

陽明山國家公園

包籜矢竹物候及採筍效應之研究

陽明山國家公園管理處
委託辦理

中 華 民 國 九 十 九 年 十 二 月

本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見

陽明山國家公園

包籜矢竹物候及採筍效應之研究

The impacts of environment and harvest on the
shoot production of dwarf bamboo
in Yangmingshan National Park, northern Taiwan

受委託者：中國文化大學生命科學系

研究主持人：傅木錦 教授

協同主持人：廖啟政 助理教授

研究助理：徐夢婷

陽明山國家公園管理處

委託辦理

中華民國九十九年十二月

本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見

目 次

表 次.....	III
圖 次.....	IV
摘要.....	VII
Abstract.....	XI
第一章、緒論.....	1
第一節、前言.....	1
(一)、研究緣起.....	1
(二)、包籜矢竹.....	2
第二節、研究目標.....	3
(一)、包籜矢竹物候資料.....	4
(二)、自然干擾對於包籜矢竹族群結構的影響.....	4
(三)、採筍對於包籜矢竹的影響.....	4
(四)、矢竹與芒草、闊葉樹的競爭.....	4
(五)、植物多樣性.....	5
(六)、環境因子監測.....	5
第三節、研究方法.....	6
(一)、環境概述.....	6
(二)、樣區設置及族群基本資料.....	6
(三)、刈除竹稈效應.....	7
(四)、矢竹筍生長動態.....	10
(五)、採筍效應.....	10
(六)、矢竹森林交界帶.....	11
(七)、矢竹森林交界帶之環境因子監測.....	12
(八)、矢竹草原交界帶.....	14
(九)、矢竹採筍戶及種植戶訪問.....	14
第二章、結果與討論.....	17
第一節、矢竹族群基本資料.....	17
(一)、竹稈族群結構.....	17
(二)、竹筍族群結構.....	21
第二節、刈除竹稈效應.....	24
(一)、刈除竹稈對竹筍數量的影響.....	24
(二)、刈除竹稈對竹筍生長速率的影響.....	27
第三節、竹筍生長動態及採筍效應.....	28
(一)、竹筍萌發之季節性變化.....	28
(二)、竹筍生長量之季節變化及採筍效應.....	28
(三)、採筍效應.....	32
(四)、竹筍死亡率.....	33
(五)、竹筍生長速率.....	33
第四節、闊葉樹小苗與上層樹冠層的關係.....	34
(一)、闊葉樹的分布.....	34
(二)、闊葉樹冠層分布對小苗分布的影響.....	36
第五節、環境因子監測.....	41
(一)、環境因子變化趨勢.....	41

(二)、環境因子與植物組成之相關性.....	44
第六節、矢竹草原交界帶	64
(一)、2007 年樣區調查結果.....	64
(二)、2009 年樣區調查.....	66
第七節、矢竹採筍戶及種植戶訪問	68
(一)、種植與經營.....	68
(二)、產量與採收.....	68
(三)、2000 年開花之影響.....	69
第三章、結論與建議	71
第一節、結論	71
第二節、建議事項	73
附錄一、矢竹訪談紀錄	75
附錄二、會議記錄	79
第一次期中審查會議紀錄.....	79
第二次期中審查會議紀錄.....	84
第三次期中審查會議紀錄.....	88
期末審查會議紀錄.....	91
參考書目	97

表次

表 一：矢竹動態樣區基本資料.....	8
表 二：包籜矢竹與芒草推移帶樣區的座標位置	14
表 三：不同干擾樣區內新筍數量及顯著性差異檢定(Mann-Whitney U test)。	
括弧內的數字代表樣區新筍數量的平均值	25
表 四：不同生長季節竹筍產量.....	30
表 五：樣帶內背風坡面之闊葉樹種類及相對覆蓋度	35
表 六：迎風坡面之闊葉樹種類及相對覆蓋度	36
表 七：樣帶迎風坡（左側）及背風坡（右側）小苗種類及數量	37
表 八：2010 年發佈警報之侵台颱風	41
表 九：向風面及背風面的平均風速及顯著性差異檢定（t-test）	42
表 十：溪谷及稜線生育地之竹稈族群及竹筍生產力比較	71
表 十一：可採收竹筍（基部直徑 > 1.0 cm），約只佔總竹筍數量的 5~10% 之間.....	71

圖次

圖 一：鞍部測候站每月雨量分布圖 (2001 年 ~ 2009 年)，上下標線為標準誤(S. E. standard error).....	7
圖 二：鞍部測候站每月平均溫度及最高、最低溫度分布圖 (2001 年 ~ 2009 年)，上下標線為標準誤(S.E. standard error).....	7
圖 三：陽明山國家公園小觀音山區矢竹研究樣區位置	9
圖 四：小觀音山溪谷生育地及兩組微氣象測候站	11
圖 五：背風坡的背風坡 (圖片上方) 及迎風坡包籜矢竹林內(圖片下方)的兩組微氣象測候站.....	12
圖 六：背風坡潤葉林內的微氣象站，左圖為資料紀錄器，右圖為兩支風速計，分別為 5.5 m 和 3 m 高	13
圖 七：迎風坡包籜矢竹林內的微氣象測候站，中間及右分別為風速計及資料紀錄器.....	13
圖 八：芒草及包籜矢竹樣區之界樁	15
圖 九：小觀音山矢竹樣區竹稈基部直徑 (左圖) 及高度 (右圖) 的分布	17
圖 十：小觀音山矢竹樣區竹稈高度與直徑之相關性回歸	18
圖 十一：竹稈高度、直徑與生物量的相關性	18
圖 十二：小觀音山溪谷及稜線樣區竹稈數差異，柱狀圖的上下標線代表標準誤 (S.E. standard error)	18
圖 十三：小觀音山矢竹樣區溪谷 (左圖) 及稜線 (右圖) 之竹稈直徑 (上圖) 及高度 (下圖) 分布.....	19
圖 十四：小觀音山溪谷及稜線竹稈直徑 (左圖) 及高度 (右圖) 之差異，柱狀圖的上下標線代表標準誤 (S.E. standard error)	20
圖 十五：溪谷及稜線樣區之竹稈平均密度(左圖)及 20 根竹稈平均重量(右圖)，柱狀圖之上下標線為標準誤 (S.E. standard error)	21
圖 十六：小觀音山矢竹樣區竹筍基部直徑分布	21
圖 十七：小觀音山溪谷及稜線，樣區設置初期紀錄之新筍數量，柱狀圖上下標線為標準誤 (S.E. standard error)	22
圖 十八：溪谷樣區 (左邊) 及稜線樣區 (右邊) 之竹筍基部直徑比較	23
圖 十九：溪谷及稜線樣區內，竹筍基部直徑平均值，柱狀圖之上下標線為標準誤 (S.E. standard error)	23
圖 二十：2009 年秋季，溪谷(實心柱狀圖)及稜線(空心柱狀圖)施行不同程度的人為干擾，紀錄竹筍生長季的產量差異。相同的英文字母代表統計檢定沒有顯著差異($p < 0.05$)。柱狀圖上的上下標線代表標準誤(stander error)。	24
圖 二十一、2010 年春季，溪谷(實心柱狀圖)及稜線(空心柱狀圖)施行不同程度的人為干擾，紀錄竹筍生長季的產量差異。ANOVA 統計檢定後各數值之間完全沒有顯著差異($p = 0.095$)。柱狀圖上的上下標線代表標準誤(stander error).....	26
圖 二十二、2010 年秋季，溪谷(實心柱狀圖)及稜線(空心柱狀圖)施行不同程度的人為干擾，紀錄竹筍生長季的產量差異。相同的英文字母代表統計檢定沒有顯著差異($p < 0.05$)。柱狀圖上的上下標線代表標準誤(stander error)。	27
圖 二十三：不同干擾程度的樣區，竹筍生長速率與時間的關係。數值代表	

平均值，上下標線為標準誤(standard error)	28
圖 二十四：樣區內竹筍出現之平均數量，小觀音山區竹筍呈現出季節變化 (上圖)，稜線及溪谷有相同的趨勢，(上下標線為標準誤，standard error).....	29
圖 二十五：樣區內竹筍平均數量之月變化，調查時間自 2009 年 7 月至 2010 年 11 月(上下標線為標準誤，S.E., standard error).....	30
圖 二十六：不同生長季之間，樣區內竹筍平均數量之變化，分別為 2009 年秋季及 2010 年春秋兩季 (上下標線為標準誤，S.E., standard error).....	31
圖 二十七：溪谷及稜線生育地竹筍複查，3 個生長季中，樣區內所有出現 新筍數量平均，柱狀圖之上下標線為標準誤(S.E. Standard Error).....	31
圖 二十八：樣區複查時，樣區內新筍予以刈除或保留，樣區內的新筍數量 平均值，柱狀圖上下標線為標準誤(S.E. Standard Error).....	32
圖 二十九：不同生育地之竹筍高度生長速率變化(實心圓為溪谷；空心方 形為全部樣區；空心圓為稜線。上下標線為標準誤 (S.E. , standard error))	34
圖 三十：樣帶內闊葉樹之覆蓋度，每一柱狀圖代表一個 $1 \times 1 \text{ m}^2$ 樣區 X 軸 負值代表背風坡面，正值代表迎風坡面。	38
圖 三十一：樣帶內包籜矢竹之覆蓋度，每一柱狀圖代表一個 $1 \times 1 \text{ m}^2$ 樣區， X 軸負值代表背風坡面，正值代表迎風坡面。	39
圖 三十二：樣帶內闊葉樹小苗數量分布圖，虛線為 $1 \times 1 \text{ m}^2$ 樣區界線.....	40
圖 三十三：小觀音山區 2-4 月迎風坡面及背風坡面之風速，綠色為迎風面 矢竹冠層，藍色為背風坡面闊葉樹冠層，紅色為背風坡面矢竹冠層	46
圖 三十四：小觀音山區迎風坡面(紅色)及背風坡面(藍色) 2-4 月之大氣 相對濕度.....	49
圖 三十五：小觀音山區迎風坡(紅色)及背風坡面(藍色) 2-4 月之土壤濕 度.....	52
圖 三十六：小觀音山區迎風坡(紅色)及背風坡面(藍色) 2-4 月之土壤溫 度.....	55
圖 三十七：小觀音山區迎風坡面(紅色)及背風坡面(藍色) 2-4 月之大氣 溫度.....	58
圖 三十八：小觀音山區迎風坡面及背風坡面葉面溫度，藍色為背風坡面矢 竹葉溫，紅色為背風坡面黑星櫻葉溫，綠色為迎風坡面矢竹葉溫，褐色 為迎風坡面江某葉溫.....	61
圖 三十九：芒草及包籜矢竹樣區之位置及穿越線(黃生 <i>et al.</i> , 2007).....	64
圖 四十：2000 年箭竹大量開花的景象(上)與 2006 年重回同一拍照場景 (下)原來的箭竹領地已有大面積遭芒草入侵(黃生 <i>et al.</i> , 2007).....	65
圖 四十一：芒草及包籜矢竹穿越線樣區，56 個方格樣區的竹芒比例圓餅圖， 顯示箭竹與芒草之間的優勢程度(黃生 <i>et al.</i> , 2007).....	66
圖 四十二：2010 年拍攝的包籜矢竹與芒草生長範圍，與黃生等(2007)所 拍攝的照片相比(圖 四十)，包籜矢竹已有擴張的趨勢	67

陽明山國家公園

摘要

關鍵詞：採筍，竹筍，環境因子，包籜矢竹，陽明山國家公園

一、研究緣起

包籜矢竹(*Pseudosasa usawai* (Hayata) Makino & Nemoto)所形成的矢竹草原是北部地區獨特的生態景觀，陽明山國家公園內主要分布於海拔 800-1000 公尺之間。本研究目的主要在於釐清：1. 包籜矢竹的族群結構、物候、密度、生長速率、竹筍的產量等基本資訊；2. 不同坡面之間，族群結構是否有差異，不同生育地之間的族群差異是否受到環境因子的影響；3. 人爲干擾部份則模擬人爲經營刈除竹桿及採筍對於矢竹族群結構或竹筍產量、生長速率及密度是否有影響，並比較不同生育地或人爲干擾的強度所造成的差異；4. 陽明山區的包籜矢竹與芒草及闊葉樹之間形成天然界線，是否受到環境因子或物種間競爭的影響；5. 矢竹林下及闊葉林下的植物多樣性；6. 環境因子的長期監測，以瞭解不同坡面的微環境與物種分佈的關係。

二、研究方法及過程

在小觀音山區的溪谷及稜線生育地分別設置四種不同干擾狀態的 1×1 平方公尺樣區共 72 個，樣區的干擾狀態分別爲完全刈除地上部的樣區 12 個(100% disturbance)、刈除一半竹桿及所有新筍的樣區 12 個(50% disturbance)、僅刈除新筍的樣區 6 個(cut shoot)、對照樣區 6 個(0% disturbance)。設置樣區時，測量樣區內的竹桿及竹筍的數量、直徑、高度並稱重，之後每 2 周複查樣區，將不同干擾狀態的樣區各分成兩組，一組保留樣區內新增的竹筍並編號，另一組刈除新增的竹筍。

爲分析矢竹與闊葉樹之間天然界線形成的可能原因，在溪谷生育地的向風面及背風面設立兩個微氣象測候站，紀錄風速、大氣溫度、大氣濕度、土壤溫度、土壤濕度、葉溫等，並設置 60 公尺長，2 公尺寬的樣帶 3 條，調查並分析闊葉樹小苗的生長是否受到環境因子或物種間競爭的影響。

三、重要發現

稜線及溪谷生育地分別位在迎風面及背風面，包籜矢竹在這兩個生育地中表現出不同的族群結構差異。溪谷生育地的矢竹竹稈表現出較大的平均直徑、高度、重量，但有較低的竹稈密度及硬度(以密度 g cm^{-3} 表示)，竹筍也以溪谷的直徑較大、高度較高、重量較重，硬度(g cm^{-3})較低。

竹筍產量最高的時期約是在每年的 2~3 月及 8~9 月。研究時間跨過三個生長季，竹筍產量表現出相當大的差異。在樣區設置時，兩個生育地之間的竹筍數量並沒有顯著差異。干擾之後的第一個生長季，即 2009 年 9 月的竹筍產量約每平方公尺 7.72 根，但 2010 年的春季及秋季則增加到 9.18 及 10.03 根，有漸漸增加的趨勢。溪谷的竹筍有減產的趨勢，但稜線則有增加的趨勢，由每平方公尺 6.36 根增加到 13.75 根。持續的採筍在初期對於竹筍產量沒有影響，但第三個生長季時，竹筍產量增加。竹筍的生長速率前兩周較快，約每週 40 cm。竹稈結構及竹筍產量的差異可能受到環境因子影響，小觀音山山頂屬於迎風坡面，強風所造成的生長壓力，改變竹筍的生長速率及生長密度，進而影響竹稈的族群結構。強烈的人為干擾初期會降低竹筍的生產量，但竹筍的生產力在一年之後會恢復。

矢竹草原內的植物多樣性較低，闊葉樹小苗數量僅有闊葉林下的 1/10，此種差異主要與迎風坡及背風坡之間的風速、土壤水分及土壤溫度有相關。迎風坡的風速高、土壤水分低、土壤溫度的震盪幅度大，颱風季節的風速高於東北季風時的風速；土壤水分以夏季時較低，且受到降雨的影響相當大；土壤溫度以晴朗天氣的日夜溫差較大，迎風坡可達 4 °C 以上，而同一時間背風坡的日夜溫差僅達 2 °C。這些因子可能都是影響小苗生長及存活的原因，需要更進一步的研究才能釐清環境因子影響小苗的存活的機制。

四、建議事項

立即可行之建議

居民採筍已有相當長的歷史，部分開放民眾採筍是較為合理的保育經營管理方式。矢竹自 2000 年大規模開花之後，生長範圍已有恢復的趨勢，目前並沒有面臨立即的危機。若必須開放採筍，則建議在發筍季的末期停止採筍，以維持新生竹稈的數目。劃定採筍範圍，降低稜線的採筍壓力，有助於族群的穩定。採

筍人的實際採收數量及市場需求，對於經營管理是相當重要的資訊。

長期建議

長期監測採筍的影響有絕對的必要性。可建立監控樣區，或委託個人或學術單位長期監測。包箆矢竹在全球氣候變遷的前提下，極有可能受到採筍的壓力而縮小分佈面積。積極瞭解森林與矢竹之間的競爭關係，是瞭解矢竹未來發展相當重要的資訊。長期生態環境監測對於評估矢竹的未來發展將有其必要性。

陽明大學圖書館

陽明山國家公園

Abstract

Key words: artificial disturbance; bamboo shoot; environmental factor; *Pseudosasa usawai*; Yangmingshan National Park.

Introduction

The grassland composed by Usawai dwarf bamboo, *Pseudosasa usawai* (Hayata) Makino & Nemoto, is an important vegetation type in Yangmingshan National Park (YMSNP) located in northern Taiwan with distribution range about 800~1,000 m above sea level. Six objectives were investigated in this research. (1) The population structures, abundance, phenology, and growth rate of Usawai dwarf bamboo were studied by the sample plots in windward and leeward slopes. (2) Does the dwarf bamboo population structures and the production of bamboo shoots was different between habitats? What is the causal factor of these differences? (3) Artificial disturbance due to the management of Usawai dwarf bamboo farmland were established to quantify the effects on bamboo shoot production and growth rate. (4) In YMSNP, natural boundaries were formed between Usawai dwarf bamboo, broadleaf forests and *Miscanthus* grassland. The mechanism and environmental factors that shaped the boundary between dwarf bamboo and broadleaf forests in YMSNP was studied by collecting long-term climatic data. (5) The plant diversity of bamboo grassland, broadleaf forest and *Miscanthus* grassland. (6) The microenvironmental factors were monitored to understand the relationship with the species distribution and dynamics.

Material and method

The sample plots with four types of artificial disturbance were set on the valley and ridge of the Shiaoguaningshan. There were totally 72 sample plots each with 1 × 1 meter square distributed equally on the two habitats. The four types of disturbance were: 100% disturbance, all the bamboo culms and shoots within a plot were removed; 50% disturbance, half of the bamboo culms and shoots within a plot were removed; cut shoot, only bamboo shoot within a plot were removed; 0% disturbance, all the bamboo culms and shoots were preserved as a control plot. The basal diameter, height and weight of bamboo culms and shoots were recorded within all sample plots. New bamboo shoots within sample plots were repeatedly recorded every two weeks and those sample plots were divided into two groups, bamboo shoots of a plot were either

cut or preserved.

Two micro-environmental weather stations were established on the windward and leeward slope of valley habitats to record the wind speed, atmosphere temperature, relative humidity, leaf temperature, soil temperature, and soil water contents. Three transects across the boundary of dwarf bamboo and broadleaf forests were set to evaluate the formation of the transition zone. The coverage of trees and bamboo were recorded and the seedlings was assessed by their basal diameter, height, and tagged for further analysis.

Result and discussion

The culms number per meter square and hardness (g cm^{-3}) were lower in the valley habitat, whereas the basal diameter, mean height, and mean weight of bamboo culms in valley habitat were higher than that in ridge habitat. In addition, the bamboo shoots in valley had higher mean basal diameter, mean height and mean biomass, but lower density (g cm^{-3}).

This research lasted for three production seasons of bamboo shoots. The first was from Aug to Sep in 2009, and followed by Feb to Mar and Aug to Sep in 2010. The bamboo shoot showed largely variation among production seasons. Before Aug of 2009, the amounts of bamboo shoot were not significantly different between the valley and ridge habitat. In the first growing season from August to September, accumulated bamboo shoots in sample plots were two-folds higher in valley than in ridge habitat. The bamboo shoot production of the first growing season was 7.72 shoot per meter square, and increased to 9.18 and 10.03 shoot per meter square in spring and autumn of 2010. Harvesting bamboo shoots did not affect on the bamboo shoot production in the growing season of 2009. However, in the third bamboo shoot growing season, artificial disturbance appeared to stimulate and increase the production of bamboo shoots. The structures of bamboo culms and bamboo shoot productions were probably influenced by the environmental factors. Strong wind stress suppressed the bamboo growth rate and growing density in windward slope. Artificial disturbance decreased the bamboo shoot production in the first growing season, however, it might stimulate the bamboo shoot production in the following two growing seasons.

Broadleaf trees seedlings were 10 times higher on the floor of broadleaf forest than that in the bamboo grassland. Environmental factors significantly different between windward and leeward slopes might influence on the seedling distribution. The data from weather stations concluded differences of environmental factors between windward and leeward slopes. The windward slope had mean wind speed higher than leeward slope. The soil temperature on windward slope varied more than 4 °C between day and night and higher than that on leeward slope. The soil water contents were lower in windward slope. These environmental differences between windward and leeward slope was a major influencing factor on the vegetations and broadleaf tree seedlings.

Suggestion

Collecting bamboo shoots by local people last for long time since 100 years ago; therefore, sustainable use of natural resources by local communities may be a more reasonable management projects. The grassland ecosystem was not under immediate crisis of extinction according to our researches. However, harvesting bamboo shoots is a strong pressure on the grassland ecosystem, stop harvesting bamboo shoot at the end of the growing season is important for recovery and sustain of its population. For reducing the artificial disturbance, the bamboo population on the ridge is suggested to exclude from the harvesting activities.

The Usawai bamboo ecosystem was seriously stressed by the climate change, interspecies competition between *Miscanthus* and broadleaf and harvesting bamboo shoots. Long term ecological monitoring by sampling plots and microclimates weather station is absolutely important on the evaluating long term development of Usawai bamboo ecosystem.

陽明山國家公園

第一章、緒論

第一節、前言

(一)、研究缘起

由於社會及經濟上對於自然資源的需求，且當地人民的參與常常是自然資源能否永續利用的重要關鍵，因此在進行自然資源保育時，應當把人為利用自然資源劃入資源保育的計畫當中。然而資源永續利用及保育的規畫常常受到生態系統的大型事件所影響，並進一步影響到保育的規畫，這種生態上的事件雖然發生的頻率相當低，但卻從未有過相關的報導。

台灣北部陽明山區의 包籐矢竹生長在大屯山、七星山、竹子山及小觀音山山頂附近，族群分佈在 800 至 1000 公尺左右的山區，包籐矢竹所生產的箭竹筍是陽明山國家公園周圍居民的經濟來源之一。根據三芝鄉耆老的訪談，自從十九世紀末開始，陽明山區附近的包籐矢竹是居民的經濟來源之一，周圍的三芝鄉、金山鄉、萬里鄉等地區的民眾會到矢竹草原內採集矢竹筍(黃玉容, 1996)，採集矢竹筍是居民的副業，此種生產行為已經有百年的歷史(附錄)。由於採筍的歷史相當長，國家公園成立之後採筍活動仍然持續，並沒有辦法完全禁止，行政機構曾經透過採筍證發放的方式，嘗試對包籐矢竹進行經營管理。

草食動物放牧對於草生地有強烈的干擾作用，放牧有可能改變植物社會的空間分佈，影響生態系統功能(Adler *et al.*, 2000)，包括初級生產力、土壤營養鹽或微氣候環境等，或改變物種組成(Proulx and Mazumder, 1998)。包籐矢竹透過無性繁殖產生竹筍是主要的更新機制，人為採收竹筍對於包籐矢竹是相當大的干擾，主要是影響到竹筍生產數量及發筍過程，然而人為干擾是否造成竹筍的減產，或因為土壤營養鹽不足而影響後續的竹筍產量則完全沒有相關的資訊以供判斷，因而也無法估計人為干擾對於矢竹草原生態系的長期影響。包籐矢竹雖然也會透過開花、結果的方式延續族群，然而開花的週期超過 70 年以上，透過無性繁殖，開花後的個體才能夠繁衍成大面積的草原。

西元 2000 年前後，包籐矢竹大面積開花，矢竹開花之後導致大面積枯死，竹筍的產量大幅減少。雖然矢竹乾枯的區域由種子苗繁衍，然而箭竹筍產量並沒有立即恢復，至 2010 春筍採收為止，根據訪談的採筍人士估計，產量仍比開花

前少。造成當地居民經濟規畫上的困擾，也影響到保育經營的規畫。

(二)、包籜矢竹

台灣有三種矮竹 (dwarf bamboo)，常形成草原，多生長在山區稜線附近。生長在海拔 3000 m 以上山區者是玉山箭竹(*Yushania niitakayamensis* (Hayata) Keng)。另外兩種生長在低海拔的種類分別為包籜矢竹(*Pseudosasa usawai* (Hayata) Makino & Nemoto)及台灣矢竹(*Sinobambusa kunishii* (Hayata) Nakai)兩種，分布在陽明山國家公園山區的種類為包籜矢竹(林則桐, 1986; 徐國士 *et al.*, 1986)。

包籜矢竹秆高 1-5 m，直徑 0.5-1.5 cm，深綠色，秆直而硬，秆下部節上有氣生根。秆籜宿存，無毛，邊緣密生棕色軟毛，葉一簇 2-6，有時可達 12，橢圓型，長 10-30 cm，寬 1.4-4 cm，其生長形式屬於「側出合秆叢生」(林維治, 1976)，具有細長、橫走的地下莖，直徑約 1cm，由橫走的地下莖長出叢生的秆莖出來，再由叢生的秆莖基部生長出新的竹筍。包籜矢竹為台灣特有種，廣泛分布于全島低海拔 1,200 m 以下的地區，大多分布在山區稜線附近形成箭竹草原或與闊葉林混生。矢竹草原是台灣北部地區獨特的生態景觀，在陽明山國家公園範圍內的七星山、大屯山、小觀音山、竹子山區等海拔 800-1000 公尺之間，都有大面積的分布(徐國士 *et al.*, 1986; 賴明洲 and 李瑞宗, 1991)。

根據文獻的記載，本種最早由採自獅頭山的標本命名 (Hayata, 1916)，至 1988 年之間，都未曾有關於包籜矢竹開花的紀錄，1988 至 1998 年之間，陽明山區才陸續有小範圍開花的紀錄 (李瑞宗, 1992; 韓中梅 and 黃生, 2000)。1999 年，本種首度在陽明山國家公園範圍內紀錄到大面積開花的現象，持續至 2000 年。開花之後的矢竹植株枯死，再由種子萌發的竹苗進行更新，取代原有的族群(黃生 *et al.*, 2004)。

包籜矢竹開花之後的結實率約為 0.67 ± 0.21 ，不同山區之間，矢竹的結實率並沒有顯著差異(韓中梅 and 黃生, 2000)。種子苗經過 11 個月的平均存活率為 0.046 (韓中梅 and 黃生, 2000)。黃生等(2002)根據竹秆基部直徑的生長趨勢推測，種子苗發芽之後需要經過 3-6 年才能長成與成體基徑相當的竹秆 (黃生 *et al.*, 2002)。

由種子苗繁殖長成的矢竹草原，不同區域的樣區所計算出來的竹稈數量差異頗大，中湖樣區每平方公尺 25.5 枝竹稈、小油坑樣區 64.5 枝、大屯山樣區 168 枝、二子坪樣區 3.8 枝 (黃生 *et al.*, 2004)。密度差異是否與植物之間的競爭有關，或受到環境因子影響，則未在文章中討論。

學者研究包籜矢竹草原在經歷大面積開花及種子發芽更新之後，發現矢竹草原的邊緣有芒草入侵的現象 (黃生 *et al.*, 2007; 林思民, 2008)。然而，包籜矢竹的分布除了與芒草交會以外，會以純林的型態出現，或與森林交會，其生育地環境並不相同。林思民(2008)的研究中，僅有包籜矢竹與芒草之間的族群消長資料，而對於矢竹與闊葉林邊緣之間的竹稈數量及變化，則未進行探討。因此，由目前的研究結果，難以推測矢竹草原未來的族群變化。

包籜矢竹至少 80 年才開花一次，且竹稈於開花之後枯死，屬於單次結實 (monocarpic) 的種類。包籜矢竹的開花頻率相當低，種子更新並非族群動態的主要因素。在較短的時間尺度範圍內，族群變化應以根莖長出新筍補充竹稈為主，發筍的物候是探討矢竹族群變化的主要研究方向。包籜矢竹的生長、分佈是否受到環境因子影響，或受到氣候因子的影響，完全沒有相關的資料，因此，要長期的經營管理包籜矢竹草原，缺乏相關資料進行評估。

包籜矢竹除了受到與植物之間的競爭、氣候環境等自然因子的影響之外，雖然相關研究結果顯示採筍有助於新筍的萌發，但採筍的干擾強度與實驗過程的干擾強度是否相同，採筍的範圍，採筍的頻度等，都與新筍發芽有關，實驗過程並未探討這方面的相關性，因此需要更多的證據支持採筍與新筍萌發的相關性。

第二節、研究目標

本研究主要在釐清包籜矢竹的族群動態變化，以及自然干擾、人為干擾及環境因子對於矢竹族群動態的影響。研究目的包含：1. 矢竹的物候、密度、生長速率等不同生育地之間，是否包籜矢竹族群結構及矢竹筍的產量或密度有差異；2. 自然干擾部份，比較不同坡面的族群結構差異，族群差異表現出環境因子的作用力；3. 人為干擾部份則模擬不同採筍程度對於矢竹的族群結構或矢竹筍產量、生長速率及密度是否有影響，並比較自然干擾或人為干擾的強度及影響程度

的差異；4. 陽明山區的包籜矢竹與芒草及闊葉樹之間形成的天然界線，是受到環境因子或物種間競爭的影響，此機制對於包籜矢竹長期發展過程有重要影響；5. 矢竹林下及闊葉林下的植物多樣性；6. 環境因子方面則進行樣區的微環境監測，瞭解不同坡面之間族群變動與環境因子的相關性。具體的研究目標如下：

(一)、包籜矢竹物候資料

徐國士 *et al.* (1986)測量包籜矢竹新筍的生長量，分別於9月及3月選取新筍，測量其基徑、高度、生長量等。然而，除此之外，矢竹的萌芽、生長、凋亡等則沒有相關的資料。矢竹的物候資料對於其族群變遷、生物多樣性的改變，以及研究、保育、經營及管理，都是相當重要的資訊。建立包籜矢竹的物候資料為後續相關研究的第一步。

(二)、自然干擾對於包籜矢竹族群結構的影響

包籜矢竹生長於稜線附近，山區的向風面及背風面，風速的差異可能使得矢竹的族群結構顯現出差異 (賴明洲 and 李瑞宗, 1991)，此種差異可能影響到矢竹筍的密度、萌發速率及生長速率。並進而影響到矢竹竹稈的族群結構差異。

(三)、採筍對於包籜矢竹的影響

採筍是包籜矢竹所面對的人為壓力，然而此種干擾對於包籜矢竹的更新有何影響，目前並沒有資訊進行評估。因此，以實驗設計瞭解人為干擾與矢竹族群動態的相關性，以建立基本資訊，作為推估人為干擾與包籜矢竹族群動態的基礎。

除了實驗設計以外，採筍人對於採筍的活動，則可嘗試藉由訪談的方式加以釐清。以便在設計干擾實驗時，模擬採筍的干擾程度，以作為後續經營管理的參考。

(四)、矢竹與芒草、闊葉樹的競爭

包籜矢竹草原的面積增加或縮小，取決於矢竹與芒草之間、矢竹與闊葉林

之間的競爭，以及環境因子的影響。矢竹與芒草之間的交會帶已經有相關的報告進行評估，研究的結果認為芒草的分布面積有擴張的趨勢，包籜矢竹面積有縮小的趨勢 (黃生 *et al.*, 2007; 林思民, 2008)。若根據此結果的推論，在全球變暖的前提下，包籜矢竹草原的分布可能會被芒草取代。

