節相關物種中插入	1 頁

	介- 綠色摩天大 樓上的房客			專欄,介紹不同功能群之 物種或特色植物 功能群專欄插圖 1-3 張	
	功能群專欄: 食果性昆蟲		P.104-1 05	植物主題專欄插圖 1-2 張	2 頁
	功能群專欄: 食腐性昆蟲		P.112-1 13		2 頁
	功能群專欄: 潛地型昆蟲		P.120-1 21		2 頁
	雪見四季的 植物與昆蟲- 冬季	冬季各個森林分層 (地表層、林下層、 樹冠層、露出層) 常見植物與昆蟲種 類	P.126-1 51	各個森林分層將挑選植 物與昆蟲關聯性較強的 物種作介紹 生態解說文字,生態照或 標本照片 1-2 張	共 26 頁
	功能群專欄: 落質層		P.146-1 47	該季節相關物種中插入 專欄,介紹不同功能群之 物種或特色植物	2 頁
	功能群專欄: 蛙食性昆蟲		P.150-1 51	功能群專欄插圖 1-3 張 植物主題專欄插圖 1-2 張	2 頁
15	參考文獻		P.152-1 53		2 頁
16	中文資料索 引		P.154-1 55	按筆畫順序	2 頁
17	學名資料索 引		P.156-1 57	按英文字母順序	2 頁
18	版權		P.160		1 頁

「雪見地區植物物候及昆蟲相消長關係調查暨解說出版品編彙」委託辦理案第1期中審查會議紀錄

壹、會議時間：104年6月30日（星期五）上午10時0分

貳、會議地點：雪霸國家公園管理處第1會議室

參、主席：鍾副處長銘山

記錄：傅國銘

肆、出(列)席單位及人員：詳如簽到簿

伍、討論事項：

期中簡報審查意見處理對照表

審查委員	審查意見	回覆情形
王志強委員	<ol style="list-style-type: none"> 1. 雪見地區林相完整而原始，整合性的調查監測計畫有生態研究及解說教育上之必要性，且本案包含出版品書籍、摺頁及影片，對管理處之施政措施有極大之參考效益。未來個子計畫資料之整合及分析，有賴於研究團隊之合作努力。 2. 阿里山月桃之花柱運動等調查資料相當有意思，建議比對當地及校園栽植的狀況有何不同，亦可考慮如何融入未來出版品或影片中。另外，建議加入管理站前的新店當藥及當地代表性植物-苗栗野豇豆等物候調查，因其具有特殊代表性。 3. 報告書中 P2-20 及 P2-21 之開花及結實圖建議可合併；另薄葉灰木請更正為玉山灰木，烏心石更正為台灣烏心石。 4. 三種不同樹木之樹冠層昆蟲相調查，木荷及杏葉石櫟為蟲媒花，長尾尖葉槲則偏向風媒花，不知是否跟老師在昆蟲相調查使用馬氏網結果上長尾尖葉槲蟲量偏少有關？建議分析時亦可參 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 謝謝委員指正，有關報告書中英文名等書寫錯誤的地方於下次期中報告書中一併修正，另本案三個子計畫資料之整合及分析上，確實需要時間持續進行彙整。 2. 阿里山月桃隨時間不同產生之花柱運動，確實是本研究上一個可延伸之特色點，目前也持續在觀察拍攝野外及栽培上其物候、花柱運動的異同。另外有關新店當藥已列入本研究物候觀察物種，苗栗野豇豆後續可列入調查物種，目前植物物候調查物種已遠超過30種，會遵照委員的意見及篩選較具特色或有代表性的種類，搭配昆蟲相及其授粉交互關係深入調查等相關資料。 3. 有關本案報告書中之開花物候譜及結實物候譜，將於下次報告書中一併合併修正。 4. 本研究針對木荷、杏葉石櫟及長尾尖葉槲等三種樹冠層昆蟲相調查發現，在馬氏網的結果上確實長尾尖葉槲昆蟲數量較少，但在掃網的結果上卻是長尾尖葉槲昆蟲數量較多，後續調查會參考委員意見，探討是否是風媒花還是蟲媒花的差異或是與著生植物

	<p>考三樹種之著生植物相之差異，看看是否會影響昆蟲相種類而有差異性？</p> <p>5. 在森林垂直分層結構中螞蟻調查上，雪見地區中海拔闊葉樹林之林地土壤及枯枝落葉層特性，可考慮於出版品中呈現。</p>	<p>的不同有關係。</p> <p>5. 森林垂直分層結構中之螞蟻調查、林地土壤及枯落葉層特性採集法，將於後續及期末出版品或影片中呈現，另除春夏秋冬四季的植物物候變化外，本研究在螞蟻調查上也針對樹的垂直結構分成四層來進行，相關結果也會於後續報告書上呈現。</p>
<p>雪霸處人員</p>	<p>1. 天然林樹冠層昆蟲採樣時間有彙整 102-104 共三年的資料，彙整資料看不出各年差異，對於資料管理沒有實質幫助，請將資料分年度、不同取樣方法、不同樹種及不同種類等做差異分析，並說明清楚，且相關原始資料列表。</p> <p>2. 在植物物候花期的調查上，看起來 3-5 月就有將近 65%(186 種)的植物已經開花，建議應選擇常見的優勢或特色植物的開花期，配合授粉昆蟲共同進行調查，能更掌握植物物候與昆蟲相互關係的調查並節省人力。另有部分種類物候漏列，請補充。</p> <p>3. 螞蟻的調查資料應列入報告書中第二章中，第三章為雪見地區環境教育推廣、媒體與書籍出版。另建議將螞蟻個採集方法、採集頻度等，於材料方法中敘明，並將成果列表分析。</p> <p>4. 樹冠罩網採集方式上，除了採集到螞蟻外，其他採集到的昆蟲也在報告書中呈現。另外，解說書籍摺頁上有提到以螞蟻為第一人稱，不知以後的讀者定位為何？</p> <p>5. 有部分學名沒有斜體請修</p>	<p>1. 後續報告上會分析在不同年度、不同取樣方法、不同樹種上的差異性。</p> <p>2. 在植物物候的調查上，發現在五月底前已記錄有 186 種開花(含結實種類)，目前已選定阿里山月桃的開花物候深入觀察，也發現熊蜂為其訪花昆蟲之一，後續將持續篩選當地具特色的植物，更深一步地進行拍攝觀察。</p> <p>3. 螞蟻的調查資料會改列入報告書中第二章節中，另也會將螞蟻調查上之採集方法，時間及成果以列表來呈現；後續報告書會增加彙整後之中英文摘要。</p> <p>4. 樹冠罩網採集到其它種類的昆蟲，後續報告書上也一併呈現。另解說書籍、摺頁及影片上，對象會以普通級的老人及孩童都能理解的內容為主，摺頁上的構想會以拉起來像一棵樹的想法為概念，影片等大綱會在下次報告中提出。</p> <p>5. 報告書中拉丁文學名斜體字會修正；另有關優勢植物花器的昆蟲組成及優勢類群等名詞用語，將於嚴謹來定義。</p> <p>6. 彙整後的中英文摘要於後續報告中會列入。</p> <p>7. 無螫蜂為熱帶地區的物種，而雪見地區的無螫蜂近幾年都有大量發現，但掃網及馬氏網</p>

