

內政部營建署雪霸國家公園管理處九十一年度研究報告

雪山東峰火燒後玉山箭竹開花之研究

Studies on the flowering of *Yushania nütakayamensis* (Hay.) Keng
after burning on East Peak of Mt. Shei

委託機關：內政部營建署雪霸國家公園管理處

承辦單位：國立中興大學森林學系

研究主持人：呂金誠

研究人員：歐辰雄、呂金誠、廖敏君

中華民國九十一年十二月三十一日

內政部營建署雪霸國家公園管理處九十一年度研究報告

雪山東峰火燒後玉山箭竹開花之研究

Studies on the flowering of *Yushania niitakayamensis* (Hay.) Keng
after burning on East Peak of Mt. Shei

委託機關：內政部營建署雪霸國家公園管理處

承辦單位：國立中興大學森林學系

研究主持人：呂金誠

研究人員：歐辰雄、廖敏君、黃立彥、朱恩良、李秋瑩
江政人、賴靖融、林鴻志、蔡家銘、吳詩婷
楊智凱

中華民國九十一年十二月三十一日

統一編號

1009104500

9115

雪山東峰火燒後玉山箭竹開花之研究

研究主持人：呂金誠

內政部營建署雪霸國家公園管理處

雪山東峰火燒後玉山箭竹開花之研究

中文摘要

雪山東峰於 2001 年 2 月發生火燒，致玉山箭竹及其他高山植物遭受火燒之干擾。於該年 8 月底初步調查發現，藉由地下橫走莖萌蘖生長的玉山箭竹，已有開花情形發生。為瞭解玉山箭竹的開花物候及結實情形，以及開花後是否會與其他竹類一樣死亡，抑或繼續生長，乃擬加以深入研究。

結果顯示玉山箭竹的展葉期在 8 月底到 11 月中，翌年 5 月初到 9 月中；11 月中至翌年 4 月底為枯葉期，但期間亦有零星新葉展開。成熟之花序為紫紅色，開花期在 8 月底至 11 月底。果熟期於 10 月初至翌年 1 月中。於 2002 年 5 月初調查發現樣株繼續有開花的情形，開花期從 5 月至 9 月中，結果期則於 8 月中至 11 月底。

2002 年調查發現，玉山箭竹的死亡率約 19 %，未枯死植株繼續開花者約 85.5 %。取單一小穗計算小花之結實率，2001 年結實率約 36 %，然於 2002 年開花的情形來看，玉山箭竹的花序還沒完全抽出即已枯黃，因此結實情形亦不佳，結實率約 5.5 %。量測果實平均長度約 0.55 cm，平均寬度約 0.14 cm，百粒重平均為 0.7422 g。直至 2002 年 12 月中，玉山箭竹仍有零星開花的情形。

Summary

East Peak of Mt. Shei was fired in February 2001, leading to *Yushania niitakayamensis* and other alpine plants were disturbed. In August 2001, we investigated that *Y. niitakayamensis* had flowering phenomenon. This study was on *Y. niitakayamensis* phenological observations after burning. The observations were about the variation of phenomena in leaf production, flowering and fruiting.

The result can be summarized as follow: New leaves grew between August and the middle of November. Flowering period was during August and November. Fruiting period was during October and next January. Then in December to next April, the leaves became dry. But the species had a few new leaves sprouting and growing during this time. In May 2002, we investigated *Y. niitakayamensis* didn't died and flowering again. Flowering period was during May and the middle of September. Fruiting period was between the middle of August and November.

The mortality rate of *Y. niitakayamensis* is 19 % in 2002. Continued to flowering is about 85.5 % , about 36 % florets produced seeds in 2001, 5.5 % florets produced seeds in 2002. The Average long of seed is 0.55 cm, and the average width is 0.14 cm. The average weight of 100 seeds is 0.7422 g. The species still have a few phenomena of flowering until December 2002.

目錄

中文摘要.....	IV
英文摘要.....	V
壹、前言.....	1
貳、前人研究.....	2
參、研究區概況.....	7
肆、材料與方法.....	10
伍、結果.....	11
陸、討論.....	18
柒、建議.....	20
捌、引用文獻.....	22

圖目錄

圖 1. 雪山東峰位置圖.....	8
圖 2. 玉山箭竹萌蘖後開花植株：1.花序；2.萌蘖之竹稈；3.葉片；4. 受火燒之竹稈；5.根；6.地下莖。	13
圖 3. 各樣區花藥外露變化量.....	14
圖 4. 各樣區結實變化量.....	15

表目錄

表 1. 雪山東峰玉山箭竹 2001 年 8 月至 2002 年 11 月之物候觀察..	12
表 2. 樣株基本資料及結實率.....	16
表 3. 逐步迴歸統計結果.....	17
表 4. 樣株枯死率及存活植株之開花率.....	17
表 5. 玉山箭竹穎果基本資料（百粒平均）.....	18

中文摘要

雪山東峰於 2001 年 2 月發生火燒，致玉山箭竹及其他高山植物遭受火燒之干擾。於該年 8 月底初步調查發現，藉由地下橫走莖萌蘖生長的玉山箭竹，已有開花情形發生。為瞭解玉山箭竹的開花物候及結實情形，以及開花後是否會與其他竹類一樣死亡，抑或繼續生長，乃擬加以深入研究。

結果顯示玉山箭竹的展葉期在 8 月底到 11 月中，翌年 5 月初到 9 月中；11 月中至翌年 4 月底為枯葉期，但期間亦有零星新葉展開。成熟之花序為紫紅色，開花期在 8 月底至 11 月底。果熟期於 10 月初至翌年 1 月中。於 2002 年 5 月初調查發現樣株繼續有開花的情形，開花期從 5 月至 9 月中，結果期則於 8 月中至 11 月底。

2002 年調查發現，玉山箭竹的死亡率約 19 %，未枯死植株繼續開花者約 85.5 %。取單一小穗計算小花之結實率，2001 年結實率約 36 %，然於 2002 年開花的情形來看，玉山箭竹的花序還沒完全抽出即已枯黃，因此結實情形亦不佳，結實率約 5.5 %。量測果實平均長度約 0.55 cm，平均寬度約 0.14 cm，百粒重平均為 0.7422 g。直至 2002 年 12 月中，玉山箭竹仍有零星開花的情形。

Summary

East Peak of Mt. Shei was fired in February 2001, leading to *Yushania niitakayamensis* and other alpine plants were disturbed. In August 2001, we investigated that *Y. niitakayamensis* had flowering phenomenon. This study was on *Y. niitakayamensis* phonological observations after burning. The observations were about the variation of phenomena in leaf production, flowering and fruiting.

The result can be summarized as follow: New leaves grew between August and the middle of November. Flowering period was during August and November. Fruiting period was during October and next January. Then in December to next April, the leaves became dry. But the species had a few new leaves sprouting and growing during this time. In May 2002, we investigated *Y. niitakayamensis* didn't died and flowering again. Flowering period was during May and the middle of September. Fruiting period was between the middle of August and November.