然而，在陽明山國家公園各山區，包籜矢竹與芒草的海拔分布不同，芒草的海拔分布較包籜矢竹高，因此在全球變暖的前提下，包籜矢竹應該取代芒草成為較高海拔的優勢。此種推論結果與上述研究結果矛盾。應該注意到，此兩種植物的消長，是建立在矢竹大量開花的前提下所得到的結論，矢竹的新筍產生數量及生長速率是否會有相同的結論，則不得而知。並且，採筍的干擾與發筍的數量有關，而與竹子開花的相關性較低。

包籜矢竹的分布與闊葉樹之間形成轉換帶，此兩種類型的植物所形成的森林結構，上層為闊葉樹所形成的樹冠層，而下層則為包籜矢竹的冠層。溫帶地區有類似此種結構的森林，森林內的闊葉樹種小苗的生長會受到矢竹抑制，或甚至造成小苗的死亡。而在陽明山區的包籜矢竹草原，地被層的小苗是否受到矢竹或環境因子的影響則需要相關的研究加以證實。

要釐清此問題，除了需要有長期的監測資料進行判斷以外，也需要對環境因子進行監測，才能提出更合理的推論。

(五)、植物多樣性

包籜矢竹常呈群聚生長，竹稈生長區域內的密度相當高，其他植物出現的數量及頻度相當低。在矢竹與闊葉樹或矢竹與芒草轉換帶(transition zone)上，是否呈現出植物多樣性的差異，則沒有相關性的研究，而植物多樣性的差異是物種之間的競爭所造成，或是由於強大的環境壓力造成，也需要由環境因子的長期監測著手，才能得到進一步的資訊。

(六)、環境因子監測

雖然在陽明山國家公園範圍內，有鞍部測候站，對於瞭解陽明山區的氣候環境，有相當大的重要性。然而，鞍部測候站所累積的氣象資料，屬於中型尺度

的氣象資料，不足以代表包籜矢竹微棲地的變化。尤其在研究推移帶的物種空間分布類型，並對空間分布類型進行解釋時，微棲地的環境因子變化具有相當大的重要性。

微環境因子的監測主要在矢竹—森林的推移帶，陽明山區受到強烈季風的影響，終年強風、高濕度、高雨量，矢竹—森林之間的界線相當明顯，在推移帶上的微環境因子變化可能相當明顯，呈現出明顯的梯度變化。監測的環境因子包括風速、大氣溫度、大氣濕度、葉面溫度、土壤溫度、土壤濕度等因子。若矢竹—森林的微環境因子有明顯變化，則可以進一步進行實驗設計，檢測哪些環境因子會影響矢竹的族群動態與芒草原、森林之間的變化，及其影響機制。

第三節、研究方法

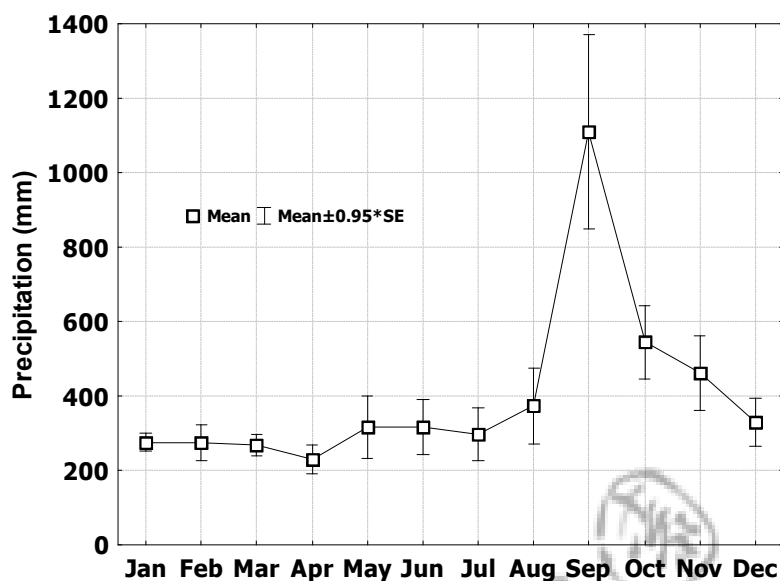
(一)、環境概述

研究樣區設置在陽明山國家公園區內的小觀音山附近，海拔高度約 950 m，由距離樣區約 1km 的鞍部測候站所得的氣象資料顯示，此區域終年潮濕，降雨量高，由冬季的東北季風及夏秋的颱風帶來相當高的雨量及雲霧 (陳文恭 and 蔡清彥, 1986)。由氣象局 2001 年至 2009 年的資料顯示，平均年降雨量可達 6,799 mm，九月份單月的平均降雨量甚至高達 1,000 mm (圖 一)。年均溫約 17.1 °C，一年之中的最高溫是七月份的 31.6 °C，最冷月是 1 月份 -0.9 °C (圖 二)。降雪的機率相當低。

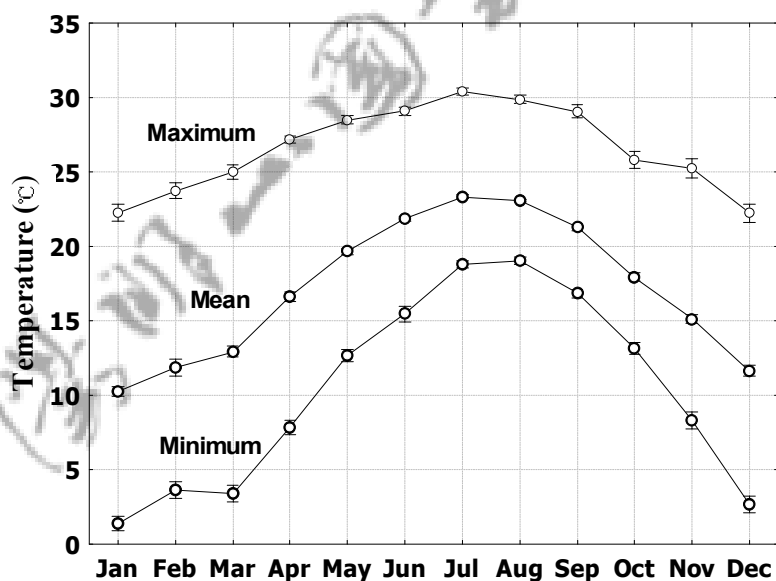
研究區域的土壤母岩主要是火成岩(Andesite)。土壤風化主要受到火山灰母質的影響很大 (蔡呈奇 *et al.*, 2008)，灰燼土(Andisols) 大多分布在海拔 700 m 以上 (蔡呈奇 *et al.*, 2008)。土壤主要為壤土或是砂質壤土，深度小於 50 cm，土壤酸鹼值在噴氣口附近為 3 至 4 之間，呈酸性土壤 (顏江河 and 李苑瑋, 2007)。

(二)、樣區設置及族群基本資料

為建立包籜矢竹的竹稈及竹筍的基本資料，選擇包籜矢竹草原設立樣區，於 2009 年 7 月開始，在巴拉卡公路上方小觀音山區的東南向溪谷及西北向稜線設立樣區，在東南向的溪谷設立 1 × 1 平方公尺的樣區 24 個，樣區內的每一根竹稈及竹筍皆測量其基徑、高度及數量，以建立不同生育地的矢竹族群基本資料。



圖一：鞍部測候站每月雨量分布圖（2001年～2009年），上下標線為標準誤(S. E. standard error)
（資料來自中央氣象局）



圖二：鞍部測候站每月平均溫度及最高、最低溫度分布圖（2001年～2009年），上下標線為標準誤(S.E. standard error)
（資料來自中央氣象局）

(三)、刈除竹稈效應

刈除竹稈是在第一次設置樣區的時候進行，四種不同程度的干擾，分別為：

1. 竹稈及新筍完全刈除樣區 6 個 (100% disturbance)；
 2. 刈除新筍及 50%竹稈樣區 6 個 (50% disturbance)；
 3. 僅刈除新筍樣區 6 個(cut shoot)；
 4. 不干擾樣區 6 個 (0% disturbance)。
- 各個干擾狀態的樣區，分別編號 1 至 6。西北向的稜線設立

完全相同的樣區 24 個。

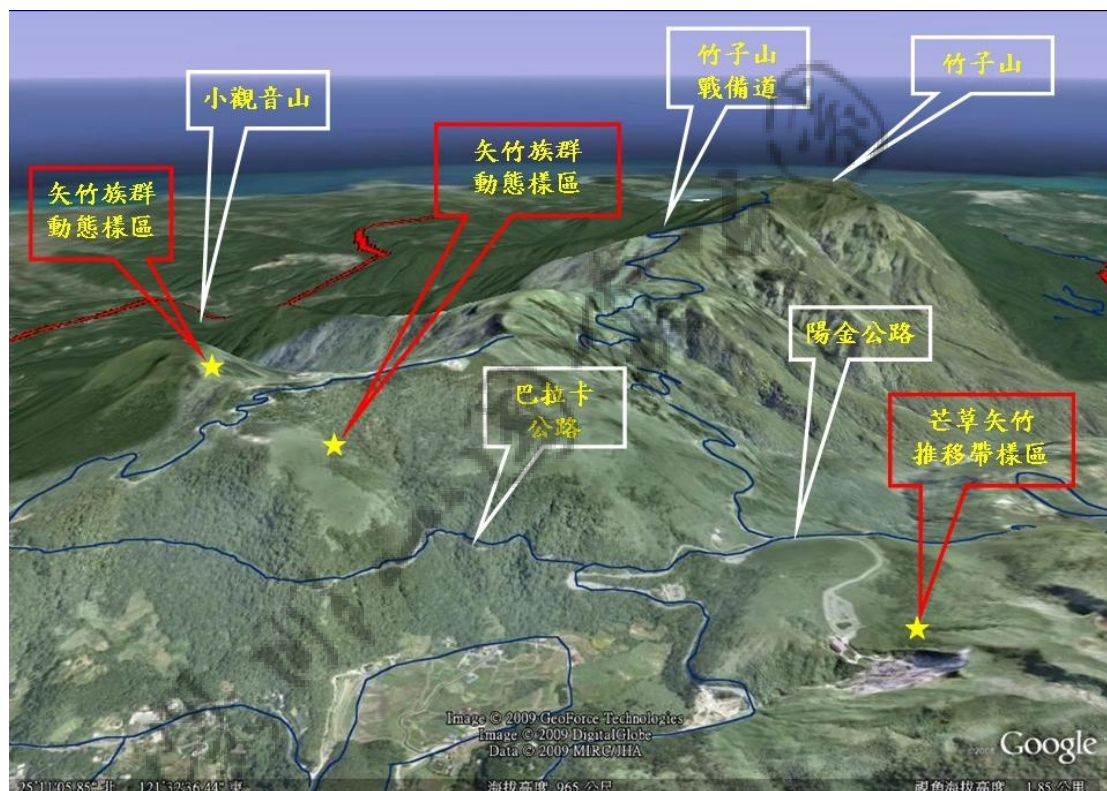
表一：矢竹動態樣區基本資料

Site	Disturbance	Plot No.	TM97-X	TM97-Y	Elevation (m)	site	Disturbance	Plot No.	TM97-X	TM97-Y	Elevation (m)
Valley	100% disturbance	1	304132	2786317	956	ridge	100% disturbance	1	303855	2786637	1017
Valley	100% disturbance	2	304135	2786313	949	ridge	100% disturbance	2	303857	2786637	1016
Valley	100% disturbance	3	304131	2786309	945	ridge	100% disturbance	3	303852	2786645	1015
Valley	100% disturbance	4	304130	2786305	940	ridge	100% disturbance	4	303850	2786645	1016
Valley	100% disturbance	5	304127	2786307	953	ridge	100% disturbance	5	303852	2786647	1019
Valley	100% disturbance	6	304123	2786309	954	ridge	100% disturbance	6	303847	2786657	1015
Valley	100% disturbance	7	304141	2786304	945	ridge	100% disturbance	7	303844	2786635	1021
Valley	100% disturbance	8	304128	2786303	952	ridge	100% disturbance	8	303844	2786637	1022
Valley	100% disturbance	9	304121	2786302	947	ridge	100% disturbance	9	303844	2786640	1021
Valley	100% disturbance	10	304123	2786300	954	ridge	100% disturbance	10	303843	2786641	1022
Valley	100% disturbance	11	304122	2786300	961	ridge	100% disturbance	11	303842	2786643	1020
Valley	100% disturbance	12	304119	2786298	955	ridge	100% disturbance	12	303842	2786645	1021
valley	50% disturbance	1	304142	2786314	954	ridge	50% disturbance	1	303852	2786632	1021
valley	50% disturbance	2	304138	2786313	950	ridge	50% disturbance	2	303854	2786636	1017
valley	50% disturbance	3	304139	278631	943	ridge	50% disturbance	3	303850	2786640	1016
valley	50% disturbance	4	304153	2786300	945	ridge	50% disturbance	4	303850	2786642	1021
valley	50% disturbance	5	304153	2786297	946	ridge	50% disturbance	5	303848	2786645	1022
valley	50% disturbance	6	304148	2786292	947	ridge	50% disturbance	6	303847	2786651	1018
valley	50% disturbance	7	304130	2786301	949	ridge	50% disturbance	7	303843	2786648	1017
valley	50% disturbance	8	304125	2786300	951	ridge	50% disturbance	8	303843	2786650	1017
valley	50% disturbance	9	304124	2786300	953	ridge	50% disturbance	9	303842	2786655	1017
valley	50% disturbance	10	304122	2786299	953	ridge	50% disturbance	10	303840	2786658	1017
valley	50% disturbance	11	304124	2786299	952	ridge	50% disturbance	11	303841	2786661	1016
valley	50% disturbance	12	304119	2786298	954	ridge	50% disturbance	12	303841	2786663	1015
valley	cut shoot	1	304145	2786304	945	ridge	cut shoot	1	303850	2786631	1029
valley	cut shoot	2	304141	2786308	946	ridge	cut shoot	2	303850	2786635	1018
valley	cut shoot	3	304135	2786301	948	ridge	cut shoot	3	303848	2786640	1018
valley	cut shoot	4	304136	2786300	950	ridge	cut shoot	4	303845	2786644	1021
valley	cut shoot	5	304130	2786299	953	ridge	cut shoot	5	303846	2786645	1023
valley	cut shoot	6	304134	2786299	951	ridge	cut shoot	6	303844	2786648	1020
valley	0% disturbance	1	304150	2786306	948	ridge	0% disturbance	1	303853	2786634	1021
valley	0% disturbance	2	304148	2786302	949	ridge	0% disturbance	2	303855	2786638	1017
valley	0% disturbance	3	304152	2786299	947	ridge	0% disturbance	3	303851	2786643	1016
valley	0% disturbance	4	304147	2786295	949	ridge	0% disturbance	4	303851	2786644	1018
valley	0% disturbance	5	304142	2786295	950	ridge	0% disturbance	5	303851	2786645	1020
valley	0% disturbance	6	304142	2786298	950	ridge	0% disturbance	6	303848	2786657	1016

(資料來自本研究單位)

在刈除竹稈的同時，選取刈除的前 20 根竹稈，測量基部直徑(基徑)、竹稈長度，並將此 20 根竹稈進行稱重；樣區中的竹稈進行稱重以後，由竹稈的內徑、外徑及高度換算出體積，再由竹稈的總體積及總重量，換算出每一個樣區內竹稈的平均密度，再求出每一根竹稈的重量，進而求出樣區單位面積的生物量。

由於包攬矢竹的抽筍時間分為春秋兩季，春季抽筍約在每年的 3 月，秋季抽筍時間約在每年的 9 月，故在 2009 年的 9 月份於溪谷設立 50% disturbance 及 100% disturbance 樣區各 6 個，編號 7 至 12。稜線設立相同干擾的樣區各 6 個，編號 7 至 12。7 月及 9 月兩次共設立 72 個樣區。樣區坡面、編號、大地座標位置及海拔如表一。



圖三：陽明山國家公園小觀音山區矢竹研究樣區位置
(資料來自本研究單位)

樣區設置完成後，每兩週進行一次紀錄，紀錄的內容有 2 項，1. 已編號的竹筍需測量其生長高度，竹筍的基部直徑，若竹筍已經死亡，則需回收其紀錄牌；2. 新長出的竹筍，加以標號，並測量基部直徑、高度。將 4 種不同干擾程度的樣區再分成兩組，分別為刈除竹筍組及保留竹筍組，意指在複查的時候，新長出的竹筍予以保留或刈除。如此可以比較不同干擾程度的樣區，新筍發生速率、新筍生長速率及竹稈枯死速率的差異。

每年的春季 2-3 月及秋季 8-9 月為春筍及秋筍出產的時期，在這兩個時期，

樣區的複查採每週一次，其餘時段，則每兩週複查一次樣區。

(四)、矢竹筍生長動態

在樣區設置的時候，所有樣區皆計算其竹稈及竹筍的數量，除此之外，100%干擾及 50%干擾的樣區需要刈除竹稈進行干擾，樣區內的所有高度低於 100 cm 的幼嫩竹稈定義為新筍，加以編號並測量新筍高度、基徑，並稱重。由樣區內竹稈的數量、基徑、高度等可以測量包籜矢竹單位面積的生物量。

已經編號的新筍，每個月量取一次直徑及高度，換算成每個月所生長的體積及重量。除此之外，每個月調查樣區內生長出來的新筍數目，量取新筍的直徑及高度，並將新筍進行編號，換算出新筍的體積及重量。

由這些數據，可以了解矢竹的物候資料，包括：單位時間的新筍數、新筍的生長速率、竹稈生長速率、竹稈死亡速率、新筍單位面積的生長量、竹稈單位面積生長量、竹稈單位面積死亡量等。不同干擾程度的樣區之間，各項物候的介量是否相同，差異程度為何。

(五)、採筍效應

採筍所進行的干擾型態，是直接針對竹筍進行採摘的活動，惟對於採筍人的採筍量並沒有清楚的資訊可供參考。由不同干擾程度的樣區，可以瞭解干擾程度對於竹稈及新筍生長量及生長速率的影響。

四種不同干擾程度的樣區設置完成後，首先將 6 個樣區分成兩組，編號 1~3 為第一組，4~6 為第二組，兩組進行不同的實驗。樣區內的新筍每兩週複查一次，每次複查時，紀錄已經編號竹筍的基徑及高度，換算新筍的生長速率。若有新生的竹筍，加以編號、測量基部直徑及高度。但樣區 1~3 的新筍測量完成之後便加以拔除，樣區 4~6 的新筍則不予拔除，在測量完後，將新長出的新筍編號，下次複查時，再測量其生長速率。

除了干擾樣區的實驗以外，另外選取 1 × 1 平方公尺的包籜矢竹樣區 1 個，將地面部份的土壤去除，挖出地下根莖部份，進行地下根莖的型態特徵測量。以瞭解地下根莖型態與竹稈、新筍生長的關係。

(六)、矢竹森林交界帶

闊葉林與矢竹之間形成了明顯的界線，在此界線附近，共設置 3 條樣帶（圖四），主要爲了瞭解木本小苗分布，樣帶走向與矢竹及闊葉樹林界線垂直。每一樣帶爲 60 m 長，寬 2 m，樣帶中心點設在溪谷最低點，30 m 位於矢竹林內，另外 30 m 則跨越闊葉林與矢竹林的界線進入闊葉林下，劃分成 120 個 $1 \times 1 \text{ m}^2$ 的小樣區。

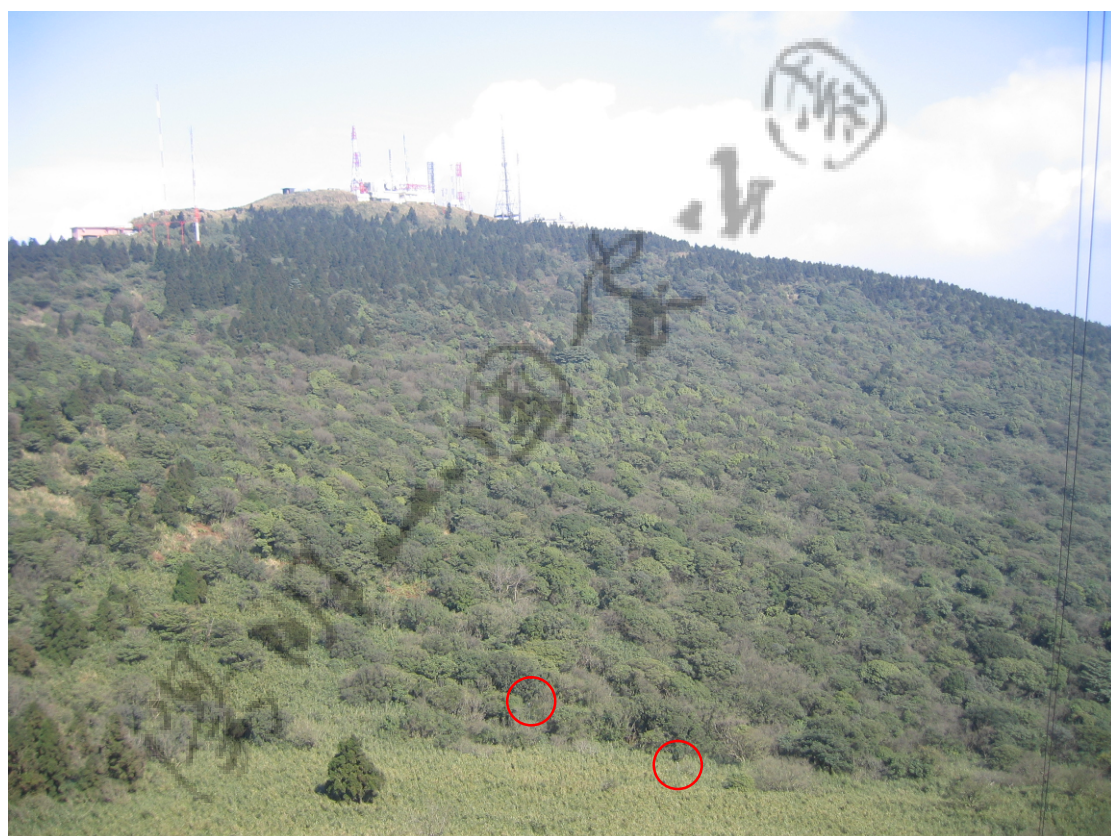


圖 四：小觀音山溪谷生育地及兩組微氣象測候站
（資料來自本研究單位）

每一樣區內分別進行闊葉樹小苗及覆蓋度調查，測量每株小苗地面至莖頂端的高度及基部直徑，並給予編號及座標，座標以 60 m 樣帶的長邊爲 X 軸，短邊爲 Y 軸，樣帶最低點的溪谷爲原點，往闊葉樹方向的座標爲負值，往矢竹林方向爲正值，按照小苗實際所在的位置給予 X、Y 座標值，並利用此座標值繪製小苗在樣帶內的分布圖。覆蓋度方面，估算每一樣區各植物種類佔樣區 1 m^2 面積的比例，冠層分成 4 個層次，分別爲 1 m 以下、1-2 m、2-3 m、3 m 以上，分別

紀錄種類並估算覆蓋度，3 m 以上則額外紀錄各木本植物的高度。藤本植物生長個體目少，對小苗所造成的影響較小，故覆蓋度不列入紀錄。



圖 五：背風坡的背風坡（圖片上方）及迎風坡包籜矢竹林內(圖片下方)的兩組微氣象測候站
（資料來自本研究單位）

每一樣區的冠層覆蓋度分成三層次，製作覆蓋度總和的柱狀圖，柱狀圖最下方為 1-3 m 之矢竹，計算方法為 $1 \times 1 \text{ m}^2$ 小樣區內 1、2、3 m 高的矢竹覆蓋度取平均數，以相同方法計算同一 X 座標相鄰小樣區之矢竹覆蓋度，兩樣區矢竹覆蓋度取中間值，減少測量誤差。柱狀圖的中間層為 1-3 m 灌木層的覆蓋度，方法是將 1-3 m 覆蓋度總和相加，再取相鄰且同一 X 座標兩個小樣區覆蓋度的中間值。上層為樹冠層，為兩相同 X 座標小樣區內 3 m 以上各樹種覆蓋度總和之中間值。

(七)、矢竹森林交界帶之環境因子監測

在包籜矢竹與常綠闊葉林的交界處，設立 2 組微氣象測候站，分別位在向風面的包籜矢竹林及向風面的常綠闊葉林內，且兩組微氣象測候站的位置相差僅約

30 公尺遠。位在常綠闊葉林內的微氣象站包括兩支風速計，一支位在闊葉林樹冠層，高度約 5.5 m，另一支位在矢竹的冠層，高度約 3 m，其他的感測儀有大氣溫度、大氣濕度、土壤溫度、土壤水分、葉表面溫度。土壤水分指單位土壤體積內所含的水分體積百分比。另一組包籜矢竹林內的微氣象測候站只有一支風速計，位在包籜矢竹林的冠層，高度約 3 m。所有的感測儀的資料紀錄間隔皆為每十分鐘紀錄一筆資料，但風速計是每一分鐘偵測一次，紀錄 10 分鐘內的最大值。由於常綠闊葉林及包籜矢竹之間的推移帶界線相當明顯，此微氣候站的資料，主要在釐清哪一項環境因子對於此推移帶的形成有顯著的效應。



圖 六：背風坡闊葉林內的微氣象站，左圖為資料紀錄器，右圖為兩支風速計，分別為 5.5 m 和 3 m 高
(資料來自本研究單位)



圖 七：迎風坡包籜矢竹林內的微氣象測候站，中間及右分別為風速計及資料紀錄器
(資料來自本研究單位)

本研究中所進行的微環境因子偵測，並未紀錄光度資料，主要由於這兩個微氣象站位在同一個溪谷相鄰的兩個坡面，距離約僅有 30 m，光度的差異應該相當低，因此並未列入此次的資料紀錄當中。

(八)、矢竹草原交界帶

由於 1999 年至 2000 年間，陽明山地區的包籜矢竹曾經發生大量開花的現象，隨後幾乎原有的竹子枯死殆盡，再由種子萌播的竹苗進行更新。2000 年至 2005 年之間，新生竹叢之棲地邊緣遭到白背芒 (*Miscanthus chinensis* var. *glaber*) 入侵。為了觀察包籜矢竹是否會受到芒草的入侵而衰退，黃生等 (2007) 於 2006 年在小油坑東北側建立 56 個 2 × 2 平方公尺的樣區（見第二章第七節），計算每個小樣區內的竹稈及芒草稈數目的差異。以瞭解包籜矢竹與草原之間推移帶的變化。本研究規劃於此樣區內進行複查，瞭解矢竹與芒草之間的長期變動，並於 2009 年 8 月對樣區進行重新定位（表 二），重新釘入新的界樁（圖 八）。

表 二：包籜矢竹與芒草推移帶樣區的座標位置

	經度	緯度		經度	緯度
左上	121° 32' 55.3"	25° 10' 32.8"	右上	121° 32' 54.2"	25° 10' 32.3"
	121.54869	25.17581		121.54839	25.17564
左中	121° 32' 55.1"	25° 10' 33.2"	右中	121° 32' 54.0"	25° 10' 32.8"
	121.54864	25.17589		121.54833	25.17578
左下	121° 32' 54.5"	25° 10' 33.5"	右下	121° 32' 53.8"	25° 10' 33.2"
	121.54864	25.17589		121.54828	25.17589

（資料來自本研究單位）

(九)、矢竹採筍戶及種植戶訪問

陽明山區附近居民採筍的歷史至少已有 100 年，除了採筍以外，三芝、金山、萬里及竹子湖的居民並有種植包籜矢竹的紀錄，藉由採訪附近居民的採筍方式及種植的過程，瞭解居民利用包籜矢竹的方式，採筍的頻率，採筍的數量，種植的面積，經營管理的方式。瞭解這些資訊以便將附近居民的利用方式納入包籜矢竹的經營管理計畫之中，以得到永續的、更有效率的管理方式。



圖 八：芒草及包籜矢竹樣區之界椿
(資料來自本研究單位)

陽明山國家公園

第二章、結果與討論

第一節、矢竹族群基本資料

(一)、竹稈族群結構

1. 竹稈直徑及高度

小觀音山附近的矢竹林，整體而言，竹稈單位面積的數量平均 113.7 ± 3.8 culm m^{-2} (mean $\pm$ SE)，樣區內竹稈最多達 198 culm m^{-2} ，最少則僅 44 culm m^{-2} 。竹稈平均直徑 0.75 ± 0.005 cm，竹稈平均高度 174.3 ± 1.7 cm，竹稈的基部直徑介於 0.2 至 1.3 cm 之間，呈常態分佈，在 0.6 至 0.7 cm 之間的個體最多。而高度則介於 50 至 300 cm 之間，在 120 至 160 cm 之間的個體最多（圖 九）。竹稈的基部直徑與高度之間有相關性，但相關性係數 r^2 只有 0.16，相關性並不高（圖 十）。

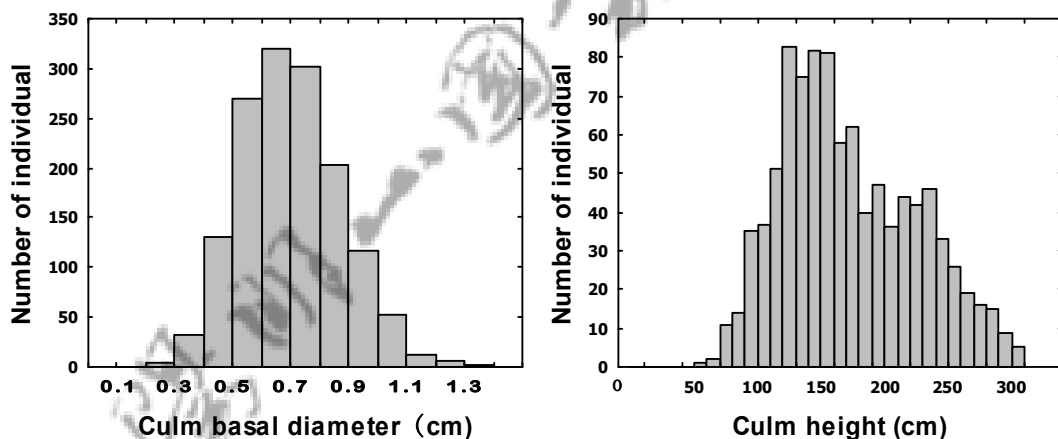


圖 九：小觀音山矢竹樣區竹稈基部直徑（左圖）及高度（右圖）的分布
（資料來自本研究單位）

各種不同干擾的樣區設置時，將刈除的竹稈隨機選取 20 根進行稱重，並測量這 20 根竹筍的直徑與高度，將直徑與高度利用圓錐體的公式求出體積，由體積及竹稈的重量求出每一個樣區竹稈的平均密度；再由平均密度及每一根竹稈的體積可以算出每一根竹稈的重量。竹稈的重量計算出來以後，可以與竹稈的高度及直徑求出回歸曲線。計算的結果，回歸曲線的相關性相當高（圖 十一），竹稈直徑與重量的相關性係數為 0.8，而高度與重量的相關係數則為 0.7。

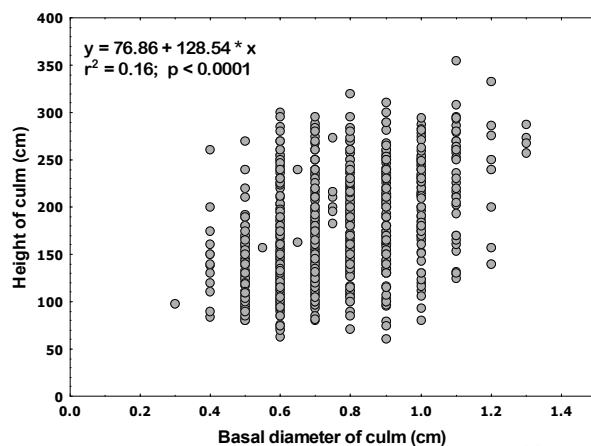


圖 十：小觀音山矢竹樣區竹稈高度與直徑之相關性回歸
(資料來自本研究單位)

