

目 錄

I、序言	1
II、研究地區概述	2
III、草原生態系內生物組成各論	3
A、植物部份	3
一、研究地區研究史	3
二、調查方法	4
1. 勘查與植物社會調查	4
2. 高地木質草原生產量及其季節變化	5
3. 玉山箭竹生態專論	5
4. 物種月份或季節生活史	6
5. 高地木質草原其他生態性質	7
三、結果與討論	7
1. 合歡山區 植被概要	7
2. 植物社會敘述	7
3. 高山草原之植物社會及其性質	12
4. 玉山箭竹生態專論	17
5. 玉山箭竹社會地上部份乾重及其月分變化	21
6. 植物物候觀測與應用	21
四、結論	24
五、參考文獻	26
B、小型哺乳類	27
一、前言	27

二、研究地點及方法.....	28
1. 捕捉方法.....	28
2. 微棲地分析.....	29
三、結果與討論.....	29
1. 種類組成.....	29
2. 族群量變動.....	31
3. 生殖活動.....	32
4. 體重.....	34
5. 微棲息地偏向.....	34
四、結論.....	34
五、參考文獻.....	35
C、鳥類.....	37
一、前言.....	37
二、鳥類調查法.....	37
三、結果.....	37
四、結論.....	38
五、參考文獻.....	39
D、爬蟲類.....	40
一、前言.....	40
二、調查地點及方法.....	40
1. 調查地點.....	40
2. 方法.....	41
三、結果.....	41
1. 採集結果.....	41

2.生殖方面·····	42
3.溫度和活動性·····	42
四、討論·····	42
五、參考文獻·····	44
E、昆蟲·····	45
一、前言·····	45
二、昆蟲採集法·····	45
1.夜間採集·····	45
2.日間採集·····	45
三、結果·····	45
1.組成及其數量·····	46
2.優勢族群·····	46
3.季節性數量及種類的變動·····	46
四、討論·····	47
五、參考文獻·····	48

表 目 錄

A、植物

表一、 小樣區種數	50
表二、 離上次火災遠近兩區物種頻度之比較	51
表三、 各小樣區測量數據及統計分析	52
表四、 小樣區乾重	53
表五、 合歡山區植物年週期記錄.....	54

B、小型哺乳類

表一、 松雪樓區小型哺乳類捕獲個體數	65
表二、 不同樣區內捕獲之種類數量百分比	66
表三、 <u>M. kikuchii</u> 雄鼠於P.G樣區生殖狀況	67
表四、 胎數.....	68
表五、 奇萊山區 <u>M. kikuchii</u> 之體重.....	68
表六、 <u>M. kikuchii</u> 之微棲地分析.....	69
表七、 <u>A. semotus</u> 之微棲地分析.....	70

C、鳥類

表一、 合歡山地區全年鳥類種數及數量	71
表二、 合歡山地區全年可見鳥類之棲息環境特色	72
表三、 合歡山地區鳥類食性.....	73

D、爬蟲類

表一、 每月採集數量	74
表二、 各月採集吻肛長 (S.V.L)	74

表三	蜥蜴吻肛長於各月的分布頻度	75
表四	蛋徑	75

E、昆蟲

表一	1988年5月至1989年2月於松雪樓附近捕獲昆蟲之目別及數量(掃網法)	76
表二	1988年5月至1989年2月於小奇萊山區捕獲之昆蟲目別及數量(掃網法)	77
表三	1988年5月至1989年2月於松雪樓捕獲之昆蟲目別及數量(白布燈光誘集法)	78
表四	1988年3月至1989年2月於松雪樓實驗地捕獲昆蟲之目別及數量(捕蟲燈法)	79
表五	1988年5月至1989年2月於小奇萊山區捕獲之昆蟲目別及數量(陷阱法)	80
表六	1988年5月至1989年2月於松雪樓實驗地捕獲之昆蟲目別及數量(陷阱法)	81
表七	每月昆蟲捕獲量佔全年總捕獲量之百分比	82
表八	松雪樓與小奇萊實驗地之比較	82

圖 目 錄

A、植物

- 圖一、 合歡山區生態氣候圖.....83
圖二、 合歡山植被概要剖面.....84
圖三、 種數與面積曲線圖.....85
圖四、 小樣區乾重月份變異.....86

B、小型哺乳類

- 圖一、 松雪樓調查區.....87
圖二、 小奇萊調查區.....88
圖三、 小型哺乳類在合歡山不同樣區內捕獲個數變化89
圖四、 奇萊山區 *M. kikuchii* 捕獲數90
圖五、 *M. kikuchii* 於 P.G 樣區雌鼠生殖狀況.....91
圖六、 *M. kikuchii* 體重頻度 (P 樣區)92

