

台灣省農林廳林務局保育研究系列 84-10 號

國立屏東技術學院合作

# 台灣穗花杉生態資料庫建立與監測研究

Study on the Ecological Database and Monitoring Systems for  
*Amentotaxus formosana*

陳朝圳

Chen, Chaur-Tzuhn

主辦機關：台灣省農林廳林務局

執行機關：國立屏東技術學院森林資源技術系森林資源調查研究室

中華民國八十五年三月

# 目 錄

中文摘要	-----	1
英文摘要	-----	2
一、前言	-----	4
二、前人研究	-----	4
三、材料與方法	-----	5
(一)、研究區概況	-----	5
(二)、軟硬體設備	-----	6
(三)、研究方法	-----	7
1. 物種生態監測之資料需求與資料庫管理系統架構之研擬	-----	7
2. 設置永久樣區	-----	7
3. 進行野外調查及物理生態資料之建立	-----	7
4. 建立兼具監測之動態生態資料庫管理系統	-----	7
5. 發展使用者界面，完成自動化之生態監測分析系統	-----	7
四、結果與討論	-----	8
(一)、物種生態監測之資料需求與資料庫管理系統架構	-----	8
1. 台灣穗花杉生態監測之資料需求	-----	8
2. 資料庫管理系統之建立架構	-----	9
(二)、永久樣區之設置及資料收集方法	-----	11
(三)、台灣穗花杉生態資料庫之建立	-----	12
1. 物理環境資料之建立	-----	12
2. 生物因子資料之建立	-----	21
(四)、植群生態資料分析系統之建立	-----	24
1. 模式庫之建立	-----	25
2. 程式庫之建立	-----	26
(五)、生態資料庫管理系統之使用者圖形界面開發	-----	35
1. 系統架構	-----	35
2. 模組設計與功能	-----	36
3. 圖層資料路徑規劃	-----	38
五、結論	-----	40
六、參考文獻	-----	41
七、附錄	-----	43

## 圖 目 錄

圖一	: 大武山台灣穗花杉自然保留區及茶茶牙賴山自然保護區位置圖.....	6
圖二	: 以結構與功能為導向之植群生態社會組成.....	8
圖三	: 台灣穗花杉生態監測之資料需求與關聯性.....	9
圖四	: 生態資料庫及監測系統之系統架構.....	10
圖五	: 物種與樣區面積關係曲線及樣區最小面積圖.....	11
圖六	: 物理環境資料之建立範圍及其解析度.....	12
圖七	: 逐點內插處理程式流程.....	13
圖八	: 台灣穗花杉自然保留區數值高程資料.....	14
圖九	: 台灣穗花杉自然保留區坡度分級分佈圖.....	14
圖十	: 台灣穗花杉自然保留區坡向分級分佈圖.....	15
圖十一	: 數位高程推估全天光空域之計算流程.....	15
圖十二	: 空間性日輻射潛能之推估流程.....	16
圖十三	: 台灣穗花杉自然保留區之日輻射潛能分佈圖.....	17
圖十四	: 以數值地形模型推估水份梯度之程式流程.....	18
圖十五	: 台灣穗花杉自然保留區水份梯度分佈圖.....	19
圖十六	: 立木空間位相資料庫建立之程式流程.....	20
圖十七	: 立木生育地環境資料庫之建立程式.....	21
圖十八	: 永久樣區分布圖.....	22
圖十九	: 永久樣區資料庫之圖文查詢.....	23
圖二十	: 台灣穗花杉立木個體生態資料庫.....	24
圖二十一	: 植群生態資料分析系統架構.....	27
圖二十二	: 植群生態資訊分析系統操作畫面.....	27
圖二十三	: 樣區資料建檔模組操作畫面.....	28
圖二十四	: 資料建檔之文字編輯器操作畫面.....	29
圖二十五	: Windows與DOS之間的轉換圖.....	29
圖二十六	: 植物名錄 (PBASE) 之建立選單畫面.....	30
圖二十七	: PBASE之本地植物相選單畫面.....	30
圖二十八	: PBASE之植物名錄服務畫面.....	31
圖二十九	: 林分結構分析系統操作畫面.....	31
圖三十	: 物種多樣分析之功能與畫面.....	33
圖三十一	: 生物量分析模組之功能項目與操作畫面.....	34
圖三十二	: 台灣穗花杉生態資料庫管理系統架構.....	36
圖三十三	: 台灣穗花杉生態資料庫管理系統主功能表.....	36
圖三十四	: 台灣保護區 (留) 區網際網路站之www首頁設計.....	38
圖三十五	: 台灣穗花杉生態資料庫檔案目錄.....	39

## 表 目 錄

表一：台灣穗花杉植群種數與樣區面積之測計資料.....	11
表二：永久樣區調查內容與調查方式.....	22
表三：本研究所引用整合之程式庫.....	26
表四：Weibull B、C介量之分析結果.....	32
表五：物種多樣性分析結果之報表.....	33
表六：生物量分析系統所需之資料格式.....	34
表七：生物量分析結果之報表.....	34

# 台灣穗花杉生態資料庫建立與監測研究

陳朝圳

## [摘要]

本研究以大武山台灣穗花杉自然保留區及茶茶牙賴山自然保護區為範圍，以台灣穗花杉為對象，探討物種生態監測之資料需求及研擬生態資料庫管理系統架構，研究中除建立兼具監測之動態生態資料庫管理系統外，並開發使用者界面使分析工作達到自動化目標，研究結果得知：

- (一)、以物種保護為主之保護區其生態資料庫，應以立木個體性態及其生育環境為主，包括立木胸徑、樹高、林齡、生長率及其生育環境，另因台灣穗花杉植群通常非純林而與其它闊葉樹種混生，因此必須對群叢生態進行調查及分析其樹種組成與林分結構之演變，才能推測族群量之變化，故於保護區中除對台灣穗花杉應進行立木個體調查之外，亦應於適當地點設置永久樣區，定時收集資料，分析植群之歧異度、豐富度及直徑分布等生態介量，以推估台灣穗花杉族群量變化。
- (二)、永久樣區之設置為物種生態環境監測之主要方法，本研究以種數及樣區面積關係模式，求算台灣穗花杉之最適樣區面積為 0.04 公頃。
- (三)、生態資料庫主要構成因子包括物理環境因子及植群生態因子，其中物理環境因子，可藉由數位高程 (DEM) 推導取得，而植群生態因子包括植群社會及物種個體生態，則必需藉由永久樣區及立木調查而得。
- (四)、生態資料利用地理資訊系統 (GIS) 構建，將可結合物理環境與與植群生態資料達成資料管理、分析與展示之目的，並可利用 GIS 之分析能力發展監測自動化之分析系統。

[關鍵字] 地理資訊系統、生態資料庫、台灣穗花杉、使用者圖形界面

# Study on the Ecological Database and Monitoring Systems for *Amentotaxus formosana*

Chaur-tzuhn Chen

## ABSTRACT

This study, encompassing two natural reserves: Dawushan and Chachayalaishan and taking *Amentotaxus formosana* as the research object, probes the required data for ecological monitoring of wildlife and draws up the structure of ecological database management system as well.

It is hoped, therefore, to set up a dynamic ecological database management system which is in possession of monitoring function and also develop interface of user to meet the objective of automation in the matter of analysis. The results of this study are as follows:

(1)The aim of reserves is to protect wildlife and its ecological database should mainly contain characteristics of trees and sites, that is, d.b.h height, age, growth rate and sites of trees. And since the vegetation of reserve, as usual, is a mixed forest, the investigation and analysis of its ecology can be done by inferring changes of amount of vegetation from the evolution of vegetation composition and stand structure. So it is suggested that *Amentotaxus Formosana* in the reserve should be investigated concerning characteristics of trees. In addition, a permanent sample area should be established at a suitable place to collect information periodically, and using the collected information to analyze the diversity, abundance, and diameter distribution of ecological parameter, and consequently to infer changes of *Amentotaxus formosana*

(2)Establishing a permanent sample area is one major method to monitor wildlife ecology. This study makes use of species richness and species richness of species—area curve to calculate the optimal sample area for *Amentotaxus Formosana*. The result of this area is 0.04ha.

(3)The dominant factors of ecological database are composed of physical environmental factor and vegetation's ecological factor. The data of the former can be obtained by inferring DEM while that of the latter, including vegetation society and individual ecology of wildlife, can be secured by investigating the permanent sample area and trees.

(4)Ecological database can be drawn up and established by means of GIS. this kind of database, after coordinating with data of physical environment and that of vegetation ecology, can serve not only the purpose of data management, analysis, and display but also develop, with the help of analytical function of GIS, analyzing system of automatic monitoring.

Keyword: Geographic Information System, Ecological database, *Amentotaxus formosana*, Graphical User Interface

## 一、前言(Introduction)

台灣穗花杉(*Amemtotaxus formosana* Li)屬於分佈狹隘之固有種(賴, 1991), 爲文化資產保存法所公告而被列爲必須受保護之稀有種。其分佈據前人之調查, 除以被列爲保留區之台東大武事業區之台灣穗花杉保留區之外, 另於屏東區潮州事業區之茶茶牙賴山、里龍山一帶亦有大面積的台灣穗花杉出現(楊, 1993), 林務局已將該地區劃爲保護區並進行植群生態調查(楊, 1993)及著手進行該物種之每木調查及懸掛號碼牌以利未來之管理(蘇, 1992)。因保護區之經營管理著重於監測, 尤其以物種爲保護對象之保護區, 林木個體資料及其生育環境之基本資料必須有系統的加以建立, 此即所謂的生態資料庫, 此資料庫將有助於(1)保護區之管理與經營(2)稀有生物種類、族群社會之保育(3)視爲一基準資料, 以供其他正處於土地利用變遷之地區進行相互比較(4)提供科學研究之用(謝, 1987)。以物種保護爲目的, 進行生態資料庫建立時必須考慮空間導向(Area-based)及主題導向(Event-based), 且兩者必須能加以有效整合, 才能進一步開發整合性監測系統。本計畫基於上述理念擬以地理資訊系統爲工具, 建立台灣穗花杉之生態資料庫, 並開發監測研究之模式, 研究計畫之目的在於(1)探討台灣穗花杉之生態監測所需之資料項目(2)依取樣設計法, 建立整體生態觀測之永久樣區(3)建立物種個體及生育環境之生態資料庫(4)建立生態監測系統之資料收集、儲存、分析及展示模式。

## 二、前人研究(Past Study)

本研究以台東大武事業區台灣穗花杉自然保留區及屏東潮州事業區之茶茶牙賴山自然保護區爲範圍, 台東大武事業區之台灣穗花杉自然保留區位於39林班, 海拔高度在900-1500公尺之間, 面積約86.4公頃, 屬茶茶牙賴溪之上游集水區, 坡度起伏大; 區內除少數裸露崩塌地外, 全爲天然闊葉樹林, 植物相極爲豐富。茶茶牙賴山自然保護區則屬潮州事業區28、29林班, 海拔高度約800~1326公尺, 面積約255.12公頃爲枋山溪之上游集水區, 其氣候型與大武台灣穗花杉自然保留區相同, 同屬夏雨型氣候, 區內除少部份人工林之外, 原始闊葉林以江某一假常葉楠植物社會爲優勢(楊, 1993)。

國內有關台灣穗花杉之研究, 截至目前有大武事業區台灣穗花杉自然保留區執行報告(農委會, 1987), 闡述林務局對於該保留區之管理措施; 大武事業區台灣穗花杉自然保留區之植被調查(林、邱, 1987), 完成該保留區之植物社會分類; 地理資訊系統應用於台灣穗花杉族群變化之研究(葉等, 1990), 建立

地理資訊系統在台灣穗花杉空間性生育地分析之方法，亦證明地理資訊系統為林木個體資訊與生態資訊整合之有效工具；茶茶牙賴山台灣穗花杉自然保護區(蘇，1992)，闡述該保護區之管理措施及亟待解決之問題，其中強調必需積極實施每木調查並建立生態資料庫；茶茶牙賴山台灣穗花杉自然保護區植群生態調查之研究(楊，1993)，完成該保護區之植物社會調查與分類。由前人研究中可知，台灣穗花杉之研究著重於植群社會及每木資料之收集，而筆者於1991年曾以地理資訊系統，分析大武事業區台灣穗花杉族群之生育地、立木空間分佈及生長等相關問題，其結果雖可提供空間性之現況資訊，但缺乏時間因素，故對於動態監測則無法達成，因此本研究將以物種為保育對象，探討生態監測所需資料之項目及其資料收集方法；研擬生態監測資料庫之構建方式；開發使用者界面，完成自動化之生態監測分析系統。

### 三、材料與方法(Materials and Methods)

#### (一)、研究區概況

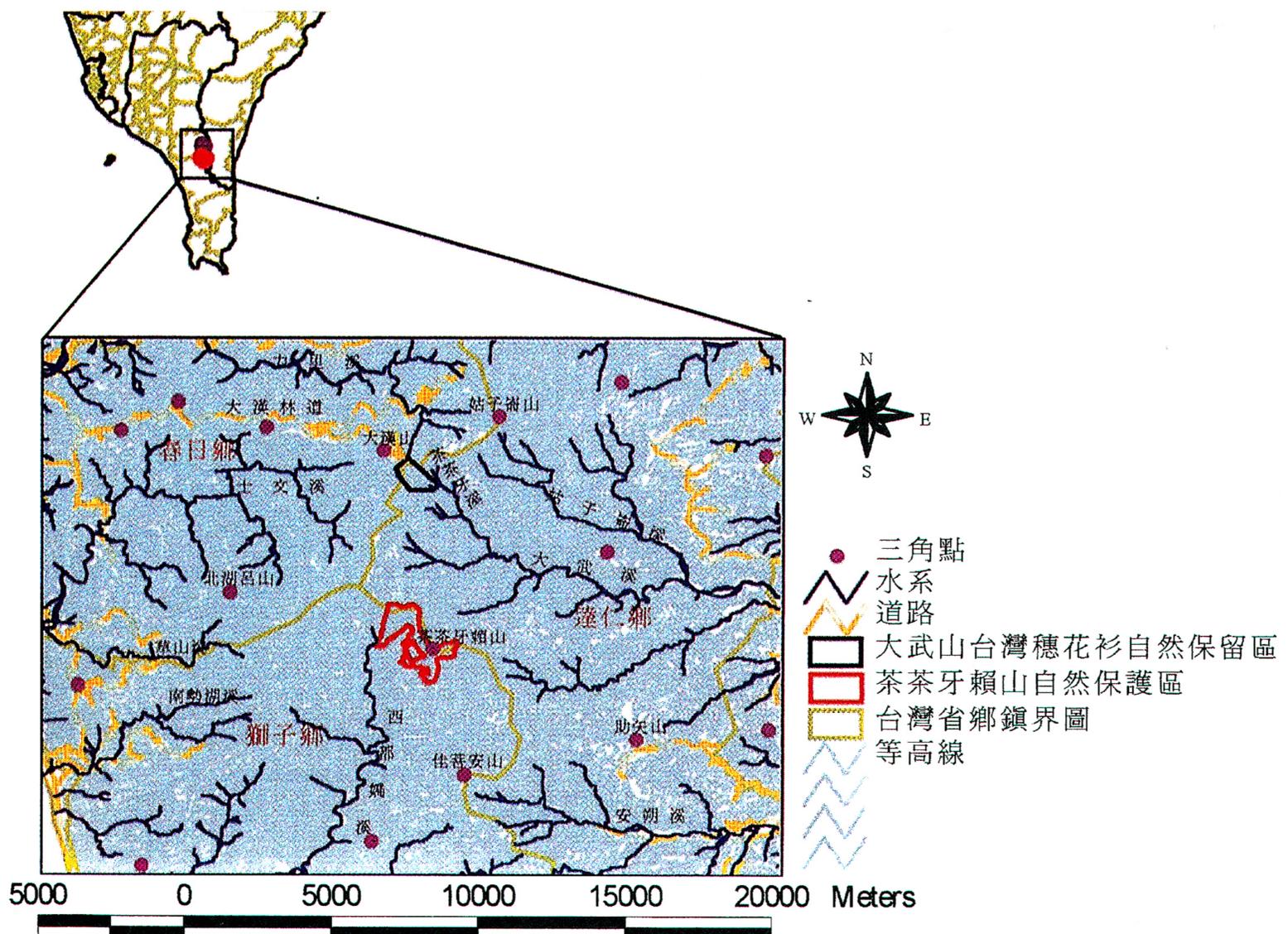
##### 1. 大武山台灣穗花杉自然保留區

大武山台灣穗花杉自然保留區，屬大武事業區第39林班，位於台東市西南方90公里處，海拔高度在900~1,500公尺之間，面積約為86.40公頃，屬茶茶牙賴溪之上游集水區，地理位置如圖一。區內坡度起伏大；其地質由中新世紀之砂岩與頁岩所組成，土壤屬棕色森林土；因本區位於台灣地區東南區，氣候上屬夏雨集中型氣候，年平均溫度約16℃，雨季集中於每年五月~九月，年降雨量約為2,500~3,000公厘。區內係以天然闊葉樹林為主，其植物社會依海拔高度之不同大略分為三型，包括：豬腳楠—長尾栲—昆欄樹型植物社會、黃杞—瓊楠—小西氏楠型植物社會及台灣檜木—假赤楊—日本槲楠型植物社會，而台灣穗花杉則集中混生於黃杞—瓊楠—小西氏楠型植物社會中(林、邱，1989)。

##### 2. 茶茶牙賴山自然保護區

茶茶牙賴山自然保護區屬潮洲事業區28、29林班，位於中央山脈南部主脊之左側，區內主要山岳為茶茶牙賴山(標高1326公尺)，其北側接馬羅寺山(標高471公尺)，南側則與加芝來山(標高1078公尺)相接，海拔高度在900~1,300公尺之間全區面積約255.12公頃，屬枋山溪上游西都嬌溪之集水區，地理位置如圖一。其地質由中新世紀之頁岩與板岩組成；土壤屬黃紅色或黃棕色森林土呈

酸性至微酸性反應；氣候型與台灣穗花杉自然保留區同屬夏雨集中型氣候，年平均溫度因平均海拔較低約 20.7℃，雨季集中於每年五月～九月，年降雨量約為 2,600～3,100 公厘。區內係以天然闊葉林為主，其植物社會以江某一假長葉楠林型為最優勢，而依特徵種可細分為三亞型包括印度栲、瓊楠及南洋杪欏(楊，1993)。



圖一：大武山台灣穗花杉自然保留區及茶茶牙賴山自然保護區地理位置圖

## (二)、軟硬體設備

本研究將採用 ARC/INFO 地理資訊系統為生態資料庫之構建軟體，該系統將架構在個人電腦上以增加其普及性，並以 AVENUE 及 VASUAL BASIC 語言發展使用者界面圖形(Graphical User Interface, GUI)。

## (三)、研究方法

### 1. 物種生態監測之資料需求與資料庫管理系統架構之研擬

以文獻回顧法，收集國內外相關資料，探討物種保護生態監測，所需掌握之相關問題，本研究將以問題為導向，研擬生態監測所須提供之資訊，進而建立所需之資料欄位。藉由系統分析，建立物種生態監測資料庫管理系統之工作平台。

## 2. 設置永久樣區

- (1) .以連續樣區設置法，設置不同面積(5×5, 10×10, 20×20, 30×30, 40×40 M)樣區，進行每木調查，以面積樹種曲線，求取永久樣區之最佳設置面積。
- (2) .於保護區內依不同地理環境，設置永久樣區，並配合生態監測之資料需求，擬定野外資料收集及調查之方法。

