

八通關草原生態

之研究

計劃主持人郭城孟

委託單位：內政部營建署玉山國家公園管理處

研究單位：國立台灣大學植物學系

目 錄

摘 要	-----	
附圖目錄	-----	
附表目錄	-----	
前 言	-----	1
1. 草原生態系與高山草原	-----	1
2. 火災之研究及其與草原之關係	-----	2
3. 植物對火災的適應及適存植群之形成	-----	4
研究地區概述	-----	6
研究方法	-----	11
1. 實地勘察	-----	11
2. 植物社會之調查	-----	11
3. 環境因子之評估與測量	-----	12
4. 植群分析法	-----	20
結果與討論	-----	23
1. 植物分布與微觀形相	-----	23
2. 優勢植物與火災之關係	-----	26
3. 草原區之植群分析	-----	28
4. 草原區之植群變動現況	-----	35

5. 火災行為模式之探討-----	37
火災類型與燃料循環-----	37
氣候與火災之關係-----	37
結論與建議-----	42
參考文獻-----	44
附 錄-----	52
彩色圖版-----	65

摘 要

八通關位於玉山國家公園境內，因其地處交通要衝而得名。該地區海拔 2900 公尺左右，屬一啞口地形。其氣候呈夏雨冬乾，乾濕季分明。植被景觀為由災干擾形成之玉山箭竹草原。

本區之植群處於演替序列之早期階段，其內植群“變動 (fluctuation)” 明顯。為瞭解其因應火災及微環境而變動型，代表植物 (玉山箭竹、高山芒、紅毛杜鵑及馬醉木) 在各型的相對優勢度與環境之乾濕有明顯相關。玉山箭竹、高山芒、紅毛杜鵑、馬醉木與二葉松分別具有適應火災的特殊生活型，可稱為火災適存植物。

區內火災痕跡明顯，判斷其過去發生不止一次火災，包括山屋附近的地表火及八通關西峰之樹冠火。另植被的演進及燃料循環皆影響火災類型。並推測火災發生的季節應為冬季，且由於受到風向及地形的限制，使火災跡地呈東西向。

未來本區植被應演替成鐵杉森林或二葉松過渡森林。若考慮景觀的維持，應進行人為經營管理，使演替停滯於高山草原之亞極盛相。

附圖目錄

圖一：研究範圍圖-----	
圖二：樣區分布圖-----	

圖三：土壤含石率研估法-----

圖四：方位水分指數圖-----

圖五：太陽輻射能評估原理-----

圖六：方位 地形 水分指數圖-----

圖七：八通關草原植被圖-----

圖八：木灌與玉山箭竹之適應圖-----

圖九：禾草對火災的適應-----

圖十：二葉松對火災的適應-----

圖十一：群團分析樹形圖-----

圖十二：群團分析結果：四群植群分布圖-----

圖十三：草原區內植被變動圖言-----

圖十四：火災干擾下之森林演進與燃料循環圖-----

圖十五：火災跡地範圍圖-----

圖十六：火災演替模式圖-----

附表目錄

表一：北峰測候所氣象資料 -----

表二：北峰測候所氣象資料 -----

表三：植物覆蓋度之量化表-----

表四：八分制值轉化表-----

表五：樣區 40 之植物社會資料運算表-----

表六：八通關草原各型植被摘要-----

表七：火災適存植群之特性-----

前 言

草原生態系與高山草原：

根據生態學家的定義，廣義的草原 (grassland) 是指“優勢的植被成分是由草本種類所組成者。” (Coupland, 1979)。其所指的草本種類泛指禾草 (grasses) 類禾草 (graminoids) 闊葉草 (herbs) 及矮小之灌木 (dwarf shrub, 其高度不超過草本層者)。

由於學者所研究的範圍不一，其所提出“草原”的用字亦有不同。除了 grassland 之外，尚有 prairie、pasture、meadow....等。但是，此等形相分類的名詞僅基於植物組成的條件，並不夠於解釋草原植物分布之不連續性 (discontinuities)。換言之，必須加入氣候的相似性與土壤性質的區域性來考量 (Coupland, 1979)。許多論述世界植被的著作亦根據上述兩要素為綱領。如 S.R.Eyre 所編之“World vegetation types” (Eyre, 1971) 乃根據區域性；H. Walter 所著之“Vegetation of the Earth” (Walter, 1985) 則根據氣候之分帶 (Zonation)。因此，在“Grassland and ecosystems of the World”一書中，將草原生態系分成：temperature natural grassland, temperatur seminatural grassland (包括 pasture、meadow), tropical grassland, arable grassland and cropland 等五類 (Coupland, 1979)。

一般天然草原的形成，主要是由間隔性的降雨所造成。而且每年皆有季節性的乾旱。此種氣候特色，嚴重影響土壤表層之潤濕程度，使得樹木無法與草本植物競爭。以溫帶草原 (temperature grassland) 為例，其年雨量僅有 250mm-750mm，而雨量較多的亞熱帶草原及疏林 (subtropical grassland and savanna) 亦只達 600mm 1500 mm (Coupland, 1979；Odum, 1963)，此即所謂之“氣候極盛相”。而次生草原的成因則非由氣候或土壤因子所造成。其主要由於人為的干擾 (開墾) 洪水、山地崩塌及火災。而一般學者認為火災應為現今草原形成之主因 (Numata, 1979；Vohl, 1974；Sauer, 1971)。

就本省而言，由於年雨量高達 2580mm (陳, 1957)，且地形變化劇烈，一般認為並無真正草原 (楊, 1987)。而草生地的出現則由於森林植被遭受破壞或因為火災、放牧等干擾而形成之演替初期之植物社會，而非天然草原。

所謂高山草原 (alpine grassland) 是指林木界限以上，植被形相呈叢生狀 (tussock 的草生地，乃是由於氣候及土壤等環境因子影響下，形成的自然植被 (Robbins, 1971；Numata et al, 1972)。而本省高海拔之草生地則分布於林木界限之內，其形相與真正的高山草原極為相似，但卻屬於不安定植被 (柳, 1963)，可能為針

葉樹林遭到火災干擾而形成 (柳, 1963; 王, 1974)。未來應演進成與週遭植被相似的森林生態系 (王, 1974)。

火災之研究及其與草原之關係

在考古學上, 人類控制火的歷史, 在歐亞大陸可溯至三十萬年以前, 南非有五萬年, 北美洲也有一萬二千年 (大英百科全書)。而在二十世紀初, 生態學蓬勃發展以來, 火災的研究也逐漸受到重視。

火災是干擾植物生態系的重要因子之一。嚴重的火災不僅會摧毀地被生物, 並且對環境造成劇烈的影響, 導致二次演替的開始 (陳明義, 1987)。若植物社會不斷受到火災的干擾, 其演替將停滯不前, 形成所謂“亞極盛相 (sub-climax)” (Cooper, 1961)。其例子不勝枚舉, 如美國的長葉松林 (Mutch, 1970; Chapman, 1932) 及柱松 (pinus contorta) (Lotan, 1984) 著名的桉樹屬植物 (Eucalyptus spp.) (Hodgson, 1968; Pryor, 1979), 以及台灣二葉松 (Pinus taiwanensis) (劉, 蘇, 1978) 台灣高山之玉山箭竹草生地 (柳, 1963; 王, 1974) 等等。對於其他火災之相關研究, 常因材料及目的的不同而涵蓋相當大的範圍。根據作者所收集之文獻記錄, 大致可分成下列幾項:

火災歷史: 由於火災現場常遺留許多痕跡, 像土壤剖面中的碳屑、fire scar (Weaver, 1943, 1974; Arno, et al, 1977)。可供學者研究追蹤過去之火災記錄及其對生態系之影響, 以期瞭解現今火災跡地內之各種現象與火災歷史之相關。亦有學者以孢粉證據來研究者 (Cawker, 1983)。

火災對植物體的影響: 主要以個體生態學為範圍, 研究植物因應火災的各種現象 (Abrahamson, 1984; Gill, 1986; Gill, 1986; Noste and Bushey, 1987)。

火災對植物社會的影響: 包括植被的復植 (recovery) (Crane et al, 1983; Hill and Read, 1984), 種子庫的潛能 (Hassan and West, 1986), 植被的反應像生物量 (biomass) 豐富度, 歧異度等性質 (Anderson and Bailey, 1980; Kucera and Ehrenreich, 1962) 以及植群演替之循環性 (Cyclic succession or pyrosere) 與亞極盛相 (Sub-climax) (Chapman, 1932; Gruell, 1983; Little and Moore, 1949; Lotan et al, 1984)。

火災對環境因子的影響: 火災的發生會造成許多環境因子的變化。如土壤含氮量的減少及養分的流失 (Plymale et al, 1987; Little and Ohmann, 1988), 有機物及化學成分的變化 (Fujita, 1987; 1988), 而且土壤結構改變及表土流失現象 (Cornish and Binns, 1987; Van Lear and Danielovich, 1988) 也十分嚴重。此

外光照及土壤溫度亦會增加 (Knapp, 1984)。

火災對生態系的影響：綜合各種火災效應 (fire effect) 對整個生態系之影響進行系統調查 (Kozlowski and Ahlgren, 1974; Old, 1969)。

經營上的應用：由於火災被認為是自然環境之一元素，因此常被利用來作整地，造林林床之準備、牧場管理之具。其應用之時機及方法亦有深入之研究 (Wright, 1980; Spurr, 1964)。

除上述研究外，尚有許多防火技術，火災特性，火災氣象學及各種模型之研究，在此不特別介紹。

火災既對生態有如此重大之影響，其對草原形成的影響亦引起廣泛之研究。前文述及天然草原常因氣候因子之限制而產生，但草原生態學者 Carl O. Sauer 曾指出“以植群分類的觀點將草原歸類成群叢而判斷其為極盛相之說法，將因為無法找出每一草原單位的專屬氣候特徵而無法成立。...而草原邊界常為特殊地形如山谷、陡坡的現象，與火災蔓延之範圍受限於地形之偶合，可說明火災與草原生成之關係。” (Sauer, 1971)。也就是說，草原之所以存留下來是由於“火災的保護”。亦有學者認為，火災與草原幾乎可稱之為共生 (symbiosis) (Gourou, 1947)。例如，在美國 Kansas 等地區之高草草原 (tallgrass prairie) 之形成與週期性火災有極密切的關係 (Hulbert, 1988; Kucera and Ehrenreich, 1962)。因此，吾人可推測：草原之形成與保存皆因火災的干擾 (或其他動物、人為的干擾) 而來。並且，一旦此類干擾消失，則植物社會必朝向該特定氣候下的極盛相方向演進，即草原生態系並非極盛相，而是處於亞極盛相。

