

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

STUDIES ON THE VEGETATION ECOLOGY OF SALIHSIANHSI WATERSHED
IN CENTRAL TAIWAN

I. STUDIES ON THE VEGETATION ANALYSIS AND FOREST SUCCESSION

指導教授: 蘇 鴻 傑 博 士 Adviser: Dr. Horng-Jye Su

研 究 生: 劉 靜 榆 By: Junq-Yu Liu

民國八十年五月

May , 1991

中文摘要

英文摘要

- 壹. 緒言
- 貳. 台灣森林植群與中部山區植群評述
 - 一. 台灣之氣候與植群型分類
 - 二. 前人研究
- 參. 研究區之位置及環境概況
- 肆. 研究方法及步驟
 - 一. 資料搜集
 - 二. 踏勘路線
 - 三. 野外取樣
 - 四. 環境因子評估
- 伍. 資料統計與分析
 - 一. 原始資料編排
 - 二. 植群分析方法
- 陸. 分析結果
 - 一. 降趨對應分析
 - 二. 環境因子與植物社會變異梯度之相關性
 - 三. 矩陣群團分析
 - 四. 列表比較法
- 柒. 研究區內植群型之分類
- 捌. 森林動態及植群演替之推論
 - 一. 針葉樹林型之特性及更新機制
 - 二. 落葉樹林型之形成及其演替趨勢
- 玖. 研究區內之稀有植物及保育特性之評估
- 拾. 結論與建議
- 拾壹. 參考文獻

- 附錄一. 沙里仙溪集水區植群樣區之原始資料矩陣
- 附錄二. 沙里仙溪集水區植群樣區之植物編號代碼及學名對照目錄
- 附錄三. 沙里仙溪集水區植群樣區之環境因子評估矩陣
- 附錄四. 研究區植物目錄

表目錄

- 表一. 台灣中部山地植群帶之海拔高度及溫度變化範圍
- 表二. 沙里仙溪流域及鄰近地區氣象資料表
- 表三. 沙里仙溪流域之溫度梯度表
- 表四. Gauch 八分級制數據轉化表
- 表五. 降趨對應分析各軸之變異軸長及固有值
- 表六. 環境因子與各變異軸之相關係數
- 表七. 研究區內植群型分類綜合表 . 特徵種表
- 表八. 研究區內植群型分類綜合表 . 分化種、優勢種表

圖目錄

- 圖一. 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
- 圖二. 研究區之等高線圖及樣區設置位置圖
- 圖三. 研究區內造林及火災位置圖
- 圖四. 樣區及植群型在分布序列前二軸平面上之分布圖
- 圖五. 樣區及植群型在分布序列第一、三軸之分布圖
- 圖六. 利用重要值指數計算樣區間相似性之樹形圖
- 圖七. 利用八分級制數據計算樣區間相似性之樹形圖
- 圖八. 研究區內各林帶之演替趨勢流程圖

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，為典型之台灣中部山地森林。植群調查以玉山國家公園內，台灣大學實驗林第三十二林班至三十五林班之林班界為研究範圍，面積為二千一百一十九公頃。

本研究設置樣區 42 個，並記錄七項環境因子。研究區內有蕨類植物 21 科 130 種；裸子植物 5 科 15 種；被子植物 115 科 738 種，總共記錄維管束植物 141 科 883 種。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，將本區之植群分為十五型，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再分成亞型，所有的植群型分別歸屬於四個林帶中，分別為：冷杉林帶：A.台灣冷杉林型。鐵杉雲杉林帶：B.鐵杉林型；C.台灣二葉松林型；D.台灣赤楊 金毛杜鵑林型；E.台灣雲杉林型。櫟林帶：F.紅檜林型；G.褐毛柳林型；H.台灣赤楊 裏白蔥木林型；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。楠櫟林帶：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，其中之 A、F、M 三型又區分亞型；分別為 A-i 台灣冷杉 玉山杜鵑亞型；A-ii 台灣冷杉 鐵杉亞型；F-i 紅檜 台灣赤楊亞型；F-ii 台灣紅榨槭 薄葉虎皮楠亞型；F-iii 紅豆杉 狹葉櫟亞型；M-i 木荷 狹葉櫟亞型；M-ii 鬼櫟 屏東木薑子亞型。影響植群型分化之主要原因為海拔高度，且由於不斷的自然干擾及小型人為破壞，而出現一些早期演替之植群型。本研究亦針對此類林型之演替趨勢加以探討，並推論區內針葉樹林型之森林動態。

本文除進行植群分析外，並列舉全區之植物目錄，評選區內稀有及有滅絕危機之植物，及保育管理措施之建議，以供規劃單位參考。

Summary

Shalihsianhsi is the major tributary in the upper course of Chenggiulanhsi. Its total watershed is located within Nanton county in central Taiwan. The elevations range from 1200 to 3528 meters. It is the typical montane forest in central Taiwan. The field of the vegetation research ranges from the thirty-second to the thirty - fifth forest compartments of Yushan National Park, and the experimental forest of National Taiwan University. Its total area is 2119 hectares.

Forty two stands are sampled in this area with seven environmental factors recorded. Within the area of research there are 21 families 130 species of Ferns; and 5 families 15 species of Gymnosperms; and 115 families 738 species of Angiosperms. The total sum of vascular bundle plants is 141 families 883 species. Methods include Detrended correspondence analysis; Matrix cluster analysis and Table rearrangement. The vegetation in this area is divided into fifteen types. With the local variations of the environment and the climate, the component plants with different dominance are further divided into subtypes, All the vegetation types belong respectively to four forest zones: I. Abies zone: A. *Abies kawakamii* forest type; A-i. *Abies kawakamii* *Rhododendron pseudochrysanthum* subtype; A-ii *Abies kawakamii* *Tsuga chinensis* subtype; II. *Tsuga picea* zone: B. *Tsuga chinensis* forest type; C. *Pinus taiwanensis* forest type; D. *Alnus formosana* *Rhododendron oldhamii* forest type; E. *Picea morrisonicola* forest type; III. *Quercus* zone: F. *Chamaecyparis formosensis* forest type: F-i *Chamaecyparis formosensis* *Alnus formosana* subtype; F-ii *Acer morrisonensis* *Daphniphyllum himalaense* subtype; F-iii *Taxus mairei* *Cyclobalanopsis stenophylla* subtype; G. *Salix fulvopubescens* forest type; H. *Alnus formosana* *Aralia bipinnata* forest type; I. *Castanopsis carlesii* *Rhododendron ellipticum* forest type; K. *Platycarya strobilacea* *Carpinus kawakamii* forest type; L. *Pseudotsuga wilsoniana* *Cyclobalanopsis globosa* forest type; IV. *Machilus* *Castanopsis* zone: M. *Beilschmiedia erythrophloia* *Turpinia formosana* forest type; M-i *Schima superba* *Cyclobalanopsis stenophylla* subtype; M-ii *Lithocarpus lepidocarpus* *Litsea akoensis* subtype; N. *Alnus formosana* *Villebrunea pedunculata* forest type; O. *Juglans cathayensis* forest type. The major factor which influences the differentiation of the vegetation types is the elevation. Besides, with the constant natural interference and small-scale man-made destruction, there appears some early successional vegetation types. The research also aims at the study of the successional trend of these vegetation types and the deduction of the dynamic of the conifers in this area. Besides the analysis of the vegetation, this research includes the enumeration of the plants in the whole area, the examination of the plants rare and threatened by extinction, and the suggestions about the measures for conservation and

Administration, so that the plan authorities may take it into account.

壹、緒言

台灣中部山區峰巒錯聳，眾壑縱橫，且氣候溫潤，故植物種類繁富。沙里仙溪集水區內自低海拔之闊葉林經針闊混淆林，以至高海拔之針葉林，依序變化明顯可見，而區內東埔山至塔塔加鞍部一帶更有顯目的高山草原，這些不同的森林群系孕育出本區複雜而豐富的植物相。此外，沙里仙溪流因受地形屏障，保留有較完整結構之高海拔闊葉林及雲杉森林，乃研究台灣植群生態極佳之場所(郭城孟 1989)。

台灣近幾年來快速的經濟成長，造成自然環境相當大的改變與破壞，故自然資源的保育，為國內急待推動之基礎建設。沙里仙溪集水區早於日據時代即為土砂扞止保安林，民國 73 年設立為玉山國家公園。

國家公園顧名思義為具有國家代表性之自然公園，係人類近百年來對自然資源之稀少性與不可恢復性深切體認而發起應予保育之地區(張隆盛 1985)。以現有之保育觀念及規劃技術，如要進行自然資源保育之規劃，最好以地區性之生態調查及土地分類為首要工作(Huxley 1962)，對生物資源而言，動、植物種類之清單(Inventory)調查是瞭解資源特性及分布之必要措施(Bratton & White 1981; 蘇鴻傑 1991)。另一種清單調查的方式是植物社會之分類，即植群型(Vegetation type)之分析，係以生育地為單位，而列舉其中聚集之植物組成，此亦為生態系之分類為基礎，因植物之生物量大，又為食物鏈之源始，而其固定在地面的特性構成其他動物生存的基本空間。故生態系之分類系統，必與植物的特性有關，而其分類單位之名稱亦多採用植群之名稱為代表 (Ellenberg 1961 ; Walter 1979 ; Muellert Dombois & Ellenberg 1974 ; Whittaker 1970 ; 蘇鴻傑 1988a)。生物之保護，不論以某一物種為對象或以一群特定的生物群聚為對象，其保育地區應一律以整個生態系為考慮，因此植群型之分析即應列為保育措施及保育評估之首要工作。

台灣之植群經數十年之研究已有初步分類基礎(林渭訪等 1968 ; 柳楮等 1961 ; 柳楮 1968 ; 柳楮 1968 ; 章樂民 1971)。高階層之植群單位，如森林帶(Forest zone)，雖有不少論著；但地區性之分析仍待個別進行，以本研究區而言，海拔範圍自 1200 至 3528 m，涵蓋面積廣達 2119 公頃，跨越了亞熱帶、暖溫帶、冷溫帶及亞寒帶等四個氣候帶，其中包含之林型及植群型，由於生育地因子的差異或因處於演替不同階段，呈現非常複雜之鑲嵌構造。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(蘇鴻傑 1987a)，並針對植群之特性及更新狀況，推測演替程度及未來發展趨勢，作為台灣中部陳有蘭溪上游植群分布之基礎資料，在未來作區域性之保育評估。最後評選及列舉區內之稀有及有絕滅危機之植物種類，並建議適合之保護及管理措施，以供規劃單位參考。

貳、台灣森林植群與中部山區植群評述

一、台灣氣候及植群型分類

台灣全島緯度差距雖小，但因受季風交替之影響，且境內高山羅列，氣候之變異極大，故考慮台灣氣候分類，應以三度空間之立體變化表示之。即垂直溫度區分及水平地理位置區分。蘇鴻傑(1984 a; b)曾以年平均溫(T_m)及溫量指數(WI)來設定山地植群帶之分布範圍，發現溫度與海拔高雖有顯著之直線相關，但在中海拔山區，大約在盛行雲霧帶之高度，有遞減率偏低的現象，此乃因大山塊加熱效應，故山地坡面林型之分化在中部大山較為延展。如將台灣中部山區之森林帶加以調查，並配合溫度之推算，可依樹木之形相及主要優勢種而劃分六大植群帶(表一)。櫟林帶代表台灣山區盛行雲霧帶之大略範圍，其中雲霧最濃之地區則常出現台灣特有之檜木林，該林帶涵蓋了研究區大部分地區。此外，研究區還包括雲霧帶以上之鐵杉、雲杉林帶及冷杉林帶，可代表台灣中部中海拔以上之森林植群。

林帶(Forest zone)為高階層之植群分類單位，並非均質之基本單位。故林帶內之林型或植物社會並非完全相同，同一林帶內尚有多種林型，需視生育地之方位、地形、土壤基質及水分供應程度而定。而蘇鴻傑(1987 b)則收集往昔許多學者之調查或記錄，並將各種林型在環境梯度上之分布位置加以排列，整理出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(如圖一所示)，橫軸乃係此等因子構成由濕至乾之生育地梯度(蘇鴻傑 1987a)。本研究區位於台灣中部山區海拔 1200 至 3528m 之間，跨越了楠櫟林帶、櫟林帶、鐵杉雲杉林帶及冷杉林帶，因本區多為北向坡面，故主要植群型大致上與該四林帶吻合，而較為乾旱之南向坡面，在區內較為少見，但由於過去干擾因子之影響，致使部分生育地形成裸地而出現陽性之台灣二葉松及闊葉落葉林型，故研究區內所出現出之植群型頗多，植物社會及生育地之歧異度仍甚高，值得進一步調查。

二、前人研究

沙里仙溪流域位於台灣的中心地帶，有關該區之植群調查及研究，早期多偏重於玉山沿線植群之描述，如沿傳統登山路線以遊記方式描述特殊的植物及沿途景觀(川上瀧瀾 1906；青木繁 1928)。另外針對玉山沿線植物組成景觀與垂直植群帶狀變化，並以生活型區分各植物社會者有佐佐木舜一(1922；1923)之報告，將東埔至玉山之間植群分為水生植物群界、乾生植物群界、中生植物群界、熱帶降雨林、後生植物群落。而鈴木時夫(1935；1936)是沿八通關前往秀姑巒山及馬博拉斯山採集調查，區分了低地熱帶林、照葉喬木林、針葉喬木林、高山草原等四型。

台灣光復後，劉棠瑞(1948)概述玉山之地理環境及氣候，並條列植物名錄，可為早期代表。柳樞等(1961)在全省林型生態調查時曾針對沙里仙溪上游之雲杉及鐵杉林做取樣調查。另有學者偏重植物社會分類及沿線景觀描述(應紹舜 1972；王忠魁 1978)。近幾年來由於國家公園之成立，對於該集水區之植物生態有更深入之探討。黃增泉等(1984)是依光復後數位學者之歸類及現場觀察，將玉山國家公園之植物帶區分為寒原植物帶、針葉林帶、針闊葉混淆林帶、闊葉林

帶及次生植物群落。而郭城孟(1988; 1989)則針對陳有蘭溪及沙里仙溪之植群詳加調查,並分區段說明,繪成植群剖面圖,且列出區內稀有植物之種類及分布狀況。

沙里仙溪鄰近山區之植群分布及組成,亦為本研究參考及比較之對象,針對中部山區之森林植群設置樣區詳加調查,並利用植物社會分析法以區分植群型者有劉棠瑞及柳重勝(1973)之報告,研究範圍為台大實驗林之溪頭營林區,海拔在500至2025 m之間,除人工造林外,共區分成三群叢,即、台灣杜鵑 玉山箭竹群叢;、錐果櫟 長尾柯群叢;、大葉校力 台灣雅楠群叢。沈勇強(1984)亦調查台大實驗林之部分林型,針對29及31林班之保護林海拔1300至2200 m處設置樣區,並利用群團分析法將植群分為三個優勢型,其下再分亞型,其分類計有、瓊楠 假長葉楠 鬼櫟 山香圓優勢型;、狹葉櫟 阿里山千金榆 櫟木優勢型;、化香樹 阿里山千金榆 櫟木優勢型。而黃獻文(1984)則針對日月潭鄰近山區之植群,亦利用群團分析法區分為五個植群型,其下再區分亞型,即、黃杞 大葉苦槠 單刺栲優勢型;、大葉楠 山香圓 長葉木薑子優勢型;、九芎 相思樹 樟葉槭 櫟樹優勢型;、狹葉櫟 奧氏虎皮楠 長葉木薑子優勢型;、長尾柯 台灣杜鵑 校力 西施花優勢型。