## 3. 進行野外調查及物理生態資料之建立

- (1) . 實施永久樣區之野外調查及資料收集，針對台灣穗花杉進行立木空間位置之測量及每木調查。
- (2) . 利用數位高程模型，分析台灣穗花杉生育地之物理環境因子，包坡度、坡向、海拔高、日輻射潛能及水份梯度等因子，藉由地理資訊系統之空間分析能力，建立立木個體之生育環境資料庫。

## 4. 建立兼具監測之動態生態資料庫管理系統

以地理資訊系統為主，配合 ARC/VIEW 及 AVENUE 軟體，開發生態資料庫之資料建檔、更新、查詢及展示之整合性系統。

## 5. 發展使用者界面，完成自動化之生態監測分析系統。

以物種監測為目標，建立生態資料之分析模式，並開發使用者界面使分析工作達到自動化目標。

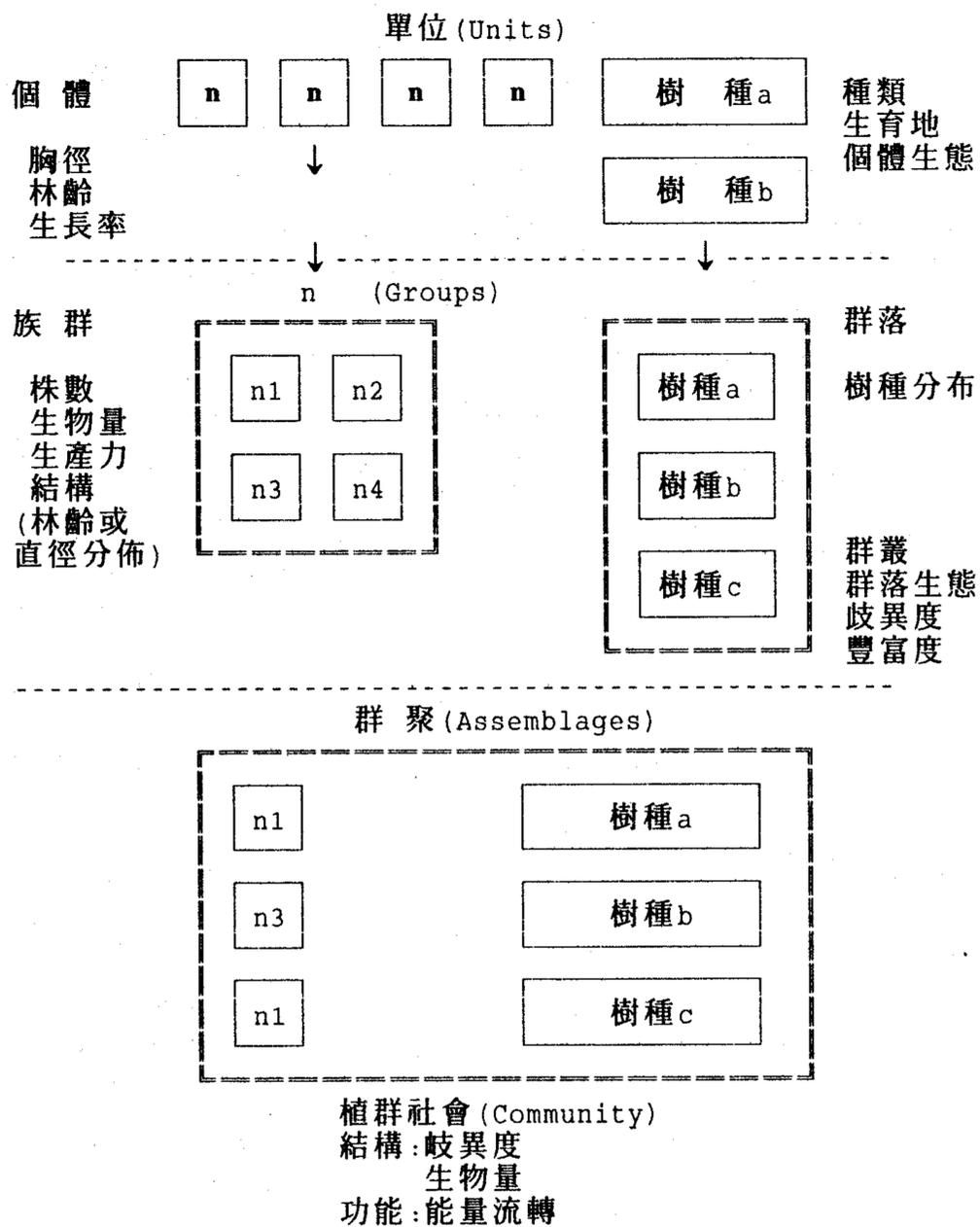
## 四、結果與討論

### (一)、物種生態監測之資料需求與資料庫管理系統架構

珍稀物種因對生態環境具有敏感性的反應，故在生態系中，其消長訊息將為評估生態環境變化之指標。因生育環境監測之目的，在於達成經營管理策略之有效的擬定、瞭解生態系相互間之影響機制及偵測物種之預期變化，因此監測為一過程(Process)而非結果(Result)。為達成物種生態監測之目的，其監測計畫之擬定，應由監測目標、資料收集、資料分析、資料解釋及時間變化等方向進行。而資料需求之探討及資料庫之建立與有效管理，為達成生態監測目標之重要方法。

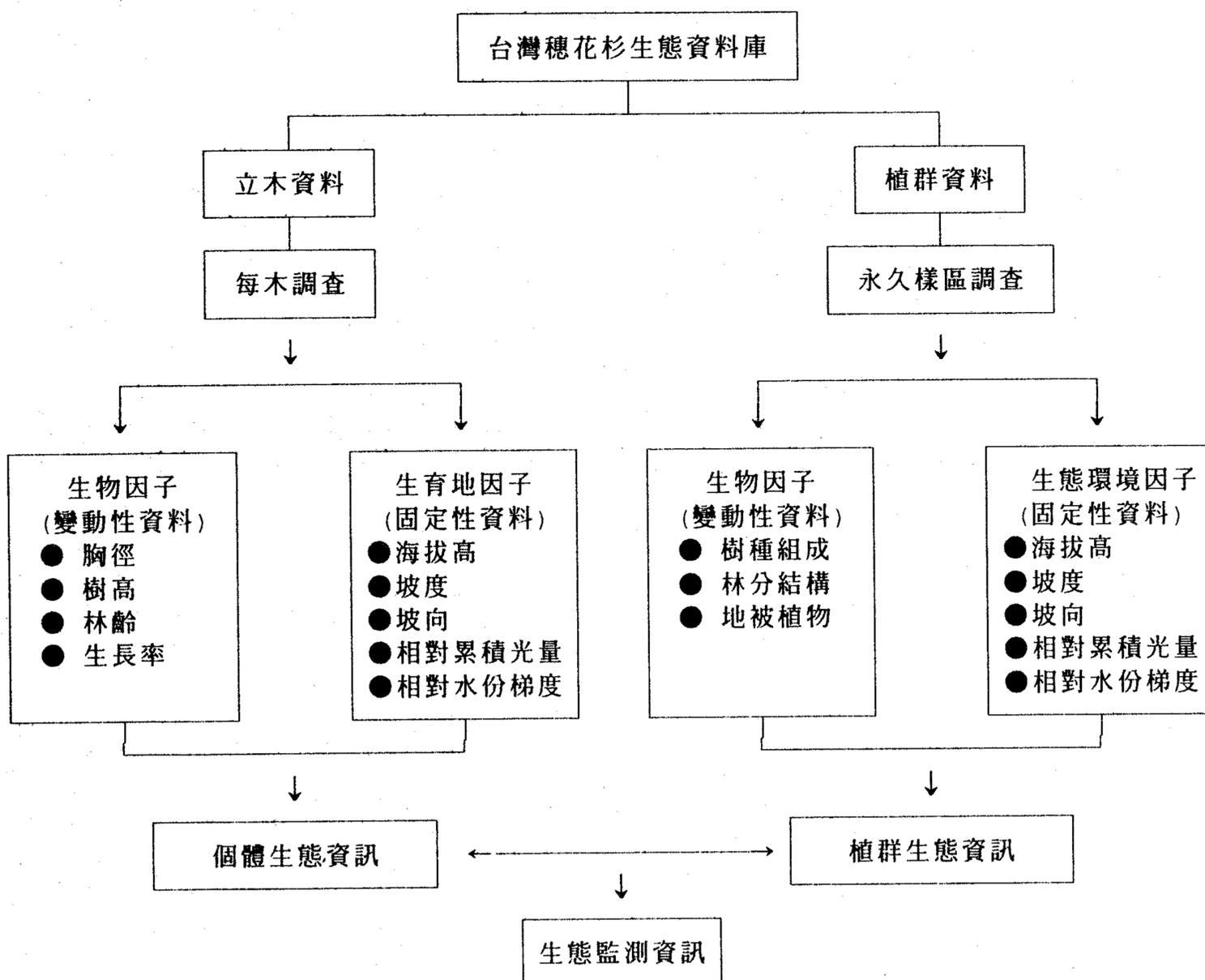
#### 1. 台灣穗花杉生態監測之資料需求

對於任何監測計畫，首先面臨之基本問題為監測之目的為何？及為達成監測目的，何種生態因子必需監測？以台灣穗花杉而言，其監測目標在於瞭解該物種族群量之消長情形及瞭解其適生環境，但因生態系相互影響因子極為複雜，在選擇生態監測因子時必須依據生態系之功能及結構加以劃分，並對生態因子加以量化(如圖二)，選擇關鍵指標(Key indicators)及有效的資料收集方法來達成。



圖二：以結構與功能為導向之植群生態社會組成(Hellawell,1977)

台灣穗花杉因目前僅發現於台灣南部中央山脈部份地區，主要地點在浸水營、大漢山、茶茶牙賴山及里龍山一帶，以群落方式與其他闊葉樹林混生(葉等，1990；楊，1993)，林務局已依據其主要生育地點，劃分兩個主要保護區，包括大武山台灣穗花杉自然保留區及茶茶牙賴山自然保護區，其設置目的，在於保護台灣穗花杉之族群量，因此依據植群生態結構與功能，對台灣穗花杉個體而言，其資料收集，應以立木個體性態及其生育環境為主，包括立木胸徑、樹高、林齡及生長率及其生育環境，另因其族群並非純林，而與其它闊葉樹種混生，因此對於群叢生態之調查與分析，將可藉由植群之樹種組成及林分結構之演變，來推測台灣穗花杉族群量之變化，故於保護區中除對台灣穗花杉應進行立木個體調查之外，亦應於適當地點設置永久樣區，定時收集資料，分析植群之歧異度、豐富度及直徑分布等生態介量，以推估台灣穗花杉族群量之變化。由上分析研擬台灣穗花杉生態監測之生態資料需求及其相互間之關聯性如圖三。



圖三：台灣穗花杉生態監測之資料需求與關聯性

## 2. 資料庫管理系統之建立架構

由於生態監測所需資料其型式包括點、線、面之圖型資料及調查所得之屬性資料，各類型資料必須有效整合，才能發揮資料的最大用途，近年來，以具

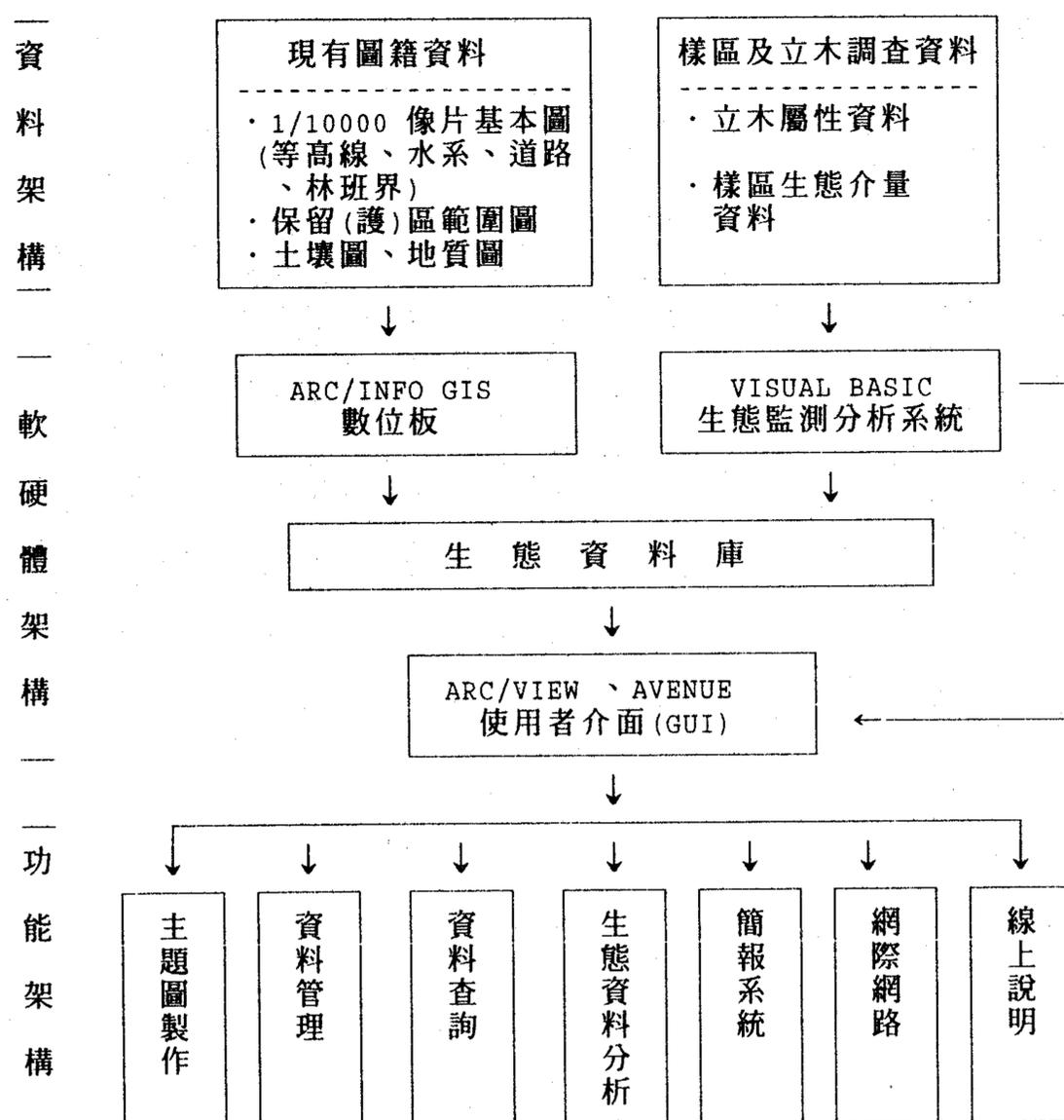
備空間資料處理能力之地理資訊系統，整合空間性資料，其技術已趨成熟。本計畫利用林務局目前所採用之 ARC/INFO 地理資訊系統為工具，構建台灣穗花杉之生態資料庫及監測系統，其作業環境及系統架構分述如下：

### (1). 作業環境及軟硬體需求

本計畫為發展親合性較高之使用者介面(GUI)，各種不同屬性之生態資料將架構在 WINDOW 95 中文視窗作業環境之下。系統開發所使用之硬體設備，包括 80586 個人電腦主機、圖籍資料輸入之數位板、彩色掃描機及資料輸出之繪圖機與噴墨式印表機等；軟體設備包括：ARC/INFO 地理資訊系統、ARC/VIEW、AVENUE 軟體及 VISUAL BASIC 程式語言等。

### (2). 系統架構

系統中資料來源包括野外調查，現有圖籍資料及林務局歷年來對該保護區之調查資料，以 ARC/INFO 地理資訊系統為主配合自行開發之資料處理程式，完成生態資料庫之建立，而監測系統之開發則利用 ARCVIEW/AVENUE 及 VISUAL BASIC 程式語言來達成，其整體系統架構可示如圖四。



圖四：生態資料庫及監測系統之系統架構

(二)、永久樣區之設置及資料收集方法

本計畫為求取最適之永久樣區大小，於保護區內針對台灣穗花杉出現之地區，以築巢法設置 $5 \times 5M^2$ ,  $10 \times 10M^2$ ,  $20 \times 20M^2$ ,  $30 \times 30M^2$ ,  $40 \times 40M^2$  之調查樣區各三處，並計算其不同樣區大小之出現樹種平均數如表一。

表一：台灣穗花杉植群種數與樣區面積之測計資料

樣區面積 $M^2$	25	100	400	900	1600
植物平均種數	3.3	8.0	14.3	23.0	29.3

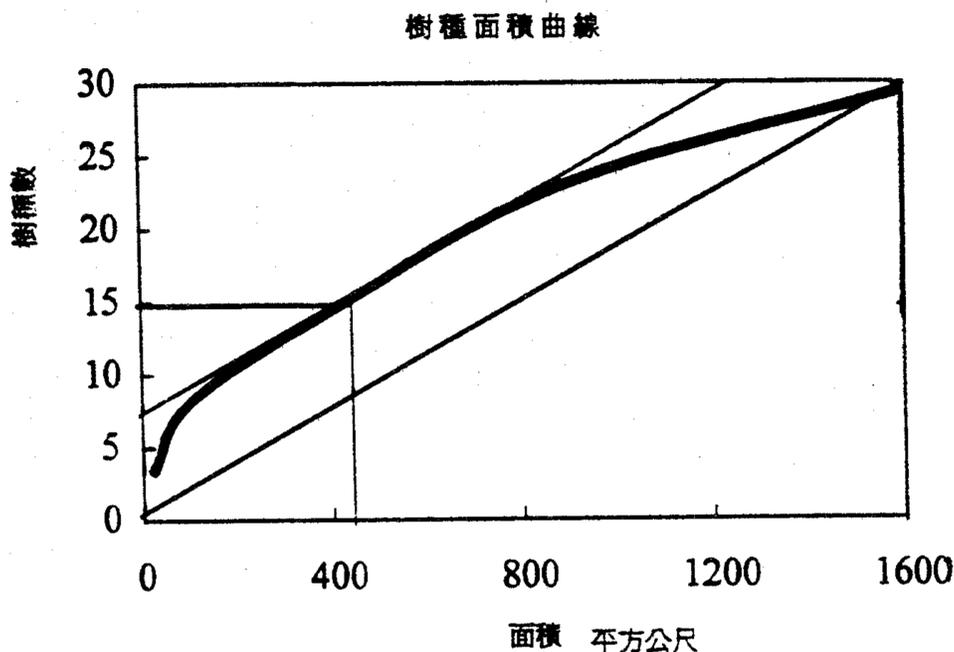
Perston 於 1960 年曾發表植物種數及面積關係曲線式為

$$y = kx^z \text{ ----- (1)}$$

(1)式中k為單位面積內之種數，y為面積等於x時之種數，z為介於0與1之間的指數，亦為種數—面積曲線之種類豐富度(Species richness of species-area curve)。以表一之調查資料求取種數及樣區面積關係曲線式為：

$$y = 0.67155 X^{0.516188} \text{ ----- (2)}$$

為求得固定之最小面積，採用 Cain(1938) 所建議之種數增加率 10%，即其斜率為  $29.3/1600 = 0.01833$  時，令與(2)式微分  $dy/dx$  相等時，解出  $x = 436.2M^2$ ，即為最適取樣面積，故大約可採用  $20 \times 20M^2$  為永久樣區之設置單位，其種數及面積關係曲線與樣區最小面積，可示如圖五。