The mortality rate of *Y. niitakayamensis* is 19 % in 2002. Continued to flowering is about 85.5 % , about 36 % florets produced seeds in 2001, 5.5 % florets produced seeds in 2002. The Average long of seed is 0.55 cm, and the average width is 0.14 cm. The average weight of 100 seeds is 0.7422 g. The species still have a few phenomena of flowering until December 2002.

壹、前言

在陸地生態系中，可分為寒原（Tundra）、沙漠（Desert）、草原（Grassland）、疏林（Savanna）、針葉樹林（Coniferous forest）、闊葉樹林（Broad-leaved forest）等六大類（劉棠瑞、蘇鴻傑，1983）。真正的高山草原（Alpine Meadow）分布於林木界限（Timber line）之上，其地之氣候冬季嚴寒而長久，環境排水不良，為氣候與環境所形成的植物社會，屬於安定植群（Stable Vegetation），組成分子以禾本科（Graminae）、莎草科（Cyperaceae）及其他草本為主，間有散生之灌木及少數矮生的樹木。然臺灣的高山草原則分布於高山地區針葉樹林帶之間，其型態與真正之高山草原極為相似，但並非完全由氣候及環境造成，而是屬於不斷受到擾動的不安定植群（Unstable Vegetation），柳楮（1963）認為臺灣的高山草原乃由於原始森林遭受到火災之後所形成，更因週期性的火燒，使其停頓於現狀而成為火燒之亞極群（Pyric-subclimax），故演替序列屬於火生序列（Pyrosere）。然高山草原的優勢植群主要為玉山箭竹（*Yushania niitakayamensis*）、高山芒（*Miscanthus transmorrisonensis*）、玉山箭竹及高山芒的混合型（王忠魁，1974）。

玉山箭竹（*Yushania niitakayamensis* (Hay.) Keng）為臺灣固有植物，主要分布於海拔 1,000—3,600 m 的山區，常為林下及空曠地的優勢植群。在高海拔地區的稜線、空曠處，玉山箭竹的植株較為矮小，高度約為 20—60 cm 之間，常形成一片草原；而位於天然林下的玉山箭竹，其體型高大，植株高度可達數公尺，不同的生長環境，致玉山箭竹在形態上之差異極大。由於玉山箭竹係以地下莖繁殖，甚少開花，族群的演替大多以無性繁殖方式進行，因此各族群可能殆由單一或少數幾個營養系所組成；玉山箭竹自 1918 年至 1969 年之間有 2 次開花之記錄（王子定、陳明義，1971），至今各標本館仍有零星採集到玉山箭竹開花之標本。李聲銘（1997）利用生化分類（RAPD）的方法，研究臺灣玉山箭竹之族群遺傳，結果顯示出玉山箭竹族群內個體間的變異，佔總變方成分的百分比相當大，可以推測

於演化的過程中曾有高頻率的有性繁殖，以適應極廣的海拔範圍和不同的生育環境；因此玉山箭竹在族群演替中仍有以開花結實的方式進行基因重組，產生變異，以適應不同的生態環境。

雪山東峰於 2001 年 2 月，因遊客的疏失，致玉山箭竹及其他高山植物遭受火燒之干擾。本研究於該年 8 月底初步調查發現，藉由地下橫走莖萌發生長的玉山箭竹，已有開花情形發生；開花的面積約 100 200 m² 不等，並均已結實。為瞭解玉山箭竹的開花物候及結實情形，以及開花後是否會與其他竹類一樣死亡，抑或繼續生長，乃擬加以深入研究。

貳、前人研究

一、竹類形態分類之研究

在竹類的生活週期中，大部份是利用地下莖行無性繁殖，由於竹類的開花週期甚長，很多的竹種到現在可能還沒有開花記錄，因此竹類的分類學大多以營養器官（Vegetative organs）之型態如地下莖（Rhizome）類型、竹筍（Shoot）、稈（Culm）、枝條（Branch）、葉片（Leaf）等進行分類。竹類幾全部多為喬木狀木本植物，莖特稱為稈，多為木質化、中空而有節，節上所著生之小枝數量為重要分類之特徵；幼稈特稱為筍，周圍有許多保護性之苞片，稱為籜，可分為籜片、籜舌、籜耳、籜葉；葉由葉片、葉柄及葉鞘 3 部分所構成；葉片扁平具多數明顯之平行脈及明顯或不明顯之橫小脈，葉緣並生有刺狀毛；葉鞘頂端除連接葉柄外，並常具有葉耳及葉舌之構造，此均為分類主要特徵（劉業經等，1986）。竹類地下莖的分類依照林維治（1976）之分類法可分為：

（一）地下莖合軸叢生（Pachymorph rhizome）

地下莖短而肥厚，彎曲實心，節間極短，生有側芽及不定根，為地下莖頂端發育而成。竹稈係由地下莖側芽萌發，次年再由新稈之地下莖照樣發筍成稈，如此循環，遂成束叢狀。如：蓬萊竹屬（*Babusa*）、麻竹屬（*Dendrocalamus*）

(二) 橫走莖側出單稈叢生 (Leptomorph rhizomes)

地下莖長而細，通常直徑較小於竹稈；節間長度差異不大，空心，亦有實心；節隆起，環節生有不定根；每節具側芽 1。側芽發育期間，可分為 2 期，一為春季萌發，直立於上者，稱為竹稈；另一為夏秋季萌發，匍匐於地下者，稱為地下莖。如：孟宗竹屬 (*Phyllosatchys*)。

(三) 橫走莖側出合稈叢生 (Metamorph)

地下莖係自橫走出莖側出單稈散生變態而來。第一年先由地下莖側芽萌發成稈，形成散生狀態，次年再由稈之基部側芽發筍成稈，如：青籬竹屬 (*Arundinaria*)、矢竹屬 (*Pseudosasa*)、崗姬竹屬 (*Shibataea*)。

(四) 走出莖合稈叢生 (Metamorph)

由地下莖合軸叢生變態而來。此類竹稈之基部側芽產生地下莖，具緊密細節，節上無側芽，全部為箨所包，因地下莖無側芽，通常由地下莖之頂芽，延伸到土面，發育成稈，形成單稈散生狀態，其後再由稈之基部上方側芽萌發成稈，遂成束叢狀；另有下方側芽萌發成地下莖，如：玉山箭竹屬 (*Yushania*)、梨果竹屬 (*Melocanna*) 及奧克蘭屬 (*Ochlandra*)。

以上 4 種地下莖類型的特性，構成竹類群落外貌結構的特點和對生育地環境的適應。一般合軸叢生類型常與其他林木或灌木混生，如麻竹；地下莖橫走的類型則成塊狀的單一優勢竹種群落，如：玉山箭竹、包籬矢竹 (*Arundinaria usawai*) 等 (柳槽, 1986)。竹花的著生方式分為下列二類 (林維治, 1974):

(一) 頂生花序 (Inflorescences terminal)

通常著生於枝梢之上端，屬於此種花序者，只有青籬竹亞族 (*Arundinarinae*)，包含青籬竹屬、矢竹屬、箬竹屬 (*Sasa*)、玉山箭竹屬。

(二) 側生花序 (Lateral inflorescence)