近年來之研究有楊勝任等(1989)針對新中橫公路沿線植群調查,探討公路開挖後所引起之坍方,誘發次級演替之情形,並根據列表比較法將調查樣區分成七型,分別為、二葉松林型;、台灣赤楊林型;、台灣紅榨槭林型;、白校鑽 紅檜林型;、台灣澤蘭型 茵陳蒿 虎杖型;、五節芒型。郭城孟(1990)將東埔玉山區之植群依形態及海拔分布區分林帶,並將沙里仙溪流域闊葉林植群區分為十型;、大葉柯 曲莖蘭嵌馬藍型;、牛樟 曲莖蘭嵌馬藍型;、長葉木薑子 曲莖蘭嵌馬藍型;、屏東木薑子 曲莖蘭嵌藍型;、紅楠型;、狹葉櫟 長尾柯型;、狹葉櫟 大葉柯 曲莖蘭嵌馬藍型;、昆蘭樹 狹葉櫟型;、木荷 狹葉櫟 細葉複葉耳蕨型;、木荷 烏心石型。

綜觀上述文獻,可知東埔、玉山區為植物生態學者研究之主要地點之一,而針對沙里仙溪集水區之植群調查,卻僅有郭城孟(1988; 1989; 1990)之研究報告,且主要為定性之描述,定量調查則僅針對常綠闊葉林之取樣分析。此外有關台灣中部山區之植群分析調查,主要為海拔2000 m以下的地區,高海拔地區之研究報告則較缺乏。本研究所選擇之沙里仙溪集水區,不但涵蓋不同的氣候帶,且保有較完整之植群,可為典型之台灣中部山區,中、高海拔森林之代表故對該集水區作全面取樣調查,其分析結果期能為全省植群資料庫提供初步的基礎資料。

參、研究區之位置及環境概況

一、地理位置

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。本研究區選定之沙里仙溪集水區,西側以同富山(2285m)及東埔山(2782 m)為界,南面則以玉山西峰(3528 m)向西延伸經前山(3236 m)至塔塔加鞍部(2854 m)之稜線為界,而以玉山西峰向北延伸之支

稜，包括北玉山(1849 m)為東界，北面達和社、東埔以南，至和社營林區第三十二林班界為止，面積為 2119 公頃(見圖二)。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，民國 73 年設立玉山國家公園。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(1200 m)，最高點在東南端界線上的玉山西峰(3528m)，整個集水區落差達 2328 m。由於本區多為北向、東北向或西北向之坡面，其適生之植群以濕或中生之常綠林為主。本集水區於民國十五年即劃為土沙扞止保安林，又因地形屏障而能保有相當完整之植群，但在部分海較低的地區，人跡較易到達，更因沙里仙溪林道的開發(民國 53 年修築)，多年來受伐木，開墾已不復保有原始林相，取而代之者則為草生地或次生天然林及部分人工林，人工林主為柳杉、台灣杉或杉木等。近幾年來因新中橫公路之開闢，對植生的破壞更為嚴重；施工人員用堆土機將炸開之山石推落山溝，沿線邊坡幾乎看不見植生，全被廢土所掩埋，勢將引發另一次演替。

二、地質

根據陳正祥(1961)，林朝榮(1957)，王鑫(1980；1982)等學者之報告，本區地質多屬第三紀岩層，基岩以砂岩為主，與砂質頁岩交互疊成層狀，由於砂岩厚，硬度大，致常成塊狀崩落而成巨大轉石，頁岩質薄而脆弱，一般露於表面者經風化分解，使岩層發生空隙，上部砂岩相繼滾落，且因地層傾斜，故常呈九十度之崩壞，加上雨季中大雨不斷沖刷，崩壞面更成擴大之勢，峽谷深化，地勢險峻之形成，此為主因。又沙里仙溪沿沙里仙斷層的西側發育，斷層以西是中新世南莊層的砂頁岩互層，斷層以東是始新世的板岩層，另有第四紀洪積世，多在溪流沿岸覆蓋於第三紀基岩之上。

三、地形

塔塔加鞍部分隔沙里仙溪以及楠梓仙溪的上游支流，兩溪背道而流，呈谷中分水的景觀。沙里仙溪的源頭坡度較大，而且落差也大，因向源侵蝕的作用比楠梓仙溪支流為強烈，如果長期進行的話，塔塔加鞍部應向南移動。上述之分水嶺向東延伸連接玉山前峰、西峰至主峰，向西連接鹿林山，石山，兒玉山而達阿里山，形成東西走向的主要分水嶺。集水區西側為東埔山向北延伸至同富山的稜線，集水區東側由玉山西峰連接北玉山之稜線隔開沙里仙溪另一支流，這三條分水嶺形成一完整的集水區，且因受溪流據烈侵蝕及切割作用，整個集水區，呈峽谷狀，由於夾雜大量沙石，在溪的中、下游形成多處沖積扇或比高約 20—60m 的河階地。

四、土壤

本區海拔較高，氣候冷涼，故成土作用概屬灰壤化，又因海拔高度不同而溫度不同，淋洗作用程度亦不同，可分為灰壤、棕色灰化土、灰棕壤及紅黃色灰化土等。而在高山嶺地帶因地形陡峻處容易沖蝕，故土壤較難育成，多岩石露頭，其附近四周主為崩積之石質土，而與灰壤及棕色灰化土三者混合存在，可為台灣高山嶺上針葉林下一般土壤之代表(梁鉅榮 1961)。

五、氣候

本區之氣候資料，共收集鄰近地區 11 個測候站之溫度及雨量資料，列於表二，由表上可看出本區雨量較四周平地為多，平均年雨量約 3000 mm，屬夏雨集中型氣候，夏半年(四月到九月)約佔 80%以上，十月以後雨量急速減少，但由於海拔高；溫度低並無明顯之乾季。地勢對雨量之分布影響甚著，自西部沿海往中部山區，雨量隨高度上升而俱增，阿里山年雨量達 4627 mm，但至海拔 2400 m 以上，即已超出最大降雨量，故高海拔之雨量隨海拔上升而逐漸減少。

在氣溫方面，山區氣溫較平地為低，本研究將 11 個測候站之資料，利用直線迴歸式，計算區內之平均溫度，其遞減率為平均每升高海拔 100 m，冬季氣溫下降 0.53，夏季氣溫下降 0.59，本區之溫度梯度如表三所示。

台灣中低海拔冬季絕少霜雪，但在高山地帶，霜雪乃屬常見，海拔超過 2000 m 以上之山區平均霜期可達 180 天，玉山在 11 月即可能降雪，雪期一直延至翌年四月。山區之氣候頗為潮濕而多霧，故日照率恆低，尤以夏季各月為然，例如阿里山平均日照率僅 39%而玉山平均日照率為 48%。(以上氣象資料來源蘇鴻傑 1984a；陳正祥 1961；中央氣象局年報資料)

表三. 研究區之溫度梯度

海 拔 高	一月均溫	七月均溫	年平均溫
1200m	12.3	21.7	17.5
1500m	10.7	20.0	15.8
2000m	8.0	17.0	13.0
2500m	5.3	14.0	10.1
3000m	2.6	11.0	7.3
3500m	-0.04	8.1	4.4

表二、沙里仙溪集水區及鄰近地區氣象資料(採自 Su, 1984)

測站	內茅埔	清水溝	和社	東埔	對高岳	阿里山	西巒
氣							

大 郡 大 八通關 鹿林山 玉 山
候資料

	海 拔	485	520	785	1197	2270	2274
2402	2470	2841	2960	3850			
	1月均溫	15.6	14.8	16.1	13.1	6.7	5.3
8.9	4.2	2.3	3.6	-1.5			
	2月 "	16.4	16.1	17.1	-	8.2	6.0
9.6	-	-	4.7	-1.4			
	3月 "	18.1	18.7	19.5	-	10.0	8.5
11.4	-	-	7.3	0.5			
	4月 "	21.4	21.3	21.7	-	12.0	11.1
13.8	-	-	10.1	3.1			
	5月 "	23.7	23.5	23.4	-	13.8	12.7
14.0	-	-	11.5	5.6			
	6月 "	24.8	24.7	24.6	-	15.0	13.7
16.6	-	-	12.4	6.5			
	7月 "	25.4	25.1	25.4	24.1	15.4	14.0
16.0	13.1	10.6	12.8	7.2			
	8月 "	25.2	25.2	25.2	-	15.1	13.8
17.5	-	-	12.6	7.1			
	9月 "	24.8	24.8	25.0	-	14.8	13.6
16.3	-	-	12.2	6.9			
	10月 "	22.7	22.8	23.2	-	12.5	11.0
17.0	-	-	10.0	6.2			
	11月 "	19.8	20.2	20.6	-	10.3	9.0
15.5	-	-	8.3	4.1			
	12月 "	16.8	16.8	17.7	-	7.9	6.7
11.5	-	-	5.8	1.3			
	年 均 溫	21.2	21.2	21.6	17.8	11.8	10.4
13.0	9.4	4.9	9.3	3.8			
	1月雨量	35	41	37	42	72	86
143	75	148	111	24			
	2月 "	52	83	60	49	109	141
150	192	66	107	76			
	3月 "	90	114	90	129	165	132
106	186	294	137	235			

	4月"	134	182	147	207	268	115
277	83	556	146	365			
	5月"	323	434	306	349	559	407
508	217	629	394	348			
	6月"	326	513	356	279	716	1323
604	455	500	617	536			
	7月"	312	466	300	438	608	642
271	290	461	543	634			
	8月"	317	468	370	413	622	838
198	220	452	774	239			
	9月"	186	299	249	262	410	702
284	210	336	636	333			
	10月"	38	61	55	53	105	131
92	45	78	150	30			
	11月"	28	27	33	31	53	48
34	35	63	63	48			
	12月"	34	38	45	34	65	62
40	37	57	72	1E3			
	年雨量	1875	2726	2048	2287	3752	4627
2707	2045	3638	3750	3041			
	冬雨量	277	364	320	338	569	600
565	570	706	640	586			
	冬雨量	14.8	13.4	15.6	14.8	15.2	13
20.9	27.9	19.4	17.1	19.3			
	乾季月數	2	1	1	-	-	-
-	-	-	-	-			
	乾季缺水	19	13	8	-	-	-
-	-	-	-	-			

註: 冬雨量: 1至3月及10至12月之雨量總和

冬雨率: 冬雨量與年雨量之比率

乾季月數: 月雨量小於兩倍之月均溫之月數

乾季缺水: 乾季各月之2倍月均溫減月雨量之總和

肆、研究方法及步驟

一、資料搜集

首先著手收集本區有關之地圖, 包括一萬分之一、二萬五千分之一及五萬分

之一航照基本圖及等高線圖，另用十萬分之一林班界圖劃定研究區界。並參考路線交通、住宿、水源等資料，以便計劃野外勘察取樣之路線。另外收集有關之地質、地形、土壤、氣候等基本環境資料及相關文獻以明瞭過去研究進行程度。並取得五千分之一造林地圖及伐木、造林、林政等有關資料，以瞭解過去施業情形。

二、踏勘及植群調查路線

踏勘之主要目的是決定研究區之範圍，瞭解研究區域的地形路線，期對區內植群分布之變異，有一初步的掌握。本研究進行當中，曾經勘察，取樣之路線如下：

- (1)由塔塔加鞍部下沙里仙溪林道
- (2)由遊客中心下沙里仙溪往塔塔加鞍部
- (3)由塔塔加鞍部往玉山前峰北向坡之雲杉林
- (4)塔塔加鞍部經玉山步道，至山玉前峰及西峰
- (5)麟芷山步道
- (6)沙里仙溪林道往瞭望台達北玉山
- (7)由新中橫公路下至沙里仙溪林道
- (8)沿新中橫公路兩旁稜線
- (9)楠溪林道旁

三、野外取樣

在決定取樣方法時，應可先考慮取樣目的，林分之等質性及種類歧異度，就台灣山區之複雜褶曲地形而言，逢機樣區及系統樣區之取樣法頗多困難之處，為適應區內複雜之植相，考慮地形與樹木分布型之關係(蘇鴻傑 1977)，可由調查者主觀在研究區內選擇數個代表性地點設立樣區。

本研究之取樣工作採取多樣區法，選擇地形與植物組成較為均質(Homogeneous)之林分，設置 20 個(除第 32 樣區外) 5mX5m 之小區集合為一合成樣區。第 32 樣區因植物組成較為特殊，為避免取樣不足，增為 33 個小區。

取樣同時附帶記錄樣區的海拔高、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，並對各類植群或特殊景物均隨時拍照佐證。現場調查時，除即有道路或小徑外，亦利用稜線及溪谷為行進路線，各分層植群範圍內，依環境因子或植群型分設樣點。

本調查工作自民國 79 年 5 月開始，至翌年一月底完成，共分 13 次上山作業，取得樣區四十二個。所有樣區位置標於地圖上(圖二)，在每一 5mX5m 方形小區範圍內記錄植物種類，測量覆蓋度、樹高、胸高直徑，實地取樣資料，經登錄於野帳手冊，各樣區內典型植物標本或未知植物種類，均加以採集攜回學校烘製及鑑定。全部野冊資料，再經整理，以每樣區為單位，填寫於制式統計表上。

至於台灣杉、柳杉或杉木等造林地，僅記錄其位置(圖三)，而不予以取樣調查。

四、環境因子之觀測與評估

各種環境因子對林木生長，植物分布及林型分化有整體性的影響，但為利於觀察及測計，實際操作時常將環境因子分離為單一之變數。本研究選用七項因子，以下略述各環境因子的評估方法以及其可能對植群產生之效應。

(A)、海拔高度(Altitude)

海拔高度通常可以用氣壓高度計在樣區中央位置加以測定，如樣區位置可在地形圖上正確定出，則亦可由地圖上之等高線數值讀出(Day & Monk 1974)。海拔高度係一間接影響因子，可作為局部氣溫之評估值。

(B)、方位(Aspect)

方位是指樣區最大坡度所面臨之方向，不同方位將導致溫度、日照、濕度及土壤水分的差異。利用指北針可在野外測出方位角，但以圓周角度表示出來的方位數值，與其所產生的效應並無相關，因此宜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 4 10 的指數，以代表其乾燥程度。

(C)坡度(Slope)

坡度是指樣區地面之傾斜度，可利用測斜儀在樣區內直接測定，並以角度表示，主要影響土壤的發育、堆積、排水性質等，亦影響太陽之入射角，直接影響太陽輻射強度及局部氣候。

(D)、土壤含石率(Soil stoniness)

土壤含石率可以指示土壤的發育程度。本研究以現場評估方式，評定樣區岩石含量，略分成五級。含石率最高者為第 5 級，最低者為第 1 級。

(E)地形位置(Topographic Position)

係指生育地置與當地地形起伏相對關係，可以離稜距(Distance for water divide)或離河距(Distance from stream channel)作為地位置之數量化評估值(Loucks 1962; Day & Monk 1974)，其影響主要為局部氣候及土壤中水份的含量及持續供應量，故‘可視為一種相對海拔高度之評估，在數值分析時須將其轉化為定量估值。本研究分為 7 級 分別是：

- 1.位於溪畔或距溪高差 50 m 之內。
- 2.位於山谷或距溪 51 100 m。
- 3.下坡處或距溪 100 200 m。
- 4.中坡或小支稜，距溪或距稜線 200 m 以上。
- 5.上彼處或距稜線 100 200 m。
- 6.主稜線或距山頂 51 100 m 。
- 7.位於山頂處於衝風處或距山頂 50 m 內。

(F)、太陽幅射(Solar radiation)

