

Studies on the effects of wildfires on the vegetation at Shesan area

Ming-Yih Chen^(1, 2) and Ying-Yu Shih⁽¹⁾

(Manuscript received 12 August 1998 ; accepted 10 November 1998)

ABSTRACT: The white snag landscape near the Shesan 369 Cabin was resulted from fires of Taiwan fir (*Abies kawakamii*) forest. Based on dendrochronological studies of fire-scarred trees, the last two fires occurred around 1903 and 1957. Those snags have rotten and fallen down gradually. The dominant understory species were grasses and deciduous shrubs at the burned snag site, and were moss and *Ainsliaea reflexa* var. *nimborum* at the unburned fir forest. Most fir seedlings establish in the range between 32m from edge to forest interior and 9m from edge to exterior. The fire that occurred at the southeastern slope of Shesan peak in Jan. of 1991 completely killed about 11 hectares of *Juniperus squamata* and *Rhododendron pseudochrysanthum*. So far no postfire regeneration of *Juniperus squamata* has been found. Even though there is no more fire, it will still take very long time to recover the original vegetation successfully.

KEYWORDS: Shesan, Taiwan fir (*Abies kawakamii*), fire, *Juniperus squamata*.

玉山國家公園沙里仙溪集水區植群生態之研究

劉靜榆^(1, 3)、曾彥學⁽²⁾

(收稿日期：1998年11月10日；接受日期：1998年12月18日)

摘 要

沙里仙溪為陳有蘭溪上游主要支流，整個集水區位於台灣中部南投縣境內，海拔1200m至3528m之間。植群調查以玉山國家公園內，台灣大學實驗林第32林班至35林班之林班界為研究範圍，面積為2119公頃。本研究設置樣區42個，並記錄其環境因子，調查所得之樣區資料利用降趨對應分析及矩陣群團分析之結果，配合列表比較法，將本區之植群分為15種林型，分別為1)台灣冷杉林型；2)台灣鐵杉林型；3)台灣二葉松林型；4)台灣赤楊—紅毛杜鵑林型；5)台灣雲杉林型；6)紅檜林型；7)褐毛柳林型；8)台灣赤楊—裡白蔥木林型；9)長尾柯—西施花林型；10)短尾葉石櫟林型；11)化香樹—阿里山千金榆林型；12)威氏帝杉—圓果青剛櫟林型；13)瓊楠—台灣山香圓林型；14)台灣赤楊—長梗紫芋麻林型；及15)台灣胡桃林型，影響植群型分化之主要因子為海拔高度。

關鍵詞：沙里仙溪、植群分析、降趨對應分析、矩陣群團分析、列表比較法。

一、前 言

沙里仙溪集水區位於玉山國家公園境內，西側以同富山(2285m)及東埔山(2782m)為界，南面則以玉山西峰(3528m)向西延伸經前山(3236m)至塔塔加鞍部(2854m)之稜線為界，東面由玉山西峰向北延伸之支稜至北玉山(1849m)，北面達和社、東埔以南，至和社營林區第32林班界為止，面積為2119公頃(圖一)。行政區域屬南投縣信義鄉，林政上屬台大實驗林第32林班至35林班。

沙里仙溪為陳有蘭溪上游主要支流，主流發源於塔塔加鞍部北側，向北流至和社附近與源自八通關之陳有蘭溪會合。整個集水區位於玉山山脈主脊西北側，開口向北偏東，全區海拔最低處為北側開口(1200m)，最高點在東南端界線上的玉山西峰，整個集水區落差達2328m，由於多為北向、東北向或西北向之坡面，其適生之植群以濕生或中生之常綠林為主。

1. Department of Botany, National Chung Hsing University, Taichung 40227, Taiwan, Republic of China.

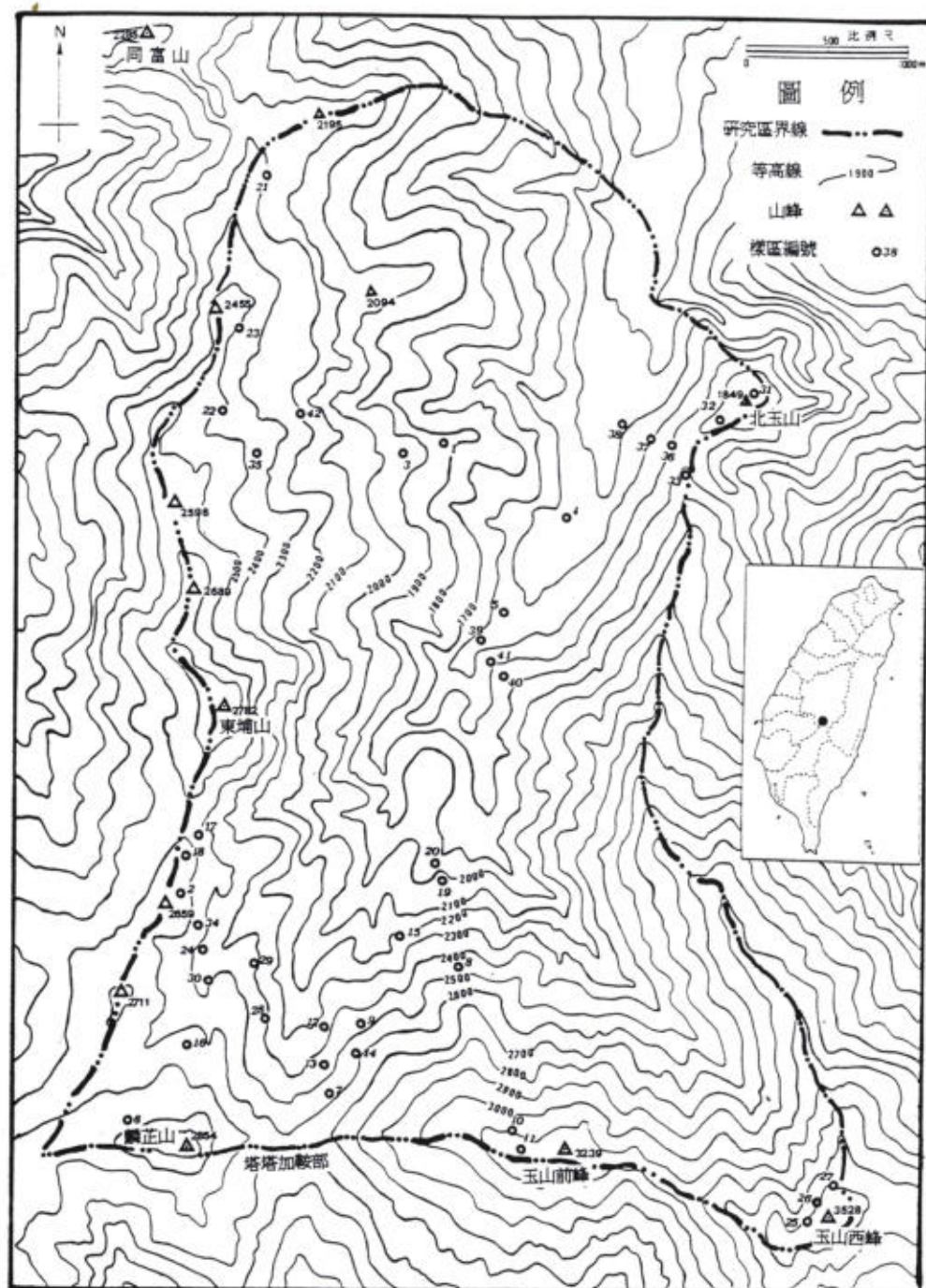
2. Corresponding author.

1. 台灣省特有生物研究保育中心棲地生態組，南投縣552集集鎮民生東路1號。

2. 台灣省特有生物研究保育中心植物組，南投縣552集集鎮民生東路1號。

3. 通信聯絡員。

本集水區於民國 15 年即劃為土沙攔止保安林，因此保有相當完整之植群，因海拔的落差與河川向上侵蝕，使得植群型與各型的演替階段呈現鑲嵌狀態。本研究之目的係以沙里仙溪集水區為研究材料，分析或識別各種植物社會 (Plant community) 或林型 (Forest type)，並研究植群型在不同生育地之分布，以環境因子評估其相關性，做為解釋或研判之基礎。



圖一、研究區之等高線圖及樣區設置位置圖

二、材料與方法

(一) 野外調查

本研究採多樣區法，選擇地形與植物組成較為均質之林分，設置 20 個 (除第 32 樣區外) 5 m×5 m 之小區集合為一合成樣區。第 32 樣區分布於北玉山西南向，其植物組成較為特殊，原計劃取兩個樣區，因另一樣區所取得小區之數量尚不足集合為一合成樣區，為避免取樣不足，將兩樣區合併，成為 33 個小區。

本研究之調查工作自 1990 年至 1991 年，取得樣區 42 個，所有樣區位置標於地圖上 (圖一)，樣區內記錄木本植物之種類與胸高直徑、平均樹高及地被草本植物種類與豐富度，其中僅針對木本植物進行分析，而草本植物則在分出之植群型中略加描述出現之種類。取樣同時附帶記錄樣區的海拔高度、坡度、坡向、土壤含石率以及四周遮蔽地形之高度角等環境因子，實地取樣資料登錄於野帳手冊，再以每樣區為單位，填寫於制式統計表上。

