

天然林樹種組成與林分結構分析技術改進之研究

馮豐隆⁽¹⁾ 林子玉⁽²⁾

[摘要]

本研究由第三次森林資源調查、其他森林經營資源調查及森林生態調查資料來探討台灣主要的天然林林型樹種組成之理想分析方法。林分結構則採用 Weibull 機率密度函數，來描述各樹種、林型之林分結構。同時以 Weibull 機率密度函數的三個母數來說明直徑分布的狀況。由單株材積累計與直徑分布法求算單位面積之林分蓄積量，檢視各主要天然林林型之樹種組成隨地理位置因子變化的趨勢，並由坡度、坡向、海拔高等地理因子建立天然林單位面積之林分結構及蓄積推估模式。再配合該地區地理資訊系統中之土地利用型圖（林型圖）算出各天然林林型面積，以比例推估方法求算各事業區、各林型之林分蓄積量，另外由數值地形模型分析出各地理單元（40m×40m）之坡度、坡向、海拔高，再以空間模擬模式之迴歸推估各單元之林木蓄積量，並將其結果展示於地理資訊系統，並透過地理資訊系統疊圖方法求得各欲探討範圍之林分蓄積。以完成第三次森林資源調查目的之一的：蒐集全島森林資源面積及蓄積等林況調查工作之推估與資訊之提供。有關資料調查與處理過程時所產生之誤差，報告中亦予討論之。

[關鍵詞]樹種組成、林分結構、韋伯機率密度函數、地理資訊系統。

Studies on the Improving Analytic Technique of Species Composition and Stand Structure of Natural Forest

Fong-Long Feng⁽¹⁾ Tzu-Yuh Lin⁽²⁾

[Abstract]

In the study, data of 3rd Taiwan Forest Inventory, other forest resource management surveys and ecological survey are used to study the standard of classifying forest types and forest communities Taiwan. From 96 published papers of growth and yield, we reviewed the analytical techniques of stand composition and stand structure of forest. In the analysis of stand composition, we try to get the information of the relationship between growth stocking and geofactors. Aspect, elevation are used to be variables of stand structure and growth stocking estimating function. Weibull pdf is used to describe the dbh distribution for stand structure. The para of Weibull pdf are used to explain the location, scale and shape of dbh distribution. Two methods are used to get the growing stock hectare, is to sum all the individual volume in the plot, the other is diameter distribution method (DDM). The

⁽¹⁾ 國立中興大學森林學系副教授 Associate professor, Department of Forestry, NCHU.

⁽²⁾ 國立中興大學森林學系教授 Professor, Department of Forestry, NCHU.

growing stock per hectare is recommended to integrate the geographic factors in developing spatial stand structure models and growth stock estimating models. Forest type map in GIS, we can get the information of area of any natural forest type. Ratio estimation was used to calculate the growth stocking of any natural forest types. Digital terrestrial model (DTM) GIS are used to get characteristics of any geographic units (40m×40m) of interested area. Regression estimation was used to get growing stock of interested natural forest types in the case. The geogra information system (GIS) are used to store, analyze and display the stand structure and growing stock of any forest types in the interested area. There are some errors encountered in forest and analysis are discussed in the paper, too.

[Keyword]Species Composition, Stand Structure, Weibull pdf, GIS.

一、前言

森林資源調查，大體可區分兩大部分，一為野外調查之取樣設計，二為調查資料的處理分析、決策、資訊的提供。台灣從 1989 年開始進行第三次台灣土地及森林資源調查，由林務局企劃組調查課策劃執行野外調查工作，歷經四年完成野外調查工作，目前正由企劃組資訊處理課大力進行圖籍數化、屬性建檔的工作，然為使此資料能發揮其提供瞭解目前台灣土地利用情形及林木資源蓄積資訊以為政策擬定、經營決策之依據。如何由野外取樣調查的資料，成為決策依據的資訊，則必需靠資料處理分析，由樣區樣木分布資料，建立族群性態值之推估模式，以為掌握各林業區劃之林地、面積、林木蓄積的資訊。其實，完成蒐集全島森林資源面積及蓄積林況調查工作之推估與資訊之提供，尤其在森林多目標、生態經營及自然生態保育下成為大眾關注的焦點。如何利用工具在森林知識、原理下，整合利用龐大資料量的屬性檔與圖籍檔進行分析其方法步驟就成影響調查成果展現的重要目的。

將台灣地區的天然林依樹種組成利用分成冷杉、鐵杉、雲杉、紅檜、扁柏、帝杉、松類、針葉樹混淆林、闊葉樹混淆林、針闊混淆林、竹闊混淆林林型等十一種主要林型，各主要林型的樣區林分蓄積與地理立地因子—海拔高、坡度、坡向方位角等資料整理出樹種組成、林分結構與林分蓄積等林分性態值隨地理立地因子變化之趨勢，並建立蓄積推估模式結合應用地理資訊系統，以利森林資源調查資料的儲存、分析、展示更而有效的提供森林資源經營規劃上之使用、執行。林分蓄積量的推估有以面積為擴展係數比例推估或由迴歸推算方法，推算某些條件下之蓄積量，再疊合這些單元蓄積量構成所欲探討範圍之林分蓄積量。並對取樣調查與資料處理可能造成的誤差予以指出。針對不同的模式與處理方式加以比較分析。

地理資訊系統(Geographic Information System, GIS)為一種結合遙測、電腦繪圖、資料庫管理技術及地理空間資料分析的科技產品，它能整合不同來源、形式、格式與比例尺之圖形資料，再經由套疊、擷取等方法，反覆處理，除可深入處理點、線及多邊形的資料，復能將屬性檔與圖

籍檔整合查詢、處理且可以將分析後之資料予以還原展示，其較之傳統製圖系統或資料管理方式，真是不可同日而語。GIS 具有(1)整合、儲存與查詢屬性與圖籍等資料(2)資料重疊(3)整合模擬模式而具模擬分析的能力(4)成果展示等特性(Jeffrey & John, 1990)，是提供資源經營管理決策資訊上相當有效的工具。而森林資源野外調查之資料收集與模式建立分析，其結果又是提供地理資訊系統資料的主要來源，所以地理資訊系統與森林資源調查有相當密切的關係。林地資源調查所得林地資訊經由數化處理後形成各類數值主題圖，如事業區林班圖、集水區分布圖、樣區位置圖、林道位置圖與伐木位置圖等；而地形資料經處理及分析後形成各類數值圖籍，如等高線圖、坡度分級圖、以及坡向圖等；而林木資料亦經處理成各類統計圖表及文書資訊，透過地理參考座標整合向量式繪圖系統及關聯式資料庫系統，且在地理資訊系統中提供有效儲存及提供查詢大量地理圖形、影像與文字數字之資料。另外，由於地理資訊系統具有空間分析、套疊及動態實體模擬的能力。而此資料庫之資料能因應不同經營決策所需之主題圖圖籍與屬性表，將森林資源調查資料處理融入地理資訊系統之架構中。邇來更因政府大力推動國土資訊系統而日趨廣泛，方興未艾，在林業經營上之應用亦漸受重視，目前林務局第三次森林資源調查的目的之一即在建立全省森林地理資訊系統，預料完成後將為未來林業經營之利器。本研究擬由第三次資源調查地面樣區調查的林木資料與林分、地資料建立單位面積蓄積量推估模式，並結合地理資訊系統，以完成事業區之各林型蓄積推估工作。