當研究區涵蓋緯度差異不大時，區內生育地之間輻射量變化，可用附近地形，地物之遮蔽率作為長期累積效應之評估(蘇鴻傑 1987a)。本研究採用樣區附近山脊所在處測其方位角及高度角(夏禹九、王文賢 1985)，然後以製圖方式求

出未受屏蔽之天空範圍大小，以表示輻射量之估值。設以一圓表示樣區地平面四周所見之天空範圍，圓心為樣區天頂(Zenith)所在，圓周代表地平線，圓之半徑即為由地平線至天頂 90°仰角空間，則在不同地物方位測出其屏蔽之高度角，以點表示於圓內，連接此點所形成之多角形，即為未受遮蔽空域大小，此空域稱之全天光空域(Whole light sky space, WLS)。而其空域當夏至與冬至兩天，太陽在天空運行軌跡線，所夾之天空面積，即為直射陽光可入射的範圍，其未受遮蔽之面積比例可代表直射光域(Direct light sky space, DLS)。

伍、資料統計與分析

一、原始資料統計

樣區之植物社會介量以重要值(Important Value Index, IVI)表示。由前章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，以三項之總和作為重要值指數(IVI)，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)，如表四：

表四、Gauch 八分級制數據轉化表

級	植物介量 (%)	級	植物介量 (%)
0	0	5	4 X < 8
1	0 < X < 0.5	6	8 X < 16
2	0.5 X < 1	7	16 X < 32
3	1 X < 2	8	32 X < 64
4	2 X < 4	9	64 X < 100

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。

二、植群分析方法

一般植群生態學者對於植群與環境關係之研判，常用直接梯度分析 (Direct gradient) 分布序列 (Ordination) 及分類 (Classification) 等三方法構成

的一整套方法來分析數據(Gauch 1982)。

梯度分析(Gradient analysis)是將樣區或植物在具有影響力之環境梯度上加以排列，以說明植群型在環境梯度上的位置，並尋求植群變異與環境梯度之相關性，若事先不瞭解或無法確認那一環境因子對植群之分布具有決定性作用，則宜先就樣區之植物資料進行分析，求出植群本身之變異梯度，再逐一測試各項環境因子與植群變異梯度之相關性(蘇鴻傑 1987b)。梯度分析的方法有多種，本研究採間接梯度分析法 (Indirect gradient analysis) 中之降趨對應分析 (De-trended correspondence analysis , DCA)，其基本運算過程與交互平均法 (Reciprocal averaging , RA)(Hill 1973)相同，即採用加權平均法 (Weightaverage , WA)反覆運算，然在計算過程中利用重新刻劃(Rescalina) 及降趨 (Detrending) 之步驟，改良軸端壓縮 (Endcompression)及拱形效應(Arch effect)，使分析結果更為理想 (Hill 1979 ; 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，加以研判。

植群分類法係將組成植物相似之樣區合併組成植群型(Vegetation type)，其生育地環境則由所合併樣區之環境因子加以統計。

本文並利用矩陣群團分析法 (Matrix cluster analysis , MCA)(Sneath & Sokal 1973)先算出任何兩樣區間的相似性係數(Index of similarity , IS)，然後依相似性之高低將樣區依次序先後合併。本論文中將重要值指數(IVI)及經轉換為個數值(0-9)之資料分別計算相似性指數(IS)。

所使用之相似指數為 Motyka et al.(1950)之公式

$$IS\% = \frac{2MW}{MA+MB} \times 100\%$$

公式中 MW 為兩樣區共同出現植物之較小介量總和。MA 為 A 樣區中所有植物介量之和。MB 為 B 樣區中所有植物介量之和。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 (Table rearrangement) 表示。

列表比較法是植群生態學中最早的分類技術(Gauch 1982)本研究採 Braun-Blanquet 列表法(Braun-Blanquet 1932)，其目標是把植物的種安排成一個序列，該序列把出現樣區相似的種排在一起；同樣也把樣區排成一個序列，該序列把種類組成相似的樣區排在一起(Ceska & Roemer 1971 ; Holzner , Wegerer & Ellenbroek , 1978 ; Feoli & Orloci , 1979)。這兩個步驟不斷重覆直到滿意穩定的結果，最後顯示數據矩陣之正值元素在該矩陣內集中，且沿矩陣之對角線排

序(Gauch 1982)。如此經過安排的"種 樣區數據矩陣"最大的優點是它同時顯示了數據集的一般特徵和全部細節(Gauch 1982)，可由表上確認出各種不同的植群型。

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)。

陸、分析結果

本研究共設置 42 個樣區，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，列入分析，其原始樣區資料矩陣示於附錄一。將樹種加以編號並依照台灣植物誌所載之學名、中名，列舉於附錄二。

環境因子評估項目有海拔高、方位、坡度，含石率、地形位置、全天光空域及直射光空域等七項。配合樣區資料整理成環境資料矩陣，如附錄三、現依所得資料與分析結果將植群分類與分布序列探討如下：

一、降趨對應分析(DCA)

原始資料矩陣經降趨對應分析後得四個變異軸，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(表五)。

表五、各軸之變異軸長及固有值

變異軸	變異軸軸長	固有值
第一軸 Ax1	7.650866	0.8953692
第二軸 Ax2	5.460918	0.705111
第三軸 Ax3	3.464061	0.408096
第四軸 Ax4	3.223584	0.2996431

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 turn-over)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，樣方中的種成分完全轉換也大約在 4SD 之內(Gauch 1982)，由此可得知在最重要的環境梯度上，本研究區內並無恆存種，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，標於第一、二軸及第一、三軸所形成之平面圖(圖四及圖五)。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。由第一及第二軸之樣區平面散布圖觀之(圖四)，第一軸甚長，第二軸雖已縮短，但仍在 5SD 以上，且樣區群在圖中略呈開口向上之拱形，推測第二軸之資訊內容，可能有甚大之拱形效應，此乃 DCA 運算中的系統偏差，生態意義不大。在第一及第三軸之平面圖中，拱形效應已消失，且第三軸遠較一、二軸為短，故可見原始資料之變異性，大多呈

現在第一軸。

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七項環境因子之相關係數矩陣如表六所示，就第一軸而言，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。

與第一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，其餘因子亦與第一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。

表六、環境因子與各變異軸之相關係數

環境因子		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	-.106	+0.466	+0.413	+0.591	+0.534	+0.482
2	-.578	+0.225	-.249	+0.177	-.313	-.203	-.149
3	+0.108	+0.267	+0.341	+0.142	+0.334	+0.295	+0.363
4	-.129	+0.163	+0.079	+0.238	-.266	0.455	-.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

第二軸之樣區分數可能有甚大之拱形效應，在表六之環境因子中，除海拔高度外，僅有地形位置一項呈相關(P=0.05)，可見生態意義不太，海拔之相關性呈現負號，與第一軸相反，正是拱形效應之影響。在第三軸之相關測驗中，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，可見此軸才真正顯示地形及空域遮蔽之效應，但相關係數與第一軸之海拔高度相差甚遠，推其原因，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，而空域比例之影響即相對降低，觀第一、三軸平面上之樣區分布(圖五)，尚可見一值得注意之現象，即在第三軸分數較高之樣區，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(見後文說明)。

三、群團分析(MCA)

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(Datatransformation)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，故論文中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(圖六、圖七)。

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。圖六為利用 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。圖六之聯結是根據 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)。而圖七為利用 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(可與表一及圖一對照)，分別為 、冷杉林帶； 、鐵杉、雲杉林帶； 、櫟林帶； 、楠櫟林帶。

比較圖六及圖七，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六中趨於率先聯結成一類，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)在圖六中合併為同一型，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，由圖七之樹形圖中，可見上述樣區被分開，而可劃分為三型(D、H、N 等三型)，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、列表比較法及植群之命名

依據歐洲大陸學派之列表比較法(Table 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，四十二個樣區之重要組成樹種經合併及分型後列於表七及表八。表七所列者大多是各型之特徵種，呈現較明顯之梯度，表八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，故表七及表八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，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。

柒、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十五型，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

不同之植群再分成亞型(見圖六、七及表七)。各植群型主要利用特徵種來命名，因調查區內跨越海拔幅度大，植群之轉換明顯，故該特徵種亦多為該型之優勢種，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。此外，自森林演替之觀點而言，其中有些植群並非安定之極盛相，但因持續時間極長，形成長期可見之特殊景觀，故亦列為一型(蘇鴻傑 1978)，其演替趨勢將在下一節中加以說明之。

茲將植群型之生育地環境及主要組成分述於下；並將此十五種植群型分屬於四種林帶中說明之。

一、冷杉林帶 (Abies zone)

該林帶組成單純，僅有冷杉林型出現在調查區中。

(A) 冷杉林型(Abies kawakamii forest type)

樣區編號: 10、25、26、27

本型於調查區內主分布於玉山前峰與西峰間，海拔 3200 至 3500m 間，由於位在近山脊頂部，太陽輻射極強，為直射光型之針葉林。其組成樹種在上部常混入玉山圓柏，下部則有鐵杉侵入。典型之冷杉純林，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。

由於沙里仙溪強烈的向源侵蝕，故本型多生長於陡峭之岩礫地，森林構造常僅見一層樹冠；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)。研究區中冷杉在鬱閉良好時，仍有幼苗發生，調查資料顯示各種徑級皆有，而最大者可達 92 公分，若以徑級推測年齡，則所調查之冷杉林應為一全齡林分(All-aged stand)，因其能永續更新，故屬於安定之極盛相。

由於冷杉對土壤及地形之選擇並不嚴苛，故樣區間環境因子的差異頗大，此依海拔差異，導致伴生及灌層植物的不同，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)

樣區 25、26、27 即屬此型，該亞型主要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%。組成植物主要有台灣冷杉及玉山圓柏。玉山圓柏多呈喬木狀幹形扭曲，其胸徑有達 50 cm 以上者，林下仍有幼苗，顯示可以更新。玉山杜鵑則呈矮盤灌叢(Krummholz)(蘇鴻傑 1974)混生其間。需注意的是，該亞型之地被並無一般冷杉林下常見之玉山箭竹，故冷杉幼樹更新旺盛，冠層稍有疏開即有大量小苗生長。

其餘偶見之木本植物有玉山小檗(*Berberis morrisonensis*)、刺柏(*Juniperus formosana*)、玉山野薔薇(*Rosa sericea* var. *morrisonensis*)及高山薔薇(*Rosa transmorrisonensis*)等地被草本則如上文所述，多生長於岩石裂縫或苔蘚之間。

本亞型主要代表台灣冷杉與玉山圓柏灌叢的推移帶。

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

本亞型以第 10 樣區為代表，該樣區位於玉山前峰頂之稜線下方，懸崖峭壁上，坡度高達 75 度，且多岩石露頭，含石率為第五級，全天光及直射光空域幾達百分之百。因地形陡峻，土壤難以育成，地面密生之玉山箭竹，主要出現在土壤稍有發育處，林下及林緣常見冷杉幼苗之更新。此亞型普遍見於調查區內 3200 至 3500m 之間，而所選取之樣區，因位於海拔 3200m 處，林下已有少量之鐵杉稚樹侵入，可視為冷杉林及鐵杉林之推移帶。

其他木本植物如巒大花楸(*Sorbus randainensis*)，川上氏小檗(*Berberis kawakamii*)、台灣茶藨子(*Ribes formosanum*)、高山越橘、(*Vaccinium morrillianum*)等混生於玉山箭竹間。地被草本常見有玉山鬼督郵、玉山針蘭、玉山佛甲草、川上氏薊、高山白珠樹、曲芒髮草(*Deschampsia flexuosa*)，偶亦見矮菊(*Myriactis humilis*)、台灣龍膽(*Gentiana atkinsonii* var. *formosana*)、寬葉冷蕨(*Cystopteris moupinensis*)、玉山蕨蕨(*Crypsinus quasidivariatus*)、玉山肋毛蕨(*Ctenitis transmorrisonensis*)等。

二、鐵杉 雲杉林帶(*Tsuga Picea* zone)

本區之鐵杉雲杉林帶大約分布在海拔 2500 至 3200m 之間，代表林型為鐵杉林及雲杉林，此二林型向下可分布至 2300m 處，但常混有多量之闊葉樹種，已非純林。本林帶尚有其他林型，為演替階段之林型，如赤楊及台灣二葉松等。

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

樣區編號 6、11、16

本區之鐵杉林分布於麟芷山北向及東北向山麓及玉山前峰向北坡面等地，常形成大片純林，可下延至海拔 2300m 處。本型樣區調查主要選取 2500m 以上之純林，最高海拔為玉山前峰頂(3230m)旁之稜線上。本型樣區坡度為 30 至 65 度，方位角 0° 65°，含石率 1 5 級，全天光與直射光空域皆幾達百分之百。可知鐵杉林亦為好直射光之針葉林，對地形、土壤之選擇並不嚴苛，而性喜向陽乾旱排水良好之生育地。

所調查之林分組成單純，上層為鐵杉，下層為玉山箭竹，且其體型高大，但桿數(密度)較少。常見之闊葉樹有厚葉柃木(*Eurya glaberrima*)、高山鴨腳木(*Schefflera taiwaniana*)、玉山假沙梨(*Stranvaesia niitakayamensis*)、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 microcarpus*)及川上氏小檗等。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)

樣區編號 2、18、34

本型樣區主要選取 2600m 上下之二葉松純林為調查對象坡度約 35 度，全天光空域 77-58%，直射光空域為 80-74%，土壤發育佳，含石率一級，位於稜線或上坡處，方位向東或東南。上層除二葉松外，尚夾雜少數華山松，下層並混有散生之鐵杉稚樹。闊葉樹常見有玉山假沙梨(*Stranvaesia niitakayamensis*)、厚葉柃木、高山鴨腳木、台灣紅榨槭(*Acer morrisonense*)等。小灌木則以台灣馬醉木、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*)等最為優勢。地被草本層有以高山芒(*Miscanthus transmorrisonensis*)優勢，亦有以玉山箭竹優勢，或兩者混生。其他尚有戀大蕨(*Pteridium aquilinum*)、石松(*Lycopodium clavatum*)、玉山卷柏(*Selaginella labordei*)、地刷子(*Lycopodium multispicatum*)、裏白(*Diplazium glaucum*)、台灣龍膽、台灣藜蘆(*Veratrum formosanum*)、玉山金絲桃(*Hypericum nagasawai*)等。

目前之二葉松林尚未完全鬱閉，且其幼苗數量仍相當可觀，故本林型尚可維持一段時間。

(D).台灣赤楊 金毛杜鵑林型(*Alnus formosana* *Rhododendron oldhamii* forest type)

本型以第 17 樣區為代表，海拔高度約 2600m，地勢極陡，坡度超過 50 度，方位向東，全天光及直射光空域分別 66%、74%，本型位於河道旁之坡面，因大型溝蝕而引起的早期演替，故呈長帶狀生長，上層主為台灣赤楊優勢，林緣並有較大徑級的台灣二葉松，下層則有少量的鐵杉稚樹。偶見褐毛柳(*Salix fulvopubescens*)、玉山假沙梨等幼苗。灌木層以金毛杜鵑最為優勢，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 glandulosocalycinus*)、檜葉懸鉤子(*Rubus alnifoliolatus*)、戀大菝葜(*Smilax menispermoides*)等，草本層以高山芒為主，混生有戀大蕨及少量之阿里山落新婦(*Astibe macroflora*)、台灣繡線菊(*Spiraea formosana*)、台灣龍膽、石松、地刷子等。