植物對火災的適應及適存植群之形成：

生物為維持個體的存活及族群的繁衍，必須對週遭環境有不同的適應能力，否則將受到天擇演進的壓力而被淘汰。火災對植物的影響似乎也扮演著如此的角色。Mutch 氏在 1970 年曾提出一假說，謂“依賴火災的植物社會 (fire-dependent) 比不依賴火災者更易燃燒。因為天擇壓力賦于其具有此易燃之特徵，並令其發展。” (Mutch, 1970)。其文中並說明“假如物種發展出營養器官 (如地下莖、根莖萌蘖、serotinous cone) 及形態特徵 (如加厚樹皮、表皮萌蘖) 使其得以在間斷火災中倖存，則依賴火災之植物亦將在天擇壓力下演化出此種特徵”。

根據學者們對植物適應的研究，大致可歸納出三類：

具抵抗力 (resistance)：當火災發生時，其中心溫度約可達攝氏 200-800 度，在

此溫度下，林木在數分鐘內即著火燃燒，更不論草本植物。若林木具有厚樹皮且具有可萌蘖的芽苞，則可以在火災後迅速萌蘖，恢復其族群舊觀 (Gill, 1978; Gill and Ashton, 1968)。例如許多針葉樹及樺樹 (Spurr, 1964)。

具適應力 (adaptation): 植物在面對火災時，無法抵抗其高溫，導致全株或地上部全株或地上部分植株死亡，但在火災後可迅速恢復其族群者。此種植物通常具有特殊之生活型，如：lignotuber (Mullette, 1978; Bamber and Mullette, 1978; Flinn and Pringle, 1983)，可藉由土壤隔離高溫。或具有特殊之傳播方式，如在 tallgrass prairie 中許多草本植物開花數量及下種均有增加並且其花期亦有提早之現象 (Hulbert, 1988)。又如某些山龍眼科的植物 (Banksia spp.) 之果實開裂與下種，受到火災的誘發 (Gill, 1976; Gill and MacMahon, 1986; Bradstock and Myerscough, 1981)。另外，像針葉樹 lodgepole pine 等具有毬果晚熟現象 (serotinous cone)，其在火災後亦迅速開裂下種 (Cooper, 1961; Lotan, 1984)。

具逃避力 (escape): 此類植物並無任何可在火災後復植之條件。惟其可以受到微地形的保護，而不必直接面對火災。例如生長於溪谷、岩屑地之植物。

植物社會在不斷受到火災干擾下，勢必由上述植物逐漸替代。在演替壓力與干擾之交互作用下，必然產生“易燃且適存之植群”而形成前文所謂之亞極盛相。並且在共生的現象下，不斷篩選出更易燃，更能適應的子代，而形成火災適存植群。

研究地區概述

八通關地區 (以下簡稱本區) 地處南投、花蓮及嘉義三縣交會處。自清朝開山撫番政策及日本割據時期對山胞抗日活動的鎮壓，均曾開發八通關越嶺古道，而成為台灣第一條東西橫貫道路 (楊與王, 1988)。“八通關”一名即因其位於交通要衝而得。

自日人伊藤武夫對玉山山區進行植物分類及生態之初步調查後，陸續有許多植物學者如鈴木時夫、劉棠瑞教授....等，以及許多探險家對本區之諸多調查記述，迄今吾人始得瞭解本區之概況。

本區位於玉山山塊與中央山脈之間，海拔約 2800-2955 公尺，地形上為一啞口 (鞍部) 景觀 (王, 1982)。本研究區東以八通關西峰為界，西接玉山北峰之東稜，北臨金門峒斷崖 (陳有蘭溪上游)，南接荖濃溪谷，而形成一東西狹長之分水嶺 (圖一, plate 1)。地質上，本區介於玉山山塊與中央山脈兩種不同之母岩交會處。母岩之東下半部為顏色深暗之硬頁岩，西上半部為顏色稍淺之砂岩 (王, 1982)。由本區具東西向之斷層，荖濃溪在此折向南流，且陳有蘭溪之向源侵蝕襲奪現象亦十分劇烈而形成著名的

金門峒斷崖。

本區最近的測候所為玉山北峰測候站（標高 3850 公尺）。其氣象統計資料如表一、二。本區之山地略呈東西走向，於夏季攔截西南氣流，使得降雨量集中於夏季。以六月最多，達 575mm，十一月最少，僅 88mm。形成夏雨冬乾之氣候。年均溫為 3.8℃，最高月均溫為七月的 7.4℃，最低以二月的 -1.4℃。本區夏季多雲霧，造日照與蒸發量均低於冬季，使得本區呈明顯之乾濕季分明現象。又因地形上為東西向稜線，使得東北季風在冬季造成風力較夏季強（王，1982）。風向的變化，主要吹西風、西北風。

本區的植被景觀為以玉山箭竹、高山芒為優勢之高山草原（plate 2）（柳，1963）。伴生的植物如台灣馬醉木、紅毛杜鵑，褐毛柳、二葉松苗木，及高山白珠樹……等（如附錄一）。臨近的植被有鐵杉森林、二葉松森林。本區內有大量因火災干擾而形成之枯木（plate 1），蓋因受到不止一次的火災侵襲造成。

研究方法

實地勘察：

本區在巨觀上雖呈現以玉山箭竹及高山芒為優勢之高山草原，但是，由於微地形之變化劇烈，使植物之分布產生不均勻量的差異，甚至出現小單位之單叢鑲嵌現象。為期瞭解此一微小變化的原因及便於日後取樣工作之進行，乃於七十八年二、三月間，進行全區踏勘（人力可達之處）。主要觀察項目包括 火災遺跡範圍。植物名錄及其生活型。植被形相之細分。微地形之變化及其幅度。優勢植物生活型與火災之關係。

植物社會之調查：

由國內學者之研究發現；針對草原生態系之研究相當匱乏。尤其是高海拔地區的草生地。較詳細者僅柳檣教授“小雪山高山草原生態之研究”一文。另有王忠魁教授對高山之檢討（王，1974）。對草原社會之研究法則無深入之探討。又草原社會之植物組成及族群結構皆無法以調查森林社會之方法進行（楊，1987）。因此，本文採用日本草原生態學者 Numata 氏提出之演替度（Degree of Succession, DS）（Numata, 1961）進行植物社會介量之調查，以求得較客觀之結果。

所謂演替度是一探討草原植群在演替序列中所處階段的方法（楊，1987）。其計量公式為：

$$DS = \{ d \times 1/N \} \times V$$

式中，DS 指演替度，d 代表植物種之相對優勢度，l 代表植物之生活年限 (Molish, 1938)，n 表示一樣區中植物種類的數目，V 表示樣區內由植物所覆蓋之百分率。

由於本區內植物種類之躉異度並不大，故探討其中之演替問題，意義不大（因為整個草生地範圍可視為演替序列之一階段）。故本研究中並不計算各樣區之 DS 值，而僅採用式中之相對優勢度來調查植物介量。其計算方法如下：

植物之優勢度 (SDR)

相對優勢度 (SDR') % =

SDR

其中 SDR 係由樣區中植物之覆蓋度及高度綜合評估而來。即：

$SDR \% = \frac{C_i}{C_{max}} \times H_i / H_{max} \times 100 \%$, $C' \% = \frac{C_i}{C_{max}} \times 100 \%$, $H' \% = \frac{H_i}{H_{max}} \times 100 \%$

C_i 表示第 i 種植物之覆蓋度量值，其取得方法如表三。 C_{max} 表示所有 C_i 之最大值。 H_i 表示第 i 種植物之高度。此介量獲得之方法有三種 (Numata, 1966)。本文以地表至葉片先端之實際長度測之。

H_{max} 表所有 H_i 之最大值。

調查過程於 78 年夏季 (六月至十月初) 進行。取樣以多樣區法，選擇 10 個小樣區合併成一個大樣區。每一小樣區之大小視局部地區之均質程度主觀決定，為 $1 \times 1m$ 或 $2 \times 2m$ 。由初步勘察決定取樣點共 86 個 (圖二)，分別調查出現植物及其覆蓋度、高度。資料攜回實驗室以 dBASE Plus 系統建檔貯存，並計算 SDR' 值 (附錄二)。再利用 Gauch 氏 (1982) 提出之 octave scale 化成 0-9 級。(表四) 詳細之計算以樣區 40 為例，如表五。至此，便可得出原始矩陣 (附錄三)，供進一步分析。

環境因子之評估與測量

環境因子與植被組成之密切相關，可由眾多學者之研究獲得證實。環境因子諸如地形、緯度、土壤水位、方位及坡度等皆有某一程度之階層關係。例如：方位影響日照量及風力，緯度影響氣溫、坡度影響土壤含水量等。又因環境調查常受限於氣候，季節的限制，且取樣的均勻與否亦會造成誤差。故調查時應採用較高層次的因子為宜 (蘇, 1981)。本研究所調查之環境因子及方法如下：

土壤含石率：由於含石率代表土壤之發育狀況，間接代表土壤之保水能力。其評估方法如圖三。

土壤 pH 值：pH 值往往代表土壤化學性質的綜合表現，其測量步驟如下：

土壤 pH 值測量步驟

取表層 5-20cm 之土壤

風乾、去除 litter

磨碎、過篩 (10 mesh)

水土混合 (w/w=1/1)

攪拌、靜置 1/2 hr

以 pH meter 測其讀值

方位：指一生育地所在坡面之法線方向，可由羅盤測得其角度。但是，角度本身與環境特徵並無直接關係，故宜將其量化（蘇，1987）。根據學者研究指出：就北半球而言，西南向最乾燥，東北向最潮濕，故將方位角轉成如圖四，由 1-16 表最乾至最濕（Day and Monk, 1974）。

太陽輻射能：由於輻射能是生態系得以生存之惟一能量來源，其影響十分重大。根據蘇鴻傑（1987）所提出之評估法，首先在野外量取各方位之遮蔽物仰角，如圖五之敘述加以量化，得出全天光空域（WLS）及直射光空域（DLS）。並可計算各空域面積與圖面積之比，得到太陽輻射能之估值。

地形位置：微地形常影響水分的含量，使植物的分布受到限制。故根據踏勘得資料將地形與水分之關係由乾至濕分為 5 級：1 ；代表山頂，2 ；代表主稜，3 ；代表支稜、上坡及鞍部，4 ；代表中坡，5 ；代表下坡及山溝。

