

# 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・湖田國小研究  
中華民國七十五年八月

陽明先生全集

## 摘要

本研究分別探討台灣矢竹 (*Arundinaria usawai* Hayata) 之分類及形態，分佈與蓄積，伴生植群，生育地條件，地上部淨生產力，採筍效應及新筍之生長式樣。

台灣矢竹之學名曾誤用爲：*Sinobambusa kunishii* (Hayata) Nakai，經詳細比對形態特徵，並參考原文記載，予以訂正爲：*Arundinaria usawai* Hayata。其於全省之分佈，除本區外，尚有北部（太平山）、中部、東部之採集記錄。本種常成純林狀態，間亦有少數散生於潤葉林下、人工林下、農耕地旁及農舍附近者。於本區內之分佈經航照判釋及現場踏勘結果，主要集中於中北部及中西部海拔 600 公尺以上之山區，合計面積達 574 公頃，佔全區 5%。蓄積量乃自單位面積生物量乘以分佈面積而得，平均生物量爲 47 公噸/公頃，故全區之蓄積量約爲 27,000 公噸（乾重）。伴生植群之種類極少，覆蓋亦低，以耐陰性植物爲主，間亦有少數非耐陰性種類出現於矢竹林破壞地。由土壤剖面分析，矢竹林之生育地以適潤性黑色土（B<sub>ld</sub>）爲主，屬火山灰土（Andosols），土壤化育良好，層次分明，A 層爲壤土，其餘土層爲砂質壤土，pH 值於 4.1~4.5 間，隨土層漸深而遞增，皆屬極酸性反應，土壤養分與有機物關係密切，有隨土層漸深而遞減之趨勢。本區主要之潤葉林、矢竹林、芒草草原三種植群型，其生育地表土之土壤化學性質頗爲相近；pH 值約爲 4.1，有效養分均普遍呈缺乏狀態；唯移動性高之可交換鉀與可交換鎂則以潤葉林土壤中含量較高。

迴歸預測式則經比較其相對誤差、決定係數後，汰存四式，其中以「平均高度」作爲自變數最爲便利。地上部淨生產力主由新生竹產量、母竹稈部增加量、枝部生產力與基本葉量理論值估算，六個樣區

平均後，約為 10 公噸 / 公頃 · 年。50 % 及 100 % 之採筍試驗顯示，採筍對發筍量短期內有促進之效，唯長期必有不利之影響。本區中目前之採筍干擾活動頻繁，由矢竹平均單株乾重與密度之關係（自我疏伐定律）尚達最大限度，可知目前尚未對矢竹族群之生育造成危害。新筍每日最大生長量可達 1.8 公分；生長式樣依其日生長率及生長高峯之表現，區分為春筍及秋筍二型，唯二者之平均日生長量及生長期並無不同。



# THE ECOLOGICAL STUDIES OF USAWA DWARF-BAMBOO IN YAN-MING-SAN NATIONAL PARK

## ENGLISH SUMMARY

This paper is to investigate the morphology, ecology and effects of sprout-harvesting of Usawa dwarf-bamboo.

The nomenclature of Usawa dwarf-bamboo has been abused for *Sinobambusa kunishii* (Hayata) Nakai. After diagnosing its characteristics and reviewing the original descriptions, we concluded to correct its name as *Arundinaria usawai* Hayata.

The population of Usawa dwarf-bamboo was most abundant in Yan-Ming-San National Park, though there were also some records of collection from northern (Tai-pin Mt.), central, and eastern parts of Taiwan. In Yan-Ming-San area, Usawa dwarf-bamboo usually aggregates to form a single-species-dominated pure community, and mainly occurs at the west-and north-central parts of mountain areas, higher than 600m in altitude. Some individuals or smaller populations may be found in the understory of hardwood forests or plantations, and also in the vicinity of some farmland. These bamboo stands were estimated from aerial photographs for their distribution area and checked with field examinations. The total area of pure dwarf-bamboo stands is about 574 hectare, and is about 5% of the whole Park area. The undergrowth of these bamboo stands usually has a low species diversity

and a sparse coverage, and is always shade-tolerant.

The soil-profile analyses suggest the soils of Usawa bamboo stands belong to "moderately moist black soil" (B<sub>1.D</sub>), a soil type of Andosols in Japanese classification. Texturally, the A horizon of mineral soils is loam, while other horizons are sandy loam. The chemical properties of the soil-profile show a close relationship with the high organic matter contents. The pH values (range from 4.1 to 4.5) increase with the soil depth; available nutrients in soil solution, on the other hand, generally decrease with depth. In the Park area, there are three main vegetation: hardwood forests, dwarf-bamboo stands, grasslands (silver grass, *Miscanthus* sp.). They show a remarkable similarity in chemical properties of the surface soils. With a common pH 4.1, their soils also share the same level of available nutrient deficiencies; except the most mobile elements, exchangeable potassium and exchangeable magnesium, which are relatively more abundant in soils of hardwood forests.

The above-ground biomass of dwarf-bamboo stands was directly measured by "quadrat harvesting method", and the result was about 47 ton/ha/year in average. Regression equations were compared and chosen by the criteria of the relative error,  $e$  (estimated by  $S_{y.x}$ ), and the coefficient of determination,  $R^2$ . The independent variable of the fittest equation was "height of the stand". The above-ground net productivity ( $P_N$ ) is the sum of : 1). culm productivity (new-sprouting bamboo plus increment of older culms); 2). branch productivity (a factor

of culm productivity) ; 3). Leaf productivity (by theoretical value: 3.5 ton/ha/year, derived from "basic unit of leaf biomass" theory). The mean value of 6 plots' productivities is about 10 ton/ha/year.

According to our experiments, both the 50% and 100% sprout-harvesting treatments could temporarily increase the substantial bamboo-sprout yield. The maximum daily growth of new sprouts may reach 18 cm/day, and the growth-curve of sprouts in different seasons show two distinguishable patterns of "spring type" and "autumn type". We regressed the average weight with the density of bamboo, and found the slope of regression equation to be -1.56. From the law of  $-3/2$  power, we believed that the present disturbance caused by the local sprout-harvesting activities has not yet damaged to the growth and maintenance of the bamboo populations.

陽明先生全集

# 目 錄

中文摘要

英文摘要

## 目 錄

|                    |    |
|--------------------|----|
| 壹、緒言.....          | 1  |
| 貳、方法與試驗地.....      | 3  |
| 一、試驗地概況.....       | 4  |
| 二、分佈及面積.....       | 4  |
| 三、土壤.....          | 4  |
| 四、伴生植群.....        | 6  |
| 五、生物量及蓄積量之估算.....  | 6  |
| 六、生物量預測迴歸式之選擇..... | 8  |
| 七、地上部淨生產力之估算.....  | 8  |
| 八、採筍試驗.....        | 12 |
| 九、新筍生長觀察.....      | 12 |
| 叁、結果.....          | 13 |
| 一、分類與形態.....       | 13 |
| 二、分布與面積.....       | 17 |
| 三、土壤.....          | 22 |
| 四、伴生植群.....        | 25 |
| 五、生物量與蓄積量.....     | 29 |
| 六、生物量預測式.....      | 29 |
| 七、地上部淨生產力.....     | 32 |
| 八、採筍效應.....        | 36 |
| 九、新筍之生長.....       | 37 |

|                              |    |
|------------------------------|----|
| 肆、討論·····                    | 41 |
| 一、分布與植群·····                 | 41 |
| 二、土壤條件·····                  | 41 |
| 三、廻歸式之選用·····                | 44 |
| 四、地上部淨生產力與可容許伐採量·····        | 45 |
| 五、採筍效應·····                  | 48 |
| 六、新筍生長式樣·····                | 53 |
| 伍、結論·····                    | 55 |
| 陸、建議·····                    | 57 |
| 一、後續之研究·····                 | 57 |
| 二、解說與保育教育之資料·····            | 62 |
| 柒、參考文獻·····                  | 65 |
| 捌、附錄·····                    | 71 |
| 一、陽明山國家公園台灣矢竹生態研究期中報告會議記錄··· | 71 |
| 二、陽明山國家公園台灣矢竹生態研究期末報告會議記錄··· | 72 |

## 壹、緒 言

台灣矢竹 (*Arundinaria usawai* Hayata)，為本省之特有種 (endemic species) (Lin 1978)。其於陽明山國家公園區內，分佈廣袤，常成純林狀態，族群生育情形良好。由於其竹筍味美，市價亦高，竹稈尚可供種植菊花之支柱及編結菜簍，故採筍及伐採竹稈之活動頗為頻繁。唯過度或不當之採筍與伐採竹稈極可能對台灣矢竹族群之生育與保續造成危險；因此，瞭解台灣矢竹族群目前狀態，以作為合理經營及管理之參考，自為當務之急。

本研究自分類著手，以了解台灣矢竹之分類地位；並調查台灣矢竹分佈之面積及生物量，以了解此一資源之蓄積量；土壤因子及植群之調查，則提供台灣矢竹與環境及其它生物之關係；另並進行矢竹純林地上部淨生產力之估算、新筍生長觀察及不同採筍度對台灣矢竹族群發筍量效應之試驗，以作為可容許伐採量制定之基礎。

陽明先生全集



## 貳、方法與試驗地

### 一、試驗地概況

本研究樣區之設立，採喜好選擇 (preferential selection) 法，此為大多數生態學家所使用者 (Gauch 1982)，即以典型、均質、具代表性、未受嚴重干擾等準則，依各項試驗之要求而設置。由於台灣矢竹林生育地遼闊，該區之天候又常惡劣，為顧及工作效率，樣區大都選於離道路不遠處，以節省交通所花費之時間。

由上述選樣原則，樣區位於陽金公路小觀音站、大屯山、竹山、七星山、竹子山、後山及竹子湖等地，屬大屯火山群壘地區，海拔 600~1000 公尺，土壤屬火山灰土，母質為集塊岩或安山岩 (內政部民國 74 年)，其氣候以鞍部、竹子湖兩測候所之氣候資料為代表列於表 1，年平均溫度為 16.5~18.4°C，年平均降雨量在四千公厘以上，無明顯之乾季，年平均相對濕度為 87~92%，屬多雨、潮濕之暖溫帶氣候。

表 1 竹子湖、鞍部測候所氣象資料 (陳文恭、蔡清彥 民國 75 年，資料年代：民國 51~70 年)

|                  | 站 名 | 一<br>月 | 二<br>月 | 三<br>月 | 四<br>月 | 五<br>月 | 六<br>月 | 七<br>月 | 八<br>月 | 九<br>月 | 十<br>月 | 十一<br>月 | 十二<br>月 | 年<br>平<br>均 |
|------------------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|-------------|
| 平 均 氣 溫<br>°C    | 竹子湖 | 11.3   | 12.0   | 14.4   | 18.2   | 21.0   | 23.1   | 24.6   | 24.4   | 22.8   | 19.5   | 16.1    | 13.1    | 18.4        |
|                  | 鞍 部 | 9.2    | 10.1   | 12.4   | 16.4   | 19.2   | 21.4   | 23.0   | 22.6   | 20.8   | 17.5   | 14.2    | 11.1    | 16.5        |
| 平 均 降 雨 量<br>mm  | 竹子湖 | 288.6  | 222.4  | 210.5  | 130.8  | 235.3  | 293.6  | 235.2  | 253.4  | 714.4  | 874.8  | 523.5   | 343.1   | 4425.6      |
|                  | 鞍 部 | 353.4  | 267.4  | 261.5  | 170.1  | 281.3  | 341.6  | 244.4  | 372.6  | 738.0  | 915.2  | 568.3   | 387.8   | 4202.1      |
| 平 均 相 對 濕 度<br>% | 竹子湖 | 87     | 88     | 87     | 87     | 88     | 88     | 86     | 86     | 87     | 87     | 89      | 88      | 87          |
|                  | 鞍 部 | 93     | 93     | 92     | 91     | 92     | 91     | 88     | 90     | 91     | 93     | 95      | 93      | 92          |

## 二、分佈及面積

首先利用航空照片（農林航空測量所攝 民國 72、73 年），配合現場踏勘，判釋台灣矢竹林之分佈區域，再轉繪至 1/5,000 比例尺地形圖上，然後利用面積板（area grid）計算其所佔之面積。散生及生於林下之矢竹，無法由航照判其分佈區域，僅記錄其出現位置並標示於圖面。

## 三、土 壤

### （一）土壤剖面

為瞭解典型台灣矢竹生育地之土壤狀態，於小觀音站憲兵營區後之台灣矢竹林下（圖 1），挖掘 2 個長、寬、深各 1 公尺之土坑，記錄各層次之深度，依“標準土色帖”（小山正忠、竹原秀雄 1971）判定其顏色，並各取約重 1 公斤之土樣，攜回實驗室，以進行各項理化性質之分析。

### （二）不同植群型（Vegetation type）表層土壤化學性質之調查

為瞭解台灣矢竹之分佈是否與土壤條件有所關連，以及不同植群對土壤之可能效應，遂於陽明山國家公園區內之潤葉林、台灣矢竹林及芒草草原等三類不同植群型，分別選定 7、12、及 4 個樣區進行調查，共計 23 個樣區（圖 1），每一樣區內，選取 20 個樣點，各以土鑽或土鏟採取表土深約 30 公分之土塊，予以混合為一“合成樣本”（compound samples），携帶回實驗室進行分析。

### （三）土壤樣本之分析

土壤樣本取回後之前處理，乃先令其於室內自然氣乾數天，後以此風乾土研碎及過篩（2mm, 10-mesh），並剔除其中所含之細根及可見之植物體碎屑，然後將此過篩之細土編號及密封，以利進一步分析。

土壤物性及化性分析，主要依據 MacDonald (1977) 之分析手冊

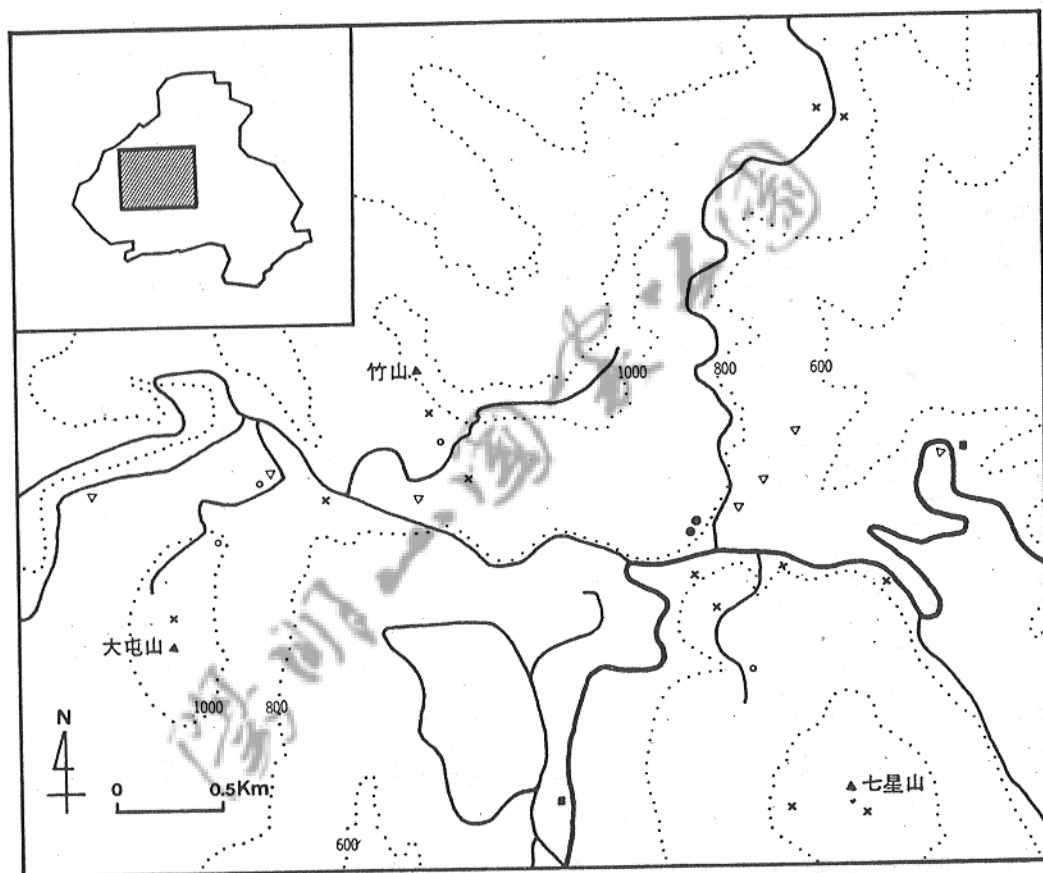


圖 1 台灣矢竹林土壤剖面及不同植群型表層土壤取樣位置圖

●土壤剖面      △：森林      ×：台灣矢竹林      ○：芒草  
 註：左上角小圖內之實線為國家公園範圍，陰影部分為本圖之範圍。

。土壤質地採鮑氏比重計法 (Bouyoucos' Hydrometer Method)，以 1 N 之  $\text{Na}_6(\text{PO}_3)_6$  爲分散劑 (dispersing agent)，並行去有機質 (加入  $\text{H}_2\text{O}_2$ ) 及不去有機質二種處理，以資比較；pH 值以土壤及去離子水 1 : 2 之比例充分攪拌後，以 pH 儀測之；全氮量採用凱氏法 (Kjeldahl method)；有機物含量以 Walkely-Black 濕氧化法測之；有效磷則以布雷法 (Bray's P Method) 測定；可交換性之 K、Na、Ca、Mg 則以 1 N 之中性醋酸銨 (ammonium acetate) 抽出土壤中之可交換離子後，以原子吸收光譜儀 (Atomic Absorption Spectrophotometer；AA) 測定之。

養分含量以絕乾爲表示單位，故每一土壤樣本取 10 公克之過篩土壤，置於  $105 \pm 2^\circ\text{C}$  之烘箱中烘乾 12~16 小時，測其絕乾重量以作爲換算之根據。

#### 四、伴生植群

於台灣矢竹純林分佈範圍內，選取 15 個樣點 (圖 2)，每一樣點選擇 10 個  $1 \times 1 \text{ m}^2$  小樣區，記錄樣區內伴生植物之種類及覆蓋度，再將各小樣區之覆蓋度予以平均，以代表其於此一樣點之覆蓋度。

#### 五、生物量及蓄積量之估算

由於台灣矢竹林之植株矮小，且成純林狀態，以“方形樣區收穫法” (quadrat-harvesting method) 估計生物量 (Milner & Hughes 1968) 頗爲適當。

調查時共選取 19 個  $1 \times 2 \text{ m}^2$  方形樣區 (圖 2)。工作步驟爲：① 將小樣區內台灣矢竹之地上部全部刈除，稱其總鮮重，並測其株數、每株之長度與基徑 (註：於本文中“基徑”皆指地表以上第三節間之直徑)；② 每小樣區逢機選取 15 樣株，分離其葉部、枝部、稈部，分別稱取鮮重，以之推算小樣區中各部位之比率；③ 各部位各取約

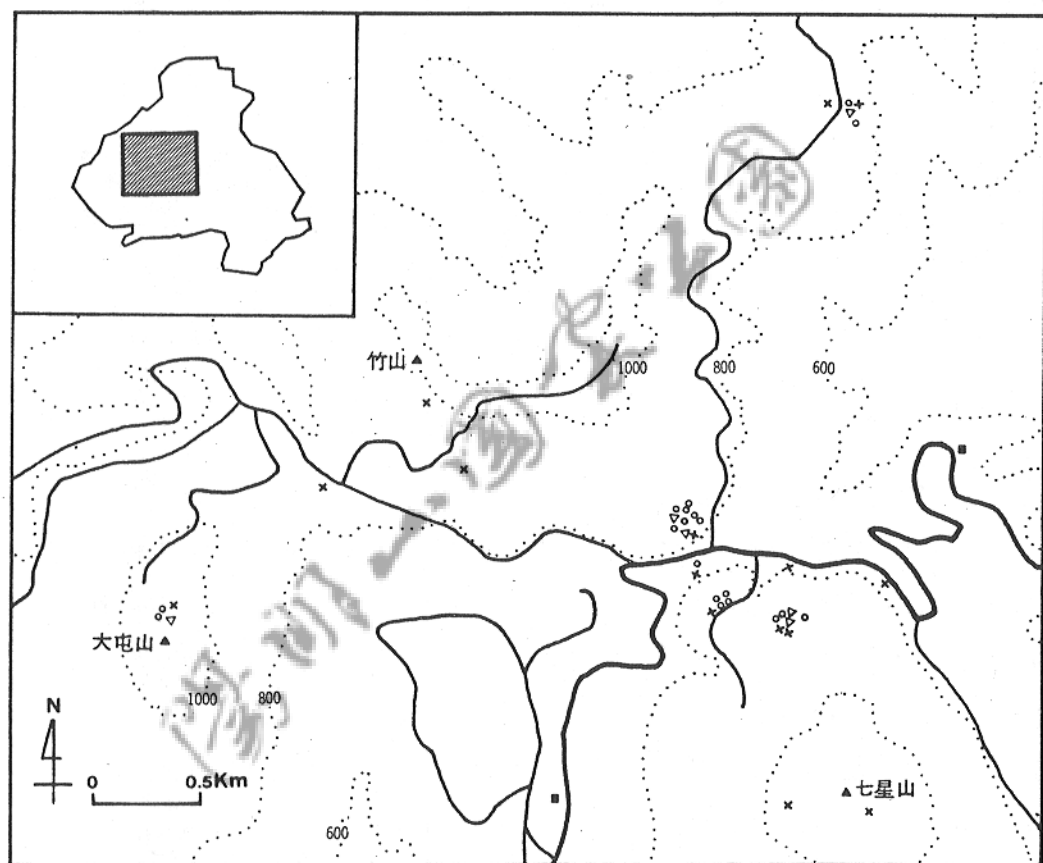


圖 2 台灣矢竹林伴生植群、生物量、地上部淨生產力各樣區位置圖  
 ○：生物量      △：地上部淨生產力      ×：伴生植群  
 註：左上角小圖內之實線為國家公園範圍，陰影部分為本圖之範圍。