本研究將方位角轉化為水分梯度 (Whittaker, 1956; Whittaker & Niering, 1965)，以北半球而言，西南向最乾燥，而東北向最陰濕，依 Whittaker (1960) 的方法，將一圓周分成 16 等分，從最濕至最乾賦予 1~10 的指數 (深谷面臨溪水者為 1；淺谷而無明顯溪水者為 2；隱蔽之山坡下側為 3；其餘地形位置則依其方位，由東北至西南給予 4~10 的值)，代表不同的乾燥程度 (蘇鴻傑, 1987a)。土壤含石率分成 5 級，最高者為第 5 級，最低者為第 1 級。地形位置分為 7 級，分別是：第 1 級位於溪畔或距溪高差 50m 之內；第 2 級位於山谷或距溪 51~100m；第 3 級下坡處或距溪 100~200m；第 4 級中坡或小支稜距溪或距稜線 200m 以上；第 5 級上坡處或距稜線 100~200m；第 6 級主稜線或距山頂 51~100m；第 7 級位於山頂處於衝風處或距山頂 50m 內。此外，本研究採用樣區附近山脊所在處，測其方位角及高度角計算全天光空域 (Whole light sky space, 簡稱 WLS) 表示地形、坡度與日射之估值 (夏禹九、王文賢, 1985；蘇鴻傑, 1987a)。另以一年內夏至與冬至兩天，太陽在天空運行軌跡線所夾之天空面積，代表直射光域 (Direct light sky space, 簡稱 DLS)。

(二) 資料統計與分析

1. 原始資料統計

樣區之植物社會介量以重要值指數 (Important value index, 簡稱 IVI) 表示。由前述初步整理完成之統計表上，針對各樣區 (Stand) 內胸徑 1 公分以上之木本植物，計算各樣區之密度 (株數)、頻度 (小區數目)、及優勢度 (胸高斷面積之和)，化為相對值 (百分率) 後，以 3 項之總和作為重要值指數 (劉棠瑞、蘇鴻傑, 1983)，此值最高者為 300%，經換算為以 100% 為基礎之值後，再以八分制級值 (Octave scale) 轉化為 0~9 級 (Gauch, 1982)。樣區資料係用編輯程式 MEDIT-4 存入電腦檔案 (蘇鴻傑, 1986)。各環境因子亦以其觀測值或評估值輸入電腦，以備分析之用。

2. 植群分析方法

植群與環境關係之研判採間接梯度分析法 (Indirect gradient analysis) 中之降趨對應分析 (Detrended correspondence analysis, 簡稱 DCA, Hill & Gauch, 1980)。本研究之 DCA 分析所使用之程式為 DCARA (蘇鴻傑, 1987b) 於個人電腦上執行，其結

果將與植群分類法併用再加以研判。有關環境因子與植群變異度之關係，是依各樣區在 DCA 中計算得之序列分數與各環境因子之間進行相關測驗，所用之測驗為直線相關程式 CORMAT (蘇鴻傑，1987c)。

植群分類法利用矩陣群團分析法 (Matrix cluster analysis, 簡稱 MCA, Sneath & Sokal, 1973) 先算出任何兩樣區間的相似性係數 (Index of similarity, 簡稱 IS, Motyka *et al.*, 1950)，然後依相似性之高低將樣區依次序先後合併。本研究將重要值指數及經轉換為個位數值 (0~9) 之資料分別計算相似性指數。運算係以 MCA 程式進行 (蘇鴻傑 未發表)，並依平均聯結法 (Average linkage) 中的加權配對法 (Weighted pair-group method)，每次將相似性最高的兩樣區或合成樣區合併成新樣區，再續行下一回合聯結，直到全部樣區完成聯結為止。本研究中利用兩種不同的數據處理，分別導出兩個樹枝圖 (Dendrogram)。最後參考 DCA 及 MCA 之分類結果，用列表比較法 (Tabular comparison) 表示 (Braun-Blanquet, 1932; Gauch, 1982; Ceska & Roemer, 1971; Holzner, Werger & Ellenbroek, 1978; Feoli & Orloci, 1979)。

三、結果與討論

全區共記錄有蕨類植物 21 科 130 種，裸子植物 5 科 15 種，被子植物 115 科 738 種，調查區內總計有維管束植物 141 科 883 種，研究中對區內典型植物或未知植物皆加以採集，製成臘葉標本，所採得之標本一千餘份，存放於臺大森林系標本館，並做成植物名錄 (劉靜榆，1991)。本研究設置 42 個樣區，並記錄 7 項環境因子，區內植物均予以計量，並由其中選取胸徑達 1 公分之木本植物 148 種配合環境因子資料進行分析，分析結果探討如下：

(一) 降趨對應分析

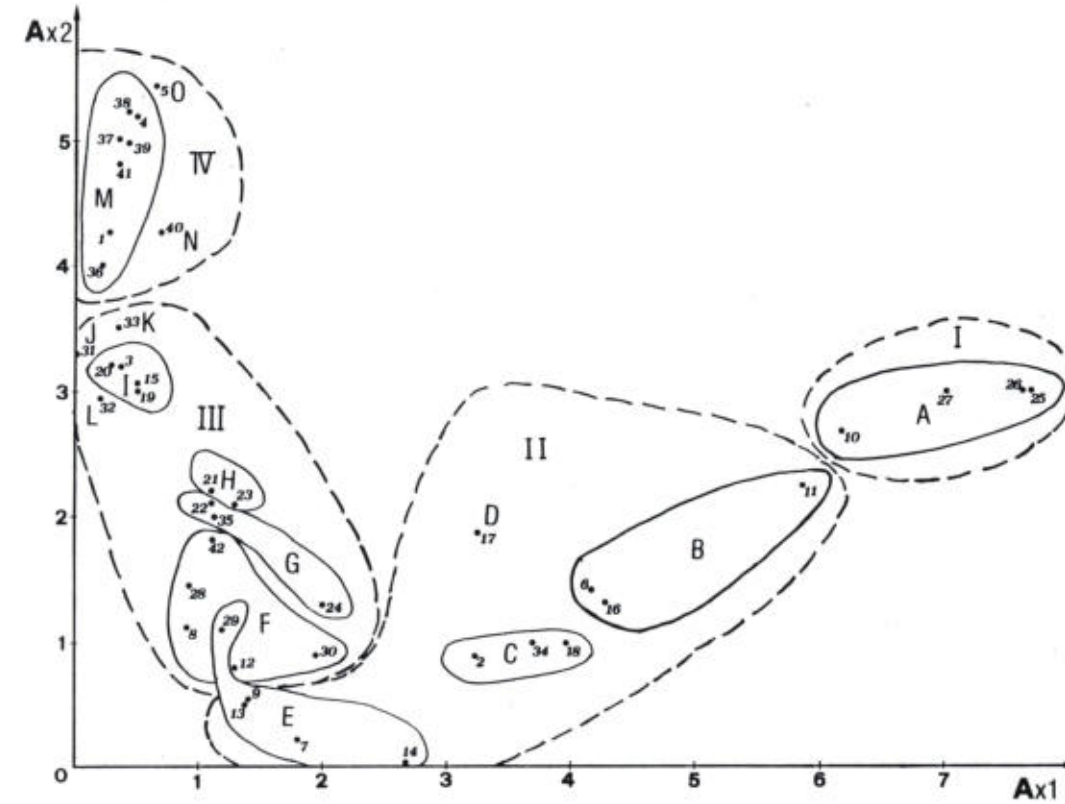
原始資料矩陣經降趨對應分析後得 4 個變異軸，代表主要的植群變異方向，各軸之軸長 (Gradient length) 及固有值 (Eigenvalue) 依次遞減 (表 1)。

其樣區或樹種在軸上的分數 (Score)，係以樹種轉換之平均標準偏差 (Average standard deviation of species turnover) 為單位，或稱 SD。一個種從出現，達到極大至消失，大約經過 4SD 的跨度。同樣，樣區中的種成分完全轉換也大約在 4SD 之內 (Gauch, 1982)，由此可得知在第 1 軸上，本研究區內並無恆存種，第 1 軸梯度兩端差異幾達 8SD，樹種約經完全轉換兩次。

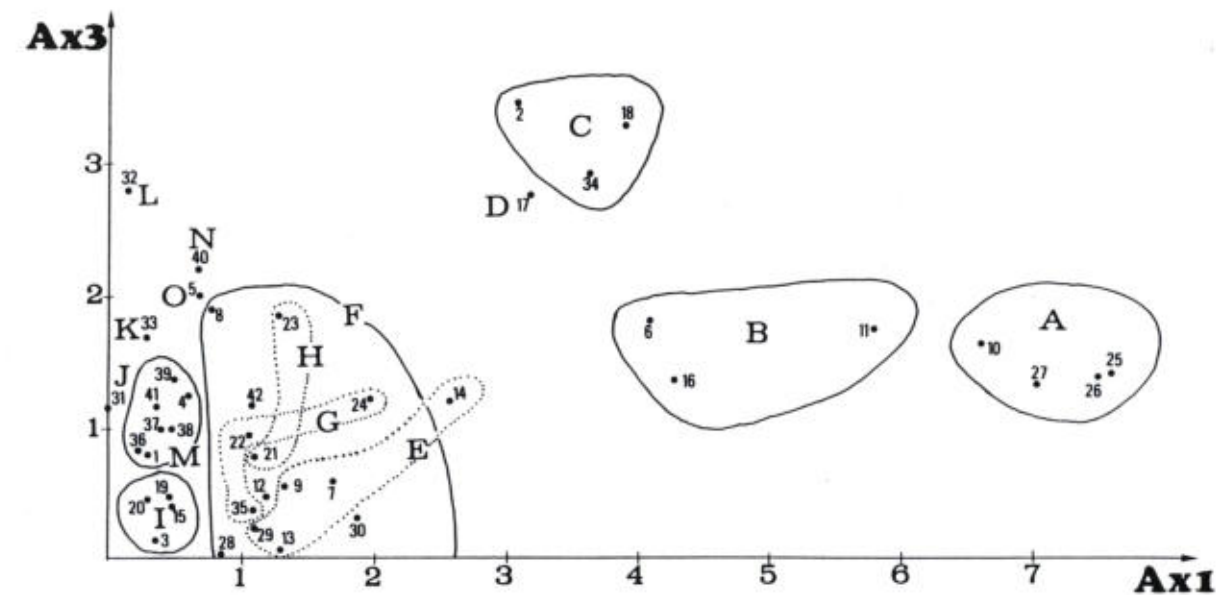
茲將所有樣區依其序列分數，標於第 1、2 軸及第 1、3 軸所形成之平面圖 (圖二及圖三)。樣區於其中之分布出現了群團現象之趨勢，同時在群團之間也有連續現象顯示植群為一連續體 (Continuum) 的特性。