海拔：會直接影響氣壓，氣溫及日照，本身亦具有類似的梯度特性，故直接以高度計測定之。

坡度：主要影響坡地水分之保存，表土之堆積情形，對植物生長的限制很大。可直

接以傾斜儀測值。

地形、方位合成指數：為另一種表示水分梯度之方式，亦有學者採用（Whittaker, 1960）。本研究修改成如圖六之方式來評估。

植群分析法：

由於草原區種歧度低，不適合討論演替，應視為一單位（如前文所述）。但是，在草原區中火災之效應，可能對植物之量的變化與環境之關係上影響較大。Gibson（1988）在對高草草原（tallgrass prairie）之研究中發現：各植物對不同地點，不同土壤性質及不同火災頻度具有明顯的量的差異，且經過統計測驗其具有相關。此現象應視為“變動（fluctuation）”而非演替。Rabotnov（1974）亦指出“根據層級系統分類之研究可證明，陸域生態系處於一連續之變化（flux）中。當此種變化呈現無方向性或傾向週期性（cyclic）時，則稱之“fluctuation。”而非 succession。Fluctuation 的現象發生在單一深替序列階段中，其原因為微氣候的變化及干擾（Risser, 1988）。此現象在許多研究中亦獲得證實（Knapp, 1974；Coupland, 1974；Gibson and Hulbert, 1987）。

在諸多植群分析法中，以群團分析（cluster）之方法較能解釋在一演替階段內之 fluctuation。其他如分布序列法，則對於數個植群單位之演替的分析較適合。故，本研究將原始矩陣以 Jaccard 氏相似性指數處理成（二次矩陣）（secondary matrix）再進行樣區之合併串聯而成樹形圖。其過程在多變數分析之套裝軟體 PC-ORD 中進行（McCune, 1987）。

結果與討論

植物分布與微觀形相：

本區巨觀上為草原景觀。但若以細微的角度觀之，大致可分成六種植被型（如表六、圖七）：

鐵杉森林：主要分布在山溝及面臨溪谷的陡坡。以鐵杉之垂直分布而言，八通關地區應屬鐵杉林帶。由於受到火災的干擾而形成目前的草原社會（柳，1963）。學者的研究亦指出：玉山地區之鐵杉林常出現在北向坡面，南向坡面則多，為台灣二葉松（陳，未發表）。此現象蓋為植物對微環境之選擇與耐性限制的分化，亦可能與火災干擾有關（劉，蘇，1978）。本區鐵杉雖出現於溝潮濕處，其可能原因為當火災發生時，因地表環境不適燃燒，使其倖存，並非生態習性之專屬。森林下主要的伴生種類為玉山箭竹，高山白珠樹及大量苔蘚類植物。

二葉松森林：集中於八通關西峰西南坡及南向各坡面。生育地多為稜脊或陡坡，呈開放森林之外觀。亦有許多獨立樹零星出現在草原中央。二葉松經常出現在崩塌地及火災跡地中（黃，1969），其森林可能為火災之適存植群（劉，蘇，1978）。其在本區亦發現中，大量天然下種之苗木，可見未來將迅速恢復二葉松之過渡森林。主要伴生樹種與草原中種類相同，惟高山芒在密閉林分中會大量減少。

馬醉木 紅毛杜鵑開於灌叢：主要形相特徵為：灌木為最高層之植物，且總覆蓋度大於 50% 者。分布在玉山北峰東稜 2940m 與 2926m 連稜之南坡及 2870m 山頭部分。生育環境為南向北風之乾燥處，土壤發育不良（含石率高）。北向之迎風坡則較少生長。可見灌木類性喜乾燥，為陽性之種類。灌木狀的白木在本區可見，並且，多數為上枯下綠狀。推測應是火災倖存而萌蘖者，可能為火災適存植物之一。下層草本種類與草原中分布者相同。

玉山箭竹草原：本型以玉山箭竹為最優勢，覆蓋度約佔 80% 以上。二葉松，灌木類及高山芒之禾草類則數量很少。主要出現在草原中央地勢低緩處。生育地極潮濕，在雨甚至積水不退。箭竹的高度在 40 至 100cm 之間，山溝則長至 150cm 以上，比其他草原中分布之箭竹高，有明顯之差異。其呈優勢之主因乃生態幅度較大，忍受潮濕之能力強，其他植物無法與之競爭之故。主要伴生種類為高山薔薇、高山白珠樹及虎杖。

高山芒山箭竹草生地：本型主要分布在八通關西峰 3000m 以上的山頂部分，及 2940m 至 2928m 連稜之稜脊部分。主要優勢植物高山芒、玉山箭竹、紅毛杜鵑、馬醉木，野青苗屬植物，二葉松及褐毛柳苗木等。整個八通關草原景觀大多屬本型。生育地特色屬中性環境，坡度 25-45 度。

高山芒 玉山箭竹草生地及枯木林：集中分布於八通關西峰西向坡面，海拔 2800-3000 公尺之間。北峰東稜 3000 公尺以上之地區亦屬此型。植物種類與生育環境與第五型相似，惟一不同者是本區密集的枯木。由其形態判斷其為二葉松，可見未火災前，本區應為茂密二葉松林，故特將本型獨立出來。

優勢植物與火災之關係：

從探勘時之觀察發現，草原區中出現之優勢植物具有許多特殊之生活型，藉此得以在多次火災干擾下倖存，並呈現火災適存植物貌（表七）。擬就觀察所得作一說明：

玉山箭竹：竹亞科之生活型基本上與禾草類植物差異甚大。而玉山箭竹在玉山地區

1400m 至 3300m 處皆見其分布。並且，其型態變異亦從林下的 4m 到草原開闊地的 0.3m。玉山箭竹在草原中形成優勢，除了生態幅度大之外，主要由於其具有地下走莖 (rhizom)，可以在火災後迅速萌蘖出新植株。此可能其火災適存之理由 (圖八)。(plate 4)

高山芒與其他禾草：由於禾本科相當進步的傳播機制 (許, 1974)，使得禾草類遍布整個陸域生態系。根據學者研究發現，草原中的禾草類可在火災後以大量下種來傳播，並且其開花數量增多，花期提早 (Hulbert, 1988)。此現象亦普遍在 tall-grass prairie 中發現。故可推測禾草類如高山芒之適應火災的方式亦為此 (如圖九)(plate 5)

紅毛杜鵑及馬醉木：杜鵑屬植物經常是硬葉石楠原 (heath land) 的主要成分。在學者研究火災干擾下之石楠原之演替時即指出此類灌木具高度之地際萌蘖力。本區出現之灌木類亦發現有萌蘖之現象可為佐證。故推測其適存方式如圖八所示 (plate 6、7)。

二葉松：針葉樹在適應火災上有許多方法 (Cooper, 1961)，例如果實晚熟 (serotinous cone)，小苗暫停生長，樹皮耐火且芽之位置很高而受到葉片保護....等。在台灣山地火災頻度較高處多以二葉松為優勢，顯示其具有某些程度之適應。根據野外之觀察，樹高 2.5m 之二葉松即有結毬果之現象，而在已成枯木之二葉松上仍發現有未脫落之毬果，並且已開裂。由此現象推測其可能具有 serotinous cone 之特徵 (圖十)，但仍須進一步研究。

草原區之植群分析：

根據植物種類在樣區中出現之相對優勢度，依 Jaccard 氏提出之相似性指數，導出相似性矩陣後，進行樣區連結而畫出樹形圖，此稱之為群團分析。經 PC-ORD 程式運算連結後得出如圖十一之樹形圖。其臨界值由小到大的距離表相似性值之遞減 (McCune, 1987)，因此將臨界值定於 4，可將 86 個樣區分成四群。因其同處一階段，故在此不加命名，僅以組別稱之。各組樣區之位置如圖十二所示，以下逐一敘述。

第一組：

本組樣區出現在草原中央地勢低窪處其坡度介於 0-5 度之間，具有大小不等的凹窪洞多個，雨季常積水不退，據稱其可能為舊河道之遺跡 (陳, 未發表)。其土壤質地鬆軟，沈積大量之植物碎片，有機質含量高為其環境特色。出現植物以箭竹為最優勢。與其他組不同之差異在其高山芒及灌木類等優勢植物之覆蓋度皆低於 20%，且二葉松小苗幾乎不存在。其他伴生種類有玉山針蘭，高山白珠樹、戀大當藥

、台灣龍膽、黃斑龍膽、玉山金絲桃、川上氏薊、高山薔薇等 (plate 8)。

第二組：

為草原之典型代表，所包括之樣區亦最多。集中出現在八通關西峰之西向坡面海拔 2850-3150m 之間。坡度 15-30 度之間，屬中性之環境。本區之優勢植物為玉山箭竹、高山芒，覆蓋皆為 70-95%，灌木類亦為多數。幾乎所有草原區中之植物均在此出現，其二葉松，褐毛柳苗木則為全區密度最高者。在 3000m 處曾發現數棵鐵杉苗木，可能暗示著未來演替之方向 (plate 9)。

第三組：

本組樣區出現在 2928m-2940m 連稜之南向坡面。其坡度雖然較緩 (約 5-25 度)，但由於受到地形之影響，其接受東北季風及西南氣流之水氣均較少。且上午常有蘭昇起之雲霧亦無法凝結，故較前二組乾燥很多。本組出現之植物以高山芒，灌木類、二葉松為優勢，且箭竹之覆蓋度小於 20%。有部分地區亦形成高山芒單叢，顯示其微地形之複雜。其他之伴生植物與第二組同，惟在稜脊岩石風化劇裂處有許多刺柏生於岩縫，並發現有子遺之冷杉 (plate 10)。

第四組：

本組僅包括兩個樣區，出現於海拔 3200m 之八通關西峰山頂處。其環境田岩裸露、風化之碎石遍地，並無真正之土壤，保水力極差。風力與日照均較低海拔處強。植物之覆蓋度小於 50% 且多生於岩隙。如玉山佛甲草、尼泊爾籟簫、台灣刺柏等特徵植物，高山芒等禾草亦零星生長，而不見玉山箭竹踪跡。四週並無吞木如鐵杉、冷杉、二葉松之出現，乃由於山頭部分的環境惡劣所致 (plate 11)。

草原區之植群變動 (fluctuation) 現況：

由前述群團分析之結果可推論草原區中植群因應火災及微環境之變動現況 (圖十三)。由其變動方向可知，若不考慮微環境之影響，森林 (二葉松或鐵杉) 火災後的典型景觀應為前述之第二組。而以枯木集中於八通關西峰西坡 (第二組之棲地) 的現況推知，前次大火前應為二葉松森林，此又顯示出二葉松過度森林之分布亦受到微環境的限制而呈現不均質的變動。因此，吾人可確定，八通關地區不論是處於玉山箭竹草原演替階段或二葉松森林過渡階段，其間必然產生因應微環境的“變動”情形。此種模式在學者的研究 (Gibson, 1988) 中曾經提出討論，可將其重點圖示如下：