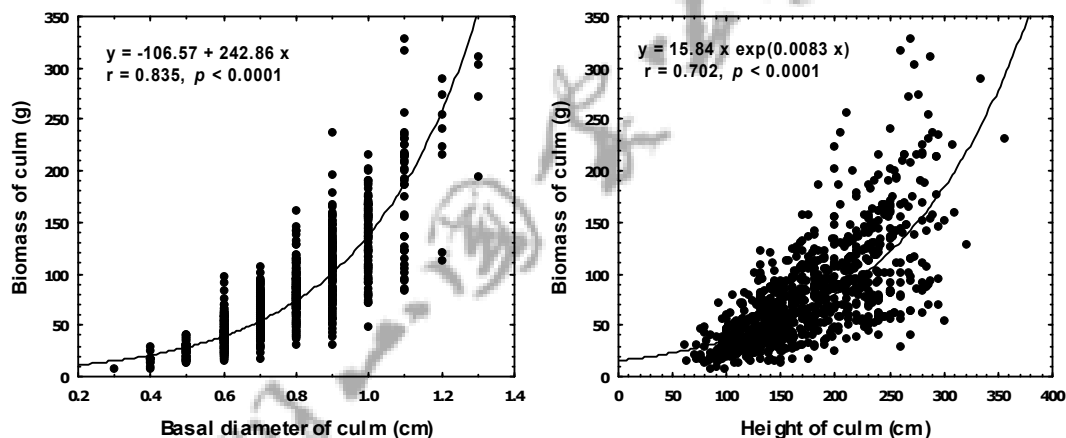


圖 十一：竹稈高度、直徑與生物量的相關性
(資料來自本研究單位)

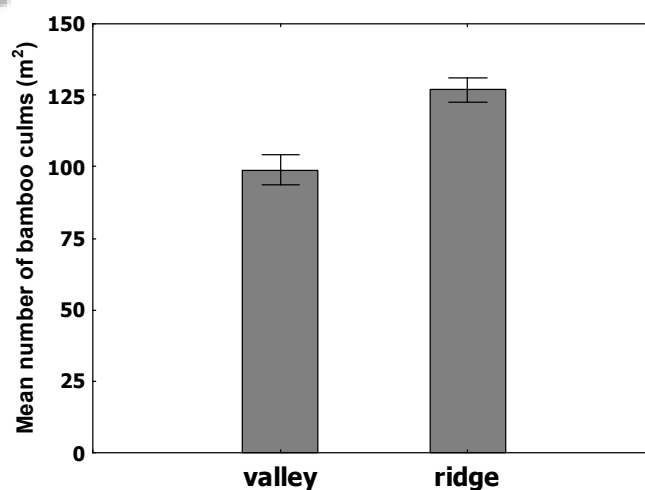


圖 十二：小觀音山溪谷及稜線樣區竹稈數差異，柱狀圖的上下標線代表標準誤 (S.E. standard error)
(資料來自本研究單位)

2. 稜線與溪谷竹稈族群結構差異

將溪谷及稜線兩個不同的生育地矢竹族群進行比較，溪谷的竹稈數是每平方公尺 98.9 ± 5.3 根，而在稜線則是每平方公尺 126.9 ± 4.6 根（圖 十二），竹稈的單位面積數量有顯著差異 ($df = 70; p < 0.001$)。

將溪谷及稜線兩個不同生育地的矢竹樣區進行比較，結果發現溪谷矢竹族群的竹稈基部直徑介於 0.6 至 0.8cm 之間的數目最多，而稜線的矢竹族群竹稈基部直徑介於 0.5 至 0.7cm 之間的竹稈數最多；竹稈高度方面，溪谷矢竹族群的高度介於 180 至 240 cm 的數目最多，而稜線則是介於 120 至 160 cm 之間的數目最多（圖 十三）。矢竹的竹稈結構在不同生育地環境之間有明顯的差異，溪谷的竹稈族群，基部直徑及高度都有偏高的趨勢。

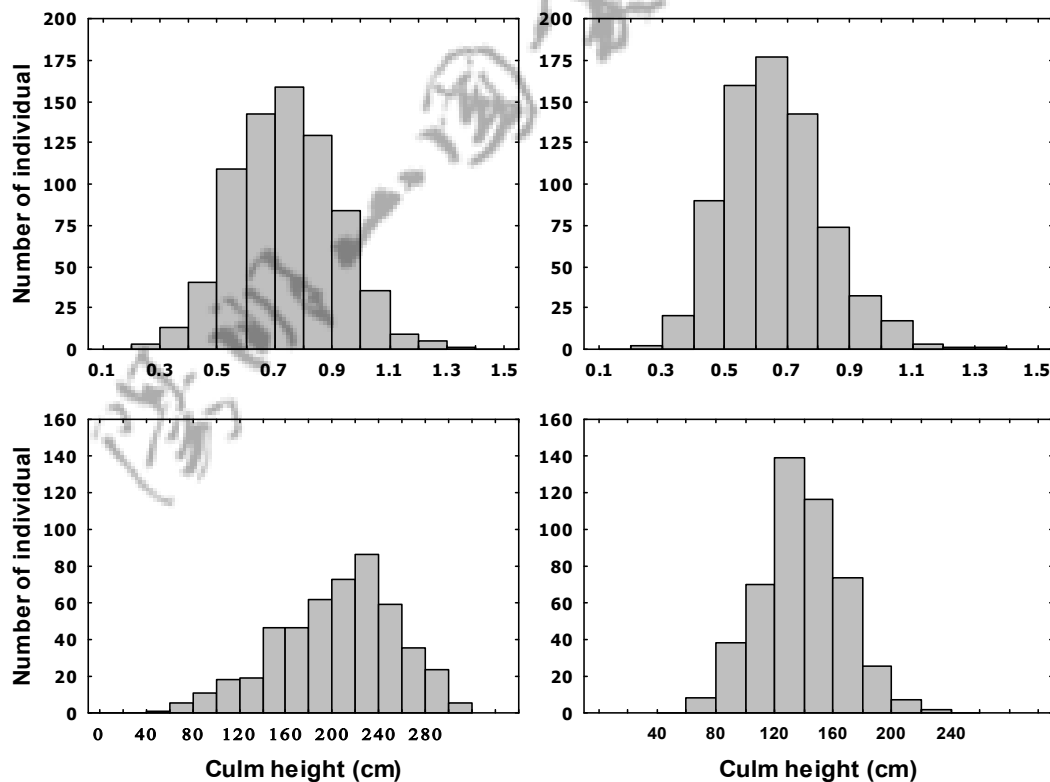


圖 十三：小觀音山矢竹樣區溪谷（左圖）及稜線（右圖）之竹稈直徑（上圖）及高度（下圖）分布
（資料來自本研究單位）

雖然溪谷單位面積的竹稈數要少於稜線，但是溪谷的竹稈所形成的竹林高

度卻比稜線上的高度高，溪谷竹稈的基部直徑也比稜線高（圖 十四）。經過樣區資料的分析比較，溪谷的竹稈平均直徑及平均高度都顯著高於稜線的矢竹族群（竹稈平均直徑：溪谷 0.8 ± 0.006 ，稜線 0.7 ± 0.006 ， $p < 0.0001$ ；竹稈平均高度：溪谷 206.9 ± 2.3 ，稜線 141.0 ± 1.3 ， $p < 0.001$ ），且有顯著差異。

整體而言，溪谷與稜線的矢竹族群結構呈現出差異，單位面積的竹稈數以稜線較高，但是稜線的竹稈直徑及高度都比溪谷低，族群結構有明顯差異。小觀音山山頂可以直接俯瞰東北角海岸，直接面臨海風吹拂，季風來時，風速相當高。矢竹的族群結構差異，可能是迎風坡直接受到長期季風吹拂所造成的生長壓力。

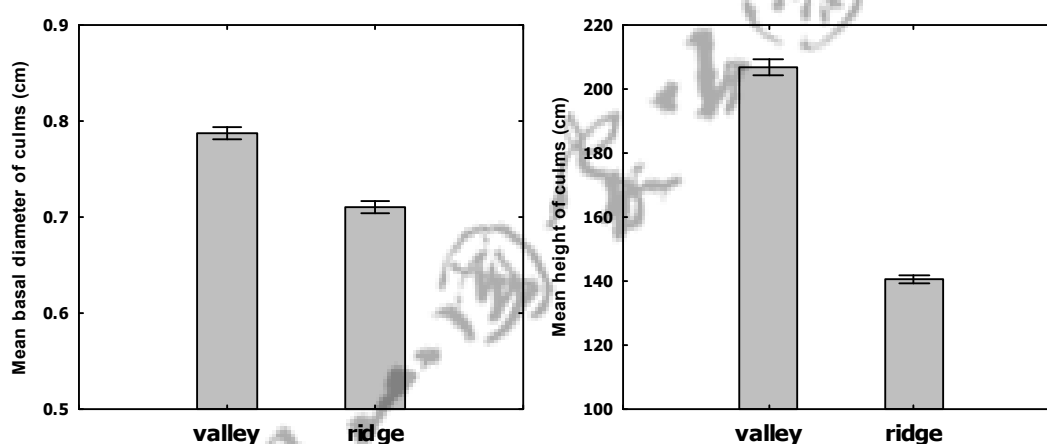


圖 十四：小觀音山溪谷及稜線竹稈直徑（左圖）及高度（右圖）之差異，柱狀圖的上下標線代表標準誤（S.E. standard error）
（資料來自本研究單位）

3. 稜線與溪谷竹稈生物量比較

樣區進行不同程度干擾的同時，將刈除的竹稈隨機選取 20 根進行稱重，並比較 20 根竹稈的平均重量，溪谷樣區的 20 根竹稈平均重量為 1961.6 ± 453.1 公克，而稜線樣區的竹稈平均重量為 1177.8 ± 226.6 公克（圖 十五）。經過平均值檢定後，有顯著差異（ $p < 0.00001$ ）。

此 20 根竹稈在稱重之前，先將葉切除稱重，接著將竹稈切成 20 cm 長度，每一段都測量上下兩端的內外徑，並稱重。由內外徑及長度可以計算竹稈的體積，由體積及重量可以計算竹稈密度。經過分析後，溪谷與稜線的竹稈密度也有顯著差異（ $p < 0.05$ ），溪谷的竹稈平均密度是 0.49 ± 0.02 (g cm^{-3})，稜線的竹稈平均密

度是 0.62 ± 0.03 (g cm^{-3})。雖然稜線的竹稈密度比較高，但溪谷竹稈的基部直徑及高度顯著高於稜線。

由直徑、高度、單位面積竹稈數、密度、體積及生物量所測得的結果，生育地的差異顯著影響矢竹的族群結構，溪谷的矢竹竹稈特性為單位面積數量較少，但是直徑較大、高度較高、密度較低。可見矢竹除了外表型態會受到生育地的影響，環境因子可能也影響到竹子的生理適應，改變了竹稈的生長速率及生長密度。

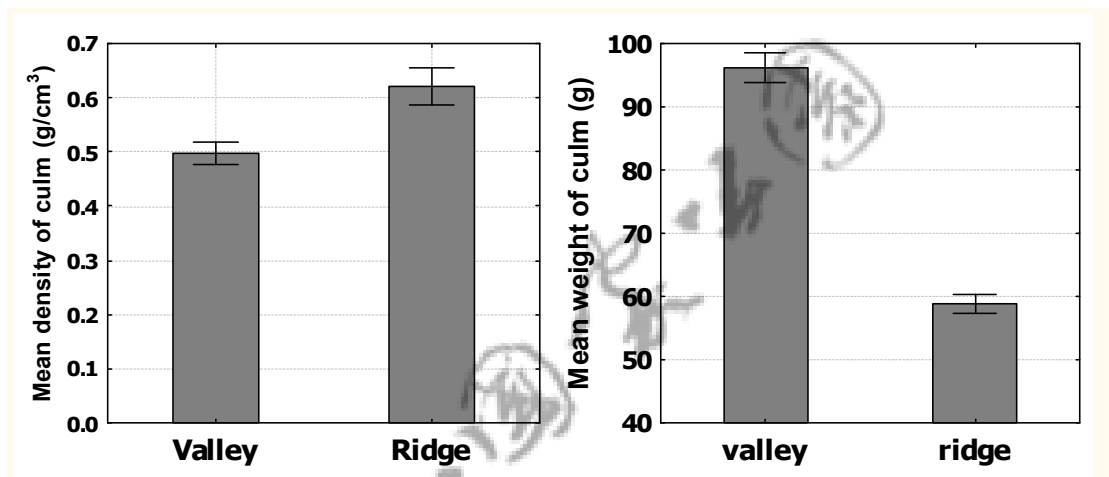


圖 十五：溪谷及稜線樣區之竹稈平均密度（左圖）及 20 根竹稈平均重量（右圖），柱狀圖之上下標線為標準誤（S.E. standard error）（資料來自本研究單位）

（二）、竹筍族群結構

1. 竹筍特性

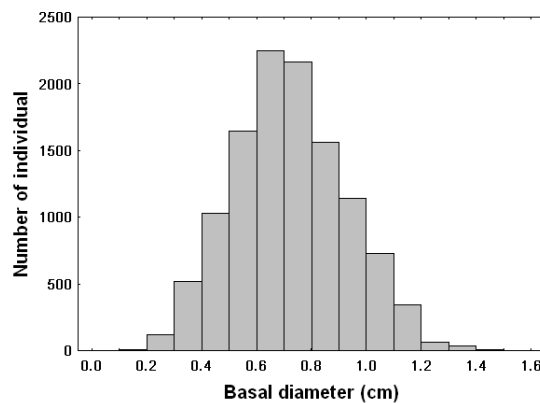


圖 十六：小觀音山矢竹樣區竹筍基部直徑分布（資料來自本研究單位）

樣區自 2009 年 7 月至 2010 年 9 月之間，共紀錄到 11629 根竹筍。竹筍的直徑介於 0.1 至 1.7 cm 之間，呈現常態分佈的現象，基部直徑介於 0.6 至 0.8 cm 之間的個體最多（圖 十六）。有經濟價值的竹筍，大約是直徑大於 1.0 以上的新筍，資料顯示共有 2326 根，約佔所有新筍的 20.0%。

2. 溪谷與稜線竹筍特性比較

在溪谷及稜線共設置 72 樣區，在兩個生育地共 72 個樣區中，有 26 個樣區內沒有紀錄到竹筍。溪谷樣區的竹筍數是每平方公尺 1.5 ± 0.2 根，稜線樣區則是每平方公尺 1.2 ± 0.2 根，經過統計檢定，兩者並沒有顯著差異 (t -test: $df = 70$; $p = 0.4$)（圖 十七）。溪谷及稜線兩種不同的生育地環境中，樣區所測量到的竹筍數目介於每平方公尺 0 至 4 根之間，只有稜線生育地一個樣區有 7 根竹筍，且兩個生育地各 36 個樣區所測量到的竹筍數量，溪谷 53 根，稜線 43 根，數目相差不大。由此可以推測，在某一個特定的時間斷面，不同生育地之間的竹筍數量差異不大。

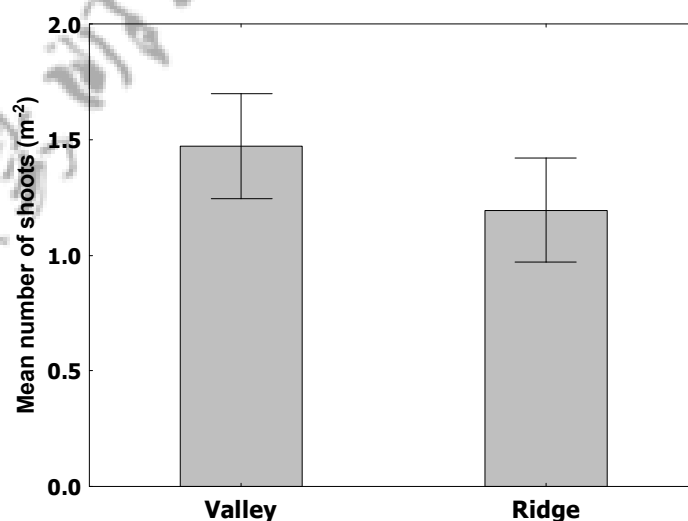


圖 十七：小觀音山溪谷及稜線，樣區設置初期紀錄之新筍數量，柱狀圖上下標線為標準誤（S.E. standard error）
（資料來自本研究單位）

自 2007 年 7 月份樣區設置完成之後，每隔一至二周進行複查一次，至 2010

年 9 月為止，溪谷總共紀錄到 5789 根竹筍，而稜線總共紀錄到 5813 根竹筍。將所有測量到的竹筍進行族群結構的分析，並針對不同生育地進行族群結構比較（圖 十八）。溪谷竹筍的基部直徑在 0.7 至 0.8 cm 之間的數量最多，直徑 1.0 cm 以上的竹筍有 2007 根，佔所有溪谷竹筍的 34.7%，稜線的竹筍基部直徑大部分集中在 0.6 至 0.7 cm 之間，大於 1.0 cm 的竹筍則僅有 319 根，僅佔稜線所有竹筍的 5.5%。在相同的時間段落內，溪谷所紀錄到的竹筍數量與稜線大約相等，但是基部直徑大於 1.0 cm 以上的竹筍數量及比例差異相當大。

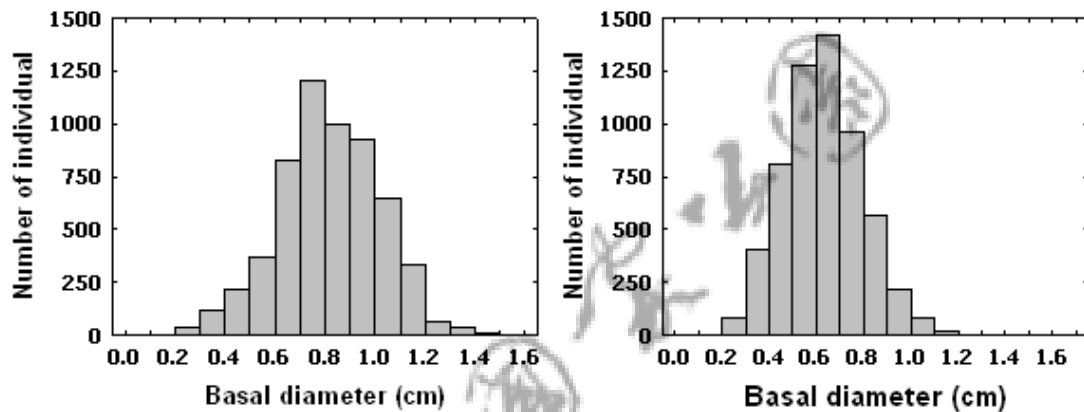


圖 十八：溪谷樣區（左邊）及稜線樣區（右邊）之竹筍基部直徑比較（資料來自本研究單位）

將不同生育地所測量得到的竹筍基部直徑加以分析，不同生育地之間有明顯的差異（圖 十九），溪谷竹筍的平均直徑為 0.87 ± 0.00 cm，而稜線竹筍的平均直徑為 0.68 ± 0.00 cm ($df = 11627$; $p < 0.001$)。由竹筍基部直徑的族群結構及平均值檢定，都明顯的顯示出不同生育地環境對於新生竹筍的大小具有明顯的影響。

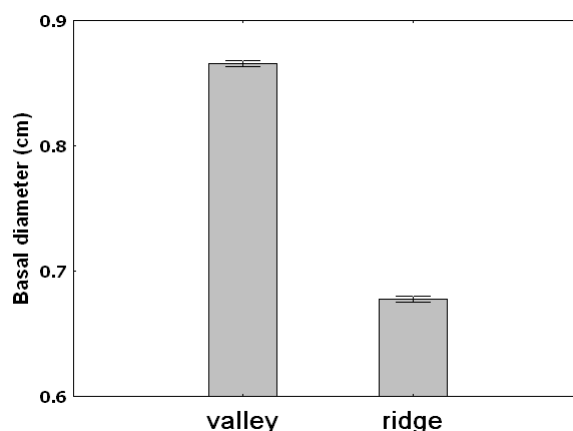


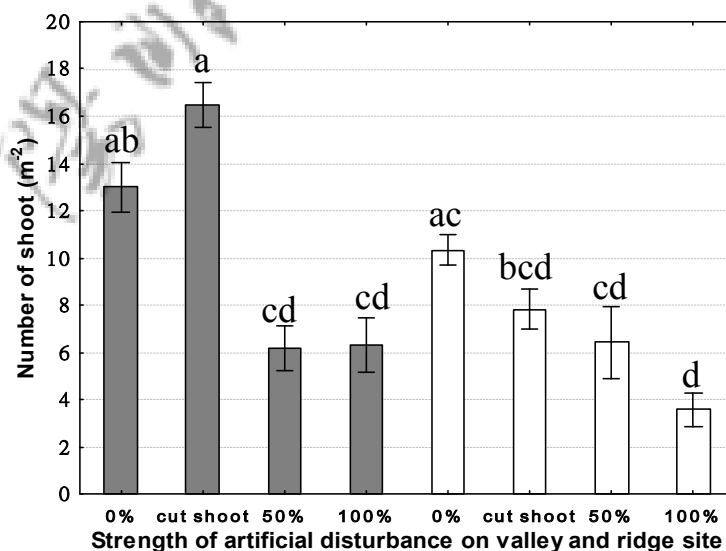
圖 十九：溪谷及稜線樣區內，竹筍基部直徑平均值，柱狀圖之上下標線為標準誤（S.E. standard error）（資料來自本研究單位）

不同生育地之間，樣區設置初期所紀錄到單位面積的竹筍數量沒有顯著差異，然而在三個生長季之後，竹筍產生的數量有相當大的不同，溪谷生育地所產生的竹筍數量較多。除此之外，溪谷所產生的竹筍基部直徑有較高的趨勢，且竹筍的直徑變化比較大；稜線的竹筍基部直徑範圍較小。生育地竹筍族群結構的差異表現在兩個方面，一方面表現在時間尺度上的不同；另一方面則表現在竹筍大小的差異。這兩方面的差異，可能是稜線生育地受到強風吹襲的影響，竹筍的生長需要對抗強風的壓力，因而竹筍數量減少、直徑範圍縮小。

新生竹筍之基部直徑約需 1.0 cm 以上，才有採收竹筍的價值。若將調查研究階段中所有出現的竹筍加以區分，則所有 5789 根竹筍當中，有 20.0% 的竹筍基部直徑大於 1.0 cm，具有採收價值。並且，不同生育地之間，可採收的竹筍比例差異相當大，溪谷為 34.7%，稜線為 5.5%，卡方檢定有顯著差異($p < 0.0001$)。

第二節、刈除竹稈效應

(一)、刈除竹稈對竹筍數量的影響



圖二十：2009 年秋季，溪谷(實心柱狀圖)及稜線(空心柱狀圖)施行不同程度的人為干擾，紀錄竹筍生長季的產量差異。相同的英文字母代表統計檢定沒有顯著差異($p < 0.05$)。柱狀圖上的上下標線代表標準誤(stander error)。

(資料來自本研究單位)

包籜矢竹所受到的人為干擾包括採筍以及採筍過程中對竹稈的攀折，目前並沒有採筍的定量研究，故利用人為的方式，建立干擾樣區，分別伐除樣區內的竹稈及新筍，伐除的比例分為四個等級，以模擬採筍的干擾（參閱方法）。樣區設置之後經過兩週，開始測量新筍的數量，由 2009 年 7 月持續至 2010 年 11 月，複查期間跨過 3 個生長季，分別是 2009 年秋季及 2010 年的春、冬兩季。

干擾初期，溪谷與稜線不同生育地之間的新筍數量有顯著差異（圖 十七）。進一步分析則發現不同干擾程度對於竹筍的生產量也有相當大的影響，尤其是在干擾完後的第一個生長季，即 2009 年的秋季（8-10 月），3 個月複查期間，受到完全刈除竹稈的樣區及刈除一半竹稈的樣區，新筍出現的數量僅僅是採筍樣區及不干擾樣區的一半（圖 二十）。且統計檢定有明顯差異（表 三）。由此結果可以知道，樣區內的竹稈被全部刈除或被刈除一半的情況下，產生竹筍的數量明顯降低，而且在 3 個月內都無法恢復到原來的狀態。

表 三：不同干擾樣區內新筍數量及顯著性差異檢定(Mann-Whitney U test)。
括弧內的數字代表樣區新筍數量的平均值

	100% Disturbance	50 % Disturbance	Cut shoot	Non Disturbance
	3.92 ± 0.78	5.78 ± 0.87	11.83 ± 1.90	11.50 ± 0.99
100% disturbance				
50 % disturbance	p = 0.12			
Cut shoot	p < 0.001	p < 0.01		
Non disturbance	p < 0.0001	p < 0.01	p = 0.73	

（資料來自本研究單位）

利用不同強度的人為干擾進行實驗，主要是為了了解人為種植包籜矢竹採收竹筍的過程中，人為干擾有何顯著效應。在相同的干擾強度下，溪谷的竹筍產量比稜線高。如果比較只刈除竹筍與不干擾樣區的竹筍生產量，則稜線或溪谷生育地都沒有顯著差異，可見只刈除竹筍，對於包籜矢竹後續的竹筍生產量沒有顯著效應。溪谷不干擾樣區及只刈除竹筍的樣區，所產生的竹筍數量最高，相對的，不同的生育地強干擾的樣區，都顯著的降低了竹筍的生產量。尤其是稜線上的樣區，受到風壓及強人為干擾兩種作用力同時作用，竹筍的產生數量最低，可見強的人為干擾或風壓對於矢竹族群而言，都是相當強的作用力。

2010 年的春季，竹筍的產量與 2009 年相比較，有明顯的差異(圖 二十一)。不干擾及刈除竹筍的樣區，兩個生長季之間沒有顯著差異，但 50%及 100%的干擾樣區，都以 2010 年的春季竹筍產量較高。只有稜線生育地不干擾的樣區，竹筍數以 2010 年的春季較低。

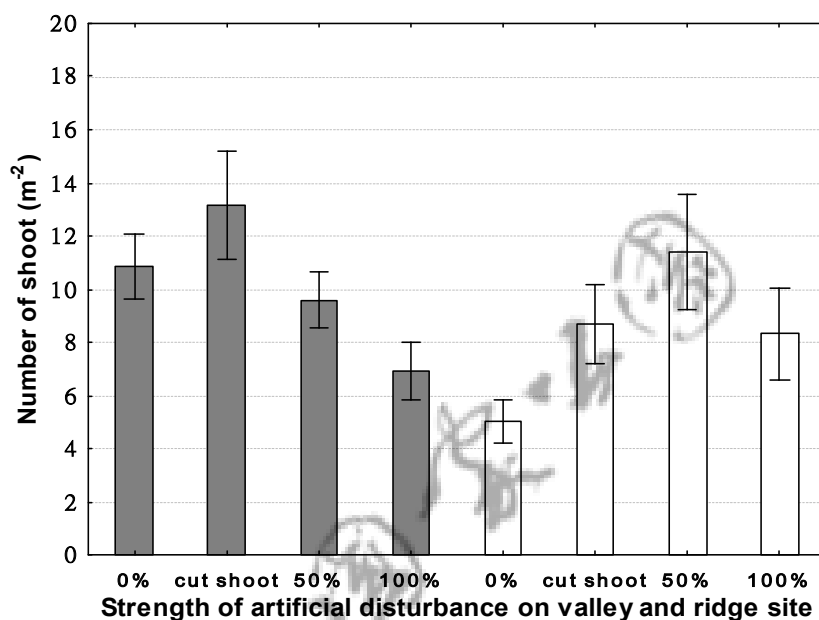


圖 二十一、2010 年春季，溪谷(實心柱狀圖)及稜線(空心柱狀圖)施行不同程度的人為干擾，紀錄竹筍生長季的產量差異。ANOVA 統計檢定後各數值之間完全沒有顯著差異($p = 0.095$)。柱狀圖上的上下標線代表標準誤(stander error)

(資料來自本研究單位)

2010 年秋季的複查中，稜線的竹筍明顯比溪谷的竹筍產量高(圖 二十二)。但與前兩個生長季比較，則呈現出很大的差異，溪谷的竹筍比 2009 年秋季或 2010 年春季少，不同的干擾程度都是如此。然而 2010 年秋季稜線的樣區則比前兩季的稜線樣區竹筍產量都高。

目前雖然只有三個生長季的資料，然而竹筍數量已經有很明顯的變化，干擾的效應明顯會降低竹筍的產量，並且以稜線所造成的影響較大。但是竹筍的恢復能力相當強，在經過兩個生長季之後，竹筍的產量會有回升的現象。經過兩個生長季之後所觀察到的現象，是稜線所產生的竹筍數量較高。且干擾較強的樣區經過兩個生長季之後，會大量發筍，人為干擾有刺激包籜矢竹發筍的現象。且小範圍的人為干擾，經過 2 個生長季後，發筍率應該可以恢復到干擾前的水準。

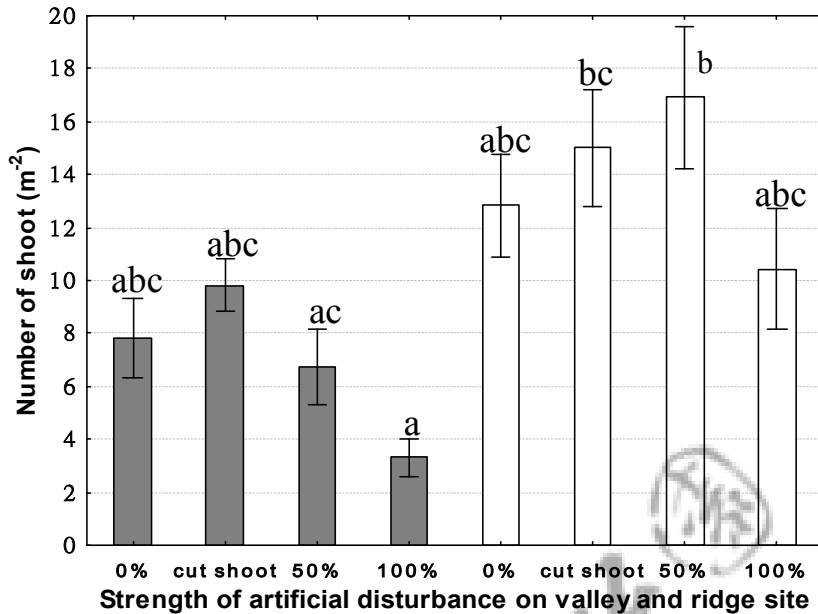


圖 二十二、2010 年秋季，溪谷(實心柱狀圖)及稜線(空心柱狀圖)施行不同程度的人為干擾，紀錄竹筍生長季的產量差異。相同的英文字母代表統計檢定沒有顯著差異($p < 0.05$)。柱狀圖上的上下標線代表標準誤(stander error)。(資料來自本研究單位)

(二)、刈除竹稈對竹筍生長速率的影響

不同干擾程度之間，竹筍生長速率在最初的兩週有差異（圖 二十三），干擾程度較強的兩種類型的樣區，生長速率明顯較低，尤其第一週的生長速率有顯著差異。但第三週之後，不同干擾程度樣區的竹筍生長速率已經沒有顯著差異，可能是較強的干擾對於竹子生長時的能量分配有影響。

竹筍長出之後的前兩週，生長速率較高，與干擾程度無關。經過兩週的生長之後，竹筍的高度增加速率都低於 20 cm 以下。竹筍的生長速率會隨時間的增加而降低，且具有統計顯著性($p < 0.001$)。但在不同的干擾程度下，竹筍的生長速率並不會有明顯的差異。

