

100301020500G2004

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報告

中華民國 100 年 12 月

100301020500G2004

樹冠平台應用於生物資源 調查之研究

執行單位：雪霸國家公園管理處

研究人員：傅國銘

協同人員：王榮光、江政人、吳杰峰、吳語喬
林嘉勇、陳財宏、陳嘉峰、陳哲緯
陳正忠、楊正澤、楊貴平、劉旭峰

雪霸國家公園管理處自行研究報告

中華民國 100 年 12 月

目次

表次.....	III
圖次.....	V
摘要.....	VII
第一章 緒論.....	1
第一節 研究緣起與背景.....	1
第二節 研究材料與方法.....	5
第二章 研究結果與重要發現.....	9
第一節 樣木基本資料與植群調查.....	9
第二節 平台設計與建造.....	10
第三節 樹冠層昆蟲相.....	13
第四節 氣象資料分析.....	15
第五節 物候觀察.....	17
第三章 結論與建議.....	19
第一節 結論.....	19
第二節 建議.....	19
謝誌.....	20
參考文獻.....	21
附錄一.....	23

表 次

表一、全世界依不同目的所設置之樹冠走道、平台分布表....3	
表二、木荷樣木上及雪見地區依附植物種類統計表.....10	
表三、建造平台所使用材料概況表.....11	
表四、2011/08/20~09/09 樹冠層與地被層溫度變化統計.....16	
表五、雪見地區常見依附植物花期表.....18	
表六、優勢樹種物候(花候、果候).....18	

圖 次

圖一、樹冠平台與走道模組化結構示意圖.....	2
圖二、雪霸國家公園雪見遊憩區研究區域位置圖.....	5
圖三、雪見遊憩區樹冠平台研究區域樣木位置圖.....	6
圖四、人工蝙蝠箱與鳥巢箱設置於樣木樹冠層照片.....	7
圖五、吊網及黃色黏蟲紙設置於樣木樹冠層照片.....	8
圖六、樹冠層、地被層各設置 HOBO 微型氣象儀器照片.....	8
圖七、雪見樹冠平台 2.1m*2.1m 設計圖原稿俯視圖.....	12
圖八、雪見樹冠平台 2.1m*2.1m 設計圖原稿仰視圖.....	12
圖九、2011 年 9~10 月雪見地區冠層昆蟲目級百分比.....	14
圖十、2011/08/20~09/09 樹冠層與地被層溫度變化.....	16
圖十一、2011/08/20~09/09 樹冠層與地被層光度變化.....	17

摘要

關鍵字：樹冠平台、走道系統、昆蟲相、物候生態、依附植物

一、研究緣起

樹冠平台與走道系統之建立讓探索森林冠層變得更加容易，此種技術以平實的價格建造出較長久的研究區域，提供長期生態監測與資料蒐集累積，同時也可以讓研究團隊在同一研究區域內合作交流。本研究於雪見遊憩區內建立一供研究用之樹冠平台，並開始應用於昆蟲相、物候生態、氣象資料及依附植物觀察記錄，已獲得一些初步基本生態資料。未來將朝向規劃更多平台與走道連結系統，以提供不同領域之調查研究，並建立可供遊客進行環境教育之樹冠走道系統。

二、研究方法及過程

本研究樣木之選定主要考慮胸徑、樹高且直、生長勢與依附植物組成豐富度，盡量於環境及林相均勻之地點取樣。調查時紀錄平台搭設植物種類、胸徑、植株高度、枝下高等基本資料，並記錄本區森林各層次組成優勢。平台搭設方法則採用攀樹 (Tree Climbing) 技術-雙索系統 (Double Rope Technique, DRT) & 單索系統 (Single Rope Technique, SRT) 攀登法直接上樹施工。本研究並使用 Google SketchUp8 免費繪圖軟體製作平台設計圖，樹冠平台結構由南方松為主要木材，並搭配螺桿、鐵件等裁切並組合完成，平台大小為 2.1*2.1 平方公尺。

本研究使用樹冠平台進行冠層昆蟲相調查，放置吊網、黃色黏蟲紙誘集，並輔以掃網及目視法進行調查並分類。並於平台上、下方各放置鳥巢箱、蝙蝠巢箱，定期觀察記錄巢箱利用情形。此外，針對本研究樹冠層 (高度 22m)、地被層 (高度 1m) 各設置 1 個 HOBO 微型氣象資料蒐集器，主要記錄溫度及光度變化。同時，進行觀察植物之抽芽、開花、結果、落葉等「植物物候」現象。

三、重要發現

(一) 昆蟲調查

本研究以吊網、條套網及徒手採集共採得 528 隻昆蟲，分屬於 9 個目 (Order)。其中雙翅目 (Diptera) 最多，採得 426 隻，其次為膜翅目 (Hymenoptera) 與鱗

翅目 (Lepidoptera)，各採得 37 隻。初步調查結果顯示，在木荷葉片上的鞘翅目 (Coleoptera) 昆蟲食痕及邊緣捲曲的葉片上，檢查出來為屬纓翅目 (Thysanoptera) 的薊馬，而長翅目 (Mecoptera) 蠍蛉在高度達 20 公尺的樹冠上出現乃以往文獻中少見的紀錄。

(二) 無螫蜂之發現

根據國內文獻發現，有關無螫蜂之研究報告相當少，而台灣僅有一種 (台灣無螫蜂，俗稱蒼蠅蜂)。無螫蜂分類地位隸屬膜翅目、蜜蜂科、無螫蜂亞科之二個族，幾乎以熱帶地區為分布地點。本研究於 7 月 25 日進行平台施工時，首次於雪見地區發現大量無螫蜂群聚，以往並無相關研究記錄。比對宋一鑫 (1996) 對於台灣無螫蜂蜂巢中花粉種類分析結果，發現以殼斗科植物花粉佔約一半比例，正好符合雪見地區 7 月時殼斗科植物-杏葉石櫟開花期，惟宋一鑫研究之蜂巢乃從野外採回至台大實驗室內飼養觀察結果，無螫蜂實際喜愛殼斗科植物花粉花蜜，仍須更進一步利用樹冠平台進行觀察與探討。

四、主要建議事項

建議：

主辦機關：雪霸國家公園管理處

立即可行：雪見遊憩區天然闊葉林內林間步道植物解說牌之設立，及木荷樣木樹冠平台應用於生物資源調查之專屬介紹解說牌規劃設置，讓遊客於本區進行生態旅遊時能更深入吸收當地多樣化生態知識。並持續推廣園區周邊及部落學校攀樹體驗環境教育課程，以最簡淺的方式讓學員們從攀樹體驗中，認識林木樹冠生態與我們周遭環境之關係。

中長期建議：目前本平台已有中興大學昆蟲系師生正進行樹冠層昆蟲項資料之蒐集，未來希望能搭建幾組樹冠平台，點 (平台) 與點 (平台) 並連結成線 (走道系統)，以提供更多樣森林生態調查與長期監測。

Abstract

Key words: Canopy platform, Canopy walkway, insect fauna, phenological phases, dependent plants

1. Introduction

Canopy platforms and the walkway system make exploring the forest canopy easier. Using this method, a relatively long-lasting research area can be established for limited cost, allowing long-term ecological monitoring and data collection to be carried out and, at the same time, also allowing research teams to engage in cooperation and exchange in the same research area. For this study, a canopy platform was established in Xuejian Recreation Area and it is being used for insect fauna, phenological phases, dependent plant and meteorological observation and recording, with some basic ecological information already obtained. In the future, more platforms and walkway systems to link them are planned to allow survey research to be carried out in different areas and a canopy walkway system for visitor environmental education is also planned.

2. Methodology and process

The choice of sample tree in this study took into account girth, height and straightness, growth vigor and richness of dependent plants and as much as possible selected a tree in a place with well-balanced environment and forest. When the survey was carried out, the tree species the recording platform was on, its girth, plant height, under branch height and other basic data and the composition and dominance of each layer of the forest in the area were recorded. The platform was erected using tree climbing technique, Double Rope Technique, DRT and Single Rope Technique, SRT, climbing directly up the tree to erect the platform. This study used Google SketchUp8 free drawing software to make the platform design drawings. The canopy platform was assembled using pine, iron parts and screws and had an area of $2.1 * 2.1$ square meters.