由現場觀察推測原為二葉松林，因大型崩塌後基岩裸露不適於二葉松生長，而無玉山箭竹之原因則是崩塌後高山芒之種實輕小，易於傳播而先佔優勢。

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

樣區編號: 7、9、13、14、29

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 2500-3000m 之間，常成純林，其下限可繼續延伸至海拔 2100m 左右之櫟林帶，此外在麟芷山支稜向玉山前峰北北西之坡面亦有為數不少的雲杉大徑木。

本型樣區從海拔 2300 至 2800m 皆有取樣，其坡度約 28-42 度，位於山麓中坡處，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%。除第 14 樣區之雲杉為中、小徑級外，其餘皆為大徑級，其群落組成較上述各林型複雜，上層樹冠為雲杉優勢，混生有少量華山松、紅檜

(*Chamaecyparis formosensis*)、鐵杉及紅豆杉(*Taxus mairei*)、第 29 樣區由於海拔較低，已在櫟林帶內，故混生有大量闊葉樹種。

下層小喬木或灌木常見者有威氏粗榧(*Cephalotaxus wilsoniana*)、台灣紅榨槭、厚葉柃木、銳葉柃木(*Eurya acuminata*)、柃木(*Eurya jakponica*)、玉山假沙梨、漸尖葉新木薑子(*Neolitsea acuminatissima*)、玉山木薑子(*Litsea morrisonicola*)、高山鴨腳木、薄葉虎皮楠(*Daphniphyllum himalaense*)、疏果海桐(*Pittosporum illicoides*)、刺格(*Osmanthus heterophyllus* var. *bibracteatus*)、小實女貞、阿里山瑞香(*Daphne arisaensis*)、川上氏小蘗、中原氏鼠李(*Rhamnus nakaharai*)、阿里山十大功勞(*Mahonia oiwakensis*)、刺果衛矛(*Euonymus echinatus*)、華八仙(*Hydrangea chinensis*)、玉山莢迷(*Viburnum betulifolium*)、太平山莢迷(*Viburnum foetodum* var. *rectangulatum*)、大葉溲疏、玉山灰木等，其他有小葉白筆(*Symplocos modesta*)、通條木(*Stachyurus himalaicus*)、水麻(*Debregeasia edulis*)、畢祿山鼠李(*Rhamnus pilushanensis*)等散生，林緣則常見蔓性灌木，如扁核木(*Prinsepia scandens*)，刺萼懸鉤子、腺萼懸鉤子、苦懸鉤子(*Rubus trianthus*)、台灣懸鉤子(*Rubus formosensis*)、高山薔薇等。

此外，本林型在海拔 2500m 以下地帶常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、漸尖葉新木薑子、粗毛柃木(*Eurya strigillosa*)、高山鴨腳木、狹葉櫟(*Cyclobalanopsis stenophylla*)及威氏粗榧等。其他尚有薯豆(*Elaeocarpus japonicus*)、鬼櫟(*Lithocarpus lepidocarpus*)、南投黃肉楠(*Litsea acuminata*)之小苗。調查區內木質藤本種類亦多，主要有大枝掛繡球(*Hydrangea integrifolia*)、高山藤繡球(*H. aspera*)、台灣常春藤(*Hedera rhombea*)等，稀有藤本則有清水木通(*Akebia chingshuiensis*)及阿里山清風藤(*Sabia transarisanensis*)；著生物以台灣石吊蘭(*Lysionotus pauciflorus*)、小膜蓋蕨、波氏星蕨(*Microsorium buergerianum*)、蘆山石葦(*Pyrrosia sheareri*)等較為常見。

本林型因土層深厚且陰濕，其下層地被歧異度極高，加上海拔落差頗大，致使區內地被植物在各樣區間差異亦大。較高海拔之優勢地被如冷杉異燕麥(*Helictotrichon abietetorum*)、玉山鬼督郵、阿里山鬼督郵(*Ainsliaea macroclinidioides*)、玉山鹿蹄草(*Pyrola morrisonensis*)、高山酢醬草(*Oxalis acetosella*)、阿里山落新婦、阿里山假寶鐸花(*Disporum arisanensis*)、台灣排香(*Lysimachia capillipes*)、玉竹(*Polygonatum altelobatum*)、絨莖樓梯草(*Elatostema minutum*)、絞股藍(*Gyostemma pentaphyllum*)、蔓黃苑(*Senecio scandens*)、刺萼寒莓(*Rubus pectinellus*)、台灣噴吶草(*Mitella formosana*)、紫花鳳仙花(*Impatiens uniflora*)、沿階草(*Ophiopogon formosanus*)、尾唇根節蘭(*Caudatilabella*)、穗花蛇菰(*Balanophora spicata*)。玉山箭竹則只見少量散生於林緣。蕨類植物則有尖葉耳蕨(*Ploystichum parvipinnulum*)、柄囊蕨、川上氏雙蓋蕨(*Diplazium kawakamii*)、芽苞耳蕨(*Ploystichum stenophyllum*)、斜方複葉耳蕨(*Arachniodes rhomboides*)、玉山肋毛蕨、亞蹄蓋蕨(*Lunathyrium pycnosorum*)、頂

囊肋毛蕨(*Ctenitis apiciflora*)。而開闊地或林緣則常見大片之頂芽狗脊蕨(*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*)等亦在較下方之樣區中佔相當之優勢。

三、櫟林帶(*Quercus zone*)

櫟林帶為台灣山地森林植群垂直分布上一個轉變帶，約為盛行雲霧帶之高度，在本帶上方為針葉樹喜好直射光林型之盛行帶，即上述之鐵杉雲杉林帶及冷杉林帶，在本帶以下則為闊葉樹之盛行帶，如楠櫟林帶及榕櫟林帶。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，有闊葉樹之櫟林型及針葉樹之檜木林型，亦有針闊混淆林，此外在向陽坡面及演替早期更有許多特殊之林型，形成複雜之鑲嵌體(見圖一)。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。茲將本研究取樣所得之林型分述如下。

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

樣區編號 8、12、28、30、42、

由於日據時代曾將阿里山附近及沙里仙溪一帶之天然紅檜林先後標價，由台灣總督府營林區、林產管理局及日商秋田會社從事大規模伐採，光復後台灣省政府林產管理局，亦曾許可伐木商在此整理殘林，以搬出利用(台大實驗林 1970)，故目前尋獲之紅檜林多非純林。

本型樣區主要選取海拔 2500 至 2300m 間之林分，由於本林型之上部與山地上層帶之植群交界，故常有雲杉或少數鐵杉混入，而下部則伸入櫟林帶中與多數闊葉樹混生，主分布於中坡至溪谷，環境因子差異較大，坡度 5—43 度，含石率 1—3 級，方位角 20—40 度，全天光空域為 65—42%，直射光空域 71—49%，由於樹種組成複雜各樣區間差距極大，茲將其分成三個亞型。

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

本型上層主要組成紅檜，中層則有赤楊出現，顯示為演替中之林型，第 8 樣區為較鬱閉之成熟林型，而第 42 樣區則因外在干擾而成為開闊之生育地，因為林況及生育地並不相同，在此分別敘述之：

第 8 樣區之上層樹冠除紅檜外尚有雲杉，而組成第二喬木層之闊葉樹有台灣赤楊、台灣紅榨槭、昆欄樹等大徑木，甚有達上層樹冠者，此類闊葉樹在調查樣區內，未發現其更新幼苗。組成第三層者則有威氏粗榧、山肉桂(*Cinnamomum insularimotamum*)、玉山木薑子、漸尖葉新木薑子、大葉溲疏、五蕊虎皮楠(*Daphniphyllum glaucescens*)、薄葉虎皮楠、粗毛柃木、高山鴨腳木、華參(*Sinopanax formosana*)、巒大紫珠(*Callicarpa japonica*)等。地被草本最優勢者為曲莖蘭嵌馬藍、火炭母草及松田氏冷水麻。

第 42 樣區曾經過大型干擾後殘留部分老株，很快又形成紅檜林，但因地勢

極陡，不斷的小型崩塌，使本樣區維持在演替較早期之階段，這可由區內許多初生的赤楊稚樹看出。該林分之上層僅有紅檜，且冠層破碎，呈小塊狀或單株散生，下層則以落葉性樹種佔優勢，如台灣赤楊、褐毛柳、尖葉槭(*Acer kawakamii*)、裏白刺蔥(*Aralia bipinnata*)、阿里山千金榆(*Carpinus kawakamii*)等。常綠性闊葉樹有昆欄樹、霧社黃肉楠(*Litsea mushaensis*)、森氏櫟(*Cyclobalanopsis morri*)、高山鴨腳木、高山櫟(*Quercus spinosa* var. *miyabei*)、木荷(*Schima superba*)、短尾葉石櫟(*Pasania brevicaudata*)、漸尖葉新木薑子、玉山假沙梨、台灣八角金盤(*Fatsia polycarpa*)、西施花(*Rhododendron ellipticum*)、大葉溲疏等。而地被草本主要為五節芒混雜多種懸鉤子類，如刺萼懸鉤子、裏白懸鉤子(*Rubus mesogaeus*)等。

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

本亞型為針闊葉混交林，紅檜只是中小徑級，而與大量闊葉樹混生。樣區位在溪谷，以第 12 及 30 樣區為代表。第一層樹冠約 15-20m，優勢組成為紅檜、薄葉虎皮楠、台灣紅榨槭。尚有昆欄樹及赤楊，下層之小喬木及灌木有通條木、華八仙、厚葉柃木、高山鴨腳木、銳葉柃木、漸尖葉新木薑子、柃木、玉山木薑子、長葉八仙花(*Hydrangea angustipetala*)、太平山莢迷、大葉溲疏、小實女貞、玉山假沙梨、玉山灰木、阿里十大功勞及威氏粗榧。藤本及著生灌木有大枝掛繡球、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，稀有藤本有清水木通。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(*Coniogramme intemedia*)、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 stenophylla* subtype)

本亞型屬針葉樹混交林，以樣區第 28 號為代表，區內含石率較高，常見大岩石散佈其間、方位向東、緩坡。

第一層樹冠高約 30m 以上其組成為紅豆杉、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、大葉溲疏等。灌木層常見川上氏小蘗、阿里山十大功勞、小葉白筆、玉山灰木、伏牛花。木質藤本有雀梅藤(*Sageretia thea*)、大枝掛繡球、台灣常春藤及少量之菊花木(*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)

樣區編號: 22、24、35

本型樣區主位於海拔 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 69-56%，而直射光空域為 75

69%；顯著的較全天光空域的比值為高。區內主要組成為褐毛柳，並有少數槭樹科之植物如台灣紅榨槭、尖葉槭等與之混生，為典型的落葉林型。褐毛柳多自地際分幹或數株叢生、樹高約四 五公尺，林冠稀疏，林床光線充足，由於位處雲霧帶，枝幹上皆披覆大量松蘿，顯示該生育地濕度極大。此外，調查樣區內發現有極大徑級的殘留根株，且有焚燒的痕跡，推測該處原為紅檜林，經火災及伐木後所形成之落葉林景觀。

典型之褐毛柳林組成簡單，主要為褐毛柳優勢，夾雜少量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、狹葉櫟及多種懸鉤子類的植物。地被草本則以高山芒最為優勢，戀大蕨混生其間，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*)、火炭母草、台灣澤蘭、飛龍掌血(*Toddalia asiatica*)等。此外第 35 樣區中，由於褐毛柳數量已大為減少，常綠闊葉樹則較多，有紅楠(*Machilus thunbergii*)長尾柯、森氏櫟、枇杷葉灰木(*Symplocos stellaris*)、早田氏冬青(*Ilex hayataiana*)、戀大越橘(*Vaccinium randaiensis*)、木荷、西施花及森氏紅淡比(*Cleyera japonica* var. *morii*)等。

本林型由於分佈海拔之差異，致使樣區間之伴生樹種差別頗大，又因受災程度或演替階段的不同，褐毛柳之優勢度亦有明顯的差異。由調查結果推測，第 24 樣區可能為鐵杉雲杉林帶之早期演替階段，而第 22 及 35 樣區則可能演進為櫟林帶，且第 35 樣區之演替速度將較第 22 樣區為快。

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

樣區編號: 21、23

本型樣區主要為新中橫公路開挖後，兩旁新形成之裸岩地，海拔 2260 2430m，方位為東南東，坡度 30 45 度，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，並混生有少量的裏白刺蔥，其胸徑多未達 10 公分，樹高亦多在 3 公尺以下，下層幼苗數量頗多。其他木本植物數量不多，亦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、臭辣樹(*Evodia meliaefolia*)。而通條木、大葉溲疏、水麻、厚葉柃木及冇骨消等植物偶而出現，量亦不多。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。因土壤尚未完全發育、地被草本之量亦不多、主要優勢為高山芒、及台灣澤蘭(*Eupatorium formosanum*)。其他尚有阿里山油菊(*Chrysanthemum arisanense*)、台灣馬蘭(*Aster taiwanensis*)、蔓黃苑、黑果馬兒(*Melothria mucronata*)、波葉山螞蝗(*Desmodium sequaxa*)、大本山桔梗(*Lobelia pyramidalis*)及工程邊坡植草引進之白花苜蓿(*Trifolium repens*)等。

由植群組成結構觀之、此落葉林形相尚可維持一段相當的時期。

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

type)

樣區編號: 3、15、19、20

本型樣區多位於上坡或寬稜，海拔 1970 至 2200m 處，坡度 12—40 度，含石率 1—2 級，全天光空域 72—53%，直射光空域 78—57%。上層樹冠主要為樟科及殼斗科等植物所組成，歧異度極高，而無明顯的優勢種，一般而言，長尾柯佔較大的優勢，其他屬殼斗科之植物有大葉校力(*Pasania kawakamii*)、狹葉櫟、鬼櫟、校力(*Lithocarpus amygdalifolius*)、森氏櫟；屬樟科之植物則有假長葉楠(*Machilus japonica*)、長葉木薑子、山肉桂。尚有烏心石(*Michelia compressa*)、薯豆、木荷等樹種共同組成上層樹種。且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，樟科之萌芽最為旺盛，可說是一全齡林分。而早期演替之落葉性樹種，如赤楊、阿里山榆、台灣紅榨槭等，則僅存大的單株。

中層播樹冠除了上層林木之幼樹外，主要的組成樹種為杜鵑花科的西施花，及大頭茶(*Gordonia axillaris*)、山枇杷(*Eriobotrya deflexa*)。其他尚有樹參、台灣楊桐(*Adinandra formosana*)、森氏紅淡比、石楠(*Photinia serrulata*)、台灣稠李(*Prunus vaniotii*)、變葉新木薑子(*Neolitsea variabilissima*)、漸尖葉新木薑子、粗毛柃木、山豬肝(*Symplocos cochinchinensis*)等，針葉樹發現有威氏粗榧、紅檜及紅豆杉之幼樹，稀有植物有華參。

灌木層常見者有疏果海桐、太平山莢迷、狹葉糯米樹(*Viburnum integrifolium*)、呂宋莢迷(*Viburnum luzonicum*)、華八仙、葉長花(*Helwingia japonica*)、阿里山十大功勞、伏牛花、銳葉柃木、薄葉柃木、厚葉柃木、巒大越橘、玉山灰木、枇杷葉灰木、小葉白筆、銳葉紫珠(*Callicarpa pilosissima*)、蔓竹杞(*Myrsine stolonifera*)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，常呈大片叢生，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(*Rasania brevicaudata* forest type)

本型僅有第 31 樣區，該樣區位於北玉山頂海拔 1830m 處之緩坡地，坡度僅 13 度，土壤為石質土，土層淺薄，含石率 1 級，方位向東，由於是三面環山的小山頭，終年雲霧瀰漫大氣濕度極高，但土壤水較為缺乏，全天光空域及直射光空域分別為 69% 及 77%。

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，另外偶見之尖葉槭及青楓(*Acer serrulatum*)則僅有大徑木而無幼樹。