雖然竹筍在長出之後的最初兩週，高度的生長速率相當快，但是竹筍的直徑則是沒有明顯的改變，計算竹筍的直徑，差異相當小。即使竹筍在長成竹稈之後，直徑的變化在 0.5 cm 以下。

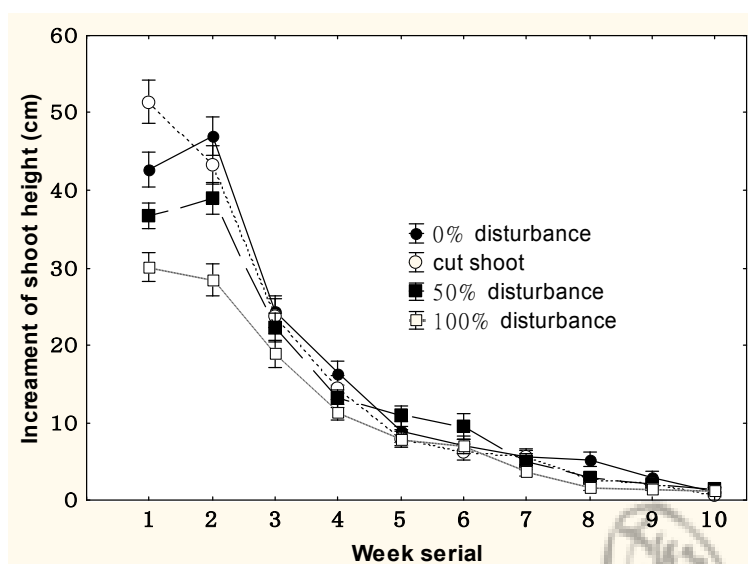


圖 二十三：不同干擾程度的樣區，竹筍生長速率與時間的關係。數值代表平均值，上下標線為標準誤(standard error)
(資料來自本研究單位)

第三節、竹筍生長動態及採筍效應

(一)、竹筍萌發之季節性變化

樣區自 2009 年 7 月設置後，即開始進行竹筍萌發的複查，複查資料目前至 2010 年 10 月。由複查的結果清楚呈現出竹筍萌發的季節變化，竹筍產量最高的時間約出現在 8~9 月，即一般所稱之秋筍，及 2~4 月，即春筍（圖 二十四）。

秋季發筍由 7 月中開始，最高峯出現在 8 月中至 9 月初，9 月底發筍量開始下降，但發筍會一直持續到 10 月底。春季發筍由 2 月開始，發筍量最高的時期大約是在 2 月中到 3 月初，3 月中之後發筍量降低，但發筍會一直持續到 4 月中為止。秋筍的持續時間比較長，大約持續四個月；春筍的持續時間較短，大約兩個半月。除了這兩段時間以外，生長季之間，即每年的 5~7 月及 11 至隔年 2 月之間，並非完全沒有發筍，只是發筍的頻度較低，數量較少。

不同的生育地之間，即溪谷與稜線之間，發筍的趨勢完全相同。發筍的數量雖然有些微的差異，但可以肯定的是，發筍的趨勢不會受到不同生育地環境的影響。由此可以推測，氣候環境的季節變化應該才是影響發筍的主要因素。

(二)、竹筍生長量之季節變化及採筍效應

由月變化趨勢可以發現 2 月及 8 月應該是發筍量最高的月份，尤其以 2010

年的趨勢更為明顯。2010 年的 2 月及 8 月發筍量分別為每平方公尺 7.31 ± 0.52 及 6.57 ± 0.61 根（圖 二十五）。春天的發筍時間相對比較集中，而秋季的發筍時間則比較分散。

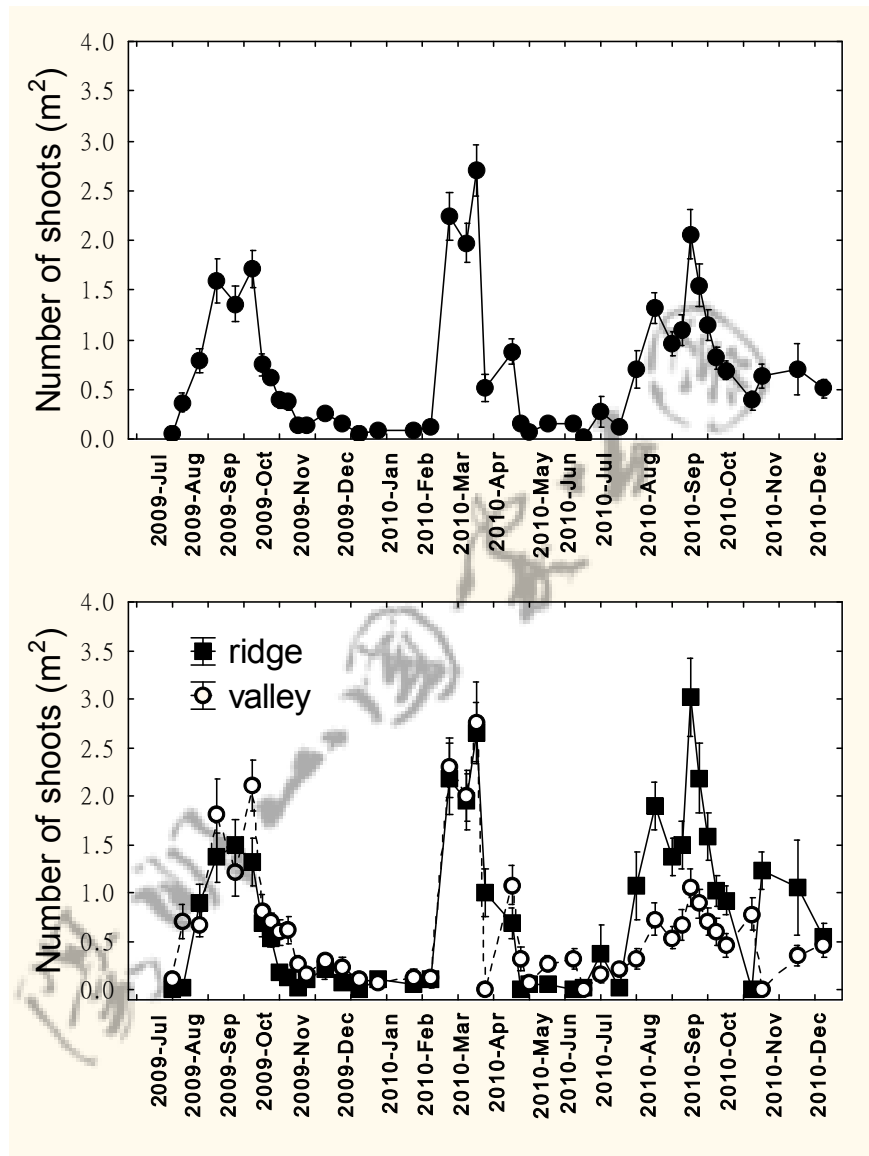


圖 二十四：樣區內竹筍出現之平均數量，小觀音山區竹筍呈現出季節變化（上圖），稜線及溪谷有相同的趨勢，（上下標線為標準誤，standard error）
（資料來自本研究單位）

若依照春秋兩個生長季分別計算，則 2009 年的秋季發筍量是每平方公尺 7.72 ± 0.59 根，而 2010 年的春秋兩季則分別為每平方公尺 9.18 ± 0.64 及 10.03 ± 0.89 根（圖 二十六），雖然數量有不同，但是 ANOVA 檢定的結果並沒有顯著差異 ($p = 0.2670$)。

竹筍數量方面，72 個樣區在三個不同的生長季分別紀錄到 517、662 及 787 根竹筍（表 四）。樣區調查到的竹筍直徑介於 0.4 cm 至 1.7 cm 之間，呈現常態分佈，有經濟價值的竹筍，基部直徑應在 1.0 cm 以上，且不同生長季之間，佔總筍量的比例並不相同，由 2009 年秋季至 2010 年春秋兩季分別為 10.1%、5.7% 及 15.8%，換算成每公頃的發筍量，則 2009 年秋季為 7252 根，2010 年春秋兩季分別為 5240 及 17270 根竹筍。

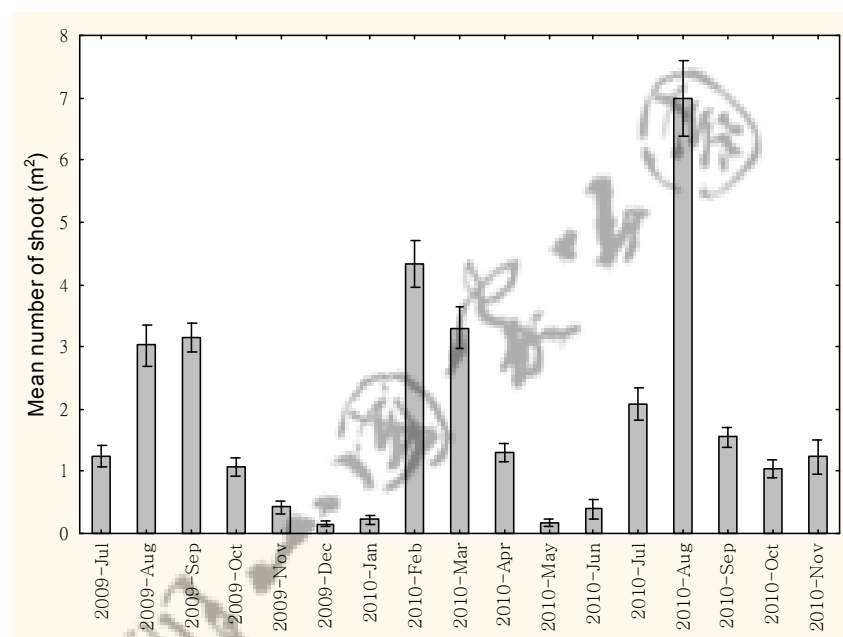


圖 二十五：樣區內竹筍平均數量之月變化，調查時間自 2009 年 7 月至 2010 年 11 月(上下標線為標準誤，S.E., standard error)
(資料來自本研究單位)

表 四：不同生長季節竹筍產量

年分	2009	2010	
季節	Autumn	Spring	Autumn
竹筍數量(m ²)*	7.72 ± 0.59	9.18 ± 0.64	10.03 ± 0.89
平均直徑	0.81 ± 0.01	0.68 ± 0.01	0.81 ± 0.01
生長季節總發筍量#	517	662	787
基部直徑大於 1.0 cm 比例	10.1%	5.7%	15.8%
每公頃竹筍總量	71805	91944	109305
每公頃可採收筍量(大於 1.0 cm)	7252	5240	17270

*：欄內之數值為每平方公尺之平均竹筍數量及標準誤(S.E., Standard Error)

#：72 樣區在生長季節紀錄到的竹筍量

(資料來自本研究單位)

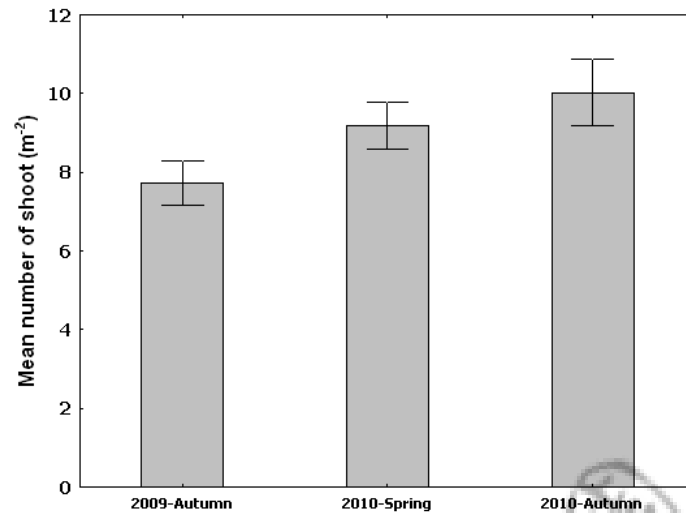


圖 二十六：不同生長季之間，樣區內竹筍平均數量之變化，分別為 2009 年秋季及 2010 年春秋兩季（上下標線為標準誤，S.E., standard error）
（資料來自本研究單位）

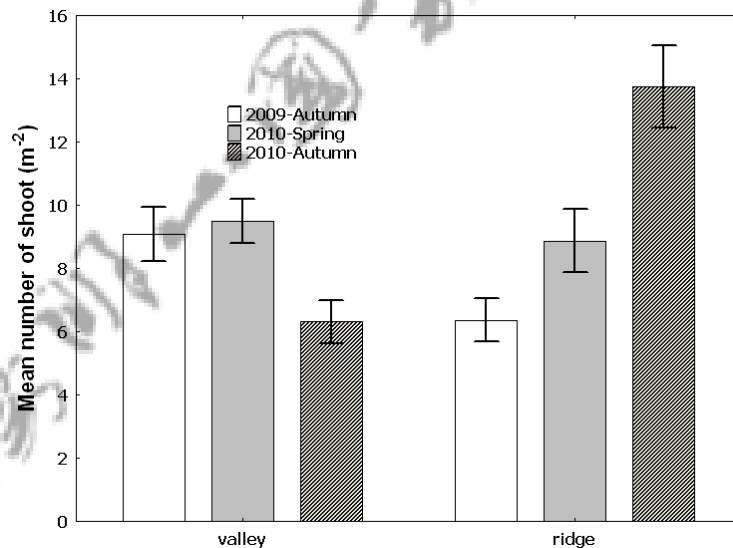


圖 二十七：溪谷及稜線生育地竹筍複查，3 個生長季中，樣區內所有出現新筍數量平均，柱狀圖之上下標線為標準誤 (S.E. Standard Error)
（資料來自本研究單位）

若將稜線與溪谷的竹筍產量分別計算，則不同生育地之間的竹筍產量在 2009 年秋季的平均值檢定 (Tukey HSD test, $p = 0.0208$) 及 2010 年秋季的平均值檢定 (Tukey HSD test, $p = 0.0001$) 都有顯著差異，只有 2010 年春季沒有顯著差異 (Tukey test, $p = 0.62$)。除此之外，溪谷三個生長季的竹筍產量是漸漸減少的趨

勢，與稜線的趨勢完全相反。造成此種現象的主要原因可能與 2009 年的干擾有關，2009 年的干擾對於溪谷及稜線的效應不同，經過人為干擾後，稜線的竹筍產量下降比稜線低，然而稜線的竹筍產量在 2010 年的冬天數量大量增加（圖 二十七），且數量約是溪谷竹筍產量的 2 倍以上（稜線 13.75 ± 1.37 (shoot m^{-2})，溪谷 6.31 ± 0.73 (shoot m^{-2})）。雖然竹筍的數量可能與干擾有關，但由於調查期間只有 3 個生長季，無法排除氣候或是矢竹本身的週期影響。

(三)、採筍效應

樣區每週進行複查的初期，將新產生的竹筍刈除與否，並不會影響到新筍產生的數量。2009 年秋季 3 個月的調查期間，不同生育地及各種干擾狀態分成刈除竹筍或保留竹筍，在刈除新筍樣區內，2009 年秋季出現的新筍數量是 6.7 ± 0.9 (shoot m^{-2})，而保留新筍的樣區中，則是 7.6 ± 0.9 (shoot m^{-2})，兩者沒有顯著性差異($p = 0.33$)（圖 二十八）。

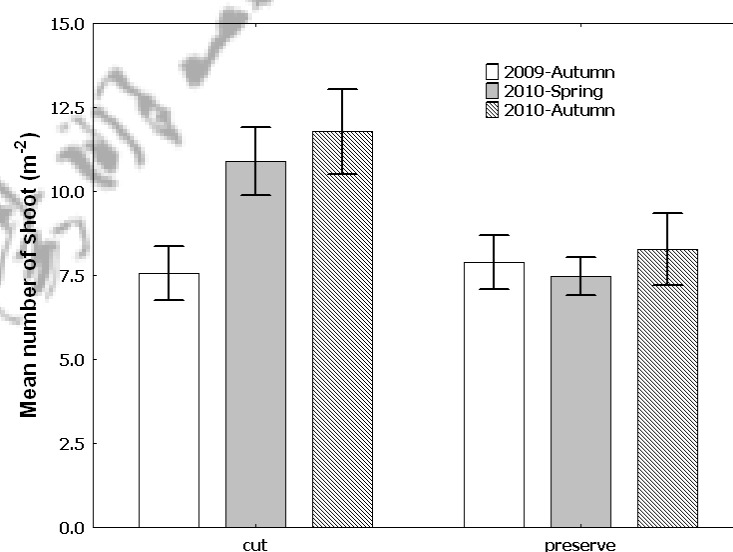


圖 二十八：樣區複查時，樣區內新筍予以刈除或保留，樣區內的新筍數量平均值，柱狀圖上下標線為標準誤(S.E. Standard Error)
(資料來自本研究單位)

然而，在後續的刈除之後，卻呈現出完全不同的結果。在 2010 年的春秋兩季，持續刈除竹筍的樣區，每平方公尺的竹筍產量大於保留竹筍的樣區（圖 二

十八)，且兩季的數值（春季刈除樣區： 10.89 ± 1.06 ，春季保留樣區： 7.47 ± 0.61 ；秋季刈除樣區： 11.78 ± 1.33 ，秋季保留樣區： 8.23 ± 1.12 ）經過變異數分析的檢定，都呈現出顯著差異（2010 年春季： $df = 70, p < 0.01$ ；2010 年秋季： $df = 70, p < 0.05$ ）。由實驗結果推測，持續的刈除竹筍有刺激包籜矢竹產生竹筍的趨勢，且增加竹筍的數量以秋季更明顯。在土壤貧瘠的生育地上，太強的干擾會使得物種恢復過程中，受到資源限制而影響生長，但土壤營養鹽豐富的生育地，強的干擾則反而會增加生產量(Proulx and Mazumder, 1998)。矢竹草原的土壤層呈現黑色，應該是屬於營養鹽豐富的土壤，強干擾有可能刺激竹筍的生產量。

(四)、竹筍死亡率

由 2009 年 7 月份開始紀錄新生的竹筍，扣除掉刈除的竹筍，保留的竹筍共紀錄到 941 根，其中有 147 根只有第一次的高度被紀錄到，是所有保留竹筍比例的 15.7%。稜線及溪谷的差異不大，前者為 16.5，後者為 14.6。這些竹筍當中，有被嚙齒動物咬斷，或出筍之後遇到下雨而腐爛，或經過強風折斷。主要是因為竹筍的生長速率快，但是高度增加之後，其基部還沒有硬化，導致基部脆弱，容易受到外力而斷折。斷折之後的竹筍，不會再長出其他的分枝，因而只會有一次高度的紀錄。

(五)、竹筍生長速率

樣區中所有的紀錄到的竹筍，經過複查之後，計算出每週的生長速率。由於竹筍的基部直徑變化相當小，第一周的直徑生長速率低於 0.1cm，且基部直徑並不會因為時間增加而改變。由此資料可以瞭解，竹稈的直徑在竹筍出土後即不會有明顯的改變。

竹筍的生長高度則有明顯的變化，所有紀錄到的竹筍平均生長速率會隨著時間增加而降低（圖 二十九），新筍在前 6 周的生長較快，第 7 周以後高度生長相當少。新生的竹筍，第一周的高度生長為 53.8 ± 2.0 (cm shoot⁻¹)，第二周為 44.4 ± 2.1 (cm shoot⁻¹)，第三周 30.5 ± 1.4 (cm shoot⁻¹)，第 6 周之後生長高度已經低於 10 cm 以下。

不同生育地之間，竹筍的生長速率有明顯的差異。溪谷的竹筍生長速率在第一周時為 59.5 ± 3.2 (cm shoot⁻¹)，而稜線竹筍第一周的生長速率平均只有 48.7 ± 2.6 (cm shoot⁻¹)。雖然不同生育地的竹筍生長速率都隨著時間增加而降低，但溪谷的竹筍平均生長速率比稜線高。

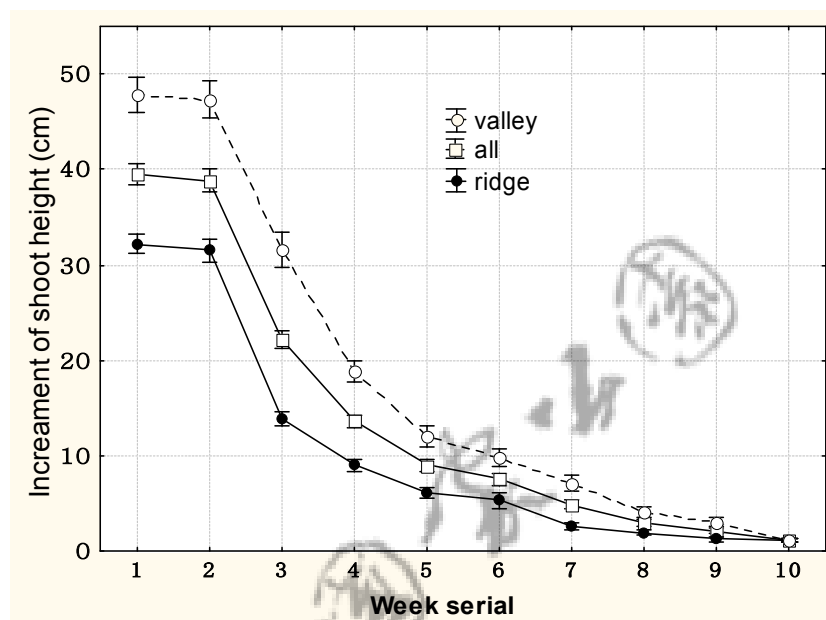


圖 二十九：不同生育地之竹筍高度生長速率變化（實心圓為溪谷；空心方形為全部樣區；空心圓為稜線。上下標線為標準誤 (S.E.，standard error)）
（資料來自本研究單位）

溪谷的竹筍生長速率較快，新筍紀錄到之後，經過一週的時間，高度已經超過 1 m，而稜線也只要 2 周的時間，新筍高度就會超過 1 m。竹筍超過 1 m 之後，就已經沒有採收的價值。

第四節、闊葉樹小苗與上層樹冠層的關係

(一)、闊葉樹的分布

三條樣帶皆由背風坡延伸至迎風坡面，背風坡面的樹冠層高約 8 公尺，主要由闊葉樹構成，迎風坡面的冠層只有 3 公尺，主要由包籜矢竹構成。樣帶的調查主要在瞭解冠層的組成種類及高度的變化，及地被層小苗的種類及分布。

背風坡面共紀錄到 30 種植物，覆蓋度較高的種類包括烏皮九芎、長葉木薑

子、小花鼠刺、台灣糊樗、四川灰木、黑星櫻等，草本種類有 6 種；迎風坡面的植物種類只有 17 種，草本種類只有 2 種。闊葉樹在迎風面的覆蓋度及種類都明顯比背風面低。但包籐矢竹的覆蓋度則兩個坡面之間沒有明顯差異。

三條樣帶共紀錄到 32 種植物。相對於與陽明山區其他區域的闊葉樹林，物種多樣性相對較低。包籐矢竹純林所在的坡面相當不適合闊葉樹的生長。以覆蓋度作為測量的數值換算出闊葉樹的相對覆蓋度代表其優勢度，則前三種所佔的優勢度相當高，顯示這些種類是較能夠適應此地區的種類。

表 五：樣帶內背風坡面之闊葉樹種類及相對覆蓋度

Species	Transect			Species	Transect		
	1	2	3		1	2	3
烏皮九芎	44.05	14.00	13.63	米碎檜木			13.76
長葉木薑子	18.18			烏皮茶			5.50
小花鼠刺	16.27	29.26	12.45	糊樗			5.50
紅楠	10.97	0.07		大屯細辛		0.04	
槲子櫟	3.76			大葉楠			0.39
台灣糊樗	3.14		9.56	日本山桂花			0.26
四川灰木		13.16		火炭母草		0.18	
黑星櫻		11.40	10.74	牛乳榕			3.41
米飯花		8.77		百兩金			0.13
阿里山赤車使者	2.71	5.96		長葉木薑子			0.92
狹瓣八仙	0.62	6.32	1.18	胡樗		0.70	
台灣山桂花	0.15	1.75		常春藤		0.07	
藤胡頹子		2.32	8.91	複葉耳蕨		0.18	
蘭炭馬藍		5.79		橢圓線蕨		0.04	
青楓			13.10	紅楠			0.52

（資料來自本研究單位）

樣帶中的覆蓋度則有明顯的變化，樣帶 1 中，距離溪谷約 16 m 的坡面，已經沒有紀錄到闊葉樹，闊葉樹分布界線出現在樣帶 1 的 16 m 附近，將近有 15 公尺只有包籐矢竹。而樣帶 2 則是在 4 m 至 24 m 之間，僅有非常零星的闊葉樹出現。樣帶 3 位在研究區域的下方坡面，因此闊葉樹的覆蓋度較高（圖 三十）。包籐矢竹的覆蓋度只有在接近溪谷附近較低之外，兩個坡面之間沒有明顯的差異（圖 三十一），可能是溪谷長期受到雨水匯流沖刷，土壤層較薄，包籐矢竹無法生長。

表 六：迎風坡面之闊葉樹種類及相對覆蓋度

Species	Transect		
	1	2	3
小花鼠刺	45.01	9.86	2.40
槲子櫟	42.16		9.99
日本山桂花	11.41		
阿里山赤車使者	1.22		
蕨	0.20	0.33	
烏皮九芎		87.62	32.87
紅楠			44.63
牛乳榕			4.68
藤胡頹子		2.19	
米碎鈴木			1.01
臭黃荊			1.01
黑星櫻			1.01
糊樗			1.01
山龍眼			0.63
台灣糊樗			0.25
赤車使者			0.13
狹瓣八仙			0.38

(資料來自本研究單位)

(二)、闊葉樹冠層分布對小苗分布的影响

闊葉樹小苗的優勢種與樹冠層的優勢種並非完全相同。本次調查在迎風面共紀錄到 510 株小苗，背風面記錄到 44 株小苗。闊葉林下的小苗數量明顯高於包籜矢竹小苗總數的 11 倍以上（表 七）。長葉木薑子數量最多，達 401 株，扣除長葉木薑子的小苗，其他的闊葉樹小苗數量也是包籜矢竹林下小苗 2 倍以上。

迎風坡面及背風坡面的小苗數量有相當明顯的差異，樣帶 1 中的小苗分布在包籜矢竹林下的株數相當少，在闊葉林完全沒有覆蓋到的區域，約 16 至 30 m 之間，只有 2 株闊葉樹小苗（圖 三十二）。樣帶 2 也有類似的現象，在 6 到 24 m 之間闊葉樹沒有覆蓋的範圍，只有 1 株小苗。24 至 30 m 之間，則有 8 株小苗，樣帶 3 的小苗零星分佈在樣帶中，但樣區內數量都只有 1 株（圖 三十）。

由於迎風坡面與背風坡面的環境因子有相當大的差異，根據目前環境因子的紀錄結果顯示，風速、土壤溫度、土壤濕度都有可能是影響小苗分佈的因子。

後續的研究主要可以針對小苗分佈與環境因子的相關性方面進行，小苗的分佈結果對於研究闊葉樹的分佈相當重要。

調查結果顯示，包籐矢竹純林的坡面鄰近闊葉樹生長的距離相當近，且風向是由闊葉樹所在的坡面往包籐矢竹純林的方向，闊葉樹的種子由闊葉林傳播到包籐矢竹應不至於有傳播方面的阻礙。因此，限制闊葉樹小苗或植株出現在包籐矢竹純林內的因素，應該是闊葉樹的小苗難以存活至成株的階段。然而，種子發芽至小苗存活的階段受到哪一項環境因子的影響，則需要進一步的研究才有可能證實。

表 七：樣帶迎風坡（左側）及背風坡（右側）小苗種類及數量

leeward				windward			
species	Transect			species	Transect		
	1	2	3		1	2	3
大葉楠			1	小花鼠刺	2	1	
小花鼠刺	17	2		牛乳榕			1
山龍眼		1		台灣山桂花			2
日本山桂花	11		1	台灣糊櫟	4	3	1
牛乳榕		2		米碎枰木	7	1	2
台灣山桂花		6	1	長葉木薑子	1		3
台灣糊櫟	3	1	6	青楓		2	
台灣樹蓼		2	1	紅楠	3	3	2
未知	1			烏皮九芎		1	
米碎枰木	3	7	3	黑星櫻	1	1	2
長葉木薑子	325	65	11	毬子櫟		1	
青楓	5	16	1	合計	18	13	13
紅楠	1	1	83				
紅葉樹			4				
烏皮九芎		1					
狹瓣八仙		1					
偽葉灰木	1		1				
硃砂根			4				
黑星櫻	4	3	3				
毬子櫟	4	3					
糊櫟		1	3				
合計	375	112	123				

（資料來自本研究單位）

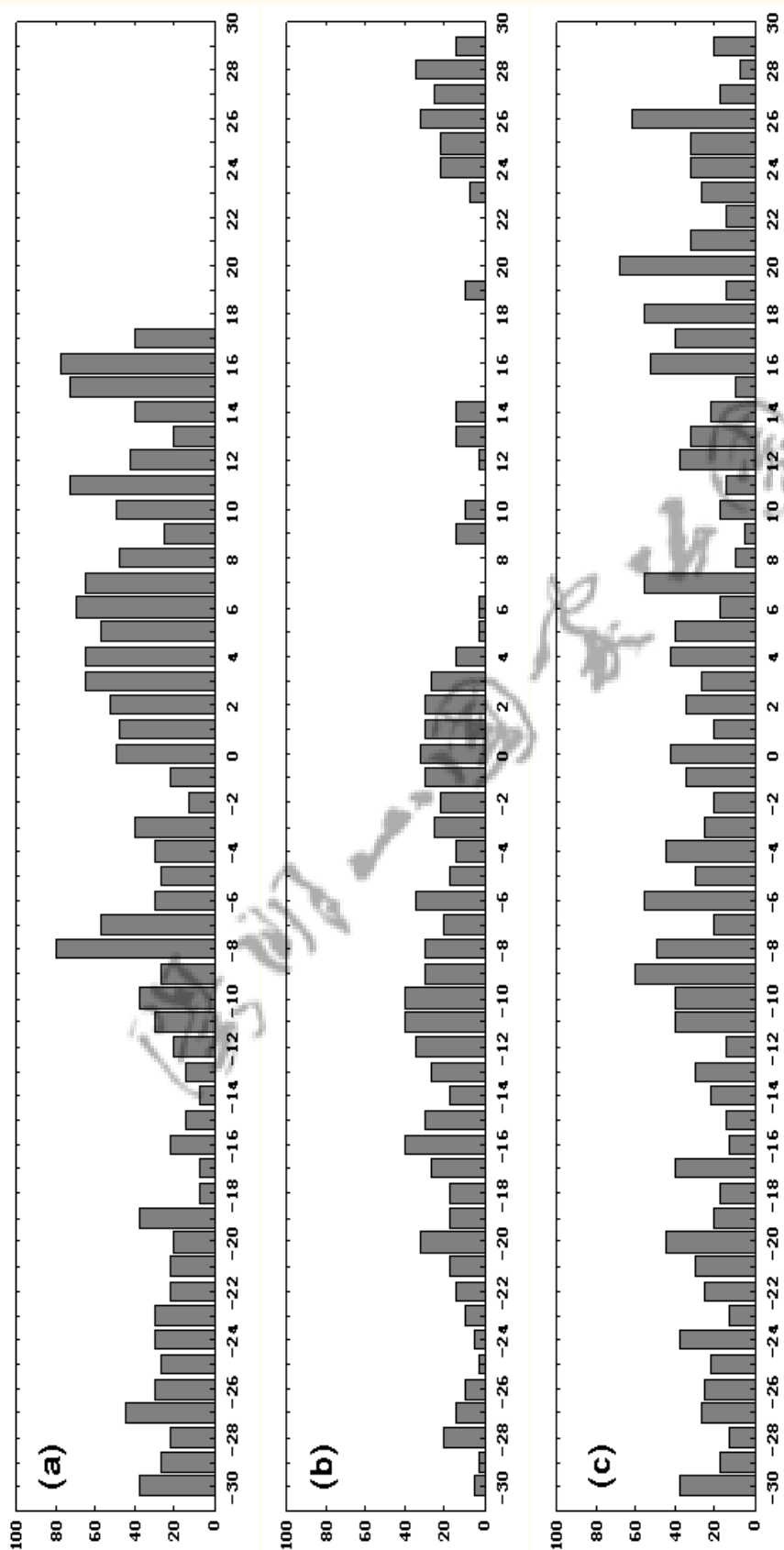


圖 三十一：樣帶內闊葉樹樹之覆蓋度，每一柱狀圖代表一個 $1 \times 1 \text{ m}^2$ 樣區，X 軸負值代表背風坡面，正值代表迎風坡面

(資料來自本研究單位)

