

雪山主峰線臺灣冷杉族群動態監測

雪霸國家公園管理處

雪山主峰線臺灣冷杉族群動態監測

Study on Population Dynamic of *Abies kawakamii* at
Syue Mountain Trail

受委託者：國立中興大學森林學系

森林植物分類暨生態研究室

研究主持人：歐辰雄教授

協同主持人：曾喜育助理教授

研究人員：呂金誠、曾彥學、廖敏君、林鴻志、蔡家銘
曾月華、王俊閔、郭礎嘉、安柏翰、何伊喬
林佳芸、梁耀竹、王 偉、湯冠臻、廖學儀

雪霸國家公園管理處

委託研究報告

中華民國九十七年十二月

目次

表次.....	II
圖次.....	III
中文摘要.....	V
英文摘要.....	VI
壹、前言.....	1
一、研究緣起.....	1
二、計畫目標.....	2
貳、前人研究.....	3
一、臺灣冷杉分類地位及地理分布.....	3
二、臺灣高山植群之研究.....	4
三、臺灣冷杉植群相關研究.....	8
四、森林族群動態.....	10
參、研究方法.....	16
一、研究地點概況.....	16
二、調查方法.....	17
肆、結果與討論.....	21
一、雪霸國家公園臺灣冷杉林型資料蒐集、分析.....	21
二、永久樣區設置、林分結構及空間分布分析.....	23
三、臺灣冷杉林下層植物調查分析.....	40
伍、結論與建議.....	42
陸、參考文獻.....	43
附錄一、臺灣冷杉林型出現植物名錄.....	47
附錄二、照片說明.....	51

表次

表 1. 臺灣中部山地植群之帶狀分化及溫度範圍.....	5
表 2. 臺灣潛在自然植群形相分類.....	6
表 3. 森林演替過程之垂直空間結構變化.....	12
表 4. 影響物種空間分布的因子.....	14
表 5. 森林演替過程森林空間分布變化.....	14
表 6. 臺灣冷杉林型常見灌木層及地被草本層植物種類.....	22
表 7. 本研究各樣區、上層喬木種類及株數.....	23

圖次

圖 1. 臺灣冷杉全島主要分布圖.....	4
圖 2. 臺灣冷杉結果枝、葉、毬果、果鱗及種子.....	4
圖 3. 由三六九山莊遠眺雪山東峰之臺灣冷杉與玉山箭竹植物社會.....	6
圖 4. 雪山黑森林內之臺灣冷杉純林.....	8
圖 5. 三六九山莊後方之臺灣冷杉與玉山箭竹之推移帶.....	9
圖 6. 美洲熱帶雨林樹剖面圖.....	10
圖 7. 利用樹冠剖面圖分析森林冠層.....	11
圖 8. 林冠分層示意圖.....	11
圖 9. 空間分布型態.....	12
圖 10. 50 × 40 m ² 永久樣區形狀及小區分布情形.....	17
圖 11. 林分樣區之全天光空域(單斜線部分)、直射光空域(雙斜線部分)圖.....	19
圖 12. 以方位表示之水分梯度級.....	20
圖 13. 108 個高山植群型樣區.....	21
圖 14. 雪山主峰線臺灣冷杉林型永久樣區位置圖.....	23
圖 15. 第 1 樣區臺灣冷杉和臺灣鐵杉之徑級分布圖.....	24
圖 16. 第 1 樣區臺灣冷杉與臺灣鐵杉之空間分布圖.....	25
圖 17. 第 1 樣區臺灣冷杉之空間分布圖.....	26
圖 18. 第 1 樣區臺灣鐵杉之空間分布圖.....	26
圖 19. 第 2 樣區喬木層各樹種之空間分布圖.....	27
圖 20. 第 2 樣區喬木層樹種之幼木空間分布圖.....	28
圖 21. 第 2 樣區臺灣冷杉之徑級分布圖.....	28
圖 22. 第 2 樣區巒大花楸之玉山杜鵑之徑分布圖.....	29
圖 23. 第 3 樣區臺灣冷杉之徑級分布圖.....	29
圖 24. 第 3 樣區喬木層各樹種之空間分布圖.....	30
圖 25. 第 3 樣區臺灣冷杉之空間分布圖.....	31
圖 26. 第 4 樣區臺灣冷杉之徑級分布圖.....	32
圖 27. 第 4 樣區喬木層各樹種之空間分布圖.....	32
圖 28. 第 5 樣區臺灣冷杉之徑級分布圖.....	33

圖 29. 第 5 樣區喬木層各樹種之空間分布圖.....	34
圖 30. 第 6 樣區臺灣冷杉之徑級分布圖.....	35
圖 31. 第 6 樣區喬木層各樹種之空間分布圖.....	35
圖 32. 第 7 樣區臺灣冷杉與玉山圓柏之徑級分布圖.....	36
圖 33. 第 7 樣區喬木層各樹種之空間分布圖.....	37
圖 34. 雪山主峰線臺灣冷杉林地被植物組成樹形圖.....	38

中文摘要

一、研究緣起

臺灣冷杉(*Abies kawakamii* (Hayata) Ito, Taiwan fir)為臺灣特有之冰河孑遺針葉樹種，為森林界限樹種組成之一，分布海拔介於 2,400~3,600 m，常以純林型式群聚於臺灣亞高山生態環境，為最具代表性之亞高山植群。全世界冷杉屬(*Abies* Mill.)植物大多分布於寒帶及溫帶氣候區，而臺灣冷杉為少數分布於亞熱帶地區，為本屬分布之南界生態指標。其中臺灣冷杉之分布以雪山黑森林最負盛名，因此針對本區臺灣冷杉純林進行族群動態監測有其研究之必要性，進而推測雪霸國家公園內臺灣冷杉空間分布資訊，以提供雪霸國家公園經營管理之參考。

二、研究方法及過程

於雪山主峰沿線設立永久樣區，調查、監測不同地點之臺灣冷杉林地被物種歧異度、永久樣區內臺灣冷杉株數、空間分布及其族群結構，並進一步分析探討。

三、重要發現

(一)共分析 108 個雪霸國家公園園區之高山植群樣區資料，其中 39 個為臺灣冷杉林型，紀錄維管束植物組成計有 50 科 104 屬 143 種，以玉山箭竹(*Yushania niitakayamensis*)、裂葉樓梯草(*Elatostema trilobulatum*)、臺灣鬼督郵(*Ainsliaea latifolia*)等為優勢之下層地被植物。

(二)共設置 7 個永久樣區(50 × 40 m²)，進行臺灣冷杉族群動態調查及監測，所設置之永久樣區已涵蓋臺灣冷杉典型之生育地環境。

(三)由於玉山箭竹具有綿密的莖桿及地下莖，其生長形式對於臺灣冷杉林之更新及林下地被植物物種多樣性，影響甚鉅。

四、主要建議事項

(一)目前已知臺灣冷杉林以孔隙更新為主要方式，然而孔隙大小、地被植物組成及微環境資料等各項因子，對於臺灣冷杉之小苗存活、建立仍需進一步研究及探討。

(二)由於臺灣冷杉主要生長在 3000 m 以上之高山地區，其族群動態在全球氣候變遷下，反應極為敏感。本計畫所得初步成果可供雪霸國家公園管理處於高山生態系一重要監測指標，未來應持續針對永久樣區進行更深入之生物學及生態學研究，以建立經營管理決策之重要基礎資料。

關鍵詞：臺灣冷杉、族群結構、族群動態、高山生態系

Abstract

Abies kawakamii (Hayata) Ito (Taiwan fir) is the endemic of glacial relic species. It is one of the species which composed the forest line. In Taiwan, the vertical distribution region of Taiwan fir is about 2,400-3,600 m. They are usually cluster gregarious pure forest type at the subalpine ecology in Taiwan. Then which became the important one of subalpine vegetation. The most distribution of the genus *Abies* in the world are arctic and temperate climatic region, but the distribution of Taiwan fir is sub-tropical region. Shei-Pa National Park locates at the mountain area which possessed plenty *Abies* pure forest in the middle Taiwan. It is necessary to study the population dynamic of the *Abies* pure forest. The purposed of this study are predicting the spatial distribution information of the *Abies* population by setting 7 permanent sites ($50 \times 40 \text{ m}^2$) along the Syue mountain trail, investigating the species diversity of understory plants in the *Abies* forest, population structure and natural regeneration study for Shei-Pa National Park management consult.

Keywords: *Abies kawakamii*, population structure, population dynamic, alpine ecosystem

壹、前言

一、研究緣起

臺灣冷杉(*Abies kawakamii* (Hayata) Ito)為臺灣特有之冰河子遺針葉樹種，為臺灣森林界限(forest line)樹種組成之一，分布海拔介於 2,400~3,600 m(Liu, 1971)，主要分布北起太平山、南湖大山，南迄卑南主山，大致呈連續性分布，常以純林型式群聚於臺灣亞高山生態環境，為最具代表性之臺灣亞高山植群(subalpine vegetation)，具有明顯的高山島嶼(mountain island)結構，在高山森林生態系中扮演著重要角色，且具物種保存及水土保持之功能，為相當獨特性之臺灣森林景觀。全世界冷杉屬(*Abies* Mill.)植物大多分布於寒帶及溫帶氣候地區，而臺灣冷杉為 2 種分布於亞熱帶地區之一，為本屬分布之南界生態指標(Liu, 1971、向小果等，2006)。

雪霸國家公園位臺灣本島中部高山地帶，屬於山岳型國家公園，境內超過 3,000 m 以上的高山約 50 多座，所屬山脈為雪山山脈，最高峰為雪山主峰海拔為 3,886 m，位苗栗、臺中二縣交界處。雪山山脈以雪山主峰為中心，稜脈向外呈放射狀延伸，大致可分六道稜脈：雪山主峰線、聖稜線、雪劍線、雪山西稜線、武陵四秀線及志佳陽線。雪山主峰線為從武陵農場蜿蜒而上，歷經溫帶針闊葉林、亞寒帶針葉林至寒原；亞寒帶針葉林為臺灣冷杉主要分布範圍，構成臺灣亞高山地帶主要的林相，海拔分布範圍與玉山箭竹(*Yushania niitakayamensis* (Hay.) Keng f.)、玉山圓柏(*Juniperus squamata* Buch.)及臺灣鐵杉(*Tsuga chinensis* Pritz. var. *formosana* (Hay.) Li et Keng)形成動態推移。

臺灣冷杉之分布以雪山地區之黑森林最負盛名，因此針對本區臺灣冷杉純林進行族群動態監測有其研究之必要性。本研究針對臺灣冷杉佐以前人研究成果，將研究主要項目分為植群多樣性研究、族群結構研究、族群增長研究及天然更新研究等，透過森林垂直結構、水平結構及植群多樣性等數量方法，推測臺灣冷杉在不同演替階段之族群動態，並就臺灣冷杉與玉山圓柏之交會帶，以及臺灣冷杉與臺灣鐵杉之交會帶上的競爭、更新、結構及演替上加以探討，以建立臺灣冷杉族群動態模式。

二、計畫目標

- (一) 建立雪山主峰沿線臺灣冷杉永久樣區監測機制，用以監測臺灣冷杉植群變化，進而探討環境因子與臺灣冷杉族群分布之相關性。
- (二) 完成雪山主峰沿線及雪霸國家公園之臺灣冷杉植群分析。
- (三) 完成雪山主峰沿線臺灣冷杉空間分布型資訊。
- (四) 提供了解不同生育地之臺灣冷杉地被種類歧異度，及其與臺灣冷杉更新之關係。

貳、前人研究

一、臺灣冷杉分類地位及地理分布

松科(Pinaceae)植物分為 3 亞科，10 屬，約 212 種，多產於北半球(劉業經等，1994)；其中冷杉屬植物為松科第 2 大屬，廣泛分布於亞洲、歐洲及美洲，是北半球陰暗針葉林的優勢種和建群種，全世界約有 52 種 1 亞種 12 變種，在北半球形成南歐、北美和東亞三個分布中心，主要集中在 1,000~2,000 m 和 2,500~4,000 m 等 2 個海拔區域(向小果等，2006)。臺灣地區之冷杉屬植物，自二十世紀初之分類研究以來，僅此臺灣冷杉一種。早田文藏(Bunzo Hayata)在 1908 年將臺灣冷杉命名為 *A. mariesii* Mast. var. *kawakamii* Hay.，亦指紀念川上瀧彌(Takiya Kawakami)，處理成變種小名；Liu(1971)認為川上氏是臺灣冷杉的發現者。1909 年 Ito 氏確認臺灣冷杉應該從變種階級提昇成種之階級，將學名提昇為 *A. kawakamii* (Hay.) Ito，成為臺灣特有種(柳楮，1966)。在早第三紀末晚第三紀初時，全球溫度開始大幅下降，主要氣候帶的境界漸南移，此時分布於歐亞大陸的較高緯度的冷杉開始向南遷移，臺灣冷杉藉由臺閩陸橋通過臺灣海峽擴散到臺灣(向小果等，2006)。臺灣冷杉分布於雪山山脈、中央山脈及玉山山脈，海拔約在 3,000 m 左右，主要以雪山、南湖大山、合歡山、大雪山、玉山、秀姑巒山、關山等為分布地區(圖 1)。其外觀形態特徵為喬木；葉闊線狀扁平，長約 10~15 mm，基部較狹窄，先端稍廣，圓形鈍頭，毬果直立，果鱗扇形，外方有不規則鋸齒(圖 2)(劉業經等，1994)。

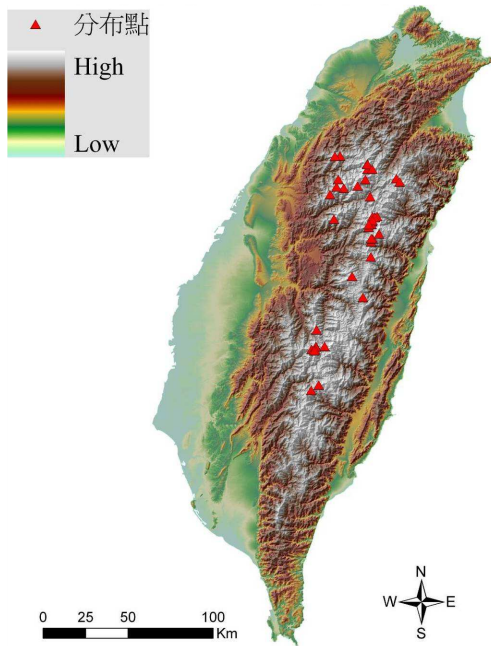


圖 1. 臺灣冷杉全島主要分布圖。

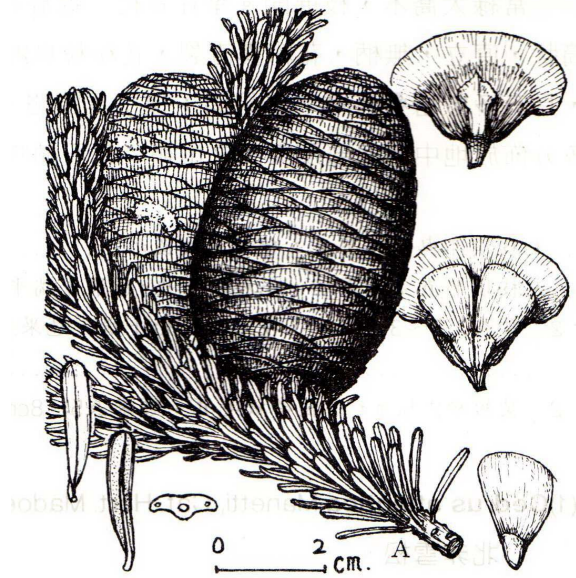


圖 2. 臺灣冷杉結果枝、葉、毬果、果鱗及種子(劉業經等，1994)。

二、臺灣高山植群之研究

根據 Su(1984)、邱清安(2006)對於臺灣中部地區山地植群帶分布的劃分看法，植群分布狀況主要與氣候上之年均溫及溫量指數有顯著的相關性，將海拔、年均溫、溫量指數對植群帶作初步的劃分(表 1、表 2)，目前臺灣冷杉之植群分布範圍，主要為：(1)亞寒帶—高山植群帶(subarctic—alpine vegetation)；(2)冷溫帶—冷杉植群帶(cold-temperate—*Abies* zone)，其植物社會特徵分述如下：

(一)亞寒帶—高山植群帶(subarctic-alpine vegetation)

位於海拔 3,600 m 森林界限以上，年雨量約 2,800 mm，年均溫約在 5°C 以下，生育地多為不良之裸岩或岩床，土壤乾燥、風力強大、日照強烈，冬季有積雪，在此惡劣環境之下，已無喬木生長，僅有矮性之灌木或草生地，灌木以玉山圓柏、玉山小蘗(*Berberis morrisonensis* Hay.)、玉山杜鵑(*Rhododendron pseudochrysanthum* Hay.)最常見。其餘偶見的木本植物尚有刺柏(*Juniperus formosana* Hay. var. *formosana*)、玉山薔薇(*Rosa sericea* Lindl. var. *morrisonensis* (Hay.) Masam.)、臺灣茶藨子(*Ribes formosanum* Hay.)、巒大花楸(*Sorbus randaiensis* (Hay.) Koidz)等。草本植

物除由玉山箭竹所組成的小面積草生地外，以阿里山龍膽(*Gentiana arisanensis*. Hay.)、玉山薄雪草(*Leontopodium microphyllum* Hay.)、玉山佛甲草(*Sedum morrisonense* Hay.)等最具代表性。

表 1. 臺灣中部山地植群之帶狀分化及溫度範圍(Su, 1984)

