

A Preliminary Study of the National Park Volunteer program

Ling Lin⁽¹⁾

(Manuscript received 24 August 2001; accepted 28 November 2001)

ABSTRACT: The paper was devoted to the evolution of the national park volunteer program through a study of the recruiting regulations, service description, volunteer affiliation, and depth interviews with park management personnel. Findings showed: (1) Volunteer is one of the stakeholders for the management of the national park; (2) From training environmental education seeds into raising volunteers; (3) the volunteers' work evolved from only environmental interpretation into diversified services; (4) the main reasons for volunteers to continuing are the administration personnel attitude and adequate space for expression; (5) the volunteer affiliation properly belongs to national park; (6) partners of the national park shifted from individuals to groups. And suggest: (1) establishing the right and obligation between managers and volunteers; (2) setting up national park volunteer center in order to organizing volunteer resources; (3) promoting professional management of volunteer; (4) building the evaluation of volunteer plan. In the future, in order to enhance management efficiency, the national park administration personnel should think about how to take advantage of the changing trends and systematically promote volunteer program. As national parks faced the pressure of manpower reduction, the best way of solution for management, such as environmental education, conservation and research, would be the co-operation with volunteer organizations.

KEYWORDS: Volunteer, Non-profit Sector, National Park Volunteer Affiliation.

台灣東部立霧溪流域森林植群分析

高瑞卿^(1,3)、蘇鴻傑⁽²⁾

(收稿日期：2001年11月16日；接受日期：2001年12月9日)

摘要

立霧溪為台灣東部第4大溪流，海拔範圍由海平面至海拔3,742 m的南湖大山，橫跨了低海拔至高海拔的各種森林植群帶。本研究於立霧溪流域之森林中設置52個樣區，記錄7個環境因子，278種木本植物，將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，並配合列表比較法依特徵種之差別，將本區分為11個林型；並再依局部環境因子之變化，而導致組成植物之優勢度有明顯不同的林型分為亞型，歸屬於五個林帶中。林帶及林型區分如下：I、冷杉林帶：A.台灣冷杉林型。II、鐵杉林帶：B.台灣鐵杉林型；C.針闊葉樹混交林型；D.台灣二葉松林型。III、櫟林帶：E.台灣雲杉—高山新木薑子林型；F.紅檜—假長葉楠林型；G.台灣赤楊林型；H.紅楠—小葉白筆林型。IV、楠櫟林帶：I.青剛櫟—呂宋英蓮林型；I.1 青剛櫟—呂宋英蓮亞型；I.2 太魯閣櫟—黃連木亞型；I.3 栓皮櫟—金毛杜鵑亞型；I.4 青剛櫟—三斗石櫟亞型；V、榕楠林帶：J.潤葉榕—九芎林型；K.血桐—構樹林型。調查所得之林帶及林型分化，主要係受海拔高度所影響。本區與台灣各地之森林植群比較，較特殊者為楠櫟林帶之太魯閣櫟所組成之林型，而其他林型則與台灣西北區之組成甚為接近。

關鍵詞：台灣東部、森林植群分析、林型。

一、前言

植群的組成及構造是自然資源保育之基本資料，台灣植群之分化主要受山區海拔梯度的影響，亦即各種森林帶之分布係由溫度所控制，可分為七個山地植群帶 (Su, 1984)，台灣各地理位置，視其海拔落差的大小，可見到全部或若干數目的植群帶。次要的影響因子為雨量及其季節性分布，可依雨量的變異將臺灣分為七個地理氣候區 (Su, 1985)，各氣候區內之山地植群帶分化大致相似，但相當的植群帶海拔範圍略有不同，其中所含林型之樹種組成也有些差異，甚至會有特殊的林型出現 (蘇鴻傑, 1992)。

(1) 行政院農業委員會林業試驗所森林生物系，100台北市南海路53號。

(2) 國立台灣大學森林學系教授，106台北市羅斯福路四段1號。

(3) 通信聯絡員。

(1) Institute of Geography and Environmental Resource, National Taiwan University, Taipei 106, Taiwan, Republic of China.

隨著生態研究及資源保育之潮流，台灣森林植群之研究正由局部地點的調查，逐漸擴展到全島大區域的植群整合分析(蘇鴻傑，1995)，其中東部地區過去的研究報告較少，有些集水區流域甚至尚未有任何植群分析之文獻。台灣東部之立霧溪流域面積達 616 km²，由於幅員廣闊，地形險峻，所以長久以來基礎生態資料頗為缺乏，雖然自民國 1986 年 11 月 28 日成立太魯閣國家公園以來，有許多植群生態之論著出現，但多為對植群型描述性的介紹，或是局部地區的植群分析，沒有整合性的報告問世，本研究係配合太魯閣國家公園蘭科植物群落調查計劃同時進行，嘗試以植群樣區調查及分析的方法，透過定性與定量的資料來對各種森林植物社會加以分類，並研究各種林型在不同生育地的分布。由於研究地區範圍遼闊，地形險阻，因此選擇幾條路線作代表性的取樣，希望能獲得立霧溪流域森林社會與環境因子間之整體性概念，了解資源類型的分布特性，使保育經營之規劃能夠更有系統地進行。

立霧溪流域之地理氣候區屬於東部區北段(Su, 1985)，其雨量分布特性屬於夏雨型，中低海拔冬季雨量(11-3月)占全年雨量之比值在 0.2-0.4 之間，部分高海拔地區之冬季雨量比值則在 0.3-0.5 之間，一般而言，氣候較台灣西部各區濕潤。由溫度變化梯度觀之，由於境內高山羅列，從太魯閣口至南湖大山峰頂海拔上升了三千七百餘公尺，橫跨了亞寒帶(Subarctic)、冷溫帶(Cold-temperate)、涼溫帶(Cool-temperate)、溫帶(Temperate)、暖溫帶(Warm-temperate)、亞熱帶(Subtropical)至熱帶(Tropical)等不同氣候帶之植群型，幾乎包括台灣不同海拔高度之植物社會。有關此區之植物社會最受學者重視者為本地特殊石灰岩植物社會(Shimizu, 1962, 1963; 劉棠瑞、廖秋成, 1979, 楊遠波等, 1990); 另有沿中橫公路兩側作重點描述者(蘇鴻傑, 1978; 郭城孟、陳應欽, 1990)。此外，太魯閣國家公園成立之初，亦對全區之植群概況加以描述(徐國士等, 1984)，並設置永久樣區長期調查(楊遠波、張惠珠, 1992)，另外還有太魯閣國家公園之解說教育叢書(呂勝由, 1989)，及太魯閣國家公園蘭科植物群落調查報告(蘇鴻傑, 1994)。

上述文獻中，有關立霧溪流域之森林帶及各林帶已發表之樣區調查所得植群型，均加以整理，與本研究之分析結果比較，將相當或類似之植群型整合，一一列舉於文後，並列舉本區植群分布之特色。

二、材料與方法

(一) 野外調查

取樣方法係採用多樣區法，每個樣區下設置 15~25 個 5m×5m 的小區，小區數目的多寡視植物社會組成之複雜程度而定，例如植物組成較單純的冷杉林型就僅取 15 個小區，而植物種類較多之中、低海拔闊葉森林即設 20~25 個小區不等。凡樣區內胸高直徑(DHB)大於 1cm 之木本植物，均記錄其樹種名稱、株數、胸高直徑，未達 1cm 之小苗，記錄株數，草本植物則以覆蓋百分率記錄之。文中所使用之學名主要係依據 Flora of Taiwan 第二版第一卷~第五卷(1993-2000)。

樣區中環境因子亦加以評估，經直接觀測或計算評估者共以下 7 項：1.海拔高度

(Altitude), 2.方位 (Aspect), 3.坡度 (Slope), 4.土壤含石率 (Stoniness of soil), 5.全天光空域 (Whole light sky radio, WLS), 6.直射光空域 (Direct light sky radio, DLS), 7.胸高斷面積總和 (Sum of basal diameter breast high), 以上前 6 項環境因子評估方式詳見蘇鴻傑 (1987a)，而第七項為森林形相因子，是作為演替評估之用，由於植物社會從演替早期至極盛相，總生物量 (biomass) 會逐漸增加，且森林之生物量又以木本植物佔了絕大部分，故本文以各樣區中木本植物之胸高斷面積總和替代生物量來作為演替階段之評估。

(二) 資料統計與分析

研究樣區之植物社會介量 (Phytosociological parameter) 以重要值 (Important value index, IVI) 表示，IVI 為一合成之介量，是由相對密度、相對頻度、相對優勢度之總和計算，以百分率表示，每一樣區之總和為 300，算出各樹種之 IVI 值後，經轉換以 100% 為基礎後，再依 Gauch (1982) 之八分制 (Octave scale)，將 IVI 值轉化為 1~9 九級。

將上述資料編輯成原始資料矩陣後，本研究同時採用分類法 (Classification) 與分布序列法 (Ordination) 將原始資料矩陣加以分析。分類法以矩陣群團分析法 (Matrix cluster analysis, MCA) (Sneath & Sokal, 1973; 蘇鴻傑, 1996) 進行，分布序列法則使用降趨對應分析法 (Detrended Correspondence Analysis, DCA) (Hill & Gauch, 1980; 蘇鴻傑, 1987c)，分析結果並以 DCA 與 MCA 結合，用列表比較法 (Table rearrangement) 表示植群型之分類 (Braun-Blanquet, 1965)。