即在每一演替序列階段 (stage A、B) 中皆會因為氣候及微環境的影響產生非方

向性之變動，造成植物量的變化，此種變化並非演替（質的變化，如植物種類之增減）。八通關草原植群的變動情形及可能原因如圖十三之說明。

火災行為模式之探討：

根據學者的研究；火災的發生必須有一定之條件，包括火源（如人為引火疏忽、自然的乾雷）、燃料、適宜的環境（如風力、相對濕度）。根據火災氣象學者（Cohen, 1976）之研究，曾提出火災之預警模型，謂“當風速與相對濕度值之和超過一特定上限時，非常容易發生火災，應加強戒備。”而此類研究必須靠千百次完整的火災記錄始能得出。面對本省山林火災記錄缺乏之狀況，僅根據八通關現場之火災遺跡加以推測。

火災類型與燃料循環：

一般火災的種類可分為地表火、地下火及樹冠火（陳，1967）。其特徵分別以燃料之不同及火勢大小而區分。台灣山地的火災一般以人為的疏忽佔多數（陳，1967），而本區之火災又以遊客引火不慎及山胞狩獵發火災之可能性較大（陳，未發表）。

本區之火災跡地約可從中央低地分成二區。由山屋附近觀察，其附近之二葉松均呈星狀分布，距離甚遠，且地被多為草本種類。由山屋後之二葉松上亦發現有 fire scar 之痕跡。因此判斷，火災應由山屋引發，由於燃料不足，形成地表火向四週蔓延。故使二葉松形成 fire scar (plate 12)。又草原中央的潮濕地並無木本植物的生長，故火勢至此停止，無法向八通關西峰蔓延。

八通關西峰西坡的大批枯木顯示其應為樹冠火，由於二葉松之萌發力小，故形成近似白木林之狀況。其火災發生之原因可能為山胞引火狩獵（陳，未發表）。

由本區之火災遺跡可知，燃料的循環影響火災類型及火勢甚巨，故對其關係作說明如圖十四。

氣候與火災之關係：

根據踏勘時之觀察，將火災跡地之範圍標示於圖十五。根據本區的氣候資料，地形狀況及火災跡地範圍，吾人可綜合作出如下之推論。

火災發生的季節應為冬季。時值乾季，日照強加上東北季風的吹襲，可謂天乾。本區植物多有過冬現象而呈現一片枯黃。即使常綠植物亦因缺水造成含水量降低

，此可謂物燥。又旅客冬季引火取暖之理由充分，火災的機率大為提高。

火災蔓延的方向應為東西向。由於南北皆有溪谷阻隔，山屋起火後朝東受阻於溪谷潮濕地故應廷北峰東稜南坡向上延燒。八通關西峰的火災發生時，順著山坡向北蔓延。其往北坡之延燒受阻於東北季風之吹襲，往南坡之火勢則停止於一較大的山溝，故遺下未受干擾的鐵杉林（如圖十五）。火勢上竄至二葉松林上界時轉成地表火，此區已達南側山溝之上緣，故火勢向南蔓延，而延燒方向改成由上而下，但此延燒方式並不能獲得充足燃料供應，故在南坡二葉松林上界處便停止，而向東之地表火亦在八通關大山與西峰間之鞍部停止。從八通關大山往南向坡面看便可發現此一“上緣枯木參天，下坡巨木林立”之有趣情景。

火成演替：

植物社會由於受到週期性火災的干擾，使演替停滯不前，形成亞極盛相的現象已有廣泛研究（Cooper, 1961, Chapman, 1932）。台灣高海拔地區之玉山箭竹草原，亦呈此亞極群落之現象（柳，1963；王，1974）。綜合前文結果及前人之研究，可將演替序列分成濕生及乾生序列（如圖十六），其中草原植群型內之變動關係則參照圖十四。

結論與建議

山屋附近之防火管理：

近來來國人生活水準不斷提高，對休閒活動的需求日益強烈。以八通關而言，不但富有各類之自然景觀如：斷崖、啞口、草原景觀....等，其本身又位居要衝。因此，已成為遊憩據點。

由前文所知，八通關地區之火災主要由山屋引發若考量山林防火及遊客安全，應加強山屋及鄰近地區之防火措施。

八通西峰以東地區之防火管理：

由八通關地區之火災跡地範圍可知，由於陳有蘭溪（金門峒斷崖），與荖濃溪谷之天然地形屏障。又八通關山屋引起之火災將不致引起本區之火災。故八通關西峰以東地區似不須開發防火巷，只需加強遊客引火的管理即可。

考慮應用火之生態因子經營八通關草原生態景觀：

本省之森林資源豐，且經常遭受火災的破壞（陳，1967）。雖然火災造成經濟資源及生態體系之破壞，但生態學者卻大力主張應將火視為自然環境之一部分，並善加利用。由研究結果顯示；未來八通關地區若不再受到火災干擾，將形成鐵杉森林成二葉松過渡森林。即目前的草原景觀將逐漸消失。若考量景觀維持之目的，則可利用人為的控制放火。此方法不但可清除日益堆積的燃料，防止大火的发生，並且可維持草原的景觀。國外早已利用週期性人為控制放火，來整理造林地，不但可防火又兼收促進養分循環，除草之效易。此方法不但可以提供火災生態學者進一步的研究，並可確保草原景觀之維持。

未來可繼續進行之研究項目：

國外對火災的研究十分豐富，以八通關地區之現狀，可以繼續進行之研究項目有：

1. 植物對火災的適應。
2. 植被在火災後的復植（revegetation, recovery）。
3. 火災歷史。

4. 火災與種子庫的變遷。
5. 火災與生物量 (biomass) 的關係。
6. 火災對生態系的影響。如昆蟲族群的變化，食物鏈....等。
7. 火災的應用與經營方法。

參考文獻

1. 王忠魁，1974，台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，1-16 頁，生物研究中心。
2. 王鑫，1982，玉山國家公園預定區地理、地質景觀資源調查、內政部營建署。
3. 柳檣，1963，小雪山高山草原生態之研究，林試所報告第九十二號。
4. 許建昌，1974，禾草的傳播，生物與環境專題研討會講稿，97-108 頁，生物研究中心。
5. 黃崑崗，1969，不同生育地台灣二葉松林分生長之研究，林試所報告第一七七號。
6. 陳源長，1967，台灣之森林火災，台灣銀行季刊 18(2)：329-360。
7. 陳玉峰，(未發表)，八通關山 東埔溫泉沿線植被調查報告。
8. 陳明義，呂金誠，1987，森林火災對森林生態系之影響，台灣植物資源與自然景觀保育研討會，論文集，59-76 頁，中華民國自然生態保育協會。
9. 陳正祥，1957，氣候之分類與分區，林業叢刊第七號。
10. 楊勝任，1987，台灣南部社頂地區放牧草原植群及其演替之研究，台灣大學森林研究所樹木組碩士論文。
11. 楊南部，王素娥，1988，玉山國家公園八通關古道東段調查研究報告，內政部營建署。

12. 劉崇瑞, 蘇鴻傑, 1978, 大甲溪上游台灣二葉松天然林之群落組成及相關環境因子之研究, 台大實驗林研究報告 No.121 : 207-239.
13. 蘇鴻傑, 1987, 森林生育地因子及其定量評估, 中華林學季刊 20(1) : 1-14.
14. Abrahamson, W. G., 1984, Species responses to fire on the Florida lake wa-les ridge. Amer. J. Bot. 71(1) : 35-43.
15. Anderson, H. G., and A. W. Bailey, 1980, Effects of annual burning on grassland in the aspen parkland of east-central Alberta. Can. J. Bot. 58 : 985-996.
16. Arno, S. F., and K. M. Sneek, 1977, A method for determining fire history in coniferous forest in the Mountain West. USDA For. Ser. Gen. Tec. Rep. INT-42, 28 p.
17. Bamber, R. K., and K. J. Mullette, 1978, Studies of the lignotubers of *Eucalyptus gummifera* (Gaertn. & Hochr.) . Anatomy. Aust. J. Bot. 26 : 15-22.
18. Bradstock, R. A., and P. J. Myerscough, 1981, Fire effectx on seed release and the emergence and establishment of seedlings in *Banksia ericifolia* L. f., Aust. J. Bot. 29 : 521-531.
19. -----, 1988, The survival and population response to frequent fires of two woody resprouters *Banksia serrta* and *Isopogon anemonifolius*, Aust. J. Bot. 36 : 415-31.
20. Cawker, K. B., 1983, Fire history and grassland vegetation change : three pollen diagrams from southern British Columbia, Can. J. Bot. 61 : 1126-1139.
21. chapman, H. H., 1932, Is the longleaf type a climax ? Ecology 13(4) : 328-334.
22. Cohen, J. D., 1976, Analysis of Colorado Mountain fire weather, pp. 59-65 , In Fourth national conference on fire and forest meteorology, Symposium proceedings, [Nov. 16-18, 1976], USDA, For. Ser. Gen. Tec. Rep. M-32.

23. Cooper, C. F., 1961, The ecology of fire. *Sci. Amer.* 204 : 150-160.
24. Cornish, P. M., and D. Binns, 1987, Streamwater quality following logging and wildfire in a dry sclerophyll forest in southeastern Australia, *For. Ecol. Manage.* 22 : 1-28.
25. Coupland, R., 1974, Fluctuations in North America grassland vegetation. pp 233-242, In R. Knapp [ed.] *vegetation dynamics*. Dr. W. Junk Publ., The Hague.
26. -----, [ed.] 1979, *Grassland ecosystems of the world: analysis of grasslands and their uses*. Cambridge university press, London.
27. Crane, M. F., J. R. Habeck, and W. C. Fischer, 1983, Early postfire revegetation in a Western Montana douglasfir forest. *USDA For. Ser. Res. paper INT-319*.
28. Day, F. P., and C. D. Monk, 1974, Vegetation patterns on a Southern Appalachian watershed. *Ecology* 55 : 1064-1074.
29. Eyre, S. R., 1971, *World vegetation types*, Columbia university press, New York.
30. Flinn, M. A., and J. K. Pringle, 1983, Heat tolerance of rhizomes of several understory species. *Can. J. Bot.* 61 : 452-457.
31. Fujita, H., 1987, The effects of fire on soil nitrogen mineralization and chlorophyll contents of *Miscanthus sinensis*., *Ecol. Rev.* 21(2) : 87-91.
32. -----, 1988, Fluctuation of soil chemical properties immediately after fire on the secondary Oak forest in northeastern part of Japan, *Ecol. Rev.* 21(3) : 221-225.
33. Gauch, H. G., 1982, *Multivariate analysis in community ecology*, Cambridge University press, New York.
34. Gibbson, D. J., 1988, *Regeneration and fluctuation of tallgrass prairie*

vegetation in response to burning frequency, Bull, Torrey Bot. Club, 115(1) : 1-12.