Altitud zone 高度表	Vegetation zone 植群帶	Alt.(m) 海拔高度	Tm(°C) 年均溫	WI(°C) 溫量指數	Equivalent Climate 相當氣候帶
alpine 高山帶	alpine vegetation 高山植群帶	> 3,600	< 5	< 12	subarctic 亞寒帶
subalpine 亞高山帶	<i>Abies</i> zone 冷杉林帶	3,100-3,600	5-8	12-36	cold-temperate 冷溫帶
upper montane 山地上層帶	<i>Tsuga-Picea</i> zone 鐵杉雲杉林帶	2,500-3,100	8-11	36-72	cool-temperate 涼溫帶
montane 山地帶	<i>Quercus</i> (upper) zone 櫟林帶(上層)	2,000-2,500	11-14	72-108	temperate 溫帶
	<i>Quercus</i> (lower) zone 櫟林帶(下層)	1,500-2,000	14-17	108-144	warm-temperate 暖溫帶
submontane 山地下層帶	<i>Machilus-Castanopsis</i> zone 楠櫟林帶	500-1,500	17-23	144-216	subtropical 亞熱帶
foothill 山麓帶	<i>Ficus-Machilus</i> zone 榕楠林帶	< 500	> 23	> 216	tropical 熱帶

(二)冷溫帶—冷杉植群帶(cold-temperate—*Abies* zone)

分布於海拔 3,100~3,600 m 之間，冬季乾燥而寒冷，年均溫在 5~8°C 之間，多為向陽之乾燥山坡或岩礫密布之處，土壤化育仍不完整。代表性植物以臺灣冷杉、玉山圓柏及玉山箭竹最具特色，其中臺灣冷杉偏向北向背陽的谷地(圖 3)，玉山箭竹則在陽光極強的南向山坡或山頂形成草生地。臺灣冷杉林下多苔蘚類植物、高山白珠樹(*Gaultheria itoana* Hay.)及玉山佛甲草等。此區亦如同邱清安(2006)依生態氣候指標所預測臺灣潛在自然植群所中的冷溫帶(cold-temperate)。



圖 3. 由三六九山莊遠眺雪山東峰之臺灣冷杉與玉山箭竹植物社會。

表 2. 臺灣潛在自然植群形相分類(邱清安，2006)

臺灣潛在自然植群形相分類						
群系綱(水熱綜合條件)	群系亞綱(氣候帶、山嶽地景位置)	群系組(優勢植群之葉片的物候與形態)	群系(水分境制、優勢分類群)			
I. 寒原	A. 亞寒帶	高山	1. 常葉針葉-常綠闊葉混交矮盤灌叢	c. 潤濕	玉山圓柏、玉山杜鵑	
	B. 冷溫帶	上段	2. 常綠針葉純林	a. 超濕	臺灣冷杉	
		下段	亞高山	3. 常綠針葉混交林(少量闊葉樹)	b. 重濕	臺灣鐵杉、臺灣雲杉
	C. 涼溫帶	上層山地	4. 常綠針葉-常綠落葉闊葉混交林	a. 超濕	檜屬、臺灣杉、香杉、森氏桐、昆欄樹、卡氏槲、新木薑子屬、槭屬	
					D. 暖溫帶	中層山地
		b. 重濕	新木薑子屬、臺灣肖楠、			
	c. 潤濕	臺灣黃杉				
II. 森林	E. 亞熱帶	涼段	下層山地	6. 常綠闊葉混交林	a. 超濕	楠木屬、臺灣雅楠、瓊楠、槲屬、大頭茶、黃杞、柯屬
		熱段	丘陵/低地	7. 半落葉闊葉混交林	b. 重濕	
	c. 潤濕					
	d. 略濕					
	e. 冬乾					

臺灣高山植群研究從日據時代至今，一直是學術研究所關切的主題，光復後劉崇瑞(1948)及斯煒(1948)開始針對臺灣玉山地區進行高山植物分類及植物社會等之研究，進而引起學術界相繼探討高山生態系相關議題。其後學者柳楮(1963、1971)對於小雪山高山草原生態之研究及臺灣植物群落之分類。蘇鴻傑(1974)於臺灣高山地區之香柏群落進行研究；應紹舜(1976a、1976b)分別於大霸尖山及雪山進行高山植群研究；劉業經等(1984)於臺灣高山箭竹草生地進行植物演替與競爭機制之研究；黃增泉等(1988)在雪山—大霸尖山地區植物生態資源進行先期調查研究；賴國祥(1992)針對臺灣亞高山針葉樹林與草生地間推移帶動態結構進行探討；楊遠波(2004)於太魯閣國家公園高山地區進行植物資源之調查研究。

雪霸國家公園管理處自成立以來，積極調查範圍內之植物組成、分布及植群概況等；高山植群部份歷經由歐辰雄和呂福原(1997)針對觀霧地區植群生態調查及植栽應用進行研究、呂金誠(1999)進行武陵地區雪山主峰線植群調查與植栽應用，以及歐辰雄(2002、2003、2004、2005)分別針對大雪山地區、尖石地區、大小劍地區等進行植群調查，研究結果勾勒出國家公園境內之高山植相與植群資訊。歐辰雄(2006、2007)利用以上研究成果，配合航空照片、相片基本圖等資料，以地理資訊系統(Geographic Information System, GIS)為工具，逐步繪製雪霸國家公園之植群圖(vegetation mapping)，用以提供日後生態研究與經營管理重要考依據。

高山植群主要以臺灣冷杉為優勢並為特徵種，伴生樹種包括玉山圓柏、臺灣鐵杉、玉山杜鵑等，約分布於 2,600~3,600 m 之間，海拔落差達 1,000 m，其中以 3,100~3,500 m 之間為臺灣冷杉盛行區域。3,300~3,500 m 處與玉山圓柏逐漸形成交會帶，在 2,900~3,200 m 與臺灣鐵杉形成交會帶。在臺灣冷杉盛行的海拔區域中，交會帶植群多歸併於臺灣冷杉群團；至於 3,100 m 以下之區域，因已超出臺灣冷杉生育環境之最適界，植群或以臺灣鐵杉較為優勢而整併入臺灣鐵杉群團中，或與臺灣鐵杉形成共同優勢，兩樹種間重要值相當；臺灣冷杉與臺灣鐵杉交會帶之植群，為高海拔地區普遍廣泛分布的植群帶。

三、臺灣冷杉植群相關研究

自 1908 年 Hayata 發表臺灣冷杉後，關於臺灣冷杉之分布、生育地及形相等相關研究陸續發表出來。有關臺灣冷杉植群研究報告首見於 1922 年佐佐木舜一(Syuniti Sasaki)發表之新高山彙森林植物帶論，對於臺灣進行完整之生態帶報告(陳玉峰，1998)。森邦彥(1936a、1936b)在雪山黑森林地區設置 5 個樣區，樣區面積自 329.44 m² ~1382.40 m² 不等，進行臺灣冷杉族群結構及地被植物群落調查，總計有 25 科、38 屬、40 種植物名錄。柳楮(1961)將南坑溪上游 2,700 m 分為臺灣冷杉與臺灣鐵杉混交林，2,900 m 以上則為臺灣冷杉純林。柳楮(1968)處理臺灣植群分類時將臺灣冷杉林歸為亞高山針葉樹林群系，並指出其林相整齊、株間行距一致且幹直；圓錐形樹冠平整，枝下高一一致，可與造林地比美。另因樹種組成單純、結構單一，唯一優勢樹種及樹冠層，是林相整齊之相近同齡林(圖 4a, b)。



圖 4. 雪山黑森林內之臺灣冷杉純林。

近年來關於臺灣冷杉之研究有賴國祥(1992)於大霸尖山、雪山、大雪山、合歡山、奇萊南峰、八通關、秀姑坪、玉山西峰、鹿林山、七彩湖、關山嶺等地區進行臺灣冷杉與玉山箭竹交會帶(ecotone)之研究，發現火燒(fire)為兩者競爭生育地重要因子之一(圖 5)。另以交通便利因素，過去臺灣冷杉植群相關研究大多集中在合歡山山區，包括：陳榮欽(1995)於合歡山進行臺灣冷杉樹齡學之研究，顯示合歡山區之臺灣冷杉族群更新狀況良好；古心蘭(1998)利用胸高直徑、樹高及樹齡等數據探討冷杉林與草生地交會帶間植群動態結構；莊貴瑜(1997)則利用樹木年輪學來探討合歡山地區臺灣冷杉植群的樹齡齡級結構，並驗證冷杉與箭竹草生地間演替關係。

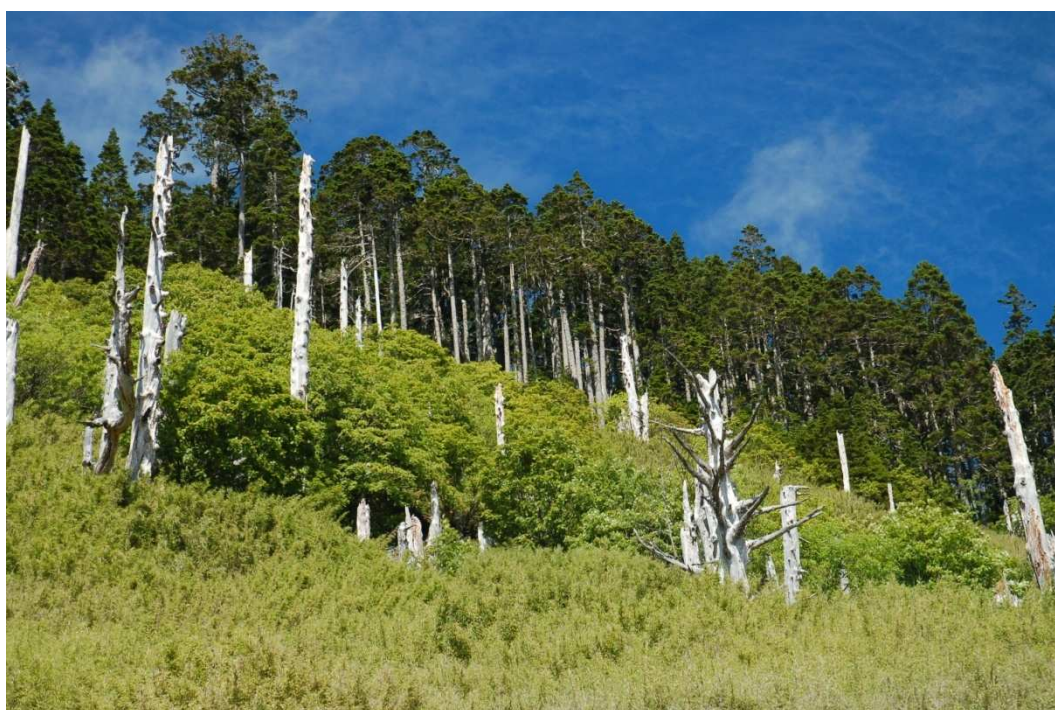


圖 5. 三六九山莊後方之臺灣冷杉與玉山箭竹之推移帶。

黃凱易、李旻旻(1999)利用遙測與數值地形模型模擬方法研究臺灣冷杉生育地，發現臺灣冷杉對海拔的偏好明顯落在 2,700~3,300 m 之間，而對坡向明顯無偏好，進而提出屏障地形假說(shelter district terrain hypothesis)來解釋此一現象，即在屏障區內臺灣冷杉可以生長在任何坡向。在臺灣地區 3,000 m 以上之生長環境極為嚴苛，凹澗式之局部(微)地形屏障可以改善高海拔嚴苛之生長條件，得讓臺灣冷杉成為生長在最高海拔的喬木(黃凱易等，1999)，以上說明微地形可能對林木界線的分布具有一定之影響性。

四、森林族群動態

森林族群結構可分成三個部份：垂直結構、水平結構及數量結構。如需在短期內瞭解植物社會之演替程度及未來可能發展趨向，利用森林族群結構乃是一個好的方法。族群結構可為植物族群之齡級分布頻度，若森林中某樹種族群之齡級分布，從幼齡林木至老齡林木呈現數量遞減狀態，則可推測此種植物有大量之更新幼苗及稚樹，未來可能取代老樹的演替方向，因此本研究欲探討森林族群結構中之垂直結構、水平結構及數量結構於演替過程中所代表之意義。

(一)森林垂直結構

為了解植物社會之演替的脈絡，依據森林具有之垂直結構屬性，依序將林木照其樹高及其樹冠之結構上差異加以分層，而層次劃分法甚多，各地區之森林冠層因物種組成及環境變化，所呈現之森林冠層垂直結構亦有所差異。早在 1946 年 Beard 氏利用樹冠剖面圖(profile diagram)來描述美洲熱帶雨林的結構特徵(圖 6)。Baker and Wilson(2000)彙整前人所發表之文獻中，亦利用樹冠剖面圖(圖 7)，探討熱帶與溫帶森林冠層，結果得知熱帶森林樹冠層次數多於溫帶森林冠層。Miyadokoro *et al.* (2003)、張緯尹(2003)曾利用垂直分層方法對於森林林分結構進行分析，以了解森林演替過程。



圖 6. 美洲熱帶雨林樹剖面圖(Beard, 1946)。

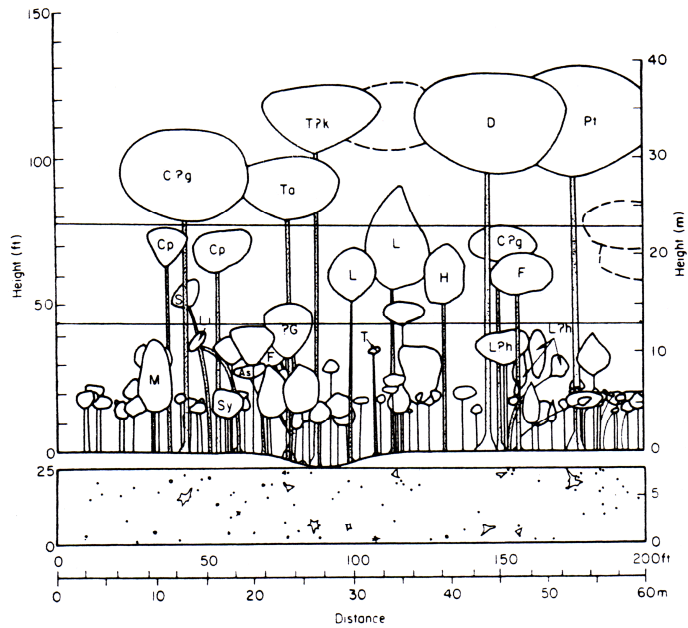


圖 7. 利用樹冠剖面圖分析森林冠層(Baker and Wilson, 2000)。

Latham 等(1998)提出的 TSTRAT 模式來界定森林層次，其所採用標準(圖 8)：選擇植株高度最高，假如同高則選擇樹冠長度最長者之林木，將其：樹冠長度×40%+枝下高的高度，為分層的切割點(cut-off height)，切割點以上林木屬同一層(S1)，緊接第二層(S2)劃分在將其於林木中在挑其其最高者，續依照以上方式劃分，直到上層所有植株都納入各層為止，試圖利用森林特有之垂直結構加以分層，依照林分內不同垂直樹冠之層次，來定義林分不同之「發展階段」。

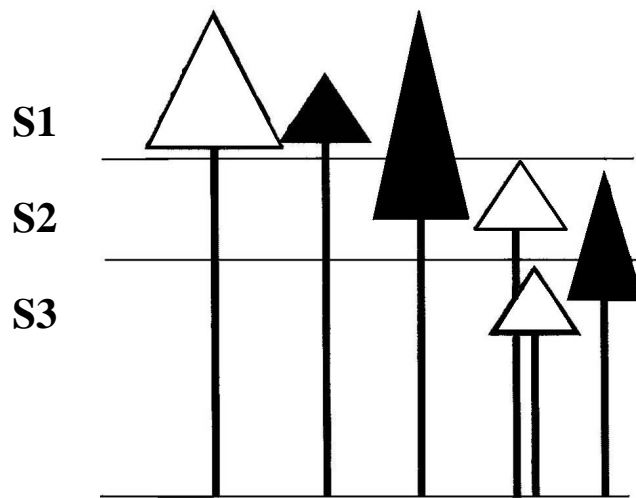


圖 8. 林冠分層示意圖(Latham *et al.*, 1998)。

許俊凱(2006)和呂金誠(2006)利用 TSTRAT 模式森林分層方法，分別在臺灣中部中海拔天然闊葉樹森林及雪山翠池玉山圓柏林進行研究，結果得知垂直結構在演替過程中會有所變化，於幼苗時期林分垂直結構不明顯，如冠層、徑級、高度級及林間層分化(表 3)，在森林演替的過程中，林分垂直結構的變化是由單層次向層次複雜的方向發展，直到上層高大的樹冠形成才逐漸趨於穩定。

表 3. 森林演替過程之垂直空間結構變化(彭少麟，1996)

垂直空間結構	演替初期	演替中期	演替後期
冠層分化	不明顯	較明顯、層次少	明顯、層次多
徑級分化	不明顯	較明顯	明顯
高度級分化	不明顯	較明顯	明顯
林間層分化	不明顯	較明顯	明顯

(二)森林水平結構

1. 空間分布型態

不同植物群落的空間分布型態展現森林水平結構的多型性，而植物族群在空間分布上主要包含三種類型(Ludwig and Renolds, 1988)，分別為隨機分布(random distribution)、集落分布(clumped distribution)及均勻分布(regular distribution)(圖 9)。