圖五：物種與樣區面積關係曲線及樣區最小面積圖

因永久樣區之設置目的，在於定期觀測，台灣穗花杉之伴生植群樹種及林分結構變化，因此永久樣區內之每株立木應進行掛牌。資料收集之內容，除固

定性之物理環因子之外，並應定時(約五年)調查具有變動性之生物因子，如植物種類、立木之生態屬性資料、覆蓋度及地被植物之種類等。

### (三)、台灣穗花杉生態資料庫之建立

#### 1. 物理環境資料之建立

##### (1). 保護(留)區物理環境因子

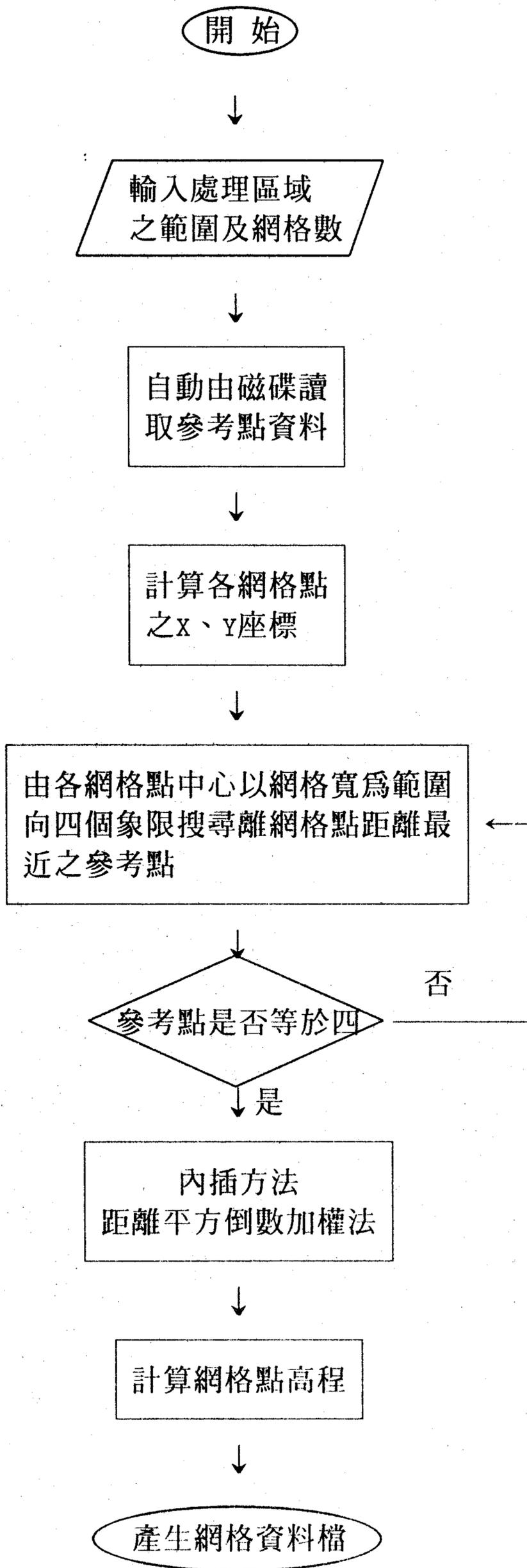
台灣穗花杉分佈範圍由大漢山至茶茶牙賴山一帶，皆有零星分佈，為提供未來在該地區進行生態調查時之基本資料，本計畫完成如圖六各圖幅 40M×40M 網格之物理環境因子建立，而為建立台灣穗花杉之立木生態資料庫，並考慮台灣地形之急劇變化及立木位置之空間分佈，涵蓋大武山台灣穗花杉自然保留區與茶茶芽賴山自然保護區範圍，則以10M×10M 之網格建立其物理環境因子資料。

(40M×40M之網格)		(10M×10M之網格)	
9517-IV NE	9517-I NW	9517-IV-10	9517-I-06
南 和	新 生	大 漢 山	姑 子 崙 山
9517-IV SE	9517-I SW	9517-IV-15	9517-I-11
枋 山	安 朔	馬 羅 寺	古 里 巴 保

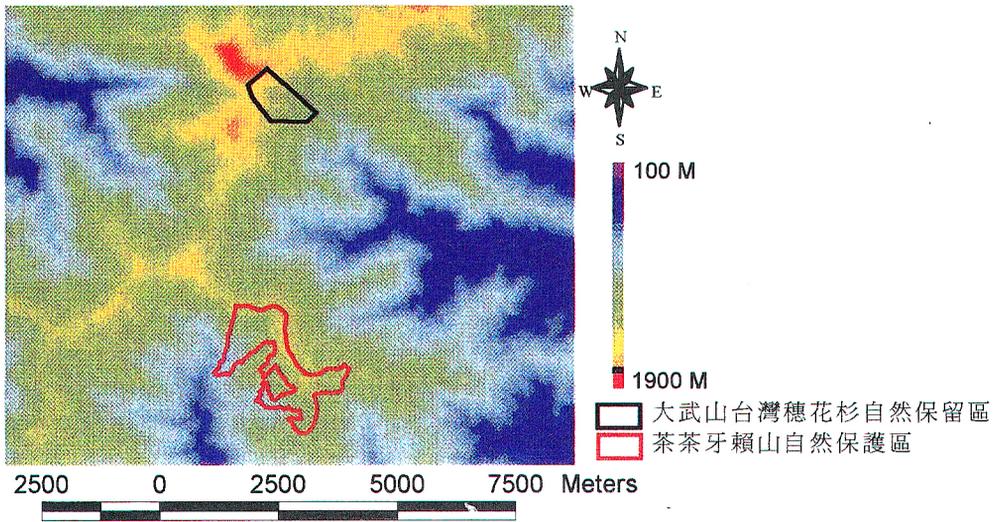
圖六：物理環境資料之建立範圍及其解析度

#### a. 數位高程之建立

以 1/10000 之像片基本圖，10M×10M 網格資料沿 10M 等高線間距，而 40M×40M 網格資料則沿 50M 等高線間距進行數化取得高程樣點，並以圖七之內插流程自行推估網格高程其結果如圖八所示。



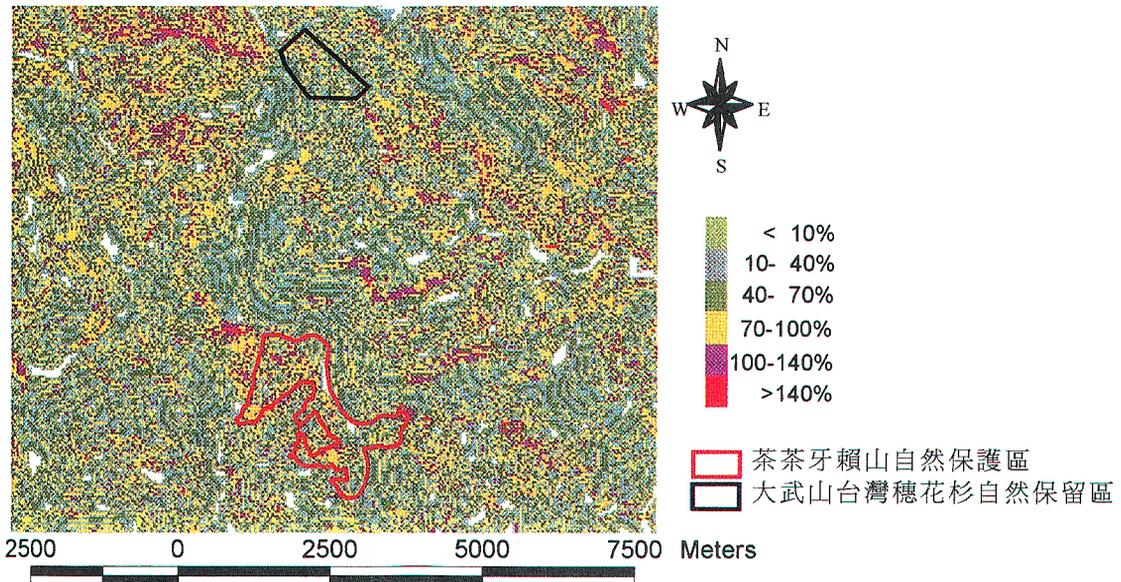
圖七：逐點內插處理程式流程



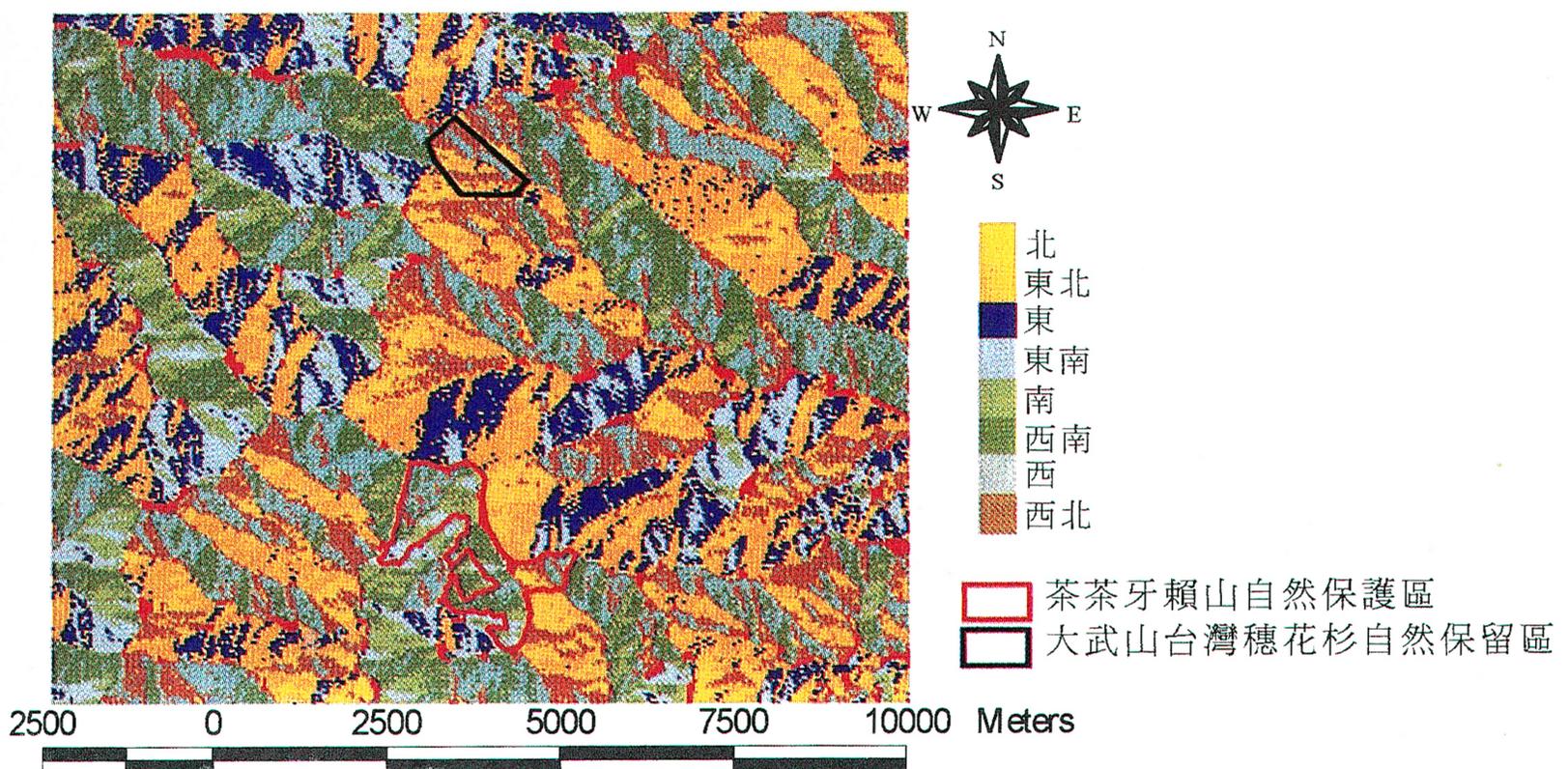
圖八：台灣穗花杉自然保留區數值高程資料

b. 坡度、坡向

將所建立之 DEM 資料轉換為 ERDAS 影像處理軟體可接受之格式，以地形分析 (Terrain Analysis) 模組利用  $3 \times 3$  個像點視窗，計算每一網格點之坡度、坡向資料，結果如圖九、圖十。



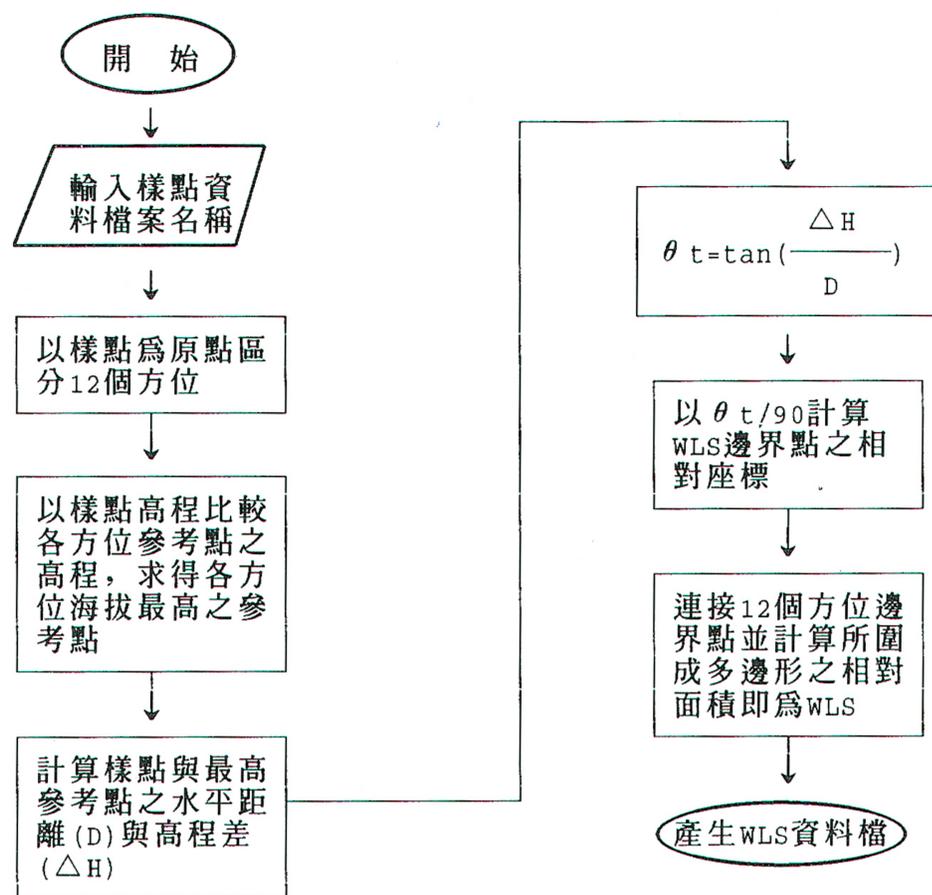
圖九：台灣穗花杉自然保留區坡度分級分佈圖



圖十：台灣穗花杉自然保留區坡向分級分佈圖

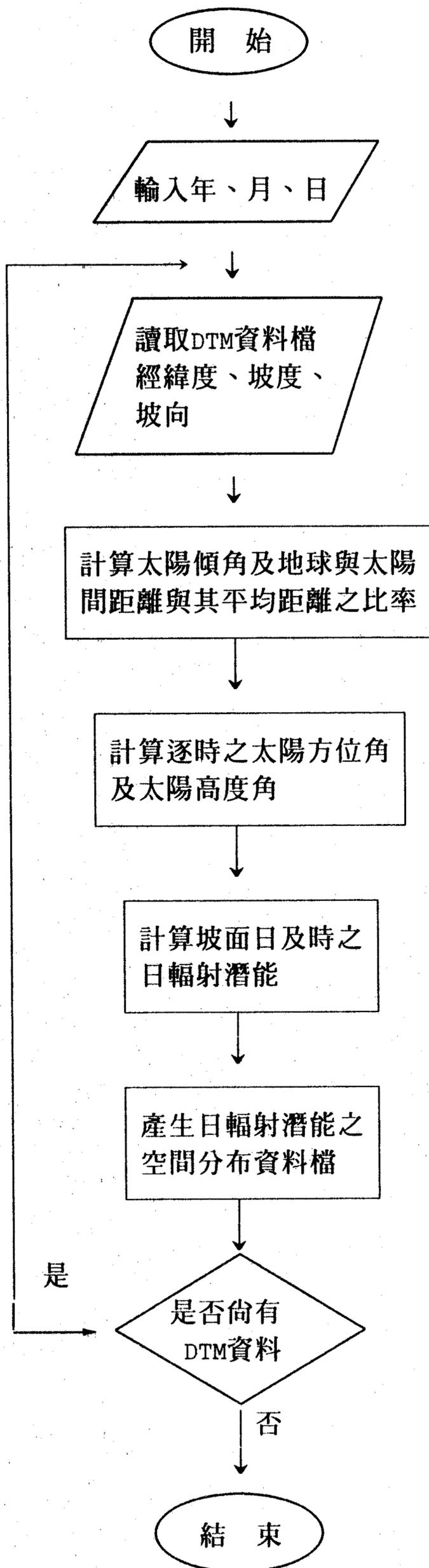
c. 相對光量之推測

以 Qbasic 電腦程式語言設計計算程式，求解每一網格點之全天光空域 (Whole Light Sky Space, WLS)，以該網格在光量上受地形遮蔽之影響，其計算流程如圖十一。