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 fokienensis*)、早田氏柃木(*Eruya hayata*)、疏果海桐、森氏紅淡比等其他較罕見的有台灣蘋果(*Malus formosana*)及華參。灌木層則以兩傘仔(*Ardisia cornudentata*)及珠砂根(*Ardisia crenata*)最為優

勢，蔓性木則以台灣土伏苓(*Smilax lanceifolia*)為主。地被草本層較為稀疏，以蕨類為主，如石葦(*Pyrrosia lingua*)，及少量之紅苞鱗毛蕨(*Dryopteris formosana*)、蘭科植物有長葉根節蘭(*Calanthe matsudai*)及阿里山根節蘭(*Calanthe arisanensis*)等，量亦不多。附生植物種類頗多，如小鹿角蘭(*Ascocentrum pumilum*)、台灣松蘭(*Gastrochilus formosana*)、崖薑蕨(*Pseudodrynaria coronans*)、台灣石吊蘭等。

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

本型以 33 樣區為代表，主位於玉山西峰向北支稜延伸至海拔 1800m 處，方位北向，坡度 29 度，區內亦為石質土，土層淺薄，含石率 1 級、全天光及直射光空域分別為 68%、78%。

上層優勢組成為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，但皆無更新苗之記錄。其他偶有短尾葉石櫟、長尾柯及山肉桂達到上層樹冠。下層之小喬木及灌木主要有台灣杜鵑、西施花、台灣山香圓(*Turpinia formosana*)、巒大越橘、狹葉櫟、高山櫟、短尾葉石櫟、長尾柯、虎皮楠、華參、南投黃肉楠、紅楠、山肉桂、早田氏柃木、臺灣山枇杷、台灣赤楠(*Syzygium formosanum*)、及華八仙等。

地被草本較為稀疏，主要以紅苞鱗毛蕨優勢。而樹枝上多附著大量之松蘿。

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

本林型僅有第 32 樣區，調查時為避免取樣不足，擴大取樣，共選取 33 個小區，合成為一大樣區。該樣區位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%。區內終年濕潤，林木多披覆松蘿及著生植物。

第一層喬木為威氏帝杉，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。第二層木以圓果青剛櫟最為優勢。其他尚有阿里山千金榆，亦佔相當優勢，而化香樹則僅侷限在海拔較高之處(約 1800m)。偶而出現有高山櫟及狹葉櫟。

小喬木及灌木層則以金毛杜鵑最為優勢，其他主要組成有巒大越橘、西施花、厚皮香、高山莢迷(*Viburnum propinquum*)、呂宋莢迷、疏果海桐、石楠、山枇杷、台灣栲(*Fraxinus insularis*)細葉饅頭果(*Glochidion rubrum*)、虎皮楠、紅毛杜鵑、華參及鹿皮斑木薑子(*Litsea coreana*)。

下層小灌木則以小葉鐵仔(*Myrsine africana*)最特殊且最為優勢，草本則以五節芒為主、混生有台灣厚距花(紅果野牡丹，*Pachycentria formosana*)，其他尚有許多種植物，但數量皆不多。著生植物常見者有石葦及金草蘭(*Dendrobium clavatum* var. *aurantiacum*)、樹絨蘭(*Eria philippinensis*)等，半寄生植亦極為常見，主要有桐櫟柿寄生(*Aspidixia articulata*)、高氏橙寄生(*Hyphear kaoi*)、大葉桑寄生(*Scurrula liquidambaricolus*)、忍冬葉寄生(*Scurrula lonicerifolius*)及台灣槲寄生(*Viscum alniformosana*)等。

四、楠櫛林帶(Machilus Castanopsis zone)

楠櫛林帶位於台灣山地下層，在中部約自 1500m 向下延伸至 500m 處(圖一)，其主要的代表林型有兩種，一為位於山地下部延伸而出之支稜上，即櫛木林型，屬喜好直射光之闊葉林；另一種是在山坡下側及溪谷之楠木林型，屬喜好散射光之闊葉林；兩者皆位於霧林帶之下方。本研究區海拔下限為 1200m，只涵蓋一小部分楠櫛林帶，且大多接近溪谷或山坡下側，故所見多為楠木林型。另有演替早期階段之落葉林，此等落葉林之生態輻度較大可以跨越櫛林帶，但由伴生樹種判斷，亦可歸入本帶，茲分述調查所得之林型如下。

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

樣區編號 1、36、；4、37、38、39、41

本型多位於較蔽蔭之山谷或溪畔，土壤含水率較高，且土壤發育良好之處，海拔 1760 至 1370m 之間。組成樹種高大，胸徑達 1m 以上者並不罕見，但歧異度極高，故優勢種並不明顯，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。

本型樣區主要組成冠層樹種為瓊楠、假長葉楠、長葉木薑子、紅楠、香楠 (*Machilus zuihoensis*)、猴歡喜(*Sloanea formosana*)、台灣赤楠、烏心石、大葉校力、鬼櫛等。其他尚有校力、樟葉槭(*Acer albopurascens*)、胡櫛(*Ilex formosana*)等。

中層喬木以台灣山香圓及長梗紫芋麻最為優勢，而上層喬木之稚樹亦佔相當之量，其他常見的有杜英(*Elaeocarpus sylvestris*)、山枇杷、山肉桂、台灣八角金盤(*Fatsia polycarpa*)及變葉新木薑子。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。地被草本層因林內較陰濕，故蕁麻科之冷水麻類或赤車使者類較為優勢，常見有冷清草(*Elatostna lkineolatum* var. *major*)、闊葉樓梯草(*Elatostana edule*)、赤車使者(*Pellionia radicans*)、奮起湖冷水麻(*Pilea funkikensis*)、松田氏冷水麻、恆春冷水麻等。偶而有小面積叢生之薄葉蜘蛛抱蛋(*Aspidistra attenuata*)或曲莖蘭嵌馬藍。蕨類則以斜方複葉耳蕨、細葉複葉耳蕨(*Arachnides aristata*)、廣葉鋸齒雙蓋蕨(*Diplazium dilatatum*)、稀子蕨、柄囊蕨、史氏鱗毛蕨(*Dryopteris scottii*)、萊蕨(*Leptochilus decurrens*)等為主。蘭科植物如阿里山根節蘭、黃鶴蘭(*Phaius flavus*)等，亦極為常見。木質藤本主要有愛玉子、菊花木、三葉爬崖藤(*Tetrastigma formosanum*)、台灣爬崖藤、風藤、葛藤(*Pueraria lobata*)、黑果馬兒等。由於生育地環境的差異，影響植物組成略有不同，茲將本型再區分為兩亞型。

M-i 本荷 狹葉櫛亞型(*Schima superba* *Cyclobalanopsis stenophylla* subtype)

樣區編號：1、36

本亞型為櫛林帶過渡至楠櫛林帶之推移區，其生育地主要為較陰濕的寬稜或中坡處，海拔為 1650 至 1760m 之間，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，除前述之瓊楠等楠木類外，尚包括木

荷、狹葉欖、長尾柯、烏心石、厚皮香、短尾葉石欖、薯豆、牛樟(*Cinnamomum micranthum*)、尖葉槭等，其中前三種為欖林帶之代表樹種。中層喬木以台灣山香圓為優勢，而可為亞型之特徵種有大頭茶、胡櫛、華參、大葉木犀(*Wsmanthus matsumuranus*)、森氏紅淡比、山枇杷等。灌木層主要有雨傘仔、珠砂根、伏牛花、柃木等。草本層則如上文所述，以蕁麻科之植物及細葉複葉耳蕨、斜方複葉耳蕨等為優勢。

M-ii 鬼欖 屏東木薑子亞型(*Lithocarpus lepidocarpus* *Litsea akoensis* subtype)
樣區編號 4、37、38、39、41

本亞型生育地為陰濕之溪谷或溪畔，為較典型的楠木林型，亦可代表研究區內海拔較低處之植被，樣區分布於海拔 1670 至 1370 間，方位為西北西，土壤含石率 2-3 級，坡度 10-34 度，全天光空域僅 36-57%，直射光空域為 41-57%。

組成本亞型上層之主要樹種為鬼欖、大葉校力、瓊楠、長葉木薑子、假長葉楠及香楠等。而在部份樣區形成冠層優勢之樹種尚有台灣赤楠、紅楠、台灣雅楠、猴歡喜及校力。中層之主要優勢種為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。由於臨近河道，河床坡面並非完全穩定，偶而引起小型崩塌，故亦有些落葉性樹種出現，如台灣朴樹(*Celtis formosana*)、台灣欖(*Zelkova serrata*)、大葉釣樟(*Lindera megaphylla*)、烏皮九芎(*Styrax formosana*)、山桐子(*Idesia polycarpa*)及早期留存之阿里山榆 1 棵，胸徑達 120 公分。

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*)、小膜蓋蕨及水龍骨科之植物，如崖薑蕨(*Pseudodrynaria coronans*)、絨毛石葦(*Pyrrosia linearifolia*)、槭葉石葦(*Pyrrosia polydactylis*)、伏石蕨(*Lemmaphyllum*)、大星蕨(*Microsorium fortunei*)、膜葉星蕨(*Microsorium mrimbranaceum*)、柳葉劍蕨(*Loxogramme salicifolia*)等，其中亦有部分會成為地上生者。

而草本層則如前文所述，主要以蕁麻科的植物為主，如冷清草、赤車使者、闊葉樓梯草及冷水麻類，亦常見曲莖蘭嵌馬藍形成優勢，而薄葉蜘蛛抱蛋則呈散叢狀，尚有台灣天南星(*Arisaema formosana*)，其他之蕨類植物、蘭科植物及藤本則如前文之瓊楠、山圓林型中所述。

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

第 40 樣區即為本型，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%。樣區上方為民國 61 年施行塊狀擇伐(局部皆伐)天然針闊葉林後，於民國 63 年底造柳杉林。

本林型主因大型崩塌所致，林內主由中小徑級之台灣赤楊組成，林冠已幾鬱閉，第二層優勢為長梗紫芋麻。尚見多種落葉性樹種如台灣胡桃(*Juglans cathayensis*)，臭辣樹、山桐子、白雞油(*Fraxinus formosana*)，其他尚有杜虹花(*Callicarpa formosana*)、大葉溲疏、山芙蓉(*Hibiscus taiwanensis*)、台灣八角金盤、水麻(*Debregeasia edulis*)等屬較早期的樹種，亦有台灣山香圓、山肉桂及其他樟科植物之幼苗。草本層主要為五節芒，曲莖蘭嵌馬藍混生其間，另外台灣馬蘭，天門冬(*Asparagus cochinchinensis*)及冷水麻類，亦極常見。

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

本型位於溪旁河床地之石礫地，以第 5 樣區為代表，海拔約 1485m，含石率 4 級，坡度 15 度，全天光空域僅 31%，直射光空域 43%，為典型之溪谷型生育地，林內組成多為中小徑級，地被稀疏，因長期受溪流之小型干擾，而保持在演替較早期的階段，致使林內組成有落葉性之先驅種及楠櫛林帶之溪谷型植物混雜出現。

其先驅性植物主要有台灣胡桃，亦為本林分的優勢組成，其他先驅性植物有台灣朴樹、野桐(*Mallotus japonicus*)、阿里山榆、山漆(*Rhus succedanea*)、樟葉槭、小葉桑(*Morus australis*)、杜虹花、大葉溲疏等，而代表溪谷植群者則有台灣雅楠、屏東木薑子、大葉釣樟、香楠、長梗紫芋麻、台灣山香圓、假酸漿等。其他尚有土肉桂(*Cinnamomum osmophloeum*)、瓊楠、變葉新木薑子、長葉木薑子、鬼欖、大葉校力、杜英、烏心石、嶺南白蓮茶(厚殼樹 *Ehretia thyrsoiflora*)、葉長花、台灣八角金盤、通條木等。

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*)、風藤、天門冬、高山藤鏞球(*Hydrangea aspera*)，糙莖菝契(*Smilax bracteata*)等，地被草本則常見月桃類(*Alpinia* spp.)、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。

捌、森林動態及植群演替之推論

一、針葉林型之特性及更新機制之探討

本研究區內除人工造林外，共出現六種針葉樹林型，由於更新機制各有不同，本節將針對各種樹種之更新特性，並配合外在環境變動，探討森林動態及未來發育模式。

(一)、玉山圓柏與台灣冷杉

玉山圓柏是台灣高山樹林中，海拔分布最高者，其大部分發生在森林與高山寒原之推移帶(Forest-tundra ecotone)，小部分則生育於高山森林界限(timberline)之上緣(蘇鴻傑 1974)，而玉山山脈之香柏灌叢出現之最下限約在 3400—3500m 間(蘇鴻傑 1988b)。

由前述之台灣冷杉 玉山杜鵑亞型(A-i)中冷杉小苗旺盛的更新可推測，除非大型干擾，目前形勢當可長久維持。林內之玉山圓柏多集中於含石量多且衝風處。據陳玉峰(1987)表示，西峰附近主稜上(3528m)雖以台灣冷杉為優勢，但與

其混生之玉山圓柏喬木之數量，就密度而言，較同海拔之主峰向西坡面之圓柏灌叢族群為多，而在前峰頂(3236m)，按卜萊斯(Price1982)1912年的採集日記中有記載玉山圓柏。依陳氏認為玉山圓柏可存在於前峰乃是正常的子遺狀況，並由大約同緯度的玉山前峰、西峰、主峰沿線推測；隨氣溫升高與土壤化育，玉山圓柏正逐漸往上撤退。而位於玉山西峰之圓柏族群遭遇來自台灣冷杉強勢競爭壓力，將可能逐漸被淘汰。

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，這種更新方式在溫帶森林中極為普遍 (White 1979； Runkle 1985)。根據野外觀察，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，如此輪番更新而達永續。

(二)、鐵杉

鐵杉分布海拔約 2500—3200m，與雲杉相似，但鐵杉較耐乾旱，故本省鐵杉林分布面積極廣，為蓄積最豐富的樹種，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，由於各地雲霧帶海拔高度略有不同，鐵杉林之分布海拔亦隨著變化，在台灣中部大約在 2500m 以上，台灣北部之拉拉山及塔曼山則在 1900m 以上便可發現(蘇鴻傑 1988b)。

老齡的鐵杉林冠層寬廣而重疊，森林底層很少有直射光，且林下密生的箭竹阻礙鐵杉幼苗更新，但若林內有大型風倒木致使周圍礦質土裸露，加以冠層疏開，林床光照度增加，其下層鐵杉及其他闊葉樹之幼苗皆得以生長。調查區內鐵杉胸徑有高達 200cm 以上，按徑級推測，整個林分呈異齡結構。諸如此類利用孔隙輪番更新，可使林分持續不衰。

此外在麟芷山附近之鐵杉林，曾於民國 52 年 5 月發火災而形成大面積之箭竹草原(圖三)。其箭竹高未達 50 公分，生長極為濃密，混生其間的植物有高山白珠樹、玉山金絲桃，玉山石松 (Lycopodium vditichii)、玉柏(Lycopodium juniperoideum)、台灣藜蘆(Veratrum formosanum)、鼠麴草(Gnaphalium affine)、高山柳葉菜(Epilobium amurense)、玉山小米草(Euphrasiatran morrisonensis)及龍膽類之植物。而歷經 30 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，數量極多，故推測該地帶將再恢復鐵杉林型。值得一提的是台大實驗林曾於民國 70 年 10 月，對該草地進行紅檜補植，面積為 10 公頃，但調查時並未發現紅檜幼樹，可能造林並未成功。

(三)高山松林(Aipine pine forest)