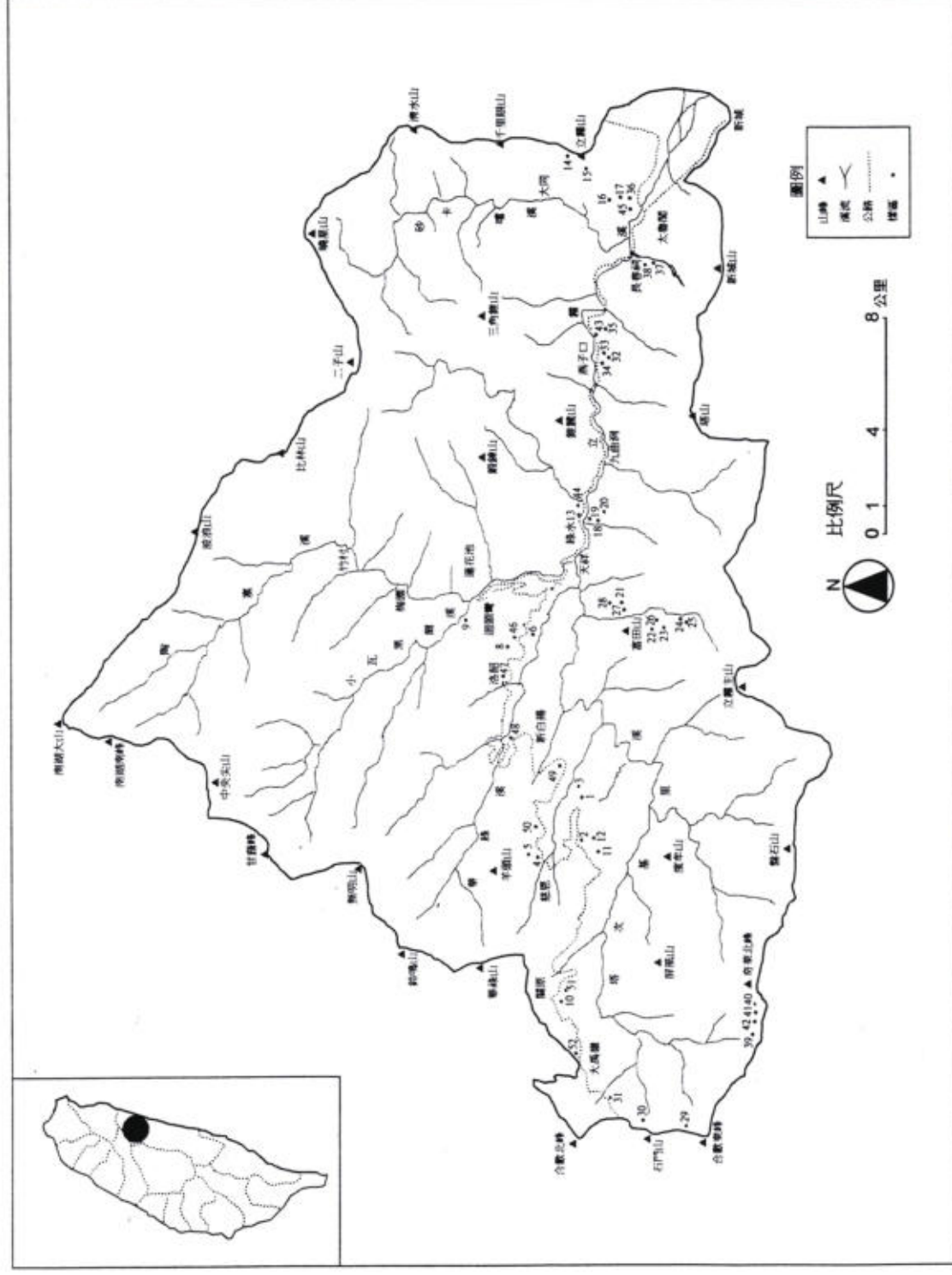
三、結果與討論

本研究所設置之 52 個樣區 (樣區位置見圖一) 共記錄維管束植物 123 科 501 種，包括蕨類植物 23 科 67 種、裸子植物 5 科 12 種、雙子葉植物 87 科 363 種、單子葉植物 8 科 59 種，並登錄胸徑達 1cm 以上木本植物 278 種，製成原始資料矩陣，進行植群分類與分布序列，結果分述如下。

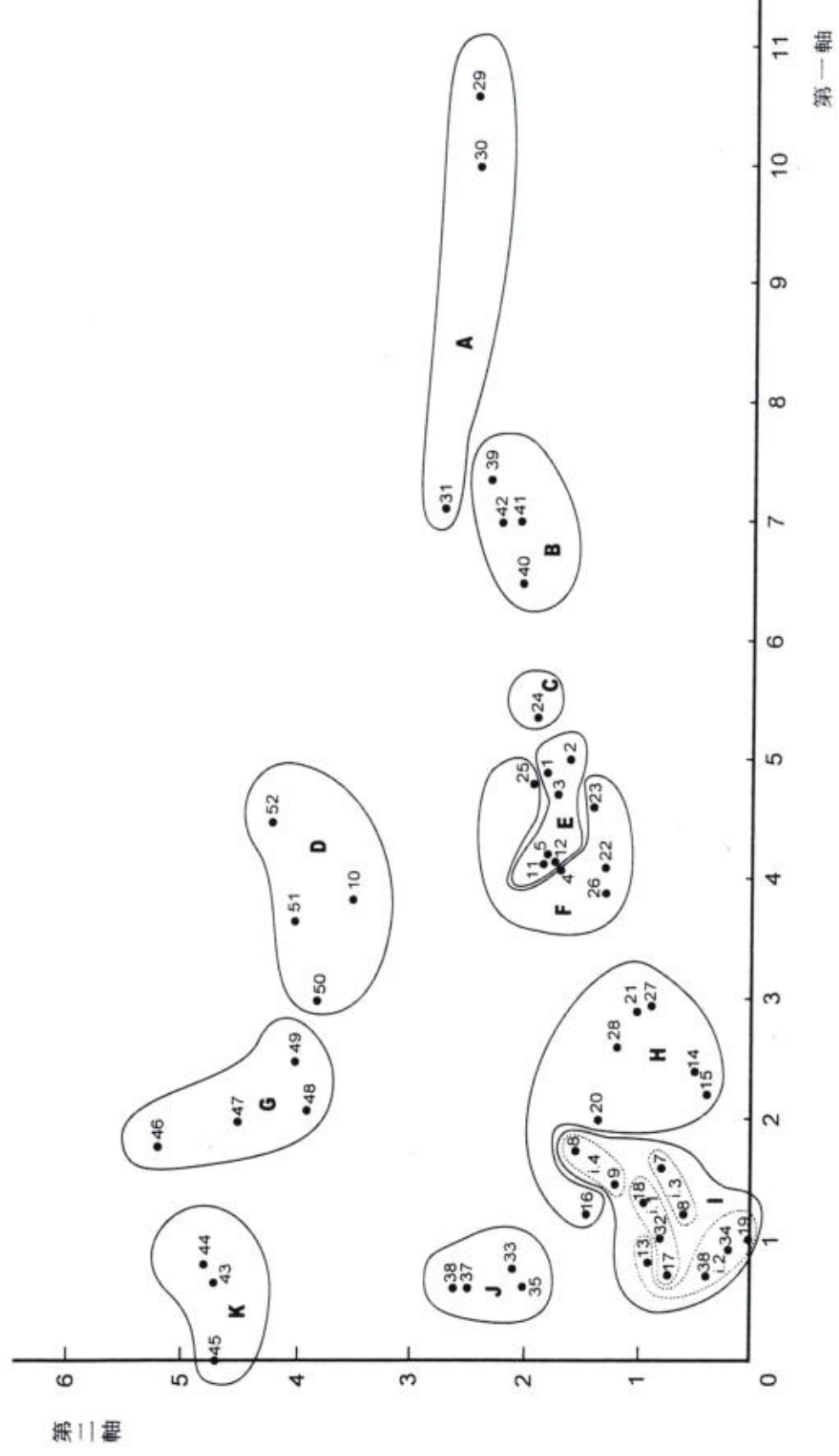
(一) 植群變異梯度及相關之環境因子

原始資料矩陣經降趨對應分析 (DCA) 後，計算出三個變異軸代表植群變異方向，第一軸長為 10.589，第二軸長 5.243，第三軸長 3.944，軸長以物種轉換之平均標準偏差 (SD) 為單位，將樣區之序列值，標示於第一軸與第二軸所構成之空間平面上，如圖二所示。由此圖中可見樣區之分布情形，可作為研判相關環境因子及後續植群分類之參考，圖中樣區分為 A~K 等群，為分類所得之林型 (詳見後文)。

影響植群變異之主要原因，常為生育地因子之差異，因此若以上述降趨對應分析所得樣區各軸之序列值與觀測之環境因子評估值，作直線相關性測驗，則可推測影響各軸之環境因子 (蘇鴻傑, 1986)。其相關性測驗採用 CORMAT 程式分析 (蘇鴻傑, 1987b)，所得之相關係數如表 1 所示。



圖一、立霧溪流域地形及樣區設置略圖



圖二、樣區在分布序列前二軸平面上之分布圖

表 1. 各樣區環境因子與各變異軸之相關係數

環境因子	海拔高度	方位	坡度	土壤含石率	全天光空域	直射光空域	胸高斷面積
第1軸	+0.928 *	-0.109	+0.120	-0.503 *	+0.652 *	+0.494 *	+0.494 *
第2軸	+0.343 *	+0.031	-0.159	-0.008	+0.126	+0.137	+0.112
第3軸	+0.333 *	-0.016	-0.143	+0.061	+0.234	+0.230	+0.131

*表顯著水準達 p=0.05

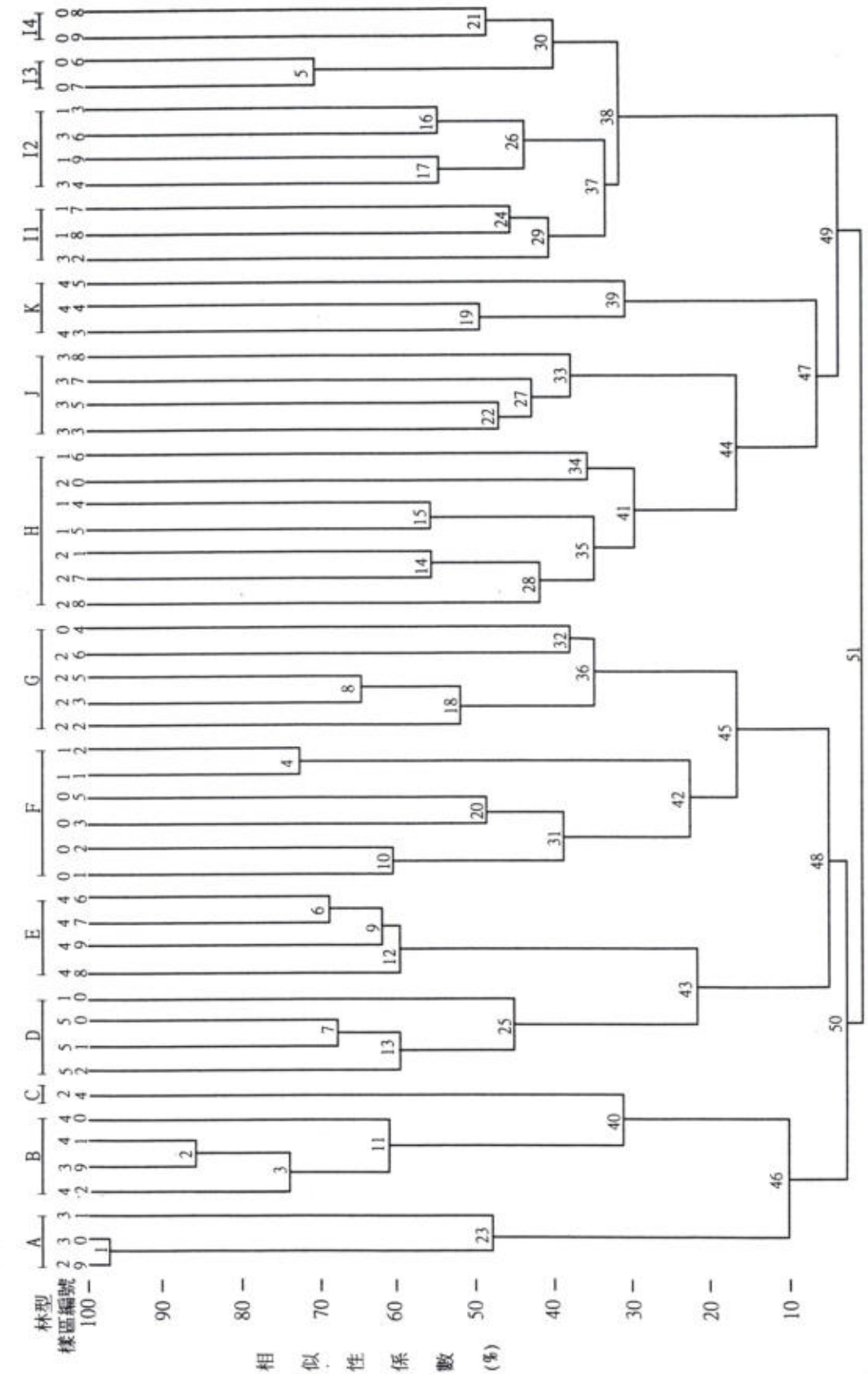
與第一軸呈正相關者為海拔高、全天光空域、直射光空域及胸高斷面積總和，呈負相關者為土壤含石率，不具相關者有方位及坡度兩項，相關係數最大者為海拔高，係因樣區海拔落差達三千七百餘公尺，植物社會變異梯度因此拉長所致，而事實上與第一軸有關之因子，彼此間亦有相關，茲將海拔高、全天光空域、直射光空域、土壤含石率、胸高斷面積間之相互關係，推測如下：