C、鳥類

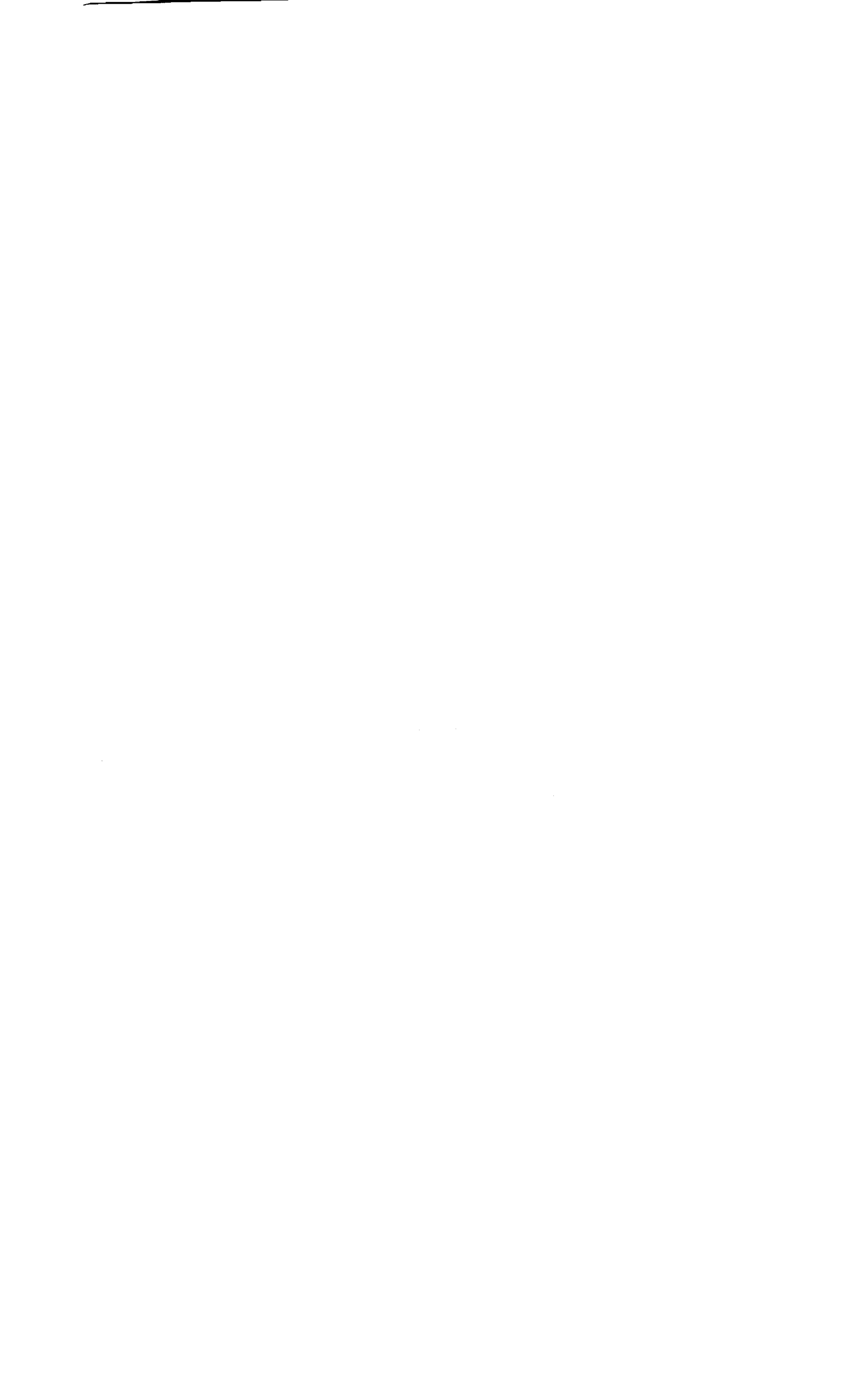
- 圖一、 合歡山區全年出現之鳥種數.....93
圖二、 合歡山區全年各月四種棲地中出現之鳥種數...94
圖三、 深山鶯在不同棲地之出現頻率.....95
圖四、 黃羽鸚嘴在不同棲地之出現頻率.....96
圖五、 金翼白眉在不同棲地之出現頻率.....97
圖六、 阿里山鳩在不同棲地之出現頻率.....98
圖七、 鷓鴣在不同棲地之出現頻率.....99
圖八、 岩鷓在不同棲地之出現頻率.....100
圖九、 朱雀在不同棲地之出現頻率.....101

D、爬蟲類

圖一	七月吻肛長分布頻度	102
圖二	八月吻肛長分布頻度	103
圖三	九月吻肛長分布頻度	104
圖四	A區地表溫度月變化	105
圖五	A區地表下10公分溫度月變化	106
圖六	A區地表下50公分溫度月變化	107
圖七	A區地表下90公分溫度月變化	108
圖八	B區地表溫度月變化	109
圖九	B區地表下10公分溫度月變化	110
圖十	B區地表下50公分溫度月變化	111
圖十一	B區地表下100公分溫度月變化	112

E、昆蟲

圖一	陷阱瓶之尺寸	113
圖二	松雪樓實驗區，各陷阱間的距離	114
圖三	小奇萊實驗區，各陷阱間的距離	115
圖四	以掃網方式，每月捕獲之昆蟲目數	116
圖五	以陷阱方式，每月捕獲之昆蟲目數	117
圖六	以白布燈光誘集法，每月捕獲之昆蟲目數	118
圖七	以吸引式捕蟲燈，每月捕獲之昆蟲目數	119
圖八	以吸引式捕蟲燈，每月所採集到的鱗翅目及雙翅目之總數	120



I 序言

草原生態系為太魯閣國家公園內六個生態系之一，所佔面積達 14%，僅次於闊葉林生態系，分布海拔高度為 2000 至 3500 公尺之高地山區，依林務局（1978）所出版“台灣森林資源及土地利用”之調查結果，台灣高山草地佔全省林地面積 5%，皆呈鑲嵌式（mosaic）分布。其形成原因可分為二類，一為自然因素，即在強風地帶，材木無法生長或林物自然死亡，第二代更新材木生長甚緩慢，或閃電引起森林火災而造成草原。第二是人為因素，即森林砍伐與濫墾後或人為火災等造成。在 3000 公尺以上的地區，草生地大都發生於南向坡山腹至稜線較乾燥處。草原內植物主要優勢份子為玉山箭竹（*Yushania mitkayanensis*），但在向陽裸露山坡則為芒草（*Miscanthus transmorrisonensis*）。

以往草原系統甚少受人重視，推究其原因似此地無生產利用價值，然其學術價值和水土涵養之效應，卻不容忽視。近年來，台灣高山地區之生態保育研究逐漸受人重視，但均缺乏以整體性之生態立場來探討，本研究針對台灣高山草原生態系內生物相結構，即植物、昆蟲、爬蟲、鳥，及小型哺乳類等，進行各類組成調查，並比較其季節變動。