表 1. 各軸之變異軸長及固有值

變異軸	固有值	變異軸軸長
第 1 軸	7.650866	0.8953692
第 2 軸	5.460918	0.705111
第 3 軸	3.464061	0.408096
第 4 軸	3.223584	0.2996431



圖二、樣區及植群型在分布序列前二軸平面上之分布圖



圖三、樣區及植群型在分布序列第一、三軸之分布圖

(二) 環境因子與植物社會變異梯度之相關性

經 CORMAT 程式所計算出之各變異軸與 7 項環境因子之相關係數矩陣如表 2 所示，就第 1 軸而言，與之呈極顯著相關之環境因子很多，只有方位沒有顯著相關，推測其原因為依 Whittaker (1960) 將方位角轉化為水分梯度的指數，並不適用於本研究區。理論上向西南方之坡面午後應有太陽直射的機會，而致使其較乾燥，然研究區中等海拔之區域恰位於雲霧帶內，而雲霧帶之發生多在午後，故雖面向西方，反較向東之坡面為潮濕，又因本集水區之整體方位朝北，本來就比較陰濕，故雖以各樣區之坡向方位加以評估，實際上真正影響到水分梯度者並非局部方位，而是整個集水區之方位，本研究區東、西、南三面皆有高大之山嶺屏障，故局部方位並不重要，地形屏障之程度可能較有影響。

表 2. 環境因子與各變異軸之相關係數

環境因子 軸	海拔高	方位	坡度	含石率	地形位置	全天光空域	直射光空域
1	+0.874**	-0.106	+0.466**	+0.413**	+0.591**	+0.534**	+0.482**
2	-0.578**	+0.225	-0.249	+0.177	-0.313*	-0.203	-0.149
3	+0.108	+0.267	+0.341*	+0.142	+0.334*	+0.295*	+0.363**
4	-0.129	+0.163	+0.079	+0.238	-0.266	+0.455**	-0.362**

註: ** 號表示直線相關顯著水準(P)達 0.01 * 表示顯著水準達 0.05

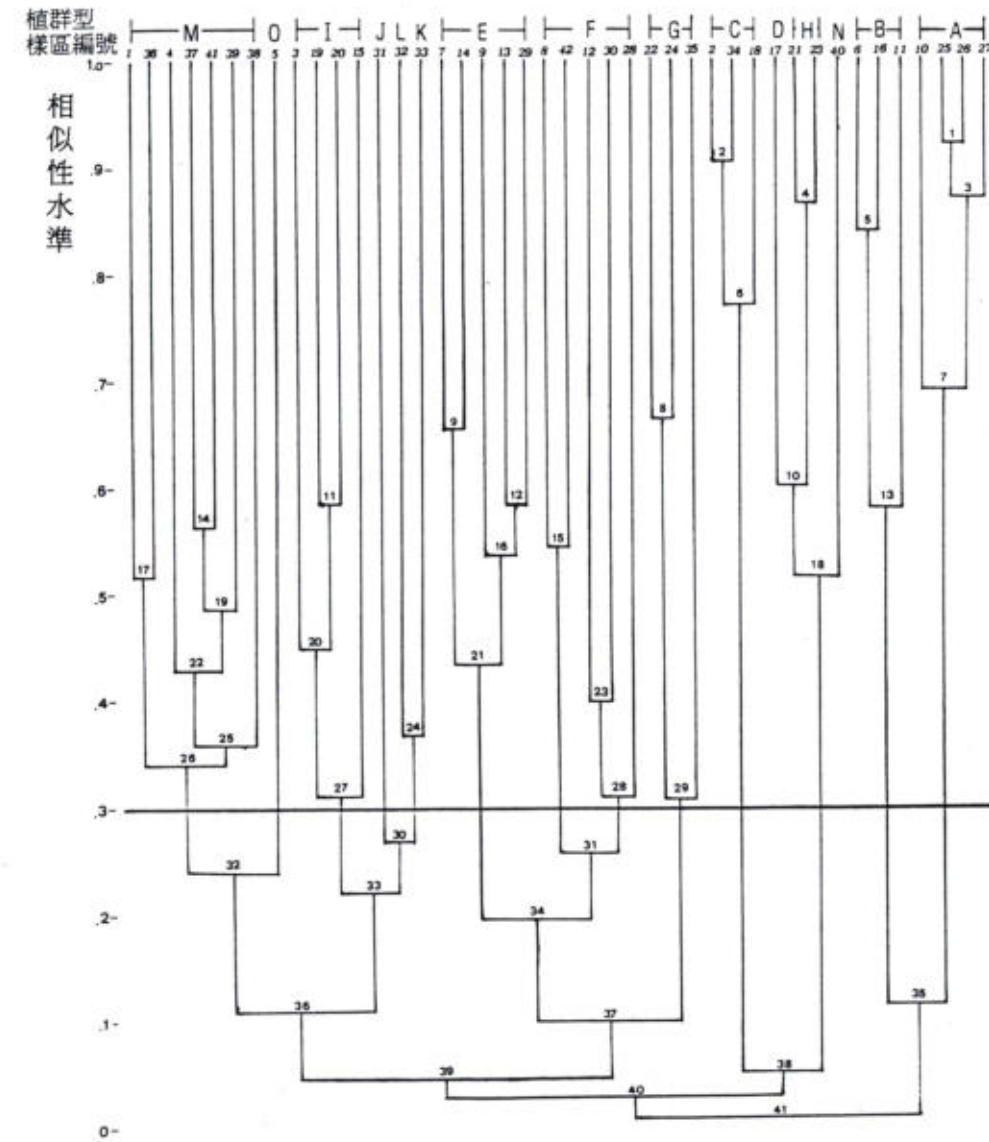
與第 1 軸具有相關的環境因子中，以海拔高度之相關係數最高，本區海拔落差達二千多公尺，植物社會變異梯度因此拉長，除上述之方位外，其餘因子亦與第 1 軸呈高低不等之相關，可見海拔高度與其他因子之間亦有相關存在，海拔高度雖為一間接因子，但因觀測容易，且可代表其他環境因子，不失為一實用之評估因素。

在第 2 軸之相關測驗中，呈顯著相關之環境因子有海拔高度及地形位置，在第 3 軸之相關測驗中，呈顯著相關者有坡度、地形位置、全天光空域及直射光空域，海拔已沒有相關，可見第 3 軸是顯示地形及空域遮蔽之效應，但是第 3 軸遠比第 1 軸之軸長為短，推測可能因本區為北向集水區，除了接近分水嶺山脊之樣區外，其餘樣區之地形遮蔽均較大，因此空域比例之影響即相對降低。觀第 1、3 軸平面上之樣區分布(圖三)，尚可見一值得注意之現象，即在第 3 軸分數較高之樣區，大多為演替早期之植群型，故此軸可能代表演替趨勢，然因演替階段在本文中無法定量評估，而加入相關性測驗，故只能由組成及更新狀況大致推測(劉靜榆，1991)。