The study used a canopy platform to carry out a canopy insect survey. The survey was carried out using a hanging net, yellow sticky paper insect trap, a sweep net and a visual method, then classification was carried out. Above and below the platform bird and bat boxes were placed and use regularly checked. A HOBO micro weather data collector was placed in the canopy (22m height) and at ground layer level (1m), mainly recording temperature and light changes. At the same time phytphenological phenomenon such as budding, flowering, fruiting and shedding of leaves were observed.

3. Main findings

(1) Insect survey

Using a hanging net and by hand 528 insects were collected in this study, in nine orders; Order Diptera insects were most numerous, with 426 individuals collected, followed by orders Hymenoptera and Lepidoptera, collecting 37 of both the respective orders. Initial survey results showed Coleoptera insect feeding marks on *Schima superba* leaves and Thysanoptera thrips on marginal curled leaves; Mecoptera *Panorpa communis* was recorded in the 20 metre canopy, a situation seldom reported in previous literature.

(2) Discovery of stingless bees

Very limited literature about stingless bees has been produced in Taiwan and Taiwan has only one species (Taiwan stingless bee, commonly called the fly bee). The stingless bee is in Sub-family Meliponinae, Family Apidae, Order Hymenoptera and is almost exclusively distributed in tropical areas. When the platform was being constructed on July 25 a large stingless bee colony was seen for the first time in the Xuejian area. There being no precious research record. As Song Yi-xin's analysis of the types of pollen in the hives of the Taiwan stingless bee showed, this study found that it was 50% Fagaceae plant pollen, reflecting the fact that Family Fagaceae plant (*Lithocarpus amygdalifolius*) flowers in the Xuejian area in July. However, Song's results were obtained by observing hives taken from the wild to a National Taiwan University laboratory; further use of a canopy platform and discussion is required to find if stingless bees actually like Fagaceae plant pollen and nectar.

4. Main suggestions

Suggestions:

Implementing Agency: Shei-pa National Park Headquarters

Immediate implementation: Establishment of plant interpretation signs on the trails through the natural broad-leaved forest in the Xuejian area of Shei-pa National Park and also the establishment of an exclusive interpretation sign explaining the use of the platform in biological resource surveys so that visitors will be able to learn more ecological knowledge about the bio-diversity of the area when visiting for eco-tourism; it is also suggested that environmental education courses involving climbing are held in communities on the periphery of the park and in local aboriginal village schools, using the simplest method to allow participants to learn about the relationship between forest canopy ecology and the environment around us.

Medium-long-term suggestions: At present the staff and students of the Department of Entomology of National Chung Hsing University are using the platform to collect canopy insect data. It is hoped that several platforms can be erected in future and the platforms linked by a walkway system to allow more diverse ecological surveys and long-term monitoring to be conducted.

第一章 緒論

第一節 研究緣起與背景

一、研究緣起

雪霸國家公園區內中、低海拔天然林裡擁有豐富物種多樣性及歧異度。目前台灣針對樹冠層的研究尚屬起步階段，除了森林經營的防火觀測、母樹採種，及森林測計學之管理及森林生態之光合作用（郭耀綸，2000），林冠物候研究（林志銓，1999；徐新武，2002）等議題外，對於依附植物之調查（張素卿，1993；陳明義等，1998；徐嘉君，2004）、著生植物基質的無脊椎動物生物多樣性調查（楊正澤等，2001）及樹冠層昆蟲相（徐堉峰，2010）等一些初步研究，整體而言，一直是以往易被忽略的一層。

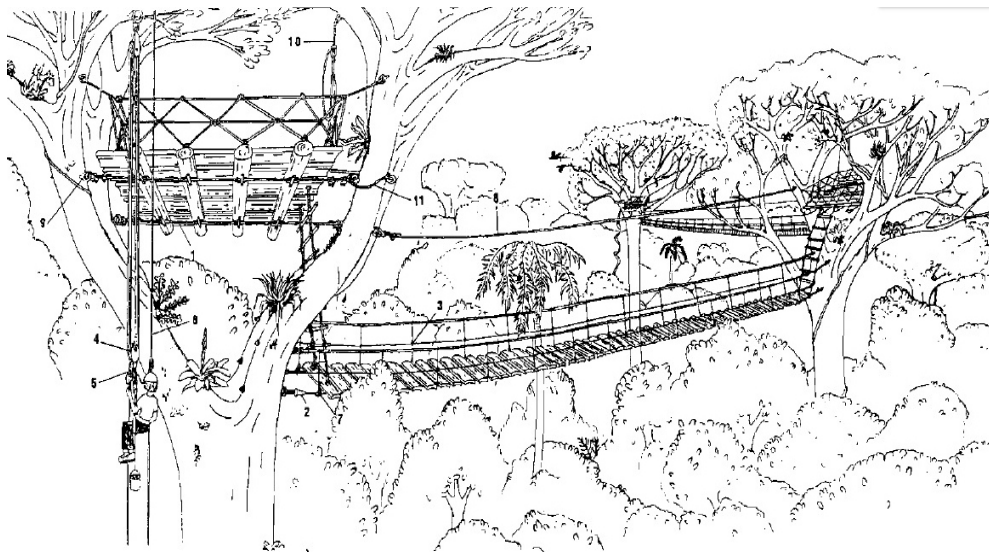
近十幾年內開始有人利用攀樹技術及裝備進行生命科學之調查，試圖運用此技術做為樹冠層的生物群聚調查，尤其生命現象研究需要長期調查，有些研究因需要大尺度、大面積調查。而攀樹乃是採用專業的爬繩設備，懸吊在樹冠一個分枝上便可不受限制地選擇樣木及樹冠高度去調查，比起在固定搭架時所能做的工作更廣泛又有彈性。然而以物候學(phenology)而言，需要定點長期監測固定對象，雖有先進科技可以應用，但是基礎的了解，初期仍需研究人員親臨調查，才能規劃後續之生物資源監測的方法，但研究人員上、下樹冠層間仍屬不便。其實國外很早就建造及利用Canopy Platform（樹冠平台）或Canopy walkway（樹冠走道）進行調查研究，後期有些也轉為供遊客從事生態旅遊及環境教育使用（Moffett and Lowman, 1995；Lowman and Bouricius, 1995；Murray et al., 1997）。

作者曾遠赴馬來西亞的神山國家公園、Taman Negara國家公園及美國佛羅里達Myakka River State Park勘查國外樹冠走道建置案例，其中位於馬來西亞Taman Negara園區內擁有悠久歷史的熱帶雨林，並且有座世界最長的樹冠走道（長約 450 公尺），其建造目的開始為科學家從事自然資源調查使用，後來漸漸轉型為提供一般遊客自然生態觀察與環境解說教育最好的平台。然而台灣國

家公園內目前尚無建立供保育研究或兼具遊憩的類似樹冠平台或樹冠走道，因此，本研究目的為試圖設計與建造適合雪霸園區內做為生物資源調查的樹冠平台，並期望以對樹木本身最少的衝擊方式來完成，同時進行依附植物及樹冠層昆蟲相調查，往後此平台可提供各類型生態資源調查者使用（如蝙蝠、昆蟲、鳥類、哺乳動物、植物、苔蘚...等）。

二、國外案例

Lowman and Bouricius(1995)曾於溫帶及熱帶雨林中嘗試建造樹冠平台與走道模組化系統，其中一個位於中美洲巴西亞熱帶雨林，另一個則設在北美洲紐約密爾布路克區，他們並將設置系統化走道及平台所需要的花費與結構安全性等詳細評估與描述。圖一為其所規劃熱帶雨林中樹冠平台與走道模組化結構示意圖，其中他們估算建造 2 座樹冠平台及一個約 30 公尺長的連結纜繩吊橋，材料費共需花費約為新台幣 273,000 元（\$9099.4 美金），如將工資等計算進去則總花費約達 584,000 元（\$19439.4 美金）。另外，美國 Canopy Construction Assoicate(CCA)組織曾條列出全世界以調查、環境教育或生態旅遊為目的所建造的樹冠走道或平台等設施（表一），其中主要集中於北美洲東部及中美洲、南美洲等熱帶區域，亞洲地區則有少數且集中於印尼、馬來西亞等熱帶雨林國家。



圖一、樹冠平台與走道模組化結構示意圖（Lowman and Bouricius, 1995）

表一、全世界依不同目的所設置之樹冠走道、平台分布表（引自
<http://www.canopyaccess.com/English/WorldMap/CCAWorldMap.html>）