	<p>正、另報告書 P1-22 中，各優勢植物花器的昆蟲組成及優勢類群，其優勢類群或優勢種是指數量多少還是其他意義？</p> <p>6. 本研究為整合型計畫，請於後續報告書前增加彙整後之中英文摘要。</p> <p>7. 雪見地區夏季常發現無螫蜂出現，不知道其為哪類植物之授粉昆蟲？特色昆蟲暨影像之選擇上，有不少夜間才可觀查到的蛾類，建議盡量找白天遊客容易觀察到的物種為主。</p> <p>8. 本研究橫向的整合分析相當重要，必須先找出幾條共同或特色的主軸來連貫發展，比如以某些特色植物物候當主軸，配合授粉昆蟲的相互關係緊密結合。</p> <p>9. 本研究產生之出版品中，有關書籍、摺頁跟影片的拍攝，建議下次報告中要呈現大綱、腳本等進行討論。</p>	<p>並未收集到，後續調查上會嘗試尋找無螫蜂的巢。有關特色昆蟲的選介上後續會提供更多遊客容易觀察得到的昆蟲物種。</p> <p>8. 本研究橫向的整合確實相當重要，目前個子計畫除各自進行調查上，也會互相幫忙收集資料，比如調查植物物候時，如發現有訪花昆蟲時，會盡量收集或拍照請其他老師鑑定種類。目前整個研究案還是以雪見優勢植物或特色植物為主軸，除水平路線上的調查外，還有垂直分層結構的取樣調查，研究團隊會朝共同主軸來調查並呈現。</p> <p>9. 有關書籍、摺頁跟影片的拍攝，將於下次報告中呈現大綱、腳本等來進行討論。</p>
--	---	---

陸、結論：

- 一、本次審查會議原則通過，請受託單位依各與會人員之建議修正，並將修正意見列表函覆本處。
 - 二、請受託單位依合約規定辦理撥付第2期款。
- 柒、散會:11 時 50 分

「雪見地區植物物候及昆蟲相消長關係調查暨解說出版品編彙」委託辦理案第 2 期中審查會議紀錄

壹、會議時間：104年12月18日（星期五）上午10時0分

貳、會議地點：雪霸國家公園管理處第1會議室

參、主席：鍾副處長銘山

記錄：傅國銘

肆、出(列)席單位及人員：詳如簽到簿

伍、討論事項：

期中簡報審查意見處理對照表

審查委員	審查意見	回覆情形
王委員志強	<p>1. 報告書第一章提到 3 種天然林樹種上昆蟲捕獲量之差異，是否可推測其原因？</p> <p>2. 雪見地區各優勢植物花器之昆蟲組成及優勢類群，是否可增加杏葉石礫、長尾尖葉槲及木荷之調查。</p> <p>3. 阿里山月桃物候部分，建議製做簡易明瞭之圖示及解說資訊。另阿里山月桃於平地中興大學栽植是否合適或生長正常？</p> <p>4. 有關植物名稱請統一，如薄葉灰木請更正為玉山灰木，卡氏槲更正為長尾尖葉槲。</p> <p>5. 報告書中有關開花物候與結實物候的表格建議予以彙整。茶科植物是否有發現「鳳凰山茶」？另「台灣蘋果」請加入觀察？</p> <p>6. 雪見地區森林樹冠之春夏秋冬「環境教育手冊」，建議可先擬訂「教育目標」、「實施方式」、「模組建構」等並據以編排內容。</p>	<p>1. 杏葉石礫(LA)可能具有特別忌避的特性所導致補互諒之差異。</p> <p>2. 開花植物開花花期時間不確定，只能利用雙管齊下的方式，不管是否為優勢植物，只要上山看到開花就進行採集調查，可配合杏葉石礫、長尾尖葉槲及木荷之花期調查。</p> <p>3. 阿里山月桃物候部分，會製作繪圖及手冊，主要朝向和藹可親和有趣的方式呈現。阿里山月桃栽植於中興大學，海拔約 60 公尺，因此有提早二個月開花之現象，但對植物生長之影響無明顯差異，阿里山月桃仍還可正常生長。</p> <p>4. 謝謝委員指正，有關報告書中名稱未統一部分，報告資料與內容書寫不一致的地方，將一併修正呈現。</p> <p>5. 關於開花物候與結實物候將彙整呈現結果，數量少時呈現清楚，但數量多時則使用符號多不易觀看，因此後續會使用其他方式呈現。在調查期間無觀察到「鳳凰山茶」，而「台灣蘋果」則未來將加入觀察。</p> <p>6. 將依委員意見於「環境教育手冊—雪見地區森林樹冠之春夏秋冬」中擬訂本手冊之「教育目</p>