- 35.-----, and L. C. Hulbert, 1987, Effects of fire, topography and year-to-year climatic variation on species composition in tallgrass prairie. *Veg- etatio*. 72 : 175-185.
- 36.Gill, A. M. 1978, Crown recovery of *Eucalyptus dives* following wildfire. *Aust. For.* 41 : 207-244.
- 37.-----, 1976, Fire and opening of *Banksia ornata* F. Muell. Follicles, *Au- st. J : Bot.* 24 : 329-35.
- 38.-----, and D. H. Ashton, 1968, The role of bark type in relative tolera- nce to fire of three central Victoria eucalypts, *Aust. J. Bot.* 16 : 491-498.
- 39.-----, and A. McMahon, 1986, A post-fire chronosequence of cone, follicle and seed production in *Banksia ornata*, *Aust. J. Bot.* 34 : 425-433.
- 40.Gourou, P., 1947, *Les pays tropicaux : principes d'une geographie humaine et economique*, Presses Uni. de France, Paris, 1969.
- 41.Gruell, G. E., 1983, Fire and vegetation trends in the northern Rockies : interpretations from 1871-1982, photographs. USDA For. Ser. Gen. Tec. Rep. ZNT-158.
- 42.Hassan, M. A., and N. E. West, 1986, Dynamic of soil seed pools in burned and unburned sedgebrush semi-dessert. *Ecology* 67(1) : 269-272.
- 43.Hill, R. S., and J. Read, 1984, Post-fire regeneration of rainforest and mixed forest in western Tasmania, *Aust. J. Bot.* 32 : 481-493.
- 44.Hodgson, A., 1968, Control burning in Eucalypt forests in Victoria, Australia, *J. Forest.* 66 : 601-605.
- 45.Hulbert, L. C., 1988, Causes of fire effects in tallgrass prairie. *Ecology* 69(1) : 46-58.

46. Knapp, A. K., 1984, Post-burn differences in solar radiation, leaf temperature and water stress influencing production in a low-land tallgrass prairie. *Amer. J. Bot.* 71(2) : 220-227.
47. Knapp, R., 1974, Cyclic successions and ecosystem approaches in vegetation dynamics, PP. 91-100, In R. Knapp [ed.], *Vegetation dynamics*. Dr. W. Junk Publ., The Hague.
48. Kozlowski, T. T., and C. E. Ahlgren, editors, 1974, *Fire and ecosystems*, Academic press, Inc., New York.
49. Kucera, C. L., and J. H. Ehrenreich, 1962, Some effects of annual burning on central Missouri prairie. *Ecology* 43(2) : 334-336.
50. Lacey, C. J., 1974, Rhizomes in tropical eucalypts and their role in recovery from fire damage. *Aust. J. Bot.* 22 : 29-38.
51. Lotan, J. E., J. K. Brown, and L. F. Neuenschwander, 1984, Role of fire in lodgepole pine forest, In Baumgartner, D. M., et al [ed.], *Lodgepole pine, the species and its management*, symposium proceedings, Washington state university.
52. McCune, B., 1987, *Multivariate analysis on the PC-ORD system*, a software documentation Report, Butler university press, Indiana.
53. Molish, H., 1938, *The longevity of plant*, New York.
54. Mullette, K. J., 1978, Studies of the lignotubers of *Eucalyptus guminifera* (Gaertn. & Hochr.) I. The nature of the lignotuber, *Aust. J. Bot.* 26 : 9-13.
55. -----, and R. K. Bamber, 1978, Studies of the lignotubers of *Eucalyptus guminifera* (Gaertn. & Hochr.) . Inheritance and chemical composition. *Aust. J. Bot.* 26 : 23-28.
56. Mutch, R. W., 1970, Wildland fires and ecosystems- a hypothesis, *Ecology* 51(6) : 1046-1051.

57. Maggs, J., 1988. Organic matter and nutrients in the forest floor of a *Pinus elliotii* plantation and some effects of prescribed burning and superphosphate addition, *For. Ecol. Manage.* 23 : 105-119.
58. Little, S., and E. B. Moore, 1949, The ecological role of prescribed burns in the pine-oak forests of southern New Jersey, *Ecology* 30(2) : 223-233.
59. Little, S. N., and J. L. Ohmann, 1988, Estimating nitrogen lost from forest floor during prescribed fires in douglasfir/western hemlock clearcut. *For. Sci.* 34(1) : 152-164.
60. Noste, N. V., and C. L. Bushey, 1987, Fire response of shrub of dry forest habitat types in Montana and Idaho, USDA For. Ser. Gen. Tec. Rep. INT-239.
61. Numata, M., 1961, Ecology of grassland in Japan. *J. Coll. Art. and Sci. Chiba* 3(3) : 327-342.
62. -----, 1966, Vegetation and Conservation in eastern Nepal. *J. Coll. Arts and Sci., Chiba univ.* 4(4) : 559-569.
63. -----, 1972, Natural and semi-natural vegetation in Japan, *Blumea* Vol. 20(2) : 435-495.
64. -----, 1979, Primary producers in meadows, PP. 127-138. In R. T. Coupland [ed.], *Grassland ecosystems of the world: analysis of grasslands and their uses*, Cambridge university press, London.
65. Odum, E. P., 1963, *Ecology*. Holt, Rinehart and Winston, Inc, New York.
66. Old, S. M., 1969, Microclimate, fire, and plant production in an Illinois prairie, *Ecol. Monog.* 39(4) : 355-384.
67. Plymale, A. E., R. E. J. Boerner, and T. J. Logan, 1987, Relative nitrogen mineralization and nitrification in soils of two contrasting hardwood forest : effects of site microclimate and initial soil chemistry. *For. Ec-*

ol. Manage. 21 : 21-36.

68. Pryor, L. D., 1979, The biology of eucalypts, Edward Arnold Ltd. press, London.
69. Rabotnov, T. A., 1974, Differences between fluctuation and successions, PP. 19-24, In R. Knapp [ed.] Vegetation dynamics, Dr. W. Junk Publ., The Hague.
70. Risser, P. G., 1988, Effects of abiotic factors on energetic and nutrient cycles in grasslands and savannas, In L. R. Pomeroy and J. J. Alberts [ed.], Concepts of ecosystem ecology, Springer-Verlag, New York.
71. Robbins, R. G., 1971, The montane vegetation of New Guinea, In S. R. Eyre, world vegetation types, Columbia univ. press, New York.
72. Sauer, C. O., 1971, grassland climax, In S. R. Eyre, World vegetation types, Columbia university press, New York.
73. Spurr, S. H., and B. V. Barnes, 1981, Forest ecology, The John Wiley & Sons, Inc., New York.
74. Vogl, R. T., 1974, effects of fire on grasslands, In T. T. Kozlowski and C. E. Ahlgren [eds.], Fire and ecosystems, Academic press, Inc., New York.
75. Van Lear, D. H., and S. J. Danielovich, 1988, Soil movement after broadcast burning in the southern Appalachians, South. J. Appl. For. 12(1) : 49-53.
76. Walter, H., 1985, Vegetation of the Earth, and ecological systems of the geo-biosphere, Springer-Verlag press, Berlin.
77. Weaver, H., 1943, Fire as an ecological and silvicultural factor in the ponderosa pine region of the Pacific slope. J. Forest. 41 : 7-15.
78. -----, 1974, Effects of fire on temperate forests, western United States, pp. 279-319, In. T. T. Kozlowski and C. E. Ahlgren, editors, Fire and ecosystems, Academic press, Inc., New York.

79. Whittaker, R. H., 1960, Vegetation of the Siskiyou Mountains, Oregon and California, Ecol. Monog. 30 : 279-338.

80. Wright, H. A., 1980, The role and use of fire in the semidesert grassshrub type. USDA For. Ser. Gen. Tec. Rep. INT-85.

附錄一 植物名錄

高山沙參 *Adenophora uehatae* Yamamodo

台灣粉條兒菜 *Aletris formosana* (Hayata) Sasaki

白花香青 *Anaphalis margaritacea* (L.) Benth. & Hook. f.

尼泊爾蕨蕭 *Anaphalis nepalensis* (Spreng.) Hand.-Mezz.

逆葉蹄蓋蕨 *Athyrium reflexipinum* Hayata

玉山針蘭 *Baeothryon subcapitatum* (thwaites) T. Koyama

黃金珠 *Carpesium nepalense* Ness.

法國菊 *Chrysanthemum leucanthemum*

川上氏薊 *Cirsium kawakamii* Hayata

台灣鋪地蜈蚣 *Cotoneaster konishii* Hayata

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

玉山石竹 *Dianthus pygmaeus* Hayata

玉山碎雪草 *Euphrasia transmorrisonensis* Hayata

高山白珠樹 *Gaultheria itoana* Hayata

台灣龍膽 *Gentiana atkinsonii* Burk. var. *formosana* (Hayata) Yamamodo

黃斑龍膽	<i>Gentiana flavomaculata</i> Hayata
細莖龍膽	<i>Gentiana pavifolia</i> Hayata
玉山龍膽	<i>Gentiana scabrida</i> Hayata
玉山金絲桃	<i>Hypericum nagasawai</i> Hayata
台灣刺柏	<i>Juniperus formosana</i> Hayata
玉山圓柏	<i>Juniperus squamata</i> Lamb. var. <i>morrisonicola</i> (Hayata) Li & Keng
台灣百合	<i>Lilium formosanum</i> Wallace
台灣地楊梅	<i>Luzula taiwaniana</i> Satake
石松	<i>Lycopodium clavatum</i> L.
地刷子	<i>Lycopodium multispicatum</i> Wilce
玉柏	<i>Lycopodium obscurum</i> L.
高山芒	<i>Miscanthus transmorrisonensis</i> Hayata
單花鹿蹄草	<i>Moneses uniflora</i> (L.) A. Gray
山薰香	<i>Oreomyrrhis involucrata</i> Hayata
台灣馬醉木	<i>Pieris taiwanensis</i> Hayata
玉山茴芹	<i>Pimpinella niitakayamensis</i> Hayata
台灣華山松	<i>Pinus armandii</i> Franch. var. <i>masteriana</i> Hayata
台灣二葉松	<i>Pinus taiwanensis</i> Hayata
厚辰粉蝶蘭	<i>Platanthera pachyglossa</i> Hayata

瓜子金 *Polygala japonica* Houtt.
玉山蓼 *Polygonum runcinatum* Hamilt. ex D. Don
玉山金梅 *Potentilla leuconota* Don var. *morrisonicola* Hayata
戀大蕨 *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn subsp. *wightianum* (Wall.) Shieh
紅毛杜鵑 *Rhododendron rubropilosum* Hayata
高山薔薇 *Rosa transmorrisonensis* Hayata var. *taiwanensis* (Nakai) Ying
玉山懸鈎子 *Rubus calycinoides* Hayata
褐毛柳 *Salix fulvopubescens* Hayata
玉山佛甲草 *Sedum morrisonense* Hayata
一枝黃花 *Solidago virga-aurea* L. var. *leiocarpa* (Benth.) A. Gray
玉山假沙梨 *Stranvaesia niitakayamensis* (Hayata) Hayata
戀大當藥 *Swertia randaiensis* Hayata
披針葉肺形 *Tripterospermum lanceolatum* (Hayata) Hara ex. Satake
台灣鐵杉 *Tsuga chinensis* Pritz. var. *formosana* (Hayata) Li et Keng
玉山水苦蕒 *Veronica morrisonicola* Hayata
玉山箭竹 *Yushania niitakayamensis* (Hayata) Keng f.