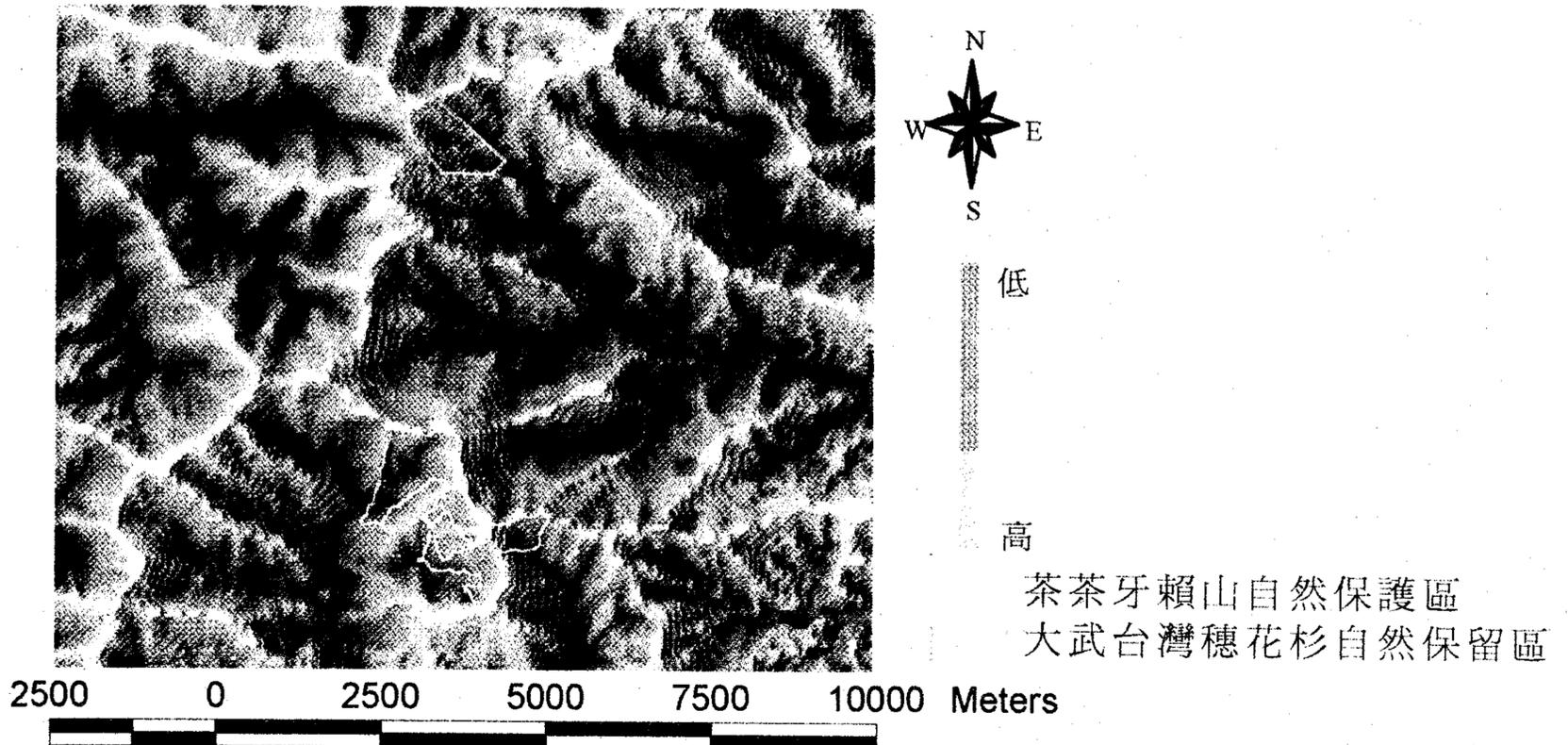
圖十一：數位高程推估全天光空域之計算流程

利用空間性之坡度、坡向、數位高程及圖十一所推估之全天光空域資料，配合天文運算公式，以圖十二之計算流程可推估空間性之日輻射潛能，其結果如圖十三。



圖十二：空間性日輻射潛能之推估流程

圖十二所產生之各項資料以ERDAS、ARC/INFO及一般文字檔格式輸出，以求得資料庫之共通性。

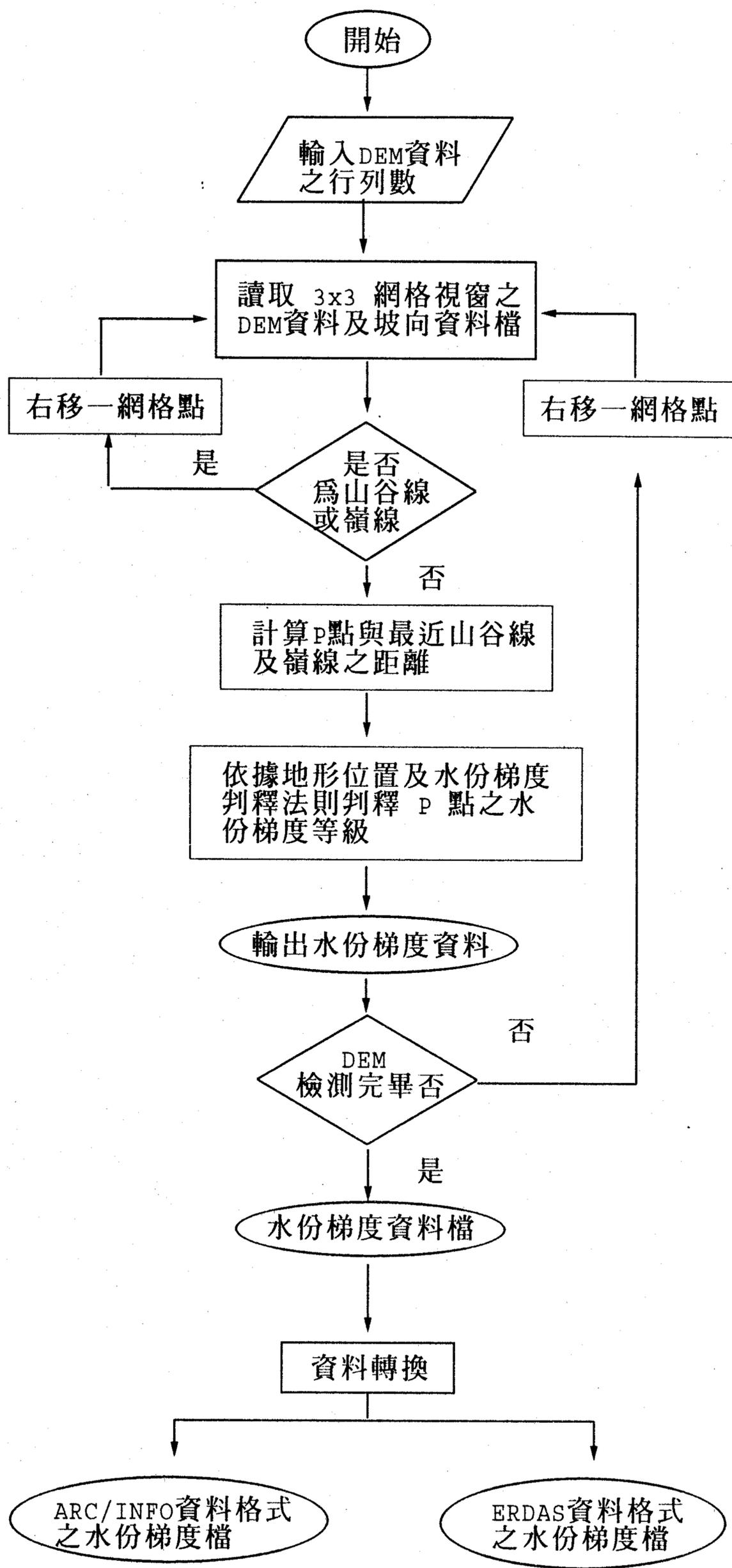


圖十三：台灣穗花杉自然保留區之日輻射潛能分布圖

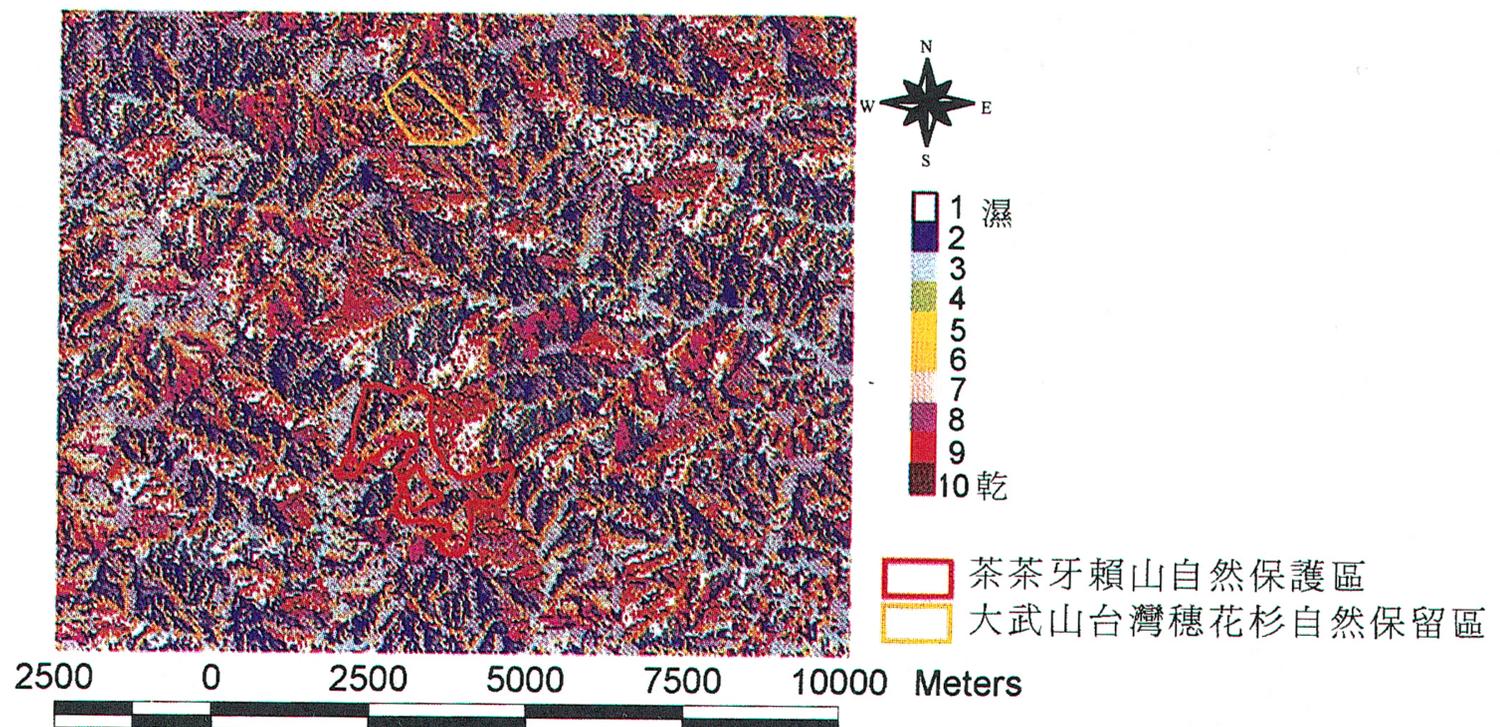
圖十三之日輻射潛能係表示一天中太陽輻射之累積量，因森林之發育及生長期極長，故評估林地之輻射環境，宜以長期累積之效應為佳，一般以一年之累積量為基礎(蘇，1987)，其資料為野生生物生態環境研究之有效變數。

#### d. 相對水份梯度之推估

山區因地形起伏變化，就長期而言，土壤含水量之空間分布將受坡度、坡向及坡面位置之綜合影響，因此應用地形因子，推導生態系區域範圍內之相對土壤水份變化，有其可行性，例如 Whittaker(1960), Day and Monk(1974)，即以方位加上坡面位置綜合評估生育地之水份，並賦予一簡單之整數以示其影響因子之大小，其影響梯度以水份梯度(Moisture gradient class)稱之。由於數值高程資料，可推估全面性之坡度、坡向空間資料及坡面位置之推估(Skidmore, 1990)，因此應用數值高程資料，推估生態系區域範圍之水份梯度分布為一有效方法，本研究應用數位高程之網格資料，以陳(1993)所發展之程式，其流程如圖十四，推估具空間性之水份梯度分布，其結果如圖十五。



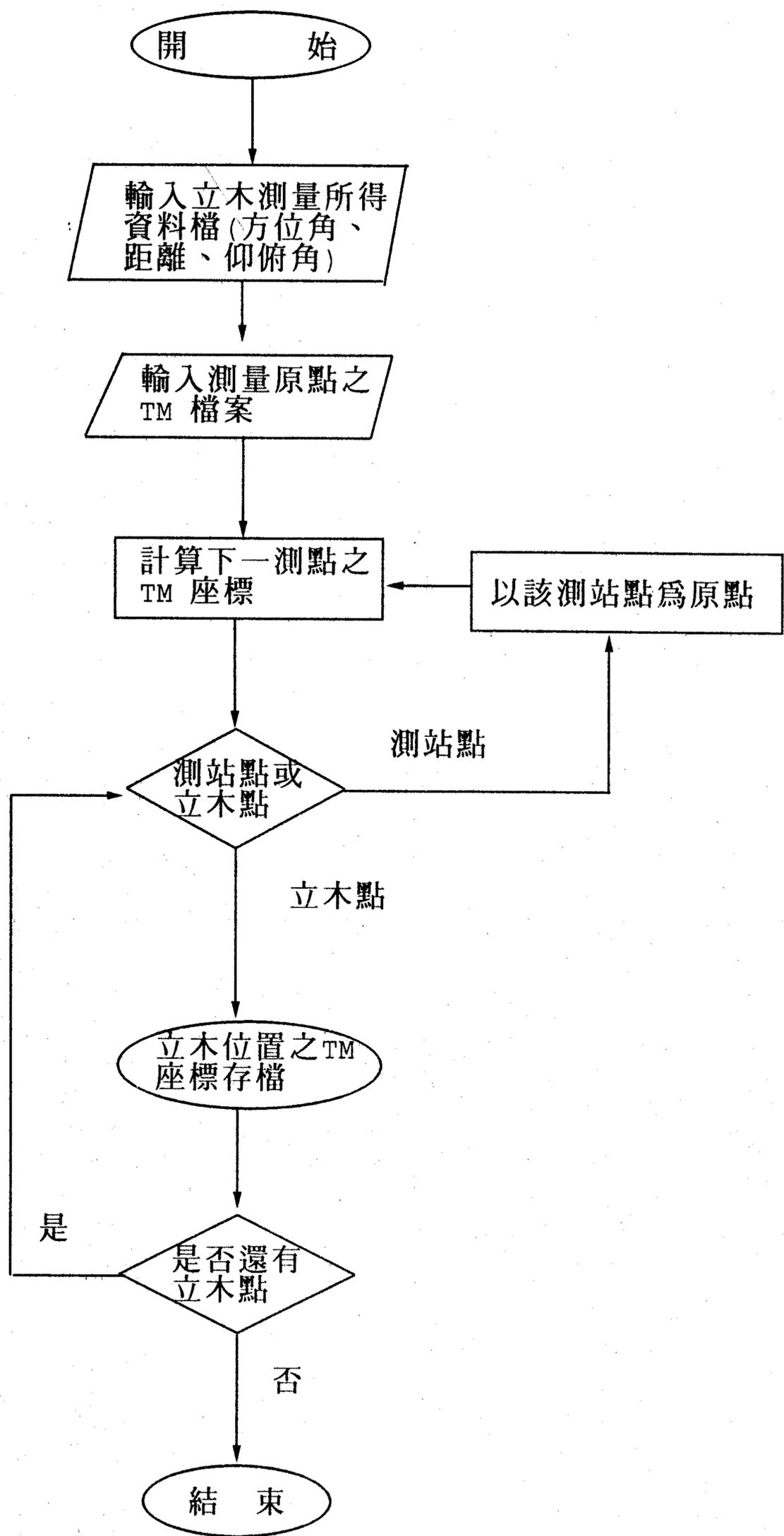
圖十四：以數值地形模型推估水份梯度之程式流程。



圖十五：台灣穗花杉自然保留區水份梯度分布圖。

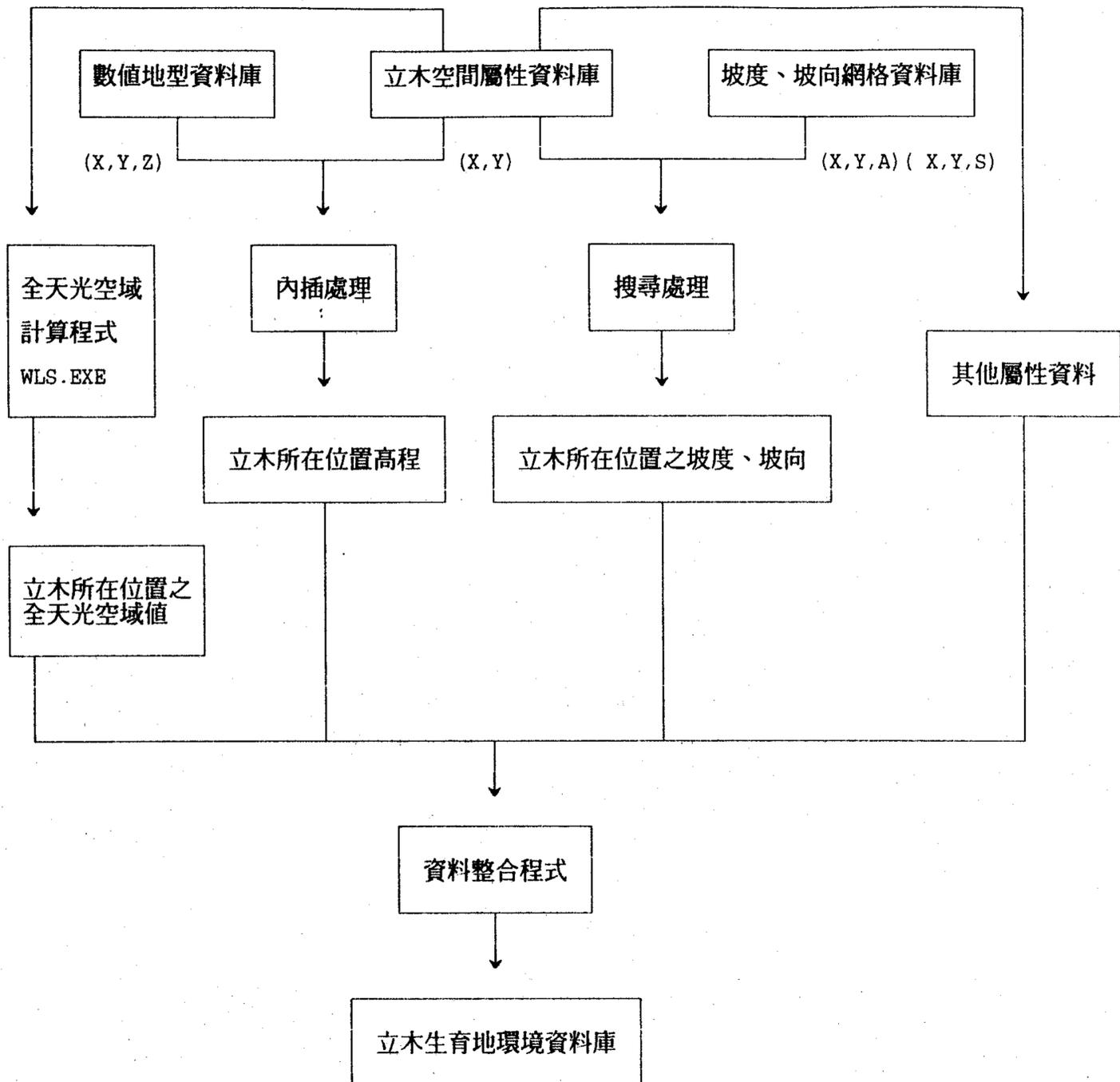
(2). 台灣穗花杉立木之物理環境因子推估

依據物種生態監測之資訊需求，空間性之物理環境因子，可由現存之地形圖數化推導而得，而生物因子則必須藉由地面樣區之調查，再配合數值地形模型，方能取得空間性之生物因子資訊。本計畫所建立之物理環境因子，包括高程、坡度、坡向、相對光度及水分梯度；生物因子中之立木位置及其空間屬性資料庫之建立，係以羅盤儀測量而得立木相關位置，並以圖十六之程式流程，將立木位置轉換成具 TM 座標之立木位置資料庫。