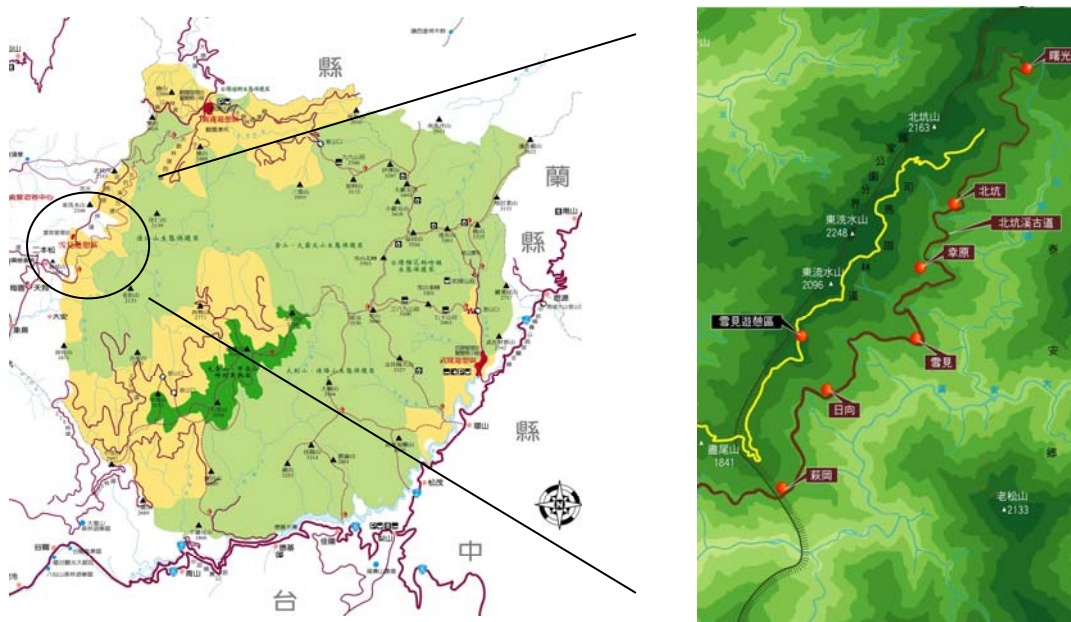
Nearctic 北美洲地區						
	Access Type	Name Of Site	Location	Time Frame	Habitat	Use(s)
1	walkway	Hopkins Memorial Forest	Williamstown, MA, USA	1990 - present	Temperate Deciduous	education, research
2	walkway	Millbrook School	Millbrook, NY, USA	1995 - present	Temperate Deciduous	education, research
3	walkway	Coweeta Hydrologic Station	Coweeta, NC, USA	1993 - present	Temperate Deciduous	research
4	walkway	Hampshire College	Amherst, MA, USA	1993 - present	Temperate Deciduous	education, research
5	platform	Selby Gardens	Sarasota, FL, USA	1994 - 2004	Live Oak canopy	education, research
6	walkway	Mayakka River State Park	Sarasota, FL, USA	2000 - present	Temperate Deciduous (oak, palms)	research, tourism
7	walkway	EcoTarium	Worcester, Massachusetts, USA	1999-present	Temperate Deciduous (oak, hickory)	education, tourism
8	walkway	University of the South	Sewanee, TN, USA	2002 - present	Temperate Deciduous	education, research
9	walkway	Vancouver Island	Vancouver Island, BC, Canada	1990 - present	Old Growth Forest	research
世界其他地區						
	Access Type	Name Of Site	Location	Time Frame	Habitat	Use(s)
1	walkway	JASON V	Blue Creek, Belize	1994 - present	tropical wet rain forest	research, eco-tourism
2	platforms	Caparu Station	Lago Caparu, Amazonas, Colombia	1996 - present	lowland tropical rain forest	research
3	platform	Parque Nacional Natural Amacayacu	Amazonas, Colombia	1998 - present	lowland tropical rain forest	research, education, eco-tourism
4	walkway	Ecoparque de Una	Ilheus, Bahia, Brasil	1997 - present	Atlantic rain forest	eco-tourism, education
5	walkway	ACTS	Napo Rio, Peru	1991 - present	lowland tropical rain forest	eco-tourism, education, research
6	walkway	Reserva Amazónica	Madre de Dios, Peru	2004 - present	lowland tropical rain forest	eco-tourism, education

7	walkway	Tiputini Biodiversity Station	Tiputinu River, Ecuador Jatun Sacha	1998 - present	lowland tropical rain forest	research, education
8	walkway	Jatun Sacha Canopy Walkway	Biological Field Station, Napo, Ecuador	1998 - present	tropical rain forest	research, education
9	walkway	Kakum Forest Reserve	Ghana, West Africa	1995 - present	tropical rain forest	eco-tourism
10	walkway	Lamington National Park	Queensland, Australia	1986 - present	subtropical cool rain forest	tourism, resear
11	walkway	Poring Hot Spring Canopy Walk	Sabah, Borneo	2004 - present	tropical rain forest	tourism
12	walkway	HSBC TreeTop Walk	MacRitchie, Singapore	2004 - present	tropical rain forest	tourism
13	walkway	Taman Negara Walkway	Taman Negara NP, Malaysia	1992 - present	tropical rain forest	eco-tourism

第二節 研究材料與方法

一、環境概述

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，全區面積為 9 公頃，行政區屬於苗栗縣泰安鄉，是雪霸國家公園繼武陵及觀霧遊憩區後，於園區西北側設立的遊憩景點（圖二、圖三）。依 Su(1984b)之分類法，本區屬暖溫帶重濕氣候，年平均溫低於 20°C，年雨量約為 2400mm，地處海拔 1,870 公尺上下。本區天然林主要為組成種類較為複雜的闊葉林，植群帶為櫟林帶 (Quercus Zone) (下層)，其結構通常有三至四層，主要以樟科、殼斗科與山茶科等優勢樹種為主，故又稱樟櫟群叢 (Lauro-Fagaceae association)。混淆林中夾雜有較多數之落葉樹種，主要有尖葉槭 (*Acer kawakamii*)、栓皮櫟 (*Quercus Variabilis*)、楓香 (*Liquidambar formosana*)、台灣赤楊 (*Alnus formosana*) 等；草本植物則為蕨類 (Pteridophyta spp.) 或五節芒 (*Miscanthus floridulus*) 為主；另在區域內曾調查到台灣蘋果 (*Malus formosana*)、金草蘭 (*Dendrobium clavatum* var. *aurantiacum*)、台灣五葉參 (*Pentapanax castanopsisicola*) 及苗栗野豇豆 (*Dumasia miaoliensis*) 等稀有植物 (歐辰雄 1996；傅國銘 2009)。



圖二、雪霸國家公園雪見遊憩區研究區域位置圖



圖三、雪見遊憩區樹冠平台研究區域樣木位置圖

二、樣木選定與植物調查

本研究樣木之選定主要考慮樹種、胸徑大小、樹高直、生長勢與依附植物組成豐富度，盡量於環境及林相均勻之地點取樣，並避免於森林邊緣做取樣。調查時紀錄平台搭設植物種類、胸徑、植株高度、枝下高等基本資料，並記錄本區森林各層次組成優勢。依附植物調查方法則採用攀樹（Tree Climbing）技術-雙索系統（Double Rope Technique, DRT）&單索系統（Single Rope Technique, SRT）攀登法直接上樹並以望遠鏡輔助觀察記錄。

三、平台搭設

本研究樹冠平台設計圖使用 Google SketchUp8 免費繪圖軟體製作草圖，樹冠平台結構由南方松為主要木材，並搭配螺桿、鐵件等裁切並組合完成，平台大小預設為 2.1*2.1 平方公尺。

四、蝙蝠箱與鳥巢箱放置

本研究嘗試將小型蝙蝠屋放置於約 20 公尺高樹冠層裡(平台下方)，及放置 1 個鳥巢箱放置於 23 公尺高樹冠層 (平台上方)，定期觀察記錄巢箱利用情形。



圖四、人工蝙蝠箱與鳥巢箱設置於樣木樹冠層照片

五、昆蟲相調查

本研究於平台架設完成後開始進行樹冠層(20m 以上)昆蟲相調查，於 9 月底開始放置吊網、黃色黏蟲紙誘集，並輔以枝條套網及目視法進行調查並分類。

(一)吊網 (Moth Trap, MOT) - 將黑紗網製成圓柱狀，內有一倒漏斗狀，下接一塑膠圓盤，再以鳳梨皮置於圓盤上，誘引昆蟲來停棲取食，待其離開時利用昆蟲之趨光性與負趨地性往上飛而困於吊網內。