1. 海拔高與全天光空域及直射光空域：研究區地形崎嶇陡峭，低海拔地區為太魯閣峽谷，其太陽輻射大多受附近之高山峭壁所阻擋，因此往往造成低海拔處全天光空域及直射光空域值偏低之現象。
2. 海拔高與土壤含石率：立霧流域自天祥以下石灰岩裸露面發達，土壤多為石質土，含石率普遍偏高，而中高海拔處是以灰壤、棕色灰化土及石質土相混存在，土壤發育較佳，因此海拔高會與土壤含石率呈負相關。
3. 海拔高與胸高斷面積總和：前文述及低海拔處土壤含石率高，而林木生長受土壤發育程度相當大之影響，土壤層深厚者林木生長佳、胸徑亦大，土壤含石率高者林木生長差，多小徑木；由於海拔高與土壤含石率呈負相關，土壤含石率又與胸高斷面積總和呈負相關，因此海拔高與胸高斷面積總和呈正相關。

由以上推測可以看出與第一軸呈相關之因子均直接或間接受海拔高度所影響，因此評斷影響第一軸最大者實為海拔高。此外，海拔高度對本區植物變異的影響程度亦可從第二軸與第三軸所呈正相關的結果得到印證。

(二) 植群型之分類

本研究綜合上述 DCA 分析及參考矩陣群團分析之樹枝圖 (如圖三) 二項結果，共分出 11 個林型 (圖二、圖三之 A~K 型)，另依據歐洲大陸學派之列表比較法，將樣區及樹種之次序重新排列，來配合以上二種分析法之結果，所有樣區之樹種經分型後排成綜合表，再從綜合表中選出恆存度 (Constancy) 中等之分化種 (Differential species) 製成特徵種表 (表 2)，此表刪除恆存種與稀有種之冗長資料以利於特徵種之判識及林型之命名。本文命名之原則，如林型之優勢種 (Dominant species) 亦為特徵種 (Character species) 時，則以此樹種為代表命名之，但若優勢種不為特徵種，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，同一林型中，優勢種具明顯之差異者，則再區分為亞型。



圖三、樣區矩陣群團分析樹枝圖

表 2. 研究區各林型及亞型特徵種表

林型	A	B	C	D	G	E	F	H	I				J	K
									11	12	13	14		
樣區編號	233	4344	2	5551	4444	000011	22220	2221121	311	3131	0000	3333	444	
樹種	901	29104	2100	8976	123512	23564	8715406	287	4963	7698	3578	345		
台灣冷杉	998	633-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
台灣鐵杉	-6	88897	-	-2	-	67-	-	-	-	-	-	-	-	
厚葉桧木	-	77761	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
森氏杜鵑	-	555-6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
假繡球	-	44-44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
台灣馬醉木	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
毛蕊木	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
台灣二葉松	-	-	-	8887	5-	-	-	-	-	-	-	-	-	
台灣赤楊	-	-	-	7666	8888	-5-4	-5-7	-	-	-	-2	-	3-	
台灣雲杉	-	-	-	53-4	-	-577	-	-	-	-	-	-	-	
大葉溲疏	-	-	-	665	7564	-	-	2-	-1-3-	-2-	3-	-23	442	
通條木	-	-	-	52	5566	-	-	2-	-4-	-	-	31-	54-	
薄葉桧木	-	-	-	2	-	644254	24526	-4-	-	-	-	-	-	
早田氏冬青	-	-	-	2	-	444543	43-55	-53-	-	-	-	-	-	
三斗柯	-	-	-	3	-	455243	-5	-	-	-	-127	-	-	
細枝桧木	-	-	-	1	-	1-6644	32216	-1-1-	-	-	-	-	-	
森氏櫟	-	-	-	5	-	554655	434-	-	-	-	-	-	-	
昆欄樹	-	-	-	2	-	655614	-56-	-	-	-	-	-	-	
高山新木薑子	-	-	-	5	-	674324	-3-2	-1-	-	-	-	-	-	
四川灰木	-	-	-	2	-	444213	-3-	-	-	-	-	-	-	
福建賽衛矛	-	-	-	1	-	5543-1	-32	-	-	-	-	-	-	
紅檜	-	-	-	6	-	-	777-	-	-	-	-	-	-	
假長葉楠	-	-	-	-	-	-2-	76675	-	-	-	-	-	-	
長葉木薑子	-	-	-	-	-	-2-	62-66	425544-	-1-	-	-	-	-	
紅楠	-	-	-	-	-	-	6566575	-2-	-	-	1-	-	-	
小葉白筆	-	-	-	-	-	-	3454542	-	-	-	-	-	-	
華八仙	-	-	-	-	-	-2-	3144213	-	-	-	-	-	-	
烏心石	-	-	-	-	-	-1-	33-21421	-	-	-	-	-	-	
金石榴	-	-	-	-	-	-	31131-	-	-	-	-	-	-	
台灣檫木	-	-	-	-	-	-	2253-1-	-	-	-	-	-	-	
山肉桂	-	-	-	-	-	-	34545-2	565	5234	4254	3-2	-	-	
青剛櫟	-	-	-	-	-	-	-	13866	5677	7777	-	-	-	
呂宋菜	-	-	-	-	-	-	-2-4	341	1425	4514	-	-	-	
細葉繡頭果	-	-	-	-	-	-	3--3-2	354	34-3	5546	-	-	-	
石楠	-	-	-	-	-	-	-1--1-	43	6531	3-4-	-	-	-	
阿里山千金榆	-	-	-	5	-	-	-	166	4565	-	-	-	-	
樟葉槭	-	-	-	-	-	-	-1-	345	2452	-2-	-	-	-	
紅皮	-	-	-	-	-	-	-	1454	-547	-	4-4-	-	-	
山櫻花	-	-	-	3	-	-	-1-	434	-	22-32	-	-	-	
俄氏栎	-	-	-	-	-	-	-	22-	-2-	1-22	-	-	-	
太魯閣櫟	-	-	-	-	-	-	-	-	8766	26-	-	-	-	
金毛杜鵑	-	-	-	-	-	-	-	-4-	-6-	65-	-	-	-	
黃連木	-	-	-	-	-	-	-	-	6454	-23-	-	-	-	
白雞油	-	-	-	-	-	-	-	1-	-2-	5131	1-35	-	3-	
栓皮櫟	-	-	-	-	-	-	-	-	-	77-	-	-	-	
大葉楠	-	-	-	-	-	-	-	-	15-	-	5-	4664	-	
九芎	-	-	-	-	-	-	-	-	45	1-2-	-1-	2-	65544-7	
濃葉榕	-	-	-	-	-	-	-	-	5-	-	-	7645	-	
大葉釣樟	-	-	-	-	-	-	-	-	21-	-	-	5315	-	
茄苳	-	-	-	-	-	-	-	-	41-	-	-	6556	-3	
小葉桑	-	-	-	-	-	-	-	-	21-	1-11	11-3-	-24	555	
血桐	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	132	476	
構樹	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	767	

茲將各林型及亞型的生育地環境和主要組成分述如下，並將 11 種林型 (由 A-K 循序編碼)依海拔高度分置於五個林帶以說明之，林型編碼參見圖二、圖三及表 2。

1. 冷杉林帶 (Abies forest zone)

此一林帶分佈於高山寒原下方，為台灣海拔分佈最高之森林，其森林界線 (Forest line)高度常因局部環境因子影響而或高或低，該林帶在本區中樹種組成單純，多為冷杉純林。

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

本型之樣區主要是取自在合歡山松雪樓附近，海拔 3,000 ~ 3,200 m 之間，東南坡向，含石率為 3~4 級。由於此型多位於山脊附近，故全天光空域與直射光空域比例都很大，為直射光之林相。台灣冷杉林之林相整齊，樹幹挺直，調查時發現此林型之中央，多為胸徑較大之林木，愈向外緣樹木逐次年輕，可知此處之台灣冷杉主要於林緣更新，林分處於發育階段，且正在擴展進入箭竹草原，台灣冷杉林型下層常有台灣鐵杉夾雜其中，樹倒孔隙每有巒大花楸 (Sorbus randaiensis) 侵入；灌木種類不多，有玉山英蓮 (Viburnum betulifolium)、苗栗冬青 (Ilex bitorisensis)、台灣茶藨子 (Ribes formosanum)、台灣刺柏 (Juniperus formosana)等；下層植物以玉山箭竹 (Yushania nitakayamensis)佔絕對優勢；地被植物有高山白珠樹 (Gaultheria itoana)、刺萼寒梅 (Rubus pectinellus)、高山薔薇 (Rosa transmorrisonensis)、石松 (Locopodium clavatum)等。