通常著生於枝節上，或腋生。屬於本花序者有孟宗竹族、蓬萊竹族、麻竹族及梨果竹族 (*Melocanneae*) 等 4 族。

王仁禮 (1970) 針對 9 屬 23 種竹類之花粉進行花粉粒形態之研究；竹族之花粉粒，皆為球形，單口，具口蓋，外膜雕紋小網狀 ($< 3 \mu$) 為其特徵；其中玉山箭竹花粉型態為：球形或球狀長球形，粒徑 32-40 μ ；單口。口蓋徑 4-5 μ ，中心部有一點紋；上層外膜為小網狀紋，網內腔徑 $< 1 \mu$ 。

二、竹類開花結實特性之研究

竹類的生活史與其他植物最大不同點在於其生殖特性，大部分的竹類一生只開花一次，開花後即死亡；有些種類則不會枯死，但距離下次開花的時間卻無法預定，甚至達百年之久 (McClure, 1966; Janzen, 1976)。在亞洲、非洲及美洲等地的竹類，有些族群會同步大量的開花 (Mass flowering)，結實後全部死亡，而死亡後的更新機制則是利用種子的萌發 (Janzen, 1976; Makita, 1992; Makita *et al.*, 1993)。由於大量下種的關係，會引起嚙齒類動物取食頻度的增加，等到嚙齒類動物已飽食不再取食時，剩下的種實便會發芽長成種子苗，這種演化關係稱為「捕食者飽食效應」 (Predator satiation) (Janzen, 1976)。陽明山國家公園區內的包籜矢竹於 1999 年小規模的開花，隨後即呈斑塊狀枯死，2000 年持續開花，且大量枯死，但與前一年相反，僅少部分存活，呈斑塊狀的現象，且有種子苗生長。韓中梅與黃生 (2000) 為瞭解包籜矢竹之族群生態及遺傳變異情形，對於開花前的成體與種子苗進行遺傳變異之研究，認為包籜矢竹集體開花使得族群之遺傳物質有交流重組的機會。

杜凡等 (2000) 針對雲南地區 23 屬、61 種的竹子開花現象進行為期 15 年的研究，指出竹子的開花結實現象可以分為全體成片開花、零星開花；開花至死、開花不死、開花至死與不死並存；開花後結實、開花後不結實等類型，並發現竹子的開花、結實類型與竹種是否為野生種或栽培種密切相關。

在 1960 1980 年代，臺灣相關單位積極推動並輔導竹林經營，而竹類的開花對於竹農收益影響很大，因此許多學者開始進行相關研究。高清（1972）研究麻竹（*Dendrocalamus latiflorus*）開花之生理，推論麻竹開花與體內激勃素含量無關，開花後死亡為植物老化之故；呂錦明（1985）針對麻竹種子進行發芽試驗，自種子形態、大小，發芽處理以至種子苗培育的過程，隨時觀察並記錄其變化；陳明義（1986）介紹幾種竹類之開花與結實特性，並論及麻竹種子苗造林之可行性，以供竹類育林之參考。

三、玉山箭竹之形態描述

走出莖合稈叢生，稈高 1-4 m，徑 0.5-2.0 cm，節間長 10-30 cm，表面粗糙；節隆起顯著；枝多數叢生，梢部下垂。稈籜革質，粗糙，灰棕色，密佈黃色細毛，邊緣密生軟毛；籜耳細小，上端叢生棕色短剛毛；籜舌截狀；籜葉闊線形，先端尖銳，全緣。葉一簇 3~10，狹披針形，長 4-18 cm，寬 0.5-1.3 cm，先端尖銳，基部楔形，側脈 3~4，細脈 7~9，格子狀；葉緣一邊密生刺狀毛，另一邊疏生；葉柄短，長 0.1-0.2 cm；葉耳不顯著，上端叢生剛毛；葉舌圓頭或截形；葉鞘長 2.5-5.0 cm，邊緣微毛。小穗長 2-4 cm，含有小花 2~7；護穎 2，長 4.0-5.5 cm，縱脈 3~7；外稃尖卵狀披針形，長 8-12 mm，縱脈 7~9；內稃長 8-9 mm，龍骨線縱脈 2，兩側各 2，龍骨線上密生細毛；子房瓶狀，長 2.5-4.5 mm，徑 1 mm，不具維管束；花柱 2，短；柱頭 2，罕有 3，羽狀毛；雄蕊 3；花絲細長；藥闊線形，長 8 mm；鱗被 3，倒卵形，長 1.2-1.8 mm，上端有毛（林維治，1976）。

四、玉山箭竹之生態學研究

有關玉山箭竹方面的文獻，主要著重於生態上之探討，如柳檣（1963）研究小雪山高山草原，認為小雪山的高山草原係由原始森林遭到火燒後所形成的，更因週期性火災的影響，使其演替停頓於現狀而成為火燒之前的極群社會。劉業經等（1984）探討高山箭竹草生地之植物演進與競爭機制及臺灣冷杉入侵草生地之速率，認為臺灣高山箭竹草生地過渡群叢，如果長期不受干擾，將逐漸演替成臺灣冷杉單叢，而達到極盛相。另外，利用

生化分類之方法，探討玉山箭竹於植物分類及生態上的地位，如 Hsiao and Rieseberg (1994) 利用 RAPD 方法研究玉山箭竹的遺傳變異，以 50 m 線截法取樣，每隔 1 m 採集一單株，實驗結果可將玉山箭竹區分為 31 個營養系，其中分布距離最遠的營養系可達 10 m 之遠，此研究結果可以作為取樣上之依據；Hsiao *et al.* (1996) 利用同功酵素研究合歡山地區玉山箭竹的遺傳變異，於省道台 14 線 35 k 至 36 k、克難關及鳶峰三個地點，在每個地點採集草原及林下兩種不同生育環境的玉山箭竹，經由歸群分析，草原生育環境之族群歸為一群，林下生育環境之族群可歸為另一群。除此之外，有關生理方面之研究，如郭寶章與張明洵 (1984) 探討玉山箭竹於不同季節中之養分變化，並指出使用克林草 (殺草劑) 來控制玉山箭竹的適當時機。

五、物候學之研究

物候學 (Phenology) 在探討植物開花現象與外在環境因子之週期性變化的關係，尤其是氣候因子的季節變化 (劉崇瑞、蘇鴻傑, 1983; 曾麗蓉, 1999), 常見應用於農作物的栽培方面，如花卉、果樹等；植物的發芽、開花、結果、落葉之變化，與動物覓食、繁殖、遷移也息息相關。另外在林業上亦有利用價值，可建立林木生長習性之基本資料，以預測林木的豐、欠年，種實成熟之判斷，以及育林工作之育苗、引種、移植、造林等，且提供解說教育、經營管理的基礎 (林國銓等, 1997; 伍淑惠, 1999); 呂理昌 (1990) 於玉山國家公園內塔塔加至玉山主峰，分別記錄 62 科，194 屬，328 種植物分布地點、海拔高、及其生活型、落葉性、常見度、花色、果色、抽芽色等，物候週期則記錄初芽、抽芽、展葉；花苞、盛花、殘花；結果、果熟；黃葉、紅葉、枯落葉等週期性的變化；Ramanyake and Yakandawala (1998) 針對巨竹 (*Dendrocalamus giganteus*) 的開花物候及死亡情形進行研究；楊金昌等 (1998) 於塔塔加地區進行臺灣雲杉 (*Picea morrisonicola*)、鐵杉 (*Tsuga chinensis*) 及玉山箭竹之初步性物候學研究，報告指出玉山箭竹於 1997 年 9 月至 1998 年 4 月間新葉長出較為零星，1998 年 4 月樣株中有一叢開花，並可觀察到種子發育，1998 年 6 月為冒筍盛期。