II . 研究地區概述

本調查選定太魯閣國家公園西邊合歡山區為研究區域，此地帶箭竹草原面積甚廣，更為每年冬季遊客賞雪集中處。依據地形學常識之推演，中央山脈原先的主稜脊係自畢祿山南向經屏風山直連奇萊主山北峰。然而，塔次基里溪發揮了驚人的西向向源侵蝕效應，將此直線稜脊挖蝕成約以屏風山頂為圓心，半徑約五公里的半圓形，研究地區的合歡東峰即坐落於此半徑之西南界。研究範圍係以松雪樓為核心據點，即合歡東峰東北坡面為主的地區，也就是在東經 $121^{\circ}17'$ ，北緯 $24^{\circ}08'$ 附近，標高 3000 公尺以上之高地。由於中橫支線縱貫合歡山區，此間成為全省交通最為便利之高山。自大地形及氣候觀之，合歡山區湊合了朔蘭陽溪谷而上的氣流即順立霧溪谷上升的太平洋潤濕水氣，而形成豐沛之地形雨，而冬季一遇到寒流輒易降雪，更拜此山區東北坡面平緩傾斜的地形效應之賜，每年十二月至翌年二月底之降雪期，自昆陽起，經武嶺、合歡山、合歡東峰、松雪樓以至克難關一帶積雪最多，然而，年降水量為 2791.1 公釐，較之玉山為少。

III . 草原生態系生物組成各論

A . 植物部份

一、研究地區之氣候概況及研究史

依據王鑫（1984）檢附之民國56-70年，標高3160公尺的測站之降水量，參考玉山、阿里山測站之數據，做出相當於研究地區之生態氣候圖（圖一）。即以玉山測站（3850 m），阿里山測站（2406 m）兩處之月平均氣溫平均之，做出溫度區線，估計松雪樓附近年平均溫約 7.2° ，夥同合歡山（3160 m）降水測值合併為氣候圖，用以配合生態現象之討論或推論。

自日據時期以降，目前為止之合歡山區似乎尚無專論性之調查報告。30年前曾由多個單位組成調查隊，在中橫公路未開通之前舉行了公路兩側荒廢林地之調查（陳明達，1959），斯時分南北二勘查組，南組由霧社入山，經翠峰、石門、大禹嶺而東行。茲將此報告摘錄如下，「……霧社至翠峰一段多屬山地保留地，較平坦處已被開墾。現有草生地約160公頃，晴峰牧場中則有栓皮櫟、臺灣赤楊等散；濁水溪右側及北港溪則闊葉樹密生林相蒼鬱。自翠峰至石門一段，林相由闊葉樹漸變為針葉樹；坡度亦漸緩和，均在 $20-30^{\circ}$ 之間，草生地逐漸增多，約有600公頃左右。其中約5公頃之草生地內，有冷杉天然枯立木存在。……3000公尺以上地區如合歡山諸峰山頂，殆為草原……地表植物多為玉山箭竹，約佔80%，高僅及踝，佈滿山頭……另有20%

則為芒草類……南線之草生地大部分集中於此，自石門至合歡啞口，連綿不斷達 3000 公頃以上……」，其結語謂：「……公路兩側荒廢草生地及可造林裸地達 8000 公頃之多，林產管理局對此龐大之荒廢地已擬定五年造林計劃……自第二年起除增設工做站及苗圃外，每年將造林 2000 公頃左右。」然而 30 年來此線之開發，以交通方便而劇烈異常，自霧社以迄梅峰沿線，上自稜線下垂濁水溪底，絕大部份土地盡淪為菜圃及果園等高度利用區。民國 77 年底台 14 甲線公路拓寬，梅峰以上闊葉林受損嚴重，此最後之保安林未來前途亦難預料。

蘇鴻傑（1978）調查中橫沿線植被及景觀，關於合歡東峰附近之植物社會敘述有：1. 二葉松／高山芒過渡群叢，見於大禹嶺至關原、櫻峰、鳶峰及三角峰一帶；2. 二葉松／玉山箭竹過渡群叢，大禹嶺至克難關兩側；3. 玉山箭竹過渡單叢，合歡山各峰、武嶺、昆陽附近；4. 玉山圓柏—玉山杜鵑群叢，克難關至武嶺，東峰及主峰山坡；5. 冷杉單叢，合歡山附近；6. 鐵杉／玉山箭竹群叢，櫻峰至昆陽。

及至規劃太魯閣國家公園之際復有各類資源調查，徐國士、林則桐、陳玉峰、呂勝由（1983）仍作摘要性敘述與調查。至於細部及密集研究則尚付闕如。本研究即針對合歡東峰附近，東峰至奇萊稜線東北坡面等地區進行密集調查，對所謂高山草原則進行各項專論，以期產生整合性研究報告。

二、調查方法

1. 勘查與植物社會調查

以合歡東峰下松雪樓為據點，上至合歡東峰，下迄大禹嶺

，東向小奇萊等，作沿線調查，方式採用改良式 Braun-Blanquet 方法（陳玉峰、黃增泉，1986）。依據樣區所得記錄及主要社會型，簡化作成合歡山區植被概要剖面（圖二）；樣區計有 80 個，社會分類暫採優勢型（dominance-type）。

2. 高地木質草原生產量及其季節變化

植被勘查及社會調查之後，確定各單位並選定代表性高地木質草原區兩處，一處在松雪樓左側，海拔約 3050 公尺，東北坡向；另一在小奇萊草原區，後者代表近期火災影響區，因該地於 3 ~ 4 年前發生草原地表火。

在該兩地區每月份各取 4 個 $1 \times 1 \text{ m}^2$ 小樣區，割除地上部分植物體，攜回烤箱處理，以 $70 \text{ }^\circ\text{C}$ ，24 小時處理之，秤其乾重。