圖十六：立木空間位相資料庫建立之程式流程

將立木空間位置資料庫配合自然保留區之物理環境資料庫，以圖十七之資料處理程序，可得如附表一之立木生育地環境資料庫。



圖十七：立木生育地環境資料庫之建立程式

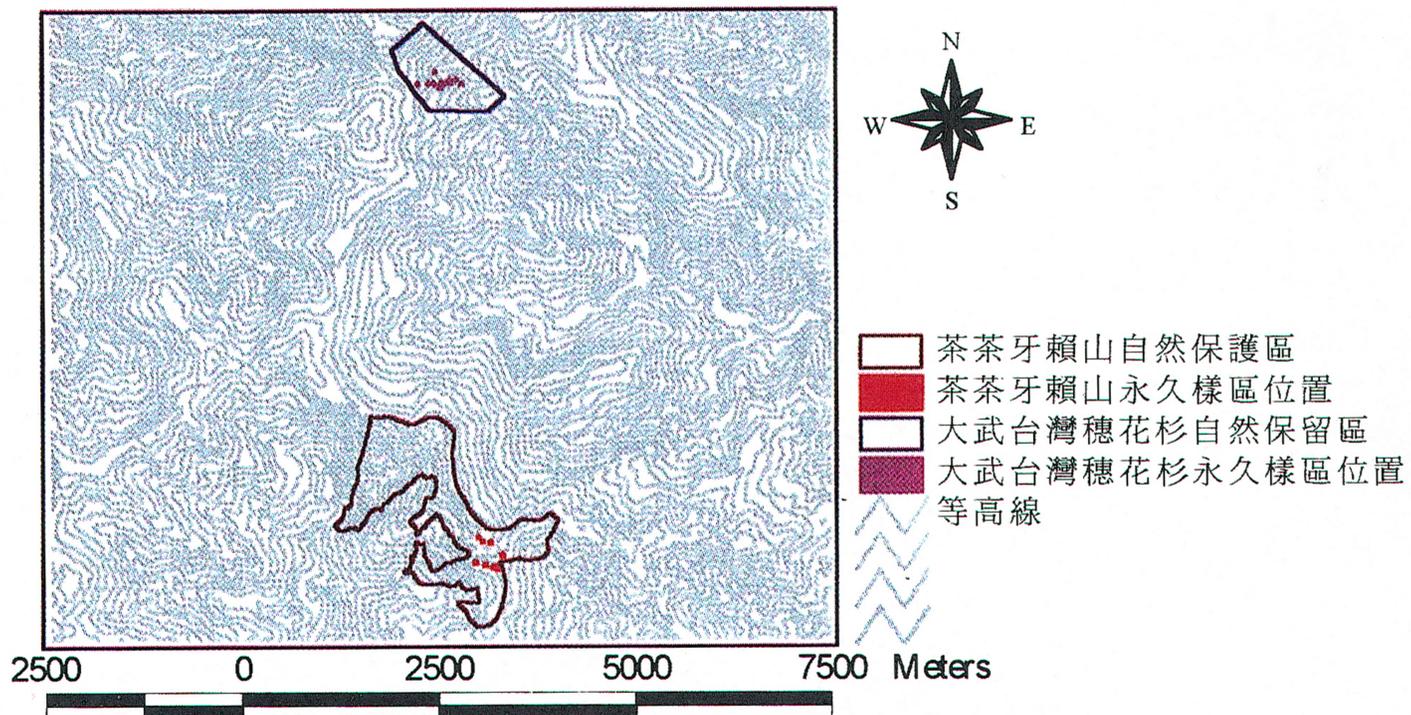
## 2. 生物因子資料之建立

### (1). 已往調查資料之收集與資料庫建立

生態監測著重於時間性之資料收集，因此整理台灣穗花杉之前人研究資料，有系統的建立在生態資料庫中，將有助於台灣穗花杉之生態管理。文獻經收集研究後，依其資料屬性，以文字、資料、圖形及影像，分別進行建檔，其資料內容利用使用者圖形界面，能於應用系統中進行查詢與更新。

### (2). 永久樣區設置與資料庫建立

依據種數面積模式及現場生態環境，選擇永久樣區之適當設置地點與面積，其中茶茶牙賴山自然保護區設置 10 個；台灣穗花杉自然保留區 15 個，其樣區分布如圖十八，各樣區進行立木位置測量、編號掛牌與每木調查，調查內容與間隔時間，依據屬性資料之變動幅度與監測之需要性研擬如表二。

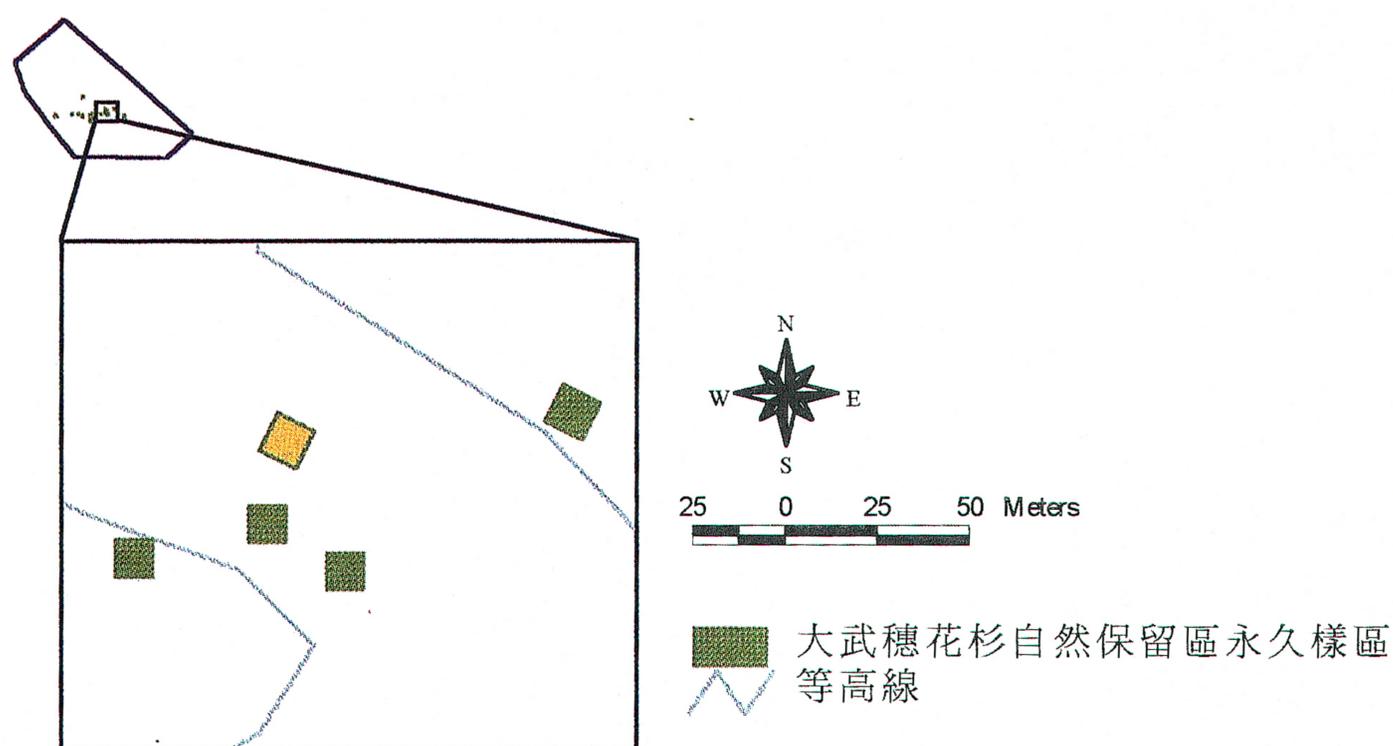


圖十八：永久樣區分布圖

表二：永久樣區調查內容與調查方式

調查內容	調查方式	
	空間解析力	時間解析力
立木個體性態	(取樣方式)	(調查間隔)
樹種	每木調查	5年
胸徑	每木調查	5年
樹高	每木調查	5年
樹冠幅	每木調查	5年
地被植群性態	系統取樣	
植物種類	1M2 12樣點	2年
高度	1M2 12樣點	2年
覆蓋度	1M2 12樣點	2年
生物量	1M2 12樣點	2年
野生動物	自動照像取樣	
種類	2樣點4季連續128小時	5年
出現時間	2樣點4季連續128小時	5年
出現率	2樣點4季連續128小時	5年

表二所列之永久樣區調查內容與方式係以變動性資料為主，其他變動性較小之資料，如地形因子、氣候因子及土壤因子，則可採用一次調查法，建立其基本資料。由於本研究重點在於生態資料庫管理系統之建立，提供資料建檔與分析之交談介面，及今後構建資料庫之基體，因此利用所設置之永久樣區調查資料，以 ARC/INFO 地理資訊系統及本研究所發展之生態資料分析系統為工具，建立永久樣區及樣木之空間分布資料，而其資料與圖形，將以關鍵值 (Key-ID) 進行鏈結 (Link)，因此圖形與資料間將可達成相互查詢之目的，如圖十九。



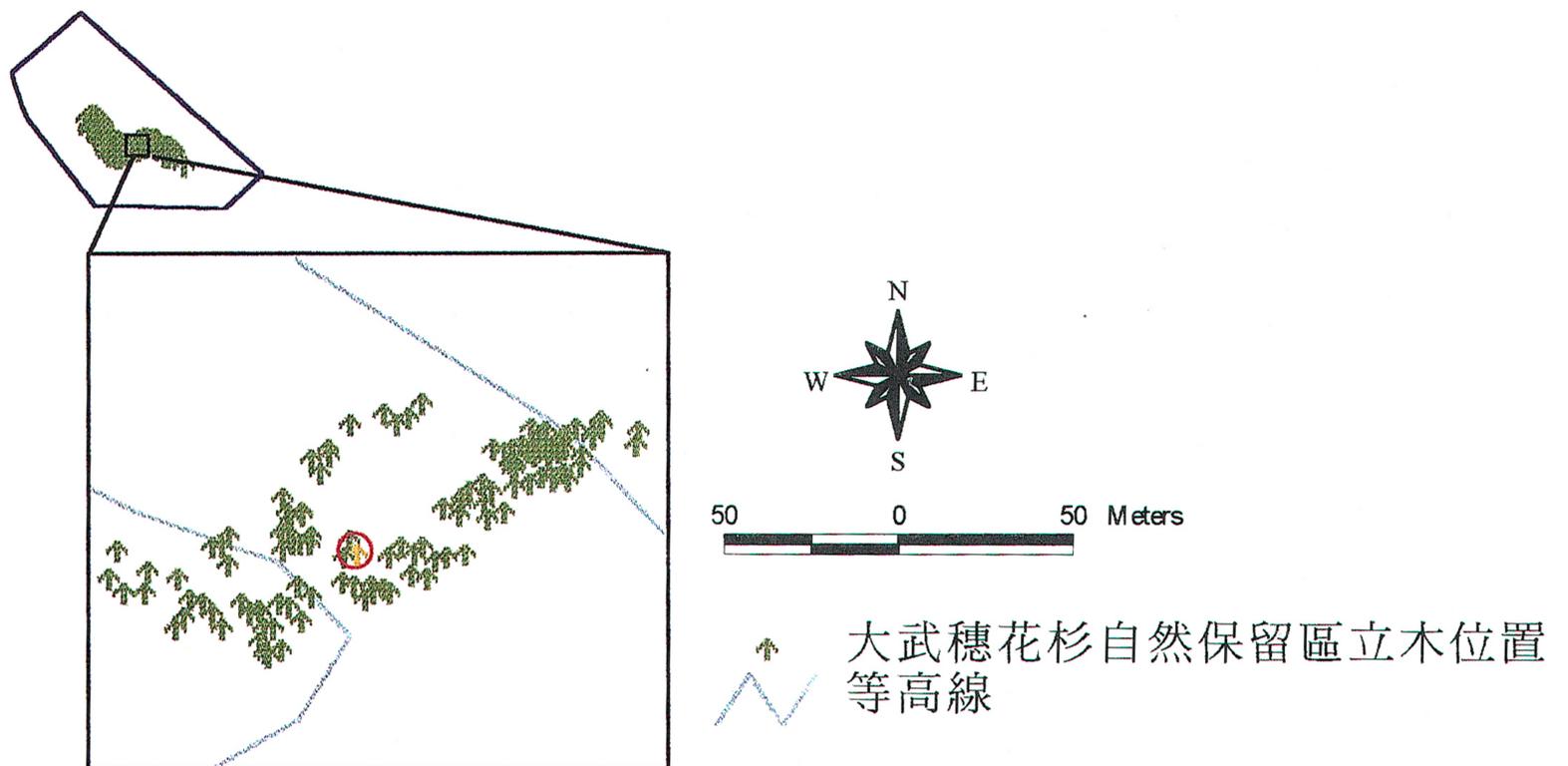
樣區編號	海拔	坡度	坡向	□ 介量	□ 介量	豐富度	歧異度	均勻度
12	1130	2	1	8.2505	0.2338	24.5121	3.7396	0.4655
3	1180	2	3	5.4115	0.2736	-29.9051	7.4237	0.7076
14	1100	2	2	11.1566	0.2811	39.1720	4.8707	0.6877

圖十九：永久樣區資料庫之圖文查詢

## (2). 台灣穗花杉立木個體性態調查與資料庫建立

台灣穗花杉自然保留區與茶茶牙賴山自然保護區，係以台灣穗花杉為保護對象，因此定期對該樹種進行每木調查，並分析其林分結構變化，由其時間性之動態變化，配合永久樣區之生態介量變化，將有助於解釋該物種之生態位置 (Ecological position)。

兩個保留 (護) 區，其台灣穗花杉立木皆已掛牌，並定時實施立木個體性態調查，已往所調查資料皆以書面資料存放，其對資料管理與利用將造成不便，且容易因人事變動而造成資料之流失。本研究利用地理資訊系統所建立之立木空間分布圖層，由其基本資料庫，以關聯式資料庫模式，進行物理環境與生物屬性資料之鏈結，因此該資料庫將可配合使用者圖形介面，達成資料建檔、更新、查詢及分析等功能，其結果如圖二十所示。



立木編號	海拔	坡度	方位	胸高直徑 (79)	高度 (79)	立木生長 (84)	胸高直徑 (84)	高度 (84)
117	1174	70-100%	東北	13	4	良好	14	4
118	1174	70-100%	東北	15	4	良好	16	5
119	1176	70-100%	東北	3	3	良好	4	5
120	1180	70-100%	東北	2	2	良好	4	3

圖二十：台灣穗花杉立木個體性態資料庫

#### (四)、植群生態資料分析系統之建立

森林植群生態調查分析之主要目的，在於針對目標植群進行樹種組成、生育地環境及林分結構的剖析，以供森林經營者在育林、保育及管理規劃上之參考。而在分析過程中為求得資訊的深廣性，將各生態屬性給予量化並推衍出有意義的介量，為森林生態研究中之重要課題。然而進行植群生態分析時，不僅是一項耗時且複雜的過程；分析者不但必須瞭解生態分析模式，尚須瞭解分析時所必須使用的實際軟體始能事竟其功。目前由於地理資訊系統 (Geographic Information System, GIS) 的發展，空間屬性資料方面可藉由該系統來充分掌握，因此應用 GIS 之分析能力並配合生態模式進行空間資訊推導及應用 GIS 之資料庫管理能力，進行生態資料庫之更新及維護，來達成生態監測之目的已是近年來之發展趨勢。

GIS 的引用雖然增加了生態資料之可用性，但也增加了資料分析的複雜性。在一般植群生態調查其資料來源大致可區分為兩方面，一為野外樣區調查，一為現有圖籍資料的數化，兩種不同來源資料間的有效整合將是生態分析不可或缺的過程。本研究為達成資料整合與分析的自動化目的，將以圖形使用者界面 (Graphical User Interface, GUI) 為導向，發展植群生態野外調查資料自動化分析之使用者界面，系統之發展係以圖形化之操作環境，並以親和性與自動化為主要目標，其分析之結果將以關連式資料庫來加以儲存，以便於往後與其他相關資料相配合以進行更深廣之生態分析。

## 1. 模式庫之建立

(1). 林分結構分析以Weibull機率密度函數進行之，其定義如下：

$$F(X) = (c/B) (X/B)^{c-1} \exp[-(X/B)^c] \quad \text{----- (3)}$$

(3) 式中

X: 胸高直徑

c: 形狀係數

B: 比例係數

(2). 物種多樣性分析

物種多樣性係採用三種不同指數包括：

A. 歧異度

$$H' = - \sum [(N_i/N) \ln(N_i/N)] \quad \text{----- (4)}$$

(4) 式中

H': Shannon's 歧異度指數

$N_i$ : 第 i 樹種之株數

N: 樣區株數

Ln: 自然對數

B. 豐富度

$$R = S - 1 / \ln(n) \quad (\text{Margalef, 1958}) \quad \text{----- (5)}$$

(5) 式中

R: 豐富度指數

S: 種數

n: 個體數

### c. 均勻度

$$E = H' / \ln(S) \quad (\text{Pielou, 1981}) \quad \text{----- (6)}$$

$$= \ln(N_1) / \ln(N_0) \quad (6) \text{ 式中}$$

E: 均勻度指數

H': Shannon's 歧異度指數

S: 物種數

$N_0 = S$

$N_1 = e^{H'}$

## 2. 程式庫

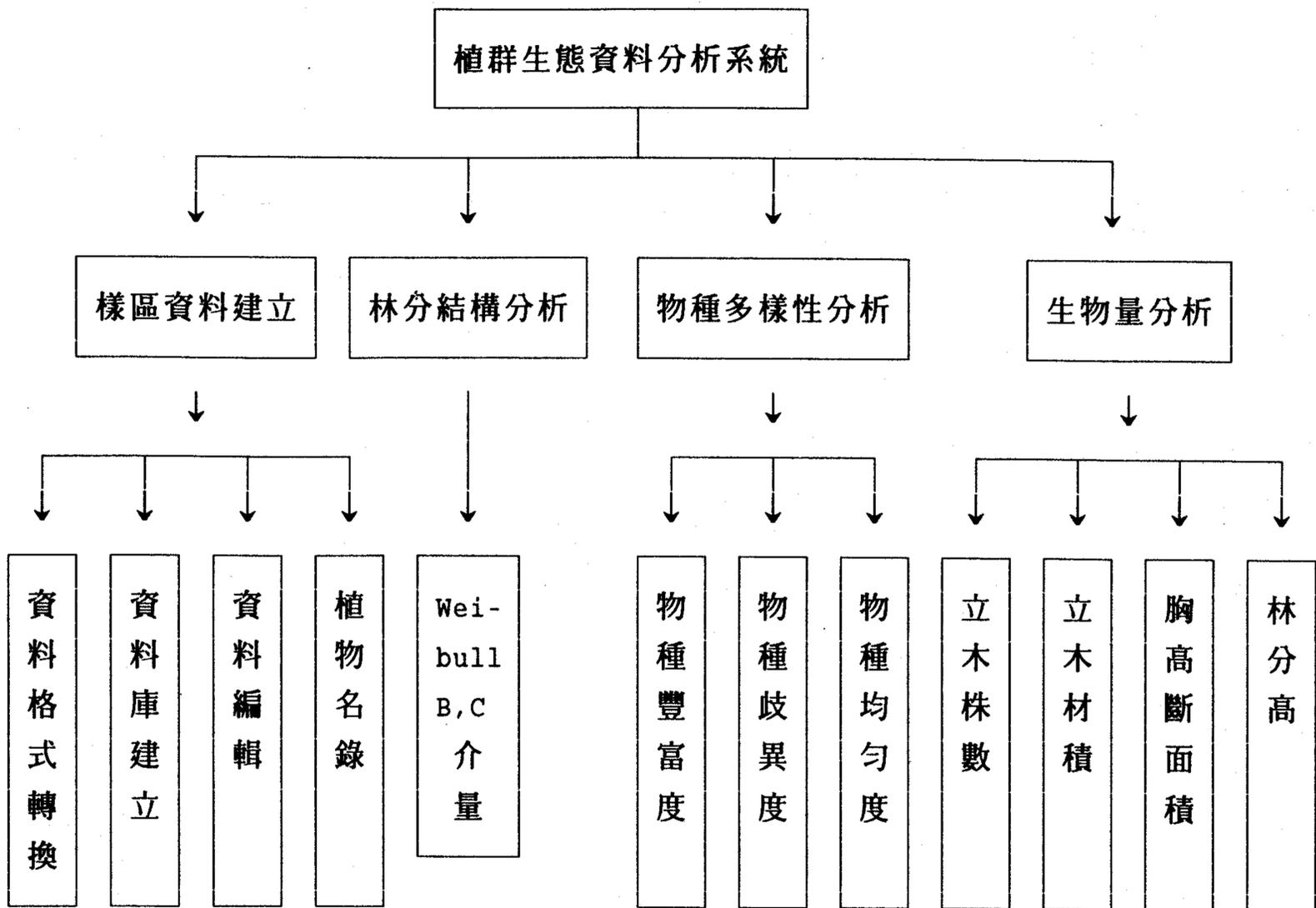
本計畫所建立之程式庫列如表三：

表三：本研究所引用整合之程式庫

程式名稱	程式語言	應用目的	時間	設計者
WEIBULL2.BAS	QB/V4.5	林分結構分析	1992	陳朝圳
WEIBULL3.BAS	QB/V.45	林分結構分析	1992	陳朝圳
SPDIVERS.BAS	BASICA	物種多樣性分析	1988	陳朝圳
WTABLE3.BAS	QB/V4.5	生物量分析	1994	陳朝圳
PBASE.EXE	dBASE III	植物名錄	1992	謝長富