台灣山區相當於鐵杉及雲杉林之地帶，常有以台灣二葉松為主之大面積松林出現，本研究區之二葉松林主要分布在東埔山稜線兩旁，海拔 2000 至 2700m 之間。二葉松為極顯著之陽性樹，為演替初期之先驅樹種，由於其生育地海拔幅度極大(700—3200m)，故群落組成視當地海拔高度及植群演替階段而異。所謂高山松林係指發生於 2000m 以上之群落。由於火災呈周期性發生，演替被迫停頓，而淪為次極盛相(劉崇瑞、蘇鴻傑 1978)。

本研究區於民國 52 年 4 月及 5 月發生兩次嚴重的大火(圖三所示)。災害面積高達 146 公頃，由於延燒面積廣大，鄰近林木未能及時補充，致使整個東埔山一帶成為大片草生地。當火災發生後，若周圍尚有少數林木幸免於難，即成為種木(Seed tree)，且地被草類及灌木多被清除，礦質土裸露，而成為良好的苗床，此時種木即可下種，故二葉松幼苗與其他草本幾乎同時出現，且生長迅速，形成二葉松密林。但若無留存之種木，則草本先行繁生，成為暫時性之草原，俟二葉松種子飄播至此，著土即較不易，故幼苗密度較小。由於當時火燒強烈，災後大多數地區無法即時補植，故常見大面積之草生地，僅有少數二葉松，形成疏林(Savanna)之景觀。

早期之草本植物組成主要為高山芒優勢，亦有少數地區為玉山箭竹優勢，主要原因為原來生長於林下之玉山箭竹由於本身之地下莖深藏於腐植質土層之下，或可免遭焚毀，而能於災後相繼萌芽(陳玉峰 1989)，但若火燒強度過大之地區，箭竹亦無倖免，則高山芒以其輕小的種實先佔優勢，且其耐乾旱脊薄之特性，故多繁密生長於向陽之裸露地，所以箭竹與高山芒混生草原之出現與發展，應視火災強度及微環境中之水分差異情形而定。其他與之混生之植物則可參考前文所述之二葉松林型。

由於該草原之面積廣闊，台大實驗林已於民國 70 72 年間陸續對該草生地進行紅檜造林，累積面積達 160.46 公頃。因該生育地原即應為檜木林型，故施行栽植不但可以加快演進速度，亦可免於淪為周期性火燒之次極盛相。

(四)、台灣雲杉

典型之雲杉純林在台灣頗不多見，常呈小面積之塊狀林，一般雲杉林則多混有其他針闊葉樹，僅雲杉較佔優勢而已(蘇鴻傑 1978)。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，現場調查中罕見其天然更新之幼苗。研究區內海拔 2600m 處之雲杉林多為中小徑級，若有大型疏開，亦多被頂芽狗脊蕨等密覆，表土無法裸露。此外在海拔 2500m 以下至 2100m 皆可尋獲雲杉單株與多數闊葉樹混生，其雲杉皆為極大徑級(100 200cm)，因而推測往昔雲杉分布海拔較目前為低，或許因更新能力弱，無法與闊葉樹競爭而漸漸退至海拔 2500m 以上，或許與氣候變遷導致物種遷徙有關。據柳楷氏(1971)認為雲杉林如混以其他針或闊葉樹時，雲杉則僅為過渡時期之群落，僅有在海拔 2600 3000m 之生育地，方為一極群社會之群落而為一單叢。而有關雲杉更新機制則甚少有深入探討之文獻，沙里仙溪之雲杉林，歷經伐木及火災皆能倖免於難而保持良好之天然狀況，實為最佳的研究場所。

(五)、紅檜

檜木林係山地盛行雲霧帶最常見之林型，因檜木林性喜潮濕之海洋性氣候，故只見於台灣及日本，在亞洲大陸則未發現，為海島特有之霧林型。論其生育地之氣候，乃與櫟林帶相當，且當檜木林發展至某一程度，林下第二層樹冠即出現櫟林帶之常綠闊葉樹，故檜木林與櫟林帶之常綠闊葉林實為演替之先後階段(蘇

鴻傑 1988b)。

由於本研究區內早期曾針對紅檜及台灣扁柏(*Chamaecyparis obtus*)實行伐採，後又經大火吞噬部分林分，殘存之檜木林型則多與大量之闊葉樹或部分針葉樹混生。海拔較高處(2300m)之紅檜多為中徑級，與之混生的有雲杉、紅豆杉、赤楊、紅榨槭及薄葉虎皮楠等；而降至海拔 2000m 左右，則僅存少數單株散生，且徑級亦高達 100—200 公分，與之混生的有狹葉櫟、森氏櫟、長尾柯、大葉校力、烏心石、鬼櫟等。由於上層檜木老朽或經人為伐採後，下層之闊葉林已歷經幾代更新而成為極盛相之常綠闊葉林。

綜觀整個森林之組成，中部海拔之檜木林可代表台灣中部山區物種組成之轉變帶，自此往上多為針葉古老物種的純林，由此往下盡為暖溫帶、亞熱帶及至局部地區為熱帶的常綠闊葉樹林(陳玉峰 1987)。

由於紅檜幼苗為陽性植物，故經大型干擾後之裸露地，且位處雲霧帶內，皆有可能形成檜木林，更由於台大實驗林正大面積栽植，故將來應會恢復昔日景觀，形成大面積之紅檜林。

(六)、台灣紅豆杉

台灣紅豆杉分布於全省海拔 1000—2500m 之混淆林中，呈散生狀，密度極低(柳樞 1966；蘇鴻傑 1980)，近幾年來國人掀起對紅豆杉的熱潮，致使其數量更為銳減。

本研究區內紅豆杉之數量頗豐，最主要的分布地區為沙里仙溪發源於西山與塔塔加鞍部之兩條支流間，海拔 2300—1400m 處，相當於櫟林帶之分布，據觀察其主要生育地條件為陰濕、土壤發育良好，但含石率高之立地，其生長習性為根株纏抱大石塊。

按理符合其生育條件之立地極多，但因早期伐木作業後，多已變成柳杉、杉木或台灣杉之造林地，調查長尾柯林型之樣區附近，早期曾有塊狀擇伐作業，現場遺留有木馬道及殘存根株，而其旁之開闊地則見多數紅豆杉之幼苗。此外麟芷山向北支稜之東向坡面，亦見優勢之紅豆杉族群與多種針、闊葉樹混生(見紅豆杉 狹葉櫟亞型；F-iii)。其他地區亦常見其零星分布，而以兩支流交會處之族群密度最高。

由於其雌雄異株之特性，限制了有效族群的大小，但若人為之砍伐及生育地破壞能夠停止，其族群將能穩定繁衍。

(七)、威氏帝杉

威氏帝杉在本省分布以北部大甲溪上游及桃園大溪上游一帶較多，南部關山及東部花蓮、台東一帶亦有發現(柳樞 1966)。其性耐乾旱與瘠薄，但耐陰性較台灣二葉松為高，故常分布於陰坡較為乾旱而瘠薄之地區(柳樞 1971)。

有關威氏帝杉，據劉棠瑞、蘇鴻傑(1978)調查大甲溪上游植群中之台灣帝杉台灣二葉松過渡群叢時提到，該群落形成於海拔 1300—2000m 之地帶，在溪流沿岸多可見之，特別在陡峻之懸崖峭壁上常見其出現。此外在八通關古道，大分到多美麗之間，即新康山北延支稜之針闊葉混交林中威氏帝杉與台灣杉、台灣

雲杉、紅檜、台灣華山松、大葉校力等混生。而本研究區內僅北玉山西南向稜線有發現帝杉林型(參見威氏帝杉 圓果青剛櫟林型；植群型 L)。

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，而形潤濕而瘠薄之環境。據前和社營林區主任鍾年鈞先生口述，此帝杉林為台大實驗林中僅有之帝杉林。是否族群大小正在減少則尚待考證。而據劉及蘇氏(1978)所調查之帝杉 二葉松過渡群叢之更新狀況時強調，下層更新苗之數量，帝杉雖仍維持相當份量，但已為狹葉櫟所領先，並推測將來可會形成火燒柯 短尾葉石櫟 木荷 厚皮香優勢型。

由上述資料推測帝杉為一中性之過渡樹種，而北玉山頂之短尾葉石櫟林型(植群型 J)是否為取代原帝杉林型，則值得進一步研究。

二、落葉林型之演替探討

就台灣中部山地氣候條件，在楠櫟林帶以上，無論針或闊葉林，均以常綠林為主，而研究區內卻出現多種落葉林型，其生育地多為土壤化育不良的溪谷山壁，或人為干擾之立地。本區所形成之落葉林主要為森林火災，伐木作業，開築道路及崩塌等因子。大多屬於次生植被。由於區內植物種類豐富，陽性樹種群落亦多。

一般演替之性質可依土壤之狀況分為兩類，發生岩石裂隙或崩塌處之演替，因石礫多，土壤尚未發育，或僅有岩石孔縫可供植物生長，故類似初級演替(Primary succession)，可稱為岩生序列(Litho-sere)；發生於一般林地之演替，因原來即有森林存在，土壤發育完整，屬於典型之次級演替(Secondary succession)(蘇鴻傑 1978)。

研究區內主要的落葉林型有赤楊林型、紅榨槭林型、褐毛柳林型。胡桃林型及化香樹 阿里山千金榆林型。一般而言，當生育地改變後，其植物組成的種類，受許多隨機因子所影響；亦即除了土壤狀況外，尚需視周圍林分之植物種類而異，一般演替可分為三階段進行，分別為草地期，灌木期及喬木期。但由於耐乾旱而且根系發達之陽性喬木及灌木常伴草類同時出現，故草地期及灌木期皆不明顯，演種初期之主要顯著階段為先驅樹種期(Pioneer tree stage)。

此外，各種落葉樹分布海拔及生育地條件不同，故樹種組成及演種過程亦不相同，但演替的結果，必循著各氣候帶的演替途徑，達到極盛相，故在此將其區分為三個氣候帶加以說明。

(一)、冷溫帶(海拔 2500m 以上；即鐵杉雲杉林帶)

本氣候帶形成落葉闊葉樹林的機會較少，多為崩塌所引起。演替開始之初有阿里山剪股穎(*Agrostis arisanmantana*)、高山柳葉菜、油苔(*Carex satsumensis*)、台灣龍膽及蘚苔類等，而崩塌堆積處，土壤較為穩定，則出現台灣澤蘭、虎杖(*Polygonum cuspidatum*)、鼠麴草、戀大蕨、高山芒、石松、地刷子，高山白珠樹等草本植物，而台灣赤楊、褐毛柳等陽性樹種之小苗則與上述草本植物伴生，同時亦會出現多種小型灌木，如台灣繡線菊、南燭、臺灣馬醉木、金毛杜鵑、及紅毛杜鵑等。大體觀之，大型崩塌地多形成赤楊純林，而生育地較濕潤或土壤因

子改變不大者，則常為褐毛柳先侵入，而褐毛柳林型之演替速度亦較赤楊林為快。繼先驅樹種期之後，鐵杉及雲杉小苗陸續出現，最後將成為安定之鐵杉或雲杉林型。

(二)、暖溫帶(海拔 1500—2500m，即櫟林帶)

本氣候帶之落葉樹純林種類較多，且常能維持一段相當的時間。而形成各種落葉林之原因，茲將其分為三大類加以說明。

(1)大型崩塌及公路開挖

本研究區內早先有沙里仙溪林道之開設，近期又開挖新中橫公路，由於工程尚在進行，故可見演替早期植生定殖之序列變化。

公路開挖後基岩裸露，此類含石量極多之岩礫地，水分極易喪失，淺根性之草類不易存活，故首先形成之植物概為低矮之小灌木，夾生於光禿禿的裸岩間，主要有台灣繡線菊、大葉溲疏、木苧麻、蔥木類，及台灣赤楊之小苗等，在演替階段屬草本植物的最早期，之後才有高草型之植物出現，主要有高山芒及菊科植物如台灣澤蘭、細葉山艾、阿里山油菊、黃苑(*Senecio nemorensis*)加拿大蓬(*Erigeron canadensis*)、台灣馬蘭、虎杖、火炭母草、蔓黃苑、波葉山螞蝗及懸鉤子類、菝契類(*Smilax* spp)、馬兒類(*Melothria* spp)，進入喬木期後，又有台灣紅榨槭、尖葉槭、阿里山榆、褐毛柳、玉山假沙梨等苗木出現。繼陽性先驅樹種之後，即有若干偏向中性之樹種出現，如薄葉虎皮楠、昆蘭樹、高山鴨腳木、厚葉柃木、厚皮香、枇杷葉灰木、森氏紅淡比、薯豆、台灣八角金盤、西施花、森氏櫟、長尾柯、狹葉櫟、紅楠、假長葉楠及紅檜等。演替繼續進行，則海拔較高處將形成紅檜林或針葉樹混淆林，而海拔較低處則形成以殼斗科及樟科植物為主的闊葉林型。

(2)火災及伐木跡地

此為典型之次級演替，前文曾述民國 52 年之兩場大火，蔓延了極廣大的面積，嚴重之處森林全毀，形成大片草生地。而位於災區邊緣，略受林火波及之林分，其林木尚未完全焚毀，由於再經殘材處理，才使林地裸露，此類生育地多形成小塊狀之褐毛柳純林，散佈災害地邊緣，由於林床及土壤狀況良好，演替速度進行較其他落葉林型快。

為證實褐毛柳發生時期，特於民國 80 年 4 月選取具代表性之樣木於根際處截鋸圓盤，計算年輪數，為 26—27 年生。推測災後褐毛柳並未及時播種。經 1—2 年後褐毛柳才大量產生，故應有較明顯之草地期及灌木期。演替初期主要優勢為高山芒及變大蕨，另有紅腰子花(*Hemiphragma heterophyllum*)、圓葉豬殃殃(*Galium formosense*)、林氏茜草、石月(*Stauntonia hexaphylla*)、漸尖葉金銀花、大葉溲疏及懸鉤子類、菝契類之植物，而先驅樹種期出現有褐毛柳、台灣紅榨槭、裡白刺蔥、玉山假沙梨等，繼之出現狹葉櫟、森氏櫟、長尾柯、紅楠、木薑子及新木薑子類之植物，其演替亦朝檜木林或直接形成櫟林帶之常綠闊葉林。

為證實褐毛柳發生時期，特於民國 80 年 4 月選取具代表性之樣木於根際處截鋸圓盤，計算年輪數，為 26—27 年生。推測災後褐毛柳並未及時播種。經 1—2 年後褐毛柳才大量產生，故應有較明顯之草地期及灌木期。演替初期主要優勢為高山芒及變大蕨，另有紅腰子花(*Hemiphragma heterophyllum*)、圓葉豬殃殃(*Galium formosense*)、林氏茜草、石月(*Stauntonia hexaphylla*)、漸尖葉金銀花、大葉溲疏及懸鉤子類、菝契類之植物，而先驅樹種期出現有褐毛柳、台灣紅榨槭、裡白刺蔥、玉山假沙梨等，繼之出現狹葉櫟、森氏櫟、長尾柯、紅楠、木薑子及新木薑子類之植物，其演替亦朝檜木林或直接形成櫟林帶之常綠闊葉林。

(3)裸岩演替

台灣目前尚無裸岩演替之研究實例，本省山區坡度適中處均已完成土壤及森

林之發育(劉棠瑞、蘇鴻傑 1983)，故完整的裸岩演替極少見於研究實例，可見之裸岩多為溪谷山壁，或山頂稜線衝風帶。當岩石產生大量裂隙，則可堆積風運之土粒及風化之礦物質，而有利於植物之入侵，惟此種岩石裂隙與真正的岩生序列並不相同，在早期低等植物與高等植物常同時發生，而高大生活型之出現亦不一定在低矮植物生活型之後((Daubenmire 1968)。