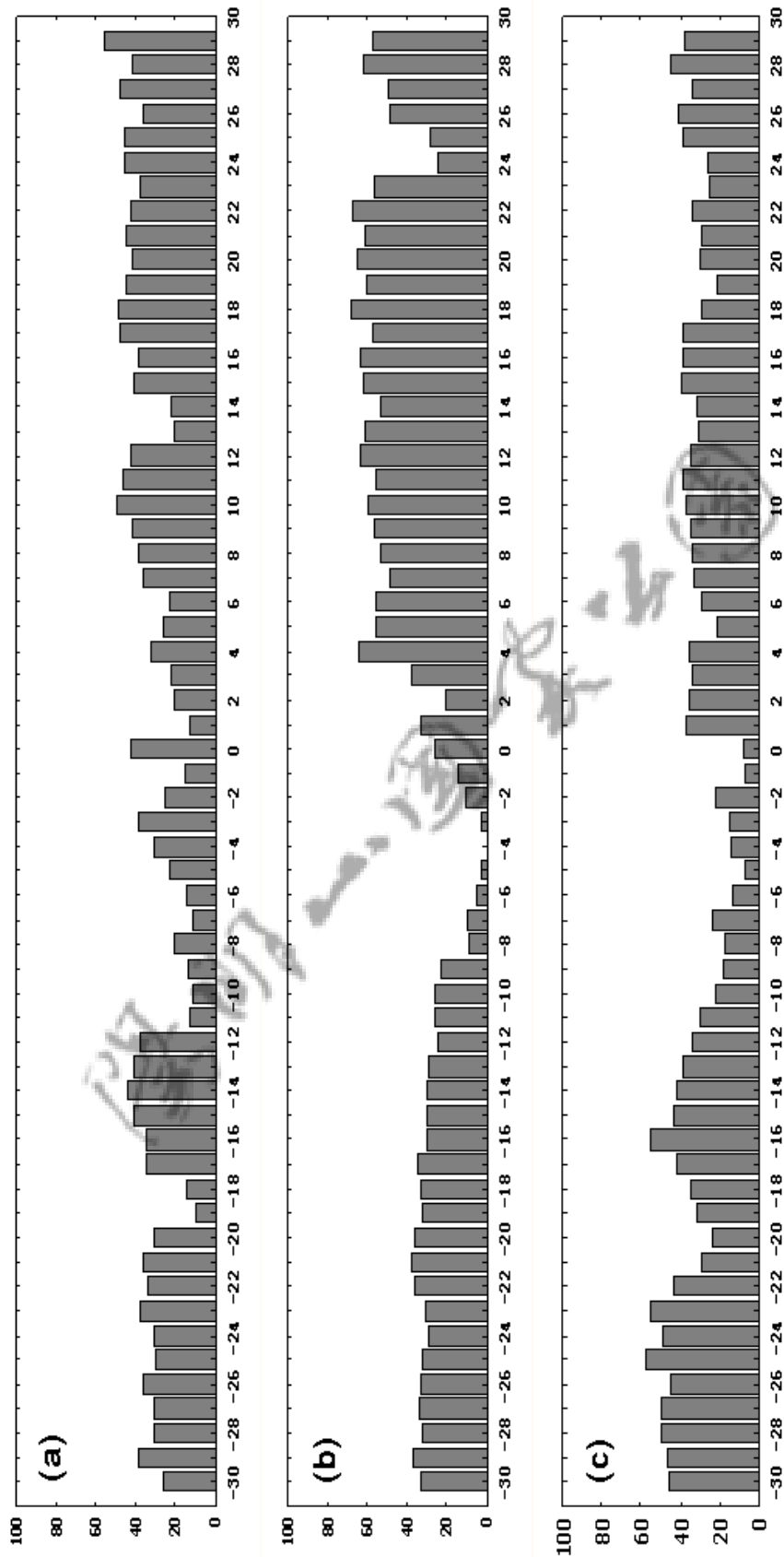


圖 三十二：樣帶內包籜矢竹之覆蓋度，每一柱狀圖代表一個 $1 \times 1 \text{ m}^2$
X 軸負值代表背風坡面，正值代表迎風坡面

(資料來自本研究單位)

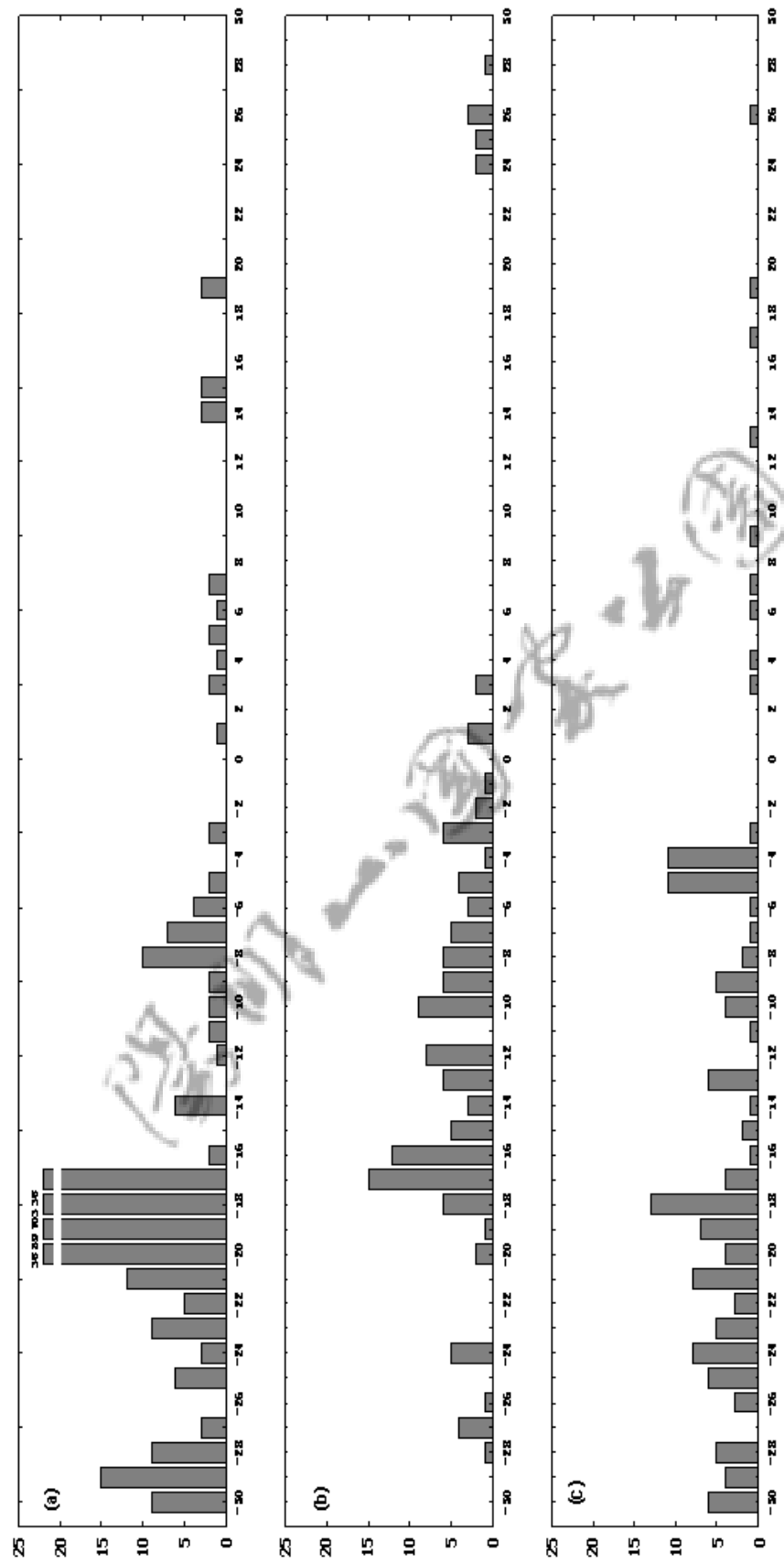


圖 三十三：樣帶內闊葉樹小苗數量分布圖，每一柱狀圖代表一個 $1 \times 1 \text{ m}^2$

(資料來自本研究單位)

第五節、環境因子監測

(一)、環境因子變化趨勢

小觀音山氣象站於 2009 年設置完成，可用資料於 2010 年 2 月開始，至目前為止共收集了 2010 年春夏兩季的完整資料，及秋季 8、9 月份的資料。陽明山區在冬季受到東北季風的吹襲，夏季則偶有颱風掠過，由現有的資料可以很清楚的發現小觀音山區不同坡面的微氣候環境，及其季節變化的趨勢。

表 八：2010 年發佈警報之侵台颱風

年份	中文名稱	英文名稱	警報期間	強度	近中心 最低氣 壓(hPa)	近中心 最大風 速(m/s)	七級風 暴風半 徑(km)	十級風 暴風半 徑(km)	警報發布 報數
2010	萊羅克	LIONROCK	08/31~09/02	輕度	990.0	23.0	100	--	15
2010	南修	NAMTHEUN	08/30~08/31	輕度	995.0	18.0	80	--	9
2010	莫蘭蒂	MERANTI	09/09~09/10	輕度	990.0	23.0	100	--	10
2010	凡那比	FANAPI	09/17~09/20	中度	940.0	45.0	200	80	22

(資料來自中央氣象局)

陽明山區冬季受到東北季風的影響，風速相當強，最高風速約可達 4.23 m sec^{-1} ，但風速大於 4 m sec^{-1} 以上的時間並不多。春季與冬季的風速變化類似，但春天的變化幅度較為緩和，應該比東北季風的影響較小。夏季的風速變化較大，主要是受到颱風來襲的影響（圖 三十三）。2010 年至 9 月份為止，中央氣象局共發佈 4 個颱風警報（表 八），此 4 個警報都使得小觀音山的風速迅速增加，風速的紀錄可以發現 9 月 2-4 日、9 月 7-10 日、9 月 18-21 日的風速相當高，尤其是凡那比颱風來襲期間，風速更增加到 10 m sec^{-1} ，是目前紀錄到最高的風速。由目前的風速紀錄可知東北季風及鋒面來襲時風速可以到達的上限大約是 4 m sec^{-1} ，春季氣候比較溫和的情況下，風速低於 2 m sec^{-1} 的機會增加，夏季則是受到颱風的影響，風速可以增加到 4 m sec^{-1} 以上，甚至可以大幅度增加到 10 m sec^{-1} 。由風速事件可見得對於植物而言，颱風帶來的強風壓力，比東北季風所帶來的壓力大。

矢竹林冠層的風速不論在任何季節、或一天當中的任何時間，都比潤葉林

冠層的風速強。由 2010 年 2 月至 3 月的資料顯示，矢竹林冠層的平均風速為 1.81 m sec^{-1} ，而闊葉林冠層的平均風速為 1.49 m sec^{-1} ，闊葉林樹冠層下方的平均風速為 1.05 m sec^{-1} 。三個風速計所測到的資料顯示有顯著性差異（表 九）。而距離本研究樣區約 1 km 的鞍部測候站所測的數據，2010 年 2 月及 3 月的平均風速分別為 9.1 m sec^{-1} 及 9.4 m sec^{-1} ，高於樣區所設置的微氣象站所收集到的數值。由風速的資料顯示，樣區所在的位置所測得的數值低於鞍部測候站的數值，可見樣區處在避風的位置。

表 九：向風面及背風面的平均風速及顯著性差異檢定（t-test）

	矢竹林冠層 3 m	闊葉樹冠層 5.5 m	闊葉樹冠層下方 3 m
矢竹林冠層 (1.81 m sec^{-1})			
闊葉樹冠層 (1.49 m sec^{-1})	$p < 0.01$ df=5821		
闊葉樹冠層下方 (1.05 m sec^{-1})	$p < 0.01$ df=5821	$p < 0.01$ df=5821	

（資料來自本研究單位）

小觀音山區的大氣濕度有很明顯的日夜變化，而季節間的差異不明顯（圖三十四）。夜間的大氣濕度常常達到 100%，由夜晚進入到白天的過程中，濕度慢慢降低，近中午的時間是一日當中大氣濕度最低的時間，之後又再增加。但也有大氣濕度在白天維持在 100% 的情況，與中央氣象局的降雨資料對照，日間的大氣濕度高與降雨有相當密切的關係。

小觀音山樣區的土壤含水量呈現出相當明顯的季節差異（圖三十五）以 2 月分而言，闊葉林下的土壤含水量雖然有上下震盪的趨勢，但大部分都維持在 80% 以上的含水量；大約是在 3 月 19 日之後，含水量降低到 80% 以下的機率增加；4 月分之後，土壤含水量幾乎都在 80% 以下；5 月分的土壤含水量變動範圍比較大，到 6 月之後低於 60%，7 月到 9 月之間完全低於 50%。矢竹林下的土壤含水量較闊葉林低，但震盪的幅度比較廣，不同季節間也有差異，尤其是 7 月份之後，含水量始終都低於 40% 以下，7 月到 9 月之間除了偶然颱風來時雨量高，土壤含水量也較高以外，其餘時間土壤相當乾燥。

除此之外，降雨之後，土壤含水量的變化在兩個坡面之間也有明顯的不同，矢竹林坡面的含水量在降雨之後升高，但維持的時間大約只有 3 個小時，之後就恢復到降雨前的水準。但闊葉林坡面的土壤水含量升高的時間比矢竹林坡面晚了 3 小時，且降雨之後土壤濕潤的效應可以持續的時間相當久，達 2 至 3 天以上。

以 2009 年 3 月 25 日為例（圖 三十四），根據鞍部測候站的紀錄，3 月 18 日之後便沒有降雨，持續 7 天，在 25 日當天下雨了 16.5 mm 的降雨，3 月 25 日之後，又經過了 7 天才又有較高的降雨，故 3 月 25 日的降雨提供了不同坡面對於降雨反應的訊息。根據小觀音山氣象站的紀錄，3 月 25 日 3 點鐘之前，土壤含水量只有 31%，大約凌晨 3 點鐘開始，矢竹林的土壤含水量開始升高，降雨應該是發生在這個時候；早晨 6 點時，到達 50% 以上，持續到當日的 12 點之後，含水量開始下降，到 3 月 26 日零時，含水量 40%，之後維持到 4 月 3 日才又有降雨，含水量才又再升高。闊葉林坡面的含水量則是由 60% 緩慢的升高，到當日下午的 13:40 分，才到達 83%，下午 20:50 才到達 94%，之後緩慢的下降，到 26 日的 22:50 分才降到 80% 以下，時間持續了 1 天以上。

兩個坡面之間，土壤溫度及降水影響到土壤水的變化趨勢，除此之外，坡面之間的土壤質地有顯著不同，故含水量的差異及不同的變化趨勢也可能是由於不同土壤所造成。強風增加蒸發速率，也有可能是向風坡面土壤水分含量較低的影響因子之一。

除了降雨之外，土壤溫度可能是較為直接影響土壤水分的重要因子，土壤溫度也顯示出明顯的季節變化。春季的溫度變化相當大，最高及最低溫可以相差 10 度以上。4 月份開始，溫度有上升的趨勢，4 月份的最低溫度沒有低於 10°C，溫度上升的趨勢一直持續到 6 月中，6 月中以後，土壤溫度維持在 20°C 以上，一直到 9 月底皆是如此（圖 三十六）。土壤溫度除了季節性變化以外，最明顯的差異表現在不同坡面之間的日夜溫差。兩個坡面之間土壤溫度的日夜變化趨勢差異相當大，尤其是在春季低溫的時候，矢竹坡面的震盪幅度比闊葉林坡面大。但是到夏季 7 月份之後，兩個坡面的夜間低溫差異不大，日間高溫則以矢竹坡面的溫度高，這種趨勢一直持續到 9 月份皆是如此，只有少數幾次颱風來時溫度下降的幅度較大。

大氣溫度的日夜變化非常明顯，春季高溫接近 25°C，低溫可達 0°C 以下，

初夏 5 月份時，高溫達 25℃ 以上，低溫下探 10℃。過了 6 月中旬以後，低溫大致上都維持在 20℃ 以上。季節變化的趨勢也相當明顯。

大氣溫度與矢竹林內的土壤溫度有相同的變化趨勢，大氣溫度升高，則矢竹林內的土壤溫度也會有升高的趨勢。但大氣溫度與土壤溫度之間，在晴朗的天氣及陰雨的天氣中，溫度有顯著的差異，尤其在冬、春低溫時更為明顯。在晴朗無雲、大氣濕度低的環境下，大氣溫度會高於土壤溫度 10℃ 以上。而在低溫的情況下，大氣溫度會低於土壤溫度 5℃ 以上。闊葉林內的土壤溫度變化較為和緩，變化幅度較矢竹林內的土壤溫度小。

葉溫受到大氣溫度的影響相當高，在晴朗的天氣，中午 12 點左右的葉溫最高，不同坡面之間、不同樹種或不同高度都沒有明顯的差異（圖 三十八）。葉溫與大氣溫度之間有相當明顯的對應關係，大氣溫度升高，葉溫也隨著升高。在晴朗的天氣，葉溫的日夜溫差可以超過 10℃ 以上，甚至超過大氣溫度的日夜溫差；但在天氣寒冷的情況下，葉溫與大氣溫度的差異不大，例如在大氣溫度到達 0℃ 時，葉溫與大氣溫度幾乎相同。

風速、土壤溫度及土壤濕度對於陽明山國家公園內小觀音山區的闊葉樹及包籜矢竹分布有明顯的影響，稜線附近的向風面受到持續性風力吹襲，改變了兩個坡面的環境，包括土壤溫度、土壤濕度、土壤質地等，環境不同，使得植物組成有相當大的差異。並且在向風面，風速、土壤溫度、土壤濕度、土壤營養鹽都可能使得闊葉樹小苗生長受到限制或死亡，因而將闊葉樹的分布限制在背風坡面。因此風速、土壤溫度、土壤濕度、土壤質地、土壤營養鹽等都可能是闊葉樹分布的主要限制因子。而闊葉樹與包籜矢竹之間，在兩個坡面之間形成明顯的界線，因而降低了闊葉樹與包籜矢竹之間的種間競爭。環境因子應該是闊葉樹與包籜矢竹之間形成明顯推移帶的重要因子。

(二)、環境因子與植物組成之相關性

陽明山區的包籜矢竹草原與闊葉樹林之間，有明顯的界線，尤其在竹子山、大屯山、小觀音山區相當常見。此種界線可能受到環境因子的影響，本研究環境因子的紀錄當中，闊葉林與包籜矢竹林所監測的環境因子之中，有顯著差異的因

子包括風速、土壤溫度、土壤濕度，這些環境因子與可能影響了闊葉樹小苗的存活，導致包籜矢竹純林中沒有或很少闊葉樹種出現。

風速可能與此界線的形成有極大的相關性，風速影響闊葉樹小苗的存活，主要可能與闊葉樹小苗的代謝活動有關，風速影響的代謝活動需要從光合作用、蒸散作用、呼吸作用測量之後，才能有進一步的推論。土壤溫度在包籜矢竹林內的日夜溫差較大，白天的正午溫度較高，可能是包籜矢竹的遮蔽效應較低，陽光直射所致，溫度較高也可能影響小苗的生理活動。土壤溫度較高而土壤濕度較低，兩種因子的共同作用，影響小苗的存活。雖然本研究並沒有包括不同坡面之間土壤的差異分析，但初步的觀察發現兩個坡面的土壤質地有差異。此種土壤的差異由何種因素所造成，目前並不清楚，然而與植物社會的分佈有相關。

除了闊葉林和矢竹明顯的界線與環境因子有關以外，矢竹筍的發芽可能也與環境因子有關。土壤水分與土壤溫度可能與竹筍的發芽有關，但是需要更多的證據及分析。

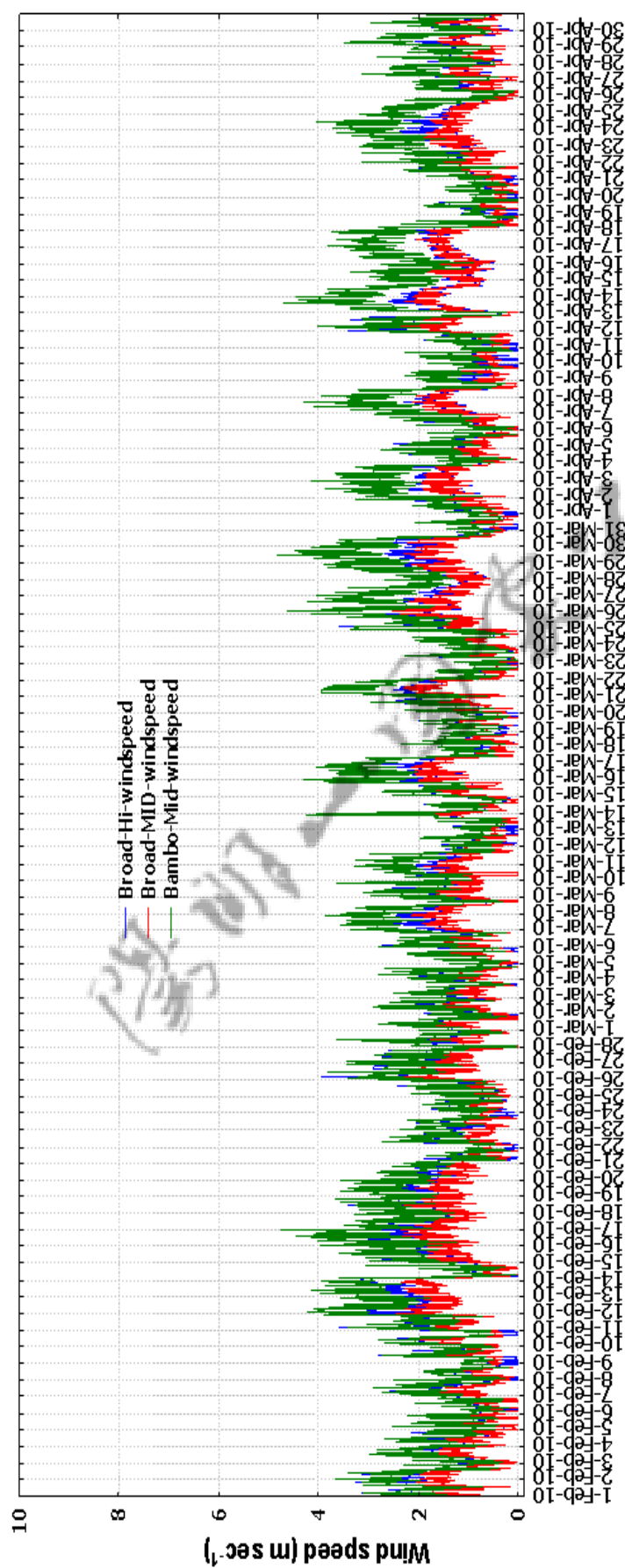


圖 三十四：小觀音山區 2-4 月迎風坡面及背風坡面之風速，綠色為迎風面矢竹冠層，藍色為背風坡面闊葉樹冠層，紅色為背風坡面矢竹冠層

(資料來自本研究單位)

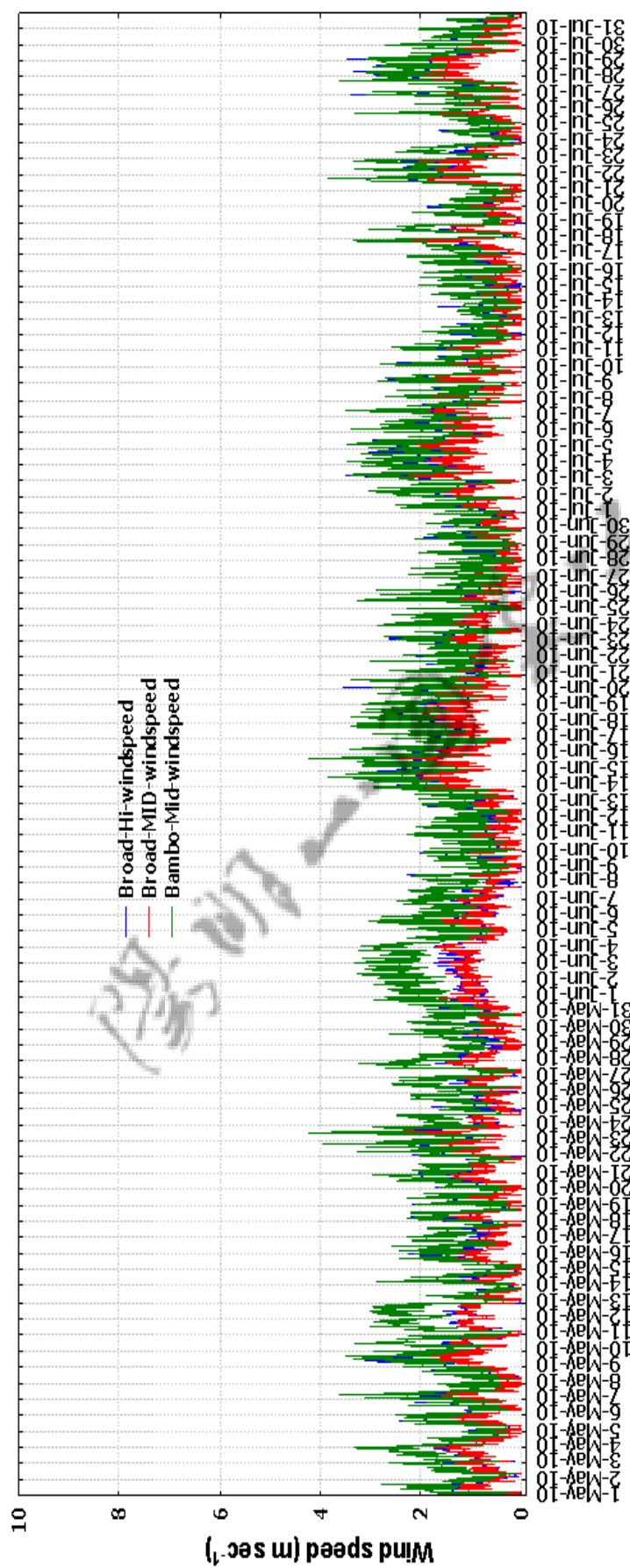
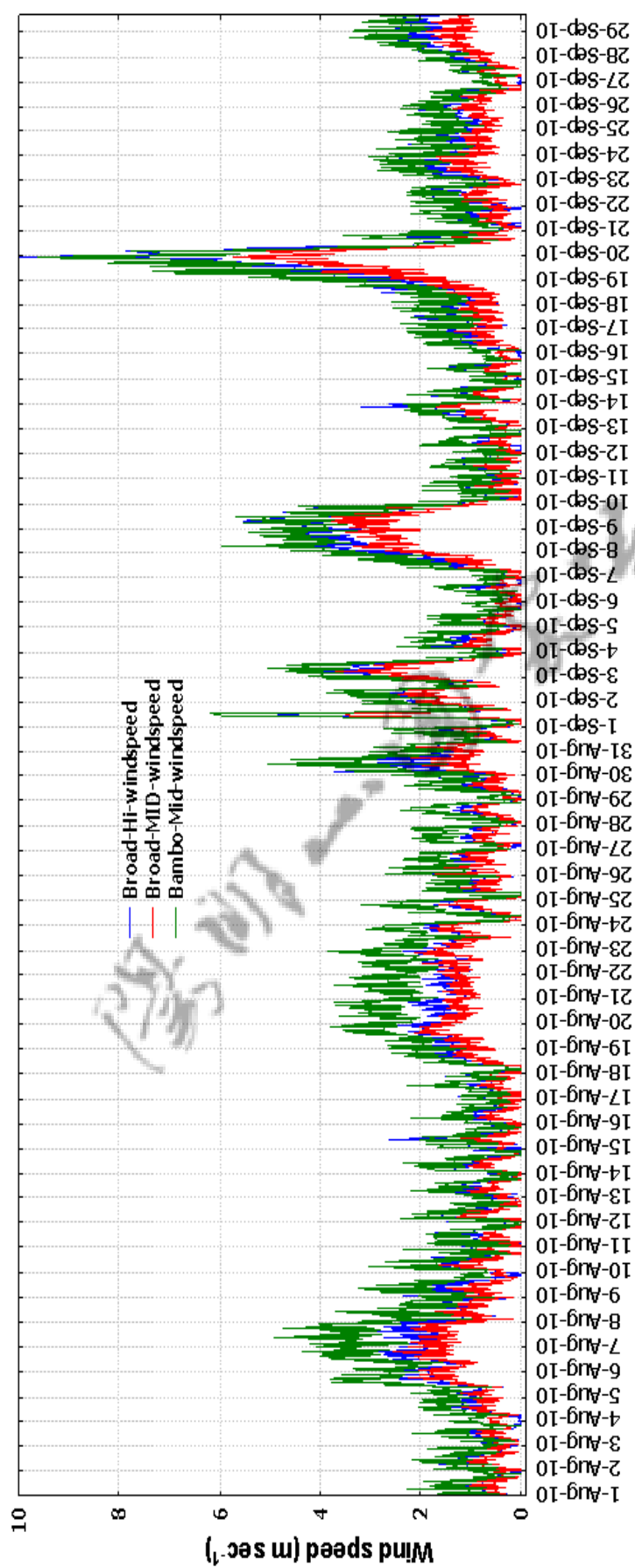


圖 三十四：續，5-7 月

(資料來自本研究單位)



圖三十四：續，8-9月

(資料來自本研究單位)