<p>顏委員聖紘</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 雪霸國家公園如何使用物候資訊來了解管理品質?以及相關人為活動對棲地品質的影響為何? 2. 除了普查之外,最主要的科學議題是甚麼?例如授粉關係與授粉物候是否與高多樣性的同屬且共域分布植物(例如杜鵑、月桃)的生殖隔離有關? 3. 開花昆蟲的採集時間是否固定?開花的高峰是指開花的物種數,是否與訪花昆蟲的多樣性有關?此外,有價值的昆蟲挑選原則為何? 4. 開花植物花大顏色鮮艷以外,為何選定那些植物進行觀察?是否這些花的花形(輻射對稱或兩側對稱?封閉或開放性花序)與授粉者有關? 5. 雪見地區的森林分層及不同分層的昆蟲群聚差異是否明顯?因為多數小型甲蟲會直接掉落逃走,樹冠罩網的成效如何? 6. 計畫目標的重點主要為何(是呈現科學研究的操作、科學問題、環境景觀、還是管理成果)?電子書的製作與呈現技術為何?影片劇情架構為何,主要觀賞者為誰? 	<p>標」、「實施方式」與「模組建構」。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 管理品質可利用物候與昆蟲等調查資訊,從中選定目標(指標)物種並針對目標物種之族群現況與環境特殊需求,提出適當的復育策略。 2. 本研究主要針對雪見植物物候配合昆蟲相調查了解期間的相關性,並從中挑選出具有特色或容易觀察到的種類或現象與已彙整說明並出版,除建立雪見基本生態資料,提供經營管理之建議,亦能達到寓教於樂之目的。 3. 開花昆蟲的採集時間是依照花期去採集當月份開花植物上的昆蟲,該種花在花期採集一次,各採三包當作重複數。有價值的昆蟲挑選原則主要為有明確性、特色性、蟲體大型或外表具有亮麗感、能肉眼清楚觀察到且具有保育特質。 4. 植物的選定為選擇優勢物種與雪見地區的特有物種,計畫執行同時調查有哪些優勢物種,配合植物調查選擇優勢與特有植物做訪花昆蟲的觀察。有研究顯示傳粉者偏好訪大尺寸的花(吸引傳粉者假說),是否與花形花色等的密切關係,仍需要詳查。 5. 從過去天然林與人工林調查顯示森林不同分層(樹冠、冠下層、灌木層)有明顯不同昆蟲群聚。樹冠罩網設置是以開花、抽芽、結果等植物物後狀況下設置,較能有效採獲這些物後時期出現的昆蟲種類目前已有初步成效,有較多膜翅目、不像馬氏網多為雙翅目與鞘翅目。 6. 每位老師設計獨有科學研究方向以及教育推廣,並應用空拍及空中罩網技術呈現環境景觀及開發新研究方式,電子書製作以春夏秋冬為主,摺頁呈現由樹根到樹冠的雪見昆蟲。影片劇情五
--------------	--	---

		分鐘:主要針對道雪見遊憩的遊客介紹雪見昆蟲、大視野空拍拍攝聖稜線及樹冠特色。
雪霸處意見	<ol style="list-style-type: none"> 1. 昆蟲種類中，選出能讓遊客易看到種類，且應針對功能群進行說明。報告書中，3月份部分昆蟲族群有大發生之情況，是否與環境氣候之因子(氣溫、雨量...等)有關，請將環境因子加入分析，補充說明。 2. 植物採集主要有4個區域，是否能針對不同區域分開進行說明，避免混淆不同地區之植物群。 3. 報告中提供的環境影片中，播放內容有音樂、影像、照片...等，請注意版權之問題。 4. 有關解說手冊出版，書籍頁數不得低於160頁。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 昆蟲種類的選擇主要以生態、功能與寄生特性為主，且要能常見，才能讓書籍有明確的主題。氣候因子可能影響生態中昆蟲的大發生，彙整氣溫、雨量...等相關資料，後續報告中會列入。 2. 有關報告中採集植物於4個不同區域，針對不同區域所採集的植物，將於下次報告書中一併修正。 3. 撥放影片中的音樂已有取得版權，其他照片影像也會注意版權問題。 4. 解說手冊的頁數會達到合約書的要求。

陸、結論：

一、本次審查會議原則通過，請受託單位依各與會人員之建議修正，並將修正意見列表函覆本處。

二、請受託單位依合約規定辦理撥付第3期款。

柒、散會:12時10分

「雪見地區植物物候及昆蟲相消長關係調查暨解說出版品編彙」委託辦理案第3期中審查會議紀錄

壹、會議時間：105年6月22日（星期三）上午10時0分

貳、會議地點：雪霸國家公園管理處第1會議室

參、主席：陳處長貞蓉

記錄：傅國銘

肆、出(列)席單位及人員：詳如簽到簿

伍、討論事項：

審查委員	審查意見	回覆情形
趙委員 榮台	<ol style="list-style-type: none"> 1. 全案報告書的摘要(目前為第 5-7 頁)應放在第一頁(目次之前)；另本報告書的摘要不能反映研究的內容(比如第一章的摘要)，請受託單位修正，並酌情加入量化數據。 2. 報告書中第一章的成果後面缺「建議事項」，請參考第二章的寫法補充說明。 3. 報告書中的研究方法論可以刪除或改寫，例如 p.18 頁 8-11 行，要表達的是 森林剖面由高至低各層都有不同的昆蟲種類，此一結論早已出現於數十年前的生態學文獻中，並非新的發現，請酌情修正並重新敘述。 4. 掃網與馬氏網捕捉的昆蟲資料無法比較，馬氏網的設計就是捕捉飛蟲，但兩者的捕捉效率或許可討論，但必須以單位努力量比較之。 5. 報告書中第二章的圖 2-1、2-2 似乎沒有聚焦而呈現模糊，建議改為清楚一點的圖片。 6. 氣象資料中溫度為零的值，宜請氣象專家或廠商去除後，再求取均溫值。 7. 今年 2 月的地溫造成嚴重的農業損失，本計畫既然有觀察數據，建議加以整理發表，例如花芽受害率、受害量、花期延後多久等，即使是 Note 也都會是重要的參考文獻。 8. 本研究附帶出版的解說書籍「四季漫遊」內容的昆蟲挑選條件， 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 2. 3. 有關報告書中「摘要」、「建議事項」及「研究方法」部分，及報告資料與內容書寫不一致的地方，將將於期末一併修正呈現。 4. 掃網與馬氏網捕捉昆蟲定有不同，重點式不同在哪哩，各有何捕捉特色；將補充兩方法的捕捉效力比較。 5. 部分圖片不清晰，可能為 2 次轉檔成 PDF 檔案的關係，將於期末報告書修正。 6. 氣象資料中有缺漏或明顯不正確的部分，將先挑除後再進行分析。 7. 今年 2 月的寒害中，明顯造成阿里山月桃的花芽受損，幾乎沒有開花的現象，但杜鵑類卻未受影響，某些區域像西施花反而開的更旺盛；至於所監測的各種植物花期有無延滯的現象，將待期末報告時彙整這 2 年的資料比較後再呈現，也會考慮整理相關資料後投稿。 8. 有關解說書籍「四季漫遊」內容的昆蟲挑選條件，會考量委員建議納入常見昆蟲，尤其與植物關係或互動密切的昆蟲，還有日間較常看到的昆蟲或幼蟲為主。 9. 依委員建議將「朝氏同椿」改為「朝日奈同椿」。