100 克小樣本，攜回實驗室，置烘箱中，以  $65 \pm 2^\circ\text{C}$  氣乾約 48 小時至恒重，測其氣乾重；再將氣乾後之植物體以磨粉機碾碎至粉末狀，並通過 40-mesh 之篩孔，予以混合；取 3 g 過篩粉末，置烘箱中，以  $105 \pm 2^\circ\text{C}$  烘乾 12~16 小時後，測其絕乾重 (Evers & Buckings 1976)。

由上述之 ③ 項，可得各部位鮮重與絕乾重之比例，由 ① 及 ② 可求得小樣區中各部位之鮮重，由此可求得小樣區中各部位之絕乾重，其和除以面積，即為生物量。

求取各樣區生物量之均數後，乘以台灣矢竹林分佈之面積，即為台灣矢竹林於本區之蓄積量。

## 六、生物量預測迴歸式之選擇

以各樣區之單位面積株數、高度之均數、基徑之均數為自變數，生物量為依變數，求取台灣矢竹林生物量迴歸預測式；而對於預測生物量之最佳迴歸式，其比較與汰選之基準 (criteria)，主要以 Ohmann 等 (1976) 所推薦的“相對誤差” (relative error)  $e$  (係以迴歸離差  $Sy \cdot x$  來估算) 作為主要工具。於實際汰選時，相對誤差之估值  $Sy \cdot x$  之最低水準設於 0.25。

## 七、地上部淨生產力之估算

所謂一社會之淨生產力 (net productivity)，乃指一定時間內，植物社會中植物組織內所產生之有機物質 (organic matter) 減去呼吸作用消耗後，所得之淨增加速率 (Odum 1983)，其測定通常以年為單位；植物社會每年有機物之淨增加量，亦即每年之乾物淨產量 (Spurr & Barnes 1981)。本研究，“淨生產力”皆與“每年淨生產量”同義，其單位為  $\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{yr}$  或公噸 / 公頃 · 年。

基於竹類生長之特性，本研究採用 Oshima (1961b) 所發展の方

法予以修改，來估算台灣矢竹林之地上部淨生產力，即：

$$\text{地上部淨生產力}(P_n) = \text{稈部生產力}(P_e) + \text{枝部生產力}(P_b) \\ + \text{葉部生產力}(P_f)$$

各部位生產力之求取方法為：

(一) 稈部生產力

竹稈淨生產力( $P_e$ )可劃分為新生竹產量( $P_o$ )及母竹稈部增加量( $P_{in}$ )即：

$$P_e = P_o + P_{in} \quad (1)$$

其中新生竹產量即為 0 年生竹稈之總乾重；母竹稈部增加量，則應用「竹類直徑生長與高生長皆於第一個生長季完成(Ueda, 1960)，而後隨年齡之增長，生物量有所不同」之觀念，先導出各齡級基徑與乾重之迴歸式，即：

$$\log W = a + b \log D$$

D：基徑      W：竹稈乾重      a, b：常數

再利用“共變數分析”(Analysis of covariance, ANCOVA)檢證各齡級之基徑對乾重之效應是否相等，亦即：①各齡級迴歸線之斜率是否相等；②各齡級迴歸線之截距是否相等。如果檢證之結果，①斜率及②截距皆相等，此時各齡級之迴歸式可合併為同一迴歸式，表示稈部斜率及乾重未隨年齡之增加而變化，故無母竹稈部增加量( $P_{in}$ )。若檢證結果，第①項各齡級迴歸線之斜率不相等，則不再行第②項檢證，直接將 n 年生之單株基徑逐一代入 n+1 年之迴歸式，所得之值即為各竹稈明年之生物量，再減去今年之竹稈乾重，即得單株母竹稈部增加量，再將單株予以合計，即為母竹稈部之總增加量(高毓斌民國 74 年)。檢證之結果如為①斜率相等，但②截距不等，則將線性模型  $\log W = a + b \log D$ ，轉換為對數模型  $W = \alpha D^\beta$  ( $\beta = b, \alpha = 10^a$ )，母竹增加量乃由公式(2)來計算(Oshima, 1961b)。

$$P_{in} = P_o \times \left( \frac{\alpha_n}{\alpha_o} - 1 \right) \quad (2)$$

$n$  : 迴歸式之最高齡級

將(2)式代入(1)式得： $P_e = P_o + P_o \times \left( \frac{\alpha_n}{\alpha_o} - 1 \right)$ ，故稈部生產力即可由  $P_e = P_o \times \frac{\alpha_n}{\alpha_o}$  求得。

採用本法計算稈部生產力時，齡級之判識為必行之步驟，一般以枝序 (Oshima 1961a) (圖 3(a)) 或葉痕 (Ueda 1960) (圖 3(b)) 判斷其年齡，並輔以植株稈部色澤、鱗片留存狀態等。本研究乃以枝序判斷法為主，其餘方法為輔，齡級劃分為 0 至 4，共 5 級，4 年生以上因不易正確區分其枝序狀態，故統歸合併於 4 年生之內。

#### (二) 枝部生產力

本研究以「枝部相對生長 (relative growth) 等於莖幹 (即竹之稈) 之相對生長」(Satoo & Madgwick 1982) 之觀念，衍生出下式計算之。

$$P_b = \frac{W_b}{W_e} \times P_e$$

$P_b$  : 枝部生產力                       $W_b$  : 枝部乾重

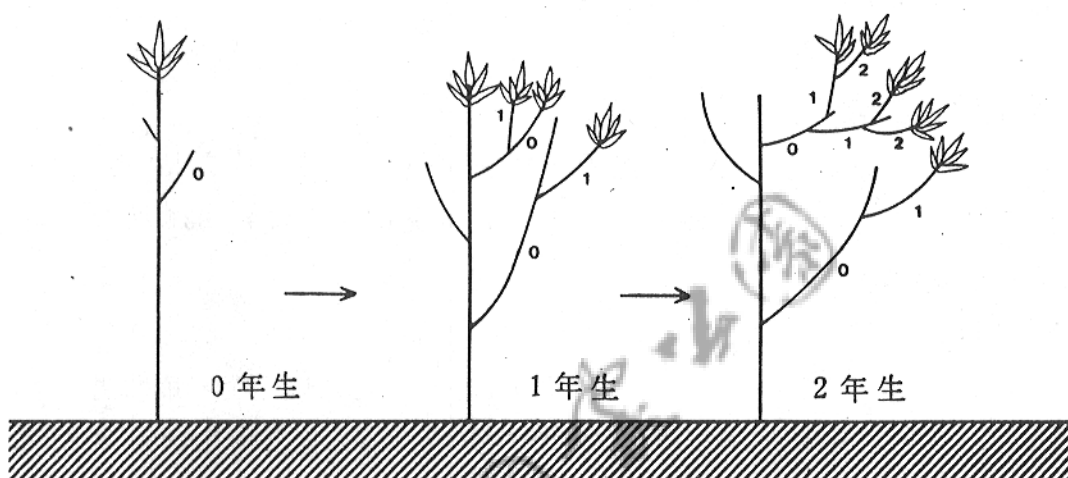
$P_e$  : 稈部生產力                       $W_e$  : 稈部乾重

#### (三) 葉部生產力

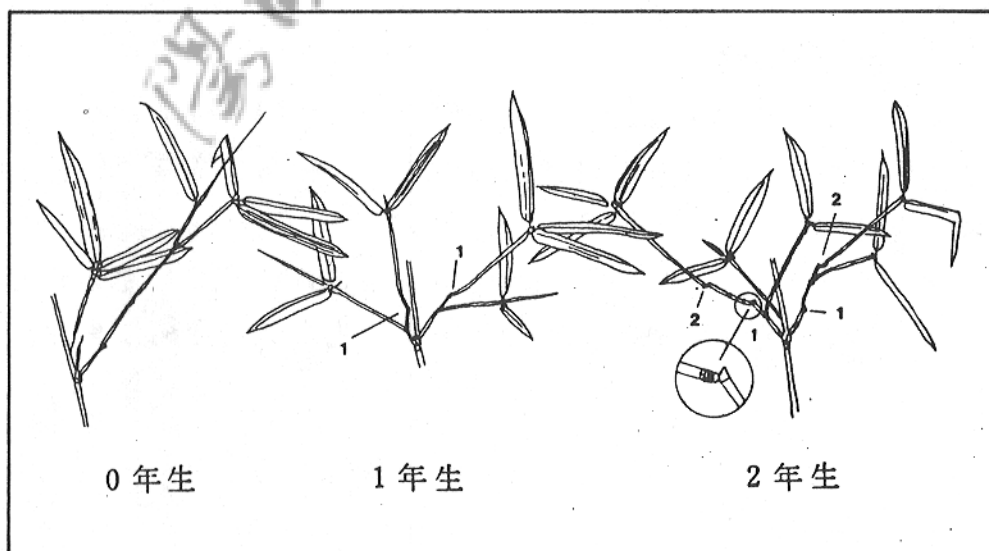
Todaki (1966, 1976) 研究 50 種以上之森林社會後，曾提出“郁閉森林之基本葉量” (basic unit of leaf biomass of closed forest) 理論，即葉部生產力，均約在每年 3.5 公噸 / 公頃左右，本研究即以此一數據作為台灣矢竹林葉部之生產力。

綜上所述，台灣矢竹林地上部淨生產力之估算於調查之際，共選定 6 個  $1 \times 2 \text{ m}^2$  方形樣區 (圖 2) 刈取全部地上部稈株，先剔除被壓木 (因其無法判識年齡，且生育不佳)，判識齡級，拔除枝、葉後，於每一齡級分別量取單株基徑與稈部鮮重。同時，各齡級選取 3 株樣





(a) 枝序法 (仿 Oshima 1961a)



(b) 葉痕法 (仿 Ueda 1960)

圖 3 竹類年齡之辨識法。

本，分離其枝部、稈部後稱重，並取樣帶回烘乾，測其含水率，以估算單株稈部之乾重與枝、稈部乾重比 ( $\frac{W_b}{W_c}$ )。

## 八、採筍試驗

考慮交通及管理之便，此項研究選擇陽金公路小觀音站憲兵營區後之山坡作為樣區，該地坡度平緩，方位東南，海拔約 800 公尺，面積約 0.63 公頃。

以  $2 \times 2 \text{ m}^2$  之方形樣區 (quadrats) 為試驗單位，分為 0 % (對照)、50 % 及 100 % 三種採筍度，以完全逢機法配置，每個處理重複三次。沿各小樣區邊界，挖掘 20 公分寬、40 公分深之溝，將溝內之矢竹地下莖剪斷、挖出，以便區內之發筍不致受區外族群之影響。每一小樣區以白繩圍起，並豎立標示牌，以勸阻民衆採筍之干擾。

試驗時間自民國 74 年 9 月開始，每月定期至樣區採筍並予以記錄，進行至民國 75 年 5 月底止。

## 九、新筍生長觀察

為瞭解台灣矢竹新筍生長之速度與發筍式樣，於竹子湖湖田國小旁之 10 年生柳杉人工林，林內跡地上之矢竹林選為樣區，矢竹林面積約為 0.01 公頃，海拔約 650 公尺，地勢平緩，坡向東南。

首先於民國 74 年 9 月間選擇 10 株初生之新筍，每日記錄其高度與基徑。復於 75 年 3 月間，仍選擇 10 株初生之新筍進行觀察。

## 叁、結 果

### 一、分類與形態

台灣矢竹 (*Arundinaria usawai* Hayata) 首先由 Hayata 於 1916 年發表於「台灣植物圖譜」中，採集於獅子頭 (Shishitao)，該處可能位於目前南投縣埔里一帶，其後金平亮三 (1917) 於「台灣樹木誌」中，認為該種亦產於台北縣竹子山，台灣植物同好會 (下澤 1941) 所發表之「大屯火山彙植物誌」中，本區之矢竹亦鑑定為此種。茲將其形態描述如下：

#### (一) 地下莖

地下莖橫走，初為單稈散生，其後再由新稈柄部發筍，形成橫走莖側出叢生。地下莖表面稻稈色，徑 0.5~1.0 公分，空心，橫斷面為圓形，莖節隆起，節之向生長點方向常具一側芽及若干不定根，節之背生長點方向，生一圈淡褐色毛茸；節間長 3~8 公分；幼莖為籜所包，老則腐落。

#### (二) 籜

筍初生時籜帶紫紅色。籜革質，背面散布紫褐色、壓扁狀、具光澤之短毛，及彎曲之白色茸毛，裏面光澤；其邊緣通常無毛，偶亦有褐色毛；籜頂及底部均呈截狀；籜耳小而不顯著，上生 0.3~1.1 公分之鬚毛；籜葉狹披針形或線狀披針形，先端尖銳，邊緣無毛。稈上部之籜片，因受側枝推擠而早落，中下部之籜片則宿存。

#### (三) 稈

稈高 1~3 公尺，最高可達 4.5 公尺，基徑 0.5~1.2 公分，最大可達 1.6 公分；近地表之節上常具有根；稈綠色，光滑，堅硬；節隆起，節下部具一圈金褐色之絨毛；稈中部之節間長 20~25 公分；稈肉厚 0.2~0.4 公分，橫隔壁厚 1.0 公分；通常每節叢生 3 至多數側枝。

#### 四葉

冬季時，通常每一小枝僅存一葉，生長季時，每一小枝有1~4葉；葉披針狀橢圓形或長橢圓形，長14~35公分，寬1.3~4公分，長寬比為7~12，先端尖，基部楔形或偶鈍形，漸狹，革質，表面暗綠，背面粉綠；主脈在表面扁平，於背面凸出，側脈5~9條，側脈間有小脈5~11條，小脈間尚有橫小脈，使葉脈呈方格狀；葉通常全緣，偶邊緣具刺狀毛；葉耳不顯著，具早落性鬚毛；葉舌高約0.7公分，上緣生鬚毛。

#### 花、果

據林維治民國65年之記載，此種自發現以來，未曾有開花之記錄，故其性狀尚未明瞭。

由於台灣矢竹與本省另一種矢竹——包籜矢竹 (*Arundinaria kunishii* Hayata) 之形態十分相似，極易誤認，故多位學者將此二者之種名混淆，如金平亮三 (1936) 於第二版之「台灣樹木誌」中，北部竹子山之矢竹學名列為 *Pseudosa kunishii*；林維治 (民國50年)、劉棠瑞 (民國51年)、劉業經 (民國61年) 等則將竹子山一帶之矢竹置於唐竹屬，其學名為 *Sinobambusa kunishii*。經詳細比較此二種矢竹後，發現其區別點有三：1. 台灣矢竹莖 (包括地下莖、稈、小枝) 節之背生長點方向，有一圈淡褐色至金褐色之毛茸 (圖4)，以指甲油拓下其表面紋路在顯微鏡下觀察，可見到其由極緊密、彎曲之毛所構成 (圖5)，而包籜矢竹則無此特徵。2. 在籜葉之背面，台灣矢竹有紫褐色、壓扁狀、具光澤之短毛 (圖4)，及彎曲之白色茸毛，而包籜矢竹通常無毛，即使有毛亦非上述二種形態之毛。3. 葉之下表面以指甲油拓下，於顯微鏡下觀察，在側脈上，包籜矢竹有粒狀突起 (圖6)，台灣矢竹則無 (圖7)；在氣孔帶上，台灣矢竹有極細粒之突起 (圖7)，而包籜矢竹則為粗粒突起 (圖6)。參考 *Arundinaria usawai* 之原文記載 (Hayata, 1916)，其中有籜葉背



圖 4 台灣矢竹稈，節下方具褐色毛茸，節上之籜具紫褐色短毛及白色茸毛

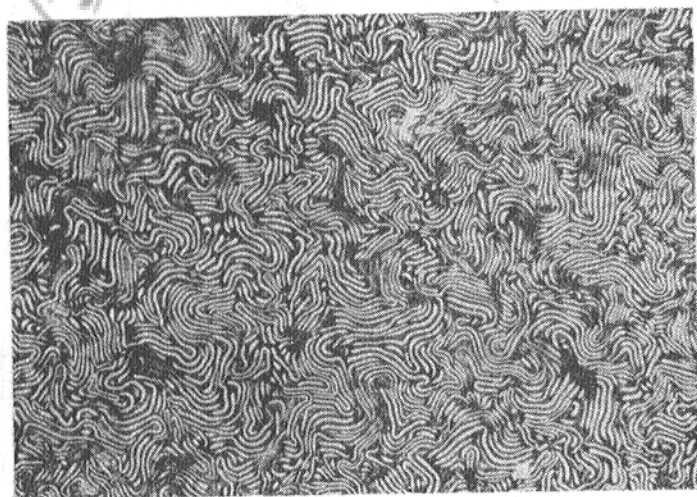


圖 5 台灣矢竹稈節下褐色毛茸之指甲油拓痕 (100x)

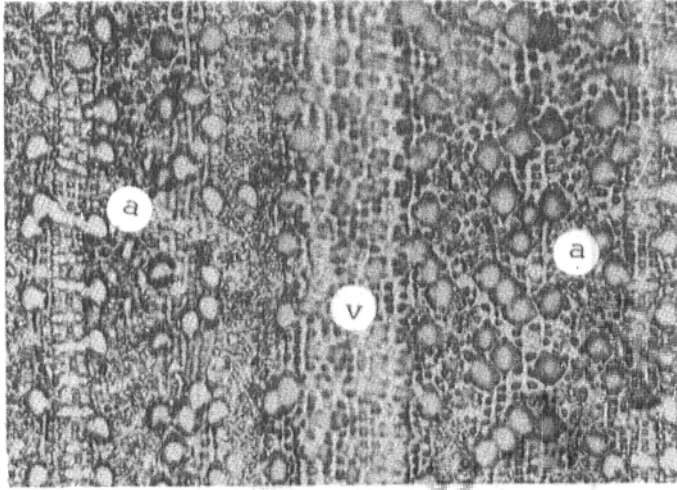


圖 6 包籐矢竹葉下表面之指甲油拓痕 (100x)

a : 氣孔帶      v : 側脈

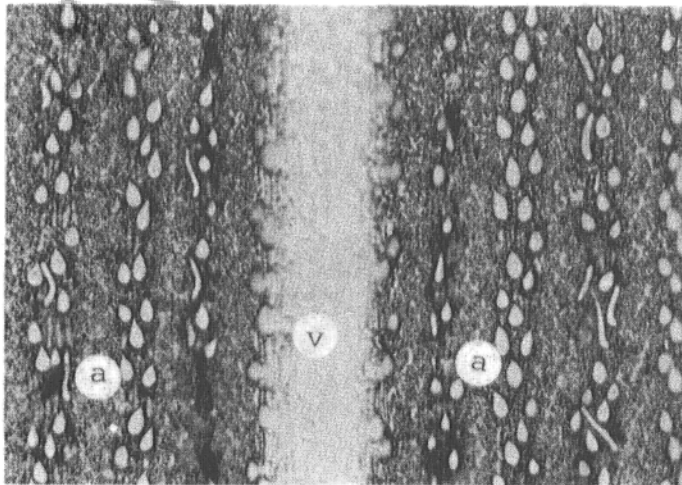


圖 7 台灣矢竹葉下表面之指甲油拓痕 (100x)

a : 氣孔帶      v : 側脈

面散布紫褐色短毛之描述及附圖，而其所指定之模式標本爲早田氏 1916 年 4 月採於獅子頭 (Shishitao) 者，經查林試所標本館中，恰有一份同時、同地、同採集者之矢竹標本，詳細觀察後，具備上述三點之台灣矢竹特徵，由此可判定台灣矢竹之種名應爲 *usawai*，而非誤用之 *kunishii*。