二、材料與方法

(一)材料

1、屬性資料

(1)第三次森林資源調查東勢林管處、南投林管處、嘉義林管處所轄大埔、玉井、阿里山、玉山、濁水溪、大安溪、大甲溪、丹大、巒大等 9 個事業區 413 個地面樣區調查資料。

(2)柳楮 (1961) 各主要林型森林生態調查資料。

表 1 本研究使用材料地面樣區調查表內容比較一覽表

調查項目	第三次資源調查 地面樣區調查記錄表	森林生態調查
基本圖圖號	✓	
樣點序號	✓	
日期	✓	✓
橫座標	✓	
縱座標	✓	
樣區面積	✓	✓
海拔高	✓	✓
坡度	✓	✓

坡向	✓	✓
土地利用型	✓	✓
樣木號碼	✓	
樹種	✓	
胸高直徑	✓	
樹高	✓	
枝下高	✓	
樹冠級	✓	
備註	✓	✓

2、圖籍資料

表 2 各事業區主題圖(Thematic)資料之建檔項目、內容及處理方式

建 檔 項 目	內 容	處 理 方 式
像片基本圖	像片基本圖鑲嵌圖	林務局自行數化
土地 利 用	土地利用現況分類	調查隊判釋成圖後數化
林 型	各林型分類現況	調查隊判釋成圖後數化
林 班 區 劃	區界、林班界	林務局檢訂調查自行數化
集 水 區	集水區區界	林務局檢訂調查自行數化
數 位 模 型	M * 40M 一	由農航所製作
等 高 線	每隔公尺一條	由資料轉換處理
坡 度	共分 6 級	由資料轉換處理
坡 向	共分 8 級	由資料轉換處理
水 系	河川	林務局委託數化
交 通	道路系統	林務局委託數化
土 壤	共分 5 類	林務局委託製作數化
樣 區 圖	植物族群調查樣區位置圖	林務局自行數化

(二)方法

- 1、資料處理—將文字檔轉入 DBASE III 和 LOTUS 以方便整理。將圖檔建入地理資訊系統中處理、展示。
- 2、資料分析—將地面樣區調查之單株林木資料進行林分結構與林分蓄積分析、並將結果累彙送至林分資料檔。

(1)樹種組成

各樣區由航空照片判釋及地面植生踏勘所判別繪製之林型為植群分類並進行各樣區內樣木的樹種種類分析以得樹種組成依性質將樣區歸屬為主要樹種林型。

整理主要土地利用型內所含主要樹種林型樣區之百分比天然林之森林植群之組成、林分結構、林分蓄積是受生育環境影響。樹種組成—用相對頻度、相對密度、相對優勢度之和表示

之重要值。重要值指數(Importance Value Index, IVI), 簡述如下:

- A. IVI 為 Wisconsin 學派, 為了改善指數 (Density-Frequency-Dominance Index) 所建立之指數 DFD 以密度、頻度、優勢度 (或覆蓋度) 絕對值, 指數大小沒有一定範圍, 且三介量單位不一, IVI 則無此慮。
- B. IVI 為相對密度、相對頻度、相對優勢度之總和, 每個介量最大值為 100, 植物重要值之總合恆為 300, 若一植物社會值由一植物組成, 則其重要值為 300。
- C. 重要值可顯示某植物於該林型或林分中相對重要性, 且兼顧密度、頻度及優勢度之綜合特性(劉、蘇 1989)。

$$\text{相對頻度}\% = \frac{\text{某植物之頻度} \times 100}{\text{林分中所有植物頻度之總和}} \dots\dots\dots(1)$$

$$\text{相對密度(relative density)\%} = \frac{\text{某一植物之株數}}{\text{所有樣區內全部植物之株數}} \times 100 \dots\dots\dots(2)$$

$$\text{相對優勢度(relative dominance)\%} = \frac{\text{某一植物之優勢度(或覆蓋度)} \times 100}{\text{所有樹種優勢度之總和(或覆蓋度)}} \dots\dots\dots(3)$$

$$\text{重要值指數(IVI)} = \text{相對頻度} + \text{相對密度} + \text{相對優勢度} \dots\dots\dots(4)$$

(2) 林分結構

林分結構是指林地、樹種、林木各種性態值大小分布, 為樹種生長習性, 環境條件和經營實施的綜合結果(Husch, Miller and Beer 1972)。天然林的林分結構可由林木的性態值如胸高直徑、斷面積、樹高、材積大小的分布加以說明。所以直徑分布是林分結構中的一種表示方法, 乃因胸高直徑資料最易獲得, 故常被使用, 而直徑分布以機率密度函數(如(5)式)描述得最理想(馮 1988)。

- A. 各樣區內樣木的林分結構以 Weibull 機率密度函數 $f(x, \theta)$ 來配合直徑分布, 求算出 Weibull 的三個母數 a、b、c 之最佳推估值(a、b、c)。

$$f(x, \theta) = (c/b)[(x-a)/b]^{c-1} \exp[-(x-a)/b]^c \dots\dots\dots(5)$$

式中的 $a \geq 0, b > 0, c > 0$

x 為胸高直徑

exp 為指數

(3)建立分析推估材積之模式系統推估林分蓄積

林分蓄積可由林分內單株林木材積累積，或直徑分布法 (Diameter Distribution Method) 由各直徑級之材積累計，或全林分生長模式 (whole stand method) 由全林分材積與樹種、林齡、地位、密度、處理間的迴歸式推估而得。由於天然林林木種類複雜，林齡不易獲得，所以不加以考慮。環境因子對植生組成、結構、蓄積之影響，有層次且次序相關性存在，以地形位置 (topographic position) 及方位 (aspect) 為最上層因子，可解釋大部分植生之地域變異，稱為環境層級觀念(Kellman, 1980)。所以以坡度、坡向、海拔高等地理因子代表地位。密度則以單位面積之林木株樹表之。