	<p>應包括常見昆蟲，因為遊客常見的昆蟲最容易解說，另外，即使外型不亮麗的昆蟲，如果具有生態重要性也可以介紹，尤其與植物互動密切的昆蟲，有很多故事性，應該列入解說手冊，提升解說的品質。</p> <p>9. 考慮遊客的解說活動都在日間進行，夜間活動的昆蟲不必列為優先介紹的對象，例如蛾類應以介紹幼蟲為優先；另目前有些昆蟲的體型太小觀察不易，可以考慮比較大的昆蟲取代。</p> <p>10. 昆蟲名稱「朝氏同椿」應改為「朝日奈同椿」。</p>	
<p>王委員 志強</p>	<p>1. 本研究計畫之各項子計畫執行皆依預定及頻度完成，資料紀錄及蒐集豐富，對雪見地區生物資源的掌握及後續研究提供了重要的基礎。</p> <p>2. 本計畫包含了解說手冊、摺頁及影片，對於環境教育及育樂功能多所助益，惟工作量大而繁雜，建議可提早整合、製作及編修，各項圖片資料以清晰為主。</p> <p>3. 阿里山月桃授粉行為中的花柱運動類型，建議於出版品中深入淺出的介紹。</p> <p>4. 報告書內部分有錯誤、缺漏、誤植的部分，建議參酌委員訂正的內容修正。</p>	<p>1. 2. 本案確實包括很多要進行的工作，除研究報告書外，還有解說書籍出版、摺頁及短片部分；目前解說書籍的部分，主題圖片都已取得，當不影響進度，大綱及相關內容比例會於近期與雪管處討論後修正。</p> <p>3. 阿里山月桃授粉行為中的花柱運動上舉或下垂的現象，確實十分有趣也深具生態解說意義，本團隊會在後續出版品，朝和藹可親及有趣的方式呈現。</p> <p>4. 報告書中的錯誤、缺漏及誤植，將一併參考委員意見修正呈現。</p>
<p>雪霸處 意見</p>	<p>1. 本年度 2~3 月寒害的物候與昆蟲部分會與去年同期資料比較，出版品部分不應特別強調明星物種，應強調故事性，也不應排除夜行性昆蟲。</p> <p>2. 雪見站 5 月有觀察到金花蟲群聚，另外請教本區域是否有隱翅蟲出沒？</p> <p>3. 解說手冊的定位是環境教育手冊？還是高中生以上能解讀的解說手冊？如果是界定環境教育手冊時，必須要帶出雪見遊憩區環境與本</p>	<p>8. 本年度 2-3 月寒害的物候與昆蟲部分會與去年同期資料做比較分析。</p> <p>9. 隱翅蟲科種類多樣，目前在雪見遊憩區出沒的隱翅蟲並非會分泌刺激性毒素的種類。</p> <p>10. 解說出版品需考量不同年齡層，本研究團隊也會朝這方面進行，調整比例；除大型、亮麗、可愛、有感的昆蟲外，將增加與植物有相互作用的</p>

	<p>案相關研究結果的聯結性，而且必須產出不同年齡層次可導讀地介紹或學習單。</p> <p>4. 解說出版品的四季該如何區分?是以節氣?植物?還是昆蟲來界定?</p> <p>5. 報告書中 98-99 頁之圖 2-18、2-19 物種說明有誤；108 頁之圖 2-26 阿里山月桃今年寒害說明，建議把時間點補列；113 頁圖 2-31 有關授粉媒介的有效性中，圖 2-29b、圖 2-31a 及圖 2-31c 說明有誤。</p> <p>6. 出版品中物種的介紹不應只是學術性的介紹，應導入與生活、生態及趣味相關；另外，建議可加入昆蟲的生活史的基礎介紹。</p> <p>7. 螞蟻在研究生態上常被列為指標物種，建議可在解說出版品上以單章節來介紹。</p>	<p>昆蟲比例，也將參考委員們的意見，朝與生活、生態及趣味等有關的方向來寫。</p> <p>11. 雪見地區氣候與中國大陸的溫帶類似，是以 12 至隔年 2 月為冬季、3-5 月為春季、6-8 月為夏季、9-11 月為秋季。</p> <p>12. 報告書中說明會參酌雪霸意見予以修正。</p> <p>13. 解說書籍內的物種描述會盡量朝向生活化、口語化介紹昆蟲的生態習性與特徵等，讓民眾吸取昆蟲知識。</p> <p>14. 會參酌雪霸意見，整理雪見螞蟻物種加入書籍作解說描述。</p>
--	--	--

陸、結論：

一、出版品大綱及章節內容請受託單位7月底前提出送審。

二、本次審查會議原則通過，請受託單位依各與會人員之建議修正，並將修正意見列表函覆本處。

三、請受託單位依合約規定辦理撥付第4期款作業。

柒、散會:12 時 30 分

「雪見地區植物物候及昆蟲相消長關係調查暨解說出版品編彙」委託辦理案出版品審查會議紀錄

壹、會議時間：105年8月30日（星期二）上午10時0分

貳、會議地點：雪霸國家公園管理處第1會議室

參、主席：陳處長貞蓉(鍾副處長銘山代)