至於本種之屬名，因其籜葉宿存，故不應置於籜葉早落之唐竹屬 (*Sinobambusa*)；其稈芽內一般具 3~5 側芽，故亦不應屬稈芽僅具一芽之矢竹屬 (*Pseudosasa*)；因本省缺乏有關世界竹亞科區分屬之文獻，故暫依 Ohwi (1965) 於 *Flora of Japan* 中區分日本竹亞科各屬之檢索表與屬之特徵，將台灣矢竹仍置於早田氏原先發表之 *Arundinaria* 屬。

## 二、分布與面積

台灣矢竹至目前爲止僅知產於台灣，爲本省之特有種 (Endemic species)；其於本省之產地，由現存於臘葉標本館之標本記錄，可知除陽明山國家公園範圍之外，尚產於本省北、中、東部之山區，如東部之 Mt. Seikoo (地點不詳) (Y. Yamamoto, no. 1499, Dec. 1930)，台北之 Tan'ô-rei (地點不詳) (T. Suzuki, no. 7410, July 1932) (以上兩份存於台大植物系標本館)，宜蘭太平山十字路 (R. Kanehira, Herb. no. 3200, Apr. 1916) (以上兩份標本存於林試所標本館)。上述標本皆爲日人於光復前所採集者，迄今均超過 50 年，目前上述地點是否尚存台灣矢竹，以及本省台灣矢竹之實際分布情形，尚有賴日後於全省各地採集方可得知。

其於陽明山國家公園內之分布，以沿竹子山、嵩山、竹山、大屯山之稜線，及由小觀音山至七星山之稜線一帶爲主體，面天山、夢幻湖、土地公嶺、內阿里磅一帶尚有小面積矢竹純林 (圖 8)；其亦散生於矢竹林分佈主體外圍之潤葉林下；如陽金公路中湖

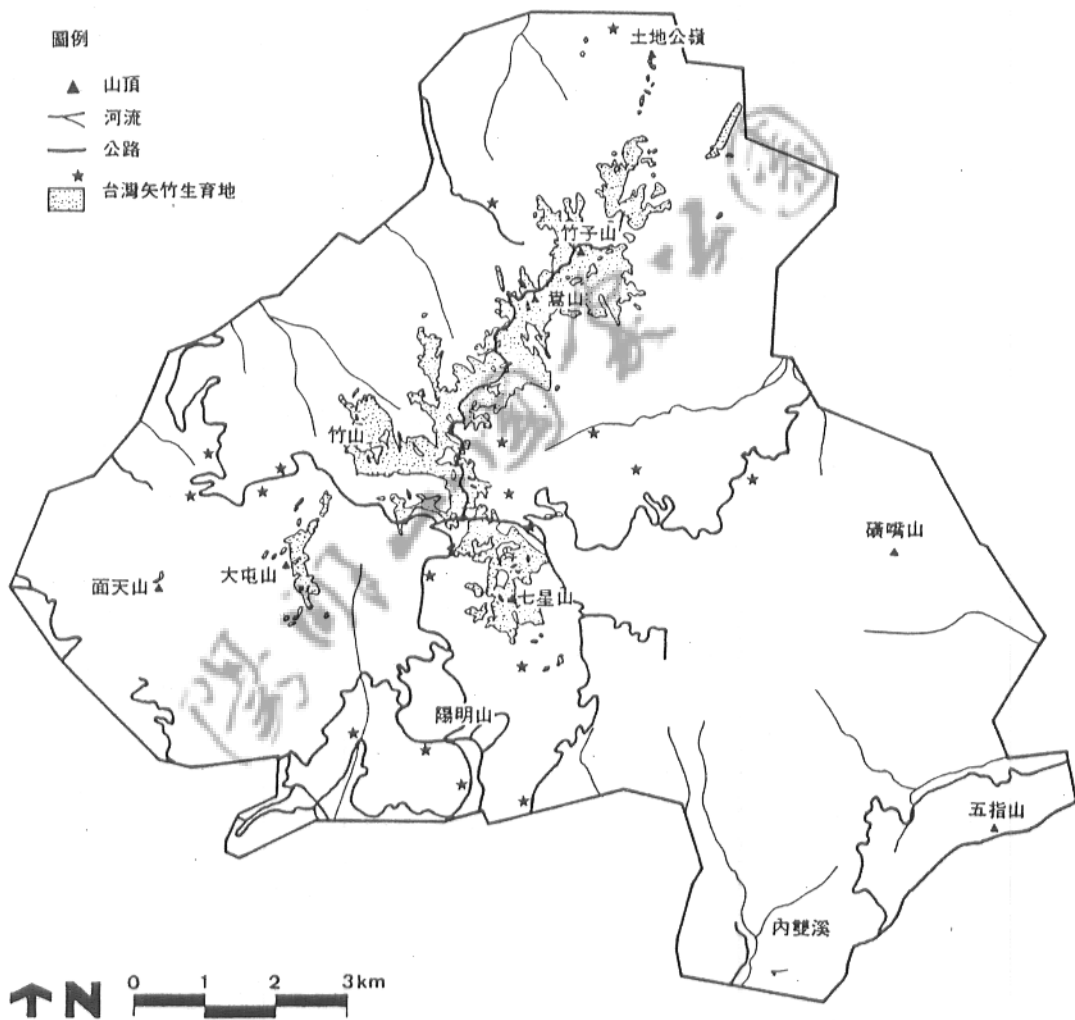


圖 8 陽明山國家公園台灣矢竹分布圖



至後山之路旁及小觀音至楓林瀑之步道旁；部份矢竹散生於農耕地或房舍旁，唯難以確定其為原生植群殘留或人工種植，如紗帽山下、紗帽橋、山豬湖、百拉卡、二坪頂、尖山湖等地之矢竹；於頂八煙車站旁農家後有一片矢竹林，據屋主所言，為其先人種植而成，其種源採自七星山一帶，面積為 0.07 公頃。在整個陽明山國家公園區域範圍東南部，包括磺嘴山、大尖後山、七股山、竹篙山等山區及其東南區域，則未發現台灣矢竹。

台灣矢竹純林於陽明山國家公園內之面積，經判釋與計算後，計 574 公頃，佔全國家公園面積的百分之五，主要位於特別景觀區與生態保護區內（圖 9），分別為 273 與 276 公頃（表 2），於一般管制

表 2 陽明山國家公園台灣矢竹林於各分區面積統計表

| 分 區   | 矢竹林面積（公頃） |
|-------|-----------|
| 一般管制區 | 25        |
| 特別景觀區 | 273       |
| 生態保護區 | 276       |
| 合 計   | 574       |

表 3 陽明山國家公園台灣矢竹於海拔分布面積統計表

| 項 目<br>海 拔 高   | 陽明山國家公園<br>面積 <sup>(1)</sup> （公頃） | 矢竹林面積 <sup>(2)</sup><br>（公頃） | 面積比（%）<br>$(2) \div (1)$ |
|----------------|-----------------------------------|------------------------------|--------------------------|
| 200 公尺以下       | 240                               | 0                            | 0.00                     |
| 200 ~ 400 公尺   | 2,397                             | 2                            | 0.08                     |
| 400 ~ 600 公尺   | 4,024                             | 9                            | 0.22                     |
| 600 ~ 800 公尺   | 2,954                             | 110                          | 3.72                     |
| 800 ~ 1,000 公尺 | 1,674                             | 336                          | 20.07                    |
| 1,000 公尺以上     | 167                               | 117                          | 70.06                    |
| 合 計            | 11,456                            | 574                          | 5.01                     |

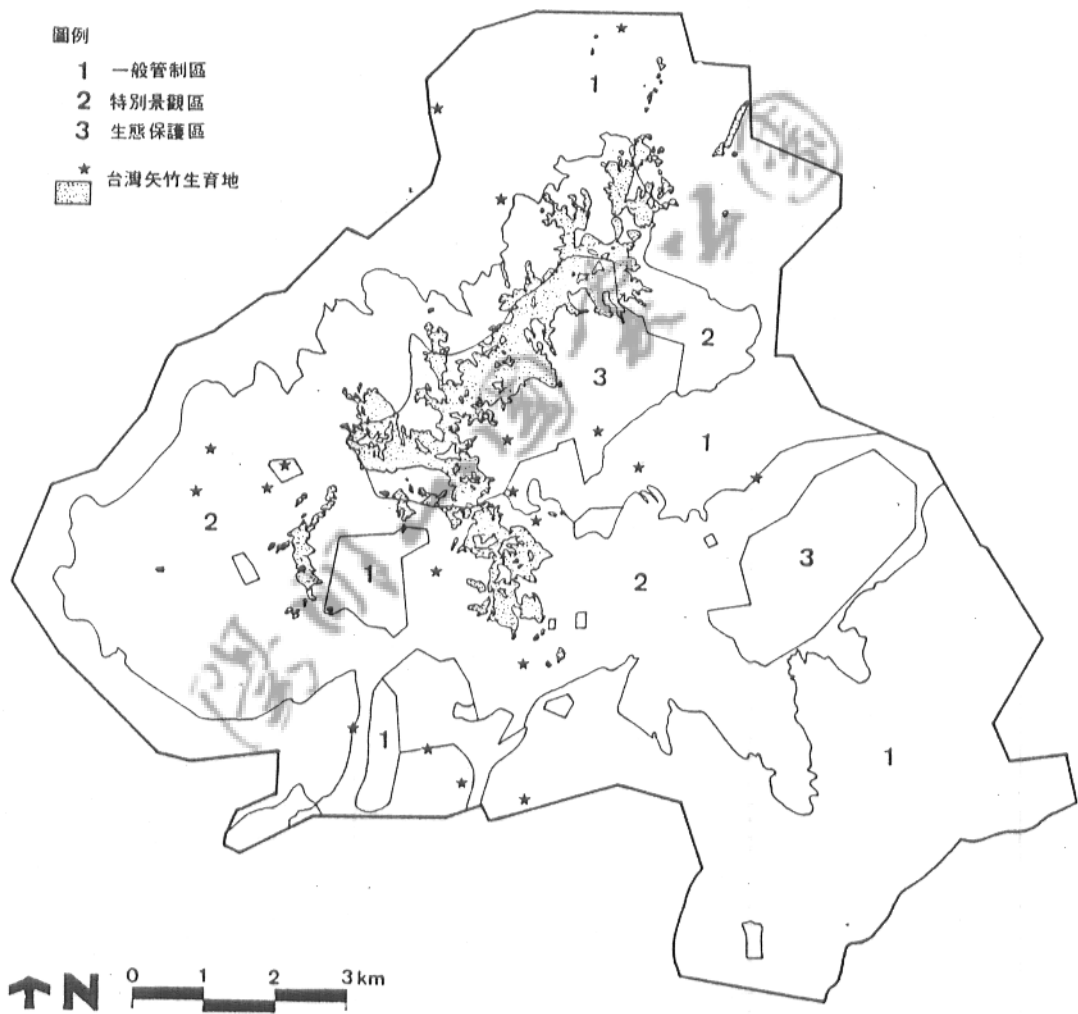


圖 9 陽明山國家公園台灣矢竹於各分區分布圖

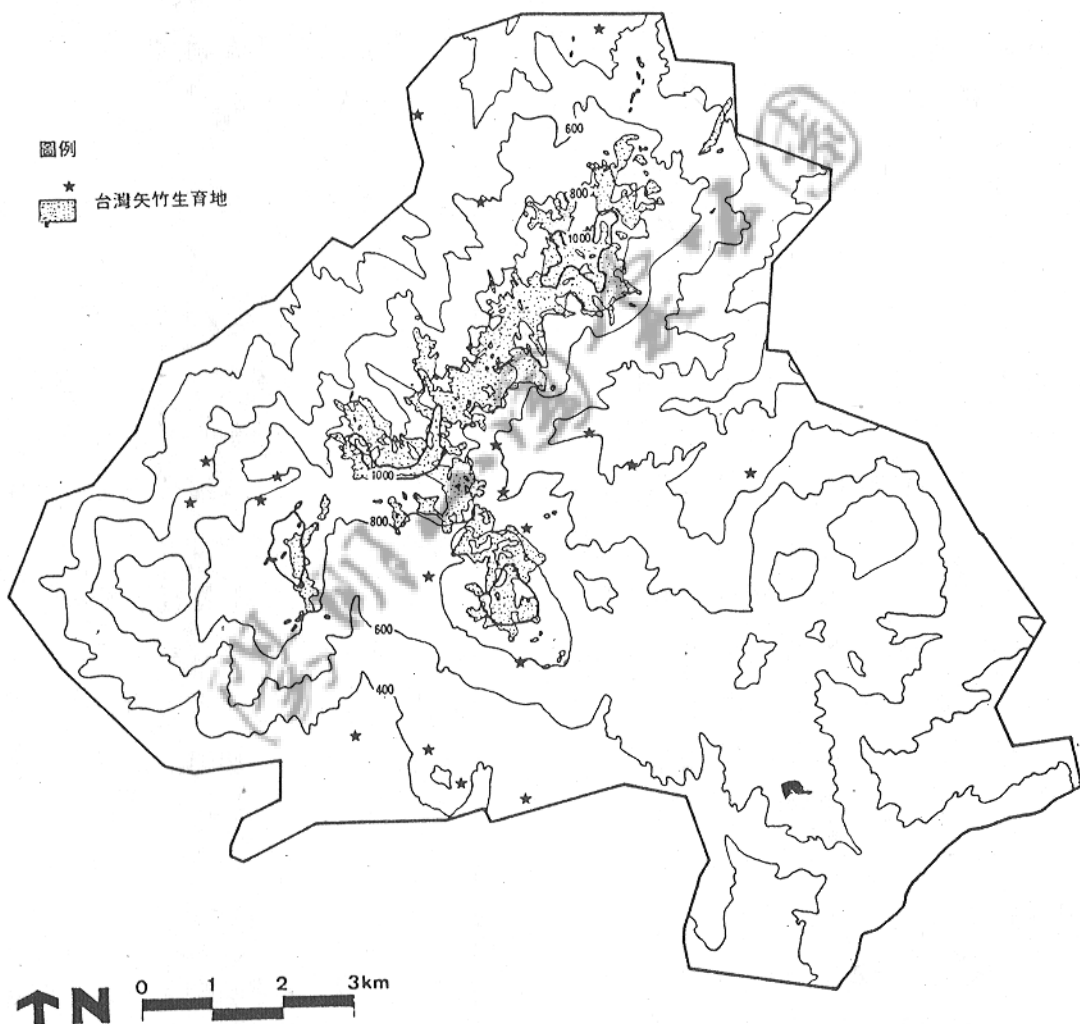


圖 10 陽明山國家公園台灣矢竹海拔分布圖

區內則僅有 25 公頃。如以海拔高度區分（圖 10），以 800~1,000 公尺之間最多，有 336 公頃（表 3），將近全部矢竹面積之六成，1,000 公尺以上及 600~800 公尺間次之，分別有 117 與 110 公頃，400~600 公尺及 200~400 公尺之矢竹林面積極少，僅分別為 9 與 2 公頃。但如以各海拔台灣矢竹之面積與陽明山國家公園各海拔之面積相比，可發現隨海拔之增加，矢竹林所佔面積之比例亦增加（表 3）。

### 三、土 壤

（一）台灣矢竹林之土壤剖面及土壤性質

由所挖取之二個土壤剖面（圖 11 及圖 12）得知，其在土壤分類上應屬於“適潤性黑色土”（*Bl<sub>o</sub>*）（林務局 民國 63 年），大致而言土壤尚稱深厚，約為 90~110 公分，化育良好，層次分明，可分為 A 層、B 層及 C 層或 B-C 過渡層，B-C 過渡層有時可再細分為 B-C<sub>1</sub>、B-C<sub>2</sub>、B-C<sub>3</sub> 等三層。剖面 II 之土層厚度大於剖面 I。

土壤物性及化性分析結果一如表 4。土壤質地以去有機質法分析結果，二個剖面頗為一致，A 層為壤土，B 層為砂質壤土，C 層（或 B-C 過渡層）大致亦為砂質壤土，剖面 II 之 B-C<sub>1</sub> 層則為壤質砂土，較為特殊。剖面 II 以未去有機質法分析結果，整個土壤剖面均表現為砂質壤土。

pH 值於剖面 I 中極為均勻，無顯著區別，均約為 4.50；剖面 II 中，pH 值則隨土壤之漸深而遞增其值，A 層為 4.05，B 層為 4.35，B-C<sub>1</sub> 層為 4.40，B-C<sub>2</sub> 為 4.45，B-C<sub>3</sub> 則為 4.70，整個剖面除 B-C<sub>3</sub> 外，pH 值均較剖面 I 為低。

有機質含量在二個剖面中皆隨土層漸深而遞減，且於 C 層或 B-C 層皆有遞減之現象。全氮量、可交換性鉀及可交換性鈉於二個剖面中表現極為一致，亦皆隨土層漸深而遞減其量。可交換性鎂亦尚稱一致，大抵有隨土層之漸深而遞減之趨向（剖面 II 之 B-C<sub>2</sub>、B-C<sub>3</sub> 除外）。

圖 11 台灣矢竹林土壤剖面 I



圖 12 台灣矢竹林土壤剖面 II

表 4 台灣矢竹林土壤剖面及土壤性質

| 剖面 | 層次  | 厚度<br>cm     | 顏色             | 質             |               | pH   | 有機質<br>% | 全氮量<br>% | 有效磷<br>ppm | 可交換鉀<br>meq /100g | 可交換鎂<br>meq /100g | 可交換鈣<br>meq /100g | 可交換鈉<br>meq /100g |
|----|-----|--------------|----------------|---------------|---------------|------|----------|----------|------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|    |     |              |                | 去有機質          | 未去有機質         |      |          |          |            |                   |                   |                   |                   |
| I  | L   | 1.5          | -              | -             | -             | -    | -        | -        | -          | -                 | -                 | -                 | -                 |
|    | H   | 4.5          | -              | -             | -             | -    | -        | -        | -          | -                 | -                 | -                 | -                 |
|    | A   | 30           | 7.5YR<br>2/2.5 | loam          | -             | 4.50 | 15.97    | 0.411    | 3.57       | 0.484             | 0.122             | *                 | 0.298             |
|    | B   | 28           | 7.5YR<br>4/5   | sandy<br>loam | -             | 4.50 | 11.02    | 0.321    | 4.00       | 0.224             | 0.042             | *                 | 0.208             |
|    | C   | 20-25        | 7.5YR<br>4.5/6 | sandy<br>loam | -             | 4.45 | 6.55     | 0.153    | 3.29       | 0.098             | 0.02              | *                 | 0.126             |
|    | L   | 1.5          | -              | -             | -             | -    | -        | -        | -          | -                 | -                 | -                 | -                 |
|    | H   | 5            | -              | -             | -             | -    | -        | -        | -          | -                 | -                 | -                 | -                 |
| II | A   | 19           | 7.5YR<br>2.5/2 | loam          | sandy<br>loam | 4.05 | 16.34    | 0.493    | 4.14       | 0.53              | 0.178             | *                 | 0.552             |
|    | B   | 32           | 7.5YR<br>3.5/4 | sandy<br>loam | sandy<br>loam | 4.35 | 13.04    | 0.318    | 2.14       | 0.294             | 0.148             | *                 | 0.37              |
|    | B-C | 23           | 7.5YR<br>5/7   | loamy<br>sand | sandy<br>loam | 4.40 | 3.81     | 0.111    | 2.57       | 0.212             | 0.058             | *                 | 0.254             |
|    | B-C | 28           | 10YR<br>6/7.5  | sandy<br>loam | sandy<br>loam | 4.45 | 1.44     | 0.062    | 4.27       | 0.184             | 0.262             | 0.014             | 0.238             |
|    | B-C | 5YR<br>4.5/8 | sandy<br>loam  | sandy<br>loam | sandy<br>loam | 4.70 | 0.51     | 0.039    | 5.57       | 0.078             | 0.108             | 0.010             | 0.16              |
|    |     |              |                |               |               |      |          |          |            |                   |                   |                   |                   |
|    |     |              |                |               |               |      |          |          |            |                   |                   |                   |                   |