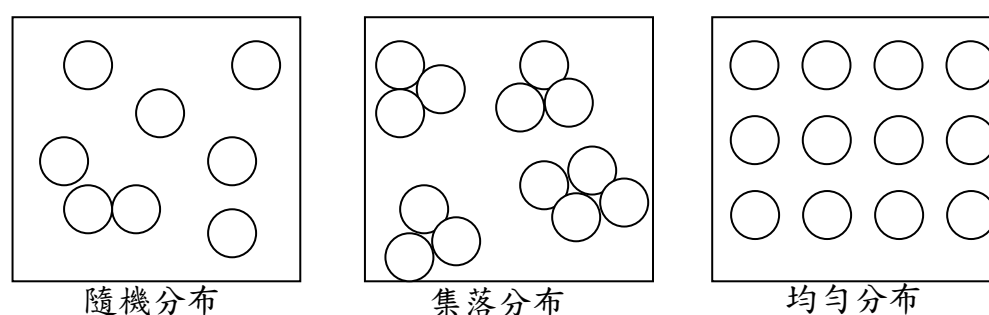


圖 9. 空間分布型態

(1)隨機分布

係指族群個體的分布間並無關係，且每個個體的出現都有同等機會，無關於其他個體是否已經存在。其位置是由與確定其他個體的位置無關的那些因素所決定。現有的研究說明了隨機分布很少出現現實森林之中。這是因為生育地環境條件的均勻一致，很少能在較大的空間範圍內出現。只有在環境因子在水

平空間的分配位於許多種的生態幅之內，但對它們的作用程度都近似相等時，又環境極端惡劣時，或者某一主導因素成隨機分布時，才會引起族群的隨機分布。然而，較大的空間範圍，生育地環境的異質性較顯著，而在小面積上生育地環境因子的均勻性較易滿足。

(2) 集落分布

亦稱集群分布(contagious distribution)、聚集分布(aggregated distribution)或超常態分布(hyperdistribution, verydispersion)。其顯著特徵是族群個體成群、成塊地密集分布，各群的大小，群間的距離，群內個體的密度都不相等，但各群內多是隨機分布。自然情況下，植物族群個體常呈現出集群分布。集群分布型態的成因主要為：種子傳播距離的有限性，由於重力作用下，降落在母樹周圍的種子萌發後產生簇生的幼株群；再者營養繁殖的植物通過根莖從母株蔓延開去，形成植群的簇生現象，此種類分布形態實為「形態之分布」(morphological pattern) (Ludwig and Renolds, 1988)。

(3) 均勻分布

亦稱低常態分布(hypodispersion、underdistribution)或負集群分布(negative contagious distribution)，該類型指族群個體在水平空間內的分布是均勻等距的。所有取樣單元中接近平均株數的單元最多，密度極大和極小的情形很少。大多數研究結果顯示，在自然族群中均勻分布極為少見。但由於種內個體對某一有限環境資源的競爭、毒他作用(allelopathy)，或自毒現象(autotoxin)等原因，也會引起某一族群的均勻分布。

2. 影響空間分布的因素

生物族群空間分布是指生物族群與環境之間的相互影響、互相作用而形成的時空配置，包括族群的生長過程、族群大小、分布形式及其伴生物種等。一個物種是隨機分布，表示環境的同質性或非選擇性的行為分布；而非隨機性的分布意味著一些因素迫使物種以某種方式存在。集落分布指個體聚集於生育地環境相對適宜的部分，均勻分布是個體之間負的相互作用。主要原因族群分布的型態不僅在規模上不同，而且在強度上、地理區域上也有不同，其為物種族群內再和外部因素長期相互作用的結果(表 4)。

表 4. 影響物種空間分布的因子(孫洪志，1997)

因素	例子
非生物因素	
物理因子	光、火、風、溫度等
化學因子	水、土壤養分等
生物因素	
自身因子	生態職位、擴散等
其他物種	競爭、捕食、疾病等

3. 演替過程空間分布

一般而言，演替從初期到後期，植物群落的空間分布型態，會由集落分布趨於隨機分布的發展方向(表 5)(彭少麟，1996)。在臺灣雲杉(*Picea morrisonicola* Hay.)不同發育階段之族群空間分布之聚集強度的研究中，顯示小徑木的空間分布呈現聚集狀態，聚集程度較高，其次為中徑木之空間分布依然是集落分布，小徑木之聚集強度>中徑木之聚集強度，而大徑木之聚集強度很小，較接近隨機分布(劉淑芬，1988)。

表 5. 森林演替過程森林空間分布變化(彭少麟，1996)

群落特徵	演替初期	演替中期	演替後期
群落發生種	集落	趨於隨機	隨機
極盛相先鋒種	趨於集落	集落	隨機
極盛相優勢種	隨機	趨於集落	集落

Wolf(2005)於 1948~2005 年觀察丹麥日德蘭半島(Jutland, Danmark)西南方混生落葉林，發現其空間分布型態會隨時間並依密度不同而改變，即隨著林分內樹種的死亡及幼苗的補充，會有所波動，可能由集落分布轉成隨機分布的型態，亦有可能由隨機分布轉成集落分布的型態。胡喜生等(2006)針對不同演替階段木荷(*Schima superba* var. *superba*)幼苗之空間分布，發現均呈現集落分布。

(三)林分結構

林分結構和生長之關係，區別主要在林分生長是動態變化，即生長量是時間之函數，而林分結構則是某特定時間之林木性態值分布狀態，以顯示出林分蓄積為某一特定時間的量，代表靜態之意義，可由胸徑分布配合特定的材積式推估其徑階之蓄積量，而林分結構變化與林分生長實為一體之兩面，為動態之意義，且兩者具有可逆性(顏添明，1997)。

參、研究方法

一、研究地點概況

(一)範圍

本研究之調查範圍主要為雪山主峰沿線，自雪霸國家公園東部之武陵農場進入登山口，七卡山莊、雪山東峰、三六九山莊而至雪山主峰。全區之行政區隸屬臺中縣和平鄉。

(二)地質及土壤

研究區內之地質屬於中央山脈地質區之西部亞區的雪山山脈帶，由第三紀的亞變質岩組成，地質帶中以深灰色的硬頁岩和板岩為主(何春蓀，1986)。另依據劉桓吉等(2004)指出，雪山主峰沿線地區出露之岩層，大致以海拔 3,000 m 為界，界線以上稜線和接近稜線部分之山坡，出露之岩層大部分為白冷層的變質砂岩，3,000 m 以下則出露佳陽層之板岩。雪山山地區之土壤約可分為二種情況說明(應紹舜，1976b)：

1. 森林界限以上地區，大多為粘板岩風化而成的岩海地區，土壤淺薄，可謂多由岩礫構成。
2. 在有森林地區或高山草原區，其土壤多以壤土、腐植土為主，其結合、深、含水量均適當，但地形陡處，表土層淺落，多構成瘠土。

(三)氣候

由於雪山高海拔地區並無氣象觀測站，僅能由附近玉山北峰氣象站所得氣象資料進行推估。另依據陳正祥(1957)對臺灣氣候分類，本區屬於寒帶重溼氣候(AC')，溫度低而溼度高，冬季有霧雪。此類型氣候可分為二型，分別為：

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

二、調查方法

(一)文獻與資料之蒐集

首先蒐集與高山植群及臺灣冷杉相關文獻，加以整理、分析；同時收集、調查研究區域之基本環境資料，包含地點、範圍、氣候、地質及相片基本圖與地形圖等資料，以初步瞭解研究區域環境概況。

(二)永久樣區設置與調查

1. 於雪山主峰線臺灣冷杉開始出現之生育地即設置 0.2 ha (50 m × 40 m) 之永久樣區，沿海拔上升約 100 m 或步道距離約 1 k，為一設置樣區點，並於樣區內劃設 20 個 10 m × 10 m 小區(圖 10)。

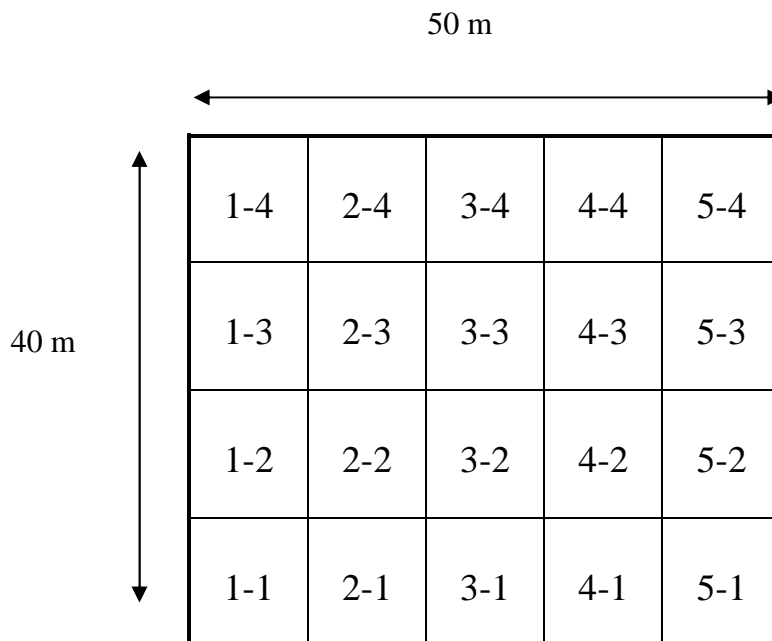


圖 10. 50 × 40 m² 永久樣區形狀及小區分布情形。

2. 在樣區內針對木本植物進行調查，凡植株高於 1.3 m 及胸高直徑 > 1 cm 者，視為上層，調查項目包括：植物種類、胸徑、植株高度、枝下高、植株相對位置，並對區內之樹木加以編號及標定，以作為後續植群變遷監測之用。

3. 胸徑大於 10 cm 者記錄樹冠幅(以 8 個方位記錄)，並進行資料分析，藉以瞭解臺灣冷杉樹冠幅之情形。
4. 地被植物調查：由於地被植物的季節性生長變化明顯，本研究調查一年內分四季進行永久樣區內 2 條樣帶之地被調查，調查胸徑小於 1 cm 之樹種、草本及蕨類，記錄植物種類及覆蓋度。
5. 種子雨之收集：於永久樣區內設置 1 m × 1 m 大小之種子收集網，收集臺灣冷杉飄落之種子。
6. 臺灣冷杉小苗監測：於永久樣區內標記臺灣冷杉之種子苗。

(三)植群調查

本研究採用多樣區法(multiple plot method)之集落樣區設置法(contagious quadrat method)，樣區之設置主要考慮海拔、地形等環境變化與植物組成取樣；沿雪山主峰線臺灣冷杉出現之生育地，設置 10 m × 25 m 之臨時樣區。調查時將植物區分為喬木層(overstory)及地被層(understory)。凡胸徑大於 1 cm 者，列入喬木層，記錄植物種類、胸高直徑(diameter at breast height, DBH)；胸徑小於 1 cm 之樹種、草本及蕨類，記錄植物種類及覆蓋度。調查同時並記錄各項環境因子，以供後續分析。

(四)環境因子之觀測與評估

植物之生長常受環境因子所影響，且環境因子也常為影響植群變異之主要原因。因此植群生態研究不僅探討植物群聚所形成的植群型，亦加以探究影響植群分化的環境因子。理論上，應以環境因子的整體效應，來評估植物的生育與分布。但環境因子間亦具有複雜的交互作用及補償作用，因此不容易直接評估。為便於研究，因此常將此複雜的環境因素分離為若干單一因子以利於觀測，爾後再進行分析及探討。為瞭解環境因子與植群分布的關係，本研究乃針對下列 6 項環境因子加以直接觀測或以間接方式評估，其方法分述如下：

1. 海拔高度(altitude, Alt.)

海拔高度係以全球衛星定位系統(Global Position System, GPS)及氣壓式高度計測定樣區所在之海拔高度，並記錄樣區位置之經緯度座標值，以標定樣區在圖面之位置。

2. 坡度(slope, Slo.)

測量方法以羅盤儀直接測出樣區的仰角或俯角，若林分樣區為傾斜率不均一之生育地，則宜取多次測值的平均。

3. 全天光空域(whole light sky, WLS)

全天光空域是指林分樣區能接受到太陽輻射的空域大小，為綜合方位、坡度、地形遮蔽度及太陽輻射能的估計值。本研究以羅盤儀量測樣區四周之十二個固定的方位角，測出遮蔽物之高度角(altitude angle)，於實驗室以製圖方式，求出未受遮蔽之天空範圍百分率，作為全天光空域(圖 11)。

4. 直射光空域(direct light sky, DLS)

直射光空域係樣區林分中直接看到太陽在天空中運行的空域大小，其大小相當於太陽夏至與冬至軌跡的範圍，再扣除直射光被稜線所遮蔽的部份(圖 11)。以此二線中未受遮蔽之空域面積除以二線所夾之總面積，所得之百分率即為樣區之 DLS 值。

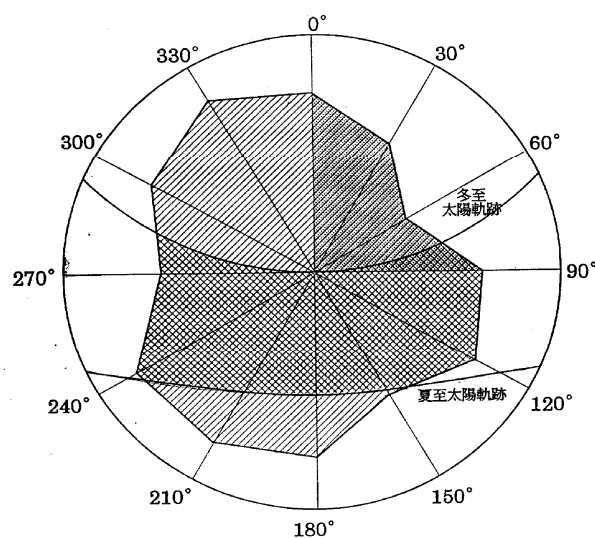


圖 11. 林分樣區之全天光空域(單斜線部分)、直射光空域(雙斜線部分)圖。

5. 方位(aspect, Asp.)與水分梯度(moisture gradient, Mos)

方位係指樣區坡度所面臨的方向，亦即樣區最大的坡度所面臨的方向。方位角度值對於植物生長並無直接效應，又不同方位實質導致日照、氣溫與濕度的差異，故欲探討其與植物之關係，需將方位角度轉化為效應的相對值。本研究將方位視為水分梯度之對應值，通常以北半球而言，西南向最乾燥，東北向最陰濕，故給予 1(最乾)至 16(最濕)之相對值(圖 12)。

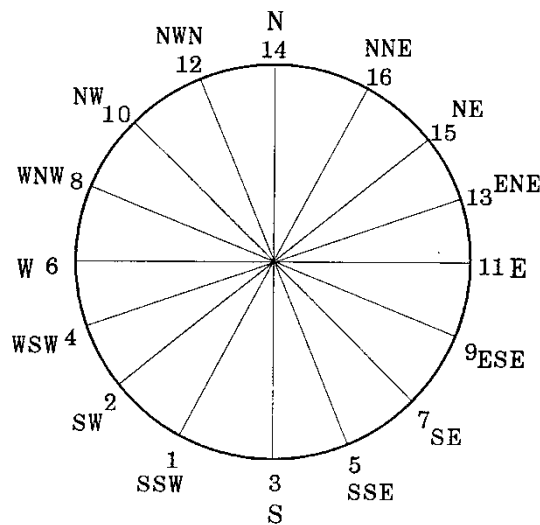


圖 12. 以方位表示之水分梯度級(Day & Monk, 1974)。

6. 土壤性質

土壤為植物發育的基質，土壤水分、pH 值及養分等對於植物的生長發育，乃至於決定了植物種類是否能生存具有重要的決定因素。本研究土壤之採集方法為：於樣區內逢機選取數點(2~4 個)，清除土壤上層之枯枝落葉層，採取表土約 10 cm 深度之樣品，混合後攜回研究室，置於常溫下風乾，再以 2 mm 篩子過篩，另行測定該土壤理化因子。

(五)設置環境資料收集器

於永久樣區內設置環境資料收集器(Data logger)，蒐集生育地微環境資料，以提供研究臺灣冷杉更新、地被層物種轉換等相關訊息分析之用。

肆、結果與討論

一、雪霸國家公園臺灣冷杉林型資料蒐集、分析

本研究蒐集歐辰雄和呂福原(1997)、呂金誠(1999)及歐辰雄(2002、2003、2004、2005)於雪霸國家公園轄區內之觀霧、雪山主峰線、大雪山、尖石、大小劍等地區進行植群調查結果，加以分析，共計有 108 個高山植群樣區(圖 13)，其中有 39 個樣區為臺灣冷杉林型(*Abies kawakamii* forest type)；於臺灣冷杉林型中記錄到維管束植物種類共計有 50 科 104 屬 143 種(附錄一)。

