

研究報告

雪山主峰沿線植物社會調查研究

王偉¹ 邱清安² 蔡尚憲³ 許俊凱⁴ 曾喜育^{1,5} 呂金誠¹

【摘要】本研究由武陵七家灣溪億年橋起，沿雪山主峰線步道至海拔 3,886 m 雪山主峰設置並彙整前人研究共 44 個 250 m² 樣區，記錄 387 種維管束植物。沿線植物社會依外觀形態可大致區分為森林、灌叢及草原等 3 類植物社會。森林植物社會依群團分析結果可劃分為臺灣冷杉型、巒大花楸型、玉山圓柏型、臺灣二葉松型、臺灣雲杉型、狹葉高山櫟型、臺灣紅檜型、臺灣紅豆杉—臺灣灰木型、卡氏櫟—西施花型、高山櫟—鐵杉型、栓皮櫟—化香樹型等 11 個森林植物社會；另有玉山圓柏—玉山杜鵑型之灌叢社會及玉山箭竹—高山芒型、高山芒型、高山艾—羊茅型等 3 個草本植物社會。森林植物社會之降趨對應分析大致與群團分析結果相近，佐以環境因子探討發現海拔與地形（嶺線與凹谷）為影響植物分布的主要因子。典型對應分析得知影響森林植群型分布之生育地因子以海拔影響較大，坡度、坡向及全天光空域等較其次。森林植物社會主要組成樹種之族群結構多呈反 J 形，顯示其更新良好。本研究植群調查資料可作為雪山地區經營管理與科學研究之參考。

【關鍵詞】雪山主峰線、群團分析、降趨對應分析、典型對應分析、海拔、族群結構

Research paper

Vegetation Research along the East Trail of Mt. Shei

Wei Wang¹ Ching-An Chiu² Shang-Te Tsai³ Chun-Kai Hsu⁴
Hsy-Yu Tzeng^{1,5} King-Cherng Lu¹

【Abstract】The study was sampled 44 plots (10×25 m²) and recorded 387 species from 1,682 m to 3,886 m along the east trail of Mt. Shei. Vegetations can be broadly distinguished into three categories by physiognomy as following forest, shrub, and grassland communities. One shrub vegetation was *Juniperus squamata-Rhododendron pseudochrysanthum* type, and three grassland vegetation were *Yushania niitakayamensis-Miscanthus transmorrisonensis* type, *Miscanthus transmorrisonensis* type

-
1. 國立中興大學森林學系，40227 臺中市國光路 250 號
Department of Forestry, National Chung Hsing University, 250 Kuokwang Rd., Taichung Country 40227, Taiwan.
 2. 國立中興大學實驗林管理處，40227 臺中市國光路 250 號
Experimental Forest, National Chung Hsing University, 250 Kuokwang Rd., Taichung Country 40227, Taiwan.
 3. 環球技術學院環境資源管理系，640 雲林縣斗六市鎮南路 1221 號
Department of Environmental Resources Management, Transworld Institute of Technology, No. 1221, Jhennan Rd., Douliou City, Yunlin Country 640.
 4. 林業試驗所蓮華池研究中心，55599 南投縣魚池鄉郵局 5 號信箱
Lienhuachi Research Center, Taiwan Forestry Research Institute, PO Box 5, Yuchih Township, Nantou Country 55599, Taiwan.
 5. 通訊作者
Corresponding author, e-mail: erecta@dragon.nchu.edu.tw

and *Artemisia oligocarpa-Festuca ovina* type. 38 forest sampled plots were classified into 11 forest vegetations using cluster analysis with the name of their dominant species respectively: *Abies kawakamii* type, *Sorbus randaiensis* type, *Juniperus squamata* type, *Pinus taiwanensis* type, *Cyclobalanopsis stenophylloides* type, *Picea morrisonicola* type, *Quercus variabilis-Platycarya strobilacea* type, *Taxus sumatrana-Symplocos formosana* type, *Castanopsis carlesii-Rhododendron ellipticum* type, *Quercus spinosa-Tsuga chinensis* type and *Chamaecyparis formosensis* type. The result of detrended correspondence analysis supported the proposition of cluster analysis, and showed that altitude and topograph were the environment variables differentiate forest vegetations. Furthermore, canonical correspondence analysis indicated distribution of forest communities was significantly correlated with altitude, slope, aspect and whole light sky space. And, population structure of most dominant species revealed anti-J-shaped indicating regeneration well in forest vegetations. This study could serve as an important information for vegetation ecology, forest management and conservation of Mt. Shei.

【Key words】 east trail of Mt. Shei, cluster analysis, detrended correspondence analysis, canonical correspondence analysis, altitude, population structure

一、前言

植群分類之目的主要是將調查後的林分依其相似性歸類為一群 (劉棠瑞、蘇鴻傑, 1983), 而植群分類之研究乃了解一區域之植物社會結構組成最基礎的分析作業, 亦可作為經營管理及科學研究之參考。雪山主峰沿線自武陵地區橫跨溫帶針闊葉林、冷溫帶針葉林至亞寒帶之雪山主峰, 植群組成極其複雜且多元, 成為許多學者研究高山生態系的場域。雪山地區及臨近區域之植群研究調查, 包括觀霧地區 (歐辰雄、呂福原, 1997)、武陵地區 (呂金誠, 1999)、大雪山地區 (歐辰雄, 2002)、尖石地區 (歐辰雄, 2003)、大小劍地區 (歐辰雄, 2004)、南坑溪地區 (歐辰雄等, 1995; 歐辰雄, 2005)。此區域植群研究中, 對處亞寒帶之植群至冷溫帶之植群分類結果較一致 (如臺灣冷杉 (*Abies kawakamii*) 及玉山圓柏 (*Juniperus squamata*) 植群型), 涼溫帶以下至暖溫帶之植物社會 (如臺灣二葉松 (*Pinus taiwanensis*) 為優勢之植群) 則多因主優勢及次優勢不同但伴生種組成相似, 處理為不同的植群名稱。

植群分類常用的方法有群團分析 (cluster analysis) 及分布序列法 (ordination); 分布序列法除能了解植群於研究區域之分布趨勢, 並透

過分布序列法與群團分析的結果作為植群分類之依據 (張金屯, 2004), 亦可探討植群與環境之關聯性。近年如林鴻志 (2005) 於雪霸國家公園及林聖峰 (2008) 於七家灣溪流域之研究, 以分布序列法對研究區域之植群進行植群分類及與環境之關係進行探討, 結果皆顯示海拔梯度 (altitude gradient)、坡度 (slope) 及坡向 (aspect) 與植群間相關性較高。近年之生態研究常以分布序列法探討植群與環境因子的關係 (郝占慶等, 2003; 張玲等, 2007; Gauch, 1982), 研究皆指出海拔梯度為植群分化的重要指標。

除探討植群與環境之關係外, 可應用徑級分布圖 (diameter of breast height class plot, DBH class plot) 了解森林植物中各樹種之族群結構 (population structure), 預測族群過去及未來之消長情形, 即植群天然更新之狀態, 可作為研究森林演替的方法 (Daubenmire, 1968)。雪山地區研究中針對特定植群進行研究, 如黃群修 (1994) 針對臺灣冷杉林森林動態與族群結構之研究, 呂金誠 (2006) 針對玉山圓柏族群進行結構與天然更新調查, 以及歐辰雄 (2008) 針對臺灣冷杉族群動態監測, 多為針對亞寒帶已漸趨穩定之植群調查該族群之徑級組成以探討該植群於雪山地區是否已達穩定。

本研究之目的為對雪霸國家公園境內雪山主峰沿線現有植物社會進行調查研究，以矩陣群團分析進行植物社會分類，並利用分布序列法探討各植群型與環境因子間之關係，最後針對森林植物社會之優勢種與伴生種之徑級分布探討族群結構，以了解並推論雪山主峰沿線之植群中族群之消長趨勢，供日後研究及經營者管理及經營上之參考依據。

二、材料與方法

(一) 環境概述

研究區域由武陵七家灣溪億年橋 (海拔 1,682 m) 起，沿雪山主峰線步道至海拔 3,886 m 雪山主峰，海拔梯度差超過 2,000 m。地質屬於中央山脈地質區之西部亞區中的雪山山脈，由第三紀的亞變質岩所組成，地質帶中以深灰色的硬頁岩和板岩為主 (何春蓀, 1986)。雪山地區的土壤，若為森林界線以上地區，多以粘板岩風化而成的岩海地區，土壤淺薄，幾

乎由岩礫構成；若為森林地區或草原地區，則土壤多以壤土、腐植土為主，然地形陡處，表土層淺薄多構成瘠土 (應紹舜, 1976)。雪山地區於 2009 年開始著手設立氣象站 (林博雄、魏聰輝, 2009)，然資料收集未達一年。依陳正祥 (1957) 對臺灣氣候分類，調查區包括溫帶重濕型氣候 (AB') 及寒帶重濕氣候 (AC')，溫帶重濕型氣候 (AB') 溫暖重濕，全年無缺水現象，寒帶重濕氣候 (AC') 則溫度低而濕度高，冬季有霧雪。

(二) 調查方法

本研究採多樣區法 (multiple plot method)，於植群組成較均質處設置 18 個 10×25 m² 之長方型樣區，並彙整前人研究 26 個樣區 (呂金誠等, 1999)，共 44 個樣區，樣區分布如圖 1。樣區內植物採全面調查，紀錄植物名稱、胸高直徑，樣區內胸徑不足 1 cm 之植物，則以覆蓋度估之，草本植物則紀錄物種名稱及覆蓋度。