(二)枝條套網 (Branch bagging): 木荷與紅楠的樹冠進行兩次 10 公尺長竿枝條套網式掃網採集。

(三)隨機觀察徒手採集，在平台範圍伸手可及處，目視範圍內徒手採集。

(四)黃色黏蟲紙，以往因攀爬樹木有其困難性及不便性，故設計本方法把黃色黏蟲懸掛於細引繩上並應用於樹冠的研究。



吊網



黃色黏蟲紙

圖五、吊網及黃色黏蟲紙設置於樣木樹冠層照片

六、氣象資料蒐集

雪見地區因無設置氣象站，故本區氣象資料闕如，為瞭解本區動、植物物候，針對本研究樹冠層（高度 22m）、地被層（高度 1m）各設置 1 個 HOBO 微型氣象資料蒐集器，主要記錄溫度及光度變化，自 2011 年 8 月 20 日開始記錄資料，並設定每 10 分鐘記錄 1 筆。



圖六、樹冠層、地被層各設置 HOBO 微型氣象儀器照片

七、植物物候觀察

「植物物候」為觀察植物之抽芽、開花、結果、落葉等現象，並依季節更迭而展現其週期性變化的情形。而傳統植物物候學上的訊息可以作為林木育種、環境生態以及生物學上之基本資料（林志銓 1999）。

第二章 研究結果與重要發現

一、樣木基本資料與植群調查

本研究團隊經多次勘查後選定為雪見遊憩區林間步道旁木荷為平台樣木，考量因素為其胸徑大且樹高足以達優勢森林平均樹冠層高度，且木荷樹種為本區以樟科、殼斗科、茶科為優勢的植群相中之典型代表性植物。經由量測結果，木荷樣木胸徑達 84cm，樹高為 31.5m，枝下高 11m，另樹齡則尚待檢測。

針對木荷樣木周邊植群進行調查記錄，本區天然林相概可分為四層次，優勢層（大喬木）有長尾柯（*Castanopsis carlesii*）、苦扁桃葉石櫟（*Lithocarpus amygdalifolius*）、錐果櫟（*Cyclobalanopsis longinux*）、紅楠（*Machilus thunbergii*）、木荷（*Schima superba*）；次冠層（中喬木）有台灣蘋果、烏心石（*Michelia compressa*）、長葉木薑子（*Litsea acuminata*）、香桂（*Cinnamomum randaiense*）、變葉新木薑子（*Neolitsea aciculata* var. *variabilissima*）、台灣枇杷（*Eriobotrya deflexa*）、厚皮香（*Ternstroemia gymnanthera*）；下層（小喬木及灌木層）有狗骨仔（*Tricalysia dubia*）、台灣山香圓（*Turpinia formosana*）、山羊耳（*Symplocos glauca*）、柃木（*Eurya* spp.）、紫珠葉泡花樹（*Meliosma callicarpaefolia*）、玉山糯米樹（*Viburnum foetidum* var. *integrifolium*）；地被層有月桃（*Alpinia* spp.）、廣葉鋸齒雙蓋蕨（*Diplazium dilatatum*）、奄美雙蓋蕨（*Diplazium amamianum*）、苗栗崖爬藤（*Tetrastigma bioritsense*）。另優勢蔓藤有光果南蛇藤（*Celastrus punctatus*）、硬齒獼猴桃（*Actinidia callosa*）、藤崖椒（*Zanthoxylum scandens*）、阿里山北五味子（*Schisandra arisanensis*）、台灣常春藤（*Hedera rhombea* var. *formosana*）等；代表性依附植物為台灣山蘇花（*Asplenium nidus*）、桑寄生（*Loranthaceae* spp.）、蘭科植物（*Orchidaceae* spp.）等。

表二為木荷樣木調查之依附植物與雪見全區所整理之種類之對照表，樣木上總共調查到 3 科 6 屬 7 種植物，其中蕨類植物 3 種，杯狀蓋骨碎補（*Davallia griffithiana*）、瓦葦（*Lepisorus thunbergianus*）、槭葉石葦（*Pyrrosia*

polydactylis) 及蘭科植物 4 種，小鹿角蘭 (*Ascocentrum pumilum*)、新竹石斛 (*Dendrobium falconeri*)、連珠絨蘭 (*Eria reptans*)、二裂唇莖白蘭 (*Oberonia caulescens*)。

表二、木荷樣木上及雪見地區依附植物種類統計表

	木荷樣木			雪見地區		
	科	屬	種	科	屬	種
蕨類	2	2	3	10	24	47
裸子植物	0	0	0	0	0	0
被子植物						
雙子葉植物				35	72	103
單子葉植物	1	4	4	6	18	32
合 計	3	6	7	51	114	182

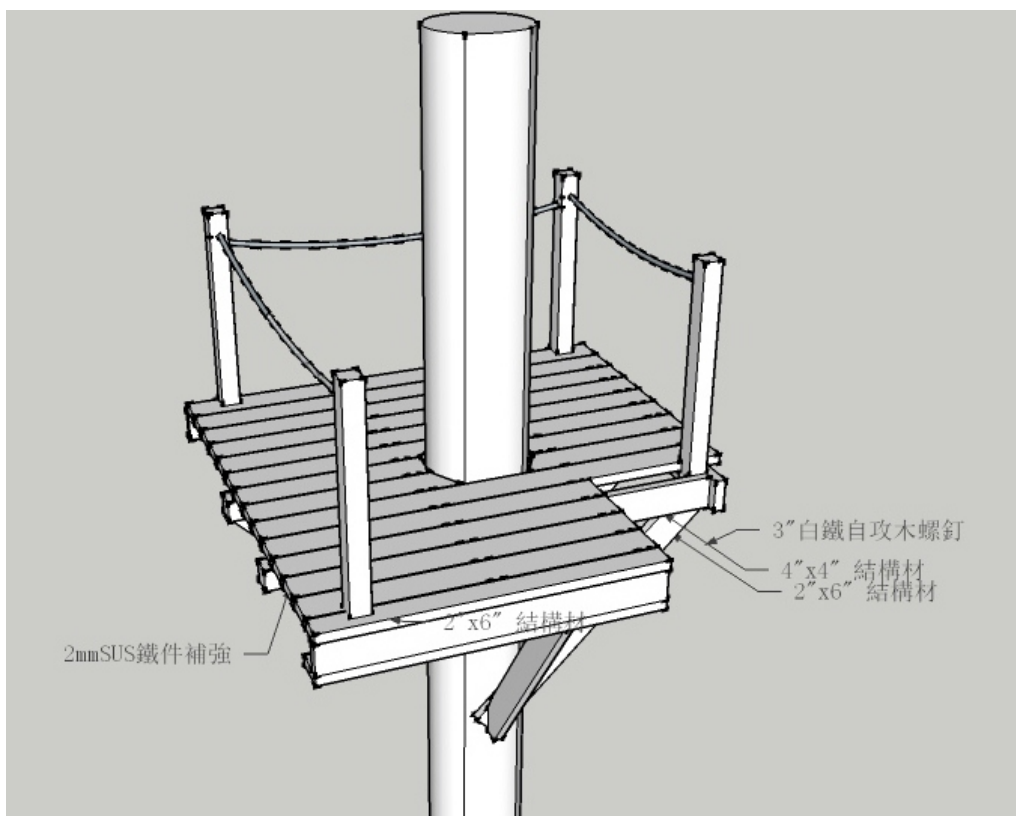
二、平台設計與建造

雪見樹冠平台原圖設計為使用 Google SketchUp8 免費繪圖軟體所繪製，平台大小為 2.1m*2.1m，材料主要為南方松木材及金屬螺絲等配件（表三），南方松防腐主要使用 ACQ (Alkaline Copper Quaternary, 銅烷基銨) 0.6 等級及天然耐候護木油處理，其主要成分是銅化物和 DDAC (四級銨鹽)，為先進環保型木材防腐藥劑。另為測試不同防腐處理效果對耐候性的差異性，本研究亦使用 ACQ0.25 及 CCA、MCQ 等處理各 1 面板材做為後續防腐觀察之比較。