附錄二 dBase + 程式

SET TALK OFF

SET SCOREBOARD OFF

SET STATUS OFF

USE PO

SELECT 2

USE 8LIST

SELECT 1

STORE SPACE(20) TO FILENAME

CLEAR

@ 12, 22 SAY " 請輸入檔案名稱：" GET FILENAME

READ

IF FILENAME = SPACE(20)

@ 14, 22 SAY " 若不輸入檔名，將離開本系統。"

@ 12, 22 SAY " 請輸入檔案名稱：" GET FILENAME

READ

ENDIF

IF FILENAME = SPACE(20)

SET SCOREBOARD ON

SET STATUS ON

SET TALK ON

CANCEL

ENDIF

CLEAR

YN = " N "

FILENAME = RTRIM(LTRIM(FILENAME))

IF. NOT. ("." \$ FILENAME)

 FILENAME = FILENAME + " .DBF "

ENDIF

DO WHILE .T.

 IF FILE(FILENAME)

 @ 10,22 SAY " 檔案已經存在 , 是否覆蓋它 ? " GET YN

 READ

 IF YN \$ " yY "

 COPY STRUCTURE TO \$ FILENAME

 EXIT

 ENDIF

 IF YN \$ " Nn "

 EXIT

 ENDIF

 IF .NOT. FILE(FILENAME)

COPY STRUCTURE TO & FILENAME

EXIT

ENDIF

ENDDO

USE & FILENAME

DO WHILE .T.

CLEAR

STORE SPACE(3) TO ME

@ 2, 25 SAY " 現在輸入檔為：" + FILENAME

@ 4, 2 SAY " 植物代碼：" GET ME

READ

IF ME = SPACE(3)

YN =

DO WHILE .NOT. (YN \$ 'YyNn')

ASD = FILENAME+' 檔是否輸入完閉

YN = 'N'

@ 10,20 SAY ASD GET YN

READ

@ 10,20 SAY SPACE(40)

ENNDO

IF YN \$ 'Nn'

LOOP

ENDIF

CLEAR

STORE "Y" TO YN

DO WHILE .T.

@ 12, 28 SAY "是否要輸入另一樣區資料：" GET YN

READ

GOTO TOP

DO WHILE .T.

$CX = (\text{val}(cq1) + \text{val}(cq2) + \text{val}(cq3) + \text{val}(cq4) + \text{val}(cq5) + \text{val}(cq6) + \text{val}(cq7) + \text{val}(cq8) + \text{val}(cq9) + \text{val}(cq10)) * 1.0 / 10$

$HX = (\text{val}(hq1) + \text{val}(hq2) + \text{val}(hq3) + \text{val}(hq4) + \text{val}(hq5) + \text{val}(hq6) + \text{val}(hq7) + \text{val}(hq8) + \text{val}(hq9) + \text{val}(hq10)) * 1.0 / 10$

replace cxa with cx

replace hxa with hx

if (CX<1)

CX=0.04

endif

```
if ((CX>=1) .and. (CX<=5))

    CX=0.2

endif

if ((CX>5) .and. (CX<=25))

    CX=1

endif

if ((CX>25) .and. (CX<=50))

    CX=2

endif

if ((CX>50) .and. (CX<=75))

    CX=3

endif

if ((CX>75) .AND. (CX<=100))

    CX=4

endif

MCX='CX'+LTRIM(STR(RECNO()))

MHX='HX'+LTRIM(STR(RECNO()))

replace cxat with cx

&MCX=CX
```

```
&MHX=HX

IF EOF()

    EXIT

ENDIF

SKIP

ENDDO

GOTO TOP

CMAX=CX1

HMAX=HX1

DO WHILE .NOT. EOF()

    MCX='CX'+LTRIM(STR(RECNO()))

    MHX='HX'+LTRIM(STR(RECNO()))

    IF CMAX<&MCX

        CMAX=&MCX

    ENDIF

    IF HMAX<&MHX

        HMAX=&MHX

    ENDIF

    SKIP

ENDDO
```

```
GOTO TOP

DO WHILE .NOT. EOF()

    MCX='CX'+LTRIM(STR(RECNO()))

    MHX="HX"+LTRIM(STR(RECNO()))

    MMCX=&MCX/CMAX*100

    &MCX=MMCX

    MMHX=&MHX/HMAX*100

    &MHX=MMHX

    REPLACE CRANK WITH MMCX

    REPLACE HRANK WITH MMHX

    SKIP

ENDDO

GOTO TOP

DO WHILE .NOT. EOF()

    MCX='CX'+LTRIM(STR(RECNO()))

    MHX='HX'+LTRIM(STR(RECNO()))

    MSDR=(&MCX+&MHX)/2

    &MCX=MSDR

    REPLACE SDR WITH MSDR
```

SKIP

DNDDO

GOTO TOP

SDRMAX=0

DO WHILE .NOT. EOF()

MCX='CX'+LTRIM(STR(RECNO()))

SDRMAX=SDRMAX+&MCX

SKIP

ENDDO

GOTO TOP

DO WHILD .NOT. EOF()

MCX='CX'+LTRIM(STR(RECNO()))

SDR1=(&MCX/SDRMAX)*100

if SDR1=0

MOV='0'

endif

if (sdr1>0) .and. (SDR1<0.5)

MOV='1'

endif

```
if ((SDR1>+0.5) .and. (SDR1<1))
```

```
    MOV='2'
```

```
endif
```

```
if ((SDR1>=1) .and. (SDR1<2))
```

```
    MOV='3'
```

```
endif
```

```
if ((SDR1>=2) .and. (SDR1<4))
```

```
    MOV='4'
```

```
endif
```

```
if ((SDR1>=4) .and. (SDR1<8))
```

```
    MOV='5'
```

```
endif
```

```
if ((SDR1>=8) .and. (SDR1<16))
```

```
    MOV='6'
```

```
endif
```

```
if ((SDR1>=16) .and. (SDR1<32))
```

```
    MOV='7'
```

```
endif
```

```
if ((SDR1>=32) .and. (SDR1<64))
```

MOV='8'

endif

if ((SDR1>=64) .and. (SDR1<=100))

MOV='9'

endif

REPLACE D WITH SDR1

REPLACE OV WITH MOV

SKIP

ENDDO

IF YN \$ "Nn"

SET SCOREBOARD ON

SET STATUS ON

SET TALK ON

CANCEL

ENDIF

IF YN \$ "Yy"

DO PLOT

ENDIF

?? CHR(7)

?? CHR(7)

ENDDO

ENDIF

PEN=VAL(ME)

SELECT 2

GOTO PEN

STORE E_NAME TO MEN

STORE C_NAME TO MCN

STORE L TO ML

SELECT 1

LOCATE FOR ((EN=MEN) .AND. (CN=MCN))

IF .NOT. FOUND()

APPEND BLANK

ENDIF

@ 4, 2 SAY "英文名稱 : "

@ 4, 25 SAY "生活年限 : "

@ 6, 2 SAY "中文名稱 : "

@ 9, 15 SAY "Q1 Q2 Q3 Q4 Q5 Q6 Q7 Q8 Q9 Q10"

@ 11, 5 SAY "覆蓋度 : "

@ 13, 5 SAY "高 度 : "

@ 4, 14 SAY MEN

@ 6, 14 SAY MCN

@ 4, 36 SAY ML

@ 11, 15 GET CQ1

@ 13, 15 GET HQ1

@ 11, 21 GET CQ2

@ 13, 21 GET HQ2

@ 11, 27 GET CQ3

@ 13, 27 GET HQ3

@ 11, 33 GET CQ4

@ 13, 33 GET HQ4

@ 11, 39 GET CQ5

@ 13, 39 GET HQ5

@ 11, 45 GET CQ6

@ 13, 45 GET HQ6

@ 11, 51 GET CQ7

@ 13, 51 GET HQ7

@ 11, 57 GET CQ8

@ 13, 57 GET HQ8

@ 11, 63 GET CQ9

@ 13, 63 GET HQ9

@ 11, 69 GET CQ10

@ 13, 69 GET HQ10

READ

REPLACE EN WITH MEN, CN WITH MCN, L WITH ML

MNDDO

SET SCOREBOARD ON

SET STATUS ON

SET TALK ON

- Plate 1 八通關全景，古側崩塌地為金門峒斷崖，左測為荖濃溪谷。
- Plate 2 草原植被景觀
- Plate 3 火災干擾而形成之枯木林
- Plate 4 玉山箭竹之地下走莖 (rhizome)
- Plate 5 高山芒成群開花的情形
- Plate 6 紅毛杜鵑在火災後萌蘖
- Plate 7 台灣馬醉木在火災後萌蘖
- Plate 8 草原植被變動型 濕生環境
- Plate 9 草原植被變動型 中性環境
- Plate 10 草原植被變動型 乾燥環境
- Plate 11 草原植被變動型 岩屑地環境
- Plate 12 火災干擾下存活之台灣二葉松，其樹幹產生火災疤痕 (fire
- Plate 13 多次火災干擾所遺留之痕跡
- Plate 14 草原南側荖濃溪谷仍保留許多未受火災干擾之鐵杉群落。