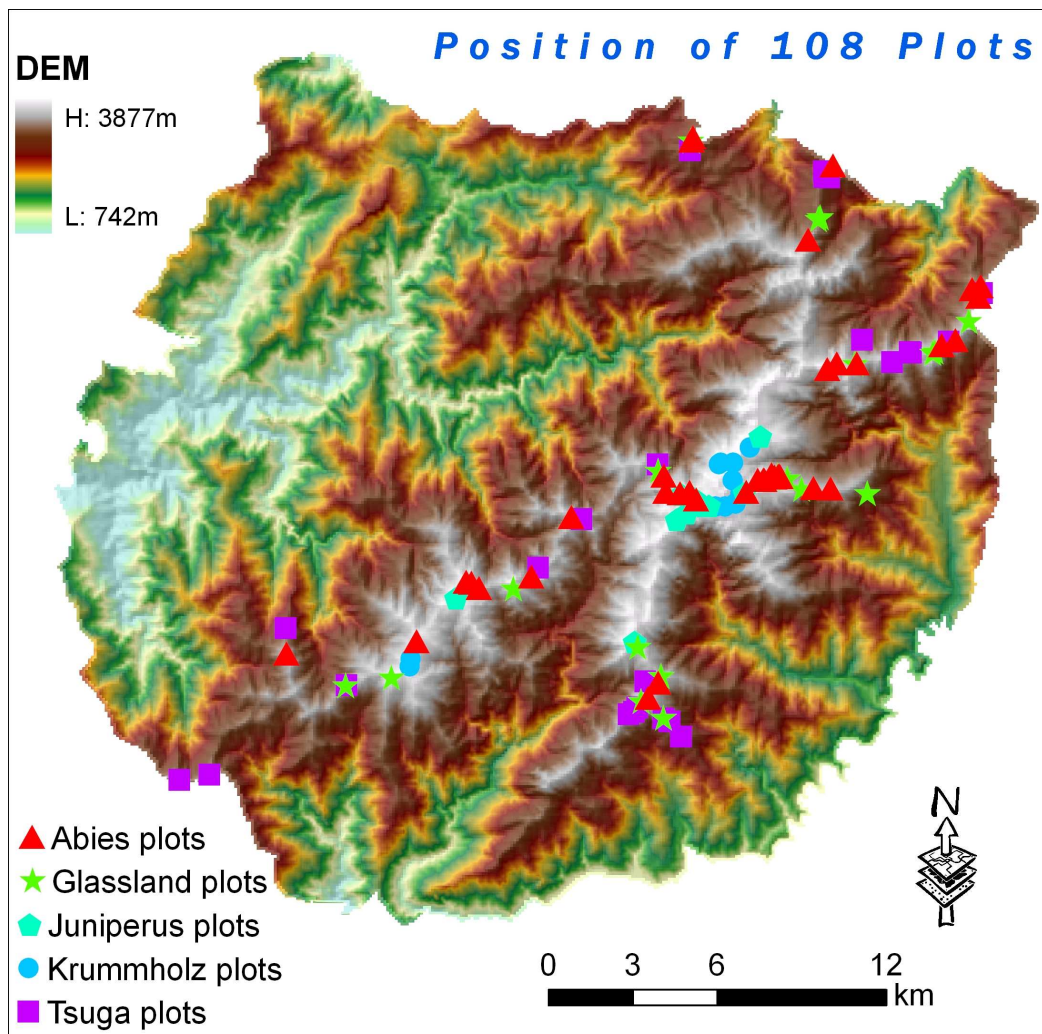


圖 13. 108 個高山植群樣區。

雪霸國家公園範圍內臺灣冷杉林型下層植物社會，可分為灌木層及地被草本層，分析 39 個臺灣冷杉林型樣區，其植物出現頻度及種類，歸納出常見灌木層及地被草本層植物種類，如列表 6。

表 6. 臺灣冷杉林型常見灌木層及地被草本層植物種類(本研究整理)

植群型 (Vegetation Type)	臺灣冷杉林型(<i>A. kawakamii</i> forest type)
灌木層 (Understory Tree)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 臺灣冷杉(<i>A. kawakamii</i>)* 2. 玉山杜鵑(<i>R. pseudochrysanthum</i>)* 3. 玉山圓柏(<i>J. squamata</i>) 4. 臺灣鐵杉(<i>T. chinensis</i>)*
地被草本層 (Understory Herbaceous Layer)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 臺灣鬼督郵(<i>Ainsliaea latifolia</i>) 2. 阿里山鬼督郵(<i>A. macroclinidioides</i>) 3. 曲芒髮草(<i>Deschampsia flexuosa</i>) 4. 裂葉樓梯草(<i>Elatostema trilobulatum</i>)* 5. 臺灣龍膽(<i>Gentiana davidii</i> var. <i>formosana</i>)* 6. 大霸尖山酢醬草(<i>Oxalis acetocella</i> ssp. <i>Taemoni</i>) * 7. 臺灣茶藨子(<i>Ribes formosanum</i>)* 8. 玉山箭竹(<i>Y. Niitakayamensis</i>)

* 為臺灣特有種

二、永久樣區設置、林分結構及空間分布分析

(一)地點與概況

本研究主要針對雪山主峰線設置永久樣區(50 × 40 m²)，共設置 7 個，分別位於雪山主峰線 4.6 k、5.5 k、6.6 k、7.8 k、8.5 k、9 k(*2)步道沿線(圖 14)，記錄其樣區位置、海拔高度等生育地因子及樣區內植物種類(表 7)。

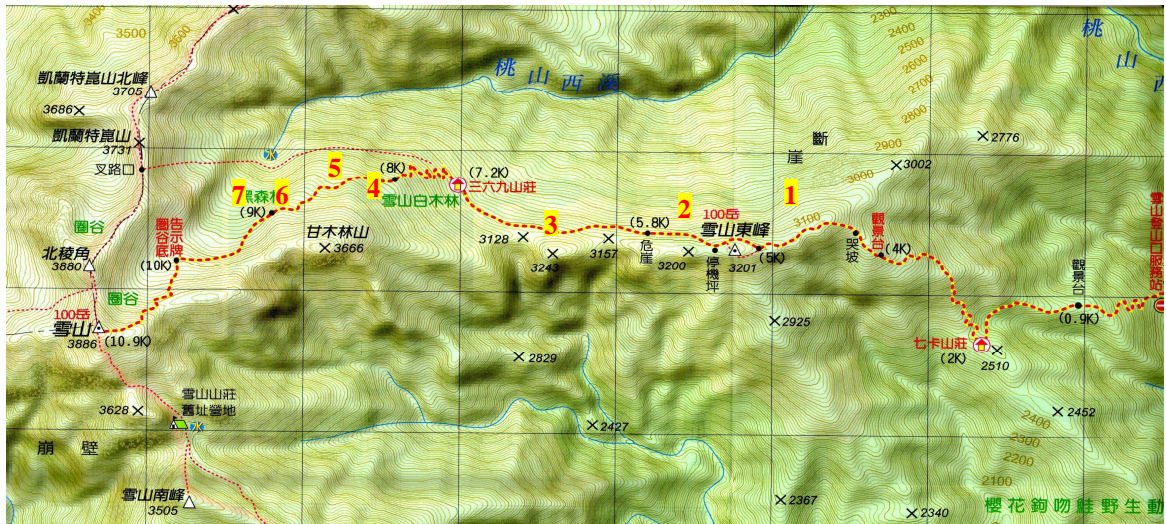


圖 14. 雪山主峰線臺灣冷杉林型永久樣區位置圖。

表 7. 本研究各樣區資料、上層喬木種類及株數

	樣區 1 (Plot 1)	樣區 2 (Plot 2)	樣區 3 (Plot 3)	樣區 4 (Plot 4)	樣區 5 (Plot 5)	樣區 6 (Plot 6)	樣區 7 (Plot 7)
海拔高度	3,010 m	3,166 m	3,170 m	3,352 m	3,313 m	3,423 m	3,401 m
步道位置	4.6 k	5.6 k	6.6 k	7.8 k	8.5 k	9 k	9 k
GPS 點	X=278004 Y=2698257	X=277236 Y=2698154	X=276247 Y=2698256	X=275313 Y=2698606	X=274795 Y=2698806	X=274444 Y=2698564	X=274378 Y=2698583
各樣區出現樹種及株數							
臺灣冷杉	79	119	116	217	58	116	101
臺灣鐵杉	142	5	1	*	*	*	*
刺柏	1	*	*	*	*	*	*
玉山圓柏	*	4	*	1	*	*	35
巒大花楸	*	15	6	1	143	9	2
玉山杜鵑	*	102	12	*	*	*	*
總計	222	245	135	219	201	125	138
密度	1,110/ha	1,225/ha	675/ha	1,095/ha	1,005/ha	625/ha	690/ha
地被種數	26	25	24	29	41	21	46
臺灣冷杉 小苗數	7	0	0	261	217	150	68
優勢地被	苔蘚 玉山箭竹	玉山箭竹	玉山箭竹	苔蘚	苔蘚	苔蘚	苔蘚

(二)林分結構及空間分布

1. 樣區 1

第 1 樣區位於雪山主峰線 4.6 k 處，海拔高 3,010 m，為臺灣冷杉及臺灣鐵杉之交會帶。喬木層樹種組成單純，總共調查 222 株喬木，優勢冠層由臺灣鐵杉(142 株)與臺灣冷杉(79 株)組成，刺柏(*J. formosana*)在本區僅發現 1 株，並未有其他木本植物出現。由臺灣冷杉的徑級分布圖看出，第 1 樣區的臺灣冷杉的徑級分布略呈現波動的雙峰分布，在 30~40 cm 徑級處株數有減少的趨勢，並缺乏 60~100 cm 徑級的個體，僅在 90~100 cm 徑級有 1 株(圖 15)，此現象可能顯示本區在更新過程中發生數次的更新停滯期，反映在更新時受到種子結實的豐欠年、種子萌發與生長時的環境以及干擾等因素影響所致。臺灣冷杉在 0~5 cm 徑級並無植株出現，而在 0~10 cm 級有少數個體，顯示本區缺乏幼齡木階段的個體補充；由徑級分布圖發現，在 10~30 cm 直徑級的植株佔較多數，顯示此區的臺灣冷杉多屬年輕的林木。當臺灣冷杉林冠逐漸鬱閉，且生育地漸趨飽合時，幼木將難以生存而無以為繼。

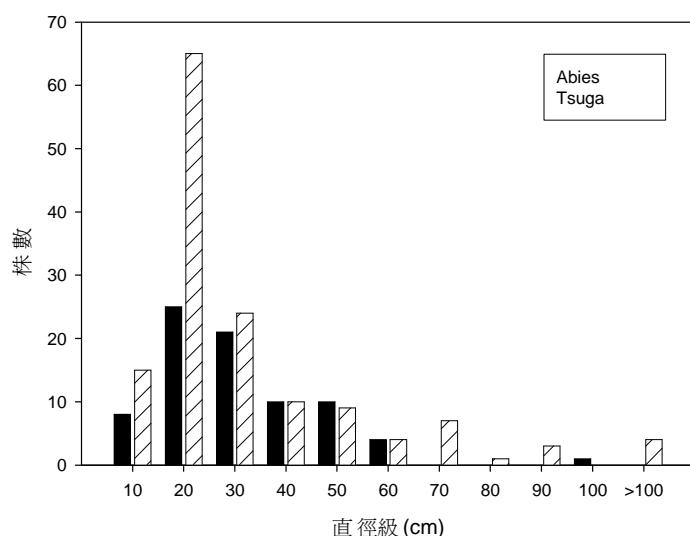


圖 15. 第 1 樣區臺灣冷杉和臺灣鐵杉之徑級分布圖。

本區臺灣鐵杉徑級分布圖亦是呈現波動的分布，直徑階主要分在 10~30 cm，反映此區多處年青階段，惟在 0~10 cm 的數量漸減，幼木補充將受阻。與臺灣冷杉的徑級分布類似，臺灣鐵杉在 30~40 cm 徑級株數開始減少，並直徑階 50 cm 以後，徑級株數分布呈波動，且有 4 株胸高直徑達 100 cm 以上者。有趣的是，本區臺灣冷杉

與臺灣鐵杉的交會區，為冷杉林帶和鐵杉雲杉林帶的推移帶，兩個建群種呈現相似的徑級分布，值得更進一步的探討其形成原因。另外，本區尚有為數不少的臺灣冷杉和臺灣鐵杉的小苗，未來存活機會及對族群數量之補充，有待更進一步監測。

將樣區中各喬木進行相對位置量測，繪製出其位置點(圖 16)，本研究以樹木之胸高直徑(DBH)每 10 公分為一級，藉以代表樹種可支配資源之能力。由空間分布圖看出，本區雖為臺灣鐵杉及臺灣冷杉交會地帶，但臺灣鐵杉為上層較優勢的樹種(圖 16)。此交會帶為臺灣冷杉分布下限，臺灣鐵杉的分布上限，此環境對於兩者而言都已是自然分布的邊界區域，其活力都不若各自分布盛行帶來得優勢，兩者在樣區的分布沒有明顯區隔，可能反映臺灣冷杉與臺灣鐵杉除了海拔的限制外，對於其他環境因子需求(或限制)大致相近。在樣區左上方巨石林立，不論臺灣冷杉或臺灣鐵杉在此區數量均較少分布。臺灣冷杉和臺灣鐵杉 1~3 級的個體分布皆有略呈現聚集分布現象(圖 17、18)。