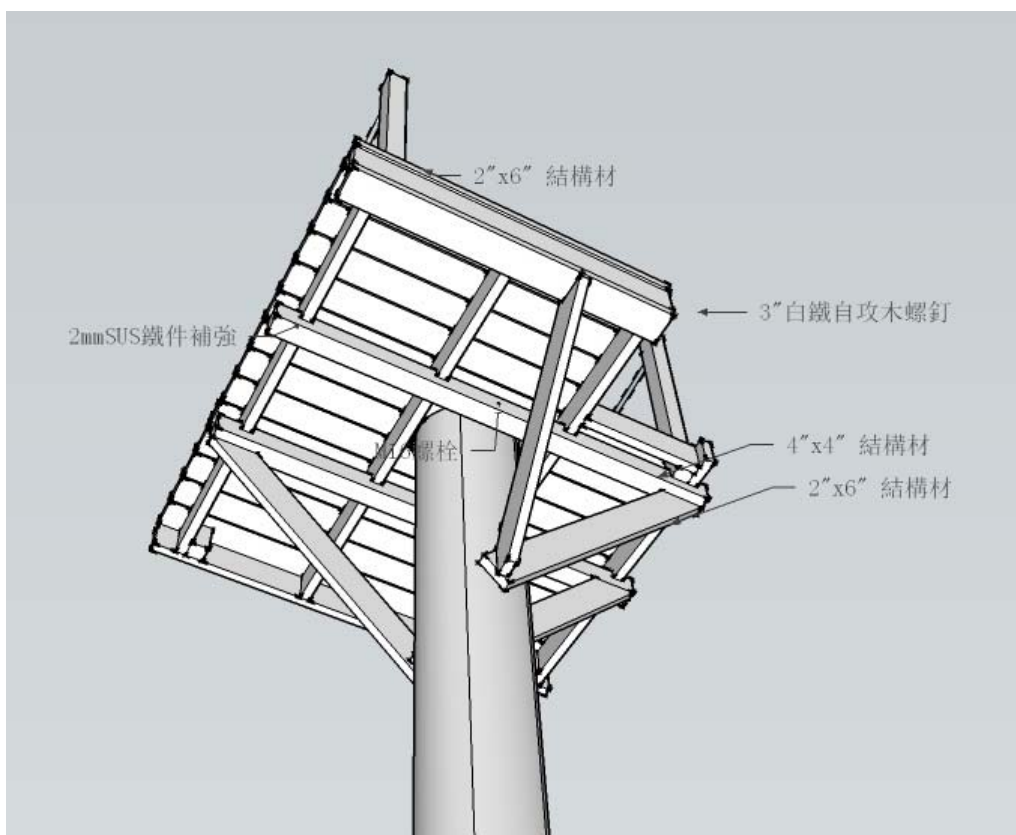
本平台於本 (100) 年 3 月 19 日由施工團隊進行現地勘查，選定木荷樣木後量測該樹各項基本資料 (胸徑、樹高、與鄰近大樹間距離及未來連結可能性評估等)；7 月 1 日則開始進行放樣工作，標定平台支撐及主樑位置點、高度，為求平台結構能支撐較大之乘載力，本研究設定平台斜撐與樹幹垂直面夾角為 35 度。7 月 25 日進行平台架設施工，平台高度離地面高度為 21m，總計 5 工作天完成；10 月 12 日進行平台欄杆補強施工，共 2 工作天完成。總計共 9 工作天 66 人次完成平台施工 (圖七、圖八)。

表三、建造平台所使用材料概況表

材料	平台結構	數量	長度 (cm)	重量 (kg)	價格 (NTD)
南方松 2" * 6" (3.8 * 14.0 cm) 長度 420cm	斜撐(結構一級)	4	175	16.7	1,140
	副樑(結構一級)	4	210	20.0	1,140
	平台面板+側板 (結構一級)	8	420	75.0	4,560
南方松 4" * 4" (9.0 * 9.0 cm) 長度 420cm	主樑(結構一級)	2	210	15.0	1,980
	欄杆(結構一級)	4	110	15.7	1,980
鐵件	M16 螺桿	2	80	3.2	1,260
	主樑斜撐鐵件	3	-	7.2	4,500
	副樑斜撐鐵件	1	-	1.8	1,000
	主副樑連接鐵件	18	-	1.8	2,800
	3"自攻螺釘	220	-	1.5	770
	欄杆螺桿	8	-	1.6	360
	扶手繩及吊帽組	3	-	5.4	660
固定點	鋼索及滑輪配件	3	-	15.0	8,400
小計		-	-	179.8	30,550



圖七、雪見樹冠平台 2.1m*2.1m 設計圖原稿俯視圖 (劉旭峰繪圖)



圖八、雪見樹冠平台 2.1m*2.1m 設計圖原稿仰視圖 (劉旭峰繪圖)

三、樹冠層昆蟲相

(一) 昆蟲調查

標本編號及存證：

存證標本依「日期-研究站-樣區-調查(採集方法)-形態種標號筆數-個體數」作編碼，每一標本均擁有獨一無二且與採集資訊連結的號碼(蔡上惠等 1998)。20111001-SJ-CP-SS-HP-0001-1 為例說明，日期(八碼)2011年10月1日-樣區(地名)雪見地區(代碼)-樹冠平台-木荷樹-手採-流水號(四碼)1-1 隻(個體)。樣區及採集方法的編碼代號如下：

XJ：XueJian (雪見地區)

CP：Canopy Platform (樹冠平台)

SS：Schima superba (木荷)

MT：Machilus thunbergii (紅楠)

BB：Branch Bagging (枝條套網)

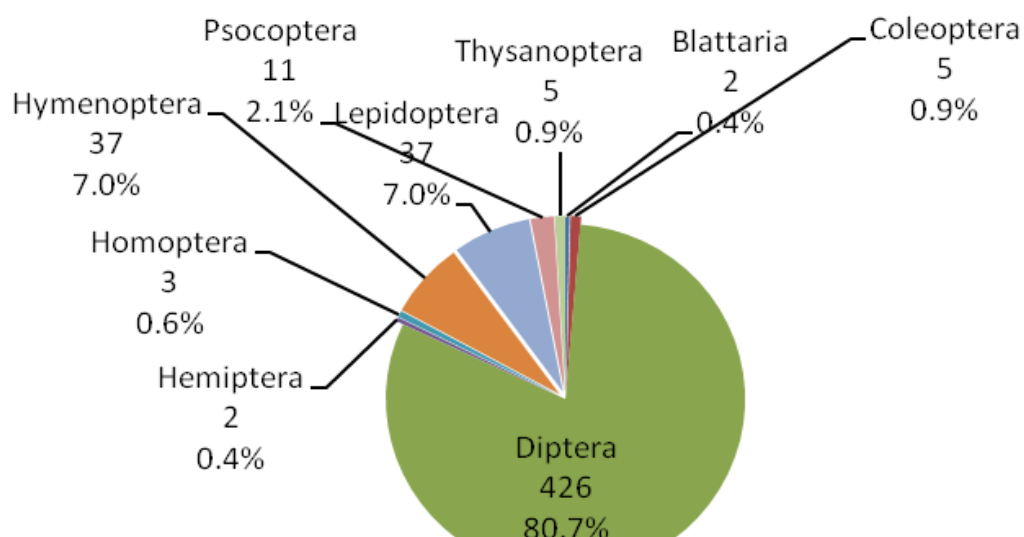
HP：Free Hand Pick (徒手採)

本研究以吊網、條套網及徒手採集共採得 528 隻昆蟲，分屬於 9 個目 (Order)。其中雙翅目 (Diptera) 最多，採得 426 隻，其次為膜翅目 (Hymenoptera) 與鱗翅目 (Lepidoptera)，各採得 37 隻，以百分比分析結果如圖九。