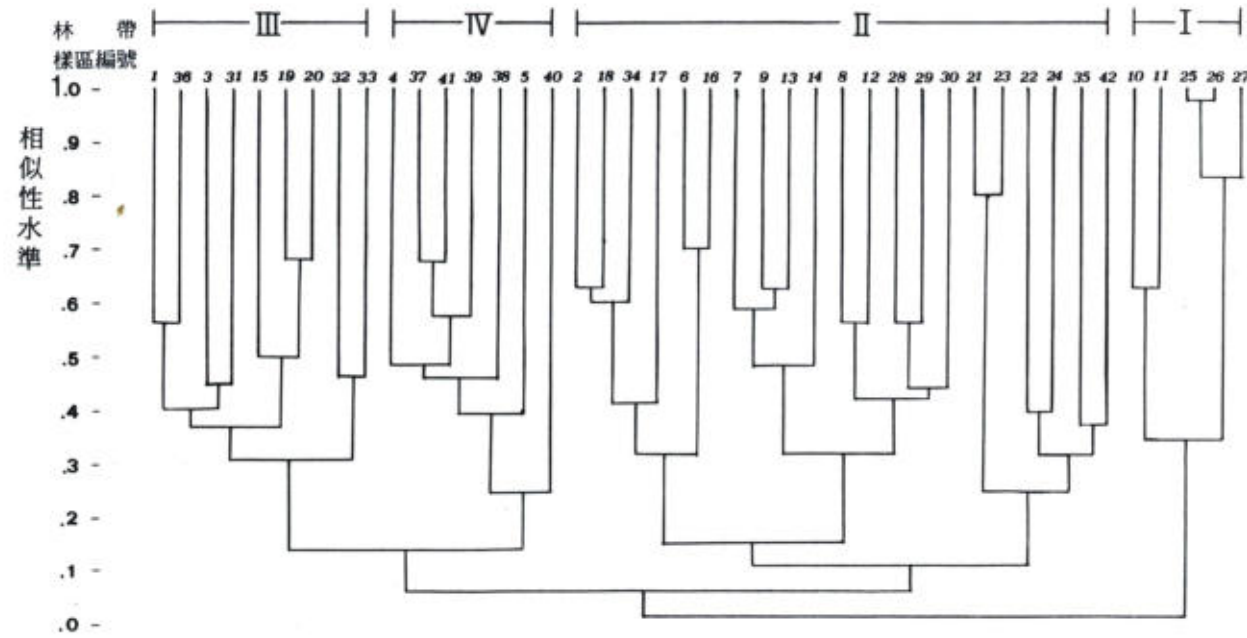
(三) 群團分析

由於植群連續變異之特性，使 DCA 的結果仍無法很明確的區分植群型，為區分林型之優勢種及根據一般組成來作林帶之劃分，可將原始資料矩陣作不同之數據轉換(Data transformation)及編輯(Editing)，並根據不同轉換數據所得之分析結果來作研判。Gauch (1982) 認為透過各種數據轉換所得到的分析結果，其變異範圍比透過採用不同多變數分析所獲得的結果更大，有些不能藉改變或改進多變數分析來解決的問題，採用適當的數據編輯，可能迎刃而解，而豐富度值(Abundance values)的轉換亦是數據編輯的一種選擇(Maarel, 1979; Clymo, 1980)。

由於抽樣的局限性及植物豐富度的時空變動，一般植群分析顯示絕大多數植物豐富度採用轉化為一位數之值即可代表其數量之變化，而在多變數分析中得到理想的結果，此種轉化偏重定性之要求，因豐富度範圍變小，數量較少之植物亦給予較高的評估值。但若群落樣本是相當均質時，樣本變化可能不大，在這種情況下，把豐富度的範圍壓縮得更小，則可能喪失其重要的信息，致使相似性提高而不易進行分類。由於本區的植群之多變性若採用 IVI 值(0 ~ 300)可能僅有幾個優勢種控制群團分析的結果，即優勢種相似的樣區會在較高的相似水準聯結，演替早期之陽性樹種純林便會合併為一型，而無法顯示其未來發展趨勢。若採用轉換後的 OCT 值(0 ~ 9)，使這些種處於較平等的地位，則全部種類組成，可控制此多變數分析的結果，而顯示林帶之分化，故本文分別利用樣區內種的重要值指數(IVI)及經八分級制之 OCT 值(0 ~ 9)計算樣區間之相似性，而分別導出兩個樹枝圖(圖四及圖五)。



圖四、利用重要值指數計算樣區間相似性之樹形圖



圖五、利用八分級制數據計算樣區間相似性之樹形圖

樹枝圖僅顯示樣區在不同相似性指數之聯結，即相似性之層級系統關係，故須主觀設下分類之相似性臨界值，才能將樣區分群。圖四為利用 IVI 值所計算之相似性指數聯結之樹形圖，當臨界值 (Threshold value) 為 30 % 時，依圖上的粗實線所示，可分為 13 個群團，而在相似性水準 (IS level) 為 0.01 時聯結成一群團，可見本研究區植群變化極大，如前所言，樹種完全轉換將近兩次，在梯度兩端之樣區根本沒有相同之樹種，在相似性水準 0.01 時才聯結，事實上，這是採用平均法重新計算合成群團之相似性才得到的結果。圖四之聯結是根據 IVI 值之相似性，植物之 IVI 值變化較 OCT 值為大，故該聯結法主要以優勢種為分類依據，因此植群型低階單位之區分以該圖之分類為主 (如圖中英文字母 A ~ O 各型所示)。而圖五為利用 OCT 值所計算之結果聯結而成，可根據一般植物組成來顯示林帶之分化，除了優勢種外，數量較少之植物可根據其與林帶中主要林型之相似性來判斷，以歸併於所屬之林帶，當臨界值設在 35 %，可分出 13 個群團，而降至 10 % 時則大略可分出四大群團，可以顯示四種林帶，分別為冷杉林帶、鐵杉雲杉林帶、櫟林帶、楠櫟林帶。

比較圖四及圖五，可見樣區之合併及聯結有若干差異，即前述優勢種相似的樣區在圖四中趨於率先聯結成一群，即使次優勢種不同，仍被忽略，最顯著之例是以赤楊佔優勢之樣區 (17, 21, 23, 40) 在圖四中合併為同一型，事實上赤楊為生態幅度極大之先驅樹種，可在不同海拔出現，但與其伴生之樹種則有差異，因此可根據這些樹種推測赤楊林未來可能之演替趨勢，當這些樹種之豐富度被轉化為 OCT 值後，其份量即與赤楊相差不遠，而可在群團分析中扮演更重要的分化工作，由圖五之樹形圖中，可見上述樣區被分開，而可劃分為三型 (D、H、N 等 3 型)，分別屬於兩個林帶。本文即根據這兩種結果與 DCA 之分布序列配合，導出植群型之分類。

(四) 列表比較法

依據歐洲大陸學派之列表比較法 (Tabular comparison)，將樣區及植物之次序參考前述樣區分群位置及樹種之分群趨勢，將原始資料矩陣以 MEDIT-5 程式 (蘇鴻傑, 1986) 重新排列，把相似的樣區合併，並將植物種類位置加以調整，使其產生一梯度之結構，42 個樣區之重要組成樹種經合併及分型後列於表 3 及表 4。

表 3 所列者大多是各型之特徵種，呈現較明顯之梯度，表 4 則代表各型之分化種 (Differential species) 或優勢種；出現在兩型以上，係生態幅度較大之植物。由於本區生育地之環境梯度頗大，乃因海拔高差所致，因此跨越了好幾個林帶，樹種之耐性範圍很少能跨越如此大之空間，故表 3 及表 4 中並沒有全表之恆存種，在某一林型呈優勢者，在其他林型即降低其優勢，或完全消失，因此也可說是特徵種。

(五) 植群型分類

本文以植物組成為分類依據，並參考上述分析結果所提供之訊息，將研究區的植物分為 15 型，並將由於局部環境或氣候變化，致使組成植物優勢度有明顯不同之植群型再分成亞型。

本研究區海拔跨越幅度由 1200m 至 3528m，涵蓋面積達 2119 公頃，但因研究區之範圍一經限定，則環境梯度之長度亦被限制，而位於梯度二端之樹種其出現之數量或樣區數均較少，其型量亦可能不在研究之梯度範圍內。一般而言，楠櫟林帶之下限約為海拔 500 公尺左右 (Su 1984)，而本研究的海拔最低處為 1200 公尺，故只能取得楠櫟林帶之部份或取得該林帶與櫟林帶間之推移帶，而研究區之海拔上限 (3528m) 亦因環境梯度之限制而僅能取得玉山圓柏之部分林型，其型量在研究梯度之範圍內則較為不顯著。

本文命名的原則，如林型之優勢種也是特徵種，則採用該樹種為代表命名者，但如優勢種不一定是特徵種，則另選一指標價值較高之特徵種，置於優勢種之後，兩者聯合命名，若下層優勢種明顯，且具有特徵種之地位，亦以下層植物輔助命名。茲將植群型之生育地環境及主要組成成分述於下；並將此 15 種植群型分屬於 4 種林帶中說明之。

I、台灣冷杉林帶 (*Abies* zone)

(A) 台灣冷杉林型 (*Abies kawakamii* forest type)

本林型於調查區內主要分布於玉山前峰與西峰間，海拔 3200m 至 3500m 間，含石率 3 ~ 5 級，坡度 20 ~ 75 度，全天光空域 61 ~ 100 %，直射光空域 52 ~ 100 %，多位在北坡面近山脊頂部，太陽輻射極強。森林構造僅見一層樹冠，由台灣冷杉所組成，樹冠高度約 20 ~ 30m，地被植物有玉山鬼督郵 (*Ainsliaea reflexa* var. *nimborum*)、玉山針蘭 (*Baeothryon subcapitatum*)、川上氏薊 (*Cirsium kawakamii*)、玉山佛甲草 (*Sedum morrisonense*)、高山白珠樹 (*Gaultheria itoana*) 等，裸露之岩石及地面常覆有大量之蘚苔，形成地墊 (Cushion)。

典型之台灣冷杉純林，幹形挺拔，高聳入雲，間雜枯立之白木林，下層則密生玉山箭竹。但因樣區間海拔的差異，其伴生樹種亦有不同，海拔較高處常混生玉山圓柏，較低處則有鐵杉侵入，本林型可區別為下列兩亞型：

A-i. 台灣冷杉—玉山杜鵑亞型 (*Abies kawakamii* — *Rhododendron pseudochrysanthum* subtype)

本亞型主要代表台灣冷杉與玉山圓柏灌叢的推移帶，分布於玉山西峰頂之衝風台地，散布有大型岩塊，含石率 3 ~ 4 級，坡度 20 ~ 45 度，全天光空域 61 ~ 73 %，直射光空域 52 ~ 85 %。上層植物主要有台灣冷杉及玉山圓柏 (*Juniperus squamata*)，林下有其幼苗，玉山杜鵑則呈矮盤灌叢 (Krummholz) 混生其間，其餘偶見之木本植物有玉山小蘗 (*Berberis morrisonensis*)、刺柏 (*Juniperus formosana*)、玉山野薔薇 (*Rosa sericea* var. *morrisonensis*) 及高山薔薇 (*Rosa transmorrisonensis*) 等。