\*: 含量極微

)。

有效磷含量在二個土壤剖面中之表現略不一致。剖面Ⅱ乃隨土層之漸深，略呈先增後減現象；然其數值差異不大；剖面Ⅱ則於B層遞減後，再隨土深而遞增。

殊可注意者，二個剖面中可交換性鈣之含量極低。

大致而言，各種化學元素含量在剖面Ⅱ中皆普遍略高於剖面Ⅰ。

#### (二)不同植群型表層土壤化學性質之比較

本研究比較陽明山國家公園區內三種不同植群型（潤葉林、台灣矢竹林、芒草草原），其表土（30 cm）之土壤化學性質一如表 5。

經由變方分析得知，pH 值、全氮量、有效磷、可交換鈣、可交換鈉及土壤有機物，在三種植群型間並無顯著差異。其中可交換鈉就平均數而言雖有不同，但局部地形差異過高，無法由變方分析檢驗出其變異程度。可交換鈣於各植群型土壤中含量均極低。

另一方面，可交換鉀與可交換鎂，確因植群不同而在土壤中之含量而有所差異，其 F 值分別是 5.83 ( $F_{0.5(2,21)} = 3.47$ ) 及 5.62 ( $F_{0.5(2,20)} = 3.49$ )，而且都是在潤葉林下含量較高。再進一步以 Turkey-Kramer Test (Sokal & Rohlf 1981) 分別檢證鉀與鎂之各個均數，結果是：①可交換鉀——潤葉林土壤大於台灣矢竹林土壤及芒草草原土壤，而台灣矢竹林土壤與芒草原土壤間並無差異。②可交換鎂——潤葉林土壤含量要高於台灣矢竹林土壤，而潤葉林土壤與芒草草原土壤，台灣矢竹林土壤與芒草草原土壤，兩兩之間均無顯著差異。

#### 四、伴生植群

矢竹林之構造可分為兩個層次，上層純由台灣矢竹所構成，高 0.9~3 公尺；下層則由稀疏之草本植物、林木小苗及藤本植物所組成，高度低於 50 公分。伴生植物大都為耐蔭性植物，偶爾有少數如芒草

表 5 不同植群型表土土壤性質之比較

| 植群                    | 土壤性質<br>樣區 | pH   | N<br>(%) | P<br>(ppm) | K<br>{meq<br>/100g} | Ca<br>{meq<br>/100g} | Mg<br>{meq<br>/100g} | Na<br>{meq<br>/100g} | O.M.<br>(%) |
|-----------------------|------------|------|----------|------------|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------|
| 潤<br>葉<br>林           | F-1        | 4.10 | 0.575    | 2.178      | 0.537               | *                    | 0.227                | 0.589                | 12.10       |
|                       | F-2        | 4.14 | 0.780    | 1.711      | 0.928               | 0.026                | -                    | 0.963                | 19.11       |
|                       | F-3        | 4.03 | 0.478    | 3.260      | 0.515               | 0.045                | 0.297                | 0.570                | 13.78       |
|                       | F-4        | 3.91 | 0.570    | 4.667      | 0.660               | 0.005                | 0.195                | 1.080                | 18.20       |
|                       | F-5        | 4.06 | 0.630    | 2.022      | 0.787               | 0.026                | 0.550                | 0.554                | 16.24       |
|                       | F-6        | 4.71 | 0.502    | 3.800      | 0.435               | 0.023                | 0.411                | 0.694                | 15.10       |
|                       | F-7        | 3.81 | 0.930    | 3.100      | 0.634               | 0.098                | 0.186                | 0.647                | 19.81       |
|                       | 平均         | 4.11 | 0.64     | 3.0        | 0.64                | *                    | 0.31                 | 0.73                 | 16.3        |
|                       | ±標準誤       | ±0.1 | ±0.06    | ±0.4       | ±0.06               |                      | ±0.06                | ±0.08                | ±1.1'       |
| 台<br>灣<br>矢<br>竹<br>林 | A-1        | 4.17 | 0.680    | 1.560      | 0.586               | *                    | 0.218                | 0.680                | 16.83       |
|                       | A-2        | 4.90 | 0.873    | 3.800      | 0.567               | *                    | 0.204                | 0.801                | 19.90       |
|                       | A-3        | 4.50 | 0.497    | 2.640      | 0.690               | 0.025                | 0.224                | 0.787                | 11.30       |
|                       | A-4        | 4.04 | 0.774    | 1.550      | 0.600               | *                    | 0.148                | 0.759                | 20.47       |
|                       | A-5        | 4.10 | 0.473    | 2.330      | 0.355               | *                    | 0.096                | 0.676                | 11.70       |
|                       | A-6        | 4.11 | 0.420    | 1.390      | 0.257               | *                    | 0.050                | 0.546                | 12.29       |
|                       | A-7        | 4.07 | 0.774    | 1.480      | 0.564               | 0.026                | 0.205                | 0.428                | 20.94       |
|                       | A-8        | 4.11 | 0.753    | 1.860      | 0.394               | 0.013                | 0.170                | 0.824                | 23.30       |
|                       | A-9        | 3.85 | 0.573    | 3.110      | 0.456               | 0.021                | 0.227                | 0.600                | 18.10       |
|                       | A-10       | 3.92 | 0.505    | 3.420      | 0.409               | 0.025                | 0.111                | 0.764                | 14.40       |
|                       | A-11       | 3.87 | 0.942    | 1.340      | 0.358               | *                    | 0.083                | 0.425                | 27.00       |
|                       | A-12       | 3.86 | 0.629    | 2.700      | 0.318               | *                    | 0.129                | 0.659                | 19.77       |
|                       | 平均         | 4.1  | 0.66     | 2.3        | 0.46                | *                    | 0.16                 | 0.66                 | 18.0        |
|                       | ±標準誤       | ±0.1 | ±0.05    | ±0.3       | ±0.04               |                      | ±0.02                | ±0.04                | ±1.4        |
| 芒<br>草<br>草<br>原      | M-1        | 4.56 | 0.586    | 1.860      | 0.448               | 0.026                | 0.220                | 1.043                | 17.37       |
|                       | M-2        | 4.41 | 0.819    | -          | 0.450               | 0.024                | 0.248                | 1.083                | 23.77       |
|                       | M-3        | 4.16 | 0.825    | 2.180      | 0.340               | 0.012                | 0.217                | 0.846                | 24.70       |
|                       | M-4        | 3.24 | 0.488    | 3.500      | 0.321               | *                    | 0.112                | 0.447                | 13.87       |
|                       | 平均         | 4.1  | 0.68     | 2.5        | 0.39                | *                    | 0.20                 | 0.85                 | 19.90       |
|                       | ±標準誤       | ±0.3 | ±0.08    | ±0.5       | ±0.04               |                      | ±0.03                | ±0.14                | ±2.60       |

\*: 含量極微



表 6 陽明山國家公園台灣矢竹林伴生植群

|                  | 樣區<br>植物種類                                               | 覆 蓋 度 % |    |    |   |   |   |    |    |   |    |    |    |    |    |    | 平<br>均<br>覆<br>蓋<br>度<br>% | 頻<br>度<br>% |
|------------------|----------------------------------------------------------|---------|----|----|---|---|---|----|----|---|----|----|----|----|----|----|----------------------------|-------------|
|                  |                                                          | 1       | 2  | 3  | 4 | 5 | 6 | 7  | 8  | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |                            |             |
| 木<br>本<br>植<br>物 | <i>Persea thunbergii</i> 豬腳楠                             | +       | +  | +  |   |   | + | +  |    | + |    |    | +  |    | +  |    | +                          | 53          |
|                  | <i>Ardisia crispa</i> var. <i>dielsii</i> 百兩金            | +       | +  | +  |   |   |   | +  | +  |   |    |    | +  | +  | +  |    | +                          | 53          |
|                  | <i>Eurya crenatifolia</i> 假柃木                            |         |    |    |   |   | + | 1  | +  |   |    |    | +  |    |    | +  | +                          | 33          |
|                  | <i>Hydrangea angustipetala</i> 狭瓣八仙花                     | +       |    |    |   |   |   | +  | +  |   |    |    |    |    |    | +  | +                          | 27          |
|                  | <i>Ilex asprella</i> 燈籠花                                 | +       |    |    |   |   |   | +  |    | + |    |    |    |    | +  |    | +                          | 27          |
|                  | <i>Dendropanax pellucidopunctata</i> 台灣樹參                | +       | +  |    |   |   |   | +  | +  |   |    |    |    |    |    |    | +                          | 27          |
|                  | <i>Sarcandra glaba</i> 紅果金粟蘭                             | +       |    |    |   |   |   |    |    |   |    |    | +  | +  |    |    | +                          | 20          |
|                  | <i>Maesa japonica</i> 山桂花                                |         | +  |    |   |   |   |    | +  |   |    |    |    |    |    |    | +                          | 13          |
|                  | <i>Ardisia sieboldii</i> 樹杞                              |         |    |    |   |   | + |    |    |   |    |    |    | +  |    |    | +                          | 13          |
|                  | <i>Ficus erecta</i> var. <i>beeheyana</i> 牛乳樹            |         |    |    |   |   |   |    |    |   |    |    |    | +  | +  |    | +                          | 13          |
|                  | <i>Viburnum luzonicum</i> var. <i>formosanum</i> 紅子夷蓮    |         |    |    |   |   |   |    | +  |   |    |    |    | +  |    |    | +                          | 13          |
|                  | <i>Trochodendron aralioides</i> 昆欄樹                      |         |    |    |   |   | + |    |    |   |    |    |    |    |    |    | +                          | 7           |
|                  | <i>Lindera communis</i> 香葉樹                              |         |    |    | + |   |   |    |    |   |    |    |    |    |    |    | +                          | 7           |
|                  | <i>Rhododendron oldhamii</i> 金毛杜鵑                        |         |    |    |   |   |   | +  |    |   |    |    |    |    |    |    | +                          | 7           |
|                  | <i>Elaeagnus thunbergii</i> 鄧氏胡頹子                        |         |    |    |   |   |   | +  |    |   |    |    |    |    |    |    | +                          | 7           |
|                  | <i>Myrica rubra</i> var. <i>acuminata</i> 銳葉楊梅           |         |    |    |   |   |   |    | +  |   |    |    |    |    |    |    | +                          | 7           |
|                  | <i>Vaccinium bracteatum</i> 米飯花                          |         |    |    |   |   |   |    | +  |   |    |    |    |    |    |    | +                          | 7           |
|                  | <i>Symplocos cochinchinensis</i> ssp. <i>laurina</i> 山豬肝 |         |    |    |   |   |   |    |    |   |    |    |    | +  |    |    | +                          | 7           |
|                  | <i>Symplocos lucida</i> 日本灰木                             |         |    |    |   |   |   |    |    |   |    |    |    |    | +  |    | +                          | 7           |
|                  | <i>Eurya chinensis</i> 米碎柃木                              |         |    |    |   |   |   |    |    |   |    |    |    |    |    | +  | +                          | 7           |
| 藤<br>本<br>植<br>物 | <i>Tetrastigma dentatum</i> 三角龜草                         |         | +  | 5  |   |   |   | +  | 1  |   |    |    |    | +  |    |    | +                          | 33          |
|                  | <i>Smilax lanceifolia</i> 台灣土茯苓                          | +       | +  | +  |   |   |   |    |    |   |    |    |    |    | +  |    | +                          | 27          |
|                  | <i>Piper kadsura</i> 風藤                                  |         |    | +  |   |   |   | +  |    |   |    |    |    |    |    |    | +                          | 13          |
|                  | <i>Kadsura japonica</i> 南五味子                             |         |    | +  |   |   |   |    |    |   |    |    |    |    |    |    | +                          | 7           |
|                  | <i>Hedera rhombea</i> var. <i>formosana</i> 台灣常春藤        |         |    | +  |   |   |   |    |    |   |    |    |    |    |    |    | +                          | 7           |
|                  | <i>Trachelospermum jasminoides</i> 台灣白花藤                 |         |    |    |   |   |   |    |    |   |    |    |    |    | +  |    | +                          | 7           |
| 草<br>本<br>植<br>物 | <i>Ptilonia arisanensis</i> 阿里山赤車使者                      | 3       | 2  | 3  |   | 1 |   |    |    |   | +  | +  | 14 | 2  | 7  |    | 2                          | 60          |
|                  | <i>Asarum</i> sp. 細辛屬                                    |         | +  |    | + | + | + | +  | +  | + |    |    |    | +  | +  |    | +                          | 60          |
|                  | <i>Dryopteris taiwanicola</i> 台灣鱗毛蕨                      | +       | +  |    | + |   |   |    | +  |   |    |    | +  | +  | +  |    | +                          | 47          |
|                  | <i>Selaginella remotifolia</i> 疏葉卷柏                      | 1       | 1  |    | + |   |   |    |    |   |    |    |    | +  | 5  |    | +                          | 33          |
|                  | <i>Ophiopogon formosanus</i> 台灣沿階草                       | +       |    | 1  |   |   |   | +  |    |   |    |    |    |    |    | +  | +                          | 27          |
|                  | <i>Oplismenus</i> sp. 求米草屬                               | 1       |    |    |   |   |   | +  |    |   |    |    |    |    |    |    | +                          | 13          |
|                  | <i>Rubus buergeri</i> 寒莓                                 |         |    | +  |   |   |   | 7  |    |   |    |    |    |    |    |    | +                          | 13          |
|                  | <i>Diplazium petri</i> 廣葉深山雙蓋蕨                           |         |    |    |   | + |   | +  |    |   |    |    |    |    |    |    | +                          | 13          |
|                  | <i>Miscanthus</i> Sp. 芒屬                                 |         |    |    |   |   |   |    | +  | 1 |    |    |    |    |    |    | +                          | 13          |
|                  | <i>Arachniodes rhomboides</i> 斜方複葉耳蕨                     | +       |    |    |   |   |   |    |    |   |    |    |    |    |    |    | +                          | 7           |
|                  | <i>Arisaema ringens</i> 中跋                               |         |    | +  |   |   |   |    |    |   |    |    |    |    |    |    | +                          | 7           |
|                  | <i>Christella arida</i> 密腺金星蕨                            |         |    |    |   |   |   | +  |    |   |    |    |    |    |    |    | +                          | 7           |
|                  | <i>Polygonum chinense</i> 火炭母草                           |         |    |    |   |   |   | +  |    |   |    |    |    |    |    |    | +                          | 7           |
|                  | <i>Paris polyphylla</i> 七葉一枝花                            |         |    |    |   |   |   | +  |    |   |    |    |    |    |    |    | +                          | 7           |
|                  | <i>Tripterospermum taiwanense</i> 台灣肺形草                  |         |    |    |   |   |   | +  |    |   |    |    |    |    |    |    | +                          | 7           |
|                  | <i>Viola nagasawai</i> 台北堇菜                              |         |    |    |   |   |   |    | +  |   |    |    |    |    |    |    | +                          | 7           |
|                  | <i>Athyriopsis japonica</i> 假蹄蓋蕨                         |         |    |    |   |   |   |    | +  |   |    |    |    |    |    |    | +                          | 7           |
|                  | <i>Farfugium japonicum</i> var. <i>formosanum</i> 山菊     |         |    |    |   |   |   |    |    |   | +  |    |    |    |    |    | +                          | 7           |
|                  | <i>Pilea brevicornuta</i> 短角冷水麻                          |         |    |    |   |   |   |    |    |   | +  |    |    |    |    |    | +                          | 7           |
|                  | <i>Goodyera</i> sp. 斑葉蘭屬                                 |         |    |    |   |   |   |    |    |   |    |    |    |    |    |    | +                          | 7           |
| 出現種數             |                                                          | 13      | 11 | 11 | 1 | 5 | 6 | 17 | 13 | 5 | 4  | 1  | 3  | 11 | 13 | 6  |                            |             |

共計 46 種

+: 覆蓋度 < 1%

表 7 台灣矢竹林各樣區基徑、高度、密度及生物量

| 位置                     | 七星山   |       |       |       |       |       |       |       | 小觀音   |       |       |        |        |       |       | 大屯山   |       | 竹子山   |       |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 編號                     | A-1   | A-2   | A-3   | A-4   | A-5   | A-6   | A-7   | A-8   | B-1   | B-2   | B-3   | B-4    | B-5    | B-6   | B-7   | C-1   | C-2   | D-1   | D-2   |
| 取樣日期(年、月)              | 74, 8 | 75, 3 | 75, 3 | 75, 3 | 75, 4 | 75, 4 | 75, 4 | 75, 4 | 74, 9 | 74, 9 | 74, 9 | 74, 10 | 74, 10 | 75, 3 | 75, 3 | 75, 4 | 75, 4 | 75, 4 | 75, 4 |
| 平均基徑 (cm)              | 0.79  | 0.89  | 0.71  | 0.76  | 0.53  | -     | 0.83  | 0.81  | 0.83  | 0.68  | 0.97  | 0.82   | 0.83   | 0.91  | 0.76  | 0.64  | 0.62  | 0.56  | 0.68  |
| 平均高度 (M)               | 2.48  | 2.40  | 1.77  | 1.96  | 0.92  | -     | 2.18  | 2.12  | 2.52  | 2.10  | 2.98  | 2.14   | 2.15   | 2.47  | 1.89  | 1.34  | 1.22  | 1.05  | 1.46  |
| 密度(桿數/m <sup>2</sup> ) | 86    | 62    | 115   | 88    | 133   | 96    | 115   | 133   | -     | 106   | 90    | 122    | 80     | 83    | 112   | 128   | 106   | 146   | 104   |
| 鮮重 (g/m <sup>2</sup> ) | 2951  | 1119  | -     | 845   | 1062  | -     | 1400  | -     | 995   | 1469  | 1686  | 1510   | 1316   | -     | 1307  | 1384  | 947   | 641   | -     |
| 葉部 乾重                  | 1540  | 580   | -     | 458   | 520   | -     | 702   | -     | 516   | 775   | 977   | 778    | 630    | -     | 608   | 804   | 359   | 316   | -     |
| 鮮重 (g/m <sup>2</sup> ) | 2573  | 2033  | -     | 1631  | 1105  | -     | 2063  | -     | 1779  | 2253  | 2913  | 1833   | 2633   | -     | 2026  | 2110  | 1550  | 1180  | -     |
| 枝部 乾重                  | 1430  | 1238  | -     | 892   | 477   | -     | 1054  | -     | 988   | 1479  | 1590  | 843    | 1192   | -     | 857   | 981   | 780   | 687   | -     |
| 鮮重 (g/m <sup>2</sup> ) | 8476  | 4728  | -     | 5374  | 1733  | -     | 9137  | -     | 5026  | 5778  | 10731 | 7657   | 5961   | -     | 6667  | 5106  | 2893  | 2259  | -     |
| 桿部 乾重                  | 4468  | 2731  | -     | 2731  | 908   | -     | 4927  | -     | 2790  | 3050  | 5722  | 3632   | 2871   | -     | 3456  | 2892  | 1438  | 1266  | -     |
| 鮮重 (g/m <sup>2</sup> ) | 14000 | 7880  | 8000  | 7850  | 3900  | 2800  | 12600 | 12500 | 7800  | 9500  | 15330 | 11000  | 9910   | 12645 | 10000 | 8600  | 6030  | 4112  | 6000  |
| 總重 乾重                  | 7438  | 4549  | 4480  | 4081  | 1905  | 1368  | 6848  | 6750  | 4294  | 5304  | 8289  | 5252   | 4909   | 6322  | 4921  | 4677  | 2664  | 2269  | 3360  |

\*: 估計值

\*\*: 含新筍

(*Miscanthus* sp.)、火炭母草(*Polygonum chinese*)、山菊(*Farfugium japonicum* var. *formosanum*)、台北堇菜(*Viola nagasawai*)等，通常生育在破壞地或路旁之非耐蔭性植物出現，可能為矢竹林受破壞後之入侵者。如表 6 所示，矢竹林之出現植物之種類極少，覆蓋度亦小，阿里山赤車使者(*Pellionia arisanensis*)為常出現且數量最多者，細辛(*Asarum* sp.)、台灣鱗毛蕨(*Dryopteris taiwanicola*)、疏葉卷柏(*Selaginella remotifolia*)、三角龍草(*Tetragastigma dentatum*)、豬腳楠(*Persea thunbergii*)、百兩金(*Ardisia crispa* var. *dielsii*)、假桫欏木(*Eurya crenatifolia*)、狹瓣八仙花(*Hydrangea angustipetala*)、燈籠花(*Ilex asprella*)、台灣樹參(*Dendropanax pellucidopunctata*)等，均為矢竹林中之常見種類。