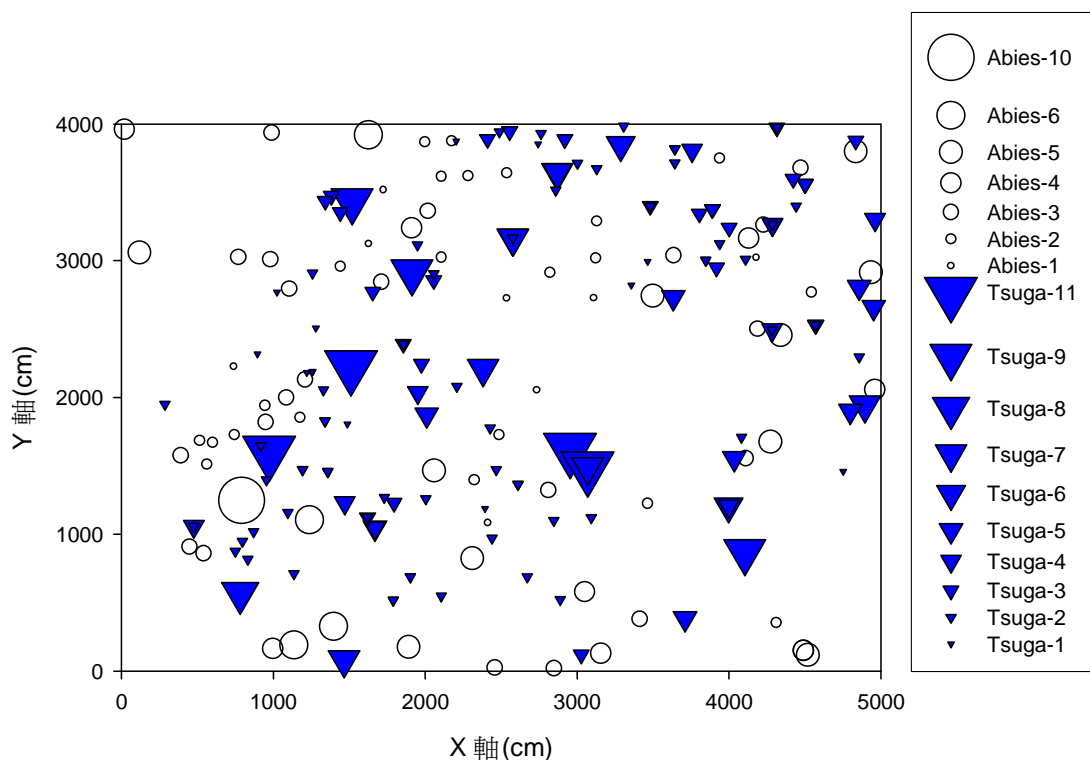


圖 16. 第 1 樣區臺灣冷杉與臺灣鐵杉之空間分布圖。

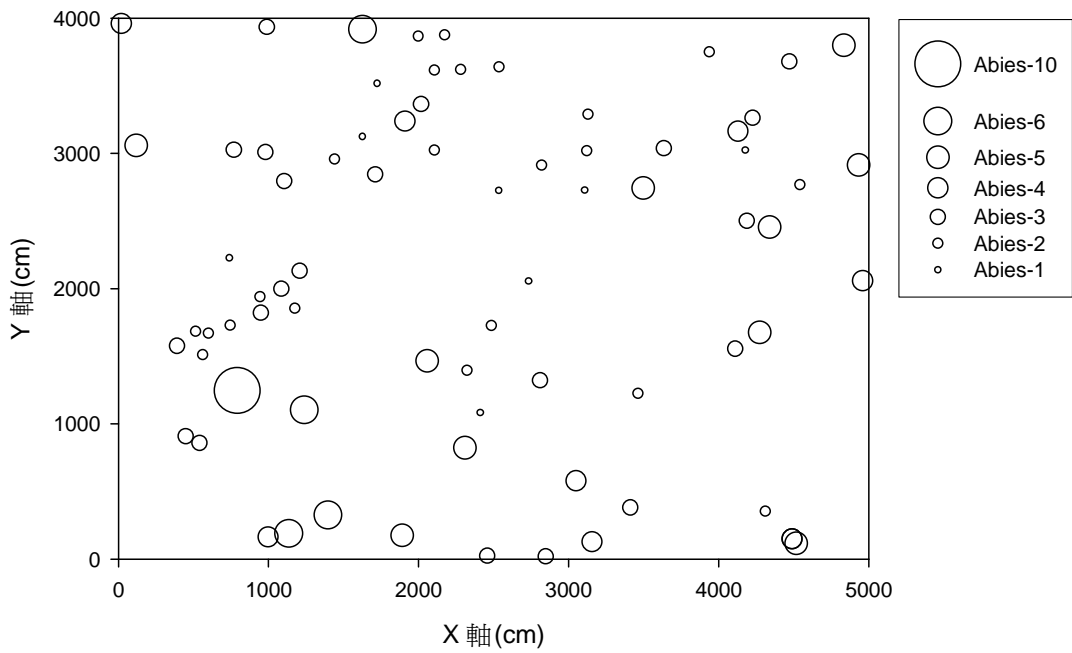


圖 17. 第 1 樣區臺灣冷杉之空間分布圖。

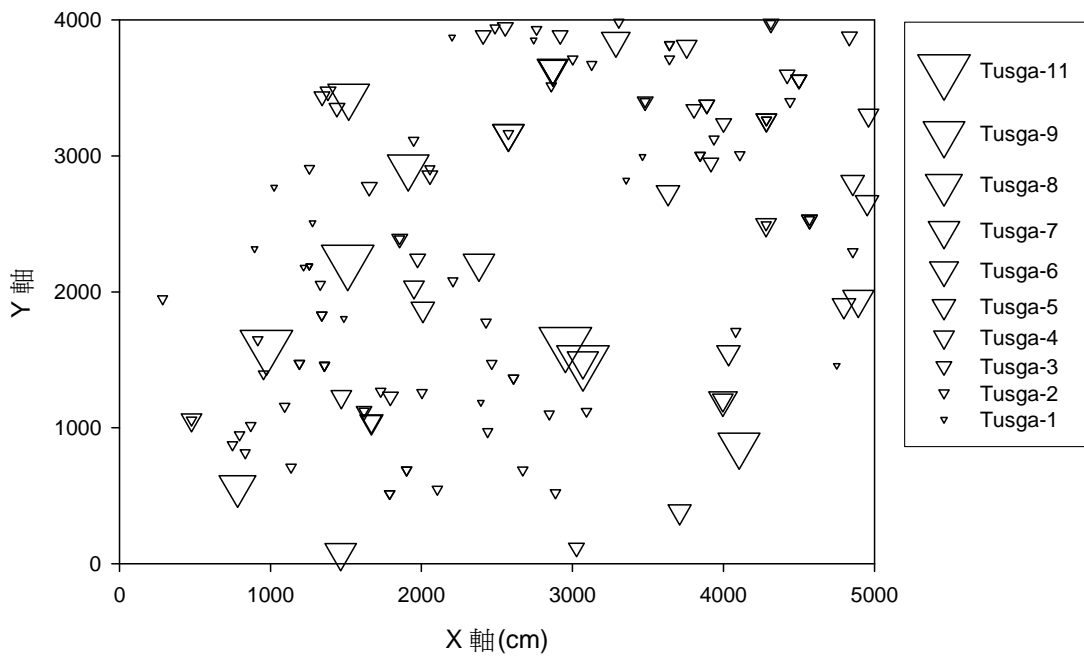


圖 18. 第 1 樣區臺灣鐵杉之空間分布圖。

2. 樣區 2

第 2 樣區位於雪山主峰線 5.6 k 處，海拔高 3,166 m。總共調查 245 株，優勢冠層樹種為臺灣冷杉(119 株)。臺灣鐵杉(5 株)、玉山圓柏(4 株)零星分布本區(圖 19)；巒大花楸與玉山杜鵑組成第 2 層林冠。本區臺灣冷杉的直徑分布不連續，於直徑級 20~30 cm 處株數驟減，形成雙峰分布(圖 20)，此現象反映出，臺灣冷杉可能因結果豐欠年、更新情形不佳，抑或受到外界干擾所致，因而產生更新停滯現象。另一方面，本區位於雪山東峰附近，周遭為火燒後的玉山箭竹草生地，因此可能受到火燒因子干擾，而有臺灣冷杉直徑雙峰分布情形。

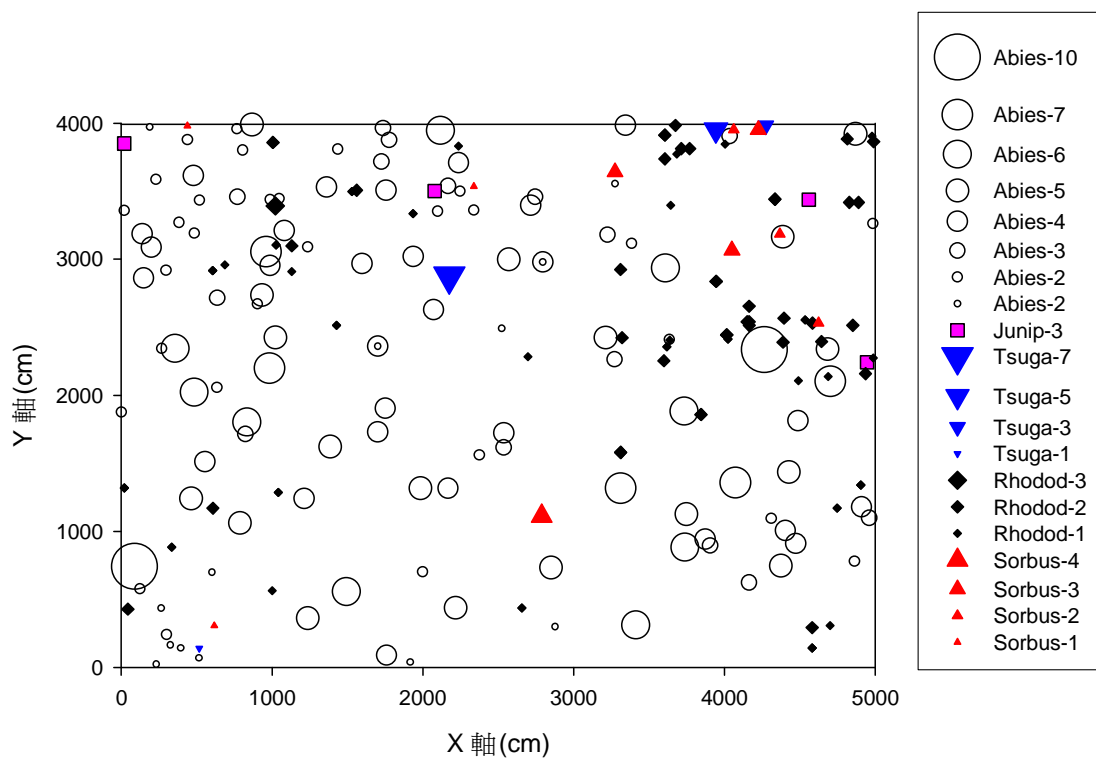


圖 19. 第 2 樣區喬木層各樹種之空間分布圖。

本區 10 cm 以下直徑級出現之株數相對較少(圖 18)，可能顯示本區之臺灣冷杉逐漸鬱閉，致使幼苗難以更新所致。另一方面，將臺灣冷杉、臺灣鐵杉等大徑木由空間分布圖移除後(圖 20)，吾人可發現臺灣冷杉徑級小於 30 cm 以下的個體分布與第 2 層林冠組成樹種的分布似乎有區隔的現象，此可能反映出以林緣或孔隙更新為主的臺灣冷杉，初期與這些陽性的第 2 層林冠組成具有類似的生態地位所致。再者，受到上層林冠逐漸鬱閉以及優勢的玉山箭竹影響下，林下幾無臺灣冷杉的幼苗出現，臺灣冷杉在本區將缺乏幼苗庫的補充。

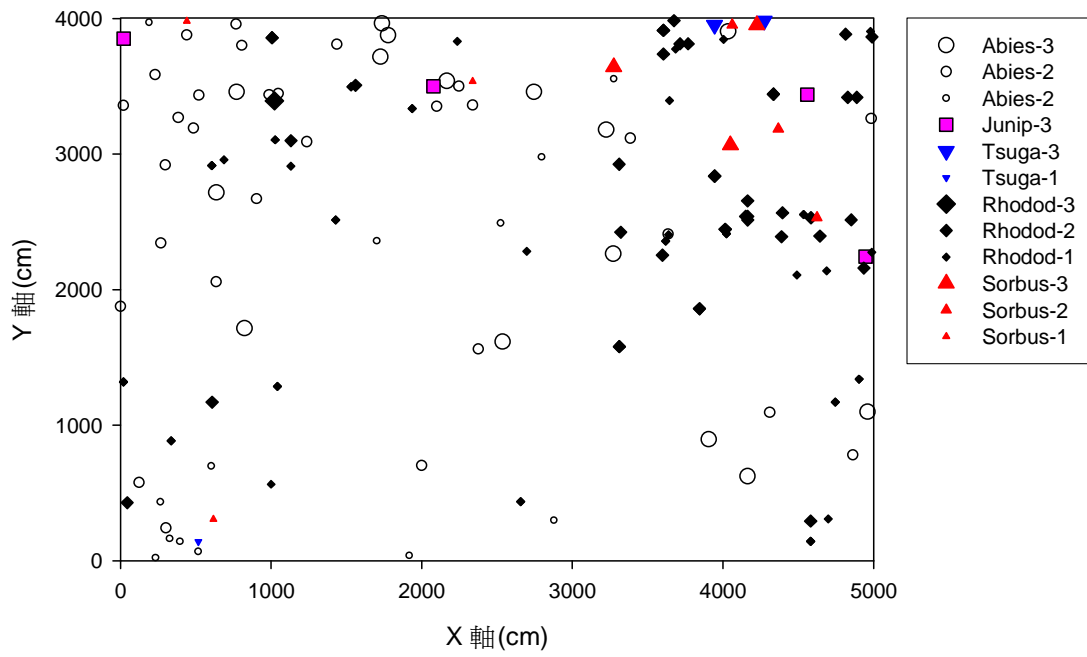


圖 20. 第 2 樣區喬木層樹種之幼木空間分布圖。

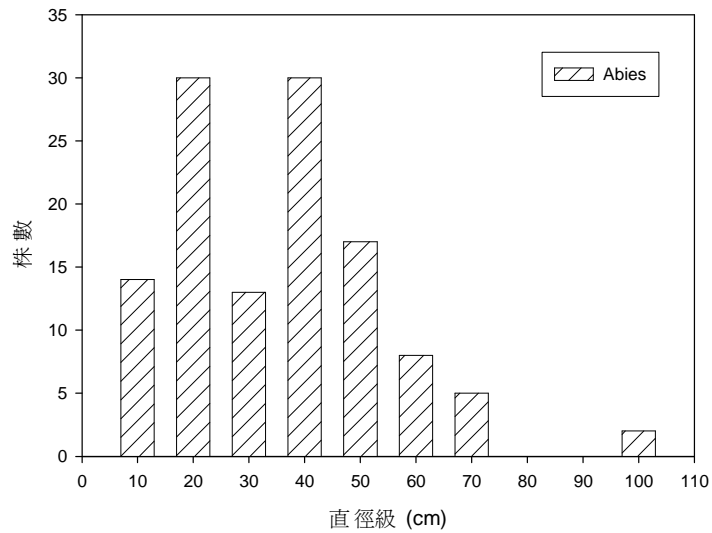


圖 21. 第 2 樣區臺灣冷杉之徑級分布圖。

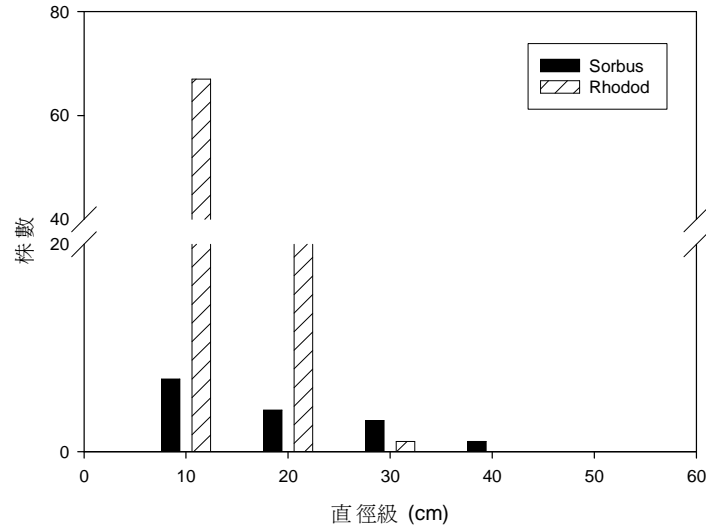


圖 22. 第 2 樣區巒大花楸及玉山杜鵑之徑級分布圖。

3. 樣區 3

第 3 樣區位於雪山主峰線 6.6 k 處，海拔高 3,170 m。樣區內的喬木株數為 7 個樣區屬於較少的，總計 135 株。林冠最優勢樹種為臺灣冷杉(116 株)，臺灣鐵杉僅 1 株，巒大花楸(6 株)與玉山杜鵑(12 株)構成第二層樹冠層。由徑級分布圖看出(圖 23)，臺灣冷杉之徑級結構略呈現鍾形分布，但有各徑間波動產生在 cm 以下徑級之株數相對較少，株數頻度最高的徑級為 10~50 cm 級，屬於稚樹至成熟階段。至 60 cm 徑級以後，臺灣冷杉株數開始明顯減少，並有 2 株超過 100 cm。

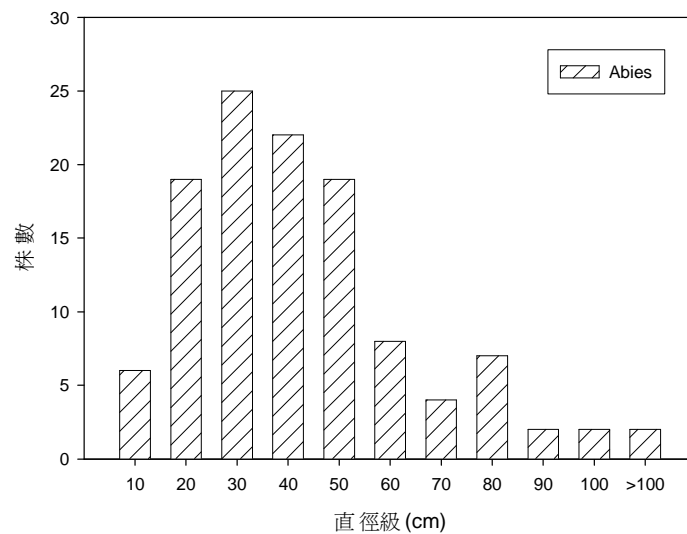


圖 23. 第 3 樣區臺灣冷杉之徑級分布圖。

由第3樣區之空間分布圖來看(圖24)，玉山杜鵑的分布略呈聚集，巒大花楸則零星分布於樣區內。本樣區與第2樣區地被環境相似，皆以玉山箭竹為最優勢，兩樣區的差異在於第2層林冠組成樹種玉山杜鵑和巒大花楸的數量優勢程度，第2樣區的第2層林冠株數較第3樣區多，然兩樣區的臺灣冷杉幼苗數量幾無，比較其間差異反映，林下玉山箭竹的優勢地被對於臺灣冷杉幼苗的建立成功與否起了關鍵的影響，其比第2層林冠組成的影響要大。李媛等(2007)研究臥龍自然保護區華西箭竹(*Fargesia nitida*)對岷江冷杉(*Abies faxoniana*)幼苗更新研究發現，一定密度之華西箭竹環境下岷江冷杉幼苗生長和更新較好；但華西箭竹大量分佈區域，岷江冷杉幼苗更新和生長受到抑制，可能影響岷江冷杉種群的擴散以及群落的發展。

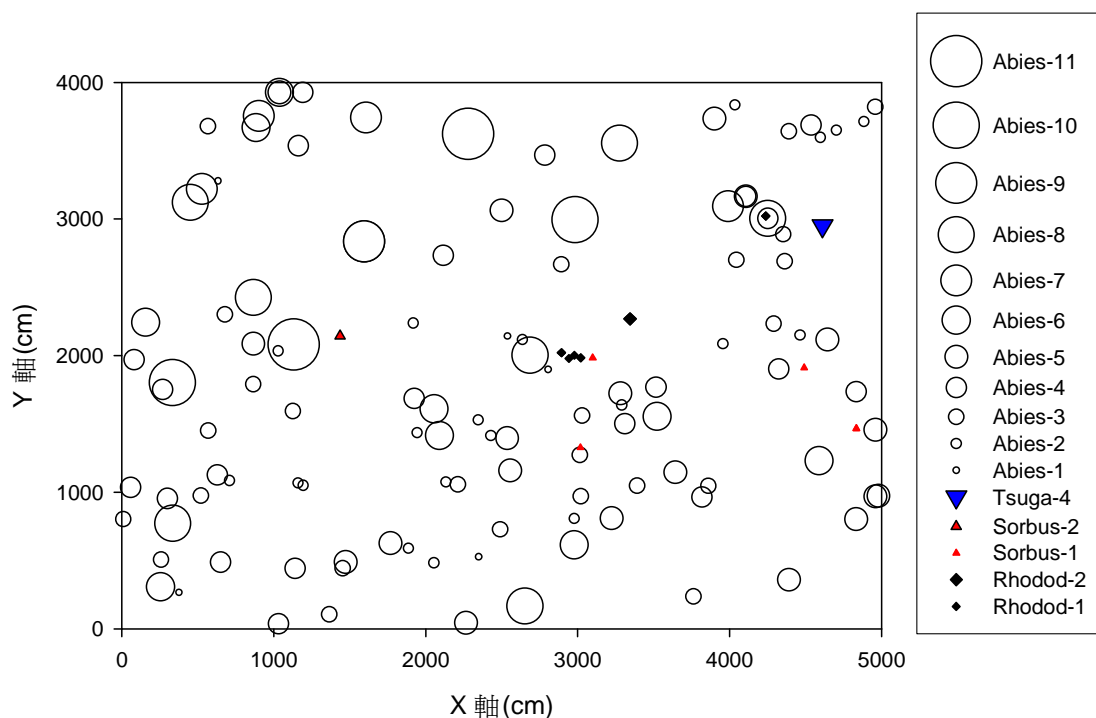


圖 24. 第 3 樣區喬木層各樹種之空間分布圖。

臺灣冷杉各徑級林木在第3樣區略有空間區隔，5~30 cm 徑級的林木主要分布在樣區的對角線上，中、大徑級的林木主主分布 2 個對角；這些中、大徑級的臺灣冷杉已先佔領生育地，加上玉山箭竹的影響，致使在這些區域小徑級的臺灣冷杉數量較少。另一方面，本區於秋季地被複查發現，因颱風、林木生理年齡或病蟲害之因素，有數株大徑級臺灣冷杉倒伏，形成非常大的孔隙(gap)，未來將持續進行觀察與監測，以了解此區是否因孔隙出現而使臺灣冷杉種子苗有機會建立。