此類演替由於長期衝風，岩石經強烈風化作用，剝落之岩屑堆積成緩傾斜之平面，形成石質土，但由於地形陡峻之處，易遭沖蝕，故土壤甚難育成。由於石礫多，土壤發育少，故演替初期僅有蘆竹類(*Arundo* spp)、高山芒、羊茅等夾生於岩壁裂縫；懸垂於岩石上，而殼狀及葉狀地衣(*Crusrose* or *foliose lichens*)及藍綠藻類植物(*Cyanophyceour plant*)，則著生在岩石上(劉棠瑞、廖秋成 1979)。灌木期主為杜鵑花科之植物，如金毛杜鵑、紅毛杜鵑、台灣馬醉木、馬銀花、南燭等，其他有石楠、雀梅藤、大葉溲疏、珍珠花、巒大越橘、凹葉越橘(*Vaccinium emarginatum*)、小花鼠刺、小實女貞、車桑子(*Dodonaea viscosa*)及笑靨花(*Spiraea prumifolia* var. *pseudopru-nifolia*)等構成之灌叢，並有化香樹及阿里山千金榆之小苗侵入。由於生長空間有限，其開放性灌叢可維持一段時間。繼而形成之喬木期以化香樹及阿里山千金榆為主其他尚有赤楊、台灣蘋果、尖葉槭、台灣欒、台灣椴等落葉性植物形成先驅樹種期，並漸有山枇杷、西施花、華參、疏果海桐等侵入。若此種演替之外力干擾長期存，致使陽性之化香樹及阿里山千金榆等大量出現，而形成局部地區之優勢型。上述之生育地由於環境漸漸改善，因而更適合殼斗科植物的生長，於是上層樹冠遂由狹葉欒、高山欒、短尾葉石欒、青剛欒、圓果青剛欒、木荷、薯豆、厚皮香等佔據，最後形成欒林帶之稜線林型。而位於山腹處，土層較厚之生育地則由長尾柯、大葉校欒、假長葉楠、紅楠等取代，形成極盛相之常綠闊葉林。

(三)、亞熱帶(海拔 1500m 以下；即楠櫛林帶)

本氣候帶所形成之落葉林，因演替進行速度較快，故較少純林出現。

演替初期之草本植物可見五節芒、天門冬、台灣百合等，灌木則有大青(*Clerodendrum cryptophyllum*)、杜虹花、伏牛花、山埔姜 (*Vitex quinata*)等，而同時亦出現喬木期植物之小苗，主要有台灣赤楊及台灣胡桃。本研究區之海拔範圍內所形成之早期演種階段，主以台灣赤楊或台灣胡桃為優勢，而與之混生之樹種有台灣欒、山桐子、烏皮九芎、野桐、阿里山榆、台灣朴樹、山漆、樟葉槭、小葉桑、山芙蓉、臭辣樹、台灣椴、刺蔥(*Aralia decaisneana*)、白臼 (*Sapium discolor*)、白匏子(*Mallotus panicalatus*)、蓬草 (*Tetrapanax papyriferus*)、裡白八角金盤、長梗紫芋麻、通條木、葉長花等。

若干擾得以停止很快就會有假長葉楠、瓊楠、南投黃肉楠、大葉楠(*Machilus kusanoi*)、雅楠、屏東木薑子、大葉釣樟、大葉校欒、鬼欒、台灣山香圓、木荷、烏心石等侵入，並取代早期之落葉性樹種。而下層之草本亦被曲莖蘭嵌馬藍或蕁麻科之植物所取代，最後形成安定之楠櫛林型。

以上所述之有關沙里仙溪集水區，各林帶之演替趨勢，主要為本研究調查之

結果，並參考過去學者(柳楮 1963；王忠魁 1974；劉棠瑞、廖秋成 1979；劉棠瑞 蘇鴻傑 1978；沈勇強 1984；蘇鴻傑 1978；1988c；楊勝任等 1989)研究之植群生態中，有關演替之推測，並依前述之推論，繪成本研究區之森林演替趨勢圖(圖八)。

玖、研究區之稀有植物及其保育特性評估

國家公園之生態保護區大多具有較大之面積，其內容也許包括整個或數個生態系功能之運作，因而保護區之植群生態調查工作中，清單之列舉是瞭解資源特性及分布之必要措施。此次調查，除設置樣區，進行植物社會分析外，對研究區內所見植物亦加以採集，製成臘葉標本，調查區內有蕨類植物 21 科 130 種，裸子植物 5 科 15 種，被子植物 115 科 738 種，總共記錄維管束植物 141 科 883 種。相信遺漏之種類仍很多，有待未來學者繼續補正，所採得之標本一千餘份，存放於臺大森林系標本館，全區植物名錄見附錄四。

生態保護區設置功能之一，即在提供動植物之庇護場所，尤其對稀有或面臨滅絕之物種為然。而植物在保育經營上所面臨情況，如稀有性、遭受威脅或潛在危機等，即為保育特性，亦稱為保育類目 (Conservational categorization) (蘇鴻傑 1987)，而其評估係由調查地區之植物清單中，選擇具有特殊保育意義的植物，依其特性和所面臨的問題予以分類，有了此種評估資料，方可進行適宜的保護或管理措施(Bratton & White 1981)。依國際自然保護聯盟所列之評估項目 (Lucas & Synge 1978, Threatened Plant Committee, IUCN 1980)對於植物所面臨之保育問題及生態特性之分類有以下幾項：

(1)絕滅者(Extinct): 此種植物在過去文獻中有記載，然目前雖經多次重覆調查其原來生育地後，發現野外已無生存者，但目前已為人類所栽培者，亦列入此項。

(2)臨絕者(Endangered):指受到嚴重干擾或破壞之植物，若威脅因子持續不斷，則有滅亡危機者。

(3)易受害者(Vulnerable):植物族群尚豐富，但受干擾或破壞，如此因子持續不斷，則該種植物將成為臨絕種。

(4)稀有者(Rare):植物的族群很小有潛在的危機，但不致淪為臨絕種或易受害者，此類植物分布範圍大，但族群密度極稀，或在狹窄之地理區域中呈現局限一隅之分布者，其族群雖小但數量穩定，危機尚未實際出現。

(5)不易受害又非稀有者:(Neither rare nor threatened)和上列四類目比較，其族群既豐富，而又沒有危機者。

本次調查依上述之保育特評估類目，並參考國內學者列舉之稀有及有絕滅危機之植物目錄(柳楮、徐國士 1971；蘇鴻傑 1980；徐國士 1987)，配合台灣全區之族群為觀點，而選定下列數種植物，做為保護區經營之參考。

一、稀有植物：

(1)台灣紅豆杉(*Taxus mairei*) 為紅豆杉科之植物，葉線狀披針形，略鐮刀狀，螺旋狀著生，排成二列，背具二條淡黃色氣孔帶，種實具紅色假種皮。分布於本

省 1000 2500m 之混淆林中，呈散生狀，密度極低(蘇鴻傑 1980)。在本區之分布地點，前文已述。造成該族群危機之原因為生育地遭受破壞，繁殖力弱，族群數目少(徐國士 1987)，且其心材色澤殊麗被大量伐採。

(2)威氏帝杉(*Pseudotsuga wilsoniana*) 為松科之植物，葉線形，基部狹縮為柄、螺旋狀著生，毬果懸垂，苞鱗先端三裂，突出於果鱗外，此種為台灣之固有植物(Endemic plant)，分布於台灣山區海拔 800 2500m 處，散生於針闊葉混淆林中，分布雖廣，但在分佈範圍內產量稀少(蘇鴻傑 1980)，本區僅見北玉山附近，詳見前文所述。

(3)威氏粗榧(*Cephalotaxus wilsoniana*)為三尖杉科之植物，葉線狀鐮刀形，氣孔帶白色，種實成熟時紫色。本種為台灣固有植物，分布於全省山區海拔 1400 2400m 之針闊混交或針葉樹林中，為下層植物、密度極稀(柳楮 1966；蘇鴻傑 1980)，且未曾見其集生呈群落，都為單株散生，可生長在向陽之岩質陡坡上，或茂密之森林中，種子發芽困難(徐國士 1980)，在本研究區內分布於雲杉林、紅檜林及長尾柯 西施花林型之下層。引起危機之原因為生育地減少及人為伐採。

(4)台灣杉(*Taiwania cryptomerioides*) 為杉科之植物，本屬植物特產於台灣及中國大陸喜馬拉雅山區，為地質時代之孑遺植物(徐國士、呂勝由 1984)，因其屬於陽性樹種故林木更新困難(徐國士 1980)，本區內有多處造林，天然生者極為罕見，引起危機之原因為生育地減少，且族群數量少，又因經濟價值而遭人為伐採(徐國士 1987；蘇鴻傑 1980)。

(5)華參(*Sinopanax formosana*)為五加科華參屬之植物，本屬僅一種，且為台灣所特產。喬木或灌木，枝條有褐色星狀毛及長毛，單葉、大形、具長柄。本種零星分布於本省海拔 1800 2600m 之山區，生長於向陽之溪流兩岸乾燥之礫石地區，其分布雖廣，然而族群數目不多(徐國士、呂勝由 1984；徐國士 1987)。本研究區內主要分布於海拔 2500 1600m 之間針、闊葉林下，尤以北玉山及坡度較陡之闊葉林中較為常見。

(6)鹿皮斑木薑子(*Litsea arienalis*)，為樟科之植物，散見東勢、谷關、佳保台、太魯閣、北大武山及台北山仔后一帶，為族群數量少，但分布廣泛之稀有植物(蘇鴻傑 1980)。本研究區內僅見於帝杉 圓果青剛櫟林型之下層。

(7)台灣蘋果(*Malus formosana*)，為薔薇科之落葉性喬木，梨果可食，本種零星點綴於台灣山區海拔 1000 2000m 之闊葉林內，偶見形成純林，如和社至上東埔間即可見之(蘇鴻傑 1980)。本區於第一樣區及北玉山頂皆有發現，但數量不多。

(8)山豆根(*Euchrea formosana*)為豆科之灌木，奇數羽狀複葉。本種台灣中央山脈海拔 1600m 左右之林中(劉業經等 1988)，亦為產量稀少之稀有種(柳楮、徐國士 1971；蘇鴻傑 1980)，本研究區內分布於瓊楠 台灣山香圓林型之下層。

(9)阿里山清風藤(*Sabia transarisanensis*) 為清風藤科之攀緣性灌木、葉膜質、卵形，本種產全省中高海拔之林緣，相當稀少(蘇鴻傑 1980)。在本研究區內之

分布範圍廣，海拔 2800—1500m 間之林下皆可現，但產量極稀。

(10)台灣葉長花(*Helwingia japonica* subsp. *formosana*)為五加科(四照花科)之植物、小灌木、花雌雄異株，簇生於葉面上，為一特殊之植物景觀，分布於全省高海拔之森林中，相當稀少(蘇鴻傑 1980; 劉業經等 1988)，本區則散見海拔 2100—1400m 之闊葉林下或林緣，常見於土壤含石率較高之立地，呈局部叢生，數量頗多。

(11)馬銀花(*Rhododendron ovatum*) 為杜鵑花科之植物，主要產於台灣中部大甲溪沿岸海拔 800—1800m 之處，族群數量稀少(蘇鴻傑 1980)。本研究區內僅見於北玉山頂及其西南向支稜上，即短尾葉石櫟及帝杉—圓果青剛櫟林型之下層。

(12)小葉鐵仔(*Myrsine africana*)，為紫金牛科之植物，分布於全省中低海拔山區，稀疏之林分下層，產量極稀(蘇鴻傑 1980)。本研究區內僅見於北玉山之帝杉—圓果青剛櫟林型之下層，並形成地被小灌木之局部優勢。

(13)台灣槲寄生(*Viscum aluiformosanae*)為桑寄生科之植物，屬半寄生性，主要寄主為臺灣赤楊，分布中央山脈海拔約 2000m 之地區(蘇鴻傑 1980)。研究區內之帝杉—圓果青剛櫟林型中有記錄。

(14)清水木通(*Akebia chingshuiensis*)為木通科植物，屬攀緣性灌木，掌狀複葉，小葉 3、卵形，原始記載特產於花蓮清水山(台灣木本植物誌 1976—1979; 劉業經等 1988)。本研究區內散見於雲杉林型及紅檜林型之下層，海拔 2600—2300m，產量極稀。

(15)琉球山素英(*Jasminum superflum*)為木犀科之植物，本種為產量稀少且分布地狹小之稀有種(郭城孟 1989)，本研究區內僅溪谷旁闊葉林內有採集記錄。

(16)玉山衛矛(*Euonymus morrisonensis*)為衛矛科之落葉灌木，蒴果倒圓錐形，粉紅色，種子紅色。產塔塔加及東埔一帶，族群數目極少，且分布狹隘(徐國士 1987)。研究區內分布於海拔 2900m 左右之碎石坡上。

(17)塔塔加繡線菊(*Spiraea tatakaensis*)為薔薇科之植物，屬木質草本。本種僅產塔塔加鞍部附近，族群數目極少，且分布狹隘(徐國士 1987)。研究區內於海拔 2800m 左右，岩石地上有採集記錄。

二、易受害植物(主因具有經濟價值而被大量採集者)

(1)阿里山十大功勞(*Mahonia oiwakensis*)為小蘗科之植物葉為羽狀複葉，多年生灌木，全株可供植於庭園供觀賞。全省散見於中央山區 2000—3000m 之森林內(蘇鴻傑 1980)。研究區內主要分布於雲杉林型、紅檜林型及長尾柯—西施花林型之下層。

(2)土肉桂(*Cinnamomum osmophloeum*)為樟科之中喬木，為本省之固有樹種，零星分布於本省 400—1500m 之闊葉林內，尤以谷關附近較多見之，本種近年來大量被採為香料，故列為易受害種(蘇鴻傑 1988d; 徐國士 1987)。本研究區內主要分布於瓊楠—台灣山香圓林型中。

(3)牛樟(*Cinnamomum micranthum*)為樟科之大喬木，為本省特有種，因材質細緻堅硬，為極佳之傢俱材料，自日據時代至今一再遭到砍伐，在台灣已屬稀有(郭

城孟 1990)。本研究區內主分布於瓊楠林型中之木荷 狹葉欒亞型，第一樣區中有徑級達 1m 以上者，已被砍伐。

(4)菊花木(*Bauhinia championi*)為豆科之大型藤本，莖之橫斷面木質部和韌皮部交錯成菊花狀花紋。早期台大實驗林曾標售集水區內之菊花木，故本區內並未尋獲大徑級者，且數量不多，散佈於海拔 2300m 以下針闊葉林中。本種之木材可作各種小裝飾具，供內外銷，多年來遭人為採伐殆盡，故列為易受害種。

(5)小鹿角蘭(*Ascocentrum pumilum*)為蘭科植物中小型之袖珍蘭，分布於全省海拔 1000 2000m 間之山區闊葉林內，為本省固有種，因具觀賞價值而遭人為大量採取(蘇鴻傑 1980)。本研究區內於北玉附近有採集記錄。

(6)金草蘭(*Dendrobium clavatum* var. *aurantiacum*)蘭科植物，產全省 1500 2800m 之森林中，著生於樹木之枝稍部分，原產量極多，引起危機之原因為其具藥用價值，且花為金黃色亦具觀賞價值，常被大量採集(蘇鴻傑 1980)，本區所記錄之分布地區主為沙里仙溪河床附近及北玉山一帶。