## 五、生物量與蓄積量

由調查結果得如表 7、表 8，台灣矢竹之生物量為 1,400~8,300 g/m<sup>2</sup>，平均為 4,700 g/m<sup>2</sup>，亦即為 47 公噸/公頃；其中大部分均屬桿部重量，為 3,060 g/m<sup>2</sup>，約佔生物量之 65%，其次依序為枝部 1,040 g/m<sup>2</sup>，葉部為 680 g/m<sup>2</sup>，各佔生物量之 22% 及 14%，其族群密度為 60~150 株/m<sup>2</sup>，平均高度達 0.9~3 公尺，平均基徑則為 0.5~1.0 公分。

由平均生物量 47 公噸/公頃，乘以台灣矢竹林之面積，可得知整個陽明山國家公園台灣矢竹林之蓄積量約為 27,000 公噸(乾重)。

## 六、生物量預測式

以表 7 所列各樣區平均基徑、高度與密度為自變數，與各樣區之生物量求取迴歸式，經過淘汰後，保留下列四式，作為地上部生物量(AGB, g/m<sup>2</sup>)較佳之預測方程式，其變數有效範圍見表 8：

表 8 台灣矢竹密度、高度、基徑、生物量之統計值

| 變數                        | 均數   | 均數標準差 | 變異係數  | 有效範圍 |      |
|---------------------------|------|-------|-------|------|------|
|                           |      |       |       | 最大值  | 最小值  |
| 密度 (株/m <sup>2</sup> )    | 106  | 5     | 0.208 | 62   | 146  |
| 高度 (M)                    | 1.90 | 0.10  | 0.288 | 0.9  | 3.0  |
| 基徑 (cm)                   | 0.76 | 0.03  | 0.159 | 0.53 | 0.97 |
| 地上部乾重 (g/m <sup>2</sup> ) | 4720 | 430   | 0.399 | 1370 | 8290 |
| 稈部乾重 (g/m <sup>2</sup> )  | 3060 | 360   | 0.442 | 910  | 5720 |
| 枝部乾重 (g/m <sup>2</sup> )  | 1040 | 85    | 0.308 | 480  | 1600 |
| 葉部乾重 (g/m <sup>2</sup> )  | 680  | 82    | 0.448 | 320  | 1540 |

(1) 以平均基徑為自變數之預測式 (圖 13)

$$A G B = 9,247 \times D^{2.2608}$$

$$R^2 = 0.7965 \quad S_{y.x} = 0.0863$$

D : 平均基徑 (cm)

(2) 以平均高度為自變數之預測式 (圖 14)

$$A G B = 2,331 \times H^{1.0832}$$

$$R^2 = 0.8834 \quad S_{y.x} = 0.0840$$

H : 平均高度 (m)

(3) 以 (平均基徑 × 平均高度) 為自變數之預測式

$$A G B = 2612 \times D^{1.0745} \times H^{0.2338}$$

$$R^2 = 0.8655 \quad S_{y.x} = 0.0728$$

(4) 以 (平均基徑 × 平均高度 × 密度) 為自變數之預測式

$$A G B = 154 \times D^{0.5817} \times H^{1.2721} \times \rho^{0.2629}$$

$$R^2 = 0.9026$$

$\rho$  : 密度 (株/m<sup>2</sup>)

其中(1)、(2)兩方程式適於現場調查，尤以(2)式之平均高度為最易

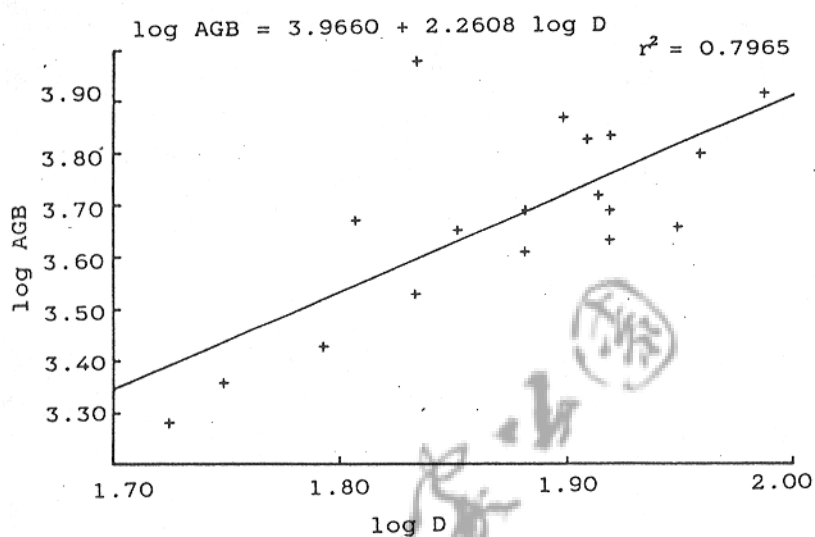


圖 13 台灣矢竹林地上部生物量 (AGB) 與平均基徑 (D) 之關係

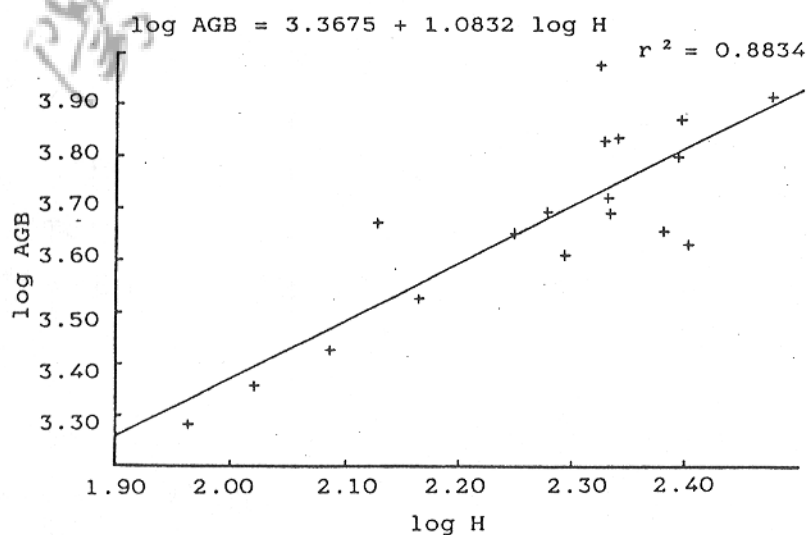


圖 14 台灣矢竹林地上部生物量 (AGB) 與平均高度 (H) 之關係

獲得之現場資料。(3)、(4)兩式較為複雜，現場調查工作亦屬繁重，唯當平均基徑、平均高度與密度等變數可取得時，自以應用此二式為較精確，故亦予以保留，供作參考。

綜上所述，自以(2)式為最佳之地上部生物量預測式。

## 七、地上部淨生產力

六個樣區分別建立各齡級單株基徑與單株乾重之線性迴歸式(表9)，其中除第二樣區之0年生，其決定係數較低( $R^2=0.2644$ )外，其餘迴歸式皆符合吾人之設準。然此一0年生迴歸式，其相對誤差( $E=0.1538$ )仍在可接受之範圍內。故可知以此基徑迴歸式，作為估算地上部淨生產力尚稱合理。

我們亦發現6個樣區，均具下列之共同點：

①齡級間斜率之差異，皆不顯著。各樣區經以“相等檢定”(equality test)其斜率，F值分別是1.6335( $P>0.1$ )、2.3812( $P>0.1$ )、1.1337( $P>0.1$ )、1.5412( $P>0.1$ )、2.3817( $P>0.5$ )及0.2819( $P>0.5$ )。此即各樣區之年齡間均有一共同斜率，plot 1~6分別是2.3684、2.27541、2.48898、2.34696、2.96782及2.42578(表9)。

②齡級間截距之差異顯著。樣區1~6之F值，分別是56.3564、6.5150、18.1384、10.4428、13.9146及6.3961，其顯著水準均遠小於0.01。此顯示年齡對於基徑與乾重之關係，有顯著之影響力。此即原先以年齡作為劃分之基礎，尚稱合理；此亦指示，年齡級之各迴歸式無法合併為共同斜率且共同截距之單一迴歸式。

因此，稈部淨生產力應以 $P_e = P_o \times \frac{\alpha_n}{\alpha_o}$ 來計算。

由上述結果，可進一步以GT-2法(Sokal & Rohlf 1981)比較各樣區內不同齡級迴歸線各訂正均數，其結果一如表10，將其分析可知，台灣矢竹林之年齡對“基徑與乾重之關係”有三種樣式：①同一

表 9 各齡級單株乾重與基徑之對數迴歸式 ( 線性 )

$$\log W = a + b \log D$$

| 試<br>區 | 竹<br>齡 | 係<br>數<br>a | 係<br>數<br>b | 相<br>關<br>係<br>數<br>r | 相<br>誤<br>對<br>差<br>e | F<br>值  | 樣<br>株<br>數 | 共<br>同<br>係<br>數<br>b<br>(斜<br>率) | 訂<br>正<br>後<br>a | $\alpha$<br>(=10 <sup>a</sup> ) |
|--------|--------|-------------|-------------|-----------------------|-----------------------|---------|-------------|-----------------------------------|------------------|---------------------------------|
| I      | 0      | 1.67790     | 1.8943      | .7320                 | .0604                 | 68.282  | 27          | 2.33864                           | 1.70219          | 50.372                          |
|        | 1      | 1.92267     | 2.5686      | .7584                 | .0698                 | 34.537  | 13          |                                   | 1.90994          | 81.272                          |
|        | 2      | 1.90065     | 2.6744      | .7422                 | .0712                 | 109.377 | 40          |                                   | 1.88140          | 76.103                          |
|        | 3      | 1.85937     | 2.4686      | .6455                 | .0593                 | 69.193  | 40          |                                   | 1.85082          | 70.928                          |
|        | 4      | 1.91840     | 2.2217      | .7176                 | .0529                 | 94.019  | 39          |                                   | 1.92420          | 83.985                          |
| II     | 0      | 1.74477     | 1.4094      | .2644                 | .1538                 | 5.033   | 16          | 2.27541                           | 1.78285          | 60.653                          |
|        | 1      | 1.79840     | 2.5398      | .8905                 | .0641                 | 56.907  | 9           |                                   | 1.78350          | 60.744                          |
|        | 2      | 1.89846     | 2.7802      | .9465                 | .0474                 | 247.586 | 16          |                                   | 1.86469          | 73.230                          |
|        | 3      | 1.88741     | 2.4782      | .8558                 | .0539                 | 89.011  | 17          |                                   | 1.87631          | 74.936                          |
|        | 4      | 1.91783     | 2.1936      | .8806                 | .0380                 | 103.258 | 16          |                                   | 1.91911          | 83.006                          |
| III    | 0      | 1.71824     | 2.1484      | .7396                 | .0672                 | 36.925  | 15          | 2.48898                           | 1.73682          | 54.553                          |
|        | 1      | 1.86185     | 2.2185      | .8351                 | .0509                 | 101.314 | 22          |                                   | 1.88272          | 76.334                          |
|        | 2      | 1.91657     | 2.8254      | .8976                 | .5630                 | 140.301 | 18          |                                   | 1.88242          | 76.282                          |
|        | 3      | 1.87397     | 2.4926      | .8428                 | .0556                 | 75.032  | 16          |                                   | 1.87377          | 74.545                          |
|        | 4      | 1.88142     | 2.7122      | .7398                 | .0675                 | 56.858  | 22          |                                   | 1.88107          | 76.045                          |
| IV     | 0      | 1.67439     | 2.2300      | .8002                 | .0663                 | 92.122  | 25          | 2.34696                           | 1.68989          | 48.965                          |
|        | 1      | 1.84852     | 2.7525      | .8301                 | .0721                 | 107.507 | 24          |                                   | 1.78275          | 60.639                          |
|        | 2      | 1.78873     | 2.3764      | .7405                 | .0819                 | 68.478  | 26          |                                   | 1.78911          | 61.533                          |
|        | 3      | 1.82115     | 2.3298      | .7578                 | .0725                 | 43.796  | 16          |                                   | 1.82323          | 66.563                          |
|        | 4      | 1.72097     | 1.4487      | .4031                 | .0713                 | 10.131  | 17          |                                   | 1.80021          | 63.126                          |
| V      | 0      | 1.39044     | 2.3896      | .6284                 | .1290                 | 59.192  | 37          | 2.96782                           | 1.53833          | 34.541                          |
|        | 1      | 1.70591     | 3.1184      | .8138                 | .1384                 | 100.526 | 25          |                                   | 1.66346          | 46.074                          |
|        | 2      | 1.77771     | 3.1212      | .8263                 | .1054                 | 156.941 | 35          |                                   | 1.73733          | 54.617                          |
|        | 3      | 1.80205     | 3.4798      | .8297                 | .1177                 | 131.520 | 29          |                                   | 1.69545          | 49.596                          |
|        | 4      | 1.55720     | 2.1512      | .5656                 | .0915                 | 23.435  | 20          |                                   | 1.69941          | 50.051                          |
| VI     | 0      | 1.68862     | 2.2626      | .8507                 | .0785                 | 131.085 | 25          | 2.42578                           | 1.72641          | 53.261                          |
|        | 1      | 1.71103     | 2.6076      | .6031                 | .1497                 | 131.085 | 21          |                                   | 1.67889          | 47.741                          |
|        | 2      | 1.65863     | 2.5767      | .6732                 | .0802                 | 51.51   | 27          |                                   | 1.62711          | 42.375                          |
|        | 3      | 1.60876     | 2.5202      | .5440                 | .0720                 | 11.931  | 12          |                                   | 1.59309          | 39.182                          |

表 10 地上部淨生產力樣區內，年齡級線性迴歸式訂正均數之比較  
(GT-2 法)

| 樣區編號 | 年齡級<br>訂正均數 |         |         |         |         |
|------|-------------|---------|---------|---------|---------|
|      | 0           | 3       | 2       | 1       | 4       |
| I    | 1.56912     | 1.71775 | 1.74833 | 1.77687 | 1.79113 |
| II   | 1.67636     | 1.67701 | 1.75820 | 1.76982 | 1.81262 |
| III  | 1.60042     | 1.73737 | 1.74467 | 1.74602 | 1.74632 |
| IV   | 1.38924     | 1.48210 | 1.48446 | 1.49957 | 1.52258 |
| V    | 0.81982     | 0.94495 | 0.97694 | 0.98090 | 1.01822 |
| VI   | 3           | 2       | 1       | 0       |         |
|      | 1.10303     | 1.13710 | 1.18880 | 1.23640 |         |



表 11 陽明山國家公園區，台灣矢竹林地上部淨生產力

| 樣區編號                                               | I                       | II                      | III                     | IV                      | V                       | VI                      |
|----------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 調查時期(年,月)                                          | 74,11                   | 75,3                    | 75,3                    | 75,4                    | 75,4                    | 75,4                    |
| 新生竹產量 $P_0$                                        | 470.5                   | 426.0                   | 320.0                   | 348.9                   | 164.0                   | 406.6                   |
| 增加率 $\frac{\alpha_n}{\alpha_0}$                    | $\frac{83.985}{50.372}$ | $\frac{83.006}{60.653}$ | $\frac{76.045}{54.553}$ | $\frac{63.126}{48.965}$ | $\frac{50.051}{34.541}$ | $\frac{39.182}{53.261}$ |
| 稈部生產力 $P_c = P_0 \times \frac{\alpha_n}{\alpha_0}$ | 783.6                   | 582.9                   | 446.1                   | 449.8                   | 237.6                   | 299.1                   |
| 枝部重<br>稈部重 $\frac{W_b}{W_c}$                       | $\frac{292}{789}$       | $0.3354^{**}$           | $\frac{1238}{2731}$     | $\frac{892}{2731}$      | $\frac{678}{1266}$      | $\frac{780}{1438}$      |
| 枝部生產力 $P_b = P_c \times \frac{W_b}{W_c}$           | 290.0                   | 195.5                   | 202.2                   | 146.9                   | 128.9                   | 162.2                   |
| 葉部生產力 $P_f^*$                                      | 350.0                   | 350.0                   | 350.0                   | 350.0                   | 350.0                   | 350.0                   |
| 地上部淨生產力<br>$P_n = P_c + P_b + P_f$                 | 1423.3                  | 1128.4                  | 998.3                   | 946.7                   | 716.5                   | 811.3                   |

\*: 由“基本葉量理論”(Tadaki 1966)估計

\*\* : 估計值，自鄰近樣區 B-1 ~ B-7 平均求得。

基徑下，單株乾重隨年齡增加而增加，即1年生以上者皆大於0年生，且2年生以上皆大於1年生（樣區Ⅰ、Ⅱ、Ⅳ及Ⅴ）；②同一基徑下，單株乾重隨年齡增加而增加，唯1年生以上各齡級無顯著差異（樣區Ⅲ）；③同一基徑下，年齡與乾重成相反關係，年齡愈大，乾重反而愈小（樣區Ⅵ）。

由表9可知各樣區 $\alpha_n$ ， $\alpha_o$ 之值，配合各樣區新生竹產量 $(P_o)$ （表11），枝稈乾重比 $(\frac{W_b}{W_e})$ （表11），可算出各樣區之稈部生產力 $(P_e = P_o \times \frac{\alpha_n}{\alpha_o})$ （表11）及枝部生產力 $(P_b = P_e \times \frac{W_b}{W_e})$ （表11），由此估算出台灣矢竹地上部淨生產力為716.5~1423.3 g/m<sup>2</sup>·yr，平均為1004 g/m<sup>2</sup>·yr，亦即約為10公噸/公頃·年，若以台灣矢竹林面積574公頃計，則全陽明山國家公園台灣矢竹林地上部淨生產力為5,740公噸。

## 八、採筍效應

採筍試驗結果，以年累計發筍量（74年9月至75年5月，共9個月）與春季發筍量（75年3月至5月）二者分析如下：

(一)年累計發筍量：

表12 台灣矢竹年累積發筍量（筍數/4m<sup>2</sup>）

| 處理<br>重覆   | 對照區  | 50%採筍 | 100%採筍 |
|------------|------|-------|--------|
| 1          | 34   | 60    | 105    |
| 2          | 36   | 85    | 81     |
| 3          | 52   | 114   | 76     |
| 4          | 54   |       |        |
| $\Sigma Y$ | 176  | 259   | 262    |
| n          | 4    | 3     | 3      |
| $\bar{Y}$  | 44.0 | 86.3  | 87.3   |

資料經變方分析檢定  $F$  值為 7.76 ( $P < 0.05$ )，顯示年累計發筍量確有差異；再以正交對比 (orthogonal comparisons) 進一步比較其均數，結果為：①對照區與處理區之差異極為顯著 ( $F = 15.52$ ， $P < 0.01$ )；② 50 % 採筍處理與 100 % 採筍處理之間，並無差異 ( $F = 0.005$ )。此即顯示，50 % 與 100 % 採筍度，在一年內年累計發筍量確大於對照區。

(二) 春季發筍量：

表 13 台灣矢竹春季發筍量 (筍數/4 m<sup>2</sup>)

| 處理<br>重複   | 對照區  | 50 % 採筍 | 100 % 採筍 |
|------------|------|---------|----------|
| 1          | 22   | 21      | 65       |
| 2          | 19   | 47      | 42       |
| 3          | 33   | 54      | 34       |
| 4          | 36   |         |          |
| $\Sigma Y$ | 110  | 122     | 141      |
| $n$        | 4    | 3       | 3        |
| $\bar{Y}$  | 27.5 | 40.7    | 47.0     |

經變方分析檢定， $F$  值為 2.11，顯示處理之效果並不顯著。此主要因 50 % 與 100 % 處理之局部變異過大，致使機誤效應增加，故處理效應無法顯出。然自平均數來看，50 % 與 100 % 之處理，在平均發筍量上，仍有漸增之趨勢。此與年累計發筍量之結果，自能脗合。

綜合上述結果，採筍對台灣矢竹族群在短期不但無顯著影響，甚至 50 % 及 100 % 之採筍度，尚有助於新筍之萌發量。

## 九、新筍之生長

春、秋筍所各取之 10 株初生新筍，因風折、遭人採伐、自然枯死等不可預期之損失，樣株無法全然存活，故僅各選擇 5 株直徑相仿

、生長良好者，予以平均計算。其生長資料如表 14。

表 14 不同季節台灣矢竹新筍之生長（除“最大記錄”外，皆為 5 株平均值±標準誤）

| 觀察項目           | 基 徑<br>(cm) | 高 度<br>(cm) | 生長期<br>(日) | 總生長量<br>(cm) | 平均日生長量 <sup>+</sup><br>(cm/日) | 最大相對生長 <sup>*</sup><br>(%) | 最大記錄<br>(cm/日) | 生長高峰期 <sup>**</sup><br>(%) |
|----------------|-------------|-------------|------------|--------------|-------------------------------|----------------------------|----------------|----------------------------|
| 秋 筍<br>(9~11月) | 1.13±0.10   | 200±21      | 42±2       | 187±21       | 4.2±0.5                       | 8.2±0.8                    | 18.0           | 44.0±0.7                   |
| 春 筍<br>(3~5月)  | 1.04±0.01   | 143±5       | 39±2       | 138±5        | 3.6±0.2                       | 9.4±0.6                    | 16.3           | 52 ± 2                     |