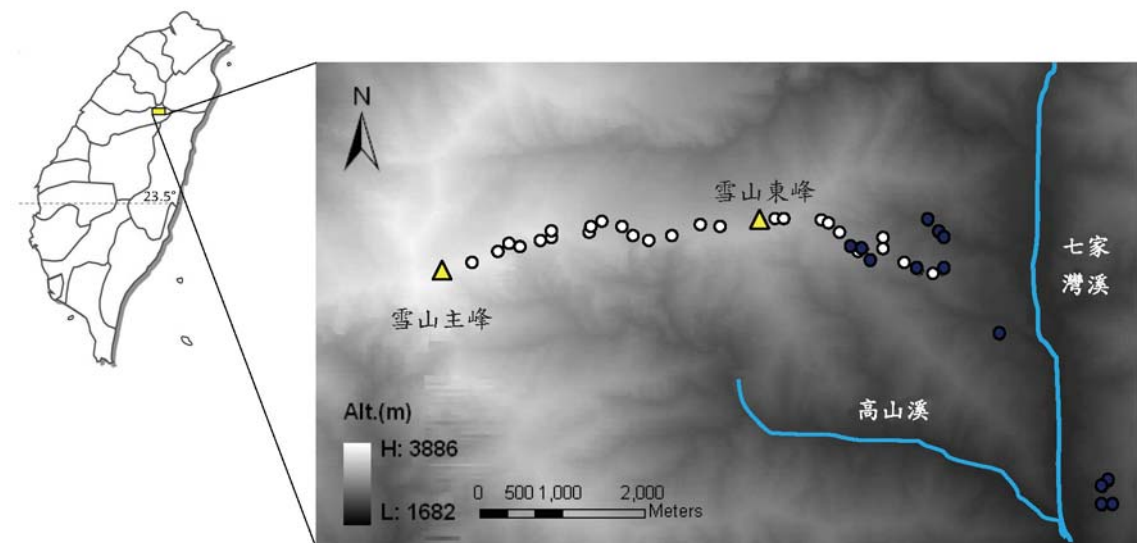


圖 1. 雪山主峰線沿線調查樣區及地形位置圖。●為本研究 (2009) 設立之樣區；○為呂金誠等 (1999) 設立樣區。

Fig. 1. The sample plots of east trail of Mt. Shei and orographic figure. The plots with ● logo were set by this study; The plots with ○ logo were set by Lu *et al.* (1999).

樣區之環境因子量測係以全球定位系統 (global position system, GPS) 標定並測定樣區之海拔 (altitude, Alt.)，另以羅盤儀測量樣區之坡度 (slope) 及坡向 (aspect, Asp.)，並量測樣區四周之 12 個固定的方位角，測出樣區四週遮蔽物之高度角 (altitude angle)，以製圖方式求出未受遮蔽之天空範圍百分率，作為全天空域 (whole light sky, WLS) (Day and Monk, 1968)。

$$\text{密度 (density)} = \frac{\text{某種植物株數之總和}}{\text{所調查之總樣區數}}$$

$$\text{頻度 (frequency)} = \frac{\text{某種植物出現之總樣區數}}{\text{所調查之總樣區數}}$$

$$\text{地被層優勢度 (dominance)} = \frac{\text{某種植物覆蓋面積總和}}{\text{所調查之總樣區數}}$$

$$\text{相對密度 (relative density)\%} = \frac{\text{某種植物之密度}}{\text{所有植物密度之總和}} \times 100\%$$

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

$$\text{相對優勢度 (relative dominance)\%} = \frac{\text{某種植物優勢度}}{\text{所有植物優勢度之總和}}$$

$$\text{喬木層重要值指數} = \text{相對密度} + \text{相對頻度} + \text{相對優勢度} = 300$$

$$\text{地被層重要值指數} = \text{相對頻度} + \text{相對優勢度} = 200$$

將植物社會分成上下兩層 (喬木層和地被層)，計算各種植物在各樣區中之密度、頻度及優勢度，再轉換成相對值；上層植物社會重要值為相對密度、相對頻度與優勢度之總和，下層植物社會重要值即相對頻度和相對優勢度之總和。依植物社會的型態可分為森林、矮盤灌叢及草原植物社會，森林植物社會之各樣區物種重要值經文書處理軟體計算，以 PC-ORD 5.0 之矩陣群團分析，採用 Sørensen 相似性指數進行分析並繪製樹形圖 (dendrogram)，以探討各樣區植群之關係和植群的分類及組成，灌叢及草原社會以主優勢之物種與次優勢種劃分。

2. 分布序列法

森林植物社會之各樣區物種重要值經文書處理軟體計算後，以重要值矩陣代入 PC-ORD 5.0 分析軟體進行降趨對應分析 (detrended cor-

(三) 分析方法

1. 植群分類

首先對野外調查原始資料之植物種類進行編碼，於文書處理軟體中輸入樣區、植物種類代碼、各株之胸徑或覆蓋度並計算樣區中各植物之重要值指數 (importance value index, IVI)，其意義代表某種植物在樣區所佔有之重要性，進而決定該植物社會之優勢種 (劉棠瑞、蘇鴻傑，1983)。計算方法如下：

respondence analysis, DCA) 的運算分析，再加入各樣區 4 個環境因子矩陣，進行典型對應分析 (canonical correspondence analysis, CCA) 的運算分析，得出 DCA 及 CCA 之分析報表及排序圖後，佐以植群分類的結果及實際調查樣區之生育地環境，探討雪山主峰沿線植群之分布趨勢及植群與環境因子間的關係。

3. 族群結構分析

根據植群型分類之結果，將各森林社會中佔有優勢的樹種挑選出來，分析各樹種之徑級結構，依生長型不同分別以 5 cm 和 10 cm 為一直徑級，橫座標表示徑級，縱座標表示株數，計算每直徑級之株數，依結果描繪優勢樹種之齡級分布圖，以瞭解整個植群之組成結構，推斷各植群演替的階段及趨勢。

三、結果與討論

(一) 植群分類

本研究共分析 44 個樣區資料，首先依據植物社會之外觀形相 (physiognomy) 劃分成森林植物、灌叢與草本植物社會；其中 38 個森林植物社會根據矩陣群團分析之結果繪製成樹形圖 (圖 2)，以 65% 之訊息保持度 (information remaining) 作為森林植物社會類型的劃分門檻，可劃分為 11 個優勢型。若干植物社會可再以 83% 之訊息保持度區分成亞型，表示局部地區的若干變異。灌叢與草本植物社會因調查介量與森林社會不同，故以相對優勢度及相對頻度決定優勢之物種，劃分成 4 個優勢型。由於植物社會中之優勢種代表植物對環境資源之控制能力，其生物量頗大，故可達到控制環境資源方面的代表性；本研究對植群型命名原則即以優勢種命名，若優勢種有 2 種以上時，則以共優勢種命名。

森林植物社會

I. 臺灣冷杉型 (*Abies kawakamii* type, AK)

臺灣冷杉型為雪山地區 3,000-3,600 m 之優勢單一樹種組成森林植物社會，依生育地環境或林內伴生組成差異可再細分成臺灣冷杉、臺灣冷杉—鐵杉 2 亞型。

II. 臺灣冷杉亞型 (*Abies kawakamii* subtype)

臺灣冷杉植群亞型分布由雪山東峰至三六九山莊沿線與黑森林為主要分布區域，海拔約 3,100-3,600 m，多位於北面至西北面坡。本植群亞型以之林冠組成臺灣冷杉佔絕對優勢，林下地被層植物優勢程度可分成 2 類，一為以玉山箭竹 (*Yushania niitakayamensis*) 為優勢組成，主要分布於雪山東峰至三六九山莊沿線，另一種以苔蘚 (bryophyte) 為優勢，伴生有曲芒髮草 (*Deschampsia flexuosa*)、玉山鬼督郵 (*Ainsliaea latifolia*)、大霸尖山醉醬草 (*Oxalis acetocella*)、玉山卷耳 (*Cerastium trigynum*) 及高山珠蕨 (*Cryptogramma brunoniana*) 等草本及蕨類植物。在苔蘚地被為主之臺灣冷杉林下有較大量之臺灣冷杉幼苗及稚樹，且林下地被

組成種類較多樣 (歐辰雄, 2008)，而以玉山箭竹為優勢之臺灣冷杉林下，臺灣冷杉幼苗及稚樹則相對較少。推測其原因為玉山箭竹地下走莖會占據大部分的林下空間資源，且玉山箭竹於林下形成一次冠層 (約 2-3 m)，林床光度不足；再者，深厚的玉山箭竹枯落物可能會使臺灣冷杉種子不易發芽，或發芽後根不易接觸土壤而枯死，使臺灣冷杉幼苗難以在玉山箭竹優勢組成下生存，進而影響臺灣冷杉之更新，此現象與王永健等 (2007)、王微等 (2008) 研究岷江冷杉 (*A. faxoniana*) 之結果相同。

II. 臺灣冷杉—鐵杉亞型 (*Abies kawakamii*-*Tsuga chinensis* var. *formosana* subtype)

臺灣冷杉—鐵杉亞型位於雪山東峰至三六九山莊之間，林冠組成以臺灣冷杉和鐵杉 (*Tsuga chinensis* var. *formosana*) 為主，以巒大花楸 (*Sorbus randaiensis*) 及玉山杜鵑 (*Rhododendron pseudochrysanthum*) 構成次林冠之優勢組成，其下為玉山杜鵑、川上氏忍冬 (*Lonicera kawakamii*) 及玉山小蘗 (*Berberis morrissonensis*) 等灌木，地被草本則以玉山箭竹為主要優勢。此區在高度帶上的劃分為亞高山帶及山地上層帶之交界，約略介於臺灣冷杉與鐵杉之推移帶 (ecotone)；林鴻志 (2005) 研究指出，臺灣冷杉族群盛行之海拔範圍在 3,100-3,500 m，鐵杉族群較優勢之海拔範圍則為 2,000-3,000 m，本植物社會亞型為兩族群之交會帶。

II. 巒大花楸型 (*Sorbus randaiensis* type, SR)

巒大花楸型分布於步道 6.6-7 k 之三六九山莊後方，海拔分布約在 3,100-3,300 m 處。本亞型大多位於臺灣冷杉之林緣。巒大花楸為此植群型之林冠組成主要樹種，因位於灌叢草生地與臺灣冷杉林之推移帶，地被組成相當多樣，除臺灣冷杉、玉山圓柏之稚樹外，尚有玉山莢蒾 (*Viburnum integrifolium*)、茶藨子 (*Ribes formosanum*)、玉山小蘗、川上氏忍冬、玉山箭竹、高山芒 (*Miscanthus transmorrisonensis*)、玉山當歸 (*Angelica morrissonicola*)、假繡線菊 (*Spiraea hayatana*)、黃苑 (*Senecio nemorensis*)

var. *dentatus*)、線萼懸鉤子 (*Rubus glandulosocalycinus*)、瓦氏鱗毛蕨 (*Dryopteris wallichiana*) 等。