自 77 年 5 月起，每月 8 包，計 64 包 / 1 m^2 之地面部分生物量數據，依此可得相對性高山草原月生產量變化及年淨生產量之估計。

每個割除地上植物體之小樣區均予設立標誌俾供觀察，亦即代表干擾區。標誌號有二，一為月份，一表樣區，亦即自五一 1 ~ 五一 8；六一 1 ~ 六一 8……以迄十二 1 ~ 8。季節性變化等，另予表格及攝影存檔記錄。

3. 玉山箭竹生態專論

由於玉山箭竹生態幅度廣闊，體型配合環境與境遇作極大變化，為明瞭自森林下以迄矮竹草原的形態變異，自 2 項所割除之玉山箭竹樣區中，取 24 個小樣區計算該平方公尺內剪除下來之稈數，分別為七一 3、4、5、6、7、8，八一 1、2

、3、4、5、6、7、8，九—1、2、3、4、5、6、7、8，十一—4、8。另爲求對照，取凹窪地、下坡地及森林下一樣區，標爲A 1、A 2及A 3，面積仍爲 1 m^2 。因爲冷杉林下之箭竹分佈並不均勻，主觀採樣 1 m^2 實不能代表，故再逢機取4個 1 m^2 ，計5個 1 m^2 來計算箭竹稈數。如此而得單位面積竹稈數及其變異。

爲尋求稈數和高度、直徑之有無相關，對剪除之小樣區之箭竹稈量取長度與直徑，直徑用游標尺量取。編號七一3~8，八一1~8，九一1~8及A 2，計23個小樣區，每個取200稈箭竹量長度直徑（基部）。十一—1~8，十一—1~8等16個小樣區則每小樣區取100稈測量，A 1取266稈，A 3則量127稈。

所有小樣區之竹稈數再取平均值，即得平均高度及稈基直徑。總計所有數據列於表3。

對於草原區之箭竹地下部位瞭解，採取對山徑路邊土壤剖面挖掘方式進行。清除土壤後，對箭竹根莖、根系，其他伴生植物根系等，作攝影及繪圖等取據與瞭解。

4. 物種月份或季節生活史

無論高地木質草原或以迄冷杉等森林，爲明瞭生態體系當中，食物鏈等物種相關，對生產者的綠色資源必需明列各季節性變異。因此，在登錄合歡山區各植物目錄之後，每月份定期對各物種作觀察記錄。舉凡抽芽、長葉、發枝、花苞、開花、結實、成熟、葉黃、落葉、枯萎等等形態變異，儘可能描述。如此自5~12月得出原始表。再據此作各項分析，例如月份花卉變化圖等等，提供昆蟲或其他初級消費者研究之基本資料。

5. 高地木質草原其他生態性質

對小奇萊之草原區作一面積與物種關係曲線，以尋求取樣最小面積之決定；以爲月份物種歧異度之比較。綜和小樣區之取樣，檢驗高地木質草原其他性質，例如伴生物種特性、干擾與演替等等。

三、結果與討論

1. 合歡山區植被概要

植被概要剖面如圖二。自大禹嶺沿公路挺上，除卻人工開墾地之外，殆以二葉松林爲主，推測原先植被爲鐵杉林型。及至海拔約 3000 m 以後，植被轉變爲冷杉林，接近石門山附近景觀轉爲所謂高山草原。及至合歡東峰下鞍部附近，即松雪樓鄰周，可見原冷杉林破碎林分及次生灌叢，物種如巒大花楸、高山薔薇、玉山薔薇等。松雪樓附近有多條明顯路跡上合歡東峰，最近直者即沿廢棄覽車鐵線下直上。冷杉林多據微地形凹陷部位，餘盡爲玉山箭竹高地木質草原。海拔約 3300 公尺左右，局部裸岩處，塊斑狀出現高山矮灌叢，即玉山杜鵑、玉山圓柏或玉山小蘗的灌木林。此玉山杜鵑與冷杉林間或林下之略高大型的杜鵑應爲同種，但或爲生態型。典型之矮盤灌叢僅發達於山頂母岩及淺土處，面積狹促。沿東峰南稜巷往小奇萊方向，植被仍爲箭竹坡及冷杉林，至黑水塘前兩個小山頭，即小奇萊。此地之東北坡向盡爲森林火災後所形成之草原，西南坡卻仍爲冷杉林。小山頭附近以母岩裸露，存有玉山圓柏、玉山杜鵑灌叢及零星高山植物殘存。

2. 植物社會

(a) 羊茅 / 玉山水苦蕒 / 玉山山蘿蔔社會 (Festuca ovina / Veronica morrisoni cola / Scabiosa lacerifolia

Dominance-type)

本單位在合歡山區不發達，僅依不完整方式，零散存在於山頂、稜線等母岩裸露、風力強勁之局部小面積。主見於合歡東峰頂玉山圓柏、玉山杜鵑樹叢之間，岩塊隙、崩塌岩屑等地。生態意義上代表著初生演替、高山子遺之單位。

分化或指標物種為：羊茅、玉山雀麥、玉山山蘿蔔、玉山薄雪草、尼泊爾籜蕭、玉山水苦蕒、玉山卷耳、高山沙蔘等；伴生物種如玉山飛蓬、穗花佛甲草、玉山金絲桃、玉山懸鉤子、玉山小米草、曲芒髮草、鋸齒葉鱗毛蕨、高山耳蕨、玉山紫羊茅、玉山小蘗、玉山繡線菊等。

樣區計有 7 個，海拔分布自 3000 ~ 3415 m。

亞型或變異型如石隙物種存在處，例如松雪樓前公路邊石縫中之玉山石葦、鐵角蕨。

(b) 大花落新婦 / 梅花草 / 玉山筷子芥社會 (Astilbe macroflara / Parnassia palustris / Arabis marisonensis Dominance-type)