A-ii. 台灣冷杉—台灣鐵杉亞型 (*Abies kawakamii* — *Tsuga chinensis* subtype)

此亞型普遍見於調查區內海拔 3200 至 3500m 之間，坡度高達 75 度，且多裸露岩石，含石率 5 級，全天光及直射光空域幾達百分之百，林內有少量之台灣鐵杉稚樹，林下密生玉山箭竹，林緣可見台灣冷杉幼苗之更新，其他木本植物如巒大花楸 (*Sorbus randainensis*)，川上氏小蘗 (*Berberis kawakamii*)、台灣茶藨子 (*Ribes formosanum*)、高山越橘 (*Vaccinium merrillianum*) 等混生於玉山箭竹間。海拔 3200m 處，台灣鐵杉的數量增加，則可視為台灣冷杉林及台灣鐵杉林之推移帶。

II、台灣鐵杉—台灣雲杉林帶 (*Tsuga* — *Picea* zone)

本研究區之台灣鐵杉台灣雲杉林帶大約分布在海拔 2500 至 3200m 之間，代表林型為台灣鐵杉林及台灣雲杉林，此二林型向下可分布至海拔 2300m 處，但常混有多量之闊葉樹種，已非純林。本林帶有不同演替階段之林型，如演替早期的台灣赤楊 (*Alnus formosana*) 及台灣二葉松 (*Pinus taiwanensis*) 等。

(B). 台灣鐵杉林型 (*Tsuga chinensis* forest type)

研究區之台灣鐵杉林分布於麟正山北向及東北向山麓及玉山前峰之稜線 (3230m) 向北坡面等地，常形成大片純林，可下延至海拔 2300m 處。本林型之樣區坡度約為 30 至 65 度之間，含石率 1 ~ 5 級，多位於東北及北向坡面，全天光與直射光空域皆幾達百分之百。林分組成上層為台灣鐵杉，下層為玉山箭竹，林內竹桿高大。偶見闊葉樹如厚葉柃木 (*Eurya glaberrima*)、高山鴨腳木 (*Schefflera taiwaniana*)、台灣杜鵑 (*Rhododendron formosanum*)、玉山杜鵑、玉山灰木 (*Symplocos anomala*)、台灣馬醉木 (*Pieris taiwanensis*)、小實女貞 (*Ligustrum microcarpum*) 及川上氏小蘗等，其中高山鴨腳木之小苗常成群密生。地被植物多為蕨類如：台灣瘤足蕨 (*Plagiogyria glauca*)、柄囊蕨 (*Peranema cyatheoides*)、阿里山鱗毛蕨 (*Dryopteris squamiseta*)、小膜蓋蕨 (*Araiostegia perdurans*) 等，亦常見許多高山植物如高山越橘、玉山鬼督郵、玉山針蘭、疏花繁縷 (*Stellaria vestita*)、曲芒髮草及苔蘚類等。

(C). 台灣二葉松林型 (*Pinus taiwanensis* forest type)

本林型樣區主要為 2600m 上下之台灣二葉松純林，坡度約 35 度，全天光空域 58 ~ 77 %，直射光空域為 74 ~ 80 %，含石率 1 級，位於稜線或上坡處，方位為東或東南向。本林型之組成樹種上層除台灣二葉松外，尚夾雜少數華山松，下層散

生鐵杉稚樹，闊葉樹常見有玉山假沙梨 (*Stranvaesia nitakayamensis*)、台灣紅榨槭 (*Acer morrisonense*)、台灣馬醉木、紅毛杜鵑 (*Rhododendron rubropilosum*)、金毛杜鵑 (*Rhododendron oldhamii*)、大葉溲疏 (*Deutzia pulchra*) 及漸尖葉金銀花 (*Lonicera acuminata*) 等。地被草本層以高山芒 (*Miscanthus transmorrisonensis*) 或玉山箭竹為優勢，部份區域為兩者混生，其他尚有巒大蕨 (*Pteridium aquilinum*)、石松 (*Lycopodium clavatum*)、玉山卷柏 (*Selaginella labordei*)、地刷子 (*Lycopodium multispicatum*)、裏白 (*Diplopterygium glaucum*)、台灣龍膽、台灣藜蘆 (*Veratrum formosanum*) 及玉山金絲桃 (*Hypericum nagasawai*) 等。目前之台灣二葉松林尚未完全鬱閉，且其幼苗數量仍相當多，故本林型尚可維持一段時間。

(D). 台灣赤楊—紅毛杜鵑林型 (*Alnus formosana* — *Rhododendron rubropilosum* forest type)

本林型位於河谷旁之坡面，因地勢極陡而引起之大型溝蝕，故林型分布呈縱向的長帶狀，海拔高度約 2600m，坡度多超過 50 度，方位為東向，全天光及直射光空域分別為 66 % 及 74 %。本林型上層主以台灣赤楊為優勢，林緣偶有較大徑級的台灣二葉松，下層有少量的鐵杉、褐毛柳 (*Salix fulvopubescens*)、玉山假沙梨等幼苗。灌木層以紅毛杜鵑最為優勢，另有台灣馬醉木，高山白珠樹等，有刺之蔓性植物極多，如刺萼懸鉤子 (*Rubus pectinellus*)、玉山懸鉤子 (*Rubus calycinoides*)、腺萼懸鉤子 (*Rubus glanduloso-calycinus*)、橙葉懸鉤子 (*Rubus alnifoliolatus*)、巒大菝葜 (*Smilax menispermoidea*) 等，草本層以高山芒為主。

(E). 台灣雲杉林型 (*Picea morrisonicola* forest type)

本林型在研究區內主要分布於玉山前峰向北北西坡面，海拔約 2500 至 3000m 之間，多為純林。台灣雲杉之分布下限可延伸至海拔 2100m 左右，其生育地之坡度約 28 ~ 42 度，向北或西北方，土壤層深厚，含石率 1 ~ 2 級，全天光空域 45 ~ 59 %，直射光空域 39 ~ 56 %。上層樹冠為台灣雲杉優勢，混生有少量華山松、紅檜 (*Chamaecyparis formosensis*)、鐵杉或紅豆杉 (*Taxus mairei*)，下層常見有威氏粗榧 (*Cephalotaxus wilsoniana*)、厚葉柃木、銳葉柃木 (*Eurya acuminata*)、柃木 (*Eurya japonica*)、漸尖葉新木薑子 (*Neolitsea acuminatissima*)、玉山木薑子 (*Litsea morrisonensis*)、薄葉虎皮楠 (*Daphniphyllum himalaense*)、疏果海桐 (*Pittosporum illicoides*)、刺楸 (*Osmanthus heterophyllus* var. *bibracteatus*)、川上氏小蘗、阿里山十大功勞 (*Mahonia oiwakensis*)、刺果衛矛 (*Euonymus echinatus*)、玉山莢蒾 (*Viburnum betulifolium*) 等。木質藤本主要有大枝掛繡球 (*Hydrangea integrifolia*)、高山藤繡球 (*Hydrangea aspera*)、台灣常春藤 (*Hedera rhombea*) 等。

本林型分布之海拔落差頗大，於海拔較低處混生有大量闊葉樹種，形成第二層闊葉樹冠層，其組成主要有昆欄樹 (*Trochodendron aralioides*)、台灣紅榨槭、薄葉虎皮楠、高山鴨腳木、狹葉欒 (*Cyclobalanopsis stenophylloides*) 及威氏粗榧等，其他尚有薯豆 (*Elaeocarpus japonicus*)、鬼欒 (*Lithocarpus lepidocarpus*)、南投黃肉楠 (*Litsea acuminata*) 之小苗。

本林型因土層深厚且陰濕，其下層地被歧異度極高，致使區內地被植物在各樣區間差異亦大，常見地被植物有冷杉異燕麥 (*Helictotrichon abietetorum*)、玉山鬼督郵、玉山鹿蹄草 (*Pyrola morrisonensis*)、阿里山落新婦、阿里山假寶鐸花 (*Disporum*

arisanensis)、沿階草 (*Ophiopoyon formosanum*)、尖葉耳蕨 (*Ploystichum parvipinnulum*)、柄囊蕨、頂芽狗脊蕨 (*Woodwardia unigemmata*) 及台灣瘤足蕨。此外，曲莖蘭嵌馬藍 (*Parachampionella flexicaulis*)、火炭母草 (*Polygonum chinense*)、松田氏冷水麻 (*Pilea matsudai*) 等在海拔較低處占相當之優勢。

III、櫟林帶 (*Quercus zone*)

在櫟林帶中由於雲霧經常瀰漫，或位於陰濕坡面，故喜好漫射光之林型頗多。一般而言，常綠闊葉林只出現在較陰濕之生育地，或位居針葉林之第二層樹冠，顯示其為演替之最後階段，然因針葉樹之壽命極長，針葉林或混淆林出現多，且持續時間極長，亦可視為本帶之主要林型。

(F).紅檜林型 (*Chamaecyparis formosensis forest type*)

本林型主分布於海拔 2300 至 2500m 間之中坡或溪谷，海拔較高之林分與山地上層帶之植群交界，故常有台灣雲杉或少數鐵杉混入，而海拔較低處則與多數闊葉樹混生。樣區位於坡度 5 ~ 43 度，含石率 1 ~ 3 級，方位角 20 ~ 40 度，全天光空域為 42 ~ 65 %，直射光空域 49 ~ 71 %，由於環境因子的差異，樹種組成亦不相同，將本林型其分成 3 個亞型。