A.整理各重要樹種之單株林木材積式，樹高曲線式。

B.利用單株林木材積式推估累計樣區內之林木材積(SUV)。

以樣區面積除之，以獲得單位面積之林木蓄積(SUV/ha)

$$SUV/ha = \sum Vi/ha \quad Vi=f(D,H).....(6)$$

式中的 Vi：株林木材積

D：胸高直徑

H：樹高

C.利用直徑分布法求算樣區之林木材積(DDM)。

以樣區面積除之，以獲得單位面積之林木蓄積(DDV/ha)

$$DDM/ha = Nt \int (x)f(x, \theta).....(7)$$

式中的 Nt 為樣區內林木株數換算之單位面積之林木株數

g(x)為胸高直徑的函數式如 $H=f(D)Vi=f(D,H)$

f(x, θ)：的母數 θ—a,b,c

D.將樣區內樣木所求算之 a, b, c, Nt/ha, SUV/ha, DDV/ha 轉入樣區林分檔中。

E.繪製林分結構母數(a, b, c)與材積母數(SUV/ha, DDV/ha)與坡度(slope)、坡向(aspect)、海拔高(AH)、林齡(age)之關係圖由此判斷林分結構、材積與環境、林齡之間的關係為直線或指數、倒數。

F.建立各土地利用型與林型、林分結構、材積與地理因子，建立樹種空間性材積推估模式。

建立林分結構、林分蓄積分析模式系統架構。

各林型 $SUV/ha=f(\text{坡度、坡向、海拔高})$

各林型 $DDV/ha=f(\text{坡度、坡向、海拔高})$

各林型 $\theta =f(\text{坡度、坡向、海拔高})$

G.將土地利用型歸併為 20 種天然林林型及包含人工林、建地等其它土地利用型。依第三次

資源調查所繪製之林型圖算出各種天然林涵蓋的面積以及顯示其所在位置範圍之天然林林型圖。

H.利用(c)(d)所算出之單位面積之林木蓄積(SUV/ha)與(DDV/ha)，配合(G)算出之各種天然林涵蓋的面積，可以以比率推算(ratio estimation)出各種天然林型之林木蓄積，。

I.以農林航空測量所所製做之數值地形模型(DTM)，疊合以上繪置製之各種天然林林型圖求出各種天然林涵蓋的 40m×40m 地理單元的平均坡度、坡向、海拔高。

J.以(E)所建之材積迴歸推估模式，來推算(regression estimation)各種天然林型涵蓋地理單元之材積並加以累計。可以得出各種天然林型之林木蓄積 SUVreg，DDVreg。

K.以(H)所建之母數(θ)迴歸推估模式，來推算各地理單元的母數(parameter estimation)，再藉(d)的直徑分布法，亦可推算天然林型涵蓋地理單元之材積並加以累計。可以得出各種天然林型之林木蓄積 DDV par。