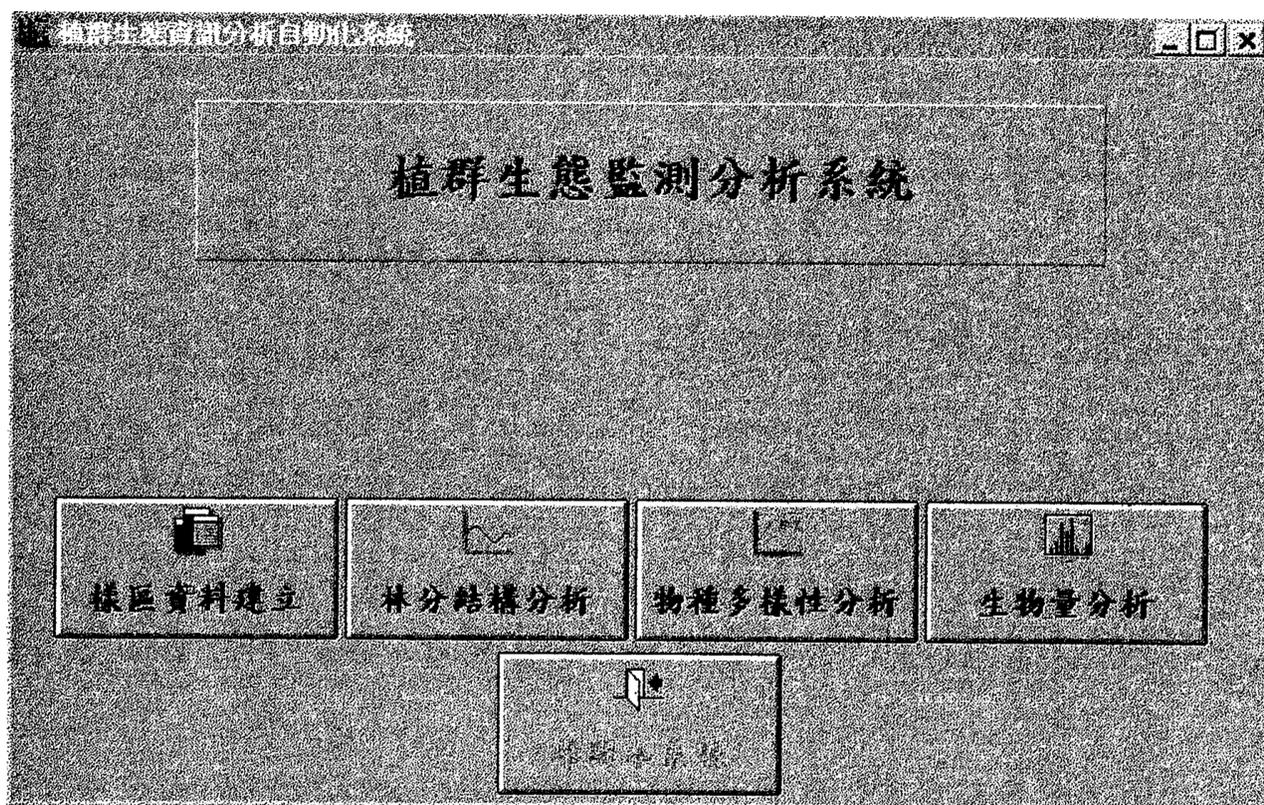
【註】QB：Microsoft Quick Basic

本計畫以 Microsoft Visual Basic 為程式設計語言，並配合微軟視窗之多工作業為系統發展之環境，開發設計植群生態資料分析系統，其系統架構如圖二十一所示。



圖二十一：植群生態資料分析系統架構

由圖二十一可知本計畫所發展之「植群生態資料分析系統」，其功能共有四項模組包括(一)、樣區資料建檔模組。(二)、林分結構分析模組。(三)、物種多樣性分析模組。(四)、生物量分析模組等。茲將本系統之主要操作畫面以圖二十二：

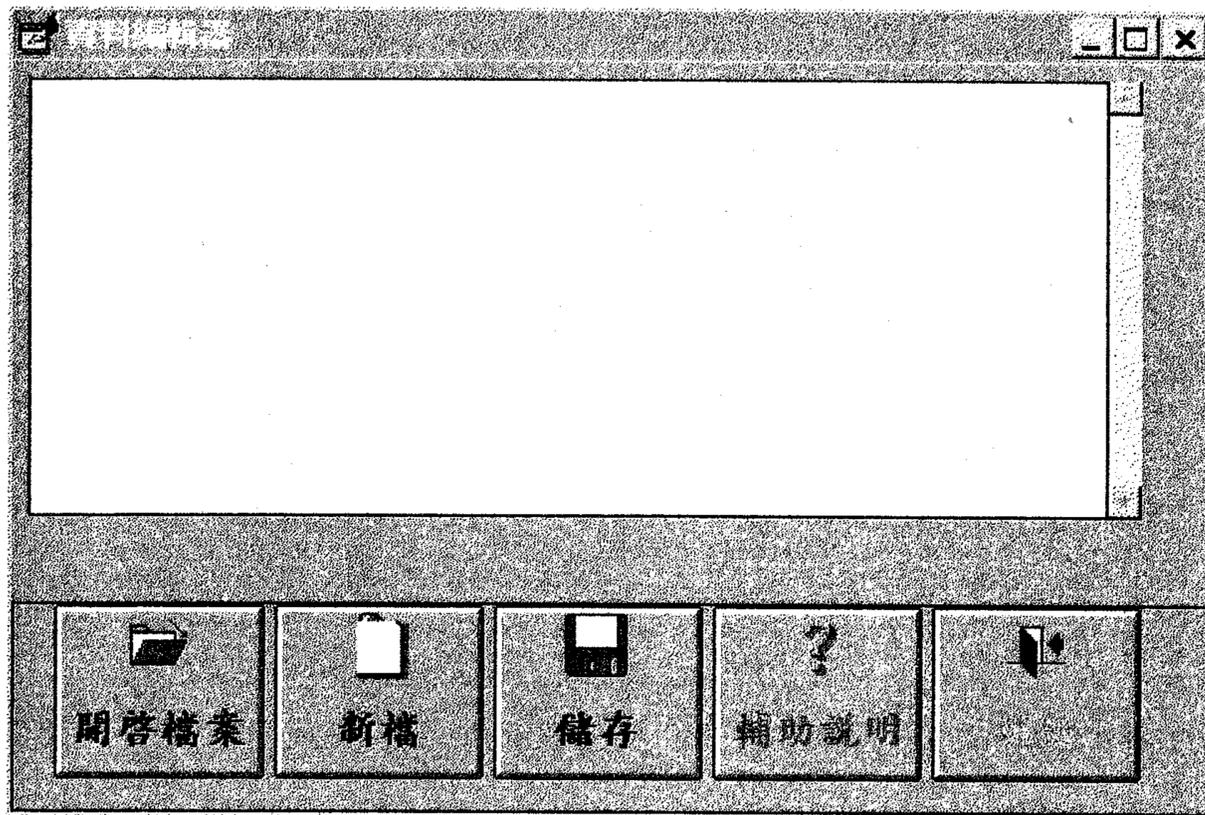


圖二十二：植群生態資訊分析系統操作畫面

本系統之主要畫面是以圖形化之物件來構成各模組之選擇，整個系統的操作過程利用滑鼠或鍵盤圈選按鍵即可進入各模組，有關係統之各訊息則可以參考系統所提供之「輔助說明」來求得資訊。

#### (1). 樣區資料建檔模組

「樣區資料建檔模組」在設計上主要是針對目標樣區之調查資料來作資料庫之管理與應用。本模組在功能設計上主要有四項功能，分別是(1)資料檔的轉換。(2)原始資料之輸入建檔。(3)資料更新及(4)資料之輸出等。茲將本模組之操作畫面列出，如圖二十三所示。



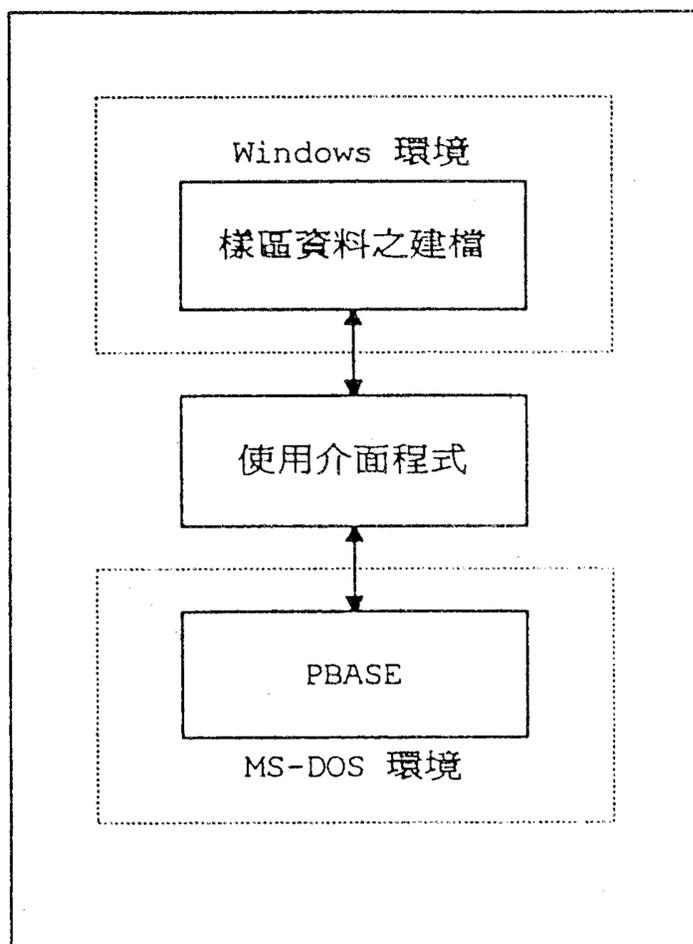
圖二十三：樣區資料建檔模組操作畫面

本系統各模組所要求給予之資料格式，目前是以一般之文字檔格式(循序檔)為主要之資料型態，此型態之檔案可以利用 DOS 之指令 TYPE 來觀看檔案內容。本模組在設計上為利於與 ARC/INFO 資料庫之整合應用。而在資料建檔與更新方面本系統提供了一簡易之「文字編輯器」以利資料之建檔與更新之工作，此文字編輯器在使用上與一般之文字編軟體(如PE2..等)並無殊異，茲將主要基本操作畫面列如圖二十四所示。

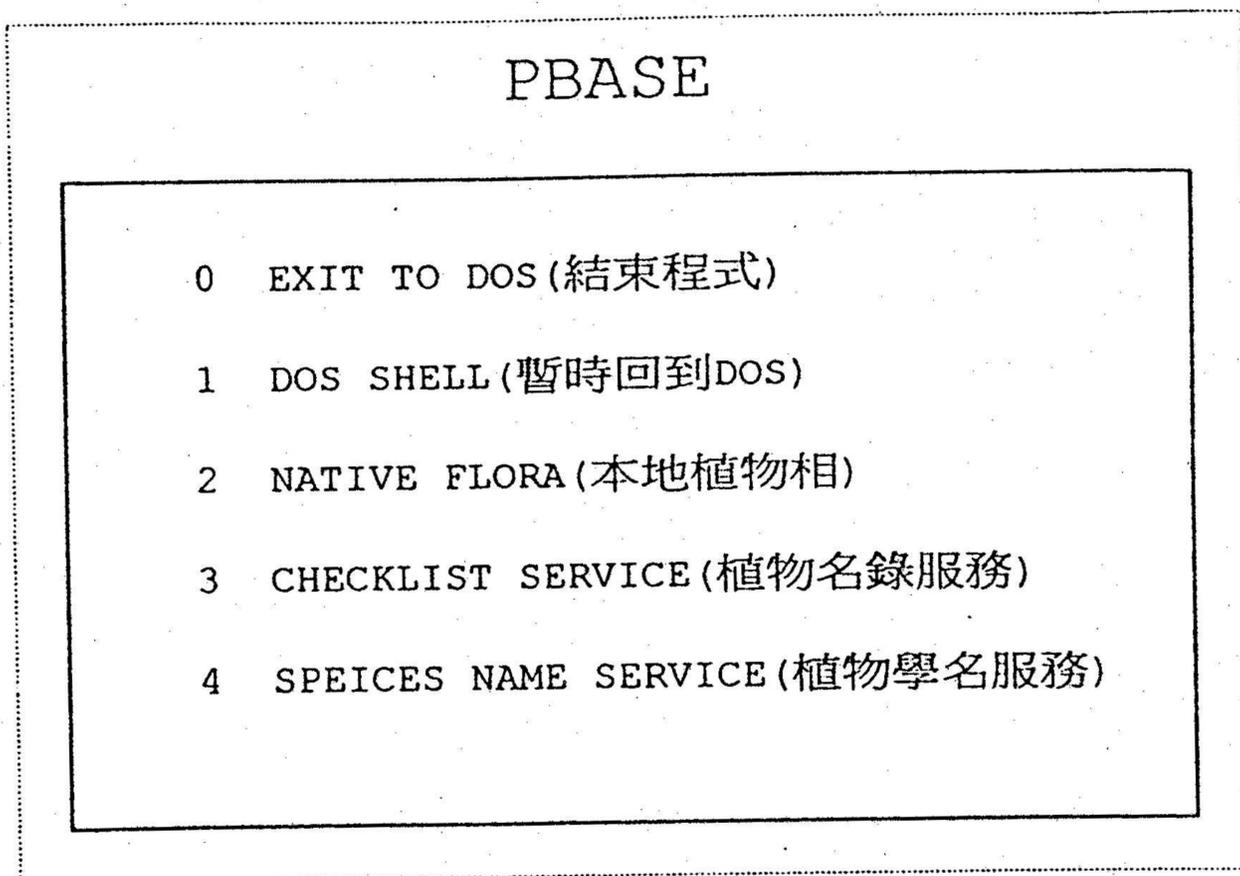


圖二十四：資料建檔之文字編輯器操作畫面

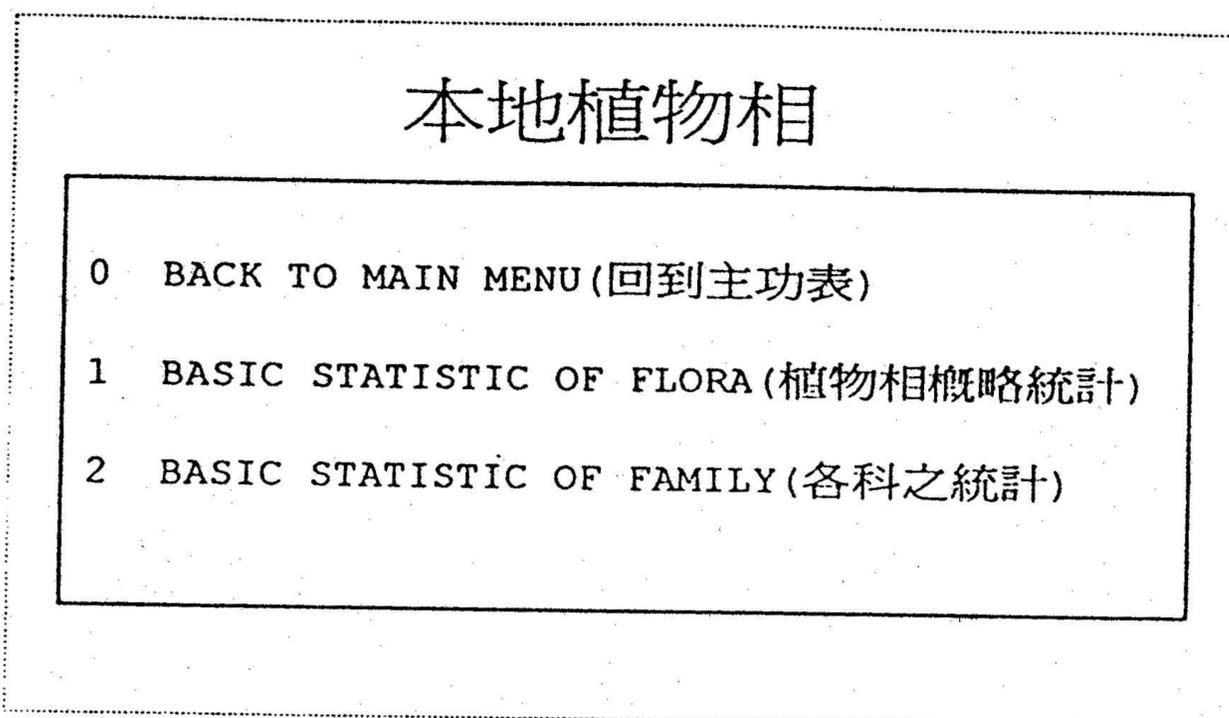
本模組「資料之輸出」功能主要係以 PBASE 之樣區樹種資料庫管理軟體為基礎，構建系統與該軟體之鏈結程式，達成資料間之傳輸。在本模組中，資料之輸出之內容包括物種名錄、及科種統計其操作畫面及功能如圖二十五～二十八所示。