記錄：傅國銘

肆、出(列)席單位及人員：詳如簽到簿

伍、討論事項：

審查委員	審查意見	回覆情形
孟委員琬瑜 審查 意見	<ol style="list-style-type: none"> 「雪見的植物與昆蟲」以及「專欄」，希望能夠用有一點故事性、平易近人的方式表達。因為閱讀一本書，或者遊客聽志工的解說，其中最讓人印象深刻的往往是其中的故事。 物種的介紹可運用文字代入場景、五感的引導，再帶入知識。譬如西施花是四月份林道上飄散的淡淡胭脂粉味為例。 舉觀察到赤楊—赤楊金花蟲—鳥類抑制的例子，自然界的食物鏈、透過食物鏈達成的平衡，也是很好的故事。 在介紹樹冠平台解說或研究調查等活動，可加入研究調查方法，歷程特殊的經驗或感想(如果適合的話)，相信讀者們對怎麼做樹冠研究也很有興趣。 	<ol style="list-style-type: none"> 感謝委員的建議，確實一本書的故事性是最能吸引讀者翻閱的，本團隊有請專人將本書的文稿再進行潤飾，也希望避免只是單純的物種介紹書籍。 本書內容部分會多利用 box 方式來加強物種的特色、生態角色或植物與昆蟲相關性等。 對於介紹樹冠平台解說、研究調查等活動，會參考委員意見加入研究調查方法、特殊的經驗或調查感想。
雪霸處 意見	<ol style="list-style-type: none"> 本書的表提預定為「四季漫遊-樹冠層的秘密」，不如內容大項「綠色摩天樓」來的吸引人，建議可以採用後者來當主標。另外針對本書內容的故事性其實是很重要的，不應淪為物種參考書或工具書的寫法，研究團隊有提出以螞蟻為主角來串出整個書籍的故事性，構想是不錯，但目前整個大綱結構仍未看出如何來串連並呈現整體性。 本書如要定位在環境教育手冊的話，必須能夠引導民眾在雪見地區各物種的生態角色與價值及其存在的關聯性，但本書目前看起來仍 	<ol style="list-style-type: none"> 本書的標題依各委員建議暫定為「綠色摩天樓-雪見森林樹冠層的秘密」。 依委員將本書定位在解說教育手冊而非環境教育手冊，內容部分會利用 Q&A 或 box 方式做連結呈現，因標題定位在森林樹冠層，本團隊會思考如何把主題跟故事性做更貼切的連結。 建議拿掉部分章節，並增加雪見四季的氣象資料。專欄除寫部分物種介紹外，也會將調查方法、工具等當作書

	<p>像解說教育叢書，內容某部分可利用 Q&A 或 box 方式，但必須要有引導性而不流於形式。</p> <p>3. 本書標題定位在森林樹冠層，但內容部分從第 20 頁後都是各物種介紹，所以如何把主題跟故事性更貼切的聯結，請貴團隊再集思廣益。</p> <p>4. 建議拿掉雪見簡介開章頁，並增加雪見四季的氣象資料。專欄不一定只能寫物種介紹，調查方法或工具也可以是很好的書寫題材，樹冠層的附生植物、特色植物(如藤蔓類)及植物與昆蟲授粉關係的題材都是可以發揮的。</p> <p>5. 保育課建議後續審查期程如下：出版品初稿內容(含照片)請受託單位於 10 月 1 日前提出送審(10 月 10 日前完成審查)，10 月 24 日前完成初稿修訂並送審(10 月 31 日前完成審查)，再於 11 月 30 日前提送美編稿及期末報告書(12 月 5 日前辦理審查會議)</p>	<p>寫題材。</p> <p>4. 遵照保育課建議之後續審查期程，本團隊將依規定時程提送相關資料。</p>
--	--	---

陸、結論：

- 一、出版品初稿內容(含照片)請受託單位依保育課建議時程，於10月1日前提出送審，10月24日前完成初稿修訂並送審，並於11月30日前提送美編稿及期末報告書審查。
- 二、本次審查會議原則通過，請受託單位依各與會人員之建議修正，並依期程將相關資料發文過處辦理審查作業。

柒、散會:11 時 45 分

「雪見地區植物物候及昆蟲相消長關係調查暨解說出版品編彙」委託辦理案期末審查會議紀錄

壹、會議時間：105年12月9日（星期五）下午13時30分

貳、會議地點：雪霸國家公園管理處第1會議室

參、主席：鍾代理處長銘山

記錄：傅國銘

肆、出(列)席單位及人員：詳如簽到簿

伍、討論事項：

審查委員	審查意見	回覆情形
王委員志強	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本案計畫成果詳實而豐碩，尤其更出版摺頁、書籍及影片的宣導，對自然保育及資源資訊的助益頗大。 2. 報告書格式建請修改以下部分：(1) 各子計畫撰寫格式請統一。(2) 目次字體放大。(3) 附錄的內容應分項列出。 3. 本案子計畫「雪見地區授粉昆蟲組成及變動」，摘要內之第三項成果部分，建議增加花器上昆蟲與開花植物間之初步發現關聯性，以呼應建議一之內容。 4. 本案子計畫「雪見地區植物物候調查」請修改以下部分：(1) 章節內容之格式，參照錯誤。(2) 觀察的植物科種數與附錄之種數有出入，請釐清。(3) 植物學名之屬及種小名，請以斜體表示。(4) 中文摘要中的研究方法欲比較天然林與人工林之月桃物候，請將結果增列至結果討論中。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 2.有關報告書中「摘要」、「目次字體」、「建議事項」及「研究方法」部分，依委員建議將一併與報告資料與內容書寫不一致地方將修正。 3. 昆蟲方面因不同季節、採集方法與調查成果的差別性與呈現，已用多軸空間分析法呈現；本研究並非針對昆蟲生活史的部分調查，將考慮委員建議，參考相關資料挑選部分特色物種將此訊息寫入。 4. 報告書多處有「錯誤!找不到參照來源」，此為因圖表合併時產生錯誤，已修正；另植物種類名錄與後方附錄不一致，乃因期中報告後的調查資料有增加，將於完整報告書內一併修正。
趙委員榮台	<ol style="list-style-type: none"> 1. 全案報告書的中文摘要部分文句不通及錯別字，昆蟲調查的結果與植物調查結果不成比例；另本報告書的摘要尚不能反映研究的內容，請受託單位修正並仔細校對。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 中文摘要部分會依委員建議重新修改與呈現。 2. 昆蟲方面因不同季節、採集方法與調查成果的差別性與呈現，會想辦法表現出來；昆蟲生活史的部份因非本案研究的調查重點也無法完整呈