八通關草原生態之研究

發行人 葉世文

計劃主持人 郭城孟

出版者 內政部營建署玉山國家公園管理處

地址 / 南投縣水里鄉民生路 112 號

電話 / (049) 773121

印 刷 台興印刷廠

初 版 中華民國七十九年一月三十一日

版權所有 翻印必究

圖一 研究範圍圖

表一 北峰測候所氣象資料(一)(1944-1973)(王, 1982)

表二 北峰測候所氣象資料(二)(1944-1973)(王, 1982)

	降水量	相對濕度	氣溫
1	127.5	75	-1.3
2	144.1	83	-1.4
3	143.4	81	1.0
4	198.1	80	3.3
5	398.1	84	5.4
6	575.7	86	6.6
7	426.9	81	7.4
8	402.1	84	7.1
9	375.6	79	7.1
10	129.4	72	5.8
11	88.1	64	4.1
12	100.7	73	0.8

風向率之風花圖(%)

表三 植物覆蓋度之量化表

量化值 級數 範圍

0.04 < 1 %

0.2 1' 1 - 5 %

1 1 6 - 25 %

2 2 26 - 50 %

3 3 51 - 75 %

4 4 76 - 100 %

表四 八分制值轉化表

覆蓋度 scale

$1 < x < 0.5$ 1

$0.5 < x < 1$ 2

$1 < x < 2$ 3

$2 < x < 4$ 4

$4 < x < 8$ 5

$8 < x < 16$ 6

$16 < x < 32$ 7

$32 < x < 64$ 8

$$64 < x < 100 \quad 9$$

圖三 樣區分布圖

含石率 評估等級

0-20 % 1

21-40 % 2

41-60 % 3

60-80 % 4

81-100 % 5

表三 土壤含石率評估法

圖四 方位水分指數圖 圖中將圓劃分成 16 等份，分別代表各方位角。水分之乾濕程度由 1 至 16 表最乾至最濕。

北緯 22.5 度太陽在天空中之軌跡 (採自夏禹九、王文賢 1985) 西北向山谷之太陽輻射評估示範。圖中 o 為樣區所在，為某一地形 (P 點) 之方位角，其高度角 A 以線段表示，OP 代表自地平線至天頂之 90° 仰角，虛線連成之多角形節全天光空域，直線遮影部份則為直射光空域。

圖五 太陽輻射能評估原理 (採自蘇鴻傑，1987)

圖六 方位 地形 水分指數圖 同心圓由內而外分別代表山頂；主稜；支稜或上坡；下坡或山溝等地形且其乾濕程度遞增。方位角之劃分則根據地形的不同，由 1 至 8 等份。合併後之水分乾濕程度由 1 至 12 表最乾至最濕。

表六 八通關草原各型植被摘要

植 被 型	分 布 地 點	面 積	成 因
鐵杉森林	八通關西峰西北坡及西南坡溪谷。	28.5	西風、北風潮濕山溝。
二葉松森林	八通關西峰西南坡及南坡。	14	火災干擾少。
馬醉木 杜鵑 開放灌叢	2928m 至 2940m 稜脊及 2870m 山頂區。	7.2	背風、石礫地 萌蘗力強。
玉山箭竹草生地	草原區中央之低平處。	17.6	較潮濕地。

高山芒 玉山箭竹 八通關西峰西坡及 2928
 草生地及枯木林 m 西坡、2870m 之周圍 101
 山坡、山峰稜線南坡。 火災較多之地
 區、中性環境

高山芒 玉山箭竹 八通關西峰山頂區域及
 草生地 2928m 至 2940m 稜脊之 76.5
 南、北坡。

註：面積單位為公頃。

圖七 八通關草原植被圖

表七 火災適存植群之特性

適存類別	特 徵	方 式	實 例
具抵抗力	可以直接面對火災而 不受傷害或僅受輕微傷害 而可以維持生存者。	1. 樹度厚、芽位 置離地高。	1. 二葉松。
具適應力	無法抵抗火災之高溫而 導致全株或部分植株死 亡，但在火災後又迅速 恢復其族群者。	1. 產生大量種子 2. 有效率之傳採 3. 特殊生活型 4. 具萌蘖力	1. 禾草類。 2. 禾草類、二葉松。 3. 箭竹。 4. 杜鵑、馬醉木。
具逃避力	無法抵抗火災之高溫但 可利用生育環境以躲避 火災之干擾。	1. 溪谷、潮濕地 2. 岩屑地、崩塌 地。	1. 箭竹。 2. 二葉松、刺柏。

圖八 灌木與玉山箭竹之適應圖

1. 馬醉木及紅毛杜鵑等灌木 (shrub) 與玉山箭竹 (Yushania) 之生長情形； 2. 火災發生時，地上部分植株幾乎全部死亡； 3. 火災後，灌木以地際受樹度保護之潛伏芽萌蘖。玉山箭竹則以地下受土壤保護之走莖 (rhizome) 萌生新芽，長出新植株。

圖九 禾草對火災的適應 以高山芒為例說明禾草對火災之適應：1.生長季節的情形；
2.經過幾個生長季節後，地面會堆積許多枯葉；3.堆積之枯葉經引燃而發生火災
；4.火災後由種子或地下可萌蘖之芽長出新植株。

圖十 二葉松對火災的適應 1.經數年生長而成之二葉松林；2.火災發生時，天然下種
；3.二葉松苗木開始生長；4.恢復原來林相。

高山芒，刺柏，玉山佛甲草，尼泊爾籜簾

母岩裸露，植物總覆蓋度低於 50 %

土
長 壤 崩
期 化 塌
育 塌

高山芒，箭竹，杜鵑，馬醉木，二葉松。

中性環境，坡度約呈 15-30 度，草原典型

長 沖 火 災
期 積 人 開
為 發

植被發育 高山芒，灌木為主。箭竹
覆蓋度低於 20 %

成熟

乾燥之背風坡，多面向西
南方位，含石率偏高。

箭竹，玉山針蘭，一年生闊葉草，苔蘚類
為主。高山芒，灌木覆蓋度皆低於 20 %

多為低緩之處，雨季易積水不退之濕生環
境，litter 與有機物大量堆積。

圖十三 草原區內植被變動圖

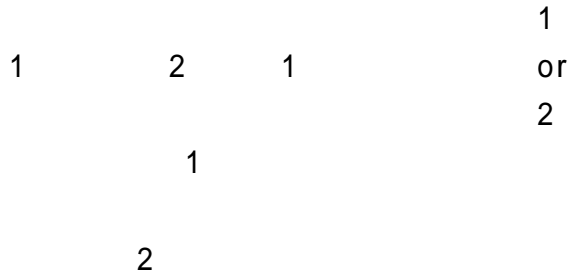
草生地 開放森林 or 開放灌叢 鬱閉森林

裸地

宿存枯亡之草本植物。

幼樹、灌木及枯枝落葉。

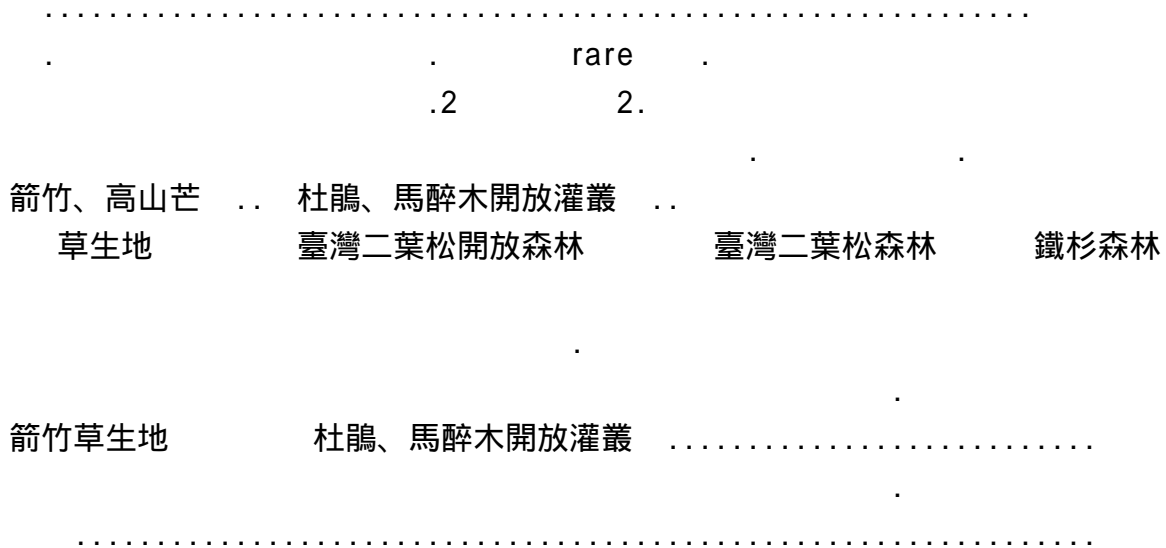
林木及大量堆積之枯木。



表演替方向， 表火災干擾方向，1 表地表火，2 表樹冠火

圖十四 火災干擾下之森林演進與燃料循環圖

圖十五 火災跡地範圍圖 陰影範圍內為火災跡地。



圖十六 火成演替模式圖

圖中方格為演替序列之各階段及其描述；實線箭頭為自然演替方向；虛線箭頭為火災干擾後之演替方向； 表火災類型可能為地表火； 表火災類型可能為樹冠火。由於鐵杉森林較不易發生天然火災，故標示“rare”。

表五 樣區 40 之植社會資料運算表

相對 八

Hrank	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Cavr	Havr	量化值	Crank
	優勢度	優勢度	優勢度	分制										
玉山箭竹	C.	30	40	25	20	30	40	30	40	20	50	32.50	34.20	2.00
0.00	0.00	0.00	15.5	6										
	H.	35	40	30	25	40	30	34	35	40	33			
高山芒	C.	60	65	80	80	80	70	70	70	80	50	70.50	54.00	3.00
66.67	63.33	65.00	23.9	7										
	H.	90	60	60	42	55	40	38	55	30	70			
紅毛杜鵑	C.		5	.5	5	10	2	.5	3	2	2.80	37.80	0.20	100.00
100.00	100.00	9.2	6											
	H.	78	50	70	50	34	22	38	36					
台灣馬醉木	C.	5	5	3	10	5	10	15	15	2	10	8.00	45.90	1.00
6.67	70.00	38.33	14.2	6										
	H.	55	60	30	55	50	30	50	39	45	45			
褐毛柳	C.	5	5					1.00	13.70	0.20	33.33	85.00		
59.17	3.8	4												
	H.	70	67											
台灣二葉松	C.	8					0.80	8.00	0.04	6.67	25.37	16.02		
1.9	3													
	H.	80												
川上氏薊	C.	1	2	2	.5	1	1	.5	2	1	1.10	16.60	0.20	
1.33	14.81	8.07	4.5	5										
	H.	20	20	25	20	30	15	8	18	10				
厚唇粉蝶蘭	C.			.5				0.05	3.00	0.04	6.67	30.74		