L.由以上(H)(J)(K)可以算出 SSVre，DDVre，SUVreg，DDVreg，DDVpar 五種結果。

M.評估選擇最合理之材積推估值。

N.利用地理資訊系統圖籍資料與屬性資料關聯功能，繪製材積級圖。

O.與林班圖、事業區圖、集水區圖等林業、行政區劃主題圖疊合，即可獲各林業、行政區劃土地利用型的各種樹種林型之林分結構及材積分布圖與數量圖。

其資料處理流程可由圖 1 看出。

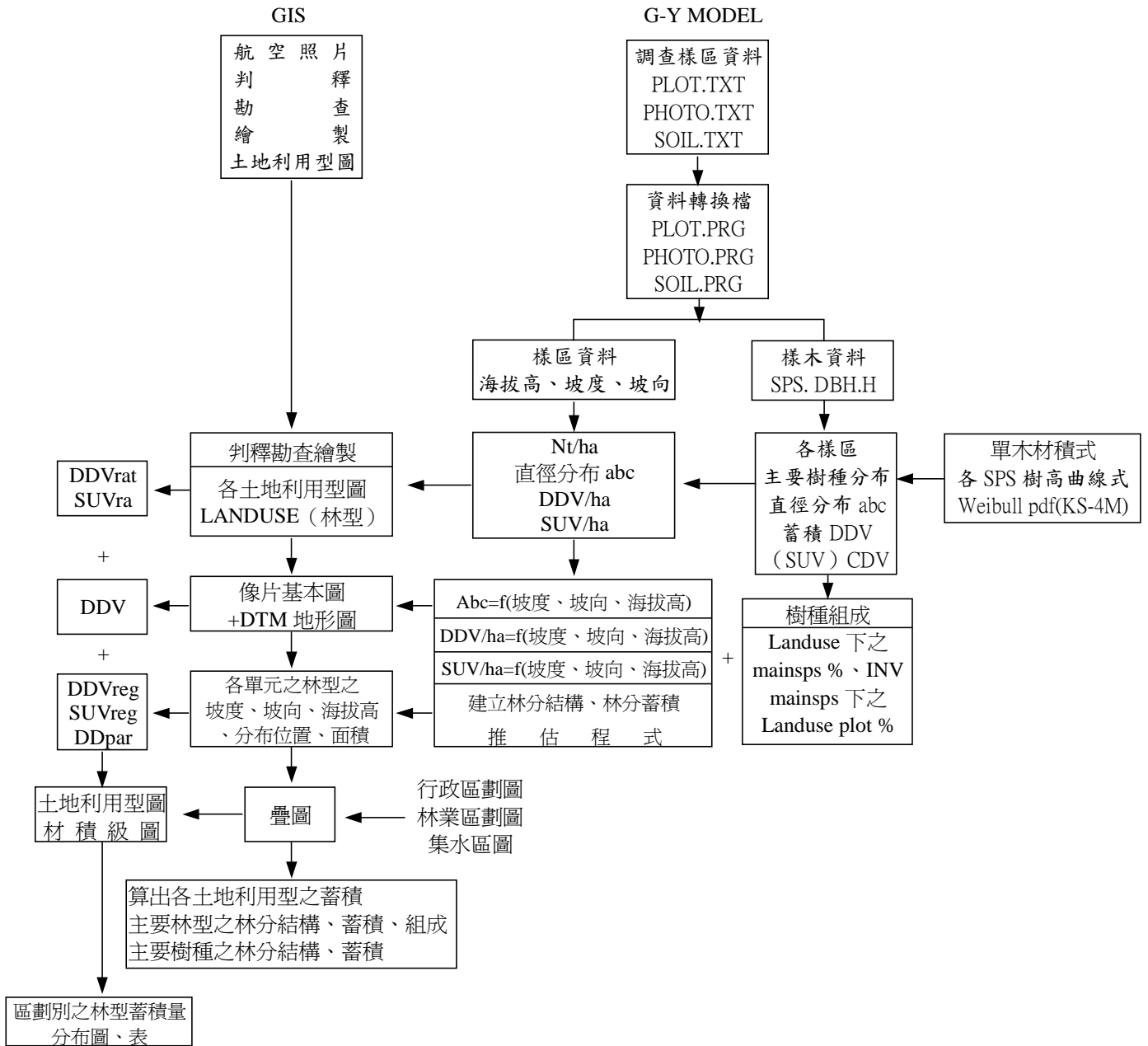


圖 1 台灣第三次森林資源調查蓄積量資料處理流程

綜合其結果可得：

(1) 林分樹種組成分析

- A. 分析調查區主要樹種、直徑級株數及於樣區中之出現率，以決定林型、樹種別。
- B. 整理各方位、海拔、經緯度下之林型、樹種別。

(2) 林分結構分析

- A. 求算各地面樣區、航照片樣區及各樹種別、林型別之胸高直徑分布與平均每公頃蓄積量。
 - B. 建立各樹種別、林型別之材積推估模式。
 - C. 以 Weibull pdf 來配置各樣區之直徑分布，利用五種母數求解法求出 Weibull 母數 a、b、c。
- (3) 建立分析推估材積之模式系統。
- A. 單位面積蓄積量推估
 - (a) 合計樣區內之所有利用單木材積式計算之樣木的材積再除以樣區面積以得單位面積蓄積量之推估(SUV/ha)。
 - (b) 利用直徑分布法推估單位面積之蓄積量(DDV/ha)。
 - B. 建立林分材積推估模式
 - (a) 建立林分生長收穫隨著 UTM 坐標位置、海拔高、坡度、坡向等空間因子不同而改變之趨勢變化。
 - (b) 利用逐步迴歸建立林分材積推估模式。
 - C. 推算全林分材積
 - (a) 利用地理資訊系統(GIS)的疊圖分析功能將林分蓄積，結構的空間模式與數位地形(DTM)和土地利用型圖整合分析、推算出組成各土地利用型積結構分布圖、蓄積量分布圖。
 - (b) 疊合所需瞭解的行政區劃、林業區劃、集水區區劃圖層以掌握，各種區劃之樹種組成、林分結構、林分蓄積量。
- (4) 繪製各種區劃之林型材積分布圖。
- 3、模式驗證：以第三次森林資源調查之地面樣區之林分資料檔結果驗證各主要林型之天然林分蓄積推估模式並分析誤差來源。

三、結果與討論

(一) 樹種組成

以相對密度、相對優勢度、相對頻度重要值來評估樹種組成之林型性態值可讓吾人算出各樹種組成比例（重要值/300）以為各樹種材積推估之依據另外在生態保育之植生稀有性評估上亦可由之獲悉。若以冷杉、雲杉、鐵杉、高山松為例可知其生態指示如下：

表 3 冷杉、雲杉、鐵杉、高山松林型植生群叢之頻度、密度、相對密度、優勢度、相對優勢度、重要值

冷杉林型植生群叢								
樹種	頻度	相對頻度	密度	相對密度	優勢度	相對優勢度	重要值	
鐵杉	100	0.5	7.6	28.79	1.1476	23.73	53.02	
冷杉	100	0.5	18.6	71.21	3.6683	76.27	147.98	
雲杉林型植生群叢								

樹種	頻度	相對頻度	密度	相對密度	優勢度	相對優勢度	重要值	
紅檜	12.5	0.047619	0.12	0.65	0.0019	0.02	0.717619	
冷杉	12.5	0.047619	0.12	0.65	0.0849	1.31	2.007619	
雲葉	12.5	0.047619	0.50	2.61	0.1657	2.57	5.227619	
臺灣扁柏	25.0	0.095238	0.62	3.26	0.2407	3.74	7.095238	
華山松	37.5	0.142857	1.00	5.22	0.2556	3.97	9.332857	
鐵杉	62.5	0.238095	1.87	9.80	0.2334	3.62	13.65809	
雲杉	100.0	0.380952	14.87	77.77	5.4510	84.72	162.8709	
鐵杉林型植生群叢								
樹種	頻度	相對頻度	密度	相對密度	優勢度	相對優勢度	重要值	
長尾尖錐栗	9.09	0.037035	0.09	0.32	0.0132	0.17	0.527035	
紅檜	9.09	0.037035	0.18	0.64	0.0174	0.23	0.907035	
香杉	9.09	0.037035	0.09	0.32	0.1169	1.54	1.897035	
冷杉	9.09	0.037035	0.45	1.60	0.0246	0.32	1.957035	
雲杉	9.09	0.037035	0.36	1.28	0.2140	2.82	4.137035	
華山松	36.36	0.148142	0.36	1.28	0.2264	2.98	4.408142	
臺灣扁柏	63.63	0.259248	2.63	12.5	0.9363	12.35	25.10924	
鐵杉	100	0.407431	23.27	82.05	6.0311	79.56	162.01740	
高山松類林型植生群叢								
樹種	頻度	相對頻度	密度	相對密度	優勢度	相對優勢度	重要值	
青剛櫟	10	0.027777	0.1	0.38	0.0017	0.05	0.457777	
白花八角	10	0.027777	0.2	0.77	0.0019	0.05	0.847777	
臺灣五葉松	10	0.027777	0.3	1.15	0.0124	0.2	1.377777	
其他闊葉樹	20	0.055555	0.3	1.15	0.0125	0.38	1.585555	
雲葉	40	0.111111	0.6	2.31	0.0492	1.47	3.891111	
紅檜	30	0.083333	1.0	3.86	0.0916	2.75	6.693333	
臺灣扁柏	40	0.111111	2.6	10.03	0.1091	3.27	13.41111	
鐵杉	60	0.166666	3.6	13.89	0.4144	12.43	26.48666	
華山松	60	0.166666	4.5	17.38	1.0957	32.93	50.47666	
臺灣二葉松	80	0.222222	12.3	47.49	1.5160	45.47	93.18222	

(二)林分結構

樣區利用 Hatger、Wingo、Fillter、Dagostino 等五種方法求算各樣區內林木直徑分布之 Weibull 機率密度函數的母數，經以 Kolmogorov-Smirnov 配合度測驗測驗之，則以 Dagostino 方法最佳，在 413 個樣區中佔 90%；各樹種林型樣區之直徑分布以 Weibull 函數描述後，Weibull 母數分布範圍各異詳情如表。經綜合可知天然林型其 b 值較人工林型者大，亦即直徑分布範圍較廣。c 值大都接近 2，為 Rayleigh 分布，人工林 $c > 3.6$ ，則其分布為負偏歪。

(三)單位面積林分材積推估值與模式

由以上各種全林分材積推估方法，吾人可以整理出台灣中部 8 個事業區各種土地利用型之描述直徑分布之 Weibull 函數的母數值、各林型之單位面積之蓄積量推估值與林分材積空間推估法之母數分布表，如下表：