六、火燒之研究

火燒影響植物生長方面之研究，如呂金誠（1990）於惠蓀林場的杜鵑嶺調查，同為禾本科的淡竹葉經過火燒其開花的桿數、小穗數目等，均受到影響而增加。Brandi（1899）指出，在印度1859年3、4、5月一場森林火燒將荊竹屬（*Bambusa polymorpha*）燒光，1861年的一場大雨後，其生育地上長出許多的實生苗；Keeley and Bond（1999）認為竹類開花與火燒週期有關係，因此提出「竹類火燒週期之假說」（The Bamboo Fire Cycle Hypothesis）；由於大部分竹類開花後即死亡，這些死亡的植株便成為火燒燃料的來源；當自然或人為的引火時，地表的植株及枯枝落葉會燃燒殆盡，未受損的地下莖在適當的時機萌蘖，進行天然更新作用。

參、研究區概況

一、地理位置及範圍

本研究區位於雪山東峰，依 TM2 度分帶座標系統，橫座標為 276753，縱座標為 2698379。行政區劃屬於臺中縣和平鄉，林政區則屬於林務局東勢林區管理處所轄之大甲溪事業區第 26、27、30 林班交界，海拔高度 3,201 m，現為雪霸國家公園武陵地區之生態保護區。雪山山脈以雪山為中心，向四面分成多條稜脈，雪山東峰則位於雪山山脈之東稜，為目前攀登雪山主峰之主要路線（圖 1）。本研究區位於雪山東峰之北面坡，為前往 369 山莊步道之兩側，通過停機坪後之草坡亦有一開花區域，整個開花面積約 1.5 ha。

二、地質及土壤

研究區內之地質屬於中央山脈地質區之西部亞區中的雪山山脈帶，由第三紀的亞變質岩所組成，地質帶中以深灰色的硬頁岩和板岩為主（何春蓀，1986）。雪山高山地區的土壤，可分為二種（應紹舜，1976）：

1. 森林界線以上之地區，大多為粘板岩風化而成的岩海地區，土壤淺

薄，可謂多由岩礫組成。

2. 森林地區及高山草原區，土壤多以壤土、腐植土為主，其中壤土佔 34.7 %，腐植土佔 24.1 %，砂壤土 16.2 %，石礫土 14.1 %，粘壤土 10.9 %；且其結合度、深度、含水量均適當，但地形陡處，表土層淺落，多構成瘠土。

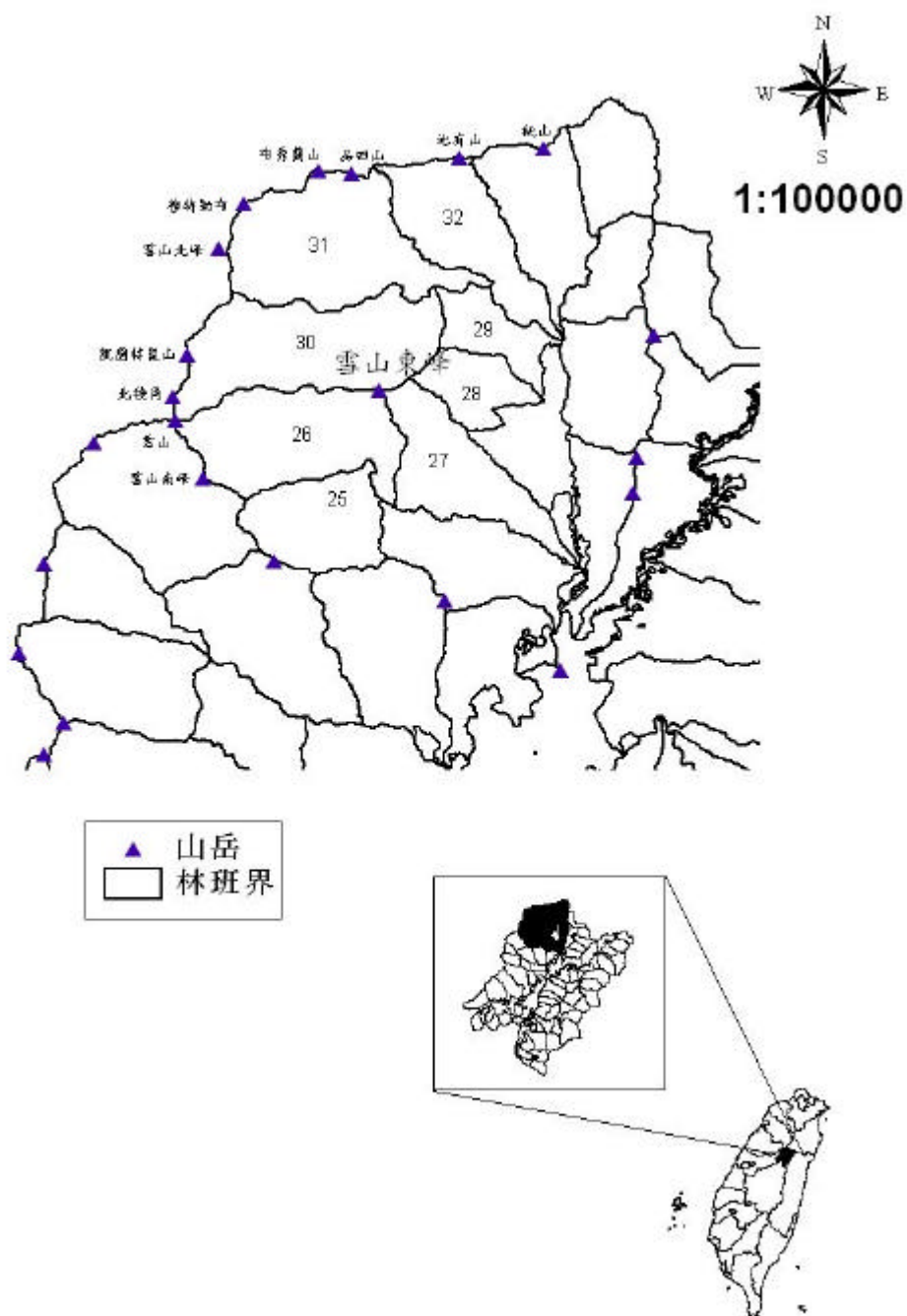


圖 1. 雪山東峰位置圖

三、氣候

雪山東峰及其附近並無氣象觀測站，氣象資料只能由位於附近且類似相關地區之氣象資料來推估。據陳正祥（1957）對臺灣氣候分類，研究區屬於寒帶重溼氣候（AC'），溫度低而溼度高，冬季霧有雪。此類型氣候又可分為二型，分別為（引自呂金誠，1999）：