較之 A 單位更形狹限，只見於山壁陰濕面，公路陰坡山壁面上。冬季常終日冰柱懸垂。生態意義為陰濕型初生演替微環境單位。

分化、指標種為：玉山筷子芥、奇萊合葉子、大花落新婦、玉山燈心草、合歡柳葉菜、梅花草等；伴生物種如玉山水苦蕒、羊茅、阿里山薊、高山耳蕨、高山珠蕨、穗花佛甲草、細葉山艾等。

樣區兩個，見於 3000 m。

(C)玉山圓柏 / 玉山杜鵑社會 (Juniperus squamata morri-sonicola / Rhododendron pseudochysanthum Dominance-type)

合歡東峰頂及各山稜衝風岩屑地散見之。代表臺灣高山地區裸岩淺土區所能發展出之地形或基質亞極相植被。其可以為密閉式矮盤灌叢，至單獨一株圓柏或杜鵑及其樹冠下所籠罩之微環境，代表有木本林冠及林下之初步空間分化。

分化指標種為：玉山圓柏、玉山杜鵑、玉山小蘗、玉山薔薇、川上氏肉蓯蓉等。伴生物種有兩類，一為如單位 A、B 之高山植物 (Alpine plants)，一為屬於次生植被之高山草原物種。故而種類多雜，但穩定度不高，存在性之機率、種源方面較大。

樣區計 10 個，分佈於海拔 3100 ~ 3415 公尺。

(d)冷杉 / 玉山箭竹社會 (Abies kawakamii / Yushinia niitakayamensis Dominance-type)

森林界限之下，合歡山區海拔 3000 公尺以上之絕大部分面積先前盡為本單位。多次森林火災及草原火災造成如今之草生地及未受劫之冷杉林。歷來學者大多傾向視冷杉林為極相，事實上尚存有若干問題，尤其林下小苗及族群年齡結構、土壤化育等。社會基本結構三層，即樹冠層高約十餘公尺，單一優勢種冷杉，偶混生少量鐵杉。石門山下海拔約 3000 公尺處之鐵杉、冷杉交會帶甚明顯；灌木層以高約 2 ~ 4 公尺之玉山箭竹為絕對優勢，代表森林土壤化育良好，偶伴生有苗栗冬青、巒大花楸等；地坡草本層覆蓋度不高，物種亦少。

分化指標種爲：玉山鬼督郵、三裂葉冷清草、高地酢漿草、闊葉鱗毛蕨、逆葉蹄蓋蕨、密葉鱗毛蕨、芽胞耳蕨、日本假冷蕨、玉山肋毛蕨、小葉麥門冬、臺灣糖星草、小穎溝桴草、臺灣鹿葉……等；伴生種如高山繡球藤、阿里山瑞香、七葉一枝花、黑鱗耳蕨、嫩莖纈草、旱田草莓、寬葉冷蕨、黃菟、刺萼寒莓、玉山肺形草、水晶蘭、蓬萊蹄蓋蕨、對生蹄蓋蕨、華鳳丫蕨、娥眉蕨、細裂羽節蕨、反捲葉石松、高地露珠草、甌牛兒苗、矮菊、玉山茴芹、山熏香、玉山櫻草、毛刺懸鉤子、南湖斑葉蘭、厚葉柃木……等。

樣區 13 個，以合歡東峰、小奇萊、石門山等地爲主。

以上爲原生植被，以下單位爲次生植被。

(e)玉山箭竹社會 (Yushana niitakayamensis Dominance-type)

(f)玉山箭竹 / 高山芒社會 (Yushana niitakayamensis / Miscanthus transmorrisonensis Dominance-type)

(g)高山芒社會 (Miscanthus transmorrisonensis Dominance-type)

(e)~(g)即爲合歡東峰等地區之所謂高山草原之社會單位，其細節計各項生態特徵在山地木質草原及玉山箭竹專論中敘述。

(h)髮草社會 (Deschampsia caespitosa festucaefolia Dominance-type)

松雪樓前右下邊護坡，即自救國團山莊往滑雪協會專屋之公路上坡，夥同松雪樓旁滑雪道上存有本單位植物。

究竟是否爲人爲種植尙待確定，但自民國 71 年以來，此

髮草社會並無顯著變化。滑雪道上的髮草族群屬於較年青者，係正拓殖中。代表裸地次生演替第一波先鋒單位，屬於開放型植被，當植物漸次密閉時，髮草即被淘汰，以進入高草地如高山芒、臺灣澤蘭……等單位。故而本單位之分化種群即以此短暫開放型為條件，故其在箭竹木質草原中反而不能存在。

分化種群為：髮草、玉山毛連菜、劉氏薑……等；伴生種如曲芒髮草、虎杖、玉山剪股穎、彎果黃董、玉山抱莖籜蕭、玉山佛甲草等等。

樣區 2 個。

(i) 虎杖 / 黃菀社會 (Polygonum cuspidatum / Senecio nemorensis Dominance-type)

松雪樓旁常年性干擾地區荒地高草次生單位，半開放至密閉型社會。其存在物種多藉無性繁殖或叢體拓展方式群生，通常其組成亦不會在玉山箭竹高地木質草原中出現。冬季之地上部位通常乾枯殆盡，隔春再從宿根、莖發出。

分化種群為：咬人貓、臺灣山芥菜、臺灣澤蘭、玉山剪股穎、臺灣黃董、艾草、皺葉酸模……等；伴生種如曲芒髮草、髮草、羊茅、野喬麥、散血丹、臺灣繡線菊、臺灣鵝觀草、高山芒、黃花薑、臺灣野薄荷、玉山龍膽、玉山高草、狗筋蔓……。

調查樣區 1。本單位常沿路邊長條形分佈，緊鄰或鑲嵌者常為高山芒社會。

(j) 玉山莢迷社會 (Viburnum morrisonense Dominance-type)