表 4 台灣中部 8 個事業區各種土地利用型之全林分材積推估方法母數分布表

土地利用型	Weibull 函數的母數值		直徑分布法單株木累蓄積(M ³ /HA)		Weibull 函數的母數值 B 空間推估式之母數				Weibull 函數的母數值 C 空間推估式之母數			
	BAVG	CAVG	DDAV G	SUAV G	BINT	BELE	BSLO	BASP	CINT	CELE	CSLO	CASP
11	35.600	2.980	569.190	425.840	107.226	-0.02	0.006	1.312	-11.400	0.003	0.064	0.377
12	44.510	2.160	605.150	942.630	127.070	-0.01	-1.140	0.291	-3.403	0.002	0.044	-0.086
13	55.250	2.680	654.200	934.010	546.641	-0.02	-2.960	-41.311	32.159	-0.001	-0.166	-2.767
14	24.820	3.330	205.120	206.300	18.855	-0.00	0.491	0.595	9.191	-0.001	-0.059	-0.310
15	51.990	3.190	411.840	644.520	-192.469	0.06	2.239	0.756	6.461	-0.002	-0.018	0.367
19	41.480	2.100	398.890	516.250	223.620	-0.02	-1.363	-17.322	8.722	-0.002	0.004	-0.606
30	28.400	2.430	349.940	417.170	14.677	0.00	0.176	0.211	2.564	0.000	-0.014	-0.001
40	17.020	3.790	134.840	86.640	19.445	0.00	-0.114	-0.266	3.169	-0.001	0.025	0.066
50	23.970	2.420	179.110	264.380	18.272	0.00	-0.115	-0.015	4.354	-0.001	-0.030	-0.016
61	3.730	2.280	10.020	0.700	17.165	-0.00	-0.587	2.097	8.222	-0.004	0.009	-0.319
62	14.410	5.980	238.660	0.010	22.166	0.00	-0.465	-0.347	6.899	-0.003	0.036	-0.169
63	5.590	3.140	11.430	0.110	4.886	-0.00	0.054	0.536	3.928	-0.002	-0.167	0.745
64	0.000	0.000	0.130	0.710	-6.970	0.01	-0.065	2.328	-0.750	-0.001	0.029	0.290
80	21.930	3.090	41.420	126.610	16.171	0.00	0.098	-0.274	2.929	-0.001	-0.004	0.185
90	27.090	1.830	0.000	35.980	0.000	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

直徑分布法空間推估式之母數				單株木累蓄積空間推估式之母數			
DDINT	DDELE	DDSLO	DDASP	SUINT	SUELE	SUSLO	SUASP
11026.00	-3.230	-13.214	-58.620	6004.993	-1.786	-0.621	-0.621
5116.703	-1.129	-52.156	895.244	2279.590	-0.590	5.409	53.510
20583.000	-0.070	-202.269	-1588.931	16370.000	0.126	-187.382	-1131.642
-145.358	0.045	7.476	1.633	-32.365	0.042	4.540	-1.310
403.455	0.030	-9.707	50.028	-173.170	0.339	0.242	-8.334
2673.824	-0.388	-9.182	-229.667	3924.855	-1.088	16.208	-252.744
217.606	0.282	-8.965	34.070	47.974	0.123	-0.014	29.389
-342.590	0.084	17.746	-52.722	-54.884	-0.003	3.240	10.646
-102.304	0.138	1.353	18.676	754.411	0.163	-17.019	-7.453
-4.924	0.061	-5.011	27.107	-1.341	0.002	-0.110	0.718
309.582	0.634	-24.589	-2.722	-44.932	0.024	0.387	4.494
-29.487	-0.040	1.109	8.782	-0.111	0.000	0.003	0.011
0.201	-0.001	0.003	-0.019	-0.413	0.003	0.017	-0.025
47.897	-0.003	13.451	-69.587	11.579	0.231	-0.491	-6.692
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

(四)蓄積推估模式評估檢討

利用方法(3)H 所處理得出之表 4 單位面積材積 DD_{avg} 、 SU_{avg} 再配合林型圖之面積屬性資料，獲各天然林林型蓄積量 DD_{Vrat} 、 SU_{Vrat} 。利用方法(3)J 處理建立表 4 各林型之空間推估式，再配合各地理元坡度、坡向、海拔高求算出 DD_{Vreg} 、 SU_{Vreg} 。利用方法(3)K 處理建立表 4 各林型之母數推估式，再配合 DTM 各地理單元，求算出 DD_{Vpar} 。

表 5 八仙山事業區各天然林林型之蓄積量

	頻度	土地利用型	DD_{Vrat}	SU_{Vrat}	DD_{Vreg}	SU_{Vreg1}	DD_{Vpar}
1	42	11	987,073.307	738,479.768	-39,031,684,326.764	735,033.901	982,467.519
2	49	12	1,148,096.470	1,788,366.755	148,638,466,824.938	1,786,623.206	1,146,977.165
3	46	13	897,124.401	1,280,836.362	-3,547,728,682,708.000	1,277,576.278	894,840.968
4	143	14	618,567.078	622,125.551	15,832,400,163.471	621,804.693	618,248.063
5	1	15	1,319.698	2,065.297	23,611,620.125	2,165.587	1,383.782
6	37	19	1,313,174.131	1,699,531.515	-516,493,770,456.250	1,699,247.169	1,312,954.474
7	433	30	7,604,775.595	9,065,795.000	1,299,365,742,404.969	9,063,135.059	7,602,544.785
8	32	40	28,935.844	18,377.823	-17,880,556,416.500	18,265.299	28,758.675
9	221	50	1,297,085.082	1,914,596.382	327,853,947,954.000	1,912,799.890	1,295,868.033
	14	61	134.977	9.430	256,500,226.000	8.848	126.653
	1	62	42.041	0.002	-1,569,165.375	0.002	38.186
	13	63	280.418	2.699	476,315,809.906	2.693	279.806
	30	80	25,774.336	78,785.343	-85,810,421,560.500	78,721.037	25,753.298

由表 5 結果可知，利用空間推估模式配合 DTM 地理單元算出之材積不適，實驗推估模式需再檢討坡度、坡向、海拔高與蓄積量之關係，而以 SU_{Vrat} 、 DD_{Vrat} 之比例推估方法在設有面積推算誤差下較為合適。

(五)求算各事業林分建立各林型各性態值之空間推估模式

以為由數值地形模型 (DTM) 求算族群內各地理單元 (40m×40m) 的性態值，利用逐步迴歸分別建立天然林各林型的材積推估模式，其模式型態如天然林以 DD_{V}/ha 、 SU_{V}/ha 或 $\theta=g$ (林型，坡度，坡向，海拔高) 表示之。再利用(六)的材積推估模式與地理單元之坡度、坡向、海拔高，可以迴歸推算出各林型之林分蓄積量。另外，利用表示直徑分布的 Weibull 三個母數 a 、 b 、 c 分別建立聯合林分結構模式，考慮空間因素(位置因子、地理因子)在林分結構、生長收穫模式之建立，可提高生長收穫模式的推測能力並充實地理資訊系統。

但利用 DTM 的資料所分析的坡度、坡向、海拔高與由地面樣區資料建造之材積推估模式所用坡度、坡向、海拔高的定義不同，應用上應多加考量。坡度、坡向、海拔高與林木生長蓄積是否有密切關係，應再重新思考，或許改用與生長有關的能量、陽光、土壤、水分、養分較為適當。地理資訊系統在整合林型圖籍面積與蓄積量推估上相當理想，且在展示空間位置上相當方便。