1. AC'₂ra'：涼而多溼，全年不缺水，分布海拔 2,000 m 以上。
2. AC'₁ra'：冷而多溼，僅止於玉山等最高山峰及其附近，亦即海拔 3,000 m 以上者，冬寒，有積雪。

四、植群社會

雪山東峰從武陵農場之登山口起，經七卡山莊、哭坡至雪山東峰，其水平距離為 5,000 m，爬升高度約為 1,000 m，由於海拔與氣溫之變化，形成各種不同的植物社會。從登山口至七卡山莊(2,460 m)為櫟林帶之上層，林冠層主要為狹葉高山櫟（*Cyclobalanopsis stenophylloides*）、三斗石櫟（*Pasania hancei*）、高山新木薑子（*Neolitsea acuminatissima*）等樹種，在崩塌或火燒之干擾地常形成以臺灣二葉松（*Pinus taiwanensis*）、臺灣赤楊（*Alnus formosana*）等樹種為主之林相。自七卡山莊至雪山東峰(3,201 m)沿線植相即為鐵杉、雲杉林帶，林冠層有鐵杉、臺灣雲杉及臺灣冷杉（*Abies kawakamii*）、巒大花楸（*Sorbus randaiensis*），沿線草生地主要為玉山箭竹、高山芒植群（呂金誠，1999）。此次遭到火燒之植群主要為玉山箭竹及其他高山草本植物。

肆、材料與方法

一、資料蒐集與整理

首先蒐集與玉山箭竹有關之基本資料，包括相關形態、解剖、分類方式、生長情形、物候、遺傳變異等，以初步瞭解玉山箭竹之概況；另外對於前人的研究文獻亦加以蒐集、整理。

二、物候及形態之觀察

(一) 調查時間

自 2001 年 8 月起開始調查，針對雪山東峰北面坡之玉山箭竹，於 4 個開花區各選擇 50 株為樣株，共 200 株，每二星期調查一次為原則，觀察花序及其生長變化。

(二) 各物候特徵之判斷

將玉山箭竹的物候現象區分為 6 個時期，並以樣株半數或半數以上達各時期，則定玉山箭竹為此時期物候現象。6 個物候期之定義如下：

1. 抽芽期：新芽苞抽出至芽全部開放的期間。
2. 展葉期：芽苞中皺褶幼葉出現至葉片完全展開。
3. 開花期：當花芽抽出，形成穗狀花序且由綠色轉為紫紅色，小花打開，花藥外露，至花藥萎縮，花序變為枯黃色為止。
4. 果熟期：花藥已萎縮，此時花序內漸漸充漿呈現胚乳狀，直至果實成熟掉落時。
5. 枯黃期：植株之地上部呈現枯黃之狀態。
6. 發筍期：地下莖之芽苞膨大露出地面，直至展第一個葉片為止。

三、生長情形及結實率的計算

為瞭解火燒後的玉山箭竹生長情形與開花之關係，量測 4 個樣區中所有樣株的植株高度、稈徑、葉長、葉寬及單一花序的小穗個數。利用逐步迴歸（Stepwise regression）的統計方式計算。另外於每一樣株中隨機取一個花序，統計單一小穗中每一小花結實情形，算出其結實率。

伍、結果

一、玉山箭竹之物候

雪山東峰的玉山箭竹於 2001 年 2 月中旬受到火燒之干擾，經過 6 個月後，發現火燒只將玉山箭竹之地上部燒毀，其地下莖未受到影響，因此玉山箭竹從已燒過之部位抽出新的竹稈（圖 2）。自 2001 年 8 月至 2002 年 11 月雪山東峰玉山箭竹物候調查結果如表 1 所示，玉山箭竹於 2001 年 8 月至 11 月大量開花，且於同時期展葉；10 月上旬漸進入果熟期；11 月中旬時植株之葉片漸由先端枯黃；12 月中旬，葉片已枯黃，但花序部位尚為紫紅色；直至 2002 年 3 月中旬，植株完全乾枯，偶有零星新葉長出，此時可發現部分之果穗掉落於土壤中。

於 2002 年 5 月上旬發現玉山箭竹又有開花之現象，而且是從乾枯之植株繼續抽出花芽長成花序，此時之花芽為綠色漸轉為紫紅色，此時亦為抽芽期及展葉期；6 月為冒筍期；直至 10 月進入果熟期，中旬葉片開始大量枯黃。在調查過程中發現，哭坡沿線的玉山箭竹於 2002 年 5 月零星開花，且花期較雪山東峰短，7 月進入果期，部分的植株於 9 月即已枯死。

表 1. 雪山東峰玉山箭竹 2001 年 8 月至 2002 年 11 月之物候觀察

年	2001					2002											
	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
發筍期																	
抽芽期																	
展葉期	—————																
開花期	—————																
果熟期			—————														
枯葉期				—————													

(一) 葉候調查結果

玉山箭竹於 2001 年 8 月至 11 月中旬為展葉期，此時可見枯葉宿存於竹稈上；11 月中旬葉片先端開始變黃，同一竹稈中並非全部變色，亦有零星展葉於竹稈上，12 月植株上之葉片幾乎全部枯黃，掉落或宿存於竹稈上，在此期間亦有零星植株抽芽展葉。2002 年 5 月開始展葉，且展葉並不同步，因此可以在一植株上觀察到新鮮葉片、正在枯黃葉片及已完全枯黃之葉片。