2. 鐵杉林帶 (Tsuga forest zone)

此林帶上層以鐵杉林型為主，緊接於冷杉林型下方，兩林型之間形成明顯的推移帶 (Ecotone)，常有台灣冷杉及台灣鐵杉混生一處之現象，海拔高處，台灣冷杉佔優勢，低處則以台灣鐵杉較佔優勢，海拔高度中等時，台灣冷杉多分佈於稜脊受風且光照較大之生育地，台灣鐵杉則多位於緩坡，且此推移帶中闊葉樹種類增多有顯著的邊緣效應 (Edge effect) 出現。林帶下層則有台灣雲杉 (Picea morrisonicola)、紅檜 (Chamaecyparis formosensis)、華山松 (Pinus armandii)之針闊葉樹混合林。

B. 台灣鐵杉林型 (Tsuga chinesis var. formosana forest type)

樣區分佈於松雪樓往奇萊北峰的路上，海拔 2,750 ~ 2,950 m 間，坡面北向，土壤發育佳，含石率二級，全天光空域及直射光空域幾乎均達 80% 以上，由此可知，台灣鐵杉亦為需光量大之樹種。此林型冠層覆蓋度約 30~55%，透光量大。林下常見的闊葉樹種類，依其優勢度大小分別有厚葉桧木 (Eurya glaberrima)、尖葉槭 (Acer kawakamii)、森氏杜鵑 (Rhododendron morii)、巒大花楸、玉山假沙梨 (Stranvaesia nitakayamensis)、假繡球 (Viburnum furcatum)、雲南冬青 (Ilex yunnanensis)、台灣刺柏、能高山灰木 (Symlocos nokonesis)、玉山英蓮、苗栗冬青等，其中森氏杜鵑與厚葉桧木喜分佈於稜脊處。地被植物仍以玉山箭竹最佔優勢，僅有少量蕨類及草本出現，攀爬植物則有大枝掛繡球 (Hydrangea integrifolia)

和台灣常春藤 (*Hedera rhombea* var. *formasana*)。

C. 針闊葉樹混合林型 (Mixed coniferous broad-leaved forest type)

本型僅取到一個樣區，位於豬股山北側山地上坡處，海拔 2,060 m，坡度 33°，土壤含石率屬於第 3 級，排水性佳，全天光空域 78%，直射光空域 77%，為一開闊向陽之生育地。森林上層覆蓋度低，約僅 40%，主要由針葉樹構成，有台灣鐵杉、紅檜、華山松等。上層闊葉樹主要是由森氏櫟 (*Cyclobalanopsis morii*)、高山新木薑子 (*Neolitsea acuminatissima*)、三斗石櫟 (*Pasania ternaticupula*)、台灣樹參 (*Dendropanax pellucidopunctata*)、森氏紅淡比 (*Cleyera japonica*) 等所組成，由於林下透光佳，故灌木以杜鵑花科 (Ericaceae) 植物最佔優勢，如森氏杜鵑 (*Rhododendron morii*)、米飯花 (*Vaccinium bracteatum*)、台灣馬醉木 (*Pieris taiwanensis*)、南燭 (*Lyonia ovalifolia*)、著生杜鵑 (*Rhododendron kawakamii*) 及毛蕨木 (*Vaccinium japonicum*)，其他還有忍冬科 (Caprifoliaceae) 的台灣英筴 (*Viburnum taiwanianum*)、假繡球及茶科 (Theaceae) 的薄葉柃木 (*Eurya leptophylla*) 和細枝柃木 (*Eurya loquaiana*) 等灌木；地被種類較少，以台灣瘤足蕨 (*Plagiogyria glauca*) 為最優勢，另有多數蔓竹杞 (*Myrsine stolonifera*) 的小苗分佈其間。由以上的森林結構可以推測此樣區可能為一杜鵑灌叢演替為針闊葉樹混合林之演替中期植物社會。

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

該林型以立霧溪北岸中橫公路關原至大禹嶺之間為主要調查區域，海拔高度 2,000~2,600 m，方位為南或西向，且多位於稜線或上坡處，含石率 2~4 級都有，對土壤的選擇並不嚴苛。森林冠層主要為台灣二葉松與台灣赤楊 (*Alnus formosana*)，此二樹種呈鑲嵌狀排列，台灣二葉松之大徑木遠多於小苗，由此族群結構可推測該樹種為演替早期之植物，終將為其它樹種所取代。其它針葉樹種有台灣雲杉、台灣鐵杉、華山松，闊葉樹則以台灣紅榨槭 (*Acer morrisonense*)、高山櫟 (*Quercus spinosa*) 最佔優勢，另有大葉溲疏 (*Deutzia pulchra*)、銳葉高山櫟 (*Quercus rugosa*)、厚葉柃木、八角金盤 (*Fatsia polycarpa*) 等。值得一提的是 10 號樣區位於山地稜脊處，全天光空域及直射光空域遠大於其他三區，該區中高山櫟及銳葉高山櫟的相對優勢度明顯偏高，形成小面積之硬葉林 (Sclerophyllous forest)。地被層以高山芒 (*Miscanthus transmorrisonensis*) 最優勢，此外東方狗脊蕨 (*Woodwardia orientalis*) 和懸鉤子 (*Rubus* sp.) 類植物為數亦不少。

3. 櫟林帶 (*Quercus* Zone)

本帶相當於台灣山地之盛行雲霧帶之高度，成為台灣山區植群之轉換帶，此帶上方為台灣鐵杉及台灣冷杉之大面積針葉林相，下方則多為常綠闊葉林 (蘇鴻傑, 1992)，櫟林帶之代表林型為山地常綠闊葉樹林，主要是由樟科及殼斗科之植物組成，但演替早期常有各種針葉樹混入，至演替中期或後期，針葉樹常形成森林之突出樹 (emergent)。研究區之櫟林帶海拔高度約為 1,200~2,300 m 處，範圍廣大且林型分化頗為複雜，故依環境因子及組成樹種之不同分成上下兩層四種林型分述如下：

(1) 櫟林帶上層 (Upper *Quercus* Zone)

E. 台灣雲杉—高山新木薑子林型 (*Picea morrisonicola* - *Neolitsea acuminatissima* forest type)

樣區主要分佈於中橫公路兩側慈恩至碧綠一帶，海拔高 2,160~2,350 m，方位角 96~338°，坡度 27~45°，土壤含石率 2~3 級，全天光空域 69~83%，直射光空域 89~95%。這種林型之闊葉樹上層高度頗為一致，但林中散佈許多針葉樹的大徑木，如 1、2 號樣區均有胸徑達 100 cm 以上之台灣鐵杉巨木；11、12 號樣區更有胸徑 100 cm 以上之台灣雲杉巨木多株，突出於闊葉樹冠層之上，闊葉樹之最上層以森氏櫟、昆欄樹 (*Trochodendron aralioides*)、狹葉櫟 (*Cyclobalanopsis stenophylla*)、三斗石櫟、高山新木薑子、台灣水絲梨 (*Sycopsis formosana*) 為主，部分地區則有台灣赤楊及台灣紅榨槭等落葉樹之大徑木存在，下層小喬木或灌木常見者有西施花 (*Rhododendron ellipticum*)、南燭、福建賽衛矛 (*Microtropis fokiensis*)、錐果櫟 (*Cyclobalanopsis longimix*)、能高山茶 (*Camellia nokoensis*)、著生珊瑚樹 (*Viburnum arboricolum*)、台灣掌葉槭 (*Acer palmatum*)、薯豆 (*Elaeocarpus japonicus*)、變葉新木薑子 (*Neolitsea variabilissima*)、細枝柃木、薄葉柃木、早田氏冬青 (*Ilex hayataiana*) 等，蔓藤植物有大枝掛繡球、台灣常春藤、紫花野木瓜 (*Stauntonia purpurea*) 等，附生植物則以台灣石吊蘭 (*Lysionotus pauciflorus*) 及書帶蕨 (*Vittaria flexuosa*) 最為常見，草本地被層以台灣瘤足蕨為最優勢，其次為玉山箭竹與伏牛花 (*Damnacanthus indicus*)。

F. 紅檜—假長葉楠林型 (*Chamecyparis formosensis* - *Machilus japonica* forest type)

此林型主要取樣於富田山東側研海林道，海拔 2,000 m 左右地區，方位東或北向，坡度 22~45 度，含石率 2~5 級，全天光空域 66~73%，直射光空域 71~85%，此兩種太陽輻射量之值皆較同一林帶之台灣雲杉—高山新木薑子林型為低。此林型之最上層以紅檜為主，胸徑常達 100 cm 以上，闊葉樹層則以假長葉楠 (*Machilus japonica*)、昆欄樹、台灣赤楊、大葉柯 (*Pasania kawakamii*)、霧社木薑子 (*Litsea mushaensis*)、薄葉虎皮楠 (*Daphniphyllum himalaense*)、台灣紅榨槭、短尾柯 (*Pasania brevicaudata*) 等較佔優勢，依徑級結構推斷台灣赤楊、薄葉虎皮楠與紅檜均為演替早期進入者，故林下無小徑木及小苗生長。林中常見有大葉海桐 (*Pittosporum daphniphyllodes*) 攀附於其它植物枝幹上生長，林緣則以長葉木薑子 (*Litsea acuminata*) 最為常見，下層小喬木及灌木有阿里山灰木 (*Symplocos lancifolia*)、墨點櫻桃 (*Prunus phaeosticta*)、狹瓣八仙花 (*Hydrangea angustipetala*)、台灣老葉兒樹 (*Photinia beauverdiana*)、銳葉木犀 (*Osmanthus lanceolatus*) 等，藤本及著生灌木有大枝掛繡球、阿里山北五味子 (*Schisandra arisanensis*)、台灣常春藤、薄單葉鐵線蓮 (*Clematis henryi* var. *leptophylla*)、台灣羊桃 (*Actinidia chinensis*)、珍珠蓮 (*Ficus sarmentosa* var. *henryi*) 等，此林型上層覆蓋度大，森林底層陰濕，常見之地被有伏牛花、無刺伏牛花 (*Damnacanthus angustifolius*)、台灣瘤足蕨與稀子蕨 (*Monachosorum henryi*) 等。