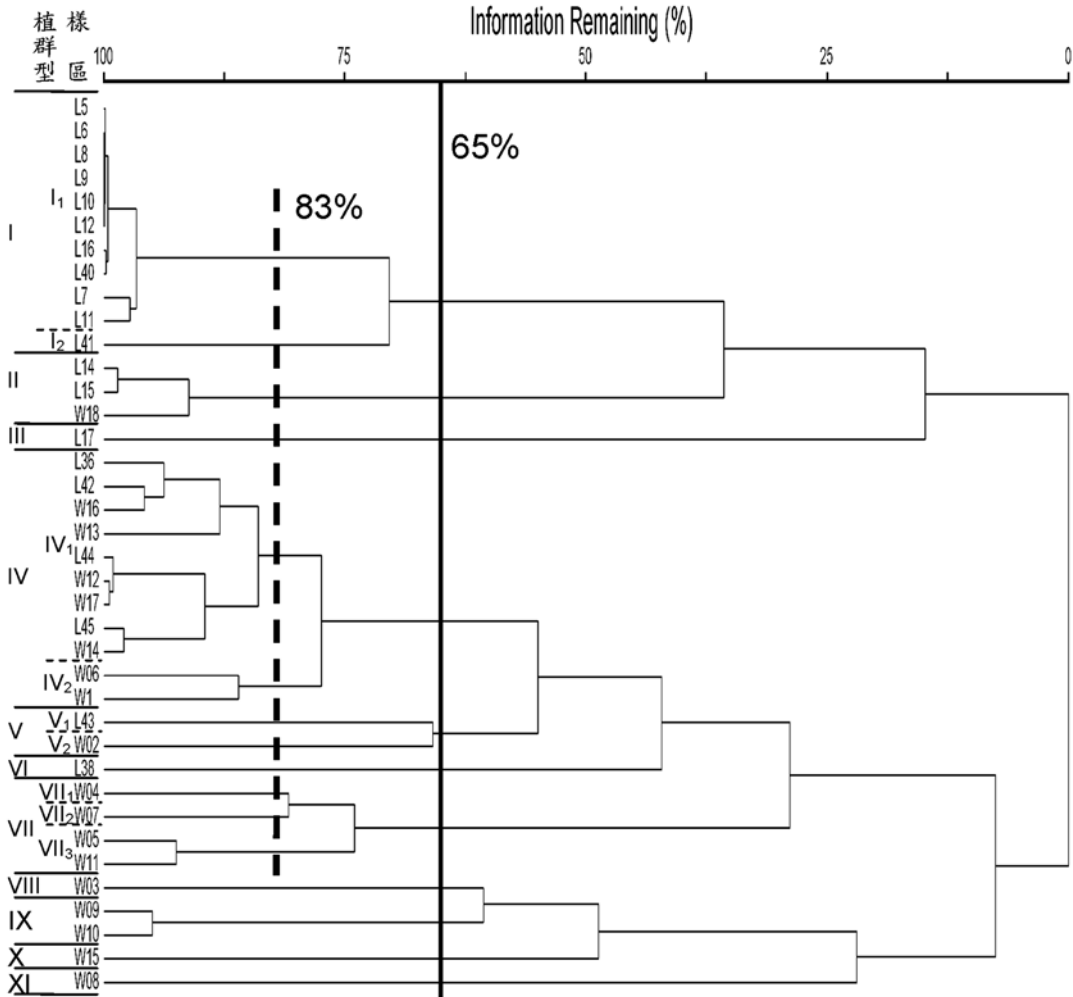


圖 2. 雪山主峰線沿線 38 個森林植物社會矩陣群團分析樹形圖。樣區編號 W 為本研究設立，L 為呂金誠等 (1999) 設立。植群型代號 I：臺灣冷杉植群型；II：巒大花楸型；III：玉山圓柏型；IV：臺灣二葉松型；V：狹葉高山櫟型；VI：臺灣雲杉型；VII：栓皮櫟－化香樹型；VIII：臺灣紅豆杉－臺灣灰木型；IX：卡氏櫟－西施花型；X：高山櫟－鐵杉型；XI：臺灣紅檜型。

Fig. 2. Dendrogram based on matrix cluster analysis of 38 forest sample plots in east trail of Mt. Shei. The plots with 'W' were set by this study and the plots with 'L' were set by Lu *et al.* (1999). I: *Abies kawakamii* type; II: *Sorbus randaiensis* type; III: *Juniperus squamata* type; IV: *Pinus taiwanensis* type; V: *Cyclobalanopsis stenophylloides* type; VI: *Picea morrisonicola* type; VII: *Quercus variabilis*-*Platycarya strobilacea* type; VIII: *Taxus sumatrana*-*Symplocos formosana* type; IX: *Castanopsis carlesii*-*Rhododendron ellipticum* type; X: *Quercus spinosa*-*Tsuga chinensis* type; XI: *Chamaecyparis formosensis* type.

III. 玉山圓柏型 (*Juniperus squamata* type, JS)

玉山圓柏植群型分布於黑森林終點近圈谷附近，海拔約 3,570 m，以玉山圓柏佔絕對優勢，林冠下有玉山圓柏與臺灣冷杉的幼齡木，以及玉山杜鵑、玉山小蘗等灌木。地被以高山珠蕨、雪山翻白草 (*Potentilla tugitakensis*)、玉山卷耳、冷蕨 (*Cystopteris fragilis*)、傅氏唐松草 (*Thalictrum urbaini*) 等主要組成。

IV. 臺灣二葉松型 (*Pinus taiwanensis* type, PT)

臺灣二葉松於雪山主峰沿線登山口至 3.7 km 附近 (約 2,900 m) 相當常見，與臺灣雲杉 (*Picea morrisonicola*)、紅檜 (*Chamaecyparis formosensis*)、杉木 (*Cunninghamia lanceolata*) 等為此區域主要造林樹種。多數臺灣二葉松生育地與該地區不同程度之干擾有關，且臺灣二葉松在研究區海拔梯度分布相當廣泛，橫跨了櫟林帶、鐵杉雲杉林帶及冷杉林帶，意即其橫跨了暖溫帶、涼溫帶至冷溫帶此植物社會雖臺灣二葉松成主要優勢之上木，然隨著干擾程度與時序不同、海拔梯度、生育地環境等差異，植物社會之組成相對複雜，因此前人研究中常將臺灣二葉松植群型歸類為不同之植群分類型 (歐辰雄, 1996、2002、2003、2004；呂金誠, 1999；徐憲生, 2006；郭礎嘉, 2009)。由於臺灣二葉松型為一演替初期植物社會，多為干擾後天然下種亦或人為栽植，植物組成因造林樹種、造林時間，或火燒干擾時序不同等，入侵生育地之植物種類相當多樣；若干擾持續對生育地造成影響，此植物社會可能長期停滯於現有組成 (呂金誠, 1990；林鴻志, 2005)。本研究之樣區為火燒或伐採後之臺灣二葉松造林地或次生林，依造林樹種與原生植物入侵後之演替過程而主要優勢組成有所差異，可細分成臺灣二葉松—臺灣雲杉亞型與栓皮櫟—臺灣二葉松亞型。

IV1. 臺灣二葉松—臺灣雲杉亞型 (*Pinus taiwanensis-Picea morrisonicola* subtype)

臺灣二葉松—臺灣雲杉植群亞型分布於七卡山莊至哭坡沿線之嶺線，海拔分布為

2,280-2,810 m。林冠層組成以臺灣二葉松為主，並兼雜有臺灣赤楊 (*Alnus japonica*)，部分生育地有大小不一之臺灣雲杉、紅檜、杉木等造林樹種之栽植。較低冠層組成種類豐富，除臺灣二葉松、臺灣赤楊外，並有高山櫟 (*Quercus spinosa*)、鐵杉等植物入侵，灌木層組成細葉杜鵑 (*Rh. noriakianum*)、紅毛杜鵑 (*Rh. rubropilosum* var. *rubropilosum*)、臺灣高山杜鵑 (*Rh. rubropilosum* var. *taiwanalpinum*)、玉山假沙梨 (*Photinia nitakayamensis*)、臺灣馬醉木 (*Pieris taiwanensis*)、南燭 (*Lyonia ovalifolia*) 等。草本層以臺灣芒 (*M. sinensis*)、高山芒、巒大蕨 (*Pteridium aquilinum*) 等較優勢。

IV2. 栓皮櫟—臺灣二葉松亞型 (*Quercus variabilis-Pinus taiwanensis* subtype)

栓皮櫟—臺灣二葉松亞型分布 1,800-2,000 m，主要分布於七家灣溪沿岸地勢較陡峭之生育地。以栓皮櫟 (*Q. variabilis*)、臺灣二葉松與臺灣赤楊構成上層林冠，灌木層以毛果柃木 (*Eurya gnaphalocarpa*)、小花鼠刺 (*Itea parviflora*)、通條木 (*Stachyurus himalaicus*)、細葉杜鵑等為主，草本植物則以臺灣芒為主要組成。此植物社會為徐憲生 (2006) 與郭礎嘉 (2009) 研究濱溪植群之栓皮櫟—臺灣二葉松型和臺灣二葉松—臺灣赤楊型。

V. 狹葉高山櫟型 (*Cyclobalanopsis stenophylloides* type, CS)

狹葉高山櫟型分布於海拔 2,200-2,400 m，可根據其內主、次優勢樹種，分為高山新木薑子—狹葉高山櫟及狹葉高山櫟—臺灣赤楊 2 個亞型植物社會。

V1. 高山新木薑子—狹葉高山櫟亞型 (*Neolitsea acuminatissima-Cyclobalanopsis stenophylloides* subtype)