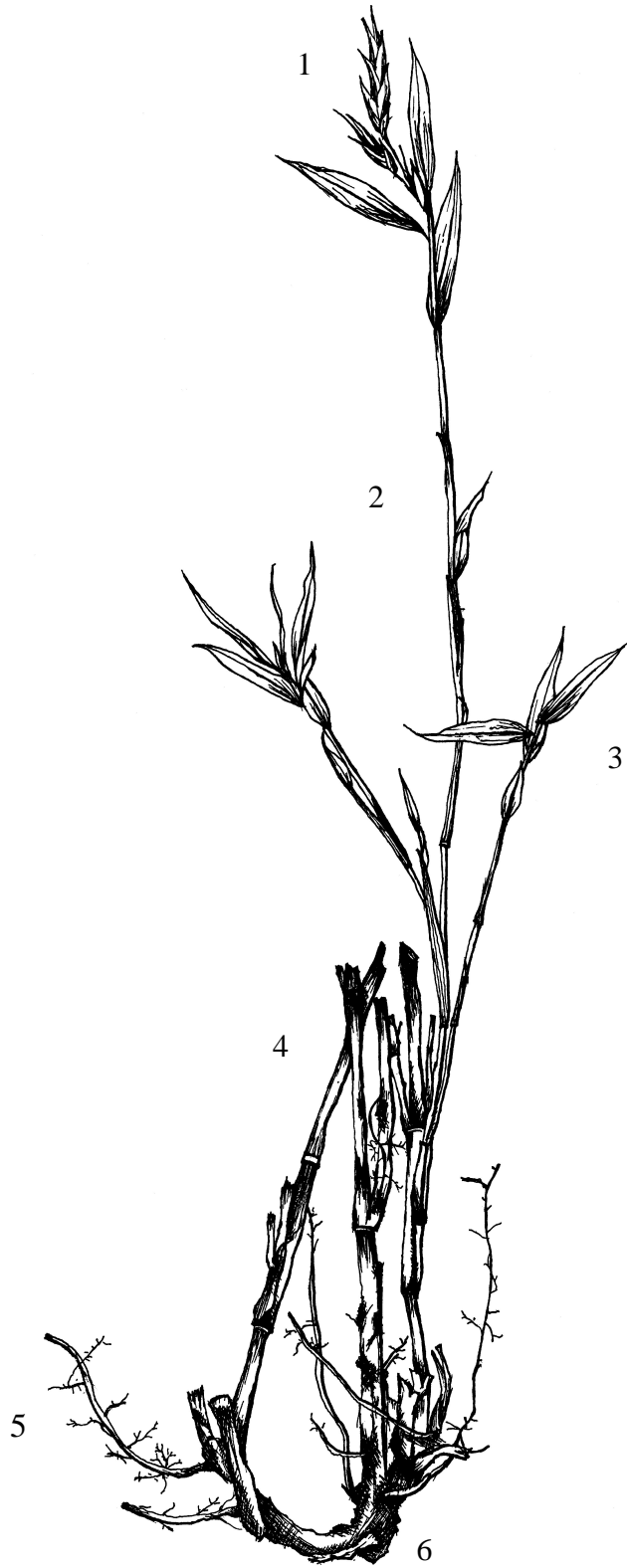


圖 2. 玉山箭竹萌櫟後開花植株：1.花序；2.萌櫟之竹稈；3.葉片；
4.受火燒之竹稈；5.根；6.地下莖。

(二) 花候調查結果

2001 年 8 月玉山箭竹大量開花，成熟之花序為紫紅色，開花時小花會打開，黃色花藥及白色柱頭露出，進行授粉作用。10 月初已授粉的小花漸漸充漿，開始結實；小穗中下方的小花顏色開始變為枯黃色，直至整個小穗完全變色。然於 2002 年 5 月初發現玉山箭竹繼續抽出花序，有些花序是從去年開花的竹稈繼續開花，因此可以在一開花竹稈上同時觀察到宿存的果穗及新抽出的花序。2002 年 8 月中旬花序開始變為枯黃色，但發現某些花序並未完全抽出花序即變為枯黃色。直至 11 月中旬為止，仍有少數植株開花。由圖 3 可以看出 2001 年 10 月及 2002 年 5 月為最多花藥外露的時候。

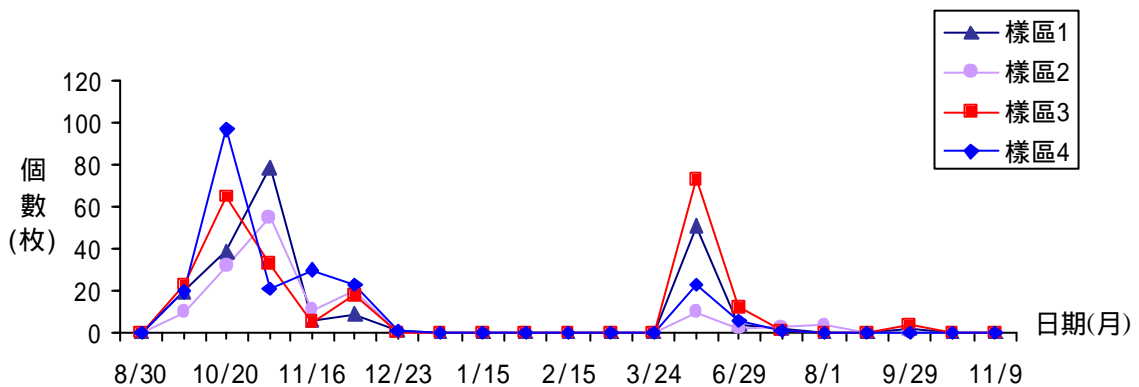


圖 3. 各樣區花藥外露變化量

(三) 果候調查結果

玉山箭竹果實為穎果 (Caryopsis)，一果穗中通常在下方的小花最先結實。2001 年 10 月初開始充漿，11 月初已結實的果穗膨大，可用手指摸出。當穎果成熟，果穗開始漸漸掉落，最後會剩下外穎 (lower glume) 及內穎 (upper glume) 等苞片構造，2001 至 2002 年各樣區的結實情形，如圖 4。

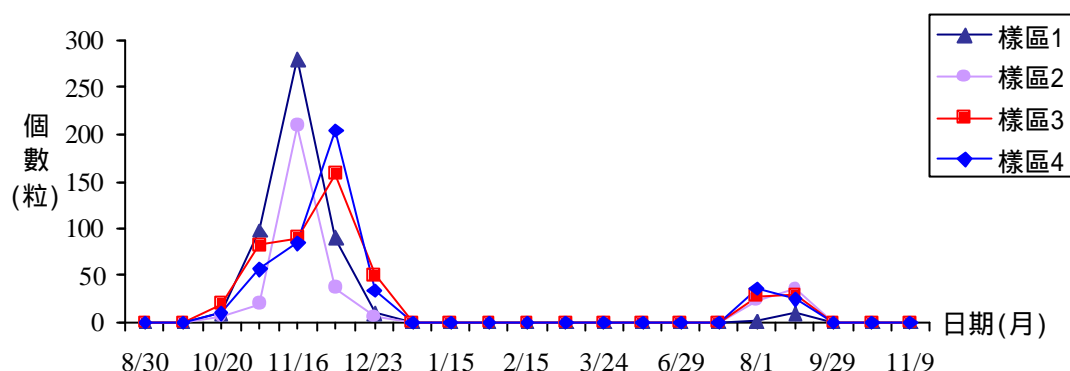


圖 4. 各樣區結實變化量

圖 5 為全部樣區花藥外露數量及結實個數。2001 年開花的玉山箭竹，花藥外露的數量較多，結實個數最多可達 663 粒；2002 年 6 月調查發現，玉山箭竹的花序尚未完全抽出，即已將小花打開，露出花藥，隨即花序轉變為枯黃色，花藥外露的時間較短，因此 2002 年花藥外露的數量較 2001 年少，而順利結實的數量亦較去年少。