本單位見於往小奇萊山徑兩側、冷杉林緣之灌叢。松雪樓旁冷杉破碎林分之灌叢之生態意義相同。

殆因冷杉林受局部干擾，如山崩、不完全火燒、地滑等成因，造成森林受毀而進行之小演替。此單位特徵似在於石礫塊淺土層之無機環境。

分化種群爲：玉山莢迷、繡球藤、臺灣刺柏、臺灣茶藨子、臺灣懸鉤子、川上氏小蘗等；伴生種如玉山杜鵑（森氏型）、高商薔薇、臺灣野薄荷、虎杖、高山芒、細葉山艾、巒大拔契、嫩莖纈草、臭根、玉山茴芹、阿里山瑞香……等。

樣區 2。組成界於冷杉林及草生地之間。

(k)白頂早熟禾社會 (*Poa acroleuca* Dominance-type)

松雪樓花圃植栽下草本單位。雖然此地所佔面積幾可完全忽略，事實上在全省各高地，凡人跡踐踏處且常保持濕潤地，則本單位盛行，爲受人爲干擾（踐踏）所維持之次生小社會。組成但以白頂早熟禾爲主體，伴生種視周圍植物種源而定。

(l)其它

凡屬行成顯著結構或特定組合且彼此成員間存有特定關係之社會之前，屬機率或偶發散存性植物體者歸之本項。

3.<高山草原>之植物社會及其性質

臺灣植被研究史上最早引用高山草原名稱並非指玉山箭竹群落，結日據時期研究之大成的報告如正宗嚴敬（1983a, b）等，亦視玉山箭竹爲亞高山森林下之物種。正式賦予玉山箭竹次生群落爲高山草原主體者，殆以王忠魁（1974）爲主。若採用嚴謹高山（alpine）之界說（陳玉峰，1988），配合玉山箭竹並非草本植

物等諸問題檢討，對以玉山箭竹爲絕對優勢之火災後次生植被宜以〈高地木質草原〉稱之；對以高山芒爲主體之單位宜以〈高地草原〉稱之（陳玉峰，未發表）。至若社會單位則直接接以優勢型賦於即可。

而合歡山區之所謂高山草原者以玉山箭竹之高地木質草原爲絕大部分，另有條塊狀高山芒高地草原及兩者混生型，但均爲少數。

(a)玉山箭竹社會面積與種數之關係

於小奇萊玉山箭竹社會中於 6 月份作一面積與種數之測度。該取樣位於水窪地旁，地勢及物種經判定爲均質性 (homogeneity) 較高者。先取參考點之後，依 0.1×0.1 、 0.2×0.2 、 0.3×0.3 、 0.4×0.4 、 0.5×0.5 、 0.6×0.6 、 0.7×0.7 、 0.8×0.8 、 1×1 、 2×2 、 3×3 、 4×4 、 5×5 、 10×10 、 20×20 、 30×30 m^2 面積調查物種（僅取維管束植物），結果如下：

A. (M^2)	0.01	0.04	0.09	0.16	0.25	0.36	0.49	0.64
Sp. no.	3	4	5	6	7	8	9	10
A. (M^2)	1	4	9	16	25	100	400	900
Sp. no.	11	12	13	14	15	16	17	19

準此數據作出圖三。由圖中可知 $3 \times 3 m^2$ 之後斜率已緩和， $5 \times 5 m^2$ 以後已趨穩定，唯一般性社會調查區 $5 \times 5 m^2$ 或以上爲宜。

然而，此種關係僅考慮一時空上之歧異度，對於季節性差異無法顧及。因此，利用每月份刈取小樣區之前，記錄該 $1 m^2$ 內之物種及數量級，以檢討不同月份單位面積物種歧異度之變化。換

言之，依據時、空兩方面之檢討，探究玉山箭竹社會在組織方面的生態特性。

77.年 5 月～78.年 3 月，每月份 8 個小樣區之物種數如表一。

該表中顯示，就月份而言，一年當中以七月份物種岐異度最高，十一月份開始，由於物種枯萎乃至完全於地上消失故而岐異度下降；五至六月則顯著增長。然而，這僅就實際物種存在地面上者計算，有些禾本科、莎草科植物，在無花果時期或最主要的枯萎時期，甚難由枯葉去鑑定是否同種。筆者因為由五月份生長起點開始觀察，故而枯萎時仍能辨別物種，就一般調查狀況而言，當無法判斷的狀況下，勢將漏失物種記錄。以十月及十二月為例，一般野外調查難以鑑定的物種一排除，則物種數據即如表中括弧內者，以十二月為例，實際存有 8.13 種 / $1 m^2$ ，但只能目測 6.13 種 / $1 m^2$ ，說明一般野外調查必需考慮此季節性對物種岐異度之影響。另一方面，由於一些困惑疑難分類群無法解決，亦將造成調查時無法克服者，例如無花時期之翦股穎屬 (Agrotis)、蘆屬 (Carex) 等等。因而如黃花蘆、垂穗蘆、短莖宿柱蘆三者樣區暫劃歸一群，翦股穎、玉山翦股穎、伯明翦股穎一群，羊茅、玉山紫羊茅、闊葉羊茅為一群處理。

而冬季枯萎者在此提出一些觀查記錄，以彌補各物種週期所無細部登錄者。一枝黃花在十一月地上部及漸次枯萎，至十二月底，衝風地段則枯葉亦蕩然無存。而森氏山柳菊更易消失；短距粉蝶蘭、厚唇粉蝶蘭、高地粉蝶蘭等，在十月份以後難以確定何種或存在與否；像鬱大當藥此類草本，在八月份開花之後，九月以後全株枯盡，但仍挺立數月，即使至隔年仍可判斷，但其小苗

則在十月份即大量發生，其在冬季雪期的生存方式視微環境而定。玉山毛連菜亦類似，但其小苗在十二份起，葉片亦枯萎；阿里山龍膽則在十一至十二月份間有顯著失水褪色現象，但可挺過冬雪期。