高山新木薑子—狹葉高山櫟亞型位於七卡山莊附近的天然闊葉林，海拔分布約 2,420-2,500 m；以狹葉高山櫟 (*Cyclobalanopsis stenophylla* var. *stenophylloides*)、阿里山灰木

(*Symplocos arisanensis*)、雲葉 (*Trochodendron aralioides*)、三斗石櫟 (*Pasania hancei* var. *ternaticupula*) 等為主要林冠組成，偶有零星鐵杉、臺灣黃杉 (*Pseudotsuga wilsoniana*) 或華山松 (*Pin. armandii* var. *masteriana*) 間雜突出林冠，形成林冠突出種；低層林冠組成除優勢種之未熟樹外，尚有玉山假沙梨、高山新木薑子 (*Neolitsea acuminatissima*)、福建賽衛矛 (*Microtropis fokiensis*)、假柃木 (*E. crenatifolia*) 等小喬木或灌木，植群型之林冠組成較多樣。優勢草本地被組成為臺灣瘤足蕨 (*Plagiogyria formosana*)。藤本與附生蕨類有大枝掛繡球 (*Hydrangea integrifolia*)、山蘇花 (*Asplenium antiquum*)、擬烏蘇里瓦葦 (*Lepisorus pseudo-ussuriensis*) 等。

V2. 狹葉高山櫟—臺灣赤楊亞型 (*Cyclobalanopsis stenophylloide-Alnus japonica* subtype)

狹葉高山櫟—臺灣赤楊亞型位於海拔 2,193 m 附近，以狹葉高山櫟、臺灣赤楊較優勢，並有較大徑級之臺灣二葉松零星分布；下層林冠以米飯花 (*Vaccinium bracteatum*)、太平山莢蒾 (*Vi. foetidum* var. *rectangulatum*) 及臺灣莢蒾 (*Vi. taiwanianum*) 較優勢，部份生育地有臺灣雲杉及紅檜的稚樹栽植其中，生育地較開闊處則以臺灣芒為優勢。若長期未受干擾的影響，臺灣二葉松及臺灣赤楊等陽性樹種可能會被取代而朝向為鄰近以耐陰性樹種組成之植物社會演替。

VI. 臺灣雲杉型 (*Picea morrisonicola* type, PM)

臺灣雲杉型位於步道 3.6 k 處，分布海拔約 2,850-2,950 m，為位哭坡附近之臺灣雲杉造林地；因生育地環境惡劣，造林不易成功而形成類似高山疏林景觀，僅殘留數株。灌叢尚間雜有紅毛杜鵑、玉山箭竹等，草本層以高山芒等較優勢。

VII. 栓皮櫟—化香樹型 (*Quercus variabilis-Platycarya strobilacea* type, QP)

栓皮櫟—化香樹型主要分布於七家灣溪流域，相當於林聖峰 (2007) 於七家灣植群分類

中的栓皮櫟—化香樹—胡桃型。本植群型以栓皮櫟為主要優勢組成，依不同伴生之優勢樹種，本植物社會可細分成栓皮櫟、栓皮櫟—化香樹與臺灣胡桃—栓皮櫟等 3 亞型植物社會。

VIII. 栓皮櫟亞型 (*Quercus variabilis* subtype)

栓皮櫟亞型分布離河道較高的坡面上，分布海拔約 1,900 m；以栓皮櫟為最優勢組成，臺灣二葉松零星間雜其中共同組成林冠；林下灌叢僅臺灣紫珠 (*Callicarpa formosana*)、三斗石櫟等零星分布，地被層以臺灣蘆竹 (*Arundo formosana*) 最為優勢。本亞型植物社會之樹冠鬱閉常不佳，林下光線尚充足，但林下灌叢與地被植物種類少，此可能因臺灣蘆竹密集的地下走莖佔據林下生育地所致，此現象與玉山箭竹大量分布於臺灣冷杉或鐵杉林下時相似 (歐辰雄, 2008)。

VII. 臺灣胡桃—栓皮櫟亞型 (*Juglans cathayensis-Quercus variabilis* subtype)

臺灣胡桃—栓皮櫟亞型多位於登山口下方七家灣沿岸，海拔分布約為 1,800 m 附近。臺灣胡桃 (*Juglans cathayensis*)、栓皮櫟與化香樹 (*Platycarya strobilacea*) 在七家灣溪濱溪植群中參雜鑲嵌，然沿海拔上升、離河道愈遠，以及愈近嶺線位置時，栓皮櫟的數量會漸漸增加，可能因栓皮櫟對環境濕度或水分要求不若化香樹或臺灣胡桃高所致。此亞型林內優勢種為臺灣胡桃，栓皮櫟為較低冠層，灌木層為朴樹 (*Celtis sinensis*) 與臭椿 (*Ailanthus altissima* var. *tanakai*) 的稚樹；林下藤本物種相當豐富，有青牛膽 (*Thladiantha nudiflora*)、巴氏鐵線蓮 (*Clematis parviloba*)、臺灣馬兜鈴 (*Aristolochia shimadai*) 及臺灣何首烏 (*Polygonum multiflorum*) 等。臺灣蘆竹在臺灣胡桃—栓皮櫟亞型地被仍有分布，但覆蓋程度相對於栓皮櫟亞型植物社會已大幅下降，除因本亞型植物社會的林冠較栓皮櫟亞型鬱閉影響外，臺灣胡桃的毒他作用 (allelopathy, 劉棠瑞和蘇鴻傑, 1983)，亦可能為造成本區臺灣蘆竹覆蓋率不若栓皮櫟亞型之高緣故。

VII.3. 栓皮櫟—化香樹亞型 (*Quercus variabilis-Platycarya strobilacea* subtype)

栓皮櫟—化香樹亞型海拔分布約 1,800-1,900 m。主要優勢為栓皮櫟、化香樹構成主要林冠，灌木層有臭椿、米飯花、臺灣紫珠及海州常山 (*Clerodendrum trichotomum*) 等零星分布。地被由臺灣蘆竹、臺灣芒、玉山箭竹等形成較高之草本層，並由槭葉石葦 (*Pyrrosia polydactylis*)、臺灣天南星 (*Arisaema formosanum*) 及海螺菊 (*Ellisiophyllum pinnatum*) 等組成較低的草本層。

VIII. 臺灣紅豆杉—臺灣灰木型 (*Taxus sumatrana-Symplocos formosana* type, TS)

臺灣紅豆杉—臺灣灰木型海拔分布約 2,217 m，樣區內臺灣紅豆杉 (*Taxus sumatrana*) 及臺灣黃杉各 1 株，胸高直徑皆超過 200 cm。上層林冠由臺灣黃杉及臺灣紅豆杉組成，次級林冠主要由臺灣灰木組成，伴生有高山新木薑子、長葉木薑子 (*Litsea acuminata*)、五指山冬青 (*Ilex goshiensis*)、冬青葉桃仁 (*Prunus phaeosticta* var. *ilicifolia*)、玉山灰木 (*S. morrisonicola*) 等小喬木。灌木由米飯花、假柃木、巒大紫珠 (*Ca. randaiensis*)、阿里山十大功勞 (*Mahonia oiwakensis*) 等較優勢；草本物種相當多樣，如刺萼寒梅 (*Ru. pectinellus*)、絞股藍 (*Gynostemma pentaphyllum*)、尖形沿階草 (*Ophiopogon intermedius*)、海螺菊、鴛鴦湖細辛 (*Asarum crassusepalum*)、長行天南星等 (*Arisaema consanguineum*) 等。蕨類植物有斜方複葉耳蕨 (*Arachniodes rhomboides*)、細葉複葉耳蕨 (*Ara. aristata*)、華中瘤足蕨 (*Pl. euphlebia*)、臺灣瘤足蕨、稀子蕨 (*Monachosorum henryi*) 等。

IX. 卡氏櫛—西施花型 (*Castanopsis carlesii-Rhododendron ellipticum* type, CR)

本植群型分布之海拔梯度約 2,168-2,217 m。樹種組成以殼斗科植物為最優勢，屬典型櫟林帶。主要林冠層優勢物種為卡氏櫛 (*Castanopsis carlesii*)，部份生育地偶有臺灣黃杉、鐵杉等大徑木零星分布，突出林冠形成林冠突

出種，較低之林冠主要由西施花 (*Rh. latoucheae*) 構成，並伴生有狹葉高山櫟、三斗石櫟、高山新木薑子、玉山灰木等。主要地被組成有伏牛花 (*Damnacanthus indicus*)、蔓竹杞 (*Myrsine stolonifera*)、臺灣瘤足蕨等。因環境濕度相當，有不少地生及附生蕨類植物如臺灣瘤足蕨、魚鱗蕨 (*Acrophorus stipellatus*)、擬烏蘇里瓦葦、石葦 (*Pyrrosia lingua*) 等。

X. 高山櫟—鐵杉型 (*Quercus spinosa-Tsuga chinensis* type, QT)

本植群型約分布於步道 3 k 至哭坡平台，海拔約 2,700-2,850 m，多位於東北面坡之凹地溪谷。本型之高山櫟植株非常高大，部份植株胸徑大於 100 cm，與分布於臺灣二葉松型的高山櫟之植株體型大小明顯不同。本型為櫟林帶銜接鐵杉雲杉林帶之重要區位。高山櫟、鐵杉與少數臺灣冷杉構成主要林冠，次級林冠由刺楸 (*Osmanthus heterophyllus*)、假柃木等小喬木組成。地被植物優勢植物為玉山箭竹，並伴生有臺灣天南星、班葉蘭 (*Goodyera schlectendaliana*)、裂葉樓梯草 (*Elatostema trilobulatum*) 及海螺菊等陰性植物。