(六)應用進行事業區林分蓄積推估

表 6 大甲溪事業區土地利用型別面積及蓄積一覽表

序號	土地利用型		面積		每公頃蓄積		林分蓄積	
	種類	頻度	公頃數(ha)	百分比(%)	DDV/ha	SUV/ha	DDV.rat	SUV.rat
1	0 無	68	470.620098	0.9458			-68.000000	-68.000000
2	11 冷杉天針	129	3,483.636901	7.0011	569.190	425.840	1,483,471.931396	1,982,851.300163
3	12 鐵杉天針	138	7,230.506314	14.5311	605.150	942.630	6,815,692.144348	4375,541.079956
4	13 檜木天針	6	309.146029	0.6213	654.200	934.010	288,745.483398	202,243.332520
5	14 松類天針	288	8,689.317924	17.4629	205.120	206.300	1,792,606.316353	1,782,352.851715
6	15 雲杉天針	48	963.068607	1.9355	411.840	644.520	620,716.996277	396,630.171631
7	19 其他天針	80	2,990.390114	6.0098	398.890	516.250	1,543,788.895355	1,192,836.763580
8	30 天針闊純	262	8,877.481436	17.8411	349.940	417.170	3,703,419.039063	3,106,585.879169
9	40 天闊純	4	9.783142	0.0197	134.840	85.640	837.828308	1,319.158836
10	50 天闊混	30	583.860180	1.1734	179.110	264.380	154,360.957916	104,575.196053
11	造林地面積	481	11,380.857547	22.8722	328.310	372.327	2,807,751.532875	3,177,276.184480
12	其他土地利用型	547	4,770.043735	9.5674	—	—	—	—
	總計	2,081	49,758.714840	10.0000			19,210,765.574957	6,321,586.479736

表 7 大甲溪事業區材積級別分佈頻度及面積統計表

序號	材積級	頻度	面積	百分比
1	0	615	5,240.664401	10.5322
2	1	274	3,318.278343	6.6687
3	2	358	6,101.835240	12.2629
4	3	426	10,961.375213	22.0291
5	4	295	17,061.476020	34.2884
6	5	113	7,075.085623	14.2188
總	計		49,758.714840	100.0000

圖可讓各人掌握全局與特定資料，但往往來源不一、比例尺不同而無法比較。地理資訊系統正可改進圖籍使用的一致性，且更新容易、快速成圖，若具精確度高的資料庫則可以隨時獲得不同比例尺的圖籍。

在基於相同地理資料庫下，依各生態經營單元（如集水區、地勢單元）完成資料的收集、整合、分析，建好之資料庫宜依各經營、管理層級依轄區之資料置放於各層級單位，由基層單位更新資料後，再送上一層機關。各使用者當可依其經營需求而擷取所需資訊，使資料庫更具效率與彈性。

地理資訊系統在充分的圖籍與屬性資料的整合下，可使資料庫、模式庫方便應用於生態原則下永續經營管理所需之資源調查的取樣設計、現場調查、檢核與資料處理、分析、模式整合、結果展示、查詢，甚而整個經營、管理決策上皆具相當功效。然而目前最大的問題乃在：如何將不同來源、比例尺、精確度的圖籍與屬性資料整合，考慮計算其可能誤差，更而有效地提供資訊提

供的精確程度。

地理資訊系統亦可供各種森林資源調查事前分層取樣之依據、便利森林資源經營系統性的研究與規劃、執行。充實林業地理資訊系統使其有效地提供臺灣森林經營決策所需要的資訊。

(七)資源調查之誤差結構

幾世紀來森林資源調查被認為是收集量測資料最可接受的方法。但並沒有一種方法是可以獲得完整表現真實圖徵、屬性 (feature attribute) 的資料。因為資源調查過程中，有各種誤差存在，茲將森林資源調查的誤差(errors)來源予整理如下表。

表 8 森林資源調查的誤差來源一覽表

階段	誤差來源
1.資料收集	野外調查、資料收集所造成的誤差 使用存在圖籍為資料來源所造成之誤差 遙測資料分析、野外調查、資料收集所造成之誤差
2.資料輸入	由於數化操作者與設備所造成之不精確(inaccuracies) 地理圖徵的不精確(如邊緣林緣很強烈對比之界限)
3.資料儲存	屬性數字資料之精度不夠，圖形空間資料之精度不足
4.資料處理	不適當的分級間隔(Class intervals) 多次疊合所造成之誤差，多邊形疊合過程所造成長條細片
5.資料輸出	比例尺不精確，輸出設備不精確所造成之誤差 介面不穩定所造成之誤差
6.使用結果	資訊被誤解、資訊被誤用

森林資源調查的誤差大體可區分為二種，一為取樣誤差：因樣本所造成的誤差而非族群的資料，所以增加樣本可改善一般以平均的標準差(standard error the mean)表之。二為非取樣誤差：來自樣本或族群調查上與選擇樣本的統計問題無關。

而一般所謂的取樣誤差(sampling error)即為取樣調查的精確度(precision)至於取樣調查的精密度(accuracy)則包括調查誤差、模式誤差與應用上的誤差。

吾人於森林資源調查中較重視精密度(accuracy)。設計(design)與執行(ex)資源調查，以消除或減少非取樣誤差至最小，以達可接受的精密度。森林材積資源調查時若有 1.合適的統計取樣 2.適當地分析與解釋則資源調查的結果可以(1)推算所興趣之母數(2)對此母數進行擬說的顯著測驗(3)針對推測值誤差和測驗進行推論(Cunia, 1990))。分析資源調查的誤差結構形態吾人可以(1)判別每一個誤差組成和其來源(2)評估每一個組成的相對重要性(對總誤差的相對大小)(3)在有效的取樣設計下，控制誤差組成成分大小的平均值。以下即對誤差的結構成分，分別予於說明。

1、取樣誤差(sampling error)

相同的取樣過程應用於相同族群但由於選擇的取樣單位(sampling units)不一，亦得出不

同的推算值。

2、調查誤差(measurement error)

相同的取樣單位(如樹或樣區)由不同的人調查記錄，得不同結果而導出不同的推算值。

3、統計模式誤差(error of statistical model)

相同的調查資料由不同的統計方法分析、解析會得不同的推算值。

4、應用誤差

由相同的取樣調查與統計分析方法而獲得模式，但由於分析與建模式之前題假設條件不同的資料所以會得不對的推算值。

每種誤差皆包括二部分：(1)隨機誤差(random error)一般在大樣本中可自行消除(2)系統誤差或偏倚(systematic error or bias)。一般討論中皆認為偏倚很小所以誤差的大小用變異(variance)表之。

GIS 用於規劃時，精密度不需很高，以致於空間資料的誤差往往被忽視或認為可以接受。然目前用於耗成本或耗時間的空間分析 (analysis)，對於空間資料的量測與記錄的精確度就顯得更需要 (et al, 1991)。所以當模式更精密更依賴生育地之資料 (specific data) 時，則空間 (spatial) 和屬性 () 誤差的整合影響往往會限制模式預測的價值。如：基於的生長模擬器所產生的林分材積的誤差可能導源於生長模式和林分面積或林木資料調查，所以在有效進行空間分析前吾人需知所使用空間資料的精密度。