唐立正等 (2002) 針對雪見地區昆蟲相之調查研究，共發現 16 個目之昆蟲種類，而其中 4 月至 9 月不同季節燈光誘捕與穿越線調查均發現 11 個目。本研究調查時間自 2011 年 9 月至 10 月共 3 次攀樹調查，一次的採樣發現 9 個目之昆蟲種類，初步調查結果顯示，在木荷葉片上的鞘翅目 (Coleoptera) 昆蟲食痕及邊緣捲曲的葉片上，檢查出來為屬纓翅目 (Thysanoptera) 的薊馬及少見的長翅目 (Mecoptera) 蛉在高度達 20 公尺的樹冠上出現。長翅目蛉在樹冠層被黃色黏蟲紙捕獲為少有資料，根據劉錕及楊正澤 (2003) 於台灣中部關刀溪森林近十年的調查結果，長翅目可能是森林地表的指標物種，以採集高度在 20 公

尺以上而言，根據以往調查經驗，可以認定記錄在樹冠層的群聚是少見的。

本研究另在 10 月 19 日於平台樹幹發現 34 隻排列成行之黃盾背椿象 (*Erthesina fullo*)，黃盾背椿象屬半翅目，盾背椿科。卵孵化後會在寄主植物上聚集，其他類似昆蟲的行為，一般可在森林下層觀察，對於高層樹冠的情形資料闕如。然而樹冠層的環境條件與森林下層、森林開闊地及森林邊緣低矮灌叢的植株冠層，是否可能在行為上有所差異？這些值得在樹冠層加以探索，雪見地區樹冠層之昆蟲群聚更有待發掘與了解。



圖九、2011 年 9~10 月份雪見地區冠層昆蟲目級百分比

(二) 無螫蜂之發現

根據國內文獻發現，有關無螫蜂之研究報告相當少。無螫蜂分類地位隸屬膜翅目、蜜蜂科、無螫蜂亞科之二個族，幾乎以熱帶地區為分布地點 (Dubitzky et al. 2007)。而台灣僅有一種 (台灣無螫蜂，俗稱蒼蠅蜂)，學名為 *Trigona (Lepidotrigona) ventralis hoozana* Strand，分布在台灣中高海拔山區 (730-2,800m)，並被認為是分布最北界的無螫蜂之一。過去無螫蜂因產蜜量少而被認為經濟性不高，原住民曾少量利用來填補容器等，但無螫蜂在自然界所扮演的角色卻很重要，尤其是為植物授粉 (宋一鑫 1996)。

本研究於 7 月 25 日進行平台施工時發現大量無螫蜂群聚，然並未發現蜂巢。比對宋一鑫對於台灣無螫蜂蜂巢中花粉種類分析結果，發現以殼斗科植物花粉佔約一半（46.7%）比例，正好符合雪見地區 7 月時殼斗科植物-杏葉石櫟開花，惟宋一鑫（1996）研究之蜂巢乃從野外採回至台大實驗室內飼養觀察結果，無螫蜂實際喜愛殼斗科植物花粉花蜜，這觀點仍須更進一步利用樹冠平台直接觀察探討。

（三）蝙蝠巢箱與鳥巢箱利用情形

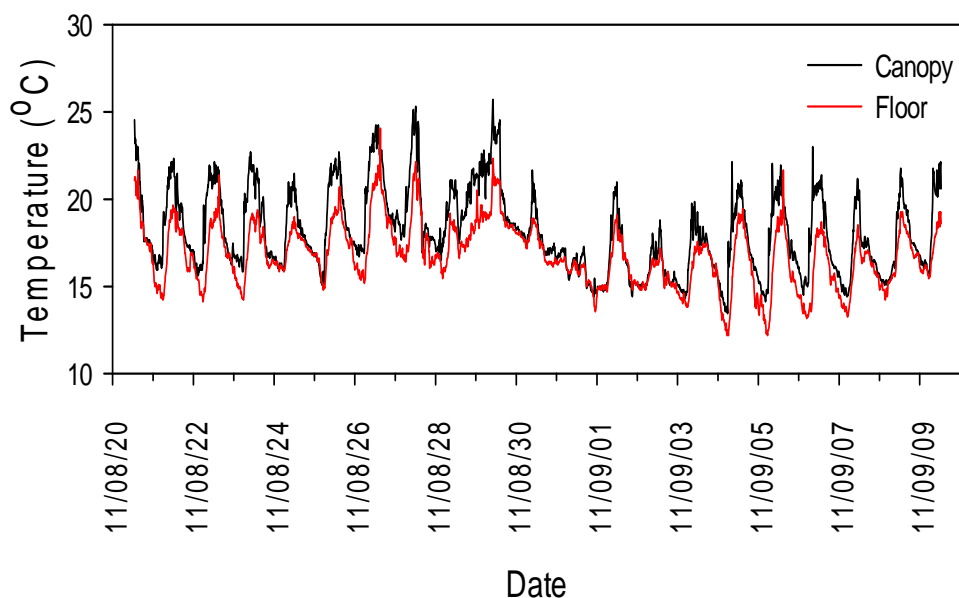
針對設置人工蝙蝠巢箱及鳥巢箱所調查之結果，發現兩巢箱均被長腳蜂群所佔用，也都發現蜚蠊目（Blattodea）的昆蟲，近期也觀察到艾氏樹蛙利用鳥巢箱棲息。本研究於 4 月 26 日於樹冠層 20m 處設置小型蝙蝠屋，一個月後觀察發現被約 20 隻長腳蜂所佔據。7 月 2 日再觀察時發現長腳蜂已全數離去，僅剩 2 隻蜚蠊目昆蟲。樹冠平台架設完成後，9 月 9 日於平台上方設置人工鳥巢箱，9 月 21 日觀察時發現 6 隻長腳蜂及 4 隻蜚蠊；10 月 12 日長腳蜂數量增加至 11 隻；10 月 31 日再觀察時除原長腳蜂外，另發現 1 隻艾氏樹蛙躲藏於鳥巢箱中。

因鳥巢箱開口設計為正面側向，並提供上掀活動蓋，故觀察較容易，巢箱底部也提供良好躲藏地；而本款小型蝙蝠屋開口向下，未設有活動門，除使用小型手持式內視鏡外，觀察不易。至於原先佔據蝙蝠箱之長腳蜂群是否因而後來遷移至鳥巢箱則未知。

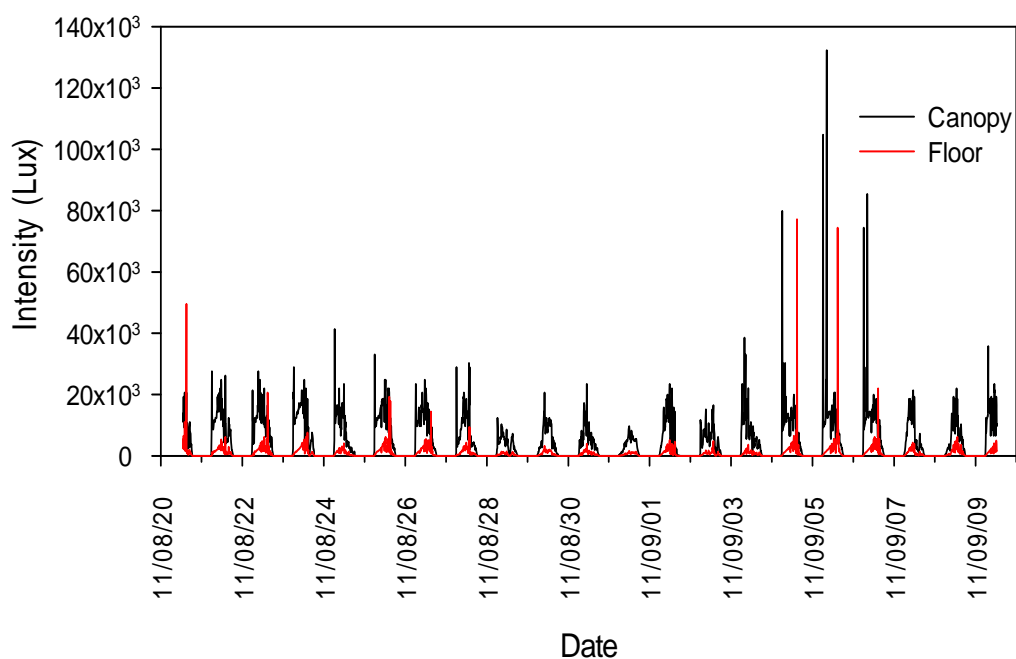
四、氣象資料分析

依據本研究自 2011/8/20~2011/09/09（共 21 日）HoBo 氣象資料蒐集分析結果（圖十、表四），樹冠層全日平均溫度為 18.1 度（白天最高 25.7，夜晚最低 13.4），地被層全日平均溫度為 16.8 度（白天最高 24.0，夜晚最低 12.2），樹冠層平均溫度高於地被層平均溫度 1.27 度。由圖十一及蒐集資料可看出每天光度變化差異性大，以 8/21 日為例，日出時間約 05:20，天黑時間為下午 18:40 左右；而 9/8 日出時間約 05:40，天黑時間為下午 18:20 左右。由此光度監測資料