XI. 紅檜型 (*Chamaecyparis formosensis* type, CF)

紅檜型位於武陵農場水源管線近 2.5 k 處，海拔分布約為 2,196 m，生育地近溪溝，環境相當潮濕，有較多濕生陰性植物。紅檜是本區最主要之林冠優勢組成，次級林冠主要以小喬木或灌木之臺灣灰木、毛果柃木、狹瓣八仙花 (*Hydrangea angustipetala*) 及巒大紫珠等組成。因潮濕之環境，故蕨類之物種相當豐富，有福山氏耳蕨 (*Polystichum wilsonii*)、斜方複葉耳蕨、鐵角蕨 (*Asplenium trichomanes*) 及臺灣瘤足蕨等，草本則由絨莖樓梯草 (*Elatostema parvum*)、短角冷水麻 (*Pilea aquarum*)、水蓼 (*Polygonum hydropiper*) 等物種組成。本型植物社會與卡氏櫛—西施花型、臺灣紅豆杉—臺灣灰木型等 3 型植物社會是以往雪山主峰沿線調查研究中尚未調查到，然位於櫟林帶或針闊混淆林之研究皆有相似之植群型 (陳永修, 1992; 歐

辰雄，2004)，為雪山主峰線未受干擾且原始的植群。

灌叢與草本植物社會

雪山主峰沿線除森林植物社會外，在嶺線、三六九山莊附近、圈谷等地區尚有灌叢與草本植物社會，構成森林與灌叢、草本植物社會相鑲之生態系。除圈谷之灌叢與草本植物社會因雪山高山生態系之氣候、地形、地質與土壤等天然環境形塑而成外，在嶺線與三六九山莊之灌叢與草本植物社會多為火燒等干擾造成；本區灌叢與草本植物社會依優勢物種大致劃分成下列4型。

XII. 玉山圓柏—玉山杜鵑型 (*Juniperus squamata-Rhododendron pseudochrysanthum* type)

玉山圓柏—玉山杜鵑型分布於雪山主峰至圈谷，海拔範圍約3,500-3,886 m，主要組成為玉山圓柏及玉山杜鵑構成之矮盤灌叢，與森林植物社會之玉山圓柏型不同，此因地理環境及氣候等因素，環境相對嚴苛，植株呈現匍匐灌木狀，而因此區域多在冬季時降雪至隔年春天融雪，位於較頃斜之地勢融雪時多會挾帶些許土石，故其枝條多埋於土石下。因氣候條件相對較為嚴苛，圈谷之玉山圓柏—玉山杜鵑植群之地被組組成異於以玉山圓柏為優勢之森林植物社會，後者組成除玉山圓柏小苗外，地被組成相對單純，有早田氏香葉草 (*Geranium hayatanum*)、臺灣烏頭 (*Aconitum fukutomei*)、雪山翻白草等；圈谷主要優勢組成除玉山圓柏及玉山杜鵑外，尚有玉山小蘗、高山白珠樹 (*Gaultheria itoana*)、玉山薔薇 (*Ro. morrisonensis*) 形成伴生之矮冠層，草本層則以雪山翻白草、玉山當歸、羊茅 (*Festuca ovina*) 及高山艾 (*Artemisia oligocarpa*) 等生長芽埋入土壤或恰位於土表之地中植物 (cryptophytes) 及半地中植物 (hemicyptophytes) 為主。

XIII. 玉山箭竹—高山芒型 (*Yushania niitakayamensis-Miscanthus transmorrisonensis* type)

玉山箭竹—高山芒植群型分布於七卡山莊

至三六九山莊沿線部分地區，海拔分布約2,895-3,226 m。優勢植物為玉山箭竹與高山芒外，並有豐富之禾本科 (Poaceae)、菊科 (Compositae)、百合科 (Liliaceae)、龍膽科 (Gentianaceae) 等植物伴生，例如一枝黃花 (*Solidago virgaurea*)、森氏山柳菊 (*Hieracium morii*)、玉山毛蓮菜 (*Picris hieracioides*)、臺灣粉條兒菜 (*Aletris formosana*)、巒大當藥、臺灣百合 (*Lilium formosanum*)、臺灣龍膽 (*Gentiana davidii* var. *formosana*)、黃花龍膽 (*G. flavesens*) 等，以及高山白珠樹、假繡線菊 (*Spiraea hayatana*)、高山薔薇 (*Rosa transmorrisonensis*) 等木本低矮灌木。蕨類植物以玉山石松 (*Lycopodium veitchii*)、臺灣絨假紫萁 (*Osmunda claytoniana*) 數量較多，後者常形成區域性的優勢地被。部份生育地尚有臺灣冷杉、臺灣二葉松、刺柏 (*J. formosana*)、玉山圓柏、玉山杜鵑、紅毛杜鵑等木本植物入侵，形成高山疏林之景緻。

XIV. 高山芒型 (*Miscanthus transmorrisonensis* type)

高山芒植群型位於三六九山莊進入黑森林附近之草生地，與玉山箭竹形成不同群落，而以高山芒佔絕對之優勢，伴生植物有中國地楊梅 (*Luzula effusa*)、玉山當歸、臺灣藜蘆 (*Veratrum formosanum*)、玉山石竹 (*Dianthus pygmaeus*) 等多年生草本。

XV. 高山艾—羊茅型 (*Artemisia oligocarpa-Festuca ovina* type)

高山艾—羊茅植群型位於圈谷往雪山主峰沿線之岩生地，分布海拔約3,700-3,800 m，生育地較貧瘠且日溫差變動幅度大，且冬季為雪覆蓋，物種組成多為菊科、禾本科等較能於嚴苛的高山生態系生育環境生長之地面芽植物，以高山艾、羊茅佔有優勢，亦有玉山卷耳、玉山石竹、梅花草 (*Parnassia palustris*)、玉山薄雪草 (*Leontopodium microphyllum*)、穗花佛甲草 (*Hylotelephium subcapitatum*)、南湖蒿草 (*Pedicularis ikomai*) 等伴生。

(二) 植物社會與環境之關係

DCA 分布序列法為將生物社會之物種介量依加權平均法 (weight average) 演算後推得各植物社會之排序分數，藉此反映出各生育地之環境及物種組成之相關性或歧異性，因此可藉由排序圖之結果了解各植物社會彼此之空間分

布上的趨勢，進一步將相近之植物社會分類(張金屯, 2004)。本研究將 38 個森林植物樣區進行 DCA 分布序列法分析，DCA 排序結果 (圖 3) 顯示與矩陣群團分析之樹形圖 (圖 2) 分群結果大致相符。DCA 分布序列法無法使排序圖直

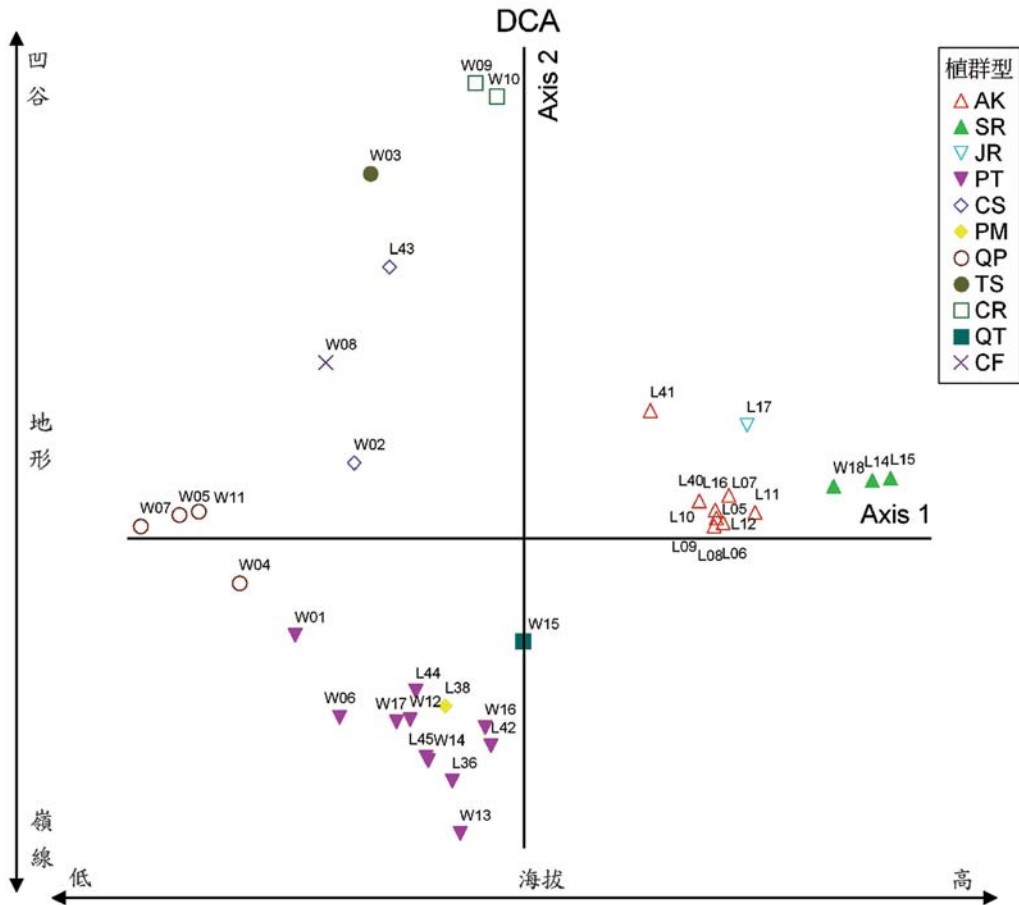


圖 3. 雪山主峰線 38 個森林植物社會樣區之 DCA 雙序圖。樣區編號 W 為本研究設立，L 為呂金誠等 (1999) 設立。植群型代號 AK：臺灣冷杉植群型；SR：巒大花楸型；JS：玉山圓柏型；PT：臺灣二葉松型；CS：狹葉高山櫟型；PM：臺灣雲杉型；QP：栓皮櫟－化香樹型；TS：臺灣紅豆杉－臺灣灰木型；CR：卡氏槲－西施花型；QT：高山櫟－鐵杉型；CF：臺灣紅檜型。

Fig. 3. DCA ordination plot of the first two axis of 38 forest sample plots in east trail of Mt. Shei. The plots with 'W' were set by this study; the plots with 'L' were set by Lu *et al.* (1999). AK: *Abies kawakamii* type; SR: *Sorbus randaiensis* type; JS: *Juniperus squamata* type; PT: *Pinus taiwanensis* type; CS: *Cyclobalanopsis stenophylloides* type; PM: *Picea morrisonicola* type; QP: *Quercus variabilis*-*Platycarya strobilacea* type; TS: *Taxus sumatrana*-*Symplocos formosana* type; CR: *Castanopsis carlesii*-*Rhododendron ellipticum* type; QT: *Quercus spinosa*-*Tsuga chinensis* type; CF: *Chamaecyparis formosensis* type.