(7)松葉蘭(*Holcoglossum quasipinifolium*)小型袖珍蘭，分布於中高海拔混淆林或針葉林內，產量不多，且為本省固有種，因其頗具觀賞價值，而被大量採集(蘇鴻傑 1980)，本研究區內於北玉山一帶有採集記錄。

(8)溪頭羊耳蒜(*Liparis keitaensis*)地生蘭，分布於全省 500 1500m 之山區闊葉林內，因具藥用價值而被藥商大量收購，本種為台灣特產，故亦列入保護中(蘇鴻傑 1980)。研究區內主要分布於瓊楠 台灣山香圓林型內，數量不多。此外在海拔高達 2550m 之雲杉林下亦發現其蹤跡。

拾、結論與建議

由於沙里仙溪於日據時代即已劃為保安林，故能保有較為豐富的原始植群，而不斷之自然干擾及小型之人為破壞，亦增加了植群的歧異度。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，楠櫛林帶之下限約為海拔 500 公尺左右(Su 1984b)，而本研究的海拔最低處為 1200 公尺，故只能取得楠櫛林帶之部份或取得該林帶與欒林帶間之推移帶，且本研究區內海拔低於 1600m 之林分，皆為溪谷或西畔，故亦僅能代表水份溼度較高的植群型。此外，研究區內較低海拔之楠櫛林帶多已開墾或為苗圃，或造林，原有之植群型已破壞殆盡。另外，本研究區之海拔上限(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。

本研究將所調查之植物社會利用多變數析法，共區分為 15 種植群型，分別為 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 金毛杜鵑林型；E.台灣雲杉林型；F.紅檜林型；G.褐毛柳林型；H.台灣赤楊 裡白刺蔥林型；I.長尾柯 西施花林型；J.短尾葉石林型；K.化香樹 阿里山千金榆林型；L.威氏帝杉 圓果青剛欒林型；M.瓊楠 台灣山香圓林型；N.台灣赤楊 長梗紫芋麻林型；O.胡桃林型，其中包括了各種演替階段。大致上，若干擾得以停止，則植

群型 C 及 D 將朝鐵杉或雲杉林型演替，而植群型 F L 則終究會形成櫟林帶之極盛相，此外植群型 M O 即發展為楠櫟林帶之楠木林。而各林帶之演替趨勢，亦可參考圖八。

若將整個研究之結果與前文曾述之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(圖一)進行比較，則可得知各林帶及林型之分布大致相同，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，而楠木類則為溪谷型之優勢。櫟林帶中約於海拔 2500 3200m 為鐵杉雲杉林帶，鐵杉極為向陽，而雲杉僅局限於陰坡，海拔 3200m 以上則為冷杉純林，至 3500m 處形成冷杉與玉山圓柏之推移帶。圖一並顯示有小面積之台灣杜鵑林型出現在海拔 2000m 左右，而研究區內之台灣杜鵑則僅於化香樹 阿里山千金榆林型之下層形成灌叢，或於其他闊葉林下散生，但並未成林，故本研究中尚未發現有此種特殊林型。此外，由於本區較為潮濕，故缺少高山櫟硬葉林及栓皮櫟林型。其他如台灣二葉松林、山地下層針葉樹林或落葉性闊葉樹林等代表較乾旱生育地之林型，在本區內皆有發現，其分布海拔亦如圖上所示。

研究區內珍稀物種頗多，其中大多數種正遭到生育地被破壞及人為大量搜括的危機，而最受一般人所重視之紅豆杉、牛樟、愛玉子、菊花木及蘭科植物等所受的威脅也最大，由於新中橫公路的開闢，而與舊有之沙里仙溪林道連成一完整之交通網，出入更為便捷，故有關單位應加強巡邏，尤其沙里仙溪林道盡頭，尚存有大量之紅豆杉，且附近之愛玉子及蘭科植物量極為豐富，經常有附近居民大肆採集，破壞生態之完整性，由於愛玉子為台灣獼猴的主食之一，過量採收可能會對區內之動物資源造成衝擊，此外，楠櫟林帶及櫟林帶內之常綠闊葉林中，由於林相較為複雜，而保有豐富的動物資源，常見之野生動物有山豬、台灣獼猴及多種齧齒類動物，亦值得注意。

此外，由於新中橫公路開闢後，所誘發之次級演替，及將來遊樂對該區之衝擊，亦應審慎規劃。新中橫公路開挖後之邊坡宜速復舊造林，以穩固道路基質，而選擇之樹種，建議以紅檜林型中較為優勢之台灣紅榨槭及台灣赤楊為主，並間植紅檜。在遊樂規劃方面，遊客中心下沙里仙溪之步道，建議儘速修復，並引導遊客進入，由於該區段包涵之植群型頗為複雜，不但能發揮解說教育之功能，並能嚇阻不法者盜伐紅豆杉，而且遊客之集中管理，可減小遊樂衝擊之面積。

縱觀上述，沙里仙溪集水區孕育了豐富的植生，亦面臨了極大的威脅，這些威脅既然無法避免，則經營決策單位之規劃重點，即應以減少破壞為目標，以為將來留下生生不息的自然資源。

Bratton, S.P. & White, P.S. 1981. Rare and endangered species management. In Syngé, H. (ed.), *The biological aspects of rare plant conservation*, P. 459-474. , John Wiley & Sons.

Braun-Blanquet, J. 1932 *Plant Sociology: The Study of Plant Communities*, Trans. & ed. G.D.Fuller & H.S.Conrad. London:Hafner.

- Ceska , A.& Rcemer , H. 1971. A computer program for identifying speciesreleve groups in vegetation studies. *Vegetatio* , 23:255-277.
- Clymo , R. S. 1980 Preliminary survey of the peat-bog Hummell Knowe Moss using various numerical method. *Vegetatio* , 42:129-148
- Daubenmire , R. 1968 Plant communities : A textbook of plant syn ecology. Harper & Row. Inc. , New York. 300pp.
- Day , F. P.& C. D. Monk. 1974. Vegetation patterns on a southern Appalachian watershed. *Ecology* 55:1064-1074
- Editorial Committee of Flora of Taiwan 1976-1979 Flora of Taiwan Vol. I-VI Epoch Pub. Co. , Ltd. Taipei.
- Ellenberg , H. 1961. A classification of vegetation for general purposes. *Trop. Ecol.* , 2:1-28.
- Feoii , E.& Orloci , L. 1979. Analysis of concentration and detection of underlying factors in structured tables. *Vegetatio* , 40 : 49-54
- Gauch , G. H. 1982. Multivariate analysis in community Ecol. Cambridge Univ. Press , Cambridge , Great Britain.
- Hill , M.O. 1973 Reciprocal averaging ; An eigenvector method of ordination. *J. Ecol.*62:237-249.
- Hill , M. O. 1979 DECORANA-A FORTRAN program for detrend correspondence analysis and reciprocal average. Ithaca , N.Y. :Cornell University.
- Hill , M.O. & Gauch , H.G. 1980 Detrended Correspondence Analysis , an improved ordination technique. *Vegetatio* , 42:47-56.
- Holzner , W. , Werger , M.J.A. , & Ellen broek , G.A.1978. Automatic classification of phytosociological data on the basis of species groups. *Vegetatio* , 38: 157-64
- Huxley , J. 1962. Eastern Africa : the ecological basis. *Endeavour* Apr. 1962.
- Lucas , G. & Synge , H. 1978 The IUCN Plant Red Data Book. IUCN. Morges , Switzerland.
- Maarel , E. van der 1979 Transformation of cover-abundance values in phytosociology and its effects on community Similarity. *Vegetatio* , 39: 97-114.
- Mueller-Dombois , D. , and H.Ellenberg , 1974. Aims and method of vegetation ecology. John Wiley & Sons , New York , USA.
- Price , W.R. 1982 Plant Collecting in Formosa. The Chinese Forestry Association , Taipei , ROC.
- Runkle , J.R.1985 Disturbance regimes in temperate forestry. Pages 17-33 in S.T.A.Pickett and P.S.White , editors. The ecology of natural disturbance and patch dynamics.
- Sneath , P. H. & Sokal , R. R. 1973 Numerical toxonomy. W. H. Freeman , San Francisco.

- Sorensen T. 1948. A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content. Det Kong. Danske Vidensk. Selsk. Biol. Skr. (Copenhagen) 5:1-34
- Su , H.J. 1984a. Studies on the climate and vegetation type of the natural forest in Taiwan. (I). Analysis of the variation in climatic factors. Quart. Journ. Chin. For. , 17(3):1-14.
- Su , H.J. 1984b. Studies on the climate and vegetation type of the natural forest in Taiwan. (II). Altitudinal vegetation zones in relation to temperature gradient. Quart. Journ. Chin. For. , 17(4) ; ; 57-73.
- Threatened Plants Committee Plants Committee Secretariat (IUCN). 1980. How to use the IUCN Red Data Book categories. Royal Botanical Garden , Kew.
- Walter , H. 1979. Vegetation of the earth and ecological systems of the geo--biosphere. 2nd Eng. ed. Springer-Verlag , New York , USA.
- 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. 1970. Communities and ecosystems. Macmillan Co. Colier-Macmillan Ltd. London , Great Britain.
- 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
- White , P.S. 1979 Pattern , process and natural disturbance in vegetation. Bot. Rev. 45: 229-299
- 川上瀧彌 1906 臺灣新高山採集紀行 植物學雜誌 20:30-36.
- 王忠魁 1978 水里-八通關-玉里 中橫公路新線地帶植被生態紀要 東海生物學報 19: 1-15
- 王忠魁 1974 臺灣高山草原之由來及其演進與亞極群落之商榷 生物與環境專題研討會講稿集 P1-16
- 王鑫 1980 臺灣的地形景觀 渡假出版社
- 王鑫 1984 玉山國家公園地理地質景觀資源調查 內政部營建署
- 佐佐木舜一 1922 新高山彙森林植物帶論 臺灣總督府中央研所林業部報告 1:1-108
- 佐佐木舜一 1923 新高山的植物帶並其生態學的觀察 臺灣博物學會會報 11:121-174
- 沈勇強 1984 臺大實驗林天然保護林區植群生態之研究 臺灣大學森林研究所碩士論文

- 青木繁 1928 新高山方面旅行所感 臺灣山林會報 32:44-47
- 林渭訪, 章樂民, 柳楮 1968 臺灣之森林植物 中華林學季刊 1(2):1-78
- 林朝榮 1957 臺灣地形 臺灣省文獻委員會 臺北 424pp.
- 鈴木時夫 1935 秀姑巒山, 馬博拉斯山, 植物相概觀 I, Kudo 3(4):150-161
- 鈴木時夫 1936 秀姑巒山, 馬博拉斯山, 植物相概觀 II, Kudo 4(1):1-6
- 柳楮, 葛錦昭, 楊柄炎 1961 臺灣主要林型生態調查 林業試驗所報告 第 72 號
- 柳楮 1963 小雪山高山草原生態之研究 林業試驗所報告 第 92 號 P:1-9
- 柳楮 1966 臺灣產松柏類植物地理之研究 林業試驗所報告 122: 1-33
- 柳楮 1968 臺灣植物群落分類之研究 I 林業試驗所報告 第 166 號 P:1-25
- 柳楮 1971 臺灣植物群落分類之研究 II 林業試驗所報告 第 203 號 P:1-24
- 柳楮, 徐國士 1971 臺灣稀有及有滅絕危機之動植物種類 中華林學季刊 4(4):89-96
- 徐國士, 呂勝由 1984 臺灣的稀有植物 渡假出版社
- 徐國士 1980 臺灣稀有及有滅絕危機之植物 臺灣省教育廳出版 100pp.
- 徐國士 1987 臺灣的稀有植物 臺灣植物資源與保育論文集 P.139-157
- 戚啟勳 1969 臺灣山地之氣候 臺灣銀行季刊 20(4):155-207
- 梁鉅榮 1961 臺灣山地之土壤 臺灣銀行季刊 12(4):78-95
- 章樂民 1971 臺灣森林資源之保育及利用 中華林學季刊 4(4):83-88
- 陳正祥 1961 臺灣地誌 敷明產業地理研究所報告 94(3):909-935
- 陳玉峰 1987 臺灣植被特色之綜論 臺灣植物資源與保育論文集 pp123-127
- 陳玉峰 1989 玉山箭竹暨高地草原歷來研究之檢討 玉山生物學報 6(2):1-26
- 張隆盛 1985 臺灣地區國家公園之規劃與建設 內政部營建署
- 郭城孟 1988 東埔玉山區維管束植物細部調查 I 157pp. 內政部營建署
- 郭城孟 1989 東埔玉山區維管束植物細部調查 II 136pp. 內政部營建署
- 郭城孟 1990 東埔玉山區維管束植物細部調查 III 68pp. 內政部營建署
- 國立臺灣大學實驗林管理處 1959 國立臺灣大學農學院實驗林概況 49pp
- 黃獻文 1984 日月潭鄰近山區植群生態之研究 臺灣大學森林研究所碩士論文
- 黃增泉等 1984 玉山國家公園植物生態景觀調查 71pp. 內政部營建署
- 楊勝任, 邱創益, 葉慶龍 1989 新中橫公路沿線植群之分析 屏東農專森林學報 31:35-74
- 劉棠瑞 1948 臺灣玉山之高山植物 臺灣省博物館季刊 1(2):46-59
- 劉棠瑞, 蘇鴻傑 1978 大甲溪上游臺灣二葉松天然林之群落主成及相觀環境之研究 臺大實驗林研究報告第 121 號 P207-239
- 劉棠瑞, 廖秋成 1979 臺灣天然林之植群生態研究 (六) 清水山石灰岩地區植群生態之研究 省立博物館科學年刊 22:1-64
- 劉棠瑞, 柳重勝 1973 臺灣天然林之植群生態研究 (一) 國立臺灣大學實驗林溪頭之森林植群 省立博物館科學年刊 18:1-36

- 劉棠瑞, 蘇鴻傑 1983 森林植物生態學 台灣商務印書館 台北 462pp
- 劉業經, 呂福原, 歐辰雄 1988 臺灣木本植物誌 國立中興大學農學院
- 應紹舜 1972 玉山及秀姑巒山間高山植被之研究 森林 8:20-32
- 蘇鴻傑 1974 臺灣高山地區之香柏群落 臺大實驗林研究報告第 113 號
P101-110
- 蘇鴻傑 1977 臺灣北部烏來一小集水區闊葉樹林群落生態之研究(II)地形與樹木分布型及其取樣方法之關係 臺大實驗林研究報告第 119 號 P201-215
- 蘇鴻傑 1978 中部橫貫公路沿線植被景觀之調查與分析 臺大與觀光局合作研究報告
- 蘇鴻傑 1980 臺灣稀有及有滅絕危機森林植物之研究 臺大實驗林研究報告第 125 號
- 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 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.
- 蘇鴻傑 1987b 植群生態多變分析方法之研究 III 降趨對應分析法及相關分佈系列中華林學季刊
- 蘇鴻傑 1987d 墾丁國家公園蘭科植物相及其保育之研究 墾丁國家公園保育研究報告第 41 號 189pp.
- 蘇鴻傑 1988a 臺灣之生態系及保育--初評保護區系統 生態原則下的林業經營研討會論文集 P.165-176.
- 蘇鴻傑 1988b 雪山香柏保護區植群生態之研究 林務局保育研究系列
- 蘇鴻傑 1988c 阿里山一葉蘭保護區植群生態之研究 林務局保育研究系列
- 蘇鴻傑 1988d 南澳闊葉樹保護區植群生態之研究 林務局保育研究系列
- 蘇鴻傑 1990. 植物保護區之規劃與經營管理 森林資源保育研討會論文集 P.112-129.