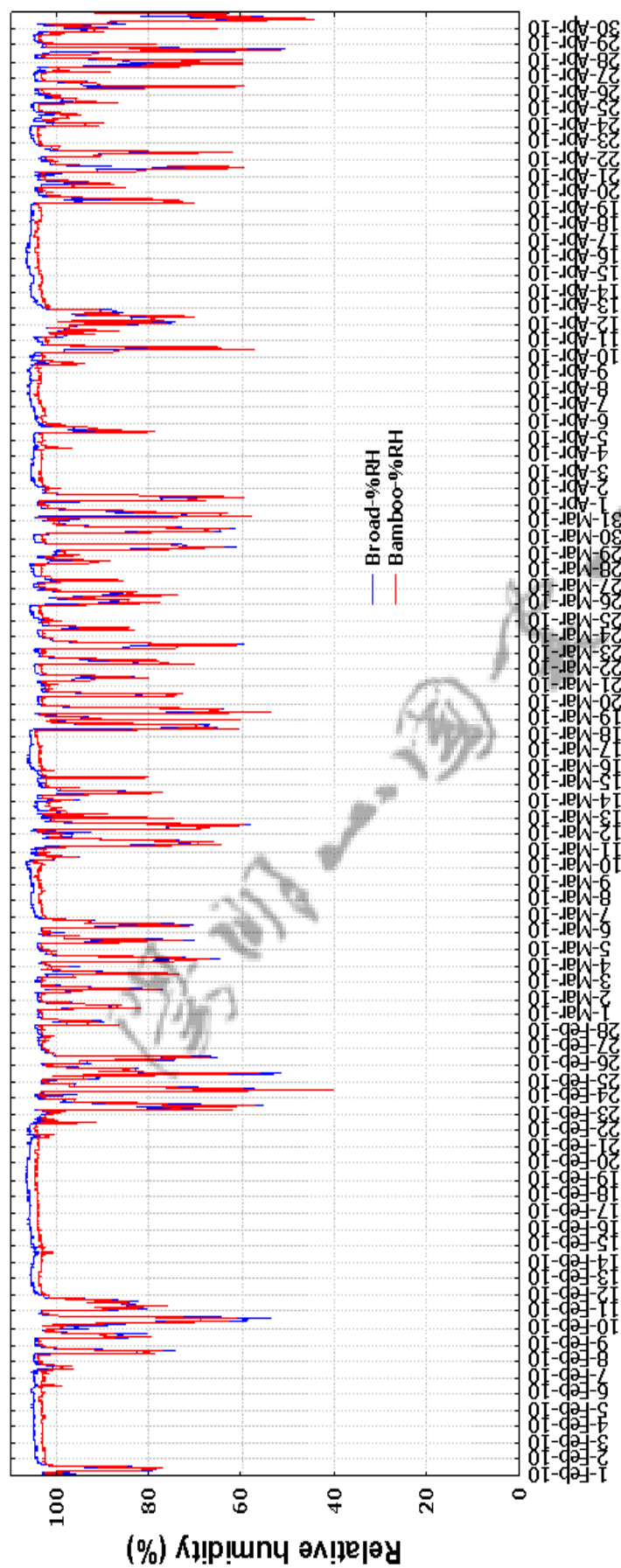


圖 三十五：小觀音山區迎風坡面（紅色）及背風坡面（藍色）2-4 月之大氣相對濕度

（資料來自本研究單位）

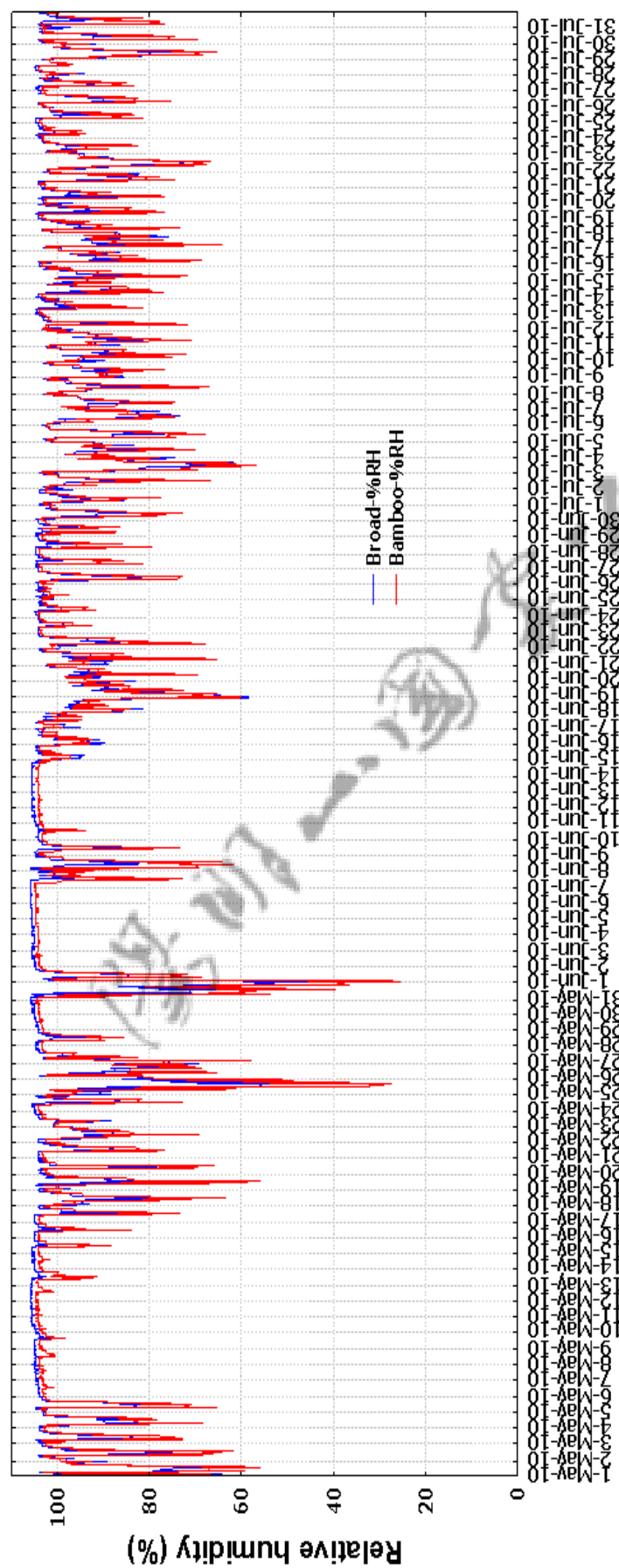


圖 三十五：續，5-7 月

(資料來自本研究單位)

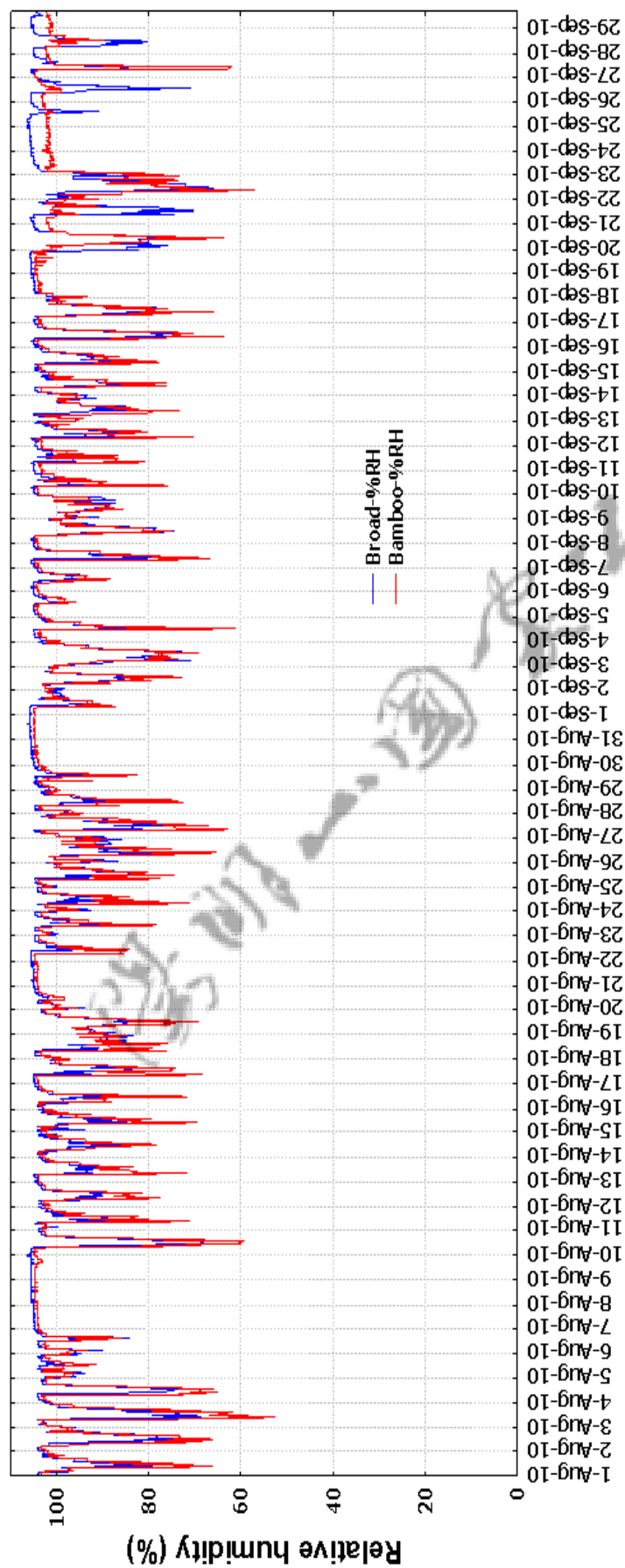
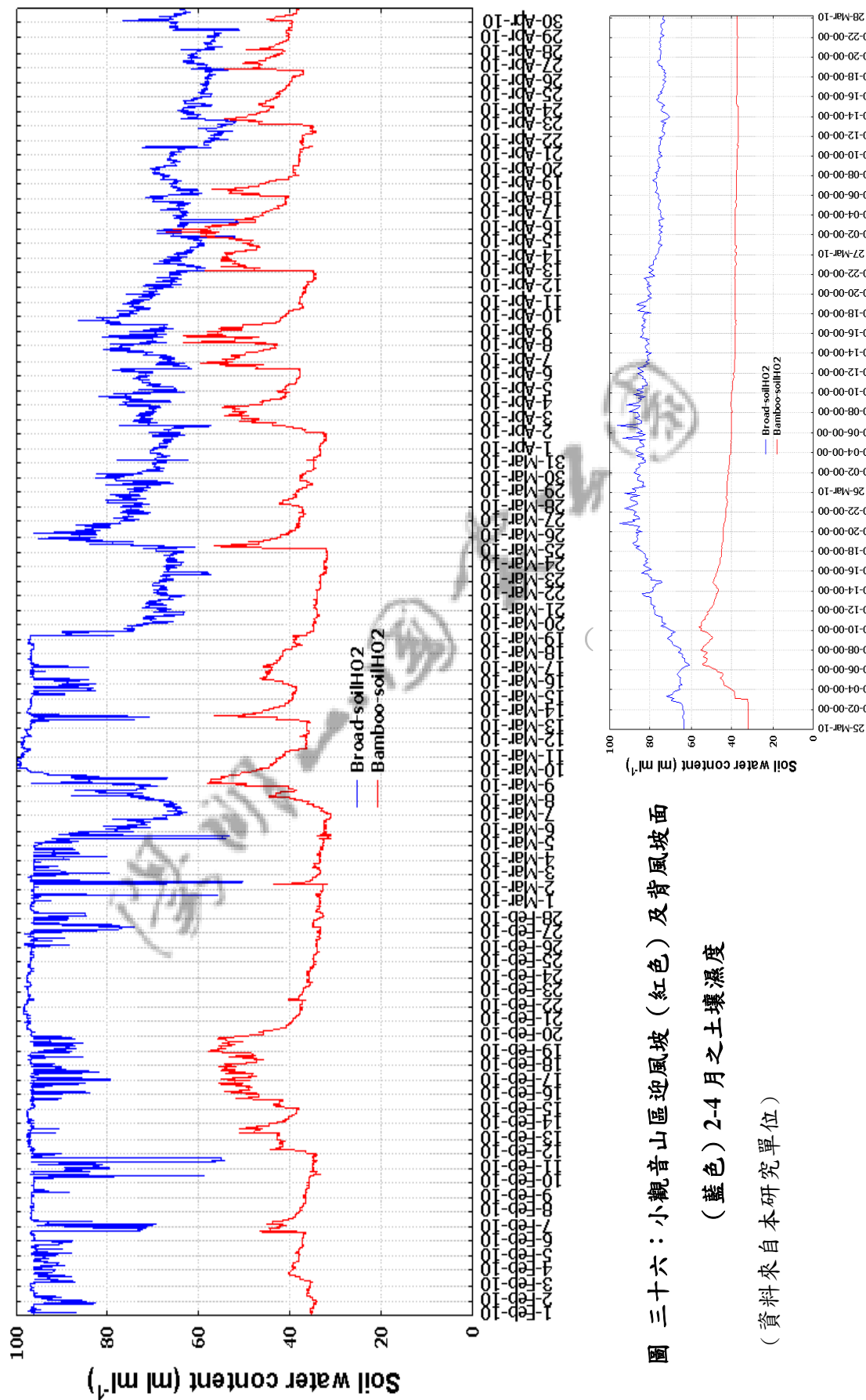


圖 三十五：續，8-9 月
(資料來自本研究單位)



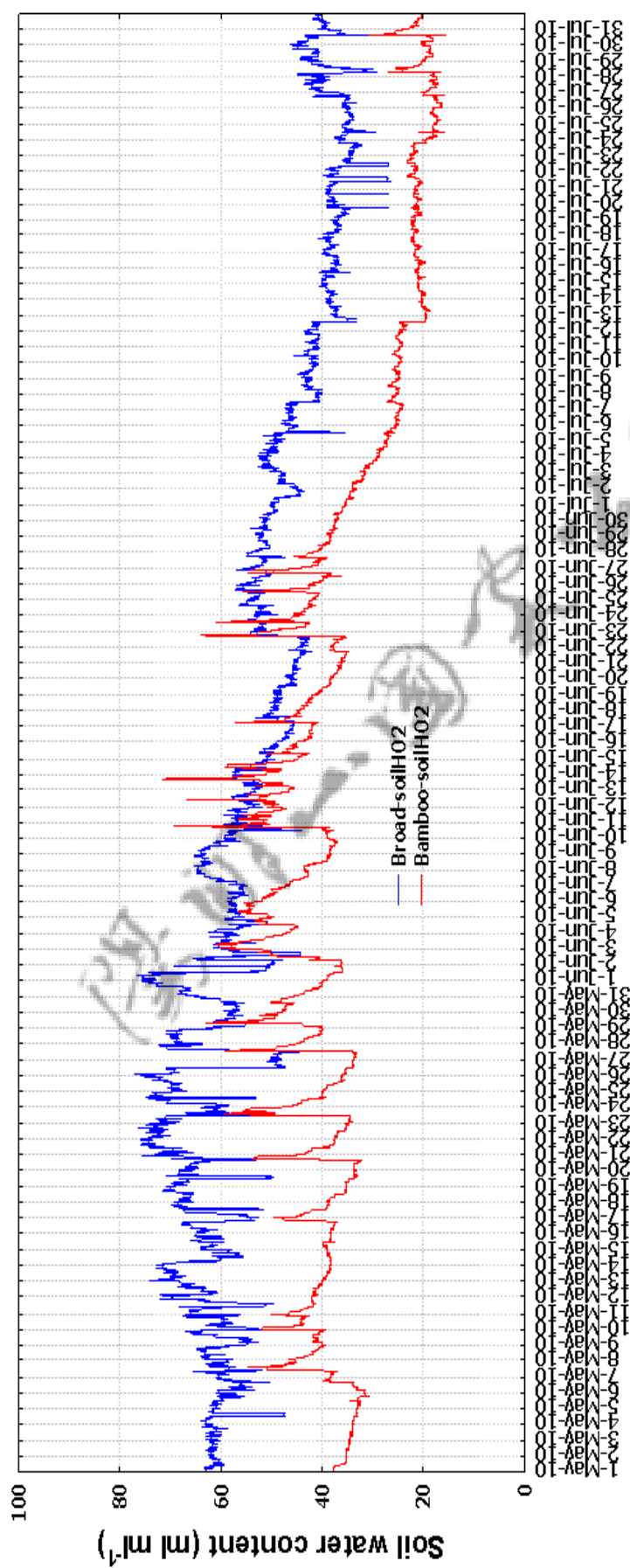


圖 三十六：續，5-7 月

(資料來自本研究單位)

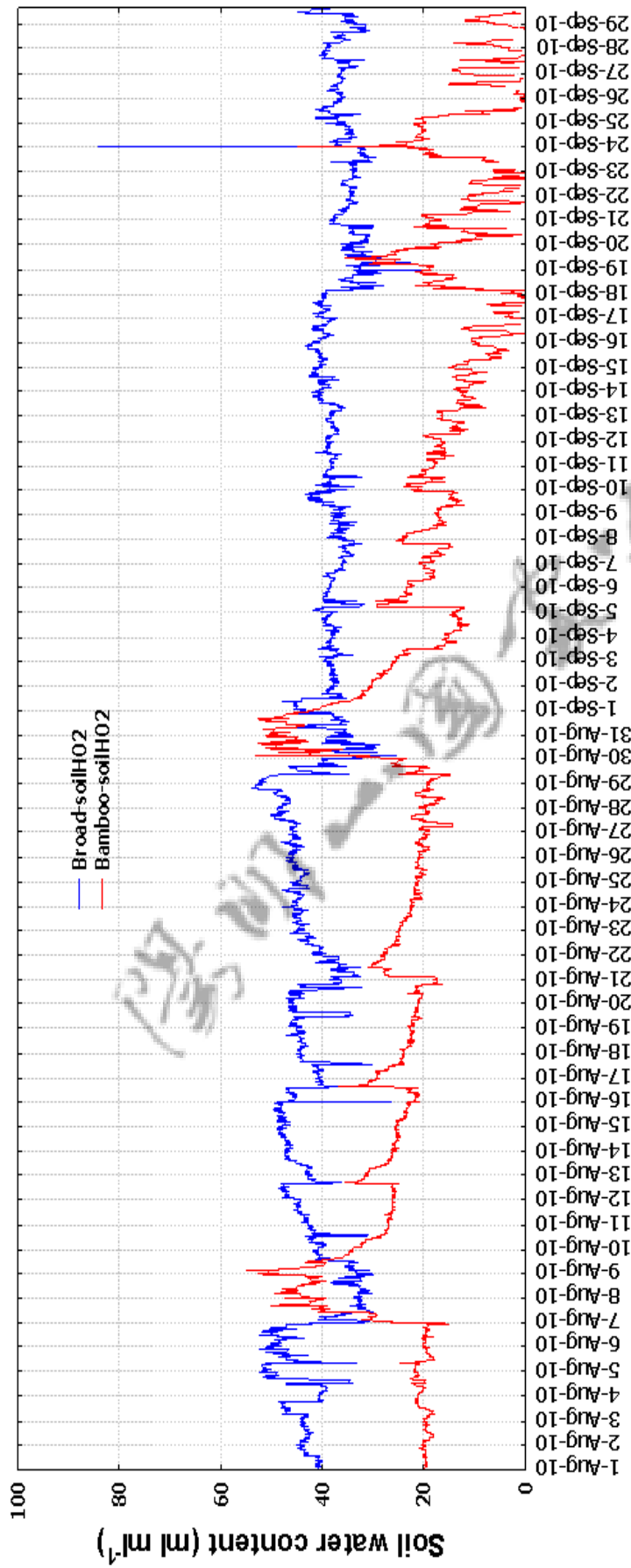
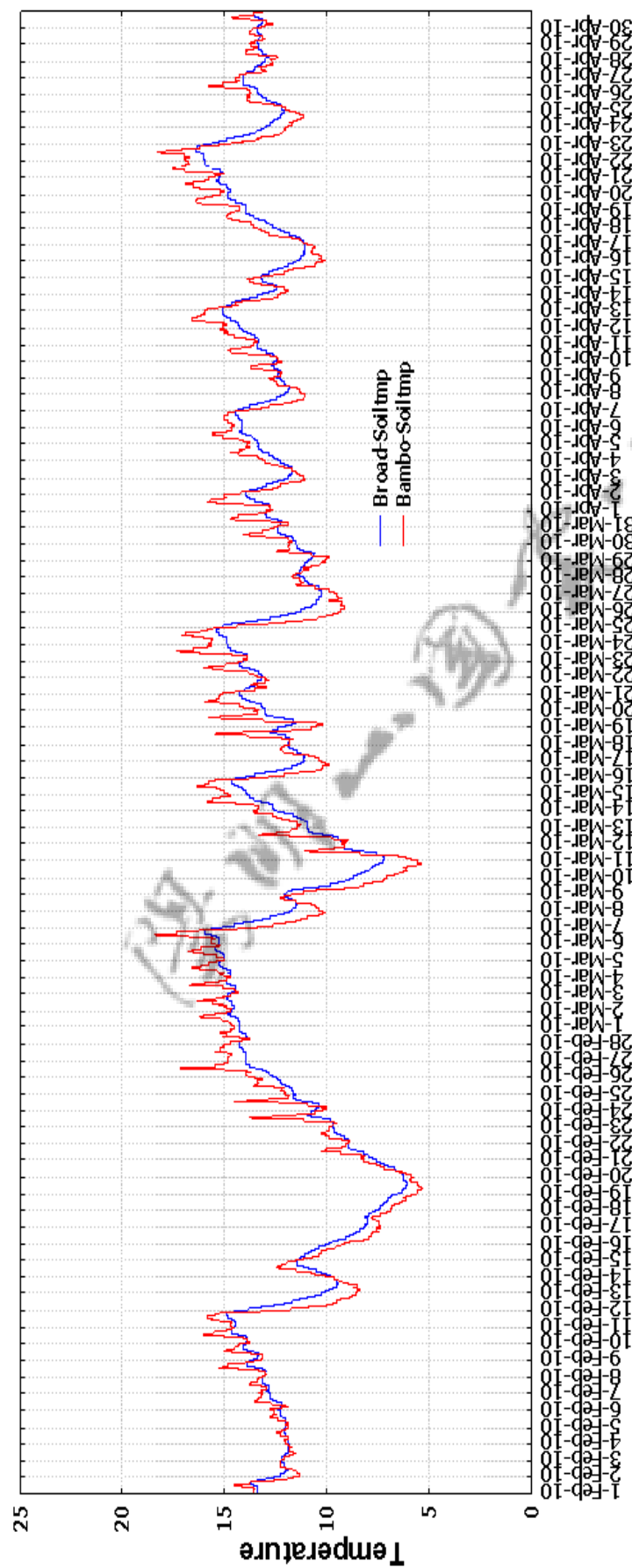


圖 三十六：續，8-9 月

(資料來自本研究單位)



圖三十七：小觀音山區迎風坡（紅色）及背風坡面（藍色）2-4月之土壤溫度

（資料來自本研究單位）

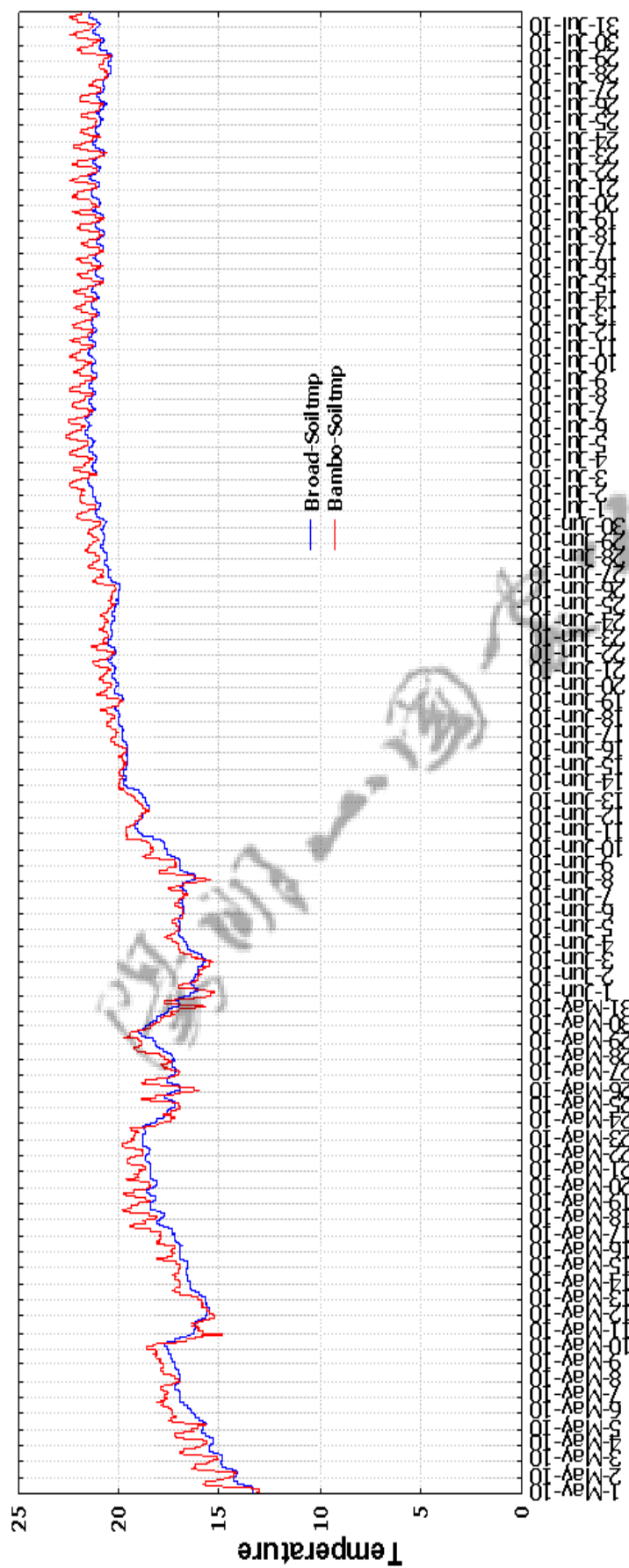
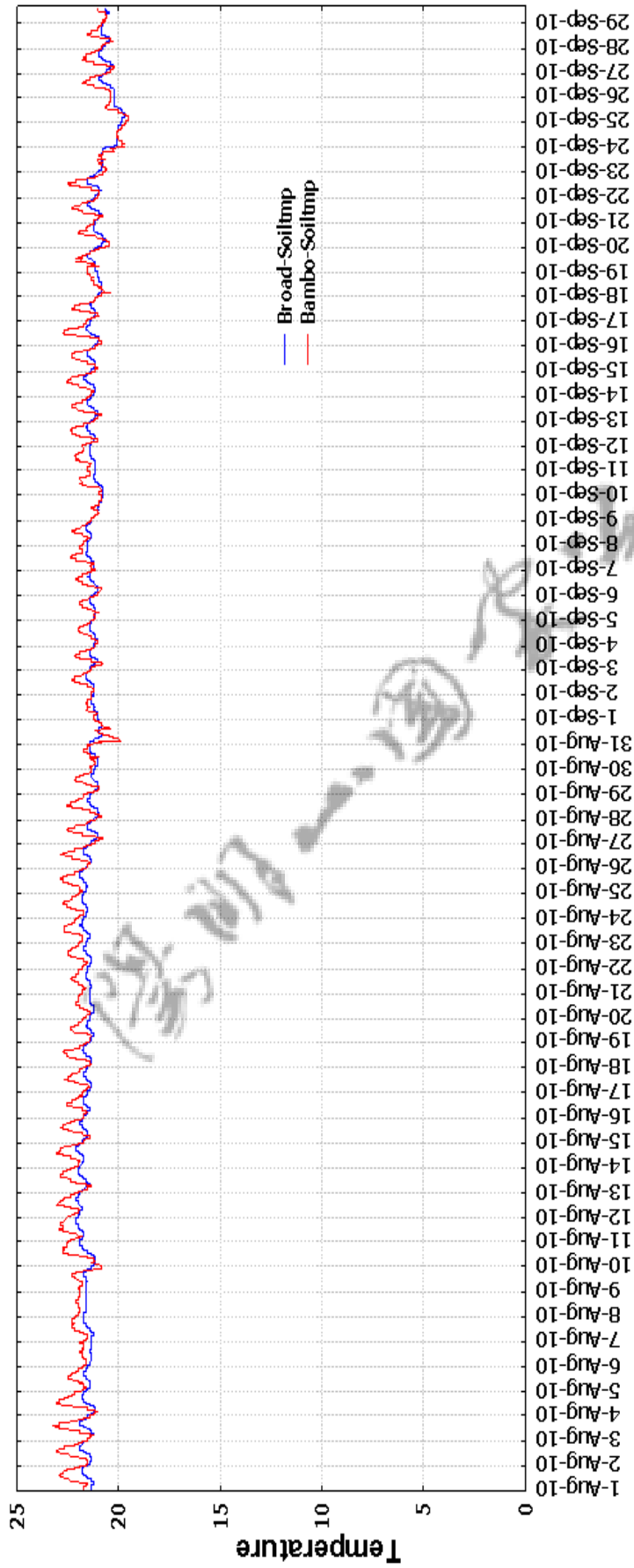


圖 三十七：續，5-7 月

(資料來自本研究單位)



圖三十七：續，8-9月

(資料來自本研究單位)

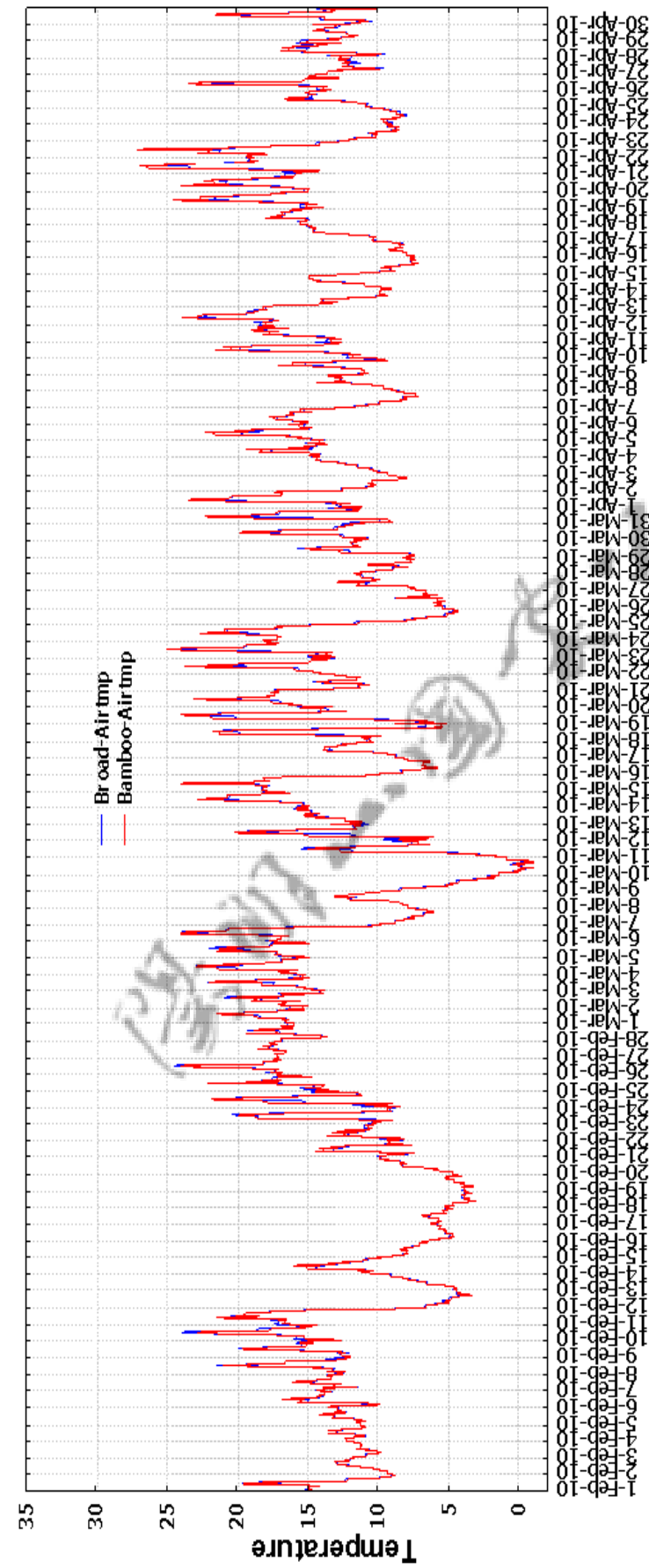


圖 三十八：小觀音山區迎風坡面（紅色）及背風坡面（藍色）2-4 月之大氣溫度

（資料來自本研究單位）

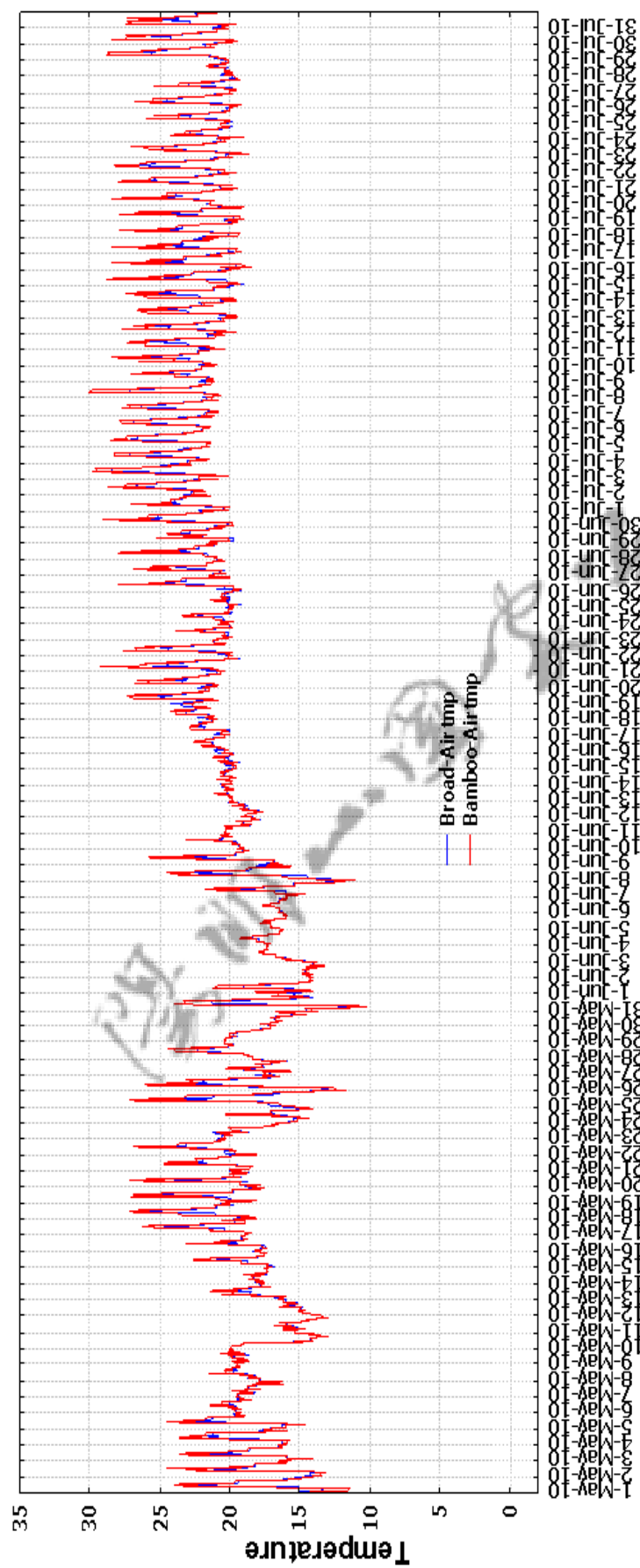


圖 三十八：續， 5-7月

(資料來自本研究單位)