G. 台灣赤楊林型 (*Alnus formosana* forest type)

本型為中海拔地區演替早期之主要林型，台灣赤楊在立霧河流域約從 300 m 以上開始出現，並與山黃麻 (*Trema orientalis*)、野桐 (*Mallotus japonicus*)、構樹 (*Broussonetia papyrifera*) 等植物混生於次生林中，700 m 以上則在演替早期形成純林，而當海拔上升至 2,000 m 左右則與台灣二葉松相伴而生，常於森林砍伐跡地或道路邊坡之崩塌地沿道路兩側呈帶狀分佈。此林型樣區海拔由 1,050~1,850 m，方位東北或東南，坡度 22~36°，多位於道路邊坡崩塌地上，含石率為 3~4 級，全天光空域比例為 61~71%，直射光空域 79~82%。該林型因屬演替早期，所以樹木稀疏，大徑木少，樹種歧異度低，偶有台灣二葉松、阿里山千金榆 (*Carpinus kawakamii*)、小花鼠刺 (*Itea parviflora*)、羅氏鹽膚木等混入，小灌木則以大葉溲疏、山胡椒 (*Litsea cubeba*)、長梗紫芋麻 (*Villebrunea pedunculata*)、通條木 (*Stachyurus himalaicus*) 等較多，此外常見者有密花芋麻 (*Boehmeria densiflora*)、水麻 (*Debregeasia edulis*)、台灣馬桑 (*Coriaria intermedia*)、八角金盤等陽性植物，地被植物以五節芒最為優勢，另外常見者有東方狗脊蕨、腎蕨、台灣蘆竹及懸鉤子類植物，蔓藤數量多，常見者有台灣何首烏 (*Polygonum multiflorum*)、葛藤 (*Pueraria montana*) 及鐵線蓮類 (*Clematis* sp.)。

(2) 櫟林帶下層

H. 紅楠—小葉白筆林型 (*Machilus thunbergii*-*Symplocos modesta* forest type)

海拔高 1,080 ~ 1,690 m，坡向不定，坡度 10~37°，含石率 2~5 級，全天光空域 62~92%，直射光空域 59~94%，除海拔外對其它環境因子的要求並不嚴苛。此種林型森林構造頗為複雜，主要冠層樹種為紅楠、黃杞 (*Engelhardtia roxburghiana*)、狹葉櫟、長尾栲 (*Castanopsis carlesii*)、薯豆、大葉柯、錐果櫟、烏心石 (*Michelia compressa*) 等，下層喬木及灌木常見者有山肉桂 (*Cinnamomum insularimontanum*)、山香圓 (*Turpinia formosana*)、長葉木薑子、小花鼠刺、山漆 (*Rhus succedanea*)、楊梅 (*Myrica rubra*)、山枇杷 (*Eriobotrya deflexa*)、台灣糊柊 (*Ilex ficoidea*)、杜英 (*Elaeocarpus sylvestris*)、山紅柿 (*Diospyros morrisiana*)、森氏紅淡比 (*Cleyera japonica*)、華八仙 (*Hydrangea chinensis*)、伏牛花、金石榴 (*Bredia oldhamii*)、伯拉木 (*Blastus cochinchinensis*)、山桂花 (*Maesa japonica*)、台灣天仙果 (*Ficus formosana*)、米碎柃木 (*Eurya chinensis*)、鐵雨傘 (*Ardisia cornudentata*)、小葉白筆 (*Ilex asprella*) 等植物；地被草本層因林內陰濕，故以蕁麻科之冷清草 (*Elatostema lineolatum* var. *major*)，闊葉樓梯草 (*Elatostema edule*) 為最優勢，其它常見者有日本蛇根草 (*Ophiorrhiza japonica*)、姑婆芋 (*Alocasia macrorrhiza*)、中國穿鞘花 (*Amischotolype chinensis*)、台灣石吊蘭等，蕨類則以斜方複葉耳蕨 (*Arachniodes rhomboides*)、廣葉鋸齒雙蓋蕨 (*Diplazium dilatatum*)、觀音座蓮 (*Angiopteris lygodiiifolia*)、波氏星蕨 (*Microsorium buergerianum*)、書帶蕨 (*Vittaria flexuosa*)、伏石蕨為主。蘭科植物種類繁多，有長葉羊耳蒜 (*Liparis distans*)、長葉根節蘭 (*Calanthe davidii*)、綠花肖頭蕊蘭 (*Cephalantheropsis gracilis*)、石櫛 (*Dendrobium moniliforme*)、鳳蘭 (*Cymbidium dayanum*)、白點伴蘭 (*Hetaeria cristata*) 等，蔓藤植物則有柚葉藤 (*Pothos chinensis*)、長果藤 (*Aeschynanthus acuminatus*)、風不動 (*Dischidia formosana*)、青棉花 (*Pileostegia viburnoides*)、玉葉金花

(*Mussaenda parviflora*)、珍珠蓮、台灣常春藤、台灣崖爬藤 (*Tetrastigma umbellatum*)、刺果衛矛、厚葉鐵線蓮 (*Clematis crassifolia*) 等。

4. 楠櫟林帶 (*Machilus - Castanopsis* Zone)

本林帶在台灣中部中央山脈西側係分布在海拔 500 ~ 1,500 m 左右，主要是由生長於溪谷陰濕地的樟科植物為優勢的楠木林型，以及生於稜脊上殼斗科植物為優勢的櫟木林型所組成，但在立霧溪之海拔相當處，因石灰岩露出，土壤發育不良，植物社會是以青剛櫟 (*Cyclobalanopsis glauca*)、太魯閣櫟 (*Quercus tarokoensis*)、阿里山千金榆等植物為主要組成，罕有楠木類之植物生長，本文將此一海拔之森林型均歸於青剛櫟—呂宋英蓮林型，再依局部優勢種之不同，將植物分為四個亞型。

I. 青剛櫟—呂宋英蓮林型 (*Cyclobalanopsis glauca*-*Viburnum luzonicum* var. *formosanum* forest type)

本型分布於海拔 500 ~ 1,200 m，石灰岩地形發達，土壤含石率 3—4 級，坡度陡峭幾均達 30° 以上，全天光空域 53~69%，直射光空域 61~82%。此林型因生育地之坡度陡峭，土壤發育不良，樹冠層低，主要特徵種有青剛櫟、呂宋英蓮、細葉饅頭果 (*Glochidion rubrum*) 及石楠 (*Photinia serrulata*) 等物種，林下稀疏，主要以生長於演替早期的乾性植物為主，如槭葉石韋 (*Pyrrosia polydactylis*)、腎蕨 (*Nephrolepis auriculata*)、桔梗蘭 (*Dianella ensifolia*)、薄葉蜘蛛抱蛋 (*Aspidistra attenuata*)、台灣蘆竹 (*Arundo formosana*)、五節芒 (*Miscanthus floridulus*) 等。然此種林型分佈範圍廣大，受海拔高及太陽輻射量的影響，造成局部地區優勢種的不同，所以再區分為四個亞型，分別列舉如下：

II. 青剛櫟—呂宋英蓮亞型 (*Cyclobalanopsis glauca*-*Viburnum luzonicum* var. *formosanum* subtype)

為此林型分佈範圍最廣之一亞型，海拔 350 ~ 540 m，多位於山地中坡處，坡度在 30~40° 間，土壤層淺，含石率 4 級，全天光空域 53~64%，直射光空域 59~79%。本亞型之優勢植物依優勢度大小分別有青剛櫟、阿里山千金榆、山肉桂、樟葉槭 (*Acer albopurpurascens*)、紅皮 (*Styrax suberifolia*)、杜英、櫟木 (*Zelkova serrata*)、瓊楠 (*Beilschmiedia erythrophloia*)、山漆等，本亞型樣區由於土壤層淺，大徑木少，又因樹幹多於基部處以萌發側芽之方式更新，故小徑木數目多，此種更新方式尤以青剛櫟、山肉桂、細葉饅頭果、軟毛柿 (*Diospyros eriantha*)、呂宋英蓮及疏果海桐 (*Pittosporum illicioides*) 等最為明顯，此亞型樹冠層稀疏，林下通風，透光性佳，木質藤本多有台灣柘樹 (*Cudrania cochinchinensis* var. *gerontogea*)、藤崖椒 (*Fagara scandens*)、雀梅藤 (*Sageretia thea*)、三葉五加 (*Acanthopanax trifoliatum*)、珍珠蓮 (*Ficus sarmentosa* var. *henryi*)、印度石斑木 (*Rhaphiolepis indica*)、酸藤 (*Ecdysanthera rosea*) 等。地被草本則以腎蕨、桔梗蘭、五節芒、薄葉蜘蛛抱蛋、輪葉紫金牛 (*Ardisia pusilla*)、台灣沿階草 (*Ophiopogon formosanum*) 等較為常見。

12. 太魯閣櫟—黃連木亞型 (*Quercus tarokoensis* - *Pistacia chinensis* subtype)

本亞型出現在海拔高度 380 ~ 600 m 處，南或北向坡面均可發現，多位於山脈突出之稜脊處，坡度在 26~46° 間，含石率 4 級，全天光空域 57~68%，直射光空域 72~82%。本亞型之主要優勢種有太魯閣櫟、青剛櫟、阿里山千金榆、黃連木 (*Pistacia chinensis*)、紅皮、樟葉槭等，其中太魯閣櫟及阿里山千金榆、黃連木之優勢度較其它亞型為高，下層之木本植物及蔓藤常見者有小葉鐵仔 (*Myrsine africana*)、菊花木、珍珠蓮、翼核木 (*Ventilago elegans*)、薄葉木 (*Vitex quinata*)、三葉崖爬藤 (*Tetrastigma umbellatum*)、毬蘭 (*Hoya carnosa*)、印度石斑木等，地被則以槭葉石韋、腎蕨、五節芒、桔梗蘭、台灣蘆竹、山棕 (*Arenga engleri*)、小膜蓋蕨 (*Araiostegia perdurans*) 等最為優勢。

13. 栓皮櫟—金毛杜鵑亞型 (*Quercus variabilis*-*Rhododendron oldhamii* subtype)

本亞型僅有兩個樣區，均位於立霧溪南岸洛韶至天祥之間，海拔 900 m 左右之稜脊上，均為東南坡向，坡度分別為 32~35°，土壤含石率 3~4 級，全天光空域 64~69%，直射光空域 76~81%。此亞型與其它亞型之最主要差別在於栓皮櫟 (*Quercus variabilis*) 的出現及金毛杜鵑 (*Rhododendron oldhamii*) 的優勢度頗高，其它優勢種有太魯閣櫟、青剛櫟、細葉饅頭果、化香樹 (*Platycarya stenoptera*) 等，下層木本植物有疏果海桐 (*Pittosporum illicioides*)、桶鉤藤 (*Rhamnus formosana*)、飛龍掌血 (*Toddalia asiatica*)、小葉鐵仔及鐵線蓮類，地被草本則以萬年松 (*Selaginella tamariscina*)、槭葉石韋、腎蕨、三葉崖爬藤、五節芒、台灣蘆竹、桔梗蘭最為優勢，栓皮櫟則每見有槲蕨 (*Drynaria fortunei*) 攀爬其上。