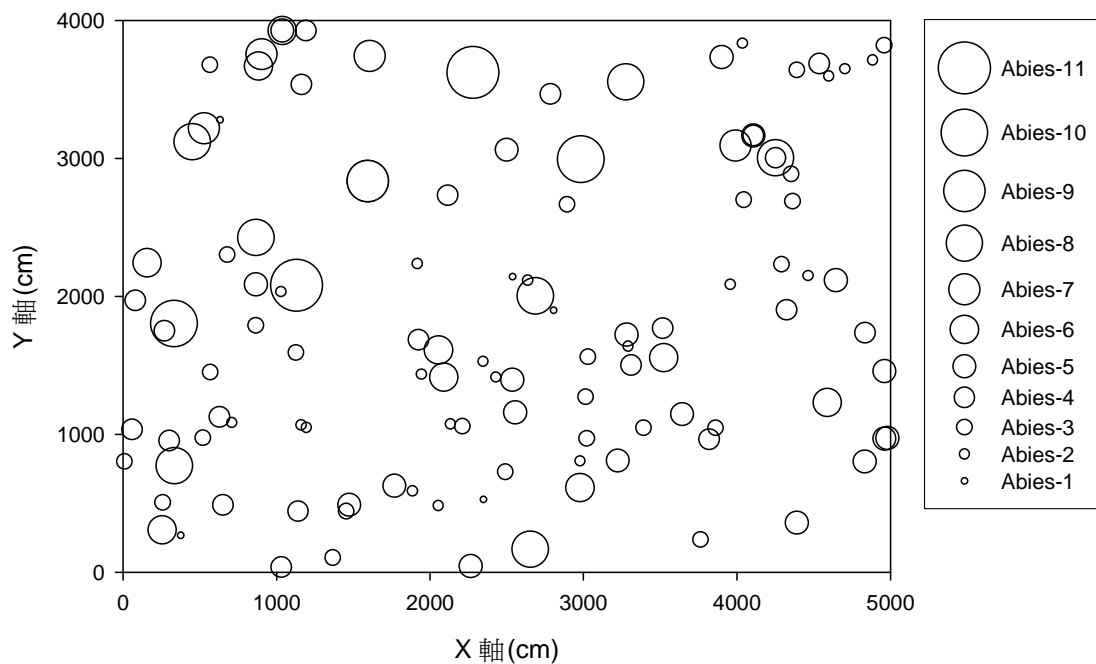


圖 25. 第 3 樣區臺灣冷杉之空間分布圖。

4. 樣區 4

第 4 樣區位於雪山主峰線 7.8 k 處，海拔高 3,352 m，自 369 山莊草生地轉進黑森林步道上。樣區內植株株數總計 219 株；冠層組成以臺灣冷杉最優勢(217 株)；玉山圓柏(1 株)及巒大花楸(1 株)則零星分布。本區臺灣冷杉的族群結構呈現鐘型分布，但在徑級分布上呈現波動，10 cm 以下的株數較少，在 10 cm 以上至 30 cm 以下徑級的稚樹數量最豐富，徑級分布頻度在 60 cm 徑級以上呈現波動，大於 100 cm 以上有 1 株。就臺灣冷杉之族群結構看來，尚處在競爭排除期階段(圖 26)。

本樣區位於步道 7.8 k 附近，為開始進入黑森林位置；於黑森林內，玉山箭竹的數量開始銳減。由喬木層各樹種之空分布圖看出(圖 27)，臺灣冷杉 50 cm 徑級以上的植株散布全區；然而，0~20 cm 徑級稚樹則多分布於樣區左側，其為樣區左側樹倒後，形成之孔隙所致。0~30 cm 徑級稚樹散布在成熟木之間，數量非常豐富，可能因本區所形成的孔隙年齡不一所致。此外，配合現場調查和喬木層各樹種之空間分布圖的結果顯示，空白較大處為森林孔隙，因孔隙形成時間較晚，加上本區無玉山箭竹存在等因素，這些孔隙區域有數量豐富的臺灣冷杉小苗出現；此現象反映出，森林孔隙的存在是臺灣冷杉獲得更新的非常重要途徑，而地被組成性質亦是決定臺

灣冷杉種子是否有機會萌芽與建立的重要因子。

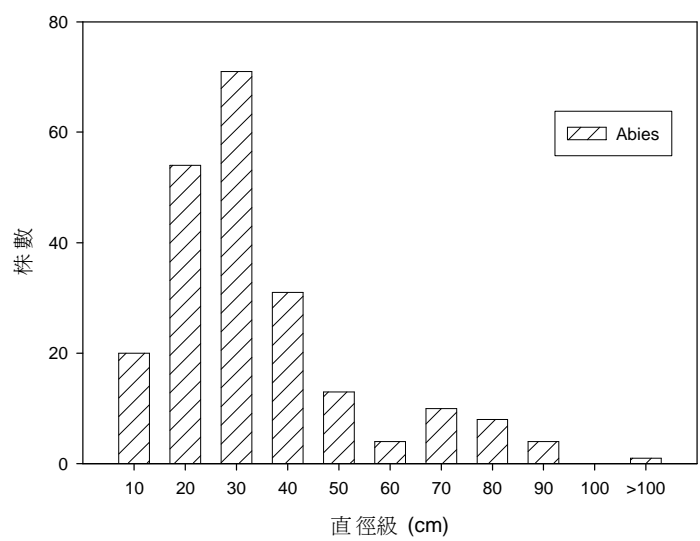


圖 26. 第 4 樣區臺灣冷杉之徑級分布圖。

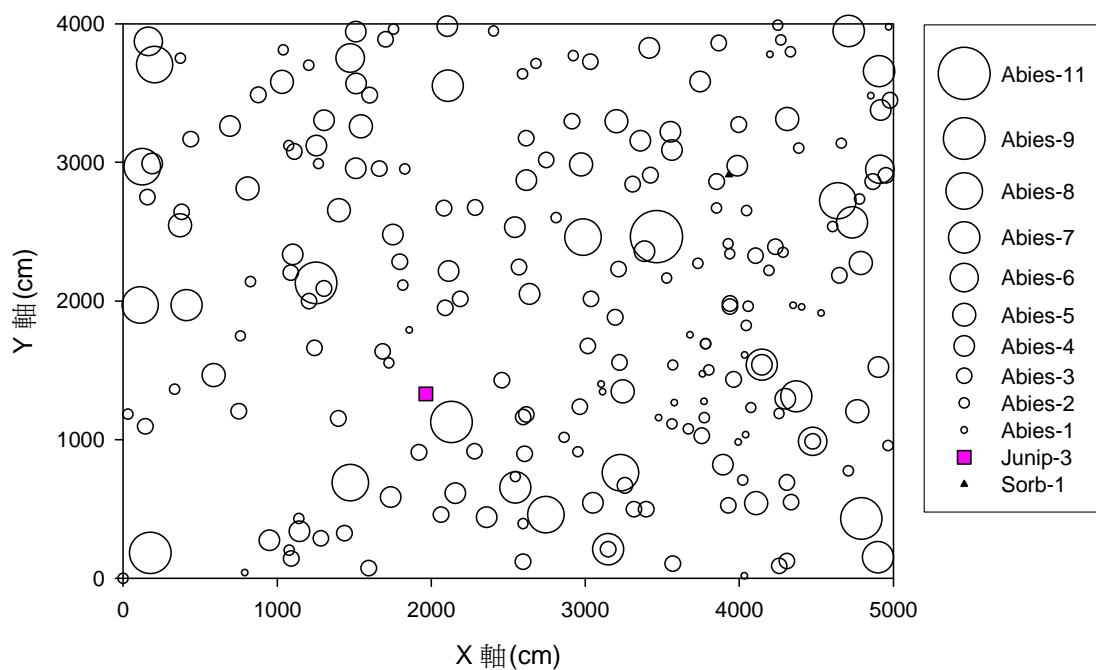


圖 27. 第 4 樣區喬木層各樹種之空間分布圖。

5. 樣區 5

第 5 樣區位於雪山主峰線 8.5 k 步道下方之林地，海拔高 3,313 m，樣區內植株總計 201 株，由臺灣冷杉及巒大花楸共同組成。冠層優勢樹種為臺灣冷杉(58 株)；巒大花楸計有 143 株，為第二樹冠層。本區為本研究調查中臺灣冷杉數量最少的地區。由圖 28 之徑級分布圖可看出，本區臺灣冷杉之徑級結構呈現鍾形分布，徑級多為 40~90 cm 之間，而缺乏 20 cm 以下徑級之林木，反映出本區臺灣冷杉進入成熟期階段。

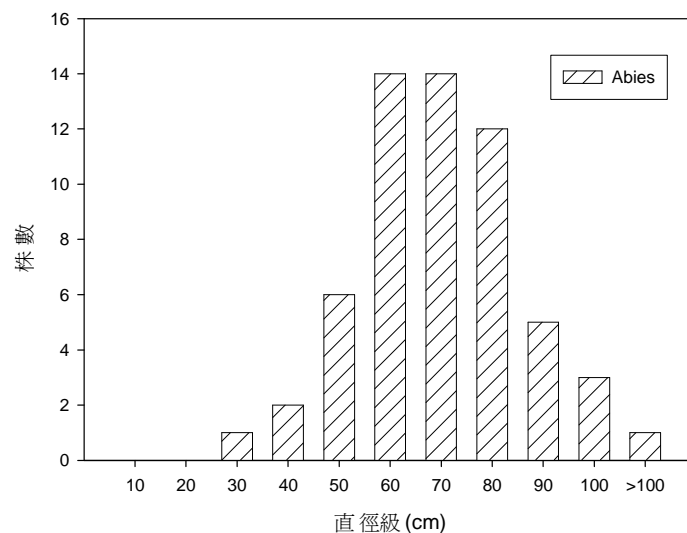


圖 28. 第 5 樣區臺灣冷杉之徑級分布圖。

由臺灣冷杉與巒大花楸空間分布圖(圖 29)及現場觀察發現，巒大花楸多分布於樣區下方較平緩之地區；而樣區左上方之土壤質地則為石堆、石礫地，僅有徑級較大之臺灣冷杉分布其中，反映出臺灣冷杉對於土壤不足的環境逆境的耐性。在本區，臺灣冷杉與巒大花楸皆缺乏稚樹，可能反映出在演替過程中，臺灣冷杉與巒大花楸為幾近同時進入此生育地，而在建立、擴張各自族群時，可能因小苗及稚樹階段的生態地位相同，彼此對光度等環境因子產生競爭後取得共存的結果。結合臺灣冷杉的徑級結構資料發現，本區不論臺灣冷杉與巒大花楸都已渡過競爭排除階段，留存下的個體逐漸發育至成熟階段。

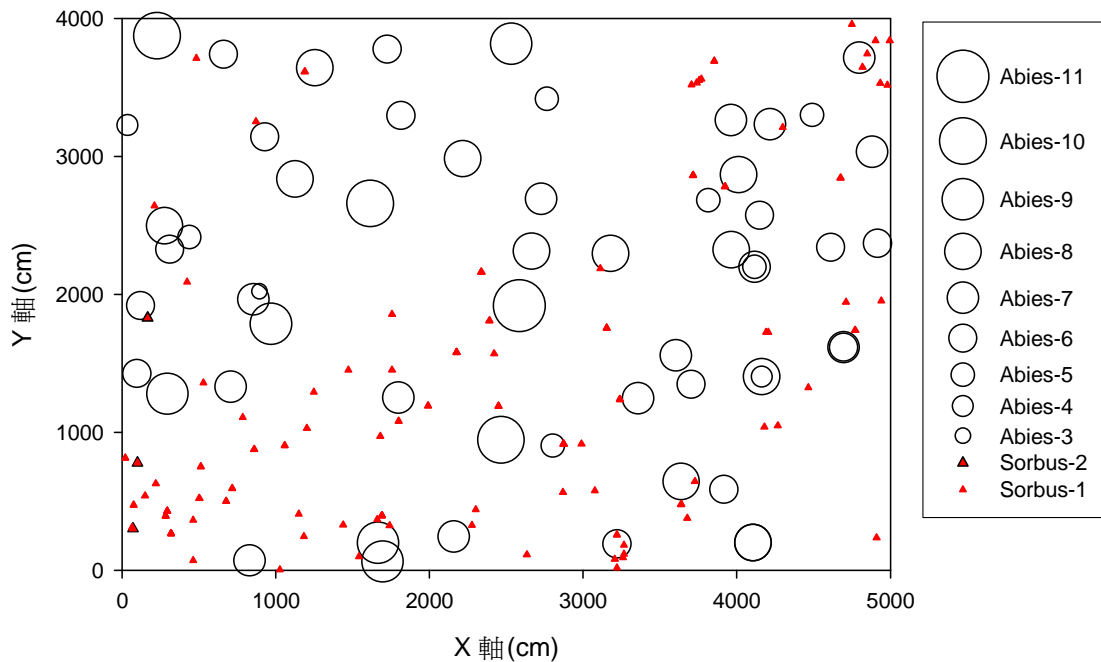


圖 29. 第 5 樣區喬木層各樹種之空間分布圖。

6. 樣區 6

第 6 樣區位於步道 8.9 k~9 k 黑森林水源地附近，海拔 3,423 m，為地勢平坦地區，地被以苔蘚及禾本科植物為主要組成。本區第一層冠層樹種為臺灣冷杉(116 株)及零星巒大花楸(9 株)。由徑級分布圖來看(圖 29)，臺灣冷杉的徑級結構呈現鍾形分布，株數主要分布在 20~70 cm 徑級組成，10 cm 以下株數非常少，反映出林分處於競爭排斥期階段，幼木因環境不適宜或難以由幼苗獲得補充而減少；而在 80 cm 以上徑級略有波動，並有 2 株胸徑>100 cm 以上老齡木。整體而言，由臺灣冷杉的徑級結構看來，本區因幼木補充將逐漸減少，開始朝向成熟林分演替。由喬木層各樹種之空間分布圖看出(圖 30)，中、大徑級的臺灣冷杉略均勻分布在樣區內，小徑級的幼木(30 cm)以下者數量不多，則較多分布樣區左半側。雖然苔蘚為本區優勢組成，但因林分開始鬱閉，至使林下幼苗不多。

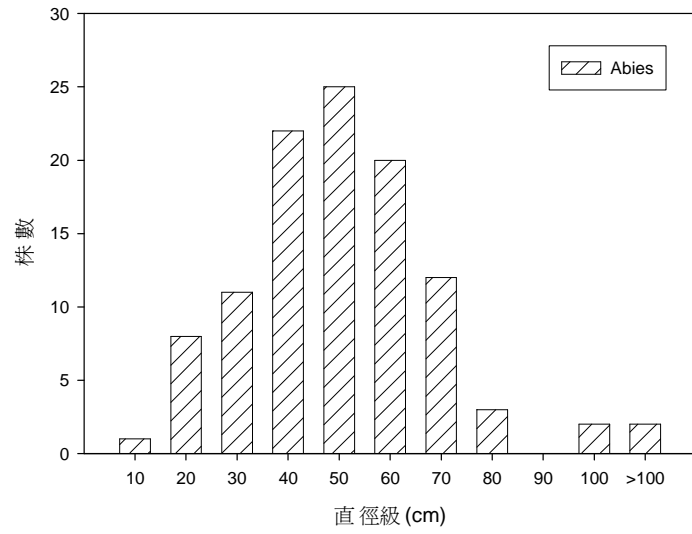


圖 30. 第 6 樣區臺灣冷杉之徑級分布圖。

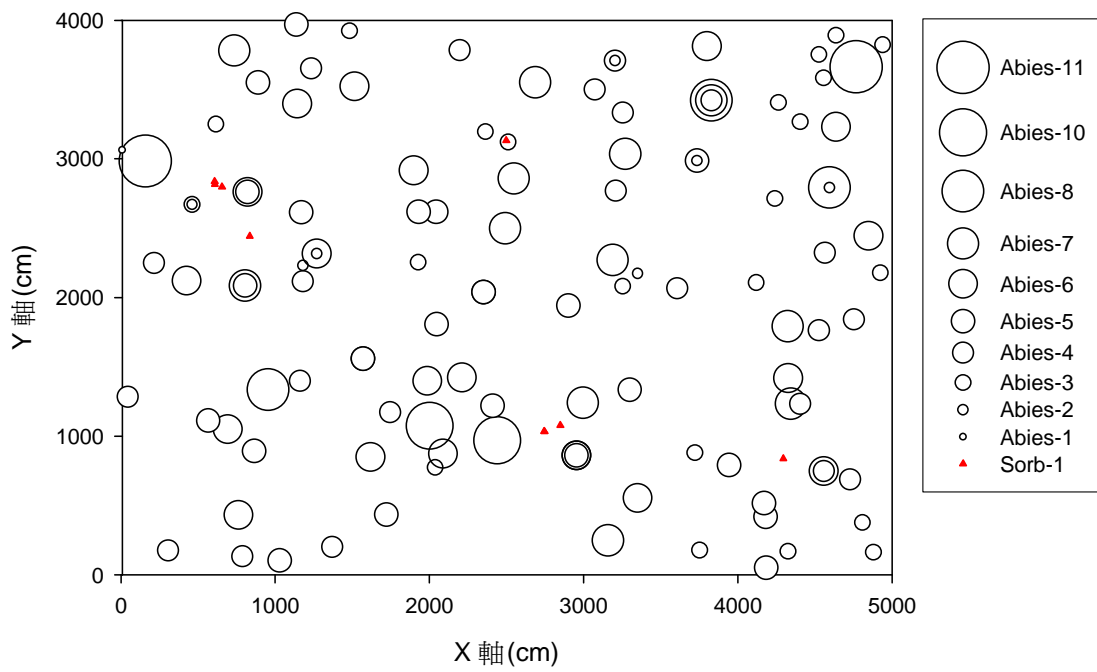


圖 31. 第 6 樣區喬木層各樹種之空間分布圖。

7. 樣區 7

第 7 樣區與第 6 樣區相鄰，亦位於步道 8.9K~9K 黑森林水源地附近，春、夏季時，兩樣區之間有溪水相隔，海拔 3,401 m。本區已開始進入臺灣冷杉與玉山圓柏之交會帶，第一層冠層樹種為臺灣冷杉(101 株)、玉山圓柏計有 35 株，巒大花楸零星分布(2 株)；其中玉山圓柏有 2 株直徑級分布於 65~75 cm，其餘皆為 5~15 cm 之直徑級分布。臺灣冷杉之徑級分布略呈反 J 型，但小徑級的稚樹量並沒有明顯較多，可能顯示臺灣冷杉在後續個體的補充上將受到限制。本區地被植物組成頗為多樣，除少數地點有玉山箭竹分布外，主要有阿里山薊、玉山櫻草、臺灣烏頭、早田氏香葉草及禾本科等分布其中。