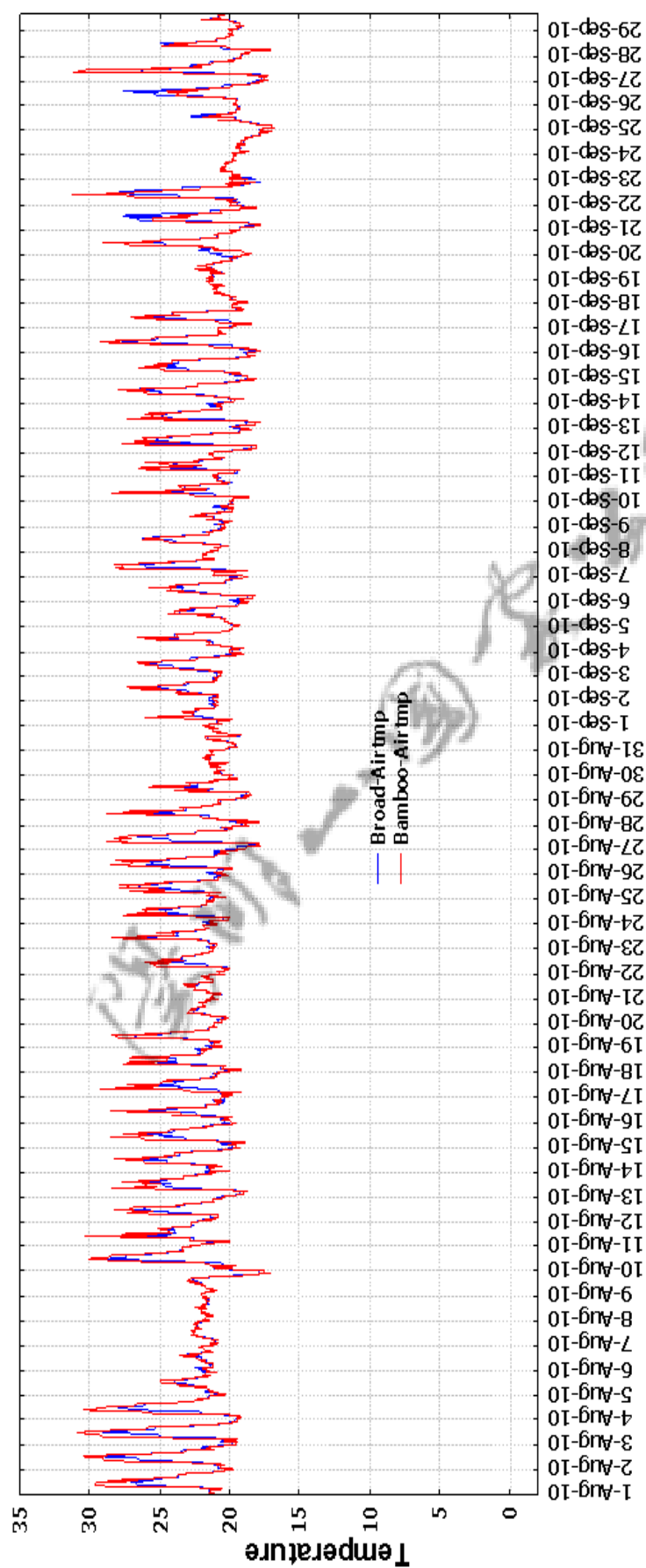


圖 三十八：續， 8-9 月

(資料來自本研究單位)

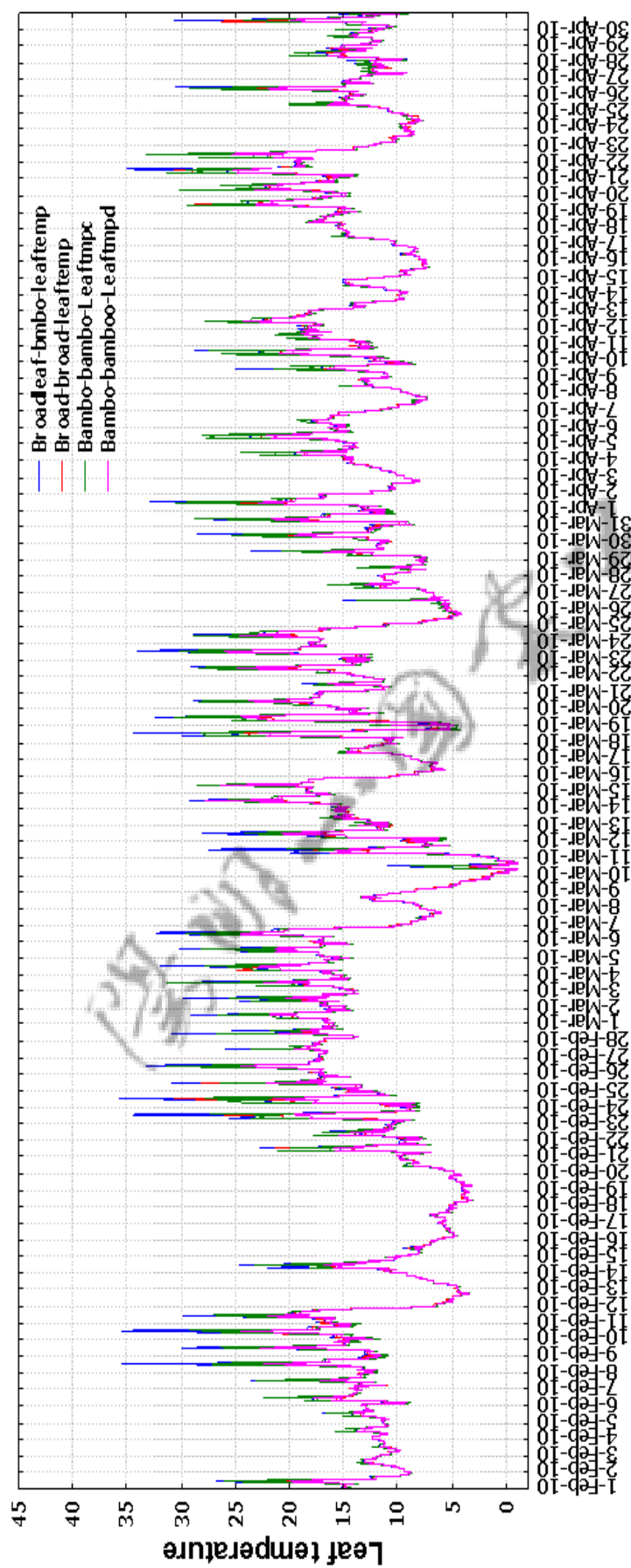


圖 三十九：小觀音山區迎風坡面及背風坡面 2-4 月份葉面溫度，藍色為背風坡面矢竹葉溫，紅色為背風坡面黑星櫻葉溫，綠色為迎風坡面矢竹葉溫，褐色為迎風坡面江某葉溫

(資料來自本研究單位)

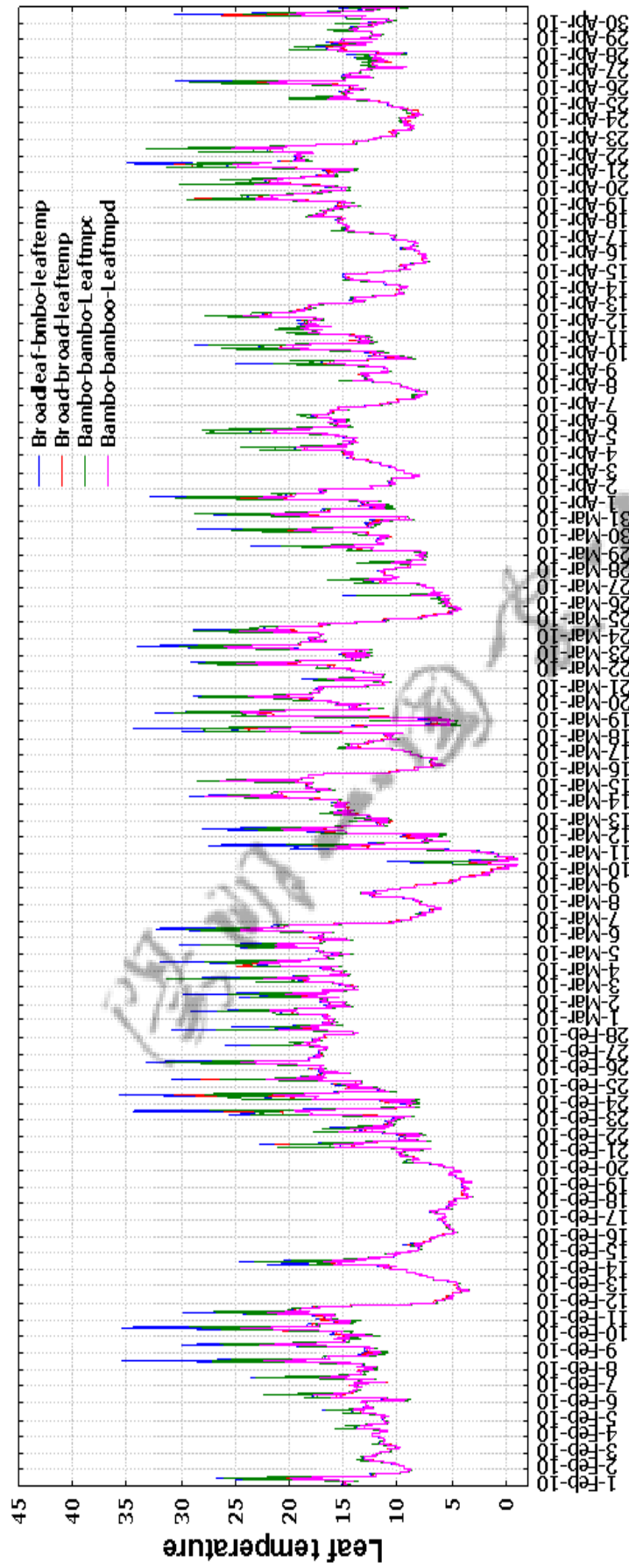


圖 三十九：續， 5-7 月

(資料來自本研究單位)

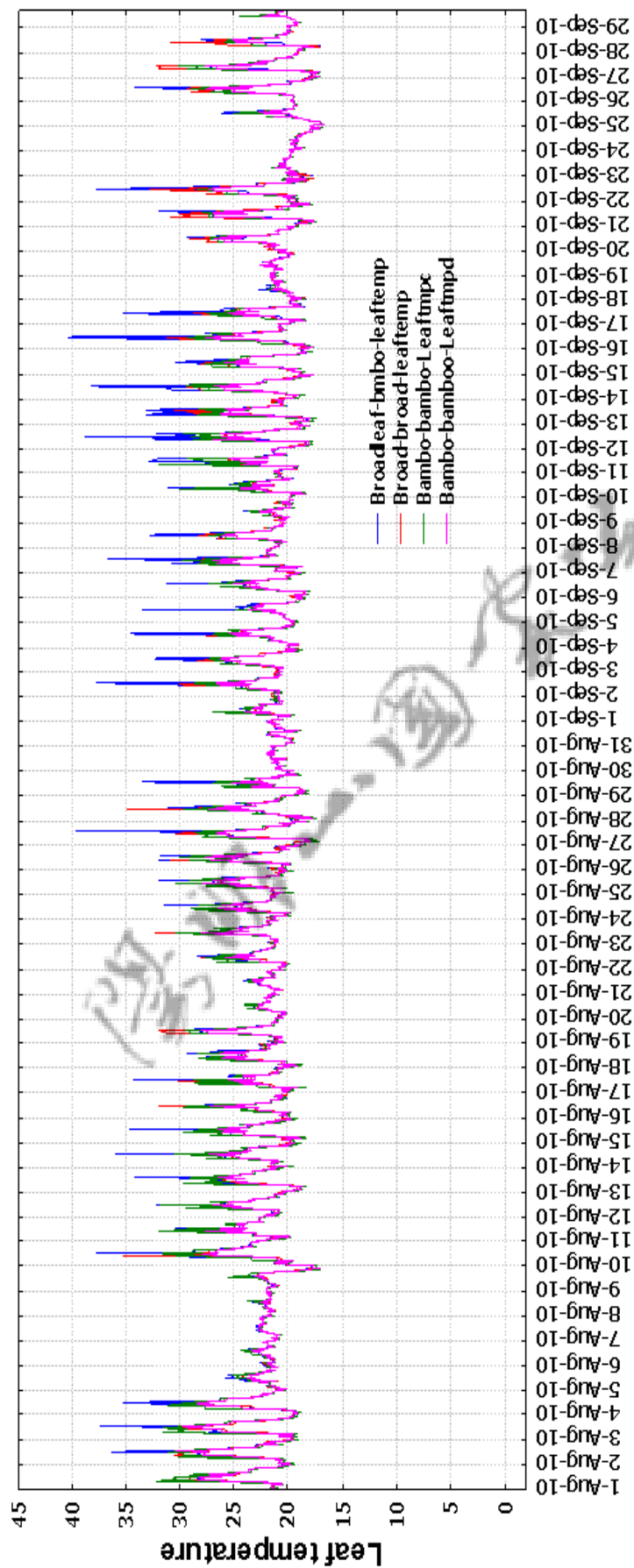


圖 三十九：續， 8-9 月

(資料來自本研究單位)

第六節、矢竹草原交界帶

(一)、2007 年樣區調查結果

黃生等(2007)在小油坑的東側山壁選定竹芒交錯棲地。利用衛星定位儀進行定位，並利用皮尺與尼龍繩圈選方格樣區。沿著 40 公尺的交界帶穿越線拉出七條垂直的直線，每條直線的水平距離為五公尺。在每條直線上設置八個兩公尺乘兩公尺的方格樣區，共包含 56 個方格樣區。樣區之間間隔三公尺(圖 三十九)。

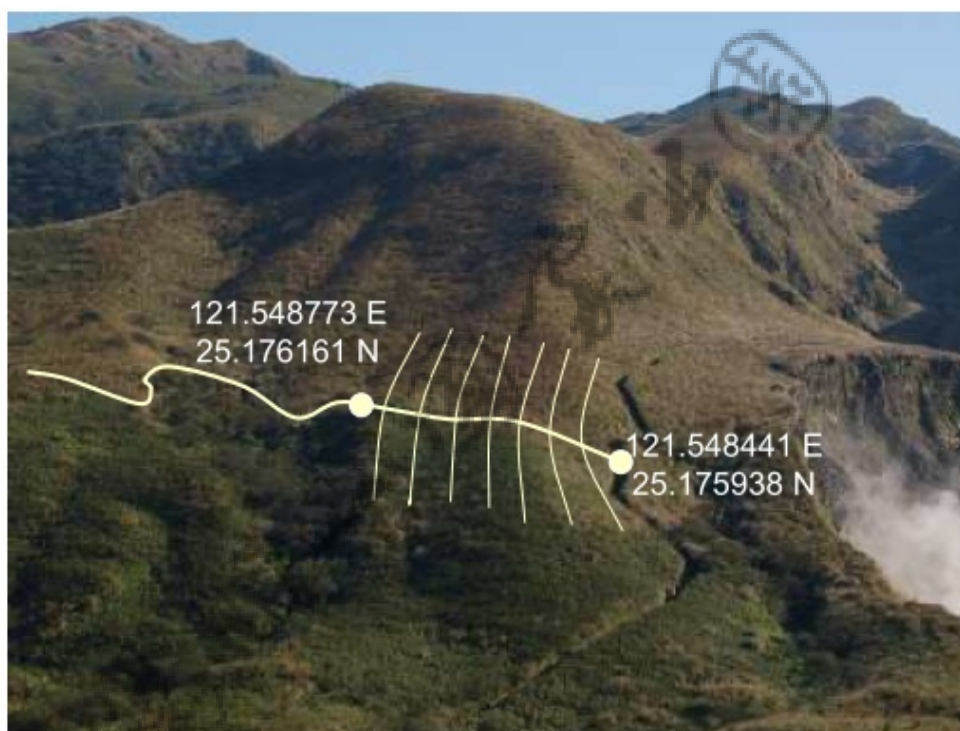


圖 三十九：芒草及包籜矢竹樣區之位置及穿越線

(資料來自黃生 et al., 2007)

該計畫並比對了同一地點 2000 年及 2006 年不同年份的照片(圖 四十)，及 2000、2001 及 2005 年的航照圖，由地面的照片及航照圖，都顯示出在矢竹開花之後，大量矢竹枯死，並且由芒草填補了矢竹枯死後的區域。結論認為歷經一次開花事件之後，芒草入侵包籜矢竹的生存空間。

除此之外，利用計數器計算每個方格樣區中的竹莖數目與草莖數目，記錄並繪製於預先設計的方格紙上，計算每個方格樣區的竹芒比例，以呈現箭竹與芒草之間推移帶的現況(圖 四十一)。地面樣區呈現出兩個物種之間的分佈樣式。



圖 四十：2000 年箭竹大量開花的景象(上)與 2006 年重回同一拍照場景(下)
原來的箭竹領地已有大面積遭芒草入侵 (黃生 *et al.*, 2007)

(資料來自黃生 *et al.*, 2007)

(二)、2009 年樣區調查

本計畫於 2009 年 8 月對樣區進行重新定位（表 二），並重新釘入新的界樁（圖 八），企圖由樣區的複查瞭解芒草與矢竹之間的消長情形。然而有幾項無法解決的問題，導致樣區複查完全無法進行。

在 2007 年的調查中，雖然設定了 56 個樣區，然而樣區設立的時候，僅僅決定了樣區中線兩端的座標位置，其兩端的數值經度及緯度分別為：(121.548441, 25.175938) 及 (121.548773, 25.176161)。樣區的設立即是以此線為標準，往上方及下方每隔 3 公尺設立一個樣區。設立樣區時以塑膠繩圍住，計算莖稈數量。

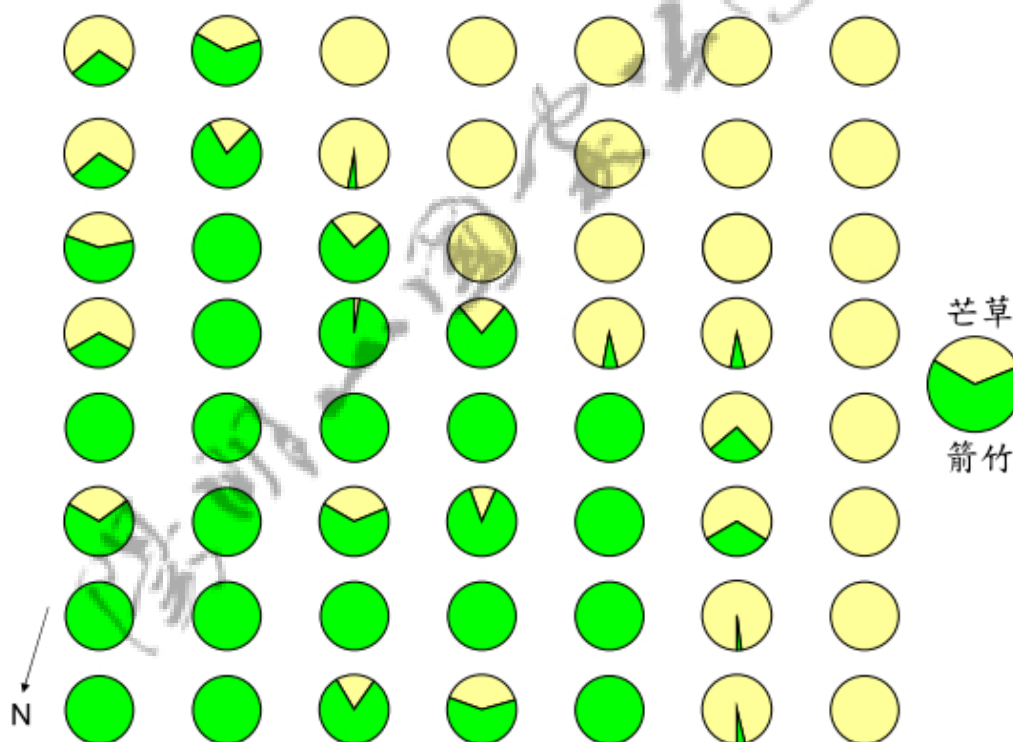


圖 四十一：芒草及包籜矢竹穿越線樣區，56 個方格樣區的竹芒比例圓餅圖，顯示箭竹與芒草之間的優勢程度 (黃生 *et al.*, 2007)

(資料來自黃生 *et al.*, 2007)

本計畫於 8 月進行樣區複查時，首先需要決定樣區中線的位置，此位置的精確度決定了 56 個樣區的精確度，然而在 2006 年設立樣區的時候並沒有釘入界樁，只有用 GPS 決定樣線兩端的座標位置。因此，由 GPS 重新尋找當初的端點時，

會產生誤差，此誤差值，大約為 5 公尺以內，取決於 GPS 的精確度。步道旁的端點比較容易找到，但已經有 5 公尺左右的誤差。步道另一端的端點，誤差值更大，主要因為芒草叢中難以定位，即使能夠找到，仍然有 5 公尺左右的誤差，因此標準線無法進行精確的定位。

再者，樣區設置初期，是利用塑膠繩圍住 2×2 樣區，樣區繩經久風化，已經完全沒有任何痕跡。要從樣區繩找到原來樣區的可能性也相當低。

由於樣區的大小只有 4 平方公尺，精確定位才有找到樣區位置的可能性，進行樣區複查的資料才有可能進行比對，而中心線有誤差，樣區位置必然產生誤差，因此即使進行樣區複查，樣區資料也無法進行比對。故透過複查進行樣區比對的方法已無法執行。



圖 四十二：2010 年拍攝的包籜矢竹與芒草生長範圍，與黃生等（2007）所拍攝的照片相比（圖 四十），包籜矢竹已有擴張的趨勢

（資料來自本研究單位）

雖然精確的比對有困難，仍然可以透過照片的比對方式，推估芒草與矢竹的消長。2007 年的報告中，曾比對陽金公路小油坑附近的坡面的矢竹與草原的分佈範圍，2000 年時，矢竹分佈的範圍接近路邊，芒草的範圍相當窄。但是在 2006 年時，芒草分佈範圍變寬（圖 四十），可能是矢竹透過種子發芽，恢復了原來的生長面積。至本計畫執行期間，拍攝同一地點的照片進行比對，由 2010 年的照片與 2007 年的計畫報告書比對的結果，芒草的分佈範圍有減低的趨勢，（圖 四十二），矢竹有重新長回原來生長位置的趨勢。由小油坑矢竹與芒草的分佈範圍及小觀音山矢竹與闊葉林的分佈範圍推測，矢竹目前並沒有受到芒草及闊葉林競爭排斥的效應而減少分佈的面積，且似乎有恢復到以前面積的可能性。

第七節、矢竹採筍戶及種植戶訪問

在三芝、金山、竹子湖一帶皆有種植矢竹的人家，而春、冬兩季為補貼家用，也有一定數量的民眾上山採筍。為取得經營管理的資料，目前已訪問了三位當地居民。竹子湖一位、三芝兩位，以下為口說資料的整理。

（一）、種植與經營

矢竹的種苗來源為天然生長的族群，種苗選用與地下莖相連的竹桿，3-5 枝竹桿與地下莖部分為一株，為預留竹叢的生長及發筍空間，種植時每株間隔 1.5 公尺，每株占地約 0.81 平方公尺，於第二年就可以收成，第四年產量方可達一般水平，穩定生長數年的矢竹通常有叢生過密的現象，老枝過多也將影響竹筍的發筍量，農人通常藉著非生產季的農閒時間進行疏伐、施肥來提高下一季的生產量，約刈除三分之一叢的老枝，施肥的用料包括豬糞及化學肥料，另外，保留生長季末期萌發的新筍，待下一生長季來到將為發育新筍的母株。

矢竹的經營需透過疏伐及施肥，增加矢竹筍的產量，與孟宗竹的經營方式雷同，在針對孟宗竹的研究中，施肥處理及疏伐處理都可增加冬筍發筍支數及單支冬筍平均重量（李久先，2009）。

（二）、產量與採收

筍季分春、冬兩季，春季從一月底至清明節四月五日左右，二月底為高峰期，冬季較短為九月整個月。採收以 20~30 公分的新筍最為理想，有經營管理的竹林(施肥、疏伐)，一人一天可以採收新筍約 30 公斤，若是無特別經營管理的竹林一人一天可以採 15 公斤，生產季時皆可天天採收，在天然情形下為 12-24 公斤，採收面積以採筍者體力而定，具經驗的採收者熟知筍較肥美的地點，高收獲的可能性較高。多為無風、較潮濕的山凹、溪谷地帶，其中一位採筍人特別提到稜線區域與溪谷區的發筍數量並無特別差異，主要的差別在於筍的質量。筍季的雨量又為影響發筍數量及質量的最大因素，碰上無雨的生產季箭筍的重量約減少一成，數量也相對的少。

(三)、2000 年開花之影響

2000 年箭竹大量開花，著實對當地居民造成了的影響，三芝地區的農戶，因政府補助而廣植箭竹，大多數都因無法制止矢竹開花蔓延而失去了生產力。雖說隔年就出現大量種子發芽的現象，但是種植戶與採筍人表示，直到 2009 年，天然與人工種植竹筍的產量都還未回復到以往的水準，自家種植的收成為以往的 1/3~1/2，採筍的人數也有減少的現象。

陽明山國家公園

第三章、結論與建議

第一節、結論

1. 陽明山國家公園小觀音山區的包籜矢竹族群的基本資料已完成調查，單位面積的竹稈數目為 113.7 ± 3.8 (culm m⁻²)，竹稈平均直徑 0.75 ± 0.005 (cm culm⁻¹)，單位面積的竹筍數量則是 1.32 ± 0.17 (shoot m⁻²)。
2. 包籜矢竹族群在不同生育地環境之間有顯著差異，溪谷的竹稈數密度較低、竹稈數量較少、平均高度較高、平均直徑較大、硬度較低（表 十）

表 十：溪谷及稜線生育地之竹稈族群及竹筍生產力比較

	全部樣區	溪谷	稜線
單位面積平均竹稈數* (culm m ⁻²)	113.7 ± 3.8	98.9 ± 5.3	126.9 ± 4.6
竹稈平均基部直徑* (cm culm ⁻¹)	0.75 ± 0.005	0.8 ± 0.006	0.7 ± 0.006
竹稈平均高度* (cm)	174.3 ± 1.7	206.9 ± 2.3	141.0 ± 1.3
20 根竹稈平均重量* (g)	1569.2 ± 530.6	1961.6 ± 453.1	1177.8 ± 226.6
竹稈硬度* (以平均密度表示 (g cm ⁻³))	0.56 ± 0.02	0.49 ± 0.02	0.62 ± 0.03
單位面積平均竹筍數(shoot m ⁻²)	1.32 ± 0.17	1.47 ± 0.24	1.17 ± 0.23
竹筍平均基部直徑 (cm)	0.8 ± 0.02	0.8 ± 0.02	0.7 ± 0.01
竹筍平均重量* (g / shoot)	18.53 ± 17.02	20.49 ± 19.22	15.43 ± 12.23
第一周竹筍平均生長速率* (cm shoot ⁻¹)	82.0 ± 4.2	98.0 ± 5.9	56.6 ± 3.9
死亡率	15.7%	16.5%	14.6%

*：統計檢定有顯著差異 ($p < 0.05$)

(資料來自本研究單位)

表 十一：可採收竹筍（基部直徑 > 1.0 cm），約只佔總竹筍數量的 5~15%之間

年分	2009	2010	
季節	Autumn	Spring	Autumn
竹筍數量(m ⁻²)*	7.72 ± 0.59	9.18 ± 0.64	10.03 ± 0.89
平均直徑	0.81 ± 0.01	0.68 ± 0.01	0.81 ± 0.01
生長季節總發筍量#	517	662	787
基部直徑大於 1.0 cm 比例	10.1%	5.7%	15.8%
每公頃竹筍總量	71805	91944	109305
每公頃可採收筍量(大於 1.0 cm)	7252	5240	17270

*：欄內之數值為每平方公尺之平均竹筍數量及標準誤(S.E., Standard Error)

#：72 樣區在生長季節紀錄到的竹筍量

(資料來自本研究單位)