此等季節性物種表現生活史方式，可作進一步研究以探討在演替方面的機制。

(b)玉山箭竹社會之組成

雖則在種數與面積關係中 $30 \times 30 m^2$ 的樣區物種可達 19 種，但以不同月份之差異度將超過 30 種。究竟玉山箭竹社會中除卻絕對優勢的玉山箭竹之外，在不同演替階段伴生物種何者最為典型，尤其如週期性火災或轉變為森林之各階段，究竟在物種及其數量方面有無定向或規則可循？依據小奇萊及松雪樓旁，代表近期火災與遠期火災區討論初步的數據。

自五~十二月份的 64 個小樣區，也就是說含時空兩變異軸的 64 平方公尺內的植物種類約有 29 ~ 33 種。較之種與面積曲線之 $10 \times 10 m^2$ 僅具 16 種可知其變異度。統計這 64 個小樣區中植物種的出現頻度如下：玉山箭竹當然為 64(100%)，餘則依次為：短莖宿柱薹群 60 (100 %)、曲芒髮草 50 (81 %)、一枝黃花 45 (70 %)、假石松 42 (66 %)、高山芒 34 (53 %)、臺灣藜蘆 33 (52 %)、巒大當藥 30 (47 %)、臺灣地楊梅 27 (42 %)、玉山翦股穎 27 (42 %)、粉條兒 19 (30 %)、短距粉蝶蘭 19 (30 %)、羊茅 19 (30 %)、雪山堇菜 13 (20 %)、臺灣黃花第 12 (19 %)、玉柏 11 (17 %)、阿里山龍膽 9 (14 %)、玉山金絲桃 8 (13 %)、高山白珠樹 8

(13 %)、玉山針藺 4 (6 %)、臺灣三毛草 2 (3 %)、臺灣鹿藥 2 (3 %)、玉山毛連菜 1 (1.6 %)、南湖斑葉蘭 1 (1.6 %)、玉山薔薇 1 (1.6 %)、高山石松 1 (1.6 %)、臺灣刺柏 1 (1.6 %)、森氏山柳菊 1 (1.6 %)、玉山鬼督郵 1 (1.6 %)。以 1 m^2 小樣區而言，得佔有 50 % 以上頻度可謂之恒存在種，再考慮物種在其它植物社會是否存在，或僅限於存在高山草原之性質，則又可區分不同生態群 (Ecological groups)，此時與頻度無關。中等頻度如粉條兒菜似迄玉柏又多為分化種。玉山針藺則為北向陰坡或衝風冷冽地之分化指標。至於相對稀有種如臺灣三毛草、森氏山柳菊，係典型高地木質草原種。高安石松則為高山植物寄存次生植被者，玉山毛連菜則為典型次生雜草類，但僅存於開放型草地，及至閉合草原即被淘汰。南湖斑葉蘭、玉山鬼督郵及臺灣鹿藥則為森林下地被，其存在不盡然僅為偶發性者，可能代替演替系列中，森林地被物種先出現的現象 (陳玉峰、黃增泉，1986)；玉山薔薇與臺灣刺柏係灌叢期物種，頻度雖低，可能仍有意義。

另考慮不同草原區代表火災發生後時間長短的物種差異，可以松雪樓旁及小奇萊每月份各 4 小樣區物種的出現頻度做代表。區分兩群，即 1、2、3、4 與 5、6、7、8 樣區群，依各物種在該兩群的頻度作比較，得出表二。有些植物種僅出現於一群且在該群中之頻度亦不低；有些屬於特定群但頻度甚低；有些則出現於兩群，但於其中一群的頻度顯著大於另一群；有些則均勻分佈。配合前面對各物種的定性瞭解，或可劃分不同演替階段。

傾向於僅存於小奇萊草原中的物種可代表火災後次先鋒植

物，如臺灣黃花茅、臺灣藜蘆、玉山翦股穎、高山芒、雪山葶菜、臺灣三毛草等。此外不見於樣區中之典型裸土矮性植物如瓜子金、小二織草等亦屬之；高山芒與玉山箭竹之間的演替競爭競爭機制尚更複雜，高山芒雖傾向於代表陽地、旱地、淺土、初期演替、地力衰退之強勢物種，但玉山箭竹之體型轉趨高大後，多數其它早期矮性先鋒植物悉已消滅之際，高山芒尚能長高體型而頑強抗衡；屬於中間或過渡型者如短莖宿蛀薑、曲芒髮草、羊茅、臺灣地陽梅等；傾向於較晚出現的物種如阿里山龍膽、高山白珠樹、粉條兒、玉山金絲桃、巒大當藥、短距粉蝶蘭、一枝黃花、假石松等。

然而，僅憑表 2 的頻度傾向無法明確定位其意義，造成分佈趨勢的原因可能係：(a)各物種具有不同的拓殖率，(b)微生育地之篩選，(c)周圍母株下種問題，(d)機率問題，(e)各物種具有不同演替階段之生態地位 (Niche)，(f)其他。目前所能進行者，乃將各種因素數據化、規則化、精細化，以尋求更貼切的生態現象敘述，進而設定假說等後續求證工作。

此外，該兩群的顯著差異或可如下表示。即僅出現於松雪樓旁而不見於小奇萊草原者高達 9 種，反之，僅見於小奇萊者僅 2 種，亦可說明火災後種歧異度漸增加，但隨演替進行仍有物種漸次受淘汰，雖則僅是短期而同一所謂草原相之中。

4. 玉山箭竹生態專論

如調查方法 3. 項所述，量取各小樣區玉山箭竹刈除下之桿數、桿高及基部直徑，結果如表 3。表中數值 $1 m^2$ 表示每 $1 m^2$ 小樣區內之箭竹桿數，N 則為該小樣區中取出計算桿高及直徑的箭竹桿數目