由喬木層各樹種之空間分布圖來看，在 10 cm 徑級內的稚樹分布略程聚集分布，反映這些區塊為林分之破空處，臺灣冷杉和玉山圓柏的種子傳播至該區域，得以發萌、生長，並逐步建立。在樣區中右半邊，因有溪流流經，環境相當潮濕，適合阿里山薊及臺灣烏頭生長，因此該區全為阿里山薊及臺灣烏頭重要分布位置(圖 33)。

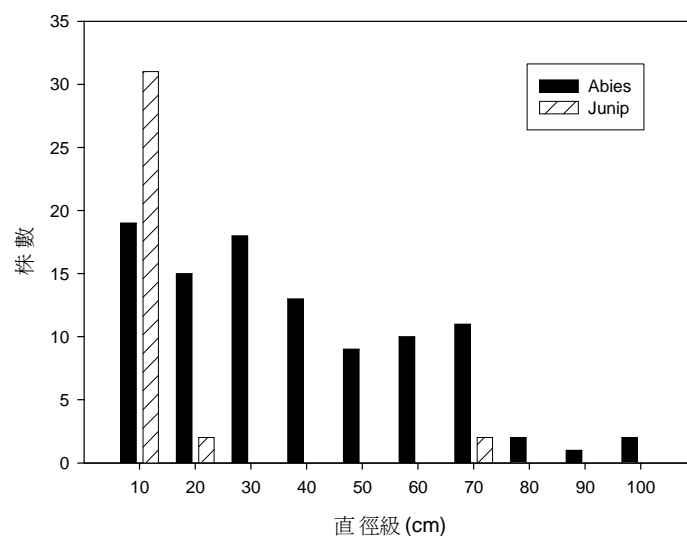


圖 32. 第 7 樣區臺灣冷杉與玉山圓柏之徑級分布圖。

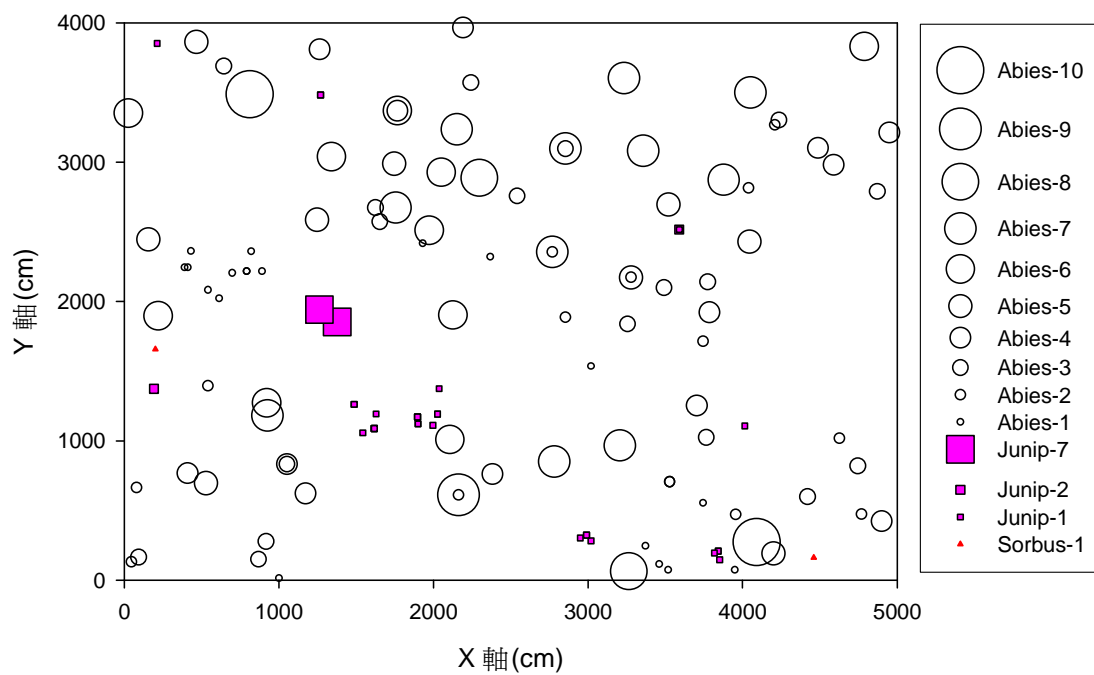


圖 33. 第 7 樣區喬木層各樹種之空間分布圖。

三、臺灣冷杉林下層植物調查分析

於每一樣區中，選擇2-1~2-4及4-1~4-4(8小區)共計56個小區，記錄每小區中，各地被植物之覆蓋面積，所得資料攜回，進行植物種類編碼，輸入樣區、植物種類代碼及各樣區下層植物社會之覆蓋度。樣區之植物社會介量以重要值指數值 (important value index, IVI)表示。下層植物社會重要值即「相對頻度」和「相對優勢度」之總和，代表植物在樣區中所佔有之重要性。所得結果顯示，以MOTYKA公式計算各樣區間之相似性指數矩陣(%)，結果顯示第1、2、3樣區相似性達70%以上，主要以玉山箭竹為優勢。由於玉山箭竹在林下時高度達2公尺以上，另其地下莖盤據於地表土層，影響其他草本植物及臺灣冷杉等木本植物之更新狀況亦不良，於此生育地環境下，物種數亦較偏低(表7)。

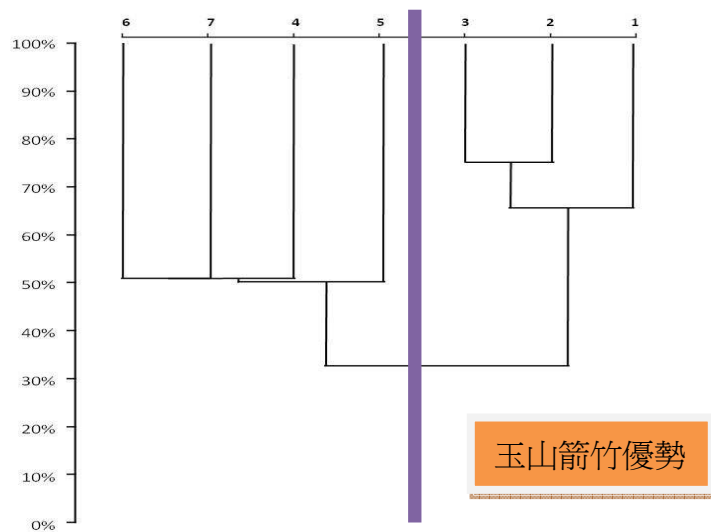


圖 34. 雪山主峰線臺灣冷杉林地被植物組成樹形圖。

伍、結論與建議

- 一、本計畫共分析108個雪霸國家公園園區之高山植群樣區資料，其中39個為臺灣冷杉林型，紀錄維管束植物組成計有50科104屬143種，以玉山箭竹、裂葉樓梯草、臺灣鬼督郵等為優勢之下層地被植物。
- 二、本計畫於雪山主峰線共設置7個永久樣區(50 × 40 m²)，進行臺灣冷杉族群動態調查及監測，所設置之永久樣區已涵蓋臺灣冷杉典型之生育地環境。
- 三、由於玉山箭竹具有綿密的莖桿及地下莖，其生長形式對於臺灣冷杉林之更新及林下地被植物物種多樣性，影響甚鉅。
- 四、目前已知臺灣冷杉林以孔隙更新為主要方式，然而孔隙大小、地被植物組成及微環境資料等各項因子，對於臺灣冷杉之小苗存活、建立仍需進一步研究及探討。
- 五、由於臺灣冷杉主要生長在3000 m以上之高山地區，其族群動態在全球氣候變遷下，反應極為敏感。本計畫所得初步成果可供雪霸國家公園管理處於高山生態系一重要監測指標，未來應持續針對永久樣區進行更深入之生物學及生態學研究，以建立經營管理決策之重要基礎資料。

陸、參考文獻

- 古心蘭 (1988) 合歡山臺灣冷杉永久樣區之植群分析。國立東華大學自然資源管理研究所碩士論文。1-48 頁。
- 向小果、曹明、周浙昆 (2006) 松科冷杉屬植物的化石歷史和現代分布。雲南植物研究 28(5)：439-452。
- 何春蓀 (1986) 臺灣地質概論。經濟部中央地質調查所。共 153 頁。
- 呂金誠 (1999) 武陵地區雪山主峰線植群與植栽應用之研究。內政部營建署雪霸國家公園管理處八十八年度研究報告。共 62 頁。
- 呂金誠 (2006) 雪霸自然保護區翠池地區玉山圓柏林族群結構調查。行政院農業委員會委託研究計畫系列第 95-03-08-02 號。共 80 頁。
- 李媛、陶建平、王永健、余小紅、席一 (2007) 亞高山暗針葉林林緣華西箭竹對岷江冷杉幼苗更新的影響。植物生態學報 31(2)：283-290。
- 林旭宏 (2003) 合歡山臺灣冷杉林的徑級組成與更新。自然保育季刊 29(3)：61-67。
- 邱清安 (2006) 應用生態氣候指標預臺灣潛在自然相群之研究。國立中興大學森林學系博士論文。共 280 頁。
- 柳楮 (1961) 南坑河流域森林植物生態之調查。臺灣大雪山林業公司。
- 柳楮 (1963) 小雪山高山草原生態之研究。臺灣省林業試驗所報告第 92 號。
- 柳楮 (1966) 臺灣產松柏類植物地理之研究。林業試驗所報告第 122 號。
- 柳楮 (1968) 臺灣植物群系之分類。臺灣省林業試驗所報告第 166 號。
- 柳楮 (1971) 臺灣植物群落之分類 II — 高山寒原及針葉樹林群系。林試所報告 203：1-24。
- 胡喜生、洪滔、范海蘭、洪偉、吳承禎、宋萍 (2006) 不同演替階段木荷林幼苗分布格局的研究。福建林業科技 33(2)：100-104。
- 孫洪志 (1997) 生物種群動態模型。東北林業大學出版社。13-30 頁。
- 張瑋尹 (2003) 南仁山次生林不同冠層間林分結構之空間異質性。國立屏東科技大學森林系碩士班碩士論文。共 52 頁。

- 莊貴瑜 (1997) 合歡山臺灣冷杉群落樹齡結構與草原推移之研究。國立東華大學自然資源管理研究所碩士論文。共 48 頁。
- 許俊凱 (2006) 臺灣中部北東眼山天然林群落結構與種豐富度模式之研究。國立中興大學森林學系博士論文。共 63 頁。
- 陳正祥 (1957) 氣候之分類與分區。林業叢刊第七號。國立臺灣大學農學院實驗林。共 174 頁。
- 陳玉峰 (1998) 臺灣植被誌 亞高山冷杉林帶與高地草原(上)－第三卷。共 182 頁。
- 陳榮欽 (1995) 合歡山區臺灣冷杉林樹齡學之研究。國立中興大學植物學系碩士論文。共 60 頁。
- 彭少麟 (1996) 亞熱帶森林群落動態學。科學出版社。11-35 頁。
- 斯煒 (1948) 玉山之植物社會。中央氣象局。
- 黃凱易、李旻旻 (1999) 協和遙測與數值地形模型於臺灣冷杉生育地之模擬。中華林學季刊 32(1)：91-107。
- 黃凱易、黃慧欣、施勝誠 (1999) 地理資訊系統應用於合歡山地區主要林型空間型態之分析。中華林學季刊 32(4)：537-552。
- 黃增泉、王震哲、楊國禎、黃星凡、湯惟新 (1988) 雪山—大霸尖山地區植物生態資源先期調查研究報告。內政部營建署。
- 楊遠波 (2004) 太魯閣國家公園高山地區植物資源基礎調查之研究。內政部營建署太魯閣國家公園管理處。共 47 頁。
- 劉桓吉、俞錚皞、楊金臻 (2004) 岩石的故事：雪霸國家公園地形地質解說專書。內政部營建署雪霸國家公園管理處。共 319 頁。
- 劉淑芬 (1988) 塔塔加地區臺灣雲杉天然林林分空間結構與生長動態之研究。國立臺灣大學森林學系碩士論文。共 41 頁。
- 劉崇瑞 (1948) 臺灣玉山之高山植物。臺灣省立博物館季刊 1(2)：46-60。
- 劉業經、呂福原、歐辰雄 (1994) 臺灣樹木誌。國立中興大學農學院叢書。第 47-62 頁。
- 劉業經、呂福原、歐辰雄、賴國祥 (1984) 臺灣高山箭竹草生地之植物演替與競爭機制。中華林學季刊 17(1)：1-32。

- 歐辰雄 (2002) 雪霸國家公園植群生態調查—大雪山地區。內政部營建署雪霸國家公園管理處。共 63 頁。
- 歐辰雄 (2003) 雪霸國家公園植群生態調查—尖石地區。內政部營建署雪霸國家公園管理處委託研究報告 92-02。共 80 頁。
- 歐辰雄 (2004) 雪霸國家公園植群生態調查—大小劍地區。內政部營建署雪霸國家公園管理處委託研究報告。共 53 頁。
- 歐辰雄 (2005) 雪霸國家公園植群生態調查—南坑溪地區。內政部營建署雪霸國家公園管理處委託研究報告 94-10。共 55 頁。
- 歐辰雄 (2006) 雪霸國家公園植群分類及空間分布之研究(一)。內政部營建署雪霸國家公園管理處委託研究報告 90-53。共 88 頁。
- 歐辰雄 (2007) 雪霸國家公園植群分類及空間分布之研究(二)。內政部營建署雪霸國家公園管理處委託研究報告 90-53。共 48 頁。
- 歐辰雄、呂福原 (1997) 觀霧地區植群生態調查及植栽應用之研究。內政部營建署雪霸國家公園管理處八十六年度研究報告。共 129 頁。
- 賴國祥 (1992) 臺灣亞高山針葉樹林與草生地間推移帶動態結構之探討。國立中興大學植物學研究所博士論文。共 55 頁。
- 應紹舜 (1976a) 大霸尖山高山植群的研究。臺大實驗林研究報告 118：217-238。
- 應紹舜 (1976b) 臺灣高山植物形態的研究。中華林學季刊 9(1)：59-71。
- 顏添明 (1997) 臺灣大雪山地區紅檜人工林生長收穫系統之研究。國立中興大學森林學系博士論文，第 24-38 頁。
- 蘇鴻傑 (1974) 臺灣高山地區之香柏群落。臺大實驗林研究報告 113：101-112。
- 森邦彥 (1936a) 次高山，山莊附近のニヒタカトドマツ(*Abies kawakamii* Ito.)林の下草の植物群落學的研究(I)。植物及動物 6(9)：60-70。
- 森邦彥 (1936b) 次高山，山莊附近のニヒタカトドマツ(*Abies kawakamii* Ito.)林の下草の植物群落學的研究(II)。植物及動物 6(10)：46-52。
- Baker, P. J. and J. S. Wilson (2000) A quantitative technique for the identification of canopy stratification in tropical and temperate forests. *Forest Ecology and Management* 127: 77-86.