3. 溪谷及稜線的竹筍數量雖然在第一次調查時沒有顯著差異，3 個月的竹筍累積量，溪谷是稜線的 2 倍以上，且溪谷竹筍的基部直徑較大、硬度較低，採收價值較高。
4. 2009 及 2010 年的三個生長季，竹筍量差異相當大，可採收竹筍的量約佔總量的 5~15%之間（表 十一）。
5. 採筍對於發筍量有顯著影響，刈除竹桿降低了發筍季時的新筍數量。但若只是採筍，則下一個生長季的發筍量與不採筍之間沒有顯著差異。
6. 根據 2009 及 2010 年的發筍紀錄，春季開始發筍的時間約在 1 月 27 日至 2 月 10 日之間，盛產期約在 2 月 10 日至 2 月 28 日之間；秋季開始發筍的時間約在 7 月 15 日至 7 月 30 日之間，盛產期約在 8 月 10 日至 8 月 20 日之間。春筍持續的時間比較短。且本研究所紀錄到的發筍時間與過去文獻記載約相差半個月，是否為不同年度的差異，則有待後續的監測。
7. 竹筍的生長速率前二周平均約為 50 cm，出筍之後的一週內必須採收。當地居民在發筍季時幾乎每天都有人上山採收竹筍。採收的頻率遠遠高於竹筍的生長速率。
8. 溪谷與稜線的矢竹族群結構的差異，應該是風速的影響，風速影響矢竹族群的結構，並使得稜線的矢竹筍生長速率降低、密度增加、產量減少。且其影響力大於任何型式的人為干擾，即使移除地面上所有的竹桿，新生的竹桿也承受風的壓力而產生較低矮的竹桿。
9. 人為干擾的壓力在初期會影響到竹筍的產量，但是即使是小面積移除竹桿，在經過 2 個生長季後（2010 年秋季），竹筍的產量也會部分的恢復。
10. 採收竹筍對於溪谷矢竹族群沒有顯著影響，對於稜線上的族群，則初期有降低的趨勢，但 2 個生長季後有恢復的現象。
11. 矢竹的分佈面積在 2000 年全面開花之後至今(2010 年)，已有恢復的跡象，目前並沒有面臨立即的危機。
12. 風壓對於向風面的矢竹族群有顯著的影響，任何的人為干擾都會受到風速的影響而加強其干擾效應。為了資源的永續利用及經營，向風坡的矢竹林應避免任何形式的人為干擾，以有效保護包攔矢竹的族群結構，避免矢竹草原生

態系統的消失。

13. 溪谷迎風面及背風面的環境因子監測之中，風速、土壤溫度、土壤濕度有明顯的差異。

第二節、建議事項

立即可行建議

主辦機關：陽明山國家公園管理處

協辦機關：國家公園警察隊

具體做法：

1. 自國家公園成立以來，無法完全禁止國家公園附近居民採集矢竹筍，且採筍已有相當長的歷史，在顧及民眾生計方面，部分開放民眾採筍是較為合理的保育經營管理方式。
2. 調查研究的結果，矢竹的分佈面積在 2000 年全面開花之後至今(2010 年)，有恢復的跡象，目前並沒有面臨立即的危機。
3. 採收矢竹筍的時間應配合發筍的物候，每年的春季開始發筍約在 1 月 27 日至 2 月 10 日之間，盛產期約在 2 月 10 日至 2 月 28 日之間；秋季開始發筍的時間約在 7 月 15 日至 7 月 30 日之間，盛產期約在 8 月 10 日至 8 月 20 日之間。若一定要開放採筍，則需要在發筍季的末期停止採筍，以維持新生竹稈的數目。
4. 調查採筍人的採筍數量，市場的販售數量，可瞭解採筍人的實際採收數量及市場需求，對於經營管理是相當重要的資訊。
5. 稜線上的矢竹由於受到強烈的東北季風影響，人為干擾可能較大程度的影響矢竹的族群結構，因而需要避免太強的人為干擾。幸運的是，溪谷的竹筍品質較為優良。劃定採筍的範圍，減少稜線的人為壓力，此種方式推測應可受到採筍民眾的支持。

中長期建議

主辦機關：陽明山國家公園管理處

協辦機關：中國文化大學生命科學系，森林保育學系或其他學術單位

具體做法：

1. 目前並沒有任何的單位或個人擁有長期採筍對於包籜矢竹族群影響的資訊，僅有採筍民眾的經驗法則可供參考。在保育經營管理的前提下，長期監測採筍干擾的影響有絕對的必要性。國家公園管理處可視情況由內部建立監控樣區，或委託個人或學術單位長期監測。
2. 全球氣候變遷的大前提之下，低矮山丘的森林界限有往高海拔遷移的可能性，再加上開放採筍之後的壓力，包籜矢竹在此種前提下，極有可能受到兩方面的壓力而縮小分佈面積。積極瞭解森林與矢竹之間的競爭關係，是瞭解矢竹未來長期發展相當重要的資訊。
3. 目前對於氣候環境與發筍之間的關係仍然沒有清楚的資料，主要是沒有微環境因子的分析，本計畫雖然也有微環境因子的監測，但畢竟時間太短，若要開放採筍，包籜矢竹草原的生態環境監測對於評估矢竹的未來發展將有其必要性。

附錄一、矢竹訪談紀錄

矢竹訪談紀錄一

時間： 3月6號 訪談人： 徐夢婷

被訪談者： 周正義

被訪談者基本資料：四十五歲，三芝文史工作室，家中有箭竹林約二十年

周正義先生為三芝本地人，於 1998 年成立小雞籠文史工作室，收集、整理、保存與三芝有關的文史資料，現於淡水社大教授「認識三芝」課程，工作室網站分門別類收錄三芝在地之人文歷史、藝術、自然、宗教、建築等，其中於 99 年一月撰寫的「箭竹筍」一文吸引了我們的注意，循線以電子郵件連絡到周先生，表明來意之後，周先生很乾脆的答應了我們的訪談邀約。

周先生的父親在二坪頂的山上有七、八甲地的箭竹林，約在民國 70~75 年間開始經營，以三根竹稈連根來做母株(老頭)種植，第二到三年就可以收成竹筍。新植箭竹的單位面積收成較好，母株越長越大叢之後會收成就會下降，因為太密的竹叢會限制發筍的數量，所以提高產量的方法就是砍掉比較密集生長的竹叢，並無特別施肥。

採收以 25~30 公分高的竹筍為主，在 2000 年箭竹大量開花前，收成較好，在一月中到三月中這段時期春筍大出的時間，可以天天採收，周先生家中的竹林可收成一百台斤去殼的箭竹筍(帶殼約 300 台斤重)。在 2000 年大山箭竹開始開花，蔓延到三芝，陸續開了 2~3 年的時間，周家竹林只剩 2%沒有開花，雖開花後掉落的種子隔年就發芽，到今年為止，竹筍的產量還沒有回復到以往，春筍的每兩天收成大約只剩十斤左右，今年還有聽說有些竹林還在開花。

一天當中的採收時間對竹筍的品質並無特別影響，多於早晨五點開始至下午兩點，去殼後於市場販賣。天然筍一人一天可採 20~40~台斤左右，以個人體力以及對筍生長區的熟悉度的不同而定；至於自家種植的筍，於產量良好的狀況下，一人一天可採收 25 斤，優點是不用長途跋涉到山上去採，但是量就不比天然箭竹林。若是筍種植在山上的話，與天然筍的滋味並無太大差異。目前在三芝市場大約兩三天有 25 人販賣箭竹筍，推測本季 45 人有上山採筍，雨量對竹筍的質量有影響，若是無雨的話，採十斤的筍只剩九斤重。

矢竹訪談紀錄二

時間： 3 月 6 號 訪談人： 徐夢婷

被訪談者： 陳文德夫婦

被訪談者基本資料：三芝本地人，八十四歲及八十二歲，經營竹林超過五十年

藉著周正義先生的引薦，我們來到地方耆老陳文德先生的家中進行訪問，位在三芝鄉北 7 線大湖 2 號。陳老先生家旁有七分地(約 6790 平方公尺)的箭竹林，為其爺爺時代所種植，估計種植的時間超過一百年。

陳老太太以經驗說明竹林需經整理產量才會豐盛，生長過度密集的竹叢需經過整理以增加產量，且竹齡較低的矢竹發筍量比較高，所以選在非生長季的時候進行疏伐，將過於密集的竹叢除去約三分之一的老枝，目的為增加下一季新筍增長的空間。

施用的肥料有，豬糞、化肥，春筍季一天可以採到 150 斤帶殼的竹筍(帶殼筍:肉約 3:1)，冬筍季有兩百斤，可以天天採。竹筍以生長到 8~9 吋的高度最適合採收食用。若是沒有整理(除老枝、施肥)，產量會減少，約兩三天才能採一次。陳家的竹林大約四、五年沒有整理了，且可能是受到箭竹開花的影響，收成減少，產量大約為兩天十斤帶殼筍。

春筍季節在農曆”春分”時除筍會大量生長，自此開始可以一直採到清明節後，之後發的筍就不採收，因為味道就不這麼好了，此時開始進行除老枝的工作，發出的新筍到了下一個筍季(農曆九月)將帶來更多的新筍，陳老太太特別說明種植母株的方法，以三枝竹稈連根為一株來種植，五尺一株，四年可以收成。

2000 年的開花並無影響到他們的竹林，不過從去年開始約有 20%的竹林開花。陳老先生特別提及其祖輩幼年時期聽聞過竹子開花，預估約一百年前。

矢竹訪談紀錄三

時間： 4 月 29 號 訪談人： 徐夢婷

被訪談者： 高賜貴

被訪談者基本資料：五十歲，竹子湖湖田社區鄰長

高賜貴先生為湖田社區竹子湖路 9-1 號居民，也為此鄰鄰長。高賜貴先生表示，竹子湖地區較少人種植箭竹，因天然林近在咫尺，沒有必要大費工夫經營箭竹林。新筍大量發生的季節有春冬兩季，春筍為農曆年前後，冬筍為農曆 11 月~12 月，時間較短，產量也為春筍的 1/3 左右。筍季上山採筍為竹子湖地區普遍的活動，家家戶戶都會有人上山，主要目的是為了加菜，以往(矢竹大量開花前)可能有兩百人上山採筍。

附註：高先生熟知筍較肥美的地點，多為無風、潮濕、雨量多的山凹、溪谷地帶，稜線區域的矢竹較低矮，筍缺少水分，但發筍的數量與溪谷區域相去不遠，主要的差別在於筍的重量，而山凹的竹筍通常富含水份且味甜。採收面積以採筍者體力而定，具經驗的採收者熟知筍較肥美的地點，高收獲的可能性較高，一人一天可以採到約 20 公斤的箭筍。

陽明山國家公園

附錄二、會議記錄

「陽明山國家公園包籜矢竹物候及採筍效應之研究」

第一次期中審查會議紀錄

98委辦研究案「陽明山國家公園包籜矢竹物候及採筍

效應之研究」第一次期中會議紀錄

時間：98年8月28日（星期五）上午9時30分

地點：本處二樓會議室

主席：林處長永發 林永發 記錄：蕭淑碧

出（列）席單位人員：

出席機關（單位）（人員）	職 稱	簽 到 處
前行政院農業委員會林業 試驗所呂委員錦明	研究員	呂錦明
亞熱帶生態學學會金 委員恒鑑	理事長	金恒鑑
師範大學教授 黃委員生	教授	黃生
本處詹副處長德樞	副處長	詹德樞
陳秘書昌黎		
企劃經理課		
環境維護課	課長	韓志武
遊憩服務課		
解說教育課	技士	陳彥伯
小油坑管理站	主任	王世昌
龍鳳谷管理站		

擎天崗管理站	主任	張文貴
陽明書屋管理站	主任	李青峰
資訊室		
人事室		
會計室		
建管小組		
保育研究課	課長	張淑英

列席單位：

研究團隊代表：

中國文化大學生命科學系	助理教授	廖啟政
-------------	------	-----

陽明山國家公園管理處 98 委辦研究案

「陽明山國家公園包籜矢竹物候及採筍效應之研究」

第一次期中會議紀錄

壹、宣布開會

貳、保育研究課報告

- (一) 計劃目的為充分了解陽明山國家公園重要與特殊的矢竹族群生態，及其受到人為與利用的影響，以作為國家公園永續管理的科學根據。
- (二) 工作項目為調查矢竹的生態學、矢竹的競爭、人為擾動的效應、人為活動對生物多樣性的影響、環境監測（如微環境監測）及其與矢竹族群變動的關係、調查鄰近私人矢竹之管理等。

參、受託單位報告（略）

肆、討論

(一) 金委員恒鑑：

- 1、競爭不宜視為「自然擾動」。
- 2、新的竹子生長速度測定宜較密集觀測。
- 3、闊葉植生與竹子的競爭上，環境因子中「土壤、水的變動」可予以考慮。

4、文獻引用之論文作者，建議採用全名（第一作者）。

（二）呂委員錦明：

- 1、在 7 月完成的實驗樣區，因非筍之正常生長期，所以資料僅能當參考。
- 2、節氣白露之後為筍之正常生長期，建議 1-2 天複查一次，較能得到正確資料。再來正常生長期就是明年的 3-4 月。
- 3、如果用百分比很難正確估算發筍率，因筍會因氣候關係，陸續發出。竹筍如在正常發筍期內越採數量越多，才可稱越採越發。否則不是。所以不能一概而論。

（三）黃委員生：

- 1、萌芽量以二星期為界定線，二週內增加量大，之後下降，此之結果數據很有應用性。各相關分析如坡向差異與結果實際可用。
- 2、同一個體多次干擾，可能造成的結果，建議做個實驗。
- 3、筍子直徑以 0.7 公分為界，生長前後數量（或比例）是否與季節有關，或與雨季前後相關，可予注意並列入報告。
- 4、樣帶其實代表生境組成，樣區代表生境變化，可進行 Shannon Index 與分析竹灌叢的組成。

（四）李主任青峰：報告第四頁有關竹米更新應是族群更新的主

要因子。報告第十九頁之初步結論，因此次乃非正常發筍之生長期，所以結論 6、9 建議修改。

(五) 羅課長淑英：目前樣區已經處理了，如再從原樣區繼續實驗不知結果會如何？或是要再增加一些樣區做比對？

黃委員生回應：如果就一個功能性考量，這是一個非正常生長期的寶貴資料。如果就生態模型考量要求較嚴格，樣區就不能受到傷害。建議再增加樣區做比對。

伍、結論

(一)、有關與會人員意見，請受託單位參考辦理。

(二)、本案第一次期中簡報合格通過，請依合約規定，辦理第二期款撥付事宜。

陸、下午 16 時散會

「陽明山國家公園包籜矢竹物候及採筍效應之研究」

第二次期中審查會議紀錄

一、時間：98 年 12 月 03（星期四）下午 2 時

二、地點：本處二樓會議室

三、主持人：林處長永發（詹副處長德樞代）

記錄：范雅靜

四、出（列）席單位及人員

出席機關（單位）（人員）	職 稱	簽 到 處
前行政院農業委員會林業試驗所呂委員錦明	研究員	呂錦明
亞熱帶生態學學會金委員恒鑣	理事長	（請假）
師範大學教授黃委員生	教授	（請假）
本處詹副處長德樞	副處長	詹德樞
陳秘書昌黎		
企劃經理課		
環境維護課	技士	何郡玲
遊憩服務課		
解說教育課	約聘研究員	譚偲
小油坑管理站	約僱	葉聖壹
龍鳳谷管理站	巡查員	林志甫
擎天崗管理站		
陽明書屋管理站	主任	李青峰

資訊室		
人事室		
會計室		
建管小組		
保育研究課	課長	羅淑英
	技士	陳宏豪
	技士	梁秀芸
	技佐	范雅靜
	約僱	王瑞中

研究團隊代表：

中國文化大學生命科學系	助理教授	廖啟政、傅木錦、吳佩瑜
-------------	------	-------------

五、受託單位報告：(略)

六、討論：

(一) 呂委員錦明：

- 1.單位面積的密度越大，直徑、高度越小，建議在溪谷及稜線分別依不同的密度做相關性，應該也可以看到這樣的關係。
- 2.竹筍能採的標準至少訂在 1.2 公分以上。
- 3.適度的將老株砍除，可有利於永續經營。
- 4.建議將帶狀樣區中的闊葉樹、小苗及竹子密度的關係綜合起來看。

廖老師啟政回應：

1.有關竹筍的生長速率與密度的關係會遵照辦理。

2.闊葉樹樹冠與小苗的相關性有多作幾條樣帶，會依結果作較好的呈現。

(二) 李主任青峰：

1.前言所述族群變化應是以竹米更新為主，而非分蘖的無性繁殖。

2.矢竹草原的邊緣載明有芒草侵入的現象，但根據我們的觀察，應為矢竹為小苗時芒草已有生長占據之現象，經競爭後矢竹高度高於芒草，因此可能與早期的生長有相關性，在小油坑樣區上方到七星山步道途中，有一片昆欄樹與箭竹之交互生長，建議列入觀察樣區。

3.前言中所述：「種子苗發芽之後，新竹桿的基徑推測，可能須要3~6年才能長成與成體基徑相當的竹桿。」為根據前人的研究，但自1999年發芽至今已有10年的時間，建議將上述推測作修正。

廖老師啟政回應：

竹米更新的部份若有疑慮會刪除，另有關矢竹與芒草的更新，希望在今年12月、明年1月複查，再與現在的結果比對。

(三) 梁技士秀芸：

1.建議做口訪的資料，也許可藉此了解採筍時的尺寸大小或有否部份開花的現象。

2.建議於報告中放置代表性樣區(如推移帶處)的照片，以協助了解樣區設置概況。

3.未來工作的建議及方向請放入報告書。

4.可否用列表方式將結果呈現。

5.生長季時的變化很大，可否增加調查頻度。

廖老師啟政回應：

生長季時每個禮拜調查一次，幾乎可紀錄到全部的數量，且此調查頻度的工作量已很大；其他會遵照辦理。

(四) 羅課長淑英：微氣候的資料請放入，又微氣候站的設置位置在

哪?

廖老師啟政回應:資料會再放入；因經費受限，微氣候站只設在溪谷處。

七、結論：

- (一)、有關與會人員意見，請受託單位參考辦理。
- (二)、本案期中報告於補充尚未分析資料及修正後原則通過，請依合約規定，辦理第三期款撥付事宜。

八、散會。(下午3時30分)

「陽明山國家公園包籜矢竹物候及採筍效應之研究」

第三次期中審查會議紀錄

壹、宣布開會

貳、業務單位報告

參、受託單位報告：(略)

肆、討論：

(一) 黃委員生：

- 1.9月份時陽明山的雨量最大，8~9月是發筍的時間，若水份為矢竹發芽的限制因子，因全球氣候變遷使雨量集中，集中點若剛好為發芽期，包籜矢竹數量可能變大；若溫度上升為其限制因子，無論雨量是否增加，矢竹會往較高海拔移動，你認為是偏向哪一種可能？
- 2.避免步道的開設，水分的分佈會較均勻，干擾也會較小；對於採筍的假設性可以朝較正向方面發揮。
- 3.建議在 reference review、introduction 中放有關 grazing、over-grazing（過度放牧）的資料。

廖老師啟政回應：

- 1.目前未考慮到矢竹的限制因子，只考慮到造成小苗死亡或存活的原因。
- 2.資料會加強詮釋。
- 3.如有 grazing、over-grazing 等相關資料會放入報告中。

(二) 金委員恆鑑：

- 1.cut 應改為 harvest(收穫)，此外，要瞭解 harvest 的影響(包括對竹子的影響、對竹筍的影響、對 biodiversity 的影響、環境因子有否因 harvest 而改變)。須知道一直採竹筍沒有影響嗎？為何包籜矢竹筍會愈採愈發，要瞭解營養從何而來，並將溫度、濕度等因子連結起來以瞭解，希望能了解何時採筍、採筍的地點、次數、採收的量等資料，若無法解釋是否一直採筍沒有影響，則陽管處應有新的計畫作此一部份的研究。

- 2.鞍部測候站九月的平均雨量資料(圖一)有達到 1000mm，應確認資料的品質。
- 3.密度的定義為重量/體積，本研究的體積以竹桿的直徑及高度計算，中空的部分不算，則計算出的並非密度。
- 4.表六的單位平均竹筍數，少了單位時間，建議計算一次採 100 根、1000 根筍需要多少面積。
- 5.p45 土壤溫度與氣溫對竹筍的關聯性應敘明。
- 6.圖一的 2~4 月每月平均雨量未改變，但是為何土壤含水量(圖三十四的資料)會改變？可放入 2~4 月的詳細雨量資料，以瞭解土壤含水量(圖三十四)改變的原因。

廖老師啟政回應：

- 1.會加強 harvest 影響的分析。
- 2.雨量的資料是中央氣象局的資料，會再確認資料。
- 3.密度部份會改進。
- 4.表六會加入單位時間。
- 5.會加強土壤溫度與氣溫對竹筍的關聯性分析。
- 6.會將詳細的雨量資料與土壤含水量作比對，以瞭解土壤含水量改變的原因。

(三) 呂主任理昌：

2000 年後種子苗長出，目前地下莖在延伸，發現以前七星山是芒草生長的地方，現在有一半被箭竹占據了，能否在森林的邊緣做一樣區作為監測種子苗延伸的觀察。

廖老師啟政回應：

矢竹與芒草的樣區於複查後可得知競爭關係，至於矢竹與闊葉林之間有兩個界線，闊葉林的界線可以明顯的看到，而矢竹的界線不明顯，曾經挖過 $1 \times 1\text{m}^2$ ，但有困難。

金委員恆鏞回應：

建議先用舊的航照圖看推移帶的位置，分析氣象因子的影響、推移帶移動的速度，可以每一公尺打一個 core，來計算面積，再評

估是否要更改打 core 的間距。

伍、結論：

- (一)、有關與會人員意見，請受託單位辦理。
- (二)、本案期中報告原則通過，請依合約規定，辦理第四期款撥付事宜。

陸、散會。(上午11時30分)

陽明山國家公園

「陽明山國家公園包籜矢竹物候及採筍效應之研究」 期末審查會議紀錄

時間：99 年 12 月 10 日（星期五）下午 2 時 0 分

地點：本處地下樓會議室

主席：林處長永發

記錄：范雅靜

出席（列）席單位人員：

出席機關（單位）（人員）	職 稱	簽 到 處
前行政院農業委員會 林業試驗所呂委員錦明	研究員	(請假)
亞熱帶生態學學會 金委員恆鑑	理事長	金恆鑑
師範大學教授 黃委員生	教授	黃生
中國文化大學生命科學系	助理教授	廖啟政
		傅永靜
相關列席單位（NGO 團體）		

本處詹副處長德樞		另有會議
叢秘書培芝		另有會議
企劃經理課	課長	張順發
環境維護課	課長	韓志武
遊憩服務課		
解說教育課	技正	陳吉伯
建管小組	技佐	施仕君
小油坑管理站	主任	呂維名
龍鳳谷管理站	主任	周俊賢
擎天崗管理站		
陽明書屋管理站	主任	呂維名
行政室		
會計室		
人事室		
資訊室		
保育研究課	課長	羅淑英
	技正	莊龍解
	技士	陳淑豪

陽明山國家公園管理處委託辦理案

陽明山國家公園包籜矢竹物候及採筍效應之研究

期末審查會議紀錄

壹、宣布開會

貳、業務單位報告

參、受託單位報告：(略)

肆、討論：

(一) 黃委員生：

1. 希望物候資料可持續作調查。
2. 應作 canopy(林冠)，可參考林登秋의 相關 paper，作漫射光的比例可找出闊葉林入侵竹林的效應。
3. 建議可參考中國大陸的毛竹林經營管理的資料，其毛竹林〈即我們的孟宗竹〉為與農民共用的，4 年以上可採筍，其所做的研究結果為向風面不採筍，背風面較潮溼處可供採筍，與本研究案結果相符。
4. 請將 grazing、over-grazing 資料放入 reference review 中。
5. 可支持愈採愈發的說法，但要有限制，可由經營單位設計總量管制的方法。
6. 學術方面可做包籜矢竹的適生環境與生物多樣性的相關性，如受託單位所提及闊葉林入侵竹林的探討，但對於陽管處而言，陽明山似乎未見到優勢種紅楠取代竹林生長的情況。
7. 引用文獻的方式請統一。
8. P66 的圖可見 2000 年箭竹大量開花，2006 年同一地區的照片仍有芒草的斑塊生長，但我昨天去看原來的芒草不見了，顯示自 2000 年開花到今年第十年箭竹的數量已回復，現在應可談採筍，氣候變遷可能在 10 年內不會看到明顯的變化，但可長期監測，就如金老師所說，開放一部份的採筍且儘量採，採筍三年後再看有無影響，另一地方可設大樣區(例如 500x500M)不開放採筍，其他地區可採，或可隔年開放採筍。

廖老師啟政回應：

1. Overgrazing 在最後的期末報告書會放入。
2. 孟宗竹的資料會列在建議或討論中。

(二) 金委員恆鑑：

1. 摘要的“人為干擾”用詞請改為採筍，另“環境因子(environmental

factors)”用詞太模糊，請寫明為哪個環境因子。

2. 結果與討論可依照目錄中的六項研究目標分別陳述，以利於閱讀。
3. 研究方法中加入說明如何測定土壤水，另 p18 圖十二的竹稈數單位未寫明。
4. 淨生物量如可算出對於日後相關研究會有助益。
5. p23 圖十八的 basal diameter 的中文請確認是否為直徑。
6. 圖二十九的現象可能是因為重覆的次數不夠而導致。
7. 環境因子對植物組成的影響，未做土壤的營養分析，陽明山的矽含量可能較高，因為矽對禾本科植物很重要。我不太同意竹筍可愈採愈多，除非營養可不斷提供，討論中請放入土壤營養供應的問題，以及竹子的生長靠地下莖的蔓延，所以營養可從較遠處而來。
8. 竹子與闊葉樹間是否有競爭之研究，因為前二者為不同科且傳播方式不同，所以較困難，建議陽管處要對矢竹再多做一些研究。
9. P53 土壤水是根據重量比或容積比，又其單位請註明。
10. 有關矢竹與草原交界帶的樣區複查，並不須找到原本的樣區，理論上樣區可代表該處的資料，所以樣區不一定要是原來的樣區，除非樣區沒有代表性。
11. 建議可用現在、未來分別應如何？本研究是面對國家公園而非民眾，用少的經費長期持續監測，可瞭解到底採筍有否影響，而這又與時間、空間有關聯，可能 3 年無影響，10 年有影響，於開放採筍的同時也持續作研究，樣區可包括開放採筍的、不開放採筍的區域做比較，例如以 3 年後研究顯示採筍有無影響，決定之後開放採筍與否。
12. 建議可用 DNA 抽樣可知外面賣的竹筍來自陽明山國家公園的百分比有多少。
13. 應作氣候變遷對竹筍與闊葉林交界地的改變調查。

廖老師啟政回應：未寫清楚部份會再修正。

(三) 羅課長淑英：

1. 建議的寫法請老師依「內政部委託研究計畫作業規定」辦理。
2. 建議一的第三點提到「若一定要開放採筍，則需要在發筍季的末期停止採筍」，本處以前的研究，是在筍發的季節前期禁止採摘，讓其有生長演替的機能，後期才開放採筍，另外建議第四點提到每年的發筍季可能有 15 天左右的變動，此建議本處難以施行，因為每年的年初要制定當年採筍的簡易作業要點時，就要確定當年的採筍時間，請受託單位給予明確的採筍期間。

廖老師啟政回應：

1. 目前並無實際的證據顯示在生長季前期或後期開放採筍較好，但是在訪問採筍的榮民，在自己的矢竹林經營方式是生長季前期先採筍，生長季

末期時會將筍留下來，本案建議資料是根據經驗法則。

2. 經過比對文獻、三個生長季的研究調查資料顯示，約在 8 月 15 日前後約會有 15 天的變動，可訂出明確的日期供管理處參考。

林處長永發：

1. 日期請老師提供資料。
2. 是否因為生長季前若不採筍，植物可能沒有危機感，所以較不發筍。生長季後期不採，之後生長才會長得較好。若有此考量，開放採筍時間可調整為生長季前，且開放時間可由原來的 2 個半月改為 2 個月。

黃委員生回應：

此有學理依據，保留生長季後期的竹筍長成成竹，使營養可回歸到竹鞭以發生新的幼筍，使竹子有充份的養份可供下一季再發筍。

(四) 張課長順發：

1. 是否可建議採筍的總量。
2. 建議核發許可證的同時註記採筍的地點，未來可針對該區域作長期監測的樣區。

金委員恆鑣回應：

建議估算採筍量，例如：讓採筍人填寫單子，可瞭解國家公園能提供多少的竹筍。

黃委員生回應：

建議將受訪人一年的大約採筍量補充到報告書中。

林處長永發回應：

1. 請受託單位將黃生委員的建議納入，將 2000 年、2006 年到 2010 年，說明矢竹恢復的程度大概如何，以據此開放採筍。
2. 研擬核准時是否有方法算出採筍的量，設計表內容包括採筍的位置及數量。
3. 受訪人的一年採筍量可作為日後研究的比較參考。
4. 近期可用研究生的補助案來作監測部份。

伍、結論：

- (一)、有關與會人員意見，請受託單位參考辦理。
- (二)、本案期末報告依與會人員意見修正並請依合約規定，辦理第五期款撥付事宜。

陸、散會。(下午 4 時 0 分)

陽明山國家公園

參考書目

- Adler, P.B., Raff, D.A., Lauenroth, W.K., 2000. The effect of grazing on the spatial heterogeneity of vegetation. *Oecologia* 128, 465-479.
- Hayata, B., 1916. General index to the flora of Formosa. (Supplement to *Icones Plantarum Formosanarum*). Civil Government Formosa Press, Taihoku. 6, 136-138.
- Proulx, M., Mazumder, A., 1998. Reserval of grazing impact on plant species richness in nutrient-poor vs. nutrient-rich ecosystems. *Ecology* 79, 2581-2592.
- 李瑞宗。1992。丹山草欲燃。陽明山國家公園管理處。台北。
- 李久先。2009。竹山地區孟宗竹林經營成本及其生長之研究。國立中興大學森林學系，台中，台灣。
- 林則桐。1986。包籜矢竹與台灣矢竹學名訂正。現代育林，2: 77-79。
- 林思民。2008。陽明山國家公園草原社會推移調查計畫：動物相與伴生植物調查。陽明山國家公園管理處。
- 林維治。1976。台灣竹亞科植物之分類。台灣省林業試驗所，台北，台灣。
- 徐國士，林則桐，陳慶福，高進義。1986。陽明山國家公園台灣矢竹生態之調查研究。內政部營建署委託林業試驗所及湖田國小研究。
- 陳文恭，蔡清彥。1986。陽明山國家公園之氣候。內政部營建署陽明山國家公園管理處。
- 黃玉容，1996。包籜箭竹筍野生採集與農業栽培活動的空間特性。師大地理研究報告 25, 43-79。
- 黃生，林思民，劉建秦，鍾坤燕，高維苓。2007。陽明山國家公園草原動態推移調查計畫。社團法人台灣植物分類學會。
- 黃生，廖培均，黃秉宏。2004。陽明山國家公園包籜矢竹天然更新監測及生育地生態研究。內政部營建署陽明山國家公園管理處。
- 黃生，韓中梅，廖培鈞。2002。陽明山區包籜矢竹更新監測及繁殖生態研究。內政部營建署陽明山國家公園管理處。
- 蔡呈奇，陳尊賢，黃政恆。2008。陽明山國家公園全區土壤調查。內政部營建署陽明山國家公園管理處。
- 賴明洲，李瑞宗。1991。陽明山國家公園鹿角坑溪生態保護區植物生態調查。內政部營建署陽明山國家公園管理處。
- 韓中梅，黃生。2000。陽明山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。
- 顏江河，李苑瑋。2007。陽明山國家公園火山土壤成份與植物適應性之研究。內政部營建署陽明山國家公園管理處。

陽明山國家公園