14. 青剛櫟—三斗石櫟亞型 (*Cyclobalanopsis glauca* - *Pasania ternaticupula* subtype)

分佈於立霧溪北岸，中橫公路迴頭彎至洛韶之間，海拔高約 875~1,110 m，均為東南向坡面，坡度 28~34°，含石率 2~3 級，土壤發育較此林型中其它亞型為佳，全天光空域比例 57~67%，直射光空域比例 66~80%。此亞型與其它亞型優勢種之主要差別在於櫟木、三斗石櫟、森氏紅淡比、山豬肉 (*Meliosma rhoifolia*) 等優勢度較大，可能與其海拔較高，土壤化育較佳有關，其它的優勢種有青剛櫟、細葉饅頭果、山肉桂、白雞油 (*Fraxinus formosana*) 等，小灌木有飛龍掌血、台灣山桂花 (*Maesa tenera*)、鄧氏胡頹子 (*Elaeagnus thunbergii*)、疏果海桐，森林孔隙則每有八角金盤及台灣天仙果 (*Ficus sarmentosa*) 小苗進入，蔓藤植物以猿尾藤 (*Hiptage benghalensis*)、珍珠蓮、玉葉金花 (*Mussaenda parviflora*)、風藤 (*Piper kadsura*)、台灣牛躑躅、藤崖椒等較常見，地被草本層以腎蕨、五節芒、桔梗蘭、月桃 (*Alpinia speciosa*) 等較多，此外樹上每見有台灣山蘇花 (*Asplenium nidus*) 及崖蓋蕨 (*Pseudodrynaria coronans*) 成叢附生。

5. 榕楠林帶 (*Ficus* - *Machilus* Zone)

此林帶位於楠櫟林帶下方，一般為海拔 500 m 以下山麓及溪谷附近地區，氣候高溫潮濕。本區因受山麓峽谷地形之限制，只有少數生育地，如胡蘆谷、布洛灣、神秘谷等地，本文調查兩個林型，分述如下。

J. 澀葉榕—九芎林型 (*Ficus irisana* - *Lagerstroemia subcostata* forest type)

樣區主要設於布洛灣與葫蘆谷兩地，海拔 300 ~ 500 m 之山麓及溪谷附近，坡度 17~32 度，含石率 4~5 級，全天光空域比例 41~45%，直射光空域比例 42~51%，太陽輻射量小，濕度頗大。本林型之主要組成樹種除茄苳 (*Bischofia javanica*)、九芎 (*Lagerstroemia subcostata*)、山菜豆 (*Radermachia sinica*) 外，以樟科和桑科植物為主，如樟科之大葉楠 (*Machilus kusanoi*)、大葉釣樟 (*Lindera megaphylla*)、台灣雅楠 (*Phoebe formosana*)、五掌楠 (*Neolitsea konishii*)、瓊楠、厚殼桂 (*Cryptocarya chinensis*) 等。桑科植物種類不少，如澀葉榕 (*Ficus irisana*)、榕 (*Ficus microcarpa*)、稜果榕 (*Ficus septica*)、幹花榕 (*Ficus variegata*)、白肉榕 (*Ficus virgata*)、豬母榕 (*Ficus fistulosa*) 等，其它尚有樹杞 (*Ardisia sieboldii*)、台灣朴樹 (*Celtis formosana*)、欖仁舅 (*Neonauclea reticulata*)、水冬瓜 (*Saurauia oldhamii*)、杜英、黃土樹 (*Prunus zippeliana*)、長梗紫芋麻、山芋麻 (*Boehmeria frutescens*)、蟲屎 (*Melanolepis moluccanum*) 等。林下陰濕，樹上常見有鵝掌藤 (*Schefflera arboricola*) 及台灣山蘇花。蔓藤植物常見者有捻樹藤 (*Epipremnum pinnatum*)、菊花木、玉葉金花、柚葉藤及三葉崖爬藤。此外由於生育地接近溪谷，且森林中上層覆蓋度大，故地被以好濕性植物最多，常見者有關葉樓梯草、姑婆芋、中國穿鞘花。

K. 血桐—構樹林型 (*Macaranga tanarius* - *Broussonetia papyrifera* forest type)

本型為低海拔之次生林，常出現於道路兩旁，樣區海拔高度從 90~340 公尺，坡向由南向北皆有，坡度 12~20°，含石率 4~5 級，全天光空域比例 43~58%，直射光空域比例 49~71%。主要的優勢種有九芎、血桐、構樹、野桐、山黃麻等均為演替早期之陽性樹種，在海拔較高處常有台灣赤楊混入，低海拔處則有馴化之銀合歡 (*Leucaena leucocephala*) 侵入，常見的灌木種類有通條木、密花芋麻、杜虹花 (*Callicarpa formosana*)、小葉桑 (*Morus australis*)、大葉溲疏、羅氏鹽膚木 (*Rhus semialata* var. *roxburghiana*)、長梗紫芋麻、水麻、台灣馬桑、水雞油等，林中蔓藤植物很多，常見者有葛藤、台灣何首烏、扛香藤 (*Mallotus repandus*)、酸藤、三角葉西番蓮 (*Passiflora suberosa*) 及鐵線蓮類 (*Clematis* sp.) 等。地被植物則以山棕、颱風草、五節芒、腎蕨、紫花藿香薊 (*Ageratum houstonianum*) 等為最常見。

四、討 論

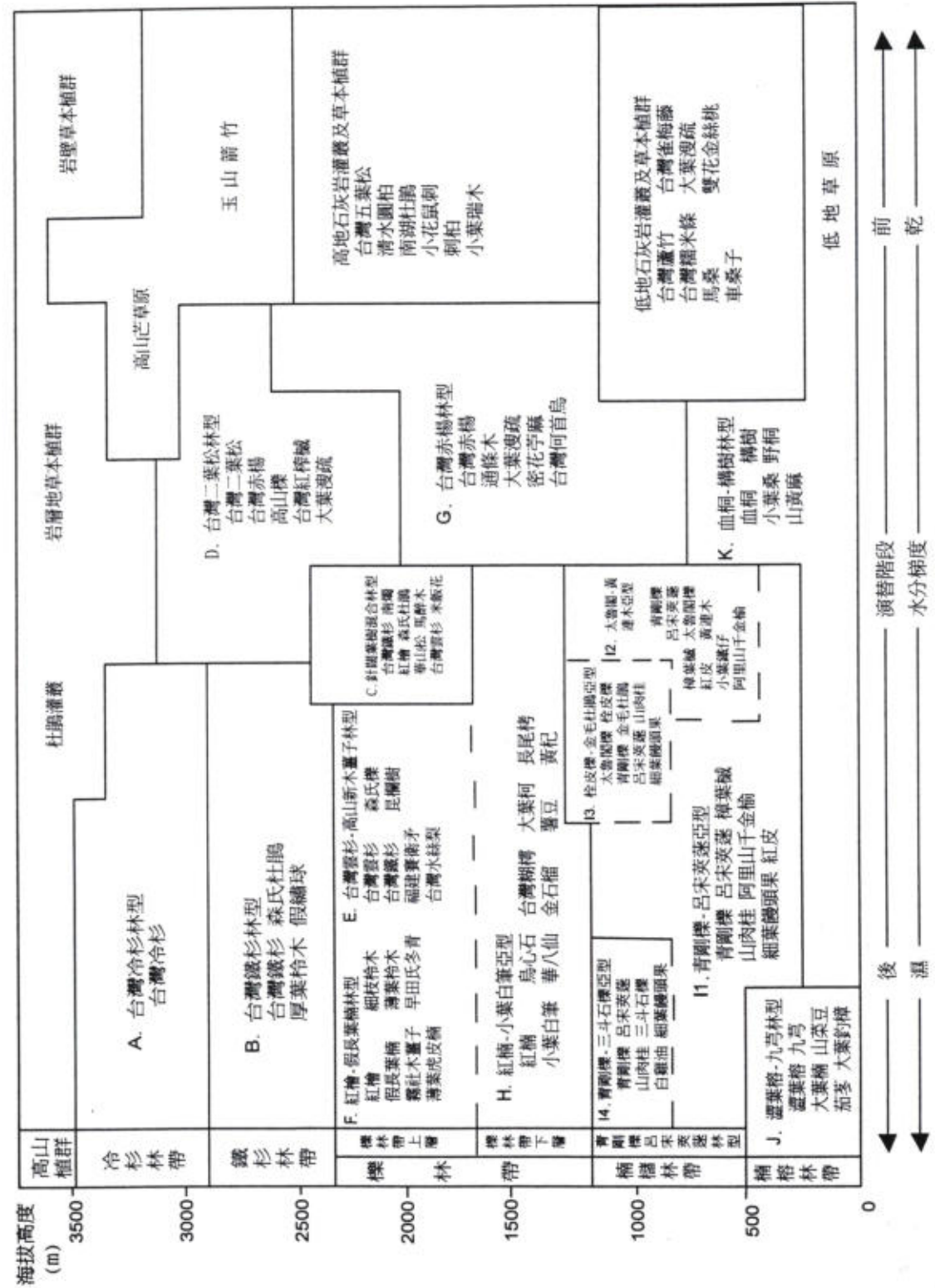
(一) 海拔與演替梯度之推論

綜觀上述植物社會，可見調查區內植群極為複雜，影響此區植群分化之主要因子為海拔高度，而據筆者現場調查並參考前人研究時發現，影響本區植群分化的因子，除海拔高度外應該還有演替階段。因此本文嘗試將立霧流域之植群變化用海拔高度及演替兩個梯度表示。如圖四，縱軸依海拔高度分為高山植群帶 (Alpine vegetation Zone)、冷杉林帶、鐵杉林帶、櫟林帶、楠櫟林帶及榕楠林帶，橫軸則為演替階段，由於本區之演替多屬於乾性演替 (Xerarch succession)，演替早期之植群型及生育地常較為乾旱，演替後期環境則趨於適中，因此亦可將演替階段視為一個綜合的水分梯度 (Moisture gradient)，事實上，如受地形及母岩之影響，水分情況長期無法改善，則演替階段亦可能長期持續，成為多極盛相理論之地形或土壤極盛相。圖右邊水分梯度較低之生育地，常為演替早期的植群型所佔據，適應此惡劣環境之植物通常都具有較寬之生態幅度 (Ecological amplitude)，故其所形成之植物群落常能跨越圖左側之數個森林帶，亦即演替早期的植物社會常有較寬的分布範圍，但後期則因局部的環境差異而演替成數種不同的植物社會。