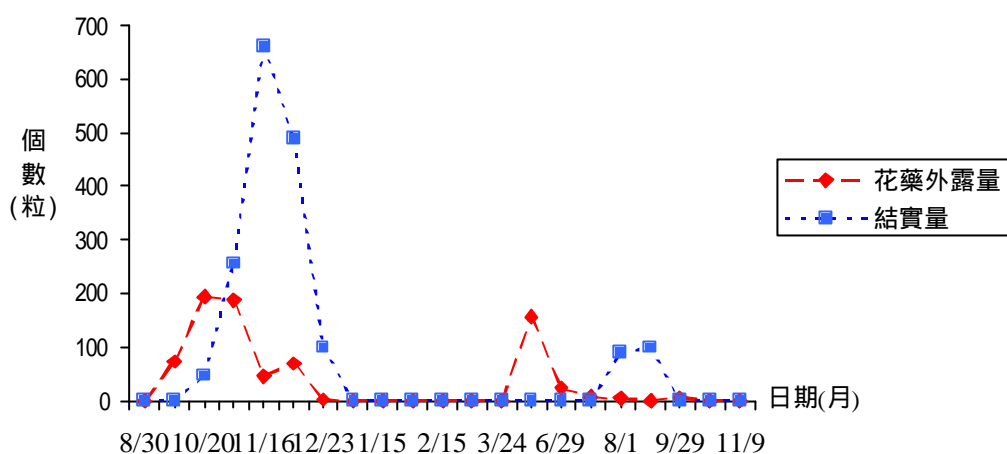


圖 5.全部樣區花藥外露及結實變化量

二、生長情形與結實率之計算

(一) 各樣區植株基本資料及結實率由表 2 可以看出各樣區中以樣區 4 的植株高度最高，稈徑也較大。而以單一小穗的結實率來看，以樣區 1 的結實率最高，樣區 2 的結實率最低。

表 2. 樣株基本資料及結實率

	平均高度 (cm)	平均稈徑 (mm)	平均葉長 (mm)	平均葉寬 (mm)	2001 年 結實率 (%)	2002 年 結實率 (%)
樣區 1	25.09	1.26	34.75	5.90	53.73	10
樣區 2	21.03	1.09	30.96	5.56	12.09	2.85
樣區 3	27.42	1.53	32.82	5.73	48.9	3.33
樣區 4	28.41	1.75	33.47	5.09	30.67	4.00
全區平均	25.48	1.41	33.00	5.57	36.00	5.05

(二) 經由統計分析顯示 (表 3), 萌蘗後的植株高度及葉片長度與植株開花有顯著的相關性, 表示植株高度愈高、葉片長度愈長, 其植株開花的數量愈多。

表 3. 逐步迴歸統計結果

	F-value	Sig.
植株高度	2.734**	0.001
稈徑	1.763	0.052
葉長	2.356**	0.006
葉寬	1.048	0.408

註：*號表示有顯著差異

(三) 2002 年 5 月調查時發現有開花之母稈已枯死, 全區之枯死率為 19%, 未枯死植株繼續開花之開花率約 85.8% (表 4)。

表 4. 樣株枯死率及存活植株之開花率

	樣株個數 (株)	樣株枯死 個數(株)	枯死率 (%)	未枯死植株之 開花個數(株)	未枯死植株之 開花率(%)
樣區 1	50	3	6	47	100
樣區 2	50	14	28	31	86.1
樣區 3	50	3	6	35	74.5
樣區 4	50	18	32	26	81.3
全區	200	38	19	139	85.8

(四) 採集已成熟之穎果，量測 100 粒種實的基本長寬資料，結果如表 5。

表 5. 玉山箭竹穎果基本資料 (百粒平均)

	平均值	最大值	最小值
長度 (cm)	0.55	0.66	0.43
寬度 (cm)	0.14	0.18	0.08
百粒重 (g)	0.7422	0.7471	0.7413

三、未火燒區之玉山箭竹開花情形

本研究調查發現，2002 年 5 月哭坡上的玉山箭竹亦有零星開花的情形。由於此地並未受到火燒之影響，因此植株高度較雪山東峰的樣株高度高。開花期約 5 月至 8 月中，結實情形並未發現，開花後即枯死。

陸、討論

一、玉山箭竹火燒後生長情形

在此次火燒中，玉山箭竹的根系及地下莖受到土壤完整的保護，沒有燒死，因此玉山箭竹從未焚毀的竹稈萌蘖，重新抽芽，長成竹稈。於 2001 年 11 月 3 日調查樣區內所有的樣株，植株平均高度約 25.48 cm，平均稈徑約 1.41 mm (表 2)，此時的雪山東峰已恢復原來景觀。

二、玉山箭竹開花情形

雪山東峰的玉山箭竹自 2001 年 8 月開花，由表 3 可以看出萌蘖後的玉山箭竹，其植株高度及葉片長度與開花數量有明顯的關係；植株高度愈高、葉片愈長，開花數量亦愈多。玉山箭竹可能利用風媒來授粉，開花時小花有 2 種情形：一為外稃 (lemma) 及內稃 (palea) 打開，花藥外露且

下垂，柱頭可以明顯地看見；另一種則只有花藥露出，無法看到柱頭。這與張文燕等（1992）研究五月季竹（*Phyllostachys bambusoides*）的開花結實情形有所不同；五月季竹又名剛竹，開花時稃片並不明顯張開，而只是將柱頭伸出稃外。

2001年11月中旬進入枯葉期，枯黃的葉片及葉籜宿存於竹稈上或掉落。此時將宿存的葉片及葉籜從竹稈分離，可發現竹稈仍為正常之顏色，未變為枯死之白色，表示玉山箭竹開花後並未完全死亡，植株狀況如表4。未枯死的植株繼續開花，開花率約85.8%。一般認為竹類開花後即會死亡，但某些散生竹種如桂竹（*Phyllostachys makinoi*）、石竹（*Phyllostachys lithophila*）、孟宗竹（*Phyllostachys heterocycla*）等，開花後不會立即死亡，直到母稈死亡之前，會繼續開花歷時1-2年（呂錦明，2001）。直至目前為止尚未發現到有種子苗產生，這與陽明山國家公園包籜矢竹開花的情形有明顯的不同（韓中梅、黃生，2000）。

2002年5月植株繼續開花，從已開花的枝條抽出新的花序，然而有些植株的花序還沒完全抽出即已變為枯黃色。推測可能的原因是玉山箭竹的花序還沒完全抽出，植株的養分即已流失，無法繼續提供花序生長的營養，結實狀況去年較差（圖5）。當顯花植物（flowering plant）到達一定的生理年齡極有可能會開花，此時若植物體的內在條件已經準備好，再加上環境的誘發，植物體便會開花（杜凡等，2000）。雪山東峰的玉山箭竹在火燒之前可能已經做好開花的準備，一經由火燒的干擾，玉山箭竹便萌蘖進而開花。因此火燒可能是促進開花原因之一，但也要植株本身的配合才可以誘發。

三、玉山箭竹結實情形

2001年的結實率為36%，2002年的結實率為5.5%（表2）。由於2002年的花序尚未完全抽出即已枯黃，因此結實情形較2001年差。雖在樣區中發現有種子掉落，但仍未見到種子苗之萌發。而陽明山國家公園的包籜矢竹（韓中梅、黃生，2000），2000年的結實率為67%，並有小苗的更新情形這與雪山東峰玉山箭竹的情形有所不同。

柒、建議

- 一、 由於目前玉山箭竹持續有開花的情形，應繼續觀察玉山箭竹物候之變化，擬進行加以長期監測。
- 二、 本研究區於 2001 年 2 月發生火燒，為瞭解火燒對於高山生態系之影響，應設立樣區進行長期生態監測。
- 三、 對於玉山箭竹開花之現象及火燒對於高山生態系之影響，其研究成果可撰寫為解說教育手冊，提供社會大眾解說教育之題材。
- 四、 做為環境解說教育資料之結論如下：