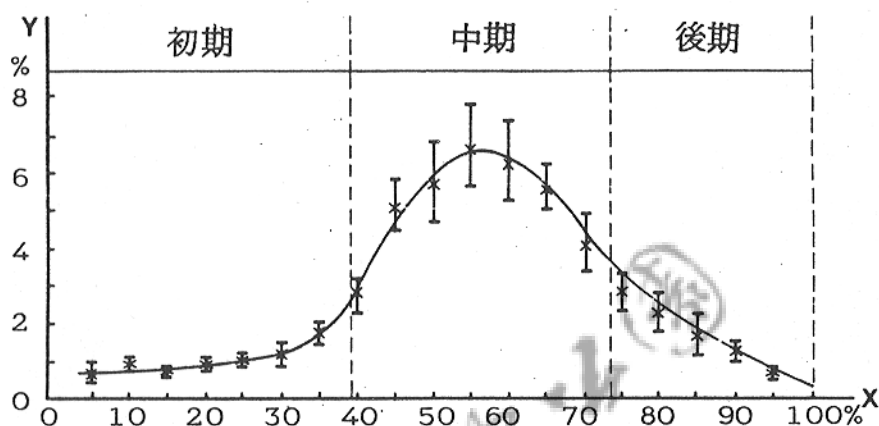
\*：最大相對生長=日最大淨生長量／總生長量

\*\*：生長高峰期=最大日生長量出現日期／總生長期

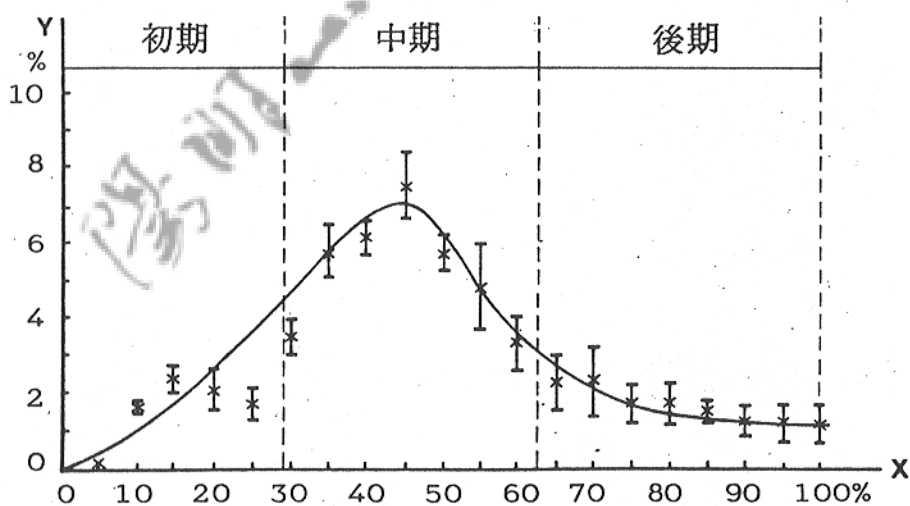
<sup>+</sup>：平均日生長= $\frac{\text{總生長量}}{\text{天數}}$

表 14 中各項予以進行變方分析結果，春筍與秋筍於基徑、生長期、平均日生長量與最大相對生長上並無顯著差異，F 值分別為 0.44、1.86、2.22 及 2.21。而春筍與秋筍在高度、總生長量及生長高峰期上則有顯著差異，F 值分別為 7.68、5.66（顯著水準  $P < 0.05$ ）及 15.16（ $P < 0.01$ ）。

此外，台灣矢竹春筍與秋筍之生長曲線，如圖 15 所示。春筍：初期生長較緩，曲線平滑而延伸較長，中期（盛期）出現較晚，峯形較圓潤，而後期則有陡降之勢。秋筍：初期生長較速，曲線較陡，盛期出現較早之峯形較尖銳，後期則平緩而延伸。二者略有互為鏡影（mirror image）之形態。



(a) 春筍 (75 年 3 月 ~ 75 年 5 月)



(b) 秋筍 (74 年 9 月 ~ 74 年 11 月)

圖 15 不同季節台灣矢竹新筍之生長曲線

1. 各點以日相對生長量平均值±標準誤表示
2. X 軸：相對生長日期；Y 軸：日相對生長量

陽明先生全集

## 肆、討 論

### 一、分布與植群

由台灣矢竹於本省分布之情形，應可推測其亦如同台灣水青岡 (*Fagus hayatae*)、德氏油杉 (*Keteleeria davidiana* var. *formosana*)、台灣蘇鐵 (*Cycas taiwaniana*) 等，為一分布範圍正在退縮之植物族群，竹子山、七星山一帶為其目前之分布中心，而散布在其四周及本省其它各生育地，即為其族群退縮後之殘留者；此外，筆者徐曾於大油坑褐鐵礦拾得矢竹葉之化石，可見數萬年前，該區有台灣矢竹生育，而目前以該地為圓心，半徑一公里範圍內，均無台灣矢竹之分布，由此可說明台灣矢竹族群之退縮。

如表 1 所示本區之氣候，其在氣候分類上（陳正祥 民國 46 年），如依柯本氏分類法，屬 Cfa 型暖溫帶常濕溫和氣候，如依桑偉士分類法則為 AB<sub>3</sub>'ra' 溫暖重濕氣候，此種氣候下之極盛相應為森林。但台灣矢竹林由其伴生植物觀之，雖有少數闊葉樹小苗生育其下，但極少有可能成長為大樹而取代為優勢植物，故矢竹並未有向森林演替之趨勢；此外，如表 3 所示，海拔愈高，矢竹林所佔比例亦愈高，而海拔一千公尺以上地區，矢竹林生育地佔七成，故台灣矢竹林為陽明山國家公園部分區域之地形 (topographic) 或土壤 (edaphic) 極盛相，造成此種極盛相之原因仍有待進一步之研究。

### 二、土壤條件

#### (一) 台灣矢竹林之土壤剖面

由本研究之質地分析，顯示去及未去有機質兩種前處理，結果並非一致（表 4），原因或為火山灰土富含不定形膠體 (amorphous

colloids) (Ugolini & Zasoski 1979), 故不易分散。Maeda 等 (1977) 曾指出以一般常用之顆粒大小分配 (particle-size distribution) 法來分析火山灰土, 常因此種不易分散性而導致分析結果之不穩定, 故認為質地分析在火山灰土的應用價值極為有限。Ball (1976) 亦曾指出有機質含量高之土壤, 須以酸液或過氧化氫前處理除去有機質後, 顆粒大小分析之結果亦可穩定。唯 Ball 氏特別強調, 去有機質後之質地分析: ①所得結果不同於現場判識者; ②主要用途在於了解其原礦物組成之質地, 而非生態之關連。因此 Ball 氏遂建議質地分析法, 在土壤僅須接受最少前處理之情形下, 對生態學家方有其利。因此, 我們認為對於台灣矢竹林土壤質地之調查, 若以生態為著眼點者, 應以田間現場判識土壤表現之性狀及摸觸感覺為主, 而以去有機 (前處理) 之顆粒大小分配之機械分析法為輔。

pH 值在台灣矢竹林土層中 (表 4), 或為差異不大 (剖面 I), 或為隨土層漸深而遞增其值 (剖面 II)。此種水平與垂直之局部差異, 主要與土壤中微生物之作用不同及有機物分佈不均有關, 且為各種生育地間一普遍現象 (Brady 1974; Armson 1977)。

土壤中之氮、硫、磷、可交換性鈣與可交換性鉀因與有機物關係密切, 故常隨土層漸深而遞減 (Charley & Richards 1983)。本研究中之氮及可交換性鉀均頗與此現象相符 (表 4)。台灣矢竹林土壤中之可交換性鎂與可交換鈉亦均呈此一現象。唯有效磷於台灣矢竹林之土層中乃呈先減後增現象, 揆其原因, 或為土壤磷之來源, 尚以土壤母岩為大宗 (Armson 1977; Cole & Rapp 1980), 遂有接近母岩而土壤有效磷含量增加之現象。

#### (二) 不同植群型生育地土壤化學性質之比較

Landon (1984) 曾對熱帶與亞熱帶地區各種生育地土壤進行廣泛之調查與研究, 並製作一簡明合理之土壤化學分析與含量之比較基準表。以此為準, 可將本研究區之土壤 (表 5) 作一比較 (等級數值均



引Ladon氏所舉列)，結果各植群型土壤之各養分所屬之等級頗為一致。

A. 於Landon氏分類等級中屬高含量者：有機物 $> 8.6\%$ （有機碳 $> 5\%$ ）；以及全氮量 $> 5\%$ 。

B. 於Landon分類等級中屬低含量者：有效磷 $< 15\text{ ppm}$ （Bray法， $\text{HCl}-\text{NH}_4\text{F}$ 為抽出液）；可交換鉀 $< 0.6\text{ meq}/100\text{ g}$ 土壤（其中本區潤葉林為例外，其值 $> 0.6$ ）；可交換鈣 $< 0.5\text{ meq}/100\text{ g}$ 土壤；可交換鈉 $< 1\text{ meq}/100\text{ g}$ 土壤。

因此，大體而言，本區土壤養分就Landon之分類言，均屬低值。揆其原因，可能為：①本區雨量充沛（年雨量高於4000公釐），所造成淋溶旺盛；②土壤呈極酸性（extremely acid,  $\text{pH} < 4.5$ ）所致使土壤養分有效性降低。此二因子綜合作用結果，使土壤有效養分呈缺乏現象（Brady 1974；Pritchett 1979；Armson 1977；Landon 1984）。

火山灰土常富含有機質，自 $6.4\sim 28\%$ ，然常亦出現氮之缺乏（Ugolini & Zasaski 1979）。其原因或為火山灰土之高碳氮比（C-N ratio），而致分解速率降低，或為土壤中鋁英石（allophane）或高鋁量與有機物形成強烈之固結與吸附作用（Kanno 1962；Satho 1976），或為有效磷含量低而限制氮之礦質化作用（mineralization）（Munevar & Mollum 1977）。本研究區之全氮含量雖高，然其有效態氮（available nitrogen）可能偏低，唯此尚待更進一步之研究。

由本研究結果（表5）顯示，潤葉林之可交換鉀含量，高於台灣矢竹林與芒草草原土壤之可交換鉀含量。於生態系中，移動性與淋失量常見次序為 $\text{K} > \text{Mg} = \text{Ca} > \text{N} > \text{Na}$ （Cole & Rapp 1980；Charley & Richards 1983），鉀為其中之最易者，而潤葉林植群構造複雜，其對雨水之截留能力自應較強，此或為減少淋溶而能維持較多有效鉀於土壤中之原因。土壤中鎂亦極易淋失，故潤葉林之可交換鎂含量較高，亦可作如是觀。

總之，本區內不同植群型對於土壤養分之效應與保存，僅於可交換性鉀及鎂有所區別，而普遍均有土壤養分缺乏之現象。

何以土壤養分缺乏並未明顯限制植群之生長與發育，而植群亦未出現明顯之症狀，主要可分二方面來看：A. 土壤化學分析旨在提供各元素之“含量等級”（order of magnitude），主要在於指示土壤養分潛在之過度或不足之問題所在（Landon 1984）。且土壤養分為一動態過程，並非可以絕對判定者。因此，土壤分析主要在於指出生育地潛在因子及趨勢。B. 植物族群可透過死亡及異質性來調節與適應生育地環境（Armson 1977）。即天然植群常處於養分限制乃一普遍事實，主要即因其有極大之生態幅度（ecological amplitude），且可透過個體的死亡及族群數目之調整，或將養分迴歸土壤，或重新分配資源，故可適生於當地。

無論如何，欲進一步瞭解土壤與植群二者之因果關係，亦土壤因子對本區植群分佈之限制效應，以及植群對土壤因子之影響，仍有待更多之調查研究。

此外，本區土壤養分與植群體內所含養分二者於整個生育地養分循環（nutrient cycling）與生產力所佔的角色，及干擾（如伐採、採筍、開路等）對土壤養分、養分循環及生產力之影響等，亦均為未來重要之研究課題。

### 三、迴歸式之選用

本研究中迴歸式汰選之主要基準——相對誤差（以迴歸離差  $S_{y.x}$  估算），其有二大優點：①可對比於變異係數（coefficient of variation）；因此，若相對誤差估值為 0.1，即意指任一  $Y$  值於  $\bar{x}$  上之期望誤差（expected error）為 10%（Whittaker & Woodwell 1968）；故即使應用於不同自變數或依變數之比較，不致因不同測量單位而無法比較。②對測量單位之刻度（scale）精確性較不敏感，頗適用於測量

數據之變異較大者 (Ohmann et al. 1976)。

本研究中所使用之迴歸預測式，主要以對數式  $Y = ax^b$  為主，取其應用之便。唯實際建立迴歸式時，仍以  $\log Y = a' + b \log x$  線性模型進行比較、汰選、繪圖等工作後，再予以行逆對數轉變。此種轉變常導致系統性之偏誤，遂低估生物量，許多學者因而發展各種校正項 (correlation factor)，予以訂正 (Meyer 1941; Baskerville 1973; Beauchamp & Olson 1973; Mountfold & Bunce 1973; Flewelling & Piennar 1981)。唯據 Satoo 與 Madgwick (1982) 以電腦模擬，配合現場調查之研究結果顯示：不加校正項 (即直接以  $Y = ax^b$  形式) 所導致之偏誤，並未高於其它加入校正項者。本研究所使用之自變數大多為樣區均數，估算生物量時僅需一次轉變，其所導致之偏誤自應低於其它生物量調查法——須由單株資料逐一轉變後累加而得。

#### 四、地上部淨生產力與可容許伐採量

##### (一) 生產力研究與竹類特性

生產力研究，不但因其對乾物生產之解析，可作為生育地之評估與比較。而且更可因此瞭解生態系之功能與機制 (Spurr & Barnes 1981)。

一般言之，生產力之估算有二大方法：①測定葉部光合能力，即估算二氧化碳於某一時段中之光合交換量；②收穫生物量法 (Chapman 1976; Satoo & Madgwick 1980)，此方法十分方便，故普遍受採用，其於國際生物計劃 (International Biological Program，簡稱 IBP) 所出版的手冊中，即有一標準形式 (Newbould 1967; Milner & Hughes 1968)：

$$P_n = \Delta B + L + G$$

其中，  $P_n$  = 淨生產力

$$\Delta B = B_1 - B_2$$

$B_1$  = 時間  $t_1$  時，一植物社會之生物量

$B_2$  = 時間  $t_2$  時，一植物社會之生物量

$\Delta B$  =  $t_1 \sim t_2$  期間內，生物量之變化

$L$  =  $t_1 \sim t_2$  期間內，植物體因死亡與脫落 (Shedding) 而致之損失量

$G$  =  $t_1 \sim t_2$  期間內，因遭食用 (grazing) 等，所致之植物體損失

基本上，台灣矢竹林亦可應用上述方法以估算生產力，然其具二個先天缺點：①需要二次調查方能取得資料；②其枯損量 ( $L$ ) 之測定，大多使用枝葉收集網 (litter trap) 直接架設於林地中。然而台灣矢竹林植株矮小而密生，故枝葉收集網其直徑大小必遭限制；另一方面台灣矢竹葉片平均長度在 20cm 左右，又使得收集網必須直徑上要大於 20cm，二者互相衝突。故欲以此法測得台灣矢竹林之落葉量，乃成極大之困難。

Oshima (1961b) 根據竹類特性所發展的方法： $P_n = P_o + P_b + P_r$ ，利用同一直徑，不同年齡單株乾重之比例，來求得母竹稈部與枝部之淨增加量。不但在立論上極為合理，在施行上僅需一次調查，特為便利。唯其葉部生產力 ( $P_r$ ) 之估算，係利用連續收穫法，即先區分葉片年齡，於一年內連續多次收穫單位面積內不同年齡葉部生物量，由其變動求得一年內新生葉之生物量。此法雖可顧及竹類葉部常綠無顯著落葉期之特性，唯在施行上極為繁瑣，而且其前提是須有一合理可行足資區分葉齡之方法，Oshima 本人並未提供區分之基準，本省亦尚未發展便利之判識法。是故，本研究雖以 Oshima 方法為依據，然對葉部生產力之估算，乃採用 Tadaki (1966, 1977) 基本葉量之理論值。

綜上所述，我們覺得台灣矢竹林生產力之研究，仍以 Oshima 法為最優良便利。然欲全盤瞭解台灣矢竹林在生產結構之特性，本省亟

需發展一套施行方便，能針對矢竹矮生特性之葉部生產力研究法，以資將 Oshima 法修正得更完美、更適用。

#### (二) 年齡效應、母竹增加量與台灣矢竹地上部淨生產力

本研究結果顯示，年齡於台灣矢竹稈部乾重之效應殊為複雜。（見表 10），約可分為三型。Oshima (1961 b) 所研究之庫頁笹竹 (*Sasa kurilensis*) 其年齡效應極為單純：竹稈乾重隨年齡而成比例增加，年齡間之區別極為明顯。此雖頗合於竹類生長之特性，可依常理認定；唯 Oshima 之結果乃以手描法 (free-hand method) 繪得年齡級之直線，並未提供其它統計上之數據，故笹竹類是否必然有此簡單明顯之結果，尚待探討。而本省孟宗竹林，據高毓斌 (民國 74 年) 之研究，不同齡級於孟宗竹乾重之影響，不但其齡級迴歸線截距不等，在斜率上亦呈顯著差異。除此之外，其 3 年生 (原文稱 4 年生) 及 4 年生 (原文稱 5 年生) 之老竹，皆有低於 0 年生 (原文 1 年生) 或一年生 (原文為 2 年生) 之現象，因此孟宗竹林亦表現「年齡效應非為簡單」之結果。

有一極可注意者，本研究樣區 VI，其年齡效應最為特殊，其稈部乾重不隨年齡增加反而減少 (表 10)，故其母竹增加量自然成為負值，使其稈部生產力 ( $P_0$ ) 小於新生竹產量 ( $P_0$ ) (表 11)。考其原因，可能為該區族群乃處於干擾後之恢復狀態。因自其年齡結構分析，該區族群最老的竹稈均為 3 年生，完全缺乏 4 年生及 4 年生以上之老竹，故可合理推論該區族群可能於 4 年前遭受皆伐，或於 4 年前始侵入該區。而且因初期生長較差，故有 0 年生與 1 年生竹稈在同一基徑下均重於 2 年生及 3 年生之現象。

綜上所述，年齡因子於台灣矢竹之生物量與生產力上特居一重要地位，日後仍有進一步研究分析之必要。

#### (三) 台灣矢竹地上部淨生產力與可容許伐採量

在林業經營上，可容許砍伐量 (allowable cut) 乃指「一特定時

間內，通常爲一年，可供伐採之木材量」。主要由：「法正立木度」（normal stocking）編訂之收穫表（yield table）作爲計算之根據，且通常應用於廣大面積而長時期經營之森林（Leuschner 1984）。然其基本觀念仍以正常立木度下之年生長量爲計算基礎。生態學上，有一類似之觀念即：“最大永續收穫量”（maximum sustainable yield）或“最適收穫量”（optimum yield），意指「某一特定之開採（exploitation）速率上所產生之產量，而任何高於此一速率之開採，將危害整個族群之生育。此一“最適收穫量”實際上即是某一族群所能支持的開銷（wastage）之精確測量。……理想的收穫量，即爲單位時間內之永續收穫量，恰等於永續生產力減去所需遺留供作族群維持此一生產力的量。」（Watt 1968）此亦即 Russell（1931）對最適漁獲量制定之基本觀念（引自 Krebs 1978）：