觀了解生育地環境與植群間的關係，因此DCA排序圖須佐以實際的現況資料加以推論其於排序空間之意涵(劉棠瑞、蘇鴻傑, 1983; 張金屯, 2004)。DCA 分布序列法之統計報表如表 1, 第一軸變異解釋率為 10.7%, 第二軸變異解釋率為 8.0%, 本研究以前 2 軸呈現排序結果, 累積變異解釋率為 18.7 %。由 DCA 累積變異解釋率可了解各排序軸呈現樣區空間分布時所能提供之解釋程度(張金屯, 2004)。DCA 排序圖第一軸由左至右大致可將樣區由低海拔排列至高海拔, 最左邊為櫟林帶下層的栓皮櫟

型(分布七家灣溪沿岸), 最右為冷杉林帶的巒大花楸型、臺灣冷杉型與玉山圓柏型; 第二軸由上至下可大致顯示樣區分布由凹谷地至嶺線, 反映出濕潤與乾燥的生育地, 一端為卡氏櫟—西施花型與臺灣紅豆杉型, 另一端為臺灣二葉松型, 此植群類型之主優勢物種雖為臺灣二葉松, 但植群型內組成歧異性大致使分布較分散。DCA 分析結果顯示造成本區植群分佈變異, 主要第一軸海拔梯度所造成, 第二軸則呈現地形位置的分布趨勢, 與蘇鴻傑與王立志(1988)、陳子英等(2008)等研究結果相似。

表 1. 雪山主峰線各樣區 DCA 前三軸之軸長、特徵根、變異解釋率及累積變異解釋率統計表

Table 1. The first three axes and axis length and eigenvalue and percentage of variance explained and cumulative percentage explained of DCA analysis in east trail of Mt. Shei

	軸長	特徵根	變異解釋率	累積變異解釋率
第一軸	10.141	0.957	0.107	0.107
第二軸	4.843	0.715	0.080	0.187
第三軸	4.258	0.468	0.052	0.239

註: total inertia: 8.9563

CCA 分布序列法相較 DCA 分布序列法, 可加入環境因子之矩陣以直觀探討植群與環境因子之關係(張金屯, 2004)。本研究 CCA 分布序列法之環境因子之相關性分析顯示(表 2), 海拔與全天光有高正面相關, 與坡度及坡向雖都呈現較不明顯負相關, 坡度與坡向及其餘兩個環境因子之相關性較低。由環境因子重複代

入 CCA 分布序列之迭代(回歸式)可了解環境與排序軸之關係(表 3); 第一軸與海拔高及全天光呈正相關且相關性高, 而與坡度及坡向呈現負相關。第二軸則與全天光呈現負相關, 但與其他環境因子較無明顯之相關性。第三軸與坡度呈現正相關, 與坡向呈現負相關。

表 2. 雪山主峰線各樣區樣區環境相關性矩陣表

Table 2. Matrix of Pearson correlation of environmental factors in east trail of Mt. Shei

	海拔高	坡度	坡向	全天光
海拔高				
坡度	-0.419**			
坡向	-0.203	-0.379**		
全天光	0.771**	-0.397**	0.003	

註: ** $p < 0.01$

表 3. 雪山主峰線各樣區環境因子與 CCA 之前三軸相關性及演算分數表

Table 3. Pearson correlation of environmental factors and CCA first three axes and CCA biplot scores in east trail of Mt. Shei

環境 因子	相關性			演算分數		
	第一軸	第二軸	第三軸	第一軸	第二軸	第三軸
海拔高	-0.999	0.010	0.046	-0.973	0.008	0.034
坡度	0.464	-0.122	0.762	0.452	-0.105	0.573
坡向	0.180	0.300	-0.818	0.175	0.258	-0.614
全天光	-0.763	0.643	0.056	-0.744	0.552	0.042

由 CCA 之特徵根與總變異量 (total inertia) 比值 (表 4)，可了解各軸對森林社會樣區資料之變異量的解釋程度，經 CCA 分析顯示前三個排序軸之變異量解釋率分別為 9.7 %，5.5 %，3.2 %，呈現遞減趨勢。一般用於分析資料時，通常是使用前兩軸進行繪製雙序圖，雖雪山的植群資料以 CCA 分析結果第一軸及第二軸在變異解釋率相對較第三軸高，但環境因子與各軸之相關性 (表 3)，第二軸除了全天光因子有較明顯之相關性，與其他環境因子相關性皆較其他軸低，且全天光因子與海拔梯度成顯著正相關，故本研究 CCA 雙序圖以第一軸及第三軸呈現雖相對上會損失些許對資料變異的

解釋率 (2.3 %)，但可較為明確說明環境與植群型之關係 (圖 4)。由 CCA 雙序圖可將各森林社會樣區大致區分成數群，影響各植群型之變異主要因子為海拔梯度，雙序圖的最右下方為玉山圓柏植群型，左下方為研究區域分布海拔最低之栓皮櫟—化香樹型。臺灣二葉松植群型空間分布環境梯度較大，由較低海拔至較高海拔皆有分布，顯示臺灣二葉松的適生範圍相當廣，橫跨暖溫帶櫟林帶下層至冷溫帶之鐵杉雲杉林帶；另一方面，雪山主峰沿線部份生育地經火燒干擾或人工林栽植，致使臺灣二葉松型組成與環境較多樣。

表 4. 雪山主峰線各樣區 CCA 前三軸相關統計表

Table 4. The first three axis summary statistic of CCA in east trail of Mt. Shei

總變異量：9.8093	第一軸	第二軸	第三軸
特徵根	0.901	0.544	0.318
物種資料之變異			
變異解釋率	9.2	5.5	3.2
累積變異解釋率	9.2	14.7	18.0
Pearson 相關 (物種—環境)	0.981	0.863	0.706
Kendall 相關 (物種—環境)	0.879	0.627	0.432

註：相關性由物種介量演算之樣區分數與環境作回歸式演算之樣區分數比較

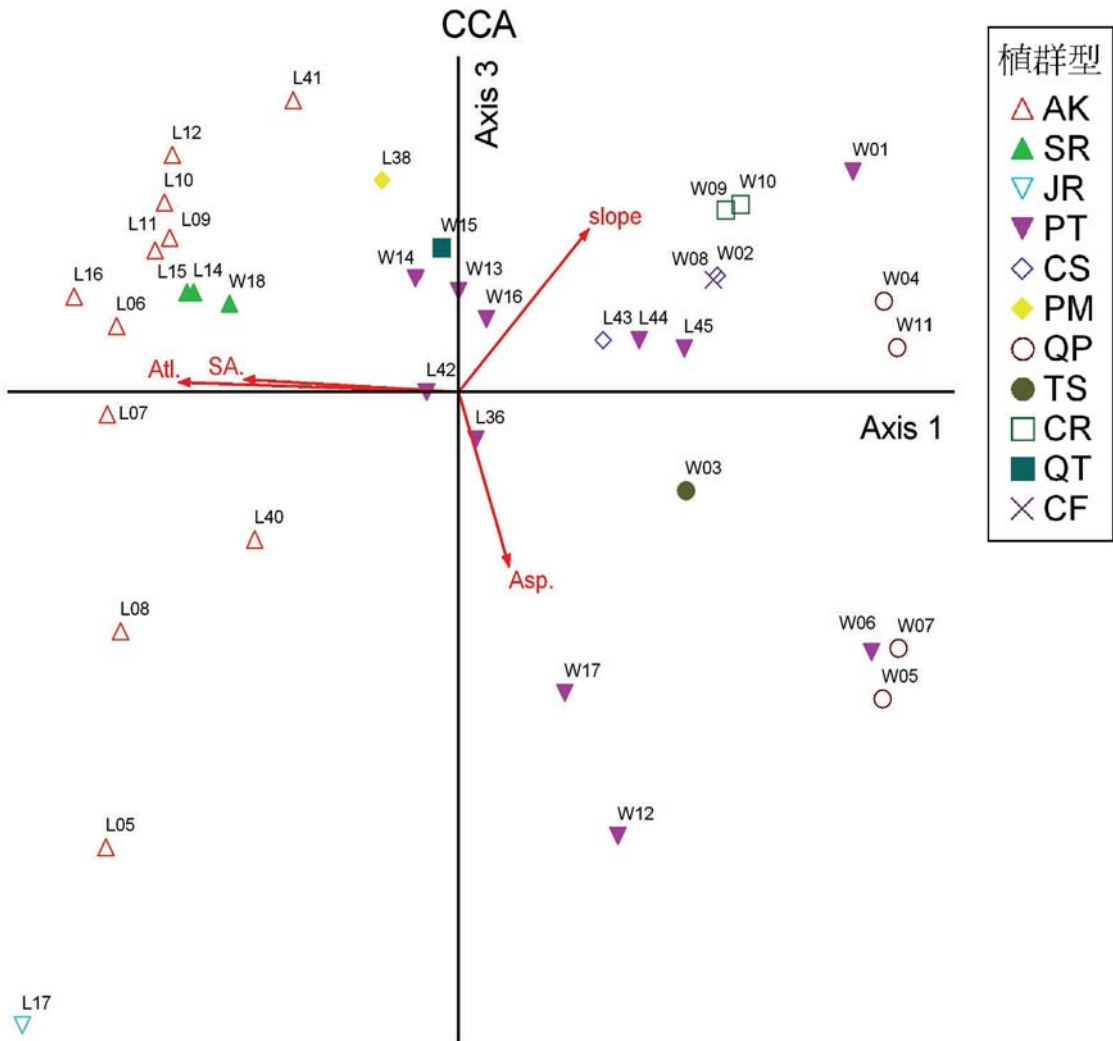


圖 4. 雪山主峰線 38 個森林植物社會樣區與環境因子之 CCA 雙序圖。樣區代號 W 為本研究設立，L 為呂金誠等 (1999) 設立樣區。Alt.：海拔高；WLS：全天光空域；Asp.：坡向；slope：坡度。植群代號 AK：臺灣冷杉植群型；SR：巒大花楸型；JS：玉山圓柏型；PT：臺灣二葉松型；CS：狹葉高山櫟型；PM：臺灣雲杉型；QP：栓皮櫟－化香樹型；TS：臺灣紅豆杉－臺灣灰木型；CR：卡氏槲－西施花型；QT：高山櫟－鐵杉型；CF：臺灣紅檜型。

Fig. 4. CCA ordination biplot of axis 1 and axis 3 of 38 forest sample plots with environment variables in east trail of Mt. Shei. The plots with 'W' were set by this study and the plots with 'L' were set by Lu *et al.* (1999). Alt.: altitude; WLS: whole light sky; Asp.: aspect. AK: *Abies kawakamii* type; SR: *Sorbus randaiensis* type; JS: *Juniperus squamata* type; PT: *Pinus taiwanensis* type; CS: *Cyclobalanopsis stenophylloides* type; PM: *Picea morrisonicola* type; QP: *Quercus variabilis-Platycarya strobilacea* type; TS: *Taxus sumatrana-Symplocos formosana* type; CR: *Castanopsis carlesii-Rhododendron ellipticum* type; QT: *Quercus spinosa-Tsuga chinensis* type; CF: *Chamaecyparis formosensis* type.