由圖四可以看出圖右側演替早期之植群多屬低矮的草本植物社會或灌木社會，隨著演替的進行逐漸發育為較高大的森林植物社會，本區木本植物社會之先驅樹種則依海拔高度不同，大略分為三型，高海拔地區 (2,000~3,200 m) 以台灣二葉松與台灣赤楊為主 (本文之台灣二葉松林型)；中海拔地區 (700~2,000 m) 是以台灣赤楊為主 (本文之台灣赤楊林型)；低海拔地區 (700 m 以下) 則以血桐、構樹、山黃麻等樹種為主 (本文之血桐-構樹林型)。

此等演替早期之樹種均涵蓋極大之海拔幅度，但相繼侵入之樹種則有一定之海拔範圍，故林型之分化亦由簡單而日趨複雜，茲將其演替情形略述如下：

1. 高海拔地區 (2,000~3,200 m)：早期侵入的樹種為台灣二葉松、台灣赤楊、大葉溲疏、台灣紅檜等陽性樹種，這種林型可能因為森林火災之干擾而長期維持 (劉崇瑞、蘇鴻傑 1978)，若演替再向前進，則海拔 2,900 m 以上者成冷杉林型，2,400~2,900 m 者成鐵杉林型，2,000~2,400 m 之地區則可能出現針闊葉樹混合林，但演替可能再向前進，於較陰濕之生育地形成紅檜-假長葉楠林型，而在向陽之坡面或稜脊附近形成台灣雲杉-高山新木薑子林型。
2. 中海拔地區 (700~2,000 m)：首先是台灣赤楊、通條木、大葉溲疏、密花芋麻等植物進入，之後由於海拔高度之不同而演替成不同的林型，1,700 m 以上的地區演替成針闊葉樹混合林，但隨生育地環境之不同，某些地區亦可能為闊葉樹林所取代，1,200~1,700 m 之處則有八角金盤、長葉木薑子、薯豆等中性植物相繼進入，最後形成紅楠、烏心石等樹種為主要冠層之紅楠-小葉白筆林型；而在海拔 700~1,200 m 之山地，可能因為生育地之土壤貧瘠，水分缺乏而演替為栓皮櫟、太魯閣櫟、黃連木等為主要優勢種之栓皮櫟-金毛杜鵑亞型或太魯閣櫟-黃連木亞型。
3. 低海拔地區 (700 m 以下)：先有構樹、野桐、山黃麻、血桐、小葉桑、山芙蓉等樹種侵入，之後於較陡峭乾瘠的地區形成青剛櫟-呂宋英蓮林型之各亞型森林，在太



圖四、立霧流域主要植群型與環境梯度

陽輻射量較大之山脊稜線附近形成太魯閣櫟、黃連木、阿里山千金榆等所組成之太魯閣櫟—黃連木亞型，一般生育地多演替成青剛櫟—呂宋英 亞型，而溪谷兩側則再向前演替，九芎、大葉釣樟、山香圓、茄苳、澀葉榕、大葉楠、豬母乳等植物相繼進入，形成榕楠林帶之澀葉榕—九芎林型。

(二) 植物社會的整合及比較

前文曾舉出四篇有關立霧流域植物社會之研究報告，然由於森林內樹種組成極為複雜，各學者分出之植群單位多達數十個，植群型之名稱各異，組成樹種則有類似之處，表3為本研究經植群分析所分出之各林帶及林型，配合前人研究所列舉之類似植物社會所整理而成，整合時除考慮樹種組成之相似性以外，亦評估生育地環境是否相似。

表 3. 立霧流域主要植群一覽表

本文之林帶及林型	特徵種	一般生育地	前人研究之類似植物社會
冷杉林帶	台灣冷杉林型	台灣冷杉	山脊或山坡上側陽光充足之處，海拔2,900~3,300m。
鐵杉林帶	台灣鐵杉林型	台灣鐵杉 厚葉柃木	山脊或山坡上側陽光充足之處，海拔2,300~2,900m。
針闊葉樹混合林帶	針闊葉樹混合林型	紅檜 台灣鐵杉 高山新木薑子 森氏櫟 森氏杜鵑	山地上坡處，海拔1,700~2,400m。
高海拔次生林	台灣二葉松林型	台灣二葉松 台灣赤楊 大葉澱疏	山脊或山坡上側伐木跡地、火災跡地、或道路邊坡海拔2,000~3,000m。
櫟林帶(上層)	台灣雲杉—高山新木薑子林型	台灣雲杉 高山新木薑子 森氏櫟 昆欄樹 福建賽衛矛	山地上坡陽光充足之處，海拔1,700~2,300m。
	紅檜—假長葉楠林型	紅檜 假長葉楠 霧社木薑子	山地下坡雲霧籠罩之處，海拔1,700~2,300m。

中海拔次生林	台灣赤楊林型	台灣赤楊 大葉澱疏 通條木	道路邊坡崩塌地或伐木跡地，海拔700~2,000m。	1. 台灣赤楊植物社會 (徐國士等 1984)
櫟林帶(下層)	紅楠—小葉白筆林型	小葉白筆 華八仙 烏心石 金石榴 台灣桐栲	除海拔外對其它生育地環境因子之要求並不嚴苛，海拔1,100~1,700m。	1. 狹葉櫟、大葉柯、長尾栲群叢 (劉崇瑞、廖秋成 1979) 2. 九芎—雅楠群叢 (劉崇瑞、廖秋成 1979) 3. 山地闊葉樹林之下半段 (徐國士等 1984) 4. 霧社槲楠社會 (楊遠波等 1990)
楠櫟林帶	青剛櫟—呂宋英亞型 太魯閣櫟—黃連木亞型 控皮櫟—金毛杜鵑亞型 青剛櫟—三斗石櫟亞型	青剛櫟 呂宋英亞型	石灰岩地區海拔250~1,200m。	山頂岩石生植物社會 (徐國士等 1984) 1. 阿里山千金榆—鐵柵社會 (楊遠波等 1990) 1. 太魯閣櫟社會 (楊遠波等 1990) 2. 石楠社會 (楊遠波等 1990) 1. 森氏紅淡比、饅頭果、台灣栲、太魯閣千金榆中途群叢 (劉崇瑞、廖秋成 1979)
		太魯閣櫟 黃連木 阿里山千金榆	山地中坡，海拔250~1,100m。 光照強之稜線處，海拔400~1,200m。	
		控皮櫟 金毛杜鵑亞型	光照強之稜線處，海拔900~1,200m。	
		檫木 三斗石櫟 森氏紅淡比	土壤層稍厚較溼處，海拔800~1,100m。	
榕楠林帶	澀葉榕—九芎林型	大葉楠 九芎 澀葉榕 大葉釣樟 茄苳	山麓及溪谷之陰溼地形，海拔500m以下。	1. 三葉山香圓、大葉釣樟、豬母乳群叢下之九芎、小梗木薑子、江茛菪叢及三葉山香圓、豬母乳叢 (劉崇瑞、廖秋成 1979) 2. 低海拔常綠闊葉樹永久樣區 (楊遠波、張惠珠 1992) 3. 熱帶雨林群系 (徐國士等 1984) 4. 重陽木—糙葉榕—大葉楠社會 (楊遠波等 1990)
低海拔次生林	血桐—構樹林型	血桐 構樹 小葉桑	道路兩旁之崩塌地，海拔700m以下。	1. 三葉山香圓、大葉釣樟、豬母乳群叢下之三葉山香圓、糙葉榕、血桐中途群叢 (劉崇瑞、廖秋成 1979) 1. 低海拔次生植物社會 (徐國士等 1984)

由表 3 中，可以看出高海拔地區之冷杉林帶及鐵杉林帶由於組成單純、優勢種明顯，各文獻之間雖命名方式不同，但對於林型之分類大抵有一致的看法，而植物社會所處的演替階段則可能尚未詳細探討，永久樣區的資料有待未來進一步調查與分析。至於中低海拔之森林，由於樹種歧異度高，植物分布隨環境梯度而呈連續性變化，加上各調查取樣面積不同，故分出之單位極多，且因學者對植物社會界限之認定與命名方式常不相同，而導致有某一學者認為是同一型之植物社會，而另一學者分為多個植物社會之情形，此外，類似的植群型常有不同的名稱。

上述前人研究所分出之森林植物社會，大多已於表 3 中與本文所區分之林帶及林型作了整合，但仍有幾個社會未予處理，究其原因，主要有以下幾點，1. 該植物社會不在本區範圍內，如 a. 玉山圓柏林社會 (徐國士等, 1984) 是指生育於南湖池畔及圍谷之玉山圓柏林，該地點屬大甲溪流域；b. 雲杉林社會 (徐國士等, 1984) 此型社會位於碧綠附近者，筆者將之歸入櫟林帶上層之台灣雲杉—高山新木薑子林型中，而位於大甲溪上游南湖大山一帶者則不屬研究區範圍；c. 細葉蚊母樹—紅皮社會 (楊遠波等, 1990)，該林型之取樣地點位於蘇花公路之匯源。2. 本研究未取得的樣區，如 a. 台灣胡桃植物社會 (徐國士等, 1984)；b. 台灣五葉松社會 (楊遠波等, 1990)，樣區位於三角錐山海拔 1,600 m 之支稜，主要組成樹種有台灣五葉松、化香樹、高山櫟、八角金盤、疏果海桐等，本研究未至該地點取樣。3. 植物社會界限認定上之不同，如 a. 台灣紅榨槭植物社會 (徐國士等, 1984)，據研究者指出：「台灣紅榨槭罕獨自聚生成林，唯局部地區亦可小面積集結。」筆者認為此樹種僅零星分布於林分內之小型干擾中，故未將之視為一特定植物社會。

綜合本文分析，並整合區內其他相關之植群研究報告，應可比較立霧溪流域與台灣其他地理氣候區之植群差異。前曾述及，台灣地理氣候區之劃分係依據雨量分布之季節性差異，山區雨量分布變異最大者在楠櫟林帶，相當於山地下層地帶，其冬季受東北季風影響而有不同之降雨量，而樹種之多樣性亦以此帶為最高 (Su, 1994)。楠櫟林帶在各地理氣候區均有分布，但其中林型組成略有不同，尤其是屬於栲屬 (櫟木類) 之樹木 (*Castanopsis* sp.)，各氣候區均可發現代表性之樹種，有樣區資料可考者不少，如東北區及西北區之鋸葉長尾栲 (*Castanopsis carlesii* var. *sessilis*) (蘇鴻傑、王立志, 1988; 陳俊雄, 1996)、中西區之赤栲 (*Castanopsis borneensis*)、火燒栲 (*Castanopsis hystrix*) 及甜栲 (*Castanopsis eyrei*) (黃獻文, 1984; 蘇鴻傑, 1996)、西南區之台灣栲 (*Castanopsis formosana*) (陳銘賢, 1990)、東南區之星刺栲 (*Castanopsis stellato-spina*)、印度栲 (*Castanopsis indica*) 及毛刺栲 (*Castanopsis kusanoi*) (蘇鴻傑、蘇中原, 1988; 楊勝任, 1996) 等。有關東部氣候區 (含南北兩段) 楠櫟林帶之樣區調查文獻不多，此帶似未呈現明顯之栲類代表樹種，僅星刺栲及毛刺栲在東部少數地區有零星之採集紀錄，故東部區之楠櫟林帶有待更多之調查來釐清其林型分化與組成。