	<ol style="list-style-type: none"> 2. 請說明分析各季節昆蟲組成的目的?我們都知道昆蟲出現的季節不同是生活史的一部分,則不同季節自然有不同類別的昆蟲。 3. 植物物候有詳盡的分析,並有新的知識和具體結論,唯報告書P.55-110頁之間多處有「錯誤!找不到參照來源」,請說明並參酌處理。 4. 全文報告書圖表的「資料來源:本研究資料」是否有必要,請酌情刪除。 5. 出版品「綠色摩天樓」的構想不錯,昆蟲與對應的植物放在對頁也是很好的做法,可以將昆蟲與植物的關係連結。不過,就目前的樣本而言,文字內容仍有改進的空間,請考量解說的需要,以深入淺出的方式呈現。至於次標建議改為「雪見森林樓層的秘密」以符合主題。 6. 摺頁的視覺效果不錯,唯「椿象的刺吸式口器」和其他昆蟲介紹不太搭調,前者為型態介紹,後者均為生活史及生態介紹,故建議將「椿象的刺吸式口器」調整為生態介紹。 7. 摺頁目前集中在樹林中、下層的昆蟲介紹,樹冠層的比例很少,請酌情增加樹冠層昆蟲的介紹。 	<p>現,僅能參考相關資料挑選部份特色物種。</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. 報告書多處有「錯誤!找不到參照來源」,此為因圖表合併時產生錯誤,將於完整報告書內一併修正。 4. 全文報告書中圖表標示的「資料來源:本研究資料」為雪霸處單位要求加註,用以註明為本調查研究之結果,可與非本研究資料加以區分。 5. 出版品文字內容之不同植物與昆蟲科普文章乃不同人員書寫,本團隊已進行多次修改風格、內容,並朝管理處想要的向呈現。至於次標「雪見森林樹冠層的秘密」之名稱在第三次報告上由委員們所決定,已申請 ISBN 與 GPN,如需更名,可另訂審定時間,經由委員們與管理處共同表決後更名,並重新申請本出版品之 ISBN 與 GPN。 6. 摺頁所介紹的物種為解說手冊中的功能群專欄「椿象的刺吸式口器」,此篇確實與摺頁中其他物種之生態介紹不符,可從摺頁中移除。 7. 有關委員提到樹冠層物種的介紹偏少乃因考量本書與摺頁使用者大多無法上到樹冠層進行觀察,所以本團隊刪除部分章節,這部分可以再調整。
<p>孟委員琬瑜意見</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 樣本書之版權頁「文字編輯」誤植為孟琬瑜,建議改列為編審;另影片中字幕「南山村」應為「南三村」。 2. 摺頁製作非常精美,設計業很別出心裁,是否每本書都附有一份摺頁?另摺頁中的小插圖和搭配說明文字有些不完全一致,建議文字部 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 編審與字幕修正會遵照委員建議修改。 2. 摺頁部分為本團隊附加的解說媒材,預計輸出 2000 份,其中 1000 份可與解說手冊搭配。摺頁輸出之尺寸也將按照解說手冊的大小而進行調整。摺頁的文字與字體大小也將作調整,務求更精簡且字體

	<p>分可再篩選。</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. 樹冠層是本案出版品書名副標題的關鍵詞，建議樹冠層的生物應再多著墨。 4. 綠色摩天樓(P.12)這部分是否有剖面圖?可讓讀者閱讀文字敘述時有圖可以參照，因原手繪圖只有一棵樹，較缺乏立體感。 5. 是否可以針對「地表層」、「灌木層」、「冠下層」及「樹冠層」以及期間活動的生物各增加一插圖?讓讀者對於各層的認識可以同時有文字與圖像的資訊。 	<p>更大更容易閱讀。</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. 有關書籍及摺頁樹冠層昆蟲與植物的資料較少部分，後續會再進行調整增刪部分章節內容。 4. 有關綠色摩天樓(P.12)此章節欲新增剖面圖，可與插畫師溝通後重新繪製。 5. 針對「地表層」、「灌木層」、「冠下層」及「樹冠層」活動之生物欲增加各層之插圖，但礙於解說手冊版面有限，建議在上題所提到的剖面圖中繪製該層之代表性物種。
<p>雪霸處意見</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 雪見站未來經營管理運用上，本書插畫很棒，但內容文字太多字體太小，建請酌刪；是否可提供英文版本?另雪見遊客中心展示館明年將重新建置，本案相關影片及照片相當不錯，可以提供遊客中心設置時之軟體應用。 2. P.47 頁植物部分觀察樣點是否可提供位置座標?另司馬限林道與東洗水山、北坑山登山步道的開花結果物候圖表是否將常見的名錄區分表示? 3. 因本年度 1 月受寒害的影響，有關植物物候部分研究團隊有分析各種植物受影響的結果，是否團隊明年年初可以繼續協助調查，以捕捉並釐清冬季植物物候的珍貴資料。 4. P.59-29 頁昆蟲分析上有進行 DCA 的分析並歸群分類，但報告書中之說明太少，請於報告書中補充書明各軸代表的意義，或各類群的相似性為何? 5. 螞蟻調查之方法與調查地 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 謝謝管理處的意見，有關摺頁內容太多字體太小部分會進行調整。由於契約書上並未載明英文版本摺頁相關事宜。若貴單位需印刷英文版本摺頁，後續有需要可以協助應用，屆時另訂合約再議。。 2. 會加上此訊息以方便解說導覽應用。 3. 本(105)年 1 月低溫寒害確實造成部分植物開花的延滯，但明(106)年是否也會出現寒害則難以預測，仍會進行本區域相關植物物候的監測。 4. DCA 分析的部分會加入植物與昆蟲的相關性資料，做更好的呈現。 5. 螞蟻為多年生昆蟲，在不同季節會有消長情形，目前僅針對地面設置陷阱收集，少部分種類會爬至樹冠層。這部分資料會依管理處建議，將螞蟻的調查資料整合至昆蟲結果來呈現。 6. 在樹冠層物種研究中，屬於節肢動物的螞蟻占了大多數，它們廣泛分布，下至地表層上至至樹冠層皆有螞蟻棲息，其生活習性等行為與樹冠層有密