補充量（R）+ 生長量（G）= 自然損失（M）+ 漁獲量（F）

其等號左側實際上即爲淨生產力。故應用於台灣矢竹林，可爲：

$R$ （新生竹產量）+  $G$ （母竹增加量）= 自然損失（M）  
+ 收穫量（筍及竹材）（H）

而上述之補充量、生長量、自然損失與收穫量等四項因子，均受制於族群的密度與年齡結構（Watt 1968；Krebs 1978），因此欲制定一絕對公式可適用任何生育地者乃爲不可能。基本上，由上述公式可知：最大永續收穫量  $\leq$  淨生產力。

綜上所述，台灣矢竹林地上部之最大可容許採伐量（竹筍或竹材）必不得高於台灣矢竹林之地上部淨生產力。唯目前陽明山國家公園內，除少數地區（如樣區Ⅰ及Ⅱ）外，均受嚴重之干擾，因此於干擾地區所測得之淨生產力必爲低估，亦即吾人可以將干擾地區之地上部淨生產力視爲可容許伐採量之安全上限。因此於估算陽明山國家公園內台灣矢竹林之可容許伐採量，先扣除樣區Ⅰ及樣區Ⅱ，將其餘平均後可得爲  $8.7 \pm 1.3$  公噸 / 公頃 · 年。若乘以台灣矢竹林分佈面積，則

全區內之可容許伐採量約爲 5,000 公噸（乾重）／年，然此係假設本區供作竹材生產，未考慮生態、景觀、水土保持、野生動物等功能。

## 五、採筍效應

### （一）採筍與新筍萌發量

本省居民及竹林經營者盛傳一句話：「筍愈採則愈發」，證諸本研究之結果（表 12 及表 13），矢竹林在「短期」而密集之採筍處理下，確有此現象。其主要原因，或爲：「當一族群數目之調節受制於依密度因子（density-dependent factors）時，其種間競爭（intraspecific competition）乃成爲控制生產力之主要因素（直到達於最大收穫量）。增加收穫量實際上確可增加生產力，因其疏減族群而導致競爭作用之降低，因此減少了生物量之開銷（wastage）」（Watt 1968）。

唯一般之竹類經營林皆需大量施肥，方可獲至持續之高產量；反之，本區爲天然林，土壤貧瘠，且無施肥之補充，長期密集之採筍，極可能危害族群之生育。

再者，竹類族群生長與繁衍之持續，主賴於母竹所萌發之新生個體（筍）加入，故必須每年有一基本數目之個體存留作爲母竹。長期強度採筍將使留存之新生個體不足，且母竹呈現老化，極不利於日後之生育，其機制如圖 16。

綜上所述，本研究所得之短期結果，對長期效應並不必然可供作預測之基礎，故長期採筍對矢竹林之效應及合理之採筍作業，仍待進一步之研究。

### （二） $-\frac{3}{2}$ 次方定律（ $-\frac{3}{2}$ power law）與台灣矢竹林之密度

Yoda 等（1963）對植物體重量與密度之關係曾進行一系列實驗，其對象包括草本至林木各種生活型，他們發現對每一處於自我疏伐（self-thinning）下族群言，「無論在年齡、生長階段、位置及微生育地條件具有何種差異，植物之大小—密度（size-density）關係於林

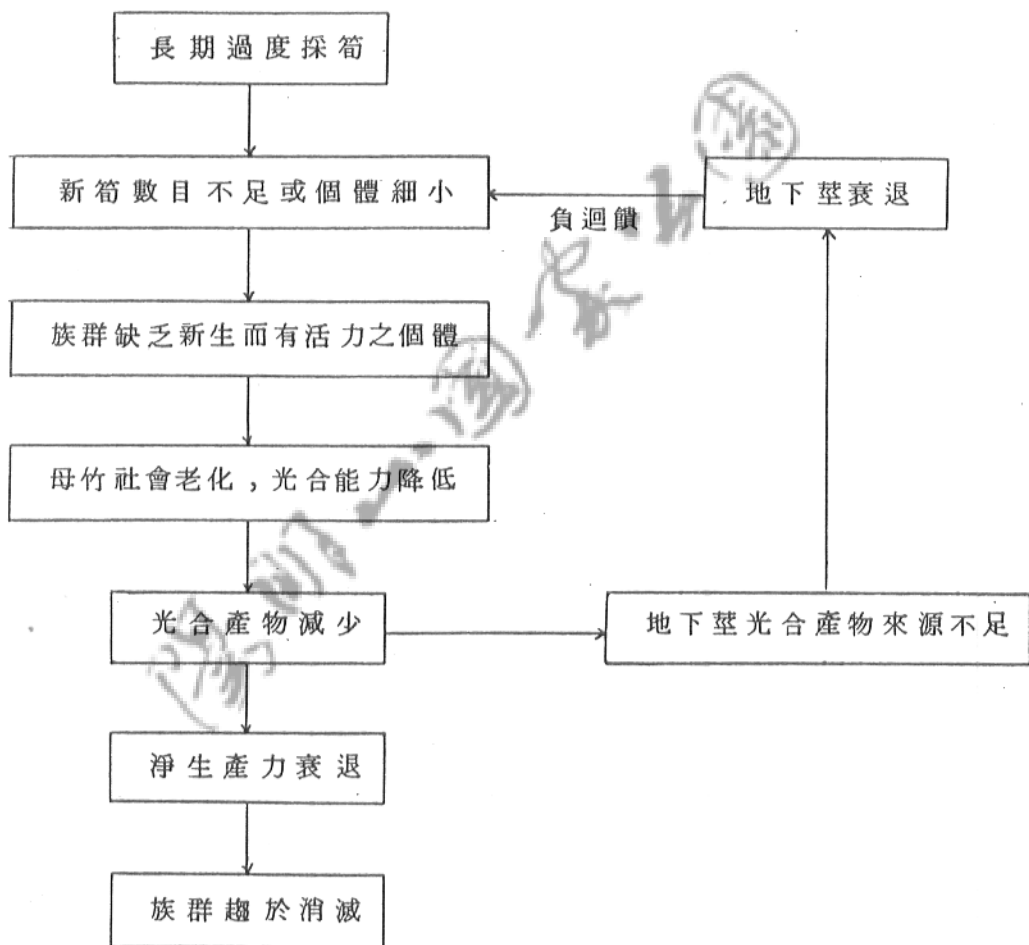


圖 16 長期過度採筍對矢竹族群之可能效應



分間皆可以一單一直線表示」。此後來被稱作之 $-\frac{3}{2}$ 次方定律者 (Harper 1976)，可寫成：

$$W = C \cdot \rho^{-1.5}$$

$$\text{or } \log W = \log C - 1.5 \log \rho$$

W：植物體平均乾重 (g/株·m<sup>2</sup>)

C：常數

$\rho$ ：密度 (株/m<sup>2</sup>)

此一定律本來乃指一過密族群於生長過程中因自我疏伐 (self-thinning) 而導致族群變動時，其密度變化所循之軌跡 (Harper 1976)。然由 Drew 與 Flewelling (1977) 將此線衍生為最大植物尺寸 (maximum plant size) 與密度之關係，亦即此線為植物族群於某一林分條件下所能達到之最大平均植物尺寸。此種衍生，經多數學者證實，遂廣受採用 (Gorham 1979; White 1980, 1981; Silvertown 1982; Long & Smith 1984)。亦即在族群郁密下，有競爭作用產生，則此線為某一族群生物量之上限。Drew 與 Flewelling (1979) 曾以此線作為林分密度管理之依據，頗具實用價值。

據現場觀察所得，台灣矢竹林於目前遭受採筍頻繁之干擾下，尚呈密生狀態，甚至間亦可見個體之枯死。依據上述 $-\frac{3}{2}$ 次方定律，如非處於最密狀態之族群，應可預期必未達於最大尺寸及自我疏伐之 $-\frac{3}{2}$ 次方之直線上限，且應位於其下方。亦即縱有枯死現象，亦非因密度效應所致 (非依密度因子，Density-independent factor)。然若將本研究中之生物量調查區資料，以單株平均乾重 (地上部總生物量/密度) 與密度進行迴歸分析後，其結果極出人意外 (圖 17)，其斜率為 -1.56，與理論值 -1.5 極為接近。雖此迴歸線之決定係數僅為 0.337，然其迴歸係數之 t 值為 -2.851 ( $P < 0.05$ )，而相對誤差在 0.2131，顯示此一迴歸式尚稱合理。由此結果，可以認定台灣矢竹林雖於目前強烈干擾下，仍處於郁密狀態，有自我疏伐之現象，且能維

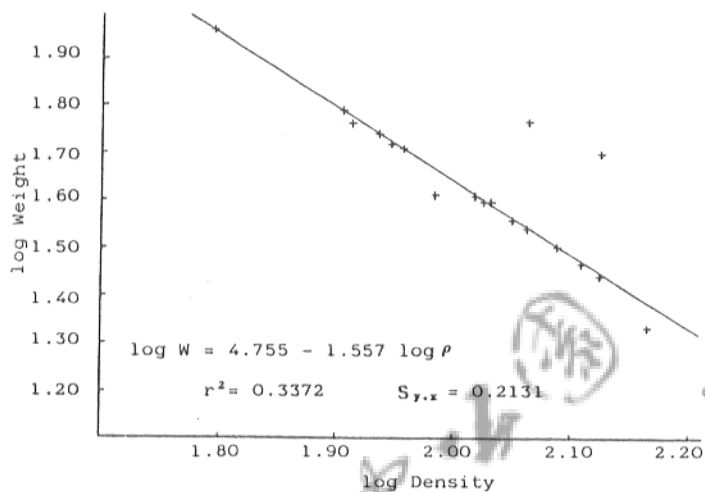


圖 17 台灣矢竹林密度與單株平均乾重之關係

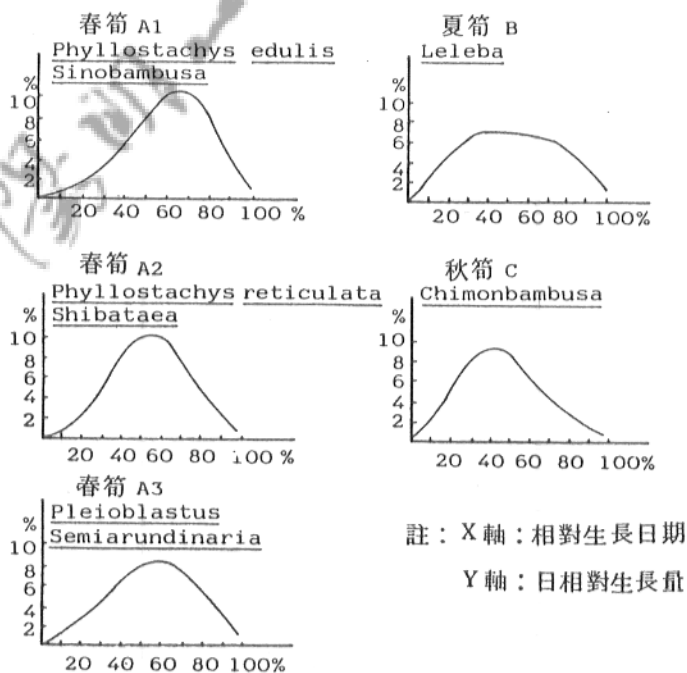


圖 18 竹類新筍生長曲線之式樣 (Ueda 1960)

持良好生育，單株個體平均乾重達於上限，充分利用生育地資源。

## 六、新筍生長式樣

基本上，竹類新筍於冒出地面後，其初期生長緩慢，而後逐漸累進其生長速度，直至達於最大高峯後，再逐漸下降 (Ueda 1960)。重松義則 (1951) 曾將此現象區分為前、中、後三期。重松氏 (1951) 進一步亦將各種竹類新筍生長曲線之式樣，劃分為三型：(圖 18) A—春筍型；B—夏筍型；C—秋筍型。春筍型尚又區分為  $A_1$ 、 $A_2$ 、 $A_3$  三種。其主要區分之標準即為曲線升降趨勢及生長高峯之出現時機。本研究中，台灣矢竹兼具春、秋二種筍型與發筍季。台灣矢竹之春筍生長高峯約出現於生長期之 50%~60% (見表 14) 屬於重松氏分類之  $A_3$  型，與苦竹屬 (*Pleioblastus* sp.)、業平竹屬 (*Semi-arundinaria* sp.) 相類似，其中苦竹屬，歐美學者認為隸於 *Aruudinaria* 屬 (林維治 民國 65 年)，恰為台灣矢竹所隸之屬；而台灣矢竹之秋筍生長高峯約出現於生長期之 40~50% (表 14)，與 C—秋筍型相符，此型有寒竹屬 (*Chimonobambusa* sp.)。

重松氏 (1951) 亦曾描述春筍型與秋筍型在生長曲線上，其前後二期恰為相反，春筍型是先緩後陡，而秋筍型是先陡後緩。此種式樣與本研究中台灣矢竹春、秋筍之式樣頗為相符 (圖 15)。

一般而言，春筍之生長期較秋筍為長 (Ueda 1960)，而生長期長短又與筍長 (總生長量) 呈正直線相關，且生長期較長者其平均日生長量亦較高 (重松義則 1951)。此種“生長期—總生長量”及“生長期—平均日生長量”之關係，於台灣矢竹並未發現 (表 14)。探究其因，或為春、秋筍生長之差異主要由天候條件 (如：溫度、雨量等) 所控制 (重松義則 1951, Ueda 1960)，而本研究區內之氣候資料 (表 1) 顯示，春秋二季之溫度並未明顯不同，雨量雖差異頗大，但可能因極為充沛，超過矢竹之基本需要量，未成限制因子，故春

、秋筍之生長亦不具差異。自平均高度及總生長量言，秋筍生長有優於春筍之趨勢，然因本研究之樣本數目少，故此一現象仍待進一步之驗證。

陽明大學圖書館

## 伍、結 論

台灣矢竹之學名，訂正為 *Arundinaria usawai* Hayata。本種於全省之分佈以本區為主體。其植群於“演替階段” (seral stages) 上屬“地形或土壤極盛相” (topographic or edaphic climax)。生育地土壤以“適潤性黑色土” ( $Bl_D$ ) 為主，化育尚稱良好。其土壤具火山灰土之不易分散性 (nondispersibility)，僅以顆粒大小分配法分析所得之質地，常無法正確代表其田間生態性質。過酸之土壤反應與強烈之淋溶作用，為導致本區土壤有效養分普遍缺乏之主因。土壤有機物與全氮量含量頗豐，其與土壤有效養分之相互關係，其機制未明，日後應進一步予以探析。

矢竹生物量之估算頗適用“方形樣區收穫法” (quadrat harvesting method)，平均為  $4,700 \text{ g/m}^2$ ，由此估計蓄積量為 27,000 公噸 (乾重)。迴歸預測式或任何與生物量有關之迴歸式，其汰選基準應以相對誤差為主。迴歸式於對數轉換時之系統偏誤暫可忽略，直接可由  $\log y = a' \log + b \log x$  轉換為  $y = ax^b$ 。本研究中以單位面積平均高度作為自變數，最為實用。

矢竹林以 Oshima (1961) 所發展之“地上部淨生產力 = 稈部生產力 + 枝部生產力 + 葉部生產力”模型，僅需一次調查，尚稱便利。本區矢竹林之地上部淨生產力，經估算平均約為 10 公噸/公頃·年。唯葉部生產力之最佳估算方法尚無令人滿意者，仍有待日後研究。

50 % 與 100 % 採筍度進行實驗結果，短期內雖可促進發筍量，唯需強調者，如施以長期之強度採筍，族群之衰退乃為一必然結果。以目前當地採筍干擾程度言，尚未對本區矢竹林族群之生育及生長造成危害。新筍生長式樣可區分為春筍及秋筍二型。新筍每日生長最大可達 18 公分。春筍與秋筍之生長，兩者雖略有差異，唯仍待進一步之證實。

陽明先生全集

## 陸、建 議

### 一、後續之研究

伐竹採筍對台灣矢竹林生產力及養分循環影響之評估

呂 錦 明                      高 毓 斌

#### (一)問題之說明

台灣矢竹 (*Arundinaria usawai* Hayata) 為本省之特有種 (endemic specie)，全世界僅於陽明山國家公園有大面積之純林分佈，不但為我國重要且珍貴之植物資源，且為此國家公園之植物景觀中最具特色者。為保續此資源得具再生之能力，以為國民之教育、遊憩與研究之用，將現存 574 公頃台灣矢竹林之 96 % 編列為生態保護區及特別景觀區，係屬必要。

惟部份民衆習於採筍以為食用，或為販售，甚有大面積伐採竹株以充當其他用途者。基於植物資源保育之觀點而言，此種人為利用對資源永續生產力所可能造成之衝擊，應詳予評估以為資源管理之依據。對台灣矢竹林而言此種研究之進行尤屬必要，蓋其生長與生產之結構與機能，完全異於一般之植物。

台灣矢竹係屬於竹亞科 (Bambusoideae) 之青籬竹屬 (*Arundinaria*) (林則桐 1986)，地下莖為橫走莖側出合稈叢生型，竹鞭上之側芽可以抽發新鞭，亦可以發筍成竹，通常在第 1 年時先由地下莖側芽生筍成稈後，鞭梢之頂芽仍呈橫向地生長於地中蔓延，或再由側芽長出新竹鞭；迨至翌年時，再由著生於稈基兩側之芽眼分化生長，生成新竹，致兼具“橫走莖”及“合稈叢生”之特性。竹筍自地下莖萌發後，僅需 16~18 日即完成其高生長及徑生長，自此之後即不再長高或變粗，完全屬於乾物質之積聚生長。依孟宗竹 (*Phyllostachys pubescens*) 研究所獲結果顯示，竹類新筍及新竹之生成量，與母竹

之生產結構 (production structure) 極具密切關係：即新竹生成株數係與母竹之林分密度成正比，新竹之稈徑與母竹之林分密度成反比，惟與母竹之直徑成正比 (高毓斌 1985)，新筍與新竹生產量之高低，所以繫之於母竹社會，最主要的原因即是竹類之養分內循環或再移轉作用 (retranslocation) 相當發達，新竹生成後光合作用之產物除部份供為自身之生長外，餘者皆移轉至地下莖系中貯存，以供來年新筍萌發之用，此機制在孟宗竹 (高毓斌 1985)、蓬萊竹 (*Bambusa multiplex*) (橋本、渡邊 1963)、毛苦竹 (*Pleioblastus pubescens*) (內村 1973) 及日本笹竹 (*Sasa nipponia*) 皆已被證實。惟目前對台灣矢竹之生產過程，所知實為甚少。

基本上，欲評估採筍伐竹對台灣矢竹林之生產力是否具有負面之效應，應先探討此種竹類之生產結構與生產過程；進而藉由養分循環 (nutrient cycling) 之解析，以確認控制生產力之主要機制及生物限制 (biological constraint)；最後再分析不同方式或強度之利用，對其生產結構與養分循環速率所可能造成之影響，以為預估生產力可能變動之依據。

#### (二) 研究項目

基於上述之基本構想，林業試驗所逐擬定一中長程研究策略，擬由生物系呂錦明博士及育林系高毓斌博士共同合作推動，期能藉由一序列研究項目之進行，完成台灣矢竹之生產特性、生產結構與機能、養分之積聚與循環之解析，以評估採筍伐竹對其生產力之效應；進而得以依據上述生態特質之了解，擬定一容許伐採量之訂定，供為資源管理與利用之具體依據。

##### A. 台灣矢竹林生長與生產特性之解析

擬調查次列諸項目：

- (1) 地下莖之垂直與水平分佈，並分析其與生育地因子及地上部結構之關係；



- (2) 地下莖伸長量、生物量 (biomass)、枯死量及淨初生產量之季節性及年度間之變動；
- (3) 地下莖之側芽與頂芽生成之季節與數量，並分析其與竹齡、鞭齡、生育地因子之關係；
- (4) 不同發筍期所產竹筍之數目、重量、尺寸、夭筍率、成竹率之變化；
- (5) 發筍曲線與產筍量二者與母竹社會之結構（密度、稈徑、竹齡分佈）、生育地類型及年度之關係；
- (6) 新竹生成之數目、尺寸、生物量與母竹社會結構、生育地類型與年度之關係；
- (7) 探討不同時期採筍（漸盛期、最盛期或衰退期）、不同時期留存母竹及不同採筍強度（100 %、50 % 及未採筍）三種作業對發筍曲線、產筍量、夭筍率、新竹生成量之影響；特別重視母竹生產結構劣化之可能性以及其對後續生產力之影響；
- (8) 探討不同季節、不同寬度之交互帶狀皆伐作業（皆伐帶之寬度為 1 m、2 m 及 5 m）對地下莖側芽及頂芽生成、地下莖之淨初生產量、新筍與新竹生成量之影響；特別重視皆伐後母竹生產結構及生產量之回復速率。