，A.H. 示該小樣區取樣品的平均高度，A.D. 則為平均直徑。

(a)高度與直徑之關係

可分兩方面討論，一即每小樣區迴歸出相關方程式，另一則取各樣區平均值作迴歸。各小樣區玉山箭竹直徑與地面桿高度迴歸方程式附於表三之右欄，D. 表直徑，H. 為桿高。單位皆為公分。

取表三中各小樣區之平均值，即A.H. 與A.D. 值作迴歸，得出：N = 41，平均直徑 = 0.2474 公分，平均高度 = 35.32 公分。

$$D = 0.120 + 0.00438 H$$

而不尋常觀側值即 A 3 冷杉林下的 3 個樣品，可能反應火災之有無，對玉山箭竹體形之影響最顯著。

(b)玉山箭竹體型變異假說

玉山箭竹原居地可能為針葉樹林下，解剖證據亦說明其為 C₃ 植物（郭長生，未發表），自森林下高大挺型者若視為正常或最適宜的標準，火災之後的草原體型視為環境壓力下的受壓迫型（stressed type），則不同的環境壓力便有序列的程度差異表徵，實際上的箭竹類型亦存有諸多變異。此等矮化的機制與箭竹桿密度、土壤深度、肥力、陽光、水份或濕度、火災次數或大小、風力……等，究竟有無明確規則可循？是為本研究之重點之一。

表 3.之 A 3 樣區係接近稜線處冷杉林下的箭竹族群，取樣的 1 m²內有 127 桿，屬於當年度的新筍有 13 桿，已枯死者有 55 桿，假設新筍與枯死桿程平衡，推測枯死桿尚可挺立 4 年之久。在

此冷杉林下之竹桿平均高約 325 *cm*，直徑約 1.29 *cm*。假設其受第一次森林火災之後，由於地上部分生物量全遭焚毀成灰分或殘留部分有、無機養分於林地，復遭沖蝕流失等，不論一或二年後玉山箭竹萌長新筍，其所能長出之生物量，絕難相比於未火焚之前，其桿高大約在 1 ~ 2 *m*，直徑小於 1 *cm*，但單位面積的竹桿數目卻較火災前多。數年後，此箭竹草原再遭火災、沖蝕等外力，雖則玉山箭竹等火生植物仍得再度長出，由於土層變薄、地力衰退、養份流失，玉山箭竹生長度受阻但繁殖芽因刺激而增加，形成如 A 1 樣區之箭竹族群，1 *m*²內具 345 桿，平均高度約 91 *cm*，平均桿基直徑約 0.428 *cm*。當第三次火災發生之後，經過約 2 ~ 3 年以後，再度形成玉山箭竹草原，然而局部地區例如山稜部位，由於表土流失劇烈，造成竹鞭裸露而存活及拓展困難，族群退縮而改由高山芒據地拓展。中、低下坡段則形成玉山箭竹矮性草原狀，此時 A 2 小樣區，較細小竹桿多達 671 桿，平均高度僅為 26.5 *cm*，平均直徑 0.259 *cm*。已隸屬一般低矮的玉山箭竹草原區，其於冬乾季節仍易由枯枝落葉等造成火災，但因可燃物質不多，致令火災的強度減弱，燃燒時間亦縮短。因此，當地表火再度發生時，即令可將地上箭竹部位燒毀或致死，在腐植層或以下的竹桿並未喪失生機，其節上側芽在火後遂大量長出，不同於由地下莖萌長新筍的方式，它們的高度與直徑更為縮小而數量卻增數倍，再夥同新筍所長出的新桿構成矮化型的所謂高山草原，即如七一 5 ~ 8、八一 5 ~ 8、十一— 5 ~ 8 等平均高度 10 ~ 25 *cm*、平均直徑 0.14 ~ 0.26 *cm*，桿數卻高達 1618 之多。此等矮竹尚可存活、繁衍，但其再度緊聚養分、土壤而再漸次長高或

形成森林。然而，形成草原之後易於停滯於反覆演變的亞極相，即目前小奇萊高山草原之現狀。

小奇萊草原區尚存未被燒毀的玉山箭竹枯死桿，如冷杉林緣及水窪地旁。冷杉林緣尚有冷杉林緣效應的幼樹枯死木及枯死壯齡喬木，尚未變成白木，其旁凹處之箭竹枯立桿，經量取 23 桿，平均高度為 115 cm，推測火災前約為 130 cm。枯桿下新生桿（已 2～3 年生）量取 19 桿，平均高度為 45 cm，故而這次火災前後玉山箭竹的高度比值約為 2.5～3：1。至於每次火災後的箭竹高度比是否為定值尚屬未知。

如果上述推測屬實，玉山箭竹自森林下以迄十餘公分高度的矮化機制，為一間斷但多次發生的火災為環境壓力網的起動因素，林火改變土壤的物化性質、降水及冬季日夜結冰與融化的凍拔作用、風蝕等，造成原適宜於箭竹地下莖蓬勃發展的鬆軟土壤漸次惡化。合宜土壤深度漸漸薄化或流失，林地肥力退化而箭竹轉趨瘦小但密度提高，及至矮小型竹叢時期再遭火災，則繼之以側芽及矮筍的形態機制表現超高密度之竹桿策略。往後即將面臨存亡關頭，端視該地土層能否讓地下莖發展而定。此即為矮化原因之假說，或可稱之為〈火災—土壤—體型假說〉。

依據此假說，以取樣數據之方程式，假定森林下 A 3 之活竹桿為未經火災時期之代表，則 D. 表竹桿地表基部直徑，H. 示新桿高度，則 $D = 0.612 + 0.00208 H$ ；設 A 1 樣區為遭遇一次或二次火災後的族群，則 $D = 0.214 + 0.00245 H$ ；設 A 2 表示遭遇二或三次火災後的族群，則 $D = 0.0236 + 0.00893 H$ ；綜合所有樣品平均值作出方程式，設定為一般高地木質草原者，則