F-i 紅檜—台灣赤楊亞型 (*Chamaecyparis formosensis — Alnus formosana subtype*)

本亞型分佈在陡峭且常崩塌之環境，坡度 34 ~ 43 度，含石率 2 級，方位角 20 ~ 40 度，全天光空域 56 ~ 65 %，直射光空域 56 ~ 71 %。本亞型上層以紅檜為主，下層則以落葉性樹種佔優勢，如台灣赤楊、台灣紅榨槭、尖葉槭 (*Acer kawakamii*)，其它有威氏粗榧、昆欄樹、山肉桂 (*Cinnamomum insularimontanum*)、霧社黃肉楠 (*Litsea mushaensis*)、玉山木薑子、漸尖葉新木薑子、五蕊虎皮楠 (*Daphniphyllum glaucescens*)、薄葉虎皮楠、森氏櫟 (*Cyclobalanopsis morri*)、高山櫟 (*Quercus spinosa var. miyabei*)、短尾葉石櫟 (*Pasania brevicaudata*)、木荷 (*Schima superba*)、台灣八角金盤 (*Fatsia polycarpa*)、西施花 (*Rhododendron ellipticum*) 等，地被草本有五節芒、刺萼懸鉤子、裏白懸鉤子 (*Rubus mesogaeus*)、曲莖蘭嵌馬藍、火炭母草及松田氏冷水麻。

F-ii 台灣紅榨槭—薄葉虎皮楠亞型 (*Acer morrisonense — Daphniphyllum himalaense subtype*)

本亞型分布在溪谷旁之緩坡，坡度 5 ~ 30 度，含石率 2 ~ 3 級，方位角 20 ~ 40 度，全天光空域 42 ~ 50 %，直射光空域 49 ~ 54 %。本亞型為針闊葉混交林，紅檜呈現中小徑級，並與大量闊葉樹混生，第一層樹冠約 15 ~ 20m，優勢組成紅檜、薄葉虎皮楠、台灣紅榨槭，下層之伴生植物有昆欄樹、台灣赤楊、高山鴨腳木、漸尖葉新木薑子、玉山木薑子等幼樹及通條木、厚葉柃木、銳葉柃木、柃木、華八仙、長葉八仙花 (*Hydrangea angustipetala*)、太平山莢蒾等灌木；藤本及蔓性灌木有大枝掛繡球、高山藤繡球、台灣常春藤、絞股藍、台灣爬崖藤 (*Tetrastigma umbellatum*)、刺果衛矛等，草本層有曲莖蘭嵌馬藍、火炭母草、阿里山赤車使者 (*Pellionia arisanensis*)、疏齒冷水麻 (*Pilea distachys*)、盤花麻 (*Lecanthus sasakii*)、稀子蕨 (*Monachosorum henryi*)、華鳳丫蕨 (*Coniogram meintemedia*)、尖葉耳蕨、斜方複葉耳蕨、台灣瘤足蕨及頂芽狗脊蕨等。

F-iii 紅豆杉—狹葉櫟亞型 (*Taxus mairei — Cyclobalanopsis stenophylloides subtype*)

本亞型之土壤含石率較高，常見大岩石散佈其間，方位為向東之緩坡，全天光空域 54 %，直射光空域 50 %。本亞型屬針葉樹混交林，林內第一層樹冠高約 30m 以上，其組成紅豆杉、雲杉及紅檜。闊葉樹組成第二冠層，優勢種為台灣紅榨槭、昆欄樹及狹葉櫟，但僅狹葉櫟有大量更新苗，第三層主要有威氏粗榧、疏果海桐、漸尖葉新木薑子、銳葉柃木、粗毛柃木、山肉桂、川上氏小葉、阿里山十大功勞、小葉白筆、高山灰木、伏牛花，木質藤本有雀梅藤 (*Sageretia thea*)、大枝掛繡球、菊花木 (*Bauhinia championii*)、阿里山清風藤。地被草本無明顯優勢，以蕨類較多，如斜方複葉耳蕨、高山金粉蕨 (*Onychium contiguum*)、波氏星蕨、尖葉耳蕨、韓氏耳蕨 (*Polystichum hancockii*)，此外恆春冷水麻 (*Pilea kankaoensis*)、沿階草、阿里山鬼督郵則偶見小片叢生。

(G).褐毛柳林型 (*Salix fulvopubescens forest type*)

本林型樣區主位於海拔 2500 及 2350 處，坡度 30 ~ 37 度，方位角 110 ~ 130°，土壤發育良好，含石率 1 ~ 2 級，全天光空域為 56 ~ 69 %，直射光空域為 69 ~ 75 %。本林型主要組成褐毛柳及少數槭樹科之植物，如台灣紅榨槭、尖葉槭等，為典型的落葉林型，其它的木本植物如漸尖葉金銀花、金毛杜鵑、南燭 (*Lyonia ovalifolia*)、大葉溲疏、裏白刺蔥、玉山假沙梨、厚葉柃木、高山鴨腳木及多種懸鉤子類的植物，地被草本則以高山芒最為優勢，鬱大蕨混生其間，僅有部分地區為玉山箭竹優勢，其他地被草本有昭和草 (*Crassocephalum rabens*)、高山白珠樹、毛地黃 (*Digitalis purpurea*)、林氏茜草 (*Rubia linii*)。

(H).台灣赤楊—裡白蔥木林型 (*Alnus formosana — Aralia bipinnata forest type*)

本林型主要分布於新中橫公路開挖後，形成道路兩旁之裸露地，海拔 1800 ~ 2500m 方位為東南東向，含石率 4 ~ 5 級，全天光空域 57 ~ 65 %，直射光空域 61 ~ 66 %。大量的赤楊稚樹生長於岩櫟之間，並混生有少量的裡白蔥木，其胸徑多未達 10 公分，樹高亦多在 3 公尺以下，其他木本植物數量較少，以落葉性植物之幼苗為主，如阿里山榆、尖葉槭、褐毛柳、台灣紅榨槭，有刺之蔓性灌木種類極多如台灣懸鉤子、刺萼懸鉤子、深山懸鉤子 (*Rubus mesogaeus*)、斯氏懸鉤子 (*Rubus swinhoei*)、薄瓣懸鉤子 (*Rubus piptopetalus*)、苦懸鉤子等。地被草本之量不多，主要優勢為高山芒及台灣澤蘭 (*Eupatorium formosanum*)。

(I).長尾柯—西施花林型 (*Castanopsis carlesii — Rhododendron ellipticum forest type*)

本林型主要分布於海拔 1970 至 2200m 處之上坡或寬稜處，坡度 12 ~ 40 度，含石率 1 ~ 2 級，全天光空域 53 ~ 72 %，直射光空域 57 ~ 78 %，上層樹冠主要為樟科及殼斗科等植物所組成，歧異度極高，且無明顯的優勢種。一般而言，以長尾柯佔較大的優勢，其他殼斗科植物有大葉校力 (*Pasania kawakamii*)、狹葉櫟、鬼櫟、校力 (*Lithocarpus amygdalifolius*)、森氏櫟，樟科植物有假長葉楠 (*Machilus japonica*)、長葉木薑子、山肉桂，還有烏心石 (*Michelia compressa*)、薯豆、木荷等樹種共同組成上層樹種。所有樹種在林下皆有其更新幼樹，其更新狀況，又以殼斗科之種子苗，樟科之萌蘖最為旺盛，可說是一全齡林分，而落葉性樹種如台灣赤楊、阿里山榆、台灣紅榨槭等，則僅存大的單株。中層樹冠除了上層林木之幼樹外，主

要的組成樹種為西施花、大頭茶 (*Gordonia axillaris*)、山枇杷 (*Eriobotrya deflexa*)，灌木層常見者有疏果海桐、太平山莢蒾、狹葉糯米樹 (*Viburnum integrifolium*)、呂宋莢蒾 (*Viburnum luzonicum*)、華八仙、葉長花 (*Helwingia japonica*) 等，攀藤類常見的有愛玉子 (*Ficus pumila* var. *awkeotsang*)、台灣爬崖藤等，地被草本則以曲莖蘭嵌馬藍最為優勢，斜方複葉耳蕨、沿階草等混生其間，而著生植物則以波氏星蕨及小膜蓋蕨最為常見。

(J) 短尾葉石櫟林型 (*Pasania brevicaudata* forest type)

本林型分布於北玉山頂，海拔 1830m 處之緩坡地，坡度僅 13 度，土壤為礫石土，土層淺薄，含石率 1 級，方位向東，全天光空域及直射光空域分別為 69 % 及 77 %。由於是三面環山的小山頭，終年雲霧瀰漫，上層優勢樹種為短尾葉石櫟，其他有薯豆、木荷、厚皮香 (*Ternstroemia gymnanthera*)、烏心石、狹葉櫟、平遮那灰木 (*Symplocos heishanensis*) 共同組成上層樹冠，各樹種在調查區內皆有更新幼樹。第二層喬木主要組成有西施花、大頭茶、山枇杷、虎皮楠、巒大越橘、狗骨仔 (*Tricalysia dubia*)、福建賽衛矛 (*Microtropis fokiensis*)、早田氏柃木 (*Eruya hayata*) 等。地被層以雨傘仔 (*Ardisia cornudentata*)、珠砂根 (*Ardisia crenata*)、台灣土伏苓 (*Smilax lanceaeifolia*) 為主，草本有紅苞鱗毛蕨 (*Dryopteris formosana*)、長葉根節蘭 (*Calanthe matsudai*) 及阿里山根節蘭 (*Calanthe arisanensis*) 等。著生植物種類頗多，如石葦 (*Pyrrosia lingua*)、小鹿角蘭 (*Ascocentrum pumilum*)、台灣松蘭 (*Gastrochilus formosana*)、崖薑蕨 (*Pseudodrynari acoronans*)、台灣石吊蘭等。