#### B. 台灣矢竹林養分積聚、移除與循環量之解析

擬調查次列諸項目：

- (1) 分析不同類型生育地、竹齡之台灣矢竹，其葉、枝、稈及地下莖之養分濃度（包括氮、磷、鉀、鈣、鎂、鈣，以下均同於此）及澱粉量之季節性與年度間之變化，以解析其養分積聚與內移轉之式樣與速率；
- (2) 定期收集脫落下枝葉並分析其養分濃度，以估算因有機物脫落所回歸之養分量；
- (3) 定期收取林內及林外之降雨並分析其養分濃度，以估算由降雨

所攜入之養分量及竹林冠層之淋洗量；

- (4)以枝葉包 (litter bag) 定期分析落葉之乾物質及養分含量，以估算其分解速度及養分釋出速率；
- (5)分析各土壤層次之各種養分元素之總量、有效態量及礦質化率 (mineralization rate) 及硝化率 (nitrification rate)，以定量土壤所貯存養分量及流失潛勢 (loss potential)；
- (6)由上述諸循環過程之分析以定量台灣矢竹林之養分需求量、吸收量及內移轉量；
- (7)分析不同時期採筍及不同採筍強度對養分積聚量、內移轉量、吸收量與需求量之影響；並進而估算因採筍所移除養分量對其養分資本 (nutrient capital) 之不利效應；
- (8)分析交互帶狀皆伐對台灣矢竹養分循環之式樣及速率之影響，並估算其養分移除量與養分輸入量之比值，特別重視地下莖在皆伐後養分之消耗與貯存之變動。

#### ㊦ 預定研究期間及經費

欲評估人為干擾對台灣矢竹生態系生產力之效應，惟藉生產結構與養分循環之可能變化，方能獲致合理結論，此均非一蹴可成者，故本研究構想預定施行之期間為5年，惟在第3年試驗結束時，應可依據已獲致之部份結果，提出初步之評估結論，迨完整試驗結束後，其研究資料足可供為具體方案擬定之基礎。預定之研究進度如次所列：

| 工作項目 \ 年次 (年)  | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    |
|----------------|------|------|------|------|------|
| 1.材料準備、購置、試區設定 | //// |      |      |      |      |
| 2.試區處理：不同採筍期   | //// | //// | //// | //// | //// |
| 不同採筍量          | //// | //// | //// | //// | //// |
| 不同皆伐寬度         | //// |      |      |      |      |
| 3.試區調查：地下莖生產   | //// | //// | //// | //// | //// |
| 地上部生產          | //// | //// | //// | //// | //// |
| 發筍曲線           | //// | //// | //// | //// | //// |
| 母竹生產結構         | //// | //// |      | //// |      |
| 枝葉脫落收集         | //// | //// | //// | //// | //// |
| 枝葉分解           | //// | //// | //// | //// | //// |
| 降雨收集           | //// | //// | //// | //// | //// |
| 土壤調查           | //// | //// | //// |      |      |
| 4.試料分析：生物量分析   |      | //// |      | //// |      |
| 淨初生產量分析        |      | //// | //// | //// | //// |
| 養分分析           | //// | //// | //// | //// | //// |
| 貯存澱粉分析         | //// | //// | //// | //// | //// |
| 5.資料分析與報告撰寫    | //// | //// | //// | //// | //// |

預估每年所需經費為 85~90 萬元，包括研究助理薪津（2 名，室內分析及野外調查）、短工工資、分析藥品及器材、差旅費、消耗性物料、儀器維護費、油脂費、行政支援費及研究津貼。

#### 四 預期效應

由上述研究可獲致以下之諸結論：

1. 了解地下莖之生長及生產特性，從而評估伐竹與採筍對地下莖生長量及生產力之影響；
2. 了解不同年齡地下莖在養分供應與貯存、發筍成竹之差異，藉以評估伐竹採筍對地下莖年齡分佈與生產結構之影響；
3. 了解台灣矢竹發筍之過程，以及不同發筍期所成新竹之品質，供為留存母竹之時期及年容許採筍量之判定依據；
4. 了解新筍與新竹二者與母竹地上部生產結構之關係，從而評估伐竹採筍後若改變母竹生產結構所可能產生之影響。
5. 了解不同皆伐寬度對台灣矢竹生產力之可能效應，並擬定最合理（或可容許）之皆伐寬度，以為竹林更新及竹材利用之基礎；
6. 了解台灣矢竹林養分循環之特性，包括氮、磷、鉀、鈣、鎂及矽之積聚、回歸、洗淋、輸入、釋出、吸收、需求與內移轉量，俾為辨識限制生產之養分及伐竹採筍後對養分收支（nutrient budgets）之影響，藉以為評估人為干擾對後續生產力之依據。
7. 了解伐竹採筍之作業對其養分之內移轉及貯存之影響，藉以分析生產結構改變後，所引起生產機制之劣化可能性。

上述諸研究結果，將可供為台灣矢竹保育與管理具體方案擬定之依據，除此之外，藉由科學知識之獲得與解說，將可使民衆明瞭台灣矢竹獨特之生長、生產、生理與生態特徵，惟藉諸對自然資源之了解與認識，方能培養民衆對自然資源之喜愛與責任感，從而誘導民衆躍躍參與保育自然之運動，以達成國家公園對社會教育與宣導之任務。

## 二、解說與保育教育之資料

1. 台灣矢竹（*Arundinaria usawai* Hayata）在全世界上，僅發現產於本省（意即為本省之特有種，endemic species），於本省內又僅在陽明山國家公園有大面積的純林；因此台灣矢竹林，實為陽明山國

家公園植物景觀中最具特色者。此於介紹台灣矢竹時必須先強調。

2. 台灣矢竹之形態、分佈、面積、生育地土壤、生物量、生產力、平均密度、平均高度、平均基徑及其於陽明山國家公園內之蓄積量等，均可介紹一般大眾了解。

3. 竹類稈部之高度、基徑生長於第一生長季完成，其後竹稈之乾重隨年齡而改變；矢竹筍之生長式樣（圖9），均有其特色。

4. 台灣矢竹之功能，包括筍可供食用，稈可供栽培花之支柱，編菜簍等，及矢竹族群提供水土保持之功效。

陽明先生全集

## 柒、參考文獻

- 內政部。民國 74 年。陽明山國家公園計畫。
- 林務局。民國 66 年。建立本省森林土壤分類體系之調查研究報告。
- 林維治。民國 50 年。台灣竹科植物分類研究。林試所試驗報告 69 號。
- 林維治。民國 65 年。台灣竹亞科植物之分類（續）。林試所試驗報告 271 號。
- 高毓斌。民國 74 年。台灣孟宗竹林之生產力與生物性養分循環。國立台灣大學，森林研究所，博士論文。
- 陳文恭、蔡清彥。民國 75 年。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印製。
- 陳正祥。民國 46 年。氣候之分類與分區。國立台灣大學農學院實驗林，林業叢刊第 7 號。
- 劉棠瑞。民國 51 年。台灣木本植物圖誌，卷下。國立台灣大學農學院叢書第 8 種。
- 劉業經。民國 61 年。台灣木本植物誌。國立中興大學農學院叢書第 6 號。
- 小山正忠，竹原秀雄。1973。標準土色帖。日本色研事業株式會社，東京。
- 下澤伊八郎（編）。1941。大屯火山彙植物誌。大屯國立公園協會。
- 金平亮三。1917。台灣樹木誌。台灣總督府殖產局出版第 167 號。
- 金平亮三。1936。台灣樹木誌（增補改訂版）。台灣總督府中央研究所林業部出版。

重松義則。 1951。 筍の生長曲線。 日本林學會誌， 23(3):  
133-146。

- Armson, K.A. 1977. Forest Soils: Properties and Process. University of Toronto Press, Toronto.
- Ball, D.F. 1976. Site and soils. In: S.B. Chapman (ed.) Methods in Plant Ecology. Ch.6. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Baskerville, G.L. 1972. Use of logarithmic regressions in the estimation of plant biomass. Can. J. For. Res. 2:49-53.
- Beauchamp, J.J., and Olson, J.S. 1973. Corrections for bias in regression estimates after logarithmic transformation. Ecology 54:1403-7.
- Brady, N.C. 1974. The Nature and Properties of Soils. (8th ed.) MacMillon Publishing Co., Inc., N.Y.
- Charley, J.L., and B.N. Richards 1983. Nutrient allocation in plant communities: mineral cycling in terrestrial ecosystem. In: O.L. Lange et al.(ed.) Physiological Plant Ecology IV. Ecosystem Processes: Mineral Cycling, Productivity and Man's Influence. Ch.1. Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg/New York.
- Chapman, S.B.( ed.) 1976. Methods in Plant Ecology. Blackwell Scientific Publications.
- Cole, D.W., and M. Rapp. 1981. Elemental cycling in forest ecosystems. In: D.E. Reiche (ed.) Dynamic Properties of Forest Ecosystems. Cambridge University Press, Cambridge. Ch.6.
- Drew, T.J., and J.W. Fellewelling 1977. Some recent Japanese theories of yield density relationships and their application to Monterey pine plantation.



For. Sci. 23:517-534.

- , and ———. 1979. Stand density management: an alternative approach and its application to Douglas-fir plantations. Forest Sci. 25(3):518-532.
- Evers, F.H., and W. Bückings 1976. Mineral analysis. In: J.P. Miksche (ed.) Modern Methods in Forest Genetics. pp.165-186. Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg/New York.
- Flewelling, J.W., and L.V. Pienaar. 1981. Multiplicative regression with lognormal errors. For. sci. 27:281-289.
- Gauch, H.G. 1982. Multivariate analysis in community ecology. Cambridge University Press, Cambridge.
- Gorham, E. 1979. Shoot height, weight and standing crop in relation to density of monospecific plant stands. Nature (Lond.) 279:148-150.
- Harper, J.L. 1977. Population Biology of Plant. Academic Press, London.
- Hayata, B. 1916. Icones Plantarum Formosanarum. Vol.6: 136-138. Dept. For. Gov. Res. Inst., Taihoku, Formosa.
- Kanno, L. 1962. Genesis and classification of humic allophanic soil in Japan. In: G.N. Neal (ed.) Transactions Joint Meeting Commission IV. and V. International Soil Science Society (New Zealand). pp. 422-427. Wright and Carman, Ltd., Wellington.
- Krebs, C.J. 1978. Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance. 2nd ed. Haper & Row, N.Y.
- Landon, J.R., ed. 1984. Booker tropical Soil Manual. Booker Agriculture International Ltd. Longman Inc., N.Y.

- Leuschner, W.A. 1984. Introduction to Forest Resource Management. John Wiley & Sons, N.Y.
- Lin, W.C. 1978. Bambusoideae. In: H.L. Li, et al. (ed.) Flora of Taiwan. Vol. V. pp.707-783. Epoch Publishing Co., Ltd. Taipei.
- Lang, J.N., and F.W. Smith. 1984. Relation between size and density in developing stands: a description and possible mechanisms. For. Ecol. Manag. 7:191-206.
- MacDonald, C.C. 1977. Methods soil and tissue analysis used in the analytical laboratory. Maritimes Forest Research Centre, Canadian Forest Service, Information Report M-x-78.
- Maeda, T., H. Tase Takenaka, and B.P. Warkentin. 1977. Physical properties of allophane soil. Adv. Agron. 29:229-264.
- Meyer, H.A. 1941. A correction for a systematic error occurring in the application of the logarithmic volume equation. Penn. State Forestry School, Res. Pap. No.7.
- Milner, C., and R.E. Hughes. 1968. Methods for the Measurement of the Primary Production of Grassland. IBP Handbook No.6. Blackwell, Oxford.
- Mountford, M.D., and R.G.H. Bunce. 1973. Regression sampling with allometrically related variables, with particular reference to production studies. Forestry 46:203-212.
- Munevar, F., and A.G. Wollum, II. 1977. Effects of the addition of phosphorus and inorganic nitrogen on carbon and nitrogen mineralization in Andepts from Columbia. soil. Sci. Soc. Amer. J. 41:540-544.
- Newbould, P.J. 1967. Methods for Estimating the Primary Production of Forests. IBP Handbook 2. Blackwell, Oxford.
- Odum, E.P. 1983. Basic Ecology. CBS College Publishing.

- Ohmann, L.F., D.F. Grigal, and R.B. Brander. 1976. Biomass estimation for five shrubs from Northeastern Minnesota. USDA Forest Service. Research paper NC-133.
- Ohwi, J. 1965. Flora of Japan. Smithsonian Institution, Washington, D.C..
- Oshima, Y. 1961a. Ecological studies of *Sasa* communities (I). Productive structure of some of the *Sasa* communities in Japan. Bot. Mag. Tokyo 74:199-210.
- . 1961b. Ecological studies of *Sasa* communities (II). Seasonal variations of productive structure and annual net production in *Sasa* communities. Bot. Mag. Tokyo 74:280-290.
- Pritchett, W.L. 1979. Properties and Management of Forest Soils. John Wiley & Sons, N.Y.
- Satho, T. 1976. Isolation and characterization of naturally occurring organo-mineral complexes in some volcanic-ash soils. Soil. Sci. & Plant Nutri. (Tokyo) 22:125-136.
- Satoo, T., and H.A.I. Madgwick. 1982. Forest Biomass. Martinus Nijhoff/Dr W. Junk Publishers, the Hague.
- Silvertown, J.W., 1982. Introduction to Plant Population Ecology. Longman Inc., N.Y.
- Sokal, R.R., and F.J. Rohlf. 1981. Biometry. (2nd ed.). W.H. Freeman and Company, San Francisco.
- Spurr, S.H., and B.V. Barnes. 1981. Forest Ecology. John Wiley & Sons, Inc.
- Switzer, G.L., and L.E. Nelson. 1972. Nutrient accumulation and cycling in loblolly pine (*Pinus taeda* L.) plantation ecosystems: the first twenty years. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 36:143-147.
- Tadaki, Y. 1966. Some discussions on the leaf biomass of

- forest stands and trees. Bull. Gov. For. Exp. Sta. No.184, pp.135-159.
- . 1977. Leaf biomass. In: Shidei, T. and T. Kira (eds.). Primary Productivity of Japanese Forest. JIBP Synthesis Vol.16, pp.39-44. Univ. Tokyo Press, Tokyo.
- Ueda, K. 1960. Studies on the physiology of bamboo. Bulletin of the Kyoto University Forest. No.30, Kyoto.
- Ugolini, F.C., and R.J. Zasoski. 1979. Soils derived from tephra. In: Volcanic Activity and Human Ecology. Ch.4. Academic Press, Inc., London.
- Watt, K.E.F. 1968. Ecology and Resource Management: A Quantitative Approach. McGraw-Hill Publications, N.Y.
- White, J. 1980. Demographic factors in populations of plants. In: Solbrig, O.T. (ed.) Demography and Evolution of Plant Populations. pp.21-48. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- . 1981. The allometric interpretation of the self-thinning rule. J. Theor. Biol. 89:475-500.
- Yoda, K., T. Kira, H. Ogana, and K. Hozumi. 1963. Self-thinning in overcrowded pure stands under cultivated and natural conditions. J. Biol. Osaka City Univ. 14:107-129.

## 捌、附 錄

### 一、陽明山國家公園台灣矢竹生態研究期中報告會議記錄

(一)時間：75年2月20日上午九時卅分

(二)地點：本處會議室

(三)主席：劉 處 長

紀錄：李 瑞 宗

(四)出席人員：

|       |       |
|-------|-------|
| 營建署   | 楊 海 寧 |
| 林業試驗所 | 陳 慶 福 |
| 秘 書   | 黃 萬 居 |
| 企劃課   | 許 文 龍 |
| 工務課   | 楊 健 源 |
| 解說課   | 蔡 惠 民 |
|       | 沈 志 誠 |

(五)結論：

1. 本次期中報告因所附資料較為簡單，本處承辦人應主動前往受委託機構，進一步了解研究之實際執行情形，並簽報。
2. 會中所提有關意見請整理彙整（如附件），並檢送受託機構列為研究工作事項。

(六)附件：陽明山國家公園台灣矢竹生態研究期中報告會議意見彙整表：

1. 對於樣區之設計（如樣區面積大小、樣本大小、樣區選定原則、樣區之維護管理）應加以說明；樣區至少應區分及包含生育地高、中、低三種地位級，並予界定。
2. 本研究結果其內容應包含：
  - (1) 台灣矢竹每年可容許伐採量（含竹筍與成竹）計算式，計算式應注意將來委託單位調查測計使用時之簡易性（如設計供

委託單位測量台灣矢竹淨生長量之永續收穫表等)。

- (2) 前項計算式之「自變因子」應考量及涵蓋(一)維持台灣矢竹林分之永續生長(二)維持台灣矢竹植物相景緻之完整與生育地之水土保持(三)對於依賴台灣矢竹社會野生動物不造成不良影響等項。
- (3) 就「研究結果」或就「台灣矢竹每年可容許伐採量計算結果」應建議各種具體可行之經營管理措施供委託單位參考(如分析國內外有關矢竹伐採之空間、時間伐採量控制與調整管理辦法，或如鼓勵私人於私有地栽培生產之可行性)。
3. 最終書面研究報告並請包含。
  - (1) 期中與期末簡報會議紀錄。
  - (2) 中、英文摘要與序言。
  - (3) 附台灣矢竹分布圖並列表說明各區林分組成、林分密度所佔面積，蓄積量、生育地環境、預估生長量等基本圖、表及數據資料。
  - (4) 對於研究地點(陽明山國家公園)外之台灣矢竹生長分布情形並請要略說明。(因非合約事項，請要述其他機構出版有關台灣矢竹生長分布報告即可)。
  - (5) 舉出本項研究結果適合作為國家公園解說及保育教育素材之資料並予說明。
4. 於研究期末進行期末簡報前二星期，請將報告草案，以書面(十份)先送委託單位，俾利送請有關單位會前參閱。

## 二、陽明山國家公園台灣矢竹生態研究期末報告會議記錄

(一)時間：75年7月31日上午九時卅分

(二)地點：本處會議室

(三)主席：劉處長

紀錄：李瑞宗

四 出席人員：

|         |       |       |
|---------|-------|-------|
| 林業試驗所   | 高 毓 斌 | 陳 慶 福 |
|         | 洪 西 洲 | 林 則 桐 |
| 湖田國小    | 高 進 義 |       |
| 台灣省林務局  | 邱 健 介 | 黃 義 雄 |
| 台灣大學植物系 | 黃 增 泉 |       |
| 台灣大學森林系 | 郭 幸 榮 |       |
| 本處秘書    |       |       |
| 企劃課     | 陳 裕 良 | 郭 淑 慧 |
| 工務課     | 黃 佩 陞 |       |
| 解說課     | 蔡 惠 民 | 王 水 祥 |
|         | 沈 志 誠 |       |

(四) 林試所期末報告（略）

(六) 結論：各單位意見整理如附件，並請受託單位參考修正期終報告（初稿）。

(七) 附件：陽明山國家公園台灣矢竹生態研究期末報告意見彙整表

1. 營建署公園組電話紀錄意見

(1) 本矢竹研究工作僅進行一年，據研究報告初稿所稱，尚有若干細節猶未進行研究，爰不宜做為陽明山國家公園矢竹筍採摘之管理依據，應以學術研究報告之方式處理。

(2) 印行該報告時，將有關經營管理部分之建議刪除。

2. 黃增泉教授

本研究案可繼續進行，可就將來需要了解及進一步研究之項目，擬一中程研究計畫案，將矢竹各項特性作一系統性之研究。

3. 郭幸榮教授

(1) 陽明山區土壤養份較其他地區為低，生育地較脆弱，尤其是鈣的含量奇少，可作為日後學術研究之題材，對於採筍伐竹

消耗生育地養份及生育地土壤養份形成兩者之間之平衡應予考量。

- (2) 民間所稱「竹筍愈採愈發」係因民間之經濟竹類栽培，平常有施肥、除草、翻土等人工管理等投資，本研究僅一年，只能說初期有此現象，並不能據此附會。
- (3) 矢竹之林分組成及齡級比例，齡級株數結構變動之影響，林分養分循環，帶狀皆伐效應均可於後繼計畫中執行。

#### 4. 其他意見

- (1) 目前結果顯示短期內（一年內）適量採筍有促進發筍現象，惟截至目前為止之研究結果尚無法提供訂定容許伐採量具體方案之依據。
- (2) 期末最終報告，關於「竹筍愈採愈發」的敘述宜修正，另部分待商榷（如前述各項意見）之處，宜請一併校訂。
- (3) 請於研究結論建議將後續之中長程研究項目列出提供委託單位參考。



陽明先生全集

陽明先生全集