玉山箭竹為臺灣中高海拔地區之優勢族群，在空曠的高海拔地區常形成高山草原。由於玉山箭竹係屬於禾本科之竹亞科，大多利用地下莖來拓展其範圍，而且很少有開花情形發生，因此對於玉山箭竹的開花情形不是很清楚。在 2001 年 8 月發現雪山東峰的玉山箭竹有小規模的開花情形，這些已開花的箭竹大多是從受火燒後所殘留的竹稈萌蘖出來，可見 2001 年 2 月的火燒對於玉山箭竹影響並不大。然而一般認為竹類開花後即會死亡，但雪山東峰的玉山箭竹在開花後並未死亡，反而在翌年繼續開花結實，這情形與一般社會大眾的認知有所不同。

- 五、 本研究區為攀登雪山主峰之熱門路線，沿途植物社會豐富，具有許多可觀賞之植物，建議可將沿線植物做詳細的物候調查，以提供豐富的解說教育。
- 六、 長期研究記錄表格如下：

捌、引用文獻

- 王仁禮 (1970) 臺灣竹族植物之花粉粒形態研究。林業試驗所報告第 192 號。
- 王忠魁 (1974) 臺灣高山草原之由來及其演進與亞極? 落之商榷。生物與環境專題研討會講稿集, 第 1-16 頁。中央研究院刊印。
- 王子定、陳明義 (1971) 臺灣竹類開花之研究。臺大實驗林報告第 87 號。
- 伍淑惠 (1999) 臺灣大學附設山地實驗農場梅峰地區植物相與植群之研究。國立臺灣大學森林學研究所資源保育組碩士論文。
- 何春蓀 (1986) 臺灣地質概論。經濟部中央地質調查所。
- 呂金誠 (1990) 野火對臺灣主要森林生態系影響之研究。國立中興大學植物學研究所博士論文。
- 呂金誠 (1999) 武陵地區雪山主峰線植群調查與植栽應用之研究。內政部營建署雪霸國家公園管理處研究報告。
- 呂理昌 (1990) 玉山國家公園植物開花物候週期之研究 (塔塔加 玉山主峰)。內政部營建署玉山國家公園管理處。
- 呂錦明 (1985) 麻竹種子發芽與種子苗之培育。臺灣省林業試驗所試驗簡報 第 002 號。
- 呂錦明 (2001) 竹林之培育及經營管理。行政院農業委員會林業試驗所。86 頁。
- 李聲銘 (1997) 應用逢機擴大多型性核酸技術研究玉山箭竹族群之遺傳變異。國立中興大學植物學研究所碩士論文。
- 杜凡、薛嘉榕、楊宇明、輝朝茂、王涇 (2000) 15 年來雲南竹子的開花現象及其類型研究。林業科學 36 (6): 57-68。
- 林維治 (1961) 臺灣竹科植物分類研究。林業試驗所報告第 69 號。
- 林維治 (1974) 竹花形態之研究。林業試驗所報告第 248 號。

- 林維治 (1976) 臺灣竹亞科植物之分類 (續)。林業試驗所試驗報告第 271 號。
- 林國銓、黃吳清標、劉哲政 (1997) 福山試驗林天然闊葉樹之物候現象。臺灣林業科學 12 (3): 347-353。
- 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。
- 柳楮 (1986) 竹類之形態與竹類群落之特性。現代育林 2 (1): 20-26。
- 高清 (1972) 麻竹開花之生理。臺灣農業 8 (4): 208-218。
- 陳正祥 (1957) 氣候之分類與分區。林業叢刊第七號。國立臺灣大學農學院實驗林。
- 陳明義 (1986) 竹類之開花。現代育林 2 (1): 67-76。
- 郭寶章、張明洵 (1984) 玉山箭竹之生態及防除。中華林學季刊 17 (1): 33-51。
- 張文燕、馬乃訓、吳玲玲、黃樹田、張靜文 (1992) 五月季竹開花結實的研究。竹子研究匯刊 11 (2): 15-25。
- 曾麗蓉 (1999) 惠蓀林場臺灣榕開花物候與授粉生態之研究。國立中興大學森林學系碩士論文。
- 楊金昌、王亞男、姜家華、賴裕芳 (1998) 塔塔加地區臺灣雲杉、臺灣鐵杉及玉山箭竹物候學之初步研究。中華林學季刊 31 (3): 251-263。
- 劉棠瑞、蘇鴻傑 (1983) 森林植物生態學。臺灣商務印書館。臺北。
- 劉業經、呂福原、歐辰雄、賴國祥 (1984) 臺灣高山箭竹草生地之植物演替與競爭機制。中華林學季刊 17 (1): 1-32。
- 劉業經、歐辰雄、呂金誠 (1986) 臺灣之竹類及分布。現代育林 2 (1): 3-19。
- 應紹舜 (1976) 雪山地區高山植群之研究。中華林學季刊 9 (3): 119-136。
- 韓中梅、黃生 (2000) 陽明山地區矢竹族群生態及遺傳研究。內政部營建署陽明山國家公園管理處。

- Brandis, D. (1899) Biological notes on Indian bamboos. *Indian Forester* 25:1-25.
- Hsiao, J. Y. and L. H. Rieseberg. (1994) Population genetic structure of *Yushania niitakayamensis* (Bambusoideae, Poaceae) in Taiwan. *Molecular Ecology* 3:201-208.
- Hsiao, J. Y., B. H. Wang, and L. H. Rieseberg (1996) Microgeographic allozyme variation in Yushan can (*Yushania niitakayamensis*, Poaceae). *Plant Species Biol.* 11:207-212.
- Janzen, D. H. (1976) Why bamboos wait so long to flower. *Ann. Rev. Eco. Syst.* 7:347-391.
- Keeley, J. E., W. J. Bond (1999) Mast flowering and semelparity in bamboo: The bamboo fire cycle hypothesis. *The American Naturalist* 154(3):383-391.
- McClure, F. A. (1966) *The Bamboos, A fresh perspective*. Harvard University Press.
- Makita, A. (1992) Survivorship of a monocarpic bamboo grass, *Sasa kurilensis*, during the early regeneration process after mass flowering. *Ecological Research* 7:245-254.
- Makita, A., Y. Konno, N. Fujita, K. Takada, and E. Hamabata (1993) Recovery of a *Sasa tsuboiana* population after mass flowering and death. *Ecological Research* 8:215-224.
- Ramanyake, S. M. S. D., K. Yakandawala (1998) Incidence of flowering, death and phenology of development in the Giant Bamboo (*Dendrocalamus giganteus* Wall. ex Munro). *Annals of Botany* 82:779-785.

照片說明

照片一 雪山東峰玉山箭竹生育地情形

照片二 火燒後萌蘖之玉山箭竹

照片說明

照片三 開花之植株

照片四 新舊花序近照

照片說明

照片五 玉山箭竹之穎果