圖二十五：Windows與DOS之間的轉換圖



圖二十六：植物名錄 (PBASE) 之建立選單畫面



圖二十七：PBASE之本地植物相選單畫面

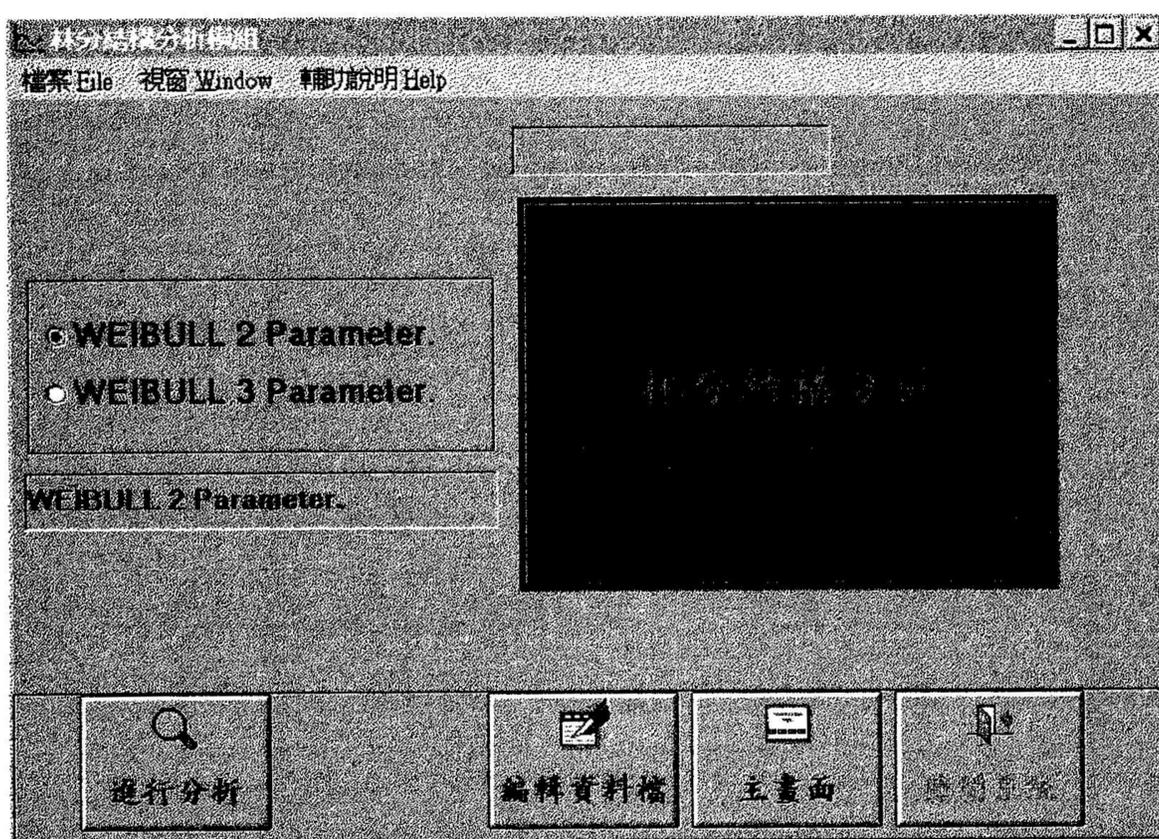
# 植物名錄服務

- 0 BACK TO MAIN MENU (回到主功表)
- 1 MANAGE CHECKLIST (植物名錄管理)
  - 1.ADD A CHECKLIST (加入新名錄到資料庫)
  - 2.EXTRACT A CHECKLIST (從資料庫取出名錄)
  - 3.REVISE A CHECKLIST (更改資料庫內容)
  - 4.SEARCH FOR PLANT (找尋資料庫的植物)
  - 5.SHOW A CHECKLIST (顯示某地植物名錄)
- 2 MAKE CHECKLIST (植物名錄製作)
- 3 PRINT ALL (列印所有名錄)
- 4 TRANSFER TXT TO COD (將文字檔轉成代碼檔)

圖二十八：PBASE之植物名錄服務畫面

## (2). 林分結構分析模組

發展本模組之主要目的是在於進行目標樣區之Weibull直徑分析，而分析結果將可詳解出Weibull直徑分布之B、C介量值。利用Weibull機率密度函數作直徑分析之主要原因是，其使用之範圍不但較廣且配合彈性大，係數與林分構成因子有顯著之相關性，可用來解釋林分之動態狀況，並可用來預測林分之各項生長。有關本模組之操作畫面與分析產生之Weibull B、C介量結果如圖二十九與表四所示：



圖二十九：林分結構分析系統操作畫面

本模組之主要操作方式以簡易與方便性為主，在操作之過程首先在最上列之選單上撰擇檔案來呼叫檔案，再選取 Weibull 二介量或三介量機率密度函數，是項工作完畢後便可以分析的工作；若系統檢查出資料格式不合時，則由該模組發出錯誤訊息，由使用者進行判定，若要觀看檔案的內容則由圖式功能鈕(觀看檔案)可以查看所開啓之檔案內容；若需更改資料則可由文字編輯器來進行資料之編輯。

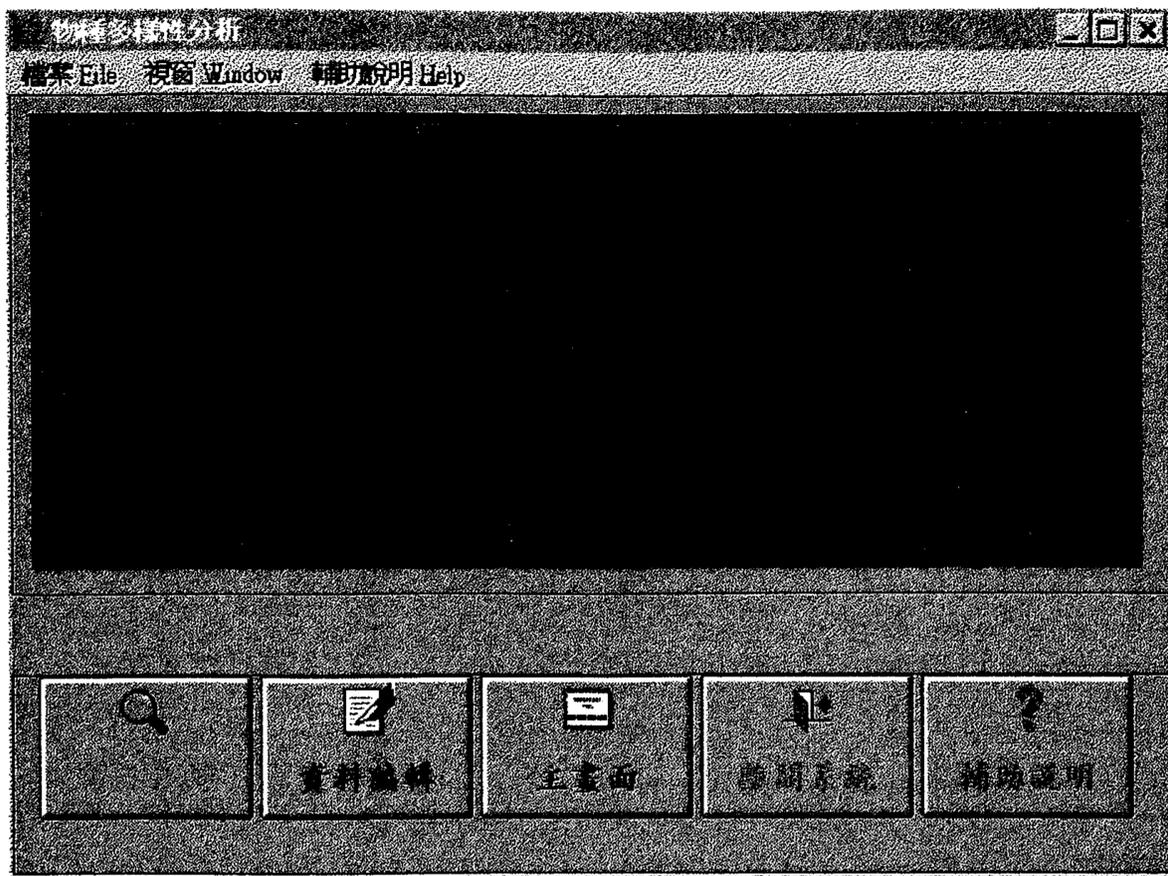
表四、Weibull B、C介量之分析結果

<hr/> NO.1 SAMPLE <hr/> THE INTIAL VALUE C=9.13749 THE ITERATED VALUE C=5.39293 THE ITERATED VALUE C=6.15435 THE ITERATED VALUE C=6.24514 THE ESTIMATED B=18.66600 <hr/>
<hr/> NO.2 SAMPLE <hr/> THE INTIAL VALUE C=5.63051 THE ITERATED VALUE C=4.81487 THE ITERATED VALUE C=4.89026 THE ESTIMATED B=21.97885 <hr/>
<hr/> NO.3 SAMPLE <hr/> THE INTIAL VALUE C=15.69302 THE ITERATED VALUE C=-8.41239 THE ITERATED VALUE C=-6.61027 THE ESTIMATED B=16.24238 <hr/>

上表所示為經由本模組分析後所產生之 Weibull B、C 介量值，分析後之結果可將 Weibull直徑分布所得之C值作不同類型之分類，依使用者之不同需求再利用WINDOWS下的EXCEL試算表軟體繪出各類型之直徑分布趨勢，以供使用者作其它相關分析之用。

### (3) .物種多樣性分析模組

歧異度指數係用來表示植群物種之複雜度，通常綜合物種豐富度 (Species richness) 與均勻度 (Evenness) 兩指數來表示。在物種多樣性分析模組中，本研究引用John A. L. and James F.R.所著之Statistical Ecology 一書中Hill (1973b)之歧異度分析程式，經本系統需求而修改成結構化之模式後供系統呼叫。茲將本模組之操作畫面與功能如圖三十。其分析結果之報表如表五。



圖三十：物種多樣分析之功能與畫面

表五：物種多樣性分析結果之報表

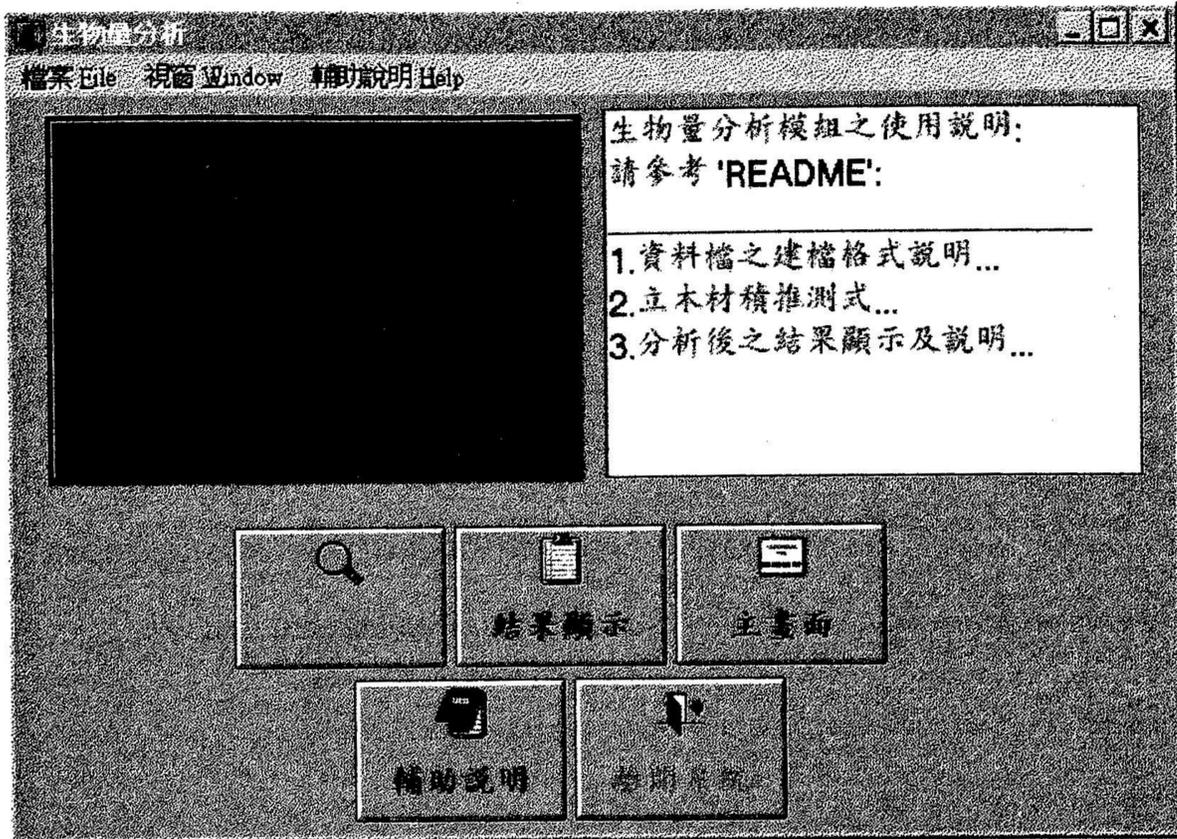
Indeices	
<u>RICHNESS.</u>	
NO=	17.0
R=	4.38
<u>DIVERSITY.</u>	
LAMBDA=	0.21
H' =	1.84
N1=	6.27
<u>EVENESS.</u>	
E=	0.65

※結果內容顯示：  
 NO：樣區內之種數目  
 R：物種豐富度  
 LAMBDA( $\lambda$ ):  
 Simpson's index.  
 H'：Shannon's index.  
 N1：物種實際豐富度數值  
 E：均勻度指數

本模組之操作方法與林分結構模組之方法一樣，載入檔案後即可進行分析之步驟，本模組一樣可以偵測檔案之結構是否為本模組所能接受之格式，若資料有誤則由本模組發出訊息給使用者，若無誤則可以產生如表三之數值結果；而「輔助說明」則可以提供使用者有關本模組之資訊。

#### (4). 生物量分析模組

生物量分析之主要目的在於計算目標樣區內之各項性態值包括：每公頃立木株數 (N/ha)、每公頃立木材積 ( $m^3$ /ha)、每公頃胸高斷面積 ( $m^2$ /ha)、及平均林分高 (m)。上述之資料可再與Weibull直徑分布之B、C值作相關比較，可以得到上述之性態因子中何者與林分之直徑分布有直接之相關性。關於生物量分析模組之操作畫面如圖三十一所示，在資料方面，因本模組所引用之資料格式為配合程式呼叫資料之方法，因此需依表六所列之格式來建立。資料分析後所得之結果報表如表七所示。



圖三十一：生物量分析模組之功能項目與操作畫面

表六：生物量分析系統所需之資料格式

數目 → 45	0.04	← 樣區面積 (ha)	
編號 → 1	4	11.0	9.7747
2	4	97.0	21
3	4	50.0	26.9763
....	....	....	....
....	....	....	....
30	3	12.0	10.3619
結尾 → 999	↑	↑	↑
	材積式	DBH	樹高
	編號	(cm)	(m)

表七：生物量分析結果之報表

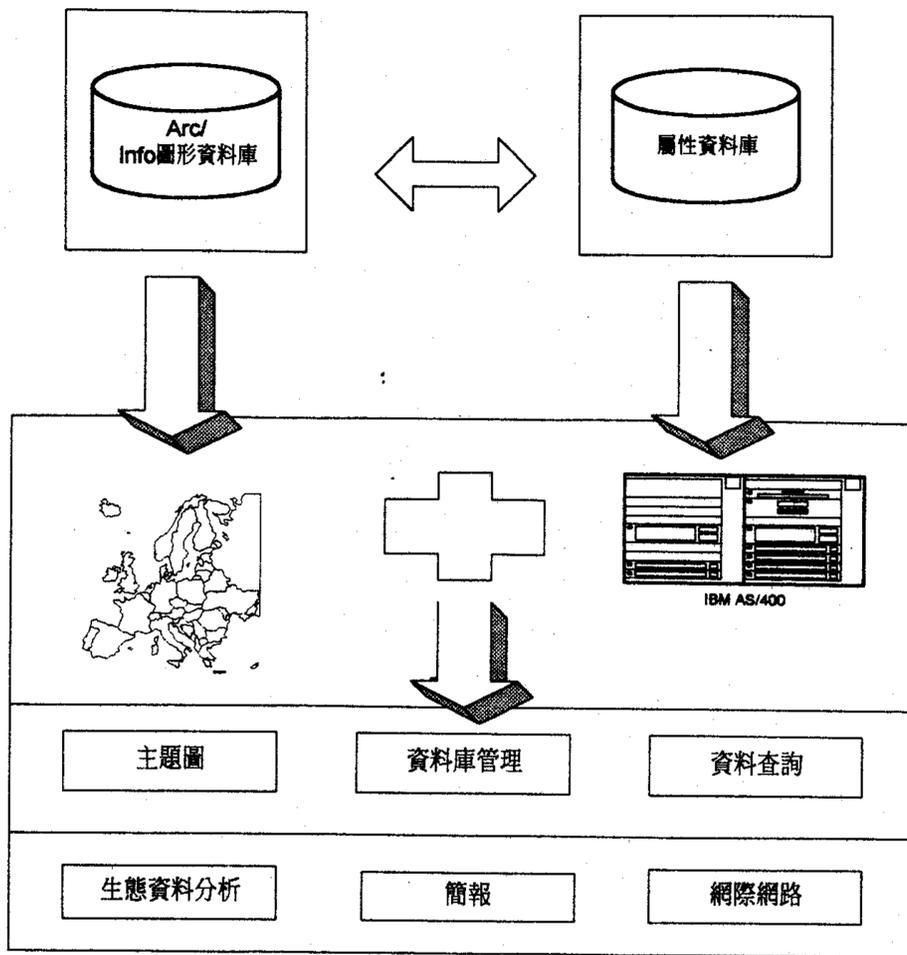
立木株數 (N/ha)	平均林分高 (m)	胸高斷面積 (m <sup>2</sup> )	每公頃材積 (m <sup>3</sup> /ha)	平均胸徑 (m/ha)
1125.0000	15.4526	93.7360	952.8688	25.9666
2825.0000	11.7324	93.7119	807.2678	16.2061
....	....	....	....	....
....	....	....	....	....
2100.0000	11.6301	77.8520	876.3994	15.7666

## (五)、生態資料庫管理系統之使用者圖形界面開發

自然保留(護)區生態資料庫建立後，如何有效應用該資料庫，進行生態系監測與管理及如何快速正確更新資料庫，為一重要工作。發展使用者圖形界面(Graphical User Interface, GUI)，讓資料庫使用者能直覺、即時與正確的使用資料庫，為一可行之方法。本研究以 ARCVIEW 為主體，應用 AVENUE 程式語言為界面開發工具，構建於視窗95工作環境下之應用系統。