地理資訊系統內之資料大體可分二類一為以位置、大小幾何形狀表示圖形的空間資料 (or coordinate data) 一為表示測物、地點為表格形式的性態值之屬性資料 (or tabular data)。

土地利用型圖 (林型圖) 係應用航空照片判釋，地面踏勘繪製基本圖，再清繪製圖已有年的歷史在這段期間有討論以像片為基礎製圖的精密度和修正方法 (methods) 者，但可惜迄今誤差校正的方法通常被忽視在以往一般人認為面積的誤差在於所使用的儀器、工具如用點格子法 (grid)、面積儀 () 而在則無此面積誤差，但中圖籍間做空間分析如各種疊圖 (overlays) 時這種誤差的出現就顯得格外的明顯和客觀了。

幾世紀來森林資源調查被認為是收集量測資料最可接受的方法。但到目前為止，並沒有任何一種方法可以獲得表現真實圖徵、屬性 (actual feature att) 的資訊。所以往往需要配合航空測量以航照判釋掌握大面積的地面狀況，以取樣設計進行樣區的野外調查。森林的界線一般由航空照片直接繪出，林型是由航照判釋者判釋，而林分的性態值則由田野調查而來。土壤型性態值由野外調查獲得，而土壤的界線則由航空照片判釋之。

航照判釋 (interpretation)

航照判釋品質導由判釋者個人執行工作方法、使用的技術與背景，判釋對象與航空照片品質

的 (& Berlin, 1985) 交互作用，甚少研究是針對森林航照判釋的精密度 (et al, 1991) 雖然有些方法研發，但皆限於一些航照判釋點，以查核地面測點，此結果構成誤差表、混淆矩陣。

四、結論

- (一) 求算各區劃範圍之林分蓄積有許多方法大體可分比例推估法、迴歸推估法與母數推估法得出之結果往往不一。
- (二) 不同的推估方法會得出不同的結果，所以在還沒有弄清楚各項處理分析方法與步驟時，僅就結果進行比較是不適宜的。且在尚未設置永久樣區進行重覆調查，利用相同調查方法獲得森林性態值在時間歷程裡變化量，則該資源調查的資料，無法分析出生長、枯死的資訊。
- (三) 以生態研究之重要值分析可以得知各林型內的主要樹種組成，可提供樹種材積推估時之比例依據，亦可以提供生號態保育中樹種稀有性之評估。
- (四) 建立林分結構模式以掌握林分結構的變化，林分結構(直徑分布)——以 Weibull 機率密度函數建立描述各樣區或各樹種之林分結構(直徑分布)情形，由 KS 適合度測驗，發現配置理想且其母數 a , b , c 值可解釋各直徑分布情形，天然林型 c 值大都接近 2，為 Rayleigh 分布，有別於人工林負偏歪的鍾型分布。更而得知各直徑級佔有株數頻度及材積分布。
- (五) 由 GIS 土地利用型圖中算出各種天然林林型的面積，再以樣區分析之單位面積之材積比例推算各林型之林分蓄積量最為合適。

五、建議

- (一) 以第三次資源調查之先驅計畫、八仙山事業區的資料來分析各種取樣方法之間的結果，以八仙山第四林班第 9、14 小班九個位置探討以圓形、矩形樣區；樣點、樣線等四種取樣方法進行森林資源調查之森林性態值推測精確度的比較。
- (二) 在假設樣區、樣線、長方形樣區取樣設計法在資料獲得上沒有差異情況下，皆可推估族群分布的平均值、變異數，以相同的資料處理方法，不同時期調查的資料來建造相同型態的推估模式，用以推估林分面積、蓄積，才可比較。
- (三) 推算模式可能誤差與精密度，檢討其他環境因子——水分梯度 (MG)、全天空光域 (WLS)、土壤深度，若能與 GIS 結合，由 DTM 計算出各樣點之 WLS、MG，由地理因子算出複合因子如全天空光域(whole lightsky space, WLS)；水分梯度(moisture gradient)，以為建立各樹種之材積推估模式，將 WLS、MG 視為影響變數或可再改善模式的準確度。為改善推估模式之準確度，土壤型、土壤深度亦為吾人探討林分結構、林分蓄積、林分生長得考慮的因子。
- (四) 整合空間與時間——取樣技術與生長模式建造技術——於經營資源決策系統上之應用將可大大提供精確高且量多的資訊量。此整合技術可分以下三項進行：

- 1、事前取樣技術與生長模式建造技術。
- 2、"取樣技術"與"生長模式建造技術"的交互作用。
- 3、三段式取樣(衛星資料、航照、地面調查)於資源調查上之應用。

(五)探討環境因子對植物生長期效應，應規劃設置永久樣區，長期連續觀測，若時間、經費、設備有限下，宜用間接評估法，以環境梯度指數(environmental scalar index)與土壤樣區資料，採環境因子的相對值予以量化，並求出其與植群變異的相關性。以方便建立林分性態值之推估模式。

六、引用文獻

- 1.柳楮 葛錦昭 楊炳炎 1961 台灣主要林型生態之調查 台灣省林業試驗所報告號 65pp.
- 2.馮豐隆 楊榮啟 1988 森林生長模式之建立 中華林學季刊 22(4):3-15
- 3.馮豐隆 1990 人工林林分結構與生長量化理論之研究 臺灣大學森林研究所博士論文 173pp.
- 4.馮豐隆 1992 臺灣地區森林之樹種組成、林分結構與生長在空間與時間上的變異 國科會計劃 NSC 81-0409-B-005-11 35pp.
- 5.陳英彥 1993 新化實驗林場森林經營資料庫之建立與應用 國立中興大學森林學研究所碩士論文 60pp.
- 6.馮豐隆 楊榮啟 1990 史納德、柴普曼 z 查梓生長函數式於林木各性態值生長上之應用 台灣大學農學院季刊 30(1):51-63.
- 7.楊榮啟 馮豐隆 1989 母數預測模式及母數回復模式在研究台灣林木生長及林分結構分析上之應用 中華林學季刊 23(1):53-71
- 8.楊榮啟 馮豐隆 1989 史納德生長模式在台灣人工林分結構分析上之應用 中華林學季刊 23(3):3-18
- 9.劉崇瑞 蘇鴻傑 1979 森林植物生態學 台灣商務印書館 p34-144.
- 10.Avery. T., and G. Berlin. 1985 Interpretation of aerial photographs. Burgess Publ.Co., Minneapolis,MN.554p.
- 11.Biging, G. S., R. G. Congalton, and E. C. Murphy. 1991 A comparison of photo interpretation and ground measurements of forest structure. In Technical papers, ACSM/ASPRS annual convention. p.6-15. Am. Congr. Surv. &Map. /Am. Soc. Photogramm. Remote Sens., Bethesda,MD.
- 12.Botkin,D.B., J.F.Janak, and J.R.Wallis. 1972 Some ecological consequences of a computer model of forest growth. J. Ecol. 60:849-872
- 13.Cunia T. 1990 Forest Inventory: on the structure of error of estimates state-of-art methodology of forest inventory: a symposium proceeding. PNW-GTR 263 Syracuse, New York. July30-August 5, 1989.