可知，雖然間隔才約 20 天，但日出跟日落時間分別晚了 20 分鐘即提早 20 分鐘。另 9/4 日至 9/6 日連續三天早晨 6 點 10 及 8 點 20 分前後，樹冠層光度因不明原因突然激增，隨後即恢復正常值。



圖十、2011/08/20~2011/09/09 樹冠層與地被層溫度變化



圖十一、2011/08/20~2011/09/09 樹冠層與地被層光度變化

表四、2011/08/20~09/09 樹冠層與地被層溫度變化統計表

	平均數	個數	標準差	平均數的標準誤
樹冠層溫度 (°C)	18.1114	2879	2.34522	.04371
地被層溫度 (°C)	16.8359	2879	1.80414	.03362

五、物候觀察

本研究於調查期間亦針對依附植物中的著生、半寄生植物開花物候做觀察記錄，共挑選 14 種植物（表五），研究期間自 98 年 1 月至 100 年 11 月，以每月 1~2 調查次數（1~4 工作天）持續觀察、拍照，發現本區一年四季皆可調查到依附植物開花，其中以春、夏兩季為多數種類主要花期，蘭科植物並參考林維明（2006）野生蘭圖鑑花期資料，茲整理如下：

春季（2~4 月）：小鹿角蘭、紅斑松蘭（*Gastrochilus fuscopunctatus*）。

夏季（5~7 月）：小椒草（*Peperomia reflexa*）、凹葉越橘（*Vaccinium emarginatum*）、臺灣石吊蘭（*Lysionotus pauciflorus*）、新竹石櫛、金草蘭、連珠絨蘭。



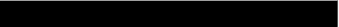
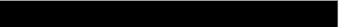
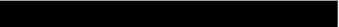
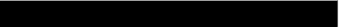
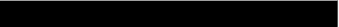
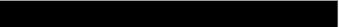
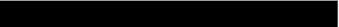







秋季（8~10 月）：臺灣櫛寄生（*Viscum alniformosanae*）、忍冬葉桑寄生（*Taxillus lonicerifolius*）、金稜邊蘭（*Cymbidium floribundum*）、綠花寶石蘭（*Ione sasakii*）、雙板斑葉蘭（*Goodyera bilamellata*）、二裂唇莪白蘭（*Oberonia caulescens*）。

冬季（11~1 月）：小鹿角蘭。

表五、雪見地區常見依附植物花期表

植物名稱	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
小椒草						■	■	■				
凹葉越橘				■	■	■						
臺灣石吊蘭					■	■	■	■				
臺灣櫛寄生							■	■	■			
忍冬葉桑寄生							■	■	■			
小鹿角蘭	■	■	■	■	■							■
紅斑松蘭			■	■	■	■	■					
新竹石櫛						■	■	■				
金草蘭				■	■	■	■					
連珠絨蘭				■	■	■	■	■				
金稜邊蘭							■	■	■	■		
二裂唇莪白蘭							■	■	■	■		
綠花寶石蘭									■	■		
雙板斑葉蘭									■	■		

本研究除觀察紀錄本區依附植物花候外，亦針對 4 種林冠優勢植物進行花候及果候的記錄如表六。觀察發現木荷樣木今（100）年從 6 月至 10 月呈現稀疏開花，致同一大枝條上可發現開花及即將成熟果實共存之狀態。林志銓（1999）研究惠蓀林場木荷保護區之物候時發現，主要開花期為 6~7 月，果熟期為 11~12 月，推測因該區海拔約 1,045m，而本研究區域位 1,870m 高之海拔，故整體開花結實期造成延遲現象。杏葉石櫟、長尾柯為本區最優勢殼斗科植物之一，杏葉石櫟花期為 7~8 月，這段時間正逢平台施工期間，也發現大量野蜜蜂及無螫蜂群聚，是否為蜜蜂食巢主要來源，仍待未來持續觀察。長尾柯開花期為 4~5 月，果熟期為秋季 10~11 月，而殼斗科植物果實大多在這段時間達發育成熟期。而樟科植物之紅楠，開花期在 4~5 月，果熟：第三章 結論與建議約 1 個多月後成熟。

植物名稱	花期  果熟 												
	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	
木荷													
杏葉石櫟													
長尾柯													
紅楠													

第三章 結論與建議

第一節 結論

樹冠平台應該是樹木平台(tree platform)的一種，最高層的觀測平台，好比是一個研究站，其優點及用途敘述如下：1.讓特定森林或樹種的樹冠研究可以有一個固定安全及省力的定點觀測平台；2.讓研究人員減少依賴攀爬技術及減少吊掛研究的危險，耗能，及技術依賴；3.利用平台設置感應器偵測環境變化；4.設定採集的規劃，影音資訊蒐集的設施架設，5.森林內部電子資訊接收(GPS):自動資料蒐集與傳送的制高點取得；6.利用平台作連續的日夜觀測工作平台；7.利用平台作遠眺觀測的延伸中心；8.利用平台做為樹冠層索道或空橋網絡的连接點。

應用樹冠平台或走道等工具進行生物資源調查雖在國外已實行數十年，然國內仍屬於起步階段。雖然早期多使用竹木結構架設之簡易型鷹架塔做為觀測工具，惟在安全性缺乏及便利性不足條件下，勢必朝更穩固構造物之建立，而樹冠平台及樹冠走道便是國外一直以來進行樹冠研究之工具。雪見遊憩區天然資源豐富，樹冠高度可達 30~40 公尺高，可供研究生物資源豐富，以往忽略的冠層研究，目前藉由樹冠平台的建立後已開始著手依附植物調查、昆蟲群聚與植物物候關係等研究，冀望未來能建立更多研究平台，由點跟點連接呈線，再由線連結成面向供各類型生態調查者使用，並將研究成果轉化為環境教育解說素材。

第二節 建議

建議：

主辦機關：雪霸國家公園管理處

立即可行：雪見遊憩區天然闊葉林內林間步道植物解說牌之設立，及木荷樣木樹冠平台應用於生物資源調查之專屬介紹解說牌規劃設置，讓遊客於本區進行

生態旅遊時能更深入吸收當地多樣化生態知識。並持續推廣園區周邊及部落學校攀樹體驗環境教育課程，以最簡淺的方式讓學員們從攀樹體驗中，認識林木樹冠生態與我們周遭環境之關係。

中長期建議：目前本平台已有中興大學昆蟲系師生正進行樹冠層昆蟲項資料之蒐集，未來希望能搭建幾組樹冠平台，點（平台）與點（平台）並連結成線（走道系統），以提供更多樣森林生態調查與長期監測。

誌謝

本研究承蒙雪霸國家公園管理處提供自行研究經費（研究編號：10009），平台施工乃由道法自然專業攀樹團隊--楊貴平、陳財宏、劉旭峰、陳嘉峰、吳杰峰、吳語喬、陳哲緯、陳正忠等人協助完成。氣象資料乃由中興大學森林學系何伊喬協助分析，生物資源調查方面，感謝中興大學昆蟲學系楊正澤老師、研究生林嘉勇協助；及本處同仁王榮光、陳家鴻、潘振彰、蕭明堂及雪站管理站同仁秉力協助，僅一併致謝。

參考文獻

- 宋一鑫，1996。台灣無螫蜂之形態、蜂巢結構與產卵行為之觀察，國立台灣大學植物病蟲害學研究所碩士論文，共 89 頁。
- 林志銓，1999。惠蓀林場木荷及大頭茶開花物候之研究，國立中興大學森林研究所碩士論文，共 60 頁。
- 林維明，2006。台灣野生蘭賞蘭大圖鑑（上、中、下）。
- 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，共 75 頁。
- 唐立正、賴啟芳、王宇仲、莊國弘、謝祥文、謝雨蒔，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。
- 徐新武、郭幸榮、鍾年鈞、梁亞忠，2002。臺灣杉花芽生長及發育之物候學，台灣林業科學，17(2):241-255。
- 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計畫報告，共 41 頁。
- 徐嘉君，2004。福山的附生植物，行政院農業委員會林業試驗所推廣摺頁第 37 號。
- 張素卿，1993。烏來楠櫛林維管束著生植物組成及分布因子之研究，國立臺灣大學植物學研究所碩士論文。
- 郭耀綸，2000。南仁山低地雨林白榕冠層及林下植物的光合作用，台灣林業科學，15(3):351-363。
- 陳明義、江英煜、楊正澤，1998。關刀溪森林生態系依附植物之研究，中興大學實驗林研究彙刊，20(2):93-103。
- 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。