	<p>點請補充說明，另樹冠層上 螞蟻的調查資料是否可放 入昆蟲的調查資料一併分 析。</p> <p>6. 出版品架構排列上，「摩天 大樓嬌客-螞蟻」主要介紹 螞蟻在生態上的重要性，將 螞蟻單獨拉出來會不會與 上一篇「摩天大樓嬌客們」 有所衝突？</p> <p>7. 本案加值影片拍攝上表顯 很好，請確認音樂版權是否 有授權，另針對地質的那段 如果可以加上不同季節片 段呈現會更加分。</p> <p>8. 本案出版品書籍標題為「森 林樹冠層的秘密」，但內容 部分針對樹冠層的介紹或 聯結太少，建議可以增加 「住在樹上的植物」專欄介 紹附生植物及「樹冠優勢植 物的物候」專欄介紹植物與 昆蟲四季的相關變化。</p>	<p>切關係。故本出版品係以螞蟻 為主要角色作為引導，介紹雪 見地區各個森林分層與其分 層中的植物與昆蟲。</p> <p>7. 影片中的音樂為蘋果電腦的 內置音樂；音樂相關的版權問 題待擬清後會在影片中註明 來源。另外，不同季節的片段 將進行補拍工作，屆時請貴單 位提供協助。</p> <p>8. 如上述對趙委員之回覆，有關 委員提到樹冠層物種的介紹 偏少乃因考量本書與摺頁使 用者大多無法上到樹冠層進 行觀察，所以本團隊刪除部分 章節，這部分可以再調整。</p> <p>9. 「住在樹上的植物」附生植物 的專欄介紹已請專人撰寫；但 因出版品的頁數有限，則該章 節(書籍架構，大項 11)的物種 介紹部分，將會刪減一些昆蟲 與植物種類之描述。書籍架構 的大項 9「摩天大樓嬌客們」 與大項 11「雪見四季的植物 與昆蟲」，已介紹雪見地區優 勢植物物候與特色植物，以及 各季植物與昆蟲的相關變 化，固無需另闢專欄介紹。</p>
--	---	--

陸、結論：

一、基於以下理由：1. 補足今年(105)1-3月寒害導致植物與昆蟲物候之重大影響，並與明(106)年結果進行比對，讓本案調查資料呈現更臻完善；2. 考量解說書籍及影片等成果更能符合環境教育及推廣目的。甲方(雪霸國家公園管理處)提出本案延展需求至106年6月底止，並經乙方(國立中興大學)計畫主持人同意。

二、請受託單位依各與會人員之建議修正，並函復同意本案有關契約期程展延至106年6月30日止。

柒、散會：中午 15 時 30 分

「雪見地區植物物候及昆蟲相消長關係調查暨解說出版品編彙」委辦展
延案期末審查會議紀錄

壹、會議時間：106年6月6日（星期五）下午14時整

貳、會議地點：雪霸國家公園管理處第1會議室

參、主席：鍾處長銘山

記錄：傅國銘

肆、出(列)席單位及人員：詳如簽到簿

伍、討論事項：

期末簡報審查意見處理對照表

審查委員	審查意見	回覆情形
趙委員榮 台	<p>5. 期末報告有關昆蟲部分的摘要，建議增加量化資料，例如採集到幾科?幾隻?各功能群各幾隻等。</p> <p>6. 2016 年初植物部分的寒害資料十分寶貴，因當時的農損資料頗多報導，但物候資料相當缺乏，建議以 Note 的方式發表於期刊。</p> <p>7. 雪見解說手冊的問題較大，目前的狀況尚不適合初版，請作者再次調整、修正及校對。例如(1)目錄要重新慎重撰寫；(2)P16-17 頁題文不符，應將樹冠層의各種研究方法介紹一下，再強調雪見樹冠平台在科學、教育和社會的貢獻；(3)P57 頁「蘇氏」步行蟲應該是「梭德氏」步行蟲；(4) P77 頁西方蜂與東方蜂對應，中(國)蜂與義(大利)蜂對應；(5) P69 頁無螫蜂建議更換照片，另「花粉足」應更正為「攜粉足」；又無螫蜂屬蜜蜂科，當然有攜粉足；(6) P100 頁的「木蝨」請修正為「鈎梨木蝨」；(7) P120 頁「潛地型」螞蟻請改為「地下型」螞蟻；(8) P121 最後第二行請修正為「稔熟」；(9)P146</p>	<p>1. 謝謝 2 位委員指正，有關報告書中昆蟲部分的摘要建議增加量化資料及能呈現本案結果等，將一併於成果報告書修正。</p> <p>2. 有關寒害導致植物物候異常及損壞的部分，本研究調查確實有蒐集到部分珍貴資料，未來如有適當機會希望能發表。</p> <p>3. 有關雪見解說手冊的部分，相關書名、目錄、處長序、章節調整、版權頁、物種內容介紹、照片抽換及影片速度等等，會依委員的建議全部確實修正：(1)目錄層次、項目、排列、名稱會依照本次開會討論結果修正撰寫；(2)會將 P16-17 頁標題改為「綠色摩天樓頂樓-樹冠層」以符合內容陳述，並將各種研究方法介紹並凸顯雪見樹冠平台與走道設置的優點；(3)P57 頁依拉丁學名更改為梭德氏步行蟲；(4)P77 頁統一使用東方蜂與西方蜂；(5)P69 頁無螫蜂照片會置換成生態照；(6)P100 頁的 <i>Cacopsylla obunca</i> 物種經查證應為內灣梨木蝨；(7)P120 頁擬改為潛土昆蟲；(8)P121 頁擬改為稔熟；(9)P146 修正為枯落物</p>