14. Hyink, D. M. 1979 A generalized method for projection of diameter distributions applied to uneven-aged forest stands. Unpublished Ph.D. diss., Purdue Univ., 161p.
15. Kellman, M. C. 1980 Plant Geography. Methuen & Co. Ltd. London, 181pp. Magnussen S. 1990 Application and comparison of spatial models in analyzing tree-genetics field trials. Can. J. For. Res. 20 : 536-546.
16. Magnussen S. 1980 Application and comparison of projection of diameter distributions applied to uneven-aged forest stands. Unpublished Ph. D. Diss., Purdue Univ., 161p.
17. McLennan D. S. 1990 Spatial variation in black cotton foliar nutrient concentrations at seven alluvial sites in coastal British Columbia. Can. J. For. Res. 20 : 1089-1097.
18. Moser, J. W., Jr. 1972 Dynamics of an uneven-aged forest stand. For.Sci. 18: 184-191.
19. Ohmann L.F. and D. F. Grigal 1990 Spatial and temporal patterns of sulfur and nitrogen in wood of trees across the north central United States. Can. J. For. Res. 20 : 508-513.
20. Paul V. B. & James L. S. 1992 Errors in GIS: Assessing spatial data accuracy. Journal of Forestry. pp21-29.
21. Savageau, M. A. 1987 Recasting nonlinear differential equations as systems: A canonical nonlinear form. Math. BioSciences 87:83-115.
22. Schnute, J. 1981 A versatile growth model with statistically stable parameters. Can. J. Fish. Aquat Sci. 38:1128-1140.
23. Shugart H. H., Jr., and D. C. West. 1980 Forest succession models. BioScience Vol. 30 No.5:308-313.
24. Shugart H. H., T. R. Crow, and J. M. Hett. 1973 Forest Succession Model: a rationale and methodology for modeling forest succession over large regions. For. Sci. 19:203-212
25. Waggoner, P. E., and G. R. Stephens. 1970 Transition probabilities for a forest. Nature 225: 1160-1161.
26. Zak D. R. and K. S. Pregitzer 1990 Spatial and temporal variability of nitrogen cycling in Northern Lower Michigan. For. Sci. 36(2):367-380.
27. Smith. J. S. Prisley. and R. WEIH. 1991 Considering the effects of spatial data uncertainty on forest management decisions. In Proceeding, GIS/LIS. 91. p.286-92. Am. Congr. Surv. & Map./Am. Soc. Photogramm. Remote Sens., Bethesda, MD.

七、附錄

(TAANCHI)

(一)、大安溪事業區土地利用型別面積及蓄積一覽表

(1) The area and stock of land use type for Dah An Shi working circle.

序號	土地利用型		面積		每公頃蓄積(m ³)		林分蓄積(m ³)	
	種類	頻度	公頃數(ha)	百分比(%)	DDV/ha	SUV/ha	DDAVG.re	SUAVG.re
1	11 冷杉天針	51	1,512.955566	4.59384	569.190	425.840	861,159.184	644,276.944
2	12 鐵杉天針	42	2,832.989061	8.6018	605.150	942.630	1,714,383.382	2,670,460.493
3	13 檜木天針	22	598.441144	1.8170	654.200	934.010	391,500.205	558,950.026
4	14 松類天針	79	1,460.371425	4.4341	205.120	206.300	299,551.382	301,274.631
5	15 雲杉天針	6	176.381237	0.5355	411.840	644.520	72,640.847	113,681.239
6	19 其他天針	21	592.532436	1.7991	398.890	516.250	236,355.272	305,894.870
7	30 天針闊純	201	11,637.545045	35.3350	349.940	417.170	4,072,442.534	4,854,834.773
8	40 天闊純	10	107.954934	0.3278	134.840	85.640	14,556.643	9,245.260
9	50 天闊混	74	3,258.474119	9.8937	179.110	264.380	583,625.292	861,475.390
10	61 桂竹林	8	20.110194	0.0611	10.020	0.700	201.504	14.077
11	62 孟宗竹林	1	0.421762	0.0013	238.660	0.010	100.658	0.004
12	80 天竹闊混	3	137.004513	0.4160	41.420	126.610	5,674.727	17,346.141
13	造林地面積	522	6,829.698524	20.7371	242.020	251.623	1,699,233.713	
31	其他土地利用型	346	3,770.037489	11.4469	—	—	—	—
	總計		32,934.922268	100.0000	—	—	—	—

(二)、玉山事業區土地利用型別面積及蓄積一覽表

(2) The area and stock of land use type for Yuh Shan working circle.

序號	土地利用型		面積		每公頃蓄積(m ³)		林分蓄積(m ³)	
	種類	頻度	公頃數(ha)	百分比(%)	DDV/ha	SUV/ha	DDAVG.re	SUAVG.re
1	0 無	52	7.670656	0.0154	569.190	425.840	-52.000000	-52.000000
2	11 冷杉天針	183	2,470.015291	4.9750	605.150	942.630	1,405,908.005245	1,051,831.300388
3	12 鐵杉天針	250	5,227.346309	10.5287	654.200	934.010	3,163,328.737633	4,927,453.424683
4	13 檜木天針	31	658.200437	1.3257	205.120	206.300	430,594.734619	614,765.798309
5	14 松類天針	416	6,649.122631	13.3923	411.840	644.520	1,363,867.999407	1,371,714.014811
6	15 雲杉天針	80	1,321.412021	2.6615	398.890	516.250	544,210.322289	851,676.506958
7	19 其他天針	106	2,125.298735	4.2807	349.940	417.170	847,760.446869	1,097,185.472275
8	30 天針闊純	305	7,061.737381	14.2234	134.840	85.640	2,471,184.401780	2,945,945.084340
9	40 天闊純	18	130.739910	0.2633	179.110	264.380	17,628.969154	11,196.565798
10	50 天闊混	358	8,517.277461	17.1551			1,525,529.574605	2,251,797.853893
11	60	1	2.563982	0.0052	238.660	0.010	-1.000000	-1.000000
12	62 孟宗竹林	1	0.922298	0.0019	41.420	126.610	220.115696	0.009223
13	80 天竹闊混	2	18.424982	0.0371	215.370	243.550	763.162724	2,332.786949
14	造林地面積	523	9,513.473739	19.1616	325.795	375.406	2,398,531.141338	2,221,173.426369
26	其他土地利用型	885	5,944.544383	11.9731	—	—	—	—
	總計		49,648.751289	100.0000	—	—	14,168,583.013410	17,346,127.739455