本研究將雪山主峰線高山生態系之各植物社會依海拔高低進行繪製垂直分布圖(圖 5)，並彙入各植物社會對應之氣候帶與植群帶(Su, 1984；邱清安, 2006)以進行探討。其中，臺灣二葉松型分布海拔梯度最大，分布研究區域由櫟林帶至冷杉林帶；栓皮櫟—化香樹型分布

海拔最低，而玉山圓柏—玉山杜鵑型與高山艾—羊茅型為圈谷之亞寒帶高山植群帶分布海拔最高。狹葉高山櫟型、臺灣紅豆—臺灣灰木型、卡氏櫟—西施花型、臺灣紅檜型等為涼溫帶櫟林帶上層之植物社會，高山櫟—鐵杉型則位於鐵杉林帶與櫟林帶之間。

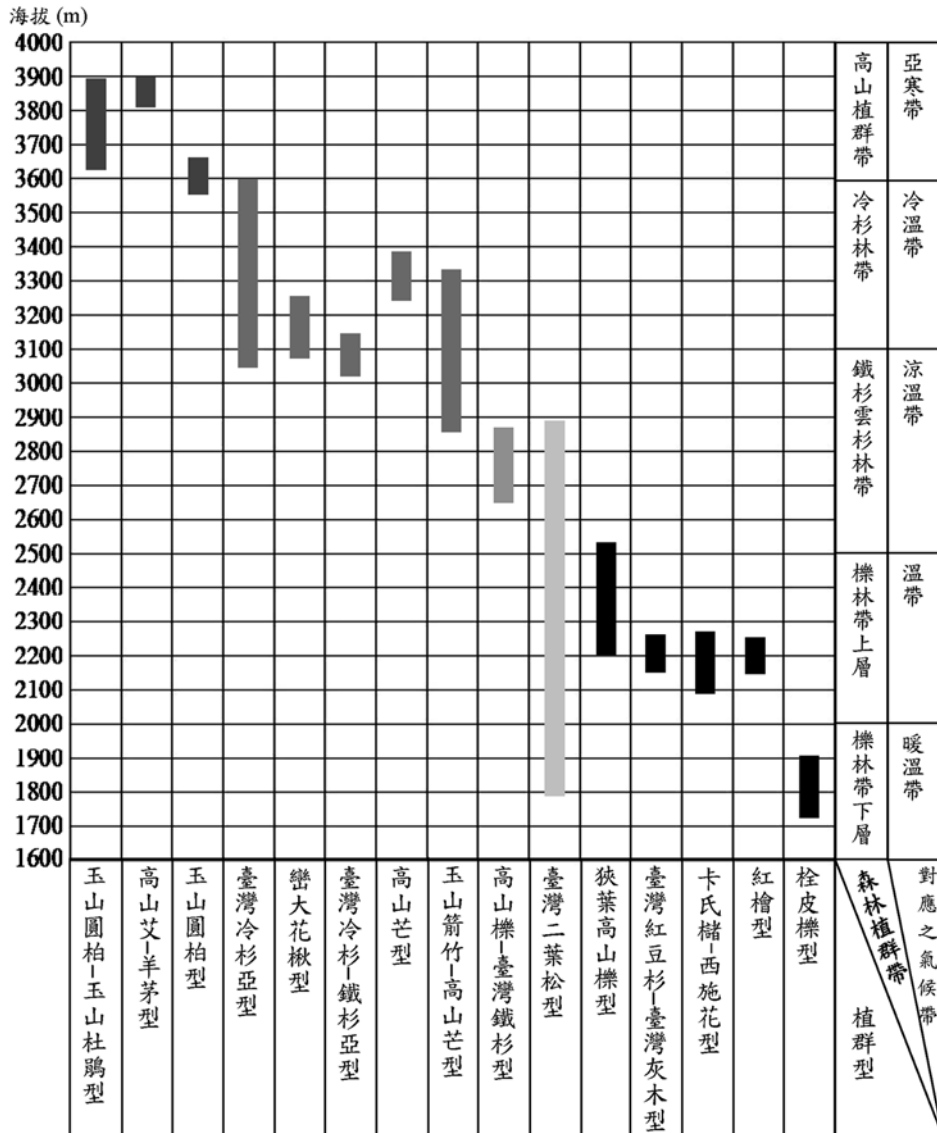


圖 5. 雪山主峰線植物社會海拔垂直分布與植被帶、氣候帶關係圖。植被帶、氣候帶為 Su (1984b) 研究成果。

Fig. 5 The vertical patterns vegetations in east trail of Mt. Shei. The right forms are vertical bands in central Taiwan mountain forest vegetation zone and the corresponding climatic zone by Su (1984b).

(三) 森林植物社會之族群結構

觀察天然林之族群消長或演替情形，可將植群內之樹種各別分析，探討其族群於該植群之消長，以推測整個植群的演替情況(劉瑞棠、蘇鴻傑，1983)。本研究將不同森林植物社會之主要樹種組成，依徑級及該徑級出現株數之分布關係繪製成直方圖(圖 6)，以了解主要組成之樹種在各植群型徑級分布，用以表示族群動態。玉山圓柏型之優勢組成爲玉山圓柏，其徑級結構呈反 J 型(圖 6a)，由於玉山圓柏具有相當長的壽命，反映玉山圓柏在此植物社會中仍可持續優勢(呂金誠，1999)。臺灣冷杉在臺灣冷杉亞型植物社會的徑級結構亦呈現反 J 型(圖 6b)，顯示臺灣冷杉於研究區域仍可維持優勢。黃群修(1994)、歐辰雄(2008)研究雪山地區臺灣冷杉徑級結構，以及與林旭宏(2003)針對合歡山臺灣冷杉林的徑級組成與更新的研究發現，臺灣冷杉的徑級結構亦呈鐘型分布，與本研究結果不同，此因上述研究皆針對相對穩定之臺灣冷杉植物社會進行短期或長期動態研究，而本研究則是針對雪山主峰線不同植群進行調查研究，盡可能取樣調查研究區域所有的植物社會，因此族群結構與長期動態研究有所差異。玉山圓柏與鐵杉分布在臺灣冷杉型的數量較少，但徑級結構呈現反 J 型(圖 6c)，乃因玉山圓柏與鐵杉在此植物社會皆非其最適界，無法與臺灣冷杉競爭所致，然此區偶有孔隙，兩者之小苗及稚樹可常藉由孔隙於此區域存活一段時間。巒大花楸型位於三六九山莊後方草原與森林植物社會之推移帶，爲高山火燒後次級演替形成，巒大花楸之徑級結構呈反 J 型(圖 6d)，反映巒大花楸仍可持續一段時期。

臺灣二葉松在臺灣二葉松型之徑級結構呈現反 J 型(圖 6e)，顯示臺灣二葉松在此植群中會將維持一段較長時間，然臺灣二葉松爲一陽性樹種，常在火燒後演替初期建立其族群(陳明義等，1987；呂金誠，1990；賴國祥，2005)，反映本區火燒發生頻度較高，或因干擾

後造林時序不同，形成以臺灣二葉松爲優勢之年代不同且相對異質之植群。臺灣雲杉在研究區域幾未見大徑級之植株，其徑級結構呈反 J 型(圖 6f)，但多爲稚樹，反映其造林時期不長或多次造林所致，然臺灣雲杉在區內多數生長不良，特別是位處嶺線者。臺灣赤楊櫟林帶常見之陽性樹種，其在臺灣二葉松型中之徑級結構呈反 J 型(圖 6f)，反映其在該植物社會中仍可維持一段時期。

狹葉高山櫟、卡氏櫟、三斗石櫟、高山新木薑子、玉山假沙梨、臺灣灰木、阿里山灰木、西施花等(圖 6g, 6h, 6i, 6j)在臺灣紅豆杉—臺灣灰木型、卡氏櫟—西施花型、狹葉高山櫟和紅檜型等櫟林帶植物社會中，其徑級結構皆呈現反 J 型，顯示上述樹種爲櫟林帶演替後期至極盛相之主要組成，若未經干擾將可長期維持其族群。栓皮櫟、化香樹與臺灣胡桃爲栓皮櫟—化香樹型之主要組成，化香樹與臺灣胡桃徑級呈反 J 型(圖 6k)，顯示其可持續在此等植物社會維持該族群，然栓皮櫟之徑級雖略呈反 J 型(圖 6k)，然稚樹部份相對較少，顯示其族群數量可能在此植物社會後續的演替過程將減少，反映出栓皮櫟爲陽性樹種的特性。