	<p>「落質層」請修正為「凋落物層」；(10) P150「蛀食性昆蟲」請修正為「鑽木昆蟲」或「蠹蟲」；(11) 蟲癭非植物與昆蟲的協力建築，內文把蝶蛸比喻成一種建築是否適當，蟲癭其實是 chemical reaction。</p>	<p>層；(10)P150 修正為蛀木昆蟲；(11)造癭昆蟲專欄撰寫偏向讓民眾容易了解的方式敘述，科普撰寫的科學平衡性會再斟酌，蝶蛸比喻不妥處會按照委員建議刪除。</p>
<p>王委員志強</p>	<p>8. 本計畫完成調查、分析、出版品、影片及電子書之成果，項目繁多及整合工作量大，預期效益對生態保育及環境教育有貢獻。</p> <p>9. 有關報告書部分，建議如下：(1)中文摘要應簡要呈現本案結果；(2)目次編排應修正；(3)P64、P89 頁開花及結實物候表件議可合併；(4)P140 圖 2-29 照片可附上時間標示；P164 頁植物名錄物種應修正並加入頁碼索引。</p> <p>10. 有關解說手冊部分，建議如下：(1)處長序建議如擲回修正部分進行修正；(2)P6 圖上文字建議放大或刪除；(3)物種名及地名書寫應統一用繁體字；(4)P18 頁「冠下層」修改為「次冠層」，另可標示各冠層之英文名；(5)P29 頁依樹冠層及季節之編排，建議進行調整，例如植物與昆蟲對應關係者可置於同一段落；(6)P49 頁水麻照片可周換；(7)P94 頁蠍子草與咬人貓照片與圖錯誤，應對調；(8)中英文索引需附頁數。</p> <p>11. 有關影片部分，影片播放速度是否太快？建議加以調整。</p>	<p>1. 本計畫針對雪見地區進行植物與昆蟲的調查並將成果內容轉化為科普文字，希望民眾對雪見遊憩區昆蟲與植物有深度的了解。</p> <p>2. 報告書部分會依照委員建議修改於成果報告書中。</p> <p>3. 解說手冊之(1)處長序依照建議修改並置放處長相片；(2)P6 與 P7 與 P8-9 內容相似，會將 P6-7 刪除，並將 P9 內容文字放大；(3)書內統一用繁體字，如「台」字亦改用「臺」；(4)手冊中「冠下層」依照委員建議使用「次冠層」；(5)植物與昆蟲物種介紹皆以有對應關係者放置於對頁可讓讀者參照；(6)P49 頁水麻照片於新修版本以更新照片；(7)P94 頁蠍子草與咬人貓照片與名稱錯置已修正；(8)中英文索引會加上頁碼予讀者查詢對照。</p> <p>4. 影片播放正常速度較慢，會議中因播放格式問題，故影片速度加快。</p>
<p>雪霸處意見</p>	<p>6. 一般讀者看書習慣先看目錄的部分，但本手冊目錄雜亂沒有層次，建議再修正；</p>	<p>6. 雪見手冊目錄依照開會決議內容修正名稱與層次；文章介紹會將「摩天大樓的嬌客-螞</p>

	<p>P22、P25 頁介紹摩天樓的螞蟻及嬌客，應重新調整先後次序；P17 頁有關研究調查的方法，是否應用 box 或專欄來呈現？</p> <p>7. 本研究案名稱為「雪見地區植物物候及昆蟲相消長關係調查暨解說出版品編彙」，但報告結論針對消長關係的敘述較少，建議再補充加強。</p> <p>8. 版權頁內容請重新確認，發行人應為鍾銘山處長；P6-7 頁交通路線圖不放，只留 P8-9 頁的手繪圖；P28 頁介紹四季物種前，春夏秋冬頁面建議增加一小段引言。</p> <p>9. P33 頁紅楠果實照片是否有錯用情形，請確認；P148 頁硃砂根為繖形花序不會有串串果實，建議修正文字。</p> <p>10. 有關期程部分，建議 6 月 9 日前改好版權頁、目錄、書名頁、處長序交給雪霸申請書號；另 6 月 15 日為最後定稿期限。</p> <p>11. 手冊文章內容部分提到全世界物種的分布概況，但未將雪見調查的資料呈現，如 P22 頁講述臺灣螞蟻約 270 種，但未補充說明雪見地區調查到幾種；P105 頁標題為堅果蛀孔裡的象鼻蟲，但放的其中一張插畫為果蠅？好像與主題關係不大。</p> <p>12. 報告書有關寒害低溫的部分，摘要與 P39 頁內文忠針對溫度的描述不一樣，是否當天平均溫度與最低溫的差異？請標示清楚。解說手冊當初設定的讀者群年齡為何？書背請加入「雪霸國家公園管理處」；P15 頁倒數</p>	<p>蟻」、「摩天大樓的其他嬌客」與「綠色摩天大樓上的房客」等三篇文章予以合併成「綠色摩天樓的房客」中予以整合介紹；P17 頁研究調查方法會在文章中列點排列呈現。</p> <p>7. 研究報告書中的植物與昆蟲消長關係於結論中敘述會再補充加強。</p> <p>8. 版權頁內容會與雪霸處確認，發行人寫鍾銘山處長；刪除 P6-7 頁交通路線圖；四季進入物種介紹前會增加一小段引言。</p> <p>9. 紅楠果實照片會再予以確認，串串果實的描述改為一顆顆的果實。</p> <p>10. 期程部分依管理處建議，於 6 月 9 日前改好版權頁、目錄、書名頁、處長序交給雪霸申請書號；另 6 月 15 日為定稿期限。</p> <p>11. 手冊文章中會加入雪見螞蟻種類調查狀況；P104-105「堅果蛀蟲裡的象鼻蟲」文章內容從東方果實蠅切入見引導至象鼻蟲故放入果實蠅手繪圖呈現，且手繪圖皆放在對應頁面讓讀者能立即參照，應不至於混淆。</p> <p>12. 報告書中氣溫不一致乃因一為平均溫，一為最低溫，所以數字不相符合，會在文章內容另外說明清楚；本案解說手冊當初設定的讀者年齡層為國中生以上看得懂的科普書籍；書背會加入「雪霸國家公園管理處」字樣；P15 頁會刪除「幾年」字樣；P50 頁象鼻蟲語句「嘯」為形容假死然後逃走的狀態，非逃走產生的聲音。</p>
--	---	---

	第二段「若未來幾年極端低溫發生機率增加」、建議文字重新修飾。另 P50 頁物種內容假死的敘述中有句「嘯」就逃走了，建議重新修飾。	
--	--	--

陸、結論：

- 一、本委辦展延案期末審查會議經與會人員審查原則修正後同意通過。
- 二、與會人員的意見受託單位納入辦理，修改後的成果報告書、解說手冊、摺頁及影片授權由保育課審查，俟審查通過後再依本案契約書規定辦理後續行政程序。。

柒、散會：下午 16 時 30 分