18.70 0.8 2
H. 30

台灣地楊梅 C. 1 1 .5 .5 2 1 .5 1 1 0.85 22.00 0.04 1.33
5.56 3.44 5.0 5
H. 25 25 20 35 30 15 24 22 24

高山白珠樹 C. .5 .5 .5 .5 1 5 10 5 2.30 9.40 0.20 1.33
40.74 21.04 2.9 4
H. 10 15 20 10 15 9 5 10

玉山金絲桃 C. .5 .5 .5 .5 .5 .5 .5 .5 .5 .5 0.50 15.30 0.04
6.67 17.41 12.04 3.5 4
H. 15 20 20 20 10 25 10 9 14 10

玉山水苦買 C. 1 .5 .5 0.20 6.50 0.04 1.33 28.33
14.83 1.6 3
H. 30 10 25

玉柏 C. .5 .5 .5 .5 0.20 5.50 0.04 1.33 12.04
6.68 1.4 3
H. 20 15 10 10

玉山茴芹 C. .5 .5 1 0.20 8.50 0.04 1.33 10.19
5.76 2.0 4
H. 15 35 35

玉山針蘭 C. 1 .5 2 0.35 12.00 0.04 1.33 15.74
8.54 2.8 4
H. 45 20 55

曲芒髮草 C. .5 .5 .5 .5 1 0.30 13.50 0.04 1.33 22.22
11.78 3.1 4
H. 25 35 30 30 15

禾本科 C C. .5 .5 .5 0.15 7.00 0.04 1.33 25.00 13.17
1.7 3
H. 20 20 30

逆葉蹄蓋蕨	C.	.5	0.05	3.00	0.04	1.33	12.96
7.15	0.8	2					
	H.	30					
玉山碎雪草	C.	.5	0.05	2.00	0.04	1.33	5.56
3.44	0.6	2					
	H.	20					
禾本科 A	C.	.5	0.05	1.80	0.04	1.33	3.70
2.52	0.6	2					
	H.	18					

附錄三 樣區資料原始矩陣

50species

86plots

(1A6, 1x, 35F2. 0/7x, 35F2.0/7x, 16F2.0)

(1A6, 1x, 35F2. 0/7x, 15F2.0)

Yusni 7.8.6.6.7.6.7.7.7.7.7.7.7.7.6.7.6.6.6.6.7.6.7.6.6.7.7.7.7.7.6.7.7.7.7.
7.7.7.7.6.7.7.8.7.6.6.7.6.7.6.7.7.6.7.1.1.7.0.6.3.6.8.7.7.6.0.7.7.6.7.
7.7.7.7.7.7.6.4.7.6.7.0.7.0.7.7.

Mistra 7.8.7.7.7.7.7.8.7.7.7.7.7.7.7.6.7.7.7.7.8.8.6.7.6.6.7.7.7.7.7.6.7.
7.6.7.7.7.7.7.7.7.7.7.7.7.7.7.6.7.7.8.7.7.8.6.8.7.6.7.6.6.7.7.6.6.7.
4.7.7.7.8.6.7.7.7.7.6.6.6.6.7.7.

Pintai 0.0.0.0.0.0.0.0.0.4.5.3.2.4.4.0.6.0.1.5.2.5.4.4.0.5.5.0.2.5.3.3.4.5.3.
6.2.4.6.5.5.0.0.4.4.6.5.3.2.5.3.5.3.0.0.4.6.0.5.0.4.0.0.0.4.6.4.0.6.5.
5.4.3.4.3.3.4.0.0.6.0.0.0.0.0.0.

Rhorub 0.4.6.6.0.5. .6.5.7.6.6.6.6.6.0.6.6.5.6.6.7.8.3.0.4.6.6.6.5.6.6.4.6.5.
7.6.6.6.6.6.0.0.5.6.6.7.6.6.6.5.5.6.0.6.6.7.7.6.7.5.0.4.0.6.7.6.5.6.6.
8.6.6.6.5.6.6.7.0.4.5.0.7.0.6.0.

Pietai 0.0.5.3.6.0.0.4.0.5.5.5.6.4.4.0.5.6.5.6.6.5.5.5.0.3.6.7.6.0.6.6.6.6.6.
3.6.6.6.6.2.0.0.5.6.6.7.7.6.5.4.5.5.0.5.7.7.7.6.4.6.0.6.0.6.7.4.4.3.3.
0.3.4.5.0.5.4.2.5.0.4.0.0.0.3.0.

Gauito 0.0.5.0.3.1.0.6.0.4.4.5.4.5.5.0.3.5.4.5.0.0.0.5.0.5.5.3.2.5.4.2.2.4.4.
3.3.0.3.5.5.0.0.4.2.2.1.4.6.5.5.5.2.0.0.2.1.1.5.0.1.0.3.3.5.5.5.5.5.5.
0.2.4.5.0.4.5.0.5.0.5.5.0.0.0.5.

Locobs 0.0.4.0.0.0.0.4.0.0.0.0.3.3.2.0.0.0.4.4.0.0.0.4.0.0.4.0.0.0.3.0.3.2.2.
0.0.0.0.2.0.1.0.0.0.0.0.0.3.3.0.4.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.4.4.0.0.0.2.3.3.
0.0.3.0.0.0.0.0.3.0.1.0.0.0.0.0.

grassa 6.5.0.6.4.6.6.5.0.5.5.4.3.4.5.6.2.3.4.4.6.6.6.5.6.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.
4.5.0.
0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.3.2.6.6.7.6.4.

Baesub 0.0.0.0.0.0.0.0.0.5.0.0.6.5.5.5.0.0.5.4.6.4.6.6.6.4.2.0.0.0.4.3.2.5.4.
1.0.5.0.6.0.7.5.1.0.4.0.0.0.5.6.6.0.1.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.7.0.0.0.4.0.4.
0.0.0.0.0.0.0.4.0.0.0.0.0.0.0.0.

Alefor 0.0.0.0.3.0.0.3.0.2.2.0.3.1.5.0.2.0.4.2.4.0.4.5.0.3.4.0.0.2.0.0.5.0.0.
0.0.5.2.5.0.5.0.0.3.3.2.0.4.4.0.4.4.0.0.0.0.0.0.0.0.0.2.0.5.0.0.0.0.3.5.4.
0.1.2.0.0.4.0.0.3.0.3.0.0.0.0.4.

Anamar 0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.2.0.0.2.0.0.0.0.1.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.2.0.0.0.
2.0.2.0.0.0.0.1.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.5.2.
4.0.0.0.0.1.4.2.0.4.1.5.4.0.5.0.

Lycmul 0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.3.2.0.0.0.0.3.1.1.1.2.4.3.0.0.0.0.1.0.0.0.0.0.0.0.
2.0.0.1.0.0.0.0.2.4.4.4.3.0.2.0.0.4.0.0.6.0.6.0.0.5.0.0.0.0.4.3.0.4.0.
4.4.0.5.0.0.5.0.0.4.0.0.0.0.0.0.

Lyccla 0.2.0.0.0.0.0.0.0.0.
0.0.0.0.0.1.0.0.0.0.0.0.0.0.2.4.2.0.0.0.0.0.0.1.0.0.0.3.0.0.0.0.3.0.0.
0.0.0.0.0.2.0.0.0.0.0.0.3.0.1.0.

Cirkaw 0.1.1.0.0.0.1.1.0.1.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.1.0.1.0.0.4.2.0.1.4.5.3.4.4.4.

Euptra 0.0.0.4.4.0.0.5.4.4.0.0.0.4.0.0.3.0.3.3.0.0.0.0.0.3.0.0.2.2.2.0.3.0.2.
0.3.2.1.1.0.2.0.0.0.2.0.0.0.0.0.1.0.0.0.0.1.3.1.0.1.0.3.0.4.2.0.5.3.3.
0.0.2.0.0.4.2.0.4.0.5.0.2.0.0.5.

Tsuchi 0.2.0.
0.
0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.

Plapac 0.0.0.0.0.2.0.4.0.0.0.0.0.0.0.0.4.0.0.0.0.0.0.0.0.3.3.2.0.3.2.5.4.2.2.
2.4.2.0.3.0.0.0.0.3.2.0.0.0.0.2.1.4.0.0.3.0.0.3.0.2.0.3.0.4.0.0.3.2.2.
0.0.0.0.0.2.1.0.0.3.0.0.0.0.0.0.

Desfle 6.6.5.6.6.6.6.5.0.0.5.5.5.5.5.6.5.4.4.5.0.0.0.6.5.5.5.5.4.4.4.4.4.4.4.
4.4.5.5.4.2.4.3.4.6.6.6.6.6.5.6.6.6.7.7.6.6.2.6.7.7.6.6.6.4.5.7.6.6.6.
5.5.3.4.6.5.5.7.4.6.6.6.6.7.5.4.

Solvir 0.5.1.2.0.0.3.0.0.0.0.2.
2.0.0.0.3.0.3.0.0.3.0.0.0.0.0.0.4.2.0.0.1.0.0.2.0.0.0.0.0.2.0.0.2.0.0.
0.0.0.0.0.4.1.1.1.2.1.0.1.0.0.4.

Sedmor 0.
0.
0.0.0.0.0.0.0.4.0.0.0.4.4.4.0.0.

Vermor 0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.3.0.0.0.0.0.1.0.0.0.0.0.2.2.4.0.4.3.3.0.0.2.
2.3.0.0.0.0.0.0.2.2.0.0.3.0.0.0.0.4.0.5.4.1.3.3.5.4.2.1.0.2.0.0.0.0.3.
1.0.2.2.2.2.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.

Athref 0.0.4.0.0.0.0.0.0.4.0.0.0.4.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.5.0.0.2.5.2.0.0.4.0.
0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.2.0.1.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.5.0.3.
0.0.0.0.0.3.0.0.3.0.0.0.0.0.0.3.

Pteaqu 0.
0.0.0.6.0.
0.0.7.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.

Diapyg 0.0.4.0.0.0.0.0.0.0.0.0.3.0.0.0.0.0.3.0.0.0.0.0.4.0.0.0.0.2.0.0.0.0.0.