(K) 化香樹—阿里山千金榆林型 (*Platycarya strobilacea*—*Carpinus kawakamii* forest type)

本林型分布於玉山西峰向北支稜延伸至海拔 1800m 處，坡度 29 度，土層淺薄，含石率 1 級，全天光及直射光空域分別為 68 %、78 %，林內溼度高，樹枝上多附著大量之松蘿。上層優勢組成爲化香樹及阿里山千金榆，其胸徑有高達 80 公分以上者，亦有青楓及台灣赤楊大徑級，但皆無更新之幼苗。第二層樹冠層有短尾葉石櫟、長尾柯及山肉桂等，灌木層主要有台灣杜鵑、西施花、台灣山香圓 (*Turpinia formosana*)、巒大越橘、台灣赤楠 (*Syzygium formosanum*) 等，地被植物較爲稀疏，主要以紅苞鱗毛蕨優勢。

(L) 威氏帝杉—圓果青剛櫟林型 (*Pseudotsuga wilsoniana* — *Cyclobalanopsis globosa* forest type)

本林型分布於北玉山西南向的支稜上，海拔 1750m，坡度 21 度，含石率 1 級，全天光及直射光空域分別為 68 % 及 78 %，調查時共選取 33 個小區合成爲一大樣區。北玉山之山勢險峻，且緊臨溪流，因長期不斷的沖蝕，故土層較薄，甚至岩石裸露，而形成空氣潤濕而土壤瘠薄之環境，林內植物多披覆松蘿及著生植物，第一層喬木爲威氏帝杉，調查區內最大徑級有達 90 公分者，下層更新之稚樹或幼苗皆生長良好，且數量亦佔相當之優勢。第二層以圓果青剛櫟最爲優勢，阿里山千金榆亦佔相當優勢，而化香樹則僅侷限在海拔較高之處 (約 1800m)，偶而出現高山櫟及狹葉櫟。小灌木以小葉鐵仔 (*Myrsine africana*) 及金毛杜鵑最爲優勢，其他伴生植物有巒大越橘、西施花、紅毛杜鵑、厚皮香、高山莢蒾 (*Viburnum propinquum*)、呂宋莢蒾及鹿皮斑木薑子 (*Litsea coreana*)，草本以五節芒爲主。著生及半寄生植物

有石葦及金草蘭 (*Dendrobium clavatum* var. *aurantiacum*)、樹絨蘭 (*Eria philippinensis*)、桐櫟柿寄生 (*Aspidixia articulata*)、高氏橙寄生 (*Hyphear kanoi*)、大葉桑寄生 (*Scurrula liquidambaricolus*)、忍冬葉桑寄生 (*Scurrula lonicerifolius*) 及台灣槲寄生 (*Viscum alniformosanae*) 等。

IV、楠櫟林帶 (*Machilus* — *Castanopsis* zone)

本研究區海拔下限爲 1200m，只涵蓋一小部分楠櫟林帶，且大多接近溪谷或山坡下側，故所見多爲楠木林型，另有演替早期階段之落葉林，此等落葉林之生態幅度較大可以跨越櫟林帶，但由伴生樹種判斷，亦可歸入本帶。

(M) 瓊楠—台灣山香圓林型 (*Beilschmiedia erythrophloia* — *Turpinia formosana* forest type)

本林型分布於較蔽蔭之山谷或溪畔，海拔 1200 至 1800m 之間，土壤含水率較高，且土壤發育良好，腐植質層厚，含石率 1 ~ 3 級，坡度 10 ~ 45 度，全天光空域 36 ~ 67 %，直射光空域 40 ~ 76 %。本林型之組成樹種較高大，胸徑常可達 1m 以上，但無明顯的優勢種，物種歧異度高。林內木質藤本及著生植物皆多，地被植物豐富，土壤腐植質層厚。冠層喬木主要爲楠木類的瓊楠、假長葉楠、紅楠、香楠 (*Machilus zuihoensis*)、長葉木薑子，以及猴歡喜 (*Sloanea formosana*)、台灣赤楠、烏心石、大葉校力、鬼櫟等共同組成。中層樹種以台灣山香圓及長梗紫芋麻最爲優勢，而上層喬木之稚樹亦佔相當之量。灌木層則有小花鼠刺 (*Itea parviflora*)、雨傘仔、小葉白筆及山豆根 (*Euchresta horsfieldii*) 等。木質藤本主要有愛玉子、菊花木、三葉爬崖藤 (*Tetrastigma formosanum*)、葛藤 (*Pueraria lobata*) 等。地被草本層因林內較陰濕，蕁麻科之冷水麻類或赤車使者類較爲優勢，蕨類及蘭科植物亦極爲常見。由於生育地環境的差異，影響植物組成略有不同，茲將本型再區分爲兩亞型。

M-i 木荷—狹葉櫟亞型 (*Schima superba* — *Cyclobalanopsis stenophylloides* subtype)

本亞型爲櫟林帶過渡至楠櫟林帶之推移區，其生育地主要爲較陰濕的寬稜或中坡處，海拔約 1700m 左右，坡度 25 ~ 42 度，全天光空域 55 ~ 67 %，直射光空域 76 ~ 56 %。組成上層之樹種，除前述之楠木類外，尚包括木荷、狹葉櫟、長尾柯、烏心石、厚皮香、短尾葉石櫟、薯豆、牛樟 (*Cinnamomum micranthum*)、尖葉槭等，其中前三種爲櫟林帶之代表樹種。中層喬木以台灣山香圓爲優勢，而可爲亞型之特徵種有大頭茶、胡櫛、華參、大葉木犀 (*Osmanthus matsumuranus*)、森氏紅淡比、山枇杷等。

M-ii 鬼櫟—屏東木薑子亞型 (*Lithocarpus lepidocarpus* — *Litsea akoensis* subtype)

本亞型分布於海拔 1200 至 1600 間，方位爲西北西，土壤含石率 2 ~ 3 級，坡度 10 ~ 34 度，全天光空域僅 36 ~ 57 %，生育地爲陰濕之溪谷或溪畔，爲較典型的楠木林型，亦可代表研究區內海拔較低處之植被。組成本亞型上層之主要樹種爲鬼櫟、大葉校力、瓊楠、長葉木薑子、假長葉楠及香楠等，其它尚有台灣赤楠、紅楠、台灣雅楠、猴歡喜及校力，中層之主要優勢種爲台灣山香圓及長梗紫芋麻，而亞型之特徵種有屏東木薑子、台灣山桂花 (*Maese tenera*) 等。灌木層則常見葉長花、山豆葉月橘 (*Murraya euchrestifolia*)、雨傘仔、小花鼠刺、小葉白筆及山豆根等。

本亞型之著生植物特多，主要有烏來麻 (*Procris laevigata*)、台灣山蘇花 (*Asplenium nidus*)、車前蕨 (*Antrophyum obovatum*)、大鐵角蕨 (*Asplenium bullatum*)、長生鐵角蕨 (*Asplenium prolongatum*)、大黑柄鐵角蕨 (*Asplenium cuneatum*)、生芽鐵角蕨 (*Asplenium normale*)、小膜蓋蕨、崖薑蕨 (*Pseudodrynaria coronans*)、絨毛石葦 (*Pyrrosia linearifolia*)、槭葉石葦 (*Pyrrosia polydactylis*)、伏石蕨 (*Lemmaphyllum microphyllum*)、大星蕨 (*Microsorium fortunei*)、膜葉星蕨 (*Microsorium membranaceum*)、柳葉劍蕨 (*Loxogramme salicifolia*) 等，其中亦有部分會成爲地上生者。草本層除蕁麻科的植物外，亦常見曲莖蘭嵌馬藍或薄葉蜘蛛抱蛋 (*Aspidistra attenuata*) 呈散叢狀。

(N). 台灣赤楊—長梗紫芋麻林型 (*Alnus formosana* — *Villebrunea pedunculata* forest type)

本林型位於海拔 1700m 處，坡度 38 度，坡面向西，含石率 1 級，全天光空域 47%，直射光空域 51%。本林型由中小徑級之台灣赤楊組成，林冠已幾鬱閉，第二層優勢爲長梗紫芋麻，其他尚有臭辣樹、山桐子、白雞油 (*Fraxinus formosana*)、杜虹花 (*Callicarpa formosana*)、大葉溲疏、山芙蓉 (*Hibiscus taiwanensis*)、台灣八角金盤、水麻 (*Debregeasia edulis*) 等。草本層主要有五節芒、曲莖蘭嵌馬藍、台灣馬蘭、天門冬 (*Asparagus cochinchinensis*) 及冷水麻類。

(O). 臺灣胡桃林型 (*Juglans cathayensis* forest type)