五、結論

- (一) 武陵—雪山主峰線沿線之植群分類結果與以往雪山地區植群分類結果大致吻合，而其中之臺灣紅檜型、臺灣紅豆杉—臺灣灰木型、卡氏櫟—西施花型等爲首次調查發現之櫟林帶原始植物社會。
- (二) 武陵—雪山主峰線沿線植群群團分析結果與分布序列法結果大致相符，分布序列法之雙序圖揭示植物社會之分布與海拔、全天空域、地形位置、坡向等環境因子有關，顯示上述環境因子與植群關係密切，影響物種組成分布與植群分化。
- (三) 各植群型內族群之徑級結構顯示其優勢樹種組成爲穩定族群，而陽性樹種如栓皮櫟、台灣二葉松和台灣赤楊等優勢之植物

社會日後是否為耐陰性樹種取代與干擾有

關，此有待日後植群調查以茲驗證。

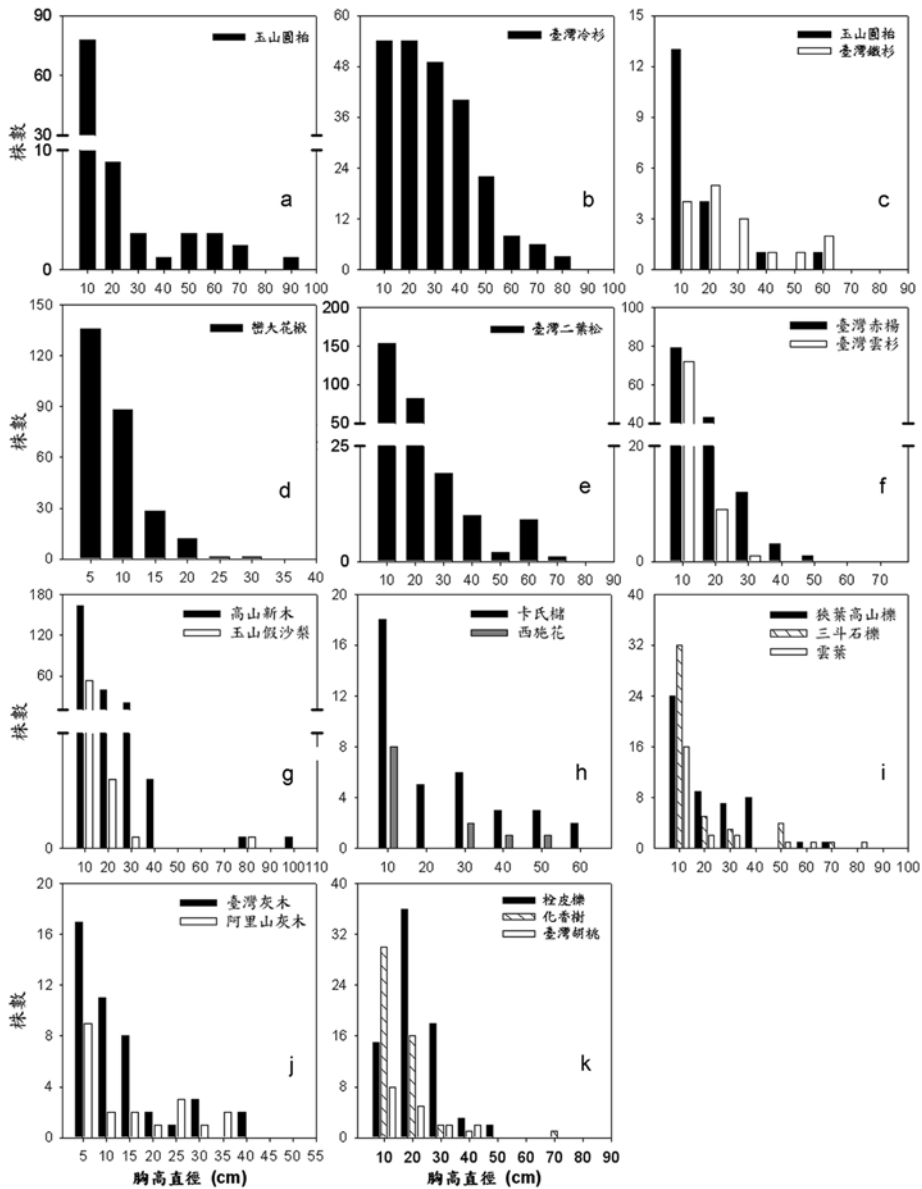


圖 6. 雪山主峰線森林植物社會主要優勢族群之徑級分布圖。a：玉山圓柏型；b：臺灣冷杉亞型；c：臺灣冷杉－鐵杉亞型；d：巒大花楸型；e：臺灣二葉松型；f：臺灣雲杉型；g：臺灣紅豆杉－臺灣灰木型；h：卡氏櫛－西施花型；i：狹葉高山櫟型；j：臺灣紅檜型；k：栓皮櫟－化香樹型。

Fig. 6. DBH-class plots of main populations structure of forest vegetations in east trail of Mt. Shei. a: *Juniperus squamata* type; b: *Abies kawakamii* type; c: *Abies kawakamii*-*Tsuga chinensis* subtype; d: *Sorbus randaiensis* type; e: *Pinus taiwanensis* type; f: *Picea morrisonicola* type; g: *Taxus sumatrana*-*Symplocos formosana* type; h: *Castanopsis carlesii*-*Rhododendron ellipticum* type; i: *Cyclobalanopsis stenophylloides* type; j: *Chamaecyparis formosensis* type; k: *Quercus variabilis*-*Platycarya strobilacea* type.

六、致謝

本文承雪霸國家公園管理處提供研究經費及調查工作之協助，以及退輔會武陵農場提供相關協助，特此誌謝。

七、引用文獻

- 王永健、陶建平、李媛、余小紅 (2007) 華西箭竹對臥龍亞高山森林不同演替階段物種多樣性與喬木更新的影響。林業科學 43(2): 1-7。
- 王微、陶建平、胡凱、李宗峰、宋利霞 (2008) 小徑竹對亞高山暗針葉林優勢林窗更新的影響。廣西植物 28(1): 52-56。
- 呂金誠 (1990) 野火對台灣主要森林生態系影響之研究。中興大學植物學研究所博士論文。
- 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。
- 呂金誠 (2006) 雪霸自然保護區翠池地區玉山圓柏族群結構調查。行政院農業委員會委託研究計畫系列第 95-03-08-02 號。
- 何春蓀 (1986) 臺灣地質概論。經濟部中央地質調查所。
- 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。
- 林鴻志 (2005) 雪霸國家公園植群分類之研究。中興大學森林系研究所碩士論文。
- 林聖峰 (2007) 七家灣溪流流域植群多樣性分析與製圖。中興大學生命科學院碩士在職專班論文。
- 林博雄、魏聰輝 (2009) 雪山地區高山生態系整合調查—高山微氣象與熱量收支之研究。
- 邱清安、林鴻志、廖敏君、曾彥學、歐辰雄、呂金誠、曾喜育 (2008) 臺灣潛在植群形相分類方案。林業研究季刊 30(4): 89-112。
- 郝占慶、郭水良、葉吉 (2003) 長白山北坡木本植物分布與環境關係的典範對應分析。植物生態學報 27(6): 733-741。

- 徐憲生 (2006) 七家灣溪濱岸植群監測與地景變遷。中興大學森林系研究所碩士論文。
- 陳正祥 (1957) 氣候的分類與分區。台大農學院實驗林林業叢刊 第 7 號。
- 陳永修 (1992) 六龜地區多納溫泉溪上游集水區植群生態之研究。國立台灣大學碩士論文。
- 陳明義、呂金誠、林昭遠 (1987) 武陵台灣二葉松林火燒後植群之初期演替。中興大學實驗林研究報告 8: 1-10。
- 陳子英、吳欣玲、劉啓斌、葉清旺、林哲榮 (2008) 台灣東北部蘭陽溪流流域物種多樣性及物種群沿海拔梯度之分布。第六屆台灣植群多樣性研討會論文集第 78-99 頁。行政院農委會林務局。
- 張金屯 (2004) 數量生態學。科學出版社，北京市。
- 張玲、袁曉穎、張東來 (2007) 大小興安嶺過渡區木本植物群落數量分類與排序。東北林業大學學報 35(9): 49-51。
- 郭礎嘉 (2009) 七家灣溪濱岸植群動態。中興大學森林學系碩士班碩士論文。
- 黃群修 (1994) 雪山北坡台灣冷杉林森林動態與族群結構之研究 台灣大學森林學研究所碩士論文。
- 劉棠瑞、蘇鴻傑 (1983) 森林植物生態學。臺灣商務印書館股份有限公司。
- 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。
- 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。
- 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。
- 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。

- 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。
- 歐辰雄 (2008) 雪山主峰線臺灣冷杉族群動態監測。內政部營建署雪霸國家公園管理處委託研究報告。
- 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。
- 賴國祥 (2005) 合歡北峰台灣二葉松林火燒後之天然更新。特有生物研究 7(1): 61-68。
- 應紹舜 (1976) 臺灣高山植物形態的研究。中華學季刊 9(1): 59-71。
- 蘇鴻傑、王立志 (1988) 台灣北部南勢溪上游集水區之森林植群。台大實驗林研究報告 2 (4): 89-100。
- Daubenmire, R. (1968) Plant communities: A textbook of plant synecology. Harper and Row, Inc., New York.
- Day, F. P. and C. D. Monk (1974) Vegetation pattern on a southern Appalachian watershed. Ecology 55: 1064-1072.
- Gauch, H. G. (1982) Multivariate Analysis in Community Ecology. Cambridge Univ. Press., Cambridge, UK.
- McCune, B. and M. J. Mefford (1999) PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data, vers. 4. Glenden Beach, OR, MjM Software Design.
- Su, H. J. (1984b) Studies on the climate and vegetation types of the natural forests in Taiwan (2) Altitudinal vegetation zone in relation to temperature gradient. Quarterly Journal of Chinese Forestry 17(4): 57-73.
- Braak, C. J. F. and P. Šmilauer (2002) CANOCO. Reference Manual and CanoDraw for Windows User's Guide: Software for Canonical Community Ordination vers. 4.5. Microcomputer Power, Ithaca.