### 1. 系統架構

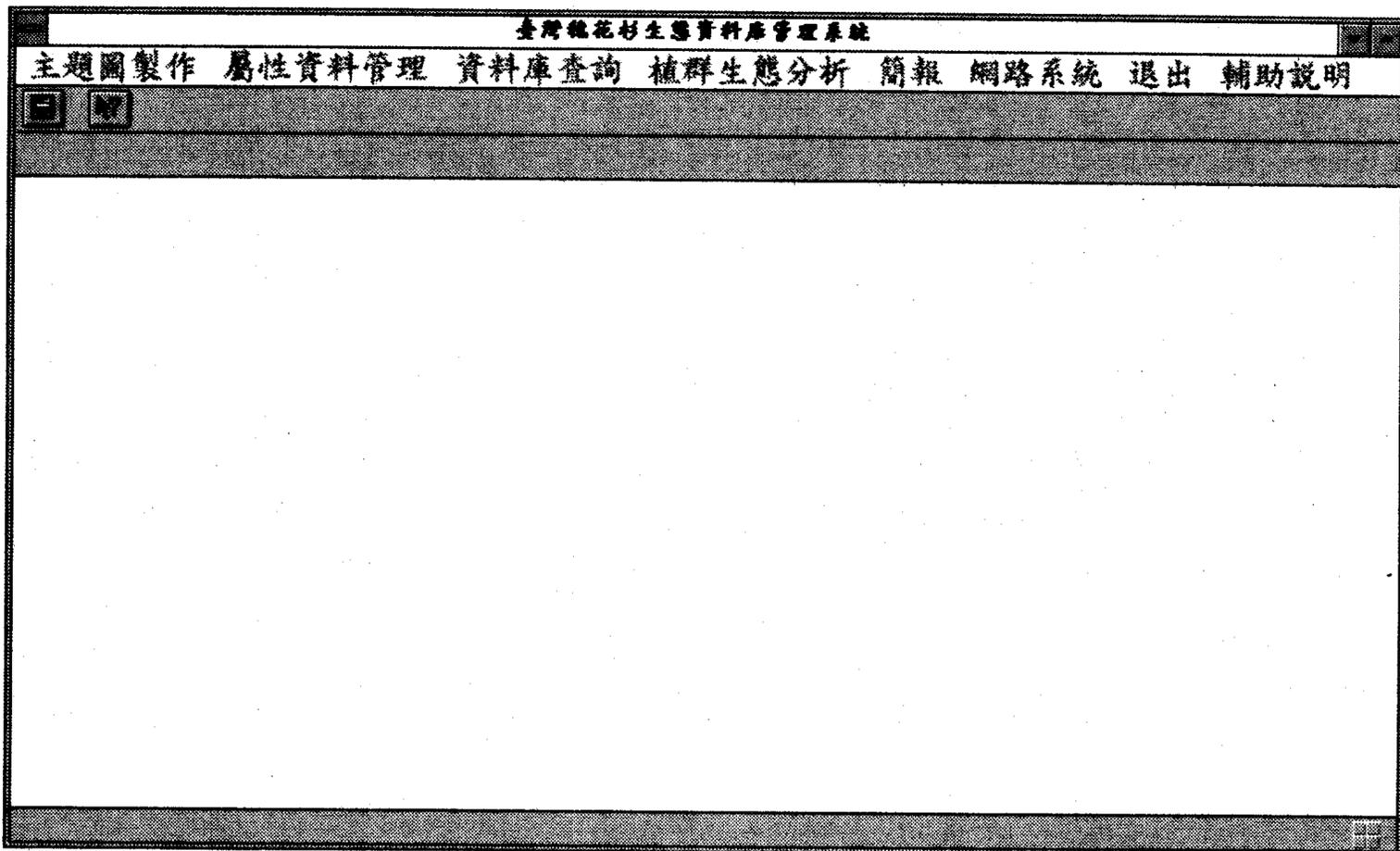
以 ARC/INFO 地理資訊系統所建立之圖層資料，因屬關連式資料庫，係一種以二維表列方式來表達資料，雖然具備嚴緊數學理論基礎與結構化之查詢語言，但其空間資料與屬性係分開儲存，進行空間查詢時，必需分別查詢空間資料與屬性資料，再將結果進行整合展示，影響執行效率；資料更新時容易造成資料整合上之問題(Bo, 1995)，近年來所發展的物件導向資料模式，將可輕易的將空間資料與屬性資料進行整合，以物件啟動事件，其對於使用者圖形界面之開發，將可達成同做(Concurrency)、安全(Security)與回復(Recovery)之功能(鄒、周, 1995)。ARCVIEW 地理展示系統所提供之 AVENUE 程式語言，將可構建物件導向之應用系統，且可藉由動態資料交換(Dynamic data Exchange, DDE)啟動其它視窗軟體如 VISUAL BASIC 所開發之應用系統，因此大大提高系統功能。因生態資料庫所涉及之資料型態較為複雜，在研發其應用系統時，導入其他應用軟體有其必要。本研究基於以上理念，在使用者圖形界面之開發方面，係以 ARC/INFO 圖層為主體，利用 ARCVIEW 之 AVENUE 及 VISUAL BASIC 程式語言，進行應用系統之構建。其系統名稱定為台灣穗花杉生態資料庫管理系統，其系統架構可示如圖三十二。



圖三十二：台灣穗花杉生態資料庫管理系統架構

## 2. 模組設計與功能

以 AVENUE 及 VISUAL BASIC 程式語言，設計生態資料庫管理系統之功能模組，其主功能表如圖三十三所示。



圖三十三：台灣穗花杉生態資料庫管理系統主功能表

各功能模組之設計目的分述如下：

### (1).主題圖製作

使用者可按保留(護)區設定圖面展示之空間範圍，並可由圖層選擇視窗，進行圖層套疊。本模組提供一般主題圖製作時所需之編輯功能，包括圖例、標題、比例尺、指北、版面格式、紙張大小設定、字體字型、預視及出圖等功能。藉由本模組，使用者可快速產生所需之主題圖。

### (2).資料庫管理

本模組將提供調查資料之建檔與更新，包括永久樣區、台灣穗花杉立木、研究文獻、植物名錄及動物名錄。模組將提供欄位及記錄編輯之功能，使用者藉由本模組可進行資料更新，且所更新記錄與欄位皆能自動與圖面資料完成鏈結。

### (3).資料查詢

因本系統採用物件關連資料庫模式，可進行圖文相互查詢，查詢內容包括依欄位設定條件查詢圖面位置，亦可藉由圖形物件進行串連資料之查詢，而查詢資料型式可包括文字、數字及影像。本模組提供查詢之資料庫包括：物理生態環境、永久樣區及台灣穗花杉立木資料、植物、動物名錄及參考文獻等資料之查詢。

### (4).生態資料分析

本模組包括兩種功能，其一為生態植群介量之推估，因該功能所涉及之程式設計較為複雜，故採用 VISUAL BASIC 進行模組開發，藉由動態資料交換檔進行模組包裝與整合，生態植群介量之推估內容包括：林分結構、歧異度、豐富度及生物量推估等功能。另一功能為一般之統計分析與統計圖製作，系統內之所有資料庫，皆可進行某一欄位與記錄間之統計與製圖。

### (5).網際網路系統

為達成資料傳輸及遠端資料查詢與輸入，本計畫進行 WWW 首頁(HOME PAGE)設計，開發網際網路傳輸系統，其主要內容如圖三十四所示，包括保護(留)區介紹、資料查詢、資料收集及提供其他與保護區相關資訊站之串聯等。



圖三十四：台灣保護區(留)區網際網路站之 WWW 首頁設計

#### (6).簡報

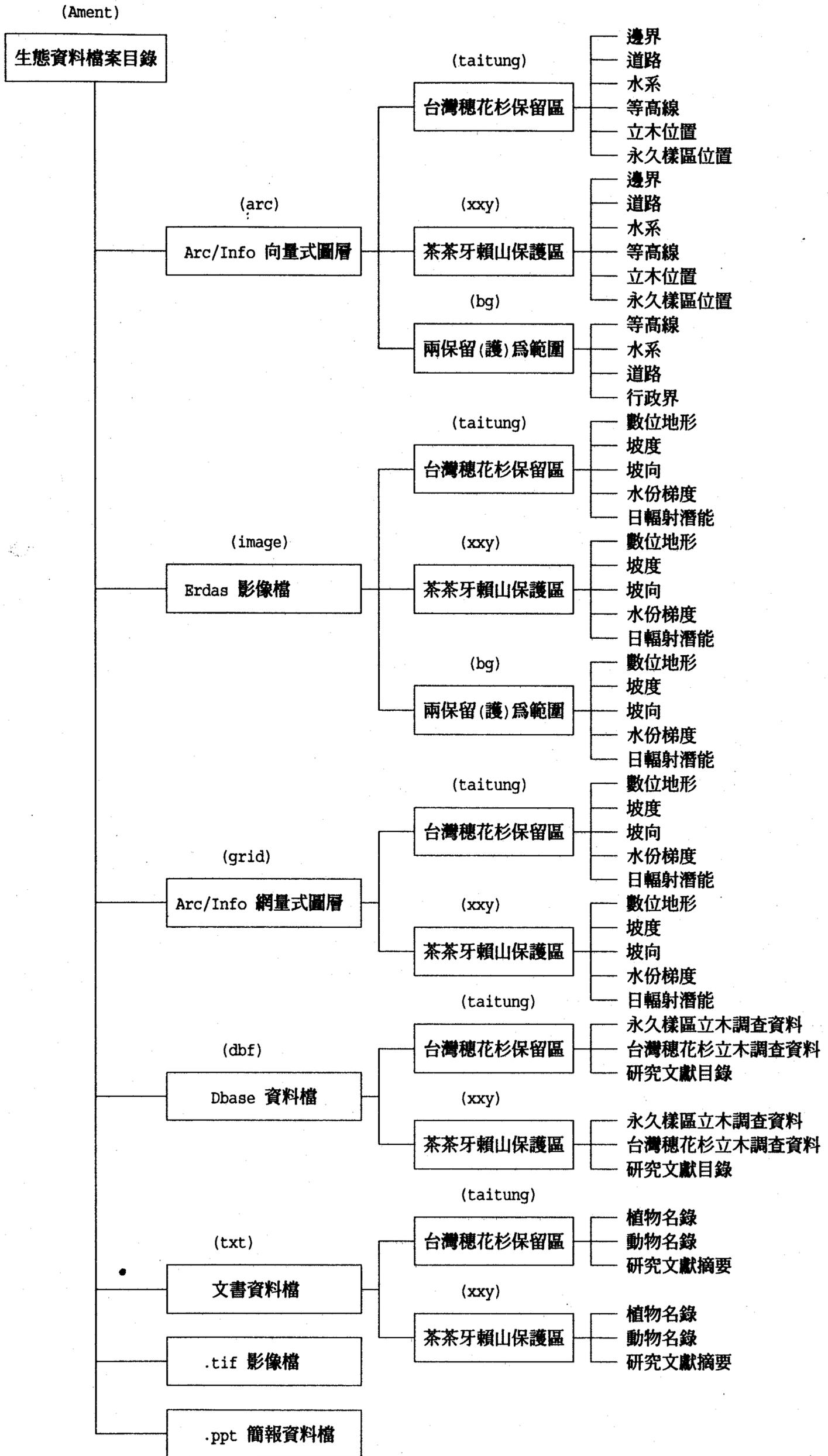
本模組提供啓動 POWER POINT 簡報系統之物件，不但可瀏覽預先製作完成之簡報資料，使用者亦可自行在其操作環境下進行簡報資料之製作。

#### (7).輔助說明

提供本系統與 ARCVIEW 系統之使用說明。

### 3.圖層資料路徑規劃

爲提高檔案管理效率，先依據生態資料庫之資料型態進行歸類，再依地點細分其檔案。資料型態包括：ARC/INFO 向量式圖檔、ARC/INFO 向量式圖檔、ERDAS (.lan 及 .gis)影像檔、文書(.txt)檔、DBASE (.dbf) 資料檔、影像(.tif)檔、POWER POINT (.ppt)簡報檔。圖檔資料依圖三十五之路徑進行放置。



圖三十五：台灣穗花杉生態資料庫檔案目錄

## 五、結論

本研究以 ARC/INFO 地理資訊系統為工具，利用現有圖籍及地面樣區調查資料，建立大武台灣穗花杉自然保留區及茶茶牙賴山自然保護區之生態資料庫，其資料庫之主要內容包括：物理環境因子、生物因子。其中物理環境因子之推導係以 1/10000 之像片基本圖為材料，以自行開發之數位地形處理程式，產生 10×10 公尺網格高程資料，並以數位高程資料推導地形因子資料如坡度、坡向；物理環境因子資料如水份梯度、日輻射潛能等。生物因子資料，包括台灣穗花杉個體性態資料及其生育環境所設立之永久樣區每木調查資料。

為達成台灣穗花杉立木生長監測之目的，進行立木位置測量及立木定期調查有其需要，為提供每株立木之生育環境資料，利用物理環境因子之網格資料與立木位置資料，以地理資訊系統之套疊功能，可產生台灣穗花杉立木生育環境資料，此資料在未來對於立木生長監測，將可提供族群消長模擬之預測變數。

台灣穗花杉係與其他闊葉樹林混生，因此為瞭解該樹種在植物族群內之地位及在時間上之變化，設立永久樣區進行定期資料收集，由植群生態介量如林分結構、歧異度、豐富度及地被植群之種類、覆蓋度、生物量等變數為指數，探討生物變數相互間之關係與變化，將是執行台灣穗花杉植群生態監測之可行方法。本研究以 VISUAL BASIC 程式語言所發展之生態資料分析系統，將能以自動化方式進行永久樣區之林分生態介量分析，其對於資料處理，將提供一簡單的建檔、更新、分析及輸出介面。

生態監測是一過程而非結果，因此長期性資料收集有其必要，因此有效的資料庫管理，將是進行生態監測之重要工作，本研究以 ARCVIEW 為系統軟體，利用 AVENUE 語言開發使用者圖形介面，整合各種資料與各種軟體，建立台灣穗花杉生態資料庫管理系統，該系統之主要模組包括主題圖製作、資料管理、資料查詢、生態資料分析、簡報系統與線上說明。藉由圖形介面，使用者利用選單式完成資料建檔、更新、分析及展示，對於台灣穗花杉生態監測與管理可正確、迅速的提供生態資料。

## 六、參考文獻

- 1.行政院農業委員會 1988 現階段自然文化景觀及野生動植物保育綱領 行政院農業委員會 31頁。
- 2.林則桐、邱文良 1989 公告自然保護區之植被調查(II) 農委會78年生態研究報告第021號：1-15。
- 3.林務局 1990 第三次全省森林資源及土地利用調查工作手冊 林務局74頁。
- 4.林務局 1984 林務局自然保育務概況 台灣省林務局 30頁。
- 5.柳檣、楊遠波、呂勝由、林則桐、邱文良，1987，台灣稀有植物群落生態調查(II)，農委會76年生態研究，第13號：1-83。
- 6.農委會，1989，大武事業區台灣穗花杉自然保護區經營管理計畫，行政院農業委員會研究報告，11頁。
- 7.葉慶龍、陳朝圳、鍾玉龍、范貴珠 1990 地理資訊系統應用於台灣穗花杉族群變化之研究 台灣省林務局保育研究系列81-4號 49頁。
- 8.楊勝任 1993 茶茶牙賴山台灣穗花杉保護區植群生態之調查研究 台灣省林務局保育研究系列82-9號 47頁。
- 9.謝長富 1987 拉拉山自然保護區生態資料系統之設置 植物資源與自然景觀保育研討會論文集 第77-84頁。
- 10.賴明洲 1987 稀有及危機植物之保育評估 台灣林業13(12)：21- 31。
- 11.蘇中原 1992 茶茶牙賴山台灣穗花杉保護區 台灣林業18(9):20-21。
- 12.鄒明城、周幼寧 1995 以物件導向資料庫建立物件導向地理資訊系統之研究 中華地理資訊學會第一屆學術研討會論文集 31-37。
- 13.-Bo Huang, 1995 Exploration of Interrelationship between Data Model and System Architecture of Geographical Information System. Geoinformatics'95 Hong Kong, 305-309.
- 14.Covington W. W., Wood D. B., Young D. L., Dykstra D.P. and L. D. Garrett ,1990,A Decision Support System for Multiresource,Journal of Forestry,86(8):2 5-33.

15. Dangermond J., B. Derrenbacher and E. Harnder, 1982, Description of Techniques for Automation of Regional Natural Resource Inventories, Environmental Systems Research Institute, Inc. Redlands, California Ecology, 12pp.
16. Day F. P. and C. D. Monkx, 1974, Vegetation Patterns on a Southern Appalachian Watershed, Ecology, 55:1064-1074.
17. Duane F. M., 1984, Geographic Information Systems : An Overview Pecera 9 Proceeding Spatial Information Technologies for Remote Sensing Today and Tomorrow, October 2-4, Sioux Falls, Sd. p.18-24
18. Joseph K. B. and John K. S., 1981, A Spatial Analysis of Timber Supply, Proceedings of the In-place Resource Inventories: Principles and Practices, University of Maine, August 9-14, 1981 p828-833.
19. Kellman M. C., 1980, Plant Geography, Methuen and Co. Ltd. London, 181pp.
20. Loucks O. L., 1962, Ordinating Forest Communities by Means of Environmental Scalars and Phytosociological Indices Ecol. Monogr., 32:137-166.
21. Stephen J. W., 1985, Geographic Information Systems for Natural Resource Management, Journal of Soil and Water Conservation, 40(2):202-205.

## 七、附錄

附表一：大武山臺灣穗花杉自然保留區永久樣區資料

樣區編號	海拔高	坡度級	坡向級	B 值	C 值	豐富度	歧異度	均勻度
1	1250	1	2	13.611	0.303	12.076	4.665	0.555
2	1200	2	2	9.501	0.234	13.094	3.751	0.434
3	1180	2	3	5.411	0.273	22.214	7.423	0.707
4	1170	3	3	12.674	0.168	6.468	4.607	0.528
5	1220	1	3	11.173	0.303	9.864	4.687	0.670
6	1350	2	2	12.493	0.282	9.021	3.640	0.519
7	1350	2	1	9.497	0.300	14.173	14.828	0.848
8	1300	2	1	7.283	0.618	17.535	3.350	0.525
9	1150	2	7	18.377	0.423	5.108	2.346	0.438
10	1150	3	3	5.865	0.263	13.328	3.223	0.562
11	1180	2	1	13.628	0.239	6.529	2.767	0.442
12	1130	2	1	8.250	0.233	12.266	3.739	0.465
13	1170	2	2	13.072	0.748	9.927	2.309	0.381
14	1100	2	2	11.156	0.281	8.915	4.872	0.687
15	1170	2	3	9.366	0.325	18.610	7.682	0.772

附表二：茶茶牙賴山自然保護區永久樣區資料

樣區編號	海拔高	坡度級	坡向級	B 值	C 值	豐富度	歧異度	均勻度
1	1150	3	6	21.497	0.428	5.421	5.195	0.570
2	1150	1	6	19.285	0.623	1.448	2.199	0.439
3	1150	3	5	15.418	0.451	5.805	5.903	0.574
4	1100	2	8	12.703	0.490	4.416	4.931	0.532
5	1200	2	7	13.570	0.646	8.508	5.557	0.582
6	1230	2	5	16.315	0.427	7.435	3.522	0.490
7	1320	2	6	11.363	0.766	7.190	5.687	0.626
8	1150	2	7	10.452	0.783	7.147	7.625	0.847
9	1150	3	6	11.335	0.582	4.477	5.769	0.730
10	1140	3	6	19.125	0.436	9.192	8.450	0.663

備註：

坡向分級	坡向	坡度分級	坡度
1	東	1	0 - 10%
2	東北	2	10 - 40%
3	北	3	40 - 70%
4	西北	4	70 - 100%
5	西	5	100-140%
6	西南	6	140% -
7	南		
8	東南		
9	水平		