楊正澤、陳明義、江英煜，2001。關刀溪森林生態系著生植物基質中無脊椎動物群聚之生物多樣性，台灣昆蟲，21(2)：99-117。

劉錕、楊正澤，2003。台灣中部關刀溪森林生態系長翅目昆蟲發生情形調查，台灣昆蟲學會第24屆年會（摘要）。

歐辰雄，1996。雪見地區步道沿線植群調查，雪霸國家公園管理處研究計畫報告，共139頁。

Moffett M and MD Lowman. 1995. Canopy access techniques. In: Forest Canopies (M.D. Lowman & N. Nadkarni, eds.) Academic Press. Pp. 3-25.

Murray D, MD Lowman, P Wittman. 1997. Bromeliads Along the ACEER Canopy Walkway in Amazonian Peru. Journal of the Bromeliad Society 47(2): 54-59.

Lowman, MD and B Bouricius. 1995. The construction of platforms and bridges for forest canopy access. Selbyana 16(2): 179-184.

附錄、相關照片



1.放樣



2.裁切



3.組裝



4.釘板



5.平台竣工圖



蝙蝠巢箱設置



鳥巢箱設置



蝙蝠箱、鳥巢箱利用情況定期觀察



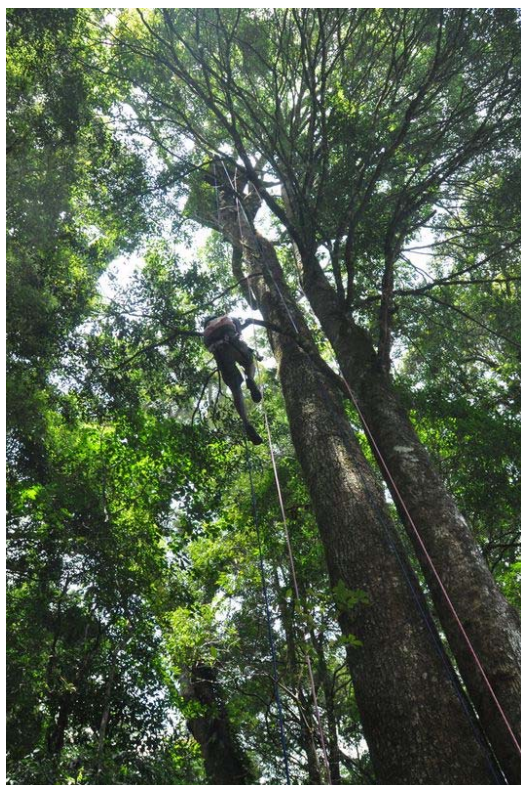
胡蜂群利用人工鳥巢箱當作暫時棲所



本研就發現艾氏樹蛙竟然能攀上 20 公尺以上樹冠層，並利用鳥巢箱



無螫蜂首次於雪見地區被記錄



研究人員攀上平台進行調查



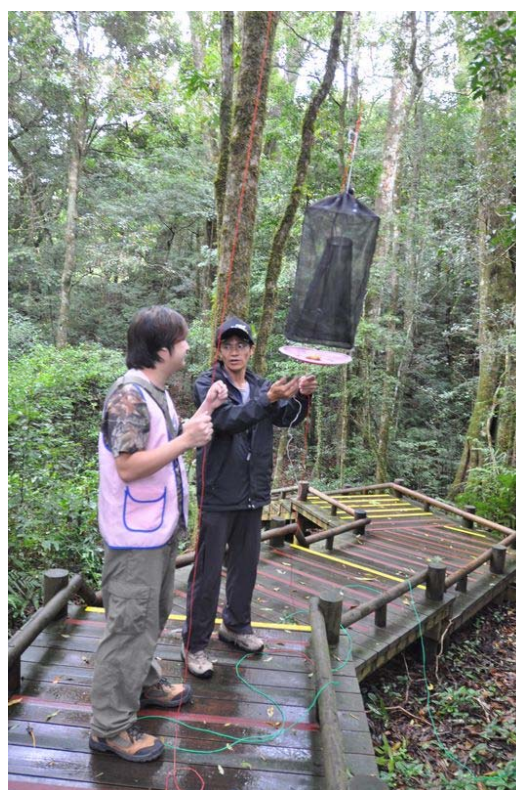
高山戎蘭



小鹿角蘭



下載氣象資料記錄器內資料



設置吊網調查樹冠層昆蟲種類

附錄、相關照片



1.放樣



2.裁切



3.組裝



4.釘板



5.平台竣工圖



蝙蝠巢箱設置



鳥巢箱設置



蝙蝠箱、鳥巢箱利用情況定期觀察



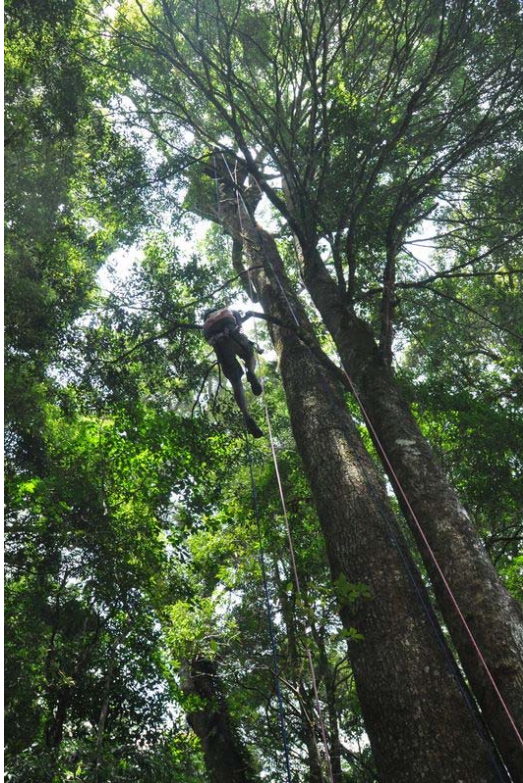
胡蜂群利用人工鳥巢箱當作暫時棲所



本研就發現艾氏樹蛙竟然能攀上 20 公尺以上樹冠層，並利用鳥巢箱



無螫蜂首次於雪見地區被記錄



研究人員攀上平台進行調查



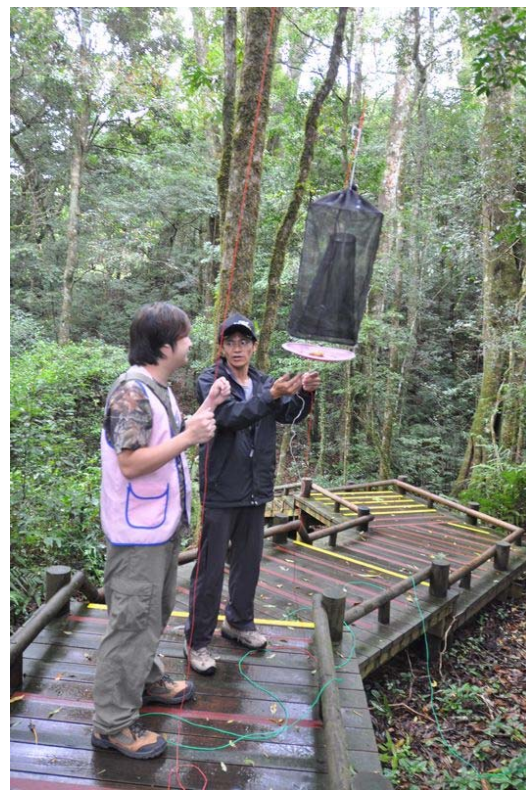
高山戎蘭



小鹿角蘭



下載氣象資料記錄器內資料



設置吊網調查樹冠層昆蟲種類