本林型位於溪旁河床地之石礫地，海拔約 1500m，含石率 4 級，坡度 15 度，全天光空域僅 31%，直射光空域 43%，爲典型之溪谷型生育地。林內組成多爲中小徑級，台灣胡桃爲本林型的優勢種，其他有台灣朴樹、野桐 (*Mallotus japonicus*)、阿里山榆、山漆 (*Rhus succedanea*)、台灣雅楠、屏東木薑子、大葉釣樟、香楠等。藤本或蔓性植物常見者有北五味子 (*Schisandra arisanensis*)、百香果 (*Passiflora edulis*)、菊花木、雞屎藤 (*Paederia scandens*)、雞血藤 (*Millettia reticulata*)、天門冬、高山藤鏞球 (*Hydrangea aspera*)、糙莖菝葜 (*Smilax bracteata*) 等，地被層稀疏，常見台灣月桃 (*Alpinia formosana*)、橢圓葉月桃 (*Alpinia oblongifolia*)、曲莖蘭嵌馬藍、赤車使者、恆春冷水麻、奮起湖冷水麻、五節芒、廣葉鋸齒雙蓋蕨等。

四、結論與建議

本研究將所調查之植物社會共區分爲 15 種植群型，分別爲 A. 台灣冷杉林型；B. 鐵杉林型；C. 台灣二葉松林型；D. 台灣赤楊—紅毛杜鵑林型；E. 台灣雲杉林型；F. 紅檜林型；G. 褐毛柳林型；H. 台灣赤楊—裡白蔥木林型；I. 長尾柯—西施花林型；J. 短尾葉石櫟林型；K. 化香樹—阿里山千金榆林型；L. 威氏帝杉—圓果青剛櫟林型；M. 瓊楠—台灣山香圓林型；N. 台灣赤楊—長梗紫芋麻林型；O. 台灣胡桃林型。若將整個研究之結果與台灣中部山地主要植群帶及林型在海拔高度及水分梯度上之分布圖 (Su, 1984) 進行比較，則可得知各林帶及林型之分布大致相符。本研究之楠櫟林帶上限約 1600m 左右，其中殼斗科及木荷等植物多位於寬稜上或海拔較高處，而楠木類則爲溪谷型之優勢。櫟林帶中 (海拔 1500 ~ 2500m) 於海拔 2200m 以上之林分，其主要組成有狹葉櫟或森氏櫟等，並與多量之針葉樹混生；而海拔 2200m 以下之林分組成則以殼

斗科等闊葉樹爲主。海拔 2500 ~ 3200m 爲鐵杉雲杉林帶，其分布海拔高度下限約與台灣山地盛行雲霧帶之上側相當，鐵杉較耐乾旱，故林分面積較廣，研究區內麟正山附近之鐵杉林，曾於民國 52 年 5 月發生火災而形成大面積之箭竹草原，歷經 30 多年雖仍是大片箭竹草原的景觀，然鐵杉與玉山箭竹間已形成一明顯之推移帶，次生之鐵杉稚樹胸徑約在 20 公分以下，其數量極多，故推測該地帶將可恢復鐵杉林型。台灣雲杉主要分布於陰濕之坡面，土壤層肥厚之生育地，故林下植生豐富且複雜，競爭亦強烈，上層樹冠略有疏開，即被其他針闊葉樹侵入，野外調查中罕見其天然更新之幼苗。海拔 3200m 以上則爲台灣冷杉純林，至 3500m 處形成台灣冷杉與玉山圓柏之推移帶。台灣冷杉之幼苗除在林緣更新外，在林內亦利用冠層孔隙 (Canopy gap) 來進行更新，根據野外觀察，台灣冷杉幼苗能在極鬱閉的林冠下存活，直至樹冠疏開後才大量生長，並形成新的冠層，致使整個林分呈塊狀之鑲嵌結構，如此輪番更新而持續不衰。

沙里仙溪集水區爲典型的台灣中部山地森林，早於日據時代 (民國 15 年) 即已劃爲保安林，又於民國 73 年劃入玉山國家公園範圍內，故能保有較爲天然的原始植群，爲極佳的研究場所，也提供動植物重要的庇護場所，但新中橫公路的開闢，對其內的生物造成相當大的衝擊，應予重視。

五、誌謝

本研究承蒙業師國立台灣大學森林學研究所教授蘇鴻傑博士在論文上的指導與斧正，並在經費與精神上多方支持，方有本文之完成，特此致上由衷之謝忱。另研究期間承玉山國家公園管理處資助部分研究經費，在此一併申謝。

六、引用文獻

- 夏禹九、王文賢，1985。坡地日輻射潛能的計算，台灣省林業試驗所試驗簡報第 1 號，共 28 頁。
- 劉崇瑞、蘇鴻傑，1983。森林植物生態學，台灣商務印書館，共 462 頁。
- 劉靜榆，1991。台灣中部沙里仙溪集水區植群生態之研究 I. 植群分析與森林演替之研究，國立台灣大學森林研究所碩士論文，共 131 頁。
- 蘇鴻傑，1986。植群生態多變數分析方法之研究 (I) 原始資料檔案之編製，中華林學季刊，19(4): 87-103。
- 蘇鴻傑，1987a。森林生育地因子之定量評估，中華林學季刊，20(1): 1-14。
- 蘇鴻傑，1987b。植群生態多變數分析方法之研究 (III) 降趨對應分析法及相關分布系列，中華林學季刊，20(3): 45-68。
- 蘇鴻傑，1987c。植群生態多變數分析方法之研究 (II) 直接梯度分析，中華林學季刊，20(2): 29-46。
- Braun-Blanquet, J. 1932. *Plant Sociology: The Study of Plant Communities*, Trans. & ed. G.D. Fuller & H.S. Conrad. London: Hafner.
- Ceska, A. & H. Rcemer 1971. A computer program for identifying species relevance groups in vegetation studies. *Vegetatio* 23: 255-277.

- Clymo, R. S. 1980. Preliminary survey of the peat-bog Hummell Knowe Moss is using various numerical method. *Vegetatio* **42**: 129-148.
- Feoli, E. & L. Orloci 1979. Analysis of concentration and detection of underlying factors in structured tables. *Vegetatio* **40**: 49-54.
- Gauch, G. H. 1982. Multivariate analysis in community *Ecology*. Cambridge University Press, Cambridge, Great Britain.
- Hill, M. O. & H. G. Gauch 1980. Detrended Correspondence Analysis, an improved ordination technique *Vegetatio* **42**: 47-56.
- Holzner, W., A.M. J. Werger, & G. A. Ellen broek 1978. Automatic classification of phytosociological data on the basis of species groups. *Vegetatio* **38**: 157-64.
- Maarel, E. van der 1979. Transformation of cover-abundance values in phytosociology and its effects on community Similarity. *Vegetatio* **39**: 97-114.
- Motyka, J., B. Dobrzanski, & S. Zawadski. 1950. Wstepne badania nad lakami poludniowoschodniej Lubelszczyzny (Preliminary studies on meadows in the southeast of the province Lublin. Summary in English). *Ann. Univ. M. Curie-Sklodowska, Sec. E.* **5**: 367-447.
- Sneath, P. H. & R. R. Sokal 1973. *Numerical taxonomy*. W. H. Freeman, San Francisco.
- Su, H. J. 1984. Studies on the climate and vegetation type of the natural forest in Taiwan. (II) Altitudinal vegetation zones in relation to temperature gradient. *Quart. Jour. Chin. For.* **17**(4): 57-73.
- Whittaker, R. H. 1956. Vegetation of the Great Smoky Mountains. *Ecol. Monog.* **26**: 1-80.
- Whittaker, R. H. 1960. Vegetation of the Siskiyou Mountains, Oregon and California. *Ecol. Monog.* **30**: 279-338.
- Whittaker, R. H. & W. A. Niering 1965. Vegetation of the Santa Catalina Mountains, Arizona. (II) A gradient analysis of the south slope. *Ecology* **46**: 429-452.

Vegetation Ecology of Shalihsian Creek Watershed in Yushan National Park

Ching-Yu Liou^(1, 3) and Yen-Hsueh Tseng⁽²⁾

(Manuscript received 10 November 1998 ; accepted 18 December 1998)

ABSTRACT: Shalihsian Creek is a major tributary to the upper Chenggiulan River in Nantou County, Central Taiwan, with the elevations ranging from 1200 to 3528 meters. The study area was 2119 hectares, covering the 32nd to the 35th Compartments of the National Taiwan University Experimental Forest in the Yushan National Park. Vegetations in 42 plots were sampled and their environmental data were collected. They were analyzed by the detrended correspondence analysis, matrix cluster analysis and tabular comparison. 15 forest types have recognized : 1) *Abies kawakamii* type, 2) *Tsuga chinensis* type, 3) *Pinus taiwanensis* type, 4) *Alnus formosana-Rhododendron rubropilosum* type, 5) *Picea morrisonicola* type, 6) *Chamaecyparis formosensis* type, 7) *Salix fulvopubescens* type, 8) *Alnus formosana-Aralia bipinnata* type, 9) *Castanopsis carlesii-Rhododendron ellipticum* type, 10) *Pasania brevicaudata* type, 11) *Platycarya strobilacea-Carpinus kawakamii* type, 12) *Pseudotsuga wilsoniana-Cyclobalanopsis globosa* type, 13) *Beilschmiedia erythrophloia-Turpinia formosana* type, 14) *Alnus formosana-Villebrunea pedunculata* type, and 15) *Juglans cathayensis* type. One of the major factors affecting the differentiation of the vegetation types was found to be elevation.

KEYWORDS: Shalihsian Creek, Vegetation Analysis, Detrended Correspondence Analysis, Matrix Cluster Analysis, Tabular Comparison.

1. Taiwan Endemic Species Research Institute, Division of Habitats and Ecosystems, 1, Ming-shen East Road, Chichi Township, Nantou County, Taiwan, R.O.C.
2. Taiwan Endemic Species Research Institute, Division of Botany, 1, Ming-shen East Road, Chichi Township, Nantou County, Taiwan, R.O.C.
3. Corresponding author.