立霧溪集水區之楠櫟林帶經本研究分析結果，以青剛櫟—呂宋英蓀林型為代表，命名之兩種樹木，在本區可用來區別其他山地植群帶之樹種，但在全台灣之楠櫟林帶中，則分布甚為普遍，並不足以代表立霧溪之林型。在青剛櫟—呂宋英蓀林型中，最具有代表性之樹種當推太魯閣櫟，而其出現之植群則為太魯閣櫟—黃連木亞型及栓皮櫟—金毛杜鵑亞型，太魯閣櫟在台灣之分布局限於變質石灰岩區，可能與立霧溪之楠

櫟林帶大部分為此種岩質之母岩所覆蓋有關，此種岩質及林型組成特性亦出現在東部氣候區南段之新武呂溪 (如利稻附近)。

除了此種特殊林型以外，由於本區之氣候分類被劃入東部區北段，但以雨量分布型態而言，各測候站之資料實落入西北氣候區之範圍 (Su, 1985)，故植群之分化與組成當與西北區有類似之處，經與西北區楠櫟林帶之林型組成比較 (陳俊雄, 1996; 李靜峰, 1997)，本區之青剛櫟林型亦普遍發生於西北區，尤其是青剛櫟—三斗石櫟亞型，與西北區主要林型組成頗為相似，可為印證。至於本區楠櫟林帶的其他亞型，則因地質的差異，而與西北區有所不同，如太魯閣櫟的分布，以及因基質土壤發育不良，含水量少，故落葉樹 (如黃連木、阿里山千金榆) 大量出現。

五、結 論

本研究於立霧溪流域之森林中設置 52 個樣區，共紀錄維管束植物 123 科 501 種，利用降趨對應分析及矩陣群團分析之結果，並配合列表比較法依特徵種之差別將本區分為 11 個林型，分屬於五個不同海拔範圍之森林帶中。由於一年間的調查時間有限，本文之樣區資料仍不足以涵蓋立霧溪之全部植群變異細節，但已抽出海拔高度為最主要的變異梯度。相信在立霧溪之主要支流集水區中，交通不便而難以到達之區域，有甚多之特殊植群型仍待調查與分析。本區楠櫟林帶之林型組成最為特殊，經與台灣各氣候區之楠櫟林帶比較，以太魯閣櫟為本區代表樹種，而以太魯閣櫟—黃連木亞型及栓皮櫟—金毛杜鵑亞型為本區之特殊植群型。

六、引用文獻

- 呂勝由, 1989。太魯閣國家公園植物資源 (綠)。太魯閣國家公園解說教育叢書 5，內政部營建署太魯閣國家公園管理處，共 163 頁。
- 李靜峰, 1997。台灣西北區楠櫟林帶之森林植物社會演替，台灣大學森林研究所碩士論文，共 102 頁。
- 徐國士、林則桐、陳玉峰、呂勝由, 1984。太魯閣國家公園植物生態資源調查報告，內政部營建署太魯閣國家公園管理處，共 151 頁。
- 郭城孟、陳應欽, 1990。太魯閣國家公園蕨類植物之研究，太魯閣國家公園委託台大植物系調查報告，共 135 頁。
- 陳俊雄, 1996。台灣西北區楠櫟林帶森林植群分析，台灣大學森林研究所碩士論文，共 88 頁。
- 陳銘賢, 1990。台灣西南部荖濃河流域低海拔區域之植群分析，台灣大學森林研究所碩士論文，共 82 頁。
- 黃獻文, 1984。日月潭鄰近山區植群生態之研究，台灣大學森林研究所碩士論文，共 76 頁。
- 楊勝任, 1996。台灣穗花杉植群生態的研究，台灣大學森林研究所博士論文，共 140

- 頁。
- 楊遠波、呂勝由、林則桐，1990。太魯閣國家公園石灰岩地區植被之調查，內政部營建署太魯閣國家公園委託台灣省林業試驗所森林生物系調查，共 47 頁。
- 楊遠波、張惠珠，1992。太魯閣國家公園植物永久樣區之規劃，內政部營建署太魯閣國家公園管理處，共 70 頁。
- 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): 1-64。
- 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，**121**: 207-239。
- 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，共 76 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(II)直接梯度分析，中華林學季刊，**20**(2): 29-46。
- 蘇鴻傑，1992。台灣之植群：山地植群帶與地理氣候區，彭鏡毅編，台灣生物資源調查及資訊管理研習會論文集，中央研究院植物研究所專刊，第 11 號: 39-54。
- 蘇鴻傑，1994。太魯閣國家公園蘭科植物群落調查，內政部營建署太魯閣國家公園管理處，共 151 頁。
- 蘇鴻傑，1995。台灣森林植群研究之回顧與展望，林業試驗所百週年學術研討會論文集，23-27 頁。
- 蘇鴻傑，1996。植群生態多變數分析之研究(IV)植群分類法及相關環境因子之分析，台灣省立博物館年刊，39:249-268。
- 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。
- 蘇鴻傑、蘇中原，1988。墾丁國家公園植群之多變數分析，中華林學季刊，**2**(4): 17-32。
- Braun-Blanquet, J. 1965. *Plant Sociology: The Study of Plant Communities*. Trans. & ed. by: G. D. Fuller & H. S. Conrad. Hafner, London, 439 pp.
- Editorial Committee of the Flora of Taiwan. 1993-2000. *Flora of Taiwan*, Vol. I-V.
- Gauch, H. G. 1982. *Multivariate analysis in community ecology*. Cambridge University, New York. 298 pp.
- Hill, M. O. & H. G. Gauch. 1980. Detrended correspondence analysis, an improved ordination technique. *Vegetatio* **42**: 47-56.
- Shimizu, T. 1962. Studies on the limestone flora of Japan and Taiwan. Part I. J. Faculty Textile Science and Technology, Shinshu University. *Series A Biology* **11**: 1-105.
- Shimizu, T. 1963. Studies on the limestone flora of Japan and Taiwan. Part II. J. Faculty Textile Science and Technology, Shinshu University. *Series A Biology* **12**: 1-88.
- Sneath, P. H. & R. R. Sokal. 1973. *Numerical Taxonomy*. W. H. Freeman, San Francisco, 644 pp.
- Su, H. J. 1984. Studies on the climate and vegetation type of the natural forests in Taiwan. (II) Altitudinal vegetation zones in relation to temperature gradient. *Quart. J. Chin. For.*

- Su, H. J. 1985. Studies on the climate and vegetation type of the natural forests in Taiwan (III) A scheme of geographical climate regions. *Quart. J. Chin. For.* **18**(3): 33-44.
- Su, H. J. 1994. Species diversity of forest plants in Taiwan. In: C.-I Peng and C. H. Chou (eds.), *Biodiversity and Terrestrial Ecosystems*. Institute of Botany. Academia Sinica Monograph Series. No.14, pp. 87-98.

Forest Vegetation Analysis of the Liwu-Hsi Watershed in Eastern Taiwan

Yui-Ching Kao^(1,3) and Horng-Jye Su⁽²⁾

(Manuscript received 16 November 2001; accepted 9 December 2001)

ABSTRACT: Liwu-Hsi is a major river in eastern Taiwan. The area of its watershed is 616 km², and its elevation ranges from the sea level to 3,742 m at the highest mountain. Fifty-two stands containing 278 woody species, together with seven environmental factors were sampled in this area. Detrended correspondence analysis, matrix cluster analysis and table rearrangement are used in vegetation analysis. The forest vegetation is divided into eleven types. Due to local variation of species composition and environment, some vegetation types are further divided into subtypes. These types are grouped into five forest zones as follows: 1. *Abies* zone: A. *Abies kawakamii* forest type; 2. *Tsuga* zone: B. *Tsuga chinensis* forest type; C. Mixed coniferous and broad-leaved forest type; D. *Pinus taiwanensis* forest type; 3. *Quercus* zone: E. *Picea morrisonicola*-*Neolitsea acuminatissima* forest type; F. *Chamaecyparis formosensis*-*Machilus japonica* forest type; G. *Alnus formosana* forest type; H. *Machilus thunbergii*-*Symplocos modesta* forest type; 4. *Machilus-Castanopsis* zone: I. *Cyclobalanopsis glauca*-*Viburnum luzonicum* forest type; II. *Cyclobalanopsis glauca*-*Viburnum luzonicum* subtype; I2. *Quercus tarokoensis*-*Pistacia chinensis* subtype; I3. *Quercus variabilis*-*Rhododendron oldhamii* forest type; 14. *Cyclobalanopsis glauca*-*Pasania ternaticupula* subtype; 5. *Ficus-Machilus* zone: J. *Ficus irisana*-*Lagerstroemia subcostata* forest type; K. *Macaranga tanarius*-*Broussonetia papyrifera* forest type. The differentiation of forest zone and vegetation type is largely influenced by altitude. The forest type with *Quercus tarokoensis* is characteristic for Liwu-hsi watershed, as compared with those of the *Machilus-Castanopsis* zones in other climatic regions of Taiwan.

KEYWORDS: Eastern Taiwan, Forest Vegetation Analysis, Forest Type.

誌 謝

本卷蒙下列專家學者百忙中抽空審查，特此誌謝。

王 鑫	王立志	呂光洋
呂金誠	宋秉明	李良恭
李玲玲	李培芬	汪靜明
周蓮香	林俊全	林晏州
林曜松	邱文彥	洪富文
夏禹九	張萬福	莫顯蕎
陳永寬	陳玉峰	陳宏宇
游繁結	焦國模	溫清光
劉小如	劉益昌	歐陽嶠暉
鄭祈全	駱尚廉	謝長富
羅紹麟		

國家公園學報編輯部
主編

(1) Department of Forest Biology, Taiwan Forestry Research Institute. #53, Nan-Hai Road, Taipei 100, Taiwan, ROC.

(2) Department of Forestry, National Taiwan University, Taipei 106, Taiwan, ROC.

(3) Corresponding author.