- Beard, J. S. (1946) The Mora Forest of Trinidad, British West Indies. *Journal of Ecology* 33(2): 173-192.
- Day, F. P. and C. D. Monk (1974) Vegetation patterns on a southern Appalachian watershed. *Ecology* 55: 367-447.
- Latham, P. A., H. R. Zuring, and D. W. Coble (1998) A method for quantifying vertical forest structure. *Forest Ecology and Management* 104: 157-170.
- Liu, T. S. (1971) A Monograph of the Genus *Abies*. Department of Forestry. College of Agriculture National Taiwan University. P. 127-131.
- Ludwig, J. A. and J. F. Reynolds (1988) *Statistical Ecology- A primer on methods and computing*. John Wiley & Sons, New York.
- Miyadokoro, T., N. Nishimura, and S. Yamamoto (2003) Population structure and spatial patterns of major trees in a subalpine old-growth coniferous forest, central Japan. *Forest Ecology and Management* 182: 259-272.
- Su, H. J. (1984) Studies on the climate and vegetation types of the natural forests in Taiwan (II): altitudinal vegetation zones in relation to temperature gradient. *Quarterly Journal of Chinese Forestry* 17(4): 57- 73.
- Wolf, A. (2005) Fifty year record of change in tree spatial patterns within a mixed deciduous forest. *Forest Ecology and Management* 215: 212-223.

附錄一、臺灣冷杉林型出現植物名錄

蕨類植物

1. LYCOPODIACEAE 石松科

1. *Lycopodium obscurum* L. 玉柏
2. *Lycopodium sieboldii* Miq. 鱗葉石松
3. *Lycopodium veitchii* Christ 玉山石松

2. HYMENOPHYLLACEAE 膜蕨科

4. *Gonocormus minutus* (Bl.) v. d. Bosch 團扇蕨
5. *Mecodium badium* (Hook. & Grev.) Copel. 落蕨
6. *Mecodium polyanthos* (Sw.) Copel. 細葉落蕨

3. PLAGIOGYRIACEAE 瘤足蕨科

7. *Plagiogyria formosana* Nakai 臺灣瘤足蕨

4. DAVALLIACEAE 骨碎補科

8. *Araiostegia parvipinnata* (Hayata) Copel. 小膜蓋蕨

5. PTERIDACEAE 鳳尾蕨科

9. *Cryptogramma brunoniana* Wall. ex Hook. et Grev. 高山珠蕨

6. DRYOPTERIDACEAE 鱗毛蕨科

10. *Dryopteris hendersonii* (Bedd.) C. Chr. 小苞鱗毛蕨
11. *Dryopteris serrato-dentata* (Bedd.) Hayata 鋸齒葉鱗毛蕨
12. *Polystichum hecatopteron* Diels 鋸齒葉耳蕨
13. *Polystichum morii* Hayata 玉山耳蕨
14. *Polystichum wilsonii* H. Christ 福山氏耳蕨

7. ATHYRIACEAE 蹄蓋蕨科

15. *Athyrium anisopterum* Christ 宿蹄蓋蕨
16. *Athyrium erythropodum* Hayata 紅柄蹄蓋蕨
17. *Athyrium reflexipinum* Hayata 逆葉蹄蓋蕨
18. *Cystopteris fragilis* (L.) Bernh. 冷蕨
19. *Gymnocarpium remote-pinnatum* (Hayata) Ching 細裂羽節蕨

8. POLYPODIACEAE 水龍骨科

- 20. *Lepisorus monilisorus* (Hayata) Tagawa 擬芟瓦葎
- 21. *Lepisorus morrisonensis* (Hayata) H. Ito 玉山瓦葎
- 22. *Lepisorus pseudo-ussuriensis* Tagawa 擬烏蘇里瓦葎
- 23. *Lepisorus tosaensis* (Makino) H. Ito 擬瓦葎

裸子植物

9. PINACEAE 松科

- 24. *Abies kawakamii* (Hayata) Ito 臺灣冷杉
- 25. *Pinus taiwanensis* Hayata 臺灣二葉松
- 26. *Tsuga chinensis* (Franchet) Pritz. ex Diels var. *formosana* (Hayata) Li & Keng
臺灣鐵杉

10. CUPRESSACEAE 柏科

- 27. *Juniperus formosana* Hayata 刺柏
- 28. *Juniperus squamata* Buch.-Ham. 玉山圓柏

雙子葉植物

11. SALICACEAE 楊柳科

- 29. *Salix fulvopubescens* Hayata 褐毛柳

12. URTICACEAE 蕁麻科

- 30. *Elatostema trilobulatum* (Hayata) Yamazaki 裂葉樓梯草
- 31. *Urtica thunbergiana* Sieb. & Zucc. 咬人貓

13. POLYGONACEAE 蓼科

- 32. *Polygonum filicaule* Wall. ex Meisn. 高山蓼
- 33. *Polygonum yunnanense* Leveille 虎杖

14. CARYOPHYLLACEAE 石竹科

- 34. *Cerastium formosanum* Ohwi 臺灣卷耳
- 35. *Cerastium trigynum* Vill. var. *morrisonense* (Hayata) Hayata 玉山卷耳
- 36. *Cucubalus baccifer* L. 狗筋蔓
- 37. *Dianthus pygmaeus* Hayata 玉山石竹
- 38. *Stellaria saxatilis* Buch.-Ham. 疏花繁縷

15. RANUNCULACEAE 毛茛科
39. *Ranunculus formosa-montanus* Ohwi 疏花毛茛
40. *Ranunculus junipericola* Ohwi 高山毛茛
16. BERBERIDACEAE 小檗科
41. *Berberis kawakamii* Hayata 臺灣小檗
42. *Berberis morrisonensis* Hayata 玉山小檗
17. GUTTIFERAE=CLUSIACEAE 金絲桃科
43. *Hypericum nagasawai* Hayata 玉山金絲桃
18. CRUCIFERAE=BRASSICACEAE 十字花科
44. *Arabis formosana* (Masam. ex S. F. Huang) Liu & Ying 臺灣筷子芥
45. *Arabis lyrata* L. ssp. *kamtschatica* (Fisch. ex DC.) Hulten 玉山筷子芥
19. CRASSULACEAE 景天科
46. *Sedum erythrospermum* Hayata 紅子佛甲草
47. *Sedum morrisonense* Hayata 玉山佛甲草
48. *Sedum nokoense* Yamamoto 能高佛甲草
20. SAXIFRAGACEAE 虎耳草科
49. *Hydrangea anomala* D. Don 藤繡球
50. *Hydrangea integrifolia* Hayata ex Matsum. & Hayata 大枝掛繡球
51. *Ribes formosanum* Hayata 臺灣茶藨子
21. ROSACEAE 薔薇科
52. *Fragaria hayatai* Makino 臺灣草莓
53. *Potentilla leuconota* D. Don 玉山金梅
54. *Potentilla tugitakensis* Masam. 雪山翻白草
55. *Rosa sericea* Lindl. var. *morrisonensis* (Hayata) Masam. 玉山薔薇
56. *Rosa transmorrisonensis* Hayata 高山薔薇
57. *Rubus pectinellus* Maxim. 刺萼寒莓
58. *Rubus rolfei* Vidal 玉山懸鈎子
59. *Rubus sumatranus* Miq. 腺萼懸鈎子
60. *Sorbus randaiensis* (Hayata) Koidz. 巒大花楸
61. *Spiraea formosana* Hayata 臺灣繡線菊
62. *Spiraea morrisonicola* Hayata 玉山繡線菊

22. OXALIDACEAE 酢漿草科
 63. *Oxalis acetocella* L. ssp. *griffithii* (Edgew. & Hook. f.) Hara 山酢醬草
 64. *Oxalis acetocella* L. ssp. *taemoni* (Yamamoto) Huang & Huang 大霸尖山酢
 漿草
23. AQUIFOLIACEAE 冬青科
 65. *Ilex cochinchinensis* (Lour.) Loes. 革葉冬青
24. THYMELAEACEAE 瑞香科
 66. *Daphne arisanensis* Hayata 臺灣瑞香
25. ELAEAGNACEAE 胡頹子科
 67. *Elaeagnus thunbergii* Serv. 玉山胡頹子
26. VIOLACEAE 堇菜科
 68. *Viola adenostrix* Hayata var. *tsugitakaensis* (Masam.) Wang & Huang 雪山堇
 菜
27. ONAGRACEAE 柳葉菜科
 69. *Circaea alpina* L. subsp. *imaicola* (Asch. & Mag.) Kitam. 高山露珠草
 70. *Epilobium amurense* Hausskn. 黑龍江柳葉菜
28. UMBELLIFERAE=APIACEAE 繖形科
 71. *Angelica morrisonicola* Hayata 玉山當歸
 72. *Oreomyrrhis involucrata* Hayata 山薰香
29. DIAPENSIACEAE 岩梅科
 73. *Shortia rotundifolia* (Maxim.) Makino 倒卵葉裂緣花
30. PYROLACEAE 鹿蹄草科
 74. *Cheilotheca humilis* (D. Don) H. Keng 水晶蘭
 75. *Chimaphila japonica* Miq. 日本愛冬葉
 76. *Pyrola morrisonensis* (Hayata) Hayata 玉山鹿蹄草
 77. *Pyrola albo-reticulata* Hayata 斑紋鹿蹄草
31. ERICACEAE 杜鵑花科
 78. *Gaultheria itoana* Hayata 高山白珠樹
 79. *Pieris taiwanensis* Hayata 臺灣馬醉木

80. *Rhododendron pseudochrysanthum* Hayata 玉山杜鵑
81. *Rhododendron rubropilosum* Hayata 紅毛杜鵑
82. *Vaccinium japonicum* Miq. var. *lasiostemon* Hayata 毛蕊花
32. MYRSINACEAE 紫金牛科
83. *Ardisia pusilla* A. DC. 輪葉紫金牛
33. PRIMULACEAE 報春花科
84. *Primula miyabeana* Ito & Kawakami 玉山櫻草
34. OLEACEAE 木犀科
85. *Ligustrum morrisonense* Kanehira & Sasaki 玉山女貞
35. GENTIANACEAE 龍膽科
86. *Gentiana arisanensis* Hayata 阿里山龍膽
87. *Gentiana davidii* Franch. var. *formosana* (Hayata) T. N. Ho 臺灣龍膽
88. *Swertia tozanensis* Hayata 細葉當藥
89. *Tripterispermum lanceolatum* (Hayata) Hara ex Satake 披針葉肺形草
36. RUBIACEAE 茜草科
90. *Galium echinocarpum* Hayata 刺果豬殃殃
37. BORAGINACEAE 紫草科
91. *Cynoglossum alpestre* Ohwi 高山倒提壺
38. LABIATAE =LAMIACEAE 唇形科
92. *Origanum vulgare* L. 臺灣野薄荷
39. SCROPHULARIACEAE 玄參科
93. *Ellisiophyllum pinnatum* (Wall. ex Benth.) Makino 海螺菊
94. *Hemiphragma heterophyllum* Wall. 異葉紅珠
95. *Veronica morrisonicola* Hayata 玉山水苦賈
96. *Veronica oligosperma* Hayata 貧子水苦賈
40. OROBANCHACEAE 列當科
97. *Boschniakia himalaica* Hooker & Thomson 川上氏肉蓯蓉
41. CAPRIFOLIACEAE 忍冬科

98. *Lonicera acuminata* Wall. 漸尖葉忍冬
 99. *Lonicera kawakamii* (Hayata) Masam. 川上氏忍冬
 100. *Viburnum betulifolium* Batal. 玉山莢迷

42. VALERIANACEAE 敗醬科

101. *Triplostegia glandulifera* Wall. 三萼花草
 102. *Valeriana fauriei* Briquet 纈草

43. CAMPANULACEAE 桔梗科

103. *Codonopsis kawakamii* Hayata 玉山山奶草
 104. *Peracarpa carnosus* (Wall.) Hook. f. & Thomson 山桔梗

44. COMPOSITAE=ASTERACEAE 菊科

105. *Ainsliaea macroclinidioides* Hayata 阿里山鬼督郵
 106. *Ainsliaea latifolia* (D. Don) Sch. Bip. ssp. *henryi* (Diels) H. Koyama 臺灣鬼督郵
 107. *Anaphalis morrisonicola* Hayata 白花香青
 108. *Artemisia oligocarpa* Hayata 高山艾
 109. *Cirsium arisanense* Kitam. 阿里山薊
 110. *Cirsium kawakamii* Hayata 玉山薊
 111. *Hieracium morii* Hayata 森氏山柳菊
 112. *Leontopodium microphyllum* Hayata 玉山薄雪草
 113. *Myriactis humilis* Merr. 矮菊
 114. *Picris hieracioides* L. ssp. *morrisonensis* (Hayata) Kitam. 玉山毛蓮菜
 115. *Senecio morrisonensis* Hayata 玉山黃菀
 116. *Senecio nemorensis* L. var. *dentatus* (Kitam.) H. Koyama 黃菀
 117. *Senecio scandens* Buch.-Ham. ex D. Don 蔓黃菀
 118. *Solidago virgaurea* L. var. *leiocarpa* (Benth.) A. Gray 一枝黃花
 119. *Parasenecio hwangshanicus* (Ling) C.-I Peng & S. W. Chung 黃山蟹甲草

單子葉植物

45. LILIACEAE 百合科

120. *Aletris formosana* (Hayata) Sasaki 臺灣粉條兒菜
 121. *Paris polyphylla* Sm. 七葉一枝花
 122. *Veratrum formosanum* O. Loes. 臺灣藜蘆
 123. *Maianthemum formosanum* (Hayata) LaFrankie 臺灣鹿藥

46. SMILACACEAE 菝契科

124. *Smilax vaginata* Decaisne 玉山菝契

47. JUNCACEAE 燈心草科

125. *Luzula taiwaniana* Satake 臺灣地楊梅

48. CYPERACEAE 莎草科

126. *Carex nubigena* D. Don ex Tilloch & Taylor 聚生穗序薹

127. *Carex satzumensis* Franch. & Sav. 油薹

128. *Trichophorum subcapitatum* (Thwaites & Hook.) D. A. Simpson 玉山針藺

49. GRAMINEAE=POACEAE 禾本科

129. *Agropyron formosanum* Honda 臺灣鵝觀草

130. *Agrostis infirma* Buse 玉山翦股穎

131. *Brachypodium kawakamii* Hayata 川上氏短柄草

132. *Deschampsia cespitosa* (L.) P. Beauv. var. *festucifolia* Honda 髮草

133. *Deschampsia flexuosa* (L.) Trin. 曲芒髮草

134. *Festuca ovina* L. 羊茅

135. *Miscanthus sinensis* Andersson 高山芒

136. *Phleum alpinum* L. 高山梯牧草

137. *Trisetum spicatum* (L.) Rich. var. *formosanum* (Honda) Ohwi 臺灣三毛草

138. *Yushania niitakayamensis* (Hayata) Keng f. 玉山箭竹

139. *Aniselytron agrostoides* Merr. 小穎溝稈草

50. ORCHIDACEAE 蘭科

140. *Goodyera schlechtendaliana* Reichb. f. 斑葉蘭

141. *Goodyera velutina* Maxim. 烏嘴蓮

142. *Platanthera brevicarata* Hayata 短距粉蝶蘭

143. *Platanthera mandarinorum* Reichb. f. ssp. *pachyglossa* (Hayata) T. P. Lin
厚唇粉蝶蘭

本名錄各分類群統計如下表：

類 別	科數	屬數	種數(含以下分類群)
蕨類植物	8	12	23
裸子植物	2	4	5
雙子葉植物	34	68	91
單子葉植物	6	20	24
總 計	50	104	143

附錄二、照片說明



◆ 第 1 樣區生育地環境



第 1 樣區地被情形



◆ 第 2 樣區生育地環境



◆ 第 2 樣區下層植物主要為玉山杜鵑及玉山箭竹



◆ 第 3 樣區生育地環境(1)-地被以玉山箭竹為優勢



◆ 第 3 樣區生育地環境(2)



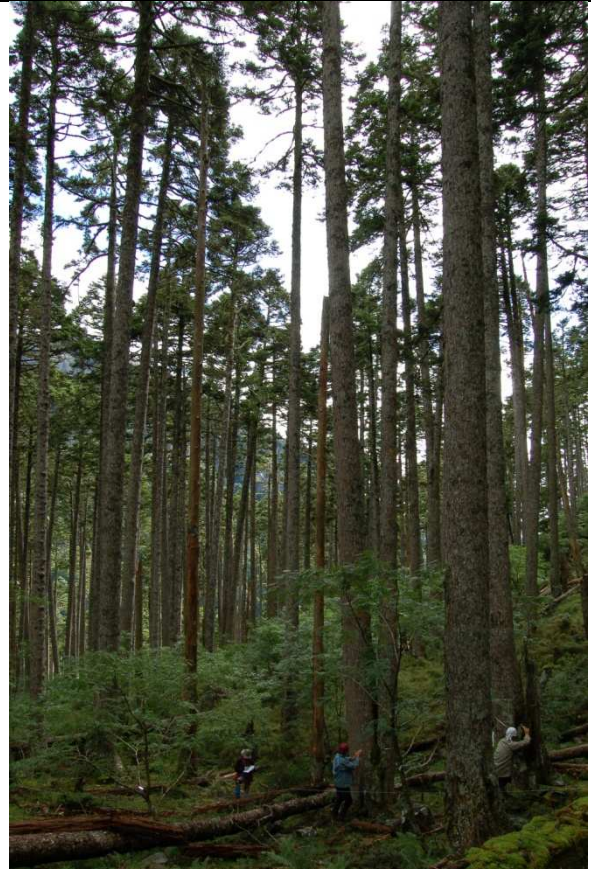
◆ 第 4 樣區生育地環境(1)-地被組成為苔蘚及禾本科植物



◆ 第 4 樣區生育地環境(2)



◆ 第 5 樣區生育地環境，第二層喬木為巒大花楸



◆ 第 5 樣區生育地環境全景



◆ 第 6 樣區生育地環境



◆ 第 7 樣區生育地環境



◆ 苔蘚組成情形